

최      종  
연구보고서

사후봉사용 주요 농기계 부품의  
적정 수요 및 재고 산정

Estimation of optimum demand and  
stock of repair parts of major agricultural  
machines for after-sales service

연구기관  
서울대학교 농업생명과학대학

농림부

# 제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “사후봉사용 주요 농기계 부품의 적정 수요 및 재고 산정” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2003년 8월 20일

주관연구기관명: 서울대학교

총괄연구책임자: 김 경 옥

세부연구책임자: 김 경 옥

연 구 원: 박 영 준

연 구 원: 이 윤 세

연 구 원: 박 서 범

협동연구기관명: 농업기계화연구소

연 구 원: 신 승 엽



# 요 약 문

## I. 제목

사후 봉사용 주요 농기계 부품의 적정 수요 및 재고 산정

## II. 연구 개발의 목적 및 중요성

국내의 농업 기계화는 이제 지속적인 수요 창출보다는 대체 수요와 이미 보급된 기계에 대한 효율적인 사후 봉사에 보다 많은 관심을 가져야 한다. 사후 봉사의 문제는 주로 수리 부품의 부재 또는 부족이 그 원인으로 지적되고 있다. 수리용 부품의 부족 또는 부재로 인한 경제적 손실은 농업 기계의 수리 지연에 따른 작업 적기의 상실, 이로 인한 수확량의 감소 등으로 나타날 수 있다. 또한, 부품 수색과 배달에 소요되는 시간과 경비도 농민에게는 큰 부담이 될 수 있다. 대리점의 경우에는 수리 부품의 확보 기준이 없기 때문에 때로는 과도한 재고 부담을 감수해야 하며, 때로는 부품 부족으로 인하여 농민으로부터 신뢰를 상실하는 어려움을 겪고 있다. 따라서, 적정한 수리 부품의 수요를 예측하는 것은 대리점의 부품 재고에 대한 합리적인 계획을 수립하는 데 가장 필수적인 것이며, 사후 봉사 업소의 경영 합리화를 위해서도 반드시 필요한 것이라고 할 수 있다.

농업 기계 생산업체에서도 부품의 고장 특성을 분석하고, 이를 이용한 자사 제품의 신뢰도를 평가함으로써, 신뢰도 향상을 위한 품질 개선 계획을 수립할 수 있으며, 수리용 부품의 수요를 예측함으로써 원활한 부품 수급을 이룩할 수 있다. 이러한 일련의 기술 개발과 지원은 품질 향상, 부품 수급의 적정 규모 결정, 사후 봉사에 소요되는 경비의 절감 등을 위해서 필수적인 것이라 할 수 있다. 본 연구는 이러한 중요성을 배경으로 수행되었다.

본 연구의 목적은 주요 농업 기계에 대한 부품의 고장 특성을 분석하고, 신뢰도를 평가하며, 지역별, 기종별 수리용 부품의 적정 수요와 재고를 예측할 수 있는 기초 기술과 사후 봉사 업소용 컴퓨터 프로그램을 개발하고, 이를 검증하여 보급함으로써 농업 기계의 품질 향상과 사후 봉사에 기여하는 데 있다.

### III. 연구 개발 내용 및 범위

본 연구에서 연구 대상으로 한 주요 농업 기계는 트랙터, 콤바인, 이앙기, 동력 경운기, 관리기, 스피드 스프레이어 모두 6개 기종이었다. 트랙터, 콤바인, 이앙기 동력 경운기 4개 기종은 주관 연구 기관인 서울대학교에서 담당하였으며, 관리기, 스피드 스프레이어 2개 기종은 협동 연구 기관인 농업기계화연구소에서 담당하였다. 각 기종에 대한 주요 부품은 최근 3년 간 4개 생산업체에서 공급한 부품에서 공급량이 트랙터는 300개 이상, 이앙기는 100개 이상, 콤바인은 400개 이상인 부품을 대상으로 하였다. 대상 부품 중에서도 부품명이 같은 경우, 좌우로 구별되는 부품 등은 하나의 부품으로 처리하여 최종 조사 대상 부품을 선별하였다. 이러한 방법으로 선정한 부품의 종수는 트랙터가 772종, 콤바인이 914종, 이앙기가 688종이었다. 동력 경운기는 최근 수리보다는 폐기하는 경향이 높아가고 있으며, 영업소와 대리점에서도 수리는 거의 취급하지 않는 실정이었다. 따라서, 동력 경운기의 부품에 대한 고장 조사는 현실적으로 불가능하였다. 본 연구에서는 기존 연구 결과(이, 1983)를 이용하여 엔진부에서 10종, 차체부에서 5종을 선별하여 모두 15종의 부품에 대한 고장 특성과 교체 수요를 예측하였다.

부품의 고장 조사는 경기, 강원, 충북, 충남, 전남, 전북, 경남, 경북에 있는 생산업체의 영업소를 방문하여 수리 기사의 경험을 청취하거나 또는 설문지를 이용하여 실시하였다. 고장 조사에서는 부품의 고장 데이터뿐만 아니라, 각 기종별 내구 연한, 연 평균 사용 시간, 사후 봉사 업체별 연간 취급 대수 등을 함께 조사하였다.

부품에 대한 고장 특성과 신뢰도 평가는 와이블 함수를 이용하여 분석하였으며, 연간 적정 수요는 평균 수명(MTBF)과 교체 이론을 적용하여 산정하였다. 부품의 교체 수요 예측을 위한 프로그램은 생산업체, 영업소, 대리점 등에서 사용할 수 있도록 하였으며, 예측에 필요한 기본 자료는 사용자가 입력할 수 있도록 하였다.

### IV. 연구 개발 결과 및 활용에 대한 건의

국내 4개 업체에서 생산하고 있는 트랙터, 콤바인, 이앙기, 동력 경운기의 주요 부품에 대한 고장 특성을 분석하고, 사후 봉사용으로 요구되는 부품의 교체 수요를 예측할 수 있는 프로그램을 개발하였다. 부품의 고장 분석에서는 4개 업체의 총

2389개의 트랙터, 콤바인, 이앙기, 동력 경운기의 주요 부품에 대한 고장 형태, 특성 수명, 평균 고장 시간, 평균 고장 시간까지의 신뢰도, 100대당 평균 교체 수요를 추정하였으며, 프로그램 개발에서는 생산업체, 대리점, 수리점에서 활용할 수 있는 특정 생산업체의 특정 기종에 대한 연 평균 교체 수요와 출하 100대당 내구연한까지 연차별 교체 수요를 산정할 수 있도록 하였다.

본 연구의 결과는 국내에서 생산되고 있는 트랙터, 이앙기, 콤바인, 동력 경운기에 대한 신뢰도를 평가하고, 신뢰도 향상을 위한 기술 개발의 자료로 활용할 수 있다. 특히 주요 부품에 대한 고장 특성과 평균 고장 시간에 대한 분석 결과는 국내 최초의 유일한 기술 자료가 될 것이다. 또한 개발된 프로그램을 활용하여, 사후 봉사 업소에 따라 적정한 부품의 교체 수요를 예측함으로써, 부품 재고에 대한 계획을 확립할 수 있으며, 과대 또는 과소 재고량에 따른 경제적 손실을 줄일 수 있다. 이러한 연구는 한 번의 결과를 계속 사용할 수가 없기 때문에 부품 고장 시간을 지속적으로 추적하여 보다 예측도가 높은 교체 수요를 추정할 수 있도록 연구가 계속되어야 할 것이다. 본 연구에서 제시한 분석 방법과 계산 프로그램 등은 이러한 목적에도 널리 사용할 수 있도록 준비된 것이다.



## SUMMARY

The objectives of this study were to investigate the failure characteristics of repair parts of agricultural tractors, combines, rice transplanters and power tillers, and to predict the average annual demands of repair parts required to perform the after-sales service satisfactorily.

Failure characteristics of the repair parts was analyzed using the failure data that were provided by the experienced mechanics of the repair shops throughout the country. It was also based on the assumption that the failure distribution follows the Weibull distribution.

Results of this study are summarized as follows:

1) Failure characteristics such as failure type, characteristic life, mean time between failure, reliability to mean time between failure, and annual demands of repair parts were analyzed and presented in a table form for a total number of 2352 repair parts: 768 for tractors, 911 for combines, 662 for rice transplanters and 11 for power tillers.

2) The failure type of repair parts for tractors, combines, rice transplanters and power tillers was all found to be wear-out failure, indicating that they were normally used and finished their lives.

3) The characteristic life was ranged in 600-2400 hours for tractors, 180-900 hours for combines and 130-900 hours for rice transplanters.

4) The mean time between failure was ranged in 600-2400 hours for tractors, 360-720 hours for combines and 260-780 hours for rice transplanters.

5) The reliability of repair parts to mean time between failure depends on the failure characteristics but was ranged mostly in 40-60%.

6) The average annual demands of repair parts required to perform a satisfactory after-sales service of 100 units was in a range of 20-40.

Using the failure type, characteristic life and mean time between failure as well as a renewal function, a program to predict the average annual demands of



repair parts for agricultural tractors, combines and rice transplanters was also developed. The program was designed to be used both by the repair shops and the manufacturers of tractors, combines, and rice transplanters. The repair shops can use the program to predict the required number of repair parts for one year for each machine. The manufacturer can use the program to predict the number of repair parts required annually after shipment of each machine.

# CONTENTS

SUMMARY .....	vii
CONTENTS .....	ix

## Chapter 1 Outline of project ..... 1

1. Introduction .....	1
2. Objectives of project .....	2
3. Necessity of project .....	2
A. Technical aspect .....	4
B. Economical and industrial aspects .....	4
C. Social and cultural aspects .....	4
4. Scope of project .....	4
5. Status of technical development .....	5

## Chapter 2 Failure survey on repair parts ..... 7

1. Major repair parts .....	7
A. Basic data .....	7
B. Rearrangement of basic data .....	8
C. Repair parts for 1st survey .....	8
D. Selection of repair parts for survey .....	9
2. Failure survey .....	11
A. Survey area .....	11
나. Survey questions .....	12
다. Survey results .....	12

## Chapter 3 Analysis of failure characteristics ..... 15

1. Time to failure .....	15
2. Failure characteristics .....	15
A. Failure distribution function .....	15
B. Failure type .....	16
C. Expected life of repair parts .....	17
3. Determination of Weibull parameters .....	18
4. Failure analysis .....	19

5. Renewal theory of repair parts .....	22
A. Renewal theory .....	22
B. Prediction of repair part demands .....	28
 Chapter 4 Failure characteristics and demands for replacement .....	31
1. Failure characteristics of tractor parts .....	31
2. Failure characteristics of combine parts .....	56
3. Failure characteristics of transplanter parts .....	85
4. Failure characteristics of power tiller parts .....	107
 Chapter 5 Program for average replacement demand .....	109
1. Outline of program .....	109
2. Structure of program .....	109
 Chapter 6 Results and discussion .....	127
1. Annual use of machine .....	127
2. Life of machine .....	128
3. Failure characteristics .....	128
4. Characteristic life .....	129
5. Mean time between failure .....	131
6. Reliability .....	134
7. Average replacement demands per 100 units .....	136
8. Program for demand prediction .....	138
 Chapter 7 Conclusion .....	139
References .....	140
 Collaborative Research Report .....	141
 Appendix .....	193
1. Major repair parts .....	195
A. Tractor .....	195
B. Combine .....	198
C. Rice transplanter .....	205

2. MATLAB code for renewal function $s(t)$ and $m(t)$ .....	211
A. $m(t)$ .....	211
B. Code for demand calculation using $m(t)$ table .....	212
C. Code for standard deviation of demand using $s(t)$ table .....	214
D. Code for output of average demand and its standard deviation .....	216
3. User's manual for program of demand prediction .....	217
A. Install of program .....	217
B. Use of program .....	221
4. Source code for program of demand prediction .....	227



# 목 차

요 약 문 .....	iii
SUMMARY .....	vii
CONTENTS .....	ix
목 차 .....	xiii
제1장 연구 개발 과제의 개요 .....	1
1. 서론 .....	1
2. 연구 개발의 목적 .....	2
3. 연구의 필요성 .....	2
가. 기술적 측면 .....	4
나. 경제·산업적 측면 .....	4
다. 사회·문화적 측면 .....	4
4. 연구의 범위 .....	4
5. 국내 기술 개발 현황 .....	5
제2장 부품의 고장 조사 .....	7
1. 주요 부품 .....	7
가. 기본 데이터 .....	7
나. 기본 데이터의 정리 .....	8
다. 1차 조사 부품 .....	8
라. 조사 부품 선정 .....	9
2. 고장 조사 .....	11
가. 조사 지역 .....	11
나. 조사 내용 .....	12
다. 조사 결과 .....	12
제3장 고장 특성 분석 .....	15
1. 고장 시간 .....	15
2. 고장 특성 .....	15
가. 고장 분포 함수 .....	15
나. 고장 특성 .....	16
다. 부품의 기대 수명 .....	17
3. 와이블 분포의 매개 변수 결정 .....	18

4. 고장 분석 .....	19
5. 부품의 교체 수요 .....	22
가. 교체 이론 .....	22
나. 부품 수요 예측 .....	28
제4장 고장 특성 및 교체 수요 .....	31
1. 트랙터 부품의 고장 특성 .....	31
2. 콤바인 부품의 고장 특성 .....	56
3. 이앙기 부품의 고장 특성 .....	85
4. 동력 경운기 부품의 고장 특성 .....	107
제5장 평균 교체 수요 예측 프로그램 .....	109
1. 프로그램의 개요 .....	109
2. 프로그램의 구성 .....	109
제6장 결과 및 고찰 .....	127
1. 연간 이용 시간 .....	127
2. 내구 연한 .....	128
3. 고장 특성 .....	128
4. 특성 수명 .....	129
5. 평균 고장 시간 .....	131
6. 신뢰도 .....	134
7. 100대당 평균 교체 수요 .....	136
8. 수요 예측을 위한 프로그램 개발 .....	138
제7장 결론 .....	139
참고 문헌 .....	140
협동연구과제 보고서 .....	141
부    록 .....	193
1. 기종별 주요 부품 .....	195
가. 트랙터 .....	195
나. 콤바인 .....	198

다. 이양기 .....	205
2. 교체 함수 $m(t)$ 와 $s(t)$ 를 구하기 위한 매트랩 코드 .....	211
가. $m(t)$ .....	211
나. $m(t)$ 테이블을 이용한 교체 수요 계산 코드 .....	212
다. $s(t)$ 테이블을 이용한 교체 수요의 표준 편차 계산 코드 .....	214
라. 평균 교체 수요와 교체 수요의 표준 편차를 출력하기 위한 코드 .....	216
3. 부품 교체 수요 예측 프로그램 사용 설명서 .....	217
가. 프로그램 설치 .....	217
나. 부품 프로그램 사용 .....	221
4. 부품 교체 수요 예측 프로그램 소스 코드 .....	227





# 제1장 연구 개발 과제의 개요

## 1. 서론

사후 봉사의 핵심은 신속한 고장 수리와 원활한 부품 공급이다. 일정 지역을 담당하고 있는 사후 봉사 업소가 보유해야 할 수리 부품에 대한 적정 재고량 산정은 사후 봉사 업소의 안정적인 경영뿐만 아니라 원활한 사후 봉사의 기능을 위해서도 대단히 중요한 일이다.

우리나라에는 1999년 말 현재 총 3,163개의 농기계 사후 봉사 업소가 있다. 그 중 33.2%는 시, 군 단위의 대리점이고, 41.5%는 읍, 면 단위의 민간 수리점이다. 또한, 대부분의 사후 봉사 업소는 규모가 적고 영세성을 면치 못하고 있는 실정이다. 이러한 사후 봉사 업소가 매년 확보해야 할 주요한 수리용 부품의 수는 다년간 경험에 의하여 산정되고 있다. 다시 말하면, 지역의 농기계 보급 대수와 주요 부품의 고장 특성을 고려한 합리적인 수요가 예측되지 못하고 있는 실정이다. 따라서, 대부분의 사후 봉사 업소는 과도한 재고 부담을 안고 있으며, 1999년에는 대리점의 연간 부품 재고액이 약 1억 1,760만원에 이른 것으로 나타났다. 또한, 연간 부품 폐기 처분액도 243만원에 이르렀다 (김, 2000). 수리 부품의 재고가 과도한 경우에는 이러한 재정적인 압박 외에도 여분의 부품을 보관하기 위한 공간을 확보하여야 하며, 관리 작업이 증가되므로 이에 따르는 비용도 증가된다. 부품 재고가 부족한 경우에는 부품 확보에 따른 수리 지연으로 고객의 불만이 증가되고 영업 신용이 떨어지며 영업 경쟁력이 약화되어 경영 부실을 초래할 수 있다.

현재 일선 대리점에서 부품의 적정 재고량 산출하기 위하여 사용하는 식에는, 일정한 기준은 없으나, 다음과 같은 예측 식이 있다.

$$\text{적정 재고 수량} = \frac{\text{전년도 수불 수량} \times \text{제품 공급 신장 지수}}{\text{회전율}} \quad (1-1)$$

여기서 제품 공급 신장 지수 및 회전율은 각각 다음과 같이 정의된다.

$$\text{제품 공급 신장 지수} = \frac{\text{당해 연도 제품 공급 수량}}{\text{전년 제품 공급 수량}} \quad (1-2)$$

$$\text{회전율} = \frac{\text{전년도 수불 수량}(\text{전년도 매출} + \text{전년도 크레임}) \times 2}{\text{연말 이월 재고} + \text{연초 기초 재고}} \quad (1-3)$$

그러나 이러한 예측 식의 타당성이 검증된 바는 없으며, 또한 이러한 식을 적용하고 있는 대리점의 현황도 정확히 파악되지 않고 있다. 일반적으로 원활한 사후 봉사를 위해서는 연간 약 1억 3,000-5,000만원 수준의 부품 재고가 필요하다는 경험 법칙이 널리 알려져 있다. 따라서, 연간 수리용 부품의 수요를 합리적으로 정확하게 예측할 수 있다면 불필요한 재고 부담으로 인한 재정 압박을 크게 경감시킬 수 있을 것이다.

수리용 부품의 수요는 부품의 고장 특성, 신뢰도, 기계의 보급 대수, 기계의 연령 분포, 기계의 사용 형태 등 여러 가지 요인의 영향을 받는다. 그러나 국내에서 생산된 주요 농업 기계에 대하여 이러한 영향을 고려하여 부품의 수요를 예측한 바 없다. 또한, 부품에 대한 고장 형태, 평균 고장 시간, 신뢰도 등 고장 특성을 분석한 연구도 없으며, 품질 관리와 사후 봉사에 필요한 기본적인 자료도 부실한 실정이다. 이러한 배경에서 본 연구는 국내에서 생산되는 주요 농업 기계의 부품에 대한 고장 특성을 분석하고, 고장 특성에 따른 합리적인 부품의 교체 수요를 예측하기 위하여 수행되었다.

## 2. 연구 개발의 목적

본 연구는 와이블 분포 함수를 이용하여 농업 기계의 주요 부품에 대한 고장 특성, 신뢰도, 수리용 부품의 수요를 예측하기 위하여 수행되었다. 즉, 국내에서 생산되고 있는 주요 농업 기계의 부품에 대한 고장 형태, 평균 고장 시간, 특성 수명, 신뢰도 수준을 평가하고, 사후 봉사 업소에서 필요한 수리용 부품의 연간 평균 교체 수요 및 재고량을 예측하기 위하여 수행되었다. 또한 본 연구의 목적은 지역별, 기종별 수리용 부품의 평균 교체 수요를 예측할 수 있는 사후 봉사 업소용 컴퓨터 프로그램을 개발하고, 이를 검증하여 보급함으로써 농업 기계의 품질 향상과 사후 봉사에 기여하는 데 있다.

## 3. 연구의 필요성

국내의 농업 기계화는 이제 지속적인 수요 창출보다는 대체 수요와 이미 보급된 기계에 대한 효율적인 사후 봉사에 보다 많은 관심을 가져야 한다. 사후 봉사의 문제는 주로 수리 부품의 부재 또는 부족이 그 원인으로 지적되고 있다. 수리용 부품의 부족 또는 부재로 인한 경제적 손실은 농업 기계의 수리 지연에 따른 작업 적기의 상실, 이로 인한 수확량의 감소 등으로 나타날 수 있다. 또한, 부품 수색과 배달에 소요되는 시간과 경비도 농민에게는 큰 부담이 될 수 있다. 대리점의 경우에는 수리 부품의 확보 기준이 없기 때문에 때로는 과도한 재고 부담을 감수해야 하며, 때로는 부품 부족으로 인하여 농민으로부터 신뢰를 상실하는 어려움을 겪고 있다. 따라서, 적정한 수리 부품의 수요를 예측하는 것은 대리점의 부품 재고에 대한 합리적인 계획을 수립하는 데 가장 필수적인 것이며, 사후 봉사 업소의 경영 합리화를 위해서도 반드시 필요한 것이라고 할 수 있다.

농업 기계 생산업체에서는 부품의 고장 특성을 분석하고, 이를 이용한 자사 제품의 신뢰도를 평가함으로써, 신뢰도 향상을 위한 품질 개선 계획을 수립할 수 있으며, 수리용 부품의 수요를 예측함으로써 원활한 부품 수급을 이룩할 수 있다. 이러한 일련의 기술 개발과 지원은 품질 향상, 부품 수급의 적정 규모 결정, 사후 봉사에 소요되는 경비의 절감 등을 위해서 필수적인 것이라 할 수 있다. 본 연구는 이러한 중요성을 배경으로 수행되었다.

농업 기계의 부실한 사후 봉사는 매년 언론에 보도되어 사회적인 문제가 되고 있다. 특히, 이앙 시기와 수확 시기에 집중되어 있는 사후 봉사의 문제는 주로 수리 부품의 부재 또는 부족이 그 원인으로 지적되고 있다. 일반 자동차에 비하여 농업 기계의 사후 봉사가 사회적인 문제가 되는 것은 사후 봉사 업소가 영세하여 충분한 수리 부품을 확보하기가 어렵기 때문이며, 원활한 사후 봉사를 위한 보다 체계적인 기술 개발이 부족하기 때문인 것으로 판단된다. 매년 350억원 이상의 농업 기계 수리 봉사 자금이 지원되고 있으나, 보다 효율적으로 부품을 관리하기 위한 소프트웨어 개발은 전무한 실정이다. 따라서, 사후 봉사 업소의 현장 문제를 도출하고 이를 해결하기 위한 연구는 연구 자체의 중요성에서만 아니라 사회적인 관점에서도 영세한 농업 기계의 사후 봉사 업소를 지원하기 위하여 필요하다고 판단된다.

이상에서 언급한 연구의 필요성을 다시 기술적, 경제 산업적, 사회 문화적인 측

면에서 요약하면 다음과 같다.

#### 가. 기술적 측면

- (1) 농업 기계의 사후 관리에 대한 중요성이 점차 증대되고 있다.
- (2) 사후 봉사 업체의 수리용 부품의 적정 수요 및 재고를 예측할 수 있는 방법이 요구되고 있다.
- (3) 농업 기계의 고장 특성, 신뢰도 등에 대한 체계적인 연구가 요구되고 있다.
- (4) 농업 기계의 품질 관리와 향상을 위한 기술 개발이 요구되고 있다.

#### 나. 경제·산업적 측면

- (1) 수리용 부품의 적정 수요를 예측함으로써 적기 농작업 상실로 인한 경제적 손실을 최소화시켜야 한다.
- (2) 부품의 고장 특성, 신뢰도 평가 등 품질 관리에 필요한 제반 기술을 개발하여야 한다.
- (3) 사후 봉사 업체의 경영 개선을 위한 각종 지원이 요구되고 있다.

#### 다. 사회·문화적 측면

- (1) 사후봉사 업체가 원활한 사후봉사 업무를 수행할 수 있도록 이에 필요한 각종 기술 개발과 지원이 요구된다.
- (2) 사회적인 문제가 되고 있는 농업기계의 부실한 사후봉사 문제를 해결하기 위해서는 각 분야에서 다양한 노력이 집중되어야 한다.
- (3) 농업기계의 사후봉사 문제는 반드시 해결되어야 하고, 이를 위한 다양한 연구가 수행되어야 한다.

## 4. 연구의 범위

본 연구에서 연구 대상으로 한 주요 농업 기계는 다음과 같이 주관 연구 기관에서 4기종, 협동 연구 기관에서 2기종 모두 6기종으로 하였다.

- (1) 주관 연구 기관 담당 농업 기계: 트랙터, 콤파인, 이앙기, 동력 경운기

## (2) 협동 연구 기관 담당 농업 기계: 관리기, 스피드 스프레이어

각 기종에 대한 주요 부품은 최근 3년 간 4개 생산업체에서 공급한 부품에서 공급량이 트랙터는 300개 이상, 이앙기는 100개 이상, 콤바인은 400개 이상인 부품을 대상으로 하였다. 대상 부품 중에서도 부품명이 같은 경우, 좌우로 구별되는 부품 등은 하나의 부품으로 처리하여 최종 조사 대상 부품을 선별하였다. 이러한 방법으로 선정한 부품의 종수는 트랙터가 772종, 콤바인이 914종, 이앙기가 688종이었다. 동력 경운기는 최근 수리보다는 폐기하는 경향이 높아가고 있으며, 영업소와 대리점에서 수리는 거의 취급하지 않는 실정이었다. 따라서, 동력 경운기의 부품에 대한 고장 조사는 현실적으로 불가능하였다. 본 연구에서는 기존 연구 결과(이, 1983)를 이용하여 엔진부에서 10종, 차체부에서 5종을 선별하여 모두 15종의 부품에 대한 고장 특성과 교체 수요를 예측하였다.

부품의 고장 조사는 경기, 강원, 충북, 충남, 전남, 전북, 경남, 경북에 있는 생산업체의 영업소를 방문하여 수리 기사의 경험을 청취하거나 또는 설문지를 이용하여 실시하였다. 고장 조사에서는 부품의 고장 데이터뿐만 아니라, 각 기종별 내구 연한, 연 평균 사용 시간, 사후 봉사 업소별 연간 취급 대수 등을 함께 조사하였다.

부품에 대한 고장 특성과 신뢰도 평가는 와이블 함수를 이용하여 분석하였으며, 연간 적정 수요는 평균 수명(MTBF)과 교체 이론을 적용하여 산정하였다. 부품의 교체 수요 예측을 위한 프로그램은 생산업체, 영업소, 대리점 등에서 사용할 수 있도록 하였으며, 예측에 필요한 기본 자료는 사용자가 입력할 수 있도록 하였다.

## 5. 국내 기술 개발 현황

부품 고장의 특성 분석, 신뢰도 평가, 수리 부품의 적정 교체 수요 예측 등과 같은 품질 관리 기술은 일반적으로 제품 생산과 직접적인 관련이 없기 때문에 외국과의 수준 차이를 명확히 구별하기가 어렵다. 또한, 이러한 기술 수준의 차이를 평가하기 위한 기초 자료를 수집하기도 쉽지 않다. 대부분의 생산업체가 자체적으로 개발한 기술을 이용하여 품질 관리 업무를 수행하고 있기 때문이다. 그러나, 최근 품질 관리에 대한 다양한 기술과 방법도 국제적으로 표준화되어 있으며, 국제표준기구에서 인정하는 ISO 방법과 절차를 취하고 있는 업체가 증가되고 있다. 국제표준

기구에서 인정하는 품질 관리에 대한 절차와 방법은 대부분 사내 품질 관리에 해당되는 경우가 많으며, 사후 봉사와 관련된 부분은 많지 않다.

부품의 신뢰도 평가, 고장 특성 분석, 수리 부품의 수요 예측 등과 같은 기술은 주로 선진국의 컨설팅 업체를 통하여 관련 기술을 도입하는 경우가 많으며, 이러한 기술 도입의 형태는 대부분 컴퓨터 소프트웨어의 제공과 이를 사용하는 데 필요한 교육을 제공하는 형태이다. 따라서 기본적인 이론과 방법론에 대한 충분한 이해가 부족하며, 이를 이용한 자체 기술을 개발하기도 어려운 실정이다. 컨설팅 업체에 제공하는 용역비도 수십만불에 이르는 것으로 알려져 있다.

학계에서도 농업 기계의 부품에 대한 신뢰도 평가, 고장 특성 분석 등에 대한 연구는 극히 미흡한 실정이며, 동력 경운기(이, 1982)의 고장을 분석한 일부 연구는 있으나, 체계적인 연구가 수행된 바는 없다. 본 연구와 관련한 국내외 기술 현황을 요약하면 다음과 같다.

- (1) 농업기계의 신뢰성, 부품 고장의 특성, 수리 부품의 수요 예측 등에 대한 국내의 연구는 전무한 실정이다.
- (2) 선진국의 생산업체에서는 자체적으로 개발된 품질 관리 기술이 사용되고 있다.
- (3) 품질 관리의 기술을 제공하는 해외 컨설팅 업체가 다수 있으며, 주로 관련 컴퓨터 소프트웨어와 이에 대한 교육을 제공하는 수준이다.

## 제2장 부품의 고장 조사

### 1. 주요 부품

부품의 고장 특성을 분석하기 위하여 다음과 같은 방법으로 각 기종별 주요 부품을 조사하였다.

#### 가. 기본 데이터

기본 데이터는 대동공업주식회사, 국제종합기계주식회사, 동양물산기업주식회사, LG전선 4개 종합형 농업 기계 업체가 1999년부터 2001년까지 3년 간 사후 봉사용으로 판매한 트랙터, 콤파인, 이앙기 부품의 종류와 수를 이용하여 작성하였다. 이는 부품의 고장 빈도가 많을수록 부품 판매량이 많을 것이라는 판단에 따른 것이었다. 즉, 부품의 고장 빈도와 부품의 판매량은 비례적인 관계가 있다는 사실을 이용한 것이다. 기본 데이터에서는 기종별 모델은 구별하지 않았으며, 기종에 따라서만 즉, 트랙터, 이앙기, 콤파인 부품이나 아니냐에 따라서만 부품을 구별하였다. 따라서 기본 데이터에는 여러 모델에서 사용한 동일한 부품을 서로 다른 부품으로 간주한 경우가 다수 포함되었다. 표 2-1은 생산업체에서 제공한 3년 간 기종별 주요 부품의 종수를 나타낸 것이다.

표 2-1 기종별 기본 데이터의 부품 종수

기종 \ 생산업체	대동공업	국제종합	동양물산	엘지전선
트랙터	27,141	10,790	7,078	6,260
이앙기	3,882	2,647	927	1,533
콤파인	14,626	5,949	4,057	3,553

그러나 부품 판매 기록을 검토한 결과 다음과 같은 특징이 나타났다.

1) 생산업체에 따라 부품 판매 기록의 형식과 방법이 모두 달라 모델별 부품을 구별하기가 어려웠다. 즉, 부품을 모델별로 정리한 경우와 모델을 구별하지 않고 부



품별로 정리한 경우가 있었다. 같은 기종이라 하더라도 모델이 다수이기 때문에 여러 모델에 공통으로 사용되는 부품의 경우에는 이를 모델별로 구별할 수가 없었다.

2) 동일한 부품인 경우에도 생산업체에 따라 부품명이 달랐다.

3) 생산업체에서 제공한 부품이 부품 리스트에는 나타나지 않는 경우가 있었다.

## 나. 기본 데이터의 정리

기본 데이터에서는 동일한 부품을 서로 다른 부품으로 간주한 경우가 많았기 때문에 이를 하나의 부품으로 합하고 부품명이 같은 것도 모두 합하여 부품별로 기본 데이터를 다시 정리하였다. 생산업체에 따라 상이한 부품명은 정리된 부품 수가 가장 많았던 대동공업주식회사의 부품명을 기준으로 정리하였다. 또한, 작업기와 관련된 부품과 주로 수입 트랙터인 50마력 이상의 트랙터에 대한 부품도 제외하였다. 표 2-2는 이와 같은 방법으로 1차 정리한 기종별 주요 부품의 종수를 나타낸 것이다.

표 2-2 기종별 주요 부품의 종수

기종 \ 생산업체	대동공업	국제종합	동양물산	엘지전선
트랙터	1,513	4,310	2,830	2,927
이앙기	783	1,823	499	968
콤바인	2,367	3,523	1,792	2,084

## 다. 1차 조사 부품

기본 데이터를 정리한 부품은 그 종수가 대단히 많았기 때문에 이를 대상으로 고장 조사를 실시하기에는 시간과 인력면에서 현실적으로 불가능하였다. 예비 조사에서는 부품명만으로써는 어느 부분의 어떤 부품인지 명확하지 않았기 때문에 고장 조사가 어려운 것으로 나타났다. 따라서 고장 조사의 편의를 위하여 기종별로 부품을 분류하고, 부품 공급량을 기준으로 1차 조사 대상 부품을 다시 선정하였다.

부품의 분류는 생산업체의 부품 리스트를 참고하여 표 2-3에서와 같이 하였으며, 기준 부품 공급량은 기종에 따라 트랙터는 3년 간 300개 이상, 콤바인은 400개 이상, 이앙기는 100개 이상으로 하였다. 분류가 어려운 볼트, 너트, 오일 실 등 일반

기계 부품은 기계 요소로 처리하였으며, 기계 요소에 해당되지 않는 부품은 기타로 처리하였다. 표 2-4는 1차 조사 대상 부품으로 선정한 기종별 부품 종수를 나타낸 것이다.

표 2-3 주요 부품의 분류

기종 분류	트랙터	콤바인	이앙기
분류	엔진 프레임 동력 전달 계통 차축 및 브레이크 조정 장치 유압 계통 전장 계통 부속품	엔진 동력 전달 계통 주행부 예취부 탈곡부 양곡부 전자 장치 부대 부품 부착품	엔진 프레임 동력 전달부 주행부 유압 계통 조정 장치 식부 장치 전기 장치 묘탑재대 부속품

표 2-4 1차 조사 대상 부품의 종수

기종 생산업체	대동공업	국제종합	동양물산	엘지전선
트랙터	759	491	350	421
이앙기	515	433	567	212
콤바인	820	684	747	282

#### 라. 조사 부품 선정

대리점, 영업소를 통하여 1차 조사 대상 부품에 대한 고장 조사를 시도하였으나 수리 기사의 업무가 과다하여 충분한 질문 시간을 가질 수 없었으며 수리 기사로부터 신뢰성이 있는 고장 데이터를 얻을 수가 없었다. 또한, 수리 기사의 경력이 짧아 확실한 고장 간격을 제시하지 못 하였으며, 조사 부품이 중복되고, 부품 수가 너무 많다는 지적이 많았다. 따라서 1차 조사 대상 부품으로서는 고장 조사를 계속하기

가 어렵다고 판단하여, 다시 조사 대상 부품을 조정하여 그 종수를 줄이기로 결정하였다.

우선 같은 분류에서 중복되는 부품은 모두 하나로 합치고, 좌우로 구별되는 부품도 하나의 부품으로 정리하였으며, 기계 요소와 기타로 분류된 부품은 조사 대상에서 제외하였다. 그러나 1차 조사 대상 부품의 종수가 적었던 생산업체의 경우에는 기계 요소와 기타 부품도 포함시켰다. 이러한 방법으로 1차 조사 대상 부품을 정리하여 최종 조사 부품을 선정하였다. 최종 조사 대상으로 선정된 부품의 종수는 생산업체에 따라 차이가 있으나 트랙터가 178-217개, 콤바인이 153-258, 이앙기가 107-201개이었다. 표 2-5는 고장 조사를 위하여 선정된 최종 조사 대상 부품의 종수를 나타낸 것이다.

표 2-5 최종 조사 대상 부품의 종수

기종 \ 생산업체	대동공업	국제종합	동양물산	엘지전선
트랙터	217	191	186	178
이앙기	185	195	201	107
콤바인	250	253	258	153

동력 경운기는 1998년 최대 96만대까지 보급되었으나 보조금의 폐지, 트랙터에 대한 선호도의 증가 등으로 그 수요가 극감하여 최근에는 대리점 당 연간 판매 대수가 5대 미만인 것으로 조사되었다. 또한, 동력 경운기가 고장났을 때는 수리보다는 폐기되는 경우가 많았으며, 고장도 대리점보다는 주로 영세한 수리점에서 수리하는 경우가 많은 것으로 나타났다. 따라서, 영업소와 대리점의 수리 기사는 동력 경운기를 거의 취급하지 않고 있으며, 부품의 고장 시간에 대해서도 알지 못하는 경우가 많았다. 이러한 이유 때문에 동력 경운기에 대한 부품의 수명 조사는 현실적으로 불가능하였다. 본 연구에서는 기존 연구의 결과(이, 1983)를 이용하여 동력 경운기의 주요 부품을 선정하고 각 부품에 대한 고장 특성을 분석하기로 하였다.

동력 경운기의 주요 부품은 표 2-6에서와 같이 엔진부와 차체부로 구별하여 엔진부에서는 10종, 차체부에서는 5종을 선정하였다.

표 2-6 동력 경운기의 주요 부품

분류	부품명
엔진부	노즐, 에어 클리너, 실린더 라이너, 피스톤, 피스톤 링, 피스톤 핀, 연료 분사 펌프, 가스켓, 연료 탱크, 팬벨트
차체부	브레이크, 액슬, 클러치 디스크, 메인 벨트, 사이드 클러치

## 2. 고장 조사

### 가. 조사 지역

부품의 고장 조사는 전국 8개 도에 위치한 각 생산업체의 영업소를 통하여 실시하였다. 영업소는 생산업체에서 대리점으로 납품되는 모든 부품을 취급하고 있을 뿐만 아니라 수리 경험이 20년 이상인 기사가 많았기 때문에 경험에 의하여 부품의 고장 시간을 추정하는 데는 가장 적합한 곳으로 판단하였다. 그러나 부분적으로 필요한 경우에는 대리점에서도 고장 조사를 실시하였다. 최근 일부 지역에서는 영업소 통합을 추진하고 있었기 때문에 조사에 어려움이 많았으며, 또한, 수리 기사의 업무가 과중하여 조사자와 충분한 시간을 가질 수 없었다.

현장 조사의 문제점을 파악하기 위하여 2001년도와 2002년도 초반, 경기도 지역 대리점에서 두 차례의 예비 조사를 실시하였다. 예비 조사 결과, 다음과 같은 문제점이 나타났다.

- (1) 수리 기사의 과중한 업무 때문에 장시간 대화를 통한 조사가 거의 불가능하였다.
- (2) 조사 대상 부품 수가 너무 많았다.
- (3) 수리 기사에 따라 추정된 고장 시간의 차이가 컸다.
- (4) 부품의 부위가 불분명하여 정확한 조사가 어려웠다.

이러한 문제점을 해소하기 위하여 이미 앞에서 언급한 바와 같이 2차례에 걸쳐 조사 대상 부품의 수를 조정하고 부품을 부위에 따라 분류하였으며, 조사는 수리 요구가 많은 기간을 피하여 실시하였다. 또한 조사자와 충분한 시간을 가질 수 없는 경우에는 부품의 고장 시간을 기록할 수 있는 조사 양식을 제공하여 추후 우편으로

데이터를 받을 수 있도록 하였다.

조사는 2명을 1개 팀으로 구성하여 2개 팀이 각각 생산업체의 충북, 충남, 전북, 전남, 경북, 경남 영업소에서 실시하였다. 경기와 강원도 지역의 영업소는 각 생산업체에서 실시한 영업소 통폐합 추진으로 조사가 사실상 어려웠기 때문에 대안으로 이 지역에서는 용인, 이천, 평택, 화성 지역 대리점에서 조사하였다. 대부분 수리 기사와 충분한 시간을 가질 수 없었기 때문에 조사 양식을 제공하고 추후 우편으로 데이터를 받았으나, 회신이 없는 경우와 보내온 자료가 부실하여 데이터로 활용할 수 없는 경우도 있었다.

## 나. 조사 내용

본 연구의 기본적인 조사 내용은 대상 부품의 고장 시간을 조사하는 것이었다. 즉, 수리 기사의 경험을 통하여 대상 부품의 수명을 조사하는 것이었다. 조사한 수명은 대상 부품의 고장 분포 함수를 추정하는 데 사용되는 데이터이다. 대상 부품의 고장 분포 함수를 추정하는 데 필요한 최소한의 데이터는 4-6개 정도이므로 각 대상 부품에 대하여 최소한 4-6개의 데이터를 수집하였다. 수명의 단위는 기본적으로 시간이었으나, 수리 기사에 따라 시간보다는 연수로써 추정하는 경우가 있었기 때문에 이를 시간으로 환산하는 데 필요한 기종별 평균 연간 사용 시간 등을 함께 조사하였다. 또한 데이터 분석에 참고가 될 수 있는 다음과 같은 데이터도 함께 조사하였다.

- (1) 영업소별 연평균 수리 대수
- (2) 기종별 내구 연한
- (3) 기종별 연평균 작업 시간

그러나 이러한 내용은 조사한 대상 부품의 고장 시간을 검토하고 확인하는 데 필요한 참고 자료로서 조사하였기 때문에 전문적인 조사 방법이나 통계적인 기법을 적용하지는 않았다.

## 다. 조사 결과

부품 영업소의 수리 형태는 주로 지역 대리점에서 수리가 불가능한 농업 기계를

수리하거나 보증 수리 기간 즉, 2년 이내에 고장난 농업 기계를 무상으로 수리하는 형태이었다.

농업 기계의 내구 연한은 보통 용자 상환 기간으로 하는 곳이 많았다. 현행 농업 기계 용자 기간은 트랙터가 8년, 콤바인이 5년, 이앙기가 4년, 경운기가 6년으로 되어 있다. 따라서 조사한 내구 연한은 각 영업소의 인근 지역에서 현재 적용하고 있는 농업 기계의 평균 내구 연한으로 볼 수 있다. 길게는 10년 이상 보는 경우도 있었고, 정부의 농기계 내구 연한과 동일하게 보는 경우도 있었다.

연평균 작업 시간은 지역마다 재배하는 작물이 다르고, 토양의 특성이 다르기 때문에 지역별 편차가 매우 심한 편이었다. 문헌 조사에 의하면 보통 트랙터는 연평균 250-300시간, 콤바인은 250시간, 이앙기는 150시간 정도이었으나, 현장 설문 조사에서는 지역적으로 많은 차이가 나타났다. 이앙기는 보급률이 높아 사용 시간이 점차 감소되는 것으로 나타났다. 그러나 영업농의 경우에는 연간 사용 시간이 일반 자가농보다 3-5배 정도 많았으며 수명도 2~3년인 것으로 조사되었다. 농업 기계 교체는 주로 신제품이 나올 때 또는 더 큰 모델로 교환할 때 이루어지는 것으로 나타났다. 트랙터의 경우에는 30마력에서 40마력으로, 콤바인의 경우에는 4조식에서 5조식으로, 이앙기의 경우에는 보행형에서 승용형으로 교체하는 경우가 많았다. 이러한 현상은 수명 완료나 고장의 원인보다는 작업량 확대, 편리성, 안정성 등을 추구하는 경향 때문인 것으로 판단된다. 그러나 비닐 하우스가 많은 지역에서는 30마력급 소형 트랙터가 대부분인 경우도 있었다.

표 2-7은 영업소에서 제공한 자료를 이용하여 조사한 영업소의 기종별 연간 수리 대수, 내구 연한, 연평균 작업 시간의 결과이다. 빈칸은 자료 제공을 거부하여 조사가 불가능한 곳이었다.

표 2-7 영업소별 기종별 연평균 수리 대수, 내구 연한, 작업 시간

	대동공업								
	연평균 수리 대수, 대			내구 연한, 연			연평균 작업 시간, 시간		
	트랙터	콤바인	이앙기	트랙터	콤바인	이앙기	트랙터	콤바인	이앙기
경기도	-	-	-	-	-	-	450	120	100
충북	-	-	-	20	10	10	400	160	120
충남	-	-	-	10	5	5	200	200	120
전북	-	-	-	7-10	7-10	7-10	350	225	135
전남	-	-	-	7	4-5	4-5	250	250	240
경북	200	200	50	7-8	5-6	7-8	275	250	80
경남	700	300	150	10	10	10	250	125	112
	국제종합								
경기도	420	300	150	10	7	6	300	120	135
충북	-	-	-	5-7	5	7	275	150	100
충남	-	-	-	5-6	4	4	300	160	160
전북	404	407	1076	8	5	5	500	200	240
전남	600-700	1000	-	10	10	7-10	325	350	112
경북	80	14	17	-	-	-	180	180	120
경남	-	-	-	8	5	5	275	170	90
	엘지전선								
경기도	-	-	-	7	5	6	500	200	100
충북	-	-	-	7-9	4-5	5	300	200	150
충남	-	-	-	-	-	-	-	-	-
전북	800-900	70	120	9	5	5	300	100	160
전남	-	-	-	-	-	-	550	200	120
경북	-	-	-	6-7	5	7-8	175	120	125
경남	50	30	10	10	10	10	300	100	100
	동양물산								
경기도	-	-	-	8	6	6	400	130	120
충북	-	-	-	10	7	10	350	240	135
충남	300	111	45	8-9	5-7	4-5	160	240	120
전북	40	20	10	8-10	4-5	5	200	200-250	140
전남	-	-	-	-	-	-	-	-	-
경북	100	30	40	7	4	5-6	200	200	120
경남	-	-	-	-	-	-	275	125	100
평균	345	226	167	8.8	6.2	6.6	309	182.3	129.0

- 자료 제공 거부 지역

## 제3장 고장 특성 분석

### 1. 고장 시간

생산업체의 각도 영업소에 근무하는 수리 기사의 경험에 기초하여 조사한 부품의 고장 시간은 다음과 같은 특성을 가지고 있다.

첫째, 수리 기사에 따라 고장 시간에 많은 차이가 있다.

둘째, 출하된 제품의 시간이 다르다.

셋째, 부품의 평균 고장 시간이다.

이러한 고장 시간은 동일한 부품을 동일한 조건에서 동시에 시작한 고장 시험의 결과와는 많은 차이가 있다. 그러나 조사한 고장 시간은 특정 조건에서 특정 부품에 대한 최상의 추정치라고 할 수 있다. 즉, 다수의 동일한 부품 집단에서 관측한 최상의 추정치이다. 이러한 다수의 최상 추정치는 그룹별 고장 시험의 결과와 유사한 특징을 나타낸다고 할 수 있다. 따라서 조사한 고장 시간은 부품 모집단에 대한 고장 분포 함수를 추정하는 데 큰 무리가 없는 것으로 판단하였다.

### 2. 고장 특성

부품의 고장 특성은 일반적으로 부품 고장 분석에서 가장 널리 사용하고 있는 와이블 분포 함수(weibull distribution function)를 이용하여 분석하였다. 즉, 부품의 고장 분포를 와이블 분포로 가정한 것이다.

#### 가. 고장 분포 함수

부품의 고장 분포 함수로서 가장 널리 사용되고 있는 분포는 와이블 분포 함수로서 (Dodson, 1994), 3개의 매개 변수와 1개의 독립 변수로써 다음과 같이 표현된다.

$$F(t, \beta, \theta, \delta) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{t - \delta}{\theta - \delta}\right)^\beta\right] \quad (3-1)$$

여기서  $\beta$ 는 형상 계수(shape parameter)로서 와이블 함수의 기울기를,  $\theta$ 는 척도



계수(scale parameter)로서 특성 수명을,  $\delta$ 는 위치 계수(location parameter)로서 최소 수명을 각각 나타낸다. 독립 변수  $t$ 는 부품의 사용 시간을 나타낸다. 부품을 사용하기 이전에 이미 고장난 상태가 있을 수 있으므로 부품의 최소 수명은 0으로 가정할 수 있다. 따라서,  $\delta$ 를 0으로 가정하면 와이블 분포 함수는 2개의 매개 변수로써 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$F(t, \beta, \theta) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta\right] \quad (3-2)$$

와이블 분포 함수에서 확률 밀도 함수  $f(t)$ 를 구하면

$$f(t) = \frac{\beta}{\theta} \left(\frac{t}{\theta}\right)^{\beta-1} \exp\left\{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta\right\} \quad (3-3)$$

가 된다.

#### 나. 고장 특성

와이블 분포의 신뢰도 함수  $R(t)$ 와 고장률 함수  $h(t)$ 는 각각 다음과 같이 표현된다.

$$R(t) = 1 - F(t) = \exp\left[-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta\right] \quad (3-4)$$

$$h(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{\beta}{\theta} \left(\frac{t}{\theta}\right)^{\beta-1} \quad (3-5)$$

$t = \theta$ 일 때, 신뢰도 함수는  $R(t) = e^{-1} = 0.368$ 이 된다. 즉, 36.8%의 부품이 고장나지 않고 제 기능을 수행할 것으로 예상되는 시간은  $\theta$ 이다. 이 시간을 부품의 특성 수명이라고 한다. 다시 말하면 특성 수명은 부품의 63.2%가 고장나는 시간을 의미한다.

고장률 함수는 그림 3-1에서와 같이 부품의 사용 시간에 따라 3가지 형태의 특징을 나타낸다. 처음 부분은 고장률이 감소하는 형태로서 와이블 함수의 형상 계수가  $\beta < 1$ 에 해당하며, 초기 고장이라 한다. 초기 고장(infant mortality failures)은 소재 불량, 가공 불량, 검사 불량, 조정 불량 등 소재와 가공상의 결함으로 발생한다. 두 번째 부분은 고장률이 일정한 형태로서  $\beta = 1$ 에 해당되며, 우발 고장(random

failures)이라고 한다. 우발 고장은 주로 사고 등 예상하지 못한 원인에 의하여 일어나는 고장 형태이다. 세 번째 부분은 고장률이 점점 증가하는 부분으로서  $\beta > 1$ 에 해당되며, 마모 고장(wearout failure)이라 한다. 마모 고장은 부품의 수명이 다한 정상적인 고장 상태를 나타낸다.

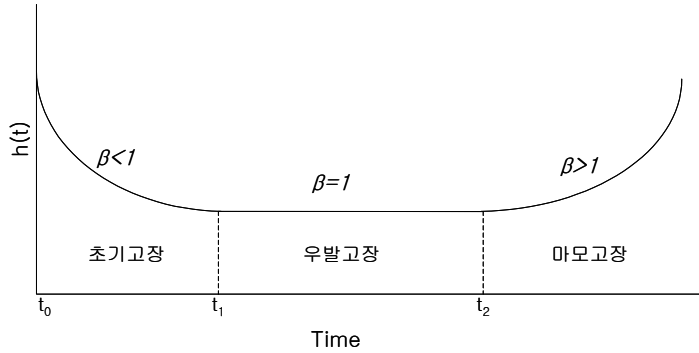


그림 3-1 위험 함수와 고장 특성.

#### 다. 부품의 기대 수명

부품의 기대 수명 즉, 부품이 제 기능을 정상적으로 수행할 것으로 기대되는 시간은 신뢰도 함수로서 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$E(t) = \int_0^{\infty} R(t) dt \quad (3-6)$$

고장 분포가 와이블 분포일 경우 식 (3-4)을 식 (3-6)에 대입하여 정리하면 부품의 기대 수명은

$$E(t) = \int_0^{\infty} t f(t) dt = \theta \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \quad (3-7)$$

가 되며, 기대 수명에 대한 분산은

$$\sigma^2 = \int_0^{\infty} t^2 f(t) [1 - f(t)] dt = \theta^2 \left[ \Gamma\left(1 + \frac{2}{\beta}\right) - \Gamma^2\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \right] \quad (3-8)$$

가 된다. 이 기대 수명을 평균 고장 간격(MTBF, mean time between failures)이라 한다. 기대 수명에서 예상되는 고장 확률과 신뢰도는 각각 다음과 같이 표현된다.

$$F(t) = 1 - R(t) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{t}{\theta}\right)^{\beta}\right] \quad (3-9)$$

$$R(t) = \exp\left[-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta\right] \quad (3-10)$$

### 3. 와이블 분포의 매개 변수 결정

와이블 분포 함수의 매개 변수  $\beta$ 와  $\theta$ 는 와이블 분포 함수를 선형으로 변환하여 구할 수 있다. 식 (3-2)의 양변에 2번의 대수를 취하면,

$$\ln\left(\ln\frac{1}{1-F(t)}\right) = \beta \ln t - \beta \ln \theta \quad (3-11)$$

가 된다.  $Y = \ln\left(\ln\frac{1}{1-F(t)}\right)$ ,  $X = \ln t$ ,  $C = \beta \ln \theta$ 라 하면 와이블 분포 함수는

$$Y = \beta X - C \quad (3-12)$$

와 같이 선형 함수로서 표현할 수 있다. 와이블 확률지에서 식 (3-12)은 그림 3-2에서와 같이 직선으로 나타난다.  $\beta$ 는 이 직선의 기울기가 되며  $C$ 는  $X=0$ 일 때의  $Y$ 의 값이다.  $C$ 를 구하면  $\theta$ 는 다음 식으로 구할 수 있다.

$$\theta = e^{\frac{C}{\beta}} \quad (3-13)$$

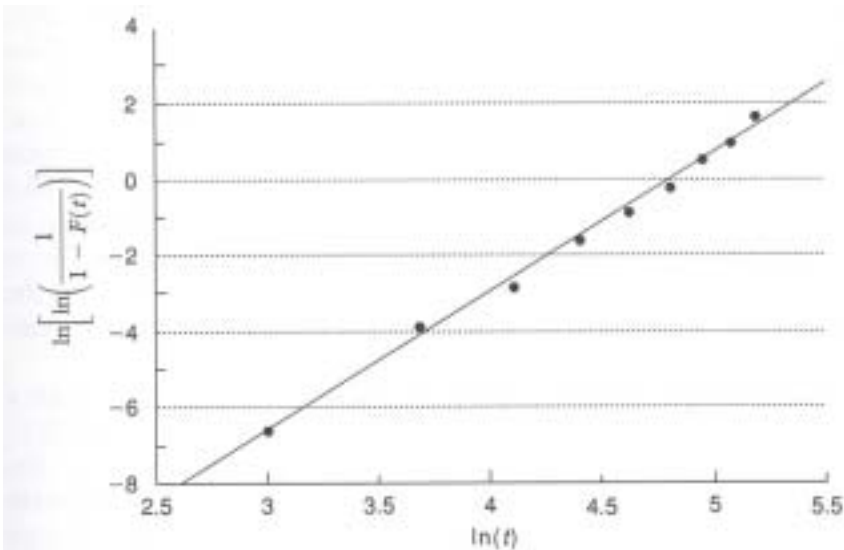


그림 3-2 와이블 매개 변수의 결정.

## 4. 고장 분석

부품의 고장 분석은 부품의 고장 데이터를 활용하여 고장 분포 함수, 고장률, 평균 수명, 신뢰도 등 고장 특성을 구명하는 것이다. 고장 분석에서 필요한 고장 데이터는 일반적으로  $n$ 개의 동일한 부품을 동일한 조건에서 사용하였을 때 고장이 발생한 시간과 개수를 시간 순으로 정리한 데이터이다. 이러한 고장 데이터로부터 고장 분포 함수를 결정하기 위해서는 각 고장 시간에 대한 고장 확률을 결정하여야 한다. 고장 확률을 결정하는 방법에는 일반적으로 평균 계급법과 중위 계급법이 있으나(Kapur and Lamberson, 1977) 본 연구에서는 중위 계급법을 개선한 브롬 방법(Blom method)을 적용하였다(Dodson, 1994). 브롬 방법은 크기 순으로 정리된  $n$ 개의 고장 시간 중  $j$ 번째 시간까지 고장이 발생할 것으로 기대되는 확률을 다음 식으로 결정한다.

$$P = \frac{j - 0.375}{n + 0.25} \quad (3-14)$$

만약 같은 시간에 고장난 부품 수가 2개 이상인 경우에는, 이 고장 시간에 대한 고장 순위, 즉,  $j$ 값은 이 시간에서 고장난 부품 수의 1/2과 이보다 짧은 시간에서 고장난 부품 수를 모두 더한 값으로 한다. 이상과 같은 방법으로 고장 시간과 각 고장 시간에서 고장 확률을 결정하여 이를 그림 3-2에서와 같이 와이블 확률지에 표시한다. 최대우도추정법(maximum likelihood estimation) (Dodson, 1994) 또는 최소자승법(least square estimation)을 이용하여 와이블 확률지에 표시된 점들을 직선화하고, 와이블 함수의 매개 변수  $\beta$ 와  $\theta$ 를 결정하여 고장 분포 함수를 결정한다.  $\beta$ 와  $\theta$ 가 결정되면, 평균 고장 간격, 평균 고장 간격의 분산, 고장 분포 함수, 신뢰도 함수는 각각 식 (3-7), (3-8), (3-9), (3-10)을 이용하여 구한다.

본 연구에서 부품에 대한 고장 분석은 통계용 소프트웨어인 미니탭(MINITAB, Release 13)을 이용하여 실시하였다. 예로서, 미니탭을 이용하여 동양 트랙터의 디스크 클러치 조립에 대한 고장 분석을 실시하면 다음과 같다. 디스크 클러치 조립의 고장 데이터는 6개로서 600-1400 시간이었으며, 각 고장 시간에 대한 고장 확률은 표 2-1에서와 같이 그 방법에 따라 약간의 차이가 있다. 이 고장 데이터를 미니탭에 입력하여 브롬 방법으로 고장 분포 함수와 고장 특성을 분석한 결과는 그림

3-3에서와 같다. 와이블 함수의 매개 변수  $\beta$ 와  $\theta$ 는 최대우도추정법을 이용하여 구하였다.

표 3-1 클러치 디스크 조합의 고장 시간과 고장 확률

고장 시간 (hour)	평균 계급 $j/(n+1)$	중위 계급 $(j-0.3)/(n+0.4)$	Blom 방법 $(j-0.375)/(n+0.25)$
600	0.14286	0.10938	0.10
800	0.28571	0.26563	0.26
825	0.42857	0.42188	0.42
1000	0.57143	0.57813	0.58
1200	0.71429	0.73434	0.74
1400	0.85714	0.89063	0.90

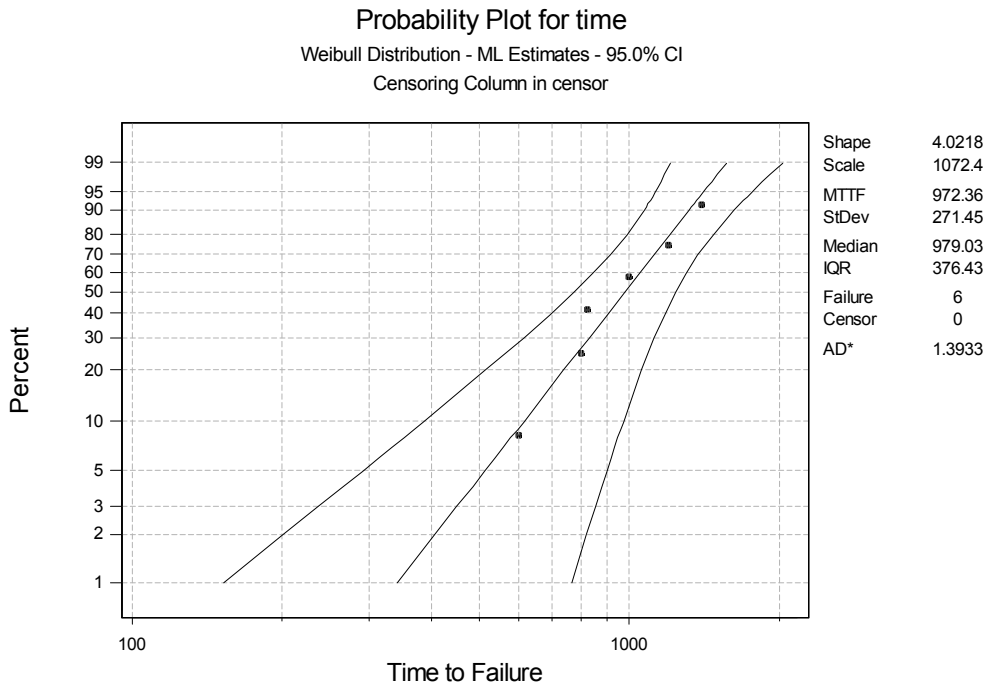


그림 3-3 클러치 디스크 조합에 대한 미니탭의 고장 분석 결과.

그림 3-3의 우측 상단에 표시된 값의 의미는 각각 다음과 같다.

Shape: 와이블 분포의 형상 계수  $\beta$ 로서 고장의 특성을 나타낸다.

Scale: 와이블 분포의 척도 계수  $\theta$ 로서 부품의 특성 수명을 나타낸다.

MTTF(mean time to failure): 고장날 때까지의 평균 시간을 나타낸다. 보통 MTTF는 수리할 수 없는 부품의 수명을 나타낼 때 사용하며, 수리가 가능한 부품에 대한 수명은 MTBF(mean time between failures)로서 나타낸다. 그러나 최근에는 이를 구별하지 않고 일반적으로 평균 수명이라고 한다.

StDev: 평균 고장 시간에 대한 표준 편차이다.

Median: 중위수로서 고장 데이터를 크기 순으로 정렬하였을 때 중간에 위치하는 고장 데이터이다. 즉, 부품의 50%가 고장나는 시간이라고 할 수 있다.

IQR: 고장 데이터를 크기 순으로 정리하였을 때 75 백분위 수와 25 백분위 수의 차이이다. 고장 시간 분포에 대한 변동성을 나타내는 척도로 사용되며 값이 작을수록 고장 시간의 분포가 균일하고, 클수록 고장 시간의 차이가 심하다.

Failure: 분석에 사용된 고장 데이터를 나타낸다.

Censored: 고장 시험에서 관측을 중단한 부품의 수를 나타낸다. 본 연구에서는 0으로 하였다.

AD\*: 고장 데이터의 확률 분포와 이론 분포 함수의 적합도를 나타내기 위한 Anderson-Darling 시험값(Dodson, 1994)으로서, 본 연구에서는 와이블 분포 함수를 이론 분포 함수로 하였다. AD\*값이 작을수록 와이블 분포 함수는 실제 고장 부품의 고장 확률 분포 함수는 나타내는 데 적합하다는 것이다.

미니탭으로 분석한 디스크 클러치 조합의  $\beta$ 와  $\theta$ 의 값은 각각  $\beta=4.022$ ,  $\theta=1072.4$ 이었다. 따라서, 이 부품의 고장 분포 함수는

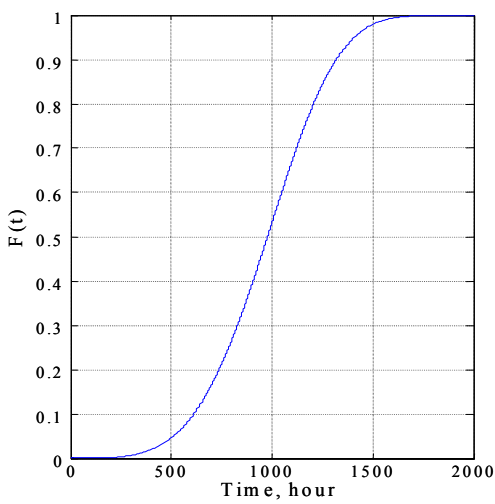
$$F(t) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{t}{1072.4}\right)^{4.022}\right]$$

가 된다. 또한, 위험 함수와 고장 밀도 함수는 다음과 같이 표현된다.

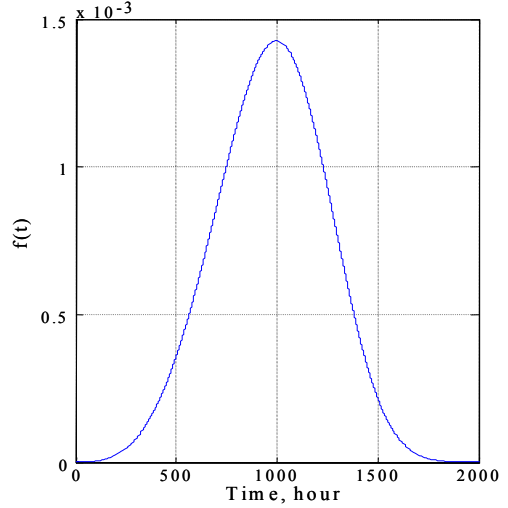
$$h(t) = \frac{4.022}{1072.4} \left(\frac{t}{1072.4}\right)^{4.022-1} = 0.00375 \left(\frac{t}{1072.4}\right)^{3.022}$$

$$f(t) = 0.00375 \left(\frac{t}{1072.4}\right)^{3.022} \exp\left\{-\left(\frac{t}{1072.4}\right)^{4.022}\right\}$$

그림 3-4는 고장 분포 함수와 고장 밀도 함수를 나타낸 것이다.



(a) 고장 분포 함수



(b) 고장 밀도 함수

그림 2-4 클러치 디스크 조합의 고장 분포 함수와 고장 밀도 함수.

이 부품의 고장 특성은  $\beta$ 가 1보다 크므로 마모 고장에 해당하며, 평균 수명과 분산은 각각 다음과 같다.

$$\mu = \theta \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) = 972.3295, \text{ 시간}$$

$$\sigma^2 = \theta^2 \left[ \Gamma\left(1 + \frac{2}{\beta}\right) - \Gamma^2\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \right] = 73675$$

## 5. 부품의 교체 수요

### 가. 교체 이론

본 연구에서 부품의 수요는 일정한 수의 기계를 대상으로 원활한 사후 봉사를 수행하는 데 필요한 부품의 수로 정의하였다. 즉, 일반 공산품에 대한 수요 예측의 원리를 적용한 것이 아니라 부품의 고장 특성에 따른 평균 고장 시간을 기준으로 대체 이론(White, 1964)을 적용하여 산출한 것이다.

R대의 기계를 동시에 공급한 후 부품이 고장날 때마다 새로운 부품으로 교체할

때,  $i$ 번째 기계에서  $t$ 시간까지 어떤 부품의 고장 횟수 또는 부품의 교체 수를  $n_i(t)$ 라고 하면, 전체 기계  $R$ 에 대한 총 부품의 교체 수  $N(t)$ 는

$$N(t) = \sum_{i=1}^R n_i(t) \quad (3-15)$$

이다. 공급된 기계의 수  $R$ 이 충분히 크다고 하면  $N(t)$ 는 정규 분포를 따르며,  $N(t)$ 의 평균과 분산의 기대치는 각각 다음 식으로 표현된다.

$$E[N(t)] = RE[n_i(t)] = Rm(t) = \mu(t) \quad (3-16)$$

$$Var[N(t)] = RVar[n_i(t)] = Rs^2(t) = \sigma^2(t) \quad (3-17)$$

여기서  $m(t)$ 는 일정한 시점  $t$ 에서 다음과 같이 적분 방정식을 만족시키는 교체 함수(renewal function)이다.

$$m(t) = F(t) + \int_0^t m(t-x)dF(x) \quad (3-18)$$

즉,  $m(t)$ 는  $t$ 시간까지 한 대의 기계에서 요구되는 평균 교체 수요이고,  $s(t)$ 는 평균 교체 수요에 대한 표준 편차이다. 식 (3-16)과 (3-17)에서  $n_i(t)$ 는 특정 부품의 고장 분포에 따르므로,  $m(t)$ 와  $s^2(t)$ 도 부품의 고장 분포에 의하여 결정된다.

부품의 고장 분포를 와이블 분포라고 하면 부품의 고장 특성은 와이블 분포의 매개 변수  $\beta$ 와  $\theta$ 로써 표현할 수 있다. 와이블 분포를 이용한 부품의 교체 이론은 식 (3-16)과 (3-17)의  $m(t)$ 와  $s^2(t)$ 를  $\beta$ 와  $\theta$ 의 함수로써 표현한 이론이다. 화이트(White, )는  $m(t)$ 와  $s^2(t)$ 를 각각 다음과 같이 유도하였다.

$$m(t) = m_1(t) \quad (3-19)$$

$$s^2(t) = 2m_2(t) + m_1(t) - m_1^2(t) \quad (3-20)$$

식 (3-18)에서 고장 분포 함수가 와이블 함수일 때  $m(t)$ 를 무한 급수로서 전개하면 다음과 같이 표현된다.

$$m_1(t) = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{(-1)^{k-1} A_k t^{k\beta}}{\Gamma(k\beta+1)} \quad (3-21)$$

$$m_2(t) = \sum_{k=2}^{\infty} \frac{(-1)^{k-1} A_k t^{k\beta}}{\Gamma(k\beta+1)} \quad (3-22)$$



$$\text{여기서, } A_k = \gamma_k - \sum_{j=1}^{k-1} \gamma_j A_{k-j}$$

$$\gamma_k = \frac{\Gamma(k\beta+1)}{k!}$$

식 (3-21)과 (3-22)를 이용하여  $\beta$ 와  $t=t/\theta$ 의 값에 따라  $m(t)$ 와  $s(t)$ 의 값을 구하면 표 3-2와 3-3에서와 같다.

어떤 부품의 고장 특성  $\beta$ 와  $\theta$  및 총 공급 대수 R을 안다면  $t$ 시간 후 이 부품에 대한 교체 수요  $\mu(t)$ 와 교체 수요에 대한 표준 편차  $\sigma(t)$ 는 표 3-2와 3-3의 값을 이용하여 구할 수 있다. 예를 들면, 동양 트랙터의 클러치 디스크 조합의 고장 특성으로서  $\beta$ 와  $\theta$ 는 각각  $\beta=4.022$ ,  $\theta=1072.4$ 이었다. 총 500대의 트랙터를 판매하여 동시에 사용하였을 때, 이 클러치 디스크 조합에 대한 10년 간 교체 수요는 다음과 같이 구할 수 있다. 트랙터의 연간 사용 시간을 250시간이라고 하면 1년 후 즉, 250시간 후의 교체 수요를 구하기 위해서는 표 3-2와 3-3에서

$$\beta = 4.022$$

$$\frac{t}{\theta} = \frac{250}{1072.4} = 0.233$$

일 때  $m(t)$ 와  $s(t)$ 를 구한다. 즉,

$$m(t) = m(0.233) = 0.003065$$

$$s(t) = s(0.233) = 0.054100$$

가 된다. 따라서, 500대에 대한 교체 수요와 교체 수요에 대한 표준 편차는 식 (3-16)과 (3-17)에 의하여 각각

$$\mu(t) = Rm(t) = 500 \times 0.003065 = 1.5325$$

$$\sigma(t) = \sqrt{R}s(t) = \sqrt{500} \times 0.054100 = 1.2097$$

가 된다. 즉, 250시간이 될 때까지 예상되는 클러치 디스크 조합의 평균 교체 수요는 1.5325개이고, 평균 수요에 대한 표준 편차는 1.2097개이다. 500시간, 750시간 등에 대한 교체 수요도 각각  $t=500$ ,  $750$  등으로 하여 같은 방법으로 구할 수 있다.

신뢰 수준을  $(1-\alpha)\%$ 로 하였을 때, 평균 교체 수요에 대한 신뢰 구간은 다음과 같이 표현된다.

표 3-2 와이블 평균 교체 수요  $E(n(t))=m(t)$

$\beta$ $t/\theta$	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	7.0	10.0
0.00	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
0.05	0.238138	0.050000	0.011155	0.002498	0.000559	0.000125	0.000006	0.000000	0.000000	0.000000
0.10	0.345504	0.100000	0.031419	0.009967	0.003158	0.001000	0.000100	0.000010	0.000000	0.000000
0.15	0.431457	0.150000	0.057413	0.022333	0.008683	0.003370	0.000506	0.000076	0.000002	0.000000
0.20	0.506365	0.200000	0.087840	0.039474	0.017759	0.007971	0.001599	0.000320	0.000013	0.000000
0.25	0.574238	0.250000	0.121901	0.061225	0.030856	0.015516	0.003899	0.000976	0.000061	0.000001
0.30	0.637131	0.300000	0.159021	0.087379	0.048320	0.026675	0.008068	0.002427	0.000219	0.000006
0.35	0.696263	0.350000	0.198752	0.117696	0.070382	0.042060	0.014897	0.005239	0.000643	0.000028
0.40	0.752427	0.400000	0.240733	0.151903	0.097158	0.062197	0.025284	0.010188	0.001637	0.000105
0.45	0.806173	0.450000	0.284658	0.189707	0.128654	0.087503	0.040201	0.018285	0.003730	0.000340
0.50	0.857901	0.500000	0.330270	0.230794	0.164771	0.118263	0.060642	0.030771	0.007782	0.000976
0.55	0.907913	0.550000	0.377345	0.274843	0.205309	0.154605	0.087562	0.049093	0.015109	0.002530
0.60	0.956444	0.600000	0.425690	0.321526	0.249975	0.196487	0.121789	0.074837	0.027606	0.006028
0.65	1.003679	0.650000	0.475134	0.370520	0.298399	0.243689	0.163925	0.109604	0.047841	0.013373
0.70	1.049768	0.700000	0.525530	0.421508	0.350144	0.295811	0.214247	0.154816	0.079056	0.027852
0.75	1.094837	0.750000	0.576746	0.474186	0.404728	0.352285	0.272606	0.211468	0.124964	0.054757
0.80	1.138988	0.800000	0.628668	0.528267	0.461640	0.412404	0.338350	0.279821	0.189198	0.101811
0.85	1.182308	0.850000	0.681195	0.583488	0.520365	0.475349	0.410295	0.359099	0.274300	0.178706
0.90	1.224873	0.900000	0.734239	0.639605	0.580394	0.540242	0.486751	0.447262	0.380228	0.294381
0.95	1.266746	0.950000	0.787722	0.696402	0.641251	0.606186	0.565626	0.540964	0.502728	0.450497
1.00	1.307984	1.000000	0.841578	0.753691	0.702507	0.672329	0.644599	0.635778	0.632404	0.632126
1.05	1.348636	1.050000	0.895747	0.811308	0.763789	0.737907	0.721365	0.726757	0.755702	0.803868
1.10	1.388744	1.100000	0.950179	0.869117	0.824792	0.802291	0.793900	0.809259	0.858590	0.925296
1.15	1.428346	1.150000	1.004829	0.927006	0.885284	0.865018	0.860718	0.879875	0.931966	0.982587
1.20	1.467478	1.200000	1.059660	0.984886	0.945105	0.925810	0.921056	0.937155	0.975599	0.998154
1.25	1.506169	1.250000	1.114639	1.042693	1.004165	0.984578	0.974957	0.981884	0.997323	1.000355
1.30	1.544446	1.300000	1.169738	1.100378	1.062439	1.041403	1.023220	1.016762	1.007819	1.000952
1.35	1.582336	1.350000	1.224933	1.157912	1.119955	1.096515	1.067237	1.045613	1.015443	1.001965
1.40	1.619859	1.400000	1.280205	1.215276	1.176782	1.150253	1.108735	1.072436	1.024760	1.003904
1.45	1.657037	1.450000	1.335537	1.272468	1.233025	1.203018	1.149509	1.100642	1.038007	1.007482
1.50	1.693888	1.500000	1.390915	1.329491	1.288804	1.255235	1.191169	1.132689	1.056723	
1.55	1.730429	1.550000	1.446327	1.386355	1.344248	1.307309	1.234971	1.170080	1.082405	
1.60	1.766677	1.600000	1.501765	1.443077	1.399484	1.359591	1.281729	1.213547	1.116552	
1.65	1.802645	1.650000	1.557219	1.499677	1.454629	1.412358	1.331817	1.263252	1.160498	
1.70	1.838348	1.700000	1.612684	1.556173	1.509783	1.465797	1.385219	1.318914	1.215170	
1.75	1.873797	1.750000	1.668156	1.612586	1.565027	1.520007	1.441614	1.379875		
1.80	1.909003	1.800000	1.723630	1.668937	1.620418	1.575003	1.500464	1.445145		
1.85	1.943979	1.850000	1.779103	1.725242	1.675993	1.630729	1.561104	1.513450		
1.90	1.978733	1.900000	1.834574	1.781519	1.731769	1.687080	1.622808	1.583326		
1.95	2.013275	1.950000	1.890040	1.837781	1.787746	1.743913	1.684861	1.653226		
2.00	2.047614	2.000000	1.945501	1.894039	1.843908	1.801075	1.746606	1.721664		
2.05	2.081757	2.050000	2.000956	1.950302	1.900230	1.858411	1.807489	1.787384		
2.10	2.115713	2.100000	2.056404	2.006577	1.956684	1.915779	1.867097			
2.15	2.149489	2.150000	2.111847	2.062868	2.013233	1.973063	1.925173			
2.20	2.183091	2.200000	2.167283	2.119177	2.069846	2.030172	1.981627			
2.25	2.216525	2.250000	2.222713	2.175506	2.126491	2.087047	2.036524			
2.30	2.249799	2.300000	2.278137	2.231854	2.183141	2.143660	2.090068			
2.35	2.282917	2.350000	2.333556	2.288221	2.239775	2.200005	2.142569			
2.40	2.315885	2.400000	2.388970	2.344605	2.296375	2.256102	2.194432			
2.45	2.348707	2.450000	2.444380	2.401003	2.352934	2.311986	2.246548			

표 3-3 와이블 평균 교체 수요에 대한 표준 편차  $s(t)$

$\beta$ $t/\theta$	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	7.0	10.0
0.00	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
0.05	0.518483	0.223607	0.105374	0.049938	0.023635	0.011179	0.002500	0.000559	0.000028	0.000000
0.10	0.639277	0.316228	0.176117	0.099502	0.056125	0.031601	0.009999	0.003162	0.000316	0.000010
0.15	0.726839	0.387298	0.236813	0.148329	0.092854	0.057963	0.022492	0.008714	0.001307	0.000076
0.20	0.798641	0.447214	0.291181	0.196069	0.132295	0.088961	0.039953	0.017884	0.003578	0.000320
0.25	0.860905	0.500000	0.340597	0.242398	0.173442	0.123690	0.062322	0.031227	0.007812	0.000977
0.30	0.916652	0.547723	0.386136	0.287020	0.215470	0.161356	0.089471	0.049206	0.014786	0.002430
0.35	0.967607	0.591608	0.428301	0.329676	0.257639	0.201179	0.121169	0.072189	0.025353	0.005252
0.40	1.014858	0.632456	0.467501	0.370149	0.299259	0.242348	0.157047	0.100425	0.040427	0.010239
0.45	1.059143	0.670820	0.504056	0.408264	0.339684	0.284008	0.196551	0.133990	0.060958	0.018448
0.50	1.100985	0.707107	0.538223	0.443896	0.378320	0.325266	0.238905	0.172718	0.087872	0.031227
0.55	1.140774	0.741620	0.570224	0.476967	0.414631	0.365204	0.283075	0.216108	0.121988	0.050233
0.60	1.178807	0.774597	0.600251	0.507445	0.448158	0.402910	0.327762	0.263219	0.163841	0.077408
0.65	1.215315	0.806226	0.628476	0.535349	0.478531	0.437517	0.371406	0.312564	0.213433	0.114864
0.70	1.250486	0.836660	0.655057	0.560736	0.505484	0.468242	0.412237	0.362035	0.269834	0.164550
0.75	1.284471	0.866025	0.680137	0.583709	0.528862	0.494436	0.448366	0.408886	0.330693	0.227506
0.80	1.317394	0.894427	0.703847	0.604403	0.548631	0.515632	0.477916	0.449834	0.391698	0.302399
0.85	1.349362	0.921954	0.726310	0.622983	0.564880	0.531578	0.499208	0.481304	0.446227	0.383107
0.90	1.380463	0.948683	0.747639	0.639639	0.577814	0.542279	0.510964	0.499855	0.485578	0.455765
0.95	1.410772	0.974679	0.767938	0.654578	0.587749	0.548014	0.512533	0.502775	0.500271	0.497547
1.00	1.440356	1.000000	0.787304	0.668016	0.595094	0.549336	0.504086	0.488756	0.482737	0.482238
1.05	1.469272	1.024695	0.805825	0.680175	0.600334	0.547062	0.486769	0.458526	0.430958	0.397105
1.10	1.497569	1.048809	0.823585	0.691273	0.604001	0.542225	0.462777	0.415282	0.351435	0.263049
1.15	1.525293	1.072381	0.840656	0.701518	0.606644	0.536012	0.435307	0.364800	0.259290	0.131466
1.20	1.552481	1.095445	0.857109	0.711107	0.608802	0.529670	0.408348	0.315187	0.174868	0.047360
1.25	1.579169	1.118034	0.873005	0.720218	0.610966	0.524386	0.386188	0.276002	0.119601	0.023134
1.30	1.605388	1.140175	0.888400	0.729005	0.613558	0.521167	0.372581	0.255766	0.107354	0.030869
1.35	1.631166	1.161895	0.903346	0.737602	0.616902	0.520726	0.369701	0.257532	0.125586	0.044280
1.40	1.656529	1.183216	0.917888	0.746118	0.621216	0.523407	0.377478	0.277099	0.155580	0.062364
1.45	1.681500	1.204159	0.932067	0.754635	0.626606	0.529179	0.393884	0.307253	0.191250	0.086172
1.50	1.706099	1.224745	0.945920	0.763215	0.633075	0.537679	0.415933	0.342145	0.231363	
1.55	1.730346	1.244990	0.959478	0.771897	0.640537	0.548312	0.440641	0.378099	0.275064	
1.60	1.754259	1.264911	0.972770	0.780702	0.648842	0.560362	0.465537	0.412808	0.321021	
1.65	1.777854	1.284523	0.985822	0.789637	0.657795	0.573095	0.488775	0.444576	0.367289	
1.70	1.801146	1.303840	0.998655	0.798692	0.667183	0.585840	0.509071	0.471969	0.411300	
1.75	1.824147	1.322876	1.011289	0.807852	0.676793	0.598041	0.525591	0.493728		
1.80	1.846872	1.341641	1.023739	0.817094	0.686430	0.609283	0.537879	0.508834		
1.85	1.869332	1.360147	1.036021	0.826390	0.695929	0.619299	0.545794	0.516603		
1.90	1.891538	1.378405	1.048147	0.835711	0.705158	0.627964	0.549486	0.516812		
1.95	1.913500	1.396424	1.060127	0.845031	0.714026	0.635274	0.549376	0.509786		
2.00	1.935228	1.414214	1.071972	0.854321	0.722479	0.641322	0.546130	0.496472		
2.05	1.956731	1.431782	1.083688	0.863558	0.730494	0.646315	0.540623	0.478434		
2.10	1.978016	1.449138	1.095282	0.872723	0.738084	0.650453	0.533886			
2.15	1.999093	1.466288	1.106761	0.881800	0.745278	0.654004	0.527023			
2.20	2.019968	1.483240	1.118129	0.890775	0.752128	0.657228	0.521108			
2.25	2.040649	1.500000	1.129391	0.899642	0.758693	0.660368	0.517072			
2.30	2.061142	1.516575	1.140549	0.908394	0.765036	0.663632	0.515594			
2.35	2.081453	1.532971	1.151609	0.917030	0.771221	0.667185	0.517017			
2.40	2.101587	1.549193	1.162571	0.925551	0.777306	0.671138	0.521283			
2.45	2.121552	1.565248	1.173440	0.933959	0.783342	0.675549	0.527343			

$$\mu(t) - Z_{\alpha/2}\sigma(t) \leq N(t) \leq \mu(t) + Z_{\alpha/2}\sigma(t) \quad (3-23)$$

여기서,  $Z_{\alpha/2}$ 는 정규 분포에서 변수  $Z$ 가  $Z_{\alpha/2}$ 보다 클 확률이  $\alpha/2$ 인  $Z$ 의 상한값을 나타낸다. 이 값은 정규 분포의 확률표에서 구할 수 있다. 따라서, 신뢰도  $(1-\alpha)$ 에서 평균 교체 수요의 최대값과 최소값은 다음 식으로 표현된다.

$$Rm(t) - \sqrt{R}s(t)Z_{\alpha/2} \leq N(t) \leq Rm(t) + \sqrt{R}s(t)Z_{\alpha/2} \quad (3-24)$$

위의 예에서 신뢰도를 99.9%로 하면  $\alpha=0.001$ 이므로  $Z_{\alpha/2} = Z_{0.0005} = 3.2905$ 이다. 따라서, 최저 수요와 최대 수요는 각각 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\text{최소 수요: } Rm(t) - \sqrt{R}s(t)Z_{\alpha/2} = 1.5325 - 1.2097 \times 3.2905 = -2.448$$

$$\text{최대 수요: } Rm(t) + \sqrt{R}s(t)Z_{\alpha/2} = 1.5325 + 1.2097 \times 3.2905 = 5.513$$

최대 수요와 최소 수요의 차이를 불확실한 수요라고 하며, 특정 연도의 생산 수요는 해당 연도의 평균 교체 수요에서 직전 연도의 평균 교체 수요를 뺀 값이 된다.

이러한 방법에 의한 부품의 교체 수요는 부품의 평균 고장 시간 즉, 수명이 비교적 길 때 적용할 수 있는 수요이다. 그러나 부품의 수명이 짧은 경우에는 이 방법을 적용하기가 어렵다. 왜냐하면 표 3-2와 3-3에서  $\frac{t}{\theta}$ 의 값이 2.45 이상일 때는  $m(t)$ 와  $s(t)$ 를 구할 없기 때문에 교체 수요를 예측할 수 없다. 이러한 경우에는 다음과 같은 방법을 적용한다.

R대의 기계가 동시에 판매된 후 고장이 발생하였을 때, 고장난 부품을 즉시 교체하면 이 부품의 고장 빈도(failure frequency)는 그림 3-5에서와 같이 처음에는 감쇄 진동의 형태를 보이다가 시간이 경과함에 따라 일정한 수준에 이른다. 이 부품의 평균 수명을  $\mu$ , 표준 편차를  $\sigma$ 라고 하면 처음 R개의 부품은  $\mu$ 에서 최대의 고장 빈도를 나타내며 이때에 교체된 부품이 다시 높은 고장 빈도를 보이는 시기는  $2\mu$ 가 된다. 그러나 R개의 부품이 모두 동시에 교체되는 것이 아니라 초기의 부품이 고장남에 따라 점차적으로 교체되기 때문에  $2\mu$ 에서의 고장 빈도는  $\mu$ 에서 보다 훨씬 낮다. 이와 같은 방식으로 부품을 교체하면 사용 시간이 경과함에 따라 R

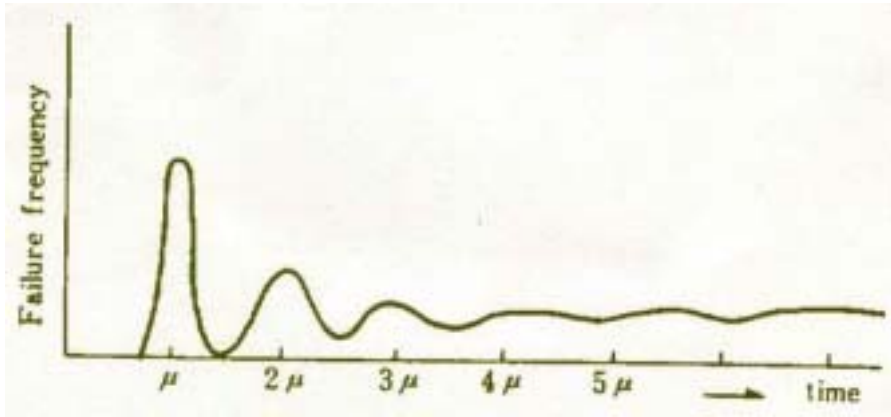


그림 2-5 부품의 고장 빈도.

대의 기계에서 사용되는 부품은 연령이 서로 다르게 혼합되어 외견상 일정한 고장 빈도를 나타낸다.

부품의 연령이 혼합되어 외견상 일정한 고장 빈도가 나타나면 R대의 기계에서 t시간 이전에 교체해야 할 부품의 총 수는 다음과 같이 표현된다.

$$\lim_{t \rightarrow \infty} E[N(t)] = \frac{Rt}{MTBF} \quad (3-25)$$

실제 현장에서 사용되고 있는 기계들은 대부분 그 연령이 일정하지 않으므로 부품 또한 혼합 연령 상태이다. 식 (3-25)는 기계들이 혼합 연령의 상태에 있을 때 수리 부품의 소요 수량을 추정하는 데 사용될 수 있다. 특히, 부품의 평균 수명이 기계의 내구 연한보다 훨씬 짧은 경우에 적합한 방식이다. .

#### 나. 부품 수요 예측

본 연구에서는 일정 지역에 판매된 기계의 수를 사후 봉사의 대상이 되는 기계의 수로 하였다. 사후 봉사 업소가 연간 수리할 것으로 기대되는 기계의 수는 기종에 따라, 지역에 따라, 또한 사후 봉사 업소의 규모와 노력에 따라 다르기 때문에 이를 반영하기 위한 것이다. 사후 봉사의 대상이 되는 기계는, 교체 이론에서와 같이 동시에 판매하여 사용한 것이 아니기 때문에, 연간 부품의 교체 수요는 대상 기계의 사용 연수 분포를 고려하여야 한다. 대상 기계는 최근 판매한 기계, 사용 기간이 1년 이하인 기계, 내용 연한이 다한 기계 등 사용 기간이 다양하다. 본 연구에서

는 대상 기계의 평균 사용 연수를 내용 연한의 50%로 가정하고 연간 필요한 부품의 교체 수요를 기계를 판매한 후 내용 연한의 1/2이 되는 연도에 기대되는 부품의 교체 수요로 하였다. 즉 부품의 교체 수요를 계산하는 데 필요한 변수  $R$ 과  $t$ 를 다음과 같이 가정하였다.

$R$  = 사후 봉사 업소가 수리할 것으로 기대하는 기계의 수

$t$  = 기계의 내용 연한의 50%

따라서 연간 수리 부품의 소요 수량,  $APR$ (annual part requirement)은 다음 식을 이용하여 산출하였다.

$$APR = Rm\left(\frac{\text{내용 연수}}{2\theta}\right) - Rm\left(\frac{\text{내용 연수}}{2\theta} - 1\right) \quad (3-26)$$

부품의 평균 수명이 기계의 평균 수명보다 훨씬 짧은 경우 즉, 대체 함수에서  $\frac{t}{\theta}$ 의 값이 표 3-2와 3-3에서 제시된 값보다 커서 표의 값을 사용할 수 없는 경우 또는  $m(t)$ ,  $s(t)$ 의 값을 표 3-2와 3-3에서 구할 수 없을 때는 식 (3-27)를 이용하여 연간 수리 부품의 소요 수량을 산출하였다.

$$APR = \frac{Rt}{MTBF} \quad (3-27)$$

여기서,  $R$  = 사후 봉사 업소가 수리할 것으로 기대하는 기계의 수

$t$  = 기계의 연간 사용 시간

$MTBF$  = 부품의 평균 수명



## 제4장 고장 특성 및 교체 수요

### 1. 트랙터 부품의 고장 특성

4개 업체에서 생산한 트랙터의 주요 부품에 대한 고장 형태, 특성 수명, 평균 고장 시간, 평균 고장 시간까지의 신뢰도, 100대당 평균 교체 수요를 산출하여 표 4-1, 4-2, 4-3, 4-4에서와 같이 나타내었다.

표 4-1 트랙터 부품의 고장 특성(대동공업주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	<i>MTBF</i>	<i>R(t)</i>	$\mu$
동력전달계통	스냅링	1.9	4107.1	3644.8	45.0	4.8
동력전달계통	슬라이딩거	1.0	3751.0	3738.8	36.9	8.0
동력전달계통	실드	2.1	1500.6	1329.2	45.9	22.7
동력전달계통	오일게이지	1.1	3566.5	3396.4	38.8	8.0
동력전달계통	클러치카버조합	1.4	1924.6	1747.5	41.9	15.8
동력전달계통	클러치판	2.1	1498.5	1327.3	45.9	22.8
동력전달계통	구동체인	1.8	1742.0	1548.6	44.6	18.3
동력전달계통	주축	2.0	2381.3	2110.8	45.5	11.7
동력전달계통	추진축	2.3	1269.2	1124.3	46.8	28.1
동력전달계통	추진축케이스	1.2	2331.4	2184.2	39.7	12.7
동력전달계통	커플링	2.2	1554.8	1377.0	46.5	22.1
동력전달계통	클러치디스크조합	1.3	1671.6	1550.8	40.3	18.4
동력전달계통	클러치압력판조합	1.3	1671.6	1550.8	40.3	18.4
동력전달계통	클러치압력판조합	1.3	1671.6	1550.8	40.3	18.4
동력전달계통	P.T.O. 축	1.9	1931.4	1715.4	44.8	16.0
부속품	건인조정벨브	1.5	2373.7	2148.2	42.2	12.2
부속품	건인조정봉	1.2	3872.0	3645.7	39.4	7.2
부속품	고정핀조합	0.8	4078.8	4672.3	32.9	7.9
부속품	로워링크조합	1.4	2830.4	2567.7	41.9	9.8
부속품	로타리카버	1.6	1910.7	1711.3	43.3	16.1
부속품	로타리카버조합	1.6	1910.7	1711.3	43.3	16.1

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
*MTBF*: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
*R(t)*: *MTBF*에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장



계속: 트랙터 부품의 고장 특성(대동공업주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
부속품	리프트로드조합	1.5	2342.5	2115.8	42.4	12.4
부속품	스프로켓 1 1	1.2	1574.8	1482.4	39.4	19.5
부속품	스프로켓 1 1	1.3	1636.2	1519.1	40.3	18.8
부속품	승강암	1.3	3338.0	3080.7	40.6	8.2
부속품	유니버설조인트조합	1.4	1929.2	1766.3	41.2	15.7
부속품	유압잭	1.8	2163.7	1924.7	44.4	13.6
부속품	유압피스톤	1.7	1641.2	1466.3	43.7	19.5
부속품	의자조합	1.2	1919.6	1823.8	39.0	15.7
부속품	장력조정기	1.9	1135.3	1006.7	45.3	30.4
부속품	장력조정기축	1.0	1881.1	1846.8	37.5	16.0
부속품	체인	1.0	1881.1	1846.8	37.5	16.0
부속품	체인케이스카버	1.3	1639.2	1519.1	40.4	18.8
부속품	체크링크조합	1.5	1489.9	1350.9	42.0	21.3
부속품	체크체인조합	1.7	1622.4	1448.1	43.8	19.8
부속품	칼날축엔드	2.1	1118.4	990.7	45.9	31.1
부속품	쿠션고무	1.2	1919.6	1823.8	39.0	15.7
부속품	톱링크 (회색)	1.6	2362.8	2114.7	43.4	12.1
부속품	톱링크조합	1.8	2215.8	1968.7	44.7	13.1
부속품	플로우팅시일	2.9	895.6	798.3	48.8	35.9
부속품	햇빛가리개카버조합	1.3	3398.0	3147.8	40.4	8.1
부속품	히치핀조합	1.2	1703.4	1597.4	39.7	17.9
엔진	가스켓	4.8	2532.8	2318.7	51.8	5.2
엔진	고속텐션폴리	3.7	1429.2	1289.3	50.4	30.9
엔진	교류발전기	1.2	2634.6	2461.8	39.9	11.0
엔진	교류발전기조합	1.2	2634.6	2461.8	39.9	11.0
엔진	기어케이스가스켓	1.8	2358.6	2096.1	44.7	12.0
엔진	냉각수관	1.7	1001.3	893.1	43.9	33.6
엔진	냉각수되돌림파이프 3	1.7	1001.3	893.1	43.9	33.6
엔진	냉각수스위치	1.6	2008.9	1801.7	43.1	15.0
엔진	냉각수파이프 (하)	1.8	1021.9	909.0	44.4	33.2
엔진	냉각수플랜지	1.0	2279.2	2308.2	36.3	13.1
엔진	노즐	1.1	2502.3	2394.5	38.6	11.8
엔진	노즐홀더조합	1.4	2481.4	2270.5	41.2	11.6
엔진	대단메탈	4.6	3366.9	3078.3	51.7	1.6

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 트랙터 부품의 고장 특성(대동공업주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	<i>MTBF</i>	<i>R(t)</i>	$\mu$
엔진	라디에이터조합	1.2	1654.1	1541.0	40.0	18.6
엔진	방충망	1.9	4107.1	3644.8	45.0	4.8
엔진	방충망안내	1.9	4107.1	3644.8	45.0	4.8
엔진	배기관	3.2	2848.0	2551.3	49.5	6.0
엔진	배기매니폴드	3.2	2848.0	2551.3	49.5	6.0
엔진	배기밸브	2.8	2453.8	2185.4	48.6	9.9
엔진	베어링케이스가스켓	9.0	2732.4	2587.3	54.2	0.5
엔진	베어링케이스카버가스켓	9.0	2732.4	2587.3	54.2	0.5
엔진	보조물탱크조합	3.7	1429.2	1289.3	50.4	30.9
엔진	보조클리너조합	1.2	5554.4	5216.4	39.6	4.7
엔진	사이드메탈 1	4.6	3366.9	3078.3	51.7	1.6
엔진	소음기가스켓	3.2	2256.6	2021.0	49.5	11.4
엔진	소음기밴드	6.6	1585.7	1478.7	53.2	35.0
엔진	소음기조합	5.2	2151.1	1978.8	52.2	9.6
엔진	소음기카버	5.2	2151.1	1978.8	52.2	9.6
엔진	소음기파이프	3.2	2256.6	2021.0	49.5	11.4
엔진	습식에어클리너조합	1.2	3660.6	3479.0	38.9	7.8
엔진	시동모터	2.7	2369.3	2107.3	48.3	10.9
엔진	실린더라이너	3.0	2888.4	2579.3	49.1	6.2
엔진	실린더헤드게스킷	4.1	2755.8	2502.2	51.1	4.6
엔진	실린더헤드조합	4.2	3130.4	2844.6	51.2	2.8
엔진	써모스탯조합	1.9	2477.5	2199.6	44.9	11.1
엔진	악셀레이터케이블	1.8	2290.1	2038.2	44.3	12.5
엔진	에어클리너엘리먼트	1.6	241.3	215.9	43.5	139.0
엔진	엔진오일필터	2.4	141.4	125.3	47.1	239.4
엔진	엔진정지솔레노이드조합	2.7	1387.9	1234.5	48.3	27.2
엔진	엘리먼트조합	1.6	241.3	215.9	43.5	139.0
엔진	엘리먼트 1	1.6	241.3	215.9	43.5	139.0
엔진	연료공기빼기조합	0.8	8120.6	9214.7	33.1	4.5
엔진	연료센서조합	3.5	2287.1	2058.3	50.1	10.5
엔진	연료여과망	2.6	2041.1	1812.6	47.9	14.9
엔진	연료여과망조합	5.6	2072.1	1914.3	52.5	10.7
엔진	연료캡조합	5.6	2072.1	1914.3	52.5	10.7
엔진	연료탱크캡조합	9.4	2762.7	2621.4	54.3	0.4

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
*MTBF*: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
*R(t)*: *MTBF*에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 트랙터 부품의 고장 특성(대동공업주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	<i>MTBF</i>	<i>R(t)</i>	$\mu$
엔진	연료펌프조합	2.0	2826.2	2505.6	45.4	8.8
엔진	연료필터	1.8	207.1	184.3	44.4	162.8
엔진	연료필터엘리먼트	1.2	274.9	258.0	39.6	116.3
엔진	연료필터조합	0.8	1047.8	1141.1	34.1	26.6
엔진	연접봉부조합	10.9	2724.6	2601.6	54.7	11.5
엔진	연접봉조합	10.9	2724.6	2601.6	54.7	11.5
엔진	예열플러그	2.0	1762.6	1562.7	45.4	18.2
엔진	오일팬가스켓	10.9	2724.6	2601.6	54.7	11.5
엔진	오일필터	3.0	152.6	136.4	49.2	220.0
엔진	온도메타스위치	4.2	3130.4	2844.6	51.2	2.8
엔진	워터펌프조합	1.5	3233.9	2916.1	42.5	8.0
엔진	유니버셜쇼인트	1.3	1383.4	1283.4	40.3	22.6
엔진	유압필터	1.9	229.4	203.7	44.9	147.3
엔진	카바가스켓	2.8	2450.6	2181.9	48.5	9.9
엔진	쿠션 (라디에터)	7.1	1335.8	1250.3	53.5	52.0
엔진	크랭크축메탈	4.6	3366.9	3078.3	51.7	9.7
엔진	크랭크핀메탈	10.9	2724.6	2601.6	54.7	11.5
엔진	파이프	1.4	1527.6	1400.1	41.1	20.5
엔진	팬벨트(REP.A41)	2.0	1052.7	933.1	45.5	32.8
엔진	팬벨트(REP.HM41.5)	1.2	2634.6	2461.8	39.9	11.0
엔진	팬폴리	22.0	2869.9	2800.3	55.9	10.7
엔진	펌프가스켓	3.0	1990.5	1777.9	49.1	15.7
엔진	펌프엘리먼트 (신)	1.2	3473.4	3296.4	39.0	8.2
엔진	프리클리너조합	1.1	571.6	559.6	37.6	53.6
엔진	피스톤	5.0	2528.5	2321.0	52.0	4.7
엔진	피스톤링조합	5.0	2528.5	2321.0	52.0	4.7
엔진	피스톤조합	5.0	2528.5	2321.0	52.0	4.7
엔진	필터포트	3.8	203.0	183.6	50.7	163.4
엔진	헤드가스켓	4.7	2719.0	2487.1	51.8	3.9
엔진	헤드카바가스켓	3.4	2450.2	2200.6	49.9	8.8
엔진	흡기밸브	2.8	2453.8	2185.4	48.6	9.9
엔진	V 벨트(REP.A64)	2.0	1052.7	933.1	45.5	32.8
유압계통	공기 빼기	0.8	6724.9	7526.7	33.4	5.2
유압계통	브리더 2	0.8	6724.9	7526.7	33.4	5.2

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)

*MTBF*: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)

*R(t)*: *MTBF*에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요

고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 트랙터 부품의 고장 특성(대동공업주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	<i>MTBF</i>	<i>R(t)</i>	$\mu$
유압계통	스넬링	4.6	3366.9	3078.3	51.7	1.6
유압계통	유압압	2.6	3610.7	3205.6	47.8	4.3
유압계통	유압오일필터조합	1.3	952.9	878.9	40.7	33.5
유압계통	유압오일휠타	1.5	680.3	614.7	42.3	48.8
유압계통	유압필터조합	1.8	302.3	269.1	44.3	111.5
전장계통	계기케이블	3.6	1225.2	1103.4	50.2	32.4
전장계통	램프연결스위치 1 조합	4.0	1297.2	1175.2	50.9	34.1
전장계통	램프조합	1.7	2271.0	2106.5	41.5	12.7
전장계통	레귤레이터	2.8	2038.9	1816.1	48.6	14.9
전장계통	리미트스위치	1.4	1938.0	1764.2	41.7	15.7
전장계통	방향지시등	1.7	2267.9	2144.7	40.3	12.8
전장계통	방향지시등스위치조합	1.2	3659.5	3427.6	39.7	7.6
전장계통	배선조합 1	2.7	2369.3	2107.3	48.3	10.9
전장계통	섬광램프조합	1.6	2632.1	2354.4	43.5	10.4
전장계통	섬광유니트	1.3	2591.3	2404.0	40.3	11.2
전장계통	스로보로퓨즈 (60A)	2.6	1327.7	1179.9	48.1	28.1
전장계통	시동스위치조합	3.0	1823.3	1627.9	49.1	18.9
전장계통	시동스위치조합	3.0	1823.3	1627.9	49.1	18.9
전장계통	안전시동스위치	1.7	2072.4	1848.9	43.9	14.5
전장계통	안전시동스위치조합	1.7	2072.4	1848.9	43.9	14.5
전장계통	엔진정지와이어	1.5	2730.2	2470.4	42.2	10.2
전장계통	예열플러그표시기	2.1	1907.9	1686.8	46.2	16.4
전장계통	와셔볼임소나사	2.2	2323.5	2057.7	46.3	11.9
전장계통	작업등조합	2.0	2060.7	1827.0	45.4	14.6
전장계통	전조등	1.7	2699.3	2410.9	43.7	10.0
전장계통	전조등그릴조합	2.7	2369.3	2107.3	48.3	10.9
전장계통	전조등스위치	2.4	1794.8	1591.1	47.3	18.4
전장계통	전조등조합	2.4	1794.8	1591.1	47.3	18.4
전장계통	정지스위치	1.4	2072.5	1883.8	41.8	14.5
전장계통	정지스위치조합	1.4	2072.5	1883.8	41.8	14.5
전장계통	축전지	1.5	680.3	614.7	42.3	48.8
전장계통	축전지접지코드	3.5	1633.7	1470.2	50.1	24.6
전장계통	축전지조합	2.8	1024.8	912.9	48.6	33.1
전장계통	축전지코드 (+)	1.1	4578.2	4456.6	37.8	6.3

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
*MTBF*: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
*R(t)*: *MTBF*에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 트랙터 부품의 고장 특성(대동공업주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	<i>MTBF</i>	<i>R(t)</i>	$\mu$
전장계통	타이머릴레이	2.7	1387.9	1234.5	48.3	27.2
전장계통	트랙터계기케이블	1.8	1911.9	1700.8	44.4	16.2
전장계통	퓨즈블링크	2.1	1438.2	1273.9	45.9	23.9
전장계통	퓨즈케이스조합	3.4	2077.6	1867.3	50.0	13.9
전장계통	플랜지가스켓	0.9	6091.0	6442.2	35.0	5.3
전장계통	혼스위치조합	3.0	1823.3	1627.9	49.1	18.9
전장계통	혼조합	2.2	1918.8	1699.5	46.7	16.4
전장계통	후미등조합	1.6	2022.8	1814.9	43.1	14.9
조정장치	릴리스레버 (PTO)	5.3	2486.9	2267.1	54.1	13.2
조정장치	볼조인트조합	1.9	1635.4	1451.4	45.0	20.0
조정장치	손잡이	1.9	3067.2	2724.0	44.8	7.9
조정장치	스냅링	22.0	2869.9	2800.3	55.9	10.7
조정장치	정지레버	1.9	2716.8	2410.9	45.1	9.5
조정장치	조정밸브조합	1.3	2591.3	2409.0	40.2	11.2
조정장치	조향장치조합	22.0	2869.9	2800.3	55.9	10.7
조정장치	클러치케이블	2.1	1822.0	1613.8	46.0	17.6
차축 및 브레이크	1 5 베벨피니언	4.4	1988.3	1811.8	51.4	14.8
차축 및 브레이크	1 6 스프로킷	4.4	1988.3	1811.8	51.4	14.8
차축 및 브레이크	4 0 베벨기어	4.4	1988.3	1811.8	51.4	14.8
차축 및 브레이크	간격판	3.0	1985.9	1772.3	49.0	15.8
차축 및 브레이크	드래그링크조합	1.8	1951.2	1735.3	44.5	15.7
차축 및 브레이크	디스크휠	3.0	3028.4	2706.1	49.2	5.4
차축 및 브레이크	디스크휠조합	3.0	3028.4	2706.1	49.2	5.4
차축 및 브레이크	배유플러그	2.1	3338.7	2957.5	45.9	6.3
차축 및 브레이크	베벨기어축	6.3	1796.7	1670.7	53.0	19.7
차축 및 브레이크	베벨기어케이스	6.3	1796.7	1670.7	53.0	19.7
차축 및 브레이크	베어링케이스	4.4	1988.3	1811.8	51.4	14.8
차축 및 브레이크	브레이크디스크	5.2	1912.8	1759.4	52.2	16.2
차축 및 브레이크	브레이크로드 1	2.3	2329.9	2064.2	46.9	11.7
차축 및 브레이크	브레이크슈	2.0	1798.2	1594.0	45.5	17.8
차축 및 브레이크	브레이크슈조합	2.4	2154.0	1909.8	47.4	13.5
차축 및 브레이크	스냅링	4.7	3154.7	2885.7	51.7	2.1
차축 및 브레이크	스티어링레버	1.6	2392.3	2139.4	43.5	11.9
차축 및 브레이크	스파이럴베벨피니언	3.5	1950.6	1754.0	50.0	16.4

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
*MTBF*: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
*R(t)*: *MTBF*에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 트랙터 부품의 고장 특성(대동공업주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	<i>MTBF</i>	<i>R(t)</i>	$\mu$
차축 및 브레이크	슬리브	2.2	1501.1	1329.4	46.4	23.0
차축 및 브레이크	앞바퀴립조합	3.0	3028.4	2706.1	49.2	5.4
차축 및 브레이크	앞바퀴립조합	3.0	3028.4	2706.1	49.2	5.4
차축 및 브레이크	앞브라켓	1.3	2441.7	2266.7	40.3	12.0
차축 및 브레이크	앞브라켓조합	5.7	1184.0	1095.4	52.6	33.4
차축 및 브레이크	앞차축	4.0	1983.1	1798.3	51.0	15.4
차축 및 브레이크	앞차축카버	2.8	2453.8	2185.4	48.6	9.9
차축 및 브레이크	앞차축케이스	2.8	2453.8	2185.4	48.6	9.9
차축 및 브레이크	에어크리너밴드	1.3	2681.1	2485.2	40.3	10.7
차축 및 브레이크	추진축카버	1.8	1918.6	1705.8	44.6	16.1
차축 및 브레이크	타이로드엔드조합	1.4	1819.3	1658.0	41.6	16.9
차축 및 브레이크	타이로드조합	1.9	1470.4	1305.2	45.0	22.8
차축 및 브레이크	타이어	1.5	2648.5	2397.3	42.2	10.6
차축 및 브레이크	플러그	2.0	1510.2	1337.9	45.8	22.5
차축 및 브레이크	플로팅시일조합	2.4	939.6	833.1	47.4	36.1
차축 및 브레이크	플로팅실조합	3.0	1287.6	1149.3	49.0	30.0
프레임	고리	1.8	2163.9	1922.5	44.7	13.6
프레임	고정판	3.4	1457.0	1308.0	49.8	28.6
프레임	고정판고무판	1.3	1699.0	1573.9	40.4	18.1
프레임	앞그릴	2.0	2146.0	1902.4	45.4	13.7
프레임	앞그릴쿠션	1.4	2277.3	2070.9	41.7	12.9
프레임	의자총조합	1.6	1879.0	1682.7	43.3	16.4
프레임	전조등그릴	1.8	2163.9	1922.5	44.7	13.6

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
*MTBF*: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
*R(t)*: *MTBF*에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

표 4-2 트랙터 부품의 고장 특성(국제종합기계주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
동력전달계통	강관	1.1	5368.8	5257.9	37.6	5.4
동력전달계통	구멍용스냅링62	1.5	3060.9	2756.2	42.7	8.6
동력전달계통	두부편	1.4	3011.3	2746.1	41.5	9.1
동력전달계통	레버캡	3.5	2456.2	2208.5	50.0	8.6
동력전달계통	로드	1.5	1421.0	1282.3	42.5	22.7
동력전달계통	링기어조합	2.3	3282.7	2909.1	47.1	5.9
동력전달계통	마찰판	3.4	2544.9	2285.4	49.9	7.9
동력전달계통	메인베어링	2.3	3282.7	2909.1	47.1	5.9
동력전달계통	메인체인지아암	9.0	1256.4	1189.7	54.2	50.2
동력전달계통	미션케이스 패킹	1.5	2164.5	1948.9	42.7	13.7
동력전달계통	미션케이스패킹	1.7	1935.0	1729.5	43.6	15.8
동력전달계통	방출베어링	2.9	1461.0	1303.6	48.9	26.6
동력전달계통	볼베어링	4.2	1644.2	1493.6	51.1	26.1
동력전달계통	부츠	1.2	3071.6	2903.6	39.2	9.4
동력전달계통	샤프트아암	2.3	3282.7	2909.1	47.1	5.9
동력전달계통	세트스프링(중립)	2.1	1297.7	1149.5	46.0	26.9
동력전달계통	스프링	1.5	2164.5	1948.9	42.7	13.7
동력전달계통	스프링핀(5410.5510)	1.2	3051.5	2859.0	39.7	9.4
동력전달계통	시일	1.5	1063.0	960.0	42.4	31.0
동력전달계통	시프터아암홀더(2-R)	12.5	992.2	952.1	55.0	31.5
동력전달계통	오일실	1.8	763.5	678.3	44.7	44.1
동력전달계통	주변속케이스관계	5.7	893.6	826.5	52.6	22.7
동력전달계통	차동축	1.6	3936.3	3525.9	43.3	5.9
동력전달계통	차동피니언라이너	3.5	2886.0	2595.3	50.0	5.3
동력전달계통	축부실	2.1	763.4	676.2	45.9	44.2
동력전달계통	케이스(FT7822로주문)	4.9	2425.6	2224.9	52.0	6.0
동력전달계통	클러치디스크	3.1	1133.6	1014.2	49.4	31.7
동력전달계통	클러치디스크조합	8.1	898.8	847.0	53.9	35.4
동력전달계통	클러치커버조합	3.8	1166.9	1055.0	50.7	32.0
동력전달계통	턴버클	2.6	1448.2	1286.4	48.0	25.5
동력전달계통	평행핀	1.5	3060.9	2756.2	42.7	8.6
동력전달계통	피스	2.0	1816.9	1610.0	45.6	17.5

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 트랙터 부품의 고장 특성(국제종합기계주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	<i>MTBF</i>	<i>R(t)</i>	$\mu$
동력전달계통	GEAR,DIFFERENTIAL	1.6	3936.3	3525.9	43.3	5.9
동력전달계통	GEAR,DIFFERENTIAL	1.6	3936.3	3525.9	43.3	5.9
동력전달계통	P.T.O축	1.3	3024.9	2795.7	40.5	9.3
동력전달계통	PINION,DIFFERENTIAL	1.1	5368.8	5257.9	37.6	5.4
동력전달계통	RING GEAR	2.3	3282.7	2909.1	47.1	5.9
부속품	리프트링크 R조합	1.4	3011.3	2746.1	41.5	9.1
부속품	스냅핀	1.2	3071.6	2903.6	39.2	9.4
부속품	스토퍼	2.7	1074.0	955.2	48.3	32.5
부속품	체크체인조합	1.2	3071.6	2903.6	39.2	9.4
부속품	커버조합	1.8	2605.9	2317.8	44.5	10.3
부속품	톱링크조합	1.4	3011.3	2746.1	41.5	9.1
부속품	핀	1.5	3060.9	2756.2	42.7	8.6
부속품	하부링크볼	1.4	3011.3	2746.1	41.5	9.1
부속품	하부링크조합	1.5	3060.9	2756.2	42.7	8.6
부속품	히치핀	1.4	3011.3	2746.1	41.5	9.1
부속품	V-벨트(56')	4.1	625.8	567.9	51.0	52.8
엔진부	가스켓(HK0131로주문)	1.3	2980.5	2759.0	40.4	9.5
엔진부	검유봉	1.5	5368.8	5257.9	37.9	4.0
엔진부	고무플러25	1.4	3011.3	2746.1	41.5	9.1
엔진부	머플러개스킷	1.9	2716.7	1312.0	78.0	9.5
엔진부	메인베어링조합	3.4	2544.9	2285.4	49.9	7.9
엔진부	물분리기조합	1.0	462.4	464.0	36.7	64.7
엔진부	발전기조합	10.5	1203.4	1147.1	54.6	26.2
엔진부	배기매니폴올드개스킷	3.2	1736.8	1556.0	49.6	21.1
엔진부	배기소음기	2.3	2724.1	2413.8	47.1	8.6
엔진부	밸브스텝실	1.5	3060.9	2756.2	42.7	8.6
엔진부	밸브조정나사	2.3	3282.7	2909.1	47.1	5.9
엔진부	보조탱크조합	1.9	2674.3	2372.4	45.2	9.8
엔진부	상부커버패킹	1.3	4320.0	4022.6	40.1	6.2
엔진부	스러스트베어링조합	1.6	3936.3	3525.9	43.3	5.9
엔진부	스톱모터	1.3	2007.3	1851.7	40.7	15.0
엔진부	스트레이너	1.5	3060.9	2756.2	42.7	8.6

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
*MTBF*: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
*R(t)*: *MTBF*에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장



계속: 트랙터 부품의 고장 특성(국제종합기계주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
엔진부	실린더라이너	9.0	2512.9	2379.4	54.2	1.0
엔진부	실린더헤드게스킷	2.3	3282.7	2909.1	47.1	5.9
엔진부	에어클리너엘레먼트(외)	3.7	251.3	226.8	50.5	132.3
엔진부	에어클리너조합	1.9	567.9	504.1	45.0	59.5
엔진부	엔진오일휠터	3.3	264.5	237.2	49.7	126.5
엔진부	엘레먼트	1.9	278.7	247.2	45.1	121.3
엔진부	연료 휠터 조합	2.5	302.9	268.6	47.5	111.7
엔진부	연료분사밸브조합	2.3	2724.1	2413.8	47.1	8.6
엔진부	연료여과기조합	1.3	823.4	765.3	40.2	38.5
엔진부	연료여과기커버	1.0	1324.5	1300.2	37.5	22.8
엔진부	연료탱크 조합	3.2	1736.8	1556.0	49.6	21.1
엔진부	오일팬패킹	1.5	3060.9	2756.2	42.7	8.6
엔진부	윤활유여과기	1.5	354.8	320.3	42.4	93.7
엔진부	커넥팅로드조합	4.9	2425.6	2224.9	52.0	6.0
엔진부	커러트리미트	2.3	2475.0	2192.5	46.9	10.5
엔진부	컨트롤라	2.3	1782.1	1578.5	46.7	18.4
엔진부	크랭크축조합	2.3	3282.7	2909.1	47.1	5.9
엔진부	크랭크핀베어링	2.3	3282.7	2909.1	47.1	5.9
엔진부	클램프조합	1.4	2718.7	2483.7	41.4	10.4
엔진부	파이프	1.4	3011.3	2746.1	41.5	9.1
엔진부	푸시로드조합	5.5	2611.6	2410.6	52.5	3.5
엔진부	프리클리너조합	2.7	1074.0	955.2	48.3	32.5
엔진부	피스톤조합	3.4	2544.9	2285.4	49.9	7.9
엔진부	피스톤	3.3	2899.9	2601.7	49.7	5.5
엔진부	피스톤링조합	3.3	2899.9	2601.7	49.7	5.5
엔진부	헤드가스킷	3.4	2544.9	2285.4	49.9	7.9
엔진부	AIR FILTER(OUT)	1.3	516.4	479.4	40.2	62.6
엔진부	CAP,FUEL TANK	2.2	3004.6	2660.9	46.4	7.5
엔진부	E/G OIL FILTER	4.1	248.9	225.9	51.1	132.8
엔진부	EX-PIPE	2.7	2552.3	2268.6	48.1	9.3
엔진부	FILTER ELEMENT	1.5	382.0	345.5	42.2	86.8
엔진부	FUEL FILTER	2.1	449.9	398.5	46.3	75.3

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 트랙터 부품의 고장 특성(국제종합기계주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
엔진부	MAIN METAL	2.3	3282.7	2909.1	47.1	5.9
엔진부	PISTON W/RING OS=.25	2.3	3282.7	2909.1	47.1	5.9
엔진부	V-BELT(A-54)	4.1	625.8	567.9	51.0	52.8
유압계통	리프터암 핀	1.5	2164.5	1948.9	42.7	13.7
유압계통	베어링	3.4	2544.9	2285.9	49.8	7.9
유압계통	실린더헤드조합	3.5	2886.0	2595.3	50.0	5.3
유압계통	유압펌프14AX조합	5.5	1625.8	1501.2	52.5	29.9
유압계통	유압휠터	1.5	538.4	487.8	42.1	61.5
유압계통	조인트	2.1	1081.8	958.1	46.2	32.2
유압계통	커넥팅로드	3.5	2886.0	2595.3	50.0	5.3
유압계통	콘트롤밸브조합	15.4	1461.4	1412.5	55.4	21.2
유압계통	필터(유압)	1.3	671.3	623.1	40.3	47.3
유압계통	PST오일탱크	1.8	2396.3	2134.9	44.5	11.7
유압계통	PTO PS펌프조합	3.5	2886.0	2595.3	50.0	5.3
전장계통	글로릴레이	3.8	993.1	897.7	50.6	28.2
전장계통	레귤레이터	4.2	1644.2	1493.6	51.1	26.1
전장계통	메인스위치	1.8	1850.1	1646.0	44.4	16.9
전장계통	배터리조합	1.6	998.8	893.4	43.5	33.6
전장계통	스위치조합	1.6	1539.2	1382.5	43.0	20.8
전장계통	스타아터(12V2.OKW)	2.0	2551.5	2263.3	45.5	10.4
전장계통	스타트릴레이	2.3	1774.8	1572.8	46.7	18.5
전장계통	스타트S/W조합	3.1	1693.5	1514.3	49.3	21.8
전장계통	스톱램프스위치	3.2	870.5	779.2	49.4	35.7
전장계통	안전스위치	1.3	2015.6	1860.0	40.6	14.9
전장계통	작업등조합관계	1.3	2007.3	1851.7	40.7	15.0
전장계통	전원스위치	2.3	1782.1	1578.5	46.7	18.4
전장계통	키이조합	4.2	1212.7	1102.7	51.1	33.7
전장계통	헤드라이트커버(좌)	1.3	2007.3	1851.7	40.7	15.0
전장계통	헤드램프조합	1.3	2007.3	1851.7	40.6	15.0
전장계통	혼(CEG903과 공용)	1.0	4427.9	4495.8	36.2	6.9
전장계통	후면등램프케이스	1.3	2007.3	1851.7	40.7	15.0
전장계통	후면콤비램프	1.5	1949.6	1755.4	42.7	15.6

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 트랙터 부품의 고장 특성(국제종합기계주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
전장계통	AC발전기	2.0	2551.5	2263.3	45.5	10.4
전장계통	COMB 램프(전면)	1.3	2007.3	1851.7	40.7	15.0
전장계통	LAMP	1.3	2007.3	1851.7	40.7	15.0
전장계통	P.T.O변환스위치	3.1	1693.5	1514.3	49.3	21.8
조정장치	샤프트	1.1	5368.8	5257.9	37.6	5.4
조정장치	서틀링크조합	1.3	2007.3	1851.7	40.7	15.0
조정장치	아워미터케이블	1.8	1006.5	895.6	44.4	33.7
조정장치	액슬레이터페달(구형)	1.3	2007.3	1851.7	40.7	15.0
조정장치	연료센서게이지조합	1.6	1450.3	1298.7	43.3	22.5
조정장치	클리치스토퍼	1.7	1318.9	1175.3	44.1	25.3
조정장치	플래셔 릴레이	8.5	1149.3	1085.7	54.1	24.2
차축 및 브레이크	고정너트 35	1.4	3011.3	2746.1	41.5	9.1
차축 및 브레이크	니어들베어링(#3530)	3.4	2544.9	2285.4	49.9	7.9
차축 및 브레이크	뒤돌림스프링	2.7	1074.0	955.2	48.3	32.5
차축 및 브레이크	디스크	2.7	2552.3	2268.6	48.1	9.3
차축 및 브레이크	베어링	2.7	2552.3	2268.6	48.1	9.3
차축 및 브레이크	벨크랭크	9.9	1089.2	1035.7	54.4	7.9
차축 및 브레이크	벨크랭크축	9.9	1089.2	1035.7	54.4	7.9
차축 및 브레이크	부시20X23X28	2.7	1074.0	955.2	48.3	32.5
차축 및 브레이크	브레이크디스크	2.7	2552.3	2268.6	48.1	9.3
차축 및 브레이크	브레이크슈조합	1.4	3011.3	2746.1	41.5	9.1
차축 및 브레이크	브레이크튜브 조합	1.2	2765.2	2588.4	39.8	10.5
차축 및 브레이크	사이드기어라이너	3.5	2883.0	2595.3	49.9	5.3
차축 및 브레이크	스페이스62	1.2	3051.5	2859.0	39.7	9.4
차축 및 브레이크	스핀들	1.9	1995.3	1770.5	45.1	15.3
차축 및 브레이크	슬리브	1.3	1448.0	1336.1	40.6	21.6
차축 및 브레이크	시일칼라	1.5	1594.3	1434.3	42.8	19.9
차축 및 브레이크	시임	1.5	2164.5	1948.9	42.7	13.7
차축 및 브레이크	실칼라	1.5	1418.6	1285.5	42.0	22.6
차축 및 브레이크	쓰러스트와셔	1.4	3011.3	2746.1	41.5	9.1
차축 및 브레이크	암(좌)(신형)	1.6	2671.8	2400.6	42.9	10.3
차축 및 브레이크	앞타이어(8-16)	6.6	1056.0	985.1	53.2	13.7

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 트랙터 부품의 고장 특성(국제종합기계주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
차축 및 브레이크	오일시일 TC6Y 64.80.13	1.6	624.3	560.0	43.1	53.4
차축 및 브레이크	오일실	1.6	624.3	560.0	43.1	53.4
차축 및 브레이크	오일실	1.4	906.6	823.2	41.9	36.2
차축 및 브레이크	오일실 S0465604	1.6	624.3	560.0	43.1	53.4
차축 및 브레이크	원추베어링	1.1	5368.8	5257.9	37.6	5.4
차축 및 브레이크	전륜구동시프터포오크	3.4	2544.9	2285.4	49.9	7.9
차축 및 브레이크	전륜타이어(7-16)	3.9	1199.7	1085.8	50.8	32.8
차축 및 브레이크	차동피니언	3.5	2886.0	2595.3	50.0	5.3
차축 및 브레이크	축붙이실 55X85	2.7	968.3	861.6	48.4	34.3
차축 및 브레이크	칼 라 68,79,11.5	1.9	1471.9	1305.9	45.1	22.8
차축 및 브레이크	커버 (신형)	1.8	2605.9	2317.8	44.5	10.3
차축 및 브레이크	타이로드 조합	5.3	1097.9	1011.3	52.3	24.5
차축 및 브레이크	타이로드엔드조합	2.9	1130.7	1007.7	48.7	31.7
차축 및 브레이크	타이어(8-18)	3.9	1199.7	1085.8	50.8	32.8
차축 및 브레이크	피니언 라이너	6.4	1590.9	1481.3	53.1	34.2
차축 및 브레이크	하부링크핀	1.2	3071.6	2903.6	39.2	9.4
차축 및 브레이크	후차륜허브	3.4	2544.9	2285.4	49.9	7.9
차축 및 브레이크	휠조합(F505용)	2.3	3282.7	2909.1	47.1	5.9
프레임	가스스프링	1.3	1968.1	1762.9	42.1	15.3
프레임	고정레버	1.7	3676.9	3286.9	43.7	6.3
프레임	뒷문유리(MC1하)(L57284K)	1.4	3011.3	2746.1	41.5	9.1
프레임	문상부유리(선팅)	1.1	5368.8	5257.9	37.6	5.4
프레임	문장석(A,B)	1.1	5368.8	5257.9	37.6	5.4
프레임	문하부유리(선팅)	1.3	3171.3	3123.5	37.5	8.7
프레임	백밀러조합	1.5	2698.8	2435.7	42.4	10.3
프레임	완충고무	2.1	2025.4	1794.3	45.8	15.0
프레임	전면유리(선팅)	1.4	3011.3	2746.1	41.5	9.1
프레임	측면유리 손잡이	1.5	3060.9	2756.2	42.7	8.6
프레임	프런트마스크(상)	2.7	1074.0	955.2	48.3	32.5
프레임	후면유리	1.1	5368.8	5257.9	37.6	5.4

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

표 4-3 트랙터 부품의 고장 특성(동양물산기업주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
동력전달계통	가스켓	2.3	1016.8	901.0	47.0	34.0
동력전달계통	드라이브피니언 SET	711534	800.0	800.0	36.8	37.5
동력전달계통	디스크(클러치)2조합	4.3	1009.8	918.7	51.3	25.3
동력전달계통	디프메탈	6.3	1255.9	1168.3	53.1	42.8
동력전달계통	붓시(35X39X26)	1.7	925.5	824.9	44.1	36.4
동력전달계통	스프라인캡	5.4	1107.6	1021.1	52.4	25.3
동력전달계통	씨일	1.8	910.7	809.9	44.5	37.1
동력전달계통	씨일(오일)	2.1	1000.7	886.2	46.2	34.4
동력전달계통	씨일(오일) ASSY	2.0	1037.4	919.3	45.6	33.3
동력전달계통	씨일조합	2.0	950.0	842.3	45.4	36.0
동력전달계통	씨일조합	2.1	1000.7	886.2	46.2	34.4
동력전달계통	압력판조합	3.5	1229.4	1106.8	50.2	32.3
동력전달계통	오일실(D)	2.0	1001.7	887.7	45.6	34.4
동력전달계통	오일실(D)	1.8	887.6	789.2	44.5	38.1
동력전달계통	오일실(D)	2.0	926.6	821.5	45.4	36.9
동력전달계통	오일실(D)	1.8	887.6	789.2	44.5	38.1
동력전달계통	오일씨일	1.7	834.7	744.7	43.9	40.2
동력전달계통	오일씨일	1.8	887.6	789.2	44.5	38.1
동력전달계통	오일셀(D)	5.0	797.1	731.6	52.0	42.1
동력전달계통	육각볼트(보통)	6.0	1227.0	1138.0	52.8	38.6
동력전달계통	육각볼트(SP)	7.9	1013.6	954.2	53.8	31.4
동력전달계통	최종구동케이스(A)	1.2	1693.3	1577.3	40.0	18.1
동력전달계통	카바(클러치) ASSY	2.7	1205.1	1071.7	48.3	30.5
동력전달계통	캡(72)	5.3	1024.4	943.3	52.3	19.1
동력전달계통	카프링	3.4	1241.2	1115.4	49.9	32.0
동력전달계통	클러치 디스크ASSY	4.1	1077.4	978.6	51.1	28.2
동력전달계통	클러치 카바ASSY	5.2	1195.2	1099.6	52.2	34.4
동력전달계통	클러치(PTO)ASSY	4.1	1077.4	978.6	51.1	28.2
동력전달계통	클러치디스크(225)조합	4.0	1072.4	972.4	50.9	28.7
동력전달계통	클러치카바	4.5	1177.2	1074.1	51.6	32.6
동력전달계통	텐션스프링(31)	4.0	1285.7	1166.2	51.0	34.4
동력전달계통	O-링	3.1	1063.7	951.0	49.3	32.0

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 트랙터 부품의 고장 특성(동양물산기업주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
동력전달계통	O링(P)	4.1	1133.9	1029.5	51.1	30.7
동력전달계통	O링(P)	2.6	1032.0	916.2	47.8	33.5
동력전달계통	O링(P)	2.8	1249.6	1113.1	48.6	30.1
부속품	드로바핀	2.5	1465.4	1300.3	47.7	24.8
부속품	링크(로아/RH)COMP	1.5	2983.5	2686.2	42.7	8.9
부속품	볼	5.3	1024.4	943.3	52.3	19.1
부속품	볼가이드부시ASSY	5.3	1024.4	943.3	52.3	19.1
부속품	볼부싱	6.9	812.8	759.9	53.4	39.5
부속품	소형육각볼트(4)	9.5	1078.9	1024.2	54.4	7.7
부속품	스토파(12)	5.2	1377.6	1268.2	52.3	40.9
부속품	엔진오일필터	2.7	320.4	284.8	48.1	105.3
부속품	오일카트리지(DAE)	2.7	320.4	284.8	48.1	105.3
부속품	오일카트리지(J/D)	2.7	320.4	284.8	48.1	105.3
부속품	오일카트리지(구보다)	2.7	320.4	284.8	48.1	105.3
부속품	유압오일필터	2.7	320.4	284.8	48.1	105.3
부속품	유압카트리지	2.7	320.4	284.8	48.1	105.3
부속품	지지볼트(B)	4.0	1115.7	1010.6	50.9	30.5
부속품	체인(체크) ASSY	4.3	992.4	902.7	51.3	25.1
부속품	체크체인 ASSY	4.3	992.4	902.7	51.3	25.1
부속품	케이스(베벨) ASSY	3.4	1084.5	974.7	50.0	30.9
부속품	톱링크ASSY	4.5	1119.2	1021.5	51.6	29.1
부속품	트레일러핀	711534	800.0	800.0	36.8	37.5
부속품	포크(리프트/RH)	3.4	1241.2	1115.4	49.9	32.0
부속품	핀(19X62)	711534	800.0	800.0	36.8	37.5
부속품	핀(19X86)	4.2	951.9	864.7	51.1	26.3
부속품	핀(19X95)	4.2	951.9	864.7	51.1	26.3
부속품	핀(L) COMP	4.2	951.9	864.7	51.1	26.3
부속품	C형멈춤링(축용)	1.9	1263.4	1121.2	45.0	27.1
부속품	E형멈춤링	1.9	1263.4	1121.2	45.0	27.1
부속품	O링(P)	1.3	1917.1	1777.7	40.3	15.8
부속품	O링(P)	1.5	1502.8	1357.3	42.4	21.2
엔진	고무호스	2.4	1387.8	1229.8	47.1	25.9

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 트랙터 부품의 고장 특성(동양물산기업주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
엔진	라디에이터	2.2	1722.9	1525.8	46.5	19.3
엔진	라디에터 COMP	2.2	1722.9	1525.8	46.5	19.3
엔진	링	4.7	978.4	895.4	51.8	21.7
엔진	백엠티링	2.5	1234.4	1095.4	47.7	29.5
엔진	소음기카바조합(완)	3.4	1618.4	1453.3	49.9	24.5
엔진	소음기COMP	1.8	1581.4	1408.2	44.2	20.6
엔진	실린더	3.6	1300.4	1172.1	50.3	32.6
엔진	실린더케이스팩킹	2.0	1471.4	1304.5	45.4	23.0
엔진	에어엘레먼트SET	1.8	234.5	208.4	44.6	143.9
엔진	엘레먼트(세조기)	2.0	181.6	160.9	45.7	186.4
엔진	연료여과기ASS'Y	1.7	292.0	260.6	43.8	115.1
엔진	연료카트리지	1.8	234.5	208.4	44.6	143.9
엔진	연료카트리지(ISEKI)	1.9	243.6	216.2	44.9	138.7
엔진	연료휠터	1.8	234.5	208.4	44.6	143.9
엔진	오일실(D)	1.1	617.7	592.1	38.5	49.9
엔진	오일카트리지	1.8	234.5	208.4	44.6	143.9
엔진	오일카트리지(ISEKI)	1.8	234.5	208.4	44.6	143.9
엔진	오일카트리지(LOMBAR)	1.8	234.5	208.4	44.6	143.9
엔진	캡(탱크) ASSY	2.9	1283.8	1144.6	48.8	29.8
엔진	콘넥터	5.0	1295.0	1188.9	52.1	39.2
엔진	클랩프	5.0	1295.0	1188.9	52.1	39.2
엔진	피스톤	1.7	1853.6	1651.9	44.1	16.8
엔진	필터콕크조합	2.7	1023.1	909.7	48.2	33.4
엔진	휠타(연료) ASSY	3.7	432.9	390.9	50.5	76.8
엔진	FUEL PUMP	1.8	1256.9	1116.7	44.7	27.0
엔진	O링(고정용)	2.2	997.3	883.3	46.4	34.5
엔진	O링(고정용)	2.2	997.3	883.3	46.4	34.5
엔진	O링(고정용)	2.2	997.3	883.3	46.4	34.5
엔진	O링(P)	2.2	997.3	883.3	46.4	34.5
엔진	O링(P)	2.2	997.3	883.3	46.4	34.5
유압계통	기어펌프(유압)ASSY	2.6	1163.3	1032.8	47.9	31.0
유압계통	기어펌프조합	2.6	1163.3	1032.8	47.9	31.0

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 트랙터 부품의 고장 특성(동양물산기업주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
유압계통	메인콘트롤밸브ASSY	2.6	1099.9	976.7	47.9	32.2
유압계통	섹션휠타(유압)	6.1	361.7	336.0	52.9	89.3
유압계통	오일실(D)	1.8	1136.4	1010.7	44.5	29.9
유압계통	유압엘레먼트	3.8	347.8	314.1	50.5	95.5
유압계통	유압엘레먼트	3.8	347.8	314.1	50.5	95.5
유압계통	유압카트리지(20)	3.4	341.0	306.5	50.0	97.9
유압계통	패킹	1.3	1302.9	1201.9	40.7	24.2
유압계통	호스	2.6	1004.4	892.0	47.9	34.0
유압계통	흡입휠터조합	1.2	699.7	665.7	38.9	44.3
유압계통	O링(고정용)	1.7	1000.2	892.2	43.9	33.7
전장계통	게이지(연료/메인) ASSY	3.8	1065.8	963.7	50.7	29.2
전장계통	램프(워킹) ASSY	2.9	770.6	687.1	48.8	42.7
전장계통	램프(워킹/케빈)ASSY	2.9	770.6	687.1	48.8	42.7
전장계통	램프(콤비네이션) ASSY	4.3	1039.4	946.6	51.4	25.5
전장계통	벌브(램프12V45/45W)	1.6	715.2	642.5	42.9	46.6
전장계통	스위치(로타리) SET	3.3	1198.9	1074.7	49.6	31.7
전장계통	스위치(알터네이트) ASSY	4.0	864.7	783.4	50.9	32.7
전장계통	스위치(콤비)ASSY	4.6	966.2	882.7	51.6	22.8
전장계통	스톱와이어조합	5.0	1094.3	1005.0	52.1	25.2
전장계통	키S/W ASSY	3.1	1780.3	1591.8	49.3	19.8
전장계통	퓨즈 블링크	4.9	707.1	648.5	52.0	46.3
전장계통	하니스 ASSY	3.7	1724.1	1556.9	50.5	22.5
조정장치	가스켓(리버스메탈)	1.5	1631.4	1470.1	42.6	19.4
조정장치	변속레바부츠	2.3	1326.7	1175.1	46.7	26.8
조정장치	부츠	2.3	1326.7	1175.1	46.7	26.8
조정장치	부츠	2.3	1326.7	1175.1	46.7	26.8
조정장치	소형흡불이육각너트저형	2.7	1465.2	1302.7	48.2	25.5
조정장치	스프링핀(6X25)	3.8	1493.9	1350.6	50.6	29.9
조정장치	십자흡접시작은나사	2.7	1465.2	1302.7	48.2	25.5
조정장치	오일호스	2.4	1316.0	1166.4	47.2	27.4
조정장치	주차브레이크스프링	1.7	1374.8	1226.0	44.0	24.1
조정장치	케이블(리버스) ASSY	7.7	1122.0	1054.6	53.7	20.2

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장



계속: 트랙터 부품의 고장 특성(동양물산기업주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
조정장치	케이블(스로틀)ASSY	2.5	1159.0	1028.5	47.7	31.0
조정장치	케이블(악셀)ASSY	1.6	1132.5	1014.0	43.4	29.4
조정장치	페달 완성	711534	800.0	800.0	36.8	37.5
조정장치	페달ASSY	711534	800.0	800.0	36.8	37.5
조정장치	핀(06X16)	6.8	970.7	907.0	53.4	9.7
조정장치	호스	8.4	927.6	875.5	54.0	34.3
조정장치	호스(280) ASSY	7.5	806.6	756.9	53.6	39.6
조정장치	후크(시프터,리버스)	5.6	958.7	885.5	52.5	17.1
조정장치	O링(S)	4.7	759.5	694.5	51.7	47.9
차축및브레이크	구름베어링용와셔	3.8	952.1	860.6	50.6	28.6
차축및브레이크	니어들게이지	2.3	1277.4	1131.8	47.0	28.0
차축및브레이크	로크너트	2.8	1094.1	974.7	48.6	32.2
차축및브레이크	리어액슬하우징팩킹	2.2	1262.0	1117.7	46.5	28.0
차축및브레이크	링	1.4	2168.7	1976.4	41.6	13.7
차축및브레이크	베벨기어(16)	3.8	1249.9	1129.5	50.6	33.3
차축및브레이크	베어링카바	1.6	2291.7	2057.6	43.0	12.7
차축및브레이크	보울트(M12X24)	2.3	1432.1	1268.9	47.0	24.9
차축및브레이크	보울트(M16X30)	2.3	1432.1	1268.9	47.0	24.9
차축및브레이크	볼트	2.7	1465.2	1302.7	48.2	25.5
차축및브레이크	부시(55X60X30)	1.8	1539.1	1369.3	44.4	21.3
차축및브레이크	붓시(55X60X30)	1.8	1539.1	1369.3	44.4	21.3
차축및브레이크	브레이크슈조합	1.2	2487.7	2324.6	39.9	11.8
차축및브레이크	샤프트(휠)	1.3	3470.2	3217.9	40.3	7.9
차축및브레이크	소형육각너트보통	6.3	1157.8	1077.1	53.0	29.4
차축및브레이크	씨일	4.1	808.6	734.1	51.1	39.1
차축및브레이크	씨일(오일)	3.7	775.8	699.8	50.4	42.9
차축및브레이크	씨일(오일) ASSY	2.7	808.8	719.4	48.3	40.5
차축및브레이크	오링	5.9	856.8	794.4	52.8	37.8
차축및브레이크	오일시일	4.1	808.6	734.1	51.1	39.1
차축및브레이크	오일씨일	4.1	808.6	734.1	51.1	39.1
차축및브레이크	오일셀	4.1	808.6	734.1	51.1	39.1
차축및브레이크	유성기어	3.4	1241.2	1115.4	49.9	32.0

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 트랙터 부품의 고장 특성(동양물산기업주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
차축밧브레이크	조인트(볼/LH) ASSY	2.4	1404.4	1245.0	47.3	25.7
차축밧브레이크	조인트(볼/RH) ASSY	2.7	1172.6	1042.5	48.2	31.0
차축밧브레이크	차축ASSY	6.1	1017.4	944.8	52.9	14.0
차축밧브레이크	축부씨일	5.1	743.5	683.0	52.1	43.9
차축밧브레이크	축부씨일	5.1	743.5	683.0	52.1	43.9
차축밧브레이크	축부씨일	5.1	743.5	683.0	52.1	43.9
차축밧브레이크	카바	2.9	1202.9	1073.0	48.9	31.0
차축밧브레이크	카바팩킹	2.2	1145.1	1014.1	46.3	30.6
차축밧브레이크	카운터샤프트	3.5	1310.6	1179.2	50.1	32.0
차축밧브레이크	커버조합	3.5	1310.6	1179.2	50.1	32.0
차축밧브레이크	케이스	3.1	1274.8	1140.9	49.4	30.8
차축밧브레이크	케이스팩킹	2.2	1145.1	1014.1	46.3	30.6
차축밧브레이크	타이어(8-18-4PR)	2.7	1205.1	1071.7	48.3	30.5
차축밧브레이크	튜브(9.5-16)	2.6	1413.2	1255.4	48.0	26.3
차축밧브레이크	핀	3.6	1119.5	1009.0	50.3	31.1
차축밧브레이크	휠립(W8X16)COMP	1.6	3004.1	2701.7	42.8	8.8
차축밧브레이크	C형멈춤링(구멍용)	3.1	939.5	840.1	49.3	33.5
차축밧브레이크	O링	2.2	747.7	662.2	46.4	45.0
차축밧브레이크	O-링	2.2	747.7	662.2	46.4	45.0
프레임	밀러 ASSY	1.8	1435.4	1276.0	44.6	23.2
프레임	백미러ASSY	2.2	1549.4	1372.3	46.6	22.3
프레임	소형육각볼트	2.3	1432.1	1268.9	47.0	24.9
프레임	스토파	2.3	1432.1	1268.9	47.0	24.9
프레임	스프링	2.1	1257.8	1114.0	46.1	27.8
프레임	연료카트리지	1.8	301.2	268.1	44.3	111.9
프레임	브라인더리벳	2.7	1451.9	1291.2	48.3	25.8

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)

MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)

$R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요

고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

표 4-4 트랙터 부품의 고장 특성 (LG전선)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
기계요소	변속레바와이어 구	2.7	1099.0	977.6	48.3	32.1
기계요소	스크류	7.1	1531.3	1433.7	53.5	41.4
기타	기어오일	2.4	334.1	296.3	47.4	101.3
기타	노즐홀더조합	5.3	1653.9	1524.3	52.4	28.0
기타	드레그링크엔드조립	3.1	1130.6	1011.8	49.4	31.7
기타	솔로레이드(신형)	11.4	1463.4	1399.6	54.8	21.4
기타	썸프가스켓키트	5.6	1434.2	1325.1	52.6	41.4
기타	안전스위치조립	3.5	1246.3	1121.7	50.1	32.3
기타	오일 게이지(신품)	22.0	1721.9	1680.2	55.8	17.9
기타	전후진기어서브	5.9	1602.6	1485.0	52.8	32.2
기타	크랩프핸들	8.9	1729.9	1637.0	54.2	20.9
동력전달장치	기어	4.7	1472.7	1346.6	51.7	34.8
동력전달장치	기어슬라이브	4.7	1472.7	1346.6	51.7	34.8
동력전달장치	기어조합	4.7	1472.7	1346.6	51.7	34.8
동력전달장치	라이너	2.8	1736.9	1546.3	48.5	20.2
동력전달장치	레일캡	2.8	1736.9	1546.3	48.5	20.2
동력전달장치	릴리스 베어링	2.9	1233.7	1099.8	48.8	30.5
동력전달장치	마찰판(클러치디스크)	2.9	1233.7	1099.8	48.8	30.5
동력전달장치	마찰판,클러치(전유압)	3.2	1203.7	1078.6	49.6	31.6
동력전달장치	볼트피티오축	2.1	1497.8	1326.5	46.2	23.0
동력전달장치	슬리브,	3.9	1909.4	1728.2	50.8	17.3
동력전달장치	클러치카바(전유압)	3.7	1686.4	1522.4	50.5	23.6
동력전달장치	클러치디스크조합	2.9	1233.7	1099.8	48.8	30.5
동력전달장치	클러치총조합(전유압)	3.2	1288.7	1154.8	49.6	31.0
동력전달장치	클러치카바	4.7	1304.1	1193.7	51.8	38.1
동력전달장치	플레이트P,T,O	5.9	1600.2	1483.0	52.8	32.4
동력전달장치	피동축캡	8.6	1593.0	1505.7	54.1	36.0
동력전달장치	피스	4.7	1472.7	1346.6	51.7	34.8
동력전달장치	PTO축 (신형)	8.6	1593.0	1505.7	54.1	36.0
부속품	가이드부싱조립체	2.3	1162.5	1029.9	47.0	30.5
부속품	라디에터호스(상)	3.0	1189.6	1061.7	49.0	31.2
부속품	릴레이	2.2	892.9	790.8	46.6	37.9

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 트랙터 부품의 고장 특성 (LG전선)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
부속품	상부링크조립(신)	2.2	1783.4	1579.4	46.4	18.2
부속품	스페이서	5.1	1218.8	1119.9	52.1	35.9
부속품	연료필터엘리먼트	3.1	229.3	205.0	49.2	146.4
부속품	에열타이머(사용금지)	2.3	836.1	740.8	47.0	40.1
부속품	유압오일휠타-94	3.1	229.3	205.0	49.2	146.4
부속품	정지릴레이	3.0	885.9	790.5	48.9	35.9
부속품	체크 링크 조립체	2.6	1081.4	960.8	48.1	32.5
부속품	체크링크브라켓	2.7	1078.5	959.2	48.3	32.5
부속품	체크링크신형	2.5	1027.6	911.4	47.5	33.7
부속품	체크체인조립체	2.1	818.5	724.9	46.3	41.2
부속품	체크체인조합	1.3	1047.4	967.0	40.6	30.4
부속품	카바	5.2	1389.4	1278.4	52.2	40.4
부속품	카트리지조립	4.0	249.1	225.8	50.9	132.8
부속품	토션바	3.9	1154.1	1044.1	50.7	31.7
부속품	하부링크조립체	2.7	1471.8	1309.4	48.4	25.5
엔진	1차 필터	2.5	287.6	255.0	47.5	117.6
엔진	가스켓	4.4	1298.7	1182.9	51.4	36.0
엔진	가스켓	5.4	1605.7	1481.3	52.4	31.1
엔진	가스켓키트	3.4	1780.0	1600.3	50.0	20.4
엔진	가열플러그	5.5	1409.7	1302.0	52.5	42.1
엔진	노즐	4.7	1568.0	1433.7	51.7	30.8
엔진	노즐팁	4.2	1610.9	1464.2	51.2	27.5
엔진	드레인콕크조립	4.8	1725.7	1581.3	51.9	24.0
엔진	라디에이터조립	6.1	1597.4	1483.3	52.9	33.0
엔진	라디에터	6.1	1597.4	1483.3	52.9	33.0
엔진	머후러	5.4	1197.6	1104.3	52.4	34.7
엔진	벨브스텝셀	4.4	1737.2	1583.4	51.5	23.0
엔진	벨트(REPA40.7)	2.2	1135.7	1005.8	46.4	30.9
엔진	보조탱크	3.8	1675.2	1513.0	50.5	24.0
엔진	شم프키트	4.1	1729.6	1569.6	51.0	23.0
엔진	소음기	4.1	1269.4	1152.0	51.0	34.4
엔진	소음기조립	4.1	1269.4	1152.0	51.0	34.4

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 트랙터 부품의 고장 특성 (LG전선)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
엔진	소음기클램프	6.3	1109.9	1032.1	53.0	22.2
엔진	웰메탈Q	6.1	1771.8	1644.9	52.9	21.1
엔진	스톱와이어	1.6	801.5	718.1	43.3	41.7
엔진	시동 릴레이(청구금)	5.3	1412.8	1301.9	52.4	40.7
엔진	시동기조립체	4.5	1350.7	1232.2	51.5	36.6
엔진	시동모터조합(신형)	6.7	1557.9	1453.8	53.3	37.6
엔진	실린더라이너	2.1	2717.4	2406.6	46.3	9.1
엔진	안전고무-94	4.4	1236.8	1127.1	51.4	35.0
엔진	엔진오일휠타	3.3	153.7	137.8	49.6	217.8
엔진	엘레먼트	1.5	1231.5	1113.1	42.3	26.5
엔진	연료캡	2.4	1761.7	1561.6	47.3	19.0
엔진	연료탱크조합(98년)	20.0	1517.1	1476.9	55.8	20.3
엔진	연료탱크캡	5.3	1479.1	1362.9	52.3	37.9
엔진	연료필터조립	2.1	260.4	230.6	46.2	130.1
엔진	연료휠터	2.1	260.4	230.6	46.2	130.1
엔진	오일팬가스켓	4.9	1395.4	1279.8	52.0	38.6
엔진	오일필터94(070X65L)공통	3.3	153.7	137.8	49.6	217.8
엔진	와이어 (발)	1.7	748.5	668.4	43.7	44.7
엔진	와이어 (손)	1.7	748.5	668.4	43.7	44.7
엔진	와이어(신)	2.5	980.9	870.3	47.6	34.8
엔진	워터펌프조합	5.6	1393.4	1288.2	52.6	43.0
엔진	웨더스트립	3.2	1457.0	1305.9	49.6	28.1
엔진	조속와이어 (발) Q	1.7	748.5	668.4	43.7	44.7
엔진	조속와이어 (손)	1.7	748.5	668.4	43.7	44.7
엔진	조속패달	3.4	1162.2	1043.5	49.9	31.7
엔진	조속패달와이어. 구	2.1	814.6	721.4	46.3	41.4
엔진	중간연료휠타	1.7	457.4	407.6	44.1	73.6
엔진	콘로드메탈Q	6.1	1771.8	1644.9	52.9	21.1
엔진	콘로드메탈	6.1	1771.8	1644.9	52.9	21.1
엔진	피스톤	6.1	1771.8	1644.9	52.9	21.1
엔진	피스톤(STD)	6.1	1771.8	1644.9	52.9	21.1
엔진	피스톤링조합	6.1	1771.8	1644.9	52.9	21.1

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)

MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)

$R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요

고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 트랙터 부품의 고장 특성 (LG전선)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
엔진	피스톤STD(S4QL)	3.3	2362.7	2119.6	49.7	10.0
엔진	헤드가스켓	4.6	1726.8	1577.9	51.7	23.7
엔진	휠라캡	6.1	1771.8	1644.9	52.9	21.1
유압계통	리프트로드조립체(우)	5.1	1478.1	1358.0	52.1	36.7
유압계통	리프트로드조합 (우)	5.1	1478.1	1358.0	52.1	36.7
유압계통	스톱퍼	4.1	1589.3	1443.3	51.1	28.1
유압계통	오일플러그	6.0	1921.1	1782.3	52.9	14.4
유압계통	유압펌프 (94신)	5.7	1499.8	1387.9	52.7	38.8
유압계통	유압필터	2.8	272.6	242.8	48.5	123.6
유압계통	유압호스 연결기	5.1	1613.5	1483.2	52.2	30.0
유압계통	GRIP, VALVE LEVER	2.9	1790.4	1597.4	48.9	19.4
전장계통	램프스위치	3.4	1235.6	1110.7	50.0	32.1
전장계통	밧데리	4.5	789.7	720.8	51.6	42.5
전장계통	방향등릴레이	4.3	924.9	842.1	51.4	26.2
전장계통	방향지시스위치	3.4	1235.6	1110.7	50.0	32.1
전장계통	브레이크 스위치	3.2	1154.0	1033.3	49.5	31.7
전장계통	비상스위치	3.4	1235.6	1110.7	50.0	32.1
전장계통	속도계 케이블-800mm	3.1	693.1	619.9	49.3	49.3
전장계통	스위치	3.6	1175.1	1059.0	50.3	32.0
전장계통	시동 안전스위치	2.9	1075.8	958.7	48.7	32.4
전장계통	시동스위치조합(신):5줄	4.4	1214.3	1107.3	51.5	34.3
전장계통	연료감지기	3.6	1143.7	1031.7	50.3	31.5
전장계통	예열릴레이(Q)	4.4	1214.3	1107.3	51.5	34.3
전장계통	작업등 (신형)	3.2	1012.5	906.7	49.5	31.8
전장계통	작업등조립체	2.5	854.0	757.4	47.5	39.0
전장계통	전조등조립	3.0	1100.8	982.6	49.0	32.1
전장계통	커버(우)	3.6	1321.2	1190.6	50.3	32.3
전장계통	키스위치조합(OK)3줄	4.0	1165.2	1055.4	50.9	32.0
전장계통	타코미터케이블(1000mm)	2.2	963.4	853.2	46.5	35.5
전장계통	판넬전구	3.0	998.5	891.9	49.1	32.9
전장계통	피티오 스위치 셀렉터	3.3	1122.7	1007.4	49.8	31.5
전장계통	피티오레바스위치	3.3	1122.7	1007.4	49.8	31.5

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 트랙터 부품의 고장 특성 (LG전선)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
전장계통	헤드램프전구	3.0	930.6	830.4	48.9	34.4
전장계통	후방복합등램프	3.6	1062.7	957.0	50.2	30.2
전장계통	RPM케이블(신형)	2.4	923.2	818.4	47.3	36.6
조정장치	로드볼	2.7	994.6	884.7	48.3	33.9
조정장치	먼지덮개	3.6	1033.3	930.7	50.2	29.8
조정장치	오일탱크	3.7	1500.7	1353.9	50.4	29.1
조정장치	타이로드끝조립	5.0	912.9	838.6	52.1	23.0
조정장치	타이로드조립	5.0	912.9	838.6	52.1	23.0
조정장치	플러그	4.2	1675.6	1523.9	51.2	25.1
차축및브레이크	4륜구동축(703MM)	7.3	1409.3	1321.2	53.6	52.3
차축및브레이크	4륜구동축조인트	7.2	1385.6	1298.2	53.6	52.6
차축및브레이크	80HP앞,뒷TIRE	4.3	1099.3	1000.1	51.3	28.7
차축및브레이크	가스켓	4.8	1409.9	1291.3	51.9	37.6
차축및브레이크	가스켓	4.0	1536.9	1393.1	50.9	29.4
차축및브레이크	가스켓	4.3	1275.8	1161.6	51.4	35.6
차축및브레이크	가스켓	4.4	1577.8	1438.4	51.5	29.6
차축및브레이크	고무캡	4.3	1352.4	1230.8	51.3	35.6
차축및브레이크	광폭앞튜브	1.5	1735.2	1566.7	42.4	17.9
차축및브레이크	구동기어	8.0	2193.1	2056.4	55.0	4.3
차축및브레이크	리테이너	2.6	2004.3	1779.9	47.9	15.4
차축및브레이크	림 플레이트(롱용)	3.0	2328.7	2079.3	49.0	10.9
차축및브레이크	베어링케이스	6.8	1604.2	1498.1	53.3	33.8
차축및브레이크	벨크랭크 조합	5.3	1312.7	1209.2	52.3	41.2
차축및브레이크	션기어(앞차축)	6.5	1613.9	1503.4	53.1	32.4
차축및브레이크	아암홀더	7.4	1513.7	1420.4	53.6	44.0
차축및브레이크	앞림(롱용)	3.0	2328.7	2079.3	49.0	10.9
차축및브레이크	앞림조합 (신)	3.0	2328.7	2079.3	49.0	10.9
차축및브레이크	앞바퀴 디스크	4.2	2075.9	1887.5	51.2	13.0
차축및브레이크	앞바퀴립조합	3.6	2327.3	2098.5	50.4	9.7
차축및브레이크	앞바퀴용디스크	8.6	1730.8	1635.3	54.1	21.2
차축및브레이크	앞차축	7.5	1483.2	1392.5	53.7	47.3
차축및브레이크	앞타이어	3.0	1195.0	1067.3	49.1	31.3

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 트랙터 부품의 고장 특성 (LG전선)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	<i>MTBF</i>	<i>R(t)</i>	$\mu$
차축밧브레이크	앞튜브(8-16)	1.8	1319.3	1174.4	44.3	25.4
차축밧브레이크	조인트	7.9	1513.8	1424.6	53.8	45.1
차축밧브레이크	축(540RPM용)	7.1	1650.6	1545.5	53.5	29.7
차축밧브레이크	피니언축	8.1	2132.1	2009.0	53.9	5.0
차축밧브레이크	허브	6.3	1792.6	1667.7	53.0	19.8
프레임	그릴(흑색)	10.2	1719.7	1637.5	54.5	18.3
프레임	뒷유리상)	2.1	2168.1	1920.4	46.0	13.5
프레임	문 유리	1.3	2354.3	2188.5	40.2	12.5
프레임	문 조립체(우)	1.7	2205.5	1969.2	43.8	13.3
프레임	문작핸들레바조합	10.6	1655.8	1578.9	54.6	19.0
프레임	방향지시램프 전구	1.8	1151.4	1025.3	44.2	29.3
프레임	상부지붕(신형)94/6	1.7	1789.1	1596.6	43.8	17.5
프레임	스폰지	4.4	1511.7	1378.5	51.5	32.3
프레임	의자조합	12.7	1666.4	1600.1	55.0	18.7
프레임	지붕조립부대부품	3.0	2045.9	1827.7	49.1	14.8
프레임	클램프	3.4	2680.1	2407.5	49.9	6.8
프레임	햇빛가리개	43.0	1609.8	1589.0	56.5	18.9
프레임	힌지카바	4.2	1814.2	1649.3	51.2	20.2

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
*MTBF*: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
*R(t)*: *MTBF*에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장



## 2. 콤바인 부품의 고장 특성

4개 업체에서 생산한 콤바인의 주요 부품에 대한 고장 형태, 특성 수명, 평균 고장 시간, 평균 고장 시간까지의 신뢰도, 100대당 평균 교체 수요를 산출하여 표 4-5, 4-6, 4-7, 4-8에서와 같이 나타내었다.

표 4-5 콤바인 부품의 고장 특성 (대동공업주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	<i>MTBF</i>	<i>R(t)</i>	$\mu$
동력전달	기어케이스가스켓	3.7	1397.1	1260.4	50.4	9.6
동력전달	롤러캡	1.8	747.3	665.0	44.4	27.1
동력전달	브리더 2	1.0	1821.5	1825.4	36.7	9.9
동력전달	시간계조합	1.7	1349.1	1204.1	98.4	0.4
동력전달	엔진오일필터	1.9	101.4	90.1	44.9	199.9
동력전달	오일필터	1.9	101.4	90.1	44.9	199.9
동력전달	캠클러치	3.3	743.4	667.1	49.8	31.8
동력전달	V 벨트 (HP.LB54)	1.6	343.2	308.1	43.0	58.4
부착품	1 3 0 공급날	1.4	401.1	364.9	41.7	48.9
부착품	1 5 0 절단날	6.6	264.0	246.2	53.2	73.1
부착품	4 1 구동체인	3.1	534.1	478.0	49.4	34.8
부착품	곡물배출드럼	2.4	863.3	765.1	47.2	24.9
부착품	공급날 1 6 0	6.6	264.0	246.2	53.2	73.1
부착품	급개	3.2	346.8	310.6	49.5	58.0
부착품	스크레파	4.0	327.4	296.5	50.9	60.7
부착품	절단날	3.8	278.4	251.5	50.6	71.6
부착품	텐션롤러	1.5	695.7	627.6	42.5	28.4
부착품	V 벨트 (HP.LB55)	1.9	283.0	251.2	45.0	71.7
부착품	V 벨트 (HP.LB57)	1.9	283.0	251.2	45.0	71.7
양곡부	V 벨트 (RED.LB45)	2.3	271.9	240.8	46.9	74.7
양곡부	V 벨트 (RED.LC45)	3.6	277.2	249.7	50.2	72.1
엔진	가스켓	3.9	1375.8	1246.0	50.8	9.6
엔진	노즐홀더조합	1.4	1641.2	1499.8	41.3	10.3
엔진	대단메탈	5.9	1466.5	1359.0	52.8	4.3
엔진	베어링케이스가스켓	2.6	966.6	858.5	47.9	22.2
엔진	보조물탱크조합	2.5	891.8	791.8	47.6	24.4

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
*MTBF*: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
*R(t)*: *MTBF*에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 콤파인 부품의 고장 특성 (대동공업주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	<i>MTBF</i>	<i>R(t)</i>	$\mu$
엔진	보조클리너캡	3.0	1022.9	913.9	49.1	21.5
엔진	사이드메탈	7.0	1324.4	1238.8	53.4	5.2
엔진	소음기가스켓	2.3	1475.4	1306.9	46.8	10.7
엔진	시동모터	1.9	1177.4	1045.0	45.0	15.6
엔진	실린더라이너	9.2	1218.7	1151.1	55.3	5.6
엔진	에어클리너엘리먼트	3.5	167.9	151.0	50.1	119.2
엔진	엔진정지슬레노이드조합	1.3	1020.6	949.2	40.1	18.0
엔진	엘리먼트	3.5	167.9	151.0	50.1	119.2
엔진	연료공기빼기조합	2.9	1433.2	1277.7	48.8	10.5
엔진	연료펌프조합	1.6	719.5	646.1	43.0	27.6
엔진	연료필터엘리먼트	1.6	228.7	205.5	42.9	87.6
엔진	연료필터조합	2.1	320.3	283.6	46.1	63.5
엔진	연접봉조합	7.0	1324.4	1238.8	53.4	5.2
엔진	예열플러그	2.5	982.0	870.9	47.5	21.3
엔진	워터펌프조합	2.2	1211.2	1072.7	46.6	15.1
엔진	유압오일필터	3.2	159.4	142.7	49.4	126.2
엔진	주행벨트(C 4 5 )	5.1	255.7	235.0	52.2	76.6
엔진	주행텐션암조합	2.5	638.2	566.1	47.5	32.9
엔진	크랭크축메탈 1	8.6	1327.5	1254.8	54.1	3.4
엔진	크랭크편메탈	8.6	1327.5	1254.8	54.1	3.4
엔진	파이프	1.8	747.4	664.0	44.7	27.3
엔진	팬벨트(REP.HM41.5)	8.0	354.8	334.0	53.9	53.9
엔진	펌프가스켓	2.2	1211.2	1072.7	46.6	15.1
엔진	피스톤링조합	6.6	1235.2	1152.2	53.2	8.9
엔진	필터포트	4.8	254.7	233.4	51.9	77.1
엔진	헤드가스켓	4.7	956.3	874.3	51.9	29.9
엔진	흡기밸브	8.6	1327.5	1254.8	54.1	3.4
엔진	V 벨트(GRN.LB48)	3.2	247.0	221.1	49.5	81.4
예취부	1 2 스프로켓	3.3	429.3	385.1	49.7	48.0
예취부	1 4 스프로켓축	5.6	448.6	414.5	52.6	43.4
예취부	15 베벨기어	2.5	434.2	385.2	47.6	46.2
예취부	1 5 스프로켓	3.2	425.7	381.1	49.5	48.1
예취부	1 6 베벨기어 1	5.2	686.5	631.5	52.2	29.5

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
*MTBF*: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
*R(t)*: *MTBF*에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 콤파인 부품의 고장 특성 (대동공업주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	<i>MTBF</i>	<i>R(t)</i>	$\mu$
예취부	1 6 스프로켓	4.8	476.3	436.2	51.8	42.3
예취부	17 베벨기어	2.5	434.2	385.2	47.6	46.2
예취부	18 간격통	2.6	620.0	550.6	47.9	33.4
예취부	1 8 스프로켓	2.9	602.6	537.3	48.8	33.2
예취부	2 2 베벨기어	5.2	686.5	631.5	52.2	29.5
예취부	2 3 스프로켓	3.0	663.5	592.4	49.1	32.0
예취부	3 5 체인조합	7.1	267.6	250.4	53.5	71.9
예취부	5 7 체인조합	9.7	238.5	226.6	54.4	79.4
예취부	6 5 롤러	2.0	445.1	394.5	45.6	45.6
예취부	6 스프로켓	3.7	444.5	401.3	50.5	46.8
예취부	70 롤러	4.2	382.5	347.8	51.2	51.8
예취부	70 폴리	2.1	569.2	504.2	45.9	36.1
예취부	80 롤러	5.2	398.7	367.0	52.3	49.0
예취부	8 스프로켓	4.3	457.7	416.8	51.4	46.1
예취부	고정손잡이조합	1.0	692.9	688.2	37.0	26.1
예취부	고정판	1.3	1802.9	1674.3	40.2	9.4
예취부	공급레일대	4.3	470.6	428.5	51.3	42.9
예취부	공급안내조합	6.7	599.6	559.4	53.3	10.1
예취부	공급텐션	3.8	504.8	455.9	50.6	35.7
예취부	공급프레임	1.9	508.1	451.1	44.9	40.0
예취부	구동축 2	2.2	711.4	630.0	46.3	29.6
예취부	깊이안내축받침	2.7	618.8	550.2	48.2	33.3
예취부	깊이레일	2.9	570.3	508.2	48.7	34.3
예취부	깊이안내	6.5	465.4	433.5	53.1	41.5
예취부	깊이체인 4 6 조합	5.4	222.7	205.4	52.4	87.6
예취부	깊이축 1	1.7	580.5	518.1	43.8	34.8
예취부	깊이텐션암	2.9	570.3	508.2	48.7	34.3
예취부	끌어올림갈퀴	3.9	204.2	184.9	50.8	97.3
예취부	끌어올림덮개(우)	2.8	649.7	578.8	48.6	32.3
예취부	끌어올림레일	2.6	396.5	352.2	48.0	51.2
예취부	끌어올림체인갈퀴조합	2.5	309.1	274.2	47.6	65.6
예취부	끌어올림체인조합	9.7	238.5	226.6	54.4	79.4
예취부	끌어올림카바	2.8	649.7	578.8	48.6	32.3
예취부	끌어올림텐션암	2.5	520.0	461.6	47.8	38.3

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
*MTBF*: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
*R(t)*: *MTBF*에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 콤파인 부품의 고장 특성 (대동공업주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	<i>MTBF</i>	<i>R(t)</i>	$\mu$
예취부	끌어올림텐션후크	2.3	749.0	663.4	46.8	28.5
예취부	끌어올림프레임(우)	2.8	649.7	578.8	48.6	32.3
예취부	레일대	3.3	581.8	552.2	43.2	31.3
예취부	롤러	2.2	469.2	415.5	46.3	43.1
예취부	멈추개	2.7	738.9	657.0	48.2	30.0
예취부	멈춤쇠	3.6	625.0	563.1	50.3	29.7
예취부	모터조합	1.9	933.5	828.1	45.2	21.4
예취부	반송갈퀴	1.9	266.3	236.2	45.1	76.2
예취부	반송벨트	6.1	261.0	242.3	52.9	74.3
예취부	반송프레임	1.3	803.4	738.1	40.9	23.6
예취부	베어링잡이(좌)	1.2	749.2	705.7	39.4	24.8
예취부	분할관	1.5	844.1	764.7	42.1	22.8
예취부	분할기	2.7	702.4	625.0	48.4	31.1
예취부	분할기조합	3.0	655.9	585.5	49.0	32.1
예취부	스프록킷(2)	4.1	535.2	485.7	51.0	29.8
예취부	슬라이드레일	1.9	594.5	527.3	45.2	34.6
예취부	연료여과망조합	1.4	475.1	431.5	41.8	41.5
예취부	연료탱크캡조합	1.9	1552.6	1378.1	45.0	10.3
예취부	예취벨트( B43)	2.7	299.0	266.1	48.4	67.6
예취부	이삭(우)지지	2.1	733.1	649.4	45.9	28.5
예취부	이삭공급갈퀴	3.9	204.2	184.9	50.8	97.3
예취부	이삭센서조합 2	2.2	517.6	458.4	46.7	39.1
예취부	이삭체인갈퀴조합	2.4	362.2	321.2	47.5	56.0
예취부	이삭텐션	3.6	423.5	381.7	50.3	49.8
예취부	체인안내	4.3	549.9	500.7	51.4	26.7
예취부	체인조합(46)	5.4	222.7	205.4	52.4	87.6
예취부	축(패커좌)	1.9	614.2	544.9	45.2	33.5
예취부	축(포기우)	2.1	618.6	547.9	46.1	33.5
예취부	칼날크랭크핀	2.3	430.9	381.8	46.9	46.8
예취부	칼날총조합	3.6	209.9	189.0	50.2	95.2
예취부	칼날크랭크	1.7	607.5	542.6	43.7	33.2
예취부	칼날크랭크덮개(우)	2.0	741.5	657.2	45.5	28.0
예취부	칼날크랭크로드조합	1.9	553.0	490.5	45.2	37.0

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
*MTBF*: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
*R(t)*: *MTBF*에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 콤팩트 부품의 고장 특성 (대동공업주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	<i>MTBF</i>	<i>R(t)</i>	$\mu$
예취부	칼날크랭크롤러	1.8	481.8	428.4	44.5	41.9
예취부	쿠션고부	4.2	636.3	578.0	51.1	27.6
예취부	텐션	2.8	403.5	359.3	48.5	50.4
예취부	텐션축	2.2	711.4	630.0	46.5	29.7
예취부	텐션폴리	4.4	411.3	374.9	51.4	48.0
예취부	패커	2.4	493.1	437.2	47.3	40.6
예취부	패커축(우)	2.4	486.4	431.1	47.2	41.2
예취부	포기(우)시프트	3.4	553.3	497.2	50.0	32.0
예취부	포기공급카버	2.3	749.0	663.4	46.8	28.5
예취부	포기누름	2.2	642.7	569.3	46.7	32.5
예취부	포기레일	3.0	435.5	388.8	49.0	46.2
예취부	포기센서조합	3.0	652.8	583.0	49.1	32.1
예취부	포기지지판	1.6	472.1	422.8	43.3	42.5
예취부	포기체인조합(우)	2.1	339.7	300.9	45.9	59.8
예취부	포기프레임	1.9	517.8	459.2	45.3	39.4
예취부	폴리취부판	4.7	608.9	556.8	51.7	22.6
예취부	AFC-VR 스위치조합	3.7	528.4	477.0	50.5	32.5
예취부	V 벨트 (HP.LB51)	9.7	238.5	226.6	54.4	79.4
예취부	V 벨트 (RED.LB50.5)	3.9	241.4	218.6	50.8	82.3
전기장치	가속와이어(신형)	2.3	664.7	588.8	46.9	31.7
전기장치	레굴레이터	2.0	737.4	653.6	45.5	28.1
전기장치	메터케이블	3.1	519.4	464.2	49.2	36.3
전기장치	스로보로퓨즈 (60A)	1.2	676.8	632.1	39.9	27.8
전기장치	시동기스위치	2.8	699.7	622.8	48.5	31.2
전기장치	조속와이어	3.2	641.3	574.1	49.5	31.7
전기장치	축전지조합	3.1	526.2	470.5	49.3	35.7
전기장치	햇드램프조합(오렌지)	2.8	625.6	557.0	48.5	32.9
전기장치	혼조합	2.3	686.6	608.3	47.0	30.9
주행부	1 4 0 롤러	3.1	486.9	435.6	49.4	39.5
주행부	1 5 0 롤러조합	3.7	466.5	420.9	50.4	42.7
주행부	1 6 0 롤러	4.9	285.0	353.1	5.7	51.0
주행부	1 8 0 롤러	3.2	540.1	483.6	49.5	34.2

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
*MTBF*: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
*R(t)*: *MTBF*에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 콤파인 부품의 고장 특성 (대동공업주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	<i>MTBF</i>	<i>R(t)</i>	$\mu$
주행부	1 8 0 롤러조합	3.2	540.1	483.6	49.5	34.2
주행부	2 2 0 롤러	3.7	460.5	420.9	48.8	43.8
주행부	2 5 0 후륜	3.7	466.5	420.9	50.4	42.7
주행부	가동전륜암	2.5	520.0	461.6	47.8	38.3
주행부	간격통	1.4	838.2	760.7	41.9	22.9
주행부	구동롤러조합	3.7	466.5	420.9	50.4	42.7
주행부	구동스프로킷	3.2	382.3	342.5	49.6	53.8
주행부	케도바퀴안내	3.1	401.3	359.1	49.4	51.4
주행부	램프연결스위치 1 조합	1.7	583.1	519.7	44.0	34.7
주행부	롤러조합	2.2	614.7	544.4	46.6	33.7
주행부	메움마개	3.8	336.7	304.0	50.5	59.2
주행부	무한케도고무바퀴	3.1	608.7	544.7	49.4	32.0
주행부	바퀴텐션	9.9	486.5	462.6	54.4	38.9
주행부	방진고무	4.0	433.3	393.0	51.0	45.8
주행부	변속레버조합	1.8	902.8	803.2	44.4	21.9
주행부	수동조절스위치	4.8	458.9	420.2	51.8	47.4
주행부	시일	2.7	429.0	381.7	48.4	47.0
주행부	연결롤러조합	2.2	560.3	496.2	46.4	36.5
주행부	연결파이프	1.8	725.0	645.4	44.3	27.9
주행부	오일시일	11.0	248.3	237.2	54.7	75.9
주행부	오일시일	3.3	351.2	315.0	49.7	57.1
주행부	요동전륜조합(우)	2.2	561.2	497.0	46.5	36.4
주행부	정지스위치조합	2.0	483.1	428.3	45.4	42.1
주행부	주차브레이크와이어	2.8	401.3	357.3	48.5	50.8
주행부	주행벨트 LB52	5.4	222.7	205.4	52.4	87.6
주행부	캡	11.0	248.3	237.2	54.7	75.9
주행부	쿠션롤러조합	2.6	490.7	435.6	47.8	40.5
주행부	트랙롤러캡	1.6	514.7	461.5	43.2	38.9
주행부	플러그	1.8	490.5	436.4	44.4	41.2
주행부	회전멈춤쇠	3.3	351.2	315.0	49.7	57.1
주행부	C 7 2.5 벨트	2.6	301.2	267.3	47.8	67.3
주행부	V 벨트 (GRN.LB46.5)	5.4	222.7	205.4	52.4	87.6

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
*MTBF*: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
*R(t)*: *MTBF*에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 콤파인 부품의 고장 특성 (대동공업주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	<i>MTBF</i>	<i>R(t)</i>	$\mu$
주행부	V 벨트 (HP.LB53)	4.6	253.0	231.2	51.7	77.8
탈곡부	1 번급개날개	3.9	584.8	529.4	50.8	27.6
탈곡부	2 2 0 V 폴리	1.4	801.7	728.9	41.8	24.0
탈곡부	2 번나선축	2.9	601.2	536.3	48.9	33.1
탈곡부	2 번처리치	3.8	469.7	424.7	50.7	42.2
탈곡부	2 번토출케이스	2.3	591.0	523.5	46.8	34.8
탈곡부	8 4 텐션폴리	3.2	425.7	381.1	49.5	48.1
탈곡부	공급체인조합	2.4	492.6	436.5	47.2	40.7
탈곡부	레일 2	4.8	523.7	479.9	51.9	28.9
탈곡부	베어링케이스	1.9	713.0	633.1	44.9	28.8
탈곡부	변속캠	3.8	504.8	455.9	50.6	35.7
탈곡부	변속폴리	4.3	470.6	428.5	51.3	42.9
탈곡부	보강잇빨	7.1	474.7	444.3	53.5	40.5
탈곡부	보통날	3.4	433.0	389.0	49.9	47.8
탈곡부	세로나선날개	3.1	691.0	618.1	49.3	31.7
탈곡부	수망	3.5	540.4	486.3	50.1	32.4
탈곡부	스트로랙	2.1	572.7	507.2	46.1	35.9
탈곡부	스트로우시브	2.8	469.0	417.6	48.5	42.0
탈곡부	시브조합	2.5	647.0	574.0	47.6	32.6
탈곡부	시브케이스조합	2.5	647.0	574.0	47.6	32.6
탈곡부	요동브라켓 2	2.1	768.8	681.0	45.9	27.2
탈곡부	요동축지지	1.1	1121.9	1090.0	37.9	16.1
탈곡부	이삭반송레일 1	4.5	557.9	509.1	51.5	24.9
탈곡부	짚배출이삭체인조합	2.8	333.4	296.9	48.5	60.6
탈곡부	짚배출체인누름판	2.1	541.2	479.3	46.1	37.7
탈곡부	짚절단칼날	3.3	235.9	211.7	49.8	85.0
탈곡부	짚절단칼날누름 2	1.3	1152.8	1065.9	40.5	15.8
탈곡부	짚체인조합	3.1	539.2	482.4	49.3	34.6
탈곡부	채프조작와이어	2.7	525.8	467.9	48.4	37.1
탈곡부	처리고정날	2.9	545.2	486.0	48.8	35.4
탈곡부	처리치	2.3	704.2	623.8	46.9	30.2
탈곡부	처리통날개	2.9	545.2	486.0	48.8	35.4

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
*MTBF*: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
*R(t)*: *MTBF*에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 콤파인 부품의 고장 특성 (대동공업주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	<i>MTBF</i>	<i>R(t)</i>	$\mu$
탈곡부	체인텐션롤러	3.4	494.1	443.8	49.9	38.2
탈곡부	체인텐션스프링	2.4	603.9	535.2	47.2	34.2
탈곡부	체프 1	2.4	477.8	423.6	47.3	41.9
탈곡부	체프지지	2.7	498.8	443.5	48.2	39.4
탈곡부	쿠션스위치조합	1.8	625.2	555.7	44.6	32.6
탈곡부	탈곡벨트 (REC 38.5)	4.1	235.9	214.1	51.1	84.1
탈곡부	텐션폴리조합	1.9	661.0	586.7	45.0	31.1
탈곡부	관홀개날	2.7	413.9	367.9	48.2	48.9
탈곡부	풍구간격통	2.4	622.7	552.1	47.4	33.5
탈곡부	풍구날개	2.2	777.5	688.7	46.7	27.4
탈곡부	풍구베어링잡이	1.9	723.7	641.9	45.2	28.5
탈곡부	풍구보호고무	3.2	525.6	470.8	49.5	35.2
탈곡부	풍구안내핀	3.1	528.8	473.2	49.4	35.2
탈곡부	풍구축	4.1	604.4	548.9	51.1	26.2
탈곡부	풍구텐션스프링	3.9	607.6	550.0	50.8	27.8
탈곡부	흄개감김방지판 1	2.8	768.4	684.5	48.6	29.6
탈곡부	흄개날개	4.0	497.8	451.3	50.9	36.3
탈곡부	흄개몸통조합	3.7	785.8	709.2	50.5	32.9
탈곡부	흄개잇빨	3.4	494.1	443.8	49.9	38.2
탈곡부	흄개잇빨	4.0	497.8	451.3	50.9	36.3
탈곡부	V 벨트 (REC 38.5)	9.7	238.5	226.6	54.4	79.4
탈곡부	V 벨트 (GRN.LB106)	4.2	234.5	213.1	51.2	84.5
탈곡부	V 벨트 (GRN.LB53)	2.4	234.0	207.5	47.4	86.7
탈곡부	V 벨트 (GRN.LB94)	9.7	238.5	226.6	54.4	79.4
탈곡부	V 벨트 (HP.LB121)	0.8	456.2	522.6	32.9	34.5
탈곡부	V 벨트 (RED.LB36)	2.6	310.2	275.7	48.1	65.3

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)

*MTBF*: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)

*R(t)*: *MTBF*에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요

고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장



표 4-6 콤파인 부품의 고장 특성 (국제종합기계주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
동력전달	유압실린더40X239	4.2	1123.1	1021.1	51.3	18.3
동력전달	유압탱크	4.3	1374.9	1251.2	51.3	8.9
동력전달	피스톤조합	8.1	898.0	847.0	53.6	47.8
부착품	선바이저	7.3	866.0	811.7	53.6	49.8
부착품	셔터가이드	4.9	786.0	702.6	56.2	39.1
엔진부	라디에이터 조합	6.5	1100.4	1024.9	53.1	17.6
엔진부	물분리기	1.4	366.4	335.4	41.2	53.7
엔진부	보조탱크조합	2.9	1247.9	1113.9	48.9	14.3
엔진부	실린더라이너	6.5	1100.4	1024.9	53.1	17.6
엔진부	에어크리너 엘리먼트	2.4	137.7	122.7	46.8	146.7
엔진부	연료탱크캡	3.6	963.8	843.9	53.7	25.6
엔진부	연료휠터조합	1.7	426.7	380.1	44.2	47.1
엔진부	예취크랭크축	1.3	782.8	727.2	40.2	24.0
엔진부	오일휠터(80X90)	2.8	135.0	120.2	48.6	149.7
엔진부	오일휠터조합	2.0	239.6	212.4	45.5	84.8
엔진부	텐션스프링조절구	4.7	966.6	884.1	51.7	29.0
엔진부	프리크리너	2.9	1011.6	333.2	96.3	21.6
엔진부	피드펌프	2.5	497.4	441.5	47.7	40.0
엔진부	피스톤링조합	2.5	1066.2	945.6	47.5	18.8
엔진부	헤드가스켓	12.3	918.9	881.4	55.0	20.4
엔진부	휠(D 320)	3.6	1102.4	993.5	50.3	19.1
엔진부	GASKET,(NON-ASB.)	4.4	1102.9	1005.6	51.5	19.4
예취부	1번컨베이어구동센터폴리	4.9	782.9	718.1	52.0	39.0
예취부	가이드바	3.6	448.2	403.8	50.3	45.8
예취부	고정핸들(붉은색)	2.1	867.1	768.0	46.1	23.9
예취부	끌어모음벨트 A-33	3.5	176.6	158.8	50.1	113.4
예취부	끌어올림 베벨케이스 B	2.5	663.4	588.7	47.7	32.1
예취부	끌어올림러그	5.3	132.1	121.7	52.3	148.0
예취부	끌어올림체인186	6.4	140.2	130.5	53.1	137.9
예취부	러그115.5	2.0	237.0	210.0	45.8	85.7
예취부	러그가이드	2.1	323.3	286.4	45.8	62.8

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 콤파인 부품의 고장 특성 (국제종합기계주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	<i>MTBF</i>	<i>R(t)</i>	$\mu$
예취부	리그보호가이드R	2.1	371.3	328.9	46.0	54.6
예취부	레이가이드	2.2	333.8	295.6	46.4	60.9
예취부	로드조인트47(신형)	1.5	318.6	286.7	42.7	62.8
예취부	로올러축	4.5	289.8	264.5	51.6	68.1
예취부	릴레이박스15A	2.8	1131.7	1007.6	48.5	17.4
예취부	반송스프로켓 7X28	2.6	429.9	381.9	48.0	46.8
예취부	반송스프로켓18L	2.4	803.6	712.4	47.3	27.1
예취부	반송체인36X46L	2.5	365.4	324.3	47.7	55.5
예취부	반송체인58	2.3	386.1	342.1	46.9	52.5
예취부	반송폴리 94A	2.3	793.8	703.2	46.8	27.0
예취부	망진판	3.7	410.3	370.5	50.5	51.9
예취부	베벨기어 16	5.1	562.6	516.6	52.2	20.8
예취부	베벨기어 17	4.0	688.0	623.7	50.9	31.4
예취부	베벨기어14A(가공품)	6.1	739.2	686.7	53.0	39.6
예취부	베벨기어15C	3.9	718.8	650.3	50.7	32.7
예취부	베벨기어15D	3.2	670.9	601.9	49.4	31.6
예취부	베벨기어16	2.6	875.4	777.0	48.0	25.3
예취부	베벨기어16F	1.8	979.6	871.3	44.5	19.9
예취부	베벨기어18	1.8	904.2	804.9	44.3	21.8
예취부	베벨기어22A	4.2	779.8	708.5	51.1	35.1
예취부	보조가이드봉(ASSY)	1.7	558.0	498.3	43.7	36.1
예취부	보조리그가이드	2.6	288.0	256.0	48.1	70.3
예취부	보조반송가이드조합	2.9	382.8	341.4	48.8	53.5
예취부	보조반송구동축	2.2	588.3	521.1	46.7	35.0
예취부	분초판	3.4	515.6	463.5	50.0	35.2
예취부	분초판히치	3.4	515.6	463.5	50.0	35.2
예취부	사이드디바이드	3.8	538.6	486.6	50.6	31.1
예취부	상반송체인221	4.5	250.7	229.0	51.6	78.6
예취부	상반송커버L조합	1.2	648.8	607.5	39.7	29.0
예취부	상반송케이스L	1.7	550.1	490.0	44.2	36.8
예취부	상부롤러	2.9	379.5	338.3	48.8	53.9
예취부	상부롤러축	2.8	419.1	373.0	48.5	48.3

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
*MTBF*: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
*R(t)*: *MTBF*에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 콤팩트 부품의 고장 특성 (국제종합기계주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
예취부	상부아이들러	2.8	419.1	373.0	48.5	48.3
예취부	상부체인65	2.3	325.3	288.3	47.1	62.4
예취부	세로반송 케이스	5.4	453.5	418.3	52.4	43.0
예취부	스크레이퍼A	6.1	363.2	337.3	52.9	53.4
예취부	스타휠330	5.5	512.9	473.3	52.5	38.0
예취부	스프로켓12	1.4	415.1	380.0	41.2	46.8
예취부	스프로켓15T	4.0	368.9	334.6	51.0	53.8
예취부	스프로켓16	3.9	503.3	455.3	50.7	35.7
예취부	예취2축	6.8	747.7	698.2	53.3	43.3
예취부	예취날총조합	1.3	356.4	330.2	40.4	54.5
예취부	예취압	3.0	445.7	398.1	49.1	44.8
예취부	예취크랭크	2.9	402.1	358.4	48.7	50.7
예취부	예취크랭크로드	2.9	402.1	358.4	48.7	50.7
예취부	완충고무	2.3	688.9	610.2	46.7	30.7
예취부	이삭가이드고무판	2.3	355.8	315.3	47.1	57.1
예취부	이삭반송체인112L	2.4	315.9	280.2	47.5	64.3
예취부	인기가이드	2.0	318.6	282.4	45.5	63.7
예취부	인기러그AF	1.5	435.6	391.9	42.8	45.9
예취부	인기롤러	2.2	484.5	429.1	46.7	41.6
예취부	인기롤러축	2.5	345.6	306.7	47.7	58.7
예취부	인기변속케이스A	2.0	1235.7	1095.7	45.5	14.6
예취부	인기체인140	1.8	293.4	260.8	44.6	69.0
예취부	인기케이스C	1.6	593.5	530.5	43.5	33.9
예취부	인기텐션(신형)	2.2	404.9	358.6	46.5	50.0
예취부	인기휠1축	3.7	716.2	646.5	50.5	32.4
예취부	인기휠케이스A	2.8	914.7	814.5	48.6	24.7
예취부	조절아우터	4.0	565.5	512.7	50.9	27.5
예취부	조절중	2.4	616.6	546.7	47.4	33.7
예취부	중1축	4.6	868.5	793.9	51.7	35.5
예취부	중보조가이드	2.6	485.7	431.3	47.9	40.8
예취부	짚가이드A	3.4	515.6	463.5	50.0	35.2
예취부	체인63R	2.2	483.2	427.9	46.5	41.8

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 콤팩트 부품의 고장 특성 (국제종합기계주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
예취부	체인가이드판	2.1	339.0	300.2	46.2	60.0
예취부	체인로올러 24X80	2.6	401.5	356.6	48.0	50.5
예취부	체인케이스	1.8	1418.8	1262.2	44.4	12.0
예취부	체인텐션	2.2	434.7	385.0	46.6	46.4
예취부	캠클러치B205	2.6	1009.8	896.7	47.9	20.7
예취부	크랭크요크 ASSY	2.5	431.7	383.1	47.7	46.5
예취부	텐션스프링15	2.7	654.4	581.8	48.2	32.3
예취부	폴리축	1.5	538.9	485.0	42.7	37.0
예취부	플러그35	3.1	1092.3	977.1	49.3	19.1
예취부	하부1축	3.7	690.9	623.4	50.4	31.6
예취부	하부연결플랜지	5.9	797.7	739.6	52.8	45.2
예취부	하부우측텐션로올러	2.6	606.0	538.4	48.0	33.8
예취부	하부L구동케이스B	4.7	841.9	769.8	51.7	37.0
예취부	함유메탈 20X25X12	2.5	451.2	400.3	47.6	44.3
예취부	휠축(L)	2.1	560.9	496.8	46.1	36.5
예취부	휠플랜지 C	2.1	560.9	496.8	46.1	36.5
예취부	V-폴리 176	3.2	393.8	352.6	49.5	52.4
전기장치	램프스위치	1.5	1702.6	1532.0	42.8	9.6
전기장치	릴레이 CA-1B	2.3	878.8	778.7	47.0	24.2
전기장치	미터케이블	2.5	820.9	728.5	47.7	26.8
전기장치	배터리75D-MF	3.0	650.4	581.1	49.1	32.1
전기장치	서지억소버	3.1	1271.8	1139.1	49.3	13.5
전기장치	스톱모터	1.6	1029.5	923.4	43.1	18.3
전기장치	실스위치	1.5	1232.3	1109.5	42.7	14.6
전기장치	안전셔터	2.2	1705.5	1510.4	46.4	8.3
전기장치	액셀와이어	2.9	759.3	676.8	48.7	30.0
전기장치	작업등조합(신형)	3.3	973.3	873.4	49.8	24.3
전기장치	전자픽업	1.8	1080.6	962.0	44.3	17.5
전기장치	중립안전스위치	2.1	796.2	353.5	83.3	26.3
전기장치	짚누름스프링	1.3	1138.1	1054.5	40.4	16.0
전기장치	커터와이어	2.3	624.0	552.8	47.0	33.4
전기장치	컨트롤라LSA	2.3	1352.2	1197.7	46.7	12.5

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 콤파인 부품의 고장 특성 (국제종합기계주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
전기장치	키스위치조합	1.8	1696.8	1510.0	44.4	9.2
전기장치	타이머	3.2	1092.8	979.1	49.6	19.1
전기장치	헤드램프	3.3	973.3	873.4	49.8	24.3
주행부	그리스캡	10.2	1037.5	987.7	54.5	18.2
주행부	마찰관90	5.2	1096.6	1009.4	52.3	19.4
주행부	방진부러쉬	2.4	264.1	234.2	47.4	76.9
주행부	방진커버	1.5	893.7	810.2	42.0	21.3
주행부	벨트누름판	2.0	471.2	417.6	45.7	43.1
주행부	벨트커버전	2.0	1527.6	1354.3	45.4	10.5
주행부	브레이크 슈	2.5	1527.0	1354.7	47.6	9.7
주행부	사이드기어조합	23.7	850.4	831.2	55.9	21.7
주행부	사이드커버	2.0	1527.6	1354.3	45.4	10.5
주행부	스티어링와이어	2.5	1074.7	953.2	47.5	18.6
주행부	스프록트6TX145	1.6	492.3	442.4	42.9	40.7
주행부	아이들러(메탈제외)조합	2.1	456.2	404.0	46.1	44.4
주행부	아이들러축	4.5	478.5	436.4	51.5	41.2
주행부	연결와이어170	2.1	740.8	656.1	46.0	28.3
주행부	예취클러치와이어(98~)	2.5	791.6	702.4	47.7	27.8
주행부	오일실 40X62X12	2.9	499.8	445.9	48.9	38.5
주행부	오일실(QNKY204213)	2.2	452.0	400.4	46.7	44.6
주행부	오일실KCY20X47X10	2.2	371.4	328.9	46.7	54.7
주행부	유압휠더	4.4	475.1	433.3	51.5	42.0
주행부	이퀄라이저조합	3.2	534.3	478.2	49.4	34.7
주행부	잠금레버(흰색)	2.1	1259.6	1115.6	46.3	14.2
주행부	주행텐션압	2.6	823.1	731.2	48.0	27.1
주행부	철판(1.2)	5.2	1096.6	1009.4	52.3	19.4
주행부	축부실(99.1호기)	2.0	433.7	384.2	45.7	46.7
주행부	캐리어롤러조합	2.9	367.7	328.1	48.9	55.6
주행부	코크벨트RCLC-37	1.3	353.5	325.3	40.8	55.3
주행부	크롤러	4.4	607.7	554.2	51.5	24.1
주행부	크롤러가이드	2.2	437.2	387.2	46.3	46.2
주행부	탈곡클러치와이어	2.3	708.4	627.7	47.0	30.1

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 콤팩트 부품의 고장 특성 (국제종합기계주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
주행부	텐션로울러 80	1.6	828.9	742.0	43.4	23.7
주행부	텐션폴리80	1.4	1058.1	963.9	41.6	17.5
주행부	트랙롤러 ASSY	4.1	485.8	441.0	51.1	38.9
주행부	트랙롤러축B	2.9	499.8	445.9	48.9	38.5
주행부	트랙롤러B ASSY	2.9	499.8	445.9	48.9	38.5
주행부	플로팅실조합(99.1호기)	3.9	779.6	706.0	50.8	34.0
주행부	하우징커버 71	1.7	797.2	711.2	43.9	25.0
주행부	HST조합	3.3	973.3	873.4	49.8	24.3
탈곡부	1번실	5.0	756.1	694.4	52.1	38.2
탈곡부	1번컨베이어조합	3.2	506.2	453.2	49.5	37.2
탈곡부	2번쓰로우어날개	5.7	491.5	454.8	52.7	39.6
탈곡부	2번중콘베이어	2.8	487.9	434.4	48.5	40.0
탈곡부	2번컨베이어	5.1	418.8	384.9	52.1	46.8
탈곡부	급치B	2.8	421.4	375.1	48.5	48.0
탈곡부	망누름대	5.5	547.2	505.2	52.5	21.0
탈곡부	반송64(ORANGE)	1.7	544.1	485.5	43.8	37.1
탈곡부	반송스프로킷	3.4	985.7	885.8	50.0	24.0
탈곡부	반송체인25X74	2.7	707.9	629.7	48.3	30.9
탈곡부	반송축	3.0	910.5	813.5	49.2	25.8
탈곡부	받이메탈40(신)	2.3	614.2	544.0	46.7	33.8
탈곡부	배면폴리115	2.2	1006.0	890.9	46.4	19.9
탈곡부	베어링받이메탈판35	2.3	614.2	544.0	46.7	33.8
탈곡부	변환와이어(녹색99년)	1.8	816.1	724.9	44.8	24.8
탈곡부	비산방지고무	4.2	677.6	615.7	51.2	30.4
탈곡부	선별와이어	1.8	816.1	724.9	44.8	24.8
탈곡부	선별판	2.6	869.5	772.0	47.8	25.3
탈곡부	선별핀조합	2.3	826.9	732.5	46.8	25.8
탈곡부	세팅구멍커버	2.3	395.0	350.0	47.1	51.3
탈곡부	셔터와이어	2.9	681.2	607.0	48.7	31.7
탈곡부	스프로킷7	3.3	992.4	890.0	49.7	23.3
탈곡부	앞쪽망누름판조합	3.2	585.3	523.3	49.6	32.3
탈곡부	양곡날개	4.4	462.1	421.4	51.5	45.4

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 콤파인 부품의 고장 특성 (국제종합기계주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
탈곡부	양곡콘베어(T)	3.3	575.7	516.5	49.8	31.6
탈곡부	양곡투입구메탈	4.1	620.5	563.3	51.1	26.9
탈곡부	양면날	1.6	270.1	241.5	43.5	74.5
탈곡부	오픈스레이	9.5	796.2	755.7	54.3	62.8
탈곡부	요동선별판조합	2.9	744.2	663.2	48.7	30.4
탈곡부	요동축조합	2.6	927.5	823.7	47.9	23.5
탈곡부	요동후실	3.1	657.1	587.3	49.2	31.9
탈곡부	이중급치S	2.1	373.6	330.9	46.1	54.3
탈곡부	입구롤러메탈	3.7	715.8	645.8	50.4	32.3
탈곡부	입구롤러R	3.7	715.8	645.8	50.4	32.3
탈곡부	입구휠케이스	3.7	679.2	613.3	50.5	31.2
탈곡부	입력축	45.8	858.2	847.7	56.5	21.2
탈곡부	옆쪽망누름판조합	5.8	618.3	572.7	52.8	16.0
탈곡부	중구동1축	3.6	850.4	766.0	50.2	30.6
탈곡부	짚누름판관계	2.2	825.3	730.9	46.3	25.5
탈곡부	짚배출가이드봉	3.1	670.1	599.1	49.2	31.8
탈곡부	처리통구동보스	3.6	788.6	710.9	50.3	32.5
탈곡부	처리통구동축	3.5	1006.3	905.4	50.1	23.3
탈곡부	처리통급치	1.7	468.5	418.6	43.7	42.9
탈곡부	처리통망조합	2.7	897.6	798.2	48.3	24.9
탈곡부	처리통메탈B	2.9	703.1	627.1	48.8	31.4
탈곡부	처리통스크린조합	4.1	903.2	819.5	51.0	30.8
탈곡부	처리통조합	4.2	684.8	622.7	51.2	30.8
탈곡부	처리통휠케이스	4.6	867.4	792.2	51.6	35.2
탈곡부	체인105	2.9	540.7	482.0	48.8	35.7
탈곡부	체인가이드 (신형)	4.8	553.4	507.0	51.9	23.4
탈곡부	출구휠케이스	2.9	742.2	661.8	48.8	30.5
탈곡부	컨베어메탈	3.7	531.2	479.0	50.4	32.5
탈곡부	크랩프망(9MM)	5.0	596.5	547.8	52.1	19.5
탈곡부	크랩프망(16MM)	5.0	596.5	547.8	52.1	19.5
탈곡부	탈곡날D	1.7	406.8	363.3	43.7	49.3
탈곡부	탈곡이빨 R	2.1	343.8	304.5	46.2	59.1

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 콤팩트 부품의 고장 특성 (국제종합기계주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
탈곡부	탈곡통	5.9	518.6	480.8	52.8	37.4
탈곡부	탈곡통구멍커버	2.6	493.7	438.8	48.1	39.9
탈곡부	탈곡통내커버-소	1.2	1175.3	1116.9	39.0	15.4
탈곡부	탈곡통스크레이퍼	2.0	450.7	399.3	45.8	45.0
탈곡부	탈곡통조합(신형)	2.6	632.9	562.5	48.1	32.9
탈곡부	탈곡통출구메탈	3.0	811.2	724.1	49.0	28.9
탈곡부	텐션로드관L	3.4	620.7	557.6	49.9	30.6
탈곡부	텐션브래킷	3.1	690.8	618.2	49.4	31.7
탈곡부	텐션암143	2.1	653.9	579.1	46.2	31.9
탈곡부	텐션폴리70 (P/L)	3.1	781.6	698.5	49.3	30.2
탈곡부	풍구메탈	3.4	563.5	506.2	49.9	31.6
탈곡부	풍구팬조합(베어링포함)	4.1	656.2	595.6	51.1	29.1
탈곡부	피드체인 와이어(98~)	4.3	522.4	475.7	51.4	30.9
탈곡부	피드체인58X98	3.3	465.8	417.7	49.7	42.4
탈곡부	피드체인와이어(97)	1.8	849.1	755.1	44.4	23.5
탈곡부	피드체인케이스L(구형)	3.1	984.9	880.4	49.2	23.0
탈곡부	피드체인텐션	10.6	567.0	540.7	54.6	33.3
탈곡부	피드체인텐션암	10.6	514.2	490.4	54.6	36.7
탈곡부	편받이	3.8	706.5	638.7	50.6	32.2
탈곡부	회틀600	3.2	779.3	697.9	49.5	30.7
탈곡부	흰받침A	3.2	779.3	697.9	49.5	30.7
탈곡부	흡인축	2.7	986.6	877.2	48.2	21.8
탈곡부	흡인팬	2.0	955.4	846.7	45.6	20.9
탈곡부	DC모터70	177.5	854.5	851.8	56.9	21.1
탈곡부	KNIFE D(단날)	1.6	339.6	303.9	43.4	59.2
탈곡부	V-폴리110C	2.0	955.4	846.7	45.6	20.9
탈곡부	V-폴리120-C	1.8	1231.5	1094.1	44.7	14.7
탈곡부	V-폴리196-140C	1.5	1340.2	1210.8	42.3	13.2
탈곡부	V-폴리62	2.6	869.5	772.0	47.8	25.3

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)

MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)

$R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요

고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장



표 4-7 콤팩트 부품의 고장 특성 (동양물산기업주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
동력전달	가스켓(기어케이스)	2.6	1148.3	1020.2	48.0	16.8
동력전달	기어(스피어/18) ASSY	2.6	1003.2	891.4	48.1	21.1
동력전달	기어케이스(L)	2.6	1148.3	1020.2	48.0	16.8
동력전달	라이닝(30X12X10)	5.0	568.6	522.2	52.1	20.4
동력전달	레버	7.2	625.4	585.9	53.5	9.7
동력전달	벨트(SB52)	2.2	489.9	433.9	46.5	41.2
동력전달	씨일(오일/축부)	4.0	531.5	481.6	50.9	30.8
동력전달	씨일(축 취부)	2.6	550.6	488.9	47.9	36.4
동력전달	암(시프터)COMP	2.6	1003.2	891.4	48.1	21.1
동력전달	유압카트리지(HL)	5.3	198.9	183.2	52.3	98.2
동력전달	주행시프터 짚게	2.6	963.4	585.9	76.1	22.4
동력전달	척인지 기어	2.6	1003.2	891.4	48.1	21.1
동력전달	카운터기어 COMP	2.6	1003.2	891.4	48.1	21.1
동력전달	푸시로드	2.1	1219.8	1080.3	46.3	14.9
동력전달	휠 스프로킷	4.3	399.1	363.0	51.3	49.6
부착품	받침날(160X26)	4.3	399.1	363.0	51.3	49.6
부착품	아이들폴리	2.1	859.4	761.1	46.1	24.2
부착품	주축 COMP	3.1	796.6	712.2	49.2	29.8
부착품	주축플랜지(L)	2.8	755.2	672.7	48.6	30.0
부착품	칼라받침판(76X26)	3.7	453.5	409.0	50.4	45.0
부착품	포기밀동로터(190X26)	3.6	515.9	464.5	50.2	34.7
부착품	포기밀동플레이트	4.2	594.0	539.8	51.2	25.7
부착품	허브(21X36X21)	2.9	733.8	653.9	48.7	30.6
부착품	회전날(200X26)	4.3	399.1	363.0	51.3	49.6
양곡부	곡물 센서	2.0	667.6	591.9	45.4	31.0
양곡부	곡물출구고무(전)	2.4	668.1	592.3	47.3	31.7
양곡부	기어(베벨/15)	3.1	796.6	712.2	49.2	29.8
양곡부	나선체인카바(외)COMP	2.4	940.8	833.9	47.3	22.4
양곡부	손잡이	2.6	888.3	788.9	47.9	24.8
양곡부	안전 스위치 ASSY	2.2	706.8	625.9	46.4	29.8
양곡부	양곡축(하)	2.4	644.9	571.8	47.4	32.6
양곡부	체인(428HX32)COMP	2.7	476.2	423.7	48.3	41.4

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 콤파인 부품의 고장 특성 (동양물산기업주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
양곡부	카바(풍구/후) COMP	2.2	923.9	818.3	46.7	22.5
양곡부	플레이트 COMP	2.6	888.3	788.9	47.9	24.8
양곡부	핸들(카바/사이드)	2.7	1125.0	1000.2	48.2	17.5
양곡부	호올더(2) ASSY	3.1	760.1	679.7	49.3	30.7
양곡부	호퍼 곡물출구ASSY	2.8	909.1	808.9	48.4	24.7
양곡부	호퍼창문	3.0	850.6	759.2	49.0	27.6
엔진부	가스켓	3.7	1104.0	997.3	50.4	19.2
엔진부	릴레이(콘트롤/SOL)	2.3	852.4	755.1	46.8	24.9
엔진부	반침압행거	2.1	1058.5	937.6	46.0	18.4
엔진부	솔레노이드(2000년형)	2.3	852.4	755.1	46.8	24.9
엔진부	쉬라우드(HL5050)	4.5	1040.0	949.1	51.6	23.3
엔진부	스로틀레버 ASSY	2.1	669.2	592.6	46.2	31.3
엔진부	시일유니트	4.7	855.9	783.5	51.8	36.9
엔진부	에어엘레먼트(HL)	0.8	295.4	341.7	32.6	52.7
엔진부	엘레먼트(세조기)	0.9	329.4	341.9	35.5	52.7
엔진부	여과기	0.9	286.7	299.2	35.3	60.2
엔진부	연료카트리지(DC24)	1.3	209.2	192.0	41.0	93.7
엔진부	연료펌프 ASSY	2.6	876.5	778.5	48.0	25.3
엔진부	오일카트리지(DC24T)	2.1	169.3	150.0	45.9	120.0
엔진부	캡(탱크)ASSY	5.2	1336.2	1229.7	52.3	8.2
엔진부	케이블(스로틀)ASSY	2.1	669.2	592.6	46.2	31.3
엔진부	콜렉터	2.1	1058.5	937.6	46.0	18.4
엔진부	탱크(리저브)ASSY	3.4	855.0	768.0	49.9	29.6
엔진부	프리 크리너 ASSY	0.9	523.4	562.9	34.5	31.9
엔진부	피스톤링SET	5.7	1044.8	966.0	52.7	23.1
엔진부	필터 ASSY	1.4	244.5	222.2	41.8	81.0
예취부	가스켓(체인케이스)	3.7	696.2	628.6	50.5	31.8
예취부	가이드(디바이더/센터)	3.1	969.1	866.4	49.3	23.6
예취부	가이드(러그)	3.0	562.8	502.5	49.0	34.1
예취부	가이드(체인/RH)	2.2	891.6	789.7	46.7	23.5
예취부	감김방지	1.8	498.6	442.5	44.8	40.6
예취부	걸이	3.5	1008.0	906.7	50.1	23.1

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 콤팩트 부품의 고장 특성 (동양물산기업주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
예취부	공급베벨(16)	2.7	931.8	828.4	48.2	23.6
예취부	공급체인(25X31) ASSY	2.7	510.1	453.5	48.2	38.5
예취부	공급축COMP	3.1	969.1	866.4	49.3	23.6
예취부	그로미트(22X32X2)	2.5	751.5	666.7	47.6	29.0
예취부	근원구동축 COMP	2.2	907.2	803.4	46.4	22.9
예취부	근원로울러	2.7	648.7	576.6	48.2	32.4
예취부	근원스크레이퍼	2.2	887.8	786.3	46.7	23.7
예취부	기어(48)COMP	3.1	969.1	866.4	49.3	23.6
예취부	나이프	2.6	259.5	230.5	47.9	78.1
예취부	나이프 ASSY	2.6	258.5	230.5	47.6	78.1
예취부	노즐 조합	2.9	638.2	568.7	48.7	32.5
예취부	러그(이삭)	5.0	333.6	306.2	52.1	58.8
예취부	러그가이드 (전 )COMP	2.9	559.1	498.7	48.9	34.5
예취부	레일(공급)COMP	2.7	778.3	689.3	48.7	29.0
예취부	로드앤드(20)	2.1	669.3	592.8	46.2	31.3
예취부	로울러(이삭구동)	4.5	482.5	440.3	51.5	40.1
예취부	로울러(인기)	2.0	559.3	495.6	45.6	36.8
예취부	로울러체인(32)COMP	3.2	489.9	439.0	49.6	39.0
예취부	메탈(크랭크)	2.6	619.6	550.5	48.0	33.4
예취부	받침판(케이스)	2.4	783.9	694.7	47.1	27.6
예취부	발판방진고무	2.5	751.5	666.7	47.6	29.0
예취부	방음고무	2.8	521.7	464.5	48.5	37.2
예취부	베벨(14-17)(예취날)	2.0	776.1	687.7	45.7	26.8
예취부	베벨(14-18)	1.7	1169.0	1041.5	44.1	15.7
예취부	벨트(소입/VA032)	2.2	419.6	371.7	46.6	48.2
예취부	부츠(20)	2.4	585.7	519.1	47.1	35.0
예취부	분초가이드(L) COMP	3.1	969.1	866.4	49.3	23.6
예취부	분초간(센터) COMP	2.5	887.7	787.3	47.5	24.3
예취부	소입벨트(36)	2.2	419.6	371.7	46.6	48.2
예취부	소입스타휠	3.5	482.3	433.8	50.1	39.8
예취부	소입스프로켓	2.2	636.2	563.5	46.6	32.8
예취부	소입지지축	2.4	1090.5	966.4	47.2	18.0

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 콤파인 부품의 고장 특성 (동양물산기업주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
예취부	소입축	1.7	971.1	865.4	44.1	20.0
예취부	소입폴리(소)	2.0	988.7	876.4	45.5	20.0
예취부	스크레이퍼	2.4	858.2	761.0	47.4	25.3
예취부	스타휠메탈	2.5	541.5	480.5	47.7	37.1
예취부	스태이 COMP	2.1	754.4	668.1	46.1	27.9
예취부	스토퍼 COMP	2.4	783.9	694.7	47.1	27.6
예취부	스프로켓(14)	4.6	622.4	569.1	51.7	23.4
예취부	스프로켓(18)	2.6	605.9	538.2	48.0	33.9
예취부	암(나이프/) COMP	1.5	742.3	667.9	42.8	26.6
예취부	예취날(W) ASSY	2.6	258.5	230.5	47.6	78.1
예취부	예취날스태이 COMP	2.4	409.7	363.1	47.1	49.3
예취부	예취날ASSY	1.5	325.2	292.6	42.8	61.5
예취부	오일실(D)	2.0	460.8	408.2	45.8	44.0
예취부	요동 텐션 로드	2.4	845.1	749.9	47.2	25.6
예취부	유압 클러치 스프링	2.4	1090.5	966.4	47.2	18.0
예취부	이삭러그 ASSY	3.7	361.0	325.9	50.5	55.2
예취부	이삭러그가이드 COMP	3.3	579.3	519.4	49.7	31.8
예취부	이삭이송러그	3.7	361.0	325.9	50.5	55.2
예취부	이삭카바 (L)COMP	3.1	511.9	457.6	49.2	36.9
예취부	이삭카바(후)	3.9	459.0	415.5	50.8	44.5
예취부	이삭케이스COMP	3.1	511.9	457.6	49.2	36.9
예취부	이삭케이스(뒤)COMP	2.9	559.1	498.7	48.9	34.5
예취부	인기기에케이스	2.8	667.6	594.5	48.6	32.0
예취부	인기러그	2.3	359.2	318.1	46.7	56.6
예취부	인기로울러	2.1	635.3	562.6	46.2	32.8
예취부	인기베벨(15)	2.7	931.8	828.4	48.2	23.6
예취부	인기축(상)	3.1	969.1	866.4	49.3	23.6
예취부	인기케이스(RH)COMP	3.2	656.2	628.6	41.8	31.5
예취부	입력축	2.7	931.8	828.4	48.2	23.6
예취부	자동텐션메탈	1.7	941.0	840.2	43.8	20.6
예취부	젯힘가이드 COMP	3.2	756.1	677.0	49.5	31.1
예취부	책 밸브 노즐(1)조합	2.4	585.7	519.1	47.1	35.0

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 콤파인 부품의 고장 특성 (동양물산기업주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
예취부	체인 텐션 로드102	2.4	1090.5	966.4	47.2	18.0
예취부	체인(33X75) ASSY	3.1	381.5	341.0	49.2	53.8
예취부	체인러그 ASSY	2.1	404.9	358.6	46.0	50.0
예취부	체인레일(LH) COMP	1.8	788.9	701.3	44.6	25.7
예취부	축(근원)	2.7	918.0	813.0	48.7	24.2
예취부	축(크랭크)	2.3	497.8	441.1	47.0	40.3
예취부	카바(인기) COMP	3.5	603.2	542.9	50.2	29.9
예취부	카바(RH/근원) COMP	2.0	650.8	576.6	45.7	31.9
예취부	캠클러치(B206)	2.5	836.7	742.2	47.6	26.2
예취부	컨넥터(로드)	4.0	604.3	547.9	50.9	27.0
예취부	케이스(인기/RH) COMP	3.4	543.4	488.0	49.9	32.9
예취부	크랭크(카터) COMP	3.9	564.6	511.2	50.8	28.2
예취부	텐션받침COMP	4.5	535.1	488.3	51.5	27.9
예취부	텐션암 COMP	1.8	954.4	847.9	44.7	20.6
예취부	텐션암(LH) COMP	1.9	743.2	660.0	44.8	27.5
예취부	풍구 텐션 스프링	2.7	981.8	828.4	53.0	21.9
예취부	프레임(소입/RH) COMP	1.9	1186.2	1051.5	45.2	15.5
예취부	플레이트(고정/LH)	1.9	704.3	624.7	45.2	29.3
예취부	플레이트(로크)	3.0	713.5	636.9	49.0	31.3
예취부	플레이트(지점) COMP	2.0	972.6	861.8	45.7	20.5
예취부	플레이트(U/70X205)COMP	2.1	810.9	718.2	46.0	25.8
예취부	협액간(L)COMP	2.2	744.2	659.1	46.3	28.4
예취부	협지간(앞)스프링	3.0	713.5	636.9	49.0	31.3
예취부	호울더(RH) COMP	2.5	849.6	753.9	47.7	25.8
예취부	호울더스프링(69/2.3)	3.9	991.5	897.6	50.8	25.2
예취부	T형 죠인트 (2)	2.9	638.2	568.7	48.7	32.5
예취부	V폴리(A151/LH) COMP	2.0	1186.2	1051.5	45.5	15.5
전기장치	센서(앵글) ASSY	1.7	1054.2	939.2	44.1	18.0
전기장치	액튜에이터(160/R)	2.4	1090.5	966.4	47.2	18.0
전기장치	작업등조합	1.8	959.2	852.3	44.7	20.5
전기장치	점멸등스위치(완)	2.0	901.8	799.2	45.6	22.5
전기장치	트림 클립(8)	2.4	1090.5	966.4	47.2	18.0

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 콤팩트 부품의 고장 특성 (동양물산기업주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
전기장치	퓨처블링크	2.3	992.7	879.3	46.8	20.5
주행부	가이드(크로올러/후)	3.2	623.6	558.6	49.6	31.5
주행부	공급압 COMP	1.9	810.4	719.5	44.9	25.1
주행부	그리스니플(A-M8F)	1.8	630.2	560.3	44.5	32.4
주행부	냉각팬	2.1	1006.0	891.1	45.9	19.7
주행부	니플캡	2.2	686.0	607.6	46.5	30.7
주행부	디스크 플레이트	2.1	682.3	604.3	46.2	30.7
주행부	레버스위치(4) ASSY	2.1	760.2	673.4	45.9	27.5
주행부	로올러 ASSY	2.1	645.0	571.2	46.3	32.3
주행부	로올러(아이들)ASSY	2.2	658.0	582.8	46.5	31.8
주행부	리미트스위치(과워)ASSY	1.9	782.4	693.9	45.3	26.3
주행부	리프트(프론트)COMP	2.7	874.4	777.3	48.2	25.6
주행부	모터 ASSY	2.0	1186.2	1051.5	45.5	15.5
주행부	벨트(SB43)	2.3	335.3	297.2	47.1	60.6
주행부	브레이크 ASSY	2.3	800.9	709.6	47.0	26.9
주행부	셋트 손잡이(12)	2.2	923.9	818.3	46.7	22.5
주행부	스로틀 와이어 ASSY	2.3	746.7	661.6	47.0	28.8
주행부	아이들로올러오일씨일	2.7	528.7	470.1	48.2	37.1
주행부	아이들로올러ASSY	2.4	667.4	591.6	47.3	31.8
주행부	압(HST텐션) COMP	2.1	1058.5	937.6	46.0	18.4
주행부	예취클러치 와이어ASSY	2.9	585.1	521.8	48.8	33.6
주행부	예취클러치 케이블ASSY	2.2	658.0	582.8	46.5	31.8
주행부	오일서터(30)	2.1	613.3	543.2	46.0	33.8
주행부	조인트(유니버설)ASSY	2.4	1090.5	966.4	47.2	18.0
주행부	축취부 씨일	2.1	490.4	434.4	45.9	41.4
주행부	콕크벨트(RCSB35)	2.1	392.5	347.7	46.0	51.6
주행부	크로올러	7.8	628.0	590.7	53.8	8.5
주행부	크로올러가이드	2.6	571.6	507.7	48.0	35.2
주행부	탈곡벨트스토퍼 COMP	2.4	1090.5	966.4	47.2	18.0
주행부	탈곡클러치 와이어 ASSY	2.9	585.1	521.8	48.8	33.6
주행부	탈곡텐션암 COMP	2.4	1090.5	966.4	47.2	18.0
주행부	텐션축 COMP	2.2	923.9	818.3	46.7	22.5

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 콤파인 부품의 고장 특성 (동양물산기업주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
주행부	트랙로올러(B)ASSY	2.4	667.4	591.6	47.3	31.8
주행부	트랙로올러씨일	3.0	504.1	450.3	49.1	37.8
주행부	푸트페달스프링	2.2	887.8	786.3	46.7	23.7
주행부	폴리(FT60X23) COMP	1.9	892.2	791.9	45.0	22.5
주행부	폴리(FT80X62)	2.0	1186.2	1051.5	45.5	15.5
주행부	행거 COMP	2.9	889.0	793.0	48.9	26.1
주행부	행거플레이트 지점	1.4	1158.5	1061.6	41.1	15.7
주행부	헤어핀	1.9	731.9	649.3	45.2	28.1
주행부	협액체인텐션 스프링	2.5	1101.4	977.3	47.7	18.0
주행부	HST 콘트롤와이어	3.3	707.3	634.4	49.7	31.7
주행부	HST텐션 지점핀	2.6	888.3	788.9	47.9	24.8
주행부	HST텐션암 COMP	2.4	846.6	750.2	47.1	25.4
주행부	HST텐션폴리	1.7	1169.0	1041.5	44.1	15.7
탈곡부	1번나선 COMP	2.4	791.3	701.7	47.4	27.6
탈곡부	가스켓(카바)	2.0	1186.2	1051.5	45.5	15.5
탈곡부	가이드 COMP	2.1	1058.5	937.6	46.0	18.4
탈곡부	감감방지(전)COMP	1.7	680.0	605.7	44.2	29.8
탈곡부	검불시브(A) COMP	1.6	847.4	758.3	43.4	23.2
탈곡부	곡물시브(A) COMP	1.8	882.1	784.4	44.5	22.6
탈곡부	근원(뒤)스프록킷	1.7	899.4	802.9	43.8	21.8
탈곡부	급치	2.2	479.0	424.3	46.6	42.1
탈곡부	급통축 메탈	2.2	887.8	786.3	46.7	23.7
탈곡부	나선(2번) COMP(1999년)	2.2	696.1	616.5	46.4	30.2
탈곡부	나선기어(A)	2.2	887.8	786.3	46.7	23.7
탈곡부	나선베벨기어	2.1	1058.5	937.6	46.0	18.4
탈곡부	나선베벨축	1.8	954.4	847.9	44.7	20.6
탈곡부	레일(배출)COMP	1.5	913.2	824.9	42.4	20.9
탈곡부	로올러 체인(104)ASSY	4.8	514.8	471.4	51.8	31.2
탈곡부	메탈	2.2	907.2	803.4	46.4	22.9
탈곡부	메탈(1번/LH)	2.9	748.4	666.8	48.9	30.4
탈곡부	배진팬 COMP	2.6	893.2	793.7	48.1	24.8
탈곡부	벨콘폴리	4.4	498.0	453.6	51.4	36.1

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 콤파인 부품의 고장 특성 (동양물산기업주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
탈곡부	벨트(리그,SB69)	3.0	402.2	359.1	49.0	50.9
탈곡부	벨트(SC126)	3.0	437.0	390.4	49.1	46.0
탈곡부	변속벨트(20B-69)	3.0	437.8	373.1	53.9	45.8
탈곡부	보조인기 (3T)SET	2.7	897.2	797.5	48.2	24.8
탈곡부	센서감지판(전)	2.0	721.1	639.3	45.4	28.7
탈곡부	스트로랙	2.2	885.2	783.9	46.4	23.5
탈곡부	시브(검불)COMP	2.2	885.2	783.9	46.4	23.5
탈곡부	시브조절와이어 COMP	1.9	810.4	719.5	44.9	25.1
탈곡부	실린더 보강(전)	2.2	887.8	786.3	46.7	23.7
탈곡부	실린더 COMP	2.2	825.5	731.1	46.6	25.6
탈곡부	요동선반SET	2.9	872.8	778.7	48.9	26.7
탈곡부	이완메탈	1.5	888.9	801.0	42.6	21.7
탈곡부	입력기어케이스가스켓	2.0	1186.2	1051.5	45.5	15.5
탈곡부	절단날 조합	1.3	407.8	375.7	40.8	47.2
탈곡부	정류치	5.9	428.1	396.7	52.8	45.4
탈곡부	지점메탈 조합	2.2	887.8	786.3	46.7	23.7
탈곡부	짚배출메탈	1.9	976.8	866.2	45.3	20.2
탈곡부	체인(배출/33X84)ASSY	2.4	585.7	519.1	47.1	35.0
탈곡부	체인로울러	3.0	571.1	510.1	49.1	33.7
탈곡부	체인텐션	2.1	1058.5	937.6	46.0	18.4
탈곡부	축(2번) COMP	2.3	932.7	826.2	46.8	22.3
탈곡부	케이블전환 COMP	2.1	841.7	745.4	46.3	24.9
탈곡부	텐션 폴리	1.8	824.4	733.4	44.4	24.4
탈곡부	텐션암 보스 부시	2.2	825.5	731.1	46.6	25.6
탈곡부	텐션지점 핀(풍구)	2.1	1058.5	937.6	46.0	18.4
탈곡부	팬축	2.2	887.8	786.3	46.7	23.7
탈곡부	폴리(FT070X32)	1.5	1166.7	1056.6	42.1	15.6
탈곡부	폴리(V/C136)	1.8	959.2	852.3	44.7	20.5
탈곡부	풍구메탈(R)	4.4	498.0	453.6	51.4	36.1
탈곡부	풍구캡	2.1	850.7	753.4	46.3	24.6
탈곡부	플레이트 COMP	2.1	1058.5	937.6	46.0	18.4
탈곡부	플레이트(스크레이퍼)COMP	2.9	873.5	779.2	48.9	26.6
탈곡부	호울더	2.0	875.2	775.5	45.7	23.4
탈곡부	호울더 ASSY	2.6	711.4	631.9	48.0	30.6

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장



표 4-8 콤팩트 부품의 고장 특성 (LG전선)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
기계요소	라인벨트-LA119	2.5	337.0	298.9	47.5	60.2
기계요소	무단변속벨트(93)	3.1	392.3	350.8	49.3	52.4
기계요소	베어링호울더	3.2	390.5	349.8	49.5	52.8
기계요소	스크류	3.5	425.5	382.7	50.1	49.1
기계요소	주행벨트LC72	2.7	373.0	331.7	48.2	54.7
기계요소	깊이송체인(41링크)	2.0	353.2	313.0	45.6	57.5
기계요소	카터벨트(LB42)Q	2.0	283.9	251.7	45.4	71.5
기계요소	핀	1.9	449.8	399.4	44.9	44.9
기계요소	혹벨트	2.4	363.4	322.2	47.4	55.9
기타	1차 필터 대	2.9	221.8	197.8	48.8	91.0
기타	고경급치(34X56)	2.5	330.6	293.4	47.7	61.4
기타	벨크랑크 샤프트	2.1	348.9	309.0	46.0	58.3
기타	벨크랑크총조합	2.2	363.5	322.0	46.6	55.9
기타	아암	2.1	454.9	402.9	46.0	44.5
기타	쪽날-A	1.7	455.5	407.5	43.6	44.1
기타	첼머가이드	2.0	464.0	411.1	45.7	43.7
기타	카타박스고무링	1.8	248.1	220.1	44.7	81.8
기타	커터	1.7	254.2	226.4	44.2	79.5
기타	파이프D	4.6	480.4	439.3	51.7	40.9
기타	포크	4.0	412.2	373.6	50.9	52.5
기타	플레이트	4.7	444.5	406.6	51.8	50.7
기타	플레이트	4.7	444.5	406.6	51.8	50.7
기타	홀더(신)B1	3.4	486.7	437.3	49.9	39.2
기타	휴저블링크	2.8	625.9	557.1	48.4	32.9
동력전달	케도스프로켓	1.9	453.4	402.3	45.1	44.6
동력전달	기어	3.3	566.3	508.1	49.8	31.9
동력전달	긴장폴리	2.5	553.7	491.3	47.7	36.4
동력전달	벨벨트LC74	2.2	334.3	296.1	46.5	60.8
동력전달	벨트-LB86	2.0	328.7	291.4	45.4	61.8
동력전달	예취벨트(LB65)	2.1	355.3	314.6	46.2	57.2
동력전달	예취벨트-LC59-95	2.2	332.9	294.8	46.4	61.1
동력전달	오일씨일	2.9	478.3	426.7	48.9	40.7

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 콤바인 부품의 고장 특성 (LG전선)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
동력전달	주행벨트LC75	2.0	306.3	271.4	45.8	66.3
동력전달	체인케이스	3.2	569.1	509.6	49.5	32.6
동력전달	카타벨트LA88	2.7	236.9	210.7	48.3	85.4
동력전달	탈곡벨트LC68	2.4	283.1	251.1	47.4	71.7
동력전달	판	2.5	488.7	433.7	47.7	40.7
동력전달	폴리80	6.7	481.0	448.8	53.3	40.1
동력전달	V 벨트(SC71)	2.1	435.3	385.3	46.2	46.5
부대부품	ㄷ자날	4.2	159.9	145.3	51.2	123.9
부대부품	디긋자날(신형)	4.7	159.7	146.1	51.8	123.2
부대부품	인기러그	4.7	159.7	146.1	51.8	123.2
부대부품	탈곡실디긋자카타(34X58L)	4.7	159.7	146.1	51.8	123.2
부착품	별판,B(CUTTER-93)	1.1	220.6	210.1	38.9	85.7
부착품	빨카타(1.6TX160)	2.1	206.9	183.3	46.2	98.2
부착품	원형칼날(1.6TX160)	4.0	168.7	152.9	50.9	117.8
부착품	확산벨트LA53	2.3	211.3	187.1	46.7	96.2
양곡부	나선축(097X1434L)	3.6	399.9	360.9	50.2	52.7
양곡부	베벨기어(15T)	2.5	674.4	598.2	47.5	31.6
엔진	노즐	2.5	727.4	645.4	47.6	29.9
엔진	스크린휠타(18TX508X465)	1.8	313.0	278.4	44.4	64.6
엔진	에어크리너휠타	3.2	114.0	102.1	49.5	176.3
엔진	엘레먼트	2.4	169.5	150.3	47.3	119.8
엔진	예비청정기	3.1	120.6	107.9	49.3	166.9
예취부	긴장아암	4.5	446.0	406.8	51.5	49.4
예취부	러그(37X100L)	1.8	234.0	208.2	44.4	86.5
예취부	러그(39X100L)	1.8	234.0	208.2	44.4	86.5
예취부	러그3(37X128L)	1.8	234.0	208.2	44.4	86.5
예취부	롤라체인(83링크)	3.2	289.2	259.1	49.6	69.5
예취부	링크볼조합Q(M12X1.75)	2.9	283.3	252.6	48.8	71.3
예취부	볼링크조합(M18X1.5)	2.9	283.3	252.6	48.8	71.3
예취부	브라켓트(-2)	13.2	229.2	220.4	55.1	81.7
예취부	스타휠	2.1	323.9	286.9	46.1	62.8
예취부	예취날 조립체	2.7	139.3	123.6	48.3	145.6

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 콤팩트 부품의 고장 특성 (LG전선)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
예취부	예취날조합-94-신형	2.4	131.5	116.6	47.2	154.4
예취부	오일씨일	2.3	155.7	137.9	47.0	130.5
예취부	인기러그체인(192링크)	5.1	225.6	207.4	52.2	86.8
예취부	인기러그AF	2.7	261.7	232.7	48.2	77.4
예취부	인기카바서브-2	3.5	344.3	309.8	50.1	58.1
예취부	인기커버(1)	3.2	325.0	291.0	49.5	61.9
예취부	인기케이스서브-4	3.2	325.0	291.0	49.5	61.9
예취부	체인65LINK	2.3	278.7	246.9	47.0	72.9
예취부	체인레일	2.2	547.1	484.5	46.5	37.3
예취부	체인조립-22링크	1.6	459.0	411.9	43.0	43.6
예취부	체인조립체	1.6	459.0	411.9	43.0	43.6
예취부	케이스A	1.8	478.6	428.2	43.9	42.1
예취부	케이스I	1.8	478.6	426.2	44.2	42.1
예취부	케이스M	1.8	478.6	426.2	44.2	42.1
예취부	케이스N	1.8	478.6	426.2	44.2	42.1
예취부	패속 디바이더	2.2	543.2	481.1	46.5	37.5
예취부	탈곡휘드체인(27링크)	1.6	468.2	419.6	43.2	42.8
예취부	흑벨트(A25)-60MM	1.4	384.3	348.5	42.0	51.4
예취부	휘드체인 (- 3)(32링크)	1.6	439.2	394.4	43.0	45.6
예취부	휘드체인(62링크)	1.6	439.2	394.4	43.0	45.6
예취부	휠스타	1.4	392.6	357.8	41.6	49.9
예취부	KC515 예취날총조합	2.1	163.6	145.0	45.9	124.2
전기장치	батери	5.0	339.7	311.7	52.0	57.7
전기장치	스위치	2.9	399.3	355.9	48.7	51.1
주행부	10러그체인 조립체	1.6	373.5	335.3	43.0	53.6
주행부	가이드	2.8	446.3	397.2	48.4	44.7
주행부	고무패드(450X4140)	2.4	468.2	415.0	47.2	42.8
주행부	고무패드가이드-94	1.8	417.3	370.9	44.7	48.3
주행부	디스크판	2.1	509.7	451.5	45.9	39.9
주행부	로울러	1.7	443.0	395.5	43.8	45.3
주행부	로울러A,C조립(0180)	1.7	443.0	395.5	43.8	45.3
주행부	로울러B조립(0130X134L)	1.7	443.0	395.5	43.8	45.3

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 콤바인 부품의 고장 특성 (LG전선)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
주행부	롤라	3.5	289.5	260.4	50.1	69.1
주행부	롤라A,C조합, 신(0140)	3.5	289.5	260.4	50.1	69.1
주행부	롤라B조합, 신(0140)	3.5	289.5	260.4	50.1	69.1
주행부	롤러조합,A(0140)	3.5	289.5	260.4	50.1	69.1
주행부	스프로CKET	6.5	223.0	207.7	53.1	86.7
주행부	아이들러브라켓조합	2.9	333.0	296.7	48.7	60.7
주행부	아이들러조합-180	3.5	289.5	260.4	50.1	69.1
주행부	예취와이어1100L	2.8	439.9	391.4	48.4	45.6
주행부	오일씨일	2.0	425.3	377.1	45.4	47.6
주행부	와이어-1945L	2.8	398.2	354.6	48.6	51.2
주행부	와이어크러치-1060L	2.8	398.2	354.6	48.6	51.2
주행부	중앙롤라조합(0140)	3.4	294.1	264.1	49.9	68.2
주행부	커버(4)	5.6	459.9	425.0	52.6	42.3
주행부	판넬A	3.6	629.1	566.8	50.3	29.8
주행부	핸들클램프	3.2	678.9	608.5	49.6	31.6
탈곡부	가이드 C	3.1	311.6	278.5	49.2	64.6
탈곡부	급치	2.9	245.4	218.7	48.7	82.3
탈곡부	급치 판 조립	2.0	319.6	283.3	45.6	63.5
탈곡부	급치(05.25X40X63L)	2.5	290.4	257.7	47.7	69.9
탈곡부	급치(06.8X60X65L)	2.5	290.4	257.7	47.7	69.9
탈곡부	급치(07X40X68L)	2.5	290.4	257.7	47.7	69.9
탈곡부	급치-94	2.5	290.4	257.7	47.7	69.9
탈곡부	급치A(05.2X40X68L)	2.5	290.4	257.7	47.7	69.9
탈곡부	급치B	2.5	290.4	257.7	47.7	69.9
탈곡부	급치C(06X85X55L)	2.5	290.4	257.7	47.7	69.9
탈곡부	급치D(04.5X45X49L)	2.5	290.4	257.7	47.7	69.9
탈곡부	급치E-94 (대)	2.5	290.4	257.7	47.7	69.9
탈곡부	급치F-94 (소)	2.5	290.4	257.7	47.7	69.9
탈곡부	나선벨트LB68	3.1	253.0	226.4	49.4	79.5
탈곡부	나선축2(097X700L)	2.1	409.0	362.2	46.1	49.5
탈곡부	롤라체인(47링크)	2.0	401.6	356.1	45.4	50.4
탈곡부	벨트LB-98	5.1	225.6	207.4	52.2	86.8

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 콤파인 부품의 고장 특성 (LG전선)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
탈곡부	벨트-M22Q	3.8	261.0	236.0	50.7	76.3
탈곡부	벨트-SA44	3.1	253.0	226.4	49.4	79.5
탈곡부	선벨벨트SB110	3.1	253.0	226.4	49.4	79.5
탈곡부	송풍기-급통밧선벨트	3.1	253.0	226.4	49.4	79.5
탈곡부	송풍팬조립	2.3	324.8	287.7	46.9	62.6
탈곡부	짚배출휘드체인(67링크)	2.6	289.0	256.8	48.1	70.1
탈곡부	처리통급치	2.3	276.7	246.9	46.4	72.9
탈곡부	체인(101링크)	1.9	301.9	267.9	45.1	67.2
탈곡부	축	1.6	521.2	467.3	43.2	38.5
탈곡부	카타서브조합	1.6	521.2	467.3	43.2	38.5
탈곡부	탈곡급치C(59XPLATE)	2.3	335.0	296.8	46.9	60.7
탈곡부	탈곡급치F(33XPLATE)	2.3	335.0	296.8	46.9	60.7
탈곡부	탈곡망조립체	1.8	460.6	409.3	44.7	43.8
탈곡부	탈곡망A조합	1.8	460.6	409.3	44.7	43.8
탈곡부	탈곡망B조합	1.8	460.6	409.3	44.7	43.8
탈곡부	탈곡이빨 R	1.9	417.0	369.9	45.2	48.5
탈곡부	탈곡체인(73링크)	2.2	346.5	306.8	46.6	58.7
탈곡부	탈곡휘드체인(55링크)	2.2	346.5	306.8	46.6	58.7
탈곡부	팬벨트SA33	3.1	257.8	230.4	49.2	78.1
탈곡부	폴리	2.7	462.5	411.4	48.3	42.9
탈곡부	폴리조립	2.7	462.5	411.4	48.3	42.9
탈곡부	호올더	3.4	389.5	349.8	49.9	53.2
탈곡부	웬(0290X130L)	1.8	494.6	439.7	44.6	40.9
탈곡부	웬벨트-LA33	3.1	257.8	230.4	49.2	78.1
탈곡부	TOOTH E	1.6	523.2	470.5	42.8	38.2

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

### 3. 이앙기 부품의 고장 특성

4개 업체에서 생산한 이앙기의 주요 부품에 대한 고장 형태, 특성 수명, 평균 고장 시간, 평균 고장 시간까지의 신뢰도, 100대당 평균 교체 수요를 산출하여 표 4-9, 4-10, 4-11, 4-12에서와 같이 나타내었다.

표 4-9 이앙기 부품의 고장 특성 (대동공업주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	<i>MTBF</i>	<i>R(t)</i>	$\mu$
동력전달	1 7 베벨축	6.1	606.7	563.3	52.9	45.6
동력전달	2 3 베벨기어	7.7	631.4	593.6	53.8	50.6
동력전달	3 8 체인	4.7	478.7	437.9	51.8	27.5
동력전달	각조클러치와이어	4.4	457.6	416.8	51.4	26.2
동력전달	기어케이스플랜지	3.2	839.7	752.6	49.6	16.6
동력전달	동력축(10)	2.1	681.4	603.6	46.0	21.5
동력전달	마크스윗치	4.5	502.9	459.1	51.6	31.6
동력전달	브레이크판	3.5	479.1	431.2	50.1	31.0
동력전달	세로이송와이어	4.0	459.9	417.1	51.0	28.3
동력전달	센터축(600)	2.3	570.4	505.3	46.9	27.2
동력전달	점프클러치 A	2.5	569.4	505.3	47.7	27.9
동력전달	체인케이스총조합	2.8	621.6	553.7	48.6	26.7
동력전달	클러치실	2.3	446.4	395.4	46.8	33.6
동력전달	클러치잡이	7.2	632.6	592.8	53.6	48.3
동력전달	클러치조합	4.3	421.4	383.3	51.3	25.2
동력전달	클러치캡	6.3	528.1	491.3	53.1	38.3
동력전달	턱달린 1 3 기어	6.0	543.5	504.3	52.9	41.6
동력전달	V 벨트	3.9	335.1	303.4	50.8	43.5
묘탐재대부	가로이송지시쇠 조합	3.4	711.9	639.4	49.9	23.9
묘탐재대부	각조클러치(5)	5.8	531.5	492.0	52.7	38.1
묘탐재대부	각조클러치보스	7.4	552.9	518.6	53.6	48.7
묘탐재대부	고정판	2.2	623.5	552.2	46.5	24.4
묘탐재대부	모누름봉 1	2.3	572.8	507.4	46.9	27.0
묘탐재대부	모멈추개스텐드	3.6	761.3	685.8	50.3	21.2
묘탐재대부	모슬라이드스토퍼	2.4	412.2	365.3	47.2	35.8
묘탐재대부	모안내	2.7	322.4	286.6	48.2	44.8

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
*MTBF*: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
*R(t)*: *MTBF*에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 이양기 부품의 고장 특성 (대동공업주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	<i>MTBF</i>	<i>R(t)</i>	$\mu$
묘탑재대부	모안내덤편	3.7	371.5	335.4	50.5	34.3
묘탑재대부	모지지대	3.4	679.6	610.6	49.9	26.0
묘탑재대부	묘안내받침	3.7	371.5	335.4	50.5	34.3
묘탑재대부	묘탑재대조합	4.6	752.3	687.7	51.7	23.3
묘탑재대부	미끄럼판	4.1	536.6	487.2	51.1	34.2
묘탑재대부	미끄럼판조합	4.5	561.7	512.9	51.6	36.9
묘탑재대부	받침	2.5	306.3	271.8	47.6	47.4
묘탑재대부	벨트지지폴리	5.6	536.0	495.5	52.6	38.7
묘탑재대부	세로이송되돌림스프링	7.2	523.8	490.5	53.5	38.1
묘탑재대부	세로이송벨트	7.0	472.8	442.3	53.4	16.1
묘탑재대부	세로이송캠	4.8	449.7	412.0	51.9	22.4
묘탑재대부	세로이송폴리(2)	5.6	536.0	495.5	52.6	38.7
묘탑재대부	세로이송휠	8.6	490.5	463.5	54.1	20.1
묘탑재대부	세로이송휠조합	8.6	490.5	463.5	54.1	20.1
묘탑재대부	안내	3.7	371.5	335.4	50.5	34.3
묘탑재대부	연장모탑재대	3.0	515.8	460.6	49.1	31.3
묘탑재대부	요동금구	2.2	605.5	536.3	46.6	25.3
묘탑재대부	요동브라켓	1.8	561.4	498.9	44.7	26.1
묘탑재대부	이송나사봉	4.0	770.1	698.0	50.9	21.2
묘탑재대부	이송축	3.2	723.5	647.7	49.5	22.6
묘탑재대부	탑재대공급봉	9.1	803.6	761.3	54.2	11.9
식부장치	고정폴리	3.5	546.7	492.2	50.2	32.4
식부장치	퀵쇠	3.9	557.7	504.7	50.7	33.7
식부장치	퀵쇠잡이	3.4	534.6	480.0	49.9	31.9
식부장치	떨림멈춤레버	3.6	412.2	371.7	50.4	29.7
식부장치	떨림방지캡	3.9	477.4	432.4	50.8	30.0
식부장치	로드금구	2.5	656.5	582.7	47.7	23.9
식부장치	롤링로드	1.9	875.6	777.4	44.9	15.0
식부장치	모멈추개	2.3	988.0	875.2	46.8	12.2
식부장치	모운반판	4.1	586.3	532.2	51.1	34.5
식부장치	모관조정브라켓	3.1	509.9	456.0	49.3	31.5
식부장치	밀쇠	2.3	411.0	364.1	46.8	35.9
식부장치	사이드케이스	5.6	554.1	511.9	52.6	41.3
식부장치	사이드플로트금구	5.1	602.6	553.9	52.2	39.8

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
*MTBF*: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
*R(t)*: *MTBF*에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 이양기 부품의 고장 특성 (대동공업주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	<i>MTBF</i>	<i>R(t)</i>	$\mu$
식부장치	센터플로트	4.7	551.7	504.8	51.8	37.2
식부장치	센터플로트금구	5.8	464.2	429.9	52.7	19.5
식부장치	센터플로트요동압	5.8	464.2	429.9	52.7	19.5
식부장치	스프링받이	4.4	482.7	439.9	51.4	29.1
식부장치	실고무	2.5	453.3	402.4	47.8	33.2
식부장치	연결로드	2.1	890.7	788.8	46.3	14.7
식부장치	연결암	5.6	554.1	511.9	52.6	41.3
식부장치	연결암스프링	4.9	433.8	397.7	51.9	20.6
식부장치	연결축	4.1	510.8	463.7	51.1	32.5
식부장치	옆플로트	4.6	580.8	530.4	51.6	37.2
식부장치	요동압	4.2	515.9	468.8	51.2	33.0
식부장치	요동축	6.6	532.6	496.8	53.2	40.4
식부장치	위치결정금구	6.0	505.1	468.7	52.9	30.9
식부장치	이송축	4.1	622.6	565.2	51.1	33.0
식부장치	이양암	4.0	566.0	513.0	50.9	34.2
식부장치	이양암조합	4.3	560.6	510.3	51.3	35.7
식부장치	이양암조합(우)	4.3	560.6	510.3	51.3	35.7
식부장치	이양암총조합	5.6	595.3	550.4	52.6	43.4
식부장치	이양집계	1.6	275.5	246.8	43.3	52.5
식부장치	이양축 1 0	5.0	651.6	598.4	52.1	35.5
식부장치	이양카버	4.4	585.8	533.6	51.4	36.0
식부장치	이양케이스보스	4.2	560.4	509.2	51.2	35.1
식부장치	이양케이스중앙	4.1	809.1	734.1	51.0	18.5
식부장치	접촉판	1.6	551.9	493.9	43.4	26.0
식부장치	정지관 1	1.6	603.8	540.2	43.5	23.6
식부장치	조절손잡이	1.7	637.1	569.5	43.6	22.2
식부장치	종동폴리	3.5	546.7	492.2	50.2	32.4
식부장치	주름고무	5.5	454.5	419.5	52.5	19.3
식부장치	지점금구	4.2	569.2	517.4	51.2	35.3
식부장치	지점축	2.7	389.2	345.9	48.1	36.7
식부장치	지점과이프	7.0	547.6	512.2	53.4	46.2
식부장치	집계누름판	2.2	400.3	354.5	46.6	36.8
식부장치	차륜조절압조합	2.0	663.3	587.7	45.8	22.1
식부장치	카운터기어	5.1	574.3	527.7	52.1	40.1

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
*MTBF*: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
*R(t)*: *MTBF*에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장



계속: 이양기 부품의 고장 특성 (대동공업주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
식부장치	캠축	2.6	493.2	438.2	48.0	31.5
식부장치	캠축마개	2.2	417.6	369.8	46.4	35.5
식부장치	쿠션고무	2.9	425.4	379.1	48.7	33.7
식부장치	크랭크축	4.9	514.5	472.0	52.0	33.5
식부장치	태양기어	5.1	574.3	527.7	52.1	40.1
식부장치	파이널기어	5.1	574.3	527.7	52.1	40.1
식부장치	파이널기어보스	4.3	560.6	510.3	51.3	35.7
식부장치	파이널기어조합	4.3	560.6	510.3	51.3	35.7
식부장치	푸시레버	3.7	498.0	449.5	50.5	31.6
식부장치	푸시레버금구	4.7	503.9	460.8	51.7	31.7
식부장치	플로트금구	4.1	622.6	565.2	51.1	33.0
식부장치	플로트지점파이프 6	5.9	713.0	660.9	52.8	29.1
식부장치	회전케이스	8.6	544.7	514.8	54.1	49.5
식부장치	회전케이스조합	4.8	449.7	412.0	51.9	22.4
식부장치	V 벨트	1.9	356.0	315.8	45.2	41.2
엔진	기름튀김쇠	5.3	1040.2	958.2	52.3	5.7
엔진	기화기조합	5.1	448.9	412.6	52.1	20.6
엔진	기화기플랜지	5.0	704.1	646.4	52.1	29.2
엔진	레귤레이터	11.1	676.7	646.6	54.7	20.1
엔진	리코일스타트조합	2.3	332.6	294.7	47.0	43.6
엔진	배기밸브	13.8	507.5	488.8	55.2	26.6
엔진	밸브스프링멈춤쇠	13.8	507.5	488.8	55.2	26.6
엔진	밸브스프링받침	13.8	507.5	488.8	55.2	26.6
엔진	소음기	4.2	697.4	633.9	51.2	27.6
엔진	시동로우프	2.6	198.5	176.3	47.9	73.8
엔진	시동모터	4.0	668.7	606.1	50.9	29.2
엔진	시동 S/W 조합	5.1	568.5	522.6	52.2	40.2
엔진	실린더헤드	2.6	647.6	575.3	48.0	24.6
엔진	에어클리너조합	1.5	420.7	379.4	42.5	34.2
엔진	엘리먼트조합	5.3	212.3	195.5	52.3	66.5
엔진	연료관	2.7	251.9	223.9	48.2	100.1
엔진	연료여과망	1.4	348.3	316.4	41.8	40.8
엔진	연료코크조합	6.6	253.4	236.3	53.2	55.0

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 이양기 부품의 고장 특성 (대동공업주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	<i>MTBF</i>	<i>R(t)</i>	$\mu$
엔진	연료탱크	6.6	532.6	496.8	53.2	40.4
엔진	연료탱크캡조합	8.0	551.0	518.9	53.9	50.1
엔진	연료필터조합	2.3	387.5	343.2	46.8	37.8
엔진	연접봉부조합	6.0	855.0	793.2	52.9	12.6
엔진	연접봉조합	2.4	871.1	772.1	47.2	15.3
엔진	점화플러그	4.5	208.1	190.0	51.6	68.4
엔진	정지스위치조합	5.8	464.2	429.9	52.7	19.5
엔진	초크와이어조합	6.0	394.0	365.5	52.8	19.3
엔진	축전지 PT21-19AL	2.7	329.5	292.9	48.1	43.6
엔진	캠축	3.1	947.6	847.3	49.3	12.6
엔진	크랭크암	3.1	947.6	847.3	49.3	12.6
엔진	푸시로드	5.6	875.7	809.0	52.6	12.0
엔진	피스톤링조합	5.2	808.3	743.5	52.2	17.9
엔진	피스톤조합	5.2	808.3	743.5	52.2	17.9
엔진	헤드가스켓	4.1	624.9	567.3	51.1	32.8
엔진	흡기밸브	4.2	611.1	555.4	51.2	34.1
엔진	흡입관	4.5	908.9	829.9	51.6	12.0
유압계통	펌프조합	19.1	699.4	680.1	55.7	19.1
전기장치	레귤레이타조합	4.2	515.9	468.8	51.2	33.0
전기장치	마이크로스위치	3.6	588.0	529.8	50.3	31.8
전기장치	센서	2.7	537.7	478.4	48.4	30.0
전기장치	센서와이어	2.7	537.7	478.4	48.4	30.0
전기장치	점등코일조합	5.3	626.8	586.4	49.4	39.0
전기장치	점화코일조합	4.9	517.8	475.1	52.0	34.1
전기장치	휴즈 1 5 A	1.6	275.4	246.3	43.5	52.6
조정장치	마크암	5.8	464.2	429.9	52.7	19.5
조정장치	마크와이어(6)	3.5	455.4	410.0	50.2	30.1
조정장치	마크해제와이어(5)	4.7	422.6	386.4	51.7	22.2
조정장치	악셀와이어	7.3	333.7	312.8	53.6	41.6
조정장치	와이어	3.9	393.4	356.2	50.8	29.6
조정장치	유압와이어	2.9	499.0	445.0	48.9	31.6
조정장치	이양클러치와이어	5.2	490.3	451.4	52.3	28.1
조정장치	조속와이어	6.7	417.7	389.9	53.3	10.5

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
*MTBF*: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
*R(t)*: *MTBF*에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 이양기 부품의 고장 특성 (대동공업주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
조정장치	조향축	8.2	809.0	762.8	53.9	12.8
조정장치	조향클러치레버조합	9.8	687.1	653.2	54.4	37.6
조정장치	조향클러치와이어	4.3	549.6	500.3	51.3	35.4
조정장치	주클러치와이어	4.3	549.6	500.3	51.3	35.4
조정장치	초크와이어	6.0	394.0	365.5	52.8	19.3
조정장치	페달와이어	2.8	467.1	415.8	48.5	32.4
조정장치	핸들조합	5.2	1144.0	1052.9	52.3	3.7
조정장치	레버	2.3	852.8	755.6	47.0	15.8
조정장치	레버지점축	2.3	852.8	755.6	47.0	15.8
주행부	단열롤러체인	3.4	631.8	567.9	50.0	29.0
주행부	물논바퀴	9.7	543.6	516.6	54.4	51.6
주행부	보스	5.3	636.8	586.4	52.3	38.0
주행부	전륜타이어조합	4.7	673.8	616.3	51.8	31.5
주행부	점프클러치 2	3.2	953.5	853.7	49.5	12.3
주행부	체인(2)	3.2	550.1	492.5	49.5	31.0
주행부	체인 3 5 T	7.3	649.2	608.4	53.6	45.3
주행부	타이어 (2.50-17)	5.4	691.1	637.5	52.4	31.7
주행부	플러그	2.8	487.7	434.2	48.5	31.8
주행부	후륜타이어	5.4	691.1	637.5	52.4	31.7
주행부	휠	3.2	865.2	774.4	49.4	15.6
프레임	본넷트 조합	3.9	956.3	865.3	50.7	11.1
프레임	시트쿠션	2.4	694.4	615.4	47.1	21.7
프레임	예비요탑재대	6.7	680.0	634.7	53.3	36.7
프레임	의자총조합	4.6	616.6	563.3	51.6	36.0

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

표 4-10 이양기 부품의 고장 특성 (국제종합기계주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
동력전달	미션입력축조합	51.5	509.2	503.7	56.5	25.8
동력전달	전동스프로켓	3.5	907.4	816.8	50.2	13.5
동력전달	주클러치조합	2.1	746.6	661.4	45.9	19.0
동력전달	차축	2.8	800.0	712.5	48.6	18.2
동력전달	체인428HX80L	2.8	960.8	856.0	48.7	12.5
동력전달	텐션암조합	23.4	728.7	712.0	55.9	18.3
동력전달	텐션폴리	8.9	566.3	535.9	54.2	58.2
동력전달	V-벨트	5.4	443.1	408.6	52.4	18.2
동력전달	V벨트 A24	4.4	369.7	361.7	40.3	32.7
동력전달	V벨트 B44	4.4	369.7	361.7	40.3	32.7
묘탑재대부	가이드레일6	4.4	542.5	494.2	51.4	35.4
묘탑재대부	규제슈	2.3	404.6	358.6	47.1	36.3
묘탑재대부	롱가이드	2.4	347.9	308.4	47.3	41.5
묘탑재대부	묘도출판 보급판	1.9	1301.1	1154.0	45.3	8.0
묘탑재대부	묘도출판조합	3.0	805.5	719.0	49.0	18.1
묘탑재대부	묘매트잡이(상)	1.9	1301.1	1154.0	45.3	8.0
묘탑재대부	묘받침대판	1.0	1006.9	1027.6	89.3	1.4
묘탑재대부	묘스토퍼	3.4	1317.7	1184.0	49.9	4.6
묘탑재대부	묘스토퍼스프링	22.0	1148.0	1120.1	55.9	11.6
묘탑재대부	묘이송벨트	2.7	808.0	719.0	48.4	17.8
묘탑재대부	묘재대지지슈	1.9	440.6	391.1	44.9	33.6
묘탑재대부	묘지지관슈	2.2	345.3	305.8	46.6	42.2
묘탑재대부	묘취출판조합(국산)	2.1	757.7	671.1	46.2	18.7
묘탑재대부	묘탑재대레일(하)	4.2	603.0	548.2	51.2	34.5
묘탑재대부	묘탑재대암	8.8	890.3	842.2	54.1	5.7
묘탑재대부	묘탑재대지지롤러	3.0	425.9	380.1	49.0	33.3
묘탑재대부	벨트구동롤러완성	1.6	958.6	858.5	43.4	13.3
묘탑재대부	사이클체인(12.7X32)	1.9	1235.2	1095.7	45.2	8.8
묘탑재대부	스프로케9(육각형)	2.2	989.9	876.7	46.7	12.2
묘탑재대부	슬라이딩지지암	2.2	958.6	848.9	46.4	13.0
묘탑재대부	연장묘탑재대	1.9	1301.1	1154.0	45.3	8.0
묘탑재대부	원웨이클러치축	1.5	2117.7	1915.6	42.2	4.6
묘탑재대부	조클러치	1.4	1560.1	1460.7	40.2	7.2
묘탑재대부	중이송롤러	2.2	885.3	784.1	46.6	14.8

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 이양기 부품의 고장 특성 (국제종합기계주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	<i>MTBF</i>	<i>R(t)</i>	$\mu$
묘탑재대부	종이송롤러	1.7	1143.4	1019.0	44.1	10.3
묘탑재대부	종이송보조롤러	1.3	1512.7	1391.7	40.8	7.8
묘탑재대부	종이송축지지	2.4	941.9	835.2	47.4	13.3
묘탑재대부	종이송캠되돌림스프링	1.6	1312.2	1180.1	42.8	8.7
묘탑재대부	종이송캠완성	1.6	1312.1	1180.1	42.8	8.7
묘탑재대부	종이송클러치와이어	1.5	873.6	790.2	42.2	15.0
묘탑재대부	축지지대	2.4	941.9	835.2	47.4	13.3
묘탑재대부	캠리터언스프링	2.4	941.9	835.2	47.4	13.3
묘탑재대부	텐션스프링	1.2	1461.4	1387.6	39.0	8.5
부속품	푸쉬피스	2.7	460.4	409.5	48.3	32.7
식부장치	가동조	3.1	415.3	371.2	49.2	33.2
식부장치	가동조호올더	4.9	357.5	327.8	52.0	36.7
식부장치	가위스프링	2.1	947.9	839.7	45.9	13.3
식부장치	가위스프링2	2.1	947.9	839.7	45.9	13.3
식부장치	간격라이너17*21*1	3.4	494.6	444.4	49.9	31.5
식부장치	개폐로드	2.8	786.1	700.1	48.7	18.8
식부장치	고정조	3.1	415.3	371.2	49.2	33.2
식부장치	레버지점핀	2.3	589.7	522.3	46.8	26.2
식부장치	로타중간축	4.1	860.2	781.0	51.1	15.3
식부장치	로터암축	4.1	860.2	781.0	51.1	15.3
식부장치	로터캠축조합	4.1	860.2	781.0	51.1	15.3
식부장치	로터케이스 조합	3.6	967.8	871.5	50.2	11.2
식부장치	롤링보정스프링	1.4	1329.7	1213.7	41.4	8.9
식부장치	마커로프스프링	1.7	1258.8	1124.8	43.7	9.0
식부장치	마커해제와이어6	1.4	1006.9	920.5	41.3	12.6
식부장치	묘가이드	2.7	362.7	322.4	48.1	39.2
식부장치	묘탑재대총조합	2.8	859.7	765.5	48.5	15.8
식부장치	미끄럼봉	1.9	1301.1	1154.0	45.3	8.0
식부장치	밀봉달개 28	4.9	552.4	506.4	51.9	37.9
식부장치	배유어댑터1/4(C3712BE)	7.7	711.6	669.0	53.8	30.3
식부장치	사이드플로우트	2.6	783.6	695.9	47.9	18.5
식부장치	사이드플로트암조합	1.9	1301.1	1154.0	45.3	8.0
식부장치	센서암조합	1.7	1312.3	1171.6	43.8	8.4
식부장치	센서와이어35	1.8	783.5	697.8	44.2	17.4

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
*MTBF*: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
*R(t)*: *MTBF*에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 이양기 부품의 고장 특성 (국제종합기계주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
식부장치	센터플로트판조합	1.7	1312.3	1171.6	43.8	8.4
식부장치	센터플로트T	2.7	845.8	752.4	48.3	16.3
식부장치	스토퍼고무	4.0	577.6	523.7	50.9	34.1
식부장치	스프링받이 S	2.4	563.9	499.7	47.1	27.7
식부장치	슬라이딩 고정봉	1.6	1797.3	1611.0	43.2	5.5
식부장치	슬라이딩고정받침	1.8	1247.7	1110.6	44.3	8.9
식부장치	식부깊이암조합	1.7	1312.3	1171.6	43.8	8.4
식부장치	식부깊이조절헨들	1.2	2155.1	2016.8	39.8	5.3
식부장치	식부레버스프링	1.2	2155.1	2016.8	39.8	5.3
식부장치	식부아암패킹	3.1	645.8	577.5	49.3	26.7
식부장치	식부암 관계	2.0	574.0	508.5	45.8	26.2
식부장치	식부암덮개	2.3	589.7	522.3	46.8	26.2
식부장치	식부암시임	3.0	612.8	547.4	49.1	27.9
식부장치	식부암조절볼트	2.4	563.9	499.7	47.1	27.7
식부장치	식부와이어스프링	1.4	1327.7	1213.7	41.4	8.9
식부장치	식부조	3.3	306.2	274.5	49.6	48.6
식부장치	식부조리테이너	2.1	481.4	426.3	46.2	31.4
식부장치	식부조심	24.9	206.3	201.9	56.0	64.4
식부장치	식부조축(아암부착)	2.0	574.0	508.5	45.8	26.2
식부장치	식부조홀더	2.0	569.2	504.5	45.6	26.2
식부장치	식부클러치와이어	1.9	1007.0	893.0	45.3	12.1
식부장치	썸기어	2.2	972.3	861.1	46.4	12.7
식부장치	요동아암	1.5	602.2	543.8	42.4	23.2
식부장치	유닛클러치와이어조합	1.4	1329.7	1213.7	41.4	8.9
식부장치	유암레버스프링	1.7	1258.8	1124.6	43.7	9.0
식부장치	이송스크루우	2.1	1580.1	1399.7	45.9	5.4
식부장치	이송스크류벨로우즈고무	2.1	643.1	569.6	46.2	23.2
식부장치	자동리턴와이어	1.4	1052.7	961.4	41.4	11.9
식부장치	전동축조합	1.6	1797.3	1611.0	43.2	5.5
식부장치	중동아암취부축ASSY	2.8	783.2	697.8	48.7	18.9
식부장치	중동암축(B)조합	2.4	584.6	518.2	47.3	26.8
식부장치	중이송캠 조합	2.0	1019.5	903.4	45.6	11.9
식부장치	주간축연결받침	1.6	1797.3	1611.0	43.2	5.5
식부장치	중간편심기어	3.6	967.8	871.5	50.2	11.2

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 이양기 부품의 고장 특성 (국제종합기계주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
식부장치	체인조인트40	3.7	621.1	560.1	50.4	30.7
식부장치	캠되돌립스프링	3.7	621.1	560.1	50.4	30.7
식부장치	쿠션고무	2.5	618.3	548.5	47.6	25.5
식부장치	크랭크암	1.8	618.8	550.1	44.6	23.4
식부장치	편심기어4	3.6	967.8	871.5	50.2	11.2
식부장치	편심기어7	3.6	967.8	871.5	50.2	11.2
식부장치	푸쉬스프링	1.9	590.5	524.0	45.1	24.9
식부장치	푸쉬캠	2.8	548.0	487.6	48.4	29.6
식부장치	푸시레버	3.3	444.6	399.0	49.8	31.0
식부장치	푸시로드조합	3.4	407.9	366.3	49.9	31.7
식부장치	푸시스프링	2.2	570.2	505.0	46.4	26.8
식부장치	플로우트고정판(후)	1.7	1006.1	896.7	44.1	12.3
식부장치	플로우트스토퍼	1.3	1519.9	1406.0	40.5	7.8
식부장치	플로트스프링	1.7	1258.8	1124.6	43.7	9.0
식부장치	플로트암	1.6	1506.4	1347.6	43.5	7.0
식부장치	플로트지지금구조합	2.2	1229.3	1088.7	46.3	8.4
식부장치	횡이송변속축	1.6	1797.3	1611.0	43.2	5.5
식부장치	S 고정보스	13.0	499.4	479.9	55.0	27.1
엔진	리코일스타아터 조합	4.0	689.7	624.8	50.9	27.5
엔진	батери28A19L-MF	2.2	585.0	518.1	46.4	26.0
엔진	벨브스프링누름	1.0	1351.5	1331.5	37.4	9.5
엔진	시동로프	2.6	470.6	418.0	48.0	32.4
엔진	시동손잡이	6.4	579.2	539.2	53.1	48.0
엔진	에어클리어너 엘리먼트	1.9	425.7	377.9	44.9	34.7
엔진	여자 코일	5.4	858.5	791.8	52.4	13.5
엔진	연결봉 스프링	8.8	890.3	842.2	54.1	5.7
엔진	연료여과망	1.8	632.8	563.1	44.4	22.7
엔진	연료탱크	9.9	832.6	791.6	54.5	7.6
엔진	연료탱크캡(신형)	9.9	832.6	791.6	54.5	7.6
엔진	점화코일조합(산파이양기)	2.9	916.7	816.9	48.7	13.8
엔진	점화플러그	2.1	522.1	462.7	46.1	29.0
엔진	펄스코일	2.9	916.7	816.9	48.7	13.8
엔진	피 스텐 링 세트	3.7	1035.1	933.4	50.4	9.0
엔진	피스톤	3.7	1035.1	933.4	50.4	9.0

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 이양기 부품의 고장 특성 (국제종합기계주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
엔진	흡입 밸브	8.8	890.3	842.2	54.1	5.7
엔진	CARBURETOR ASSY	1.0	1351.5	1331.5	37.4	9.5
엔진	CRANKSHAFT ASSY	1.4	3134.6	2855.2	41.6	2.9
엔진	MUFFLER	11.5	1041.7	996.7	54.8	13.0
유압계통	승강실린더조합	3.7	1449.1	1306.8	50.4	2.9
유압계통	파워스티어링관계	3.7	1449.1	1306.8	50.4	2.9
조정장치	묘연결와이어	1.8	664.3	591.1	44.4	21.4
조정장치	사이드클러치레버	1.9	1301.1	1154.0	45.3	8.0
조정장치	사이드클러치와이어	1.8	664.3	591.1	44.4	21.4
조정장치	스프링	3.7	621.1	560.1	50.4	30.7
조정장치	시프트규제와이어	1.4	1329.7	1213.7	41.4	8.9
조정장치	엑셀레버조합	1.5	938.1	846.6	42.4	13.7
조정장치	엑셀부착사이드클러치레버	2.2	1229.3	1088.7	46.3	8.4
조정장치	엑셀와이어	2.1	809.7	717.2	46.1	17.0
조정장치	정지단추	1.9	630.1	559.1	44.9	23.0
조정장치	주클러치와이어	1.7	818.4	730.8	43.8	16.3
조정장치	초크와이어	1.6	537.1	480.4	43.4	26.8
조정장치	클러치규제와이어	1.4	1329.7	1213.7	41.4	8.9
조정장치	트랙로드조합	1.4	1560.1	1420.7	41.6	7.2
조정장치	PS연동와이어	1.7	1016.0	905.9	44.0	12.2
주행부	고무철차륜조합	2.2	885.3	784.1	46.6	14.8
주행부	기어케이스커버	3.7	1449.1	1306.8	50.4	2.9
주행부	로울러	1.3	854.5	786.6	40.8	15.3
주행부	스윙텐션로울러	1.6	636.1	569.0	43.5	22.2
주행부	유압실린더조합	15.7	764.4	739.2	55.4	17.6
주행부	전륜기어케이스	3.7	1449.1	1306.8	50.4	2.9
주행부	전륜스파이럴완성	1.2	3549.2	3353.1	39.3	3.1
주행부	전륜차축완성(가공품)	3.7	1449.1	1306.8	50.4	2.9
주행부	차축케이스	4.1	868.3	788.7	51.1	14.8
주행부	차축케이스조합	4.6	879.1	803.1	51.6	13.5
주행부	타이어	2.7	746.4	663.5	48.2	20.3
주행부	후론트베어링케이스	1.9	1861.8	1653.6	44.8	4.5
주행부	후차륜850(우)조합	3.2	969.7	868.5	49.5	11.7
프레임	발판취부클램프조합	1.0	2127.9	2165.5	36.2	6.2

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장



표 4-11 이양기 부품의 고장 특성 (동양물산기업주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
동력전달	속도조절폴리(6F)완성	23.2	486.2	475.0	55.9	27.4
동력전달	안전클러치 완성	5.5	474.6	438.3	52.5	23.2
동력전달	클러치 완성	2.5	666.5	591.3	47.6	23.3
동력전달	클러치로드 COMP	3.1	911.6	814.8	49.2	13.8
묘탑재대부	고무가이드 조합	1.5	289.3	260.3	42.8	49.9
묘탑재대부	라쳇트	2.0	436.3	386.5	45.8	34.2
묘탑재대부	라쳇트 스프링	2.1	459.5	407.0	46.1	32.7
묘탑재대부	라쳇트되돌림스프링	2.1	444.8	394.1	45.8	33.6
묘탑재대부	라쳇트휠	2.1	459.5	407.0	46.1	32.7
묘탑재대부	묘가이드	1.5	558.9	503.5	42.6	25.3
묘탑재대부	묘가이드고정봉	2.1	688.5	609.9	46.0	21.2
묘탑재대부	묘누르개 COMP	4.8	656.5	601.4	51.9	33.9
묘탑재대부	묘누르개스테이	3.9	716.5	648.2	50.7	25.0
묘탑재대부	묘누르개조합	4.4	730.3	665.6	51.4	25.1
묘탑재대부	묘누르개지지 조합	10.7	607.3	579.4	54.6	22.4
묘탑재대부	묘누르개지지스테이	10.7	607.3	579.4	54.6	22.4
묘탑재대부	묘누르개지지COMP	9.8	594.2	564.8	54.4	66.3
묘탑재대부	묘누르개홀더 조합	6.1	597.5	554.8	52.9	46.1
묘탑재대부	묘스토퍼	2.9	641.0	571.3	48.7	25.9
묘탑재대부	묘이송 벨트	3.8	388.2	351.0	50.7	30.9
묘탑재대부	묘이송 벨트 케이블	4.7	469.4	429.4	51.8	25.9
묘탑재대부	묘이송 축(6)	3.7	564.0	509.0	50.4	32.9
묘탑재대부	묘이송로울러	3.7	509.2	459.3	50.4	32.0
묘탑재대부	묘이송벨트케이블(6)	7.8	434.4	408.6	53.8	31.8
묘탑재대부	묘이송스테이조합	3.3	622.8	558.9	49.8	28.9
묘탑재대부	묘이송스테이쿠손	2.1	466.8	413.4	46.2	32.3
묘탑재대부	묘이송스프링	2.5	453.8	402.7	47.7	33.3
묘탑재대부	묘이송암 조합	3.4	503.6	452.2	49.9	31.7
묘탑재대부	묘이송암스토퍼	3.4	503.6	452.2	49.9	31.7
묘탑재대부	묘이송원동캡	2.9	477.3	425.5	48.8	32.1
묘탑재대부	묘이송중동기어조합	4.0	590.1	535.0	50.9	33.9
묘탑재대부	묘이송축받침	4.2	555.2	504.9	51.2	35.2

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 이양기 부품의 고장 특성 (동양물산기업주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
묘탑재대부	묘취구가이드	3.2	502.2	449.5	49.4	31.7
묘탑재대부	묘탱크 멈춤 플레이트	5.2	686.8	632.2	52.3	31.8
묘탑재대부	묘탱크 연결암(5)	6.7	659.8	615.9	53.3	41.0
묘탑재대부	묘탱크 ASSY	4.5	615.9	562.1	51.6	35.6
묘탑재대부	묘탱크로울러	4.6	539.6	493.3	51.7	36.1
묘탑재대부	묘탱크세트	6.5	637.8	594.4	53.2	44.0
묘탑재대부	묘탱크지지암	7.8	690.6	649.5	53.8	35.6
묘탑재대부	슬라이더레일 (4)	6.4	559.6	521.1	53.1	46.1
묘탑재대부	슬라이드스테인	7.1	467.9	438.1	53.5	14.4
묘탑재대부	연장묘탱크	6.4	559.6	521.1	53.1	46.1
묘탑재대부	전판 슬라이더	3.0	334.7	298.6	48.9	42.4
묘탑재대부	전판 SET	17.8	476.2	462.2	55.6	28.1
묘탑재대부	전판(고무가이드)ASSY	5.5	422.2	389.7	52.5	17.1
묘탑재대부	전판슬라이드	3.6	353.1	318.0	50.2	38.7
묘탑재대부	전판조임플레이트조합	10.0	470.0	447.2	54.5	29.1
묘탑재대부	조절가이드 조합	4.5	658.6	601.2	51.6	32.4
묘탑재대부	지지암허브	4.5	658.6	601.2	51.6	32.4
묘탑재대부	포트가이트	3.0	464.9	414.9	48.9	32.3
묘탑재대부	플레이트	2.9	482.3	429.8	48.7	32.0
식부장치	고무가이드침용 조합	3.3	287.8	257.9	49.7	52.0
식부장치	로타리식입간 완성	2.4	617.4	547.2	47.1	25.1
식부장치	로타리케이스 완성	2.6	670.5	595.7	48.0	23.5
식부장치	롤링축	2.3	609.3	539.9	47.0	25.4
식부장치	리드메탈	2.5	639.2	567.3	47.7	24.6
식부장치	리드집게	2.3	614.3	544.2	47.0	25.1
식부장치	리드집게누름판	5.8	521.2	482.4	52.7	35.6
식부장치	리드캠조합	3.7	595.8	537.8	50.5	32.1
식부장치	메탈 조합	2.9	594.8	530.3	48.8	28.2
식부장치	묘이송축	15.0	407.9	393.9	55.3	33.0
식부장치	묘이송캠 조합	3.2	581.1	520.7	49.6	30.3
식부장치	묘취게이지	7.7	487.5	458.2	53.8	20.7
식부장치	묘탱크 롤러	7.5	412.1	387.0	53.7	68.0

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 이양기 부품의 고장 특성 (동양물산기업주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
식부장치	묘탱크이동봉조합	3.2	747.2	669.4	49.5	21.4
식부장치	분리침부착판	7.3	570.0	534.5	53.6	52.3
식부장치	사이드프레임	7.7	487.5	458.2	53.8	20.7
식부장치	사이드프레임 캡	3.9	514.1	465.1	50.7	32.5
식부장치	사이드프레임주유플러그	18.3	487.9	473.9	55.6	27.4
식부장치	사이드플로트	5.7	680.1	629.1	52.6	33.9
식부장치	사이드플로트링크	3.6	698.2	629.5	50.3	25.7
식부장치	선기어	1.8	820.5	729.6	44.5	16.4
식부장치	센터플로트	2.8	869.3	774.1	48.5	15.4
식부장치	식부깊이레버 조합	711534	480.0	480.0	36.8	27.1
식부장치	식부뒷축	3.6	673.0	606.9	50.4	27.4
식부장치	식입간	7.0	384.4	359.6	53.4	36.1
식부장치	식입간 완성	5.9	409.5	379.4	52.8	16.4
식부장치	식입간 커버	5.1	452.4	415.9	52.2	20.8
식부장치	식입간구동체인	5.1	452.4	415.9	52.2	20.8
식부장치	식입간주유플러그	5.3	419.0	386.1	52.4	17.9
식부장치	식입간지지샤프트	2.4	646.0	572.5	47.2	23.9
식부장치	식입간축 COMP	2.0	806.8	715.1	45.6	16.9
식부장치	식입간카바	2.0	806.8	715.1	45.6	16.9
식부장치	식입크랭크(45)조합	2.2	596.0	527.8	46.5	25.6
식부장치	식입클러치캡	7.5	412.1	387.0	53.7	33.6
식부장치	식입클러치케이블(6)	3.4	497.2	446.8	50.0	31.6
식부장치	식입포크조합	4.4	401.3	365.6	51.4	26.0
식부장치	식입피치톱	4.7	547.5	501.2	51.8	37.1
식부장치	압출캡	8.5	421.3	397.8	54.0	32.7
식부장치	요동크랭크 조합	7.0	434.2	406.3	53.5	32.0
식부장치	유압작동로드 (하) 조합	3.6	498.8	449.3	50.2	31.6
식부장치	익스텐션	2.6	612.4	543.7	47.8	26.1
식부장치	작동로드지지판조합	1.7	787.1	701.7	44.0	17.2
식부장치	지지프레임(K)	4.7	506.1	462.8	51.7	32.0
식부장치	카운터기어(20/K)	2.7	600.3	533.6	48.2	27.0
식부장치	커버회동지점핀	4.0	501.5	454.4	50.9	31.8

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 이양기 부품의 고장 특성 (동양물산기업주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
식부장치	편취캡	3.0	464.9	414.9	48.9	32.3
식부장치	편치암	3.0	464.9	414.9	48.9	32.3
식부장치	플로우트링크부착봉	2.0	840.5	744.8	45.7	16.0
식부장치	플로우트작동로드	2.0	840.5	744.8	45.7	16.0
식부장치	플로우트취부대 (뒤)	2.0	840.5	744.8	45.7	16.0
식부장치	플로트링크조합	2.0	840.5	744.8	45.7	16.0
식부장치	흡막이커버(5)	5.3	617.4	568.8	52.3	40.2
엔진	가스켓	7.4	529.4	496.5	53.6	40.5
엔진	구동폴리(VC098)	2.7	728.8	647.8	48.2	21.0
엔진	그로메트	7.4	529.4	496.5	53.6	40.5
엔진	기화기조합(완)	5.5	462.4	427.1	52.5	20.5
엔진	단열판	8.6	379.1	358.2	54.1	36.3
엔진	라이트커버	5.9	484.9	449.4	52.8	24.8
엔진	로프조합	2.9	514.2	458.4	48.8	31.1
엔진	리코일 스타트조합	3.4	630.5	566.8	50.0	29.1
엔진	바퀴구동스프로켓 (11)	2.0	1079.6	957.1	45.4	10.8
엔진	배기밸브	3.7	670.6	605.0	50.4	27.7
엔진	밸브스프링	3.7	670.6	605.0	50.4	27.7
엔진	벨트(SA33)	2.9	449.1	400.3	48.8	32.8
엔진	벨트(SC24/E)	2.5	410.5	364.1	47.5	35.8
엔진	센터마스로드조합	3.4	725.4	651.5	49.9	23.0
엔진	센터마스로드조합	711534	480.0	480.0	36.8	27.1
엔진	소음기총조합	3.3	848.9	759.1	49.9	16.2
엔진	스트레이너	917504	480.0	480.0	36.8	27.1
엔진	식부부구동체인	3.2	637.5	570.7	49.4	27.4
엔진	실린더헤드	7.5	509.2	478.0	53.7	31.4
엔진	에어크리너 조합	1.0	412.5	418.1	36.3	31.0
엔진	엔진폴리	11.5	424.0	405.6	54.8	32.1
엔진	엘레먼트	1.0	307.2	310.7	36.4	41.7
엔진	연료여과기조합	1.3	332.3	305.2	41.0	42.0
엔진	연료탱크캡	688128	360.0	360.0	36.8	36.1
엔진	연접봉조합	42.0	504.5	497.8	56.4	26.1

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 이양기 부품의 고장 특성 (동양물산기업주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
엔진	오일 스크레이퍼	52.0	507.0	501.6	56.5	25.9
엔진	오일휠터메탈	0.6	1045.6	1690.9	26.9	12.2
엔진	유압 지지고무	16.2	493.3	477.5	55.4	27.2
엔진	중동폴리(VC098)	2.7	728.8	647.8	48.2	21.0
엔진	주축(H)	4.1	503.0	456.6	51.1	31.9
엔진	초크와이어	2.1	385.3	341.3	45.9	38.3
엔진	크랭크축	711534	480.0	480.0	36.8	27.1
엔진	텐션폴리조합	5.8	647.2	599.0	52.7	39.2
엔진	피스톤	5.7	689.7	638.2	52.7	32.6
엔진	피스톤링SET(STD)	6.6	591.1	551.2	53.2	49.5
엔진	흡기밸브	3.5	694.9	625.4	50.1	25.5
엔진	V벨트(주행벨트)	4.7	343.7	314.4	51.8	42.3
유압계통	스윙스프링홀더	4.2	666.3	605.9	51.2	30.3
유압계통	스윙연동암	4.2	494.6	449.3	51.1	31.0
유압계통	스윙연동암받침	4.2	713.9	648.5	51.1	26.0
유압계통	스윙연동암조합	4.2	713.9	648.5	51.1	26.0
유압계통	유압밸브암조합	4.2	713.9	648.5	51.1	26.0
유압계통	유압연결로드	9.5	647.3	614.5	54.4	52.5
전기장치	릴레이	1.8	500.0	444.6	44.5	29.4
전기장치	배터리조합	3.4	331.8	298.2	50.0	43.6
전기장치	수평센서ASSY	2.7	523.0	465.2	48.3	30.5
전기장치	시동스위치(PA) SET	4.9	549.1	503.7	52.0	37.9
전기장치	엔진스위치	2.8	600.1	534.6	48.6	27.7
전기장치	오토롤링콘트롤러ASSY	2.0	679.8	602.5	45.6	21.3
전기장치	절환스위치 완성	3.8	487.2	440.5	50.7	30.9
전기장치	점멸등스위치ASSY	3.0	592.7	529.4	49.1	28.8
전기장치	점화코일조합	2.7	514.5	457.7	48.3	30.8
전기장치	점화플러그	3.5	325.8	293.0	50.1	45.1
전기장치	쿠션	1.6	549.5	493.0	43.1	26.0
조정장치	감지케이블	2.5	489.0	434.1	47.8	31.6
조정장치	레적지우개스테이	2.4	446.9	396.2	47.3	33.6
조정장치	리프트케이블	2.3	552.8	489.8	47.0	28.1

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 이양기 부품의 고장 특성 (동양물산기업주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
조정장치	묘탑제와이어	3.2	488.4	437.5	49.5	31.6
조정장치	변속레버캡	1.8	801.4	712.4	44.6	16.9
조정장치	사이드클러치레버	1.7	967.1	862.3	44.0	13.1
조정장치	사이드클러치와이어	6.1	480.4	446.0	52.9	22.7
조정장치	속도조절케이블	3.6	407.0	366.6	50.2	30.4
조정장치	스로틀와이어	2.9	460.3	410.6	48.9	32.4
조정장치	스티어링축(하)조합	2.3	1067.8	946.2	47.1	10.5
조정장치	식입클러치 케이블(C)	4.6	449.5	410.7	51.7	23.7
조정장치	식입클러치와이어	4.3	427.4	389.1	51.3	24.8
조정장치	와이어(S)	3.2	488.4	437.5	49.5	31.6
조정장치	유압클러치와이어	3.1	461.7	413.1	49.4	31.9
조정장치	전판슬라이드베이스 조합	4.6	566.6	517.9	51.7	37.6
조정장치	주클러치와이어	4.7	377.9	345.8	51.8	29.4
조정장치	초크케이블완성	2.6	321.5	285.5	48.0	44.9
조정장치	클러치가이드	4.0	640.9	581.0	50.9	31.2
조정장치	타이로드 엔드 ASSY	1.7	785.6	699.7	44.2	17.3
조정장치	트랙 엔드 완성	2.3	828.4	733.8	46.8	16.5
조정장치	파이프멈춤판	4.6	680.2	621.7	51.7	30.6
조정장치	푸시케이블	1.7	741.1	661.5	43.8	18.6
조정장치	풋엑셀케이블	4.3	427.4	389.1	51.3	24.8
주행부	감감방지판	2.8	873.9	778.6	48.7	15.3
주행부	고무러그차륜 조합	3.2	691.5	619.2	49.5	24.5
주행부	리어휠 COMP	5.2	597.9	550.2	52.2	40.6
주행부	리어휠샤프트조합	5.1	610.4	561.1	52.2	39.5
주행부	리어휠조합	4.4	583.0	531.0	51.4	36.0
주행부	막이판(75X12)	3.7	452.5	408.4	50.5	29.2
주행부	베벨 기어 (12/M)	8.3	487.6	460.1	54.0	19.4
주행부	베벨기어 (13)	8.3	487.6	460.1	54.0	19.4
주행부	체인가이드	2.4	859.9	762.5	47.4	15.7
주행부	타이어	4.4	577.4	526.5	51.5	36.6
주행부	프런트립(E) 조합	3.1	724.9	648.6	49.4	22.4
주행부	프런트휠 샤프트 조합	4.2	586.0	532.7	51.2	35.1

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 이양기 부품의 고장 특성 (동양물산기업주식회사)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	<i>MTBF</i>	<i>R(t)</i>	$\mu$
주행부	프린트휠립(6)COMP	2.1	789.0	698.8	46.3	17.7
주행부	휠체인케이스조합	4.1	550.3	499.6	51.1	34.6
프레임	묘취관	1.4	874.6	793.7	41.9	14.9
프레임	묘탑재판롤러	6.8	446.8	417.4	53.3	10.5
프레임	분넷트 ASSY	2.4	804.9	713.8	47.4	17.5
프레임	센터마스코트완성	2.1	843.3	746.8	46.2	16.0
프레임	슬레노이드 완성	5.5	542.2	500.7	52.5	39.7
프레임	연료탱크	3.2	888.9	796.6	49.6	14.5
프레임	연료파이프	1.7	605.2	539.2	44.1	23.8

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
*MTBF*: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
*R(t)*: *MTBF*에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

표 4-12 이양기 부품의 고장 특성 (LG전선)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
기계요소	벨트(M22.5)(유압벨트)	1.4	311.1	282.4	41.9	45.8
기계요소	와이어 (상하조절)	1.7	421.3	376.0	43.8	34.6
기계요소	와이어 (식부크리치)	1.7	421.3	376.0	43.8	34.6
기계요소	와이어 (안전크리치)	1.7	421.3	376.0	43.8	34.6
기계요소	와이어 (유압센서)	1.7	421.3	376.0	43.8	34.6
기계요소	와이어 (조속)	1.7	421.3	376.0	43.8	34.6
기계요소	와이어(초크)	1.8	413.0	367.0	44.7	35.6
기계요소	조향크리치와이어	1.7	421.3	376.0	43.8	34.6
기계요소	V-벨트LA38	1.4	311.1	282.4	41.9	45.8
동력전달	미손케이스(우)Q	3.4	1486.2	1334.8	49.9	3.2
동력전달	브레이조합	2.4	497.1	440.8	47.4	31.1
동력전달	브레이크슈조합	4.4	426.9	389.2	51.5	23.9
동력전달	조인트	6.2	499.9	464.6	53.0	28.9
동력전달	클러치(B)	1.7	551.7	492.7	43.7	26.2
동력전달	T/M조합	3.4	1486.2	1334.8	49.9	3.2
묘탑재대부	가이드(93)대6EA	2.8	413.0	367.9	48.6	34.3
묘탑재대부	브라켓(93)대7EA	2.0	473.2	419.2	45.8	31.8
묘탑재대부	스톱퍼	2.0	473.2	419.2	45.8	31.8
묘탑재대부	슬라이드피스	3.2	395.5	354.4	49.6	33.5
묘탑재대부	식부배드	2.4	443.6	393.2	47.3	33.8
묘탑재대부	에이프론조합	2.9	452.1	403.2	48.8	32.6
묘탑재대부	푸레이트(대7EA)	2.0	473.2	419.2	45.8	31.8
부속품	비크	3.4	214.7	192.8	49.9	67.4
부속품	스크레퍼	2.3	265.6	235.3	47.1	55.3
부속품	N-비크	4.2	202.9	184.4	51.2	70.5
식부장치	가로이송축	5.1	653.1	600.4	52.2	35.7
식부장치	가이드(B)	2.8	450.5	401.2	48.6	32.9
식부장치	고무	5.3	389.0	358.2	52.3	23.8
식부장치	고무쿠션	5.3	389.0	358.2	52.3	23.8
식부장치	라이너	2.5	519.8	461.2	47.6	30.2
식부장치	라이너(0.4T)	2.5	519.8	461.2	47.6	30.2
식부장치	로드	4.6	377.6	344.8	51.6	30.1

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장



계속: 이양기 부품의 고장 특성 (LG전선)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
식부장치	로드	1.7	351.5	313.9	43.7	41.3
식부장치	로올러	1.9	384.0	340.5	45.3	38.4
식부장치	롤러	5.8	374.1	346.4	52.7	37.5
식부장치	모공급롤라조합-93	3.1	381.5	341.1	49.3	35.5
식부장치	모공급롤라조합-93	3.1	381.5	341.1	49.3	35.5
식부장치	베이스-92	5.5	411.3	379.9	52.5	17.7
식부장치	보조대(플레이트)	4.6	490.7	448.2	51.6	29.7
식부장치	부싱	4.6	377.6	344.8	51.6	30.1
식부장치	사이드플로우트	5.4	400.6	369.4	52.4	20.3
식부장치	사이드플로트	5.4	400.6	369.4	52.4	20.3
식부장치	센터프로트	5.8	473.7	438.5	52.7	21.9
식부장치	스프로켓	5.4	507.0	467.6	52.4	31.9
식부장치	스프로켓(13T)	5.5	342.4	316.2	52.5	41.1
식부장치	스프로켓(15T)	5.5	342.4	316.2	52.5	41.1
식부장치	식부아암총조합(우)	3.0	421.8	376.8	49.1	33.2
식부장치	아암	4.4	384.7	350.7	51.5	28.7
식부장치	아암	1.9	361.7	320.9	45.2	40.6
식부장치	체인	3.5	420.5	378.1	50.0	30.5
식부장치	축(B)	147.0	481.5	479.6	56.9	27.1
식부장치	캡	4.4	502.7	457.9	51.4	31.7
식부장치	케이스	3.6	555.9	501.3	50.4	32.7
식부장치	쿠션	4.6	463.8	423.7	51.7	25.6
식부장치	크랭크벨	3.0	421.8	376.8	49.1	33.2
식부장치	푸레이트(B)	4.2	481.8	438.0	51.2	29.6
식부장치	프랜터아암캡	6.5	326.6	304.4	53.2	42.7
식부장치	프랜터아암커버	6.6	303.6	283.0	53.2	45.9
식부장치	프렌터축	7.4	590.2	553.6	53.6	54.0
식부장치	프렌터케이스(좌)	4.6	579.3	529.3	51.6	37.2
식부장치	플레이트	5.8	374.1	346.4	52.7	37.5
식부장치	플레이트(A)	3.6	555.9	501.3	50.4	32.7
식부장치	피스	1.8	349.6	310.6	44.8	41.8
식부장치	후로트베이스	3.6	555.9	501.3	50.4	32.7

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 이양기 부품의 고장 특성 (LG전선)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
식부장치	R-포크	6.3	219.4	204.1	53.1	63.7
엔진	공기청정기조합	1.2	432.3	402.9	40.0	31.6
엔진	기화기조합	4.2	593.0	539.1	51.2	34.9
엔진	벨트(LA38.5)Q	1.6	291.5	260.9	43.4	49.7
엔진	엔진조합	6.9	933.0	872.1	53.4	6.2
엔진	엘레멘트	3.6	188.0	169.4	50.3	76.7
엔진	연료게이지	6.9	933.0	872.1	53.4	6.2
엔진	와이어	3.0	361.5	323.0	49.2	38.1
엔진	와이어	3.0	361.5	323.0	49.2	38.1
엔진	유압벨트-LB46-	2.5	244.9	217.3	47.7	59.8
엔진	접화플러그	2.3	279.4	247.5	46.8	52.4
엔진	조속와이어(발와이어)	3.0	361.5	323.0	49.2	38.1
엔진	탱크조합	91.1	643.1	639.1	56.7	20.3
엔진	헤드캐스켓	9.0	634.0	600.3	54.2	54.7
엔진	V-벨트(LB47)	2.5	244.9	217.3	47.7	59.8
엔진	V-벨트(LB50)	2.5	244.9	217.3	47.7	59.8
유압계통	로드	8.2	659.8	622.0	53.9	44.7
유압계통	링크(A)	91.1	643.1	639.1	56.7	20.3
유압계통	식부크러치와이어790L	1.7	324.8	289.8	43.9	44.7
유압계통	유압조정와이어925L	1.5	344.5	310.3	42.6	41.9
전기장치	(-20몰량)경고스위치	1.9	395.0	350.5	45.2	37.4
전기장치	배터리	4.0	273.2	247.7	50.9	52.5
전기장치	시동스위치조합	1.9	634.6	562.7	45.3	23.1
전기장치	안전스위치조립	1.5	446.0	401.7	42.7	32.2
전기장치	정류기조합-95	1.6	725.1	649.5	43.3	18.9
전기장치	플래쉬유니트	1.3	764.5	705.1	40.7	17.4
조정장치	마크와이어(2010MM)	2.1	447.1	396.0	46.2	33.5
조정장치	변속와이어	2.3	567.2	502.5	47.0	27.4
조정장치	와이어 (주행크러치)	3.6	497.3	448.3	50.3	31.6
조정장치	워엄축	5.0	575.6	528.4	52.1	39.6
주행부	공기타이어조합(우)	2.8	485.5	432.1	48.4	31.8
주행부	기어(14T)	3.6	989.7	891.8	50.3	10.3

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
 MTBF: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
 $R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속: 이양기 부품의 고장 특성 (LG전선)

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	<i>MTBF</i>	<i>R(t)</i>	$\mu$
주행부	기어(17T)	3.6	989.7	891.8	50.3	10.3
주행부	베벨기어(17T)	3.6	989.7	891.8	50.3	10.3
주행부	부싱	1.7	932.0	831.4	43.9	13.7
주행부	부싱	3.6	989.7	891.8	50.3	10.3
주행부	서포트	1.5	646.3	582.1	42.7	21.5
주행부	앞튜브	2.4	453.3	401.9	47.3	33.3
주행부	체인케이스	1.4	671.2	610.1	41.8	20.3
주행부	체인케이스조합	1.4	671.2	610.1	41.8	20.3
주행부	축	3.6	989.7	891.8	50.3	10.3
프레임	센터폴	1.6	614.8	550.6	43.3	23.0
프레임	예비묘대	4.8	821.9	753.2	51.9	17.1

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)

*MTBF*: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)

*R(t)*: *MTBF*에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요

고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

#### 4. 동력 경운기 부품의 고장 특성

동력 경운기 주요 부품에 대한 고장 형태, 특성 수명, 평균 고장 시간, 평균 고장 시간까지의 신뢰도, 100대당 평균 교체 수요를 산출하여 표 4-13에서와 같이 나타내었다.

표 4-13 경운기 주요 부품의 고장 특성

분 류	부 품 명	$\beta$	$\theta$	<i>MTBF</i>	<i>R(t)</i>	$\mu$
엔진	가스켓	1.5	976.0	881.2	42.4	21.9
엔진	노즐	1.9	1269.0	1125.5	45.2	16.3
엔진	실린더 라이너	1.6	990.0	876.6	43.9	21.8
엔진	에어클리너	1.8	835.3	743.9	44.2	26.8
엔진	연료탱크	1.4	1779.0	1625.5	41.3	10.7
엔진	주입펌프	1.5	1225.0	1087.7	43.4	16.8
엔진	팬 벨트	1.1	1168.0	1124.8	38.3	17.2
엔진	피스톤	1.6	956.0	845.6	43.9	22.7
엔진	피스톤 링	1.6	956.0	845.6	43.9	22.7
엔진	피스톤 핀	1.6	819.0	845.6	34.9	26.9
차체	메인 벨트	1.3	1512.0	1399.5	40.5	13.0
차체	브레이크	1.8	1813.0	1615.1	44.2	9.8
차체	사이드 클러치	1.2	1745.0	1629.8	39.9	11.1
차체	엑슬	1.7	2021.0	1806.6	43.6	8.5
차체	클러치디스크	1.3	1414.0	1299.9	40.9	14.1

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, hour)  
*MTBF*: Mean Time Between Failure(평균고장시간, hour)  
*R(t)*: *MTBF*에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요  
 고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장



## 제5장 평균 교체 수요 예측 프로그램

### 1. 프로그램의 개요

평균 교체 수요 예측 프로그램은 부품의 고장 분석 결과를 이용하여 특정 부품에 대한 수리용 부품의 연간 수요를 예측하기 위한 것이다. 프로그램은 사용자가 수요를 예측하고자 하는 생산업체의 기종과 부품을 선택하고, 필요한 자료를 입력하여 선택 부품에 대한 연간 수요를 출력하도록 하였다. 프로그램의 사용자는 기본적으로 대리점과 영업소를 대상으로 하였으나, 생산업체에서도 사용할 수 있도록 하였다. 입력 자료는 대리점, 영업소, 생산업체 등 사용자가 연간 관리하거나 공급한 기종의 대수이다. 이 데이터는 지역과 기종에 따라 다르며, 사용자의 영업 규모, 영업 방식, 주위의 여건 등에 따라 다르므로 사용자의 경험에 의하여 결정하지 않으면 안 된다.

프로그램은 MicroSoft의 Visual Basic 6.0 개발 툴을 이용하여 작성하였으며, 사용자가 편리하게 설치할 수 있도록 setup package를 포함하였다.

### 2. 프로그램의 구성

프로그램은 교체 수요의 예측이 필요한 부품을 검색하는 Form과 사용자의 선택에 따라 선택한 부품의 연간 평균 교체 수요 및 공급 후 10년 간 예상되는 교체 수요를 출력하는 Viewer로 구성하였다. 그림 5-1에서와 같이 프로그램을 시작하면 부품 리스트를 출력하여 교체 수요를 예측할 대상 부품을 선택하도록 하였다. 부품을 선택하면 교체 수요를 예측하기 위한 창이 출력되고, 사용자가 대리점 또는 생산 공장인가에 따라 사용자를 선택할 수 있도록 하였다. 사용자가 대리점인 경우에는 최저 수요, 연간 평균 교체 수요, 최대 수요를 출력하도록 하였으며, 사용자가 생산 공장인 경우에는 10년간 예상되는 연차별 최대 수요, 평균 교체 수요, 최소 수요를 출력하도록 하였다.

이러한 알고리즘을 구현하기 위하여 프로그램은 다음과 같이 총 14개의 서브루틴으로 구성하였다.

Private Sub Form\_Load()  
 Private Sub HideColumns()  
 Private Sub printComboList()

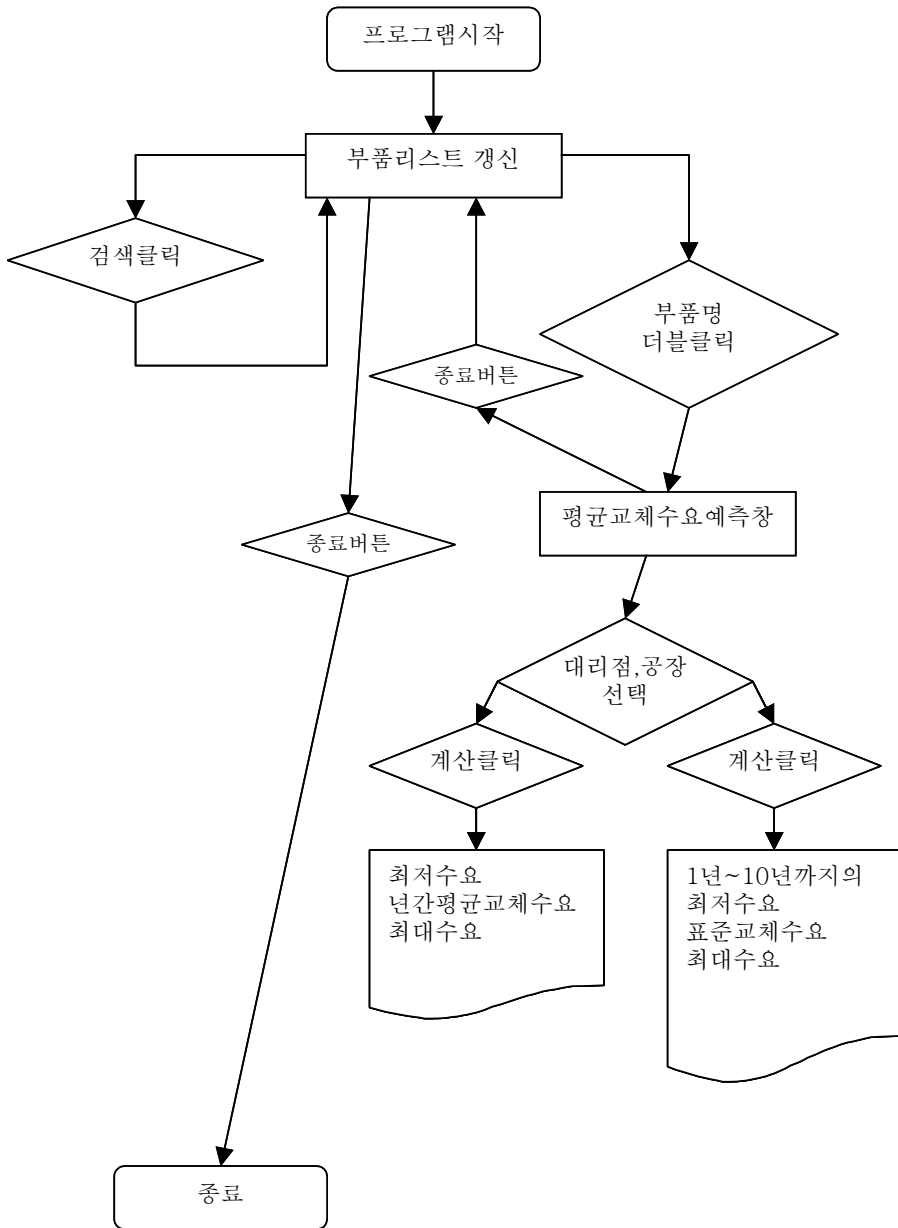


그림 5-1 부품 교체 수요 예측 프로그램의 흐름도.

```

Private Sub TextMiddle_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
Private Sub CmdSearch_Click()
Private Sub ComboType_Click()
Private Declare Function ShellAbout Lib "shell32.dll" Alias "ShellAboutA"
Private Sub mnuInfo_Click()
Private Sub DataGrid1_DblClick()
Private Sub Form_Load()
Sub initGrid()
Private Sub Command2_Click()
Sub insertData(row, m, S, R)
Private Sub Command1_Click()

```

프로그램을 구성하는 각 서브루틴의 기능과 코드는 다음과 같다. Form은 그림 5-2에서와 같이 상단부의 menu, 부품 선택의 조건을 제시하는 Combo box, Text 입력창, 검색 버튼, 조건에 맞는 부품을 리스트하는 DataGrid로 구성되어 있다.



그림 5-2 Form



Form을 로딩하면 다음과 같은 서브루틴이 실행된다. 서브루틴 printComboList는 선택한 기종의 부품을 대분류한다. 서브루틴 HideColumns은 DataGrid에 표시되는 형식을 결정하는 함수로서 각 필드의 표시 여부, cell 안의 정렬 방식, 필드가 차지하는 width를 설정한다. 서브루틴 HideColumns는 같은 label를 가지는 Column을 표시한다.

```
%=====
Private Sub Form_Load()
    printComboList
    HideColumns
End Sub
%=====
```

```
%=====
Private Sub HideColumns()
    Dim C As Column
    For Each C In DataGrid1.Columns
        Select Case C.DataField
            Case "IDX"
                C.Visible = False
            Case "기종"
                C.Width = 900
                C.Alignment = dbgCenter
            Case "회사"
                C.Width = 1000
                C.Alignment = dbgCenter
            Case "품명"
                C.Width = 2750
```

```

Case "부품번호"
    C.Width = 1700
    C.Alignment = dbgCenter
Case "평균수명(hour)"
    C.Width = 1300
    C.Alignment = dbgCenter
End Select
Next C
End Sub

```

%=====

서브루틴 printComboList는 ComboType에 설정된 값에 따라 선택한 기종을 쿼리하기 위하여 where절을 설정한다. 그리고 Adodc2의 RecordSource를 새로운 쿼리로 설정하고 Refresh해서 새로운 값이 나타나도록 한다. Combo에 새로운 값을 넣을 때는 이전의 값을 Clear로써 삭제한다. 새로운 값이 이전 값과 같으면 이전 값을 표시할 수 있도록 이를 selected에 저장한다. 먼저 “전체”라는 값을 추가하고 루프를 돌면서 항목을 표시한다. 만약 selected에 저장된 값과 동일한 값이 있으면 그 값을 설정한다.

%=====

```

Private Sub printComboList()
    Dim sType: sType = ComboType.List(ComboType.ListIndex)
    Dim sql_query
    Dim Rs As Recordset
    Dim selected, I
    If sType <> "전체" And Len(sType) > 0 Then
        sql_query = " where 기종 = '" & sType & "'"
    End If

```

```

Adodc2.RecordSource = "select 대분류 from 평균수요 " & sql_query _
& " GROUP BY 대분류 "
Adodc2.Refresh
Set Rs = Adodc2.Recordset
selected = ComboLarge.List(ComboLarge.ListIndex)
ComboLarge.Clear
ComboLarge.AddItem "전체"
ComboLarge.ListIndex = 0
While Not Rs.EOF
    I = I + 1
    ComboLarge.AddItem Rs("대분류")
    If Rs("대분류") = selected Then
        ComboLarge.ListIndex = I
    End If
    Rs.MoveNext
Wend
End Sub

```

%=====

Form을 로딩한 후에는 부품을 찾는 작업과 선택하는 작업을 수행한다. 부품을 찾는 작업은 서브루틴 CmdSearch\_Click을 이용하여 수행한다. 이 서브루틴은 기본적으로 CmdSearch 버튼 즉, “검색” 버튼을 누를 때 호출된다. 값을 입력하는 text 필드에 대해서는 keyDown 서브루틴을 호출하여 KeyCode를 조사하고 입력키가 13 즉 엔터일 때 CmdSearch\_Click을 호출한다.

%=====

```

Private Sub TextMiddle_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
    If KeyCode = 13 Then CmdSearch_Click

```

```

End Sub
Private Sub TextPartname_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
    If KeyCode = 13 Then CmdSearch_Click
End Sub
Private Sub TextPartno_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
    If KeyCode = 13 Then CmdSearch_Click
End Sub
%=====

```

다음 코드는 호출되는 CmdSearch\_Click() 함수이다.

```

%=====
Private Sub CmdSearch_Click()
    Dim sType: sType = ComboType.List(ComboType.ListIndex)
    Dim sCompany: sCompany = ComboCompany.List(ComboCompany.ListIndex)
    Dim sLarge: sLarge = ComboLarge.List(ComboLarge.ListIndex)
    Dim sMiddle: sMiddle = Trim(TextMiddle.Text)
    Dim sPartname: sPartname = Trim(TextPartname.Text)
    Dim sPartno: sPartno = Trim(TextPartno.Text)
    Dim sql_query
    '기종에 대해서 쿼리 생성
    If sType <> "전체" And Len(sType) > 0 Then
        sql_query = sql_query & " and 기종 = '" & sType & "'"
    End If
    '회사에 대해서 쿼리 생성
    If sCompany <> "전체" And Len(sCompany) > 0 And sType <> "경운기"
And sType <> "관리기" And sType <> "SS기" Then
        sql_query = sql_query & " and 회사 = '" & sCompany & "'"

```

```

End If
'대분류에 대해서 쿼리생성
If sLarge <> "전체" And Len(sLarge) > 0 Then
    sql_query = sql_query & " and 대분류='" & sLarge & "'"
End If
'중분류에 대한 경우 쿼리생성
If Len(sMiddle) <> 0 And sType <> "경운기" And sType <> "관리기"
And sType <> "SS기" Then
    sql_query = sql_query & " and 중분류 like '%" & sMiddle & "%'"
End If
'품명에 대해서 쿼리생성
If Len(sPartname) <> 0 Then
    sql_query = sql_query & " and 품명 like '%" & sPartname & "%'"
End If
'부품번호에 대해서 쿼리생성
If Len(sPartno) <> 0 And sType <> "경운기" And sType <> "관리기"
And sType <> "SS기" Then
    sql_query = sql_query & " and 부품번호 like '%" & sPartno & "%'"
End If
'쿼리에 where를 붙인다.
If Len(sql_query) > 0 Then
    sql_query = " where " & Right(sql_query, Len(sql_query) - 4)
End If
Adodc1.RecordSource = "select IDX,기종,회사,대분류,중분류,품명,부품번호,MTTF as [평균수명(hour)] from 평균수요 " & sql_query
Adodc1.Refresh
HideColumns
End Sub

```

%=====

쿼리를 만들 때 기종이 동력 경운기, 관리기 또는 SS기인 경우에는 회사, 중분류, 부품 번호에 대한 데이터가 없기 때문에 서브루틴에 이를 처리하기 위한 부분을 포함하였다. 선택한 쿼리로 Adodc1의 RecordSource를 설정하고 Refresh하여 “평균 수요” 테이블에서 가져온 값을 표시한다. 표시할 부분의 정렬은 앞에서 설명한 HideColumns를 호출하여 수행한다. 이는 Viewer에서 부품에 대한 자료를 연산할 때 부품의 고유 번호를 가져와 쿼리를 수행하기 때문에 IDX를 이용하여 클릭한 부품의 값을 넘겨주고 그 후에는 이를 숨기기 위해서이다. 기종이 변경될 때는 다음과 같은 작업을 수행한다. 만약 동력 경운기, 관리기, SS기인 경우에는 선택할 필요가 없는 필드는 숨기고 printComboList를 호출하여 변경된 기종에 대한 대분류를 다시 수행한다.

%=====

```
Private Sub ComboType_Click()  
    '경운기,관리기,SS기의 경우회사,중분류,부품번호 불가  
    If ComboType.List(ComboType.ListIndex) = "경운기" _  
        Or ComboType.List(ComboType.ListIndex) = "관리기" _           Or  
    ComboType.List(ComboType.ListIndex) = "SS기" Then  
        ComboCompany.Visible = False  
        TextMiddle.Visible = False  
        TextPartno.Visible = False  
    Else  
        ComboCompany.Visible = True  
        TextMiddle.Visible = True  
        TextPartno.Visible = True  
    End If  
    printComboList
```

```
End Sub
```

```
%=====
```

다음 서브루틴은 도움말을 제공하기 것이다. 처음 Declare Function 부분은 API를 가져오기 위한 부분이고 아래 mnuInfo\_Click() 부분은 API를 이용하여 도움말을 표시하기 위한 것이다.

```
%=====
```

```
Private Declare Function ShellAbout Lib "shell32.dll" Alias "ShellAboutA"  
(ByVal hwnd As Long, _  
    ByVal szApp As String, _  
    ByVal szOtherStuff As String, _  
    ByVal hIcon As Long _
```

```
) As Long
```

```
Private Sub mnuInfo_Click()
```

```
    ShellAbout Me.hwnd, _
```

```
    "부품평균수요예측 프로그램", _
```

```
    "Copyright 2003.06 SNU Off-Road Equipment Design Lab", _
```

```
    Me.Icon
```

```
End Sub
```

```
%=====
```

DataGrid를 더블 클릭하면 Viewer가 부품에 대한 정보를 출력한다.

```
%=====
```

```
Private Sub DataGrid1_DbClick()
```

```
    Viewer.Show
```

```
End Sub
```

%-----

Viewer.Show가 실행되면 그림 5-3과 5-4에서와 같이 Viewer가 나타난다.

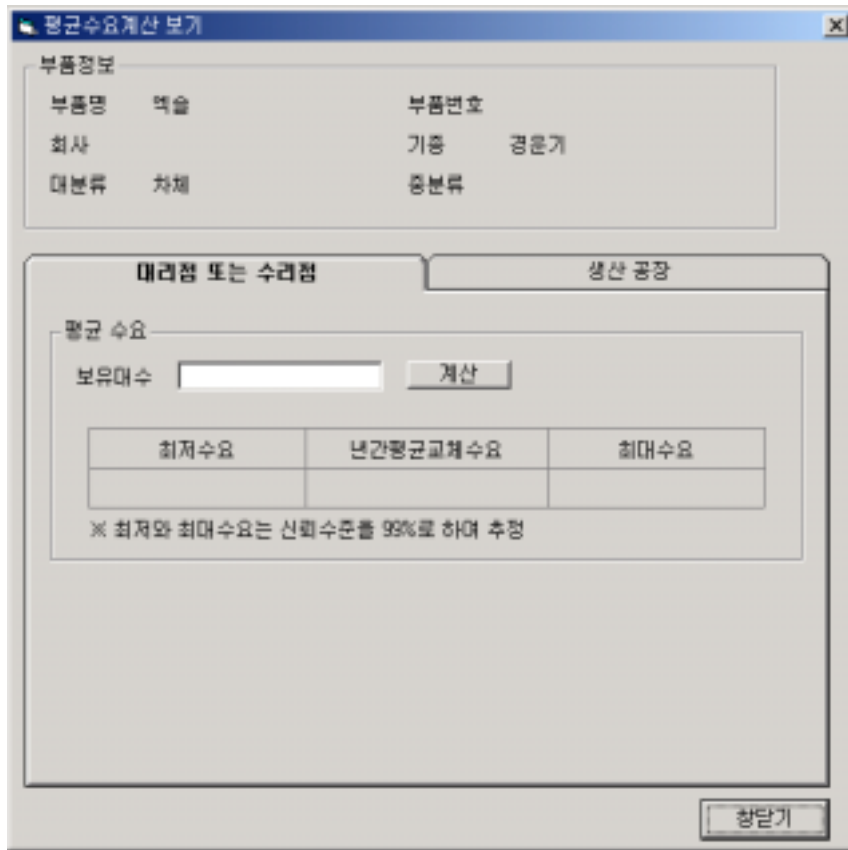


그림 5-3 Viewer 1.



부품정보

부품명	견동스프로켓	부품번호	KP0937000SA4
회사	국제	기종	미암기
대분류	동력전달	종분류	미선구동관계(1)

대리점 또는 수리점      생산 공장

평균 수요

보유대수      

	최저수요	표준교체수요	최대수요
1년	0	0.2	1.1
2년	0	1.5	4.4
3년	0	5.4	11.1
4년	4.8	13.6	22.4
5년	15.5	27.1	38.7
6년	32.1	45.4	58.7
7년	52.6	66.2	79.7
8년	73.3	85.8	98.2
9년	90.6	102.1	113.5
10년	104.2	115.8	127.5

그림 5-4 Viewer 2.

Form이 로드되면 Form\_Load()가 실행된다. DataGrid에서 번호를 가져와 이를 이용하여 Adodc에 쿼리를 설정하며, 번호에 해당되는 값을 각 변수에 저장하며, label에 표시한다.

%=====

```
Private Sub Form_Load()
```

```
Dim sql, Rs As Recordset
```

```
'Datagrid에서 지정된 번호를 가져온다.
```

```
idx = Form1.DataGrid1.Columns(0)
```

```
'번호에 해당하는 데이터를 가져와서 각각의 Text를 채운다.
```

```

sql = "select * from 평균수요 where IDX=" & idx
Adodc0.RecordSource = sql
Adodc0.Refresh
Set Rs = Adodc0.Recordset
If Not (Rs.EOF Or Rs.EOF) Then
    lbName.Caption = rtval(Rs("품명"))
    lbCompany.Caption = rtval(Rs("회사"))
    lbLarge.Caption = rtval(Rs("대분류"))
    lbMiddle.Caption = rtval(Rs("중분류"))
    lbType.Caption = rtval(Rs("기종"))
    lbPartno.Caption = rtval(Rs("부품번호"))
    m5 = CDbt(Rs("m5"))
    m4 = CDbt(Rs("m4"))
    s5 = CDbt(Rs("s5"))
    s4 = CDbt(Rs("s4"))
End If
initGrid
End Sub
%=====

```

마지막으로 initGrid를 실행한다. 이는 '생산 공장' tab에 있는 flexGrid의 FixedCol의 값과 width를 설정한다.

```

%=====
Sub initGrid()
    Dim I
    Grid.FormatString = "|^최저수요|^ 표준교체수요|^ 최대수요"
    Grid.ColWidth(0) = 1200

```

```

For I = 1 To 3
    Grid.ColWidth(I) = 2000
Next
For I = 1 To 10
    Grid.TextMatrix(I, 0) = I & "년"
Next
End Sub
%=====

```

대리점 또는 수리점을 선택한 경우에는 TxtVal에 있는 보유 대수를 입력하고 엔터 또는 계산(Command2) 버튼을 누르면 Command2\_Click()가 실행된다. 여기서는 Form이 로드되면서 가져온 정보를 이용하여, 기계의 사용 년수를 평균 10년 정도로 가정하고 5년 동안 필요한 부품의 개수에서 4년 동안 필요한 부품의 개수를 빼서 연간 교체 수요를 구한다. 신뢰도는 99%로 하였으며, 99%일 때의 Z 값은 2.58이다. 계산된 값은 해당 Label에 표시된다.

```

%=====
Private Sub Command2_Click()
    Z = 2.58
    If TxtVal.Text = "" Then
        MsgBox ("보유대수를 입력해주세요")
    ElseIf m5 = 0 Then
        MsgBox ("DB에 자료가 불충분합니다")
    Else
        R = CInt(TxtVal.Text)
        lbMid.Caption = Round(R * (m5 - m4), 1)
        If (R * (m5 - m4) - Sqr(R) * (s5 - s4) * Z) > 0 Then
            lbMin.Caption = Round(R * (m5 - m4) - Sqr(R) * (s5 - s4) * Z, 1)
        End If
    End If
End Sub

```

```

Else
    lbMin.Caption = 0
End If
lbMax.Caption = Round(R * (m5 - m4) + Sqr(R) * (s5 - s4) * Z, 1)
End If
End Sub

```

%=====

생산 공장의 경우에는 TxtVal2에 값을 넣고 엔터 또는 Command3 버튼을 누르면 Command3\_Click()가 실행되어 공급 후 10년 동안 예측되는 연차별 교체 수요를 나타낸다. 보유 대수가 입력되지 않은 경우에는 메시지가 출력된다.

%=====

```

Private Sub Command2_Click()
    Dim Rs As Recordset
    Dim R
    Set Rs = Adodc0.Recordset
    If TxtVal.Text = "" Then
        MsgBox ("보유대수를 입력해주세요")
    ElseIf m5 = 0 Then
        MsgBox ("DB에 자료가 불충분합니다")
    Else
        R = nz(TxtVal2.Text)
        insertData 1, nz(Rs("m1")), nz(Rs("s1")), R
        insertData 2, nz(Rs("m2")), nz(Rs("s2")), R
        insertData 3, nz(Rs("m3")), nz(Rs("s3")), R
        insertData 4, nz(Rs("m4")), nz(Rs("s4")), R
        insertData 5, nz(Rs("m5")), nz(Rs("s5")), R
    End If
End Sub

```

```

insertData 6, nz(Rs("m6")), nz(Rs("s6")), R
insertData 7, nz(Rs("m7")), nz(Rs("s7")), R
insertData 8, nz(Rs("m8")), nz(Rs("s8")), R
insertData 9, nz(Rs("m9")), nz(Rs("s9")), R
insertData 10, nz(Rs("m10")), nz(Rs("s10")), R
End If
End Sub
%=====

```

서브루틴 insertData는 FlexGrid에 값을 입력한다. '년 수', 'm 값', 's 값', '보유 대수'를 인자로 받아 부품 수요, 최대 수요, 최소 수요를 구하고 이를 Grid에 넣는다. Round 연산은 반올림 함수로서 소수점 2자리에서 반올림하여 소수점 1자리까지 표시한다. 만약 m5 값이 0이면 데이터가 없기 때문에 모두 0이 입력된 것으로 보고 값을 표시하지 않는다. 그렇지 않는 경우에는 각 Grid에 입력된 값을 표시한다. 만약 s 값이 0이면 최대와 최소 값을 표시하지 않는다.

```

%=====
Sub insertData(row, m, S, R)
    Dim minVal, midVal, maxVal
    'if m5 is zero, then no date
    If Len(m5) <> 0 And m5 <> 0 Then
        midVal = Round(m * R, 1)
        minVal = Round(m * R - Sqr(R) * S * 2.58, 1)
        maxVal = Round(m * R + Sqr(R) * S * 2.58, 1)
        If minVal < 0 Then minVal = 0
        Grid.TextMatrix(row, 2) = midVal
        'if s is zero, then min value and max value is not valid
        If S <> 0 Then

```

```
        Grid.TextMatrix(row, 1) = minVal
        Grid.TextMatrix(row, 3) = maxVal
    End If
End If
End Sub
%=====
```

오른쪽 하단의 '닫기' 버튼을 누르면 End를 실행하여 Viewer Form을 닫는다.

```
%=====
Private Sub Command1_Click()
    'Viewer.Hide
    Unload Viewer
End Sub
%=====
```



## 제6장 결과 및 고찰

국내에서 생산되고 있는 트랙터, 콤바인, 이앙기, 동력 경운기의 부품 고장 특성과 원활한 사후 봉사를 위한 적절한 수리 부품의 수요를 추정하고, 이를 이용하여 특정 지역의 사후 봉사 업소에서 활용할 수 있는 부품 수요 예측 프로그램을 개발하였다. 고장 특성으로서는 고장 형태, 특성 수명, 평균 고장 시간, 평균 고장 시간까지 신뢰도를 추정하였으며, 부품 수요 예측에서는 일정한 수의 관리 대상 기종에 대한 부품의 연간 교체 수요를 추정하였다. 고장 특성은 와이블 분포 함수를 이용하여 분석하였으며, 연간 교체 수요는 평균 고장 시간을 이용한 교체 함수를 이용하여 예측하였다. 최종적으로 고장 조사 대상 부품의 종수는 표 6-1에서와 같이 각 생산업체별로 구분하여 트랙터 178-214개, 콤바인 153-258개, 이앙기 107-201개, 동력 경운기 11개로 하였으며, 부품을 주요 부위별로 구분하여 조사하였다.

표 6-1 생산업체별 조사 부품의 종수

생산업체 기종	대동	국제	동양	LG	계
트랙터	214	190	186	178	768
콤바인	248	252	258	153	911
이앙기	184	170	201	107	662

### 1. 연간 이용 시간

농업 기계의 연간 이용 시간은 사용 형태 즉, 자가 이용, 공동 이용, 임대 이용 등에 따라서 다르며, 지역에 따라서도 많은 차이가 있다. 본 연구에서 조사한 트랙터의 연간 이용 시간은 표 6-2에서와 같이 최소 175시간에서 최대 500시간으로서 평균 300시간 정도이었다. 대체적으로 경기도 지역에서는 연간 이용 시간이 많았고, 경상도 지역에서는 짧았다. 콤바인의 경우에는 최소 100시간, 최대 150시간으로서 평균 182시간이었으며, 이앙기의 경우에는 최소 80시간, 최대 240시간으로서 평균 130시간이었다. 콤바인 이용 시간이 많은 지역은 전남북 지역이었으며, 이앙기의 경



우에는 트랙터나 콤바인보다 지역에 따른 연간 이용 시간의 차이가 적었다.

표 6-2 기종별 연간 사용 시간

연간 사용 시간 \ 기종	트랙터	콤바인	이앙기
최소 연간 사용 시간	175	100	80
최대 연간 사용 시간	500	150	240
평균 연간 사용 시간	309	182	130

## 2. 내구 연한

본 연구에서 조사한 트랙터, 이앙기, 콤바인의 내구 연한도 지역에 따라 큰 차이가 나타났다. 트랙터의 내구 연한은 표 6-3에서와 같이 최소 5년에서 최대 20년으로 평균 8.8년이었으며, 이를 연간 평균 이용 시간으로 환산하면 최소 1500시간에서 최대 6000시간으로 평균 2640시간이었다. 콤바인의 경우에는 최소 4년, 최대 10년으로 평균 6.2년이었으며, 이를 평균 이용 시간으로 환산하면 최소 720시간, 최대 1800시간으로 평균 1116시간이었다. 이앙기의 내구 연한은 콤바인의 경우와 비슷한 6.6년이었으며 최소 내구 연한은 4년 최대 내구 연한은 10년이었다.

표 6-3 기종별 내구 연한

내구 연한 \ 기종	내구 연한, 년			내구 시간, 시간		
	최소	최대	평균	최소	최대	평균
트랙터	5	20	8.8	1500	6000	2640
콤바인	4	10	6.2	720	1800	1116
이앙기	4	10	6.6	520	1300	850

## 3. 고장 특성

조사한 부품의 고장 특성은 와이블 함수의 형상 계수  $\beta$  값에 따라  $\beta < 1$ 일 때는

초기 고장,  $\beta=1$ 일 때는 우발 고장,  $\beta>1$ 일 때는 마모 고장으로 나타내었다. 대부분의 부품은 마모 고장의 형태를 나타내었으며, 이는 부품이 본래의 수명을 다한 정상적인 것으로 판단된다. 따라서 국내 부품에서는 조립 불량, 소재 불량 등으로 유발되는 초기 고장이나 우발 고장은 거의 없는 것으로 나타났다.

초기 고장의 특성을 나타낸 부품은 표 6-4에서와 같이 트랙터에서 6개, 콤바인에서 5개이었으며, 주로 엔진과 유압 부품인 것으로 나타났다. 우발 고장은 트랙터에서 4개, 콤바인에서 2개, 이앙기에서 8개이었다.

표 6-4 초기 고장과 우발 고장 부품

부품 특성 기종	초기 고장 부품	우발 고장 부품
트랙터	고정편조합, 연료공기빼기조합, 연료필터조합, 공기빼기, 브리더 2, 플랜지가스켓	슬라이딩거, 장력조정기축, 체인, 냉각수플랜지
콤바인	V 벨트, 에어엘레먼트(HL), 에레먼트(세조기), 여과기, 프리 크리너 ASSY	브리더 2, 고정손잡이조합
이앙기	-	에어크리너 조합, 엘레먼트, 묘받침대, 판벨브스프링 누름, CARBURETOR ASSY, 판취부클램프조합

#### 4. 특성 수명

부품의 특성 수명은 부품이 고장나지 않고 제 기능을 수행할 것으로 기대되는 확률이 32.8%인 수명이다. 즉, 부품의 63.2%가 고장날 것으로 기대되는 수명을 말한다. 따라서 특성 수명까지 부품의 신뢰도는 32.8%가 된다.

본 연구에서 조사한 부품의 특성 수명은 대부분 그림 6-1, 6-2, 6-3에서와 같이 트랙터의 경우 600-2400시간, 콤바인의 경우 180-900시간, 이앙기의 경우 130-900시간의 범위에 포함된 것으로 나타났다. 전체적으로 부품의 특성 수명이 1200시간

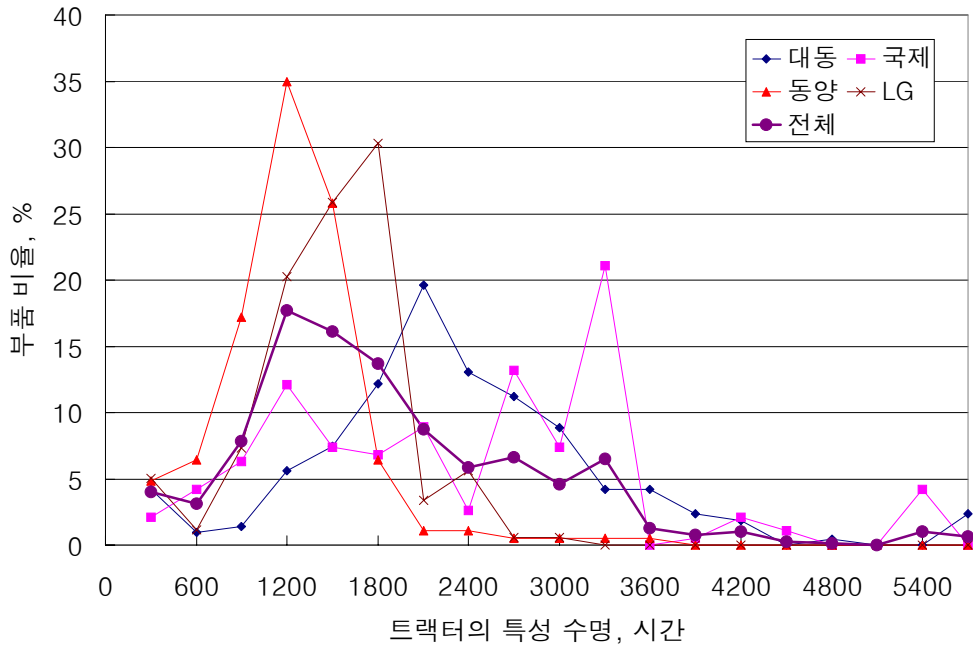


그림 6-1 트랙터 부품의 특성 수명 분포.

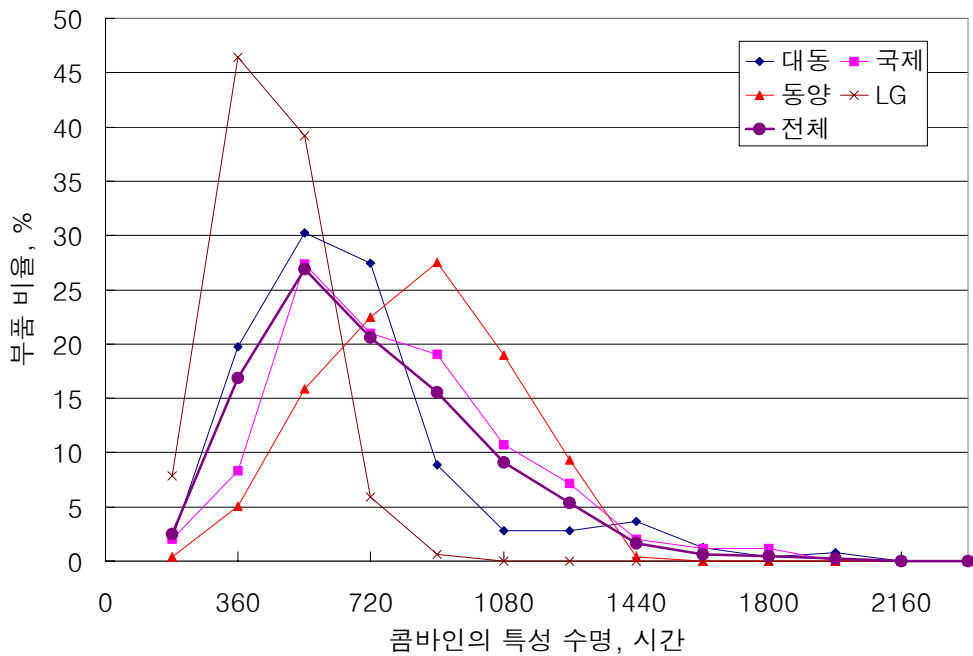


그림 6-2 콤바인 부품의 특성 수명 분포.

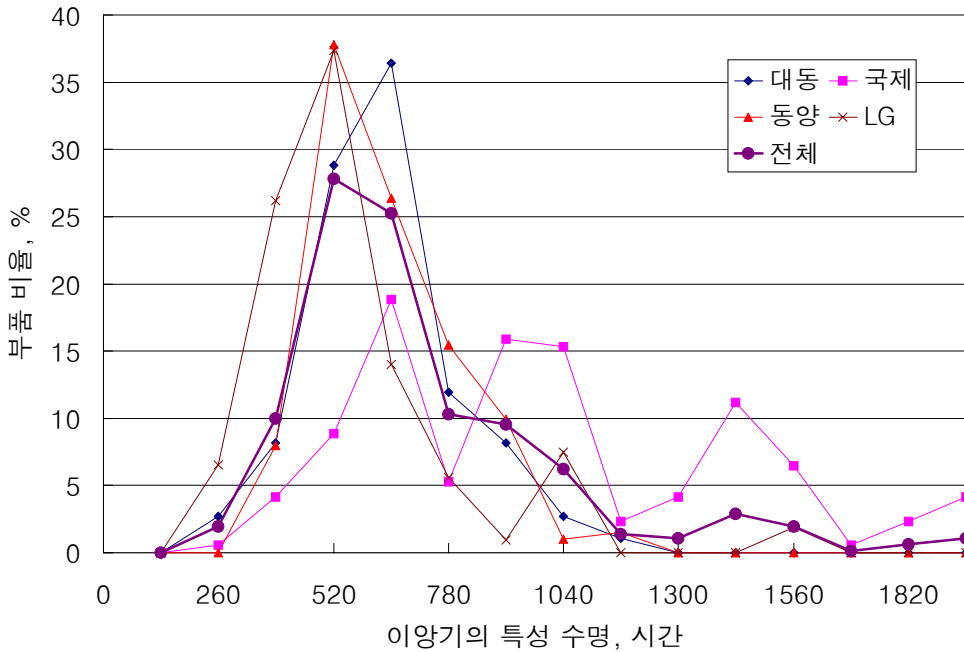


그림 6-3 이앙기 부품의 특성 수명 분포.

정도인 트랙터 부품은 전체의 18% 정도이었으며, 특성 수명이 3000시간 즉, 10년 이상인 부품은 5% 이하인 것으로 나타났다. 콤바인 부품의 20-30%는 특성 수명이 360-1000시간 정도인 것으로 나타났다. 특성 수명이 1300시간 이상인 부품은 전체 콤바인 부품의 5% 이하이었다. 이러한 경향은 이앙기에서도 큰 차이가 없었다. 이앙기 부품의 약 25-35%는 특성 수명이 400-600시간 정도이었다.

## 5. 평균 고장 시간

부품의 평균 고장 시간은 특성 수명과 유사한 분포 형태를 나타내었다. 그러나 평균 고장 시간은 특성 수명보다 짧았다. 이는 특성 수명에서보다 평균 고장 시간에서 신뢰도가 높다는 것을 나타낸다. 즉, 평균 고장 시간에서보다 특성 수명에서 고장날 확률이 높은 것이다. 그림 6-4에서와 같이 트랙터 부품의 평균 고장 시간은 대부분 600-2400시간이었으며, 3000시간 이상인 부품은 전체 부품의 5% 미만이었다. 그림 6-5와 그림 6-6은 각각 콤바인과 이앙기 부품에 대한 평균 고장 시간을

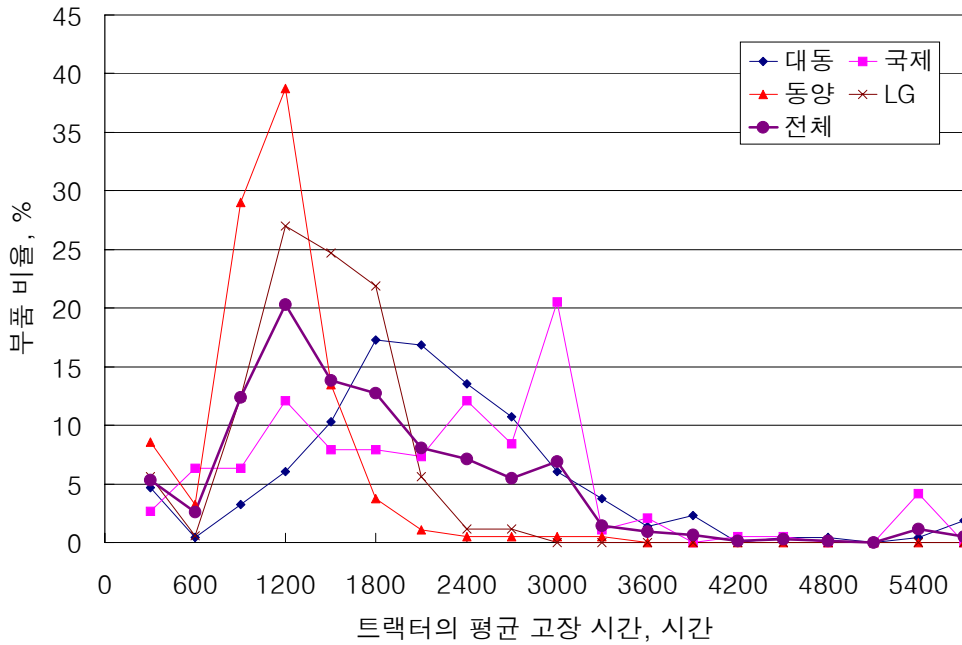


그림 6-4 트랙터 부품의 평균 고장 시간 분포.

나타낸 것이다. 트랙터 부품에서와 같이 평균 고장 시간은 특성 수명에서와 같은 분포 형태를 나타내었다. 콤파인 부품의 경우 평균 고장 시간은 360-720시간이었으며, 1000시간 이상인 부품은 전체의 10% 미만이었다. 그러나 특정 생산업체의 콤파인 부품에서는 평균 고장 시간이 360시간 이하인 부품이 약 55%를 차지하였다. 이는, 다른 업체의 부품에 비하여 수명이 짧다는 것을 나타낸다. 이양기의 경우에도 부품의 고장 시간은 특성 수명과 같은 분포 형태를 나타내었으며, 부품의 평균 고장 시간은 대부분 260-780시간이었다. 평균 고장 시간이 1000시간 이상인 부품은 전체 부품의 5% 미만이었다. 이양기에서도 특정 생산업체의 부품이 다른 생산업체의 부품에 비하여 평균 고장 시간이 상대적으로 긴 경우가 나타났다. 즉, 특정 생산업체 부품에서는 전체 부품의 약 23%가 1000시간 정도의 평균 고장 시간을 가진 것으로 나타났다. 이는 다른 생산업체의 260-780시간에 비하면 우수한 것으로 판단된다. 이러한 평균 고장 시간은 수명이 길면 길수록 증가되며, 평균 고장 시간이 짧으면 그만큼 부품의 품질이 낮은 것으로 평가할 수 있다.

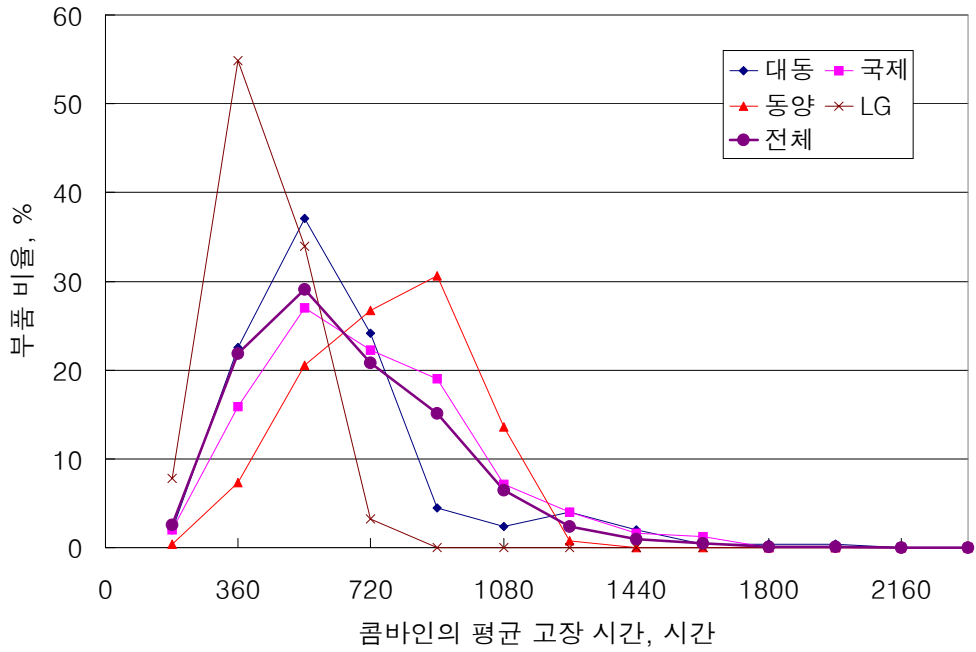


그림 6-5 콤바인 부품의 평균 고장 시간 분포.

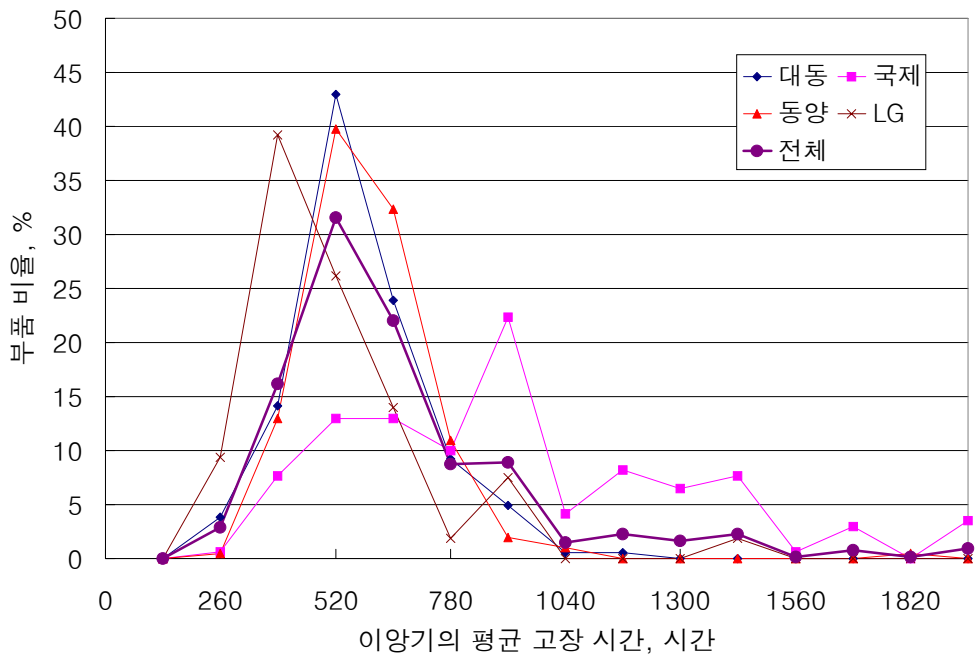


그림 6-6 이앙기 부품의 평균 고장 시간 분포.

## 6. 신뢰도

본 연구에서 제시한 부품의 신뢰도는 평균 고장 시간까지의 신뢰도이다. 즉, 평균 고장 시간까지 부품이 고장나지 않고 제 기능을 수행할 것으로 기대되는 확률이다. 이 신뢰도는 식 (6-1)에서와 같이 표현된다. 즉, 식 (3-4)에서  $t=MTBF$ 일 때의 신뢰도이다. 이 신뢰도는 와이블 분포의 형상 계수  $\beta$ 와 부품의 특성 수명  $\theta$ 에 의하여 결정된다.

$$R(t) = \exp\left[-\left(\frac{MTBF}{\theta}\right)^\beta\right] \quad (6-1)$$

평균 고장 시간까지의 신뢰도는 부품의 특성에 따라 다르나 그림 6-7, 6-8, 6-9에서와 같이 대부분 40-60%의 범위에 있는 것으로 나타났다. 특히 콤팩트의 경우에는 평균 고장 시간까지의 신뢰도가 50%인 부품이 약 50-70% 정도인 것으로 나타났다. 평균 고장 시간에서 생산업체별 신뢰도 수준은 큰 차이가 없었으나, 트랙터의 경우 LG전선, 이앙기의 경우 대동공업 부품의 신뢰도가 높았다.

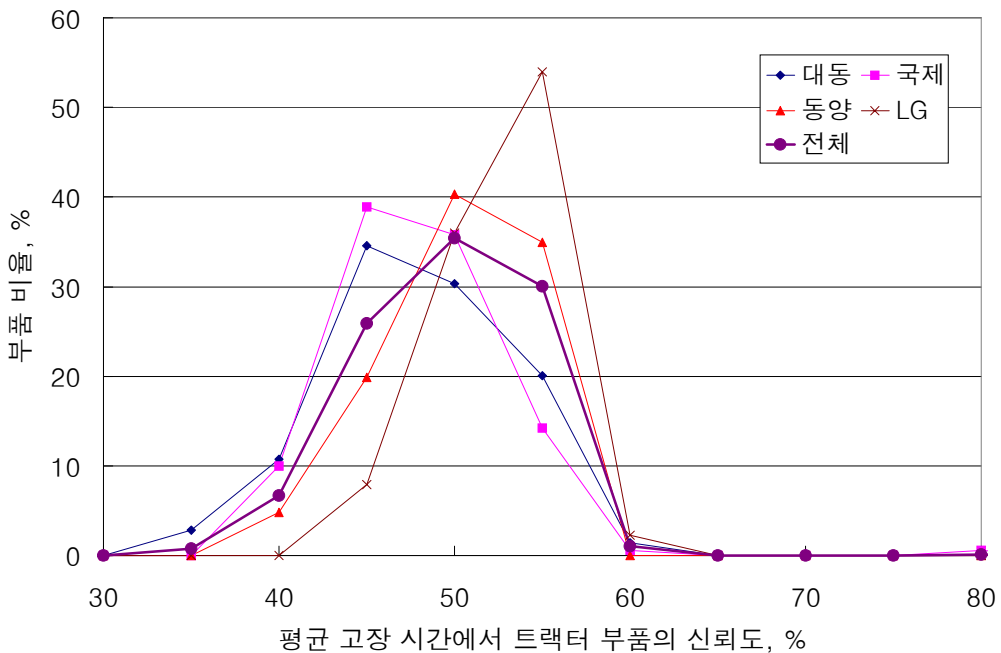


그림 6-7 평균 고장 시간에서 트랙터 부품의 신뢰도 분포.

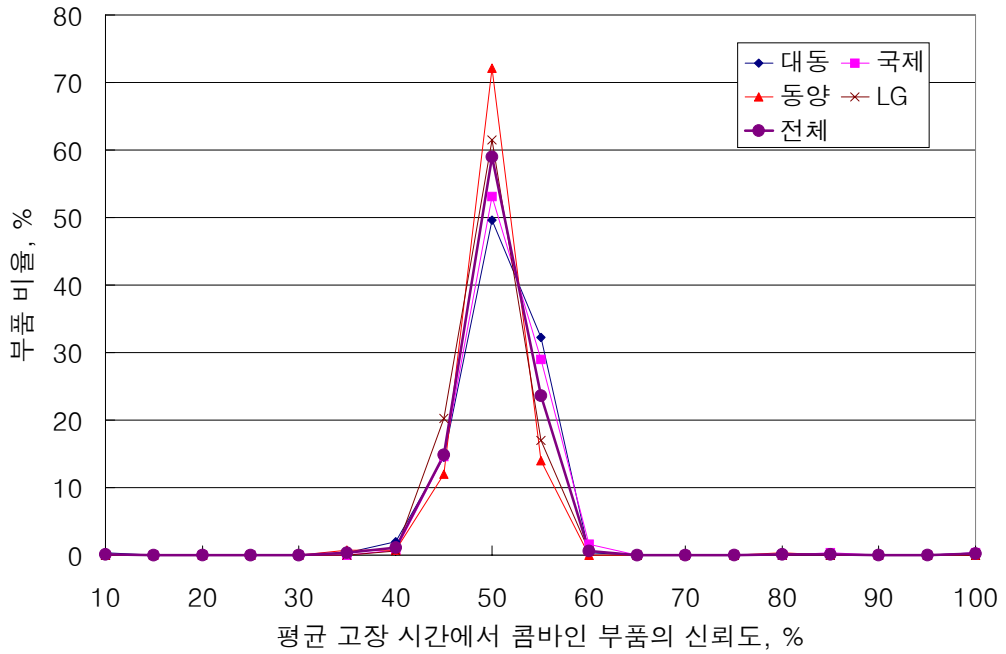


그림 6-8 평균 고장 시간에서 콤바인 부품의 신뢰도 분포.

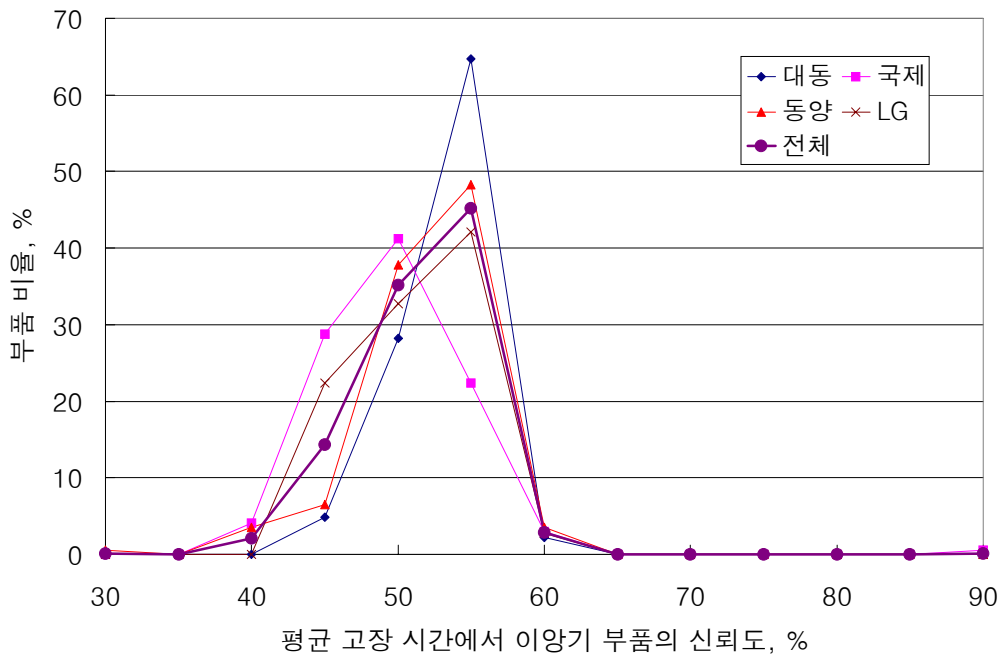


그림 6-9 평균 고장 시간에서 이앙기 부품의 신뢰도 분포.



## 7. 100대당 평균 교체 수요

100대당 평균 교체 수요는 100대를 사후 봉사하는 데 소요될 것으로 기대되는 부품의 연간 평균 수요를 나타낸 것이다. 100대당 평균 교체 수요를 산출하기 위하여 사후 봉사의 대상이 되는 기종의 평균 사용 시간은 내구 연한의 0.5배로 하였다. 일정 지역에서 사용하고 있는 트랙터, 콤바인 이앙기 등 각종 농업 기계는 최근 출고된 기계에서부터 내구연한에 이른 기계에 이르기까지 기계의 사용 시간은 모두 다르다. 이러한 조건에서 기계의 평균 사용 시간을 내구연한의 0.5배로 한 것이다.

그림 6-10, 6-11, 6-12에서와 같이 100대당 연간 교체 수요는 트랙터, 이앙기, 콤바인 순으로 많았다. 대부분 트랙터 부품의 연간 교체 수요는 60여개 이하이었으며, 이앙기의 경우에는 70여개 이하, 콤바인 부품의 경우에는 100여개 이하이었다. 트랙터 부품에서 연간 교체 수요가 40개 이하인 부품은 전체 부품에서 20% 정도이었으며, 콤바인의 경우 40개 이하가 25%, 이앙기의 경우 40개 이하가 33% 정도이었다. 연간 교체 수요는 신뢰도가 40-50% 정도인 평균 고장 시간을 기초로 산출한 것이기 때문에 실제보다는 크게 나타날 수 있다.

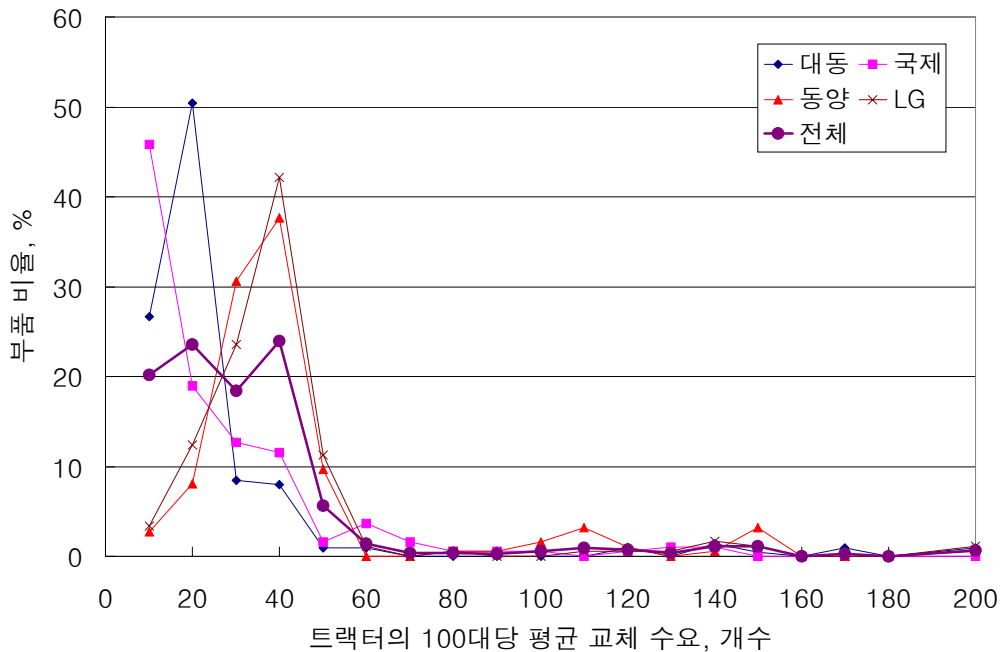


그림 6-10 트랙터 부품의 교체 수요 분포.

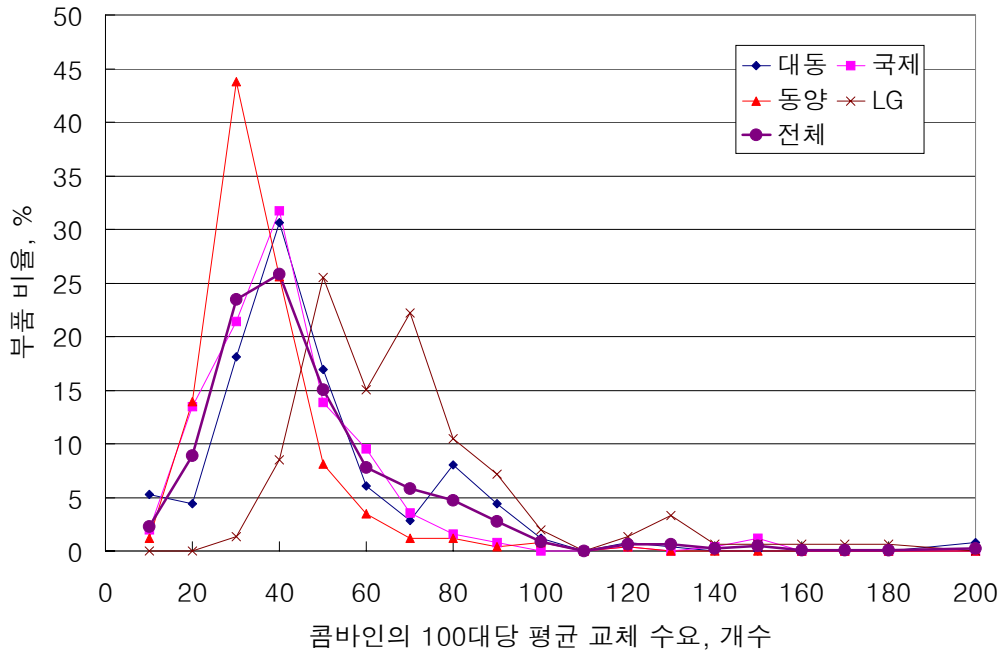


그림 6-11 콤바인 부품의 교체 수요 분포.

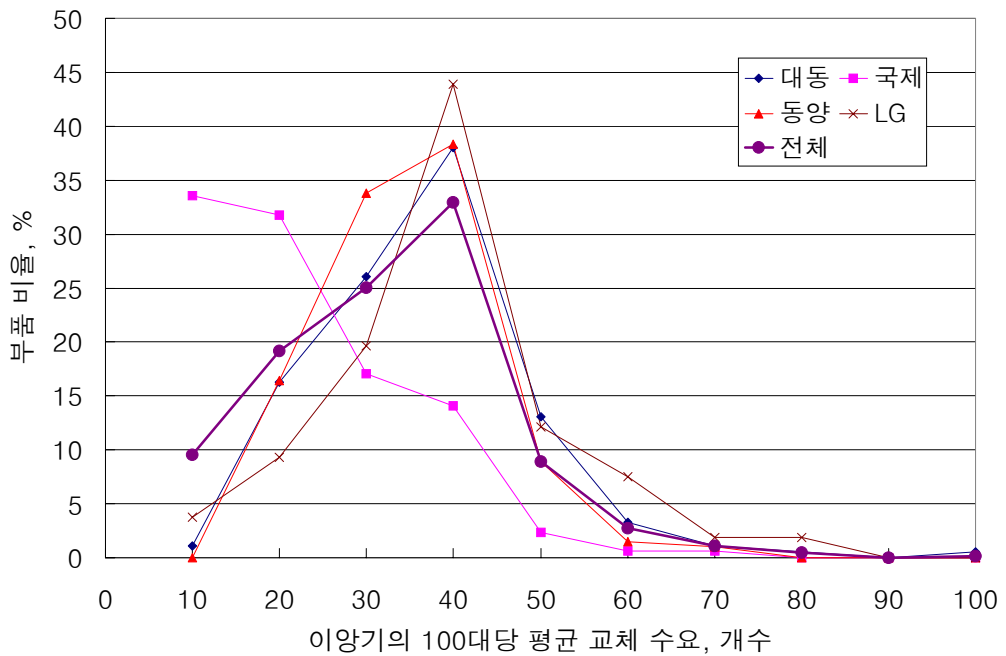


그림 6-12 이앙기 부품의 교체 수요 분포.

## 8. 수요 예측을 위한 프로그램 개발

부품의 평균 고장 시간, 고장 형태, 특성 수명과 이를 이용한 교체 함수를 적용하여 일정 지역의 트랙터, 콤바인, 이앙기 부품의 연간 교체 수요를 예측할 수 있는 프로그램을 개발하였다. 프로그램은 사용자와 기종에 따라 구분하여, 사용자가 사후 봉사 업자일 경우에는 사후 봉사 대상의 트랙터, 콤바인, 이앙기 대수를 입력하여 연간 평균 교체 수요를 출력하도록 하였으며, 사용자가 생산업자인 경우에는 일정한 대수의 트랙터, 콤바인, 이앙기를 출고한 후 내구 연한까지 연차적으로 소요될 부품의 수요를 출력하도록 하였다.

개발한 프로그램을 경기도 수원, 화성 지역의 수리점, 대리점, 영업소에 보급하여 이를 활용할 수 있도록 사용법을 교육하였다.

## 제7장 결론

본 연구는 주요 농업 기계인 트랙터, 콤바인, 이앙기, 동력 경운기의 주요 부품에 대한 고장 특성을 구명하고, 이를 이용하여 원활한 사후 봉사를 수행하는 데 필요한 수리 부품의 연간 평균 교체 수요를 산출하기 위하여 수행하였다.

부품의 고장 특성은 수리 기사의 경험을 기본으로 한 부품의 고장 시간을 설문 조사하고, 고장 분포를 와이블 분포로 가정하여 구명하였다. 본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 트랙터 부품 768종, 콤바인 부품 911종, 이앙기 부품 662종, 동력 경운기 11종, 총 2352개의 부품에 대한 고장 형태, 특성 수명, 평균 고장 시간, 평균 고장 시간까지 부품의 신뢰도, 100대당 평균 연간 교체 수요를 산출하여 표로서 제시하였다.

2) 트랙터, 콤바인, 이앙기, 동력 경운기 부품의 고장 형태는 대부분 마모 고장으로서 조립 불량, 소재 불량, 과부하 등에 의한 고장은 없는 것으로 나타났다.

3) 부품의 특성 수명은 트랙터의 경우 600-2400시간, 콤바인의 경우 180-900시간, 이앙기의 경우 130-900시간의 범위에 포함된 것으로 나타났다.

4) 평균 고장 시간까지 부품의 신뢰도는 부품의 특성에 따라 다르나 대부분 40-60%의 범위에 있는 것으로 나타났다.

5) 평균 고장 시간은 트랙터 부품의 경우 600-2400시간, 콤바인의 경우 360-720시간, 이앙기의 경우 260-780시간이었다.

6) 100대당 평균 연간 교체 수요는 대체로 20-40개 정도인 것으로 나타났다.

부품의 평균 고장 시간, 고장 형태, 특성 수명과 이를 이용한 교체 함수를 적용하여 일정 지역의 트랙터, 콤바인, 이앙기 부품의 연간 교체 수요를 예측할 수 있는 프로그램을 개발하였다. 프로그램은 사용자와 기종에 따라 구분하여, 사용자가 사후 봉사 업자일 경우에는 사후 봉사 대상의 트랙터, 콤바인, 이앙기 대수를 입력하여 연간 평균 교체 수요를 출력하도록 하였으며, 사용자가 생산업자인 경우에는 일정한 대수의 트랙터, 콤바인, 이앙기를 출고한 후 내구 연한까지 연차적으로 소요될 부품의 수요를 출력하도록 하였다.

## 참고 문헌

1. 김경옥. 2000. 농기계 부품의 효율적인 공급과 관리 방안. 한국농업기계학회.
2. 이대원, 김경옥, 금동혁. 1983. 동력 경운기 주요 부품의 수명 추정에 관한 연구. 한국농업기계학회지 8(1): 30-37.
3. 한국농업기계학회. 2003. 농업기계연감. 한국농기계공업협동조합.
4. Dodson, B. 1994. Weibull analysis. American Society for Quality Press, Milwaukee, Wisconsin.
5. Kapur, K. C. and L. R. Lamberson. 1977. Reliability in engineering design. John Wiley & Sons, Inc. New York, NY
6. Lipson, C. and Sheth, N. J. 1973. Statistical design and analysis of engineering experiments. McGraw-Hill, New York.
7. Smith, W. L. and M. R. Leadbetter. 1963. On the renewal function for the weibull distribution. Technometrics 5(3): 393-396.
8. White, J. S. 1964. Weibull renewal analysis. Proceedings of the 3rd Annual Aerosp. Rel. Maintainability Conference, Washington, D. C. June 29 - July 1, 1964.

사후 봉사용 관리기와 Speed Sprayer  
부품의 적정 수요 및 재고 산정

Estimation of optimum demand and stock of  
repair parts of Cultivator and Speed Sprayer  
for after sales service

협동연구기관  
농업기계화연구소

농 립 부



# 제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “사후봉사용 주요 농기계 부품의 적정 수요 및 재고 산정” 과제에 대한 협동연구과제(사후봉사용 관리기와 스피드 스프레이어 부품의 적정 수요 및 재고 산정)의 최종 보고서로 제출합니다.

2003년 8월 20일

협동연구기관명 : 농업기계화연구소

협동연구책임자 : 신 승 업

연 구 원 : 김 병 갑

연 구 원 : 이 용 복

연 구 원 : 강 태 경

연 구 원 : 이 의 봉





# 목 차

제1장 서론 .....	147
제2장 재료 및 방법 .....	149
1. 형식 선발 및 부품 기초자료 조사 .....	149
가. 관리기와 Speed Sprayer 형식 선발 .....	149
나. 부품의 기초자료 조사 .....	150
2. 부품 공급량 및 소요량 분석 .....	151
3. 수리용 부품선발 .....	152
4. 고장데이터 수집 .....	153
제3장 결과 및 고찰 .....	155
1. 부품 공급량 및 소요량 분석 .....	155
가. 관리기의 부품공급량 및 소요량 .....	156
나. Speed Sprayer의 부품 공급량 및 소요량 .....	158
2. 수리용 부품 선발 .....	160
가. 관리기의 수리용 부품선발 .....	160
나. Speed Sprayer의 수리용 부품선발 .....	161
3. 고장데이터 수집 .....	163
4. 부품의 고장특성 및 교체수요 .....	163
가. 관리기 부품의 고장특성 및 교체수요 .....	163
나. Speed Sprayer 부품의 고장특성 및 교체수요 .....	168
다. 부품의 사용년수별 $f(t)$ 및 $F(t)$ .....	176
(1) 관리기의 사용년수별 $f(t)$ 및 $F(t)$ .....	176
(2) Speed Sprayer의 사용년수별 $f(t)$ 및 $F(t)$ .....	180
5. 부품의 교체수요량 산정 프로그램 개발 .....	190
제4장 적 요 .....	191
참고 문헌 .....	192



## 제1장 서론

농업기계의 이용도 제고를 위해서는 고장 발생시 신속한 수리가 이루어져야하고 이를 위해서는 수리용 부품이 원활하게 공급되어야 한다. 특히 농업기계는 작업 시기가 한정되어 있어 고장 발생시 신속한 수리가 이루어지지 않는다면 적기에 작업을 실시할 수 없어 영농에 지장을 초래할 뿐만 아니라 많은 시간과 비용을 허비하게 되어 농업기계의 이용 비용을 가중시키게 된다.

1980년대 후반부터 본격적으로 공급되기 시작한 관리기와 Speed Sprayer의 2002년 보유대수는 각각 379천대, 33천대로 크게 증가하였으며 관리기는 발작물의 재배 관리작업에 많이 이용되고 있으며, Speed Sprayer는 과수원의 방제작업에 필수적인 기종으로 정착되었다. 특히, 과수원의 방제작업은 작업의 특성상 위탁작업이 어렵고 또한 적기에 약제를 살포해야하는 관계로 고장발생시 원활한 부품공급에 의한 신속한 수리가 이루어져야함은 필수적이라 하겠다.

1999년 농업기계화연구소 조사결과에 의하면 농업기계 고장시 수리지연을 경험한 농가의 75%는 부품공급이 원활하게 이루어지지 못했기 때문으로 나타났다. 이는 대리점 등 대부분의 사후봉사업소에서 수리용 부품에 대한 소요량 예측능력 부족과 수리용 부품의 재고누적에 따른 재정적 부담으로 다양한 부품을 확보하지 못하고 고장빈도가 높은 일부 소모성부품 위주로 확보해 놓고 있기 때문으로 나타났으며 이러한 경향은 특히 재정능력이 취약한 읍면 단위의 영세한 농업기계 수리점에서 두드러지게 나타나고 있다.

따라서 농기계 사후봉사의 효율성을 높이기 위해서는 수리용 부품의 사전 수요예측을 통하여 사후봉사업소에서 적정량의 부품을 확보함으로써 부품재고발생을 최소화하고 또한 농기계 고장시 수리용 부품을 신속하게 공급할 수 있는 체계적인 부품관리 시스템이 요구되고 있다.

이 연구는 관리기와 Speed Sprayer의 수리용 부품에 대한 고장특성을 분석하고 기종별·부품별 수리용 부품의 적정 수요를 산정한 후 대리점 등 사후봉사업소에서 가지고 있어야 할 적정량의 수리용 부품을 사전 예측할 수 있는 체계적인 부품관리가 가능한 프로그램을 개발하기 위하여 수행하였다.



## 제2장 재료 및 방법

### 1. 형식 선별 및 부품 기초자료 조사

#### 가. 관리기와 Speed Sprayer 형식 선별

관리기와 Speed Sprayer에 대한 수리용 부품의 고장특성을 분석하고 적정 소요량 산정을 위한 대상 기종을 선별하기 위하여 생산업체의 최근 10년간 공급대수를 조사하였다. 관리기의 경우 표 1에서 보는 바와 같이 아세아종합기계에서 생산 공급한 관리기가 전체 공급대수의 69%를 점유하고 있으며, SS기의 경우에는 전체 공급대수에서 아세아종합기계(주) 제품이 50.6%, (주)한성에코넷 제품이 43.7%를 차지하고 있어 이들 두 개 회사가 전체 Speed Sprayer 공급대수의 대부분인 93.7%를 차지하고 있다(표 2).

따라서 이 연구에서 관리기는 아세아종합기계(주)의 관리기를, Speed Sprayer는 아세아종합기계(주) 및 (주)한성에코넷의 Speed Sprayer를 대상으로 하였다.

표 1. 연도별 관리기 공급대수

(대)

구분	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	계
전 체(A)	35,831	44,580	56,777	44,194	47,617	44,581	41,058	7,190	5,602	6,702	334,132
아세아(B)	31,301	29,388	38,401	29,963	31,148	26,631	28,713	4,701	4,252	5,173	229,671
B/A	87.4	65.9	67.6	67.8	65.4	59.7	69.9	65.4	75.9	77.2	68.7

표 2. 연도별 Speed Sprayer 공급대수

(대)

구분	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	계
전 체(A)	2,000	2,179	2,020	1,935	2,116	1,153	1,068	2,546	1,776	2,526	19,211
아세아(B)	1,385	1,218	1,038	1,038	1,136	584	482	1,414	534	896	9,725
한성에코(C)	612	961	982	897	980	569	513	673	1,124	974	8,285
(B+C)/A	100	100	100	100	100	100	93.2	82.0	93.4	77.3	93.7

## 나. 부품의 기초 자료 조사

관리기와 Speed Sprayer에 대한 부품정보를 얻기 위하여 생산회사에서 제공하고 있는 취급설명서 및 부품명세서를 조사, 분석하였다. 수리용 부품을 선정하기에 앞서 기종별 부품그룹, 그룹별 부품명칭, 부품별 수량 등의 기본적인 자료를 조사하고, 부품명세서에 제시된 전체 부품가운데 와셔류, 볼트 및 너트류, 스프링류, 오일씰, 핀류 등과 같이 일반적으로 다른 농업기계 및 산업용 부품과 쉽게 호환되는 부품을 제외시켜 수리용 부품의 소요량 산정을 위한 대상부품을 선정하였다. 표 3에서 보는 바와 같이 관리기는 전체 478개의 부품 가운데 수리용 부품 소요량산정을 위하여 316개 부품을, Speed Sprayer의 경우 아세아종합기계(주) 제품은 전체 부품수 1,371개 가운데 854개, (주)한성에코넷 제품은 전체 부품수 1,498개 가운데 854개를 선발대상 부품수로 하였다. Speed Sprayer의 생산업체별 공급성향을 보면 정량적으로 정확히 파악하기는 어렵지만 일반적으로 아세아종합기계(주)에서는 바퀴형을, (주)한성에코넷의 경우에는 궤도형을 주로 공급하고 있는 것으로 나타났다. 표 3에서 보는 바와 같이 (주)한성에코넷 제품에 대해서는 선발대상 부품수에 바퀴형 모델의 부품수에 궤도형 구동부의 부품수를 추가하였다.

표 3 기종별 부품수 및 선발대상 부품수

(개)

구 분	관리기	Speed Sprayer	
	아세아종합기계	아세아종합기계	한성에코넷
전체 부품수 (A)	478 (100)	1,371 (100)	1,498 (100)
제외 부품수 (B)	162 (33.9)	671 (48.9)	644 (43.0)
대상 부품수 (A-B)	316 (66.1)	702 (51.1)	854 (57.0)

주) ○ 관리기는 엔진, Speed Sprayer는 송풍엔진이 제외된 부품수 임.

○ 관리기 모델 : 아세아종합기계(주)

- AMC-800M, AMC-880M, AMC-800SM, AMC-880SM

○ Speed Sprayer 모델

- 아세아종합기계(주) : ASS-555G II/ASS-655G II(바퀴형)

- (주)한성에코넷 : 500WDLX(바퀴형), SS-500 CTLDIV(궤도형)

## 2. 부품 공급량 및 소요량 분석

관리기와 Speed Sprayer의 수리용 부품 선발시 사후봉사업소에서 농기계 수리를 담당하고 있는 수리전문가의 판단을 돕기 위한 기초자료를 얻고자 먼저, 1999년부터 2001년까지 3년 동안 생산업체에서 공급한 수리용 부품의 양과 소요된 부품량을 조사, 분석하였다(표 4).

생산업체의 부품 공급량은 관리기와 Speed Sprayer 부품의 전산관리가 이루어지고 있어 자료수집이 용이하고 정리가 비교적 잘된 아세아종합기계(주)의 부품공급 자료를 이용하였다. 또한, 사후봉사업소에서 관리기 및 Speed Sprayer 수리를 하면서 소요되는 부품별 소요량을 조사하였는데, 관리기는 경기도 김포시, 고양시, 화성시 등 3개 지역에서 수리정비 기록이 비교적 잘 되어 있는 단위농협을 각각 1개소씩 선발하여 전체 3개의 단위농협에서 최근 3~5개년 동안 수리한 내용을 대상으로 수리운영일지를 수집하여 164대를 분석하였다. Speed Sprayer는 전남 나주 지역 대리점의 매출전표를 이용하여 1,364대를 조사, 분석하였다.

이와 같이 생산업체와 사후봉사업소를 대상으로 부품공급량 및 소요량을 조사, 분석한 이유는 일반적으로 수리용 부품의 공급이 농기계 생산업체에서 전량 공급되기도 하지만 품목에 따라서는 부품 하청업체에서 대리점 등 사후봉사업소로 직접공급하는 양이 상당히 많고 또한 유통루트가 다양하기 때문에 생산업체의 부품공급량이 전체 부품 유통 물량의 일부분일 수밖에 없기 때문이다. 주요 분석내용은 기종별로 공급된 부품명 및 공급량을 파악하고, 주요 공급부품에 대하여는 전체 공급량에 대한 점유율 등을 분석하였다.

표 4 부품 공급량 및 소요량 조사 표본대수

구 분	생산업체에서 공급한 부품	사후봉사업소에서의 조사대수
관리기	600품목 197,757개	196 대
Speed Sprayer	810품목 68,277개	1,364 대

주) 아세아종합기계(주)에서 공급한 부품을 대상으로 하였음.



### 3. 수리용 부품선발

관리기와 Speed Sprayer 부품에 대한 고장특성을 분석하고, 부품 소요량 산정을 위한 대상 부품선발과 선발부품의 고장데이터수집은 표 5에서 보는 바와 같이 4개 도 4개 시군에서 관리기는 5개소, Speed Sprayer는 8개소의 대리점 및 단위농협을 대상으로 수행하였다.

표 5 부품선발 및 고장데이터 수집대상 사후봉사업소

(개소)

구 분	경기 안성	충남 예산	전남 나주	경북 안동	계
관리기	1	1	1	2 (1)	5 (1)
Speed Sprayer	2	2	2	2 (1)	8 (1)

주) ( )는 농협수리센터

부품의 고장특성 및 신뢰도평가를 기초로 적정 소요량 산정 대상 수리용 부품을 선발하였다. 이는 생산업체의 부품 공급량과 사후봉사업소의 부품 소요량에 대한 분석결과를 기초로 하여 표 5에서와 같이 4개 시군에서 수리 경험이 풍부한 전문가의 협조를 받아 수행하였다.

부품선발 기준은 ① 부착작업기를 제외한 본체 관련부품 ② 부품소요량이 많거나 생산업체에서만 공급되는 부품 ③ 고장빈도는 적지만 고장발생시 구입이 어려운 부품 등 소모성 또는 준내구성 부품위주로 선발하였다. 그러나 본체의 부품이라도 농기계를 구입하여 폐기할 때까지 고장이 거의 없거나 교환할 필요가 없는 부품, 볼트 및 너트, 오일셀, 핀, 와셔, 베어링류 등 자동차 등 산업용 부품과 호환이 되어 일반 부품판매점에서 손쉽게 구입하여 사용할 수 있는 부품 등은 가급적 선발대상에서 제외하였다. 수리용 부품의 선발은 관리기 5개소, Speed Sprayer 8개소의 조사대상 사후봉사업소 가운데 수리전문가 3인 이상이 중복 선택한 부품을 최종 선발하였다.

#### 4. 고장데이터 수집

부품의 고장특성 및 신뢰도 평가를 위해서는 부품별로 고장수리 시점까지의 사용 시간, 즉 품목별 교환주기에 대한 자료가 필요하다. 실제 농가에서는 대부분 교환부품의 명칭 및 수량을 기억하지 못하거나 기록하지는 않을 뿐더러 안다고 해도 취급 설명서에 기록되어 있는 명칭과 달라 자료수집에 한계가 있었다. 따라서 신뢰성있는 기초 자료 수집을 위하여 수리내용에 대한 기록 유지가 비교적 잘된 대리점 및 농협수리센타를 대상으로 컴퓨터 기록, 농기계수리운영일지, 매출전표 등을 조사하여 대상 부품을 교환한 농가, 교환 부품명 및 수량, 부품교환 연도 등을 조사, 분석하였다. 다음으로 조사지역의 대리점 및 농협수리센타, 면세유류 담당자를 통하여 해당 농가의 관리기 및 Speed Sprayer의 구입년도에 관한 자료를 수집하여 부품별 교환주기 등에 관한 기초 자료를 수집하였다.



### 제3장 결과 및 고찰

#### 1. 부품 공급량 및 소요량 분석

농기계 대리점 및 농협수리센터 등 사후봉사업소의 수리 전문가에 의한 수리용 부품의 선발을 보다 정확하고 원활하게 하기 위하여 먼저 생산업체의 부품공급량과 사후봉사업소의 부품소요량을 조사, 분석하였다. 부품공급량 및 소요량에 대한 상위 25개 품목을 비교한 결과 표 6에서 보는 바와 같이 관리기는 V-벨트 등 20개 품목이, Speed Sprayer는 분판 등 11개 품목이 서로 일치하고 있어 관리기가 Speed Sprayer 보다 높게 나타났다. 이는 부품 공급량은 아세아종합기계(주), 사후봉사업소의 부품 소요량은 (주)한성에코넷 Speed Sprayer를 대상으로 하여 두 업체간의 구동부 형식이 다른 제품공급에 기인되며 바퀴형에 비해 궤도형의 주행부 부품 소요량이 많기 때문으로 판단된다.

표 6 생산업체의 공급 및 사후봉사업소의 소요 부품

기종명	부품명(공급 = 소요)	부품명(공급 ≠ 소요)
관리기	V-벨트, 점화코일, 점화플러그, 연료코크, 연료호스, 튜브조합, 시동로프, 피스톤링, 기화기, 연료탱크, 피스톤, 헤드가스켓, 조향와이어, 좌우상하와이어, 실린더 헤드, 주클러치와이어, 배터리, 정지스위치, 크랭크축, 흡기밸브 등 20품목	· 공급 : 가스켓, 커넥팅로드, 조속와이어, 주클러치와이어, 연료게이지, 카브레타 등 5개 품목 · 소요 : 리코일스타터, 차축오일씰, 엔진, 주클러치와이어, 레귤레이터, 조향레버 등 5개 품목
Speed Sprayer	분판, 연료탱크조합, 임펠러, 에어크리너, 피스톤(분무기), 볼밸브, V-벨트, 라디에이터호스, 소음기조합, 브레이크라이닝, 오일필터 등 11품목	· 공급 : 노즐, 흡기매니폴더마개, 클러치실린더, 릴리스실린더, 진공호스, 소음기연결파이프, 클러치카버, 노즐캡, 클러치디스크, 튜브, 브레이크마스터실린더, 브레이크오일통, 걸름망 등 14개 품목 · 소요 : 연료필터, 궤도, 엑셀와이어, 상부롤러, 트랙롤러, 아이들롤러, V패킹,스위치, 스타트모터, 초크와이어, 압력게이지, 키박스, 분무기와이어, 냉각팬 등 14개 품목

### 가. 관리기의 부품공급량 및 소요량

생산업체에서 공급한 관리기의 부품은 600개 품목으로 연간 공급된 수량은 197,757개로 나타났다. 이 가운데 공급량이 많은 25개 품목이 차지하고 있는 부품의 총 수량은 129,235개로 전체 공급량의 65.6%를 차지하고 있어 품목수에 비해 점유율이 대단히 높은 것으로 나타났다(표 7).

공급량이 많은 주요 부품의 점유율을 보면 연료콕, 연료호스, 기화기, 연료탱크, 연료게이지 등 연료계통이 16.3%로 가장 높게 나타났으며 다음으로는 점화코일, 점화플러그, 배터리, 정지스위치 등 전기계통이 14.0%, 피스톤링, 가스켓, 피스톤, 실린더헤드, 흡기밸브 등 엔진계통이 12.1%, V-벨트류가 6.5%, 각종 와이어류가 6.1%의 순으로 나타났다. 결과적으로 관리기의 부품 소요량은 연료계통, 전기계통, 엔진계통에서 전체 부품 공급량의 55%이상을 점유한 것으로 나타나 관리기의 고장발생 및 부품소요량은 이들 부위에서 집중되고 있음을 알 수 있었다.

또한 관리기를 수리한 농가에서 구입을 하거나 수리를 할 때 많이 소요된 순서로 25개 품목을 정리한 결과를 보면, 분석대수 196대에 대한 부품별 수리율은 기화기, 연료콕, 연료탱크, 연료호스 등 연료계통이 43.9%로 가장 높은 것으로 나타났으며 다음으로 헤드가스켓, 실린더헤드, 피스톤, 엔진, 흡기밸브 등 엔진계통이 31.0%, 점화플러그, 배터리, 정지스위치 등 전기계통이 28.0% 순으로 높게 나타나 생산업체에서 공급한 부품 공급량과 대동소이한 것으로 나타났다. 따라서 이러한 부품은 사후봉사업체에서 갖추어야 할 중요 부품이 되고 또한 수리용 부품 선발시 반드시 포함되어야 할 것으로 판단되었다.

표 7 관리기의 주요 부품 공급량 및 소요량

순위	부품공급량 (아세아종합기계)			순위	부품소요량 (농협수리센터)		
	부품명	공급량 (개/년)	점유율 (%)		부품명	수리대수 (대)	수리율 (%)
1	V-벨트	12,824	6.5	1	기화기	45	23.0
2	점화코일	12,629	6.4	2	점화플러그	40	20.4
3	점화플러그	11,028	5.6	3	V-벨트	37	18.9
4	연료콕크	9,285	4.7	4	헤드가스켓	24	12.2
5	연료호스	8,445	4.3	5	연료콕크	22	11.2
6	튜브조합	8,372	4.2	6	리코일스타터	19	9.7
7	시동로프	7,193	3.6	7	연료탱크	15	7.7
8	피스톤링	6,625	3.4	8	피스톤링	15	7.7
9	기화기	5,854	3.0	9	실린더헤드	14	7.1
10	가스켓	5,641	2.9	10	튜브조합	13	6.6
11	연료탱크	4,971	2.5	11	피스톤	13	6.6
12	피스톤	4,441	2.2	12	бат데리	12	6.1
13	커넥팅로드	4,221	2.1	13	좌우상하와이어	10	5.1
14	헤드가스켓	3,665	1.9	14	크랭크축	9	4.6
15	조향와이어	3,182	1.6	15	점화코일	6	3.1
16	조속와이어	2,958	1.5	16	조향와이어	6	3.1
17	좌우상하와이어	3,659	1.9	17	차축오일씰	6	3.1
18	실린더 헤드	2,115	1.1	18	엔진조합	6	3.1
19	주클러치와이어	2,095	1.1	19	시동로프	4	2.0
20	бат데리	2,068	1.0	20	주클러치와이어	4	2.0
21	정지스위치	2,038	1.0	21	흡기밸브	4	2.0
22	연료게이지	1,913	1.0	22	연료호스	4	2.0
23	카브레타	1,499	0.8	23	레귤레이터	3	1.5
24	크랭크축	1,307	0.7	24	정지스위치	3	1.5
25	흡기밸브	1,207	0.6	25	조향레버	3	1.5
소계	25 품목	128,028	65	소계	25 품목	-	-
총계	600 품목	197,757	100.0	전체 196대			

주) 제외부품 : 부착작업기, 본체의 볼트, 너트, 오일씰, 베어링, 핀, 와셔 등의 부품

## 나. Speed Sprayer의 부품 공급량 및 소요량

Speed Sprayer의 경우 생산업체의 부품공급량은 아세아종합기계(주)의 부품공급량을 조사, 분석하였으며, 사후봉사업소를 대상으로 수행한 농가부품 소요량은 (주)한성에코넷 대리점의 자료를 이용하였다. 물론 보다 정확한 비교가 이루어지기 위해서는 부품공급량과 소요량의 분석을 동일 생산업체에 대한 제품을 대상으로 하는 것이 좋을 것으로 생각되었으나 실제 자료수집에 어려움이 있어 서로 다른 생산업체의 자료를 이용하였다(표 8).

생산업체의 부품 공급량과 사후봉사업소의 부품 소요량을 분석한 결과 두 회사의 부품공급 및 소요량에 있어서 상위 25개 품목 가운데 11개의 부품이 일치되었으나, 표 8에서 보는 바와 같이 바퀴형이 많이 공급되는 아세아종합기계(주)는 튜브조합의 공급량이 많았지만, 케도형을 주로 공급하는 (주)한성에코넷 대리점의 경우에는 케도, 상부롤러, 트랙롤러, 아이들롤러 등이 많이 소요되어 구동형식에 따라 크게 달라짐을 알 수 있었다. 이러한 결과로 Speed Sprayer의 수리용 부품은 바퀴형과 케도형으로 구분하여 선발할 필요가 있는 것으로 판단되었다. Speed Sprayer의 공급 부품은 810개 품목이고 연간 공급된 수량은 68,277개로 나타났다. 이 가운데 공급량이 많은 25개 품목이 차지하는 공급량이 40,108개로 전체 공급량의 58.5%를 점유하고 있어 관리기의 분석결과와 비슷한 경향으로 나타났다.

공급량이 많은 주요 부품의 점유율을 보면 분판, 노즐, 노즐임펠러, 노즐캡 등 노즐조합이 31.4%, 흡기메니폴더마개, 에어크리너, 진공호스, 피스톤, 소음기연결파이프, V-벨트, 소음기조합, 오일필터 등 엔진계통이 11.6%, 클러치실린더, 유니버설조인트, 클러치카버, 클러치디스크 등 주클러치조합이 5.9%로 이들 계통의 부품이 전체 부품 공급량의 48.9%를 차지하고 있는 것으로 나타났다. 특히, 분판의 경우는 단일 품목으로 전체 부품공급량의 24%를 차지하여 대단히 높게 나타났는데 이는 해당 수량이 25개로 많을 뿐만 아니라 방제 작업시 높은 압력에 의한 마모로 교환 주기가 짧기 때문으로 판단된다. 사후봉사업소에서 부품 소요량은 단일품목으로는 V-벨트가 가장 높았으며, 다음으로 에어크리너, 오일필터, 연료필터 등의 각종 필터류와 구동부의 주요부품 순으로 나타났다. 관리기와 마찬가지로 생산업체에서 많이 공급된 부품과 사후봉사업소에서 많이 소요된 부품이 서로 일치한 부품과 구동부의 주요 부품은 부품선발시 포함되어야 할 것으로 판단되었다.

표 8 스피드 스프레이어 주요 부품의 공급량

순위	부품공급량 (아세아중합기계)			순위	부품소요량 (대리점)		
	부품명	공급량 (개/년)	점유율 (%)		부품명	수리대수 (대)	수리율 (%)
1	분판	16,399	24.0	1	V-벨트	1594	116.9
2	노즐조합	3,128	4.6	2	에어크리너	600	44.0
3	흡기메니홀더마개	2,332	3.4	3	오일휠타	629	46.1
4	연료탱크조합	1,628	2.4	4	연료휠타	455	33.4
5	클러치실린더	1,540	2.3	5	퀘도	288	21.1
6	릴리스실린더	1,538	2.3	6	엑셀와이어	280	20.5
7	유니버셜조인트	1,455	2.1	7	상부롤러조합	189	13.9
8	노즐임펠러	1,356	2.0	8	트랙로울로조합	166	12.2
9	에어크리너	1,278	1.9	9	아이들롤러	148	10.9
10	진공호스	1,059	1.6	10	V패킹(분무기)	138	10.1
11	피스톤(분무기)	857	1.3	11	브레이크크라이닝	129	9.5
12	소음기연결파이프조합	816	1.2	12	스위치	126	9.2
13	볼밸브	772	1.1	13	스타트모터	96	7.0
14	V-벨트	758	0.9	14	분판	86	6.3
15	클러치카버	631	0.8	15	소음기조합	79	5.8
16	노즐캡	565	0.8	16	연료탱크	69	5.1
17	클러치디스크	539	0.7	17	초크와이어	65	4.8
18	라디에이터호스	486	0.7	18	압력게이지	62	4.5
19	튜브조합	475	0.7	19	키박스	65	4.8
20	브레이크마스터실린더	472	0.7	20	분무기와이어	53	3.9
21	소음기조합	449	0.7	21	피스톤(분무기)	51	3.7
22	브레이크크라이닝	428	0.6	22	냉각팬	51	3.7
23	오일휠터	396	0.6	23	라디에이터호스	45	3.3
24	브레이크오일통	381	0.6	24	볼밸브	61	4.5
25	걸름망	370	0.5	25	노즐임펠러	49	3.6
소계	25 품목	39,738	58	소계	25 품목	-	-
총계	810 품목	68,277	100.0	전체 1,364대			

주) 제외부품 : 부착작업기, 본체의 볼트, 너트, 오일셀, 베어링, 핀, 와셔 등의 부품



## 2. 수리용 부품 선발

생산업체의 부품공급량과 사후봉사업소의 부품소요량을 분석한 자료를 기초로 하여 경기 안성, 충남 예산, 전남 나주, 경북 안동 등 4개 시군 8개 대리점 및 농협수리센터 수리전문가의 협조를 얻어 선발기준에 따라 대상 부품을 선발하였다.

### 가. 관리기의 수리용 부품선발

관리기는 6개 그룹에서 총 63개 부품을 선발하였는데, 표 9에서 보는 바와 같이 각 그룹별로는 엔진 및 프레임 25개 부품, 로타리케이스 및 프레임 12개 부품, 핸들 및 샤프 12개 부품, 차륜 6개 부품, 로타리케이스 8개 부품, 로타리프레임 및 카버 9개 부품, 전기장치 3개 부품을 선발하였다.

표 9 관리기의 선발부품

그룹명	부품수	부품명
엔진 및 엔진 프레임	25	엔진조합, 전기시동엔진조합, V벨트(2), 텐션폴리조합(A, B), 연료탱크, 연료탱크브라켓(A,B), 연료걸름망, 연료탱크캡, 연료게이지조합, 정지스위치, 연료코크조합, 헤드가스켓, 실린더헤드, 피스톤, 피스톤링, 커넥팅로드, 점화코일, 시동로프, 리코일스타터, 기화기, 연료호스, 에어크리너조합
핸들 및 핸들 샤프	12	연결체인케이스고정브라켓, 주클러치와이어, 텐션스프링, 좌우상하이동(레버조합, 와이어), 조향클러치와이어, 조향클러치와이어홀더, 조향클러치(플랜지, 레버조합(좌, 우)), 조속와이어, 사이드클러치로드
차륜	6	타이어(좌, 우), 차륜튜브, 차축핀, 튜브, 차축오일씰
로타리케이스	8	같이케이스(좌, 우), 같이케이스패킹, 같이체인, 연결체인케이스조합, 연결체인케이스(내, 외), 연결체인
로타리프레임 및 카버	9	윗카버A(좌, 우), 윗카버B(좌, 우), 옆카버(좌, 우), 지지봉(좌, 우), 조정핸들조합
전기 장치	3	점화플러그, 배터리, 레귤레이터
계	63	

#### 나. Speed Sprayer의 수리용 부품선발

SS기는 12개 그룹에서 총 165개 부품을 선발하였는데, 각 그룹별로는 분무기 그룹이 43개 부품으로 전체 선발부품의 26%를 차지하고 있으며 다음으로 엔진(송풍, 주행) 30개 부품, 송풍부 18개 부품, 구동부(바퀴형, 궤도형) 16개 부품, 프레임 15개 부품, 스티어링 14개 부품, 밧션 12개 부품, 전기장치 7개 부품, 약탱크 6개 부품, 적재함 4개 부품을 선발하였다(표 10).

표 10 Speed Sprayer의 선발부품

그룹명		부품수 (개)	부품명
분무기		43	분무기조합, 전자클러치, 분무기벨트, 분무기텐션(브라켓, 샤프트, 폴리), 분무기헤드, 레귤레이터조합, 압력계, 볼벨브, 노즐호스(좌, 중, 우), 노즐란스(좌, 중, 우), 노즐베이스(1, 2 TYPE), 노즐유니트, 거름망, 임페라(직진형, 확산형), 노즐패킹, 분판(1.2, 1.4), 노즐오링, 노즐베이스오링, 가이드판(좌, 우), 배유구패킹, 주유구게이지, 주유구마개, 플런저, 컨넥팅로드, 베어링케이스덮개, 실린더, 송출구, 벨브패킹, 벨브(조합), 흡수구, 수질패킹, 그리스컵
엔진	주행엔진	14	주행엔진폴리, 주행소음기, 주행소음기가스켓, 주행소음기방열판, 오일필터, 에어크리너필터, 주행텐션암, 텐션폴리, 텐션폴리샤프트, 주행벨트, STG펌프벨트, 유압펌프, 유압펌프 폴리
	송풍엔진	16	송풍엔진폴리, 냉각팬, 라디에이터, 라디에이터호스(상, 하), 라디에이터호스연결파이프, 송풍소음기, 소음기가스켓, 보조물통, 보조물 통호스, 송풍연료탱크, 송풍연료탱크캡, 연료게이지호스, 연료호스(IN, OUT), 송풍연료필터, 스타트모터
송풍부		18	클러치하우징(프론트, 리어), 클러치샤프트, 리턴스프링, 릴리스(포크, 샤프트, 커버), 링크, 클러치디스크, 송풍방진 고무파이프, 팬케이스, 송풍팬보스(상, 하), 송풍팬날개, 클러치와이어, 송풍악셀레버, 송풍악셀와이어

계속 : Speed Sprayer의 선발부품

그룹명		부품수 (개)	부품명
구동부	궤도형	13	트랙로울러, 트랙로울러샤프트(A, B), 보조로라, 보조로라(부시, 샤프트, 베어링커버), 아이들로라, 아이들로라샤프트, 베어링커버, 크로울러, 크로울러가이드, 트랙프레임
	바퀴형	3	타이어, 타이어튜브, 브레이크파이프
F.R.P 및 프레임 관계		15	프론트범버, 주행엔진커버, 고무고리, 고무고리(핀, 브라켓 B, 고정브라켓), 프론트커버서브 고정브라켓, 약탱크, 송풍팬캡, 송풍팬망, 주행연료탱크, 지지대고정, 리어범버, 엔진커버지지대
스티어링 관계		14	주행악셀(레버, 레버브라켓, 와이어), 마스터실린더(브레이크, 클러치), 실린더링크로드(브레이크, 클러치), 시트, 시트가이드, 주행체크와이어, 악셀페달리턴스프링, 주변속로드, 주변속하우징, STG펌프벨트
밋션		12	트랜스밋션브라켓, 클러치(커버, 풀리, 디스크, 오페라실린더), 브레이크(오일통, 오일호스), 트랜스퍼고정 브라켓, 쿨링팬(좌, 우), 브레이크 축 고정덮개, 유니버설조인트
전기장치		7	배터리(주행, 송풍), 송풍계기판, 송풍배선, 송풍휴즈박스, 분무기스위치, 키박스
약탱크		6	교반기(호스, 허브, 캡, 분판), 1번고압호스, 약탱크걸름망
적재함		4	리프트 조정로드(좌,우), 리프트 조정암(A), 드레인가스켓
계		165	

### 3. 고장 데이터 수집

선발된 대상 부품의 고장특성 및 신뢰도 평가를 위하여 선발부품을 교환한 농가에 대한 자료는 품목당 최소한 4개 이상을 수집하였으며, 대상지역은 부품선발 지역과 동일한 지역으로 하였다. 관리기는 63개 선발부품에 대하여 395농가의 수리기록을 조사하여 부품당 평균 6.4개의 고장데이터를 수집하였으며, Speed Sprayer는 165개 선발부품 가운데 111개 부품에 대한 자료를 1,427농가의 수리기록을 조사하여 부품당 12.9개를 수집하여 부품의 신뢰도를 분석하였다. Speed Sprayer의 경우 자료수집이 안되거나 자료수집이 부족한 54개 부품은 조합에 의해 부품이 공급되거나 모탈간 또는 기록자간 부품명이 틀리는 등 자료수집에 한계가 있어 이러한 부품은 수리전문가를 대상으로 평균수명을 조사하고 그 결과를 이용하여 분석하였다.

### 4. 부품의 고장특성 및 교체수요

관리기와 Speed Sprayer의 주요 선발 부품에 대하여 수집된 고장데이터를 이용하여 부품별로 Weibull 해석을 통하여 고장형태, 특성수명, 평균 고장시간, 평균 고장시간에서 신뢰도 등을 분석하였다. Weibull 해석에 의한 모수 추정에는 통계패키지 프로그램 SAS 8.2를 사용하였으며, 이러한 결과를 이용하여 100대당 평균 교체 수요를 산정하였다.

#### 가. 관리기 부품의 고장특성 및 교체수요

관리기의 대상 부품 63개에 대한 부품에 대한 Weibull 해석 결과, 평균 사용년수(MTBF)는 표 11에서 보는 바와 같이 4년 이하 3개 부품, 4~6년 10개 부품, 6~8년 41개 부품, 8~10년이 9개 부품으로 나타났다. 이는 관리기의 연간 평균 사용시간이 50시간인 점을 감안하면, 평균 부품 사용시간이 모두 500시간 내에 있다는 것을 알 수 있는데, 특히 점화플러그와 V-벨트는 200시간 내로 평균수명이 짧은 반면, 엔진조합, 텐션폴리, 각종 브라켓 등 9개 부품은 사용시간이 400~500시간 정도로 비교적 오래 사용하는 것으로 나타났다.

표 11 관리기 부품의 평균 사용 년수 및 시간별 부품수

사용년수 (년)	~2년	~4	~6	~8	~10	계
사용시간 (시간)	~100	~200	~300	~400	~500	
부품수 (개)	1	2	10	41	9	63

※ 관리기 사용 시간 : 50시간/년 (2000. 농업기계화연구소)

관리기 부품의 고장 유형은 표 12에서 보는 바와 같이 형상계수( $\beta$ )의 값이 모두 1보다 큰 것으로 나타나 관리기의 주요 부품은 정상적인 사용으로 수명이 다하여 일어나는 마모에 의한 고장발생으로 나타났다. 부품의 평균 사용년수(MTBF)는 1.7~9.6년 사이에 분포하고 있으며, 점화플러그가 1.7년으로 가장 짧고 연료탱크캡 조합이 9.6년으로 가장 긴 것으로 나타났으며, MTBF에서 부품의 신뢰도,  $R(t)$ 는 50%내외로 나타났다.

100대당 연간 부품별 교체 대수율을 보면, 엔진조합, 연결체인케이스, 조정핸들, 피스톤 등 30개 부품은 10% 미만으로 낮게 나타났으며, 각종 와이어류, 연료탱크조합, 차축오일셀, 기화기조합 등 26개 부품은 10~20% 미만, 리코일스타터조합, 배터리, 피스톤링, 연료걸름망 등 4개 부품은 20~30%미만이며, V-벨트는 30~40%, 점화플러그는 59.6%로 높게 나타났다.

표 12 관리기 부품의 고장특성 및 교체수요

no	분 류	부품명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
1	엔진 및 프레임관계	기화기 조합	3.142	6.735	6.027	49.39	15.1
2	엔진 및 프레임관계	리코일스타터조합	1.772	5.606	4.989	44.34	19.1
3	엔진 및 프레임관계	시동로프	2.688	5.985	5.321	48.23	18.9
4	엔진 및 프레임관계	실린더 헤드	2.249	9.008	7.979	46.71	9.0
5	엔진 및 프레임관계	에어크리너	5.036	7.089	6.512	52.11	10.4
6	엔진 및 프레임관계	엔진조합	2.747	9.942	8.846	48.40	6.3
7	엔진 및 프레임관계	전기시동엔진조합	2.747	9.942	8.846	48.40	6.3
8	엔진 및 프레임관계	연료게이지조합	3.737	7.178	6.481	50.52	12.2
9	엔진 및 프레임관계	연료콕크조합	2.690	7.032	6.253	48.24	13.9
10	엔진 및 프레임관계	연료탱크브라켓조합(A)	2.817	9.156	8.155	48.59	7.5
11	엔진 및 프레임관계	연료탱크브라켓조합(B)	2.689	8.865	7.882	48.23	8.4
12	엔진 및 프레임관계	연료탱크조합	3.432	7.703	6.923	49.99	10.3
13	엔진 및 프레임관계	연료탱크캡조합	2.348	10.886	9.647	47.10	5.9
14	엔진 및 프레임관계	연료호스	2.340	8.315	7.368	47.07	10.3
15	엔진 및 프레임관계	점화코일	8.304	5.802	5.473	53.98	20.7
16	엔진 및 프레임관계	정지스위치	2.788	7.088	6.311	48.52	13.6
17	엔진 및 프레임관계	콘넥팅로드조합	7.041	6.376	5.966	53.45	12.9
18	엔진 및 프레임관계	텐션폴리조합(A,B)	3.385	9.494	8.527	49.90	5.6
19	엔진 및 프레임관계	피스톤	2.287	8.570	7.592	46.86	9.8
20	엔진 및 프레임관계	피스톤링세트	5.038	5.695	5.232	52.11	25.1
21	엔진 및 프레임관계	헤드가스켓	2.369	8.022	7.109	47.18	11.0
22	엔진 및 프레임관계	V-벨트(LA44.5)	2.366	3.900	3.457	47.17	30.5

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, year)

MTBF: Mean Time Between Failure(평균사용년수, year)

$R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요

고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속 : 관리기 부품의 고장특성 및 교체수요

no	분 류	부품명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
23	엔진 및 프레임관계	V-벨트(LB40)	5.375	2.702	2.491	48.60	40.1
24	엔진 및 프레임관계	연료걸름망	3.328	5.080	4.559	51.22	26.9
25	엔진 및 프레임관계	리턴스프링	4.710	9.383	8.586	49.22	3.3
26	전기장치관계	бат데리	2.846	5.720	5.096	48.67	20.8
27	전기장치관계	점화플러그	3.691	1.858	1.677	50.56	59.6
28	차륜관계	차륜튜브(육각)	4.423	7.691	7.011	51.46	8.4
29	차륜관계	차축핀(B)	5.121	6.811	6.262	52.18	12.3
30	차륜관계	타이어(좌,우)	4.226	8.860	8.056	51.22	5.2
31	차륜관계	튜브조합	3.353	7.257	6.515	49.83	12.4
32	트랜스밋션기어관계	차축오일셀	2.356	6.836	6.058	47.13	14.8
33	핸들 및 핸들샤시관계	사이드클러치로드	4.304	8.617	7.843	51.32	5.6
34	핸들 및 핸들샤시관계	연결체인케이스고정브라켓	3.684	9.142	8.248	50.43	5.6
35	핸들 및 핸들샤시관계	조속와이어	3.372	7.752	6.961	49.87	10.2
36	핸들 및 핸들샤시관계	조향클러치레버조합(우)	3.295	8.031	7.203	49.72	9.5
37	핸들 및 핸들샤시관계	조향클러치레버조합(좌)	3.435	9.516	8.554	49.99	5.5
38	핸들 및 핸들샤시관계	조향클러치와이어	5.530	7.163	6.615	52.52	8.9
39	핸들 및 핸들샤시관계	조향클러치와이어홀더	4.948	7.208	6.615	52.02	9.8
40	핸들 및 핸들샤시관계	조향클러치플랜지	5.842	7.138	6.612	52.75	8.4
41	핸들 및 핸들샤시관계	좌우상하이동레버조합	4.327	7.718	7.027	51.35	8.5
42	핸들 및 핸들샤시관계	좌우상하이동와이어	3.328	7.580	6.802	49.78	11.0
43	핸들 및 핸들샤시관계	주클러치와이어	3.752	7.202	6.505	50.54	12.1
44	핸들 및 핸들샤시관계	텐션스프링	3.122	7.468	6.681	49.35	11.8
45	로타리케이스관계	같이케이스(우)	3.515	8.440	7.595	50.14	7.7
46	로타리케이스관계	같이케이스(좌)	8.829	8.077	7.642	54.15	1.6
47	로타리케이스관계	같이케이스패킹	3.272	8.670	7.774	49.67	7.7
48	로타리케이스관계	연결체인	6.686	6.191	5.777	53.27	16.0
49	로타리케이스관계	연결체인케이스(내)	6.994	6.760	6.324	53.43	9.0
50	로타리케이스관계	연결체인케이스(외)	6.994	6.760	6.324	53.43	9.0

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, year)

MTBF: Mean Time Between Failure(평균사용년수, year)

$R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요

고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속 : 관리기 부품의 고장특성 및 교체수요

no	분 류	부품명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
51	로타리케이스관계	연결체인케이스조합	6.994	6.760	6.324	53.43	9.0
52	로타리케이스관계	갈이체인	3.554	7.567	6.814	50.21	10.6
53	로타리프레임 및 카버관계	옆카버(우)	5.907	6.646	6.161	52.80	12.1
54	로타리프레임 및 카버관계	옆카버(좌)	4.814	6.803	6.232	51.89	12.9
55	로타리프레임 및 카버관계	위카버A(우)	11.847	7.591	7.271	54.87	13.8
56	로타리프레임 및 카버관계	위카버A(좌)	11.847	7.591	7.271	54.87	13.8
57	로타리프레임 및 카버관계	위카버B(우)	6.262	7.353	6.838	53.03	6.6
58	로타리프레임 및 카버관계	위카버B(좌)	6.262	7.353	6.838	53.03	6.6
59	로타리프레임 및 카버관계	조정헨들조합	4.674	7.454	6.817	51.75	9.1
60	로타리프레임 및 카버관계	지지봉(우)	3.470	6.222	5.596	50.06	18.3
61	로타리프레임 및 카버관계	지지봉(좌)	4.985	7.643	7.016	52.06	7.4
62	로타리프레임 및 카버관계	카버브라켓(좌)	5.036	7.089	6.512	48.89	10.4
63	로타리프레임 및 카버관계	카버브라켓(우)	3.121	8.743	7.822	51.66	7.8

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, year)

MTBF: Mean Time Between Failure(평균사용년수, year)

$R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요

고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장



### 나. Speed Sprayer 부품의 고장특성 및 교체수요

Speed Sprayer의 대상 부품 165개에 대한 Weibull 해석 결과, 평균 사용년수 (MTBF)는 표 13에서 보는 바와 같이 사용년수 4년 이하인 부품이 12.7%인 21개 부품, 4년에서 10년 사이의 부품이 124개 부품으로 75.2%로 대부분을 차지하고 있으며, 10년 이상 사용하는 부품은 20개 부품으로 12.1%를 차지하고 있는 것으로 나타났다. Speed Sprayer의 연간 평균 사용시간은 108시간인데, 부품의 평균 사용시간이 432시간 이하인 부품은 배터리, 벨트류, 필터류, 와이류 등이 해당되고, 10년 (1,296시간) 이상 오래 사용하는 부품은 클러치폴리, 브레이크오일호스, 주변속로드, 주변속하우징, 가이드판, 클러치하우징, 클러치샤프트, 릴리스커버, 클러치실린더링 크로드, 송출구, 약탱크걸름망, 베어링케이스덮개 및 브레이크파이프, 각종 브라켓류 등으로 나타났다.

표 13 Speed Sprayer 부품의 평균 사용 년수 및 시간별 부품수

사용년수 (년)	~2년	~4	~6	~8	~10	~12	~14	~16	계
사용시간 (시간)	~ 216	~ 432	~ 648	~ 864	~ 1,080	~ 1,296	~ 1,512	~ 1,728	
부품수 (개)	3	18	41	51	32	9	10	1	165

※ Speed Sprayer(방제 및 운반 겸용) 사용 시간 : 108시간/년

(2000. 농업기계화연구소, 2000 농업총조사)

- Speed Sprayer 1대당 과수(사과, 배, 복숭아, 포도, 감귤) 재배면적 : 1.5ha
- 과수 1ha당 연간 Speed Sprayer 사용시간 : 72시간(방제 32시간, 운반 40시간)

Speed sprayer 고장특성을 분석한 결과, 표 14에서 보는 바와 같이 관리기의 부품과 마찬가지로 형상계수( $\beta$ )의 값이 모두 1보다 큰 것으로 나타나 마모에 의한 고장발생으로 나타났다.

100대당 연간 부품별 교체 대수율을 보면, 노즐호스, 분무기조합, 스타트모터 등 32개 부품은 10% 미만으로 낮게 나타났으며, 볼밸브, 압력계, 연료탱크, 소음기, 분판, 노즐베이스 등 59개 부품은 10~20% 미만, 연료 및 라디에이터 호스, 크로울러, 임페라, 보조로울러 등 28개 부품은 20~30%, 분무기벨트, 주행악셀와이어 등 9개 부품은 30~40%, 주행벨트, 송풍연료필터, 오일필터 등은 50~72%로 높게 나타났다.

표 14 Speed Sprayer 부품의 고장특성 및 교체수요

no	분 류	부품명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
1	주행엔진관계	주행엔진폴리	1.498	8.167	7.374	42.39	11.7
2	주행엔진관계	주행소음기	3.327	6.877	6.171	49.78	14.2
3	주행엔진관계	주행소음기가스켓	3.327	6.877	6.171	49.78	14.2
4	주행엔진관계	주행소음기방열판	3.327	6.877	6.171	49.78	14.2
5	주행엔진관계	에어크리너필터(주행)	2.606	4.147	3.684	47.98	29.6
6	주행엔진관계	주행텐션압	1.868	8.366	7.428	44.90	10.8
7	주행엔진관계	주행텐션폴리	2.720	6.889	6.128	48.32	14.5
8	주행엔진관계	텐션폴리샤프트	1.861	6.236	5.537	44.86	16.7
9	주행엔진관계	주행벨트	5.261	2.073	1.909	52.30	52.4
10	주행엔진관계	STG펌프벨트	2.601	3.053	2.712	47.97	36.3
11	주행엔진관계	유압펌프	3.244	8.295	7.434	49.61	8.7
12	주행엔진관계	유압펌프폴리	2.111	5.291	4.686	46.12	21.3
13	밋션관계	유니버셜조인트	4.295	7.247	6.595	51.31	10.9
14	밋션관계	트랜스밋션브라켓_좌	3.404	16.759	15.057	49.93	0.9
15	밋션관계	클러치커버	4.306	8.694	7.914	51.32	5.5
16	밋션관계	클러치폴리	1.859	13.317	11.826	44.84	5.1
17	밋션관계	클러치기스크(밋션)	5.953	5.638	5.228	52.83	26.1
18	밋션관계	클러치오페라실린더	3.843	5.753	5.202	50.69	22.7
19	밋션관계	브레이크오일통조합	2.396	9.207	8.161	47.28	8.3
20	밋션관계	브레이크오일호스	3.734	13.919	12.568	50.51	1.3
21	밋션관계	브레이크축고정덜게	2.952	10.171	9.076	48.94	5.5
22	변속관계	주행악셀와이어	3.394	4.131	3.711	49.91	31.9
23	변속관계	주변속로드	3.734	13.919	12.568	50.51	1.3
24	변속관계	주행엔진커버	2.574	5.913	5.251	47.88	19.1
25	변속관계	주변속하우징	4.540	13.128	11.987	51.60	0.9

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, year)

MTBF: Mean Time Between Failure(평균사용년수, year)

$R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요

고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속 : Speed Sprayer 부품의 고장특성 및 교체수요

no	분 류	부품명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
26	분무장치관계	분무기조합	2.156	9.221	8.166	46.32	8.7
27	분무장치관계	분전자클러치	1.298	6.812	6.293	40.57	14.7
28	분무장치관계	분무기벨트	2.537	3.718	3.300	47.76	31.9
29	분무장치관계	분무기텐션브라켓	2.156	9.221	8.166	46.32	8.7
30	분무장치관계	분무기텐션샤프트	2.156	9.221	8.166	46.32	8.7
31	분무장치관계	분무기텐션폴리	3.292	8.100	7.265	49.71	9.2
32	분무장치관계	분무기헤드	1.273	5.966	5.535	40.30	17.1
33	분무장치관계	레귤레타	5.433	9.740	8.986	52.45	2.0
34	분무장치관계	압력계	3.235	7.132	6.391	49.59	13.0
35	분무장치관계	볼밸브	4.435	7.362	6.713	51.48	10.1
36	분무장치관계	노즐호스(좌)	3.557	8.398	7.562	50.21	7.7
37	분무장치관계	노즐호스(중)	3.557	8.398	7.562	50.21	7.7
38	분무장치관계	노즐호스(우)	3.557	8.398	7.562	50.21	7.7
39	분무장치관계	노즐란스(좌)	3.799	7.494	6.773	50.62	10.6
40	분무장치관계	노즐란스(중)	3.799	7.494	6.773	50.62	10.6
41	분무장치관계	노즐란스(우)	3.799	7.494	6.773	50.62	10.6
42	분무장치관계	노즐베이스(1type)	1.650	5.518	4.934	43.54	19.3
43	분무장치관계	노즐베이스(2type)	1.650	5.518	4.934	43.54	19.3
44	분무장치관계	노즐유니트	5.852	8.932	8.275	52.76	2.7
45	분무장치관계	걸름망	5.257	6.339	5.837	52.30	16.4
46	분무장치관계	임페라(직진)	3.983	5.391	4.885	50.89	26.6
47	분무장치관계	임페라(확산)	3.983	5.391	4.885	50.89	26.6
48	분무장치관계	노즐패킹	2.792	5.821	5.183	48.53	20.0
49	분무장치관계	분판(1.2)	3.017	6.023	5.380	49.10	19.2
50	분무장치관계	분판(1.4)	3.017	6.023	5.380	49.10	19.2

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, year)

MTBF: Mean Time Between Failure(평균사용년수, year)

$R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요

고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속 : Speed Sprayer 부품의 고장특성 및 교체수요

no	분 류	부품명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
51	분무장치관계	노즐오링	5.852	8.932	8.275	52.76	2.7
52	분무장치관계	노즐베이스오링	5.852	8.932	8.275	52.76	2.7
53	분무장치관계	가이드관_좌	3.522	11.987	10.789	50.15	2.5
54	분무장치관계	가이드관_우	3.522	11.987	10.789	50.15	2.5
55	송풍엔진관계	오일필터(주행)	3.852	1.529	1.383	50.70	72.3
56	송풍엔진관계	송풍엔진폴리	7.673	8.448	7.940	53.74	1.7
57	송풍엔진관계	냉각팬	3.449	8.986	8.079	50.02	6.5
58	송풍엔진관계	라디에타	4.317	9.633	8.770	51.34	3.6
59	송풍엔진관계	라디에이터호스(상)	3.963	5.565	5.041	50.86	24.7
60	송풍엔진관계	라디에이터호스(하)	3.963	5.565	5.041	50.86	24.7
61	송풍엔진관계	라디에이터호스연결파이프	4.317	9.633	8.770	51.34	3.6
62	송풍엔진관계	송풍소음기	5.993	6.499	6.029	52.86	13.4
63	송풍엔진관계	소음기가스켓(송풍)	2.119	5.432	4.811	46.16	20.6
64	송풍엔진관계	보조물통	2.543	7.433	6.598	47.78	12.6
65	송풍엔진관계	보조물통호스	2.543	7.433	6.598	47.78	12.6
66	송풍엔진관계	송풍연료탱크	2.430	8.121	7.200	47.40	10.7
67	송풍엔진관계	송풍연료탱크캡	1.516	7.375	6.649	42.54	13.3
68	송풍엔진관계	연료게이지호스	7.619	5.035	4.730	53.71	44.9
69	송풍엔진관계	연료호스(IN)	4.672	5.928	5.421	51.74	21.5
70	송풍엔진관계	연료호스(OUT)	4.672	5.928	5.421	51.74	21.5
71	송풍엔진관계	송풍연료필터	3.297	1.967	1.764	49.72	56.7
72	송풍엔진관계	스타트모타	2.361	8.638	7.655	47.15	9.5
73	송풍클러치관계	클러치하우징_프론트	4.942	14.120	12.956	52.02	0.4
74	송풍클러치관계	클러치샤프트	4.942	14.120	12.956	52.02	0.4
75	송풍클러치관계	리턴스프링	4.003	4.689	4.251	50.92	33.0

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, year)

MTBF: Mean Time Between Failure(평균사용년수, year)

$R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요

고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속 : Speed Sprayer 부품의 고장특성 및 교체수요

no	분 류	부품명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
76	송풍클러치관계	릴리스포크	3.398	8.098	7.275	49.92	9.0
77	송풍클러치관계	릴리스샤프트	3.398	8.098	7.275	49.92	9.0
78	송풍클러치관계	링크	3.398	8.098	7.275	49.92	9.0
79	송풍클러치관계	클러치하우징_리어	4.942	14.120	12.956	52.02	0.4
80	송풍클러치관계	릴리스커버	4.660	12.834	11.735	51.73	0.9
81	송풍클러치관계	클러치디스크(송풍)	3.569	6.938	6.249	50.23	13.7
82	송풍클러치관계	송풍방진고무파이프	2.182	8.712	7.716	46.43	9.7
83	송풍클러치관계	팬케이스	7.668	9.551	8.976	53.73	0.7
84	송풍클러치관계	송풍팬보스_상	3.511	9.420	8.477	50.13	5.5
85	송풍클러치관계	송풍팬보스_하	3.511	9.420	8.477	50.13	5.5
86	송풍클러치관계	송풍팬날개	2.546	6.742	5.984	47.79	15.2
87	송풍클러치관계	클러치와이어	2.964	4.550	4.061	48.97	28.6
88	송풍클러치관계	송풍악셀레버	3.033	8.494	7.589	49.14	8.6
89	송풍클러치관계	송풍악셀와이어	3.479	5.166	4.646	50.07	26.8
90	스티어링관계	주행악셀레버	2.351	7.039	6.238	47.11	14.0
91	스티어링관계	주클러치와이어	2.935	5.326	4.751	48.90	23.6
92	스티어링관계	주행악셀레버브라켓	3.734	13.919	12.568	50.51	1.3
93	스티어링관계	브레이크마스타실린더조합	4.163	6.201	5.633	51.14	18.7
94	스티어링관계	브레이크실린더링크로드	3.734	13.919	12.568	50.51	1.3
95	스티어링관계	클러치마스터실린더	1.762	6.884	6.129	44.27	14.5
96	스티어링관계	클러치실린더링크로드	4.193	15.190	13.805	51.18	0.6
97	스티어링관계	시트(안장)	4.176	9.484	8.618	51.16	4.1
98	스티어링관계	시트가이드	4.176	9.484	8.618	51.16	4.1
99	스티어링관계	주행초크와이어	5.916	3.853	3.572	52.80	29.7
100	스티어링관계	악셀페달리턴스프링	2.836	4.034	3.594	48.65	30.7

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, year)

MTBF: Mean Time Between Failure(평균사용년수, year)

$R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요

고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속 : Speed Sprayer 부품의 고장특성 및 교체수요

no	분 류	부품명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
101	실린더관계	실린더(분무기)	2.295	9.203	8.153	46.90	8.5
102	실린더관계	송출구	3.427	12.904	11.598	49.98	2.1
103	실린더관계	밸브패킹	1.964	8.258	7.321	45.41	10.9
104	실린더관계	밸브조합	3.935	8.967	8.120	50.82	5.5
105	실린더관계	흡수구	1.341	9.112	8.366	40.99	10.4
106	실린더관계	수질패킹	2.947	7.660	6.835	48.93	11.3
107	실린더관계	그리스컵	3.133	6.404	5.730	49.37	17.0
108	약탱크관계	교반기호스	3.638	6.992	6.304	50.36	13.3
109	약탱크관계	교반기허브	2.211	7.174	6.353	46.55	13.6
110	약탱크관계	교반기캡	2.211	7.174	6.353	46.55	13.6
111	약탱크관계	교반기분판	2.211	7.174	6.353	46.55	13.6
112	약탱크관계	1번고압호스	3.147	6.343	5.676	49.40	17.3
113	약탱크관계	약탱크거름망	3.077	11.823	10.570	49.24	3.4
114	약탱크관계	드레인가스켓	5.066	5.756	5.289	52.13	24.2
115	유압관계	STG펌프벨트	2.601	3.053	2.712	47.97	36.3
116	유압관계	쿨링팬(좌)	3.815	6.919	6.254	50.64	13.6
117	유압관계	쿨링팬(우)	3.815	6.919	6.254	50.64	13.6
118	유압관계	전자클러치	5.354	10.643	9.811	52.38	1.3
119	적재함관계	리프트조정로드(좌)	1.983	10.538	9.340	45.51	7.2
120	적재함관계	리프트조정로드(우)	1.983	10.538	9.340	45.51	7.2
121	적재함관계	리프트조정암	3.853	9.415	8.516	50.70	4.8
122	전기장치관계	주행بات테리	5.256	3.294	3.033	52.30	18.2
123	전기장치관계	송풍계기판	1.725	4.119	3.672	44.04	27.2
124	전기장치관계	송풍배선조합	1.753	5.774	5.142	44.21	18.4
125	전기장치관계	송풍휴즈박스	1.996	6.163	5.462	45.57	17.1

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, year)

MTBF: Mean Time Between Failure(평균사용년수, year)

$R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요

고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속 : Speed Sprayer 부품의 고장특성 및 교체수요

no	분 류	부품명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
126	전기장치관계	분무기스위치	2.613	4.753	4.222	48.00	26.0
127	전기장치관계	키박스	1.569	4.942	4.440	42.95	21.7
128	전기장치관계	송풍배터리	5.256	3.294	3.033	52.30	18.2
129	크랭크축관계	플런저	2.038	8.169	7.238	45.78	11.1
130	크랭크축관계	커넥팅로드	3.083	6.966	6.228	49.26	14.0
131	크랭크축관계	베어링케이스덮개	3.077	11.823	10.570	49.24	3.4
132	크랭크케이스관계	배유구패킹	2.220	6.251	5.536	46.59	17.0
133	크랭크케이스관계	주유구게이지	1.680	6.684	5.968	43.74	15.1
134	크랭크케이스관계	주유구마개	4.767	10.111	9.258	51.84	2.3
135	프레임관계	주행연료탱크	2.610	6.983	6.203	47.99	14.2
136	프레임관계	지지대고정	1.988	5.191	4.601	45.53	21.5
137	프레임관계	리어범퍼	5.760	8.057	7.458	52.69	4.8
138	프레임관계	엔진커버지지대	2.102	6.865	6.080	46.08	14.6
143	F.R.P관계	고무고리고정브라켓	3.398	8.098	7.275	49.92	6.6
144	F.R.P관계	프론트커버서브 고정브라켓	2.122	11.656	10.323	46.17	32.0
145	F.R.P관계	약탱크	1.531	9.513	8.567	42.66	27.0
146	F.R.P관계	송풍팬캡	3.511	9.420	8.477	50.13	7.5
147	F.R.P관계	송풍팬망	1.198	8.697	8.184	39.47	9.0
148	구동관계(바퀴)	트랜스퍼고정 브라켓_좌	3.734	13.919	12.568	50.51	5.7
149	구동관계(바퀴)	타이어	1.740	6.887	6.135	44.13	9.5
150	구동관계(바퀴)	타이어튜브	3.149	5.929	5.306	49.41	5.5

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, year)

MTBF: Mean Time Between Failure(평균사용년수, year)

$R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요

고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장

계속 : Speed Sprayer 부품의 고장특성 및 교체수요

no	분 류	부품명	$\beta$	$\theta$	MTBF	$R(t)$	$\mu$
151	구동관계(바퀴)	브레이크파이프	3.734	13.919	12.568	50.51	1.3
152	구동관계(바퀴)	브레이크라이닝	2.841	6.183	5.509	48.66	18.1
153	구동관계(퀴도)	트랙로올러조합	2.671	6.313	5.612	48.18	17.2
154	구동관계(퀴도)	트랙롤러샤프트(A)	4.848	7.210	6.608	51.93	10.0
155	구동관계(퀴도)	트랙롤러샤프트(B)	4.848	7.210	6.608	51.93	10.0
156	구동관계(퀴도)	보조로라조합	1.837	3.939	3.500	44.72	28.8
157	구동관계(퀴도)	보조로라부시	1.837	3.939	3.500	44.72	28.8
158	구동관계(퀴도)	보조로라샤프트	1.837	3.939	3.500	44.72	28.8
159	구동관계(퀴도)	보조로라베어링커버	1.837	3.939	3.500	44.72	28.8
160	구동관계(퀴도)	아이들롤러	3.058	6.858	6.130	49.20	14.6
161	구동관계(퀴도)	아이들로라샤프트	5.947	3.930	3.644	52.82	32.7
162	구동관계(퀴도)	베어링커버	2.925	9.364	8.352	48.88	6.9
163	구동관계(퀴도)	크로올러	4.212	5.609	5.099	51.20	24.8
164	구동관계(퀴도)	크로올러가이드	3.168	3.650	3.267	49.45	31.7
165	구동관계(퀴도)	트랙프레임	3.412	10.304	9.259	49.95	4.4

$\beta$  : 형상계수(고장특성),  $\theta$  : 척도계수(특성수명, year)

MTBF: Mean Time Between Failure(평균사용년수, year)

$R(t)$ : MTBF에서의 신뢰도(%),  $\mu$  : 100대당 평균교체수요

고장특성 :  $\beta < 1$  초기고장,  $\beta = 1$  우발고장,  $\beta > 1$  마모고장



#### 다. 부품의 사용년수별 $f(t)$ 및 $F(t)$

##### (1) 관리기의 사용년수별 $f(t)$ 및 $F(t)$

관리기의 경우 그림 1, 2에서 보는 바와 같이 사용년수에 따른 고장확률밀도함수  $f(t)$ 는 V벨트 3년, 조향클러치와이어 5년, 피스톤링은 7년 정도에서 매우 높게 나타났다. 이들 부품은 그림 2의 차축오일씰, 시동로프, 연료탱크 등에 비해 상대적으로 짧은 기간 내에 고장발생이 집중되리라는 것을 알 수 있다. 누적고장확률밀도함수  $F(t)$ 를 보면 V벨트 및 피스톤링은 7년, 조향클러치와이어는 9년 정도 사용하면 모두 부품교환이 이루어지는 것을 짐작할 수 있다.

그러나 그림 2에 나타난 부품을 보면 그림1의 부품에 비해 부품의 수명이 길어 장기간에 걸쳐 완만하게 부품교환이 이루어지리라 생각된다.

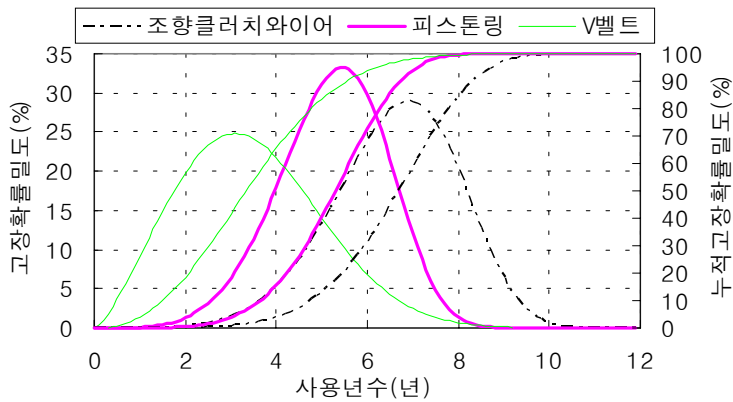


그림 22 관리기의 조향클러치와이어, 피스톤링, V벨트 고장분석

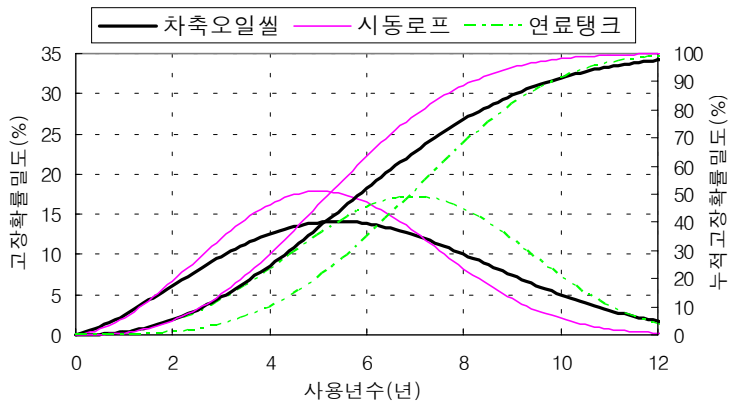


그림 23 관리기의 차축오일씰, 시동로프, 연료탱크 고장분석

관리기에 대한 수리용 부품의 사용년수별 고장확률밀도를 보면 부품의 수명이 짧아 3년 내에 한번 정도 교환이 필요한 부품은 점화플러그, V-벨트 등으로 나타났고, 10년을 사용해도 고장이 70%정도, 즉 30% 정도 고장이 안 나는 부품은 연료탱크캡조합, 엔진조합, 실린더 헤드, 텐션폴리조합(A, B), 연료탱크브라켓조합(A, B), 연료탱크브라켓조합(B), 피스톤 등 주로 엔진 및 프레임에 관련된 부품으로 나타났다(표 15). 또한 고장확률밀도,  $f(t)$ 가 어느 특정한 해에 30%이상 집중되는 부품을 보면 점화플러그, V-벨트, 점화코일, 콘넥팅로드조합, 피스톤링세트 등 엔진관련 부품과 연결체인, 위카버 등 로타리 관련 부품으로 부품수명이 짧거나 일정기간 사용 후 마모에 의해 특정한 시기에 부품교환이 집중적으로 발생한다는 것을 알 수 있었다.

표 15 관리기 부품의 사용년수별  $f(t)$  및  $F(t)$

no	분 류	부품명	사용년수별 $f(t)$ , (%)										F(f)
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	엔진 및 엔진프레임관계	기화기 조합	0.8	3.4	7.6	12.6	16.7	18.2	16.4	12.1	7.2	3.4	98.3
2	엔진 및 엔진프레임관계	리코일스타터조합	8.0	12.1	14.0	14.1	12.8	10.8	8.5	6.4	4.5	3.0	94.2
3	엔진 및 엔진프레임관계	시동로프	2.2	6.7	12.0	16.2	17.9	16.5	12.7	8.3	4.5	2.0	98.9
4	엔진 및 엔진프레임관계	실린더 헤드	1.6	3.7	5.8	7.7	9.2	10.1	10.3	10.0	9.2	8.0	75.6
5	엔진 및 엔진프레임관계	에어크리너	0.0	0.4	2.2	6.7	14.6	23.5	26.4	18.4	6.7	1.0	100.0
6	엔진 및 엔진프레임관계	엔진조합	0.5	1.7	3.3	5.2	7.1	8.9	10.2	10.9	10.9	10.1	68.8
7	엔진 및 엔진프레임관계	전기시동엔진조합	0.5	1.7	3.3	5.2	7.1	8.9	10.2	10.9	10.9	10.1	68.8
8	엔진 및 엔진프레임관계	연료게이지조합	0.2	1.6	4.6	9.4	14.9	19.1	19.6	15.6	9.4	4.1	98.5
9	엔진 및 엔진프레임관계	연료콕크조합	1.4	4.4	8.2	11.8	14.4	15.2	14.1	11.6	8.3	5.3	94.8
10	엔진 및 엔진프레임관계	연료탱크브라켓조합(A)	0.5	1.9	3.9	6.2	8.5	10.5	11.8	12.2	11.5	10.0	77.1

$f(t)$  : 부품 사용 년수별 고장 확률밀도(%)

$F(t)$  : 부품 사용년수 10년 동안 누적고장확률밀도(%)

계속 : 관리기 부품의 사용년수별 f(t) 및 F(t)

no	분 류	부품명	사용년수별 f(t), (%)										F(f)
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
11	엔진 및 엔진프레임관계	연료탱크브라켓 조합(B)	0.8	2.4	4.6	7.0	9.3	11.1	12.0	11.9	11.0	9.3	79.4
12	엔진 및 엔진프레임관계	연료탱크조합	0.3	1.7	4.3	8.1	12.4	15.9	17.2	15.6	11.8	7.3	94.6
13	엔진 및 엔진프레임관계	연료탱크캡조합	0.9	2.2	3.6	5.1	6.4	7.5	8.3	8.8	8.8	8.5	60.1
14	엔진 및 엔진프레임관계	연료호스	1.6	4.0	6.5	8.8	10.5	11.4	11.5	10.7	9.4	7.7	82.2
15	엔진 및 엔진프레임관계	점화코일	0.0	0.1	1.2	9.0	36.1	48.8	4.9	0.0	0.0	0.0	100.0
16	엔진 및 엔진프레임관계	정지스위치	1.2	4.0	7.7	11.5	14.4	15.6	14.6	12.0	8.6	5.4	95.1
17	엔진 및 엔진프레임관계	콘넥팅로드조합	0.0	0.1	1.2	6.4	21.2	39.9	28.2	3.1	0.0	0.0	100.0
18	엔진 및 엔진프레임관계	텐션폴리조합 (A,B)	0.2	0.9	2.2	4.3	6.9	9.7	12.1	13.5	13.6	12.3	75.6
19	엔진 및 엔진프레임관계	피스톤	1.7	4.0	6.3	8.4	10.0	10.8	11.0	10.4	9.3	7.8	79.6
20	엔진 및 엔진프레임관계	피스톤링세트	0.1	1.3	6.4	17.9	31.1	29.7	12.0	1.4	0.0	0.0	100.0
21	엔진 및 엔진프레임관계	헤드가스켓	1.7	4.2	7.0	9.4	11.2	12.0	11.9	10.9	9.3	7.4	84.9
22	엔진 및 엔진프레임관계	V-벨트(LA445)	9.1	19.8	24.8	21.7	14.1	6.8	2.5	0.7	0.1	0.0	99.6
23	엔진 및 엔진프레임관계	V-벨트(LB40)	2.6	43.7	54.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		101.0
24	엔진 및 엔진프레임관계	연료걸름망	1.5	7.2	16.2	23.9	24.5	16.9	7.6	2.0	0.3	0.0	100.0
25	엔진 및 엔진프레임관계	리턴스프링	0.0	0.2	0.7	2.1	4.6	8.5	13.2	17.3	18.9	16.5	81.9
26	전기장치관계	бат데리	2.0	6.8	12.9	17.9	19.6	17.3	12.2	6.9	3.0	1.0	99.7
27	전기장치관계	점화플러그	33.9	65.2	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	101.1
28	차륜관계	차륜튜브(육각)	0.1	0.6	2.3	5.8	11.3	17.6	21.5	20.0	13.3	5.8	98.3
29	차륜관계	차축핀(B)	0.0	0.5	2.5	7.9	17.1	26.4	26.6	14.9	3.7	0.3	100.0
30	차륜관계	타이어(좌,우)	0.0	0.4	1.4	3.5	6.9	11.2	15.4	17.9	17.2	13.3	87.4

f(t) : 부품 사용 년수별 고장 확률밀도(%)

F(t) : 부품 사용년수 10년 동안 누적고장확률밀도(%)

계속 : 관리기 부품의 사용년수별 f(t) 및 F(t)

no	분 류	부품명	사용년수별 f(t), (%)										F(f)
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
31	차륜관계	튜브조합	0.4	2.2	5.5	9.9	14.4	17.4	17.5	14.5	9.8	5.2	97.0
32	트랜스밋션기어관계	차축오일셀	2.5	6.2	9.8	12.6	14.0	13.8	12.4	10.0	7.4	5.0	93.6
33	핸들 및 핸들샤프트관계	사이드클러치로드	0.0	0.4	1.5	3.8	7.5	12.2	16.7	18.9	17.3	12.2	90.6
34	핸들 및 핸들샤프트관계	연결체인케이스 고정브라켓	0.1	0.7	2.0	4.2	7.2	10.5	13.5	15.3	15.0	12.7	81.2
35	핸들 및 핸들샤프트관계	조속와이어	0.3	1.7	4.4	8.1	12.2	15.5	16.8	15.4	11.9	7.5	94.0
36	핸들 및 핸들샤프트관계	조향클러치레버 조합(우)	0.3	1.7	4.1	7.5	11.2	14.3	15.8	15.1	12.4	8.7	91.3
37	핸들 및 핸들샤프트관계	조향클러치레버 조합(좌)	0.1	0.8	2.1	4.2	6.8	9.6	12.1	13.6	13.8	12.4	75.5
38	핸들 및 핸들샤프트관계	조향클러치와이어	0.0	0.2	1.5	5.3	13.2	23.8	28.8	20.2	6.3	0.6	100.0
39	핸들 및 핸들샤프트관계	조향클러치와이어홀더	0.0	0.4	2.1	6.4	13.7	22.2	25.7	19.4	8.2	1.6	99.9
40	핸들 및 핸들샤프트관계	조향클러치플랜지	0.0	0.2	1.2	4.8	12.9	24.6	30.5	20.3	5.2	0.3	100.0
41	핸들 및 핸들샤프트관계	좌우상하이동레버조합	0.1	0.6	2.4	5.9	11.4	17.3	21.0	19.6	13.4	6.2	97.9
42	핸들 및 핸들샤프트관계	좌우상하이동와이어	0.4	2.0	4.8	8.8	13.0	16.1	16.9	15.0	11.1	6.8	95.0
43	핸들 및 핸들샤프트관계	주클러치와이어	0.2	1.5	4.5	9.2	14.8	19.0	19.6	15.8	9.6	4.2	98.5
44	핸들 및 핸들샤프트관계	텐션스프링	0.6	2.5	5.7	9.6	13.4	15.9	16.1	14.0	10.4	6.5	94.6
45	로타리케이스관계	같이케이스(우)	0.2	1.1	3.0	5.9	9.5	13.1	15.5	15.9	14.0	10.4	88.6
46	로타리케이스관계	같이케이스(좌)	0.0	0.0	0.0	0.4	2.5	9.9	26.9	40.5	18.9	0.8	100.0
47	로타리케이스관계	같이케이스패킹	0.3	1.3	3.3	6.0	9.2	12.1	14.1	14.6	13.3	10.6	84.7
48	로타리케이스관계	연결체인	0.0	0.2	1.7	8.5	25.2	40.2	22.4	1.8	0.0	0.0	100.0
49	로타리케이스관계	연결체인케이스(내)	0.0	0.1	0.8	4.3	15.0	32.8	35.6	11.0	0.4	0.0	100.0
50	로타리케이스관계	연결체인케이스(외)	0.0	0.1	0.8	4.3	15.0	32.8	35.6	11.0	0.4	0.0	100.0
51	로타리케이스관계	연결체인케이스 조합	0.0	0.1	0.8	4.3	15.0	32.8	35.6	11.0	0.4	0.0	100.0
52	로타리케이스관계	같이체인	0.3	1.6	4.3	8.3	13.0	16.7	18.0	16.0	11.5	6.5	96.1

f(t) : 부품 사용 년수별 고장 확률밀도(%)

F(t) : 부품 사용년수 10년 동안 누적고장확률밀도(%)

계속 : 관리기 부품의 사용년수별 f(t) 및 F(t)

no	분 류	부품명	사용년수별 f(t), (%)										F(f)
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
53	로타리프레임 및 카버관계	옆카버(우)	0.0	0.2	1.8	7.0	18.3	31.1	29.5	11.1	1.0	0.0	100.0
54	로타리프레임 및 카버관계	옆카버(좌)	0.0	0.7	3.1	8.6	17.4	25.4	25.1	14.8	4.4	0.5	100.0
55	로타리프레임 및 카버관계	위카버A(우)	0.0	0.0	0.0	0.1	1.7	11.4	43.2	42.8	0.5	0.0	99.8
56	로타리프레임 및 카버관계	위카버A(좌)	0.0	0.0	0.0	0.1	1.7	11.4	44.2	42.8	0.5	0.0	100.8
57	로타리프레임 및 카버관계	위카버B(우)	0.0	0.1	0.8	3.4	10.2	22.1	31.5	24.4	7.1	0.5	100.0
58	로타리프레임 및 카버관계	위카버B(좌)	0.0	0.1	0.8	3.4	10.2	22.1	31.5	24.4	7.1	0.5	100.0
59	로타리프레임 및 카버관계	조정 핸들조합	0.0	0.5	2.2	6.0	12.4	19.7	23.6	20.2	11.2	3.6	99.4
60	로타리프레임 및 카버관계	지지봉(우)	0.6	3.3	8.5	15.1	20.3	21.1	16.6	9.5	3.8	1.0	99.8
61	로타리프레임 및 카버관계	지지봉(좌)	0.0	0.3	1.6	4.7	10.7	18.4	24.1	22.3	13.1	4.2	99.4
62	로타리프레임 및 카버관계	카버브라켓(좌)	0.0	0.4	2.2	6.7	14.6	23.5	26.4	18.4	6.7	1.0	100.0
63	로타리프레임 및 카버관계	카버브라켓(우)	0.4	1.5	3.6	6.2	9.2	11.8	13.5	13.9	12.7	10.4	83.1

f(t) : 부품 사용 년수별 고장 확률밀도(%)

F(t) : 부품 사용년수 10년 동안 누적고장확률밀도(%)

## (2) Speed Sprayer의 사용년수별 f(t) 및 F(t)

Speed Sprayer의 부품을 보면 그림 3에 나타난 바와 같이 고장확률밀도함수 f(t)는 주행엑셀와이어는 4년, 클러치디스크 및 분판은 사용년수 5년 정도에서 가장 높은 것으로 나타났다. 또한 주행엑셀와이어 및 클러치디스크는 사용년수 8년, 분판은 사용년수 12년 정도되면 모두 부품교환이 이루어지리라 하는 것을 알 수 있다. 그러나 그림 4의 냉각팬, 송풍팬, 스타트모터는 고장이 발생할 확률이 적고, 10년정도 사용했을 경우 누적고장확률밀도함수가 70%정도임을 볼 때 폐기 시까지 고장이 나지 않고 사용하는 Speed Sprayer도 상당수 있으리라 판단된다.

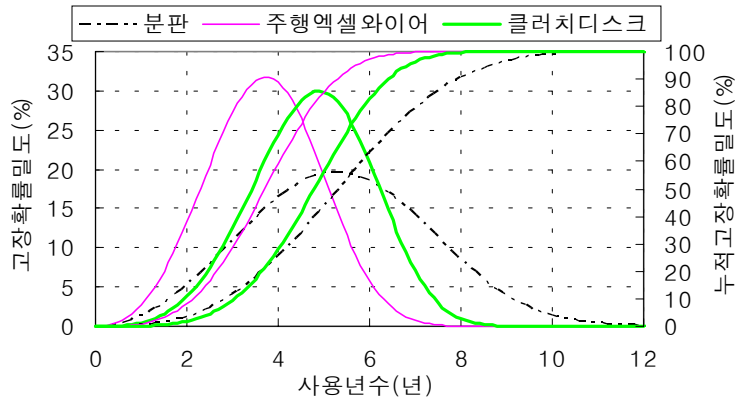


그림 24 SS기의 분판, 엑셀와이어, 클러치디스크 고장분석

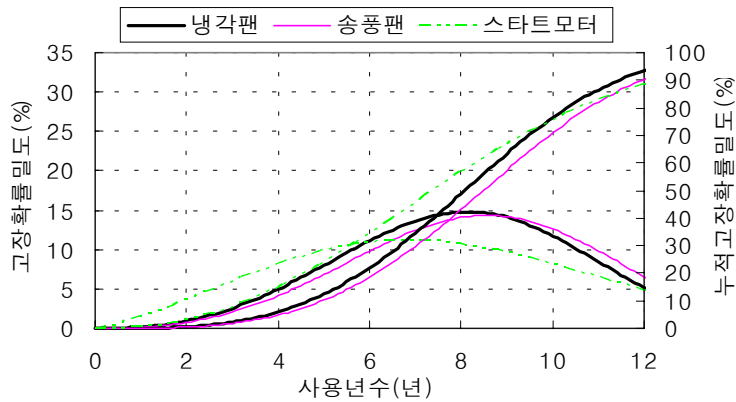


그림 25 SS기의 냉각팬, 송풍팬, 스타트모터 고장분석

Speed Sprayer 수리용 부품의 사용년수별 고장확률밀도를 보면 부품의 수명이 짧아 3년 내에 한번 정도 교환이 필요한 부품은 연료필터, 오일필터, 배터리, STG 펌프벨트, 주행벨트 등 소모성 부품인 것으로 나타났다(표 16). 그러나 10년을 사용해도 고장이 30% 정도 밖에 안 되는 부품은 브레이크오일호스, 트랜스미션브라켓, 브레이크실린더링크로드, 트랜스퍼고정 브라켓, 브레이크파이프, 클러치하우징, 클러치샤프트, 클러치하우징, 클러치실린더링크로드, 주행악셀레버브라켓, 주변속로드 등 주로 내구성에 가까운 부품인 것으로 나타났다.

또한 고장확률밀도,  $f(t)$ 가 어느 특정한 해에 30%이상 집중되는 부품을 보면 주행 초크와이어, 주행악셀와이어, 클러치디스크(밋션), 고무고리, 크로울러, 크로울러가이

드, 아이들로라샤프트, STG펌프벨트, 송풍바테리, 연료게이지호스, 송풍소음기 등 주로 소모성 부품이 해당되는 것으로 나타났다.

표 16 Speed Sprayer 부품의 사용년수별 f(t) 및 F(t)

no	분 류	부품명	사용년수별 f(t), (%)										F(f)
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	주행엔진관계	주행엔진폴리	6.2	8.1	8.9	9.1	8.9	8.4	7.7	6.9	6.1	5.2	75.4
2	주행엔진관계	주행소음기	0.5	2.7	6.6	11.6	16.3	18.7	17.5	13.2	7.8	3.6	98.4
3	주행엔진관계	주행소음기가스켓	0.5	2.7	6.6	11.6	16.3	18.7	17.5	13.2	7.8	3.6	98.4
4	주행엔진관계	주행소음기방열판	0.5	2.7	6.6	11.6	16.3	18.7	17.5	13.2	7.8	3.6	98.4
5	주행엔진관계	에어크리너필터(주행)	6.2	16.8	24.3	23.9	16.7	8.3	2.9	0.7	0.1	0.0	99.9
6	주행엔진관계	주행텐션암	3.5	6.0	7.9	9.1	9.7	9.8	9.3	8.6	7.6	6.5	78.0
7	주행엔진관계	주행텐션폴리	1.4	4.5	8.5	12.3	15.0	15.7	14.3	11.4	7.9	4.8	95.8
8	주행엔진관계	텐션폴리샤프트	6.0	9.9	12.3	13.1	12.7	11.4	9.5	7.5	5.7	4.0	92.2
9	주행엔진관계	주행벨트	11.1	95.2	1.1	0.0	0.0	0.0					107.4
10	주행엔진관계	STG펌프벨트	13.5	31.0	31.9	17.4	5.1	0.8	0.1	0.0	0.0	0.0	99.7
11	주행엔진관계	유압펌프	0.3	1.6	3.8	6.9	10.3	13.3	15.0	14.8	12.8	9.5	88.5
12	주행엔진관계	유압펌프폴리	6.1	11.9	15.7	16.8	15.4	12.5	9.0	5.8	3.3	1.8	98.2
13	밋션관계	유니버셜조인트	0.1	0.8	3.2	7.7	14.2	20.4	22.3	17.8	9.6	3.2	99.4
14	밋션관계	트랜스밋션브라켓_좌	0.0	0.1	0.3	0.6	1.1	1.7	2.4	3.2	4.0	4.9	18.4
15	밋션관계	클러치커버	0.0	0.4	1.5	3.7	7.3	11.9	16.3	18.7	17.4	12.7	89.7
16	밋션관계	클러치폴리	1.5	2.7	3.6	4.5	5.1	5.6	5.9	6.1	6.2	6.1	47.3
17	밋션관계	클러치디스크(밋션)	0.0	0.6	4.5	16.9	35.7	33.8	8.2	0.2	0.0	0.0	100.0
18	밋션관계	클러치오페라실린더	0.5	3.3	9.7	18.6	25.0	23.2	13.9	4.9	0.9	0.1	100.0
19	밋션관계	브레이크오일통조합	1.2	3.0	5.1	7.1	8.8	10.0	10.6	10.5	9.8	8.6	74.6
20	밋션관계	브레이크오일호스	0.0	0.1	0.4	0.9	1.6	2.6	3.8	5.2	6.7	8.1	29.4
21	밋션관계	브레이크축고정달게	0.3	1.2	2.6	4.4	6.4	8.4	10.0	11.1	11.4	10.8	66.7
22	변속관계	주행악셀와이어	2.7	13.3	27.3	31.0	19.2	5.8	0.7	0.0	0.0	0.0	100.0
23	변속관계	주변속로드	0.0	0.1	0.4	0.9	1.6	2.6	3.8	5.2	6.7	8.1	29.4
24	변속관계	주행엔진커버	2.6	7.4	12.6	16.3	17.5	15.8	12.1	7.9	4.4	2.1	98.7

f(t) : 부품 사용 년수별 고장 확률밀도(%)

F(t) : 부품 사용년수 10년 동안 누적고장확률밀도(%)

계속 : Speed Sprayer 부품의 사용년수별 f(t) 및 F(t)

no	분 류	부품명	사용년수별 f(t), (%)										F(f)
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
25	변속관계	주변속하우징	0.0	0.0	0.2	0.5	1.1	2.1	3.5	5.4	7.6	9.9	30.3
26	분무장치관계	분무기조합	1.8	3.9	5.8	7.5	8.8	9.6	9.8	9.5	8.8	7.8	73.3
27	분무장치관계	분진자클러치	9.9	10.8	10.6	9.9	8.9	7.9	6.8	5.8	4.9	4.1	79.6
28	분무장치관계	분무기벨트	8.7	21.4	27.5	22.9	12.9	4.9	1.2	0.2	0.0	0.0	99.8
29	분무장치관계	분무기텐션브라켓	1.8	3.9	5.8	7.5	8.8	9.6	9.8	9.5	8.8	7.8	73.3
30	분무장치관계	분무기텐션샤프트	1.8	3.9	5.8	7.5	8.8	9.6	9.8	9.5	8.8	7.8	73.3
31	분무장치관계	분무기텐션폴리	0.3	1.6	4.0	7.3	11.0	14.1	15.7	15.1	12.6	8.9	90.6
32	분무장치관계	분무기헤드	11.8	12.3	11.7	10.5	9.1	7.8	6.5	5.4	4.4	3.6	83.2
33	분무장치관계	레귤레타	0.0	0.0	0.3	1.1	2.8	6.1	10.9	16.5	20.5	19.8	78.0
34	분무장치관계	압력계	0.6	2.6	6.2	10.7	14.9	17.4	17.0	13.8	9.1	4.9	97.1
35	분무장치관계	볼밸브	0.1	0.7	2.7	6.9	13.3	19.9	22.8	18.9	10.5	3.5	99.3
36	분무장치관계	노즐호스(좌)	0.2	1.1	3.0	5.9	9.6	13.2	15.8	16.1	14.1	10.3	89.2
37	분무장치관계	노즐호스(중)	0.2	1.1	3.0	5.9	9.6	13.2	15.8	16.1	14.1	10.3	89.2
38	분무장치관계	노즐호스(우)	0.2	1.1	3.0	5.9	9.6	13.2	15.8	16.1	14.1	10.3	89.2
39	분무장치관계	노즐란스(좌)	0.2	1.2	3.8	8.0	13.2	17.7	19.4	16.9	11.4	5.7	97.4
40	분무장치관계	노즐란스(중)	0.2	1.2	3.8	8.0	13.2	17.7	19.4	16.9	11.4	5.7	97.4
41	분무장치관계	노즐란스(우)	0.2	1.2	3.8	8.0	13.2	17.7	19.4	16.9	11.4	5.7	97.4
42	분무장치관계	노즐베이스(1type)	9.3	12.8	14.0	13.5	12.0	10.0	7.9	6.0	4.4	3.1	92.9
43	분무장치관계	노즐베이스(2type)	9.3	12.8	14.0	13.5	12.0	10.0	7.9	6.0	4.4	3.1	92.9
44	분무장치관계	노즐유니트	0.0	0.0	0.3	1.3	3.8	8.6	15.8	22.7	23.9	16.3	92.9
45	분무장치관계	걸름망	0.0	0.6	3.4	10.7	22.7	31.0	23.5	7.5	0.7	0.0	100.0
46	분무장치관계	임페라(직진)	0.5	3.8	11.7	22.4	28.1	22.0	9.5	1.9	0.2	0.0	100.0
47	분무장치관계	임페라(확산)	0.5	3.8	11.7	22.4	28.1	22.0	9.5	1.9	0.2	0.0	100.0
48	분무장치관계	노즐패킹	2.0	6.7	12.5	17.2	19.0	17.1	12.5	7.5	3.6	1.4	99.5

f(t) : 부품 사용 년수별 고장 확률밀도(%)

F(t) : 부품 사용년수 10년 동안 누적고장확률밀도(%)



계속 : Speed Sprayer 부품의 사용년수별 f(t) 및 F(t)

no	분 류	부품명	사용년수별 f(t), (%)										F(f)
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
49	분무장치관계	분판(1.2)	1.3	5.2	10.9	16.4	19.5	18.5	14.1	8.4	3.9	1.4	99.6
50	분무장치관계	분판(1.4)	1.3	5.2	10.9	16.4	19.5	18.5	14.1	8.4	3.9	1.4	99.6
51	분무장치관계	노즐오링	0.0	0.0	0.3	1.3	3.8	8.6	15.8	22.7	23.9	16.3	92.9
52	분무장치관계	노즐베이스오링	0.0	0.0	0.3	1.3	3.8	8.6	15.8	22.7	23.9	16.3	92.9
53	분무장치관계	가이드판_좌	0.1	0.3	0.9	1.8	3.1	4.7	6.5	8.3	9.9	11.0	46.6
54	분무장치관계	가이드판_우	0.1	0.3	0.9	1.8	3.1	4.7	6.5	8.3	9.9	11.0	46.6
55	송풍엔진관계	오일필터(주행)	61.7	32.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	94.3
56	송풍엔진관계	송풍엔진폴리	0.0	0.0	0.1	0.6	2.7	8.6	20.4	32.7	27.3	7.3	99.7
57	송풍엔진관계	냉각팬	0.2	1.0	2.6	5.0	8.0	11.1	13.6	14.8	14.1	11.7	82.1
58	송풍엔진관계	라디에타	0.0	0.2	0.9	2.4	4.8	8.2	12.1	15.5	17.0	15.7	76.7
59	송풍엔진관계	라디에이터호스(상)	0.4	3.4	10.5	20.4	27.0	23.1	11.7	3.1	0.4	0.0	100.0
60	송풍엔진관계	라디에이터호스(하)	0.4	3.4	10.5	20.4	27.0	23.1	11.7	3.1	0.4	0.0	100.0
61	송풍엔진관계	라디에이터호스연결과이프	0.0	0.2	0.9	2.4	4.8	8.2	12.1	15.5	17.0	15.7	76.7
62	송풍엔진관계	송풍소음기	0.0	0.3	1.9	7.7	20.2	33.3	28.1	8.1	0.4	0.0	100.0
63	송풍엔진관계	소음기가스켓(송풍)	5.7	11.3	15.1	16.4	15.4	12.7	9.4	6.2	3.7	2.0	97.9
64	송풍엔진관계	보조물통	1.5	4.4	7.6	10.7	12.9	13.8	13.2	11.5	9.0	6.5	91.1
65	송풍엔진관계	보조물통호스	1.5	4.4	7.6	10.7	12.9	13.8	13.2	11.5	9.0	6.5	91.1
66	송풍엔진관계	송풍연료탱크	1.5	3.9	6.6	9.1	11.0	12.0	12.0	11.2	9.6	7.7	84.6
67	송풍엔진관계	송풍연료탱크캡	7.0	9.1	10.0	10.1	9.7	8.9	7.9	6.9	5.9	4.9	80.4
68	송풍엔진관계	연료게이지호스	0.0	0.3	4.8	27.8	56.0	10.8	0.0	0.0	0.0	0.0	99.7
69	송풍엔진관계	연료호스(IN)	0.1	1.4	6.2	15.9	26.9	28.6	16.5	4.1	0.3	0.0	100.0
70	송풍엔진관계	연료호스(OUT)	0.1	1.4	6.2	15.9	26.9	28.6	16.5	4.1	0.3	0.0	100.0

f(t) : 부품 사용 년수별 고장 확률밀도(%)

F(t) : 부품 사용년수 10년 동안 누적고장확률밀도(%)

계속 : Speed Sprayer 부품의 사용년수별 f(t) 및 F(t)

no	분 류	부품명	사용년수별 f(t), (%)										F(f)
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
71	송풍엔진관계	송풍연료필터	31.8	60.3	7.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
72	송풍엔진관계	스타트모타	1.4	3.6	6.0	8.1	9.9	10.9	11.2	10.7	9.6	8.1	79.5
73	송풍클리치관계	클리치하우징_프론트	0.0	0.0	0.1	0.2	0.6	1.2	2.1	3.5	5.3	7.5	20.6
74	송풍클리치관계	클리치샤프트	0.0	0.0	0.1	0.2	0.6	1.2	2.1	3.5	5.3	7.5	20.6
75	송풍클리치관계	리턴스프링	0.8	6.4	18.9	31.2	28.4	12.2	2.0	0.1	0.0	0.0	100.0
76	송풍클리치관계	릴리스포크	0.3	1.5	3.7	7.1	10.9	14.3	16.1	15.6	12.9	9.0	91.3
77	송풍클리치관계	릴리스샤프트	0.3	1.5	3.7	7.1	10.9	14.3	16.1	15.6	12.9	9.0	91.3
78	송풍클리치관계	링크	0.3	1.5	3.7	7.1	10.9	14.3	16.1	15.6	12.9	9.0	91.3
79	송풍클리치관계	클리치하우징_리어	0.0	0.0	0.1	0.2	0.6	1.2	2.1	3.5	5.3	7.5	20.6
80	송풍클리치관계	릴리스커버	0.0	0.0	0.2	0.5	1.1	2.2	3.7	5.8	8.2	10.7	32.4
81	송풍클리치관계	클리치디스크(송풍)	0.4	2.1	5.7	10.9	16.3	19.5	18.7	14.1	8.0	3.3	98.9
82	송풍클리치관계	송풍방진 고무파이프	1.9	4.2	6.4	8.3	9.6	10.3	10.4	9.9	8.9	7.6	77.7
83	송풍클리치관계	팬케이스	0.0	0.0	0.0	0.2	1.1	3.5	9.2	19.0	28.7	26.3	88.1
84	송풍클리치관계	송풍팬보스_상	0.1	0.8	2.1	4.1	6.8	9.8	12.4	14.1	14.2	12.6	77.0
85	송풍클리치관계	송풍팬보스_하	0.1	0.8	2.1	4.1	6.8	9.8	12.4	14.1	14.2	12.6	77.0
86	송풍클리치관계	송풍팬날개	2.0	5.5	9.5	12.9	14.9	15.0	13.3	10.5	7.3	4.5	95.5
87	송풍클리치관계	클리치와이어	3.3	11.9	21.5	25.6	20.9	11.6	4.2	1.0	0.1	0.0	100.0
88	송풍클리치관계	송풍악셀레버	0.5	1.9	4.1	7.0	10.0	12.4	13.8	13.7	12.2	9.6	85.2
89	송풍클리치관계	송풍악셀와이어	1.1	6.2	15.1	23.7	25.4	18.1	8.0	2.0	0.3	0.0	100.0
90	스티어링관계	주행악셀레버	2.4	5.8	9.2	11.9	13.5	13.5	12.4	10.3	7.8	5.5	92.3

f(t) : 부품 사용 년수별 고장 확률밀도(%)

F(t) : 부품 사용년수 10년 동안 누적고장확률밀도(%)

계속 : Speed Sprayer 부품의 사용년수별 f(t) 및 F(t)

no	분 류	부품명	사용년수별 f(t), (%)										F(f)
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
91	스티어링관계	주클러치와이어	2.1	7.8	15.1	20.6	21.2	16.8	10.1	4.5	1.4	0.3	99.9
92	스티어링관계	주행악셀레버브라켓	0.0	0.1	0.4	0.9	1.6	2.6	3.8	5.2	6.7	8.1	29.4
93	스티어링관계	브레이크마스타실린더조합	0.2	1.9	6.4	14.3	22.6	25.3	18.8	8.4	2.0	0.2	100.0
94	스티어링관계	브레이크실린더링크로드	0.0	0.1	0.4	0.9	1.6	2.6	3.8	5.2	6.7	8.1	29.4
95	스티어링관계	클러치마스터실린더	5.7	8.9	10.8	11.5	11.4	10.5	9.3	7.8	6.3	4.9	87.1
96	스티어링관계	클러치실린더링크로드	0.0	0.0	0.2	0.4	0.8	1.4	2.2	3.3	4.6	6.1	19.1
97	스티어링관계	시트(안장)	0.0	0.3	1.1	2.8	5.4	8.9	12.7	15.7	16.7	15.0	78.5
98	스티어링관계	시트가이드	0.0	0.3	1.1	2.8	5.4	8.9	12.7	15.7	16.7	15.0	78.5
99	스티어링관계	주행초크와이어	0.2	6.0	35.7	53.0	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
100	스티어링관계	악셀페달리턴스프링	5.3	16.9	26.5	26.1	16.6	6.7	1.6	0.2	0.0	0.0	100.0
101	실린더관계	실린더(분무기)	1.4	3.4	5.4	7.3	8.8	9.9	10.3	10.1	9.4	8.3	74.2
102	실린더관계	송출구	0.1	0.3	0.8	1.5	2.6	3.9	5.3	6.9	8.3	9.4	38.9
103	실린더관계	밸브패킹	3.1	5.7	7.8	9.3	10.1	10.2	9.8	9.0	7.9	6.7	79.6
104	실린더관계	밸브조합	0.1	0.5	1.7	3.9	7.1	11.0	14.5	16.6	16.1	13.0	84.6
105	실린더관계	흡수구	6.6	7.7	8.0	8.0	7.7	7.2	6.7	6.1	5.5	4.9	68.3
106	실린더관계	수절패킹	0.7	2.8	5.8	9.4	12.6	14.7	15.0	13.4	10.5	7.2	92.2
107	실린더관계	그리스컵	0.9	4.0	8.8	14.3	18.2	18.8	15.8	10.6	5.5	2.2	99.2
108	약탱크관계	교반기호스	0.3	1.9	5.3	10.5	16.0	19.6	19.1	14.5	8.3	3.4	98.9
109	약탱크관계	교반기허브	2.8	6.2	9.3	11.5	12.7	12.7	11.6	9.9	7.8	5.7	90.1
110	약탱크관계	교반기캡	2.8	6.2	9.3	11.5	12.7	12.7	11.6	9.9	7.8	5.7	90.1

f(t) : 부품 사용 년수별 고장 확률밀도(%)

F(t) : 부품 사용년수 10년 동안 누적고장확률밀도(%)

계속 : Speed Sprayer 부품의 사용년수별 f(t) 및 F(t)

no	분 류	부품명	사용년수별 f(t), (%)										F(f)
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
111	약탱크관계	교반기분관	2.8	6.2	9.3	11.5	12.7	12.7	11.6	9.9	7.8	5.7	90.1
112	약탱크관계	1번고압호스	0.9	4.1	9.0	14.6	18.6	19.0	15.7	10.2	5.2	2.0	99.3
113	약탱크관계	약탱크거름망	0.2	0.6	1.5	2.6	4.1	5.6	7.2	8.6	9.6	10.1	50.0
114	약탱크관계	드레인가스켓	0.1	1.2	6.0	17.1	30.4	30.3	13.2	1.7	0.0	0.0	100.0
115	유압관계	STG펌프벨트	13.5	31.0	31.9	17.4	5.1	0.8	0.1	0.0	0.0	0.0	99.7
116	유압관계	쿨링팬(좌)	0.2	1.7	5.0	10.4	16.5	20.7	20.0	14.6	7.6	2.6	99.3
117	유압관계	쿨링팬(우)	0.2	1.7	5.0	10.4	16.5	20.7	20.0	14.6	7.6	2.6	99.3
118	유압관계	전자클러치	0.0	0.0	0.2	0.7	1.8	4.0	7.3	11.7	16.1	18.7	60.6
119	적재함관계	리프트조정로드(좌)	1.8	3.5	5.0	6.3	7.2	7.8	8.1	8.0	7.8	7.3	62.8
120	적재함관계	리프트조정로드(우)	1.8	3.5	5.0	6.3	7.2	7.8	8.1	8.0	7.8	7.3	62.8
121	적재함관계	리프트조정암	0.1	0.5	1.5	3.4	6.2	9.5	12.8	15.1	15.5	13.8	78.3
122	전기장치관계	주행батери	1.0	17.8	58.1	22.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	99.7
123	전기장치관계	송풍계기판	13.8	18.6	18.7	15.8	11.9	8.1	5.1	2.9	1.6	0.8	97.2
124	전기장치관계	송풍배선조합	7.7	11.7	13.5	13.6	12.5	10.7	8.6	6.6	4.8	3.3	93.2
125	전기장치관계	송풍휴즈박스	5.2	9.5	12.5	13.8	13.6	12.2	10.1	7.8	5.6	3.8	94.1
126	전기장치관계	분무기스위치	4.4	12.3	19.4	22.0	19.1	12.7	6.6	2.6	0.8	0.2	99.9
127	전기장치관계	키박스	11.8	14.9	15.1	13.7	11.5	9.1	6.9	5.0	3.4	2.3	93.8
128	전기장치관계	송풍바테리	1.0	17.8	58.1	22.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	99.7
129	크랭크축관계	플런저	2.8	5.5	7.7	9.4	10.4	10.6	10.2	9.4	8.2	6.8	81.0
130	크랭크축관계	커넥팅로드	0.8	3.2	7.1	11.6	15.5	17.3	16.2	12.8	8.3	4.5	97.2

f(t) : 부품 사용 년수별 고장 확률밀도(%)

F(t) : 부품 사용년수 10년 동안 누적고장확률밀도(%)

계속 : Speed Sprayer 부품의 사용년수별 f(t) 및 F(t)

no	분 류	부품명	사용년수별 f(t), (%)										F(f)
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
131	크랭크축관계	베어링케이스덮개	0.2	0.6	1.5	2.6	4.1	5.6	7.2	8.6	9.6	10.1	50.0
132	크랭크케이스관계	배유구패킹	3.7	8.2	11.9	14.2	14.7	13.6	11.3	8.5	5.9	3.7	95.6
133	크랭크케이스관계	주유구게이지	6.6	9.7	11.2	11.6	11.2	10.1	8.8	7.3	5.9	4.6	87.2
134	크랭크케이스관계	주유구마개	0.0	0.1	0.5	1.4	3.2	6.1	9.9	14.1	17.1	17.5	69.9
135	프레임관계	주행연료탱크	1.6	4.8	8.6	12.1	14.4	14.9	13.7	11.2	8.1	5.2	94.6
136	프레임관계	지지대고정	7.2	12.8	15.9	16.3	14.6	11.6	8.4	5.5	3.3	1.8	97.7
137	프레임관계	리어범퍼	0.0	0.1	0.6	2.5	6.9	14.6	23.5	26.5	18.3	6.2	99.2
138	프레임관계	엔진커버지지대	3.6	7.3	10.3	12.2	12.9	12.4	11.0	9.1	7.1	5.1	91.1
139	F.R.P관계	프론트범퍼	0.2	1.1	2.7	5.1	8.1	11.0	13.3	14.3	13.7	11.5	81.0
140	F.R.P관계	고무고리	6.8	20.9	30.2	25.4	12.6	3.5	0.5	0.0	0.0	0.0	100.0
141	F.R.P관계	고무고리핀	8.4	16.6	20.7	19.7	15.3	9.8	5.3	2.4	0.9	0.3	99.4
142	F.R.P관계	고무고리브라켓B	0.5	1.8	3.7	6.1	8.6	10.8	12.3	12.7	11.9	10.3	78.6
143	F.R.P관계	고무고리고정브라켓	0.3	1.5	3.7	7.1	10.9	14.3	16.1	15.6	12.9	9.0	91.3
144	F.R.P관계	프론트커버서브 고정브라켓	1.2	2.5	3.8	4.9	6.0	6.8	7.3	7.6	7.6	7.4	55.1
145	F.R.P관계	약탱크	4.7	6.4	7.4	7.8	7.9	7.7	7.3	6.8	6.2	5.6	67.8
146	F.R.P관계	송풍팬캡	0.1	0.8	2.1	4.1	6.8	9.8	12.4	14.1	14.2	12.6	77.0
147	F.R.P관계	송풍팬망	8.3	8.7	8.4	8.0	7.4	6.7	6.1	5.5	4.9	4.3	68.3
148	구동관계(바퀴)	트랜스퍼고정 브라켓_좌	0.0	0.1	0.4	0.9	1.6	2.6	3.8	5.2	6.7	8.1	29.4
149	구동관계(바퀴)	타이어	5.9	9.0	10.8	11.5	11.2	10.4	9.1	7.7	6.3	4.9	86.8
150	구동관계(바퀴)	타이어튜브	1.2	5.0	10.9	17.1	20.5	19.3	14.0	7.7	3.1	0.9	99.8

f(t) : 부품 사용 년수별 고장 확률밀도(%)

F(t) : 부품 사용년수 10년 동안 누적고장확률밀도(%)

계속 : Speed Sprayer 부품의 사용년수별 f(t) 및 F(t)

no	분 류	부품명	사용년수별 f(t), (%)										F(f)
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
151	구동관계(바퀴)	브레이크파이프	0.0	0.1	0.4	0.9	1.6	2.6	3.8	5.2	6.7	8.1	29.4
152	구동관계(바퀴)	브레이크라이닝	1.6	5.5	10.7	15.4	18.0	17.4	13.9	9.2	5.0	2.2	98.9
153	구동관계(궤도)	트랙로울러조합	1.9	5.9	10.6	14.7	16.8	16.2	13.5	9.6	5.8	3.0	98.0
154	구동관계(궤도)	트랙롤러샤프트A	0.0	0.5	2.3	6.6	13.9	22.0	25.2	19.2	8.4	1.8	99.8
155	구동관계(궤도)	트랙롤러샤프트B	0.0	0.5	2.3	6.6	13.9	22.0	25.2	19.2	8.4	1.8	99.8
156	구동관계(궤도)	보조로라조합	13.7	19.8	20.2	16.9	12.1	7.6	4.3	2.1	1.0	0.4	98.1
157	구동관계(궤도)	보조로라부시	13.7	19.8	20.2	16.9	12.1	7.6	4.3	2.1	1.0	0.4	98.1
158	구동관계(궤도)	보조로라샤프트	13.7	19.8	20.2	16.9	12.1	7.6	4.3	2.1	1.0	0.4	98.1
159	구동관계(궤도)	보조로라베어링커버	13.7	19.8	20.2	16.9	12.1	7.6	4.3	2.1	1.0	0.4	98.1
160	구동관계(궤도)	아이들롤러	0.8	3.4	7.5	12.1	15.9	17.4	16.0	12.3	7.9	4.1	97.6
161	구동관계(바퀴)	아이들로라샤프트	0.2	5.3	32.6	54.4	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	99.9
162	구동관계(바퀴)	베어링커버	0.4	1.6	3.4	5.6	8.0	10.1	11.6	12.3	11.9	10.6	75.4
163	구동관계(바퀴)	크로울러	0.3	2.7	9.4	19.9	28.0	24.7	12.0	2.7	0.2	0.0	100.0
164	구동관계(바퀴)	크로울러가이드	5.2	20.3	33.2	27.8	11.4	2.0	0.1	0.0	0.0	0.0	100.0
165	구동관계(바퀴)	트랙프레임	0.1	0.6	1.7	3.2	5.3	7.7	10.0	11.8	12.7	12.5	65.6

f(t) : 부품 사용 년수별 고장 확률밀도(%)

F(t) : 부품 사용년수 10년 동안 누적고장확률밀도(%)

## 5. 부품의 교체수요량 산정 프로그램 개발

관리기와 Speed Sprayer 부품의 고장특성 및 신뢰도 분석 결과를 이용하여 대리점 등 사후봉사업소에서 부품소요량을 예측할 수 있는 프로그램을 개발하였다. 먼저, 프로그램을 구동시킨 후 기종을 선택하면 전체 부품에 대한 평균 사용년수가 출력되고 출력된 화면에서 부품을 선택하여 클릭하면 부품 교체수요량을 산정할 수 있는 창이 나타나도록 하였다. 다음으로 예상수리대수를 입력하면 선택부품에 대한 평균, 최대, 최소 교체대수가 출력되게 하였다.

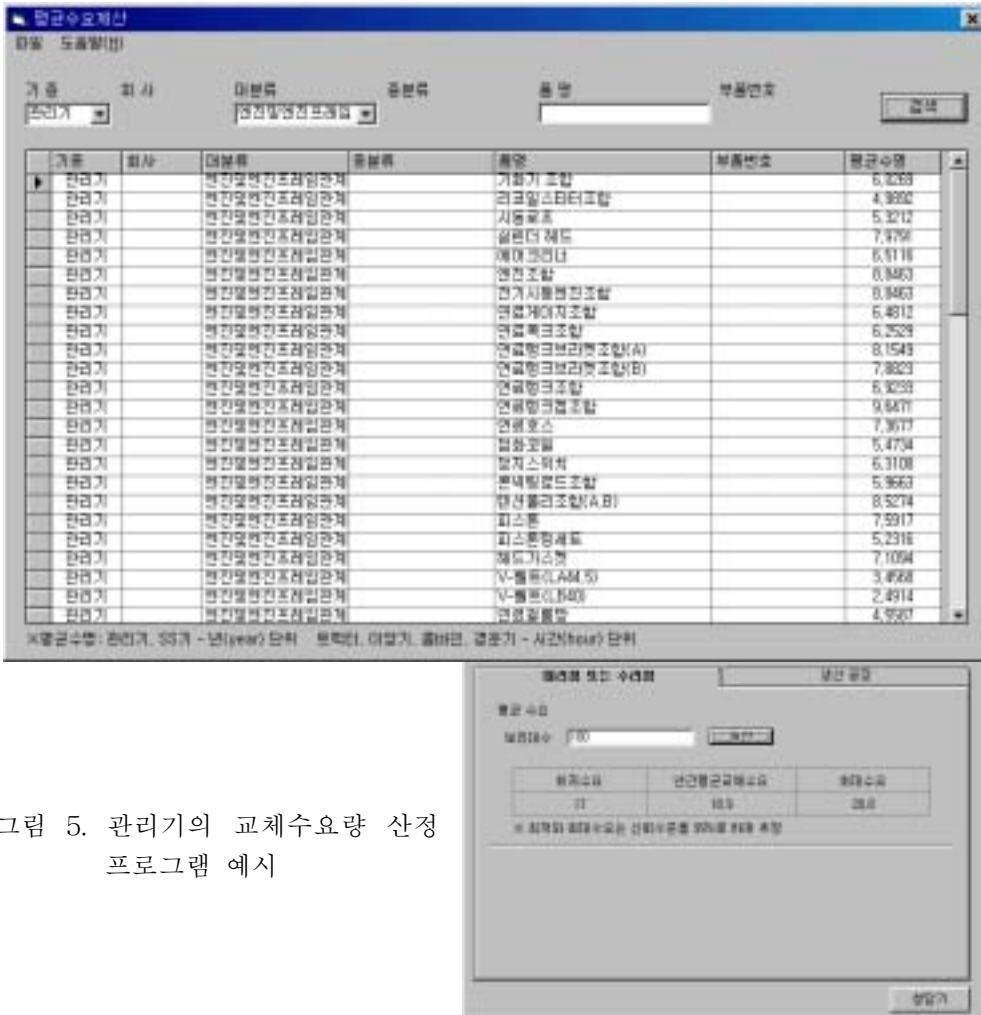


그림 5. 관리기의 교체수요량 산정 프로그램 예시

## 제4장 적요

관리기와 Speed Sprayer 수리용 부품의 사전 수요예측을 통하여 적정량의 부품을 확보하고, 수리용 부품의 신속한 공급에 의한 효율적인 사후봉사가 요구되고 있다. 이 연구는 관리기와 Speed Sprayer의 수리용 부품에 대한 고장특성을 분석하고 기종별·부품별 수리용 부품의 적정 수요를 산정한 후 대리점 등 사후봉사업소에서 가지고 있어야 할 적정량의 수리용 부품을 사전 예측할 수 있는 체계적인 부품관리가 가능한 프로그램을 개발하기 위하여 수행되었으며, 주요 결과 요약은 다음과 같다.

1. 관리기와 Speed Sprayer의 주요 부품에 대한 고장특성 및 부품소요량 산정을 위하여 수리전문가의 협조를 받아 부품소요량이 많은 소모성 및 준 내구성 부품 위주로 관리기 63개 부품, Speed Sprayer 165개 부품을 선별하여 고장데이터를 수집하였다.
2. 선발 부품에 대하여 Weibull해석에 의해 형상모수, 척도모수, MTBF,  $R(t)$ , 사용년수에 따른  $f(t)$  및  $F(t)$  등을 추정하고, 이를 기초로 각 부품별 100대당 교체수요를 산정하였다.
3. 고장특성 및 신뢰도 분석 결과를 이용하여 대리점 등 사후봉사업소에서 부품소요량을 예측할 수 있는 부품소요량을 산정할 수 있는 프로그램을 개발하였다. 프로그램은 예상수리대수를 입력하면 선택부품에 대한 평균, 최대, 최소 교체대수가 출력되게 하였다.



## 참고 문헌

1. 김경욱, 김대철. 2000. 농기계 부품의 효율적인 공급과 관리방안. 한국농업기계학회
2. 농림부. 2003. 2002 농업기계 보유현황
3. 이상용. 1999. 신뢰성공학. 형설출판사
4. 김충련. 1994. SAS라는 통계상자. 데이터 리서치
5. 樋口英夫, 小松 實, 岩尾俊男. 1994. 트랙터及び-타리의故障・豫防保全の實態調査. 農業機械學會志 56(3)
6. Sun, H. and J. J. Han. 2002. The Failure of MTTF in availability evaluation. 2002 Proceedings of Annual Reliability and Maintainability Symposium: 279-284
7. Fizzgibbon, K. R. Baker. T. Clayton and N. Wilson. A failure-forecast method based on weibull and statistical-pattern analysis. 2002 Proceedings Annual Reliability and Maintainability Symposium: 516-521

# 부 록



# 1. 기종별 주요 부품

## 가. 트랙터

생산업체	트랙터 동력 전달 계통
대동	스냅링, 슬라이딩거, 실드, 오일게이지, 클러치카버조합, 클러치판, 구동체인, 스냅링, 주축, 추진축, 추진축케이스, 커플링, 클러치디스크조합, 클러치압력판조합, PTO축
국제	강판, 구멍용스냅링62, 두부핀, 레버캡, 로드, 링기어조합, 마찰판, 메인베어링, 메인체인지아암, 미션 케이스 패킹, 방출 베어링, 볼베어링, 부츠, 샤프트아암, 세트스프링(중립), 스프링, 시일,시프터 아암 홀더(2-R), 주변속케이스관계, 차동축, 차동피니언라이너(5410.5510), 축부실, 케이스, 클러치디스크, 클러치 디스크조합(신형), 클러치 커버조합, 턴버클, 평행핀, 피스, GEAR,DIFFERENTIAL, P.T.O축, PINION,DIFFERENTIAL, RING GEAR
LG	기어, 기어슬라이브, 기어조합, 라이너, 레일캡, 릴리이스베어링, 마찰판, 볼트 PTO축, 슬라이브, 크러치카바, 클러치디스크조합, 클러치총조합, 플레이트PTO, 피동축캡, 피이스PTO축
동양	디스크(클러치/260)COMP, 디프메탈, 붓시(35X39X26), 스프라인캡, 씨일, 씨일(오일), 씨일조합, 압력판조합, 오일씨일, 최종구동케이스(A), 카바(클러치/260)조합, 캡(72), 커플링, 클러치, 디스크조합, 클러치 카바조합, 클러치(PTO)조합, 클러치 디스크(225)조합, 클러치카바, 텐션스프링(31), O-링

생산업체	트랙터 부속품
대동	견인조정벨브, 견인조정봉, 고정핀조합, 로워링크조합, 로타리카버, 로타리카버조합, 리프트로드조합, 스프로켓 1 1, 승강암, 유니버설조인트조합, 유압잭, 유압피스톤, 의자조합 (오렌지색), 장력조정기, 장력조정기축, 체인, 체인케이스카버, 체크링크조합, 체크체인조합, 칼날축엔드, 쿠션고무, 톱링크, 톱링크조합, 플로우팅시일, 햇빛가리개카버조합, 히치핀조합
국제	리프트링크R조합, 스냅핀, 스톱퍼, 체크체인조합, 커버조합, 톱링크조합, 핀, 하부링크볼, 하부링크조합, 히치핀, V-벨트(56')
LG	가이드부싱조립체, 라디에터호스, 릴레이, 상부링크조립, 스페이서, 연료필터엘리먼트, 예열타이머, 유압오일휠터, 정지릴레이, 체크링크조립체, 체크링크브라켓, 체크링크(신형), 체크체인조립체, 체크체인조합, 카바, 카트리지조립, 토션바, 하부링크조립체
동양	드로바핀, 링크(로아/RH)COMP, 볼, 볼가이드부시ASSY, 볼부싱, 스톱퍼(12), 엔진오일필터, 오일 카트리지(DAE), 오일카트리지(J/D), 오일카트리지(KUBOTA), 유압오일필터, 유압카트리지, 체인 (체크)조합, 체크체인 ASSY, 케이스(베벨) ASSY, 톱링크ASSY, 트레일러핀, 포크(리프트/RH)핀, 핀(L) COMP, C형멈춤링(축용), E형멈춤링, O링(P)

생산업체	트랙터 엔진
대동	가스켓, 고속텐션폴리, 교류발전기, 교류발전기조합, 기어케이스 가스켓, 냉각수관, 냉각수되돌림파이프, 냉각수플랜지, 노즐, 노즐홀더조합, 대단메탈, 라디에이터조합, 방충망, 방충망안내, 배기관, 배기매니폴드, 배기밸브, 베어링케이스 가스켓, 베어링케이스커버가스켓, 보조물탱크조합, 보조클리너조합, 사이드메탈1, 소음기가스켓, 소음기밴드, 소음기조합, 소음기카버, 소음기파이프, 습식에어클리너조합, 시동모터, 실린더라이너, 실린더헤드가스켓, 실린더헤드조합, 써모스탯조합, 약셀레이터케이블, 에어클리너엘리먼트, 엔진오일필터, 엔진솔레노이드밸브, 엘리먼트조합, 엘리먼트1, 연료공기빠기조합, 연료센서조합, 연료여과망, 연료여과망조합, 연료캡조합, 연료탱크캡조합, 연료펌프조합, 연료필터, 연료필터엘리먼트, 연료필터조합, 연접봉부조합, 연접봉조합, 예열플러그, 오일핀가스켓, 오일필터, 온도메타스위치, 워터펌프축, 유니버설조인트, 유압필터, 카바가스켓, 쿠션, 크랭크축메탈, 크랭크핀메탈, 파이프, 팬구동폴리, 팬벨트, 팬폴리, 펌프가스켓, 펌프엘리먼트(신), 프리클리너조합, 피스톤, 피스톤링조합, 피스톤조합, 필터포트, 헤드가스켓, 헤드 카바 가스켓, 흡기밸브, V벨트
국제	가스켓(HK0131로주문), 검유봉, 고무플러25, 머플러개스킷, 메인베어링 조합, 물분리기조합, 발전기조합, 배기매니폴드 개스킷, 배기소음기, 밸브스템실, 밸브조정나사, 보조탱크조합, 상부커버패킹, 스러스트베어링조합, 스톱모터, 스트레이너, 실린더라이너, 실린더헤드개스킷, 에어클리너엘레먼트, 에어클리너조합, 엔진오일휠터, 엘레먼트, 연료휠터조합, 연료분사밸브조합, 연료여과기조합, 연료여과기 커버, 연료탱크조합, 오일팬패킹, 유허유여과기, 커넥팅로드조합, 커러트리미트, 컨트롤라, 크랭크축조합, 크랭크핀베어링, 클램프조합, 파이프, 푸시로드조합, 프리클리너조합, 피스톤조합, 피스톤, 피스톤링조합, 헤드가스켓, IR FILTER(OUT)(AL65051K), 캡, 연료탱크, EX-PIPE, 필터엘리먼트, 연료필터, MAIN METAL, PISTON W/RING OS=.25, V-벨트(A-54)
LG	1차필터, 가스켓, 가스켓키트, 가열플러그, 노즐, 노즐팁, 드레인록크조합, 라디에이터조합, 라디에이터머후러, 밸브스템실, 벨트(REPA40.7), 보조탱크, 섬프키트, 소음기, 소음기조합, 소음기클램프, 헬메탈Q, 스톱와이어, 시동릴레이(청구금), 시동기조합체, 시동모터조합(신형), 실린더라이너, 안전고무-94, 엔진오일휠타, 엘레먼트, 연료캡, 연료탱크조합(98년), 연료탱크캡, 연료필터조합, 연료필터, 오일팬가스켓, 오일필터94(070X65L)공통, 와이어 (발), 와이어 (손), 와이어(신), 워터펌프조합, 웨더스트립, 조속와이어(발), 조속와이어 (손) , 조속패달, 조속패달와이어, 중간연료휠타, 콘로드메달Q, 콘로드메탈, 피스톤, 피스톤(STD), 피스톤링조합, 피스톤STD(S4QL), 헤드가스켓, 휠라캡
동양	고무호스, 라디에이터, 라디에이터COMP, 링, 백얼링, 소음기카바조합(완), 소음기COMP, 실린더, 실린더케이스팩킹, 에어엘레먼트셀, 엘레먼트, 연료여과기조합, 연료카트리지, 연료필터, 오일실(D), 오일카트리지, 캡(탱크)조합, 콘넥터, 클램프, 피스톤, 필터코크조합, 휠타(연료)조합, 연료펌프

생산업체	트랙터 유압 계통
대동	공기 빼기, 브리더2, 스냅링, 유압암, 유압오일필터조합, 유압오일휠터, 유압필터조합
국제	리프트암핀, 베어링, 실린더헤드조합, 유압펌프조합, 유압휠터, 조인트, 커넥팅로드, 콘트롤밸브조합, 필터(유압), PST오일탱크, PS펌프조합
LG	리프트로드조립체, 리프트로드조합, 스톱퍼, 오일플러그, 유압펌프, 유압필터, 유압호스연결기, 그립밸브레버
동양	기어펌프, 기어펌프조합, 메인콘트롤밸브조합, 섹션휠타, 오일실, 유압엘레먼트, 유압카트리지, 호스, 흡입휠터조합

생산업체	트랙터 전장 계통
대동	계기케이블, 램프연결 스위치1조, 램프조합, 레귤레이터, 리미트 스위치, 방향 지시등, 방향 지시등 스위치 조합, 배선조합1, 섬광램프조합, 섬광유니트, 스로보로퓨즈(60A), 시동스위치조합, 안전 시동 스위치, 안전 시동 스위치 조합, 엔진 정지와이어, 예열 플러그표시기, 와셔붙임소나사, 작업등조합, 전조등, 전조등 그릴조합, 전조등 스위치, 전조등 조합, 정지스위치, 정지스위치조합, 축전지, 축전지조합, 축전지코드, 타이머 릴레이, 트랙터 계기케이블, 퓨즈블링크, 퓨즈케이스 조합, 플랜지 가스켓, 혼 스위치조합, 혼조합, 후미등조합
국제	글로릴레이, 레귤레이터, 메인스위치, 배터리 조합, 스위치조합, 스타아터(12V2.OKW), 스타트릴레이, 스타트 S/W조합, 스톱램프 스위치, 안전스위치, 작업등 조합관계, 전원 스위치, 키조합, 헤드라이트 커버(좌), 헤드램프 조합, 혼(CEG903과 공용), 후면등 램프케이스, 후면콤비램프, AC발전기 COMB 램프(전면), LAMP, P.T.O변환스위치
LG	램프스위치, 밧데리, 방향등릴레이, 방향지시스위치, 브레이크 스위치, 비상스위치, 속도계, 케이블(98,7)-800mm, 스위치, 시동 안전스위치, 시동스위치조합(신):5줄, 연료감지기, 예열릴레이(Q), 작업등 (신형) , 작업등조립체, 전조등조립, 커버, 키스위치조합(OK)3줄, 타코메터케이블(1000mm), 판넬전구, 피티오 스위치 셀렉터, 피티오레바스위치, 헤드램프전구, 후방복합등램프, RPM케이블
동양	게이지 ASSAY, 램프(워킹) ASSY, 램프(워킹/캐빈)ASSY, 램프(콤비네이션) ASSY, 벌브(램프12V45/45W), 스위치(로타리) SET, 스위치(알터네이트) ASSY, 스위치(콤비)ASSY, 스톱와이어조합, 키 S/W ASSY, 퓨즈 블링크, 하니스 ASSY

생산업체	트랙터 프레임
대동	고리, 고정판, 고정판고무판, 앞그릴, 앞그릴쿠션, 의자총조합, 전조등그릴
국제	가스스프링, 고정레버, 뒷문유리, 문상부유리, 문장석, 문하부유리, 백미러조합, 완충고무, 전면유리, 측면 유리손잡이, 프린트마스크, 후면유리
LG	그릴, 뒷유리, 문유리, 문조립체, 문작행틀레바조합, 방향지시램프전구, 상부지붕, 스폰지, 의자조합, 지붕조립 부대부품, 햇빛가리개, 힌지카바
동양	밀러 ASSY, 백미러ASSY. 스톱과. 연료카트리지(LOMBAR). 브라인더리벳

생산업체	트랙터 조정 장치
대동	릴리스레버(PTO), 볼조인트조합, 손잡이, 스냅링, 정지레버, 조정벨브조합, 조향장치조합, 클러치 케이블
국제	샤프트, 서틀링크조합, 아워미터케이블, 액슬레이터페달, 연료센서게이지조합, 클러치스토퍼, 플래서 릴레이
LG	로드볼, 먼지덮개, 오일탱크, 타이로드끝조립, 플러그
동양	가스켓(리버스메탈), 변속레바부츠, 부츠, 오일호스, 주차브레이크스프링, 케이블(리버스) ASSY, 케이블(스로틀) ASSY, 케이블(악셀/1695) ASSY, 페달 완성, 페달ASSY, 호스, 호스(280) ASSY, 후크(시프터,리버스)

생산업체	트랙터 차축 및 브레이크
대동	15 베벨피니언, 16 스프로켓, 40 베벨기어, 간격판, 드래그 링크조합, 디스크휠, 디스크 휠조합, 배유 플러그, 베벨기어축, 베벨기어 케이스, 베어링 케이스, 브레이크 디스크, 브레이크로드 1, 브레이크슈, 브레이크슈조합, 스냅링, 스티어링레버, 스파이럴 베벨피니언, 슬리브, 앞바퀴 립조합, 앞바퀴림조합, 앞브라켓, 앞브라켓조합, 앞차축, 앞차축카버, 앞차축케이스, 에어크리너밴드, 추진축카버, 타이로드 엔드조합, 타이로드 조합, 타이어, 플러그, 플로팅시일조합, 플로팅실조합
국제	나이들베어링(#3530), 되돌림스프링, 디스크, 베어링, 벨크랭크, 벨크랭크축, 부시 브레이크 디스크, 브레이크슈조합, 브레이크튜브 조합, 사이드기어라이너, 스페이서62, 스펀들, 슬리브, 시일칼라, 시임, 실칼라, 쓰러스트와셔, 암(신형), 앞타이어(8-16), 오일시일, 원추베어링, 전륜구동 시프터포오크, 전륜 타이어(7-16), 차동피니언, 축볼이실 55X85, 칼라, 커버 (신형), 타이로드 조합, 타이로드 엔드조합, 타이어(8-18), 피니언 라이너, 하부링크핀, 하우스, 후차륜허브, 휠조합(F505용)
LG	4륜구동축, 4륜구동축조인트, 가스켓, 고무캡, 광폭앞튜브, 구동기어 리테이너, 림 플레이트, 베어링 케이스, 벨크랭크조합, 선기어, 암홀더, 앞림, 앞림조합, 앞바퀴용디스크, 앞차축, 앞타이어, 앞튜브, 조인트, 축, 피니언 축, 허브
동양	구름베어링용와셔, 나이들게이지(KT223230), 로크너트, 리어액슬하우스정팩킹, 링, 베벨기어(16), 베어링카바, 부시, 브레이크슈조합, 샤프트(휠), 씨일, 유성기어, 조인트 ASSY, 차축ASSY, 축부씨일, 카바, 카운터샤프트, 커버조합, 케이스, 타이어(8-18-4PR), 튜브(9.5-16), 휠립(W8X16)COMP, C형멈춤링(구멍용)

#### 나. 콤바인

생산업체	콤바인 양곡부
대동	V 벨트 (RED.LC45), V 벨트 (RED.LB45),
LG	나선축, 베벨기어
동양	곡물센서, 곡물출구고무(전), 기어(베벨/15), 나선체인카바(외)COMMP, 손잡이, 안전스위치조합, 양곡축(하), 체인(428HX32)COMP, 카바(풍구/후) COMP, 플레이트COMP, 핸들호울더(2)조합, 호퍼곡물출구조합, 호퍼창문

생산업체	콤바인 동력 전달 장치
대동	기어케이스가스켓, 톨러캡, 브리더2, 시간계조합, 엔진오일필터, 오일필터, 캠클러치, V벨트
국제	유압실린더, 유압탱크, 피스톤조합
LG	케도스프로켓, 기어, 긴장폴리, 벨벨트LC74, 벨트-LB86, 예취벨트(LB65), 예취벨트-LC59-95, 오일씨일, 주행벨트LC75, 체인케이스, 카타벨트LA88, 탈곡벨트LC68, 판, 폴리80, V 벨트(SC71)
동양	가스켓(기어케이스), 기어(스퍼어/18) ASSY, 기어케이스(L), 라이닝(30X12X10), 레버, 벨트(SB52), 씨일(오일/축부), 압(시프터)COMP, 유압카트리지(HL), 주행시프터 짚개, 처인지 기어, 카운터기어 COMP, 푸시로드

생산업체	콤바인 부착품
대동	130공급날, 150절단날, 41구동체인, 곡물배출드럼, 공급날160, 굽개, 스크레파, 절단날, 텐션폴리, V 벨트 (HP.LB57), V 벨트 (HP.LB55),
국제	선바이저, 서터가이드, 서터조합
LG	V벨트(SC71), ㄷ자날, 인기러그, 탈곡실디드자칼타, 별판, 뿔칼타, 원형칼날, 확산벨트
동양	받침날(160X26), 아이들폴리, 주축 COMP, 주축플랜지(L), 칼라받침판(76X26), 포기밀동로터, 포기밀동플레이트, 허브(21X36X21), 회전날(200X26)

생산업체	콤바인 엔진
대동	가스켓, 노즐홀더조합, 대단메탈, 베어링케이스가스켓, 보조물탱크조합, 보조클러너캡, 사이드메탈, 소음기가스켓, 시동모터, 실린더 라이너, 에어클러너엘리먼트, 엔진정지솔레노이드조합, 엘리먼트, 연료 공기빼기조합, 연료펌프 조합, 연료필터 엘리먼트, 연료필터 조합, 연접봉 조합, 예열 플러그, 오일스위치, 워터 펌프조합, 유압오 일필터, 주행벨트 (C 4 5), 주행 텐션암조합, 크랭크축메탈 1, 크랭크 핀메탈, 클립, 파이프, 팬벨트 (REP.HM41.5), 펌프가스켓, 피스톤 링조합, 필터포트, 헤드 가스켓, 흡기벨브, V 벨트 (GRN.LB48)
국제	라디에이터조합, 물분리기, 보조탱크조합, 실린더라이너, 에어클러너 엘리먼트, 연료탱크캡, 연료휠터 조합, 예취크랭크축, 오일 휠터, 오일휠터 조합, 텐션 스프링 조절구, 프리크리너, 피드펌프, 피스톤링 조합, 헤드가스켓, 휠
LG	노즐, 스크린휠타, 에어클러너휠타, 엘리먼트, 예비청정기
동양	가스켓, 릴레이(콘트롤/SOL), 받침암행거, 솔레노이드(2000년형), 슈라우드(HL5050), 스톱레버 ASSY, 시일유니트, 에어엘레먼트(HL), 엘리먼트(세조기), 여과기, 연료카트리지(DC24), 연료펌프 ASSY, 오일카트리지(DC24T), 캡(탱크)ASSY, 케이블(스토틀)ASSY, 콜렉터, 탱크(리저브)ASSY, 프리 크리너 ASSY, 피스톤링SET, 필터 ASSY



생산업체	콤바인 예취부
대동	<p>12스프로켓, 14스프로켓축, 15베벨 기어, 15스프 로켓, 16베벨 기어, 18간격통, 18스프로켓, 22베벨 기어, 23스프 로켓, 35체인 조합, 57체인 조합, 65롤러, 6스프로켓, 70롤러, 70폴리, 80롤러, 8스프 로켓, 고정손잡이 조합, 고정판, 공급레일대, 구동축2, 깊이안내축받침, 깊이레일, 깊이안내, 깊이체인 46조합, 깊이축1, 깊이텐션암, 끌어들림갈퀴, 끌어들림 덩개, 끌어들림 레일, 끌어들림 체인갈퀴조합, 끌어들림 체인조합, 끌어들림카바, 끌어들림텐션암, 끌어들림텐션후크, 끌어들림프레임, 레일대, 롤러, 멈추개, 멈춤쇠, 모터조합, 반송갈퀴, 반송벨트, 반송프레임, 베어링잡이, 분할관, 분할기, 분할기조합, 스프로켓(2), 슬라이드레일, 연료여고망 조합, 연료탱크캡 조합, 예취벨트, 이삭 지지, 이삭 공급갈퀴, 이삭 체인 갈퀴조합, 이삭텐션, 체인안내, 체인조합, 축, 칼날 크랭크핀, 칼날 크랭크덩개, 칼날 크랭크로드 조합, 칼날 크랭크 롤러, 쿠션고무, 텐션, 텐션축, 텐션폴리, 패커, 패커축, 포기 시프트, 포기 공급 카버, 포기누름, 포기레일, 포기센서 조합, 포기지지판, 포기체인 조합, 포기프레임, 폴리취부판, AFC-VR 스위치조합, V벨트</p>
국제	<p>1번컨베이어구동센터폴리, 가이드바, 고정핸들(붉은색), 끌어들림벨트 A-33, 끌어들림 베벨케이스 B, 끌어들림리그, 끌어들림체인186, 리그115.5, 리그가이드, 리그보호가이드R, 레일가이드, 로드 조인트 47(신형), 로울러축, 릴레이박스15A, 반송스프로켓 7X28, 반송스프로켓18L, 반송체인36X46L, 반송 체인58, 반송폴리 94A, 방진판, 베벨기어 16, 베벨기어 17, 베벨기어14A(가공품), 베벨기어15C, 베벨 기어15D, 베벨기어16, 베벨기어16F, 베벨기어18, 베벨기어22A, 보조가이드봉(ASSY), 보조리그 가이드, 보조반송가이드조합, 보조반송구동축, 분초판, 분초판히치, 사이드디바이드, 상반송체인221, 상반송커버L조합, 상반송케이스L, 상부롤러, 상부롤러축, 상부아이들러, 상부체인65, 세로반송케이스, 스타휠330, 스프로켓 12, 스프로켓15T, 스프로켓16, 예취2축, 예취날총조합, 예취암, 예취 크랭크, 예취 크랭크 로드, 완충고무, 이삭가이드고무판, 이삭반송체인112L, 인기가이드, 인기리그AF, 인기 롤러, 인기롤러축, 인기변속케이스A, 인기체인140, 인기케이스C, 인기텐션(신형), 인기횡1축, 인기 횡 케이스A(CT공용), 조절아우터, 조절중, 종1축, 종보조가이드, 질가이드A, 체인63R, 체인가이드판, 체인로울러 24X80, 체인케이스, 체인텐션, 캠클러치B205, 크랭크요크 ASSY(신형), 텐션스프로켓15, 폴리축, 플러그35, 하부1축, 하부연결플랜지, 하부우측텐션로울러, 하부L구동케이스B, 함유메탈, 휠축(L), 휠플랜지 C, V-폴리 176</p>
LG	<p>긴장아암, 리그(37X100L), 리그(39X100L), 리그3(37X128L), 톨라체인(83링크), 링크볼 조합Q (M12X1.75), 볼링크조합(M18X1.5), 브라켓트(-2), 스타휠, 예취날 조립체, 예취날조합-94SUPER -신형, 오일씨일, 인기리그체인(192링크), 인기리그 AF, 인기카바서브-2, 인기커버(1), 인기케이스 서브-4, 체인65LINK, 체인레일, 체인조립체-22링크, 체인조립체, 케이스A, 케이스, 래속 디바이더, 탈곡 휘드 체인(27링크), 흑벨트(A25)-60MM, 휘드체인 (- 3)(32링크), 휘드체인(62링크), 휠스타, KC515 예취날총조합</p>

생산업체	콤바인 예취부
동양	가스켓(체인케이스), 가이드(디바이더/센터), 가이드(러그), 가이드(체인/RH), 감김방지, 결이, 공급베벨(16), 공급체인(25X31) ASSY, 공급축COMP, 그로미트(22X32X2), 근원구동축 COMP, 근원로울러, 근원스크레이퍼, 기어(48)COMP, 나이프, 나이프 ASSY, 노즐 조합, 러그(이삭), 러그가이드 (전 )COMP, 레일(공급)COMP, 로드앤드(20), 로울러(이삭구동), 로울러(인기), 로울러체인(32)COMP, 메탈(크랭크), 받침판(케이스), 받판방진고무, 방음고무, 베벨(14-17)(예취날), 베벨(14-18), 벨트(소입/VA032), 부츠(20), 분초가이드(L) COMP, 분초간(센터)COMP, 소입벨트(36), 소입스타휠, 소입스프로켓, 소입지지축, 소입축, 소입폴리(소), 스크레이퍼, 스타휠메탈, 스테이 COMP, 스토퍼 COMP, 스프로켓(14), 스프로켓(18), 암(나이프/) COMP, 예취날(W) ASSY, 예취날스테이 COMP, 예취날ASSY, 오일실(D), 요동 텐션 로드, 유압 클러치 스프링, 이삭러그 ASSY, 이삭러그가이드 COMP, 이삭이송러그, 이삭카바 (L)COMP, 이삭카바(후), 이삭케이스COMP, 이삭케이스(뒤)COMP, 인기기어케이스, 인기러그, 인기로울러, 인기베벨(15), 인기축(상), 인기케이스(RH)COMP, 입력축, 자동텐션메탈, 꺾힘가이드COMP, 책 밸브 노즐 (1) 조합, 체인 텐션 로드102, 체인(33X75) ASSY, 체인러그 ASSY, 체인레일(LH) COMP, 축(근원), 축(크랭크), 카바(인기) COMP, 카바(RH/근원) COMP, 캠클러치(B206), 컨택터(로드), 케이스(인기/RH) COMP, 크랭크(카터) COMP, 텐션받침COMP, 텐션암 COMP, 텐션암(LH) COMP, 풍구 텐션스프링, 프레임(소입/RH) COMP, 플레이트(고정/LH), 플레이트(로크), 플레이트(지점) COMP, 플레이트(U/70X205) COMP, 협액간(L)COMP, 협지간(앞)스프링, 호울더(RH) COMP, 호울더스프링(69/2.3), T형 조인트 (2), V폴리(A151/LH)COMP

생산업체	콤바인 전기 장치
대동	가속 와이어, 레귤레이터, 메터 케이블, 스로보로퓨즈, 시동기 스위치, 조속와이어, 축전지 조합, 헤드 램프 조합, 혼조합
국제	램프 스위치, 릴레이 CA-1B, 미터 케이블, 배터리75D-MF, 서지 업소버(CEH501-A3공용), 스톱모터(B2로주문), 실스위치, 안전 셔터, 액셀 와이어, 작업등조합(신형), 전자 픽업, 중립 안전스위치, 짚누름스프링, 커터와이어, 콘트롤라LSA, 키스위치조합(CA9011공용), 타이머, 헤드램프
LG	бат데리, 스위치
동양	센서(앵글) ASSY, 액튜에이터(160/R), 작업등조합, 점멸등스위치(완), 트립 클립(8), 퓨처블링크

생산업체	콤바인 주행부
대동	140롤러, 150롤러조합, 160롤러, 180롤러, 180롤러 조합, 220롤러, 250후륜, 가동전륜암, 간격통, 구동 롤러조합, 구동 스프로킷, 케도바퀴안내, 램프 연결 스위치1조합, 롤러조합, 메움마개, 무한케도 바퀴, 바퀴텐션, 방지고무, 변속레버조합, 수동조절스위치, 연결롤러조합, 연결파이프, 요동전륜조합, 정지스위치조합, 주차브레이크와이어, 캡, 주행벨트, 쿠션롤러조합, 트랙롤러캡, 플러그, 회전멈춤쇠, C72.5벨트, V벨트(GRN, LB46.5), V벨트(HPLB53)
국제	그리스캡, 마찰판90, 방진부러쉬, 방진커버, 벨트누름판, 벨트커버전, 브레이크슈, 사이드기어조합, 사이드커버, 스티어링와이어, 스프로킷6TX145, 아이들러(메탈제외)조합, 아이들러축, 연결와이어170, 예취클러치와이어(98~), 오일실, 유압휠터, 이퀄라이저조합(99.1호기), 잠금레버(흰색), 주행텐션암, 철판(1.2), 축부실(99.1호기), 캐리어롤러조합, 코크벨트RCLC-37(미사용), 크롤러(400X90X45X4050), 크롤러가이드, 탈곡클러치와이어, 텐션로울러 80, 텐션폴리80, 트랙롤라 ASSY, 트랙롤러축B, 트랙 롤러B ASSY, 플로팅실조합(99.1호기), 하우징커버 71, HST조합
LG	10리그체인 조립체, 가이드, 고무괘도(450X4140), 고무괘도가이드-94, 디스크판, 로울러, 로울러 A,C조립(0180), 로울러B조립(0130X134L), 롤라, 롤라A,C조합, 롤라B조합, 롤러조합,A, 스프로킷, 아이들러 브라켓 조합, 아이들러 조합-180, 예취 와이어1100L, 오일 씨일, 와이어-1945L, 와이어 크러치-1060L, 중앙롤라조합(0140), 커버(4), 판넬A, 핸들클램프
동양	가이드(크로울러/후), 공급암 COMP, 그리스니플(A-M8F), 냉각팬, 니플캡, 디스크 플레이트, 레버스위치(4) ASSY, 로울러 ASSY, 로울러(아이들)ASSY, 리미트스위치(파워)ASSY, 리프트(프론트)COMP, 모터 ASSY, 벨트(SB43), 브레이크 ASSY, 셋트 손잡이(12), 스톱 와이어 ASSY, 아이들로울러오일씨일, 아이들로울러ASSY, 암(HST텐션) COMP, 예취클러치 와이어ASSY, 예취클러치케이블 ASSY, 오일서터(30), 조인트(유니버설)ASSY, 축취부 씨일, 코크벨트(RCSB35), 크로울러, 크로울러가이드, 탈곡벨트스토퍼 COMP, 탈곡클러치 와이어 ASSY, 탈곡텐션암 COMP, 텐션축 COMP, 트랙로울러(B)ASSY, 트랙로울러씨일, 푸트 페달스프링, 폴리(FT60X23) COMP, 폴리(FT80X62), 행거 COMP, 행거플레이트 지점, 헤어핀, 협액체인텐션 스프링, HST 콘트롤와이어, HST텐션 지점핀, HST텐션암 COMP, HST텐션폴리

생산업체	콤바인 탈곡부
대동	1번급개날개, 2 2 0 V폴리, 2번나선축, 2번처리치, 2번토출케이스, 8 4 텐션폴리, 공급체인조합, 레일 2, 베어링케이스, 변속캠, 변속폴리, 보강잇빨, 보통날, 세로나선날개, 수망, 스트로락, 스트로우 시브, 시브조합, 시브케이스조합, 요동브라켓 2, 요동축지지, 이삭반송레일 1, 짚배출 이삭체인조합, 짚배출체인누름판, 짚절단칼날, 짚절단칼날누름 2, 짚체인조합, 채프조작와이어, 처리고정날, 처리치, 처리통날개, 체인텐션롤러, 체인텐션스프링, 체프 1, 체프지지, 쿠션스위치조합, 탈곡벨트 (REC 8.5), 텐션폴리조합, 관홀개날, 풍구간격통, 풍구날개, 풍구베어링잡이, 풍구보호고무, 풍구안내핀, 풍구축, 풍구텐션스프링, 홀개감김방지판 1, 홀개날개, 홀개몸통조합, 홀개잇빨, V 벨트 (REC 38.5), V 벨트 (GRN.LB106), V 벨트 (GRN.LB53), V 벨트 (GRN.LB94), V 벨트 (HP.LB121), V 벨트 (RED.LB36)
국제	1번실, 1번컨베어 조합, 2번쓰로우어 날개, 2번중콘베이어, 2번컨베어, 급치B, 망누름대, 반송64(ORINGE), 반송스프로킷, 반송체인25X74, 반송축, 받이메탈40(신), 배면폴리115, 베어링 받이 메탈 판35, 변환와이어(녹색99년), 비산방지고무, 선별와이어, 선별판, 선별핀조합, 세팅구멍커버, 서터 와이어, 스프로켓7, 앞쪽망누름판조합, 양곡날개, 양곡콘베어(T), 양곡투입구메탈, 양면날, 오픈스테이, 요동선별판조합, 요동축조합, 요동후실(CT9718A4로주문), 이중급치S, 입구롤러메탈, 입구롤러R, 입구휠케이스, 입력축, 앞쪽망누름판조합, 중구동1축, 짚누름판관계, 짚배출가이드봉, 처리통구동보스, 처리통구동축, 처리통급치, 처리통망조합, 처리통메탈B, 처리통스크린조합, 처리통조합, 처리통휠 케이스, 체인105, 체인가이드 (신형), 출구휠케이스, 컨베어메탈, 크래프망(9MM), 크립프망(16MM), 탈곡날D, 탈곡 이빨 R, 탈곡통, 탈곡통 구멍커버, 탈곡통내 커버-소, 탈곡통 스크레이퍼, 탈곡통조합(신형), 탈곡통출구메탈, 텐션로드판L, 텐션브래킷, 텐션암143, 텐션폴리 70(P/L), 풍구메탈, 풍구팬조합(베어링포함), 피드체인 와이어(98~), 피드체인 58X98, 피드체인와이어(97), 피드체인 케이스L(구형), 피드체인텐션, 피드체인텐션암, 핀받이, 회틀600, 흰받침A, 흡인축, 흡인팬, DC모터70, KNIFE D(단날), V-폴리110C, V-폴리120-C, V-폴리196-140C, V-폴리62
LG	가이드 C, 급치, 급치 판 조립, 급치(05.25X40X63L), 급치(06.8X60X65L), 급치(07X40X68L), 급치-94, 급치A(05.2X40X68L), 급치B, 급치C(06X85X55L), 급치D(04.5X45X49L), 급치E-94 (대), 급치F-94 (소), 나선벨트LB68, 나선축 2(097X700L), 롤라체인(47링크), 벨트LB-98, 벨트-M22Q, 벨트-SA44, 벨벨트 SB110, 송풍기-급통밧션벨트, 송풍팬조립, 짚배출휘드체인(67링크), 처리통급치, 체인(101링크), 축, 카타서브조합, 탈곡급치C(59XPLATE), 탈곡급치 F(33XPLATE), 탈곡망조립체, 탈곡망A조합, 탈곡망B조합, 탈곡이빨 R, 탈곡체인 (73링크), 탈곡휘드체인(55링크), 팬벨트SA33, 폴리, 폴리조립, 호울더, 휠 (0290X130L), 휠벨트-LA33, TOOTH E

생산업체	콤바인 탈곡부
동양	1번나선 COMP, 가스켓(카바), 가이드 COMP, 감김방지(전)COMP, 검블시브(A) COMP, 곡물시브(A) COMP, 근원(뒤)스프로켓, 급치, 급통축 메탈, 나선(2번) COMP(1999년), 나선기어(A), 나선베벨기어, 나선베벨축, 레일(배출)COMP, 로울러 체인(104)ASSY, 메탈, 배진팬 COMP, 벨콘폴리, 벨트(러그,SB69), 벨트(SC126), 변속벨트(20B-69), 보조인기 (3T)SET, 센서감지판(전), 스트로랙, 시브(검블)COMP, 시브조절와이어 COMP, 실린더 보강(전), 실린더 COMP, 요동선 반SET, 이완메탈, 입력기어케이스가스켓, 절단날 조합, 정류치, 지점메탈 조합, 질배출메탈, 체인(배출/33X84)ASSY, 체인로울러, 체인텐션, 축(2번) COMP, 케이블전환 COMP, 텐션 폴리, 텐션암 보스 부시, 텐션지점 핀(풍구), 팬축, 폴리(FT070X32), 폴리(V/C136), 풍구메탈(R), 풍구캠, 플레이트 COMP, 플레이트(스크레이퍼)COMP, 호울더, 호울더 ASSY

생산업체	콤바인 기계 요소
대동	
국제	
LG	라인벨트-LA119, 무단변속벨트(93), 베어링호울더, 스크류, 주행벨트LC72, 짚이송체인(41링크), 카터벨트(LB42)Q, 핀, 흑벨트
동양	

생산업체	콤바인 기타
대동	
국제	
LG	1차 필터 대, 고정 급치(34X56), 벨크랑크 샤프트, 벨크랑크총조합, 아암, 쪽날-A, 챔버 가이드, 카타 박스 고무링, 커터, 파이프D, 포크, 플레이트, 플레이트, 홀더(신)B1, 휴저블링크
동양	

다. 이양기

생산업체	이양기 동력 전달 계통
대동	1 7 베벨축, 2 3 베벨기어, 3 8 체인, 각조클러치와이어, 기어케이스플렌지, 동력축 (1 0), 마크 스윗치, 브레이크판, 세로이송와이어, 센터축 (6 0 0), 점프클러치 A, 체인케이스총조합, 클러치실, 클러치잡이, 클러치조합, 클러치캠, 턱달린 1 3 기어, V 벨트
국제	미션 입력축조합, 부주간 변속기어16T(RR60타입). 부주간 변속기어13T(RR60타입). 부주간 슬라이딩 기어 (완)(RR60타입). 엔진폴리. 전동스프로켓. 주간변속기어 13T(RR60타입).주간변속기어 15T (RR6 0TYPE). 주간변속기어25T(RR60타입). 주간변환기어. 주간슬라이드기어27T(RR60타입). 주클러치조합. 차축. 체인 428HX80L. 텐션스테이조합. 텐션암조합. 텐션폴리. V-벨트. V벨트 A24. V벨트 B44
LG	미션케이스, 브레이크조합, 브레이크슈 조합, 조인트, 클러치, T/M조합
동양	속도조절폴리완성, 양 <sub>2</sub> 전클러치 완성, 클러치완성, 클러치로드 COMP

생산업체	이양기 묘탑재부
대동	가로 이송지지쇠 조합, 각조클러치 (5), 각조클러치보스, 고정판, 모누름봉 1, 모뎀추개스탠드, 모 슬라이드 스톱퍼, 모안내, 모안내받침, 모지지대, 모안내받침, 묘탑재대조합, 미끄럼판, 미끄럼판조합, 받침, 벨트지지폴리, 세로이송되돌림스프링, 세로이송벨트, 세로이송캠, 세로이송폴리 2), 세로 이송휠, 세로이송휠 조합, 안내, 연장묘탑재대, 요동금구, 요동브라켓, 이송나사봉, 이송축
국제	가이드레일6, 규제슈, 높이조절레버, 롱가이드, 묘누름판, 묘도출판 보급판, 묘도출판조합, 묘매트 잡 이(상), 묘받침대판, 묘스톱퍼, 묘스톱퍼스프링, 묘이송벨트, 묘재대지지슈, 묘지지판슈, 묘취출판 조합(국산), 묘탑재대레일(하), 묘탑재대암, 묘탑재대 지지로울러, 벨트구동롤러완성, 사이클체인 (12.7X 32), 스톱퍼 클립, 스프로켓9(육각형), 슬라이딩지지암, 연장묘탑재대, 원웨이클러치축, 조클러치, 종이송 롤러, 종이송보조롤러, 종이송축지지, 종이송캠되돌림스프링, 종이송캠완성, 종이송클러치와이어, 축지지대, 캠리터언스프링, 텐션스프링, 핀홀더조합, 호온캠축
LG	가이드, 브라켓, 스톱퍼, 슬라이드피스, 식부배드, 에이프론조합, 플레이트
동양	고무가이드 조합, 라쳇트, 라쳇트 스프링, 라쳇트되돌림스프링, 라쳇트휠, 묘가이드, 묘가이드고정봉, 묘누르개 COMP, 묘누르개스테이, 묘누르개조합, 묘누르개지지 조합, 묘누르개지지스테이, 묘누르개지지 COMP, 묘누르개홀더 조합, 묘스톱퍼, 묘이송 벨트, 묘이송 벨트 케이블, 묘이송 축(6), 묘이송로울러, 묘이송벨트케이블(6), 묘이송스테이조합, 묘이송스테이쿠슨, 묘이송스프링, 묘이송암 조합, 묘이송암스톱퍼, 묘이송원동캠, 묘이송종동기어조합, 묘이송축받침, 묘취구가이드, 묘탱크 멈춤 플레이트, 묘탱크 연결암(5), 묘탱크 ASSY, 묘탱크로울러, 묘탱크세트, 묘탱크지지암, 슬라이더레일 (4), 슬라이드스테이, 연장묘탱크, 전판 슬라이더, 전판 SET, 전판(고무가이드)ASSY, 전판슬라이드, 전판조임플레이트조합, 조절가이드 조합, 지지암허브, 포트가이드, 플레이트

생산업체	이양기 식부 장치
대동	고정폴리, 킴쇠, 킴쇠잡이, 떨림멈춤레버, 떨림방지캡, 로드금구, 롤링로드, 모뎀주개, 모운반관, 모판 조정브라켓, 밀쇠, 사이드케이스, 사이드플로트금구, 센터플로트, 센터플로트금구, 센터 플로트요동암, 스프링받이, 실고무, 연결로드,, 연결암, 연결암스프링, 연결축, 옆플로트, 요동암, 요동축, 위치 결정 금구, 이송축, 이양암, 이양암조합, 이양암총조합, 이양집게, 이양축, 이양카버, 이양케이스보스, 이양케이스 중앙, 접촉판, 정지판, 조절 손잡이, 종동 폴리, 주름고무, 지정고무, 지점축, 지점파이프,집게 누름판, 차륜 조절암 조합, 카운터기어, 캠축, 캠축마개, 쿠션고무, 크랭크축, 태양 기어, 파이널기어, 파이널 기어보스, 파이널 기어조합, 푸시레버, 푸시레버 금구, 플로트 금구, 플로트 지점 파이프, 회전 케이스, 회전케이스조합, V벨트
국제	가동조, 가동도호올더, 가위스프링, 간격라이너, 개폐로드, 고정조, 레버지점핀, 로타중간축,로터암축, 로터캠축, 로터케이스조합, 롤링보정스프링, 마커로프스프링, 마커해제와이어6, 묘가이드,묘답제대 총 조합, 미끄럼봉, 밀봉 덮개 28, 배유 어댑터1/4(C3712BE), 사이드 플로우트, 사이드 플로트암조합, 센서암 조합, 센서 와이어35, 센터플로트판 조합, 센터플로트T, 스톱퍼 고무, 스프링받이 S, 슬라이딩 고정봉, 슬라이딩고정받침, 식부깊이암조합, 식부깊이조절헬들, 식부레버스프링, 식부아암패킹, 식부암 관계, 식부암덮개, 식부암시임, 식부암조절볼트, 식부와이어스프링, 식부조, 식부조리테이너,식부조심, 식부조축(아암부착), 식부조홀더, 식부클러치와이어, 썸기어, 요동아암, 유닛암스프링, 유닛 클러치 와 이어조합, 유압레버스프링, 이송스크루우, 이송스크류벨로우즈고무, 자동리턴와이어, 전동축조합, 종동 암 취부축ASSY(B/R포함), 종동암축(B)조합(B/R포함), 종이송캠 조합, 주간축 연결받침, 중간편심기어, 체인조인트40, 캠되돌림스프링, 쿠션고무, 크랭크암, 편심기어4, 편심기어7, 푸쉬스프링, 푸쉬캠,푸시 레버, 푸시로드조합, 푸시스프링, 플로우트고정판, 로우트스톱퍼, 플로트스프링, 플로트 암,플로트지지 금구조합, 횡이송변속축, S 고정보스
LG	가로이송축, 가이드(B), 고무, 고무쿠션, 라이너, 라이너(0.4T), 로드, 로올러, 모공급롤라조합-93, 모공급롤라조합-93, 베이스-92, 보조대(플레이트), 부싱, 사이드플로우트, 센터프리트, 스프로켓, 식부아암총조합, 아암, 체인, 축(B), 캡, 케이스, 쿠션, 크랭크벨, 푸레이트(B), 프랜터아암캡, 프랜터 아암커버, 프랜터축, 프랜터케이스(좌), 플레이트, 피스, 후르트베이스, R-포크
동양	고무가이드침용 조합, 로타리식입간 완성, 로타리케이스 완성, 롤링축, 리드메탈, 리드집게, 리드집게 누름판, 리드캠조합, 메탈 조합, 묘이송축, 묘이송캠 조합, 묘취게이지, 묘탱크 롤러, 묘탱크 이동봉 조합, 분리침부착판, 사이드프레임, 사이드프레임 캡, 사이드프레임주유플러그, 사이드플로트, 사이드 플로트 링크, 선기어, 센터플로트, 식부깊이레버 조합, 식부뒷축, 식입간, 식입간 완성, 식입간 커버, 식입간구동체인, 식입간주유플러그, 식입간지지샤프트, 식입간축 COMP, 식입간카바, 식입 크랭크 (45) 조합, 식입클러치캠, 식입클러치케이블(6), 식입포크조합, 식입피치섬, 압출캠, 요동크랭크 조합, 유압작동로드 (하) 조합, 익스텐션, 작동로드 지지판조합, 지지프레임(K), 카운터기어(20/K), 커버 회동 지점핀, 편취캠, 편치암, 플로우트링크부착봉, 플로우트작동로드, 플로우트취부대 (뒤), 플로트 링크 조합, 흙막이커버(5)

생산업체	이앙기 엔진 및 유압 장치
대동	기름튀김쇠, 기화기조합, 기화기플랜지, 레귤레이터, 록커암, 리코일스타트조합, 배기밸브, 벨브스프링 멈춤쇠, 벨브스프링받침, 소음기, 시동 로프, 시동 모터, 시동S/W조합, 실린더 헤드, 에어클리너조합, 엘리먼트 조합, 연료관, 연료 여과망, 연료코크조합, 연료 탱크, 연료탱크조합, 연료필터 조합, 연접봉 부조합, 연접봉조합, 점화플러그, 정지스위치조합, 쇼크와이어조합, 축저지, 캠축, 크랭크암, 푸시로드, 피스톤링조합, 피스톤조합, 헤드가스켓, 흡기밸브, 흡입관, 펌프조합
국제	가버너 스프링, 가버너 연결봉, 라이트그릴, 리코일스타아터 조합, 마이크로스위치, 배터리 28A19L -MF, 벨브스프링누름, 시동로프, 시동손잡이, 에어클리너 엘리먼트, 엘보우, 여자 코일, 연결봉 스프링, 연료여과망, 연료탱크, 연료탱크캡(신형), 점화코일조합(산파이앙기), 점화플러그, 펠스코일, 피스톤링 세트, 피스톤, 흡입 밸브, CARBURETOR ASSY, CRANKSHAFT ASSY, MUFFLER, 승강실린더조합, 파워스티어일관계
LG	공기청정기조합, 기화기조합, 벨트(LA38.5)Q, 엔진조합, 엘리먼트, 연료게이지, 와이어, 와이어, 유압벨트-LB46-, 점화플러그, 조속와이어(발와이어), 탱크조합, 헤드개스켓, V-벨트(LB47), V-벨트(LB50), 로드, 링크, 식부크리치와이어
동양	가스켓, 구동폴리(VC098), 그로메트, 기화기조합(완), 단열판, 라이트커버, 로프조합, 리코일, 스타트 조합, 바퀴구동스프로킷 (11), 배기밸브, 벨브스프링, 벨트(SA33), 벨트(SC24/E), 센터 마스코트 로드 조합, 센터마스코트조합, 소음기총조합, 스트레이너, 식부부구동체인, 실린더헤드, 에어클리너 조합, 엔진 폴리, 엘리먼트, 연료여과가조합, 연료탱크캡, 연접봉조합, 오일 스크레이퍼, 오일휠터메탈, 유압 지지고무, 중동폴리(VC098), 주축(H), 쇼크와이어, 크랭크축, 텐션 폴리(17X60X30)조합

생산업체	이앙기 전기 장치
대동	레귤레이터조합, 마이크로스위치, 센서, 센서와이어, 점등코일조합, 점화코일조합, 휴즈
국제	
LG	경고스위치, 배터리, 시동스위치조합, 안전스위치조합, 정류기조합, 플래쉬유니트,
동양	릴레이, 배터리조합, 수평센서ASSY, 시동스위치(PA) SET, 엔진스위치, 오토롤링콘트롤러ASSY, 절환 스위치 완성, 점멸등스위치ASSY, 점화코일조합, 점화플러그, 쿠션



생산업체	이앙기 조정 장치
대동	마크암, 마크와이어, 마크해제와이어, 액셀와이어, 와이어, 유압와이어, 이앙클러치와이어, 조속와이어, 조향축, 조향클러치레버조합, 조향클러치와이어, 주클러치와이어, 초크와이어, 페달와이어, 핸들조합, 레버, 레버, 레버지점축
국제	묘연결와이어, 사이드클러치레버, 사이드클러치와이어, 스프링, 시프트규제와이어, 액셀레버조합, 액셀 부착사이드클러치레버, 액셀와이어, 정지단추, 주클러치와이어, 초크와이어, 클러치규제와이어, 트랙로드 조합, PS연동와이어
LG	마크와이어, 변속와이어, 와이어(주행클러치), 워엄축
동양	감지케이블, 궤적지우개스테이, 리프트케이블, 묘탑제와이어, 변속레버캡, 사이드클러치레버, 사이드 클러치 와이어, 속도조절케이블, 스톱와이어, 스티어링축(하)조합, 식입클러치 케이블(C), 식입 클러치 와이어, 와이어(S), 유압클러치와이어, 전판 슬라이드 베이스 조합, 주클러치와이어, 초크 케이블 완성, 클러치가이드, 타이로드 엔드 ASSY, 트랙 엔드 완성, 파이프멈춤판, 푸시케이블, 풋 액셀 케이블

생산업체	이앙기 주행부
대동	단열롤러체인, 물논바퀴, 보스, 전륜타이어조합, 점프클러치, 체인, 타이어, 플러그, 후륜타이어, 휠
국제	고무찰차륜조합, 기어 케이스커버, 로울러, 스윙텐션 로울러, 식부 전동축조합, 유압 실린더조합, 전륜 기어 케이스, 전륜스파이럴완성, 전륜차축완성(가공품), 차축 케이스, 차축케이스조합, 타이어, 후륜트베어링케이스, 후차륜850조합, 휠
LG	공기타이어조합, 기어(14T), 기어(17T), 베벨기어(17T), 부상, 서포트, 앞튜브, 체인케이스, 체인케이스조합, 축
동양	감김방지판, 고무러그차륜 조합, 리어휠 COMP, 리어휠샤프트조합, 리어휠조합, 막이판(75X12), 베벨 기어 (12/M), 체인가이드, 타이어, 프런트립(E) 조합, 프런트휠 샤프트 조합, 프런트휠립(6)COMP, 휠 체인 케이스조합, 프레임, 묘취판, 묘탑채판롤러, 본넷 ASSY, 센터마스코트완성, 슬레노이드 완성, 연료탱크, 연료과이프

생산업체	이앙기 프레임
대동	본넷조합, 시트쿠션, 예비묘탑재대, 의자총조합
국제	발판추부클램프조합, 파스너
LG	센터폴, 예비묘대
동양	

생산업체	이앙기 유압 장치
대동	
국제	
LG	
동양	스윙스프링홀더, 스윙연동암, 스윙연동암받침, 스윙연동암조합, 유압밸브암조합, 유압연결로드

생산업체	이앙기 기계 요소
대동	
국제	
LG	벨트(M22.5)(유압벨트), 와이어 (상하조절) , 와이어 (식부크러치) , 와이어(안전 크러치),와이어 (유압센서), 와이어 (조속) , 와이어(초크) , 조향크러치와이어, V-벨트LA38
동양	

생산업체	이앙기 부속품
대동	
국제	식부조 조정게이지, 푸쉬피스
LG	비크, 스크레퍼, N-비크
동양	



## 2. 교체 함수 $m(t)$ 와 $s(t)$ 를 구하기 위한 매트랩 코드

가.  $m(t)$

MATLAB Source code

```
%-----  
% Filename : renewalm1.m  
% Objective : m(t)을 renewal function으로 구함.  
%-----  
% 입력 : b(형상계수), theta(t/eta, 사용시간/척도계수)  
% 출력 : y(m(t), 1대의 기계에 대한 평균 교체 수요)  
function y=renewalm1(b, theta)  
n=1000;  
for i=1:n  
    r(i)=gamma(b.*i+1)./factorial(i);  
    if isnan(r(i)) == 1 | r(i) == inf  
        break  
    end  
end  
N=i-1;  
A(1)=r(1);  
for k=2:N  
    for j=2:k  
        B(j-1)=r(j-1).*A(k+1-j);  
    end  
    a=sum(B);  
    A(k)=r(k)-a;  
    if isnan(A(k))==1 | A(k)==inf  
        break  
    end  
end  
m=k-1;  
for j=1:m  
    x(j)=((-1).^(j-1)).*A(j);  
    y(j)=(theta).^(b.*j);  
    z(j)=gamma(b.*j+1);  
    h(j)=x(j).*y(j)./z(j);  
end  
y=sum(h);
```

나.  $m(t)$  테이블을 이용한 교체 수요 계산 코드

```
%-----
% Filename : renewal_m.m
% Objective : Weibull renewal table에서 mean값을 계산.
%-----
% 입력 : beta(형상계수), t_eta(t/eta, 사용시간/척도계수)
% 출력 : y(m(t), 1대의 기계에 대한 평균 교체 수요)
function y=renewal_m(beta, t_eta)
b=[0.5 1 1.5 2 2.5 3 4 5 7 10]; % beta 축
t=[0 0.05 0.1 0.15 0.2 0.25 0.3 0.35 0.4 0.45 0.5 0.55 0.6 0.65 0.7 0.75 0.8 0.85 0.9 0.95 1
1.05 1.1 1.15 1.2 1.25 1.3 1.35 1.4 1.45 1.5 1.55 1.6 1.65 1.7 1.75 1.8 1.85 1.9 1.95 2 2.05 2.1
2.15 2.2 2.25 2.3 2.35 2.4 2.45];
% t/eta 축
A=[ 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 ;
0.238138 0.050000 0.011155 0.002498 0.000559 0.000125 0.000006 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 ;
0.345504 0.100000 0.031419 0.009967 0.003158 0.001000 0.000100 0.000010 0.000000 0.000000 0.000000 ;
0.431457 0.150000 0.057413 0.022333 0.008683 0.003370 0.000506 0.000076 0.000002 0.000000 0.000000 ;
0.506365 0.200000 0.087840 0.039474 0.017759 0.007971 0.001599 0.000320 0.000013 0.000000 0.000000 ;
0.574238 0.250000 0.121901 0.061225 0.030856 0.015516 0.003899 0.000976 0.000061 0.000001 0.000000 ;
0.637131 0.300000 0.159021 0.087379 0.048320 0.026675 0.008068 0.002427 0.000219 0.000006 0.000000 ;
0.696263 0.350000 0.198752 0.117696 0.070382 0.042060 0.014897 0.005239 0.000643 0.000028 0.000000 ;
0.752427 0.400000 0.240733 0.151903 0.097158 0.062197 0.025284 0.010188 0.001637 0.000105 0.000000 ;
0.806173 0.450000 0.284658 0.189707 0.128654 0.087503 0.040201 0.018285 0.003730 0.000340 0.000000 ;
0.857901 0.500000 0.330270 0.230794 0.164771 0.118263 0.060642 0.030771 0.007782 0.000976 0.000000 ;
0.907913 0.550000 0.377345 0.274843 0.205309 0.154605 0.087562 0.049093 0.015109 0.002530 0.000000 ;
0.956444 0.600000 0.425690 0.321526 0.249975 0.196487 0.121789 0.074837 0.027606 0.006028 0.000000 ;
1.003679 0.650000 0.475134 0.370520 0.298399 0.243689 0.163925 0.109604 0.047841 0.013373 0.000000 ;
1.049768 0.700000 0.525530 0.421508 0.350144 0.295811 0.214247 0.154816 0.079056 0.027852 0.000000 ;
1.094837 0.750000 0.576746 0.474186 0.404728 0.352285 0.272606 0.211468 0.124964 0.054757 0.000000 ;
1.138988 0.800000 0.628668 0.528267 0.461640 0.412404 0.338350 0.279821 0.189198 0.101811 0.000000 ;
1.182308 0.850000 0.681195 0.583488 0.520365 0.475349 0.410295 0.359099 0.274300 0.178706 0.000000 ;
1.224873 0.900000 0.734239 0.639605 0.580394 0.540242 0.486751 0.447262 0.380228 0.294381 0.000000 ;
1.266746 0.950000 0.787722 0.696402 0.641251 0.606186 0.565626 0.540964 0.502728 0.450497 0.000000 ;
1.307984 1.000000 0.841578 0.753691 0.702507 0.672329 0.644599 0.635778 0.632404 0.632126 0.000000 ;
1.348636 1.050000 0.895747 0.811308 0.763789 0.737907 0.721365 0.726757 0.755702 0.803868 0.000000 ;
1.388744 1.100000 0.950179 0.869117 0.824792 0.802291 0.793900 0.809259 0.858590 0.925296 0.000000 ;
1.428346 1.150000 1.004829 0.927006 0.885284 0.865018 0.860718 0.879875 0.931966 0.982587 0.000000 ;
1.467478 1.200000 1.059660 0.984886 0.945105 0.925810 0.921056 0.937155 0.975599 0.998154 0.000000 ;
1.506169 1.250000 1.114639 1.042693 1.004165 0.984578 0.974957 0.981884 0.997323 1.000355 0.000000 ;
1.544446 1.300000 1.169738 1.100378 1.062439 1.041403 1.023220 1.016762 1.007819 1.000952 0.000000 ;
1.582336 1.350000 1.224933 1.157912 1.119955 1.096515 1.067237 1.045613 1.015443 1.001965 0.000000 ;
```

```

1.619859 1.400000 1.280205 1.215276 1.176782 1.150253 1.108735 1.072436 1.024760 1.003904 ;
1.657037 1.450000 1.335537 1.272468 1.233025 1.203018 1.149509 1.100642 1.038007 1.007482 ;
1.693888 1.500000 1.390915 1.329491 1.288804 1.255235 1.191169 1.132689 1.056723 NaN;
1.730429 1.550000 1.446327 1.386355 1.344248 1.307309 1.234971 1.170080 1.082405 NaN ;
1.766677 1.600000 1.501765 1.443077 1.399484 1.359591 1.281729 1.213547 1.116552 NaN;
1.802645 1.650000 1.557219 1.499677 1.454629 1.412358 1.331817 1.263252 1.160498 NaN;
1.838348 1.700000 1.612684 1.556173 1.509783 1.465797 1.385219 1.318914 1.215170 NaN ;
1.873797 1.750000 1.668156 1.612586 1.565027 1.520007 1.441614 1.379875 NaN NaN ;
1.909003 1.800000 1.723630 1.668937 1.620418 1.575003 1.500464 1.445145 NaN NaN ;
1.943979 1.850000 1.779103 1.725242 1.675993 1.630729 1.561104 1.513450 NaN NaN ;
1.978733 1.900000 1.834574 1.781519 1.731769 1.687080 1.622808 1.583326 NaN NaN ;
2.013275 1.950000 1.890040 1.837781 1.787746 1.743913 1.684861 1.653226 NaN NaN ;
2.047614 2.000000 1.945501 1.894039 1.843908 1.801075 1.746606 1.721664 NaN NaN;
2.081757 2.050000 2.000956 1.950302 1.900230 1.858411 1.807489 1.787384 NaN NaN ;
2.115713 2.100000 2.056404 2.006577 1.956684 1.915779 1.867097 NaN NaN NaN ;
2.149489 2.150000 2.111847 2.062868 2.013233 1.973063 1.925173 NaN NaN NaN ;
2.183091 2.200000 2.167283 2.119177 2.069846 2.030172 1.981627 NaN NaN NaN ;
2.216525 2.250000 2.222713 2.175506 2.126491 2.087047 2.036524 NaN NaN NaN ;
2.249799 2.300000 2.278137 2.231854 2.183141 2.143660 2.090068 NaN NaN NaN ;
2.282917 2.350000 2.333556 2.288221 2.239775 2.200005 2.142569 NaN NaN NaN ;
2.315885 2.400000 2.388970 2.344605 2.296375 2.256102 2.194432 NaN NaN NaN ;
2.348707 2.450000 2.444380 2.401003 2.352934 2.311986 2.246548 NaN NaN NaN ] ;
% table 값
x1=zeros(size(beta)); % 중간값의 영벡터
x2=zeros(size(beta)); % 중간값의 영벡터
x3=zeros(size(beta)); % m(t)의 영벡터
for k=1:length(beta)
    for i=1:9
        if ( b(i) < beta(k) & beta(k) <= b(i+1) )
            for j=1:49
                if ( t(j) < t_eta(k) & t_eta(k)<= t(j+1))
                    x1(k)=(beta(k)-b(i))*(A(j,i+1)-A(j,i))/(b(i+1)-b(i))+A(j,i);
                    x2(k)=(beta(k)-b(i))*(A(j+1,i+1)-A(j+1,i))/(b(i+1)-b(i))+A(j+1,i);
                    x3(k)=(x2(k)-x1(k))*(t_eta(k)-t(j))/(t(j+1)-t(j))+x1(k);
                end
            end
        end
    end
end
end
y=x3;

```

다.  $s(t)$  테이블을 이용한 교체 수요의 표준 편차 계산 코드

```
%-----
% Filename : renewal_s.m
% Objective : Weibull renewal table에서 standard deviation값을 계산.
%-----
% 입력 : beta(형상계수), t_eta(t/eta, 사용시간/척도계수)
% 출력 : y(s(t), 1대의 기계에 대한 평균 교체 수요에 대한 표준편차)
function y=renewal_s(beta, t_eta)
b=[0.5 1 1.5 2 2.5 3 4 5 7 10]; % beta 축
t=[0 0.05 0.1 0.15 0.2 0.25 0.3 0.35 0.4 0.45 0.5 0.55 0.6 0.65 0.7 0.75 0.8 0.85 0.9 0.95 1
1.05 1.1 1.15 1.2 1.25 1.3 1.35 1.4 1.45 1.5 1.55 1.6 1.65 1.7 1.75 1.8 1.85 1.9 1.95 2 2.05 2.1
2.15 2.2 2.25 2.3 2.35 2.4 2.45];
% t/eta 축
A=[ 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 ;
0.518483 0.223607 0.105374 0.049938 0.023635 0.011179 0.002500 0.000559 0.000028 0.000000 ;
0.639277 0.316228 0.176117 0.099502 0.056125 0.031601 0.009999 0.003162 0.000316 0.000010 ;
0.726839 0.387298 0.236813 0.148329 0.092854 0.057963 0.022492 0.008714 0.001307 0.000076 ;
0.798641 0.447214 0.291181 0.196069 0.132295 0.088961 0.039953 0.017884 0.003578 0.000320 ;
0.860905 0.500000 0.340597 0.242398 0.173442 0.123690 0.062322 0.031227 0.007812 0.000977 ;
0.916652 0.547723 0.386136 0.287020 0.215470 0.161356 0.089471 0.049206 0.014786 0.002430 ;
0.967607 0.591608 0.428301 0.329676 0.257639 0.201179 0.121169 0.072189 0.025353 0.005252 ;
1.014858 0.632456 0.467501 0.370149 0.299259 0.242348 0.157047 0.100425 0.040427 0.010239 ;
1.059143 0.670820 0.504056 0.408264 0.339684 0.284008 0.196551 0.133990 0.060958 0.018448 ;
1.100985 0.707107 0.538223 0.443896 0.378320 0.325266 0.238905 0.172718 0.087872 0.031227 ;
1.140774 0.741620 0.570224 0.476967 0.414631 0.365204 0.283075 0.216108 0.121988 0.050233 ;
1.178807 0.774597 0.600251 0.507445 0.448158 0.402910 0.327762 0.263219 0.163841 0.077408 ;
1.215315 0.806226 0.628476 0.535349 0.478531 0.437517 0.371406 0.312564 0.213433 0.114864 ;
1.250486 0.836660 0.655057 0.560736 0.505484 0.468242 0.412237 0.362035 0.269834 0.164550 ;
1.284471 0.866025 0.680137 0.583709 0.528862 0.494436 0.448366 0.408886 0.330693 0.227506 ;
1.317394 0.894427 0.703847 0.604403 0.548631 0.515632 0.477916 0.449834 0.391698 0.302399 ;
1.349362 0.921954 0.726310 0.622983 0.564880 0.531578 0.499208 0.481304 0.446227 0.383107 ;
1.380463 0.948683 0.747639 0.639639 0.577814 0.542279 0.510964 0.499855 0.485578 0.455765 ;
1.410772 0.974679 0.767938 0.654578 0.587749 0.548014 0.512533 0.502775 0.500271 0.497547 ;
1.440356 1.000000 0.787304 0.668016 0.595094 0.549336 0.504086 0.488756 0.482737 0.482238 ;
1.469272 1.024695 0.805825 0.680175 0.600334 0.547062 0.486769 0.458526 0.430958 0.397105 ;
1.497569 1.048809 0.823585 0.691273 0.604001 0.542225 0.462777 0.415282 0.351435 0.263049 ;
1.525293 1.072381 0.840656 0.701518 0.606644 0.536012 0.435307 0.364800 0.259290 0.131466 ;
1.552481 1.095445 0.857109 0.711107 0.608802 0.529670 0.408348 0.315187 0.174868 0.047360 ;
1.579169 1.118034 0.873005 0.720218 0.610966 0.524386 0.386188 0.276002 0.119601 0.023134 ;
1.605388 1.140175 0.888400 0.729005 0.613558 0.521167 0.372581 0.255766 0.107354 0.030869 ;
1.631166 1.161895 0.903346 0.737602 0.616902 0.520726 0.369701 0.257532 0.125586 0.044280 ;
```

```

1.656529 1.183216 0.917888 0.746118 0.621216 0.523407 0.377478 0.277099 0.155580 0.062364 ;
1.681500 1.204159 0.932067 0.754635 0.626606 0.529179 0.393884 0.307253 0.191250 0.086172 ;
1.706099 1.224745 0.945920 0.763215 0.633075 0.537679 0.415933 0.342145 0.231363 NaN ;
1.730346 1.244990 0.959478 0.771897 0.640537 0.548312 0.440641 0.378099 0.275064 NaN ;
1.754259 1.264911 0.972770 0.780702 0.648842 0.560362 0.465537 0.412808 0.321021 NaN ;
1.777854 1.284523 0.985822 0.789637 0.657795 0.573095 0.488775 0.444576 0.367289 NaN ;
1.801146 1.303840 0.998655 0.798692 0.667183 0.585840 0.509071 0.471969 0.411300 NaN ;
1.824147 1.322876 1.011289 0.807852 0.676793 0.598041 0.525591 0.493728 NaN NaN ;
1.846872 1.341641 1.023739 0.817094 0.686430 0.609283 0.537879 0.508834 NaN NaN ;
1.869332 1.360147 1.036021 0.826390 0.695929 0.619299 0.545794 0.516603 NaN NaN ;
1.891538 1.378405 1.048147 0.835711 0.705158 0.627964 0.549486 0.516812 NaN NaN ;
1.913500 1.396424 1.060127 0.845031 0.714026 0.635274 0.549376 0.509786 NaN NaN ;
1.935228 1.414214 1.071972 0.854321 0.722479 0.641322 0.546130 0.496472 NaN NaN ;
1.956731 1.431782 1.083688 0.863558 0.730494 0.646315 0.540623 0.478434 NaN NaN ;
1.978016 1.449138 1.095282 0.872723 0.738084 0.650453 0.533886 NaN NaN NaN ;
1.999093 1.466288 1.106761 0.881800 0.745278 0.654004 0.527023 NaN NaN NaN ;
2.019968 1.483240 1.118129 0.890775 0.752128 0.657228 0.521108 NaN NaN NaN ;
2.040649 1.500000 1.129391 0.899642 0.758693 0.660368 0.517072 NaN NaN NaN ;
2.061142 1.516575 1.140549 0.908394 0.765036 0.663632 0.515594 NaN NaN NaN ;
2.081453 1.532971 1.151609 0.917030 0.771221 0.667185 0.517017 NaN NaN NaN ;
2.101587 1.549193 1.162571 0.925551 0.777306 0.671138 0.521283 NaN NaN NaN ;
2.121552 1.565248 1.173440 0.933959 0.783342 0.675549 0.527343 NaN NaN NaN] ;
% table 값
x1=zeros(size(beta)); % 중간값의 영벡터
x2=zeros(size(beta)); % 중간값의 영벡터
x3=zeros(size(beta)); % s(t)의 영벡터
for k=1:length(beta)
    for i=1:9
        if ( b(i) < beta(k) & beta(k) <= b(i+1) )
            for j=1:49
                if ( t(j) < t_eta(k) & t_eta(k)<= t(j+1))
                    x1(k)=(beta(k)-b(i))*(A(j,i+1)-A(j,i))/(b(i+1)-b(i))+A(j,i);
                    x2(k)=(beta(k)-b(i))*(A(j+1,i+1)-A(j+1,i))/(b(i+1)-b(i))+A(j+1,i);
                    x3(k)=(x2(k)-x1(k))*(t_eta(k)-t(j))/(t(j+1)-t(j))+x1(k);
                end
            end
        end
    end
end
end
y=x3;

```



라. 평균 교체 수요와 교체 수요의 표준 편차를 출력하기 위한 코드

```
function part(Filename, xlsfile)
[FileID]=fopen(Filename,'wt+');
C=xlsread(xlsfile);
for i=1:10
    a1(:,i)=renewal_m(C(:,1), C(:,i+3));
    a2(:,i)=renewal_s(C(:,1), C(:,i+3));
end
for k=1:length(a1(:,1))
fprintf(FileID, '%f %f %f %f %f %f %f %f %f \n',a1(k,1), a1(k,2), a1(k,3), a1(k,4),
a1(k,5), a1(k,6), a1(k,7), a1(k,8), a1(k,9), a1(k,10));
end
fprintf(FileID, '\n\n\n');
for k=1:length(a1(:,1))
fprintf(FileID, '%f %f %f %f %f %f %f %f %f \n',a2(k,1), a2(k,2), a2(k,3), a2(k,4),
a2(k,5), a2(k,6), a2(k,7), a2(k,8), a2(k,9), a2(k,10));
end
fclose(FileID);
```

### 3. 부품 교체 수요 예측 프로그램 사용 설명서

#### 가. 프로그램 설치

CD를 CD-ROM에 삽입한 후 Window 바탕 화면에서 “내컴퓨터”를 클릭하면 그림 A-1에서와 같이 [내컴퓨터]창이 나타난다.

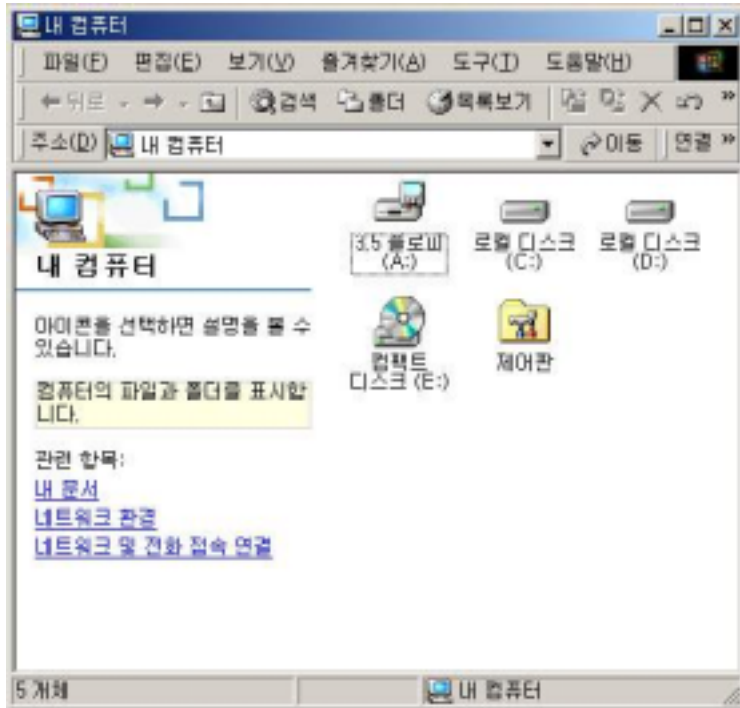


그림 A-1 내컴퓨터 창.

CD가 삽입된 드라이브(여기서는 (E)드라이브)를 더블 클릭하면 “부품 프로그램” 폴더가 나타나며 이 폴더를 열면 그림 A-2에서와 같이 3개의 파일이 나타난다. 3개의 파일 중 “setup” 파일을 더블 클릭하면 그림 A-3에서와 같이 초기 설치창이 나타난다. 초기 설치창이 나타났을 때 “확인”을 클릭하면 그림 A-4에서와 같이 다음 진행창이 나타난다. 프로그램을 설치할 디렉토리를 변경하려면 “디렉토리 변경”을 클릭한다. “디렉토리 변경”을 클릭하면 그림 A-5에서와 같이 “디렉토리를 변경합니다”라는 창이 뜬다. 이 때 프로그램을 설치할 디렉토리를 설정한다. 프로그램을 설치할 디렉토리를 변경하지 않고 프로그램을 설치하려면 그림 아이콘을 클릭한다.

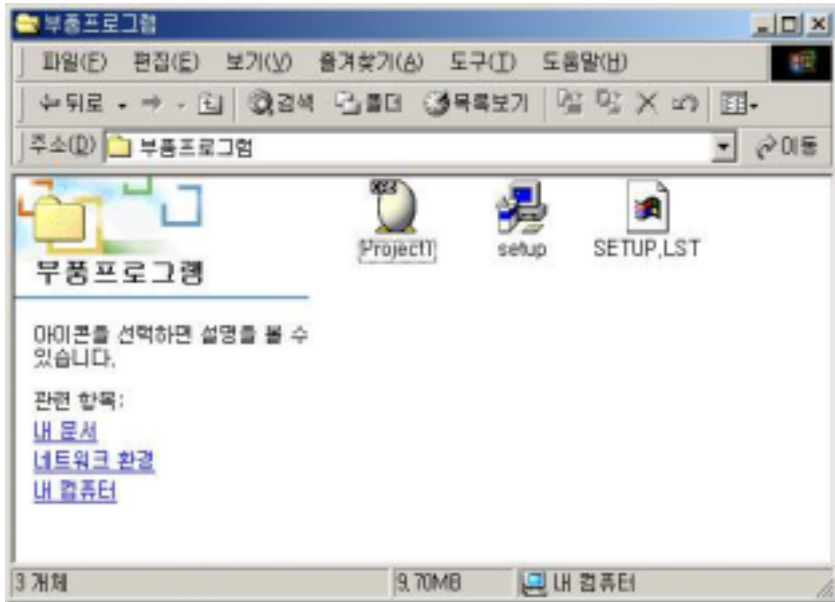


그림 A-2 부프로그램 창.



그림 A-3 초기 설치창.



그림 A-4 진행창.

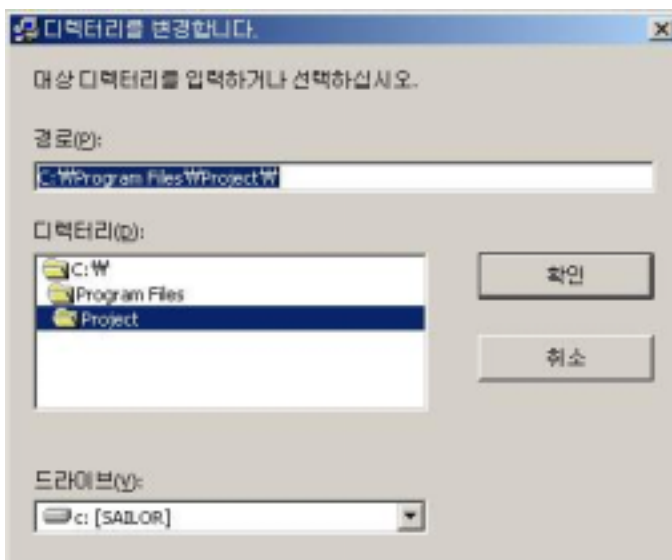


그림 A-5 디렉토리 변경창.

그림 아이콘을 클릭하면 그림 A-6에서와 같이 “프로그램 그룹 선택” 창이 나타난다. 이 과정은 시작 프로그램에 “기계부품평균수요” 프로그램을 등록시키는 과정으로서 “계속”을 클릭한다. 등록시킬 그룹을 변경하려면 “기존그룹”창에서 변경한다. “프로그램 그룹 선택” 창에서 “계속’을 클릭하면 그림 A-7에서와 같이 프로그램을

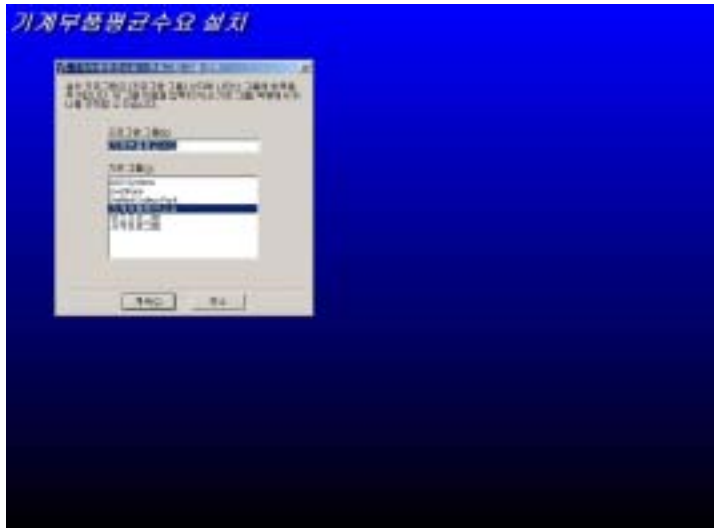


그림 A-6 프로그램 그룹 선택창.



그림 A-7 프로그램 설치.

한다. 프로그램이 정상적으로 설치되면 그림 A-8에서와 같이 프로그램 설치 완료창이 나타나고 여기서 “확인”을 클릭하면 프로그램 설치가 끝난다.



그림 A-8 프로그램 설치 완료창.

## 나. 부품 프로그램 사용

“기계부품평균수요” 프로그램을 실행시킬 때는 그림 A-9에서와 같이 windows의 작업 표시줄에서 “시작” → “프로그램” → “기계부품평균수요” → “기계부품평균수요”를 차례로 선택한다.

### (1) 부품 검색

“기계부품평균수요” 프로그램을 실행하면 그림 A-10에서와 같이 데이터 베이스에 저장되어 있는 모든 부품의 상세한 정보 즉, 기종, 생산업체, 부품의 대분류, 중분류, 부품명, 부품 번호, 부품의 평균 수명이 출력된다.

검색 방법에는 기종(트랙터, 콤파인, 이앙기, 경운기, 관리기, SS기)만으로 검색하는 방법, 생산업체(국제, 대동, 동양, LG)만으로 검색하는 방법, 대분류만으로 검색하는 방법, 중분류만으로 검색하는 방법, 품명 또는 부품 번호만으로 검색하는 방법, 여러 가지 방법을 혼용하여 검색하는 방법 등이 있다.



그림 A-9 프로그램 선택.

기종	회사	대분류	중분류	품명	부품번호	생산수량(부품번호)
경량기	연진			도통		1125.0
경량기	연진			제어밸브(L)		741.9
경량기	연진			실린더 블록(L)		876.0
경량기	연진			실린더		846.0
경량기	연진			실린더 링		846.0
경량기	연진			실린더 링		846.0
경량기	연진			부속품명		1381.7
경량기	연진			기어		846.2
경량기	연진			연속링크		1426.5
경량기	연진			캠 밸브		1124.0
경량기	연진			크랭크축		1418.1
경량기	연진			캠축		1386.0
경량기	연진			밸브(리프트)크		1299.0
경량기	연진			밸브(리프트)		1380.0
경량기	연진			기어(스피드)		1429.0
대형기	연진	동력전달	연진구동장착(T)	연진구동장착	SP40500004	81.00
대형기	연진	동력전달	연진구동장착(T)	기어(스피드)	SP40400003	71.00
대형기	연진	동력전달	연진구동장착(T)	연진구동장착	SP40500003	85.00
대형기	연진	동력전달	연진구동장착	연진구동장착	SP40600004	
대형기	연진	동력전달	연진구동장착	기어(스피드)	25112-002400	361.74
대형기	연진	동력전달	연진구동장착	기어(스피드)	25112-004400	361.74
대형기	연진	동력전달	연진구동장착	연진구동장착	SP40300004	1021.0
대형기	연진	동력전달	연진구동장착	연진구동장착	SP40200003	1154
대형기	연진	동력전달	연진구동장착	연진구동장착	SP40100004	361.07

그림 A-10 부품 검색.

(가) 기종만으로 검색하는 방법: 선택한 기종의 부품만을 검색한다.

(나) 기종과 생산업체를 혼합하여 검색하는 방법: 선택한 생산업체와 기종의 부품만을 검색된다.

(다) 기종, 생산업체, 대분류를 혼합하여 검색하는 방법: 선택한 기종, 생산업체, 대분류에 해당되는 부품만을 한다.

(라) 기종, 생산업체, 중분류를 혼합하여 검색하는 방법: 선택한 기종, 생산업체, 중분류에 해당되는 부품만을 검색한다. 중분류로 검색하는 경우에는 중분류 이름이 일부분만 일치하는 경우에도 검색이 가능하도록 하였다.

(마) 기종, 생산업체, 부품명을 혼합하여 검색하는 방법: 선택한 기종, 생산업체, 부품명에 해당되는 부품만 검색한다. 부품명으로 검색하는 경우에는 부품명이 일부만 일치하는 경우에도 검색이 가능하도록 하였다.

(바) 부품명만으로 검색하는 방법: 선택한 부품만을 검색한다. 부품명으로 검색하는 경우에는 부품명이 일부만 일치하는 경우에도 검색이 가능하도록 하였다.

(사) 부품 번호만으로 검색하는 방법: 선택한 부품 번호에 해당되는 부품만을 검색한다. 부품 번호를 검색하는 경우에는 부품 번호가 정확히 일치하는 경우에만 검색이 가능하도록 하였다.

## 2) 부품의 교체 수요 예측

부품 검색이 완료되면 부품에 대한 교체 수요를 예측한다. 검색 창에서 교체 수요를 예측할 부품을 더블 클릭하면 그림 A-11에서와 같이 프로그램 사용자에게 대리점 또는 수리점과 생산 고장을 선택할 수 있는 창이 출력된다. “대리점 또는 수리점” 창에서는 연간 평균 교체 수요만을 출력하도록 하였으며 “생산 공장” 창에서는 공급 후 10년까지 연차별 교체 수요를 출력하도록 하였다. 각각의 창을 사용하는 방법은 같다. 프로그램 사용자가 사후 봉사의 대상이 되는 기종의 대수를 입력하고 “계산”을 클릭하면 평균 교체 수요, 최저 수요, 최대 수요를 출력한다. 그림 A-12는 “대리점 또는 수리점” 창을 선택하여 사후 봉사 대상 기종 100대를 기준으로 평균 교체 수요, 최저 수요, 최대 수요를 예측한 결과이고, 그림 A-13은 “생산 공장” 창을 선택하여 사후 봉사 대상 기종 100대를 기준으로 10년 간 연차별 교체 수요, 최



저 수요, 최대 수요를 예측한 결과를 나타낸 것이다.

평균수요계산 보기

부품정보

부품명	소용기조합	부품번호	T2280-A0072
회사	대동	기준	트랙터
대분류	엔진	중분류	소용기그룹

매리점 또는 수리점      생산공장

평균 수요

보유대수      

최저수요	년간평균교체수요	최대수요

※ 최저와 최대수요는 신뢰수준을 99%로 하여 추정

그림 A-11 교체 수요 예측 창.

평균수요계산 보기

부품정보

부품명	호플더	부품번호	35767400053
회사	동양	기종	롬바인
대분류	발곡부	종분류	요동입력판계

대리점 또는 수리점      생산 공장

평균 수요

보유대수      

최저수요	년간평균교체수요	최대수요
21,8	23,4	25

※ 최저와 최대수요는 신뢰수준을 99%로 하여 추정

그림 A-13 대리점 창에서 예측한 부품 교체 수요.

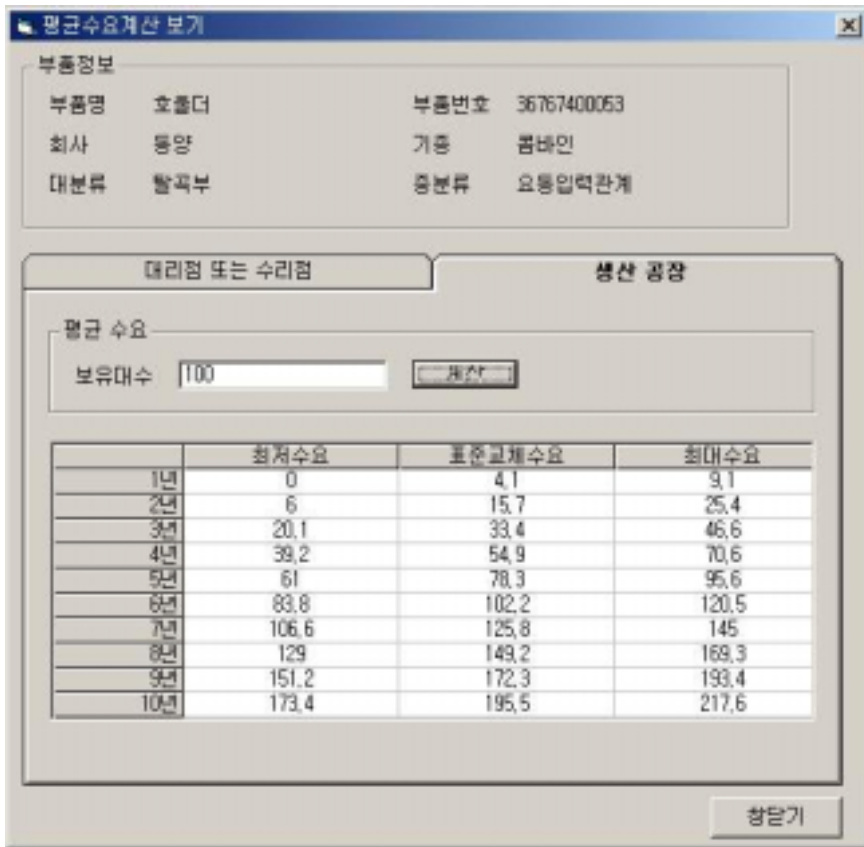


그림 A-13 생산 공장 창에서 예측한 부품 교체 수요.

## 4. 부품 교체 수요 예측 프로그램 소스 코드

(1) main

VERSION 5.00

Object = "{CDE57A40-8B86-11D0-B3C6-00A0C90AEA82}#1.0#0"; "msdatgrd.ocx"

Object = "{67397AA1-7FB1-11D0-B148-00A0C922E820}#6.0#0"; "MSADODC.OCX"

Object = "{F9043C88-F6F2-101A-A3C9-08002B2F49FB}#1.2#0"; "comdlg32.ocx"

Begin VB.Form Form1

BorderStyle = 1 '단일 고정

Caption = "평균수요계산"

ClientHeight = 7650

ClientLeft = 150

ClientTop = 720

ClientWidth = 12375

LinkTopic = "Form1"

MaxButton = 0 'False

MinButton = 0 'False

ScaleHeight = 7650

ScaleWidth = 12375

StartPosition = 3 'Windows 기본값

Begin MSComDlg.CommonDialog CommonDialog1

Left = 7680

Top = 7200

\_ExtentX = 847

\_ExtentY = 847

\_Version = 393216

PrinterDefault = 0 'False

End

Begin MSDataGridLib.DataGrid DataGrid1

Bindings = "main.frx":0000

Height = 6015

Left = 240

TabIndex = 13

Top = 1200

Width = 11895

\_ExtentX = 20981

\_ExtentY = 10610

\_Version = 393216

AllowUpdate = 0 'False

DefColWidth = 122

HeadLines = 1.5

RowHeight = 15

BeginProperty HeadFont {0BE35203-8F91-11CE-9DE3-00AA004BB851}

Name = "굴림"

```

Size          = 9
Charset       = 129
Weight        = 400
Underline     = 0 'False
Italic        = 0 'False
Strikethrough = 0 'False
EndProperty
BeginProperty Font {0BE35203-8F91-11CE-9DE3-00AA004BB851}
  Name        = "굴림"
  Size        = 9
  Charset     = 129
  Weight      = 400
  Underline   = 0 'False
  Italic      = 0 'False
  Strikethrough = 0 'False
EndProperty
ColumnCount   = 2
BeginProperty Column00
  DataField    = ""
  Caption      = ""
  BeginProperty DataFormat {6D835690-900B-11D0-9484-00A0C91110ED}
    Type        = 0
    Format       = ""
    HaveTrueFalseNull= 0
    FirstDayOfWeek = 0
    FirstWeekOfYear = 0
    LCID        = 1042
    SubFormatType = 0
  EndProperty
EndProperty
BeginProperty Column01
  DataField    = ""
  Caption      = ""
  BeginProperty DataFormat {6D835690-900B-11D0-9484-00A0C91110ED}
    Type        = 0
    Format       = ""
    HaveTrueFalseNull= 0
    FirstDayOfWeek = 0
    FirstWeekOfYear = 0
    LCID        = 1042
    SubFormatType = 0
  EndProperty
EndProperty
SplitCount    = 1
BeginProperty Split0

```

```

    MarqueeStyle      = 3
    Locked            = -1 'True
    BeginProperty Column00
    EndProperty
    BeginProperty Column01
    EndProperty
EndProperty
End
Begin MSAdodcLib.Adodc Adodc2
    Height            = 375
    Left              = 8280
    Top               = 7200
    Visible           = 0 'False
    Width             = 1935
    _ExtentX          = 3413
    _ExtentY          = 661
    ConnectMode       = 0
    CursorLocation    = 3
    IsolationLevel    = -1
    ConnectionTimeout= 15
    CommandTimeout    = 30
    CursorType        = 3
    LockType          = 3
    CommandType       = 8
    CursorOptions     = 0
    CacheSize         = 50
    MaxRecords        = 0
    BOFAction         = 0
    EOFAction         = 0
    ConnectStringType= 1
    Appearance        = 1
    BackColor         = -2147483643
    ForeColor         = -2147483640
    Orientation       = 0
    Enabled           = -1
    Connect            = "Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;Data
Source=Data.mdb;Persist Security Info=False"
    OLEDBString       = "Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;Data
Source=Data.mdb;Persist Security Info=False"
    OLEDBFile         = ""
    DataSourceName    = ""
    OtherAttributes   = ""
    UserName          = ""
    Password          = ""
    RecordSource      = "select 대분류 from 평균수요 GROUP by 대분류"

```

```

Caption          = "Adodc2"
BeginProperty Font {0BE35203-8F91-11CE-9DE3-00AA004BB851}
  Name           = "굴림"
  Size           = 9
  Charset        = 129
  Weight         = 400
  Underline      = 0 'False'
  Italic         = 0 'False'
  Strikethrough  = 0 'False'
EndProperty
_Version         = 393216
End
Begin VB.TextBox TextPartno
  Height        = 270
  Left          = 9000
  TabIndex      = 5
  Top           = 600
  Width         = 1815
End
Begin VB.ComboBox ComboCompany
  Height        = 300
  ItemData      = "main.frx":0015
  Left          = 1440
  List          = "main.frx":0028
  TabIndex      = 1
  Text          = "전체"
  Top           = 600
  Width         = 1095
End
Begin VB.ComboBox ComboType
  Height        = 300
  ItemData      = "main.frx":0048
  Left          = 240
  List          = "main.frx":0061
  TabIndex      = 0
  Text          = "전체"
  Top           = 600
  Width         = 1095
End
Begin MSAdodcLib.Adodc Adodc1
  Height        = 375
  Left          = 10320
  Top           = 7200
  Visible       = 0 'False'
  Width         = 1815
  _ExtentX     = 3201

```

```

_ExtentY      = 661
ConnectMode   = 0
CursorLocation = 3
IsolationLevel = -1
ConnectionTimeout= 15
CommandTimeout = 30
CursorType    = 3
LockType      = 3
CommandType   = 8
CursorOptions = 0
CacheSize     = 50
MaxRecords    = 0
BOFAction     = 0
EOFAction     = 0
ConnectionString= 1
Appearance    = 1
BackColor     = -2147483643
ForeColor     = -2147483640
Orientation   = 0
Enabled       = -1
Connect       = "Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;Data
Source=data.mdb;Persist Security Info=False"
OLEDBString   = "Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;Data
Source=data.mdb;Persist Security Info=False"
OLEDBFile     = ""
DataSourceName = ""
OtherAttributes = ""
UserName      = ""
Password      = ""
RecordSource  = "select IDX,기종,회사,대분류,중분류,품명,부품번호,MTTF as [평균수명] from 평균수요"
Caption       = "Adodc1"
BeginProperty Font {0BE35203-8F91-11CE-9DE3-00AA004BB851}
  Name        = "굴림"
  Size        = 9
  Charset     = 129
  Weight      = 400
  Underline   = 0 'False
  Italic      = 0 'False
  Strikethrough = 0 'False
EndProperty
_Version      = 393216
End
Begin VB.TextBox TextPartname
  Height      = 270
  Left        = 6720
  TabIndex    = 4

```



```

    Top          = 600
    Width        = 2175
End
Begin VB.TextBox TextMiddle
    Height       = 270
    Left        = 4800
    TabIndex    = 3
    Top         = 600
    Width       = 1815
End
Begin VB.ComboBox ComboLarge
    Height       = 300
    Left        = 2880
    TabIndex    = 2
    Text        = "전체"
    Top         = 600
    Width       = 1815
End
Begin VB.CommandButton CmdSearch
    Caption     = "검색"
    Height     = 375
    Left      = 11040
    TabIndex  = 6
    Top       = 480
    Width     = 1095
End
Begin VB.Label Label7
    Caption     = "※ 평균수명: 관리기, SS기 - 년(year) 단위   트랙터, 이앙기,
콤바인, 경운기 - 시간(hour) 단위"
    Height     = 255
    Left      = 240
    TabIndex  = 14
    Top       = 7320
    Width     = 9975
End
Begin VB.Label Label6
    Caption     = "품 명"
    Height     = 255
    Left      = 6720
    TabIndex  = 12
    Top       = 360
    Width     = 1095
End
Begin VB.Label Label5
    Caption     = "부품 번호"
    Height     = 255
    Left      = 9000
    TabIndex  = 11

```

```

    Top          = 360
    Width        = 1215
End
Begin VB.Label Label4
    Caption      = "중분류"
    Height       = 255
    Left         = 4800
    TabIndex     = 10
    Top          = 360
    Width        = 1215
End
Begin VB.Label Label3
    Caption      = "대분류"
    Height       = 255
    Left         = 2880
    TabIndex     = 9
    Top          = 360
    Width        = 1095
End
Begin VB.Label Label2
    Caption      = "기 종"
    Height       = 255
    Left         = 240
    TabIndex     = 8
    Top          = 360
    Width        = 1095
End
Begin VB.Label Label1
    Caption      = "회 사"
    Height       = 255
    Left         = 1440
    TabIndex     = 7
    Top          = 360
    Width        = 1095
End
Begin VB.Menu mnuFile
    Caption      = "파일"
    Begin VB.Menu mnuSep1
        Caption  = "-"
    End
    Begin VB.Menu mnuQuit
        Caption  = "종료"
        Shortcut = ^X
    End
End
Begin VB.Menu mnuHelp
    Caption      = "도움말(&H)"
    NegotiatePosition= 3 '오른쪽

```

```

Begin VB.Menu mnuHelpt
    Caption      = "기술지원 도움말(&T)"
    Shortcut     = {F1}
End
Begin VB.Menu mnuSep2
    Caption      = "-"
End
Begin VB.Menu mnuInfo
    Caption      = "PartReplace 정보"
End
End
End
Attribute VB_Name = "Form1"
Attribute VB_GlobalNameSpace = False
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_PredeclaredId = True
Attribute VB_Exposed = False
Option Explicit

Private Declare Function ShellAbout Lib "shell32.dll" Alias "ShellAboutA" (ByVal hwnd
As Long, _
    ByVal szApp As String, _
    ByVal szOtherStuff As String, _
    ByVal hIcon As Long _
) As Long

Private Sub CmdSearch_Click()

    Dim sType: sType = ComboType.List(ComboType.ListIndex)
    Dim sCompany: sCompany = ComboCompany.List(ComboCompany.ListIndex)
    Dim sLarge: sLarge = ComboLarge.List(ComboLarge.ListIndex)

    Dim sMiddle: sMiddle = Trim(TextMiddle.Text)
    Dim sPartname: sPartname = Trim(TextPartname.Text)
    Dim sPartno: sPartno = Trim(TextPartno.Text)

    Dim sql_query

    If sType <> "전체" And Len(sType) > 0 Then sql_query = sql_query & " and 기종
= '" & sType & "'"
    If sCompany <> "전체" And Len(sCompany) > 0 And sType <> "경운기" And
sType <> "관리기" And sType <> "SS기" Then
        sql_query = sql_query & " and 회사 = '" & sCompany & "'"
    End If
    If sLarge <> "전체" And Len(sLarge) > 0 Then sql_query = sql_query & " and 대분
류=''" & sLarge & "'"
    If Len(sMiddle) <> 0 And sType <> "경운기" And sType <> "관리기" And sType

```

```

<> "SS기" Then
    sql_query = sql_query & " and 중분류 like '%" & sMiddle & "%'"
End If
If Len(sPartname) <> 0 Then sql_query = sql_query & " and 품명 like '%" &
sPartname & "%'"
If Len(sPartno) <> 0 And sType <> "경운기" And sType <> "관리기" And sType
<> "SS기" Then
    sql_query = sql_query & " and 부품번호 like '%" & sPartno & "%'"
End If
If Len(sql_query) > 0 Then
    sql_query = " where " & Right(sql_query, Len(sql_query) - 4)
End If

Adodc1.RecordSource = "select IDX,기종,회사,대분류,중분류,품명,부품번호,MTTF as
[평균수명] from 평균수요 " & sql_query
Adodc1.Refresh
HideColumns

End Sub

```

```
Private Sub ComboType_Click()
```

```

'경운기,관리기,SS기의 경우회사,중분류,부품번호 불가
If ComboType.List(ComboType.ListIndex) = "경운기" Or
ComboType.List(ComboType.ListIndex) = "관리기" Or
ComboType.List(ComboType.ListIndex) = "SS기" Then
    ComboCompany.Visible = False
    TextMiddle.Visible = False
    TextPartno.Visible = False
Else
    ComboCompany.Visible = True
    TextMiddle.Visible = True
    TextPartno.Visible = True
End If

printComboList

```

```
End Sub
```

```
Private Sub printComboList()
```

```

Dim sType: sType = ComboType.List(ComboType.ListIndex)
Dim sql_query
Dim Rs As Recordset
Dim selected, I

If sType <> "전체" And Len(sType) > 0 Then
    sql_query = sql_query & " and 기종 = '" & sType & "'"

```

```

End If

If Len(sql_query) > 0 Then
    sql_query = " where " & Right(sql_query, Len(sql_query) - 4)
End If

Adodc2.RecordSource = "select 대분류 from 평균수요 " & sql_query _
& " GROUP BY 대분류 "
Adodc2.Refresh

Set Rs = Adodc2.Recordset

selected = ComboLarge.List(ComboLarge.ListIndex)

ComboLarge.Clear

ComboLarge.AddItem "전체"
ComboLarge.ListIndex = 0
While Not Rs.EOF
    I = I + 1
    ComboLarge.AddItem Rs("대분류")
    If Rs("대분류") = selected Then
        ComboLarge.ListIndex = I
    End If
    Rs.MoveNext
Wend

End Sub

Private Sub HideColumns()

Dim C As Column
For Each C In DataGrid1.Columns
    Select Case C.DataField
    Case "IDX"
        C.Visible = False
    Case "기종"
        C.Width = 900
        C.Alignment = dbgCenter
    Case "회사"
        C.Width = 1000
        C.Alignment = dbgCenter
    Case "품명"
        C.Width = 2750
    Case "부품번호"
        C.Width = 1700
        C.Alignment = dbgCenter
    Case "평균수명"
        C.Width = 1200

```

```

        C.Alignment = dbgCenter
    End Select
Next C
End Sub

```

```

Private Sub DataGrid1_DblClick()
    Viewer.Show
End Sub

```

```

Private Sub Form_Load()
    printComboList
    HideColumns
End Sub

```

```

Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
    End
End Sub

```

```

Private Sub mnuHelpt_Click()
    '도움말 파일 지정
    CommonDialog1.HelpFile = App.Path & "\partreplace.hlp"
    CommonDialog1.HelpCommand = cdlHelpContents
    CommonDialog1.ShowHelp

```

```

End Sub

```

```

Private Sub mnuInfo_Click()
    ShellAbout Me.hwnd, _
        "부품평균수요예측 프로그램", _
        "Copyright 2003.06 SNU Off-Road Equipment Design Lab", _
        Me.Icon

```

```

End Sub

```

```

Private Sub mnuQuit_Click()
    End
End Sub

```

```

Private Sub TextMiddle_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
    If KeyCode = 13 Then CmdSearch_Click
End Sub

```

```

Private Sub TextPartname_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
    If KeyCode = 13 Then CmdSearch_Click
End Sub

```

```

Private Sub TextPartno_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
    If KeyCode = 13 Then CmdSearch_Click
End Sub

```

(2) viewer

```

VERSION 5.00
Object = "{5E9E78A0-531B-11CF-91F6-C2863C385E30}#1.0#0"; "msflxgrd.ocx"
Object = "{67397AA1-7FB1-11D0-B148-00A0C922E820}#6.0#0"; "MSADODC.OCX"
Object = "{BDC217C8-ED16-11CD-956C-0000C04E4C0A}#1.1#0"; "tabctl32.ocx"
Begin VB.Form Viewer
    BorderStyle      = 1 '단일 고정
    Caption         = "평균수요계산 보기"
    ClientHeight    = 7275
    ClientLeft      = 45
    ClientTop       = 330
    ClientWidth     = 7905
    LinkTopic       = "Form2"
    MaxButton       = 0 'False
    MinButton       = 0 'False
    ScaleHeight     = 7275
    ScaleWidth      = 7905
    StartupPosition = 3 'Windows 기본값
    Begin TabDlg.SSTab SSTab1
        Height      = 4815
        Left        = 120
        TabIndex    = 14
        Top         = 1920
        Width       = 7575
        _ExtentX    = 13361
        _ExtentY    = 8493
        _Version    = 393216
        Tabs        = 2
        TabsPerRow  = 2
        TabHeight   = 520
        TabCaption(0) = "대리점 또는 수리점"
        TabPicture(0) = "Viewer.frx":0000
        Tab(0).ControlEnabled= -1 'True
        Tab(0).Control(0)= "Frame2"
        Tab(0).Control(0).Enabled= 0 'False
        Tab(0).ControlCount= 1
        TabCaption(1) = "생산 공장"
        TabPicture(1) = "Viewer.frx":001C
        Tab(1).ControlEnabled= 0 'False
    End
End

```

```

Tab(1).Control(0)= "Grid"
Tab(1).Control(0).Enabled= 0 'False
Tab(1).Control(1)= "Frame3"
Tab(1).Control(1).Enabled= 0 'False
Tab(1).ControlCount= 2
Begin MSFlexGridLib.MSFlexGrid Grid
    Height          = 2570
    Left            = -74760
    TabIndex        = 27
    Top             = 1680
    Width           = 7095
    _ExtentX        = 12515
    _ExtentY        = 4524
    _Version        = 393216
    Rows            = 11
    Cols            = 4
    AllowBigSelection= -1 'True
    ScrollBars      = 0
End
Begin VB.Frame Frame3
    Caption          = "평균 수요"
    Height           = 855
    Left             = -74760
    TabIndex         = 26
    Top             = 600
    Width           = 7095
    Begin VB.CommandButton Command3
        Caption       = "계산"
        Height        = 255
        Left          = 3360
        TabIndex      = 30
        Top           = 360
        Width         = 975
    End
    Begin VB.TextBox TxtVal2
        Height        = 270
        Left          = 1200
        TabIndex      = 29
        Top           = 360
        Width         = 1935
    End
    Begin VB.Label Label5
        Caption       = "보유대수"
        Height        = 255
        Left          = 240
        TabIndex      = 28
    End

```



```

        Top          = 420
        Width        = 975
    End
End
Begin VB.Frame Frame2
    Caption          = "평균 수요"
    Height           = 2175
    Left             = 240
    TabIndex         = 15
    Top              = 600
    Width            = 7095
    Begin VB.TextBox TxtVal
        Height        = 270
        Left          = 1200
        TabIndex      = 17
        Top           = 360
        Width         = 1935
    End
    Begin VB.CommandButton Command2
        Caption       = "계산"
        Height        = 255
        Left          = 3360
        TabIndex      = 16
        Top           = 360
        Width         = 975
    End
    Begin VB.Line Line1
        BorderColor   = &H80000011&
        X1             = 360
        X2             = 6720
        Y1             = 960
        Y2             = 960
    End
    Begin VB.Line Line2
        BorderColor   = &H8000000C&
        Index          = 0
        X1             = 360
        X2             = 6720
        Y1             = 1320
        Y2             = 1320
    End
    Begin VB.Line Line3
        BorderColor   = &H80000010&
        X1             = 360
        X2             = 6720
        Y1             = 1680
        Y2             = 1680
    End

```

```

End
Begin VB.Label Label3
    Caption       = "보유대수"
    Height        = 255
    Left          = 240
    TabIndex      = 25
    Top           = 420
    Width         = 975
End
Begin VB.Label Label4
    Alignment      = 2 '가운데 맞춤
    Caption        = "년간평균교체수요"
    Height         = 255
    Index          = 0
    Left           = 2760
    TabIndex       = 24
    Top            = 1080
    Width          = 1575
End
Begin VB.Label Label4
    Alignment      = 2 '가운데 맞춤
    Caption        = "최저수요"
    Height         = 255
    Index          = 1
    Left           = 960
    TabIndex       = 23
    Top            = 1080
    Width          = 855
End
Begin VB.Label Label4
    Alignment      = 2 '가운데 맞춤
    Caption        = "최대수요"
    Height         = 255
    Index          = 2
    Left           = 5280
    TabIndex       = 22
    Top            = 1080
    Width          = 855
End
Begin VB.Label lbMin
    Alignment      = 2 '가운데 맞춤
    Height         = 255
    Left           = 480
    TabIndex       = 21
    Top            = 1440
    Width          = 1815
End

```

```

Begin VB.Label lbMid
    Alignment      = 2 '가운데 맞춤
    Height         = 255
    Left           = 2640
    TabIndex       = 20
    Top            = 1440
    Width          = 1815
End
Begin VB.Label lbMax
    Alignment      = 2 '가운데 맞춤
    Height         = 255
    Left           = 4800
    TabIndex       = 19
    Top            = 1440
    Width          = 1815
End
Begin VB.Line Line4
    BorderColor    = &H8000000C&
    X1              = 2400
    X2              = 2400
    Y1              = 960
    Y2              = 1680
End
Begin VB.Line Line5
    BorderColor    = &H8000000C&
    X1              = 4680
    X2              = 4680
    Y1              = 960
    Y2              = 1680
End
Begin VB.Line Line6
    BorderColor    = &H8000000C&
    X1              = 360
    X2              = 360
    Y1              = 960
    Y2              = 1680
End
Begin VB.Line Line7
    BorderColor    = &H8000000C&
    X1              = 6720
    X2              = 6720
    Y1              = 960
    Y2              = 1680
End
Begin VB.Label Label8
    Caption        = "※ 최저와 최대수요는 신뢰수준을 99%로 하여 추정"
    Height         = 255

```

```

        Left          = 360
        TabIndex     = 18
        Top          = 1800
        Width        = 5655
    End
End
End
Begin MSAdodcLib.Adodc Adodc0
    Height          = 375
    Left            = 120
    Top             = 6840
    Visible         = 0 'False
    Width           = 2175
    _ExtentX        = 3836
    _ExtentY        = 661
    ConnectMode     = 0
    CursorLocation  = 3
    IsolationLevel  = -1
    ConnectionTimeout= 15
    CommandTimeout  = 30
    CursorType      = 3
    LockType        = 3
    CommandType     = 8
    CursorOptions   = 0
    CacheSize       = 50
    MaxRecords      = 0
    BOFAction       = 0
    EOFAction       = 0
    ConnectStringType= 1
    Appearance      = 1
    BackColor       = -2147483643
    ForeColor       = -2147483640
    Orientation     = 0
    Enabled         = -1
    Connect          = "Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;Data
Source=data.mdb;Persist Security Info=False"
    OLEDBString     = "Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;Data
Source=data.mdb;Persist Security Info=False"
    OLEDBFile       = ""
    DataSourceName  = ""
    OtherAttributes = ""
    UserName        = ""
    Password        = ""
    RecordSource    = ""
    Caption         = "Adodc1"
    BeginProperty Font {0BE35203-8F91-11CE-9DE3-00AA004BB851}
        Name        = "굴림"
        Size        = 9

```

```

        Charset          = 129
        Weight           = 400
        Underline        = 0 'False
        Italic           = 0 'False
        Strikethrough    = 0 'False
    EndProperty
    _Version             = 393216
End
Begin VB.CommandButton Command1
    Caption              = "창닫기"
    Height               = 375
    Left                 = 6480
    TabIndex             = 7
    Top                  = 6840
    Width                = 1215
End
Begin VB.Frame Frame1
    Caption              = "부품정보"
    Height               = 1575
    Left                 = 120
    TabIndex             = 0
    Top                  = 120
    Width                = 7095
    Begin VB.Label lbMiddle
        Height           = 255
        Left              = 4560
        TabIndex         = 13
        Top               = 1080
        Width             = 2295
    End
    Begin VB.Label lbType
        Height           = 255
        Left              = 4560
        TabIndex         = 12
        Top               = 720
        Width             = 2295
    End
    Begin VB.Label lbPartno
        Height           = 255
        Left              = 4560
        TabIndex         = 11
        Top               = 360
        Width             = 2295
    End
    Begin VB.Label lbLarge
        Height           = 255
        Left              = 1200
        TabIndex         = 10
    End

```

```

        Top           = 1080
        Width         = 2295
    End
Begin VB.Label lbCompany
    Height           = 255
    Left             = 1200
    TabIndex         = 9
    Top              = 720
    Width           = 2295
End
Begin VB.Label lbName
    Height           = 255
    Left             = 1200
    TabIndex         = 8
    Top              = 360
    Width           = 2295
End
Begin VB.Label Label2
    Caption          = "중분류"
    Height           = 255
    Index            = 4
    Left             = 3600
    TabIndex         = 6
    Top              = 1080
    Width           = 855
End
Begin VB.Label Label2
    Caption          = "대분류"
    Height           = 255
    Index            = 3
    Left             = 240
    TabIndex         = 5
    Top              = 1080
    Width           = 855
End
Begin VB.Label Label2
    Caption          = "부품번호"
    Height           = 255
    Index            = 2
    Left             = 3600
    TabIndex         = 4
    Top              = 360
    Width           = 855
End
Begin VB.Label Label2
    Caption          = "부품명"
    Height           = 255
    Index            = 1

```

```

        Left           = 240
        TabIndex      = 3
        Top           = 360
        Width         = 855
    End
    Begin VB.Label Label2
        Caption       = "회사"
        Height        = 255
        Index         = 0
        Left          = 240
        TabIndex      = 2
        Top           = 720
        Width         = 855
    End
    Begin VB.Label Label1
        Caption       = "기종"
        Height        = 255
        Left          = 3600
        TabIndex      = 1
        Top           = 720
        Width         = 855
    End
End
End
Attribute VB_Name = "Viewer"
Attribute VB_GlobalNameSpace = False
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_PredeclaredId = True
Attribute VB_Exposed = False
Option Explicit

Dim idx, m5, m4, s5, s4, R, Z

Private Sub Command1_Click()
    'Viewer.Hide
    Unload Viewer
End Sub

Private Sub Command2_Click()
    Z = 2.58
    If TxtVal.Text = "" Then
        MsgBox ("보유대수를 입력해주세요")
    ElseIf m5 = 0 Then
        MsgBox ("DB에 자료가 불충분합니다")
    End If
End Sub

```

```

Else
    R = CLng(TxtVal.Text)
    lbMid.Caption = Round(R * (m5 - m4), 1)
    If (R * (m5 - m4) - Sqr(R) * (s5 - s4) * Z) > 0 Then
        lbMin.Caption = Round(R * (m5 - m4) - Sqr(R) * (s5 - s4) * Z, 1)
    Else
        lbMin.Caption = 0
    End If

    lbMax.Caption = Round(R * (m5 - m4) + Sqr(R) * (s5 - s4) * Z, 1)
End If

```

End Sub

Private Sub Command3\_Click()

```

Dim Rs As Recordset
Dim R

Set Rs = Adodc0.Recordset
If TxtVal2.Text = "" Then
    MsgBox ("보유대수를 입력해주세요")
ElseIf m5 = 0 Then
    MsgBox ("DB에 자료가 불충분합니다")
Else
    R = nz(TxtVal2.Text)

    insertData 1, nz(Rs("m1")), nz(Rs("s1")), R
    insertData 2, nz(Rs("m2")), nz(Rs("s2")), R
    insertData 3, nz(Rs("m3")), nz(Rs("s3")), R
    insertData 4, nz(Rs("m4")), nz(Rs("s4")), R
    insertData 5, nz(Rs("m5")), nz(Rs("s5")), R
    insertData 6, nz(Rs("m6")), nz(Rs("s6")), R
    insertData 7, nz(Rs("m7")), nz(Rs("s7")), R
    insertData 8, nz(Rs("m8")), nz(Rs("s8")), R
    insertData 9, nz(Rs("m9")), nz(Rs("s9")), R
    insertData 10, nz(Rs("m10")), nz(Rs("s10")), R
End If

```

End Sub

Private Sub Form\_Load()

```

Dim sql, Rs As Recordset
'Datagrid에서 지정된 번호를 가져온다.
idx = Form1.DataGrid1.Columns(0)

'번호에 해당하는 데이터를 가져와서 각각의 Text를 채운다.
sql = "select * from 평균수요 where IDX=" & idx

```



```

Adodc0.RecordSource = sql
Adodc0.Refresh

Set Rs = Adodc0.Recordset
If Not (Rs.EOF Or Rs.EOF) Then
    lbName.Caption = rtval(Rs("품명"))
    lbCompany.Caption = rtval(Rs("회사"))
    lbLarge.Caption = rtval(Rs("대분류"))
    lbMiddle.Caption = rtval(Rs("중분류"))
    lbType.Caption = rtval(Rs("기종"))
    lbPartno.Caption = rtval(Rs("부품번호"))
    m5 = CDb1(Rs("m5"))
    m4 = CDb1(Rs("m4"))
    s5 = CDb1(Rs("s5"))
    s4 = CDb1(Rs("s4"))
End If

initGrid

End Sub

Sub initGrid()
    Dim I

    Grid.FormatString = "|^최저수요|^ 표준교체수요|^ 최대수요"
    Grid.ColWidth(0) = 1200

    For I = 1 To 3
        Grid.ColWidth(I) = 2000
    Next

    For I = 1 To 10
        Grid.TextMatrix(I, 0) = I & "년"
    Next
End Sub

Function nz(val)
    If IsNull(val) Then
        nz = 0
    ElseIf Len(val) = 0 Then
        nz = 0
    Else
        nz = CDb1(val)
    End If
End Function

Function rtval(Data)

```

```

If IsNull(Data) Then
    rtval = ""
Else
    rtval = Data
End If
End Function
Sub insertData(row, m, S, R)
    Dim minVal, midVal, maxVal
    'if m5 is zero, then no date
    If Len(m5) <> 0 And m5 <> 0 Then

        midVal = Round(m * R, 1)
        minVal = Round(m * R - Sqr(R) * S * 2.58, 1)
        maxVal = Round(m * R + Sqr(R) * S * 2.58, 1)

        If minVal < 0 Then minVal = 0

        Grid.TextMatrix(row, 2) = midVal

        'if s is zero, then min value and max value is not valid
        If S <> 0 Then
            Grid.TextMatrix(row, 1) = minVal
            Grid.TextMatrix(row, 3) = maxVal
        End If
    End If
End Sub

Private Sub TxtVal_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
    If KeyCode = 13 Then Command2_Click
End Sub

Private Sub TxtVal2_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
    If KeyCode = 13 Then Command3_Click
End Sub

```



## 주 의

1. 이 보고서는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구 보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.