

최 종
인구보고서

Round Belt Conveyor 방식의 콩 색채선별기 개발

Development of the round belt
conveyor type soybean color sorter

(주)라이스산업

농림수산식품자료실



0016163

농림수산식품부

제 출 문

농림수산식품부장관 귀하

본 보고서를 “Round Belt Conveyor 방식의 콩 색채선별기 개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2008년 4월 24일

주관연구기관명: (주)라이스산업

총괄연구책임자: 정 시 호

연 구 원: 김 길 현

연 구 원: 이 현 택

연 구 원: 김 형 진

협동연구기관명: 경북대학교

협동연구책임자: 김 태 욱

요 약 문

I. 제 목

Round Belt Conveyor 방식의 콩 색채선별기 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

현재 국내·외에 적용하는 콩선별 방법으로 콩 전용 색채선별기는 국내외적으로 공급이 거의 없으며, 일부 보급된 선별기는 미국색채선별기를 일부 개량한 형태로 선별 성능 및 처리능력에서도 현실적으로 부적합하며, 국내 콩 선별 형태는 풍구를 사용한 바람의 세기를 이용하여 콩깍지, 미숙두 등을 제거한 후 정선된 콩을 라인컨베이어(line conveyor) 표면에 이송시키면 양쪽에 수명의 작업자가 콩을 수동선별하는 인력에 의한 육안선별방식이 사용된다. 이는 작업자의 숙련도, 피로도, 집중도 등에 따라서 선별능력 및 선별정도에 많은 차이가 발생하며, 선별시 인력의 과다 투입으로 콩의 생산단가를 상승시키는 요인이 되고 있는 것으로 나타났다.

본 연구는 수확 후 탈립된 콩으로부터 콩깍지, 돌 등과 같은 이물질을 제거하고, 이를 품위별로 2~5등급을 대량으로 분류할 수 있는 대두류 색채선별기를 개발하고자 한다. 본 시스템은 국내에서는 개발되지 않은 두류용 색채선별기를 수평컨베이어 이송방식(conveyor feeding system)을 적용하여 이송 및 선별 시 곡물의 파손이 없도록 개발하고자 하였다.

III. 연구개발의 내용 및 범위

기존의 곡류(쌀) 색채선별기를 분석하고, 국산 및 주요수입국별 콩(곡물)의 형상분석을 분석하여 콩의 색상 분해를 위한 색도계(colorimeter)시스템 설계한 후 콩에 적합한 색채선별기의 알고리즘을 개발하여 두류 전품종의 적용이 가능한 Round Belt

Conveyor방식의 색채선별기를 개발하고자 하며 개발내용은 다음과 같다.

- 4축 센서 감지부 설계 및 제작
- 색채선별기 투입부, 이송부, 감지부, 선별부 및 배출부의 설계 및 제작
- 곡물투입에 의한 Feeding, Sensing, Rejecting을 시험하여 Round Belt Conveyor 방식의 색채선별기 시작기 제작
- 최종적으로 색채선별기 시작품의 성능 및 처리능력 등 평가

VI. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구결과

4방향 센서 및 Conveyor Feed Sensing 방식을 적용함으로써 선별 시 콩(곡물)의 균열(break) 이나 응력(stress)을 최소화 할 수 있는 색채선별기를 개발하기 위하여 아래와 같이 연구를 하였다.

기존의 곡류(쌀) 색채선별기를 분석하여 콩에 적합한 색채선별기의 알고리즘을 개발하고, 국산 및 주요수입국별 콩(곡물)의 형상을 분석하고 콩의 색상 분해를 위한 색도계(colorimeter) 시스템을 설계하고, Round Belt Conveyor방식의 선별기 이송조건을 설정하여 이송부를 설계하고, 4축 센서 감지부를 설계 및 제작하고, 색채선별기 투입부, 이송부, 감지부, 선별부 및 배출부의 설계 및 제작을 하고, 곡물 투입에 의한 Feeding, Sensing, Rejecting의 시험을 하고, Round Belt Conveyor 방식의 색채선별기 시작기를 제작하고, 최종적으로 색채선별기 시작품의 성능 및 처리능력 등 평가를 하였다. 따라서 본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 주요 콩의 색상에 대한 센서출력파형을 각각 비교하였으며, 배경판을 Dark Gray Color로 했을 때, 황태의 경우 양품 $-4V \sim -12V$, 불량품 $+3V \sim +12V$ 범위값, 흑태(서리태)의 경우 양품 $-3V \sim -10V$, 불량품 $+2V \sim +8V$ 범위값, 적두(팥)의 경우 양품 $-2V \sim -3V$, 불량품 $+1V \sim +3V$ 범위값으로 뚜렷하게 센서출력파형이 형성되었다.

2. 개발된 콩 색채선별기는 원료 콩을 투입하는 투입부, 원료 콩을 정량으로 컨베이어에 이송하는 곡물이송기, 원료 콩을 감지부로 유도하는 수평 컨베이어, 곡물을 인식하는 촬상부, 선별된 콩의 정품을 배출하는 1차 정품배출구, 2차 정품배출구, 불량품을 배출하는 1차 불량품배출구, 2차 불량품배출구, 전자밸브를 작동시키는 공압시스템 및 색채선별기 제어하는 제어기로 구성하였다.

3. 라운드벨트 컨베이어 시스템의 이송 컨베이어의 선속도는 흑태 및 서리태의 경우 300 mm/sec, 황태의 경우 315 mm/sec, 약콩은 선속도가 325 mm/sec으로 나타났다.

4. 콩 색채선별기의 촬상부는 4면을 비대칭적으로 광학렌즈 및 형광램프를 배치함으로써 양면방식에서는 감지가 불가능하였던 곡물에 대해서도 완전하게 선별이 가능하도록 개발하였다.

5. 라운드 벨트 컨베이어의 문제점을 보완하기 위하여 평면벨트 표면에 마름모형상 띠벨트가 접촉된 등변사다리형 벨트로 제작하여 안정적인 공급율, 내구성 향상, 곡물의 끼임 현상 해소, 교환 편리성 등 만족스런 결과를 얻었다.

6. 시작기의 작업능률은 투입되는 원료의 불량 혼입율, 원료의 종류에 따라 다소 차이가 있을 수 있으나, 평균적으로 2,144 kg/h 으로 나타났다.

7. 시작기의 선별율은 다음과 같이 나타났다. 백태의 경우 원료 중 불량혼입율이 증가함에 따라 선별율이 낮아지는 경향이 있는 것으로 나타났으며, 평균선별율은 98.06 %로 나타났다. 흑태의 경우는 백태의 경우보다 다소 선별율이 낮은 97.38 %로 나타났다.

8. 시작기의 고정비는 20,103 천원으로 나타났으며, 경영규모별 톤당 선별비용은 1톤 경영규모시 20,106 천원/톤, 10톤 경영규모시 2,013 천원/톤, 100톤 경영규모시 204 천원/톤 1,000톤 경영규모시 23 천원/톤으로 나타나 경영규모가 증가할수록 선별비용은 절감되는 것으로 나타났다.

9. 손익분기점은 인력선별 대비 경영규모는 시작기의 경우 55톤 전후로, 수입기종의 경우는 130톤 전후로 나타났으며, 55톤 이상의 경영규모이면 관행의 인력선별보다 시작기가 더 유리한 것으로 판단되었다.

10. 경영규모 500톤에서 수입기종 대비 시작기의 절감효과는 28,994 천원, 인력선별 대비 시작기의 절감효과는 180,042 천원이 절감되는 것으로 나타났다.

전체적인 결론으로 본 연구에서 개발된 Round Belt Conveyor 방식의 콩 색채선별기는 우리나라의 콩 선별공장에 적용 가능한 것으로 판단되며, 개발된 콩 색채선별기의 이용시 선별비용의 절감효과는 매우 클 것으로 기대된다.

2. 활용에 대한 건의

Round Belt Conveyor에 의한 Feeding 방식을 적용하여 성능이 우수한 독창적인 색채선별시스템 기술 개발하여 정밀한 색채선별이 가능하게 되었다. 본 연구에서 개발된 색채선별시스템 국내에 정착 활용되면 수입 콩에 비해 상대적으로 우수한 품질의 원료를 공급할 수 있어, 수입에 의존했던 두류의 자급율을 향상하여 국내 농산업의 활성화를 기대할 수 있다. 쌀 개방에 대응하는 콩을 대체작물로 육성하여 농가의 새로운 소득기반을 구축할 수 있는 기반조성이 가능하며, 이로 인하여 콩 제품의 농산물 상품성 향상으로 대외 경쟁력을 재고할 수 있고, 두류가공식품의 수출을 기대할 수 있다.

4축 센서를 이용한 색채선별기로 기술 개발로 콩 선별뿐만 아니라 센싱모듈(Module)을 이용하여 최근 농산물 검사 분야에 관심사로 대두되고 있는 비파괴검사 방식을 도입한 콩 색채선별기를 응용하여, 과일(사과, 배, 참외, 복숭아 등) 및 농업 관련 부문에 적용함으로써, 농산물과 관련한 여러 부문으로의 전파효과를 기대할 수 있다. 또한, 국내 곡물 가공 관련산업에 보급함으로써 낙후된 국내 농산물 가공관련 산업을 활성화시킬 수 있으며, 이와 더불어 한층 더 국내 농업 기술의 자동화를 촉진시켜 첨단 농업 기술의 선진화를 가져 올 것으로 기대된다.

따라서, 본 연구에서 개발된 기술을 보급하여 관련산업의 문제점을 해소하고 수익

성 있도록 신속한 보급이 필요할 것이다.

SUMMARY

I. Title

Development of the round belt conveyor type soybean color sorter

II. Objectives and Necessity

We observed the soybean sorting form of Korea. When transferring the soybean on the line conveyor surface, many workers sort the beans by hand.

A difference in sorting ability and sorting rate is caused due to differing worker's skill, fatigue level and concentration. This also increases the production cost of the soybeans. The soybean color sorter was not developed in Korea.

In order to solve these problems, the round belt conveyor type color sorter was developed. This belt type will also prevent damage during soybean transfer and sorting.

III. Methods of study

The research has been performed over a 2 years span and executed through the following steps ;

1. The 4 axis sensor perception device was designed and developed.
2. The color sorter which has a transferring department, perception department, sorting department and discharging department was designed and developed.
3. The prototype soybean color sorter was designed and developed.
4. The prototype soybean color sorter was tested and modified in order to run

in Korean soybean processing factories without any problem in the future.

5. Also an analysis of economic feasibility has been done by comparing the developed soybean color sorter with hand sorting.

IV. Results and conclusion of the research

The results of the research were summarized as follows ;

1. It compared the sensor output wave against the hue of each soybean.
 - The gray reflection panel performed best.
 - In case of the yellow soybean, the superior good was seen from a -4V to -12V scope and the inferior good was seen from a +3V to +12V scope.
 - In case of the black soybean, the superior good was seen from a -3V to -10V scope and the inferior good was seen from a +2V to +8V scope.
 - In case of the red soybean, the superior good was seen from a -2V to -3V scope and the inferior good was seen from a +1V to +3V scope.

2. The soybean color sorter is composed of a committed system, a grain transfer system, a horizontal conveyor system, a recognition system, a 1st superior good discharging system, a 2nd superior good discharging system, a 1st inferior good discharging system, a 2nd inferior good discharging system, a pressure system and a control device.

3. The speed of the conveyor belt was 300 mm/sec when scanning the black soybean and 300 mm/sec when scanning the yellow soybean.

4. The recognition system of optical lens and the fluorescent lamp of the soybean color sorter are arranged in 4 directions. Consequently, the grain which was once impossible to sort was sorted.

5. The average operating efficiency(sorting ability) was 2,144 kg/h.

6. The average sorting rate was 98.06 % with the yellow soybeans and 97.38 % with the black soybeans.

7. The costs of the prototype color sorter were analyzed by comparing them with the traditional system. According to the results, operating costs of the developed prototype color sorter decreased rapidly with an increase of the processing rate. The cost when it processing 1 ton of beans a year is estimated at 20,106,000 won/ton and 204,000 won/ton when it processing 100 tons a year respectively.

8. The prototype color sorter becomes more profitable than processing by hand when processing more than 55 tons.

9. Therefore, the cost of producing 500 tons of soybeans a year is reduced by 180,042,000 won when switching to the prototype color sorter from hand sorting.

In conclusion, the round belt conveyor type soybean color sorter will serve as a very useful machine. Also, the expected cost reduction will be exceptionally large for soybean processing factories.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction	5
Section 1. Necessity and Objectives	5
1. Necessity	5
2. Objectives	9
Section 2. Objectives and Contents	9
1. Objectives	9
2. Contents	20
3. Appraisal	22
4. Methods	23
Chapter 2. Present conditions and points	24
Section 1. World level	24
Section 2. Domestic level	24
Section 3. Present conditions and points	25
Chapter 3. Results of the research	28
Section 1. Determining of factors	28
1. Determining of size	28
2. Determining of color	28
3. Analysis of the scope of color output	28
Section 2. Design and manufacturing of the soybean color sorter	34
1. Design and manufacturing of the input system	34
2. Design and manufacturing of the grain feeder	34
3. Design and manufacturing of the round belt conveyor	36
4. Design and manufacturing of the optical room	37
5. Design and manufacturing of the output system	38
6. Design and manufacturing of the pressure system	38
7. Design and manufacturing of the control system	38

8. Design and manufacturing of the soybean color sorter	6
Section 3. Long term application test at the field	7
1. Summary of the soybean sorting test	7
2. Investigation of issues and re-engineering	7
Section 4. Performance test	7
1. Work efficiency	8
2. Sorting rate	8
Section 5. Feasibility analysis	8
1. Introduction	8
2. Methods	8
3. Result and Discussion	9
4. Summary and Conclusion	93
 Chapter 4. Achievement and Contribution	 9
Section 1. Achievement	9
Section 2. Contribution	9
 Chapter 5. Plan of application use	 9
Section 1. Outcome of research	9
Section 2. Plan of application use	10
 Chapter 6. Overall Conclusion	 101
 Chapter 7. References	 101

목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요	15
제 1 절 연구개발의 목적 및 필요성	15
1. 연구의 배경	15
2. 연구의 목적	19
제 2 절 연구개발 목표와 내용	19
1. 연구개발의 목표와 내용	19
2. 연차별 목표와 내용	20
3. 평가의 착안점	22
4. 연구방법	23
제 2 장 국내·외 기술개발 현황	24
제 1 절 세계적 수준	24
제 2 절 국내수준	24
제 3 절 국내·외의 연구현황	25
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과	26
제 1 절 콩 색채선별기의 설계 요인시험	26
1. 콩의 형상특성 조사	26
2. 콩의 색상특성 조사	28
3. 콩의 형상 및 색상 분석	32
제 2 절 콩 색채선별기의 설계 및 제작	41
1. 색채선별기 투입부	42
2. 곡물 이송기(grain feeder)	44
3. 라운드벨트 컨베이어 시스템 (round belt conveyor system)	44
4. 색채선별기 촬상부(optical room)	51
5. 색채선별기 배출부	55
6. 공압 시스템	58

7. 색채선별기 제어기	62
8. 콩 색채선별기의 완성	68
제 3 절 콩 색채선별기의 현장적응시험	73
1. 콩 선별 생산작업 요약	74
2. 문제점 분석 및 최종보완	75
제 4 절 콩 색채선별기의 성능시험	82
1. 작업능률	82
2. 선별율	88
제 5 절 콩 색채선별기의 경제성 분석	87
1. 서론	87
2. 연구의 방법	87
3. 결과 및 고찰	90
4. 요약 및 결론	98
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	95
제 1 절 목표달성도	95
제 2 절 관련분야의 기여도	96
1. 기술적 측면	96
2. 경제적·산업적 측면	97
제 5 장 연구개발결과의 활용계획	99
제 1 절 연구성과	99
제 2 절 활용계획	100
제 6 장 종합결론	101
제 7 장 참고문헌	104

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구개발의 목적 및 필요성

1. 연구의 배경

우리나라에서 콩은 삼국시대부터 재배되었다는 기록이 있을 만큼 식생활에서 사용되는 곡식의 일종으로 오곡에 들어있다. 또한 콩은 주식용이 아니라 부식용으로 많이 쓰이고 있으며, 그 조직이 단단하여 여러 가지 가공법으로 소화율을 높이고 있는데, 조직을 연하게 한 것으로는 두부나 두유 등을 들 수 있고 대두 단백질을 분해한 발효 식품인 간장, 된장 등이 있다. 콩은 가공하여 두부, 된장, 간장, 콩가루, 과자, 콩기름 등을 만든다. 콩기름은 다시 가공하여 인조버터의 제조 원료와 각종 공업원료로 쓰며, 콩깻묵은 가축용 사료 혹은 비료로 사용하기도 한다.

가. 콩 재배 및 생산현황

우리나라의 콩 재배면적은 1965년 308천ha에서 2005년 105천ha로 줄어들었다 (표 1). 즉 연평균 감소율은 2.07%로서 같은 기간 발면적 감소율 0.69%보다 훨씬 컸는데, 특히 1973년의 312천ha를 정점으로 재배면적이 크게 줄어들었으며 1990년 이후 평균 감소율 4.43%로서 감소폭이 더욱 크게 나타났다. 1985~1990년의 기간 중에는 재배면적 감소율이 둔화되었는데, 이는 1983~1989년까지 시행된 정부의 콩증산지원산업의 효과로 보인다.

콩의 10a당 수량은 1965년 57kg에서 점차 증가하여 1992년에 168kg으로 최고를 기록하였고 2005년에는 174kg으로 1965년에 비하여 3배 증가하였다. 1980년대 중반에 콩 수량이 크게 증가한 것은 이 기간 동안에 ‘콩증산지원사업’ 실시에 따라 우량종자를 집중적으로 공급하는 한편 콩 전용복합비료와 같은 생산자재 등 정부의 적극적인 지원정책 때문인 것으로 보인다.

1980년대 후반까지만 해도 재배면적은 감소했으나 수량의 증가추세에 힘입어 23만 톤 정도의 수준을 유지해 왔는데 1990년 이후에는 재배면적이 크게 감소하였을 뿐만

아니라 수량도 정체 또는 감소하여 생산량도 같은 기간 동안 연평균 4.49%의 감소율을 나타내고 있다.

그러나 최근 식생활 개선, 소비의 증가 등으로 인하여 재배면적과 생산량이 다시 증가하는 추세에 있다.

표 1 콩 재배면적과 생산량의 변화

연 도	밭면적 (천ha)	콩 재배면적 (천ha)	10a당 수량 (kg)	생 산 량 (천톤)
1965	970	308	57	174
1970	1,025	295	79	232
1975	963	274	113	311
1980	889	188	115	216
1985	819	156	150	234
1990	812	152	153	233
1995	779	122	127	154
2000	740	86	131	113
2005	730	105	174	183

총 농가중 콩 재배농가의 비율은 1970년 72%(1,778천호)에서 2000년 46%(630천호)로 감소하였고, 콩재배 규모도 극히 영세한 실정이다. 또한 콩 재배의 수익성이 열악하여 자급용의 소규모 생산 형태로 마늘, 양파, 보리 등의 후작으로 재배되거나 산간지, 경사지 등에서 자가 식량용으로 재배되고 있다.

공업화 우선 정책으로 값싼 외국농산물이 수입되면서 전체 곡물자급도는 1965년도의 93.9%에서 계속 떨어지고 있는데 특히 콩은 1960년대까지는 자급을 유지하였으나 그 이후 빠른 속도로 감소하여 2000년에는 6.9%까지 하락하였다가 2001년에는 7.7%로 증가하였는데 이는 생산의 증가 때문이 아니고 가공용 또는 사료용으로 콩을 대체하여 콩깻묵의 수입이 증가하고 있기 때문이다. 이와 같은 콩 수요의 급격한 증가는 소득수준의 향상과 더불어 가축의 사료용과 가공용 수요가 크게 증가하여 나타난 결과이다.

또한 사료용을 제외한 식용콩의 자급도는 1965년의 108.7%에서 2001년에는 28.1%로 감소하여 식용콩도 70% 이상을 외국산에 의존하고 있는 실정이다.

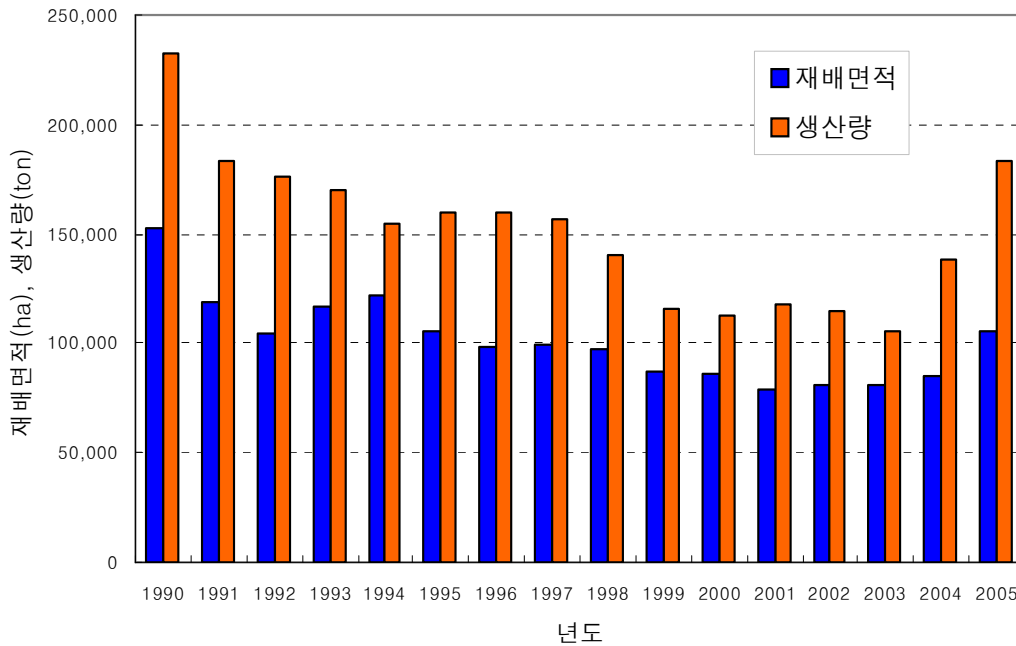


그림 1 콩 재배면적 및 생산량

나. 콩 소비 및 수입현황

우리나라에서 1965년 이후 콩 소비추세는 많은 변화를 보이고 있다(표 2). 1965년도만 하더라도 174천톤의 콩이 생산되어 100% 자급하였으나 2005년도에는 183천톤이 생산된 반면 소비가 급증하여 자급률은 13.7%로 떨어졌다. 용도별 소비량도 큰 변화를 보이고 있다. 전체 콩 소비량 중 사료용의 비율이 크게 증가하였는데, 1965년도에는 8%인 13천톤이었으나 2005년도에는 전체 콩 소비량의 73%인 990천톤이 사료용으로 소비되었다. 한편 2005년도에 식량, 기타 용도로 소비된 402천톤 중에는 외국에서 수입된 콩 297천톤이 포함되어 있다. 농수산물유통공사에서 수입한 콩의 용도별 소비를 보면 두부용이 가장 많았고 그 외 장류용(된장, 간장), 두유용, 나물용 등의 가공용이 대부분을 차지하고 있다. 그리고 민간수입업자가 수입한 물량의 90% 정도는 나물용으로 추정된다.

우리나라에서 생산되는 국산 콩은 11~12만톤 정도인데, 정확한 통계자료는 없으나 장류용으로 7~8만 톤, 나물용으로 대략 1~2만톤이 소비되고 있으며, 그 나머지는 두부용, 떡소용, 자반용, 밥밀용 및 종자용 등으로 사용되고 있다.

표 2 연간 콩 소비 및 수입량

연 도	생산량 (천톤)	수입량 (천톤)	자급률 (%)	총소비량 (천톤)	사료용 (천톤)	식량·기타 (천톤)
1965	174	-	100.0	163	13	150
1975	319	61	85.0	372	46	326
1980	216	417	35.1	733	333	400
1985	234	885	22.5	1,130	725	405
1990	233	1,092	20.1	1,254	866	388
1995	154	1,435	9.9	1,558	1,142	416
2000	116	1,586	6.4	1,694	1,282	412
2005	183	1,330	13.7	1,513	990	523

다. 콩 선별의 문제점

이와 같이 다양하게 사용되는 콩의 작부체계는 파종, 제초, 방제, 수확 후 탈립하여 저장한다. 콩은 직경이 큰 것, 작은 것, 형태가 원형에 가까운 것, 타원에 가까운 것 등 그 종류별로 용도가 다르지만 품위별로 용도 또한 다양하게 결정된다. 그러므로 콩으로부터 이물질 혹은 미숙립을 제거하고, 이를 등급별로 분류함은 콩의 품질을 향상시키고 그 사용에 적합하도록 선택할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 콩은 종류별로 모양이 다양하여 이를 선별하는 과정은 관행의 방법처럼 단순히 풍구 등과 같은 풍력을 이용하거나, 스크린 망을 이용하여 선별하는 것은 선별된 콩의 품질이 떨어질 뿐 아니라 대량의 콩을 선별하기가 불가능하다.

최근 FTA(자유무역협정)와 관련하여 외국 농산물 수입이 개방되면 콩 재배 농가의 경쟁력은 갈수록 악화될 것으로 판단된다. 농가의 경쟁력 강화는 수입제품에 비해 상대적으로 높은 품질의 제품을 생산하여 경쟁력 있는 상품을 만들어야 한다.

현재 우리나라의 콩 생산체계는 기반시설의 미비로 품질의 안정성이 낮고 생산비가 수입 상대국 보다 5~10배 높아 가격 경쟁력이 매우 취약한 실정이며, 이로 인한 콩 재배 농가의 어려움이 크다. 따라서 고품질의 콩을 생산하여 수입 콩과의 차별성을 유지하지 못할 경우 국내 농가의 피해는 상당히 클 것으로 사료된다.

현재 국내외에 적용하는 콩선별 방법으로 콩 전용 색채선별기는 국내외적으로 공급

이 거의 없으며, 일부 보급된 선별기는 미곡색채선별기를 일부 개량한 형태로 선별성능 및 처리능력에서도 현실적으로 부적합하며, 국내 콩 선별 형태는 풍구를 사용한 바람의 세기를 이용하여 콩깍지, 미숙두 등을 제거한 후 정선된 콩을 라인컨베이어(Line Conveyor) 표면에 이송시키면 양쪽에 수명의 작업자가 콩을 수동선별하는 인력에 의한 육안선별방식이 사용된다. 이는 작업자의 숙련도, 피로도, 집중도 등에 따라서 선별능력 및 선별정도에 많은 차이가 발생하며, 선별시 인력의 과다 투입으로 콩의 생산단가를 상승시키는 요인이 되고 있는 것으로 나타났다.

2. 연구의 목적

따라서 본 연구는 수확 후 탈립된 콩으로부터 콩깍지, 돌 등과 같은 이물질을 제거하고, 이를 품위별로 2~5등급을 대량으로 분류할 수 있는 대두류 색채선별기를 개발하고자 한다. 본 시스템은 국내에서는 개발되지 않은 두류용 색채선별기를 수평컨베이어 이송방식(Conveyor Feeding System)을 적용하여 이송 및 선별 시 곡물의 파손이 없도록 개발하고자 한다. 본 연구에서 개발된 시스템이 상용화 되면 연간 1,000억 원 이상의 경제적 파급 효과와 수출전략 사업으로 성장은 물론 수입대체 효과가 있을 것으로 기대한다.

제 2 절 연구개발 목표와 내용

1. 연구개발의 목표와 내용

본 연구는 수확되어 탈립된 콩으로부터 피해립, 콩깍지, 돌 등과 같은 이물질을 효과적으로 제거한 후 최종적으로 콩을 양품 및 불량품으로 선별하는 색채선별기를 개발하고자 한다. 개발하고자 하는 색채선별기는 4방향 센서 및 Conveyor Feed Sensing 방식을 적용함으로써 선별 시 콩(곡물)의 균열(Break) 이나 응력(Stress)을 최소화 할 수 있는 색채선별기를 이용하여 개발하였다.

2. 연차별 목표와 내용

구분	연구개발의 목표	연구개발의 내용	연구범위
1차 년도 (2006)	Round Belt Conveyor Feeding 방식의 색채선별기의 이송부, 감지부, 에어분사 및 제 어기 설계 및 시험	국산 및 주요수입국 별 콩(곡물)의 형상 분석	-각 종류별 콩 원료 분석
		콩의 색상 분해를 위 한 색도계 (colorimeter) 시스템 설계	-각종 콩(황태, 흑태, 적두 등)이 지니고 있는 고유 색상에 대한 Data 분석후 Data Base화 -각종 콩의 형상에 따른 크기(타원의 긴 부분)별 Data분석
		컨베이어 이송시스템 (Conveyor Feeding System)에 의한 이 송 조건 설정	-각종 콩(곡물)의 불규칙적인 타원형의 Round Belt 이송 방식 -Round Belt 와 콩의 상관관계에 따른 Dimension 선정 -중동축과 피동축 간의 부하량 산출 후 Induction Motor 선정
		색채선별시스템의 기 구(Mechanism)의 선 별조건 최적화 설계	-구름이송과 자유낙하이송 방식간의 Sensing Point 에 대한 정확성 검토 -자유낙하이송방식으로부터 콩(곡물)의 파손(Damage) 방지를 위한 안정성 확 립 -선별율을 높이기 위한 촬상부(Optical Room) 의 최적화 연구
		고주파를 이용한 전자식안정기 (Electricity Ballast) 의 최적화 광도 측정	-Sensor 신호에 반하는 잡음(Noise) 방 지 대책기술 확립 -형광등(Fluorescent Lamp) 조도 및 광 도 특성에 대한 색수차의 변화 추이 Data 확립
		Main Board(D.S.P : 신호처리부) 및 전자 회로부 설계	-곡물이송을 위한 Feeding 및 정렬시키 는 Board 제작기술 확립 -Sensor 신호처리 및 인식 신호증폭부 의 Board 제작 기술 확립 -인선된 신호의 크기 구동화 기술 확보 -신호처리부에서 판단된 신호에 의해서 Actuator(Ejector)를 동작시키는 구동회 로 기술 확보 -Controller 에 의해서 각 신호를 순차 적으로 동작해 주는 Relay Board 제작 기술 확립

구분	연구개발의 목표	연구개발의 내용	연구범위
2차 년도 (2007)	Round Belt Conveyor Feeding 방식의 색채선별기 설계 및 시작품 제작	색채선별시스템의 기 구부(Mechanism)의 설계 및 제작	-선별 대상 곡물의 파손방지를 위한 투입구 제작 -형상이 불규칙한 원료를 원활하게 이송하기 위한 컨베이어 시스템 설계 및 제작 -색채 선별을 하기 위한 4축 촬상부(Optical Room) 설계 및 제작 -선별된(양, 불량품) 곡물의 혼입방지를 위한 배출 슈트 제작
		색채선별시스템의 전기부(Electricity)의 설계 및 제작	-안정적인 전원공급을 위한 power supply 설계 및 제작 -제어기 입출력장치 설계 및 제작
		색채선별시스템의 전 자부(Electronic) 설계 및 제작	-원료 곡물의 종류 및 선별조건을 설정하기 위한 Feeder의 제어회로 설계 및 제작 -원료의 색상을 판단하는 감지부와 표준색상과 비교하는 비교부의 회로 설계 및 제작 -불량 원료를 제거하도록 제어하는 회로설계(PLD B/D) 및 제작 -PLD B/D에서 받은 신호에 따라 Ejector의 구동기를 구동시키는 Ejector 회로설계 및 제작
		색채선별시스템의 에어공급부(Air Unit) 의 설계 및 제작	-Actuator를 동작시키기 위한 에어탱크 및 유니트 설계 및 제작
		곡물 투입에 의한 Feeding, Sensing, Rejecting의 시험	-곡물 투입 호퍼 와 Vibrator의 동작상태 확인 -Feeding Conveyor 와 광학실(Optical Room)까지의 이송상태 확인 -광학실을 통과한 후 Actuator 의 정확한 동작상태 확인
		시작품의 성능, 처리 능력 등 평가	-시작품을 제작하여 각 기능별 처리능력 시험
		현장 적용을 통한 기 술 실용화 및 대량생 산기술	-시작품의 처리능력을 기준으로 실용화 개발

3. 평가의 착안점

구분	세부연구개발 목표	가중치	평가의 착안점 및 기준
1차 년도 (2006)	콩(곡물)의 형상분석	15 %	곡물형상이 체계적으로 데이터화 되었는가?
	콩의 색상 분해를 위한 색도계 (colorimeter)시스템 설계	15 %	콩의 종류별 색상이 체계적으로 데이터화 되었는가?
	색채선별시스템의 기구부 (Mechanism)의 설계	30 %	투입부, 이송부, 선별부 및 배출부가 합리적으로 설계되었는가?
	4축 센서 감지부 설계	20 %	감지센서가 색도계와 연계하여 논리적으로 잘 판단되도록 설계되었는가?
	제어기 Main Board(D.S.P : 신호처리부) 및 전자회로부 설계	20 %	색채선별기 제어기가 하드웨어적으로 잘 구성되고 프로그램 되었는가?
2차 년도 (2007)	선별기 제어알고리즘 설계 및 프로그램	20 %	선별기의 입력신호 및 출력신호가 시스템의 선별알고리즘과 연계하여 작동하는가?
	색채선별시스템의 기구부 (Mechanism)의 설계 및 제작	30 %	투입부, 이송부, 선별부 및 배출부가 합리적으로 설계되고 제작되 기능별로 작동하는가?
	4축 센서 감지부 제작	20 %	감지센서가 콩의 상태와 연계하여 양품, 불량품을 논리적으로 잘 판단하는가?
	Round Belt Conveyor 방식의 색채선별기 시작기 제작	30 %	색채선별기가 여러 종류의 콩을 조건에 맞도록 잘 선별하는가?
최종 평가	선별기의 처리능력	25 %	선별기의 단위시간당 처리용량이 적절한가?
	선별기의 양품, 불량품의 판단능력	35 %	선별기에서 선별된 콩의 불량률이 설정치 이하인가?
	콩 종류별 선별기의 적응능력	25 %	국내산 및 수입산 콩 전체를 선별할 수 있는가?
	개발된 선별기의 경제성	15 %	개발된 시작기가 콩재배단지에 보급되면 선별기 가격대비 콩선별작업의 경제성이 있는가?

4. 연구방법

4방향 센서 및 Conveyor Feed Sensing 방식을 적용함으로써 선별 시 콩(곡물)의 균열(Break) 이나 응력(Stress)을 최소화 할 수 있는 색채선별기를 개발하기 위하여 아래와 같이 연구를 실시하였다.

- 기존의 곡류(쌀) 색채선별기를 분석하여 콩에 적합한 색채선별기의 알고리즘을 개발하고,
- 국산 및 주요수입국별 콩(곡물)의 형상분석하고 콩의 색상 분해를 위한 색도계(colorimeter) 시스템을 설계하고,
- Round Belt Conveyor방식의 선별기 이송조건을 설정하여 이송부를 설계하고,
- 4축 센서 감지부를 설계 및 제작하고,
- 색채선별기 투입부, 이송부, 감지부, 선별부 및 배출부의 설계 및 제작을 하고,
- 곡물 투입에 의한 Feeding, Sensing, Rejecting의 시험을 하고,
- Round Belt Conveyor 방식의 색채선별기 시작기를 제작하고
- 최종적으로 색채선별기 시작품의 성능 및 처리능력 등 평가를 하였다.

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1 절 세계적 수준

개념정립 단계		기업화 단계	○	기술 안정화 단계	
---------	--	--------	---	-----------	--

제 2 절 국내수준

관행의 두류 선별작업은 수확 후 탈립된 콩을 스크린망을 이용하여 콩깍지, 돌 등과 같은 이물질을 제거한 후 컨베이어의 좌,우에 5~15명의 작업자가 배치되어 컨베이어 상부로 이송되는 콩을 육안으로 선별하거나, 또는 수명의 작업자가 각각의 작업용 테이블에 콩을 고르게 흩어지게 한 후 육안으로 선별하는 수동식 선별방식 등으로 선진국의 선진화된 시스템에 비해 가격 경쟁력이나 품질적인 측면에서도 많이 낙후되어 있었다.

콩과 관련된 가공식품의 수요가 증가하고 있어 품질이 균일한 우수한 콩(곡물) 생산이 필수적이다. 현재까지 콩 선별기의 보급체계가 미흡하여 콩 생산 후의 선별이 균일하지 못하여 국산 콩의 경쟁력이 약화되고 있다.

현재까지의 콩 가공기계는 쌀 가공기계에 사용되는 정선기, 석발기, 조각분리기, 연마기 등을 응용한 일부의 조건만을 변경해서 사용하고 있는 실정이다.

육안 선별은 인건비가 과다하게 투입되는 단점과 컨베이어벨트 위 또는 작업용 테이블 위를 이송하는 동안 육안으로 선별작업 하고 있기 때문에 컨베이어 벨트 표면으로 숨겨진것이나, 보이지 않는 반대 방향의 불량품에 대해서는 정확한 선별이 되지 않고 있다. 따라서 육안선별에 의존하지 않고 체계적이고 과학적인 자동화 개념을 도입한 색채선별시스템의 개발이 시급하다. 그러나 상기에서 언급했듯이 우리나라는 현재까지 콩선별과 관련된 색채선별시스템 개발 분야는 전무한 실정이다.

제 3 절 국내·외의 연구현황

연구수행 기관	연구개발의 내용	연구개발성과의 활용현황
영 국 (Sortex사)	Pipe 내에 콩(곡물)을 통과시키면서 구름 이송으로 정렬한 후 선별	선별 성능이 떨어진다.(국내 보급 실적이 없음)
일 본 (Anzai사)	Sortex사를 Modify해서 동일하게 pipe 내 를 구름이송시켜 선별하고 있고 Sortex사 와는 달리 곡종(황태, 흑태, 적두 등)에 따 라서 기계 내부의 filter와 prism, 형광등을 교체해서 사용하도록 제작	선별 성능이 떨어지며 국내 5대정도 보급
국 내 (D사)	Anzai사를 Modify하여 연구개발 하였으나 실용성 있는 제품개발에 실패함	개발성과가 없음

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 콩 색채선별기의 설계 요인시험

1. 콩의 형상특성 조사

종실이 꼬투리에 접해 있던 부분을 배꼽(臍, 目)이라고 하고, 배꼽의 양편에는 각각 주공과 합점이 있는데, 유근을 보호하고 있는 약간 볼록한 주머니 상단부위에 주공이 있고 배꼽의 반대편에 합점이 있다. 콩알은 자엽부의 무게가 85~93%, 떡잎을 둘러싸고 있는 껍질은 5~13%, 발아시 상·하배축이 되는 유근이 약 2% 내외이다. 종실의 거의 대부분을 차지하는 자엽은 콩이 발아해서 지상부에 출현하는 동안 영양분의 공급원이 되며 종피는 과중 후 땅속의 박테리아 등으로부터 보호하는 역할을 한다. 그래서 만약 발아하기 전에 종피가 손상되면 튼튼한 묘로 자랄 수가 없게 된다. 또한 유근은 배꼽의 끝부분에 약간 볼록한 형태로 있으며, 종피를 제거하게 되면 뚜렷이 볼 수 있다.

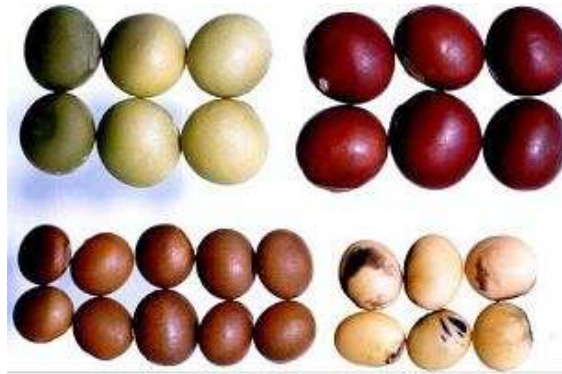


그림 2 품종에 따른 콩알크기 비교

콩알의 크기는 품종에 따라 차이가 크며, 편의상 100알의 무게를 기준으로 하여 극대립은 40g이상, 대립(大粒)은 25~40g, 중립(大粒)은 15~25g, 소립(小粒)은 10~15g, 10g 이하를 극소립(極小粒)이라고 한다. 메쉬를 기준으로 할 때는 6.8~7.0mm의 체위에

남아있는 것(25g이상)을 대립, 5.6≤6.7mm일 때 중립, 4.6≤5.6mm 범위는 소립, 그리고 4.6mm이하는 극소립으로 분류한다. 일반적으로 콩에는 중립~소립이 많고, 늦콩에는 대립종이 많다. 종실의 종피 및 배꼽의 색깔은 매우 다양한데, 종피의 색깔은 크기는 단일색(單色)과 줄무늬나 반점을 갖고 있는 얼룩색(混色)으로 구별할 수 있는데, 단일색은 황색 콩(黃·綠黃)이 가장 많으며 청태라고 하는 녹색콩, 밤콩이라고 부르는 갈색콩(붉은콩), 그리고 검정색콩 등이 있고, 얼룩콩에는 녹색 바탕에 검은빛의 둥근 무늬가 있는 우렁콩(concentric marking), 녹색 바탕에 검은빛의 점무늬가 있는 매눈이콩, 녹색·황색 또는 담갈색 바탕에 배꼽을 중심으로 하여 자줏빛 또는 검은빛의 무늬가 말안장모양을 이루고 있는 선비재비콩(鞍掛大豆; saddle pattern, eye brow), 종피의 표면에 흰빛의 그물모양으로 된 금(裂痕)이 있는 아주까리콩 등 여러 가지가 있다. 또한, 표 3과 같이 종실의 길이(長)·넓이(幅)·두께(厚)의 비율에 따라 종실의 모양(粒型)을 구형·편구형·타원형·편타원형·장타원형·장편타원형 등으로 구분한다.

표 3 콩 종실의 모양 (폭을 100으로 한 수치)

종실의 모양	길 이	두 겜
구 형	110 이하	80 이상
편 구 형	110 이하	79 이하
타 원 형	110~119	80 이상
편타원형	110~119	79 이하
장타원형	120 이상	80 이상
장편타원형	120 이상	79 이하

유색콩은 종피표면에 흰가루(白粉)가 많이 있는 것과 그렇지 않은 것이 있으며, 종피의 광택에도 현저한 차이가 있다. 외관상 품질을 결정하는 형질은 콩알의 크기, 모양, 껍질색(皮色), 색택, 배꼽색 등이나, 쓰이는 용도에 따라 차이가 있다. 유색콩으로 대립인 품종은 풋콩 및 밥밀콩용, 황색으로 중, 대립종은 장류 및 두부용등으로 주로 이용되고, 소립종은 나물콩용으로 주로 쓰인다.



그림 3 콩 종실의 품종간 종피색(황, 녹, 갈, 흑색) 비교

2. 콩의 색상특성 조사

1990년대에 들어서면서 콩의 육종목표는 용도의 다양화와 품질의 고급화로 뚜렷하게 전환되었는데 이전까지는 장류콩 중심으로 수량성의 향상에 주안점을 두고 육종사업을 수행하였으나 현재는 장류용, 나물용, 풋콩용, 밥밀용 및 떡소용 등으로 용도가 다양화되었으며, 수량성의 향상도 중요하지만 용도에 따른 가공적성 및 품질 고급화의 중요성이 크게 강조되었다.

예를 들면, 두부수율은 두유중에 고형물 추출도가 높은 것이 좋고 이 추출물과 콩 단백질간에는 정의 상관성이 있기 때문에 45% 이상의 고단백 함량을 지닌 콩 육성목표로 연구가 추진되고 있으며 두부의 두취를 없애기 위하여 비린내 없는 콩 육성연구도 실시하고 있다. 또한 밥밀용, 떡소 등의 유색콩의 수요가 증가되고 있어 무름성이 좋고 당함량이 높아 맛이 좋은 유색콩 개발에도 힘을 쏟고 있다. 조숙이며 외관상 양질의 특성을 지니고 식미가 좋은 풋콩 품종개발에도 노력하고 있으며 발아율 등 품질문제로 수입콩을 이용하기 어려운 나물용 콩의 연간 수요가 6~7만톤이나 되어 발아성, 식미, 수율 등 고품질의 나물용 콩 품종개발과 국내 자급이 우선 과제로 등장되고 있다.

가. 장류용 콩

장류는 콩의 발효식품으로서 우리나라에 있어서 가장 대표적인 콩 전통식품중의 하나이다. 장류용은 콩의 단백질함량이 높아야 하며 알이 굵고 제색이 황색인 것이 양질품종으로 취급되어 왔으며, 이에 따라 육종목표도 종피색과 제색이 황색이고 대립

표 4 육성품종의 용도별 분류

연대별	장류용	나물용	밭밀용	꽃콩용	계
60년대 이전	(장단백목),(함안),(충북백) (금강대립),(부석),(익산) (육우3호),(광두),(금강소립) (광고),(울산),(의두),(금두) (상두),(경두),(영양) (충북황1호),(단천),(적곡) (백밤콩),(장단백목29호) (천안2호),(충북황1호) (추전),(회목2호),(Shellby)	(Hill), (백좁콩)	-	-	28 (28)
70년대	(봉의),(은대두),(장립) (동북태),(백천),장엽콩	(단엽콩)	-	-	7(6)
80년대	황금콩,(장백콩),(남천콩) (덕유콩),(밀양콩),백운콩, 새알콩,보광콩,단경콩,무한콩 (장경콩),단원콩,장수콩	(방사콩),(팔달콩) 은하콩, 남해콩	-	-	17(7)
90년대 이후	만리콩,(신팔달콩),태광콩, 큰울콩,삼남콩,신팔달콩2호, 두유콩,소양콩,금 강콩, 단백콩,진품콩,알찬콩, 다장콩,진품콩2호,대원콩, 장미콩,소담콩,송학콩, 일미콩 ,새울콩,대황콩	부광콩,광안콩, 푸른콩, 한남콩, 명주나물콩 익산나물콩, 소백나물콩, 풍산나물콩, 다원콩,소명콩, 팔도콩,소원콩, 도레미콩	검정콩1호 검정콩2호 검정올콩 일품검정콩 선희콩 진울콩 흑청콩 갈미콩	화엄꽃콩 화성꽃콩 석량꽃콩	45(1)
계	66(37)	20(5)	8	3	97(42)

인 고단백 품종육성에 우선 순위를 두게 되었다. 그리하여 육성된 품종으로는 황금콩, 장엽콩, 태광콩, 대원콩, 대황콩등을 포함하여 27품종이나 된다. 일반적으로 황색이며 100립중이 15~25g내외인 것이 가장 많이 이용되고 있으나, 검정색 소립콩(속칭 쥐눈이콩)을 이용하는 경우도 있다.

표 5 장류용 품종의 주요특성

품 종 명	육성 년도	성숙기 (월.일)	경장 (cm)	100립중 (g)	종피색	제색
황 금 콩	1980	10. 5	55	25.0	황	황
태 광 콩	1981	9. 27	82	25.6	황	황
무 한 콩	1988	10. 6	129	21.0	황	담갈
신팔달콩2호	1992	10. 3	60	22.2	황	갈
진 품 콩	1994	10. 2	71	22.5	황	황
진품콩2호	1996	10. 2	68	22.0	황	황
대 원 콩	1997	10.10	78	25.0	황	황
대 황 콩	1999	10.12	54	31.8	황	황

나. 두부 및 두유용 콩

두부 및 두유 가공원료 콩으로는 단백질과 지방함량이 높은 것이 좋으며, 특히, 수용성 단백질 함량이 높을수록 두부수율이 높게 된다. 단백질함량과 두부수율로 볼 때 백운콩, 단백질콩, 장엽콩 등이 대체로 우수하며, 1993년도에 육성한 단백질콩은 단백질함량이 45%이상이나 100립중이 14g으로 소립인 것이 단점이다.

두유 제품이 소비자에게 거부감을 주는 가장 큰 이유는 콩의 비린맛 때문인데 이것은 lipoxygenase의 작용에 의하여 불포화지방산이 산화되면서 나타나는 것으로 알려져 있다. 두유제조 공정과정에서는 이러한 lipoxygenase를 불활성화 시키기 위해서 가열처리 등을 하게 되는데 이러한 처리는 콩 단백질의 변성을 가져오게 되어 단백질의 추출수율 감소 및 각종 영양소의 파괴가 일어난다. 따라서 콩 육종가들은 이러한 lipoxygenase를 제거하기 위해 노력한 결과 lipoxygenase 2, 3이 불활성화된 진품콩과 lipoxygenase 1, 2, 3이 모두 불활성화된 진품콩2호를 개발하여 보급하는 성과도 거두

었다.

다. 나물용 콩

나물용으로는 쓰이는 콩의 100립중이 8~12g 범위의 것이 가장 많이 이용되며, 종피색은 황색, 녹색, 검정색등 다양하나, 주로 황색종이 많이 이용되고 있다. 경상도 일원에서는 검정색 중립(20g 내외)인 것들이 많이 이용되고 있는데, 이유로는 검정콩들이 저장성이 좋고 콩나물로 재배할 경우 자엽색이 짙은 황색을 갖기 때문에 선호하는 것 같다.

표 6 나물용 품종의 주요특성

품 종 명	육성 년도	성숙기 (월.일)	경장 (cm)	100립중 (g)	종피색	제색
은 하 콩	1986	10. 9	63	12.3	황	담갈
푸 른 콩	1993	9. 28	101	13.5	녹	녹
한 남 콩	1994	9. 27	66	11.0	황	황
풍산나물콩	1996	10. 9	60	11.1	황	황
다 원 콩	1997	9. 28	50	9.4	흑	흑
소 명 콩	1998	10.10	47	8.3	흑	담갈
소 원 콩	1999	10. 3	74	9.3	흑	담갈

라. 밥밀용 콩

밥밀용은 100립중이 25~35g 범위인 유색콩(흑, 녹, 적색)이 가장 많이 이용되고 있으며, 특히 자엽색이 녹색인 것을 선호한다. 대표적인 품 종으로는 검정콩1호, 검정콩 2호, 일품검정콩, 선흑콩, 흑청콩, 갈미콩 등이 있다.

마. 풋콩용

풋콩용은 조숙 대립으로 당함량이 높고 단맛이 나며, 착협 밀도가 높고, 수확시기의 꼬투리 색깔이 선녹색을 가지는 것이 좋다. 또한 꼬투리의 털 색은 회색, 한 꼬투리에

3립을 갖고 향기와 조직감이 좋아야 한다. 풋콩용은 100립중이 30~40g 범위인 황색 또는 유색콩인 품종이 많이 이용된다.

표 7 밥밀용 품종의 주요특성

품 종 명	육성 년도	성숙기 (월.일)	경장 (cm)	100립중 (g)	종피색	제색
검정콩1호	1993	9.29	82	28.8	흑	흑
검정콩2호	1996	10.5	83	28.3	흑	흑
일품검정콩	1997	9.25	48	28.0	흑	흑
선 흑 콩	1998	10.5	62	34.2	흑	흑
진 울 콩	1999	9.30	66	28.3	갈	갈
흑 청 콩	1999	10.8	83	30.1	흑	흑
갈 미 콩	1999	10.11	63	27.2	갈	갈

표 8 풋콩용 품종의 주요특성

품 종 명	육성 년도	성숙기 (월.일)	경장 (cm)	100립중 (g)	종피색	제색
큰울콩	1991	8. 19	37	31.0	황	황
화성풋콩	1993	8. 17	47	29.7	황	황
화엄풋콩	1993	8. 18	37	30.7	황	황
석량풋콩	1994	8. 26	24	37.6	녹	녹
검정울콩	1996	8. 15	52	25.7	흑	흑

3. 콩의 형상 및 색상 분석

주요 콩의 색상에 대한 센서출력파형을 각각 비교하여 선별시 비교 데이터로 활용하였다.

그림 4에서 보는바와 같이 황태(백태)의 센서출력파형은 명암이 대체적으로 뚜렷하게 나타나는 것을 알 수 있다. 즉, 황태 원료곡 내에 혼입된 불량품과 양품의 센서출

력파형이 ①번과 ⑤번처럼 뚜렷하게 구분되기 때문에 선별하기에 매우 유리하다.

그러나 소비자의 요구에 따라서 ②,③번과 ④번 파형처럼 불량으로 선별할 수도 있고 양품으로 처리할 수도 있다.

이와 같이 양품과 불량품의 구분이 뚜렷하지 못하고 애매할 경우 색채설변기의 감도값(Gain Value)에 따라 설정된 기준값(선별하고자 하는 값)의 범위를 벗어나게 됨으로써 선별할 수가 있다.

예를 들면 감도값을 "+"값으로 조정할 경우 ②,③,④번이 선별되고 "-"값으로 조정할 경우는 선별되지 않는다.

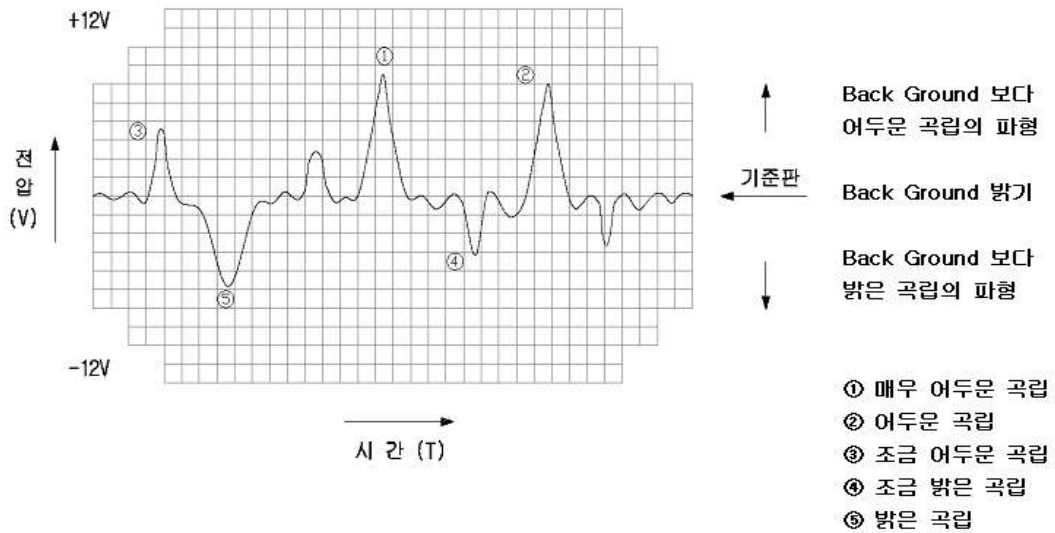


그림 4 황태(백태)의 센서출력파형

그림 5에서 보는바와 같이 적두(팥)의 센서출력파형은 명암구분이 뚜렷하지 않게 나타나고 있음을 알 수 있다. 왜냐하면 적두의 경우 선별하고자 하는 대상물이 검은 색이거나 흰색만을 띄지 않고 옅은 검은색을 띄는 연노랑, 연백색에 가깝기 때문이다.

특히 적두의 특성상 흰눈이 뚜렷하게 외부로 드러나기 때문에 백그라운드(Back Ground) 기준판을 중심으로 Dark, Light 조정값이 설정되는데 명암의 구분과 흰눈의 인식시 Light 값으로 선별하고자 하는 기준값을 상회하기 때문에 감도값(Gain Value) 조정만으로 선별할 수가 없다.

따라서 본 연구에서 개발된 포토다이오드(Photo Diode)에 의한 시스템으로는 선별하기가 어렵다는 결론을 내리고, CCD Camera방식에 의한 시스템으로 전환했을 때 가능할 것으로 사료된다.

현재까지 개발된 국내의 색채선별기로는 적두의 경우 선별이 잘되지 않는 곡물 중의 한가지로 알려져 있다.

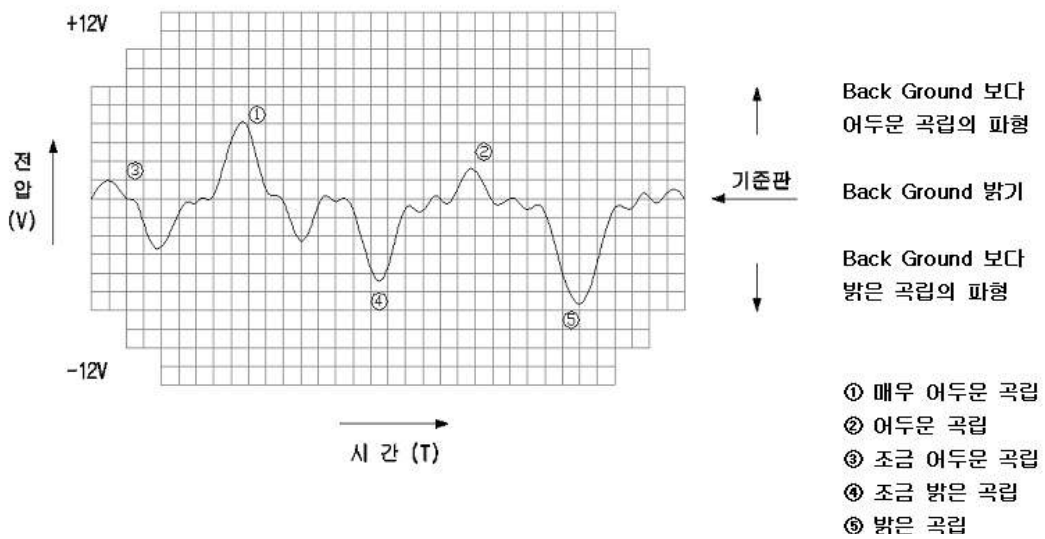


그림 5 적두(빨)의 센서출력파형

그림 6에서 보는바와 같이 녹두의 센서출력파형은 명암 구분이 비교적 뚜렷하게 나타나고 있음을 알 수 있다. 녹두의 원료곡 내에 혼입된 불량품의 경우 대체적으로 짙은 검은색, 옅은 검은색, 짙은 백색 등으로 녹두의 기본색상과는 다르기 때문이다. 또한 백그라운드의 기본판을 중심으로 Dark, Light 값이 뚜렷하게 나타나기 때문에 색채선별기 설정 시에도 문제가 없다. 녹두의 경우도 백태와 마찬가지로 소비자의 요구가 다르기 때문에 ①번 파형이나 ⑤번 파형같은 경우는 선별되지만 ②,③,④번 파형의 경우는 양품, 불량품의 구분이 애매하기 때문에 작업자가 기준값에서 감도값을 "+" 또는 "-"값으로 조정해 가면서 선별할 수가 있다.

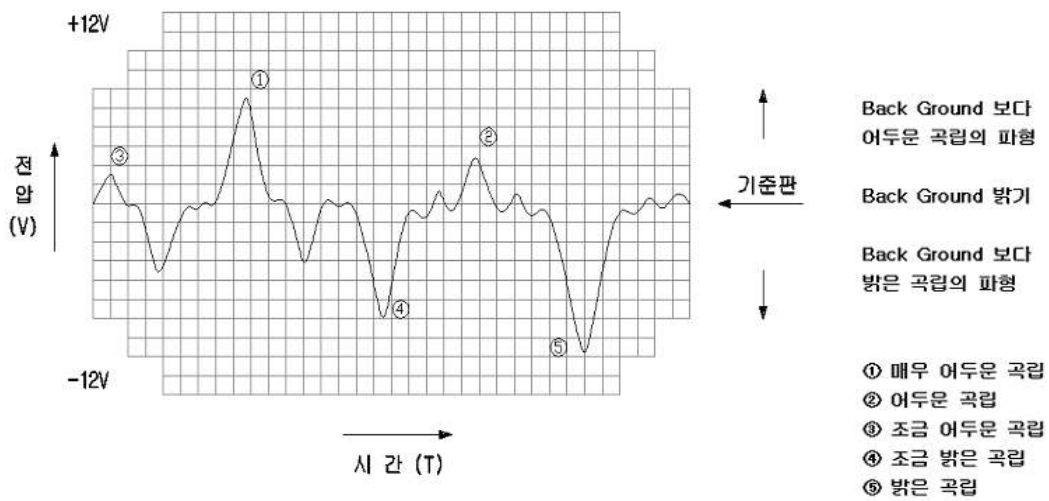


그림 6 녹두의 센서출력파형

그림 7에서 보는바와 같이 흑태(검정콩)의 센서출력파형은 명암 구분이 비교적 뚜렷하게 나타나고 있음을 볼 수 있다. 흑태는 특성상 내피가 작은 충격에도 쉽게 균열(Break)이 가기 때문에 투입과정에서도 주의를 요한다. 만약 투입 시 이송장치를 승강기(Bucket Elevator)로 사용할 경우 특히 주의를 요하지 않으면 내피의 균열로 선별시 대부분이 불량으로 처리된다.

오실로스코프(Oscilloscope)에서 나타난 바와 같이 ⑤번 파형의 경우는 흑태 중에 혼입된 백태의 경우이고, ④번 파형의 경우는 내피가 1/2 ~ 2/3 정도 벗겨진 흑태, 내피가 1/2 이하로 미세하게 벗겨진 경우는 그보다 훨씬 적은 파형이 나타나는 것을 볼 수 있다.

흑태의 경우도 마찬가지로 작업자가 감도값(Gain Value)을 조정함에 따라서 쉽게 선별범위를 정할 수가 있다. 파형에서 보는바와 같이 대부분의 파형이 하단 즉 Light 값으로 나타나고 외피가 일부 벗겨진 흑태의 경우도 Light 값으로 나타나기 때문에 감도값은 "+", "-" 값으로 조정해서 선별할 수가 있다.

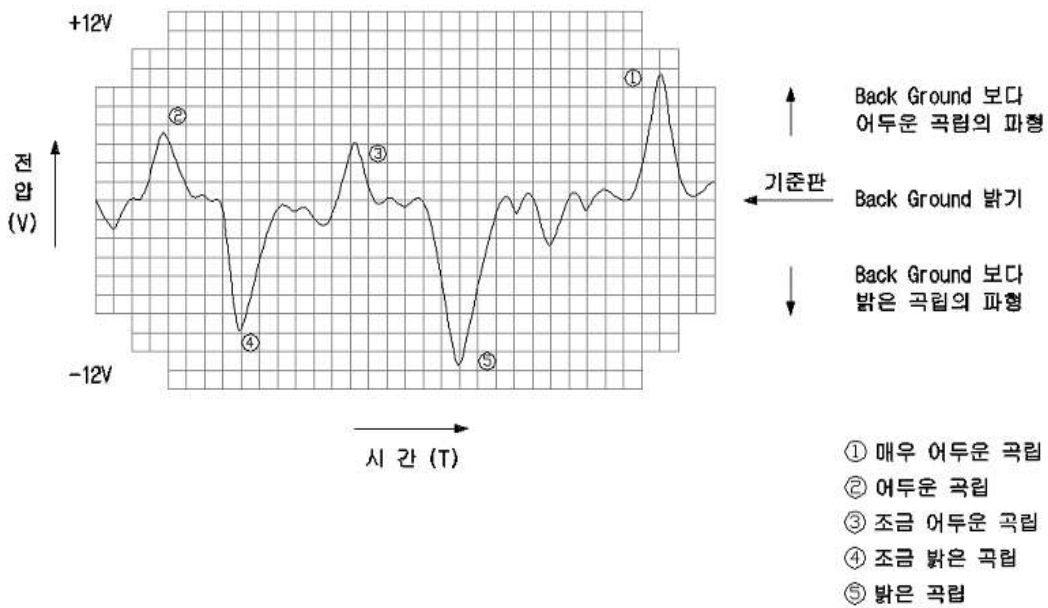


그림 7 흑태(검정콩)의 센서출력파형

그림 8에서 보는바와 같이 서리태의 경우는 흑태와 비교했을 때 센서출력파형이 유사하게 나타나고 있음을 볼 수 있다. 흑태와 서리태의 내피 색상은 동일하고 내피가 균열(Break)로 벗겨졌을 때만 색상이 다르기 때문에 센서출력파형이 유사하다. 단지 내피가 일부 벗겨졌을 때는 센서출력파형에 약간의 차이가 나타남을 볼 수 있는데 흑태의 출력파형이 서리태의 출력파형보다 명암구분이 뚜렷하게 나타남을 볼 수 있다.

서리태의 경우도 마찬가지로 작업자가 감도값(Gain Value)을 조정함에 따라서 쉽게 선별범위를 정할 수가 있다. 파형에서 보는바와 같이 대부분의 파형이 하단 즉 Light 값으로 나타나고 외피가 일부 벗겨진 흑태의 경우도 Light 값으로 나타나기 때문에 감도값은 "+", "-" 값으로 조정해서 선별할 수가 있다.

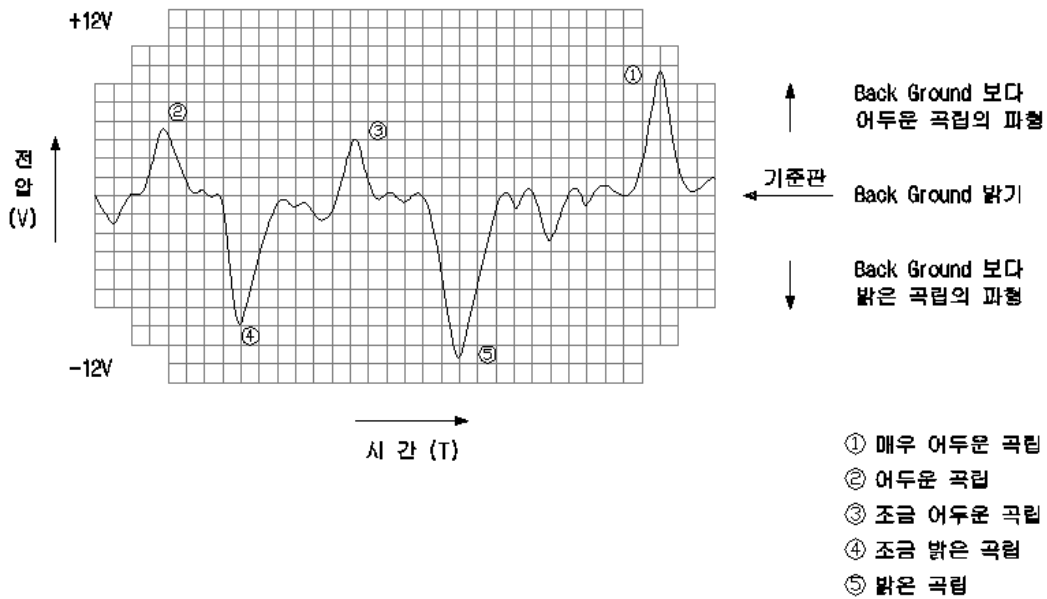


그림 8 서리태의 센서출력파형

곡물의 종류에 따른 센서 출력파형의 접근방식은 미리 설치된 Round Belt Conveyor에 1채널에 한 립씩 일정한 간격으로 투입시킨 다음 촬상부 내부를 통과하는 곡물의 센서출력파형을 측정하여 선별하기에 적합한 파형을 찾고자 하였다. 그래서 개발 초기의 센서출력파형은 정해진 형상이나 Data가 없기 때문에 황태의 경우 양품은 기준관 아래쪽(Light)으로, 불량품은 기준관 위쪽(Dark)으로 설정되도록 배경관(Background)을 조정했다.

그러나 배경관의 조정만으로 양품과 불량품(표 9)이 뚜렷하게 구분되지 않고 전압의 차이가 황태의 경우 $-1V \sim -3V$, 불량품 $+1V \sim +2V$ 범위값, 흑태(서리태)의 경우 양품 $-1V \sim -2V$, 불량품 $+1V \sim +2V$ 범위값, 적두(팥)의 경우 $0V \sim -1.5V$, 불량품 $0V \sim +2V$ 범위에서 형성되었고 구분이 명확하지 않은 곡물 즉 양품과 불량품의 중간값인 경우는 곡물을 놓는 방향에 따라서 양품일수도 있고 불량품일수도 있는 애매한 파형으로 형성되었다.

따라서 수차례 투입하면서 Test한 결과 백색 배경관만으로는 명암의 구분 즉, 양품과 불량품의 구분이 뚜렷하지 않다는 것을 확인하고 배경관의 색상을 다양하게 바꾸

어 가면서 Data를 찾아보기로 했다.

표 9 황태, 흑태, 적두의 센서출력파형 측정 Data

곡 종	구 분	측 정 회 수(20회)										비 고
		센서출력파형 전압(V)										
황 태 (백 태)	양 품	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	* 배경관 색 상 : 백색 * 테스트 시 간 : 3시간
		-1.2	-1.6	-2.4	-1.7	-2.3	-1.5	-1.8	-2.0	-2.3	-2.2	
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	불량품	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		+1.5	+1.8	+1.9	+2.0	+1.8	+1.6	+1.7	+2.0	+2.0	+1.9	
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
+1.8	+2.0	+1.6	+1.5	+1.7	+1.8	+1.9	+2.0	+1.6	+1.8			
흑 태 (서리태)	양 품	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	* 테스트 온 도 : 상온 * 테스트 중 량 : 20kg
		-1.4	-1.5	-1.8	-2.0	-1.9	-1.7	-1.6	-2.0	-1.8	-1.6	
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	불량품	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		+1.3	+1.5	+1.8	+2.0	+2.0	+1.9	+1.8	+1.4	+1.5	+1.6	
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
+1.8	+1.9	+1.5	+2.0	+1.6	+1.8	+1.9	+2.0	+1.6	+1.4			
적 두 (팥)	양 품	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	* 테스트 중 량 : 20kg
		-0.5	-0.6	-1.0	-1.2	-1.3	-0.6	-1.3	-1.5	-0.9	-0.8	
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	불량품	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		+0.6	+0.9	+1.2	+1.6	+1.2	+0.9	+1.8	+1.9	+1.5	+1.6	
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
+0.8	+0.7	+0.5	+1.5	+1.4	+1.5	+1.3	+1.2	+1.6	+0.8			

그러나 여러 가지 색상 중에서 이론 및 경험적으로 유추해 보았을 때 녹색과 어두운 회색이 가장 적합할 것으로 판단해서 2가지 색상으로 선정한 후 테스트해서 선별하기에 적합한 결과를 찾아보기로 하고 먼저 배경관 색상을 녹색으로 변경한 후 배경관의 각도를 다양하게 조정해가면서 테스트한 결과 표 10과 같이 양품과 불량품의 구

분이 백색보다는 전압차이가, 황태의 경우 양품 -2V~-3.5V, 불량품 +1.5V~+3V 범위값, 흑태(서리태)의 경우 양품 -2V~-4V, 불량품 +1.5V~+3V 범위값, 적두(팔)의 경우 양품 -0.5V~1.5V, 불량품 +0.5V~+1.5V 범위값으로 형성되어 조금 크게 나타나는 것을 알 수 있다.

표 10 황태, 흑태, 적두의 센서출력파형 측정 Data

곡 종	구 분	측 정 회 수(20회)										비 고
		센서출력파형 전압(V)										
황 태 (백 태)	양 품	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	* 배경관 색 상 : 녹색
		-3.3	-3.0	-2.5	-2.9	-2.8	-2.4	-2.7	-2.9	-3.0	-3.0	
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	-2.8	-2.5	-2.4	-2.7	-3.1	-3.3	-2.6	-3.0	-3.2	-2.8		
	불량품	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		+1.6	+1.8	+1.9	+2.0	+2.5	+3.0	+3.2	+2.4	+1.8	+1.9	
11		12	13	14	15	16	17	18	19	20		
+2.0	+2.3	+2.7	+3.0	+1.8	+1.9	+2.6	+2.9	+1.5	+1.7			
흑 태 (서리태)	양 품	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	* 테스트 시 간 : 3시간 (곡종별) * 테스트 온 도 : 상온
		-2.6	-2.6	-2.2	-3.0	-3.3	-2.9	-3.3	-2.8	-2.6	-2.4	
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	-3.2	-3.5	-4.0	-3.9	-2.8	-2.6	-3.0	-3.3	-3.1	-4.0		
	불량품	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		+3.0	+1.8	+2.5	+2.3	+2.0	+2.9	+2.4	+2.6	+3.0	+2.8	
11		12	13	14	15	16	17	18	19	20		
+1.9	+2.2	+2.1	+2.6	+2.4	+2.9	+3.0	+1.9	+2.6	+2.4			
적 두 (팔)	양 품	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	* 테스트 중 량 : 30kg
		-1.3	-1.5	-0.6	-0.9	-1.0	-0.8	-0.5	-1.2	-1.3	-0.9	
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	-1.5	-1.2	-0.9	-0.8	-0.6	-0.9	-0.7	-1.0	-1.3	-1.1		
	불량품	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		+0.6	+0.8	+1.0	+1.5	+1.3	+1.0	+0.9	+0.8	+0.8	+0.6	
11		12	13	14	15	16	17	18	19	20		
+1.0	+1.2	+0.5	+0.7	+1.0	+1.2	+0.9	+1.3	+1.2	+1.4			

다음으로 곡물의 색상보다 조금 어두운 Dark Gray Color로 했을 때, 황태의 경우 양품 -4V~-12V, 불량품 +3V~+12V 범위값, 흑태(서리태)의 경우 양품 -3V~-10V, 불량품 +2V~+8V 범위값, 적두(팥)의 경우 양품 -2V~-3V, 불량품 +1V~+3V 범위값으로 뚜렷하게 센서출력파형이 형성되었고, 구분이 명확하지 않은 곡물의 경우도 놓는 방향에 크게 영향받지 않고 양품과 불량품으로 형성되었다.

표 11 황태, 흑태, 적두의 센서출력파형 측정 Data

곡 종	구 분	측 정 회 수(20회)										비 고
		센서출력파형 전압(V)										
황 태 (백 태)	양 품	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	* 배경관 색 상 : Dark Gray
		-4.5	-10.5	-7.2	-8.0	-12.0	-9.5	-9.5	-6.0	-6.2	-7.0	
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	불량품	-4.0	-5.5	-6.4	-9.0	-8.5	-8.3	-10.0	-11.0	-7.5	-8.0	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		+6.0	+8.5	+10.0	+5.5	+4.5	+3.0	+6.5	+12.0	+8.7	+9.0	
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
+3.0	+8.0	+7.5	+11.5	+9.0	+9.6	+8.9	+6.4	+5.5	+4.0			
흑 태 (서리 태)	양 품	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	* 테스트시간 :3시간 (곡종별)
		-6.0	-3.9	-10.0	-12.0	-8.0	-3.0	-4.5	-5.9	-7.0	-5.5	
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	불량품	-8.0	-9.0	-8.5	-6.0	-7.5	-4.0	-9.5	-8.4	-6.5	-5.3	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		+2.5	+6.0	+3.0	+2.0	+8.0	+7.5	+7.0	+3.9	+5.0	+6.5	
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
+4.0	+4.6	+8.0	+7.5	+6.5	+4.0	+6.4	+5.0	+3.8	+2.2			
적 두 (팥)	양 품	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	* 테스트 온 도: 상온 * 테스트중량: 30kg
		-2.5	-2.8	-3.0	-3.0	-2.0	-3.0	-2.3	-2.1	-2.3	-2.5	
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	불량품	-2.8	-3.0	-2.0	-2.6	-2.5	-2.7	-2.8	-2.7	-3.0	-2.0	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		+1.8	+2.5	+2.9	+3.0	+3.0	+2.8	+2.7	+2.0	+1.5	+1.0	
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
+1.5	+2.0	+2.9	+1.0	+1.8	+2.3	+2.7	+2.8	+2.9	+2.7			

제 2 절 콩 색채선별기의 설계 및 제작

본 연구에서 개발하고자 하는 콩 색채선별기는 원료 콩을 투입하는 투입부, 원료 콩을 정량으로 컨베이어에 이송하는 곡물이송기, 원료 콩을 감지부로 유도하는 수평 컨베이어, 곡물을 인식하는 촬상부, 선별된 콩의 정품을 배출하는 1차 정품배출구, 2차 정품배출구, 불량품을 배출하는 1차 불량품배출구, 2차 불량품배출구, 전자밸브를 작동시키는 공압시스템 및 색채선별기 제어하는 제어기로 구성되어진다. 그림 9는 콩 색채선별기의 대략적인 구성을 나타내는 블록도이며, 원료콩이 투입되면 이송기로 원료콩을 감지부로 유도하여 센서로부터 양품 및 불량품을 신호를 발생하여 제어기로 입력되면 기준값과 비교하여 제어기에서 구동부를 작동시켜 선별하도록 설계 구성하였다.

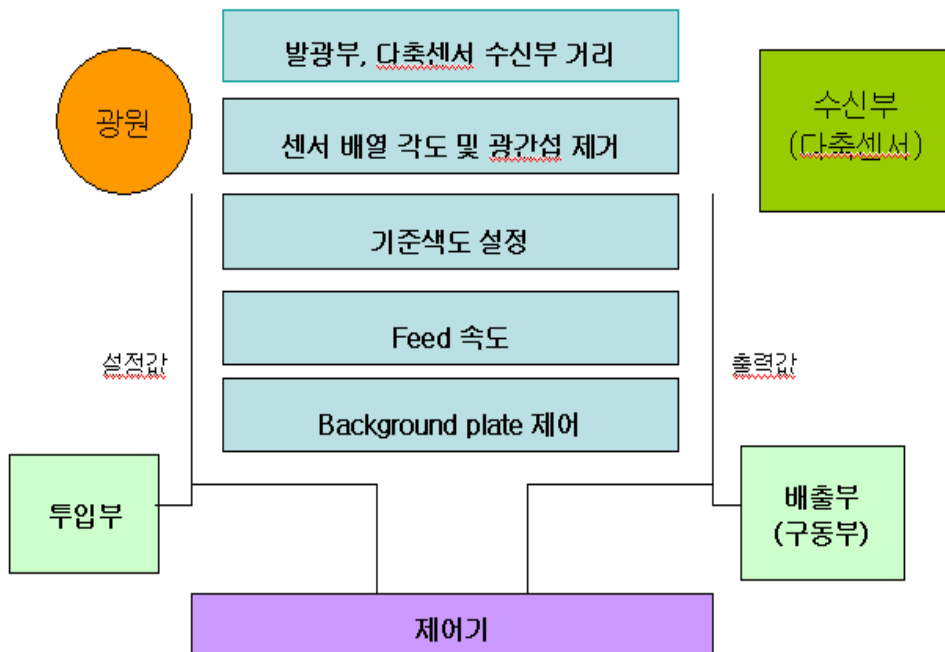


그림 9 색채선별기 제어기 및 기구부 블록도

콩 색채선별기의 선별원리는 콩이 진동식 정량공급장치에 의하여 일정량씩 수평컨

베이어벨트를 통하여 이송된다. 그리고 콩은 수평컨베이어벨트 하단의 일정한 지점에서 조사되고 있는 광원을 지나게 되며, 이때 투과 또는 반사되는 빛의 양을 수광 센서가 인지한다. 그리고, 일정한 지점에 낙하시키기 위한 수평컨베이어벨트의 속도를 일정하게 조절함으로써 정확한 인식이 되도록 한다. 한편, 제어장치는 콩의 종류에 따라 투과 또는 반사되는 빛의 양을 신속 정확하게 인식하여 이미 기억된 기준값과 비교하여 그 범위를 벗어나는 입자를 순간적으로 공기분사장치를 작동하여 제거한다. 콩의 품종에 따라 색채선별기의 광원이 조사한 광을 투과하는 것과 투과가 곤란한 입자가 있기 때문에 광원과 수광 센서의 배치 위치는 선별하고자 하는 선별물의 특징에 따라 투과의 경우는 수광 센서를 광원의 반대측에 배치하고, 투과되지 않는 것은 광원과 수광 센서를 동일한 방향측에 배치하여 반사광을 측정하도록 한다. 그리고 광원과 수광 센서를 4면에 설치함으로써 선별이 곤란한 콩을 정밀하게 선별할 수 있다.

1. 색채선별기 투입부

원료 콩을 전처리 과정에서 정선(콩각지, 미숙두 제거), 석발한 후 원료 콩은 이송 승강기(bucket elevator)를 거쳐 콩 색채선별기의 1차 투입호퍼로 이송된다. 원료투입 호퍼는 원료 콩을 색채선별기에 투입하기 위해 일시적으로 곡물을 저장해 두는 곳이다. 콩 색채선별기의 선별성능을 개선하기 위해 1차 선별과 2차 선별하도록 설계하였으며, 구조상 중간부에 분리막을 설치하도록 설계하여 1차 호퍼부와 2차 호퍼부 각각 구성하였다.

1차 호퍼에 투입된 원료 콩은 색채선별기의 1차 선별시스템에서 선별된 후 1차 선별 배출구에서 배출된 불량품을 되돌림 승강기를 이용하여 2차 투입호퍼로 이송하도록 설계하였다. 그림 10은 개발된 색채선별기의 1차 투입호퍼 설계도이다. 그림 11은 색채선별기의 투입호퍼 제작사진이다.

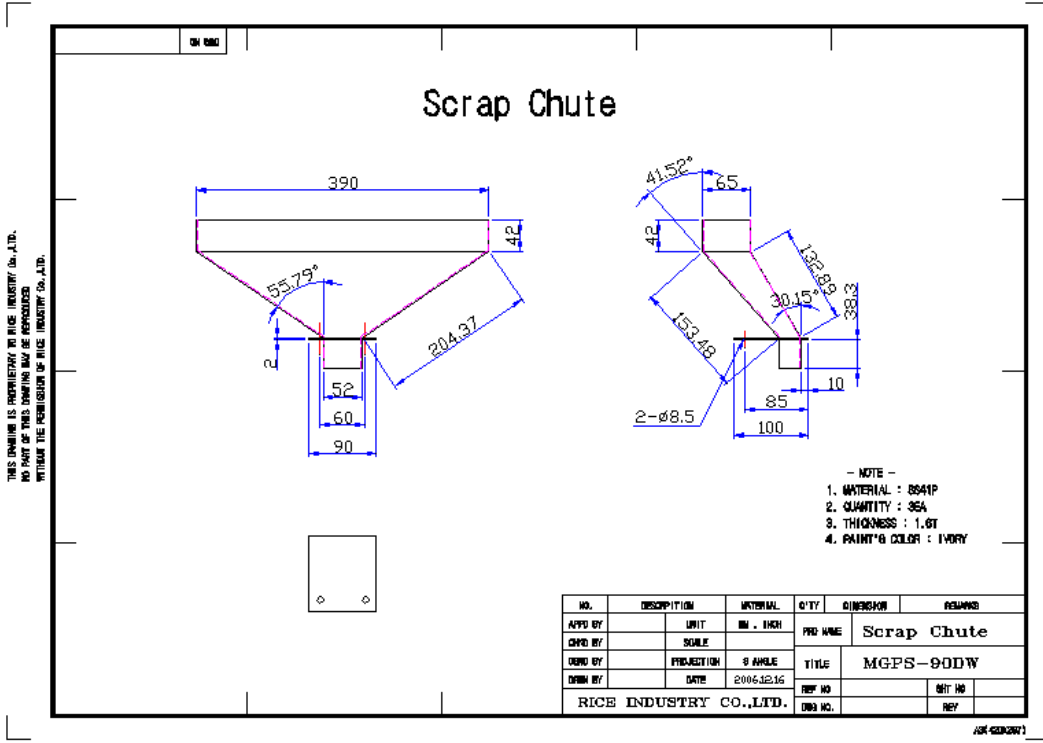


그림 10 색채선별기 1차 투입호퍼 설계도.



그림 11 제작된 투입호퍼

2. 곡물 이송기(grain feeder)

곡물 이송기는 주물제 베이스에 판 스프링을 부착하여 코일의 자력으로 이송기를 진동시켜 곡물을 정량 공급하도록 설계하였으며, 이송량은 진폭을 제어하여 조절하도록 설계하였다. 투입호퍼에 일시 저장된 곡물을 전자식 곡물이송장치의 진동에 의해 순차적으로 라운드벨트 컨베이어(round belt conveyor)에 이송시키는 장치이다.

본 연구에서 개발된 시스템은 이송부 하단에 이송메커니즘을 추가하여 이송시스템을 이중으로 구성하도록 설계하여 투입호퍼로부터 이송된 원료 콩에 포함된 조각 콩, 미생두(피해립), 작은 돌 등을 1회통과로 선별되도록 하였다.

따라서 색채선별기에서 선별하고자 하는 원료 콩을 전처리하여 양질의 원료 콩으로 선별한 후 색채선별기의 선별부 투입되도록 설계하여 전처리기능을 추가한 곡물이송기를 설계하였다. 그림 12는 개발된 콩 색채선별기의 곡물이송기의 설계도를 나타내며 그림 13은 곡물이송기 버킷(grain feeder bucket) 설계도이다.

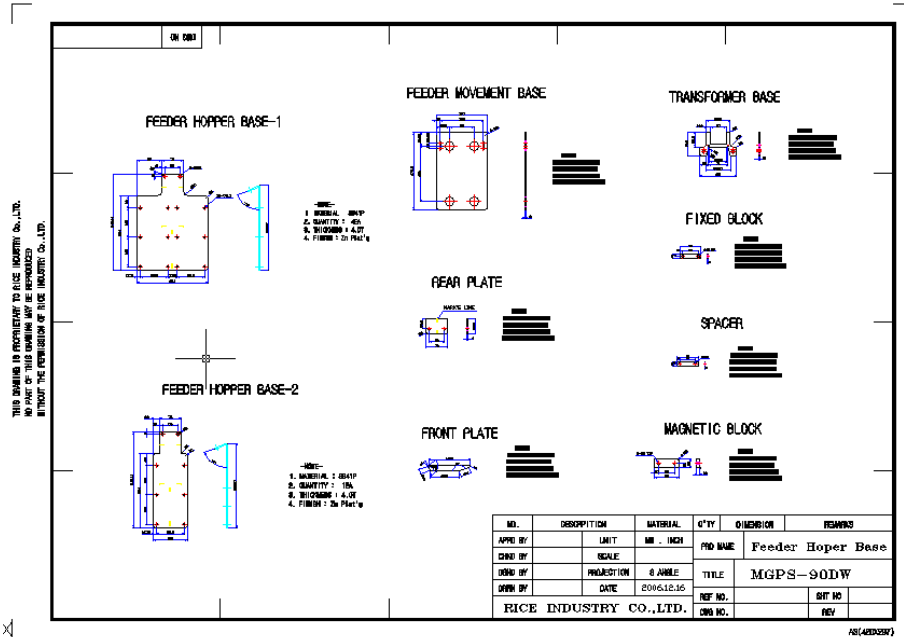


그림 12 색채선별기 곡물이송기(grain feeder) 설계도

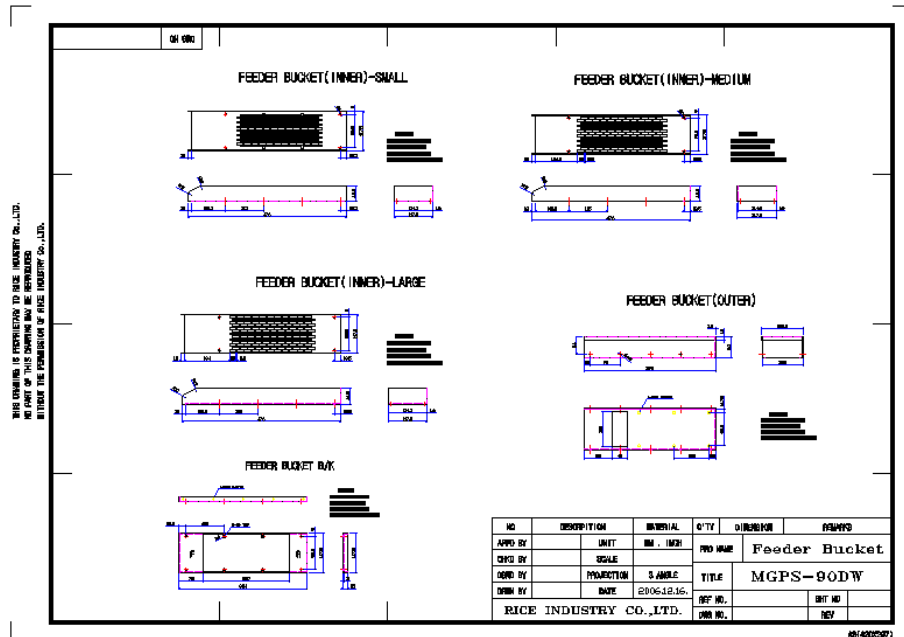


그림 13 색채선별기 곡물이송기 버켓(grain feeder bucket) 설계도



그림 14 곡물이송기 베이스



그림 15 곡물이송기 및 버킷



그림 16 곡물이송기

그림 14, 15 및 16은 제작된 곡물이송기의 베이스, 곡물이송기 및 버킷, 곡물이송기의 설치도를 나타내고 있다.

3. 라운드벨트 컨베이어 시스템 (round belt conveyor system)

이송컨베이어 속도조절은 선별하고자 하는 콩을 수평 이송컨베이어에 이송시켜 센서의 감지점에 최적화 되는 위치를 반복적으로 추적하여 추적된 데이터를 기준으로 표준함수를 개발하였으며 제어프로그램 로직을 구성하였다.

라운드 벨트의 형상설계는 기존 색채선별기의 공급방식에는 슈트방식, 롤러방식 및 벨트방식의 세 가지 종류가 있으며, 선별 원료에 따라 적합한 공급방식이 적용된다.

슈트방식은 60°로 경사진 홈통에 선별원료를 투입시키면 정렬된 원료들은 3.8~4.2 m/s 속도로 낙하되도록 하여 선별하는 방식이고, 벨트방식은 수평으로 설치된 벨트의 평면에 선별원료를 투입하면 원료의 종류에 따라서 100~150 m/min의 속도로 원료를 수평정렬한 후 원료를 낙하시켜 선별하는 방식이다.

슈트 선별방식은 쌀, 보리, 귀리, 기장 등과 같은 작은 곡물에 적합하고, 벨트방식은 백태, 흑태, 서리태, 팥, 아몬드 등과 같은 비교적 큰 곡물 선별들에 적합한 방식이다.

만약 슈트방식에 큰 곡물들을 투입시켜 이송시키면 선별중 균열(crack)로 인한 손실 발생뿐만 아니라 감지점(sensing point)에 정확하게 원료곡물을 낙하시킬 수 없어 선별성능이 급격히 떨어진다. 따라서 콩 색채선별기를 개발하고자 하는 본 연구에서는 수평이송컨베이어 방식을 적용하여 하였으며 이송중 원료 콩을 수평으로 정렬하여 감지점에 원료 콩을 정확히 낙하시키기 위해 라운드벨트 적용 설계하였다.

이송컨베이어의 주축 구동모터의 회전수는 1,750rpm, 감속비 17.5로 하여 주축회전수를 100rpm으로 설계하였다. 이는 콩 종류별 최적 감지점을 찾기 위해 반복실험한 결과 흑태 및 서리태의 경우 벨트 선속도가 300mm/sec에서 최적 감지점이 설정되었으며, 이에 해당하는 주축의 회전수가 96rpm이다. 같은 방법으로 황태의 경우 선속도 315mm/sec이고 주축회전수가 100rpm이며, 약콩은 선속도가 325mm/sec이고 주축회전수가 103rpm으로 나타났다.

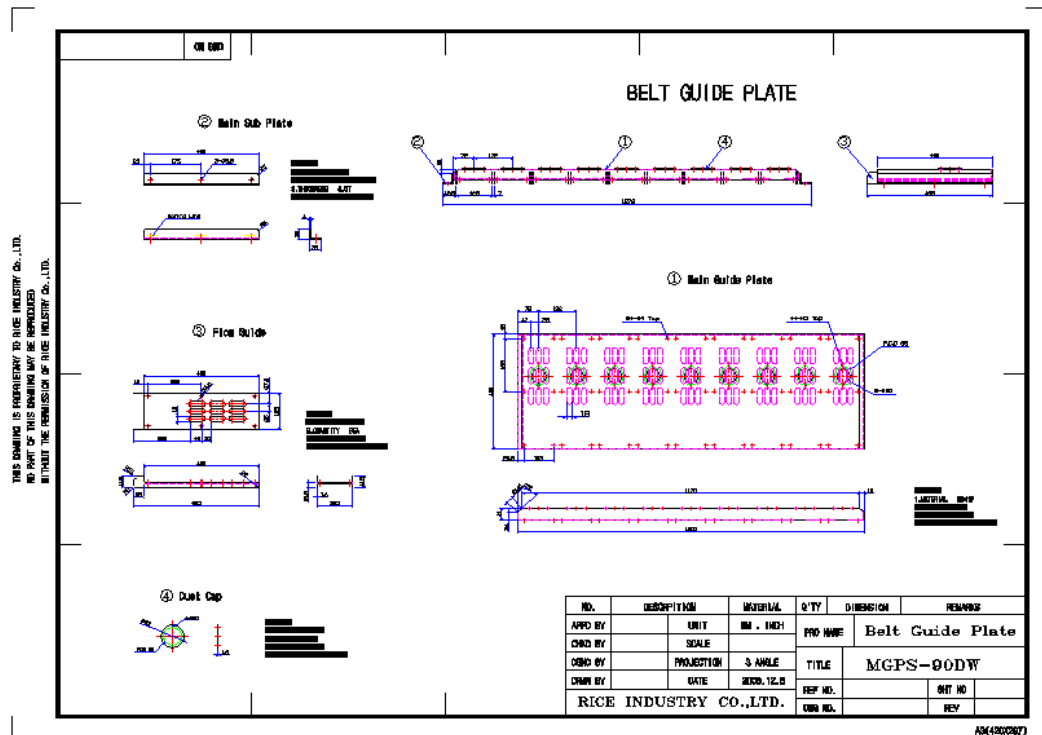


그림 17 수평이송컨베이어 라운드 벨트 안내판 설계도

그림 17은 수평이송컨베이어 라운드 벨트 안내판 설계도를 나타내고, 그림 18은 수평이송컨베이어 라운드 벨트 설계도를 나타낸 것이다. 그림 19 및 그림 20은 1차 개발하여 시험한 라운드 벨트 컨베이어를 나타내는 것으로 원료 콩의 수평정렬 정도는 우수하였으나, 정열 중 원료 콩이 안내판과 벨트사이에 끼는 현상이 발생하여 재설계하였다.

그림 21은 재설계하여 2차 제작한 수평컨베이어 및 라운드 시험기 나타내며, 그림 22는 재설계된 수평컨베이어 벨트다. 라운드 벨트의 메커니즘, 벨트 내구성 및 원료 콩의 수평정렬 안정도를 측정하였으며 메커니즘 및 원료 콩 정열정도가 우수한 것으로 나타났다.

표 12는 제작완료된 라운드벨트 컨베이어의 제원을 나타내고 있다.

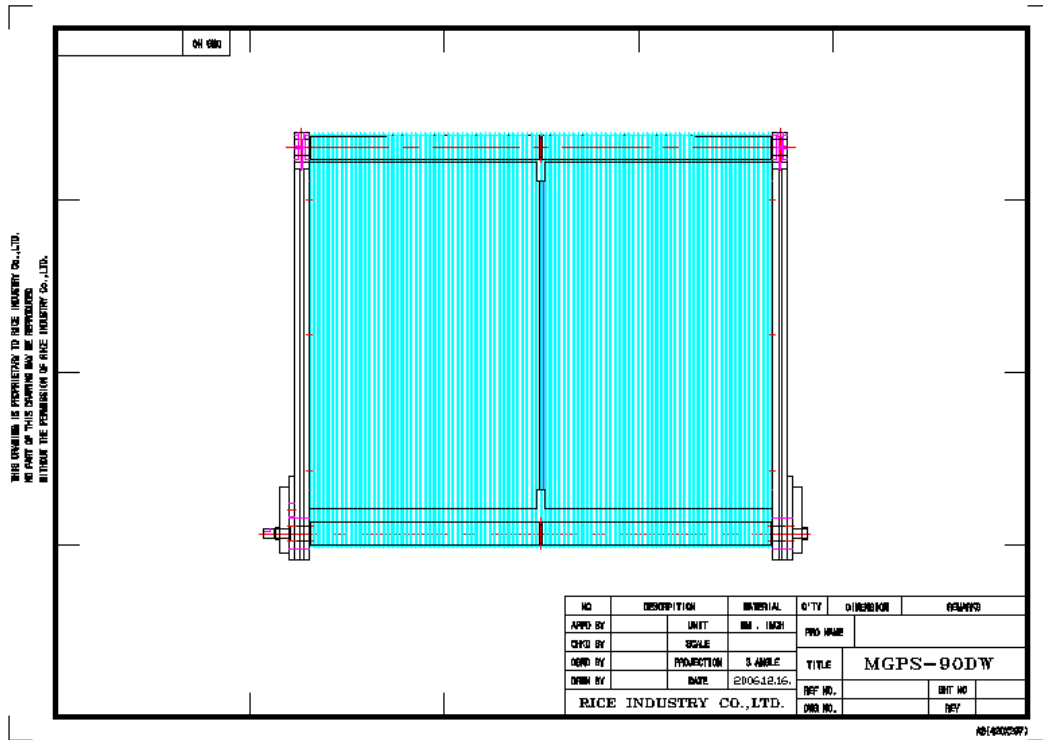


그림 18 수평이송컨베이어 라운드 벨트 설계도



그림 19 라운드 벨트 안내판

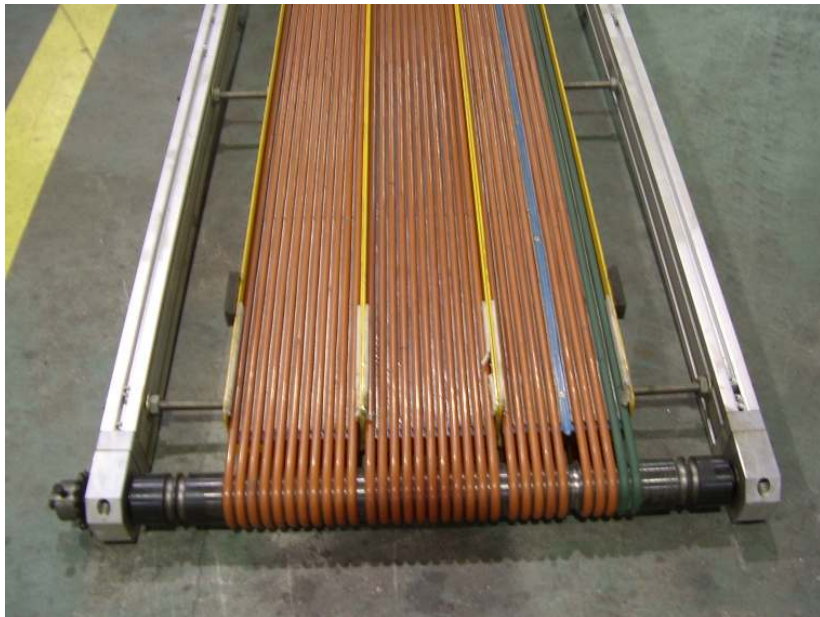


그림 20 라운드 벨트



그림 21 수평이송컨베이어 라운드 벨트 시험기



그림 22 수평이송컨베이어 벨트

표 12 Round Belt Conveyor의 제원

구 분	제 원		비 고
Round Belt	재 질	PVC	
	외 경	∅8	
	전 장	1,200mm	
중동축	재 질	S45C	
	외 경	∅60	
	전 장	580mm	
구동축	재 질	S45C	
	외 경	∅60	
	전 장	640mm	
모 터	출 력	0.75kw	
	감 속 비	1/20	

4. 색채선별기 촬상부(optical room)

라운드 벨트 수평컨베이어에 의해 이송되어진 1차 및 2차 원료 콩은 촬상부를 통과하여 원료 콩을 센서로 인식하도록 설계하였다, 기존 미곡용 색채선별기는 그림 23과 같이 양쪽에 광학렌즈(optical lens)를 장착한 양면방식을 적용하였으나 이 방식은 그림 24와 같이 파손곡의 미인식부가 발생하여 파손곡을 인식하지 못하는 경우가 발생한다. 따라서 본 연구에서 개발하고자 하는 콩 색채선별기는 그림 25와 같이 4면에서 광학렌즈를 장착하도록 4축 센서 촬상부를 설계하였으며 그림 26은 설계 제작된 감지

부를 나타내었다. 그림 27은 촬상부 렌즈를 나타내고 있으며, 그림 28와 29는 제작된 후면 촬상부 및 전면 촬상부를 나타내고 있다.

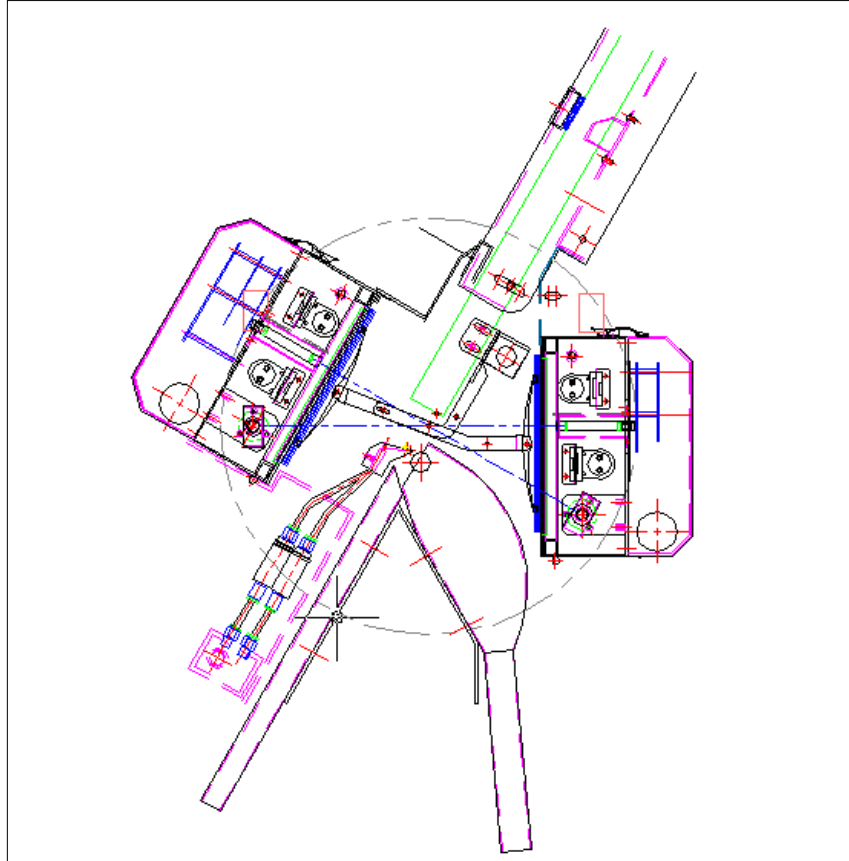


그림 23 2축 적용방식의 미곡용 색채선별기 촬상부 설계도

4면 적용방식은 양면 방식의 선별과정에서 놓칠 수 있는 부분을 해결하여 선별율이 증대되고, 양면방식에서는 감지(sensing)가 불가능하였던 곡물에 대해서도 적용이 가능할 것으로 판단된다.

따라서 기존 색채선별기의 촬상부에서 선별하기 어려운 원료들을 4면을 비대칭적으로 광학렌즈 및 형광램프를 배치함으로써 피해립, 미숙두, 이물질 등을 완전하게 선별할 수 있을 것으로 판단된다.

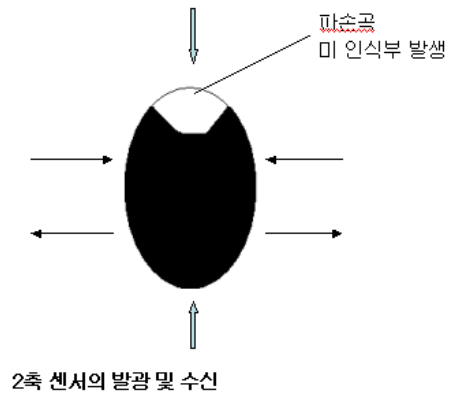


그림 24 손상된 원료 콩의 인식

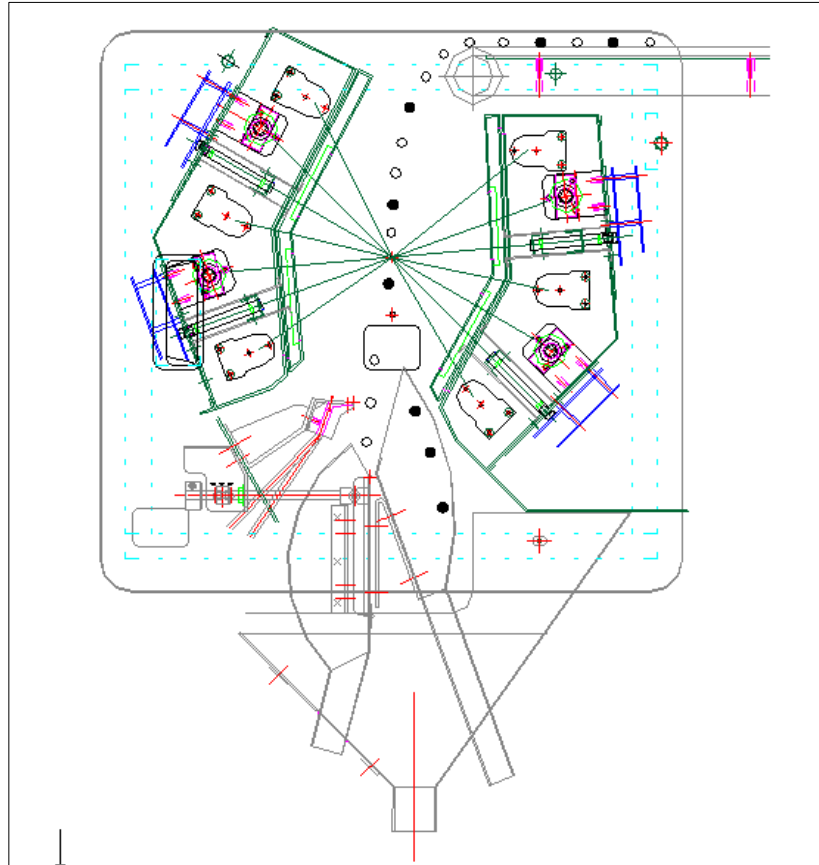


그림 25 4축 적용 방식의 콩 색채선별기 촬상부 설계도

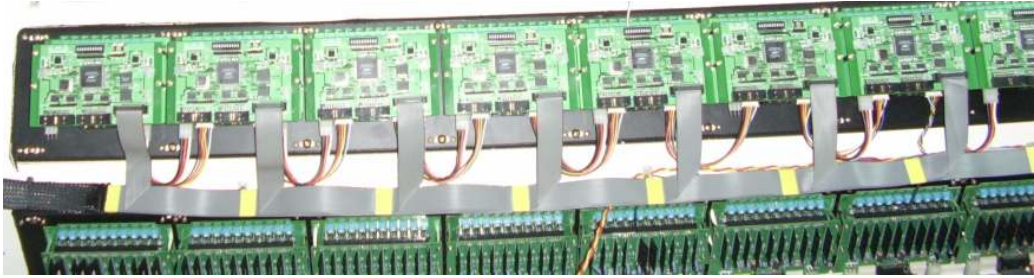


그림 26 설계 개발된 콩 색채선별기 감지부



그림 27 촬상부 렌즈



그림 28 후면 촬상부



그림 29 전면 촬상부

5. 색채선별기 배출부

가. 1차 정품배출구(1st accept chute)

촬상부(optical room) 내부를 통과하여 설정값(setting value)의 범위 내에 속하는 곡물의 경우는 배출(rejecting)되지 않고 정품(양품)으로 판단되면 1차 정품배출구로 배출되도록 설계하였다. 그림 30은 1차 정품 배출구 호퍼 설계도를 나타낸다.

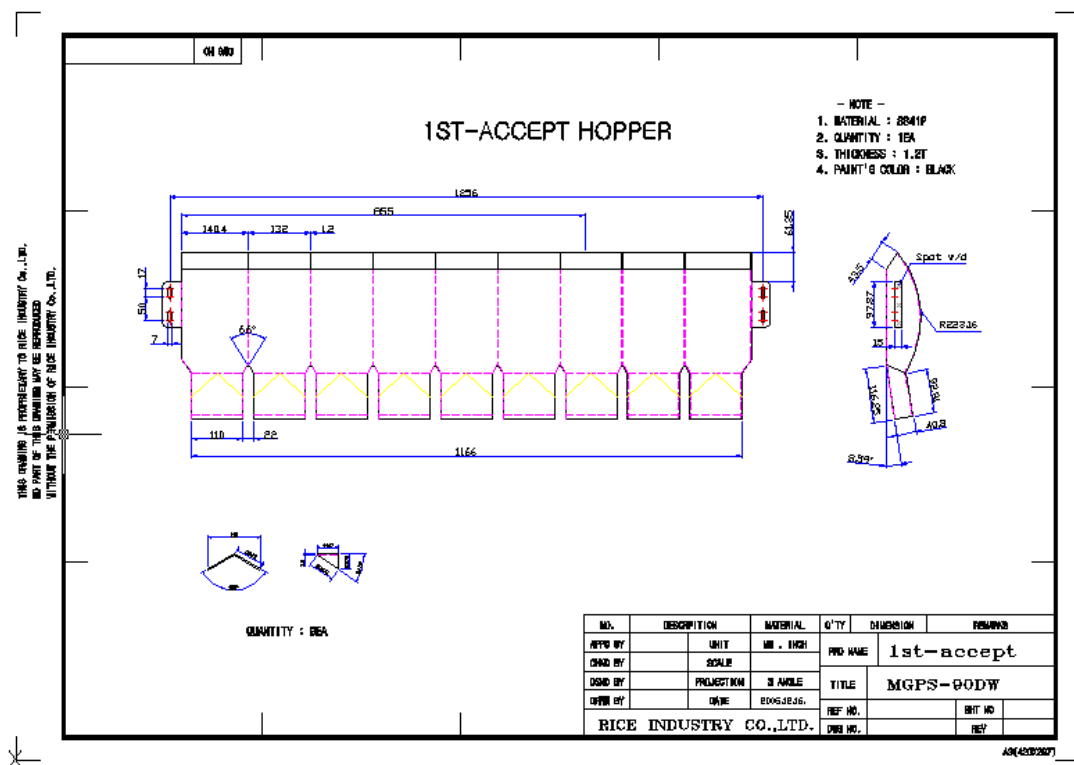


그림 30 색채선별기 1차 정품 배출구 호퍼 설계도

나. 1차 불량배출구(1st receptacle hopper)

촬상부에서 설정값(setting value)의 범위를 벗어난 곡물은 공기총(ejector)에 의해 1차 정품배출구 후면에 설치된 1차 불량배출구로 배출된다. 기초실험 결과 1차 배출된 원료 콩은 양품이 30~50%정도가 포함되어 있어 1차 배출된 원료 콩으로부터 양품을

선별하기 위해 2차 정품 배출구로 이송시키도록 설계하였다. 그림 31은 1차 불량배출구의 설계도를 나타낸다.

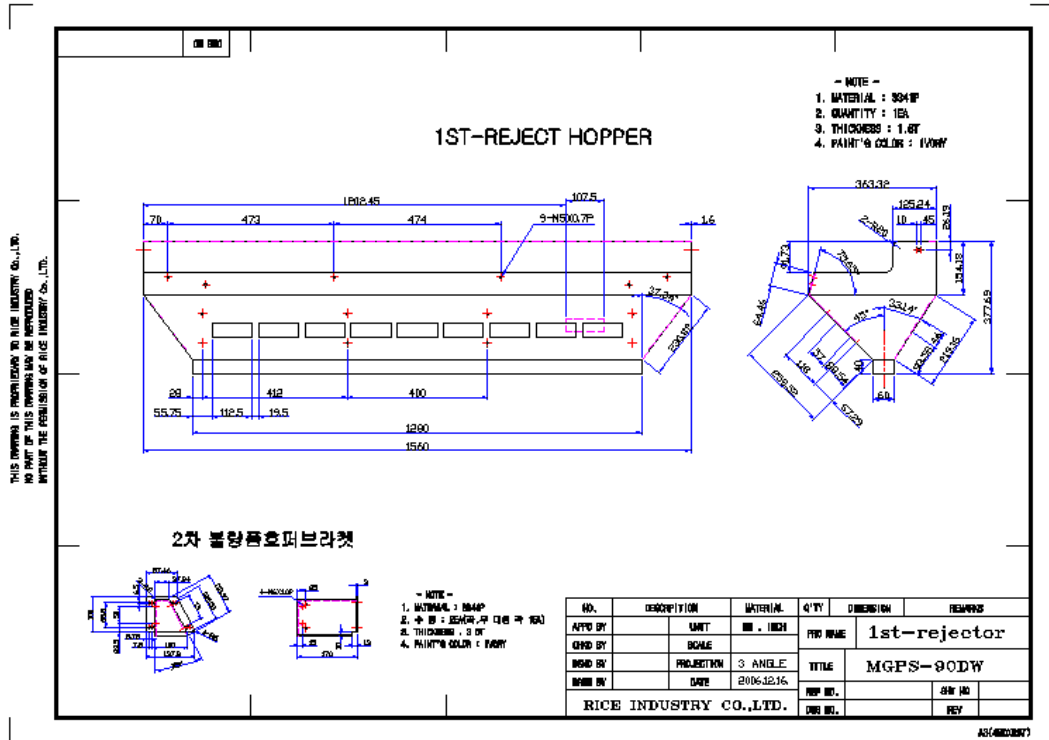


그림 31 1차 불량품 배출구 설계도

다. 2차 정품배출구(2nd accept chute)

원료 콩으로부터 1차 선별된 원료는 1차 정품배출구로 배출하고, 불량품은 버킷 승강기(bucket elevator)에 의해 2차 투입호퍼로 이송되도록 설계하였다. 이송된 원료 콩은 라운드 벨트 컨베이어에 의해서 활상부로 이송되어 불량품으로 배출되지 않은 콩을 2차 정품배출구로 배출되도록 설계하였다.

라. 2차 불량품배출구(2nd receptacle hopper)

원료 콩으로부터 1차 선별된 원료중 1차 불량품배출구에서 이송된 원료 콩을 2차

선별하도록 설계 하였다. 원료 콩이 설정값을 벗어나면 불량품배출구로 배출되도록 설계하였다. 선별된 곡물들은 2차 불량배출구에 의해서 최종적으로 피해립, 미숙두, 이물질 등이 배출된다.

그림 32는 조립된 색채선별기의 배출구를 나타내고 있다.

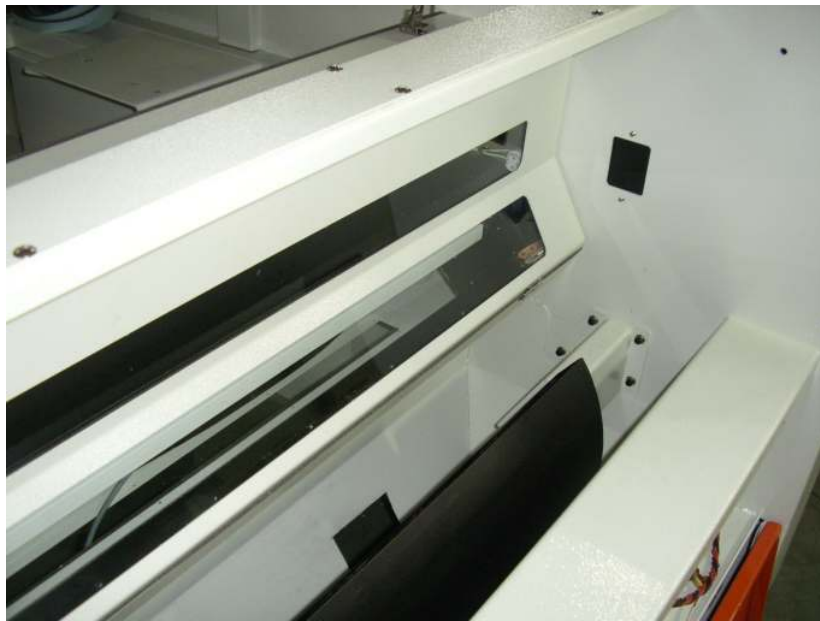


그림 32 배출구 조립도

6. 공압 시스템

공압장치는 센서로부터 원료 콩의 영상을 취득하여 제어기에서 양품여부를 판단한 후 불량품을 제거 배출시키도록 설계하였다. 전자밸브(electronic valve)는 불량으로 판단되면 전원을 공급하여 공기총(ejector) 및 마운트(mount)에 공압을 공급하도록 하였다. 공기 압축기로부터 공급되는 공기압은 7~8 kgf/cm²의 압력으로 사용하기에 적합한 공압을 공급할 수 있는 조절기(regulator)에 의해서 압력계이기로 확인할 수 있는 압력계를 공압시스템에 적용하였다.

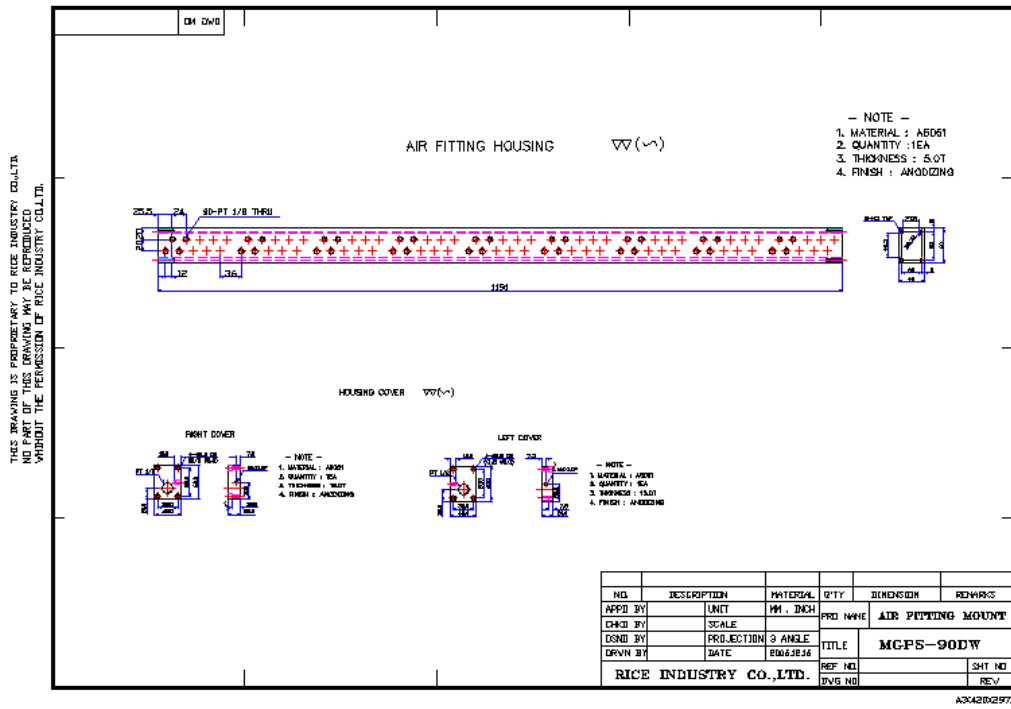


그림 33 공압 시스템의 하우징 설계도

조절기에서 조절되어진 압력이 설정값 이하로 떨어지면 공압을 공급하는 압력스위치를 설치하고, 공기내 포함된 미세먼지, 수분 및 유분 등을 제거하는 공기필터는 메인필터, 라인필터, 콜레슨필터를 설치하도록 설계하였다.

방향제어밸브(direction control valve)는 공기의 흐름방향이나 압력, 유량을 제어하며 청소용 로드레스실린더(rodless cylinder)의 흐름방향을 제어하도록 하여 실린더 마운트에 부착된 와이퍼(windshield wiper)를 작동시켜 광학실 내부의 유리면의 먼지를 제거하도록 설계하였다.

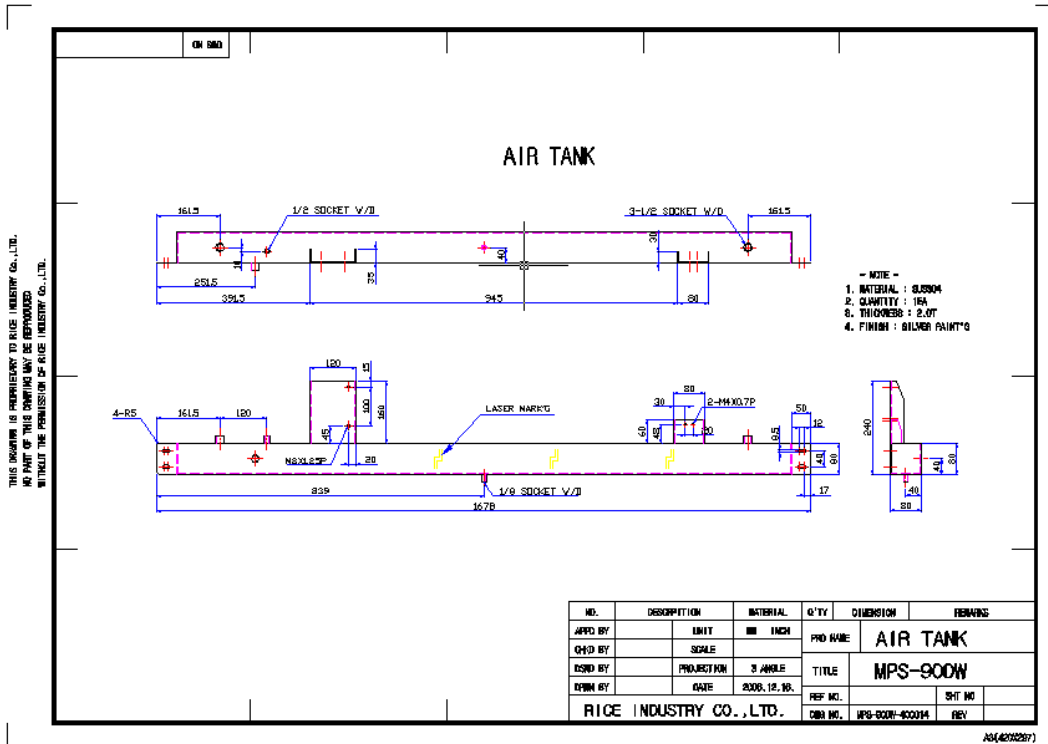


그림 34 공기탱크 설계도

공기탱크 또는 에어마운트 내에 잔류하는 수분 또는 유분을 배출하기 위해 하부에 드레인 밸브(drain valve)설치하도록 설계하였다. 그림 33은 공압장치의 일부인 하우징의 설계도를 나타내며, 그림 34는 공기탱크 설계도이며, 그림 35는 개발 제작된 공기노즐이며, 그림 36은 에어마운트, 그림 27은 공압 시스템을 나타낸다.



그림 35 공기 노즐



그림 36 에어마운트



그림 37 콘 색채선별기 공압 시스템

7. 색채선별기 제어기

색채선별기 제어기는 원료 콘의 영상을 인식하는 센서로부터 출력되는 전기신호를 입력받아 제어기의 제어로직에 의해 원료 콘의 양품여부를 판단하여 출력신호를 배출부에 전달하여 공압장치를 작동하는 기능 및 색채선별기의 각 장치들을 제어하는 기능을 한다.

그림 38은 콘 색채선별기의 제어기의 제어 흐름도를 나타낸다. 표 13은 센서로부터 입력된 원료 콘이 불량으로 판단될 경우 전자밸브에 신호를 인가하는 시간을 설정하는 표를 나타내며 원료 콘을 연속적으로 이송시키면서 반복실험을 통해 측정 및 재설정하였으며, 반복 실험하여 측정된 데이터를 제어프로그램 로직함수에 적용하였다. 그림 39는 샘플 원료 콘의 출력신호 파형을 나타내는 것으로 각 샘플 원료 콘에 대해 반복 실험한 데이터를 기초로 양품여부를 판단하는 기준값을 설정하였다. 그림 40은 본 연구에서 개발한 콘 색채선별기 제어기 회로도이다.

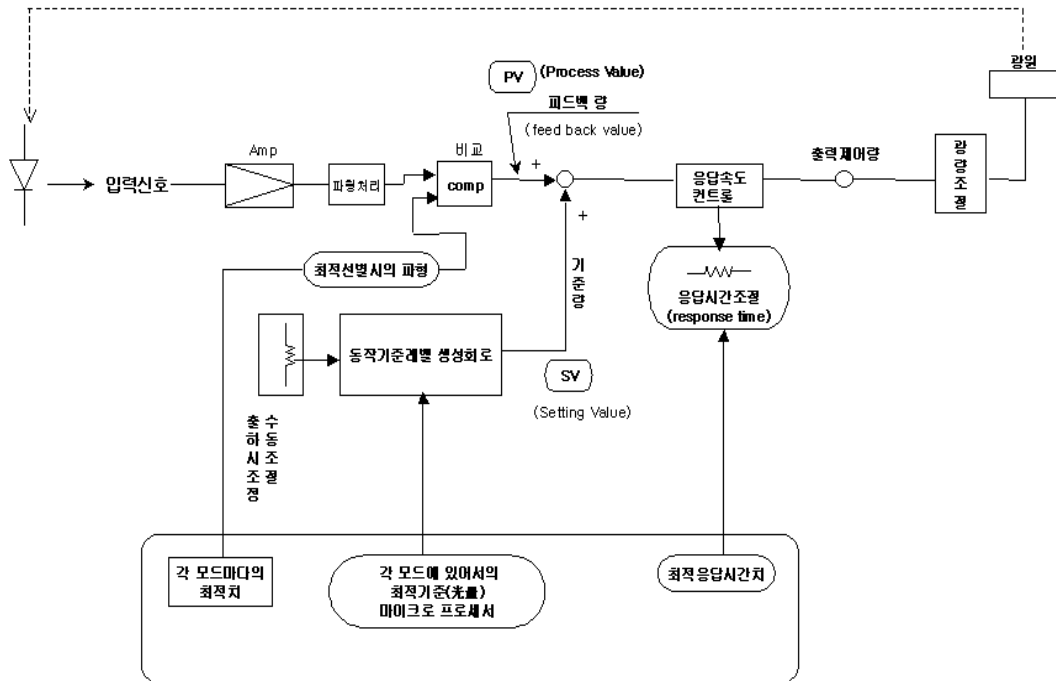


그림 38 콩 색채선별기 제어기 제어 흐름도

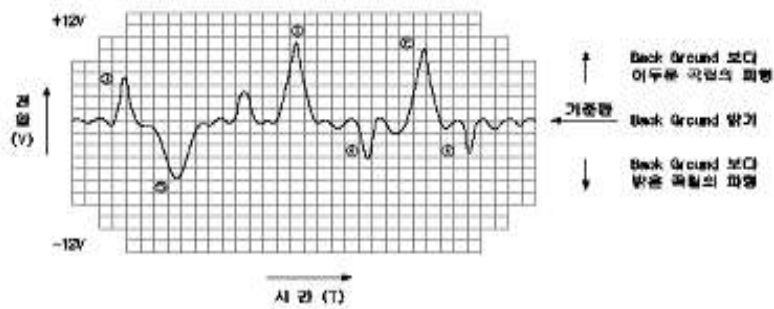


그림 39 ① 매우 어두운 곡형
 ② 어두운 곡형
 ③ 조금 어두운 곡형
 ④ 조금 밝은 곡형
 ⑤ 밝은 곡형

그림 39 센서 출력신호 파형

표 13 배출노즐 개방 타이밍 차트

Timing Chart															
Oscillator : 4MHz Divide : 156															
1-Digit Time Delay = 156 / 4MHz * 4 = 156usec															
NO.	T_0	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	Time (ms)	NO.	T_0	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	Time (ms)
1	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	9.984	33	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	14.976
2	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	10.140	34	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	15.132
3	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	10.296	35	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	15.288
4	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	10.452	36	ON	ON	OFF	OFF	OFF	ON	15.444
5	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	10.608	37	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	ON	15.600
6	ON	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	10.764	38	ON	OFF	ON	OFF	OFF	ON	15.756
7	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF	10.920	39	OFF	ON	ON	OFF	OFF	ON	15.912
8	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	11.076	40	ON	ON	ON	OFF	OFF	ON	16.068
9	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	11.232	41	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	ON	16.224
10	ON	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	11.388	42	ON	OFF	OFF	ON	OFF	ON	16.380
11	OFF	ON	OFF	ON	OFF	OFF	11.544	43	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	16.536
12	ON	ON	OFF	ON	OFF	OFF	11.700	44	ON	ON	OFF	ON	OFF	ON	16.692
13	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	11.856	45	OFF	OFF	ON	ON	OFF	ON	16.848
14	ON	OFF	ON	ON	OFF	OFF	12.012	46	ON	OFF	ON	ON	OFF	ON	17.004
15	OFF	ON	ON	ON	OFF	OFF	12.168	47	OFF	ON	ON	ON	OFF	ON	17.160
16	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	12.324	48	ON	ON	ON	ON	OFF	ON	17.316
17	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	12.480	49	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	17.472
18	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	12.636	50	ON	OFF	OFF	OFF	ON	ON	17.628
19	OFF	ON	OFF	OFF	ON	OFF	12.792	51	OFF	ON	OFF	OFF	ON	ON	17.784
20	ON	ON	OFF	OFF	ON	OFF	12.948	52	ON	ON	OFF	OFF	ON	ON	17.940
21	OFF	OFF	ON	OFF	ON	OFF	13.104	53	OFF	OFF	ON	OFF	ON	ON	18.096
22	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	13.260	54	ON	OFF	ON	OFF	ON	ON	18.252
23	OFF	ON	ON	OFF	ON	OFF	13.416	55	OFF	ON	ON	OFF	ON	ON	18.408
24	ON	ON	ON	OFF	ON	OFF	13.572	56	ON	ON	ON	OFF	ON	ON	18.564
25	OFF	OFF	OFF	ON	ON	OFF	13.728	57	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	18.720
26	ON	OFF	OFF	ON	ON	OFF	13.884	58	ON	OFF	OFF	ON	ON	ON	18.876
27	OFF	ON	OFF	ON	ON	OFF	14.040	59	OFF	ON	OFF	ON	ON	ON	19.032
28	ON	ON	OFF	ON	ON	OFF	14.196	60	ON	ON	OFF	ON	ON	ON	19.188
29	OFF	OFF	ON	ON	ON	OFF	14.352	61	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON	19.344
30	ON	OFF	ON	ON	ON	OFF	14.508	62	ON	OFF	ON	ON	ON	ON	19.500
31	OFF	ON	ON	ON	ON	OFF	14.664	63	OFF	ON	ON	ON	ON	ON	19.656
32	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	14.820	64	ON	ON	ON	ON	ON	ON	19.812

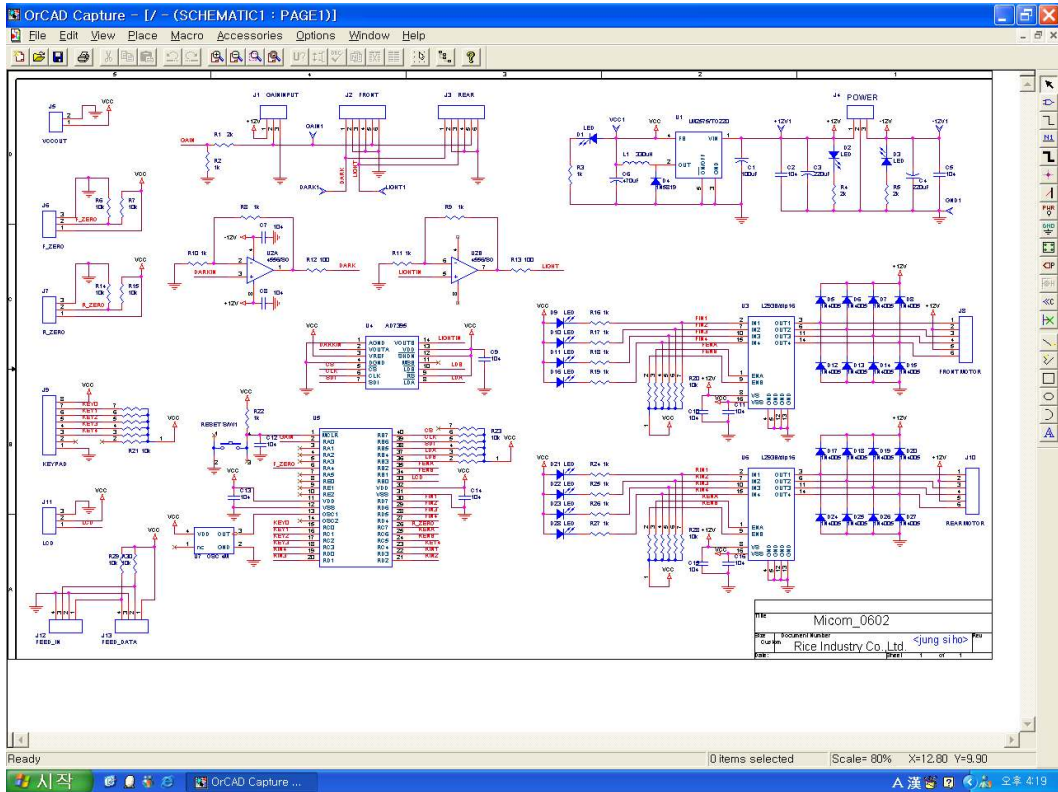


그림 40 콩 색채선별기 제어기 회로도

표 14는 34개의 I/O포트와 64K의 메모리, AD컨버터, DA컨버터, 리얼타임클럭 등의 기능 등을 내장한 CUP 사양을 나타내고 있다.

그림 41은 제작된 메인판넬을 나타내고 있으며, 그림 42는 마이컴제어부를 나타내고 있다. 그림 43은 작업자가 용이하게 색채선별기의 기준값을 설정할 수 있도록 사용자 인터페이스 방식의 터치스크린을 제작하였다.

표 14 CPU 사양

메인메모리	32 KByte
데이터 메모리	8 KByte
I/O 포트수	34개
메인 칩	PIC16F877 두개
발진주파수	20MHz
실행속도	1.4배
메모리 액세스 방식	병렬(parallel)
데이터용 EEPROM	8K Byte
PIN 수	40핀
A/D 채널 (해상도)	8채널 (10bit)
PWM 채널 (해상도)	2채널 (10bit)
문자열	가능
32 비트정수, 실수	가능
버퍼링방식의 RS232	가능

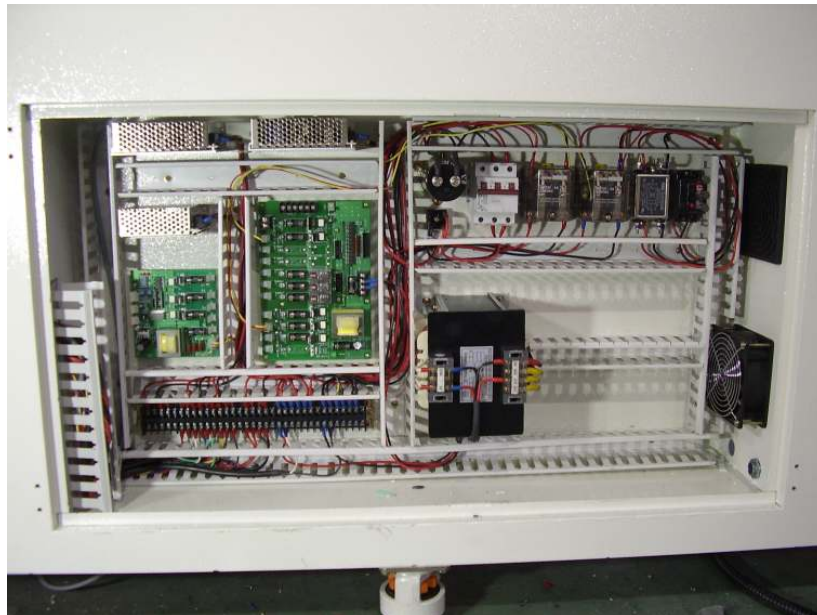


그림 41 메인판넬



그림 42 마이컴 제어부



그림 43 터치스크린

8. 콩 색채선별기의 완성

콩 색채선별기의 각부 메커니즘을 설계하여 그림 44와 같이 전체 조립도를 설계하였다. 그림 45는 컨베이어부에 발생하는 미세먼지를 집진할 수 있는 집진부를 제작하였으며, 그림 46는 개발된 콩 색채선별기의 전면 프레임을 나타내며, 그림 47과 48은 좌,우측면 프레임을 나타내고 있다. 그림 49와 같이 설계 완성된 기구부를 제작하여 시험기를 완성하여 원료 콩 종류별로 실증 시험하여 제어프로그램 로직을 개발하고, 개발된 제어기의 프로그램을 완성하였다. 시험기의 기구부 메커니즘에서 가장 중요한 수평컨베이어의 작동여부를 시험하였으며, 시험결과 원료 콩 투입, 수평이송 및 정렬 메커니즘이 정상적으로 작동하였다.

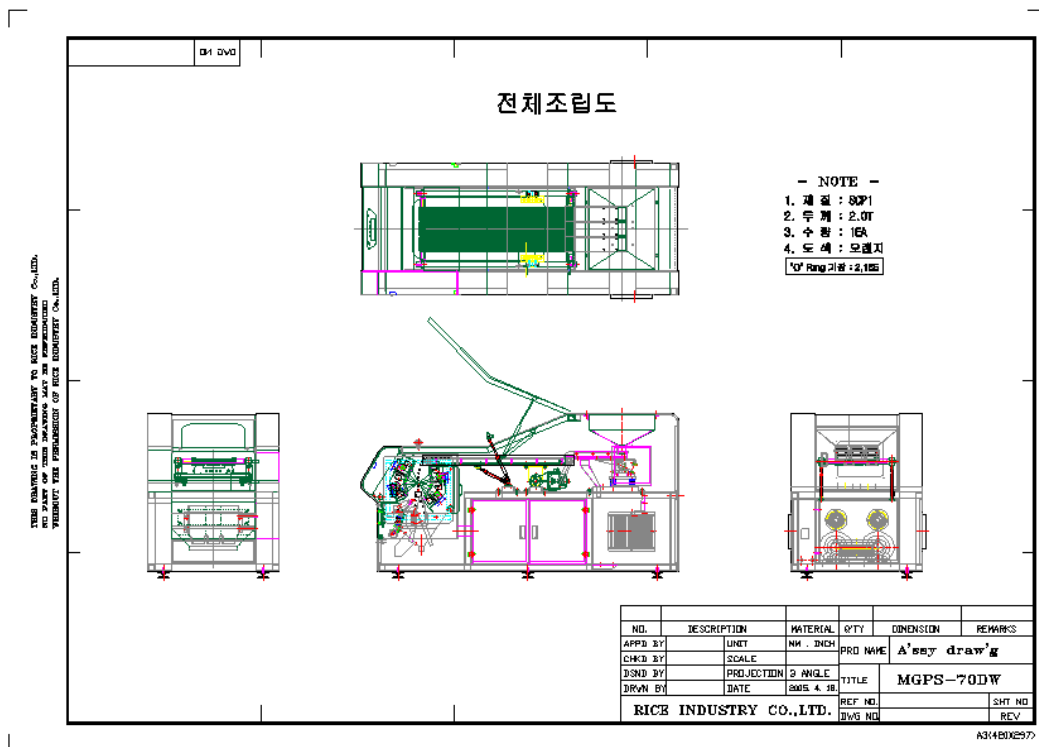


그림 44 라운드 벨트 컨베이어 방식의 콩 색채선별기 조립도



그림 45 집진부



그림 46 콩 색채선별기 전면 프레임



그림 47 콩 색채선별기 좌측 프레임



그림 48 콩 색채선별기 우측 프레임



그림 49 완성된 콩 색채선별기

표 15는 개발된 콩 색채선별기의 제원을 나타내고 있다. 총 채널수는 90채널로서 1차 70채널로 선별한 후 2차 20채널로 재선별하는 방식이다.

표 15 시작기의 제원

구 분	형식(Model)	MPS-90DW
주요방식	곡물감지	4면센싱
	컨베이어 구동	수평이송
채 널 수	1차선별(DW)	70
	2차선별(DW)	20
치 수	W X D X H (mm)	1,920 x 2,425 x 1,200
소요동력	정격출력 (Kw)	5.2
	최대출력 (Kw)	6.8
부가장치	공기압축기 (Hp)	15
	집진팬 (m ³ /mm)	9.0

제 3 절 콩 색채선별기의 현장적응시험

본 연구에서는 완성된 콩 색채선별기를 콩 정선, 가공, 선별공장인 충북 청원 K 농산에 직접 설치하여 계속하여 가동시험을 실시하였다. 이러한 여러 차례의 현장 테스트를 통하여 사용자가 실제로 사용을 하는데 필요한 문제점 및 개선할 점을 조사하였으며 우리나라 실정에 알맞은 콩 색채선별기로 최종적으로 보완하였다.



그림 50 충북 청원 K 농산의 콩 선별시스템

1. 콩 선별 생산작업 요약

1차 호퍼를 통해 콩을 투입하고 제어부를 조작하여 투입된 콩에 맞게 컨베이어의 회전속도를 설정한 후 전원을 인가하면, 콩이 스크린을 통해 아래쪽으로 공급되고, 마그네틱 선별기를 통해 금속성분 등이 선별되고, 선별이 완료된 콩은 컨베이어로 이송된다.

컨베이어로 이송된 콩은 오링 사이의 홈부를 따라 정렬되어 이송되며, 이송된 콩은 컨베이어의 끝단에서 자유낙하를 하게 되고 자유낙하 되는 콩 중 활상부에 의해 불량품으로 식별된 콩은 공기층에 의해 선별되어 양품은 양품 회수구를 통해 다음 공정으로 이송되고, 불량품은 불량품 회수구를 통해 회수된 후, 에어순환부를 통해 2차 원료탱크로 이송된다.

2차 원료탱크로 이송된 불량품은 스크린과 마그네틱 선별기를 거쳐 컨베이어를 통해 이송되고, 활상부와 공기층을 통해 한번 더 선별되며, 그 중 양품으로 선별된 콩은 1차 원료탱크로 재 이송되어 선별과정을 거치게 되며, 최종 불량품으로 선별된 콩은 최종 분리된다.



그림 51 설치된 콩 색채선별기 시작기

그림 51은 가공공정 중에 설치된 콩 색채선별기 시작기를 나타내고 있으며, 그림 52는 선별작업 중인 상태를 나타내고 있다.



그림 52 가동중인 콩 색채선별기 시작기의 선별작업

2. 문제점 분석 및 최종보완

가. 라운드 벨트 컨베이어의 수정 및 보완

두류용 색채선별기 개발에 착수하였을 당시 가장 큰 문제 중 하나는 size가 크기 때문에 이송에 많은 문제가 있을 수 있음에 착안하였다. 따라서 초기에 접근방식은 기존의 쌀용 색채선별기를 응용한 방식인 슈트(Chute)방식을 적용하여 슈트의 각도를 다양하게 설정해 가면서 획득한 Data를 바탕으로 골(Groove)형상 슈트, 구분된 평면(Plane)형상 슈트, 완전평면형상 슈트 등을 제작하여 실험하였다.

그 결과 골 모양 슈트(그림 53)는 쌀용 색채선별기에서 적용하는 기울기 60°를 기준으로 했을 때 곡물 크기가 작은 약콩, 소태(소립종), 녹두(소립종) 등의 경우에는 슈트

에서 어느 정도 정렬되어 활상부의 인식점(Sensing Point)까지 공급이 되는 것과 슈트면에서 튀어서 공급되는 것의 비율이 5:5 정도였다. 그에 비해서 곡물 크기가 큰 왕태, 흑태, 서리태, 선유콩 등은 슈트면에서 구름 이송을 하기 때문에 슈트에서 정렬되지 않은 것은 물론 인식점까지 공급되는 것의 비율이 1:9 정도로 거의 비산되어 공급되지 않았다. 따라서 슈트 상부에서 활상부 센서까지 공급율을 높이기 위해서 슈트의 기울기 각도를 5° 단위로 줄이면서 테스트하였다.

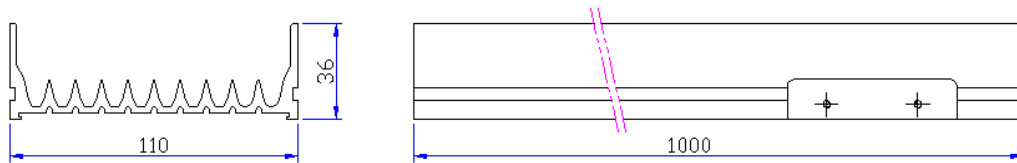


그림 53 골형상 슈트

(1) 1단계로 55° 기울기로 테스트하였을 경우 60°로 하였을 때 보다는 일부 개선되기는 하였으나, 공급비율은 큰 차이가 나타나지 않았다.

(2) 2단계로 50° 기울기로 테스트하였을 경우는 55°와 비교해서 일부 개선되기는 하였으나, 공급비율에는 또한 큰 차이가 없이 슈트면에서 튀면서 낙하되었다.

(3) 3단계로 45° 기울기로 테스트하였을 경우인데 50°와 비교해서 현저하게 개선점을 보이면서 공급율이 6:4 정도로 향상되었다. 그러나 공급 속도측면에서 정상속도인 4 m/sec 를 벗어난 3.9 m/sec 속도로 측정되었다.

(4) 4단계로 40°, 35° 기울기로 테스트하였을 경우는 공급 측면에서는 상당히 안정적인 공급이 되었으나, 일부 곡물에 한하여 전체 10골 중 1골 또는 그 이상의 막힘 현상이 발생하여 테스트 할 수 없는 상황으로 측정이 불가능하였다. 또한 공급속도에서도 정상속도보다 훨씬 늦어진 2.8~3.2 m/sec 속도로 저하되었다.

두 번째로 골과 골이 구분된 평면형상 슈트 방식(그림 55)으로 상기와 같은 방법으로 여러 단계를 걸쳐서 테스트한 결과도 골 형상의 슈트 방식 때와 큰 차이가 없었고 엄격히 구분하자면 오히려 평면형상 슈트 방식의 공급율이 표 16에서 나타난 바와 같이 낮게 측정되었음을 확인할 수 있었다.

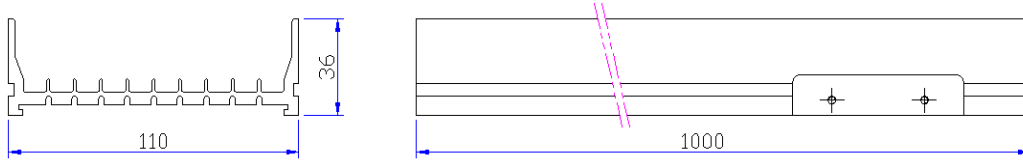


그림 54 평면형상 슈트

세 번째 단계로 완전평면형상 슈트 방식(그림 55)으로 상기와 동일한 방법으로 여러 단계를 걸쳐서 테스트한 결과 좌, 우측의 저항이 없어서 공급속도에는 효과적이었으나, 정렬에는 많은 문제가 발생하였다. 또한 중요한 슈트면에서의 구름발생 즉 튀는 현상이 매우 많이 발생하여 선별하기 위한 1차적 조건인 공급 측면에서 매우 불규칙하게 공급되기 때문에 적용방식에 많은 문제점이 도출되어서 부적합한 것으로 개발단계에서 고려하지 않기로 하였다.

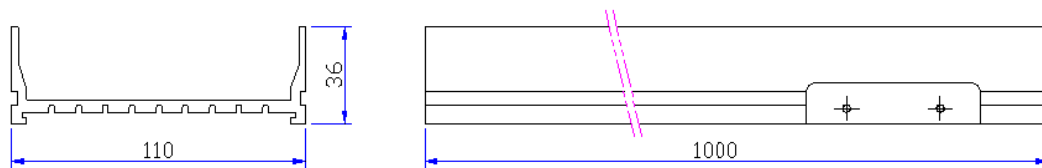


그림 55 완전평면형상 슈트

이와 같이 몇 가지 방식의 슈트를 제작하여 테스트한 결과 콩의 특성상 원형 또는 반원형에 가까운 형상을 띄고 있기 때문에 기울기가 있는 쌀용 색채선별기를 응용한 방식으로 개발하기 위해서는 인위적으로 슈트면에 곡물이 낙하시 튀는 현상을 방지하는 장치를 해야 되는 것으로 결론지을 수 있었다.

따라서 이제까지의 3가지 방식 중에서 공급율이 가장 효과적인 골형상 슈트를 선정하고 그위에 튀 방지를 위한 얇은 아크릴을 덮은 후 곡물을 낙하시켜 본 결과 공급상태는 대체적으로 양호하였으나, 몇가지 문제점이 발생하였다.

그 중에서 앞서 언급하였던 1골 또는 그 이상의 골이 크기가 다른 곡물이나 기타

이물질들로 막혔을 경우 공급부(Feeder)에서 원료는 계속 공급되기 때문에 공급된 곡물이 활상부 내의 센서를 통과하지 못하고 슈트 후면으로 넘쳐서 결국 바닥으로 낙곡하였다.

공급 속도 또한 저항 없이 구름이송을 하는 곡물과 저항력을 받으면서 공급된 곡물과는 속도는 현저히 다르게 나타났고, 그로 인해 분사시간에 영향을 주기 때문에 선별율에도 상당히 많은 차이가 발생하였다.

만약 슈트 표면에 아크릴 덮개를 적용한 방식으로 채택하여 제작된 기계가 현장에 설치되었다면 곡물용 색채선별기가 가동 중에는 운전자가 감시하지 않으면 안 된다는 결론을 유추하였다.

이유는 10골 또는 그 이상 골 중에서 1골이라도 막혔을 경우 가동 중인 기계를 중단하고 덮개를 제거한 후 막혀있는 이물질을 제거하고 다시 덮은 후 가동해야 되기 때문이다.

만약에 작업자가 기계를 감시하지 못한 상태에서 가동해서 1골이라도 막혔을 경우 현장 안에는 상당히 많은 곡물들이 떨어지기 때문이다.

표 16 골형상 슈트와 평면형상 슈트와의 공급율 비교

구 분	슈트기울기	실험횟수별 공급율					비 고
		No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	
골형상 슈트	60° 기준	49:51	49:51	48:52	47:53	51:49	* 실험조건 - 슈트 1EA사용 - 쌀용 색채선별방식
	55° 기준	47:53	49:51	49:51	49:51	49:51	
	50° 기준	51:49	50:50	51:49	51:49	52:48	
	그이하설정	62:38	63:37	62:38	61:39	62:38	
평면형 슈트	60° 기준	48:52	49:51	48:52	47:53	49:51	- 공급율기준 양호한 상태 對 불량한 상태
	55° 기준	49:51	48:52	49:51	48:52	49:51	
	50° 기준	50:50	49:51	48:52	49:51	52:48	
	그이하설정	48:52	49:51	47:53	48:52	46:54	

따라서 쌀용 색채선별기 방식인 수직형(Vertical)으로는 곡물용 색채선별기에는 부적합하다는 결론을 내리고 본 연구에서는 Round Belt를 적용한 기존의 수평방식(Horizontal Type)을 적용하기로 하고 개발에 착수하였다. 기존의 수직방식(Vertical Type)에서 발생하였던 공급방식과 낙하 시 균열(Break)이나 응력(Stress)을 최소화할 수 있는 시스템으로 방향을 설정하였다.

- (1) 1단계는 Round Belt(그림 56)를 제작하기 위해서 적용 가능한 Belt의 재질, 외경, 접착강도 등을 선정하기 위한 Data수집
- (2) 2단계는 수집된 Data 기준으로 곡물의 크기가 크든 형상이 불규칙적이든 상관없이 적용 가능한 설계 수립
- (3) 3단계는 Round Belt Sample 구매
- (4) 4단계는 공급부에서 이송된 콩이 정렬되는데 따른 Conveyor Belt의 구동축과 종동축간의 거리 설계
- (5) 5단계는 Round Belt를 수개내지 수십개로 장착할 경우 Belt에 걸리는 부하 계산 후 구동 모터선정
- (6) 6단계는 공급부에서 활상부까지 이송시키기 위한 적합한 이송속도 선정 후 구동축과 모터의 풀리(Pulley)비율 설계

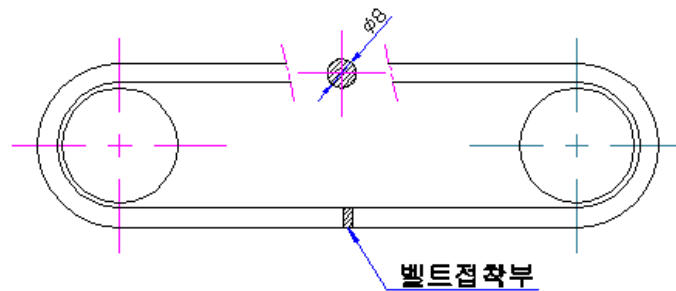


그림 56 라운드형 벨트

위와 같은 단계를 기준으로 선정되어 설계·제작된 Round Belt Conveyor로 공급한 결과 공급율은 99%이상 안정적인 공급이 가능했다.

그러나 Round와 Round간의 처짐 또는 수작업으로 제작된 Round Belt의 장력차에

서 오는 Belt의 문제점으로 인해서 파손된 곡물이 Belt와 Belt 사이에 끼이는 현상이 발생하면서 일정시간이 지나면 처음 1골에서 옆으로 이동하면서 결국에는 기계를 일시 중지시켜서 Belt 사이에 끼여 있는 곡물을 제거한 후 가동해야 되는 문제점이 발생하였다.

문제점 개선을 위한 대책방안으로 Belt와 Belt 사이에 가이드를 설치해서 파손된 곡물이 끼이는 현상을 제거한 후 가동한 결과 완전히 해소되었음을 확인할 수 있었고 선별 성능 또한 96%이상으로 향상되었다.

그러나 Round Belt의 내구성이 문제가 되었다. 그림 57에서 보는바와 같이 작업도중 Round Belt가 파손되었을 경우 교환하기가 어려웠다.

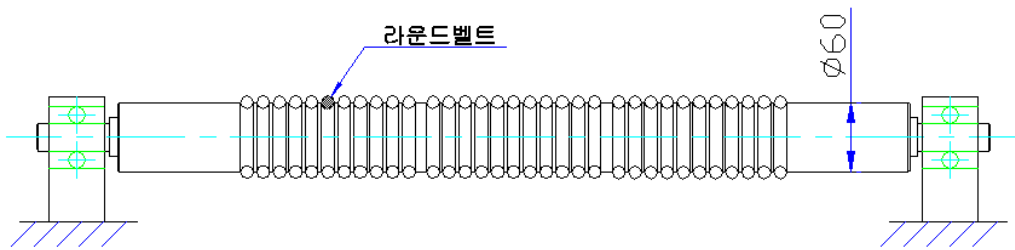


그림 57 Round Belt 의 취부형상

숙련된 기술자가 교환하더라도 최소한 1~2시간이 소요되는 사후관리에 많은 문제점이 발생하였다. Round Belt 자체의 내구성이 2~3년이라면 접착부의 내구성은 2~3개월 정도가 최장기였다.

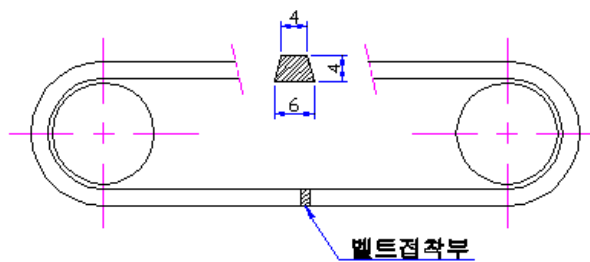


그림 58 등변사다리형 벨트

이러한 문제를 개선하기 위해서 Round Belt의 수명이나 접촉부의 내구성을 완전히 극복할 수 있는 획기적인 방법이 필요하였다. 따라서 평면벨트 상에 곡물을 쉽게 정렬할 수 있도록 형상을 만들어 붙임으로써 가능하게 될 것으로 판단되었다. 따라서 최종적으로 그림 58과 같이 평면벨트 표면에 마름모형상 띠벨트가 접촉된 등변사다리형 벨트로 제작하여 안정적인 공급율, 내구성 향상, 곡물의 끼임 현상 해소, 교환 편리성 등 만족스런 결과를 얻었다.

이상과 같이 여러 문제점을 수정 및 보완하였으며, 현재 계속하여 가동 중에 있다. 향후에도 장기간 사용함에 따른 내구성 등 양산보급 전에 문제점을 밝혀내고 수정 및 보완하여 최적의 콩 색채선별기가 될 수 있도록 할 것이다.

제 4 절 콩 색채선별기의 성능시험

앞서 완성된 콩 색채선별기 시작기를 충북 청원 K 농산에 직접 설치하여 실제 콩 선별작업을 할 수 있도록 계속하여 가동시험을 실시하였고, 이러한 여러 차례의 현장 테스트를 통하여 사용자가 실제로 사용을 하는데 필요한 문제점 및 개선할 점을 조사하여 최종적으로 보완을 하였다. 본 연구에서는 최종적으로 설계 제작되어 완성된 콩 색채선별기의 성능을 검증하기 위하여 관련된 성능을 시험하였다.

1. 작업능률

가. 재료 및 방법

공시재료인 콩의 품종은 황태(백태)를 이용하였으며, 시작기(model: MPS 90DW)를 가동시킨 후 정상상태에 도달하였을 때 공시재료를 선별한 후 다음 식 1에 의거 산출하였다. 공시재료의 투입량은 약 10 ton의 중량으로 하였으며, 3회 반복하여 측정한 후 계산하였다.

$$Q = \frac{M}{T} \times 60 \quad (1)$$

여기서, Q : 작업능률(kg/h)

M : 투입된 콩의 중량(kg)

T : 작업시간(h)

나. 시험 결과

다음의 표 17에 시험한 결과를 나타내었다. 투입되는 원료의 불량 혼입율, 원료의 종류에 따라 다소 차이가 있을 수 있으나, 평균적으로 투입된 콩의 중량은 9,963 kg 이며, 작업시간은 4.73 h 으로 작업능률은 2,144 kg/h 으로 나타났다.

표 17 시작기의 작업능률

측정회수 (회)	투입된 콩의 중량 (kg)	작업시간 (h)	작업능률 (kg/h)
1	9,960	4.8	2,075
2	9,830	4.3	2,286
3	10,100	5.1	1,980
평균	9,963	4.73	2,114

또한, 시작기의 경우 총 90 채널로 제작되었으며, 70 채널은 1차선별에 사용되며, 20 채널은 1차 선별시 불량률 되돌림하여 2차 선별에 사용된다. 따라서, 채널별 처리용량을 산출해 보면 23.5 kg으로 계산된다. 이는 향후 콩 선별공장의 경영규모별 적정용량의 콩 색채선별기를 설계할 때 유용한 자료로 활용할 수 있을 것이다.

2. 선별율

가. 재료 및 방법

공시재료인 백태, 흑태, 적두를 선별하면서 30분마다 양품 1 kg 씩을 5시간 동안 채취하였다. 투입되는 원료의 불량혼입율은 선별전에 1 kg 씩 5회 채취하여 원료의 불량상태를 조사하였다. 시작기(model: MPS 90DW)를 가동시킨 후 정상상태에 도달하였을 때 공시재료를 선별한 후 다음 식 2와 3에 의거 산출하였다. 식 2를 이용하여 1차 선별 후 양품 중 불량률의 혼입량을 측정하여 선별율을 계산하였고, 식 3은 2차 선별 후 불량률 중 양품의 혼입량을 측정하여 선별율을 계산하였다. 최종적으로 1차 선별율과 2차 선별율의 평균을 시작기의 선별율로 결정하였다.

$$E_1 = \left(1 - \frac{P_1}{S_1 + P_1}\right) \times 100 \quad (2)$$

$$E_2 = \left(1 - \frac{S_2}{S_2 + P_2}\right) \times 100 \quad (3)$$

- 여기서, E_1 : 1차 선별율(%)
 E_2 : 2차 선별율(%)
 P_1 : 1차 불량품의 콩의 양(g)
 S_1 : 1차 양품의 콩의 양(g)
 P_2 : 2차 불량품의 콩의 양(g)
 S_2 : 2차 양품의 콩의 양(g)

나. 시험 결과

시험 결과는 아래의 표 18와 같으며, 표 19에서는 선별 전후의 원료의 상태와 양품과 불량품의 상태를 보여주고 있다.










표 18 원료 종류별 선별율

원료종류	1차 선별(E_1)			2차 선별(E_2)			평균 선별율 (%)	
	양 품 (g)	불 량 (g)	선별율 (%)	양 품 (g)	불 량 (g)	선별율 (%)		
백태	3%	9,870	130	98.70	23	1,977	98.85	98.78
	6%	9,820	180	98.20	28	1,972	98.60	98.40
	9%	9,630	370	96.30	46	1,954	97.70	97.00
	평균	9,773	227	97.73	32	1,968	98.38	98.06
흑 태	5,830	170	97.17	48	1,952	97.60	97.38	
적 두	2,840	1,150	71.25	870	1,130	56.50	63.88	

- 주) 백태 3% : 원료 중 불량혼입율이 2.9%일 때
 백태 6% : 원료 중 불량혼입율이 6.1%일 때
 백태 9% : 원료 중 불량혼입율이 8.7%일 때

위의 표와 같이 백태의 경우 원료 중 불량혼입율이 증가함에 따라 선별율이 낮아지는 경향이 있는 것으로 나타났으며, 평균적으로 1차선별시 선별율은 97.73 %, 2차선별시 선별율은 98.38 %로 나타났으며, 평균선별율은 98.06 %로 나타났다. 흑태의 경우는 1차 선별시 97.17 %, 2차 선별시 97.70 %, 평균선별율은 97.38 %로 나타나 백태의 경우보다 다소 선별율이 낮게 나타났다. 적두(팥)의 경우는 평균선별율이 63.88 %로 나타나 앞서 언급하였듯이 적두의 경우는 흡족한 선별결과를 얻을 수 없었다.

표 19 선별 전후 원료의 양품 및 불량

	원 료	양 품	불 량
백태			
흑태			
적두			

또한, 표 20에서는 개발된 시작기의 성능과 현재 보급되어진 타 선별방식의 기종과 비교한 결과를 나타내었다. 개발된 시작기의 경우 국내의 기종에 비하여 작업능률이나 선별율이 월등하며, 수입기종에 비해서도 크게 뒤지지 않는 것으로 나타났다.

표 20 타사와의 성능비교표

구 분	시 작 품	국내 D사	국외 S사	비 고
이송방식	수평방식	수직방식	수직방식	<ul style="list-style-type: none"> - 수직이송방식은 상단에서 낙하속도 4.2m/s의 가속도로 양품호퍼부에 투입되기 때문에 곡종에 따라서 차이가 있지만 파손곡이 다량 발생 - 컨베이어 벨트 이송방식은 낙하차를 최대한 줄여서 곡물을 공급하기 때문에 낙하속도에 따른 곡물의 균열발생없이 정확하게 이송 가능
선별방식	4면방식	2면방식	2면방식	<ul style="list-style-type: none"> - 2면방식은 콩의 특성상 상,하부에 발병하는 자주병과 같은 곡물 선별시 미인식부가 발생하기 때문에 선별이 불가능 - 4면 적용방식은 양면 방식의 선별과정에서 놓칠 수 있는 미인식부를 해결하여 선별율이 증대되고, 양면방식에서 감지가 불가능하였던 곡물에 대해서도 선별이 가능
작업능률 (ton/h)	2.0~3.0	0.8~1.2	2.5~3.5	기계사양에 따라 다소 차이가 발생 유사한 사양기준으로 산정
선별율 (%)	97~99	78~85	96~98	

제 5 절 콩 색채선별기의 경제성 분석

1. 서론

본 연구의 콩 색채선별기는 대량으로 신속하게 양품의 콩을 선별할 수 있으며, 외 국산 색채선별기보다 저렴한 가격이며, 인력의 투입 없이 자동으로 전 공정을 제어할 수 있도록 개발하였으며, 많은 현장 테스트와 이에 대한 수정 및 보완 등을 거치면서 실증 시험한 결과 매우 만족스런 결과를 보였다.

그런데 개발된 시작기가 실제로 국내의 콩 선별공장이나 가공공장에 설치되어 운영 한 후 이용비용에 경제성이 있는가 하는 문제는 매우 중요한 요소이다. 또한 제 작업 체에서 생산을 한 후 합리적인 가격으로 공급하였을 때 경제성이 있는가 하는 문제도 중요한 요소이다. 특히 시작기가 보급되었을 때 국내의 곡물산업의 현실에 부합하며 경제적으로도 이익을 남길 수 있어야 한다.

따라서 본 연구에서는 개발된 시작기를 현장적응시험 및 성능시험을 통하여 획득된 자료를 바탕으로 관행의 인력으로 선별할 경우와 콩 선별공장에 공급했을 경우의 이 용비용을 비교 분석하여 개발된 시작기가 우리나라 콩 선별공장이나 가공공장에 적용 할 수 있는지에 대한 가능성 여부를 제시함에 있다.

2. 연구의 방법

본 연구의 경제성 분석에서는 관행의 인력에 의해 콩을 선별하는 시스템과 개발된 시작기를 이용하여 선별하는 형태와 수입기종의 색채선별기를 이용하는 3가지 시스템 에 대하여 비교 분석하였다.

개발된 시작기의 이용에 소요되는 비용은 고정비와 변동비로 구분하였으며 구체적인 항목은 표 21에 나타내었다.

가. 고정비

기계 이용시의 고정비용은 감가상각비, 수리비, 이자, 차고비, 전력비(기본요금) 등

의 합으로 계산되며, 작업에 이용된 기계의 가격은 농업기계가격집과 기계제작회사에 의뢰하여 조사하였다(한국농기계공업협동조합, 2007; 농림부, 2007a).

표 21 시작기의 고정비 및 변동비의 구성요소

고정비	변동비
감가상각비	노 임
수리비	전력비(사용요금)
이 자	기 타
차고비	
전력비(기본요금)	

1) 감가상각비

시작기의 내구연한은 현재 분류된 자료가 없어 곡물 도정기 수준인 10년으로 정하였다. 또한 기계의 폐기가격은 각각 구입 가격의 5 %로 가정하였다(농촌진흥청, 2006).

2) 수리비

시작기의 경우 수리비 계수는 문헌을 참조하였는데(정창주 등, 1995), 소요되는 부품과 작동시 부하변동이 작은 경우이므로 기계구입가의 연간 5 %를 적용하였다.

3) 이자

이자는 농림부의 농기계구입지원사업지침에서 기계 구입가의 융자분에 대해서는 연리 3 %를 적용하고(농림부, 2007a), 자부담에 대해서는 농업인 대출금리 6.5 %를 적용한 다음, 변동금리를 감안하여 일괄적으로 기계 구입가의 4 %를 적용하였다.

4) 차고비

차고비는 기계 구입가의 1 %로 하였으며, 이상에서 언급한 내용을 기준으로 고정비 계수를 산출하고 해당기계의 구입가를 조사하여 표 22에 나타내었다.

표 22 기계구입가격 및 고정비계수

항 목		시작기	수입기종
구입가격(천원)		100,000	250,000
고정비계수	감가상각비	0.095	0.095
	수리비	0.050	0.050
	이 자	0.040	0.040
	차고비	0.010	0.010
	합 계	0.195	0.195

나. 변동비

1) 선별시간

선별시간을 산정하기 위하여 현재 콩 색채선별기를 사용하고 있는 선별공장을 조사하였다. 콩 색채선별기를 이용하는 경우에도 최종적으로 선별되어진 콩을 작업자 1인이 육안선별을 하고 있는 것으로 나타났다. 수입기종(sortex사)의 경우 선별능력은 1톤의 콩을 선별하는데 0.33시간이 소요되었으며, 시작기의 경우는 0.4시간이 소요되었다. 인력에 의한 경우에는 작업자 6명이 선별작업에 1일 8시간에 830 kg을 선별할 수 있는 것으로 조사되었다.

2) 전력비

시작기의 운전에 소요되는 전력비는 산업용 값을 기준으로 하였으며, 기본료 4,190 원/kW·월 과 사용료 54.6 원/kWh 의 합으로 계산되는데 편의상 기본료는 고정비로, 사용료는 변동비로 분류하여 산출을 하였다(농촌진흥청, 2006). 시작기와 수입기종 모두 콤퓨레셔는 10 kW의 동력과 컨베이어 구동과 기타장치에는 약 5.2 kW의 전력을 사용하는 것으로 조사되었다.

3) 시간당 노임

시간당 노임은 농촌 노동임금 전국 평균치인 성인 남자 1인의 경우 시간당 7,000원으로 하였다.(농림부, 2007b)

3. 결과 및 고찰

이상에서 언급한 내용을 토대로 시작기와 수입기종 및 인력의 경우에 선별비용을 계산하여 그 결과를 표 23과 24에 나타내었다. 인력의 경우는 톤당 선별비용이 403천원/톤으로 나타났다.

표 23 시작기의 선별비용

선별용량(톤)		1	10	100	500	1000
고정비 (원)	감가상각비	9,500,000	9,500,000	9,500,000	9,500,000	9,500,000
	이 자	4,000,000	4,000,000	4,000,000	4,000,000	4,000,000
	차고비	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000
	수리비	5,000,000	5,000,000	5,000,000	5,000,000	5,000,000
	전력비(기본)	603,360	603,360	603,360	603,360	603,360
	소 계	20,103,360	20,103,360	20,103,360	20,103,360	20,103,360
변동비 (원)	노 임	2,800	5,516	280,000	1,400,000	2,800,000
	전력비(사용)	262	2,621	26,208	131,040	262,080
	소 계	3,062	30,621	306,208	1,531,040	3,062,080
선별비용 (원)		20,106,422	20,133,981	20,409,568	21,634,400	23,165,440
톤당 선별비용 (원/톤)		20,106,422	2,013,398	204,096	43,269	23,165

표 23에서 시작기의 고정비는 20,103 천원으로 나타났으며, 고정비와 변동비를 합한 다음 톤당 선별비용을 계산하였다. 1톤 선별시 20,106 천원/톤, 10톤 선별시 2,013 천원/톤, 100톤 선별시 204 천원/톤 1,000톤 선별시 23 천원/톤으로 나타났다.

표 24 수입기종의 선별비용

선별용량(톤)		1	10	100	500	1000
고정비 (원)	감가상각비	23,750,000	23,750,000	23,750,000	23,750,000	23,750,000
	이 자	10,000,000	10,000,000	10,000,000	10,000,000	10,000,000
	차고비	2,500,000	2,500,000	2,500,000	2,500,000	2,500,000
	수리비	12,500,000	12,500,000	12,500,000	12,500,000	12,500,000
	전력비(기본)	603,360	603,360	603,360	603,360	603,360
	소 계	49,353,360	49,353,360	49,353,360	49,353,360	49,353,360
변동비 (원)	노 임	2,331	23,310	233,100	1,165,500	2,331,000
	전력비(사용)	218	2,182	21,818	109,091	218,182
	소 계	2,549	25,492	254,918	1,274,591	2,549,182
선별비용 (원)		49,355,909	49,378,852	49,608,278	50,627,951	51,902,542
톤당 선별비용 (원/톤)		49,355,909	4,937,885	496,083	101,256	51,903

표 24에서 수입기종의 경우 고정비는 49,353 천원으로 나타났으며, 고정비와 변동비를 합한 다음 톤당 선별비용을 계산하였다. 1톤 선별시 49,355 천원/톤, 10톤 선별시 4,937 천원/톤, 100톤 선별시 496 천원/톤 1,000톤 선별시 51 천원/톤으로 나타났다.

또한 선별용량에 따른 선별비용을 회귀분석을 통해 추정하여 그림 68에 나타내었다. 그림에서 시작기의 선별비용은 선별량이 증가함에 따라 급격히 감소하는 추세이나 감소세는 150톤 경영규모에서 거의 완만한 직선형태로 나타내고 있으며, 수입기종의 경우에도 선별량이 증가함에 따라 선별비용은 급격히 감소를 하고 있으며 약 300톤 경영규모에 이르면 감소세가 완만하게 되는 경향이 있는 것으로 나타났다.

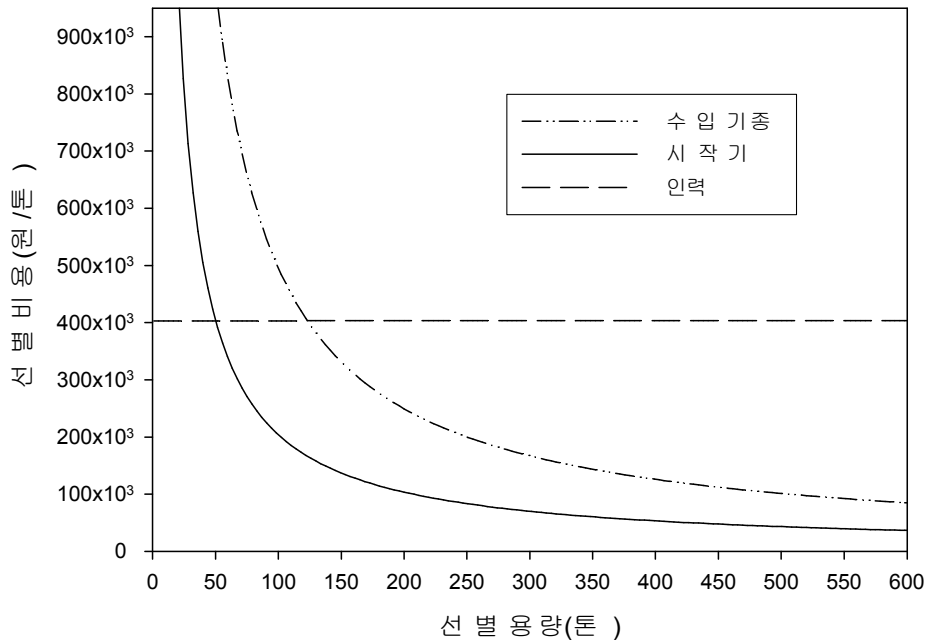


그림 68 선별용량에 따른 이용비용 비교

그리고, 경영규모가 증가함에 따라 관행의 인력에 의한 선별작업에 비하여 시작기의 이용비용이 적게 드는 것으로 나타나고 있는데, 손익분기점은 시작기의 경우 경영규모 55톤 전후로 비슷하게 나타나고 있으며, 수입기종의 경우는 130톤 전후로 나타났다. 따라서 콩의 연간 선별처리의 경영규모는 약 55톤 이상이면 관행의 인력선별보다 시작기가 더 유리한 것으로 판단된다.

이러한 분석자료를 근거로 시작기와 수입기종 및 인력선별에 의한 연간 선별비용의 절감효과를 살펴보면 다음의 표 25와 같다.

표 25 시작기의 경영규모에 따른 절감비용(천원/년)

경영규모(톤)	100	200	500	1000
수입기종	29,199	29,147	28,994	28,737
인력선별	19,920	59,949	180,042	380,198

수입기종 대비 시작기의 절감효과는 경영규모 100톤에서 약 29,199 천원, 500톤에서는 28,994 천원, 1000톤에서는 28,737 천원이 절감되는 것으로 나타났으며, 인력 대비 시작기의 절감효과는 경영규모 100톤에서 약 19,920 천원, 500톤에서는 180,042 천원, 1000톤에서는 380,198 천원이 절감되는 것으로 나타났다.

그러나, 실제로 본 연구에서 개발된 시작기가 상용화되면 시작기의 판매단가를 상당히 낮출 수 있기 때문에 그 절감효과는 더욱 더 클 것으로 기대된다.

4. 요약 및 결론

본 연구에서 개발된 콩 색채선별기의 경제성을 검증하기 위하여 관행의 인력선별과 수입기종에 의한 선별 시스템과의 선별비용을 분석하여 그 결과를 비교 검토하였다. 분석된 결과를 요약하면 다음과 같다.

가. 시작기의 고정비는 20,103 천원으로 나타났으며, 경영규모별 톤당 선별비용은 1톤 경영규모시 20,106 천원/톤, 10톤 경영규모시 2,013 천원/톤, 100톤 경영규모시 204 천원/톤, 1,000톤 경영규모시 23 천원/톤으로 나타나 경영규모가 증가할수록 선별비용은 절감되는 것으로 나타났다.

나. 손익분기점은 인력선별 대비 경영규모는 시작기의 경우 55톤 전후로, 수입기종의 경우는 130톤 전후로 나타났으며, 55톤 이상의 경영규모이면 관행의 인력선

별보다 시작기가 더 유리한 것으로 판단된다.

다. 경영규모 500톤에서 수입기종 대비 시작기의 절감효과는 28,994 천원, 인력선별 대비 시작기의 절감효과는 180,042 천원이 절감되는 것으로 나타났다.

따라서, 본 연구에서 개발된 콩 색채선별기는 우리나라의 콩 선별공장에 적용 가능한 것으로 판단되었다.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1 절 목표달성도

본 연구는 4방향 센서 및 Conveyor Feed Sensing 방식을 적용함으로써 선별 시 콩(곡물)의 균열(Break) 이나 응력(Stress)을 최소화 할 수 있는 콩 색채선별기를 개발하기 위하여 모두 2년에 걸쳐 수행되었다.

또한, 기존의 곡류(쌀) 색채선별기를 분석하여 콩에 적합한 색채선별기의 알고리즘을 개발하고, 국산 및 주요수입국별 콩(곡물)의 형상을 분석하고 콩의 색상 분해를 위한 색도계(colorimeter) 시스템을 설계하고, Round Belt Conveyor방식의 선별기 이송조건을 설정하여 이송부를 설계하고, 4축 센서 감지부를 설계 및 제작하고, 색채선별기 투입부, 이송부, 감지부, 선별부 및 배출부의 설계 및 제작을 하고, 곡물 투입에 의한 Feeding, Sensing, Rejecting의 시험을 하고, Round Belt Conveyor 방식의 색채선별기 시작기를 제작하고, 최종적으로 색채선별기 시작품의 성능 및 처리능력 등 평가를 하였다.

아래의 표에 년차별로 목표달성도를 요약하였으며, 전체적으로 연구개발 대비 목표달성도는 100%가 되었다.

구분	연구개발의 목표	연구개발의 내용	목표달성도(%)
1차 년도 (2006)	Round Belt Conveyor Feeding 방식의 색채선별기의 이송부, 감지부, 에어분사 및 제어기 설계 및 시험	국산 및 주요수입국별 콩(곡물)의 형상분석	100
		콩의 색상 분해를 위한 색도계(colorimeter) 시스템 설계	100
		컨베이어 이송시스템(Conveyor Feeding System)에 의한 이송 조건 설정	100
		색채선별시스템의 기구(Mechanism)의 선별조건 최적화 설계	100

		고주파를 이용한 전자식 안정기(Electricity Ballast)의 최적화 광도 측정	100
		Main Board(D.S.P : 신호처리부) 및 전자회로부 설계	100
2차 년도 (2007)	Round Belt Conveyor Feeding 방식의 색채선별기 설계 및 시작품 제작	색채선별시스템의 기구부(Mechanism)의 설계 및 제작	100
		색채선별시스템의 전기부(Electricity)의 설계 및 제작	100
		색채선별시스템의 전자부(Electronic) 설계 및 제작	100
		색채선별시스템의 에어공급부(Air Unit)의 설계 및 제작	100
		곡물 투입에 의한 Feeding, Sensing, Rejecting의 시험	100
		시작품의 성능, 처리능력 등 평가	100
		현장 적용을 통한 기술 실용화 및 대량생산기술	100

제 2 절 관련분야의 기여도

1. 기술적 측면

가. 농산물의 고품질화

Round Belt Conveyor에 의한 Feeding 방식을 적용하여 성능이 우수한 독창적인 색채선별시스템 기술 개발하여 정밀한 색채선별이 가능하게 되었다. 본 연구에서 개발

된 색채선별시스템 국내에 정착 활용되면 수입 콩에 비해 상대적으로 우수한 품질의 원료를 공급할 수 있어, 수입에 의존했던 두류의 자급율을 향상하여 국내 농산업의 활성화를 기대할 수 있다. 쌀 개방에 대응하는 콩을 대체작물로 육성하여 농가의 새로운 소득기반을 구축할 수 있는 기반조성이 가능하며, 이로 인하여 콩 제품의 농산물 상품성 향상으로 대외 경쟁력을 재고할 수 있고, 두류가공식품의 수출을 기대할 수 있다.

나. 새로운 농산물 선별 활용

4축 센서를 이용한 색채선별기로 기술 개발로 콩 선별뿐만 아니라 센싱모듈(Module)을 이용하여 최근 농산물 검사 분야에 관심사로 대두되고 있는 비파괴검사 방식을 도입한 콩 색채선별기를 응용하여, 과일(사과, 배, 참외, 복숭아 등) 및 농업 관련 부문에 적용함으로써, 농산물과 관련한 여러 부문으로의 전파효과를 기대할 수 있다. 또한, 국내 곡물 가공 관련산업에 보급함으로써 낙후된 국내 농산물 가공관련 산업을 활성화시킬 수 있으며, 이와 더불어 한층 더 국내 농업 기술의 자동화를 촉진시켜 첨단 농업 기술의 선진화를 가져 올 것으로 기대한다.

2. 경제적·산업적 측면

가. 노동력 절감

4축 센서를 이용한 콩 색채선별기의 보급으로 인해 고급 및 고품질화 된 콩류를 생산하고 이를 판매함으로써 판매업자의 소득증대 및 노동력 절감 효과를 가져 올 것으로 기대한다. 실제로 인력에 의한 경우에는 1일에 작업자 6명이 콩 선별작업을 한 것을 개발된 콩 색채선별기를 이용할 경우 0.4시간이면 충분하였다.

나. 선별비용 절감

아울러 국내에서 값싸게 제작·보급된 콩 색채선별기는 콩 선별공장 또는 가공공장에서 선별비용을 절감시킬 수가 있다. 연간 처리규모가 약 55톤 규모 이상이면 인력 선별보다 상당한 선별비용을 절감시킬 수가 있었으며, 연간 선별규모 500톤에서 수입

기종 대비 개발된 콩 색채선별기의 절감효과는 연간 약 3천여만원, 인력선별 대비 절감효과는 연간 약 1억 8천만 원이 절감되는 것으로 나타났다.

다. 외화절감효과

4축 센서를 이용한 콩 색채선별기를 개발 완료 후 국내에 보급함으로써, 1대당 수입가격이 약 2억 5천만인 외산 색채선별기의 수입대체를 통해 외화를 절감할 수 있다. 국내 시장규모를 추정해보면 총소비량 중 식량용의 경우 약 523천톤으로 추정되며 연간 약 500톤을 평균처리규모라 볼 때 총 소요대수는 약 1000대로 추정된다. 연간 신규수요와 교체수요를 20%로 감안하여 금액으로 환산하면 연간 약 500억 원 이상의 수입대체 효과를 볼 것으로 기대된다.

라. 수출기대 품목

본 연구에서 개발된 색채선별시스템을 콩(곡물) 주요 생산국가인 동남아의 모든 농업국, 유럽의 농업국, 중남미의 농업국, 중국, 러시아 등에 차별화된 성능 및 브랜드화로 수출산업으로 육성 가능하다. 세계 콩 생산량은 약 200백만톤으로 추정되며 식량용과 기계의 처리용량을 추정하여 볼 때 총 시장규모는 약 2만여대로 추정할 수 있다. 시장점유율 1%와 수출가격이 대당 1억원으로 산정하면 연간 약 200억원의 수출기대 품목으로 기대되며, 꾸준한 기술개발로 향후 더 큰 시장점유율이 예상된다. 또한 콩 뿐만 아니라 잡곡, 타 농산물(사과, 배, 참외, 복숭아 등)선별에 활용할 수 있기 때문에 그 효과는 더욱 더 커질 것으로 기대된다.

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

제 1 절 연구성과

1. 특허등록

- 등록번호 : 10-0650306
- 발명명칭 : 곡물선별기(The grain sorter)
- 등록일 : 2006년 11월 21일
- 출원인 : (주)라이스산업
- 발명자 : 정시호

2. 상품화

- 기계명 : 콩 색채선별기 (모델명 : MPS 90DW)
- 납품장소 : 광복농산 (충청북도 청원군)

3. 홍보

- 행사명 : 2008농림과학기술대전
- 기간 : 2008. 9. 24(수) ~ 9. 26(금)
- 장소 : aT센터 제2전시장
- 주최 : 농림부
- 주관 : 농림기술관리센터(ARPC)

제 2 절 활용계획

1. 자체 사업화

주관기관인 (주)라이스산업에서 개발된 콩 색채선별기를 자체 사업화할 것이며, 개발되는 핵심기술 및 성과물인 콩 색채선별 알고리즘, 4축 센서 감지부, Round Belt Conveyor 방식 등을 더욱 업그레이드하여 2차년도가 종료되는 시점에 상품화할 예정이다. 현재 개발된 콩 색채선별기(모델명 : MPS 90DW)를 충북 청원 K 농산에 납품하였다.

2. 기술인증 획득

관련 핵심 기술은 특허등록(10-0650306, 곡물선별기)으로 기술 우위를 점하였으며, 상품의 가치를 높이기 위하여 개발될 제품은 우수신기술인증을 획득하고 정부의 자금 지원 대상품목 자격을 취득할 예정이다.

3. 상품 홍보

직접 수요자인 잡곡가공공장, 미곡종합처리장(RPC), 검사기관 등을 상대로 한 현장 견학, 초청 세미나, 연사회를 개최하고, 전시회 참여로 기술을 알릴 수 있도록 할 것이다. 현재 2008농림과학기술대전(2008. 9. 24 ~26)에 참가예정에 있다.

4. 상품 수출

본 연구에서 개발된 색채선별시스템을 콩(곡물) 주요 생산국가인 동남아시아, 유럽, 중남미, 중국, 러시아 등에 차별화된 성능 및 브랜드화로 수출을 할 수 있다.

제 6 장 종합결론

4방향 센서 및 Conveyor Feed Sensing 방식을 적용함으로써 선별 시 콩(곡물)의 균열(Break) 이나 응력(Stress)을 최소화 할 수 있는 색채선별기를 개발하기 위하여 아래와 같이 연구를 하였다.

이러한 목표로 추진된 본 연구는 기존의 곡류(쌀) 색채선별기를 분석하여 콩에 적합한 색채선별기의 알고리즘을 개발하고, 국산 및 주요수입국별 콩(곡물)의 형상을 분석하고 콩의 색상 분해를 위한 색도계(colorimeter) 시스템을 설계하고, Round Belt Conveyor 방식의 선별기 이송조건을 설정하여 이송부를 설계하고, 4축 센서 감지부를 설계 및 제작하고, 색채선별기 투입부, 이송부, 감지부, 선별부 및 배출부의 설계 및 제작을 하고, 곡물 투입에 의한 Feeding, Sensing, Rejecting의 시험을 하고, Round Belt Conveyor 방식의 색채선별기 시작기를 제작하고, 최종적으로 색채선별기 시작품의 성능 및 처리능력 등 평가를 하였다. 따라서 본 연구의 최종 종합 결론을 요약하면 다음과 같다.

1. 주요 콩의 색상에 대한 센서출력파형을 각각 비교하였으며, 배경판을 Dark Gray Color로 했을 때, 황태의 경우 양품 $-4V \sim -12V$, 불량품 $+3V \sim +12V$ 범위값, 흑태(서리태)의 경우 양품 $-3V \sim -10V$, 불량품 $+2V \sim +8V$ 범위값, 적두(팥)의 경우 양품 $-2V \sim -3V$, 불량품 $+1V \sim +3V$ 범위값으로 뚜렷하게 센서출력파형이 형성되었다.

2. 개발된 콩 색채선별기는 원료 콩을 투입하는 투입부, 원료 콩을 정량으로 컨베이어에 이송하는 곡물이송기, 원료 콩을 감지부로 유도하는 수평 컨베이어, 곡물을 인식하는 촬상부, 선별된 콩의 정품을 배출하는 1차 정품배출구, 2차 정품배출구, 불량품을 배출하는 1차 불량품배출구, 2차 불량품배출구, 전자밸브를 작동시키는 공압시스템 및 색채선별기 제어하는 제어기로 구성하였다.

3. 라운드벨트 컨베이어 시스템의 이송 컨베이어의 선속도는 흑태 및 서리태의 경우 300mm/sec , 황태의 경우 315mm/sec , 약콩은 선속도가 325mm/sec 으로 나타났다.

4. 콩 색채선별기의 촬상부는 4면을 비대칭적으로 광학렌즈 및 형광램프를 배치함으로써 양면방식에서는 감지가 불가능하였던 곡물에 대해서도 완전하게 선별이 가능하도록 개발하였다.

5. 라운드 벨트 컨베이어의 문제점을 보완하기 위하여 평면벨트 표면에 마름모형상 띠벨트가 접착된 등변사다리형 벨트로 제작하여 안정적인 공급율, 내구성 향상, 곡물의 끼임 현상 해소, 교환 편리성 등 만족스런 결과를 얻었다.

6. 시작기의 작업능률은 투입되는 원료의 불량 혼입율, 원료의 종류에 따라 다소 차이가 있을 수 있으나, 평균적으로 2,144kg/h 으로 나타났다.

7. 시작기의 선별율은 다음과 같이 나타났다. 백태의 경우 원료 중 불량혼입율이 증가함에 따라 선별율이 낮아지는 경향이 있는 것으로 나타났으며, 평균선별율은 98.06 %로 나타났다. 흑태의 경우는 백태의 경우보다 다소 선별율이 낮은 97.38 %로 나타났다.

8. 시작기의 고정비는 20,103 천원으로 나타났으며, 경영규모별 톤당 선별비용은 1톤 경영규모시 20,106 천원/톤, 10톤 경영규모시 2,013 천원/톤, 100톤 경영규모시 204 천원/톤 1,000톤 경영규모시 23 천원/톤으로 나타나 경영규모가 증가할수록 선별비용은 절감되는 것으로 나타났다.

9. 손익분기점은 인력선별 대비 경영규모는 시작기의 경우 55톤 전후로, 수입기종의 경우는 130톤 전후로 나타났으며, 55톤 이상의 경영규모이면 관행의 인력선별보다 시작기가 더 유리한 것으로 판단되었다.

10. 경영규모 500톤에서 수입기종 대비 시작기의 절감효과는 28,994 천원, 인력선별 대비 시작기의 절감효과는 180,042 천원이 절감되는 것으로 나타났다.

전체적인 결론으로 본 연구에서 개발된 Round Belt Conveyor 방식의 콩 색채선별기는 우리나라의 콩 선별공장에 적용 가능한 것으로 판단되며, 개발된 콩 색채선별기

의 이용시 선별비용의 절감효과는 매우 클 것으로 기대된다.

제 7 장 참고문헌

1. 권신한 외. 1975. 우리나라 재래종 수집 대두 의 단백질 및 지방함량에 관한 연구. 한육지. 7 : 40-44.
2. 김길환. 1992. 콩나물콩 품종별 생육특성 및 일반성분 조성. 콩연구회 18차연구 발표회 요지. 4-7.
3. 김석동 외. 1994. 우리나라 콩의 생산과 품종개발 방향. 한국콩연구회 10주년 기념 발표논문집. 5-37.
4. 김용호 외. 1993. 콩 고단백계통 종실 성분함량의 지역변이. 한육지. 25(3) : 157-162.
5. 농림부. 2007a. 농림사업시행지침.
6. 농림부. 2007b. 농림업주요통계.
7. 농촌진흥청. 1988. 작물재배의 신기술. 농진총서-7. 명륜당.
8. 농촌진흥청. 1989. 콩, 옥수수재배, 표준영농교본.
9. 농촌진흥청. 1995. 밭작물재배. 전문농가 교육교재.
10. 농촌진흥청. 2006. 시험연구결과 경제성분석 기준자료
11. 이홍석. 1992. 콩. 서울대학교 출판부.
12. 정창주 등. 1995. 농업기계학. 향문사.
13. 한국농기계공업협동조합. 2007. 농업기계가격.

부 록

【요약서】

【요약】

본 발명은 곡물선별기에 관한 것으로서, 곡물이 1차 호퍼를 통해 투입되면, 다수개의 링형태로 배열된 1차 컨베이어에 의해 정렬 이송되며, 이송된 곡물이 1차 컨베이어의 끝단에서 자유낙하 하되, 네 방향에 설치된 촬상수단에 의해 불량품이 감지되면 공기총을 통해 선별되어지고, 선별되어진 불량품은 2차 호퍼로 이송되어 2차 컨베이어와 공기총을 통해 한번 더 선별됨으로써 불량률을 최소화하고, 완전한 불량품 만을 최종적으로 선별하는데 목적이 있으며, 이때의 이송은 에어를 통해 이송됨으로써 곡물에 손상을 주지 않는 특징이 있다.

본 발명은 크게 공급부(100)와 이송부(200), 선별부(300), 에어순환부(400) 및 구성되는 바, 1차 및 2차호퍼(110, 120)와 1차 및 2차 원료탱크(111, 121)로 구성되어 곡물(3)을 투입시키는 공급부(100)와, 공급된 곡물(3)이 스크린(210)과 마그네틱 선별기(220)를 거친 후 컨베이어(230)에 의해 정렬 및 이송되는 이송부(200)와, 이송된 곡물(3)이 상기 컨베이어(230)의 끝단에서 자유낙하 하게 되면 촬상수단(310)에 의해 식별되고 불량품이 식별될 경우에는 공기총(320)에 의해 선별되는 선별부(300)와, 선별된 곡물 중 불량품은 블로어(410)를 통해 흡입되어 상기 2차 원료탱크(121)로 이송시키는 에어순환부(400)와, 컨베이어(230)의 작동속도와 마그네틱 선별기(220) 및 블로어(410)의 작동을 제어하는 제어부(500)로 구성되어, 곡물을 신속하고 정확하게 선별하는 대략적인 구성을 갖는다.

상기와 같이 구성된 본 발명은, 1차 호퍼를 통해 투입된 곡물은 스크린을 통해 크기가 일정한 형태로 선별된 후, 다수개의 오링이 배열된 형태의 1차 컨베이어에 의해 정렬 · 이송되며, 촬상수단에 의해 식별된 곡물 중 불량품일 경우에는 공기총에 의해 선별된 다음, 2차 호퍼로 이송되어 컨베이어와 촬상수단 및 공기총을 통해 한번 더 선별되어, 단시간 내에 정밀하게 곡물을 선별할 수 있는 효과가 있다.

또한, 1차 선별이 완료된 곡물을 2차 호퍼로 곡물을 이송할 때에는 에어이송시스템에 의해 곡물을 이송함으로써 곡물에 손상을 입히지 않고, 컨베이어 상에 이송되는 곡물의 크기에 따라 이송속도를 변경 가능함으로써 낙하지점을 일정하게 할 수 있어서 활상수단에 의한 식별이 용이한 효과가 있다.

【대표도】

도 1

【명세서】

【발명의 명칭】

곡물 선별기

【특허청구의 범위】

【청구항 1】

곡물선별기에 있어서, 1차 및 2차 호퍼(110, 120)와 1차 및 2차 원료탱크(111, 121)로 구성되어 곡물(3)을 투입시키는 공급부(100)와, 공급된 곡물(3)이 스크린(210)과 그 하단에 구비된 직사각 형태의 전자석으로 구성된 마그네틱 선별기(220)를 거친 후 컨베이어(230)에 의해 정렬 및 이송되는 이송부(200)와, 이송된 곡물(3)이 상기 컨베이어(230)의 끝단에서 자유낙하 하게 되면 활상수단(310)에 의해 식별되고, 불량품이 식별될 경우에는, 비스듬하게 수직으로 입설된 가늘고 긴 금속 대롱형태의 공기총(320)을 통해 에어를 분출하여 불량품을 선별하는 선별부(300)와, 선별된 곡물 중 불량품은 블로어(410)를 통해 흡입되어 상기 2차 원료탱크(121)로 이송시켜서 재 선별되도록 하는 에어순환부(400)와, 컨베이어(230)의 작동속도, 마그네틱 선별기(220)와 블로어(410)의

on/off 및 활상수단(310)에 의해 불량품이 식별될 시 에어를 분출하도록 하는 공기총(320)의 작동을 제어하는 제어부(500)로 구성되어, 곡물(3)을 신속하고 정확하게 선별됨을 특징으로 하는 곡물선별기.

【청구항 2】

제 1항에 있어서, 컨베이어(230)는, 한 쌍의 프레임(231)의 양단에 롤러(232)가 결합되며, 롤러(232) 사이에는 다수개의 오링(233)이 연속적으로 배열된 형태로 구성되고, 일측 롤러(232)의 하단으로는 모터(234)가 구비되어, 모터(234)가 작동함에 따라 오링(233)이 벨트의 형태로 회전됨으로써 각각의 오링(233) 사이에 형성된 홈을 따라 곡물(3)이 정렬되어 이송됨을 특징으로 하는 곡물선별기.

【청구항 3】

제 1항에 있어서, 활상수단(310)은, 컨베이어(230)의 일측 하단 전·후측 상·하부에 각각 설치되어, 외형과 크기가 불규칙한 곡물(3)의 표면을 효과적으로 식별할 수 있도록 함을 특징으로 하는 곡물선별기.

【청구항 4】

제 1항에 있어서, 제어부(500)는, 투입되는 곡물(3)에 맞게 컨베이어(230)의 이송속도가 미리 설정되어, 이송되는 곡물(3)이 일정한 지점으로 자유낙하될 수 있도록 함으로써 활상수단(310)과 공기총(320)에 의해 정밀하게 선별될 수 있도록 함을 특징으로 하는 곡물선별기.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술】

본 발명은 곡물선별기에 관한 것으로서, 더욱 상세하게 설명하면, 곡물이 1차 호퍼를 통해 투입되면, 다수개의 링형태로 배열된 1차 컨베이어에 의해 정렬 이송되며, 이송된 곡물이 1차 컨베이어의 끝단에서 자유낙하 하되, 네 방향에 설치된 활상수단에 의해 불량품이 감지되면 공기총을 통해 선별되어지고, 선별되어진 불량품은 2차 호퍼로 이송되어 2차 컨베이어

와 공기총을 통해 한번 더 선별됨으로써 불량률을 최소화하고, 완전한 불량품 만을 최종적으로 선별하는데 목적이 있으며, 이때의 이송은 에어를 통해 이송됨으로써 곡물에 손상을 주지 않는 곡물선별기에 관한 것이다.

일반적으로 곡물선별기는, 상부에 형성된 호퍼로 곡물을 투입되면 곡물이 경사진 컨베이어를 통해 이송되며, 컨베이어의 끝단에서 자유낙하를 하게되면, 전 · 후측에 설치된 활상수단을 통해 비정상적인 형태와 색채를 가진 곡물을 감지하게 되고, 이와 동시에 공기총으로부터 에어를 분출하여 양품 또는 불량품의 곡물을 선별하도록 하는 장치를 말하는 것이다.

상기와 같이 에어를 이용해 비정상적인 곡물을 분리시키는 과정에서 꼭 비정상적인 색채의 곡물만을 분리시키는 것이 어렵기 때문에 일부 정상적인 색채의 곡물도 섞인 상태로 분리되므로 1차적으로 분리된 비정상 곡물을 다시 색채선별기로 통과시켜 한번 더 선별과정을 거치도록 하는 바, 이를 위해서는 1차 선별을 완전히 종료한 다음, 불량품으로 판정된 곡물들을 최초 공급 호퍼로 재투입하여 2차 선별과정을 행하도록 함으로써 선별을 완료하는데 까지 많은 시간이 소요되는 문제점이 있었다.

또한, 2차 선별을 실시하기 위해서 곡물을 재 공급하는 작업은 작업시간과 작업인력이 과다하게 소요되고, 곡물의 이송 시에는 충격으로 인해 곡물이 손상될 우려가 있으며, 전 · 후측에 각각 한대씩 설치된 활상수단을 통해서는 부정형의 곡물들을 효과적으로 선별할 수 없는 문제점을 내포하고 있었다.

한편, 컨베이어 상에 올려진 곡물들의 크기가 서로 크게 차이날 경우에는 이송되는 가속도에 의해 낙하지점이 일정치 않게되어 활상수단으로 식별하기가 어려울 뿐만 아니라 공기총으로 선별하는데도 어려움이 따르는 또 다른 문제점을 내포하고 있었다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

이에 본 발명은 상기와 같은 문제점을 감안하여 발명한 것으로, 1차 호퍼를 통해 투입된 곡물은 스크린을 통해 크기가 일정한 형태로 선별된 후, 다수개의 오링이 배열된 형태의 1차 컨베이어에 의해 정렬·이송되며, 활상수단에 의해 식별된 곡물 중 불량품일 경우에는 공기층에 의해 선별된 다음, 2차 호퍼로 이송되어 컨베이어와 활상수단 및 공기층을 통해 한번 더 선별되어, 단시간 내에 정밀하게 곡물을 선별할 수 있도록 함을 목적으로 한다.

또한, 1차 선별이 완료된 곡물을 2차 호퍼로 곡물을 이송할 때에는 에어이송시스템에 의해 곡물을 이송함으로써 곡물에 손상을 입히지 않고, 컨베이어 상에 이송되는 곡물의 크기에 따라 이송속도를 변경 가능함으로써 낙하지점을 일정하게 할 수 있어서 활상수단에 의한 식별이 용이함을 목적으로 한다.

또한, 식별하는 활상수단의 위치를 곡물이 낙하되는 위치의 전·후측 상·하부에 각각 설치하여 네 개의 활상수단을 통해 불규칙적인 형태의 곡물도 완벽하게 식별할 수 있도록 구성하고, 불량품이 식별될 경우에는 공기층에 의해 선별될 수 있도록 함을 목적으로 한다.

【발명의 구성】

본 발명은 곡물선별기에 관한 것으로서, 곡물이 1차 호퍼를 통해 투입되면, 다수개의 링형태로 배열된 1차 컨베이어에 의해 정렬 이송되며, 이송된 곡물이 1차 컨베이어의 끝단에서 자유낙하 하되, 네 방향에 설치된 활상수단에 의해 불량품이 감지되면 공기층을 통해 선별되어지고, 선별되어진 불량품은 2차 호퍼로 이송되어 2차 컨베이어와 공기층을 통해 한번 더 선별됨으로써 불량률을 최소화하고, 완전한 불량품만을 최종적으로 선별하는데 목적이 있으며, 이때의 이송은 에어를 통해 이송됨으로써 곡물에 손상을 주지 않는 특징이 있다.

본 발명은 크게 공급부(100)와 이송부(200), 선별부(300), 에어순환부(400) 및 제어부(500)로 구성되는 바, 1차 및 2차호퍼(110, 120)와 1차 및 2차 원료탱크(111, 121)로 구성되어 곡물(3)을 투입시키는 공급부(100)와, 공급된 곡물(3)이 스크린(210)과 마그네틱 선별기(220)를 거친 후 컨베이어(230)에 의해 정렬 및 이송되는 이송부(200)와, 이송된 곡물(3)이 상기 컨베이어(230)의 끝단에서 자유낙하 하게 되면 활상수단(310)에 의해 식별되고 불량품이 식별될 경우에는 공기층(320)에 의해 선별되는 선별부(300)

와, 선별된 곡물 중 불량품은 블로어(410)를 통해 흡입되어 상기 2차 원료탱크(121)로 이송시키는 에어순환부(400)와, 컨베이어(230)의 작동속도와 마그네틱 선별기(220) 및 블로어(410)의 작동을 제어하는 제어부(500)로 구성되어, 곡물을 신속하고 정확하게 선별하는 대략적인 구성을 갖는다.

이하 본 발명의 상세한 실시 예를 도면을 통해 살펴보면 다음과 같다.

우선, 도 1은 본 발명의 전체 사시도를 나타낸 것이고, 도 2는 본 발명의 정단면도를 나타낸 것으로서 도시한 바와 같이, 일측은 높고 타측은 낮은 경사진 형태의 기계 장치로 구성되며, 일측이 상단에는 공급부(100)가 형성되는 바, 1·2차 호퍼(110, 120)가 형성되어 선별 대상물인 곡물(3)이 투입될 수 있도록 구성되며, 1·2차 호퍼(110, 120)의 전측으로는 원통형태의 1·2차 원료탱크(111, 121)가 형성되며, 각각의 원료탱크(111, 121)의 상측과 측면에는 공급관(112, 122)이 형성되어 후술하는 블로어(410)에 의해 곡물이 이송될 수 있도록 구성된다.

상기 호퍼(110, 120)와 원료탱크(111, 121)의 하단으로는 하부 호퍼(130)가 형성되어 있어서 공급된 곡물(3)이 후술하는 스크린(210)과 컨베이어(230)에 나누어 공급되어질 수 있는 구성을 갖는다.

한편, 이송부(200)의 구성을 도 3을 통해 살펴보면, 상기 하부 호퍼(130)의 하단에 형성된 스크린(210)은 체의 역할을 하는 것으로, 스크린(210)의 메시(mesh)의 크기를 변경함에 따라 다양한 크기의 곡물(3)을 선별할 수 있도록 구성된다.

다시 말해, 메시보다 작은 곡물(3)과 각종 불순물의 경우에는 스크린(3)의 하측으로 빠져나가도록 구성되며, 스크린(210)상에 남아 있는 곡물(3)은 후술하는 컨베이어(230)로 이송될 수 있도록 구성되며, 또한, 스크린(210)의 하단 후측으로는 직사각형태의 전자석으로 제작된 마그네틱 선별기(220)가 구비되어 곡물(3)에 섞여있을 수 있는 각종 금속성분을 자력을 통해 선별해내도록 하는 구성을 갖는다.

또한, 컨베이어(230)의 형태가 도 4에 잘 도시된 바, 이를 살펴보면, 한 쌍의 프레임(231)의 양단에 롤러(232)가 결합되며, 롤러(232) 사이에는 다수개의 오링(233)이 연속적으로 배열된 형태로 구성되고, 일측 하단으로는 모터(234)가 구비되어, 일측의 롤러(232)를 구동시켜 오링(233)이 벨트의 형태로 회전하도록 구성된 바, 이를 통해 각각의 오링(233) 사이의 홈을 따라 곡물(3)이 정렬되어 이송될 수 있는 구성을 갖는다.

상기 컨베이어(230)의 상측 하단으로는 세 개의 구획판(235)이 구비되어 투입되는 1·2차 선별 곡물(3)을 구분할 수 있도록 하여 1차로 선별이 완료된 불량품의 혼합된

곡물(3)이 새로이 선별되는 곡물(3)과 혼합되지 않도록 하고, 2차 선별 사양품으로 분류된 곡물(3)이 새로이 선별되는 곡물(3)과 혼합되어 정렬 이송될 수 있도록 구성되며, 오링(233)과 구획판(235) 사이에는 틈이 형성되지 않아 곡물(3)의 가루 등의 이물질이 끼이지 않도록 구성된다.

한편, 선별부(300)의 구성을 살펴보면, 상기 컨베이어(230)를 통해 이송된 곡물(3)이 컨베이어(230)의 끝단에서 자유낙하를 하게되면, 곡물(3) 중에서 크기가 비정상적으로 큰 것에 대해서는 이송되는 가속도에 의해 낙하지점보다 먼 곳으로 낙하하게 되어 별도로 선별 회수될 수 있는 구성을 갖는다.

또한, 곡물(3) 중 정상적인 것은 수직으로 자유낙하 하여 촬상수단(310)을 통해 양품과 불량품을 식별하고, 공기총(320)을 통해 선별해 내는 바, 우선 촬상수단(310)은 통상의 색상과 형태를 선별할 수 있는 카메라 또는 포토센서 등을 이용하되, 전·후측 상·하부에 각각 촬상수단(310)을 설치하여 너 대의 촬상수단(310)이 낙하하는 곡물(3)을 식별케 함으로써 콩, 아몬드, 잣 등과 같이 크기가 불규칙한 곡물(3)의 표면도 효과적으로 식별할 수 있도록 구성된다.

또한, 촬상수단(310)에 의해 식별된 곡물(3) 중 불량품이 식별되면, 공기총(320)에 의해 선별되는 바, 공기총(320)은 그 형태가 가늘고 긴 금속대롱의 형태로 구성되되, 용접토치의 형태와 유사한 형태로 구성되는데, 비스듬하게 수직으로 입설된 공기총(320)의 하단으로부터 에어가 공급되면 상측으로 고압의 에어를 분출하여 에어의 힘에 의해 자유낙하 하는 불량품을 불어냄으로써 불량품 회수구(330) 측으로 선별되고, 양품은 양품 회수구(340) 측으로 수직 낙하하여 선별을 완료하며, 불량품 회수구(330) 측으로 선별된 불량품은 후술하는 에어순환부(400)를 통해 2차 선별을 가능케 하는 구성을 갖는다.

한편, 도 5는 본 발명의 측면도를 나타낸 것으로써, 이를 통해 에어순환부(400)의 구성을 살펴보면, 상기 컨베이어(230)의 하측으로 한 쌍의 블로어(410)가 설치되는 바, 블로어(410)의 흡입력을 통해 곡물(3)이 이송될 수 있도록 구성하여 곡물(3)에 손상을 끼치지 않도록 구성된다.

곡물(3)이 이송되는 경로는, 선별단계에서 선별된 불량품을 2차 원료탱크(121)로 이송시키거나, 선별된 양품을 다음 공정으로 이송 시에도 사용되며, 2차 선별을 완료하여 양품으로 선별된 곡물(3)을 다시 1차 원료탱크(111)로 이송할 때에도 에어순환부(400)가 사용되는 구성을 갖는다.

마지막으로 제어부(500)의 구성을 살펴보면, 본 발명의 일측 전면에 형성된 제어패널(510)과 각종 스위치(520)로 구성되는 바, 제어부(500)의 주요 기능은, 곡물(3)의 종류에 따라 컨베이어(230)의 이송속도를 결정하여 곡물(3)이 일정한 위치로 자유낙하할 수 있도록 하거나, 블로어(410)에 전원을 공급하여 블로어(410)가 on/off 되도록 하며, 활상수단(310)에 의해 불량품이 식별되면 상기 공기총(320)에 에어를 공급하여 에어가 분출되도록 하는 등의 동작을 제어해주는 구성을 갖는다.

컨베이어(230)의 이송속도는 컨베이어(230)의 하단에 설치된 모터(234)를 제어함으로써 가능하며, 곡물(3)의 크기에 따라 미리 설정된 모터(234)의 속도를 통해 곡물(3)이 이송될 수 있도록 구성된다.

상기와 같이 구성된 본 발명의 조립 및 설치과정을 살펴보면, 우선, 외부 케이스(1)를 구성하되, 그 내부 베이스(2) 상에 블로어(410)를 설치하고, 그 상측으로는 마그네틱 선별기(220)와 하부 호퍼(130)를 설치하며, 외부 케이스(1)의 일측 상부에 1·2호퍼(110, 120)와 1·2 원료탱크(111, 121)를 설치하되, 공급관(112, 122)과 블로어(410)가 상호 연결되도록 설치한다.

그런 다음, 하부 호퍼(130)의 저부로 스크린(210)과 컨베이어(230)를 설치하고, 컨베이어(230)의 끝단 하측로는 곡물(3)을 식별할 수 있도록 활상수단(310)을 설치하며, 식별된 곡물(3)은 활상수단(310)의 하측에 형성된 공기총(320)에 의해 선별되도록 하며, 각종 장치들이 유기적으로 작동되도록 제어부(500)를 설치하는 전체적인 조립구성을 갖는다.

상기와 같은 조립구성을 갖는 본 발명의 작동과정을 살펴보면, 우선, 1차 호퍼(110)를 통해 곡물(3)을 투입하고 제어부(500)를 조작하여 투입된 곡물(3)에 맞게 컨베이어(230)의 회전속도를 설정한 후 전원을 인가하면, 곡물(3)이 스크린(210)을 통해 하측으로 공급되되, 마그네틱 선별기(220)를 통해 금속성분 등이 선별되고, 선별이 완료된 곡물(3)은 컨베이어(230)로 이송된다.

그 후, 컨베이어(230)로 이송된 곡물(3)은 오링(233) 사이의 홈부를 따라 정렬되어 이송되며, 이송된 곡물(3)은 컨베이어(230)의 끝단에서 자유낙하를 하게되고 자유낙하되는 곡물(3) 중 활상수단(310)에 의해 불량품으로 식별된 곡물(3)은 공기총(320)에 의해 선별되어 양품은 양품 회수구(340)를 통해 다음 공정으로 이송되고, 불량품은 불량품 회수구(330)를 통해 회수된 후, 에어순환부(400)를 통해 2차 원료탱크(121)로 이송되는 구성을 갖는다.

한편, 2차 원료탱크(121)로 이송된 불량품은 스크린(210)과 마그네틱 선별기(220)를 거쳐 컨베이어(230)를 통해 이송되고, 활상수단(310)과 공기층(320)을 통해 한번 더 선별되며, 그중 양품으로 선별된 곡물(3)은 1차 원료탱크(111)로 재 이송되어 선별과정을 거치게 되며, 최종 불량품으로 선별된 곡물(3)은 폐기 처분되는 작동과정을 갖는다.

상기 1·2차로 진행되는 선별은 하나의 곡물선별기 내에서 동시에 이루어짐으로써 선별되는 속도가 빠름은 물론, 두 번의 선별과정을 통해 양품의 손실을 최소한으로 하는 구성을 갖는다.

【발명의 효과】

상기와 같이 구성된 본 발명은, 1차 호퍼를 통해 투입된 곡물은 스크린을 통해 크기가 일정한 형태로 선별된 후, 다수개의 오링이 배열된 형태의 1차 컨베이어에 의해 정렬·이송되며, 활상수단에 의해 식별된 곡물 중 불량품일 경우에는 공기층에 의해 선별된 다음, 2차 호퍼로 이송되어 컨베이어와 활상수단 및 공기층을 통해 한번 더 선별되어, 단시간 내에 정밀하게 곡물을 선별할 수 있는 효과가 있다.

또한, 1차 선별이 완료된 곡물을 2차 호퍼로 곡물을 이송할 때에는 에어이송시스템에 의해 곡물을 이송함으로써 곡물에 손상을 입히지 않고, 컨베이어 상에 이송되는 곡물의 크기에 따라 이송속도를 변경 가능함으로써 낙하지점을 일정하게 할 수 있어서 활상수단에 의한 식별이 용이한 효과가 있다.

또한, 식별하는 활상수단의 위치를 곡물이 낙하되는 위치의 전·후측 상·하부에 각각 설치하여 너 대의 활상수단을 통해 불규칙적인 형태의 곡물도 완벽하게 식별할 수 있도록 구성하고, 불량품이 식별될 경우에는 공기층에 의해 신속하게 선별될 수 있는 또 다른 효과가 있다.

【도면의 간단한 설명】

- 도 1은 본 발명의 전체 사시도
- 도 2는 본 발명의 정단면도
- 도 3은 본 발명의 평단면도
- 도 4는 본 발명 컨베이어의 사시도

도 5는 본 발명의 측단면도

[도면의 주요부분에 대한 부호의 설명]

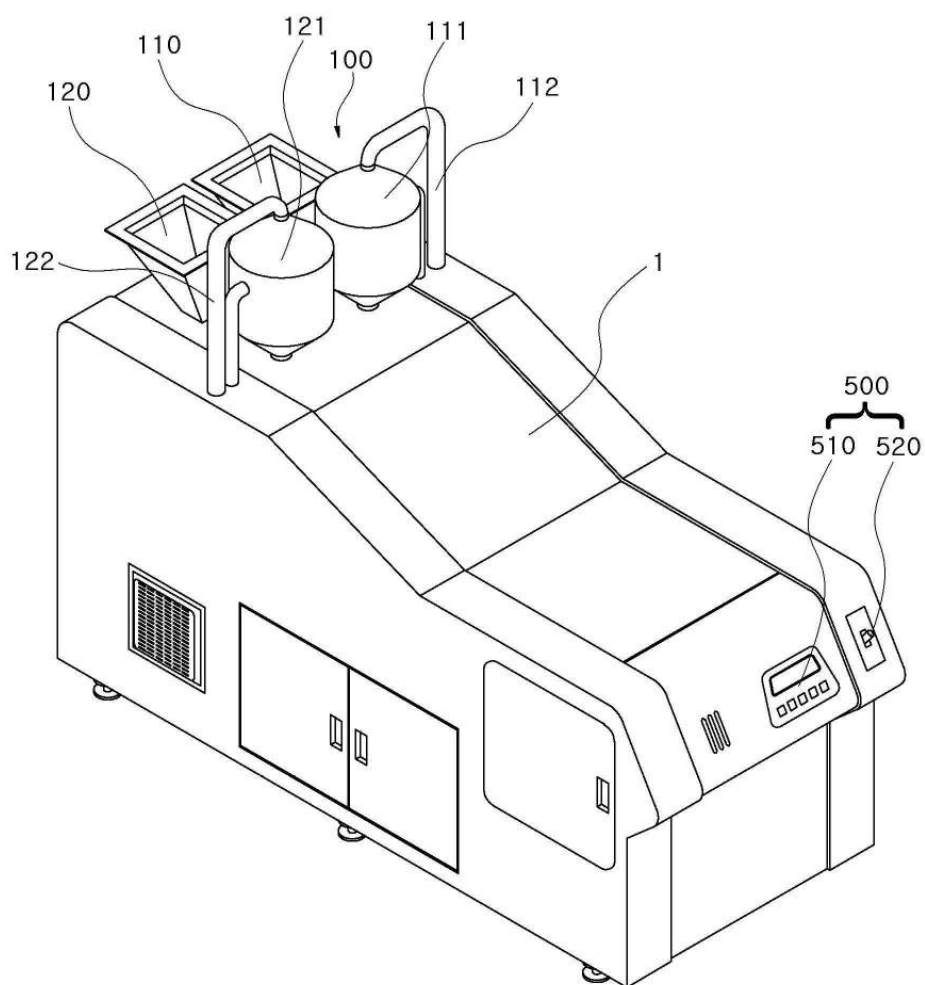
- 1 : 외부 케이스
- 2 : 베이스
- 3 : 곡물
- 100 : 공급부
- 110 : 1차 호퍼
- 111 : 1차 원료탱크
- 112, 122 : 공급관
- 120 : 2차 호퍼
- 121 : 2차 원료탱크
- 130 : 하부 호퍼
- 200 : 이송부
- 210 : 스크린
- 220 : 마그네틱 선별기
- 230 : 컨베이어
- 231 : 프레임
- 232 : 롤러
- 233 : 오링
- 234 : 모터
- 235 : 구획판
- 300 : 선별부
- 310 : 촬상수단
- 320 : 공기총
- 330 : 불량품 회수구
- 340 : 양품 회수구
- 400 : 에어순환부
- 410 : 블로어
- 500 : 제어부

510 : 제어패널

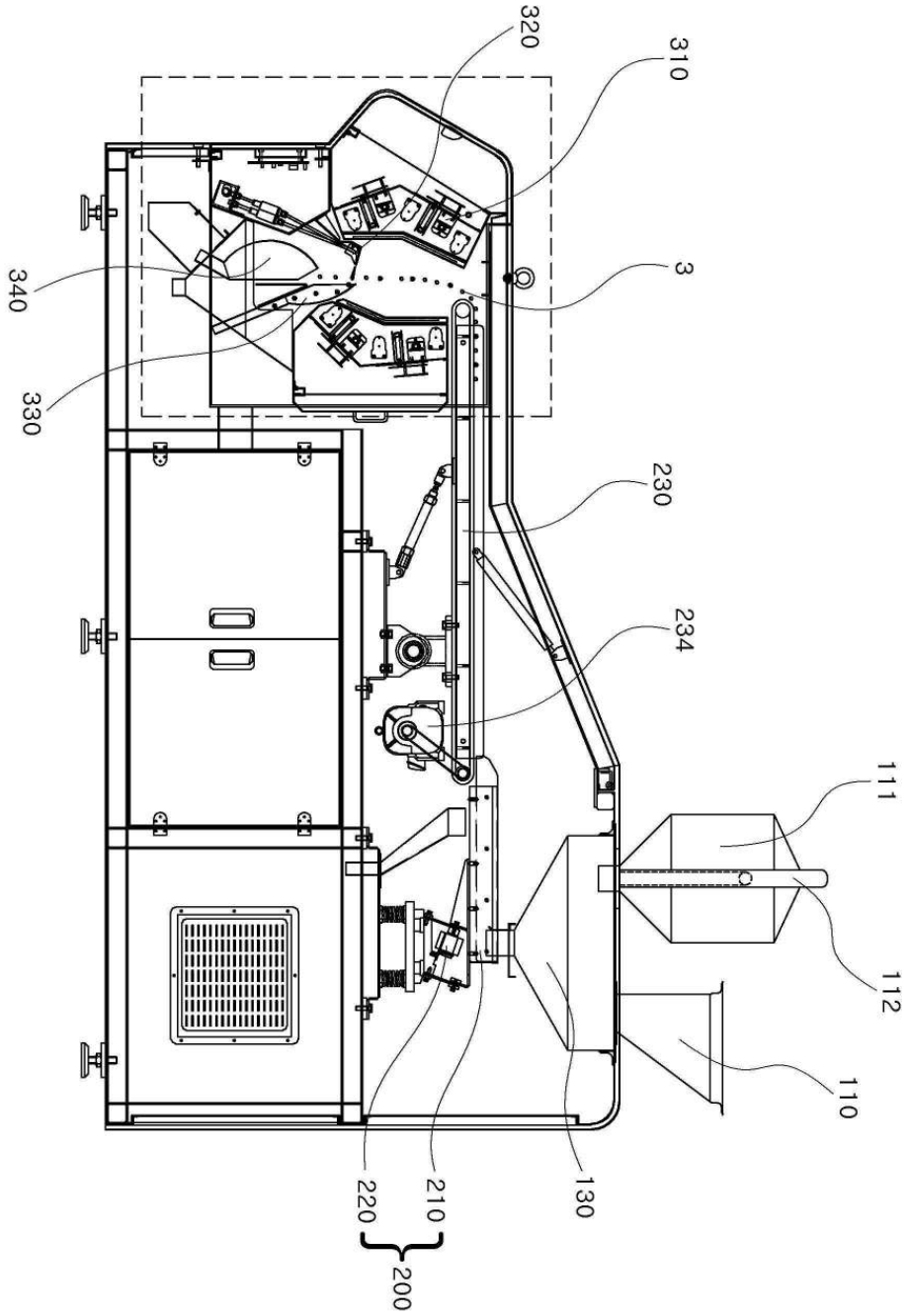
520 : 스위치

【도면】

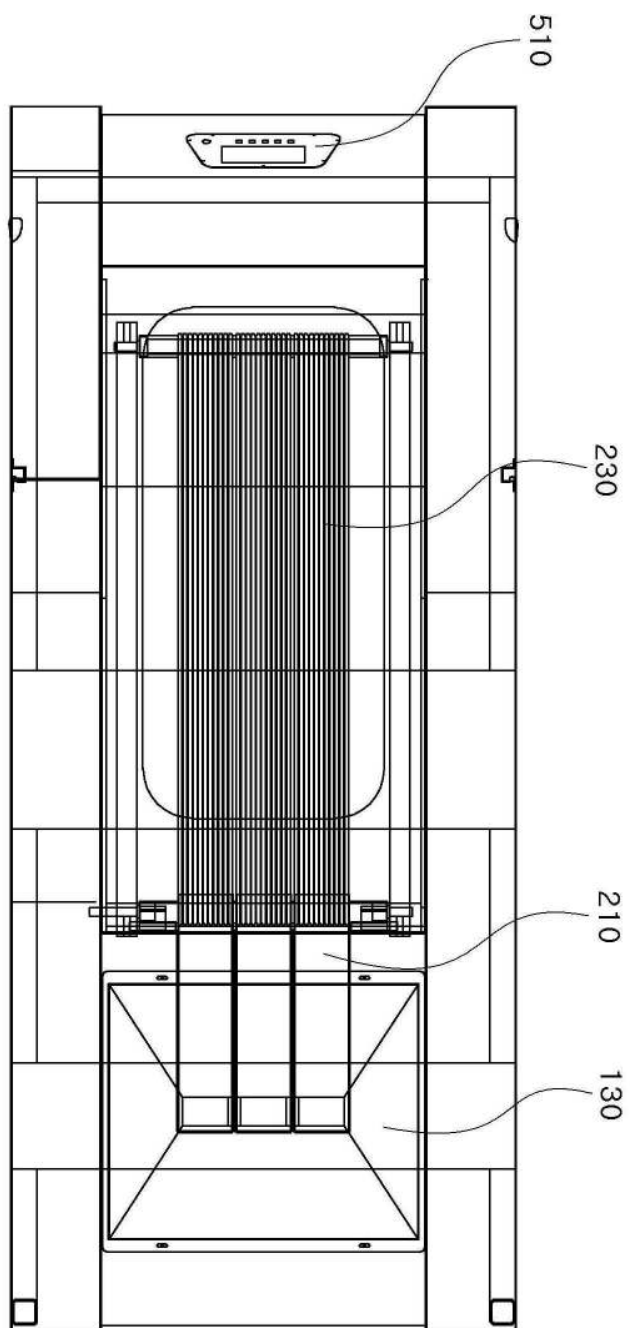
【도면1】



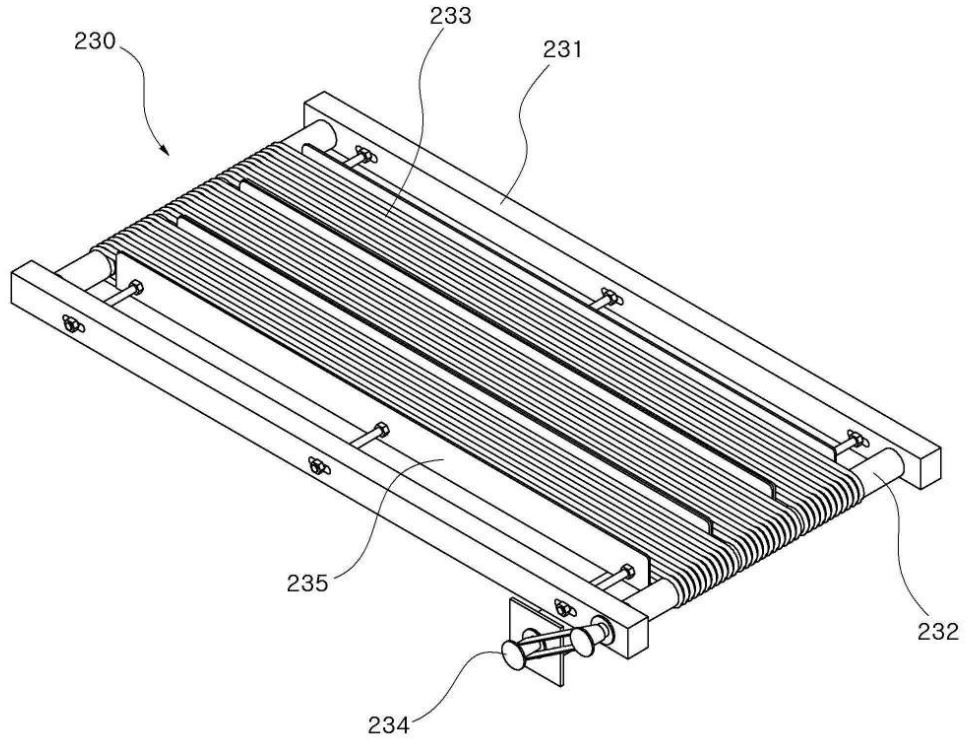
【도면2】



【도면3】



【도면4】



【도면5】

