

“폐기물을 **자원**으로, 매립지를 **드림파크**로!”

# 하수슬러지 고형연료 생산시설 운영 · 관리 기술

2021. 3.



수도권매립지관리공사  
자원사업처 폐자원시설부

## [ 목 차 ]

1. 지침서 목적 .....	1
2. 일반현황 및 설계기준 .....	2
2-1 사업개요 .....	2
2-2 추진경위 .....	2
2-3 기본설비 .....	3
2-4 설계기준 및 물질수지도 .....	9
2-5 관계 법령 .....	15
3. 하수슬러지 및 건조 이론 .....	17
3-1 하수슬러지 특성 .....	17
3-2 건조 기본이론 .....	21
4. 운영 및 유지관리 방법 .....	30
4-1 반입공급설비 .....	30
4-2 건조설비 .....	33
4-3 건조 배가스 처리설비 .....	37
4-4 악취방지시설 .....	38
4-5 바이오가스 전처리설비 .....	41
4-6 매립가스(LFG) 공급설비 .....	43
4-7 폐수처리 .....	63
5. 기계 및 전기설비 유지관리 방법 .....	64
5-1 기계설비 .....	64
5-2 전기설비 .....	71

6. 안전관리 .....	85
6-1 시설물 안전관리 .....	85
6-2 유해화학물질 관리 .....	87
6-3 비상연락체계 .....	103
6-4 처리시설별 안전작업 절차 .....	104
6-5 환경오염(악취)사고 행동매뉴얼 .....	109
7. 시설 개선사항 및 효과 .....	111
7-1 신재생에너지 연료 공급 .....	111
7-2 악취방지시설 개선 .....	115
8. 특허 기술 .....	127
8-1 운영 관련 특허 기술 및 효과 .....	127
9. 빅데이터 구축 방안 .....	129
9-1 빅데이터 구축 필요대상 .....	129
9-2 빅데이터 구축 방안 .....	129
9-3 기대효과 .....	129
[부록] 하수슬러지 고품연료 생산시설 운영자료 .....	130

2007년 말 기준 국내 대부분의 하수처리시설은 표준 활성슬러지법에 의하여 슬러지가 발생하고, 발생하는 슬러지의 약 68.1%를 해양투기 방식으로 처리하고 있었으나, 국제협약(런던협약 개정의정서, 1996)과 해양환경관리법 시행규칙 개정에 의해 2011년 2월부터 해양 배출 전면 금지됨에 따라 육상처리 방법으로 전환이 필요하며 이에 따른 대책이 절실히 요구되는 실정이었다.

또한, 당시 하수슬러지 육상처리의 유일한 방안으로는 복토재 생산이었으나, 폐기물 에너지화 종합대책('08.5, 환경부)수립으로 지속가능한 발전 및 자원순환형(Zero Waste) 사회구축을 위한 폐기물 관리체계로의 전환이 요구되고 있는 상황이었다.

『슬러지자원화 2단계시설』은 당초 하수슬러지를 복토재로 활용하는 2단계 사업으로 추진 계획이었으나, 고유가 및 지구온난화에 따라 폐기물을 에너지로 인식하는 경제살리기와 기후변화대응 등 저탄소 녹색성장을 위한 국가정책과 사회적 여건이 당초 계획수립 당시와는 변화되어 처리공법 변경의 필요성은 타당한 것으로 판단되어, 처리공법 변경을 위한 자문회의 및 환경부 3개 시·도 간담회('08.10.30)를 거쳐 최종 하수슬러지의 처리방안을 건조 후 연료화로 변경하였고, 현재 3개 시·도에서 발생하는 하수슬러지를 함수율 10% 이내로 건조하여 화력발전소로 보조연료로 공급하고 있다.

본 지침서는 『슬러지자원화 2단계시설』의 체계화된 운영 노하우, 처리기술 등을 수록하고 있으며, 최적 공정관리를 위한 운전방법 등을 제시함으로써 3개 시·도 하수슬러지의 안정적 처리와 시설운영관리에 활용하고자 한다.

## 2 일반현황 및 설계기준

### 2-1 사업개요

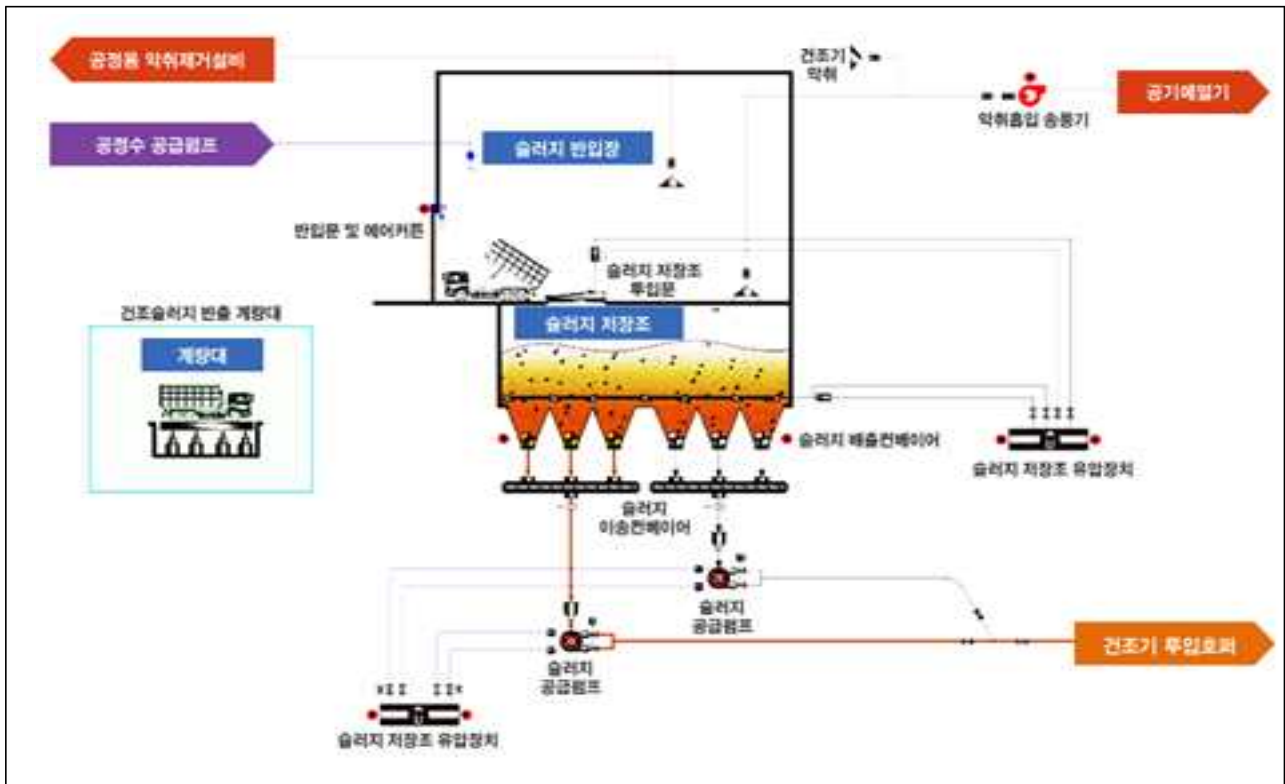
구 분	내 용	비 고
사 업 명	- 슬러지 자원화 2단계시설	
위 치	- 인천광역시 서구 거월로61 수도권 매립지 내	
부지면적	- 15,520 m <sup>2</sup> (지하/지상 각 2층, 건축면적 : 5,290 m <sup>2</sup> , 연면적 : 11,847 m <sup>2</sup> )	
설치목적	- 해양투기 전면금지('12.1)에 따른 수도권 하수슬러지의 친환경, 안정적 처리	
시설용량	- 1,000 톤/일(100 톤/기 × 10기)	
처리방식	- 로타리킬른 열풍 건조 방식	
건조슬러지 활용	- 태안화력발전소 등 보조 연료 공급	
사 업 비	- 823억원(국고 30% + 지방비 70%)	
공사기간	- 2010년 2월 ~ 2012년 1월(24개월)	
정상가동	- 2012년 2월 9일 ~ 현재 (기상여건 등 매립장 운영 중단 시에도 정상운영)	

### 2-2 추진경위

- ☐ 하수슬러지관리 기본계획 수립(환경부) : 2006. 07.
- ☐ 하수슬러지 종합대책 수립 : 2007. 05.
- ☐ 기본 및 실시설계 용역 착수 : 2008. 04.
- ☐ 하수슬러지 종합대책 수정(환경부) : 2008. 06.
- ☐ 폐자원 및 바이오매스 에너지대책 대통령 보고 : 2008. 10.
- ☐ 기본 및 실시설계 용역 준공 : 2009. 11.
- ☐ 슬러지자원화 2단계시설 공사 착공 : 2010. 02.
- ☐ 슬러지자원화 2단계시설 운영 개시 및 의무운전 : 2012. 02 ~ 2014. 12.
- ☐ 그린에너지개발(주) 위탁 운영 : 2015.1. ~

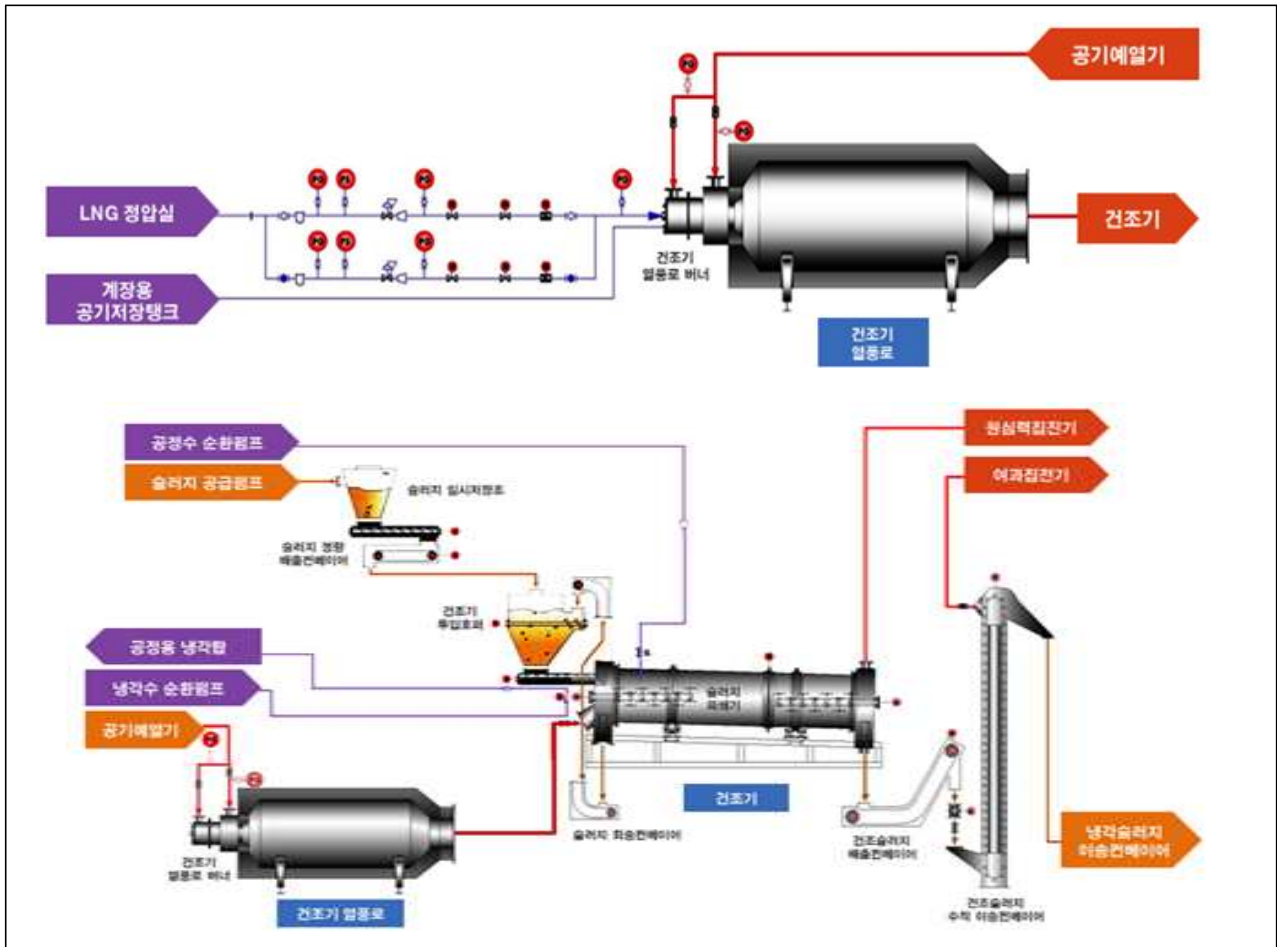
## 2-3 기본설비

### 2-3.1 반입공급설비



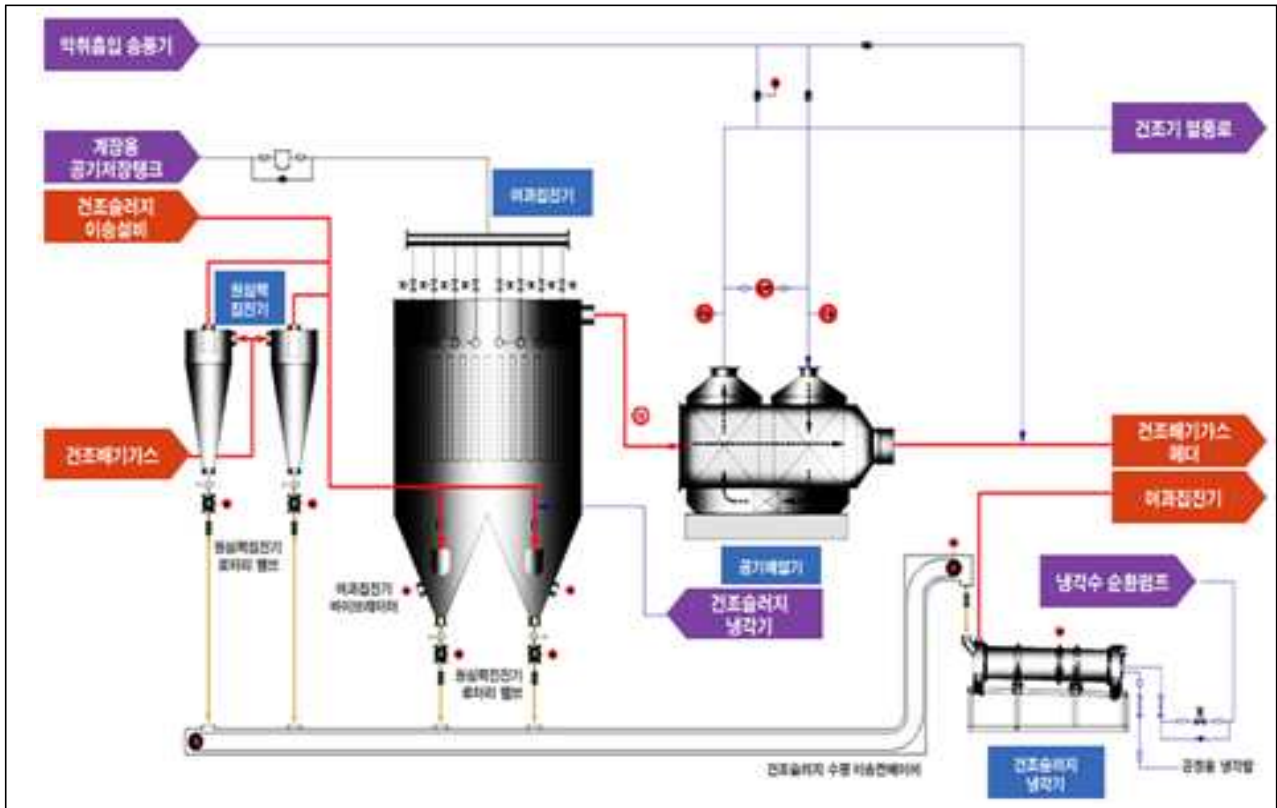
기기명	용량	형식	수량
저장조 투입문	3.5 mW × 2.45 mL	유압구동형 접이식	10 EA
저장조	250 m³	밀폐형, 콘크리트 구조	10 EA
슬러지 배출기	5 ton/hr	유압 구동 푸셔식	20 EA
슬러지 저장조 유압장치	150 ℓ(70 kg/㎥.G)	사각 탱크 일체형(용적식)	10 EA
슬러지 배출컨베이어	5 ton/hr	3축 스크류 컨베이어	20 EA
슬러지 이송컨베이어	5 ton/hr	스크류 컨베이어	20 EA
슬러지 공급 펌프	5 ton/hr	피스톤펌프	20 EA
슬러지 공급 유압장치	150 ℓ(80~150 kgf/㎥)	사각 탱크 일체형	10 EA

## 2-3.2 열원공급 및 건조설비



기기명	용량	형식	수량
건조기 열풍로 버너	3,400 Mcal/h	로형 가스버너	10 EA
건조기 열풍로	Φ2,300 × 5.0 mL	직화식 연소로	10 EA
건조기 투입호퍼	1 m <sup>3</sup>	수직각형	10 EA
건조기 투입 컨베이어	6 ton/h	스크류컨베이어	10 EA
슬러지 파쇄기	300 rpm	고속회전형	30 EA
슬러지 건조기	4.17 ton/h	로타리킬른식	10 EA
건조슬러지 배출컨베이어	1.8 ton/h	스크류컨베이어	10 EA
건조슬러지 수직이송컨베이어	1.8 ton/h	버킷엘리베이터	10 EA
건조슬러지 수평이송컨베이어	1.8 ton/h	플라이트 컨베이어	10 EA

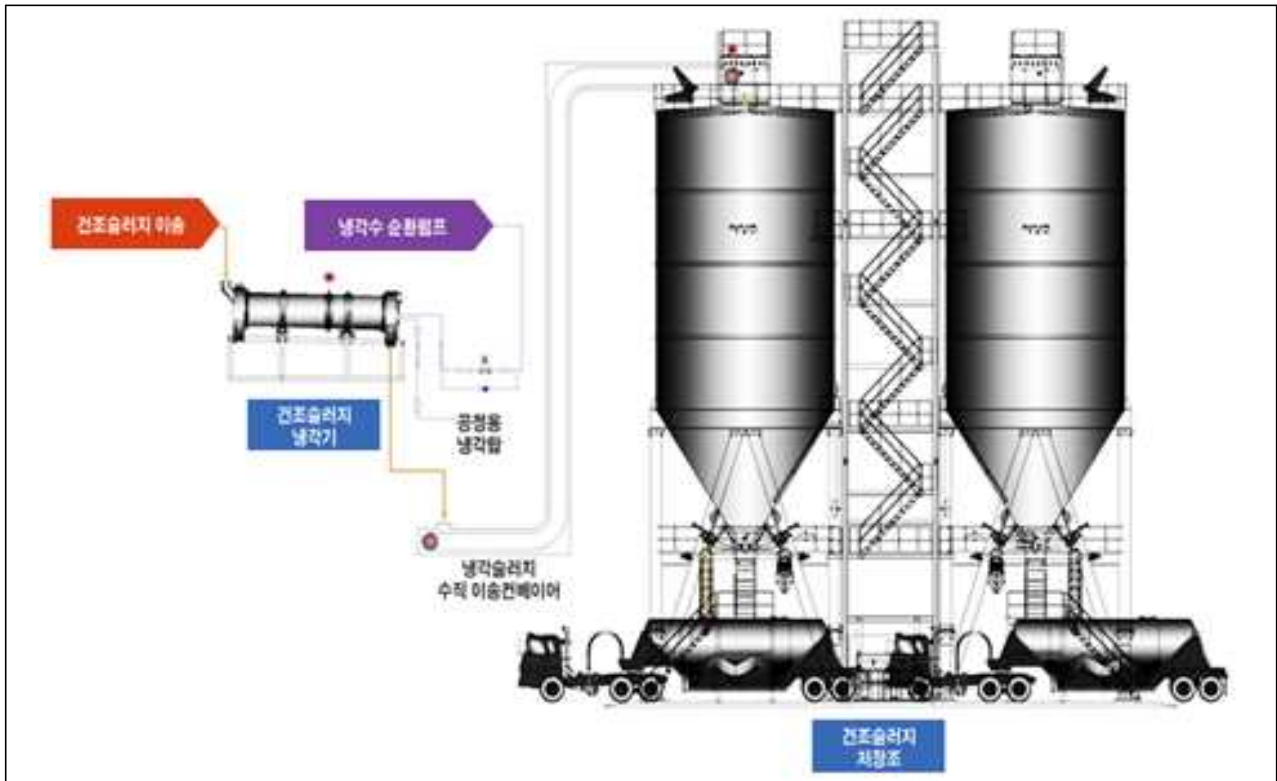
### 2-3.3 건조배가스 처리설비



기기명	용량	형식	수량
원심력집진기	480 m <sup>3</sup> /min	접선유입식	10 EA
원심력집진기 로타리밸브	0.1 ton/h	로타리식	20 EA
여과집진기	480 m <sup>3</sup> /min	Pulse-Jet식	10 EA
여과집진기 바이브레이터	0.2 kW	모터진동식	20 EA
여과집진기 로타리밸브	0.1 ton/h	로타리식	20 EA
공기에열기	270 Mcal/h	판형(Plate Type)	10 EA
건조배가스 송풍기	440 m <sup>3</sup> /min	편흡입 터보형	10 EA
건조슬러지 냉각기	1.8 ton/h	수냉자켓 회전식	10 EA



## 2-3.4 건조슬러지 저장 및 반출설비



기기명	용량	형식	수량
냉각슬러지 수평이송컨베이어	18 ton/hr	벨트컨베이어	2 EA
냉각슬러지 수직이송컨베이어	18 ton/hr	버킷엘리베이터	2 EA
냉각슬러지 분배컨베이어	18 ton/hr	벨트컨베이어(정역구동형)	1 EA
건조슬러지 저장조	720 m³	수직각형	2 EA
건조슬러지 저장조 벤트필터	50 m³/min	Pulse-Jet	2 EA
N <sub>2</sub> 가스 bombe	47 L	압력용기	10 EA
건조슬러지 배출장치	∅350 × 2 mL	Loading Chute	4 EA
반출계량대	50 ton	4점 지지형 로드셀	1 EA

## 2-3.5 악취방지설비



기기명		용량	형식	수량
#20, #21 배출구	세정식 집진설비	2,150 Am <sup>3</sup> /min	스크리버	2 EA
	응축에 의한 설비	2,150 Am <sup>3</sup> /min	Shell & Tube type	2 EA
	건조배가스 탈습탑	2,150 Am <sup>3</sup> /min	스크리버	2 EA
	습식세정탑	1,275 m <sup>3</sup> /min	스크리버(충진탑)	2 EA
	열교환기	5,410 Mcal/hr	Fin tube type	2 EA
	열교환기 냉각탑	225 RT/cell	대향류식, 밀폐형	2 sets
	흡수에 의한 설비 (약액세정-1)	1,250 m <sup>3</sup> /min	스크리버(충진탑)	2 EA
	흡수에 의한 설비 (약액세정-2)	1,250 m <sup>3</sup> /min	스크리버(충진탑)	2 EA
#60 배출구	흡수에의한시설 (세정탑)	350 m <sup>3</sup> /min	스크리버(충진탑)	1 EA
	흡수에의한시설 (약액세정)	350 m <sup>3</sup> /min	스크리버(충진탑)	1 EA
#61 배출구	산화에의한시설 (UV탈취시설)	800 m <sup>3</sup> /min	UV램프 산화	1 EA
	흡착에의한시설 (활성탄흡착시설)	800 m <sup>3</sup> /min	활성탄흡착	1 EA

## 2-3.6 바이오가스 전처리설비



기기명	용량	형식	수량
건식탈황설비	1,500 Nm <sup>3</sup> /hr	건식	2
실록산 제거설비	1,500 Nm <sup>3</sup> /hr	촉매흡착식	1
가압송풍기	25 Nm <sup>3</sup> /min	Turbo-blower	2
혼합기	400 Nm <sup>3</sup> /hr (bio-gas)	이젝터	4

## 2-4 설계기준 및 물질수지도

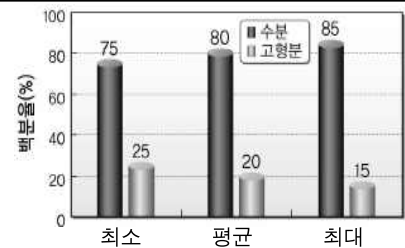
### 2.4.1 설계기준

#### ☐ 주요설계 인자

구 분	설 계 인 자
건 조 방 식 및 형 식	- 단축 파쇄시스템 장착 직접가열 건조 방식(로타리 킬른식)
건 조 열 원	- LNG연소 열풍가스
건 조 열 풍 온 도	- 건조기 입구 800 °C / 건조기 출구 185 °C이하
건 조 기 체 적	- 76 m³
체 류 시 간	- 90 분(하수슬러지 건조기 내 체류시간)
건 조 필 요 열 량	- 816 Kcal/kg.증발수분(66.5 m³LNG/톤.탈수슬러지)
1기 최대 처리용량	- 120 톤/일(탈수슬러지, 1일 24시간 가동 기준)

#### ☐ 하수슬러지 설계기준

구 분		하수슬러지 성상기준		
		최 소	평 균	최 대
물리적 조 성 (%)	수 분	75	80	85
	고형분	25	20	15
	소 계	100	100	100



#### ☐ 건조슬러지 설계기준

구 분	함수율	길이(또는 지름)	비 고
설 계 기 준	10% 이하	20 mm 이하	

주) 폐기물관리법 시행규칙 [별표 16] “폐기물의 재활용 용도 및 방법” 27항에서 하수슬러지를 가공하여 화력발전소에서 연료로 사용하는 경우 정한 사항 중 저위발열량, 회분, 황분, 금속성분(수은, 납, 카드뮴, 비소)은 반입되는 하수슬러지의 물리 화학적 성상에 따라 변동되는 사항이므로, 건조슬러지의 설계기준으로 정하지는 않음.

구 분	법적 기준			
함 수 율	- 10% 이하			
저 위 발 열 량	- 3,000 kcal/kg 이상			
회 분 함 유 량	- 35% 이하 (건조된 상태 기준)			
황(S)성분 함유량	- 2% 이하 (건조된 상태 기준)			
길이(또는 지름)	- 40 mm 이하			
금 속 성 분 (건조된 상태기준)	수은(Hg)	카드뮴(Cd)	납(Pb)	비소(As)
	1.2 mg/kg이하	9 mg/kg이하	200 mg/kg이하	13 mg/kg이하

주) 회분 함유량이 35퍼센트를 초과하더라도 이를 화력발전소에서 연료로 사용할 수 있는 경우에는 35퍼센트를 초과할 수 있다.

□ 대기오염물질 설계기준

오염물질		배출허용기준	설계기준	비고
		2010년 1월 1일 이후		
입자상물질	먼지	100 mg/Sm <sup>3</sup> 이하	100 mg/Sm <sup>3</sup> 이하	
	카드뮴화합물(Cd로서)	1.0 mg/Sm <sup>3</sup> 이하	1.0 mg/Sm <sup>3</sup> 이하	
	납화합물(Pb로서)	5 mg/Sm <sup>3</sup> 이하	5 mg/Sm <sup>3</sup> 이하	
	크롬화합물(Cr로서)	1.0 mg/Sm <sup>3</sup> 이하	1.0 mg/Sm <sup>3</sup> 이하	
	구리화합물(Cu로서)	10 mg/Sm <sup>3</sup> 이하	10 mg/Sm <sup>3</sup> 이하	
	니켈 및 그 화합물	20 mg/Sm <sup>3</sup> 이하	20 mg/Sm <sup>3</sup> 이하	
	아연화합물(Zn로서)	10 mg/Sm <sup>3</sup> 이하	10 mg/Sm <sup>3</sup> 이하	
	비산먼지	0.5 mg/Sm <sup>3</sup> 이하	0.5 mg/Sm <sup>3</sup> 이하	
	매연	링겔만비탁표 2도 이하	링겔만비탁표 2도 이하	
가스상물질	암모니아	50 ppm 이하	50 ppm 이하	
	염화수소	6 ppm 이하	6 ppm 이하	
	황산화물(SO <sub>2</sub> )	400 ppm 이하	400 ppm 이하	
	질소산화물(NO <sub>2</sub> )	200 ppm 이하	200 ppm 이하	
	이황화탄소	30 ppm 이하	30 ppm 이하	
	포름알데히드	10 ppm 이하	10 ppm 이하	
	황화수소	10 ppm 이하	10 ppm 이하	
	불소화합물(F로서)	3 ppm 이하	3 ppm 이하	
	시아나화수소	10 ppm 이하	10 ppm 이하	
	브롬화합물(Br로서)	5 ppm 이하	5 ppm 이하	
	벤젠	20 ppm 이하	20 ppm 이하	
	페놀화합물(C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH)	10 ppm 이하	10 ppm 이하	
	수은화합물(Hg로서)	5 mg/Sm <sup>3</sup> 이하	5 mg/Sm <sup>3</sup> 이하	
	비소화합물(As로서)	3 ppm 이하	3 ppm 이하	

□ 악취 설계기준

○ 복합악취 배출허용기준(기타지역 기준)

구 분	엄격한 배출허용기준(희석배수)		설 계 기 준
	공업지역	기타지역	
배출구	500 이하	300 이하	300이하
부지경계선	15 이하	10 이하	10이하

○ 지정악취 배출허용기준(기타지역 기준)

구분	악 취 물 질	엄격한 배출허용기준(ppm)	설 계 기 준(ppm)
		공업지역	
1	암모니아	1 이하	1 이하
2	메틸머captan	0.002 이하	0.002 이하
3	황화수소	0.02 이하	0.02 이하
4	다이메틸설파이드	0.01 이하	0.01 이하
5	다이메틸다이설파이드	0.009 이하	0.009 이하
6	트라이메틸아민	0.005 이하	0.005 이하
7	아세트알데하이드	0.05 이하	0.05 이하
8	스타이렌	0.4 이하	0.4 이하
9	프로피온알데하이드	0.05 이하	0.05 이하
10	뷰티르알데하이드	0.029 이하	0.029 이하
11	n-발레르알데하이드	0.009 이하	0.009 이하
12	i-발레르알데하이드	0.003 이하	0.003 이하
13	톨루엔	10 이하	10 이하
14	자일렌	1 이하	1 이하
15	메틸에틸케톤	13 이하	13 이하
16	메틸아이스뷰티르케톤	1 이하	1 이하
17	뷰티르아세테이트	1 이하	1 이하
18	프로피온산	0.03 이하	0.03 이하
19	n-뷰티르산	0.001 이하	0.001 이하
20	n-발레르산	0.0009 이하	0.0009 이하
21	i-발레르산	0.001 이하	0.001 이하
22	i-뷰티르알콜올	0.9 이하	0.9 이하

□ 소음·진동 설계기준

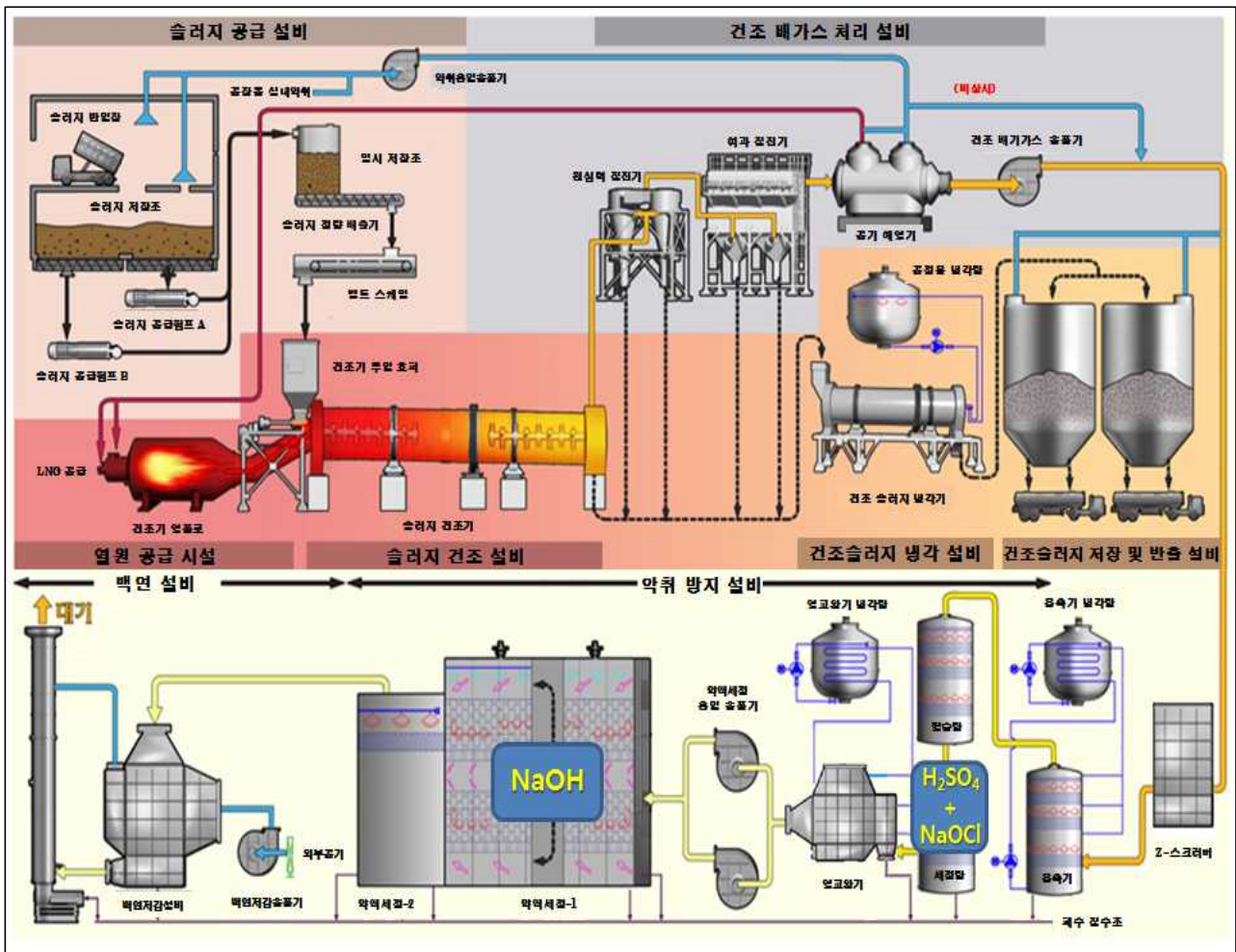
구 분	단위	주 간 (06:00~18:00)	석 간 (18:00~24:00)	야 간 (24:00~06:00)	비 고
소 음	dB(A)	50	45	40	부지 경계선 기준
진 동	dB(V)	60 (06:00~22:00)		55 (22:00~06:00)	

□ 오·폐수 처리기준

구 분	단위	pH	BOD	CODcr	SS	T-N	T-P
설계기준	mg/L	5.8~8.0	70	800(80%)	70	300(70%)	8

주) 기타 오염물질은 폐기물관리법 시행규칙 제42조 1항관련 『별표11 폐기물처리시설의 관리기준』의 기준 준수,  
침출수 처리장으로 이송하여 연계처리

□ 처리공정도

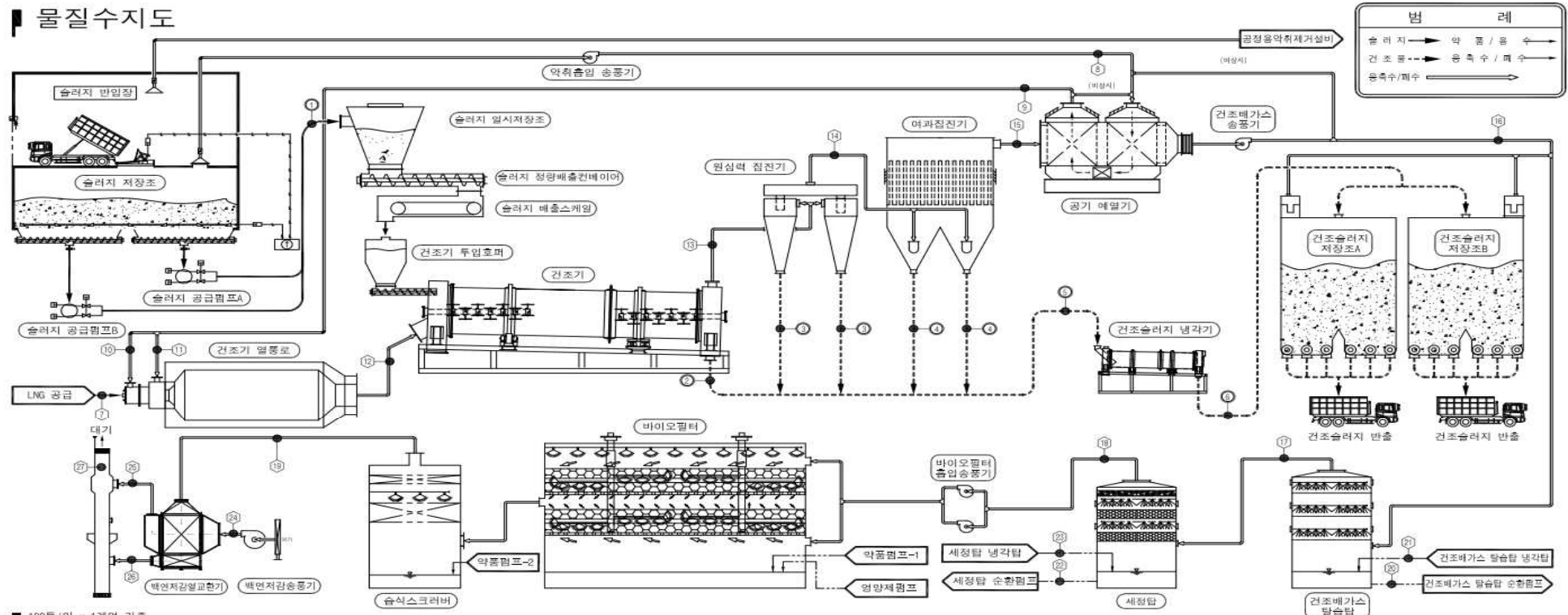




## 2.4.2 시설의 물질 및 에너지 수지

### □ 물질수지도

#### ■ 물질수지도



■ 100톤/일 x 1개월 기준

구분	슬러지																공기		LNG	
	반입 슬러지				건조 슬러지				원심력 집진기 하부				여과 집진기 하부				건조 슬러지 냉각기 입구		건조 슬러지 냉각기 출구	
단위	ton/day	kg/hr	%	℃	ton/day	kg/hr	%	℃	ton/day	kg/hr	%	℃	ton/day	kg/hr	%	℃	ton/day	kg/hr	%	℃
최대	100	4,167	85	20	16,33	680.81	10	85	0.20	8.33	10	85	0.13	5.50	10	85	16.67	694.44	10	45
평균	100	4,167	80	30	21.78	907.48	10	85	0.27	11.11	10	85	0.18	7.33	10	85	22.22	909.09	10	45
최소	100	4,167	75	20	27.22	1,134.36	10	85	0.33	13.89	10	85	0.22	9.17	10	85	27.78	1,157.41	10	45

구분	건조 슬러지																공기		LNG	
	원심력 집진기 출구				여과 집진기 출구				공기 예열기 출구				건조 슬러지 냉각기 출구				건조 슬러지 냉각기 입구		건조 슬러지 냉각기 출구	
단위	ton/day	kg/hr	%	℃	ton/day	kg/hr	%	℃	ton/day	kg/hr	%	℃	ton/day	kg/hr	%	℃	ton/day	kg/hr	%	℃
최대	10,824.84	800	15,146.27	184	15,146.27	178	15,146.27	173	15,146.27	121	11,901.48	50	10,885.85	40	10,885.85	40	62.35	75	62.35	50
평균	10,103.16	800	14,136.40	183	14,136.40	172	14,136.40	172	14,136.40	120	10,734.38	50	10,159.84	40	10,159.84	40	56.02	75	56.02	50
최소	9,381.73	800	13,126.89	181	13,126.89	176	13,126.89	171	13,126.89	119	9,998.04	50	9,434.36	40	9,434.36	40	53.09	75	53.09	50

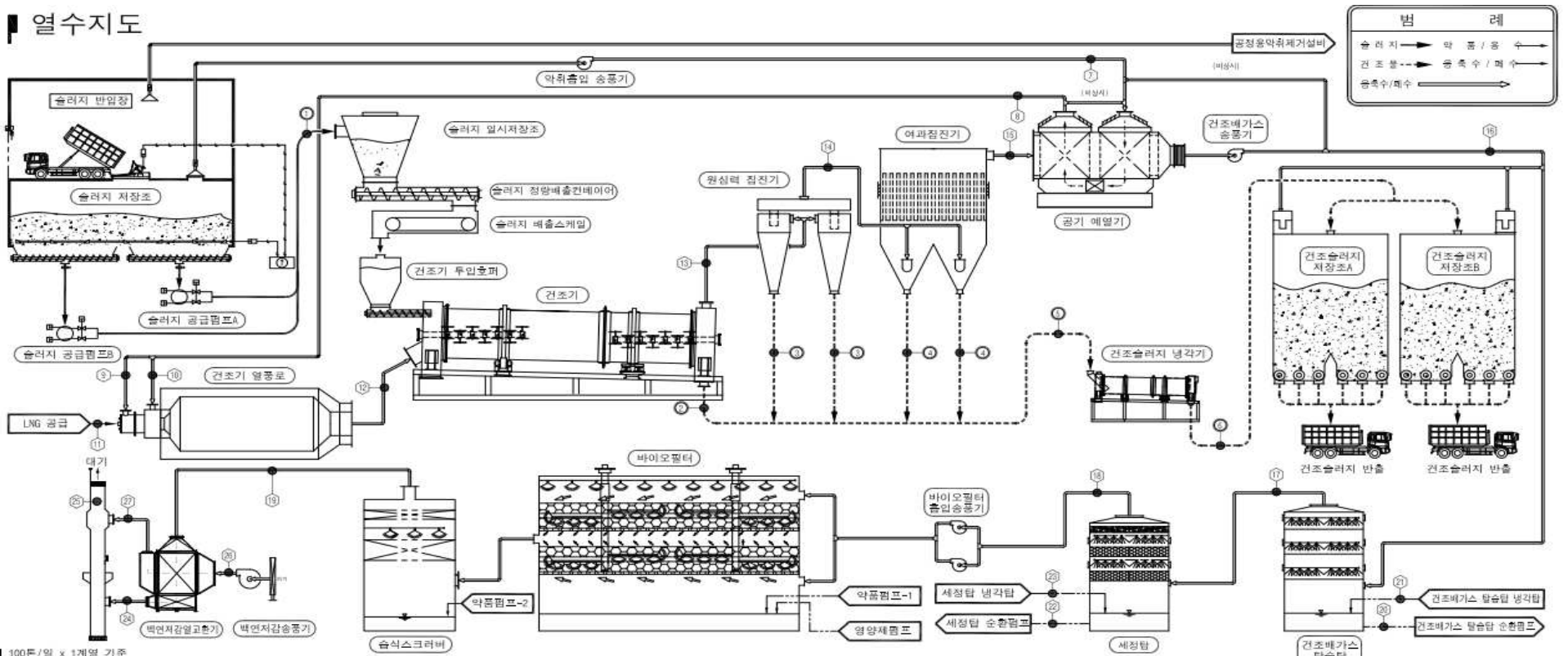
  

구분	건조 슬러지																공기		LNG	
	원심력 집진기 출구				여과 집진기 출구				공기 예열기 출구				건조 슬러지 냉각기 출구				건조 슬러지 냉각기 입구		건조 슬러지 냉각기 출구	
단위	ton/day	kg/hr	%	℃	ton/day	kg/hr	%	℃	ton/day	kg/hr	%	℃	ton/day	kg/hr	%	℃	ton/day	kg/hr	%	℃
최대	10,824.84	800	15,146.27	184	15,146.27	178	15,146.27	173	15,146.27	121	11,901.48	50	10,885.85	40	10,885.85	40	62.35	75	62.35	50
평균	10,103.16	800	14,136.40	183	14,136.40	172	14,136.40	172	14,136.40	120	10,734.38	50	10,159.84	40	10,159.84	40	56.02	75	56.02	50
최소	9,381.73	800	13,126.89	181	13,126.89	176	13,126.89	171	13,126.89	119	9,998.04	50	9,434.36	40	9,434.36	40	53.09	75	53.09	50



# □ 열수지도

## ■ 열수지도



■ 100톤/일 x 1개월 기준

구분	슬러지										공기										LNG		건조배가스							
	① 반입슬러지		② 건조슬러지		③ 원심력집진기후부		④ 여과집진기후부		⑤ 건조슬러지냉각기입구		⑥ 건조슬러지냉각기출구		⑦ 공기에열기입구		⑧ 공기에열기출구		⑨ 버너(LNG)용		⑩ 열풍로(촉석용)		⑪ LNG		⑫ 열풍로출구		⑬ 건조기출구		⑭ 원심력집진기출			
단위	Mcal/hr	℃	Mcal/hr	℃	Mcal/hr	℃	Mcal/hr	℃	Mcal/hr	℃	Mcal/hr	℃	Mcal/hr	℃	Mcal/hr	℃	Mcal/hr	℃	Mcal/hr	℃	Mcal/hr	℃	Mcal/hr	℃	Mcal/hr	℃	Mcal/hr	℃	Mcal/hr	℃
최대	73.34	20	16.20	85	0.20	85	0.13	85	165.28	85	87.50	45	41.34	12.7	278.22	85	100.62	85	177.60	85	2,833.01	2,955.67	800	926.83	184	899.02	178			
평균	70.01	20	21.60	85	0.26	85	0.18	85	220.37	85	116.67	45	38.58	12.7	259.67	85	93.92	85	165.76	85	2,644.11	2,758.59	800	800.01	183	834.21	177			
최소	66.67	20	27.00	85	0.33	85	0.22	85	275.48	85	145.83	45	35.83	12.7	241.13	85	87.21	85	153.92	85	2,455.31	2,561.61	800	793.28	181	769.48	176			

구분	건조배가스										냉각수										배액량 및 열효율기		공복 배출		냉각수온기 회기(입구)		냉각수온기 회기(출구)	
	⑮ 여과집진기출구		⑯ 공기에열기출구		⑰ 담수탑출구		⑱ 세정탑출구		⑲ 습식스크러버출구		㉀ 탈수탑순환수출구		㉁ 탈수탑순환수입구		㉂ 세정탑순환수출구		㉃ 세정탑순환수입구		㉄ 배액량 및 열효율기출구		㉅ 공복 배출		㉆ 냉각수온기 회기(입구)		㉇ 냉각수온기 회기(출구)			
단위	Mcal/hr	℃	Mcal/hr	℃	Mcal/hr	℃	Mcal/hr	℃	Mcal/hr	℃	Mcal/hr	℃	Mcal/hr	℃	Mcal/hr	℃	Mcal/hr	℃	Mcal/hr	℃	Mcal/hr	℃	Mcal/hr	℃	Mcal/hr	℃	Mcal/hr	℃
최대	872.05	173	607.76	121	183.49	50	137.83	40	137.83	40	4,675.95	75	3,117.30	50	1,018.67	43	758.08	32	1,376,622.82	38	2,293,516.16	18.0	-232,378.16	-5	870,719,120	15		
평균	809.18	172	562.66	120	171.26	50	128.64	40	128.64	40	4,351.13	75	2,900.75	50	950.73	43	707.52	32	1,284,834.11	38	2,128,987.36	17.7	-232,378.16	-5	801,029,283	15.5		
최소	746.40	171	517.63	119	158.03	50	119.45	40	119.45	40	4,026.53	75	2,684.35	50	882.83	43	656.99	32	1,192,086.43	38	1,999,772.16	16.2	-232,378.16	-5	726,665,622	11.8		

## 2-5 관계 법령

### □ 설치관련 법령

- 수도권매립지관리공사법 제 1조(목적), 제3조(책무), 제19조(사업)
- 폐기물관리법 제25조(폐기물처리업)
- 3개 시·도 협약 등

### □ 관련법상 시설분류

- 건축법 시행령 제3조5 별표1 ⇒ **자원순환 관련 시설**
- 폐기물관리법 제29조제2항, 시행령 제5조, 시행령 별표3 ⇒ **재활용시설, 연료화 시설**
- 자원순환기본법 법 제2조 제7호, 시행규칙 제4조 ⇒ **자원순환시설**

### □ 하수슬러지 건조연료 주요 관련 법령

- 폐기물관리법 시행규칙 제4조(폐기물의 종류 및 재활용 유형), 별표 4의2에 의거 화력발전소, 열병합발전소의 연료로 사용하는 유형으로 분류
- 폐기물관리법 시행규칙 제14조의3제1항(폐기물의 재활용 기준), 별표 5의3에 의거 유기성오니(지정폐기물, 분뇨 또는 가축분뇨 등의 생물학적 처리공정 전 단계에서 발생하는 오니류는 제외한다)는 공공하수처리시설에 발생하는 것만 해당
- 폐기물관리법 시행규칙 별표 5의3에 의거 가공된 연료는 발열량 3,000 kcal/kg(에너지 회수 시 2,000 kcal/kg) 이상, 수분함유량 10%이하, 회분 함유량 35% 이하, 황분 함유량 2%(화력발전소 연료로 사용하는 경우 35% 초과 가능) 이하, 수은 1.2 mg/kg 이하, 카드뮴 9.0 mg/kg 이하, 납 200 mg/kg 이하, 비소 13 mg/kg 이하로 품질 기준 준수

### □ 기타 관련 법상 준수사항

- 법정관리인 및 선임교육

관련법	조항	관리자	교육 주기	비 고
폐기물관리법	제34조	기술관리인	1회/3년	사료화, 연료화시설 등 재활용능력 5 톤/일 이상인 시설
대기환경보전법	제40조	환경기술인	1회/3년	신규교육 : 환경기술인으로 임명된 날부터 1년 이내에 1회
화학물질관리법	제32조, 제33조	유해화학물질관리자 및 취급담당자	1회/2년	매 2년마다 16시간

○ 정기 및 수시검사

시설 점검 구분		법적근거	점검내용	점검기관	점검주기	기간	비 고
슬 러 지 자 원 화 2 단 계 시 설	정기검사	계량에관한법률제24조	○ 계량시설 검교정	삼우계량시스템(주)	1회/2년	1일	
	정기검사	폐기물관리법 제55조	○ 유해 위험 기계 및	한국환경공단	1회/1년	1일	
	정기검사	산업안전보건법 제36조	○ 압력용기 안전검사	안전관리대행업체	1회/2년	1일	
	정기검사	소방시설설치·유지 및 안전관리에관한법률 제25조	○ 소방시설 작동기능점검	소방업체	1회/년	1일	
	정기검사	도시가스사업법 제17조	○ 도시가스 사용시설 정기검사	한국가스안전공사	1회/년	1일	
	정기검사	도시가스사업법시행규칙 제17조	○ 도시가스 정압기 검사	점검대행업체	1회/4년		
	정기검사	화학물질관리법 제24조 및 시행규칙 제23조	○ 화학물질 관리점검	한국환경공단	1회/년	1일	재난안전부 주관
	정기검사	전기사업법제65조	○ 전기 안전검사	전기안전공사	1회/3년	1일	시설관리부 주관
	정기검사	산업안전보건법 제49조의2	○ 공정안전자료	고용노동부	1회/2년		
	정기검사	산업안전보건법 36조	○ 위험 기계류(호이스트 등) 안전검사	안전보건공단	1회/2년		
	수기검사	하수슬러지처리시설 설치·운영지침	○ 유기성고형연료 품질검사	KTR	1회/분기		
	정기검사	T.M.S(원격모니터링시스템) 정도검사	○ 환경분야시험검사 등에 관한 법률 제11조	KTL	1회/2년		

### 3 하수슬러지 및 건조 이론

#### 3-1 하수슬러지 특성

##### □ 하수슬러지 특성

슬러지는 하수처리 과정에서 발생하는 액상 부유물질의 총칭으로 하수슬러지를 좁은 의미로서 1차슬러지, 잉여슬러지, 반송슬러지 및 소화슬러지 등이라 하고, 넓은 의미로 스컴도 포함된다.

< 슬러지 종류에 따른 특성 및 고형물 농도 >

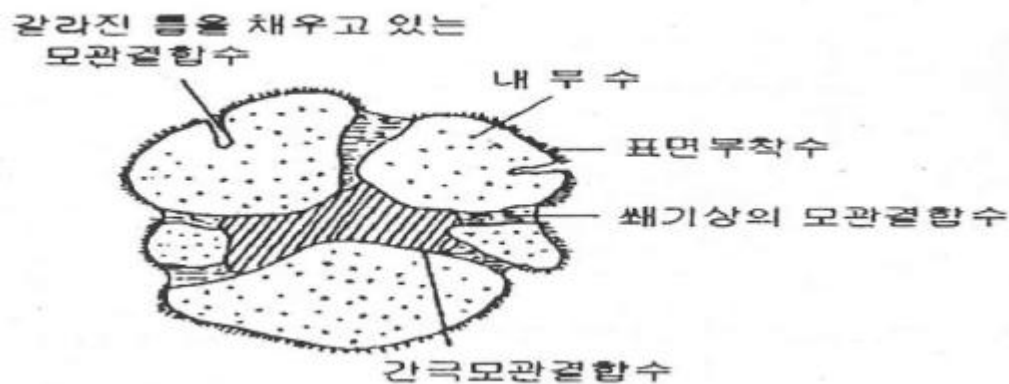
슬러지 종류	특 성	고형물농도 (%)
생 슬러지 (1차 슬러지)	<ul style="list-style-type: none"> <li>1차 침전지에서 침전 후 발생하는 슬러지</li> <li>회색, 점착성, 악취가 심하다.</li> </ul>	4.0 ~ 10.0
잉여 슬러지 (2차 슬러지)	<ul style="list-style-type: none"> <li>수처리 공정(폭기)을 거쳐 2차 침전지에 침전된 슬러지</li> <li>슬러지의 비중이 가벼워 원심농축을 시킬 경우 효율 좋음</li> <li>갈색, 흙냄새가 나며, 단독 또는 생슬러지와 혼합하여 소화가 가능.</li> </ul>	0.8 ~ 2.5
혼합 슬러지	<ul style="list-style-type: none"> <li>생슬러지와 잉여슬러지의 혼합. 농축전 분배조에서 혼합시 생성</li> </ul>	0.5 ~ 1.5
농축 슬러지	<ul style="list-style-type: none"> <li>생, 잉여, 혼합슬러지를 소화시키기 전 감량시킨 슬러지</li> </ul>	2.0 ~ 8.0
소화 슬러지	<ul style="list-style-type: none"> <li>혐기성 또는 호기성 소화에서 농축분해된 슬러지(대부분 혐기성 소화).</li> <li>암갈색내지 흑갈색으로 다량의 가스 포함.</li> <li>소화 후 악취발생이 없고 슬러지가 건조되면 가스는 날아가고 양토화 됨</li> </ul>	2.5 ~ 7.0
탈수 슬러지	<ul style="list-style-type: none"> <li>슬러지의 수분을 감소, 운반과 소각, 최종처분을 용이하게 하기 위함</li> </ul>	20 ~ 40

가. 대부분의 슬러지는 거의 1.0의 비중을 갖고 있으며, 혼합된 슬러지의 건조 고형물 비중은 1.4 ~ 2.1이며, 전반적인 비중의 범위는 1.032 ~ 1.054이다.

나. 슬러지 중에 포함된 증발잔류물의 중량비를 고형물이라 하며, 수분 중의 용해성 물질도 이에 속하며 DS(Dry Soild)로 표시되기 한다.

#### 다. 수분 분포

슬러지 내 수분의 분포상태는 농축과 탈수조작의 적용평가에 이용될 수 있으며 결합수와 비결합수의 두가지 형태로 구분할 수 있다. 그 특성은 다음과 같다. 슬러지 처리기술의 핵심은 고형물과 물로 형성된 단위체내에서 물을 어떤 방법으로 제거하느냐에 있다. 수처리 과정 중에 발생된 슬러지는 수 시간 정치하여 두면, 용기의 상부에 청정수가 나오면서 고형물은 침전하여 하부 침전물 내 고형물의 농도는 상승한다. 이 상태에서 슬러지가 가지고 있는 수분은 간극수, 모관 결합수, 표면 부착수 및 내부수로 분류가 가능하다. 이들 수분 분포의 구성 및 분리수단은 아래와 같다.



〈슬러지 내 수분 분포의 구성〉

종 류	물의 존재상태	분 리 수 단
간극수 (Interstitial Water)	<ul style="list-style-type: none"> <li>고형물질과 직접결합의 형태가 아닌, 외력의 작용에 의하여 자유로 슬러지 입자간에 이동하는 물</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>모래상과 여포상에 정치하여 두면, 자연 낙하하여 수분이 슬러지층 내로부터 빠져나가, 가벼운 진동과 원심력에 의하여 분리효과가 증대한다.</li> </ul>
모관결합수 (Interstitial Capillary Water)	<ul style="list-style-type: none"> <li>입자의 집합밀도가 높은 부분에 물의 표면장력작용으로 모관현상을 일으키고, 입자간의 망상에 차있는 물</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>모관수의 표면장력보다도 큰 외력, 예를 들면 원심력, 진공압력, 전기침투압력 등을 가하여, 모관수를 흡인 분리한다.</li> </ul>
표면부착수 (Adsorption & Adhesion Water)	<ul style="list-style-type: none"> <li>겔 및 졸의 상태인 콜로이드가 고형물질의 표면을 둘러싸고, 콜로이드 입자 자체가 전하를 가지고 있어 흡인하는 등의 외력에 의해서는 분리가 어려운 물</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>소수성콜로이드에 대해서는 전해질의 주입에 의해 전하를 중화하고 입자간에 응결시켜, Floc(응집덩어리)화 하여 수분을 분리한다.</li> </ul>
내부수 (Bound Water)	<ul style="list-style-type: none"> <li>활성오니 중의 원생동물과 세균 혹은 셀룰로오스 등의 생물체 세포질 내에 보유되어 있는 물</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>기계적인 외력에 의해서는 분리가 불가능하며, 생물학적 분해작용과 고온가열, 냉동 조작에 의하여 세포막을 파괴한 후에 분리가 가능한 세포질을 용출한다.</li> </ul>

□ 하수슬러지 반입 및 처리현황

2019년까지 반입량 및 고형연료 생산량이 서서히 감소되다 2020년에는 큰폭으로 감소되었다. 이는 서울시에 자체처리시설 확충에 따라 반입량 감소가 큰 원인으로 보여진다.

< 연도별 반입 및 처리량 >

(단위 : 톤)

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020.8까지
반입량	277,283	258,077	275,676	257,376	245,685	125,695
처리량	276,979	258,936	275,804	258,819	247,071	128,546

< 연도별 고형연료 생산량 >

(단위 : 톤)

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020.8까지
생산량	57,907	57,085	58,708	53,539	51,204	24,418

고형연료 품질기준을 준수하고 적정관리하기 위해 분기별 공인기관에 의뢰하여 측정한 결과 법적 기준을 충족하였다.

< 연도별 고형연료 품질 분석 결과 >

구분	수분 (%)	회분 (%)	황 (mg/kg)	저위 발열량 (kcal/kg)	카드뮴 (mg/kg)	납 (mg/kg)	비소 (mg/kg)	수은 (mg/kg)
기준	10이하	35이하	2이하	2,000이상	9이하	200이하	13이하	1.2이하
2018(평균)	5.74	37.5	1.15	2,962	1.79	38.9	8.02	0.3
2019(평균)	5.23	38.4	1.10	2,844	1.9	37.4	6.4	0.8
2020.8까지 (평균)	3.73	41.6	0.9	2,896	1.3	40.1	7.5	0.9

※ 화력발전소 연료로 사용하는 경우 회분 기준 초과 가능

□ 소화 및 비소화슬러지 차이

< 연도별 소화 및 비소화슬러지 반입량 >

(단위 : 톤)

구분	2015	2016	2017	2018	2019
소화 슬러지	158,058	170,850	216,190	74,121	63,894
비소화 슬러지	119,225	87,226	59,486	183,255	181,792
반입량	277,283	258,077	275,676	257,376	245,685

비소화슬러지는 소화슬러지보다 점성이 강하므로 건조 시 건조기 내부에서 화재가 빈번히 발생한다. 이에 따라 슬러지 투입을 소화슬러지(최대 4 ton/h)의 절반으로 투입하고, 건조기 속도를 35 HZ로 조절하여 적체현상을 방지한다.

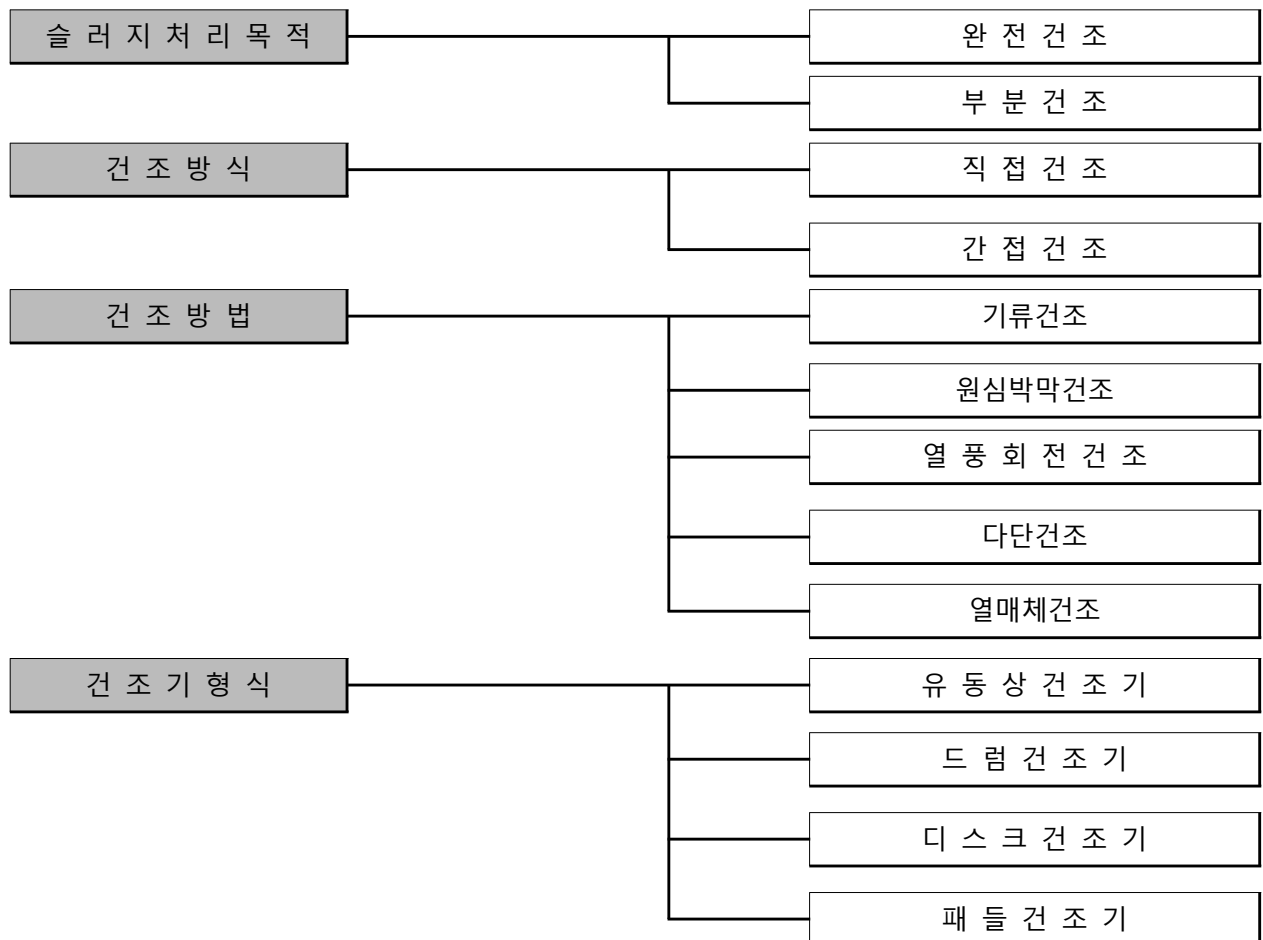
## 3-2 건조 기본이론

### □ 건조기술의 이해

가. 하수처리과정에서 발생하는 슬러지는 비료로서의 가치, 보유 열량 등 재활용 자원으로서의 이용가치가 있는 것으로 평가되어 현재 많은 나라에서 폐기물이 아니라 자원으로 인정받고 있다.

이런 차원에서 자원 재활용을 염두에 둔 처리공법으로 적용하고 있는 기술 중 슬러지 건조기술은 중요한 위치를 점하고 있다. 함수율이 높은 슬러지는 직접 이용이 곤란하기 때문에 대부분의 처리 및 재활용 과정에서 함수율을 낮추기 위한 전처리 공정으로 적용하거나 완전 건조 후 직접이용하기 위해 건조 공정을 채택하고 있기 때문이다.

건조는 슬러지의 처리목적, 건조방식, 건조방법 및 건조기의 형식에 따라 다음과 같이 구분 할 수 있다.



<건조기술의 분류>



나. 슬러지의 건조 처리방안을 타 처리안과 비교 시 다음과 같은 장·단점이 있다.

장 점	단 점
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 처리 주기가 단기간</li> <li>• 감량효과가 양호</li> <li>• 비교적 운영관리 용이</li> <li>• 기술적 신뢰성, 안정성이 우수</li> <li>• 처리공정이 단순하여 운영관리 용이</li> <li>• 국내외 기술수준 우수</li> <li>• 건설비 저렴</li> <li>• 소요면적 비교적 적음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 건조슬러지의 악취발생으로 민원발생 야기</li> <li>• 건조슬러지의 시멘트 원료화 경우 민원발생으로 재이용 어려움</li> <li>• 처리부산물 재이용 불가시 추가 처분비 소요</li> <li>• 건조를 위한 연료소요량이 많아 유지관리가 고가</li> <li>• 건조슬러지 흡수성으로 장기 보관에 어려움</li> </ul>

다. 건조기술은 건조목적에 따라 완전건조기술과 부분 건조기술로, 건조방식에 따라 직접건조방식과 간접건조방식으로 구분한다.

#### 1) 완전건조기술

슬러지를 농업용 비료나 산업용 연료 등으로 재활용하기 위해서는 수분 30%이하의 상태로 건조시킬 필요가 있는데 이때 적용한 기술이 완전건조 기술이다.

#### 2) 부분건조기술

함수율이 높은 슬러지를 직접 소각하거나 도시쓰레기를 혼소할 경우 수분 증발에 많은 연료가 소모되므로 소각로 투입의 전단계에서 일정 수준 이하로 함수율을 낮추는 조작을 행하게 되는데 이때 적용하는 기술이 부분 건조기술이다.

라. 하수슬러지의 건조방식은 열의 이용방식에 따라 연소열을 직접 건조에 이용하는 직접건조 방식과 연소열로 증기 등을 발생시켜 간접열을 이용하는 간접 건조방식으로 분류 할 수 있다.

#### 1) 직접건조 방식

직접건조방식은 버너 등의 고온 연소가스와 탈수슬러지를 직접 접촉시켜 건조시키는 방식으로 직접접촉에 의한 건조방식이기 때문에 열효율면에서 유리하고 증기 발생장치가 없기 때문에 시설이 간단하는 장점이 있다.

#### 2) 간접건조 방식

간접건조방식은 버너 등의 연소열로 열매체유 등을 가열한 후 이를 이용 슬러지와 접촉하는 디스크 등의 열 전달면을 가열함으로써 간접 건조하는 방식으로 연소가스와 건조배가스의 배출통로가 분리되어 악취처리가 용이하다는 장점이 있다.

### <건조방식의 비교>

항 목		직접 건조방식(대류전열방식)	간접 건조방식(전도전열방식)
구 조 및 원 리		<p>고온가스와 슬러지가 건조기 내에서 직접 접촉하여 연소가스의 대류에 의하여 건조하는 방식</p> 	<p>고온가스의 열교환에 의하여 생산된 열매체(또는 증기)가 건조기 내·외부를 통과하면서 건조하는 방식</p> 
건 조 슬러지 특 성	-함수율 -성 상 -비 중 -발열량 -안정성 -저장성	10% 이하 분말, 입상 0.7이하 2,000 Kcal/kg내외(습윤저위기준) 생물, 물리적으로 안정 가능	10% ~ 60% 입상 0.7 ~ 1.1 1,500 Kcal/kg내외(습윤저위기준) 생물, 물리적으로 변화가 용이 불리
후 속 공 정 연 계 용이성	-퇴비화 -고 화 -연료화 -소 각 -용 용	양호 양호 양호 우수 우수	우수 우수 우수 양호(열활용측면에서는 우수) 양호(열활용측면에서는 우수)
열전달효율		높다	낮다
열회수효율		낮다	높다
열매체 온도		200 ~ 400 °C	200 °C 전후의 증기 등
건조능력		크다	적다
설치비용		저렴	고가
설치면적		소	대
설비구성		간단	복잡
건조배가스량		대	소
건조속도		빠름	느림
유지보수성		용이	어려움
안전성		화재위험성 산재	안전
건조기 종류		회전, 밴드, 유동층, 기류, 분무	디스크, 패들, 원반, 썬(Thin)필름

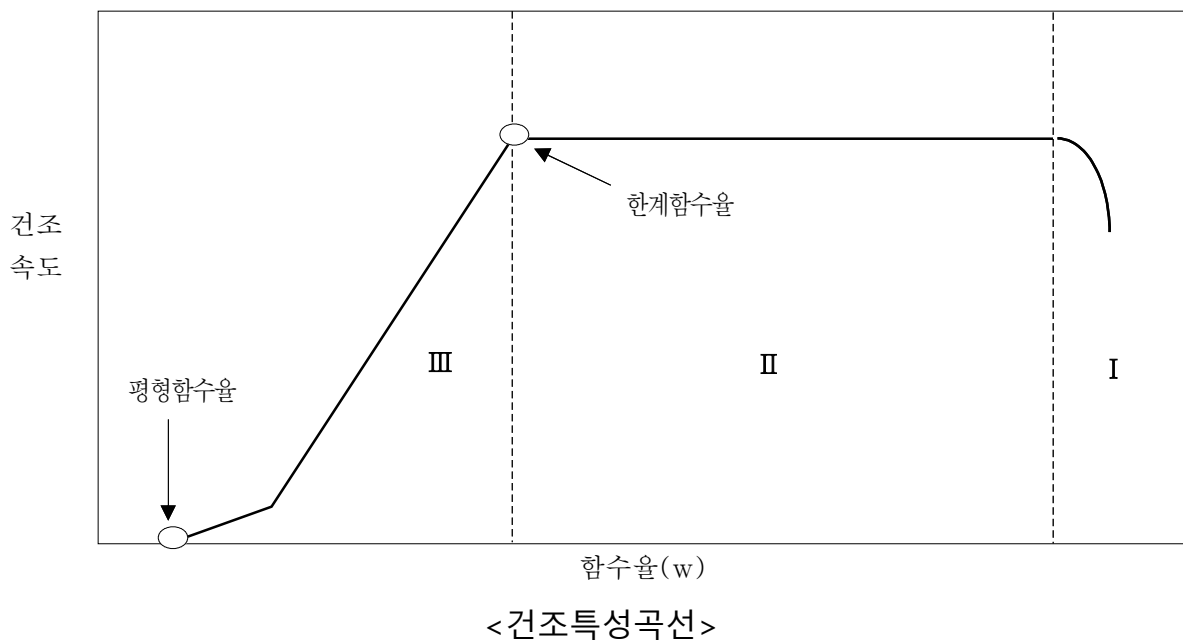
### 〈건조기술 종합비교〉

구 분	작 점 건 주			
	회전(드럼)건조기	벨트건조기	기류건조기	유동층건조기
원 리	회전하는 원통드럼내에 피건소물을 교반축으로 파쇄. 교반 열풍과 접촉하여 건조하는 방식	피건소물을 벨트 위에 놓고 투입구에서 출구까지 이송하는 사이 열풍을 불어넣어 건조하는 방식	열풍의 흐름속에 재료를 분산 공급하여 피건소물이 열풍과 동반 건조하는 방식	
연 원	석유, 경유, LNG, LPG 등	석유, 경유, LNG, LPG 등	석유, 경유, LNG, LPG 등	석유, 경유, LNG, LPG 등
가동방식	연 속	연 속	연 속	연 속
처리용량	대~소	중~소	소	중~소
건조함수율	약 10%정도	약 10%정도	약 5%정도	약 3%정도
일 효 율	대, 중	중	대	대
국내적용실적	충북 충주(100톤/일×1기)	없 음	없 음	없 음
상 점	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기계구조가 간단</li> <li>- 대량처리에 적합</li> <li>- 건조수분 조절용이</li> <li>- 비교적 열용량계수 큼</li> <li>- 건조박스에 비해 열효율이 다소 높음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기류방향을 Down flow와 Up flow를 조합하여 재료층 상하의 수분연속 억제</li> <li>- 비교적 배기온도가 높음</li> <li>- 열효율 높음</li> <li>- 다양하게 적용가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 건조를 입자의 연풍중 부산 효과 우수</li> <li>- 고온건조가스 사용 가능</li> <li>- 건조시간 짧음</li> <li>- 작은 입径 건조 용이</li> <li>- 단물건조처리에 적합</li> <li>- 종형으로 소모부지 적음</li> <li>- 피건소물에 대한 장치계내의 선별과 이송 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 재료와 연풍과 혼합우수</li> <li>- 유동층 온도가 균일하여 균일한 제품 생산가능</li> <li>- 단위 면적당 처리능력이 커서 설치면적이 작음</li> <li>- 장치의 구조가 간단하고 가동부분이 적으며 청정 및 유지보수가 용이</li> <li>- 건조 지연시간 조절 가능</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 설치면적이 큼</li> <li>- 비산먼지 및 후단 익취처리에 문제 많음</li> <li>- 점착성 물질에 불리</li> <li>- 고온에 의한 기계의 열변형 문제있음</li> <li>- 저온에서는 각 입자간의 균일한 건조가 난해</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 재료투입부, 제품출구에서 열풍 유출 또는 외기 흡입 가능성 높음</li> <li>- 극저습수분까지 건조 곤란</li> <li>- 외기의 혼입으로 작업환경의 악화, 일효율의 저하초래</li> <li>- 건조기내 피건조를 균일한 표면 배열 필요</li> <li>- 각 실의 군에서의 스프레드가 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 자연성 재료에서는 분진 폭발, 화재 등의 위험</li> <li>- 재료에 따른 장시간 운전에서의 부칙의 성장성</li> <li>- 운전폭 좁음</li> <li>- 운전비용이 다소 큼</li> <li>- 회전건조기에 비해 풍압 높고, 동력소모가 큼</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유동층 재료는 응집하기 쉬워 유동성이 나쁨</li> <li>- 투입부 부분에서의 유동 불량 발생</li> <li>- 입경분포가 넓은 경우 처리 곤란</li> <li>- 큰입자의 처리 곤란(락힐 우려)</li> </ul>
국내 관련업체	포스코건설, 유천ENG, 엔비이오컨스,	-	상우기계	상우기계,하이켈엔지니어링

구 분	식 접 건 조	긴 접 건 조		
	원반건조기	디스크 건조기	패들건조기	박막식 건조기
원 리	2중 여러 원판을 배치하고 중앙의 교반익에 의해 피건조물을 아래로 이동해가면서 건조하는 방식	다수의 원형디스크 및 자켓에 통과하는 스팀의 열을 이용하여 슬러지를 간접건조하는 방식	스팀으로 자켓과 패들을 가열하여 가열된 패들이 서로 회전하면서 긴접건조하는 방식	원통내부에 수십개의 사각 얇은 막판과 자켓으로 구성되어 피건조물을 간접건조하는 방식
열 원	스팀 또는 열매체유	스팀 또는 열매체유	스팀 또는 열매체유	스팀 또는 열매체유
가동방식	연 속	연 속	연 속	연 속
처리용량	대~중	중~소	중~소	중~소
건조함수율	약 20%정도	약 20%정도	약 30%정도	약 5%정도
열효율	소	소	소	소
국내 적용실적	서울 탄천(가농 증지)	서울 시남, 난지, 중랑 경기 안산, 양평	경기 구리, 성남 충북 청수 등	없음
장 점	<ul style="list-style-type: none"> <li>-비교적 분진발생이 적음</li> <li>-체류시간 자유조절이 가능</li> <li>-대량처리 용이</li> <li>-설치면적 적음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-패들에 비해 구동부위가 적어 유지보수 간단</li> <li>-디스크 사이의 간격조절을 통한 전열면적 최대화</li> <li>-밀폐형 접촉식으로 악취물질 최소화</li> <li>-동일면적 대비 건조기 크기가 작음</li> <li>-체류시간 조절이 용이</li> <li>-고수분슬러지 건조 용이</li> <li>-마모가 작음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-혼합교과 우수</li> <li>-밀폐형 접촉식으로 악취물질 최소화</li> <li>-두축의 패들이 서로 엇갈려 있어 슬러지의 이동이 원활함</li> <li>-전착성 제물에 좋음</li> <li>-디스크의 건조 및 분쇄 효과가 있음</li> <li>-동일 전열면적 대비 건조기 작음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-밀폐된 구조로 악취발생 최소화</li> <li>-전열면적 넓어 건조시간 짧음</li> <li>-고수분 슬러지 또는 액상슬러리 처리 가능</li> </ul>
단 점	<ul style="list-style-type: none"> <li>-구조가 복잡</li> <li>-기계적 구동부위 많아 유지보수 어려움</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-패들건조기에 비하여 교반효과는 다소 떨어짐</li> <li>-축의 진동, 수축팽창 문제로 디스크 크기 및 수량을 제한할 수 없음</li> <li>-고온 직접 열공식에 비해 열효율은 다소 떨어짐</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-2개 패들이 교차 교반시 마찰에 의한 마모가 심함</li> <li>-2축의 간섭에 의해 패들의 증대가 제한됨</li> <li>-1축에 비해 구동부가 많이 구조가 복잡하고 유지 보수가 어려움</li> <li>-고온 직접 열공식에 비해 열효율이 다소 떨어짐</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-급격한 압력변화 또는 온도변화에 대하여 대처능력이 낮음</li> <li>-내부 구조가 복잡하여 유지보수가 불리</li> </ul>
국내 관련업체	원재	한솔EME, 장우기계	삼창기업, 코오롱환경서비스	소하

## □ 건조원리

건조조작은 열을 도입하여 수분을 기화증발시켜 고액분리를 하는 조작으로 크게 열풍, 전도전열 그리고 복사전열 등을 이용하는 방식으로 나뉘는데 상대적인 의미로 액체함량을 초기치로부터 어떤 최종치까지 줄이는 것을 의미한다. 또한 건조 슬러지는 유기물이 안정화 되어 직접 이용할 수도 있다. 최근에 슬러지를 고온 건조시켜 Pellet를 만들어 시장성이 높은 비료를 얻는 자원화 방안이 제시된 바도 있다. 일반적으로 농축이나 탈수와 같은 기계적 조작에 의한 고액분리와 비교하여 열적수단에 의한 고액분리(건조)는 훨씬 높은 비용이 들어가나 기계적 분리로는 수분함량을 약 70%로 까지 밖에는 낮추지 못하므로, 슬러지의 유효이용, 소각 및 처분을 위해서는 그 전처리 과정으로 건조조작이 필요하다. 일반적으로 젖은 고체의 건조특성은 물질의 건조속도와 수분함량에 대하여 도시한 건조특성 곡선으로 잘 설명된다. 즉, 충분히 습윤시킨 고체를 일정온도, 일정습도와 유속을 가진 다량의 공기중에 놓고서 그 중량감소를 기록하면 건조과정은 I : 재료예열기간(lag period), II : 항율건조기간(constant-rate drying period), III : 감율건조기간(falling-rate drying period)의 3가지로 구분할 수 있다.



### 가. 재료 예열기간

재료가 예열되어 함수율이 천천히 감소하는 기간을 말한다, 즉, 투입된 재료가 습구온도까지 상승하는 구간에서, 시간적으로도 비교적 짧고, 이동간의 수분변화는 작다.

## 나. 향률건조

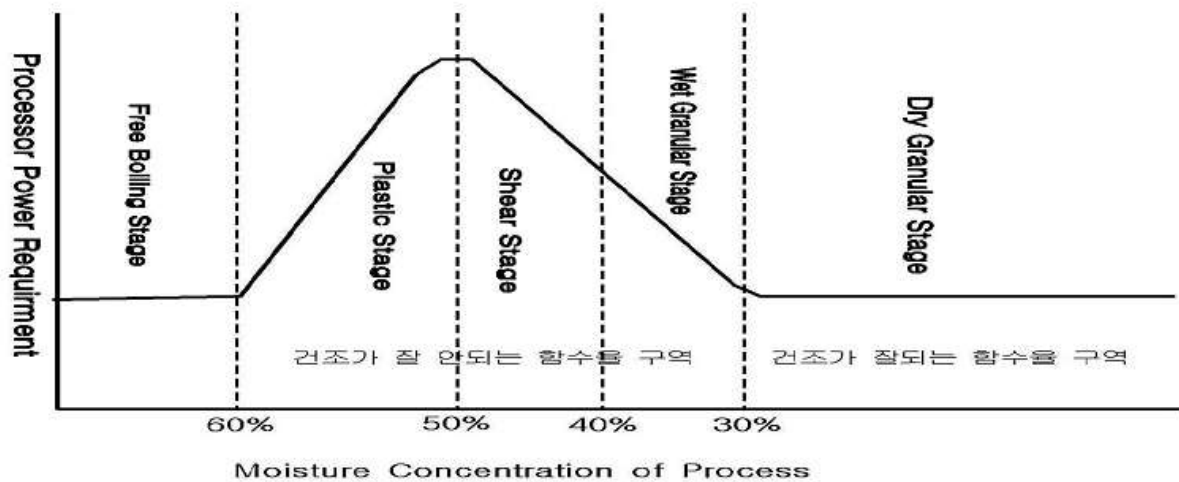
건조기간 중 건조속도가 일정한 경우로서, 재료 함수율이 직선적으로 감소하고 재료 온도가 일정한 기간을 말하며 결정구조로 된 물체나 분무건조(spray drying)에서 액적의 초기건조는 향률건조에 해당한다. 이 경우는 물체 표면이 아주 젖어 있어서 전체 건조 표면위에 물이 연속경막으로 존재하며, 이 물은 고체가 없는 것과 똑같이 작용하므로 순수한 물의 건조속도라고 봐도 무방하다. 피건조물의 온도는 근사적으로 그 열풍의 습구온도로 유지되므로 이 기간 중 건조속도는 일정하다. 따라서, 열노화를 받기 쉬운 재료라도 습구온도가 품질허용 온도보다도 낮으면 열풍온도는 통상 비교적 높게 잡는 것이 가능하다, 일반적으로 유동상 건조장치나 기류건조장치와 같이 열풍과의 접촉이 심한 건조방식 또는 작은 형상으로 자주 분산되어 열풍과의 접촉면적이 큰 방식에서는 한계함수율이 내려가, 향률건조 기간이 길게 계속되어 유리하다.

## 다. 감률건조

감률건조 기간은 함수율의 감소비율이 완만해지고 이어 평형에 도달하기까지의 기간을 말하며 수분함량이 감소함에 따라 향률기간은 일정한 수분함량에서 끝나고, 더 건조되는 동안은 속도가 감소한다. 건조가 진행되면 조직의 변화로 내부 수분 이동이 더욱 어려워지게 되므로 차츰 표면에서의 증발속도는 계속 감소하게 되어 감률 건조 현상이 일어나게 된다, 임계점 다음의 기간을 감률 건조기간이라고 한다. 점 C와 같이 향률기간이 끝나는 점은 임계점이다. 이 점은 표면위의 물이 불충분하여 전체 건조면적을 덮는 연속경막을 유지하기 어려운 순간을 표시한다. 따라서, 감률 건조기간은 조직 내의 수분의 이동속도에 지배를 받는 건조구간이다. 조직 내의 수분이동 기작은 조직 내의 모세관을 따라 이동하는 모세관 이동과 수분의 농도나 수증기 분압의 차에 따라 확산되는 확산이동기작이 있다.

## 라. 건조영역

탈수슬러지는 유기물이 포함된 활성슬러지와 응집제인 폴리머약품으로 구성되어 있어, 폐수슬러지나 기타 슬러지와는 다른 특성(온도 변화에 민감한 성질과 점성) 때문에 건조 한계영역(함수율 약 40~60%)을 피하여 30% 이하로 건조하여야 슬러지 이송 등의 문제가 없으며, 완전건조(10% 이하)시에는 연료로의 재활용도 가능하다.

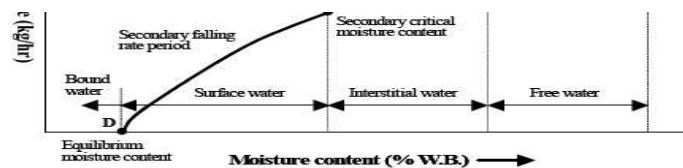
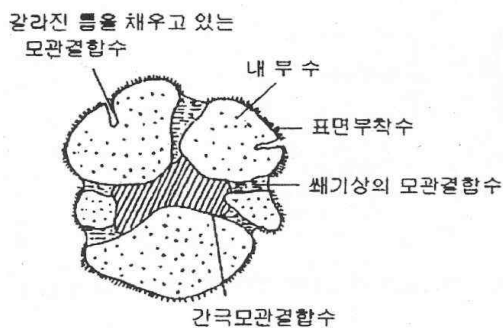


### < 함수율별 건조비 >

#### □ 하수슬러지 건조과정

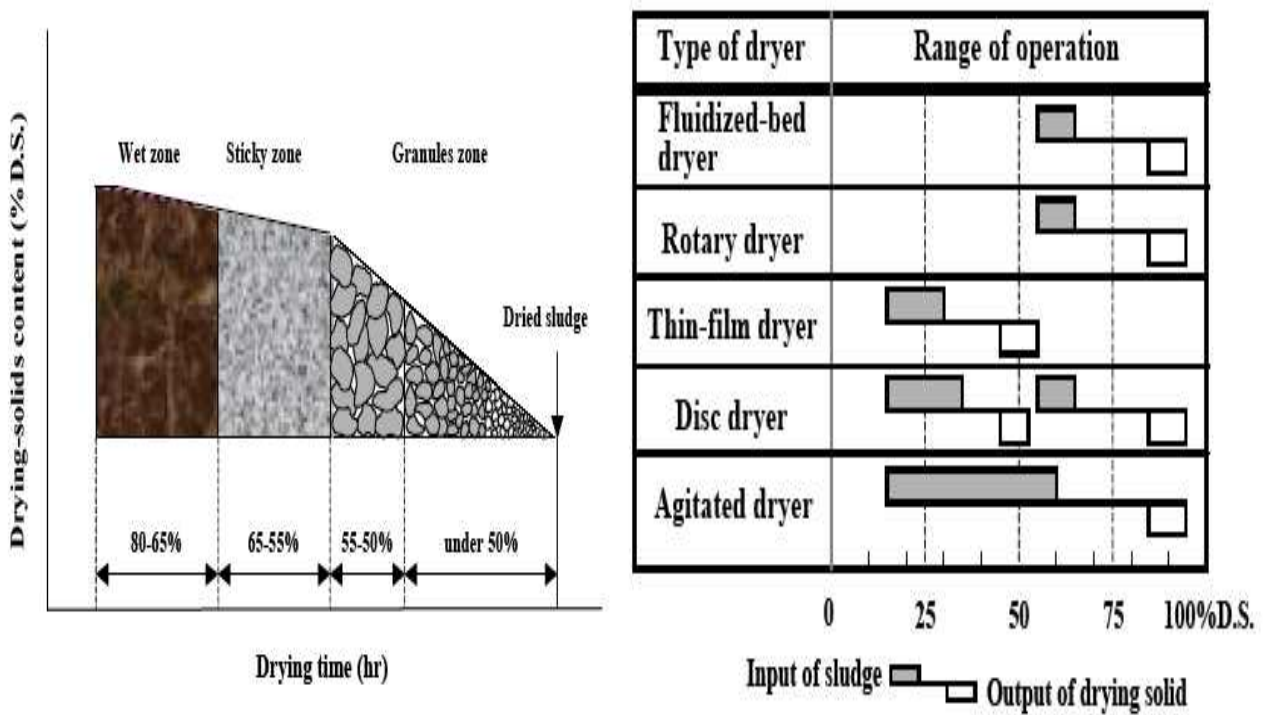
##### 가. 건조의 과정

탈수슬러지의 함수율은 대략적으로 70~80%이고 슬러지 내부에 있는 수분의 분포상태를 살펴보면 내부수, 모관결합수, 표면부착수, 간극수로 구분할 수 있으며, 표면부착수는 슬러지 수분중 대부분을 차지하며 항률 건조기간에 증발된다. 간극수와 모관결합수는 슬러지내의 분자와 분자들 사이의 수분으로 감율건조 1단에서 증발되며, 표면부착수는 분자 표면에 막으로 되어있으며 감율건조 2단에서 증발된다. 내부수는 분자에 화학적으로 결합되어 있는 수분으로서 건조로 완전히 증발시킬 수 없으며 슬러지가 함유하는 4가지 서로 다른 수분들에 대하여 건조 시 각각의 수분 분포를 나타내었다.



## 나. 슬러지 건조과정

일반적으로 슬러지 건조과정은 아래의 그림에서와 같이 유동성 단계, 점착성 단계, 입자화단계의 3단계를 거치면서 건조가 진행된다. 유동성 단계는 함수율 80~65%의 곤죽상태(Paste)에 있으며, 점착성 단계는 함수율 65~55%의 점성이 강한 반고체 상태이고, 입자화 단계는 함수율 55~50%로서 작은 덩어리로 쪼개지면서 함수율 50% 이하에서 알갱이 또는 입자상태로 변화되어 건조가 진행된다. 또한 각 형식의 슬러지 건조기의 선택은 건조대상 슬러지의 성상과 건조조건에 따라 건조기내의 피건조물 이동, 공급, 배출의 난이성 등에 대한 사전검토가 필요하며, 다양한 운전변수들을 고려하여 선택하여야 하며 아래 그림은 슬러지 처리에 적용되는 건조기의 종류 및 형식별 운전범위를 나타내었다.



<슬러지 내 건조과정>

<슬러지 건조기의 운전범위>



## 4 운영 및 유지관리 방법

### 4-1 반입공급설비

☐ 하수슬러지 반입공정

기기번호	기기명	형식 및 규격	동력 (kW)	수량(대)			비고
				상용	예비	계	
M-1~10-101	슬러지 저장소 투입문	유압구동형 푸셔식(양문형) 3,700W x 2,950L	-	10	-	10	
M-1~10-103A/B	슬러지 배출기	유압구동 푸셔식(Push Rod) 3,000W x 6,850L	-	20	-	10	
M-1~10-104	슬러지 저장소 유압장치	사각탱크 일체형 유압오일 탱크 300L, 75 kg/cm <sup>2</sup> .G	15	10	-	10	
M-1~10-105A/B	슬러지 배출컨베이어	3축 스크류 컨베이어 500W x 5,660L (컨베이어 개구부 기준)	5.5	20	-	20	
M-1~10-106A/B	슬러지 이송컨베이어	2축 스크류 컨베이어 300A x 3,800 mmL x Screw Pitch 220 mm	3.7	20		20	
M-1~10-107A,B	슬러지 공급펌프	유압구동식 복동 피스톤펌프 5 ton/hr x 80~150 kg/cm <sup>2</sup> .G	-	20	-	20	
M-1~10-108	슬러지 공급펌프 유압장치	사각탱크 일체형, 용적식 유압펌프 150G(약600L), 80~150 kg/cm <sup>2</sup> .G	37	10	10	20	
M-1~10-109	악취흡입 송풍기	편흡입, 터보형, 모터 직결구동형 220 m <sup>3</sup> /min x 600 mmAq	45	10	-	10	
M-1~10-110	일시저장소	수직각형, 하부 호퍼구조 1,525W x 1,225L x 1,250H	-	10	-	10	
M-1~10-111	정량 배출컨베이어	2축 스크류 컨베이어 R175 x 2,250L (Screw Pitch : 250 mm)	3.7	10	-	10	
M-1~10-112	슬러지 배출스케일	BELT CONVEYOR TYPE 987W x 2100L x 1170H mm	0.75	10	-	10	
M-1~10-113	슬러지 이물질 선별장치	전동 진동기 부착 (격자형) 3,550W x 2,800L	-	10	-	10	

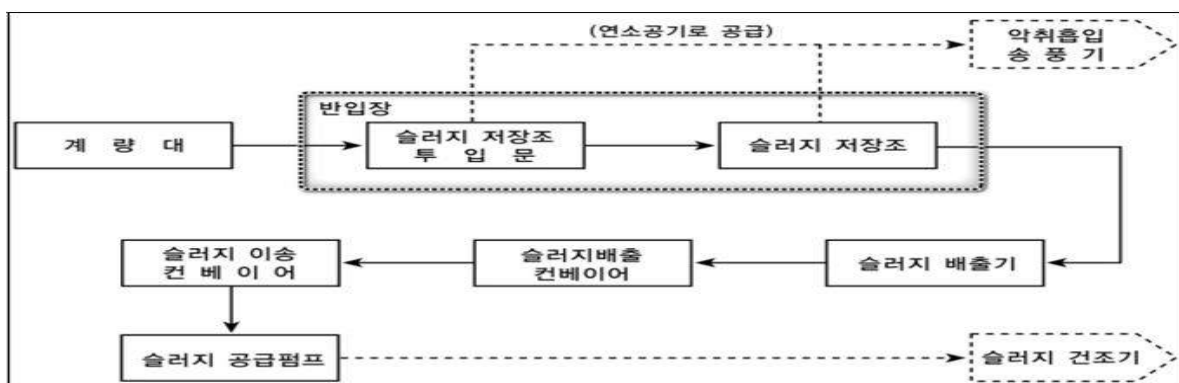
## 가. 설비개요

- 반입공급설비는 수도권 3개 시·도 하수처리장에서 발생하는 하수슬러지를 반입차량에 의해 반입되는 하수슬러지를 슬러지 저장조에 건조설비까지 이송하기 위한 설비이며 주요설비로는 슬러지 저장조 투입문, 슬러지 저장조, 슬러지 배출 컨베이어, 슬러지 이송컨베이어, 슬러지 공급펌프, 악취흡입송풍기 등으로 구성된다.

## 나. 설비계통

- 1) 반입공급설비는 100톤/일X10계열로 구성하여 신속한 반입공급이 가능하도록 한다.
- 2) 수도권 3개 지자체 각 하수처리장에서 발생하는 탈수슬러지는 차량에 의해 슬러지 자원화시설로 반입된다.
- 3) 하수슬러지 반입차량은 중앙계량대에서 계량 후 슬러지 자원화시설의 슬러지 반입장 및 슬러지 저장조 투입문을 통하여 슬러지 저장조에 일시 저장된다.
- 4) 슬러지 저장조는 슬러지 반입량 및 반입차량의 신속한 투입작업등을 고려하여 10계열로 구성한다.
- 5) 슬러지 저장조에 저장된 슬러지는 하부의 슬러지 배출장치 및 슬러지 공급펌프로 건조설비 투입시설인 건조기 투입호퍼까지 이송한다.

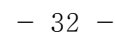
## 다. 설비계통도



## 라. 현장중심 노하우

- 1) 정확한 계량을 위해 슬러지 배출스케일은 최소 1개월에 1회 이상 영점조정하여 투입한다.

## 반입 공급설비 계통도(1/10)



## 4-2 건조설비

□ 슬러지 건조설비

기기번호	기기명	형식 및 규격	동력 (kW)	수량(대)			비고
				상용	예비	계	
M-1~10-201	건조기 투입호퍼	수직각형, 하부 호퍼구조 900W × 750L × 1,750H	-	10	-	10	
M-1~10-202	건조기 투입컨베이어	스크류 컨베이어 300A × 1,600L	-	10	-	10	
M-1~10-203A~C	슬러지 파쇄기	고속회전형 (V-Belt구동형) Impeller : Φ700×5,000L×2set 12EA Stick : Φ14 × 400L	11	20	-	20	전단
		고속회전형 (V-Belt구동형) Impeller : Φ700×3,650L×1set 15EA Stick : Φ12 × 400L	7.5	10	-	10	후단
M-1~10-204	건조기	단축 파쇄 시스템을 장착한 직접가열 건조방식 본체 : Φ2,300 × 19,825L (1°)	30	10	-	10	
M-1~10-205	건조슬러지 배출컨베이어	플라이트 컨베이어 480W × 745H × 5,000L	2.2	10	-	10	
M-1~10-206	건조슬러지 수직 이송컨베이어	버킷 엘리베이터 380W × 900L × 12,145H	3.7	10	-	10	
M-1~10-207	건조슬러지 수평 이송컨베이어	플라이트 컨베이어	3.7	10	-	10	
M-1~10-208	건조슬러지 냉각기	수냉자켓 회전식(로터리 킬른식) Φ1,560(O.D) × 7,320L	5.5	10	-	10	
M-1~10-209A,B M-1~10-408A,B	유지보수용 호이스트	모노레일 호이스트, 4점식 권양 10 m/min, 주행 16 m/min	3.7 3.7	2 5	-	7	209(2) 408(5)
M-1~10-212	건조슬러지 배출 컨베이어 로터리밸브	플라이트 컨베이어 400W × 185H , 3,835L × 5,845H	1.5	10	-	10	

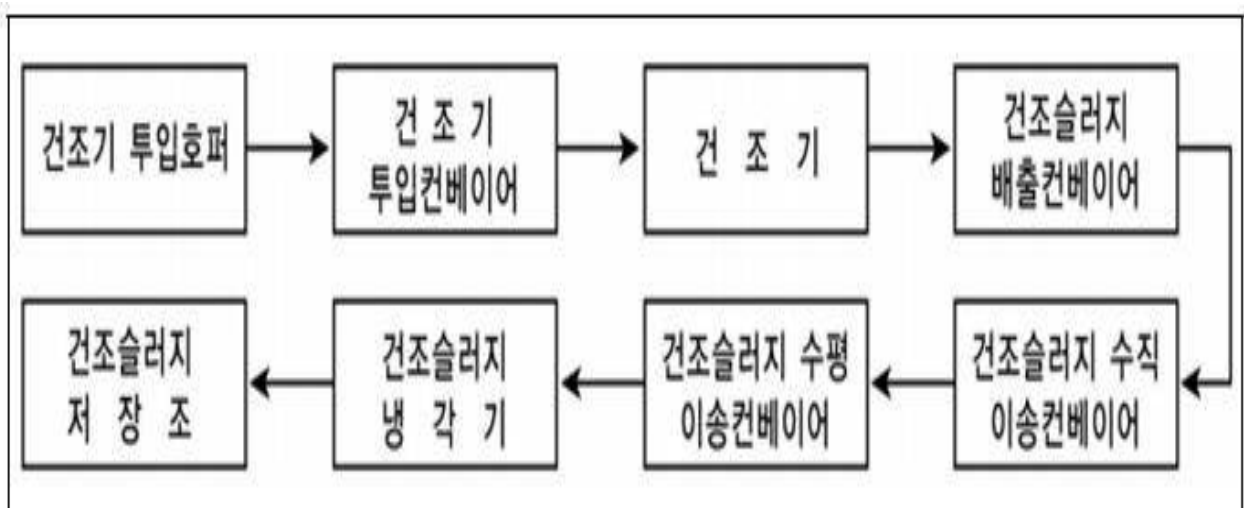
가. 설비개요

- 슬러지 건조설비는 고온열풍에 의한 로터리 킬른 건조방식으로 24시간/일 가동하여 하수슬러지에 함유되어 있는 수분을 건조시키기 위한 슬러지 건조설비로 함수율 80% 하수 슬러지를 함수율 10% 이하로 건조시킬 수 있는 능력을 보유하여야 하며, 건조기 투입호퍼, 건조기 투입컨베이어, 슬러지 파쇄기, 슬러지 건조기, 건조슬러지 배출 컨베이어 등으로 구성된다.

나. 설비계통

- 1) 슬러지 공급펌프에 의해 공급된 하수 슬러지는 건조기 투입호퍼로 이송되어 하부 투입컨베이어에 의해 일정량씩 건조기에 공급된다.
- 2) 건조기로 투입된 하수슬러지는 입구에 설치되어 고속회전하는 2축의 슬러지 파쇄기로 파쇄되어 입자화되며 Sticky Zone 형성을 방지하고 열풍로에서 공급되는 고온의 열풍가스(800℃)와 접촉효율을 높여 슬러지 중 수분을 증발·제거하여 함수율 10%이하의 건조슬러지를 생산한다.
- 3) 회전하는 건조기 내벽에 일정간격으로 취부된 발개장치(Lifter)에 의해 슬러지는 출구쪽으로 이송 및 낙하되면서 열풍가스와 접촉하여 건조가 진행된다.
- 4) 건조기에서 배출되는 건조슬러지는 이송장치에 의해 건조슬러지 냉각 장치로 이송되며, 증발된 수분과 건조배가스는 후단의 원심력집진기로 이송된다.

다. 설비계통도



## 라. 설계기준

### 1) 일반사항

- 가) 슬러지 처리량 : 1,000 톤/일(100 톤/일·계열 × 10계열)
- 나) 처리범위 : 정격처리량의 70 ~ 110%(최대 : 함수율 80% 기준 1,200 톤/일까지 처리가능)
- 다) 투입 슬러지 함수율 :  $80 \pm 5\%$
- 라) 건조 슬러지 함수율 : 10%이하
- 마) 건조 슬러지 입도 : 20 mm이하
- 바) 시설가동시간 : 1일 24시간 × 333일/년 이상

### 2) 설계 및 구조

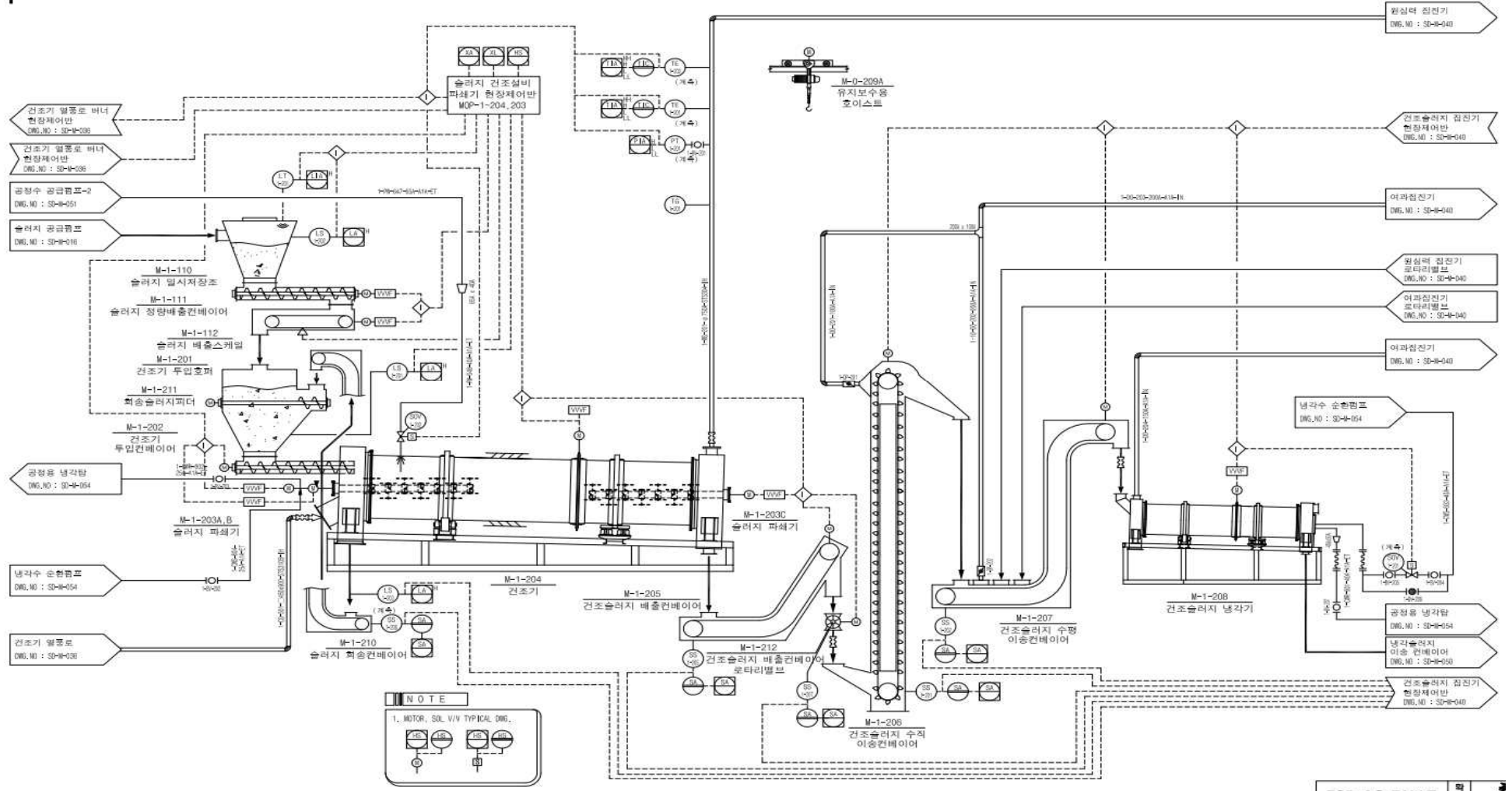
- 가) 슬러지 공급펌프에서 공급된 슬러지는 건조기 투입호퍼에서 가교현상 없이 건조기내로 원활하게 공급되는 구조이어야 한다.
- 나) 건조기 출구 건조배가스 온도에 따라 건조기에 유입되는 열풍가스 온도의 제어에 의해 건조슬러지 함수율을 10% 이하로 배출하는 구조이어야 한다.
- 다) 하수슬러지가 투입되는 건조기 입구쪽의 슬러지 파쇄기는 투입되는 슬러지를 효율적으로 파쇄가능한 구조 및 위치를 선정하여 설치되어야 하며, 고온에 의한 열변형, 처짐현상이 발생되지 않는 재질을 선정하여 제작 및 설치하여야 한다.
- 라) 건조기의 하수슬러지 건조능력은 제시된 슬러지 함수율 및 처리량 기준 이상이어야 하며, 건조필요열량, 연료사용량 등 설계조건은 제시된 값을 초과하여서는 안 된다.

## 마. 현장중심 노하우

- 1) 건조기 입구 온도는 최대 800도 이상 올리지 않고 출구온도 또한 160도 이상으로 올리지 않고 130도 이하로 유지한다. 또한, 건조물 온도를 체크하여 100도 이상 올라가지 않게 건조한다(화재위험).
- 2) 건조기 속도는 소화슬러지 30Hz 가동, 비소화슬러지 35Hz 가동을 유지한다 (적체현상 때문).
- 3) 슬러지 파쇄기A, B번은 26~28Hz 가동 운전시 건조슬러지 상태가 양호하다.
  - 26~28 Hz 가동운전보다 속도가 높더라도 건조물의 입자나 함수율에 영향을 끼치지 않으나, 반대로 속도가 낮으면 건조가 덜되거나 함수율이 높아진다.

## 라. 건조공정도

### ■ 슬러지 건조설비 계통도(1/10)



### 4-3 건조 배가스 처리설비

□ 건조 배가스 처리공정

기기번호	기기명	형식 및 규격	동력 (kW)	수량(대)			비고
				상용	예비	계	
M-1~10-401	원심력 집진기	접선 유입식(더블 싸이클론형) Ø1,360 x 4,180H x 2set/계열	-	10	-	10	
M-1~10-402A,B	원심력집진기 로터리밸브	로터리식 입/출구 구경 Ø318.5 mm	0.75	20	-	20	
M-1~10-403)	여과집진기	Pulse-Jet방식 2,940W x 5,570L x 6,365H	-	10	-	10	
M-1~10-404A,B	여과집진기 바이브레이터	모터진동식	0.2	20	-	20	
M-1~10-405A,B	여과집진기 로터리밸브	로터리식 입/출구 구경 Ø300 mm	0.75	20	-	20	
M-1~10-406	공기에열기	판형(Plate Type) 열교환기	-	10	-	10	
M-1~10-407	건조배가스 송풍기	편흡입, 터보형 440 m <sup>3</sup> /min x 400 mmAq	75	10	-	10	

#### 가. 설비개요

- 건조 배가스실은 건조기실에서 슬러지 건조과정에서 생성되는 배가스 및 분진을 집진하여 처리하는 시설로써 원심력집진기, 여과집진기, 악취흡입송풍기, 건조 배가스 송풍기로 구성되어있다.

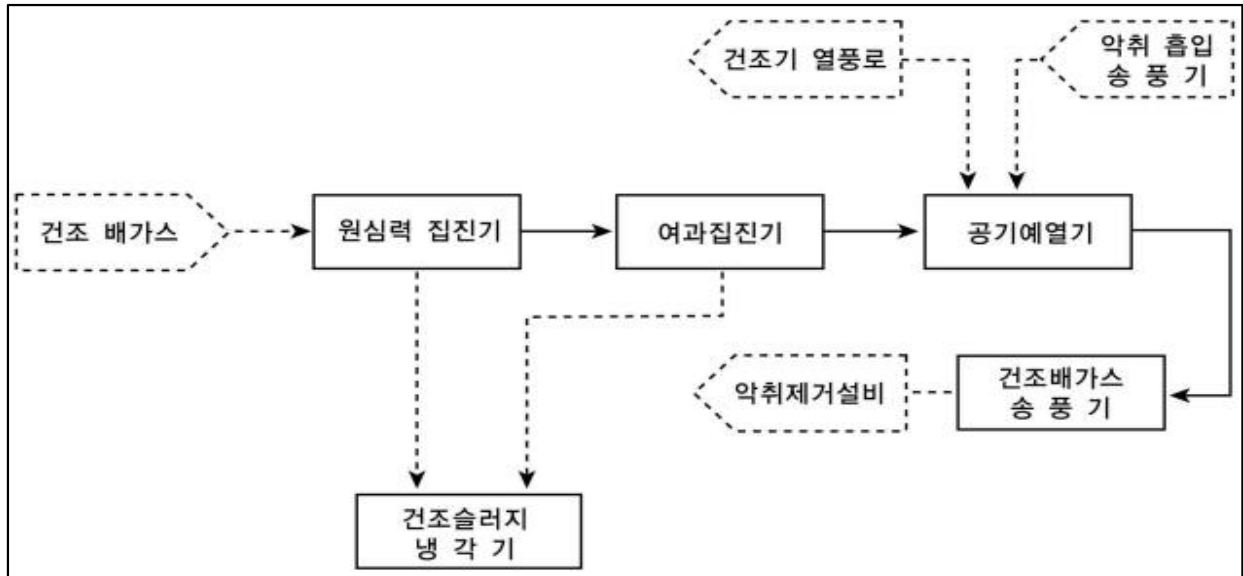
#### 나. 설비계통

- 건조 과정에서 발생한 분진 및 수증기 등 건조배가스 중에 함유된 분진을 1차 원심력 집진기에서 포집하여 로터리 밸브로 배출하고 미세분진은 여과 집진기에서 2차 포집하여 로터리 밸브를 통하여 외부로 배출한다.
- 외부로 배출된 분진은 건조슬러지 수직 이송컨베이어에서 이송된 건조 슬러지와 함께 건조 슬러지 수평 이송컨베이어에 의하여 후단 건조슬러지 냉각기로



이송되며 수증기 등의 건조배가스는 공기에열기에서 연소공기를 가열하여 건조배가스 송풍기로 유입되어, 후단의 악취처리설비인 건조배기 가스 탈습탑으로 이송된다.

다. 설비계통도



#### 4-4 악취방지시설

□ 악취방지 처리공정

기기 번호	기기 명	형식 및 규격	동력 (kW)	수량(대)			비고
				상용	예비	계	
M-1-801 M-2-817	건조배가스 탈습탑	스크러버식(향류식) Φ6,750 x 5,900H	-	2	-	2	2set
M-1-802A,B M-2-818A,B	건조배가스 탈습탑 냉각탑	대향류식, 밀폐형 1,310RT / cell	30	2	-	2	2cell /1set
M-1-803A~D M-2-819A~D	건조배가스 탈습탑 냉각탑 순환펌프	원심펌프	-	2	2	4	
M-1-804A/B M-2-820A/B	건조배가스 탈습탑 순환펌프	원심펌프	55	1	1	2	
M-1-805 M-2-821 M-4-879	세정탑	스크러버식 (충진탑, 향류식) Φ5,650 x 7,388H (M-1-805, M-2-821)	-	2	-	2	2set
M-1-806A,B M-2-822A/B	세정탑 냉각탑	대향류식, 밀폐형 225RT / cell	30	2	-	2	2cell /1set
M-1-807A~D M-2-823A/B	세정탑 냉각탑 순환펌프	원심펌프	3.7	2	2	4	

기 기 번 호	기 기 명	형 식 및 규 격	동 력 (kW)	수 량 (대 )			비 고
				상 용	예 비	계	
M-1-808A/B M-2-824A/B M-4-880A/B	세정탑 순환펌프	원심펌프 2.5 m <sup>3</sup> /min × 30 mH	30	1	1	2	5계열 통합
M-1-809A/B M-2-825A/B	바이오필터 흡입송풍기	편흡입 터보형, 직결 구동형 1,250 m <sup>3</sup> /min x 400 mmAq	160	1	1	2	
M-1-810 M-2-826 M-4-877	바이오필터	악취제거용 회전식 고압분사 역세장치를 이용한 저압손형 바이오필터	4.5	2	-	2	500T/ 일
M-1-811A,B M-2-827A/B	고압역세분사장치	Mixer & Dispenser 4,000L x 150A H x 25A, 2 set	3.7	2	-	2	
M-1-812A/B M-2-828A/B M-4-878A/B	바이오필터 순환펌프	원심펌프 0.3 m <sup>3</sup> /min × 20 mH	3.7	1	1	2	
M-1-813 M-2-829	바이오필터 히터	전기식	50	1	-	1	
M-1-814 M-2-830 M-4-874	습식스크러버	스크러버(약액세정)	-	3	-	3	
M-1-815 M-2-831	습식스크러버 히터	전기식	35	1	-	1	
M-1-816A/B M-2-832A/B M-4-875A/B	습식스크러버 순환펌프	원심펌프 2.5 m <sup>3</sup> /min × 20 mH	18.5	1	1	2	
M-0-849	NaOH 저장탱크	수직원통형 Φ2,350 x 2,860H	-	1	-	1	
M-0-850	NaOH 저장탱크 교반기	1단수직축, 패들형 120 RPM × 2.2 kW	2.2	1	-	1	
M-1-851A/B M-2-852A/B M-4-853A/B	NaOH 주입펌프	다이하램프식 50 cc/min × 3 kg/cm <sup>3</sup> .G	0.4	3	3	6	
M-0-854	영양제 탱크	수직원통형 Φ2,350 x 2,860H	-	1	-	1	
M-0-855	영양제 탱크 교반기	1단 수직축, 패들형	2.2	1	-	1	
M-1-856A/B M-2-857A/B M-4-858A/B	영양제 주입펌프	다이하램프식 50 cc/min × 3 kg/cm <sup>3</sup> .G	0.4	3	3	6	

기기번호	기기명	형식 및 규격	동력 (kW)	수량(대)			비고
				상용	예비	계	
M-0-859	NaOCl 저장탱크	수직원통형 Φ2,350 x 2,860H	-	1	-	1	
M-0-860	NaOCl 저장탱크 교반기	1단 수직축, 패들형 120 RPM × 2.2 kW	2.2	1	-	1	
M-1-861A/B M-2-862A/B M-4-863A/B	NaOCl 주입펌프	다이하프램식 50 cc/min × 3 kg/cm <sup>3</sup> .G	0.4	3	3	6	
M-0-864	부식방지제 탱크	수직원통형 Φ2,350 x 2,860H	-	1	-	1	
M-0-865	부식방지제 저장탱크 교반기	1단 수직축, 패들형 120 RPM × 2.2 kW	2.2	1	-	1	
M-1-866A/B M-2-867A/B M-4-868A/B	부식방지제 주입펌프	다이하프램식 50 cc/min × 3kg/cm <sup>3</sup> .G	0.4	3	3	6	
M-0-869	미생물 방지제 탱크 교반기	수직원통형 Φ2,350 x 2,860H	-	1	-	1	
M-1-870A/B	미생물 방지제 주입펌프	1단 수직축, 패들형 120 RPM × 2.2 kW	2.2	1	-	1	
M-2-871A/B M-2-872A/B M-4-873A/B	미생물 방지제 주입펌프	다이하프램식 50 cc/min × 3 kg/cm <sup>3</sup> .G	0.4	3	3	6	

#### 가. 공정개요

- 건조기에서 배출되는 건조배가스 중에는 건조과정에서 탈수슬러지로부터 증발된 다량의 수분과 비산먼지, 악취가 포함되어 있으며, 이들 중 비산먼지 등 입자상 물질은 전단의 집진설비인 원심력집진기, 여과집진기에서 포집 제거된다. 악취제거설비는 건조배가스중 수분의 응축제거와 악취를 제거하기 위한 설비로서 주요설비로는 건조배가스 탈습탑, 세정탑, 습식스크러버, 냉각탑으로 구성된다.

#### 나. 설비계통

- 반입공급설비에서 집진설비까지는 각 계열별로 100톤/일, 10계열로 구성되고 악취제거 설비는 전단의 5계열(500톤/일)을 처리하는 2계열, 슬러지 건조·보관시설의 공간 악취를 처리하는 설비 350 m<sup>3</sup>/min × 1계열, 800 m<sup>3</sup>/min × 1계열 총 4계열로 설비로 구성된다.

- 건조과정에서 발생하는 비산먼지 등 입자상물질은 전단의 집진설비인 원심력 집진기, 여과 집진기에서 제거 된 후 건조 배가스 송풍기를 거쳐 본 설비에 투입되는 건조배가스는 건조과정에서 탈수 슬러지로부터 증발되는 다량의 수분과 악취성분을 포함하고 있으므로, 수분응축 및 악취성분 제거를 목적으로 하고 있다.
- 건조배가스 탈습탑에서는 약 120℃로 유입되는 건조배가스에 냉각수를 분무하여 건조배가스 온도를 50℃ 이하로 냉각시켜 건조배가스 중 수분을 응축 제거한다.
- 후단의 세정탑 에서는 건조배가스에 냉각수를 분무하여 건조배가스 온도를 40℃ 이하로 냉각 및 건조배가스 중의 수용성 악취가스, 입자상 물질의 제거 기능을 한다.
- 건조배가스 탈습탑과 세정탑을 통과하면서 수용성 악취가스 및 입자상 물질이 완전 제거되고 배가스 온도가 40℃ 이하로 냉각된 건조 배가스는 바이오 필터 및 스크리버를 통과하면서 물리, 화학적 탈취과정을 통해 악취를 제거하며, 최종 배출과정에서 미취를 제거하기 위해 차아염소산 등을 사용한 약액 세정을 거치게 된다.

#### 4-5 바이오가스 전처리설비

##### □ 바이오가스 전처리 공정

###### 가. 공정 개요



나. 제원 및 수량

구 분	건식탈황설비	실록산제거설비	가압송풍기	혼합기
형 식	건식	촉매흡착식	Turbo-blower	이젝터
용 량	1,500 Nm <sup>3</sup> /hr	1,500 Nm <sup>3</sup> /hr	25 Nm <sup>3</sup> /min	400 Nm <sup>3</sup> /hr (bio-gas)
충진제	산화철(Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	첨착활성탄		
H <sub>2</sub> S 입구농도	500 ppm 이하	5 mg/Nm <sup>3</sup> 이하		
H <sub>2</sub> S 출구농도	10 ppm 이하	1 mg/Nm <sup>3</sup> 이하		
재 질	STS304	STS304	STS304	STS304
수 량	2 기	1기	2기	4기

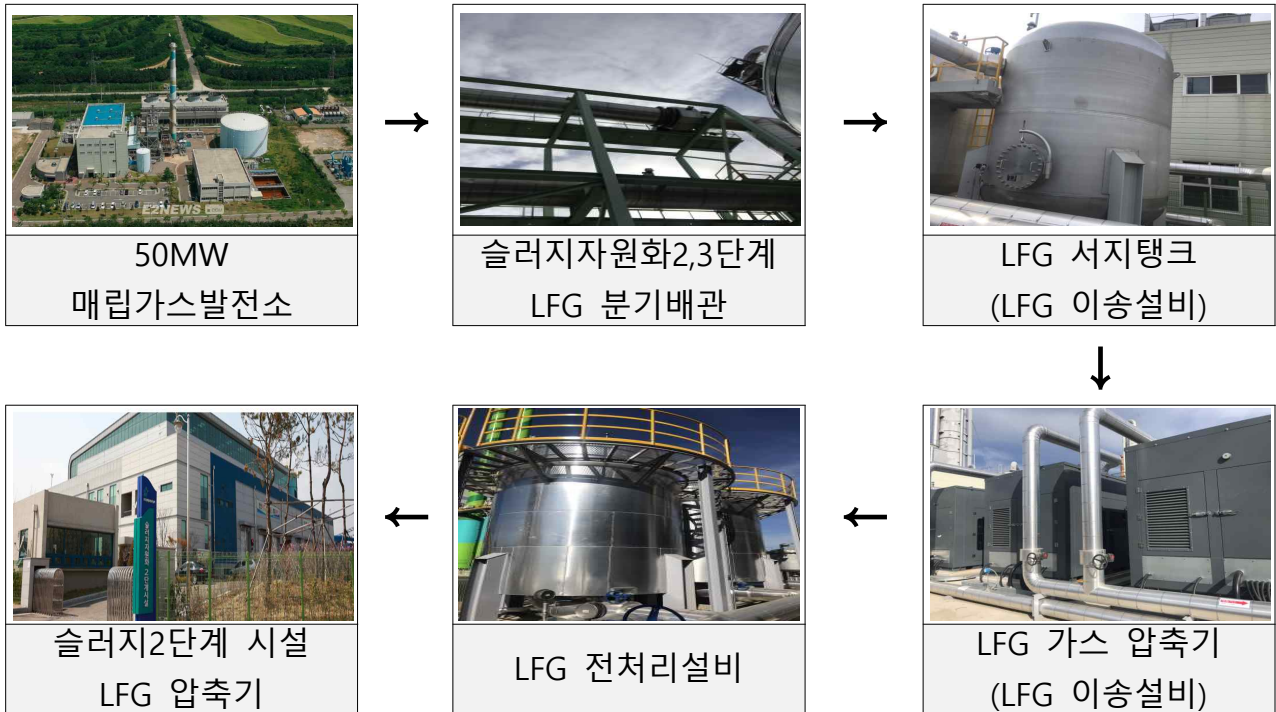
나. 건식 탈황설비 및 실록산 제거설비 시설 내역

구 분		내 용
건식 탈황설비	기능	H <sub>2</sub> S(황화수소)를 제거하기 위해 산화철을 사용하여 바이오가스 전처리 시설, 혼합시설, 슬러지자원화 2단계시설의 부식방지로 후단설비의 안정성 증가 및 대기오염물질 배출 최소화
	용량	1,500 Nm <sup>3</sup> /hr(건식)
	규격	Ø2,500 × 10,025H(Tank), 2 대(예비 탈황기 포함)
	충진제	산화철 (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), 30 m <sup>3</sup> /대
실록산 제거설비	기능	바이오가스에서 발생하는 규소화합물인 실록산을 제거하여 후단설비의 안정성 증가
	용량	1,500 Nm <sup>3</sup> /hr
	규격	Ø2,000 × 4,095 H(Tank), 1대
	충진제	활성탄, 3 m <sup>3</sup> /대

## 4-6 매립가스(LFG) 공급설비

### □ LFG 공급설비 개요

#### 가. 공정 개요



### 4.6.2 LFG 공급설비 운전, 점검, 정비사항

#### 가. LFG 압축기 내역

구 분		내 용
LFG 가스 압축기	기능	50MW 전처리설비에서 유입되는 LFG를 압축하여 이송배관을 통해 LFG 전처리설비로 이송시킴.
	용량	유량 : 110 Nm <sup>3</sup> /min(128 m <sup>3</sup> /min @ 40 °C) 입구압력 : 1.033 kg/cm <sup>2</sup> , 출구압력 : 3.033 kg/cm <sup>2</sup>
	규격	5,100L × 2,900W × 3,300H (2기)

#### 나. 운전

##### - 기동 순서

- 가) 압축기용 냉각수 밸브를 열고, 애프터쿨러 및 오일쿨러에 냉각수를 공급한다.  
(겨울철 냉각 수온이 낮을 경우에는 오일 쿨러에 공급되는 냉각수는 일시

차단하였다가, 압축기를 운전하면서 오일 온도가 적정 범위에 들어서면 공급을 개시한다.)

나) 각 쿨러 및 냉각수 배관의 연결부에 이상이 없는가를 확인한다.

다) 압축기 토출 배관상의 스톱 밸브를 완전히 연다.

라) 쿨러 내의 응축수를 배출하기 위하여 드레인 밸브를 열고, 응축수 배출 후 완전히 닫는다.

※ 반드시 응축수 배출 유무를 확인하여야 한다. 응축수가 쿨러 내부에 잔류 시 기동 후 무부하 상태에서 임펠러 내부로 유입되어 기기 수명에 치명적인 손상을 입힐 수 있다(반드시 응축수 배출후 압축기 기동이 이루어져야 한다).

마) 오일탱크에 부착된 유면계로 오일 유량을 확인한다.

※ 오일펌프가 운전되기 시작하면 유면이 일정량 저하되기 때문에 오일을 처음에는 유면계의 상한과 하한의 중간 이상으로 공급된다.

바) 압축기 제어반의 전원을 인가한다.

※ 기동화면으로 이동한다, 기본적인 운전준비 상태를 점검한다.

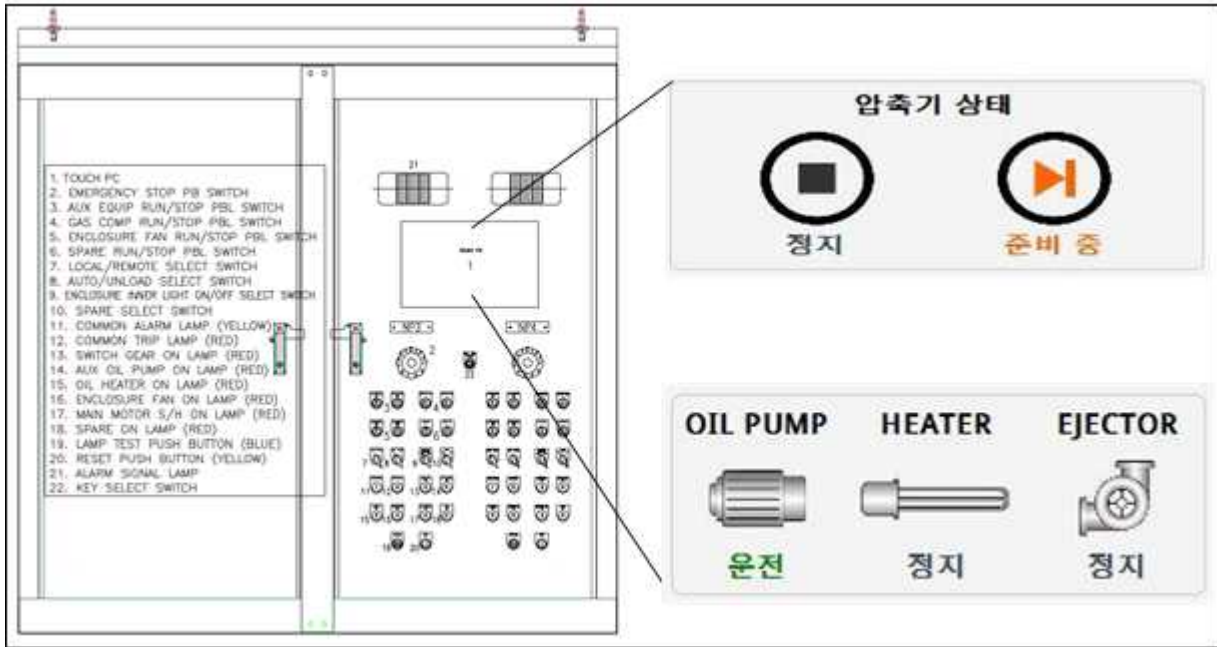
※ 압축기 제어반의 전원은 정격전압 Range  $\pm 5\%$  이내이며, 주파수 Range는  $\pm 2\%$  이내 이어야 한다(정격전압·주파수 Range를 초과한 전원이 공급 될 경우 압축기 제어반 내부의 전기전장품 및 보조기기 등에 손상을 입힐 수 있으므로 반드시 규정 Range를 준수한 전원을 공급하도록 한다).

사) 기동반의 주회로 전원을 공급한다.

아) 운전 방식을 기동반[리모트] 운전으로 제어반[직접]은 운전으로 선택한다.

자) 보조 펌프 ON 버튼을 누른다.

※ 보조 펌프가 기동되면서 동시에 배연 팬 및 히터(오일온도가 히터 on 온도 이하일 경우)가 기동되고 화면상에 "운전준비 중"이 표시되며, 압축기 운전조건이 완료되면 화면상에 "운전준비 완료"가 표시된다.



< "운전 준비 중 ⇒ "운전 준비 완료" >

#### - 압축기 운전 중 조정, 확인 항목

가) 오일 탱크 내의 부압 오일 탱크와 연결된 차압게이지로 탱크 내압을 측정하여 약 100 mmH<sub>2</sub>O(적정 범위 : 70-150 mmH<sub>2</sub>O)의 부압인지 확인한다.

#### 나) 윤활유 압력

윤활유 압력이 1.7 - 2.3 kgf/cm<sup>2</sup>.G에서 운전되어 지는지 확인하여, 이 범위를 벗어날 경우에는 Oil Line 연결된 Oil Relief V/V를 조정한다.

#### 다) 윤활유 온도

윤활유 온도가 33 - 59 ℃ 에서 운전되도록 냉각수 공급량을 조절한다.

#### 라) 토출GAS 온도

토출GAS 온도가 30 - 43 ℃ 가 되도록 애프터 쿨러에 공급되는 냉각수량을 조절한다.

#### 마) 부하/무부하 주기

부하/무부하 주기(무부하가 된 순간부터 부하운전으로 된 후 다시 무부하로 되기까지의 시간)를 측정하여 1분 이하인 경우에는 토출 배관 후단의 저장 탱크 용량 및 재부하 압력치를 크게 하여야 한다. 이 주기는 인렛 가이드 베인, 안티씨지 밸브 및 베어링 등의 보수 주기에 영향을 주므로 가능한 길게 한다.



바) 주 전동기의 운전상태

주 전동기의 운전음, 베어링 온도 및 베어링 윤활 상태를 확인한다.

사) 압축기 제어반의 운전상태

압축기 제어반의 각 운전 치가 화면상에 표시되는 기준치 범위에 있는지 확인한다.

아) 배관 연결 부위의 누수 및 누유 확인

가스, 냉각수 및 윤활유의 각 배관 연결 부위에 누수, 누유가 발생하지 않는지 확인하며 드레인 트랩이 정상 작동하는지 확인한다.

- 정지 순서

가) 토출 배관 내에 압력가스가 있는 동안 쿨러 하단부에 설치된 드레인 밸브를 열고 응축수를 완전히 배출한 후 닫는다.

나) [압축기정지] 버튼을 누른다. 화면상의 “운전 중” 표시가 “정지 중” 표시로 바뀌고, 압축기는 무부하 상태가 된다. 일정시간(통상 7초) 경과 후 압축기는 정지하여 “정지 중” 표시는 “정지”로 바뀐다. 압축기가 정지되면서 보조 오일 펌프는 자동 기동 되어 각 회전 부위에 계속 윤활 유를 공급하게 된다.

다) 압축기 정지 후, [보조 펌프정지] 버튼을 누르면 화면상의 오일펌프 부분이 “정지 중” 표시가 나타나고, 압축기가 정지한 시점으로부터 30분이 경과 하면 보조 오일 펌프와 동시에 배연 팬 및 히터가 정지하고 “보조 펌프 정지” 표시가 나타난다. 압축기 정지 후 일정시간(30분) 동안은 베어링 및 각 회전부위의 냉각을 위해 각 보조기기는 강제 운전되므로 이 시간 내에는 [보조 펌프] 누름 버튼이 작동되지 않는다.

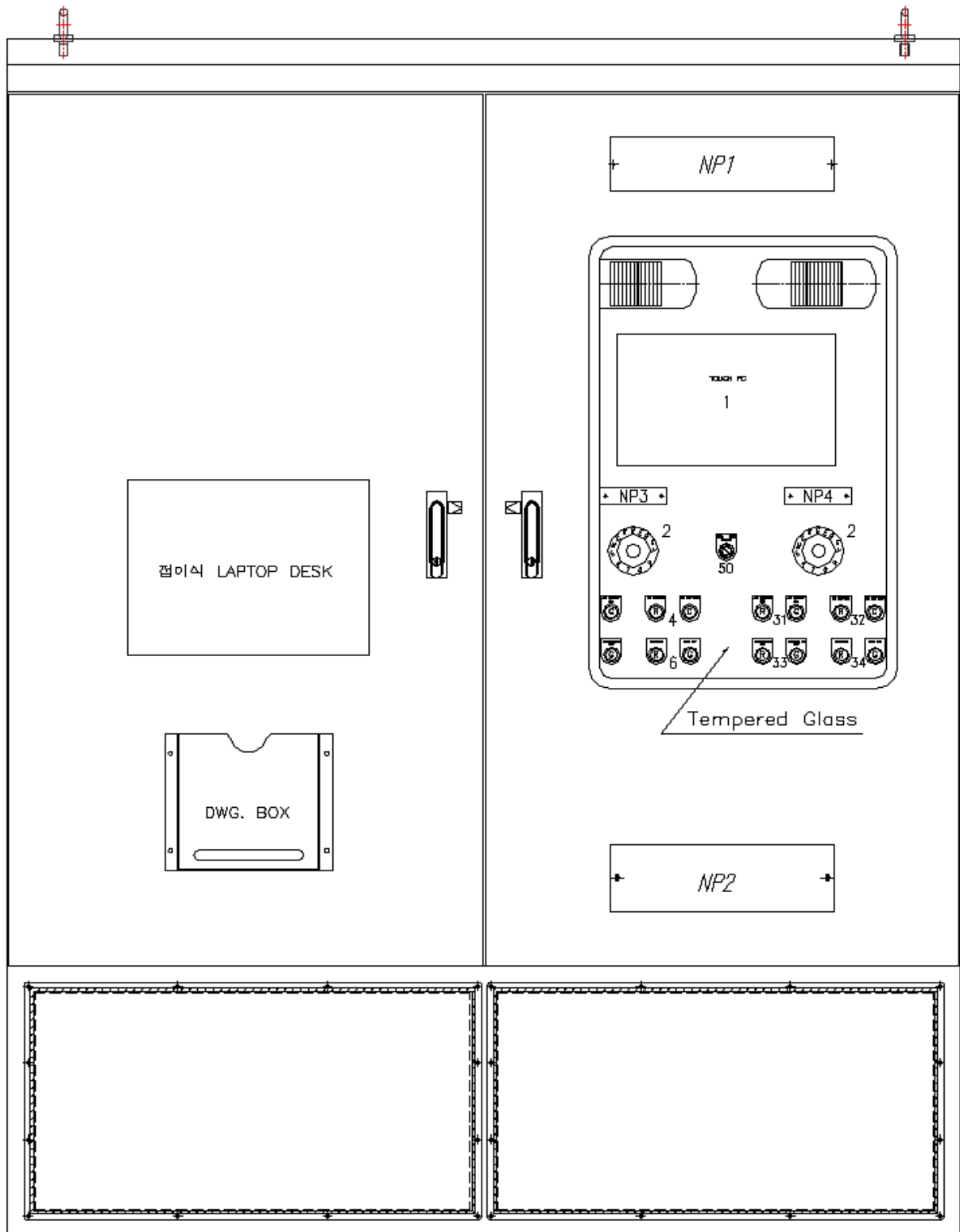
라) 기동반의 주 전원을 차단한다.

마) 압축기 제어반의 전원을 차단한다.

바) 압축기 토출 배관상의 스톱 밸브를 완전히 닫는다.

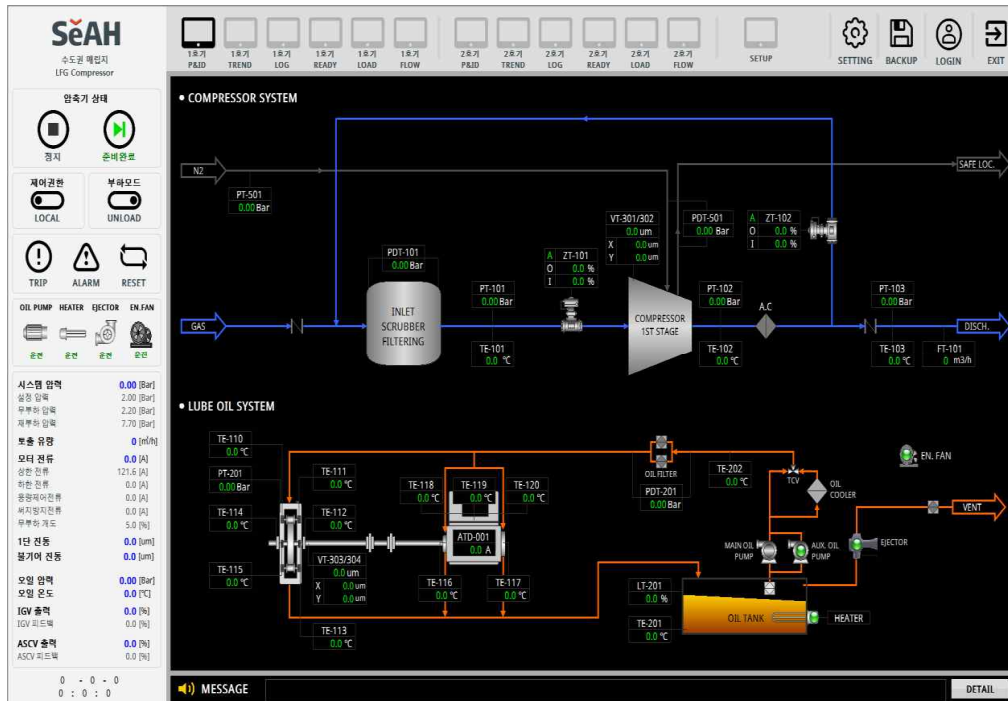
사) 냉각수 밸브를 닫아 각 쿨러에 공급되는 냉각수 공급을 차단한다.

- 압축기 제어반 각 화면의 설정 및 제어
- 가) 압축기 제어반



< 압축기 제어반 >

## 나) 운전 화면



- (1) 제어권한 / 부하모드 : 압축기의 제어상태를 표시하며, 직접제어/원격제어, 자동부하/강제 무부하로 두가지 상태를 표시한다. PANEL에 있는 두개의 SELECTOR S/W로 이를 전환시킨다(LOCAL/REMOTE S/W, AUTO/UNLOAD S/W).

### ※ LOCAL/REMOTE

- ① LOCAL제어는 현장 PANEL에서 제어하는 것을 말한다.
- ② REMOTE제어는 원격제어 HMI(Human Machine Interface)에서 제어하는 것을 말한다.

### ※ AUTO/UNLOAD

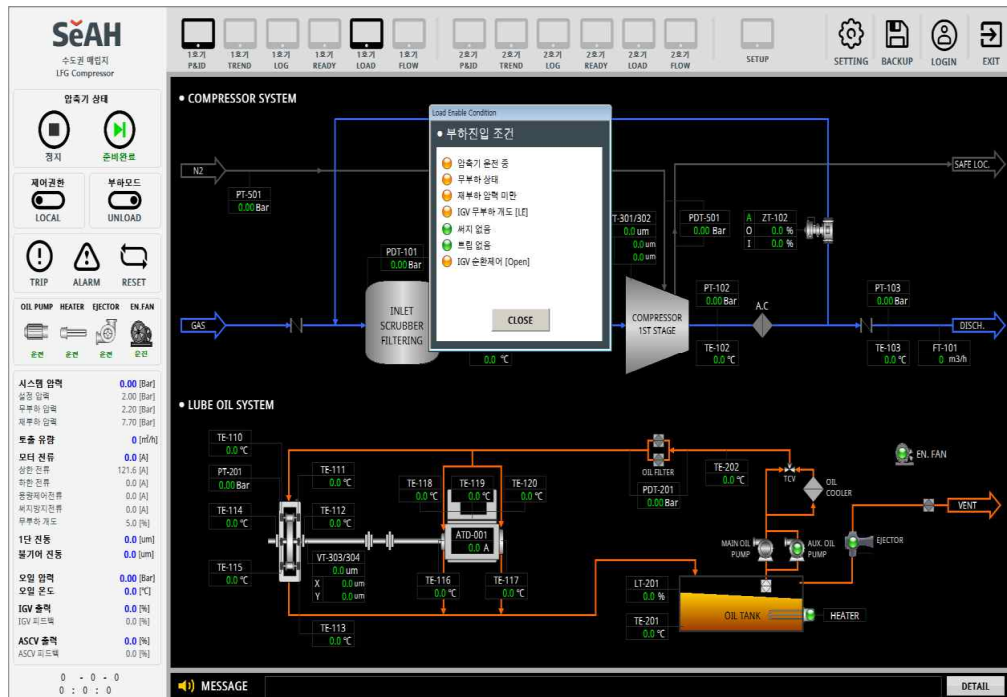
- ① AUTO(자동부하)는 토출측의 가스소모량에 따라서 흡입량과 압축기를 자동제어 운전하는 방법이며, UNLOAD(강제무부하)는 압축기를 무부하 상태로 운전시키는 방법이다.

### ※ I.G.V와 ANTI SURGE VALVE의 그림은 실제 개도율을 반영한 것이 아닌 계산된 값으로 단순 참고용이다(피드백 옵션을 통해 실제 개도율을 반영할 수 있음).

- ① 경고상태 : 압축기의 경고상태를 표시한다.(경광등 점등) 경고발생 문자가 표시되면, 정보 이력화면으로 이동하여 정보내용을 확인 후 조치한다. 이때 PANEL의 정보해제 버튼(RESET)을 약 2초간 누른다.
- ② 보조기기 운전상태 : 보조오일펌프, 오일히터, 이젝터, 인클로저팬의 기동 상태를 표시한다.
- ③ 센서 현재 값 : 압축기의 주요한 센서의 현재 값을 확인할 수 있다. 모터전류, 압력, 진동 등 확인 가능하다.
- ④ ANTI SURGE VALVE 개도율 : ANTI SURGE VALVE의 열림 상태를 표시한다.

- 49 –

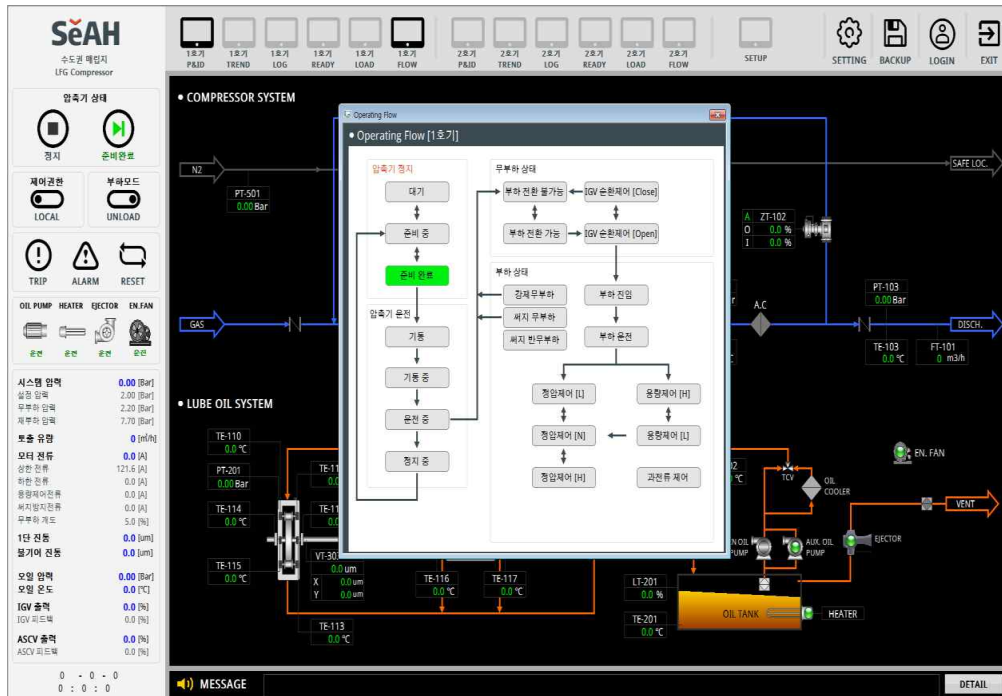
## 라) 부하 진입 조건



(1) 상단 메뉴의 '1호기 LOAD' 메뉴를 선택하면 팝업창이 생성되며, 압축기의 부하 진입 조건을 알 수 있다.

- ① 압축기 운전 중 : 압축기가 정상 운전 상태여야 한다.
- ② 무부하 상태 : 압축기가 무부하 상태여야 한다.
- ③ IGV 무부하 개도 [LE] : IGV의 개도가 설정한 무부하 개도 값 보다 작아야 한다.
- ④ 써지없음 : 압축기에 발생된 써지(Surge)가 없어야 한다.
- ⑤ 트립없음 : 압축기에 발생된 트립이 없어야 한다.
- ⑥ IGV순환제어 [OPEN] : AUTO/UNLOAD SELECTOR S/W가 AUTO로 선택되면, IGV가 순환 제어를 통해 OPEN과 CLOSE를 반복하는데 이때, OPEN 상태여야 한다.

## 마) 압축기 FLOW



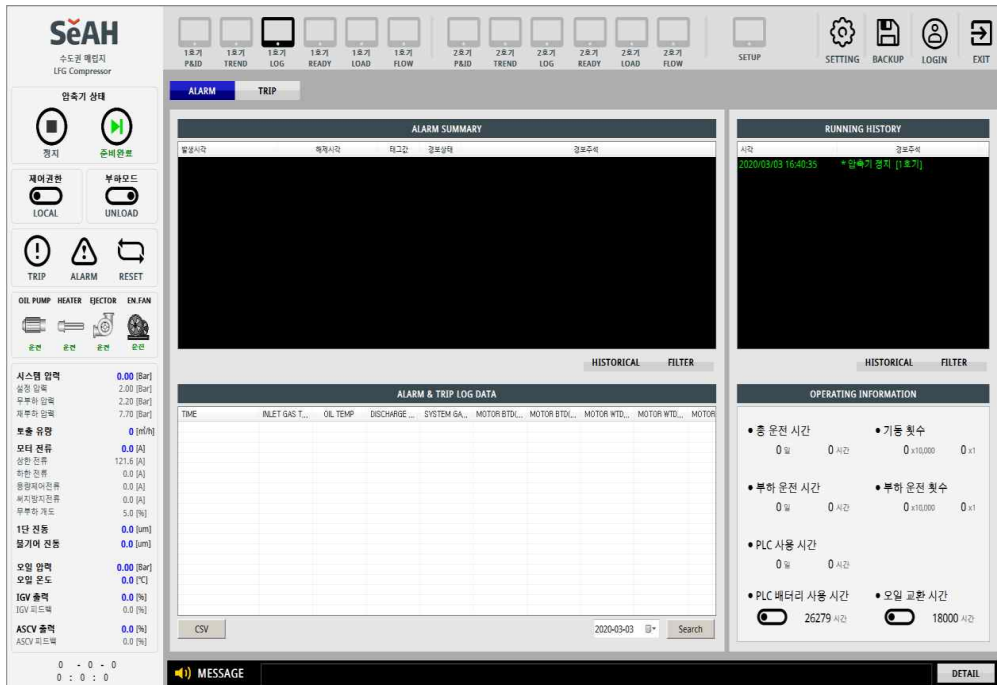
- (1) 상단 메뉴의 '1호기 FLOW' 메뉴를 선택하면 팝업창이 생성되며, 압축기의 현재 운전 FLOW를 확인할 수 있다.

## 바) 압축기 TRAND



- (1) 상단 메뉴의 '1호기 TREND' 메뉴를 선택하면 TREND를 확인할 수 있는 화면으로 전환되며, 종류별로 트렌드를 확인할 수 있다.

## 사) 알람 이력 화면의 구성



(1) 상단 메뉴의 '1호기 LOG' 메뉴를 선택하면 압축기 알람 이력 화면 으로 전환되며, 압축기 운전 중 경보상태를 표시한다. 경보 발생 시 경광등 점멸과 함께 발생시간과 항목을 기록하며, 경보해제 시 해제시간과 항목을 기록한다.

- ① HISTORICAL : 기본은 실시간 알람이력이며, 'HISTORICAL' 버튼을 통하여 지난 알람 이력을 확인 할 수 있다.
- ② FILTER : 경보발생 시점을 조회 할 수 있다.
- ③ Search : 날짜를 선택하여, 알람이 발생하였을 때의 운전값을 불러올 수 있으며 CSV 버튼을 통하여 엑셀파일로 저장할 수 있다.
- ④ OPERATING INFORMATION : 압축기의 운전시간, 기동횟수, 부하횟수, 오일교환시간, PLC 사용 시간, 배터리 사용 시간을 확인 및 설정할 수 있다.



## 나. 점검 및 정비

### - LFG 압축기 부대설비

설비명	사진대지(1)	사진대지(2)	점검 및 정비
LFG 저장 탱크 설비			<ul style="list-style-type: none"> <li>- LFG 저장탱크 설비</li> <li>- 가스 공급배관 설비</li> <li>- 압력계 밸브 설비</li> <li>- 가스 누출 점검 및 안전</li> </ul>
냉각설비			<ul style="list-style-type: none"> <li>- 온도 냉각설비</li> <li>- 온도계, 압력계 시설</li> <li>- 냉각팬 이상 여부 확인</li> <li>- 냉각수 적정 순환 확인</li> </ul>
공기 압축설비			<ul style="list-style-type: none"> <li>- 공기 압축설비</li> <li>- 공기 압축기 현장 제어반</li> <li>- 압축펌프, 오일펌프 설비</li> <li>- 윤활류, 필터류 관리</li> </ul>
공기 건조설비			<ul style="list-style-type: none"> <li>- 공기건조설비 설비</li> <li>- 공기건조설비 현장제어반</li> <li>- 유량계, 압력계, 밸브설비</li> <li>- 히터 및 필터 설비</li> </ul>
질소 발생설비			<ul style="list-style-type: none"> <li>- 질소 발생설비</li> <li>- 질소 발생설비 현장제어반</li> <li>- 압력계, 밸브류 설비</li> <li>- 가스배관 누출 및 안전</li> </ul>
냉각수 저장시설			<ul style="list-style-type: none"> <li>- 냉각수 저장조 설비</li> <li>- 냉각탑 현장제어반</li> <li>- 냉각탑 순환펌프설비</li> <li>- 압력계, 밸브류 설비</li> </ul>
약품 주입설비			<ul style="list-style-type: none"> <li>- 약품주입설비 (부식 및 미생물방지제)</li> <li>- 펌프류, 밸브류, 탱크설비</li> <li>- 약품량 조절 및 누설점검</li> </ul>



다. 운전 중 고장 시 대처방법

No.	고장	원인	조치방법
1	진동이 크다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 압축기와 전동기의 축 정렬 불량</li> <li>• 임펠러의 언밸런스</li> <li>• 플렉시블 커플링의 마모 또는 파손</li> <li>• 압축기의 피니언 베어링의 마모 또는 파손</li> <li>• 압축기의 불기어 베어링의 마모 또는 파손</li> <li>• 주 전동기 불량</li> <li>• 급유 온도가 너무 낮거나 높다.</li> <li>• 베어링으로의 공급 유압이 낮다.</li> <li>• 윤활유의 오염</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 축정렬 작업을 다시 실시 한다.</li> <li>• 밸런싱 작업</li> <li>• 교환</li> <li>• 피니언 베어링 킬팅 패드의 교환</li> <li>• 불기어의 교환</li> <li>• 수리 또는 교환</li> <li>• 급유 온도를 43~63℃로 한다.</li> <li>• 적정 유압으로 한다.</li> <li>• 윤활유 교환</li> </ul>
2	써지 상태가 계속 된다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 흡입필터의 오염이 심하다.</li> <li>• 1단 흡입가스 온도가 높다.</li> <li>• 2, 3단 흡입가스 온도가 높다.</li> <li>• 토출압력이 높다.</li> <li>• 압축기의 성능저하</li> <li>• 전류 하한치의 설정 값이 너무 낮다.</li> <li>• 토출 체크밸브의 작동불량</li> <li>• IGV 또는 액츄에이터의 작동 불량</li> <li>• 안티써지밸브의 작동불량</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 필터 엘리먼트의 청소 또는 교환</li> <li>• 설정 흡입온도 이하 사용. 1단 흡입온도가 높을 때에는 토출 압력을 내려서 운전한다.</li> <li>• 설정 토출압력 이하로 사용한다.</li> <li>• 임펠러, 디퓨저, 인렛 스크를 청소</li> <li>• 전류 하한치의 설정을 올린다.</li> <li>• 청소 또는 교환</li> <li>• 수리 또는 교환</li> </ul>

No.	고장	원인	조치방법
3	윤활유 압력이 오르지 않는다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 주 오일 펌프의 불량.</li> <li>• 오일 펌프 유압 조정변의 설정치가 낮다.</li> <li>• 오일 펌프 유압 조정변 불량</li> <li>• 윤활유 배관 체결부 및 기기의 누유</li> <li>• 오일 탱크의 오일 레벨이 낮다.</li> <li>• 윤활유 온도가 너무 높다.</li> <li>• 윤활유 배관의 파손</li> <li>• 압력 센서의 불량</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 펌프의 수리 또는 교환.</li> <li>• 유압 조정변의 설정치를 올린다.</li> <li>• 유압 조정변의 수리 또는 교환</li> <li>• 체결부의 조임 또는 교환</li> <li>• 적정 오일을 유면계의 적정 레벨까지 보충한다.</li> <li>• 오일 쿨러로의 냉각수량을 늘리는 등의 조치를 하여 윤활유 온도를 43~63℃로 한다.</li> <li>• 수리</li> <li>• 교환</li> </ul>
4	윤활유 압력이 너무 높다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 유압 조정변의 설정치가 높다.</li> <li>• 유압 조정변 불량</li> <li>• 압력 센서 불량</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 유압 조정변의 설정치를 내린다.</li> <li>• 수리 또는 교환</li> <li>• 교환</li> </ul>
5	윤활유 온도가 높다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 오일 쿨러의 냉각수량이 부족하다.</li> <li>• 냉각수 온도가 높다.</li> <li>• 오일 쿨러의 오염</li> <li>• 온도 센서 불량</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 급수량을 늘린다.</li> <li>• 냉각수 온도를 계획치 이하로 한다.</li> <li>• 청소</li> <li>• 교환</li> </ul>
6	애프터 쿨러의 가스 출구 온도가 높다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 냉각수 급수량 부족</li> <li>• 냉각수 온도가 높다.</li> <li>• 쿨러 오염</li> <li>• 온도 센서 불량</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 급수량을 늘린다.</li> <li>• 냉각수 온도를 내린다.</li> <li>• 청소</li> <li>• 온도센서 교환</li> </ul>
7	흡입필터 차압 큼	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 필터 엘리먼트의 오염이 크다.</li> <li>• 차압 센서 불량</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 필터 엘리먼트의 청소 또는 교환</li> <li>• 교환</li> </ul>
8	오일필터 차압 큼	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 필터 엘리먼트의 오염이 크다.</li> <li>• 유압 센서 불량</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 필터 엘리먼트의 청소 또는 교환</li> <li>• 교환</li> </ul>

No.	고장	원인	조치방법
9	토출압력이 오르지 않는다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 가스소비량이 압축기 용량 이상이다.</li> <li>• 운전 최대 전류의 설정치가 너무 낮다.</li> <li>• 안티씨지밸브의 고장</li> <li>• IGV 또는 액추에이터의 고장</li> <li>• 압력 센서 불량</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 가스 소비량을 감소시킨다.</li> <li>• 운전 최대 전류의 설정치를 전동기 정격 전류로 한다.</li> <li>• 수리 또는 교환</li> <li>• 수리 또는 교환</li> <li>• 교환</li> </ul>
10	기기표시 불량 1) 압력 표시 2) 온도 표시 3) 전류 표시	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PLC 제어반 내부의 센서 배선 불량(느슨함 또는 단선)</li> <li>• 압력 센서 불량</li> <li>• 압력 센서로의 공급 전원 불량</li> <li>• 동 배관의 불량</li> <li>• PLC제어반 내외부의 센서 배선 불량(느슨함 또는 단선)</li> <li>• 온도 센서의 불량</li> <li>• PLC 제어반 내외부의 배선 불량</li> <li>• 전류 센서의 불량</li> <li>• 센서로의 공급 전원 불량</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 바르게 배선한다.</li> <li>• 교환</li> <li>• 바른 전원을 공급한다. (PLC 컨트롤 전원, 유닛 교환)</li> <li>• 수리, 교환</li> <li>• 바르게 배선한다.</li> <li>• 교환</li> <li>• 바르게 배선 또는 교환</li> <li>• 교환</li> <li>• 바른 전원 공급</li> </ul>
11	주 전동기 1) 과부하 2) 이상음 3) 이상진동	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 과부하 방지기구가 작동되지 않는다.</li> <li>• IGV 고장</li> <li>• 주 전동기 베어링의 윤활제 부족</li> <li>• 주 전동기 베어링 불량</li> <li>• 주 전동기 냉각 팬 불량</li> <li>• 플렉시블 커플링 불량</li> <li>• 주 전동기 고정 볼트의 느슨함</li> <li>• 주 전동기 베어링 불량</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IGV의 수리 또는 교환</li> <li>• 교환</li> <li>• 적절한 윤활제를 충분히 공급한다.</li> <li>• 베어링 교환</li> <li>• 수리 또는 교환</li> <li>• 플렉시블 커플링의 수리 또는 교환</li> <li>• 고정 볼트를 조인다.</li> <li>• 교환</li> </ul>

#### 4.6.2 LFG 전처리 설비

##### 가. LFG 전처리 설비 내역

구 분		내 용	
LFG 탈황탑	기능	50MW 전처리설비, LFG를 압축기를 거쳐 이송배관을 통해 유입된 LFG의 황화수소 및 실록산 제거	
	용량	유량 : 3,600 Nm³/hr 설계압력 : 0.195 Mpa, 운전압력 : 0.15 Mpa 설계온도 : 50 °C, 운전온도 : 40 °C	
	규격	크기 : Ø 3,000 × 4,245(H) 용적 : 30m³ (2기) 재질 : STS 304	
열교 환기	1차	기능	LFG의 온도편차에 의해 응축수를 발생시켜 탈황제 수분 유입 제거
		용량	유량 : Shell Side = 3,493 Nm³/hr, Tube Side = 3,600 Nm³/hr 설계압력 : Shell Side = 1.95 kg/㎠,, Tube Side = 1.95 kg/㎠, 온도 : Shell Side = 입구 : 7 °C, 출구 : 26 °C Tube Side = 입구 : 40 °C, 출구 : 30 °C 열전달률 : 46,000 kal/hr
		규격	크기 : 3,140 L × 439 ea(Tube) 면적 : 38.99 m² 재질 : STS 304
열교 환기	2차	기능	LFG의 온도편차에 의해 응축수를 발생시켜 탈황제 수분 유입 제거
		용량	유량 : Shell Side = 3,556 Nm³/hr, Tube Side = 106.5 Nm³/hr 설계압력 : Shell Side = 1.95 kg/㎠,, Tube Side = 1.65 kg/㎠, 온도 : Shell Side = 입구 : 30 °C, 출구 : 7 °C Tube Side = 입구 : 2.5 °C, 출구 : 6 °C
		규격	크기 : 2,980 × 439 ea(Tube) 길이 : 43.86 m² 재질 : STS 304
냉동기		기능	열교환기의 냉매 공급
		용량	냉각능력 : 73.358 kal/hr, 85.3kW 응축열량 : 126.407 kal/hr, 증발열량 : 65,000 kal/hr 전열면적 : 43.86 m²
		규격	크기 : 2,879 × 1,020 × 2,085(H) 중량 : 560 kg

## 나. 운전

### - 운전 전 점검사항

#### 가) 탈황 및 실록산 제거탑

- (1) 각종 이음부의 볼트의 조임 정도를 확인한다.
- (2) 변형 및 부속품의 탈락 여부를 확인한다.
- (3) 충전재의 충전상태를 확인한다.
- (4) 밸브의 개폐 여부를 확인한다.

#### 나) 1차 열교환기

- (1) 각종 이음부의 볼트의 조임 정도를 확인한다.
- (2) 변형 및 부속품의 탈락 여부를 확인한다.
- (3) 밸브의 개폐 여부를 확인한다.

#### 다) 2차 열교환기

- (1) 각종 이음부의 볼트의 조임 정도를 확인한다.
- (2) 변형 및 부속품의 탈락 여부를 확인한다.
- (3) 응축수 자동밸브의 작동 여부를 확인한다.
- (4) 냉매R-407C의 충전여부를 확인하고, 유출여부를 압력계를 이용하여 확인한다.
- (5) 밸브의 개폐 여부를 확인한다.

#### 라) 냉동기

- (1) 각종 이음부의 볼트의 조임 정도를 확인한다.
- (2) 변형 및 부속품의 탈락 여부를 확인한다.
- (3) 제품이 15도 이상 기울어져 있는지 확인한다.
- (4) 전원상태를 확인한다.
- (5) 응축기 또는 수액기의 냉매량을 확인한다.
- (6) 밸브의 개폐 여부를 확인한다.

### - 운전 시 점검사항

#### 가) 탈황 및 실록산 제거탑

- (1) LFG의 배출구 압력 및 온도를 확인한다.

#### 나) 1차 열교환기

- (1) 입구와 출구의 압력과 온도를 확인한다.

다) 2차 열교환기

(1) 입구와 출구의 압력과 온도를 확인한다.

라) 냉동기

(1) 압력, 온도 등이 기준치 내에서 운전되는지 점검한다.

- ① 2차 열교환기에 공급되는 냉매의 양
- ② 냉각탑 운전
- ③ 압축기 운전
- ④ 냉동기 운전 1시간 전에는 반드시 전원을 투입하여 냉매와 오일이 혼합되어 발생하는 오일포밍을 방지하여야 한다. 제어판넬 상의 오일 히터 전원 스위치를 항상 “ON” 시킨다.
- ⑤ 온도 조절기는 시운전 시에 적절한 온도로 유지되어야 한다.
- ⑥ 운전 중 필요 없이 스위치를 조작하여서는 아니 된다.

- 운전 후 점검사항

가) 탈황 및 실록산 제거탑

(1) LFG의 배출구 압력 및 온도를 확인한다.

나) 1차 열교환기

(1) 입구와 출구의 압력과 온도를 확인한다.

다) 2차 열교환기

(1) 입구와 출구의 압력과 온도를 확인한다.

라) 냉동기

(1) 압력, 온도 등이 기준치 내에서 운전되는지 점검한다.

- ① 2차 열교환기에 공급되는 냉매의 양
- ② 냉각탑 운전
- ③ 압축기 운전
- ④ 냉동기 운전 1시간 전에는 반드시 전원을 투입하여 냉매와 오일이 혼합되어 발생하는 오일포밍을 방지하여야 한다. 제어판넬 상의 오일 히터 전원 스위치를 항상 “ON” 시킨다.
- ⑤ 온도 조절기는 시운전 시에 적절한 온도로 유지되어야 한다.
- ⑥ 운전 중 필요 없이 스위치를 조작하여서는 아니 된다.

다. 탈황 및 실록산 탑 여재 교체 시 주의사항

- 1) 탈황탑 주변 비산먼지 및 환산 방지를 위한 차향막을 설치한다.
- 2) 탈황탑 주변 화재 예방을 위한 소화기를 사전에 비치한다.
- 3) 작업자는 지정된 작업복(방진복), 작업화 및 안전보호구(보호안경 황화수소 마스크)등을 착용한다.
- 4) 탈황제 교체 전 밸브를 조작하여 가스 누출을 완전히 차단한다.
- 5) 탈황탑 상부 맨홀 뚜껑을 열어 내부 가스를 완전히 제거한다.
- 6) 탈황탑 측면 맨홀을 열고 폐탈황제가 흘날리지 않도록 저장백에 담아 제거한다.
- 7) 폐탈황제 교체 작업 시 발열로 인한 화재 등이 발생 되지 않도록 하며, 유독가스에 의한 사고에 주의한다.
- 8) 폐탈황제의 발열방지를 위해 물을 분사하여 열을 식힌 후 이동시킨다.
- 9) 탈황탑 특면에 맨홀을 닫고 크레인을 이용하여 상부 맨홀로 신규 탈황제를 투입한다.
- 10) 교체 완료 후, 탈황탑 상부 맨홀을 닫고 가동하여 기밀 검사를 실시한다.
- 11) 탈황제 교체 작업 후, 부산물 등 주변을 깨끗이 청소한다.

라. 탈황 및 실록산 제거용 충전제 교체 산출근거

- 요약

구분	필요 여재량	교체주기	비고
탈황 및 실록산 제거용 충전제	30 m <sup>3</sup>	90일	탈황 및 실록산 제거설비 유입 농도 조건에 따라 교체주기의 변동성 있음.

- 탈황 및 실록산 제거설비 충전제 교체 산출근거

가) 탈황 제거

(1) 교체주기 : 90 day

(2) 탈황제량 : 30 m<sup>3</sup>

(3) 산출근거

① 유입 및 유출 조건

- $Q_N$  : LFG유량 = 3,600 Nm<sup>3</sup>/hr
- $L_1$  : 유입 H<sub>2</sub>S 농도 = 500 ppm
- $L_2$  : 유출 H<sub>2</sub>S 농도 = 10 ppm

- $M_w$  :  $H_2S$  분자량 : 34 kg/mol
- $S$  : 겔보기 비중 = 600 kg/m<sup>3</sup>

② 황화수소 유입량

- $m_s = Q_N \times (L_1 - L_2) \div 10^6 \div 22.4 \times M_w$
- $m_s = 3,600 \times (500 - 10) \div 10^6 \div 22.4 \times 34$   
 $= 2.68 \text{ kg/hr}$   
 $= 5,784 \text{ kg/90-day}$

※ 22.4 = 0 °C, 1기압 기체 부피

③ 필요 탈황제량

- $m_{ds} = m_s(\text{황화수소 유입량}) \div C(\text{탈황제 흡착 능력})$   
 $= 5,784 \div 0.39$   
 $= 15,025 \text{ kg-탈황제}$

④ 필요 탈황제 체적

- $V_{ds} = m_{ds}(\text{필요 탈황제량}) \div S$   
 $= 15,025 \div 600$   
 $= 25.04 \text{ m}^3$

나) 실록산 제거

(1) 교체주기 : 90 day

(2) 산출근거

① 유입 및 유출 조건

- $Q_N$  : LFG유량 = 3,600 Nm<sup>3</sup>/hr
- $L_1$  : 유입실록산농도 = 25 mg/Sm<sup>3</sup>
- $L_2$  : 유출실록산농도 = 1 mg/Sm<sup>3</sup>
- $M_w$  :  $H_2S$  분자량 : 34 kg/mol
- $S$  : 겔보기 비중 = 600 kg/m<sup>3</sup>

② 실록산 제거량

- $m_s = Q_N \times (L_1 - L_2) \div 10^6$
- $m_s = 3,600 \times (25 - 1) \div 10^6$   
 $= 0.0864 \text{ kg/hr}$   
 $= 187 \text{ kg/90-day}$



③ 필요 탈황제량

$$\begin{aligned} \cdot V_{ac} &= m_s(\text{실록산 유입량}) \div C(\text{탈황제 실록산 제거량}) \\ &= 187 \div 0.03 \\ &= 6,233 \text{ kg/90-day} \end{aligned}$$

④ 필요 탈황제 체적

$$\begin{aligned} \cdot V_{ds} &= V_{ac}(\text{필요 탈황제량}) \div S \\ &= 6,233 \div 600 \\ &= 10 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

⑤ 실록산 파과시간

$$\begin{aligned} \cdot Q_s &= Q_M \div (Q_h \div M_d) \\ &= 15,025 \div (2.1 \div 0.03) \\ &= 217.4 \text{ day} \end{aligned}$$

※ 실록산에 의한 파과시간 계산결과(217.4일) 90일 이상 사용 가능하므로 황화 수소, 실록산 동시 제거 가능

다) 탈황제 제거방법 및 유의사항

- (1) 작업 전 모든 가스배관 라인의 밸브 등을 폐쇄하여 탱크 내로 가스의 유입 및 유출이 없도록 하여야 한다.
- (2) 하부 배출구, 작업용 맨홀, 상부 충진구, 가스유출, 유입 배관을 개방하기 전에 살수하여 폐기할 탈황제가 충분히 물에 젖도록 하여야 한다. 이때 탈황제가 건조되면 산소와 산화반응이 일어나 유독가스 및 화재가 일어날 우려가 있으므로 포장백에 넣어 완전히 밀봉된 상태에서 보관하여야 한다.
- (3) 개방순서는 상부 충진구, 하부 배출구, 작업용 맨홀 순이며, 특히 하부 배출구를 개방할 때 충진물이 순간적으로 유출되므로 주의하여야 한다.
- (4) 제거작업이 끝난 후 탱크 내부를 청결히 청소하고, 하부 배출구를 잠근다.
- (5) 작업에 임하여 작업자는 안전사고에 유의하여야 하며, 특히 탱크 내에서 작업 시 작업자는 완전한 보호장구를 착용한 후 작업에 임하여야 한다.
- (6) 작업현장은 가스로 인한 폭발위험이 있으므로 절대 화기를 엄금하여야 하며, 현장 감독자가 강력히 통제하여야 한다.

#### 4-7 폐수처리

현재 사업장에서 발생되고 있는 폐수는 침출수 처리장으로 이송하여 처리되며, 고농도폐수와 저농도 폐수로 나누어진다. 고농도 폐수는 약취처리 중 약품이 사용되고 있는 세정탑(황산, 차염소산나트륨), 약액세정탑(수산화나트륨)에서 발생된 폐수가 고농도 폐수저장조로 저장되며, 그 이외의 폐수는 저농도 폐수저장조에 보관된다.

<폐수발생 장소에 따른 구분>

구분	고농도저장조	저농도저장조
폐수 발생장소	세정탑, 약액세정탑	Z-스크러버, 응축기, 탈습탑, 열교환기, 공장 시상수

<연도별 폐수 발생 현황>

(단위 : 톤)

구분	고농도	저농도
2015년	337,868	-
2016년	5,253	396,653
2017년	52,362	325,806
2018년	52,362	325,806
2019년	68,478	275,995

## 5 기계 및 전기설비 유지관리 방법

### 5-1 기계설비

#### 가. 정비계획

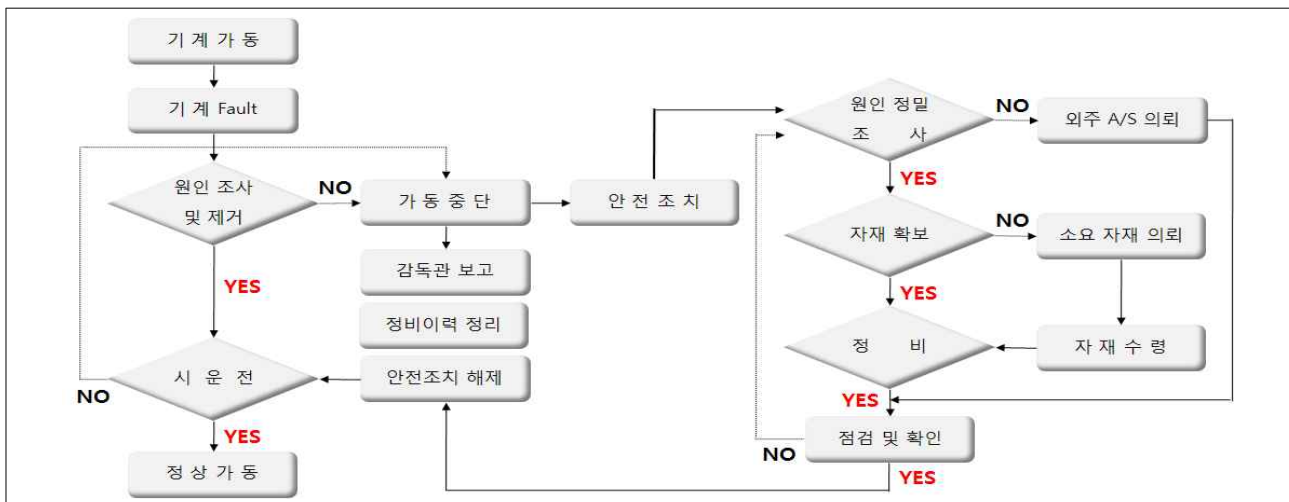
##### 1) 정비의 구분

구 분	일 수	주요내용	횟 수	비 고
일일 점검	수시	- 설비 전체 점검	매일	
정기 정비	16일	- 설비 전체 점검 및 정비	연 4회	분기별
비정기 정비	16일	- 건조설비 점검 및 정비 - 건조배가스처리설비 점검 및 정비 - 악취방지시설 점검 및 보수 - 전기 / 계장설비 점검 및 보수	월 2회 (필요시)	정기정비 해당 월 제외

##### 2) 연간 정비 현황

구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
일별	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
월별	◇	◇		◇	◇		◇	◇		◇	◇	
분기별			●			●			●			●

##### 3) 시설 점검 절차



나. 설비별 점검 및 정비 항목

구 분	기기명	점검 및 정비		
		일별 점검	월별 점검 및 정비	분기별 점검 및 정비
반 입 공 급 설 비	계량기	- 영점조정 및 작동상태 점검	- 로드셀 점검	- 계량대 부식 점검, 정비 - 로드셀 점검
	슬러지 저장조 투입문	- 개/밀폐 상태 점검 - 파손 여부 점검	- 베어링부 점검 - 근접스위치 작동상태 점검	- 감속기 오일 및 작동 상태 점검, 정비 - 베어링상태 점검, 정비 - 그리스 보충
	슬러지 배출 및 이송C/V	- 감속기 오일상태 점검 - 그리스상태 점검 - 유압계통 누유 점검 - 작동상태 점검	- 윤활유 보충 - 그리스 보충 - 감속기와 스크류 C/V 연결 체인상태 점검	- 윤활유 및 그리스 보충 - 베어링상태 점검, 정비 - Trough liner상태 점검 - 감속기 오일 및 작동 상태 점검, 정비 - 더스트 쉴 교체
	피스톤 펌프 및 유압장치	- 워터박스 수위 점검 - 유압계통 누유 점검 - 주유상태 점검 - 유압장치 레벨 점검	- 실린더 상태 점검 - 근접스위치 작동 상태 점검 - 스페이스플랜지와이어 상태 점검 - 유압유 오염	- 베어링상태 및 위어 플레이트 마모 점검 - 피스톤 주유 점검 - 실린더 볼트 체결상태 점검 - 유압밸브 동작상태 점검 - 워터박스 내부 청소 및 충수
건 조 설 비	건조기	- 파쇄기 및 건조기 부하 점검 - 소음, 진동 유무 점검	- 감속기 오일, 작동상태 점검 및 정비 - 그리스 보충 - #1~10 건조기 내부 이물질 제거	- 베어링상태 점검 및 정비 - 파쇄기 마모상태 점검 및 하우징 그리스 보충 - #1~10 건조기 내부 이물질 제거
	건조슬러지 배출C/V	- 소음, 진동 유무 점검 - 작동상태 점검	- 그리스 보충 - 윤활유 보충	- Plate상태 점검, 정비 - 베어링상태 점검, 정비
	열풍로 버너	- 작동상태 점검 - 가스 누설 점검	- 작동상태 점검 - 가스 누설 점검	- 화염감지기 작동상태 점검 및 교체 - Transformer 작동상태 점검 및 교체

구 분	기기명	점검 및 정비		
		일별 점검	월별 점검 및 정비	분기별 점검 및 정비
건 조 배 가 스 설 비	수직, 수평 이송 C/V	- 소음 및 진동 유무 점검 - 작동상태 점검	- 감속기 오일 및 작동 상태 점검, 정비 - 그리스 보충	- 버켓상태 점검, 정비 - 베어링상태 점검, 정비 - 그리스 보충
	건조 슬러지 냉각기	- 감속기 오일상태 점검 - 작동 상태 점검	- 윤활유 그리스 보충 - 냉각기 내 누수 점검, 정비	- 베어링 상태 점검, 정비 - 감속기 오일 및 작동상태 점검 및 정비 - 윤활유, 그리스 보충 - 냉각기 내 누수 점검, 정비
	정량배출 C/V	- 작동상태 점검	- 감속기 오일 및 작동 상태 점검, 정비	- 감속기 오일 및 작동상태 점검, 정비 - 베어링상태 점검, 정비 - 스크류상태 점검, 정비
	슬러지 정량 배출 C/V	- 작동상태 점검	- 감속기 오일 및 작동 상태 점검, 정비 - 로드셀 점검	- 벨트 및 스크럽퍼 작동 상태 점검, 정비 - 베어링상태 점검, 정비 - 로드셀 점검, 정비
	공기 예열기	- 밸브, 배관 누출 점검 - 입/출구 온도 / 압력 점검	- 밸브 및 배관 누출 점검 - 입/출구 온도, 압력 점검 - 공기에열기 튜브 점검, 정비	- 밸브 및 배관 누출 점검 - 입/출구 온도, 압력 점검 - 공기에열기 튜브 점검, 정비
	원심력 집진기 및 Rotary V/V	- 로터리밸브 오일 및 작동상태 점검	- 로터리밸브 오일 및 작동상태 점검, 정비 - 베어링 상태 점검, 정비	- 로터리밸브 오일 및 작동 상태 점검, 정비 - 베어링상태 점검, 정비 - 원심력집진기 case 보강
	여과 집진기 및 Rotary V/V	- 작동 상태 점검	- 로터리밸브 오일 및 작동상태 점검, 정비 - Filter Bag상태 점검	- 로터리밸브 오일 및 작동 상태 점검 및 정비 - Filter Bag상태 점검 및 교체 - 베어링상태 점검 및 정비

구 분	기기명	점검 및 정비		
		일별 점검	월별 점검 및 정비	분기별 점검 및 정비
악 취 방 지 시 설	Z- 스크러버	- 노즐 분사상태 점검 - 펌프 가동 상태 점검 - 토출 배관 압력 상태 점검	- 스크러버 청소 - 내부 청소	- 분사 노즐 청소 - 순환 펌프 메커니컬씰, 베어링 점검 및 교체
	밀폐형 수직 응축기	- 상부 공정수 분사상태 점검 - 하부 일시저장조 상태 점검 - 냉각탑 수조 레벨 확인 - 냉각탑 팬 가동상태 점검 - 순환펌프 가동상태 점검 - 토출 압력 상태 점검	- 하부 일시저장조 퇴적물 청소 - 일시저장조 스트레이너 청소 - 냉각탑 팬 벨트 교체	- 코일내부, 외부 점검 및 청소 - 모터, 감속기 그리스 주입 - 냉각탑 팬 모터, 폴리 점검 및 베어링 교체 - 순환펌프 메커니컬씰, 베어링 점검 및 교체
	일시 저장조	- 저장조 기밀 상태 점검	- 저장조 기밀 상태 점검 - 저장조 내부 청소	- 저장조 기밀 상태 점검 - 저장조 내부 청소
	탈습탑	- 공정수 주입상태 점검 - 펌프 가동 상태 점검 - 토출 압력 상태 점검	- 스트레이너 청소	- 내부 퇴적물 상태 점검 및 청소 - 분사 노즐 상태 점검 및 청소 - 모터, 감속기 그리스 주입 - 순환펌프 메커니컬씰, 베어링 점검 및 교체 - 충전재(폴링) 오염상태 점검 - 충전재(폴링) 교체(1회/3년)
	세정탑	- 공정수 주입상태 점검 - 약품 주입상태 점검 - pH 상태 점검 - ORP 및 염소농도 측정 - 펌프 가동 상태 점검 - 토출 압력 상태 점검	- 스트레이너 청소	- 내부 퇴적물 상태 점검 및 청소 - 분사 노즐 상태 점검 및 청소 - 모터, 감속기 그리스 주입 - 순환펌프 메커니컬씰, 베어링 점검 및 교체 - 충전재(폴링) 오염상태 점검 - 충전재(폴링) 교체(1회/3년)
	열교환기	- 출구 차압 및 온도 상태 점검 - 냉각탑 수조 레벨 점검 - 냉각탑 팬 가동상태 점검 - 순환펌프 가동상태 점검 - 토출 압력 상태 점검	- 냉각탑 팬 벨트 교체	- 열교환기 코일외부 점검 및 청소 - 모터, 감속기 그리스 주입 - 냉각탑 팬 모터, 폴리 점검 및 베어링 교체 - 순환펌프 메커니컬씰, 베어링 점검 및 교체

구 분	기기명	점검 및 정비		
		일별 점검	월별 점검 및 정비	분기별 점검 및 정비
악 취 방 지 시 설	약액 세정탑 1, 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 공정수 주입상태 점검</li> <li>- 약품 주입상태 점검</li> <li>- pH 상태 점검</li> <li>- 펌프 가동 상태 점검</li> <li>- 토출 압력 상태 점검</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 스트레이너 청소</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 내부 퇴적물 상태 점검 및 청소</li> <li>- 분사 노즐 상태 점검 및 청소</li> <li>- 순환펌프 메커니컬씰 베어링 점검 및 교체</li> <li>- 충진재(폴링) 오염상태 점검</li> <li>- 충진재(폴링) 교체(1회/3년)</li> </ul>
	세정탑 (3계열)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 공정수 주입상태 점검</li> <li>- 약품 주입상태 점검</li> <li>- pH 상태 점검</li> <li>- 펌프 가동 상태 점검</li> <li>- 토출 압력 상태 점검</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 스트레이너 청소</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 내부 퇴적물 상태 점검 및 청소</li> <li>- 분사 노즐 상태 점검 및 청소</li> <li>- 모터, 감속기 그리스 주입</li> <li>- 순환펌프 메커니컬씰, 베어링 점검 및 교체</li> <li>- 충진재(폴링) 오염상태 점검</li> <li>- 충진재(폴링) 교체(1회/3년)</li> </ul>
	약액 세정탑 1, 2 (3계열)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 공정수 주입상태 점검</li> <li>- 약품 주입상태 점검</li> <li>- pH 상태 점검</li> <li>- 펌프 가동 상태 점검</li> <li>- 토출 압력 상태 점검</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 스트레이너 청소</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 내부 퇴적물 상태 점검 및 청소</li> <li>- 분사 노즐 상태 점검 및 청소</li> <li>- 순환펌프 메커니컬씰, 베어링 점검 및 교체</li> <li>- 충진재(폴링) 오염상태 점검</li> <li>- 충진재(폴링) 교체(1회/3년)</li> </ul>
	활성탄 흡착설비	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기밀 상태 점검</li> <li>- 작동 상태 점검</li> <li>- 알람 상태 점검</li> <li>- 압력 상태 점검</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 메커니컬씰 상태 점검</li> <li>- 인버터 동작상태 점검</li> <li>- 전장품 작동 상태 점검</li> <li>- 밸브 작동 상태 점검</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 활성탄 필터 교체 (교체주기 : 4회/년)</li> </ul>
	UV 탈취설비	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 전기 공급 상태 점검</li> <li>- 압력 상태 점검</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 메커니컬씰 상태 점검</li> <li>- 인버터 동작 상태 점검</li> <li>- 전장품 작동 상태 점검</li> <li>- 램프 전등상태 점검</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 미점등 UV램프 교체 (교체주기 : 10% 미점등시 교체)</li> </ul>

구 분	기기명	점검 및 정비		
		일별 점검	월별 점검 및 정비	분기별 점검 및 정비
바 이 오 가 스 활 용 설 비	탈황설비	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기밀 상태 점검</li> <li>- 온도 상태 점검 (60℃ 알람, 70℃ 정지)</li> <li>- 출구농도 점검 (10 ppm이하)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 계측기 작동 상태 점검</li> <li>- 밸브 작동 상태 점검</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 탈황제 교체 (교체주기 : 4회/년)</li> </ul>
	실록산 제거설비	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기밀 상태 점검</li> <li>- 출구농도 점검 (1 mg/Nm³)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 계측기 작동 상태 점검</li> <li>- 밸브 작동 상태 점검</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 활성탄 교체 (교체주기 : 1회/2년)</li> </ul>
	가스필터	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기밀 상태 점검</li> <li>- 차압상태 점검 (10 mbar)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 계측기 작동 상태 점검</li> <li>- 밸브 작동 상태 점검</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 필터 청소</li> </ul>
	분석기	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기밀 상태 점검</li> <li>- 분석 데이터 점검 (CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>O)</li> <li>- 디스플레이 상태 점검</li> <li>- 알람 상태 점검</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 필터 외관 상태 점검</li> <li>- 스위치 및 램프 점검</li> <li>- 밸브 작동 상태 점검</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 정밀점검 (점검주기 : 3 개월)</li> </ul>
	가압 송풍기	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기밀 상태 점검</li> <li>- 작동 상태 점검</li> <li>- 알람 상태 점검</li> <li>- 압력상태 점검 (50~100 mbar)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 메가니커실 상태 점검</li> <li>- 인버터 동작상태 점검</li> <li>- 전장품 작동 상태 점검</li> <li>- 밸브 작동 상태 점검</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 판넬 및 인버터 FAN 점검</li> <li>- 자동 그리스 주입기 교체</li> </ul>
	혼합설비 (기계)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기밀 상태 점검</li> <li>- 밸브 개도율 점검</li> <li>- 압력상태 점검 (20 mbar)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 밸브 작동 상태 점검</li> <li>- 메인 유량계 점검</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 가스감지기 작동 상태</li> <li>- 긴급차단밸브 동작 상태</li> </ul>
	혼합설비 (전기)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 적정 혼합비 점검</li> <li>- 유량계 작동 상태 점검</li> <li>- 과부하 상태 점검</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 터치 판넬 작동 상태</li> <li>- 전장품 작동 상태 점검</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 판넬 FAN 점검</li> <li>- 판넬 내부 분진 제거</li> </ul>



구 분	기기명	점검 및 정비		
		일별 점검	월별 점검 및 정비	분기별 점검 및 정비
L F G  압 축 시 설	압축기 본체	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 진동 및 소음 점검</li> <li>- 유온, 유압 점검</li> <li>- 오일, 가스등 누출 점검</li> <li>- 알람 상태 점검</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 접속부 볼트류 점검</li> <li>- 밸브 작동 상태 점검</li> <li>- 오링, 가스켓 상태 점검</li> <li>- 전선류 외관 점검</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 메가니커씰 상태 점검</li> <li>- 기어용 오일씰 점검</li> <li>- 기기 정밀 점검</li> </ul>
	윤활계통	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 누유 상태 점검</li> <li>- 냉각수 누수 상태 점검</li> <li>- 알람 상태 점검</li> <li>- 오일 레벨 점검</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 접속부 볼트류 점검</li> <li>- 밸브 작동 상태 점검</li> <li>- 오링, 가스켓 상태 점검</li> <li>- 전선류 외관 점검</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 오일 혼유 점검(수분)</li> <li>- 윤활유 계통 점검</li> <li>- 체크밸브 상태 점검</li> <li>- 윤활유 교환(2년)</li> </ul>
	오일펌프	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 진동 및 소음 점검</li> <li>- 누유 상태 점검</li> <li>- 유온, 유압 점검</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 패킹류 상태 점검</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 오일씰 마모 점검</li> <li>- 유압 조정변 동작 점검</li> </ul>
	가스계통	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 배관체결부 누출 점검</li> <li>- 프레임 크랙 점검</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 필터류 점검</li> <li>- 압력, 온도센서 점검</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 체크밸브 점검</li> <li>- 밸브류 동작 점검</li> </ul>
	전동기	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 진동 및 소음 점검</li> <li>- 정격전류 점검</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 패널 내부 온도 점검</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 제어, 비상 정지 점검</li> <li>- 압력, 온도 경보 점검</li> <li>- 각종 센서류 점검</li> <li>- 릴레이, 단자등 점검</li> </ul>
	PLC 제어반	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 화면 표시 상태 점검</li> <li>- 알람 상태 점검</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 접속부 볼트류 점검</li> <li>- 밸브 작동 상태 점검</li> <li>- 오링, 가스켓 상태 점검</li> <li>- 전선류 외관 점검</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 오일 혼유 점검(수분)</li> <li>- 윤활유 계통 점검</li> <li>- 체크밸브 상태 점검</li> <li>- 윤활유 교환(2년)</li> </ul>
L F G  전 처 리 설 비	탈황 탱크	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유입온도 측정</li> <li>- 비정상 소음 점검</li> <li>- 바이오가스 농도 측정</li> <li>- 내부 압력 확인</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 탈황탑 하부 드레인망 점검</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 볼트류 고정 상태</li> <li>- 실록산 농도 점검</li> <li>- 단열재 상태 점검</li> <li>- 탈황 및 실록산 제거용 흡착제 교체</li> </ul>

## 5-2 전기설비

### 5-2.1 전기설비 개요

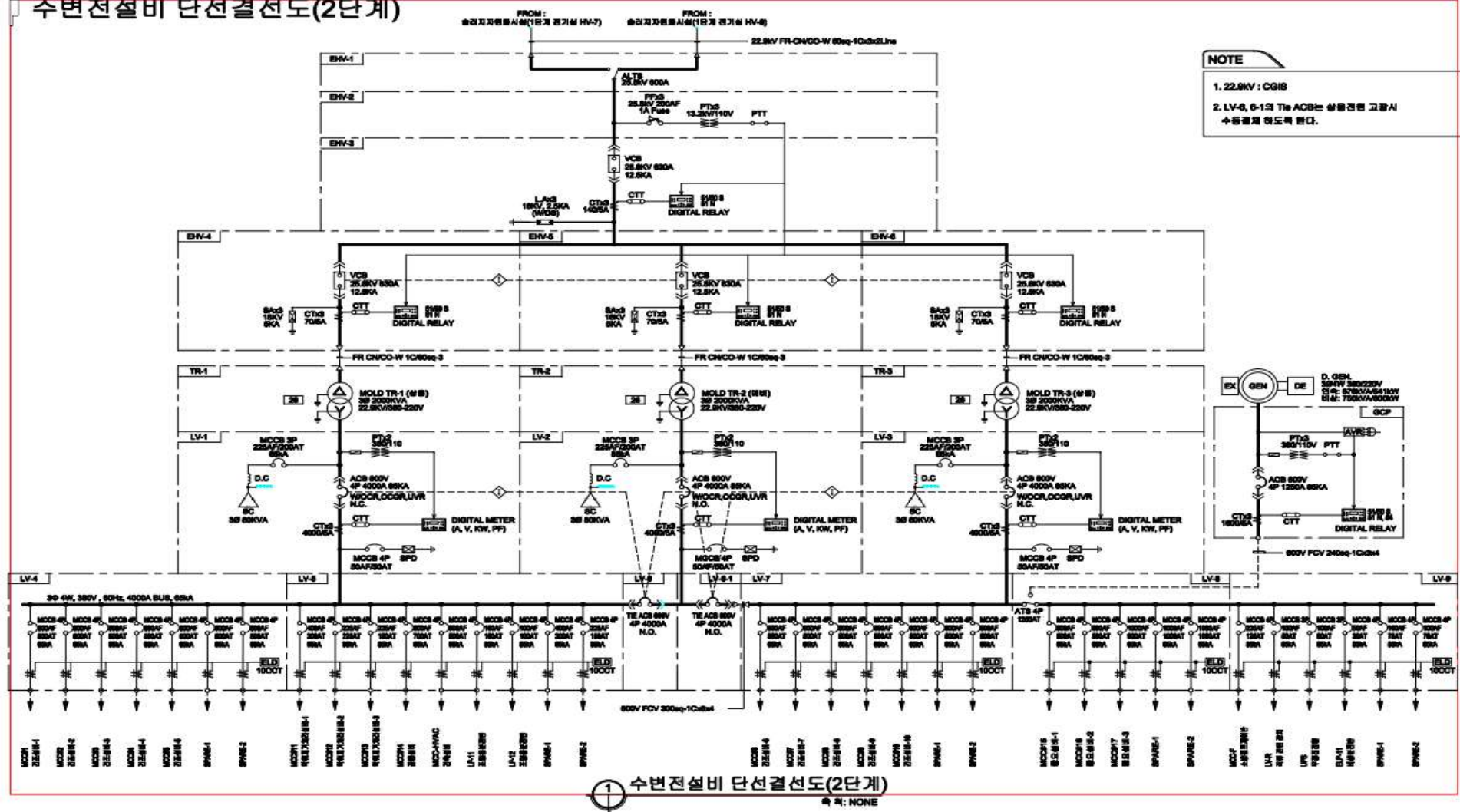
#### 가. 수전설비 개요

구 분	내 용
수전내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 수전전압 → AC 22.9kV 60Hz</li> <li>· 수전방식 → 슬러지자원화시설(1단계) 전기실에서 1회선 수전</li> </ul>
수전용량	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 2,500 kVA × 3뱅크(1대 예비)</li> </ul>
비상발전기	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 디젤 3상 380/220V 800 kW(비상시 최소유지관리 운전부하)</li> </ul>
주요시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 저소음고효율 몰드변압기 적용 및 예비변압기 구성</li> <li>· 부식방지를 위한 가스/고체절연수전반 및 디지털 전자화배전반</li> <li>· 순간무효전력 보상장치</li> </ul>
설비 설계	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 상용 1회선 및 비상발전기 구비</li> <li>· 1단강압 &amp; 3뱅크 방식</li> <li>· 염해와 부식에 강한 가스절연(EGIS) 배전반</li> <li>· 디지털 전자화 배전반 및 전력감시 제어시스템</li> <li>· 저소음 고효율 몰드변압기 적용으로 전력손실 최소화</li> <li>· 무효전력 보상장치(SVC) 이용 역률 95% 이상 유지</li> </ul>

현재 수도권 매립지의 전력인입은 경서S/S, 길도D/L과 무도D/L에서 154kV 2회선을 인입 받아 시설 내 변전소에서 22.9Kv로 강압하여 시설별로 공급받고 있다. 본 시설의 전력인입은 기존 슬러지자원화시설(1단계) 전기실 CGIS 차단기로부터 1회선을 인입하여 수전하고 있으며, 인입선로는 예비용 선로를 포설하여 비상시 절체하여 사용 할 수 있는 구조이다.

### <수변전 설비 단선 결선도>

수변전설비 단선결선도(2단계)



## 나. 비상발전기 부하 집계

본 비상발전기 부하는 부하(1,199.74 kW)를 도합하여 수요전력 기준 800 kW 이며, 자세한 사항은 아래 표와 같다.

비상발전기 부하 설비	1. 중앙제어실 및 전자기기실
	2. 전원공급(약액세정송풍기)
	3. 전원공급(악취제거설비 냉각탑 순환펌프 및 냉각팬)
	4. 무정전전원 공급설비(UPS)
	5. 직류전원 공급설비
	6. 전등 및 전열설비
	7. 소화설비

## 5-2.2 전기 설비 조작법

### 가. 비상발전기 차단기 조작 판넬

< 차단기 조작 판넬 >

GEN CONTROL PANEL	VIPAM 3000-FI
	

비상발전기는 자동모드로 설정이 되어있는 경우 수변전설비의 전원공급이 차단 되면 자동으로 가동된다. 수동모드로 설정이 되어있는 경우 기동버튼 및 정지 버튼을 이용하여 기동 및 정지를 실시한다. 수동전환버튼 및 자동전환버튼을 1회 누를시 각각의 모드로 전환된다.

- 자동모드 : 정전/복전시 기동신호에 의해 자동 시동/정지
- 수동모드 : 시동버튼 1회 누를시 비상발전기 가동, 정지버튼 1회 누를시 비상발전기 정지

→ 비상 정지 요령

- 1) 운전 중 이상 발생시 비상정지 버튼을 누르면 엔진이 정지됩니다.
- 2) 이상 유무를 확인 및 처리한 후 이상이 없을 시 부저정지, 고장리셋 버튼을 차례로 누른 후 재 가동 합니다.





















※ 평상시 월 1회 정도 운전을 하면서 이상 유무를 수시로 점검하여 비상시에 원활한 운전이 될 수 있도록 유지합니다.

나. 비상발전기 개요

구 분	내 용	외 형 도
형 식	디젤 공냉식	
전 압	3상 380/220V	
선정 용량	810 kW/1012 kVA	
연료 용량	1000 Liter	
PHASE/WIRE	3 / 4	

비상발전기 설비는 정전 또는 사고 발생시 소내 계통이 정지될 경우 슬러지 자원화 2단계 시설을 최소화 운전하거나 안전하게 정지시킬 수 있도록 하기 위한 설비이다. 대상 부하는 공정, 기계에서 선택한 비상시 최소운전부하, 감시제어부하, 비상조명 부하 등으로 구성되어 있다.


< 비상발전기 알람 표시 >

Display	Description	Display	Description	Display	Description
	경 고 알 람		가 동 중 지 알 람		전 기 트 립
	연 료 부 족		엔 진 저 유 압		과 전 류 경 고
	엔 진 ALTERNATOR 고장		냉각수 과온도		(AC)
	비 상 정 지		시 동 실 패		(AC)
	과 전 압 (DC)		엔진 과속도		주파수 이상 경고
	저 전 압 (DC)		엔진 저속도		주파수 이상 경고
	보 조 지 시		보 조 알 람		

상황	엔진정지	차단기 동작	고장표시	비고
엔진과속도	○	○	○	110% 이상
냉각수 과온도	○	○	○	105℃ 이상
윤활유 압력저하	○	○	○	0.7 bar 이하
기동 실패	○	-	○	3회 기동 실패시
발전기 저전압	○	○	○	80% 이하
발전기 과전류	○	○	○	105% 이상
발전기 과전압	○	○	○	120% 이상

다. UPS(무정전 전원공급장치) 운전요령

1) UPS 개요

구 분		내 용	외 형 도
형 식		옥내형 UPS	
입출력전압		AC 3상 380/220 V	
선정 용량		20 kVA	
축 전 지	종류	무보수 무수액 밀폐형 연속전지	
	용량	12 V 150 AH	
	AMPS	60 Hz	
	정격 전압	230 V(210~288 V)	

UPS 설비(무정전 전원공급장치)는 사고 발생에 따른 전력공급 차단 시 제어 계통의 작동정지를 방지하기 위해 시설 내 제어설비의 전력을 공급해 주는 장치이다. 평상시 전원을 통해 배터리를 충전하고 비상사고 발생 시 배터리에 충전된 전력을 방출하여 제어시스템의 전원을 공급하는 역할을 한다.



## 라. UPS 운전 절차

### UPS 운전 절차

#### U P S 운 전 절 차

##### 가. 준비사항

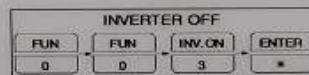
장비 내부의 모든 회로차단기(CB1~CB5)가 OFF 되어 있는지 확인한다.

##### 나. 운전요령



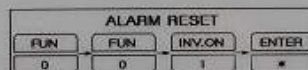
1. 입력 회로차단기 (CB1)를 ON 한다.
2. BYPASS 회로차단기(CB4) ON 한다
3. 약 30초 후 축전지 회로차단기 (CB2)를 ON 한다.
4. 출력 회로차단기 (CB3)를 ON하고 부하장비를 투입하여 부하에 전원을 공급한다.
5. 전면 운용 패널에서 "FUN" KEY를 눌러 "SYSTEM CONTROL MODE"로 전환하여 항목코드에 "02"를 입력한후 "ENTER"를 누른다.  
(인버터가 동작하며 약10~15초 후 "SYNC" LED 가 점등되고 BYPASS LED 가 소등되어 안정된 전원을 부하에 공급하므로 운전을 완료합니다.)

##### 다. 정지요령



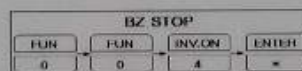
1. UPS 출력부하를 정지한 후 출력 회로차단기(CB3)를 OFF 한다.
2. 전면 운용 패널에서 "FUN KEY"를 눌러 "SYSTEM CONTROL MODE"로 전환하여 항목코드에 "03"을 입력하고 "ENTER"를 누른다  
(인버터가 정지되고 BYPASS로 절체됩니다.)
3. 축전지 회로차단기(CB2)를 OFF 한다.
4. BYPASS 회로차단기(CB4)를 OFF한다.
5. 입력 회로차단기 (CB1)를 OFF 한다.

##### 라. 경보 해제요령



전면 운용 패널의 "FUN" KEY를 눌러 "SYSTEM CONTROL MODE"로 전환하여 항목 코드에 "01"를 입력하고 "ENTER"를 누른다.  
(경보 발생원인이 근본적으로 해결되었을 경우 경보가 해제 됩니다.)

##### 마. 경보음 정지요령



전면 운용 패널의 "FUN" KEY를 눌러 "SYSTEM CONTROL MODE"로 전환하여 항목코드에 "04"를 입력하고 "ENTER"를 누른다.

##### 바. 비상시 운전

1. 인버터 운전을 정지하고 BYPASS 운전이 되고 있는지 확인한다.(정지 요령의 2항)
2. 비상 회로차단기 (CB4)의 투입금지 고정대를 풀고 ON 한다.
3. 출력 회로차단기 (CB3) 및 축전지 회로차단기 (CB2)를 OFF 한다.

주 식 회 사 제 이 디 테 크

전화 : (070) 8830 - 7577

팩스 : (031) 386 - 7855



마. 공정별 설비 전력현황

1) 슬러지 건조 설비

NO	기기 명칭	동력(kW)	수량	합계(kW)	비고
1	슬러지저장설비 유압모터	15	20	300	
2	팬쿨러	0.75	10	7.5	
3	슬러지배출컨베이어	5.5	20	110	
4	슬러지이송컨베이어	5.5	20	110	
5	진동스크린	1.5	20	30	
6	슬러지공급펌프 유압모터	37	20	740	
7	슬러지공급펌프 팬쿨러	0.37	10	3.7	
8	슬러지 정량배출컨베이어	3.7	10	37	
9	슬러지배출스케일	0.75	10	7.5	
10	슬러지투입컨베이어	2.2	10	22	
11	슬러지파쇄기(전단)	11	20	220	
12	슬러지파쇄기(후단)	7.5	10	75	
13	건조기	30	10	300	
14	건조슬러지배출컨베이어	2.2	10	22	
15	건조슬러지 배출컨베이어 로타리밸브	1.5	10	15	
16	회송슬러지피더	1.5	10	15	
17	슬러지회송컨베이어	1.5	10	15	
18	열풍로버너 현장제어반	1	10	10	
19	악취흡입송풍기	45	10	450	
20	건조슬러지 수직이송컨베이어	3.7	10	37	
21	건조슬러지 수평이송컨베이어	3.7	10	37	
22	건조배가스 송풍기	75	10	750	
23	건조슬러지 냉각기	5.5	10	55	
24	원심력집진기 로타리밸브	0.75	20	15	
25	여과집진기 바이브레이터	0.2	20	4	
26	여과집진기 로타리밸브	0.75	20	15	
합계				3,402.7	

## 2) 악취 방지 설비

NO	기기 명칭	동력(kW)	수량	합계(kW)	비고
1	백연저감송풍기	90	2	180	
2	3계열 바이오필터 히터	10	1	10	
3	3계열 습식스크러버 히터	10	1	10	
4	NaOH 교반기	3.7	1	3.7	
5	영양제탱크 교반기	3.7	1	3.7	
6	NaOCl 교반기	3.7	1	3.7	
7	부식방지제 탱크 교반기	3.7	1	3.7	
8	미생물 방지제 탱크 교반기	3.7	1	3.7	
9	NaOH 주입펌프	0.4	6	2.4	
10	영양제 주입펌프	0.4	6	2.4	
11	NaOCl 주입펌프	0.4	6	2.4	
12	부식방지제 주입펌프	0.4	4	1.6	
13	미생물 방지제 주입펌프	0.4	4	1.6	
14	약액세정1 순환펌프	18.5	4	74	
15	약액세정2 순환펌프	18.5	4	74	
16	3계열 고압역세분사장치	2.2	1	2.2	
17	3계열 세정탑 순환펌프	11	2	22	
18	3계열 바이오필터 순환펌프	5.5	2	11	
19	3계열 습식스크러버 순환펌프	5.5	2	11	
20	1, 2계열 약액세정 흡입송풍기	160	4	640	
21	3계열 바이오필터 흡입송풍기	45	2	90	
22	열교환기 순환펌프	90	6	540	
23	열교환기 냉각탑 팬	15	8	120	
24	응축기 냉각탑 팬	7.5	14	105	
25	제트스크러버 순환펌프	7.5	4	30	
26	탈습탑순환펌프	37	2	74	
27	세정탑순환펌프	30	2	60	
28	응축기 상부 냉각수 순환펌프	30	6	180	
29	응축기 하부 냉각수 순환펌프	15	6	90	
합계				2335.8	

### 3) 반출 설비 현황

NO	기기 명칭	동력(kW)	수량	합계(kW)	비고
1	냉각슬러지 수평이송컨베이어	3.7	1	3.7	
2	냉각슬러지 수평이송컨베이어(비상용)	7.5	2	15	
3	냉각슬러지 수직이송컨베이어	7.5	1	7.5	
4	냉각슬러지 수직이송컨베이어(비상용)	7.5	1	7.5	
5	냉각슬러지 분배컨베이어	2.2	1	2.2	
6	건조슬러지저장조 뱅트필터송풍기	5.5	2	11	
7	건조슬러지 배출장치	0.75	4	3	
8	건조슬러지 배출 브로워	19	3	57	
<b>합계</b>				<b>106.9</b>	

### 4) 공정용 설비 현황

NO	기기 명칭	동력(kW)	수량	합계(kW)	비고
1	유지보수용 호이스트	3.7	7	25.9	
2	UV탈취설비 급기FAN	11	2	22	
3	UV탈취설비 배기FAN	45	1	45	
4	신설컴프레샤	55	1	55	
5	공기건조기	1.6	2	3.2	
6	-	-	-	-	
7	건조슬러지 반출 계량대	1.6	1	1.6	
8	건조기실배수펌프	3.7	3	11.1	
9	지하층 배수펌프	3.7	4	14.8	
10	폐수이송펌프	45	2	90	
11	공정용냉각탑 팬	1.5	1	1.5	
12	냉각수 순환펌프	5.5	2	11	
13	부식방지제 주입펌프	0.4	2	0.8	
14	미생물방지제 주입펌프	0.4	2	0.8	
15	공기압축기	60	3	180	
16	공기냉각기	0.32	1	0.32	
17	공기건조기	11	2	22	
18	공기압축기실 배기팬	7.5	1	7.5	
19	용접기 전원	30	4	120	
20	옥외 악취설비 열선	30	1	30	
21	공정수 공급펌프-1	3.7	2	7.4	
22	공정수 공급펌프-2	11	2	22	
23	소화전 주펌프	30	2	60	
24	소화전 보조펌프	3.7	1	3.7	
<b>합계</b>				<b>822.82</b>	

### 5) 건축 동력 설비 현황

NO	기기 명칭	동력(kW)	수량	합계(kW)	비고
1	EHP 냉난방용 실외기	16.9	1	16.9	
2	EHP 냉난방용 실외기	39.3	1	39.3	
3	패케지 에어컨	10.92	2	21.84	
4	지하1층펌프실 급기용송풍기	1.5	1	1.5	
5	1층 건조기실 급기용 송풍기	3.7	4	14.8	
6	1층 전기실 급기용 송풍기	5.5	1	5.5	
7	2층 설비실 급기용 송풍기	5.5	7	38.5	
8	지하1층펌프실 배기용송풍기	3.7	1	3.7	
9	지하1층 물탱크실 배기용 송풍기	1.5	1	1.5	
10	지하1층 펌프실-2 배기용 송풍기	0.75	1	0.75	
11	1층 건조기실 배기용 송풍기	5.5	3	16.5	
12	1층 전기실 배기용 송풍기	5.5	1	5.5	
13	1층 화장실 배기용 송풍기	0.75	1	0.75	
14	2층 건조가스처리실 배기용 송풍기	5.5	3	16.5	
15	2층화장실 배기용송풍기	0.75	1	0.75	
16	급수펌프 제어반	6	1	6	
17	옥외 전기맨홀 수중펌프	0.75	1	0.75	
18	전기 순간온수기	6	1	6	
19	항온항습기(실외용)	7.13	1	7.13	
20	항온항습기(실외용)	3.16	1	3.16	
21	항온항습기(실내용)	29.27	1	29.27	
22	항온항습기(실내용)	15.24	1	15.24	
<b>합계</b>				<b>257.84</b>	


### 6) 조명 설비 현황

NO	기기 명칭	동력(kW)	수량	합계(kW)	비고
1	LED 10w	0.01	44	0.44	
2	LED 25w	0.025	12	0.3	
3	LED 50w	0.05	278	13.9	
4	LED 125w	0.125	189	23.625	
5	FUL 26w	0.026	151	3.926	
6	FUL 55w	0.055	14	0.77	
7	MH 250w	0.25	74	18.5	
<b>합계</b>				<b>61.086</b>	

### 7) 설비별 전력 및 소비 전력량 현황

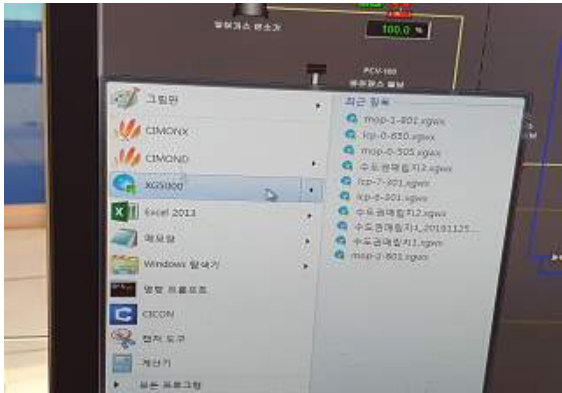
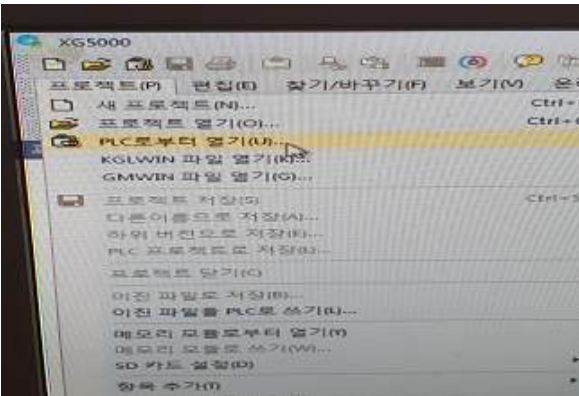
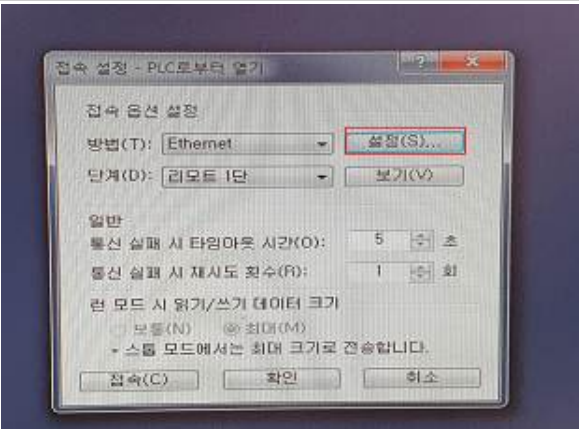

공정	설비	동력(kW)	소요전력(kW)	일소요 전력량(kWh)
건조설비	1 ~ 10호기	3,402.7	1,036	24,864
악취방지설비	M1, 2, 3 계열	2,335.8	1,299	31,176
공통설비	반출, 공정용, 건축동력, 조명	1,248.646	253	6,072
<b>합계</b>		<b>6,987.146</b>	<b>2,588</b>	<b>62,112</b>

바. 월간점검 주요 작업사항

연번	작업사진	작업내용
1		▶ PCS100 AC 전원 점검
2		▶ 퓨즈 점검
3		▶ ATS 점검

연번	작업사진	작업내용
4		▶ PCS200 DC 전원 점검
5		▶ AC 전원 점검
6		▶ 전력량계 점검
7		▶ PLC LAMP 상태 점검

# 사. 제어 시스템 점검

순서	작업사진	작업내용
1		▶ 제어PC 시작메뉴 XG5000 클릭
2		▶ 프로젝트(P)에서 'PLC로부터 열기' 클릭
3		▶ PLC로부터 열기 “설정” 클릭
4		▶ 해당하는 설비의 IP주소 입력

## 6-1 시설물 안전관리

### 6-1.1 재해대책

슬러지자원화 2단계시설의 가동 중 발생할 수 있는 재해의 종류로는 추락, 미끄러짐, 감전, 중량물 취급에 따른 부상,약품취급 시 부상 등 각종 재해에 대한 충분한 사전 안전교육으로 유지관리 중 발생 가능한 재해를 예방하여야 한다.

#### 가. 일반적 주의사항

- 1) 작업에 적합한 복장 및 안전장구를 갖추어 것
- 2) 통로상에는 보행 시 지장을 초래하는 물건을 놓지말 것
- 3) 실내의 채광 및 조명설비등을 항시 점검하고 손질하며, 어두운 장소에서 기기류 관리를 하지 말 것
- 4) 공동으로 작업을 할 경우 확실한 연락체계를 갖추고 특히 기계 장치류의 운전상황 및 공정 등의 안전을 확인하고 행할 것
- 5) 가스발생 위험장소에서의 유지관리 작업은 방독면 착용 및 환기 등의 사전 안전대책을 세울 것

#### 나. 전기설비의 취급

- 1) 전기설비류의 취급은 사전 각 기기류의 취급설명서를 충분히 숙지하여 올바른 조작방법에 따라 운전할 것
- 2) 특고압, 고압 수배전반 조작은 반드시 담당자 지시에 따라 시행할 것
- 3) 전기기기의 조작은 건조상태에서 행하며 특히 젖은 손으로 취급하지 않도록 할 것

#### 다. 질병예방

슬러지취급에 따른 병원성 미생물의 접촉으로 예상되는 수인성 전염병 및 기타 병균에 대한 질병의 발생가능성이 있으므로 유지관리 시 다음 사항을 유의한다.

- 1) 작업에 종사하는 운전원 및 직원의 피복이 오염되어 불결하지 않도록 할 것
- 2) 슬러지에 접촉할 시는 고무장갑을 착용하도록 할 것
- 3) 처리장을 항상 청결히 유지토록하고 특히 슬러지 취급설비지역은 작업 후 물청소를 실시할 것



#### 라. 약품의 취급

- 1) 처리공정에 소요되는 약품을 저장 및 취급시 소방법 및 화학물질관리법 등 적용을 받는 약품은 관련제반법규를 준수할 수 있도록 할 것
- 2) 관련법규에 따른 위험물 취급자를 임명할 것
- 3) 약품에 노출되었을 경우 약품취급 시 주의 및 응급조치 요령에 따라 조치할 것

#### 마. 기타 위험예방

- 1) 보완점검을 정기적으로 행하고 기록할 것
- 2) 보기 쉬운 장소에 화기엄금 등의 경계표시를 부착할 것
- 3) 모터, 컨베이어 등의 위험이 수반될 우려가 있는 지역은 책임자가 올바른 조작을 행하도록 지시할 것

#### 바. 위험물 취급

임명된 위험물취급자는 다음사항을 숙선 실시한다.

- 1) 각종 점검계획을 입안하여 실시하고 결과를 확인한 다음 필요한 대책확립
- 2) 위험물의 반입, 반출 및 이동에 입회
- 3) 위험물 취급작업을 지시 및 감독
- 4) 위험물의 노출, 화재발생 등 긴급사태 발생 시의 대책을 입안하고 실제상황발생시에는 대책에 따라 지휘
- 5) 교육 및 소방훈련을 입안하여 실시
- 6) 관계법규 및 조례에 따라 각종 관리기록 등을 보존

### 6-1.2 동절기 대책

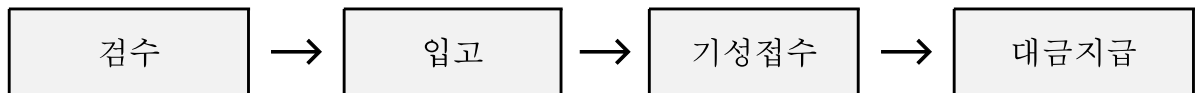
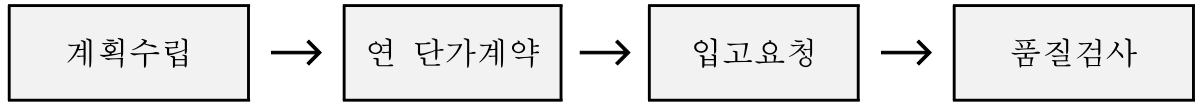
동절기의 운전관리에는 처리장의 입지 및 기후특성 등을 고려하여 적절한 대책을 수립하는 것이 필요하다. 겨울철에 장시간 동안 처리장의 가동중지가 예상되면 직접 점검하고 있는 펌프류, 배관자체, 탱크류 등은 동파의 위험성이 있으므로 가능한 완전히 배수 후 깨끗이 청소하여야 하며, 기온강하에 의한 동결 등으로 기기의 파손이나 성능저하 등이 발생하기 쉬우므로 노출된 시설에 대해서는 점검회수를 늘리는 외에 보온에 노력하여 동결에 의한 사고를 사전에 방지한다.

## 6-2 유해화학물질 관리

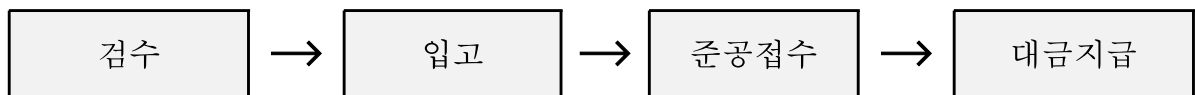
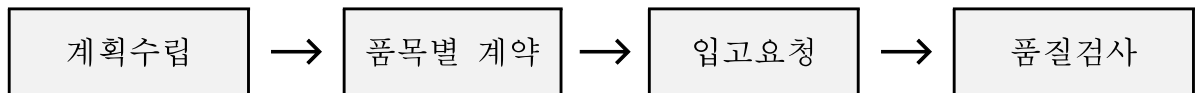
### 6-2.1 일반 관리사항

가. 구매업무 처리절차

□ 기존 약품 연단위 계약



□ 신규 약품 단위 계약

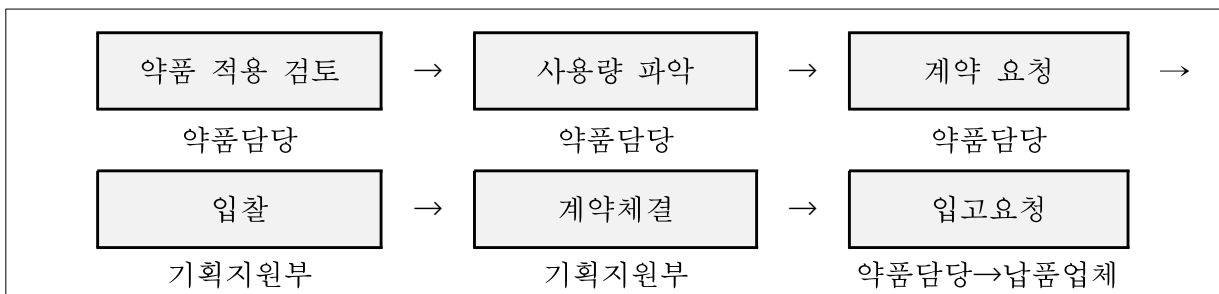


□ 계획수립, 단가계약, 입고요청

○ 연단위 계약 업무수행 절차

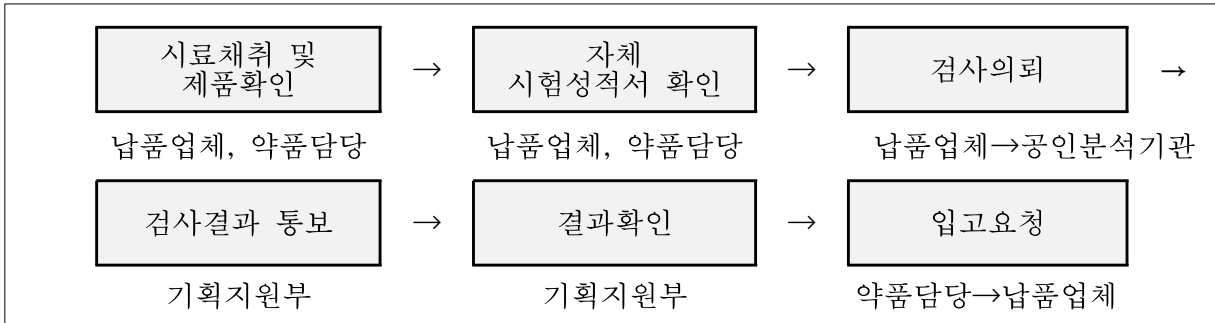


○ 신규약품 계약 업무수행 절차



□ 품질검사

○ 평시 업무수행 절차



- 시료채취 및 제품확인

① 시료채취 주기 : 납품 시 무작위 채취

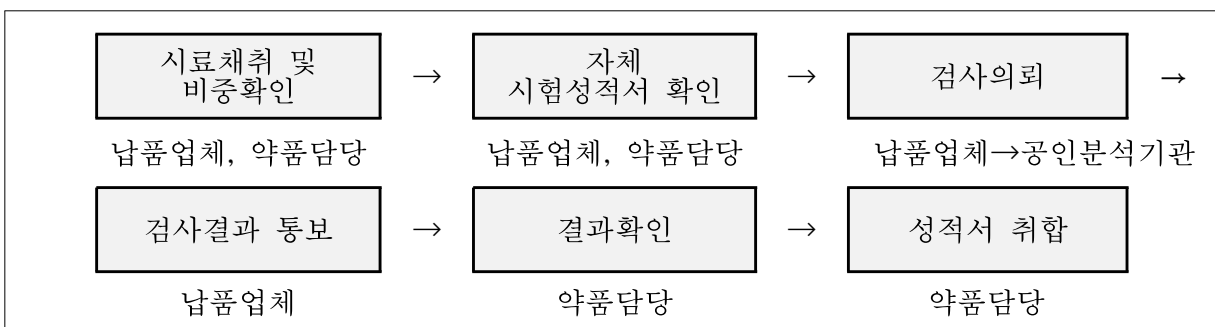
② 채취방법

- 액상 : 시료 1ℓ 이상을 납품자 입회하에 채취
- 분말 : 시료 1kg 이상을 납품자 입회하에 채취

③ 제품확인

- 납품업체 자체시험성적서 항목 기준으로 현장 가능 범위 내에서 확인(비중, 외관 등)

○ 분기 업무수행 절차



- 시료채취 및 제품확인

① 시료채취 주기 : 분기 1회이상 무작위 채취

② 채취방법

- 액상 : 시료 1ℓ 이상을 납품자 입회하에 채취
- 분말 : 시료 1kg 이상을 납품자 입회하에 채취

③ 제품확인

- 납품업체 자체시험성적서 항목 기준으로 현장 가능 범위 내에서 확인 (비중, 외관 등)

#### ④ 검사의뢰

- 납품업체 사전통보(유선)후 시료 1통을 공인분석기관에 의뢰
- 의뢰 시 분석방법, 분석비용 납부자 등을 명시하여 문서 시행

#### ⑤ 검사결과 확인

- a. 공인기관 시험성적이 납품품질규격에 적합유무 확인
- b. 합격 시 조치사항
  - 납품업체 통보생략
  - 보관시료 폐기
- c. 불합격 시 조치사항
  - 납품업체 문서 통보
  - 반품조치 및 분할납품금액에 대한 감가조치

#### ☐ 검수 및 입고

- 수량 및 규격 확인 후 제품 입고
- 계량전표 또는 거래명세서(서명), 자체시험성적서 1부 수령

#### ☐ 준공 접수

- 납품업체 공문 접수 후 납품내역, 시험성적서, 계량증명 등을 재 확인 후 대금 지급 결재 진행
- 연 단위 계약의 경우 계약금액에 따른 월별 사용분 적용
- 신규약품 또는 일회성 약품의 경우 계약금액에 따른 별도 적용

#### ☐ 대금지급

- 준공 접수 후 기획지원부에서 납품업체에 대금 지급

### 나. 정기관리

#### ☐ 황산, 수산화나트륨 유해화학물질 사용관리(매일)

- 화학물질관리법 시행규칙[별지 제75호 서식]에 따른 사용관리
- 제품명, 유독물명, 함량 등 유해화학물질 사용에 따른 관리대장 작성



□ 유해화학물질 기준 취급시설 자체점검 실시(분기)

○ 각 취급시설별로 작성

○ 항목별 검사방법

1) 내진성능 및 지반조사

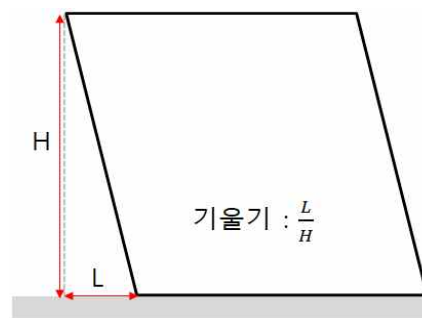
① 기초 및 지반의 결함이 있는지 여부 : 기초 및 지반에 crack, 도장상태, 부식 이상 유무 정상 확인

② 기울기의 정상 여부

평가 기준	평가내용		안전조치
	기울기(각변위)	내용	
a	1/750 이내	예민한 기계기초의 위험 침하 한계	정상적인 유지관리
b	1/500 이내	구조물의 균열발생 한계	주의관찰, 원인제거
c	1/250 이내	구조물의 경사도 감지	정기적 계측필요
d	1/150 이내	구조물의 구조적 손상이 예상되는 한계	보수,보강 및 사용제한
e	1/150 초과	구조물이 위험할 정도	긴급보강 및 사용금지

※ 기울기 **1/250 이내의 값일 경우** 정상으로 판단하며, 초과할 경우 대책 마련 필요

※ 탱크 상부에서 지면에 수직으로 내려 길이를 측정할 것이며, 동일한 지점을 주기적으로 측정할 것  
측정 point는 외부에서 알아볼 수 있도록 눈관리를 실시할 것  
측정 시, 기록관리를 위해 측정은 사진을 통해 남기도록 할 것



< 기울기(각변위) 계산방법 >

2) 배관 건전성 확보

① 유해화학물질 누출 확인 : 유·누출의 흔적이 있는지와 그로 인한 부식이 있는지 여부 확인

② 배관의 두께확인 : 한국산업표준에서 정한 배관의 최소 두께 이상인지 여부 확인 실시

※ 두께 측정은 5개 point를 선정하여 측정을 실시하고, 동일한 지점을 주기적으로 측정할 것, 두께 측정 point는 외부에서 알아볼 수 있도록 눈 관리를 실시할 것, 측정 시 기록관리를 위해 측정은 사진을 통해 남기도록 할 것

③ 유해화학물질 취급에 관한 기준 - 배관 두께에 관한 내용

3. 배관은 유해화학물질을 안전하게 취급할 수 있는 강도 및 두께를 가지고 있어야 한다.	<p>3)-1 배관의 강도 기준은「산업표준화법」제12조에 따른 한국산업표준 등 국내외 공인기준에 따른다.</p> <p>3)-2 배관의 두께는 다음의 기준에 적합한 것으로 한다.</p> <p>(1) 한국산업표준의 배관용 스텐레이스 강판 최소 두께(KS D 3576)</p> <p>(2) 한국산업표준의 압력 배관용 탄소 강판 최소 두께(KS D 3562)</p> <p>(3) 폴리에틸렌(PE)관, 폴리염화비닐(PVC)관, 기타 강관 등 그 밖의 재질은 한국산업표준에서 인증한 최소 두께</p> <p>(4) 위 (1)부터 (3)에 해당하지 않는 경우 「산업표준화법」 제12조에 따른 한국산업표준 등 국내외 공인기준에 따른 최소 두께</p>
---	--

○ 기존 취급시설 추가 안전관리 자체점검대장

기존 취급시설 추가 안전관리 자체점검대장						
연월일	점검시간 (16:00 ~ 17:00)	설비명	소속	성명	서명	
20.02.28						

구분	검사 항목	기준	결과 값	검사결과		비고
				적합	부적합	
① 내전성능 및 지반조사	실내·외 저장시설 및 제조·사용시설의 기초 및 지반의 결함이 있는지 여부	육안 검사				
	실내·외 저장시설 및 제조·사용시설의 기물기가 정상인지 여부	< 1/250				
② 실내·외 배관 건전성 확보	배관 접합부 부식 및 불량으로 인한 유해화학물질 유출·누출 여부	육안 검사				
	배관의 강도 확보를 위한 두께 정상여부	한국 산업표준 최소두께 이상				

※ 비고란에는 '부적합' 시 부적합한 내용 및 조치 완료된 사항, 점검이 필요한 사항을 적습니다.(두께의 경우 측정 위치 작성)

#### 다. 유해화학물질 내역

구 분	황산	수산화나트륨
농도	· 70%	· 25%
분자식	· H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	· NaOH
CAS No.	· 7664-93-9	· 1310-73-2
물질상태	· 액체	· 액체
독성값	· 경구 LD50 : 2,140 mg/kg · 흡입 LC50 : 0.094 mg/l/4hr · ERPG2 : 2.493 ppm	· 경구 LD50 : 325 mg/kg(Rat) · 경피 LD50 : 1350 mg/kg(Rat) · ERPG2 : 3.056 ppm
끓는점	· 166°C	· 112~116°C
부식성 유/무	· 유	· 유
취급량	· 연간 취급량 : 859,350 kg · 일일 최대량 : 4,850 kg	· 연간 취급량 : 989,310 kg · 일일 최대량 : 3,700 kg
유독물 구분	· 사고대비물질, 유독물질	· 유독물질

#### 라. 유해화학물질 유해성 정보

##### ○ 황산

##### 1) 응급조치 요령

구 분	조치내용
눈에 들어갔을 때	· 눈에 묻으면 몇 분간 물로 조심해서 씻고, 긴급 의료조치를 받으시오.
피부에 접촉했을 때	· 오염된 옷과 신발을 제거하고 오염지역을 격리하시오. · 경미한 피부 접촉 시 오염부위 확산을 방지하시오 · 불편함을 느끼면 의학적인 조치·조언을 구하시오. · 피부(또는 머리카락)에 묻으면 오염된 모든 의복은 벗거나 제거하시오. 피부를 물로 씻으시오/샤워하시오.
흡입했을 때	· 즉시 의료기관(의사)의 진찰을 받으시오. · 과량의 먼지 또는 흙에 노출된 경우 깨끗한 공기로 제거하고 기침이나 다른 증상이 있을 경우 의료 조치를 취하시오.
먹었을 때	· 삼켰다면 입을 씻어내시오. 토하게 하려 하지 마시오. · 물질을 먹거나 흡입하였을 경우 구강대구강법으로 인공호흡을 하지 말고 적절한 호흡의료장비를 사용하시오.



## 2) 폭발·화재 시 대처방법

구분	조치내용
적절한(부적절한) 소화제	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 질식소화시 건조한 모래 또는 흙을 사용할 것</li> <li>· 이 물질과 관련된 소화시 알콜 포말, 이산화탄소 또는 물 분무를 사용할 것</li> </ul>
화학물질로부터 생기는 특정 유해성	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 가연성 물질(나무, 종이, 기름, 의류 등)을 점화할 수 있음</li> <li>· 가열되거나 물로 오염되면 용기가 폭발할 수 있음</li> <li>· 금속을 부식시켜 가연성 수소가스를 발생시킬 수 있음</li> <li>· 밀폐공간에 인화성/독성 가스가 축적될 수 있음</li> <li>· 열, 스파크, 화염에 의해 점화할 수 있음</li> <li>· 물과 반응하여 공기 중 흙의 농도를 증가시킬 많은 열을 발생할 수 있음</li> <li>· 타는 동안 열분해 또는 연소에 의해 자극적이고 매우 유독한 가스가 발생 될 수 있음</li> <li>· 금속을 부식시킬 수 있음</li> <li>· 부식성/독성: 증기, 분진, 물질의 흡입, 섭취, 접촉은 심각한 상해, 화상, 초래할 수 있음</li> <li>· 용융물질과 접촉 시 피부와 눈에 심각한 화상을 입힐 수 있음</li> </ul>
화재진압시 착용할 보호구 및 예방조치	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 구조자는 적절한 보호구를 착용하십시오.</li> <li>· 지역을 벗어나 안전거리를 유지하여 소화하십시오.</li> <li>· 물과 (격렬히)반응하여 부식성/독성가스를 방출하니 주의하십시오.</li> <li>· 용융되어 운송될 수도 있으니 주의하십시오.</li> <li>· 탱크 화재 시 화염에 휩싸인 탱크에서 물러나십시오.</li> <li>· 위험하지 않다면 화재지역에서 용기를 옮기십시오.</li> <li>· 용기 내부에 물이 들어가지 않도록 하십시오.</li> <li>· 탱크 화재시 소화가 진화된 후에도 다량의 물로 용기를 식히십시오.</li> <li>· 탱크 화재시 압력 방출장치에서 고음이 있거나 탱크가 변색할 경우 즉시 물러나십시오.</li> <li>· 물안개로 증기 발생을 줄이면서 다량의 물을 화재지역에 뿌리십시오.</li> </ul>

## 3) 누출사고 시 대처방법

구분	조치내용
인체를 보호하기 위해 필요한 조치사항 및 보호구	<ul style="list-style-type: none"> <li>· (분진·흙·가스·미스트·증기·스프레이)를(을) 흡입하지 마십시오.</li> <li>· 엎질러진 것을 즉시 닦아내고, 보호구 향의 예방조치를 따르십시오.</li> <li>· 피해야할 물질 및 조건에 유의하십시오</li> <li>· 화재가 없는 누출시 전면보호형 증기 보호의를 착용하십시오</li> <li>· 적절한 보호의를 착용하지 않고 파손된 용기나 누출물에 손대지 마십시오.</li> <li>· 위험하지 않다면 누출을 멈추십시오.</li> </ul>

구 분	조치내용
인체를 보호하기 위해 필요한 조치사항 및 보호구	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 물분무로 증기를 줄이되 누출물이나 용기에 물이 들어가지 않도록 하시오</li> <li>· 가연성 물질과 누출물을 멀리하시오</li> <li>· 들어갈 필요가 없거나 보호장비를 갖추지 않은 사람은 출입하지 마시오. 오염 지역을 격리하시오.</li> </ul>
환경을 보호하기 위해 필요한 조치사항	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 수로에 유입되지 않도록 하고, 누출물은 오염을 유발할 수 있음</li> <li>· 환경으로 배출하지 마시오.</li> </ul>
정화 또는 제거 방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 물에 녹인 뒤 수거하시오</li> <li>· 불활성 물질(예를 들어 건조한 모래 또는 흙)로 덮지른 것을 흡수하고,</li> <li>· 화학폐기물 용기에 넣으시오.</li> <li>· 물질손상을 방지하기 위해 누출물을 흡수시키시오.</li> <li>· 액체를 흡수하고 오염된 지역을 세제와 물로 씻어 내시오.</li> <li>· 건조모래/흙, 기타 비가연성 물질로 덮은 뒤 확산 및 비와의 접촉을 막기 위해 플라스틱 시트로 덮으시오</li> <li>· 청결한 방폭 도구를 사용하여 누출물을 수거하고 느슨하게 덮인 플라스틱 용기에 담으시오.</li> <li>· 공기성 먼지를 제거하고 물로 습윤화하여 흩어지는 것을 막으시오.</li> </ul>

## ○ 수산화나트륨

### 1) 응급조치 요령

구 분	조치내용
눈에 들어갔을 때	· 눈에 묻으면 몇 분간 물로 조심해서 씻고, 긴급 의료조치를 받으시오.
피부에 접촉했을 때	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 오염된 옷과 신발을 제거하고 오염지역을 격리하시오.</li> <li>· 경미한 피부 접촉 시 오염부위 확산을 방지하시오</li> <li>· 불편함을 느끼면 의학적인 조치·조언을 구하시오.</li> <li>· 피부(또는 머리카락)에 묻으면 오염된 모든 의복은 벗거나 제거하시오. 피부를 물로 씻으시오/샤워하시오.</li> </ul>
흡입했을 때	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 즉시 의료기관(의사)의 진찰을 받으시오.</li> <li>· 과량의 먼지 또는 흙에 노출된 경우 깨끗한 공기로 제거하고 기침이나 다른 증상이 있을 경우 의료 조치를 취하시오.</li> </ul>
먹었을 때	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 많은 양의 물 혹은 우유를 마시게 하시오.</li> <li>· 물질을 먹거나 흡입하였을 경우 구강대구강법으로 인공호흡을 하지 말고 적절한 호흡의료장비를 사용하시오.</li> </ul>

## 2) 폭발·화재 시 대처방법

구 분	조치내용
적절한(부적절한) 소화제	· CO <sub>2</sub> , 물, 분말 소화약제, 포말 소화약제, 적절한 소화제
화학물질로부터 생기는 특정 유해성	· 화재 위험은 무시할 수 있음. · 위험 없이 할 수 있으면 용기를 화재지역으로부터 이동시킬 것 · 진화가 된 후에도 상당 시간 동안 물 분무로 용기를 냉각시킬 것 · 탱크의 양 끝에는 접근하지 말 것

## 3) 누출사고 시 대처방법















구 분	조치내용
인체를 보호하기 위해 필요한 조치 사항 및 보호구	· (분진·흙·가스·미스트·증기·스프레이)를(을) 흡입하지 마시오. · 엎질러진 것을 즉시 닦아내고, 보호구 향의 예방조치를 따르시오. · 피해야할 물질 및 조건에 유의하시오 · 화재가 없는 누출시 전면보호형 증기 보호의를 착용하시오 · 적절한 보호의를 착용하지 않고 파손된 용기나 누출물에 손대지 마시오 · 위험하지 않다면 누출을 멈추시오 · 들어갈 필요가 없거나 보호장비를 갖추지 않은 사람은 출입하지 마시오. · 오염 지역을 격리하시오.
환경을 보호하기 위해 필요한 조치 사항	· 수로에 유입되지 않도록 하시오. · 누출물은 오염을 유발할 수 있음 · 환경으로 배출하지 마시오.
정화 또는 제거방법	· 액체를 흡수하고 오염된 지역을 물로 씻어 내시오. · 건조모래/흙, 기타 비가연성 물질로 덮은 뒤 확산 및 비와의 접촉을 막기 위해 플라스 틱 시트로 덮으시오 · 청결한 방폭 도구를 사용하여 누출물을 수거하고 느슨하게 덮인 플라스틱 용기에 담으시오 · 공기성 먼지를 제거하고 물로 습윤화하여 흩어지는 것을 막으시오.

## 마. 약품 주입 절차

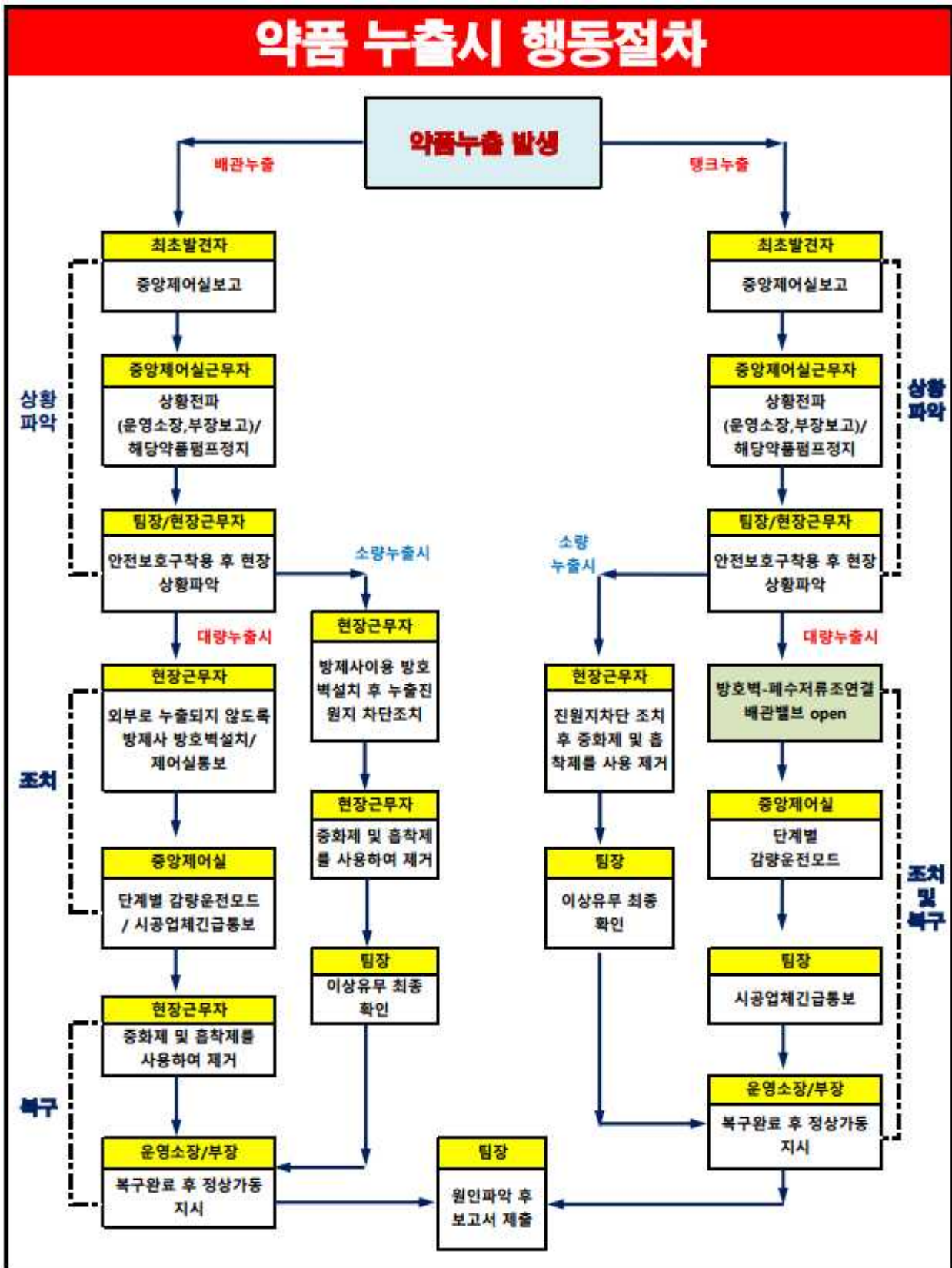
### ☐ 주입 전 특별 주의사항

- 주입 전 안전보호구 (안전화, 안전모, 보안경, 보호장갑) 착용
- 주입 전, 후 저장용기 수위 기입 / 주입 전 품질검사용 시료 채취
- 주입 시 시설운전원의 입회하에 안전절차 준수

### ☐ 주입순서

순서	구분		내용
	운전자	담당자	
1			운전자는 약품차량 1차 계근 후 중앙제어실에 연락하고 차량고임 목설치와 안전보호구 착용상태로 현장에서 대기하며, 담당자도 안전보호구 착용상태로 현장으로 이동한다.
2			운전자는 저장시설과 차량의 약품 재고량을 파악하고, 담당자는 주입설비 주변에 대한 전반적인 안전점검을 실시한다.
3			운전자는 주입량을 담당자에게 전달받고, 담당자는 약품 주입구의 시건장치를 해제한다.
4			운전자는 약품 주입을 준비하고, 담당자가 샘플을 채취하여 품질검사를 마친 뒤 담당자입회하에 약품이 누출되지 않도록 안전하게 주입한다.
5			주입이 완료될 때까지 운전자, 담당자는 현장에서 대기하며 약품누출이 일어나는지 예의 주시한다.
6			운전자는 주입완료 후 약품이 튀지 않도록 안전하게 연결 호스를 해제하고, 담당자는 주입구에 시건장치 체결 후 주변 누출여부를 재확인 한다.
7			운전자는 뒷정리 후 2차 계량을 실시하고, 담당자는 운전자로부터 거래내역서와 계량표, 약품 성적서를 수령하고 약품의 입고량을 확인한다.

바.약품 누출 시 행동절차



#### 사. 유해화학물질 자체교육(1회/년 이상)

##### ☐ 유해화학물질 사고대응 훈련

- 유해화학물질에 의한 누출, 화재 등의 시나리오를 계획하여 교육함으로써 사고 발생 시 인적, 재산적 피해를 최소화 하기 위함.

##### ☐ 유해화학물질 안전교육

- 유해화학물질 안전교육을 실시함으로써 유해성 및 취급자의 올바른 안전 보호구 착용방법과 화학사고 시 대처방법을 숙지하여 시설 내 화학사고 발생 시 즉각적인 대처를 하기 위함.

##### ☐ 교육 개요

- 시설 개요
- 유해화학물질 운영 및 방제장비 보유 현황
- 재난안전 및 조직체계
- 현장조치 행동 및 매뉴얼
  - 개인임무 부여 및 비상상황 시 보고체계 및 임무 수행절차
  - 유해화학물질 유출에 따른 긴급 방제조치
  - 유해화학물질에 의한 화재발생 시 긴급조치
  - 인명피해 방생에 따른 응급조치 및 후송
- 유해화학물질 예방조치 사항
  - 사후대책 보다는 사전 예방관리의 중요성 인식

#### 아. 유해화학물질 법정교육(1회/2년)

##### ☐ 기술인력 및 관리자 과정(사업소 유해화학물질 법정 선임자)

- 유해화학물질 취급시설 기술인력, 유해화학물질 관리자(책임자, 점검원)

##### ☐ 취급담당자 과정(사업소 유해화학물질 직접 취급자\_운전원 등)

- 유해화학물질 취급담당자
- 유해화학물질 영업자가 고용한 자 중 유해화학물질 직접 취급자
- 수급인과 수급인이 고용한 사람으로 유해화학물질 직접 취급자
- 위해관리계획서 작성 담당자
- 장외영향평가서 작성 담당자

## 6-2.2 약품별 특성 및 관리사항

### 가. 약품별 특성

#### ○ 규격

품 명	성상	규 격	시험방법
70% 황산 (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	액상	· 강열잔류물 : 0.05% 이하, 철(Fe) : 200 mg/kg 이하 · 비소(As) : 10 mg/kg 이하, 납(Pb) : 10 mg/kg 이하 · 카드뮴(Cd) : 2 mg/kg 이하, 크롬(Cr) : 10 mg/kg 이하 · 수은(Hg) : 0.4 mg/kg 이하	환경부고시 제 2017-190호 (2017.10.23.)
25% 수산화나트륨 (NaOH)	액상	· 염화나트륨(NaCl) : 1.5%이하, 비소(AS) : 2 mg/kg 이하 · 크롬(Cr) : 5 mg/kg 이하, 카드뮴(Cd) : 2 mg/kg 이하 · 수은(Hg) : 0.2 mg/kg 이하, 납(Pb) : 10 mg/kg 이하	환경부고시 제 2017-190호 (2017.10.23.)
12% 차아염소산 나트륨 (NaOCl)	액상	· 유효염소 : 12%이상, 유리알칼리 : 2% 이하 · 비소(AS) : 1 mg/kg 이하, 납(Pb) : 1 mg/kg 이하 · 카드뮴(Cd) : 1 mg/kg 이하, 크롬(Cr) : 2 mg/kg 이하 · 수은(Hg) : 0.2 mg/kg 이하, 브로메이트 : 12 mg/kg 이하 · 클로레이트 : 2,000 mg/kg 이하	환경부고시 제 2017-190호 (2017.10.23.)
탈취촉매제 (J-DS)	고상	· 외관 : 흰색분말, 활성산소 : 4% 이하 · 수분함량 : 0.15% 이하, 비중 : 1.10~1.20 g/cm <sup>3</sup> · 트리메틸아민(탈취시험 농도감소율 50% 이상) · 메틸머캅탄(탈취시험 농도감소율 50% 이상)	환경표지 인증기준 EL608:2017 (탈취시험)
탈취산화제 (EW-HR)	고상	· 외관 : 흰색 또는 옅은 우유색 분말 · 냄새 : 무취, 비중 : 0.975 ± 0.05 g/cm <sup>3</sup> · 트리메틸아민(탈취시험 농도감소율 50% 이상) · 메틸머캅탄(탈취시험 농도감소율 50% 이상)	환경표지 인증기준 EL608:2017 (탈취시험)
공간악취 제거제 (나노센트-A)	액생	· 정제수 : 5%, 베스터블오일식물추출물 : 91% · 향균제 : 3%, I.P.A. : 1% 이하(이소필로필 알코올) · 암모니아 : (탈취시험 농도감소율 60% 이상) · 트리메틸아민(탈취시험 농도감소율 50% 이상) · 황화수소 : (탈취시험 농도감소율 5% 이상) · 메틸머캅탄(탈취시험 농도감소율 5% 이상)	환경표지 인증기준 EL608:2017 (탈취시험)
부식방지제	액상	· 외관 : 투명 또는 연황색투명, pH(25℃) 9.0~10.5 · Polymer(%) 5.0% 이상, 사산화인(P <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ) · 비중 : 1.05 ± 0.02 g/cm <sup>3</sup>	제조사 기준

○ 적용 설비 및 약품 특성

품 명	적용설비	주입설비	보관장소	효과
70% 황산 (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	산세정탑	황산 주입펌프 (4기)	황산저장 탱크 (1기)	NH <sub>4</sub> 등의 알칼리성 악취 제거
25% 수산화나트륨 (NaOH)	약액세정탑	수산화나트륨 주입펌프 (4기)	수산화나트륨 저장탱크 (1기)	NH <sub>4</sub> 등의 알칼리성 악취 제거
12% 차아염소산 나트륨 (NaOCl)	산세정탑	차아염소산 나트륨 주입펌프 (6기)	차아염소산 나트륨 저장탱크 (3기)	강력한 산화력으로 유기성 악취 제거
탈취촉매제 (J-DS)	산세정탑	탈취촉매제 정량주입장치 (2기)	제2펌프실	염소계 산화제의 산화력 증대 기능
탈취산화제 (EW-HR)	탈습탑	탈취산화제 연속주입장치 (1기)	제2펌프실	강력한 산화력으로 악취 유기물의 활성 억제
공간악취 제거제 (나노센트-A)	반입장, 지하2층 펌프실등	탈취제 살포장치 이동식 1대 고정식 2대	실험실	반입장, 지하 2층, 슬러지 펌프실 등에 탈취제가 대기에 편승하여 확산 악취를 제거
부식방지제	건조슬러지 냉각기	부식방지제주 입펌프 (2기)	부식방지제 공급탱크 (2기)	냉각기에 공급되는 공정수의 부식 및 스케일 방지



## 나. 관리사항

### ☐ 일반적 주의사항

- 약품 누출여부, 이송라인, 펌프 및 배관 접속부등의 이상유무를 수시로 점검할 것
- 적재 또는 저장작업이 끝난 후 약품이 누출 여부 점검
- 적재장소 또는 저장탱크에 근접하여 화기를 시 유해화학물질 담당자와 안전담당자에 선 보고 후 작업 여부 결정
- 약품 입고 시 불순물이 혼입되지 않도록 하여야 함.
- 저장탱크 약품 입고 전 설치된 VENT LINE의 폐쇄 여부를 확인하고, 입고 시 수시로 확인하여 작업 실시
- 약품 취급담당자는 화학제품 취급자를 위한 보호안경, 내화학장갑 및 내화학 장화, 내화학성 보호의 등을 착용하고 작업을 실시하여 응급상황에 대비

### ☐ 약품의 취급

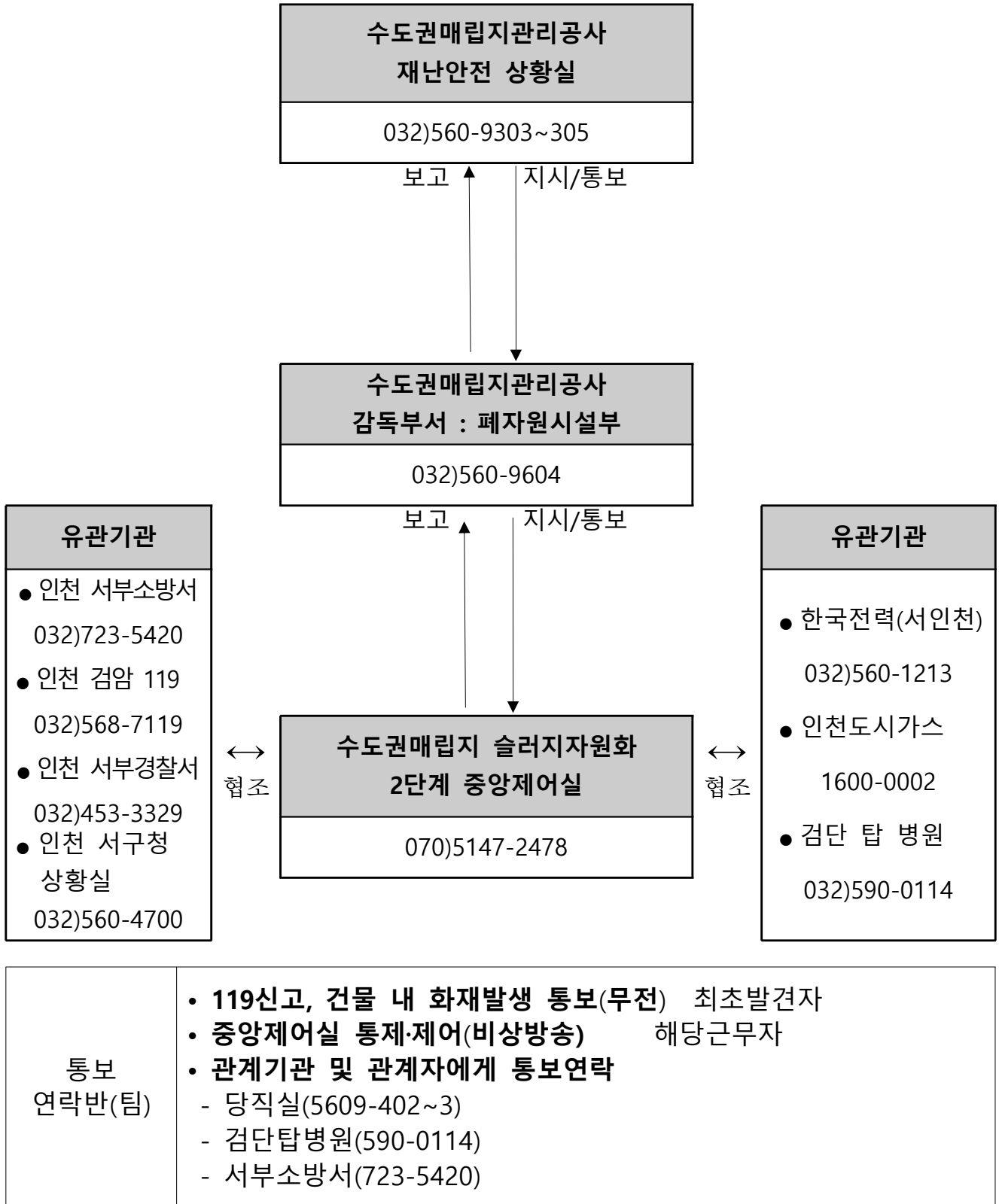
- 각 공정에 소요되는 약품을 저장 및 취급 시 각 저장공간에 부착된 MSDS의 취급상 주의사항을 숙지하여 준수할 것
- 약품에 노출되었을 경우 약품취급 시 주의 및 응급조치 요령에 따라 조치할 것

### ☐ 안전보호구 및 세척설비 관리

- 안전보호구함
  - 유해화학물질 저장탱크(황산, 수산화나트륨), 제2펌프실(NaOCl, 탈취촉매제)에 위치한 안전보호구함의 보호안경, 보안면, 내화학장갑, 내화학 장화, 방독 마스크, 방독필터, 구급함 등의 재고 수량을 항시 관리하고, 약품 취급 시 사용 후 안전보호구함에 원위치 하여야 한다.
- 세척설비
  - 약품 접촉 시 눈, 손, 전신을 세척 할 수 있는 세안설비는 항시 작동될 수 있도록 작동 여부를 확인 하여야 한다.

## 6-3 비상연락체계

### 비상연락체계



## 6-4 처리시설별 안전작업 절차

### 6.4.1 슬러지 반입공정

슬러지 반입공정 안전작업 절차서			
위험요인	슬러지 반입차량 충돌위험, 슬러지 하역시 오조작에 의한 암롤박스 추락위험, 메탄가스 화재·폭발위험, 반입 관리자 협착위험		
공정흐름도 (작업순서)	재해 형태	위험요인	안전대책(안전수칙)
슬러지 반입	충돌 추락 화재 폭발 협착	1. 반입차량 진입시 출입문, 외벽, 투입문 등 충돌위험 2. 슬러지 하역 중 차량 후진시 시야 미확보에 의한 반입 관리자 협착위험 3. 슬러지 하역 후 적재함 (암롤박스) 상승상태 진행시 장비전도 및 충돌위험 4. 작업자들의 인화물질 사용으로 인한 화재·폭발위험	1. 반입 관리자의 지시에 따라 차량 진입 2. 반입 관리자 원거리 신호교육 및 복장, 경광등 설치 확인 3. 적재함 상승상태 주행 통제 4. 인화물질 사용 금지조치 및 소화기 비치 (부득이한 경우 이동용 송풍기 강제 환기 실시 및 메탄가스 측정 후 작업허가) 5. 정기적인 안전보건교육 실시
			※ 안전장구 : 안전모, 방진마스크, 신호봉, 복합가스측정기, 산소측정기 등 ※ 안전교육/감독 : 관리감독자, 안전담당자/반입 관리자
슬러지 이송	충돌 화재 폭발 협착	1. 슬러지 공급펌프 이송 시 협착위험 2. 슬러지 공급실 점검 중 충돌의 위험 3. 작업자들의 인화물질 사용으로 인한 화재·폭발위험	1. 슬러지 공급펌프 방호장치 해체 금지 2. 안전보호구 착용 3. 인화물질 사용금지 조치 및 소화기 비치 (부득이한 경우 메탄가스 측정 후 작업허가)
			※ 안전장구 : 안전모, 방진마스크, 복합가스측정기, 산소측정기 등 ※ 안전교육/감독 : 관리감독자, 안전담당자, 작업담당자
슬러지 계량	추락 화재 폭발 협착	1. 슬러지 일시저장조 점검 시 추락의 위험 2. 슬러지 배출스케일 점검 시 협착의 위험 3. 작업자들의 인화물질 사용으로 인한 화재·폭발위험	1. 일시저장조 점검 시 올바른 자세로 점검 2. 슬러지 배출스케일 커버 해체 금지 3. 인화물질 사용금지 조치 및 소화기 비치 (부득이한 경우 메탄가스 측정 후 작업허가)
			※ 안전장구 : 안전모, 방진마스크, 복합가스측정기, 산소측정기 등 ※ 안전교육/감독 : 관리감독자, 안전담당자, 작업담당자

## 6.4.2 슬러지 건조공정

### 슬러지 건조공정 안전작업 절차서

위험요인	NG, BIOGAS 배관 가스누출에 의한 화재·폭발위험, 건조설비 구동부위 협착위험, 상부 설비 점검 시 추락위험, 건조기 내부 점검 시 질식위험		
공정흐름도 (작업순서)	재해 형태	위험요인	안전대책(안전수칙)
연료공급	화재 폭발 화상 충돌	1. NG, BIOGAS 배관 가스누출에 의한 화재·폭발 위험 2. 주변설비 고온에 의한 화상 위험 3. 주변구조물에 의한 충돌위험	1. 각 호기별 가스감지기 설치 - 가스누출시 행동절차 교육 실시 - 불꽃감지기 설치 2. 안전보호구 착용 3. 주변구조물 및 안전거리 확보 ※ 안전장구 : 안전모, 휴대용 메탄가스 감지기, 복합가스측정기, 산소측정기 등 ※ 안전교육/감독 : 관리감독자, 안전담당자
슬러지 건조	추락 협착 질식	1. 건조설비 구동부위 협착위험 2. 상부 설비 점검시 추락위험 3. 건조기 내부 점검시 질식 위험 4. 주변구조물에 의한 충돌위험	1. 건조설비 구동부위 안전커버 설치 2. 추락위험 구역 안전난간 설치 3. 밀폐공간 작업시 안전작업허가서 발행 4. 협착주의, 미끄럼주의 등 안내표지 부착 5. 주변구조물 및 안전거리 확보 ※ 안전장구 : 안전모, 산소측정기 등 ※ 안전교육/감독 : 관리감독자, 작업담당자
슬러지 배출	끼임 충돌	1. 배출 컨베이어류 작동 중 점검으로 인한 끼임의 위험 2. 주변구조물에 의한 충돌위험	1. 컨베이어 가동 중 점검구 OPEN 금지 (부득이한 경우 관리감독자 입회 후 점검) 2. 주변구조물 및 안전거리 확보 ※ 안전장구 : 안전모, 산소측정기 등 ※ 안전교육/감독 : 관리감독자, 작업담당자
슬러지 냉각	협착 호흡기손상	1. 냉각설비 구동부위 협착위험 2. 가동 중 내부 점검 중 분진으로 인한 호흡기 손상위험 3. 주변구조물에 의한 충돌위험	1. 냉각설비 구동부위 안전커버 설치 2. 냉각설비 점검전 호흡용 보호구 착용 3. 주변구조물 및 안전거리 확보 ※ 안전장구 : 안전모, 분진마스크 등 ※ 안전교육/감독 : 관리감독자, 작업담당자

### 6.4.3 건조 배가스 처리공정

## 건조 배가스 처리공정 안전작업 절차서

위험요인	분진에 의한 화재·폭발위험, 구동설비 협착위험, 현장점검 시 계단 미끄러짐에 의한 전도 및 충돌위험		
공정흐름도 (작업순서)	재해 형태	위험요인	안전대책(안전수칙)
건조 배가스 흡입	충돌 협착	1. 회전체 접촉 협착 2. 주변구조물에 의한 충돌위험	1. 회전체 방호장치 임의해체 금지 2. 주변구조물 및 안전거리 확보 ※ 안전장구 : 안전모 등 ※ 안전교육/감독 : 관리감독자, 작업담당자
건조 배가스 처리	전도 화재 폭발 협착	1. 집진기 및 건조슬러지 수평 이송C/V 내부 분진에 의한 화재·폭발위험 2. 설비 구동부위 협착위험 3. 설비 점검시 전도 및 충돌 위험	1. 중앙제어실 24시간 모니터링 - 담당근무자 주기적인 순찰 - 불꽃감지기 설치 2. 설비 구동부위 안전커버 설치 3. 미끄럼주의, 충돌주의 등 안내표지 부착 - 충격방지패드 설치 ※ 안전장구 : 안전모 등 ※ 안전교육/감독 : 관리감독자, 작업담당자
원심력 집진기	화재 폭발 충돌	1. 집진기 및 건조슬러지 수평 이송C/V 내부 분진에 의한 화재·폭발위험 2. 주변구조물에 의한 충돌위험	1. 중앙제어실 24시간 모니터링 - 담당근무자 주기적인 순찰 - 불꽃감지기 설치 ※ 안전장구 : 안전모 등 ※ 안전교육/감독 : 관리감독자, 작업담당자
여과집진기	화재 폭발 충돌	1. 집진기 및 건조슬러지 수평 이송C/V 내부 분진에 의한 화재·폭발위험 2. 주변구조물에 의한 충돌위험	1. 중앙제어실 24시간 모니터링 - 담당근무자 주기적인 순찰 - 불꽃감지기 설치 ※ 안전장구 : 안전모 등 ※ 안전교육/감독 : 관리감독자, 작업담당자

#### 6.4.4 약취처리과정

약취 처리과정 안전작업 절차서			
위험요인	계단 미끄러짐 위험, 설비상부 점검 시 추락위험, 약품 취급 시 피부접촉 및 흡입위험		
공정흐름도 (작업순서)	재해 형태	위험요인	안전대책(안전수칙)
배가스 흡입	충돌 협착	1. 회전체 접촉 협착 2. 주변구조물에 의한 충돌위험	1. 회전체 방호장치 임의해체 금지 2. 주변구조물 및 안전거리 확보 ※ 안전장구 : 안전모 등 ※ 안전교육/감독 : 관리감독자, 작업담당자
분진제거	충돌 화상	1. 주변구조물에 의한 충돌위험 2. 고온부 접촉 의한 화상	1. 주변구조물 및 안전거리 확보 2. 안전거리 유지 및 보호구 착용 ※ 안전장구 : 안전모, 보호장갑 등 ※ 안전교육/감독 : 관리감독자, 작업담당자
약품투입	유해화학 물질 노출 충돌	1. 약품(황산, 수산화나트륨) 취급시 유해화학물질 노출 (피부접촉, 흡입 등) 2. 주변구조물에 의한 충돌위험	1. 내화학 안전보호구 착용 (장화, 장갑, 보호의, 방독면 등) 2. 정기안전보건교육 실시 - 약품 누출시 행동절차 표지판 부착 ※ 안전장구 : 안전모, 보호장갑 등 ※ 안전교육/감독 : 관리감독자, 작업담당자
세정탑	유해화학 물질 노출 충돌	1. 황산 취급시 유해화학물질 노출 (피부접촉, 흡입 등) 2. 주변구조물에 의한 충돌위험	1. 내화학 안전보호구 착용 (장화, 장갑, 보호의, 방독면 등) 2. 정기안전보건교육 실시 - 약품 누출시 행동절차 표지판 부착 ※ 안전장구 : 안전모, 내화학보호의, 방독면 등 ※ 안전교육/감독 : 관리감독자, 작업담당자
약액세정탑	유해화학 물질 노출 충돌	1. 수산화나트륨 취급 시 유해화학물질 노출 (피부접촉, 흡입 등) 2. 주변구조물에 의한 충돌위험	1. 내화학 안전보호구 착용 (장화, 장갑, 보호의, 방독면 등) 2. 정기안전보건교육 실시 - 약품 누출시 행동절차 표지판 부착 ※ 안전장구 : 안전모, 내화학보호의, 방독면 등 ※ 안전교육/감독 : 관리감독자, 작업담당자
대기배출	충돌 넘어짐	1. 주변구조물에 의한 충돌위험 2. 계단 이동시 넘어짐위험	1. 주변구조물 및 안전거리 확보 2. 안전난간대 잡고 이동 ※ 안전장구 : 안전모, 내화학보호의, 방독면 등 ※ 안전교육/감독 : 관리감독자, 작업담당자

#### 6.4.5 건조슬러지 반출공정

건조슬러지 반출공정 안전작업 절차서			
위험요인	분진에 의한 화재·폭발위험, 계단 미끄러짐 위험, 반출차량 충돌위험, 반출작업시 추락위험		
공정흐름도 (작업순서)	재해 형태	위험요인	안전대책(안전수칙)
건조물 저장	화재 폭발 미끄러짐 충돌	1. 분진에 의한 화재·폭발위험 2. 설비 상부 점검시 미끄러짐 위험 3. 주변구조물에 의한 충돌위험	1. 중앙제어실 24시간 모니터링(온도, CO농도) - 오토텐션실 주기적인 청소 2. 미끄러짐 주의 표지판 부착 3. 주변구조물 및 안전거리 확보 ※ 안전장구 : 안전모, 안전대 등 ※ 안전교육/감독 : 관리감독자, 작업담당자
차량 진입·진출	충돌	1. BCT 차량 진입시 구조물 충돌위험	1. 외벽 반사판 설치 2. 안전교육실시 - 차량 진입 전 구조물 확인 ※ 안전장구 : 안전모, 안전대 등 ※ 안전교육/감독 : 관리감독자, 작업담당자
건조슬러지 반출공정	전도 추락 화재 폭발	1. 반출작업시 추락위험 2. 주변구조물에 의한 충돌위험	1. 추락방지 안전걸이대 설치 2. 주변구조물 및 안전거리 확보 ※ 안전장구 : 안전모, 안전대 등 ※ 안전교육/감독 : 안전담당자/관리감독자

#### 6.4.5 바이오가스 전처리공정

바이오가스 전처리공정 안전작업 절차서			
위험요인	바이오가스 누출에 의한 화재·폭발위험, 계단 미끄러짐 위험		
공정흐름도 (작업순서)	재해 형태	위험요인	안전대책(안전수칙)
바이오가스 전처리공정	화재 폭발 충돌	1. 바이오가스 누출에 의한 화재·폭발위험 2. 설비 점검 시 충돌위험	1. 레이저 메탄검지기를 이용한 주기적인 바이오 가스 누출 점검 실시 2. 충돌주의 표지판 부착 ※ 안전장구 : 안전모, 안전대 등 ※ 안전교육/감독 : 관리감독자, 작업담당자

## 6-5 환경오염(악취)사고 행동매뉴얼

### □ 악취방지시설 현황

설 비 명	용 량	수량	형식	악취제거	기능		악취발생위치
원심력 집진기	480m³/min	10	접선유입식 (싸이클론)	-	원심력에 의한 분진 제거		건조기 내부 건조배가스 공정복합악취 (#20, #21)
여과집진기	480m³/min	10	펄스제트 (백필터)	-	백필터 탈진에 의한 분진 제거		
	50m³/min	2					
Z-스크러버	2,150 m³/min	2	스크러버	수용성 악취 제거 (암모니아 등)	분사 세정에 의한 악취 및 분진 제거		
응축기	2,150 m³/min	2	Shell&Tube Type	-	배가스 온도 냉각 (수냉식)		
응축기 냉각탑	498A m³/hr	2	대향류식(흡입), 개방형	-	응축기 냉각수 냉각 (공냉식)		
탈습탑	2,150 m³/min	2	스크러버 (충진,향류식)	수용성 악취 제거 (암모니아 등)	분사 세정에 의한 악취 및 분진 제거		
세정탑	1,275 m³/min	2	스크러버 (충진,향류식)	염기성 악취 제거 (암모니아, 아민 등)	H₂SO₄ (70%)	악액세정에 의한 악취 제거	
					NaOCl (12.6%)		
열교환기	5,410 Mcal/hr	2	Fin Tube Type	-	배가스 온도 냉각 (수냉식)		
열교환기 냉각탑	1600R T/cell	2	대향류식, 밀폐형	-	열교환기 냉각수 냉각 (공냉식)		
악액세정탑 1	1,250 m³/min	2	스크러버(충진, 향류식)	산성 악취 제거 (황화수소, 지방산 등)	NaOH (25%)	악액세정에 의한 악취 제거	
악액세정탑 2	1,250 m³/min	2	스크러버(충진, 향류식)				
세정탑(3계열)	350m³/min	1	스크러버(충진, 향류식)	수용성 악취 제거 (암모니아 등)	분사 세정에 의한 악취 제거		반입장, 반출장, 폐수저장조, 건조기실, 건조배가스실 공간복합악취 (#60)
악액세정탑 (3계열)	350m³/min	1	스크러버(충진, 향류식)	수용성 악취 제거 (암모니아 등)	NaOCl (12.6%)	악액세정에 의한 악취 제거	
UV 탈취설비 (4계열)	800m³/min	1	UV 산화	복합 악취 제거	UV 램프에 의한 산화반응으로 악취 제거		지하 1, 2층 슬러지 공급실 공간복합악취 (#61)
활성탄 흡착설비 (4계열)	800m³/min	1	활성탄 흡착	복합 악취 제거	활성탄 공극에 의한 악취 제거		



□ 배출구 악취유형별 대처방법

배출구 악취 유형	대 처 방 법
▶ 분뇨, 생선 썩는 냄새 (암모니아, 아민류)	1. 세정탑 공정수 물갈이 실시 및 공정수량 증대 2. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 투입량 10%씩 점증식 증대
▶ 자극적이며, 새콤하고 타는 듯한 냄새 (알데하이드류)	1. 약액세정탑 공정수 물갈이 실시 및 공정수량 증대 2. NaOCl 투입량 10%씩 점증식 증대
▶ 양배추, 계란 썩는 냄새 (황화수소, 메틸머캅탄)	1. 약액세정탑 공정수 물갈이 실시 및 공정수량 증대 2. NaOH 투입량 10%씩 점증식 증대
▶ 땀 냄새, 젖은 구두 냄새 (뷰틸산, 발레르산 등 지방산류)	1. 약액세정탑 공정수 물갈이 실시 및 공정수량 증대 2. NaOH 투입량 10%씩 점증식 증대
▶ 락스 냄새 (NaOCl 과다 투입)	1. NaOCl 투입량 5%씩 점감식 감량

## 7 시설 개선사항 및 효과

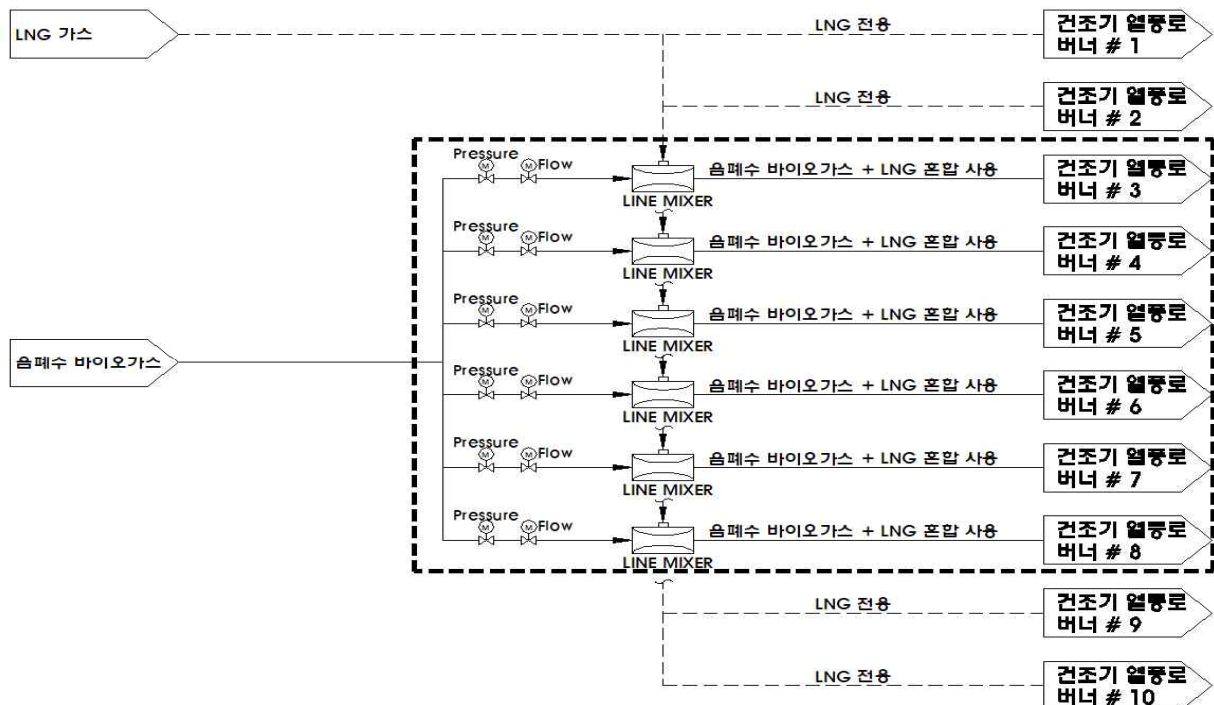
### 7-1 신재생에너지 연료 공급

#### 7-1.1 신재생에너지

최근 화석연료 고갈에 따른 고유가 및 온실가스 감축의무가 가시화 됨에 따라 신·재생에너지의 확충 및 기후변화에 대한 적극적인 대응이 요구됨에 따라 신·재생에너지로 생산 및 보급·확대하는 것이 세계적인 추세로 폐기물을 에너지로 전환하는 새로운 폐기물 처리방식이 정부계획하에 적극적으로 추진되고 있다.

#### □ 읍폐수 바이오가스 직접연료 활용사업

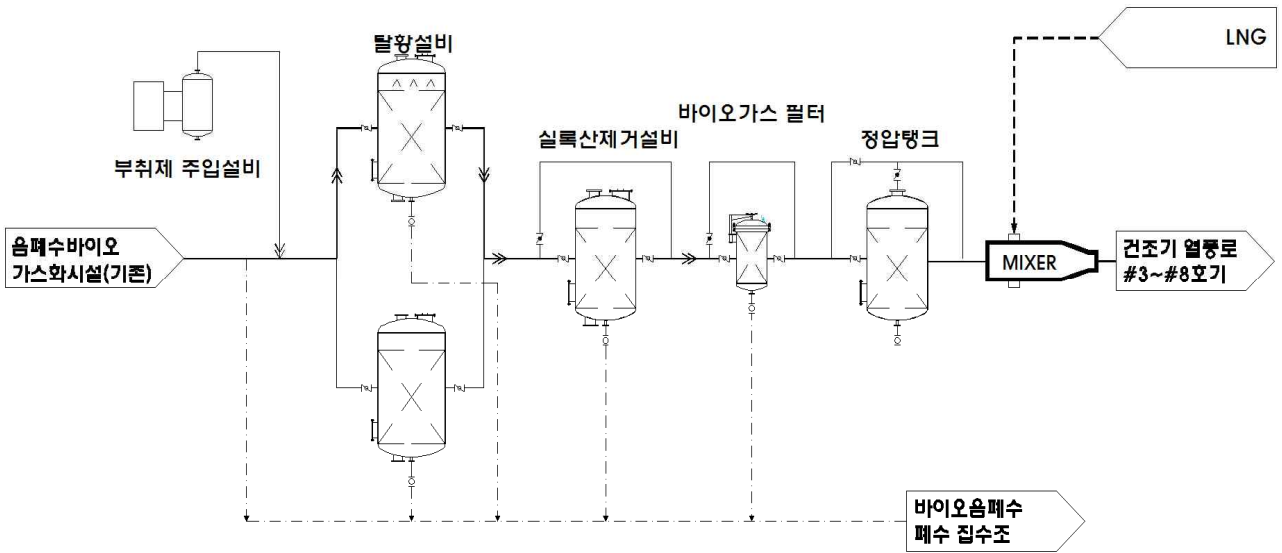
본 사업은 수도권 광역 읍폐수 바이오가스화시설에서 발생하는 Bio-Gas의 발생 및 이용현황을 파악하여, Bio-Gas의 최적 활용방안을 검토하여, 현재 슬러지자원화(2단계)시설의 건조연료로 사용 중인 LNG를 대체하여 운영비 절감을 위한 사업으로 Bio-Gas를 슬러지자원화 시설에 활용하는데 그 목적이 있다.



< 공 정 도 >

□ 매립가스 슬러지 건조연료 활용공사

본 사업은 수도권 매립지 내 50MW 발전시설의 민간투자사업 종료(2018.3.6) 예정에 따라 매립가스의 효율적인 활용방안으로 기존의 음폐수 바이오가스와 매립 가스를 혼합하여, 현재 슬러지 자원화(2단계)시설의 건조연료로 사용 중인 LNG를 전량 대체함으로써 운영비 절감 및 온실가스 감축의 경제적인 효과를 기대하는데 그 목적이 있다.

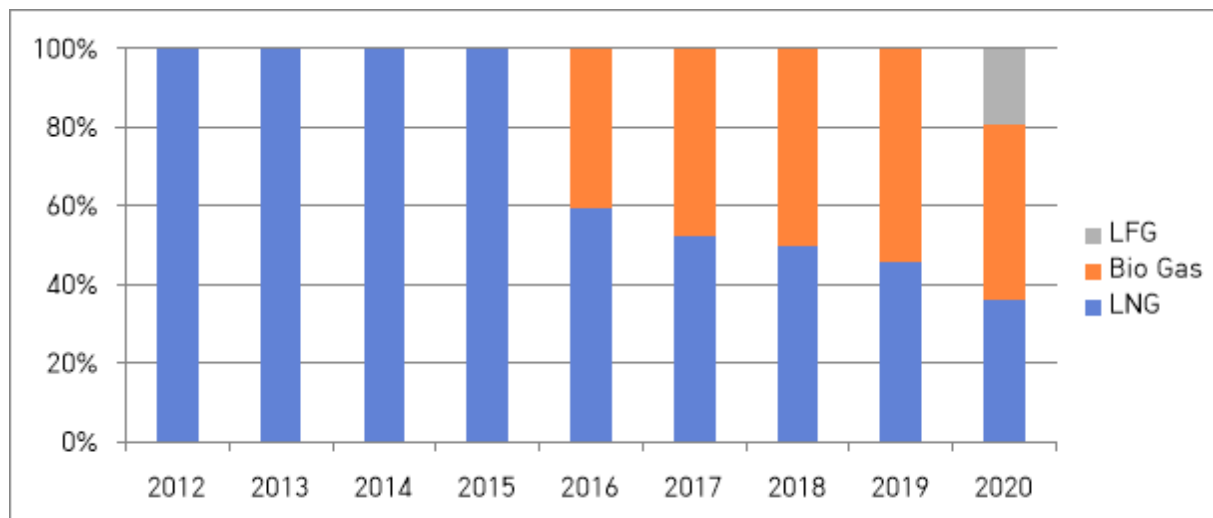


< 공 정 도 >

< 건조연료 사용현황 >

(단위 : m³)

구분	LNG	Bio Gas	LFG	합계
2012	14,458,591	-	-	14,458,591
2013	15,789,419	-	-	15,789,419
2014	17,734,745	-	-	17,734,745
2015	16,924,184	-	-	16,924,184
2016	11,456,985	7,819,541	-	19,276,526
2017	11,333,301	10,408,472	-	21,741,773
2018	10,636,962	10,777,822	-	21,414,784
2019	9,440,480	11,228,264	-	20,668,744
2020	4,953,248	6,125,765	2,612,017	13,691,030



<연도별 LNG 사용량 및 요금표>

구분	사용량(m³)	요금(원)
2015년	16,924,184	14,304,260,180
2016년	11,456,985	7,715,962,680
2017년	11,333,301	7,826,506,950
2018년	10,636,962	7,049,322,240
2019년	9,446,462	6,538,818,580

2012년도 ~ 2015년도 까지 LNG로만 건조연료로 사용하였을 시 약 연평균 1500만 m³를 사용하였으며, 바이오가스를 혼합하였을 시 LNG는 약 연평균 1000만 m³를 사용하였다.

<LFG 사용 현황표>

(단위 : m³)

구분	LNG	Bio Gas	LFG
2020.10	-	271,404	682,330
2020.11	10,056	666,312	1,723,880

LNG는 하루평균 202 m³/일 버너 실화방지용으로 사용되고 있음에 따라 LNG 비용을 약 99% 절감하였다.

※ 비용환산

LFG를 대체사용하며 발생하는 LNG 절감비용과 기존의 LFG 사용처인 50MW의 전력판매수입을 비교해보고자 한다.

LNG발열량(9,540kcal)과 매립가스발열량(3,857kcal)을 비교해 보았을 때, LNG 1m<sup>3</sup>를 대체하기 위하여 LFG는 2.5m<sup>3</sup>가 필요하다.

2019년 슬러지 1톤당 LNG 사용량 평균 38.51m<sup>3</sup>이므로, 슬러지 1톤당 LFG 사용량 평균은 96.3m<sup>3</sup>로 환산할 수 있다.

위의 사용량을 참고하여, 슬러지 1톤당 LNG비용은 26,649원이고, LFG는 11,826원이다.

따라서, LFG를 50MW 전력으로 생산하여 판매하는 것 보다 슬러지자원화 2단계시설의 LNG로 활용하는 것이 슬러지 1톤당 14,823원의 비용절감효과를 얻을 수 있다.

<2019년도 50MW발전시설 매립가스 1m<sup>3</sup>당 전력판매수입>


구분	50MW 발전시설 매립가스 사용량(m <sup>3</sup> )	전력판매수입 (원, VAT포함)	1m <sup>3</sup> 당 전력판매수입 (원, VAT포함)
2019년	180,587,808	22,171,103,975	122.8

※ LNG 평균단가 : 692원/m<sup>3</sup>(2019년 기준)

## 7-2 악취방지시설 개선

### 7-2.1 1계열 [최종배출구 #20]

가. 응축기

구 분		개선 전	개선 후	비고
'13년 8월	사진 대지	-		
개선 효과		- 배기가스 온도 냉각 및 수분제거를 통한 악취제거 효율 향상		

나. 세정탑

1) 세정탑 전단 덕트 재질 변경

구 분		개선 전	개선 후	비고
'16년 9월	사진 대지			
개선 효과		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 세정탑 전단 덕트 재질변경(SS400→FRP)</li> <li>- 내부식성 강화에 따른 덕트 사용 기간 증대</li> </ul>		

## 2) 세정탑 노즐배관 추가 신설

구 분		개선 전	개선 후	비고
'20년 3월	사진 대지			
				
개선 효과		- 세정탑의 순환수 펌프 및 노즐 분사배관을 추가 신설하여 액기비 증가로 인한 약취저감효율 증대		



## 3) 세정탑 ORP meter 신설

구 분		개선 전	개선 후	비고
'20년 5월	사진 대지			
개선 효과		- 산화환원전위(ORP)의 실시간 감시 기능 강화, 산화제의 주입량을 제어하여 중성약취 저감 효과 증대		



다. 약액세정탑

1) 바이오필터→약액세정탑 개선

구 분		개선 전	개선 후	비고
'13년 8월	사진 대지			
개선 효과		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 미생물을 통한 생물학적 약취제어(바이오필터)에서 약품 사용+노즐분사방식의 약액세정 방식으로 시설개선</li> <li>- 수산화나트륨을 사용하여 산성약취 제어 효율 증대</li> </ul>		

2) 약액세정-2 pH meter 설치

구 분		개선 전	개선 후	비고
'20년 4월	사진 대지			
개선 효과		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 약액세정-2 pH 계측기 위치 변경(적정 pH로 제어)</li> <li>- 수산화나트륨을 적정 투입하여 산성약취 제거 효율 증대</li> </ul>		



#### 4) 분사배관 개선 공사

구 분		개선 전	개선 후	비고
'20년 7월	사진 대지			
				
개선 효과		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 약액세정탑#1-2 반응탑 세정수량 증대</li> <li>- 수산화나트륨 메인배관 접속 방법 수직접속 → 라인믹스 방식</li> <li>- 약액세정탑 #1-2반응탑은 증대, 약액세정탑#2 반응탑은 축소</li> </ul>		

#### 라. 차아염소산나트륨 공급설비

##### 1) 에어챔버 및 배압밸브 신설

구 분		개선 전	개선 후	비고
'20년 8월	사진 대지			
개선 효과		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 펌프 후단 배관에 에어챔버를 신설하여 맥동 저감</li> <li>- 공급 배관에 배압밸브를 설치, 탱크 수두에 따른 과공급 방지</li> </ul>		

마. 탈취촉매제 공급설비

구 분		개선 전	개선 후	비고
'19년 12월	사진 대지			
개선 효과		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 정량투입장치를 설치하여 탈취촉매제를 적정 주입하여 중성악취 제거효율 증대</li> </ul>		


바. 기타

1) 약품탱크 디지털 수위계 설치 및 황산, 수산화나트륨 pH 제어 연동화

구 분		개선 전	개선 후	비고
'18년 8월	사진 대지			
개선 효과		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 황산, 수산화나트륨, 차아염소산나트륨 공급 탱크 디지털 수위계 설치 및 황산, 수산화나트륨 약품공급 pH 연동화</li> <li>- 수위 실시간 감시 기능 강화 및 약품 공급 시 pH 연동화에 따른 악취저감 효율 증대</li> </ul>		

## 7-2.2 2계열 (최종배출구 #21)

### 가. 응축기

구 분		개선 전	개선 후	비고
'13년 8월	사진 대지	-		
개선 효과		- 배기가스 온도 냉각 및 수분제거를 통한 악취제거 효율 향상		

### 나. 세정탑

#### 1) 세정탑 전단 덕트 재질 변경

구 분		개선 전	개선 후	비고
'16년 9월	사진 대지			
개선 효과		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 세정탑 전단 덕트 재질변경(SS400→FRP)</li> <li>- 내부식성 강화에 따른 덕트 사용 기간 증대</li> </ul>		



## 2) 세정탑 노즐배관 추가 신설



구 분		개선 전	개선 후	비고
'20년 3월	사진 대지			
				
개선 효과		- 세정탑의 순환수 펌프 및 노즐 분사배관을 추가 신설하여 액기비 증가로 인한 약취저감효율 증대		

## 3) 세정탑 ORP meter 신설

구 분		개선 전	개선 후	비고
'20년 5월	사진 대지			
개선 효과		- 산화환원전위(ORP)의 실시간 감시 기능 강화, 산화제의 주입량을 제어하여 중성약취 저감 효과 증대		

다. 약액세정탑

1) 바이오필터→약액세정탑 개선

구 분		개선 전	개선 후	비고
'13년 8월	사진 대지			
개선 효과		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 미생물을 통한 생물학적 약취제어(바이오필터)에서 약품 사용+노즐분사방식의 약액세정 방식으로 시설개선</li> <li>- 수산화나트륨을 사용하여 산성약취 제어 효율 증대</li> </ul>		

2) 약액세정-2 pH meter 설치

구 분		개선 전	개선 후	비고
'20년 4월	사진 대지			
개선 효과		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 약액세정 2 pH 계측기 위치 변경(적정 pH로 제어)</li> <li>- 수산화나트륨을 적정 투입하여 산성약취 제거 효율 증대</li> </ul>		

라. 차아염소산나트륨 공급설비

1) 에어챔버 및 배압밸브 신설

구 분		개선 전	개선 후	비고
'20년 8월	사진 대지			
개선 효과		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 펌프 후단 배관에 에어챔버를 신설하여 맥동 저감</li> <li>- 공급 배관에 배압밸브를 설치, 탱크 수두에 따른 과공급 방지</li> </ul>		

마. 탈취촉매제 공급설비

구 분		개선 전	개선 후	비고
'19년 12월	사진 대지			
개선 효과		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 정량투입장치를 설치하여 탈취촉매제를 적정 주입하여 중성약취 제거효율 증대</li> </ul>		



바. 기타

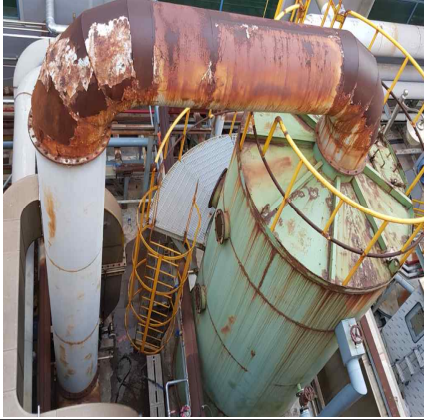

1) 약품탱크 디지털 수위계 설치 및 황산, 수산화나트륨 pH 제어 연동화

구 분		개선 전	개선 후	비고
'18년 8월	사진 대지			
개선 효과		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 황산, 수산화나트륨, 차아염소산나트륨 공급 탱크 디지털 수위계 설치 및 황산, 수산화나트륨 약품공급 pH 연동화</li> <li>- 수위 실시간 감시 기능 강화 및 약품 공급 시 pH 연동화에 따른 약취저감 효율 증대</li> </ul>		



### 7-2.3 3계열 [최종배출구 #61]

가. 세정탑

1) 세정탑 교체 공사

구 분		개선 전	개선 후	비고
'20년 10월	사진 대지			
개선 효과		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 재질변경(SS400 → FRP)에 따른 내식성 강화</li> <li>- 액기비 및 체류시간 증가로 인한 약취저감효율 증대</li> </ul>		

나. 약액세정탑

구 분		개선 전	개선 후	비고
'13년 하반기	사진 대지			
개선 효과		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 미생물을 통한 생물학적 약취제어(바이오필터)에서 약품 사용+노즐분사방식의 약액세정 방식으로 시설개선</li> <li>- 수산화나트륨을 사용하여 산성약취 제어 효율 증대</li> </ul>		

다. 차아염소산나트륨 공급설비

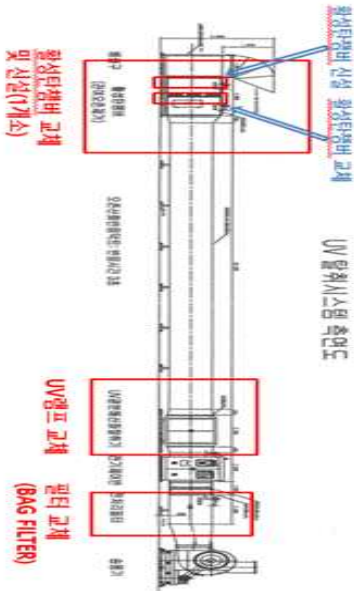

1) 에어챔버 및 배압밸브 신설

구 분		개선 전	개선 후	비고
'20년 8월	사진 대지			
개선 효과		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 펌프 후단 배관에 에어챔버를 신설하여 맥동 저감</li> <li>- 공급 배관에 배압밸브를 설치, 탱크 수두에 따른 과공급 방지</li> </ul>		



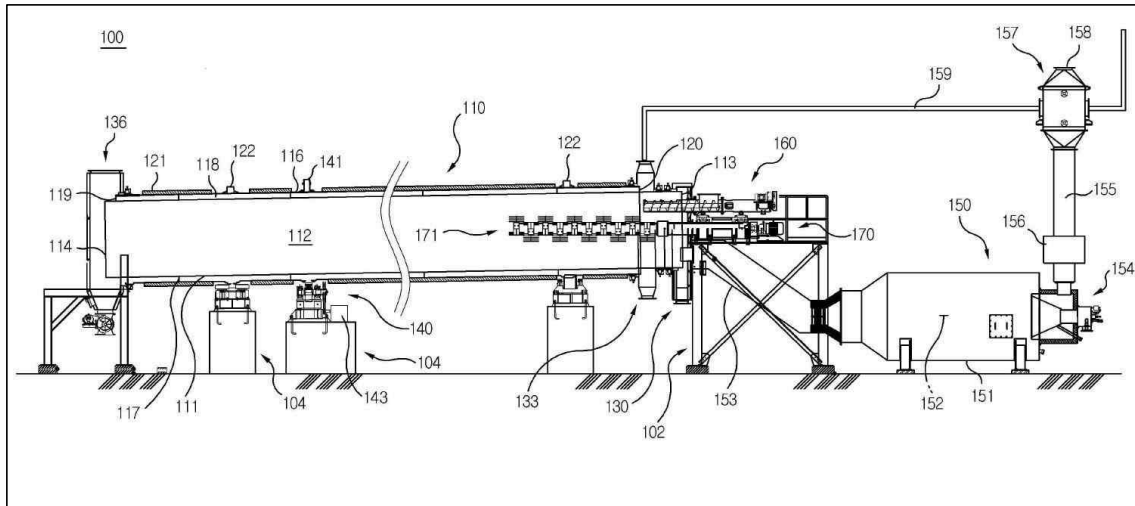
## 7-2.4 4계열 (최종배출구 #66)

### 가. 전처리 필터 신설 및 활성탄 필터 개선

구 분	개선 전	개선 후	비고
'20년 10월	사진 대지		
		개선 효과	

## 8-1 운영 관련 특허 기술 및 효과

□ 폐기물 건조장치( (주)화성테크윈 / 등록특허 10-1243986 )



< 폐기물 건조장치 >

폐기물은 크게 생활 환경에서 발생하는 생활 폐기물과 산업 현장에서 발생하는 사업장 폐기물로 분류될 수 있다. 사업장 폐기물은 배출원에 따라 사업장 일반 폐기물, 사업장 배출계 폐기물, 사업장 건설폐기물, 사업장 지정폐기물로 분류된다. 이들을 구성하고 있는 물질의 성상 면에서 유기성 폐기물과 무기성 폐기물로 구분이 가능하다.

일반적으로 음식물 쓰레기, 축산 분뇨, 인분, 농·수산물 가공공정에서 배출되는 폐기물, 식품가공 공정에서 배출되는 폐기물, 도축공장에서 배출되는 폐기물 등이 유기성 폐기물에 해당된다. 이러한 유기성 폐기물은 수분 함유율이 높으면서 배출되는 오염 물질의 농도가 높아서 처리에 어려움이 있고, 현재 소각, 매립, 퇴비화, 사료화 등의 방법으로 처리되고 있다.

이 중에서 소각 처리의 경우 처리에 막대한 연료비용이 소요되고, 소각 시 발생하는 분진이나 다이옥신 등의 소각 잔재물이 2차적인 환경오염을 야기시키는 문제점이 있다. 매립의 경우에는 매립 부지의 확보가 어려워지고 있고, 폐기물로부터 발생하는 침출수에 의하여 주변 토양 및 하천이 오염되는 문제점이 있다.

이에 비해 퇴비화나 사료화는 폐기물을 자원으로 재활용할 수 있는 처리 방법으로 이에 대한 다양한 연구가 이루어지고 있다.

수분 함유율이 높은 폐기물을 퇴비나 사료로 재활용하기 위해서는 무엇보다 폐기물의 수분을 감량시키는 작업이 선행되어야 한다. 폐기물이 함유하고 있는 수분을 신속하게 감량시키기 위해 현재 버너를 이용한 폐기물 건조장치가 주로 이용되고 있다.

폐기물 건조장치는 건조실과 건조실과 연결되도록 일단 및 타단에 각각 마련되는 입구와 출구를 갖는 내부드럼과, 내부드럼을 감싸도록 내부드럼 외측에 내부드럼과 이격되도록 배치되는 외부드럼과 내부드럼의 외주면과 외부드럼의 내주면 사이에 마련되는 유로를 포함하는 건조드럼과, 내부드럼의 일단이 회전 가능하게 결합되어 내부드럼의 입구와 연결되는 열풍공급덕트와, 내부드럼 일단의 외주면을 감싸도록 내부드럼의 외측에 배치되고 외부드럼의 일단이 회전 가능하게 결합되어 유로와 연결되는 배기덕트와, 건조드럼의 타단이 회전 가능하게 결합되어 내부드럼의 출구 및 유로와 연결되는 폐기물 배출호퍼와, 건조드럼을 회전시키는 드럼 회전장치와, 건조드럼의 건조실에 열풍을 공급하는 열풍공급장치와, 건조실에 폐기물을 투입하기 위한 폐기물 투입장치와, 건조실로 투입되는 폐기물을 파쇄하기 위한 폐기물 파쇄장치를 포함한다. 본 발명에 의한 폐기물 건조장치는 건조드럼 주위의 외기에 의한 건조실 내부의 온도 하강 폭을 줄이고 열손실을 저감시킬 수 있다.

폐기물 건조장치는 더욱 상세하게 음식물쓰레기나 슬러지 등 수분 함유율이 높은 폐기물을 파쇄함과 동시에 열풍 공급을 통해 효과적으로 건조할 수 있다.

### 9-1 빅데이터 구축 필요대상

- ☐ 데이터 구축 필요 대상
  - 데이터의 정상적인 계측범위를 벗어난 오류 값 자동 확인
  - 반입슬러지 성상 자동 측정 시스템
  - 생산된 고형연료 품질 자동 측정 시스템
  - 이외의 슬러지처리효율 및 고형연료 품질에 영향을 줄 수 있는 Factor 등

### 9-2 빅데이터 구축 방안

- ☐ 기존의 축적된 자료를 토대로 연도별 통계자료로 활용될 수 있도록 엑셀 파일로 정리
- ☐ 각종 계측자료의 경향 분석 및 결과제시
  - 계측된 자료를 그래프화하여 시각적으로 공정운영상의 특이사항을 쉽게 확인할 수 있도록 표현
- ☐ 분석자료를 연구활동 등에 활용될 수 있도록 체계화
- ☐ 기존의 HMI, PLC시스템과 연동가능한 추가적인 빅데이터 시스템 구축방안 검토

### 9-3 기대효과

- ☐ 슬러지 처리 효율을 분석하여 실시간으로 고효율로 슬러지를 처리할 수 있도록 반영
- ☐ 공정운영 프로그램을 활용하여 체계적인 분석 수행
- ☐ 반입성상에 따른 데이터 분석값을 토대로 공정운영에 반영하여 슬러지 처리 효율, 고형연료 품질, 악취처리효율 등을 최적화
- ☐ 설비별 데이터 특성을 파악하여 특이사항 발생 시 설비를 정비하여, 사전의 고장 및 사고방지

[부록]

## 하수슬러지 고품연료 생산시설 운영자료

(단위 : 톤, 원)

연도 월	투입	배출			유틸리티			배출물질		
	슬러지 처리량(톤)	생산물		폐수(톤)	전력 (KWh)	LNG (m³)	바이오 가스 (m³)	NOx (kg)	SOx (kg)	먼지 (ton)
		생산량(톤)	판매금액(원)							
2012	226,669	47,005	834,428,000	276,492	16,827,327	14,126,928	-	41,031	0	6.323
2013	260,308	54,386	1,586,586,030	359,796	20,597,400	15,789,426	-	38,812	0	5.517
2014	285,224	58,383	1,800,725,078	364,080	23,470,761	17,734,745	-	27,391	0	5.293
2015	277,283	57,907	1,859,858,811	383,522	21,634,308	16,924,184	-	26,037	0	5.261
2016	258,077	57,085	1,727,164,859	354,303	21,434,868	11,456,985	8,748,332	20,730	0	10.253
2017	275,676	58,708	2,173,992,142	394,962	20,832,552	11,333,301	10,408,472	25,173	228	3.429
2018	257,376	53,933	2,196,173,029	375,292	19,004,760	10,636,962	10,787,004	19,203	2,556	3.900
2019	245,685	51,398	1,830,754,854	344,474	17,778,420	9,446,462	11,229,132	14,384	721	5.934
1월	22,287	4,781	137,146,610	32,306	1,659,636	1,017,471	868,524	1,435	0	0.346
2월	19,186	3,943	121,420,705	29,111	1,413,468	866,684	701,360	1,247	560	0.302
3월	18,777	3,904	124,019,392	29,883	1,460,016	777,085	802,024	1,007	0	0.337
4월	22,127	4,323	143,335,458	29,584	1,450,728	888,466	961,080	1,143	0	0.338
5월	23,011	4,550	153,336,130	29,291	1,581,156	877,139	1,023,584	1,350	0	0.348
6월	19,661	4,458	172,365,730	26,687	1,437,948	715,411	920,498	1,386	0	0.337
7월	25,342	5,388	188,378,666	30,069	1,610,532	913,678	1,099,336	1,514	0	0.350
8월	23,423	4,882	170,787,807	28,653	1,550,448	753,164	1,096,840	1,252	0	0.347
9월	17,358	4,059	130,170,910	23,757	1,290,420	641,627	794,982	1,033	161	0.601
10월	18,645	3,591	142,478,151	25,723	1,317,600	631,748	973,256	1,044	0	0.731
11월	18,889	3,928	185,035,315	30,375	1,522,404	703,806	1,013,316	1,054	0	0.685
12월	16,979	3,591	162,279,980	29,035	1,484,064	660,183	974,332	919	0	1.212