

최 종  
연구보고서

GOVP 12009270

631.3  
L293호

# 한국형 임업기계 · 장비개발

Development of the timber extraction equipment  
for mountainous conditions in Korea

주 관 연 구 기 관

임업연구원

농 립 부



## 최 종 보 고 서

1996년도 농림특정연구사업에 의하여 완료한 한국형 입업기계·장비개발에 관한 연구의 최종보고서를 별첨과 같이 제출합니다.

첨부 : 1. 최종보고서 10 부

2. 최종보고서 디스켓 1매

1999. 10. .

주관연구기관 : 임업연구원

총괄연구책임자 : 홍 한 표 (인)

주관연구기관장 : 임업연구원장 (직인)

**농림부장관 귀하**

## 제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “한국형 임업기계·장비개발” 과제 (세부과제 “다목적 집재차 개발”, “소형 리모콘 원치개발”)의 최종보고서로 제출합니다.

1999 . 10.

주관연구기관명 : 임업연구원

총괄연구책임자 : 홍 한 표

선 임 연 구 원 : 김 재 원

선 임 연 구 원 : 강 건 우

선 임 연 구 원 : 이 준 우

연 구 원 : 박 문 섭

연 구 원 : 송 태 영

연 구 원 : 정 우 담

연 구 원 : 조 성 철

협동연구기관명 : 광림특장차

협동연구책임자 : 김 원 석

선 임 연 구 원 : 정 호 영

연 구 원 : 이 영 진

연 구 원 : 남 윤

참 여 기 업 : 유비 통상

협동연구책임자 : 박 호 진

선 임 연 구 원 : 박 중 선

선 임 연 구 원 : 박 성 준

# 요 약 문

## I. 제 목

한국형 임업기계·장비개발

## II. 연구개발의 목적 및 중요성

전국토의 65% 이상을 점유하고 있는 산림은 그 동안 국토녹화 사업으로 산림이 어느 정도 조성되어 있는 상태이나 인건비 상승과 가용노동력이 부족한 현시점에서 전체산림의 80% 이상을 점유하고 있는 30년생 이하의 산림에 대한 관리사업이 충분히 이루어지지 못하고 있는 실정에 있다.

현재 우리나라에서는 산림경영에 투입되는 예산의 70% 이상이 인건비로 구성되어 있어 산림작업에 있어서 생력화에 의한 생산성 증가는 바로 생산비의 절감과 산주나 임업경영자의 소득증대로 직결되는 것은 자명한 일이다.

우리나라의 임업노동력은 주로 농산촌으로부터 노동력을 조달하고 있으며, 일시적인 사회경제적 여건의 변화는 현재 공공근로자에 의한 숲가꾸기 사업의 일환으로 노동력 확보가 이루어지고 있으나 이 현상은 경제상황이 호전됨으로써 재차 농촌에서의 청·장년 노동력의 부족현상은 더욱 심화될 것으로 예측된다.

앞으로 임업에 있어서 필요한 노동력의 공급은 전문 임업작업단의 육성을 통하여 이루어져야 하며 이러한 전문 임업작업단에게 필요한 필수장비는 현재 거의 대부분이 외국에서 수입되고 있으므로 필수장비에 대한 국산화가 이루어져야 한다.

우리나라의 산림작업은 대부분 인력에 의존하는 노동집약 형태로서 인건비 상승에 따라서 작업비도 급등하고 있어서 숲아베기(간벌)작업 등 산림작업의 실행이 불가능할 정도이므로 이러한 인력위주의 작업을 기계화시킴으로써 인건비의 비중을 감소시켜 장기적으로 인건비의 상승과 노동력 부족에 대처할 수 있는 방안을 모색하여야 할 것이다.

우리나라는 사유림의 대부분이 소규모 영세 사유림으로 구성되어 있으며

로, 이러한 소규모 작업에 적합하고 산재(散在)된 작업지까지의 장거리 이동이 간편하며 임도시설이 부족한 현실을 고려하여 노폭이 3m 정도의 저규격 작업로를 이용한 집재시스템에 적용 가능한 임업용 작업차량의 개발이 필요하다. 국내에서 생산중인 일반차량은 2륜구동 방식이므로 경사가 심한 산악지의 작업로에는 진입이 불가능한 실정이다.

따라서, 산재된 작업지간 이동이 신속하고 저규격 임도를 필요에 따라 4륜구동으로 저속 주행이 가능하며 다양한 작업기를 탑재할 수 있는 임업전용 트럭의 개발이 필요하다. 그러나 이러한 임업 전용차량의 개발과 생산은 현재 국내 시장이 협소하고 개발비가 많이 소요되어 불가능하므로 우선 현재 국내여건에 부합되도록 국내에서 생산되는 4~5톤 트럭을 활용하여 이를 4륜구동 방식으로 개조하고 집재작업 등에 활용할 수 있도록 크레인 및 집재원치 등을 부착하여 집재작업, 상차작업 등에 다목적으로 활용할 수 있는 다목적 집재차를 개발하였다.

또한 현재 국내에서 이용되는 인력위주의 작업시스템을 개선하기 위하여 조작성을 무선으로 원격조종이 가능하게 하여 1인 작업이 가능하도록 하므로써 작업의 생력화와 생산성향상을 도모할 수 있는 소규모 간벌작업에 적합한 리모콘 소형원치를 국산화 개발하였다.

중경사지 이하에서 현재 이용되는 4륜구동 트럭(GMC트럭)은 대부분이 노후차량으로서 국내에서는 생산되지 않는 기종으로 단순히 원목의 운반작업에만 사용되고 있으므로 국내에서 생산되는 트럭을 4륜구동으로 개조하고 여기에 임업용 부속작업기인 타워야더용 집재원치, 크레인 등을 부착하면 집재작업 및 임도 및 집재로 등 협로 운행용으로 이용할 수 있을 것이다.

또한 임업용 다목적 집재작업차는 산림경영 및 각종 산림작업현장에 필요한 묘목운반, 자재운반 등에 폭넓게 활용가능하며 특히 집재작업시에는 이를 이용한 작업시스템의 개발로 현재 이용되지 못하는 소경간벌목의 이용도 가능해질 것으로 예측된다.

임업노동 특히 임목생산작업은 작업환경이 열악한 산림에서 이루어지고, 특히 중량물인 원목을 다루는 육체적으로 힘든 중노동으로서 작업원들이 기피하는 실정이므로 우리나라 실정에 맞는 기계의 도입을 통하여 작업강도를 낮추는 등 작업환경을 개선하고 이러한 작업강도의 경감(輕減)으로 더 많은 고용노동력을 확보할 수 있을 것으로 추측되는 바이다.

현재 우리나라의 간벌작업 1인당 평균 생산성은 벌목, 조재작업과 집재작업을 포함하여 약 1.5m<sup>3</sup>/일·인에 불과한 실정으로 작업비 중 인건비가 90% 이상을 차지하고 있다. 특히, 집재작업은 현재 인력 위주의 작업으로 이루어지고 있어서 기계화의 필요성이 절실히 요청되며 기계화의 효과 또한 매우 높을 것으로 예측된다.

따라서 본 연구사업에서 개발된 간벌작업에 적용가능한 생력화가 가능한 국산기계를 개발 보급하여 현재의 노동생산성을 30% 이상 증가시키고, 국내재 생산물량중 50% 정도에 해당하는 간벌재 생산을 기계화한다면 작업비 절감 추정액은 매년 50억원 이상의 생산비 절감과 현재보다도 30% 이상의 인력절감효과를 기대할 수 있을 것이다.

개발된 리모콘 소형원치, 타워야더 부착 다목적 집재차의 도입은 현재 작업방법보다 작은 규모와 낮은 밀도의 작업로를 필요로 하므로 임지훼손과 자연환경의 피해 등을 방지할 수 있다. 따라서 환경에 대한 국민들의 관심이 앞으로 더욱 증대될 것으로 예측되는 현시점에서 환경친화적인 산림작업 시스템 개발을 위하여 필수적인 장비라고 할 수 있다.

### Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

#### 1. 다목적 집재차 설계 및 제작

기본차량으로 이용할 국산 4~5톤 트럭의 성능 및 제원을 토대로 개조대상 트럭을 선정하여 이를 4륜 구동화 하기 위한 개조 부분 및 부품을 확보하여 이에 대한 설계와 하중분석 등을 실시하였으며 여기에 타워야더, 도저 블레이드, 원목집적용 크레인 및 로그 그래플 등을 설계하여 시제품을 제작하였다.

##### 가. 집재용 기본차량 설계 제작

국산 5톤 상용 2륜 구동 트럭을 대상으로 선정하여 4륜 구동 트럭으로 개조하기 위한 트랜스퍼케이스 부착, 새시프레임, 앞 차축, 뒷 차축, 현가장치에 대한 보강 및 교체를 통하여 4륜구동 트럭 탑재차량을 제작하였으며 이에 대한 안전도 분석을 실시하였다.

## 나. 타워야더 부착형 집재용 윈치 설계 제작

제작된 4륜구동 트럭의 PTO로부터 동력을 취출하여 3개의 윈치드럼을 유압으로 구동하여 여기에 유압실린더로 승하강이 가능한 4 m의 철제 타워(전체높이 6.8m)를 부착하여 250m까지 가선 집재가 가능한 타워야더를 설계 제작하였다.

드럼의 용량은 견인드럼, 회송드럼의 와이어로프 감김용량은 8mm와이어로프 기준 각각 300m, 600m이며 스카이라인 드럼은 16mm 기준 300m를 감을 수 있다.

구동방식은 정용량 2륜 유압펌프로 구동하며 견인줄 및 회송줄은 각각 2단계 가변용량 유압모터를 이용하였으며 소요 견인력에 따라 선택하며 선택된 회전단수에 따라 비례제어밸브를 통하여 0~설정 최대속도까지 12 단계에 의한 회전속도가 가능하다.

고속모드에서 견인줄의 드럼 견인력은 0.8~1.8톤, 회송줄의 드럼은 0.6~1.8톤이며 2개의 드럼의 연동에 의한 견인속도는 80m/분 이상을 유지할 수 있으며, 각 드럼의 속도제어는 유선리모콘으로 연결된 조종박스에 부착된 조이스틱 방식으로 조작이 가능한 유선 리모콘 방식을 이용하였다.

## 다. 도저블레이드 및 로그그래플 부착 크레인 설계 제작

다목적 트럭에 부착할 수 있도록 별도의 유압 파워 유니트로 구동되는 좌우틸트 기능과 승하강이 가능한 소형 도저블레이드를 설계하여 제작하였으며 이는 필요에 따라 탈 부착이 가능하도록 제작하였다.

타워 야더 작업시 타워의 앞부분에 쌓이는 원목을 치워주어서 후속 견인작업에 지장을 받지 않도록 로그그래플(log grapple)을 부착한 유압크레인을 부착하였다. 최대 팔길이 6.0m, 인양능력 4톤-m용량의 관절식 유압크레인을 다목적 집재차 프레임의 후방에 탑재하여 원목을 쌓고 정리하는데 이용이 가능하도록 설계 제작하였다.

## 2. 소형 리모콘 윈치 설계제작

### 가. 썰매형 2드럼 윈치 설계제작

현재 국내에서 생산되는 체인톱엔진을 이용한 아크야 윈치는 최소한 2 사람의 작업원을 필요로 하며 체인톱 엔진을 동력원으로 이용하여 소음과 진동이 심한 단점



이 있다. 이를 무선조작이 가능한 2 드럼 원치로 제작하기 위하여 8마력 공랭 가솔린 엔진을 탑재하여 유선조종이 가능한 썰매형 원치의 설계 시제품을 제작하였다.

#### **나. 농용운반차 탑재용 2드럼 무선 리모콘 원치 설계제작**

1차 시제품인 썰매형 2드럼 원치는 이동성이 문제가 되므로 국산 농용운반차에 탑재가능한 2드럼식 리모콘 원치를 설계 제작하였다. 이 원치는 농용차의 PTO로부터 동력을 취출하여 이용하며 드럼의 조작은 전기 유압식을 이용하여 산업용 무선조종장치를 부착하여 무선조작이 가능하도록 설계하였다.

드럼의 조작은 유성기어방식을 이용한 밴드식 드럼클러치와 브레이크 시스템을 이용하였으며 제작된 무선조종 원치를 이용하여 견인력을 향상하고 클러치와 브레이크의 조작을 리모콘을 이용한 자동화가 가능하도록 하였다.

#### **다. 휴대용 1드럼 무선 리모콘 원치 설계제작**

1드럼식 무선리모콘 방식의 원치는 차동기어장치를 이용한 클러치와 국산 2마력급 예초기엔진을 부착하여 원치 본체 중량을 35kg 이하로 설계 제작하였으며 이는 단거리 보조 원치로 최대 견인력 370 kg정도로서 간벌작업지에서 1 인 휴대 및 작업이 가능하도록 제작하였다. 최대 작업가능 거리는 40m 이내이고 전용의 무선송수신기를 설계 제작하므로써 차후에 제품화 할 경우 제작단가를 낮출 수 있도록 개발하였다.

### **3. 작업방법 개발**

#### **가. 다목적 짐재작업차**

다목적 짐재차의 작업시 작업방법, 인원구성, 짐재시 가선 설치간격, 작업요령 등에 대하여 정리하고 현장에서의 적용시험결과에 의한 성능시험을 실시하였다.

각 드럼에 대한 견인력을 측정하고 실제작업시 견인속도의 측정으로 설계속도와 견인속도를 비교하였다

#### **나. 소형 리모콘 원치**

소형리모콘 원치의 작업방법에 작업능률 등을 조사하고 1 인용 휴대용 소형원치의 견인 성능 시험 등을 실시하였다.

#### IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

우리나라의 임업기계화를 위한 완·중경사지의 차량형 집재장비를 국산화함으로써 집·운재장비의 자체 개발 기술을 확보하여 현재 인력작업 및 프라스틱수라, 소형원치 위주의 작업시스템을 인력을 최소화 할 수 있는 원격 조종 시스템으로 전환함으로써 산림작업시스템의 생산성을 획기적으로 향상시킬 수 있다.

우리나라 실정에 맞는 임업기계의 자체 설계능력과 제작기술의 확보로 현재 수입에 의존하는 임업기계류의 국산화를 촉진함과 동시에, 현재 막대한 물량의 간벌작업 물량을 개발된 생력화 작업장비를 이용하여 작업비의 절감과 생산성 향상을 도모하여 임업의 수익성 개선효과를 볼 수 있다. 본 장비를 이용한 작업시스템의 보급으로 노동력 부족에 직면한 산림작업을 생력화하여 앞으로 예측되는 인력부족 현상에 대처할 수 있으며, 작업이 간편하고 작업강도가 낮은 개발기종의 보급으로 현재 질적으로 낮아지고 노령화된 산림작업 노동력의 활용도를 높여 작업인력의 효율적 활용할 수 있으며, 일반 차량을 기본탑재차량으로 이용하여 차량부품을 호환 사용하므로써 수요량이 적은 임업용 장비의 생산비용을 절감할 수 있다.

예상되는 활용분야로는 간벌 작업지에서의 벌채된 원목의 집재 및 증량물의 상차작업, 조립용 묘목 및 산림토목 공사용 자재류의 운반작업, 자연환경 피해를 최소화할 수 있는 가선집재기술 적용으로 경관 및 침식에 민감한 환경보호지역이나 국립공원 등의 병충해 피해목 반출작업 등에 활용가능하며, 그 외에 훼손된 임도로면의 복구작업에 활용이 가능하다.

국내에서 생산되는 기본차량으로 제작하므로 유지관리가 용이하고 생산비용을 저렴하고 소규모 주문생산 방식에 의한 기업화가 가능할 것이다.

무선 조종이 가능한 리모콘 소형원치 개발은 앞으로 인력난에 따라 생력화할 수 있는 기계가 요구될 경우, 리모콘 조작에 의해 작업원을 1인 이상 절감할 수 있는 장비가 보급되어야 하므로 시장의 규모는 기업화에 충분한 규모로 전망되며, 장비의 특성상 다른 장비에 비해 초기투자비용이 저렴하여 산림소유자들의 구매가 가능하며, 중소기업에서도 제품화 할 경우에 큰 투자를 필요로 하지 않아 상품 생산이 가능하다.

## S U M M A R Y

In Korea, forest land represents 65% of the total land area. Nevertheless the large amount of forest land, most forest area consists of premature stands, which need intensive management activities to be undertaken to develop forest resources. One of the biggest problem we are facing in the forest management is the shortage of labor force as well as high wage rates. Currently in Korea, 70% of the total budget for the forest management is expended for the labor cost due to the well known fact that the forest operation system is still highly dependent on manual labor force.

Under this kind of forest operation system, the labor productivity would be very low. The current productivity in forestry in Korea is less than 20% of that in Germany or in Sweden, where most of the forest operations are carried out fully mechanized system.

Thus, development of applicable equipment for forest operations and convert the operation system depending labor force to mechanized one could be the key to overcome these difficulties in the forest management resulted from the shortage of labor force and high wage rates.

Most recent problems in Korean forestry are to perform the thinning operations and to reduce the working cost and also to increase the amount of the small dimensioned logs from thinning operations, which are abandoned in forest due to high cost to collect to roadsides.

In this project, a forest transportation vehicle including other equipments, such as a tower yarder, and three types of small winch have been designed and developed to enhance the operation productivity in thinning and to reduce the production cost. To apply the developed equipment to the forest operations, several working methods and operation systems have also been developed and evaluated in this project.

The forest transportation vehicle was designed to be applicable in

mountainous terrain region. Due to the small scale market for four wheel drive truck in Korea, the vehicle was modified from a existing commercial 5 ton capacity truck to reduce the investment for its development and to guarantee the compatibility of the vehicle spare parts.

The vehicle was equipped with four-wheel drive(4WD) axles so that it could run on a steep slope area. To modify the commercial two wheel truck into four wheel driving system, frames and chassis were strengthened, and some parts of driving system such as transfer case and driving front axle were replaced.

Tower yarder with three drum system was designed and mounted on the vehicle to apply for thinning and felling operations on steep terrains.

The winch drums are powered from hydraulic pump attached to Power Take Off (PTO) of the vehicle, two drums are used for operating line for haul-in and haul-back lines.

Skyline could be installed using foldable steel tower and secured by two guy lines and four outriggers. Haul-in and haul-back drums are driven by dual displacement hydraulic motor, and winching speeds are variable from zero to its maximum range in each speed stage by switch or lever on console box with wire remote in the range of 15 meters. The yarder could work with fixed skyline system or running skyline system using only two operating lines without skyline.

It has tension measuring system for haul-in line to prevent and monitor the overload of the cable system. The working range of the tower yarder is maximal 200m from the forest road or skidding road, and also uphill or downhill yarding is possible by applying the carriage with mechanical load clamping, which was also developed by this project.

A simple hydraulic dozer blade attached to the front of the vehicle, in a case of maintenance of forest skidding road. It could be detached to reduce the front axle load during road transportation. A knuckle boom crane with log grapple was mounted on the rear chassis frame of the

vehicle, and its main function is piling the extracted logs in decking area to provide the enough space during yarding operations by tower yarder.

This prototype multi-purpose vehicle with tower yarder was evaluated with its performance and other points in field, and the tower yarder systems were updated during this project. This multi-purpose forestry vehicle could be applied for the transportation of equipments and seedlings for the forest operations as well as the transportation of logs harvested from thinning operations.

To improve the current manual operation system, which is highly dependent on the labor force, three types of small winch have been developed in this project. The winches are equipped with wireless remote control system, so that only one operator could be necessary for extracting logs during thinning operations.

The first model was two drum winches on sledge platform, the second model was mounted small multi-purpose agricultural carrier vehicle to improve its mobility. The third model was redesigned to one drum portable winch for short distance pre-bunching purpose.

The second model and third model small winches are controlled by operator using FM PCM wireless remote control, thus one man operation is possible instead of conventional two men operation. The second model remote controlled winch was designed to apply for various winching system, thus direct winching, pendulum method and simplified skyline skidding.

The current productivity per worker in thinning operations is only 1.5m<sup>3</sup>/man-day and 90% of total expenditure in thinning operations are expended for labor wages. It is predicted that application of the developed equipment in this project will enhance the labor productivity by 30% in thinning operations. With assuming the 50% mechanized work from total thinning operations, the cost could be saved in amount of 5 billion Won and labor force could be saved about 30% in comparison with conventional working methods.

## CONTENTS

Chapter 1	Introduction -----	15
Chapter 2	Design and development of 4WD Logging Vehicle -----	17
	Section 1. Introduction -----	18
	Section 2. Design and development of 4WD Vehicle -----	21
	Section 3. Design and development of Tower Yarder -----	78
	Section 4. Design and development of Crane with Log Grapple --	137
	Section 5. Design and development of Carriage -----	142
	Section 6. Tower-Yarder Accessories -----	151
	Section 7. Device for Yarding Distance and Load Indicator -----	154
Chapter 3	Design and Development of Small Scaled Winch -----	158
	Section 1. Introduction -----	158
	Section 2. Compare with Existing Small Winch -----	159
	Section 3. Design and Development of Small Scaled Winch -----	163
	1. Development of Sledge Winch with Two Drums -----	163
	2. Development of Remote Controlled Two Drums Winch on Small Agricultural Carrier Vehicle -----	168
	3. Development of Portable Winch -----	177
	Section 4. Design and Development of Remote Control System -----	181
Chapter 4	Test of Manufactured 4WD Vehicle and Remote Control Winch -----	185
	Section 1. Introduction -----	185
	Section 2. Yarding Operation by Tower-Yarder -----	185
	Section 3. Logging Operation by Small Scaled Winch -----	207

Chapter 5 Working Safety -----	214
Section 1. General -----	214
Section 2. 4WD Logging Vehicle -----	215
1. Tower-Yarder -----	215
2. Crane Attached Log Grapple -----	219
Section 3. Small Scaled Remote Control Winch -----	220
 Chapter 6 Conclusion -----	 224
 - References -----	 226
 - Appendix 1. Specification of multi-purpose vehicle -----	 231
 - Appendix 2. Drawing of the major parts of the developed machines -----	 233
· Multi-purpose vehicle (Tower yarder, Crane)	
· Small Scaled Remote Control Winch (Prototype 1, 2, 3)	

# 목 차

제 1 장 서 론 -----	15
제 2 장 다목적 집재차 개발 -----	17
제 1 절 다목적 집재차 개발내용 -----	18
제 2 절 기본차량 설계 제작 -----	21
제 3 절 타워야더 설계 제작 -----	78
제 4 절 크레인과 도저블레이드 설계제작 -----	137
제 5 절 타워야더용 캐리지 설계 및 제작 -----	142
제 6 절 타워야더 부속기자재 -----	151
제 7 절 타워야더 작업측정기기 제작 -----	154
제 3 장 소형 리모콘 원치 -----	158
제 1 절 서 설 -----	158
제 2 절 기존 소형원치 제원 비교 -----	159
제 3 절 소형 리모콘 원치 설계 및 제작 -----	163
1. 썰매형 2드럼 원치개발 -----	163
2. 농용운반차 탑재용 2드럼 원치 개발 -----	168
3. 휴대용 소형 리모콘 원치개발 -----	177
제 4 절 리모트 콘트롤 시스템 개발 -----	181
제 4 장 작업방법 개발 -----	185
제 1 절 서 설 -----	185
제 2 절 다목적 집재작업차에 의한 집재작업 -----	185
제 3 절 소형 원치에 의한 집재작업 -----	207



제 5 장	작업안전	-----	214
제 1 절	일반사항	-----	214
제 2 절	다목적 집재작업차	-----	215
1.	타워야더	-----	215
2.	원목집게부착 크레인	-----	219
제 3 절	소형 리모콘 원치	-----	220
제 6 장	결론 및 고찰	-----	224
-	참고문헌	-----	226
-	부록 1 : 장비제원	-----	231
-	부록 2 : 설계도면	-----	233
·	다목적 집재작업차		
·	소형 리모콘 원치 (1, 2, 3호 시작품)		

# 제 1 장 서 론

본 연구의 목적은 전량 수입에 의존하여 사용하고 있는 원목 집재장비의 국산화를 통하여 간벌재 생산의 효율성 증대와 임업생산성을 향상시키고자 실시되었다. 또한 임업기계의 국산화 개발을 위한 기술력을 확보하여 급후 필요한 임업기계의 개발에 활용코자 한다.

우리나라의 임업은 농업으로부터 노동력을 공급받고 있으나 최근의 농업 분야에 있어서의 사회경제적인 여건의 변화로 농가인구는 '90년 6,661천명(전 국민의 15.5%)에서 '97년 4,468천명(9.7%)으로 감소하였으며, 2001년경에는 8.4% 수준인 3,955천명으로 감소될 전망이므로 임업분야의 노동력을 확보하기 위하여는 산림작업의 기계화를 통하여 노동생산성의 향상과 소요인력을 최소화하여야 한다.

이와 같은 여건하에 우리나라 지형에 적합한 저가의 임업장비를 개발한다는 취지 아래 본 연구가 수행되었으며, 특히 산림 무육을 위한 간벌작업에서 생산되는 소경재가 수집비용에 비하여 판매가가 낮아 임지에 그대로 방치되어 활용되지 못하고 있는 어려움을 타개하기 위하여 국산 임업기계를 개발하는데 주안점을 두었다.

임업에 활용되는 임업기계는 묘포장비, 조림 및 무육장비, 임도시설장비, 집재장비 등 다양한 종류가 있으며 각각의 특징을 들면 다음과 같다.

묘포용 장비는 트랙터 또는 경운기를 기본장비로 조상기, 파종기, 제초기 등의 부속장비를 부착하여 평지 주행을 하는 장비종류로써 농업용 장비를 활용할 수 있으나 조림 및 무육장비는 기계화가 매우 어려운 작업종이다.

이는 조림 및 무육작업 대상임목이 단목으로 산재되어 있기 때문에 주행형 장비가 임내를 주행하며 작업을 실시하여야 하나 국내외적으로 중경사 이상의 지형을 자유로이 주행가능한 장비는 아직 실용화되어 있지 못한 실정이다. 따라서 현재는 무육작업의 기계화는 체인톱 또는 예블기, 가지치기용 동력톱 등 작업원이 휴대하여 작업할 수 있는 장비가 활용되는 수준에 한정되어 있다. 임도시설장비는 기존 토목공사용 장비인 굴삭기, 그레이더, 브레이

커 등을 이용하여 작업이 가능하므로 기계화에는 별다른 문제점이 없다.

그러나 집재장비류는 원목이라는 중량물의 이동을 위한 장비로 원목 이동 방법은 다시 공중가선집재(yarding), 지면끌기 집재(skidding) 및 차량적재 후 집재(forwarding) 등으로 구별할 수 있다. 이러한 집재장비는 장비가 작업할 수 있는 작업조건인 도로망, 임지경사, 지표장애물, 임황 등을 고려하여 적합한 작업방법을 선정하여야 한다.

집재작업은 산림작업 가운데 단위생산당 노동력 투입이 가장 많을 뿐만 아니라 무거운 중량물인 원목을 취급하는 작업이기 때문에 인력에 의한 작업은 제한되어 있고, 기계화에 의한 방법이 아니면 거의 불가능한 실정이다. 따라서 본 연구도 우리나라에서 적용가능한 집재장비를 개발하기 위하여 우리나라와 같이 임도밀도가 낮고 급경사 지역이 많은 지형에 적합하도록 타워야더를 탑재한 다목적 집재차와 소형 리모콘원치를 개발하는데 목표를 두었다.

국내에 도입된 타워야더류는 '99년 현재 4대에 불과하고 이들 장비류는 모두 트랙터 견인형이라 소규모 간벌지가 산재되어 있는 우리나라의 현실에서는 작업장소의 이동에 따른 기동성이 떨어지므로 이에 대한 보완책으로 일반도로 주행이 가능한 트럭탑재형 타워야더 개발을 목표로 삼았다.

또한 집재작업시 집재된 원목을 임도변에 쌓고 작업장의 정리를 위한 원목집적용 크레인을 장착하고 차량의 앞부분에 도져블레이드를 장착하여 동절기 제설작업 및 간단한 토사의 평탄작업에 활용이 가능한 다목적 집재차량을 개발하였다.

이와 같은 주집재 장비에 대한 보조집재장비로 최소인력으로 작업이 가능한 리모콘에 의한 조작이 가능한 집재용 소형원치를 병행하여 개발하였다. 리모콘 원치는 3개년에 걸쳐 3가지 모델을 설계 제작하였는데, 1호 시작기는 썰매형 2드럼 리모콘 원치이고, 2호 시작기는 1호 시작기의 중량문제 등의 해결을 위하여 기본차량으로 농용운반차에 탑재가 가능하도록 제작하여 무선-전기-유압시스템을 이용한 2 드럼식 원치로 개발하였다.

최종년도에 제작한 원치는 산지에서 운반이 용이하도록 35kg 이하의 초경량 휴대용 1드럼식 리모콘 원치를 개발 모델로 선정하였다.

## 제 2 장 다목적 집재차 개발

### 개발내용 요약

#### ○ 1차년도 개발 내용

- 4륜 구동 기본트럭 개발
  - 축간거리 : 4,250 mm
  - 최고출력 : 171 PS/3,000 rpm
  - 구동방식 : 4륜 구동

#### ○ 2차년도 개발 내용

- 유압장치 : PUMP (2연 GEAR PUMP 63+52 cc/rev)
- WINCH SYSTEM 개발
  - SKY LINE WINCH : 최대 견인력 3.3 ton, WIRE ROPE 직경  $\phi$  16 mm
  - HAUL-IN LINE WINCH : 최대 견인력 2.6 ton, WIRE ROPE 직경  $\phi$  8 mm
  - HAUL-BACK LINE WINCH : 최대 견인력 2.1 ton, WIRE ROPE 직경  $\phi$  8 mm
- POST : 높이 약 6,500 mm (지면높이 7,200 mm)
- CRANE
  - MODEL : KN470
  - 인양능력 : 4 톤-m (최대 2,100kg/1.9m, 최소 615kg/6.0m)
  - LOG GRAPPLE : Grip area 용량 0.16m'
- DOZER
  - 외관 크기 : 2,100×620 mm (폭×높이)
  - 틸팅각도 : 좌우 20도, 상하스트로크 205mm

## ○ 3차년도 개발 현황

### - 기계식 CARRIAGE

- 형식 : 양방향식
- 구조 : UPPER PART와 LOWER PART로 구성되어 있음.
- 무게 : 약 120 kg
- 외관 크기 : 740×1170×290 mm (가로×높이×폭)

### - LOAD CELL 및 ENCODER

- 구조 : POST 중간부에 LOAD CELL과 Rotary Encoder를 설치하여 짐재 하중 및 이송속도, 거리를 검출하여 짐재원치의 안전도 및 성능을 확인 할 수 있는 DISPLAY 장치로 구성.
- LOAD CELL : 용량 5 ton (검출단위 : 10 kg)
- ENCODER : 거리 검출단위 m, 속도 검출단위 m/min

## 제 1 절 다목적 짐재차의 개발 내용

현재 우리나라의 임업에서는 과거 30년 전부터 실시한 경제림 조성결과 이룩한 유령림의 육림과정에서 대량으로 발생하는 소경재 생산의 촉진과 이를 이용하는 기술 및 시장개발이 당면한 주요과제라고 할 수 있다. 현재 소경재 생산과 이용이 정체되고 있는 이유 가운데 가장 큰 요인이 높은 생산비용과 낮은 노동생산성이다. 노동생산성이 낮은 이유는 근본적으로 인력위주의 생산작업 시스템으로 극히 단순한 임업기계가 활용되고 있고 작업기술 확립되어 있지 않기 때문이다. 따라서 원목생산비를 절감하여 생산된 소경목의 활용도를 증진시키기 위하여 이러한 소경목 간벌작업시 이루어지는 짐재작업에 적합한 국산 임업기계의 개발과 이를 보급 활용하여 생산비용을 절감하여야 한다.

우리나라에 있어서 임업기계화는 트랙터 등의 농업용 기계를 임업용으로 활용하거나, 전문적인 임업기계의 도입이나 개발 등을 통하여 이루어질 수

있다. 현재 국내에서는 일부 간단한 원치시스템 외의 전문적인 임업기계는 전량 외국 장비를 도입하고 있는 실정이다. 이러한 외국산 장비는 고가 장비로서 일부분은 국내의 실정에 적합하지 않은 부분도 있어 개량의 여지가 있으며 보수 유지의 측면에서도 많은 문제점을 지니고 있다.

이러한 장비를 국산화하기 위하여는 국내 임업기계 전문 생산업체의 육성을 위하여 국산화 대상기종의 선정 및 개발비의 투입, 개발한 국산 임업기계의 시장과 수요 창출 등을 통하여 임업기계의 국산화가 이루어질 수 있다.

임대를 수행하는 기계에 의한 집재작업은 경사지인 산림내를 주행할 수 있는 장비가 개발되어야 하나 국내외적으로 아직 40% 이상의 경사지를 자유로이 주행할 수 있는 장비가 아직 개발되어 있지 않은 실정이다.

급경사지가 대부분인 우리나라의 산림에 적용될 수 있는 장비는 이미 개설된 임도 또는 작업로로 이루어진 기존 노망을 활용한 단거리(Short span)용 타워야더를 이용하는 가선집재 작업시스템이 적합하다는 것이 기존의 연구결과 밝혀져 있다.

따라서 본 연구사업의 개발대상 장비인 다목적 집재차는 간이 타워야더를 장착하여 임도 또는 작업로변에서 상·하향집재가 가능하고, 소규모 간별작업지가 대부분인 우리나라 실정에 적합하도록 설치 및 철거가 용이하고 작업시간 장거리 이동이 신속한 트럭 탑재형으로 개발하였다.

또한 집재작업시 작업장인 임도 및 토장(landing)에 쌓인 원목을 정리하고 작업공간을 확보하기 위하여 현재 사용하는 방법은 별도의 굴삭기를 이용하여 집재된 원목을 정리하고 집적작업을 실시하여 불필요한 인력 및 기계비용이 지출되는 방법을 이용하고 있다. 본 다목적 집재작업차에는 차량의 후부에 로그그래플(log grapple)이 장착된 크레인이 부착되어 있어 타워야더 집재작업에 의해 쌓인 원목을 그대로 정리작업을 할 수 있을 뿐만 아니라 집적작업 및 운반용트럭에 상차작업이 가능하도록 하였다.

한편, 차량의 전면에는 좌우 틸팅(tilting)이 가능한 유압식 도저블레이드를

장착하여 동절기 임도의 제설작업에 이용할 수 있고, 짐재작업을 위해 차량을 정지시키기 위한 노면정지작업에 활용할 수 있도록 하였다.

그 외에 타워야더의 기능적인 측면에서 고려할 경우 작업속도와 작업의 편이성으로서 설치·철거의 간편성, 조작의 용이성 및 견인력과 견인속도를 들 수 있다. 본 짐재용 타워야더의 윈치드럼은 스카이라인, 견인줄 및 회송줄 드럼 등 3개의 드럼이 부착되어 설치시에는 회송용줄을 풀어 스카이라인과 연결하여 두 개의 라인이 동시에 작동하여 설치가 용이하도록 되어 있으며, 작업시에는 다시 견인줄 및 회송줄이 작동되도록 유압밸브의 변환에 의해 작동이 되도록 설계되었다. 한편, 타워를 세우고 내리는 작동도 유압 실린더를 이용하여 신속하게 이루어질 수 있어 설치가 간편한 특징이 있다.

타워야더의 조작은 차량의 전후 시야가 확보된 임의의 장소에서 유선 리모콘으로 조작이 가능하므로 작업원의 안전을 최대한 도모하고 특히 소음으로 인한 작업환경을 개선시켰다.

견인력 및 견인속도는 용적 가변형 모우터를 이용하여 작업상황에 따라 저속 및 고속작업이 가능하도록 고려하였으며 고속모드인 경우 견인용 드럼은 최소직경(Bare drum)에서 1.6톤 정도이고, 완전히 감긴 상태(Full drum)에서도 1.1톤 정도이고 회송용 드럼도 0.7~1.0 톤으로 견인력을 요하는 경우 저속모드로 약 2 배의 견인력을 낼 수 있도록 설계하였다.

견인속도 측면에서는 2개의 드럼이 각각의 유압펌프-모우터에 의해 구동되므로 최소 풀림속도에 의해 지배를 받으며 견인줄의 견인속도는 75~105m/분, 회송줄은 100~130m/분 로서 속도제어는 저고속 2단변속 외에 비례제어 밸브를 사용하여 무단으로 0~설정 최고속도 범위에서 미세조작이 가능한 조이스틱 방식의 콘트롤 레버를 이용하여 조작할 수가 있다.

## 제 2 절 기본차량 설계 및 제작

### 1. 개발목표 확정

기존 생산되는 5~6톤 급의 차량을 기본으로 원치전인력 1.5톤 정도의 유압식 원치와 너클붐식 크레인, 등판능력 20도의 4륜구동 트럭의 전면 유압식 도저블레이드를 탈부착 할 수 있고 작업중에 따라 다양한 작업기의 부착이 가능한 다목적 집재작업 차량의 개발을 목표로 하였다.

특히 산악지에서의 주행성능을 향상시키는데 주안점을 두어 주변속기외에 트랜스퍼케이스를 부착하고 앞차축을 구동차축으로 변경 개조하였으며, 동력인출을 위한 별도의 PTO박스를 변속기에 설치하고, 집재작업시 가선에 걸리는 부하(負荷)로 인한 차체의 변형우려 등 안전을 고려하여 프레임을 보강하여 산지작업에 적합하도록 기본차량의 개조 및 변경내용을 설계하였다.

표 2-1. 4륜구동 기본차량 선정에 필요한 조건

교체(추가)부품명	특 정
트랜스퍼케이스	- 형 식 : 정지물림식 - 조작방식 : 플로워 체인지식 - 변 속 비 : 고 1.000, 저 1.941
리어액슬 (뒤차축)	- 형 식 : 전부동축관식 - 치차형식 : 하이포이드기어 - 종감속비 : 6.722 - 중 량 : 375kg - 브레이크 형식 : A.O.H
프론트액슬 (앞차축)	- 치차형식 : 하이포이드기어 - 종감속비 : 6.722 - 회 전 각 : 28도 - 중 량 : 375kg - 브레이크 형식 : A.O.H
프로펠러 샤프트	- 사용토크 : 413kg · m - 사용회전수 : 4,000rpm - 시동 각도 : 33도 - 차재 이음 : 십자식
동력인출장치	- 인출 방식 : 트랜스미션 좌측 - 사용토크 : 25kg · m - 기 어 비 : 0.78



## 2. 국산트럭 규격 비교

앞에서 검토된 내용을 기본으로 하여 국내에서 생산되는 5~6톤급의 트럭을 기본차량으로 이용하기 위하여 몇 가지 차량을 비교한 결과, K자동차에서 생산되는 5톤급 R트럭이 개발하고자 하는 목표에 부합되는 장비로 선정되었으며, 각 차량별 특성 및 제원은 다음과 같다.

표 2-2. 국내 생산 트럭의 규격 비교

회 사 명		H자동차		K자동차		
모 델 명		4.5톤 단축	5톤 장축	4.5톤 R	5톤 R	
전 장	mm	7,035	7,735	6,010	←	
전 폭	mm	2,240	2,240	2,200	←	
전 고	mm	2,620	2,620	2,510	←	
적재함 내측 치수	길이	mm	4,600	5,300	3,400	←
	폭	mm	2,120	←	2,060	←
	높이	mm	400	←	425	480
축간 거리	1축	mm	3,785	4,250	3,280	←
	2축	mm	-	-	-	-
	3축	mm	-	-	-	-
윤간 거리	전륜	mm	1,754	1,754	2,230	←
	후륜	mm	1,660	←	2,490	←
차량중량	kg	4,275	4,485	4,500	4,500	
최대적재량	kg	4,500	5,000	4,500	5,000	
차량총중량	kg	8,970	9,650	9,195	9,695	
승차인원		1+2	←	3	←	
최고속도	km/h	106	106/121	111	←	
등판능력	tan θ	0.417	0.407	0.387	0.364	
최소회전반경	m	6.5	7.4	5.8	←	
엔진모델명		D6BJ	D6BJ/B6BR	K6	←	
최대출력	ps/rpm	170	170/181	171/3,000	←	
최대토크	kg · m/pm	44.5	44.5/49	44.5/1,800	←	
배기량	cc	7,545	7,545	6,728	←	
연료탱크용량	ℓ	200	←	100	←	
브레이크형식		FULL AIR	←	유압진공제어	←	
타이어	전륜		8.25×16-18PR	←	8.25×16-18PR	←
	후륜		8.25×16-18PR(D)	←	8.25×16-18PR(D)	←

표 2-2 (계속)


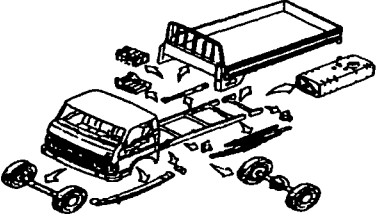
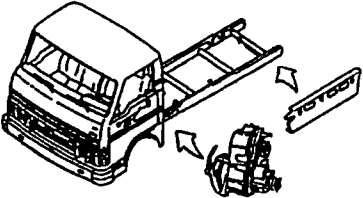
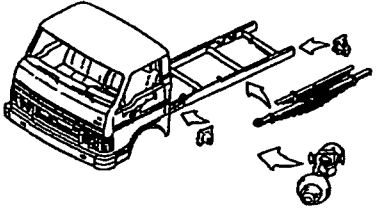
항 목 / 차 종			라 이 노 (K자동차)						
			4톤		4.5톤		5톤		
			15척	17.5척	15척	20척	15척	20척	
일 반	전 장	mm	7,000	7,700	7,000	8,600	7,000	8,600	
	전 폭	mm	2,230						
	전 고	mm	2,490						
	축 거	mm	3,750	4,250	3,750	4,850	3,750	4,850	
	윤 거	전	mm	1,770					
		후	mm	1,660					
	적재합	길이	mm	4,600	5,300	4,600	6,200	4,600	6,200
		폭	mm	2,120					2,120
		높이	mm	400					400
		최저지상고	mm	250					
	상면지상고	mm	1,160						
	차량중량	kg	3,840	4,060	3,840	4,190	3,840	4,190	
엔 진	명 칭		K6						
	배기량	cc	6,728						
	최대출력	PS	171/3,000						
	최대토크	kg·m/rpm	44.5/1,800						
성 능	등판능력	tan θ	0.472		0.412	0.403	0.396	0.379	
	최소회전반경	m	6.6	7.4	6.6	8.4	6.6	8.4	
기 타	연료탱크	ℓ	100	200	100	200	100	200	
	타이어	전 륜	7.50×16-16PR		8.25×16-16PR				
		후 륜	7.50×16-16PR(D)		8.25×16-16PR(D)				

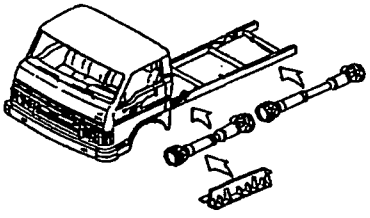
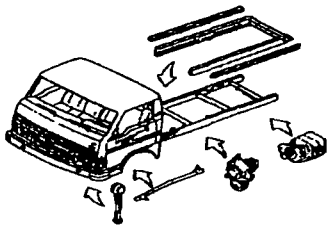
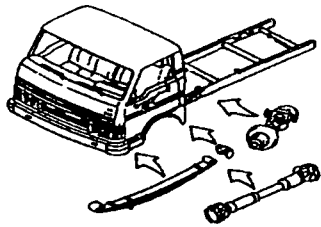
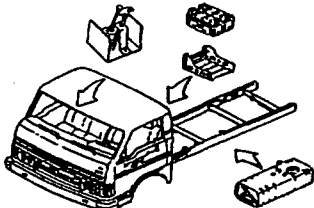
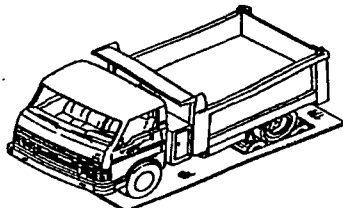
### 3. 기본차량의 개조

기본설계 및 세부설계를 위하여 기본차량 선정 후, 각 부분의 부품검사를 실시하여 이용 가능한 부품을 제외하고 산지주행 및 집재작업에 부적합한 부품은 새로이 설계·제작, 보완하여 각 부품별 강도계산 및 안전율을 산출 하였으며, 4륜구동 차량 개발을 위하여 차량의 구조변경, 부품검사, 차량개조

등을 실시하여 최종적으로 본 장비에 대한 차량검사를 실시하여 동력전달장치와 조종장치 등에 대한 검사를 실시하는 순서로 기본차량의 개조를 실시하였다.

표 2-3. 기본차량 개조 순서

 <p>①</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 선정된 기본차량 입고</li> <li>- 기본새시의 성능 및 강도 검사</li> <li>- 전후차축 및 보조 프레임 등의 기능 검사</li> <li>- 개조부분 체크</li> </ul>
 <p>②</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 적재함, 연료탱크, 배터리 등 제거</li> <li>- 프로펠러샤프트, 스프링 및 스프링 브라켓 제거</li> <li>- 후부 프레임을 절단</li> </ul>
 <p>③</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 차량 뒷부분 보조프레임 장착</li> <li>- 4륜구동용 트랜스퍼 케이스 장착</li> </ul>
 <p>④</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 후부 서스펜션 장착(브라켓, 스프링)</li> <li>- 후차축 장착</li> </ul>

 <p>⑤</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 프로펠러 샤프트 장착(중간, 후부)</li> <li>- 앞 부분 보조 프레임 장착</li> </ul>
 <p>⑥</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 집재차량의 조향장치 개조장착 (Pitman arm, Link ass'y)</li> <li>- 동력인출장치 장착(펌프, PTO)</li> <li>- 보조 프레임 장착</li> </ul>
 <p>⑦</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 차량 앞 부분 서스펜션 장착 (브라켓, 스프링)</li> <li>- 전차축 장착</li> <li>- 프로펠러 샤프트(앞 부분) 장착</li> </ul>
 <p>⑧</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 브레이크 시스템 개조</li> <li>- 조절장치 교환 장착</li> <li>- 연료탱크 및 배터리 장착</li> </ul>
 <p>⑨</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 차량성능 검사 : 주행, 제동, 최대안전경사 각, 배기가스, 중량, 외관 검사 등</li> <li>- 도색작업</li> </ul>



## 5. 짐재차량 구조변경 설계

### 가. 중량분포도

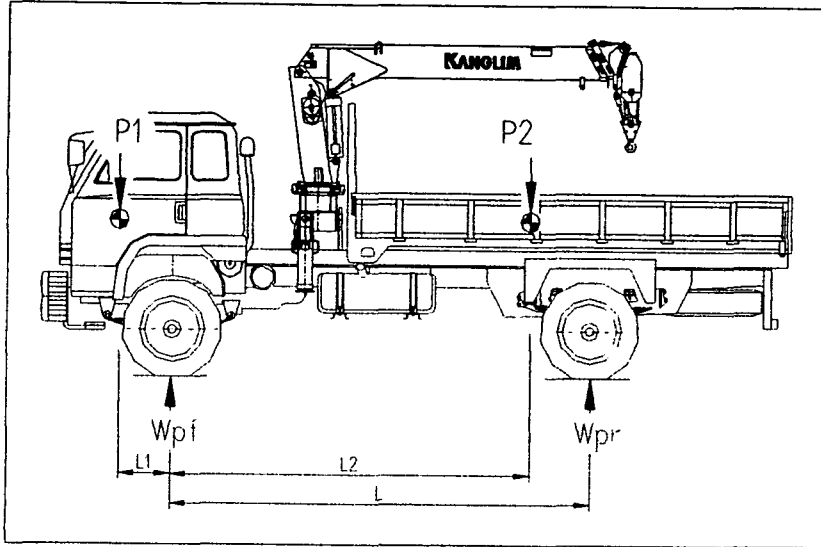


그림 2-2. 다목적 짐재차 기본도

(1) 적차시 전축중

(가) 분포하중 :

$$\begin{aligned} W_{pf} &= W_{fo} + \frac{P1 \times (L - L1) + P2 \times (L - L2)}{L} \\ &= 3640 + \frac{195 \times (4250 - 160) + 3800 \times (4250 - 4065)}{4250} \\ &\approx 4010\text{kg} \end{aligned}$$

(나) 분포율 :  $\frac{W_{pf}}{GVW} \times 100 = \frac{4010}{11015} \times 100 = 36.4(\%)$

(2) 후축중

(가) 분포하중 :  $W_{pr} = GVW - W_{pf} = 11,015 - 4,010 = 7,005(\text{kg})$

(나) 분포율 :  $\frac{W_{pr}}{GVW} \times 100 = \frac{7,005}{11,015} \times 100 = 63.6(\%)$

- P1 (전승차 중량) = 195 kg

- L1 (전륜과 앞좌석간 거리) = 160 mm

- P2 (적재량) = 3,800 kg

- L2 (전륜과 적재중심간 거리) = 4,065 mm

- GVW (차량총중량) = 11,015 kg

- Wfo (공차시 전축중) = 3,640 kg

- Wpf (적차시 전축중) = 4,010 kg

- Wpr (적차시 후축중) = 7,005 kg

나. 운전자석 부근 배치도

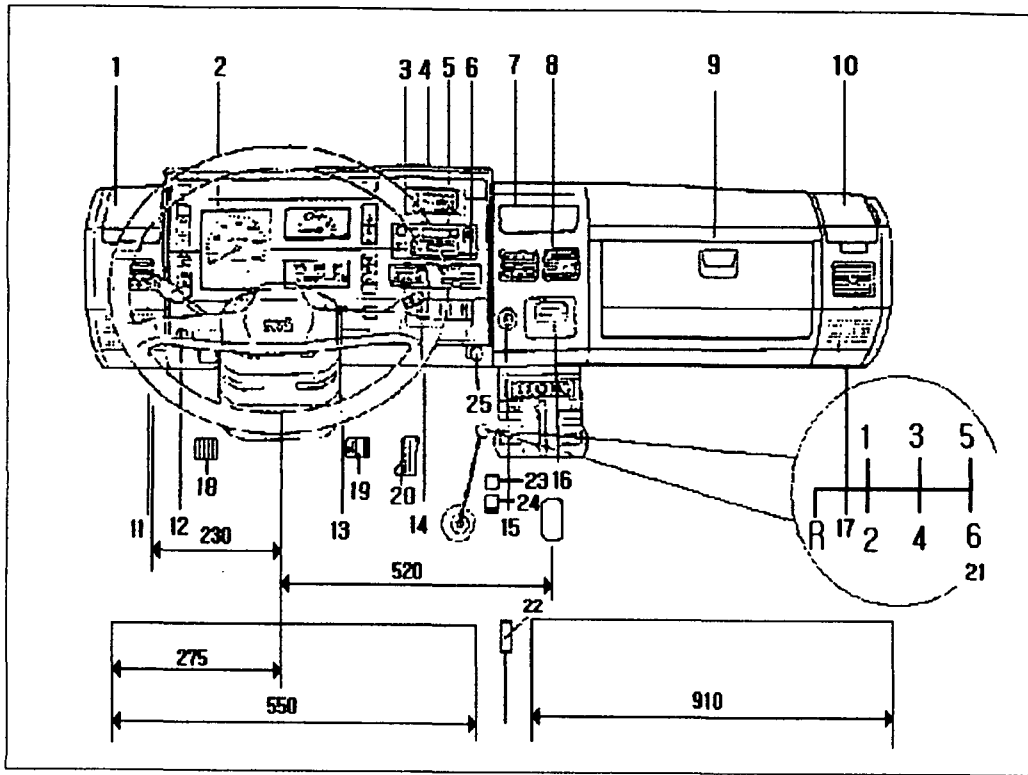
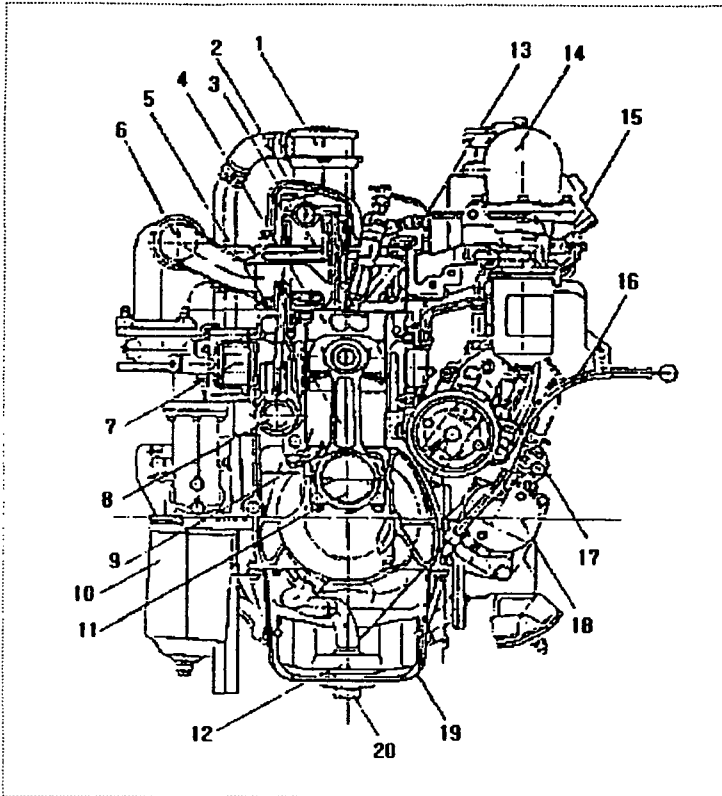


그림 2-3. 운전자석 부근 배치도

- |                |                  |                |
|----------------|------------------|----------------|
| (1) 리저브 탱크     | (2) 미터           | (3) 배기브레이크 스위치 |
| (4) 시계         | (5) 라디오 또는 카스테레오 | (6) 히터콘트롤 유니트  |
| (7) 동전박스       | (8) 벤틸레이터 그릴     | (9) 클로브 박스     |
| (10) 휴즈박스      | (11) 콤비네이션 스위치   | (12) 아이들링 노브   |
| (13) 체크 스위치    | (14) 안개등 스위치     | (15) 시가라이터     |
| (16) 재탈이       | (17) 스피커         | (18) 클러치 페달    |
| (19) 브레이크 페달   | (20) 악셀레이터 페달    | (21) 변속레버      |
| (22) 주차브레이크레버  | (23) 사륜구동선택레버    | (24) 저·고속 선택레버 |
| (25) P.T.O 스위치 |                  |                |

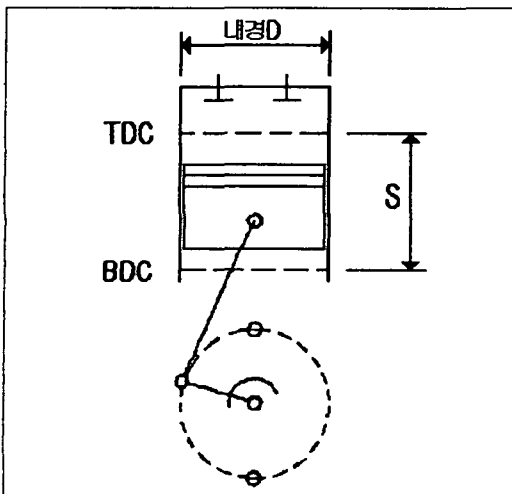
다. 엔진구성도



- (1) 벤틸레이터
- (2) 록키 암 샤프트
- (3) 노즐
- (4) 피스톤
- (5) 콘넥팅 로드
- (6) Exhaust 매니홀드
- (7) 오일 쿨러
- (8) 캠 샤프트
- (9) 피스톤 쿨링 젯트
- (10) 오일 필터
- (11) 크랭크 샤프트
- (12) 오일 스트레이너
- (13) 글로우 플러그
- (14) 인테이크 매니홀드
- (15) 휴엘 필터
- (16) 오일 레벨 게이지
- (17) 인젝션 펌프
- (18) 스타터
- (19) 오일 팬
- (20) 오일드레인 플러그

그림 2-4. 엔진 구성도

엔진배기량 계산식

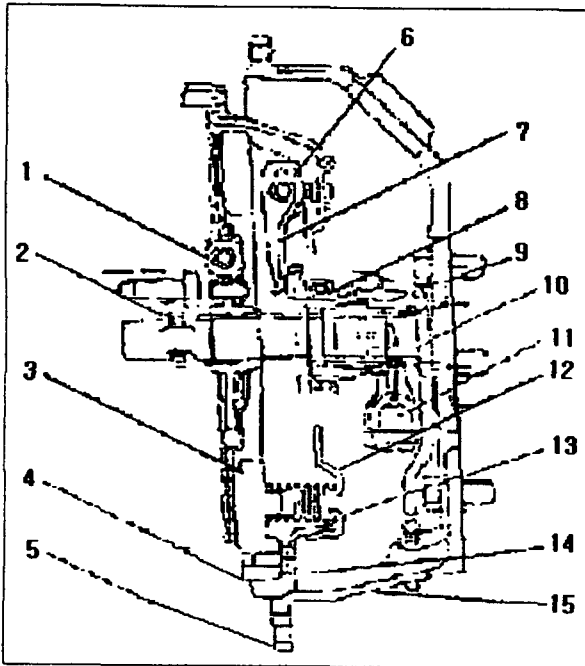


$$\begin{aligned}
 V &= \frac{\pi D^2}{4} \times S \times N \\
 &= \frac{\pi \times 112}{4} \times 11.8 \times 6 \\
 &= 6,728cc
 \end{aligned}$$

여기서, V : 총배기량 (cc)  
N : 실린더수



라. 클러치 구성도



- (1) 디스크 Ass'y
- (2) 파이롯트 베어링
- (3) 압력판
- (4) 플라이 휠
- (5) 플라이 휠 하우징
- (6) 릴리스 레버 핀
- (7) 릴리스 레버
- (8) 릴리스 레버플레이트
- (9) 릴리스 슬리브
- (10) 드로우아웃 베어링
- (11) 릴리스 샤프트
- (12) 클러치 카버 Ass'y
- (13) 압력판 스프링
- (14) 스트랩 플레이트
- (15) 클러치 하우징

그림 2-5. 클러치 구성도

- 제 원 -

항 목	제 원	항 목	제 원
형 식	건조단판 코일스프링	치 수 (외경×내경×두께)	325×210×4.0mm
조작방식	유압식	면 적	483 cm <sup>2</sup>

마. 트랜스미션 구성도

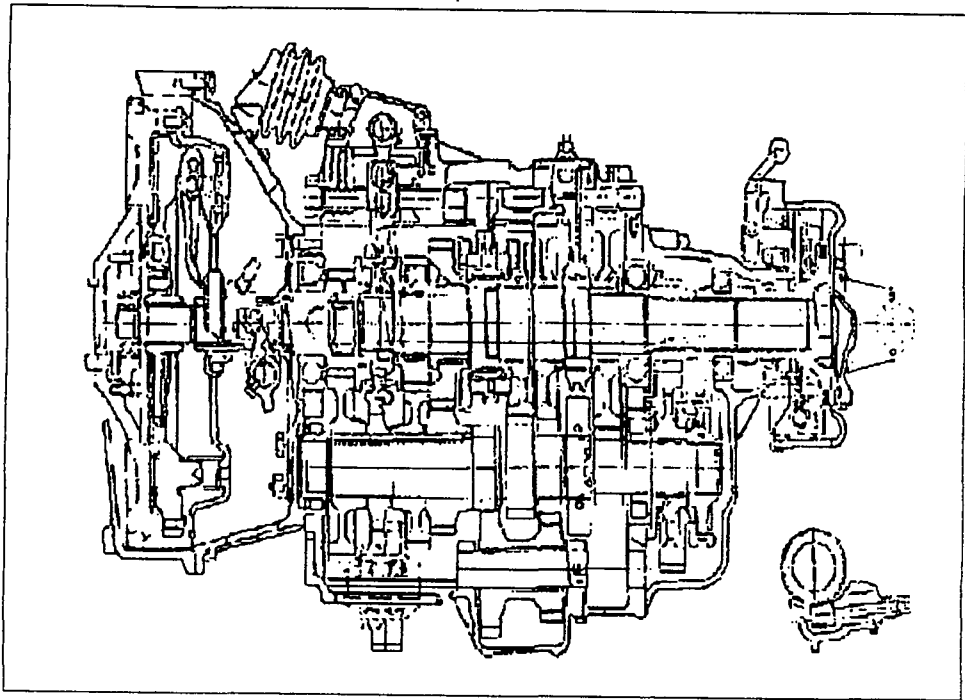


그림 2-6. 트랜스미션 구성도

- 제 원 -

구 분		제 원
형 식	전 진 식	동기치합식
	후 진 식	상시치합식
조 작 방 식		플로워 체인지식
변 속 비	1 단	8.190
	2 단	4.819
	3 단	2.948
	4 단	1.848
	5 단	1.343
	6 단	1.000
	후 진	7.619

바. 차축구성도

(1) 전차축 구성도

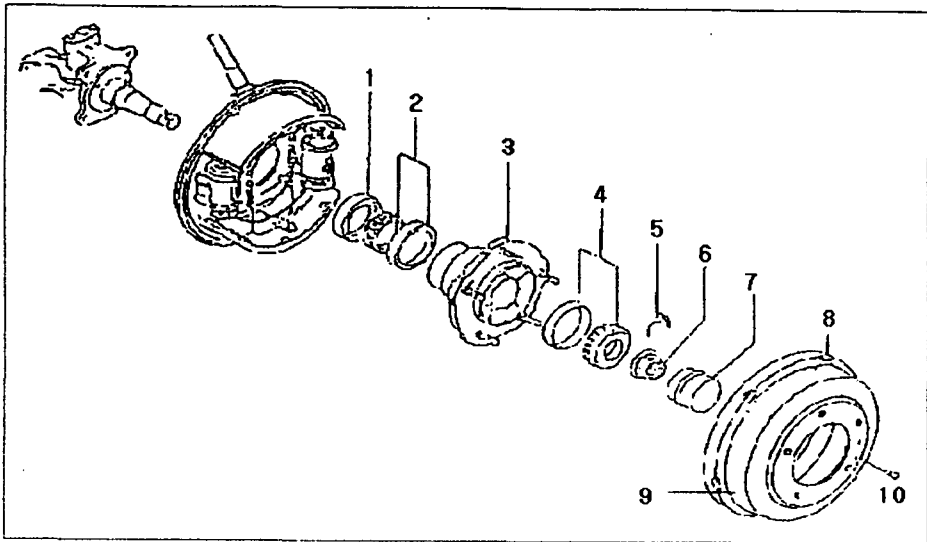


그림 2-7. 전차축 구성도

(2) 후차축 구성도

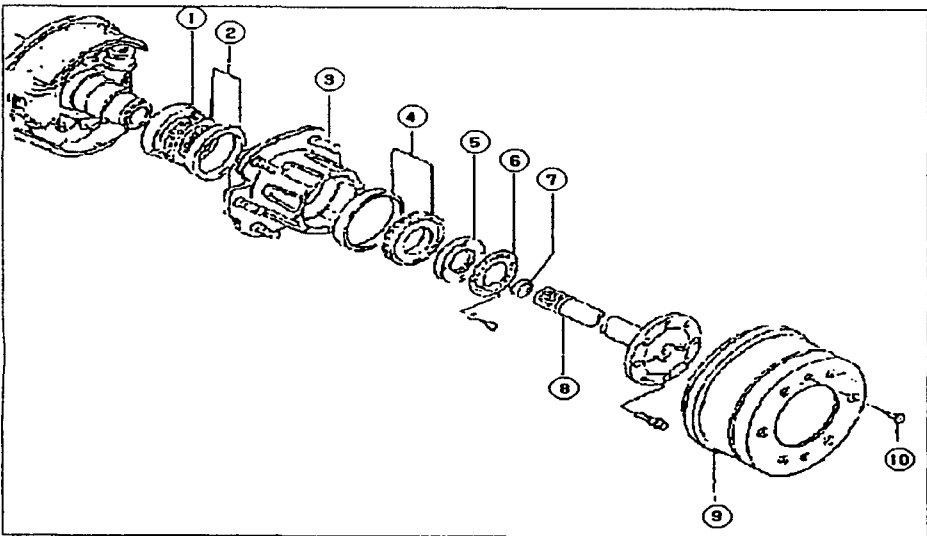


그림 2-8. 후차축 구성도

- |              |               |                |
|--------------|---------------|----------------|
| (1) 오일셀      | (2) 베어링 인너    | (3) 프론트 허브     |
| (4) 베어링, 아우터 | (5) 록크 너트     | (6) 록크 플레이트    |
| (7) 오일 셀     | (8) 리어 액슬 샤프트 | (9) 리어 브레이크 드럼 |
| (10) 스크류     |               |                |

사. 조향장치 구성도

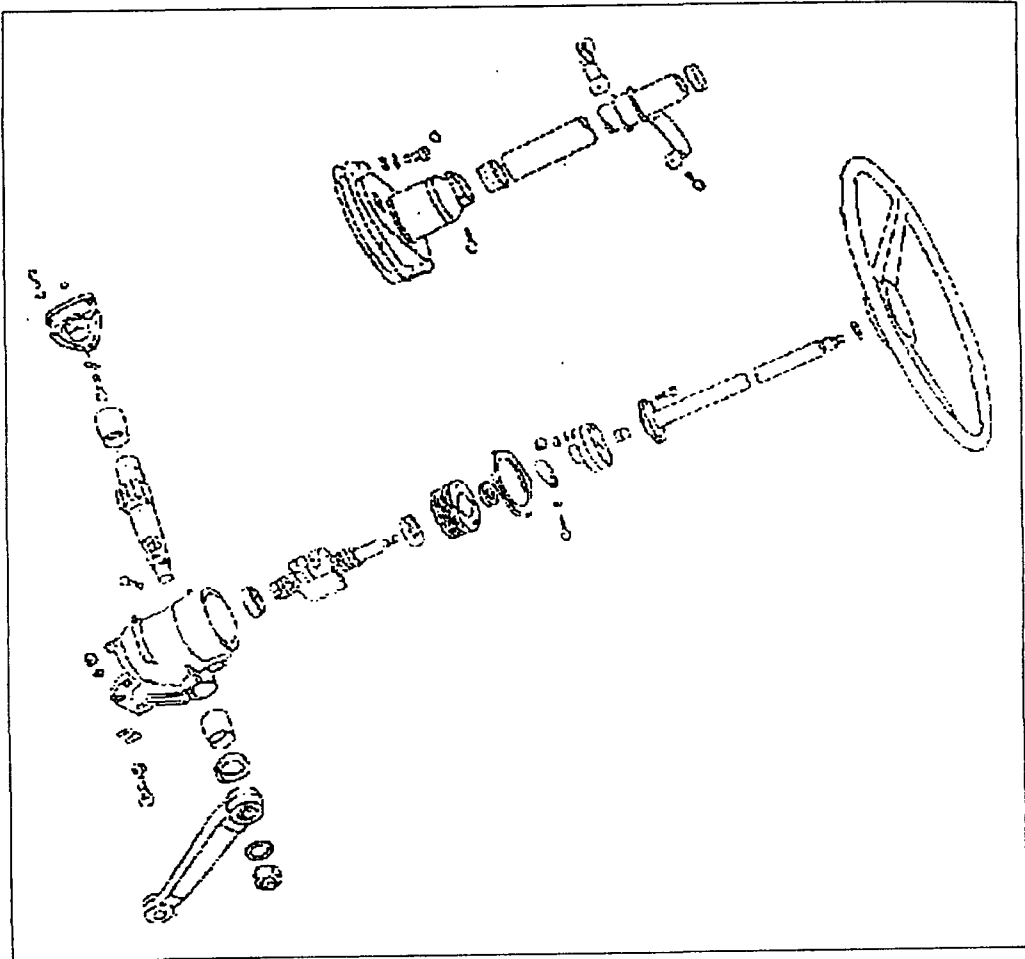


그림 2-9. 조향장치 구성도

- 제 원 -

항 목	제 원	항 목	제 원	
치 차 형 식	볼너트식	조향 각도	내 측	50°
치 차 비	18.9		외 측	35°
조향핸들 직경	500 mm	배력장치 형식	[인테그랄식]	

아. 추진축(프로펠러 샤프트) 구성도

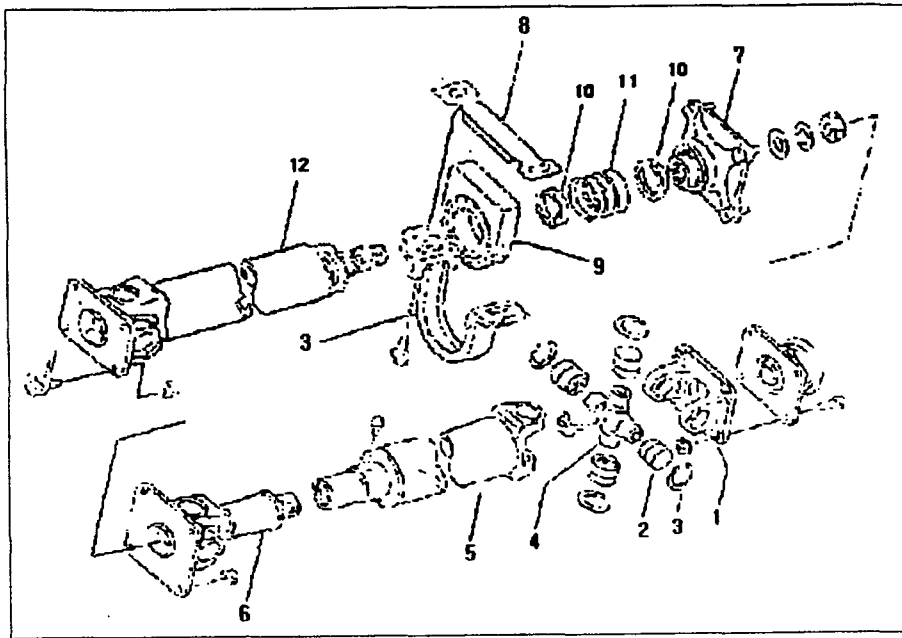


그림 2-10. 추진축 구성도

- |              |                  |                  |
|--------------|------------------|------------------|
| (1) 요크       | (2) 베어링          | (3) 스텝링          |
| (4) 스파이더     | (5) 프로펠러 샤프트, 리어 | (6) 슬라이딩 조인트     |
| (7) 컵패니언 플랜지 | (8) 센터베어링 서포트    | (9) 센터베어링 레버     |
| (10) 오일셀     | (11) 센터베어링       | (12) 프로펠러 샤프트프론트 |

- 제 원 -

항 목		제 원
길이×외경×내경	제 1	475 × 88.9 × 80.9 mm
	제 2	1,120 × 88.9 × 80.9 mm
자 재 이 음 형 식		십 자 식

자. 제동장치 구성도

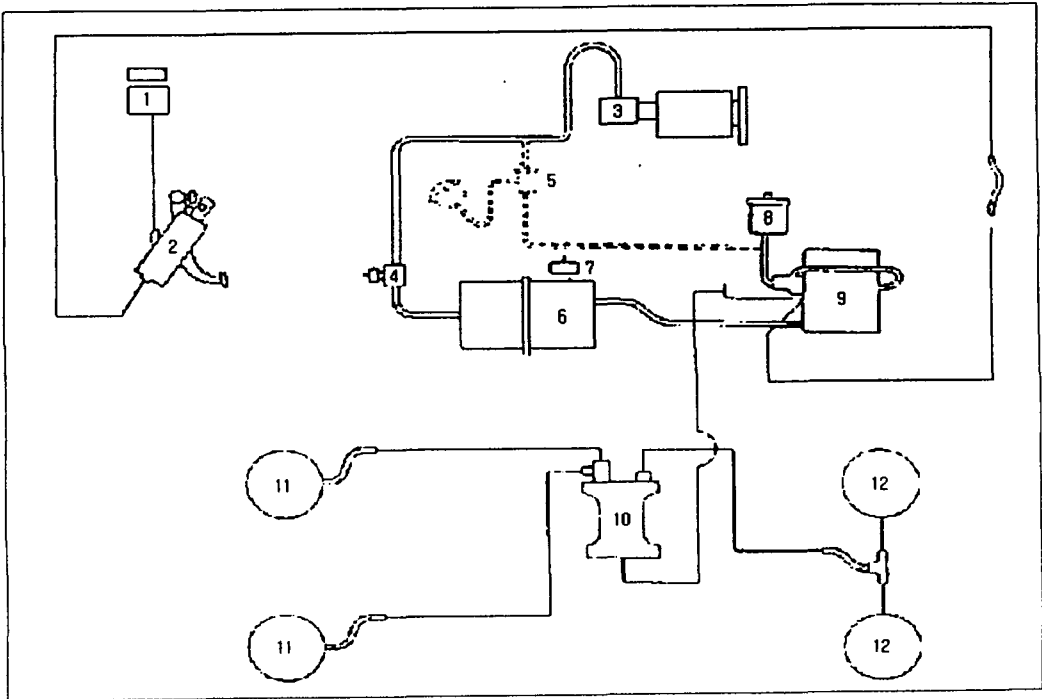


그림 2-11. 제동장치 구성도

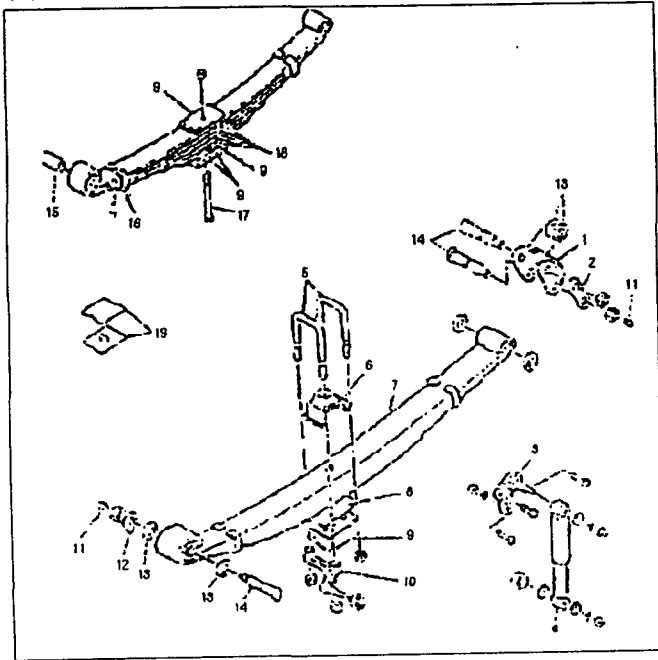
- |               |               |              |
|---------------|---------------|--------------|
| (1) 브레이크액 탱크  | (2) 메인 실린더    | (3) 컴프레서     |
| (4) 체크밸브      | (5) 마그네틱 밸브   | (6) 에어 탱크    |
| (7) 에어스위치     | (8) 에어 클리너    | (9) 하이드로 마스터 |
| (10) 세이프티 실린더 | (11) 프론트 브레이크 | (12) 리어 브레이크 |

- 제 원 -

구 분		제 원	구 분		제 원
후론트	형 식	공기배력식	마스터 실린더	형 식	/
	휠실린더 내경	35 mm		내 경	/
	패드 치수 (길이×폭×두께)	323.9×110×13.0 mm	제동배력 장치	형 식	/
	드럼 내경	320 mm		배 율	/
리 어	형 식	공기배력식	제동력 제어장치	형 식	제동내부 확장형
	휠실린더 내경	35 mm		결점유압	- kg/cm <sup>2</sup>
	라이닝치수 (길이×폭×두께)	323.9×125×13.0 mm	주차 브레이크	형 식	기계추진측 제동 내부 확장형
	드럼 내경	320 mm		조작방식	수 동

차. 현가장치 구성도

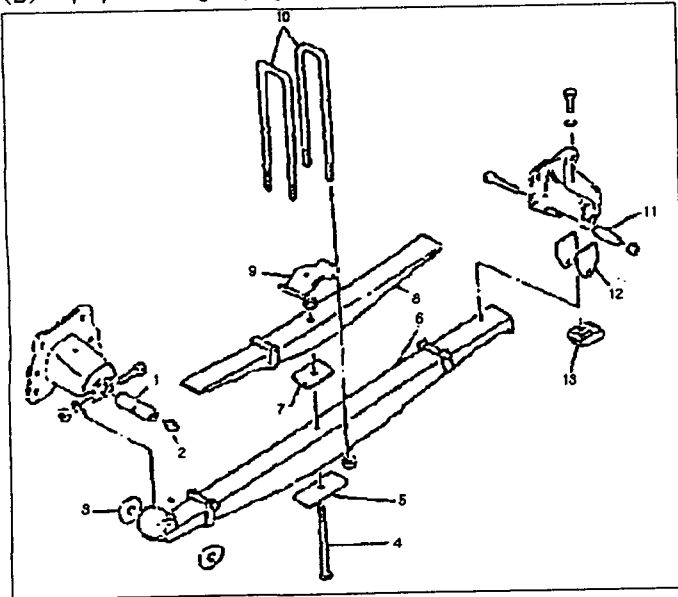
(1) 프론트 스프링 구성도



- (1) 샤클
- (2) 록크 와샤
- (3) 속크업소버 어퍼브래킷
- (4) 속크 업소버
- (5) U-볼트
- (6) 스프링 범퍼
- (7) 리프 스프링 앳세이
- (8) 캐스터 쉘
- (9) 스페이서
- (10)속크업소버로우어브래킷
- (11)니플
- (12)록크 와샤
- (13)플레인 와샤
- (14)스프링 편
- (15)부시
- (16)스프링 클립
- (17)볼트
- (18)인더 리프
- (19)사일 렌서

그림 2-12. 프론트 스프링 구성도

(2) 리어 스프링 구성도



- (1) 스프링 편
- (2) 니플
- (3) 드러스트 와샤
- (4) 센터 볼트
- (5) 스페이서
- (6) 메인리프 스프링 Assy
- (7) 스페이서
- (8) 보조리프 스프링 Assy
- (9) 스프링 패드
- (10) U-볼트
- (11) 스페이서
- (12) 웨어 플레이트
- (13) 슬라이드 시트

그림 2-13. 리어스프링 구성도

- 제 원 -

항 목	리어스프링	프론트 스프링
현가방식	일체차축식	일체차축식
스프링 형식	반타원형판스프링	반타원형판스프링 10매
주스프링 치수 (mm) (길이×폭×두께-매수)	1300×70×11-5 10-4	1300×70×10-8
보조스프링 치수 (mm) (길이×폭×두께-매수)	900×70×9-1 10-8	-

카. 등화장치 회로도

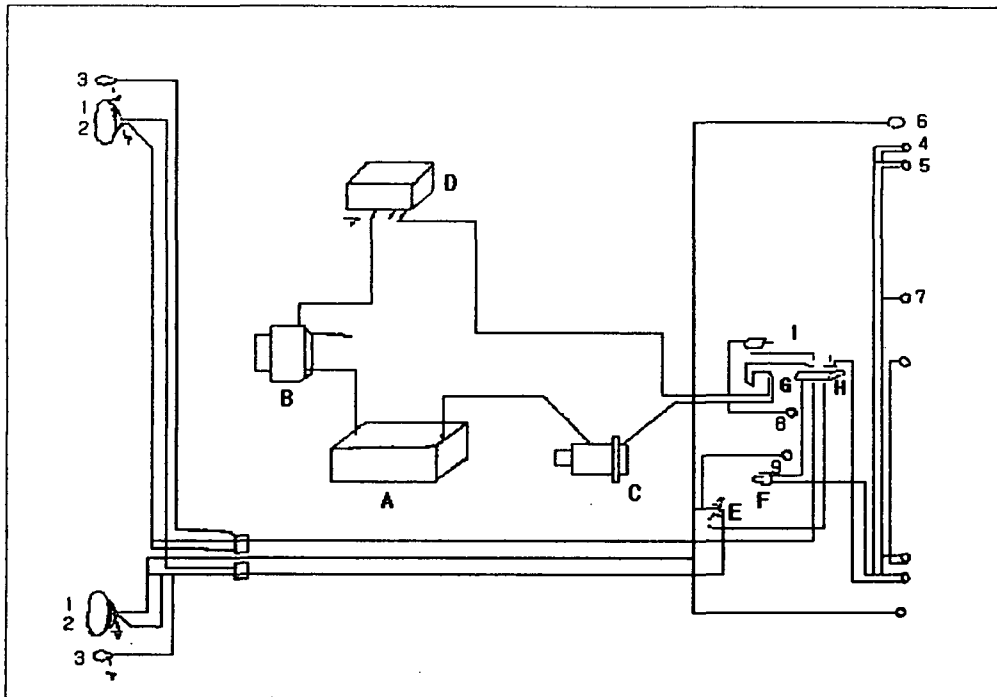


그림 2-14. 등화장치 회로도

- |             |             |                 |
|-------------|-------------|-----------------|
| (1) 전조등(HI) | (2) 전조등(LO) | (3) 방향지시등       |
| (4) 제동등     | (5) 미등      | (6) 방향지시등       |
| (7) 변호등     | (8) 기기판등    | (9) 빔지시등        |
| (A) 축전지     | (B) 알터네이터   | (C) 시동전동기       |
| (D) 조정기     | (E) 디머 스위치  | (F) 제동등 스위치     |
| (G) 암미터     | (H) 시동 스위치  | (I) 기기판 조명등 스위치 |



타. 차대(프레임리스의 경우는 언더바디 전체도)

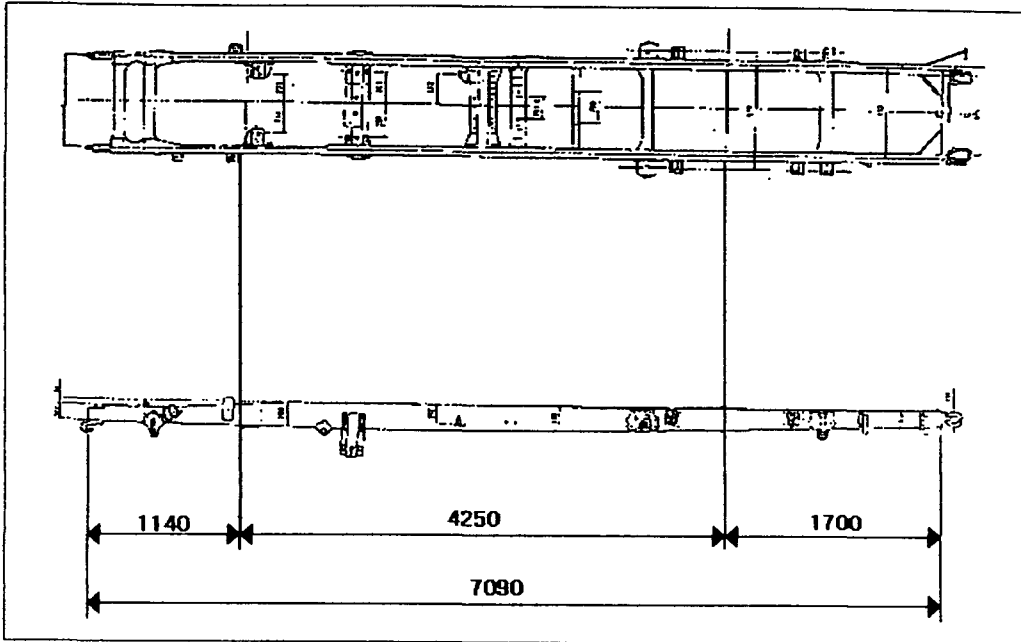


그림 2-15. 차대(프레임) 구조도

파. 엔진 성능곡선도

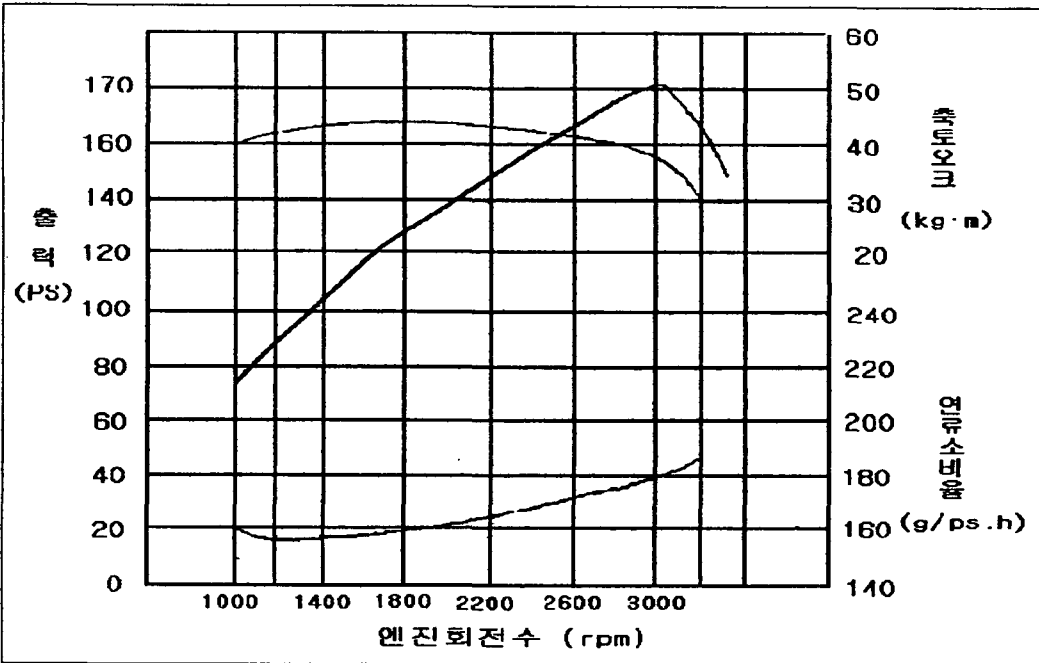


그림 2-16. 엔진 성능 곡선도

하. 주행성능 곡선도

기관	최고 출력	171ps/3,000 rpm		변속비	효율
	최대토크	44.5kg · m/1,800 rpm	1 속	8.190	0.93
차량 총중량	11,015 kg		2 속	4.819	0.93
굴림저항계수	0.015		3 속	2.948	0.93
공기저항계수	0.0035		4 속	1,848	0.93
전면투영면적	5.64 m <sup>2</sup>		5 속	1.343	0.93
타이어	규격	9.00-20-14 PR	6 속	1.000	0.93
	유효반경	0.49 m	후퇴	7.619	0.93
			T/C	저속	1.94
				고속	1.00
			총감속비	6.722	

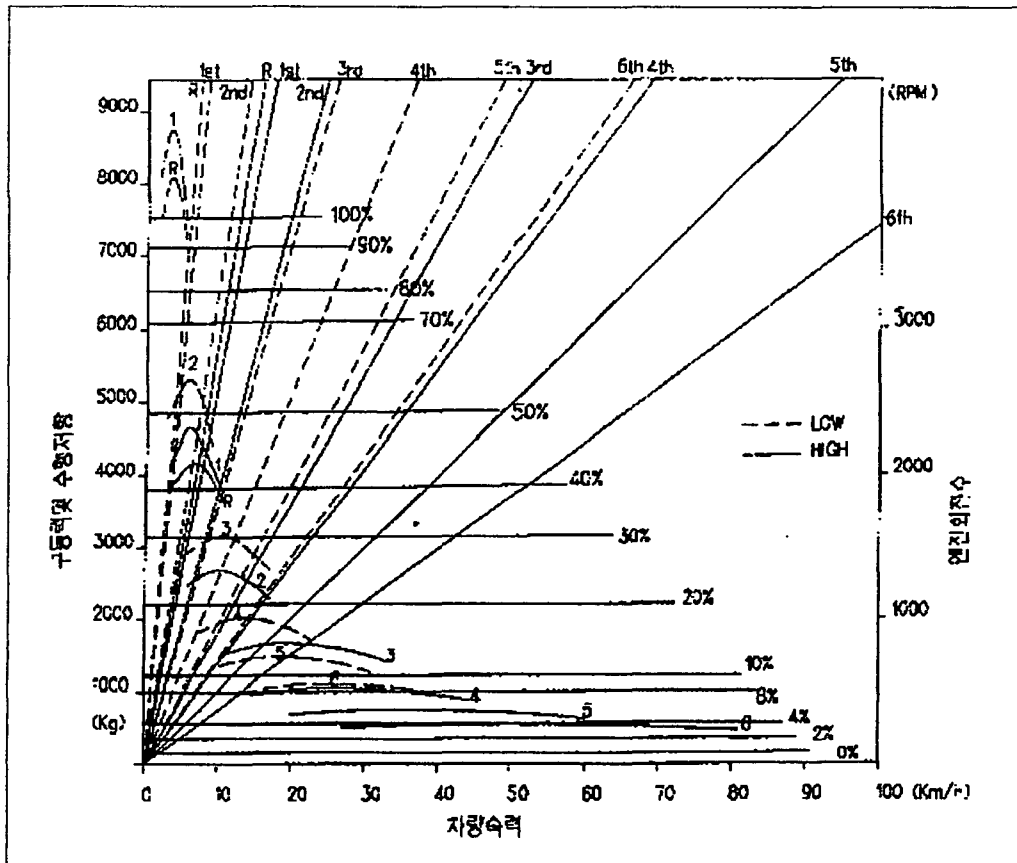


그림 2-17. 주행성능 곡선도

## 6. 차체 및 부품별 강도계산

### 가. 중량계산서

#### (1) 부품중량 및 위치표

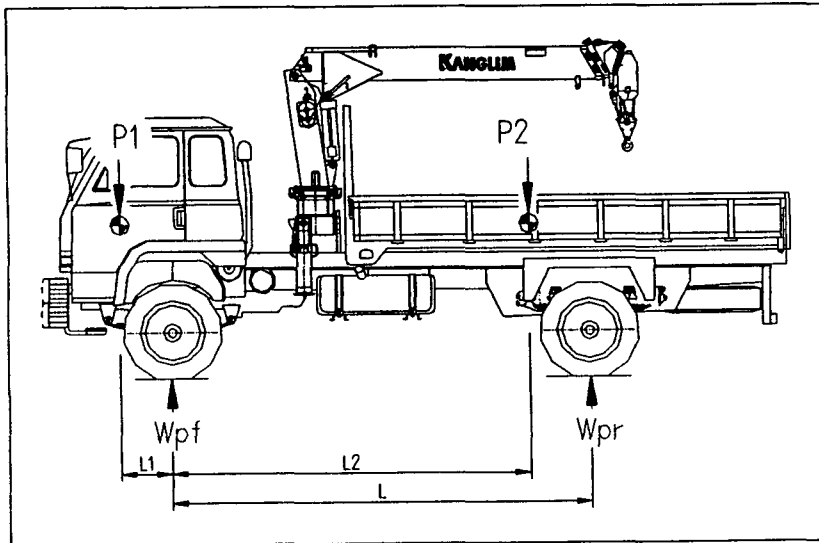


그림 2-18. 다목적 집계차 기본도

W <sub>o</sub>	:	차량중량	=	7,020	kg
W	:	차량총중량	=	11,015	kg
W <sub>F</sub>	:	적재시 전축중	=	4,010	kg
W <sub>R</sub>	:	적재시 후축중	=	7,005	kg
W <sub>f</sub>	:	공차시 전축중	=	3,640	kg
W <sub>r</sub>	:	공차시 후축중	=	3,380	kg
P	:	적재량	=	3,800	kg
P <sub>1</sub>	:	전송차원 중량	=	195	kg
L	:	축간거리	=	4,250	mm
H	:	중심고	=	1,307	mm
L <sub>2</sub>	:	전륜과 하대읍셋과의 거리	=	4,065	mm
L <sub>1</sub>	:	앞좌석 승원위치 (전륜과의 거리)	=	160	mm
X <sub>o</sub>	:	공차시 전륜중심과 무게중심과의 거리	=	2,050	mm
B <sub>o</sub>	:	공차시 후륜중심과 무게중심과의 거리	=	2,200	mm
X <sub>1</sub>	:	적차시 전륜중심과 무게중심과의 거리	=	2,705	mm
B <sub>1</sub>	:	적차시 후륜중심과 무게중심과의 거리	=	1,545	mm
G <sub>o</sub>	:	공차시 무게중심			
G <sub>1</sub>	:	적차시 무게중심			

(2) 중심위치 산정

(가) 공차시 중심위치 : 전축중심으로 모멘트평형식을 적용

$$\Sigma M_{REAR} = 0 ;$$

$$\Sigma W \times X_i = X_o \times \Sigma W \text{ 이므로}$$

$$X_o = \frac{\Sigma w_i \cdot x_i}{\Sigma w_i} = \frac{14,391,000}{7,020} = 2,050(\text{mm})$$

여기서,  $W_i$  : 공차시 각 부품의 중량 (kg)

$X_i$  : 공차시 각 부품의 무게중심좌표 (mm)

$X_o$  : 공차시 중심위치

(나) 적차시 중심위치 : 전축과 동일하게 적용됨.

$$Y_o = \frac{\Sigma w_i \cdot x_i}{\Sigma w_i} = \frac{29,795,575}{11,015} = 2,705(\text{mm})$$

여기서,  $W_i$  : 적차시 각 부품의 중량 (kg)

$X_i$  : 적차시 각 부품의 무게중심좌표 (mm)

(3) 공차 및 적차시 중량분포

(가) 공차시 전·후륜 하중 분담률

- 전 륜

· 분담하중  $R_{fo} = W \times \frac{L - X_o}{L} = \frac{(7,020 - 2,050)}{4,250} = 3,640(\text{kg})$

· 하중분담률  $\frac{R_{fo}}{W} = \frac{3,640}{7,020} \times 100 \approx 52(\%)$

여기서,  $W$  : 차량중량 = 7,020 kg

$L$  : 축 거 = 4,250 mm

$X_o$  : 중심위치 = 2,050 mm

- 후 륜

· 분담하중  $R_{ro} = W - R_{fo} = (7,020 - 3,640) = 3,380(\text{kg})$

· 하중분담률  $\frac{R_{ro}}{W} = \frac{3,380}{7,020} \times 100 \approx 48(\%)$

여기서,  $W$  : 차량중량 = 7,020 kg

$L$  : 축 거 = 4,250 mm

$X_o$  : 중심위치 = 2,050 mm

(나) 적차시 전·후륜 하중 분담률

- 전 륜

$$Rft = Rfo + \frac{P1 \times (L+L1) + P \times (L-L2)}{L}$$

· 분담하중  $= 3,640 + \frac{195 \times (4,250 + 160) + 3,800 \times (4,250 - 4,065)}{4,250}$   
 $\approx 4,007(\text{kg})$

· 하중분담률  $\frac{Rft}{Wt} = \frac{4,007}{11,015} \times 100 \approx 36.4(\%)$

- 여기서, Rfo : 적차시 전륜분담하중 = 4,010 kg  
 P1 : 승차원중량 = 195 kg  
 S1 : 전륜과 시트간 거리 = -160 mm  
 Wt : 차량총중량 = 11,015 kg

- 후 륜

· 분담하중  $Rrt = Wt - Rft = (11,015 - 4,007) = 7,008(\text{kg})$

· 하중분담률  $\frac{Rrt}{W} = \frac{7,008}{11,015} \times 100 \approx 63.6(\%)$

- 여기서, W : 차량중량 = 7,020 kg  
 L : 축거 = 4,250 mm  
 Xo : 중심위치 = 2,050 mm

나. 동력전달장치

(1) 추진축 (트랜스퍼 케이스)

(가) 전차축

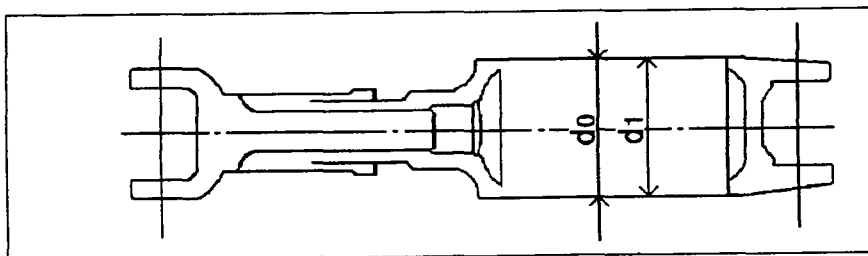


그림 2-19. 전차축 구조

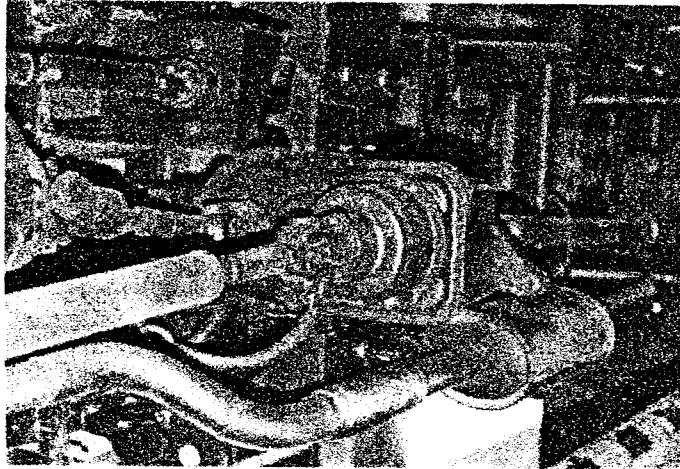


그림 2-20. 4륜구동을 위한 트랜스퍼케이스

○ 단면 계수(극단면 계수)

$$Z_p = \frac{\pi (d_o^4 - d_i^4)}{16 d_o} = \frac{\pi (89^4 - 83^4)}{16 \times 89} = 33,718.9 \text{ mm}^3$$

여기서,  $d_o$  : 추진축의 외경 = 89 mm  
 $d_i$  : 추진축의 내경 = 83 mm

○ 최대비틀림 응력

$$\tau_{\max} = \frac{\mu T}{Z_p} = \frac{0.364 \times 6.9 \times 10^5}{33,718.9} = 7.45 \text{ kg/mm}^2$$

여기서,  $T$  : 추진축의 최대토크 =  $Q \cdot K = 6.90 \times 10^5$   
 $Q$  : 엔진의 최대회전력 =  $43.5 \times 10^5 \text{ kg}\cdot\text{mm}$   
 $K$  : 변속기의 최대변속비 =  $8.19 \times 1.94 = 15.88$   
 $\mu$  : 적재함 앞바퀴 하중 분포율 = 0.364

○ 파괴 안전율

재질 : STKM13B, 인장강도 :  $45 \text{ kg/mm}^2$  로 이 때의 비틀림강도는 인장강도의 약 70%에 해당하므로 파괴안전율은 다음과 같다.

$$f = \frac{\text{인장강도} \times 0.7}{\tau_{\max}} = \frac{45 \times 0.7}{7.45} = 4.23$$

○ 비틀림각

$$\theta = \frac{\eta T \ell}{G \cdot I_p} = \frac{0.342 \times 23.2 \times 10^5 \times 560}{7.8 \times 10^3 \times 15.0 \times 10^5}$$

$$3.8 \times 10^{-2} (\text{rad}) = 2.20^\circ (2^\circ 12')$$

- 여기서, G : 횡탄성계수 =  $7.8 \times 10 \text{ kg} \cdot \text{mm}^2$   
 I<sub>p</sub> : 극관성 모멘트 =  
 $= \frac{\pi}{32} (d_o^4 - d_i^4) = \frac{\pi}{32} \times (89^4 - 83^4) = 15.0 \times 10^5 \text{ mm}^4$   
 ℓ : 추진축의 길이 = 560 mm  
 T : 추진축의 최대전달 토크 =  $23.2 \times 10^5 \text{ kg} \cdot \text{mm}$   
 η : 적재시 앞바퀴 하중분포율 = 0.342

○ 한계속도

- 추진축의 양단을 지지할 때의 고유진동수

$$\text{고유진동수 } f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{m}}, \quad T = K \cdot \theta, \quad \theta = \frac{TL}{GJ}$$

$$\rho g = r \text{ 이므로, } K = \frac{GJ}{L} \text{ 이고, } f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{GJ/L}{ALC}} = \frac{1}{2\pi L} \sqrt{\frac{GJg}{Ar}}$$

$$N(\text{rpm}) = \frac{60}{2\pi L} \sqrt{\frac{GJg}{Ar}} \text{ 이다.}$$

$$Na = \frac{60\pi}{2\ell^2} \times \sqrt{\frac{E \cdot I \cdot g}{A \cdot r}}$$

$$= \frac{60\pi}{2 \times 560^2} \times \sqrt{\frac{2.1 \times 10^4 \times 75.0 \times 10^4 \times 9.8 \times 10^3}{810 \times 7.86 \times 10^{-6}}} = 46,711 \text{ (rev/min)}$$

- 여기서, E : 종탄성 계수 =  $2.1 \times 10^4 \text{ kg/mm}^2$   
 I : 축의 관성모멘트 =  $\frac{\pi}{64} (d_o^4 - d_i^4) = 75.0 \times 10^4 (\text{mm}^4)$   
 A : 축의 단면적 =  $\frac{\pi}{4} (d_o^2 - d_i^2) = 810 (\text{mm}^2)$   
 r : 비중량 =  $7.86 \times 10^{-6} \text{ kg/mm}^3$   
 ℓ : 추진축의 길이 = 560 mm  
 g : 중력 가속도 =  $9.8 \times 10^3 \text{ mm/sec}^2$

- 추진축의 최대 회전수

$$NP = N \times \frac{\eta}{i} = 3,000 \times \frac{0.9}{1.0} = 2,700(\text{rpm})$$

여기서, N : 엔진최대 회전수 = 3,000 rpm  
 i : 변속기 최대 감속비 = 1.0  
 η : 변속기 전달효율 = 0.93

- 안전율 :  $S = \frac{46,711}{2,700} = 17.3 > 1.5$

축의 회전수가 고유진동수와 같을 때 진폭이 최대가 되므로 파괴 위험성이 있으며, 여기서는 최대 회전수가 고유진동수의 6.4% 밖에 안되므로 안전하다.

(나) 후 차 축

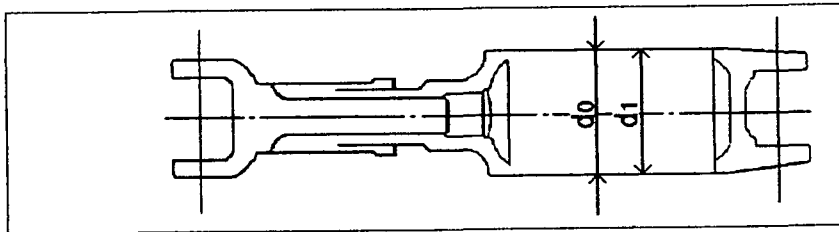


그림 2-21. 후차축 구조

○ 단면계수(극단면 계수)

$$ZP = \frac{\pi(d_o^4 - d_i^4)}{16 d_o} = \frac{\pi(89^4 - 83^4)}{16 \times 89} = 33,718.9(\text{mm}^3)$$

여기서, d<sub>o</sub> : 추진축의 외경 = 89 mm  
 d<sub>i</sub> : 추진축의 내경 = 83 mm



○ 최대비틀림 응력

$$\tau_{\max} = \frac{\mu T}{Z_p} = \frac{0.342 \times 23.2 \times 10^5}{33,718.9} = 23.5 \text{ kg/mm}^2$$

- 여기서, T : 추진축의 최대토크 = Q.K = 23.2 × 10<sup>5</sup>  
 Q : 엔진의 최대회전력 = 43.5 × 10<sup>3</sup> kg.mm  
 K : 변속기의 최대변속비 = 8.19 × 1.94 = 15.88  
 η : 적재함 앞바퀴 하중 분포율 = 0.342

○ 파괴 안전율

재질 : STKM13B, 인장강도 : 45 kg/mm<sup>2</sup> 이고, 비틀림시는 인장강도의 약 70%만 계산한다.

$$f = \frac{\text{인장강도} \times 0.7}{\sigma_{\max}} = \frac{45 \times 0.7}{23.6} = 1.34$$

○ 비틀림각

$$\theta = \frac{\eta T \ell}{G \cdot I_p} = \frac{0.342 \times 23.2 \times 10^5 \times 1.050}{7.8 \times 10^3 \times 15.0 \times 10^5}$$

$$7.12 \times 10^{-2} (\text{rad}) = 4.10^\circ (4^\circ 6')$$

- 여기서, G : 횡탄성계수 = 7.8 × 10 kg · mm<sup>2</sup>  
 I<sub>p</sub> : 극관성 모멘트 =  
 $= \frac{\pi}{32} (d_o^4 - d_1^4) = \frac{\pi}{32} \times (89^4 - 83^4) = 15.0 \times 10^5 \text{ mm}^4$   
 ℓ : 추진축의 길이 = 1,890 mm  
 T : 추진축의 최대전달 토크 = 23.2 × 10<sup>5</sup> kg · mm  
 η : 적재시 앞바퀴 하중분포율 = 0.342

○ 한계속도

- 추진축의 양단을 지지할 때의 고유진동수

$$Na = \frac{60\pi}{2\ell^2} \times \sqrt{\frac{E \cdot I \cdot g}{A \cdot r}}$$

$$= \frac{60\pi}{2 \times 1,890^2} \times \sqrt{\frac{2.1 \times 10^4 \times 75.0 \times 10^4 \times 9.8 \times 10^3}{810 \times 7.86 \times 10^{-6}}} = 4,112 \text{ (rev/min)}$$

여기서, E : 종탄성 계수 =  $2.1 \times 10^4 \text{ kg/mm}^2$

I : 축의 관성모멘트 =  $\frac{\pi}{64} (do^4 - di^4) = 75.0 \times 10^4 \text{ (mm}^4)$

A : 축의 단면적 =  $\frac{\pi}{4} (do^2 - di^2) = 810 \text{ (mm}^2)$

r : 비중량 =  $7.86 \times 10^{-6} \text{ kg/mm}^3$

ℓ : 추진축의 길이 = 1,050 mm

g : 중력 가속도 =  $9.8 \times 10^3 \text{ mm/sec}^2$

- 추진축의 최대회전수

$$NP = N \times \frac{\eta}{i} = 3,000 \times \frac{0.9}{1.0} = 2,700 \text{ (rpm)}$$

여기서, N : 엔진최대 회전수 = 3,000 rpm

i : 변속기 최대 감속비 = 1.0

η : 변속기 전달효율 = 0.93

- 안전율

$$S = \frac{4,112}{2,700} = 1.523 > 1.5$$

축의 회전수가 고유진동수와 같을 때 파괴 위험성이 있으며, 여기서는 최대 회전수가 고유진동수의 65.6% 밖에 안되므로 안전하다.

다. 주행장치

(1) 너클부 강도계산

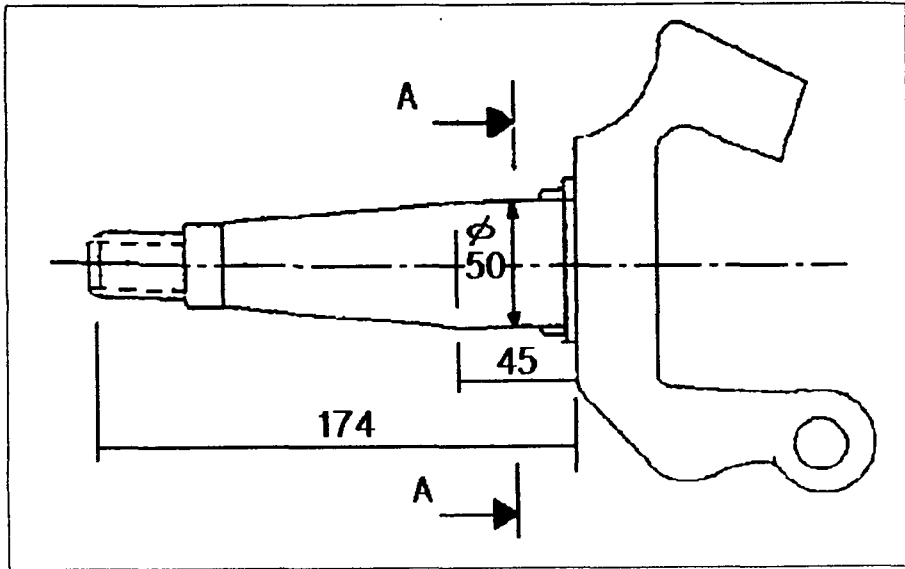


그림 2-22. 주행장치 너클부 구조

(가) 단면계수

$$Z = \frac{\pi d^3}{32} = \frac{\pi \times 50^3}{32} = 12,272(\text{mm}^3)$$

여기서,  $d$  : 너클 단면 지름 = 50.0 mm

(나) 횡하중 마찰력

너클부에 미치는 최대모멘트는 횡하중 발생시 옆으로 밀리는 힘을 받을 때이다.

$$F = (Rf - Wt) \times \mu = (2,005 - 80) \times 0.6 \approx 1,155(\text{kg})$$

여기서,  $Wt$  : 타이어 중량 = 80 kg

$\mu$  : 마찰력 계수 = 0.6

(다) 휨모멘트

$$M = (F \times r) - (Ro \times b) \\ = (1,155 \times 490) - (1,925 \times 22.5) = 5.2 \times 10^5 (\text{kg} \cdot \text{mm})$$

여기서, F : 횡하중 마찰력 = 1,155 kg  
r : 타이어 동하중 반경 = 490 mm  
Ro : 타이어 상중량 (Rfi-Wt) = 1,925 kg  
b : 너클이 힘받는 길이 = 22.5 mm

(라) 최대굽힘응력

$$\sigma_{\max} = \frac{M}{Z} = \frac{5.2 \times 10^5}{12,272} \approx 42.4 \text{ kg/mm}^2$$

(마) 파괴안전율

재질 : 구조용 합금강 (SCM435), 인장강도 95 kg/mm<sup>2</sup>

$$Sf = \frac{\text{인장강도}}{\sigma_{\max}} = \frac{95}{42.4} = 2.24 > 1.6$$

(2) 전차축

(가) 구조 및 재질

- 구조 : Tf 1.720 mm, Ts 720 mm, LB 500 mm
- 재질 : S43C, 소재 : HB262-302
- 항복점( $\sigma Y$ ) : 50 kg/mm<sup>2</sup>
- 인장강도( $\sigma B$ ) : 70 kg/mm<sup>2</sup> ,
- 굽힘피로한도( $\sigma f$ ) : 32 kg/mm<sup>2</sup>

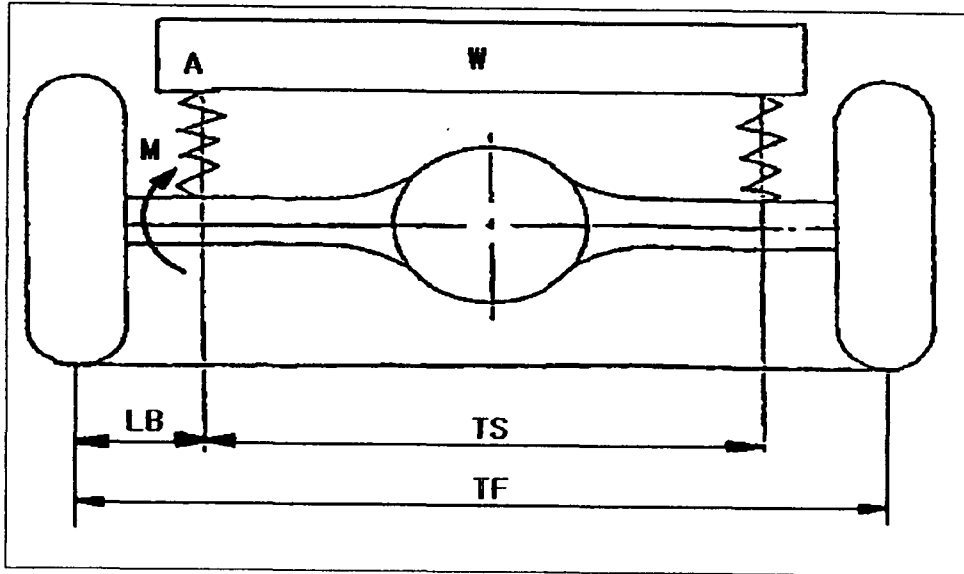
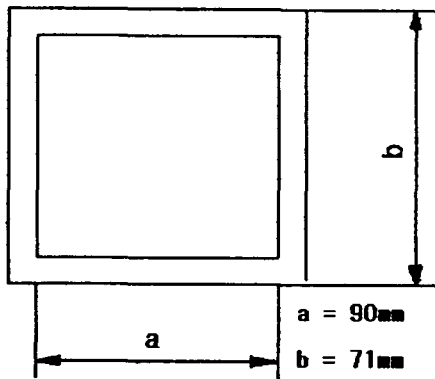


그림 2-23. 전차축 구조

(나) A-A부 단면계수



$$Z = \frac{a^4 - b^4}{6a}$$

$$= \frac{90^4 - 71^4}{6 \times 90} = 74,441 \text{ mm}^3$$

그림 2-24. A-A 단면구조

(다) 굽힘모멘트

$$Rf = \frac{1}{2} \times n \times Rft = \frac{1}{2} \times 2.5 \times 4007 = 5008.75 \approx 5009 \text{ kg}$$

$$M = Rf \times L = 5,009 \times 500 = 2.5 \times 10^6$$

$$L = \frac{1,720 - 720}{2} = 500 \text{ (mm)}$$

여기서, L : 타이어 중심부에서 스프링 시이트부까지 거리  
 Rf : 전륜단독 낙하하중

(라) 최대굽힘응력

$$\sigma_{\max} = \frac{MB}{Z} = \frac{2.5 \times 10^6}{74,441} = 33.6 \text{ kg/mm}^2$$

(마) 파괴안전율

재질 : S43C, 인장강도 : 70 kg/mm<sup>2</sup>

$$f = \frac{\text{인장강도}}{\sigma_{\max}} = \frac{70}{33.6} = 2.08 > 1.6$$

(3) 킁편

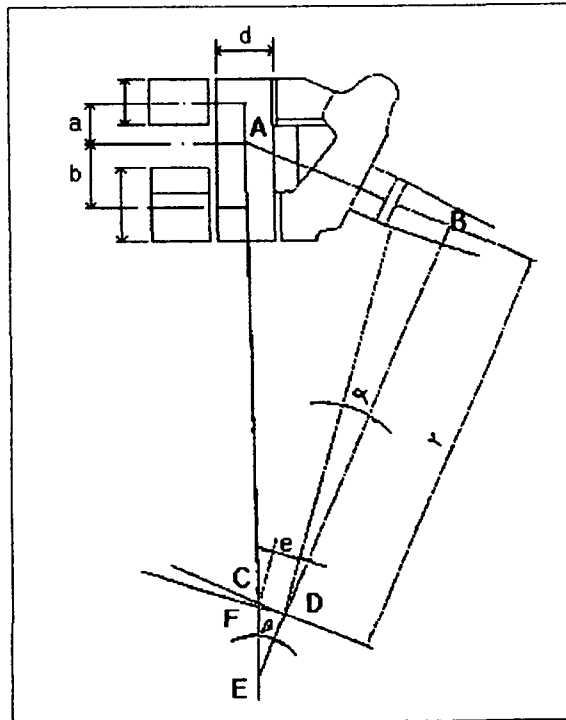


그림 2-25. 킁편 구조

(가) 구조 및 재질

- 구조 : Lu 60 mm, b : 72 mm, d :  $\phi$ 35 mm, Lc : 53.5 mm,  $\alpha$  : 1°, e : 30.1 mm,

$$a : 64.3 \text{ mm}, \beta : 7^\circ, r : 403 \text{ mm}$$

- 재질 : SCM415H
- 인장강도( $\sigma_B$ ) : 85 kg/mm<sup>2</sup>
- 굽힘피로한도( $\sigma_f$ ) : 34 kg/mm<sup>2</sup>

$$Z = \frac{\pi d^3}{32} = \frac{\pi \times (35)^3}{32} = 4.209 \text{ mm}^3$$

(나) 강도계산

- 단독낙하시

$$Rf = 5,009 \text{ kg}$$

$$F = Rf \times \cos \beta = 5,009 \times \cos(7^\circ) = 4,971 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} AE &= \frac{e}{\sin \beta} + \frac{r + e \sin \alpha}{\cos(\alpha + \beta)} \\ &= \frac{30.1}{\sin(7^\circ)} + \frac{403 + 30.1 \sin(1^\circ)}{\cos(1^\circ + 7^\circ)} = 650.1 \end{aligned}$$

- 킹핀상부

$$\begin{aligned} Fu &= \frac{AE - a}{a + b} \times \sin \beta \times F \\ &= \frac{650.1 - 64.3}{64.3 + 72} \times \sin(7^\circ) \times 4.971 = 2,603 \text{ kg} \end{aligned}$$

- 킹핀하부

$$\begin{aligned} FC &= \frac{AE + B}{a + b} \times \sin \beta \times F \\ &= \frac{650.1 + 72}{64.3 + 72} \times \sin(7^\circ) \times 4.971 = 3,209 \text{ kg} \end{aligned}$$

위의 계산에 의거 킹핀 상, 하부의 응력의 안전율은 다음과 같이 구할 수 있다.

- 킹핀 상부 응력의 안전율

$$Mu = Fu \times Lu = 2,603 \times 60 \approx 15.6 \times 10^4 \text{ kg} \cdot \text{mm}$$

$$\sigma u = \frac{M}{Z} = \frac{15.6 \times 10^4}{4,209} \approx 37.1 \text{ kg/mm}^2$$

$$f = \frac{B}{\sigma \mu} = \frac{85}{37.1} \approx 2.3 > 1.6$$

- 킹핀 하부 응력의 안전율

$$M = Fc \times Lc = 3,209 \times 53.5 \approx 1.72 \times 10^5 \text{ kg} \cdot \text{mm}$$

$$\sigma C = \frac{M}{Z} = \frac{1.72 \times 10^5}{4,209} \approx 40.9 \text{ kg/mm}^2$$

$$f = \frac{B}{\sigma C} = \frac{85}{40.9} \approx 2.1 > 1.6$$

#### (4) 후차축관

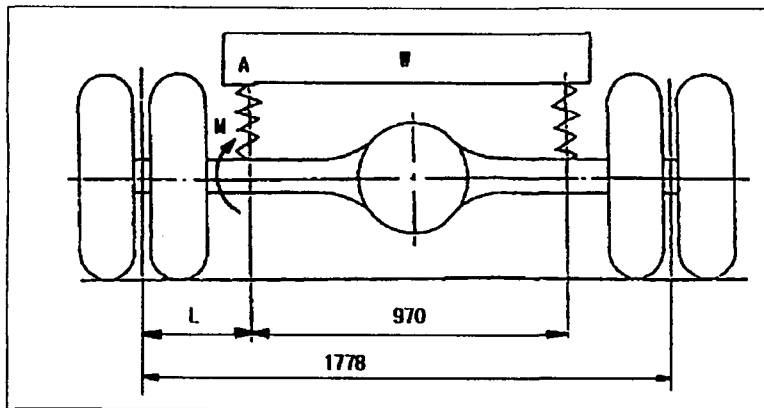


그림 2-26. 후차축관 구조

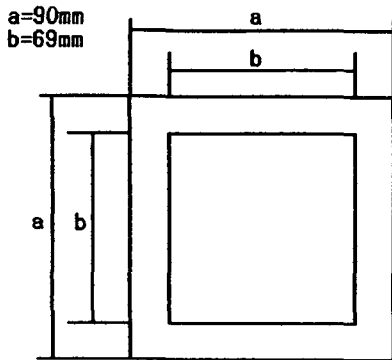
#### (가) 구조 및 재질

- 재질 : SC43C, 인장강도( $\sigma B$ ) :  $70 \text{ kg/mm}^2$  이상, 굽힘피로한도( $\sigma f$ ) :  $32 \text{ kg/mm}^2$

$$L = \frac{1,778 - 970}{2} = 404 \text{ mm}$$



(나) A-A 부분의 단면계수



$$Z = \frac{a^4 - b^4}{6a}$$

$$= \frac{90^4 - 69^4}{6 \times 90} = 79,523 \text{ mm}^3$$

그림 2-27. A-A 부분 단면계수

(다) 굽힘모멘트

단독 낙하시  $R_r = 8,760$  이므로, 굽힘모멘트  $M$ 은 다음 식으로 구할 수 있다.

$$R_r = \frac{1}{2} \times N \times R_{rt} = \frac{1}{2} \times 2.5 \times 7008 = 8760 \text{ kg}$$

$$M = R_f \times L = 8,760 \times 404 = 3.53 \times 10^6 \text{ kg/mm}$$

(라) 최대응력

$$\sigma_{\max} = \frac{3.53 \times 10^6}{79,523} \doteq 44.3 \text{ kg/mm}^2$$

(마) 파괴안전율

$$S_f = \frac{\text{인장강도}}{\sigma_{\max}} = \frac{70}{44.3} = 1.61 > 1.60$$

(5) 후차축

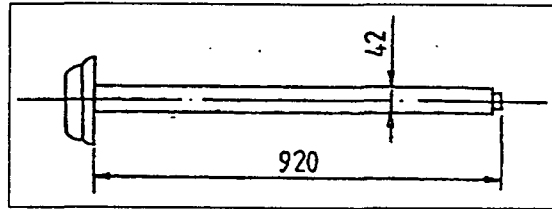


그림 2-28. 후차축 구조

(가) 후차축 전달 토크

엔진의 최대 회전력  $Q = 43.5 \times 10^3$  (kg·mm) 이므로 전달 토크  $T$ 는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} T &= 1/2 \cdot Q \cdot K \cdot K_f \cdot n \\ &= 1/2 \times 43.5 \times 10^3 \times 8.19 \times 6.722 \times 0.93 \\ &= 11.13 \times 10^5 \text{ (kg} \cdot \text{mm)} \end{aligned}$$

여기서,  $K$  : 변속기의 최대감속비 = 8.191  
 $K_f$  : 종감속비의 감속비 = 6.722  
 $n$  : 전달효율 = 0.93

(나) 최대 비틀림 응력

$$\sigma_{\max} = \frac{T}{Z_p} = \frac{11.13 \times 10^5}{1.45 \times 10^4} = 76.75 \text{ kg/mm}^2$$

여기서,  $T$  : 후차축 전달 토크 =  $6.79 \times 10^5$  (kg·mm)  
 $Z_p$  : 후차축의 극단면 계수

$$Z_p = \frac{\pi d^3}{16} = \frac{\pi \times 42^3}{16} = 1.45 \times 10^4 \text{ mm}^3$$

$d$  : 후차축 최소부직경 = 42 mm

(다) 파괴안전율

재질 : S43C의 고주파 소입, 인장강도 : 180 kg/mm<sup>2</sup> , 전단강도는 인장강

도의 70%만 계산하였다.

$$f = \frac{\text{인장강도} \times 0.7}{\sigma_{\max}} = \frac{180 \times 0.7}{76.75} = 1.64 > 1.6$$

## 라. 조향장치(Steering system)

### (1) 스티어링 샤프트

강도계산 기준에 따라 핸들에 가해지는 조타력을 25 kg으로 하고 각 부분의 강도를 검토한다.

#### (가) 스티어링 샤프트에 생기는 비틀림 모멘트

$$T_a = P \cdot R = 25 \times 250 = 6,250 \text{ kg} \cdot \text{mm}$$

여기서, P : 조타력 = 25 kg  
R : 핸들반경 = 250 mm

#### (나) 극단면 계수

$$Z_p = \frac{\pi D^3}{16} = \frac{\pi \times 22^3}{16} = 2,090.72 \text{ (mm}^3\text{)}$$

여기서, D : 스티어링 샤프트의 위험단면 직경 = 22 mm

#### (다) 비틀림 응력

$$\tau = \frac{T_a}{Z_p} = \frac{6,250}{2,090.72} = 2.99 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

#### (라) 안전율

재질은 45# (GB699)이고, 인장강도 : 61 kg/mm<sup>2</sup>로서, 이 때 전단강도를 인장

강도의 약 70%만 적용하면  $f = 14.28$ 이므로 기준치 1.6보다 크므로 안전하다.

$$f = \frac{ab \times 0.7}{\tau} = \frac{61 \times 0.7}{2.99} = 14.28$$

(2) 드래그 링크 (drag link)

치차부에 최대의 응력이 걸리는 것은 우측 전륜을 고정 한 상태에서 Fd의 힘이 가해지는 경우이다.

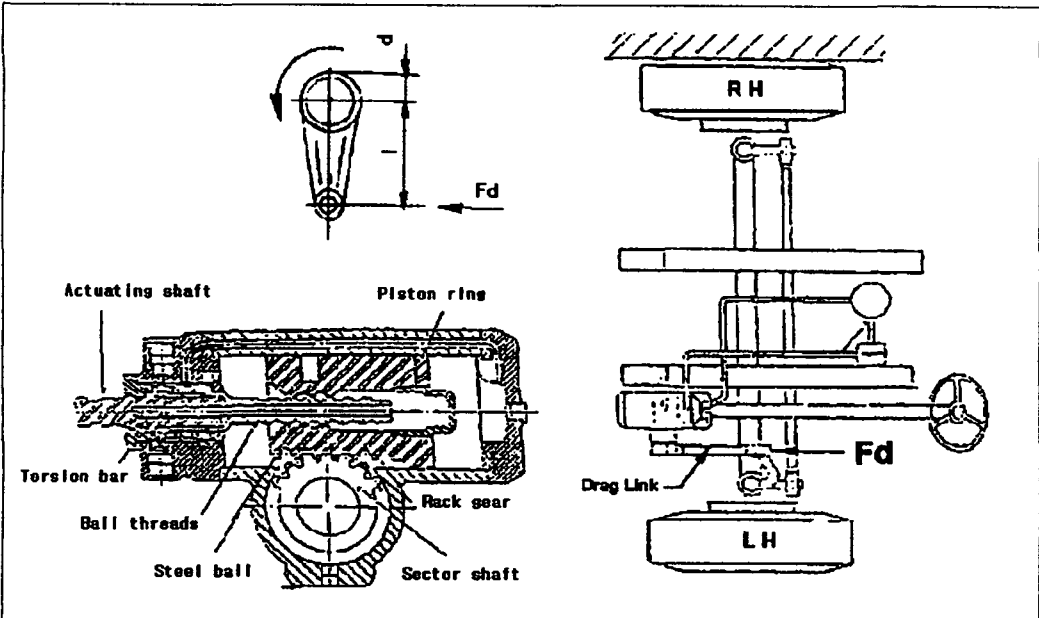


그림 2-29. 드래그링크 구조

(가) 드래그 링크 반력

$$F_d = f \cdot \frac{d}{l} = \frac{p \pi d^2}{4} \times \frac{d}{l}$$

$$= 125 \times \frac{\pi \times 8.5^2}{4} \times \frac{4.2}{18.74} = 1,589.7 \text{ (kg)}$$

여기서,  $F_d$  : 드래그링크 반력

- $P$  : 유압펌프 압력 = 125 kg/cm<sup>2</sup>
- $D$  : 파워 실린더 직경 = 8.5 cm
- $d$  : 섹터기어 유효반경 = 4.2 cm
- $l$  : 피티만아암 유효길이 = 18.74 cm

(나) 드래그링크의 좌굴하중

$$\text{세장비 } \lambda = \frac{L}{\sqrt{\frac{I}{A}}} = \frac{650}{\sqrt{\frac{51,230}{431}}} = 59.6$$

여기서, K : 최소단면 2차 관성 =  $\sqrt{I/A}$   
 I : 단면 2차 모멘트 = 51,230 mm<sup>4</sup>  
 A : 단면적 = 431 mm<sup>2</sup>  
 L : 드래그링크 길이 = 650 mm

- 단면 2차 모멘트

$$I = \pi \cdot \frac{(d_1^4 - d_2^4)}{64} \\ = \pi \cdot \frac{(35^4 - 26^4)}{64} = 51,230 \text{ mm}^4$$

- 단면적

$$A = \pi \cdot \frac{(35^2 - 26^2)}{4} = 431 \text{ mm}^2$$

세장비  $L/K < 90$  이므로 Euler-랭킨식을 사용하여 좌굴하중을 구하면 다음과 같다.

$$P_{cr} = \frac{\sigma_c \times A}{1 + \frac{9}{n} \times \left(\frac{L}{K}\right)^2} = \frac{41 \times 431}{1 + \frac{1}{7,500} \times 59.6^2} = 11,991.5 \text{ (kg)}$$

여기서, a : 기둥의 재료에 의한 실험정수 = 1/7500  
 n : 기둥 고정계수 = 1  
 $\sigma_c$  : 압파괴 응력 = 41 kg/mm<sup>2</sup>

(다) 안전율

$$f = \frac{P_{cr}}{F_d} = \frac{11,951.5}{1,589.7} = 7.54 > 1.6$$

(3) 타이로드

타이로드에 걸리는 하중 Ft와 드래그링크 n에 걸리는 하중이 같다고 하면 앞의 값으로부터  $F_d = 1,589.7 \text{ kg}$  이 된다.

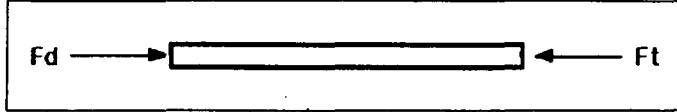


그림 2-30. 타이로드 구조

(가) 세장비

$$\frac{l}{K} = \frac{l}{I/A} = \frac{1,350}{51,230/431} = 123.8$$

여기서, K : 단면 2차 모멘트 = 51,230 mm<sup>4</sup>

I : 단면적 = 431 mm<sup>2</sup>

L : 타이로드 길이 = 1,350 mm

(나) 좌굴하중

세장비( $l/K$ )가 90보다 크므로 오일러의 공식을 이용하여 좌굴하중을 구하면 다음과 같다.

$$p_{cr} = n \times \pi^2 \times \frac{E \times I}{L^2} = 1 \times \pi^2 \times \frac{2.1 \times 10^4 \times 51,230}{1,350^2} = 5,826 \text{ kg}$$

여기서, 타이로드의 송탄성 계수  $E = 2.1 \times 10^4 \text{ kg/mm}^2$

(다) 안전율

$$f = \frac{P_{cr}}{F_d} = \frac{5,826}{1,589.7} = 3.66 > 1.6$$

(4) 볼 스타트

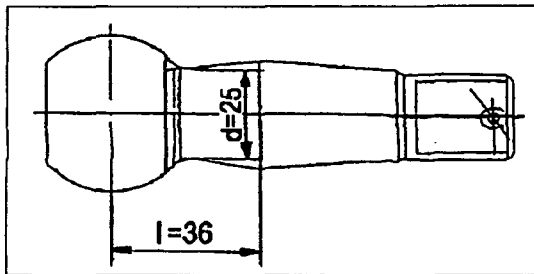


그림 2-31. 볼스타트 구조

(가) 굽힘모멘트

$$M = fD \times l = 1,589.7 \times 36 = 57,229.2 \text{ kg} \cdot \text{mm}$$

(나) 굽힘응력

$$\sigma = \frac{M}{Z} = \frac{57,229.2}{1,533.98} = 37.3 \text{ kg/mm}^2$$

여기서,  $Z$  : A-A 단면계수  $= \frac{\pi D^3}{32} = 1,533.98 \text{ mm}^3$

$D$  : A-A 단면직경 = 25 mm

(다) 안전율

재질 : 20CrMnTi (GB3077), 인장강도 : 80 kg/mm<sup>2</sup>

$$f = \frac{\sigma b}{\sigma} = \frac{80}{37.3} = 2.144 > 1.6$$

(라) 파괴안전율

재질 : S43C의 고주파 소입, 인장강도 : 180 kg/mm<sup>2</sup>, 전단강도는 인장강도의 70%를 적용하여 계산한다.

$$Sf = \frac{\text{인장강도} \times 0.7}{\sigma_{\max}} = \frac{180 \times 0.7}{46.3} = 2.7 > 1.6$$

마. 현가장치

(1) 전륜현가장치

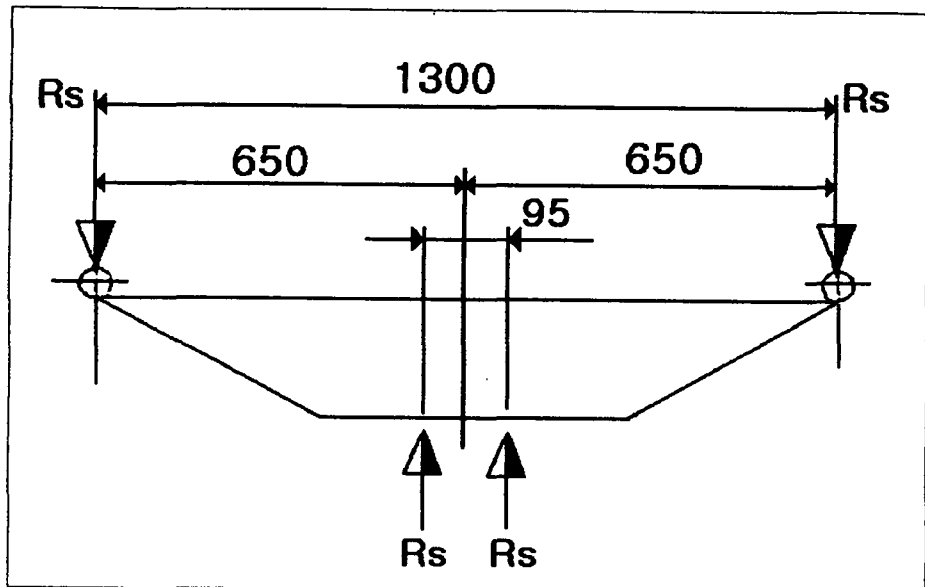


그림 2-32. 전륜현가장치 구조

- Rs = 스프링 위의 중량  
 = 전륜하중-(전차축 및 휠 + 전륜현가장치)  
 = 4,007-(270.0 + 80.0) = 3,657 kg
- L = 한쪽 스펜의 길이 - (유블트간의 거리 / 2)  
 = 650 - (95 / 2) = 602.5 ≒ 603 mm
- b = 스프링 폭 = 70 mm
- n = 스프링 매수 = 8 매
- t = 스프링 두께 = 10 mm

(가) 최대응력

$$\begin{aligned} \sigma_{\max} &= \frac{3 \cdot R_s \cdot L \cdot t}{2b(n_1 t_1^3 + n_2 t_2^3)} \\ &= \frac{3 \times 3,657 \times 603 \times 10}{2 \times 70 \times 8 \times 10^3} = 59 \text{ (kg/mm}^2\text{)} \end{aligned}$$



(나) 안전율

재질 : Sup 7 또는 9, 인장강도 : 125 kg/mm<sup>2</sup>

$$Sf = \frac{\text{인장강도}}{\sigma_{\max}} = \frac{125}{59} = 2.1 > 1.6$$

(2) 후륜현가장치

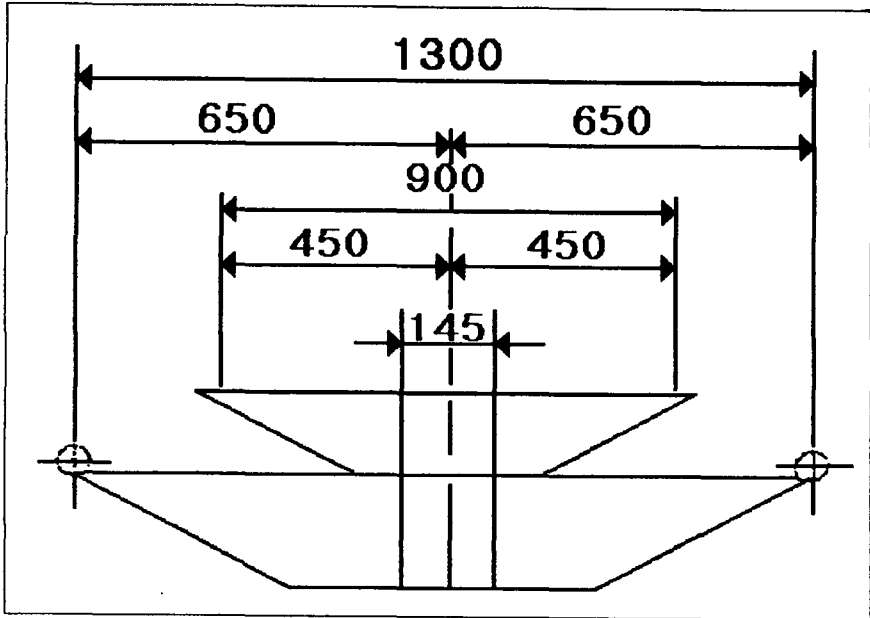


그림 2-33. 후륜현가장치 구조

(가) 스프링 형상 수정계수

$$K1, K2 = \frac{3}{(1-n)^3} \times \left[ \frac{1}{2} - 2n + n^2 \left( \frac{3}{2} - e \cdot n \right) \right]$$

여기서,  $n$  : 스프링 총매수 =  $n'/n$   
 $n'$  : 스프링 전장판수

○ 주스프링 ( $n = 9, n' = 2$ )

$$n = \frac{n'}{n} = \frac{2}{9} = 0.222$$

$$K1 = \frac{3}{(1-0.222)^3} \times \left[ \frac{1}{2} - 2 \times 0.222 + 0.222^2 \left( \frac{3}{2} - e \cdot 0.222 \right) \right] \approx 1.3$$

○ 보조스프링 (n = 9, n' = 3)

$$n = \frac{n'}{n} = \frac{3}{9} = 0.333$$

$$K2 = \frac{3}{(1-0.333)^3} \times \left[ \frac{1}{2} - 2 \times 0.333 + 0.333^2 \left( \frac{3}{2} - e \cdot 0.333 \right) \right] \approx 1.24$$

(나) 스프링 정수

○ 주스프링(Km)

- n1 = 4, t1 = 10, n2 = 5, t2 = 11

$$\begin{aligned} Km &= \frac{8E \cdot b(n1 \times t1^3 + n2 \cdot t2^3)}{3 \times K1 \times L3} \\ &= \frac{8 \times 2.1 \times 10^4 \times 70 \times (1 \times 10^3 + 5 \times 11^3)}{3 \times 1.3 \times 1,155^3} = 20.85 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

○ 보조스프링(Ks)

- n1 = 1, t1 = 9, n2 = 8, t2 = 10

$$\begin{aligned} Km &= \frac{8E \cdot b(n1 \times t1^3 + n2 \cdot t2^3)}{3 \times K2 \times L3} \\ &= \frac{8 \times 2.1 \times 10^4 \times 70 \times (1 \times 9^3 + 8 \times 10^3)}{3 \times 1.24 \times 755^3} = 64.12 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

여기서, E : 종탄성 계수 =  $2.1 \times 10^4 \text{ kg/mm}^2$

b : 스프링 폭 = 70 mm

n1, n2 : 두께가 같은 스프링 매수

t1, t2 : 스프링 두께

L : 스프링 유효길이 - 유볼트간의 거리

- 주스프링 : 1,300 - 145 = 1,155 mm

- 보조스프링 : 900 - 145 = 755 mm

K1, K2 : 스프링 형상 수정계수

(다) 스프링 강도계산

주 스프링만 작용할 때의 최대하중은 다음과 같다.

$$A = 42 \times 20.85 \times 2 = 1,751.4 \text{ kg}$$

$$B = R1 - A = 6,388 - 1,715.4 = 4,672.6 \approx 4,673 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{여기서, } R1 &= \text{후륜중량} - (\text{후차축 및 휠} + \text{후륜현가장치}) \\ &= 7,008 - (490 + 130) = 6,388 \text{ kg} \end{aligned}$$

○ 주스프링의 전체처짐량

$$C = 42 + \frac{B}{(Kn + Ks) \times 2} = 42 + \frac{4,673}{(20.85 + 64.12) \times 2} \approx 69.5 \text{ mm}$$

$$\text{따라서, 주스프링 상중량 } R_s = K_m \times 2 \times C = 20.85 \times 2 \times 69 = 2,877.3$$

$$\text{보조스프링 } R_s' = R_t - R_s = 7,008 - 2,877.3 \approx 4,130$$

○ 주스프링의 강도계산

- 최대응력

$$\begin{aligned} \sigma_{\max} &= \frac{\frac{3}{2} \cdot R_s \cdot L \cdot d}{2b(n1 \cdot d^3 + n2 \cdot D^3)} \\ &= \frac{\frac{3}{2} \times 2,877 \times 1,155 \times 11}{2 \times 70 \times (4 \times 10^3 + 5 \times 11^3)} = 36.8 (\text{kg/mm}^2) \end{aligned}$$

- 안전율

재질 : SUP 7 또는 9, 인장강도 : 125 (kg/mm<sup>2</sup>)

$$Sf = \frac{\text{인장강도}}{\sigma_{\max}} = \frac{125}{36.8} = 3.4 > 1.6$$

○ 보조스프링의 강도계산

- 최대응력

$$\sigma_{\max} = \frac{\frac{3}{2} \times 4,130 \times 755 \times 10}{2 \times 70 \times (1 \times 9^3 + 8 \times 10^3)} = 38.3 (\text{kg/mm}^2)$$

- 안전율

재질 : SUP 7 또는 9, 인장강도 : 125 (kg/mm<sup>2</sup>)

$$Sf = \frac{\text{인장강도}}{\sigma_{\max}} = \frac{125}{39.1} = 3.1 > 1.6$$

바. 제동장치 (Brake system)

(1) 제동페달

강도계산 기준에 따라 페달 답력(踏力)은 90kg으로 하고 각 부분 자체의 강도를 검토한다. (L1 = 360 mm, L2 = 60 mm, L3 = 15 mm)

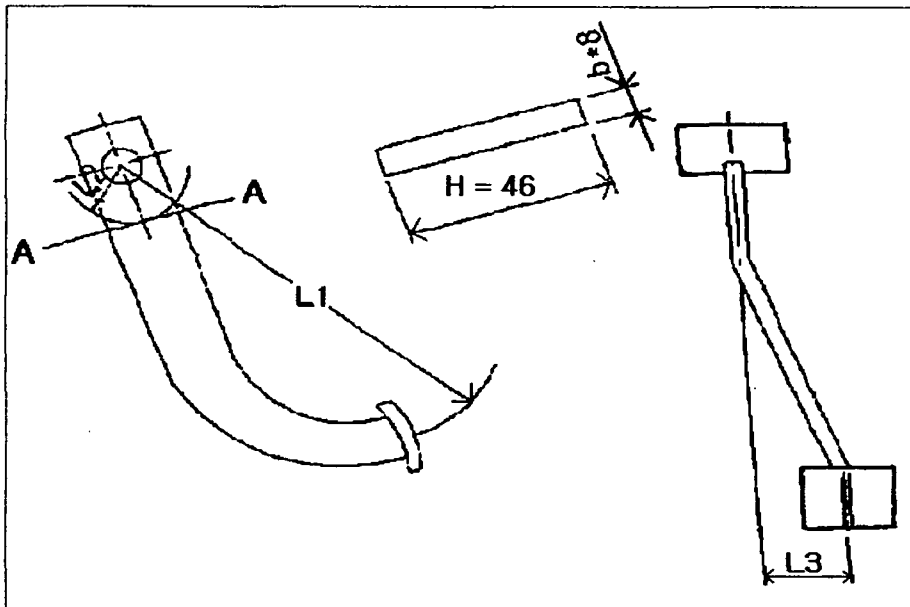


그림 2-34. 제동페달 구조

(가) 단면A-A의 강도계산

○ 단면 A-A에 걸리는 굽힘모멘트

$$M = 90 \times (L_1 - L_2) = 90 \times (360 - 60) = 27,000 (kg \cdot mm)$$

$$\text{단면 A-A 단면계수 } Z = \frac{bH^2}{6} = \frac{(8 \times 46^2)}{6} = 2,821 (mm^3)$$

○ 굽힘응력

$$\sigma = \frac{M}{Z} = \frac{27,000}{2,821} = 9.6(\text{kg} \cdot \text{mm})$$

○ 비틀림응력

$$\tau = \frac{F \times L_3 \times K_2}{K_1 \times H \times t^2} = \frac{90 \times 15 \times 0.743}{0.289 \times 46 \times 8^2} = 1.18(\text{kg} \cdot \text{mm})$$

여기서,  $K_1$  : 단형단면의 전단응력 계수 = 0.289

$K_2$  : 단형단면의 전단응력 계수 = 0.743

○ 합성응력

$$\begin{aligned} \sigma_{\max} &= \frac{1}{2} \cdot (\sigma + \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}) = \frac{1}{2} \times (9.6 + \sqrt{9.6^2 + (4 \times 1.18^2)}) \\ &\approx 9.7(\text{kg} \cdot \text{mm}) \end{aligned}$$

○ 파괴안전율

재질 : SAPH45, 인장강도( $\sigma_b$ ) :  $45 \text{ kg} \cdot \text{mm}^2$

$$Sf = \frac{45}{9.7} = 4.6 > 1.6$$

(2) 푸시로드

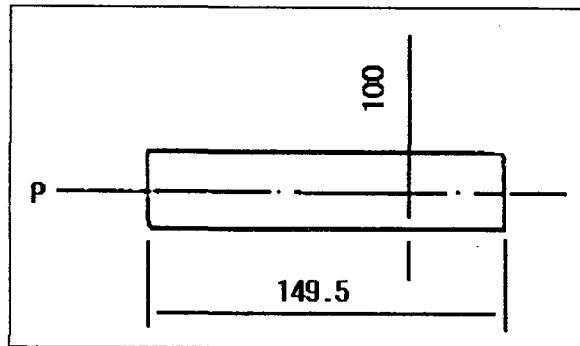


그림 2-35. 푸시로드

(가) 압축응력

$$\sigma_{\max} = \frac{P}{A} = \frac{540}{78.5} = 6.9(\text{kg/mm}^2)$$

여기서,  $A$  : 푸시로드의 단면적  $= \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \times 10^2}{4} = 78.5(\text{mm}^2)$

$P$  : 푸시로드에 작용하는 하중 (설계기준에서)  
 $=$  페달압력  $\times$  페달비  $= 90 \times 6.0$   
 $= 540(\text{kg})$

(나) 파괴안전율

재질 : SM45C, 인장강도( $\sigma_b$ ) :  $45 \text{ kg} \cdot \text{mm}^2$

$$S_f = \frac{\text{인장강도}}{\sigma_{\max}} = \frac{45}{6.9} = 6.5 > 1.6$$

사. 제동능력 계산

(1) 주제동장치

제동장치는 주행하는 자동차를 감속 또는 정지시킴과 동시에 주차상태를 유지하기 위해 사용하는 중요한 장치이며, 일반적으로 마찰력을 이용하여 자동차의 운동에너지를 열에너지로 바꾸어 그것을 대기 속으로 방출시켜 제동작용을 하는 마찰식 브레이크를 사용하고 있다.

(가) 실제동거리

제동장치에 의해 바퀴의 회전을 멈추게 하는 힘이 아무리 커도 바퀴가 고정된 채로 미끄러지기 시작하면 타이어와 노면사이의 제동력계수( $\mu$ )와 타이어 하중( $Wt$ )을 곱한 값으로 정해지는 제동력 이상은 되지 않는다.

따라서 실제동거리( $S$ )는 제동을 시작한 때의 초속도( $V$ )와 중력가속도( $g$ )에

대해 바퀴가 고정된 때의 제동력계수를 적용하여 다음 식으로 구할 수 있다.

$$S_1 = \frac{V^2}{2g \cdot \mu}$$

여기서, W : 차량총중량 = 11,015 kg  
 S<sub>1</sub> : 브레이크에 의한 제동거리 =  
 g : 중력가속도 = 9.8 m/sec<sup>2</sup>  
 μ : 노면과 타이어와의 마찰계수 = 0.6  
 V : 제동초속도 = (m/sec)

그러나 총 제동거리는 S<sub>1</sub>에 공주거리 S<sub>2</sub>(0.1초)을 포함해야 하므로 총 제동거리 S는 다음 식과 같이 구할 수 있으며, 예를 들어 초속도 50km/h (13.9m/sec.)시의 총 제동거리는 17.8m로서 범규상 제동거리 22m에 미치지 않는 것으로 나타났다.

$$S = S_1 + S_2 = \frac{13.9^2}{2g \cdot \mu} + V \cdot t_0$$

$$S = \frac{13.9^2}{2 \times 9.8 \times 0.6} + 13.9 \times 0.1 = 17.8(m)$$

여기서, t<sub>0</sub> : 공주시간 = 0.1초

표 2-4. 제동초 속도별 범규상 제동거리

제동초 속도 (km/h)	50	45	35	30	25	20	15	10
범규상제동거리 (m)	22	17.8	10.8	7.9	5.5	3.5	1.89	0.88

(나) 휠 실린더 유압

타이어와 노면의 마찰계수 μ = 0.6일 때 총 제동력은 다음과 같다.

$$Bt = \mu \times (Wt + We)$$

여기서, Wt : 차량총중량 = 11,015 kg  
 We : 회전부분 상당중량 = 491.4 kg  
 = 0.07 × 차량중량 = 0.07 × 7,020

위의 식에서, 43.5PW = 0.6 × (11,015 + 491.4) ≃ 6,903.8 kg

따라서, 휠 실린더 유압 PW =  $\frac{6,903.8}{43.5} \simeq 158.7(kg/mm^2)$ 를 구할 수 있으

며, 유압 제어장치의 특성은 아래 그림과 같다.

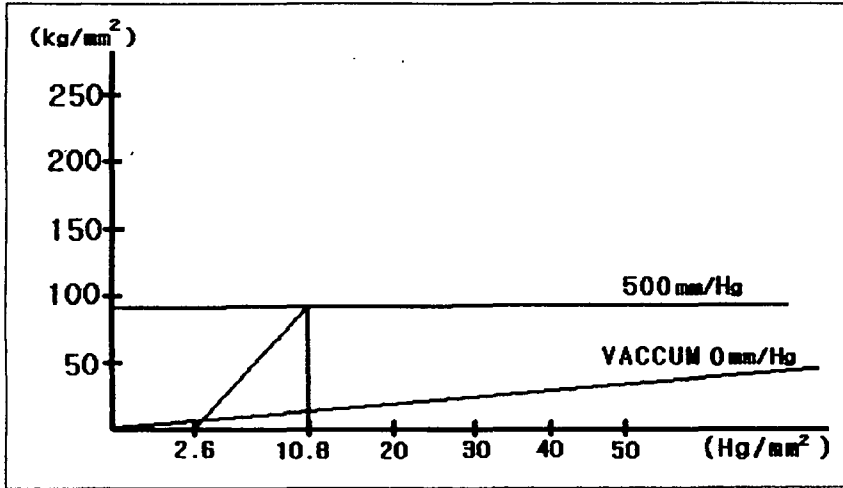


그림 2-36. 유압제어장치의 특성

앞의 그림에서 진공 배력장치를 사용한 본 차량의 경우 휠 실린더 유압이 100kg/cm<sup>2</sup> 일 때 마스터 실린더의 유압 P<sub>m</sub> = 10.6kg/cm<sup>2</sup>이다.

(다) 작용로드에 걸리는 하중

$$P_o = \frac{\pi D_m^2 P_m}{4} = \frac{\pi \times 41.3^2 \times 10.6 \times 10^{-2}}{4} \approx 142 \text{ kg}$$

여기서, D<sub>m</sub> : 마스터 실린더의 내경 = 41.3 mm

(라) 페달답력

$$Q = q + \frac{p_o}{r_p} = 4 + \frac{142}{6.0} = 23.6 \text{ kg} \approx 24 \text{ kg}$$

여기서, q : 제동작동 시작답력 = 4 kg  
 p<sub>o</sub> : 작용로드에 걸리는 하중 = 123 kg  
 r<sub>p</sub> : 브레이크 페달비 = 6.0 kg

즉, 진공 배력장치가 있는 본 차량의 경우 24 kg의 답력으로 0.63 g의 제동이 가능하다.



(2) 주차제동장치

자동차 안전기준에 관한 규칙에 의하면 주차브레이크는 공차상태에서 자동차를 11.5° 경사의 포장도로에서 정지상태로 유지할 수 있어야 한다.

(가) 주차브레이크의 성능

주차브레이크는 수동식 조작이므로 레버인력이 50 kg이하이어야 한다. 따라서,

○ 50 kg의 레버인력으로 당길 때의 제동력 (최대 제동력)

$$B = \frac{(H-h) \times rp \times Fh \times d \times \eta}{R} \times Kf$$

- 전진시  $B_f = \frac{(50-9) \times 4 \times 33.5 \times 105.5 \times 0.4}{403} \times 6,722 \approx 3,867(\text{kg})$

- 후진시  $B_r = \frac{(50-9) \times 4 \times 36.5 \times 101.5 \times 0.4}{403} \times 6,722 \approx 4,053(\text{kg})$

여기서,	H	: 레버인력	= 50 kg
	h	: 제동 작용 시작인력	= 9 kg
	rp	: 핸드브레이크 레버비	= 4.0
	Fh	: 핸드브레이크	- 전진시 = 33.5
			- 후진시 = 36.5
	D	: 드럼반경	= 101.5 mm
	R	: 후륜유효반경	= 403 mm
	$\beta$	: 기계효율	= 0.4
	Kf	: 종속감속비	= 6.722

○ 11.5° 경사면에 정지시키는데 필요한 제동력

$$B_{f(11.5^\circ)} = W \cdot \sin \theta = 11,015 \times \sin(11.5^\circ) = 2,196(\text{kg})$$

여기서, W : 차량총중량 = 11,015 kg

○ 안전율

- 전진시  $Sf = \frac{3.867}{2.196} \approx 1.76 > 1$

- 후진시  $Sr = \frac{4.053}{2.196} \approx 1.84 > 1$

○ 주차제동력의 최대 구배

$$\tan \theta = \tan\left[\sin^{-1} \cdot \frac{Bf}{W}\right] = \tan\left[\sin^{-1} \cdot \frac{3.867}{11,015}\right] \approx 0.375$$

여기서, W : 차량총중량 = 11,015 kg

Bf : 전진시 최대제동력 = 3,867 kg

(나) 주차브레이크 레버인력

$$F = f + \frac{0.2W \cdot R}{\beta \cdot re \cdot K \cdot \frac{D}{2} \cdot Kf} = 9 + \frac{0.2 \times 7,020 \times 403}{0.4 \times 4 \times K \times \frac{203}{2} \times 6.722}$$

$$\therefore F = 9 + \frac{518}{K}$$

여기서, f : 제동작용 시작인력 = 9 kg

W : 차량중량 = 7,020 kg

R : 후륜 유효반경 = 508 mm

$\beta$  : 기계효율 = 0.4

re : 핸드브레이크 레버비 = 4.0

K : 핸드브레이크 - 전진시 = 33.5

- 후진시 = 36.5

D : 드럼반경 = 203 mm

Kf : 종속감속비 = 6.722

따라서, 전진시 브레이크 레버인력  $K = 33.5$  이므로 위의 식에 대입하여 계산한 결과 24.5kg, 후진시 브레이크 레버인력  $K = 36.5$ 로 23.2kg 이므로,

11.5° 구배에서 레버인력 20 kg 정도의 힘으로 충분히 공차상태의 차량을 정차시킬 수 있다. 적차시에도 위와 동일한 방법으로 레버의 인력을 계산하면 24 kg 정도의 힘으로 적차상태의 차량을 정차시킬 수 있다.

아. 주행성능 계산

(1) 등판능력

차량이 경사진 도로를 주행하면 구동력은 그만큼 평지주행시보다 더 필요하다.

$$\begin{aligned}
 K(\sin \theta) &= \frac{2 \cdot T \cdot i \cdot n}{D \cdot Wt} - \mu r \\
 &= \frac{2 \cdot 43.5 \times 10^3 \times 55.05 \times 0.93}{980 \times 11,015} - 0.015 \\
 &= 0.398
 \end{aligned}$$

$$K(\tan \theta) = \tan[\sin^{-1}(0.421)] = 0.464$$

여기서	T	:	엔진 최대토크	=	43.5 × 10 <sup>3</sup> kg · mm
	n	:	엔진효율	=	0.93
	i	:	종감속비 (1단시)	=	8.190 × 6.722 = 55.05
	W	:	차량총중량	=	11,015 kg
	D	:	타이어 외경	=	980 mm
	μr	:	구름마찰계수	=	0.015

(2) 가속능력

$$K = \frac{T \cdot i}{Wt \cdot R} = \frac{43.5 \times 10^3 \times 6.722}{11,015 \times 490} = 0.054$$

여기서,	T	:	엔진 최대토크	=	43.5 × 10 <sup>3</sup> kg · mm
	R	:	타이어 동하중 반경	=	490 mm
	i	:	종감속비	=	1.000 × 6.722 = 6.722
	Wt	:	차량총중량	=	11,015 kg

(3) 최고속도

차량의 최고속도는 바람이 없는 상태에서 평탄한 직선 포장도로를 달릴 때 발휘할 수 있는 속도의 최대값을 나타내나 제원표에 나타낸 값은 구동력 곡선의 최대속도 값이나 또는 이것과 평탄한 노면에서의 주행저항 곡선과의 교차점을 가지고 최고속도의 추정값으로 하는 경우가 많다.

$$V_{ma} = \frac{2\pi RN \times 60}{i \times 10^6} = \frac{2 \times \pi \times 490 \times 3,200 \times 60}{6.722 \times 10^6} = 87.9(\text{km})$$

여기서, R : 타이어 동하중 반경 = 490mm  
 I : 종감속비 = 1.000 × 6.722 = 6.722  
 N : 엔진의 최대회전수 = 3,200 rpm

(4) 최소회전반경

조향각도를 최대로 하고 선회하였을 때 그려지는 동심원 가운데서 맨 바깥쪽 원의 반경을 그 자동차의 최소회전반경이라고 한다.

그림과 같이 안쪽 앞바퀴 B와 안쪽 뒷바퀴 C와의 반경차이를 내륜차(內輪差)라고 부르며, 이 내륜차는 조향각도가 일정할 경우 축거(軸距)가 큰 자동차일수록 크게 된다. 보통 자동차의 최대 조향각은 40° 이하이다. 최소회전 반경 R은 다음 식과 같이 구할 수 있으며, 참고도는 그림 2-37과 같다.

$$R = \frac{L}{\sin \alpha} + r = \frac{4,250}{\sin 23^\circ} + 86.75 = 10,964\text{mm} (\approx 11\text{m})$$

여기서, L : 축거 = 4,250mm  
 α : 회전시 외측 전륜의 최대조향각 = 23°  
 r : 바퀴 접지면 중심과 킹핀과의 거리 = 86.75mm

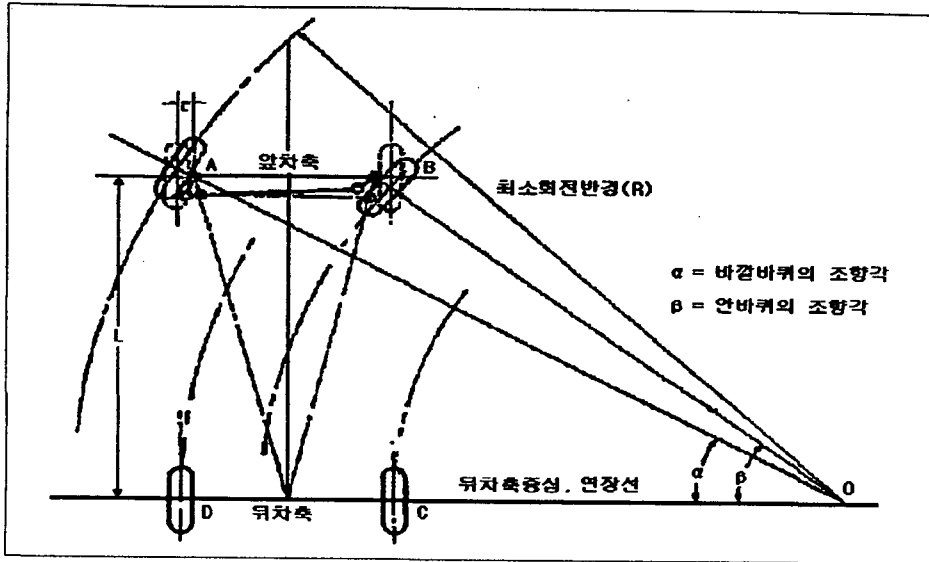


그림 2-37 . 최소회전반경 모식도

(5) 타이어 부하율

타이어의 부하(負荷)능력은 차량무게를 지탱할 뿐만 아니라 조종성이나 가속능력에도 영향이 있다. 따라서 타이어의 부하능력 요인으로 타이어의 용도나 구조에 따라 처짐과 하중의 관계로 나타낸다.

(가) 전륜부하율

$$Ff = \frac{Rf}{2 \cdot Wa} \times 100 = \frac{4,010}{2 \times 2,570} \times 100 = 78(\%)$$

(나) 후륜부하율

$$Ff = \frac{Rr}{4 \cdot Wb} \times 100 = \frac{7,005}{4 \times 2,255} \times 100 = 78(\%)$$

여기서,	Rf	: 적재시 전륜 분담하중	= 4,010 kg
	Rr	: 적재시 후륜 분담하중	= 7,005 kg
	Wa	: 전륜타이어 최대 권장하중	= 2,570 kg
	Wb	: 후륜타이어 최대 권장하중(복륜)	= 2,255 kg

(6) 최대안전경사각

(가) 중심고

$$H = R + \frac{L(Wr - W\bar{r}) \cdot \sqrt{L^2 - h^2}}{W \cdot h}$$

$$= 490 + \frac{4,250 \times (3,475.5 - 3,380) \cdot \sqrt{4,250^2 - 300^2}}{7,020 \times 300} = 1,307(\text{mm})$$

여기서,	R	:	타이어 유효반경	=	490 mm
	L	:	축간거리	=	4,250 mm
	W'r	:	전륜을 들어올렸을 때 후륜하중	=	3,475.5 kg
	W $\bar{r}$	:	공차시 후륜하중	=	3,380 kg
	h	:	전륜을 들어올린 높이	=	300 mm
	w	:	차량중량	=	7,020 kg

(나) 안전폭

$$B = \frac{\cos \alpha \cdot (W\bar{r} \cdot t_f + W'r \cdot t_r)}{W}$$

$$\alpha = \tan^{-1} \cdot \frac{t_f - t_r}{2L} = \tan^{-1} \cdot \frac{2,100 - 1,720}{2 \times 4,250} = 2.56$$

여기서,	t $\bar{f}$	:	전륜윤거	=	1,720 mm
	t $r$	:	후륜윤거	=	2,100 mm
	L	:	축간거리	=	4,250 mm
	W $\bar{r}$	:	우측전륜 분담하중	=	3,640/2 = 1,820kg
	W'r	:	우측후륜 분담하중	=	3,380/2 = 1,690kg
	W	:	차량중량	=	7,020 kg

$$\therefore B = \frac{\cos 2.56^\circ \times 1,820 \times 1,720 + 1,690 \times 2,100}{7,020} = 950(\text{mm})$$

(다) 최대안전경사각도(좌 · 우측 동일)

$$A = \tan^{-1} \frac{B}{H} = \tan^{-1} \frac{950}{1,307} = 36^\circ$$

(7) 타이어 접지압

(가) 전륜타이어 접지압

$$P = \frac{Rr}{2 \cdot Sf} = \frac{4,010}{2 \times 19} = 105.5 \text{ (kg/cm)}$$

(나) 후륜타이어 접지압

$$P = \frac{Rr}{4 \cdot Sr} = \frac{7,005}{4 \times 19} = 92.2 \text{ (kg/cm)}$$

여기서,	Rf	:	적재시 전륜 분담하중	=	4,010 kg
	Rr	:	적재시 후륜 분담하중	=	7,005 kg
	Sf	:	타이어 접지폭 (전륜)	=	19 cm
	Sr	:	타이어 접지폭 (후륜)	=	19 cm

자. 견인고리 강도계산서

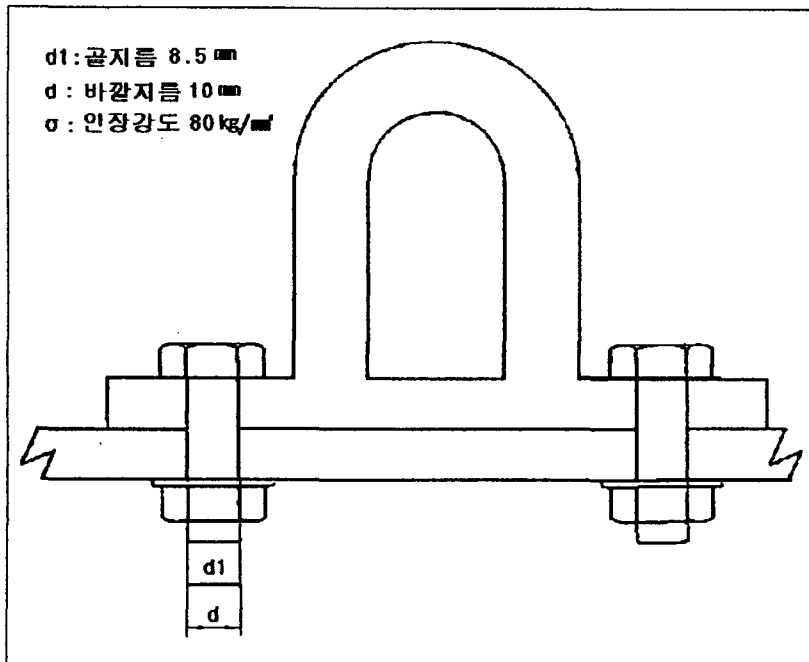


그림 2-38. 견인고리 구조도

여기서, 축방향 허용하중(W)은 다음 식으로 구할 수 있다.

$$\begin{aligned}
 W &= 2 \times \frac{\pi}{4} \times \left(\frac{d_1}{d}\right)^2 \times d^2 \times \sigma = > \frac{\text{차량총중량}}{2} \\
 &= 2 \times \frac{\pi}{4} \times \left(\frac{8.5}{10}\right)^2 \times 10^2 \times 80 = 9079 > 5508
 \end{aligned}$$



그림 2-39. 기본차량의 주행성능 시험

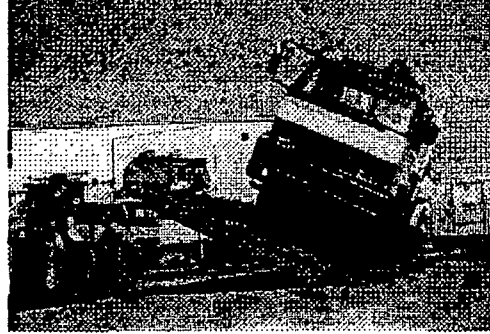


그림 2-40. 횡전도 경사각도 측정시험



## 제 3 절 타워야더 설계 제작

### 1. 타워야더의 설명 및 분류

목재를 견인 혹은 들어올리는 데 와이어로프와 윈치드럼을 이용하는 방법은 북미 북서부 지역에서 증기기관을 이용하던 시대부터 축력의 대체기구로서 발달하여 왔다. 초기에는 지면끌기(Skidding) 집재작업이 주된 집재방법이었지만, 원목이 지표 장애물에 간섭받는 경우가 많아 이것을 피하기 위해 원목을 침목식으로 지표면에 깔아서 견인로(牽引路)로 이용하게 되었다.

그 후 지표면의 원목의 장애물을 피하는 방법으로서 와이어로프를 높은 지주에 도르래를 이용하여 원목의 한쪽 끝을 들어올리는 방법인 하이리드(High lead) 집재방식으로 발전되었다.

한편 20세기초에는 자주식 타워야더의 원조라고 할 수 있는 철도차량 탑재용 타워야더가 고안되었다. 그 후, 증기기관이 내연기관으로 대체되면서 집재기계도 소형, 경량 고출력화 방향으로 개량이 진행되었지만, 현재와 같은 타워야더가 등장하기 까지는 오랜 시간이 소요되었다.

최초의 인공지주와 전용 기본차량을 가진 타워야더가 개발된 것은 북미에서 시작되었는데 이 장비는 과거의 반고정식 썰매형 윈치에 비해 이동성이 향상되고 설치철거 시간을 단축시켜 높은 평가를 받았으나 장비가 대형이라 유럽 등에서는 이용되지 않았다.

그 후, 1960년대에 유럽에서도 종래 폭넓게 사용되었던 다지간(multi-span) 재래식 집재기를 이용한 가선방식에 적합한 소형 타워야더가 개발되었다. 그후 알프스 지역을 중심으로 한 오스트리아와 스위스 등의 중부 유럽과 노르웨이 등의 산악국가를 중심으로 다양한 크기와 기능을 지닌 유럽식 타워야더가 개발되어 널리 이용되고 있다. 이러한 유럽식 타워야더는 일반적으로 북미형 타워야더에 비해 소형 경량이기 때문에 북미에서도 1980년대에 이리

한 유럽식 소형 타워야더를 급경사지 간벌작업에 도입하여 사용하고 있으며 최근에는 북미에서도 간벌용 소형 타워야더가 생산 이용되고 있다.

타워야더는 이동성을 높이고 설치철거 작업시간을 단축하는 것이 주목적이므로 원주(head spar)가 되는 타워를 장착하며 차륜식 혹은 궤도식 전용 기본차량에 탑재하여 자주식 혹은 견인식으로 이동가능한 특징이 있다. 소형 기계는 농업용 트랙터의 3점 지지장치에 직결한 것이 있고, 자주식 혹은 견인식으로 이동이 가능하므로 이동식 타워야더(mobile tower yarder)라고도 불리고 있다.

한편 위에 언급된 고정식 스카이라인(Standing skyline system) 방식과는 별도로 런닝스카이라인 스윙야더(Running skyline swing yarder)라고 부르는 기종도 있다. 이것은 북미에서 사용되는 런닝스카이라인 가선방식을 주목적으로 제작된 초대형 집재기로 타워 대신에 스윙뿔을 장착한 것으로 1950년대에 미국에서 제작되었다.

집재작업시에 가이라인(버팀줄)으로 고정되는 지주를 타워라고 정의하면, 스윙야더는 타워야더라고 할 수는 없지만 작업방식이 유사하므로 이와 동일하게 취급할 수가 있다. 그러므로 타워야더라고 하는 것은 집재작업시에 고정시키는 지주가 있고 윈치드럼세트와 함께 기본차량에 탑재된 것이라 할 수 있고, 넓게는 스윙야더를 포함하는 것이다.

#### 가. 종류 및 분류

유럽과 북미에서 생산되는 타워야더에 대한 제원 및 특성을 표 2-5에 나타내었는 바, 본 자료는 카타로그 또는 문헌에서 얻은 자료를 데이터 베이스화 한 것이다. 이들 타워야더의 제원을 보면 타워 높이, 중량을 비롯하여 전체적인 항목을 비교할 수 있다. 따라서 타워야더를 몇 가지의 종류로 분류할 경우 어떤 기능 혹은 제원을 기준으로 하느냐에 따라 그 분류는 다르게 된다. 견인하중, 가선의 속도 등 견인력을 기준으로 한다면, 집재거리, 작업

인원 등의 작업특성을 기준으로 한다거나, 혹은 타워높이, 차체의 규격, 중량 등의 기본적인 수치를 사용하느냐에 따라 몇 가지의 분류가 가능하다.

즉, Löffler(1991)에 의하면 가선 집재장비의 구분은 ㉔장비가 지닌 기동성(mobility) ㉕최대 집재가능 거리(yarding distance) ㉖적용된 기술수준 및 원리(technical principle) ㉗장비의 크기(Dimension) 등으로 구분할 수가 있다고 하였다. 여기에서 기동성은 일반 고정식 또는 반고정식 집재기에 대응하는 용어로 오늘날의 타워야더는 거의 모두 이동식 장비에 속한다.

유럽형 타워야더의 경우는 집재거리에 따른 분류에서 소형은 최대 집재거리가 300~400m, 중형은 최대집재거리 600m, 대형은 최대 800m로 구분할 수가 있다고 하였는데, 이 경우에 집재거리는 장착된 드럼의 크기와 출력 등에 의하여 결정된다. Trzesniowski가 분류한 유럽형 타워야더의 분류는 다음표 2-5와 같다.

표 2-5. 유럽형 이동식 타워야더의 구분(Trzesniowski)

항 목	소형	중형	대형
타워높이 (m)	< 7	7~10	> 10
가이라인 수	2 (3)	3~6	> 6
최대 견인 하중(kg)	600~1,200	2,000	2,000~4,000
원치 드럼수	2~3	3~5	3~5
스카이라인 길이(m)	< 350	350~500	>500
최대 원치 견인력(kN) (스카이라인)	< 100	100~200	>200
최대 원치 견인력(kN) (스카이라인)	15	60	150
최대 당김줄 속도(m/초)	8	9	10
엔진출력(kW)	40	150	150~200
대표 기종	Koller K-300 Urus I	Koller K-500 Urus II	Koller K-800 Urus IV

다만 북미식 장비에 있어서는 유럽형 장비와는 장비의 규격이 상이하므로

장비의 구분시 분류기준이 틀리며 주로 엔진출력과 견인력에 의하여 구분되며 대형인 경우는 중형보다도 집재거리는 짧으나 당김줄의 견인력이 30톤 이상으로 중형의 20톤보다도 크다.

이들 타워야더의 제원은 각각의 집재장비에 따라 다르나 기계설계시에 설정된 작업조건이 같다면 각기 다른 기종에서도 유사한 값을 갖게 된다.

북미의 타워야더의 구분은 견인줄의 견인력(Mainline pulling power)을 이용하여 대·중·소형의 3종류로 분류하는데 즉 견인력 10 톤까지를 소형, 10~30톤까지를 중형, 30톤 이상을 대형으로 구분한다.

한편, 견인력을 기준으로 한 분류로서 3등급으로 구분하여 타워야더의 형태 및 제원을 아래와 같이 정리하였다. 또한 타워, 집재장치 및 기본차량으로 구성된 것은 전체적으로 공통이다.

#### (1) 대형 타워야더

- 3개의 구성부분(타워, 윈치 및 기본차량)을 각각 필요에 따라 선택하기 때문에 사용자가 최적의 상태로 조합이 가능하다.
- 타워는 신축방식(Telescopic)이다.
- 타워는 3~8줄의 가이라인(버팀줄)으로 고정되는 경우가 많지만 최대 12줄의 가이라인을 사용하는 기종도 있다. 가이라인의 수는 타워의 높이, 형식 및 타워에 걸리는 힘에 따라 증감된다.
- 집재기는 보통 2~4개의 윈치드럼과 1개의 보조줄 드럼으로 되어 있고, 보조줄은 보통 설치작업시에 사용된다.
- 기본차량으로는 트레일러 또는 전용 자주식(自走式) 차량 어느 것이나 선택한다.
- 기본차량이 트레일러 형식인 것을 제외하고 기본차량과 집재장비는 엔진을 공용으로 이용한다.

표 2-6. 북미식 대형 타워야더

Max. Pulling Power - Skyline	340 - 1600 kN (34,700 to 163,100 kN)
Max. Pulling Power - Main line	310 - 1300 kN (31,600 to 132,500 kN)
Max. Pulling Power - Haul back line	110 - 880 kN (11,200 to 89,700 kN)
Max. Line Speed - Skyline	4.0 - 10.0 m/s
Max. Line Speed - Main line	4.0 - 13.0 m/s
Max. Line Speed - Haul back line	9.0 - 30.0 m/s
Max. Drum Capacity - Skyline	500 to 900m
Max. Drum Capacity -Main line	300 to 900m
Max. Drum Capacity -Haul back line	900 to 1,800m
Total Height	15.0 to 37.0m
Engine Power	224 to 485 kw(300 to 650 hp)
Weight(Tower, Yarder and Carrier)	30,000 to 120,000 kg

(2) 중형 타워야더

- 타워와 집재장치 부분이 일체로 된 구조이다.
- 타워는 기본차량의 위에 수평으로 굴절된 형태로 되어 있다.
- 타워는 3~6줄의 가이라인으로 고정된다. 이 가이라인 수는 타워높이, 형식 및 걸리는 힘에 따라 증감된다.
- 집재장치는 보통 2~4개의 윈치드럼과 1개의 보조줄 드럼으로 되어 있고, 보조줄은 보통 설치작업시에 사용된다.
- 스키더(견인트랙터), 트럭 등 자주식을 기본차량으로 한다.
- 기본차량과 집재기는 동력을 공용하는 경우가 많다.

(3) 소형 타워야더

- 타워와 집재기 부분이 일체로 된 구조이다.
- 타워는 기본차량의 위에 수평으로 굴절된 형태로 되어 있고, 특별히 중간 현지에 의해 여러 단으로 굴절되는 것도 있다.
- 집재작업시 타워는 2, 3줄의 가이라인으로 고정된다.

- 집재기는 보통 3개의 윈치드럼과 1개의 보조줄(Strawline) 드럼으로 되어 있고, 보조줄은 보통 설치작업시에 사용된다.
- 기본차량이 트레일러의 경우 타워야더의 동력으로 전용엔진을 가진 것과 견인차량에서 공급되는 것이 있다.
- 기본차량이 트럭인 경우 집재기의 동력은 트럭으로부터 공급되는 것이 많다.

표 2-7. 중형 타워야더

Max. Pulling Power - Skyline	170 - 500 kN (17,300 to 51,000 kN)
Max. Pulling Power - Mainline	110 - 280 kN (11,200 to 28,500 kN)
Max. Pulling Power - Haul backline	100 - 240 kN (10,200 to 24,500 kN)
Max. Line Speed - Skyline	4.0 - 10.0 m/s
Max. Line Speed - Mainline	4.0 - 16.0 m/s
Max. Line Speed - Haul backline	5.0 - 16.0 m/s
Max. Drum Capacity - Skyline	200 to 1,500m
Max. Drum Capacity -Mainline	150 to 1,300m
Max. Drum Capacity -Haul back line	350 to 1,300m
Total Height	7.5 to 20.0m
Engine Power	45 to 261 kw(60 to 350 hp)
Weight(Tower, Yarder and Carrier)	14,000 to 50,000 kg

표 2-8. 소형 타워야더

Max. Load Capacity	600 to 2,500kg
Max. Pulling Power - Skyline	20 - 200 kN (2,300 to 20,400 kN)
Max. Pulling Power - Mainline	10 - 70 kN (1,000 to 7,100 kN)
Max. Pulling Power - Haulbakline	10 - 60 kN (1,000 to 6,100 kN)
Max. Line Speed - Skyline	0.5 - 5.0 m/s
Max. Line Speed - Mainline	3.5 - 8.0 m/s
Max. Line Speed - Haulbakline	4.5 - 8.0 m/s
Max. Drum Capacity - Skyline	300 to 800m
Max. Drum Capacity -Mainline	300 to 1,200m
Max. Drum Capacity -Haulbakline	600 to 1,600m
Total Height	4.5 to 10.0m
Engine Power	19 to 186 kw(25 to 250 hp)
Weight(Tower, Yarder and Carrier)	2,000 to 20,000 kg

## 나. 기존 타워야더 제원 및 특성

다음 표는 타워야더에 관한 문헌 및 카탈로그 자료에서 수집한 제원을 정리한 것으로 대상 작업기계의 수는 53대로, 이 가운데 모빌 타워야더가 45대, 런닝스카이라인 타워야더가 8기종이었다. 각 항목에 대한 설명은 다음과 같다.

### (1) 거리 1, 2, 와이어로프

서로 다른 와이어로프를 사용한 경우 집재거리를 2가지로 구분하였고, 사용한 와이어로프와 이 때 집재거리를 각각 상하 2단으로 나누어 기록하였다. 거리의 단위는 m이고 와이어로프의 종류와 숫자의 관계는 다음과 같다.

(1 : 스카이라인 1, 2 : 스카이라인 2, 3 : 짐당김줄 1, 4 : 짐당김줄 2)

### (2) SKL, HAL, HBL, STL 1, 2의 직경과 길이

스카이라인(Skyline, SKL), 견인줄(Haulin line, HAL), 되들림줄(Haulback line, HBL) 및 보조줄(Straw line, STL)에 대하여 사용 가능한 와이어로프의 직경과 길이를 2가지 예를 들어 나타내었다. 단위는 mm 및 m이며, 또한 보조줄은 가설용 리드로프(lead rope)와 캐리지 내부의 짐올림줄(hoisting line) 등은 포함되지 않으며 집재작업시 윈치로 조작하여 사용 가능한 것만 기록하였다.

### (3) SKL, HAL, HBL, STL의 견인력 및 견인속도

4가지 와이어로프 윈치드럼별 최대견인력과 최대견인속도를 나타낸 것으로 단위는 kgf 및 m/초이다.

(4) 하중 1, 2 및 와이어로프의 종류

서로 다른 와이어로프를 사용했을 경우 최대로 들어올릴 수 있는 하중을 2가지로 나타내었고, 사용 가능한 와이어로프 종류와 들어올릴 수 있는 하중량을 각각 상하 2단으로 나누어 정리하였다. 중량의 단위는 kg이다.

(5) GYL 1, 2 직경, 길이 및 본수

버팀줄의 직경, 길이 및 본수를 나타내었다. 직경 및 길이의 단위는 mm와 m이고, 1은 주로 사용되는 버팀줄이며 2는 보조용 버팀줄이다.

(6) 타워높이, 구조 및 직립기구

타워의 높이는 직립했을 때의 지상고(m), 구조는 격자형, Box형 및 A-프레임형태로 나타내었다. 직립기구의 표기인 HY는 유압식, WR은 윈치로프, TI는 들어올림 방식, TE는 텔레스코픽 형식을 나타내고 있다.

(7) 최대출력, 최소출력 및 동력원

사용 가능한 엔진출력의 최대, 최소치로 단위는 마력(PS)이다. 동력원에 대한 기호설명은 다음과 같다.

(VE : 기본차량의 엔진이용, SC : 집재용 전용엔진)

(8) 중량 1, 2 및 기본차량

서로 다른 기본차량을 사용할 때의 중량을 2가지로 표시하였고, 기본차량항이 2 개인 경우 왼쪽에 표시된 기본차량의 제원이 중량 1에 해당한다. 기본차량은 트레일러 또는 전용 주행용 기본차량 이외에는 차량부 중량은 포함하지 않는다. 기본차량의 기호는 다음과 같다.

HI : 농용트랙터, TR : 트럭, TL : 트레일러, UC(c,w) : 전용 주행 기본차량(궤도형, 차륜형), YV(c,w) : 임내주행차량(궤도형, 차륜형)



(9) 특별 장비

특수캐리지 또는 장치를 나타내었다.

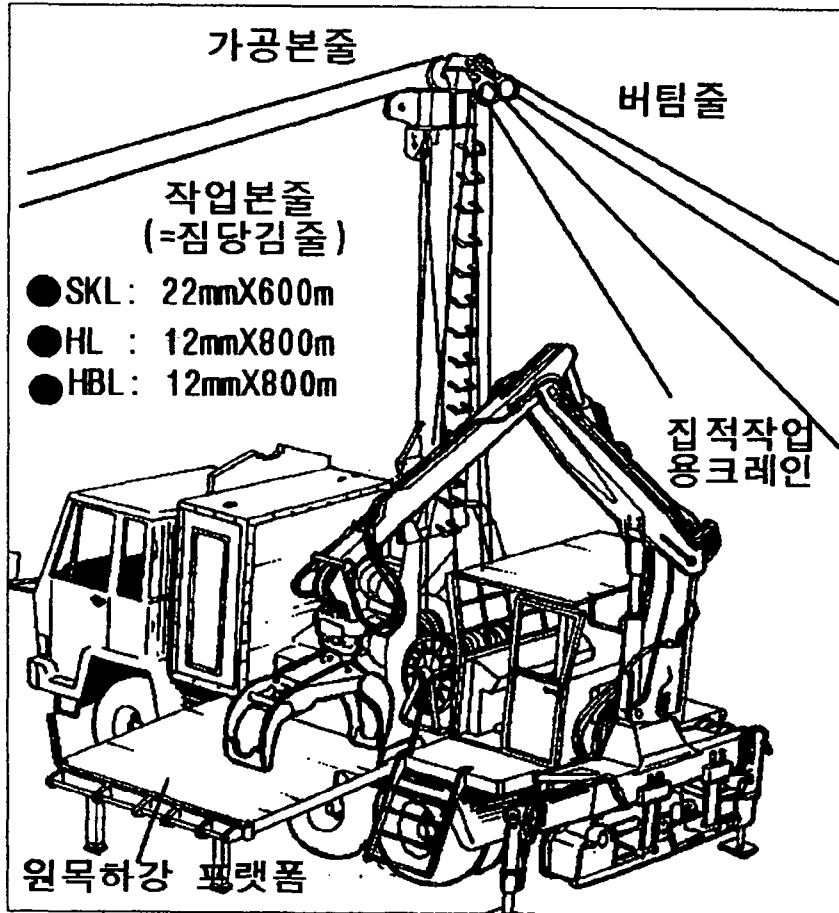


그림 2-41. 차량탑재형 타워야더 (Koller K-600)

표 2-9. 고정식 스카이라인 시스템 타워야더

명 칭		SMITH TM		TM SKYLINE HAULER	HIGHLAND TRAILER ALP		HIGHLAND ALP	IGLAND ALP WINCH
제조회사		SMITH ENGINEERS		MORBARK	JAMES JONES&SONS		JAMES JONES&SONS	PER IGLANDS FABRIKK
제 조 국		SCOTLAND		NEWZEALAND	SCOTLAND		SCOTLAND	NORWAY
집재 거리	거리	600	450	350	325	225	-	-
	삭종	3	3	3	3	4	-	-
SKL	직경	13.0		13.0	18.0		16.0	18.0
	길이	600		450	800		650	800
HAL	직경	8.0	9.0	9.0	9.0	11.0	9.0	8.0
	길이	600	450	400	650	450	800	800
HBL	직경	8.0	9.0	9.0	9.0	11.0	9.0	8.0
	길이	1,200	900	700	650	450	800	1,600
STL	직경	-	-	-	-	-	-	-
	길이	-	-	-	-	-	-	-
견인력	SKL	-	-	-	-	-	-	5,000
	HAL	2,000		4,000	-	-	-	5,000
	HBL	-	-	-	-	-	-	5,000
	STL	-	-	-	-	-	-	-
견인속도	SKL	-	-	-	-	-	-	-
	HAL	4.2		-	4.6		4.6	5.0
	HBL	6.3		-	4.6		4.6	5.0
	STL	-	-	-	-	-	-	1,000
하중	하중	750		-	-	-	1,500	-
	삭종	-	-	-	-	-	-	-
GYL1	직경	13.0		-	-	-	-	-
	길이	40		-	-	-	-	-
	본수	3		3	3		-	-
GYL2	직경	-	-	-	-	-	-	-
	길이	-	-	-	-	-	-	-
	본수	-	-	-	-	-	-	8.0
타워	지상고	7.3		7.6	7.2		7.2	-
	구조	box		BOX	lattice		-	-
	직립기구	HY/TI		HY/TI	WR/TI		-	75
출력	최대	75		69	75		80	-
	최소	50		-	50		50	/RA
	동력원	VE/RA		SC	VE/RA		-	4,200
기본 차량	중량 1	-	-	-	4,200		4,200	-
	중량 2	-	-	-	-		-	-
	차량	TL		TL, TR	TL		TL	TL
특별장비		계류반기 자동후크		계류반기 자동후크	자동후크드럼 계류반기 ALP,CAT		-	-

표 2-9. (계속)

명 칭		MINI URUS CLASS I		MINI URUS CLASS I	URUS CLASS II		URUS CLASS III		URUS CLASS IV	
제조회사		REINHOLD HINTEREGGER		REINHOLD HINTEREGGER	REINHOLD HINTEREGGER		REINHOLD HINTEREGGER		REINHOLD HINTEREGGER	
제 조 국		AUSTRIA		AUSTRIA	AUSTRIA		AUSTRIA		AUSTRIA	
집재 거리	거리	400	300	-	600	400	-	400	1,000	500
	삭종	1	2	-	1	2	-	2	1	2
SKL	직경	11.0	13.0	13.0	16.0	20.0	-	22.0	20.0	25.0
	길이	400	300	330	600	400	-	400	1,000	500
HAL	직경	6.5		6.5	9.0	11.0	-	12.0	11.0	14.0
	길이	400		350	600	400	-	400	1,000	500
HBL	직경	6.5		6.5	9.0	11.0	-	12.0	11.0	14.0
	길이	800		650	1,200	800	-	800	2,000	1,000
STL	직경	-		-	-	-	-	-	-	-
	길이	-		-	-	-	-	-	-	-
견인력	SKL	-		10,000	-	-	-	-	-	-
	HAL	-		1,500	-	-	-	-	-	-
	HBL	-		1,500	-	-	-	-	-	-
	STL	-		-	-	-	-	-	-	-
견인속도	HAL	-		8.0	-	-	-	-	-	-
	HBL	-		-	-	-	-	-	-	-
	STL	-		-	-	-	-	-	-	-
하중	하중	600	800	600	1,000	2,000	-	-	-	-
	삭종	1	2	-	1	2	-	2,500	2,000	3,500
GYL1	직경	10.0		-	16.0		2		1	
	길이	-		-	-		18.0		20.0	
	본수	1		-	1		-		-	
GYL2	직경	12.0		-	18.0		1		2	
	길이	-		-	-		20.0		22.0	
	본수	1		-	1		-		-	
타워	지상고	4.7		4.7	7.0		1		2	
	구조	BOX		-	BOX		8.7		9.6	
	적립기구	HY,WR/TI		-	HY,WR/TI		BOX		BOX	
출력	최대	40		40	100		HY,WR/TI		HY,WR/TI	
	최소	25		25	50		150		250	
	동력원	SC/RA		/RA	SC,VE/RA		75		150	
기본 차량	중량 1	1,800		2,200	3,600		SC,VE/RA		SC,VE/RA	
	중량 2	-		-	-		6,000		11,000	
	차량	TL		TL	TR,TL		-		-	
특별장비		반기		-	계류반기 스톱퍼		TR,TL		TR,TL	

표 2-9. (계속)

명 칭		URUS CLASS IV	HT-600	TURMFALKE	KOLLER 800	KOLLER 800
제조회사		REINHOLD HINTEREGGER	AGRO ALPINE THCHNIK	VOEST ALPINE MONTAGE	KOLLER	KOLLER
제 조 국		AUSTRIA	AUSTRIA	AUSTRIA	AUSTRIA	AUSTRIA
집재 거리	거리	530	600	600	750	750
	삭종	-	-	-	1	1
SKL	직경	25.0	22.0	16.0	24.0	24.0
	길이	530	600	600	750	750
HAL	직경	14.0	11.0	11.0	12.0	12.0
	길이	500	600	700	750	1,150
HBL	직경	14.0	11.0	11.0	12.0	12.0
	길이	1,050	600	1,200	750	750
STL	직경	-	6.0	6.0	-	-
	길이	-	1,200	1,200	-	-
견인력	SKL	20,000	9,000	7,000	9,700	10,000
	HAL	5,000	2,800	2,500	5,300	5,900
	HBL	5,000	2,800	2,500	5,300	3,700
	STL	-	1,000	400	-	-
견인속도	SKL	-	2.5	-	-	1.0
	HAL	7.6	7.0	5.0	6.3	4.8
	HBL	-	7.0	-	6.3	7.5
	STL	-	3.0	-	-	-
하중	하중	2,000	-	-	5,000	2,500
	삭종	-	-	-	-	-
GYL1	직경	-	14.0	16.0	-	-
	길이	-	50	60	-	-
	본수	-	4	4	4	-
GYL2	직경	-	-	-	-	-
	길이	-	-	-	-	-
	본수	-	-	-	-	-
타워	지상고	9.6	12.0	10.0	10.0	10.0
	구조	-	BOX	BOX	BOX	-
	직립기구	-	HY,TE	HY/TI	HY/TI	-
출력	최대	250	120	105	152	205
	최소	150	80	-	-	-
	동력원	SC,VE/RA	SC/RA	VE, SC	SC	-
기본 차량	중량 1	17,700	-	7,950	-	10,000
	중량 2	-	-	-	-	-
	차량	TR,TL	TL	TR, TL	TR, TL	TR
특별장비		-	특수반기	특수반기	반기 SKA5	-

표 2-9. (계속)

명 칭		KOLLER 300		KOLLER 300		DUBLE DRUMWINCH 3000/2	DOUBLE DRUMWINCH 4000/2	KSK 16/20
제조회사		KOLLER		KOLLER		PER IGLAND FABRIKK	PER IGLAND FABRIKK	STEYR
제 조 국		AUSTRIA		AUSTRIA		NORWAY	NORWAY	AUSTRIA
집재 거리	거리	420		-		150	400	-
	삭종	1		-		3	3	-
SKL	직경	14.0	16.0	16.0	-	-	24.0	-
	길이	420	340	350	-	-	700	-
HAL	직경	8.0	9.5	9.5	8.0	8.0	16.0	-
	길이	470	400	350	150	400	650	-
HBL	직경	-		-		8.0	8.0	14.0
	길이	-		-		150	400	1,300
STL	직경	-		-		-	-	9.0
	길이	-		-		-	-	650
견인력	SKL	4,500		4,400		-	-	13,900
	HAL	1,790		1,800		3,000	4,000	4,200
	HBL	-		-		3,000	4,000	4,200
	STL	-		-		-	-	2,100
견인속도	SKL	-		-		1.8	2.5	7.8
	HAL	1.6		-		1.8	2.5	7.8
	HBL	-		-		-	-	18.3
	STL	-		-		-	-	-
하중	하중	1,000		-		-	-	-
	삭종	-		16.0		-	-	-
GYL1	직경	13.0		30		-	-	-
	길이	40		-		-	-	-
	본수	2		-		-	-	-
GYL2	직경	-		-		-	-	-
	길이	-		-		-	-	-
	본수	-		7.0		-	5.5	17.5
타워	지상고	6.0		LATTICE		-	A-FRAME	BOX
	구조	A-FRAME		WR/TI		-	WR/TI	HY/TI
	직립기구	WR/TI		-		50	70	260
출력	최대	40		50		40	-	-
	최소	-		VE,SC/RA		VE/RA	VE/RA	VE
	동력원	VE		1,500		152	357	35,700
기본 차량	중량 1	1,200		3,200		-	-	-
	중량 2	-		HL,TL		-	HI	TR
	차량	HI		-		-	-	-
특별장비		반기 SKA1		-		-	-	-

표 2-9. (계속)

명 칭		KSK 16/20		ANDRITZ HYDROCRANE 80	OWREN VARIO WINCH	OWREN VARIO CRANE	MOXY CABLE CRANE
제조회사		STEYR-DAIM LER-PUCH		-	-	-	-
제 조 국		AUSTRIA		AUSTRIA	NORWAY	NORWAY	NORWAY
집재 거리	거리	-		-	-	-	-
	삭종	-		-	-	-	-
SKL	직경	24.0		22.0	-	18.0	-
	길이	700		600	-	500	-
HAL	직경	16.0		14.0	10.0	10.0	14.0
	길이	650		700	200	500	945
HBL	직경	14.0		14.0	10.0	10.0	14.0
	길이	1,300		1,000	400	1,000	1,490
STL	직경	9.0	6.5	7.0	10.0	10.0	14.0
	길이	650	1,500	1,000	200	500	880
전인력	SKL	13,600		2,000	-	-	-
	HAL	4,100		6,100	2,200	4,000	3,400
	HBL	4,100		6,100	2,200	4,000	4,000
	STL	2,100		-	-	-	-
전인속도	SKL	10.4		-	-	-	-
	HAL	9.4		4.5	4.0	4.0	11.0
	HBL	9.4		8.0	4.0	4.0	11.0
	STL	22.0		-	-	-	-
하중	하중	-		-	-	-	-
	삭종	-		-	-	-	-
GYL1	직경	24.0		-	12.0	16.0	18.0
	길이	60		-	75	75	75
	본수	6		-	1	2	4
GYL2	직경	-		-	-	-	-
	길이	-		-	-	-	-
	본수	-		-	-	-	-
타워	지상고	21.5		12.0	6.5	9.5	15.0
	구조	BOX		BOX	BOX	BOX	BOX
	직립기구	HY,WR/TI		HY/TI	HY/TI	HY/TI	HY/TI,TE
출력	최대	320		320	54	130	195
	최소	260		-	-	-	-
	동력원	VE		VE	VE	VE	VE
기본 차량	중량 1	27,000		26,500	4,200	15,300	28,600
	중량 2	-		-	-	-	-
	차량	TR		TR	YV(C,W)	YV(C)	YV(W)
특별장비		-		-	-	-	-

표 2-9. (계속)

명 칭		MS 500 UNI	MS 600 UNI	TELSTER 500		V400/M/3	V600/M/3
제조회사		ADLER	ADLER	HOLZKNECHT		VALENTINI	VALENTINI
제 조 국		AUSTRIA	AUSTRIA	AUSTRIA		ITALY	ITALY
집재 거리	거리	-	-	-		-	-
	삭종	-	-	-		-	-
SKL	직경	18.0	22.0	16.0	-	16.0	20.0
	길이	500	600	800	-	500	600
HAL	직경	11.0	13.0	10.0		10.0	11.0
	길이	1,100	1,200	500		550	600
HBL	직경	8.0	10.0	10.0		10.0	11.0
	길이	1,000	1,200	1,000		1,100	1,200
STL	직경	-	-	-		-	-
	길이	-	-	-		-	-
견인력	SKL	9,200	12,200	7,700		8,000	12,000
	HBL	3,800	5,100	2,900		3,400	4,700
	HBL	2,600	2,500	1,500		3,400	4,700
	STL	-	-	-		-	-
견인속도	SKL	2.0	2.0	-		1.5	1.8
	HAL	6.0	6.0	-		6.0	6.2
	HBL	6.0	6.0	-		6.0	6.2
	STL	-	-	-		-	-
하중	하중	-	-	-		-	-
	삭종	-	-	-		-	-
GYL1	직경	-	-	-		14.0	18.0
	길이	-	-	40		50	80
	본수	-	-	3		4	4
GYL2	직경	-	-	-		-	-
	길이	-	-	-		-	-
	본수	-	-	-		-	-
타워	지상고	9.0	11.0	-		7.2	12.0
	구조	BOX	BOX	BOX		BOX	BOX
	직립기구	HY/TL,TE	HY/TL,TE	HY/TL		HY/TE	HY/TL,TE
출력	최대	80	106	68		78	120
	최소	-	-	-		-	-
	동력원	SC	SC	VE		SC	-
기본 차량	중량 1	5,000	9,500	1,800		6,400	9,900
	중량 2	-	-	-		-	-
	차량	TL	TL	HI		TL	TL,TR
특별장비		-	-	ALL TERRAIN 2000		-	-

표 2-9. (계속)

명 칭		ECO I	MADILL 071		MADILL 046	WASHINGTON 208	LITTLE GIANT
제조회사		ROSEDALE	MADILL		MADILL	WASHINGTON	FORESTRAL/ UNITEC
제 조 국		-	CANADA		CANADA	USA	-
집재 거리	거리	-	-		-	-	-
	삭종	-	-		-	-	-
SKL	직경	-	25.0		-	35.0	17.5
	길이	-	590		-	670	240
HAL	직경	17.5	16.0	19.0	32.0	32.0	17.5
	길이	380	960	665	700	610	240
HBL	직경	14.3	16.0		22.0	22.0	15.9
	길이	550	1,340		1,610	1,360	610
STL	직경	-	10.0		10.0	10.0	-
	길이	-	1,020		1,830	1,650	-
견인력	SKL	-	40,700			16,400	18,100
	HBL	11,300	15,100		43,500	16,800	18,100
	HBL	11,300	11,600		19,900	11,200	15,900
	STL	-	3,800		5,100	5,000	-
견인속도	SKL	-	-		-	-	4.4
	HAL	5.1	7.8		8.1	7.0	4.4
	HBL	5.1	7.8		17.7	10.0	5.2
	STL	-	11.7		18.2	22.6	-
하중	하중	-	-		-	-	-
	삭종	-	-		-	-	-
GYL1	직경	-	-		-	-	-
	길이	-	-		-	-	-
	본수	-	-		-	-	-
GYL2	직경	-	-		-	-	-
	길이	-	-		-	-	-
	본수	-	-		-	-	-
타워	지상고	12.8	14.3		29.0	34.0	12.8
	구조	-	BOX		-	-	-
	직립기구	-	/TI		-	-	-
출력	최대	140	296		483	-	120
	최소	-	-		-	-	-
	동력원	SC/RA	VE		VE	-	VE
기본 차량	중량 1	14,100	39,500		66,300	84,300	14,500
	중량 2	-	-		-	-	-
	차량	UC(C),TR	UC(C)		-	-	UC(C)
특별장비		무선	-		-	-	무선



표 2-9. (계속)

명 칭	SIDEWINDER	WEST COAST TOWER	LITTLE GIANT	BU-737+T-90	MARC II R	
제조회사	ROSEDALE	MADILL	FORESTRAL/ UNITEC	SKAGIT	BERGER	
제 조 국	-	CANADA	-	USA	-	
집재 거리	거리	-	-	-	-	
	삭종	-	-	-	-	
SKL	직경	25.4	25.4	23.8	28.6	34.9
	길이	910	590	270	510	670
HAL	직경	19.0	15.9	23.8	15.9	25.4
	길이	790	820	270	850	670
HBL	직경	19.0	12.7	20.6	19.0	22.2
	길이	1,200	1,280	550	1,390	1,460
STL	직경	-	-	-	-	-
	길이	-	-	-	-	-
견인력	SKL	49,000	39,900	27,200	55,200	68,000
	HAL	18,100	25,600	27,200	35,600	38,000
	HBL	18,100	22,500	20,400	43,000	31,000
	STL	-	-	-	-	-
견인속도	SKL	8.6	-	5.1	7.8	5.0
	HAL	15.2	7.2	5.1	7.1	12.1
	HBL	15.2	8.3	7.1	10.3	15.2
	STL	-	-	-	-	-
하중	하중	-	-	-	-	-
	삭종	-	-	-	-	-
GYL1	직경	-	-	-	-	-
	길이	-	-	-	-	-
	본수	-	-	-	-	-
GYL2	직경	-	-	-	-	-
	길이	-	-	-	-	-
	본수	-	-	-	-	-
타워	지상고	13.7	14.6	18.3	27.4	33.5
	구조	-	-	-	-	-
	적립기구	-	-	-	-	-
출력	최대	320	284	185	380	425
	최소	-	-	-	-	-
	동력원	VE	VE	VE	SC,VE	VE
기본 차량	중량 1	47,200	33,300	-	57,500	79,700
	중량 2	-	-	-	-	-
	차량	UC(C)	UC(C)	UC(C)	TL,UC(C,W)	UC(W)
특별장비	-	-	무선	-	-	

표 2-9. (계속)

명 칭		MARC I	K-114D5+M10	009-3+"S" TOWER	127W+T90	BU-199+T-110
제조회사		BERGER	SKOOKUM	MADILL	WASHINGTON IRON WORKS	SKAGIT
제 조 국		-	-	CANADA	USA	USA
집재 거리	거리	-	-	-	-	-
	삭종	-	-	-	-	-
SKL	직경	-	34.9	-	-	38.1
	길이	-	700	-	-	850
HAL	직경	28.6	28.6	32.0	31.8	34.9
	길이	410	670	430	430	790
HBL	직경	19.0	22.2	22.0	22.2	25.4
	길이	910	1,680	1,040	1,020	1,520
STL	직경	-	-	-	-	-
	길이	-	-	-	-	-
견인력	SKL	-	54,400	-	-	84,500
	HAL	38,500	38,500	60,800	62,100	68,600
	HBL	14,500	18,100	22,500	23,000	24,900
	STL	-	-	-	-	-
견인속도	SKL	-	7.6	-	-	7.7
	HAL	5.1	10.7	5.6	7.0	9.8
	HBL	9.2	21.8	15.3	15.0	27.9
	STL	-	-	-	-	-
하중	하중	-	-	-	-	-
	삭종	-	-	-	-	-
GYL1	직경	-	-	-	-	-
	길이	-	-	-	-	-
	본수	-	-	-	-	-
GYL2	직경	-	-	-	-	-
	길이	-	-	-	-	-
	본수	-	-	-	-	-
타워	지상고	15.2	36.6	28.5	28.3	33.5
	구조	-	-	-	-	-
	직립기구	-	-	-	-	-
출력	최대	300	500	550	428	530
	최소	-	-	300	335	-
	동력원	VE	VE	SC,VE	SC,VE	SC,VE
기본 차량	중량 1	40,000	-	52,000	55,000	85,400
	중량 2	-	-	61,000	-	110,220
	차량	UC(C)	UC(C)	L,UC(C,W)	L,UC(C,W)	TL,UC(W)
특별장비		-	-	-	-	-

표 2-10. 런닝 스카이라인 시스템 타워야더의 종류 및 성능

명 칭		SKYLOK 78	SKYLOK 78	GT-3	MARC V
제조회사		WASHINGTON IRON WORKS	WASHINGTON IRON WORKS	SKAGIT	BERGER
제 조 국		USA	USA	USA	-
HAL	직경	12.7	13.0	15.9	22.2
	길이	550	550	520	670
HBL	직경	15.9	16.0	19.0	22.2
	길이	990	990	730	1,340
STL	직경	-	13.0	-	-
	길이	-	550	-	-
견인력	HAL	23,850	23,000	25,400	27,200
	HBL	7,700	7,180	15,540	13,200
	STL	-	4,320	-	-
견인속도	HAL	6.9	6.6	7.2	4.1
	HBL	7.6	7.67.1	11.6	4.1
	STL	-	14.8	-	-
GYL1	직경	-	19.0	-	-
	길이	-	45	-	-
	본수	-	2	-	-
타워	지상고	13.6	13.7	13.6	16.2
	구조	-	LATTICE	-	-
	직립기구	-	HY,WR/TI	-	-
출력	최대	197	197	220	300
	최소	-	-	-	-
	동력원	VE	VE	VE	VE
기본 차량	중량	40,100	40,200	43,100	63,200
	차량	UC(C)	UC(C)	UC(C,W)	UC(W)

표 2-10. (계속)

명 칭		PS4-200	SKYLOC 118	004 YARDING CRANE	SY-747
제조회사		PIERCE-PACIFIC	WASHINGTON IRON WOERS	MADILL	SKAGIT
제 조 국		USA	USA	CANADA	USA
HAL	직경	19.0	22.2	25.4	25.4
	길이	640	490	540	820
HBL	직경	19.0	22.2	15.9	22.2
	길이	1,490	1,010	1,370	1,070
STL	직경	-	-	-	-
	길이	-	-	-	-
견인력	HAL	27,700	39,300	48,300	54,300
	HBL	16,500	11,300	53,500	42,300
	STL	-	-	-	-
견인속도	HAL	5.4	7.3	15.0	9.0
	HBL	8.9	9.0	15.1	11.9
	STL	-	-	-	-
GYL1	직경	-	-	-	-
	길이	-	-	-	-
	본수	-	-	-	-
타워	지상고	15.2	17.1	18.3	15.2
	구조	-	-	-	-
	적립기구	-	-	-	-
출력	최대	456	318	450	425
	최소	-	-	-	-
	동력원	VE	VE	VE	VE
기본 차량	중량	59,900	53,500	89,600	51,300
	차량	UC(W)	UC(C,W)	UC(C,W)	UC(W)

## 2. 집재차 탑재형 원치의 설계

앞의 여러종류 타워야더의 기술적 자료를 기초로 다목적 집재차 탑재형 원치의 제작을 위하여 크레인에 탑재할 수 있는 Running skyline 용 Swing yarder와 타워야더의 두 종류에 대하여 각각의 작업시스템 및 기술적인 문

제를 검토한 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 크레인이 가선집재 시스템에 적용될 경우를 가정한 하중분석
- 가선집재 시스템에 크레인 적용가능성 검토
- 가선집재시스템에 사용될 경우 드럼에 작용하는 장력과 허용 반송량 분석
- 다목적 집재차에 타워야더 설치 가능성
- 2드럼 윈치의 동조 및 동력회생 기능
- 고정 스카이라인 방식으로 가능한 스카이라인용 드럼 추가 검토
- 다목적 집재차에서 크레인 및 타워야더의 탑재 위치 지정

이와 같은 관점에서 분석한 결과 탑재용 윈치는 3드럼을 이용한 스탠딩 스카이라인 방식을 이용하는 방법으로 최종 채택되었으며, 이에 따른 가선장력 분석 및 크레인의 안전도 분석, 가이라인(버팀줄) 등에 대한 분석은 다음과 같다.

#### 가. Running Skyline System에 사용되는 가선의 장력분석 및 지형에 따른 허용반송하중 분석

Running Skyline System은 일반적으로 Haulback line과 Mainline이 연결된 2 드럼 윈치를 사용하는 가선집재 시스템으로 Haulback line이 하단 지주목(tail spar)을 지나 반송기의 후미에 연결되는 것이 특징이다. 이러한 Running Skyline System의 역학분석을 위하여 그림 2-42와 같이 Haulback line과 Mainline을 4개의 단선(single segment)이 결합된 다선구조(multiple segments structure)로 파악한 후 각 단선들의 기하학적 구조와 힘, 모멘트의 평형 원리를 이용하여 장력을 계산하였다.

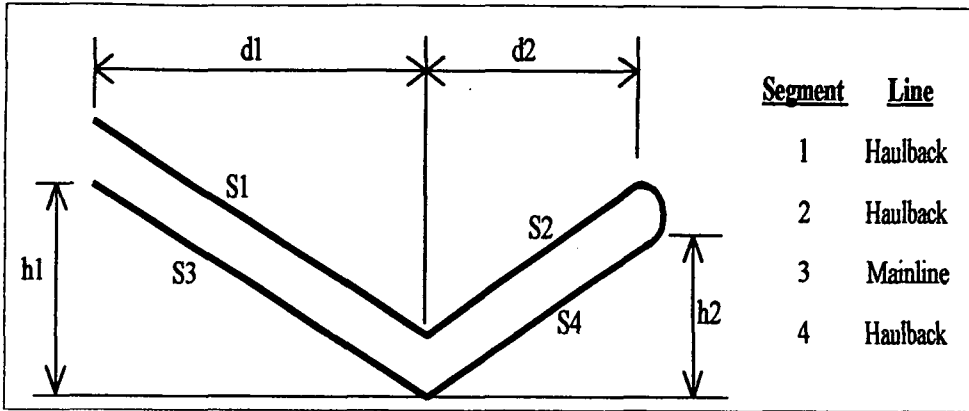


그림 2-42. 런닝스카이라인 집제시스템의 기하학적 가선 구조

(1) 별도목을 완전히 들어올려 집제하는 경우 (Full Suspension)

(가) Step 1

그림 2-43과 같이 단선의 역학분석(Single Segment Analysis)을 이용하여 원치에 의해 Haulback line에 걸린 장력(T1U)의 수평분력(H1U)과 수직분력(V1U)을 구한다.

$$H1U = -\frac{w1 \times h1 \times d1}{2 \cdot L1} + \frac{T1U \times d1}{L1} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{w1 \times d1}{2 \cdot T1U}\right)^2}$$

여기서,  $L1 = (d1^2 + h1^2)^{1/2}$

$$H1L = H1U$$

$$V1L = \frac{H1L \times h1 - R1 \times (d1/2)}{d1}$$

$$T1L = (H1L^2 + V1L^2)^{1/2}$$

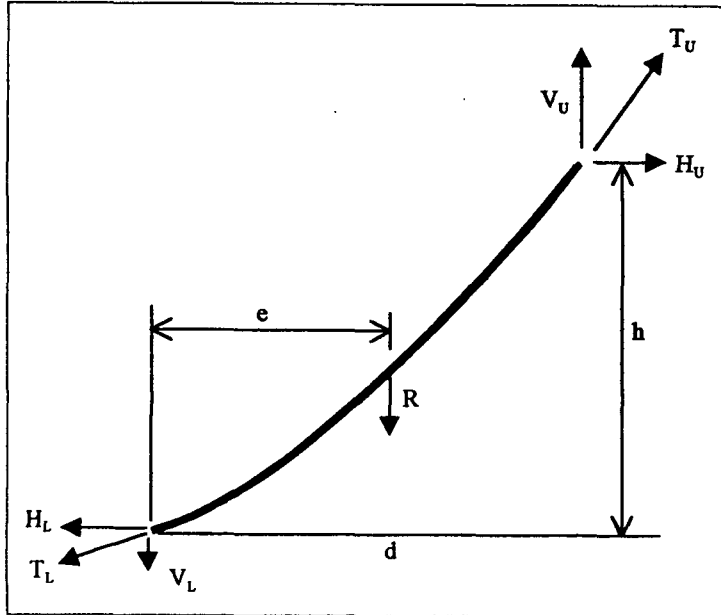


그림 2-43. 단선의 역학분석

(나) Step 2

반송기의 브레이크 장치가 작동하지 않은 상태(unclamped carriage)라고 가정한다면 반송기 좌우에서 작용하는 Haulback line의 장력은 같아지며, 그 분력도 Step 1과 동일한 방법으로 구할 수 있다.

$$T_{2L} = T_{1L}$$

$$H_{2L} = \frac{w_2 \times h_2 \times d_2}{2 \cdot L_2} + \frac{T_{2L} \times d_2}{L_2} \cdot \sqrt{1 - \left( \frac{w_2 \times d_2}{2 \cdot T_{2L}} \right)^2}$$

$$V_{2L} = \frac{H_{2L} \times h_2 - R_2 \times (d_2/2)}{d_2}$$

Haulback line이 하단 지주목의 도르래를 지나 다시 반송기에 부착되는 Running Skyline System에서는 가선(segment) 2와 가선4의 장력은 일치하게 되고 동일한 기하학적 구조를 갖고 있어 수평분력과 수직분력 역시 서로 일치하게 된다.

$$H_{4L} = H_{2L}$$

$$V_{4L} = V_{2L}$$

(다) Step 3

반송기에 작용하는 힘들의 평형원리( $\sum Fy=0$ )에 의해 Mainline의 수평분력을 구하고, 모멘트의 원리를 이용하여 수직분력을 구한다.

$$H3L = H2L + H4L - H1L$$

$$V3L = \frac{H3L \times h3 - R3 \times (d3/2)}{d3}$$

각 가선들이 반송기를 들어 올려주는 수직분력과 반송기의 무게( $Wc$ )를 벡터적으로 합함으로써 반송기에 매달 수 있는 벌도목의 무게, 즉 허용반송능력( $W$ )을 산출할 수 있다.

$$W = V1L + V2L + V3L + V4L - Wc$$

(2) 벌도목의 일부만을 들어올려 집재하는 경우(Partial Suspension)

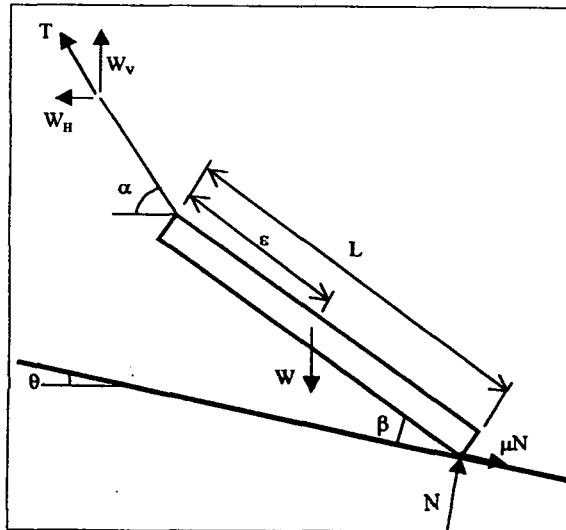


그림 2-44. 원목집재의 기하구조

(가) Step 1, Step 2는 Full Suspension과 동일

(나) Step 3

벌도목의 견인형태에 따라 반송기에 부착되는 짐매달음줄의 각도를 구한



후, 모멘트의 원리에 의해 Mainline의 수직분력과 수평분력을 구한다.

$$\alpha = \tan^{-1} \left[ 2 \cdot \tan(\theta + \beta) + \frac{\cos \theta - \mu \cdot \sin \theta}{\sin \theta + \mu \cdot \cos \theta} \right]$$

$$H3L = \frac{\tan \alpha \times (H1L - H2L - H4L) - (V1L + V2L + V4L - Wc) + R3/2}{h^3/d^3 - \tan \alpha}$$

$$V3L = \tan \alpha \times (H1L + H3L - H2L - H4L) - V1L - V2L - V4L + Wc$$

(다) Step4

반송기에 작용하는 각 가선의 장력을 이용하여 짐매달음줄에 작용하는 수직분력을 구하고, 그에 따른 허용반송능력을 산출한다.

$$Wv = V1L + V2L + V3L + V4L - Wc$$

$$W = \frac{Wv}{1 - \frac{\cos \theta - \sin \theta \times \tan \beta}{L/\epsilon \times (1 + \mu \cdot \tan \beta)} \times (\cos \theta - \mu \cdot \sin \theta)}$$

참고적으로 하향집재시 혹은 반송기의 위치가 하단 지주목(Tail Spar) 보다 높은 경우에는 각 가선들이 이루는 기하학적 구조와 작용하는 힘의 방향이 변경되므로 이를 고려한 후, 위와 동일한 과정으로 허용반송능력을 산출할 수 있다.

(3) 분석결과

(가) 입력자료

가선집재 시스템 작업의 허용반송량을 계산하기 위해서는 시스템의 제원, 작업내용과 관련된 매개변수들 및 지형조건에 관한 자료들이 요구된다. 이들은 각각 표2-11, 표2-12, 표2-13에 제시되어 있으며, 그림2-45는 입력된 지형자료를 도식화한 것이다.

표 2-11. 와이어로프의 특성

Type of Wire-rope	Diameter (mm)	Break Force (kg)	Safety Factor	Safe Working Load (kg)	Unit Weight (kg/m)
Haulback line	8	3,500	2.5	1,400	0.233
Mainline	10	5,500	2.5	2,200	0.364

표 2-12. 기타 입력자료

Log Skidding Geometry Data Set for Partial Suspension Analysis	Log Angle to Ground	5
	Ground Friction Coef.	0.6
	Average Log Length	4m
Spar Trees	Head	4m at T.P. 0
	Tail	4m at the last T.P.
Carriage Weight	200 kg	

표 2-13. 가설 자료

Terrain I	Uphill			Downhill		
	T. P. No.	S. Dist. (m)	% Slope	T. P. No.	S. Dist. (m)	% Slope
	0	-	-	0	-	-
	1	20	-60	1	20	-30
	2	15	-20	2	20	-20
	3	20	-30	3	15	40
	4	30	-50	4	15	60
	5	20	-70	5	20	70
	6	15	-60	6	30	50
	7	15	-40	7	20	30
	8	20	20	8	15	20
	9	20	30	9	20	60
Terrain II	Uphill			Downhill		
	T. P. No.	S. Dist. (m)	% Slope	T. P. No.	S. Dist. (m)	% Slope
	0	-	-	0	-	-
	1	20	-100	1	20	-40
	2	20	-80	2	20	-20
	3	20	-60	3	20	0
	4	20	-40	4	20	20
	5	20	-20	5	20	40
	6	20	0	6	20	60
	7	20	20	7	20	80
	8	20	40	8	20	100

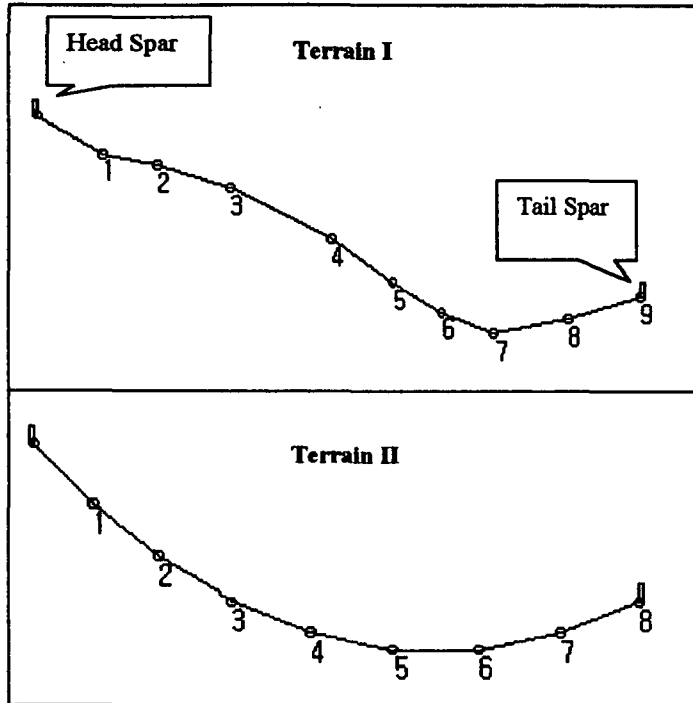


그림 2-45. 지형 I과 II의 구조

(나) 분석결과

- ① Running Skyline System을 이루는 가선들의 역학분석 결과, 지형 I과 지형 II에서 각 지점의 허용반송능력이 표2-14, 표2-15와 같이 계산되었다.
- ② 지형 I에서는 2, 3지점의 볼록한 지형으로 인해 4지점에서 7지점까지의 Clearance가 상향조정되었다.
- ③ 지형 I에서 상향집재의 경우 3지점에서 허용반송능력이 최소가 되는 것으로 나타났는데, 이것은 3지점 이후에서 집재되는 별도목이 모두 3지점을 통과해야 하므로 반송능력이 3지점에서의 허용반송능력(210.66kg)으로 제한되는 것을 알 수 있다.
- ④ 상향집재와 하향집재 등 집재방향에 따른 허용반송능력은 큰 차이를 보이지 않으나, 상향집재의 경우 Mainline에 가해지는 장력이 증가하고, 반대로 하향집재의 경우에는 Haulback line의 장력이 증가하는 경향을 볼

수 있다.

- ⑤ Partial Suspension의 경우는 Full Suspension에서 보다 허용반송능력이 크게 나타났으며, 허용반송능력이 Mainline에 사용되는 와이어로프의 Safe Working Load에 의해 제한을 받는 경우가 발생하였다(\*표시). 또한 Partial Suspension의 경우, 견인목과 지면이 이루는 각이 클수록, 또한 지면에서 발생하는 마찰력이 증가할수록 허용반송능력은 감소하게 된다.

표 2-14. 런닝스카이라인 시스템 이용시 지형 I의 분석결과

Yarding Type	T.P. No.	Clear. (m)	Full Suspension			Partial Suspension		
			W(kg)	M.T.(kg)	H.T. (kg)	W(kg)	M.T.(kg)	H.T. (kg)
Uphill	1	2	<b>1,030.42</b>	1,931.24	1,388.94	<b>*1,889.78</b>	2,197.83	979.94
	2	2	<b>369.09</b>	1,598.09	1,388.94	<b>786.33</b>	1,930.99	1,388.94
	3	2	<b>210.66</b>	1,530.87	1,388.94	<b>362.45</b>	1,687.54	1,388.94
	4	3	<b>459.88</b>	1,592.48	1,388.94	<b>697.33</b>	1,887.72	1,388.94
	5	7	<b>673.98</b>	1,626.47	1,388.94	<b>1,094.22</b>	2,100.14	1,388.94
	6	9	<b>913.49</b>	1,643.10	1,388.94	<b>*1,569.43</b>	2,199.02	1,286.94
	7	9	<b>1,271.62</b>	1,617.72	1,388.94	<b>*3,082.98</b>	2,198.81	1,351.94
	8	2	<b>1,801.56</b>	1,381.76	1,388.94	<b>4,294.37</b>	2,000.76	1,388.94
Down hill	1	2	<b>1,842.85</b>	1,422.69	1,411.06	<b>*2,897.24</b>	2,197.92	1,067.06
	2	9	<b>1,180.43</b>	1,200.50	1,411.06	<b>2,542.96</b>	1,414.63	1,411.06
	3	9	<b>853.40</b>	1,178.01	1,411.06	<b>1,749.04</b>	1,178.36	1,411.06
	4	7	<b>638.83</b>	1,189.63	1,411.06	<b>1,636.57</b>	1,151.88	1,411.06
	5	3	<b>450.53</b>	1,215.83	1,411.06	<b>1,736.19</b>	1,262.27	1,411.06
	6	2	<b>231.06</b>	1,265.64	1,411.06	<b>1,716.82</b>	1,346.88	1,411.06
	7	2	<b>375.11</b>	1,203.19	1,411.06	<b>1,994.71</b>	1,361.48	1,411.06
	8	2	<b>881.51</b>	940.33	1,411.06	<b>2,572.38</b>	963.07	1,411.06

\*Payload is limited by the safe working load of mainline.

표2-15. 런닝스카이라인 시스템 이용시 지형 II의 분석결과.

Yarding Type	T.P. No.	Clear. (m)	Full Suspension			Partial Suspension		
			W(kg)	M.T.(kg)	H.T. (kg)	W(kg)	M.T.(kg)	H.T. (kg)
Uphill	1	2	<b>*1,896.06</b>	2,198.07	1,099.40	<b>*1,926.28</b>	2,198.20	547.40
	2	2	<b>*1,966.39</b>	2,199.21	1,242.40	<b>*2,051.37</b>	2,199.83	603.40
	3	2	<b>*2,096.40</b>	2,199.09	1,374.40	<b>*2,281.28</b>	2,197.33	640.40
	4	2	<b>2,046.42</b>	1,995.90	1,391.40	<b>*2,660.57</b>	2,197.77	715.40
	5	2	<b>1,979.01</b>	1,761.93	1,391.40	<b>*3,263.40</b>	2,197.61	881.40
	6	2	<b>1,928.55</b>	1,523.89	1,391.40	<b>*4,222.05</b>	2,198.38	1,212.40
	7	2	<b>1,935.83</b>	1,259.22	1,391.40	<b>4,370.88</b>	1,654.48	1,391.40
Down hill	1	2	<b>2,076.02</b>	1,552.82	1,408.60	<b>*2,968.34</b>	2,198.85	910.60
	2	2	<b>1,856.35</b>	1,284.94	1,408.60	<b>*3,644.88</b>	2,198.71	1,203.60
	3	2	<b>1,740.47</b>	1,082.14	1,408.60	<b>3,984.75</b>	1,842.19	1,408.60
	4	2	<b>1,657.00</b>	910.22	1,408.60	<b>3,570.13</b>	1,215.06	1,408.60
	5	2	<b>1,595.10</b>	762.30	1,408.60	<b>3,190.19</b>	762.30	1,408.60
	6	2	<b>1,598.68</b>	628.23	1,408.60	<b>3,021.54</b>	446.56	1,408.60
	7	2	<b>1,621.34</b>	469.48	1,408.60	<b>2,859.31</b>	183.15	1,408.60

**\*Payload is limited by the safe working load of mainline.**

나. 크레인의 안전도 분석(Running Skyline System의 Head Spar로 사용)

크레인의 안전도 분석은 크레인이 가선집재 시스템에서 Head Spar로 사용되는 경우, 각 부위가 받는 힘의 부하를 산출하고, Guyline의 설치시 설치방향과 위치, Guyline이 지탱해야 하는 장력의 크기 등을 예측하기 위하여 실시하였다.

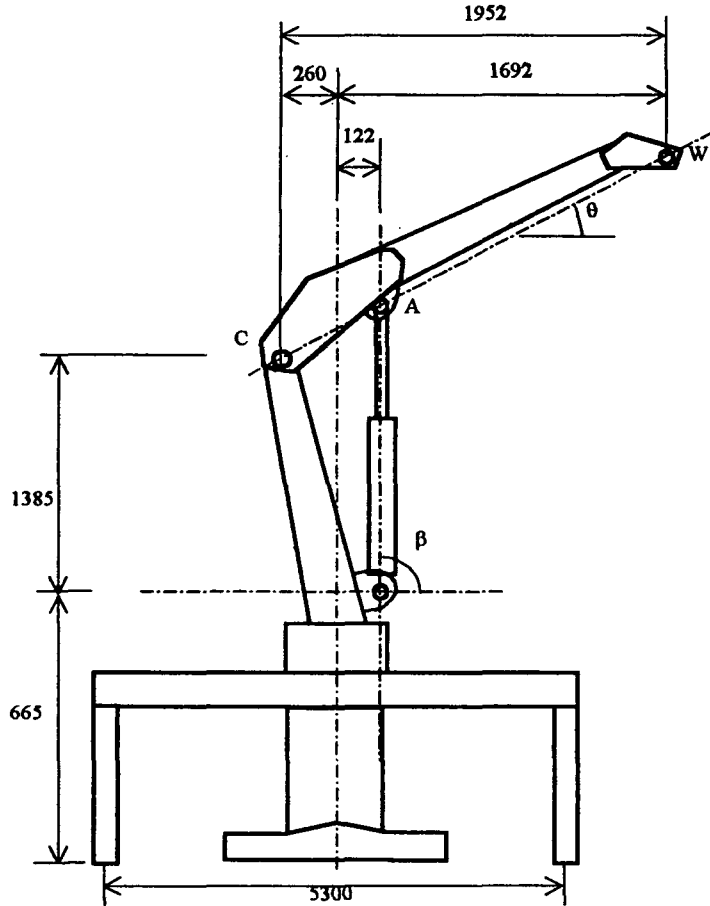


그림 2-46. 크레인의 기하구조

(1) 크레인의 정역학적 분석

크레인의 정역학적 분석을 위하여 크레인의 제원 및 구조를 그림 18과 같이 설정하였으며, 광림특장차에서 제공한 자료에 따라 Inner Boom을 지지하는 유압실린더의 방향을 수직으로 가정하였고, 그때 Inner Boom은 수평에서  $17.3^\circ$ 의 경사를 유지하게 된다.

분석과정을 용이하게 하기 위해 가선이 고정되는 지점(W)과 실린더의 지지점(A) 및 Inner Boom의 회전중심(C)은 동일 직선상에 있다고 가정하였고, 각 구조물의 무게는 고려하지 않았다.

(가) PART 1 : Inner Boom의 역학분석

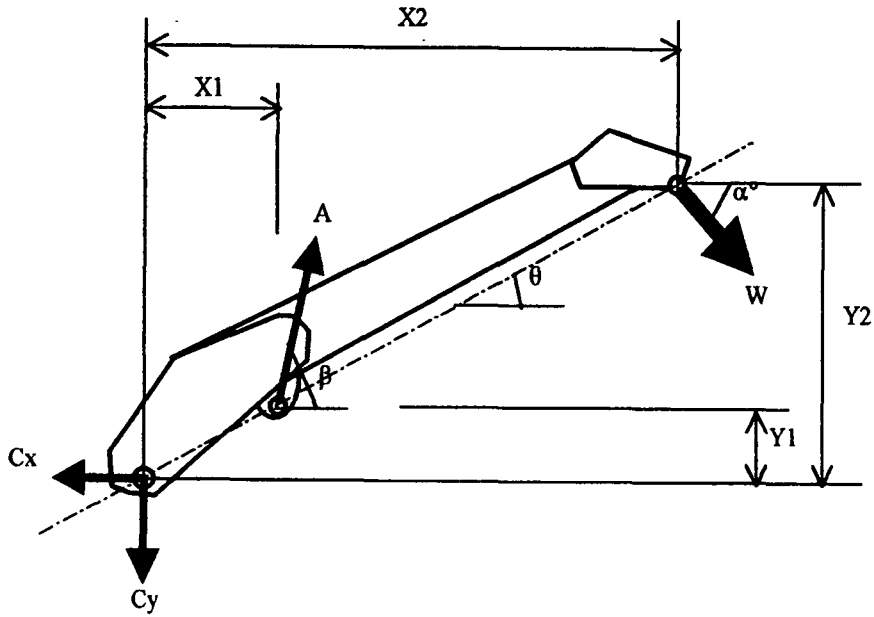


그림 2-47. Inner Boom의 구조

모멘트와 힘의 평형원리를 이용하여 A와 C점에 작용하는 힘을 다음 식에 의해 구할 수 있다.

$$A = \frac{W \cdot (X2 \cdot \sin \alpha + Y2 \cdot \cos \alpha)}{X1 \cdot \sin \beta - Y1 \cdot \cos \beta}$$

$$Cy = A \cdot \sin \beta - W \cdot \sin \alpha$$

$$Cx = A \cdot \cos \beta + W \cdot \cos \alpha$$

(나) PART 2 : 컬럼의 정역학적 분석

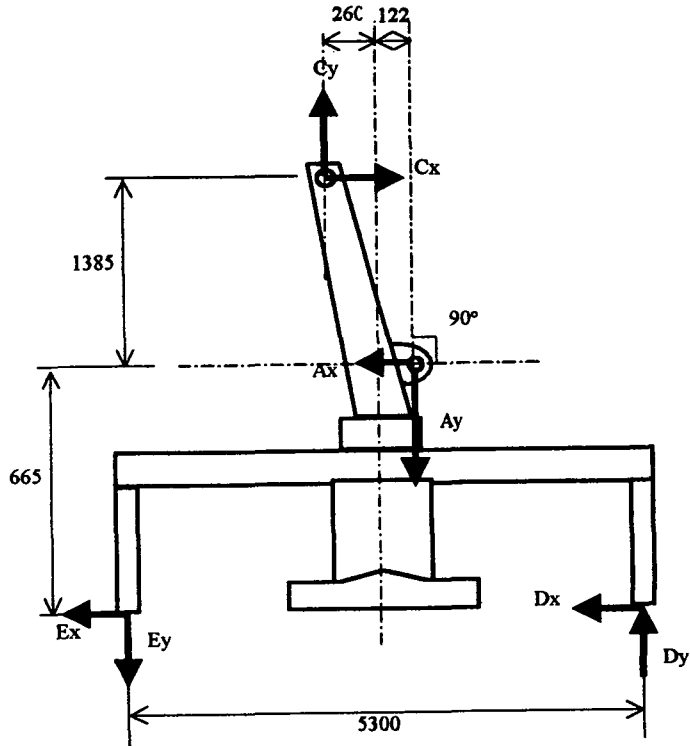


그림 2-48. 크레인 컬럼과 베이스의 구조

모멘트와 힘의 평형원리를 이용하여 크레인이 지면에 작용하는 힘( $D_y$ ,  $E_y$ )을 구한다.

$$D_y = \frac{2.772 \cdot A_y + 2.05 \cdot C_x - 0.665 \cdot A_x - 2.390 \cdot C_y}{5.3}$$

$$E_y = C_y + D_y - A_y$$

(다) 두 가지 분석에 대한 결과 및 고찰

① 가선장력(W)의 방향에 따른 크레인 안전도 분석

㉞ 입력변수

- 유압실린더가 수직방향으로 작용( $\beta = 0^\circ$ )
- Inner Boom의 각도 고정( $\theta = 17.3^\circ$ )
- 가선이 갖는 장력의 크기 일정( $W = 4,000\text{kg}$ )

㉞ 분석결과



- 상향집재의 경우 크레인에 부착되는 가선의 장력방향이 수평축으로부터 하향으로 80° 이상이 될 경우만 안전한 것으로 나타났으며, 가선이 80° 이하로 들어 올려졌을 경우에는 크레인이 뒤집히게 되어 가선의 반대방향에서 크레인을 지지해주는 Guyline의 설치가 요구되는 것으로 나타났다.
- 하향집재의 경우에는 가선이 40° 이상으로 들어 올려졌을 때에 크레인 자체가 들어 올려지게 되므로, 이러한 경우에는 크레인의 전후에 Guyline이 설치되어야 한다.
- 가선이 갖는 장력의 방향이 수직에 가까울수록 유압실린더(A)가 받는 힘의 크기가 증가하게 되며, 상향집재의 경우에는 실린더에 압축응력이, 하향집재의 경우에는 인장응력이 작용하게 된다.

표 2-16. 가선의 장력방향에 따른 크레인의 안전도 분석

Yarding Type	Tension of Cables			Forces on the Inner Boom			Reaction at the Ground			
	$\alpha$ (°)	Wx (kg)	Wy (kg)	A (kg)	Cx (kg)	Cy (kg)	Dx+Ex (kg)	Dy (kg)	Ey (kg)	Crane Stability
Up hill	0	4,000.0	0.0	6,366.5	4,000.0	6,366.5	4,000.0	2,006.0	2,006.0	<i>Overtuned</i>
	10	3,939.2	694.6	9,819.1	3,939.2	9,124.5	3,939.2	2,544.6	1,850.0	<i>Overtuned</i>
	20	3,758.8	1,368.1	12,973.4	3,758.8	11,605.3	3,758.8	3,005.9	1,637.8	<i>Overtuned</i>
	30	3,464.1	2,000.0	15,733.4	3,464.1	13,733.4	3,464.1	3,375.8	1,375.8	<i>Overtuned</i>
	40	3,064.2	2,571.2	18,015.5	3,064.2	15,444.3	3,064.2	3,643.1	1,072.0	<i>Overtuned</i>
	50	2,571.2	3,064.2	19,750.1	2,571.2	16,685.9	2,571.2	3,799.8	735.6	<i>Overtuned</i>
	60	2,000.0	3,464.1	20,884.6	2,000.0	17,420.5	2,000.0	3,841.0	376.9	<i>Overtuned</i>
	70	1,368.1	3,758.8	21,384.6	1,368.1	17,625.8	1,368.1	3,765.5	6.7	<i>Overtuned</i>
	80	694.6	3,939.2	21,234.8	694.6	17,295.6	694.6	3,575.5	-363.7	<i>Stable</i>
90	0.0	4,000.0	20,439.8	0.0	16,439.8	0.0	3,277.0	-723.0	<i>Stable</i>	
Down hill	-10	3,939.2	-694.6	2,720.4	3,939.2	3,415.0	3,939.2	1,406.5	2,101.1	<i>Overtuned</i>
	-20	3,758.8	-1,368.1	-1,008.3	3,758.8	359.8	3,758.8	764.3	2,132.3	<i>Overtuned</i>
	-30	3,464.1	-2,000.0	-4,706.4	3,464.1	-2,706.4	3,464.1	98.8	2,098.8	<i>Overtuned</i>
	-40	3,064.2	-2,571.2	-8,261.4	3,064.2	-5,690.3	3,064.2	-569.7	2,001.5	<i>Lifted</i>
	-50	2,571.2	-3,064.2	-11,565.5	2,571.2	-8,501.3	2,571.2	-1,220.9	1,843.3	<i>Lifted</i>
	-60	2,000.0	-3,464.1	-14,518.1	2,000.0	-11,054.0	2,000.0	-1,834.9	1,629.2	<i>Lifted</i>
	-70	1,368.1	-3,758.8	-17,029.7	1,368.1	-13,270.9	1,368.1	-2,393.2	1,365.5	<i>Lifted</i>
	-80	694.6	-3,939.2	-19,023.7	694.6	-15,084.5	694.6	-2,878.9	1,060.4	<i>Lifted</i>
	-90	0.0	-4,000.0	-20,439.8	0.0	-16,439.8	0.0	-3,277.0	723.0	<i>Lifted</i>

- Negative value means the force operates in opposite direction.

② 장력의 크기에 따른 크레인 안전도 분석

㉞ 입력내용

- 가선장력의 방향 고정 ( $\alpha=60^\circ$  ,  $\alpha=80^\circ$  )
- Inner Boom의 각도 고정( $\beta=30^\circ$  )

㉟ 분석결과

- 장력의 크기가 커질수록 Inner Boom을 지탱하는 유압실린더가 받는 응력 (A)과 Inner Boom의 회전축이 받는 힘(C)이 증가하였다.
- 크레인의 안전도는 장력의 크기와 무관한 것으로 분석되었는데, 그 이유는 본 분석과정에서 크레인의 자체 무게를 고려하지 않는 까닭에 크레인의 전복가능성은 전적으로 Inner Boom 상단에 고정되는 장력의 방향에 의해 결정되기 때문인 것으로 판단된다.

표 2-17. 장력의 크기에 따른 크레인의 안전도 분석 ( $\alpha=60^\circ$  ).

W (kg)	Ax (kg)	Ay (kg)	Cx (kg)	Cy (kg)	Dy (kg)	Ey (kg)	Crane Stability
500	-65.2	2,912.6	184.8	2,479.6	484.8	51.8	<i>Overtuned</i>
1,000	-130.5	5,825.1	369.5	4,959.1	969.7	103.7	<i>Overtuned</i>
1,500	-195.7	8,737.7	554.3	7,438.7	1,454.5	155.5	<i>Overtuned</i>
2,000	-261.0	11,650.3	739.0	9,918.2	1,939.4	207.3	<i>Overtuned</i>
2,500	-326.2	14,562.8	923.8	12,397.8	2,424.2	259.1	<i>Overtuned</i>
3,000	-391.4	17,475.4	1,108.6	14,877.3	2,909.0	311.0	<i>Overtuned</i>
3,500	-456.7	20,388.0	1,293.3	17,356.9	3,393.9	362.8	<i>Overtuned</i>
4,000	-521.9	23,300.5	1,478.1	19,836.4	3,878.7	414.6	<i>Overtuned</i>
4,500	-587.1	26,213.1	1,662.9	22,316.0	4,363.5	466.4	<i>Overtuned</i>
5,000	-652.4	29,125.6	1,847.6	24,795.5	4,848.4	518.3	<i>Overtuned</i>

표 2-18. 장력의 크기에 따른 크레인의 안전도 분석 ( $\alpha = 80^\circ$ )

W (kg)	Ax (kg)	Ay (kg)	Cx (kg)	Cy (kg)	Dy (kg)	Ey (kg)	Crane Stability
500	-61.3	2,736.9	25.5	2,244.5	436.9	-55.5	<i>Stable</i>
1,000	-122.6	5,473.8	51.0	4,489.0	873.7	-111.1	<i>Stable</i>
1,500	-183.9	8,210.7	76.6	6,733.5	1,310.6	-166.6	<i>Stable</i>
2,000	-245.2	10,947.7	102.1	8,978.0	1,747.5	-222.1	<i>Stable</i>
2,500	-306.5	13,684.6	127.6	11,222.6	2,184.4	-277.7	<i>Stable</i>
3,000	-367.8	16,421.5	153.1	13,467.1	2,621.2	-333.2	<i>Stable</i>
3,500	-429.1	19,158.4	178.6	15,711.6	3,058.1	-388.7	<i>Stable</i>
4,000	-490.4	21,895.3	204.2	17,956.1	3,495.0	-444.2	<i>Stable</i>
4,500	-551.7	24,632.2	229.7	20,200.6	3,931.9	-499.8	<i>Stable</i>
5,000	-613.0	27,369.2	255.2	22,445.1	4,368.7	-555.3	<i>Stable</i>

③ Inner Boom의 각도에 따른 크레인 안전도 분석

㉞ 입력내용

- 가선장력의 방향 고정 ( $\alpha = 60^\circ$ )
- 가선장력의 크기 고정 ( $W=4,000\text{kg}$ )

㉞ 분석결과

- Inner Boom을 위로 들어올릴수록 이를 지탱하는 유압실린더의 응력과 회전축이 받는 힘이 증가하였고,  $60^\circ$  이상 들어올릴 경우 크레인은 안전한 상태가 되었다. 그 이유는 Inner Boom을 일정한 정도 이상 들어올려 줌으로써 장력의 수직분력에 의한 모멘트가 줄어들기 때문인 것으로 판단된다.
- Inner Boom과 장력의 작용방향이 수직을 이룰 때 크레인의 회전력이 가장 커지며, 그때를 기준으로 각이 커지거나 작아짐에 따라 회전력이 감소하는 것으로 나타났다.

표 2-19. Inner Boom의 각도에 따른 크레인의 안전도 분석

$\theta$ ( $^{\circ}$ )	Ax (kg)	Ay (kg)	Cx (kg)	Cy (kg)	Dy (kg)	Ey (kg)	Crane Stability
0	231.3	17,701.4	2,231.3	14,237.3	3,672.0	207.9	<i>Overturned</i>
10	161.4	19,531.9	2,161.4	16,067.8	3,785.7	321.6	<i>Overturned</i>
20	-84.7	21,390.3	1,915.3	17,926.2	3,855.3	391.2	<i>Overturned</i>
30	-521.9	23,300.5	1,478.1	19,836.4	3,878.7	414.6	<i>Overturned</i>
40	-1,163.3	25,300.8	836.7	21,836.7	3,855.3	391.2	<i>Overturned</i>
50	-2,026.8	27,465.6	-26.8	24,001.5	3,785.7	321.6	<i>Overturned</i>
60	-3,147.4	29,951.4	-1,147.4	26,487.3	3,672.0	207.9	<i>Overturned</i>
70	-4,610.1	33,114.2	-2,610.1	29,650.1	3,517.7	53.6	<i>Overturned</i>
80	-6,658.1	37,901.1	-4,658.1	34,437.0	3,327.5	-136.6	<i>Stable</i>
90	-10,219.9	47,758.0	-8,219.9	44,293.8	3,107.2	-356.9	<i>Stable</i>

④ 크레인에 윈치와 도르래가 부착되어 있는 경우

윈치의 부착위치는 유압실린더가 컬럼에 부착되는 점과 평행한 지점으로 크레인의 중심축 위에 위치한다고 가정한다.

㉞ PART 1 : Inner Boom의 역학분석

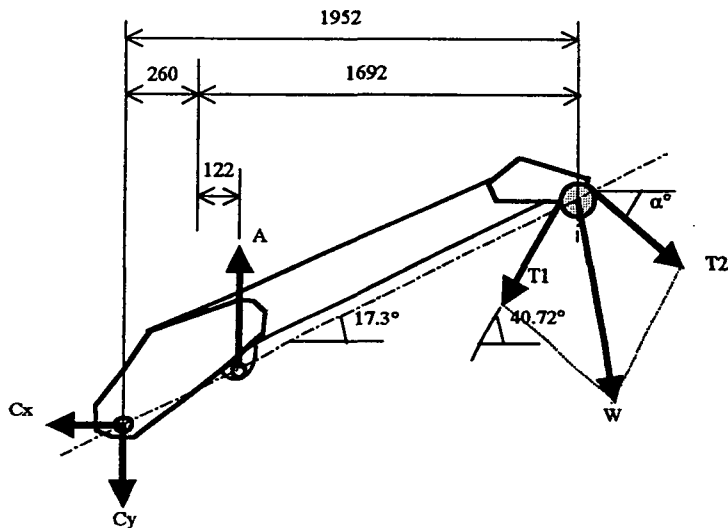


그림 2-49. 도르래가 장착된 inner boom의 구조

모멘트와 힘의 평형원리를 이용하여 A와 C점에 작용하는 힘을 구한다.

$$A = \frac{W_x \times (1.952 \times \tan 17.3^\circ) + W_y \times 1.952 - T_{1x} \times (1.952 \times \tan 17.3^\circ) + T_{1y} \times 1.952}{0.382}$$

$$C_y = A - W_y - T_{1y}$$

$$C_x = W_x - T_{1x}$$

⊕ PART 2 : 컬럼의 정역학적 분석

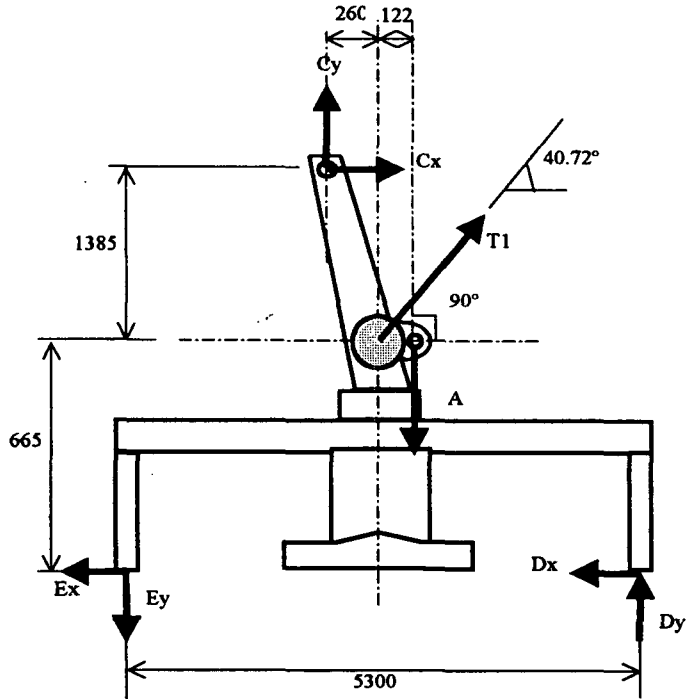


그림 2-50. 윈치가 장착된 컬럼과 베이스의 구조

모멘트와 힘의 평형원리를 이용하여 크레인이 지면에 수직방향으로 작용하는 힘(Dy, Ey)을 구한다.

$$D_y = \frac{2.772 \cdot A + 2.05 \cdot C_x - 2.39 \cdot C_y + 0.665 \cdot T_{1x} - 2.65 \cdot T_{1y}}{5.3}$$

$$E_y = C_y + D_y + T_{1y} = A_y$$

⊕ 입력변수

- 유압실린더가 수직방향으로 작용( $\beta = 0^\circ$ )
- Inner Boom의 각도 고정( $\theta = 17.3^\circ$ )

- 윈치와 도르래 사이에 연결된 가선의 작용방향 = 40.72°
- 가선이 갖는 장력의 크기 일정(T1=T2=4,000kg)

㊦ 분석결과

- 상향집재의 경우 크레인에 부착되는 가선의 장력방향이 수평축으로부터 하향으로 70° 이상이 될 경우만 안전한 것으로 나타나, 윈치를 부착하지 않았을 경우의 안전도 분석결과 가선장력의 방향에 따른 안전도 분석 결과와 유사했다.
- 컬럼에 윈치를 부착한 경우가 그렇지 않은 경우보다 유압실린더가 받는 응력이 증가한 것으로 나타나는데, 이것은 가선이 도르래에 연결됨으로써 Inner Boom에 미치는 수직하중이 증가했기 때문인 것으로 판단된다.

표 2-20. 윈치와 도르래가 크레인에 장착된 경우의 안전도 분석

Yarding Type	Tension of Cables		Forces on the Inner Boom			Reaction at the Ground				
	0	Wx (kg)	Wy (kg)	A (kg)	Cx (kg)	Cy (kg)	Dx+Ex (kg)	Dy (kg)	Ey (kg)	Crane Stability
Uphill	0	968.4	2,609.5	14,875.4	968.4	12,266.0	4,000.0	1,699.1	1,699.1	<i>Overtuned</i>
	10	907.6	3,304.0	18,328.1	907.6	15,024.0	3,939.2	2,237.7	1,543.1	<i>Overtuned</i>
	20	727.1	3,977.5	21,482.3	727.1	17,504.8	3,758.8	2,698.9	1,330.8	<i>Overtuned</i>
	30	432.5	4,609.5	24,242.4	432.5	19,632.9	3,464.1	3,068.8	1,068.8	<i>Overtuned</i>
	40	32.6	5,180.6	26,524.4	32.6	21,343.8	3,064.2	3,336.2	765.0	<i>Overtuned</i>
	50	-460.5	5,673.6	28,259.0	-460.5	22,585.4	2,571.2	3,492.8	428.6	<i>Overtuned</i>
	60	-1,031.6	6,073.6	29,393.6	-1,031.6	23,320.0	2,000.0	3,534.0	69.9	<i>Overtuned</i>
	70	-1,663.5	6,368.2	29,893.5	-1,663.5	23,525.3	1,368.1	3,458.5	-300.3	<i>Stable</i>
	80	-2,337.0	6,548.7	29,743.8	-2,337.0	23,195.1	694.6	3,268.6	-670.6	<i>Stable</i>
	90	-3,031.6	6,609.5	28,948.7	-3,031.6	22,339.3	0.0	2,970.0	-1,030.0	<i>Stable</i>
Down hill	-10	907.6	1,914.9	11,229.4	907.6	9,314.5	3,939.2	1,099.6	1,794.2	<i>Overtuned</i>
	-20	727.1	1,241.4	7,500.7	727.1	6,259.3	3,758.8	457.3	1,825.4	<i>Overtuned</i>
	-30	432.5	609.5	3,802.6	432.5	3,193.2	3,464.1	-208.2	1,791.8	<i>Lifted</i>
	-40	32.6	38.3	247.5	32.6	209.2	3,064.2	-876.6	1,694.5	<i>Lifted</i>
	-50	-460.5	-454.7	3,056.5	460.5	2,601.8	3,492.1	-320.9	1,833.8	<i>Lifted</i>
	-60	-1,031.6	-854.6	6,009.2	1,031.6	5,154.5	4,063.3	293.2	2,048.0	<i>Overtuned</i>
	-70	-1,663.5	-1,149.3	8,520.7	1,663.5	7,371.4	4,695.2	851.5	2,311.6	<i>Overtuned</i>
	-80	-2,337.0	-1,329.8	10,514.8	2,337.0	9,185.0	5,368.7	1,337.1	2,616.8	<i>Overtuned</i>
	-90	-3,031.6	-1,390.5	11,930.8	3,031.6	10,540.3	6,063.3	1,735.2	2,954.2	<i>Overtuned</i>

- Wx, Wy are vector components of resultant W, sum of tension T1 and T2.
- Negative value means the force operates in opposite direction.

다. Guyline의 설치방향에 따른 장력

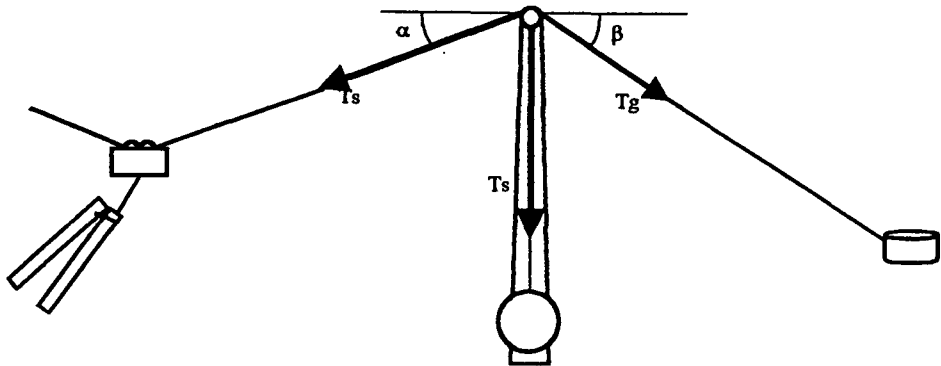


그림 2-51. 가이라인(guyline, 버팀줄)의 설치 구조

표 2-21. 가이라인에 걸리는 장력 분석 결과

Yarding Type	Skyline				Guyline		Total Vertical Force at Spar
	Tension	Angle(°)	Sh	Sv	Angle(°)	Tension	
Downhill	4000	30	3,464.10	-2,000	0	3,464.10	2,000.00
					10	3,517.54	2,610.81
					30	4,000.00	4,000.00
					50	5,389.19	6,128.36
					70	10,128.36	11,517.54
					80	19,948.97	21,645.90
Uphill	4000	0	4,000.00	0	0	4,000.00	4,000.00
					10	4,061.71	4,705.31
					30	4,618.80	6,309.40
					50	6,222.90	8,767.01
					70	11,695.22	14,989.91
					80	23,035.08	26,685.13
	4000	30	3,464.10	2,000	0	3,464.10	6,000.00
					10	3,517.54	6,610.81
					30	4,000.00	8,000.00
					50	5,389.19	10,128.36
					70	10,128.36	15,517.54
					80	19,948.97	25,645.90
4000	60	2,000.00	3,464.10	0	2,000.00	7,464.10	
				10	2,030.85	7,816.76	
				30	2,309.40	8,618.80	
				50	3,111.45	9,847.61	
				70	5,847.61	12,959.06	
				80	11,517.54	18,806.67	

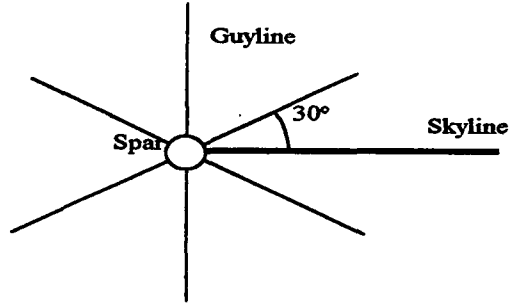


그림 2-52. 집재작업시 가이라인 설치 방법

표2-22. 여러 가지 경우의 가이라인 설치시 guy factor

Number of guys equally spaced	Critical position of applied force	Guy Factor
3	30 from any guy	0.866
4	Opposite any guy	1.000
5	18 from any guy	1.539
6	30 from any guy	1.732
7	1251 from any guy	2.190
8	Opposite any guy	2.414
9	10 from any guy	2.836
10	18 from any guy	3.078

라. 타워야더 설계시 고려사항

(1) 타 워(Tower)

타워의 축을 편심되도록 장착하고 타워 축에 아웃트리거(혹은 잭)를 추가하여 힘을 분산시킴으로써 타워하단에 걸리는 부하를 줄여 안전성을 증진함과 동시에 타워 상단의 도르래를 통과한 가선이 드럼의 중앙으로 연결되도록 설계하였으며, Skyline이 연결되는 타워상단의 도르래에 Guyline을 부착하도록 설계(Koller 303참조)하였다.

타워의 강도는 20ton 이상의 압축응력을 가지며, 타워 상단에서 500kg(축



방집재의 경우 Skyline에 5ton이 작용할 때 Skyline과 직각의 수평방향으로 최대 700kg 정도의 힘을 받게 됨) 정도의 횡하중을 견딜 수 있도록 설계해야 하고, 특히 연결부위 및 타워 하단을 중점적으로 보강해야 한다.

## (2) 드럼

### (가) Skyline 드럼을 반드시 추가

#### (나) 각 wire rope의 규격 및 드럼용량

- Skyline : 직경 16mm, 250m
- Haulin line(견인줄) : 직경 8mm, 250m
- Haulback line(회송줄) : 직경 8mm, 500m

#### (다) 각 드럼의 견인력

- Skyline : 견인력 3ton, 브레이크 5ton
- Haulin line : Max. 2 ton Min. 1 ton
- Haulback line : Max. 2 ton Min. 1 ton

#### (라) 드럼구동 방식

- ① 유압식만으로 half-brake가 가능하도록 클러치와 브레이크를 장착하여 하향집재시 Haulback line이 천천히 풀려야 함(브레이크장치).
- ② Skyline의 장력을 풀어줄 때 서서히 풀리도록 하는 장치를 설치하여 장비의 손상을 줄일 수 있도록 하여야 함.
- ③ 변속장치에 의해 상향·하향집재시, 견인시, 회송시 속도변속이 가능해야 함.

#### (마) 원치의 조작

원치의 조작은 집재되는 원목에 부딪히거나 차량 전복시 위험하므로 차량

뒤 또는 앞쪽에서 조작할 수 있도록 하여 작업 안전성을 최대한 확보할 수 있어야 한다.

(바) 윈치의 속도 증진

예) Timber Master : Haulback(600m/min), Haulin(300m/min)

Koller : 200m/min

Oikawa : 0~120m/min

(3) Guyline(버팀줄)

- Wire rope 규격 :  $\varnothing 14\text{mm}$ , 40m
- 3조로 구성
- 밸런스빔 설치 고려
- Guyline에 초기장력을 부여하기 위한 기계적 장치(수동윈치) 부착

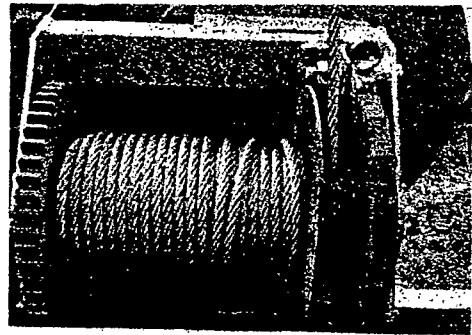


그림 2-53. 가이라인 드럼

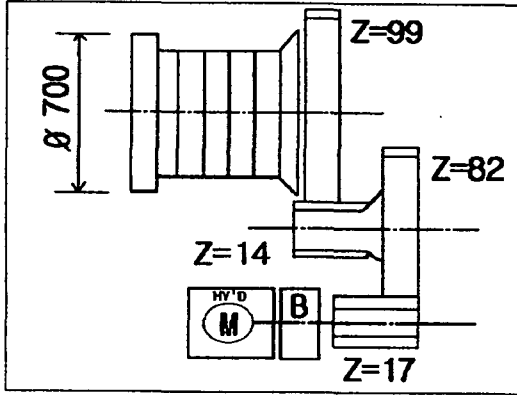
마. 타워야더용 집재윈치 각 부분 검토

이와 같은 검토를 통하여 집재용 다목적 차량에 탑재할 윈치시스템을 설정하였으며, 이에 따른 각 시스템별 강도분석을 실시함과 동시에 적용가능한 재질을 선정하여 설계하게 되었다.

(1) 윈치 구동시스템(Winch drive system)

(가) 스카이라인 드럼(Skyline drum)

KS2065 드라이브 시스템을 이용하여 드럼의 플랜지만 개조하도록 한다.

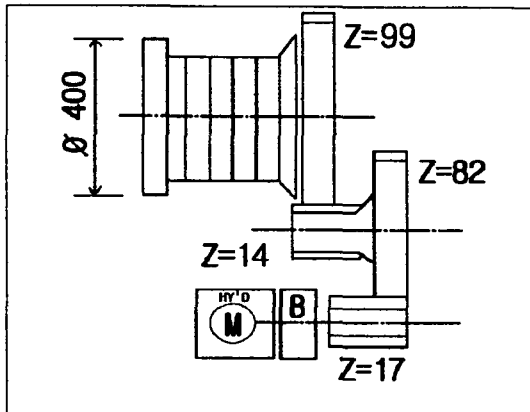


$$\begin{aligned}
 i_{\text{tot}} &= (82/17) \times (99/14) \\
 &= 4.823 \times 7.07 \\
 &= 34.10
 \end{aligned}$$

그림 2-54. 스카이라인 드럼 동력전달 모식도

(나) 전인용 드럼(Haulin line)

KS2065 드럼과 KS1256 링기어(ring gear)를 사용하여 드럼 플랜지의 링기어 부착 구멍을 변경하도록 한다.

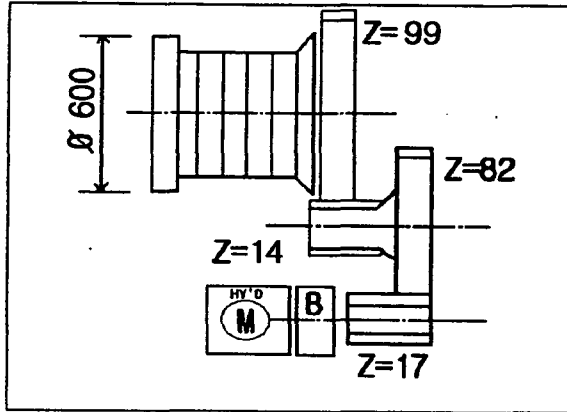


$$\begin{aligned}
 i_{\text{tot}} &= (82/17) \times (99/14) \\
 &= 4.823 \times 7.07 \\
 &= 34.10
 \end{aligned}$$

그림 2-55. 전인용 드럼 동력전달 모식도

(다) 되들림용 드럼(Haulback line)

KS1256 드럼 및 KS1256 링기어(ring gear)를 이용하고 드럼 플랜지만 개조하도록 한다.



$$\begin{aligned}
 i_{\text{tot}} &= (82/17) \times (99/14) \\
 &= 4.823 \times 7.07 \\
 &= 34.10
 \end{aligned}$$

그림 2-56. 되돌림용 드럼 동력전달 모식도

(2) 원치에 사용되는 드럼의 강도 검토

(가) 스카이라인 드럼

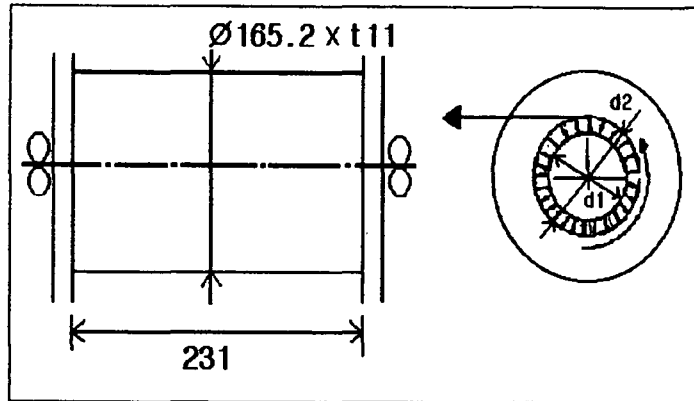


그림 2-57. 스카이라인 드럼 구조

$$\begin{aligned}
 I_b &= \frac{\pi \times (d_2^4 - d_1^4)}{32} \\
 &= \frac{\pi}{32} \times (165.2^4 - (165.2 - 22)^4) \\
 &= 31837585.7 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{\pi \times (d_0^4 - d_1^4)}{64} \\
 &= \frac{\pi}{64} \times (165.2^4 - (165.2 - 22)^4) \\
 &= 15918792.9 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

- Max. Torsion

$$T = \frac{PD}{2} = \frac{(3.3(5) \times 165.2)}{2} = 272.58(413) \text{ 톤} \cdot \text{mm}$$

$$Zp = \frac{\pi \times (d_2^4 - d_1^4)}{16 \times d_2} = \frac{\pi \times (165.2^4 - 143.2^4)}{16 \times 165.2} = 385442.9 \text{ mm}^3$$

$$\tau = \frac{T}{Zp} = \frac{T \times 16 \times d_2}{\pi \times (d_2^4 - d_1^4)} = \frac{272.58(413) \times 1000}{385442.9} = 0.707(1.07) \text{ kg/mm}^2$$

- Bending Max

$$M = \frac{Pl}{4} = \frac{3.3(4) \times 231}{4} = 190.57(288.75) \text{ 톤} \cdot \text{mm}$$

$$Z = \frac{\pi (d_2^4 - d_1^4)}{32 \times d_2} = \frac{\pi \times (165.2^4 - 143.2^4)}{32 \times 165.2} = 192721.46 \text{ mm}^3$$

$$\sigma = \frac{M}{Z} = \frac{190.57(288.75) \times 1000}{192721.46} = 0.988(1.49) \text{ kg} \cdot \text{mm}$$

- Combined stress 1 (하중 P= 3.3톤 일 때)

$$Me = \frac{1}{2}(M + \sqrt{M^2 + T^2})$$

$$= \frac{1}{2}(190.57 + \sqrt{190.57^2 + 272.58^2})$$

$$= 261.58 \text{ 톤} \cdot \text{mm}$$

$$T_e = \sqrt{M^2 + T^2} = \sqrt{190.57^2 + 272.58^2} = 332.59 \text{ 톤} \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{M_e}{Z} = \frac{261.58 \times 1000}{192721.46} = 1.357 \text{ kg/mm}^2$$

$$\tau_{\max} = \frac{T_e}{Z_p} = \frac{332.59 \times 1000}{385442.9} = 0.863 \text{ kg/mm}^2$$

$$Sf_{\sigma} = \frac{\sigma_a}{\sigma_{\max}} = \frac{25}{1.357} = 18.4$$

$$Sf_{\tau} = \frac{\sigma_a}{\tau_{\max}} = \frac{25}{0.863} = 28.9$$

$$\sigma_a(\text{항복응력}) = 25 \text{ kg/mm}^2$$

- Combined stress 2 (하중 P= 5톤 일 때)

$$\begin{aligned} M_e &= \frac{1}{2}(M + \sqrt{M^2 + T^2}) \\ &= \frac{1}{2}(288.75 + \sqrt{288.75^2 + 413^2}) \\ &= 396.34 \text{ 톤} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

$$T_e = \sqrt{M^2 + T^2} = \sqrt{288.75^2 + 413^2} = 503.93 \text{ 톤} \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{M_e}{Z} = \frac{396.34 \times 1000}{192721.46} = 2.05 \text{ kg/mm}^2$$

$$\tau_{\max} = \frac{T_e}{Z_p} = \frac{503.93 \times 1000}{385442.9} = 1.3 \text{ kg/mm}^2$$

$$Sf_{\sigma} = \frac{\sigma_a}{\sigma_{\max}} = \frac{23}{2.05} = 11.2$$

$$Sf_{\tau} = \frac{\sigma_a}{\tau_{\max}} = \frac{23}{1.3} = 17.7$$

$$\sigma_a(\text{항복응력}) = 23 \text{ kg/mm}^2$$

※ 위의 ( )내 숫자는 참고자료임.

(나) 견인용 드럼

$$I_p = 31837585.7 \text{ mm}^4 \text{ (Skyline 과 동일)}, \quad I = 15918792.8 \text{ mm}^4 \text{ (Skyline 과 동일)}$$

- Max. Torsion

$$T = \frac{PD}{2} = \frac{(2.6 \times 165.2)}{2} = 214.76 \text{ 톤} \cdot \text{mm}$$

$$\tau = \frac{T}{Z_p} = \frac{214.76 \times 1000}{385442.9} = 0.557 \text{ kg/mm}^2$$

- Bending Max

$$M = \frac{Pl}{4} = \frac{2.6 \times 231}{4} = 150.15 \text{ 톤} \cdot \text{mm}$$

$$\sigma = \frac{M}{Z} = \frac{150.15 \times 1000}{192721.46} = 0.779 \text{ kg} \cdot \text{mm}$$

- Combined stress

$$\begin{aligned} M_e &= \frac{1}{2}(M + \sqrt{M^2 + T^2}) \\ &= \frac{1}{2}(150.15 + \sqrt{150.15^2 + 214.76^2}) \\ &= 206.1 \text{ 톤} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

$$T_e = \sqrt{M^2 + T^2} = \sqrt{150.15^2 + 214.76^2} = 262 \text{ 톤} \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{M_e}{Z} = \frac{206.1 \times 1000}{192721.46} = 1.07 \text{ kg/mm}^2$$

$$\tau_{\max} = \frac{T_e}{Z_p} = \frac{262 \times 1000}{385442.9} = 0.679 \text{ kg/mm}^2$$

$$Sf_{\sigma} = \frac{\sigma_a}{\sigma_{\max}} = \frac{23}{1.07} = 21.4$$

$$Sf_{\tau} = \frac{\sigma_a}{\tau_{\max}} = \frac{23}{0.679} = 33.8$$

$$\sigma_a(\text{항복응력}) = 23 \text{ kg/mm}^2 \text{ (SPS)}$$

(다) 회송삭용 드럼

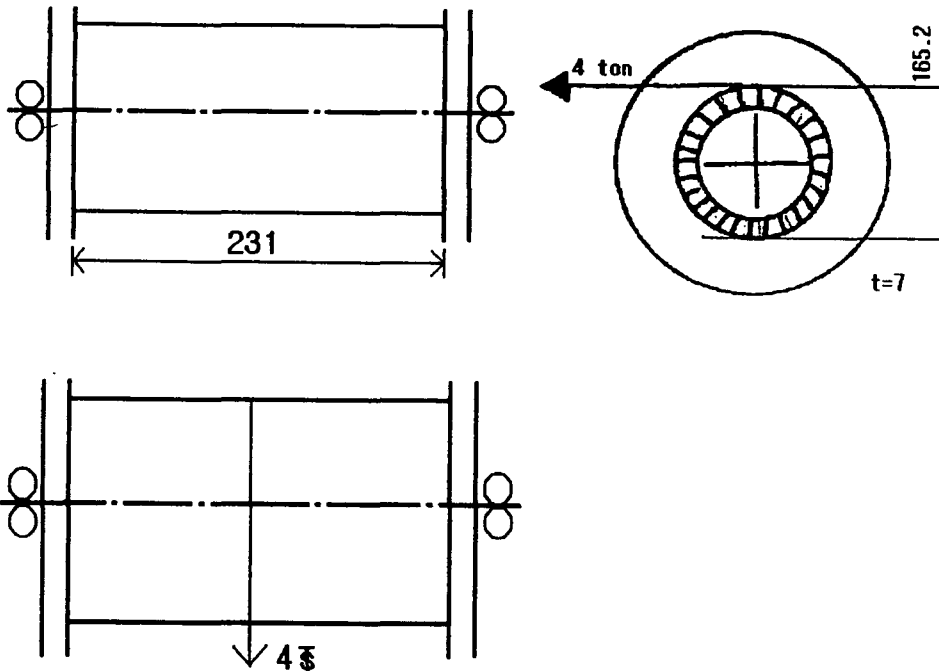


그림 2-58. 회송삭용 드럼의 구조 및 치수

$$\begin{aligned}
 I_p &= \frac{\pi \times (d_2^4 - d_1^4)}{32} \\
 &= \frac{\pi}{32} \times (165.2^4 - 151.2^4) \\
 &= 21810057.89 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{\pi \times (d_0^4 - (d_1)^4)}{64} \\
 &= \frac{\pi}{64} \times (165.2^4 - 151.2^4) \\
 &= 10905028.94 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

- Max. Torsion

$$T = \frac{PD}{2} = \frac{(4 \times 165.2)}{2} = 330.4 \text{ 톤} \cdot \text{mm}$$

$$Z_p = \frac{\pi \times (d_2^4 - d_1^4)}{16 \times d_2} = \frac{\pi \times (165.2^4 - 151.2^4)}{16 \times 165.2} = 264044.2 \text{ mm}^3$$

$$\tau = \frac{T}{Z_p} = \frac{330.4 \times 1000}{264044.2} = 1.25 \text{ kg/mm}^2$$



- Bending Max

$$M = \frac{Pl}{4} = \frac{4 \times 213}{4} = 213 \text{ 톤} \cdot \text{mm}$$

$$Z = \frac{\pi (d_2)^4 - (d_1)^4}{32 \times d_2} = \frac{\pi \times (165.2^4 - 151.2^4)}{32 \times 165.2^4} = 132022 \text{ mm}^3$$

$$\sigma = \frac{M}{Z} = \frac{213 \times 1000}{132022} = 1.6 \text{ kg} \cdot \text{mm}$$

- Combined stress

$$\begin{aligned} M_e &= \frac{1}{2} (M + \sqrt{M^2 + T^2}) \\ &= \frac{1}{2} (213 + \sqrt{213^2 + 330.4^2}) \\ &= 303 \text{ 톤} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

$$T_e = \sqrt{M^2 + T^2} = \sqrt{213^2 + 330.4^2} = 393.1 \text{ 톤} \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{M_e}{Z} = \frac{303 \times 1000}{132022} = 2.29 \text{ kg/mm}^2$$

$$\tau_{\max} = \frac{T_e}{Z_p} = \frac{393.1 \times 1000}{264044.2} = 1.48 \text{ kg/mm}^2$$

$$Sf_{\sigma} = \frac{\sigma_a}{\sigma_{\max}} = \frac{23}{2.29} = 10.4$$

$$Sf_{\tau} = \frac{\sigma_a}{\tau_{\max}} = \frac{23}{1.48} = 15.5$$

$$\sigma_a (\text{항복응력}) = 23 \text{ kg/mm}^2 \text{ (SPS)}$$

(3) 드라이브펌프에 요구되는 토오크

- Pump 용량 = 63, 52cc/Rev (haul-in/back 동시 작동시)

- Rate pressure = 140 kg/cm<sup>2</sup>



- Motor RPM  $N_m = (q_p \times N_p) / q_m = (63 \times 1000) / 39$   
 $= 1615.38 \text{ RPM (Motor 허용 RPM : 3000RPM)}$
- Drum RPM  $N_d = N_m / i = 1615.38 / (4.823 \times 7.07)$   
 $= 47.3 \text{ RPM}$
- Line Speed at Bare Drum  $S_b = \{(D/2) \times N_d \times 2\pi\} / 1000$   
 $= (165.2 \times 47.3 \times 2\pi) / 2 \times 1000$   
 $= 24.5 \text{ m/min}$
- Line Speed at Full Drum  $S_f = (R_f \times N_d \times 2\pi) / 1000$   
 $= (330.6 \times 47.3 \times 2\pi) / 1000$   
 $= 98.2 \text{ m/min}$

(나) Haulin line (Ø8mm, 12 layers) 드럼의 견인력

① 기본자료

· Pump : 63 cc/Rev	· 1st. Reduct'n Ratio : 4.823
· Motor : 39 cc/Rev	· 2nd Reduct'n Ratio : 7.07
· 펌프 RPM : 1000RPM	· Bare Drum Radius : $\frac{165.2}{2}$ (mm)
	· Full drum Radius : 174.66(mm)

② 계산결과

- Motor torque  $T_m = Pq / 200\pi = (140 \times 39) / 200\pi$   
 $= 8.68 \text{ kg}\cdot\text{m}$
- Winch Drive Torque  $T_m = T_m \times i = 8.68 \times 4.823 \times 7.07$   
 $= 296 \text{ kg}\cdot\text{m}$

- Line pull at Bare Drum  $P_b = (T_w \times 2 \times 1000) / D = 296 \times 1000 \times 2 / 165.2 = 3584 \approx 3.5 \text{ ton}$
- Line pull at Full Drum  $P_f = (T_w \times 1000) / R_f = 296 \times 1000 / 174.6 = 1695.3 = 1.69 \text{ ton}$
- Motor RPM  $N_m = (q_p \times N_p) / q_m = (63 \times 1000) / 39 = 1615.38 \text{ RPM (Motor 허용 RPM : 3000RPM)}$
- Drum RPM  $N_d = N_m / i = 1615.38 / (4.823 \times 7.07) = 47.37 \text{ RPM}$
- Line Speed at Bare Drum  $S_b = \{(D/2) \times N_d \times 2\pi\} / 1000 = (165.2 \times 47.3 \times 2\pi) / 2 \times 1000 = 24.5 \text{ m/min}$
- Line Speed at Full Drum  $S_f = (R_f \times N_d \times 2\pi) / 1000 = (174.6 \times 47.37 \times 2\pi) / 1000 = 51.9 \text{ m/min}$

위의 계산 결과는 저속 상태의 견인속도 및 견인력을 나타낸 것이고, 고속 상태에서의 계산결과 견인력은 0.8~1.8톤, 견인속도는 48~101m로 나타났다.

(다) Haulback line (Ø8mm, 20 layers) 드럼의 견인력

① 기본자료

· Pump : 63 cc/Rev	· 1st. Reduct'n Ratio : 4.823
· Motor : 39 cc/Rev	· 2nd Reduct'n Ratio : 7.07
· 펌프 RPM : 1000RPM	· Bare Drum Radius : $\frac{165.2}{2} (\text{mm})$
	· Full drum Radius : 238.6(mm)

② 계산결과

- Motor torque  $T_m = Pq/200\pi = (140 \times 39)/200\pi$   
 $= 8.68 \text{ kg}\cdot\text{m}$
- Winch Drive Torque  $T_m = T_m \times i = 8.68 \times 4.823 \times 7.07$   
 $= 296 \text{ kg}\cdot\text{m}$
- Line pull at Bare Drum  $P_b = (T_w \times 2 \times 1000)/D = 296 \times 1000 \times 2/165.2$   
 $= 3584 \approx 3.5 \text{ ton}$
- Line pull at Full Drum  $P_f = (T_w \times 1000)/R_f = 296 \times 1000/238.6$   
 $= 1240 = 1.2 \text{ ton}$
- Line Speed at Bare Drum  $S_b = \{(D/2) \times ND \times 2\pi\}/1000$   
 $= (165.2 \times 47.3 \times 2\pi)/2 \times 1000$   
 $= 24.5 \text{ m/min}$
- Line Speed at Full Drum  $S_f = (R_f \times ND \times 2\pi)/1000$   
 $= (238.6 \times 47.37 \times 2\pi)/1000$   
 $= 71 \text{ m/min}$

(5) 윈치의 각 드럼별 브레이크 검토

Static torque  $T_s : 380 \text{ N}\cdot\text{m} = 38 \text{ kg}\cdot\text{m}$  (Model : FL 635/12)

(가) 스카이라인 드럼

- Output Brake Torque

$$\begin{aligned}
 T_b &= T_s \times I \\
 &= 38 \text{ kg}\cdot\text{m} \times 4.823(1\text{단감속}) \times 7.07(2\text{단감속}) \\
 &= 1295.7 \text{ kg}\cdot\text{m}
 \end{aligned}$$

- 최소 Line Brake Force (Full drum)

$$F_{b_{\min}} = T_b/R_f = 1295.7/0.3306 = 3919.2 \approx 3.9\text{톤}$$

- 최대 Line Brake Force (bare drum)

$$Fb_{max} = Tb/(D/2) = (1295.7 \times 2 \times 1000)/165.2 = 15686.4 \approx 15.6\text{톤}$$

(나) 견인용 드럼

- Output Brake Torque

$$\begin{aligned} Tb &= TS \times I \\ &= 38 \text{ kg} \cdot \text{m} \times 4.823(1\text{단감속}) \times 7.07(2\text{단감속}) \\ &= 1295.7 \text{ kg} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

- 최소 Line Brake Force (Full drum)

$$Fb_{min} = Tb/Rf = 1295.7/0.1746 = 7420 \approx 7.4\text{톤}$$

- 최대 Line Brake Force (bare drum)

$$Fb_{max} = Tb/(D/2) = (1295.7 \times 2 \times 1000)/165.2 = 15686.4 \approx 15.6\text{톤}$$

(다) 회송삭용 드럼

- Output Brake Torque (견인용 드럼과 동일)

- 최소 Line Brake Force (Full drum)

$$Fb_{min} = Tb/Rf = 1295.7/0.2386 = 5430 \approx 5.4\text{톤}$$

- 최대 Line Brake Force (bare drum)

$$Fb_{max} = Tb/(D/2) = (1295.7 \times 2 \times 1000)/165.2 = 15686.4 \approx 15.6\text{톤}$$

※ 작업삭용 드럼과 동일한 모터 및 기어박스 채택

(6) 윈치용 드럼의 와이어로프 용량

드럼의 배럴과 플랜지의 각도는 와이어로프가 안전하게 감길 수 있도록 90°로 한다. 와이어로프를 드럼의 가장 아래층에 안전하게 감기도록 배럴의 표면에 홈을 파 놓는 경우도 있다. 와이어로프의 끝을 드럼에 부착시킬 수 있는 장치를 구축하여 와이어로프가 잘못 감기는 것을 방지하도록 하고 있다.

그림 2-59를 이용하여 드럼에 감기는 와이어로프의 길이를 다음과 같이 계산할 수 있다.

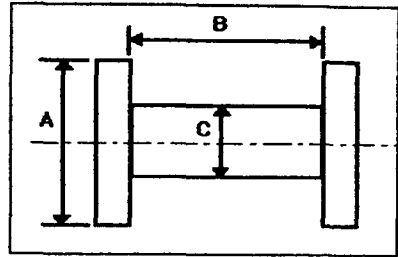
- 중간직경의 와이어로프 길이 :

$$\pi \cdot \{C + (A-C)/2\}$$

- 1레이어의 와이어로프 : B/d

- 레이어의 수 : (A-C)/2d      그림 2-59. 원치드럼의 모식도

- 와이어로프 길이 :  $L = \pi \cdot \{C+(A-C)/2\} \cdot B/d \cdot (A-C)/2d$



$$L = \frac{\pi \cdot B (A+C) \cdot (A-C)}{4d^2} = \frac{\pi \cdot B}{4d^2} (A^2 - C^2)$$

플랜지 직경은 A보다는 다소 크게 해야 한다. ISO기준(ANNON 1977)에 의하면 풀드럼(full drum)상태의 직경은 플랜지직경보다 작은  $2 \cdot d$  이어야 한다. 이에 따르면 플랜지직경은  $A+4d$ 가 되어야 한다.(여기서,  $d$  = 와이어로프 직경)

이 계산에 의하면 드럼용량은 오로지 와이어로프가 드럼에 정상적으로 감겼을 때 적용된다. 특히, 원치가 장착된 트랙터의 단동드럼(single drum)에 있어서는 이 같은 경우가 항상 발생하지 않는다. 이러한 경우에 플랜지는 다소 커져야 하고, 보통 식에 의해 계산된 것보다 25% 정도 플랜지가 커야 한다.

예를 들어, 드럼의 플랜지 직경 0.4m, 드럼 폭 0.4m, 배어드럼의 직경 0.2m, 와이어로프 직경 10mm 일 때 드럼의 용량은 식에 의해 다음과 같이 구할 수 있다.

$$L = \frac{\pi \cdot 0.4 (0.4+0.2) \cdot (0.4-0.2)}{4 \cdot 0.01^2}$$

$$L = 377m$$

따라서 이 드럼의 적당한 와이어로프 길이는  $L = 377/1.25 \sim 300m$  이다. 이

와 같은 방법을 이용하여 제작되는 타워야더용 원치의 드럼용량을 계산하면 된다.

(가) 견인용 드럼

- 드럼폭 231mm, 드럼최소직경 165mm, 드럼최대직경 405mm, 와이어로프 8mm

$$L = \frac{\pi \cdot 0.231 (0.405 + 0.165) \cdot (0.405 - 0.165)}{4 \cdot 0.008^2}$$

$$L = 369.6m$$

(나) 회송용 드럼

- 드럼폭 213mm, 드럼최소직경 165mm, 드럼최대직경 600mm, 와이어로프 8mm .

$$L = \frac{\pi \cdot 0.213 (0.6 + 0.165) \cdot (0.6 - 0.165)}{4 \cdot 0.008^2}$$

$$L = 869.6m$$

(다) 스카이라인 드럼

- 드럼폭 231mm, 드럼최소직경 165mm, 드럼최대직경 750mm, 와이어로프 16mm

$$L = \frac{\pi \cdot 0.231 (0.750 + 0.165) \cdot (0.750 - 0.165)}{4 \cdot 0.016^2}$$

$$L = 379.3m$$

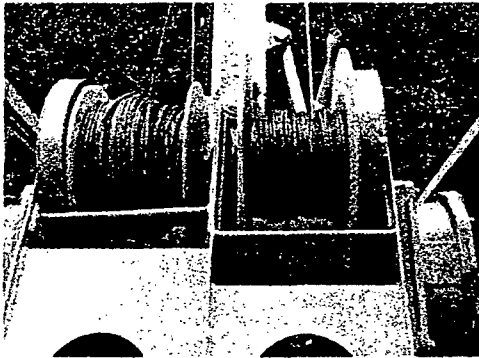


그림 2-60. 견인용 및 회송용 드럼

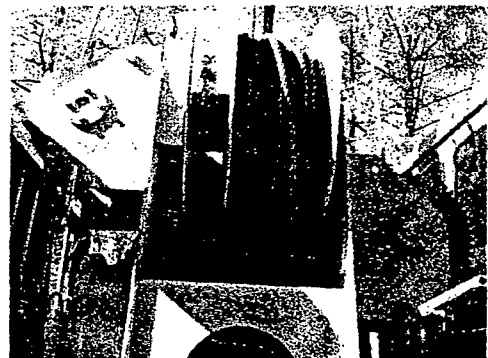


그림 2-61. 스카이라인용 드럼



(7) 타워신축용 TILTING 실린더

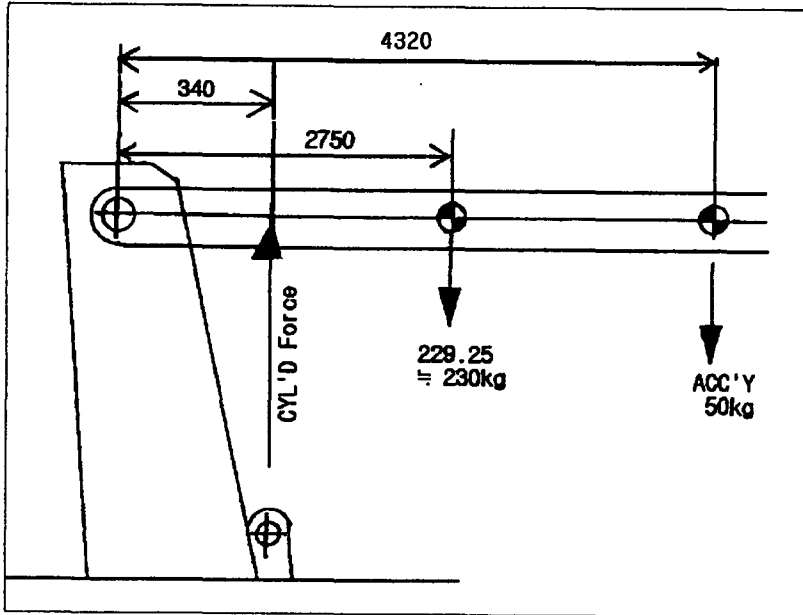


그림 2-62. 타워 신축용 실린더 구조

실린더 규격은 KS 1256 (Front o/r Jack)으로서 강도계산한 결과 다음과 같으며, Marginal factor(Safety factor)  $sf = 5.3/2.6 \approx 2$  이므로 안전하다.

- Tube diameter :  $D = 70 \text{ mm}$
- Operating Press :  $P = 200 \text{ kg/cm}^2$ , or 140 Bar

- Cylinder Force :

$$F_c = \frac{\pi}{4} D^2 \times P$$

$$= \frac{\pi}{4} \times 7^2 \times 140$$

$$= 5378.8 \text{ kgf} = 5.3 \text{ 톤}$$

- Required Cylinder Force(F) :

$$F_c \times 340 = 50 \times 4320 + 230 \times 2750$$

$$F_c = \frac{50 \times 4320 + 230 \times 2750}{340} = 2495.5 \text{ kg} \approx 2.5 \text{ 톤}$$

(8) 타워의 강도검토

요구되는 사양은 20 ton 이상의 압축강도(P1)와 500kg 의 횡하중(P2)에 견

달수 있도록 제작되어야 하며, 아래와 같이 강도계산을 하여 검토한 결과 안전한 것으로 나타났다.

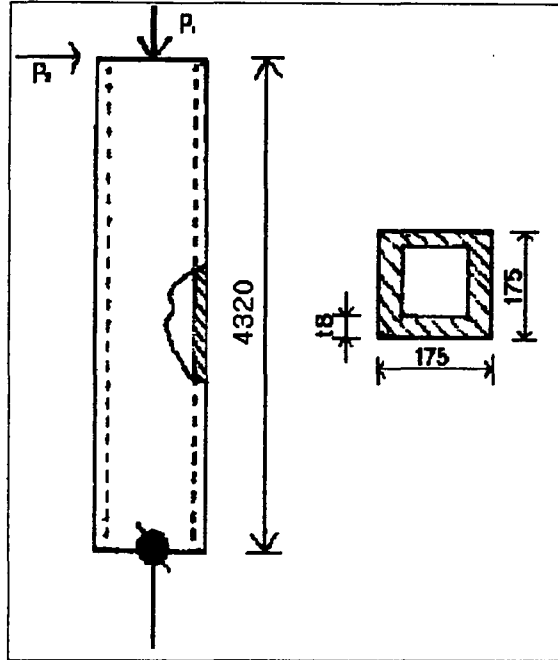


그림 2-63. 타워의 구조도 및 단면도

(가) 강도 계산

- 재질 SPSR 400 : Yield Press = 25kg/mm<sup>2</sup>

$$A = 175^2 - 159^2 = 5.344 \text{ mm}^2$$

$$Z = \frac{1}{12} (175 \times 175^3 - (175-16) \times (175-16)^3)$$

$$= 24896805.33 \text{ mm}^4$$

- 압축강도 :  $\sigma_y = P_1/A = 20000/5344 = 3.7425 \text{ kg/mm}^2$

- 휨 강도 :

$$\begin{aligned}\sigma_z &= \frac{Mc}{Z} = \frac{P_2 \times 4320}{Z} \\ &= \frac{500 \times 4320 \times 175}{24896805.33 \times 2} = 7.59 \text{kg} \cdot \text{mm}^2\end{aligned}$$

- 안전계수  $Sf = \sigma_a / \Sigma \sigma = 25 / 11.33 = 2.2$

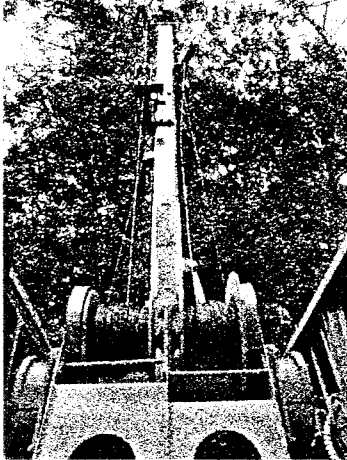


그림 2-64. 타워의 구조 1

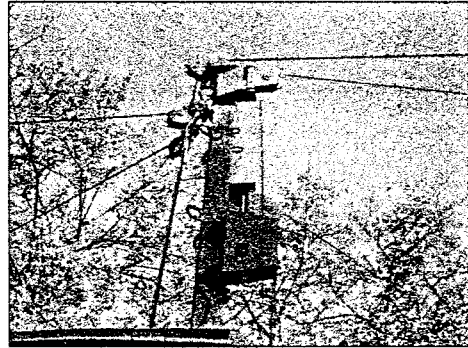


그림 2-65. 타워의 구조 2

## (2) 시작용 성능보완 (집재작업차)

2차 년도에 제작된 집재작업차 탑재용 간이 타워야더의 각 부분별 작동시험결과 몇 가지의 문제점이 나타났으므로 이러한 세부 부품별 재가공, 제작이 필요하였다.

- 견인용 및 회송용줄을 통과시키는 슈브의 폭이 좁아 와이어로프의 탈선 가능성이 있으므로 교환.
- 스카이라인의 장력조절을 위하여 드럼이 두 부분으로 나뉘어져 있어 와이어로프를 스플릿 드럼쪽으로 넘기는 통로가 좁아 넓게 재가공.
- 가이라인(버팀줄)의 장력을 줄 때 사용하는 핸드원치의 구조 변경.(드럼직경을 감축시키고, 손잡이를 크게 하여 작업을 용이하게 함)
- 회송용 드럼의 플랜지 직경 확대.

- 외부에서 유선 리모콘을 작동하며 작업할 때 별도의 스톱레버를 구비하여 원활한 작업이 가능하도록 보완.
- 드럼 구동용 링기어가 노출되어 있어 산지에서 작업시 이물질 등이 들어가기 쉬우므로 링기어용 커버 제작 부착.
- 스카이라인용 슈브의 회전각도가 20도 정도로 좁아 타워야더의 설치시 임도에서 차량의 방향전환 등이 어려우므로 슈브의 각도를 90도 정도로 확대.

## 제 4 절 크레인과 도저블레이드 설계 제작

### 1. 로그그래플 부착 크레인

집재된 원목을 정리하거나 운반용 트럭에 적재하기 위하여 로그그래플이 부착된 크레인을 제작 후 유지관리를 위하여 참여기업에서 생산되고 있는 유압굴절식 크레인을 모델로 선정하였다.

본 모델 KN 470은 붐시스템 및 콘트롤 장치에 따라 2가지로 구분되며, 크레인의 주요 구성부품은 7개(베이스, 컬럼, 붐시스템, 유압실린더, 밸브시스템, 아우트리거, 오일탱크)이고 장착시 필요한 동력취출장치(PTO) 및 펌프로 되어 있으며 제원은 다음 표2-23와 같다.

표2-23. KN 470 크레인의 제원

항 목	내 용	항 목	내 용
형 식	유압굴절식	정격압력	200kg/cm <sup>2</sup> (20MPa)
붐 형식	2단굴절, 2단신축	정격유량	25 l /분
인양능력	4t/m	회전력	8.4kNm
최대작업반경	6 m	회전각도	410°
하중능력	1.9m/2,100kg	중량	1,000kg
	3.5m/1,100kg	오일탱크용량	65 l
	4.5m/820kg	사용펌프	형식 :피스톤펌프
	6.0m/615kg		토출량 : 24cc/rev.
유압익스텐션	2.44m		

## 가. 구성부품별 특징

### (1) 베이스 및 칼럼 설계(BASE & COLUMN)

베이스는 크레인을 차량에 고정하고, 회전시키는 장치로서 아웃트리거 빔과 3점지지대 및 베이스 회전축으로 이루어져 있다. 베이스는 앞부분과 3점지지대 부분에 있는 고정용 볼트에 의해 차량의 프레임에 고정되고, 3점지지대는 차량의 비틀림에 의해 발생될 수 있는 베이스 부분의 크랙을 방지하는 기능을 가지고 있다.

한편, 컬럼은 베이스 회전축의 베어링 위에 설치되며 회전시스템은 랙기어와 톱니바퀴를 유압에 의해 작동된다. 또한 컬럼은 베이스 위에 인너붐과 인너붐 실린더가 연결되어 있으며 붐시스템을 지지해 주는 역할을 한다.

컬럼 내부에 안전바가 내장되어 있어 운전자의 안전사고를 방지할 수 있으며, 베이스구조는 작업조건에 적합하도록 고장력강 및 고장력주강을 사용하여 내구성과 강도를 보장하였다.

### (2) 아웃트리거 (OUTRIGGER)

장착시 최대 3.7m까지 펼쳐져 차량 안정성을 높이도록 하고 빔 작동을 유압식으로 채택하여 빔 조작이 편리하고 파이로트 체크 밸브가 설치되어 있어 작업시 레그가 상하로 움직이는 것을 방지하도록 함과 동시에 유압호스가 터졌을 경우 다리가 내려오는 것을 막아주도록 되어 있다.

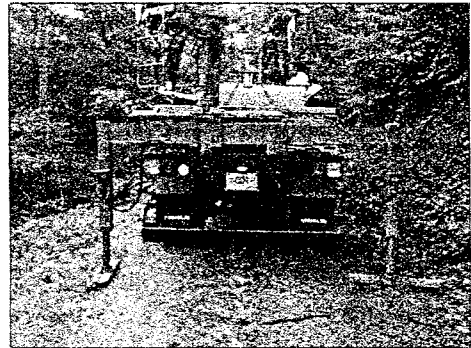


그림 2-66. 아웃트리거 장착

실린더 ROD부를 상면으로 장착하고 사각튜브로 보호하여 외부 충격에 의한 ROD부 파손을 방지하도록 하였다.

- 아웃트리거 형식 : H형, 유압작동식
- 아웃트리거 폭 : 2.2 ~ 5.3 m

### (3) 붐시스템

한국의 지형 및 작업조건에 적합하도록 고장력강으로 제작되어야 하며 어떠한 작업조건에서도 강도와 내구성의 보장이 되어야 하며, 또한 붐을 1~78° 까지 상승 하강할 수 있고 붐을 0~152° 까지 접고 펼 수 있어 넓은 작업범위와 다양한 작업 즉, 3차원적 작업이 가능하도록 설계되어야 한다.

인너붐과 아웃터 붐 실린더에 일정유량 밸브와 호스 파열 방지 밸브를 부착하여 하중에 관계없이 일정한 속도로 붐이 내려오도록 하며 PAD는 붐을 분해하지 않고 외부에서 분해·조립 및 조정이 가능해야 한다.

#### (4) 배압밸브

크레인용 밸브 전문제조회사인 스웨덴 HYDRAUTO의 밸브 사용으로 레버의 조작이 부드럽고 여러 기능을 동시에 사용 가능하도록 하여 작업성을 높이며, 밸브 자체에 안전 장치인 주압력 조절밸브가 설치하여 일정압력 이상이 유압회로에 걸리지 않게 하며 각 기능마다 특성에 따라 압력조절 밸브가 설치되어 있어 과하중을 자동으로 방지하도록 한다.

#### (5) 선회(SLEWING) 시스템 및 기타

크레인을 차체의 전·후 어느 곳에 장착하여도 작업성이 좋고 작동이 편리하도록 회전각도를 410° 로 하고, 유압호스의 꼬임 방지를 위해 스위블 시스템을 채택하여 유압호스의 내구성을 향상시킴. 크레인의 작동시 차량 비틀림에 의한 크레인 베이스 부분에 발생할 수 있는 과하중을 방지하기 위하여 3 점지지점을 설치하여 차량 및 크레인을 보호할 수 있도록 하였다.

#### (6) 오일탱크

오일탱크는 3점지지대와 아우트리거 빔사이에 있으며 용량은 65ℓ 이며, 탱크 내부에는 기포형성방지를 위한 유동방지판이 있고, 석션스트레이너와 리턴필터가 설치되어 있다.

### 나. 하중도표

그림의 선도는 붐의 위치에 따라 인양할 수 있는 하중의 최적선도로서 약

세사리(원목그래플, 로테이터 등)를 부착하였을 경우에는 실제 인양할 수 있는 하중은 약세사리의 중량을 제외한 하중이 된다. 하중도표는 붐의 위치가 회전 중심점에서 4.5m 떨어져 있고, 높이가 크레인 베이스로부터 6m이면 인양가능한 하중은 615kg이 된다.

다. 작업범위도

각 선은 외부의 최대 작업범위선과 내부의 최소 작업범위선으로 이루어져 있으므로 최대 작업범위선과 최소 작업범위선 사이에서 작업이 가능하다.

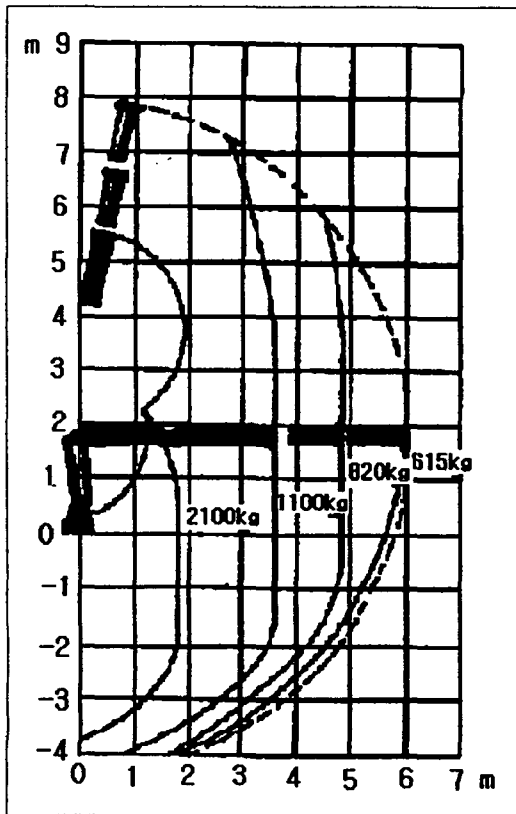


그림 2-67. 하중도표

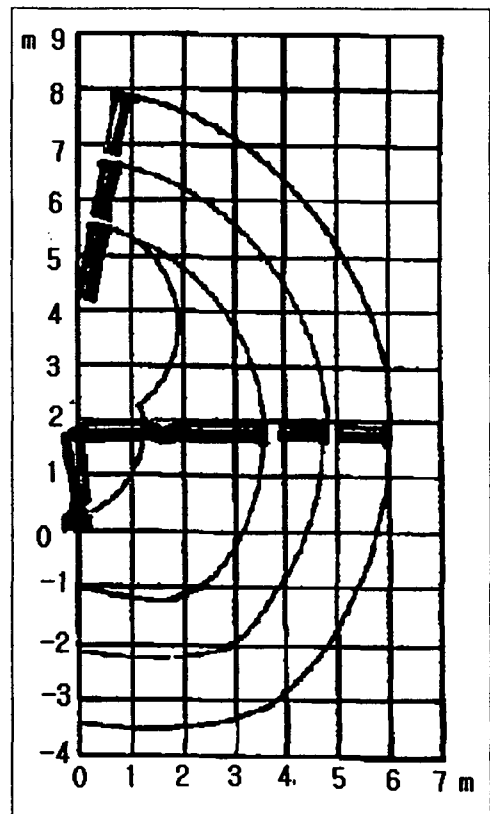


그림 2-68. 작업범위도

## 라. 로테이터 및 그래플

### (1) 로테이터

크레인의 붐 끝에 설치하여 하부에 부착된 그래플을 회전시키는 장치로 특성은 다음과 같다.

- 회전각도 : 360도 무한회전식
- 최대허용하중 : 3,000kg
- 회전력 : 60kg · m
- 작동압력 : 200 bar
- 중량 : 16kg

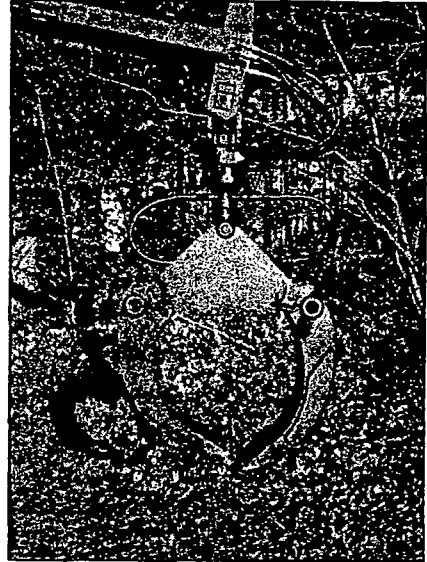


그림 2-69. 로그그래플

### (2) 로그 그래플

원목을 집는 집게형의 장치로 유압실린더에 의해 작동되며 성능 및 특성은 다음과 같다.

- 그래플 단면적 : 0.14~0.16m<sup>2</sup>(집게의 양끝이 닿을 때의 면적)
- 작동방식 : 유압실린더 작동
- 작동압력 : 로테이터와 동일
- 중량 : 90kg

## 2. 도저블레이드 설계제작

도저블레이드의 개발은 다목적 집재차량의 임도 및 작업로 주행시 장애물의 제거 및 임도변 또는 작업로변에서 타워야더 집재작업을 할 때 지면의 불균형으로 작업의 안전성이 확보되지 않을 때 로면정리를 목적으로 설계 제작되었다.

차량의 전면에 부착되어 있으며, 유압



그림 2-70. 도저블레이드 부착



에 의해 상하 및 좌우로 구동하는 방식으로 외형은 폭 2,100mm 높이 620mm이며, 작동범위는 좌우로 20도 틸팅기능을 하며, 상하스트로크는 205mm 이다. (부록도면 참고)

## 제 5 절 타워야더용 캐리지(반기) 설계 및 제작

타워야더와 조합하여 사용되는 캐리지는 사용되는 조건을 고려하여 여러 가지 종류가 생산 시판되고 있으며, 타워야더용 캐리지는 전용으로 사용되는 것과 여러 가지 개선방식에 사용이 가능한 범용 캐리지가 있다.

현재 국내에 도입되어 있는 캐리지는 기계식 잠금장치에 의해 작동되는 Timber Master용과 유압에 의해 작동되는 SKA1(Koller) 및 HUSK 2000(STUEFER-KMF) 등 3가지의 캐리지가 도입되어 사용되고 있다.

이 가운데 Timber Master용은 자동 잠금장치가 없어 상향집재시에도 HBL(되돌림줄)을 설치해야 하며, 캐리지가 스카이라인 상의 원하는 위치에 정지하기 위해서는 물리적인 방법, 즉 SKL에 샤클 등을 매달아 긴 로프를 주변의 임목에 묶어서 정지시키는 방법 등을 이용해야 할 뿐만 아니라, 원목을 내려놓을 때에도 스톱퍼를 통과하면서 기계적 잠금장치가 해제되므로 집적장소의 제한을 받아 후속작업이 어려운 실정이다. 또한 SKL의 경사가 심한 경우에는 경사를 완만하게 해 줄 수 있는 M형 서포트를 설치해야하는 불편함이 있다. 그 반면에 기계적인 구조가 간단하고, 고장이 없다는 이점도 가지고 있다.

유압식 캐리지는 캐리지의 이동에 따라 유압이 작동하여 원목집재지의 원하는 위치에 캐리지를 정지시킬 수 있는 장점이 있다. 따라서 본 연구에서는 두 가지 캐리지가 가지고 있는 간단한 구조에 자동잠금장치가 부착된 캐리지를 그 개발 목표로 설정하였다.

2차 년도까지 개발된 다목적 집재작업차에 탑재된 간이 타워야더에 대한 성능시험결과 만족할만한 성과를 거두었으며, 그 후속작업으로 미비한 성능 보완 작업 및 부속기자재인 원목운반용 반송기(캐리지)를 최종년도의 개발목

표로 설정하였다.

개발대상인 간이 타워야더의 원목운반용 캐리지는 상하향 집재가 가능하도록 스카이라인상의 임의의 원하는 위치에서 자동정지 할 수 있도록 잠김장치(Auto Clamping)가 필수적이다. 또한 개발된 타워야더를 이용한 새로운 작업방법의 개발을 통한 산림작업의 생산성 증진을 목표로 하고 있다.

개발목표로 하는 캐리지는 이미 우리와 비슷한 산악국가인 중부유럽 및 일본 등 임업선진국에서는 타워야더에 장착하여 이용하고 있으며, 타워야더 제작업체는 본 기계의 성능에 적합한 가선집재방식을 결정하고, 여기에 맞는 캐리지를 제작하는 것이 보통이다.

### 1. 기존 캐리지 검토비교

제작회사	GANTNER/BACO	INTERFORST	KOLLER	KOLLER
모 델	BK 25	SAVALL	ASKA 1	ASKA 2,5
중 량	300 kg	80 kg	180 kg	270 kg
집재방향	상향, 하향	상향	상향, 하향	상향, 하향
정격운반하중	-	-	15kN	25kN
견인줄 푸는 방법	중력식 또는 강제플립	중력식	캐리지구동	캐리지구동
스카이라인 클램핑	표준장비	표준장비	표준장비	표준장비
스카이라인 클램핑 원격조정	추가장치 가능	추가장치불가	추가장치불가	추가장치불가
견인줄 클램핑	없음	없음	없음	없음
견인줄클램핑 원격조정	-	-	-	-

제작회사	KOLLER	KOLLER	KOLLER	KOLLER
모 델	MSKA 3	SKA 1	SKA 2,5	USKA 2,5
중 량	500 kg	160 kg	250 kg	340 kg
집재방향	상향, 하향	상향, 하향	상향, 하향	상향, 하향
정격운반하중	30kN	15kN	25kN.	25kN
견인줄 푸는 방법	캐리지 내부 디젤모터	중력식	중력식	보조 와이어로프 이용
스카이라인 클램핑	표준장비	표준장비	표준장비	표준장비
스카이라인 클램핑 원격조정	표준장비	추가장치불가	추가장치불가	추가장치 가능
견인줄 클램핑	표준장비	없음	없음	없음
견인줄클램핑 원격조정	표준장비	-	-	-

제작회사	MAYR-MELNHOF	MAYR-MELNHOF	MAYR-MELNHOF	RITTER
모 델	SHERPA	SHERPA-U	SHERPA-U III	LW, leicht
중 량	140 kg	220 kg	300 kg	21 kg
집계방향	상향	상향, 하향	상향, 하향	상향, 하향
정격운반하중	15kN	15kN	30kN	-
견인줄 푸는 방법	중력식	회송용줄 이용	회송용줄 이용	중력식 또는 무한순환식
스카이라인 클램핑	표준장비	표준장비	표준장비	없음
스카이라인 클램핑 원격조정	표준장비	표준장비	표준장비	-
견인줄 클램핑	표준장비	표준장비	표준장비	없음
견인줄클램핑 원격조정	표준장비	표준장비	표준장비	-

제작회사	RITTER	STUEFER-KMF	STUEFER-KMF	STUEFER-KMF
모 델	LW, Sattel	FSK 2001	HSK 2000	HSK 2001
중 량	37 kg	260 kg	190 kg	210 kg
집계방향	상향, 하향	상향	상향	상향
정격운반하중	-	20 kN	20 kN	20 kN
견인줄 푸는 방법	중력식 또는 무한순환식	중력식	중력식	중력식
스카이라인 클램핑	없음	표준장비	표준장비	표준장비
스카이라인 클램핑 원격조정	-	표준장비	추가장치불가	추가장치불가
견인줄 클램핑	없음	표준장비	없음	없음
견인줄클램핑 원격조정	-	표준장비	-	-

제작회사	STUEFER-KMF	STUEFER-KMF	STUEFER-KMF	STUEFER-KMF
모 델	HSK 4000	HTS 1503	HTS 3003	HUSK 2000
중 량	330 kg	90 kg	310 kg	330 kg
집계방향	상향	상향	상향, 하향	상향, 하향
정격운반하중	40 kN	15 kN	30 kN	20 kN
견인줄 푸는 방법	중력식	중력식	중력 또는 보조 와이어로프	중력식 또는 보조 와이어로프
스카이라인 클램핑	표준장비	표준장비	표준장비	표준장비
스카이라인 클램핑 원격조정	추가장치불가	추가장치 가능	추가장치 가능	추가장치 가능
견인줄 클램핑	없음	표준장비	없음	표준장비
견인줄클램핑 원격조정	-	추가장치 가능	-	추가장치 가능

제작회사	WYSSEN	WYSSEN	WYSSEN	WYSSEN
모 델	Laufwagen 2500 kg	Laufwagen 5000 kg	Motorseilkran	Slackpuller 2500 kg
중 량	200 kg	400 kg	790 kg	350 kg
집계방향	상향	상향	상향, 하향	상향
정격운반하중	25 kN	50 kN	30 및 60 kN	25 kN
견인줄 푸는 방법	중력식	중력식	중력식 + 캐리지 내부의 모터이용	중력식 + 캐리지 내부의 모터이용
스카이라인 클램핑	표준장비	표준장비	없음	표준장비
스카이라인 클램핑 원격조정	추가장치불가	추가장치불가	-	표준장비
견인줄 클램핑	없음	없음	없음	없음
견인줄클램핑 원격조정	-	-	-	-

## 2. 가선방식에 따른 캐리지(반기)의 선택

작업줄 방식(비스카이라인, 런닝 스카이라인용) 캐리지와 SKL 방식 캐리지로 구분할 수 있으며, 여기에서는 2차년도에 제작된 타워야더가 스카이라인을 포함하여 3드럼 방식으로 사용이 가능하므로 스카이라인을 이용한 작업방법에 대한 조사자료를 간략히 설명하고자 한다.

### 가. 작업용 와이어로프가 1본일 때

우리나라의 경우 입도배치상태가 그다지 좋지 않으므로 상향집재전용 가선집재 방식만으로는 효율성이 높은 작업의 실행이 불가능하다. 현재 이용되고 있는 Koller K300 타워야더용 캐리지는 스카이라인을 고정하는 것으로서 본 캐리지의 클램프를 작동시키는 동력은 캐리지 주행 중 주행도르래의 회전을 유압펌프로 전달하여 발생시킨 유압이다. 클램프의 개폐와 견인용줄(Haul in line)의 상하 콘트롤은 견인줄에 가해지는 장력과 움직임이 캐리지 내부의 유압제어판을 가동시키도록 되어 있다.

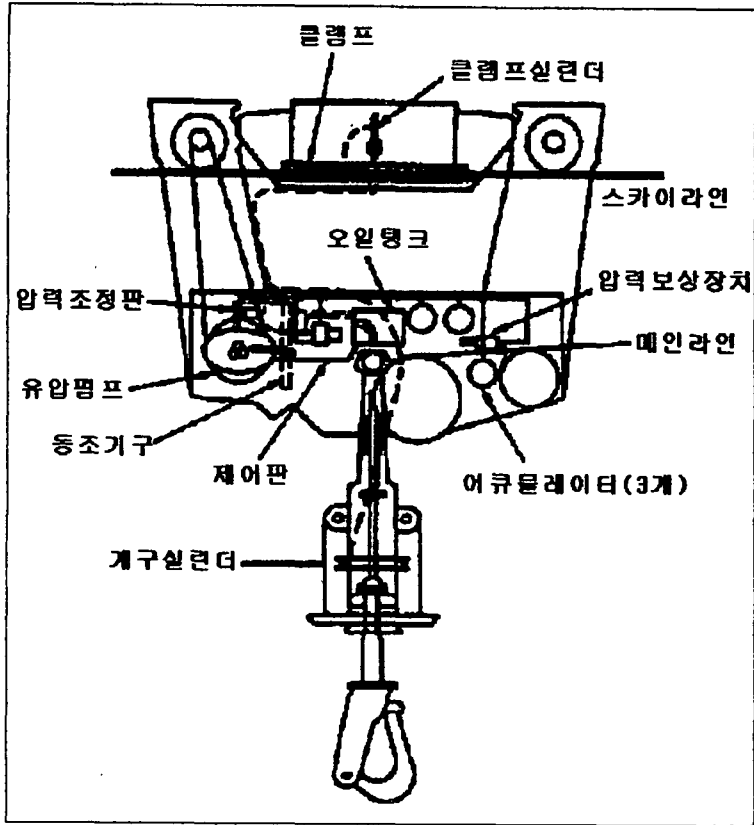


그림 2-71. 작업용 줄이 1개인 캐리지(콜러 300용)

나. 작업용 와이어로프 2본일 때 (견인용 + 회송용)

○ 견인용 와이어로프 : 짐당김줄과 짐올림줄 두 가지 역할을 하는 와이어로프

○ 회송용 와이어로프 : 작업지점까지 캐리지를 되돌려 주는 와이어로프

2줄 와이어로프 방식은 메인라인을 뒷기둥(Tail spar) 쪽으로 잡아당겨 작업하는 방법이 있고, 이 경우 되돌림줄이 메인라인의 역할을 하므로 캐리지는 다음의 2가지 방식으로 나뉘어진다.

(1) 메인라인 = 홀인라인(짐당김줄) + 리프팅라인(짐올림줄) 방식

이 방식의 캐리지는 일본에서 개발된 M50형 타워야더에 사용되는 것이 있다. 캐리지 내부에 메인라인 및 홀백라인용 드럼이 있고, 이 2개의 드럼은

같은 축 위에 부착되어 있으므로 한 쪽 드럼이 그대로 다른 쪽 드럼에 전달되고 있다.

이 캐리지의 작동기구 및 방식에 있어서 메인라인은 타워야더 드럼으로부터 캐리지내의 메인라인용 드럼에 여러 번 감겨 있기 때문에 캐리지 하부의 출구로 나오게 되어 원목을 들어올리게 된다. 한편, 홀백라인은 타워야더로부터 뒷기둥 쪽으로 돌려지므로 캐리지 내부의 홀백라인용 드럼에 감겨 있다. 메인라인과 홀백라인이 캐리지 내부에서 드럼에 감긴 방향은 서로 반대방향이므로 한쪽의 와이어로프가 감기면 다른 쪽은 풀리게 되는 작동을 한다. 요컨대 홀백라인을 타워야더로 잡아당긴 만큼 메인라인은 캐리지 쪽으로 잡아당겨져 짐올림줄로서 캐리지 밑으로 떨어진다. 반대로 메인라인을 타워야더 쪽으로 잡아 끌면 캐리지내의 홀백라인용 드럼은 메인라인용 드럼의 회전에 따라 그와는 반대방향으로 회전하여 홀백라인을 감는다. 이 같은 작동원리로 캐리지 내부의 홀백라인용 드럼에는 원목을 올릴 수 있을 만큼의 와이어로프가 감겨 있을 필요가 있다. (약 40m 정도)

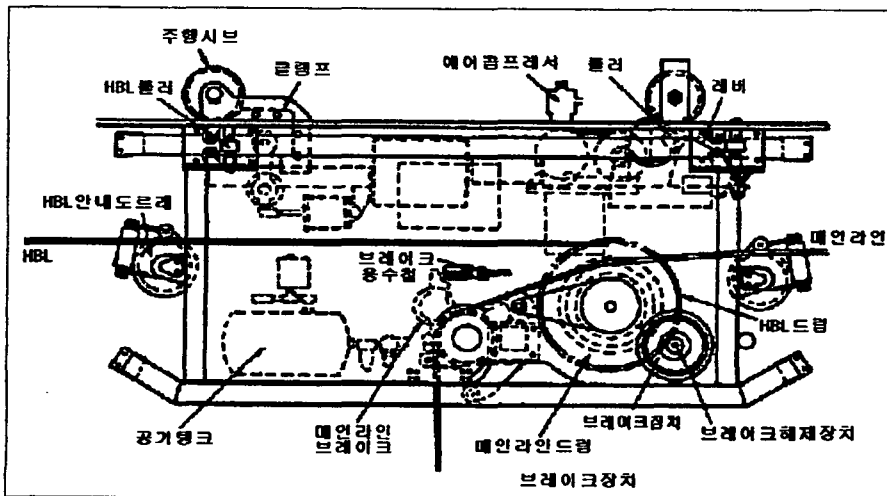


그림 2-72. 작업용 줄이 2개인 캐리지(M-50)

이러한 방식의 캐리지는 메인라인과 홀백라인을 작동시켜 리프팅라인을 떨어트려 원목을 들어올릴 때에는 캐리지를 스카이라인에 고정시켜야 하고,

이를 위해 클램핑 장치가 필수적이다. 한편 홀백라인의 움직임에 따라 확실하게 리프팅라인을 낙하시키기 위해 메인라인 긴장용 장치나 짐재중에 원목의 중량으로 인해 짐을림줄이 미끄러지지 않도록 메인라인 브레이크가 필요하다. 이러한 캐리지 내부의 장치를 작동시키는 동력원으로서 전력, 유압, 공기압 등이 이용되고 있다. 이때에 동력의 보충을 위해 캐리지 주행도르래의 회전력을 이용한 발전기, 유압펌프, 에어펌프 등 여러 가지로 작동을 할 수 있다. 클램프의 개폐는 무선조종식으로 한다.

(2) 메인라인 = 홀백라인(되돌림줄) + 리프팅라인(짐을림줄) 방식

이것은 메인라인을 뒷기둥 쪽으로 돌리기 때문에, 되돌림줄에 메인라인의 역할을 시킨다고 이해하는 것이 알기 쉽다. 즉, 홀백라인으로 캐리지를 작업지까지 주행시키는 동작과 동시에 캐리지로부터 와이어로프가 낙하하고 원목을 들어올리는 역할을 한다. 한편, 타워야더로부터 캐리지로 직접 연결된 와이어로프는 캐리지 내의 드럼에 감기게 되고 리프팅라인을 낙하시키는 동작과 캐리지를 타워야더 쪽으로 잡아당기는 홀라인의 역할을 하게 된다. 이러한 방식을 채택하는 것이 MTY 400용 캐리지가 있다.

이 캐리지는 리프팅라인을 들어올릴 때 캐리지를 스카이라인에 고정시키는 클램핑 장치와 짐재중에 리프팅라인 브레이크 장치가 필요하지만, 이들 장치의 작동은 짐재작업을 패턴화시켜 와이어로프의 움직임을 센서가 감지하여 자동으로 진행된다. 작동 동력원은 배터리로 하고, 무선으로 클램프 개폐제어를 하는 기종도 있다.

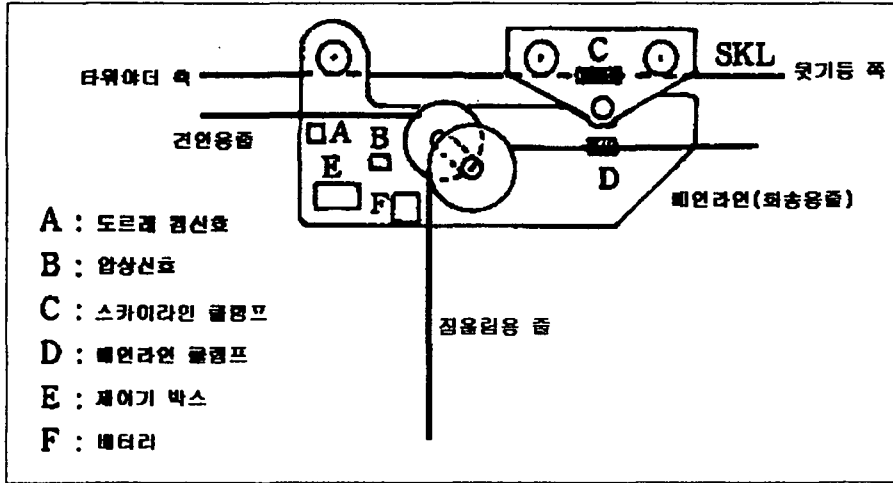


그림 2-73. 메인라인을 낫기등쪽에서 캐리지로 넣는 방식 (MTY 400용 캐리지)

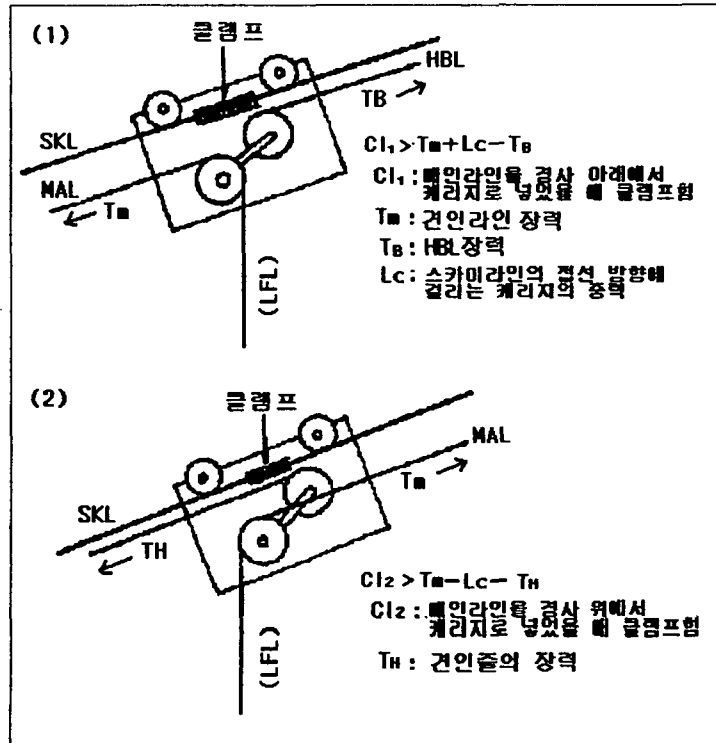


그림 2-74. 견인용 줄이 캐리지로 들어가는 방향에 따른 잡는 힘의 차이



이와 같이 메인라인을 회송용 줄로 사용하는 캐리지가 개발된 이유중의 하나가 캐리지를 스카이라인에 고정시키는 클램프의 힘을 작게 하여 사용할 수 있다는 점이다.

캐리지를 스카이라인에 고정시켜 견인용 로프로 원목을 잡아당기는 방식에서 클램프의 힘은 메인라인이 당기는 힘이 스카이라인 접선방향의 분력이상이 되지 않으면 안 된다. 그 이하의 클램프 힘으로는 원목을 들어올리기 위해 메인라인을 타워야더로 잡아도 캐리지가 미끄러져 원목집재가 불가능하다. 하향집재의 경우는 메인라인을 직접 캐리지내에 연결하면 메인라인의 당기는 방향과 캐리지가 미끄러지는 힘(캐리지 + 원목 + 리프팅라인 + 기타 캐리지에 걸리는 중량)의 방향이 일치하므로 클램프 힘은 이것을 합한 것보다 크도록 해야한다.

### 3. 타워야더용 캐리지 설계 및 제작

앞에서 검토한 캐리지의 특성을 검토하여 국산화 가능한 캐리지의 제작목표는 상향 및 하향집재가 가능하며, 캐리지가 스카이라인 상에 정지할 수 있는 기능을 가지고 원하는 위치에서 원목을 묶는 작업이 가능한 기종의 개발을 목표로 추진되었으며, 그 특성은 다음과 같다.

(가) 작동방식 : 기계식 CARRIAGE, 양방향식

(나) 구조

- UPPER PART : SKY LINE 위를 주행할 수 있으며, 작업삭과 회송삭을 고정하거나 통과 할 수 있는 구조로 되어 있음.
- LOWER PART : 작업삭이 통과하도록 되어 있으며, HOOK를 고정(실제적으로 LOCK BALL이 고정됨) 또는 해제를 할 수 있는 장치로 구성되어 있음.

(다) 작동방법

작업작을 이용 HOOK를 1회 상승 후, 하강시 LOCK BALL이 고정되어 원목을 고정할 수 있으며, 다시 1회 상승 후, 하강시 LOCK BALL이 해제되어 원목을 하강시킬 수 있음. 위 작동은 작업 중 어느 장소에서도 작동이 가능하다.

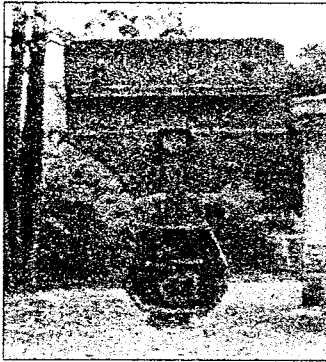


그림 2-75. 캐리지 근경



그림 2-76. 캐리지 원경

(라) 규격

- 무게 : 약 120 kg
- 외관 크기 : 740×1170×290 mm (가로×높이×폭)

(마) 설계도면 : 부록 참조

## 제 6 절 타워야더 부속기자재

가선집재작업에 사용되는 집재기용 부속기구는 집재기의 발달과 함께 지금까지 각 시대별로 자연조건에 적합한 집재작업규모, 가선시스템에 맞도록 개량 발달되었다. 특히 반기(캐리지)는 새로운 작업시스템이 개발됨과 동시에 새로운 고안이 시도되어 발달하였으며, 최근에는 인공림의 증가에도 불구하고 소면적·소규모 간벌작업이 필요하게 되어 특수한 캐리지를 제작하여 보다 안전하고 생력화, 내구성 및 경량화 등의 개량이 진행되어 현재에 이르고 있다.

## 1. 주요 부속기기의 구조와 성능

가선집재작업에 사용되는 타워야더용 부속기구는 기계의 발달과 함께 지금까지 각 시대별로 자연조건에 적합하며, 집재작업규모와 가선시스템에 맞도록 개량 발달되었다. 특히 반기(캐리지)는 새로운 작업시스템이 개발됨과 동시에 새로운 고안이 시도되어 발달하였으며, 최근에는 인공림의 증가에도 불구하고 소면적·소규모 간벌작업이 필요하게 됨에 따라 특수한 캐리지를 제작하여 보다 안전하며, 생력화, 내구성 및 경량화 등의 요구에 맞추어 개량이 진행되어 현재에 이르고 있다.

타워야더의 부속기구는 그 종류가 많지만 널리 쓰이는 것들은 다음과 같다.

### ① 일반적인 부속기구를 구성하는 구조 부분의 제원 설명

- 중량 : 일반적으로 기계의 총 중량을 나타냄.
- 상용하중 : 제작회사에서 검사하여 보증하는 하중을 나타냄.
- 씨브직경 : 씨브의 외경을 나타냄.
- 도르래수 : 캐리지나 힐블록 등은 사용되는 씨브의 수를 형식의 일부로 이용하고 있다. 예를 들면 캐리지는 스카이라인에 걸리는 도르래의 하중분담에 따라 구별하여 형식으로 이용함.
- 와이어로프 직경 : 스카이라인에 사용되는 캐리지, 새들블록 등과 견인용 및 회송용 와이어로프에 사용되는 로딩블록, 힐블록 및 가이드블록 등은 씨브의 직경에 맞는 것을 선택함.

### ② 캐리지(Carriage)

캐리지는 원목을 매달고 주로 스카이라인을 주행하며 집재하는 장비로 주행용 씨브와 원목을 달아 올리는 씨브 및 이들을 지탱해 주는 프레임으로 구성되어 있다. 캐리지의 기본적 종류는 스카이라인용 중간지지대를 사용할 수 없는 것과 사용할 수 있는 두 가지로 대별할 수 있으며, 양방향 겸용의

캐리지도 있다.

③ 로딩블록(Loading block)

견인용 와이어로프에 의해 원목을 매달아 초커를 설치하여 들어올리는 블록으로 하단부에 있는 추, 후크를 연결하는 링크 등으로 되어 있다.

④ 새들블록(Saddle block)

원주(머리기둥, head spar) 및 선주(꼬리기둥, tail spar)에 부착하여 스카이라인을 지지하며, 스카이라인의 장력변화에 따라 씨브가 회전하게 되며 기둥의 변형에 의한 충격을 완화시켜 준다.

⑤ 힐블록(heel block)

스카이라인에 장력을 주어 들어올리는 경우 직접적인 장력이 기계에 걸리면 곤란하므로 힐블록과 힐라인(heel line)의 조합으로 스카이라인에 장력을 주어 들어올린다. 씨브의 수는 2~4개 부착된 것이 이용되고 있다.

⑥ 클램프(Clamp)

스카이라인에 장력을 가해 들어올릴 때 스카이라인과 힐블록을 연결하는데 이용하며, 스카이라인을 손상시키지 않고 안전하게 연결할 수 있으며, 클램프와 힐블록이 일체로 된 것도 있다.

⑦ 중간서포트(Intermediate Support)

집재가선에서 스카이라인이나 원목이 산등성이나 장애물 등으로 지면에 접촉되는 것을 방지하고, 측방집재나 가선이 긴 경우 스카이라인의 장력이 크게 걸릴 때 사용된다.

⑧ 가이드블록(Guide Block)

작업용 와이어로프를 안내 유도하기 위하여 사용되는 것으로 스내치블록이라고 부르기도 한다. 일반적인 가이드블록은 씨브의 직경을 나타내는 인치로 나타내고 되돌림줄의 직경에 맞게 선택 사용되고 있다.

⑨ 기타

그 외 자동 낙하후크, 지그재그블록, 오퍼레이팅서포트, 텐션리미터 등의

임업전용 캐리지 및 샤클, 와이어클립 등 타 산업에서 사용되고 있는 다양한 캐리지가 사용되고 있다.

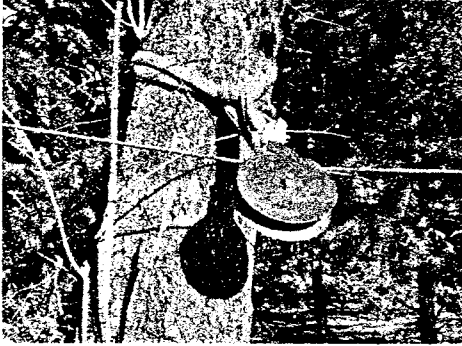


그림 2-77. 가이드 블록 설치

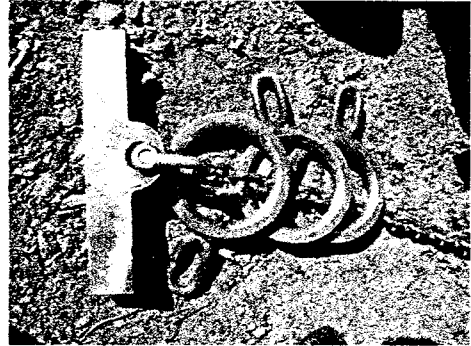


그림 2-78. 쇼커용 고리

## 제 7 절 타워야더 작업측정기기 제작

작업시 와이어로프의 인출거리(집재거리) 및 드럼에 걸리는 장력을 측정하여 작업의 안전성 확보를 위하여 별도의 작업측정용 유니트를 타워 부분에 장착하였다.

### 1. 각부 명칭 및 제원

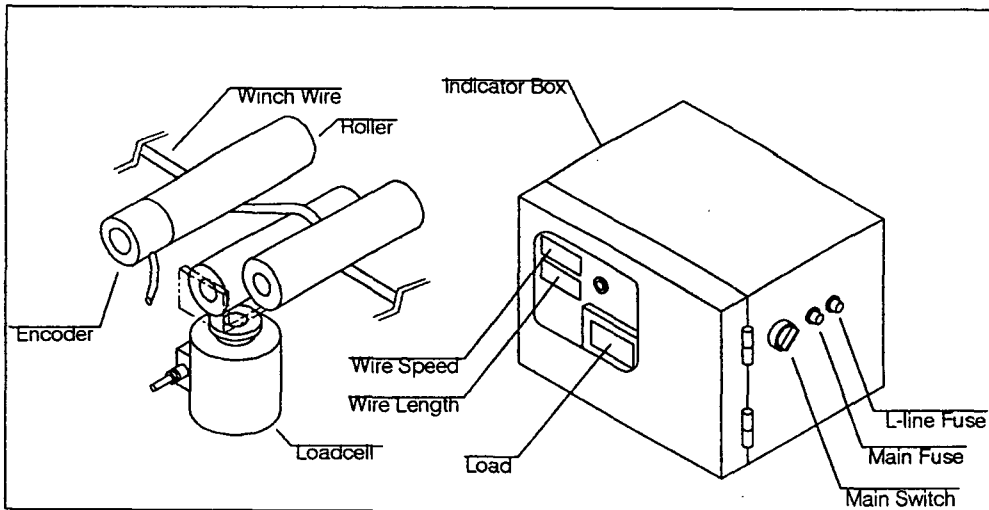


그림 2-79. 인코더 각부의 명칭

가. Load cell

항 목	단 위	제 원
Rated capacity	Kgf	5tf
Rated Output	mV/V	3.0 + 0.1%
Combined Error	%R.O.	0.05
Repeatability	%R.O.	0.02
Creep(30min)	%R.O.	0.03
Temperature Effect on Zero Value	%R.O./10℃	0.03
Temperature Effect on Output Value	%R.O./10℃	0.03
Zero Balance	%R.O.	+1
Recommended Excitation	V DC	10
Maximum Excitation	V DC	15
Input Resistance	Ω	350+/-3.5
Output Resistance	Ω	305+/-3.5
Insulation Resistance	MΩ	> 2000
Compensated Temperature	℃	-10~+70
Range Operating Temperature Range	℃	-20~+80
Safety Overload	%R.C.	150
Material		AlloySteel
Protection Class		IP67

나. Encoder

항목	소항목	제원
Pulses/Revolution		100
Electrical specification	Output phase	A phase, B phase, Z phase
	Output of phase difference	Output between A and B phase : $T/4 \pm T/8$
	Control output	Load voltage:Max. 30V, Load current:Max. 30mA, Residual voltage: Max. 0.4V
	Response time(Rise&Fall)	Max. $1\mu s$ (Cable : 1m, at I sink=30mA)
	Max. Response frequency	100KHz
	Current consumption	Max. 60mA (disconnection of the load)
Mechanical specification	Starting torque	Max. 10gf · cm( $980\mu N \cdot m$ )
	Moment of inertia	Max. $10g \cdot cm^2$ ( $1 \times 10^{-6} Kg \cdot m^2$ )
	Shaft loading	Radial : 2Kg, Thrust : 1Kg
	Deviation of shaft position	Radial : Max. 0.1mm, thrust : Max. 0.2mm
	Mechanical revolution(rpm)	5000rpm
Insulation resistance		Min. 50M $\Omega$ (at 500VDC)
Shock		Max. 50G
Ambient temperature		-10 to 70 $^{\circ}C$ (non-freezing condition), Storage : -25 to 85 $^{\circ}C$
Ambient humidity		35 to 85%RH, Storage : 35 to 90%RH
Protection		IP50(IEC)

## 2. 사용 방법

### 가. 전원 연결

Indicator box 측면에 설치된 주전원 스위치를 켜면 짐재거리 및 부하 indicator에 전원이 연결된다.

### 나. Setting 방법

- (1) 거리 검출부 : 전원이 연결되면 0 m로 Setting되며, 사용 중 Reset 스위치를 누르면 0 m로 Setting 된다. (길이는 -표시 없이 양방향 절대값으로 표시된다.)
- (2) 부하 검출부 : 제작시 Calibration(실 무게 설정)을 마친 상태이므로 별도의 Setting은 필요하지 않다.

## 3. 전기 배선도

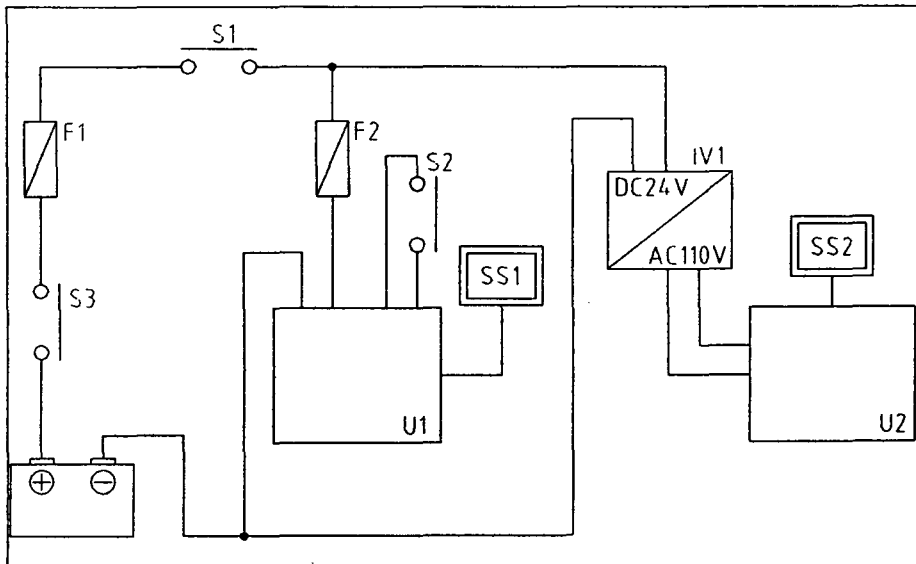


그림 2-87. 인코더 전기배선도

U1	: Wire rope	U2	: Loadcell indicator
S1	: Main Switch	IV1	: DC/AC Inverter
S2	: Reset Switch	SS1	: Encoder
S3	: Chassis Key Switch	SS2	: Loadcell
F1	: Main Fuse(5A)		
F2	: L-line Fuse(2A)		



## 제 3 장 소형 리모콘 원치 개발

### 개발내용 요약

#### ○ 1차년도 개발 내용

- 썰매형 2드럼 리모콘 원치개발

#### ○ 2차년도 개발 내용

- 농용운반차 탑재용 2드럼 원치개발
- 집재거리 : 최대 70m
- 견인능력 : 1,200kg
- 적용가능 집재방법 : 지면끌기집재(1인), 두레박식, 간이 스카이라인식(2인)

#### ○ 3차년도 개발 현황

- 휴대형 리모콘 원치 개발
- 구조 : 1드럼식 (집재가능거리 40m)
- 건조중량 : 약 35 kg
- 견인능력 : 최대 350 kg

### 제 1 절 서 설

소형 리모콘 원치를 이용한 집재는 보통 소규모 임지에서 경급이 작은 원목을 생산하는 경우 사용하거나, 대규모 작업지역에서 주 집재장비, 즉 타워야더, 트랙터 원치 등의 보조 장비로서 활용할 수 있는 장비로서, 그 외에 수라작업시 몇 개의 수라를 연결하여 견인하는 등 다목적으로 사용되고 있

다. 기존에 국내에서 사용되는 기종은 아크야 원치가 주종을 이루고 있으며, 1차 시작품은 썰매형 2드럼 원치, 2차 시작품은 1차시작품의 중량 문제를 해결하기 위하여 기존 이용되고 있는 농용운반차의 적재함을 분리하여 그 위에 원치를 탑재하였고, 3차 시제품은 1인으로 운반이 가능하도록 초경량형 소형 리모콘 원치를 개발하였다.

## 제 2 절 기존 소형원치 제원 비교

소형원치류는 체인톱엔진을 이용한 기종이 주종을 이루고 있으며, 이 가운데 국내에 보급되어 있는 기종은 아크야 원치(오스트리아 KMF), Zollern(독일)사의 소형원치, 오스트리아 KBF 체인톱 원치, 소형 리모콘 원치(일본, PW350R) 등이 있으며, 이들 보다 규모가 큰 소형원치류로는 자주식 주행이 가능한 임업전용 운반차(일본, Chikusui), 안마 궤도형 집재차(일본, Yanmar) 등에 부착되어 있는 원치류와 스웨덴제 Iron Horse 등의 제품이 시범적으로 도입 운용되고 있는 실정이다. 이와 같은 소형장비는 가격면에서 우리나라의 현재 산림상황으로 보아 적당한 기종들로 파악되고 있으며, 이에 대한 자세한 정보를 활용하여 우리나라의 실정에 적합한 기종을 개발하게 되었다. 한편, 현재 국내에 도입되어 있는 소형 원치류에 대한 특징은 다음과 같다.

### 1. 소형 원치

#### 가. 아크야 썰매형 원치

국내의 간벌작업 현장에서 가장 많이 사용되고 있는 원치로서 대형 체인톱 엔진을 이용하고 있다. 본 장비는 자주식 주행이 가능하여 지면끌기집재, 하이리드식 집재 및 견인식 집재 등 다양한 방법의 집재를 할 수 있을 뿐만 아니라 조작성이 간편하며, 특성은 다음과 같다.

표 3-1. KMF Ackja Winch의 성능 및 특성

제작회사	모델	엔진	최대 견인력	드럼용량 (직경×길이)	견인속도 (m/분)	규격			
						중량 (kg)	길이 (mm)	폭 (mm)	높이 (mm)
KMF (오스트리아)	KMF 422	6.5HP Stihl 070	850kg	∅6.5mm×100m	50	75	1900	520	400

나. 체인톱 윈치

오스트리아에서 개발된 경량의 소형윈치로서 아크야 윈치에 비해 가벼우며 어댑터를 이용하여 다양한 기종의 체인톱 엔진을 사용할 수 있는 특징이 있으나 자주식 주행이 불가능하므로 아크야 윈치와 같은 견인집채를 할 수 없고, 조작의 편리성 면에서 다소 떨어지는 단점이 있다. 본 장비의 성능 및 특성은 다음과 같다.

표 3-2. KBF Chainsaw Winch의 성능 및 특성

제작회사	모델	엔진	최대 견인력	드럼용량 (직경×길이)	견인속도 (m/분)	중량 (kg)
KBF (오스트리아)	Multi KBF	4~7HP 체인톱	1,000kg	∅6mm×80m	25	45

다. Zollern 소형윈치

본 윈치도 체인톱 윈치와 마찬가지로 어댑터를 이용하여 다양한 체인톱 엔진을 부착할 수 있는 윈치로서 속도를 2단으로 조정할 수 있는 특징을 가지고 있으며, 체인톱 엔진의 소음피해를 줄일 수 있도록 기계작업원이 3m 정도 기계에서 떨어져 작업이 가능한 유선조종장치가 부착되어 있다. 한편 운반이 용이하도록 이동시에는 바퀴를 부착할 수 있도록 되어 있다.

표 3-3. Zollern 소형원치의 제원

모델	규격(mm)			엔진	원치				비고
	전장	전폭	중량		견인력(kg)	드럼수	드럼용량(mm×m)	견인속도(m/분)	
Zollern PW17	760	620	40	Husqvarna, Solo, Stihl 등 체인톱엔진	고속 450, 저속 1,700	2드럼	7.2×60	고속 47, 저속 12.5	유선 조종

2. 무선조종 원치

가. Wald Rapp 소형원치

엔진 위치와 관계없이 작동되는 로탁스(Rotax) 2사이클 공냉식 엔진을 사용하고 있으며 원심클러치, 엔진 및 변속장치 연결식이다. 특성은 다음 표와 같다.

표 3-4. Wald Rapp 소형원치의 제원

모델	출력	드럼용량	견인력	견인속도	규격			
					중량	전장	전폭	전고
Wald Rapp 5500 WH	28 PS/ 4200rpm	11mm× 120 m	최대 5톤	0.4m/초	500kg	195cm	102cm	75cm

나. Seirei 원치

수동식(PW 330) 및 무선조종식(PW 330R)이 있는 소형원치로서 그 특성 및 제원은 표와 같다.

표 3-5. Seirei 원치의 제원

모델	출력	드럼용량	견인력	견인속도	규격			
					중량	전장	전폭	전고
Seirei PW330R	2.0hp/ 6500rpm	5mm× 40 m	330kg	16.3 m/분	28kg	135cm	27cm	60cm

### 3. 차량 탑재형 원치

#### 가. 궤도형 집재차

일본 안마디젤(Yanmar Diesel) 회사 제품인 궤도형 임내 주행차량인 YCT 250W로서 엔진출력은 15마력이고 수냉식이다. 본 기종은 원치를 이용한 집재원목의 단거리 지면끌기(直引式) 작업 및 장비가 주행할 수 없는 지형에서도 분할드럼을 이용하여 간이가선식 집재작업을 할 수 있으며, 적재함을 이용하여 운반작업이 가능한 집재장비로 성능 및 특성은 표 와 같다.

표 3-6. 궤도형 집재차의 특성

제작회사	모 델	엔진출력	최대적재 용량 (kg)	登坂能力 (도)	원 치	
					견인력	형 식
안마디젤 (일본)	YCT 250W	15마력	2,000	20 (1단, 2톤적재)	700kg	1드럼 기계식

#### 나. 임업전용 운반차 (Chikusui 557C)

본 장비는 임지내에서의 주행성과 안정성을 확보하기 위하여 경질(硬質)고무 궤도를 장착한 기종으로 저속도로 주행하므로써 안정성이 확보됨과 동시에 조향조작이 원활하여 회전반경이 좁아 임내에서의 주행이 용이한 기종이다.

차체는 전장 1.92m, 전폭 1.12m로 좌측은 엔진부분이고, 우측은 원목을 적재할 수 있는 적재함이 있다. 임내에서의 소집재 및 집재작업을 위해 원치가 장착되어 있으며, 차체의 중앙에 기둥이 설치되어 장착된 도르래를 이용하여 원목견인작업과 상차작업이 용이하도록 되어 있다. 고무궤도는 폭 25cm, 접지장 91cm로 접지압이 작으므로 임내 연약지에서의 주행도 타 기종에 비해 유리하다. 주행할 수 있는 작업로의 폭이 1.5m 정도면 가능하므로 간벌지내에서 주행이 가능한 것이 본 기계의 특징이다.

### 제 3 절 소형 리모콘 원치 설계 및 제작

#### 1. 썰매형 2드럼 원치 개발 (1호 시작품)

1호 시작품의 설계는 썰매형태로 설계되어 산지에서 이동은 와이어로프를 풀어 주위의 적당한 입목이나 뿌리(根株)부분에 고리를 걸어 원치의 견인력에 의해 작업하고자 하는 위치로 이동하도록 하였으며, 개발 후 보급가격 등을 고려하여 개발 목표를 설정하였다. 한편, 작업의 안전과 작업환경 개선을 도모하기 위하여 무선리모콘에 의한 조작이 가능하도록 하였고, 무선 송수신 거리는 100m 이상의 송수신 장치를 탑재하고 다목적으로 이용할 수 있도록 드럼이 2개인 원치를 개발하고자 하였다.

#### 가. 부품별 세부설계

##### (1) 엔진

본 제작품의 클러치 및 브레이크 조작은 무선방식으로 하고 구동시스템은 디스크식 마찰클러치를 이용하며, 사용엔진은 6~8마력급의 공냉식 가솔린 엔진을 사용할 수 있도록 하였으며 엔진의 특성은 다음과 같다.

표 3-7. 엔진의 성능(계양 미쓰비시 엔진 G810L)

- 형 식	직립형 공냉4사이클 단기통 가솔린엔진
- 실린더 규격	직경×행정(78mm×61mm)
- 총 배 기 량	291cc
- 연속정격출력	6.5PS/1800RPM
- 최 대 출 력	8.0PS/2000RPM
- 건 조 중 량	20kg
- 연료탱크용량	5.0 l
- 시 동 방 식	전기시동식
- 발 전 능 력	12v × 4A

(2) 변속기 및 감속기

저속, 고속 개념의 2단 변속장치로 운전 중 변속이 가능하며, 이 때 변속은 유압 실린더를 이용하여 작동하는 방법으로 특징은 소음이 적고, 높은 토오크로 동력전달이 가능하며 동력전달 계통도는 그림 3-1과 같다.

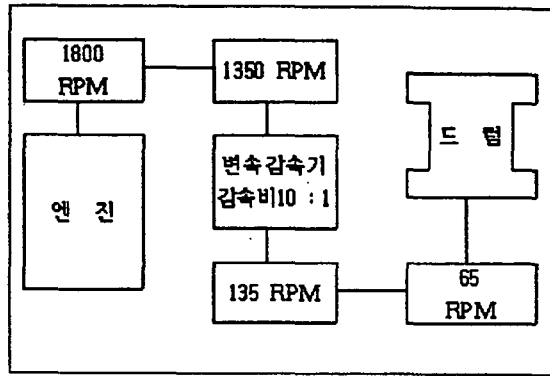


그림 3-1. 동력전달 계통도

(3) 드럼의 설계

구 분	건인용 드럼	회송용 드럼
드럼 직경 (mm)	Ø150	Ø150
플랜지 직경 (mm)	Ø290	Ø300
드럼 폭 (mm)	150	150
와이어로프 직경 (mm)	Ø6.3	Ø6.3
와이어로프 길이 (m)	70	170
드럼 재질	듀랄루민 (AL7075)	듀랄루민 (AL7075)

(4) 와이어로프 사양

사양 용도	호칭	직경 (mm)	포임방법	절단하중 (ton)	단위중량 kg/m	길이 (m)	전체중량 (kg)
건인용	3호	Ø 6.3	보통A종	2.18	0.144	70	10.08
회송용	6×19					170	24.48

(5) 설계 성능

(가) 건인속도

최초의 건인속도를 분당 30m 기준으로 하고, 이 때 Bare drum의 직경이 150mm 라고 하면, 건인속도는 다음 식과 같이 구할 수 있다.

$$30\text{m/분} \div (\varnothing 0.15\text{m} \times \pi) = 63.7\text{rpm}$$

한편, 원치의 구동에 의해 와이어로프가 감겨 직경이 280mm로 증가되었을 때의 최종속도는 아래와 같이 구할 수 있다.

$$\varnothing 280\text{mm} \times \pi \times 63.7\text{rpm} = 56.0\text{m/min}$$

감속비는 정격출력 6.5마력일 때 엔진 rpm 1,800을 근거로 계산하면 다음과 같다.

$$1800\text{rpm}/63.7\text{rpm} = 28.26 \quad \therefore \text{감속비 } 29 : 1$$

따라서 견인속도는 최초 30m/분에서 최종 56m/분으로 유지하며, 엔진 감속비는 29 : 1로 한다.

#### (나) 견인력 계산

계양엔진의 정격엔진출력을 6.5마력으로 기준할 때 엔진회전수(RPM)는 1800이 되고, 토크  $T = \text{정격출력} \times 716/\text{rpm} = 6.5 \times 716 / 1800 = 2.58\text{kg} \cdot \text{m}$  이 된다.

따라서, 감속시 출력축 토크( $T_a$ )는 다음과 같이 계산할 수 있으며,

$$T_a = 6.5 \times 716 / 63.7\text{rpm} = 73\text{kg} \cdot \text{m}$$

위의 계산을 이용하여 평균직경에서의 견인력  $F = T_a \times \eta / r = 73\text{kg} \cdot \text{m} \times 0.8 / 0.1\text{m} = 584\text{kg}$ 이 된다. (여기서,  $T_a$ : 출력축 토크,  $\eta$ : 효율,  $r$ : 평균드럼직경(m) )

한편, Bare drum 상태에서의 최대견인력  $F_{\max} = T_a \times \eta / r = 73\text{kg} \cdot \text{m} \times 0.8 / 0.075\text{m} = 778\text{kg}$  이다.



#### 나. 1호시작품 성능시험 및 문제점

1차 년도 제작한 집재원치의 드럼유니트는 2드럼식 종방향 배열방식으로 브레이크 및 클러치의 조작은 유압을 이용한 방식을 채택하였으며, 변속기 및 유압 파워 유니트 등을 부착하면 설계목표 중량 250kg을 약 150kg 이상 초과하였다.

따라서 소형원치 본래의 사용용도인 신속한 이동 설치가 곤란하므로 2차 시제품 개발에서는 중량을 대폭 감소시키기 위한 세부설계를 실시하고 2드럼식 원치는 소형 운반차에 탑재하여 작업로상에서 작업이 가능하도록 운반차 탑재형 소형원치를 제작코자 한다.

1드럼 방식은 현재의 구동방식인 변속기를 경유한 체인구동방식을 V벨트를 이용한 구동방식으로 변경하고, 현재의 산업용 변속기를 보다 소형화하며 클러치조작을 기계식으로 변경하여 소형 경량화 할 수 있도록 한다.

1차 년도 제작한 2드럼 방식 드럼유니트는 국내에서 제작된 농업용 운반차를 선정하여 운반차의 유압시스템과 동력취출축을 이용하여 원치를 탑재식으로 개조하여 집재차에 부착한다.

무선조종장치는 2드럼식에는 다채널식 산업용 무선조정장치를 부착하고, 1드럼식은 서보모터시스템을 이용한 가용 주파수 6채널 이하의 소형무선 조종기를 이용한다.

이 경우 1드럼 식의 원치는 2마력급의 엔진을 부착할 경우 중량 60kg 이하로 제작이 가능할 것으로 예측되며, 2드럼식은 원치드럼 유니트와 유압 유니트를 포함하여 250kg 이하로서 10~20마력의 엔진을 탑재한 운반차에 탑재가능할 것으로 예측된다.

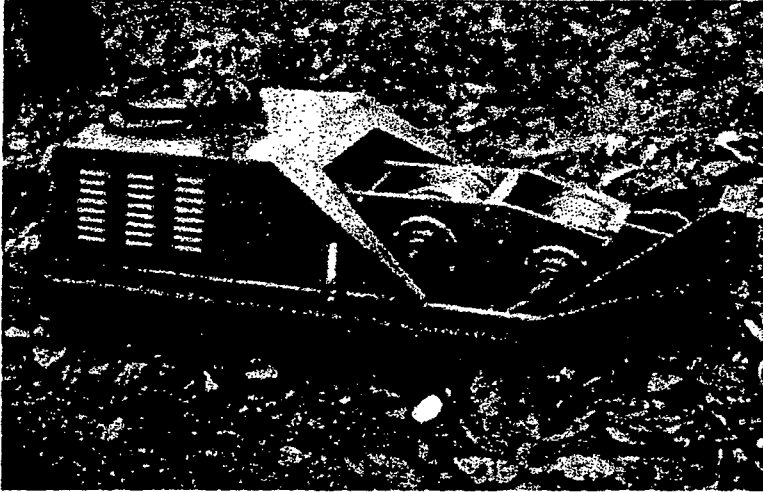


그림 3-2. 쉘메형 2드럼 리모콘 원치(1호시작품)

다. 1차 년도 시작품에 대한 개선대책

1차 년도 제작한 시작기의 시운전을 통하여 얻어진 개선사항을 정리하면 다음 표와 같은 바, 우선 당초에 설계되었던 목표중량보다 무거우므로 소형 원치의 본래의 활용면에서 장점을 얻기가 어렵다.

그 이유는 우선 변속기의 용량이 과대하게 책정되어 산업용 변속기를 탑재함으로써 중량이 초과되었고 탑재된 유압펌프가 배터리 구동형으로서 구동시에 약 1.5kw의 전력을 소모하므로 대용량 배터리를 부착하여야 하고 중량이 무겁다.

현재 원치의 콘트롤에 소요되는 유압펌프는 브레이크 및 클러치 변속기 레버작동용 소용량의 정압방식의 액츄에이터로서 보다 소형의 유압발생장치를 부착하므로써 문제를 해결할 수 있을 것으로 기대된다.

그 결과 소형 배터리의 탑재와 소형유압펌프의 채용으로 전체 장비중량을 감소하고 배터리의 부하를 줄일 수 있을 것이다.

또한 전체 중량과 함께 크기가 크므로 실내에서의 자유로운 이동이 어려우므로 1차 시제품의 성능개선과 함께 초소형 1드럼식 리모콘 원치를 2호기

로 제작하고자 한다.

기본 개념은 1인 휴대가 가능하고 소용량으로서 벌채작업시 또는 단거리 집재에 보조용으로 활용할 수 있는 소형경량의 윈치로서 리모콘 장치를 탑재하여 견인작업이 가능한 장비이다

표 3-8. 1차 시제품에 대한 자체평가 및 개선방향

문 제 점	개 선 대 책
○전체중량이 너무 무겁다. (약 400kg)	○중량감소 -감속기 케이스 축소 및 재질변경 -Body Frame 두께축소 및 재질 검토 -엔진소형 고출력 검토
○배터리 소모량이 많다	○발전 충전장치 부착검토 ○전기소모량 감소 검토
○전기 콘트롤이 원활하지 못하다	○전기회로 재구성 ○리모트 콘트롤 적용
○이동운반이 어렵다	○이동용 바퀴부착 검토 ○이동용 대차(台車) 제작 검토
○견인력이 약하다	○견인력 계산 참조 -효율 재조정 -클러치 구조 재설계 검토 · 소형, 정교, 고출력 Type or Gear Type
○Wire안내 장치가 없다. (드럼 이탈)	○Wire 감김보조 Roller 부착 ○Wire 드럼이탈 방지용 Bracket 부착

## 2. 농용운반차 탑재용 2드럼 윈치 개발 (2호 시작품)

1차 시제품으로 개발한 집재용 소형윈치가 중량, 규격 및 성능면에서 소기의 목표에 도달하기 어렵다고 판단되어 2차 시작품은 농용운반차에 탑재하는 방식으로 2드럼 윈치의 제작을 그 목표로 정하였다.

## 가. 운반차 탑재

1차 시제품의 2드럼식 소형원치는 현재의 장비의 중량과 크기가 과도하므로 현장으로의 운반 이동과 작업장내에서의 이동이 문제점으로 예측되는 바 이를 해결하기 위하여 소형 농업용 운반차 등에 탑재하여 이동이 용이하게 하고 작업로상에서 작업이 가능하도록 하는 방안을 검토하였다.

이러한 소형 농업용 운반차는 국내에 과수원용으로 생산되는 기종이 있으므로 비교적 저렴하게 구입이 가능하고 또한 자체엔진 및 유압펌프, 변속기 및 PTO 등이 구비되어 있다.

따라서 이러한 운반차에 제작한 2드럼 원치를 탑재하면 원치 구동을 위한 엔진, 변속장치, 배터리, 프레임 구조물이 생략되므로 원치의 크기와 중량을 최소화 할 수 있으며 이동이 신속한 장점이 있을 것으로 판단된다.

### (1) 국산 농용운반차의 제원비교

농용 운반차에는 현재 크롤러 방식과 고무바퀴 형식이 있으며 이러한 농용운반차 몇 가지 기종에 대한 비교 검토를 실시하였다.

농용운반차는 현재 차륜식으로는 A 산업 이외에도 S(주), H사, S기계 등에서 운반차가 생산되고 있으나 대부분 탑재 엔진이 7~8마력으로 소형이고 적재량이 600kg 미만으로 차륜의 크기가 작아서 최저지상고가 낮으므로 작업로와 같이 요철이 심하고 경사가 급한 지형에는 부적합한 것으로 판단되며, 그 중에서 아세아산업의 승용관리기 및 농용운반차가 임업용으로 적합한 것으로 판단된다.

### (2) 국산농용운반차 및 일본제 임내차의 성능 비교

일본의 경우는 원목집재 및 운반작업을 위하여 다양한 크롤러식 및 타이어바퀴식 소형임내차가 생산되며 작업로를 이용한 작업시스템이 광범위하게 사용되고 있다.

대부분은 적재량이 0.6~1톤 정도이며 최근에는 작업효율을 높이기 위해서 대형화하는 추세가 있으나 우리나라에는 이러한 작업방식은 아직 도입되지 않고 있는 실정이다.

표 3-9. 국산 농용운반차 성능비교

기종명	한성 SL-600	신덕 SD-4WD	삼력 SCF60DL
전장 (m)	3.32	2.69	2.99
전폭 (m)	1.18	1.23	1.18
적재함길이 (m)	1.80	1.58	1.86
윤거 (m)	0.91	-	0.87
축거 (m)	1.74	-	1.76
최소회전반경(m)	3.1	-	3.0
최저지상고 (mm)	135	-	-
차체중량 (kg)	630		590
전륜 타이어	20×18-10-4PR		4.00×9-6PR
후륜 타이어	20×10-10-4PR		20.0×10-6PR
탑재엔진	공냉개솔린(7.5 HP)	공냉개솔린(7.0 HP)	공냉개솔린(7.7 HP)
현가장치	전륜요동 현가	-	-
속도	전진4, 후진2단	전진3, 후진1단	전진4, 후진 2단
최대 등판각	-	-	20
속도범위(km/h)	3.13~13.03	3.0~11.0	2.5~14.5
적재량(kg)	600	500	600

국산 농용운반차 중에서 아세아농업기계에서 제작되는 2기종을 선정하고 일본제품의 경우 오이카와(及川)자동차 주식회사에서 제작되는 대표적인 바퀴식 소형임내차 2기종의 성능 및 제원을 카다로그에 기재된 내용을 기준으로 비교하였다.

일본제 임내차는 원목을 실어 나르는 운반작업을 위하여 적재함의 길이를 2.5m이상으로 차체가 길며 축간거리도 2.3m 인데 비하여 국산 농용운반차는

과수원에서의 가벼운 농자재운반 및 스피드스프레이어 방제기(SS기)세트를 탑재하기 위하여 기동성을 높이려고 축거(軸距)를 짧게 하고 적재함의 길이를 최소로 하였다.

따라서 국산 농용운반차를 원목운반용으로 활용하기에는 현재의 차체 구조상 1.8m 이상의 원목운반은 곤란한 것으로 판단되며 만약 제작사의 협조로 축거를 약 1m이상 길게 개조할 경우에는 원목운반작업도 가능할 것으로 판단된다.

표 3-10. 소형운반차 성능비교

항 목	일본 오이카와 자동차		국산 아세아산업	
	RM-2KW (4륜구동)	RM8WD (4륜구동)	CMC2000W (4륜구동)	SC-600TLD (4륜구동)
전 장	3.8	3.95	2.97	3.07
전 폭	1.40	1.40	1.29	1.29
적재함길이	2.6	2.5	-	1.58
운 거	-	-	-	1.04
축 거	2.30	2.3	-	1.29
최소회전반경	3.3	3.9	2.1	←
최저지상고	160mm	240mm	-	(200mm)
차체중량	1,050	1,345	1,035	←
전륜 타이어	더블(6×14)	26×10.0-12	23×10.0×12-6PR	←
후륜 타이어	더블(6×14)	더블(6×14)	"	←
탑재엔진	디젤엔진 토크 : 6kgm	이스즈 디젤 36HP 토크 : 9kgm	공냉개솔린14HP 벵가드엔진 토크: 4kgm	←
현가장치	전륜요동 현가	좌동	-	←
속 도	15km 이하	15km 이하	전진6단 후진2단	←
최대 등판각	37	37	30	←
속도범위	-	-	0.73-11.31	←
적 재 량	1.8	2.0	0.6	←

이 경우 문제점으로는 차체 프레임이 증량물 운반에는 약할 것으로 판단되며 또한 탑재된 엔진출력도 높여야 할 것으로 판단된다. 그러나 국산 4륜구동 농용운반차는 운반차 전용 트랜스미션을 탑재하였으므로 별도의 추가장치 없이 변속단수 2단의 동력취출축이 부착되어 있으므로 윈치 등의 탑재에는 지장이 없으며 또한 자체 유압펌프를 탑재하였으므로 여기에 수동식 방향전환밸브를 부착하면 이를 윈치 콘트롤용으로 활용이 가능할 것으로 판단된다.

나. 2차 시제품 설계

(1) 농용 운반차 엔진

- 형식 : 351400 뱅거드엔진, 공냉식 V-2 2기통 4사이클 가솔린엔진
- 최대출력 및 회전수 : 16/3200 (ps/rpm)

(2) 드럼의 규격

- 견인 및 회송드럼 규격 동일
  - 드럼직경 (BARE DRUM DIA) : Ø170mm
  - 플랜지 직경(FLANGE DIA) : Ø340mm
  - 드럼 재질 : 두랄류민(AL7075)

(3) 와이어로프 사양

용도 \ 사양	호 칭	직경	포임방법	전단하중	단위중량 (kg/m)	길이 (m)	전체중량 (kg)
견 인 용	3호 6×19	Ø6.3	보통A종	2.18	0.144	70	10.08
회 송 용	“	Ø5	“	1.38	0.091	170	15.47

(4) 견인속도

(가) 초기속도

① BARE DRUM DIA :  $\varnothing 170\text{mm}$  일 때

② R.P.M : 저속 40 R.P.M, 고속 80 R.P.M

- 저속속도( $v$ ) =  $\varnothing 0.17\text{m} \times \pi \times 40 \text{ R.P.M} = 21.352 \text{ m/min}$

- 고속속도( $V$ ) =  $\varnothing 0.17\text{m} \times \pi \times 80 \text{ R.P.M} = 42.7 \text{ m/min}$

(나) 최종속도

① OUT DIA :  $\varnothing 280\text{m/m}$  일 때

② R.P.M : 저속 40 R.P.M, 고속 80 R.P.M

- 저속속도( $v$ ) =  $\varnothing 0.28\text{m} \times \pi \times 40 \text{ R.P.M} = 35 \text{ m/min}$

- 고속속도( $V$ ) =  $\varnothing 0.28\text{m} \times \pi \times 80 \text{ R.P.M} = 70 \text{ m/min}$

따라서 저속시는 분속 21.3m~35m의 견인속도를 낼 수 있으며, 고속시에  
는 42.7m/min~70m/min까지 견인속도를 높일 수 있어 원목집재작업의 효율  
성을 높일 수 있다.

(5) WINCH견인력 및 각축에 걸리는 토크 계산

(가) 최대견인력

$$\begin{aligned} \text{Max}1000\text{kg} &= Ta \eta / r && \text{최대견인력 : } 1000\text{kg} \\ &= Ta \times 0.8 / 0.085 && Ta : \text{출력토크 (kg} \cdot \text{m)} \\ &&& \eta : \text{효율} \\ Ta &= 1000 / (0.8 / 0.085) && \gamma : \text{최소드럼 (bare drum)m} \\ &= 106.25 \text{Kg} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

(나) 필요 마력계산

$$\begin{aligned} HP &= Ta / (716 / \text{rpm}) \\ &= Ta 106.25 / (716 / 60) \\ &= 106.25 / 11.933 \\ &= 8.90 \text{HP} \end{aligned}$$





- (피니온)  $Z_1 = 12T$                       (Gear)  $Z_2 = 60T$
- 치 폭  $b = 100$                               모 들  $m = 2$
- 재 질 SNCM 21종(허용굽힘응력  $\sigma_b = 40 \sim 55 \text{ kg/mm}^2$ ,  $H_b = 600$ )

(가) 굽힘강도에 의한 전달하중

① PINION ( $Z_1 = 12T$ )

- 피치원주속도

$$v = \frac{\pi D_r \cdot p \cdot m}{60 \times 1000} = \frac{\pi 2 \times 12 \times 300}{60 \times 1000} = 0.3768 \text{ m/sec}$$

- 속도계수  $f_v$  (저속일 경우)

$$f_v = \frac{3.05}{3.05 + v} = \frac{3.050}{3.05 + .376} = 0.89$$

- 치형계수 :  $y_1 = 0.277$
- 허용굽힘응력 :  $\sigma_b = 50 \text{ Kg/mm}^2$  ( $\alpha_0 = 20^\circ$ 에 대하여 12T)
- 치 폭 :  $b = 100$
- 허용전달하중 :  $p = f_v \sigma_b b m y_1 = 0.89 \times 50 \times 100 \times 2 \times 0.277 = 2465.3 \text{ kg}$

② GEAR

- 피치원주속도  $v = \frac{\pi \times (2 \times 60) \times (300 \times 1/5)}{60 \times 1000} = 0.3768 \text{ m/sec}$
- 속도계수  $f_v = 0.89$  (pinion과 동일)
- 치형계수  $y_2 = 0.433$  ( $\alpha_0 = 20^\circ$ , 60T에 대하여)
- 허용굽힘응력  $\sigma_b = 50 \text{ Kg/mm}^2$
- 치폭  $b = 100$
- 허용전달하중  $p = f_v \sigma_b b m y_2 = 0.89 \times 50 \times 100 \times 2 \times 0.433 = 3853.7 \text{ kg}$

(나) 면압에 의한 전달하중

- 비응력계수 : 경도  $H_B=600$  에서  $K=0.569$

- 허용전달하중 :

$$p = fukmb \frac{2 \times Z_1 \times Z_2}{Z_1 + Z_2}$$
$$= 0.89 \times 0.569 \times 2 \times 100 \times \frac{2 \times 12 \times 60}{12 + 60} = 2025.64 \text{ Kg}$$

여기서, m=모듈, b=치폭,  $Z_1$ =피니온 잇수,  $Z_2$ = Gear 잇수

이상의 결과로부터 최소허용 전달하중은 2025.64 kg이므로, Service Factor 를 고려하여 20Hp는 전달할 수 있다고 판단되었다.

$$HP = \frac{P.V}{75} = \frac{2025.64 \times 0.89}{75} = 24(HP)$$

다. 2차년도 시제품 성능시험 및 문제점보완

2차년도 시제품 농용운반차 탑재용 소형 리모콘 원치의 성능시험 결과 다음과 같은 문제점이 나타나 개선보완이 요구되었다.

- 가이드롤러 지지대의 4각 강파이프가 약하여 용접부 균열이 발생하여 두꺼운 4각 파이프를 보강하여 원치프레임에 용접.
- 원치 탑재가 적재함 철판 위에 용접되어 있어서 견인시 파손 우려가 있어 별도의 원치프레임을 제작하여 원치를 고정시킴.
- 유압호스 퀵커플링의 누유현상 및 슬래노이드 유압블럭의 누유 현상으로 퀵커플링 교체 및 연결부 조임 확인.
- 원치용 드럼 가운데 회송용드럼의 와이어로프 감김상태가 불량하여 페어리드(Fair lead)가이드롤러와 드럼 간격조정 필요.
- 원치드럼 브레이크 유압실린더의 자중에 의해 로프풀기 작업시 과도한 장

력이 발생하여 작업의 능률을 저하시키는 현상이 나타나 유압펌프가 부착된 브레이크 밴드부에 스프링 장치로 작업능률 향상 도모.

- 기타 동력인출용 PTO 체인박스가 낮아 지면의 굴곡부나 장애물에 걸리는 현상이 나타났으며, 와이어로프의 직경과 길이를 재조정할 필요가 있는 것으로 나타났음.

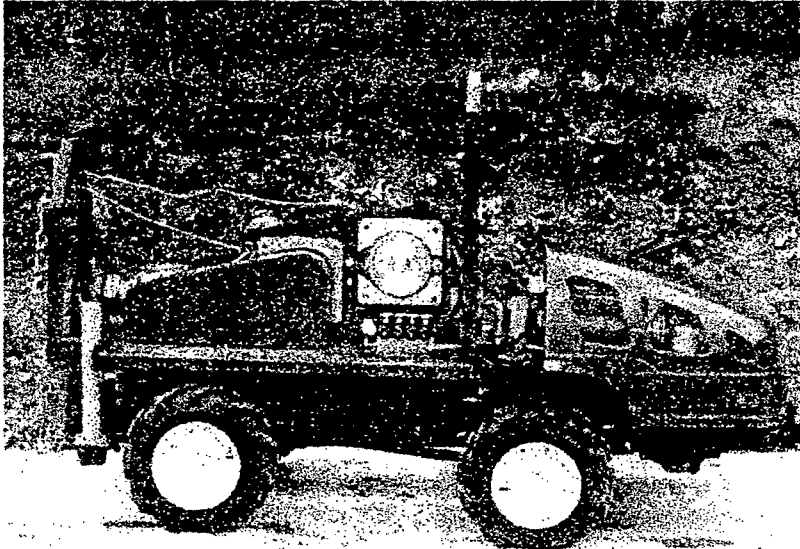


그림 3-3. 농용운반차 탑재용 2드럼 원치 전경

### 3. 휴대용 소형리모콘 원치개발(3호 시작품)

최종 년도에는 산지에서 인력에 의한 운반이 가능한 초경량형 소형 리모콘 원치를 제작 모델로 설정하여 간벌지의 단거리 소경목 집재에 활용함과 동시에 타워야더 등 주집재작업시에 측방집재용 및 트랙터 집재시 보조집재 장비로서 활용할 수 있도록 기본개념을 설정하였다. 한편, 리모콘 장치를 부착하여 1인에 의한 작업이 가능하여 임목생산비 가운데 가장 높은 비중을 차지하는 인건비를 절감하여 임업의 생산성을 향상시키는 데 본 장비 개발

의 목적이 있다.

#### 가. 원치 개발사양 검토

##### (1) 일반사양

산악지에서 사용 가능한 소형원치로 무선 도달거리가 100m정도인 무선 송수신장치를 탑재하여 인력을 최소화 할 수 있는 시스템으로 소경목 집제용 및 보조집제용으로 사용가능한 소형 경량의 1드럼 원치를 기본 사양으로 선정하였다. 목표중량은 50kg 내외로 산지에서 2인이 운반 가능하며, 사용 엔진은 소형제인톱 또는 농업용 엔진 2~4 마력급이다.

##### (2) 원치성능

- 드럼 수 : 1드럼식
- 견인속도 : 분당 30 m 내외
- 견인력 : 300 kg 이상
- 드럼용량 : 5mm×50m 내외
- 구동방식 : 마찰클러치 (디스크 또는 밴드식)
- 클러치, 브레이크 조작 : 무선리모콘 및 수동식 겸용, 안전브레이크부착

#### 나. 리모콘 소형원치 설계 및 제작

##### (1) 사용 엔진

- 제작회사 및 모델 : LG산전 엔진 (41GD)
- 형식 : 공냉식 2사이클 가솔린 엔진
- 배기량 : 40cc
- 출력 : 2.0ps/6,500 RPM
- 건조중량 : 4.1kg

- 시동방식 : 리코일 TYPE

- 연료 혼합비 : 20~25: 1 (가솔린 : 2싸이클전용 오일)

(2) 드럼 규격 및 와이어로프

원치드럼		와이어로프	
Bare drum dia	58mm	호 칭	3호 6×19
플랜지 직경(Flange dia)	132mm	꼬임 방법	보통 A종
드럼폭(Drum width)	105mm	절단하중	1.38ton
와이어로프 직경	5mm	단위중량	0.091 kg/m
드럼재질	Ac 4c	길이	40m
		전체중량	3.64kg

(3) 동력전달 장치

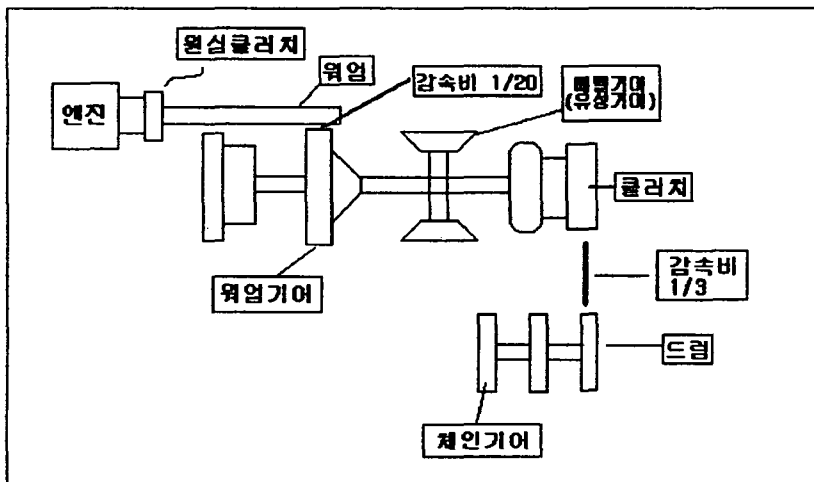


그림 3-4. 동력전달 계통도

(가) RPM 계산

- 엔진최대출력 : 6,500RPM
- 워엄기어 감속비 : 1/20

· 체인기어 감속비 : 1/3

·  $6,500 \times 1/20 \times 1/3 = 108\text{RPM} > \text{드럼 최대 회전수}$

(나) 동력전달 장치 각부 사양

구 분	위엄	위엄기어	베벨기어
모듈	2	2	2.5
압력각	20°	20°	20°
잇 수	-	40	15
줄 수	2줄	-	-
기타	-	재질 : 청동	TYPE : STRAIGHT METER GEAR 재 질 : SCM 열처리 (HRC 50)

(4) 견인력 계산

- 엔진 토오크(T) 계산 (HP : 엔진마력, R : 엔진 rpm)

$$T = \text{HP} \times 716 / R = 2 \times 716 / 6,500 = 0.22 \text{kg} \cdot \text{m}$$

- 출력축 토오크(Ta) 계산 (N : 감속비)

$$\text{토오크 } T_a = T \times N = 0.22 \times 60 = 13.22 \text{kg} \cdot \text{m}$$

- 견인력 Fmax는 (Ta : 출력축 토오크, η : 효율, D : 최소드럼 반경(m))

$$\text{최대견인력 } F_{\text{max}} = T_a \cdot \eta / D = 13.22 \text{kg} \times 0.8 / 0.029 \text{m} = 365 \text{kg}$$

- 최소견인력(드럼 직경 120mm 일 때)

$$F_{\text{min}} = 13.22 \times 0.8 / 0.06 \text{m} = 176 \text{kg}$$

## 제 4 절 리모트 콘트롤 시스템 개발

### 1. 리모콘원치의 송수신기

#### 가. 기능 및 목표성능

소형 리모콘원치의 조작은 2호기의 경우 최대 작업반경 100m, 3호기의 경우 최대 작업반경 40m에서 리모콘 조작이 가능하도록 설계하였다. 이러한 형태의 무선송수신기는 산업용으로 크레인이나 콘크리트 펌프카 등의 조작에 많이 응용되므로 산업용 제품이 많이 생산되고 있다.

다만 산업용 무선 리모콘장치의 단점은 가격이 고가이고 기능이 다양하나 실제 리모콘 원치에서의 사용기능은 2 드럼식의 경우 드럼 클러치 ON-OFF 용 2개, 드럼브레이크 ON-OFF용 2개, 드럼의 와이어로프 인출(引出)시 드럼이 자유로이 회전하도록 하는 Free wheeling.이 가능하도록 클러치와 브레이크를 모두 해제시켜주는 동력을 차단하는 전자클러치용 2개, 비상정지 기능 스위치 1개 등 모두 7개 이상의 조작스위치 기능이 필요하다

반면에 1 드럼식 리모콘 원치(3호기)의 경우 드럼클러치가 드럼브레이크의 기능이 있으므로 드럼클러치용 1개, 엔진 회전속도 조절용 3개, 비상정지용 1개 등 다음과 같이 모두 6개의 조작스위치가 필요하다.

- 릴레이 2 - 드럼 클러치레버 구동용 전기모우터 ON-OFF (작동레버 각도 90도)
- 서보모우터 - 엔진 트로틀 와이어 조작용 (저속 - 중속 - 고속)
- 릴레이 1 - 비상 정지용 스위치 작동용

2호기는 최소한 조작가능 스위치수가 6개 이상인 리모콘 송수신기로서 혼



신 및 방해전파의 영향을 최소화하기 위하여 PCM 방식을 이용한 범용형 디지털 무선송수신 장치인 국산제품 DRS제품을 사용하였는데 성능 및 제원은 다음 표 3-11과 같다.

표 3-11. 리모콘 원치 2호기 무선송수신기 성능 및 제원

구 분	송신기	수신기
송신기 형식	10 버튼식 (DSH 1000)	수동 조작스위치 및 리모콘조작 겸용
사용주파수	447.9750 MHz	
변조방식	FM 펄스부호변조(PCM) 디지털 방식	
출력 및 감도	송신출력 10mW이하	수신감도 0.5 $\mu$ V이하
동작기능	7 조작스위치 ON-OFF	○ 릴레이 출력 6 2 드럼×3 동작 (견인, 정지, 공회전) - 유압펌프 구동릴레이 2 - 유압솔레노이드밸브 작동릴레이 8 - 전자클러치 제어 릴레이 2 ○ 비상 정지
사용전원	6 V (1.5 V× 4 개)	12 V (탑재차량용 배터리)
외형재질 및 규격 (mm)	ABS 수지 ( 60 ×145 ×46 )	프라스틱 (320×455 ×180 )
기타기능	안전장치 및 비상정지 기능 전원확인 기능	비상정지 버튼 전원 및 수신확인 램프
비고	Model 5.7 Serial 808140 무선기기 형식승인 LARN 970086	수동조작 패널의 셀렉터 스위치로 수 동조작 가능

본 기종은 작동거리는 100m로 원치작업범위 내에서 조장이 가능하며 비상시 원치의 견인기능을 정지시킬 수 있는 비상정지버튼을 구비하여 안전성을 최대한 고려하였다.

이 기종은 산업용으로 널리 활용되어 신뢰도가 높으며 수동조작패널을 구비하여 경우에 따라 수동조작이 가능한 장점이 있으나 수신기의 외형크기가 크므로 어느 정도 설치 공간을 필요로 하는 단점이 있다.

또한 가격이 비싸므로 개발된 리모콘 원치를 상품화할 경우 리모콘 장치의 구입비가 전체 제품가격의 20% 이상을 차지하는 단점이 있다.

따라서 리모콘 원치 3호기의 경우에는 2 호기보다 기능을 단순화하여 1 드럼식 리모콘 원치 전용 송수신장치를 새로 개발하였고 회로와 기능을 단순화시켜 전용 제품화하여 생산단가를 낮추는 방향으로 진행하였다.

변조방식은 2호기와 동일하게 FM PCM방식으로 혼신을 방지하였는데 수신기 모듈은 소형화하기 위하여 소형 릴레이를 이용하여 최소한의 설치공간을 갖게끔 작은 크기로 전용 PCB기판을 설계하여 제작하였으며 차후에 다른 용도로 활용할 경우에는 Programmable IC를 변경하여 확장이 가능하도록 제작하였다.

다만 3호기의 경우 수신기와 부착된 엔진의 간격이 불과 30cm 정도에 불과하여 점화플러그 케이블에서 발생하는 고주파 전파에 의한 간섭현상을 실드선(shielded cable) 및 알루미늄 덮개로 차폐하여 간섭을 제거하였다.

표 3-12. 리모콘 원치 3호기 무선송수신 장치의 제원표

구 분	송신기	수신기
사용주파수	447.875 MHz	
변조방식	FM 펄스부호변조(PCM) 디지털 방식	
동작기능	6 조작스위치 ON-OFF	- 릴레이 출력 3 (클러치ON, OFF, 비상정지) - 서보모터 제어 3 (엔진 RPM 저, 중, 고속)
사용전원	9Volt 전지 (6F22 1개)	12 Volt Ni-Cd 전지팩 (500 mAH)
외형재질 및 규격 (mm)	프라스틱 ( 80 × 155 × 30 )	프라스틱 ( 178 × 128 × 33 )
기타기능	전원 및 송신확인 LED	전원 및 수신 및 동작확인 램프 자기진단 및 초기화 기능
비 고		- 서보모우터에 의한 엔진RPM 조정 - 전동모우터를 이용한 내부 확장클러치 조작

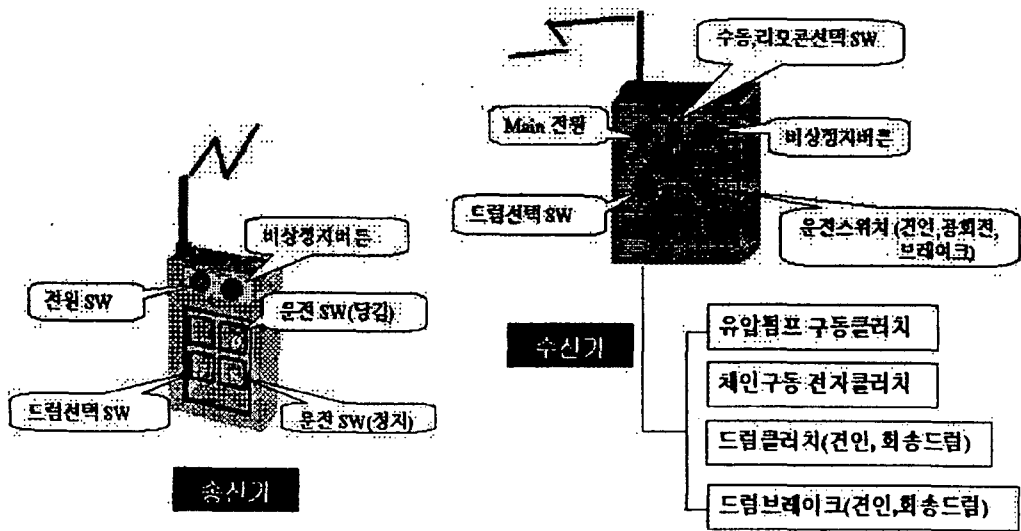


그림 3-5. 리모콘원처 2호기의 리모콘 작동모식도

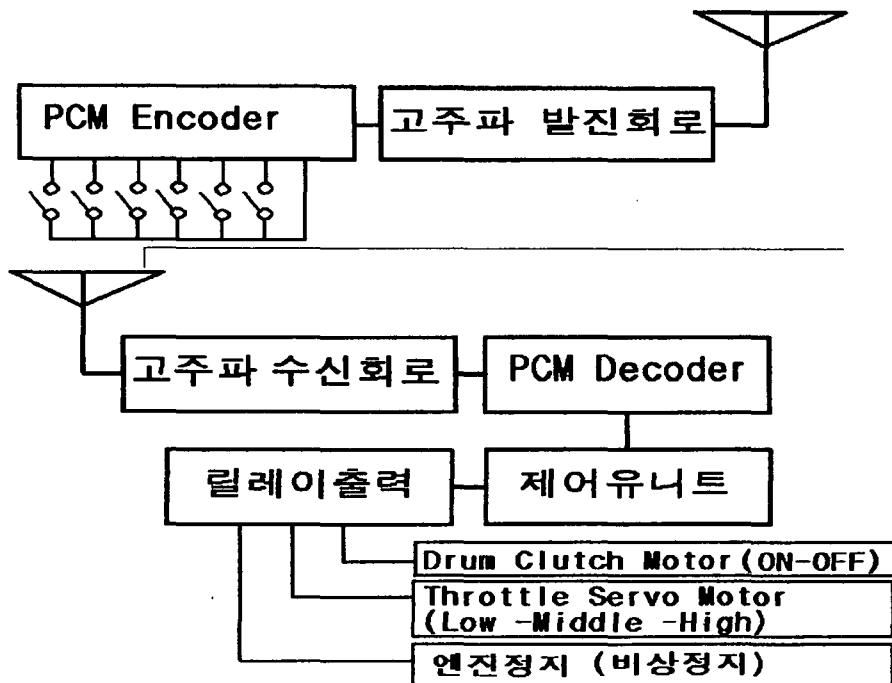


그림 3-6. 리모콘원처 (3호기) 무선송수신기 작동순서

## 제 4 장 작업방법 개발

### 제 1 절 서 설

우리나라 산지는 대부분이 급경사지역으로 차량의 주행이 곤란한 지형이 대부분이다. 따라서, 본 장비를 이용한 집재작업은 임내에 진입하여 작업을 하기보다는 임도변 혹은 작업로변에서 타워야더를 이용한 가선집재를 한 후, 크레인에 의한 정리작업 및 상차작업을 실시하는 것이 바람직한 작업시스템이다. 또한 무선 리모콘 원치를 임내에 투입하여 측방집재 및 인력으로 작업이 곤란한 비교적 소집재(Prehauling) 거리가 먼 집재원목을 한 곳으로 운반한 후, 타워야더를 이용하여 집재하는 복합적인 작업시스템을 활용하면 더욱 효과적으로 이용할 수 있다. 더욱이 산지에서 집재차량이 작업을 위해 정지할 때에 전면에 부착된 도저블레이드를 이용하여 지면정리를 하면 작업의 안전성을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라, 동절기 제설작업에도 활용할 수 있도록 하였다.

한편, 차량의 뒷부분에 부착된 로그그래플은 집재된 원목의 상차작업에 적극적으로 활용이 가능하며, 타워야더에 의해 집재되는 원목을 정리하여 집재작업의 유기적인 진행으로 작업의 능률을 향상시킬 수 있다.

### 제 2 절 다목적 집재작업차에 의한 집재작업

임목수확용 기계의 기본장비(Base machine)는 작업기의 장착이나 경사지 및 不整地 임내주행을 위해 여러가지가 이용되고 있으며, 기본적으로는 건설기계나 농업기계를 기초로 하였으나, 근래에는 임업전용장비의 사용이 늘어나는 추세이다. 이러한 추세에 맞춰 본 연구사업의 개발장비인 다목적 집재

작업차에 부착된 타워야더에 의한 집재작업은 다음과 같은 기본개념을 가지고 진행되었다.

## 1. 타워야더작업의 용어설명

- 스카이라인(Skyline) : 가공본줄 또는 주삭이라고 하며, 양쪽 끝 또는 한 쪽 끝이 고정되고 캐리지 등의 하중을 지지해 주는 와이어로프.
- 견인줄(Haulin line) : 짐당김줄이라고 하며, 캐리지를 기계방향으로 당기는 와이어로프.
- 회송줄(Haulback line) : 되돌림줄이라고 하며, 캐리지를 뒷기둥 쪽으로 이동시키는 와이어로프.
- 틸트(Tilt)기구 : 타워를 수직으로 세우기 위해 차체와 타워사이의 각도를 보정하는 기구
- 아우트리거(Out rigger) : 정해진 지점에서 작업을 하는 경우 차체의 전도방지·안정을 도모하기 위해 차체의 4지점 혹은 2지점의 빔을 차체에서 뽑아내어 그 끝의 유압잭으로 차체를 지지해 준다. 타워야더 외에 크레인 등에 사용된다.

## 2. 작업원 편성

다목적 집재작업차의 타워야더에 의한 집재작업은 설치·철거작업을 비롯해서 주집재작업 및 정리 및 철거작업 등으로 구분할 수 있다. 기계조종을 담당하는 작업원은 타워야더의 주변에서 유선 리모콘을 작동하며 전반적인 작업의 통제를 할 수 있어야 하며, 그 외 보조작업원 1인이 기계작업원 옆에

서 집재되는 원목의 정리 등을 수행하도록 하고, 임내에서 원목을 묶어주는 초커작업원은 체인톱을 휴대하고 캐리지의 후크가 낙하되면 원목이 산재된 장소까지 후크를 잡아당겨 원목을 고리에 묶는 4인1조로 작업원 편성을 하도록 한다. 작업이 진행되면서 어느 정도 작업에 익숙해지면 서로 작업을 교대하므로써 피로를 줄일 수 있다.

### 3. 타워야더를 이용한 작업시스템

작업시스템이라는 용어는 어렵다고 생각되지만 임업에 있어서는 원목을 어떠한 형태로 집재할 것인가를 현지 조건에 맞게 결정하고, 여기에 따라 결정되는 전후 작업방법을 사용하는 기계나 작업원 배치 등과 같이 나타내는 것이다.

집재작업과 같이 어떠한 목적(원목을 임내에서 임도변 또는 작업로변까지 집재)을 달성하기 위해 구성하는 여러 가지 작업을 일괄하여 공정(工程)이라고 부르며, 벌채 및 반출작업 시스템은 집재작업을 중심으로 임목 벌채공정, 조재공정 및 운반공정을 하나의 흐름으로 나타내는 것이다. 작업시스템의 중심이 되는 집재에서 작업방식을 집재방식이라 하고, 집재하는 원목의 형태와 사용하는 기계 등의 집재수단을 조합하여 나타낸다. 원목의 형태는 전목, 전간, 단목의 3종류이고 기계는 스키더, 타워야더 등 여러 가지가 투입될 수 있다.

집재방식은 [집재하는 원목의 형태/ 집재수단(기계)/ 집재]의 배열이 일반적이다. 예를 들면 전목 야더 집재, 전간 트랙터 집재와 같이 집재방법과 집재에 사용되는 기계를 표시하고 있다.

#### 4. 타워야더 작업의 기본적 고려사항

작업설계는 작업대상지의 조건인자에 따라 적합한 가선의 위치 또는 작업원 편성을 결정하는 것이지만, 타워야더의 경우는 보유하고 있는 기종에 적합한 조건을 찾아내는 것에서 시작이 된다고 할 수 있다. 타워야더가 적합하지 않은 조건에서는 설계를 잘 하여도 좋은 결과를 얻을 수 없는 것이다.

작업설계상 중요한 사항을 나타내면 다음과 같다. 이것들이 작업대상지의 인자조건과 어떠한 관련이 있는가, 또는 이들 인자가 작업원, 공정(工期, performance), 생산비용, 안전성 등에 어떠한 영향을 미칠 것인가 등을 고려하여 가장 적합한 조합방법을 선정하는 것이 작업설계의 기본이 된다.

##### 가. 벌채종

개벌과 간벌을 주 벌채종으로 구분하고 택벌의 경우 간벌의 변형으로 취급하여도 작업설계상 큰 차이가 나지 않는다.

개벌의 경우 부주의한 설계로 인해 지주로 사용될 입목의 벌도 및 가선과의 위치 등을 고려하지 않은 벌도방향 등에 주의해야 한다.

간벌은 잔존목과 집재목을 손상시키지 않고 집재하는 것이 설계에 고려되어야 할 중요한 사항으로서 타워야더를 이용한 작업에서는 가선의 높이, 견인방법 등을 고려하여 열상(列狀) 또는 어골상(魚骨狀)으로 벌채목을 선정하는 방식이 적합하다. 특히 잔존목에 손상을 입히지 않도록 하기 위해서는 고무판 등의 보호대를 입목에 부착하거나 소형 윈치 등을 사용하여 가선 아래까지 소집재 하는 방법을 사용할 수 있다.

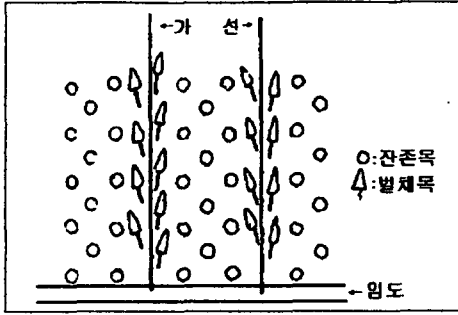


그림 4-1. 열상간벌(2벌 3잔)

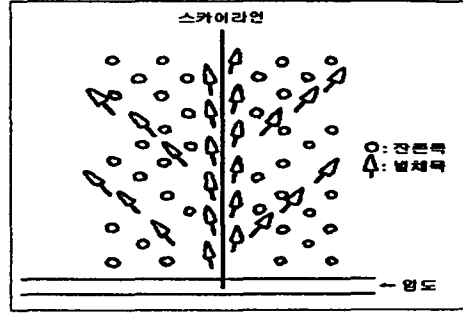


그림 4-2. 어골상간벌(벌개폭 1~2열)

나. 집재방식

전목(全木, full tree), 전간(全幹, full length), 단목(短木, short wood) 집재

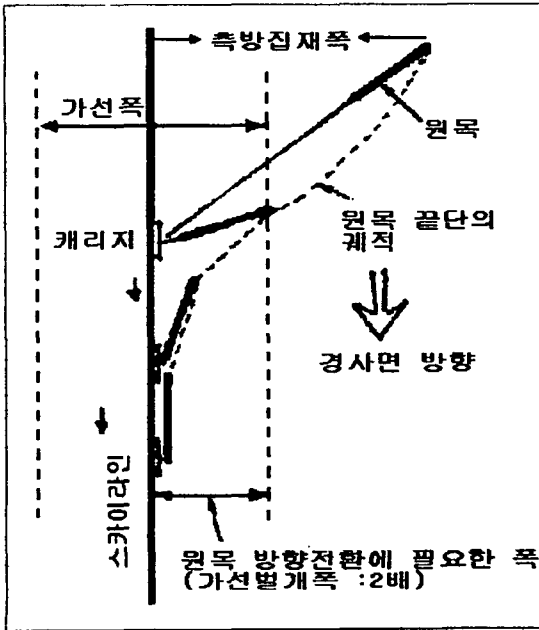


그림 4-3. 측방집재시 원목의 움직임

방식이 있다. 무엇보다도 이 집재방식은 작업인원을 결정하는 중요한 사항의 하나이고, 임목의 크기, 토장의 규모, 조제에 사용되는 기계 등 작업지의 조건을 전체적으로 검토하여 결정한다.

(1) 전목집재

전목집재 대상목이 견인줄에 의해 가선 방향으로 끌릴 때 원목의 상황을 보면, 초커가 설치된 쪽은 지상에서 들리고 다른 한쪽 끝은 지면에 접촉되어 스카이라인에 대

해 일정한 각도를 유지하면서 끌려오게 된다. 견인 도중 원목의 이동은 경사, 가선의 높이, 지표상황에 따라 다르게 되고, 그림과 같이 가선방향으로 원목이 직선으로 끌려오지 않고 지면에 접촉된 원목의 한 쪽 끝이 사면 아



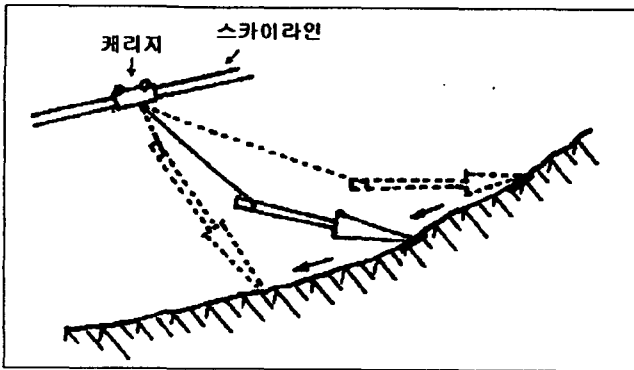


그림 4-4. 전목을 캐리지로 결었을 때 원목의 움직임  
이의 벌개폭이 필요하다.

래쪽(최대 경사선 방향)으로 원호를 그리며 미끄러져 내려온다. 가선 쪽으로 당겨진 원목은 캐리지가 타워야더 방향으로 주행함에 따라 스카이라인과 평행하게 방향이 전환된다. 이 방향 전환을 위하여 가선 밑에 적당한 넓

한편, 초두부 쪽에 로프를 묶는 것은 작업이 어렵고 원목이 캐리지 부근으로 끌려 올 때 지나 초두부가 캐리지에 접촉되는 등 짐재장치에 좋지 않은 영향을 미친다. 이 때문에 전목집재 방식은 원구부분에 로프를 묶는 방법이 작업에 유리하고 이것을 고려한 벌도방향의 규제를 설계에 반영할 필요가 있다.

## (2) 전간집재

임내에서 가지치기를 실행하므로 급경사지역에서는 곤란하다. 그러나 가지가 없고 불필요한 초두부를 절단하여 집재하기 때문에 초커설치는 원구 또는 말구부분 모두 가능하다. 토장에 가지가 반입되지 않기 때문에 조재는 체인톱 혹은 그래플 소 등으로 실행하며, 집재된 전간재가 가선 밑에서 방향전환 되기 때문에 집재는 전목방식과 마찬가지로 가선의 폭이 넓을 필요가 있다.

## (3) 단목집재

임내에서 벌목조재된 원목을 집재하는 방식으로 현재 실행되고 있는 우리나라 간벌재 집재에 주로 사용되고 있다. 주벌지에서는 전목, 전간 집재방식

이 가선의 설계하중을 초과하게 되므로 주로 대경재의 집재에 활용되며, 이 방식에서는 1회당 집재량을 일정량 이상 확보하는 것이 능률상 중요하므로 원목을 임내에서 어느 정도 모아 놓는 것이 필요하다. 소집재를 하는 경우 소경재는 작업이 용이하지만 작업능률면에서 효율성이 떨어지게 되고, 대경재의 경우 소형 원치 등 기계력을 이용하여 효율적으로 소집재하는 경우도 있다.

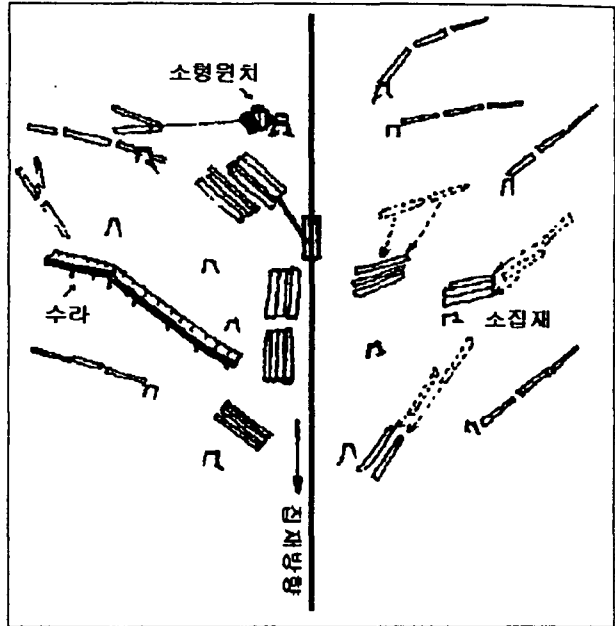


그림 4-5. 단목집계시 소집재 방법

#### 다. 집재방향

타워야더는 원래 경사지에서 집재를 예상하여 설계·제작되고 있으며 이것을 평탄지역에서도 사용하는 것이다. 부착된 타워가 확보할 수 있는 가선의 높이는 제한을 받으므로 평탄지에서 원목의 한쪽 끝을 지면 위에 들어올린 상태로 집재할 수 있는 span 거리는 100m 정도로 보고되고 있다.

#### (1) 상향집재

타워야더는 가능한 한 간단한 가선방식을 이용하기 위해 원목을 사면의 위쪽으로 끌어올리는 방법이 적합하다. 이를 위해서는 입도, 작업도를 되도록 높은 곳에 설치할 필요가 있다. 경사가 완만하면 캐리지의 중력에 의한 주행이 불가능하므로 어느 정도의 경사가 있는 편이 작업에 용이하지만 한

계 경사는 보통 45도 정도로 보고 있다.

## (2) 하향집재

이 방법은 캐리지를 원목을 매다는 곳까지 되들려야 하기 때문에 되들림 줄과 원목을 들어올리는 견인줄 등 2개의 작업용 와이어로프가 필요하므로 가선방식이 상향집재에 비해 훨씬 복잡하다. 한편, 하중이 걸린 캐리지가 급경사인 스카이라인을 주행하기 때문에 성능이 좋은 브레이크 장치가 요구된다. 경사한계는 30도 정도이다.

### 라. 집재거리

타워야더에 장착되어 있는 스카이라인 등의 와이어로프는 기중에 따라 직경과 길이가 다르다. 이 때문에 집재거리는 타워야더 작업설계상 중요한 인자이다. 집재거리 한계는 타워야더에 장착된 스카이라인을 앵커에 고정시킬 수 있도록 50m 정도를 제외한 거리라고 할 수 있다. 만약 깊은 계곡을 통과하는 지형이라면 이것을 고려하여 집재거리를 계산하여야 하고 가설 가능한 거리는 짧아지게 된다. 반대로 경사가 완만하거나 평탄한 지형에서는 타워의 높이가 제한되므로 장거리 가선집재는 불가능하게 된다.

### 마. 집재폭

일단 가선을 설치하면 가능한 넓은 범위의 집재를 하는 것이 효율적이지만 타워야더의 가선방식은 되들림줄을 임내에 설치해야 하고, 견인용 줄을 원목이 있는 곳까지 인력으로 끌고 가야 하기 때문에 인력으로 할 수 있는 측방집재폭에는 한계가 있으며, 그 한계는 경험적으로 20~30m 정도로 알려져 있다. 집재 가능한 작업폭은 측방집재 폭의 2배가되므로 40~60m가 작업

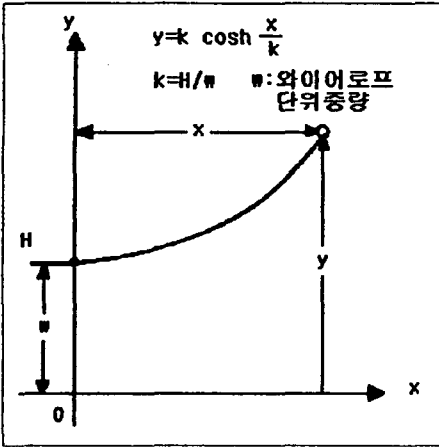


그림 4-6. 수평분력 H의 장력으로 당길 때 와이어로프 곡선식

상의 한계이고 이 경험적 수치를 역학적으로 확인한 결과는 다음과 같다.

가선의 장력계산식에 의하면 와이어로프를 수평으로 당기는 힘 H의 부하가 걸릴 때 와이어로프가 나타내는 곡선은 다음 식과 같다.

$$k = H / w$$

$$y = k \cosh (x/k)$$

여기서, w : 와이어로프 단위중량(kg/m)

이 식에서 작업원이 수평으로 당기는 힘 H를 10, 15, 20kg으로 하고 사용하는 견인용 와이어로프의 직경 10mm, m당 단위중량을 0.364kg/m라고 하였을 때, 와이어로프가 나타내는 곡선은 그림 4-7과 같다.

본 그림에서와 같이 y값을 주고, 이 때의 x값을 읽으면 y는 원목이 묶인 지점에서의 가선높이(캐리지의 높이)를 의미하고, x는 각각의 힘으로 당길 때의 견인용줄 최대인출거리를 의미한다.

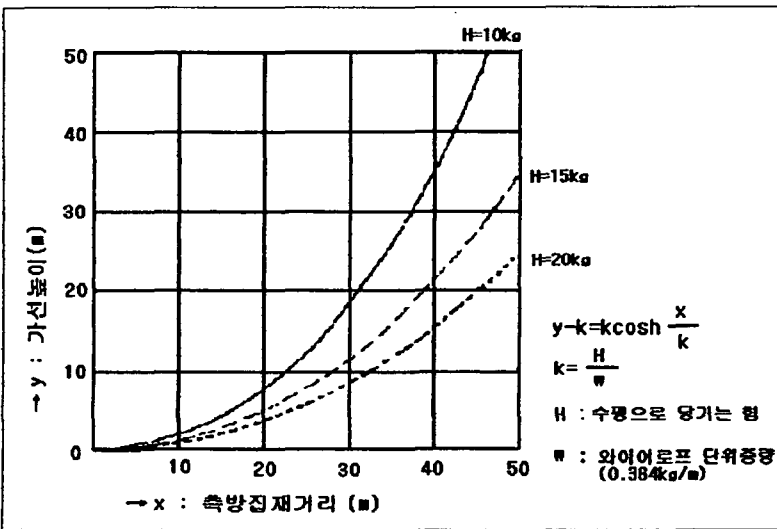


그림 4-7. 견인용로프를 수평으로 했을 때 와이어로프 곡선

이 값은 직접 계산에 의해 구해질 수 있는 것이고, 당기는 힘을 20, 15, 10kg으로 하고 와이어로프의 m당 중량을 0.364kg, 가선의 높이를 20, 15, 10m로 했을 때의 계산결과는 표

4-1과 같다.

표 4-1. 당기는 힘과 가선 높이 변화에 따른 최대 로프인출거리

당기는 힘 H(kg)	k	가선높이 (m)		
		20	15	10
20	54.945	45.6	39.7	32.7
15	41.208	39.1	34.2	28.5
10	27.472	31.4	27.5	22.8

작업원이 와이어로프를 당길 때의 한계를 구할 경우 작업원의 힘은 단순히 와이어로프를 당기는 순간적인 힘이 아니고, 한손으로 견인용 줄을 당기고 다른 손으로 원목을 슬링로프의 후크에 매다는 작업을 연속하여 실시하는 것을 전제로 하지 않으면 안된다. 이 때문에 작업원의 당기는 힘은 대략 10kg정도라고 생각된다. 따라서 가선의 높이가 10m에서는 23m, 20m에서는 30m가 측방집재를 위해 당기는 거리의 한계가 되어 경험상 측방집재 한계폭과 거의 유사하게 된다.

측방집재거리는 집재방법에 영향을 받는다. 전목 혹은 전간집재 방식에서는 별도방향을 능숙하게 조절하는데 따라 수고만큼의 집재거리를 유리하게 할 수 있다. 이 경우 초커의 설치가 초두부 부분이 되므로 전목집재 방식에서는 실행이 어렵다. 단목집재에서는 소집재를 하므로 집재폭을 실질적으로 넓게 할 수 있다. 그러나 임내에서 인력에 의한 소집재작업은 중노동이므로 실행에 어려움이 있을 뿐만 아니라 소집재 거리를 과도하게 멀리 하면 능률을 떨어뜨릴 우려가 있다.

스카이라인을 이용한 집재작업의 폭은 지형조건과 전체 작업인원 등을 검토하여 결정할 필요가 있지만, 측방집재 폭이 20~30m를 초과할 때에는 가급적 가선을 이동시키면서 작업하는 편이 낫다. 따라서, 작업설계에 있어 가선 위치의 결정은 집재폭이 측방집재 폭의 2배인 40~60m가 한계라는 것을 염두에 두고 검토할 필요가 있다.

## 바. 사면경사

사면과 가선의 경사와 일치하지는 않지만 두 가지 인자 사이에는 상관성이 매우 높다. 타워야더 집재는 집재지와 기계설치지역인 임도 및 작업도와의 거리를 짧게 해야 할 필요가 있기 때문에 사면경사의 영향을 받는 정도가 매우 크다. 사면에 대하여 경사지게 가선을 설치하면 가선경사각도는 작게 되지만 span이 길어지게 되고 가선의 높이가 낮은 타워야더에는 그림과 같이 집재하는 도

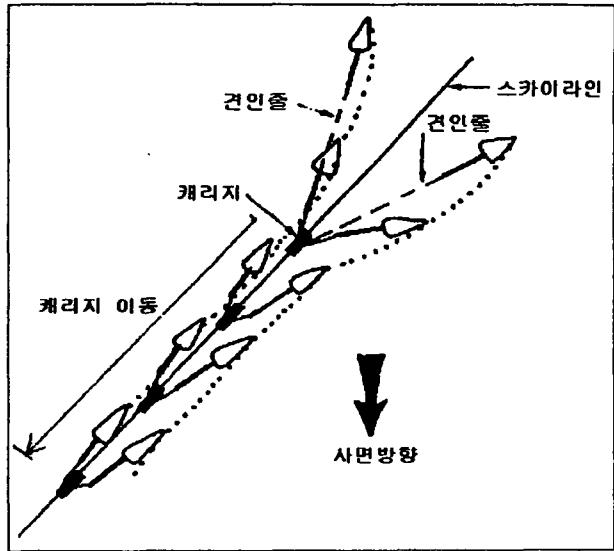


그림 4-8. 사면에 경사건 가선집재시 원목의 이동

중에 원목이 사면 아래로 중력에 의해 미끄러져 운전이 어려울 뿐만 아니라 잔존목에 피해를 입히는 경우도 발생한다.

이 때문에 사면경사가 급한 장소에서는 사면을 따라 短 span으로 설치하고, 집재방향도 상향집재로 설계하는 것이 적합하다. 한편 위와 같이 작업하기 위해서는 임도로망의 배치가 작업에 적합하도록 배치되어야 하는 문제가 선결되어야 한다.

## 사. 별도방향

원목의 손상을 방지하면서 안전하게 별도하기 위한 체인톱 별도방향은 그림과 같다. 이에 따르면 사면의 횡방향 및 사면 아랫방향으로 별도하는 것을 기본으로 하고 있지만 타워야더와의 관계를 고려해 보면 문제가 있다. 가선

작업시 벌도작업의 기본은 가선과 집재방향에 대하여 경사지게 하는 것이다. 특히, 초커설치 작업이 어려운 전목집재의 경우 원구를 가선방향으로 향하도록 벌채할 필요가 있다. 그렇게 하면 그림과 같이 일반적인 벌도방향은 상향집재에는 좋지만 하향집재에서는 문제가 발생된다.

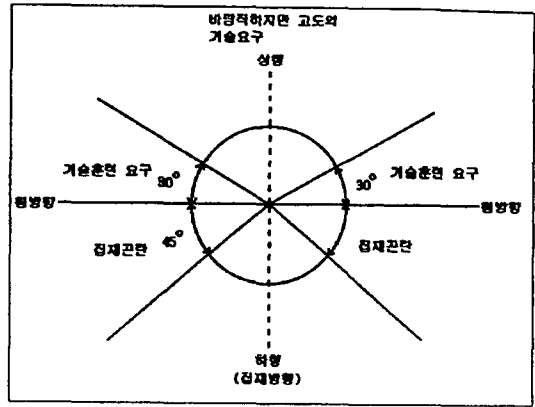


그림 4-9. 타워야더 집재시 벌도방향 (점선은 가선의 위치)

전목집재 방식은 초커설치의 어려

움과 토장에서 조재작업시 프로세서를 사용한다고 가정하면 초커설치 위치는 원구 쪽이 되기 때문에 벌도방향에 대한 규제가 강하지만, 전간집재 방식에서는 초커설치 위치를 원구 쪽 또는 초두부 쪽의 선택이 가능하고 벌도 후 가지치기를 하므로 가선 가까이 벌도하는 것이 가능하다.

또한 단목집재 방식에서는 원목의 손상과 조재작업의 안전을 고려한 벌도를 위주로 하지만 소집재 방향을 고려하여 벌도방향을 선정할 필요가 있다.

벌도방향을 집재방향 및 집재방식에 따라 정리해 보면 다음과 같다.

표 4-2. 집재방향 및 집재방식에 따른 적합한 벌도방향

집재방향	집재방식	벌도방향	초커설치위치
하향집재	전목집재	사면 30도 위쪽에서 사면 횡방향	원구
	전간집재	사면 30도 위쪽에서 사면 횡방향	원구
		사면 횡방향에서 사면 45도 아래	말구
	단목집재	사면 15도 위쪽에서 사면 45도 아래	-
상향집재	전목집재	사면 횡방향에서 사면 45도 아래	원구
	전간집재	사면 30도 위쪽에서 사면 횡방향	말구
		사면 횡방향에서 사면 45도 아래	원구
단목집재	사면 15도 위쪽에서 사면 45도 아래	-	

## 아. 소집재 방법

전간 및 전목집재에서는 필요없지만 간벌작업시 단목집재 방식에서는 중요한 작업이다. 타워야더 집재에서는 1회당 집재량이 적으면 공정(工期)이 낮아지므로 매 싸이클마다 1본씩 집재하는 방식에서는 시간이 많이 소요될 뿐만 아니라 비능률적이다. 이에 대처하기 위해 우선 스카이라인 근처까지 소집재 작업에 대한 설계가 필요하다.

소집재 작업의 실행방법에는 다음과 같은 것이 있다. 원목의 규격, 소집재 거리, 임지경사 등을 고려하여 안전한 방법을 선택한다.

- 인 력 : 원목끝게 등을 이용하여 사면 아래로 미끌어뜨리는 방법
- 수 라 : 원목을 플라스틱 통을 반으로 자른 수라 등을 이용하여 그 위에 넣어 미끄러뜨리는 방법
- 소형 휴대용 원치 : 엔진이 장착된 소형 원치를 벌근, 입목 등에 고정시켜 와이어로프로 원목을 잡아당기는 방법으로 무선조작이 가능한 기종도 있음.
- 타워야더에 의한 측방집재 : 스카이라인 상의 캐리지를 정해진 위치에 고정시켜 작업용 와이어로프로 원목을 잡아당기는 방법으로 작업조건이 어렵고 집재되는 원목의 규격이 큰 경우에 사용되는 방법.

## 자. 토장(土場, Landing area)의 규모

타워야더는 임도변 혹은 작업로변 부근에 설치하는 것이 기본적인 방법으로서 타워가 일반적으로 낮아 토장은 다른 작업장비에 비해 제한을 받는다. 여기에 조재용 프로세서 및 로더 등의 대형장비가 배치되므로 토장에 대한 레이아웃(Layout)은 작업설계상 대단히 중요하다.

배치되는 장비와 타워야더가 설치되는 지형조건에 따라 기본적인 토장의



레이아웃 몇 가지를 나타내면 그림과 같다.

- 사례 1

가선이 토장에서 임도로 평행하게 되어 있는 경우에는 산쪽의 사면으로 타워야더와 프로세서가 작업할 수 있는 넓고, 평탄한 토장을 준비한다.

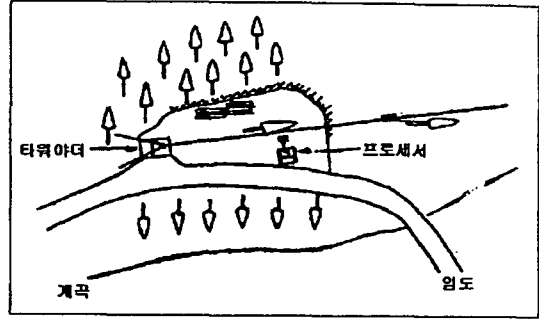


그림 4-10. 토장레이아웃 (사례 1)

- 사례 2

임도와 가선이 직각으로 교차하는 경우로서 토장의 설치가 용이하며, 집재된 원목을 프로세서 처리하기 위하여 90도로 방향전환이 되어야 한다. 스키더 등으로 프로세서가 작업하는 곳까지 견인되면 효과적이다.

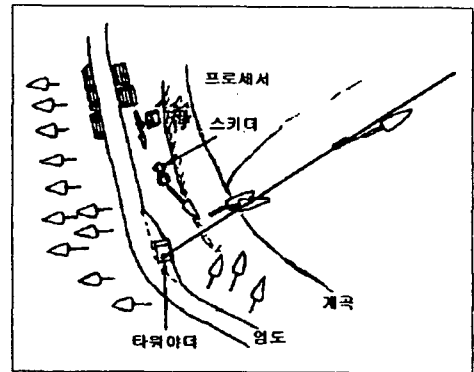


그림 4-11. 토장 레이아웃 (사례 2)

- 사례 3

토장의 넓이와 가선의 높이가 충분히 확보되었기 때문에 프로세서에 의한 전목집재된 원목의 방향전환이 가능하다.

- 사례 4

임도의 분기점인 평탄한 장소를 토장으로 하여 타워야더 설치장소는 토장상의 사면을 백호우 등으로 정리하였기 때문에 토장보다 약간 높게 되어있다.

이와 같이 토장의 레이아웃은 작업의 안전확보를 고려해 가면서 설계해야 하며, 다양한 조건에 맞도록 집재장소마다 결정해야 하지만 기본적으로 큰 변화는 없다.

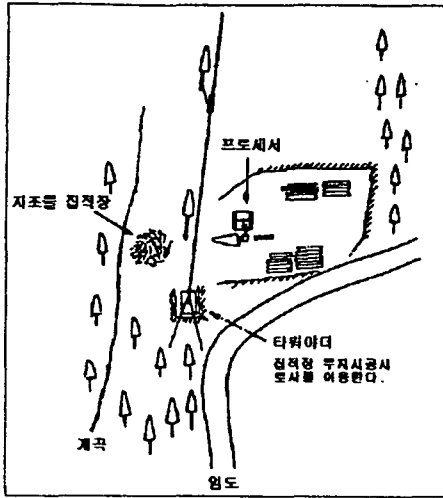


그림 4-12. 토장 레이아웃 (사례 3)

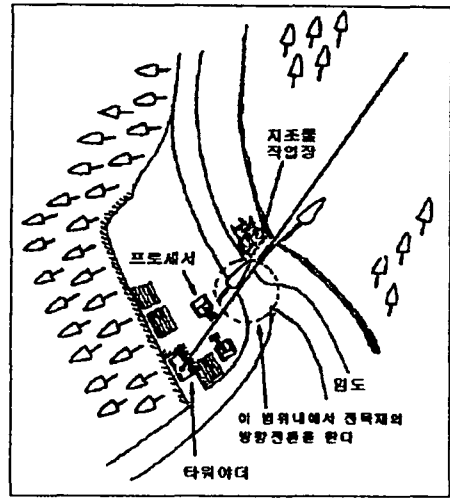


그림 4-13. 토장 레이아웃 (사례 4)

#### 차. 집재로선의 벌개폭(伐開幅)

집재로선의 벌개폭은 대개 2가지로 구분할 수 있다. 하나는, 가선을 설치할 때 지장목을 제거하는 범위를 말하고, 또 다른 하나는 집재시 원목이 방향전환 될 때 지장을 주는 나무를 제거하는 폭을 말한다.

개벌작업지에서는 임지의 전체 임목이 제거되기 때문에 이 벌개폭이 문제가 되지 않지만 간벌지에서의 가선집재는 벌도방향에 따라 정확한 벌채를 한다고 하여도 집재시에 잔존목에 손상을 입히는 경우가 빈번하다. 집재시에 방향전환을 위하여 필요한 폭과 구역은 장재(전간재, 전목재), 급경사지, 측방집재 방향과 거리, 가선의 높이에 영향을 받는다. 집재 중에 원목의 방향전환폭과 여러 가지 조건과의 관계는 아직 밝혀지지 않았지만 평탄한 지형에서 집재되는 원목의 한쪽 끝이 그리는 궤적은 그림 4-14와 같이 가선으로 끌리는 각도와 재장의 관계로 나타낼 수 있으며 방향전환폭은 재장과 끌리는 각도에 따라 다음과 같이 보고되고 있다.

$$B = \frac{2}{3} L + \frac{\alpha}{90}$$

여기서, B : 방향전환폭 (m)

L : 재장 (m)

$\alpha$  : 가선방향으로 끌리는 각도(°)

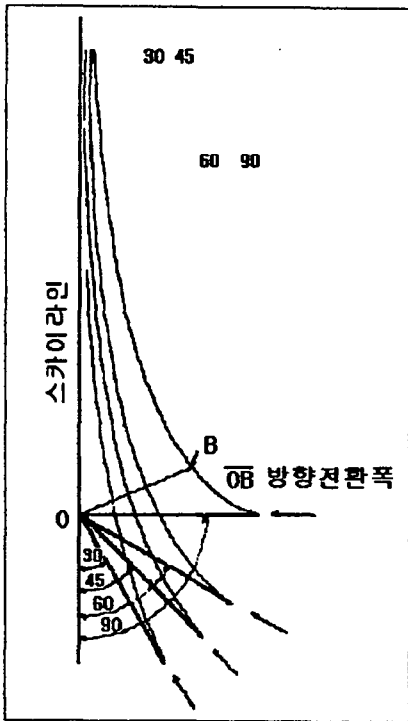


그림 4-14. 측방집재시 원목의 끌이 그리는 궤적

이 그림에서 나타낸 궤적과 가선사이의 좁은 구역내에 있는 입목은 집재 도중 집재 목에 지장을 초래하게 되고, 그 결과 손상을 받게 된다. 따라서 집재가선의 벌개폭은 그림에 나타난 궤적선 보다 바깥쪽으로 할 필요가 있다. 집재시 끌리는 각도가 90° 인 경우, 수고의 약 2/3만 끌려 간다는 것을 나타내고 있다. 그러나 간벌에서는 벌개폭을 가능한 한 작게 해야 하므로 이를 위해서는 끌리는 각도를 작게 해야 한다는 것을 나타내고 있다.

측방집재는 원목을 가선방향으로 끌려가면서 경사지로 미끄러지고, 어골상 집재방식이 간벌에 사용되는 이유도 여기에 있다. 그러나 현장에서는 이 폭을 특히 작게 해야

하고 방향전환도 용이하게 하기 위하여 측방집재를 이용한 집재를 할 때 입목 등을 이용한 방향전환용 지주를 설치하는 경우를 볼 수 있다. 이러한 지주의 방향전환 효과를 분석하면 아래의 그림과 같이 지주를 한 지점으로 하여 원목이 회전하면서 전진하기 때문에 원목 한쪽 끝의 궤적이 변화하게 된다. 지주로부터 집재방향으로 향한 앞쪽의 원목 끝의 궤적은 지주보다 안쪽에 있게 되기 때문에 벌개폭을 좁게 하는 것이 가능하지만 동시에 지주의 후방에서는 원목이 선회하기 때문에 원목 끝의 궤적은 후방으로 점점 커지

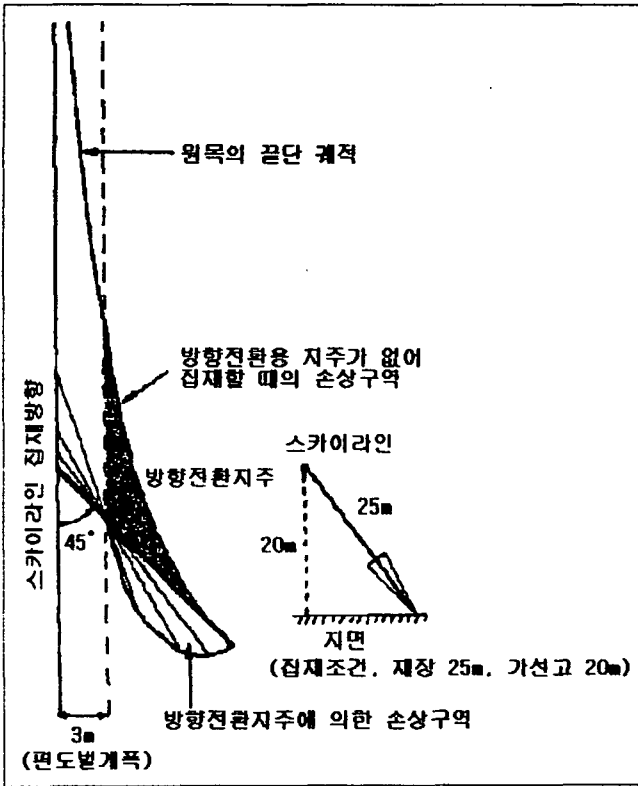


그림 4-15. 45도로 측방집재될 때 원목이 그리는 궤적 또는 방향전환용 기계의 개발이 고려되고 있지만 현재까지는 검토되고 있지 않은 실정이다.

는 것을 나타내고 있다. 무엇보다도 측방집재하는 원목이 선회하기 위해서는 원목이 선회할 수 있는 충분한 공간이 필요하고, 그 구역에 있는 입목은 집재 지장목으로 제거하여 손상받지 않도록 보호할 필요가 있다.

이상의 결과로 판단하여 간벌작업시 가선에 의한 전목 또는 전간집재방식을 실행하기에는 매우 어려운 것이다. 가선방식에 대한 연구

## 5. 다목적 집재작업차에 의한 집재작업

### 가. 타워야더 운전조작

가선의 설치·철거시 드럼을 회전시키는 운전은 타워야더에 장착된 레버 또는 유선 리모콘으로 조작하기 때문에 기계작업원은 타워야더 본체에서 떨어져 시야가 확보되는 안전한 장소에서 운전이 가능하다.

속도의 증감속은 유선리모콘 조작판넬에 있는 레버를 이용하여 각 드럼을 조정하고 전인집재시 엔진출력을 높이기 위한 레버가 부착되어 있어 조작이

간편한 점이 본 기계의 특징이다.

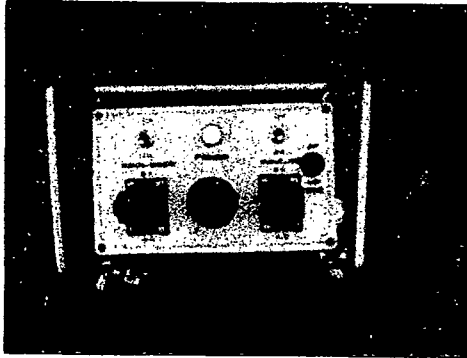


그림 4-16. 원치 콘트롤박스

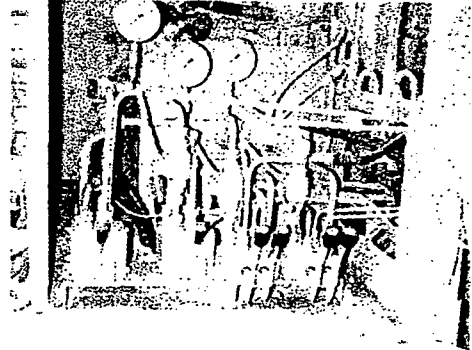


그림 4-17. 타워야더 유압작동 레버

원목의 초커설치를 위하여 후크를 하강시킬 때는 원하는 위치에 캐리지를 정지시킨 후, 견인용 드럼을 당겼다 놓으면 고리에 걸려 있던 추가 떨어지게 되어 있다. 개발된 캐리지는 양방향으로 작업이 가능하므로 상향집재시에는 견인줄에 의해 캐리지가 원하는 위치에 정지하게 되어 되돌림줄이 원목을 견인하게 된다. 한편, 하향집재시에는 되돌림줄이 캐리지를 고정시키는 역할을 하게 되어 상향집재시와는 반대의 역할을 하게 된다.

#### 나. 초커설치 및 해제작업

초커설치 작업은 캐리지에서 떨어진 초커후크를 집재될 원목이 있는 곳까지 작업원이 끌고 가서 묶는 작업으로서 보통 2인의 작업원이 필요하지만 소집재 등 부수적인 작업을 할 경우 그 이상의 작업원이 필요한 경우도 있다.

초커설치 후 견인된 원목은 타워야더 부근의 적당한 위치에서 하강시켜야 한다. 이 때 상향집재일 경우 견인용드럼의 와이어로프가 캐리지를 고정시켜 되돌림줄에 묶여진 원목을 풀면 천천히 원목이 떨어지게 되는데 원목이 지면에 완전히 닿았을 때 초커를 해제한다. 시야가 확보되고 안전한 장소에서

는 기계작업원 1인으로 작업이 가능하지만 보통 초커제거 작업원 1인이 추가로 배치되어 집재된 원목의 정리작업 등을 병행하여 실시하는 것이 일반적이다.

#### 다. 집재작업 능률조사

##### (1) 조사지역

개발된 본 집재작업차 탑재용 간이 타워야더에 대한 조사지역은 중부임업시험장 시험림 38임반 타소반 잣나무 임지로서 영급은 4영급(32년생)으로 1970년도에 식재되었으며, ha당 축적은 156.5m<sup>3</sup>, ha당 벌채재적은 28.3m<sup>3</sup>으로 간벌율은 약 18%였다. 그리고 임목의 경급은 18/12~24cm, 수고는 13/8~17m 이었다. 한편, 지형경사는 완중경사지로 차량계 집재장비의 진입이 가능한 작업지역이었으나, 수목원내로 보호차원에서 타워야더에 의한 작업이 실시되었다.

##### (나) 작업방법

본 집재장비를 이용한 집재작업은 임도변 혹은 작업로상에 장비를 정지시킨 후, 상·하 200m 까지 집재가 가능하나, 본 조사에서는 스카이라인 설치거리 85m 정도의 비교적 단거리 하향 집재작업을 실시하였다. 원목운반용 캐리지가 제작되지 않은 관계로 캐리지는 Timber Master용 기계식 자동후크 장치가 있는 것을 이용하였다. 작업조 구성은 기사 1인과 초커제거 작업원 1인이 1조가 된 장비근처의 2인과 임내에서 원목을 묶어 주는 작업원 2인 등 총 4인의 작업원이 1개조로 구성되어 작업을 실시하였으나, 기사의 기능 숙달이 이루어지면 3인1조로도 작업이 가능할 것으로 판단되었다.

타워야더에 의해 쌓인 원목은 집재작업차의 후면에 부착된 그레플로 집적작업을 실시하여 체계적인 일괄작업이 실시될 수 있었다.

작업의 흐름을 살펴 보면 일단 작업지역의 사전답사를 통하여 스카이라인 설치 위치를 확정하고 이 통로상에 장애물이 있으면 제거하거나 정리한다. 이후 장비를 정위치 시킨 후, 타워를 세우고 스카이라인과 견인줄을 풀고 꼬리기둥(Tail spar)에 도르래를 설치하여 회송줄을 이용하여 견인줄을 돌려 매고 스카이라인에 캐리지를 부착하면 된

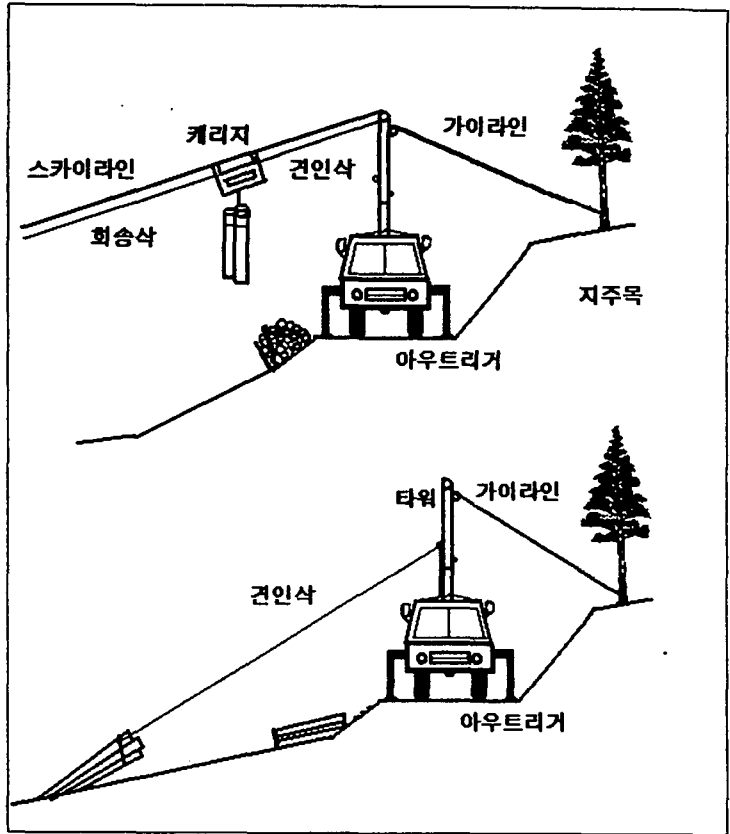


그림 4-18. 타워야드 작업방법 모식도

다. 이 후 스카이라인을 감아 적절한 장력을 유지한 후 시험가동을 하여 이상유무가 발견되지 않으면 작업을 실시한다.

#### (다) 작업능률 분석

작업능률은 연속시간 관측법에 의해 매 싸이클별로 조사하였으며, 이 때의 운반량 및 집재거리 등을 조사하였다. 작업진행에 있어 설치 및 철거는 작업지역 1개소에 1회만 발생하는 작업으로 별도의 시간조사를 실시하였으며, 금회 조사된 능률은 싸이클 작업만으로 분석을 실시하였다. 1회 설치당 생산량이 많으면 많을수록 설치 및 철거에 대한 작업비중이 작아지게 되고, 이 설치철거시간은 작업이 숙달되면 거의 일정한 소요시간을 차지하므로 일단 최

중 시작품이 완성된 후, 재분석을 실시할 예정이다.

타워야더에 의한 작업구분은 공주행, 로프풀기 및 초커설치, 측방집재, 적재주행 및 초커제거로 구분할 수 있으며, 이 사이클시간 중간에 신호에 따른 지체, 운전미숙 등의 지체작업 등이 포함된다.

#### (라) 성능시험

최대 견인력을 측정하기 위하여 엔진 허용 RPM을 1750으로 고정시켜 놓고 원목의 중량을 측정한 후, 280kg부터 1,010kg(4개 원목)까지 반복시험을 한 결과 캐리지의 무게를 포함하여 약 1.2톤까지 견인을 할 수 있었다. 이때의 가선 경사는 45도로 실제 윈치가 견인할 수 있는 견인력(원목중량×가선경사)은 약 850kg으로 나타났다. 따라서 가선경사에 따라서는 1회당 2m<sup>3</sup>까지도 집재가 가능한 것으로 나타났다.

한편, 견인속도는 집재되는 원목의 중량에 따라 49~75m/분으로 기존의 타워야더류에 비해 다소 떨어지는 경향이 있었으나 견인용 드럼 직경의 확대와 유압모터의 교환으로 증속이 가능할 것이다.



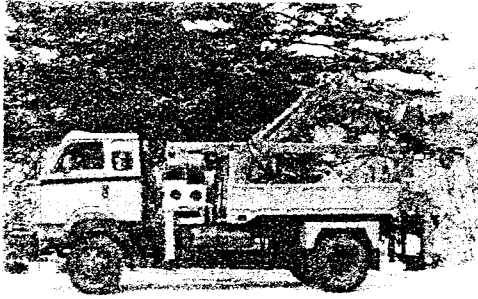


그림 4-19. 다목적 짐재차 전경(이동시)



그림 4-20. 다목적 짐재차 전경



그림 4-21. 다목적 짐재차 짐재작업



그림 4-22. 다목적짐재차 크레인작업

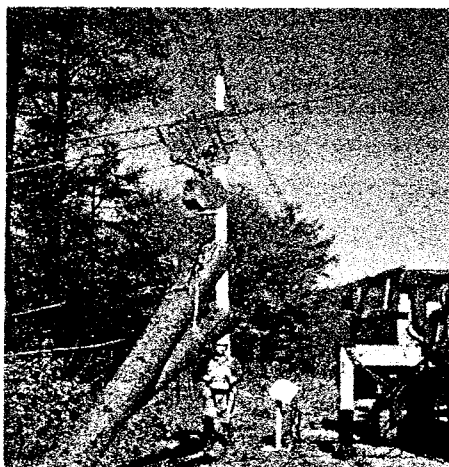


그림 4-23. 짐재작업광경

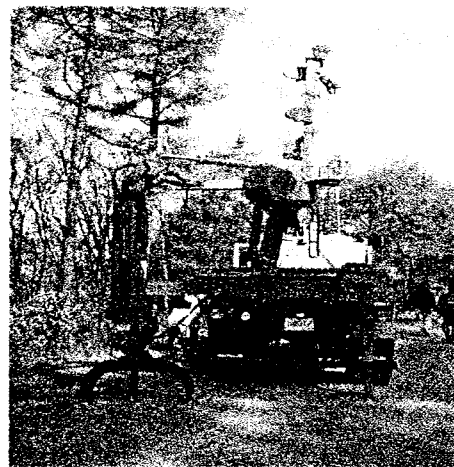


그림 4-24. 짐재작업차 후면

## 제 3 절 소형 윈치에 의한 집재작업

### 1. 농용운반차 탑재용 윈치에 의한 집재작업

#### 가. 직접 지면끌기 집재(1인작업)

##### (1) 조사지역 및 조사내역

본 작업방법에 대한 실연사업지는 강원대학교 연습림 잣나무 임분 1차간 별지로 조사지에 대한 개황은 다음과 같았다.

- 조사지역 : 강원 춘천시 동산면 원창리(강원대 연습림 1임반 카소반)
- ha당 입목축적 : 113.9 ~ 126.3 m<sup>3</sup>
- ha당 입목본수 : 1175 ~ 1375 본
- 평균직경 : 14.4~14.8 cm
- 집재방향 및 집재거리 : 상향집재, 평균 28m
- 1회당 집재원목동수 : 1~6동

##### (2) 작업방법

본 장비를 이용한 작업은 작업원 1인이 리모콘을 휴대하고 비교적 단거리에 산재되어 있는 원목을 집재하는 방법으로 1인에 의한 작업을 하므로 작업원이 계속적으로 이동을 하게 되므로 다른 작업에 비해 중노동이다. 따라서 이와 같은 시스템을 운용할 때에는 다른 작업을 하는 작업원과 교대로 작업을 하므로써 피로도를 줄일 수 있을 것이다.

##### (3) 작업시간 및 능률분석

작업에 소요되는 시간은 싸이클 작업시간과 비싸이클 작업시간으로 구분할 수 있는 바, 싸이클 작업시간은 로프풀기, 초커설치, 견인 및 초커제거와

같은 주기적으로 발생하는 작업을 뜻하며, 비싸이클 작업시간은 준비, 장비 지체, 휴식 등 비 주기적으로 일어나는 사건을 의미한다. 본 장비에 대한 작업시간 조사 결과 순환작업시간과 비순환 작업시간의 비율은 각각 61.5%와 38.5%로 나타났다. 이것을 1일 작업으로 환산하였을 경우 싸이클 작업시간이 295.2분, 준비, 휴식 등 비싸이클 작업이 184.8분 소요되는 것이라 할 수 있다.

집재거리 50m 이하에서는 순환작업 시간이 약 5.5분 소요되므로 1일 작업가능회수는 53.7회 견인작업을 할 수 있다. 따라서 1회당 집재량이 0.3m<sup>3</sup>일 경우 1일 작업 가능량은 16.11m<sup>3</sup>의 능률을 올릴 수 있다. 한편 경급이 더욱 작은 입지에서 평균 1회집재재적이 0.2m<sup>3</sup>이라 할지라도 1일 작업가능량이 10.74m<sup>3</sup>으로 기존의 인력작업에 비해 능률면에서 6~10배 정도의 향상효과를 나타내었으며, 경제성 면에서도 인력작업에 비해 15~23%의 비용절감효과를 나타내는 것으로 나타났다.

#### 나. 순환식에 의한 집재작업 (2인1조)

##### (1) 조사지역 및 조사내역

본 작업방법에 의한 조사지역은 광릉시험림 16임반 방크스소나무 임지로 산재된 원목을 직접 운반하지 않고, 1차 소집재되어 있는 원목의 집재를 하였다. 집재거리는 평균 40m이었고, 경사도는 50%로 집재방향은 상향이었다.

##### (2) 작업방법

본 장비를 이용한 작업은 드럼이 두 개이고 리모트 콘트럴에 의한 원격조정이 가능하므로 견인용 및 회송용 드럼을 이용하여 2인1조로 작업을 실시하였다. 이와 같은 작업을 할 때는 작업자의 왕복 도보이동이 필요없으며, 기사 1인은 리모콘 원치 근처에서 임내의 초커작업원 상황을 연락받아 기계

기사 1인은 리모콘 원치 근처에서 임내의 초커작업원 상황을 연락받아 기계의 조정을 하며 끌려온 원목의 초커제거 작업을 실시하고, 초커작업원은 임내에서 벌채된 원목을 묶어 주는 역할 분담을 하여 집재할 수 있는 방법으로 1인 단독작업 시스템보다는 다소 장거리의 집재를 할 수 있는 순환식 집재방법이다. 또한 100m 정도의 와이어로프(직경 12mm)를 3m 높이로 설치하여 집재시 지면과 맞닿는 견인저항을 적게 하여 집재원목을 견인할 수 있는 간이 스카이라인 작업시스템의 적용이 가능하다. 단, 이때에는 별도의 캐리지(반송기)를 제작하여야 하는 단점이 없지 않으나 작업의 능률과 환경면에서 보아 다른 작업시스템에 비해 효과가 있다.

### (3) 작업시간 및 능률분석

순환방식에 의한 집재작업은 1인 단독작업과는 달리 회송 및 견인드럼 모두를 사용하므로 장비근처와 집재될 원목이 있는 임내의 적당한 위치에 도르래 설치를 하여야 한다. 비교적 간단한 방법으로 노선 선정 및 설치에 약 30분 정도가 소요되어 생산규모가 적은 소규모 간벌지에 적합하다.

표 4-3. 조사내역

작업회수	작업량 (m')		원목동수 (동)	
	전체	1회당	전체	1회당
37 회	6.32	0.1708	95	2.6

작업시간은 와이어로프 공주행(로프풀기), 초커설치(원목묶기), 견인주행 및 초커제거 등 4가지 순환작업과 일반작업시간인 대기, 장비지체, 휴식 등으로 구분할 수 있으며, 조사된 요소작업시간은 다음과 같았다.

표 4-4. 순환식 집재작업 시간조사 내역

구분	순환작업시간					비순환작업시간	합계
	로프풀기	초커설치	견인주행	초커제거	소 계		
시간(분)	18.08	12.12	27.94	19.60	77.64	59.22	136.96
비율(%)	13.2	8.8	20.5	14.3	56.8	43.2	100.0

본 작업방법에 대한 시간조사 결과 순환작업시간과 비순환 작업시간의 비율은 각각 56.8%와 43.2%로 나타났다. 이것은 1인 지면끝기 집재보다 약간 순환작업시간 비율이 떨어지는 것으로 나타난 바, 설치 및 철거시간의 추가로 설명될 수 있다.

이와 같이 집재거리 50m 이하에서 상향집재를 하는 경우 1일 작업능률은 위의 자료를 토대로 계산한 결과 최대 22m<sup>2</sup>까지 작업이 가능한 것으로 나타났다으나, 집재원목이 임지에 산재되어 있을 경우에는 이보다 다소 떨어진다고 해도 2인1조로 15m<sup>2</sup> 정도는 가능할 것으로 추정되었다.

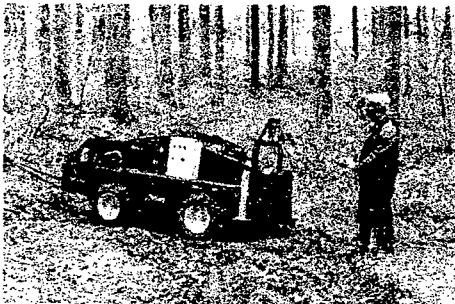


그림 4-25. 2드럼 윈치 로프풀기



그림 4-26. 집재작업 광경

## 2. 소형 리모콘 원치에 의한 집재작업

### 가. 조사내역

본 작업은 시험림 내에 집적되어 있는 원목을 임도변으로 소집재하는 방법으로 진행되었으며, 그 내역은 다음과 같다.

- 집재거리 : 5~30m
- 집재원목 동수 및 재적 : 평균 5동, 0.2m<sup>3</sup>
- 측정방법 : 집재거리별 견인속도 시간

### 나. 작업방법

1드럼식 소형 리모콘 원치로 1인에 의한 운반이 가능할 뿐만 아니라 설치 철거작업이 용이하고 초커설치 등 작업이 간단하여 고령작업자에 의한 작업이 가능하다. 작업은 집재할 대상목 주변의 입목에 기계를 섬유로프 등으로 묶어 시동을 건 후 로프를 풀어 집재목에 묶은 다음 견인하므로써 작업이 종료된다. 이 때 작업자는 원목의 이동상황을 주시하면서 근주 또는 암석에 걸리는 경우 제거해 준다. 1회 설치 시 집재가능 면적은 최대 0.5ha이다.

### 다. 작업시간 및 능률

집재작업은 로프풀기, 초커설치, 견인 및 초커제거 등으로 구분할 수 있으며 초커설치 및 제거작업에 대한 소요시간은 전체시간 가운데 차지하는 비중이 10% 미만 이었고, 대부분은 견인 및 로프풀기 시간이 차지하였다. 1회당 작업시간이 평균 집재거리 20m 일 때 4.2분 정도로 1시간당 14회작업이 가능하였다. 따라서 1시간당 약 2.78m<sup>3</sup>의 생산성을 올릴 수 있었으며, 휴식시간 및 장비지체 등을 포함하여 1일 4시간 가동했을 경우 11.14m<sup>3</sup>의 집재작업이 가능하였다.

표 4-5. 집재거리에 따른 견인작업시간 (0.2m' 견인시)

집재거리(m)	5	10	15	20	25	30
견인시간(초)	17.7	33.5	52.3	64.8	79.8	91.5

### 3. 성능시험

#### 가. 농용운반차 탑재용 리모콘 윈치

견인력 시험과 등판능력 시험으로 구분하여 실행되었는 바, 견인력 시험결과 견인용 드럼에 있어서는 PAT 5 장력계를 이용하여 측정한 결과 1,200kg 까지 견인이 가능하였으며, 회송용드럼의 견인력도 700kg 정도로 집재작업에 활용하는 데 있어서 큰 문제점은 없었다. 또한 등판 및 주행시험결과 농용운반차의 용도가 과수원 등에서 작업이 가능하도록 제작되어서 최저지상고가 약 15cm 정도로 낮아 임내에서 주행시 그루터기 등에 걸리는 경향이 있었으나, 장비의 작업폭이나 전장 등 규격면에서 간벌지에서 주행 및 회전이 용이한 것으로 나타났으며, 등판능력은 경사지 15도 까지 주행이 가능한 것으로 나타났다.

#### 나. 휴대용 소형 리모콘 윈치

3호 시작품인 휴대용 소형 리모콘 윈치의 견인력 시험결과 견인력은 드럼의 최소직경(Bare drum) 상태에서 최대 370kg, Full drum 상태에서 290kg으로서 설계치에 상응하는 결과를 나타내었으며, 견인속도는 분당 27.7m로 조사되었다.

따라서, 본 장비는 서두에서 설명한 바와 같이 주집재장비로서 집재작업에 투입하기보다는 타워야더 또는 트랙터 윈치 등의 집재작업시 진입이 불가능하거나 거리가 미치지 않을 경우 보조집재장비로서 산림작업에 투입하여 사용해야 할 것이다.

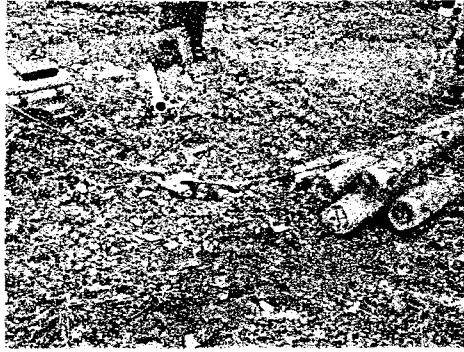


그림 4-28. 전인력 시험

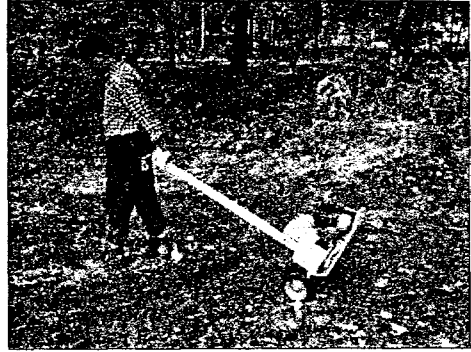


그림 4-27. 리모콘 윈치 운반

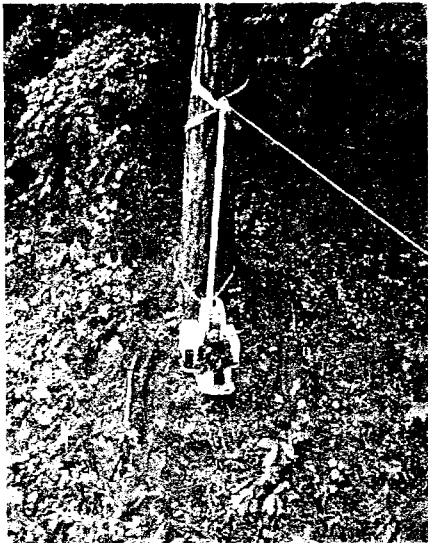


그림 4-29. 휴대용 소형윈치



그림 4-30. 휴대용 소형윈치 집계



## 제 5 장 작업안전

### 제 1 절 일반사항

#### 1. 작업기계를 현장에 투입하기 전

- 작업도중 불의의 사고를 당하지 않도록 정비·점검을 철저히 하고 이상유무를 기록해 두는 것을 습관화하도록 한다.
- 엔진오일 교환, 유압계통 이상유무기록, 와이어로프 상태, 클러치, 브레이크 작동 등

#### 2. 작업기계를 현장에 투입할 때는 다음 사항을 준수한다.

- 작업지시서 : 작업내용, 지휘계통, 연락방법 및 신호, 운행경로 및 제한속도, 기타 작업에 필요한 사항 및 재해방지에 필요한 사항
- 제출서류 : 작업기계의 능력 및 특성, 기타 작업기계 사용상 주의사항 등

#### 3. 작업시작 전 점검사항

- 경보장치, 작업장치, 유압장치, 브레이크, 클러치, 와이어로프 등의 작동상태가 원활한가 확인하고 점검요령 등을 숙지시켜 실제 작동시켜 확인한다.
- 작업내용과 주위상황을 정확히 판단한다.
- 지휘계통, 작업분담을 정확히 한다.

#### 4. 운전자 준수사항

- 작업계획 준수
- 신호는 신호담당자로부터 받을 것.
- 하중이 걸려 있는 상태로 운전석 이탈 금지

- 급발전 및 급회전 · 급제동 금지
- 기계를 다른 용도로 사용하지 말 것.
- 와이어로프가 꼬인 상태에서는 하중을 걸지 말 것.

## 제 2 절 다목적 짐재작업차

### 1. 타워야더

가. 원격조정장치(유선리모콘 장비)의 명칭과 기능

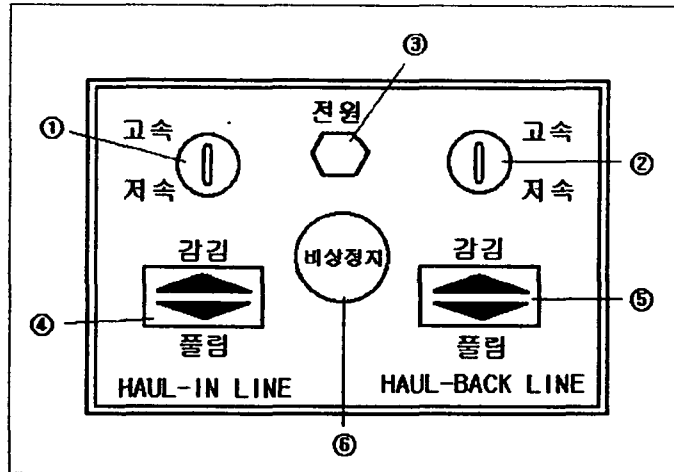


그림 5-1. 유선리모콘 조작판넬

- ① 견인용 윈치의 회전속도 변환 레버
- ② 회송삭 윈치의 회전속도 변환 레버
- ③ 원격조정장치의 정상 작동상태를 녹색 등으로 표시
- ④ 견인용 윈치를 풀고 감는 기능을 하는 레버
- ⑤ 회송삭 윈치를 풀고 감는 기능을 하는 레버
- ⑥ 비상사태 발생시 모든 기능을 비상정지시키는 버튼

나. 유압밸브의 명칭 및 기능

- ① 견인용 윈치 작동레버
- ② 회송삭 윈치 작동레버(⑦번 레버를 세운 후 조작)
- ③ 스카이라인 드럼 작동 레버(⑦번레버는 눕히고 ⑧번레버를 세운 후 조작)
- ④ 타워 기복레버(⑦번레버는 눕히고 ⑧번레버를 세운 후 조작)
- ⑤ 좌측아웃트리거 조작 레버(⑦⑧번레버 눕히고 ⑨번레버를 세운 후 조작)
- ⑥ 우측아웃트리거 조작 레버(⑦⑧번레버 눕히고 ⑨번레버를 세운 후 조작)
- ⑦⑧⑨ 잠금 밸브 (3-Way 밸브) : 특정작업시 타작업이 불가능하도록 간섭하는 기능
- ⑩ 스카이라인 속도조절 스위치

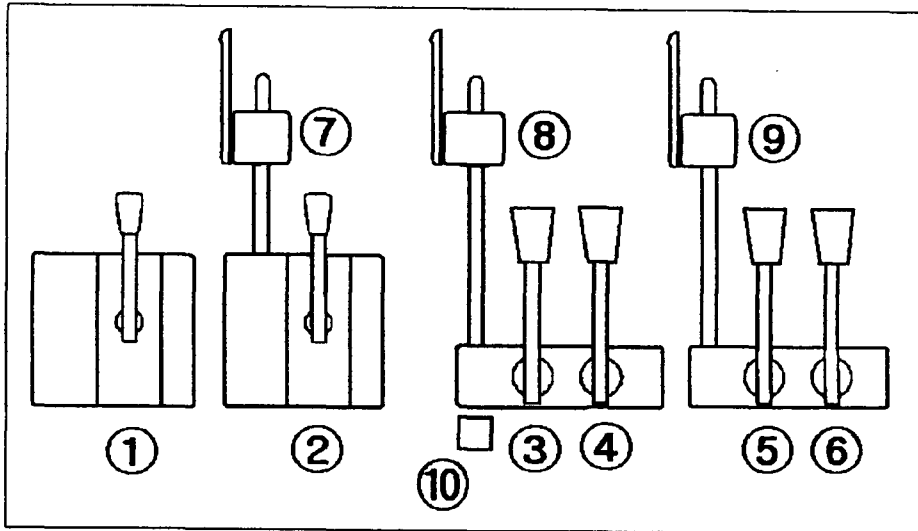


그림 5-2. 타워야더 유압조정레버

다. 가선설치 및 짐재작업

(1) 가선설치작업

(가) 타워야더의 주행과 정차(定置)

### ① 설치장소

임도변에 교통장애를 주지 않는 장소를 선정한다. 선주(꼬리기둥)와 짐재 구역의 시야가 좋고 토장에서 충분히 가선의 움직임 확보할 수 있어야 한다. 설치장소의 지반은 수평으로 기계의 중량을 지탱하기에 충분한 지지력이 유지되도록 하여야 한다.

### ② 버팀목(anchor)의 확보

버팀용 와이어로프를 묶을 근주 또는 입목이 적당한 장소에 확보되어야 한다. 이 때 천연앵커가 없는 경우에는 인공매설용 앵커가 사용되기도 한다.

### ③ 아우트리거 설치

아우트리거 접지부에 중량을 지탱할 수 있는 판 또는 원목 등을 받치고 아우트리거의 높이를 조절하여 아우트리거로서 장비의 중량을 유지할 수 있도록 하고 차체를 수평으로 한다.

## (나) 타워야더 설치

타워를 세우고 버팀줄(가이라인)의 장력을 주는 등 가선작업의 전단계이다.

### ① 타워 세우기

레버를 조작하여 타워를 세우고 이 때 수직으로 세워졌는가를 수준기 등으로 확인하여 필요에 따라 아우트리거로 재조정을 한다. 수직으로 세워졌으면 타워 고정편으로 고정시킨다.

### ② 버팀줄(가이라인) 설치

지정된 본수의 가이라인을 올바른 위치에 설치될 수 있도록 앵커를 선정한다. 앵커의 배치는 가이라인을 2본 설치할 경우에는 스카이라인의 후방연장선으로부터 20~30° 각도로 좌우 균등하게 하고, 4본설치할 경우 외측 가이라인은 45~60°, 내측 가이라인은 15~30° 정도로 설치한다. 횡방향에서 보았을 때 타워에 대한 각도가 적절하도록 한다.

### ③ 선주(先柱, 꼬리기둥)와 앵커의 설치

꼬리기둥과 스카이라인용 앵커의 설치시 새들블록을 이용한다. 앵커의 고정에는 충분한 강도가 있는 로프를 이용하고, 동시에 회송용 로프를 되돌릴 수 있는 도르래를 연결한다.

### ④ 와이어로프 설치

- 리드로프(lead rope)는 전체를 나누어 여러 사람이 분담하여 돌린다.
- 리드로프와 회송용줄을 샤클 등으로 연결하여 리드로프를 천천히 감으면서 회송용줄을 당긴다.
- 그 후, 스카이라인을 삼각판 등에 연결하여 회송용줄을 당기면 스카이라인이 선주쪽으로 이동된다.
- 스카이라인을 선주측 앵커에 고정하고 회송용줄은 견인용줄과 연결하여 타워야더 쪽으로 돌아오게 한다.

### ⑤ 캐리지의 조립 및 부착

타워야더 가까이 있는 캐리지에 회송용줄과 견인용줄을 묶고 견인용줄에 원목을 매달 수 있는 고리 등을 부착시킨다.

### ⑥ 스카이라인 장력

스카이라인용 드럼을 회전시켜 장력을 준다. 일반적으로 타워야더용 스카이라인용 드럼은 감기는 와이어로프에 직접적으로 장력이 걸리지 않도록 드럼이 2개로 분리되어 있다. 장력을 줄 때 마지막에는 분리된 드럼에 감아 허용된 장력까지 스카이라인 드럼을 감는다.

### ⑦ 점검 및 시운전

장력계 등을 이용하여 각 가선의 장력 등을 측정하여 안전도를 검사하고 원주(타워) 및 선주(꼬리기둥)에서 스카이라인 접선경사각 등을 측정한다. 기타 점검사항으로는 타워의 직립성, 타워야더의 방향, 아우트리거의 설치, 버팀줄 장력, 스카이라인 장력, 견인줄 및 회송줄 상태, 캐리지의 기능, 각 앵커의 상황 등이다.

## 라. 가선의 철거

- (1) 캐리지를 임도변 등 스카이라인으로부터 이탈작업시 편안하고 안전한 장소에 정지시킨 후 캐리지가 지면에 떨어져 스카이라인에 장력이 걸리지 않을 때까지 서서히 풀어 준다.
- (2) 스카이라인의 캐리지 및 견인줄에 달려 있는 원목 매달음용 후크 등을 제거하고, 꼬리기둥에 있는 도르래 및 회송용 와이어로프 도르래를 철수한 후 회송용 로프를 감는다.
- (3) 꼬리 기둥 쪽에 있는 도르래 및 후방 앵커에 고정되어 있는 스카이라인 고정용 고리를 풀어 스카이라인을 감는다.
- (4) 버팀줄을 철수한 후, 레버를 조작하여 타워를 내리고, 아우트리거를 수납시킨다. 기타 집재용 부속기기 등을 정리하여 다음 작업장소로 이동한다.

## 2. 원목집계부착 크레인

### 가. 작업종료 후 주행준비

- (1) 정해진 형태로 크레인을 접어야 하며 봄 서포트가 있을 경우에는 여기에 봄을 걸쳐놓는다.
- (2) 아우트리거 레그를 올리고 아우트리거 빔을 집어넣은 뒤 빔을 잠금장치로 고정시킨다.
- (3) PTO 동력을 끊는다.

### 나. 작업시 주의사항

- (1) 크레인을 급격히 다루지 말고 부드럽게 작동할 것.

- (2) 반드시 아우트리거 레그를 내리고 작업할 것.
- (3) 차체는 가능한 원목 가까이 위치해 놓을 것.
- (4) 크레인이 과하중 상태가 되지 않도록 조심할 것.
- (5) 작업반경 내에는 관계자 이외에는 들어가지 말 것.
- (6) 고압선 부근에서는 작업을 하지 말 것.
- (7) 작업하지 않을 때에는 크레인을 항상 접어들 것.

다. 예방정비 및 점검

- 작동전 점검사항

- 오일탱크의 유압유량
- 유압호스 및 파이프의 연결부분 누유상태
- 구조물(붐, 베이스, 컬럼 등)의 크랙 및 파손유무
- 조종레버의 움직임 및 중립위치로 이동상태
- 연결부위인 베어링, 부상, 샤프트, 핀 등의 파손유무

### 제 3 절 소형 리모콘 윈치

1. 운전전 준비

가. 위험 : 연료의 주유시에는 담배를 피우거나 불꽃조명은 절대로 피할 것

나. 경고

- 점검 또는 정비를 할 때는 반드시 엔진을 정지시킬 것.
- 엔진이 가열된 상태에서는 점검 및 정비를 하지 말 것.
- 연료주유 후에는 연료캡을 확실히 잠그고, 흘린 연료는 깨끗이 닦을 것.
- 와이어로프가 영키었을 때 그대로 사용하면 와이어로프의 변형이 발생되

고 파손의 원인이 됨.

다. 주의 : 안전하고 쾌적한 작업을 위해서는 본 기계를 사용하는 작업원이 1일 1회 작업전 점검을 하여 이상 개소는 곧바로 정비하고 작업종료시에도 이상이 없는가 점검할 것.

## 2. 미션오일의 점검

- 기계를 수평으로 유지.
- 급유구의 덮개를 열고 급유구의 아래까지 오일이 있는가 확인.
- 부족한 경우에는 보충.

## 3. 연료 주유

연료는 2싸이클 전용오일과 규정가솔린을 일정한 비율로 혼합된 혼합가솔린을 사용하며, 혼합비(용적비)는 정규 가솔린 25, 2싸이클 전용오일 1의 비율이 되도록 계량하고 용기내에서 충분히 섞어서 사용한다.

## 4. 취급주의

혼합비가 맞지 않거나 2싸이클 엔진에 부적당한 오일을 섞어 사용하면 엔진성능이 저하되고, 운전이 제대로 안되거나 늘어붙는 등의 원인이 된다.

## 5. 와이어로프 점검

- 와이어로프가 영키지는 않았는가



- 마모·킹크·소선절단·형태변형·부식 등의 손상은 없는가
- 구리스 등은 충분한가를 보고 이상이 있으면 교환할 것.

## 6. 리모콘장치

- 송신기 : 전지가 소모되면 각 스위치를 누를 때마다 삐 소리가 나므로 곧바로 새로운 전지 4개를 모두 교환해 주어야 하며, 이대로 작업을 계속하면 조작불가능 등의 생각지 못할 사고를 일으킬 염려가 있다.
- 수신기 : 로드안테나를 빼내고 기계에서 40m 이상 떨어져 사용할 때에는 부속 안테나 연결선을 터미널에 부착하여 안테나 연결선의 끝을 가까운 입목에 부착한다.

## 7. 작업시 주의 사항

가. 와이어로프 견인작업시 장력을 받는 내측의 출입을 금한다.

- 작업범위 내에는 서 있지 말 것.
- 운전자는 와이어로프에서 횡방향으로 1m 이상 간격을 유지하고 작업을 할 것.

나. 안전확인 후 작업실시

- 2인 이상이 작업할 경우에는 상호간에 연락을 취하여 안전하게 작업한다.

다. 감전쇼크방지

- 운전 중에는 고압코드 및 점화플러그 캡부분에 접촉되지 않도록 할 것.

라. 화상방지

- 운전중이나 운전정지 직후에 엔진에 접촉되지 않도록 할 것.

## 8. 작업 후 점검

### 가. 작업후의 정비

- 점검·정비·청소를 할 때에는 반드시 엔진을 정지할 것.
- 기계에 붙은 먼지 등은 제거할 것.
- 오일점검, 급유, 볼트, 너트의 풀림, 손상, 오일 누출 등 각 부분의 점검.
- 와이어로프의 이상상태를 점검.
- 엔진의 보호를 위해 천막 등으로 덮어 빗물이나 이슬 등이 기계로 들어가지 않도록 할 것.

### 나. 장기보관

- 연료탱크의 연료를 전부 빼내고 엔진시동을 걸어 정지할 때까지 운전.
- 점화플러그를 빼내어 플러그 구멍에 깨끗한 엔진오일 약 5cc를 넣어 리코일 스타터로 여러번 공회전시킨 후 점화플러그를 다시 넣어 둔다.
- 리코일스타터를 잡아당길 때, 무겁게 느껴지면 중단.(흡·배기구멍이 막힌 상태임)
- 와이어로프의 점검을 한 후 불량한 경우는 교환하고, 정상적이면 와이어로프 전체에 구리스 등을 도포하여 정상적으로 잡아 놓는다.
- 니카드전지의 커플러를 빼 놓을 것.
- 기계는 통풍이 잘되는 실내에 보관하고 노출시키지 말 것.

## 제 6 장 결론 및 고찰

우리나라의 임업기계화를 위한 완·중경사지의 차량형 집재장비 및 리모콘 소형원치를 국산화함으로써 집·운재장비의 자체 개발 기술을 확보하여 현재 인력작업 및 프라스틱수라, 소형원치 위주인 기계화 초기 단계의 작업 시스템을 인력을 최소화 할 수 있는 원격조종 시스템으로 전환함으로써 산림작업시스템의 생산성을 획기적으로 향상시킬 수 있을 것으로 기대되는 바이며, 그 연구결과를 요약해 보면 다음과 같다.

### 1. 다목적 집재작업차 및 타워야더 개발

국내 생산중인 5톤급 상용차량을 4륜구동으로 개조하여 임도 및 작업로의 주행이 가능하도록 개조하였고, 여기에 3드럼식 원치시스템 및 타워를 장착하여 임도 또는 작업로변에서 상·하향 200m까지 집재가능한 간이 타워야더를 개발하였다. 본 장비를 이용한 집재작업은 스카이라인을 이용한 고정식 집재 및 하이리드식 집재가 가능하고, 트럭에 탑재되어 작업장소의 이동이 용이하여 소규모 간벌지에서도 적용이 가능하다.

한편, 차량의 뒷 부분에 크레인이 장착되어 집재된 원목의 정리 또는 운반 차량에 상차작업이 가능하여 집재작업시 원목의 집적에 의한 굴삭기 등 보조장비의 투입이 불필요하므로 생산성을 향상시킬 수 있다.

국내에서 생산되는 기본차량으로 제작하여 유지관리가 용이하고 차량부품의 호환 사용이 가능하므로 수요량이 적은 임업용 장비의 생산비용이 저렴할 것으로 기대되어 국내의 소규모 주문방식에 의한 기업화가 가능할 것이다.

## 2. 소형리모콘 원치 개발

농용운반차 탑재용 소형 리모콘 원치는 2드럼 시스템으로 개발되었고, 또한 무선 리모콘 조종방식에 의해 작동되어 인력을 최소화 할 수 있는 장비로서 적용 가능한 작업시스템은 지면끝기, 두레박식 및 간이 가선집재가 가능하도록 제작되었으며, 휴대용 소형 리모콘 원치는 1인에 의한 작업이 가능한 장비로 집재작업시 보조장비로 활용이 가능할 것으로 판단된다.

우리나라 실정에 맞는 임업기계의 자체 설계능력과 제작기술의 확보로 현재 수입에 의존하는 임업기계류의 국산화를 촉진함과 동시에, 현재 막대한 간벌작업 물량을 본 사업에 의해 개발된 기계장비를 이용하여 작업비 절감과 생산성 향상을 도모하여 임업수지 개선효과를 볼 수 있고, 본 장비를 이용한 작업시스템의 보급으로 노동력 부족에 직면한 산림작업을 생력화하여 앞으로 예측되는 인력부족 현상에 대처할 수 있으며, 작업이 간편하고 작업 강도가 낮은 개발기종의 보급으로 현재 질적으로 낮아지고 있는 노령화된 산림작업 노동력의 활용도를 높여 작업인력의 효율적 활용이 가능할 것으로 기대된다.

## 참 고 문 헌

- 1) 김용서. 1991. 자동차공학 시리즈 2 새시(I). 집현사. 326pp.
- 2) — . 1991. 자동차공학 시리즈 2 새시(II). 집현사. 303pp.
- 3) 김재원, 노재후, 우태명, 이해주. 1989. 간벌작업의 작업강도 및 집재기계화에 관한 연구. 임업연구원 연구보고 39 : 120~141
- 4) 김현욱. 1994. 한국농업 및 농산업기술의 발전구상. 국제화시대의 농업구조 개선전략. 서울대 농업생명대학 부속 농업개발 연구소.
- 5) 노재후. 1981. 임업기계에 의한 산림작업의 생력화. 한국임학회지 No. 54 : 90~102.
- 6) 노재후. 1993. 집재작업시스템의 작업능률분석에 관한 연구. 서울대학교 박사학위 논문. 123pp.
- 7) 노재후, 김재원. 1988. 로깅부기의 사용방법 및 타당성 연구. 임업연구원 연구보고 39 : 135~144.
- 8) 노재후, 김재원, 김사일. 1988. 로그라인 집재공정 및 경제성에 관한 연구. 임업연구원 연구보고 39 : 154~165.
- 9) 노재후, 김재원, 박문섭. 1988. 케이블 크레인의 국내 적용 가능성에 관한 연구. 임업연구원 연구보고 39 : 145~153.
- 10) 대광서림 편집부. 1990. 표준 기계설계 도표편람. 개정 증보 2판. 대광서림. 1291pp.
- 11) 이광원, 김기원, 차두송. 1993. 산림생산기반 조성과 임도 및 임업기계화. - 농산촌 소득증대를 위한 산림자원의 합리적 이용개발 모형 연구(7).- 한국농촌 경제연구원. 296pp.
- 12) 이광원, 석현덕. 1994. UR 이후의 산촌진흥 대책. UR 이후의 산촌대책 방향 세미나. 농촌경제연구원.
- 13) 이돈구. 1993. 국제경쟁력 제고를 위한 산림자원 조성방안. 제 13회 산림

세미나 논문집 - 개혁시대의 한국임업 - .한솔종합임산.

- 14) 산림청. 1999. 간추린 임업통계. 63pp.
- 15) 송태영, 박문섭, 김재원, 강건우. 1998. 계도형 집재차의 집재작업방법에 따른 작업비용 비교연구. 산림경제연구 제6권 제2호 pp. 20~28.16
- 16) 禹保命. 1987. 임업토목공학. 향문사. pp. 12~144
- 17) 禹保命 외. 1998. 산림공학. 광일문화사. pp. 315~434
- 18) 유병일, 박명규. 1979. 산림의 노동력 변화에 관한 연구. 한국임학회지 45 : 37~45
- 19) 유병일, 김철상. 1990. 사유림의 산림 작업노동연구. 임업연구원 연구보고 41 : 63~75
- 20) 은정표, 신창선. 1996. 자동차 구조학. 동신출판사. 622pp.
- 21) 임업시험장. 1971. 도입기계 적용시험. 임시연보: 13~25.
- 22) 임업연구원. 1994. 임업기계화 장기기본계획. 148pp.
- 23) 조기현, 백이. 1999. 농업기계학 개론 및 정비. 동진출판사. pp. 27~178
- 24) 중부임업시험장. 1997. 한국형 임업기계·장비개발. 제1차년도 중간보고서. 128pp.
- 25) 중부임업시험장. 1998. 한국형 임업기계·장비개발. 제2차년도 중간보고서. 115pp.
- 26) 중원사 자동차연구회. 1997. 자동차 공학. 중원사. 552pp.
- 27) 廣部伸二. 1997. タワーヤーダの索張力特性および遠隔操作の可能性に関する研究. 61pp.
- 28) 今富裕樹. 1998. 高性能林業機械によるシステム化作業への取り組み. -平成九年度林業機械化推進シンポジウムの概要- 山林 98(8) : 52~58
- 29) 片岡秀夫. 1980. 林業工学. 日本林業調査會. 473pp.
- 30) 加藤誠平. 1959. 林業用索道設計法. 金原出版株式會社. 223pp.
- 31) 南方 康. 1991. 機械化·路網·生産システム. -低コスト林業確立のために

- 265pp.

- 32) 文部省. 1983. 林業土木. 實教出版(株). pp. 121-252.
- 33) 永井芳郎. 1997. 自走式搬器による集材作業システムの検討. 東京大. 38pp.
- 34) 小川康夫, 砂山隆司, 高橋和美, 杵澤 繁. 1982. リモコンウインチによる間伐材の集材方法について. 機械化林業 340 : 24~36.
- 35) 大河原昭二. 1991. 林業機械學. 文永堂出版. 254pp.
- 36) 朴相俊. 1997. タワーヤーダによる集材作業システムと適正路網に関する研究. 東京大 博士學位論文. 180pp.
- 37) 林業機械化協會. 1983. 小型林内作業用機械とその作業. 林業機械シリーズ No. 70. 263pp.
- 38) 林業機械化協會. 1986. 機械化による效率的な間伐作業の進め方. 林業機械シリーズ No. 75. 269pp.
- 39) 林業機械化協會. 1989. 非皆伐施業における效率的搬出方法. 林業機械シリーズ No.78. 319pp.
- 40) 林業機械化協會. 1991. 急傾斜地作業に活躍するタワーヤーダとその作業. 林業機械シリーズ No. 80. 189pp.
- 41) 林業機械化協會. 1995. 林業機械に使われるメカトロニクス. 林業機械シリーズ No. 85. 161pp.
- 42) 林業機械化協會. 1996. 林業機械便覧. 252pp.
- 43) 林業機械化協會. 1997. 疑問に答える高性能林業機械. 林業機械シリーズ No. 87. 168pp.
- 44) 林業機械化推進研究會. 1990. 機械化のビジョン. 177pp.
- 45) 林野廳. 1997. 高性能林業機械による最適作業方法システムの開発に関する調査. 116pp.
- 46) 林野廳. 1995. 高性能林業機械による作業システムの定着・實用化に関する調査. 105pp.

- 47) 瀧本義彦, 黄箭波. 1988. 中國製チェーンソーの特性について. 京都大演習林報告 No. 60 : 219~231.
- 48) スリーエム研究会編(山脇三平監修). 1981. 改訂林業機械ハンドブック. スリーエム研究会. 603pp.
- 49) 東條三男 외 2인. 1982. 트랙터集材作業における機械の效率的使用について. 機械化林業 341 : 55~63.
- 50) 辻隆道, 渡部壓三郎. 1965. 林業作業測定の前め方. 地球出版(株). 301pp.
- 51) 山脇三平, 大里正一, 鈴木正之, 森岡昇, 小島幸治. 1980. 林業機械學. 朝倉書店. 243pp.
- 52) 全國林業改良普及協會. 1993. 機械化のデザイン. 195pp.
- 53) Branz, H. 1991. Möglichkeiten der Entwicklung und des Einsatzes von Forstschleppern in der Republik Korea. GTZ Eschborn. 38pp.
- 54) Bort, U., Mahler, G. und Pfeil, C.. 1993. Mechanisierte Holzernte. FTI 11. S. 121~124.
- 55) Grammel, R. 1988. Holzernte und Holztransport. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin. 242pp.
- 56) Grapple yarder & Super-snorkel Handbook. 181pp.
- 57) Grim, B.. 1999. Long span intermediate support logging in medium and large timber. International Mountain Logging and 10th Pacific Northwest Skyline Symposium. March 28-April 1, 1999. Corvallis, Oregon, USA Proceedings. pp. 167~172.
- 58) Johnson, L.R.. 1999. Combining cut-to-length and cable yarding operations. pp. 43~52.
- 59) K.A.G. Staff, N.A. Wiksten. 1984. Tree harvesting techniques. Martinus Nijhoff/DR W. Junk Publishers, Dordrecht. 371pp.
- 60) KWF. 1993. Der Forstwirt. Verlag Eugen Ulmer. pp. 348~396.



- 61) Leppanen, K. 1987 Case study on plastic log chute in steep terrain thinning operations. FAO.
- 62) L. Sanktjohanser. 1981. Probleme kleinflächiger Nutzungen im steilen Gelände-Geometrisch-Physicalish Zusammenhänge bei der Holzbringung. Proc. XVII IUFRO Congress, Div. 3, 179~188.
- 63) MacDonald, A. J.. Harvesting systems and equipment in British Columbia. 1999. British Columbia, Ministry of Forests, Forest Practice Branch. 197pp.
- 64) Mahler,G. Pfeil, C. and Bacher, M.. 1999. Mechanized thinning in steep terrain: Experiences with different harvesting and logging techniques. International Mountain Logging and 10th Pacific Northwest Skyline Symposium. March 28-April 1, 1999. Corvallis, Oregon, USA Proceedings. pp. 246~254.
- 65) Samset, I. 1985. Winch and cable systems. Martin Nijhoff/DR W.Junk Publishers, Lancaster. 359pp.
- 66) Schiess,P. and Jaross,W.. 1999. Comparing long-span vs. conventional skyline design options: Economics and Silvicultural options. International Mountain Logging and 10th Pacific Northwest Skyline Symposium. March 28-April 1, 1999. Corvallis, Oregon, USA Proceedings. pp. 264~275.
- 67) Strehlke, E. G., Sterzik, H.K. and Strehlke B. 1970. Forstmaschinenkunde. Verlag Paul Parey, Hamburg and Berlin. 277pp.
- 68) Sundburg U. and Siversides. 1988. Operational efficiency in forestry. Kluger Academic Publishers. Dordrecht, Boston and London. pp. 219

# 부록 1

## 타워야더 시작기 제 원 표

## 부록 1 제작된 타워야더 시작기의 제원표

항 목	제 원	비 고		
탑 재 차 량 부	기본 차종	기아 Rhino 5톤		
	엔진 형식	기아 K6 Diesel 6기통	배기량 6728cc	
	최대 출력	171 PS/3,000 rpm	토오크 44.5kgm/1800rpm	
	변속 단수	전 6단/후 1단 (부변속 2단)	부변속 H/L(1.0/1.94)	
	전장×전폭×전고	7740 × 2360 × 2800		
	축거 (mm)	4250		
	트레드 (mm)	전차축	1730	
		후차축	1785	
	최저지상고(mm)	310		
	차량 중량 (kg)	7020	크레인포함	
	승차 정원 (인)	3		
	연료탱크용량(L)	200		
	타이어 규격	9.00×20-14PR		
	속도 (km/시간)	89 km		
	최저지상고 (mm)	310		
일 반 사 항	전장×전폭×전고	7740×2400×3500		
	사용 캐리지	모 델	자체제작 기계식	Load clamping 기능
		중량(kg)	120	
		허용하중(톤)	1.2 톤	
	주행시 전고 (m)	3.6		
	작업시 전고 (m)	6.8		
총장비 중량 (kg)	10710	캐리지 포함		
타 워	타워형식(규격)	철제 4각 붐(175×175×4000)		
	타워 기복방법	유압실린더		
	타워 높이	6.8 m	타워붐길이 4.2m	
	아웃리저	4개 (전2 후 2)		
스카이 라인 (SKL)	SKL 드럼크기(mm)	231(W)×165(D <sub>bare</sub> )×700(D <sub>full</sub> )	storage section	
	SKL 로프규격	∅ 16mm × 300 m	6×19 IWRC	
	SKL 견인력 (톤)	장력부 3.5 톤	Bare drum	
	SKL 견인속도(m/분)	58/24.5~98.2	엔진 RPM1250/평균작경	
견인줄 (HIL)	HI 드럼크기(mm)	165(W)×230(D <sub>bare</sub> )×405(D <sub>full</sub> )		
	HI 로프 규격	∅ 8mm × 300 m	6×19 IWRC	
	HI 로프 견인력(톤)	1.1/0.8~1.6 ※	고속모드, 유압 140kg/cm <sup>2</sup>	
	HIL 견인속도(m/분)	99/66~132 ※	엔진 RPM 1750	
희송줄 (HBL)	HB 드럼크기(mm)	165(W)×213(D <sub>bare</sub> )×600(D <sub>full</sub> )		
	HB 로프규격	∅ 8mm × 600 m	6×19 IWRC	
	HB 로프 견인력(톤)	0.9/0.7~1.0 ※	고속모드, 유압 140kg/cm <sup>2</sup>	
	HBL 견인속도(m/분)	99/89~136 ※	엔진 RPM 1750	
GUL	Guy line	∅ 12mm×50m×2 개	6×25 IWRC	

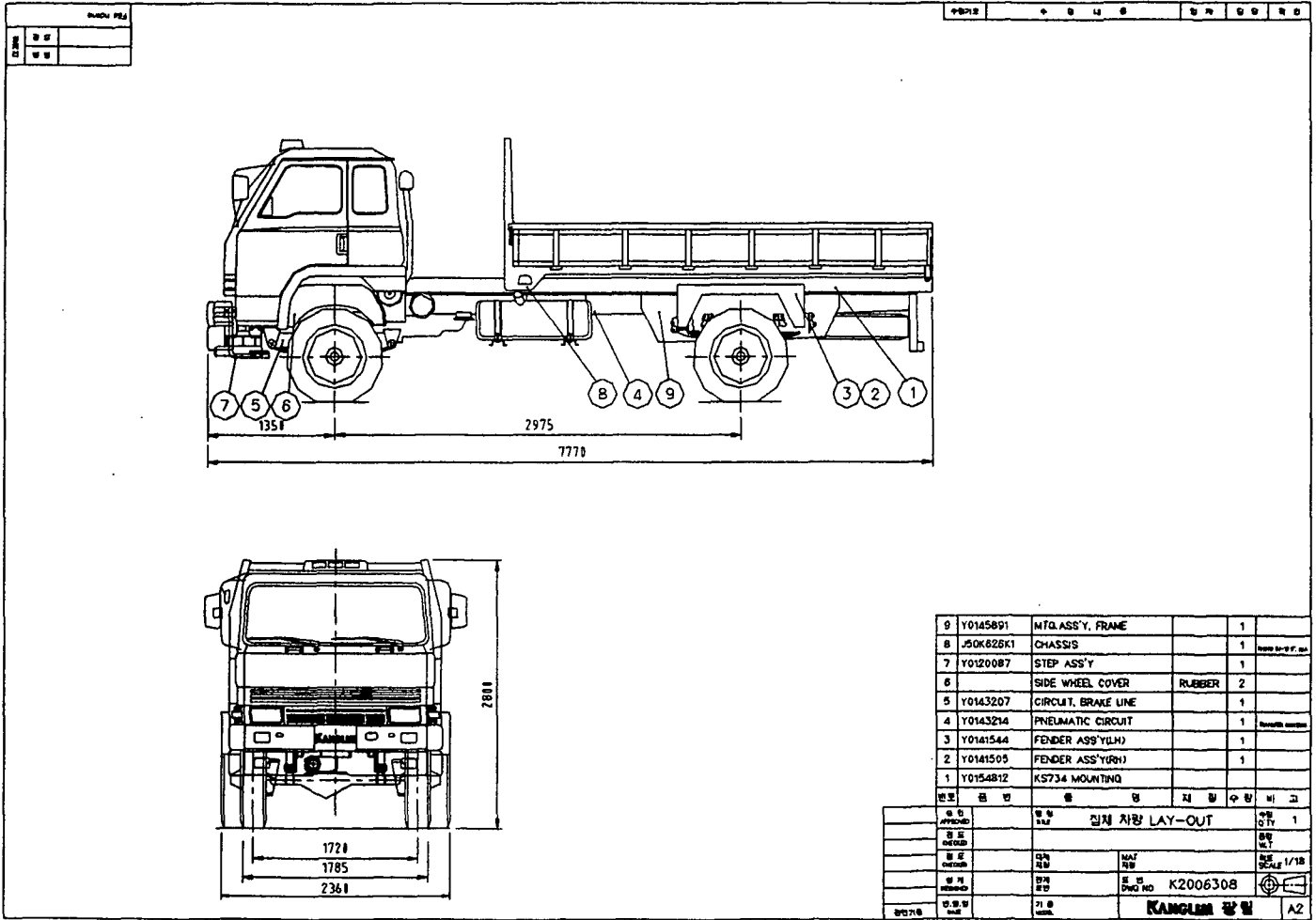
※ 드럼에 감긴 와이어로프의 용량에 따라 변화하므로 위의 값은 HI 드럼에 300m, HB드럼에 600m 감긴 량을 기준하여 250m의 가선을 설치했을 때의 값임

### 부록 1-1 제작된 타워야더 시작기의 제원표(계속)

항 목	제 원	비 고	
탑재크레인부	크레인모델	광림 KN470 Modified	카운터밸런스 밸브내장
	형 식	유압굴절식(2단굴절, 2단신축)	
	인양능력(t-m)	4	
	최대작업반경(m)	6	
	하중능력	1.9 m/2100 kg	
		3.5 m/1100 kg	
		4.5 m/ 820 kg	
		6.0 m/ 615 kg	
	유압Extension (m)	2.44	
	정격 유압 (kg/cm <sup>2</sup> )	200	
	정격 유량 (ℓ/분)	25	타워야더구동펌프 공급
	회전토크 (kNm)	8.4	
	회전 각도 (°)	410	
	중 량 (kg)	1000	
로그그래플 규격	0.16 m'	그래플 開口 단면적	
로테이터 회전각	360도 무한회전	Indexator GV3	
유압아웃리거	2 개	타워야더 겸용	
도저블레이드	배토판 크기 (mm)	2100 (W)× 620 (H)	
	좌우 Tilting (°)	20	별도 전동유압펌프내장
	상하 Stroke (mm)	205	
	연결방식	Quick coupling	
유압	유압펌프용량	Dual(63 cc/rev + 52 cc/rev)	Uchida GXP05
	유압모우터	Dual displacement Axial piston motor (39/20cc)	Rexroth AA10VM40
	비례제어밸브	Proportional in 12 steps	Danfoss Hydraulic
	오일탱크용량 (ℓ)	190	
기타 부대 장치	장력측정센서	Loadcell + Indicator	CAS 5tf
	견인줄속도센서	Rotary encoder + Display	100 pulse/rev
	유선리모콘 장치	견인줄-회송줄 저/고속, 미세속도제어, 엔진rpm조절, 비상정지, 작동확인램프	유선 리모콘케이블 15m

## 부록 2-1

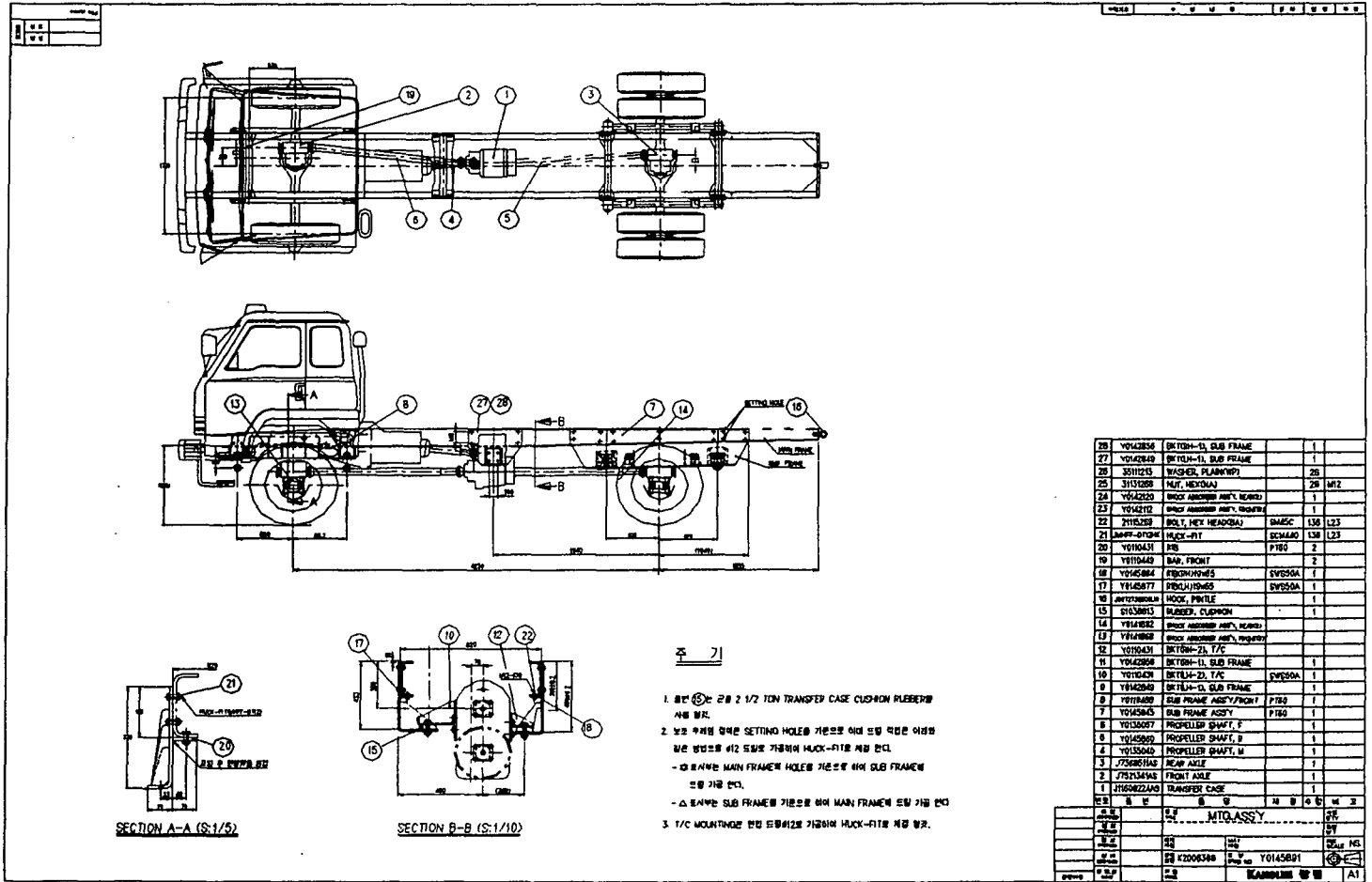
# 다목적 집재작업차 설 계 도 면



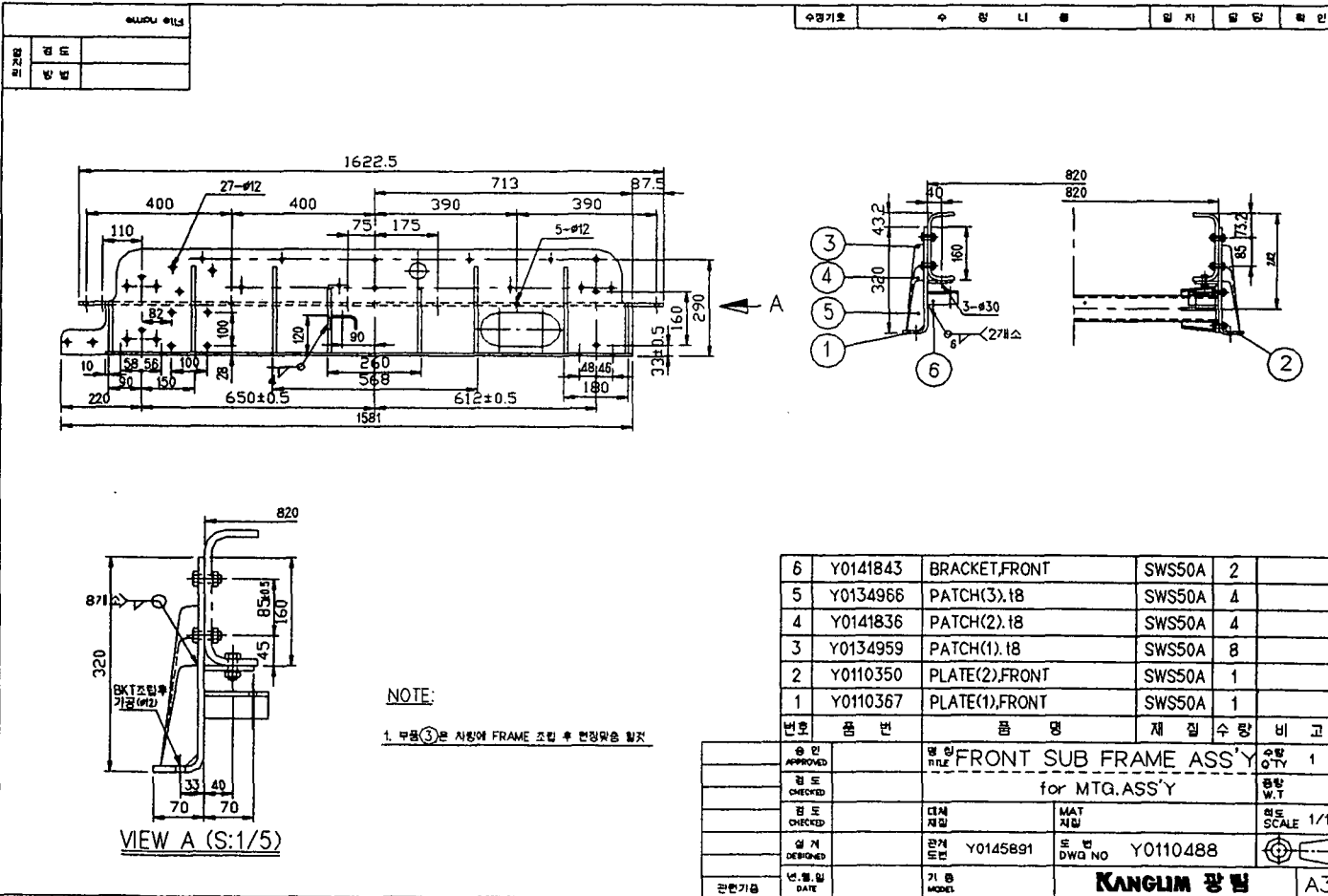
9	Y0145891	MTQ. ASS'Y. FRAME		1	
8	J50K625K1	CHASSIS		1	1999 In-1 F. 04
7	Y0120087	STEP ASS'Y		1	
6		SIDE WHEEL COVER	RUBBER	2	
5	Y0143207	CIRCUIT, BRAKE LINE		1	
4	Y0143214	PNEUMATIC CIRCUIT		1	1999 In-1 F. 04
3	Y0141544	FENDER ASS'Y(LH)		1	
2	Y0141505	FENDER ASS'Y(RH)		1	
1	Y0154812	KS734 MOUNTING			

수입 APPROVED	영문 NAME	집계 차량 LAY-OUT		수량 QTY	비고
검토 CHECKED				1	
발주 ORDERED	대차 VEHICLE	NAI 차량		비율 SCALE	1/18
발주 ORDERED	발주 ORDER	발주 ORDER NO	K2006308		
발주 ORDER	기종 MODEL	KANGNAM 광탈			A2

도면 1-1 집계기본차량 외형도

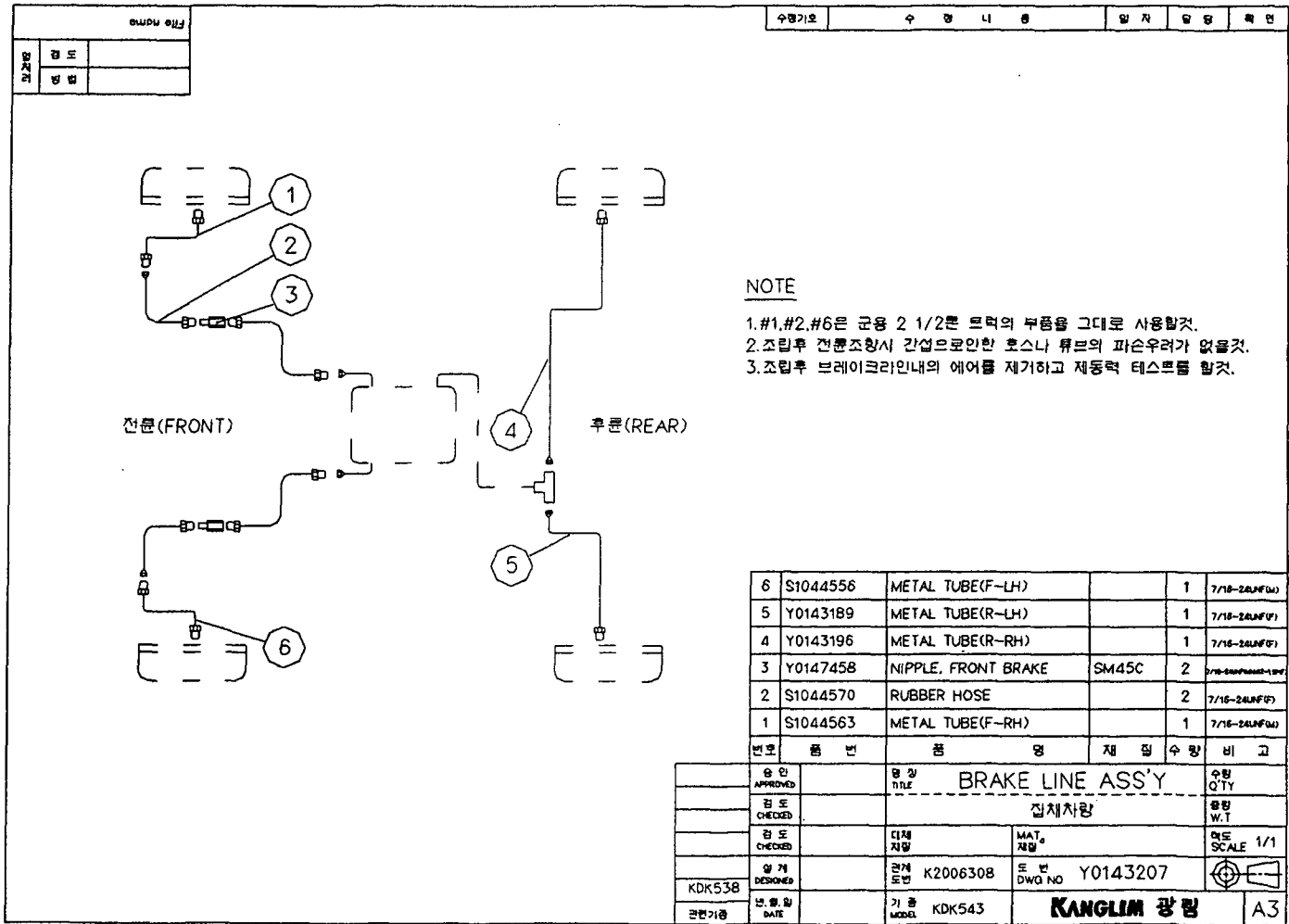


도면 1-2 집제기본차량 설계도



도면 1-3 짐재기본차량 전방 하부차체 설계도





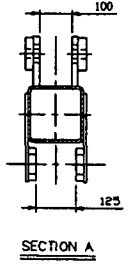
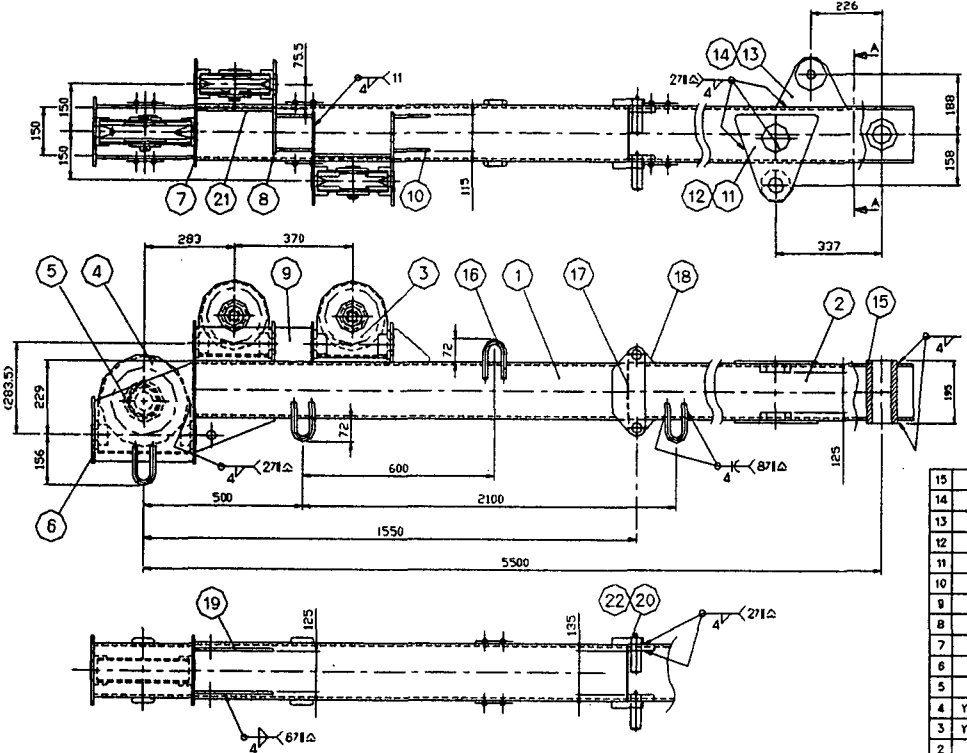
도면 1-4 브레이크 시스템 설계도





도면번호	Y01 75169
제출일자	
작성일자	
작성인	

중형타워 + 망 나 실 망 자 망 당 막 단



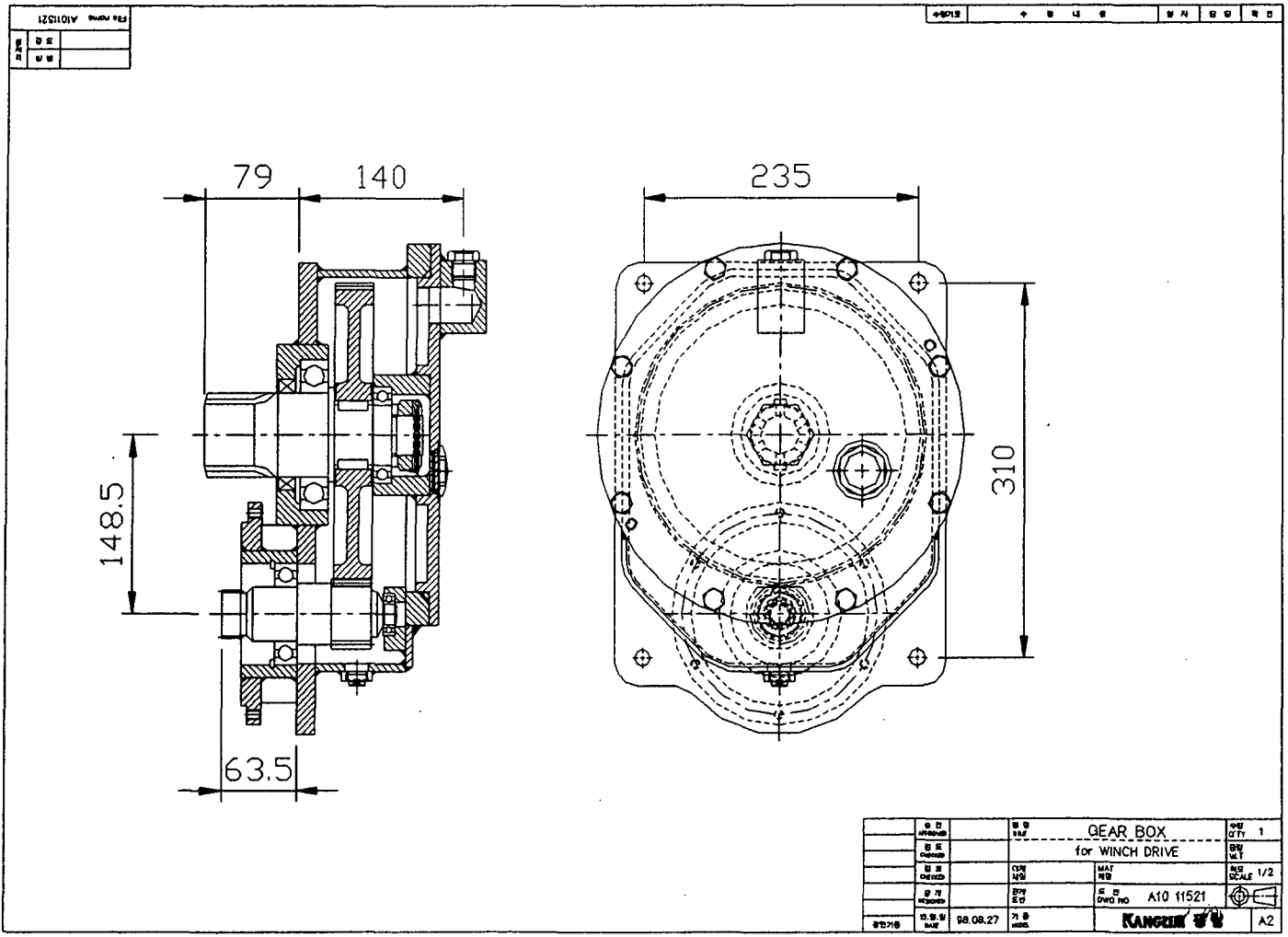
- 주 기
1. 날카로운 부분은 제거할것.
  2. 풀리우레탄계열 프라이머 하도칠것. 하도두께: 30 $\mu$ m이상.
  3. 부품 #1, #2, #3, #4의 직동이 필요할것.

22	PQ2 15280	PIN		4
21		PLATE		2
20	M10 28420	SHAFT		4
19		PLATE	SS41	2
18		PLATE	SS41	4
17		PLATE	SS41	1
16	MOB 07600	EYE, LIFTING		6

15	BAR, ROUND	SM45C	1
14	BAR, ROUND	SM45C	2
13	PLATE	SS41	2
12	BAR, ROUND	SM45C	2
11	PLATE	SS41	2
10	PLATE	SS41	2
9	PLATE	SS41	2
8	PLATE	SS41	3
7	PLATE	SS41	1
6	PLATE	SS41	1
5	PLATE	SS41	1
4	Y01 75219	SWIVEL, SKY LINE	1
3	Y01 75183	SWIVEL, HALL LINE	2
2		PIPE, SQUARE	SPSR400 1
1		PIPE, SQUARE	SPSR400 1

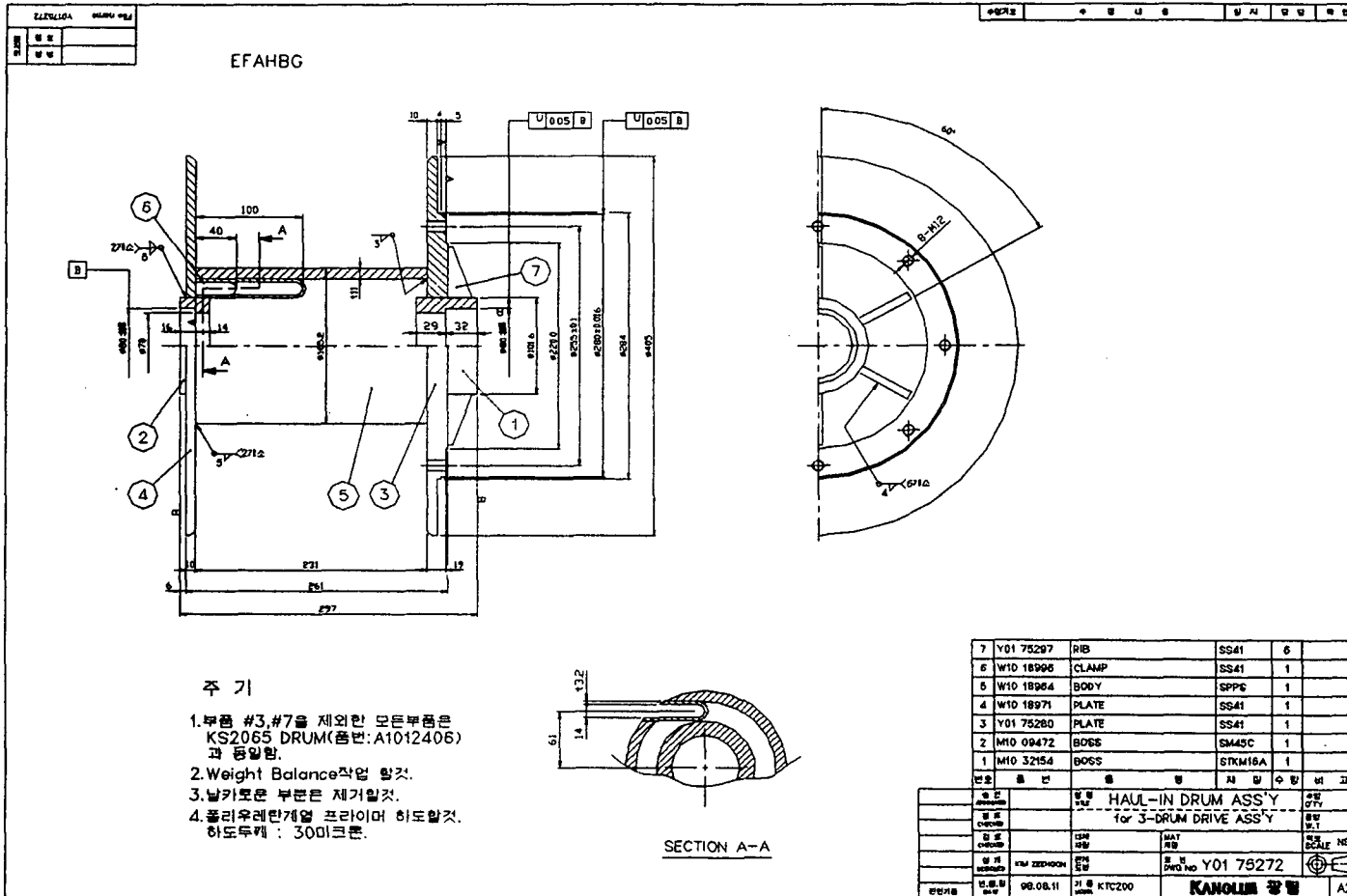
명칭	POST ASS'Y(1/2)	수량	비고
용도	for TOWER YARDER ASS'Y		
입력	98 08.04	작성	KTC200
검核	김재문	도면	Y01 75169
작성	98 08.04	작성	KTC200
작성		작성	KANOLIM 광필
작성		작성	AZ

도면 1-7 집재용 타워 설계도(1차)



도면 1-8 원치구동 기어박스 설계도

수량 QTY	1
단위 UNIT	개
재료 MATERIAL	STEEL
도면 DRAWING	1/2
도면 SCALE	1/2
도면 NO.	A10 11521
작성 DATE	98.08.27
작성 NAME	김영민
작성 NO.	A2



- 주 기
1. 부품 #3, #7을 제외한 모든부품은 KS2065 DRUM(품번: A1012406)과 동일함.
  2. Weight Balance작업 할것.
  3. 날카로운 부분은 제거할것.
  4. 폴리우레탄계열 프라이머 하도할것. 하도두께 : 300미크론.

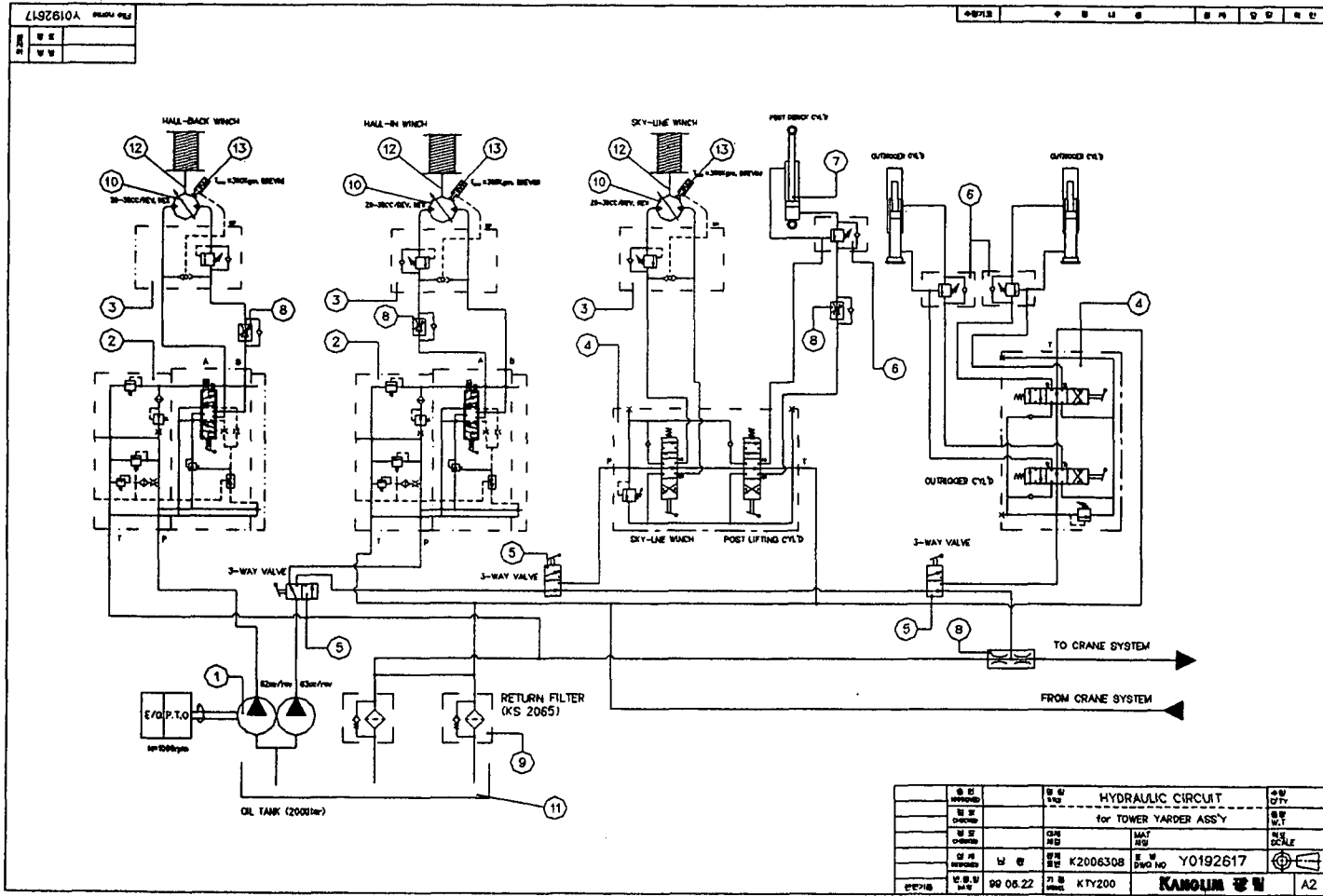
도면 1-9 작업삭드림 설계도









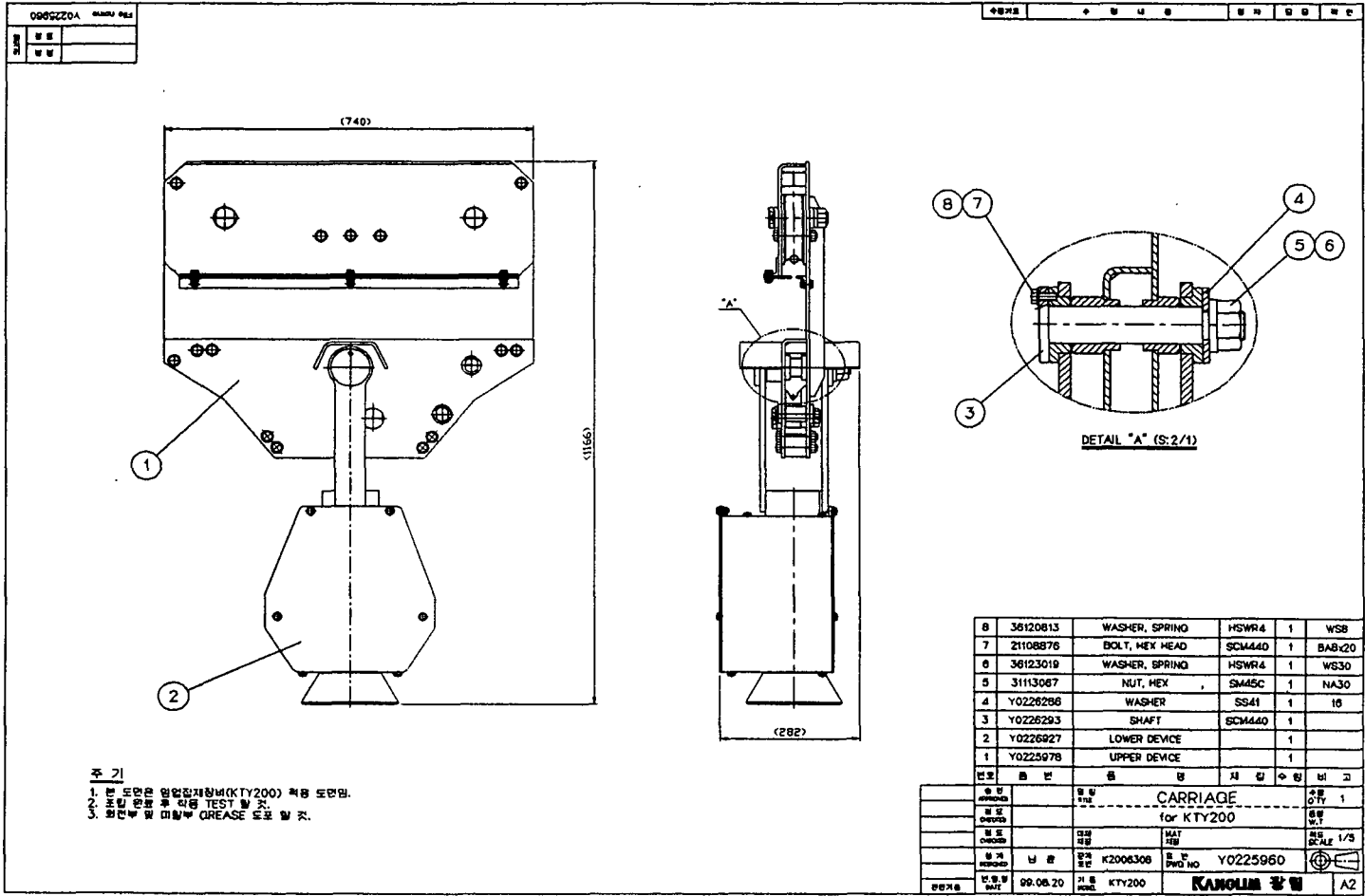


도면 1-13. 다목적 집재차 유압 회로 설계도

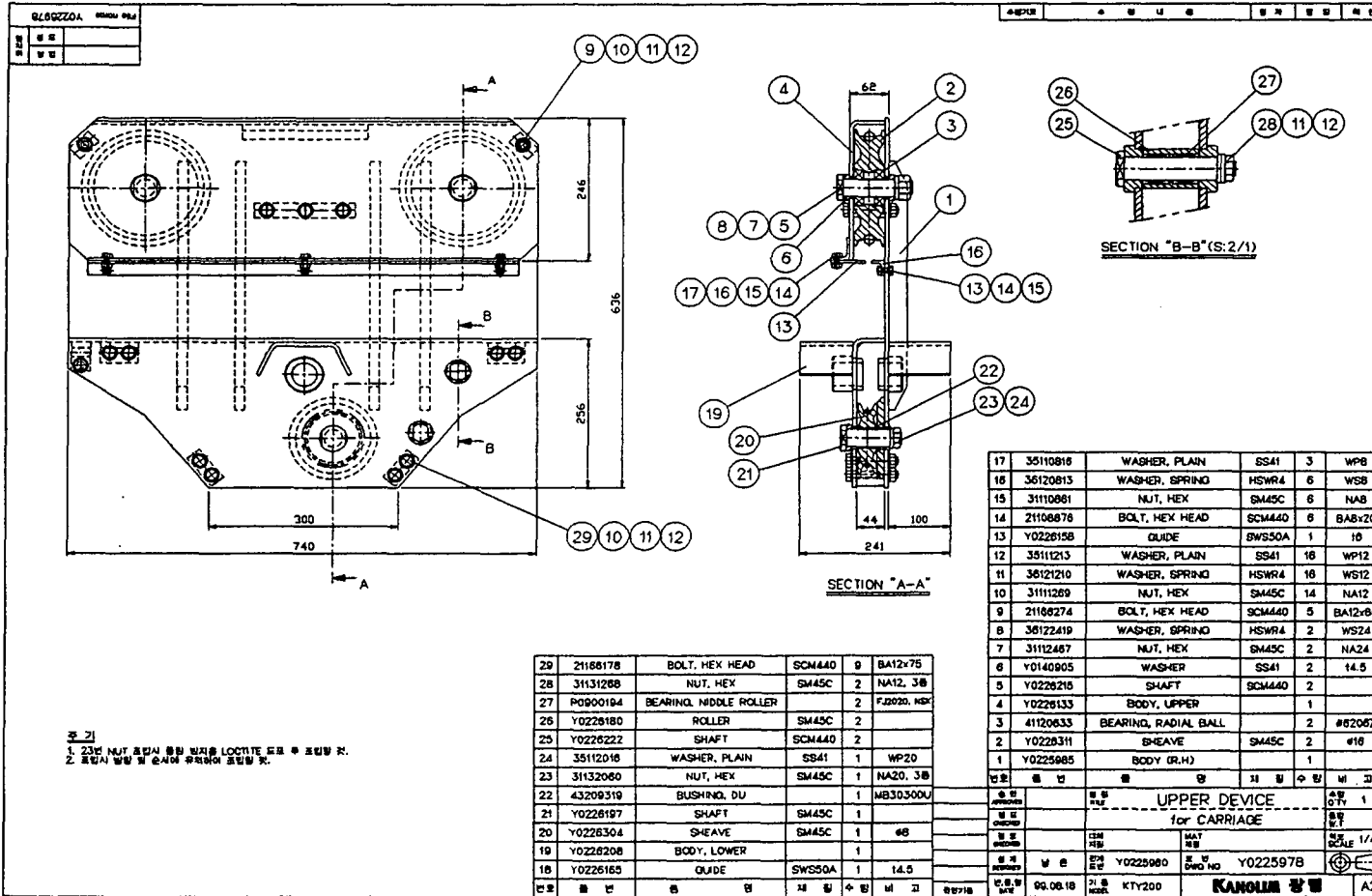








도면 1-17 짐재작업용 캐리지 외형 설계도



주 기  
 1. 23번 NUT 조임시 롤링 받침 밑지용 LOCTITE 도료 후 조임할 것.  
 2. 롤링 받침 및 순서에 유의하여 조립할 것.

29	21188178	BOLT, HEX HEAD	SCM440	Ø	BA12x75	
28	31131268	NUT, HEX	SM45C	2	NA12, 3Ø	
27	P0900194	BEARING, MIDDLE ROLLER		2	FJ2020, HSK	
26	Y0226180	ROLLER	SM45C	2		
25	Y0226222	SHAFT	SCM440	2		
24	35112016	WASHER, PLAIN	SS41	1	WP20	
23	31132060	NUT, HEX	SM45C	1	NA20, 3Ø	
22	43209319	BUSHING, DU		1	MB30J300U	
21	Y0226197	SHAFT	SM45C	1		
20	Y0226304	SHEAVE	SM45C	1	#8	
19	Y0226208	BODY, LOWER		1		
18	Y0226165	GUIDE	SWS50A	1	14.5	

17	35110816	WASHER, PLAIN	SS41	3	WP8	
16	36120813	WASHER, SPRING	HSWR4	6	WS8	
15	31110861	NUT, HEX	SM45C	6	NAB	
14	21108876	BOLT, HEX HEAD	SCM440	6	BA8x20	
13	Y0226158	GUIDE	SWS50A	1	10	
12	3511213	WASHER, PLAIN	SS41	18	WP12	
11	36121210	WASHER, SPRING	HSWR4	16	WS12	
10	3111269	NUT, HEX	SM45C	14	NA12	
9	21188274	BOLT, HEX HEAD	SCM440	5	BA12x60	
8	36122419	WASHER, SPRING	HSWR4	2	WS24	
7	3112487	NUT, HEX	SM45C	2	HA24	
6	Y0140805	WASHER	SS41	2	14.5	
5	Y0226216	SHAFT	SCM440	2		
4	Y0226133	BODY, UPPER		1		
3	41120633	BEARING, RADIAL BALL		2	#6206Z	
2	Y0226311	SHEAVE	SM45C	2	#16	
1	Y0225985	BODY (R.H)		1		

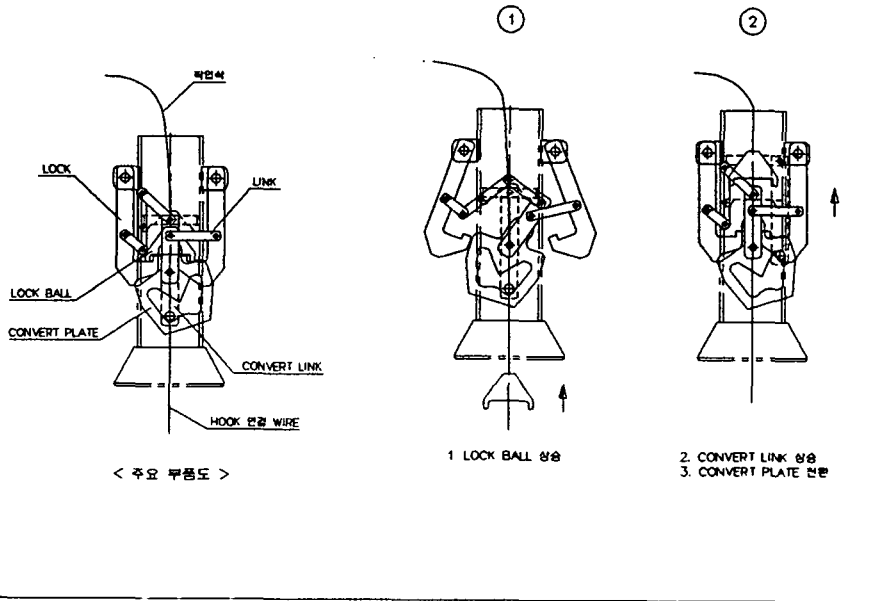
번호	품명	단	량	차	합	수	단	비	고
001	상부 장치								
002	상부 장치								
003	상부 장치								
004	상부 장치								
005	상부 장치								
006	상부 장치								
007	상부 장치								
008	상부 장치								
009	상부 장치								
010	상부 장치								
011	상부 장치								
012	상부 장치								
013	상부 장치								
014	상부 장치								
015	상부 장치								
016	상부 장치								
017	상부 장치								
018	상부 장치								
019	상부 장치								
020	상부 장치								
021	상부 장치								
022	상부 장치								
023	상부 장치								
024	상부 장치								
025	상부 장치								
026	상부 장치								
027	상부 장치								
028	상부 장치								
029	상부 장치								
030	상부 장치								
031	상부 장치								
032	상부 장치								
033	상부 장치								
034	상부 장치								
035	상부 장치								
036	상부 장치								
037	상부 장치								
038	상부 장치								
039	상부 장치								
040	상부 장치								
041	상부 장치								
042	상부 장치								
043	상부 장치								
044	상부 장치								
045	상부 장치								
046	상부 장치								
047	상부 장치								
048	상부 장치								
049	상부 장치								
050	상부 장치								
051	상부 장치								
052	상부 장치								
053	상부 장치								
054	상부 장치								
055	상부 장치								
056	상부 장치								
057	상부 장치								
058	상부 장치								
059	상부 장치								
060	상부 장치								
061	상부 장치								
062	상부 장치								
063	상부 장치								
064	상부 장치								
065	상부 장치								
066	상부 장치								
067	상부 장치								
068	상부 장치								
069	상부 장치								
070	상부 장치								
071	상부 장치								
072	상부 장치								
073	상부 장치								
074	상부 장치								
075	상부 장치								
076	상부 장치								
077	상부 장치								
078	상부 장치								
079	상부 장치								
080	상부 장치								
081	상부 장치								
082	상부 장치								
083	상부 장치								
084	상부 장치								
085	상부 장치								
086	상부 장치								
087	상부 장치								
088	상부 장치								
089	상부 장치								
090	상부 장치								
091	상부 장치								
092	상부 장치								
093	상부 장치								
094	상부 장치								
095	상부 장치								
096	상부 장치								
097	상부 장치								
098	상부 장치								
099	상부 장치								
100	상부 장치								

도면 1-18 짐제작업용 캐리지 상부 설계도

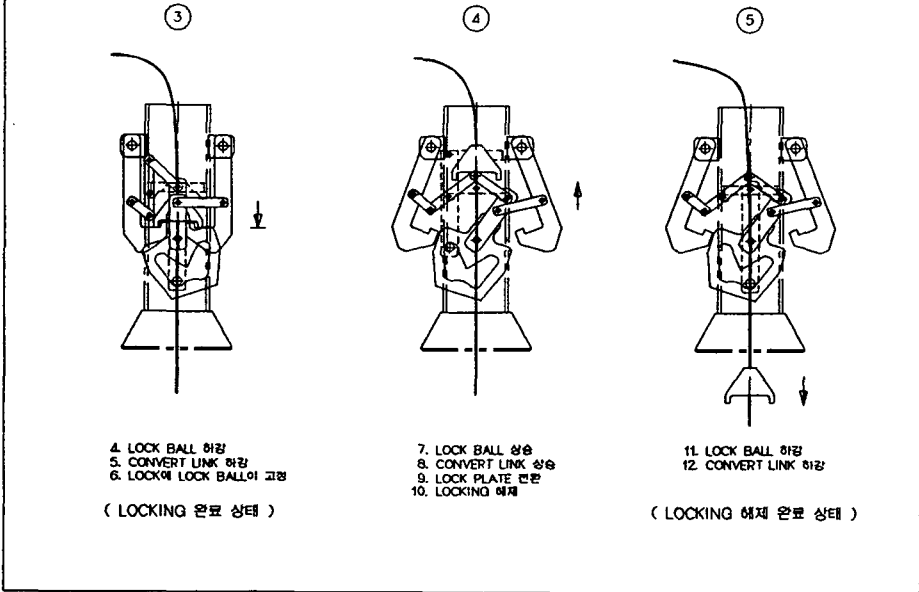




[ HOOK(LOCK BALL) LOCKING 장치 작동도 ]



[ HOOK(LOCK BALL) LOCKING 장치 작동도 ]



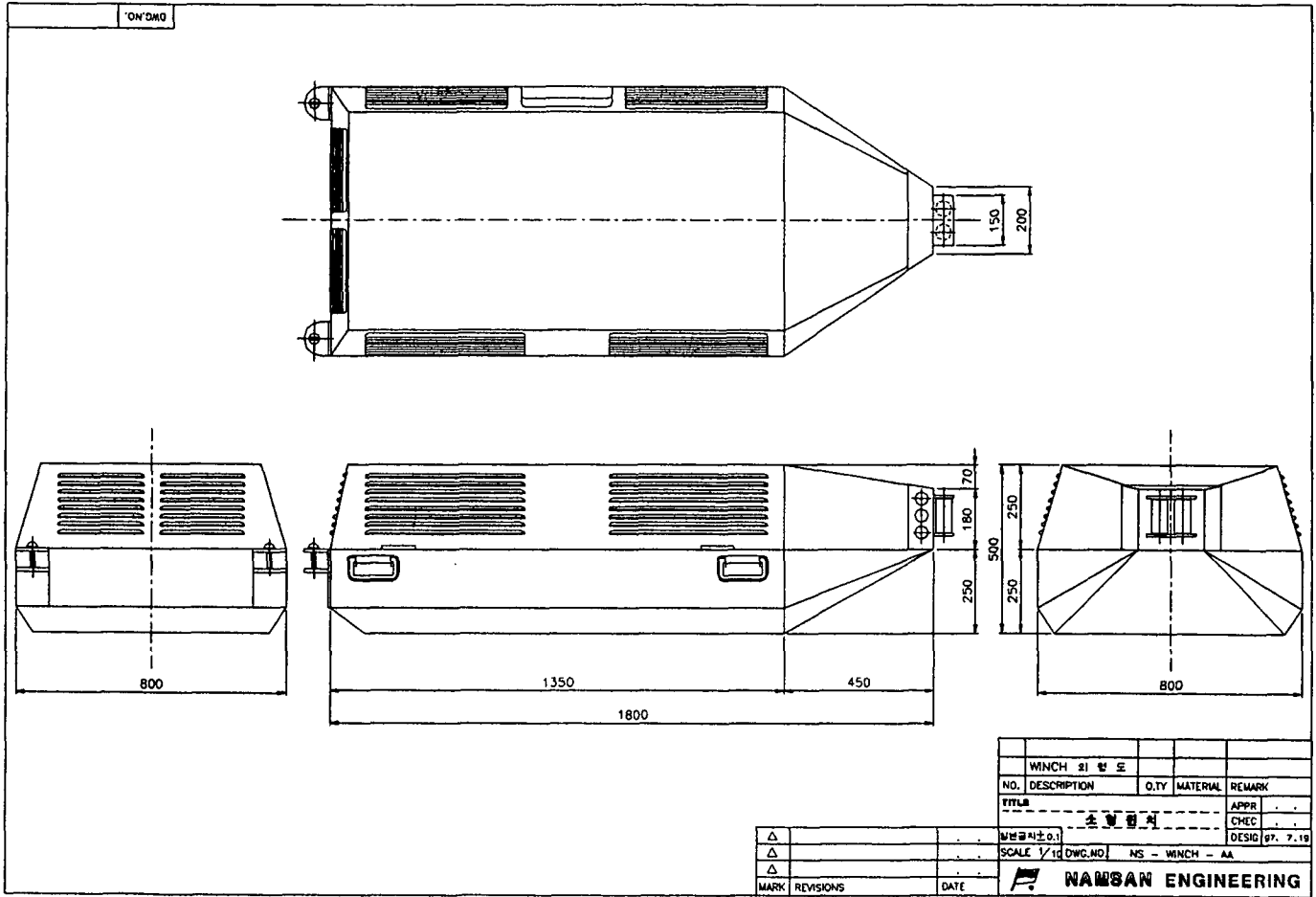
캐리지 Locking 설명도



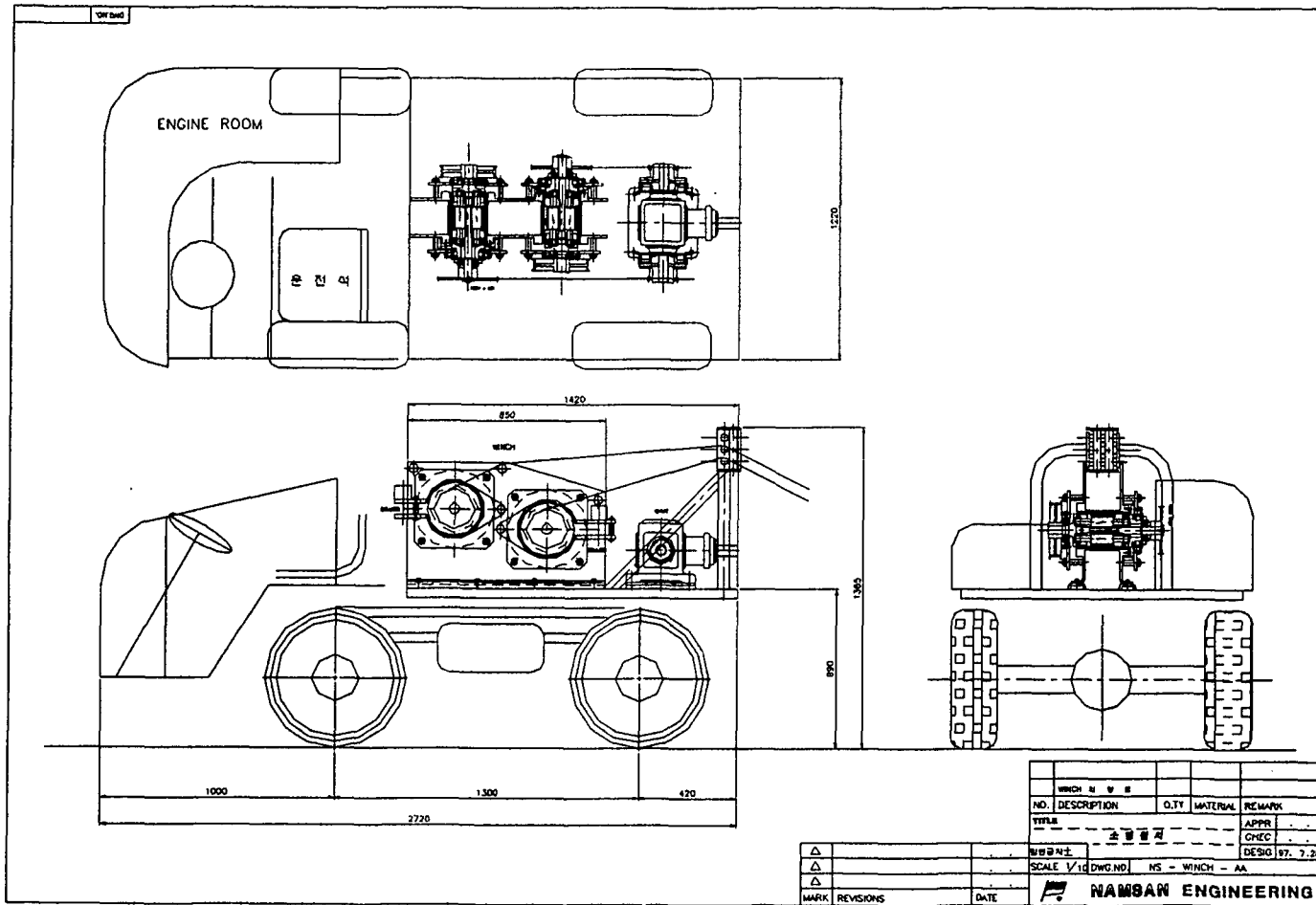
## 부록 2-2

# 소형리모콘 윈치 설 계 도 면





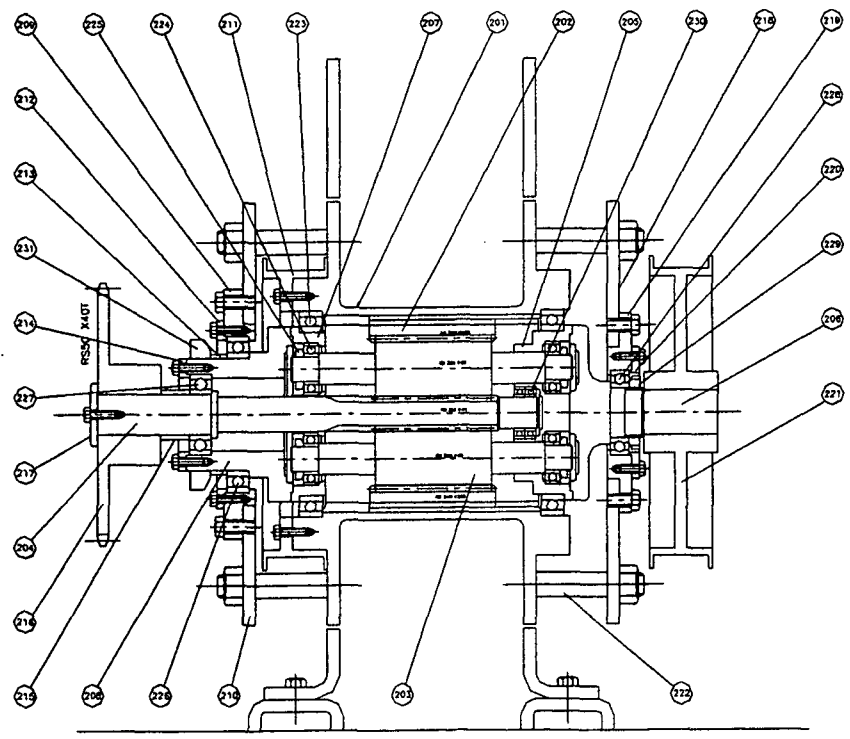
도면 2-2 섀시형 소형 윈치 외형 설계도



도면 2-3 농용운반차



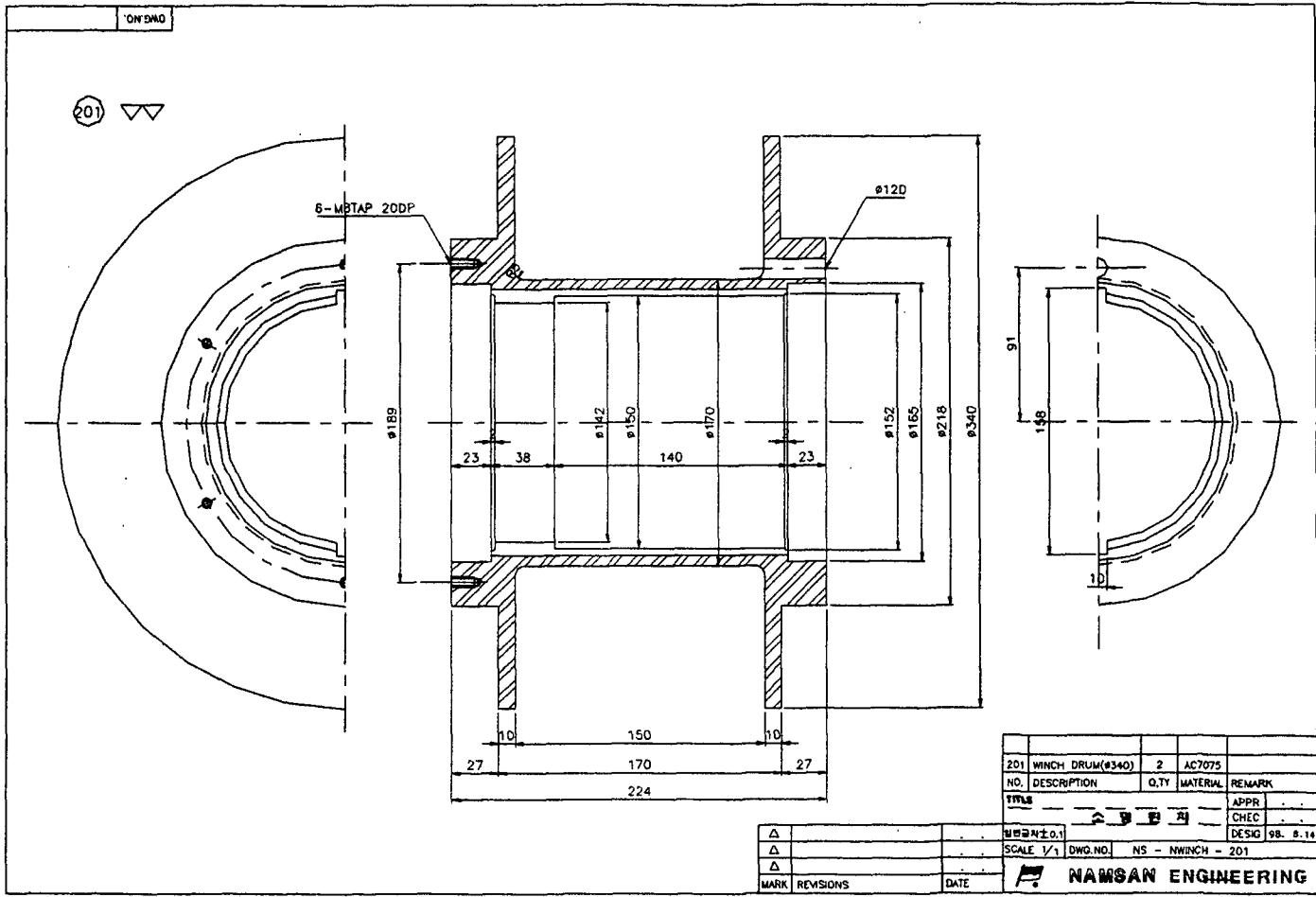
ON'GND



231	BEARING NUT	2	AM18	
230	BEARING	4	800522	
229	BEARING NUT	2	AM08	
228	BEARING	2	600822	
227	BEARING	2	82/3222	
226	BEARING	2	691822	
225	BEARING NUT	12	AM 04	
224	BEARING	12	600422	
223	BEARING	4	882PW	
222	PIN	18	S45C	
221	CLUTCH DRUM	2	S45C	
220	BEARING COVER	2	S45C	
219	BEARING HOUSING	2	S45C	
218	PLATE	2	SS41	
217	WASHER	2	S45C	
216	CHAIN GEAR	2	S45C	
215	CALLAR	2	SS41	
214	BEARING COVER	2	S45C	
213	CALLAR	2	SS41	
212	BEARING COVER	2	S45C	
211	BRAKE DRUM	2	S45C	
210	PLATE	2	SS41	
209	BEARING HOUSING	2	S45C	
208	FLANGE SHAFT	2	S45C	
207	GEAR 3*8	2	S45C	
206	SHAFT	2	S45C	
205	GEAR 3*8	2	S45C	
204	SHAFT & GEAR	2	S45C	
203	GEAR	6	S45C	
202	GEAR	2	S45C	
201	WINCH DRUM	2	ACT078	
NO.	DESCRIPTION	QTY	MATERIAL	REMARK
TITLE				APPR
				CHKC
				DESG. DR. 8.24
				WINCH
				SCALE 1/2" DWG. NO. NS - WINCH - 200
				DATE
				MARK REVISIONS
				WAMSAN ENGINEERING

도면 2-5 윈치드럼 구조도



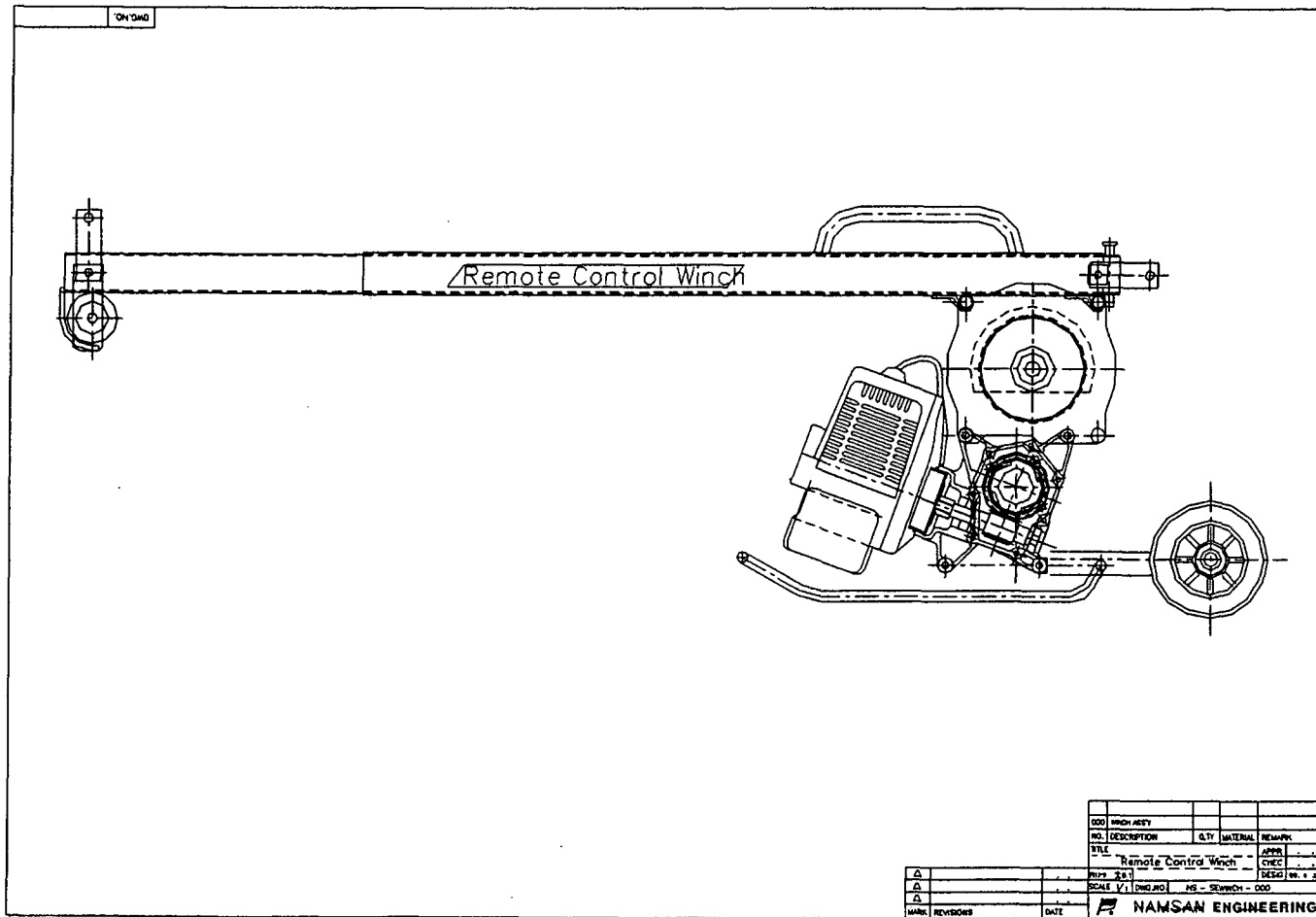


Z01	WINCH DRUM(φ340)	2	AC7075	
NO.	DESCRIPTION	Q.TY	MATERIAL	REMARK
TITLE				
설계			APPR	
검核			CHEC	
DESIGNER			DESIG	98. 8. 14

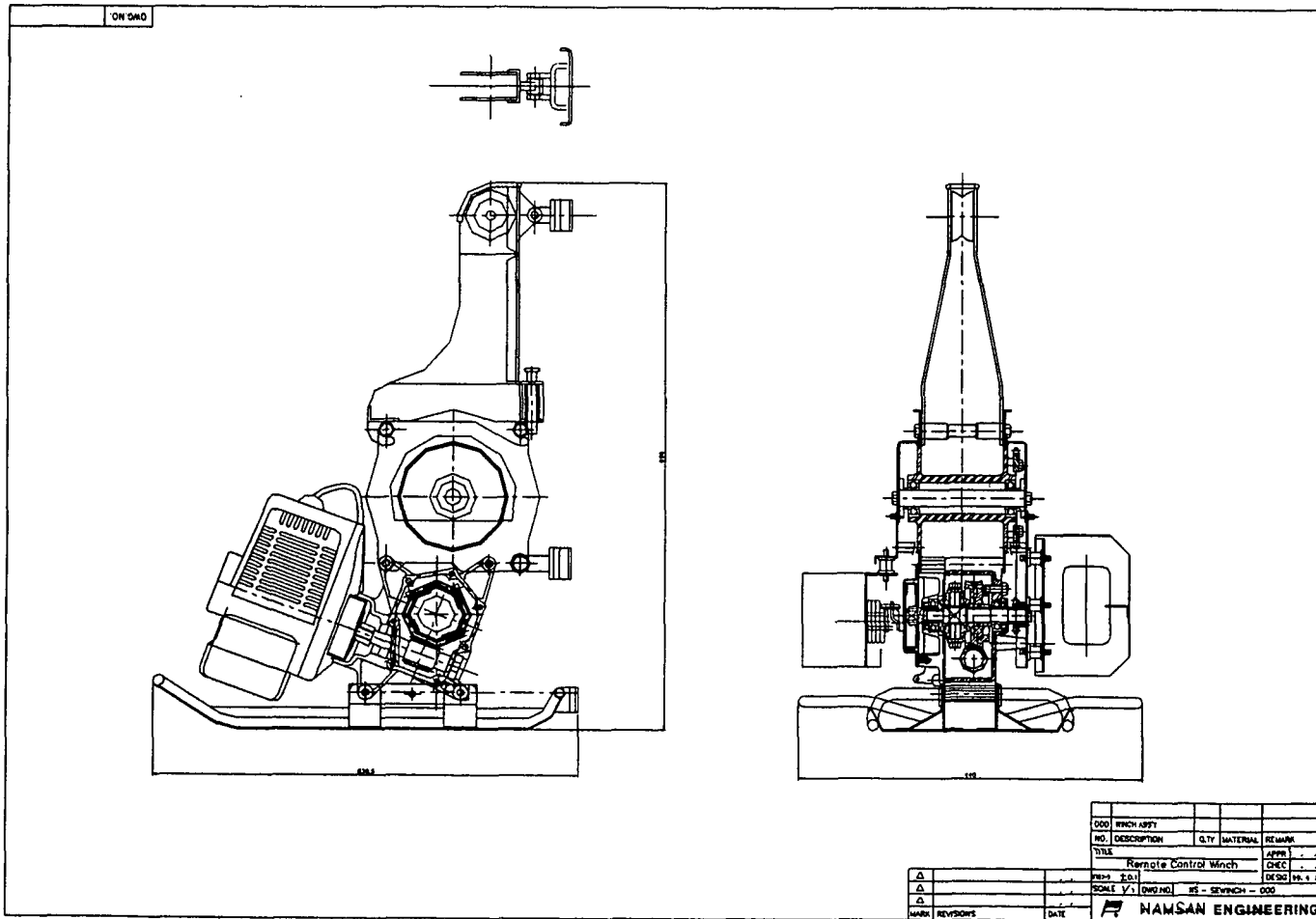
SCALE	1/1	DWG. NO.	NS - WINCH - 201
MARK	REVISIONS	DATE	

**NAMSAN ENGINEERING**

도면 2-6 윈치드럼 설계도

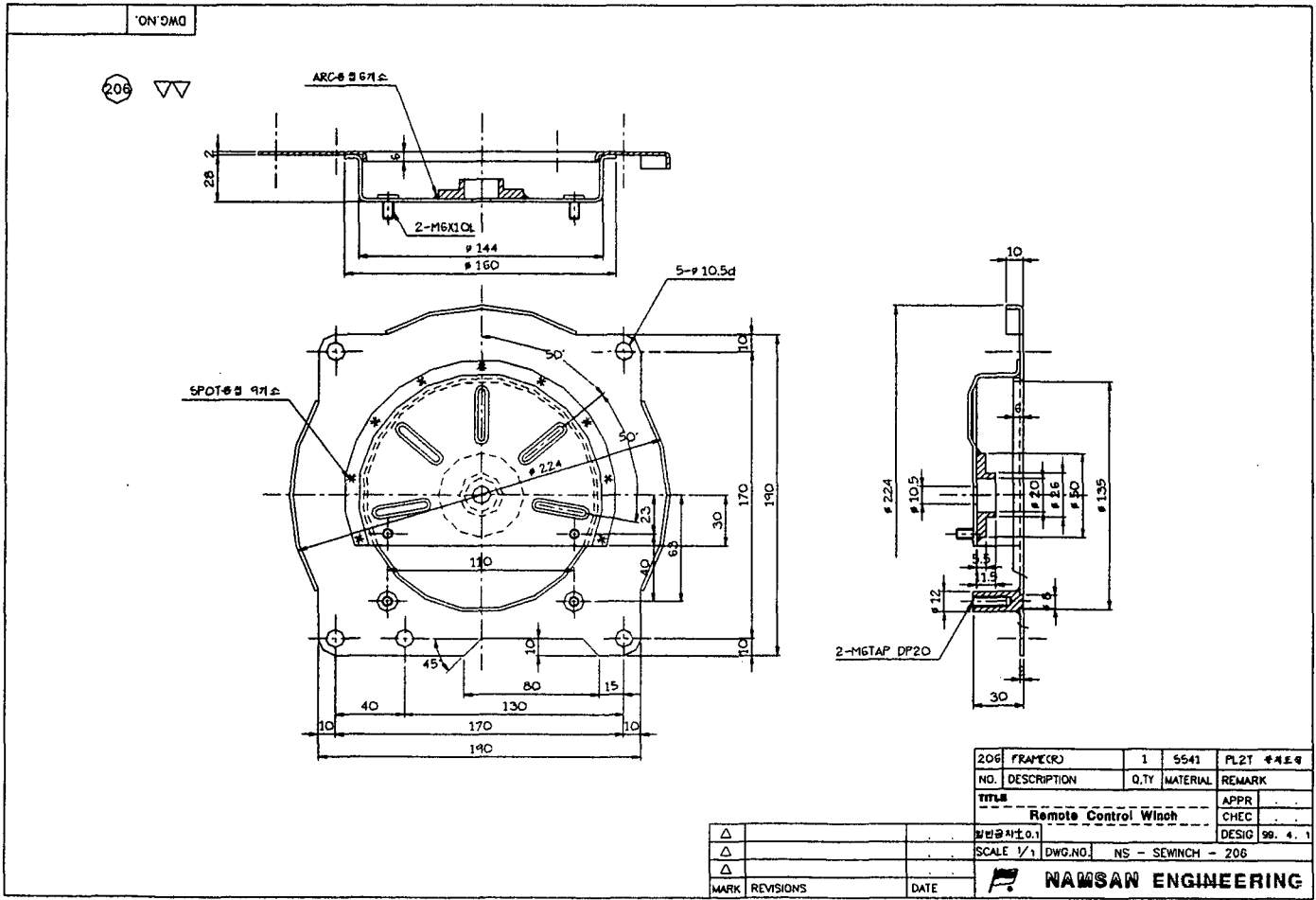


도면 2-7 리모콘 소형 원치 Long 가이드 부착 외형도



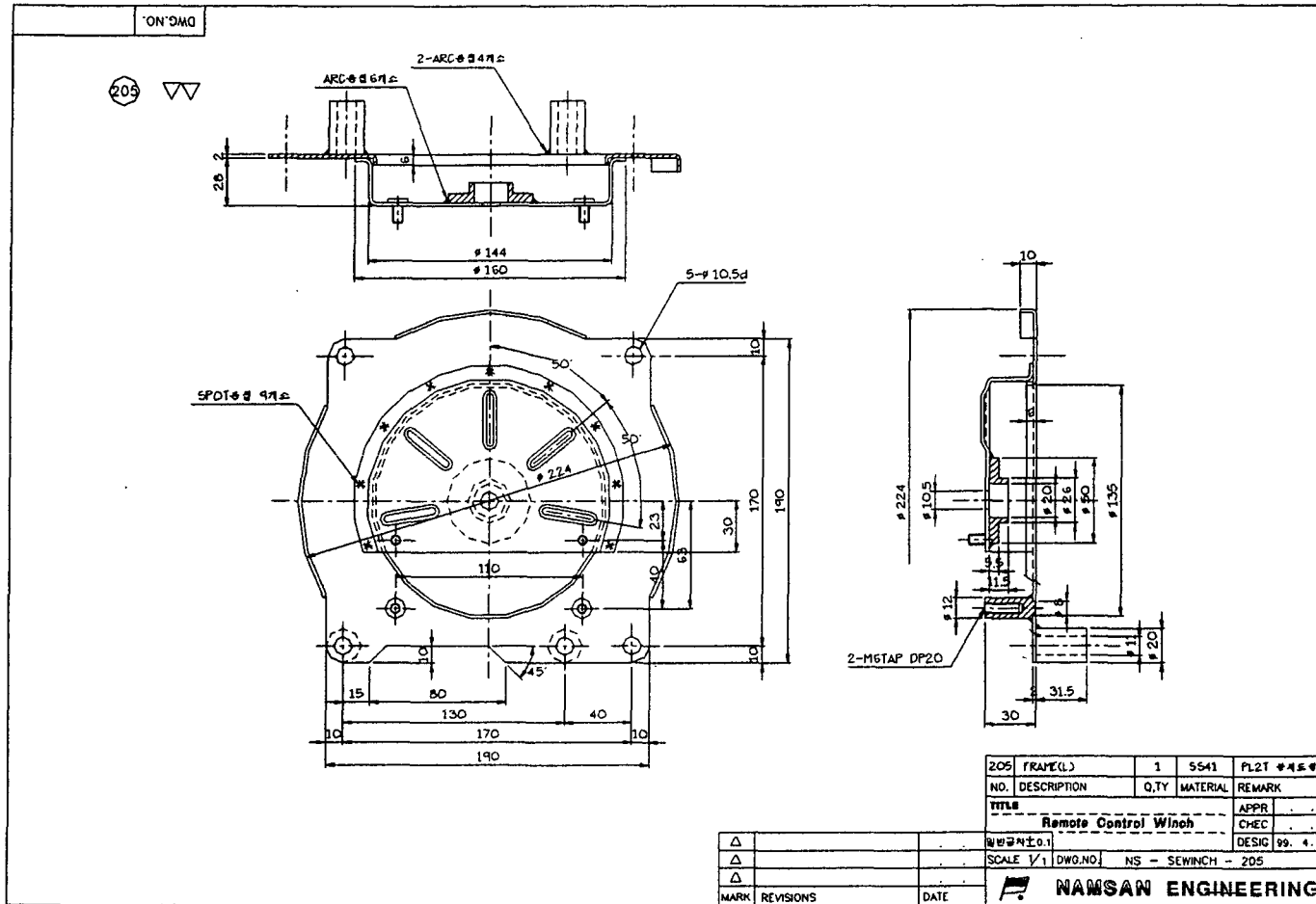
도면 2-8 리모콘 소형 윈치 Shot 가이드 부착 외형도





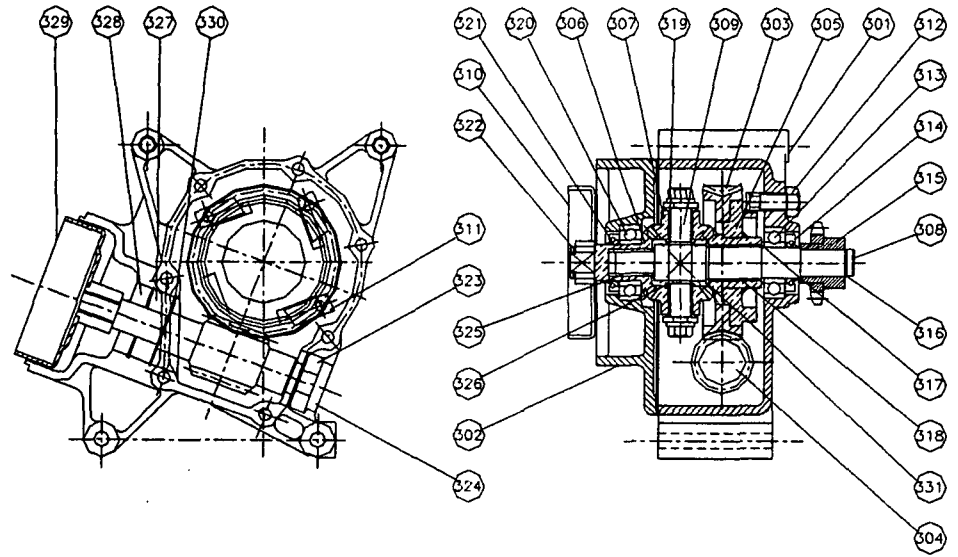
206	FRAMECR	1	5541	PL2T	44E9
NO.	DESCRIPTION	Q.TY	MATERIAL	REMARK	
TITLE					APPR
Remote Control Winch					CHEC
설비공시도 0.1					DESIG 99. 4. 1
SCALE 1/1		DWG.NO.	NS - SEWINCH - 206		
MARK	REVISIONS	DATE	<b>NAMSAW ENGINEERING</b>		

도면 2-10 드럼 프레임 설계도(우측)



도면 2-11 드럼 프레임 설계도(좌측)

DWG. NO.



331	THRUST BEARING	1		WC16DXM
330	SNAPRING	2		H40
329	CLUTCH WHEEL(1)	1	S45C	
328	RETAINER	1		17X40XB
327	BEARING	1		6203ZZ
326	THRUST BEARING	5		WC12DXM
325	BUSH BEARING	1		PM1220DX
324	BEARING	1		
323	BEARING	1		6201ZZ
322	SNAPRING	1		S18
321	RETAINER	1		20X35XB
320	BEARING	1		8004ZZ
319	BUSH BEARING	2		PM1215DX
318	BUSH BEARING	1		PM1815DX(2EA)
317	THRUST BEARING	1		WC14DXM
316	SNAPRING	1		S15
315	CHAIN GEAR	1	S45C	R540X10T
314	RETAINER	1		17X35XB
313	BEARING	1		6203ZZ
312	RATCHET+BOLT	3	S45C	
311	RATCHET	3	S45C	
310	CLUTCH WHEEL(2)	1	S45C	
309	SHAFT PIN	1	SCM	
308	SHAFT	1	SCM	
307	BEVEL GEAR(3)	2	SCM	
306	BEVEL GEAR(2)	1	SCM	
305	BEVEL GEAR(1)	1	SCM	
304	WORM	1	S45C	
303	WORM GEAR	1	PBC	
302	FRAME COVER	1	AC4C	
301	FRAME(CASE)	1	AC4C	
NO.	DESCRIPTION	Q.TY	MATERIAL	REMARK

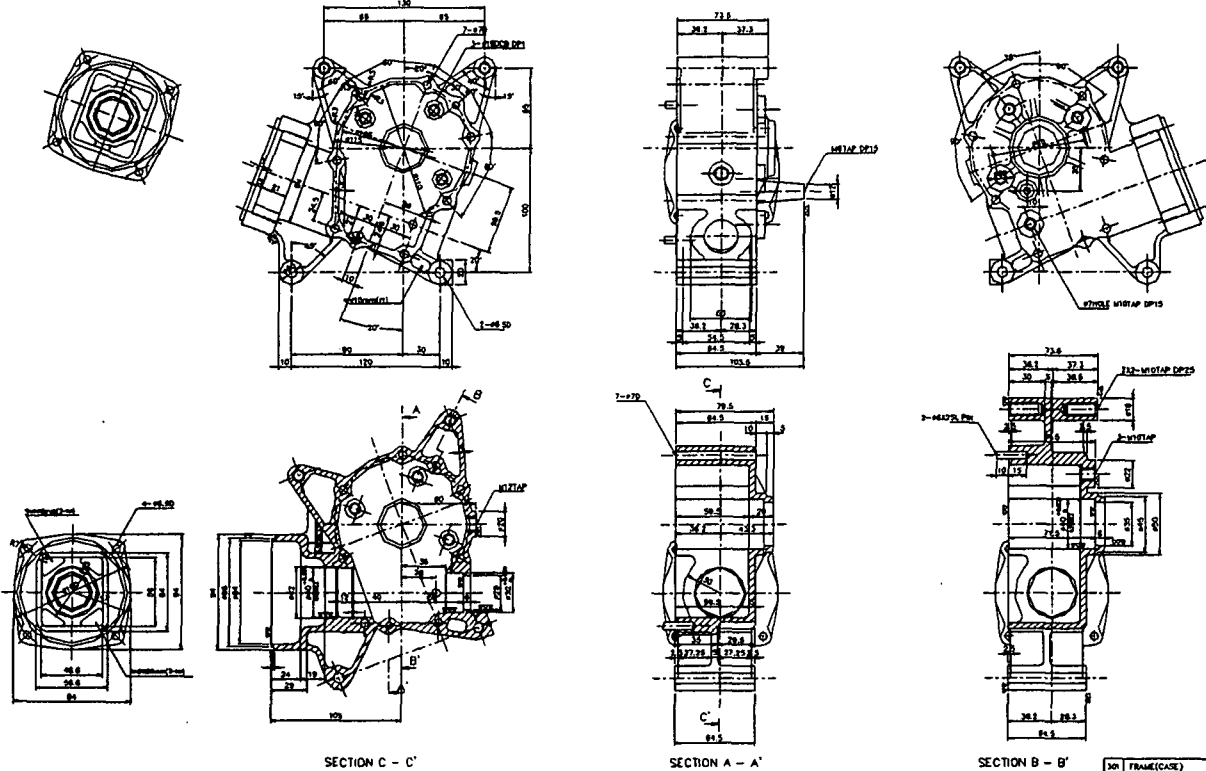
TITLE		APPR	
Remote Control Winch		CHEC	
REDUCER ASS'Y		DESIG	99.4 J
SCALE 1/2 [DWG.NO.] NS - SEWINCH - 300			
MARK	REVISIONS	DATE	

**NAMSAN ENGINEERING**

도면 2-12 동력 인출부 설계도

DW'DWG

~ (▽▽▽)



SECTION C - C'

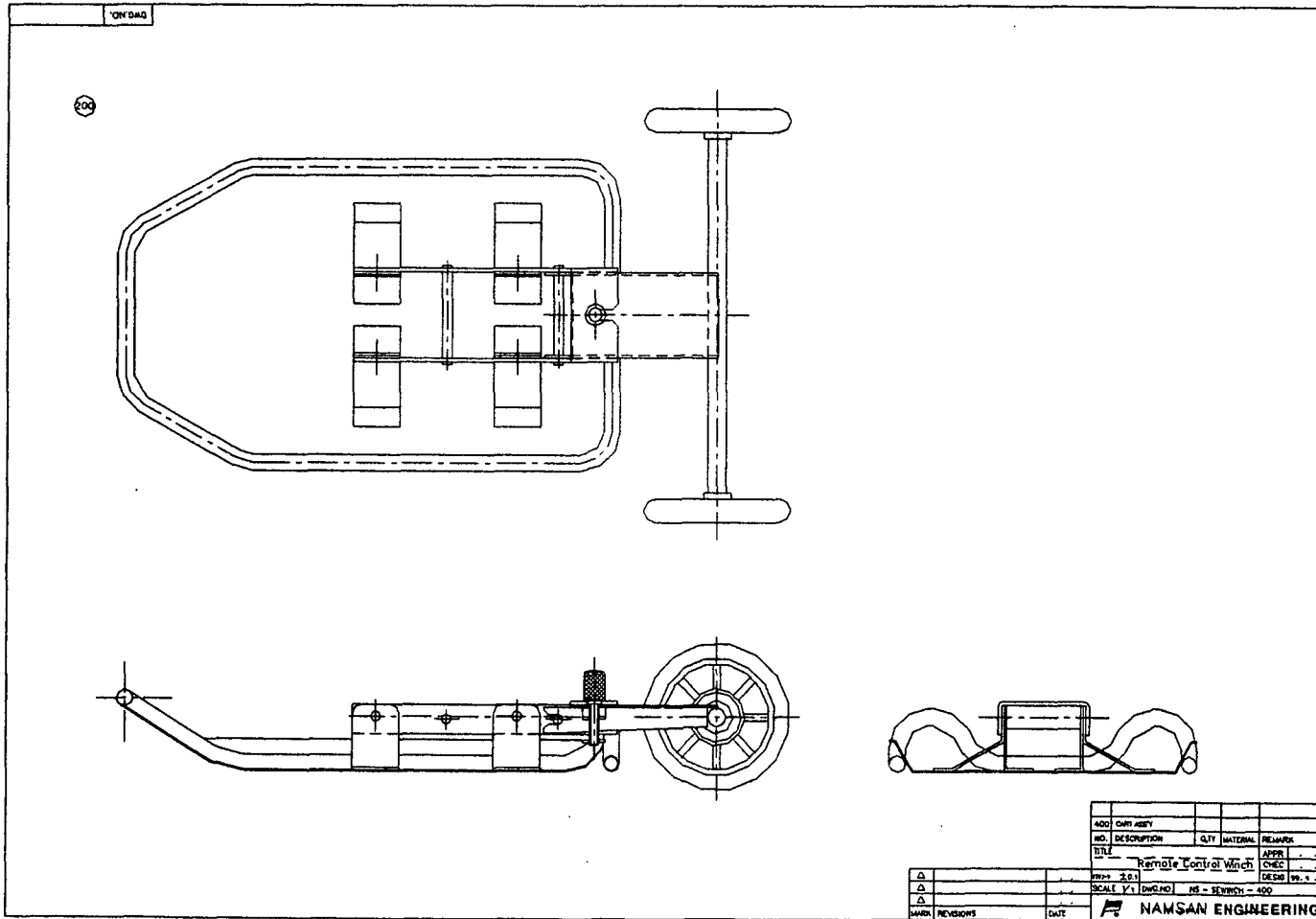
SECTION A - A'

SECTION B - B'

NO	FRAME(CASE)	1	ACMC	REWER
NO	DESCRIPTION	0.77	WATERM	REWER
TITLE				
Remote Control Winch				
APPR				
CHKD				
DESIG (Rev. 4.1)				
Δ	REVISED			
Δ				
Δ				
SCALE	1/2	DWG NO.	RS - SWINCH - 301	
HANSAN ENGINEERING				

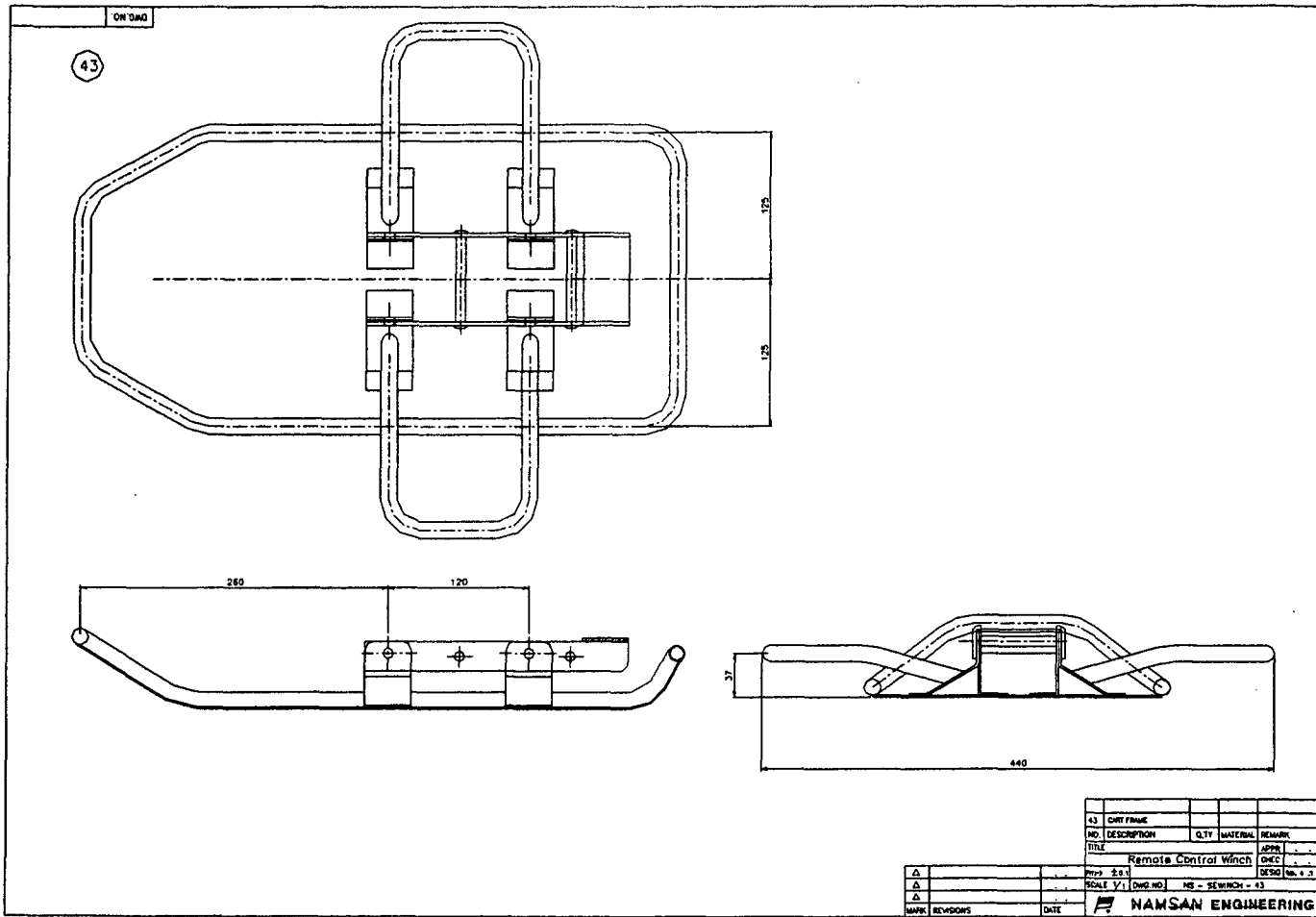
도면 2-13 동력 인출부 설계도



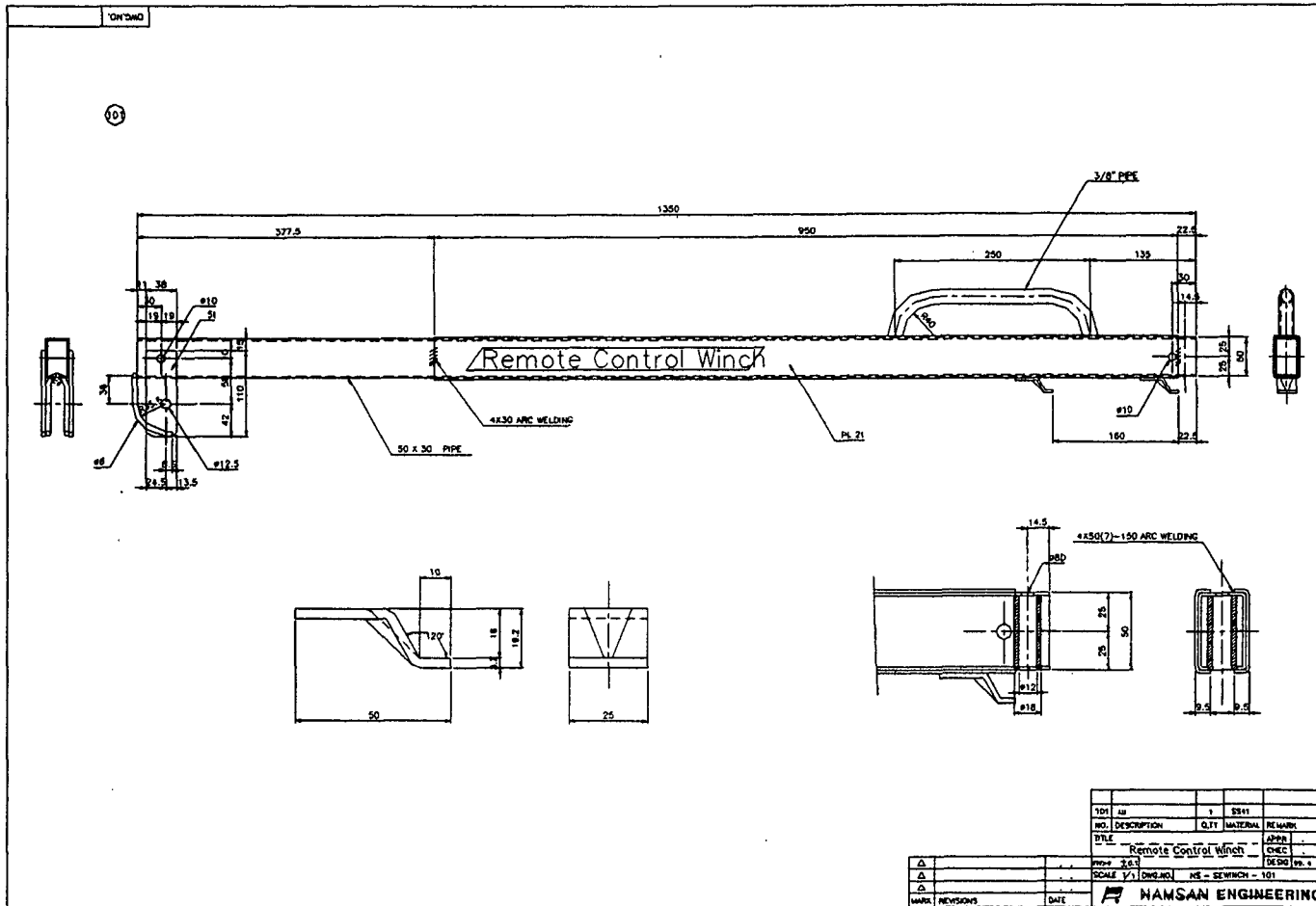


NO.	DESCRIPTION	QTY	MATERIAL	REMARKS
1	Remote Control Winch			
FROM 20.1 SCALE 1/1 (DRAWING) IS - SEWING - 400 DEDD No. 1.1				
DATE	REVIEWS	DATE	<b>NAMSAN ENGINEERING</b>	

도면 2-14 원차 카트 구조도



도면 2-15 원치 카트 프레임 설계도



도면 2-16 Long 가이드 설계도