

최종보고서

미곡종합처리장 시설·자재표준화 및 연속식 건조기 개발

Development of Continuous Flow Grain Dryer and
Standardization of Facilities and Materials in RPC

연구기관

주관연구기관 농업기계화연구소
협동연구기관 성균관대학교
협동연구기관 충북대학교

농림부



제 출 문

농림부장관 귀하

본 보고서를 “미곡종합처리장 시설·자재표준화 및 연속식 건조기 개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2000. 1. 10.

주관연구기관	농업기계화연구소
총괄연구책임자	조영길
연구원	김유호
연구원	조광환
협동연구기관	성균관대학교
협동연구책임자	김동혁
연구원	김훈
연구원	박춘우
협동연구기관	충북대학교
협동연구책임자	한충수
연구원	조성찬
연구원	이해철

요 약 문

I. 제 목

미곡종합처리시설 시설·자재표준화 및 연속식 건조기 개발

II. 연구개발의 목적 및 중요성

- 미곡종합처리시설에서 표준화가 가능한 부분을 현장조사와 생산업체의 설계도를 통하여 선별하고 자재의 규격, 부품의 규격 등을 제시하고자 함.
 - 우리 나라에 설치된 미곡종합처리시설의 4 가지 유형은 시설·자재 표준화가 되지 못한 상태에서 시공함으로써 동일 유형의 시설에도 자재와 부품이 업체마다 상이하고 성능보장이 어려워서 시설 가동율이 저하될 뿐만아니라 고장 손실 등으로 인하여 막대한 시간과 경비가 소요되고 있어 이것들의 표준화가 시급함.
- 미곡종합처리시설에 적합한 연속식 건조기를 개발하여 일시적으로 반입량이 증가하거나 대량의 곡물이 반입될 때 건조능력을 증대하고 건조작업의 생력화를 위한 건조기를 개발하고자 함.
 - 미곡종합처리시설의 규모가 확대되고 설치수가 많아짐에 따라 연속식 건조기의 수요가 증가할 것으로 예상되며, 대규모 건조시설에서 건조시설의 비용절감을 위해서는 국산 연속식 건조기가 절실히 필요함.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

본 연구는 미곡종합처리시설의 설계기준과 표준화 및 연속식 건조기를 개발하였다.

구 분	연구 개발 목표	연구개발내용 및 범위
1차년도 (1997)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 미곡종합처리장 기초물성 건조·도정·이송시설 ○ 설계기준 확립 ○ 연속식건조기 시작기 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 벼, 현미, 백미 및 부산물의 기초물성 설계기준 확립 ○ 건조시설 설계기준확립 ○ 이송·도정시설 설계기준확립 ○ 혼합류형 연속식건조기 최적설계 ○ 혼합류형 연속식건조기 시작기 제작 ○ 혼합류형 연속식건조기 시작기 성능평가
2차년도 (1998)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 미곡종합처리장 건조·저장·도정 시설·자재 표준화 ○ 연속식 건조기 본기 설계 및 제작 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공정별, 시설별 설계기준 총괄 확립 ○ 반입, 이송, 건조, 저장, 도정 시설·자재 표준화 ○ 연속식 건조기 본기 설계 및 제작
3차년도 (1999)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 설계기준 및 시설·자재 표준화 확립 ○ 연속식건조기 제작, 성능 평가 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연속식 건조기 본기 제작 및 성능평가 ○ 부대시설·자재 표준화 ○ 총괄시스템의 시설·자재 표준화 지침서 작성 ○ 상용 연속식 건조기 제작 ○ 상용 연속식 건조기 성능시험

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발결과

가. 설계기준 및 표준화 연구

미곡종합처리장이 우리나라에 도입된 지 10년째이다 99년말 현재 전국에 307개소가 정부의 지원으로 농협 199개소, 민간 108개소가 설치되어 있으며, 2000년에도 10여 개소가 설치될 계획이다

정부에서는 미곡종합처리장에 대한 정책사업으로 미곡종합처리시설과 연계하여 건조·저장시설을 대폭적으로 확충할 계획이다

가공·포장시설을 포함한 전시스템이든 건조·저장시설에서든 간에 명확한 설계기준 설정되지 않고 표준화가 되어있지 않아 설치업체는 확실한 고유모델을 찾지 못하고, 사용자 측면에서는 설치비의 무리한 투자와 사후봉사에 큰 어려움을 겪고 있다.

물비의 반입에서 건조·도정·저장·포장까지 주요시설에 대한 설계기준과 시설·자재의 표준화를 제시하는 것은 설비의 운영상에 있어서 발생될 수 있는 기술적인 문제를 최소화 할 수 있다는 점에서 중요하다고 생각한다. 늦은 감이긴 하지만 지금에서라도 설계기준과 시설·자재 표준화를 제시함으로써 설치된 시설의 교체시이나 앞으로 설치되는 미곡종합처리장 및 건조·저장시설에 적용하여 합리적인 설치가 필요하다고 사료된다.

본 연구에서 제시한 설계기준과 표준화에 관한 내용을 간단히 요약하면 다음과 같다.

- 1) 미곡종합처리시설의 계획
- 2) 공정별 내부 설계기준 제시
- 3) 공정별 자재기준 제시
- 4) 공정별 시공기준 제시
- 5) 시설관리기준 제시
- 5) 안전설비기준 제시

나. 연속식 곡물건조기 개발

벼 수확후 처리과정은 기술적인 측면에서 건조·저장·가공 등으로 구분한다. 이 중에서 벼의 고품질화에 가장 큰 영향을 주는 것은 건조과정이라고 할 수 있다.

우리나라에 설치된 미곡종합처리장에서 건조·저장시설의 처리량이 절대적으로 부족하다는 문제에 이미 잘 알고 있는 사실이다.

특히 벼의 수확작업이 기계화되면서 고함수율의 벼가 대량으로 반입되어 건조저장시설의 부족현상이 발생하고 있으며, 이를 품질 손상없이 안전하게 건조 할 수 있는 새로운 건조기술개발이 필요하다. 이 시스템의 효율적인 운영과 건조능률을 높이려면 연속식 건조기가 필요하다.

현재 미곡종합처리장에서 건조작업의 일일 처리능력은 40~50톤에 불과하여 이 상의 벼가 반입될 경우 적기 건조가 불가능하여 농민들의 불신이 고조되고, 벼 품질저하를 가져오게 된다. 또한 벼의 연간 가공처리 규모가 2,000M/T 이상이 되면 건조시스템이 대형화 되어야하며 이러한 건조작업의 효율성을 높이려면 연속식 건조기를 사용해야 한다.

따라서 본 연구에서는 일일 건조처리량이 100톤이고, 건조기 형식이 혼합류형 연속식 건조기를 개발하여 성능시험을 실시한 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 건조실 층간의 온도분포는 열풍공기가 직접적으로 유입되는 5단에서 온도가 가장 높았고, 7단3단순으로 온도가 나타났다.
- 2) 건조조건별로 성능시험을 실시한 결과 시험조건이 열풍온도 55℃, 배풍온도 20℃, 배출온도 22℃의 조건에서 건감율이 각각 1.7, 2.6%/회로 나타났고, 3회 건조시험에서는 건조조건을 열풍온도 60℃, 배풍온도 22℃, 배출온도 25℃에서 건감율이 2.3%/회로 나타났다.
- 3) 건조성능 시험전후 동할율 증가량을 비교 측정한 결과 동할미의 평균 증가량이 0.7%로 순환식 곡물건조기의 허용기준량인 2%이하를 만족 시켰다.

2. 결과활용에 대한 건의

- 본 연구에서 작성한 설계기준 및 표준화 지침서를 배포
- 본 연구에서 개발한 연속식 건조기를 대규모 건조·저장시설 및 RPC에 지원보급

SUMMARY

A. Design criteria and standardization of facilities and materials in RPC

Rice processing Complex(RPC) was introduced 10 years ago in Korea. The number of RPC's established in Korea is 307 up to the present(1999). Since 1992, RPC has been established at the major rice processing areas. The agricultural cooperator and the private citizen established RPC's of 199 and 108 respectively with government investment.

Drying and storage system will be steeply expanded by the policy planning in connection with RPC until 2004. But we did not have the matched design criteria and standardization for those facilities as yet. The RPC maker did not have his own model as yet, and the user is suffering from the high investment in equipment and after-sales service.

Therefore The criteria and standardization for RPC must be proposed to minimize the technical problems occurring during operation. This study proposed the design and standardization for RPC, the results are as follows;

- 1) Planning of RPC
- 2) Interior design criteria of processes
- 3) Material standardization of processes
- 4) Execution standardization of proceses
- 5) Facility management standardization
- 6) Safe facility standardization

B. Development of a continuous flow grain dryer

Post harvest processes for rice are divided into drying, storage and processing in the technical view. Drying among them has a great influence on the high quality of rice.

It is widely known that the drying ability and storage capacity in Korean rice centers is absolutely ill equipped.

Especially, according as the rice harvesting is entirely mechanized, the large amount of rice with high moisture content take in the rice center. And the facilities for drying and storage are more wanted. At present the daily drying capacity of rice center can't exceed over 40~50 M/T. Therefore new technology for a high quality drying should be introduced and that is the continuous flow drying system.

In this research, the mixed continuous flow grain dryer was developed and its daily drying capacity is 100 M/T. The results on the performance tests of the dryer were shown as follows.

- (1) The temperature distribution of drying modules was measured with a temperature recorder. The fifth module showed the highest value, following the seventh, the third.
- (2) When the intake air temperature was 55°C, the drying rates were 1.7 and 2.6%w.b./pass in the exhaust temperatures of 20 and 22°C. And when the intake air temperature was 60°C, the drying rates were 1.7 and 2.3%w.b./pass in the exhaust temperatures of 22 and 25°C.
- (3) The average increasing rate of cracked grains after drying process was 0.7% under the tolerance limit(2.0%) of the continuous grain dryer.

미곡종합처리장 시설·자재 표준화

Standardization of Facilities and Materials in RPC

농 립 부

CONTENTS

I. Generals	1
1. Definition of facility	1
3. Application standard	1
II. Plan of RPC	1
1. Area selection	1
2. Scale of facility	2
3. Basic of design and place	2
III. Process explanation	2
1. Basic process	2
2. Carry process	5
3. Drying process	5
4. Storage process	7
5. Quality inspection process	8
6. Conditioning process	11
7. Milling process	11
IV. Design criteria	12
1. Design pre-criteria	12
2. Design criteria of basic process	14
3. Design criteria of carry facility	14
4. Design criteria of drying facility	16
5. Design criteria of storage facility	23
6. Design criteria of transportation facility	24
7. Design criteria of milling facility	41
8. Design criteria of quality inspection facility	47
9. Design criteria of conditioning facility	47
10. Design criteria of dust collection and outlet facility	48
11. Design criteria of by-production facility	53
12. Design criteria of electric and control facility	54
13. Design criteria of administration system	61
14. Design criteria of construction	63

V. Material standard	79
1. Material standard of carry facility	79
2. Material standard of dryer and drying facility	80
3. Material standard of storage facility	80
4. Material standard of transportation facility	80
5. Material standard of automatic paddy rice grade inspecting equipment	86
6. Material standard of conditioning and outlet facility	86
7. Material standard of milling facility	86
8. Material standard of dust collecting and outlet facility	91
9. Material standard of electric and control facility	92
10. Material standard of general of administration	93
VI. Execution standard	93
1. Execution standard of standard of carry facility	93
2. Execution standard of drying facility	94
3. Execution standard of storage facility	95
4. Execution standard of transportation facility	97
5. Execution standard of automatic paddy rice grade inspecting equipment	101
6. Execution standard of conditioning and outlet facility	102
7. Execution standard of milling facility	103
8. Execution standard of general of administration	107
9. Execution standard of dust collecting and outlet facility	107
10. Execution standard of by-production facility	109
11. Execution standard of electric and control facility	109
12. Execution standard of construction	111
VII. Administration standard of facility	115
1. Object	115
2. Administration standard for raining	115
3. Administration standard for basic machinery facility	115
4. Administration standard for machinery construction	116
5. Administration standard for disaster and pollution prevention	116
6. Administration standard for measurement equipment	116

7. Administration standard for carry process facility	116
8. Administration standard for drying process facility	116
9. Administration standard for storage process facility	117
10. Administration standard for conditioning process facility	118
11. Administration standard for milling process facility	118
12. Administration standard for transportation process facility	119
13. Administration standard for dust collection and outlet process facility	121
14. Administration standard for by-production process facility	122
15. Administration standard for electric and control process facility	123
16. Administration standard for construction	127
VIII. Standard of safety facility	132
1. Object	132
2. Structure	132
3. Place	132
4. Safety standard of prevention disaster and pollution	133
5. Safety standard of welfare	136
6. standard of carry facility	136
7. Safety standard of drying facility	137
8. Safety standard of storage facility	139
9. Safety standard of cleaning and sorting facility	140
10. Safety standard of electric and control facility	142
11. Safety standard of by-production facility	143
12. Safety standard of safety color and mark	144
13. Safety standard of fire	147
Reference	204

차 례

I. 총칙	1
1. 시설의 정의	1
2. 시설기준의 적용범위	1
3. 적용기준	1
II. 미곡종합처리시설 계획	1
1. 부지선정	1
2. 시설의 규모	2
3. 설계 및 배치의 기본방향	3
III. 공정설명	3
1. 기본공정	3
2. 반입공정	5
3. 건조공정	5
4. 저장공정	7
5. 품위검사공정	8
6. 조질공정	11
7. 가공공정	11
IV. 설계기준	12
1. 설계전제기준	12
2. 기본공정의 설계기준	14
3. 반입시설	14
4. 건조시설	16
5. 저장시설	23
6. 이송시설	24
7. 가공시설	41
8. 품위검사설비	47
9. 조질시설	47
10. 집·배진시설	48
11. 부산물처리시설	53
12. 전기·제어설비	54
13. 운영관리시스템	61

14. 건축 관련 사항	63
V. 자재표준화	79
1. 반입시설	79
2. 건조기와 건조시설	80
3. 저장시설	80
4. 이송시설	80
5. 제현을 자동판정기	86
6. 조질시설	86
7. 가공시설	86
8. 집·배진시설	91
9. 전기·제어설비	92
10. 건축 관련 사항	93
VI. 시공기준	93
1. 반입시설	93
2. 건조시설	94
3. 저장시설	95
4. 이송시설	97
5. 품위검사설비	101
6. 조질시설	102
7. 가공시설	103
8. 운영관리시스템	107
9. 집·배진시설	107
10. 부산물처리시설	109
11. 전기·제어시설	109
12. 건축관련사항	111
VII. 시설관리기준	115
1. 목적	115
2. 강우에 대한 관리	115
3. 기계설비 기초에 관한 관리	115
4. 기계설비 구조물에 관한 관리	115
5. 재해 및 공해방지 설비관리	116

6. 계량 및 측정 장비관리	116
7. 반입공정설비기준	116
8. 건조공정설비기준	116
9. 저장공정설비기준	117
10. 조절공정 설비관리	118
11. 가공공정 설비관리	118
12. 이송시설 설비관리	119
13. 집·배진시설	121
14. 부산물 처리시설	122
15. 전기·제어설비	123
16. 건축 관련 사항	127
VIII. 안전설비기준	132
1. 목적	132
2. 구조	132
3. 배치	132
4. 재해·공해 방지설비	133
5. 후생설비	136
6. 반입공정설비	136
7. 건조공정설비	137
8. 저장공정설비	139
9. 정선·선별공정설비	140
10. 전기·제어설비	142
11. 부산물처리설비	143
12. 안전색 및 안전표지	144
13. 화재안전	147
부 록 A	150
부 록 B	160
I. 벼의 물성기준	160
1. 벼의 열 및 물리적 특성	160
2. 함수율 측정법	163
3. 평형함수율	164

4. 벼의 박층건조 방정식	167
5. 표준시료 축분법(등분법)	168
6. 표준체별법	168
II. 설계기준	169
1. 건조 및 저장시설	169
2. 집배진시설	184
3. 전기·제어설비	190
4. 건축관련시설	192
5. 안전설비기준	195
III. 미곡종합처리시설 건조 및 저장시설 기본설계 계산예	196
참고문헌	204

표 차례

표 4-1 지역별, 시기별 수확작업 가능 일수율(%)	13
표 4-2 지역별, 초기 함수율별, 수확일별 최소풍량비 (cmm/m ³)	20
표 4-3. 풍량비별 벼 저장건조 속도(%/h)	22
표 4-4. 버킷 엘리베이터의 표준 반송능력	26
표 4-5. 모터 규격	29
표 4-6. 모터 풀리의 치수	29
표 4-7. 프레임의 치수	29
표 4-8. 종류 및 기호	30
표 4-9. 운반용 롤러 치수	31
표 4-10. 구동 롤러의 치수	31
표 4-11. 벨트 컨베이어용 풀리 등급의 적용	32
표 4-12. 풀리 지름의 치수	32
표 4-13. 풀리 지름의 허용차	33
표 4-14. 풀리 나비의 허용차	33
표 4-15. 베어링 중심간의 거리	34
표 4-16. 바깥지름 흔들림 허용값	34
표 4-17. 바깥지름 차의 허용값	35

표 4-18. 반송형식에 따른 계수 K값	36
표 4-19. 벨트 컨베이어의 표준 반송능력	36
표 4-20. 스크루 컨베이어의 표준 반송능력	40
표 4-21. 배출오염 허용기준	50
표 4-22. 공동건조시설에서의 분진발생 조사결과	50
표 4-23. 미곡종합처리장의 공정별 집·배진 방식	51
표 4-24. 환경기준(대기)	53
표 4-25. 허용소음기준값	53
표 4-26. 15A 분기회로와 20A 배선용 차단기 분기회로의 전선유효길이와 굵기(동선)	56
표 4-27 전등회로의 간선설계표	57
표 4-28 . RPC의 적정 입지선정을 위한 평가방법	63
표 4-29. 현미가공부의 기계 및 설비목록	64
표 4-30. 하중 및 외력의 조합	67
표 4-31. 건축물의 각 부분별 적재하중	67
표 4-32. 건축물 각 부분의 고정하중(국내기준)	68
표 4-33. 평균단위중량	69
표 4-34. 지역별 수직최심 적설깊이	69
표 4-35. 적설기간에 따르는 계수	69
표 4-36. 지붕 경사도 및 형상 등에 따르는 계수()	70
표 4-37. 경사지붕의 풍상면에 대한 풍력계수	71
표 4-38. 지역별 기본풍속	72
표 4-39. 지역계수	73
표 4-40. 중요도 계수	73
표 4-41. 지반분류별 지반계수	74
표 4-42. 지반중별에 따른 분류	74
표 4-43. 반응수정계수	75
표 4-44. 철골구조 KS에서 사용하는 단위	76
표 4-45. KS 규격의 명칭 및 종류	76
표 4-46. 관용조합표(현장용적계량)	77
표 5-1. 운반용 벨트 컨베이어의 재료	81
표 5-2. 운반용 롤러 중앙에 걸리는 하중	81

표 5-3. 버킷엘리베이터 그림번호 설명	83
표 5-4. 체인컨베이어 그림번호 설명	85
표 5-5. 원료탱크 호퍼 그림번호 설명	88
표 5-6. 원료탱크 호퍼2 그림번호 설명	89
표 5-7. 원료탱크 받침대 그림번호 설명	90
표 5-8. 분기회로의 종류와 규정	92
표 5-9. 조임길이에 추가되는 길이	93
표 6-1. 커버 고무의 두께 인장강도 및 연신율	97
표 6-2. 컨베이어 롤러의 각 부분 재질	99
표 7-1. 컨베이어용 폴리 검사항목	121
표 7-2. 측정대행업자의 기술능력·시설 및 장비기준	122
표 7-3. 표면청소의 정도	128
표 7-4. 표면청소	128
표 7-5. 철부면 1종도장	129
표 7-6. 철부면 2종도장	129
표 7-7. 볼트장력(t)	130
표 8-1. 안전색의 일반적인 의미	144
표 8-2. 대비색	144
표 8-3. 표지의 구성 구분	145
표 8-4. 주요 안전표지판 보기	147
<부 록>	
표 B-1. 벼의 열전도율	161
표 B-2. 벼의 산물밀도	161
표 B-3. 벼·현미 및 백미의 비열	162
표 B-4. 벼의 공극율	162
표 B-5. 벼의 종말속도	163
표 B-6. 105℃ 건조 함수율의 환산식	164
표 B-7. 염용액의 종류에 따른 상대습도(%)	165
표 B-8. 벼, 현미, 백미 및 왕겨의 평형함수율(%d.b.)	166
표 B-9. 벼의 함수율 및 온도 별 안전저장기간(일)	169
표 B-10. 권역별, 초기 함수율별, 수확일별 최소 풍량비(cmm/m3)	170

표 B-11. 후향 원심송풍기의 동력 및 정압 별 송풍량(m ³ /min)	171
표 B-12. 식(B-8)의 상수 A0 , A1 및 A2의 값	172
표 B-13. 벼의 퇴적고 및 풍량비 별 송풍저항(mmAq)	173
표 B-14. 벼 퇴적고 3m일 때 송풍량과 정압과의 관계	174
표 B-15. 풍량비별 가열 정도에 따른 벼의 상온통풍 건조속도(%/시간)	175
표 B-16. 권역, 초기 함수율, 수확일 별 안전 퇴적고(m)(50톤, 직경 4.57m 빈)	177
표 B-17. 권역, 초기 함수율, 수확일 별 안전 퇴적고(m) (100톤, 직경 6.40m 빈)	177
표 B-18. 권역, 초기 함수율, 수확일 별 안전 퇴적고(m) (200톤, 직경 9.14m 빈)	178
표 B-19. 권역, 초기 함수율, 수확일 별 안전 퇴적고(m)(300톤, 직경 10.97m 빈)	178
표 B-20. 권역, 초기 함수율, 수확일 별 안전 퇴적고(m)300톤, 직경 10.06m	178
표 B-21. 누적 혼합건조 계획의 예	180
표 B-22. 집진장치 용어	184
표 B-23. 배출허용기준초과 일일오염물질배출량의 산정방법	185
표 B-24. 정전식 더스트 샘플러의 종류	186
표 B-25. 단상 2선식, 동선 최대 유효길이(전압강하 1V)	191
표 B-26. 3상 3선식, 동선 최대 유효길이(전압강하 2V)	192
표 B-27. 소화기의 종류	195
표 B-28. 소화기의 주요 부품의 재료	195
표 B-29. 축동력 10ps, 회전수 1750 RPM 후향 원심송풍기를 설치한 내경 9.1m 원형빈의 벼 퇴적고별 송풍량, 풍량비 및 정압	199
표 B-30. 수확기간별 함수율별 최소풍량비(cmm)(표4-2 참조)	201
표 B-31. 수확기기와 함수율별 안전퇴적고(m)(200톤 빈, 10ps 후향 원심송풍기)	201

그림 차례

그림 4-1. 컨베이어 벨트 각부 명칭	28
그림 4-2. 컨베이어의 강도 표시	28
그림 4-3. 모터 풀리	29
그림 4-4. 운반용 롤러 단면도	30
그림 4-5. 구동 롤러 단면도	30
그림 4-6. 베어링 중심간 거리 단면도	33
그림 4-7. 산물 벼의 적재 상태	35

그림 4-8. 체인 컨베이어 구조	38
그림 4-10. 사일로의 배치방법	65
그림 4-11. 독립지붕의 풍력계수	72
그림 5-1. 버킷엘리베이터	82
그림 5-2. 체인컨베이어	84
그림 5-3. 원료탱크 호퍼	87
그림 5-4. 원료탱크 호퍼2	88
그림 5-5. 원료탱크 받침대	89
그림 6-1. 컨베이어의 굽음 정도	97
그림 6-2. 벨트 길이 표시	97
그림 6-3. 운반용 롤러 최대 처짐 단면도	98
그림 6-4. 운반용 롤러 단면도	99

<부 록>

그림 B-1. 평형함수율 실험 측정장치	166
그림 B-2. 후향 원심 송풍기의 정압과 송풍량 곡선	171
그림 B-4. 벼 퇴적고와 풍량비의 관계(100톤, 직경6.4m)	176
그림 B-5. 벼 퇴적고와 풍량비의 관계(200톤, 직경9.14m)	176
그림 B-6. 벼 퇴적고와 풍량비의 관계(300톤, 직경10.97m)	177
그림 B-7. 벼 퇴적고와 풍량비의 관계(300톤, 직경10.06m)	177
그림 B-8. 원형철제 저장건조빈의 주요구조	182
그림 B-9. 빈내 벼의 샘플채취 위치	183
그림 B-10. 정전식 더스트 샘플러 사용 구조도	186
그림 B-11. 회전수 1,750rpm, 10ps 후향 원심송풍기의 성능곡선과 내경 9.1m 원형빈의 시스템 곡선	199

I. 총칙

1. 시설의 정의

미곡종합처리장(Rice Processing Complex, RPC)이란 수확한 물벼를 산물(bulk)상태로 반입한 후, 열풍 또는 상온 통풍 건조방법에 의해 안전저장함수율까지 건조하여 저장빈에 저장한 다음 가공하여 제품으로 포장 출하하는 공정을 일관 자동화·기계화한 시설을 말한다.

2. 시설기준의 적용범위

이 기준은 앞으로 설치될 미곡종합처리장의 설계, 자재, 시공 및 시설관리 등에 적용한다.

3. 적용기준

이 기준에 인용한 국내기준은 「KS규격」, 「강구조편람」, 「건축기계설비표준시방서」, 「대기환경법규」, 「전기관계법규」, 「농협미곡종합처리장 설계기준」 등이며 이 기준에서 정하지 않은 부분은 해당기준에 준한다.

II. 미곡종합처리시설 계획

1. 부지선정

미곡종합처리장을 설치할 부지선정은 구조안전, 주위환경, 원료운반 및 제품의 판매 등 시설 운영과 경영에 큰 영향을 미치기 때문에 다음 사항을 검토하여 부지를 선정해야 한다.

가. 원료확보측면

- 벼 수확작업의 기계화가 가능하도록 생산기반이 조성된 평야 지역
- 원료 확보 가능면적이 1,000ha 이상인 지역
- 관내 또는 인근 지역에서 연중 원료확보가 가능하고, 수송이 편리한 지역
- 양질미 생산이 가능한 지역

나. 제품판매 및 운영측면

- 생산미곡의 상품화율이 높은 지역

- 쌀의 대량 소비지역 또는 그 인접지역으로 교통이 편리한 지역
- 원료 확보 및 소비지를 고려할 때 인근 RPC와 너무 인접하지 않은 지역

다. 공장건립측면

- 미곡종합처리시설의 입지선정의 개략적인 복안은 모든 기계시설의 세부설계가 완성되기 전에 해야 한다.
- 부지 및 공장 건립에 관한 인·허가사항을 도청 또는 시, 군에 문의 후 검토
- 국토이용관리법, 도시계획법, 건축법, 농어촌발전특별조치법, 농지보전 및 이용에 관한 법률, 수도권정비계획법 등에 공장부지로 적합한 곳
- 선정부지의 소유권 취득 가능성, 부지조성의 공사비용 및 공사 용이성 등이 적합한 지역
- 환경보전관련법, 군사시설보호법에 저촉 되지 않는 지역
- 농지에 공장건립시 형질 변경이 가능한 지역
- 공장 진입로 확보, 공장 용수 및 전기공급에 문제가 없는 지역
- 부지 내에 묘지, 구거, 도로가 없는 지역
- 기존 가공공장과의 통합가능성이 높거나 기존 가공공장과의 거리가 멀고 경쟁이 낮은 지역
- 미곡 수확작업의 기계화가 가능하도록 생산기반이 조성된 지역
- 고도생산기술의 보유로 양질미 생산이 가능하고 지역내에서 농가간의 생산기술이 평균화된 지역
- 도로, 교통 등의 사회적 조건과 지도체계 등이 정비되고 미곡의 생산과 출하가 일체화 될 수 있는 지역
- 생산되는 미곡의 대부분이 소비자로 출하되는 지역으로서 앞으로도 그와 추세가 유지될 것으로 예상되는 지역

2. 시설의 규모

이 기준은 앞으로 설치될 미곡종합처리장에 적용될 기본 설계 지침으로 다음의 규모를 표준으로 한다.

- 부지 : 2,000 ~ 3,000평
- 건물 : 300 ~ 500평
- 건조 : 1,800 ~ 2,000 t/년 (함수율 15%의 벼 기준)

- 저장 : 1,200 ~ 2,000 t/년 (함수율 15%의 벼 기준)
- 가공 : 30t/일(15% 산물 벼 기준), 20. t/일 (백미 기준)

3. 설계 및 배치의 기본방향

- 물벼를 산물상태로 건조·저장·가공·포장·출하할 수 있는 시설로 한다.
- 여러 농가에서 생산한 벼를 집단 처리 할 수 있는 시설을 원칙으로 한다.
- 건조·저장·가공 과정에서 품질유지가 가능하고, 상품성을 높일수 있는 시설로 한다.
- 시공비용이 저렴하고, 가능한 한 국산화하여 사후봉사가 용이하여야 한다.
- 수확기간·반입량·반입변동율·곡물의 함수율·기상조건 등을 고려하여 적절한 능력과 형식을 결정한다.
- 앞으로의 시설확장을 감안하여 설계한다.
- 모든 설비는 미곡종합처리장의 시설 설계기준·자재기준·시공기준·안전설비 기준에 따라 설치 한다.
- 설계에 사용되는 기계의 명칭이나 관련 용어는 <부록 1>의 '용어의 정의'에 따른다.
- 이 설계기준에 명시되지 않은 사항에 대하여는 통상적인 관련 기술지침에 준한다.
- 건조시설은 필요시 보리 건조에 이용할 수 있도록 한다.

III. 공정 설명

1. 기본공정

- 미곡종합처리시설의 기본 공정은 그림 3-1과 같다.
- 공정 사이의 이송 체계는 서로 경합되지 않아야 한다.
- 반입 공정은 1열을 표준으로 하되, 수확기의 집중반입이 심한 경우에는 2열로 설치할 수 있다.
- 건벼 출하 공정은 지역 여건에 따라 선택하여 설치할 수 있다.
- 가공공정으로 이송되는 원료의 계량은 반입 공정의 계량기를 활용하는 것을 원칙으로 하되, 지역의 실정에 따라 별도로 설치할 수 있다.
- 현미의 조질 공정은 지역 여건에 따라 선택하여 설치할 수 있다.
- 조질공정 1과, 조질공정 2는 시설 및 지역 여건에 따라 선택하여 설치할 수 있다.
- 연미 공정과 색채선별 공정은 지역 실정에 따라 서로 바꿀 수 있다.

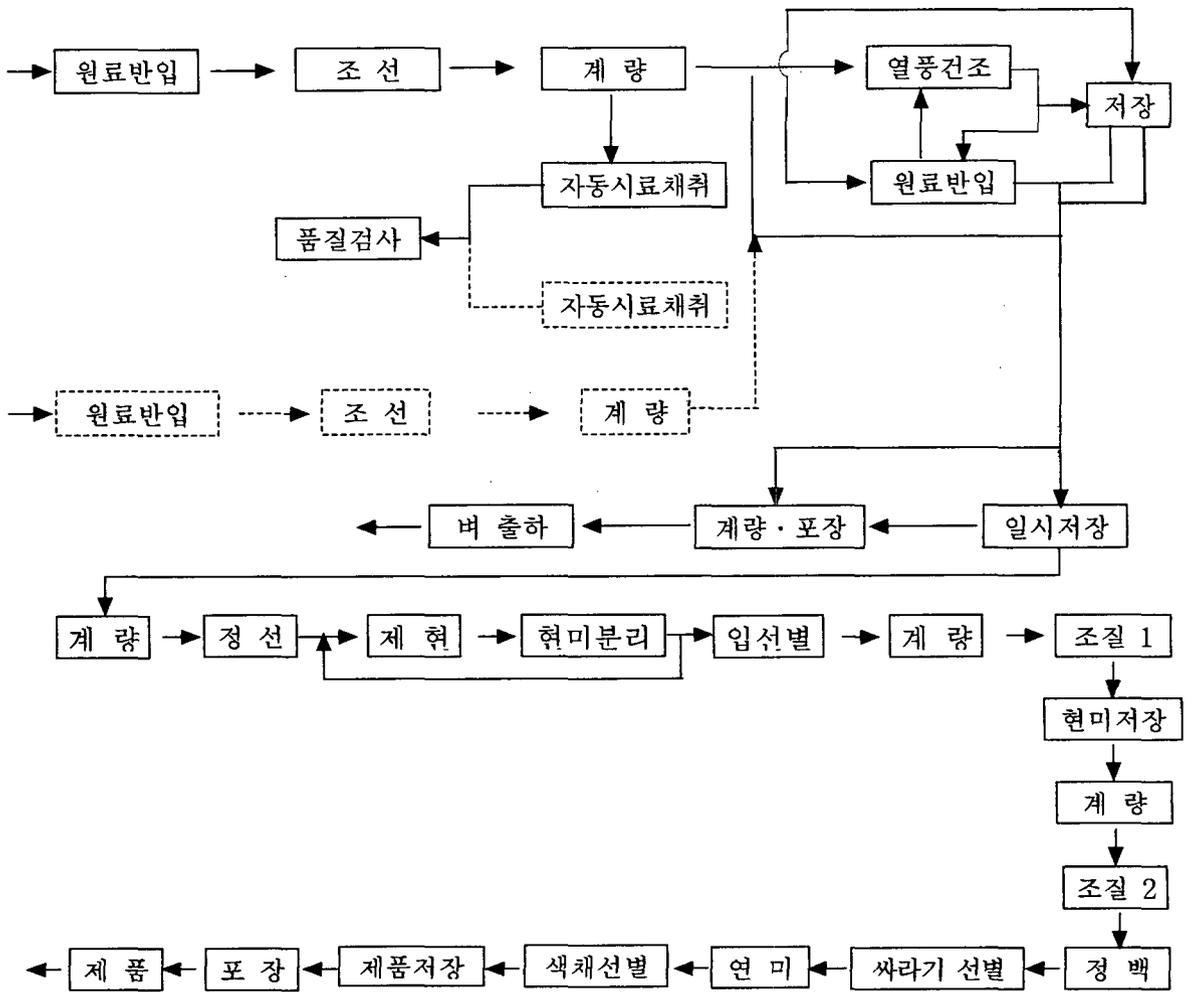


그림 3-1 미곡종합처리시설 기본 공정도(본소)

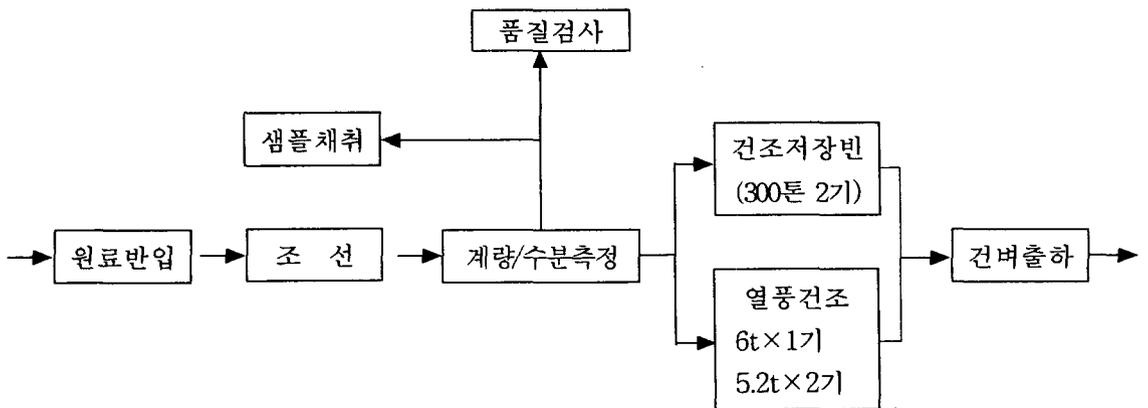


그림 3-2. 미곡종합처리시설 기본공정도(지소)

2. 반입공정

- 원료는 반입 시기가 분산되도록 사전지도를 실시한다.
- 반입된 원료는 간이 품질 검사를 통해 물벼인지 건벼인지를 확인하고, 불량원료(변색, 변질), 함수율, 품종 등을 검사한다.
- 반입량이 많을 때는 대기 시간이 길어지므로 정선 전에 반입량을 트럭스케일로 계량하여 가정산한다. 단, 지역여건에 따라서 트럭 스케일의 설치여부를 결정한다.
- 반입량이 집중되는 경우 변질이 되지 않도록 조치한다.
- 반입호퍼에 투입된 원료(물벼 또는 건벼)는 원료정선기(조선기)로 이송된다.
- 원료정선기에서 정선된 원료는 계량 공정으로 이송되고, 지정부착립은 재탈곡기로 이송되어 정선기로 재이송되거나 탈곡하여 별도 처리한다.

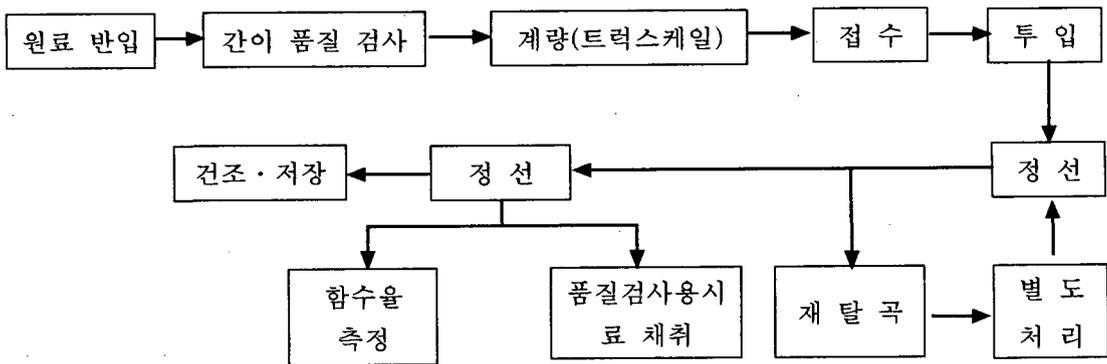


그림 3-3. 반입공정 흐름도

- 계량공정은 호퍼스케일에 의해 전량 계량되고 함수율이 측정된다. 또한 자동시료 채취기에 의해 품질 측정용 시료를 로트별로 300~500g씩 채취한다.

3. 건조공정

건조공정은 쌀의 품질을 좌우하는 공정 중에 하나로 설치모델과 운영방법에 따라 열풍건조, 상온통풍건조, 열풍건조 + 상온통풍건조, 상온통풍건조 + 열풍건조 등으로 구분한다.

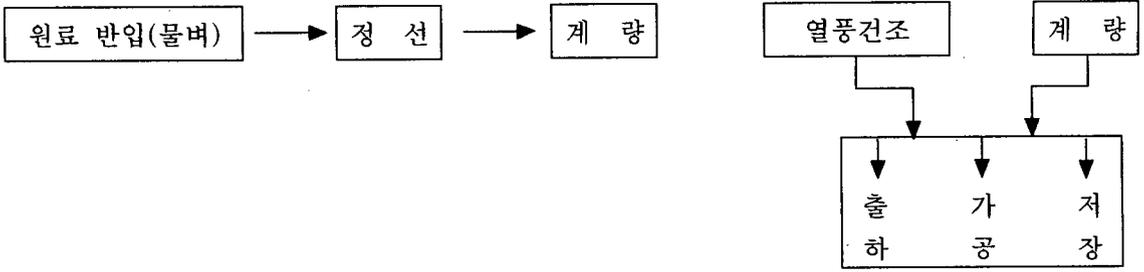


그림 3-4. 열풍건조공정 흐름도

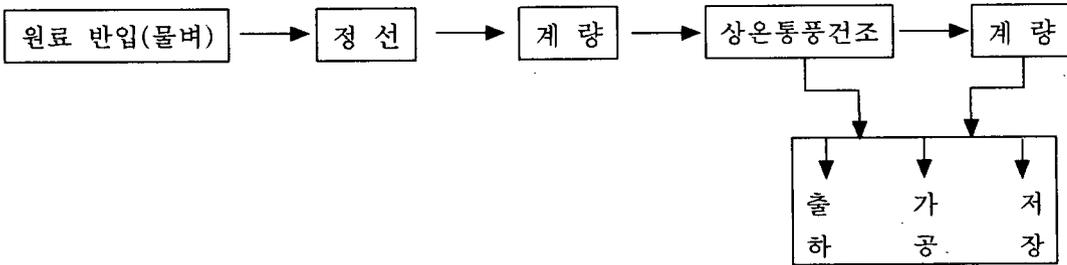


그림 3-5. 상온통풍건조공정 흐름도

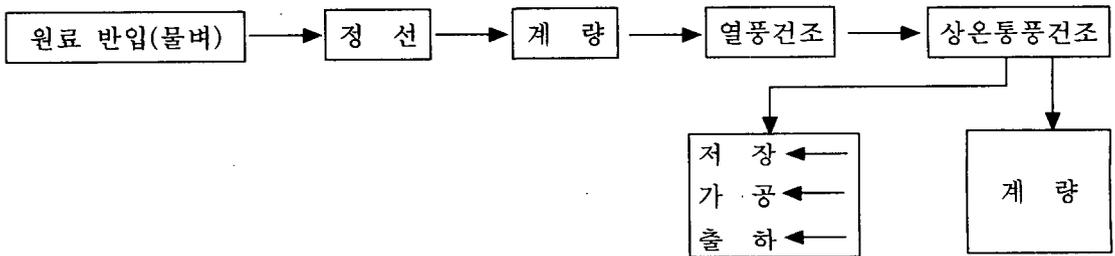


그림 3-6. 열풍건조후 상온통풍건조 흐름도

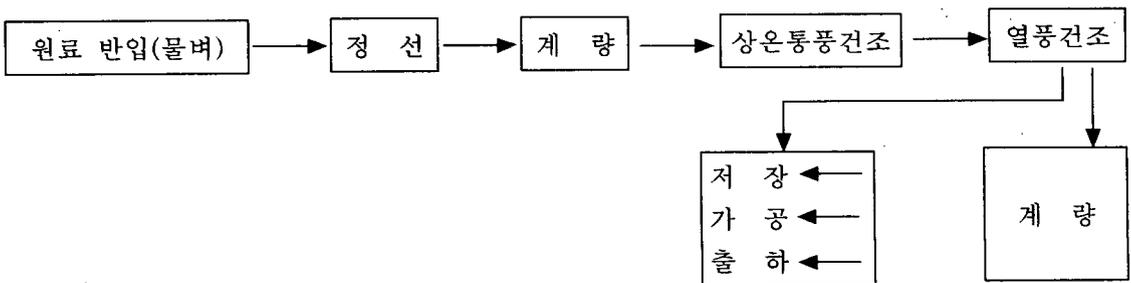


그림 3-7. 상온통풍건조후 열풍건조 흐름도

- 건조공정은 열풍건조와 상온통풍건조를 기본(그림3-4, 3-5)으로 하며, 2종류의 건조방식을 복합적으로 한 시스템(그림3-6, 3-7)도 가능하다.
- 정선과 계량 공정의 재탈곡과 시료채취 시스템은 반입공정과 동일하다.
- 열풍건조는 자동함수율측정기가 부착되어 있어 목표함수율을 조절하여 건조할 수 있고, 상온통풍건조는 순환할 때 함수율을 측정할 수 있는 구조로 한다.
- 열풍건조가 종료된 벼는 방냉탱크 또는 저장실로 이송하여 벼로 출하할 수 있다.
- 퇴적건조 및 개별건조가 가능하고, 건조된 원료는 저장공정에 따라 저장·건조빈, 호퍼사일로, 사각빈 으로 이송이 가능하다. 또한 가공공정으로 이송 및 개별 출하도 가능하다.
- 복합건조는 열풍건조로 18~20%까지 1차건조 후 상온통풍건조로 15%까지 마무리건조하는 경우와 상온통풍건조로 18~20%까지 1차건조 후 열풍건조로 15%까지 마무리건조하는 것을 가능한 공정으로 한다.

4. 저장공정

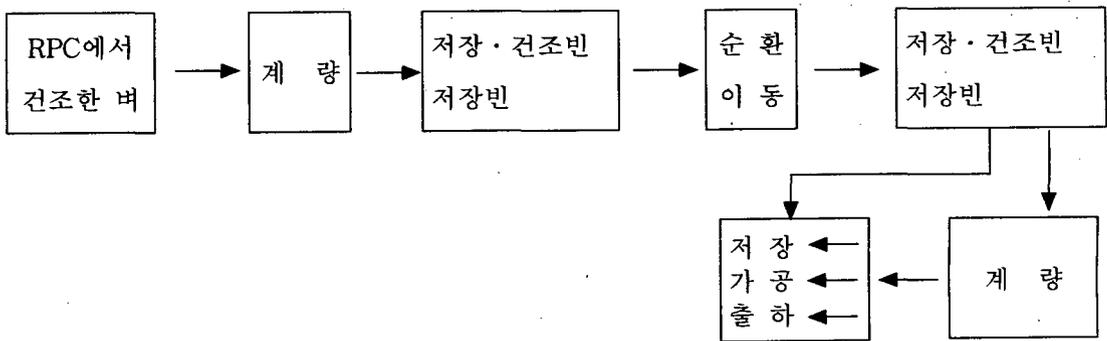


그림 3-8. RPC에서 건조한 벼의 저장공정 흐름도

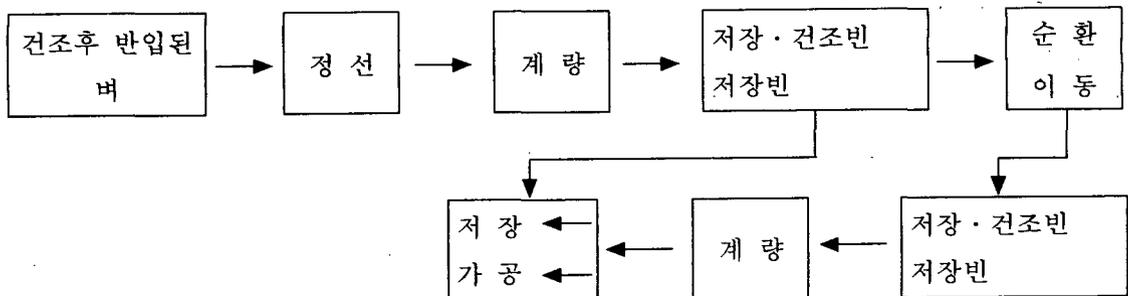


그림 3-9. 건조후 반입된 벼의 저장공정 흐름도

- 저장공정은 반입된 물벼를 건조하여 저장·건조빈에 그대로 저장하는 경우, 실내 사각빈에 저장하는 경우, 호퍼형 사일로에 저장하는 경우(그림 3-8)를 기본으로 하고, 이 방법들을 복합한 시스템도 가능하다. 저장용량이 부족한 경우는 배출하여 임시저장소 및 보관창고에 보관이 가능하도록 한다.
- 건조후 반입된 벼는 저장·건조빈에 저장하는 경우, 실내 사각빈에 저장하는 경우, 호퍼형 사일로에 저장하는 것(그림 3-9)을 기본으로 하고, 이 방법들을 복합한 시스템도 가능하다.
- 실내 사각빈과 호퍼형 사일로는 자체 교반이 되지 않으므로 순환기능을 부여한다.
- 저장고에는 원료의 변질 여부 및 잔량의 확인이 가능하도록 온도기록계, 레벨센서를 설치하고, 배출 또는 순환시 함수율 측정이 가능하도록 한다.

5. 품위검사공정

- 반입원료는 물벼인지 건조된 벼인지 명확히 구분하고, 반입될 때 마다 주의 깊게 관찰하여 불량원료(변질, 변색 등)에 대해서는 생산자와 협의하여 별도로 취급해야 한다.
- 반입원료는 반입 날짜별, 품종별, 개인별로 반입되는 양을 하나의 검사단위로 보고, 반입될 때마다 검사를 실시한다.
- 검사용 시료 채취는 정선 후 검사단위별로 그림 9와 같이 자동 시료채취기(수동식 검사일 경우는 작업자)에 의해 반송량의 1/1000이상을 채취한다.
- 채취한 시료는 균분기(축분기라고도 함)로 약 1~2kg을 합성등분(부록B 그림 9 참조)하여 검사용 시료로 한다. 이중에서 50~200g은 함수율 측정용으로 이용하고, 바로 함수율을 측정할 수 없을 경우는 밀봉 용기나 비닐봉지에 넣어 함수율 변화와 변질이 되지 않도록 냉장고나 서늘하고 그늘진 곳에 보관한다.
- 합성등분 시료는 다시 재등분하고, 약 1~1.5kg을 시험용 건조기로 기준 함수율 까지 건조한다.
- 채취된 시료중 잔량은 개인별로 환원시킨다.
- 벼의 중량은 정선 후 앞에서 설명한 방법으로 검사용시료를 채취하고, 호퍼 스케일로 계량한다.
- 함수율 측정은 적외선 수분측정기 및 시설용 자동수분계를 이용하고, 기타 간이 수분계를 이용할 수 있다.
- 이물질 혼입율의 검사는 시험용 건조기에서 건조한 시료를 체 등으로 분리하고, 중량비

로는 식(3-1)로 산출한다.

$$\text{이물질 혼입율} = \frac{\text{이물질 중량 (g)}}{\text{검정용 건조벼 중량 (g)}} \times 100(\%) \quad (3-1)$$

- 완전미율, 미숙립을 검사와 등급판정은 제현율 자동판정기가 설치된 곳은 검사용 건벼를 투입하면 모든 과정이 자동으로 처리되어 출력이 된다. 그러나 수동식으로 검사할 경우 다음과 같은 방법으로 실시한다.
- 제현율과 미숙립율의 검사는 건조된 검사용 벼의 중량을 측정후 시험용 현미기로 탈부하고, 1.6mm체 또는 입선별기로 쳐서(부록B 그림 10 참조) 체위에 남은 현미와 시료로 사용한 벼의 중량과의 비를 제현율이라 한다. 체위에 남은 현미중 피해립·사미·착색립·미숙립·이중곡립 및 이물질을 제외한 현미를 완전립(정립)으로 한다. 한편, 체를 통과한 것을 미숙립으로 한다. 그리고 중량비로는 식(3-2), (3-3), (3-4)로 산출한다.

$$\text{제현율} = \frac{\text{1.6mm체 위에 남은 현미의 중량 (g)}}{\text{정선된 건조벼의 중량 (g)}} \times 100(\%) \quad (3-2)$$

$$\text{완전미율} = \frac{\text{완전립의 중량 (g)}}{\text{정선된 건조벼의 중량 (g)}} \times 100(\%) \quad (3-3)$$

$$\text{미숙립율} = \frac{\text{미숙립의 중량 (g)}}{\text{정선된 건조벼의 중량 (g)}} \times 100(\%) \quad (3-4)$$

- 등급판정은 농산물검사규격 기준(부록B 그림 11 참조)을 이용하거나 자체기준에 의해 판정한다.
- 검사에 있어서 오류는 절대로 있어서는 안되지만, 검사에 이의를 제기할 경우를 대비해서 건조된 벼와 현미를 적당량 보관해야 한다.
 - (1) 건조벼 : 보통 1~2회 검사를 할 수 있는 량의 건조벼 500g~1000g
 - (2) 현 미 : 검사를 실시한 완전립 현미 50~100g
 - (3) 미숙립 : 30g 정도
- 시료를 보관하는 봉지에는 (종이봉지에 넣은 후 비닐봉지에 넣는 것이 바람직 함) 생산

자 성명을 표기하고, 품질이 손상되지 않도록 보관해야 한다. 보존시료는 다음 연도에 운 전용 원료로 사용하도록 한다.

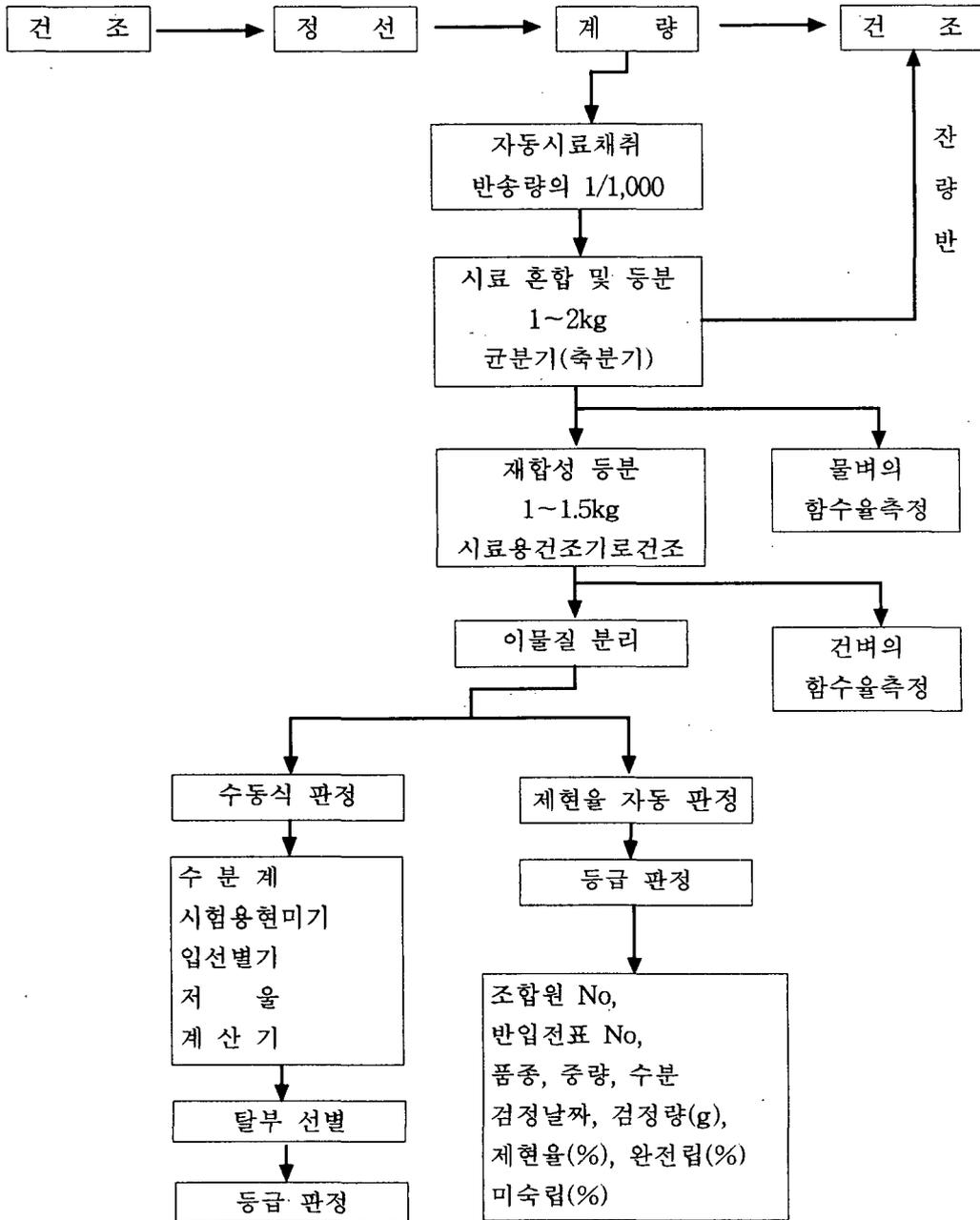


그림 3-10. 시료채취와 품질검사 공정 흐름도

6. 조질 공정

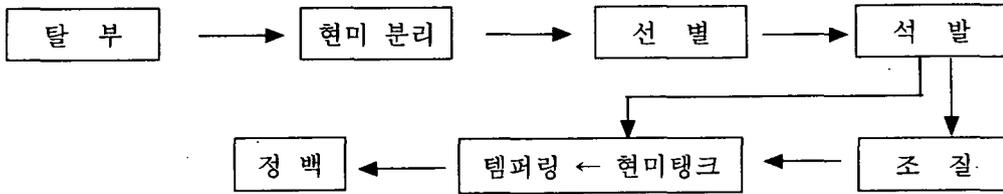


그림 3-11. 조질 후 템퍼링에 따른 가공 흐름도

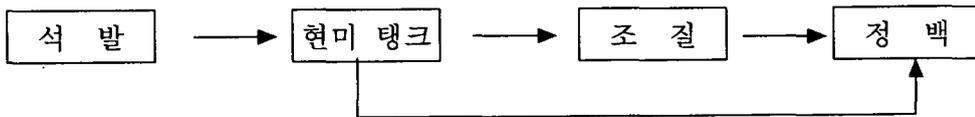


그림 3-12. 조질 직후 가공 흐름도

- 과건조 된 원료 또는 장기간 보관하여 함수율이 매우 낮은 원료는 경도가 크기 때문에 함수율 조절과 곡은조절을 통하여 거층의 경도를 완하시켜 가공효율을 향상시키고, 마찰 열에 의해 증발되는 함수율을 보충할 수 있는 공정이다.
- 조질 공정은 그림 3-11과 같이 조질한 후 템퍼링 기간을 거쳐 정백을 하는 공정과 그림 3-12에서와 같이 조질 후 템퍼링기간 없이 바로 정백하는 공정으로 한다.
- 원료의 함수율 및 조건에 따라서 조질공정을 거치지 않고 석발 후 현미탱크로 (그림 3-11) 이송하거나 현미탱크에서 정백공정(그림 3-12)으로 바로 이송 처리할 수 있다.
- 조질공정에서는 함수율 조절과 곡은조절이 가능하다.

7. 가공 공정

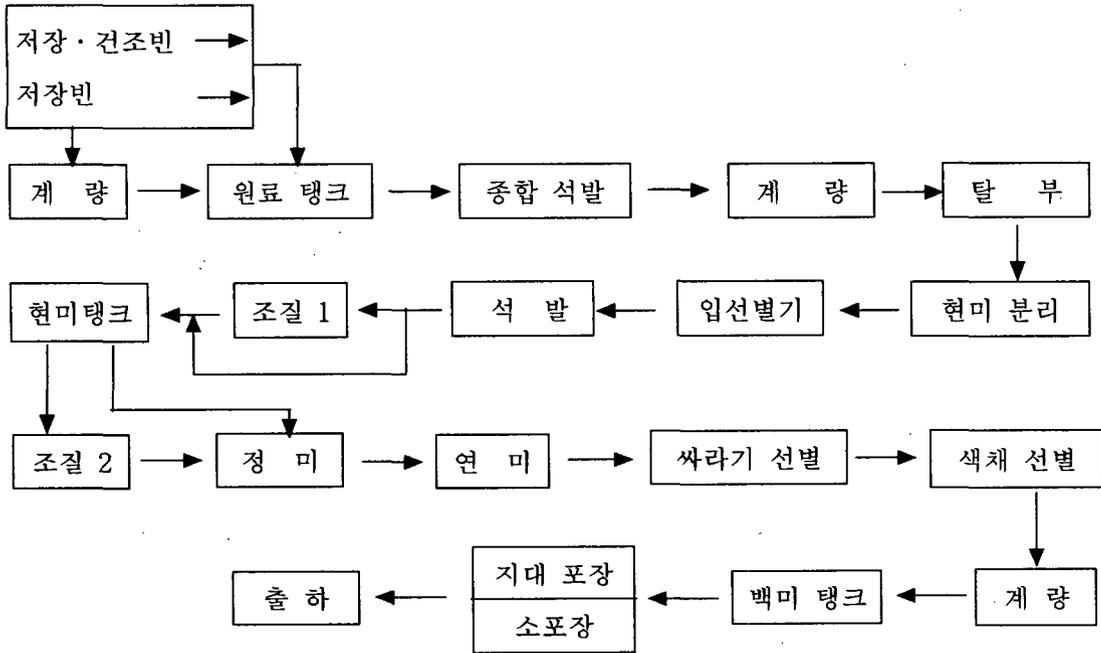


그림 3-13. 가공공장 흐름도

- 가공공정은 그림 3-13과 같이 건조된 원료 벼를 정선·탈부·선별·조질·정백·연미·선별·포장 등의 공정을 거쳐 제품이 생산되는 공정이다.
- 가공공정으로 이송되는 원료는 저장·건조빈, 저장빈으로부터 배출·이송되는 것을 기본으로 한다.
- 탈부 전과 정백 후의 공정에 연류계를 설치하여 물량 및 수율관리를 가능하게 한다
- 탈부 후 선별공정은 현미분리, 입선별, 석발을 하고, 정백 후의 공정은 연미, 싸라기 선별, 색채 선별로 한다.

IV. 설계기준

1. 설계전제기준

가. 반입품종수

- 미곡종합처리시설에 반입되는 벼는 4 품종을 기준으로 한다.

나. 반입 벼의 함수율

- 반입 벼의 함수율은 평균 24%(습량기준, 이하 동일표기)를 기준으로 한다.

다. 반입 벼의 수확기간

- 벼의 수확기간은 30일을 기준으로 한다. 다만 설치지역이 확정될 경우 지역의 벼 수확시기를 실사하여 정할 수 있다.

라. 실 반입일수

- 실 반입일수는 설치지역의 벼 수확기간에 수확작업 가능 일수율을 곱하여 산출한다.
- 수확작업 가능 일수율은 표 4-1의 해당 지역의 평균값으로 하며, 표 4-1에 명시되지 않는 지역은 표 4-1에 명시된 지역과 가까운 지역의 값으로 한다.
- 수확기간이 극히 짧은 특수 지역을 제외하고 실 반입일수는 20일 이상으로 한다.

표 4-1 지역별, 시기별 수확작업 가능 일수율(%)

도별	지역별	9월	10월			평균
		하순	상순	중순	하순	
경 기	평 택	82.1	81.2	86.2	80.5	82.5
	이 천	85.3	80.4	83.6	82.0	82.8
	김 포	88.8	81.4	87.4	89.6	86.8
충 청	공 주	82.9	83.2	94.3	81.9	85.5
	서 산	83.2	80.8	85.4	80.2	82.4
	논 산	84.6	83.8	88.4	86.2	85.7
전 라	정 읍	81.4	78.2	83.8	89.6	83.2
	김 제	82.2	78.0	82.5	75.8	79.6
	나 주	80.4	71.4	81.7	79.7	78.3
경 상	칠 곡	92.1	83.2	92.3	90.7	89.5
	영 일	85.7	78.2	80.4	82.8	81.7
	김 해	77.3	84.8	96.1	88.8	86.7

자료 : 정창주 외, 1992, '농업기계이용의 효율적 제고를 위한 경지정리의 기초설계 기술개발 연구(I)', 농어촌진흥공사

마. 1일 반입 변동율

- 1일 반입변동율을 1.5로 하여 최대 반입능력을 정한다.

바. 1일 반입시간

- 1일 평균 반입시간은 8시간으로 하고, 최대 10시간으로 한다.

사. 벼의 가공물의 물성

○ 벼의 조성은 무게를 기준으로 다음을 표준으로 한다.

- (1) 백미 : 73.6 %
- (2) 왕겨 : 20 %
- (3) 쌀겨 : 6.4 %

○ 산물밀도는 다음을 표준으로 한다.

- (1) 벼 : 곡물 빈의 용적계산시 615 kg/m^3
곡물 빈의 구조계산시 625 kg/m^3
이송장치의 이송능력 계산시 550 kg/m^3
- (2) 현미, 백미 : 825 kg/m^3
- (3) 쌀겨 : 288 kg/m^3
- (4) 왕겨 : 120 kg/m^3

○ 안식각

- (1) 벼 : 45°
- (2) 현미 : 33°
- (3) 백미 : 39°

○ 벼의 마찰계수(벽마찰계수)

- (1) 강판 : 0.4
- (2) 파형 강판 : 0.37
- (3) 콘크리트 : 0.6

2. 기본공정의 설계기준

○ 농협 미곡종합처리시설의 기본공정은 그림4-1을 표준으로 한다

3. 반입시설

가. 반입시설의 구성

○ 반입시설은 반입호퍼에서부터 이송과 조선평정을 거쳐서 자동계량기(중량과 수분측정)까지의 제반 공정을 구성하는 기계설비를 말한다.

○ 반입 시설은 1열을 표준으로 하고 지역 여건에 따라 2열로 할 수 있다.

○ 트럭 계량기는 반입 차량이 안전하고 편리하게 출입할 수 있는 위치에 배치한다.

나. 반입과 이송 능력

○ 반입과 이송 능력은 시간당 평균 반입량으로 하고, 반입시의 작업효율은 0.7로 한다.

다. 반입 호퍼

○ 벼 반입호퍼의 위치는 반입 차량의 진출입이 용이한 곳으로 하고, 산물상태의 벼를 투입할 때, 곡물이 비산되거나 빗물이 유입되지 않는 구조이어야 하며, 반입호퍼는 바닥면과 수평으로 설치하는 것을 원칙으로 한다.

○ 이송장치와 상호 연계하여 반입량을 자동 조절할 수 있는 장치와 반입구에서 나이론 끈이나 형집 등, 반송시설의 고장을 유발하거나 반송능력을 저하시킬 우려가 있는 큰 이물질의 혼입을 방지할 수 있는 장치를 갖추어야 한다.

○ 반입호퍼는 1개의 호퍼를 2칸으로 하고 2개의 자동식 게이트를 구비하며, 호퍼의 용량은 3m^2 이상 한다. 그리고 호퍼의 반입구 면적은 4m^2 이상을 확보한다.

라. 원료정선기(조선키)

○ 조선키 능력은 함수율 24%를 기준으로 최대반입능력을 표준으로 하되, 20t/h 이상으로 한다.

○ 벼의 낱알보다 큰 이물질(지푸라기, 포대 끈등)을 95% 이상 제거할 수 있고 작은 모래와 먼지를 분리할 수 있어야 한다

○ 원료정선기는 원료공급부·집진부·선별부로 구성되며, 선별방식은 3단 이상으로 하고, 선별체의 분해 조립이 쉬워야 한다.

마. 재 탈곡기

○ 재탈곡기는 미탈곡된 벼를 탈곡하는 장치로서 능력은 0.5~1.0 t/h 범위로 하고 설치하는 지역 실정에 따라 선택한다.

○ 재탈곡기는 원료정선기와 연계 시키거나 독립적으로 설치할 수 있으며, 재탈곡에 따른 벼의 손상이 없어야 한다.

바. 자동 계량기

- 곡물의 무게는 계량 오차를 줄일 수 있는 전량 계량 방식으로 측정하고, 계량과 동시에 함수율은 자동으로 측정하여 그 결과를 전송할 수 있어야 한다.
- 함수율을 유전율 방식으로 측정하는 경우에는 곡물이 균일하게 충전되도록 보조탱크와 게이트를 조정할 수 있어야 한다.
- 자동계량장치(수분측정장치 포함)는 공인기간의 검증을 받아야 하며, 검증 결과와 보정 요령을 반드시 제출해야 한다.
- 무게 측정의 정밀도는 $\pm 0.1\%$ 이내로 하고, 계량능력은 반입능력과 동일하게 한다.
- 중량과 함수율 측정 자료는 중앙 제어반으로 전송되고, 동시에 반입호퍼 상단의 전광판에 표시 되도록 한다.
- 반입버의 함수율 측정은 우리 나라 농산물 검사법의 표준함수율 측정기준에 따르며, 함수율 측정장치는 측정범위 15~24%에서 오차 $\pm 0.5\%$ 의 측정 정밀도를 가져야 한다.

4. 건조시설

가. 건조 공정

- 열풍건조기로 중형(15t 미만) 순환식 건조기나 빈형 열풍건조기를 설치 할 경우에는 반드시 저장건조(상온통풍건조)시설을 병설하여 조합건조공정을 구성한다.
- 열풍건조기로 대형(15t 미만) 순환식 건조기 또는 연속식 건조기를 설치할 경우에는 열풍 단독건조공정 또는 조합건조공정을 선택적으로 구성할 수 있다.
- 건조방법은 2단 건조를 표준으로 하고, 2단 건조의 1차 건조 함수율은 20%로 한다.
- 건비의 최종 함수율은 40일 이내에 가공할 벼는 16%, 40일 이후에 가공할 벼는 15%를 표준으로 한다.

나. 건조 시설의 건조 능력

- 건조 능력은 수확기간 동안 함수율 24%의 벼를 16%로 건조할 수 있는 시설의 능력으로 정의한다. 단, 상온통풍건조시설의 건조기간은 수확기간을 포함하여 40일로 한다.
- 건조 시설의 능력은 열풍건조기와 저장건조시설의 건조능력의 합산으로 한다.
- 건조 능력은 다음의 2단 건조방법을 기준으로 산출한다.

(1) 조합건조시설

1차 건조 : 초기 함수율 24%에서 20%까지 건조

2차 건조 : 함수율 20%에서 16%까지 건조

(2) 열풍건조 단독시설

1차 건조 : 초기 함수율 24%에서 18%까지 건조

2차 건조 : 함수율 18%에서 16%까지 건조

○ 조합건조시설에서 1차 및 2차 건조는 열풍건조와 상온통풍건조를 임의로 선택할 수 있다.

다. 열풍건조기

○ 국내 또는 국외의 공인기관에서 성능을 인증받은 회분식 건조기(순환식건조기, 빈형 열풍건조기) 또는 연속식 건조기를 표준으로 한다.

○ 연속식 건조기는 옥외형의 설치를 원칙으로 한다.

○ 연속식 건조기를 설치할 경우에는 호퍼형 템퍼링빈 3기를 설치하여야 하며, 빈 1기의 용량은 건조능력을 감안하여 45t 이상으로 한다.

○ 열풍건조기의 용량과 설치 대수는 다음의 기준에 따라 산출한다.

(1) 조합건조 공정 : 1일최대 능력의 1~1.5배

(2) 열풍 단독건조 공정 : 1일 최대 반입량

○ 순환식 건조기의 1일 건조능력은 다음 식으로 산출한다.

$$Q_d = \frac{VNTn}{t + \frac{M_1 - M_2}{a_1}} \quad (4-1)$$

여기서, Q_d : 1일 건조능력(t/일)

V : 건조기 1대의 용량(t)

N : 건조기 대수(대)

T : 1일 건조 작업 시간(hr, 표준 20시간)

n : 채움율(소수, 표준 0.8)

t : 벼 투입 및 배출 소요시간(hr, 표준 1.5시간)

M_1 : 건조기 투입벼의 함수율(%)

M_2 : 건조후의 함수율(%)

a_1 : 평균 건조속도(%/h, 표준 0.8 %/hr)

○ 연속식 건조기의 1일 건조 능력은 다음 식으로 산출한다.

$$Q_d = \frac{TV}{\left(\frac{M_1 - M_2}{a} + 1\right)t} \quad (4-2)$$

여기서, Q_d : 1일 건조능력(t/일)

T : 1일 작업시간(hr, 표준 20시간)

V : 건조기 용량(t)

M_1 : 초기 함수율(%)

M_2 : 최종 함수율(%)

a : 1회 통과당 감소 함수율(%)

t : 1회 통과시간(hr, 표준 0.5시간)

(1) 건조기 1회 통과당 감소 함수율(a)은 다음을 표준으로 한다.

1차 건조(함수율 24%에서 18%까지) : 2.2 %/회 이하

2차 건조(함수율 18%에서 16%까지) : 1.5 %/회 이하

라. 저장·건조빈(상온통풍건조 빈)

1) 정의

- 저장·건조빈은 자연 상태의 공기를 통풍하여 빈의 퇴대 퇴적고에서 함수율 18%의 벼를 안전하게 건조하여 저장할 수 있는 빈을 말한다.
- 저장·건조빈에는 최소풍량비 이상(풍량비 0.6 ~ 0.8 cmm/m³)의 송풍량을 확보할 수 있는 송풍기, 곡물 교반장치(원형 철제빈에 한함), 곡물 분산장치, 곡물 투입 및 배출장치, 보조 열원장치, 곡은 감지장치 및 기타 따로 정하는 부대시설을 갖추어야 한다.

2) 형식과 구조

- 저장건조 빈은 각형 빈이나 원형 빈으로 하되, 바닥이 평평한 플랫폼형을 표준으로 한다.
- 저장건조 빈의 바닥은 전체가 통기마루로 하고, 부착되는 송풍기의 송풍량 1,000 m³/min 마다 3.3m³의 공기 배출구가 있어야 한다.
- 저장·건조빈의 최대 곡물퇴적고는 4.5~5.0m를 표준으로 하고, 교반기는 3대 이상 설치한다.
- 저장 건조를 열풍으로 할 경우 반드시 곡물을 순환시킬 수 있는 빈을 설치해야 한다.

- 저장건조 빈은 곡물의 하중 및 기타 외력을 충분히 고려하여 안전성과 내구성이 확보되어야 하며, 결로를 방지할 수 있는 구조로 설계되어야 한다.
- 저장건조 빈과 빈 설치 기초 공사에 대한 구조계산서와 계산 근거를 제시해야 한다.

3) 용량과 설치 기수

- 빈의 크기는 원형 빈은 내경(m) × 최대 퇴적고(m), 4각빈은 가로(m) × 세로(m) × 최대 퇴적고(m)로 나타내고, 용량은 최대 퇴적고까지 벼를 채웠을 때, 벼의 무게로 나타낸다.
- 빈 1기의 용량은 각형 빈은 50톤, 원형 철제 빈은 100~300톤을 표준으로 한다.
- 건물 내에 설치되는 건조저장 빈의 총 저장용량은 600톤을 초과할 수 없다.
- 저장건조 빈의 총 용량과 기수는 벼의 반입상황 · 저장건조 속도 · 열풍 건조기의 건조 능력 · 이용상의 편의성 · 시설투자 · 운영비용 등을 충분히 고려하여 결정한다.
- 저장 · 건조빈과 그의 기초공사에 대한 구조 계산서와 계산 근거를 제시하여야 한다.

4) 송풍기

- 송풍기의 송풍량은 빈의 최대 퇴적고에서 함수율 18%의 벼를 안전하게 건조할 수 있는 최소풍량비 이상으로 한다.
- 최소풍량비는 표4-2에서 초기 함수율 18%, 수확일 10월 1일을 기준으로 한 값이며, 표에 명시되지 않는 지역은 표4-3에 명시된 지역과 가까운 지역의 값으로 한다.
- 공기식 곡물 배출법을 채용한 각형 빈의 경우에는 곡물 배출을 원활히 하기 위하여 배출시의 걸보기 풍속(총 송풍량/빈 1기 바닥면적)이 38 m/min 이상이 되어야 한다.
- 송풍저항은 곡물층 · 송풍덕트 · 통기마루의 송풍저항의 합으로 하며 송풍덕트와 다공 통기마루의 송풍저항은 곡물층 10cm에 상당하는 저항으로 간주하고, 곡물층의 송풍저항은 다음 식으로 계산한다.

$$\Delta p = 653.54 V^{1.2727} D \quad (4-3)$$

여기서, Δp : 벼 퇴적층의 송풍저항(mmAq)

V : 벼층 통과공기의 걸보기 속도($m^3/s \cdot m^2$)

D : 벼 퇴적깊이(m)

- 송풍기의 크기는 시험 성능과 실제 성능의 차이를 고려하여, 최소풍량비를 기준으로 산출한 송풍량에 25%를 더하여 결정한다.
- 송풍기는 송풍량·송풍저항·축동력·소음 등에 대한 성능자료를 기초로 선택한다.
- 송풍기는 한국공업규격(KS B 6311) 기준에 적합한 기종으로 하고, 성능에 관련된 자료가 구비되어야 한다.
- 곡물의 퇴적고에 따른 송풍량과 안전퇴적고가 제시되어야 한다.
- 송풍기는 진동을 고려하여 방진설비를 하고, 빗물이나 먼지가 유입하지 않도록 해야 한다.
- 송풍기는 풍량 조절이 가능한 것이어야 한다.

표 4-2 지역별, 초기 함수율별, 수확일별 최소풍량비 (cmm/m3)

지 역	초기 함수율(%w.b.)														
	26			24			22			20			18		
	수확일			수확일			수확일			수확일			수확일		
	10/01	10/10	10/20	10/01	10/10	10/20	10/01	10/10	10/20	10/01	10/10	10/20	10/01	10/10	10/20
춘천	5.487	3.236	2.473	3.386	2.027	1.534	1.754	1.140	0.761	0.948	0.604	0.109	0.609	0.047	-
철원	3.831	2.982	1.874	2.561	1.731	1.250	1.255	0.998	0.706	0.698	0.518	0.270	0.507	0.078	-
강릉	3.763	3.892	1.963	2.653	2.278	1.265	1.503	1.082	0.737	0.802	0.597	0.320	0.560	0.097	-
원주	5.353	3.337	2.034	3.410	1.880	1.306	1.673	1.028	0.677	0.842	0.520	0.138	0.519	-	-
수원	5.748	4.180	2.546	3.555	2.279	1.624	1.902	1.291	0.868	1.005	0.673	0.274	0.706	0.208	0.022
청주	5.887	3.658	2.864	3.866	2.323	1.944	1.867	1.883	1.005	0.999	0.728	0.501	0.649	0.198	0.060
대전	5.417	3.766	2.783	3.611	2.363	1.931	1.790	1.349	1.049	0.972	0.744	0.515	0.641	0.210	-
전주	4.768	3.828	3.015	3.289	2.382	2.088	1.660	1.397	1.174	0.934	0.787	0.633	0.660	0.282	0.022
광주	5.845	4.416	3.674	3.944	2.705	2.485	2.199	1.566	1.529	1.132	0.930	0.871	0.800	0.330	-
안동	5.338	3.797	2.927	3.533	2.365	1.892	1.735	1.371	1.003	0.978	0.749	0.406	0.648	0.192	-
대구	4.855	4.497	3.046	3.449	2.532	2.097	1.942	1.481	1.088	1.016	0.825	0.592	0.700	0.284	0.048
울산	4.629	4.840	3.145	3.342	2.632	2.079	1.924	1.499	1.086	1.016	0.844	0.571	0.712	0.307	0.056
진주	6.453	4.478	2.850	4.030	2.629	2.111	2.331	1.521	1.287	1.260	0.996	0.826	0.923	0.600	0.490

5) 곡물 분산장치

- 곡물 분산장치는 퇴적 곡물에 균일한 통풍이 되도록 퇴적곡물 상부의 균평도를 ± 10 % 이내로 한다.
- 곡물 분산장치에서 곡물이 비산될 때, 지푸라기나 쭉정이 등의 이물질이 한곳으로 모여 통풍이 균일하지 않거나, 곡물의 비산속도가 너무 빨라 곡물이 벽에 충돌하여 손상되지

않도록 한다.

6) 보조열원 장치

- 송풍기에 의한 공기 가온 효과를 1℃로 하고, 보조열원장치는 최대 풍량에서 상온의 공기를 2℃ 정도 가온할 수 있는 능력을 갖추도록 한다.
- 송풍기에서 설치되는 보조열원 장치에는 온도제어 장치를 부착해야만 한다.
- 20 kW 이상의 대형 송풍기에 설치되는 보조열원 장치는 여러 대의 송풍기에 공동으로 사용할 수 있도록 이동식으로 한다.

7) 곡물배출 장치

- 곡물배출장치의 배출능력은 다음 공정의 이송능력과 일치하여야 하며, 일치하지 않을 경우에는 배출속도 조절 피더를 이용한다.
- 곡물배출장치는 점검과 수리가 용이한 구조이어야 한다.
- 각형 빈은 배출 후에 잔곡이 없어야 하고, 플랫형 원형 빈은 잔곡의 두께가 3cm를 넘지 않아야 한다.
- 플랫형 원형 빈에서 배출장치는 체인 컨베이어 사용을 원칙으로 하되, 스크류 컨베이어를 사용하는 경우에는 벼가 탈부되거나 손상되지 않아야 한다.

8) 기타 부대 시설

- 빈의 지붕에는 공장에서 제조한 공기배출구 이외는 다른 시설을 설치 할 수 없으며, 집진장치는 공기 배출구를 이용하여 설치한다.
- 빈의 지붕에는 전선, 온도측정 센서 등의 배관을 설치 할 수 없으며, 이들 장치는 필요시 빈의 벽면 상단에 설치한다. 특히 배관은 빗물이 유입되지 않도록 충분한 경사를 준다.
- 빈의 중앙부와 벽쪽의 곡물 온도를 측정할 수 있는 측정 센서를 높이 1.5m 간격으로 설치한다.
- 건조저장 빈에는 환경법에서 요구하는 집진설비를 구비한다.
- 곡물이 퇴적된 높이를 알 수 있도록 각 빈의 내부 양쪽 벽면에 눈금자를 설치한다.
- 공기 충만실의 공기압력을 측정할 수 있도록 빈의 공기 충만실에 측정구를 설치하고 측정기구를 구비하여야 한다.

9) 저장 건조 능력

○ 다음을 기준으로 계산한 건조 능력을 표준능력으로 한다.

- (1) 투입전 함수율 : 24%
- (2) 건조후 함수율 : 16%
- (3) 풍량비 : 설치 지역의 수확일 10월 1일, 함수율 24%에 대한 최소풍량비 (표4-2 기준)
- (4) 송풍방법 : 연속 송풍
- (5) 벼 퇴적고 : 안전퇴적고((3)항의 최소풍량비에 대한 퇴적고)
- (6) 건조기간 : 10월 1일부터 40일간
- (7) 건조속도 : 표4-3의 상온통풍 건조속도

10) 운영 보조 자료

- 저장건조 빈의 벼 안전퇴적고를 건조전 함수율과 수확일별로 제시하여야 한다. 안전퇴적고는 표 4-2의 최소풍량비를 기준으로 산출한다.
- 설치 지역의 벼 반입여건을 고려하여 열풍건조와 조합한 적절한 운영 방법을 제시한다.
- 열풍건조를 포함한 건조시설의 표준 건조능력을 제시한다.

표 4-3. 풍량비별 벼 저장건조 속도(%/h)

송풍량 ($m^3/min \cdot m^3$)	송풍공기 가열 정도에 따른 건조속도(%/h)		
	상온통풍	1.5℃ 가열	3.0℃ 가열
2.0	0.0153	0.0231	0.0290
2.5	0.0182	0.0275	0.0367
3.0	0.0237	0.0332	0.0435
3.5	0.0269	0.0393	0.0503
4.0	0.0353	0.0446	0.0582
6.0	0.0475	0.0658	0.0820
8.0	0.0514	0.0712	0.1070
10.0	0.0628	0.0880	0.1189
12.0	0.0689	0.1105	0.1498
14.0	0.0772	0.1144	0.1722
16.0	0.0783	0.1500	0.2516
18.0	0.0822	0.1595	0.2768
20.0	0.0831	0.1631	0.2886
22.0	0.1090	0.1662	0.2981
24.0	0.1381	0.2641	0.3066
26.0	0.1450	0.2761	0.3144
28.0	0.1520	0.2818	0.3189
30.0	0.2192	0.2868	0.3233

5. 저장시설

가. 저장 방식과 규모

- 벼의 저장시설은 저장건조 빈과 저장 빈으로 구분한다.
- 저장 빈은 벼의 저장만을 목적으로 설치된 빈으로 건조용으로 사용할 수 없다.
- 건물 내에 설치되는 저장시설(곡물빈)의 규모는 600톤 이내로 한다.
- 저장 빈은 가능한 단위면적당 저장용량이 최대인 구조로 한다.
- 저장 빈은 플랫형이나 호퍼형으로 설치한다. 다만 호퍼형은 건조 겸용으로 사용이 불가함으로 시설의 건조능력을 고려하여 채택한다.

나. 빈의 구조

- 총 저장 규모의 50%에 해당하는 시설은 장기 저장에 대비하여 벽면과 지붕을 단열 시공해야 한다. 다만, 옥내에 설치된 저장시설은 단열한 것으로 본다.
- 빈의 단열은 결로를 방지하고, 외기온도의 영향을 줄이기 위하여 총 열저항이 다음의 기준치 이상이 되도록 한다.
 - 벽 : $1.75 (m^2 \text{ hr } ^\circ\text{C} / \text{kcal})$
 - 지붕 : $2.10 (m^2 \text{ hr } ^\circ\text{C} / \text{kcal})$
- 빈의 개구부(맨홀·벼 투입구·송풍공기 유입구·공기 배출구 등)는 밀폐가 가능하도록 연결관을 단열하거나 2중 구조로 한다.
- 빈의 지붕에는 공장에서 제작한 공기 배출구 이외는 설치할 수 없으며, 집진장치의 설치되는 공기 배출구를 이용한다.
- 빈의 지붕에는 전선이나 온도측정 센서 등의 배관을 설치할 수 없으며, 이들 장치는 필요시 빈의 벽면 상단에 설치한다. 특히 배관은 빗물이 유입되지 않도록 충분한 경사를 준다.
- 빈의 중앙부와 벽쪽의 곡물온도를 측정할 수 있는 측정센서를 높이 1.5m 간격으로 설치한다.
- 빈에는 환경법에서 요구하는 집진설비를 구비한다.
- 빈의 공기충만실에는 정압을 측정하여 송풍량을 알 수 있도록 압력계를 설치한다.
- 곡물이 퇴적된 높이를 알 수 있도록 각 빈의 내부 양측 벽면에 눈금자를 설치한다.
- 빈은 곡물의 하중과 기타 외력을 고려하여 충분한 안전성과 내구성이 확보되어야 하고 기초공사에 대한 구조계산서와 계산근거를 제출해야 한다.

다. 곡물 배출 장치

- 곡물배출 장치의 배출능력은 다음 공정의 이송능력과 일치하여야 하며, 일치하지 않을 경우에는 배출속도 조절 피더를 이용한다.
- 각형 빈은 배출 후에 잔곡이 없어야 하고, 플랫형 원형 빈은 잔곡의 두께가 3cm를 넘지 않아야 한다.
- 플랫형 원형 빈에서 배출장치는 체인 컨베이어를 사용하되, 스크류 컨베이어를 사용하는 경우에는 벼가 탈부되거나 손상되지 않아야 한다

라. 부대 장치

- 원형 빈의 상부에 설치되는 작업 발판의 폭은 1m를 초과할 수 없다.
- 빈의 꼭대기나 투입용 버킷엘리베이터 상단에는 피뢰침을 설치한다.
- 빈 내의 곡은 관리를 위하여 감온소자를 빈의 다공통기마루 바닥으로부터 1~1.5m 간격으로 빈벽면 부근에 설치하고, 곡물의 온도를 숫자로 지시하고 기록할 수 있는 장비를 구비한다.
- 빈 내의 곡은 관리를 위하여 최대 저장용량 기준으로 최소 $0.02\sim 0.03 \text{ m}^3/\text{min} \cdot \text{m}^3$ 의 풍량을 확보할 수 있는 송풍기를 설치한다.

6. 이송시설

가. 일반사항

- 이송설비의 시간당 이송능력은 건조·저장 공정에서는 물벼(24%)를 기준으로 20t 이상, 가공 공정에서는 건벼·현미·백미를 기준으로 10t 내외로 한다.
- 곡물이 이송과정에서 손상되지 않도록 적정 이송속도를 준수하고, 내부는 이송과정에서 곡물이 충격이나 마찰로 손상되지 않는 구조여야 한다.
- 이송설비의 투입구와 배출구에는 곡물이 잔류하지 않아야 한다.
- 구동축의 베어링은 윤활유를 주입할 수 있어야 한다.

나. 버킷엘리베이터

1) 일반사항

- 버킷엘리베이터는 벨트식 원심 배출형을 사용하고, 기본구조는 배출부·이송부·공급부

로 구분한다.

- 배출부에는 배출구·드럼폴리·전동기·투시창, 이송부에는 몸통과 점검창, 그리고 투입부에는 드럼폴리·장력조절장치·게이트로 구성된다.
- 배출부의 드럼폴리 축과 전동기는 고정 커플링으로 연결하도록 한다.
- 버킷엘리베이터의 이송능력이 10t/h 이상일 경우에 3겹(ply) 이상의 벨트를 사용하고, 백미 이송벨트는 흰색을 사용한다.
- 투입구에는 벨트의 장력을 조절할 수 있도록 볼트레일을 설치하고, 장력조절 범위는 150mm 이상으로 한다.
- 투입부는 드럼폴리를 분리할 수 있도록 조립식으로 하고, 잔곡 제거를 위한 게이트를 앞과 뒤쪽에 설치하여야 한다.
- 버킷의 용적효율은 품종·수분함량·버킷형태·벨트의 속도 등에 따라 차이가 있지만 60~70%를 기준으로 한다.
- 지하 피트에 설치되는 버킷엘리베이터의 투입구 반대편에 보조 투입구를 설치한다.
- 버킷엘리베이터의 중앙과 상부에는 버킷의 점검을 위한 점검창을 설치해야 하고, 하부에는 버킷엘리베이터 내부의 청소를 위한 공간을 확보해 두어야 한다.

2) 반송능력

$$Q = \frac{60 \times v \times V \times k \times \rho}{P} \quad (4-4)$$

여기서, Q : 반송능력(t/h)

v : 벨트속도(m/min)

V : 버킷 1개의 용적(m³)

k : 버킷의 용적효율

ρ : 반송물의 산물밀도(t/m³)

P : 버킷간의 간격(m)

- 버킷의 용적효율은 일반적으로 약 60~70% 정도로 계산하며, 산물밀도는 벼는 0.55 t/m³, 현미는 0.8 t/m³ 정도이다. 표 4-4는 버킷엘리베이터의 표준 반송능력을 나타낸 것이다.

표 4-4. 버킷엘리베이터의 표준 반송능력

버		킷	벨트속도 (m/min)	반송능력(t/h)
폭(mm)	용량(cm ³)	간격(mm)		버
150	980	210	144	15
175	1660	200	87	10
200	1700	220	168	25
200	2330	230	98	15
225	3240	260	92	20
250	2550	240	168	40
250	4290	280	113	30
300	3700	250	168	50
350	5970	300	105	40

3) 소요동력

$$L = \frac{Q \times H}{270 \times \eta} \quad (4-5)$$

여기서, L : 소요동력(ps)

Q : 운반능력(t/h)

H : 양정(m)

η : 전효율

- 전효율은 곡물을 들어올리는데 필요한 이론동력(전효율을 고려하지 않은 동력)을 소요동력으로 나눈 값으로 원심배출형인 경우 0.4~0.5 정도이며, 소요전동기는 이 계산값보다 30% 정도 높은 용량을 선택한다.

4) 벨트의 속도

- 버킷엘리베이터의 벨트의 속도는 다음 식으로 계산한다.

$$V = 2\sqrt{D} \quad (4-6)$$

여기서 V : 벨트의 속도(m/s)

D : 상부 풀리의 직경(m)

다. 벨트 컨베이어

1) 일반사항

- 벨트 컨베이어의 드럼 풀리는 벨트의 폭보다 60~100mm 크게 한다.
- 벨트 컨베이어 몸체는 ㄱ형강, ㄷ형강, 또는 파이프를 용접하거나 조립한 형태로 한다.
- 양측면의 롤러 베어링은 V자 형태로 하고, 축방향 롤러의 수평면과 이루는 각도는 35° 이상으로 하며, 이송량이 많을 때는 3개의 롤러를 이용한 변형 V자 형으로 구성한다.
- 하단부의 되돌림 벨트의 처짐현상을 방지하도록 1.5m 간격으로 지지용 수평 롤러를 설치한다.
- 투입부와 배출부에서 벨트가 V자형으로 접히고 펼쳐지는 과정에서 낙곡이 발생되지 않도록 80~100cm 전진한 다음 곡물이 투입되도록 한다.
- 벨트 컨베이어의 벨트 되돌림 지점에 브러시를 설치하고, 브러시의 아래에는 낙곡을 모아 담을 수 있는 서랍을 설치한다.
- 벨트 컨베이어에는 외부로부터 오염을 방지하고 집진이 가능하도록 덮개를 설치하고, 덮개와 투입슈트가 연결되는 지점에는 점검창을 설치한다.
- 벨트의 한 쪽 풀리는 구동용 전동기가 부착되어 있어야 하고, 반대쪽 풀리에는 벨트의 장력을 조절할 수 있도록 장력조절장치가 부착되어 있어야 한다.
- 반송되는 곡물이 벨트위로 떨어지는 부위에는 접속용 슈트 또는 깔대기 등을 부착하여 벨트로부터 곡물의 비산을 방지하도록 해야 한다.
- 미곡종합처리시설에서 투입호퍼, 원료탱크, 저장건조빈, 사일로부터 배출된 곡물을 반송할 때 발생하는 분진이 비산되기 쉬우므로 상부에 덮개를 설치해야 한다.

2) 각 부의 명칭 및 치수

- 벨트 컨베이어의 각 부 명칭은 그림 4-1과 같다.

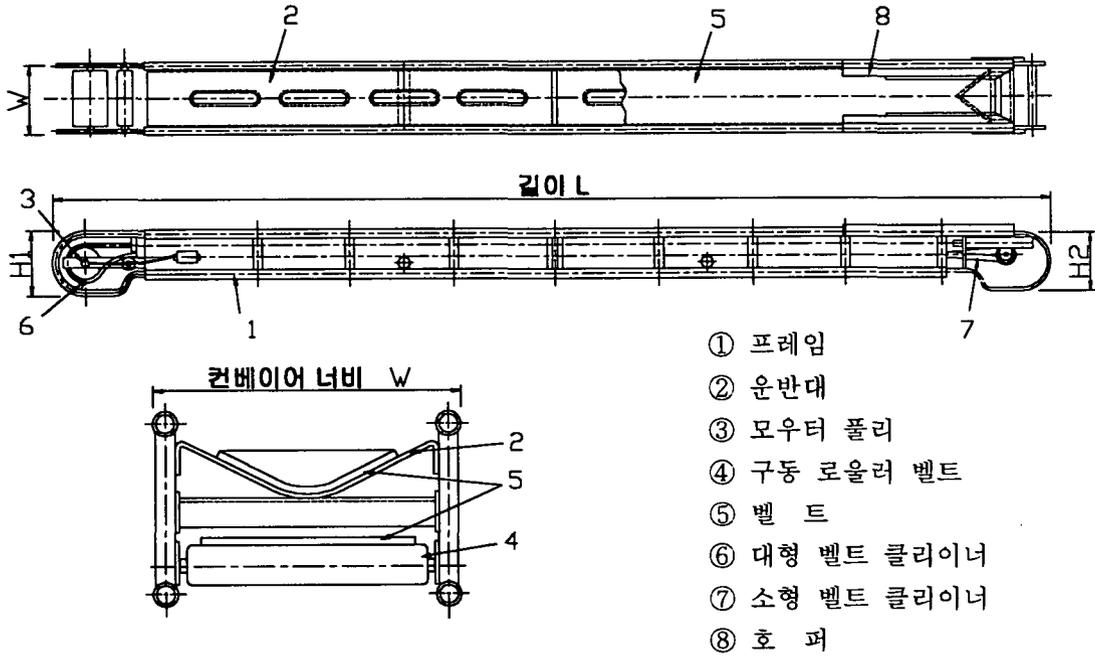


그림 4-1. 컨베이어 벨트 각부 명칭

3) 컨베이어의 강도

컨베이어의 강도는 그림 4-2에 표시한 것과 같이 정하중 $W=100\text{kgf}(980\text{N})$ 를 가했을 때의 최대처짐 $\delta_3 = 8\text{mm}$ 이하로 한다. 또한, 이 하중을 제거한 뒤에 프레임에 이상이 없는 것으로 한다.

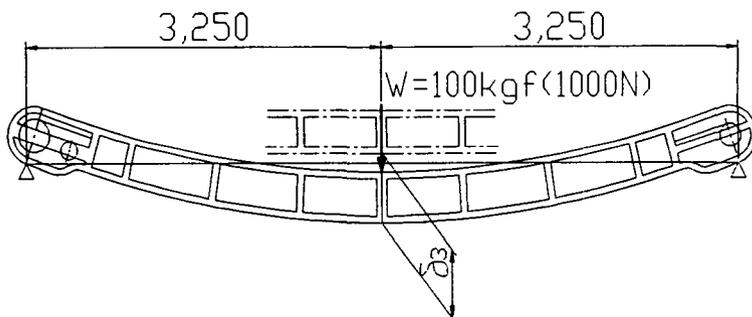


그림 4-2. 컨베이어의 강도 표시

4) 모터 풀리

모터의 규격은 표 4-5에 따른다. 그림 4-3은 모터 풀리의 단면도이고, 표 4-6은 풀리 각 부분의 제원을 나타낸 것이다.

표 4-5. 모터 규격

전동기 출력 (kW)	모터 풀리의 원주속도* (m/min)	감속기 효율	정격전압(V)	자기 인덕턴스(h)	전선의 색
1	46 허용오차 10%(60Hz일 때)	70%이상	220	1	녹색(4점 어어스 붙이)

* 모터 풀리의 원주속도는 전동기 정격출력시의 상태에 따른다.

표 4-6. 모터 풀리의 치수

전동기 출력 (kW)	치 수						전 선		
	D	l_1	l_2	l_3	d	S	길이	공칭단면적 (mm ²)	선심수
1	220^{+2}_{-8}	380	390	450	28 ± 2	23	600 ± 20	0.75이상	4심어스붙이

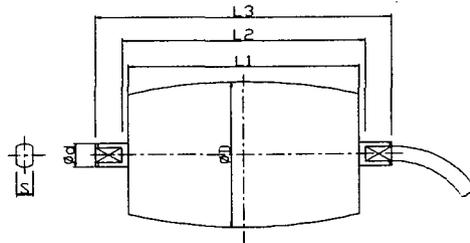


그림 4-3. 모터 풀리

5) 프레임 치수

프레임 치수의 기준은 표 4-7에 따른다.

표 4-7. 프레임의 치수

벨트폭	치수			트로프의 깊이	테이크업
	L	W	H ₁ 및 H ₂	h	유효이동거리
350	7000 ± 10	475이하	425이하	50이상	150이상

6) 롤러

- 산물 베틀 운반하기 위하여 사용하는 정치식 고무 벨트 콘베이어의 운반용 및 구동 롤러에 대한 종류와 기호를 표 4-8에 나타냈다.

표 4-8. 종류 및 기호

종 류	기 호	종 류	기 호
운반용 롤러*	C	롤러 대	CB
		롤러	CR
구 동 롤러**	R	매달기 브래킷	RB
		롤러	RR

* 여기서 말하는 운반용 롤러란, 3개의 롤러와 이것을 지지하는 20° 및 30°의 트로프각(중앙의 수평 롤러와 양끝 롤러가 이루는 경사각도)을 이루는 롤러대를 포함한 것을 말한다.

가) 치수

- 운반용 롤러의 단면도와 치수는 각각 그림 4-4, 표 4-9과 같이 한다. 또한, 롤러를 조합하여 윗면에서 보았을 때의 3개 롤러의 축선은 사용상 이상 굽음이 있어서는 안된다.
 - 구동 롤러의 단면도와 치수는 각각 그림 4-5, 표 4-10과 같이 한다.
1. 적용하는 볼트의 나사의 호칭은 KS B 1002에 따른다.
 2. 적용하는 벨트의 폭은 KS M 6534에 따른다.
 3. 허용차가 없는 치수는 기준치수를 표시한다.
 4. 운반용 로롤러에 적용하는 볼트 g_1 의 구멍지름(긴 구멍의 경우에는 짧은 지름치수를 말한다)은 KS B 0409의 3급을 사용한다.
 5. 운반용 롤러를 부착하는 컨베이어 프레임의 구멍지름은 KS B 0409의 3급을 사용한다.

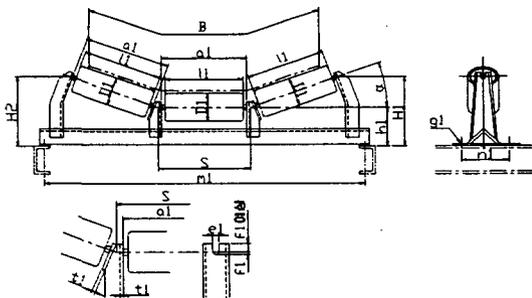


그림 4-4. 운반용 롤러 단면도

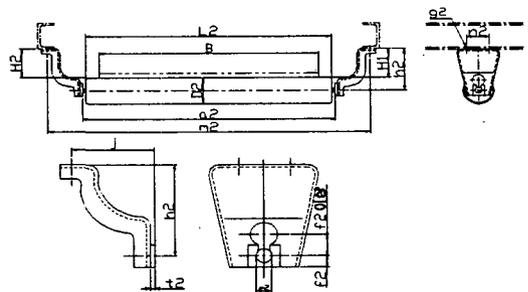


그림 4-5. 구동 롤러 단면도

표 4-9. 운반용 롤러 치수

호칭	치 수											H_1 과 H_2 의 차	적용하는 나사의 호칭 g_1	적용하는 벨트의 폭 B	
	α	D_1	l_1	a_1	h_1	m_1	n_1	e_1	f_1	S					t_1
										20° 트로프	30° 트로프				
500	20°	89.2	180	188+2.4	125	740±1.6	140	14.5±0.5	9.5	220	220	7이하	3이내	M12	500
900		114.3	315	323+2.4	150	1190±2.0	160	18.5±0.7	12	355	365	10이하			4이내
1400	30°	165.2	500	510+40	250	1730±2.5	280	22.9±0.7	14.5	555	570	10이하	5이내	M16	1400
1800		165.2	650	660+40	280	2220±2.5	330	25.5±0.7	17	705	720				1800

1. 적용하는 볼트의 나사의 호칭은 KS B 1002에 따른다.
2. 적용하는 벨트의 폭은 KS M 6534에 따른다.
3. 허용차가 없는 치수는 기준치수를 표시한다.
4. 운반용 로롤러에 적용하는 볼트 g_1 의 구멍지름(긴 구멍의 경우에는 짧은 지름치수를 말한다)은 KS B 0409의 3급을 사용한다.
5. 운반용 롤러를 부착하는 컨베이어 프레임의 구멍지름은 KS B 0409의 3급을 사용한다.

표 4-10. 구동 롤러의 치수

호칭	치 수										H_1 과 H_2 의 차	적용볼트의 나사 호칭 g_2	적용 벨트 폭 B
	D_2	l_2	a_2	m_2	n_2	h_2	e_2	f_2	t_2	i			
500	89.1 93.0	560	580	740±1.6	60	110	14.5±0.5	9.5	7이하	80	3이내	M12	500
900	114.3 118.0	1,000	1,030	1190±2.0									22.9±0.7
1400	165.2	1,530	1,550	1730±2.5			25.5±0.7	17.0					1,600
1800	165.2	2,000	2,040	2220±2.5									1800

1. 적용하는 볼트의 나사호칭은 KS D 1002에 따른다.
2. 적용하는 벨트의 폭은 KS M 6534에 따른다.

3. 허용차가 없는 치수는 기준치수를 표시한다.
4. 구동 롤러에 사용하는 g₂의 구멍지름은 KS B 0409의 3급을 사용한다.

7) 컨베이어용 폴리

- 벨트 컨베이어용 폴리에 사용하는 중요한 용어의 뜻은 KS B 0131[컨베이어 용어(종류)], KS B 0135[컨베이어 용어(부품 및 부속기기)]에 따르는 이외에 부록B 표 29~36 용어의 정의에 따른다.

가) 등급

폴리의 등급은 바깥 지름의 차 및 바깥 지름의 흔들림에 의하여 표 4-11에 의하여 A, B의 2등급으로 한다.

표 4-11. 벨트 컨베이어용 폴리 등급의 적용

벨트의 종류	감김각도	등급	
		A	B
범포강도	120° 이상	모든 속도	-
1500kgf/cm(15kN/cm) 이상 및 스틸코드	60° 초과 120° 미만	속도 250 m/min 이상	속도 250 m/min 미만
	60° 미만	-	모든 속도
범포강도	120° 이상	속도 250 m/min 이상	속도 250 m/min 미만
1500kgf/cm(15kN/cm) 미만	60° 초과 120° 미만	-	모든 속도
	60° 미만	-	모든 속도

나) 치수

- 폴리지름의 치수는 원칙적으로 표 4-12에 따른다.

표 4-12. 폴리 지름의 치수

(단위 : mm)

폴 리 지 림							
200	250	315	400	500	600	630	700
800	900	1000	1100	1200	1250	1400	1600

1. 폴리 표면에 래킹을 하는 경우에는 위의 치수에 래킹 두께를 가산한다.
2. 폴리 바깥통의 파이프를 사용해도 좋다. 파이프를 사용하는 경우에는 위의 치수에 가까운 것을 사용할 것.
3. 구동 폴리에 대하여는 벨트 속도와 관계로 표 4-13 이외의 폴리 지름을 사용해도 좋다.

○ 폴리 지름의 허용차는 폴리 지름에 대하여 각각 표 4-13에 따른다.

표 4-13. 폴리 지름의 허용차

(단위 : mm)

폴리 지름	허용차
315 까지	±3.0
315~700	±4.0
700~1600	±5.0

○ 폴리 나비 및 그 허용차는 각각의 벨트 폭에 대하여 표 4-14에 따른다.

표 4-14. 폴리 나비의 허용차

(단위 : mm)

벨트폭	폴리나비	허용차	벨트폭	폴리나비	허용차
400	500	±2.0	1000	1150	±2.0
450	550		1050	1200	
500	600		1200	1400	
600	700		1400	1600	
650	750		1600	1800	
750	900		1800	2000	
800	950		2000	2200	
900	1050				

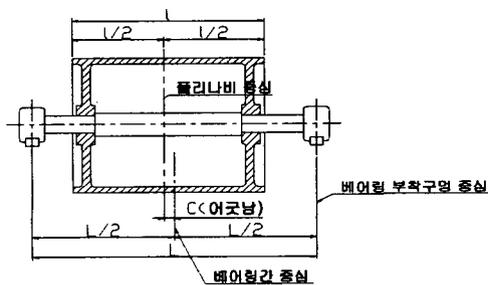


그림 4-6. 베어링 중심간 거리 단면도

○ 베어링 중심간 거리 및 그 허용차는 표 4-15에 따른다. 다만, 베어링 중심간 거리는 표 4-15의 값에 벨트 폭을 가산한 값으로 한다.

표 4-15. 베어링 중심간의 거리

(단위 : mm)

베어링 지름	종별	벨트 폭			
		400~650	750~1050	1200~1600	1800~2000
40~100	구동폴리	500	550	600	700
	종동폴리	400	450	500	600
100~140	구동폴리	550	600	650	750
	종동폴리	450	500	550	650
140~200	구동폴리	650	700	750	850
	종동폴리	550	600	650	750
베어링 중심간 거리의 허용차		±2.0	±2.0	±2.0	±3.0
베어링간 중심과 폴리 나비 중심과의 어긋남의 허용값		2.0	2.5	3.0	3.5

○ A급의 폴리 바깥지름의 흔들림의 허용값은 각각의 폴리지름에 대하여 표 4-16에 따른다.

표 4-16. 바깥지름 흔들림 허용값

(단위 : mm)

폴리지름	허용값
500까지	1.0
600~800	1.5
900 초과	2.0

1. 래깅 폴리에 대하여는 래깅 바깥지름에 대하여 적용하고, 허용값은 표 4-13의 값에 각각 0.5mm를 가산한다.

2. 바깥부분을 감아서 가공함으로써 생기는 이음부의 오목부 및 경판의 바깥쪽부에 대하여는 표 4-16의 적용을 제외한다.

○ A급 폴리 바깥지름 차의 허용값은 표 4-14에 따른다.

표 4-17. 바깥지름 차의 허용값

(단위 : mm)

종 류	폴리지름	벨 트 나 비		
		400~650	750~1050	1200~2000
래킹없는 폴리	500이하	1.0	1.5	2.0
	500초과	1.5	2.0	2.5
래킹 폴리	500이하	1.5	2.0	2.5
	500초과	2.0	2.5	3.0

8) 반송능력

- 산물 벼를 그림 4-7의 적재 상태로 실었을 때의 운반능력은 20t/h 이상으로 한다. 이 경우 산물 벼는 산물 밀도 $\rho = 0.55 \sim 0.57 t/m^3$ 으로 한 것이다.

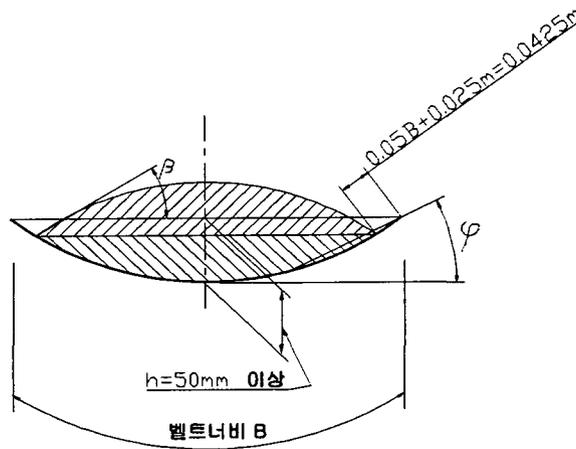


그림 4-7. 산물 벼의 적재 상태

- 반송능력 계산은 다음 식으로 한다.

$$Q = K \times (0.9B - 0.05)^2 \times v \times \rho \quad (4-7)$$

여기서, Q : 반송능력(t/h)

K : 반송형식에 따른 계수

B : 벨트의 폭(m)

v : 벨트속도(m/min)

ρ : 반송물의 산물밀도(t/m^3)

○ 반송형식에 따른 계수는 반송물의 측각(β)과 트로프각(φ)에 의하여 결정되는 계수로서 표 4-8의 값을 적용한다.

표 4-18. 반송형식에 따른 계수 K값

반송물의 측각 (β)	반송 롤러의 트로프각(φ)		
	평 형	20 °	30 °
5 °	-	-	8.222
10 °	1.752	5.730	8.824
20 °	3.546	7.464	10.151
30 °	5.436	9.222	-

○ 곡물 이송속도는 50~60m/min를 기준으로 하며, 벼의 함수율이 14~26%이고 보리의 함수율이 13~30%일 때, 표준 반송능력은 표 4-19와 같다.

표 4-19. 벨트 컨베이어의 표준 반송능력

벨트 폭(mm)	벨트속도(m/min)	트로프각(°)	표준 반송능력(t/h)
			벼
350	35	20	10
350	42	20	12
350	50	34	16
350	66	30	20
400	50	34	20
450	50	34	40
450	66	3	30
500	50	34	40
550	50	34	50
600	60	30	40

9) 소요동력

수평반송의 경우 벨트 컨베이어의 소요동력은 다음과 같다.

$$L = 0.06 \times f \times w \times v \times \frac{l + l_0}{270} + f \times Q \times \frac{l + l_0}{270} \quad (4-8)$$

여기서, L : 소요동력(ps)

f : 회전마찰계수

w : 반송물 이외의 운동부분의 중량(kg/m)

v : 벨트속도(m/min)

l : 수평반송거리(m)

l_0 : 수평거리 수정값(m)

Q : 반송능력(t/h)

일반적으로 회전마찰계수 f 는 0.03, 수평거리 수정값은 49m로 하고, 반송물 이외의 운동부분 중량은 벨트 폭이 300, 400, 500, 550mm일 때 각각 18, 24, 31.2, 33 kg/m로 한다.

이때 경사 운반의 경우는 다음식과 같다.

$$L' = L + \frac{Q \times h}{270} \quad (4-9)$$

여기서, L' : 소요동력(ps)

h : 수직고(m)

라. 체인 컨베이어

1) 일반사항

- 구동은 기어식 감속 전동기를 사용하고, 필요시 2차 감속장치를 사용하며, 체인의 이탈 방지를 위한 가이드 레일을 설치한다.
- 케이싱 내부의 바닥면은 두께 5mm정도의 합성수지 판을 부착하여 소음과 마모를 방지한다.
- 투입된 곡물의 일부가 되돌림 체인에서 중동축 스프로킷으로 이송되어 부서지지 않도록 브러쉬를 장착한다.
- 체인 컨베이어 몸체의 폭은 200, 250, 300, 350mm 중에서 이송능력을 고려하여 장착한다.
- 이송되는 곡물이 완전하게 배출되지 않고 다음 배출구로 이송되지 않도록 배출구의 길이를 400mm 이상으로 하고, 뒤쪽에는 브러쉬를 설치한다.
- 몸체 케이스의 상단은 분해가 가능하게 덮개 형태로 제작하고, 분해와 조립이 쉽도록 크램프 또는 나비 너트로 조립한다.
- 투입구와 배출구 상단에는 높이 30cm 정도의 집진관을 설치하고 $\varnothing 100$ mm 이상의 집진관을 연결한다.

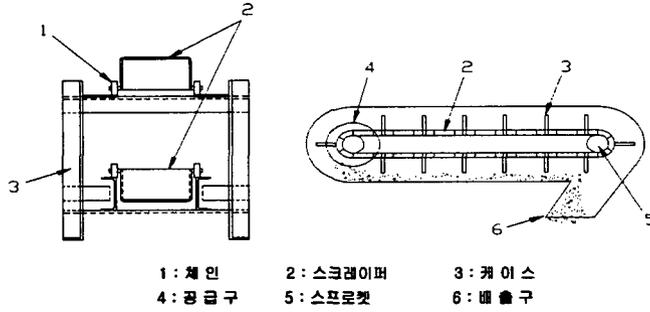


그림 4-8. 체인 컨베이어 구조

○ 체인 컨베이어의 구조는 그림 4-8과 같으며, 반송에 이용되는 스크레이퍼, 스크레이퍼가 부착된 체인, 체인을 구동하는 스프로킷 및 구동모타로 구성한다.

2) 반송능력

$$Q = 60 \times A \times v \times \varphi \times \rho \quad (4-10)$$

여기서, Q : 반송능력(t/h)

A : 케이스 단면적(m²)

v : 체인속도(m/min)

φ : 용적계수

ρ : 반송물의 산물밀도(t/m³)

용적계수는 수평 운반시 0.9로 하고, 체인속도는 곡물의 경우 30 m/min 정도가 적당하다.

3) 소요동력

수평반송시 소요동력은 다음 식을 사용한다.

$$L = \frac{E \times l \times Q}{270} \quad (4-11)$$

여기서, L : 소요동력(ps)

E : 반송계수

l : 반송길이(m)

Q : 반송능력(t/h)

반송계수는 소맥의 경우 1.5, 벼의 경우 2.0으로 하고, 현미·백미는 2.5로 한다. 한편, 수직 반송의 경우 소용동력은 다음과 같다.

$$L' = L + \frac{Q \times h}{270} \quad (4-12)$$

여기서, L' : 소용동력(ps)

h : 수직고(m)

마. 스크루 컨베이어

1) 일반사항

- 스크루 컨베이어는 벼와 부산물의 이송에만 사용한다. 단, 현미에 사용되는 경우에는 이송거리가 2m 이내인 경우에만 사용할 수 있다.
- 스크루 컨베이어의 형태는 U자형을 기본으로 하고, 스크루 날개와 튜브와의 간격은 5~8mm로 한다.
- 스크루 컨베이어가 설치된 장소에는 작업후 잔곡 제거를 위한 압력공기 배관을 설치한다.

2) 반송능력

$$Q = 60 \times n \times \eta \times P \times \rho \times \frac{\pi}{4} \times (D^2 - d^2) \quad (4-13)$$

여기서, Q : 반송능력(t/h)

n : 스크루 회전수(rpm)

η : 충만효율

P : 스크루 간격(m)

ρ : 반송물의 산물밀도(t/m^3)

D : 스크루 외경(m)

d : 스크루축 외경(m)

충만효율은 곡물의 경우 0.45 정도이며, 스크루 회전수는 직경이 클 경우 약 $\frac{45}{\sqrt{D}}$ 정도

가 좋으며, 스크루 외경에 비해 스크루 축외경이 작을 경우에는 무시할 수 있다. 스크루 컨베이어의 표준반송능력은 표 4-20과 같다.

표 4-20. 스크루 컨베이어의 표준 반송능력

날개외경(mm)	간격(mm)	회전수(rpm)	곡물속도(m/min)	표준반송능력(t/h)
				벼
200	200	110	22	10
250	200	98	20	20
300	250	142	35	30
350	350	135	47	40

3) 소요동력

$$L = \frac{c \times l \times Q}{270} \quad (4-14)$$

여기서, L : 소요동력(ps)

c : 계수

l : 스크루 컨베이어의 길이(m)

Q : 반송능력(t/h)

계수는 일반적으로 0.005로 한다.

바. 이송 슈트 및 기타 설비

- 슈트와 슈트, 슈트와 탱크, 그리고 슈트와 단위기계와의 연결에는 플랜지 또는 와이어 밴드를 사용한다.
- 슈트의 경사각은 물벼의 경우 40~45도, 현미와 백미의 경우 35도 정도로 한다.
- 슈트의 길이가 5m를 초과할 경우에는 완충장치를 두며, 완충부의 길이는 100mm 이내로 하되 청소할 수 있는 구조로 하고, 청소구의 위치는 사람이 쉽게 작업이 가능한 위치에 있어야 한다.
- 슈트의 내부는 들출부가 없어야 하며 용접한 파이프를 사용하는 경우에는 용접부가 위로 향하게 설치하여 곡물 손상을 최소화하도록 한다.
- 개폐방식은 수동식, 공기식, 또는 전동식을 이용하되 옥외용에는 자동화된 전동식을 사용한다.

- 반복되는 개폐에 따라 곡물이나 분진이 외부로 누출되지 않는 밀폐구조로 설계하고, 브러쉬를 부착한다.
- 게이트는 가능한 개폐 정도를 임의로 조정할 수 있는 실린더를 사용하거나 별도로 게이트 상단에 셔터와 같은 수동 게이트를 추가할 수 있다.
- 개폐시 이송되는 곡물에 손상을 주지않고 완전 차단이 가능한 구조이어야 한다.
- 공기압을 이용한 실린더 방식에서는 공기의 압력을 최소한 5 kg/cm² 이상 유지되도록 한다.
- 방향 전환용 셔터는 곡물이 반대방향으로 넘어가지 않도록 내부 셔터 구조물과 완전하게 밀착시킨다.

7. 가공시설

가. 기본공정

- 미곡종합처리장의 가공 공정은 그림 3-13을 표준으로 하되, 지역의 여건에 따라 공정의 일부를 변경할 수 있다.
- 단위기계와 기계 사이에는 균일한 원료 공급과 작업의 연속성을 확보하기 위해 보조 탱크를 설치한다.

나. 일반 사항

- 가공설비의 1일 처리능력은 백미를 기준으로 20 t으로 하고, 처리능력은 2.5 t/h로 한다.
- 단위기계의 시간당 처리능력을 산정할 때, 제현율은 80%, 정백율은 92%로 한다.
- 가공설비의 모든 공정은 중앙 집중제어와 현장 개별제어가 가능해야 한다.
- 벼·현미·백미를 이송하는 버킷 엘리베이터 가운데 공정별로 최소 1대에는 간이 투입구를 설치하여 이탈된 원료를 재투입할 수 있도록 한다.
- 단위기계 설비에서 발생하는 각종 배출물을 수거할 수 있는 이물질 포집 탱크를 설치하고, 배출이 적을 때는 포대를 놓아둘 수 있도록 한다.
- 단위기계 설비의 교체·보수·청소·점검·조정을 위한 작업공간을 확보하고 작업동선을 고려하여 기계를 배치한다.

다. 탱크류 기준

- 벼·현미·연미·보조 탱크 등으로 구분하고, 벼(원료)·현미·연미 탱크의 용량은 15 t

짜리 2기(총 30 t)을 기준으로 하되, 필요시 공정별로 추가한다.

- 보조 탱크는 사각 호퍼탱크로 하고, 용량은 500~1,000kg을 기준으로 하되 단위기계의 처리능력 등을 고려하여 증감할 수 있다.
- 탱크의 재질은 두께 2.3 mm 이상의 SS40C 철판을 사용하고, 연미 탱크는 결로와 부식 방지를 위해 목재나 스테인리스 강재를 사용할 수 있다.
- 탱크의 내부는 방청한 강재를 사용하여 내부 압력을 지지토록 보강하고, 탱크 내벽면과 호퍼 부분에 잔곡이 없도록 용접으로 마감을 한다.
- 탱크의 호퍼는 곡물이 잔류하지 않도록 경사를 45 ° 이상으로 하고, 호퍼 내부의 면과 면이 접하는 모서리 부분에는 덧판을 댈다.
- 대형 탱크의 윗면에는 사람이 드나들수 있는 500×500 mm의 점검구를 설치하고, 점검구에는 뚜껑을 설치한다.
- 현미와 연미 탱크의 윗면에는 400×400 mm의 환기구를 설치하고, 환기구에는 이물질이 들어가지 않도록 ㄱ자형 후드를 설치한다.
- 모든 탱크의 내부 상단과 하단에는 레벨센서를 설치하고, 하단의 배출게이트는 레벨 센서와 연계하여 자동 또는 수동제어가 가능하도록 한다.
- 모든 탱크의 내부는 습기에 의해 녹이 발생되지 않도록 바니스 또는 이와 동등한 도료로 2회 이상 도장한다.
- 현미와 연미 탱크는 환기구 면적과 동일한 공기유입구를 앞면 상단에 설치하고, 30눈(mesh) 철망을 댈다.
- 벼·현미·연미 탱크의 정면에는 50×100 mm의 투시창을 500 mm 간격으로 설치하고, 보조 탱크에는 호퍼 부위를 포함하여 3곳 이상의 투시창을 설치하여 곡물의 잔량을 쉽게 파악할 수 있도록 한다.
- 보조 탱크는 두께 1.6 mm 이상의 철판을 사용하고, 상부 덮개는 볼트 조립식으로 제작하여 내부 청소가 가능해야 한다.
- 모든 탱크의 상단과 슈트의 연결은 조립식으로 간단하게 분해, 조립할 수 있어야 한다.
- 모든 탱크의 투입구 내부에는 완충장치를 설치하여 곡물이 슈트에서 직접 탱크의 바닥이나 벽면에 충돌하지 않도록 한다.
- 탱크 제작시 틈새가 생기거나 용접 부위가 거칠지 않게 가공하고, 조립하는 경우에도 판넬의 면과 면을 일치시켜 틈새가 없도록 한다.

라. 정선 공정

- 원료(건벼) 투입량은 1일 가공능력을 고려하여 30t으로 하고, 반입 원료는 자체 저장시설에서 이송되는 물량과 외부 반입 물량으로 구분한다.
- 원료 탱크에 건벼를 투입할 때는 건조공정의 자동계량기나 별도의 계량기를 이용하여 투입량을 측정할 수 있도록 한다.
- 정선기에 투입되는 곡물은 흡인 방식으로 집진한 다음 1단 흔들체에 고르게 분산되도록 한다.
- 정선기는 3단 이상으로 구성된 흔들체를 이용하여 건벼에 포함된 이물질(돌·검불·모래 등)을 제거토록 한다.
- 정선기는 별도로 좌대를 설치하여 진동을 최소화 할 수 있게 고정하여야 한다.
- 정선기에서 발생하는 풍량을 감안하여 집진 배관을 연결하되, 원료가 배출되는 것을 방지할 수 있도록 공기조절창을 설치한다.

마. 제현 공정

1) 기본 구성

- 현미분리기와 현미석발기는 별도로 좌대를 설치하여 진동을 최소화할 수 있도록 고정하여야 한다.
- 현미기와 현미분리기가 일체형으로 된 것도 설치할 수 있다.

2) 현미기

- 제현 롤러 보호를 위해 원료가 보조탱크의 하부 레벨 센서 이하 수준까지 배출되면 자동으로 현미기 작동이 중단되어야 한다.
- 현미기의 처리능력은 3t/h 이상으로 한다.
- 현미기 하단의 왕겨풍구는 진공식을 기본으로 하되, 설치장소를 감안하여 풍구의 종류를 변경할 수 있다.
- 왕겨풍구에서 대부분의 왕겨를 1차로 분리시킨 다음, 다시 흡인 장치에 통과시켜 현미중의 왕겨를 깨끗하게 제거한다.

3) 현미분리기

- 현미분리기는 요동식으로 7단 이상을 사용하고, 분리된 현미는 입선별기로, 벼+현미는 현미분리기로, 벼는 현미기로 되돌린다.
- 벼+현미를 보다 효율적으로 분리하기 위해 망석을 통과하여 분리된 벼는 현미기로 직접

되돌린다.

- 분리판 위는 완전 집진이 되도록 후드를 설치한다.

4) 입선별기

- 입선별기는 체 선별 방식이나 원통 또는 원판형 흙 선별 방식을 사용할 수 있으나, 체 선별방식은 필요시 선별 범위를 조절할 수 있어야 한다.
- 선별 효율이 저하되지 않도록 선별체의 막힘을 방지하도록 한다.

5) 현미석발기

- 현미석발기의 상단 분리판은 수시로 점검과 수리가 필요하므로 충분한 작업공간을 고려하여 설치한다.
- 현미석발기를 통과한 현미는 현미 탱크로 이송되며 이때 가능한 버킷 엘리베이터에서 슈트를 연결하여 직접 투입토록 한다.
- 선별판은 미강과 미세한 흙, 먼지 등에 의해 막힘이 발생하여 효율이 저하되므로 분해 및 청소가 용이한 구조로 한다.

바. 정백 공정

1) 기본 구성

- 현미 계량기는 10 t/h 정도의 처리능력을 갖도록 하고, 계량값은 중앙제어실로 전송되어야 한다.
- 정미기는 연삭식 또는 깎는식(세라믹 롤러)과 마찰식을 기본으로 하고, 정백 시스템은 연삭식 + 마찰식이나 깎는식(세라믹 롤러) + 마찰식을 기본으로 한다.
- 정백시스템의 기본 구성은 3연좌(연삭+ 마찰+ 마찰), 4연좌(연삭+ 마찰+ 마찰+ 마찰)를 기본으로 하고, 설치 지역의 조건에 따라 변경할 수 있다.
- 싸라기 선별기는 별도로 좌대를 설치하여 진동을 최소화할 수 있도록 고정한다.

2) 정미기

- 연삭식 정미기는 원패스식이나 마찰식 정미기 앞에 설치하고, 원료곡물의 함수율이 높을 때는 사용하지 않을 수 있도록 한다.
- 연삭식 정미기 대신에 깎는식(세라믹 정미기) 정미기를 마찰식 정미기 앞에 설치할 수 있다.

- 연삭식과 마찰식 정미기는 횡형이나 입형을 사용하며, 가능한 한 분품식을 채용한다.
- 정미기에서 배출되는 쌀의 온도가 투입되는 현미 온도보다 15℃ 이상 상승되지 않도록 정미 시스템을 구축한다.
- 겨울철 마찰식 정미기 배출 슈트에 미강이 부착되는 것을 방지하기 위해 슈트 밑에 열선을 부착할 수 있다.
- 모든 정미기에서 배출되는 겨를 분리할 수 있도록 정미기와 버킷 엘리베이터 사이의 슈트에 철망을 설치하거나 별도의 집진장치를 둔다.
- 정미기의 처리능력은 백미기준 2.5t/h 이상으로 한다.

3) 습식 연미기

- 습식 연미기의 물 공급 배관은 녹이 발생하지 않는 특수관을 사용하며 배관은 보온처리를 한다.
- 습식 연미기에 공급되는 물의 양을 조절하는 유량계의 크기는 0~500cc/min.을 기준으로 하고, 연미기와 연동하여 작동되도록 한다.
- 습식 연미기에서 배출되는 겨는 매우 습하므로 정미기와는 별도의 집진관을 설치하여 배출시킨다.
- 습식 연미기 옆에는 압축공기 배관을 설치하여 작업후 반드시 청소하여 청결을 유지하거나, 작업이 끝난 후도 집진 팬을 작동시켜 정백실 주위에 수분을 제거한다.
- 연미기를 통과한 청결미는 버킷 엘리베이터에서 슈트를 이용하여 연미탱크로 이송한다.
- 연미기의 처리능력은 백미기준 2.5t/h 이상으로 한다.

4) 싸라기 선별기

- 싸라기 선별기의 체는 6~8단으로 구성하고, 백미로부터 큰 싸라기(대쇄미), 작은 싸라기(소쇄미), 이물질, 완전립(정립) 등으로 선별할 수 있어야 한다.
- 싸라기 선별기의 처리능력은 백미기준 2.5t/h 이상으로 한다.
- 동절기에 백미의 함수율 및 곡온이 높으면 선별기 내부에 결로현상이 발생하여 잔류곡과 겨가 뭉쳐지고 부패할 염려가 있으므로 청소가 용이한 구조로 해야한다.

5) 색채선별기

- 원료가 공급되는 슈트는 면방식과 채널방식을 사용할 수 있다.
- 색채선별기는 반복 선별이 되기 때문에 반드시 설치하려는 기종의 특성을 확인한 다음

에 보조탱크 용량을 결정한다.

- 색채 선별기에 일정한 전압을 공급할 수 있는 자동전압기와 선별에 필요한 공기압축기, 광원은 색채선별기 제작 업체의 사양을 기준으로 한다.
- 색채 선별기의 처리능력은 백미기준 2.5t/h 이상으로 한다.

사. 계량·포장 공정

1) 기본 구성

- 포장 규격과 방식에 따라 포장시설이 결정되므로 우선 중점적으로 출하하고자 하는 제품의 규격을 설치 농협과 사전에 협의한다.
- 포장공정은 많은 압축공기를 사용하므로 10ps 정도의 포장공정 전용 공기압축기를 설치하도록 한다.
- 포장기는 자동, 반자동, 수동 중에서 선택할 수 있다.

2) 지대 자동 계량포장기

- 지대 자동 계량포장기는 급대기·포대받이판·물림장치·이송 컨베이어·계량기·재봉기·제어장치 등으로 구성한다.
- 지대 자동 계량포장기는 2연식 계량기를 사용하며 포장단위는 10kg과 20kg 겸용이고, 원터치 방식으로 장치의 교환이 가능해야 한다.
- 지대 자동 계량포장기의 성능은 500포/h 이상으로 하고, 무게측정 정밀도는 1/1,000 이상으로 한다.
- 봉합방식은 M자로 접어 절단후 재봉하는 방식과 M자로 접어 재봉하는 방식 중에서 선택한다.

3) 전자동 또는 수동 소포장기

- 10kg 이하의 전자동 소포장기나 수동 소포장기는 투입속도 자동조절 기능이 있어야 한다.
- 현재 중량과 포장횟수, 그리고 누계 중량이 표시되어야 한다.
- 계량정도는 ± 2 g으로 한다.

4) 반자동 계량기

- 반자동 계량기의 최대 계량은 20~40kg 범위로 하고, 투입속도 자동조절기능과 누계 중

량 등이 표시되어야 한다.

○ 계량정도는 1/1,500로 한다.

○ 반자동 계량기를 구비하는 경우에는 재봉기와 비닐 접착기를 구비해야 한다.

8. 품위검사설비

○ 품위검사는 시료채취·함수율 측정·건조·제현·입선별 등의 기본 공정을 통하여 제현율(현미 수율)을 측정한다.

○ 제현율을 측정한 시료는 육안으로 완전립과 기타립(미숙립·피해립·착색립·이종곡립·이물질 등)을 구분하여 각각의 중량을 측정한다.

○ 벼의 품위검사는 신속성과 객관성을 함께 갖추어야 하므로 공인된 방법(공정 설명 참조), 또는 이용자와 사전 협의한 방법으로 검사한다.

○ 품위검사 장비는 수동식·반자동식·전자동식 중에서 설치능협의 계획에 따라 선정하되, 반자동 또는 전자동식을 도입하는 경우에 중복된 기능을 갖는 시험기기는 생략한다.

○ 품위검사에 필요한 측정용 기기는 다음을 표준으로 한다.

(1) 시료용 균분기 : 채취된 시료를 균등하게 배분할 수 있는 기기(1대)

(2) 시험용 건조기 : 채취된 시료 40~80 점을 건조할 수 있는 기기(1대)

(3) 함수율 측정기 : 채취된 시료의 함수율을 측정할 수 있는 함수율측정기(1대)

(4) 시험용 현미기 : 롤러식 또는 임펠러식 현미기(1대)

(5) 시험용 입선별기 : 제현된 현미에서 정립·미숙립·청치를 선별할 수 있는 수동식 또는 기계식 선별기(1대)

(6) 전자식 저울 : 자동으로 영점이 조정되며 용량은 1,000~1,500g 정밀도 1/1,000 이하의 디지털식 저울(1대)

(7) 백도계 : 쌀의 품질관리를 목적으로 사용(선택)

9. 조질시설

가. 기본공정

○ 미곡종합처리장의 조질 공정은 그림 3-11과 그림 3-12를 표준으로 하되, 지역의 여건과 관행에 따라 선택할 수 있다.

○ 단위기계와 기계 사이에는 균일한 원료 공급과 작업의 연속성을 확보하기 위해 보조 탱크를 설치할 수 있다.

나. 일반 기준

- 조질기의 1일 처리능력은 백미를 기준으로 20t 이상으로 한다.
- 조질기의 시간당 처리능력을 산정할 때, 제현율은 80%, 정백수율은 92%로 한다.
- 조질 공정은 중앙 집중제어와 현장 개별제어가 가능해야 한다.
- 조질기에는 함수율 조절장치와 곡은 조절장치가 부착되어야 한다. 지역의 여건에 따라 곡은 조절장치는 선택하여 설치할 수 있다.
- 함수율 조절장치는 자동 및 반자동으로 조절이 가능해야 한다.
- 조질기 내부 및 배출 후의 스크루콘베이어의 피치는 가능한 작은 것을 사용하여, 이송중에 혼합이 잘 되도록 한다.
- 단위기계 설비의 교체·보수·청소·점검·조정을 위한 충분한 작업공간을 확보하고, 작업동선을 고려하여 기계를 배치한다.

10. 집 · 배진시설

가. 일반사항

- 분진이 발생하는 모든 단위기계와 곡물탱크에는 집진배관을 설치해야하며, 집진관의 규격은 분진발생 정도에 따라 이송장치는 $\Phi 100\text{mm}$ 이상을 사용하고 배진조절용 댐퍼를 설치한다.
- 반입호퍼와 조선키는 반드시 $\Phi 350\text{mm}$ 이상의 집진배관을 설치하며, 왕겨 배출관은 주름덕트를 사용할 수 없다.
- 이송설비는 원료가 투입되는 지점과 배출되는 지점의 상단과 보조탱크에는 깔때기형 후드에 집진배관을 설치토록 한다.
- 정선기와 석발기는 자체에서 발생하는 송풍량을 고려하여 $\Phi 300\text{mm}$ 집진관을 설치하고 반드시 공기유입창을 설치토록 한다.
- 벼나 현미를 이송하는 버킷엘리베이터의 경우 하단의 중앙이나 상단의 배출구 쪽에 후드를 설치하고 집진관을 연결한다.
- 백미 이송용 버킷엘리베이터는 집진보다는 환기의 개념으로 집진관을 반드시 상단에 설치한다.
- 집진용으로 $\Phi 100\text{mm}$ 정도의 소형관을 여러 개 설치할 경우에는 소형관을 함께 모아서 본관에 연결한다.

- 연미기와 정미기의 배관은 쉽게 분해·조립이 가능한 구조로 설치하여 작업의 효율성을 제고하다.
- 집진배관은 운전시 소음과 진동이 없도록 튼튼히 고정한다.
- 집진장치 종류별 유의할 사항은 다음과 같다.
 - (1) 세정 집진장치는 분진이 수막이나 물이 분사되는 공간을 지나면서 수분을 흡수하여 침강시키기 때문에 미세 분진의 포집효과는 있으나 오수처리 문제가 있으므로 신중하게 설치한다.
 - (2) 습식으로 집진처리할 경우에 오수처리는 환경보존법에 따라 용적 3 m³이상의 중화처리 시설을 설치한다.
 - (3) 세정 집진장치는 용수의 확보, 동절기 동결, 하수오염 등의 문제를 설계와 운영 측면에서 종합적으로 검토하여 설치한다.
 - (4) 여과 집진장치는 분진을 함유한 공기를 일정규격의 필터를 이용하여 분진을 제거하는 방식으로, 미세한 분진을 제거할 수는 있으나 시설투자와 운영비용이 과다하므로 설치에 신중해야 한다.
 - (5) 중력집진장치는 분진입자의 중력에 의해 침강시키기 때문에 이에 상응하는 집진 공간에 충돌판을 설치해야 한다.

나. 분진 배출허용기준

- 곡물가공에 관련된 분진은 산업안전보건법에 따라 총 분진농도는 10 mg/m³이하로 한다.
- 건물 내의 분진의 허용치는 작업자의 건강과 설치되는 기계의 성능과 수명에 지장을 초래하지 않도록 청결을 유지하여야 한다.
- 대기오염물질 배출시설에서 배출되는 분진오염물질의 배출허용기준은 환경부령으로 정하며 표 4-21과 같다.

다. 먼지의 규제

- 일정한 배출구 없이 대기 중에 직접 배출되는 먼지를 발생시키는 사업으로서 대통령령이 정하는 사업을 하고자 하는 자는 비산먼지의 발생을 억제하기 위한 시설을 설치하거나 필요한 조치를 하여야 한다.

표 4-21. 배출오염 허용기준

오염물질	배출시설	적 용 기 간	
		1994년 12월 31일까지	1995년 1월 1일 이후
비산먼지	모든 배출시설	1.0mg/m ³ 이하	0.5mg/m ³ 이하
먼지(신설 95.3.6)	가. 석유화학제품제조시설중 간접 가열시설		50(4)mg/m ³ 이하
	나. 석유정제시설중 간접 가열시설		50(4)mg/m ³ 이하

- 비산먼지의 발생억제를 위한 시설의 설치 또는 적합하지 아니하다고 인정하는 때에는 그 사업을 하는 자에 대하여 필요한 시설의 설치나 조치의 이행 또는 개선을 해야한다.
- 위 항을 이행하지 아니하는 사업자는 시설의 사용중지 또는 사용제한을 받는다.

라. 공정별 집·배진 방식

- 집·배진 설비는 미곡종합처리장의 형태, 설치지역의 여건과 시설의 규모 등에 따라 다소 차이가 있으나, 집·배진설비를 설계할 때 분진발생정도로 표 4-19를 참고하고, 공정별 집·배진방식은 표 4-22를 표준으로 한다.

표 4-22. 공동건조시설에서의 분진발생 조사결과

측 정 장 소	농 도(mg/m ³)		
	저풍량 시료 채취기	고풍량 시료 채취기	piezo balance 분진계
투입호퍼	0.61	11.67	0.30
투입호퍼(반입집중시)	2.32	11.67	0.42
조선기	1.62	13.33	0.20
현미기	1.02	11.67	0.18
입선별기	0.82	15.00	0.20
계량기	1.21	6.67	1.23
빈 사이통로	1.31	13.33	2.17
빈 상부통로(원료투입시)	0.91	13.33	2.20
빈 상부통로(배출시)	19.90	18.33	2.0
건조기 부근	2.73	13.3	1.31
건조기 배풍구		48.33	1.83
집진실 내부	27.78	11.67	
조작실	1.21	6.67	0.23

* 자료 : 일본 전농 공동건조 조제시설 I, II, III

표 4-23. 미곡종합처리장의 공정별 집·배진 방식

공정별	집·배진 공정과 설비	집·배진 방식	비 고
반 입	반입호퍼, 반입 이송장치, 자동계량기, 원료정선기, 보저탱크, 템퍼링탱크, 순환식 건조기, 배습, 각종 집진기기	1. 고효율 사이클론 2. 세정식(습식) 3. 중력식(침강식)	선택가능
각형빈	건조작업 입고, 배출	1. 고효율 사이클론 2. 세정식 3. 중력식(침강식)	선택가능
저장· 건조빈 저장빈	건조작업, 저장작업, 입고, 배출	1. 환풍기(건조) 2. 고효율 사이클론 3. 세정식	선택가능
제 현	이송장치, 원료탱크, 정선기, 현미기, 왕겨풍구, 입선별기, 현미분리기, 현미석발기, 보조탱크, 계량기, 현미탱크	1. 백휠터 2. 고효율 사이클론 3. 세정식	선택가능
정 백	이송장치, 연삭식정미기, 마찰식정미기, 쇄미선별기, 색채선별기, 연미기, 보조탱크, 제품탱크, 포장기 등	1. 사이클론 2. 고효율 사이클론	

○ 일일 오염물질배출량 및 일일유량의 산정방법은 부록B 표 38에 의하여 계산한다.

마. 집진배관

- 집진덕트의 합류관은 덕트의 직경이 감소되는 부위에 30~45° 경사로 부착하며, 리투서는 시작점의 덕트지름의 1.5배 길이로 완만하게 감소시킨다.
- 집진배관용 90° L형 배관은 중심부의 길이가 지름의 1.5배 정도로 하여 저항을 최소화한다.
- 집진배관의 설계시는 분진의 이동경로와 배관의 연결구조에 대한 정확한 도면을 작성한 다음 분진의 종류와 양에 따라 송풍기의 풍량과 정압, 배관의 직경 등을 결정한다.

바. 사이클론

- 사이클론의 구조는 상부의 원통부분과 하부의 원추부분으로 구성된다.
- 풍량이 큰 경우에는 대형 사이클론을 단독으로 사용하는 것 보다 2개의 소형 사이클론을 병렬로 배열하여 사용하는 것이 바람직하다.
- 풍량이 과도할 경우에는 분리된 입자가 상부의 출구관으로부터 다시 비산할 가능성이 있으므로 과도하게 송풍해서는 안된다.

- 송풍기는 사이클론 및 배관 등에서 발생하는 압력손실을 극복하고 필요한 풍량을 공급하는 기기로서 터보 블로와 같은 고속회전의 원심식 송풍기를 사용해야 한다.
- 회전수에 대한 풍량 또는 압력의 크기가 형식에 따라 다르므로 압력변화에 대한 풍량의 변화가 적은 것을 선정해야 한다.
- 배관의 설계는 분진발생기계, 송풍기, 집진실, 사이클론의 위치 등에 따라 결정되는 것으로 여러 단위기계에서 발생된 분진이 분기관을 통하여 주관으로 흡인되기 때문에 각 분기관에 유량조절장치를 설치하여 유량을 조절하거나, 관의 직경을 달리하여 평준화 시켜야 한다.
- 관내의 풍속은 분진이 관벽에 부착 또는 퇴적되지 않도록 10~15m/s를 유지하고, 수직관에서의 풍속은 수평관에서보다 20~50% 정도 증대시키는 것이 좋다.
- 배관상의 주의 할 점은 다음과 같다.
 - (1) 풍량에 대한 관의 직경을 적절히 한다.
 - (2) 수평관은 가능한 짧게 하고, 곡관의 수가 적게 되도록 설계한다.
 - (3) 관내의 막힘이 예상되는 부위는 청소구를 설치한다.
 - (4) 배관은 뒤틀림 또는 변형이 발생되지 않도록 충분히 두꺼워야 한다.

사. 시설내 환기 기준

- 근로자가 작업하고 있는 창고 내 작업장의 공기체적은 근로자 한 사람에 대하여 10 m³ 이상이어야 한다. 이 경우에는 천장은 높더라도 4m 이하로 계산한다.
- 환기는 직접 외부 공기를 향하여 개방되는 창문과 기타 개구부의 면적이 바닥면적의 1/20 이상이 되도록 하여야 한다.
- 바닥면의 출입구는 직접 외부공기에 접하지 않기 때문에 계산에 넣지 않는다. 다만, 환기설비를 설치할 경우에는 창문 등의 개구면이 없어도 좋지만, 이 경우 창고 사무소에서 일산화탄소의 함유율(부피비) 50ppm 이하, 탄산가스의 함유율 5000ppm 이하로 해야 한다.
- 기온이 10℃ 이하인 상태에서 환기를 하는 때에는 근로자가 매초 1 m³ 이상의 기류에 접촉되지 않도록 한다.
- 창고 내에서의 연소기구(발열량이 현저하게 적은 것은 제외)를 사용하는 장소에는 배기구, 환기구 및 기타 환기를 위한 설비를 갖추어야 한다.
- 이의 창고 내의 환경에 대해서는 환경정책 기본법 시행령 제2조 환경기준(표 4-24)을 참

조한다.

- 인체에 해로운 물질을 함유하는 공기를 배출하는 장치 및 설비에 대하여 해당 공기로 인하여 근로자의 건강장해가 발생하지 않도록 당해물질의 종류에 따라 흡수, 연소, 집진 및 기타 적절한 환기 처리장치를 해야 한다.

표 4-24. 환경기준(대기)

항 목		기 준		측정방법
이산화질소(NO ₂)		연간 평균치	0.05ppm 이하	화학발광법 (Chemiluminescent Method)
		24시간 평균치	0.08ppm 이하	
		1시간 평균치	0.15ppm 이하	
먼 지	총먼지(TSP)	연간 평균치	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하	베타선흡수법(β -Ray Absorption Method), 고용량 공기포집법(High Volume Air Sampler Method)
		24시간 평균치	300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하	
	미세먼지 (PM-10) (시행'95.1.1.)	연간 평균치	80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하	베타선 흡수법(β -Ray Absorption Method)
	24시간 평균치	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하		

아. 소음 허용기준

- 소음의 허용기준은 표 4-25를 기준으로 하고 충격소음은 예외로 한다.

표 4-25. 허용소음기준값

1일 노출시간(hr)	8	4	2	1	1/2	1/4
소음강도(dB)	90	95	100	105	110	115

11. 부산물처리시설

가. 왕겨처리시설

- 1일 가공량을 기준으로 했을 때 4일 동안 배출되는 왕겨를 보관할 수 있는 용적 이상의 저장시설을 설치하여야 한다. 단, 벼 1톤을 가공했을 때 1.7m³ 정도의 왕겨가 발생하는 것으로 한다.
- 왕겨는 금속 등을 쉽게 마모시키기 때문에 가능한한 이송거리를 직선으로 짧게 배관한

다.

- 왕겨를 효율적으로 배출할 수 있도록 왕겨 사이클론이나 집진팬과 같은 적절한 설비를 설치해야 한다.
- 왕겨는 설치지역의 필요에 따라서 왕겨탄 제조시설이나 분쇄 및 파쇄시설 등과 같은 적절한 처리시설을 구비해야 한다.
- 왕겨의 공기 수송을 위한 덕트는 왕겨가 규소성분을 많이 함유하고 있으므로 내마모성 및 내구성이 높은 것을 사용하도록 한다.
- 공기수송덕트의 큰 굴곡부분은 특히 마모가 심하므로 내마모성이 높고, 교환이 용이한 구조로 설계한다.
- 왕겨처리시설에는 먼지 및 분진이 많이 발생하므로 덕트에 의해 흡인 또는 포진되어 각종 처리시설에 의해 처리된 후 시설의 외부로 배출하도록 한다.
- 왕겨의 처리방법은 중량집진처리, 관성력 집진처리, 원심력 집진처리, 세정집진처리 등이 있으며 처리방법 및 왕겨저장탱크 용적 계산법은 부록B-나, B-차에 수록한다.

나. 미강처리시설

- 3일 동안 가공량을 배출하여 보관할 수 있는 규모 이상의 집강실을 설치하여야 한다.
- 국내 미곡종합처리장에서 생산되는 미강은 유지공장에서 착유되기까지 3~5주가 소요되므로 조미강유의 산가를 하절기에는 120, 동절기에는 50 이하가 되도록 해야 한다.
- 겨의 포집을 위해 1차 사이클론에서 배출되는 미강을 싸라기 분리기로 보내고, 싸라기와 분리된 겨를 2차 사이클론에서 재분리한다.
- 싸라기 분리를 거쳐 분리된 싸라기는 겨와 혼합되지 않도록 관리하여 별도의 부산물로 처리한다.

12. 전기·제어설비

가. 배선과 배관

- 원격제어장치의 배선과 배관은 견고하게 설치하고, 배선과 배관의 용도를 구분하여 요소마다 표시한다.
- 원격제어 또는 계측 장치의 배선은 동력용 배선과는 분리하여 설치하고, 쥐의 침입을 방지하는 대책을 강구한다.
- 접근용 통로는 원격조작용 전자밸브와 공기실린더 등의 보수점검을 위해 접근용 사다리

나 통로를 설치하고, 발판과 같은 작업대를 설치한다.

- 공기 압축기의 배치는 원격조작용의 공기 압축기는 분진이 적은 곳에 설치하고, 적절한 성능의 공기여과기를 비치한다.

나. 적용범위 및 기본계획

1) 적용범위

이 기준은 미곡종합처리장의 전기설비공사에 적용한다.

2) 기본계획

전기설비는 작업에 지장이 없도록 하여야 하며 작업에 방해가 될 경우에는 충분한 조치를 취하여야 한다.

3) 일반사항

- 전기설비공사의 시공은 전기 설비기술, 기준규정, 전기사업법 및 동 시행령규칙 등 한국 전력 공급 규정, 전기협회 내선규정, 소방법, 통신법 등 관계법규에 의거 시공한다.
- 모든 제품은 KS 규격품 사용을 원칙으로 하고, KS규격품이 없을 때에는 “전”자 표시품 중 최상품을 사용한다.
- 모든 제품은 사전에 감독자에게 견본 또는 제작도면을 제출하여 승인을 득한 후 납품 시공하여야 한다.
- 도급자는 도면 및 설계도에 명시되지 않은 사항일지라도 시공상 당연히 필요한 사항 또는 관계법규에 규제되는 사항은 현장 감독원의 지시에 따라 시공하여야 한다.
- 전기설비공사에 사용되는 기자재는 일절 신품을 사용하여야 하며 해당공사에 맞는 규격 품이어야 한다.
- 외국자재를 사용할 경우에는 해당국의 표준규격품을 사용하여야 하며, 객관적으로 품질을 보증할 수 있어야 한다.

4) 수전방식과 수전계획

가) 저압수전방식

- 저압수전방식은 전기사업자의 배전선로에서 필요한 전압으로 직접 전기사용 장소의 인입구 장치로 수전하는 방식이다. 통상 전등용에 단상, 전력용에 3상을 사용한다.
- 한전측 동력 수전은 3상 4선식(220V/330V)으로 하고, 메인스위치는 4극용 배선차단기로 하며 콘센트 등의 단상회로는 220V 누전차단기를 적용한다.

나) 고압수전방식

- 고압수전방식은 전기사업자의 고압선로로부터 전기사용장소의 구내에 설치된 변동설비에 6,600V 혹은 3,300V의 고압으로 수전하는 방식이다.

- 변전설비에는 변압기, 변성기, 단조기, 콘덴서 및 계측기 등이 필요하고, 일반적으로 이것들 기기류가 수납된 큐비클을 사용한다.
- 고압수전은 설비의 부하용량이 50kW 이상의 경우에 적용한다. 한편, 전기사업자에 따라서는 내선규정에서 30kW 이상을 고압수전으로 규정하고 있는 경우도 있다. 또 고압수전에 있어서는 보수관리 때문에 기술자를 필요로 한다.

5) 배선설계

가) 전기방식

전기방식은 전원이 되는 변압기 2차측 단자의 접속방법에 따라 단상 2선식, 단상 3선식, 3상 3선식 및 3상 4선식 등이 있다. 일반적으로 미곡종합처리시설 전기방식은 전등배선용에 단상 2선식, 기계설비용에 3상 3선식을 사용한다.

나) 배선방법

○ 배선방법의 종류

- (1) 미곡종합처리시설의 배선방법으로는 케이블배선, 캡타이어케이블배선, 금속관배선 및 경질비닐관 배선 등이 있다.
- (2) 케이블배선에는 F케이블이 사용한다.
- (3) 금속관배선 및 경질비닐관배선으로는 전선에 비닐절연전선 또는 고무절연전선 등을 사용한다.

○ 배선방법의 선정에는 건축물구조와 용도, 시설장소의 상황, 공사비의 예산과 보수관리 등에 대해서 종합적으로 검토하고 선정하여야 한다.

다) 전동회로의 배선설계

○ 분기회로의 전선유효길이와 전선의 굵기

- (1) 일반적으로 단상 200V 회로의 경우 15A 분기회로와 20A 배선차단 분기회로에서의 전선유효길이와 전선의 굵기는 표 4-26에 따르는 것을 원칙으로 한다.
- (2) 단, 표에서 제시한 것 이외의 분기회로와 전선유효길이가 60m를 초과하는 경우에는 분기회로에 흐르는 전류를 계산해서 필요한 전선의 굵기를 정gi야 한다.

표 4-26. 15A 분기회로와 20A 배선용 차단기 분기회로의 전선유효길이와 굵기(동선)

분기 과전류 차단기에서 최종 단수구까지의 전선유효길이	전선굵기(mm)		비 고
	a	b	
20m 이하	1.6	-	
20m 초과 30m 이하	1.6	2.0	b는 분기 과전류 차단기로부터 최초의 수구의 분기점까지 표시한다.
30m 초과	1.6	2.0	a는 1개의 수구에 달하는 부분을 표시한다.

라) 간선의 배선설계

- 간선의 배선설계는 시설 전체의 부하를 계산하고, 간선에 필요한 전선의 굵기, 인입개폐기와 주개폐기 그리고 과전류차단기 등의 정격을 결정한다.
- 간선이라는 것은 본래 인입구에서 분기회로의 분기전까지를 가리키는 것이지만 인입접속점에서 인입구까지의 전선의 굵기는 간선과 같거나 또는 그 이상을 필요로 하고, 또 전압강하도 간선의 전압강하에 포함시킬수 있기 때문에 실제로는 간선으로 취급한다.
- 간선에 흐르는 전류는 다음식에 따라 구해진다.

$$\text{간선의 전류}(A) = \frac{\text{부하의 전력}(VA)}{\text{간선회로의 전압}(V)} \quad (4-15)$$

- 표 4-27는 전동회로의 간선설계표에서 간선을 흐르는 전류를 근간으로 간선의 굵기, 전선유효길이, 개폐기와 과전류차단기의 정격 등을 설계할 수 있다.

표 4-27 전동회로의 간선설계표

최대상정 부하전류 [A이하]	배선의 종류에 따른 간선의 최소굵기 [mm] 또는 [mm ²]				개폐기의 정격 [A]	과전류차단기의 정격[A]	
	동선의 경우		알루미늄선의 경우			B종 휴즈	A종휴즈 또는 배선용차 단기
	애자	금속관에 3개이하의 전선을 넣은 경우와 VV케이블등 *	애자	금속관에 3개이하의 전선을 넣은 경우와 VV케이블등 *			
20	2(9m)	2(9m)	2.6(9m)	2.6(9m)	30	20	30
30	2.6(10)	2.6(10)	2.6(6)	3.2(9)	30	30	30
40	3.2(11)	8(11)	22(18)	22(18)	60	40	40
50	3.2(9)	14(15)	22(14)	22(14)	60	50	50
90	22(13)	30(18)	38(14)	50(18)	200**	100	125
100	22(12)	38(21)	38(12)	50(16)	200**	100	125
150	38(14)	60(22)	60(13)	100(22)	200	150	175

- 1) ()내의 수치는 200V 단상 2선식에 있어서 전압강하가 2%일때의 전선유효길이를 표시한 것
- 2) * 항은 금속관, 합성수지관, 금속선피, 합성수지선피 등 관내에 3개 이하의 전선을 넣은 경우, 금속덕트에 전선을 넣은 경우와 VV케이블 등을 말한다.
- 3) ** 표시는 B종휴즈의 경우 200V

다. 변전설비

1) 철재류

- 철재 및 볼트류는 모두 도금한 것으로 구멍뚫기, 절단 등의 가공을 하여서는 안되며, 부득이한 경우 가공후 완전하게 방청도장을 하여야 한다.

- 설치중에 묻은 흙 등 제반 오물은 제거하고, 도금이 손상된 부분에 대하여는 보완도장을 실시하여야 한다.
- 단속개폐기는 제 1종 접지공사를 실시하여야 한다.
- 단속개폐기의 조작용 핸들에는 시건장치를 구비하여 취급자만 취급하도록 한다.

2) 피뢰기

- 피뢰기 본체에 차단기가 부착된 제품을 사용해야 한다.
- 피뢰기 정격전압을 사용해야 한다.

3) 계량장치(MOR 및 DM, VAR)

- 전기측정법 제 14조(형식승인 및 검정)에 의한 검정을 필하고, 한국전기연구소의 시험을 필한 합격품에 한하여 설치해야 한다.
- 정밀정도는 한전공급 규정 제 34조를 참조한다.
- 터미널 블록이 있어야 한다.
- 계기 결선용 전선은 단면적 5.5mm² 이상의 색깔이 구분된 7심 이상의 케이블을 사용해야 한다.

4) 변압기

- 변압기는 옥외사용으로 해발 1000m 이하, 최고 +40℃, 최저 -20℃ 범위내에서 단독사용에 연속운전이 가능해야 한다.
- 변압기 사양을 구체적으로 표시해야 한다.
- 변압기 제작 착수에 앞서 계약자는 성능보증표와 함께 제작도면의 승인을 득하여 제작하여야 한다.
- 전력용 변압기의 주요 부속품과 기타 필요하다고 인정되는 부품일질이 구비되어야 한다.

5) 동력분전반

- 계약자는 제작 착수에 앞서서 패널에 관한 상세한 제작도면을 작성하여 승인을 득한 후 제작에 착수하여야 한다.
- 부속장치는 다음과 같이 한다.
 - (1) 배전반 전·후면에는 문을 설치하고 시건장치를 하여야 한다.
 - (2) 각 배전반마다 문개폐와 연동 점멸되는 백열등을 설치한다.
 - (3) 각 반마다 접지모선을 설치한다.
 - (4) 일상조작시 충전부의 접촉사고를 방지하기 위하여 이격 설치한다.
 - (5) 반내의 온도상승 방지용 통풍구를 설치한다.
 - (6) 개폐시 충격을 방지하기 위하여 문틈에 가스켓트를 구비하여야 한다.
 - (7) 내부에 스페이스 히터를 설치하여야 한다.
- 계기용 변류기는 1.0급 이상이고 40VA 이상 정격부합해야 한다.

- 전류계는 광각형으로 5A의 정격전류, $\pm 1.5\%$ 오차, 60Hz의 것으로 한다. 농형전동기 기동용으로 사용하는 전류계는 정격전류에 300%의 초과 눈금을 적색으로 표시된 것을 사용하여 충격을 방지한다.
- 전압계는 광각형으로 1.5% 오차, 60Hz의 것으로 한다.
- 배전반 설치 : 포장은 설치장소 가까운 곳에서 해체하여야 하며, 외함에 손상이 없도록 충분한 주의를 하여 수직·수평을 정확히 한 다음 견고하게 설치하여야 한다.

라. 접지공사

- 재접지선은 계통사고시 발생하는 보폭전압, 접촉전압 및 전위상승 등 인체에 미치는 위험도를 감소시키고, 절연 레벨이 낮은 설비를 높은 전위경도에서 보호하기 위하여 시행하는 것으로 시공에 철저를 기하여야 한다.

마. 저압 가공전선로의 시설

- 농사용의 전등·전동기 등에 공급하는 저압 가공전선로의 가공전선이 건조물의 위에 시설되는 경우, 도로·철도·궤도·삭도·가공 약전류 전선 등·안테나·다른 가공전선 또는 전차선과 교차하여 시설되는 경우 및 수평거리로 저압 가공전선로의 지지물의 지표상의 높이에 상당하는 거리 이내에 접근하여 시설되는 경우 이외의 한하여 다음 각호에 의하여 시설하는 때에는 제81조 제1항 및 제83조의 규정에 의하지 아니할 수 있다.
- 저압 가공전선은 지름 2mm의 경동선 또는 이와 동등 이상의 세기 및 굵기의 것일 것
- 저압 가공전선의 지표상의 높이는 3.5m 이상일 것. 다만, 저압 가공전선을 사람이 쉽게 출입하지 아니하는 곳에 시설하는 경우에는 3m까지로 감할 수 있다.
- 목주의 굵기는 말구 지름이 9cm 이상일 것
- 전선로의 경간은 30m 이하일 것
- 다른 전선로에 접속하는 곳 가까이에 저압 전선로 전용의 개폐기 및 파전류 차단기를 각극(파전류 차단기는 중성극을 제외한다)에 시설할 것

바. 기기설치

1) 수신기·부수신기

- 거치형은 슬래브에 설치한 볼트로 지지하고 수평·수직을 조정하여 너트를 끼운 다음 배면의 벽에 볼트로 고정한다.
- 벽걸이형은 배면의 벽에 설치한 볼트로 지지하고, 수평·수직을 조정하여 너트를 끼워 고정한다.
- 설치 높이는 각 스위치의 조작부 위치가 슬래브면으로 부터 0.8m 이상 1.5m 이하인 위치로 한다.
- 수신기 및 부수신기를 설치하는 장소에는 경계구역일람도를 설치한다.
- 정상시에는 연기가 체유하는 장소, 두드러지게 고온이 되는 장소, 부식성가스가 발생할 우려가 있는 장소, 먼지, 미분, 수증기가 대량으로 체유하는 장소 및 유지관리가 곤란한

장소를 피한다.

2) 발신기·벨·발신기 표시등

- 발신기는 다수 사람의 눈에 띄기 쉽고, 조작이 용이한 장소로 슬래브로부터 0.8m 이상 1.5m 이하의 위치에 상자 등 소정의 나사를 사용해서 견고하게 설치한다.
- 벨은 천장면에서 하방 0.3m 이상, 슬래브면에서 1.5m 이상의 위치에 상자 등 소정의 나사를 사용해서 견고하게 설치한다. 단, 발신기 등과 상자를 병용할 때에는 높이를 발신기 등에 따를 수 있다.
- 발신기의 표시등은 발신기의 위쪽에서 다수의 사람이 보기 쉬운 위치에 설치하거나 발신기와 병용해서 설치하고, 상자에는 소정의 나사를 사용하여 견고하게 설치한다.

3) 비상통보기

- 자동 화재경보용 기기의 항에 따라 설치한다.

사. 제어설비

1) 중앙제어

- 미곡종합처리장의 전공정은 중앙제어반을 통한 집중제어를 원칙으로 하고, 가공부와 건조저장용 송풍기는 현장제어를 병행할 수 있도록 한다.
- 제어방식은 PLC 또는 PC 제어시스템을 이용하며, 노이즈에 의한 오동작을 방지할 수 있도록 전원을 별도로 분리·공급한다.
- 제어설비나 기계설비의 작동불량 등의 이상이 발생할 때는 경보와 동시에 순차적으로 작동이 중단되도록 제어시스템을 구축하고 수동으로 조작할 수 있어야 한다.
- 중앙제어 패널의 공정 그래픽은 모자이크 방식을 기본으로 하여 교정과 보수작업이 효율적으로 이루어질 수 있어야 한다.

2) 현장제어

- 각종 빈과 대형송풍기, 그리고 가공부에는 현장 제어반을 설치한다.
- 현장 제어반은 수동 또는 자동 제어가 가능해야하고, 안전을 위해 중앙제어반과 반드시 연계되어야 한다.
- 현장제어반은 방진이 가능한 구조로 제작하고, 내부의 공기가 순환할 수 있도록 하여 온도상승을 방지하게 한다.

13. 운영관리 시스템

가. 기본 구성

- 미곡종합처리장의 설치목적에 부합하도록 입·출고되는 곡물의 중량·함수율·저장곡물의 온도 등을 측정하기 쉽고, 가공수율과 제품 출하에 관한 사항들을 효과적으로 관리할 수 있도록 그림 4-1과 같은 운영시스템을 설치자와 협의하여 구성한다.

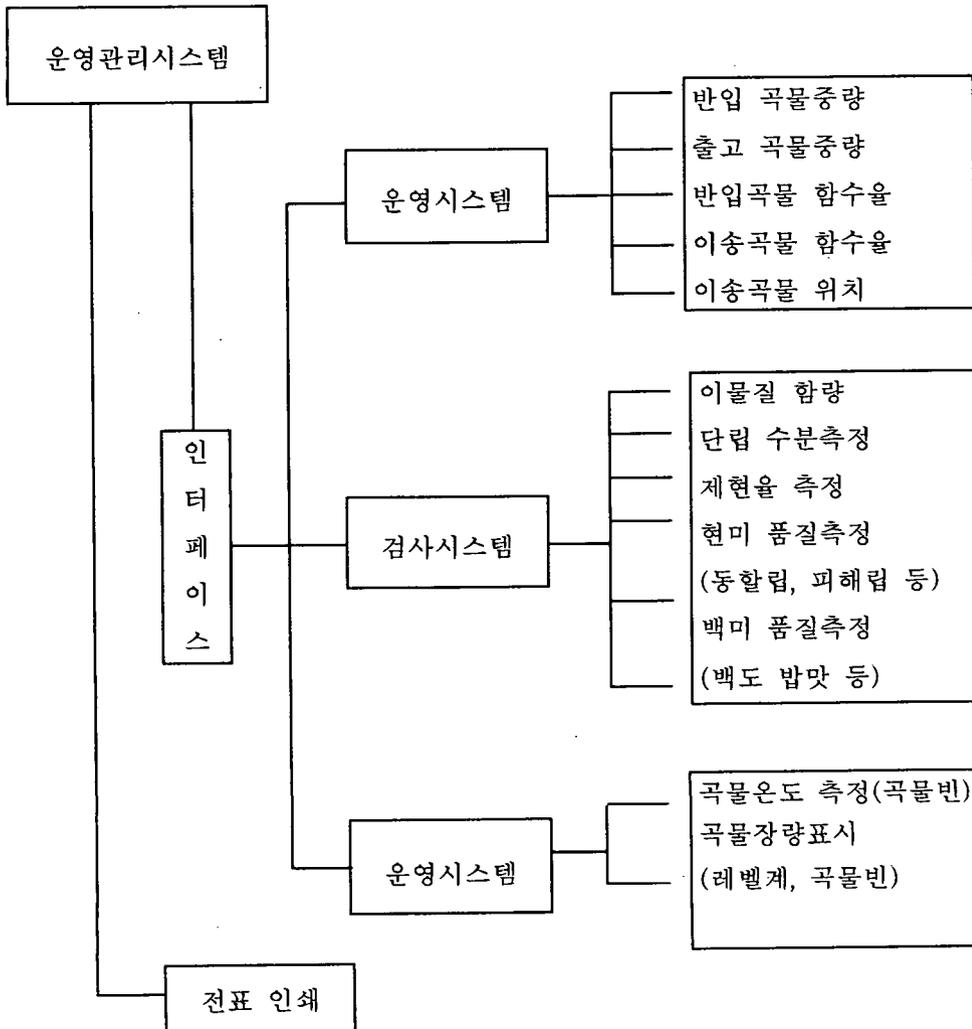


그림 4-9. 운영관리시스템 기본 구성도

- 미곡종합처리장의 효율적인 운영을 위하여 회원농민의 영농현황 등의 자료를 등록하여 종합관리하는 것이 바람직하다.
- 개별 또는 공동으로 입출고되는 곡물의 중량과 함수율을 측정할 수 있고, 그 자료가 온

라인으로 연결되어 기록과 출력이 가능하여야 한다.

- 전산시스템은 농협에서 공급하는 전산 프로그램(입고·계량·곡은 관리 등)의 사양에 맞도록 계측된 곡물의 무게·함수율·곡물온도 등의 측정값을 전송할 수 있어야 한다.
- 반입 원료벼의 함수율과 무게를 측정한 값과 최종 함수율과 품질검사 결과를 환산하여, 건조한 벼 중량과 제현율(현미수율)을 예측할 수 있어야 한다.

나. 운영 시스템

- 미곡종합처리장의 이용농민(회원)별 그리고 전체의 물량에 대한 입출고·재고·곡물수분 관리가 가능한 기능을 갖추어야 한다.
- 미곡종합처리장의 효율적인 운영을 위하여 회원농민의 영농현황 등의 자료를 등록·관리하는 방안을 강구한다.
- 회원별 그리고 전체물량으로 입출고 또는 이송중인 곡물의 중량과 함수율이 측정되고, 그 자료가 온라인으로 연결되어 기록과 출력이 가능하여야 한다.
- 반입 벼의 함수율과 중량을 측정한 값으로 최종함수율과 품질검사 결과를 적용하여, 건조된 벼와 현미 중량을 예측할 수 있어야 한다.

다. 검사 시스템

- 반입 벼·현미·백미의 품질을 효율적으로 검사하고, 그 결과(검사항목)를 온라인으로 연결하여 기록하고 전표로 출력할 수 있는 검사체계를 구축하여야 한다.
- 검사 시스템은 운영시스템과 연계되어 필요한 자료를 상호 제공할 수 있어야 한다.

라. 계측 시스템

- 곡물 빈에서 건조 또는 저장중인 곡물의 온도를 측정하는 온도 센서와 곡물 잔량을 지시하는 레벨계의 측정값이 온라인으로 연결되어 기록과 출력이 가능하여야 한다.
- 곡물온도는 최소 하루에 1회 이상 자동 측정되도록 하고, 그 결과를 그래픽 처리하여 수시로 감시가 가능하여야 한다.
- 곡물온도가 이용자가 지정한 범위를 벗어날 경우에 대비한 자동경보장치를 구비해야만 한다.
- 저장중인 곡물의 온도는 자동측정되어 필요시 일별·주별·월별로 기록과 출력이 가능하여야 한다.

마. 기타 사항

- 미곡종합처리장 시설운영 지침서와 단위 기계에 대한 사용설명서와 성능시험 자료가 구비되어야 하며 모든 서식은 한글로 표기되어야 한다.
- 운영관리용 컴퓨터 1대와 함께 회원 관리·입출고 관리·재고 관리·시설 및 기계의 점검과 운영 등에 관한 프로그램이 내장되고 필요시 인쇄할 수 있어야 한다.

14. 건축 관련 사항

이 기준은 미곡종합처리장 건축공사에 공통적으로 적용한다.

가. 건축물의 입지선정의 평가방법

- 미곡종합처리시설의 입지선정을 위한 항목과 평가방법은 다음과 같은 방법을 가지고 표 4-25에 따라서 평가하며, 평가값을 모두 곱하여 최소값을 갖는 인자를 선정한다.
 - (1) 생산량은 재배면적과 비례하기 때문에 생산량 대신 자료 확보가 가능한 재배면적으로 1을 나누어 평가값을 정한다.
 - (2) 기계화는 100을 콤바인 보유대수로 나누어 보유대수가 많을수록 평가값은 작게 변환한다.
 - (3) 대단위 재배지역의 중앙과 시장은 축척자를 이용한 거리로 평가값을 결정한다.
 - (4) 교통은 도로 종류별로 평가값을 결정한다.

표 4-28 . RPC의 적정 입지선정을 위한 평가방법

항 목	요 인	평 가 방 법
생 산 량	상품화 가능	1/재배면적
기 계 화	생산기반의 조성	100/콤바인 보유대수
대단위 재배지역의 중앙	생산지의 접근성	중앙지역을 1로 기준하여 축척자에 의한 거리
시 장	소비지의 접근성	축척자에 의한 대도시와의 거리
교 통	도로의 접근성	고속도로 : 1 국 도 : 2 지 방 도 : 3 철도 : 1(유), 2(무)
	도로의 집중성	직선도로 : 4 삼 거 리 : 3 사 거 리 : 2 오 거 리 : 1

나. 배치계획

- 미곡의 집하시 운반하는 차량의 출입이 원활하도록 출입통로와 주차장을 설계해야 한다. 따라서 운반차량의 동선을 고려하는데 대형차량의 출하시에는 트럭의 최소반경을 고려한 통로폭을 7m 이상이 되어야 한다. 한편 하적은 위한 지게차를 사용할 때에는 소요공간의 폭이 10m 정도를 확보해야 한다.
- 건물은 다음 시설이 포함되는 것을 원칙으로 하며, 시설의 운영·유지 및 관리·보수에 지장이 없는한 최소면적과 높이로 설계하여야 한다.
 - (1) 저장건조실(옥외 설치된 시설의 경우는 제외)
 - (2) 기계실(반입·건조·가공·포장실)
 - (3) 품질검사실
 - (4) 중앙집중제어조작실
 - (5) 사무실
 - (6) 휴게실
 - (7) 샤워장과 화장실
 - (8) 송풍기실
 - (9) 왕겨실(탱크), 미강실, 집진실, 공기압축기실, 연료탱크 등

다. 공정별 기계 및 설비

1) 현미가공부

- 공정별 소요기계 및 설비의 규격과 소요대수 등을 표 4-29와 같이 준비하여 공간분석표를 작성할 수 있는 기초자료가 되도록 한다.

표 4-29. 현미가공부의 기계 및 설비목록

품 목	규 격	수 량	용 량	비 고
버킷엘리베이터	250 × 650	5	5 t/h	
청치 입선별기	1ps, 220V 또는 380V	1	5 t/h	
공급 탱크	1200×1200×1500	1		
현미 석발기	3ps, 220V	1	5 t/h	
체인 컨베이어	200 W	1	5 t/h	
자동 덤퍼	200 × 400	1		
현미 저장탱크	2500×250×5100	2	20 t/h	덤퍼 포함
벨트 컨베이어	400 W	1	5 t/h	

○ 현장중심법에 의한 공간분석표 작성은 다음과 같이 작성한다.

- (1) 기계 및 설비의 자체 소요 공간
- (2) 자재 및 가공품의 소요 공간
- (3) 기계보존 소요 공간
- (4) 공구보관실과 소요 공간
- (5) 갱의실등 부대시설의 소요 공간

2) 건조·저장빈

- 건조·저장빈의 기본 평면은 원형과 사각형으로 하고 저장량에 따른 최소면적을 고려하면 원형으로 하는 것이 바람직하다.
- 건조·저장빈의 용적과 규격을 계산하기 위해서는 비의 산물밀도를 적용하여 계산하고, 배치는 그림 4-10을 표준으로 하여 설치해야 한다.

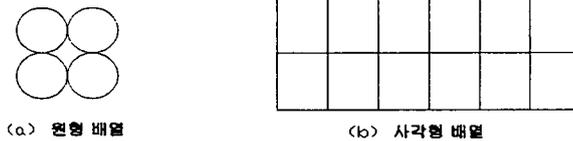


그림 4-10. 사일로의 배치방법

라. 공사일반

- 부지 등의 결정은 미리 인접지역, 도로와의 경계를 분명히 하고, 시설의 방위, 통로폭, 배수구 등을 결정한다.
- 정지작업은 부지내에 있는 장애물을 배제하고, 지표면을 평탄히 고른다. 광대한 부지에 많은 동을 건설하는 경우, 각동의 지반은 반드시 동일한 수준으로 맞출 필요가 없다. 지장이 없는 한, 현지반의 고저를 이용하고, 절토, 성토가 최소가 되도록 한다.

마. 기초공사

- 건물의 구조적 안전을 위해서는 기초를 잘 시공하고 설계해야만 작용하는 하중에 견딜 뿐만 아니라 하중을 안전하게 전달해서 침하를 적게하는 동시에 균등하게 한다.
- 기초에 작용하는 중요한 하중을 열거하면 다음과 같으며, 이들 하중은 기초설계에 반드시 고려해야 한다.

- (1) 건물의 지중인 사하중, 내용물인 점유하중, 적설하중 등 수직하중
 - (2) 풍하중에 의한 횡압력과 상압력
 - (3) 흙 또는 저장물에 의한 수평하중
 - (4) 동결작용과 수분변화로 인한 불규칙한 토압력
- 피트 구조는 깊이가 3m 정도가 되어야 하고, 지하수의 유출방지를 유의하여야 하며, 방수시설을 설계해야 한다.
- 미곡종합처리시설의 부속건물로서 다음의 건물도 건물설계시 고려해야 한다.
- (1) 관리실
 - (2) 동력실
 - (3) 부산물처리실
 - (4) 집진 및 방화시설

바. 하중

1) 하중의 조합 및 하중계산법

- 내력부분에 대한 구조해석은 설계하중의 규정에 따른 하중 및 외력을 사용하여 산정한다.
- 구조부재의 설계응력은 표 4-30에 규정된 하중 및 외력에 의하여 산정된 응력의 조합 중에서 가장 불리한 값으로 한다.
- 설계응력은 적재하중의 부분적인 재하에 의한 영향도 고려하여 산정하여야 한다.
- 지진하중은 지진력을 정적인 횡력으로 평가하는 등가정적해석법 또는 건설교통부장관이 이와 동등 이상의 안전성이 있다고 인정하는 해석법에 의한다.
- 구조부재 단면의 장기 및 단기 응력도는 허용응력도 기준에 따라 그 이하가 되도록 하여야 한다.

2) 적재하중

- 건축물의 각 부분의 적재하중은 표 4-314의 값으로 한다. 다만, 표 4-31의 적용이 적합하지 않은 경우에는 하중의 집중, 진동, 충격 등을 고려하여 당해 건축물의 실제의 상태에 따라 산정한다.
- 창고의 경우에는 표 4-31의 규정에 의하여 산정한 값이 m²당 400kg 미만인 경우에도 이를 m²당 400kg으로 하여야 한다.
- 건축물의 내부에 설치되는 높이 1.8m 이상의 각종 내벽은 그 벽면에 직각 방향으로 작

용하는 m²당 25kg 이상의 등분포하중에 대하여 안전하도록 설계하여야 한다. 다만, 가동성 경량 칸막이벽 및 이와 유사한 것의 경우에는 그러하지 아니한다.

표 4-30. 하중 및 외력의 조합

응력의 종류	하중 및 외력의 작용상태	일반지역	다설지역(수직최심 적설량의 깊이가 1m 이상인 지역)	
장기의 응력	정상시	D + L	D + L + S	
단기의 응력	적설시	D + L + S	D + L + W	
	폭풍시	D + L + W	D + L + S + W	건축물의 기둥이 넘어져 뽑히는 등의 경우에 L은 건축물의 실황에 따라 적재하중을 뺀 값으로 한다.
			D + L + W	
	지진시	D + L + E	D + L + S + E	
D + E		D + L + E		

* D : 고정하중, L : 적재하중, S : 적설하중, W : 풍하중, E : 지진하중,

표 4-31. 건축물의 각 부분별 적재하중

(단위 : kg/m²)

구조계산의 대상 건축물의 부분	바닥구조 계산을 하는 경우	큰보·기둥 또는 기초의 계산을 하는 경우
사무실	300	180
대형 광장 건물	300	270
복도, 현관 또는 계단	230	210
옥상광장 또는 발코니	300	240

3) 고정하중

- 고정하중은 벽체, 바닥, 지붕, 천장, 계단, 고정 사용장비를 포함한 모든 영구 시공물의 중량에 free stressing의 순수효과를 추가로 포함한다.
- 설계 목적으로 고정하중을 계산할 때에는 실제 중량을 사용하여야 한다. 건설 교통부령에 제시된 건축 재료별 고정하중 및 건축물 각 부분의 고정하중을 표 4-32에 따른다

표 4-32. 건축물 각 부분의 고정하중(국내기준)

(단위 : kg/m²)

구분	종 별		하중	비 고
지	석면 슬레이트 지붕	중도리에 직접 이는 경우	25	중도리의 무게를 포함하지 않는다
		기타의 경우	35	지붕 밑의 널 및 서까래 등의 무게를 포함하고, 중도리의 무게를 포함하지 않는다
붕	골철판 지붕	중도리에 직접 이는 경우	5	중도리의 무게를 포함하지 않는다
	얇은 철판 지붕		20	지붕 밑의 널 및 서까래 등의 무게를 포함하고, 중도리의 무게를 포함하지 않는다
	두꺼운 슬레이트 지붕		45	"
벽 면	콘크리트 구조인 벽의 마감	모르타르 및 인조 석벽	20	마감두께 1cm마다 그 값을 곱한다
바 닥	콘크리트 구조의 바닥 마감	널바닥	20	장선 및 장선받이의 무게를 포함한다
		플로밍 블록바닥	15	마감두께 1cm 마다 그 두께의 값을 곱한다
		모르타르바닥, 인조석 바닥, 타일 붙임바닥	20	
		아스팔트 방수층 바닥	15	

4) 적설하중

적설하중은 지진하중이나 풍하중에 비하여 비교적 예측이 용이하지만 적설하중에 취약한 구조물이 있고, 적설하중으로 인하여 생활의 큰 불편을 초래하는 것을 감안할 때 한국지역의 특성을 고려한 설계 적설하중의 정확한 산정은 매우 중요하다.

가) 설계 적설하중

$$S = P \times Z_s \times C_s \tag{4-16}$$

여기서 S : 적설하중(kg/cm²)

P : 눈의 평균 단위중량(적설깊이 1cm당 kg/cm³)

Z_s : 수직최심 적설깊이(cm)

C_s : 지붕의 경사도 및 형상 등에 따른 계수

표 4-33. 평균단위중량

수직최심 적설깊이(cm)	평균단위중량 P(적설량 1cm당 kg/cm ²)
50 이하	1.0
100	1.5
150	2.0
200 이상	3.0

표 4-34. 지역별 수직최심 적설깊이

지역구분	지 역	수직최심 적설량
I	여주, 진주, 충부, 부산, 울산	30cm
II	서산, 대전, 이리, 전주, 광주, 울진, 포항	50cm
III	군산, 목포, 춘천, 청주, 추풍령, 대구	70cm
IV	속초, 강릉	150cm

- 지붕면에 있어서 적설량이 부분적으로 집중 또는 편중될 우려가 있는 때에는 그 영향을 고려하여 적설하중을 산정해야 한다.
- 풍하중 또는 지진하중과의 조합이 고려될 경우에는 적설기간에 따라 표 4-35의 계수를 곱하여 적설하중을 산정한다. 다만, 중간기간일 때 적설하중은 직선보간의 방법으로 구한다.
- 건축물의 외벽에 직접 접하는 적설량으로 인한 측압의 영향이 구조 안전에 영향을 미친다고 인정될 경우에는 그 영향을 고려해야 한다.
- 지붕의 경사도 및 형상에 따른 계수는 표 4-36에 의한다.

표 4-35. 적설기간에 따르는 계수

적설기간	1개월 미만	3개월 미만
계 수	0	0.5

표 4-36. 지붕 경사도 및 형상 등에 따르는 계수(C_s^*)

지붕 모양																						
적설하중 분포 및 계수	C_s $C_s^* = 0.8 - \frac{\alpha - 30}{50}$ 표준 값	I C_s II C_s $\alpha \leq 20^\circ$ 일 때 I 를 사용한다 $\alpha > 20^\circ$ 일 때 I 및 II를 사용한다 I: $C_s^* = 0.8 - \frac{\alpha - 30}{50}$ II: $C_s^* = 1.25(0.8 - \frac{\alpha - 30}{50})$	I 0.8 II 2.0 $\frac{h}{l} \leq \frac{1}{10}$ 일 때 : I를 사용한다 $\frac{h}{l} > \frac{1}{10}$ 일 때 : I 및 II를 사용한다																			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">α</th> <th colspan="2">C_s^*</th> </tr> <tr> <th>바람막이가 있을 때</th> <th>바람막이가 없을 때</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0~30</td> <td>0.8</td> <td>0.60</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>0.6</td> <td>0.45</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>0.4</td> <td>0.30</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>0.2</td> <td>0.15</td> </tr> <tr> <td>70~90</td> <td>0.0</td> <td>0.00</td> </tr> </tbody> </table>	α	C_s^*		바람막이가 있을 때	바람막이가 없을 때	0~30	0.8	0.60	40	0.6	0.45	50	0.4	0.30	60	0.2	0.15	70~90	0.0	0.00	
α	C_s^*																					
	바람막이가 있을 때	바람막이가 없을 때																				
0~30	0.8	0.60																				
40	0.6	0.45																				
50	0.4	0.30																				
60	0.2	0.15																				
70~90	0.0	0.00																				

5) 풍하중

가) 일반사항

- 풍하중은 파괴력이 매우 큰 동적 하중으로서 크기와 방향면에서 예측하기가 힘들다. 이러한 풍하중은 지형의 영향과 건물의 형태, 크기, 높이, 건축물 표면, 개구부 등 건물의 특성과 공기밀도, 풍향, 속도, 바람의 난류 등 기류의 특성에 따라 달라지므로 정량적으로 평가하기에 매우 힘들다. 따라서 풍하중으로 인한 진동의 영향을 받기 쉬운 건축물의 각 부분에 대하여는 풍속의 변동에 의한 영향을 고려하여 안정성을 유지하도록 하여야 하며, 풍하중으로 인하여 전도되거나 미끄러지지 않도록 하여야 한다.
- 풍하중에 의한 전도모멘트는 건축물의 자중만으로 산정한 안정모멘트 값의 3분의 2를 초과하여서는 안된다. 다만, 초과할 때에는 전도모멘트의 초과분에 버틸 수 있도록 보강 조치를 하며, 전도모멘트 및 안정모멘트를 산정할 경우에 회전축의 위치는 풍하중 벽면의 수직선과 기초판 바닥면의 평균깊이의 수평선이 교차하는 점으로 하면, 기초판 상부의 흙은 안정모멘트를 산정할 경우에 자중에 해당하는 무게로 볼 수 있다.
- 마찰에 의한 저항력이 미끄러짐을 방지하는 데 충분하지 못할 때는 지지할 수 있도록 적절하게 정착시켜야 한다.

○ 전도모멘트에 지지할 수 있도록 설치한 장치는 미끄러짐에도 지지할 수 있는 것으로 한다.

나) 설계 풍하중

건축물에 작용하는 풍하중은 다음식으로 산정한다.

$$P = pA, \quad p = Cq \quad (4-17)$$

여기서 A : 건축물 또는 그 부분의 유효 수압력 면적(m²)

q : 설계속도압(kg/m²)

P : 풍하중(kg)

C : 풍력계수

p : 풍압(kg/m²)

다) 풍압

○ 풍압은 그 수압면에 대하여 직각방향으로 작용하는 것으로 한다. 이 경우 풍압은 설계속도압에 풍력계수를 곱하여 산정하고, 풍압은 50kg/m² 이상이어야 하며, 특히 내력 부분에 대해서는 80kg/m² 이상이어야 한다.

라) 풍력계수

○ 경사지붕의 풍상면에 대한 풍력계수는 표 4-37에 의하여 산정한다.

○ 건축물의 실내압 계수는 ±0.3으로 하며, 실내압 벽면과 지붕 등의 전체 실내면에 균등히 분포하는 것으로 한다.

표 4-37. 경사지붕의 풍상면에 대한 풍력계수

θ	10 ° ~ 15 °	20 °	25 °	30 °	35 °	40 °	45 °	50 °	≥ 60 °
h/w ≤ 0.3	-1.0	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.01 θ
0.5	-1.0	-0.75	-0.5	-0.2	0.05	0.3	0.45	0.5	0.01 θ
1.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.55	-0.3	-0.05	0.2	0.45	0.01 θ
≥ 1.5	-1.0	-1.0	-1.0	-0.9	-0.6	-0.35	-0.1	0.2	0.01 θ

○ 위의 표에서 θ는 지붕의 경사도 h/w는 풍상벽면의 처마높이(h)와 최소폭(w)의 비를 말한다.

○ 독립지붕의 풍력계수는 그림 4-11에 의하며, 지붕면의 경사도가 중간값일 때에는 직선 보간의 방법에 의하여 풍력계수의 값을 산정한다.

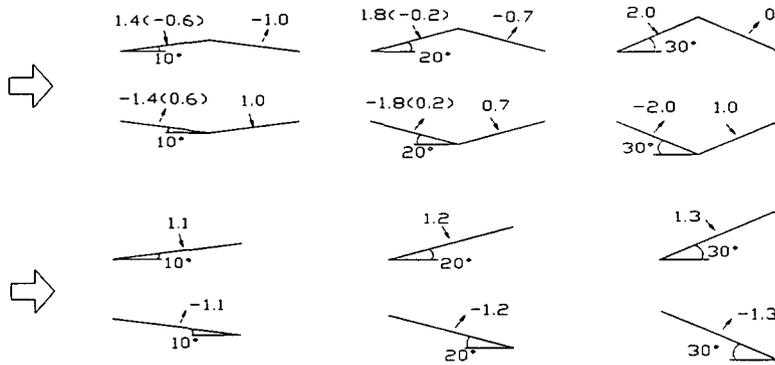


그림 4-11. 독립지붕의 풍력계수

○ 경사도가 0°일 때의 풍력계수는 ±1.0으로 한다. 이 경우 평면지붕에서는 풍압력의 중심이 풍상측의 끝부분으로부터 스패의 1/4이 되는 점에 작용하는 것으로 가정한다.

마) 기본풍속

표 4-35에 구성된 지역의 경우에는 표의 구분에 따르고, 표에 없는 지역은 지역조건을 고려하여 표에서 정한 지역 중 가장 가까운 곳의 풍속에 준하여 정한다. 다만, 부적합하다고 판단될 때에는 실제로 측정한다.

표 4-38. 지역별 기본풍속

등급	지역구분	설계기본풍속
I	내륙 서울, 수원, 서산, 대전, 춘천, 청주, 추풍령, 이리, 전주, 광주, 진주, 대구	35m/초
II	해안(1) 인천, 군산, 충무, 부산, 울산	40m/초
III	해안(2) 속초, 강릉, 포항, 목포, 여수	45m/초

6) 지진하중

가) 설계 지진하중

지진하중을 정적인 횡력으로 평가하는 등가정적 해석을 적용하여 내진 구조설계하는 건축물은 밀면 전단력, 층지진하중, 층전단력, 수평비틀림 모멘트, 전도모멘트 등에 저항할 수 있도록 설계하여야 한다.

나) 밀면전단력(V)

$$V = \left(\frac{A \cdot I \cdot C \cdot S}{R} \right) W \quad (4-18)$$

여기서, V : 밀면의 전단력

A : 지역계수

I : 중요도계수

C : 동적계수

S : 지반계수

R : 반응수정계수

W : 건축물 전중량

표 4-39. 지역계수

구 분	해 당 지 역	지역계수(A)
지진구역 I	광주직할시, 강원도(화천군 제외), 전라북도 고창군, 전라남도 (곡성군, 구례군, 광양군), 경상북도 울진군, 제주도	0.08
지진구역 II	지진구역 I을 제외한 지역	0.12

표 4-40. 중요도 계수

중 요 도	1	2	3
건축물의 용도 및 규모 구 역	바다면적의 합계가 1,000㎡ 이상인 종합병원, 통신, 촬영 시설 중 방송국 및 전신전화 국, 발전소, 공공업무시설	바다면적의 합계가 5,000㎡ 이 상인 관람집회시설, 바다면적 의 합계가 10,000㎡ 이상인 판 매시설, 6층 이상의 아파트, 6 층 이상의 숙박시설	중요도 1 및 2에 해당하 는 건축물을 제외한 건축 물
도시계획구역	1.5	1.2	1.0
도시계획구역 이외의 지역	1.2	1.0	0.8

다) 동적계수

○ 동적계수는 다음식에 의하여 산정하되, 1.5를 초과할 경우에는 1.5를 적용한다.

$$C = \frac{1}{1.2\sqrt{T}} \quad (4-19)$$

여기서 T : 건축물의 기본진동 주기(초)

○ 위의 식에서 구한 동적계수와 표 4-38의 지반계수를 곱한 값이 1.75를 초과하는 경우에는 1.75를 적용한다.

라) 지반계수

표 4-41. 지반분류별 지반계수

지 반 종 별	지반 1	지반 2	지반 3
지반계수(S)	1.0	1.2	1.5

표 4-42. 지반종별에 따른 분류

지반 종별	지 반 상 태
지반 1	암반 또는 암반 위의 매우 단단한 모래, 자갈 또는 점토로서 암반까지의 전체 깊이가 60m 미만인 지반
지반 2	지반 1과 같은 상태로서 암반까지의 전체 깊이가 60m 이상인 경우와 깊이에 관계없이 단단한 모래, 자갈 또는 점토인 지반
지반 3	단단하기가 보통 이하인 점토 또는 느슨한 모래로 전체 깊이가 9m 이상인 지반

표 4-43. 반응수정계수

구 분	구 조 방 식	반응수정 계수(R)	
내력벽방식	전단벽이 모든 수직하중과 모든 횡력을 부담하는 경우	3.0	
	모든 수직하중과 모든 횡력을 받는 전단벽의 양단부를 기둥과 같은 배근법으로 보강한 경우	3.5	
모멘트연성 골조방식	철골구조	6.0	
	철근 콘크리트구조	4.5	
이 중 골조방식	지진력의 25% 이상을 부담할 수 있는 모멘트 연성골조 가 전단벽 또는 가세골조와 조합되어 수직하중 및 횡력 건축물 수직요소의 강성비에 따라 부담하는 경우	철골구조	6.0
		철근 콘크리트 구조	5.0
	모멘트 골조와는 독립적으로 전단벽 또는 가세골조가 모든 횡력을 부담하는 경우		4.0
기타의 골조 방식		3.5	
고가수조 등		2.0	

사. 철골구조의 개요

- 철골구조물의 시설에는 기획·설계·제작·운반·시공·유지관리의 각 단계별 일관성이 있어야 한다.
- 건설용 철강재료로는 인장강도가 40~100kgf/mm²인 것을 이용해야 한다.
- 강재는 500℃에서 강도가 저하되지 않는 내화성이 있어야 하고 녹이 생기지 않는 고성능의 내후성 강재 및 반영구적인 도장을 해야한다.
- 골조구조는 구조안전을 위해서는 가새구조를 내포하게 되며 간접 또한 단순지지의 접합법으로 구성된다.
- 트러스구조는 공장건축 등 비교적 스패인이 큰 건축물의 지붕 구조에 주로 많이 사용된다.

표 4-44. 철골구조 KS에서 사용하는 단위

양의명칭	규격의 특성값 명칭	SI 단위				CGS단위계의 기호
		기 호	읽 기	정 의	실용기호	
질 량	질 량	kg	킬로그램		kg	kg
힘	하 중	N	뉴턴	$1N = 1kg \cdot m/s^2$	N, kN	kgf
응 력	인장강도	N/mm ²	-	$1N/m^2 = 1Pa = 10^{-6}N/mm^2$	N/mm ²	kgf/mm ²
압 력	항복점 내력					
	수압, 공기압	Pa	파스칼	$1Pa = 1N/m^2 = 10^{-6}N/mm^2$	MPa	kgf/cm ²
에너지	흡수에너지	J	줄	$1J = 1N \cdot m$	J	kgf · m
	살피충격치	-	-	$1J/m^2 = 1N \cdot m/m^2$	J/cm ²	kgf · m/cm ²

- 강구조물 부재의 제작에는 강판, 형강, 경량형강 및 봉강과 같은 강재품이 주로 사용되고, 사용하는 강재는 라미네이션, 수소균열 등의 내부 결함이 없어야 한다. 한국공업규격(KS)에서는 각종 강재의 종류 및 기호, 화학성분, 기계적 성질과 강재의 형상 및 치수 규격 등이 규정되어 있다.

표 4-45. KS 규격의 명칭 및 종류

규 격	명 칭 및 종 류
KSD D 3051	열간 압연 봉강과 코일 봉강의 모양·치수 및 무게와 그 허용차
KSD D 3052	열간 압연 평강의 모양·치수 및 무게와 그 허용차
KSD D 3500	열간 압연 강판 및 강대의 모양·치수 및 무게와 그 허용차
KSD D 3502	열간 압연 형강의 모양·치수 및 무게와 그 허용차
KSD D 3530	일반 구조용 경량 형강
KSD D 3558	일반 구조용 용접 경량 H형강
KSD D 3566	일반 구조용 탄소 강관
KSD D 3568	일반 구조용 각형 강관
KSD D 4108	용접 구조용 원심력봉 강관

아. 콘크리트 공사

- 거푸집은 유해량의 뒤틀림·어긋남이 발생하지 않는 구조로 한다. 특히 자리판은 시멘트 물의 유출을 막도록 유의한다.
- 거푸집을 다시 사용하는 경우, 파손부위는 수리하고, 장착전에 콘크리트와 접합하는 면을 잘 청소한다.
- 조립은 거푸집은 구성하려고 하는 콘크리트의 위치·형상·크기가 정확하게 일치하도록

조립한다.

- 철골부재공사에서 재료에 가공상 필요한 표시를 할 때 사용하는 정규·형판은 작업에 앞서서 손상·변형의 유무를 확인한다.

1) 무근콘크리트 공사

- 시멘트 및 혼화물은 시멘트 KS L5201(포오틀랜트 시멘트), KS L5201(고로 슬래그 시멘트) 또는 KS L5401(실리카 시멘트)에 규정하는 것을 사용한다.
- 골재는 철근콘크리트 공사에 준한다.
- 물은 철근콘크리트 공사에 준한다.
- 특별한 지정이 없을 때는 표 4-43에 표시하는 조합 콘크리트를 사용할 수 있다.

표 4-46. 관용조합표(현장용적계량)

구 분	시멘트·모래·자갈	사 용 개 소
A종	1 : 1 : 2	콘크리트의 보수, 손상개소 등의 보수
B종	1 : 2.5 : 3.5	기초·앵카볼트·물받이 입구·경미한 기계대·경미한 흙 고정·경미한 수조·배관용 피트
C종	1 : 3 : 6	배수조·흙고정의 뒤채움·토간

2) 철근콘크리트 공사

- 시멘트는 KS L5201(포오틀랜트 시멘트)에 규정하는 보통·포오틀랜트 시멘트를 사용하는 것을 원칙으로 한다. 응고한 시멘트를 사용해서는 안된다.
- 골재는 청정·건경·내구적인 것으로 하고, 유해량의 쓰레기, 흙, 유기불순물 등이 들어 있지 않은 것으로 한다.
- 물은 깨끗한 것으로 유해량의 기름·산·알카리염류·유기물 등이 들어 있지 않은 것으로 한다. 한편, 철근 콘크리트에는 해수를 사용하면 안된다.
- 철근은 보통철근, 또는 이형철근을 사용한다.
- 봉지 안에 들어있는 시멘트 봉지가 파손되지 않도록 잘 취급하고, 포개쌓는 것은 13포대 이하로 하고, 입고와 출고가 쉽도록 정리해서 쌓는다. 조금이라도 응고한 시멘트 및 불합격품은 구별해서 혼동을 피한다.
- 자리판의 존치기간은 원칙으로서 5일 이상으로 한다.

- 자리판을 떼어낸 후, 콘크리트 표면이 공기에 노출되는 부분에 대해서는 충분히 습윤상태를 보존시킨다.
- 거푸집 제거후의 검사는 거푸집을 제거했을 때 바로 검사하고, 불량장소를 발견한 경우는 그 부분을 완전히 제거한 후, 부조합의 모르타르 또는 콘크리트를 빈틈이 없도록 유념해서 충전한다.
- 철근의 가공 및 조립
 - (1) 철근은 조립하기 전에 기름류, 먼지 그밖의 콘크리트의 부착력을 떨어뜨리는 우려가 있는 것은 제거한다.
 - 철근은 정확한 위치로 배치하고, 콘크리트를 다져 넣을 때 이동하지 않도록 충분히 견고하게 조립한다. 이를 위해 철근 교차점의 요소는 직경 0.8mm이상의 철선으로 결속하고, 또 적당한 위치에 고정시킨다.
 - 조립된 철근에 이동, 만곡 등이 생긴 경우는 조속히 이것을 정확한 위치로 고친다.
 - 콘크리트를 다져 넣은 다음은 직사광선·한기·풍우 등을 피하고, 또 콘크리트의 수화작용을 돕기 위해, 콘크리트 노출면을 거적류로 덮고, 살수 그 밖의 방법으로 습윤을 보존한다.

3) 철골부재공사

- 구조상 주요한 부재에 철골을 사용해서 제조 건설되는 미곡종합처리시설 공사에 적용한다.
- 가스절단법에 의한 경우는 자동 또는 수동 가스절단법 어느 것이든 좋다.
- 절단한 입구는 정확하게, 또한 평탄하고 미려하게 하고, 울퉁불퉁하게 해서는 안된다. 또 절단할 때에 발생한 변형은 교정한다.
- 모든 구멍은 원형으로, 판면에 수직되게 해야 한다. 또 구멍위치는 정확히 한다.
- 구멍을 뚫을 때는 벗겨짐과 비뚤어짐을 가능한 발생하지 않도록 해야 한다. 발생한 벗겨짐과 비뚤어짐은 상온에서 기계적 방법에 의해 꼭 제거를 하고, 또 칩은 전부 제거해야 한다.
- 휨 가공을 요하는 강재는 상온가공으로 한다. 휨 각도는 큰 경우, 또는 휨에 의해 단면형상이 변화하기 쉬운 경우는 이상 형상변화가 생기지 않도록 치구나 그 밖의 적당한 조치를 강구해서 가공한다.
- 부재의 휨가공은 휨 부분 내외의 표면에 갈라짐, 파열, 표면의 거칠음, 상처, 파문, 움푹팸, 편평 등의 결점이 없도록 적정한 휨 반경과 휨 형태에 의해 이루어져야 한다.

- 휨 가공에 의해 발생한 뒤틀림은 적당한 기계적 방법에 의해 교정한다.
- 조립재는 조립전에 미리 부재를 수정하고, 완성된 재료에 휨, 뒤틀림 등이 발생하지 않도록 주의한다.
- 조립작업에서는 부재판의 부착상태에서 부착위치·각도 등을 충분히 확인하고, 용접 접합된 부재를 다시 수정하는 일이 없도록 관리하지 않으면 안된다.

4) 공사장 시공

- 기둥밑 바닥그리기 작업은 기초콘크리트를 기둥밑으로부터 25mm 밑으로 쳐 넣고, 콘크리트의 표면을 충분히 거칠게 만든 다음에 표시방법에 의해 수평으로 칠하기를 끝낸다.
- 기둥 밑의 주변으로부터 각 면을 30mm 이상 넓혀서 전면을 수평으로 모르타르를 발라 완성하고, 기둥을 세운다 모르타르는(시멘트 : 모래 ⇒ 1 : 2)된 반죽의 것을 사용한다.
- (1) 조립할 때 조립에 필요한 각종 기계기구의 운전 및 정비 그 밖의 모든 설비를 완비하고, 화재에 대해서도 조치를 해 놓는다.
- (2) 용접완료 후, 용접부 또는 그 부근의 훼손부분 및 공장도장이 손상된 부분은 공장도장에 준한 녹방지 도장을 한다.
- (3) (2)항의 도장 건조 후 소정의 마무리 도장을 실시한다.
- (4) 콘크리트에 놓여지는 부분은 특별히 지정하는 경우를 제외하고, 마무리 도장을 하지 않는다.

5) 용접작업

- 용접기와 그의 부속설비에 대한 사항은 부록에서 상세히 설명한다.

V. 자재표준화

1. 반입시설

가. 반입 호퍼

- 반입호퍼의 투입구는 폭 50mm, 두께 6mm 이상의 철판을 격자망으로 사용하며, 격자망의 재질은 SS41 이다. 자세한 규격은 표와 그림에 나타냈다
- 호퍼의 경사각을 45° 이상 확보한다.

나. 원료정선기

- 원료정선기의 선별체 눈금은 6~8mm 범위로 한다.
- 원료정선기에서 큰 이물질을 선별하는 체의 눈의 지름은 10~14mm 정도로 한다.
- 투입 및 배출 연결부는 canvas 처리한다.
- 원료정선기의 받침은 150mm 이상의 H형 강을 사용한다.

2. 건조기와 건조시설

- 건조기 또는 건조시설의 외면과 내면은 불연성 재료로 한다.
- 연속식건조기의 재질은 아연도금판으로 한다.

3. 저장시설

가. 저장·건조빈

- 빈 벽의 단열은 우레탄폼 또는 우레탄보드를 사용하며, 두께는 50mm 이상으로 한다.
- 다공판 및 빈 벽판은 아연도금강판으로 1.6mm 이상으로 한다.

나. 건벼 출하탱크

- 건벼출하탱크의 벽면, 호퍼, 프레임등 주요부분의 재질은 SS41을 표준으로 하고 두께 2.3mm 이상으로 한다.

4. 이송시설

- 이송설비의 제작에 사용되는 모든 자재와 부품은 KS 규격, 또는 그 이상의 품질규격 제품을 사용한다.

가. 벨트 컨베이어

- 벨트 컨베이어의 구동축과 기어의 재질은 S45C 탄소강을 사용한다.
- 벨트 컨베이어의 벨트는 EP 125 이상의 재질을 사용한다.
- 재료는 표 5-1 또는 이와 동등 이상의 것으로 한다.

표 5-1. 운반용 벨트 컨베이어의 재료

부 품 명	재 료
프레임, 트로프판 및 호퍼	KS D 3503 SB 41
	KS D 3501에 따른 것
	KS D 3512에 따른 것
	KS D 3566에 따른 것
	KS D 3507에 따른 것
전 선	KS C 3305에 따른 것
	KS C 3317에 따른 것
	KS C 3602에 따른 것

표 5-2. 운반용 롤러 증앙에 걸리는 하중

호칭	W1(kgf)	N	호칭	W1(kgf)	N
400	40	400	1200	400	4000
500	60	600	1400	530	5300
600	90	900	1600	700	7000
900	210	2100	1800	900	9000

나. 버킷 엘리베이터

- 드럼풀리는 디스크형은 환봉과 철판을 이용하고, 일반형은 주물 또는 철판으로 한다.
- 버킷 엘리베이터의 버킷은 합성수지 제품을 사용하고, 버킷의 간격은 250mm 이내로 한다.

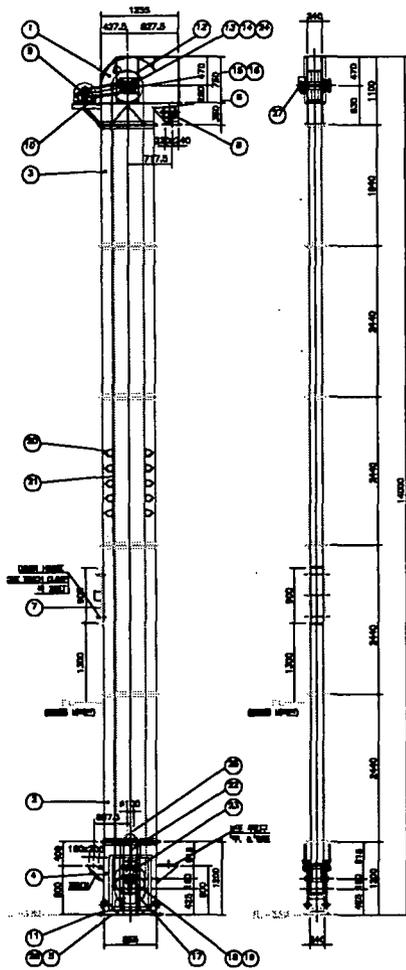


그림 5-1. 버킷엘리베이터

- 버킷 엘리베이터의 드럼폴리 축은 S45C 탄소강을 사용한다.
- 부위별로 사용되는 철판의 두께는 배출부와 공급부는 3.2mm, 이송부는 1.6mm 이상으로 한다. 자세한 규격은 표와 그림에 나타냈다.
- 공급부의 드럼폴리는 디스크형을 사용하며, 배출부 드럼폴리에는 두께 9mm 이상 고무 코팅을 한다.

표 5-3. 버킷엘리베이터 그림번호 설명

NO	DESCRIPTION	Q'TY	MATERIAL	WEIGHT & SIZE
1	상부케이싱	1	SS41	3.2t
2	중간케이싱	2	SS41	2.3t 2440L
3	중간케이싱	1	SS41	2.3t 2320L
4	하부케이싱	1	SS41	3.2t
5	베이스플랜트	1	SS41	9t
6	스크레이퍼	1	RUBBER	W100×5t
7	점검부	1	SS41	900×240×2.3t
8	점검부	1	SS41	170×150×2.3t
9	클리닝 홀	2	SS41	3.2t
10	상부폴리	1	SS41	φ 500 × W205
11	상부축	1	S45C	φ 50
12	RS 스프로킷	1	S45C	
13	체인커버	1	SS41	2.3t, EXP'METAL3.2t
14	하부폴리	1	SS41	φ 500 × W205
15	하부축	1	S45C	φ 45
16	버킷	83	H.D. PE	
17	테이크업스크루	2	S35C	M20×420L
18	테이크업가이드	4	SS41	F.B.22×9t
19	베어링 베이스	2	SS41	9t
20	보닛	1	SS41	φ 100
21	SETAN.B.N.S/W	4		M16×150L
22	백스토퍼	1		RATCHET

다. 체인·스크루 컨베이어

- 체인 컨베이어의 스크레이퍼로 사용하는 재질은 철, 우레탄 또는 합성수지 제품으로 사용한다.
- 체인 컨베이어는 곡물용 체인(RF chain)을 사용하며, 스프로킷과 축은 S45C 이상의 탄소강을 사용한다.
- 케이싱 내부의 바닥면은 두께 5mm 정도의 합성수지 판을 부착하여 소음과 마모를 방지한다.

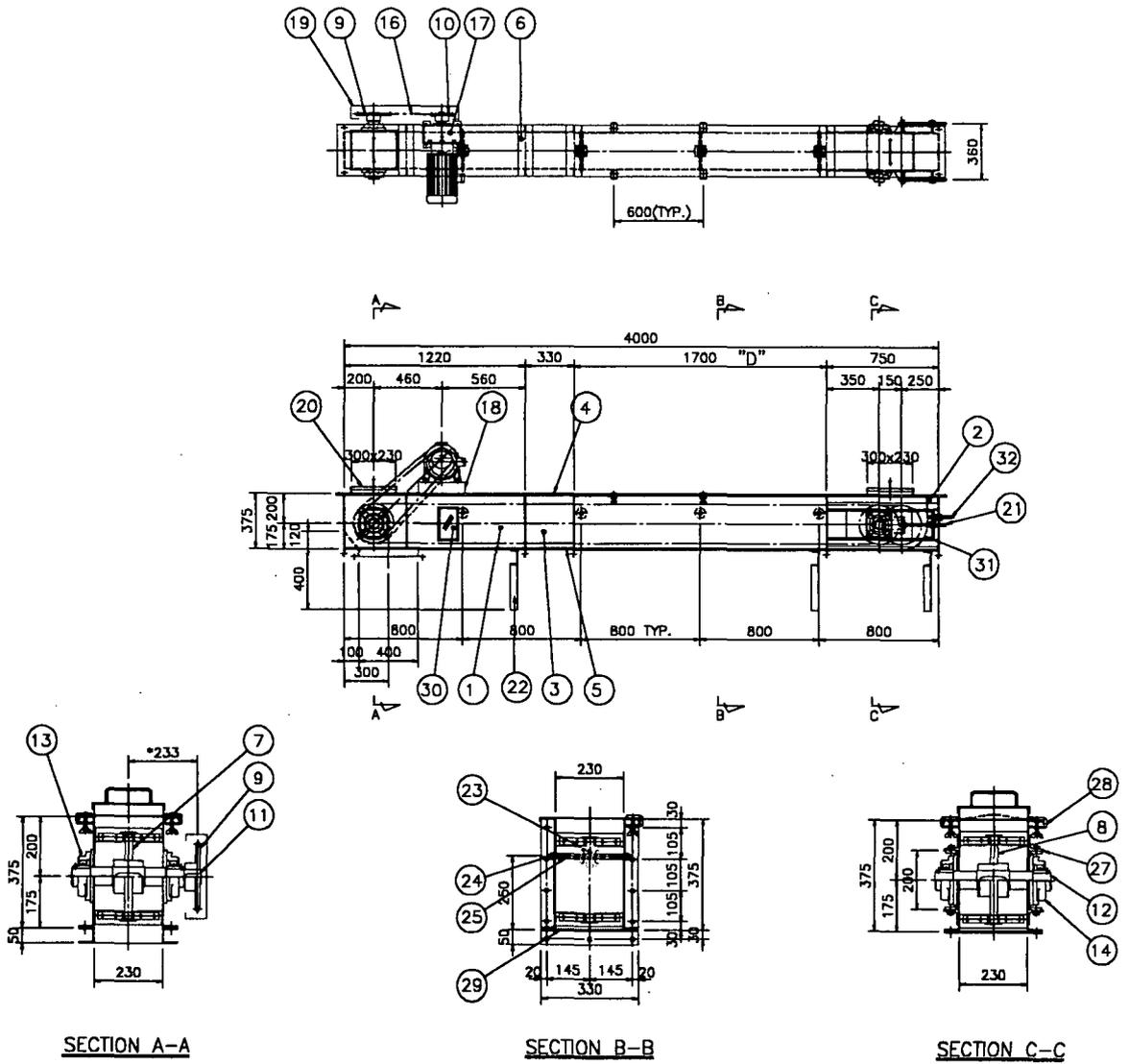


그림 5-2. 체인컨베이어

- 현미와 백미 이송슈트는 중간지점에 유리나 아크릴의 투명판으로 된 투시창을 100×200mm의 크기로 설치한다.
- 슬라이드 게이트는 두께 3.2mm 이상되는 ㄱ 또는 ㄷ형 강을 사용하고 여닫이용 철판도 같은 두께로 한다.

표 5-4. 체인컨베이어 그림번호 설명

NO	DESCRIPTION	Q'TY	MATERIAL	WEIGHT & SIZE
1	상부케이싱	1	SS41	PL. 3.2t
2	하부케이싱	1	"	PL. 3.2t
3	중간케이싱	1 1	"	PL. 3.2t 1700L PL. 3.2t 330L
4	커버	1LOT	"	PL. 2.3t
5	바닥 플랜트	1LOT	"	PL. 3.2t
6	연결부커버	3	SS41	PL. 2.3t
7	RF 스프로킷	1	S45C	
8	하부 휠	1	"	φ 295
9	구동스프로킷	1	"	
10	모터스프로킷	1	"	
11	상부축	1	"	φ 60
12	하부축	1	S45C	φ 55
13	상부베어링	2		UCF212
14	하부베어링	2		UCF211
15	모터축	1	SS41	□ 100×50×5t
16	체인커버	1	SS41	PL. 2.3t
17	점검구	2	SS41	300×230, PL. 2.3t
18	테이크업스크루	2	S25C	M20×300L
19	채널	1LOT	SS41	□ 100×50×5t
20	리턴롤러	4	PLASTIC	φ 70
21	thread rod(나선 봉)	4	S25C	M12×280L
22	가이드레일	4	SGP	3/8B
23	클리너	8	PE	12t
24	하부베어링 가이드	4	SS41	L50×50×6t
25	클램프	1LOT	SS41	PL. 4.5t
26	폴리에틸렌 플랜트	1LOT	PE	PL. 5t (230×4000L)
27	내경창	1	ACRYL	6t
28	클리닝 플랜트	1	SS41	PL. 3.2t
29	클리닝 스크루	1	S25C	M16×300L

라. 이송 슈트 및 기타 설비

- 곡물 슈트용으로 사용되는 자재는 흑강관이나 철판을 사용한다.
- 굴곡 부분은 다양한 각도를 가지는 연결관이나 일정한 각도로 만들어진 주물 강관을 사용한다.
- 진동이 심한 기계와 슈트와의 연결부위에는 반드시 신축성이 큰 고무로 연결하고, 조인

트를 강철 밴드로 묶는다.

- 2방향 또는 3방향 분배기의 몸체는 두께 1.5mm 이상의 강철판을 사용하고, 방향전환용 셋터는 두께 3mm 이상의 스테인레스 철판으로 한다.

5. 제현울 자동판정기

- 탈부장치는 고무 롤러나 우레탄계 임펠러를 사용한다.
- 선별체의 재질은 SUS304, 두께 0.6mm를 사용하거나 이에 준하는 재질로 하고, 체눈은 1.6mm를 표준으로 한다.

6. 조절시설

- 조절기 내부의 이송 및 배출 후의 이송 스크루콘베이어의 재질은 STS 계통으로 한다.
- 축 및 축류 부품은 SGP, S45C를 사용한다.
- 조절기에 사용되는 물통은 스테인리스 STS 403 이상의 재질로 알곤 용접한다.
- 조절기의 물 공급 배관은 녹이 발생하지 않는 특수관을 사용한다.

7. 가공 시설

가. 탱크류 기준

- 탱크의 재질은 두께 2.3 mm 이상의 SS40C 철판을 사용한다.
자세한 규격은 표와 그림에 나타냈다
- 연미 탱크는 결로와 부식 방지를 위해 목재나 스테인리스 강재를 사용할 수 있다.
- 모든 탱크의 내부 방청제는 바니스 또는 이와 동등한 도료를 사용한다.
- 현미와 연미 탱크는 환기구 면적과 동일한 공기유입구는 30눈(mesh) 철망을 사용한다.
- 보조 탱크는 두께 1.6 mm 이상의 철판을 사용한다.

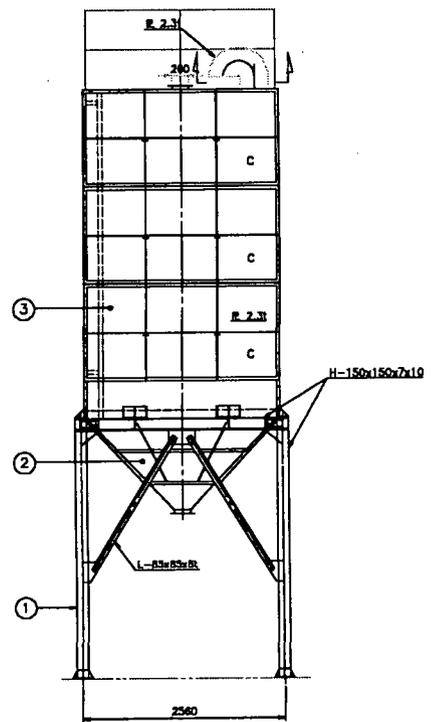
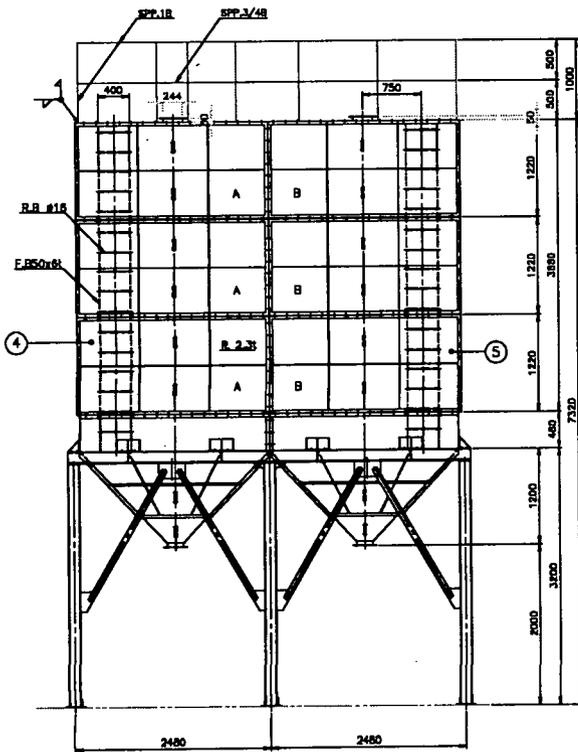
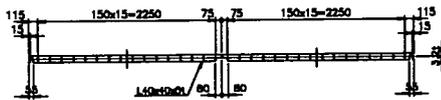
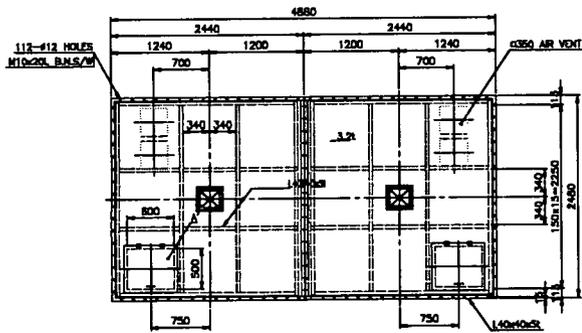


그림 5-3. 원료탱크 호퍼

표 5-5. 원료탱크 호퍼 그림번호 설명

NO	품명	수량	재질	중량/규격
1	받침대		SS41	H150×150×7×10
2	호퍼	2	SS41	
3	패널	6	SS41	
4	판넬	6	SS41	
5	판넬	6	SS41	

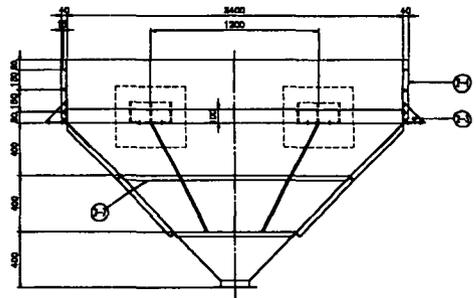
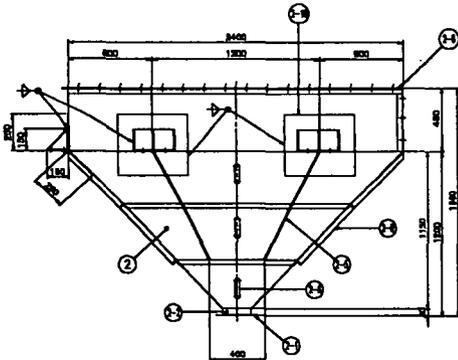
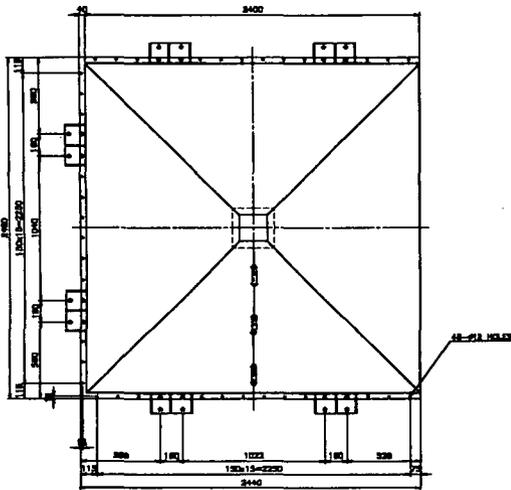


그림 5-4. 원료탱크 호퍼2

표 5-6. 원료탱크 호퍼2 그림번호 설명

NO	품 명	수 량	재 질	중량/규격
2	호퍼	2	EGI	3.2t
2-1	배출구 L형강	2	SS41	L50×50×6t
2-2	배출구	2	SS41	3.2t
2-3	호퍼 브라켓트	12	SS41	9t
2-4	호퍼보강 L형강	4	SS41	L40×40×5t
2-5	호퍼 상하 보강대	12	SS41	F.B50×6t
2-6	조사창	6	아크릴	5t
2-7	호퍼보강 L형강	12	SS41	L50×50×6t
2-8	호퍼 상 L형강 보강대	6	SS41	L40×40×5t
2-9	호퍼 좌,우 보강대	8	SS41	L40×40×5t
2-10	호퍼브라켓트 보강대	12	SS41	3.2t

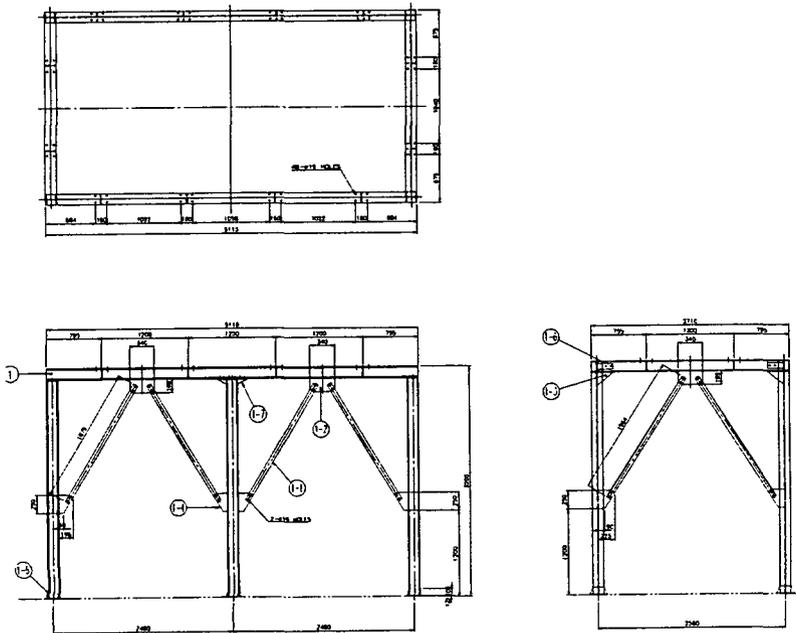


그림 5-5. 원료탱크 받침대

표 5-7. 원료탱크 받침대 그림번호 설명

NO	품 명	수 량	재 질	중량/규격
1	받침대		SS41	H150×150×7×10
1-1	L형강 보강대	12	SS41	L65×65×6t
1-2	L형강보강 브라켓트	6	SS41	9t
1-3	H형강연결 보강대	4	SS41	9t
1-4	L형강 하 연결 보강대	12	SS41	9t
1-5	바닥연결판 보강대	12	SS41	9t
1-6	H형강 연결대	4	SS41	9t
1-7	H형강연결 보강대	2	SS41	9t

나. 정선 공정

- 정선기 좌대는 일반구조용압연강을 사용한다.
- 선별체는 STS 계통을 사용한다.

다. 제현 공정

1) 현미기 및 풍구

- 현미기의 고무롤러 규격은 10" × 10" 로 한다.
- 기어 종류는 S45C(기계 구조용탄소강)를 사용한다.

2) 현미분리기

- 분리기의 선별판은 STS304, 430(스테인리스강판), EGI(전기아연도금강판)을 사용한다.
- 기어 종류는 S45C(기계구조용탄소강)를 사용한다.
- 현미분리기의 좌대는 일반구조용압연강을 사용한다.

3) 입선별기

- 입선별기의 처리능력은 3t/h 이상으로 한다.
- 모터 및 전기 부품류는 KS제품을 사용한다.

4) 현미석발기

- 선별판은 STS304, 430을 사용한다.
- 현미석발기의 좌대는 일반구조용압연강을 사용한다.

라. 정백 공정

1) 정미기

- 정미기의 후레임은 SS41(일반구조용압연강)을 사용한다.
- 연삭식과 마찰식 정미기의 공급스크루는 GCD(구상흑연주철)를 사용한다.
- 마찰식 정미기의 마찰롤러는 GCD를 사용한다.
- 금망은 SCM(크롬몰리브덴 합금강)을 사용한다.
- 주축 및 축류 부품은 SGP, S45C를 사용한다.

2) 습식 연미기

- 습식 연미기에 사용되는 물통은 스테인리스 STS 403 이상의 재질로 알콘 용접한다
- 정미기의 후레임은 SS41(일반구조용압연강)을 사용한다.
- 연미기의 마찰롤러와 공급스크루는 GCD(구상흑연주철)를 사용한다.
- 금망은 SCM(크롬몰리브덴 합금강)을 사용한다.
- 주축 및 축류 부품은 SGP, S45C를 사용한다.

3) 싸라기 선별기

- 싸라기 선별기의 체의 재질은 STS 계통으로 한다.

4) 색채선별기

- 원료가 공급되는 슈트는 AI 합금 재질을 사용한다.

8. 집 · 배진시설

가. 여과 집진장치

- 집진필터
 - 재료 : 폴리프로필렌 또는 폴리에스터 필터(표면 코팅)
 - 중량 : 350 g/m^2 이상
- 필터 자루상자
 - 재료 : SWRM 6~10 Wire Zinc Galvanized
 - 철선 : $\varnothing 4$
- 운영조건
 - 공기속도(cloth) : 2.4~7.0 m/min
 - 탈진방법 : 공기충격식
 - 공기속도(dust) : 16~20 m/sec

○ 집진실 조건

- 설계압력 : 1,000 mmAq
- 철판재질 : 보통 철판두께 3.2mm 이상

나. 집진배관

○ 시설 안팎의 집진배관에 사용되는 주름덕트의 규격은 다음과 같다.

- Ø100~375 → 두께 0.5 mm
- Ø400~600 → 두께 0.6 mm
- Ø650~800 → 두께 0.8 mm
- Ø850~ → 두께 1.0 mm

9. 전기 · 제어설비

가. 전압강하

1) 분기회로의 종류

○ 전동용 분기회로의 종류를 표 5-3에 나타내었다. 각각에 대해서 과전류 보호기의 용량 최소전선 굵기, 부하설비의 종류 등이 정해져 있다.

표 5-8. 분기회로의 종류와 규정

분기회로의 종류	과전류 차단기의 정격전류	사용할 수 있는 최소의 전선크기 (동선)	접속할 수 있는 부하설비 (수구, 콘센트)
15A 분기회로	15A	1.6mm 이상	합계용량이 15A 이하이면 어떤 부하에서도 접속할 수 있고 부착수의 제한은 없다.
20A 배선용 차단기 분기회로	20A(배선용 차단기)	1.6mm 이상	합계용량이 20A 이하이면 어떤 부하에서도 접속할 수 있고 부착수의 제한은 없다.
20A 분기회로	20A(휴즈에 한한다.)	2.0mm 이상	대형(E39)수금, 20A 콘센트 2개 이내, 전동기구와 콘센트의 병용사용은 불가능하다.
30A 분기회로	30A	2.6mm 이상	대형(E39)수금, 20A나 30A콘센트, 전동기구와 콘센트의 병용사용은 불가능하다.
50A 분기회로	50A	4mm 이상	대형(E39)수금, 30A나 50A콘센트, 전동기구와 콘센트의 병용사용은 불가능하다.
50A를 넘는 분기회로	배선의 허용전류 이하	와전류차단기의 정격전류 이상의 허용전류를 가진 것	부하설비 1개마다에 분기한다.

10. 건축 관련 사항

가. 볼트

○ 구멍 직경은 볼트직경에 따라서 아래와 같은 수치를 표준으로 한다.

(1) 볼트직경 20mm이하 : 축 직경 + 1.0mm

(2) 20mm를 넘는 것 : 축 직경 + 1.5mm

단, 주각을 조이는 앵카볼트는 설계도에 지정하는 것 이외는 여유를 5.0mm로 한다.

○ 구멍은 판 두께 13mm 이하의 구멍은 편치를 사용하고, 13mm가 넘는 경우에는 드릴을 사용한다.

○ 고력볼트의 길이는 조임길이에 표 5-5의 길이를 더한 것으로 한다.

표 5-9. 조임길이에 추가되는 길이

호 칭	조임길이에 추가되는 길이 (mm)
M 16	30 이상
M 20	35 이상
M 22	40 이상
M 24	45 이상

VI. 시공기준

1. 반입시설

가. 반입구 및 반입 호퍼

○ 반입호퍼의 투입구는 작업후 또는 비상시 해체가 가능한 구조로 한다.

○ 투입격자 구조물에 잔코이 남지 않게 해야한다.

○ 이물질 투입이 방지될 수 있는 시설이어야 한다.

○ 반입호퍼는 건축의 벽쪽으로 집진 후드를 설치하고 반입호퍼의 작동을 정지시킬 수 있는 비상스위치를 건축 벽면에 설치한다.

○ 벼 투입시 반입량 조절을 위한 장비를 설치하고 투입셋터는 자동, 수동으로 조절이 용이하게 되도록 설치한다.

○ 반입구에는 비가림 시설을 하고 곡립·지푸라기·분진 등이 날리지 않도록 지붕과 칸막이를 설치한다.

○ 곡물의 투입시 많은 먼지가 발생하므로 집진덕트를 투입호퍼에 설치한다.

○ 지하설비 점검을 위한 탈착이 가능한 검사문을 설치한다.

- 반입 호퍼에는 원칙적으로 작업자가 들어가 수리와 점검이 가능한 피트를 설치한다.
- 반입구 주위에는 차량이 용이하게 출입할 수 있도록 최소 7m 폭의 통로를 계획한다.
- 트럭 계량기의 계량대는 턱이 높지 않게 하여 차량 진입이 쉽도록 하고, 노면은 포장한다.

나. 원료정선기

- 조선체와 드럼 부분은 점검과 수리가 쉬운 구조이어야 한다.
- 원료정선기는 진동체이므로 기계의 수평을 잡아 작동시 문제점이 없도록 설치하고, 진동으로 인해 타 기계에 영향이 없도록 한다.
- 원료정선기의 받침은 독립적으로 설치하고 진동에 견딜 수 있도록 고정하여 구조물을 보강한다.

다. 재 탈곡기

- 물벼의 상태에 따라 사용할 수 있도록 독립적으로 설치해야 한다.
- 탈곡기 상부에 집진할 수 있는 점검구를 만들어줘야 한다.

라. 자동 계량기

- 함수율을 고주파 방식으로 측정하는 경우에는 곡물이 균일하게 충전되도록 보조탱크와 게이트를 조정할 수 있어야 한다.
- 투입에 문제가 발생하였을 경우, 계량기를 보호할 수 있는 interlock 장치를 구비한다.
- 곡물 투입시 완충 작용을 할 수 있는 별도의 보조 호퍼를 설치한다.

2. 건조시설

가. 건조기와 건조시설

- 건조기의 연료탱크는 3일 동안 연속적으로 사용할 수 있는 용량의 연료를 확보해야 한다.
- 건조기에는 내부 온도를 수시로 측정할 수 있는 장치와 내부 온도를 안전한 범위로 조정할 수 있는 장치를 설치한다.
- 건조과정에서 발생된 배기와 분진을 안전한 장소로 배출할 수 있어야 하며, 이를 경감하거나 제거하는 장치를 설비하는 것이 바람직하다.

- 건조중의 곡물을 안전하게 채취할 수 있는 시료 채취구를 설치한다
- 게이트와 로터리 밸브 등은 수리가 용이한 구조로 설치한다.
- 여러개의 순환식건조기를 사용할 경우 개별 작동이 되도록 설치해야 한다.
- 연속식건조기는 옥외를 표준으로 하되, 지역 여건에 따라 옥내에 설치할 수도 있다.

나. 연료탱크와 배관

- 연료 탱크는 소방 및 전기 관계 법령에 따라 설치하고 필요한 장비를 갖추어야 한다.
- 파이프의 각종 연결부위는 테프론 테이프를 사용하여 연료가 누출되지 않도록 설치한다.
- 연료 탱크는 공장 외부에 설치하고, 탱크용량이 950ℓ 이상인 경우에는 허가 지침에 따른다
- 연료 탱크는 원통을 횡으로 설치하고, 액면계·통기구·주입구·배유구를 설치한다.
- 연료의 배관은 사용중에 기름이 새지 않도록 설치한다.

3. 저장시설

가. 저장·건조빈

- 투입과 배출시에 곡립·지푸라기·분진 등이 날리지 않는 구조로 한다.
- 곡물 레벨계와 곡은 센서를 설치하며, 위험시 경보음을 발생토록 한다.
- 청소·보수·점검을 위한 맨홀(뚜껑)을 설치하도록 한다
- 빈 상부의 댄퍼 게이트와 기타 주요 부분은 중앙집중 제어실에서 원격 제어할 수 있어야 한다.
- 레벨센서는 저장빈 1기당 2~3개의 센서를 부착한다.
- 저장·건조빈 설치후 외벽판과 기초콘크리트가 맞닿는 부분은 기밀유지 하도록 마감할 것.
- 곡은을 알 수 있도록 저장빈 1기당 9개 이상의 온도센서를 부착하고 제어반 내에 설치된 컴퓨터와 연결 처리되어야 한다.
- 온도센서는 강선와이어에 부착한 후 와이어에 열전도가 되지 않도록 PE 테이프를 감은 후 저장·건조빈 중앙이나 빈벽에 설치한다.
- 단열시 빈과 사다리의 연결 부위는 열전달이 발생하지 않도록 시공한다.

1) 송풍기

- 외부로 노출된 송풍 덕트는 빗물이 고이지 않도록 경사 처리를 하든지 배수 시설을 해야 한다.
- 진동방지시설(스프링식 또는 콘크리트 기초 또는 방진 패드방지)을 한다.

2) 보조열원장치

- 송풍팬 공기 유입부 높이에 맞춰 열풍 배출구 높이를 조절할 수 있는 구조로 한다.
- 필요시 외부에 연료탱크를 설치하고 배관을 연결한다.

나. 건벼 출하탱크

- 내부 점검을 위한 점검용 사다리를 제작하고, 점검구 크기를 500×500mm 이상으로 해야 한다.
- 현장 이동 등으로 인해 내부가 녹슨 상태에서 설치되지 않도록 해야 한다.
- 상하 레벨계를 설치해야 한다.
- 투시창은 500mm 이내 간격으로 설치해야 하고, 투시창의 크기는 50×100mm로 한다.
- 분진 유출이 없도록 밀폐 처리해야 한다. 단, 실리콘을 사용하는 것보다는 가스켓을 철판 사이에 넣고 조립하는 것이 좋다.
- 외부에 설치할때는 빗물 유입이 되지 않도록 방수 처리해야 한다.
- 모든 탱크의 내부는 습기에 의해 녹이 발생치 않도록 바니스 또는 이와 동등한 도료로 2회이상 도장한다.
- 하부 배출 게이트를 동작시킬 수 있는 동작 버튼을 건벼 배출탱크 근처에 설치한다.
- 탱크는 대부분 옥외에 설치하므로 녹이 발생하지 않도록 하기 위하여 도장을 철저히 해야 한다.
- 탱크 구조물의 기초는 조립식으로 한다.
- 모든 탱크의 내부 상단과 하단에는 레벨센서를 설치하고, 하단의 배출게이트는 레벨센서와 연계하여 자동 또는 수동제어가 가능토록 한다.
- 모든 탱크의 내부에는 완충장치를 사용하여 곡물이 직접 탱크의 바닥이나 벽면에 충돌하지 않도록 해야 한다.
- 탱크 제작시 틈새가 생기거나 용접 부위가 거칠지 않게 가공해야 한다.

4. 이송시설

가. 벨트 컨베이어

1) 품질

- 겉모양은 각 부의 다듬질은 양호하고, 사용상 결점이 없고, 적당한 방청 처리가 되어 있어야 한다.
- 컨베이어의 굽음은 그림 6-1에 표시한 것과 같이 컨베이어의 양끝에서 실을 팽팽하게 당기고, 프레임의 굽음 δ_1 을 측정하여 그 값을 6.3mm 이하로 한다.
- 벨트길이는 그림 6-2에 표시한 것과 같이 $ab=cd$ 의 표시를 한 벨트를 평탄한 곳에 놓고, 벨트를 이동시켜서 ac, bd 의 길이를 측정하여 다음 식에 따라 벨트 두께의 중심에 있어서의 길이 l 를 산출한다. 그 값은 $13.550 \pm 50\text{mm}$ 로 한다.

$$l = 2ab + ac + bd$$

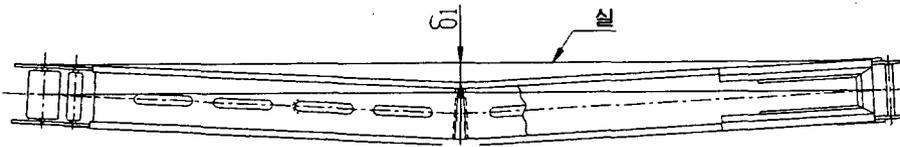


그림 6-1. 컨베이어의 굽음 정도

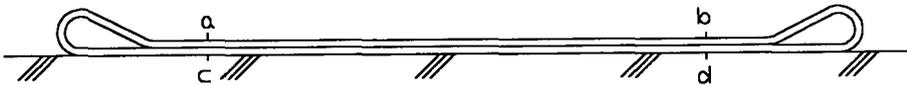


그림 6-2. 벨트 길이 표시

표 6-1. 커버 고무의 두께 인장강도 및 연신율

항 목		범 위
외관	베어*	깊이 1mm×길이 20mm×너비 20mm이하의 것이 길이 3m마다 (한쪽면) 3개 이하
	귀 터짐**	깊이 1mm×길이 100mm 이하의 것이 길이 1m마다(한쪽면) 2개 이하
커버 고무의 두께		1.6mm +규정하지 않는다. (?)
인장 강도		90kgf 이상(너비 10mm에 대하여)
연신율***		너비 10mm의 것에 하중 80kgf(785N)를 가했을 때 연신율은 20% 이* 하로 한다.

베어란 가황할 때에 공기의 잔존, 고무의 흐름 불량 또는 고무 소재의 부족으로 생긴 표면의 오목한 부분을 말한다.

** 귀 터짐이란 벨트의 귀부에 길이 방향의 터짐이 생긴 것을 말한다.

*** 시험 방법은 KS M 6534(컨베이어 고무벨트)에 따른다.

2) 규격 표시

○ 프레임의 측면에 다음 사항이 표시되어 있으므로 참고하여 규격품을 사용한다.

- (1) 제조자명 또는 등록상표
- (2) 제조년 월일
- (3) 제품질량
- (4) 무게중심 위치

3) 벨트 컨베이어용 롤러

- 재료는 그림 6-4에서 각 부분의 재료는 표 6-3 또는 이와 동등 이상으로 한다.
- 겉모양은 각 부의 다듬질은 양호하고, 사용상 결함이 있어서는 안된다. 또한, 특히 롤러의 표면은 매끈하고 실금, 터짐, 기공, 오목부분, 그 밖의 손상이 있어서는 안된다.
- 롤러의 회전은 한 손으로 가볍게 돌릴 정도로 하고, 롤러 베어링부에는 보통 사용상태에 있어서 먼지, 이물질 등이 들어가지 않도록 되어 있어야 한다.
- 운반용 롤러는 그림 6-4에 표시한 것과 같이 중앙 롤러의 가운데에 표 6-4의 하중을 걸었을 때, 최대처짐을 $\delta/m_1 = 1/500$ 이하로 하고, 롤러의 회전불량 등 사용상 결함이 있어서는 안된다.
- 구동 롤러는 롤러의 중앙에 하중을 걸었을 때, 처짐, 롤러의 회전불량 등 사용상 결함이 있어서는 안된다.

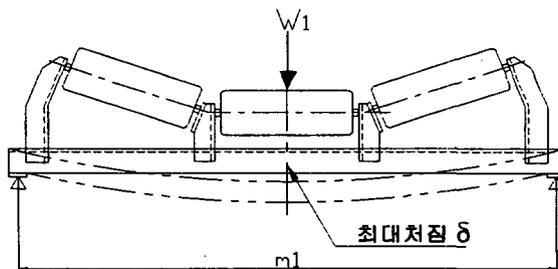


그림 6-3. 운반용 롤러 최대 처짐 단면도

4) 벨트 컨베이어용 폴리

- 폴리의 바깥 통부는 사용상 심한 편심, 두께 치우침이 있어서는 안된다. 또한, 베어링에 지지된 폴리의 회전은 원활하며, 그 평형 및 진원도는 양호해야 한다.
- 폴리는 벨트에 대하여 감김 각도를 가지고 컨베이어 벨트의 구동 및 유도하는 원통형의 것으로서, 바깥통, 경판 및 축으로 구성된다.
- 폴리는 폴리에 걸리는 벨트의 장력, 구동토크에 대하여 견고하고 사용에 견디는 것이어야 한다.
- 폴리의 표면은 매끄럽고, 사용상 실금, 터짐, 오목부, 용접의 불량, 블로 홀 및 그 밖의 결함이 없어야 한다.
- 필요한 경우에는 회전방향을 명시한다. 이 경우 구동부품 부착 쪽에서 보아 시계방향 회전을 R(우회전)로 하고, 반시계방향 회전을 L(좌회전)로 한다.
- 폴리에는 적당한 곳에 다음 사항을 표시된 것을 사용한다.
 - (1) A급의 폴리에 한하여 등급(A급 폴리 기준은 표 4-11참고)
 - (2) 제조자명 또는 등록상표

표 6-2. 컨베이어 롤러의 각 부분 재질

부품번호	부 품 명		재 료
1	롤러	1.1 롤러 파이프	KS D 3501에 의한 것 KS D 4301에 의한 것 KS D 4306에 의한 것 KS D 3566에 의한 것
		1.2 축	KS D 3503에 의한 것
		1.3 베어링	KS D 2023에 의한 것
2	롤러 대		KS D 3503에 의한 것
3	매달기 브래킷		KS D 3501에 의한 것

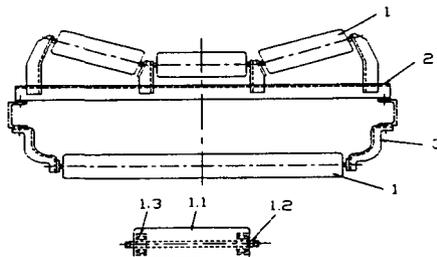


그림 6-4. 운반용 롤러 단면도

나. 버킷 엘리베이터

- 모든 플랜지의 볼트구멍은 서로 오차가 없도록 시공한다.
- 배출구에는 이송물이 분리되는 역류방지용 스크레이퍼를 설치하고 배출방향을 조절할 수 있도록 한다.
- 상하 조절용 슬라이드 판은 절삭가공으로 정확히 제작하여야 하며, 수리를 위한 분해가 쉽도록 한다.
- 드럼폴리는 회전균형을 맞추어야 한다.
- 마모가 쉬운 투입구와 배출구는 교환과 보수가 용이한 구조로 한다.
- 투입과 배출슈트는 곡립과 분진이 유출되지 않는 구조이어야 한다.
- 구동방법은 기어식 감속전동기를 사용하고 역회전 방지 장치가 있고, 전동기의 회전방향이 표시되어야 한다.
- 버킷 엘리베이터는 수직으로 설치되었는지를 확인하고, 전동기를 확실하게 고정하여야 한다.
- 바닥은 앵커볼트로 고정하고 운전 중에 점검창이 열리지 않아야 한다.
- 버킷이 떨어지지 않게 대형은 3개, 소형은 2개의 볼트로 고정토록 한다.
- 버킷 엘리베이터의 피트는 운전자가 점검할 수 있는 공간을 확보해야 한다.
- 버킷 엘리베이터를 다른 기계설비와 함께 고정하지 않도록 한다.
- 엘리베이터 상부에는 청소구를 설치하고, 청소와 보수·점검을 위하여 발판과 같은 작업대를 설치한다.
- 건조기와 곡물빈의 투입용 버킷 엘리베이터 상부는 막힘현상이 생기지 않는 구조로 한다.

다. 체인·스크루 컨베이어

- 스크루 컨베이어의 공급부의 스크루 날개는 바이 피치(by pitch)로 하고, 공급부 끝단까지는 정피치가 되도록 제작하여야 한다.
- 체인 컨베이어와 스크루 컨베이어의 공급구에는 곡립과 분진 등이 날리지 않도록 슈트를 연결한다.
- 밀폐형으로 할 때는 운전 중에 운전상황을 확인할 수 있는 점검구를 설치하여 항상 관찰한다.
- 청소와 보수·점검을 위해 접근용 사다리와 통로를 설치하고, 발판과 같은 작업대를 설치한다.

라. 슈트 및 기타 설비

- 반송기계와 단위기계에는 공급부와 배출부를 별도로 제작하여 슈트와 연결한다.
- 슈트의 마모나 막힘이 예상되는 곳에는 수리를 위해 발판 등의 작업대를 설치한다.
- 슈트의 주요부분은 마모가 적은 재료를 사용하고 막힘현상이 없는 구조로 하며, 슈트는 수리가 용이한 구조로 한다.

5. 품위검사설비

가. 시료용 균분기

- 채취된 시료를 균등하게 배분할 수 있는 구조로 한다.
- 1회 시료량은 5~10kg으로 한다.

나. 시험용 건조기

- 채취된 시료 40~80 점/회를 건조할 수 있고, 1개의 용량은 800g 내외로 한다.
- 건감율은 0.8%/hr 이내로 한다.
- 전원은 AC 220V로 하고, 소요동력은 4~6ps로 한다.

다. 함수율 측정기

- 직류저항 또는 고주파, 적외선을 이용하여 채취된 시료의 함수율을 측정할 수 있는 측정기로 한다.
- 함수율 측정기는 국내표준법인 105℃-5g분쇄-5시간 건조법으로 보정한 후 사용해야 한다.
- 함수율 측정 정밀도는 $\pm 0.2\%$ 이내로 한다.

라. 시험용 현미기

- 롤러식 또는 임펠러식 현미기로 한다.
- 1회 탈부량은 500g 내외로 한다.
- 전원은 AC 220V로 하고, 소요동력은 0.2~0.5ps로 한다.

마. 시험용 입선별기

- 제현된 현미에서 정립·미숙립·청치를 선별할 수 있는 수동식 또는 기계식 선별기로 한다.
- 선별체눈은 1.6mm를 표준으로 한다.
- 전원은 AC 220V로 하고, 소요동력은 0.2~0.5ps로 한다.

바. 전자식저울

- 자동으로 영점이 조정되며 용량은 1,000~4,000g으로 한다.
- 정밀도는 1/100~1/1,000로 한다.
- 전원은 AC 100~220V로 한다.

사. 제현을 자동 판정기

- 시료로 채취된 건벼를 투입하면 자동으로 탈부, 선별, 계량하여 제현율을 출력하는 구조로 하고, 1회 용량은 200~500g 내외로 한다.
- 탈부장치는 롤러식 또는 임펠러식으로 한다.
- 입선별 체눈은 1.6mm를 표준으로 한다.
- 시험후 전공정에 걸쳐 잔량과 낙곡이 없어야 한다.
- 전원은 AC 100/220V 겸용으로 하고, 소요동력은 1.5~2.0kW로 한다.

6. 조절시설

- 단위기계 설비의 교체·보수·청소·점검·조정을 위한 충분한 작업공간을 확보하고, 작업동선을 고려하여 기계를 배치한다.
- 단위기계와 기계 사이에는 균일한 원료 공급과 작업의 연속성을 위해 보조 탱크를 설치한다.
- 조절기의 1일 처리능력은 백미를 기준으로 20t 이상으로 한다.
- 조절 공정은 중앙 집중제어와 현장 개별제어가 가능하게 한다.
- 조절기에는 함수율 조절장치와 곡은 조절장치를 부착시키고, 지역의 여건에 따라 곡은 조절장치는 선택하여 설치하게 한다.
- 함수율 조절장치는 자동 및 반자동으로 조정하게 한다.
- 조절기 내부 및 배출 후의 스크루콘베이어의 피치는 가능한 작은 것을 사용하여, 이송중

에 혼합이 잘 되도록 한다.

- 함수율 조절장치는 조절 후 현미의 상승 함수율이 1%를 넘지 않는 구조로 한다.
- 곡은 조절용 전기 히터는 동절기에 현미의 온도를 5~10℃ 정도 상승시킬 수 있는 구조로 한다.

7. 가공시설

가. 탱크류 기준

- 벼(원료)·현미·연미 탱크의 용량은 15t 짜리 2기(총 30 t)를 설치하고, 설치지역 따라 공정별로 추가한다.
- 보조 탱크는 사각 호퍼탱크로 하고, 용량은 500~1,000kg으로 시공한다.
- 탱크의 내부는 내부 압력을 지지하는 보강재를 사용하고, 내벽과 호퍼 부분은 용접한다.
- 탱크의 호퍼 경사각은 45° 이상으로 하고, 호퍼 내부의 면과 면이 접하는 모서리는 덧판으로 보강한다.
- 대형 탱크의 윗면에는 500×500 mm 이상의 점검구를 설치하고, 점검구에는 뚜껑을 설치한다.
- 현미와 연미 탱크의 윗면에는 400×400 mm의 환기구를 설치하고, 환기구는 T자형 후드를 설치한다.
- 모든 탱크의 내부 상단과 하단에는 레벨센서를 설치하고, 하단의 배출게이트와 연계하여 자동 또는 수동제어가 되게 한다.
- 모든 탱크의 내부는 녹이 발생되지 않도록 2회 이상 도장한다.
- 현미와 연미 탱크는 400×400 mm의 공기유입구를 앞면 상단에 설치한다.
- 벼·현미·연미 탱크의 정면에는 50×100 mm의 투시창을 500 mm 간격으로 설치하고, 보조 탱크에는 호퍼 부위를 포함하여 3곳 이상의 투시창을 설치한다.
- 보조 탱크 덮개는 볼트 조립한다.
- 모든 탱크의 상단과 슈트의 연결은 조립식으로 간단하게 분해, 조립할 수 있어야 한다.
- 모든 탱크의 투입구 내부에는 곡물이 슈트에서 직접 탱크의 바닥이나 벽면에 충돌하지 않는 구조로 한다.
- 탱크 제작시 틈새가 생기거나 용접 부위가 거칠지 않게 가공하고, 조립하는 경우에도 판넬의 면과 면을 일치시켜 틈새가 없도록 한다.

나. 정선 공정

- 원료(건벼) 정선능력은 30t/일로 한다.
- 정선기는 원료를 흡인 방식으로 집진한 다음, 1단 흔들체에서 고르게 분산시키고, 3단 이상의 흔들체 구조로 한다.
- 정선기는 집진 배관과 연결하되, 공기조절창을 설치한다.
- 정선기로부터의 배출물 수거 용기를 설치한다.
- 정선기는 별도로 좌대를 설치하여 진동을 최소화 할 수 있는 구조로 한다.

다. 제현 공정

1) 현미기

- 현미기는 보조탱크의 하부 레벨 센서 이하 수준까지 원료(벼)가 배출되면 작동이 자동으로 중단되는 시스템으로 구축한다.
- 현미기 롤러의 간격은 자동 조절이 가능한 구조로 하고, 수동 조절도 가능하게 한다.
- 왕겨풍구는 진공식을 하되, 설치장소에 따라 변경하여 설치할 수 있다.
- 왕겨풍구의 팬 내부로 왕겨가 들어가지 않는 구조로 한다.

2) 현미분리기

- 현미분리기에서 분리된 현미는 입선별기로, 벼+현미는 현미분리기로, 벼는 현미기로 이송되는 공정을 구축한다.
- 벼+현미를 보다 효율적으로 분리하기 위해 망석(샤름)을 설치할 수 있고, 분리된 벼는 현미기로 직접 이송시킨다.
- 분리판 위에 집진 후드를 설치한다.
- 현미분리기는 별도로 좌대를 설치하여 주변 기기에 진동의 영향주지 않는 구조로 한다.

3) 입선별기

- 선별체의 막힘을 방지하는 장치를 부착한다.
- 선별된 미숙립 및 청치 수거 용기를 설치한다.

4) 현미석발기

- 선별판은 미강과 미세한 흙, 먼지 등에 의해 막힘이 발생하므로 분해 및 청소가 용이한 구조 및 작업공간을 고려하여 설치한다.

○ 현미석발기는 별도로 좌대를 설치하여 주변 기기에 진동의 영향주지 않는 구조로 한다.

라. 정백 공정

1) 기본 구성

- 정미기는 연삭식 또는 깎는식(세라믹 롤러)과 마찰식 중에서 설치하고, 정백 시스템은 연삭식 + 마찰식이나 깎는식(세라믹 롤러) + 마찰식을 기본으로 한다.
- 정백시스템의 기본 구성은 3연좌(연삭+ 마찰+ 마찰), 4연좌(연삭+ 마찰+ 마찰+ 마찰)를 기본으로 하고, 지역의 조건에 맞게 구축한다.

2) 정미기

- 연삭식과 깎는식(세라믹 정미기) 정미기는 마찰식 정미기 앞에 설치하고, 원료곡의 조건에 따라 바로 마찰식 정미기로 투입될 수 있는 구조로 한다.
- 연삭식과 마찰식 정미기는 횡형이나 입형을 사용하며, 분풍식으로 한다.
- 정미기에서 배출되는 쌀의 온도가 투입되는 현미 온도보다 15℃ 이상 상승되지 않도록 정백 시스템을 구축한다.
- 겨울철 마찰식 정미기 배출 슈트에 미강이 부착되지 않는 구조로 한다.
- 모든 정미기에서 배출되는 겨를 분리할 수 있도록 정미기와 버킷엘리베이터 사이의 슈트에 철망을 설치하거나 별도의 집진장치를 둔다.

3) 습식 연미기

- 습식 연미기에 사용되는 물통은 동절기에 얼지 않도록 가온 및 보온장치를 부착한다.
- 습식 연미기의 물 공급 배관은 녹이 발생하지 않는 특수관을 사용하며 배관은 보온처리를 한다.
- 공급되는 물의 양을 조절하는 유량계는 연미기와 연동하여 작동되게 시공한다.
- 습식 연미기에서 배출되는 겨(미강)는 매우 습하므로 정미기와는 별도의 집진관을 갖도록 한다.
- 연미기 옆에는 압축공기 배관을 설치하여 작업후 청소할 수 있게 한다.

4) 찌라기 선별기

- 선별은 백미로부터 큰 찌라기(대쇄미), 작은 찌라기(소쇄미), 이물질, 완전립(정립) 등을 선별할 수 있는 구조로 한다.

- 선별체는 정기적으로 점검·청소가 용이한 구조로 한다.
- 선별기는 요동에 의한 진동 영향이 없도록 하단부에 방진 고무를 부착한다.
- 선별체 눈의 막힘을 방지할 수 있는 구조로 한다.
- 싸라기 선별기는 별도의 좌대를 설치한다.

5) 색채 선별기

- 원료가 공급되는 슈트는 면방식과 채널방식 중에서 선택하여 설치한다.
- 보조탱크 용량은 설치 기종의 특성에 맞추어 결정한다.
- 자동전압기와 공기압축기는 색채선별기 사양에 적합한 것으로 한다.
- 설치시 슈트에 손상이 가지 않도록 설치한다.

6) 기본 구성

- 중점적으로 출하할 제품 규격에 맞추어 포장시설을 설치한다.
- 포장공정 전용 공기압축기는 10ps 정도를 설치한다.
- 포장기는 자동, 반자동, 수동방식 중에서 설치한다.

7) 지대 자동 계량포장기

- 지대 자동 계량포장기는 급대기·포대받이판·물림장치·이송 컨베이어·계량기·재분기·제어장치 등의 구조로 한다.
- 지대 자동 계량포장기는 2연식 계량기를 사용한다.

8) 전자동 또는 수동 소포장기

- 10kg 이하의 전자동 소포장기나 수동 소포장기는 투입속도 자동조절 기능이 있어야 한다.
- 현재 중량과 포장횟수, 그리고 누계 중량이 표시되어야 한다.

9) 반자동 계량기

- 반자동 계량기는 투입속도 자동조절기능과 누계 중량 등이 표시되어야 한다.
- 반자동 계량기에는 재분기와 비닐 접착기를 구비해야 한다.

8. 운영관리시스템

- 입·출고되는 곡물의 중량·함수율·저장곡물의 온도 등을 측정하기 쉽고, 가공수율과 제품 출하에 관한 사항들을 전산화하여 효과적으로 관리할 수 있도록 한다.
- 입·출고되는 곡물의 중량과 함수율이 측정되고, 그 자료가 온라인으로 연결되어 기록과 출력이 되게 시공하여야 한다.
- 전산시스템은 곡물의 중량·함수율·곡은 등의 측정값을 전송할 수 있어야 한다.
- 반입 원료의 함수율과 중량, 품질검사 결과를 이용하여, 건벼와 현미 중량을 예측할 수 있게 시공해야 한다.
- 미곡종합처리장의 효율적인 운영을 위하여 주변지역 농민의 영농현황 등의 자료를 등록·관리할 수 있게 해야 한다.
- 운영관리용 컴퓨터 1대와 함께 회원 관리·입출고 관리·재고 관리·시설 및 기계의 점검과 운영 등에 관한 프로그램이 내장되고 필요시 인쇄할 수 있게 한다.

9. 집 · 배진시설

가. 시방의 표시 방법

집진장치의 시방 표시 방법은 분류에 의한 장치의 공통 항목과 특정 항목에 의하여 표시한다.

가) 공통 항목

- (1) 분류
- (2) 명칭 및 형식
- (3) 용도
- (4) 집진 계통도
- (5) 먼지량(집진 장치의 입구에서이 습가스로 표시한다) m^3/min 또는 m^3/h
- (6) 먼지의 온도(집진 장치의 입구 및 출구에서 표시한다) $^{\circ}C$
- (7) 먼지의 압력(집진 장치의 입구 및 출구에서 표시한다) $mmAq$
- (8) 먼지의 성질과 상태(집진 장치의입구에서 표시한다)
 - (a) 종류
 - (b) 성분 %(체적비)
 - (c) 단위 체적의 중량 kg/m^3 at $^{\circ}C$, $mmAq$

- (9) 흡진 농도(집진장치 입구) /Nm³(²), mg/Nm³(²), 갯수/Nm³(²)
- (11) 흡진 농도(집진장치 출구) /Nm³(²), mg/Nm³(²), 기타
- (10) 집진율 %(중량비), %(갯수비), 기타
- (11) 기타 필요에 따라 송풍기, 펌프, 전동기, 압축기 등의 용량 및 특정 부분의 재질 등을 표시한다.

나) 특정 항목

(1) 중력 집진장치

(a) 기본 유속 m/s at ℃

(b) 기타

(2) 관성력 집진장치

(a) 방향 변환 각도 도

(b) 방향 변환 횟수 회

(c) 기본 유속 m/s

(d) 더스트 박스

(i) 더스트 박스의 유무

(ii) 더스트 박스의 모양 및 크기 mm, mm×mm, 또는 m³

(e) 기타 블로우 다운의 유무 등

(3) 여과 집진장치

(a) 여과 집진장치의 용량

(i) 여과 면적 m²

(ii) 기본 유속 m/min, cm/s

(b) 여과재

(i) 여과재의 재질 : 종이, 목면, 양모, 합성 섬유, 유리 섬유, 기타

(ii) 모양, 치수 mm

(iii) 개수 또는 가닥수

(iv) 사용 온도의 범위 ℃

(c) 털어내는 방법

나. 집진장치

○ 중력집진장치는 분진입자를 중력에 의하여 침강시키기 때문에 그에 상응하는 집진 공간

에 충돌판을 설치해야 한다.

- 원심각 집진장치인 사이클론은 분진의 입자 크기에 따라 구조와 공기속도가 결정되므로 관련 자료를 참조하여 결정한다.

10. 부산물처리시설

가. 왕겨처리시설

- 왕겨탱크는 산물형태로 반출하기 위해서 차량 진입이 용이한 구조이어야 하며, 호퍼형 탱크의 하단은 3개 이상의 배출 게이트를 설치한다.
- 왕겨는 버킷이나 사이클론 장치에 의하여 탱크로 투입되도록 하고, 투입된 왕겨를 분산할 수 있는 장치를 설치한다.
- 왕겨 탱크의 배출 게이트는 현장에서 조작할 수 있도록 설치하고, 내부에서 발생하는 터널현상을 해소할 수 있는 수동장치를 설치한다.
- 왕겨탱크와 보관실은 외부에서 물량을 감지할 수 있는 투명창을 설치하고, 왕겨가 가득 찰 경우에는 중앙제어반에서 이를 감지할 수 있어야 한다.

나. 미강처리시설

- 배출된 겨를 산물형태로 처리할 경우에는 수집 차량의 크기를 고려하여 시설의 크기와 위치를 정한다.
- 포대로 처리하는 경우에는 가능한한 용량이 1t 정도의 포대를 사용하여 인력을 절감할 수 있는 방안을 강구한다.
- 포대에 투입할 경우에는 스크루 컨베이어를 이용하고, 4개 이상의 배출 게이트를 설치한다.

11. 전기·제어시설

가. 중앙제어반

- 중앙 제어장치는 중앙제어(작동기)를 제어할 수 있는 장치로 정의한다.
- 중앙 제어장치는 다음의 구비조건을 만족하여야 한다.
 - (1) 모든 센서와 인터페이스 장치 및 시스템은 열악 환경에서 내구성이 양호하여야 한다.
 - (2) 계측 및 제어정보는 기록과 한글 화면 또는 도해로 미곡종합처리장 전체를 눈으로 확인 조정할 수 있어야 한다.

- (3) 제어조건의 입력은 대화식키나 기능키를 이용하여 자유롭게 변경 입력시킬 수 있는 프로그램이나 장치라야 한다.
- (4) 외부기기와의 통신기능을 가져 정보라인을 통한 환경관리가 가능하여야 한다.
- (5) 센서 및 작동기의 고장, 이상환경, 정전에 대한 경보가 가능하여 한다.
- (6) 계측시스템의 환경요인에 대한 측정범위 및 정확도, 그리고 제어 설정값 및 정확도는 다음 조건을 갖추어야 한다.
- (7) 가능한한 시설원에 전용 제어장치로 Kit화하여 작업자가 쉽게 사용할 수 있는 구조로서 계측치의 표시, 저장, 프린트 출력, 검색이 가능하여야 한다.
- 제어반에 갖추어야 할 최소한의 기능은 다음과 같다.
 - (1) 램프에 의한 각 기계설비의 동작, 정지 및 과부하의 표시
 - (2) 램프에 의한 댐퍼, 게이트·슈트의 절환 방향 표시
 - (3) 램프에 의한 공정의 진행상황 표시
 - (4) 지시 및 기록에 의한 곡물빈 내의 곡은 표시(디지털 방식)
 - (5) 지시계에 의한 열풍의 온도 표시(디지털 방식)
 - (6) 지시계에 의한 모터의 부하상태 표시
 - (7) 저장건조빈과 저장빈의 곡물의 입고상태를 파악할 수 있는 레벨표시
 - (8) 운전시의 전류량을 디지털 또는 아날로그 방식으로 표시하는 전류계 설치
- 소프트웨어는 다음의 모든 기능을 갖추어야 한다.
 - (1) 수동제어는 키보드 또는 기능키를 이용한 제어기 직접구동 프로그램이어야 한다.
 - (2) 자료검색은 일별 및 월별 로 검색할 수 있도록 되어 있어야 한다.
- 자동제어 알고리즘의 구성은 요소에 대하여 관련된 제어기(작동기)가 최대한 모두 작동되도록 해야 하되 각 제어기능의 우선순위에 따라 작동될 수 있어야 한다.
- 경보제어는 작동기 이상, 정전, 중앙제어장치 고장 또는 OFF시 경보음 및 또는 무선연락센서의 설치는 외부 노이즈 및 타 환경영향이 없도록 하여 하우스 내외의 기후 및 미기상 환경의 실제값을 계측할 수 있도록 조치하여야 한다.
- 주요공정의 댐퍼와 게이트의 개폐, 슈트의 절환, 전동기의 작동 등은 원격제어하되 중앙집중 제어실에서 집중제어하는 것이 바람직하다.
- 높은 곳이나 위험 장소에 위치한 댐퍼와 게이트의 개폐, 슈트의 절환, 전동기의 작동 등은 안전하고 효율적으로 조작할 수 있는 위치에서 원격제어할 수 있어야 한다.
- 집중제어 장치에는 각 공정의 주요 기계설비의 운전상황을 명확하게 표시하는 제어반을 설치한다.

- 중앙제어 패널은 먼지가 침투하지 못하도록 하고, 내부온도가 상승되지 않도록 공기가 순환할 수 있어야 한다.
- 집중제어 장치에는 다음 사항이 명시되어야 한다.
 - (1) 각종 스위치, 레버, 밸브, 핸들 등이 어느 기기의 조작부에 속하는 것인지를 표시한다.
 - (2) 스위치, 레버, 밸브, 핸들 등의 조작방법과 그 결과를 표시해야 한다.
 - (3) 반입·건조·정선, 곡물빈 내의 곡물 순환, 가공 및 출하 등 각 주요공정에서 운전조작 순서를 표시한다.
- 사고방지를 위해 주요공정마다 인터-록 기구에 의해 자동적으로 작동중인 기계설비의 전원이 연결되고 차단되어야 한다.
- 기계설비 중 현장에 비상용 정지 스위치를 설치할 경우, 중앙집중제어보다는 현장조작을 우선으로하는 인터-록을 설치하고, 현장에서의 조작내용이 제어반에 표시되어야 한다.
- 집중제어 장치의 조작반은 감시, 조작, 청소, 점검이 용이한 구조로 하고, 이에 충분한 공간을 확보한다.

나. 현장공사

- 현장공사는 전기공사법 규정에 의거하여 시공한다.
- 배관공사는 쥐, 새, 분진등의 친입과 외부의 충격에 충분히 견딜 수 있도록 완전 밀폐한다.
- 덕트의 내면은 전선의 피복을 손상할 만한 돌기가 없도록 한다.
- 덕트를 콘크리트에 설치할 경우 행가 등의 지지대를 만들어 설치하고 앵크볼트 등으로 견고하게 한다.
- 각 부하 전동기, 솔레노이드 밸브, 리미트 스위치, 레벨센서 등의 처리는 플렉시블 튜브를 사용하여 최단거리로 공사한다.
- 모타의 부하 말단 처리시 고무 절연 테이프와 비닐절연 테이프를 사용하여 충분히 절연 처리 한다.
- 전선관의 크기는 인입 전선량에 비해 충분한 여유가 있도록 한다.

12. 건축 관련 사항

가. 일반사항

- 공사는 전체 설계도에서 표시된 제반설비가 기능을 확실하게 발휘할 수 있도록 설계도

서, 공정표, 시공계획서 및 제작도 등에 따라서 확실하게 시공해야 한다.

○ 위의 사항에 명시되지 않는 사항은 감리자와 협의하여야 한다.

나. 철근콘크리트공사

1) 거푸집의 조립 및 철거

- 거푸집은 작업하중, 콘크리트의 자중, 측압, 부어넣었을 때의 진동 및 충격 등 외압에 견디고 뒤틀림, 이상이 생기지 않도록 설계한다.
- 각종 배관용 슬리브, 상자 및 매립철물류는 콘크리트를 부어넣을 때에 움직이지 않도록 견고히 한다.
- 거푸집은 콘크리트 하중에 대하여 충분한 강도를 발휘할 때까지 그대로 두고, 축조물에 충격이나 진동을 주지 않도록 철거해야 한다.

2) 철근 가공

- 철근은 설계도에서 지시된 규격과 모양에 맞추어 손상을 주지 않도록 정확하게 구부려야 한다.
- 철근 조립전에 녹, 기름, 먼지, 흙 및 기타 콘크리트의 부착력을 떨어뜨릴 우려가 있는 것을 제거해야 한다.
- 철근은 정확한 위치에 배금하고 콘크리트를 넣을 때 움직이지 않도록 견고하게 조립하여야 한다.

3) 콘크리트 부어넣기 및 양생

- 콘크리트를 부었을 때에는 철근, 배관류 및 매립철물 등이 움직이지 않도록 주의하고, 적당한 기구로 충분히 고정하고 철근 및 기타 매입자재의 주위나 거푸집의 구석까지 콘크리트를 고루 미치게 한다.
- 콘크리트를 부어 넣은 후 비, 직사광선, 급격한 건조 및 한기의 영향을 받지 않도록 적절한 양생을 한다.
- 경화중인 콘크리트에 무리한 충격이나 변형을 주지 않는다.

다. 방수

- 바탕재의 건조가 불충분할 때 도는 옥외 방수공사에 있어서는 강우, 강설 중이거나 강우설이 예상될 때에는 시공해서는 안된다.

- 방수제에 공기가 들어가지 않도록 충분히 저어 균일한 상태가 되도록 한다.
- 방수제는 작은 구멍이 생기지 않도록 받지 않도록 고무주걱 또는 스프레이 등으로 균일하게 바른다.
- 경화중인 콘크리트에 무리한 충격이나 변형을 주지 않는다.

라. 강제공사

1) 강제가공

- 금긋기 작업은 공작도, 현척도, 형판 및 자 등으로 정확하게 시행한다.
- 공작상 결함이 발생하기 쉬운 부분 및 지정된 부분에는 유해한 손상을 일으킬 수 있는 정, 각인 및 센타펀치 등을 사용해서는 안된다.
- 절단면에 유해한 요철, 흠, 절단부족 및 슬래그의 부착 등이 생기는 경우에는 수정하거나 제거해야 한다.
- 굴곡가공은 기계적 상온가공 또는 열간 가공으로 한다. 열간 가공은 소재의 열처리에 알맞는 온도에서 행하고 급냉해서는 안된다.

2) 볼트이음

- 조립할 때에는 마찰면을 보호하기 위하여 주의를 요하고, 녹발생, 기름, 도료, 먼지 등의 마찰력을 저하시키는 것이 발생하거나 부착하였을 때에는 조립에 앞서 그것들을 제거한다.
- 이음부는 먼저 마찰면을 밀착시킨후 볼트로 조인다. 재료의 두께 차이등에 의한 틈은 필라핀을 이용하여 보강한다.
- 볼트 머리부 또는 너트와 이음부재면이 1/20 이상 경사졌을 때에는 이블와셔를 사용한다.
- 조임 공구 및 검사용 기기는 볼트의 치수에 적합한 것을 사용한다.
- 너트는 충분히 조이고 콘크리트 매립되는 경우를 제외하고는 스프링 와셔 또는 몰너트 등을 사용해서 너트를 조인다.
- 볼트와 그 밖의 작은 물건은 적당하게 싸서 내용을 명시한다.

3) 용접

- 용접공은 KS D 0885(용접기술 검정에 있어서 시험방법 및 판정기준)에 의한 자격을 갖는 자로 한다.
- 용접재료는 조심스럽게 취급하고 피복재의 벗겨짐, 오손, 변질, 흡습 및 녹이 슬 것을 사

용해서는 안된다. 특히 용접봉에 흡습에 조심해야 하며, 조금이라도 적은 것을 사용해서는 안된다.

- 용접부는 결함이 없고 표면이 매끈하여야 한다.
- 용접 순서는 용접에 의한 변형 및 잔류응력이 작아지도록 한다.
- 재질, 두께 및 기온 등을 고려하여 필요에 따라 예열한다.
- 용접작업 중에는 누전, 전기충격 및 아크광 등에 의한 사고 또는 용융 금속 및 아크 등에 의한 화재 등을 방지하도록 조치한다.

마. 도장, 방청공사

- 현장도장은 일반적으로 다음의 장소에 대해 실시한다.
 - (1) 현장용접을 실시한 부분
 - (2) 운반 또는 조립시에 발생한 손상부분.
 - (3) 건물과 맞닿는 부분.
- 도장 공정의 방치 시간은 도료의 종류, 기후조건에 따라서 적절하게 정하여 시공한다.
- 도색에 앞서서 밀스케일, 녹, 스폿트, 슬래그, 기름오염 등을 청소하고, 소정의 도장을 실시한다. 페인트는 건조한 면에 도포한다.
- 콘크리트에 파문힌 부분은 특히 지정하는 경우를 제외하고, 도장하지 않는다.
- 현장용접하는 부분은 원칙으로서 도장하지 않는다. 단 장기간 비와 이슬에 맞은 것은 보일유를 1회 도장한다.
- 고력볼트 마찰접합부의 마찰면은 도장하지 않는다.
- 도장시공 할 때에는 다음의 사항에 유의해야 한다.
 - (1) 도장부분의 주변을 오염 및 손상되지 않도록 주의하고 필요에 따라 적절한 보호조치를 한다.
 - (2) 도장시에는 화기 및 전기스파크에 인한 인화를 주의하고 화재 및 폭발 등의 발생을 방지한다.
- 현장도장은 원칙적으로 브러쉬도장을 하고, 조립후 도장이 곤란한 부분은 미리 도장해 둔다.
- 덕트, 슈트관등의 접속부는 패킹을 한다.
- 왕겨실 및 집진실의 닥트 관통부는 코킹을 한다.

VII. 시설관리기준

1. 목적

경영자와 운영자의 능력이 우수하고, 시설의 자동화와 현대화, 단위기계의 성능이 아무리 우수하다고 하더라도 시설에 대한 점검, 검사, 정비에 만전을 기하지 않으면 시설은 충분한 기능과 성능을 발휘하지 못한다. 또한 잦은 고장으로 제품생산에 차질이 생기고, 시설의 수명은 단축될 뿐 아니라 여러 가지 사고의 원인이 된다.

미곡종합처리시설의 관리 목적은 시설의 성능을 최대로 발휘하고, 내구연한을 최대로 유지하면서 경제적으로 제품을 생산하는데 있다.

2. 강우에 대한 관리

- 장마나 집중 호우시에 시설 내부에 누수되는 곳이 없는지 수시로 점검하고, 누수되는 곳은 즉시 수리한다.
- 원료나 제품이 보관되어 있는 곳(외부빈, 사일로, 창고 등)의 누수 및 비 들이침으로 인하여 손상여부를 수시 점검한 후 조치해야 한다.
- 장마나 집중 호우로 인하여 축대의 유실 등이 없는지 점검·관리한다.

3. 기계설비 기초에 관한 관리

- 기초는 상부의 하중을 지지하는 부위로 이상 발견시에는 즉시 보강해야 한다.
- 지반 침하 등의 발견시에는 즉시 보수해야 한다.
- 피트의 방수처리가 불완전한 경우 내부가 매우 습한 상태가 되어 낙곡이 부패하거나 삭이 트고, 곰팡이가 피므로 보수해야 한다.

4. 기계설비 구조물에 관한 관리

- 도장된 구조물 중에 5~6년마다 녹슨 부분을 제거하고 재도장을 실시해야 한다.
- 외부에 노출되어 있는 부분은 수시로 점검하여 녹슨 부분은 제거하고 재도장을 실시해야 한다.
- 볼트로 연결된 부분은 진동에 의해 이완될 수 있으므로 정기적으로 점검한다.
- 용접에 의해 연결된 부분 또는 반복하중 등으로 손상 가능성이 높은 곳은 수시로 점검하여 보완한다.

- 전기 배선의 노출은 쥐 등에 의해 피복재 손상이 우려되고 누전의 원인이 되므로 이상 유무에 따라 확인·조치한다.

5. 재해 및 공해방지 설비관리

- 낙뢰방지 시설의 이상 유무를 확인한다.
- 높은 설비의 보수, 점검시 추락 또는 미끄러짐 등에 대비하여 설치한 난간 및 손잡이의 용접부분과 접합부분의 이상 유무를 점검한다.
- 집진 후두의 막힘은 공장 내부의 환경을 오염시키고, 먼지가 쌓이면 화재의 원인이 되므로 즉시 보수한다.
- 비상 출입구는 정상적인지, 비상구 표시는 이상이 없는지 점검하고 조치한다.
- 집진실은 먼지가 많이 발생하므로 외부로 새어나오지 않도록 확인·점검한다.

6. 계량 및 측정 장비관리

- 모든 계량기는 1~2 회/년 정도 정밀도를 점검받고 보정한다.
- 함수울 측정장치는 1~2 회/년 정도 정밀도를 점검받고 보정한다.
- 온도센서는 1 회/년 정도 정밀도를 점검받고 부정확시에는 교체한다.
- 제현울 자동 판정기내의 현미부의 고무롤러 마모상태, 선별체의 막힘 및 계량공정을 점검하고, 보정한다.

7. 반입공정설비기준

가. 반입구 및 반입 호퍼

- 반입구 주변은 빗물이 유입되지 않도록 적당한 구배를 둔다.
- 피트에는 물이 고이지 않도록 한다.

나. 자동 계량기

- 공급회사는 입찰 시방서 조건에 충족되는 측정 프로그램을 제공해야 한다.
- 기계장치와 PC 연결 선로는 시공회사에서 교육 및 A/S는 제작회사에서 담당한다.

8. 건조공정설비기준

가. 건조기와 건조시설

- 건조기에 부착된 전기 배선과 개폐기는 전용으로 설치해야 한다.
- 청소와 보수점검을 안전하게 할 수 있는 구조로 하고, 이를 위해 적합한 출입구와 작업대, 그리고 추락 방지 보호구를 설치하여야 한다.

나. 송풍기

- 송풍기 날개와 송풍기 벨트는 작업자의 몸 또는 의복이 접촉되어 빨려들거나 말려들지 않도록 충분히 철망으로 방호하여야 한다.
- 기계 및 닥트에 고온 부분이 있는 경우에는 화재 발생이 없도록 가연성 물질과 거리를 유지하고, 화상을 입지 않도록 방호하여야 한다

다. 버너

- 버너 주변에는 가연성 물질을 놓지 않는다.
- 버너와 덕트면에 사람이 접촉할 가능성이 있는 고온 부분에는 단열재로 피복하거나 울타리를 설치하고, 경고 표시를 한다.
- 버너에는 '화기주의' 등의 경고문 표시를 해야 한다.
- 정전시에는 자동으로 작동되는 연료 차단 장치를 설치한다.
- 화재 경보장치를 설비하는 것이 바람직하다.

라. 연료탱크와 배관

- 연료 탱크에는 주 밸브를 설치하고, 연료를 사용하는 각종 장치에는 중간 밸브를 설치하여 안전을 유지토록 한다.

9. 저장공정설비기준

가. 저장·건조빈

- 투입구 덮개에 결로현상이 없는지 점검한다.
- 볼트 끝이나 지붕체결 구조물로부터 누수현상이 발생하는지 점검한다.
- 굳은 곡물덩이가 다공통기마루에 충을 만들어 공기의 흐름을 막는지 주의한다.
- 저장빈에 설치된 곡온센서에만 의존하지말고 저장 곡물의 세심한 점검과 관찰을 소홀히 해서는 안된다.
- 저장빈의 바닥에 부패한 곡물이나 지붕에 구멍이 발견되는 등의 누수의 흔적이 발견되는 경우 저장빈을 수리한다.

- 점검과 청소를 위한 사다리 및 추락방지를 위한 안전 난간대를 설치하여야 한다.
- 빈의 지붕에는 추락 방지용 울타리를 설치한다
- 곡물을 배출할 때 저장·건조빈에 절대 들어가지 마라.
- 저장빈의 배출장치가 가동중일 때, 곡물 흐름 여부에 관계없이 곡물외각 또는 곡물배출의 장애물을 제거하기 위해 저장빈에 절대 들어가면 안된다

나. 송풍기

- 공기가 송풍기로 들어가 곡물층을 통과하는 것을 막고, 설치류나 작은동물의 침입을 방지하기 위하여 송풍기를 가동하지 않을때는 송풍기 입구를 덮어 두도록 한다.
- 팬성능 시험성적서를 제출해야 한다.
- 원료정선기와 종합석발기의 풍량조절, 선별망의 막힘 등을 정기적으로 점검하고, 조절 및 청소를 해야한다.
- 입선별기의 선별관의 마모, 막힘과 각도조절 등을 확인하고 조절한다.
- 현미 석발기의 선별판 통풍구에 미강+미세 흙먼지 부착으로 성능이 저하되므로 주기적으로 청소를 해야 한다.
- 동절기에 백미의 함수율 및 곡온이 높으면 싸라기 선별기 내부에 결로현상이 발생하여 잔류곡과 겨가 뭉겨지고 부패할 염려가 있으므로 정기적으로 청소를 해야한다.

10. 조절공정 설비관리

- 조절기에 사용하는 물은 주로 지하수를 사용하므로 물통에 물때나 녹이 발생할 수 있으므로 정기적인 점검 및 청소를 해야 한다.
- 함수율조절이 과다하게 되는 경우 쌀 품질이 손상될 우려가 있으므로 함수율조절장치의 작동상태를 수시로 점검한다.
- 하절기에 조절장치내부 및 이송경로는 부패될 염려가 있으므로 작업 종료후 청소를 해야 한다.
- 조절 후 정백할 때 싸라기 발생율이 높은 경우는 함수율조절장치의 작동상태를 점검하여 조절한다.

11. 가공공정 설비관리

- 연미기에 사용하는 물은 주로 지하수를 사용하므로 물통에 물때나 녹이 발생할 수 있다.

따라서 정기적인 점검 및 청소를 해야한다.

- 연미기에서 배출되는 쌀겨는 수분이 매우 많이 포함되어 있기 때문에 금망과 집진관에 부착되어 여름철에는 부패될 수 있다. 따라서 작업 종료후 집진팬을 작동시켜 제거하거나, 청소를 해야한다.
- 동절기에는 연미기의 물공급관의 동결, 동파가 우려되므로 단열을 완벽하게 하거나, 작업 종료시 물을 빼놓는다.
- 정미기 및 연미기의 금망과 금강사, 정백롤러의 손상 및 마모 상태를 점검하고, 보수·교체한다.
- 정백후 곡은이 너무 높게 상승하면 쌀의 품질이 저하되므로 분풍상태 및 미강 포집상태를 점검하여 조치한다.

12. 이송시설 설비관리

가. 일반사항

- 일반 철재를 사용하는 경우에는 녹이 발생하지 않도록 옥외 설치용의 외부는 소부도장을 하고, 내부는 2회 이상 바니시 도장을 해야 한다.
- 이송설비를 구조물과 고정할 때는 별도의 고정틀을 제작하여 볼트 조임으로 고정한다.
- 구동전동기는 별도 제작한 좌대에 고정하고, 옥외에 설치할 때는 반드시 강우를 피할 수 있도록 덮개를 점검한다.
- 이송설비의 이음부에는 분진을 방지할 수 있도록 합성수지나 고무밴드로 패킹하고, 옥외용은 반드시 방수되는지 확인하고 조치한다.

나. 버킷엘리베이터

- 버킷엘리베이터의 버킷·벨트의 상태를 확인할 수 있도록 배출부에는 투시창을 설치하고, 이송부에는 지상 1.5m 높이에 점검창을 설치하여 버킷·벨트 상태를 관리·점검하고 이상이 있을 때에는 즉시 교체·수리한다.
- 버킷 벨트의 이완 여부를 점검한다.
- 구동 전동기의 기어오일 부족여부와 전동기의 발열 등을 점검한다.
- 버킷의 파손을 정기적으로 검사하고 이상한 소음이 발생할 때에는 즉시 작동을 멈추어야 한다.
- V벨트의 장력을 점검하고, 풀리의 마모를 점검한다.
- 버킷엘리베이터의 피트는 완전 방수가 되는지 확인하고 누수로 인한 기계의 녹 발생을

점검 · 보수한다.

- 구동용 전동기 풀 리와 벨트 등에 분진을 청소하거나 보수 · 점검한다.
- 전동기의 회전방향이 정상인지 확인 · 점검한다.
- 베어링 마모로 인한 소음여부 및 버킷엘리베이터의 성능을 주기적으로 점검한다.

다. 벨트 컨베이어

- 반입구의 벨트 컨베이어 이송시 곡물이 넘치는 확인하여 문제가 발생했을 때에는 보완한다.
- 반입구에서 벨트 컨베이어의 곡물 이송용량이 적정한지 확인한다.
- 운반용 벨트 컨베이어의 검사는 치수, 품질, 재료 및 운반능력에 대하여 시행하고, 기준치와 차이를 검사하여 조치한다.
- 벨트 컨베이어용 롤러의 검사는 치수(벨트 컨베이어용 롤러의 설계기준), 품질, 재료(벨트 컨베이어용 롤러의 자재기준)에 대하여 시행하고, 기준치의 적합성을 확인한다.
- 구동 전동기의 과부하 및 거어오일 부족여부를 점검한다.
- 롤러의 유동성 및 마모를 점검 · 보수한다.
- 벨트의 처짐여부를 점검하고 처짐이 발생했을 때에는 수리 · 교체한다.
- 벨트 컨베이어용 풀리 검사는 다음의 방법으로 검사한다.
 - (1) 겉모양에 대하여는 육안으로 실시한다.
 - (2) 풀리 지름에 대하여는 둘레 길이의 측정에 의하여 실시해도 좋다. 다만, 이 경우 전체 나비에 대하여 3개소 이상 측정한다.
 - (3) 베어링 중심간 거리에 대하여는 풀리 바깥통 끝면과 베어링 중심과의 길이를 측정 한 값에 풀리나비를 가산해서 구한다.
 - (4) 바깥지름의 흔들림 : 바깥지름의 흔들림에 대하여는 전체 나비에 대하여 3개소 이상 측정한다.
 - (5) 검사는 풀리의 등급에 따라 각각 표 7-1의 항목에 대하여 실시하고, 벨트 컨베이어용 풀리의 겉모양 및 치수의 규정을 만족하는지 확인한다.

표 7-1. 컨베이어용 폴리 검사항목

폴리 등급	항 목
A	겉모양, 치수(폴리지름, 폴리나비, 바깥지름의 흔들림, 바깥지름의 차, 베어링 중심간 거리)
B	겉모양, 치수(폴리지름, 폴리나비, 베어링 중심간 거리)

라. 체인·스크루 컨베이어

- 벨트 컨베이어의 공급부에 설치된 집진장치의 집진성능을 점검·보수한다.
- 통로가 컨베이어와 교차하는 곳에는 컨베이어를 넘어다닐 수 있는 구름다리를 설치한다.
- 공급부 체인에 과도한 부하가 걸리는지 확인한다.
- 스크루 컨베이어의 덮개에는 곡물의 흐름을 관찰할 수 있는 투시창을 1개소 이상 설치하여 내부 상태를 점검·관리한다.
- 시설을 장기간 사용하지 않을 때 스크루 컨베이어가 설치된 장소에는 잔곡이 없는지 확인하여 청소하고 주기적으로 곰팡이 등을 점검하여 청결을 유지한다.
- 체인 컨베이어 스크레이퍼의 마모상태를 확인하고 마모시에는 교체한다.
- 체인 컨베이어 용접부의 접착상태를 확인하고 불량한 부분에 대해서는 보완한다.
- 체인 컨베이어의 축 변형 여부를 수시로 점검한다.

마. 슈트 및 기타 설비

- 슈트의 막힘 및 곡관 부분의 파손을 점검한다.
- 슈트의 마모나 막힘이 예상되는 곳에 점검·수리한다.

13. 집·배진시설

가. 집진장치 및 분진

- 공정별 집진상태를 점검·관리 보수한다.
- 분진이 발생하는 주요 장소에 정기적으로 분진측정을 대기환경오염 측정 대행업체에 의뢰하여 그 기록을 보존하고 시설의 보수를 알려준다.
- 집진실에서 분진이 외부로 누출되는지 확인하고, 분진이 누출될 때에는 필요한 조치를 취해야 한다.

- 집진관의 막힘 현상과 파손여부를 점검한다.
- 민원이 발생할 우려가 있는 지역은 관리를 철저히 해서 민원이 없도록 조치를 취해야 한다.

나. 대행업체 관련 사항

- 측정대행업의 등록 : 소음·진동의 자가측정업무를 대행하고자 하는 업체는 기술능력·시설 및 장비를 갖추어 환경부장관에게 등록하여야 한다.
- 측정대행업자가 갖추어야 할 시설·장비 등 : 법 제47조 제1항의 규정에 의하여 측정대행업의 등록을 하고자 하는 자가 갖추어야 할 기술능력·시설 및 장비에 관한 기준은 표 7-2와 같다.

표 7-2. 측정대행업자의 기술능력·시설 및 장비기준

기술능력(개정 92.8.8)	시설 및 장비	
	장비	사무실
1. 소음진동기사 1급 1명이상	1. 소음·진동공정시험방법에 의하여 소음을 측정할 수 있는 다음의 장비 가. 소음계 나. 소음도 기록계 다. 소음계 외부 교정기	측 40㎡이상
2. 소음진동기사 2급 1명이상	2. 측정업무용 소형차량 1대 이상	

1. 기술능력중 소음진동기사 1급은 기계분야기사·전기분야기사·소음진동기사 2급이상의 자격취득 후 해당분야에서 4년 이상 종사한 자로 대체할 수 있다.
2. 대기환경보전법 제23조 또는 수질환경보전법 제44조의 규정에 의한 측정대행업등록을 한 자의 경우에는 사무실 및 측정업무용 소형차량을 중복하여 갖추지 아니하여도 된다.

- 측정대행업의 등록기준 : 소음·진동 규제법 제47조 제1항의 규정에 의하여 측정대행업의 등록을 하고자 하는 자는 소정의 서류를 작성하여 제출하여야 한다.

14. 부산물처리시설

가. 일반사항

- 배출되는 부산물이 주변에 유출되어 미관을 해치는 일이 발생하지 않게 부산물 수집·이송 체계를 구축한다.

- 배출되는 부산물을 이송하는 사이클론 장치에서 대기를 오염시키는 일이 없도록 관계법령을 준수한다.

나. 왕겨처리시설

- 왕겨의 탄화, 또는 팽연화 시설은 가능한 부산물 시설과 떨어진 장소에 설치하여 화재를 방지할 수 있어야 한다.
- 왕겨탱크와 보관실은 외부에서 물량을 감지할 수 있는 투명창을 설치하고, 왕겨가 가득 찰 경우에는 적절한 조치를 해야한다.
- 왕겨 배출게이트에는 왕겨가 바람에 비산되는 것을 방지할 수 있도록 하단부에 천으로 된 길이 1m 정도의 슈트를 부착한다.
- 설치지역의 여건에 따라서 왕겨 재처리 시설을 구비하는 것이 바람직하며, 이 경우에는 왕겨가 재처리 시설까지 직접 이송되도록 한다.

다. 미강처리시설

- 겨는 여름철에 쉽게 산패하여 악취를 낼 수 있으므로 가능한한 2일 이내에 반출될 수 있어야 한다.
- 왕겨와 겨를 저장하는 탱크와 보관창고에는 빗물이 유입않도록 점검·관리한다.
- 겨 포집용 사이클론에는 겨가 쉽게 달라붙어 여러 가지 문제를 일으킬 수 있으므로 점검게이트를 수시로 점검·청소한다.

15. 전기·제어설비

가. 전기설비

1) 목적

- 전기공사를 안전하고 적정한 시공을 하게 함으로써 위해를 방지함을 목적으로 한다.

2) 전기공사의 시설관리

- 공사업자는 전기기술자가 전기공사의 시공관리를 하여야 된다.
- 공사업자는 전기공사의 규모별로 대통령령이 정하는 구분에 따른 전기기술자로 하여금 전기공사의 시공관리를 하게 하여야 한다.

3) 전기기술자 관련 사항

가) 책임 전기기술자의 현장배치

공사업자는 전기공사의 시공을 효율적으로 관리하게 하기 위하여 제18조 제2항의 전기기술자 중에서 책임전기기술자를 지정하여 전기공사의 현장에 배치하고, 이를 그 전기공사의 도급인에게 통지하여야 한다.

나) 전기기술자의 직무

전기기술자는 전기공사에 따른 위험 및 장애가 발생하지 아니하도록 이 법 및 기타의 법령에 적합하게 전기공사를 시공관리하여야 한다.

다) 전기기술자의 교육

○ RPC 사업주가 필요하다고 인정할 때에는 공사업에 종사하는 전기기술자에 대하여 보수교육을 실시할 수 있다.

○ RPC사업주는 보수교육을 한국전기공사협회 또는 전문기관에 위탁하여 실시할 수 있다.

보수교육의 통지를 받고도 정당한 사유 없이 보수교육을 받지 아니한 자에 대하여는 법 제18조의 규정에 의한 시공관리를 제한할 수 있다.

라) 전기기술자의 보수 교육계획

○ RPC사업주는 매년 전기기술자의 보수교육에 관한 교육계획을 수립하여 각 RPC에 통보한다.

4) 검사

○ 송전·변전·배전 또는 전기사용을 위하여 시설하는 기계·기구·전선로·보안통신선로 기타시설물의 기술기준을 규정함을 목적으로 한다.

가) 사용전검사

○ 전기설비의 설치 또는 변경공사를 하고자 할 때는 사전검사(통상산업부장관 또는 시·도지사)를 받아 합격한 후에 이를 사용하여야 한다.

○ 전기설비 검사자의 자격

(1) 국가기술자격법에 의한 당해분야 기술사자격을 취득한 자

- (2) 국가기술자격법에 의한 당해분야 기사1급자격을 취득한 자로서 동자격 취득 후 당해분야에 4년이상 실무경력이 있는 자
- (3) 국가기술자격법에 의한 당해분야 기사2급자격을 취득한 자로서 동자격취득 후 당해분야에 6년이상 실무경력이 있는 자
- 사용전검사의 대상이 되는 전기설비는 공사계획의 인가를 받거나 신고를 하고 설치 또는 변경공사를 하는 전기설비로 한다.
- 사용전 검사의 기준 및 방법은 다음의 구정에 따라 실시한다.
 - (1) 전기설비가 법 제31조 또는 법 제32조의 규정에 의한 공사계획 인가 또는 신고를 한 공사계획에 의하여 설비한다.
 - (2) 전기설비가 기술기준에 적합해야 한다.

나) 정기검사

- 전기사업자 및 자가용전기설비의 소유자 또는 점유자는 정기적으로 검사를 받아야 한다.

5) 배선검사 및 조정·시험

- 설계도서, 담당관이 승낙한 시공도 및 제작도에 준하고, 검사 및 조정·시험을 행한다.
- 검사는 다음 각항에 대해 시행한다.
 - (1) 배관배선류, 박스류와 기기의 외관, 치수 및 구조등
 - (2) 전선상호의 접속·분기, 절연의 방법, 전선과 기구와의 접속, 케이블의 단말처리와 전선의 내화내열처리등
 - (3) 배선의 부설위치, 부설방법, 기기의 설치위치와 설치방법 등
 - (4) 배선의 방화벽·슬래브 등의 관통부분에 대한 방화처리
 - (5) 강전류전선·수관·가스관 등과의 이격, 발열부의 이격 등
 - (6) 각종 도장, 방식처리의 상태, 접지 및 표시 등
 - (7) 시험방법과 시험결과
- 조정·시험은 공사완료후 다음 각호에 의해 행하고, 시험성적표를 담당관에게 제출한다. 특히, 소방법령에 의거한 시험은 소방기관이 정한 시험기준에 의해 시험하고, 법령으로 정해진 양식에 의해 시험결과 보고서를 작성하여 담당관에게 제출한다. 또, 기기 등 국가검정품목에 대해서는 합격증으로서 시험성적표에 대신할 수 있다.
 - (1) 절연저항시험은 원칙적으로 담당관의 입회를 받아 배선과 대지사이 및 교류 200V 전원부와 바깥상자 사이의 절연저항을 KS C1301(절연저항계(발전기식)) 또는, KS C1302

(절연저항계(전자식))에 적합한 500V(약전류 회로로된 부분은 250V) 절연저항측정기를 사용하여 측정하고, 1.5M Ω 이상임을 확인한다.

(2) 자동화재경보설비의 동작시험은 원칙적으로 담당관의 입회를 받고 아래에 적힌 각 호에 대해 실시하여 각 기기의 동작이 설계도서 및 관계법령 등에 나타난 기능을 만족하고, 성능·동작 모두 이상이 없음을 인식하여야 한다.

- ① 수신기의 각종 스위치 작동과 각종 표시시험
- ② 수신기와 감지기 및 발신기와의 종합작동시험
- ③ 회로도통시험
- ④ 예비전원·비상전원시험
- ⑤ 감지기의 화재동작·가열·가연시험
- ⑥ 음향장치의 공명·음량시험
- ⑦ 부속장치시험

- 비상통보기의 동작시험은 자동화재경보설비에 준하는 외에 발보시험(發報試驗)을 행한다.
- 방화·방배연장치 제어기기의 동작시험은 자동화재경보설비에 준하는 외에 제어스위치의 조작에 의한 원격제어시험 및 연동작동시험을 행한다.
- 필요에 따라 다른공사와의 관련시험을 행한다.

나. 제어 설비

- 주요공정의 댐퍼와 게이트의 개폐, 슈트의 절환, 전동기의 작동 등은 원격제어하되 중앙 집중 제어실에서 집중제어 가능여부를 검사한다.
- 높은 곳이나 위험 장소에 위치한 댐퍼와 게이트의 개폐, 슈트의절환, 전동기의 작동 등은 안전하고 효율적으로 조작할 수 있는 위치에서 원격제어가 되는지 검사한다.
- 집중제어 장치에는 각 공정의 주요 기계설비의 운전상황을 명확하게 표시되었는가를 확인한다.
- 제어반에서는 다음 사항을 점검한다.
 - (1) 각 기계설비의 동작, 정지 및 과부하의 표시
 - (2) 댐퍼, 게이트·슈트의 절환 방향 표시
 - (3) 공정의 진행상황 표시
 - (4) 지시 및 기록에 의한 곡물빈 내의 곡은 표시
 - (5) 지시계에 의한 열풍의 온도 표시

- (6) 지시계에 의한 모터의 부하상태 표시
- (7) 저장빈의 곡물의 입고상태를 파악할 수 있는 레벨표시
- (8) 전류량을 디지털 또는 아날로그 방식으로 표시하는 전류계 작동여부
- 중앙제어 패널은 먼지나 이물질 등이 침투했을 때에는 청소를 실시한다.
- 집중제어 장치에는 다음 사항을 확인·점검한다.
 - (1) 각종 스위치, 레버, 밸브, 핸들 등이 어느 기기의 조작부에 속하는 것인지를 표시되어 있는가를 확인한다.
 - (2) 스위치, 레버, 밸브, 핸들 등의 조작이 정상적으로 작동되는지를 검사한다.
 - (3) 반입·건조·정선, 곡물빈 내의 곡물 순환, 가공 및 출하 등 각 주요공정에서 운전조작 순서를 표시여부를 확인한다.
- 사고방지를 위해 주요공정마다 인터-록 기구에 의해 자동적으로 작동중인 기계설비의 전원이 연결되고 차단되었는지를 확인한다.
- 기계설비 중 현장에 비상용 정지 스위치를 설치할 경우, 중앙집중제어보다는 현장조작을 우선으로하는 인터-록을 설치하고, 현장에서의 조작내용이 제어반에 표시되었는지 확인한다.
- 집중제어 장치의 조작반은 감시, 조작, 청소, 점검을 실시한다.
- 쥐의 침입으로 인하여 전선을 손상시켜 누전 또는 합선이 발생하지 않도록 조치한다.

다. 보수관리

- 시설의 제성능을 효과적으로 유지하기 위하여 일상의 보수관리를 철저히 한다.
- 시설은 사용하지 않을 때에도 보수관리를 태만히 해서는 안된다.
- 시설의 내구성을 저하시키는 자연현상(적설, 강풍, 호우, 지진 등)에 순응하면서 보수관리를 충분하게 해야 한다.

16. 건축 관련 사항

- 건축은 기계설비를 위한 것이므로 설계와 시공 전에 반드시 기술협의를 해야 한다.
- 내외부에 지하통로를 설치할 경우에는 완전한 방수가 되도록 한다.
- 건축물에는 소화방법이 정하는 바에 따라서 소화설비를 갖추어야 한다.

가. 방청공사

- 도료는 상표를 완전히 보존된 상태와 개봉하지 않은 상태로 현장까지 반입하고, KS 마크, 규격번호, 규격명칭 및 종별·극독물의 표시·포장번호 또는 제조년·월·일 및 수량에 대해서 확인한다.
- 도장공정, 각 단계의 공법 및 주요한 도장용 기재에 대해서 미리 준비해 둔다.
- 각 공정별 도장면의 상태, 도장재료 및 도장방법 등에 대한 검사를 실시한다.
- 녹, 스케일, 유해한 부착물 등을 제거한다. 그 정도는 표 7-3, 7-4을 표준으로 한다.

표 7-3. 표면청소의 정도

공정		정 도	
		I	II
철부면	더러운 부착물 제거	스크레이퍼, 와이어브러시 등으로 제거한다.	
	유류제거	휘발유 분무, 슛돌로 갈고 물로 씻음, 약알카리성 가열처리, 온수로 세척	휘발유 분무
	녹 제거	비고의 B에 의한다.	비고의 C에 의한다.
아연도금면	도금후 1개월이상 문밖에 놓았던 경우	더러운 부착물을 와이어브러시, 샌드페이퍼 등으로 제거하고, 물로 씻는다. 유지문은 휘발유 등으로 닦아낸다.	
	도금면이 새거인 경우	기타 금속 밀바탕처리용 프라이머 KS M5337을 1회 바른다.	

표 7-4. 표면청소

표면청소의 정도	표면청소의 상태	공구·기타
A 1종 계렌	밀스케일 및 녹은 완전히 제거하고 째 째한 금속표면으로 한다.	쇼트브라스트, 샌드블라스트, 화학약품
B 2종 계렌	완전히 부착한 밀스케일은 남지만, 그 이외의 불안정한 밀스케일, 녹은 제거한다.	디스크샌더, 튜브클리너스크이프
C 3종 계렌	와이어브러시 등으로 들떠있는 녹과 밀스케일은 제거한다.	스크레이퍼, 와이어브러시

- 도장량은 표준량에 따르고, 칠하고 남는 것, 불어 남는 것(불어서 칠하는 경우), 멍치는 것, 얼룩, 흘리는 것, 거품, 점 등의 결점이 발생하지 않도록 균등히 도장한다.
- 도장면에 오염, 손상을 주지 않도록 주의하고, 또 도장부분의 주변 등에는 필요에 따라

서 미리 적당한 양생을 실시한다.

- 도장의 방법은 시설이 요구하는 조건에 따라 표 7-5, 7-6까지 선택한다.
- 1회째의 녹방지 도료의 도장은 가공장에서 조립전에 행하는 것을 원칙으로 하고, 화학 처리를 하지 않는 것에 대해서는 녹을 제거한 직후에 행한다.
- 현장에 반입 후, 도막에 손상이 있는 부분은 즉시 부수해서 둔다.
- 2회 째의 녹방지 도료의 도장은 현장에 있어서 조립한 후, 또는 조립완성에서 용접 등이 완료된 후에 한다. 용접장소는 부착물을 제거하고, 녹방지 도료를 2회한다. 단, 조립한 후 도장이 불가능한 부분 또는 볼트집합으로 겹치는 부분은 조립전에 도장한다.

표 7-5. 철부면 1종도장

공 정	도 료 명	도 포 량 (kg/m ² /회)	도장간격 시간	도장 회수	비 고
1. 표면청소	표 7-3의 I				공 장
2. 밑바탕 도 장	일반용 녹방지 페인트(JIS K5621 1종)	0.14~0.17	48	2	공장 1회 현지 1회
3. 재도장	합성수지조합 페인트(KS M5321)	0.13~0.15	24	1	"
4. 마무리 도 장	"	0.12~0.14		1	

표 7-6. 철부면 2종도장

공 정	도 료 명	도 포 량 (kg/m ² /회)	도장간격 시간	도장 회수	비 고
1. 표면청소	표 7-3의 II				공 장
2. 밑바탕 도장	일반용 녹방지 페인트(JIS K5621 1종)	0.14~0.17	48	2	공장 1회 현지 1회
3. 재도장	유성조합 페인트 (KS M5965)	0.13~0.15	24	1	"
4. 마무리 도장	"	0.12~0.14		1	

나. 고력볼트

1) 고력볼트의 취급

- 볼트의 제품은 KS B 1010에 규정된 『표시』에 의한 세트의 조합 그대로의 것으로 하고 사용상의 혼동을 피한다.

○ 제품의 운반, 저장, 기타의 부착물로 부터의 접촉을 방지한다.

2) 고력볼트 조립

○ 접합부재는 그 접촉면이 밀착하도록 특히 유의하고, 처짐, 휘어짐, 굽힘은 반드시 교정해서 둔다.

○ 마찰면의 처리 : 마찰접합에서 마찰력이 발생하는 접촉면(마찰면)은 조립에 앞서서, 먼지, 티끌, 기름, 도료, 그 밖의 마찰력을 절감시키는 것은 제거해야 한다.

3) 고력볼트의 조임

○ 볼트머리 및 너트밀에 와샤를 1장씩 끼우고 너트를 조여서 볼트를 조인다. 단, 다시 풀 필요가 없을 때는 볼트머리를 조여줄 수도 있다.

○ 볼트머리 또는 너트밀면과 접합부재와의 접촉이 1/20이상 기울어져 있는 경우는 이에 해당하는 와샤를 사용한다.

○ 조임에 있어서는 표 7-10에 표시하는 표준볼트장력이 얻어질 수 있도록 잘 점검 정비된 기구를 사용해서 신중히 행한다.

표 7-7. 볼트장력(t)

세트의 종류	호 칭	표준볼트의 장력
F 8 T	M 16	9.37
	M 20	14.6
	M 22	18.2
	M 24	21.1
F 10 T	M 16	11.7
	M 20	18.2
	M 22	22.6
	M 24	26.2

○ 여러 볼트의 조임은 모든 볼트가 유효하게 움직일 수 있도록 하고, 처음에는 표준볼트 장력의 70%정도로 전 볼트를 조이고, 다음 2회째에 완전히 조여서 표준볼트 장력이 얻어질 수 있도록 한다.

4) 고력볼트의 조임검사

○ 조임이 완료된 볼트는 그 조임력을 확인한다

○ 검사에 사용하는 계기는 늘 정비점검을 해둔다.

○ 검사의 결과 조임력이 불합격인 경우는 보정한다.

다. 용접

- 이하의 각 항은 주로 수동아크용접을 대상으로 한다. 본 공사에 대한 청부자는 철골공사에 대한 경험과 외용접공사에 대해서도 충분한 지식과 경험을 가지고 있고, 더욱이 작업원을 지휘하는 지도원을 두고, 공장 및 현장작업을 수행할 수 있도록 한다.
- 용접공은 양호한 용접을 할 수 있는 기량을 가지고 있는 자로 한다.
- 맞붙임에 대해서는 그의 구조, 용접형식 및 용접순서로부터 추정된 변형을 되도록 근소하게 하고, 더욱이 용접완료후의 구조물의 형상을 정확히 하기 위해, 필요에 따라서 역처짐 또는 적당한 구속법을 준비하도록 한다.
- 부재를 정확히 유지하도록 적당한 임시고정 또는 임시부착용접을 한다. 임시부착용접은 최소한도로 고정하고, 본용접의 일부가 되는 경우는 결함이 없는 용접으로 한다.
- 모재의 용접면은 용접에 앞서서 슬러그, 수분, 먼지, 녹, 기름, 도료 등 기타의 불순물을 유념해서 청소한다. 단, 튼튼한 와이어브러시로도 청소가 안되는 밀스케일은 그대로 좋다. 보일유의 얇은 층은 제거하지 않아도 된다.
- 용접설비는 누전 또는 전기충격 등의 위험이 없고, 용접금속 등의 낙하 또는 아크에 의한 화재에 방호설비를 충분히 하고, 더욱이 아크광에 의한 피해가 없도록 강구책을 준비한다.
- 용접부는 필요에 따라 다음의 각 공정에 대해서 검사하는 것으로 한다.
 - (1) 용접착수전
 - (2) 용접작업중
 - (3) 용접완료후
- 용접 완료시에는 다음의 사항에 대해서 확인한다.
 - (1) 용접부의 표면에 슬래그가 확실하게 제거되었는지 확인한다.
 - (2) 용접부를 관찰하고 덧붙임 등에 결함여부를 확인한다.
 - (3) 용접금속 및 크기 모양을 측정한다.
 - (4) 공사현장 용접을 시행하는 부분에는 심한 녹이 발생할 염려가 있는 부분은 적절한 방청처리 한다.

VIII. 안전설비기준

1. 목적

미곡종합처리장에서의 작업안전을 확보하고 시설 주변의 환경을 보전하기 위하여 갖추어야 할 각종 시설물과 기계설비 등의 기준을 제시한다.

2. 구조

가. 시설물

- 건물과 곡물 빈(저장건조빈, 저장빈)은 건축 및 시설물에 관한 법령이 정하는 바에 따른다.
- 건물과 곡물 빈은 부등침하를 방지하기 위해 구조적으로 직접 접속되지 않도록 설치한다.

나. 기계설비

- 모든 기계설비는 자중·적재하중·작용력·진동·충격 등에 대하여 안전한 구조이어야 한다.
- 큰 하중이나 외력이 작용하는 기계설비는 기초를 독립적으로 설계하는 것을 원칙으로 한다.
- 건물 또는 곡물 빈에서 외부로 노출되는 기계설비는 녹슬거나 부식되는 것을 방지하기 위한 조치를 취해야 하며, 특히 송풍기는 사용하지 않을 경우 덮개를 설치하여 빗물이 유입되지 않게 한다.

3. 배치

가. 전체계획

- 시설은 지형·주위 환경·외관·안전성·공해 발생·편리성 등을 종합적으로 고려하여 배치한다.
- 전체적인 배치는 차량 등이 안전하게 출입할 수 있도록 주변 도로와의 관계를 고려한다.

나. 배치상의 유의점

- 건물과 옥외에 설치되는 시설물(곡물 빈)은 분리하여 설치한다.

- 건조기·버너·연료탱크의 바로 위에는 계단을 설치하지 않는다.
- 중앙집중 제어실은 주요 기계설비의 운전상황을 직접 감시할 수 있고 분진과 배기가 유입되지 않는 곳에 배치한다.
- 주전시설(변전설비)은 외부에 설치하되 분진이 없는 곳에 배치한다.
- 조작중 각종 기계설비의 감시, 조작과 유지관리를 효과적이고 안전하게 할 수 있도록 작업동선을 고려한 작업통로를 확보한다.
- 모든 기계설비는 접근이 용이하고 수리에 필요한 공간을 확보한다.
- 반입구와 출구는 물량 반출과 차량 운행에 안전한 충분한 공간을 확보한다.

다. 통로와 발판

- 시설 내외부의 작업장으로 용이하게 이동할 수 있는 작업통로를 설치하여 운전자의 안전은 물론 작업의 효율성을 제고한다.
- 통로에는 정상 통행이 방해받지 않을 정도의 채광과 조명 대책을 강구하며 안전 난간을 설치한다.
- 바닥면에는 각종 배관 때문에 넘어지는 위험이 없도록 하고, 배관은 작업자에게 불편을 주지 않는 높이로 설치한다.
- 통로와 발판은 무늬 강판 또는 두께 4.5mm이상의 메트리스 편을 이용한다.
- 기계설비의 조작부위가 작업자의 키 보다 높게 설치될 경우에는 적당한 높이의 발판을 설치한다.
- 기계설비의 높이가 1.5mm 이상인 곳에서는 작업자가 안전하게 오르내릴 수 있는 설비를 해야한다.

4. 재해·공해 방지설비

가. 소방설비

- 소방설비는 관련 소방법령에서 정하는 바에 따른다.
- 비상시 안전하게 밖으로 대피할 수 있도록 비상 출입구를 설치한다.
- 출입구와 통로에는 '비상구'라고 표시한다.

나. 낙뢰 방지 시설

- 낙뢰방지 시설은 건축 관련 법령에서 정하는 바에 따른다.

다. 방호 시설

○ 미곡종합처리장의 다음 각 부분에는 추락 또는 빠질 위험에 대비해서 난간 또는 손잡이를 설치한다.

- (1) 작업통로 및 계단
- (2) 곡물빈의 지붕
- (3) 기타 추락 위험이 있는 곳

○ 기계설비의 다음 각 부분에는 작업자의 몸이나 옷이 접촉되는 위험을 방지하기 위하여 안전설비를 갖춘다.

- (1) 축과 축 이음
- (2) 벨트와 벨트 풀리
- (3) 체인과 스프로킷
- (4) 각종 구동기어
- (5) 각종 동력전달 부분
- (6) 송풍기의 날개
- (7) 인체에 손상을 줄 위험이 있는 예리한 부분 및 돌기 부분
- (8) 버너 장치
- (9) 감전의 위험이 있는 부분
- (10) 기타 접촉이나 접근시에 다칠 위험이 있는 부분

1) 정지 또는 동력차단 장치

○ 각각의 기계설비 마다 작업자가 신속히 작동을 정지시킬 수 있는 위치에 정지 또는 동력차단 장치를 설치한다.

○ 정지 또는 동력차단 장치는 조작이 간단하고 확실하여야 하며, 일단 정지된 이후에는 작업자가 재조작을 하는 경우를 제외하고는 스스로 작동되어서는 안된다.

2) 방진·집진·환기·배기 설비

○ 건조기·버너·연료탱크·곡물 빈등의 주변에는 인화성 증기·가연성가스·가연성 분진 등에 의한 폭발, 또는 화재가 발생할 염려가 있으므로 이를 방지하기 위한 통풍·환기·집진 등의 설비를 한다.

○ 왕겨처리시설 등 먼지가 많이 발생하는 기계설비에 대하여는 작업자와 인근 주민의 건

강을 해치지 않도록 먼지 발생을 경감하거나 제거하는 설비를 한다. 먼지의 발생은 대기 오염방지 관련 법령에서 정하는 기준치 이하이어야 한다.

○ 왕겨·지푸라기·분진등의 비산을 방지하는 장치를 설치한다.

3) 소음과 진동방지 설비

○ 송풍기와 버너 등, 소음이 많은 기계 또는 설비에 대하여는 작업자와 인근 주민의 건강을 해치지 않도록 소음의 발생을 경감 또는 차단하는 장치를 한다. 작업장의 소음강도는 90dB 이하, 시설 밖의 소음강도는 소음방지 관계법령에서 정하는 기준치 이하이어야 한다.

○ 진동이 심한 기계에는 다른 기계설비나 바닥으로 진동이 전파되지 않도록 방진 조치를 해야 한다.

4) 채광과 조명

○ 시설 내에는 적절한 조도의 채광 설비와 조명 설비를 갖추어야 한다.

○ 안전상 필요한 곳에는 정전시 사용할 수 있는 휴대용 조명기구를 비치한다.

5) 위험·출입금지 장소의 표시

○ 추락·미끄러짐·화재·폭발·산소 결핍·붕괴·기계설비와의 접촉·화재·감전·통행 및 작업차량에 의한 위험, 또는 기타 위험 장소에는 보기 쉬운 위치에 '위험'표시를 한다.

○ 다음 시설에는 보기 쉬운 위치에 '출입 금지' 표시를 한다.

(1) 수변전실

(2) 연료 저장고

(3) 감시 조작실

(4) 대형 송풍기실

(5) 곡물 빈

(6) 기타 관리상 위험이 있는 곳

○ 위험을 표시하는 표식의 색깔은 한국공업규격에 따르되, 안전을 위한 색채 관리를 하는 것이 바람직하다.

○ 안전관리상 필요한 곳에는 작업통로의 구분, 차량의 진입과 후퇴 방향, 정지선 등의 표시를 하는 것이 바람직하다.

6) 보호 용구

- 비상 사태의 발생을 대비하여 각종 보호구·비상 조명기구·통신 기구·비상용 표시판 등을 구비하고 항상 쓸 수 있는 상태로 관리한다.
- 보호구로서 안전 헬멧·작업복·작업화·작업용 장갑·방진 안경·산소 마스크 등을 구비한다.
- 비상용으로 휴대용 조명기구를 구비한다.
- 비상용으로 호루라기와 메가폰을 구비하고, 옥외 곡물 빈이 있는 시설에서는 확성기·전화·인터폰 등을 구비한다.
- 비상용 표시로서는 '작업중'·'점검중'·'정비중'·'수리중'·'출입금지' 등을 표시하는 표시판이나 안내판을 구비한다.

5. 후생설비

가. 휴게실

- 작업자가 휴식이나 야간에 수면을 취할 필요가 있는 경우를 대비하여 적절한 휴게실을 마련하고 침구를 구비한다.
- 세면 및 샤워 시설을 구비하는 것이 바람직하다.

1) 구급 용구

- 부상자 치료에 필요한 구급용구와 재료를 구비하고 비치 장소와 사용법을 주지시켜 놓는다.
- 구급용구와 재료는 적어도 다음 품목을 갖추고 청결하게 보관한다.
 - (1) 붕대, 가위, 핀셋 등
 - (2) 화상약, 안약, 소독약 등

6. 반입공정설비

가. 반입구 및 반입 호퍼

- 반입구 주변은 콘크리트 바닥으로 하고, 빗물이 유입되지 않도록 적당한 구배를 둔다.
- 반입구에는 비가림 시설을 하고 곡립·지푸라기·분진 등이 날리지 않도록 지붕과 칸막이를 설치한다.

- 반입 호퍼에는 원칙적으로 작업자가 들어가 수리와 점검이 가능한 피트를 설치하고 피트에는 물이 고이지 않도록 한다.
- 반입구 주위에는 차량이 용이하게 출입할 수 있도록 최소 7m 폭의 통로를 계획한다.

나. 기타

- 트럭 계량기는 반입 차량이 안전하고 편리하게 출입할 수 있는 위치에 배치한다.
- 트럭 계량기의 계량대는 턱이 높지 않게 하여 차량 진입이 쉽도록 하고, 노면은 포장한다.

7. 건조공정설비

가. 건조기와 건조시설

- 건조기 또는 건조시설(이하 건조기로 총칭함)은 외면과 내면 등을 불연성 재료로 한다.
- 건조기의 열원이 화염인 경우에는 화염이나 불뚱으로 인화되지 구조로 한다.
- 건조기에는 내부 온도를 수시로 측정할 수 있는 장치와 내부 온도를 안전한 범위로 조정할 수 있는 장치를 설치한다.
- 건조기에 부착된 전기 배선과 개폐기는 전용으로 설치하여야 하며, 건조기 본체와 전기 기계 기구는 제 3종 접지 공사를 한다.
- 운전중 곡립·지푸라기·분진 등이 날리지 않는 구조이어야 한다.
- 건조과정에서 발생된 배기와 분진을 안전한 장소로 배출할 수 있어야 하며, 이를 경감하거나 제거하는 장치를 설비하는 것이 바람직하다.
- 건조기의 원료 버 공급부와 배출부는 곡립·지푸라기·분진 등이 날리지 않는 구조로 한다.
- 청소와 보수점검을 안전하게 할 수 있는 구조로 하고, 이를 위해 적합한 출입구와 작업대, 그리고 추락 방지 보호구를 설치하여야 한다.
- 건조중의 곡물을 안전하게 채취할 수 있는 시료 채취구를 설치한다.
- 게이트와 로터리 밸브 등은 수리가 용이한 구조로 설치하도록 한다.

나. 열풍 송풍기

- 송풍기 날개와 송풍기 벨트는 작업자의 몸 또는 의복이 접촉되어 빨려들거나 말려들지 않도록 충분히 철망으로 방호하여야 한다.

- 기계 및 닥트에 고온 부분이 있는 경우에는 화재 발생이 없도록 가연성 물질과 거리를 유지하고, 화상을 입지 않도록 방호하여야 한다.

다. 버너

- 버너 주변에는 가연성 물질을 놓지 않는다.
- 버너 점화와 연소 상태를 확인할 수 있는 구조이어야 한다.
- 버너와 닥트면에 사람이 접촉할 가능성이 있는 고온 부분에는 단열재로 피복하거나 울타리를 설치하고, 경고 표시를 한다.
- 연료의 배관은 견고하고, 내열성이 있어야 하며, 사용중에 기름이 새지 않도록 설치한다.
- 버너에는 '화기주의' 등의 경고문 표시를 해야 한다.
- 정전시에 자동으로 작동되는 연료 차단 장치를 설치한다.
- 화재 경보장치를 설비하는 것이 바람직하다.

라. 연료 탱크와 배관

- 연료 탱크는 소방 및 전기 관계 법령에 따라 설치하고 필요한 장비를 갖추어야 한다.
- 밸브와 배관용 파이프는 KS 규격 또는 이와 동등 이상의 재료를 사용해야 한다.
- 파이프의 각종 연결부위는 테프론 테이프를 사용하여 연료가 누출되지 않도록 설치한다.
- 연료 탱크는 공장 외부에 설치하고, 탱크용량이 950 l 이상인 경우에는 허가지침에 따른다.
- 연료 탱크는 원통을 횡으로 설치하고, 액면계·통기구·주입구·배유구를 설치한다.
- 연료 탱크에는 주 밸브를 설치하고 연료를 사용하는 각종 장치에는 중간 밸브를 설치하여 안전을 유지토록 한다.
- 밸브와 배관용 파이프는 KS 규격 또는 이와 동등 이상의 재료를 사용하여야 한다.
- 파이프의 각종 연결부위는 테프론 테이프를 사용하여 연료가 누출되지 않도록 시공한다.

마. 공기 배관 및 압축기

- 공기청정기·오일 분리장치·물 분리장치·압력 조정 밸브를 설치하여야 한다.
- 솔리노이드 밸브와 공기 실린더는 최소한의 거리를 유지하고 연결은 고압 호스로 한다.
(고압 호스는 철제 피막 처리용)
- 기계의 진동으로 공기 배관이 변형되지 않도록 고정대 또는 받침대를 설치한다.
- 배관은 규격품을 사용하고 질소 가스 압력 시험은 16kg/cm²인 조건에서 실시한다.

- 압력의 손실을 최소화할 수 있도록 배관은 곧게 하고, 단위 기계설비의 청소를 위한 분지배관을 한다.
- 솔리노이드는 소음방지를 위하여 배출부에 머플러를 설치하고, 라인은 약간의 경사를 주고, 배수통로를 둔다.
- 공기배관은 흰색 관을 사용하고 페인트로 2회 도장한다.
- 건조저장부·집진부·가공부·포장부에서 압축공기가 필요하므로 적정대수의 압축기를 서로 연계하여 배관한다.
- 공기 압축기는 온도조절 장치가 부착되고, 기계의 이상시 주 전동기가 자동으로 멈추게 하여야 한다.
- 공기 압축기는 안전밸브를 내장하여 제어장치의 고장에 따른 압력 상승에 대비할 수 있어야 한다.
- 최저 충전압력 밸브를 내장하여 저압에서의 공기토출을 막을 수 있도록 하여야 한다.
- 공기배관은 방향 선택이 가능한 밸브를 사용하여 공기의 역류를 방지할 수 있어야 한다.
- 공기 압축실은 외부의 신선한 공기가 유입될 수 있는 창로를 설치하고 발생하는 물을 배출할 수 있는 배관을 설치한다.
- 오일 분리장치는 2중 분리형을 사용하고, 압축된 공기에서의 오일 잔량은 2ppm 이하로 한다.
- 색채선별기에 사용되는 압축공기는 3단 이상의 필터를 사용하여 오일을 제거토록 한다.

8. 저장공정설비

가. 저장건조 빈

- 투입과 배출시에 곡립·지푸라기·분진 등이 날리지 않는 구조로 한다.
- 곡물 레벨계와 곡온센서를 설치하며, 위험시 경보음을 발생토록 한다.
- 점검과 청소를 위한 사다리 및 추락방지를 위한 안전 난간대를 설치하여야 한다.

나. 옥외 곡물빈

- 빈의 지붕에는 추락 방지용 울타리를 설치한다.
- 투입구와 배출구는 곡립과 분진이 날리지 않는 구조로 한다.
- 혼중할 때 기밀성이 유지되고, 배기가 잘 이루어지는 구조로 한다.
- 청소·보수·점검을 위한 맨홀(뚜껑)을 설치하도록 한다.

- 빈 상부의 댐퍼 게이트와 기타 주요 부분은 중앙집중 제어실에서 원격 제어할 수 있어야 한다.

9. 정선 · 선별 공정설비

- 진동과 분진이 발생하는 설비에는 방진과 집진 장치를 설치한다.
- 청소와 보수를 위한 발판과 공간을 충분히 확보한다.

가. 가공 공정 설비

1) 단위 기계 설비

- 종합정선기에서 곡물이 집진관으로 배출되지 않도록 조절기능을 갖춘다.
- 종합석받기에서 이물질이 외부로 날리지 않도록 커버를 설치한다.
- 석발 부분에 벼와 현미가 함께 배출되지 않도록 조절이 가능토록 한다.
- 현미기 밖으로 왕겨와 분진 등이 날리지 않는 구조로 설치한다.
- 왕겨풍구와 배관에서 왕겨나 분진 등이 외부로 유출되지 않도록 한다.
- 현미분리기 상판에서 현미가 낙곡되는 것을 방지하여야 한다.
- 현미분리기의 보조 탱크에 원료가 부족하면 자동으로 정지되도록 한다.
- 입선별기에서 이물질과 분진이 외부로 유출되지 않도록 한다.
- 현미 석받기에서 현미가 들과 함께 배출되지 않게 조절기능을 갖춘다.
- 연삭식 정미기에서 분진이 유출되지 않아야 한다.
- 연삭식 정미기는 내부 부품 교환이 용이한 위치에 설치토록 한다.
- 습식 연미기를 설치할 경우 물통은 오염되지 않는 물이 공급될 수 있고, 내부의 청소가 용이한 구조이어야 한다.
- 포장기계의 회전부와 동력전달부에 작업자의 몸이나 의복이 접촉하여 상해를 입을 염려가 있으므로 이에 대비한 방호설비를 설치한다.
- 계량기와 포장기는 외부의 진동에 영향을 받지 않도록 설치하고, 비상시 안전하고 신속하게 정지시킬수 있어야 한다.

2) 공정간 이송 설비

가) 버킷엘리베이터

- 모든 플랜지의 볼트 구멍은 서로 오차가 없도록 시공한다.

- 배출구에는 이송물이 분리되는 역류방지용 스크레이퍼를 설치하고 배출량을 조절할 수 있도록 한다.
- 상하 조절용 슬라이드 판은 절삭가공으로 정확히 제작하여야 하며, 수리를 위한 분해가 쉽도록 한다.
- 드럼 풀리는 디스크형은 환봉과 철판을 이용하고, 일반형은 주물 또는 철판을 가공하여 제작하며, 회전 균형을 맞추어야 한다.
- 버킷엘리베이터는 수직으로 설치되었는지를 확인하고, 전동기를 확실하게 고정하여야 한다.
- 바닥은 앵커 볼트로 고정하고 운전중에 점검창이 열리지 않아야 한다.
- 버킷이 떨어지지 않게 대형은 3개 소형은 2개의 볼트로 고정토록 한다.
- 버킷엘리베이터가 설치되는 피트는 운전자가 점검할 수 있는 공간을 확보해야 한다.
- 버킷엘리베이터를 다른 기계설비와 함께 고정하지 않도록 한다.
- 엘리베이터 상부에는 청소구를 설치하고, 청소와 보수 점검을 위하여 발판과 같은 작업대를 설치한다.
- 건조기와 곡물 빈의 투입용 버킷엘리베이터 상부는 막힘 현상이 생기지 않는 구조로 한다.
- 구동용 전동기 풀리와 벨트 등을 청소하거나 보수 점검할 때 접근이 용이한 사다리나 계단, 또는 통로를 설치한다.
- 마모가 쉬운 투입구와 배출구는 교환과 보수가 용이한 구조로 한다.
- 투입과 배출 슈트는 곡립과 분진이 유출되지 않는 구조이어야 한다.

나) 벨트 · 체인 · 스크루 컨베이어

- 벨트 컨베이어의 공급부에는 곡립과 분진 등이 날리지 않도록 덮개를 설치하고, 분진이 발생되는 곳에는 집진 장치를 설치한다.
- 통로가 컨베이어와 교차하는 곳에는 컨베이어를 넘어다닐 수 있는 구름다리를 설치한다.
- 스크레이퍼는 합성수지 제품을 사용한다.
- 스크루 컨베이어의 공급부의 스크루 날개는 바이 피치(by pitch)로 하고, 공급부 끝단까지는 정 피치가 되도록 제작하여야 한다.
- 체인 컨베이어와 스크루 컨베이어의 공급구에는 곡립과 분진 등이 날리지 않도록 슈트를 연결 한다.
- 밀폐형으로 할 때는 운전중에 운전 상황을 확인할 수 있는 점검구를 설치하여 항상 관

찰한다.

- 청소와 부수 점검을 위해 접근용 사다리와 통로를 설치하고, 발판과 같은 작업대를 설치한다.

다) 슈트 및 기타 설비

- 진동이 심한 기계와 슈트와의 연결부위는 반드시 신축성이 큰 고무로 연결하고 조인트는 강철 밴드로 묶는다.
- 반송기계와 단위 기계에는 공급부와 배출부를 별도로 제작하여 슈트와 연결한다.
- 슈트의 주요 부분은 마모가 적은 재료로 사용하고 막힘 현상이 없는 구조로 하며, 슈트는 수리가 용이한 구조로 한다.
- 슈트의 마모나 막힘이 예상되는 곳에는 수리를 위해 발판 등의 작업대를 설치한다.
- 슈트를 수리할 때, 분해된 슈트가 움직이지 않게 고정하는 장치를 설치한다.
- 조절판과 게이트의 조작 부분에는 조작방법을 명료하게 표시한다.

10. 전기 · 제어설비

가. 전기설비 일반

- 전기설비의 재료는 KS 또는 동등 이상의 품질을 사용하고, 설치는 관련 법규에 준하여 설치한다.

나. 감전 방지조치

- 전기의 충전 부분은 접촉과 접근시에 감전의 위험이 있으므로 감전을 방지하기 위한 울타리나 절연 덮개를 설치한다.
- 이동용 전선에 접속하여 사용하는 휴대용 전등에는 접촉에 의한 감전과 전구의 파손 위험이 없도록 안전 덮개를 부착한다.

다. 소화 설비

- 관계법령에 따라 시설에 적절한 종류와 수량의 소화설비를 갖춘다.

라. 제어설비

1) 원격제어 장치

- 높은 곳이나 위험 장소에 위치한 댐퍼와 게이트의 개폐·슈트의 절환·전동기의 작동 등은 안전하고 효율적으로 조작할 수 있는 위치에서 원격제어할 수 있어야 한다.

2) 배선과 배관

- 원격제어 장치의 배선과 배관은 견고하게 설치하고, 배선과 배관의 용도를 구분하여 요소마다 표시를 한다.
- 원격제어 또는 계측 장치의 배선과 배관은 동력용 배선과는 분리하여 설치하고, 쥐의 침입을 방지하는 대책을 강구한다.

3) 접근용 통로

- 원격 조작용 전자 밸브와 공기 실린더 등의 보수 점검을 위해 접근용 사다리나 통로를 설치하고, 발판과 같은 작업대를 설치한다.

4) 공기 압축기의 배치

- 원격 조작용의 공기 압축기는 분진이 적은 곳에 설치하고, 적절한 성능의 공기 여과기를 비치한다.

11. 부산물처리설비

- 배출되는 부산물이 주변에 유출되어 미관을 해치는 일이 발생하지 않게 부산물 수집, 이송 체계를 구축한다.
- 배출되는 부산물을 이송하는 사이클론 장치에서 대기를 오염시키는 일이 없도록 관계 법령을 준수한다.
- 왕겨의 탄화, 또는 팽연화 시설은 가능한 부산물 시설과 떨어진 장소에 설치하여 화재를 방지할 수 있어야 한다.
- 겨는 여름철에 쉽게 산패하여 악취를 낼수 있으므로 가능한 2일 이내에 반출될 수 있어야 한다.
- 왕겨와 겨를 저장하는 탱크와 보관 창고에는 빗물이 유입되지 않아야 한다.
- 겨 포집용 사이클론에는 쉽게 겨가 달라 붙어 여러 가지 문제를 일으킬 수 있으므로 이를 용이하게 제거할 수 있는 게이트를 설치한다.

12. 안전색 및 안전표지

가. 목적

- 안전색 및 안전 표지의 목적은 안전 및 건강에 영향을 미치는 대상물 및 장소에 신속하게 주의를 촉구하는 것이다.
- 안전 표지는 안전색 및 건강과 관련된 지시에 한하여 사용한다.

나. 안전색 및 대비색

- 안전색 : 안전색이 나타내는 일반적인 의미는 표 8-1과 같다.

표 8-1. 안전색의 일반적인 의미

안전색	의미 또는 목적	사용 보기
빨 강	방화, 금지, 정지, 고도 위험	방화표지, 금지표지, 긴급정지버튼
주 황	위험	위험표지, 스위치 박스 뚜껑, 기계의 안전 커버 안쪽면
노 랑	주의	주의표지, 감전주의표지, 충돌의 위험이 있는 기둥, 바닥면의 끝, 피트 가장자리, 호퍼 주위 및 계단의 발디디는 곳 가장자리.
녹 색	안전, 피난	안전지도 표시 및 안전기, 유도 표시(비상구, 대피소 등 방향표시), 구급상자, 통행신호기
파 랑	의무적 행동	지시표지, 스위치 박스의 바깥면, 수리중 또는 운전휴게 중을 나타내는 표지

- 대비색 : 안전색에 대하여 대비색이 필요할 때에는 표 8-2와 같다.

표 8-2. 대비색

안전색	대 비 색	안전색	대 비 색	안전색	대 비 색
빨 강	흰색, 검정색	노 랑	검정색	파 랑	흰색, 검정색
주 황	검정색	녹 색	흰색, 검정색	자 주	검정색

다. 안전 표지판

- 미곡종합처리장의 위험한 시설 또는 장소에 게시하는 안전 표지판에 대하여 규정한다.
- 내식성은 강판 및 알루미늄판에 대하여 하고 기판의 표면에 부식의 발생이 없어야 한다.
- 내 충격성은 표면에 깨짐, 잔금 및 벗겨짐이 없어야 한다.
- 도료의 부착성은 자른 흠이 1 개마다 가늘고 양측이 매끄러우며, 자른 흠이 교점과 정사 각형의 한눈 한눈에 벗겨짐이 없어야 한다.

- 내연성은 난연지수 26 이상이어야 한다.
- 내수성은 변색, 잔금, 깨짐, 부풀음 및 벗겨짐이 없어야 한다.

1) 기판

- 표지판에 사용하는 기판은 강판으로는 냉간 압연강판 및 강대, 알루미늄판으로는 알루미늄 및 알루미늄 합금판, 합성 수지판으로는 경질 염화 비닐 또는 이와 동등 이상의 품질을 가진 재료로서 두께 0.5mm 이상인 것을 사용하며, 어느 것이나 흠, 잔금, 오염이 없고 표면은 평활한 것으로서 또한, 상처가 나지 않도록 각 및 테두리를 둥글게 한다.

가) 도료

- 표지판에 쓰는 도료는 기판에 대하여 양호한 부착성을 가지며, 쉽게 변색하지 않고 내수성이 있는 것을 사용하고, 필요가 있을 때는 내약품성이 있는 것을 사용한다.

2) 표지의 구성 구분

- 각 종류에서의 표지의 구성 구분은 그림 8-3과 같다.

표 8-3. 표지의 구성 구분

구분	적용	보기
1종 표지	색과 모양으로 그 주요한 의미 내용을 나타낸다	
2종 표지	1종 표지 속에 특정한 문구 또는 그림 모양을 써 넣는 것	
3종 표지	1종 표지 또는 2종 표지 외에 필요한 문구 또는 그림 모양을 써 넣는 것	

3) 표지의 색, 모양 및 문자의 보기와 게시할 곳의 보기

가) 방화 표지

- 1종 표시는 정사각형 한 변을 수직으로 세운 모양을 하고, 바탕은 빨간 색, 테두리는 흰색으로 한다. 한 변의 길이를 a라고 했을 때 테두리의 나비는 $0.07a \sim 0.1a$ (표 8-4의 그림 ①)
- 2종 표시는 1종 표지 안쪽에 흰색 글씨로 화기엄금, 소화기, 소화전, 인화물 저장소, 화기금지구역 등을 표기할 때 사용한다.
- 3종 표시는 원칙적으로 흰바탕 위에 화재가 발생할 우려가 있는 장소, 인화 또는 발화 우려가 있는 곳 및 그 소재 위치와 방화, 소화 설비를 표시하는데 사용하고, 그 아래에 검정색으로 가로 또는 세로로 쓴다.

나) 금지 표지

- 1종 표시는 정사각형의 1 변을 수직으로 세운 모양으로 하고, 바탕은 흰색, 테두리 및 대각선(왼쪽 위에서 오른쪽 아래로 긋는다)은 빨간색으로 한다. 테두리 및 대각선 나비는 1 변의 길이를 a라고 했을 때 $0.07a \sim 0.1a$ 로 한다. (표 8-4의 그림②)
- 2종 표시는 1종 표지 안쪽에 검정색 문자를 써 넣고 이때 문자가 대각선을 절단하지 않도록 한다.
- 3종 표시는 흰색 바탕의 적당한 곳에 검정색 문자로 가로 또는 세로로 쓴다. 문자는 출입금지, 운전금지 등이 있고, 게시는 동행, 출입 등의 행동을 금하는 곳에 사용한다.

다) 위험 표지

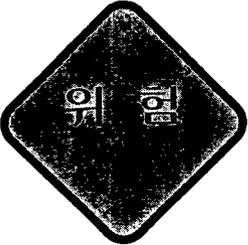
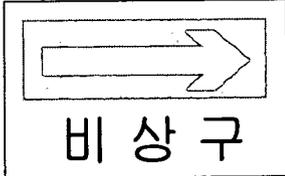
- 1종 표시는 정사각형의 1 대각선을 수직으로 세운 모양으로 하고, 바탕은 주황색, 테두리는 검정색, 문자색은 검정색으로 한다. (표 8-4의 그림 ③)
- 2종 표시는 1종 표지 안쪽에 “위험”이라는 문자를 쓰고, 직접 위험의 우려가 있는 고전압, 송전 중, 위험물 저장소 등의 장소에 설치한다.
- 3종 표시는 흰색 바탕 위에 검정색으로 가로 또는 세로로 쓴다. 다만, 가로 쓰기의 경우에는 1종 또는 2종 표지를 왼쪽 끝에 그려도 좋다.

라) 유도 표지

- 1종 표시는 흰색, 녹색 또는 검정색 화살표를 그려 넣는다. 다만, 바탕과 화살의 색은 대상물에 따라 다음과 같이 한다.

- (1) 흰색 바탕에 녹색화살 : 비상구, 구호실의 방향 표시
 - (2) 빨간색 바탕에 흰색 화살 : 소화기, 소화전 등의 방향 표시
 - (3) 흰색 바탕에 검은색 화살 : 출입구, 통로 등의 방향 표시
- 3종 표지는 흰색 바탕의 적당한 곳에 가급적 중앙의 윗부분에 1종 표지를 그리고, 그 아래에 문자를 검정색으로 가로 또는 세로로 쓴다. 다만, 가로 쓰기의 경우에는 1종 표지를 왼쪽 끝에 그려도 좋다. 녹색 바탕 및 빨간색 바탕인 경우에는 무자 또는 도형을 흰색으로 써 넣어도 좋다.
- 그대로는 특별히 위험하지 않으나, 불안정한 행동 또는 부주의로 인하여 위험이 발생할 우려가 있는 것에 주위를 환기시키는데 사용한다.
- 감전방지에 관한 것은 특별히 “감전방지 주의”라고 표시한다.
- 지도표지 : 안전, 위생의식을 고취시키기 위하여 사용하는 곳에 사용한다.

표 8-4. 주요 안전표지판 보기

 <p style="text-align: center;">그림 ①</p>	 <p style="text-align: center;">그림 ①</p>
 <p style="text-align: center;">그림 ③</p>	 <p style="text-align: center;">그림 ④</p>

13. 화재안전

가. 화재 안전기준

- 조명시설 등의 시설에 설치되는 조명설비는 불연재료면에 장착하든가 천장면 또는 벽면으로부터 띄워서 설치하는 등 화재발생의 위험이 없도록 배려할 것
- 화재 경보설비기준은 화재경보용 기구, 방수, 방배 환장치제어기기 등의 설치 및 이에

필요한 배선을 설계도서에 나타낸 바에 따라 적용한다.

- 비상통보기는 자동식 국전화가입회선을 이용하여 비상시에 누름보턴 스위치를 조작하므로써 자동적으로 소방서나 경찰서를 호출하고, 접속되어 미리 비상종류와 발생장소 등을 녹음한 자기녹음 테이프에 의해 음성전류를 재생·송출함과 동시에 발보 확인 테이프는 점등 또는 화재경보용 벨을 울려, 소방서나 경찰서의 확인조작에 의해 수신확인 램프의 점등 및 발보확인(發報確認)테이프·화재경보용 벨의 작동정지를 하는 것이어야 한다.
- 비상통보기는 다음 각호의 기기에 의해 구조되는 것이어야 한다.
 - (1) 통보기는 거치형 또는 벽걸이형으로 하고, 계전기·증폭기·발신기·확인신호검출 등 각 회로부와 회전기구부·녹음재생부를 강판제의 바깥상자에 넣은 것으로 전원전압전류 21-28V로 이상없이 동작되어야 한다. 바깥상자는 강판을 사용하여 접어 구부리거나 보강에 의해 견고하게 제작하여 유지·점검이 용이한 구조로 하고, 방청처리 후 도장하여야 한다.
 - (2) 누름보턴 스위치는 화재용·도난용 모두 반발식으로 매입형이나 노출형으로 한다.
 - (3) 표시등은 합성수지제나 유리제의 원추형 글러브로 발보확인램프 및 수신확인램프를 넣어야 한다.
- 방화·방배연장치 제어기기의 형상은 벽걸이형이나 거치형으로 한다.
- 각부는 양질인 재료로 구성되고, 튼튼하면서 내구성이 강하여 보수·점검이 용이한 구조로 한다.
- 외부배선과의 접촉은 단자판을 사용하고, 부호나 번호를 명시한다.
- 전원장치는 자동화재경보설비의 신호기 전원에 따른 것으로 하고, 예비전원의 용량은 충전없이 30분간 방화문·방화담퍼 등을 작동시킬 수 있는 용량 이상으로 한다.
- 연동제어기의 바깥상자는 두께 1.2mm이상의 강판을 사용하여 접어 구부리거나 보강에 의해 견고하게 제작하고 방청처리 후 도장한 것이어야 한다. 도장색은 수신기에 따른다.
- 감지기는 법령에서 정하는 화재경보설비에 관련된 기술상 규격에 적합해야 한다.

나. 소화기

- 미곡종합처리장의 위험요소가 있는 곳에는 소화기를 비치해야 한다.

1) 종류 및 재료

- 소화기의 종류 및 구조는 부록 E-1,2를 참고한다.

2) 구조

- 소화기는 강판 원형으로 용접한 것에 어깨부분과 밑부분에 판을 프레스로 성형한 것을 사용한다.
- 소화기는 굽열, 뒤틀림, 줄음, 기타 결함이 없어야 하고 밑판의 두께는 보통보다 1.6배 두꺼워야 한다.
- 소화기는 보존 장치 및 안전장치를 푸는 동작을 제외하고는 1동작으로 조작이 가능해야 하고, 그에 의하여 충전된 소화약제가 확실히 방출할 수 있어야 한다.
- 소화기의 내부 및 외부는 적당한 방법으로 처리하여 물로 씻어 방청 도장한다.
- 손잡이 밸브 및 뚜껑에는 패킹을 끼워야 한다.
- 뚜껑에는 유효한 감압공을 설치해야 한다.

3) 방출능력

- 소화기를 정상적으로 방출하였을 때 료 E-1에 표시한 거리에 분말 소화약제는 85%이상, 포말소화제는 80%이상 방출하여야 한다.
- 방출잔량은 분말 소화기는 10%, 포말소화기는 15%이하 이어야 한다.

4) 표시

- 소화기 명판에는 다음 사항을 표시되어 있어야 한다.
 - (1) 소화기의 이름
 - (2) 사용방법
 - (3) 적응화재 구분
 - (4) 능력단위
 - (5) 제조번호 또는 로트번호
 - (6) 제조년 월 일
 - (7) 제조자 명
 - (8) 수압시험 압력치
 - (9) 방출거리 및 방출시간
 - (10) 총중량
 - (11) 취급상 주의사항

부록 A

각형빈(角形빈) : 곡물빈의 일종으로 빈의 수평 단면이 원형이 아닌 빈. 보통 4각형의 빈을 말한다.

간단건조(間斷乾燥) : 건조과정과 템퍼링 과정을 수차 반복시켜 건조를 완료하는 건조기법.

간접수분측정법(間接水分測定法) : 곡물의 수분함량에 따라 변화하는 특정의 물리적 성질을 이용하는 방법으로, 특정의 물리적 성질과 수분과의 관계를 알아내어 물리적 성질을 측정하여 간접적으로 수분함량을 결정하는 방법.

강제통풍건조(強制通風乾燥) : 송풍기를 이용하여 가열 또는 비가열 공기를 곡물에 통풍하여 수분을 제거하는 공정.

개별제어(個別制御) : 각각의 기계를 독립적으로 최적의 운전상태를 유지하기 위하여 자동으로 감시하고 통제하는 일.

개별처리(個別處理) : 개인 또는 물량 단위별로 미곡종합처리시설에 반입되는 곡물을 전체 또는 작업공정별로 처리하는 방식.

건감율(乾減率) : 곡물의 건조시, 단위 시간당 감소하는 함수율의 변화량으로 %/hr로 표시함. 건조속도라고도 한다.

건공기(乾空氣) : 습공기에서 수증기를 제외한 공기.

건구온도(乾球溫度) : 보통의 온도계에 의하여 지시되는 공기온도.

건량기준함수율(乾量基準含水率) : 재료의 건물 중량에 대한 재료에 포함된 수분 중량의 백분율로서 수분의 함량을 나타내는 방법으로 단위는 %,d.b.를 사용한다.

건물(乾物) : 곡물에 포함된 수분을 완전히 제거하고 남은 건조 물질.

건조(乾燥) : 고체로부터 증발에 의한 수분 제거.

건조곡선(乾燥曲線) : 건조시간에 따른 곡물의 함수율 변화를 나타내는 곡선

건조공기(乾燥空氣) : 건조기 또는 건조장치에서 곡물을 통과하는 공기.

건조기(乾燥機) : 건조공정을 수행하는 기계장치.

건조능력(乾燥能力) : 건조기 또는 건조시설의 단위 시간당 건조물을 생산할 수 있는 능력.

건조수축(乾燥收縮) : 건조가 이루어지면서 물이 증발하여 제거됨에 따라 일어난 수축.

건조시간(乾燥時間) : 곡물이 주어진 한 함수율로부터 보다 낮은 다른 함수율로 건조되는데 소요된 시간.

건조시설(乾燥施設) : 건조기와 이와 관련된 부대시설.

건조실(乾燥室) : 피건물의 건조가 이루어지는 건조기의 구성 부분.

건조전함수율 : 곡물의 건조 직전의 수분함량 또는 수확 당시 벼의 수분함량.

건조특성(乾燥特性) : 일정한 건조조건에서의 건조시간과 건조속도 또는 수분비의 관계 또는 건조속도와 함수율의 관계.

건조후함수율 : 건조가 완료된 곡물의 수분함량.

겉보기속도(superficial velocity) : 곡물 퇴적층을 통과하는 유체의 체적유량을 통과 단면적으로 나눈 속도.

고주파건조(高周波乾燥) : 2~10MHz의 고주파 전자파를 발생하는 전극 사이에 재료를 넣어 고주파에 의한 유전가열로 재료로부터 수분을 증발시키는 방법.

곡물빈(穀物 bin) : 곡물의 건조나 저장을 목적으로 곡물을 담아두는 시설. 외형에 따라 각형빈과 원형빈, 재료에 따라 철제빈과 콘크리트빈, 바닥면의 형상에 따라 평평한 플랫폼형과 깔대기 모양의 호퍼형으로 구분한다

곡물교반장치(穀物攪拌機裝置) : 곡물을 건조하거나 저장을 할때 곡물의 상하층간에 함수율의 차를 균일하게 하기 위하여 섞어주는 장치를 말한다. 곡물의 건조시에는 건조상태를 균일하고 빠르게 건조시켜 주는 역할을 할 뿐 아니라 저장시에도 곡물을 잘 섞어 줌으로 곡물의 부패등 질적인 손실을 막을 수 있다.

곡물균평기(穀物均平機) : 곡물분산장치.

곡물균평오거(穀物均平auger) : 곡물의 퇴적 두께를 일정하게 하기 위하여 사용되는 스크류컨베이어.

곡물배출기(穀物排出機) : 곡물건조기나 저장시설에서 곡물을 기계적으로 배출하기 위해 설치한 장치. 주로 오거(수직, 스위프), 스크류 컨베이어, 벨트 컨베이어 등이 쓰임.

곡물배출오거(穀物排出auger) : 곡물저장시설에서 내부의 곡물을 기계적으로 배출하기 위해 설치한 오거. 스위프 오거에 의해 저장시설 중앙에 집하된 곡물을 저장고 바깥으로 수평이송시킴.

곡물분산장치(穀物分散裝置) : 곡물빈 상부에 설치하여 빈에 투입되는 곡물을 고르게 쌓이도록 비산시키는 장치. 곡물균평기.

곡물손상(穀物損傷) : 수확, 건조, 저장, 가공 과정중 곡물이 입는 가시적, 비가시적인 기계적, 물리적, 화학적인 손상.

곡물손실(穀物損失) : 곡물의 수확, 건조, 저장, 가공 과정중 발생하는 손실.

곡물시료채취기(穀物試料採取機) : 산물상태로 저장된 곡물에 찢러넣어 시료를 채취하는 2중튜브식 채취기. 내부튜브는 여러 개의 칸막이로 되어있고 외부 튜브는 그 칸에 맞는 구멍이

파져있어 곡물이 칸속으로 들어간 후 뚜껑을 닫아 시료를 채취한다.

곡물저장(穀物貯藏) : 수확, 건조 또는 가공 직후에 곡물이 가진 품질을 장기간 그대로 보존하기 위한 수단.

곡물퇴적고(穀物堆積高) : 곡물을 산물상태로 퇴적한 높이. 곡물퇴적깊이.

공극률(空隙率) : 곡물을 채운 일정 부피의 용기속에 차지하는 기공 부피의 비율.

공기오븐법(空氣-法) : 공기오븐을 이용하여 규정된 온도로 농산물의 시료를 건조하고, 건조 후의 무게를 계량하여 함수율을 측정하는 방법.

공기저항(送風抵抗) : 송풍한 공기가 덕트, 가열기, 통기마루, 곡물 퇴적층 등을 통과할 때 나타나는 압력손실. 송풍저항.

공기충만실(空氣充滿室) : 곡물빈 하부에 송풍 덕트가 연결되는 공간을 말하며, 이곳의 공기 속도는 0이고 공기압력은 통기마루와 곡물층 사이의 공기저항을 나타낸다.

과건조(過乾燥) : 건조과정에서 곡물의 함수율이 목표로 하는 함수율 이하로 건조가 이루어진 상태.

균분기(均分機) : 품질 검사를 위하여 채취한 시료를 균일하게 나누어 주는 장치.

균평도(均平度) : 곡물빈에 곡물을 투입할 때 상부의 균평정도를 나타내는 척도로 다음과 같이 정한다.

$$\text{균평도} = \frac{\text{최고(최저)퇴적고} - \text{평균퇴적고}}{\text{평균퇴적고}} \times 100(\%)$$

느슨한채움(loose fill) 곡물을 시료통에 채울 때 일정한 높이에서 곡물을 낙하시켜 채우는 방법.

다공철판(多孔鐵板) : 통기마루

다진채움(packed fill) : 곡물을 시료통으로부터 일정한 높이에서 낙하시키면서 채울 때 시료통을 일정하게 진동을 주어 다지면서 채우는 방법.

다짐계수(compaction factor) : 곡물이 탱크나 빈에 투입되었을 때 실 산물밀도와 표준 산물밀도의 비를 말한다.

단립(單粒) : 곡립 하나 하나를 일컫는 말.

단열재(斷熱材) : 열전달이 잘 안되는 재료. 열 차단이 잘 되는 재료.

데시케이터(desicator) : 물질의 탈습(脫濕) 또는 보존에 쓰이는 유리 또는 플라스틱 제품의 용기로서, 하부에 염화칼슘과 같은 건조제를 넣고 구멍이 뚫린 사기로 만든 판 위에 탈습 또는 보존용 시료를 둔다.

동할율(胴割率) : 현미나 백미중에 금이 간(균열이 생긴) 곡립의 비율.

레벨계(level計) : 곡물빈이나 탱크에 채워져 있는 곡물의 높이를 지시하는 장치.

만량빈건조(滿量-乾燥) : 곡물빈의 최대 퇴적고까지 일시에 곡물을 채우고 건조하는 상온통풍 건조방법.

박층건조(薄層乾燥) : 곡물의 층을 통과하는 열풍의 열역학적 상태의 변화가 일어나지 않을 정도의 얇은 층을 박층이라 하며, 박층의 건조과정을 말함. 보통 곡물의 경우 2~3 입자 정도의 층을 박층이라 한다.

박층건조방정식(薄層乾燥方程式) : 박층 또는 단립의 재료의 건조속도를 나타내는 방정식. 박층건조모델이라고도 한다.

반입변동율(搬入變動率) : 수확된 벼가 미곡종합처리시설에 들어오는 하루 평균 반입량에 대한 하루 최대 반입량의 백분율.

벼정선기(-精選機) : 벼에 포함된 이물질을 제거하는 장치.

빈(bin) : 곡물빈을 줄여 하는 말. 곡물빈.

빈형건조기 : 곡물빈에 일정 깊이의 곡물을 퇴적하고 열풍이나 상온의 건조기를 통과시켜 건조하는 건조기. 빈형열풍건조기와 저장·건조빈이 여기에 속한다.

빈형열풍건조기 : 곡물 빈에 일정 길이의 곡물을 퇴적하고 열풍을 통과시 건조하는 열풍건조기의 일종.

사미(死米) : 분상질립의 일종으로 푸른 빛의 청사미(청치)와 흰 빛의 백사미가 있다.

사이클론(cyclone) : 선회기류를 이용하여 공기중에 혼합되어 있는 비중이 작은 입자를 분리하여 수집하는 장치.

산물밀도(產物密屠) : 곡물의 공극을 포함한 단위 체적당의 무게를 말한다. 단위는 kg/m^3 으로 표기한다.

산물저장(散物貯藏) : 저장하는 재료를 포장용기 또는 소용기에 넣지 않고 산물상태로 사일로나 빈에 저장하는 저장형태.

상대습도(相對濕度) : 습공기 중의 수증기 분압과 포화수증기압의 비.

상온통풍건조(常溫通風乾燥) : 상온의 공기를 통풍하여 수분을 제거하는 방법.

상온열풍건조(常溫熱風乾燥) : 상온의 공기 또는 이를 약간 가열한 공기를 통풍하여 수분을 제거하는 방법.

성능곡선(性能曲線) : 기계의 출력, 효율, 에너지 소비 등의 성능을 나타내는 곡선.

성능시험(性能試驗) : 기계 장치의 성능을 알기 위하여 수행하는 시험.

송풍량(送風量) : 송풍기에서 토출되는 단위시간당 공기의 체적.

송풍압(送風壓) : 송풍기의 풍압을 말하고, 이 풍압은 송풍기의 동압과 정압으로 구성되며 일

반적으로 정압을 말한다.

송풍온도(送風溫度) : 송풍되는 공기의 온도를 말한다.

송풍저항(送風抵抗) : 공기저항.

송풍팬(送風 fan) : 송풍기에 부착된 바람 날개로서 종류로는 프로펠러 팬, 축류 팬, 원심 팬 등이 있다.

수분계(水分計) : 곡물 내부에 포함된 함수율을 측정하는 계기.

수분구배(水分勾配) : 건조과정의 특정 시점에서 곡물 개체 내부 또는 퇴적층 간의 함수율 편차.

수분이동(水分移動) : 곡물 등의 농산물 저장중에 함수율과 품온의 변화로 인하여 수분이 이동하는 현상.

순환식건조기(循環式乾燥機) : 건조기 내에 투입된 일정량의 곡물이 순환하면서 목표함수율에 도달할 때까지 건조가 되면 배출되는 건조기. 회전식 건조기의 일종

스위프오거(sweep auger) : 사일로 내의 다공철판 위에 설치되는 곡물배출장치로서 회전하면서 사일로 내에 남아 있는 곡물을 반출시키는 장치이다. 스위프오거의 구동모터는 사일로 내에 또는 외부에 설치한다.

습량기준함수율(濕量基準含水率) : 곡물 전체의 중량에 대한 곡물에 포함된 수분 중량의 백분율로 수분의 함량을 나타내는 방법. 단위는 %,w.b.로 표기한다.

시료채취장치(試料採取裝置) : 반입되는 벼의 품질을 검사하기 위하여 자동계량기나 이송장치의 한 부분에 설치하여 소량의 곡물을 채취하는 장치. 수동식과 공기압을 이용한 자동식이 있다.

실반입일수(實搬入日數) : 반입되는 벼의 수확기간에 그 지역의 수확작업 가능일 수율을 곱한 값.

안식각(安息角) : 산물상태의 곡립을 수평면 위에 쏟으면 원뿔형의 산을 이루는데 이때 수평면과 산의 경사면이 이루는 각. 정안식각(精安息角)이라고도 한다. 곡물이 경사면을 따라 자연적으로 흘러내리기 시작하는 작은 동안식각(動安息角)이라 한다.

안전퇴적고(安全堆積高) : 저장건조시 최소 풍량비를 확보하여 품질 손상 없이 안전하게 건조를 완료할 수 있는 최대 퇴적고, 함수율이 높을수록 안전 퇴적고는 낮아진다.

연속식건조기(連續式乾燥機) : 건조기에 투입된 곡물이 15~30분에 걸쳐 건조되고 나면 토퍼링 빈으로 곡물을 배출하여 일정시간(3~24hr) 동안 토퍼링 과정을 거친 다음 다시 건조기에 투입하기를 반복하면서 건조 작업이 이루어지는 일종의 다회통과식 건조기임. 토퍼링과정 동안에 새로운 곡물을 연속적으로 통과시킬 수 있다.

열선풍속계 (熱線風速計) : 풍속에 따른 니크롬선의 저항 변화의 측정에 의해서 풍속을 측정하는 장치.

열저항(熱抵抗) : 물체의 두 지점간에 열이 전달될 때 열전달에 대한 저항을 말한다. 열저항은 다음식으로 표시된다.

$$R = \frac{1}{h_1} + \frac{L_1}{k_1} + \frac{L_2}{k_2} + \dots + \frac{L_n}{k_n} + \frac{1}{h_2}$$

R : 열저항 ($m^2 h \text{ }^\circ C / kcal$)

h_1 : 외 표면 대류열전달계수 ($kcal / m^2 h \text{ }^\circ C$)

L : 각 구성재료의 두께 (m)

k : 각 구성재료의 열전도 계수 ($kcal / m h \text{ }^\circ C$)

h_2 : 내 표면 대류열전도 계수 ($kcal / m^2 h \text{ }^\circ C$)

열풍건조기(熱風乾燥機) : 가온장치에 의해 가열된 공기를 곡물사이에 통과시켜 건조하는 방식의 건조기. 화력 건조기라고도 한다.

온도센서(溫度sensor) : 온도에 따른 팽창 수축의 차이, 저항체 또는 반도체 내부의 비저항의 변화를 이용하여 온도의 변화를 감지하는 센서.

완전건조(完全乾燥) : 수분의 흔적만이 남을 정도로 대부분의 수분을 제거하는 건조방법.

원심송풍기(遠心送風機) : 공기가 송풍기의 축과 평행한 방향으로 유입되어 날개를 통하여 방사 방향으로 회전한 다음 날개의 접선방향으로 배출되는 송풍기.

원심팬(遠心 fan) : 원심력으로 바람을 보내는 송풍팬

원형빈(圓形 bin) : 곡물 빈의 일종으로 원통형으로 설치되며, 재료에 따라 철제원형빈과 콘크리트 원형빈이 있다.

이물질(異物質) : 생산 목적에 부합되지 않는 물질이 포함되어 있을 때 그 물질을 이물질이라고 한다.

2단 건조(2段乾燥) : 수분함량이 많은 벼를 우선 18%까지 건조하여 곡물빈에 저장한 다음, 건조기의 여유가 있을 때, 15~16%까지 다시 건조하는 건조 방법. 전자를 1차 건조, 후자를 2차건조라고 한다.

1단 건조(1段乾燥) : 한번의 건조작업으로 곡물을 최종 함수율 15~16%까지 건조하는 방법.

일사(日射) : 태양으로부터 복사되는 에너지.

일시저장(一時貯藏) : 수확된 곡물이 건조되기 전에 건조기의 부하를 분산하기 위하여 곡물을

일시적으로 저장하는 과정을 말한다. 일시 저장시 곡물의 품질 저하를 방지하기 위하여 통풍(aeration)을 한다.

일시저장빈(一時貯藏-) : 일시저장에 사용되는 저장빈.

자동계량기(自動計量機) : 연속적으로 반입되는 곡물의 무게를 측정하는 기계. 호퍼계량기라고도 한다.

자연건조(自然乾燥) : 자연상태의 공기중에 곡물을 노출시켜 건조하는 방법. 천일건조라고도 한다.

장기저장(長期貯藏) : 수확 후 외기 환경에 의해 농산물이 손상을 받지 않도록 처리하여 장기적으로 저장하는 방법.

재탈곡기(再脫穀機) : 원료정선기에서 분리된 미탈립 벼를 다시 탈곡하는 소규모의 탈곡기.

저장·건조빈(貯藏乾燥 bin) : 저장건조에 사용되는 곡물빈으로 곡물을 안전하게 저장 건조할 수 있도록 송풍기를 설치한다. 저장만을 목적으로 하는 저장빈과 구별된다.

저장빈(貯藏 bin) : 곡물의 저장만을 목적으로 하는 곡물빈. 저장된 곡물의 호흡열에 의한 온도 상승을 방지하기 위한 소형의 송풍장치를 구비한다.

저장건조(貯藏乾燥) : 곡물을 저장빈에서 건조와 저장을 병행하는 방법.

저장손실(貯藏損失) : 농산물의 저장 중 호흡, 미생물 및 곤충의 번식, 화학 반응 등에 의해 초래되는 중량 및 품질 손실.

절대습도(絶對濕度) : 습공기에 포함된 건공기의 무게에 대한 수증기 무게의 비. 건공기 1kg에 포함된 수증기의 무게(kg).

정선(精選) : 가공할 견벼에 섞여 있는 돌·검불·감부기·먼지등의 이물질을 분리하는 작업.

정선기(精選機) : 정선작업에 사용되는 기계. 보통 종합정선기 또는 종합석발기라고도 부름.

정선체(精選 sieve) : 정선 작업에 사용되는 체.

조질(調質) : 정미, 제분 등 곡물의 조제가공 공정에 적합하도록 곡립의 화학적, 물리적 상태를 변화시키는 전처리공정.

조합건조(組合乾燥) : 열풍건조와 저장건조를 병행하는 건조방법으로, 건조시설을 효율적으로 이용할 수 있고 건조비용의 절감과 곡물의 품질을 보존할 수 있다.

종말속도(終末速度) : 곡물을 자유낙하 시키면 낙하속도가 점점 증가하다가 결국 일정한 낙하속도를 유지하게 되는데, 이때의 속도를 말한다.

직접수분측정법(直接水分測定法) : 재료 건조 전후의 무게를 계량하고, 그 차이에서 재료에 함유되어 있는 물의 무게를 구하여 함수율을 측정하는 방법.

진밀도(眞密度) : 고체 물질의 입자 사이의 공극을 제외한 단위체적당의 질량. 산물밀도와 구

별하기 위하여 사용되며, 보통 밀도라고 하면 진밀도를 의미한다.

천일건조(天日乾燥) : 농산물을 자연조건에 노출하여 건조하는 관행건조방법. 자연건조라고도 한다.

초기함수율(初期含水率) : 건조전 함수율.

최소송풍량(最小送風量) : 상온통풍건조에서 건조 중의 품질손상을 방지할 수 있는 최소의 송풍량으로서, 안전한계송풍량(安全限界送風量)이라고도 한다. 곡물의 단위무게당 또는 단위체적당 송풍량으로 표시되며, 단위로서 $m^3/min \cdot ton$ (cmm/ton) 또는 $m^3/min \cdot m^3$ (cmm/ m^3)가 사용된다.

최적함수율(最適含水率) : 농산물의 수확, 저장, 가공 및 취급 과정에서 양 및 질적 손실 또는 소요에너지를 최소로 하는 함수율.

최종함수율(最終含水率) : 건조 종료후의 함수율.

축류송풍기(軸流送風機) : 송풍기의 축과 평행한 방향, 즉 날개 회전면의 직각방향으로 공기가 유입되어 배출되는 송풍기로서 압력 차이는 작으면서 많은 풍량이 요구될 때 사용되는 송풍기.

탈곡(脫穀) : 곡류나 두류의 줄기에서 자실을 탈리시키는 것.

탈곡망(脫穀網) : 급실내에서 급동을 싸도록 부착한 망으로 강선을 7.5~9mm의 눈구멍이 되도록 한 것이며 축방향으로 흐르는 곡립을 일시저장시켜 탈곡작용이 충분이 이루어지도록 하는 망.

탈곡손실(脫穀損失) : 탈곡과 선별 작용에 의하여 발생된 곡립의 손실

태양열복사량(太陽熱輻射量) : 태양으로부터 복사되는 에너지량. 단위는 $kcal/m^2 \cdot h$ 로 표시한다.

태양열건조(太陽熱乾燥) : 태양복사열을 이용하여 곡물을 건조하는 것.

템퍼링(tempering) : 열풍건조 중에 나타나는 곡립 내부의 수분과 온도구배를 줄이기 위해 건조기에서 배출된 곡물을 탱크내에서 서서히 냉각시키는 과정.

통기마루(perforated floor) : 곡물빈의 바닥에 통기가 가능한 작은 구멍이 있는 철판으로 만든 마루. 다공철판이라고도 한다.

평형상대습도(平衡相對濕度) : 흡습성 곡물이 주위공기와 평형상태에 있을 때 주위공기의 상대습도를 말함.

평형함수율(平衡含水率) : 흡습성곡물의 내부 수증기 분압이 주위 공기의 수증기 분압과 평형을 이루었을 때의 함수율.

풍량비(風量比) : 곡물량에 대한 송풍량의 비로, 곡물의 단위체적당의 송풍량($m^3/min \cdot m^3$) 또는

- 곡물의 단위중량당 송풍량 ($m^3/s.t$)으로 표시한다.
- 함수율(含水率)** : 곡물이 가진 수분함량의 비. 함수율은 건량기준과 습량기준으로 구분하며, 일반적으로 보통곡물의 함수율은 습량기준으로 나타낸다.
- 함수율비(含水率比)** : 건조과정에서 특정 시점의 함수율과 평형함수율의 차이를 초기함수율과 평형함수율의 차이로 나눈값. 수분비.
- 호퍼(hopper)** : 원료의 투입 또는 배출공정이 원활하게 이루어지도록 깔때기 모양으로 밑이 열린 용기.
- 호퍼스케일(hopper scale)** : 자동중량수분계.
- 호흡열(呼吸熱)** : 농산물이 호흡하는 동안 농산물로부터 발열된 열량으로서, 농산물의 종류와 저장온도 등에 따라 다르다.
- 회분식건조기(回分式乾燥機)** : 일정량의 곡물을 건조기에 투입하여 최종함수율(15~16%)까지 건조를 한 다음 곡물을 배출하는 건조기.
- 후층건조(厚層乾燥)** : 곡물을 두껍게 퇴적한 퇴적층을 건조공기가 통과하면서 이루어지는 건조.
- 후향원심송풍기(後向遠心送風機)** : 송풍기 회전날개의 선단이 날개의 회전방향과 반대방향으로 향해 있는 원심송풍기.
- 흡습(吸濕)** : 곡물이 주위 공기로부터 수분을 흡수하는 현상.
- 흡인팬(吸引 fan)** : 송풍기의 입구에 형성된 부압(負壓)으로 공기가 송풍기 측으로 유입되는 송풍기. 흡인식 송풍기로 표현하는 것이 적절하다.
- 벨트 감김각도** : 벨트의 감김각도란 벨트가 풀리와 접촉하고 있는 구간의 풀리 중심에 대한 각도를 말한다.
- 바깥지름의 흔들림** : 바깥지름의 흔들림이란 풀리 축심에 대한 바깥지름의 회전 흔들림을 말하며, 평행도도 이에 포함된다.
- 바깥지름의 차** : 바깥지름의 차란, 풀리의 바깥통이 테이퍼 모양으로 되었을 때에 생기는 좌우 바깥지름의 차를 말한다.
- 베어링 중심간 거리** : 베어링 중심간 거리란 좌우 베어링 부착구멍 중심의 좌우 사이의 거리를 말한다.
- 입자수 농도** : 일정 용적의 공기 중에 부유하고 있는 분진입자의 수를 개/cm³으로 표시한다.
- 질량농도** : 일정 용적의 공기 중에 부유하고 있는 분진량을 mg/m³으로 표시한다.
- 상대적 표시** : 공기 중에 부유하는 분진의 입자수 농도 또는 질량 농도와 상대적 관계에 있는

양을 측정하고, 그 농도와 직접적 관계에 있는 양을 측정하고, 그 농도와 직접적 관계에 있는 지수로 표시한다.

정격유량 : 정격 전압, 정격 주파수에서의 유량을 표준상태의 유량으로 환산한 값을 말한다.

정격 방전전압 : 고압 전원의 2차측 단자간의 전압을 말한다.

전기공사 : 전기설비에 의한 신호표식의 설치, 보수공사 및 이에 따른 부대공사를 말한다.

공사업 : 도급 기타 명칭여하를 불문하고 제 1호의 전기공사를 업으로 하는 것을 말한다.

전기기술자 : 국가기술자격법에 의한 전기기술분야의 기술자격을 취득한 자를 말한다.

주개폐기 : 간선에 설치하는 개폐기(개폐기를 겸하는 배선용 차단기를 포함)중에서 인입장치 이외의 것

인입장치 : 인입구 이후의 전로에 부착하는 전원측으로 보아서 최초의 개폐기와 과전류 차단기를 조합한 것

과전류 차단기 : 배선용 차단기, 휴즈 등과 같이 과부하전류와 단락전류를 자동적으로 차단하는 기능을 가진 기구

배선용 차단기 : 전자작용 또는 바이메탈 작용에 의해 과전류를 검출하고, 자동차단하는 과전류차단기로 외부로부터 수동, 전자적 또는 전동적으로 조작할 수 있는 것

A종 휴즈 : 저압배선용의 손톱형휴즈, 관형휴즈, 플러그휴즈가 있고, 특성이 배선용 차단기에 가깝고, 최소용단전류가 정격전류의 110~135% 사이에 있는 것

B종 휴즈 : 구조는 A종휴즈와 같지만, 최소용단전류가 정격전류의 130~160%사이에 있는 것

과부하 보호장치 : 전동기의 소손방지를 위한 기구로 전동기용휴즈, 열동계전기, 전동기보호용 배선용 차단기, 유도형계전기 등이 있다.

배전반 : 강판, 목판 및 상자 등에 개폐기, 과전류차단기, 계측기기 등을 장비한 집합체이다.

분전반 : 분기과전류 차단기와 분기개폐기를 집합해서 설치한 것으로 주개폐기와 인입구장치를 부착한 경우도 포함한다.

변전소 : 합은 구외로부터 전송되는 전기를 구내에 시설한 변압기·전동발전기·회전변류기·정류기 기타의 기계 기구에 의하여 변성하는 곳으로서 변성한 전기를 다시 구외로 전송하는 곳을 말한다.

개폐소 : 구내에 시설한 개폐기 등 기타의 장치에 의하여 전로를 개폐하는 곳으로서 변전소 및 수용장소 이외의 곳을 말한다.

전선 : 강전류 전기의 전송에 사용하는 전기도체, 절연물로 피복한 전기도체 또는 절연물로 피복한 위를 보호피복으로 보호한 전기도체를 말한다.

전선로 : 개폐소, 이와 유사한 곳 및 전기 사용장소 상호간의 전선 이를 지지하거나 보장하는

시설물을 말한다.

안전색(Safety color) : 안전에 관한 의미를 주고 있는 특성을 가진 색

안전 표지(Safety sign) : 색과 모양으로 조합을 얻은 일관적인 안전상의 전달내용을 전하고, 또한 그림 기호 및 문자를 부과하여 특정 안전 전달내용을 전하는 표지

보조 표지(Supplementary sign) : 필요할 때 안전표지와 조합하여 사용하는 적혀있는 표지

소화기 : 물 기타 소화약제를 압력에 의하여 방사하는 기구로서 사람이 조작하여 소화하는 것을 말한다.

일반화재(A급) : 유류화재(B급) 및 전기화재(C급) 이외의 일반 가연물의 화재를 말한다.

유류화재(B급) : 석유, 경유, 휘발유, 병터C유, 이화항탄소, 아세톤, 알도올류, 등의 화재를 말한다.

전기화재(C급) : 전류가 흐르는 장소의 화재를 말한다.

부록 B

I. 벼의 물성기준

1. 벼의 열 및 물리적 특성

가. 벼의 열전도계수

- 열전도계수란 어떤 물질이 열을 얼마나 잘 전도시키는가를 나타내는 척도로서 농산물과 같이 수분을 함유하고 있거나 곡물과 같이 산물상태로 취급하는 경우에는 그 값을 측정하기가 매우 까다롭다.
- 열전도계수 측정방법에는 Fourier-Biot의 열전도법칙을 이용한 정상상태의 방법과 열전도의 일반식을 이용하는 비정상상태의 방법이 있는데 농산물과 같이 측정 시간이 길어짐에 따라 수분의 이동이 우려되는 경우에는 비정상 상태의 방법이 주로 이용된다.
- 대체로 농산물의 열전도계수는 시료의 온도 및 함수율에 따라 증가하고 산물밀도나 공극율에 따라서는 감소하는 경향이 있다. 표 B-1은 벼의 열전도계수를 품종에 따라 나타내는 것이다.

표 B-1. 벼의 열전도율

품 종	회 귀 식
벼 (Short)	$k = 0.09999 + 0.01107 \cdot M$ 여기서, k : 열전도율 (W/m° K) M : 함수율 (%,w.b.)
벼 (Medium) 추 청	$k = 0.08657 + 0.00133 \cdot M$ $k = 0.5662 + 0.0013 \cdot T - 0.0004 \cdot M - 0.0107 \cdot P$ 여기서, T : 온도 (°C) P : 공극율 (%)
밀 양 23	$k = 0.3572 + 0.0019T + 0.003M - 0.0058P$

나. 산물밀도

- 농산물의 진밀도는 농산물 자체의 밀도이고, 산물밀도는 농산물이 어느 용기에 담겼을 때 농산물 사이의 공극을 포함한 밀도를 말한다.
- 산물밀도의 측정장치는 그림 B-1과 같다. 측정장치중 중요한 것은 깔대기 출구의 지름, 깔대기 출구로부터 용기까지의 높이를 일정하게 유지해 주는 것이다. 이와같이 일정한 값으로 규정한 것은 곡물이 용기에 담길 때 그 다짐정도에 따라 산물밀도가 틀려지기 때문이다.
- 벼의 산물밀도를 측정한 결과는 표 B-2와 같다.

표 B-2. 벼의 산물밀도

구 분	회 귀 식
아끼바레	$B = 537.5873 + 1.2227 \cdot M$ 여기서, B : 산물밀도 (kg/m ³) M : 함수율(%,w.b.)
수원264호	$B = 536.21 - 3.3434 M + 0.1477 \cdot M^2$

다. 비열

- 비열은 농산물을 열처리하는데 필수적인 자료 중의 하나로서, 주로 함수율의 영향을 받으며, 온도에 따라 약간씩 변한다.
- 비열을 측정하는 방법은 열량계내에서 시료와 물을 혼합하고 혼합 전후의 시료 온도차를 측정하여 계산하는 방법과 간접적인 방법이 있다. 간접적인 방법은 열특성과의 관계식으로부터 계산하는 방법이나 가열 및 냉각곡선을 이용하는 방법이 있다.

- 농산물의 비열은 온도나 함수율에 따라 증가하고, 산물밀도나 공극율에 따라 감소하는 경향이 있다. 농산물의 비열은 아래와 같다.

표 B-3. 벼·현미 및 백미의 비열

구 분	회 귀 식
벼	$c = 1.1093 + 0.0448 \cdot M$ 여기서, c : 비열 (kJ / kg℃) M : 함수율 (%,w.b.)
현미	$c = 1.2014 + 0.0381 M$
백미	$c = 1.1805 + 0.0377 M$

라. 벼의 공극율

- 공극율은 곡물을 채운 일정 부피의 용기속에 차지하는 기공 부피의 비율을 말하며, 농산물을 저장할 경우 곡물과 같이 산물상태의 처리과정이 많은 경우에 매우 중요한 의미를 지닌다. 식은 표 B-4와 같다.

표 B-4. 벼의 공극율

구 분	회 귀 식
아끼바레	$p = 49.6707 - 0.2267 \cdot M$ 여기서, p : 공극율(%) M : 함수율(%,w.b.)
수원264호	$p = 48.9194 + 0.2831 \cdot M - 0.0146 \cdot M^2$

마. 종말속도

- 종말속도는 부유(浮遊)속도라고도 하며, 어떤 물체가 자유낙하할 때 물체의 항력과 물체의 순수한 중력(물체의 무게-부력)과 같게 되는 순간의 물체의 낙하속도로 정의하며, 아래 표와 같다.

표 B-5. 벼의 종말속도

품 종	회귀식
칠 성	$v = 3.87+0.0383M$ v : 종말속도 (m/s) M : 함수율(%w.b.)
동 진	$v = 3.94+0.0324M$
추 청	$v = 4.04+0.0318M$
섬 진	$v = 4.37+0.0318M$

바. 벼의 수분 증발잠열

- 증발잠열은 농산물 내부 수분을 증발시키는데 필요한 에너지를 말한다.
- 농산물 내부 수분의 증발잠열은 함수율이 낮을수록 더 큰 값을 가지며, 평형함수율 방정식으로부터 계산할 수 있다.
- Brook와 Foster(1979)는 Chung의 벼 평형상대습도방정식을 기초로하여 Othmer의 방법으로 수분증발잠열을 다음식과 같이 유도하였다.

$$h_{fg} = (597.8 - 0.57 T)(1+1.1502 \exp(-16.7106 M)) \quad (B-1)$$

여기서, h_{fg} : 증발잠열(kcal/kg.water)

T : 온도(°C)

M : 함수율(dec.,d.b.)

2. 함수율 측정법

함수율은 105°C 건조법에 의해 측정함을 원칙으로 하고, 이와 동등한 측정 결과를 얻을 수 있는 전기저항식 수분계 · 전열건조식 수분계 · 적외선 조사식 수분계에 의한 측정을 보조 방법으로 채택할 수 있다.

가. 105도 건조법

모집단의 평균을 대표 할 만한 표본 시료 20g 정도를 채취한다. 시료는 물러 분쇄기나 절구(morta)를 사용하여 20 메쉬(약 1mm)정도로 분쇄하고, 분쇄한 시료 약 5g을 칭량병에 담아 무게를 화학용 천평칭으로 계량한다. 그 다음 칭량병의 마개시료를 약간 열고 건조로 안에 넣고 105~110°C의 온도가 된 시점부터 5시간 건조시킨 다음, 마개를 닫고 데시케이터 안

에서 함수율은 다음 식으로 계산한다.

$$\text{함수율(10\%)} = \frac{\text{건조전무게(시료+병)} - \text{건조후무게(시료+병)}}{\text{건조전무게(시료+병)}} \times 100 \quad (\text{B-2})$$

나. 135도 건조법

불가피하게 105도 건조법을 이용할 수 없는 경우에는, 위와 동일한 방법으로 시료를 10g 정도를 채취하여 분쇄하지 않고 135°C(±2°C)의 건조로에서 위와 같은 식으로 계산한다. 다만 105°C 건조 함수율의 환산식은 다음과 같다.

표 B-6. 105°C 건조 함수율의 환산식

구 분	환 산 식
벼	$M_{105} = 100 - 1.0121(100 - M_{135})$ 여기서 M_{105} : 105°C 건조법으로 환산한 함수율 M_{135} : 135°C 건조법으로 측정된 함수율
현미	$M_{105} = 100 - 1.0122(100 - M_{135})$
백미	$M_{105} = 100 - 1.0133(100 - M_{135})$

3. 평형함수율

곡물을 건조한 공기중에 노출시키면 곡물로부터 수분이 증발하여 곡물은 건조되며, 습한공기에 노출시키면 곡물은 공기로부터 수분을 흡습한다. 이러한 건조와 흡습은 무한히 계속되는 것이 아니라 공기의 조건에 따라 곡물은 결국 일정한 함수율에 도달하게 되어 건조도 흡습도 일어나지 않게 된다. 이때의 함수율을 주어진 공기 조건에 대한 평형함수율이라 한다. 공기 조건은 온도와 상대습도에 따라 정해진다.

가. 공시재료

- 공시재료로 사용한 벼는 1997년 10월에 경기도 철원지역에서 수확한 오대벼이다. 초기 함수율은 19.5%(w.b.)이었고, 2°C의 항온실에서 1개월간 저장하였다.
- 실험하기 전에 벼를 고무롤 현미기를 사용하여 제현한 다음, 시험용 정미기로 가공수율 90%의 백미로 가공하였다. 현미를 제현하는 과정에서 왕겨를 분리하여 로탑시험기로 이

물질을 제거한 후 공시재료로 사용하였다.

- 벼, 현미, 백미 및 왕겨를 각각 2kg씩 정선한 후 2중의 밀폐비닐용기에 지퍼로 완전 밀폐한 후 2°C의 항온실에서 장기간 보관하여 공시재료의 함수율이 균일하도록 하였다.

나. 실험장치 및 방법

- 평형함수율 실험은 염용액을 이용하여 조성된 공기 중에 시료를 노출시키는 정적인 방법(static method)을 이용하였다.
- Magnetic stirrer에 증류수를 담고 있는 항습실을 놓고 일정한 온도를 유지하게 한 후 염용액을 넣고 교반 하면서 완전히 포화 시켰다. 표 B-7은 20 ~ 40°C 온도에서의 염용액의 종류에 따른 각각의 상대습도를 나타내고 있다. (JIS Z8806-1981)

표 B-7. 염용액의 종류에 따른 상대습도(%)

Temp (°C)	Salt (%)							
	<i>LiCl</i>	<i>CH₃COOK</i>	<i>MgCl₂</i>	<i>K₂CO₃</i>	<i>Mg(NO₃)₂</i>	<i>KI</i>	<i>NaCl</i>	<i>KCl</i>
20	11.3	22.8	33.0	43.3	54.6	69.9	75.5	85.0
30	11.2	21.6	32.6	43.2	51.3	67.9	75.5	83.6
40	11.2	20.4	31.6	43.1	48.3	66.1	75.5	82.0

LiCl Lithium Chloride, Anhydrous, *CH₃COOK* Potassium Acetate, *MgCl₂* Magnesium Chloride, Anhydrous
K₂CO₃ Potassium carbonate, *Mg(NO₃)₂* Magnesium Nitrate, *KI* Potassium Iodide, *NaCl* Sodium Chloride
KCl Potassium Nitrate

- 그림 B-1과 같이 일정한 상대습도를 유지하는 항습실에 벼, 백미 및 현미는 10g, 왕겨는 3g을 시료상자(40×40×50, stainless steel)에 담아 놓았다. 시료를 넣은 항습실은 일정한 온도가 유지되는 항온기(±0.5°C)에 넣고 실험을 시작하였다.
- 실험시작 후 4주 후부터 1주일 간격으로 전자저울(satorius 420P)을 이용하여 무게를 측정하였다. 시료의 무게 변화가 3주간 연속해서 0.002g 이하의 변화를 보일 때를 평형함수율에 도달한 것으로 하였다.

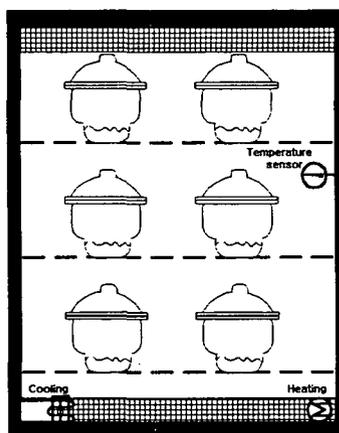
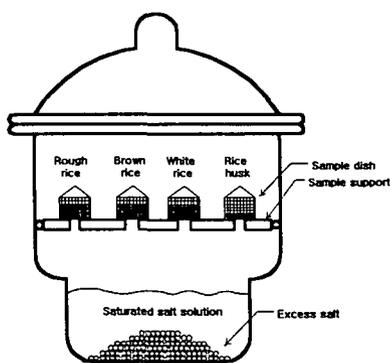


그림 B-1. 평형함수율 실험 측정장치

다. 실험결과

표 B-8. 벼, 현미, 백미 및 왕겨의 평형함수율(%d.b.)

온도(℃)	상대습도(%)	평형함수율(%d.b.)			
		벼	현미	백미	왕겨
20	11.3	5.0	5.3	5.8	4.1
	22.8	7.6	8.0	8.5	6.8
	33.0	9.1	9.6	10.2	8.1
	43.3	11.0	11.5	12.1	10.1
	54.6	13.0	13.5	14.1	11.9
	66.0	15.7	16.3	16.8	14.7
	75.5	17.0	17.5	17.9	16.0
	85.0	20.0	20.0	20.9	18.9
30	11.2	4.5	4.6	5.2	3.9
	21.6	6.7	7.0	7.6	5.7
	32.6	8.1	8.7	9.3	6.9
	43.2	10.1	10.4	11.0	8.8
	51.3	11.4	11.8	12.4	10.0
	63.0	14.2	14.5	15.1	12.8
	75.5	15.9	16.0	16.7	14.3
	83.6	17.9	17.9	18.6	16.6
40	11.2	3.1	3.5	3.5	2.1
	20.4	4.9	5.3	5.6	3.7
	31.6	6.6	7.3	7.5	5.3
	43.1	8.4	9.0	9.3	6.7
	48.3	9.2	9.7	10.1	7.3
	60.0	12.0	12.6	12.8	10.0
	75.5	-	-	14.6	12.2
	82.0	-	-	-	14.0

4. 벼의 박층건조 방정식

농산물의 건조과정을 해석하고 건조조건을 구명하는 데 있어서 가장 중요한 기초 요소가 박층건조방정식이다. 박층건조속도는 송풍공기의 풍속, 온도 및 상대습도의 영향을 받는다. 풍속은 일정 풍속 이상에서는 영향을 무시할 수 있으나, 온도가 높을수록, 상대습도는 낮을수록 건조속도는 증가한다. 이러한 건조속도의 영향인자를 복합적으로 표시한 것이 박층건조 방정식이다.

가. Page 모델

$$\frac{M - M_e}{M_o - M_e} = MR = \exp(- P t^Q) \quad (B-3)$$

$$P = 0.01695 + 0.0002698 T - 0.01213 RH$$

$$Q = 0.6993 + 0.001016 T - 0.03719 RH$$

여기서, M : 함수율 M_o : 초기 함수율
M_e : 평형 함수율 MR : 함수비
t : 건조시간(min.) RH : 열풍 상대습도(dec.)
T : 열풍온도(°C)

나. Thompson 모델

$$t = C \ln(MR) + D \ln(MR)^2 \quad (B-4)$$

$$C = - 7.73274 + 1.31360E-1 T + 1.12245E+1 RH - 2.64477E-4 T^2 \\ - 7.51016 RH^2 - 1.37239E-1 T RH$$

$$D = 1.43172 - 1.44670E-1 T + 1.44240E+1 RH + 2.44195E-3 T^2 \\ - 2.97633 RH^2 - 2.36758E-1 T RH$$

여기서, t : 건조시간(hr) MR : 함수비
RH : 열풍 상대습도(dec.) T : 열풍온도(°C)

5. 표준시료 축분법(등분법)

시료축분은 원칙적으로 보-나 균분기에 의한다. 다만 보-나 균분기가 없을 경우 보조방법으로 4분법에 의하여 축분한다.

가. 보-나 균분기에 의한 시료축분법

- 시료는 축분전에 충분히 혼합한다.
- 균분기를 수평으로 안치한 후 입구에 시료를 넣고 샷다를 일시에 가볍게 완전히 연다.
- 2등분된 시료중 임의로 그하나를 택하여 소요량이 될 때까지 반복 축분한다.

나. 4분법(보조방법)

- 시료는 축분전에 충분히 혼합한다.
- 혼합한 시료는 원형으로 평평히 넓게 넓힌 다음 종횡으로 선을 그어 4등분 한다.
- 4등분된 시료는 대각의 부분을 모아 2개로 축분한다.
- 2개로 축분된 시료중 그하나를 임의로 택하여 이와같은 조작을 반복하여 소요량이 될 때까지 축분한다.

6. 표준 체별법

가. 시료

- 미맥류 및 잠곡류는 체판면적 100cm²당 40~50g.

나. 사용법

- 자세를 바로하고 양팔꿈치를 양허리에 부착시켜 팔꿈치와 손과 체판을 수평으로 하고 체별한다.
- 4각 그물체 및 3각눈의 판체는 체목을 정면에서 보아 정방형 및 정삼각형이 되도록 잡고 체별하고, 세로눈의 판체 및 줄체와 둥근눈의 판체는 체목의 방향으로 잡고 체별하되 편심원을 그리며 체별한다.

다. 회수 및 기간

- 맥류 및 잠곡류는 20초간 좌우로 30회 체별한다.
- 체별 후 체눈에 걸린 낱알은 체상의 것으로 한다.

II. 설계기준

1. 건조 및 저장시설

가. 안전저장기간

- 곡물을 변질 없이 안전하게 저장할 수 있는 기간을 안정저장기간이라 하며, 이는 곡물의 함수율과 곡온에 따라 다르게 된다. 표 B-16은 벼의 함수율과 곡온에 따른 안전저장기간을 나타낸 것이다.
- 안전저장기간은 상온통풍건조시 품질손상 없이 건조가 완료되어야 할 건조기간의 추정치에 이용될 수 있으며, 상온통풍건조장치의 설계 송풍량(최소 풍량비)은 안전저장기간내에 건조가 완료될 수 있도록 결정한다.
- 수확과 탈곡시에 기계적 손상을 받은 벼, 미숙립 벼, 이물질 혼입 벼 등은 완전립에 비하여 곰팡이류의 번식이 용이하여 안전저장기간이 짧게 된다. 따라서, 품질 손상 없이 안전한 저장을 위해서는 동할 등의 손상을 줄이고 정선을 철저히 하는 것이 무엇보다도 중요하다.

표 B-9. 벼의 함수율 및 온도 별 안전저장기간(일)

함수율(%) 곡온(℃)	24	22	20	18	16
30	1	2	10	16	40
25	1	4	13	20	49
20	2	6	17	27	65
15	3	9	25	38	90
10	5	14	38	57	132
5	9	37	60	89	205

나. 최소풍량비

- 곡물을 변질없이 상온통풍건조할 수 있는 최소한의 풍량비를 최소풍량비 또는 안전한계 풍량비라 한다. 최소풍량비 이상으로 송풍하지 않으면 건조중에 곡물이 변질된다. 최소풍량비는 곡물의 함수율과 통풍공기의 온·습도에 의해 좌우된다. 함수율 및 상대습도가 높을수록 풍량비를 크게 해야 한다. 상대습도가 낮은 기상조건에서의 최소풍량비는 낮으며, 또한 상대습도가

높더라도 기온이 낮은 지역에서의 최소풍량비는 낮다.

표 B-17은 우리 나라의 권역, 수확시의 함수율 및 수확시기 별 최소풍량비이다. 표에서와 같이 최소풍량비는 함수율이 낮아지거나 또는 수확시기가 늦어지면 낮아진다.

표 B-10. 권역별, 초기 함수율별, 수확일별 최소풍량비(cmm/m³)

구 분	초 기 함수 율 (%)														
	26			24			22			20			18		
	수 확 일			수 확 일			수 확 일			수 확 일			수 확 일		
	10월 초순	중	하	초	중	하	초	중	하	초	중	하	초	중	하
북 부	3.9	3.9	2.0	2.7	2.3	1.3	1.6	1.1	0.8	0.9	0.6	0.4	0.60	0.2	-
중 부	6.0	4.2	3.2	3.9	2.7	2.1	2.0	1.5	1.2	1.0	0.8	0.6	0.75	0.3	-
남 부	5.9	4.5	3.7	4.0	2.7	2.5	2.2	1.6	1.6	1.2	1.0	0.9	0.85	0.4	

북부 : 강원 및 경기 북부
 중부 : 경기, 충청남부, 전북, 경북, 경남 및 전남 북부
 남부 : 전남 및 경남 남부

다. 송풍기 성능자료

- 송풍기의 성능시험은 한국공업규격의 송풍기 성능시험 방법에 따라 수행하게 되며, 제작 회사는 성능시험 결과를 그림 또는 표로 제시한다. 그림 또는 표로 제시된 자료를 성능자료라 하며, 이 성능자료에는 정압변화에 따른 송풍량, 축동력 및 정압효율의 변화와 소음 및 진동 등에 관한 자료가 포함된다. 곡물 건조용 송풍기를 선택하는데 필요한 성능자료는 주로 정압과 송풍량에 관한 자료이다.
- 표 B-18과 그림 B-3는 곡물건조용 빈에 주로 설치되는 후향 원심송풍기의 축동력별 정압과 송풍량과의 관계를 나타낸 성능자료의 예이다. 같은 동력의 송풍기라도 제작회사에 따라서 성능이 다르므로 반드시 회사에서 제시된 자료를 이용해야 한다.

표 B-11. 후향 원심송풍기의 동력 및 정압 별 송풍량(m³/min)

정압 (mmAq) 축동력 (ps)	0	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250
3	150	125	108	97	86	75					
5	269	250	218	191	171	145					
7.5	340	323	295	267	243	222	194				
10	453	437	405	373	346	322	290	230	114		
15	538	518	487	457	430	407	379	332	248		
20	668	646	617	587	555	524	492	456	410	352	
30	699	684	655	621	591	567	549	531	504	456	368

○ 정압은 송풍공기 흐름을 방해하는 저항을 나타낸 것으로, 저항이 클수록 송풍량은 감소한다.

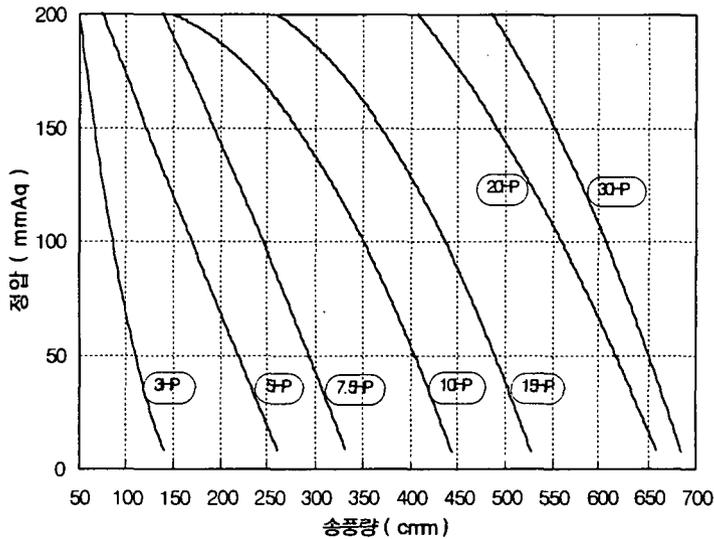


그림 B-2. 후향 원심 송풍기의 정압과 송풍량 곡선

○ 표 B-18의 송풍량과 정압과의 관계는 다음 식으로 표시된다.

$$\Delta P = A_0 + A_1 V + A_2 V^2 \quad (B-8)$$

여기서, ΔP : 정압(mmAq)

V : 송풍량(cmm)

A : 상수(표6)

표 B-12. 식(B-8)의 상수 A₀, A₁ 및 A₂의 값

축동력(ps)	A ₀	A ₁	A ₂
3	3.92104 E+02	-4.51883	1.26874 E-02
5	2.84540 E+02	-1.15787	3.67034 E-04
7.5	3.16562 E+02	-7.81674 E-01	-4.37974 E-04
10	1.86644 E+02	3.35588 E-01	-1.66486 E-03
15	1.56152 E+02	6.04152 E-01	-1.68065 E-03
20	2.47788 E+02	2.83404 E-01	-9.82100 E-04
30	1.43440 E+02	8.83721 E-01	-1.57948 E-03

라. 베틀적층 공기(송풍)저항도

- 곡물저장빈에 송풍기를 설치하고 송풍하면, 송풍공기의 흐름을 방해하는 저항이 발생하는데, 이 저항을 송풍저항이라 한다. 송풍저항은 압력강하로 나타내며, 송풍기의 정압은 저장빈에서의 송풍저항을 능가해야 한다.
- 곡물 퇴적층의 송풍저항은 퇴적고, 입자의 크기, 함수율, 다짐정도, 먼지 등 이물질의 혼입량 등에 영향을 받는다. 퇴적고가 높을수록, 입자의 크기가 작을수록, 함수율이 낮을수록, 곡물을 다져 채울수록, 먼지 등 세립자의 혼입량이 많을수록 송풍저항은 증가한다.
- 베틀 퇴적층의 송풍저항은 다음 식으로 계산한다.

$$\Delta P = 653.54 \left(\frac{q_s}{60} \right)^{1.2727} D \quad (B-9)$$

여기서, ΔP : 베틀 퇴적층의 송풍저항(mmAq)

q_s : 풍량비(m³/min.m³)

D : 베틀 퇴적고(m)

- 표 B-20는 식 B-9를 이용하여 퇴적고 및 풍량비 별로 계산한 송풍저항이다. 표 B-20을 이용하여 빈에 설치할 송풍기를 선택할 때 송풍저항 즉, 송풍기에서 요구되는 정압을 구할 수 있으며, 또한 반대로 송풍기가 설치된 빈의 공기충만실 압력 즉, 송풍저항을 측정하여 송풍량을 알 수 있다.

표 B-13. 벽의 퇴적고 및 풍량비 별 송풍저항(mmAq)

퇴적고 (m)	풍 량 비($m^3/min.m^3$)														
	.50	.60	.65	.70	.75	.85	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00
.3	.1	.1	.1	.2	.2	.2	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9	1.0
.6	.5	.6	.7	.7	.8	.9	1.2	1.5	1.9	2.4	2.8	3.3	3.7	4.2	4.7
.9	1.2	1.5	1.7	1.8	2.0	2.3	2.9	3.9	4.9	5.9	7.0	8.2	9.3	10.5	11.8
1.2	2.3	2.9	3.2	3.6	3.9	4.4	5.6	7.4	9.4	11.4	13.5	15.7	18.0	20.3	22.7
1.5	3.8	4.9	5.4	5.9	6.4	7.3	9.3	12.3	15.6	18.9	22.4	26.1	29.8	33.7	37.6
1.8	5.8	7.3	8.1	8.9	9.8	11.0	14.1	18.7	23.6	28.7	34.0	39.5	45.1	51.0	56.9
2.1	8.3	10.4	11.5	12.7	13.8	15.7	20.0	26.5	33.4	40.7	48.2	56.0	64.1	72.3	80.8
2.4	11.2	14.1	15.6	17.2	18.7	21.2	27.0	35.9	45.3	55.1	65.3	75.9	86.8	98.0	109.5
2.7	14.6	18.4	20.4	22.4	24.5	27.7	35.3	46.9	59.2	72.0	85.4	99.2	113.4	128.1	143.0
3.0	18.6	23.4	25.9	28.5	31.1	35.2	44.9	59.6	75.2	91.5	108.5	126.0	144.1		
3.4	23.1	29.1	32.2	35.4	38.7	46.8	55.8	74.1	93.4	113.7	134.7				
3.7	28.1	35.5	39.3	43.2	47.1	56.7	68.0	90.3	113.8	138.5					
4.0	33.7	42.5	47.1	51.8	56.5	67.7	81.5	108.3	136.6						
4.3	39.9	50.3	55.7	61.3	66.9	79.8	96.5	128.1							
4.6	46.7	58.9	65.2	71.7	78.2	93.0	112.8	149.9							
4.9	54.1	68.2	75.5	83.0	90.6	107.4	130.7								
5.2	62.1	78.3	86.7	95.2	104.0	122.9	150.0								
5.5	70.7	89.1	98.7	108.5	118.4	139.6									

마. 상온통풍건조방법

1) 퇴적고와 풍량비

- 송풍기는 송풍저항이 증가하면 송풍량이 감소한다. 따라서, 벽의 퇴적고가 증가하면 송풍저항이 증가하므로 송풍량이 감소하며 풍량비도 감소한다. 표 B-21과 표 B-22의 후향 원심 송풍기(10ps) 정압과 송풍량의 관계를 그림 B-4와 같이 그래프로 나타낼 수 있다.

표 B-14. 벽 퇴적고 3m일 때 송풍량과 정압과의 관계

풍량비 (cmm/m ³)	*송풍량 (m ³ /min)	정압 (mmAq)
0.50	98	18.6
0.70	146	31.1
1.00	195	44.9
1.25	244	59.6
1.50	293	75.2
1.75	342	91.5
2.00	390	108.5
2.25	439	126.0
2.50	488	144.1

* 송풍량 = 풍량비(C-5) × 벽 체적($3 \times \pi \times 9.14 \times 9.14 / 4$)

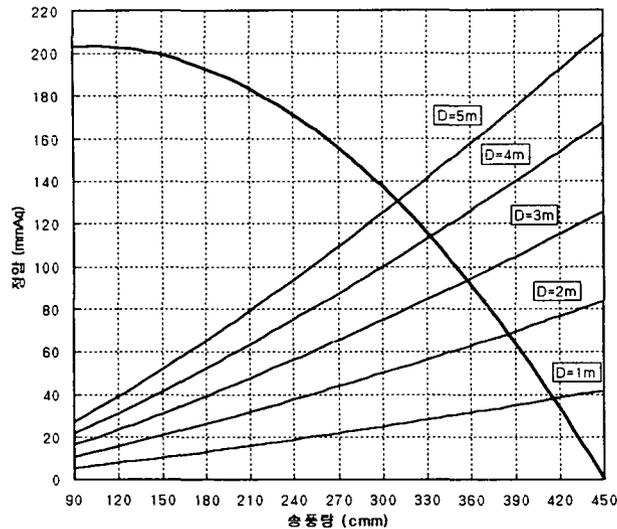


그림 B-3. 송풍기의 퇴적깊이별 작동점

2) 건조속도

- 상온통풍건조시설은 운영방법에 따라서 건조작업을 실패할 수도 있으며, 또한 성공적으로 건조작업을 수행하여 시설의 건조능력을 최대로 유지하면서 운영 경비를 최소로 할 수도 있다. 시설을 효과적으로 운영하기 위해서는 빈의 직경과 최대 퇴적고, 송풍기의 능력, 건조속도, 안전퇴적고 및 건조방법에 대한 지식이 요구된다.
- 벽의 상온통풍 건조속도는 기상조건, 풍량비 및 가열방법에 따라 다르게 된다. 특히, 기상조건은 지역 및 연도에 따라서 상이하므로 수년간 지역별로 실험에 의하여 건조속도를 결정하기란 거의 불가능하다. 따라서, 상온통풍 건조속도는 컴퓨터 시뮬레이션 방법으로

예측한다.

- 표 B-23은 시뮬레이션 방법으로 예측한 수원지역에서의 13년간의 평균건조속도를 풍량비 별로 나타낸 것이다. 수원지역의 기상조건은 우리 나라 여타 지역에 비하여 상온통풍 건조 잠재력이 취약한 지역이므로 여타 지역에서의 건조속도는 수원지역에서의 건조속도 보다 다소 높은 값을 나타낸다.

표 B-15. 풍량비별 가열 정도에 따른 비의 상온통풍 건조속도(%/시간)

풍량비 ($m^3/min-m^3$)	상온통풍	1.0℃ 가열	2.0℃ 가열
2.0	0.0153	0.0231	0.0290
2.5	0.0182	0.0275	0.0367
3.0	0.0237	0.0332	0.0435
3.5	0.0269	0.0393	0.0503
4.0	0.0353	0.0446	0.0582
6.0	0.0475	0.0658	0.0820
8.0	0.0514	0.0712	0.1070
10.0	0.0628	0.0880	0.1189
12.0	0.0689	0.1105	0.1498
14.0	0.0772	0.1144	0.1722
16.0	0.0783	0.1500	0.2516
18.0	0.0822	0.1595	0.2768
20.0	0.0831	0.1631	0.2886
22.0	0.1090	0.1662	0.2981
24.0	0.1381	0.2641	0.3066
26.0	0.1450	0.2761	0.3144
28.0	0.1520	0.2818	0.3189
30.0	0.2192	0.2868	0.3233

3) 안전퇴적고

- 함수율이 높은 벼를 건조할 때는 높은 풍량비가 요구되므로 퇴적고를 낮추어야 하는 반면, 함수율이 낮은 벼는 낮은 풍량비가 요구되므로 퇴적고를 높일 수 있다. 함수율에 따라 퇴적고를 얼마까지 할 수 있는가를 결정하는 것은 매우 중요하다. 함수율에 따라 요구되는 풍량비는 표 B-16에 주어진 최소풍량비이며, 이 최소풍량비를 확보할 수 있는 퇴적고를 안전퇴적고라 한다. 안전퇴적고는 설치한 송풍기의 성능, 함수율, 지역의 기상조건, 수확일에 따라 다르게 된다.
- 안전 퇴적고는 표 B-16의 권역별 최소풍량비와 퇴적고와 풍량비의 관계를 나타내는 그림 B-5 ~ 그림 B-8, 또는 퇴적고와 풍량비 관계식을 이용하여 쉽게 구할 수 있다. 표 B-20에 주어진 권역별 최소풍량비를 기준으로 한 번의 직경, 송풍기의 동력, 초기함수율 및 수확일 별 안전 퇴적고는 표 B-24 ~ 표 B-28과 같다.
- 그림 B-11 ~ 그림 B-15는 각각 직경 6.4m(100톤), 9.14m(200톤), 10.87m(300톤), 10.06m(300톤)에 표 B-17에서 선택한 송풍기를 설치하였을 때의 벼 퇴적고에 따른 풍량비의 변화를 나타낸 것이다.

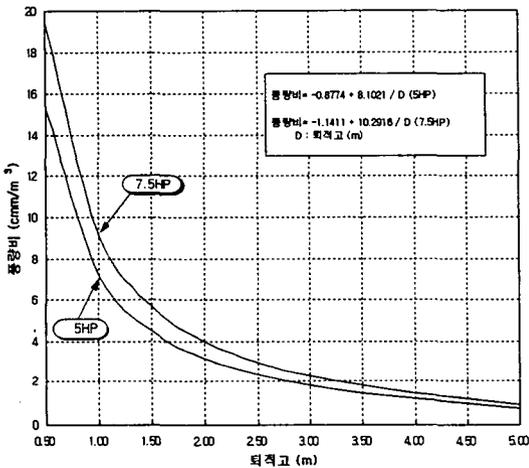


그림 B-4. 벼 퇴적고와 풍량비의 관계(100톤, 직경6.4m)

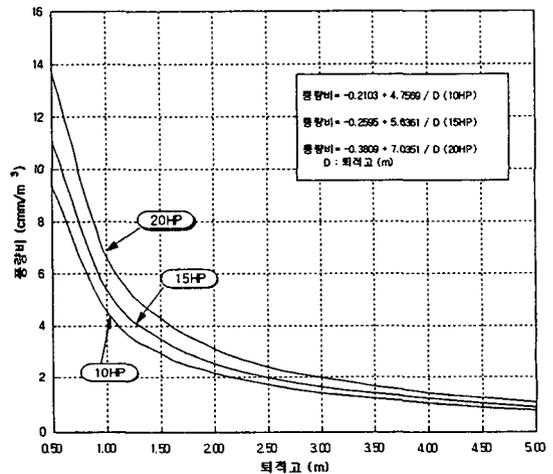


그림 B-5. 벼 퇴적고와 풍량비의 관계(200톤, 직경9.14m)

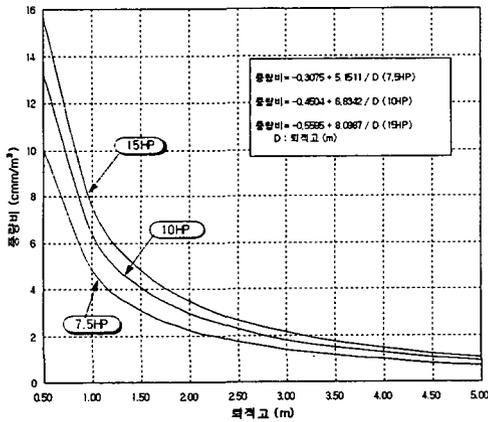


그림 B-6. 벼 퇴적고와 풍랑비의 관계 (300톤, 직경10.97m)

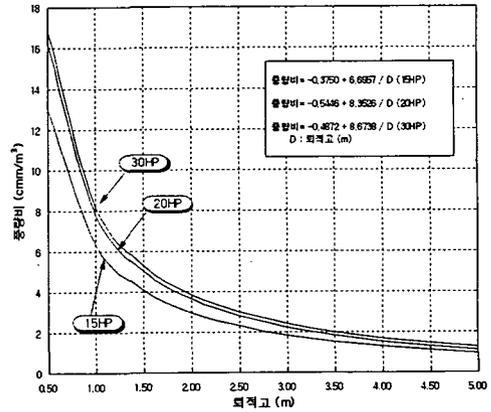


그림 B-7. 벼 퇴적고와 풍랑비의 관계 (300톤, 직경10.06m)

표 B-16. 권역, 초기 함수율, 수확일 별 안전 퇴적고(m)(50톤, 직경 4.57m 빈)

권역	동력 (hp)	10월 순별	함수율(%)														
			26	25.5	25	24.5	24	23.5	23	22.5	22	21.5	21	20.5	20	19	18
북부	3	초	1.7	1.8	2.0	2.1	2.3	2.5	2.7	2.9	3.2	3.5	3.7	4.0	4.3	만량	
		중	1.7	1.9	2.1	2.3	2.5	2.9	3.3	3.7	4.0	4.3	4.6	4.9	만량		
		하	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.1	4.3	4.6	4.9	만량				
중부	3	초	1.2	1.3	1.4	1.5	1.7	1.9	2.2	2.5	2.8	3.1	3.4	3.8	4.2	만량	
		중	1.6	1.7	1.9	2.1	2.3	2.4	2.5	2.7	2.9	3.3	3.7	4.2	4.6	만량	
		하	2.0	2.1	2.3	2.5	2.7	2.9	3.2	3.5	3.8	4.1	4.4	4.7	만량		
남부	5	초	1.8	1.9	2.0	2.1	2.3	2.5	2.7	2.9	3.2	3.4	3.6	3.8	4.1	만량	
		중	2.1	2.3	2.5	2.7	2.9	3.1	3.3	3.5	3.7	3.8	3.9	4.1	4.3	만량	
		하	2.4	2.5	2.6	2.8	3.0	3.1	3.3	3.5	3.7	3.9	4.1	4.3	4.5	만량	

북부 : 강원 및 경기 중부 : 경기, 충청북, 전북, 경북, 경남 및 전남 북부
 남부 : 전남 및 경남 남부

표 B-17. 권역, 초기 함수율, 수확일 별 안전 퇴적고(m) (100톤, 직경 6.40m 빈)

권역	동력 (hp)	10월 순별	함수율(%)														
			26	25.5	25	24.5	24	23.5	23	22.5	22	21.5	21	20.5	20	19	18
북부	5	초	1.7	1.8	1.9	2.1	2.3	2.5	2.8	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.6	만량	
		중	1.7	1.9	2.1	2.3	2.6	2.9	3.3	3.7	4.1	4.4	4.6	4.9	만량		
		하	2.8	3.0	3.2	3.4	3.7	4.0	4.2	4.5	4.8	만량					
중부	5	초	1.2	1.3	1.4	1.5	1.7	2.0	2.2	2.5	2.8	3.2	3.6	3.9	4.3	만량	
		중	1.6	1.8	2.0	2.1	2.3	2.4	2.6	2.7	2.9	3.3	3.8	4.4	4.8	만량	
		하	2.0	2.2	2.4	2.5	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8	만량		
남부	7.5	초	1.5	1.6	1.7	1.8	2.0	2.2	2.5	2.8	3.1	3.4	3.7	4.0	4.4	만량	
		중	1.8	2.0	2.2	2.4	2.7	2.9	3.2	3.5	3.8	4.0	4.3	4.6	4.8	만량	
		하	2.1	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.5	3.8	4.1	4.4	4.7	만량		

북부 : 강원 및 경기 북부 중부 : 경기, 충청북, 전북, 경북, 경남 및 전남 북부
 남부 : 전남 및 경남 남부

표 B-18. 권역, 초기 함수율, 수확일 별 안전 퇴적고(m) (200톤, 직경 9.14m 빈)

권역	동력 (hp)	10월 순별	함수율(%)													
			26	25.5	25	24.5	24	23.5	23	22.5	22	21.5	21	20.5	20	19
북부	10	초	1.2	1.3	1.4	1.5	1.7	1.9	2.2	2.5	2.7	3.0	3.4	3.8	4.3	만량
		중	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.4	2.8	3.2	3.7	4.1	4.4	4.8	만량	
		하	2.2	2.4	2.6	2.9	3.2	3.6	4.0	4.4	4.7	만량				
중부	15	초	1.1	1.2	1.3	1.4	1.6	1.8	2.1	2.4	2.8	3.3	3.8	4.3	4.7	만량
		중	1.5	1.7	1.9	2.0	2.2	2.3	2.5	2.7	2.9	3.1	3.3	3.5	만량	
		하	1.9	2.1	2.3	2.5	2.7	3.1	3.5	3.8	4.1	4.4	4.7	만량		
남부	20	초	1.3	1.5	1.6	1.7	1.8	2.0	2.3	2.6	2.9	3.2	3.6	4.0	4.6	만량
		중	1.6	1.8	2.0	2.2	2.5	2.9	3.3	3.5	3.8	4.0	4.3	4.6	만량	
		하	1.9	2.1	2.5	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.3	4.6	만량	

북부 : 강원 및 경기 북부 중부 : 경기, 충청북, 전북, 경북, 경남 및 전남 북부
남부 : 전남 및 경남 남부

표 B-19. 권역, 초기 함수율, 수확일 별 안전 퇴적고(m)(300톤, 직경 10.97m 빈)

권역	동력 (hp)	10월 순별	함수율(%)													
			26	25.5	25	24.5	24	23.5	23	22.5	22	21.5	21	20.5	20	19
북부	10	초	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.9	2.1	2.3	2.6	3.0	3.4	3.8	4.3	만량
		중	1.2	1.4	1.6	1.7	1.9	2.2	2.6	3.1	3.6	3.9	4.2	4.5	만량	
		하	2.2	2.4	2.6	2.9	3.1	3.4	3.8	4.2	4.7	만량				
중부	15	초	0.9	1.1	1.2	1.3	1.4	1.6	1.9	2.1	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	만량
		중	1.3	1.4	1.6	1.8	1.9	2.1	2.3	2.4	2.6	2.9	3.2	3.5	만량	
		하	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.7	3.0	3.4	3.9	4.2	4.5	4.8	만량	
남부	20	초	1.1	1.2	1.3	1.4	1.6	1.8	2.1	2.4	2.7	3.1	3.6	4.0	4.5	만량
		중	1.4	1.6	1.8	2.0	2.3	2.6	2.9	3.2	3.6	4.0	4.5	만량		
		하	1.7	1.9	2.1	2.2	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.5	4.9	만량	

북부 : 강원 및 경기 북부 중부 : 경기, 충청북, 전북, 경북, 경남 및 전남 북부
남부 : 전남 및 경남 남부

표 B-20. 권역, 초기 함수율, 수확일 별 안전 퇴적고(m)300톤, 직경 10.06m

권역	동력 (hp)	10월 순별	함수율(%)													
			26	25.5	25	24.5	24	23.5	23	22.5	22	21.5	21	20.5	20	19
북부	15	초	1.6	1.7	1.9	2.0	2.2	2.5	2.8	3.1	3.4	3.8	4.3	4.8	5.3	만량
		중	1.6	1.8	2.0	2.2	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	4.8	5.2	5.6	만량	
		하	2.8	3.1	3.3	3.7	4.0	4.4	4.8	5.2	5.7	5.9	만량			
중부	20	초	1.3	1.4	1.6	1.7	1.9	2.2	2.6	2.9	3.3	3.8	4.3	4.8	5.4	만량
		중	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.9	3.3	3.7	4.1	4.6	5.1	5.6	6.0	만량
		하	2.2	2.4	2.7	2.9	3.2	3.6	4.0	4.4	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0	만량
남부	30	초	1.4	1.5	1.6	1.7	1.9	2.2	2.5	2.8	3.2	3.6	4.1	4.6	5.2	만량
		중	1.7	1.9	2.2	2.4	2.7	3.0	3.4	3.8	4.2	4.6	5.0	5.4	5.8	만량
		하	2.1	2.3	2.5	2.7	2.9	3.2	3.5	3.8	4.2	4.6	5.0	5.4	5.9	만량

북부 : 강원 및 경기 북부 중부 : 경기, 충청북, 전북, 경북, 경남 및 전남 북부
남부 : 전남 및 경남 남부

바. 누적혼합건조

- 빈에 투입된 물벼는 교반장치에 의해 상하층이 혼합되면서 건조가 이루어지며, 어느 정도 건조가 이루어진 벼 위에 새로운 물벼가 투입되어 건조가 진행된다. 건조 진행 상황에 따라서 매일 또는 2~3일 간격으로 적정량의 새로운 물벼가 투입되어 10~20일에 걸쳐서 만량으로 채워지게 된다.
- 원형 철제빈은 적절히 설계되고 운영된다면 교반장치를 설치할 필요가 없으나, 평형함수율이 15%이하로 과건조가 우려되는 우리 나라의 기상조건에서는 교반장치를 설치함으로써 보다 효과적인 건조작업을 수행할 수 있다. 교반장치의 역할과 특징을 열거하면 다음과 같다.
 - (1) 과건조와 불균일 건조 감소 : 물벼와 건벼, 상층과 하층을 혼합하여 함수율 편차를 줄인다. 빈내의 전체 곡물이 거의 균등하게 서서히 건조되므로 평균함수율을 기준으로 건조작업을 수행할 수 있다.
 - (2) 송풍량을 증대시켜 건조속도 증대 : 교반작업은 송풍량을 10%정도 증대시키며, 이에 따라 건조시간이 단축되며 상온통풍건조의 안전성이 높아진다.
 - (3) 국부적으로 송풍이 차단되어 건조속도가 느려져 변질되는 부분을 제거한다.
 - (4) 교반장치는 높이 약 60cm의 공간을 차지하므로 저장용량을 유지하기 위해서는 추가적인 링의 설치가 필요하다.
 - (5) 교반장치는 구조가 복잡하여 고장 가능성이 높으므로 관리 및 사용에 주의를 요한다.
- 누적 혼합건조에서 투입벼의 양은 빈내의 벼의 퇴적고, 빈내 벼의 함수율 및 투입할 벼의 함수율에 따라서 결정된다. 이에 따라 투입할 벼의 양을 결정하기 위해서는 다음 사항에 대한 자료가 필요하다.
 - (1) 빈의 단위 깊이당 벼의 무게
 - (2) 안전 퇴적고(표 B-24 ~ 표 B-28)
 - (3) 현재의 퇴적고
 - (4) 퇴적고별 풍량비(그림 B-5 ~ 그림 B-8)
 - (5) 건조 속도(표 B-23)
 - (6) 빈내 벼의 함수율과 새로 투입되는 벼의 함수율
 - (7) 누적 투입 규칙
- 누적 혼합건조를 효과적으로 수행하기 위해서는 투입할 벼와 빈내 벼의 상태에 따라서 투입량과 투입간격을 조절해야 한다. 누적 투입 규칙은 다음과 같다.
 - (1) 함수율 26%이하의 벼를 투입한다.

(2) 벼의 1일 투입 퇴적고는 투입할 벼의 함수율에 따라 다음을 기준으로 한다.

- 투입할 벼 함수율 $\geq 24\%$: 0.6m 이하
- $22\% \leq$ 투입할 벼 함수율 $< 24\%$: 1.2m 이하
- 투입할 벼 함수율 $< 22\%$: 1.8m 이하

(3) 퇴적고는 빈내 벼의 함수율과 새로 투입되는 벼의 함수율중 높은 쪽의 함수율에 대한 안전퇴적고와 부가 퇴적고를 합한 최대 허용퇴적고 이하로 한다. 부가 퇴적고는 다음과 같이 계산한다.

$$\text{부가퇴적고} = \frac{M_n - M_o}{M_n - 16} \times 0.8 \times (\text{빈내 벼 퇴적고}) \quad (\text{B-10})$$

여기서, M_n : 투입할 벼 함수율(%)

M_o : 빈내 벼 함수율(%)

(4) 빈내 벼의 평균함수율이 투입할 벼 함수율에 따라 다음의 한계 이상으로 하강한 후 새로운 벼를 투입한다.

- 투입할 벼 함수율 $\geq 24\%$: 2% 이상
- $22\% \leq$ 투입할 벼 함수율 $< 24\%$: 1.0% 이상

표 B-21. 누적 혼합건조 계획의 예

월일	수확 벼 함수율	# 빈내의 벼 상태 (일초)			안전 퇴적 고 (m)	부가 퇴적 고 (m)	최대 허용 퇴적 고(m)	수확 벼 투입량		수확 벼 투입 후 상태				
		중량 (톤)	퇴적 고 (m)	함수 율 (%)				투입 고 (m)	투입 량 (톤)	평균 함수율 (%)	퇴적 고 (m)	풍량비 (cmm/m ³)	건조 속도 (%/h)	건감율 (%/일)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	
10/1	25				1.6	0.0	1.6	0.6	30	25.0	0.6	13.4	0.110	2.64
10/2	25	30	0.6	22.4	1.6	0.0	1.6	0.6	30	23.7	1.2	6.4	0.065	1.56
10/3	24.5	60	1.2	22.2	1.7	0.2	1.9	-	-	22.2	1.2	6.4	0.065	1.56
10/4	24.5	60	1.2	20.6	1.7	0.4	2.1	0.6	30	21.9	1.8	4.1	0.044	1.06
10/5	24	90	1.8	20.8	1.9	0.6	2.5	-	-	20.8	1.8	4.1	0.044	1.06
10/6	24	90	1.8	19.7	1.9	0.8	2.6	0.6	30	20.8	2.4	2.8	0.030	0.72
10/7	23.5	120	2.4	20.1	2.2	0.9	3.1	-	-	20.1	2.4	2.8	0.030	0.72
10/8	23.5	120	2.4	19.4	2.2	1.0	3.2	0.6	30	20.2	3.0	2.2	0.025	0.60
10/9	23	150	3.0	19.6	2.6	1.1	3.3	-	-	19.6	3.0	2.2	0.025	0.60
10/10	23	150	3.0	19.0	2.6	1.3	3.9	0.6	30	19.6	3.6	1.8	0.020	0.48
10/11	22.5	180	3.6	19.1	2.9	1.5	4.4	-	-	19.1	3.6	1.8	0.020	0.48
10/12	22.5	180	3.6	18.6	2.9	1.7	4.6	0.6	30	19.2	4.2	1.4	0.018	0.43
10/13	22	210	4.2	18.8	4.1	1.8	5.9	-	-	18.8	4.2	1.4	0.018	0.43
10/14	22	210	4.2	18.4	4.1	2.0	6.0	-	-	18.4	4.2	1.4	0.018	0.43
10/15	21.5	210	4.2	18.0	4.6	2.1	6.0	1.2	60	18.8	5.4	0.9	0.016	0.38
10/16	21.5	270	5.4	18.4	4.6	-	6.0	-	-	18.4	5.4	0.9	0.016	0.38
10/17	21	270	5.4	18.0	5.1	-	6.0	0.6	30	18.3	6.0	0.8	0.015	0.36
10/18	21	300	6.0	17.9	5.1	-	-	-	-	17.9	-	0.8	0.015	0.36
10/23		300	6.0	16.1										

해당 날짜 시작시의 상태를 나타냄

- (2) 일초(전일까지)의 퇴적중량
- (3) 일초(전일까지)의 퇴적고
- (4) 전일의 (10)-(14)
- (5) 수확벼 함수율에 대한 값(C-13)
- (6) [(1)-(4)]/[(1)-16]×(3)×0.8
- (7) (5)+(6)
- (10) [(4)×(3)+(1)×(8)]/(11)
- (11) (3)+(8) (12) C-6 (13) C-8
- (14) 24×(13)

○ 이상과 같이 상온통풍건조에 아주 적합한 기상조건을 갖춘 우리 나라에서는 1일 투입량을 계획적으로 조절하면 상온통풍건조만으로 건조작업을 효과적으로 완료할 수 있다.

사. 저장시설 설계운영 기준 마련을 위한 기초실험

- 1) 공시재료 : 추청벼
- 2) 실험장치

○ 실험에 사용할 저장건조빈은 10톤 저장 용량의 2중강판재로서, 그 구조는 그림 B-9와 같다. 빈은 파형강판재의 본체, 다공통기마루 및 송풍기로 구성되어 있으며, 내부에 균분기 및 배출시스템이 설치되어 있다.

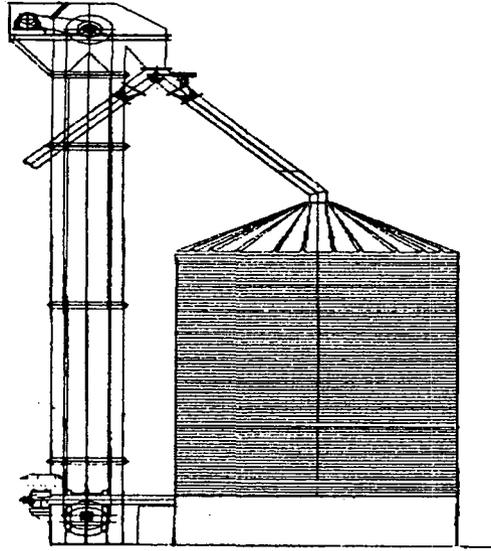


그림 B-8. 원형철제 저장건조빈의 주요 구조

3) 실험 및 측정방법

(가) 투입벼의 중량 : 입벼의 중량은 전자저울을 이용하여 측정한다.

(나) 함수율 측정

(1) 투입벼 함수율 측정

- 반입되는벼 100kg당 약 100g의 시료를 채취한다. 그리고, 시료를 균분기를 사용하여 축분한후 약 50g의 시료를 함수율 측정에 사용한다. 함수율의 측정은 10g의 곡립을 135℃의 온도에서 24시간 건조하는 상압정온건조법을 이용하였으며, 이를 표준건조법인 5g 분쇄-105℃-5시간 건조법인 수식 B-11을 환산에 이용한다. 곡물의 함수율은 공기오븐법에 의해 측정한다.

$$M_{105} = 100 - 1.0121 (100 - M_{135}) \quad (B-11)$$

여기서, M_{105} : 105℃건조법에 의한 함수율(%w.b.)

M_{135} : 135℃건조법에 의한 함수율(%w.b.)

(2) 빈내의 함수율 측정

- 저장중의 빈내 함수율측정을 위한 시료채취 위치는 그림 B-10과 같다. 빈에 벼가 퇴적되어 있을때 샘플 채취하기 위하여 철재 파이프를 시료채취기를 제작하여, 빈의 측벽

에서 수평방향으로 소정의 깊이까지 壓入하여 흡입방식으로 샘플 채취한다. 샘플 채취는 수평방향으로 빈의 동서방향으로 45cm 간격으로, 수직방향으로는 1m 간격으로 샘플을 채취한다. 함수율측정은 공기오븐법을 사용한다.

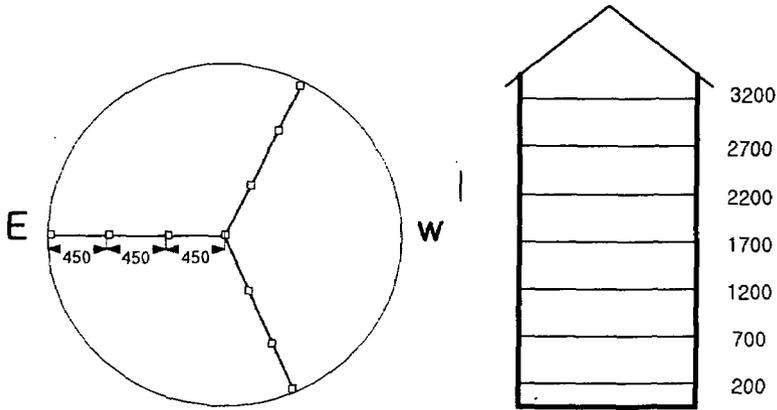


그림 B-9. 빈내 벽의 샘플채취 위치

(3) 품질평가

- 저장중의 곡물에 관하여 품질조사를 실시하기 위하여, 투입벼와 저장중인 곡물의 품질을 비교 분석한다. 품질조사는 2주마다 실시할 예정이며, 조사항목은 동할율, 발아율과 지방산도이다. 그리고 품질평가를 위한 저장중인 빈내 벽의 샘플채취 위치는 함수율을 측정하기 위하여 샘플을 채취하는 위치와 같다.

(4) 온도와 상대습도의 측정

- 빈내 곡물의 온도측정 위치는 곡물채취 위치와 같으며, 상대습도 측정은 송풍기 설치 위치와 배출구에서 할 것이다. 온도 센서는 열선을 사용하여 측정하고, 온도 및 상대습도의 기록은 Data Log에 연속적으로 기록한다

2. 집배진시설

표 B-22. 집진장치 용어

용어	뜻	참고	
		관용어	영 어
집진장치	처리 가스로부터 더스트 및 미스트 등을 분리 포집하는 장치이며, 이에 필요한 전처리 및 부대 설비를 포함한다.	제진장치	- dust separator - dust collector - dust collecting apparatus - precipitator
함진농도	공기의 단위 체적에 포함된 부유 입자의 양으로 표시한다. 보통, 부유 입자의 중량으로 표시하나, 이에 의하지 않은 표시 방법으로는 개수법, 오염도법 등이 있다.	함진량 함진율 더스트농도 입자농도	- dust concentration
더스트	기체 중에 포함된 고체 입자로 보통 1 μ 이상의 크기를 갖는 입자를 말하나, 이 규격에서는 1 μ 이하의 크기의 고체 입자의 흠(fume)도 포함한다.	분진	- dust
미스트	기체 중에 포함되는 액체 입자로 보통 10 μ 이하의 크기를 갖는 입자를 말한다.		- mist
입자지름 분포	더스트 또는 미스트의 입자 지름에 대한 분포 비율을 표시하는 것을 말한다. 보통 입자 지름은 미크론(μ)으로 표시하며 분포 비율은 중량 또는 개수를 백분율로 표시한다.		- particle size distribution
집진율	집진 장치의 집진 효과를 표시하는 수치로 장치가 포집하는 더스트 및 미스트의 양과 처리전의 양과의 비를 백분율로 표시한 것이다. 더스트 및 미스트의 양은 중량법을 기준으로 하나, 개수법 또는 오염도법을 기준으로 할 때도 있다.	포집(효)율 집진(효)율 제진(효)율 획수율	- collection efficiency
기본유속	집진 장치에서 집진 효과에 영향을 주는 대표적 장소의 가스 유속을 말한다. 보통 미터 매초 (m/s) 또는 미터 매분(m/min)으로 표시하나, 센티미터 매초(cm/s)를 사용하는 경우도 있다.		- fundamental gas velocity
집진극	전기 집진 장치의 주요부의 하나로 방전극에 의하여 전하를 준 더스트가 미스트를 부착시키는 전극으로서, 평판형, 관형 기타의 모양을 갖는다. 보통 공업용의 것은 양극이며, 이것이 접지되어 있다.		- collecting electrode
방전극	전기 집진 장치의 주요부의 하나로, 코로나 방전에 의하여 더스트에 전하를 주는 전극을 말한다.		- discharge electrode

표 B-23. 배출허용기준초과 일일오염물질배출량의 산정방법

구분	오염물질	산정방법
일반오염물질	황산화물	일일유량×배출허용기준초과농도×10 ⁻⁹ ×64÷22.4
	먼지	일일유량×배출허용기준초과농도×10 ⁻⁶
	암모니아	일일유량×배출허용기준초과농도×10 ⁻⁶ ×17÷22.4
	황화수소	일일유량×배출허용기준초과농도×10 ⁻⁶ ×34÷22.4
특정대기유해물질	불소화합물	일일유량×배출허용기준초과농도×10 ⁻⁹ ×19÷22.4일일유량
	염화수소	배출허용기준초과농도×10 ⁻⁶ ×36.5÷22.4
	염소	일일유량×배출허용기준초과농도×10 ⁻⁶ ×71÷22.4

1. 배출허용기준 초과농도=배출농도-배출허용기준농도

2. 먼지 배출농도 단위는 mg/m³으로 하고, 그외 오염물질의 단위는 ppm으로 한다.

가. 부유 분진 농도 측정 방법

1) 측정방법의 종류

측정 방법은 대별하여 다음 2종류로 한다.

- 부유 측정 방법 : 공기 중에 부유하는 분진을 부유상태로 그 농도를 측정하는 방법.
- 포집 측정 방법 : 공기 중에 부유하는 분진을 포집하여 그 농도를 측정하는 방법.

2) 분진 포집의 방법

- 온도 구배형 : 먼지가 있는 공기를 온도 구배가 있는 공간을 통과시켜, 온도 구배에 의해 생긴 먼지없는 공간을 이용해서 분진을 저온측에 포집하는 방법.
- 불어 붙이기형 : 포집판에 먼지를 포함한 공기를 불어 분진을 판위에 포집하는 방법, 부착제를 사용하는 것과 단열 팽창에 의해 물방울을 이용하는 것이 있다.
- 충돌형 : 먼지를 포함한 공기를 액중에 있는 충돌판에 충돌시켜 분진을 현탁액으로 포집하는 방법.
- 침강형 : 공기 중의 부유 분진을 자연 침강에 의해 포집 판상에 포집하는 방법
- 정전형 : 코로나 방전하고 있는 전극간에 먼지가 있는 공기를 통과시켜, 정전 인력에 의해 분진을 포집하는 방법.
- 여과형 : 여과층을 통해서 먼지가 있는 공기를 흡인하여 여과층에 분진을 포집하는 방법.

3) 공기 중 부유 분진량의 측정방법(정전식 더스트 샘플러에 의한 중량법)

(가) 정전식 더스트 샘플러

정전식 더스트 샘플러의 종류는 표 B-42와 같다.

표 B-24. 정전식 더스트 샘플러의 종류

(단위 : l/min)

종 류	정격유량	사용유량
E 20형	20	20
E 100형	100	50~100

- 구조 : 정전식 더스트 샘플러는 그림 B-15와 같이 샘플러 본체·유량계·흡인장치·고압전원으로 되어있고, 각 연결 부분에서 공기의 누설이 없어야 하며, 온도의 상승이나 진동에 의해 성능에 나쁜 영향을 주지 않는 구조로 하며, 각 구조는 다음과 같다.
- 샘플러 본체 : 샘플러 본체는 E20형 및 E100형으로 하며, E100형은 그림 B-16과 같이 방전 전극과 집진축 전극 사이에 고전압을 걸어서 집진관 내에 코로나 방전을 일으켜 관 내에 발생된 이온의 부착으로 하전된 분진을 집진관 내벽에 부착시켜 포집한다.
- 유량계 : 유량계는 흡인 장치에 의해 샘플러 본체를 통과하는 공기량을 측정하는 기기로, 유량을 정확히 측정할 수 있는 구조이어야 한다.
- 흡인장치 : 흡인장치는 송풍기, 에젝타 등으로 하여 공기의 흐름에 변동이 일어나지 않는 구조로 한다. 이 경우, 일정 유량으로 흡인이 가능한 구조에 대해서는 유량계를 붙이지 않아도 좋다.
- 고압전원 : 고압전원은 정격 방전전압을 발생시키는 것으로 E100형의 정격 방전전압은 교류 20000V, E 20형은 직류 16000V를 원칙으로 한다. 고압전원에 변압기를 이용할 때의 2차 전류는 KS C 4305(네온관용 변압기)의 규정 혹은 그 이하로 한다.

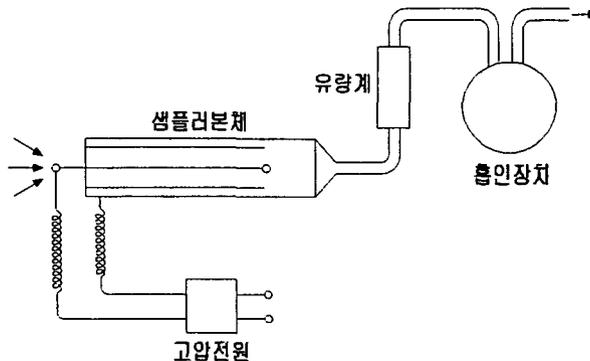


그림 B-10. 정전식 더스트 샘플러 사용 구조도

(나) 정전식 더스트 샘플러의 성능

- 연속동작 : 정전식 더스트 샘플러는 연속동작 시험방법에 따라 시험을 할 때, 연속동작을 확실하게 하며, 또한 흡인장치 및 변압기의 바깥 표면에서 온도상승이 30℃ 이상이 되지 않아야 한다.
- 유량계의 오차 : 유량계의 시험방법을 따라 시험을 할 때 유량계의 각 눈금에서의 오차 백분율은 $\pm 2\%$ 이내이어야 한다.
- 포집효율 : 포집효율은 99% 이상이어야 한다.
- 정격 방전전압 : 전극간의 전압은 정격 방전전압의 값 이상이어야 한다.

나. 집진 장치의 먼지 농도 측정방법

1) 측정 방법

더스트 농도는 KS M 2105의 규정에 따라 측정한다.

2) 먼지 농도의 표시 방법

더스트 농도는 다음 4가지로 표시한다.

- (1) 입구 및 출구 덕트 내의 가스상태에서 습가스 1m³ 중의 더스트 무게
- (2) 입구 및 출구 덕트 내의 가스상태에서 건가스 1m³ 중의 더스트 무게
- (3) 기준상태 [온도 0℃, 압력 760mmHg(101.3kPa)]에서 습가스 1m³ 중의 더스트 무게
- (4) 기준상태에서 건가스 1m³ 중의 더스트 무게

가) 집진장치의 집진율 또는 통과율의 측정 및 산출방법

- 집진 장치의 집진율은 동일기간 내에 측정한 집진장치의 입구 및 출구 덕트 내의 더스트 유량, 더스트 농도, 가스 유량 또는 단위 시간당 집진장치에 의한 포집 더스트량으로부터 다음 3가지 식 중에서 구한다.

- (1) 입구 및 출구 덕트 내의 더스트 유량으로부터 구하는 방법
- (2) 입구 덕트 내의 더스트 유량과 단위 시간당 집진장치에 의한 포집 더스트량으로부터 구하는 방법
- (3) 출구 덕트 내의 더스트 유량과 단위 시간당 집진장치에 의한 포집 더스트량으로부터 구하는 방법
- (4) 기준상태에서 건가스 1 m³ 중의 더스트 무게

나) 집진장치의 집진율 계산방법

○ 집진장치의 집진율은 동일기간 내에 측정된 집진장치의 입구 및 출구 덕트 내의 더스트 유량, 더스트 농도, 가스 유량 또는 단위 시간당 집진장치에 의한 포집 더스트유량으로부터 다음 3가지 식 중 하나를 이용하여 구한다.

(1) 입구 및 출구 덕트 내의 더스트 유량으로부터 구하는 방법

$$\eta = \left(1 - \frac{S_o}{S_i}\right) \times 100$$

$$= \left(1 - \frac{C_o Q_o}{C_i Q_i}\right) \times 100$$

$$= \left(1 - \frac{C_{oN} Q'_{oN}}{C_{iN} Q'_{iN}}\right) \times 100 \quad (B-16)$$

또한, $Q_i = Q_o$ 로 간주될 때는

$$\eta = \left(1 - \frac{C_o}{C_i}\right) \times 100$$

또는 $\eta = \left(1 - \frac{C_{oN}}{C_{iN}}\right) \times 100$ 으로서 구할 수 있다.

(2) 입구덕트 내의 더스트 유량과 단위 시간당 집진장치에 의한 포집 더스트량으로부터 구하는 방법

$$\eta = \left(1 - \frac{S_o}{S_i}\right) \times 100$$

(3) 출구덕트 내의 더스트 유량과 단위 시간당 집진장치에 의한 포집 더스트량으로부터 구하는 방법

$$\eta = \left(1 - \frac{S_o}{S_i + S_o}\right) \times 100$$

또한, 집진장치의 통과율은 다음 식으로 구한다.

$$P = 100 - \eta = \frac{S_o}{S_i} \times 100 \quad (B-17)$$

여기서 η : 집진율(%)

S : 덕트 내의 더스트 유량(kg/h)

C : 덕트 내의 가스상태에서의 더스트 농도(g/m^3)

C_N : 덕트 내의 가스량을 건기준 상태로 환산한 더스트 농도[$g/m^3_{N^*}$]

Q : 덕트 내의 가스상태에서의 가스 유량(m^3/h)

Q'_N : 덕트 내의 가스량을 건기준 상태로 환산한 가스유량[$m^3_{N^*}/h$]

S_o : 집진장치에서의 단위 시간당 포집 더스트의 무게(kg/h)

P : 통과율(%)

첨자 i 는 입구덕트의 모든 양을, o 는 출구덕트의 모든 양을 표시한다.

* 기준상태[$0^{\circ}C$, 760mmHg(101.3kPa)]에서의 부피이다.

- 시료채취 방법 : 측정 대상 더스트는 집진장치의 입구 및 출구 덕트 내의 더스트와 집진장치에서 포집된 더스트로 한다. 다만, 걸보기 전기 저항률에 대해서는 입구덕트 내의 더스트 또는 집진장치에 포집된 더스트로 한다. 시료채취는 덕트 내의 더스트에 대해서는 여과지, 여과포, 소형 사이클론, 정전식 더스트 샘플러, 임팩터 등을 단독 또는 병용하여 한다. 또, 집진장치의 포집더스트에 대해서는 나)의 규정에 준하여 채취한다.
- 더스트의 비중측정 방법 : 더스트의 비중은 KS A 0602(고체 비중 측정 방법)의 규정 또는 공기 비교식 비중계로 측정한다.
- 더스트의 입자지름 분포 측정 방법 : 더스트의 입자지름 분포는 KS A 5101(표준체)에 규정하는 체가름법, KS A 0090(시험용 더스트) 및 KS F 2302(흙의 입도 시험 방법)에 규정하는 침강법, 현미경법 등으로 측정하여 얻어진 결과를 무게기준으로 표시한다.
- 더스트의 걸보기 전기저항률 측정방법 : 더스트의 걸보기 전기저항률은 원판전극법, 침·원판 전극법, 원통전극법, 빗형전극법 등으로 측정한다.

다. 집진장치의 동력 소비량 측정방법

- 압력손실에 의한 소비동력 : 집진장치의 압력손실에 의한 소비동력은 다음 식으로 구한다.

$$P = 2.73 \times 10^{-6} \Delta p Q_i \quad \{ P = 2.78 \times 10^{-8} \Delta p Q_i \} \quad (B-18)$$

여기서, P : 소비동력(kW)

ΔP : 집진장치의 압력손실(mmH_2O 또는 kgf/m^2)(kPa)

Q_i : 집진장치의 입구덕트 내의 가스유량(m^3/h)

- 전력 소비량 : 전력 소비량은 송풍기용 전동기, 집진장치 부속 기기용 전동기 등의 전력

을 소비하는 장치에 대하여 적산 전력계로 1시간당 소비량으로 환산하여 표시한다.

- 기타 에너지의 소비량 : 기타 에너지의 소비량은 위의 것 외에 압축공기 및 수증기의 생성에 필요한 동력, 온도 및 습도 조절과 냉각에 사용하는 물의 소비량 등을 각각 적당한 방법으로 측정한다.
- 집진장치의 소음 측정은 KS A 0701(소음도 측정 방법)의 규정에 따라 측정한다. 송풍기가 부착되어 있는 경우에는 그 소음을 KS B 6311의 규정에 따라 측정한다.
- 집진장치의 성능 측정 횟수 : 집진을 기타 측정 항목의 측정 횟수는 동일 운전시간 중에서 원칙적으로 연속 2회의 샘플링을 한다. 다만, 필요할 때는 횟수를 증가시킨다.

(가) 왕겨저장 탱크의 용적 계산방법

$$V = P \times \lambda \times D \times S \quad (B-19)$$

여기서, V : 탱크의용적(m³)

P : 산물 비의 일일가공량(톤/일)

λ : 용적계수

D : 가공일 수(3일 또는 4일)

S : 안전계수(1.2)

3. 전기 · 제어설비

가. 단상 2선식 전압강하의 계산

- 단상 2선식의 전압강하는 다음식으로 계산한다. 단 부하의 역률은 1로 한다.

$$\Delta V = V_0 - V_L = \frac{R}{1000} 2LI = \frac{RII_L}{500} (V) \quad (B-20)$$

여기서, ΔV : 전압강하(V)

V₀ : 전원의 전압(V)

V_L : 부하의 단자간 전압(V)

L : 전원으로부터 부하까지의 거리(m)

I : 전류(A)

R : 전선 1km당의 저항(Ω)

표 B-25는 전압강하를 1V로 한 경우 각종 전류에 대한 전선의 최대 유효길이를 표시한 것이다.

표 B-25. 단상 2선식, 동선 최대 유효길이(전압강하 1V)

전 류 [A]	단 선(mm)				복 합 선(mm)							
	1.6	2.0	2.6	3.2	14	22	30	38	50	60	80	100
	전 선 최 대 유효 길 이(m)											
6	9.3	15	25	38	64	101	134	171	220	274	363	464
9	6.2	9.8	17	25	43	67	89	114	147	183	242	309
12	4.7	7.4	12	19	32	51	67	85	110	137	181	232
15	3.7	5.9	10	15	26	40	53	68	88	110	145	185
18	3.1	4.9	8.3	13	21	34	45	57	73	91	121	155
25	2.2	3.5	6.0	9.0	15	24	32	41	53	66	87	111
35	1.6	2.5	4.3	6.5	11	17	23	29	38	47	62	79
45	1.2	2.0	3.3	5.0	8.5	13	18	23	29	37	48	62

나. 3상 3선식 전압강하의 계산

- 3상 3선식의 선로에서 부하가 평형을 이룬 경우의 전압강하는 다음 식으로 계산한다.
단 역률은 1로 하고 리액턴스는 무시한다.

$$\Delta V = V_0 - V_L = \frac{\sqrt{3}RI_L}{1000} (V) \tag{B-21}$$

여기서, ΔV : 전압강하(V)

V_0 : 전원의 전압(V)

V_L : 부하의 단자간 전압(V)

L : 전원으로부터 부하까지의 거리(m)

I : 선로전류(A)

R : 전선 1km당의 저항(Ω)

표 B-45는 전압강하를 2V로 한 경우 각종 전류에 대한 전선의 최대 유효길이를 표시한 것이다.

표 B-26. 3상 3선식, 동선 최대 유효길이(전압강하 2V)

전 류	전 선(mm)				복 합 선(mm ²)							
	1.6	2.0	2.6	3.2	14	22	30	38	50	60	80	100
[A]	전 선 최 대 유효 길 이(m)											
6	22	34	57	87	148	234	309	394	508	634	837	1070
9	14	23	38	58	99	156	206	263	339	422	558	714
12	11	17	29	44	74	117	154	197	254	317	419	535
15	8.6	14	23	35	59	93	123	158	203	253	335	428
18	7.2	11	19	29	49	78	103	131	169	211	279	457
25	5.2	8.2	14	21	36	56	74	95	122	152	201	257
35	3.7	5.8	9.9	15	25	40	53	68	87	109	144	184
45	2.9	4.5	7.7	12	20	31	41	53	68	84	112	143

4. 건축관련시설

가. 하중의 종류

- 고정하중(D)은 일반적인 경우는 규정된 값을 사용하는 것을 원칙으로 하고 특수한 경우에는 실제 사항에 대응하여 정한다.
- 적재하중(L)은 항상 작용하고 있는 상태에서 비초과 확률 99%의 값으로 하고 통계적 평가가 곤란한 경우에는 그것에 상당하다고 생각되는 값으로 한다.
- 적설하중(S)은 지상적설량을 기준으로 100년 재현주기값을 기본으로 한다.
- 풍하중(W)은 평균풍속의 100년 재현주기값을 기본으로 한다. 지진하중(E)에 관해서는 지표면 지진강도(가속도 또는 속도)의 100년 재현주기값을 기본으로 한다.
- 온도하중(T)은 항상 작용하고 있는 상태에서는 온도변화의 비초과 확률 99%의 값 또는 그것에 상당하다고 생각되는 값을 기본으로 하거나 연간 외기온의 100년 재현주기값을 기본으로 한다.
- 용접기 : 직류 또는 교류 아크용접기로 사용 용접봉에 대해서 충분한 용량을 가지고 있고, 우수한 성능을 가진 것으로 한다.
- 현장용접에 사용하는 용접기 : 원격제어장치를 준비하고, 용접위치 부근에서 용이하게 전류를 조절하고 얻을 수 있는 것을 사용하는 것이 좋다.
- 용접케이블 : 피복의 절연이 양호하고, 사용전류 및 케이블 길이에 대해서 충분히 용량을 가진 것으로 한다.

나. 용접작업

- 용접은 용접봉의 종류, 굵기 및 작업자세에 응해서 적당한 전류와 전압으로 실시한다.
- 작업치구 : 공장용접은 치구를 사용해서 가능한 하향으로 행한다.
- 용접의 작업방법 및 순서는 비뿔어짐과 잔류응력을 최소가 되도록 선정하고, 용접봉의 보유와 지지는 적당한 아크길이와 각도를 유지하고, 운봉에 주의해서 충분한 용해를 확보함과 동시에 기공과 슬러그의 혼입, 언더컷, 오버랩 등의 결함을 방지해야 한다. 위핑의 폭은 용접봉 직경의 3배 이하로 한다.
- 용접의 표면은 가능한 규칙적이고 정확한 파형으로 하고, 용접의 크기는 여하한 경우에서도 설계치수보다 작게해서는 안된다. 설계치수를 다소 초과하는 것은 상관없으나, 단 과도하게 크거나 또는 표면상태가 두드러지게 불규칙하면 안된다.
- 용접
 - (1) 양측에서 용접하는 경우는 뒷면을 먼저 몇 군데 용접한 후 전체적으로 한다.
 - (2) 양측으로부터 용접을 하지 않는 경우는 뒷면에 금속판을 대고 용접부진 부분의 용접이 양호하게 되도록 주의한다. 뒷면에 대는 금속판이 모재와 같은 재질인 경우는 모재와 금속판을 함께 용접한다.
- 모통이 용접 : 단속용접의 길이는 유효치수보다 모통이 부재 크기의 2배 이상 길게 한다. 모통이 용접의 보장두께는 $0.1s + 1\text{mm}$ (단, s는 지정각)이하로 한다.
- 아크시점 : 아크시점은 용접이 시작되는 부분에 용융불량과 슬래그와 등글게 되는 것에 특히 주의한다.
- 다층용접 : 다층용접은 각층의 다음층을 용접하기 전에 표면의 슬래그 등 용접작업에 방해가 되는 것을 완전히 제거한다.
- 용접완료 후의 청소 : 용접완료 후의 슬래그는 꼭 제거한다.
- 부정확한 부재 : 부재의 형상크기가 잘못되었을 때는 유념해서 고치고, 치수가 작을 경우에는 살을 부쳐서 크게한 후 그라인더로 가공 완성한다.
- 기후 : 강우설 등으로 모재의 표면이 젖어 있을 경우 또는 심한 바람이 불고 있는 경우는 용접을 하면 안된다. 단, 용접공 및 용접부가 충분히 보호되어 모든 모재에 대해서 적당한 조치가 강구되어 있는 경우는 지장이 없다.
- 현장 용접부재의 도장 : 현장용접을 해야하는 부재는 그 용접선으로부터 50mm 이내를 도장해서는 안된다.
- 불량용접의 보정

- (1) 용접금속의 소재 : 공기가 들어있는 부분, 슬래그가 둥글게 말려있는 부분, 오버랩 부분 또는 그라인더 가스 gauze 등에 의해 다른 용착금속 또는 모재에 손상을 주지 않도록 청소하고 재용접 한다. 용착금속에 균열이 있는 경우는 용착금속을 전 길이에 걸쳐서 청소하고 재용접 한다.
- (2) 용접의 추가 : 언더컷 또는 용접의 크기가 부족한 부분은 용착금속을 추가해서 소정의 크기로 한다. 결함의 수정에 사용하는 용접봉은 비교적 작은 직경의 것을 사용하고 언더컷의 수정에는 4mm보다 굵은 용접봉을 사용해서는 안된다.
- 비틀림의 교정 : 용접열에 의해 발생한 뒤틀림은 기계적 방법 또는 가열에 의해서 주의 깊게 교정한다. 가열온도는 약 650℃이하로 한다.

5. 안전설비기준

표 B-27. 소화기의 종류

형 식	크기 및 기호		소화약제 중량(kg)	소화약제		능 력 단 위	
				방출거리 (m)	방출시간 (초)		
분말소화기	1 호	DC-A1	0.7	3 이상	4~6	A-1 B-1 C	
		DC-B1	1.0			B-1 C	
	2 호	DC-A2	3.3	4 이상	9~11	A-3 B-4 C	
		DC-B2	4.0			B-3 C	
	3 호	DC-A3	4.5	5 이상	11~13	A-4 B-5 C	
		DC-B3	6.0			B-1 C	
	4 호	DC-A4	6.5	6 이상	13~15	A-5 B-5 C	
		DC-B4	8.0			B-5 C	
	5 호	DC-B5	40	9 이상	50~60	B-20 C	
	6 호	DC-B6	60	10 이상	60~70	B-20 C	
	포말소화기	7 호	FC-8.5	A,B각각0.8	5 이상	45~50	A-1 B-1

* 충전된 소화약제 중량의 허용치는 +5%의 범위 이내이어야 한다.

** A1은 ABC 분말소화기, B1은 BC분말 소화기를 FC-8.5는 포말소화기 8.5ℓ를 표시한다.

*** 능력 단위의 A-1은 A급 단위, B-1은 B급 1단위, C는 C급 적용을 표시한다.

표 B-28. 소화기의 주요 부품의 재료

부 품 명	재 료	비 고
몸 체	KS D 3512(냉간압연 강관 및 강대) 제1종	2, 3, 4, 7호
	KS D 3562(압력 배관용 탄소 강관)	1, 5, 6호
뚜 껑	KS D 4101(탄소 주강품) 제2종	5, 6호
	KS D 6001(황동 주물) 제3종	7호
손잡이 밸브	KS D 6006(알루미늄 합금 다이캐스팅) 제3종, 제5종	1, 2, 3, 4호
	KS D 6006(알루미늄 합금 다이캐스팅) 제3종, 제5종	1, 2, 3, 4호
네크링	KS D 3564(고압 배관용 탄소 강관) 제1종	1,2,3,4,5,6호
	KS D 6001(황동 주물) 제3종	7호
가압가스용기	KS D 3564(고압 배관용 탄소 강관) 제1종	1, 2, 3, 4호
가압가스용기	KS D 6006(아연 합금 다이캐스팅) 제1종	1, 2, 3, 4호
연결너트	KS D 6001(황동 주물) 제3종	5, 6호
노즐	KS D 3562(압력 배관용 탄소 강관) 제2종	5, 6호
가스 도입관	KS D 6759(알루미늄 및 알루미늄 합금 압출형재) 제5종	1, 2, 3, 4호

Ⅲ. 미곡종합처리시설 건조 및 저장시설 기본설계 계산에

다음의 기본설계 계산 예는 참고자료에 불과하며 실제 설계에서는 선정된 기계설비의 설계 자료에 근거하여 계산하여야 한다.

가. 설계 전제조건

- 설치 지역 : 경기도 수원 근교
- 시설 처리 능력
 - (1) 건조 능력 : 벼 1,800t(함수율 15% 기준), 2,013t(함수율 24%기준)
 - (2) 저장시설 규모 : 벼 1,200t
 - (3) 가공 능력 : 20t/일
- 수확기간 : 30일
- 원료벼 수분 : 24%
- 반입 변동율 : 1.5

나. 반입 시설

1) 실반입일수

$$\text{수확일수} \times \text{수확작업 가능 일수율} = 30\text{일} \times 0.825 = 25\text{일}$$

2) 1일 반입량

- 평균 반입량 = $2,013\text{t} / 25\text{일} = 80\text{t/일}$
- 최대 반입량 = $80\text{t/일} \times 1.5 = 120\text{t/일}$

3) 시간당 반입량

- 평균 반입량 = $80\text{t/일} \div 8\text{h/일} = 10\text{t/h}$
- 최대 반입량 = $120\text{t/일} \div 10\text{h/일} = 12\text{t/h}$

4) 반입 및 반송 능력

$$\text{시간당 최대 반입량} \div \text{작업 효율} = 12\text{t/h} \div 0.7 = 17.2 \text{ t/h}$$

17.2 t/h의 반입 및 반송능력을 가진 2라인의 반입시설로 한다.

5) 원료정선 및 계량 능력 : 20t/h

다. 건조 시설

1) 건조 공정

순환식건조기를 이용한 열풍건조와 원형철제빈을 이용한 상온통풍건조의 조합건조 공정

2) 순환식 건조기

가) 용량(V) : 6t/대

나) 설치 대수

○ 1일 건조능력은 설계기준에 따라 1일 가공능력으로 한다.

1일 가공능력 백미(함수율 15%) 20t/일을 가공수율 72.3%(12분도)로 가정하여 함수율 24%의 벼로 환산하면, 20톤(백미) /0.723 = 27.7톤(벼) = 31톤
따라서, 1일 건조능력 $Q_d = 31$ 톤

○ 설치대수 산출에 필요한 기타 항목은 다음과 같이 설정한다.

초기함수율(M_1) : 24%

목표함수율(M_2) : 16%

건조속도(v) : 0.8%/h

투입 및 배출시간(t) : 1.5시간

건조기 용적율(n) : 0.8

(1) 설치대수 N 은 다음식으로 계산한다.

$$N = \frac{Q_d \left(t + \frac{M_1 - M_2}{v} \right)}{V n T} = \frac{31 \left(1.5 + \frac{24 - 16}{0.8} \right)}{6(0.8)(20)} = 3.7 \text{대} \quad 46$$

설치기수를 4대로 한다.

○ 열풍건조능력

(1) 1일 건조능력

$$Q_d = \frac{VNTn}{t + \frac{M_1 - M_2}{v}} = \frac{6(0.8)(20)(4)}{1.5 + \frac{24-16}{0.8}} = 33 \text{ t/일}$$

(2) 연간 건조능력

$$33\text{t/일} \times 25\text{일} = 825\text{톤}$$

3) 저장 · 건조빈

○ 용량 및 크기 : 200톤, 내경(d=1m) 최대 곡물퇴적고(D=5.0m)

○ 설치 기수 : 6기

○ 송풍기 및 정압

(1) 수원지역의 함수율 18%에 대한 최소 풍량비 $q_s = 0.706 \text{ cmm/m}^3$

(2) 1기당 벼 퇴적량

$$V = \frac{\pi \times d^2}{4} D = \frac{\pi \times 9.1^2}{4} 5 = 325.2 \text{ m}^3$$

(3) 최소 송풍량(Q)

$$Q = V \times q_s = 325.2 \times 0.706 = 229.6 \text{ cmm} = 3.83 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$v = q_s D/60 = 0.706(5)/60 = 0.0588 \text{ m/s}$$

(4) 송풍저항

$$\begin{aligned} \Delta p &= 653.54 v^{1.2727} (D+0.1) = (653.54) 0.0588^{1.2727} (5+0.1) \\ &= 90.5 \text{ mmAq} \end{aligned} \quad (\text{B-5})$$

여기서, Δp : 벼 퇴적층의 송풍저항(mmAq)

v : 벼층 통과공기의 겉보기 속도($\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{m}^2$)

D : 벼 퇴적고(m)

(5) 송풍기의 선택

$$\text{송풍량} = 1.25 \times \text{최소송풍량} = 1.25 \times 229.6 = 287 \text{ cmm}$$

$$\text{정압} = 91 \text{ mmAq}$$

부록의 송풍기 성능자료를 참고(표C-3)하여 회전수 1,750 rpm의 10 ps의 후향 원심 송풍기를 선택한다. 송풍량은 정압 91 mmAq에서 360 cmm이다.

가) 상온통풍건조 능력

○ 벼 퇴적고별 송풍량

(1) 선택한 10ps, 1,750 rpm 후향 원심송풍기의 정압과 송풍량 관계는 다음과 같다. (부록 송풍기 성능자료의 성능곡선식 참조)

$$\Delta P = 186.664 + 0.335588 Q - 1.66486 E - 03 Q^2 \quad (B-6)$$

여기서, ΔP : 정압(mmAq)

Q : 송풍량(cmm)

식 B-6의 송풍기의 성능곡선식과 식B-5의 벼 퇴적층의 송풍저항식을 벼 퇴적고 별로 나타낸 곡선은 그림 B-2와 같다. 그림에서 식 B-5과 B-6 교점이 송풍기의 작동점이다. 계산 결과는 표 B-12와 같다.

표 B-29. 축동력 10ps, 회전수 1750 RPM 후향 원심송풍기를 설치한 내경 9.1m 원형빈의 벼 퇴적고별 송풍량, 풍량비 및 정압

퇴적고(m)	정압(mmAq)	송풍량(cmm)	풍량비(cmm/m ³)
0.5	23.6	429.5	13.22
1.0	41.2	413.0	6.39
1.5	57.1	397.4	4.11
2.0	71.4	382.5	2.97
2.5	84.3	368.4	2.28
3.0	95.9	355.1	1.83
3.5	106.3	342.4	1.50
4.0	115.8	330.5	1.26
4.5	124.2	319.1	1.07
5.0	131.8	308.4	0.91

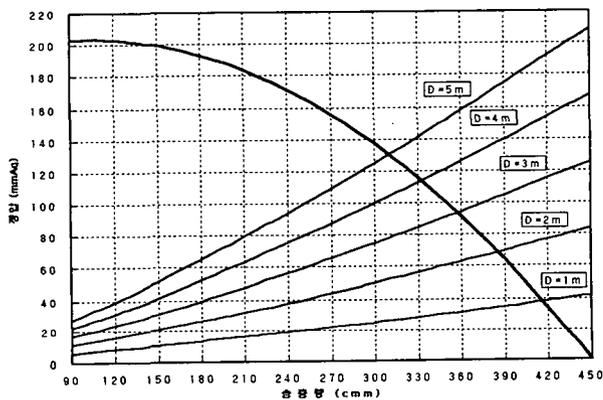


그림 B-11. 회전수 1,750rpm, 10ps 후향 원심송풍기의 성능곡선과 내경 9.1m 원형빈의 시스템 곡선

(2) 통계적인 방법으로 표 B-13의 풍량비와 퇴적고의 관계식을 유출한 결과는 다음과 같

다.

$$q_s = -0.4537 + \frac{6.8389}{D} \quad (B-7)$$

여기서, q_s : 풍량비(cmm/m^3)

D : 퇴적고(m)

○ 안전 퇴적고

(1) 수원지방의 함수율 24%에 대한 최소풍량비는 $3.555 \text{ cmm}/\text{m}^3$ 이다. 이 풍량비에 대한 퇴적고가 함수율 24%의 벼를 퇴적할 수 있는 최대퇴적고 이다.

(2) 식 A-3에서 안전 퇴적고를 구하면

$$D = \frac{6.8389}{q_s + 0.4537} = \frac{6.8389}{3.555 + 0.4537} = 1.7 \text{ m}$$

○ 건조 소요일수

(1) 풍량비 3.555일 때 건조속도는 설계기준 표 A-3에서 0.0269 %/h 이다.

(2) 퇴적고 1.7m, 함수율 24%에서 16%까지 건조 소요일수

$$(24 - 16)/0.0269 = 297.4 \text{ hr} = 12.4 \text{ 일}$$

○ 빈 1기의 건조능력

(1) 건조기간 40일 동안의 건조능력

1회 건조에 12.4일 소요되므로 40일 동안 3회 건조가 가능하다.

따라서,

$$200\text{톤} \times 3\text{회} \times \frac{1.7\text{m}}{5\text{m}} = 204\text{톤}$$

용량 200톤 저장건조 빈 1기의 연간(40일)건조능력은 306톤이다.

나) 저장·건조빈 소요기수

○ 총 건조량 : 1,800톤

○ 열풍건조능력 : 825톤

○ 저장·건조빈이 부담할 건조량 = 총건조량 - 열풍건조능력 = 1,800-825 = 975톤

○ 200톤 저장·건조빈 5기가 요구된다.

증설을 고려하여 200톤 규모의 저장·건조빈 6기를 설치한다.

다) 가열기

○ 가열기의 열용량(Q_f)

$$Q_f = \frac{3,600 Q \rho c_p \Delta t}{\eta} = \frac{3,600 (360/60) (1.2) (0.24) (2)}{0.8} = 15,552 \text{ kcal/h}$$

여기서, Q_f : 열용량(kcal/hr)

Q : 송풍량(m^3/s)

ρ : 공기의 비중량($1.2 \text{ kg}/\text{m}^3$)

c_p : 공기의 비열($0.24 \text{ kcal}/\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}$)

라) 벼의 안전퇴적고

표 B-30. 수확기간별 함수율별 최소풍량비(cmm)(표4-2 참조)

수확기간	초기함수율 (%w.b.)				
	26	24	22	20	18
10월초순	5.748	3.555	1.902	1.005	0.706
10월중순	4.180	2.279	1.291	0.673	0.208
10월하순	2.546	1.624	0.868	0.274	0.022

풍량비와 퇴적고의 관계식 식 B-7에 표 B-14의 최소풍량비를 대입하여 안전퇴적고를 구하면 표 B-15와 같다.

표 B-31. 수확기기와 함수율별 안전퇴적고(m)(200톤 빈, 10ps 후향 원심송풍기)

수확기간	초기함수율 (%w.b.)				
	26	24	22	20	18
10월초순	1.1	1.7	2.9	4.6	만량
10월중순	1.4	2.5	3.9	만량	만량
10월하순	2.3	3.2	만량	만량	만량

4) 건조시설의 건조능력

가) 표준능력

○ 열풍건조능력 : 825 t/년

○ 저장건조능력 : 1,224 t/년

○ 총 건조능력 : 2,049 t/년

나) 최대건조능력

- 최대열풍건조능력 : 표준건조능력과 동일함
- 최대저장건조능력 : 3℃ 가열공기 사용할 때의 건조능력
- 풍량비 3.555 cm^3/m^3 일 때 건조속도는 설계기준 표3에서 0.0503%/h이므로 함수율 24%에서 16%까지의 건조소요일수

$$(24-16)/0.05039 = 159\text{시간} = 6.6 \text{ 일}$$

- 빈 1기의 40일 동안의 건조능력

$$200\text{톤} \times \frac{40\text{일}}{6.6\text{일/회}} \times \frac{1.7\text{m}}{5\text{m}} = 408\text{톤}$$

- 용량 200톤 저장건조 빈 6기의 건조능력은 2,448 톤

$$\text{최대건조능력} = \text{최대열풍건조능력} + \text{최대저장건조능력} = 3,273 \text{ 톤}$$

라. 저장시설

1) 용량 및 설치 기수

용량 200톤 규모의 저장·건조빈 6기를 모두 저장시설로 사용한다.

2) 단열

- 6기중 3기는 단열처리 한다.

- 단열 재료 및 두께

(1) 재료 : 폴리우레탄 폼(열전도계수 $k_2 = 0.017 \text{ kcal/m} \cdot \text{hr} \cdot \text{℃}$)

(2) 벽체 단열 두께(L_2)

$$\text{총열저항의 최소치}(R_t) = 1.75 \text{ m}^2 \cdot \text{hr} \cdot \text{℃/kcal}$$

$$\text{빈 외벽면 대류열전달계수 } h = 20 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{hr} \cdot \text{℃}$$

빈의 벽체 (아연도금강판)

$$\text{열전도계수}(k_1) = 69 \text{ kcal/m} \cdot \text{hr} \cdot \text{℃}$$

$$\text{두께}(L_1) = 2 \text{ mm}$$

단열재 보호판(아연도 강판)

$$\text{열전도계수}(k_3) = 69 \text{ kcal/m} \cdot \text{hr} \cdot \text{℃}$$

$$\text{두께}(L_3) = 1 \text{ mm}$$

총 열저항(R_t)

$$R_t = \frac{1}{h} + \frac{L_1}{k_1} + \frac{L_2}{k_2} + \frac{L_3}{k_3} \geq 1.75$$

$$\frac{1}{20} + \frac{0.002}{69} + \frac{L_2}{0.017} + \frac{0.001}{69} \geq 1.75$$

따라서, $L_2 = 0.0289 \text{ m} = 28.9 \text{ mm}$

단열재의 두께를 30 mm로 한다.

(3) 지붕 단열 두께

총열저항의 최소치(R_t) = $2.1 \text{ m}^2 \cdot \text{hr} \cdot \text{°C}/\text{kcal}$

외부 대류열전달계수 $h_1 = 20 \text{ kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{hr} \cdot \text{°C}$

내부 대류열전달계수 $h_2 = 8 \text{ kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{hr} \cdot \text{°C}$

지붕 재료 (아연도금강판)

열전도계수(k_1) = $69 \text{ kcal}/\text{m} \cdot \text{hr} \cdot \text{°C}$

두께(L_1) = 1.5 mm

단열재 보호판(아연도 강판)

열전도계수(k_3) = $69 \text{ kcal}/\text{m} \cdot \text{hr} \cdot \text{°C}$

두께(L_3) = 1 mm

총 열저항(R_t)

$$R_t = \frac{1}{h} + \frac{L_1}{k_1} + \frac{L_2}{k_2} + \frac{L_3}{k_3} + \frac{1}{h_2} \geq 2.1$$

$$\frac{1}{20} + \frac{0.001}{69} + \frac{L_2}{0.017} + \frac{0.001}{69} + \frac{1}{8} \geq 2.1$$

따라서, $L_2 = 0.033 \text{ m} = 33.3 \text{ mm}$

단열재의 두께를 40 mm로 한다.

참고문헌

1. 건설교통부, 1996, 건축기계설비표준시방서.
2. 고헌균, 금동혁외 11인. 1995. 미곡종합처리시설 -이론과 실제-. 문운당.
3. 고헌균, 금동혁외 5인. 1990. 농산가공기계학. 향문사.
4. 금동혁, 박선태. 1996. 벼 상온통풍건조의 최소풍량비에 관한 연구. 한국농업기계학회지 21(1)
5. 금동혁, 박춘우. 1997. 곡류 및 벼싯류의 평형함수율 및 박층건조방정식에 관한 연구 (1) - 벼의 박층건조방정식. 한국농업기계학회지 22(1)
6. 금동혁, 한충수, 박춘우. 1998. 시뮬레이션에 의한 벼의 누적혼합상온통풍건조의 송풍기 및 가열기의 운영방법에 관한 연구 한국농업기계학회지 23(3)
7. 금동혁. 1979. 곡물의 상온통풍건조 시뮬레이션. 한국농업기계학회지. 4(2).
8. 금동혁. 1996. 교반식 원형철제빈에 의한 벼의 누적 혼합 저장 건조에 관한 현지 시험연구. 성균관대학교 생명자원과학연구소.
9. 금동혁. 1998. 원형철제빈을 이용한 벼의 건조 및 저장 핸드북. 경기지역컨소시엄.
10. 김기욱, 1998, 전기관계법규, 동일출판사.
11. 김만수. 1988 . 곡물의 물리적 특성 및 열특성에 관한 연구. 서울대학교 대학원 박사학위 논문.
12. 김용구 외 2인, 1998, 건축설비법규, 보성각.
13. 농업전문대학 농업기계교육단. 1994. 미곡종합처리장 이론과 실무. 농협전문대학 부설 농업기계교육단..
14. 농업협동조합. 1998. 미곡종합처리장 실무편람. 농업협동조합중앙회.
15. 農業協同組合中央會. 1993. 米穀加工技術 綜合教材, 米穀綜合처리장용
16. 농촌진흥청, 원예용 시설 안전구조기준(안).
17. 농협중앙회 미곡종합처리장 자문단. 1994. 95 농협 미곡종합처리장 설계기준
18. 미곡종합처리장 자문단, 1997, 농협 미곡종합처리장 설계기준, 농협중앙회 연구보고서.
19. 사단법인 한국강구조학회, 강구조 편람 제3권 -강구조 건축물의 설계-.
20. 貯藏乾燥施設協會. 1984. 大規模乾燥調製貯藏施設關係 通達集, 昭和59年10月
21. 全農 開發 資材部. 1973. カントリーエレベーターのてびき
22. 全農 施設 資材部. 1985. 共乾施設のてびき. 第II分冊

23. 全農 施設 資材部. 1987. 共乾施設のてびき. 第Ⅲ分冊
24. 佐竹製作所. 共乾施設における自主検定と事務處理について
25. 한충수. 1995. 미곡종합처리장에 보조체와 함수율 조절장치 설치에 따른 효과 및 타당성검토. 농협중앙회 RPC 사업단. 미곡종합처리장 가공기계시설 기술자문 보고서

한국공업규격집

- KS A 0079 부유 분진농도 측정방법 통칙.
- KS A 0080 공기 중 부유 분진량 측정방법.
- KS A 0701 소음도 측정방법.
- KS A 1614 창고내 환기 기준.
- KS A 3501 안전색 및 안전 표시.
- KS A 3504 안전판 표시판.
- KS B 0131 컨베이어 용어-종류.
- KS B 6101 집진 장치의 성능 측정 방법.
- KS B 6102 집진 장치의 시방의 표시 방법.
- KS B 6182 이동식 벨트 컨베이어.
- KS B 6229 벨트 컨베이어 로울러.
- KS B 6260 소화기.
- KS B 6279 벨트 컨베이어 폴리.
- KS C 1612 곡물 수분 측정기.
- KS C 9609 피뢰침.

연속식 건조기 개발

Development of Continuous Grain Dryer

농 립 부

CONTENTS

I. Introduction	1
II. Trend of research	2
1. Drying facility of domestic RPC	2
2. Grain process of foreign	2
3. History of research	4
III. Theoretical study	4
1. Derivation of energy and mass equation	5
가. Moisture equilibrium of grain in the control volume	5
나. Watery vapor equilibrium of air in the control volume	6
다. Energy equilibrium of grain in the control volume	8
라. Energy equilibrium of air in the control volume	11
2. Design of continuous grain dryer	14
가. Simulation program	14
나. Estimation of performance factor	14
다. Decision of design factor	19
IV. Simulator of continuous grain dryer	19
1. Design of simulator	20
가. Design condition	20
나. Principle of heated air stream in the drying module	21
다. Make simulator	21
2. Materials and methods	23
가. Test material	23
나. Measurement apparatus	24
다. Method	24
3. Result and discussion	24
가. Drying characteristics curve	24
나. Distribution of temperature	26
다. History of temperature	26
라. Drying quality	27
4. Conclusions	27

V. Use continuous grain dryer	29
1. Design condition	29
2. Materials and Methods	29
가. Test material and drying facility	29
나. Method	33
3. Result and discussion	34
가. Moisture content	35
나. Drying temperature	36
다. Test for pressure and air flow rate of fan	37
라. Performance of drying	39
마. Inspection of crack kernel	39
바. Performance of fan	40
4. Conclusions	41
VI. Total conclusion	42
VII. Reference	43
Appendix	45

차 례

I. 서론	1
II. 연구동향	2
1. 국내 미곡처리 시설의 건조설비 현황	2
2. 외국의 곡물처리 현황	2
3. 연구사	4
III. 이론분석	4
1. 에너지 및 질량평형 방정식의 유도	5
가. 검사체적 내의 곡물의 수분 평형	5
나. 검사체적 내의 공기중의 수증기 평형	6
다. 검사체적 내의 곡물에 대한 에너지 평형	8
라. 검사체적 내의 공기에 대한 에너지 평형	11
2. 연속식 건조기 설계	14
가. 시뮬레이션 프로그램	14
나. 성능요인의 평가	14
다. 설계요인의 결정	19
IV. 연속식 건조기 시뮬레이터	19
1. 시뮬레이터 설계	20
가. 설계조건	20
나. 건조실내에서의 열풍공기 이동원리	21
다. 시뮬레이터 제작	21
2. 재료 및 방법	23
가. 공시재료	23
나. 측정장치	24
다. 시험방법	24
3. 결과 및 고찰	24
가. 건조특성곡선	24
나. 온도분포	26
다. 온도변화	26
라. 건조품위	27
4. 결론 및 요약	27

V. 상용 연속식 건조기	29
1. 설계조건	29
2. 재료 및 방법	29
가. 공시재료 및 건조시설	29
나. 시험방법	33
다. 송풍기 성능 및 검정시험	34
3. 결과 및 고찰	35
가. 함수율	35
나. 온도	36
다. 송풍기의 정압 및 송풍량 검정	37
라. 건조성능	39
마. 동할율	39
바. 송풍기 성능	40
4. 결론 및 요약	41
VI. 종합결론	42
VII. 참고문헌	43
부록. 연속식 곡물건조기 주요설계도면	45

Table of List

Table 1. Design conditions of simulator of continuous grain dryer.	20
Table 2. specification of continuous grain dryer system of simulator.	22
Table 3. Comparison of the cracked ratio for the before/after drying	27
Table 4. Design conditions of large continuous grain dryer.	29
Table 5. Specifications of large continuous grain dryer.	31
Table 6. Approval of performance of turbo cleaner	38
Table 7. Static pressure of heated inlet and outlet duct part.	39
Table 8. drying rate of the rough rice.	39
Table 9. Crack rate of the rough rice.	40
Table 10. Performance of turbo cleaner.	40

Figure of list

Fig. 1. Schematic of the four continuous-flow rice drying systems.	2
Fig. 2. Air flow effects on the drying performance for the continuous grain dryer.	15
Fig. 3. Heated air temperature effects on the drying performance for the continuous grain dryer.	16
Fig. 4. Passing time effects on the drying	17
Fig. 5. Initial moisture content effects on the drying performance for the continuous grain dryer.	18
Fig. 6. Ambient air temperature effects on the drying performance for the continuous grain dryer.	18
Fig. 7. Schematic of the Heated air drying temperature flow at the drying chamber.	21
Fig. 8. Photo of the continuous drying	21
Fig. 9. Schematic of the continuous drying system of simulator.	22
Fig. 10. Schematic of the continuous grain drying system of movement.	23
Fig. 11. Position of temperature measurement for the continuous dryer of simulator.	24
Fig. 12. Drying curves of the grain in the continuous dryer at the drying air temperature 50°C.	25
Fig. 13. Drying curves of the grain in the continuous dryer at the drying air temperature 60°C.	25
Fig. 14. Heated air temperature distribution in the drying chamber.	26
Fig. 15. Temperature variation in the continuous dryer.	27
Fig. 16. Schematic of the large continuous grain dryer.	30
Fig. 17. Photograph of large continuous grain drying system.	32
Fig. 18. Position of temperature measurement for the large continuous grain dryer.	33
Fig. 19. Position of static and velocity measurement for the large continuous dryer of turbo cleaner.	34
Fig. 20. Change of moisture content within rough rice kernel during first drying test.	35
Fig. 21. Change of moisture content within rough rice kernel	

	during second drying test.	36
Fig. 22. Change of moisture content within rough rice kernel		
	during third drying test.	37
Fig. 23. Distribution temperature of drying module.		37
Fig. 24. Distribution of temperature		38
Fig. 25. Distribution of temperature		38
Fig. 26. Performance curve of Turbo cleaner		41

I. 서 론

곡물의 수확 후 처리 과정에서 기술적인 측면에서 공정을 건조, 저장, 가공 등으로 구분한다. 이 중에서 곡물의 고품질화에 가장 큰 영향을 주는 것은 건조 과정이라고 할 수 있다. 우리나라에서 생산되고 있는 곡물은 벼가 대부분이고 그 외 보리, 밀이 소량으로 생산되고 있다. 벼 수확이 기계화됨에 따라 일일 수확량이 대량으로 늘어나고 수확기간이 짧아지고 있는 실정이고, 따라서 적기 수확에 보조를 맞추어 적기 건조의 필요성이 강조되고 있다. 97년 현재 국내에 농가 단위로 보급되고 있는 건조작업의 기계화율은 36%에 불과하고, 1회 처리 용량은 3~6 M/T이며, 건조온도는 40~50℃, 건조시간은 10~12시간으로 대용량화에는 어려운 실정이다.

최근 농산물 시장이 국제 자유 경쟁 체제화 되면서 국내 쌀 생산 기반을 개선하기 위하여 농가당 벼의 재배면적을 확대하고 있으며, 육묘, 방제, 수확, 건조, 저장을 공동 작업으로 활성화 하겠다는 방안을 추진중이다. 특히 벼는 주요 생산지 중심으로 건조, 저장, 가공작업을 산물 형태로 일괄처리 할 수 있는 미곡종합처리장이 91년 2개소로 시작하여 98년 말까지 농협 195개소, 민간 108개소로 총 303개소가 설치완료 되었으며 향후 2004년까지 400개소를 설치할 계획이다. 또한 RPC의 건조·저장 시설의 연간 처리량은 가공 시설에 비하여 너무나 부족한 실정이어서 초창기 설치한 미곡종합처리장에서는 97년 말까지 83개소를 증설하였고 앞으로도 증설계획을 세워놓고 있는 곳도 많이 있다. 이러한 RPC 설립의 활성화는 수확된 물벼를 산물상태로 대량 건조, 저장작업 할 수 있는 시설이 충분히 갖추어져야 고함수율의 벼를 효율적으로 활용할 수 있는 것으로 사료된다. 현재 미곡종합처리장의 건조작업의 일일처리능력은 40~50톤에 불과하여 일일반입량이 이 용량을 넘어설 경우에는 적기 건조가 불량하여 농민의 불신을 고조시키고, 벼 품질저하를 가져오게 될 것이다. 또한 벼의 연간 가공 조제 규모가 2,000M/T 이상이 되면 건조시스템이 대형화 되어야 하며, 이러한 건조작업의 효율성을 높이려면 연속식 곡물건조기를 사용하여야 한다. 그러나 현재 국내에 보급 설치되어 있는 연속식 건조기는 외국에서 수입된 것으로 외화 낭비, A/S문제 등 국가적으로 손실이 크다.

최근 국내 농산물 건조기 제작업체가 이에 대한 필요성을 인식하고 외국전문업체와 연구개발에 착수하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구의 목적은 곡물건조기 제작업체인 한성공업주식회사와 건조·저장 기술의 전문가인 성균관대 금동혁 교수와 우리 연구소가 그 동안 축적된 건조 기술을 토대로 미곡종합처리장 시설에 투입될 대형 연속식 곡물건조기를 개발하는데 있다.

II. 연구동향

1. 국내 미곡처리 시설의 건조설비 현황

우리 나라에서는 91년 이후 정부에서 벼 재배 주산지에 미곡종합처리시설을 보급하게 되었으며, 이후 98년 말까지 303개소에 설치되어 가동 중에 있다. 미곡종합처리장의 처리 공정은 농민이 수확한 벼를 포장에서 산물상태로 운반하여 건조, 저장, 가공하여 소비자에게 출하하는 체계이다. 그러나 일본의 경우에는 건조·저장 시설은 가공시설과 별개로 설치하여 처리량을 균형있게 처리하는 반면, 우리 나라에서는 건조·저장 시설의 규모와 가공 시설의 규모가 불균형하여 문제점으로 지적되고 있는 점이 다른 것이다.

한편, 이러한 문제점을 해결하기 위한 대책으로 기존의 미곡종합처리시설에 건조·저장 시설을 증설하는 것으로 98년 말까지 개소당 설치규모는 1,000~2,500톤으로 83개소를 설치하였고 앞으로도 계속해서 증설할 계획이다.

2. 외국의 곡물처리 현황

미국에서 생산되는 곡물을 건조시키는데 사용되는 건조시설은 2가지 형태로 되어 있다. 첫째는 우리 나라에서와 같이 건조기가 한 장소에 고정되어 생산된 곡물을 일정한 장소로 운반하여 건조해서 저장하는 방법과 수확한 벼를 포장에서 곧바로 건조하여 저장하는 방법이고, 둘째는 한 대의 열풍기 또는 열풍건조기와 여러 개의 저장빈을 조합하여 설치한 후 곡물을 1회씩 건조기에 통과시키면서 건조한 후 저장빈에서 냉각 및 템퍼링 과정을 거친 후 다시 건조기로 투입하는 건조과정과, 수직으로 세운 건조기에 상단부로 원료를 투입하여 건조실과 냉각실을 거친 후 템퍼링 빈에서 3~12시간 동안 템퍼링하고 난 후 다시 건조기로 투입하여 3~5회를 순환하면서 건조하는 연속식 건조방법이 있다.

이러한 두 가지 방법에 공동으로 사용되는 열풍 공기의 흐름은 그림 1에서 보는바와 같이 곡물의 흐름에 열풍이 측방향으로 통과하는 측면흐름형 (횡류형, cross flow), 곡물이 낙하하는 방향으로 열풍공기가 흘러내리는 하향 흐름형 (병류형, cocurrent flow), 곡물의 낙하 방향과 반대 방향으로 열풍공기를 불어 넣는 역류 흐름형 (역류형, counter current flow)와 위의 3가지 방법을 혼합적으로 이용하여 열풍공기를 통과시키는 혼합형 (Mixed flow) 등 4가지 방법을 시도하고 있다.

미국의 Farm Fans사의 연속식 곡물건조기는 곡물을 투입하여 균배하는 레벨오거, 곡물건조실, 열풍히터, 수분측정장치, 자동제어판넬, 곡물배출오거 등으로 구성되어 있으며, 건조기 하부

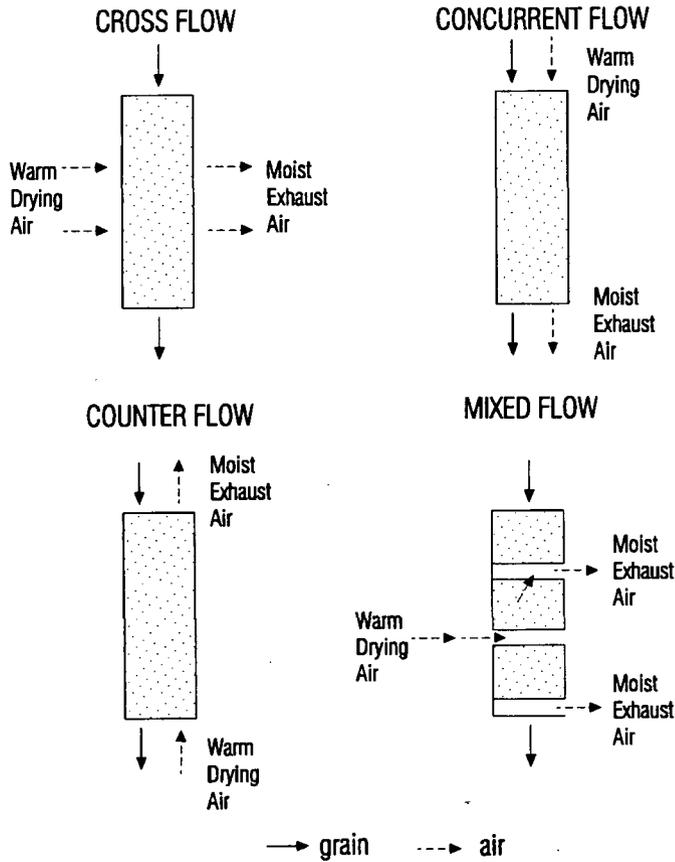


Fig. 1. Schematic of the four continuous-flow rice drying systems.

로는 건조 및 제현을 주로하는 Rice Center(RC), 건조 및 제현·저장시설을 보유한 Country Elevator(CE), RC, 또는 CE에 대량 처리할 수 있는 건조·저장시설을 병설한 Dry Store(DS)로 구분된다.

RC는 다수의 중소형 순환식 건조기(5~10톤)를 병렬로 배치하여 포장에서 자연건조로 17~18%,w.b. 까지 건조된 벼를 14~15%,w.b.까지 마무리 건조해서 현미로 가공하여 저장하는 시설이다.

DS는 벼의 수확작업의 기계화에 따른 자탈형 콤바인의 보급확대·고함수율의 벼가 일시에 집중 반입하는 때에 대비하여 저장·건조시설로 70년대부터 도입되어 시작하였다. 저장·건조 시설에 집중 반입된 고함수율의 벼는 저장·건조빈에서 통풍저장된 후 상온 통풍건조 방법으로 예비건조 및 대형 열풍 건조기에 의한 최종 건조과정을 거친 후 저장시설에 보관한다. DS

에 이동바퀴가 있어 이동이 가능한 것과 이동이 불가능한 고정식이 있다. MAINNEWS COMPANY사의 연속식 곡물건조기는 위의 Farm Fans사와 같은 구조로 되어있고, 다단식 열풍건조방법을 도입하여 곡물 처리 용량을 증가할 수 있도록 되어 있다.

일본의 곡물종합처리장은 곡물을 생산하는 여러 농가가 협력하여 공동으로 곡물의 반입, 조선, 계량, 품질 검사, 건조, 저장, 제현, 포장 및 출하 등의 작업을 일원화시킨 시설을 뜻하는 것으로 건조·저장된 벼를 가공하고 가공공장을 제외한 설비가 설치되어 있다. 일본의 종합처리시설의 종류

는 일시저장 및 예비건조기능을 가지고 있어 RC 또는 CE와 병설하여 사용하고 있다. DS의 곡물건조장치는 대부분 연속식 대형 곡물건조기가 설치되어 있어 1회 연속 건조 배출 방법이나 다중 순환 및 템퍼링에 의한 연속건조 방법이 가능하다. CE는 벼의 수확작업의 기계화로 고함수율 벼가 대량으로 수확되어 건조·저장 문제가 커지게 되었으며 이러한 문제를 해결하기 위하여 건조·저장시설을 대형화 한 CE가 1965년부터 보급되기 시작했다. CE는 고함수율의 벼를 대형 열풍건조기로 17%,w.b.까지 1차건조한 후 저장빈에 저장해 두었다가 다시 2차 건조를 한 다음 제현과정을 거친 후 현미로 출하한다. CE의 곡물 건조·저장규모는 보통 2,000~24,000톤 규모로 RC와 DS규모보다 비교적 커서 건조시스템도 연속식 대형 열풍건조기를 사용하고 있다.

3. 연구사

연속식 건조기에 관한 연구사는 주로 부분적으로 이론분석위주로 연구하였다. 여러 학자들의 연구를 살펴보면, Williamson(1965), Spencer(1969)는 다중덕트에서 압력강하를 산출하는 방법을 유도하는 연구를 하였다. Hunter(1983)는 입의의 덕트에서 압력강하를 예상하기 위한 공식을 제안하였고, 또한 거플링 효과와 덕트간의 정압분석을 실시하였다. S. cenkowski, M. J. Miketinac & W. Kelm(1994)은 혼합류형 건조기에서의 송풍량 흐름에 관한 연구에서 2개의 매개변수 중 1개의 변수값을 변화시키면서 실험값과 이론값을 비교한 결과 매우 일치하였음을 보고하였다. Bruce(1984), P. C. H. Miller & R. D. Whitfield(1984)는 곡물 바닥의 수가 황류식과 병류식에서 선택적으로 통과되는 과정을 혼합류식 챔버를 사용한 건조에서 시뮬레이션을 공기의 유동 패턴을 황류 방향으로 무시하고 하였다.

III. 이론분석

혼합류형 곡물 건조기의 2차원 건조 시뮬레이션 모델의 수학모델은 다음과 같이 가정한다.

가정 :

- 1) 건조기내 곡물층의 산물밀도와 공극율은 일정하다.
- 2) 곡물층 내의 공기속도분포는 2차원이다.
- 3) 공기, 수증기 및 곡물의 열특성은 일정하다.
- 4) 곡물 입자간의 전도 열전달은 무시한다.
- 5) 건조기 벽체는 단열되어 있다.
- 6) 곡립내의 온도구배는 무시한다.
- 7) 공기에 대한 수증기 평형과 에너지 평형에서 저장중의 에너지 변화는 무시한다.

1. 에너지 및 질량평형 방정식의 유도

가) 검사체적 $(1-\varepsilon)\Delta x\Delta y$ 내의 곡물의 수분 평형

G_p : 단위면적당 곡물건물 유동율 ($\text{kg}/\text{m}^2\cdot\text{hr}$)

M : 곡물함수율(kg/kg . dry matter)

R = 곡물 건물 단위중량당 곡물수분증발율($\text{kg}/\text{kg}\cdot\text{hr}$)

ρ_p = 곡물건물밀도(kg/m^3)

ε = 곡물층 공극율(m^3/m^3)

단위시간당 검사체적내로의 수분 유입율은 다음과 같다.

$$= \int_{x_i}^{x_i+\Delta x} G_p M(x, y_i, t) dx$$

단위시간당 검사체적으로부터 수분 유입율은 다음과 같다.

$$= \int_{x_i}^{x_i+\Delta x} G_p M(x, y_i+\Delta y, t) dx + \int_{y_i}^{y_i+\Delta y} \int_{x_i}^{x_i+\Delta x} R(x, y, t)(1-\varepsilon)\rho_p dx dy$$

검사체적내의 수분함량은 다음과 같다.

$$= \int_{y_i}^{y_i+\Delta y} \int_{x_i}^{x_i+\Delta x} M(x, y, t)(1-\varepsilon)\rho_p dx dy$$

이상의 항들을 일반 질량평형방정식에 대입하면,

$$\int_{t_n}^{t_n+\Delta t} \left[\int_{x_i}^{x_i+\Delta x} G_p \{ M(x, y_i, t) - M(x, y_i+\Delta y, t) \} dx - \int_{y_i}^{y_i+\Delta y} \int_{x_i}^{x_i+\Delta x} R(x, y, t)(1-\epsilon)\rho_p dx dy \right] dt$$

$$= \int_{y_i}^{y_i+\Delta y} \int_{x_i}^{x_i+\Delta x} \{ M(x, y, t_n+\Delta t) - M(x, y, t_n) \} (1-\epsilon)\rho_p dx dy$$

평균치정리를 적용하여 정리하면 다음의 식 (1)로 표현된다.

$$-G_p \frac{\partial M}{\partial y} - R(1-\epsilon)\rho_p = \frac{\partial M}{\partial t} (1-\epsilon)\rho_p \dots\dots\dots (1)$$

식 (1)을 다시 정리하면 식 2)와 같다.

$$\frac{\partial M}{\partial t} = -V_p \frac{\partial M}{\partial y} - R \dots\dots\dots 2)$$

여기서,

$$V_p = \text{flowing velocity of solid} = \frac{G_p}{\rho_p(1-\epsilon)} \text{ (m/hr)}$$

나) 검사체적 $(1-\epsilon)\Delta x\Delta y$ 내의 공기중의 수증기 평형

G_x : x 방향 건공기 유동율 = $\rho_a V_x$ (kg/m² .hr)

G_y : y 방향 건공기 유동율 = $\rho_a V_y$ (kg/m² .hr)

W : 건조기내 공기의 절대습도(kg/kg)

ρ_a : 건공기 밀도(kg/m³)

단위시간당 검사체적내의 수증기 유입율은 다음과 같이 표현할 수 있다.

단위시간당 검사체적내 수증기 유입율 = x 방향 유입공기중의 수증기 유입율 + y 방향 유입 공기중의 수증기 유입율 + 곡물로부터 수증기 증발율

x 방향 유입공기중의 수증기 유입율

$$= \int_{y_i}^{y_i+\Delta y} G_x(x_i, y, t)W(x_i, y, t)dy$$

y 방향 유입공기중의 수증기 유입율

$$= \int_{x_i}^{x_i + \Delta x} G_y(x, y_i, t) W(x, y_i, t) dx$$

곡물로부터 수증기 증발을

$$= \int_{y_i}^{y_i + \Delta y} \int_{x_i}^{x_i + \Delta x} R(x, y, t) (1 - \epsilon) \rho_p dx dy$$

단위시간당 검사체적으로부터 수증기 유출율은 다음과 같다.

단위시간당 검사체적으로부터 수증기 유출율 = x 방향 유출공기중의 수증기 유출율 + y 방향 유출공기중의 수증기 유출율 + 공기로부터 곡물의 수분흡수율

x 방향 유출공기중의 수증기 유출율

$$= \int_{y_i}^{y_i + \Delta y} G_x(x_i + \Delta x, y, t) W(x_i + \Delta x, y, t) dy$$

y 방향 유출공기중의 수증기 유출율

$$= \int_{x_i}^{x_i + \Delta x} G_y(x, y_i + \Delta y, t) W(x, y_i + \Delta y, t) dx$$

공기로부터 곡물의 수분흡수율 = 0

검사체적내 공기중의 수분함량은 다음과 같다.

$$= \int_{y_i}^{y_i + \Delta y} \int_{x_i}^{x_i + \Delta x} W(x, y, t) \rho_a \epsilon dx dy$$

이상의 항들을 일반 질량평형방정식에 대입하면 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\begin{aligned} & \int_{t_n}^{t_n + \Delta t} \left\{ \int_{y_i}^{y_i + \Delta y} G_x(x_i, y, t) W(x_i, y, t) dy + \int_{x_i}^{x_i + \Delta x} G_y(x, y_i, t) W(x, y_i, t) dx \right. \\ & \left. + \int_{y_i}^{y_i + \Delta y} \int_{x_i}^{x_i + \Delta x} R(x, y, t) (1 - \epsilon) \rho_p dx dy \right\} \\ & - \left\{ \int_{y_i}^{y_i + \Delta y} G_x(x_i + \Delta x, y, t) W(x_i + \Delta x, y, t) dy \right. \\ & \left. + \int_{x_i}^{x_i + \Delta x} G_y(x, y_i + \Delta y, t) W(x, y_i + \Delta y, t) dx \right\} dt \\ & = \int_{y_i}^{y_i + \Delta y} \int_{x_i}^{x_i + \Delta x} (W(x, y, t_n + \Delta t) - W(x, y, t_n)) \rho_a \epsilon dx dy \end{aligned}$$

평균치정리를 적용하여 정리하면 다음과 같다.

$$-\frac{\partial G_x W}{\partial x} - \frac{\partial G_y W}{\partial y} + R(1-\varepsilon)\rho_s = \rho_a \varepsilon \frac{\partial W}{\partial t}$$

다음의 관계식을 대입하여 정리하면 다음과 같다.

$$\rho_p = \frac{\rho_{pb}}{1-\varepsilon}$$

$$G_x = \rho_a V_x$$

$$G_y = \rho_a V_y$$

$$-\rho_a \left[V_x \frac{\partial W}{\partial x} + V_y \frac{\partial W}{\partial y} + W \left(\frac{\partial V_x}{\partial x} + \frac{\partial V_y}{\partial y} \right) \right] + R(1-\varepsilon)\rho_p = \rho_a \varepsilon \frac{\partial W}{\partial t}$$

연속방정식을 적용하여 다음의 식 (3)과 같이 요약할 수 있다.

$$\rho_a V_x \frac{\partial W}{\partial x} + \rho_a V_y \frac{\partial W}{\partial y} - R(1-\varepsilon)\rho_p = -\rho_a \varepsilon \frac{\partial W}{\partial t} \dots\dots\dots (3)$$

공기중의 수분저장항(오른쪽항)을 무시하면 다음의 식 (4)로 표현할 수 있다.

$$V_x \frac{\partial W}{\partial x} + V_y \frac{\partial W}{\partial y} = \frac{\rho_{pb}}{\rho_a} R \dots\dots\dots (4)$$

다) 검사체적 $(1-\varepsilon)\Delta x\Delta y$ 내의 곡물에 대한 에너지 평형

h_v : 체적 대류열전달계수(kJ/hr.m³.K)

H_a : 건공기 엔탈피(kJ/kg)

H_w : 수증기 엔탈피(kJ/kg)

h_d : 곡물 건물의 엔탈피(kJ/kg).

h_w : 물의 엔탈피(kJ/kg)

단위시간당 검사체적내로의 곡물에 의한 에너지 유입율은 다음과 같다.

단위시간당 검사체적내로 곡물에 의한 에너지 유입율 = 유입곡물에 의한 에너지 유입율

+ 공기로부터 곡물로 에너지 전달을

유입곡물에 의한 에너지 유입을

$$= \int_{x_i}^{x_i + \Delta x} G_p \{ h_d(x, y_i, t) + M(x, y_i, t) h_w(x, y_i, t) \} dx$$

공기로부터 곡물로 에너지 전달을

$$= \int_{y_i}^{y_i + \Delta y} \int_{x_i}^{x_i + \Delta x} h_v \{ T(x, y, t) - \theta(x, y, t) \} dx dy$$

단위시간당 검사체적으로부터 곡물에 의한 에너지 유출율은 다음과 같다.

단위시간당 검사체적으로부터 곡물에 의한 에너지 유출율 = 유출곡물에 의한 에너지 유출율

+ 곡물로부터 공기로 에너지 전달을

유출곡물에 의한 에너지 유출을

$$= \int_{x_i}^{x_i + \Delta x} G_p \{ h_d(x, y_i + \Delta y, t) + M(x, y_i + \Delta y, t) h_w(x, y_i + \Delta y, t) \} dx$$

곡물로부터 공기로 에너지 전달을

$$= \int_{y_i}^{y_i + \Delta y} \int_{x_i}^{x_i + \Delta x} (1 - \epsilon) \rho_s R(x, y, t) H_w(x, y, t) dx dy$$

검사체적내의 에너지량

$$= \int_{y_i}^{y_i + \Delta y} \int_{x_i}^{x_i + \Delta x} (1 - \epsilon) \rho_s [\{ h_d(x, y, t) + M(x, y, t) h_w(x, y, t) \}] dx dy$$

이들 항을 일반 에너지 평형방정식에 대입하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} & \int_{t_n}^{t_n + \Delta t} \left[\int_{x_i}^{x_i + \Delta x} G_p \{ h_d(x, y_i, t) - h_d(x, y_i + \Delta y, t) \} dx \right. \\ & + \int_{x_i}^{x_i + \Delta x} G_p \{ M(x, y_i, t) h_w(x, y_i, t) - M(x, y_i + \Delta y, t) h_w(x, y_i + \Delta y, t) \} dx \\ & + \int_{y_i}^{y_i + \Delta y} \int_{x_i}^{x_i + \Delta x} h_v \{ T(x, y, t) - \theta(x, y, t) \} dx dy \\ & \left. - \int_{y_i}^{y_i + \Delta y} \int_{x_i}^{x_i + \Delta x} (1 - \epsilon) \rho_s R(x, y, t) H_w(x, y, t) dx dy \right] dt \end{aligned}$$

$$= \int_{y_i}^{y_i + \Delta y} \int_{x_i}^{x_i + \Delta x} (1 - \varepsilon) \rho_s \{ h_d(x, y, t) + M(x, y, t) h_w(x, y, t) \} \\ - \{ h_d(x, y, t + \Delta t) + M(x, y, t + \Delta t) h_w(x, y, t + \Delta t) \} dx dy$$

평균치정리를 적용하면 다음과 같다.

$$- G_p \frac{\partial(h_d + M h_w)}{\partial y} + h_v(T - \theta) - (1 - \varepsilon) \rho_s R H_w = (1 - \varepsilon) \rho_s \frac{\partial(h_d + M h_w)}{\partial t} \\ - G_p \left(\frac{\partial h_d}{\partial y} + h_w \frac{\partial M}{\partial y} + M \frac{\partial h_w}{\partial y} \right) + h_v(T - \theta) - (1 - \varepsilon) \rho_s R H_w \\ = (1 - \varepsilon) \rho_s \left(\frac{\partial h_d}{\partial t} + h_w \frac{\partial M}{\partial t} + M \frac{\partial h_w}{\partial t} \right)$$

여기서,

$$\frac{\partial h_d}{\partial y} = \frac{\partial h_d}{\partial \theta} \frac{\partial \theta}{\partial y} = c_p \frac{\partial \theta}{\partial y}$$

$$\frac{\partial h_w}{\partial y} = \frac{\partial h_w}{\partial \theta} \frac{\partial \theta}{\partial y} = c_w \frac{\partial \theta}{\partial y}$$

$$\frac{\partial h_d}{\partial t} = \frac{\partial h_d}{\partial \theta} \frac{\partial \theta}{\partial t} = c_p \frac{\partial \theta}{\partial t}$$

$$\frac{\partial h_w}{\partial t} = \frac{\partial h_w}{\partial \theta} \frac{\partial \theta}{\partial t} = c_w \frac{\partial \theta}{\partial t}$$

이들 관계식을 대입하면 다음과 같다.

$$- G_p \left(c_p \frac{\partial \theta}{\partial y} + h_w \frac{\partial M}{\partial y} + M c_w \frac{\partial \theta}{\partial y} \right) + h_v(T - \theta) - (1 - \varepsilon) \rho_s R H_w \\ = (1 - \varepsilon) \rho_s \left(c_p \frac{\partial \theta}{\partial t} + h_w \frac{\partial M}{\partial t} + M c_w \frac{\partial \theta}{\partial t} \right)$$

정리하면,

$$(1 - \varepsilon) \rho_s (c_p + M c_w) \frac{\partial \theta}{\partial t} = - G_p (c_p + M c_w) \frac{\partial \theta}{\partial y} + h_v(T - \theta)$$

$$- (1 - \varepsilon) \rho_s R H_w - (1 - \varepsilon) \rho_p h_w \frac{\partial M}{\partial t} - G_p h_w \frac{\partial M}{\partial y}$$

식 (1)을 대입하면,

$$(1-\varepsilon)\rho_s(c_p+Mc_w)\frac{\partial\theta}{\partial t} = -G_p(c_p+Mc_w)\frac{\partial\theta}{\partial y} + h_v(T-\theta) - (1-\varepsilon)\rho_p R H_w + (1-\varepsilon)\rho_p R h_w$$

다시 정리하면 식 (5)로 표현된다.

$$\frac{\partial\theta}{\partial t} = -V_p\frac{\partial\theta}{\partial y} + \frac{h_v(T-\theta)}{\rho_{pb}(c_p+Mc_w)} - \frac{R(H_w-h_w)}{c_p+Mc_w} \dots\dots\dots (5)$$

여기서,

$$H_w - h_w = h_{fg} + c_v(T - \theta)$$

라) 검사체적 $(1-\varepsilon)\Delta x\Delta y$ 내의 공기에 대한 에너지 평형

검사체적내로 공기에 의한 에너지 유입율은 다음과 같다.

검사체적내로 공기에 의한 에너지 유입율 = x 방향 유입공기에 의한 에너지 유입율
 + y 방향 유입공기에 의한 에너지 유입율 + 곡물로부터 공기로 에너지 전달율
 x 방향 유입공기에 의한 에너지 유입율

$$= \int_{y_i}^{y_i+\Delta y} G_x \{H_a(x_i, y, t) + W(x_i, y, t) H_w(x_i, y, t)\} dy$$

y 방향 유입공기에 의한 에너지 유입율

$$= \int_{x_i}^{x_i+\Delta x} G_y \{H_a(x, y_i, t) + W(x, y_i, t) H_w(x, y_i, t)\} dx$$

곡물로부터 공기로 에너지 전달율

$$= \int_{y_i}^{y_i+\Delta y} \int_{x_i}^{x_i+\Delta x} (1-\varepsilon)\rho_s R(x, y, t) H_w(x, y, t) dx dy$$

검사체적내로 공기에 의한 에너지 유출율은 다음과 같다.

검사체적내로 공기에 의한 에너지 유출율 = x 방향 유출공기에 의한 에너지 유출율
 + y 방향 유출공기에 의한 에너지 유출율 + 공기로부터 곡물로 에너지 전달율
 x 방향 유출공기에 의한 에너지 유출율

$$= \int_{y_i}^{y_i+\Delta y} G_x \{H_a(x_i+\Delta x, y, t) + W(x_i+\Delta x, y, t) H_w(x_i+\Delta x, y, t)\} dy$$

y 방향 유출공기에 의한 에너지 유출율

$$= \int_{x_i}^{x_i+\Delta x} G_y \{H_a(x, y_i+\Delta y, t) + W(x, y_i+\Delta y, t) H_w(x, y_i+\Delta y, t)\} dx$$

공기로부터 곡물로 에너지 전달을

$$= \int_{y_i}^{y_i+\Delta y} \int_{x_i}^{x_i+\Delta x} h_v(T-\theta) |_{x,y,t} dx dy$$

검사체적내의 에너지량

$$= \int_{y_i}^{y_i+\Delta y} \int_{x_i}^{x_i+\Delta x} \varepsilon \rho_a [(H_a + WH_w) |_{x,y,t+\Delta t} - (H_a + WH_w) |_{x,y,t}] dx dy$$

이들 항을 일반 에너지 형형방정식에 대입하여 평균치정리를 적용하면,

$$\begin{aligned} & - \frac{\partial G_x(H_a + WH_w)}{\partial x} - \frac{\partial G_y(H_a + WH_w)}{\partial y} + (1-\varepsilon)\rho_a RH_w - h_v(T-\theta) \\ & = \varepsilon \rho_a \frac{\partial (H_a + WH_w)}{\partial t} \end{aligned}$$

여기서,

$$\frac{\partial H_a}{\partial x} = \frac{\partial H_a}{\partial T} \frac{\partial T}{\partial x} = c_a \frac{\partial T}{\partial x}$$

$$\frac{\partial H_a}{\partial y} = c_a \frac{\partial T}{\partial y}$$

$$\frac{\partial H_w}{\partial x} = c_v \frac{\partial T}{\partial x}$$

$$\frac{\partial H_w}{\partial y} = c_v \frac{\partial T}{\partial y}$$

$$G_x = \rho_a V_x$$

$$G_y = \rho_a V_y$$

이들 관계식을 식 (3)에 대입하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} & - \rho_a V_x \left(c_a \frac{\partial T}{\partial x} + W c_v \frac{\partial T}{\partial x} + H_w \frac{\partial W}{\partial x} \right) - \rho_a V_y \left(c_a \frac{\partial T}{\partial y} + W c_v \frac{\partial T}{\partial y} + H_w \frac{\partial W}{\partial y} \right) \\ & + \left(\rho_a \varepsilon \frac{\partial W}{\partial t} + \rho_a V_x \frac{\partial W}{\partial x} + \rho_a V_y \frac{\partial W}{\partial y} \right) H_w - h_v(T-\theta) \\ & = \varepsilon \rho_a \left(c_a \frac{\partial T}{\partial t} + W c_v \frac{\partial T}{\partial t} + H_w \frac{\partial W}{\partial t} \right) \end{aligned}$$

정리하면,

$$\begin{aligned}
 & -\rho_a V_x (c_a + W c_v) \frac{\partial T}{\partial x} - \rho_a V_y (c_a + W c_v) \frac{\partial T}{\partial y} - h_v (T - \theta) \\
 & = \epsilon \rho_a (c_a + W c_v) \frac{\partial T}{\partial t}
 \end{aligned}$$

저장항을 무시하고, 다시 정리하면 다음의 식 (6)과 같다.

$$V_x \frac{\partial T}{\partial x} + V_y \frac{\partial T}{\partial y} = - \frac{h_v (T - \theta)}{\rho_a (c_a + W c_v)} \dots\dots\dots(6)$$

수학적 모델을 요약하면 다음과 같다.

2차원 혼합류형 건조모델

$$\frac{\partial M}{\partial t} = - V_p \frac{\partial M}{\partial y} - R$$

$$V_x \frac{\partial W}{\partial x} + V_y \frac{\partial W}{\partial y} = \frac{\rho_{pb}}{\rho_a} R$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = - V_p \frac{\partial \theta}{\partial y} + \frac{h_v (T - \theta)}{\rho_{pb} (c_p + M c_w)} - \frac{R (H_w - h_w)}{c_p + M c_w}$$

$$V_x \frac{\partial T}{\partial x} + V_y \frac{\partial T}{\partial y} = - \frac{h_v (T - \theta)}{\rho_a (c_a + W c_v)}$$

2차원 고정층 건조모델

$$\frac{\partial M}{\partial t} = - R$$

$$V_x \frac{\partial W}{\partial x} + V_y \frac{\partial W}{\partial y} = \frac{\rho_{pb}}{\rho_a} R$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{h_{fg} (T - \theta)}{\rho_{pb} (c_p + M c_w)} + \frac{(H_w - h_w)}{(c_p + M c_w)} R$$

$$V_x \frac{\partial T}{\partial x} + V_y \frac{\partial T}{\partial y} = - \frac{h_{fg} (T - \theta)}{\rho_a (c_a + w c_v)}$$

2. 연속식 건조기 설계

가) 시뮬레이션 프로그램

혼합류형 연속식 곡물건조기에서 함수율변화, 곡온변화, 통과 공기온·습도변화 및 건조소요 에너지를 예측하기 위하여 수치해석적인 방법을 이용하여 컴퓨터 프로그램을 개발하였다. 프로그램은 소요에너지를 목적함수로 하고 건조비의 품질을 제한조건으로 하는 최적화 프로그램을 개발하여 적정 유하속도, 열풍공기온도, 송풍량 등의 설계변수를 결정하기 위한 것이다. 컴퓨터 프로그램은 Fortran77 언어로 작성하였으며, 수치해석적인 방법은 유한차분법을 사용하였다. 시뮬레이션 프로그램에 입력하는 조건은 공시재료, 곡물의 초기함수율 및 초기온도, 산물밀도, 외기온도, 송풍량, 열풍온도, 그리고 건조하는데 체류하는 시간등이다. 곡물층내의 공기속도는 2차원으로 해석하였다.

나) 성능요인의 평가

혼합류형 연속식건조기의 성능에 영향을 주는 인자는 송풍량, 열풍온도, 체류시간, 외기온도 및 초기함수율등이 있다. 이들 인자가 건감율, 건조 곡물의 품질 및 소요에너지 등의 건조기의 성능에 영향을 준다. 벼를 대상으로 혼합류형 연속식 건조기의 인자들이 성능에 미치는 영향을 시뮬레이션 방법을 통하여 분석한다. 표준 건조조건으로 열풍온도 45℃, 외기온도 20℃, 초기함수율 22%w.b., 그리고 체류시간은 0.5hr으로 하였다. 그리고 송풍량 5수준(1, 1.5, 2.0, 2.5, 3 m³/s · ton), 열풍온도 5수준(35, 40, 45, 50, 55℃), 체류시간 5수준(0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6hr), 초기함수율 5수준(18, 20, 22, 24, 26%(w.b)) 및 외기온도 4수준(10, 15, 20, 25℃) 으로 나누어 분석하였다. 분석한 결과는 그림 2~6에 나타내었다.

그림 2는 송풍량을 변화시킴에 따라 건감율, 동할율 및 건조 소요에너지 관계를 나타낸 것이다. 송풍량이 1m³/s-ton에서 3m³/s-ton으로 3배 증가함에 따라 건감율은 2.02%w.b./hr에서 약 2.3배인 4.67%w.b./hr까지 거의 직선적으로 증가한 반면, 동할율은 0.17%에서 약 3.3배인 0.56%로 크게 증가함을 알 수 있다. 송풍량을 0.5 m³/s · ton 증가시킬 때 건감율을 살펴보면, 송풍량이 1.0 m³/s · ton에서 0.5 m³/s · ton 증가시킬 때 건감율의 차이가 0.89%w.b./hr인 반면 1.5 m³/s · ton에서 0.5 m³/s · ton 증가시킬 때 건감율의 차이가 0.42%w.b./hr로 나타나 송풍량이 낮을수록 건감율의 기울기가 적은 것으로 나타났다.

동할율 변화는 송풍량이 0.5 m³/s · ton 증가할 때 약 0.10%씩 상승하여 송풍량이 증가함에 따라 선형적으로 상승하는 것을 알 수 있다.

수분 1kg을 증발시키는데 소요되는 에너지는 송풍량이 1.0~1.5 m³/s · ton일 때 229

kJ/kg-water인 반면 2.5~3.0 m³/s · ton일 때 578 kJ/kg-water로 나타나 송풍량이 증가할수록 건조 소요에너지가 상승하는 것으로 나타났다. 송풍량을 증가하였을 때 건감율이 감소하는데도 건조 소요에너지가 증가하는 것으로 나타났다. 이것은 곡립이 열풍에 노출되는 시간이 길어지기 때문이다.

벼를 건조하기 위해 사용하는 연료소비는 동할을 변화와 유사하게 나타나 송풍량이 0.5 m³/s · ton 증가할 때 약 7 l/hr 상승하여 송풍량이 증가함에 따라 선형적으로 상승하는 것을 알 수 있다.

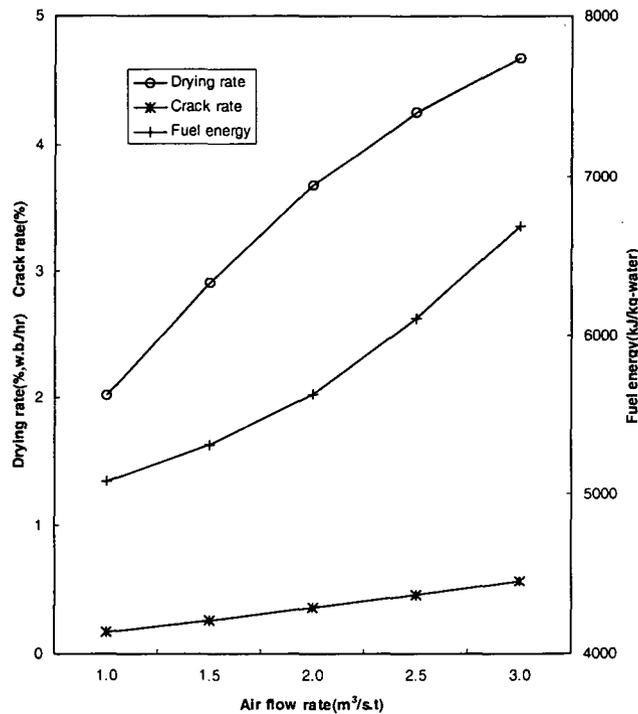


Fig. 2. Air flow effects on the drying performance for the continuous grain dryer.

그림 3은 열풍온도의 영향을 나타낸 것이다. 열풍온도를 35℃에서 55℃로 증가함에 따라 건감율은 2.02%w.b./hr에서 약 2.3배인 4.67%w.b./hr로 증가하고, 동할율은 0.08%에서 약 19.1배인 1.53%로 크게 증가함을 알 수 있다. 열풍온도를 5℃씩 증가함에 따라 건감율은 약 0.5%w.b./hr씩 증가하여 거의 직선적으로 변화한 반면, 동할율은 55℃일 때 35℃(0.08%) 일 때 보다 9.8배 증가하여 열풍온도가 고온일 때 급격히 증가함을 알 수 있다.

건조소요에너지는 열풍온도를 35℃에서 5℃ 증가시킬 때 447kJ/kg-water가 소요되는 반면 50℃에서 5℃ 증가할 때 161kJ/kg-water가 요구되었다. 따라서, 고온에서 건조소요에너지가 적게 드는 것으로 나타났다. 연료소비도 건조소요에너지와 유사하게 고온에서 소요동력이 적은 것으로 나타났다.

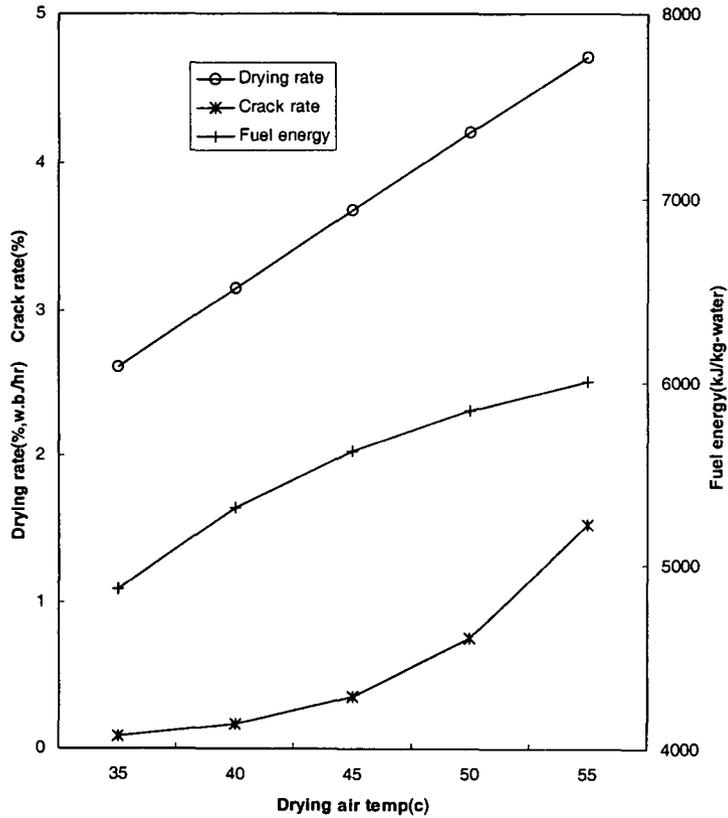


Fig. 3. Heated air temperature effects on the drying performance for the continuous grain dryer.

그림 4는 건조실에서 벼를 건조하는데 요구되는 체류시간의 영향을 나타낸 것이다. 체류시간을 0.2시간에서 0.6시간으로 증가함에 따라 건감율은 3.04%w.b./hr에서 약 1.2배인 3.71%w.b./hr로 증가하고, 동할율은 0.09%에서 약 5.3배인 0.48%로 크게 증가함을 알 수 있다. 건감율은 체류시간을 0.2hr에서 0.1hr을 증가하였을 때 0.32%w.b./hr인 반면 0.5hr에서 0.1hr을 증가하였을 때 0.03%w.b./hr로 나타나 체류시간이 길수록 건감율의 기울기는 감소하는 것으로 나타났다. 동할율은 0.2hr에서 0.1hr을 증가하였을 때 0.09%인 반면 0.5hr에서 0.1hr을 증가하였을 때 0.48%로 나타나 체류시간이 길수록 동할율의 기울기는 증가하는 것으로 나타났다.

건조소요에너지는 체류시간을 0.2hr에서 0.1hr을 증가하였을 때 606 kJ/kg-water가 감소한 반면 0.5hr에서 0.1hr을 증가하였을 때 29 kJ/kg-water가 감소하여, 수분 1kg을 증발시키는데 요구되는 건조소요에너지의 기울기는 체류시간이 길수록 감소하는 것으로 나타났다. 수분 1kg을 증발시키는데 소요되는 연료소비는 체류시간에 상관없이 변화하지 않았다.

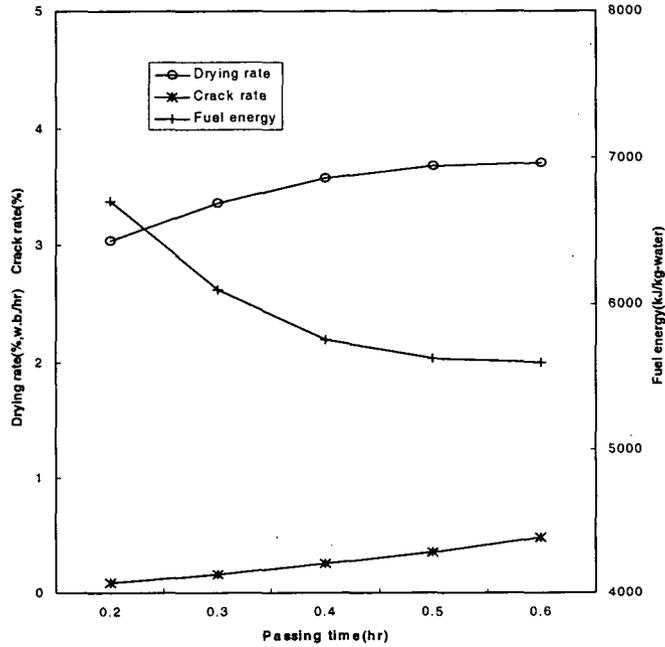


Fig. 4. Passing time effects on the drying performance for the continuous grain dryer.

그림 5는 초기함수율이 미치는 영향을 나타낸 것이다. 초기함수율이 18%w.b.에서 26%w.b.로 증가함에 따라 건감율은 3.1%w.b./hr에서 약 1.3배인 4.04%w.b./hr까지 증가한 반면, 동할율은 0.46%에서 약 0.63배인 0.29로 감소함을 알 수 있다. 건조소요에너지는 포물선 형태로 나타나 초기함수율이 18%와 26%일 때 높게 나타났고, 22%일 때 가장 적은 것으로 나타났다. 연료소비는 초기함수율에 상관없이 일정하게 나타났다.

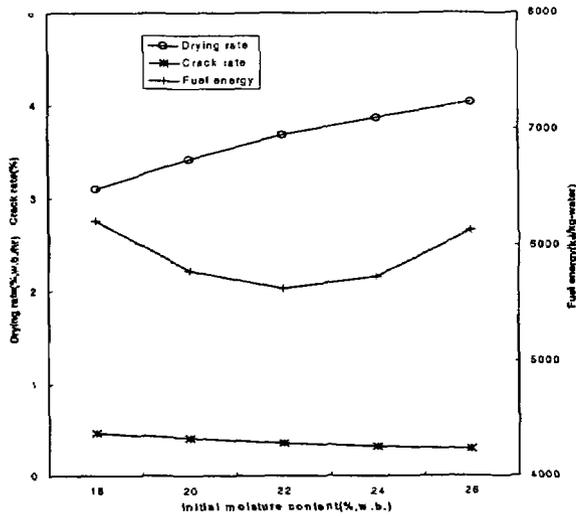


Fig. 5. Initial moisture content effects on the drying performance for the continuous grain dryer.

그림 6은 외기온도가 미치는 영향을 나타낸 것이다. 외기온도가 10°C에서 25°C 2.5배 증가함에 따라 건감율은 4.07%w.b./hr에서 약 0.84배인 3.42%w.b./hr까지 감소한 반면, 동할율은 0.32%에서 약 1.25배인 0.4%로 증가함을 알 수 있다. 건조소요에너지 및 연료소비는 외기온도가 증가함에 따라 직선적으로 감소하였다.

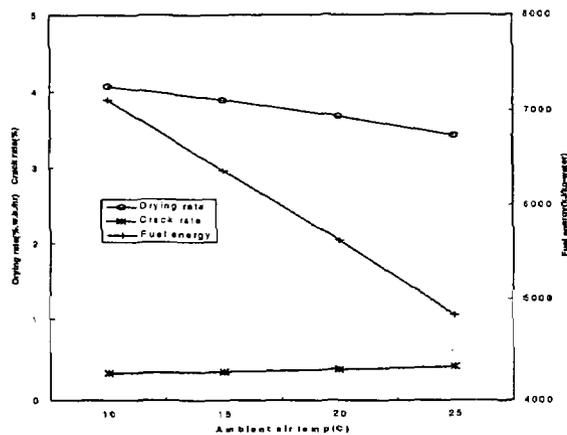


Fig. 6. Ambient air temperature effects on the drying performance for the continuous grain dryer.

다) 설계요인의 결정

(1) 송풍량

송풍량을 증가시킬 때 동할율의 기울기는 거의 직선적으로 증가하였다. 그리고 송풍량이 $2.0 \text{ m}^3/\text{s-ton}$ 이상일 때 건감율의 기울기가 감소하고, 건조소요에너지의 기울기는 감소하였다. 따라서 벼를 건조하기 위한 송풍량은 $1.5 \text{ m}^3/\text{s-ton} \sim 2.0 \text{ m}^3/\text{s-ton}$ 으로 결정한다.

(2) 열풍온도

곡물의 품질에 가장 영향을 미치는 것이 열풍온도이다. 따라서 동할율을 우선 고려하였다. 열풍온도가 50°C 이상에서 동할율이 급격히 증가하였으며, 건감율 및 건조소요에너지의 기울기는 일정하게 유지하였다. 따라서 열풍온도는 $45^\circ\text{C} \sim 50^\circ\text{C}$ 로 결정하였다.

(3) 체류시간

건조소요에너지의 기울기가 체류시간이 0.4 시간일 때부터 완만해졌다. 건감율의 기울기는 체류시간의 기울기가 0.5시간 지나면서 감소하기 시작하여, 체류시간을 0.1시간 증가시켰을 때 건감율의 차이가 $0.03\% \text{w.b./hr}$ 으로 적은 것으로 나타났다. 따라서 건조실에서의 체류시간은 0.4~0.5시간으로 결정하였다.

(4) 초기함수율

건조소요에너지는 포물선 형태로 나타나 초기함수율이 18%와 26%일 때 높게 나타났고, 22%일 때 가장 적은 것으로 나타났다. 따라서 건조소요에너지가 가장 적게 요구되는 22%w.b.가 가장 적절한 것으로 사료된다. 건감율, 동할율 및 건조소요ener지를 고려해볼 때 적절한 초기함수율은 20%w.b. ~ 24%w.b.로 결정하였다.

IV. 연속식 건조기 시뮬레이터

본 연구에서는 3장에서 설계한 내용을 기초로 연속건조 시뮬레이터 제작을 하였으며, 시뮬레이터에서의 에어덕트는 건조실내에서 열 흐름이 상호 교차하도록 산형 모양으로 제작하였다. 산형 구조에서의 곡물은 아래 방향으로 유하되면서 에어덕트에 의해 벼의 흐름방향은 변화면서 건조실을 통과하는 동안 교반이 일어난다. 열풍공기의 입구와 출구 방향의 에어덕트가 상하 교

환 배치되어 있기 때문에 곡물이 이 사이를 통과하므로 건조실 전역에 걸쳐 건조가 이루어진다. 덕트의 압력손실을 고려하여 열풍공기의 속도를 일정하게 되도록 제작하였다. 이 때문에 건조기는 비교적 풍량이 고른 상태에서 건조가 이루어진다.

일정한 크기의 건조실 용량을 기준으로 건조기의 제조비용을 절감하기 위하여 개구비를 적게 하였고, 에어덕트를 통과할 때 풍속을 7m/s 이내로 작동하도록 하였다.

본 연구에서는 풍량비를 1.3m³/s · ton으로 설정한 후 다른 요인들을 결정하였다. 산형 에어덕트는 산형으로 절곡한 구조물과 곡물의 안식각에 의하여 생성되는 통기로에서 공기가 곡물에 공급되기 때문에 관내의 풍속이 커지면 협잡물 및 소형 곡립이 배기용 송풍기로 유출되기 때문에 주의하도록 하였고, 산형의 꼭지각은 곡물의 안식각을 충분히 고려하여 55°로 제작하였다.

1. 시뮬레이터 설계

가) 설계조건

본 연구에서 설계한 연속식 건조기는 혼합류형으로 하였고, 에어덕트는 산형을 채택하였다. 에어덕트의 높이에 따라 교대로 설치된 산형 관의 한 열은 열풍유입관이 열풍공기 유입덕트 쪽으로 열려있고, 배기덕트 쪽은 닫혀 있으며, 그 아래 열은 배기관 쪽으로 열려 있어 곡물이 유입관과 배기관은 교대로 통과하면서 최고의 열풍온도와 최저의 배기온도에 노출되면서 균일 건조가 되도록 하였다.

Table 1. Design conditions of simulator of continuous grain dryer.

Items	Condition
○ Time of the one pass	0.5h
○ Average drying reduction rate for rough rice	1.5 ~ 2.0%/pass
○ Fan power	5kW
○ Calorific value	80,000~100,000kcal/hr(10~20 l/hr)

연속식 건조기의 성능이 영향을 주는 요인은 건조기 곡물의 건조기 통과시간, 송풍온도, 송풍량, 템퍼링 시간 및 건조후 곡물의 냉각유무 등이다. 연속식 건조기의 성능은 곡물을 투입했을 때 건조기를 통과하는 시간에 따라 차이가 심하므로 건조기의 개략적인 능력을 계산하기 위해서는 설계 기준이 필요하다. 본 연구에서는 표 1에서와 같은 표준으로 설계하였다.

표 1에서와 같이 1회 통과시간을 30분으로 하였고, 열풍온도는 최고 60℃까지 가온할 수 있도록 가열장치의 용량을 설계하였다. 본 시뮬레이션에서는 냉각실을 별도로 설계하지 않고 배

출장치에서 1차적으로 외부공기에 노출되면서 이송라인을 통해 다음 공정으로 이송하도록 하였다. 건조기의 송풍량은 $2.5\sim 3.0\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{ton}$, 템퍼링 시간은 3~6시간으로 하였다.

건조실 에어덕트는 열풍공기가 들어가는 쪽과 배출되는 쪽의 온도 차이를 줄이기 위하여 건조실 에어덕트 관로의 압력손실을 고려하여 테이퍼 지도록 설계하였다. 또한 건조실 에어덕트의 층간격은 곡물층의 압력손실과 에어덕트에서의 유속을 고려하여 30cm 이내로 설계하였고, 두 개 단의 에어덕트가 1개 조가 되어 개방된 쪽이 서로 반대가 되도록 하였다. 제어장치는 시스템의 흐름이 정체현상이 발생하지 않게 작동순서가 제어하도록 하였다.

나) 건조실내에서의 열풍공기 이동원리

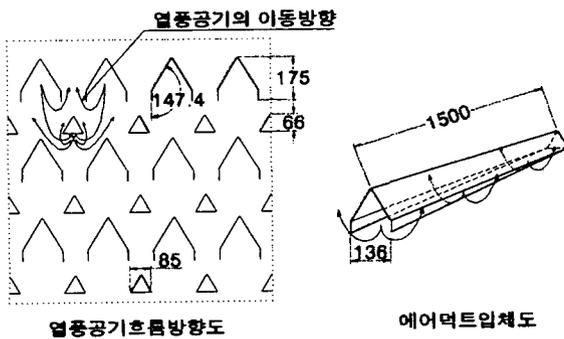


그림 7은 열풍공기 이동경로를 도면으로 나타낸 것으로 곡물이 아래 방향으로 떨어지면서 열풍공기와 황류, 역류, 병류의 형태로 작용하므로 혼합류형이라고 불리운다.

그림 7에서와 같이 에어덕트의 입체도는

Fig. 7. Schematic of the Heated air drying temperature flow at the drying chamber.

덕트의 압력손실을 고려해서 열풍공기가 들어가는 입구 쪽과 반대쪽의 크기를 다르게 하였다.

다) 시뮬레이터 제작

(1) 구조

그림 8, 9는 각각 농업기계화연구소에 설치한 연속식 건조시스템 시뮬레이터 사진과 구조를 나타낸 것이다. 본 연구에서 제작 설치한 연속 건조시스템은 그림 10에서 보는바와 같이 건조기, 템퍼링 빈 및 호퍼스케일로 구성되었다. 건조기는 농업기계화연구소에서 도면 설계한 것을 참여업체인 한성공업 주식회사에서 제작한

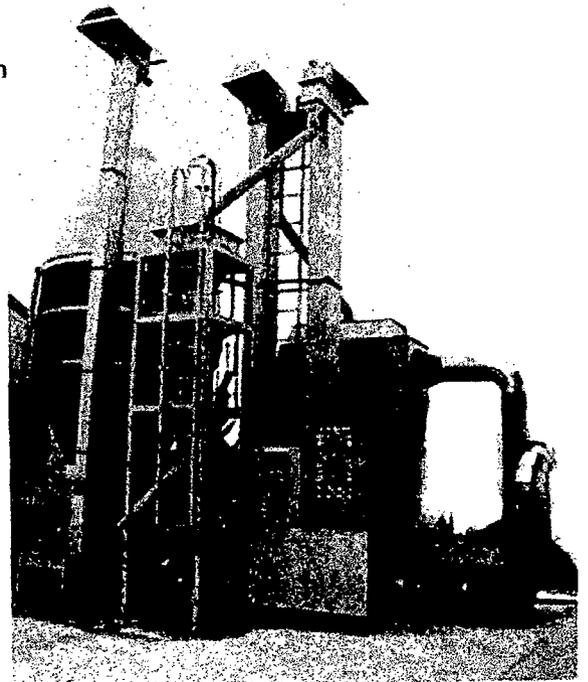
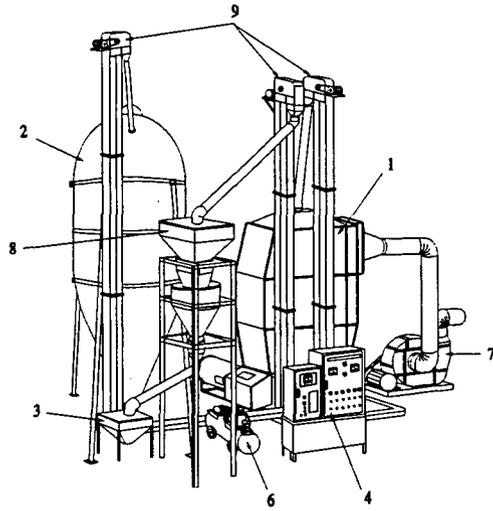


Fig. 8. Photo of the continuous drying system of simulator.



- ① Dryer
- ② Tempering bin
- ③ Inlet tempering bin
- ④ Control panel
- ⑤ Heating party
- ⑥ Compressure
- ⑦ Turbo cleaner
- ⑧ Hopper scale
- ⑨ Bucket elevator

것으로 건조 처리능력이 시간당 3톤 규모이고, 곡물의 반입과 탬퍼링을 하기 위한 기계장치로 저장용량이 10톤 규모의 FRP 원형 탬퍼링 빈을 설치하였으며, 건조한 곡물의 무게 및 수분측정

Fig. 9. Schematic of the continuous drying system of simulator.

을 하기 위하여 용량 60kg/회의 호퍼스케일을 설치하였다.

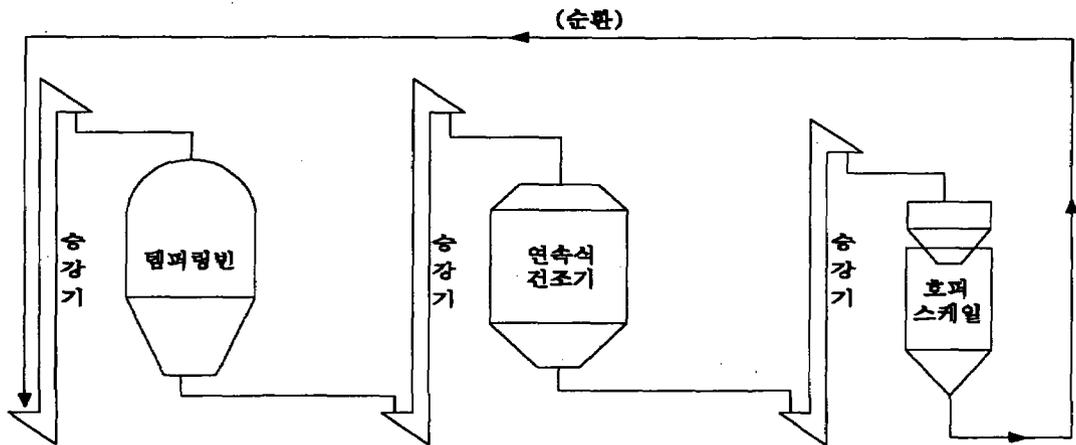
치하였다.

(2) 제 원

Table 2. specification of continuous grain dryer system of simulator.

Items		Specification	
Tempering bin	Size (D×H)	∅ 2,700 × 3,500 mm	
	Capacity (t)	10	
Dryer	Type	Mixed flow	
	Size	1,500 × 930 × 3,210 mm	
	Drying capacity(t/hr)	3	
	Storage module	Size (L×W×H)	1,500 × 930 × 300 mm
	Drying module	Size (L×W×H)	1,500 × 930 × 770 mm
	Discharge	Size (L×W×H)	1,500 × 930 × 600 mm
	Air duct	Type	Triangle
		Number(ea)	36
	Heater	Capacity(ℓ /hr)	10~15
Fan	Air flow (m ³ /s-ton)	0~2.0	
	Power (kW)	5.0	
Hopper scale	Size (L×W×H)	1,200 × 1,000 × 2,530 mm	
	Capacity (t/batch)	0.06	
Bucket elevator	Size (L×W×H)	450 × 300 × 7,000 mm	
	Capacity (t/hr)	5	
	Number (set)	3	

곡물의 이동경로는 산물 상태로 반입되는 곡물은 텀퍼링 빈에서 임시로 저장된 후 건조기가 가동됨과 동시에 건조실로 이동하고, 건조기에서는 상부 레벨센서가 작동 신호를 보낼 때까지 곡물은 건조실을 채우게 된다. 상부 레벨센서에서 작동신호가 울리게 되면 건조기의 배출 피드는 곡물의 유하속도 0.3m/s로 아래쪽으로 이동시킨다. 건조기의 배출 장치를 통과한 벼는 호퍼스케일에서 무게를 계량함과 동시에 수분측정을 하여 검감율을 측정하고 여기서 배출된 곡물(3)은 텀퍼링 빈으로 이동하여 3~12시간 동안 텀퍼링 건조를 하게 된다.



○ Bulk grain -Moisture content : 20~25%,w.b.	○ Temporary storage - 0.5~1h ○ Tempering - 3~12h	○ Drying - One pass time (0.5~1h/pass)	○ Weighting - 60kg/pass ○ Measurement of moisture content
--	---	--	--

Fig. 10. Schematic of the continuous grain drying system of movement.

2. 재료 및 방법

가) 공시재료

본 연구에 사용한 공시재료는 '98년도 농업기계화연구소 시험포장에서 생산한 것으로 초기함수율이 24.02%,w.b.인 화성 벼 3.2톤과, 초기함수율 18.46%,w.b.인 일품 벼 4.3톤의 벼를 공시재료로 사용하였다.

나) 측정장치

연속식 건조기의 주요 위치의 온도 분포를 측정하기 위하여 그림 11에서 보는 바와 같이 22개의 온도센서(T type)를 사용하여 외기온 1점, 건조실 내부 12점, 열풍공기의 유입구 3점, 열풍공기의 배출구 3점, 건조실의 배출구 1점, 텀퍼링 빈의 내부 1점, 송풍기의 출구 1점 등에 설치하여 Data Logger(DDR10)로 측정한 온도를 수집·기록하여 분석처리 하였다.

함수율 측정은 일정 간격의 시간에 샘플을 채취하여 호퍼스케일에 부착된 단립수분계(코메트-S, 한성공업주식회사)로 측정하여 1회 측정시 3회 반복하여 평균값을 사용하였다.

다) 시험방법

콤바인으로 수확한 물벼를 열풍공기온도를 50℃, 60℃의 2 수준으로 건조특성시험을 실시하였다. 열풍 공기온도의 제어는 버너에서 발생하는 열이 건조실로 유입되기 전에 Pt 100Ω의 온도센서를 설치하여 제어하였다.

건조실을 통과하는 곡물입자의 유하량의 조절은 배출 피드장치에 부착된 모터의 가동시간을 조절하면서 시간당 3톤의 곡물을 배출하도록 하였다.

동할미 측정은 건조 전·후의 정상립 1,000립을 샘플을 채취한 것에서 동할미 무게비를 측정하여 산출하였다.

3. 결과 및 고찰

가) 건조특성곡선

1차(화성) 시험에서의 초기함수율은 24.02%w.b.이었고, 2차(일품)에서 18.46 %w.b.이었으며, 건조시 평형함수율(Equilibrium Moisture Content, EMC)은 각각 14.78%w.b., 14.72%w.b.이었다. 건조속도는 다음식을 이용하여 함수율 비를 구한 다음 건조시간과의 관계로 나타내었다.

$$MR = \frac{M - EMC}{E_0 - EMC}$$

여기서 M = 현재함수율(%w.b.)

M_0 = 초기함수율(%w.b.)

(1) 열풍공기온도가 50℃일 때

그림 12는 열풍공기온도를 50℃로 설정하여 건조성능시험을 실시한 것으로 초기함수율

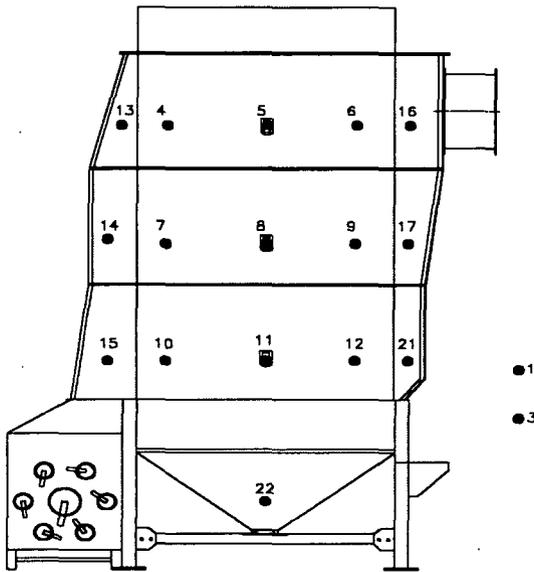
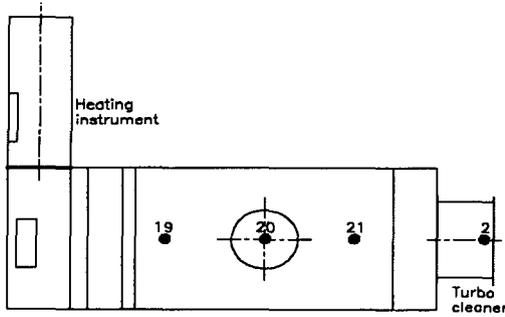


Fig. 11. Position of temperature measurement for the continuous dryer of simulator.

하여 시험할 계획이다.

24.02%w.b.에서 건조를 시작하여 최종 함수율 14.78% ,w.b.에서 건조를 종료하였으며, 이때 건조시간은 21시간으로 건감율은 0.44%/hr로 본 연구에서 목표했던 1.5~2.0%/회 보다 큰 차이가 있는 것으로 나타났다.

(2) 열풍공기온도가 60℃일 때

그림 13은 열풍공기온도를 60℃로 설정하여 건조성능시험을 실시한 것으로 초기함수율 18.46%w.b.에서 건조를 시작하여 최종함수율 14.72% ,w.b.에서 건조를 종료하였으며, 이때 건조시간은 8시간으로 건감율은 0.44 %/hr로 열풍공기온도 50℃이 마찬가지로 목표했던 값 보다 건조성능이 떨어졌다. 이는 열풍공기온도 제어를 버너 입구에서 하여 실제로 건조실 입구에 유입될 때 온도 강하가 많이 발생하였기 때문으로 사료되며, 향후 건조성능시험에서는 열풍공기온도 제어를 건조실 입구 쪽에 설치

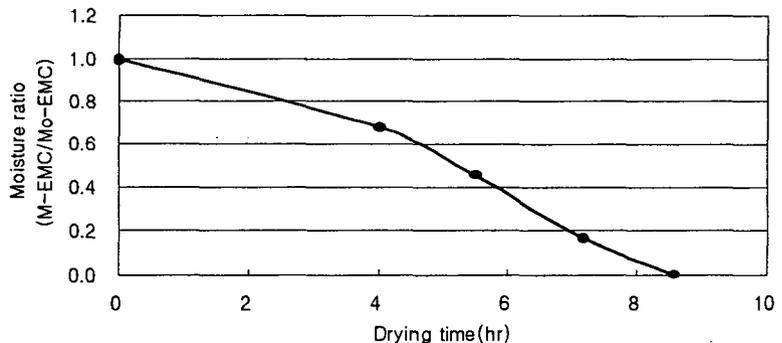


Fig. 12. Drying curves of the grain in the continuous dryer at the drying air temperature 60℃.

나) 온도분포

그림 14(a),(b)는 열풍 공기온도를 각각 50, 60℃로 했을 때 벼가 채워진 건조실내의 각 위치별 온도를 측정해 본 결과 열풍 공기온도를 50℃로 설정했을 때는 건조실의 공기온도가 19.5~24.5℃ 범위를 나타내면서 상부와 하부의 온도차는 3℃로 편차가 크

지는 않았으나, 60℃일 때는 온도 분포가 28~52℃로 나타나 50℃일 때 보다 온도 편차가 심하게 나타났으며, 또한 상부에서 온도가 더 높게 나타나 송풍기로 유입되는 열풍공기의 유도를 다른 방법으로 시도해야 할 것으로 사료된다.

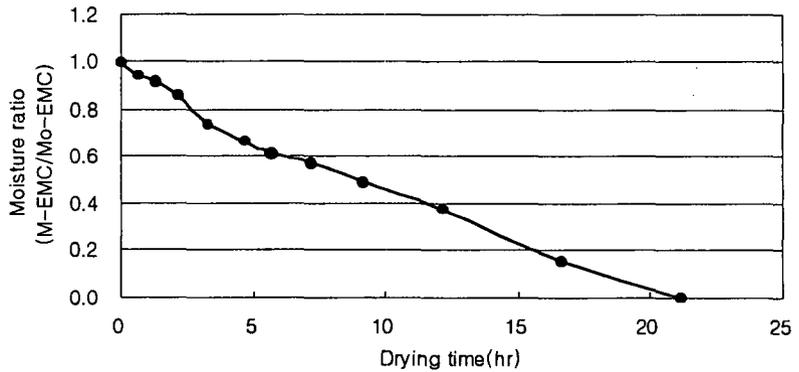
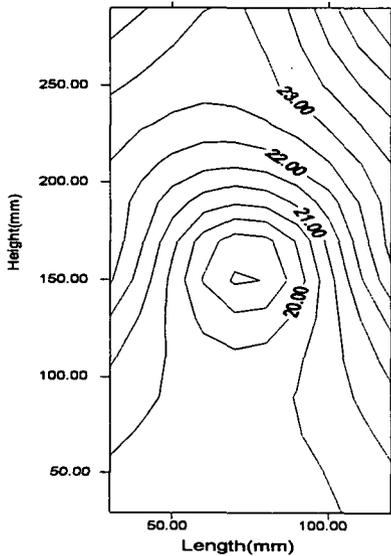
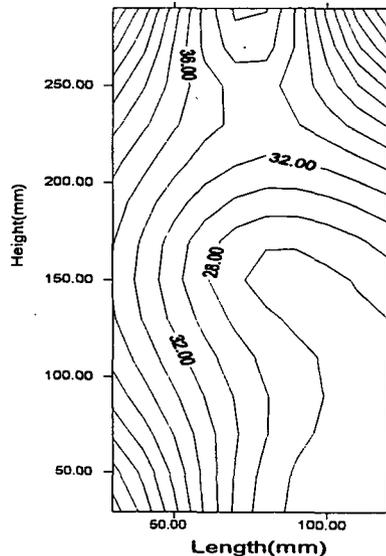


Fig. 13. Drying curves of the grain in the continuous dryer at the drying air temperature 50℃.



Heated air temperature at the 50℃(a)



Heated air temperature at the 60℃(b)

Fig. 14. Heated air temperature distribution in the drying chamber.

다) 온도변화

그림 15는 열풍 공기온도를 50℃로 했을 때 건조시스템에서의 외기온, 건조실 배출구 및 송풍기 흡입구 등 각 위치별 건조시간 경과에 따른 온도변화를 측정해 본 것으로 앞에서의 건조실

내 위치별 건조온도 분포도에서는 위치별 온도차가 심하게 나타났으나, 동일 지점에서 시간경과에 따른 온도변화는 없는 것으로 나타났다.

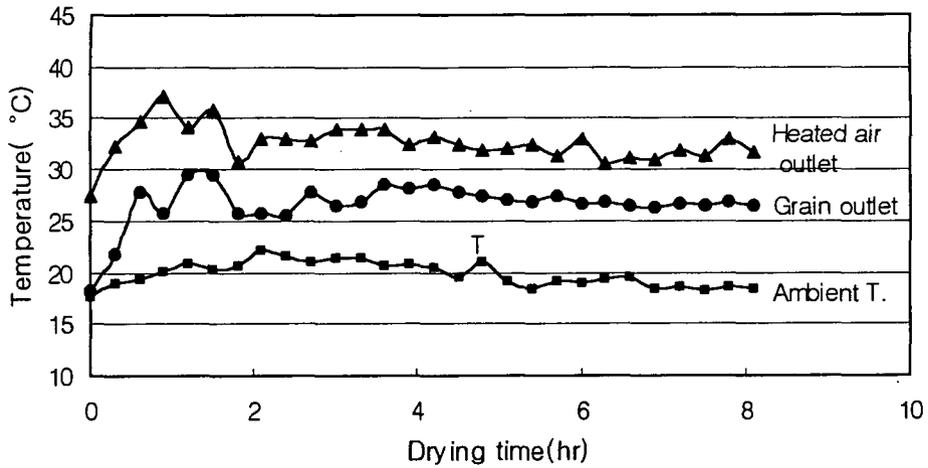


Fig. 15. Temperature variation in the continuous dryer.

라) 건조품위

건조품위는 동할미 증가율로 평가하였으며, 열풍공기온도 50°C에서는 건조전의 동할율이 8.54%이었던 것이 건조후에는 10.00%로 1.46이 증가하였고, 열풍공기온도 60°C에서는 건조전 3.94%에서 건조후 4.26%를 0.32가 증가하는 것으로 측정하였다. 앞에서 언급했듯이 건조실 입구에서 열풍공기온도를 측정하여 시험을 실시할 필요가 있다고 판단된다. 이 시험은 한편 1차 시험(화성) 때 건조전에 동할율이 높게 나타난 것은 벼가 도복이 되어 품질이 좋지 않았기 때문인 것으로 사료된다.

Table 3. Comparison of the cracked ratio for the before/after drying

Drying temp.(°C)	Crack ratio(%)		Variation (B-A)	Remarks
	Before drying (A)	After drying (B)		
50	8.54	10.00	1.46	Cracked ratio : Weight rate of 1,000 grains
60	3.94	4.26	0.32	

4. 결론 및 요약

본 연구에서는 시뮬레이터를 연속식 건조기를 제작하여 시험을 실시한 결과를 요약하면 다음과 같다.

가. 프로그램은 소요에너지를 목적함수로 하고 건조비의 품질을 제한조건으로 하는 최적화 프로그램으로 적정 유하속도, 열풍공기온도, 송풍량 등의 설계변수를 결정하기 위한 것이다. 컴퓨터 프로그램을 통하여 구한 설계변수는 다음과 같다.

- 송풍량은 : $1.5 \text{ m}^3/\text{s-ton} \sim 2.0 \text{ m}^3/\text{s-ton}$
- 열풍온도 : $45 \sim 50^\circ\text{C}$
- 체류시간 : $0.4 \sim 0.5$ 시간
- 초기함수율 : $20\% \text{w.b.}$

나. 혼합류형 연속식건조기에서 함수율변화, 곡온변화, 통과 공기온·습도변화 및 건조소요에너지를 예측하기 위하여 수치해석적인 방법을 이용하여 컴퓨터 프로그램을 개발하였다.

다. 열풍공기온도를 각각 $50, 60^\circ\text{C}$ 로 설정하여 건조성능시험을 실시한 결과 1차 시험에서 열풍공기온도를 50°C 로 건조성능시험을 실시했을 때 초기함수율 $24.02\% \text{w.b.}$ 에서 건조를 시작하여 최종함수율 $14.78\% \text{w.b.}$ 에서 건조를 종료하였으며, 이때 건조시간은 21시간으로 건감율은 $0.44\%/\text{hr}$ 로 나타났고, 열풍공기온도를 60°C 로 설정하여 시험한 결과 초기함수율 $18.46\% \text{w.b.}$ 에서 건조를 시작하여 최종함수율 $14.72\% \text{w.b.}$ 에서 건조를 종료하였으며, 이때 건조시간은 8시간으로 건감율은 $0.44\%/\text{hr}$ 로 열풍공기온도 50°C 이 마찬가지로 본 연구에서 목표했던 $1.5\sim 2.0\%/\text{h}$ 보다 건조성능이 떨어졌다. 이는 열풍공기온도 제어를 버너 입구에서 하여 실제로 건조실 입구에 유입될 때 온도 강하가 많이 발생하였기 때문으로 사료되며, 향후 건조성능시험에서는 열풍공기온도 제어를 건조실 입구 쪽에 설치하여 시험할 계획이다.

라. 열풍공기온도를 각각 $50, 60^\circ\text{C}$ 로 했을 때 건조실내 각 위치별 온도를 측정해 본 결과 열풍공기온도를 50°C 로 설정했을 때는 건조실의 공기온도가 $19.5\sim 24.5^\circ\text{C}$ 범위를 나타내면서 상부와 하부의 온도차는 3°C 로 편차가 심하게 나타나지 않았으나, 60°C 일 때는 온도 분포가 $28\sim 52^\circ\text{C}$ 로 나타나 50°C 일 때 보다 온도 편차가 심하게 나타났으며, 또한 상부에서 온도가 더 높게 나타나 송풍기로 유입되는 열풍공기의 유도를 다른 방법으로 시도해야 할 것으로 사료된다.

마. 건조시간이 경과함에 따른 온도변화는 열풍공기온도를 50°C 로 했을 때 건조시스템의 각 위치별 건조시간 경과에 따른 온도변화를 측정된 것으로 앞에서의 건조실내 위치별 건조온도 분포도에서는 위치별 온도차가 심하게 나타났으나, 동일 지점에서 시간경과에 따른 온도 변화는 없는 것으로 나타났다.

바. 건조품위는 동할미 증가율로 평가하였으며, 열풍공기온도 50°C 에서는 건조전의 동할율이 8.54% 이었던 것이 건조후에는 10.00% 로 1.46 이 증가하였고, 열풍공기온도 60°C 에서는 건조전 3.94% 에서 건조후 4.26% 를 0.32 가 증가하는 것으로 측정하였다.

V. 상용 연속식 건조기

1. 설계조건

본 연구는 총 연구기간이 3년으로 1, 2차년도에는 혼합류형 연속식 건조기에서의 설계프로그램을 개발하여 그 프로그램을 기초로하여 시뮬레이터를 설계·제작해서 검정 시험을 통하여 문제점 및 미비점을 보완한 후 3차년도에는 상용 규모의 건조시스템을 구성하여 현장에 설치하였다. 상용 규모 건조시스템의 설계조건은 표 4에서 보는바와 같다.

Table 4. Design conditions of large continuous grain dryer.

	Items	Conditions
Dryer	<input type="radio"/> Drying capacity <input type="radio"/> Batch capacity <input type="radio"/> Pass time <input type="radio"/> Goal drying reduction ratio <input type="radio"/> Air velocity of air duct	<input type="radio"/> 10~24ton/hr <input type="radio"/> 10ton <input type="radio"/> 25~40min <input type="radio"/> 2~3%/pass <input type="radio"/> 7.5m/s under
Turbo cleaner	<input type="radio"/> Air flow <input type="radio"/> Static pressure <input type="radio"/> Power	<input type="radio"/> 525cmm over <input type="radio"/> 75~85mmAq <input type="radio"/> 30kW
Heating apparatus	<input type="radio"/> Type & fire <input type="radio"/> Burner capacity	<input type="radio"/> gun type, 2stage fire <input type="radio"/> 650,000~750,000kcal/hr
Controller	<input type="radio"/> Method of grain discharge <input type="radio"/> Method of grain temperature	<input type="radio"/> level sensor <input type="radio"/> Drying & discharge temperature

2. 재료 및 방법

가) 공시재료 및 건조시설

(1) 공시재료

본 연구에서 공시재료로 사용한 벼는 1999년에 논산시 부적농협 관내에서 생산한 추청벼를 사용하였다. 시험기간은 10월 17~22일 까지 7일간 이고, 연속식 건조기 성능시험은 3회 반복 시험을 실시하였으며, 이때 공시재료의 초기함수율은 각각, 18.6, 21.2, 17.8%w.b.이었다.

(2) 건조장치

본 연구에서 설계·제작한 연속식 건조기는 혼합류형으로 구조와 제원은 각각 그림 16과 표 5에서 나타내고 있다. 건조기는 저장실, 건조실, 냉각실, 가열장치, 배출장치, 유입·배기덕트부 및 송풍기로 구성되어 있다. 에어덕트는 산형으로 설계하였으며, 저장실, 건조실, 냉각실에는 건조기 내부를 관찰할 수 있도록 점검창을 만들었다. 외부공기 유입창에는 유입공기량을 조절할 수 있도록 가변형 댐퍼를 부착하였다. 배기덕트부에는 미분리된 이물질을 청소하기 위하여 청소구를 배기덕트부의 바닥면 1개구와 측면 2개구를 만들어 작업자가 덕트부 안으로 들어가 지 않고서도 깨끗하게 청소할 수 있도록 제작하였다.

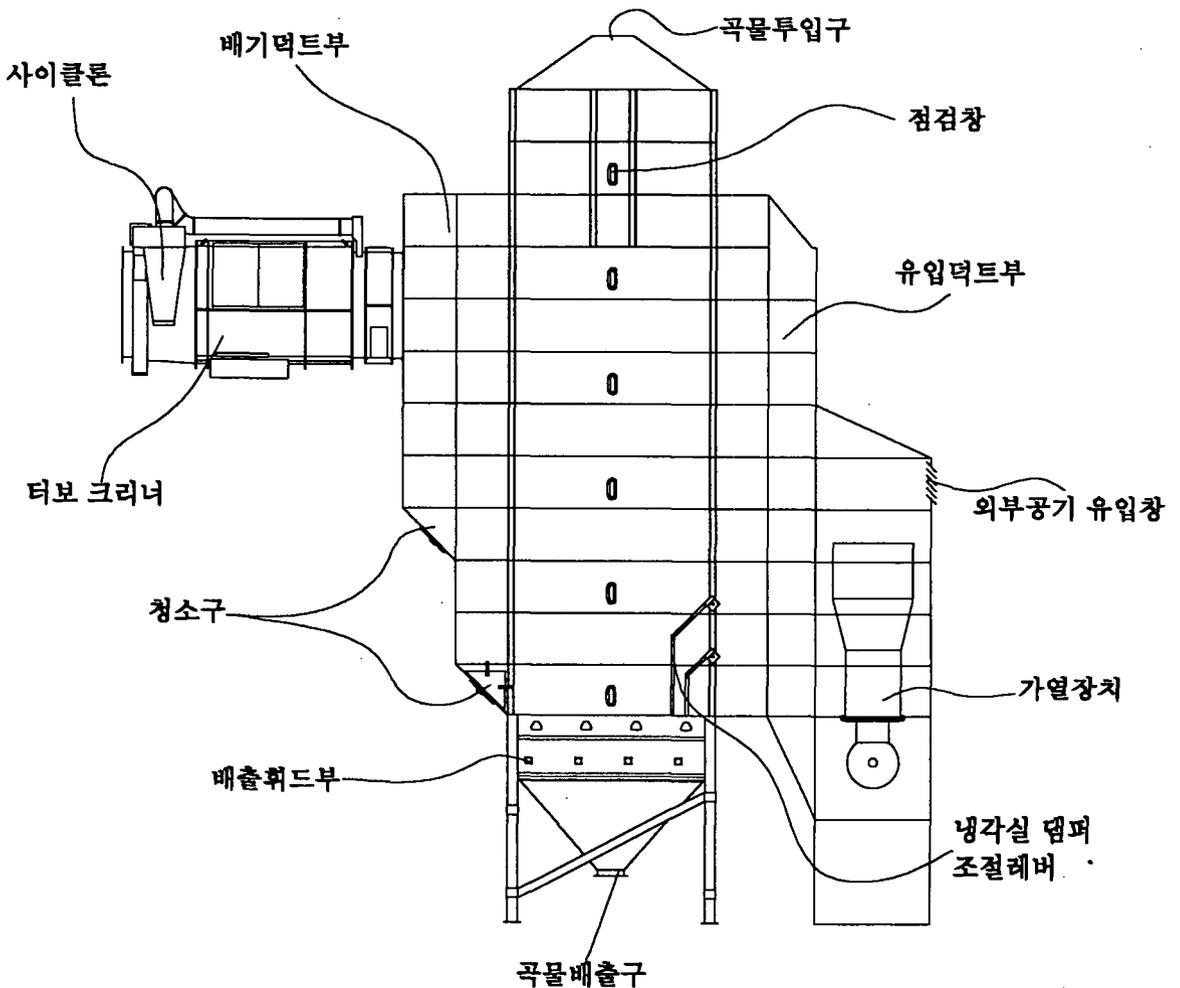


Fig. 16. Schematic of the large continuous grain dryer.

Table 5. Specifications of large continuous grain dryer.

Items		Specifications
All system	Dryer Size(L×W×H) Capacity	8,751×1,992×8,440mm 10ton/batch
	Tempering bin type & capacity	Cylinder, 100ton×2기
Storage module	Size(L×W×H) Level sensor module number	1,992×1,992×1,510mm 2(upper/lower)ea 3 stage
Drying module	Size(L×W×H) Module number Air duct type	1,992×1,992×4,000mm 8 stage Triangle type
Chilling module	Size(L×W×H) Module number	1,992×1,992×1,000mm 2 stage
Heated inlet duct	Size(L×W×H)	1,992×945×5,000mm
Heated outlet duct	Size(L×W×H)	1,992×1,009×5,000mm
Discharge apparatus	Motor power Motor speed reduction ratio	1kW 1:150
Turbo cleaner	Size(∅×L) Air flow rate Motor power	∅1,000×2,696mm 565cmm 30kW
Heating apparatus	Burner type Burner capacity	Gun type, Kerosene oil 650,000~750,000kcal/hr

(3) 연속식 건조시스템

본 연구에서 개발한 연속식 건조기는 논산시 부적농협외의 건조저장시설의 확충시설한 것이다. 기존의 시설에 연속식 건조기와 100톤 짜리 원형빈 2기를 템퍼링 빈으로 추가로 설치 한 것이다. 새로 설치한 건조시스템은 기존의 시설과 원활하게 연계되도록 하였다. 시스템 공정을 살펴보면 반입되는 산물 벼는 원료정선기에서 1차 정선된 다음 호퍼스케일에서 무게를 계량하여 물벼의 경우에는 건조기로 이송하여 건조하고, 건조되어 반입되는 벼는 사각 빈으로 이송하여 저장하도록 되어 있다. 연속식 건조기로 투입되는 산물 벼는 건조기의 제어반에서 전원을 넣고 자동으로 선택하면 곡물이 건조기의 저장실에 부착되어 있는 하부 레벨센서가 있는 곳까지 채워지면 모든 시스템은 작동하기 시작한다. 하부레벨센서에 신호가 들어오면 가장 먼저 버너에서 점화가 되고, 열풍온도가 설정건조온도까지는 2단으로 점화되어 빠른 시간내에 도달하도록 하였다. 건조온도의 설정은 저온·고온으로 설정하고 온도차이는 5℃ 정도가 적당하다.(예를들면 낮은 온도를 50℃로 하고 높은 온도는 55℃로 함) 버너 점화는 저온 설정온도까지는 2

단 점화되고 높은 설정온도 이상에서는 1, 2단 모두 소화된다. 이후에는 건조가 종료될 때까지 1단에서는 계속하여 점화상태이고 2단으로 온도조절을 하게되어 온도 진폭이 작아지도록 하였다.

본 연구에서 설계·제작한 연속식 건조기는 곡물(벼, 보리, 밀 등)을 대상으로 건조하는 기계로서 건조과정 동안 열풍공기는 가열장치에서 건조기의 유입덕트를 통과하여 건조실에 있는 에어덕트를 거치면서 유하하는 곡물과 접촉하면서 건조하는 과정으로 되어있다. 건조기의 하단부의 2단은 열풍공기가 유입되는 것이 아니라 외부의 찬공기가 통과할 수 있도록 되어 있어 곡물의 온도를 낮추는 역할을 한다.



Fig. 17. Photograph of large continuous grain drying system.

2개단으로 된 냉각실은 외부공기를 빨아들이기도 하고 차단하기도 하는 댐퍼가 부착되어 있다. 저장실은 건조기 맨 윗부분에 위치하여 건조실 위에 2단부로 되어있고, 이 공간에는 에어덕트가 없고 빈 공간으로 되어 있다. 저장실에는 2개의 레벨센서가 상하로 30cm 간격으로 설치되어 있으며, 초기에는 하부 레벨센서까지 곡물이 채워져야 작동이 시작되고 상부 레벨센서까지 채워졌을 경우에는 건조기로 곡물이 들어오는 것을 차단하는 안전장치가 되어 있다.

건조실은 8개 단으로 이루어져 있고 1단부에는 1개조의 에어덕트가 있고 공기가 교대로 들어오고 나가도록 배열되어 있다. 배출덕트가 흡입쪽으로 닫혀있는 반면 흡입덕트는 건조실의 배출쪽 벽면에서 닫혀있다. 열풍공기가 한 구간을 통과할 수 있도록 흡입덕트의 바닥은 열려있고 열풍공기는 이곳으로 들어와 곡물을 건조시키고 배출덕트의 바닥으로 통과한다.

흡입덕트로 들어온 열풍공기는 곡물이 건조실의 아래쪽으로 이송하는 동안 건조공기가 고대

로 역류하는 방법으로 배출덕트로 빠져나간다. 또한 모든 건조실 에어덕트는 건조기가 가동되는 동안 건조공기의 효율이 최상이 되도록 상호 설치하였다. 건조실을 통과하여 내려온 곡물의 온도는 35~60℃까지 상승한 상태이므로 외부 온도에 노출되었을 때 온도차가 심하면 곡물에 손상이 발생할 우려가 있으므로 반드시 건조기 내에서 곡물의 온도를 낮추어야 한다. 이와 같이 냉각실에서는 곡물이 차가운 주변의 공기에 노출되지 전에 곡온을 낮추어 주는 역할을 한다.

배출부는 건조기 바닥 부분에 위치하고 이송라인과 연계가 잘 되도록 하였다. 배출부는 곡물의 배출량을 결정짓는 것과 동시에 건조를 최종적으로 결정짓는 구간이다. 배출장치의 작동은 냉각실에서 측정하는 곡온과 배풍온도에 따라 무배출, 저속, 고속 등 3단계로 구분하며, 배출곡온의 설정온도보다 낮을 때에는 배출이 이루어지지 않고 배출곡온과 배풍온도 사이에 있으면 저속 배출, 배풍온도보다 높을 때에는 고속배출 하도록 제어하였다. 또한 고속, 저속의 변속은 인버터를 사용하여 조절할 수 있도록 하였다. 건조가 완료되었을 때는 잔곡처리판 레버를 손으로 돌려 건조기 내에 들어있는 곡물을 완전히 제거할 수 있도록 하였다.

송풍기는 건조실을 통하여 건조 및 냉각공기를 이동시키는 기계장치이다. 쉘의 위치는 건조실을 중심으로 가열장치 반대쪽 상단부에 설치하여 전 건조실에 열풍공기가 골고루 분산되도록 설계·제작하였다. 송풍기는 사이클론을 설치하여 건조과정에서 잘 생기는 먼지나 이물질을 집진하도록 하였고 송풍기의 댐퍼를 조절하여 정압을 조절할 수 있다.

모든 제어는 제어반에서 조절할 수 있도록 되어있고, 그외 전압 및 전류의 흐름을 제어반에서 볼 수 있도록 하였으며, 비상사태가 발생할 때는 경보음이 울리도록 하였다.

배기덕트와 흡입덕트에는 과열온도 조절장치(thermostat)를 부착하여 화재로부터 안전을 도모하였고, 과열온도 조절장치는 수동으로 조절 가능하다. 본 연구에서 설치한 상용 규모의 연속식 건조시스템을 그림 17에서 나타내고 있다.

나) 시험방법

(1) 함수율

건조 중에 벼의 함수율 변화는 건조기에 투입되는 시작한 벼의 함수율 1회 통과 후의 벼를 각각 10회 채취하여 함수율을 측정하였다. 함수율 측정기로는 전기저항식 함수율측정(한국, 한성공업, CTR800)을 사용하여 각각 산술평균값으로 계산하였다.

(2) 온도

건조 중 건조기 내·외부 온도 및 외기습도를 측정하여 건조기내부의 분포도 및 변화를 측

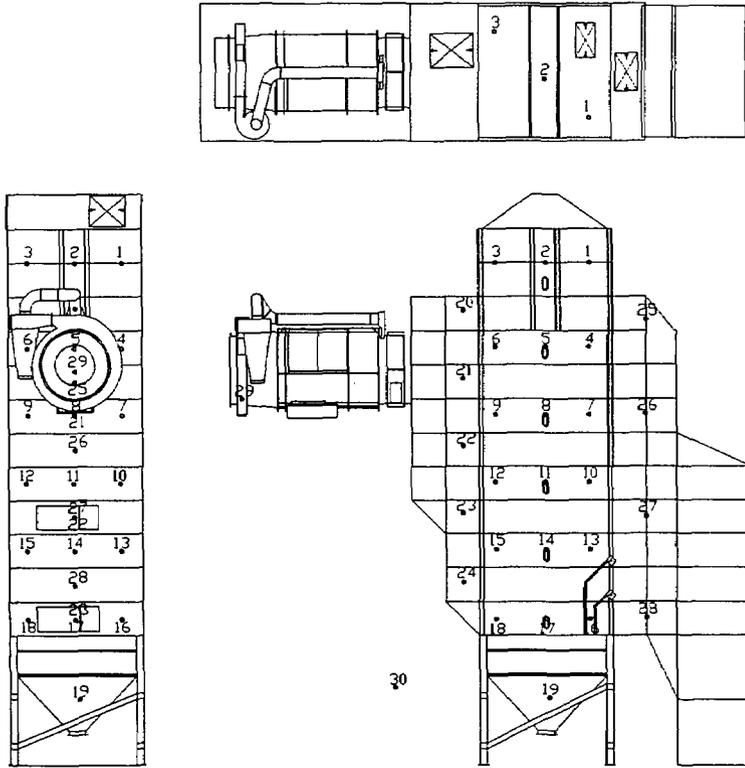


Fig. 18. Position of temperature measurement for the large continuous grain dryer.

정하였다. 온도측정은 다점온도기록계(일본, YOKOGAWA, DR242)와 열전대(T type)를 사용해서 건조실 15점 등 30점을 측정하였다. 그림 18은 온도 측정점 위치를 나타내고 있다.

(3) 건조성능

건조성능시험은 함수율의 건감율로서 나타내었고 건감율은 곡물이 건조기를 1회 통과했을 때 투입되기 직전 곡물의 함수율과 배출 직후 곡물의 함수율을 차이로 나타내었다. 건감율의 단위는 %w.b./회로 표시

하였다. 1 cycle의 시간은 30분이었고 샘플링 수는 건조전후 각각 10회를 채취하여 평균한 값으로 산출하였다.

(4) 동할미율

동할율은 정백할 때 색미 발생율과 식미에 영향을 미치는 중요한 인자이다. 동할율측정은 건조 전 공시시료와 연속식 건조기에서 건조한 벼를 각각 탈부하여 현미 상태에서 1,000립 수의 비율로 비교 측정하였다. 동할미 측정기는 1회 50립을 측정할 수 있는 수동식으로 일본에서 제작한 모델 TX-200을 사용하였다.

다) 송풍기 성능 및 검정시험

송풍기의 성능시험은 한국공업규격의 송풍기 성능시험 방법에 따라 수행하게 되며, 본 연구에서 설계·제작한 송풍기의 성능시험은 제작회사인 한성공업에서 실시하였다. 송풍기의 정

압은 송풍공기 유속을 방해하는 저항을 나타내는 것으로 저항이 클수록 송풍량은 감소한다.

성능시험에서 사용한 측정기기는 피토우-정압관(pitot-static tube)으로 대기압 10,261mmAq, 송풍기 규정회전수 1,750rpm, 상대습도 44% 환경에서 실시하였다.

송풍기의 검정시험은 송풍기를 실제 연속식 건조기에 설치후 곡물이 비워있을 때, 곡물을 채우고 운전을 정지했을 때 그리고 건조기를 운전했을 때에 정압과 풍량을 측정하여 검정하였다. 정압은 U자형 마노메타(일본, YOKOGAWA)를 이용하여 건조기의 유입덕트부와, 배기덕트부 및 송풍기에서 측정하였다.

송풍량은 송풍기의 배출구에서 풍속계(독일, Testo452)로 KS 규격 송풍량 성능시험에 의거하여 직경을 방사형으로 나누어 20점을 측정하여 평균값으로 계산하였다. 그림 19는 송풍기의 풍량을 측정된 위치를 그림으로 나타낸 것이다.

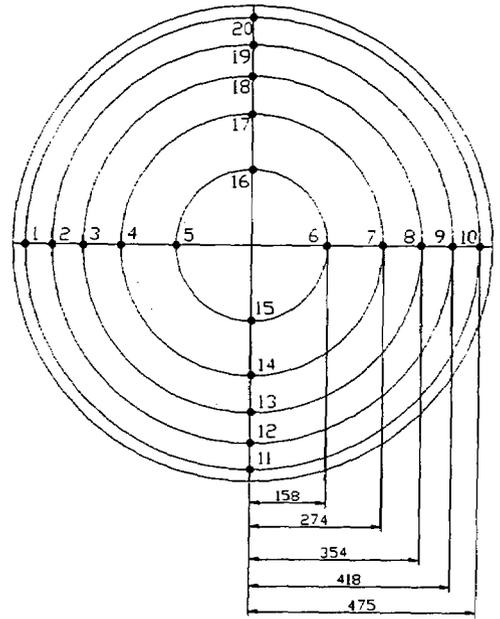


Fig. 19. Position of static and velocity measurement for the large continuous dryer of turbo cleaner.

3. 결과 및 고찰

가) 함수율

그림 20은 1회 건조시험에서 함수율을 측정한 그래프이다.

이때의 건조조건은 열풍온도 55℃, 배풍온도 20℃, 배출온도 22℃으로 하였으며, 그림에서 보는 바와 같이 초기함수율 18.6 %이었고 벼가 건조기를 통과하는 총소요시간은 35분이었으나, 초기 15분동안 배출된 벼는 recirculation하여 열풍에 노출되는 시간을 다른 곡물과 같도록 하였으며, 함수율을 측정한 시간은 총 50분간이었다. 2회 건조시험의 초기함수율은, 3회 시험도 1회 시험과 같은 방법으로 함수율을 측정하였고, 그 결과는 각각 그림 20과 21에 나타내었다.

그림 20은 초기 10분까지는 함수율 변화가 거의 없고 10분에서 20분 사이에는 0.4%,w.b.가 감소된 것으로 나타나 건조기간 중에 가장 빠른 구간을 보였고, 1회 통과후 벼의 최종 함수율은 16.9%,w.b.로 되었다.

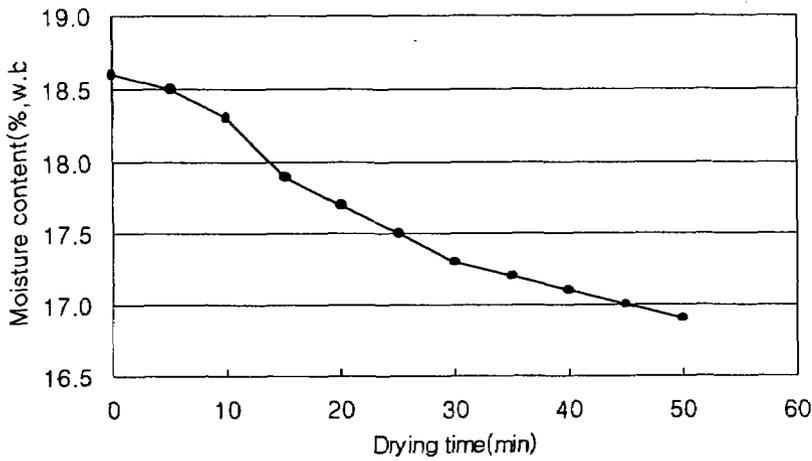


Fig. 20. Change of moisture content within rough rice kernel during first drying test.

건조 말기에서는 약간의 감율건조현상을 나타내었다. 초기 함수율이 높았을 때에도 항율건조현상이 나타나지 않는 것을 알 수 있었다.

그림 22는 초기 함수율이 17.6%,w.b.인 벼를 건조온도 50℃, 배풍온도 22℃, 배출온도 25℃의 조건에서 시험한 것으로 1

회 건조시험 때와 같은 현상으로 초기에는 항율건조현상이 건조중기까지 나타나다가 그 이후에는 감율건조현상을 나타내고 있다.

나) 온도

그림 22는 건조실 층간의 온도분포를 나타낸 것으로 열풍공기가 직접적으로 유입되는 5단

그림 21은 2회 건조는 1회 건조조건과 같이하여 시험한 것으로 초기함수 21.2%,w.b.에서 투입하여 한 번 통과한 후 벼는 18.6%,w.b.로 감소되어 건조를 완료하고 템퍼링 빈으로 이송하였다. 건조 초기에서 일정한 감소를 나타내다가

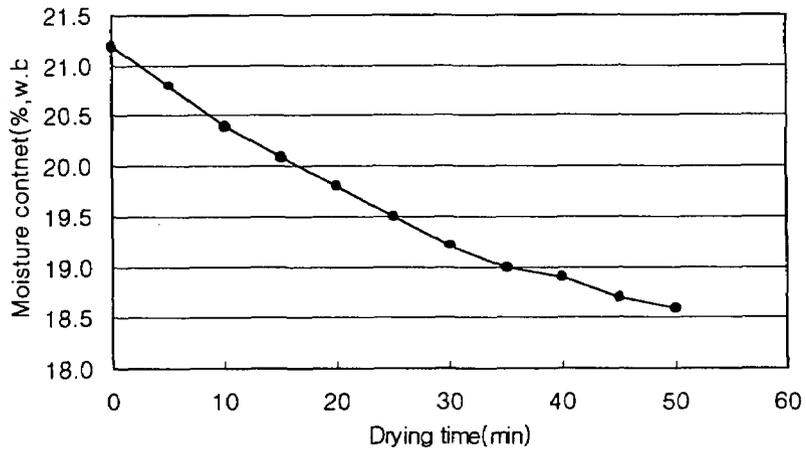


Fig. 21. Change of moisture content within rough rice kernel during second drying test.

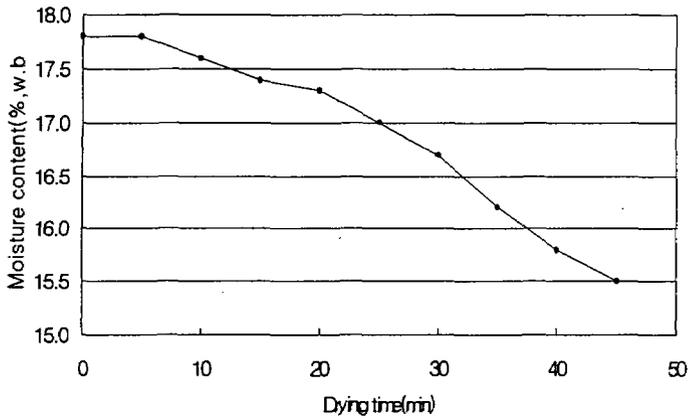


Fig. 22. Change of moisture content within rough rice kernel during third drying test.

에서 온도가 가장 높았고, 7단에서 3단 순으로 온도가 높게 나타났다. 가열장치가 가동하는 동안에 5단과 3단의 온도차이는 4~8℃이었고, 5단과 7단은 약 3℃ 정도의 차이가 나타났다. 이러한 현상은 입형 건조기에서는 일반적으로 나타나는 현상인 것으로 온도차이를 줄이기 위해서는 5단의 유입덕트 전면에 열풍방사판을 설치하여 열풍공기를 상하로 분산시킬 필요가 있다고 사료된

다.

그림 23은 건조중에 가열장치가 가동되었을 때 건조실 1개 단에서의 온도분포를 나타낸 것으로 유입덕트부와 배기덕트부 그리고 중앙부에 온도센서를 설치하여 측정하였다. 그림에서 보는바와 같이 유입덕트부 쪽에서 온도밀도가 높게 나타났다고, 배기덕트부로 이동하면서 온도가 나타났다.

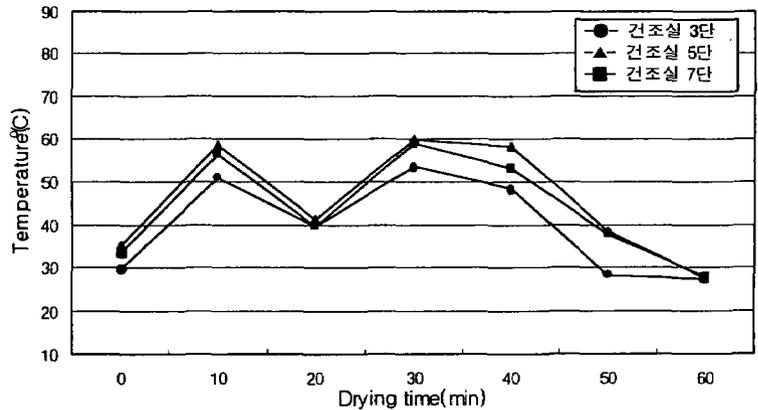


Fig. 23. Distribution temperature of drying module.

이때의 온도차이는 4℃내외로 건조에는 문제가 없는 것으로 판단된다.

그림 24는 건조실에서와 같이 냉각실 1개 단의 온도분포를 측정한 것이며, 건조실에서와 같은 현상이 나타났으며, 냉각실 평면에서의 유입덕트부와 배기덕트부의 온도차이는 2℃로 나타났다.

다) 송풍기의 정압 및 송풍량 검정

표 6과 7은 건조기에 설치한 송풍기(Turbo cleaner)의 검정시험 결과를 나타내고 있다.

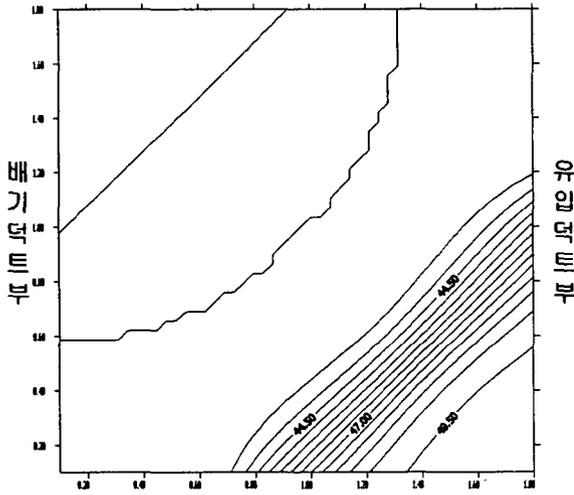


Fig. 24. Distribution of temperature in the drying module.

타낸 것이다. 유입덕트에서보다 배기 덕트에서 정압이 30mmAq 정도 높게 나타났고, 곡물이 비워 있을 때가 채워졌을 때보다 높게 나타났으며, 배출을 할 때는 하지 않았을 때보다 정압이 적게 받는 것으로 나타났다.

표 6에서 보는바와 같이 건조기에 곡물이 채워졌을 때 송풍량이 565cmm과 정압 87mmAq는 설계값과 거의 일치하는 것으로 나타났다.

표 7은 건조기의 유입 및 배기덕트에서의 정압을 측정 한 것으로 송풍기의 댐퍼를 2개 개방했을 때, 1개 개방했을 때와 개방하지 않았을 때 측정 결과와 건조기에 곡물을 유하시키지 않고 송풍기만 가동했을 때와 벼를 유하시키면서 측정했을 때의 결과를 나

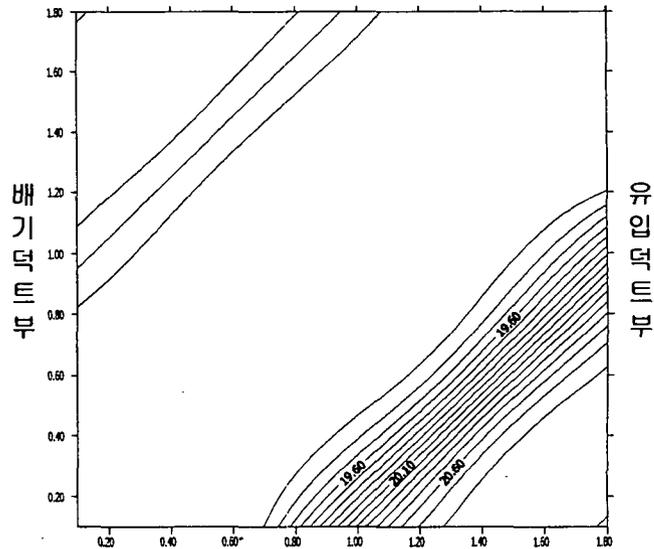


Fig. 25. Distribution of temperature in the cooling module.

Table 6. Approval of performance of turbo cleaner

Items	Discharge rough rice	Charge rough rice	Theoretical
Air flow(cmm)	735	565	525
Static pressure (mmAq)	-	87	85

Table 7. Static pressure of heated inlet and outlet duct part.

(Unit : mmAq)

Items	None rough rice in the chamber			Charge & no drain rough rice	Charge & drain rough rice
	Damp closed	Damper of one open	Damper two open		
inlet duct	42.8	37.6	33.1	34.1	33.6
exhaust duct	78.8	68.0	59.2	76.9	70.9

라) 건조성능

표 8은 건조조건별로 성능시험을 실시한 것으로 성능시험은 건감율로 표시하였다. 표 00에서 보는바와 같이 1, 2회 건조시험조건은 열풍온도 55℃, 배풍온도 20℃, 배출온도 22℃의 조건에서 실시한 결과 건감율이 각각 1.7, 2.6%/회로 나타나 본 연구에서 목표하는 건감율에 도달하였다. 3회 건조시험에서는 건조조건을 열풍온도 60℃, 배풍온도 22℃, 배출온도 25℃로 하여 시험한 것으로 초기함수율이 낮은 상태에서도 건감율이 2.3%/회로 나타났다.

Table 8. drying rate of the rough rice.

Drying time	Drying conditions	Initial moisture content	moisture content after one pass	moisture content rate after one pass	Goal drying rate
First drying	Drying temp.:55℃ Exhaust air temp.:20℃ Exhaust grain temp.:22℃	18.6	16.9	1.7	2~3 %/1pass
Second drying	Drying temp.:55℃ Exhaust air temp.:20℃ Exhaust grain temp.:22℃	21.2	18.6	2.6	
Third drying	Drying temp.:60℃ Exhaust air temp.:22℃ Exhaust grain temp.:25℃	17.8	15.5	2.3	

마) 동할율

표 9는 건조품위로서 동할율을 측정한 것으로 1회 건조시험에서는 초기함수율이 높게 나타났으나 증가량은 0.7로 우리나라 곡물건조기에서 동할율 증가량 허용기준 2%를 넘지 않았고,

건조온도를 60℃에서 시험한 3회에서도 증가량이 0.8로 1, 2회 건조시험 때와 같은 수준으로 증가하였다. 한편 일본에서는 연속식 건조기에서 동할미 증가량 허용기준이 순환식 곡물건조기에서보다 높은 5% 이내로 규정하고 있다.

Table 9. Crack rate of the rough rice.

Items	Drying time			Remarks
	First drying	Second drying	Third drying	
Before drying	4.6	3.5	3.5	○ Crack rate critical at the grain dryer:2% under ○ Crack rate critical at the continuous dryer :5% under
After drying	5.3	3.7	4.3	
Variation	0.7	0.2	0.8	

바) 송풍기 성능

표 10은 송풍기의 토출구를 폐쇄했을 때부터 시작하여 완전히 개방되었을 때 송풍기의 성능 시험 결과를 표로 나타낸 것이고, 표 10에서 나타난 바와 같이 모터의 효율은 89.5%로 일정하였고, 전압효율은 토출구 개방이 60%에서 가장 높게 나타났다. 그림 00은 송풍량과 정압과의 관계를 나타낸 것으로 정압이 550cmm 일 때 정압이 150mmAq로 나타났다.

Table 10. Performance of turbo cleaner.

Items	Open ratio						
	0	20	40	60	80	100	
○Average pressure of pipe(mmAq)	0.0	3.2	11.9	20.3	25.3	26.0	
○Fan suction total pressure (pt mmAq)	254.9	188.0	161.8	122.2	96.1	73.8	
○Fan suction dynamic pressure(pd mmAq)	0.0	2.1	7.8	13.3	16.6	17.0	
○Average velocity of pipe(m/s)	0.0	7.4	14.3	18.7	20.8	21.1	
○Suction airflow rate(m ³ /min)	0.0	281.9	546.9	712.7	793.6	803.6	
○Fan suction static pressure(ps mmAq)	254.6	190.1	169.6	135.5	112.7	90.8	
○Fan static pressure(Ps mmAq)	254.9	188.0	161.8	-122.2	-96.1	-73.8	
○Fan total pressure(Pt mmAq)	-254.9	-190.1	-169.6	-135.5	-112.7	-90.8	
○Power(kW)	21.8	22.5	27.2	24.7	23.1	21.7	
○Motor efficiency(%)	89.5	89.5	89.5	89.5	89.5	89.5	
○Shaft power(kW)	19.49	20.11	24.31	22.10	20.66	19.39	
○Total pressure efficiency(%)	0.00	46.06	59.47	64.38	60.31	49.99	
○Static pressure efficiency(%)	0.00	42.60	55.51	54.28	45.18	33.19	

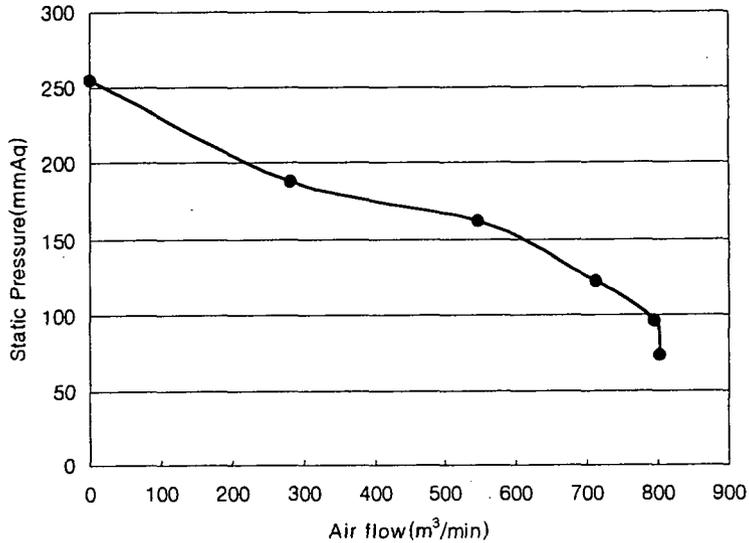


Fig. 26. Performance curve of Turbo cleaner

4. 결론 및 요약

본 연구에서 설계·제작한 상용 규모의 연속식 곡물건조기를 개발하여 건조성능시험을 실시한 결과를 요약하면 다음과 같다.

가. 건조실 층간의 온도분포는 열풍공기가 직접적으로 유입되는 5단에서 온도가 가장 높았고, 7단에서 3단 순으로 온도가 높게 나타났다. 가열장치가 가동하는 동안에 5단과 3단의 온도 차이는 4~8℃이었고, 5단과 7단은 약 3℃ 정도의 차이가 나타났다. 온도차이를 줄이기 위해서는 5단의 유입덕트 전면에 열풍방사판을 설치해야 할 필요가 있다고 사료된다.

나. 건조중에 가열장치가 가동되었을 때 건조실 1개 단에서의 온도분포는 유입덕트부쪽에서 온도가 높게 나타났고, 배기덕트부로 이동하면서 온도가 나타났다. 이때의 온도차이는 4℃내외로 나타났다.

다. 건조실에서와 같이 냉각실 1개 단의 온도분포를 측정된 것이며, 건조실에서와 같은 현상이 나타났으며, 냉각실 평면에서의 유입덕트부와 배기덕트부의 온도차이는 2℃로 나타났다.

라. 건조기에 설치한 송풍기(Turbo cleaner)의 검정시험 결과 건조기에 곡물이 채워졌을 때 송풍량이 565cmm과 정압 87mmAq는 설계값과 거의 일치하는 것으로 나타났다. 건조기의 유입 및 배기덕트에서의 정압을 측정된 결과 송풍기의 댐퍼를 2개 개방했을 때, 1개 개방했을 때와 개방하지 않았을 때 측정 결과와 건조기에 곡물을 유하시키지 않고 송풍기만 가동했을 때와 벼를 유하시키면서 측정했을 때 유입덕트에서보다 배기덕트에서 정압이 30mmAq 정도 높게 나타났고, 곡물이 비워 있을 때가 채워졌을 때보다 높게 나타났으며, 배출을 할 때는 하지

않았을 때 보다 정압이 적게 받는 것으로 나타났다.

마. 건조기에 설치한 송풍기(Turbo cleaner)의 검정시험 결과 건조기에 곡물이 채워졌을 때 송풍량이 565cmm과 정압 87mmAq는 설계값과 거의 일치하는 것으로 나타났다. 건조기의 유입 및 배기덕트에서의 정압을 측정한 결과 송풍기의 댐퍼를 2개 개방했을 때, 1개 개방했을 때와 개방하지 않았을 때 측정 결과와 건조기에 곡물을 유하시키지 않고 송풍기만 가동했을 때와 버를 유하시키면서 측정했을 때 유입덕트에서보다 배기덕트에서 정압이 30mmAq 정도 높게 나타났고, 곡물이 비워 있을 때가 채워졌을 때보다 높게 나타났으며, 배출을 할 때는 하지 않았을 때 보다 정압이 적게 받는 것으로 나타났다.

바. 건조조건별로 성능시험을 건감율해서 분석한 결과 1, 2회 건조시험조건은 열풍온도 55℃, 배풍온도 20℃, 배출온도 22℃의 조건에서 건감율이 각각 1.7, 2.6%/회로 나타나고 3회 건조시험에서는 건조조건을 열풍온도 60℃, 배풍온도 22℃, 배출온도 25℃에서 건감율이 2.3%/회로 나타났다.

사. 건조품위로서 동할율을 측정한 결과 1회 건조시험에서는 초기함수율이 높게 나타났으나 증가량은 0.7로 우리 나라 곡물건조기에서 동할율 증가량 허용기준 2%를 넘지 않았고, 건조온도를 60℃에서 시험한 3회에서도 증가량이 0.8로 1, 2회 건조시험 때와 같은 수준으로 증가하였다.

아. 송풍기의 토출구를 폐쇄했을 때부터 시작하여 완전히 개방되었을 때 송풍기의 성능시험 결과 모터의 효율은 89.5%로 일정하였고, 전압효율은 토출구 개방이 60%에서 가장 높게 나타났다. 그림 00은 송풍량과 정압과의 관계를 나타낸 것으로 정압이 550cmm 일 때 정압이 150mmAq로 나타났다.

VI. 종합결론

본 연구에서는 시뮬레이션 모델을 개발 이론을 정립해서 성능시험을 실시하였고, 그 단점을 보완하여 상용형 연속식 건조기를 개발하여 성능시험을 실시하였다. 그 결과를 종합하면 다음과 같이 요약할 수 있다.

가. 프로그램은 소요에너지를 목적함수로 하고 건조비의 품질을 제한조건으로 하는 최적화 프로그램으로 적정 유하속도, 열풍공기온도, 송풍량 등의 설계변수를 결정하기 위한 것이다. 컴퓨터 프로그램을 통하여 구한 설계변수는 다음과 같다.

- 송풍량은 : $1.5 \text{ m}^3/\text{s-ton} \sim 2.0 \text{ m}^3/\text{s-ton}$
- 열풍온도 : $45 \sim 50^\circ\text{C}$
- 체류시간 : $0.4 \sim 0.5$ 시간
- 초기함수율 : $20\% \text{w.b.}$

나. 혼합류형 연속식건조기에서 함수율변화, 곡온변화, 통과 공기온·습도변화 및 건조소요에너지를 예측하기 위하여 수치해석적인 방법을 이용하여 컴퓨터 프로그램을 개발하였다.

다. 건조실 층간의 온도분포는 열풍공기가 직접적으로 유입되는 5단에서 온도가 가장 높았고, 7단에서 3단 순으로 온도가 높게 나타났다. 가열장치가 가동하는 동안에 5단과 3단의 온도차이는 $4\sim 8^\circ\text{C}$ 이었고, 5단과 7단은 약 3°C 정도의 차이가 나타났다. 온도차이를 줄이기 위해서는 5단의 유입덕트 전면에 열풍방사판을 설치해야 할 필요가 있다고 사료된다.

라. 건조조건별로 성능시험을 건감율해서 분석한 결과 1, 2회 건조시험조건은 열풍온도 55°C , 배풍온도 20°C , 배출온도 22°C 의 조건에서 건감율이 각각 1.7, 2.6%/회로 나타나고 3회 건조시험에서는 건조조건을 열풍온도 60°C , 배풍온도 22°C , 배출온도 25°C 에서 건감율이 2.3%/회로 나타났다.

바. 건조품위로서 동할율을 측정한 결과 1회 건조시험에서는 초기함수율이 높게 나타났으나 증가량은 0.7로 우리 나라 곡물건조기에서 동할율 증가량 허용기준 2%를 넘지 않았고, 건조온도를 60°C 에서 시험한 3회에서도 증가량이 0.8로 1, 2회 건조시험 때와 같은 수준으로 증가하였다.

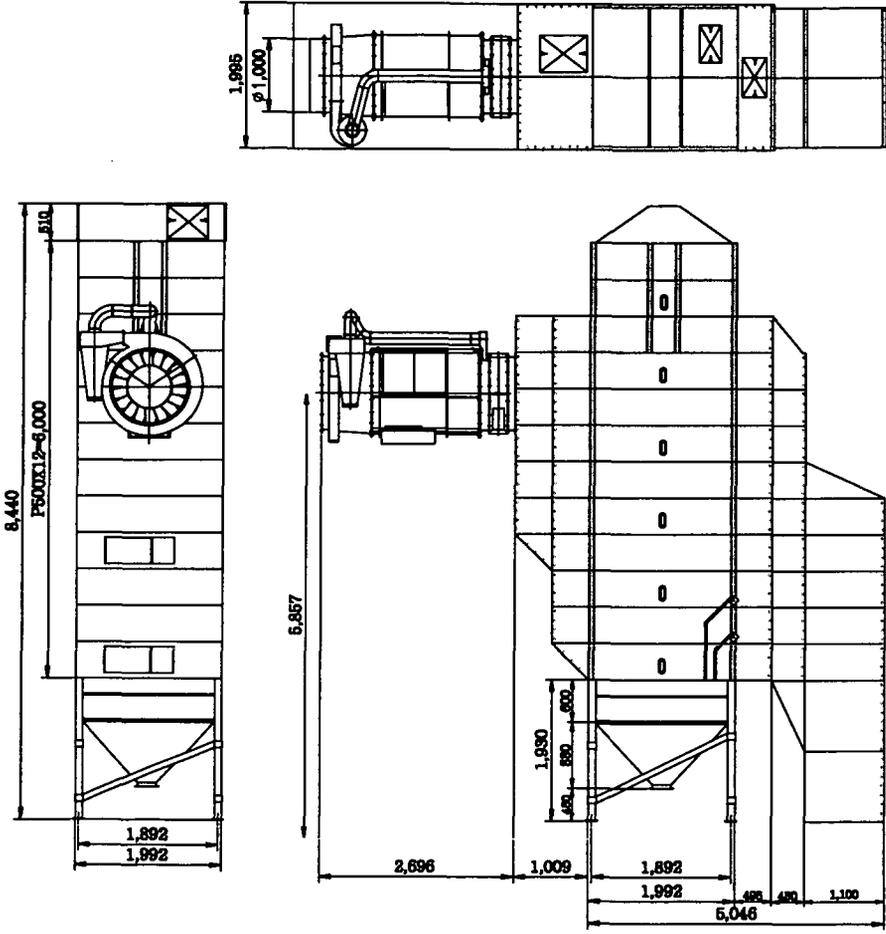
VII. 참고문헌

1. 금동혁, 1988, 벼의 순환 병류형 건조기의 시뮬레이션, 한국농업기계학회지 13(3), pp.59~70
2. 금동혁, 1988, 습공기의 성질계산을 위한 컴퓨터 프로그램, 한국농업기계학회지 13(3) pp.91~98
3. 박재복 외, 1993. 연속식 대형 곡물건조기 개발, 한국식품개발연구원, 과학기술처 연구보고서 N 1019-0398.
4. Bruce, D. M., 1984. Simulation of Multi Bed Concurrent-, Counter- and Mixed Flow Grain Dryers, J. agric. Engng. Res. 30(4), pp361~372.
5. Cenkowski, S., 1984. Modeling of Cereal Grains Drying Process. Zesz. Nauk. AR Wroclaw Nr. 43 Rozprawy, pp55~66.

6. Donald B. Brooker, Fred W. Bakker-Arkema & Ca W. Hall. Drying and Storage of Grains and Oilseeds, 1992.
7. Fred W. Bakker-Arkema, R. Hines, The Present Status of Rice Drying and Storage in the U.S.A., 1994. 농업과학 기계기술 심포지움, 1994. pp139~160.
8. Flinn, P. W. and Hagstrum, D. W., 1990. Stored Grain Advisor: a knowledge-based system for management of insect pests of stored grain. AI Appl. 4, pp 44~52
9. H. Toftdahl Olesen, Grain Drying, pp46~76.
10. Hunter, A. J., 1983. Pressure Difference across and aerated seed bulk for some common duct and store cross-sections. J. Agric. Eng. Res. 28, pp437-450.
11. Miller, P. C. H. & R. D. Whitfield, 1984. The Predicted Performance of a Mixd-Flow Grain Dryer, J. agric. Engng Res, 30, pp373~380.
12. Pederson, K., Expert systems programming: practical techiques for rule-based systems. John Wiley & Sons, Inc. New York, 1989. p298.
13. Plant, R. E., An artificial intelligence based method for scheduling crop management actions. Agric. Syst, 1989. 31, pp127~155.
14. Spencer, H. B., 1969. Pressure Drop in on-floor duct drying systems, J. Agric. Eng. Res. 14, pp165~172.
15. Willamson, W. F., 1965. Pressure Losses and Drying Rates in grain ventilated with various on-duct systems, J. Agric. Eng. Res. 10, pp271~276.

<부 록>

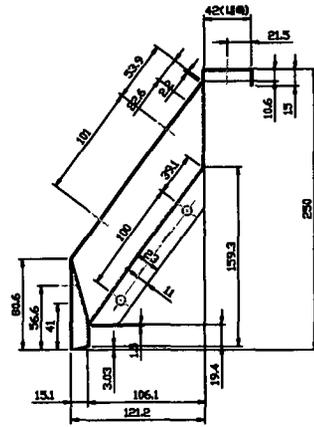
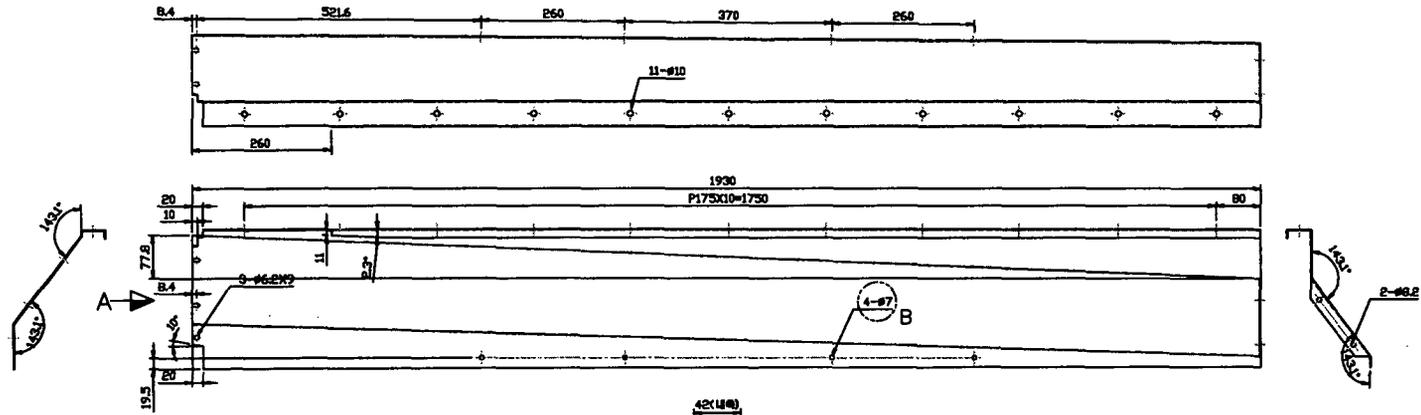
연속식 곡물건조기 주요설계도면



구분	사양	비고
모델	RD-200C	
형식	유압동력 C.S.U Type)	
용량	11.0 KHZ/hr	
규격	3000X2000X1200	
타이	형식	간바렐 (2.5, 1cm)
	인포스트형	40-71.8kg/hr
엔드	사용엔드	광출
	인포출양	800L
가열장치	타이 곡열릴 가열장치	
소요부력	승용기 1200W	
사용엔드	3상 200V	
동작시간	80분/회	
에너지감출		
인포센서	8P C-역학	

6						
4						
3						
2						
1						
출력	출력	규	격	단위	수량	비고
농업기계연구원 National Agricultural Machinery Research Institute				도명	연속식 전조기 평면도	
제도	제도	설계	검도	작성일	작성명	AN100_01
2002	김유호	김유호	김유호	1999.8.10	도면	/

t=1.6



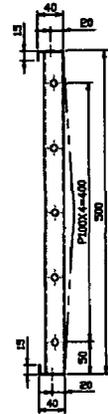
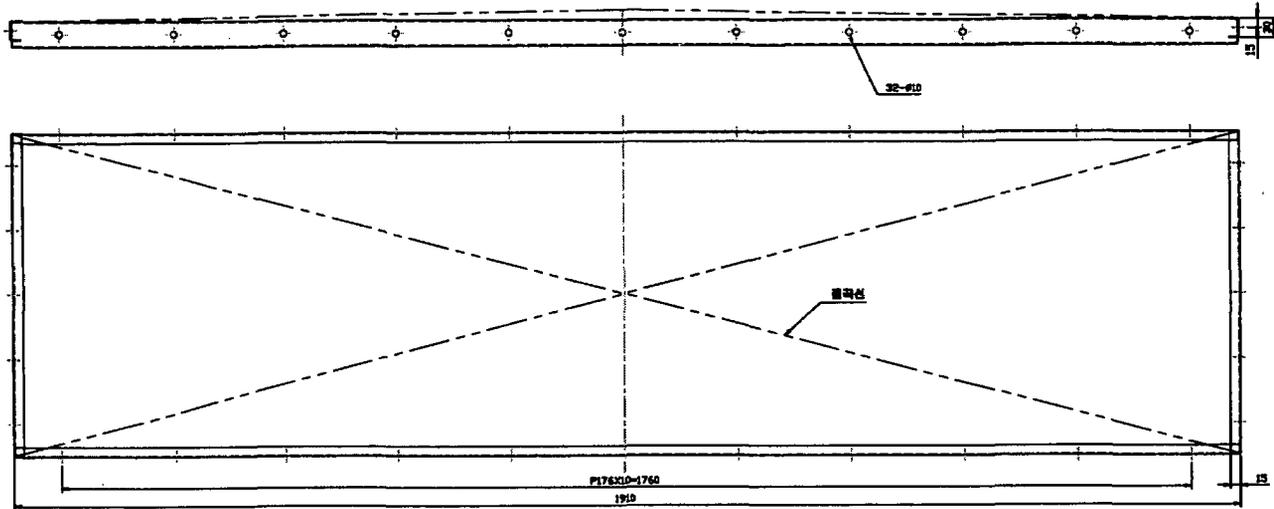
VIEW A(S-2/1)

NOTE

- C3-05B는 B부 수제
- C3-05A : 18RA형 88A는 안티프 필복
- C3-05B : 28A형 18A는 안티프 필복

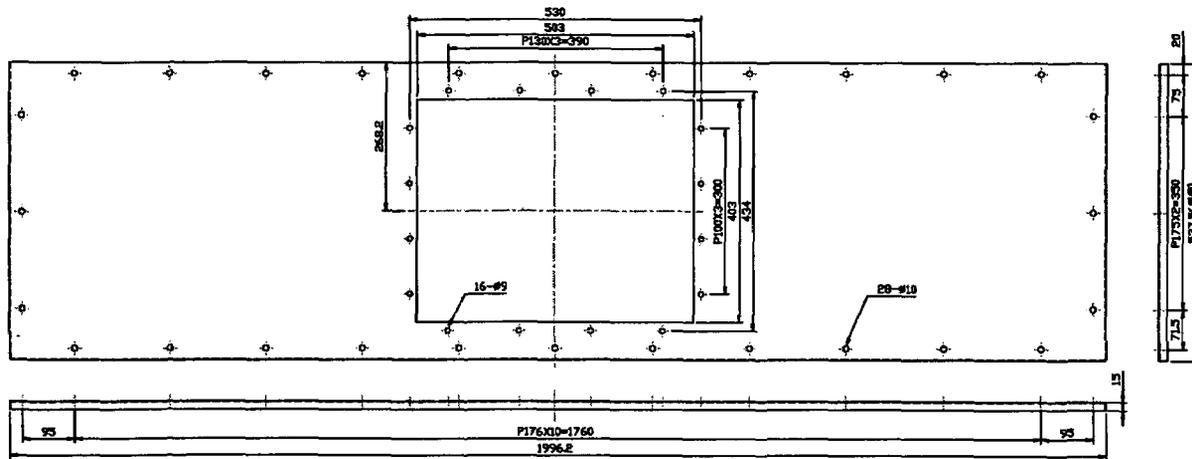
0					
4					
C3-05A	상기예외	88C		용	15
C3-05B	상기예외	88C		용	0
합계	용	명	구	의	관리 수량
[1] 국방기술평가연구소		프	명	상기예외 평면도(1/2, 3분)	
Korea Research Institute of Technology		프	명		
제	제	제	제	제	제
1000	1000	1000	1000	1000	1000
상용	상용	상용	상용	상용	상용
			2000.8.1		
					ANTOL_ID
					/

t=1.6



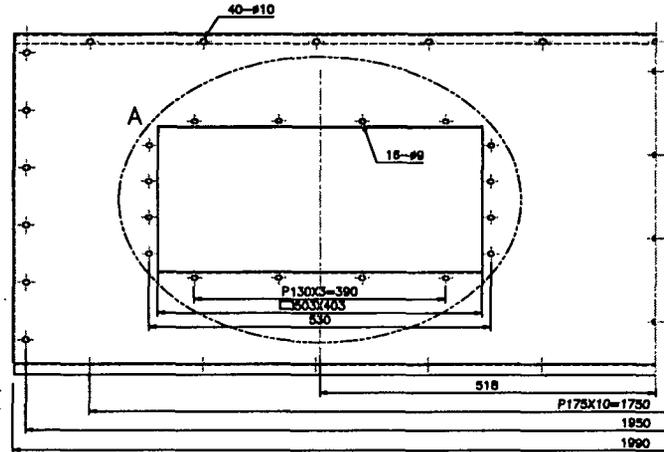
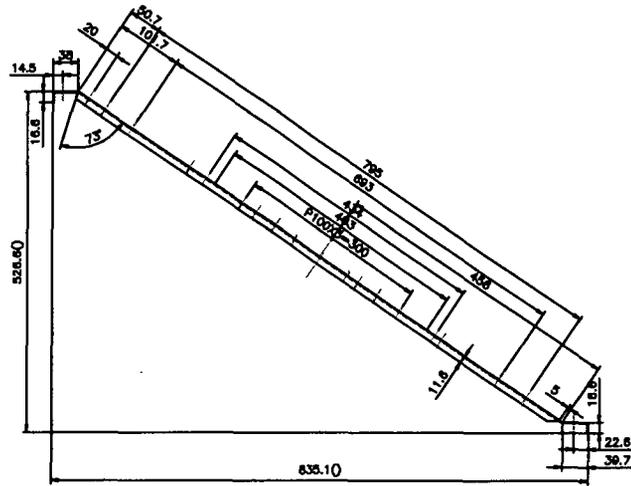
5					
4					
3					
2					
1	국립중앙도서관	국립중앙도서관	국립중앙도서관	국립중앙도서관	국립중앙도서관
1999.8.1 김우영		1999.8.1 김우영		1999.8.1 김우영	

t=1.6



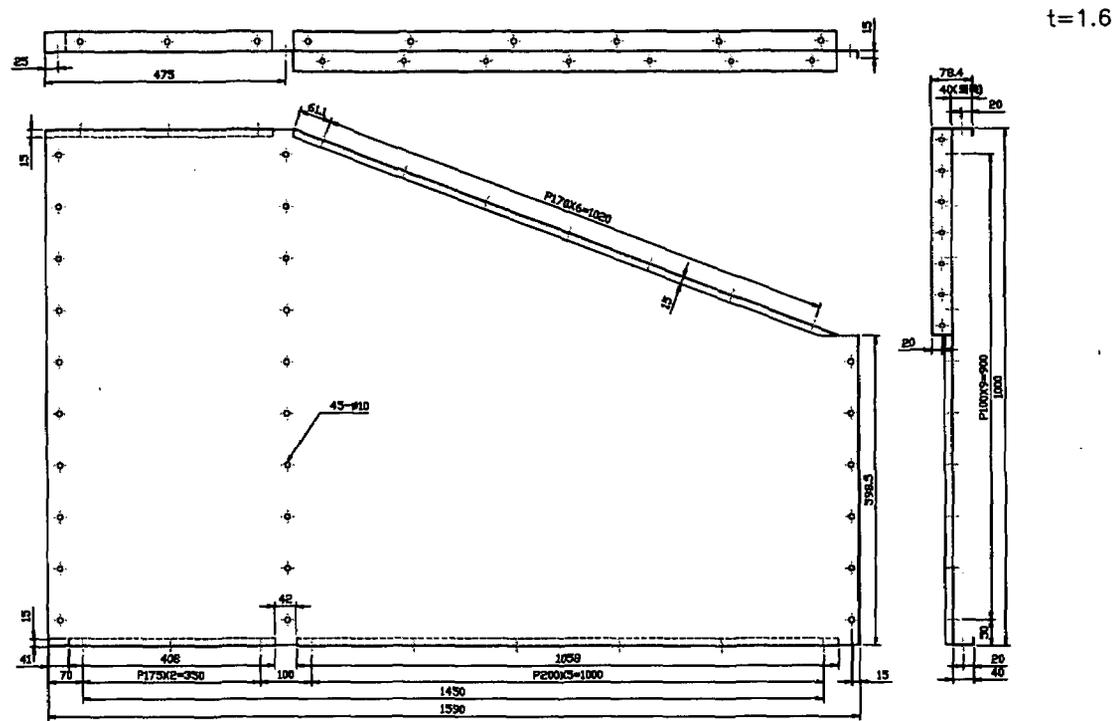
CA 19		가업정지 상판		SGHC	층	1
종류	종	명	규	격	단위	수량
(사) 농업기계화연구소 Rural Agricultural Mechanization Research Institute				도명	가업정지 상판	
작도	제도	설계	검도	작성명	도면	AM01_05
SCALE	DATE	REVISION	CHECKED	DATE	JOB	
	김유호	김유호	김유호	1999.8.1	도면	/

t=1.6



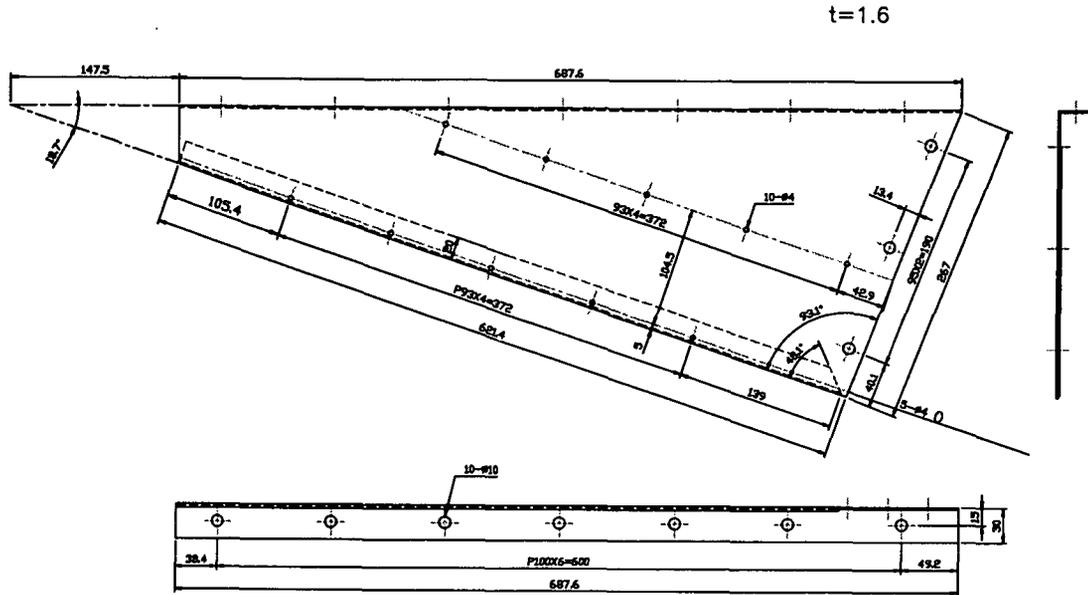
NOTE
 A부는 대칭이 아닌
 A부는 20A용 10A용 가경

출처		지정권, 무관		비고		계호	
원리		원리		규격		감해수준, 대고	
농업기계화연구소 National Agricultural Mechanization Research Institute				도명		지정권, 무관	
제도		제도		작성명		작성명	
FORM		FORM		DATE		DATE	
김우호		김우호		1999.11		도명	
						AM01_38	
						/	



NOTE
2EA 1EA

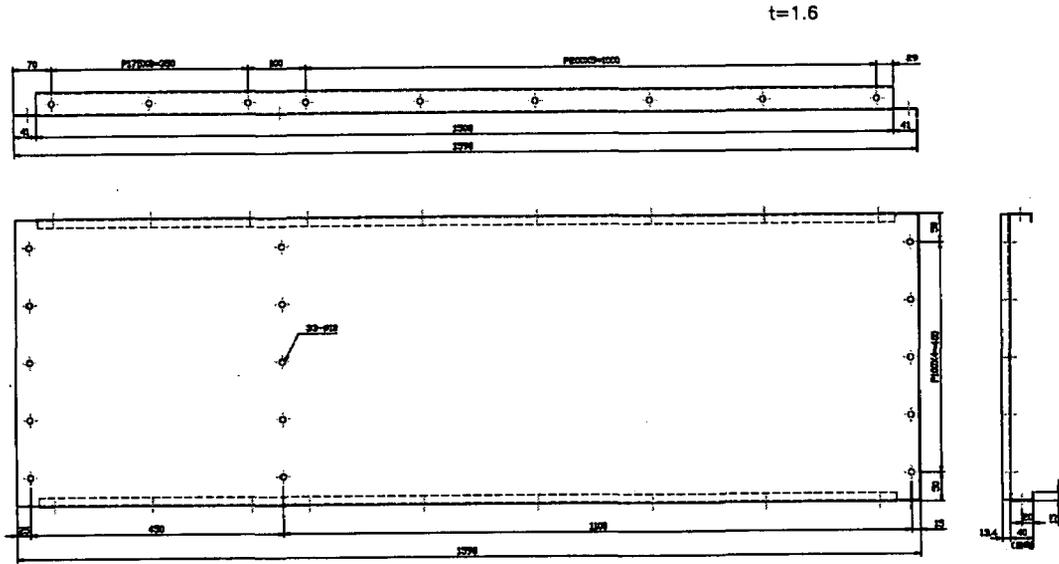
5							
4							
3							
2							
1	외기유압작업		SHGC		발	호	고
발	명	명	규	격	단	수	방
	외기유압작업		외기유압작업				
	National Agricultural Mechanization Research Institute		도		AMOS_08		
	제	제	제	제	제		
	SCALE	DESIGN	REVISION	CHECKED	DATE	작성	DATE
	김유호	김유호	김유호	김유호	1999.8.10	도	1
						작성	



t=1.6

NOTE
 호A는 호B는 별곡 선대

5					
4					
3					
2					
1	갤러리 축판	SKC	형 호		
공	관	명	규	격	단
					위
					고
	농업기계화연구소	도	명		갤러리 축판
	National Agricultural Mechanization Research Institute	도	명		AMDR_10
	제	제	제	제	
	SCALE	FORM	FINISHED	CORRECTION	DATE
	검	검	검	검	도
	용	용	용	용	일
	요	요	요	요	년
					월
					일
					년
					월
					일

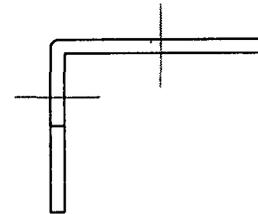
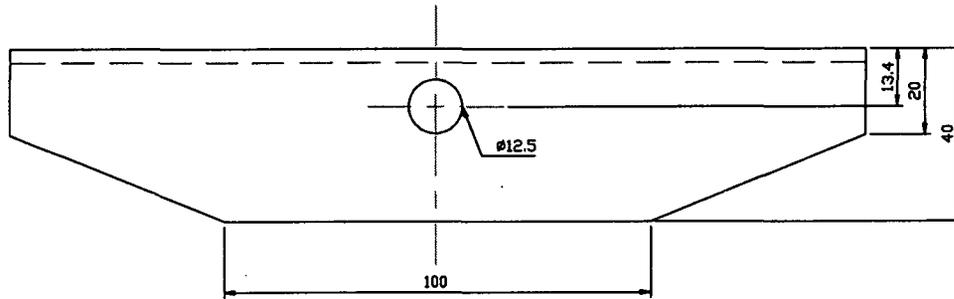
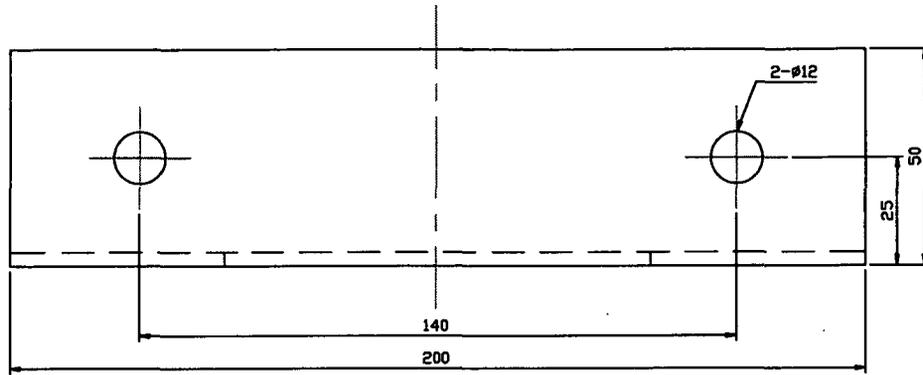


NOTE

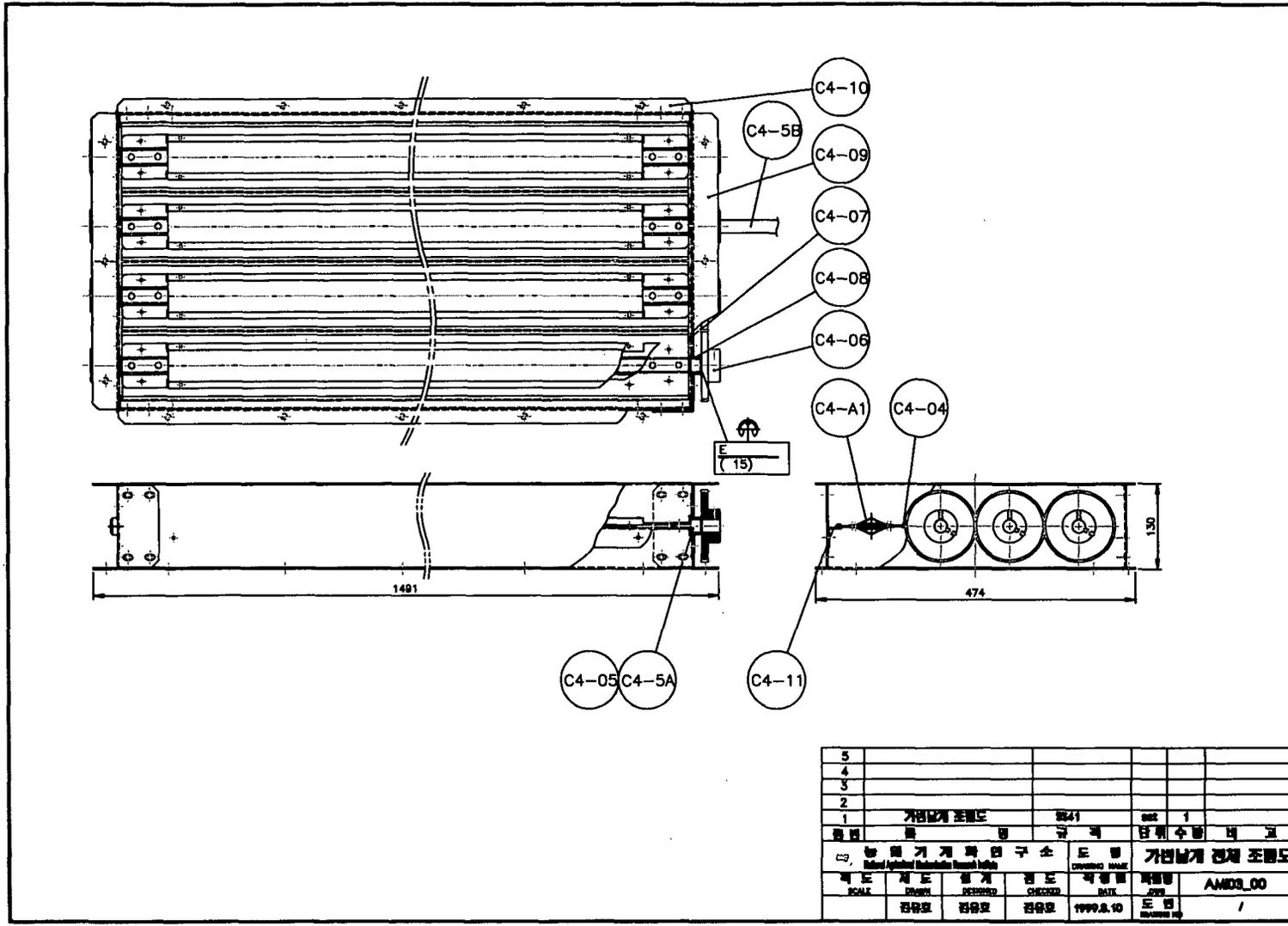
제A를 참조는 별자첨대

5							
4							
3							
2							
1	일용실 작관 1		방식		용	호	
단위	명	규	격	단위	수	분	비
5. 농업기계화연구소		도청		일용실 작관 1			
National Agricultural Mechanization Research Institute		DRAWING NAME					
작도	제도	설계	검도	작성명	작성명	AMOR_17	
DATE	DESIGN	DESIGNED	CHECKED	DATE	DATE		
	김유호	김유호	김유호	1999.8.10	도청	/	
					DESIGNED BY		

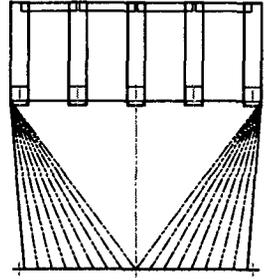
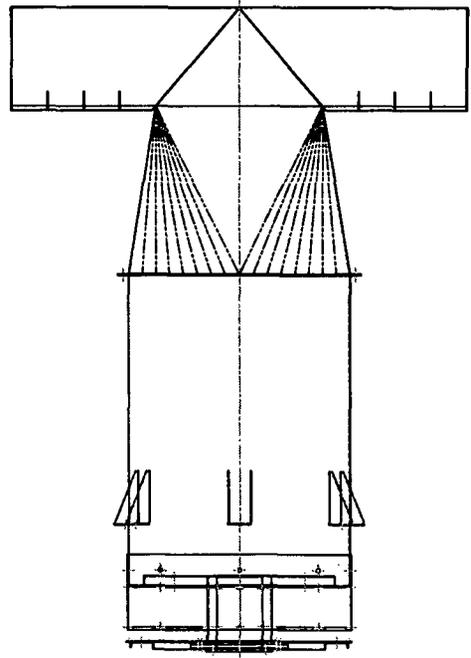
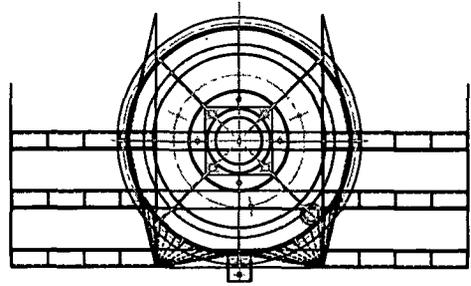
t=3.2



5							
4							
3							
2							
1	냉각엔진 제열대	SHK			용 4		
출판 명		구분		제		단위수량 비 고	
농림기계연구소 National Agricultural Machinery Research Institute				도명		냉각엔진 제열대	
과도	제도	심개	검도	작성명	작성명	AM02_04	
RYUK	RYUK	RYUK	RYUK	RYUK	RYUK		
	김유호	김유호	김유호	1999.8.10	도인	/	

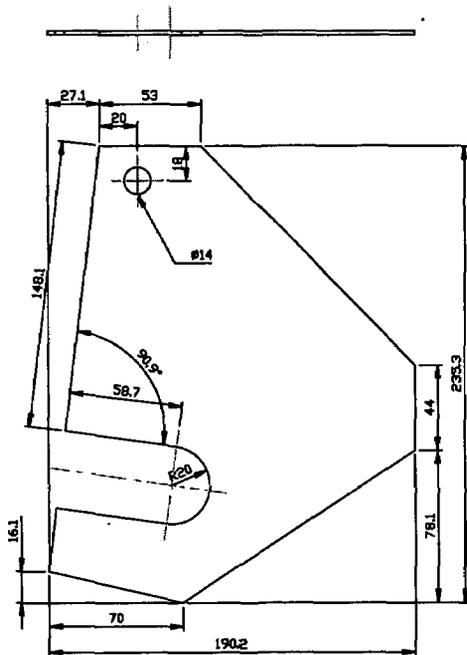


5							
4							
3							
2							
1	가압실기 조립도		8241	part 1			
작성	검	검	규	검	수	검	고
CS	한국기계연구원 Korea Institute of Mechanical Technology			도명	가압실기 견제 조립도		
작성	검	검	검	작성	작성	AMD9_00	
SCALE	DRWN	DESIGNED	CHECKED	RATE	DATE	도명	
	김유호	김유호	김유호	1999.8.10	도명	/	



5							
4							
3							
2							
1	인소로 전체 용접도			sheet	1		
영역	용	명	규	격	단	위	수
							비 고
소	농림기계제작연구소 National Agricultural Machinery Research Institute			도	명	인소로 전체 용접도	
제	제	일	검	작성	작성		AMD4_25
도	도	개	토	날	년		
번호	번호	번호	번호	번호	번호		
1999.8.	김유호	김유호	김유호	1999.8.	도	김	/

t=2.0



5					
4					
3					
2					
1	작물유착전판	SGPC	용 1		
출판	판	규	리	단위	수량
B. 농림기계화연구소 National Agricultural Mechanization Research Institute		도 명	작물유착전판		
제 도	제 도	일 계	일 도	작 명	작 명
SCALE	DRW	DESIGN	CHECKED	DATE	REV
	김승호	김승호	김승호	1999.8.10	도 명
					REVISION NO

