

“폐기물을 **자원**으로, 매립지를 **드림파크**로!”

50MW 발전시설 및 부대시설 운영 · 관리 기술

2021. 3.

[목 차]

1. 일반현황	1
1.1 일반 사항	1
1.2 진행 사항	2
1.3 대기환경보전법상 배출기준	4
1.4 시설 일반현황	5
1.4.1 처리 계통도	5
1.5 주요 시설물 개요	9
1.5.1 발전시설	9
1.5.2 황산화물전처리시설	10
1.5.3 포집 및 소각시설	11
1.5.4 공정폐수처리시설	12
1.6 처리시설별 설계제원 및 기능	13
1.6.1 발전시설	13
1.6.2 황산화물전처리시설	25
1.6.3 포집 및 소각시설	32
1.6.4 공정폐수처리시설	32
1.7 주요 처리시설별 기능 및 관리방법	49
1.7.1 발전시설	49
1.7.1.1 발전시설	49
1.7.1.2 순수제조계통	49
1.7.1.3 폐수처리계통	57
1.7.1.4 폐수재이용계통	66
1.7.2 황산화물전처리시설	72
1.7.2.1 습식 세정 설비	73
1.7.2.2 생물반응조 설비	74

1.7.2.3 바이오황 농축 및 분리설비	75
1.7.3 포집 및 소각시설	76
1.7.3.1 포집시설	76
1.7.3.2 소각시설	79
1.7.4 공정폐수처리시설	80
1.7.4.1 MBR 공정	80
1.7.4.2 산화 공정	80
1.7.4.3 화학적처리 공정	81
1.7.4.4 여과 및 방류 공정	82
1.7.4.5 슬러지처리 공정	82
1.8 주요 처리시설별 수지도	83
1.8.1 발전시설 Heat Balance	83
1.8.2 발전시설(환경시설) Mass Balance	87
1.8.3 황산화물전처리시설 Mass Balance	88
1.8.4 공정폐수처리시설 Mass Balance	89
 2. 처리시설 유지관리	 90
2.1 시설별 주요업무 수행 절차 및 점검내용	90
2.1.1 발전시설	90
2.1.1.1 발전시설	90
2.1.1.2 순수제조계통	90
2.1.1.3 폐수처리계통	100
2.1.1.4 폐수재이용계통	100
2.1.2 황산화물전처리시설	101
2.1.2.1 배관류	101
2.1.2.2 냉각계통	101
2.1.2.3 탱크류	101

2.1.2.4 회전기기	101
2.1.2.5 탈수계통	102
2.1.3 포집 및 소각시설	102
2.1.4 공정폐수처리시설	103
2.1.4.1 MBR 공정	103
2.1.4.2 산화 공정	104
2.1.4.3 화학적처리 공정	105
2.1.4.4 여과 및 방류 공정	107
2.1.4.5 슬러지처리 공정	108
3. 처리시설별 적정 운전조건	110
3.1 발전시설	110
3.1.1 발전시설 운용 방식	110
3.1.2 발전설비 설계조건	110
3.1.3 열싸이클 및 터빈 열소비율	111
3.1.4. 순수제조계통	113
3.1.5. 폐수처리계통	114
3.1.6. 폐수재이용계통	115
3.2 황산화물전처리시설	117
3.2.1 생물반응조 운전조건	117
3.2.2 탈수기 운전조건	120
3.3 포집 및 소각시설	121
3.3.1 매립가스 모니터링	121
3.3.2 포집시설물	123
3.4. 공정폐수처리시설	124
3.4.1 MBR 공정	124
3.2.2 산화 공정	126

3.2.3 화학적처리 공정	127
3.2.4 여과 및 방류 공정	128
3.2.5 슬러지처리 공정	129
4. 야간근무 수행방법 및 비상시 조치 요령	130
4.1 야간근무 기준 및 운영방법	130
4.1.1 기본 근무원칙	130
4.1.2 운영방법	130
4.2 야간근무 수행내용	130
4.2.1 감시업무	130
4.2.2 현장순찰	130
4.2.3 기타업무	130
5. 시설별 운전절차서	131
5.1 발전시설	131
5.1.1 보일러	131
5.1.2 터빈	153
5.1.3 발전기	178
5.1.4 비상시 운전	181
5.1.5 운전정지	184
5.1.6 비상정지	190
5.1.7 예비전력 수전절차서	193
5.1.8 154kV GIS 조작 절차서	198
5.1.9 보일러 2대 운전 중 1대 정지 후 재기동	200
5.2 황산화물전처리시설	202
5.2.1 황산화물전처리시설 제어 System	202
5.2.2 가동시	203

5.2.3 정상운전시	204
5.2.4 정지시	205
5.2.5 상황별 문제해결 (TrobleShooting)	206
5.3 포집 및 소각시설	208
5.3.1 매립가스관리센터	208
5.3.2 매립가스 통합운영시스템	209
5.3.3 소각설비별 수동조작	221
5.3.4 활용시설 운영	228
5.3.5 가스농도 분석시설 운영	237
5.4 공정폐수처리시설	240
5.4.1 가동시	240
5.4.2 정상운전시	264
5.4.3 정지시	265
6. 약품관리	267
6.1 일반현황	267
6.1.1 약품종류 및 사용용도	267
6.1.1.1 발전시설	267
6.1.1.2 황산화물전처리시설	269
6.1.1.3 공정폐수처리시설	269
6.2 약품수급 및 재고관리	271
6.2.1 업무수행 절차	271
6.2.2 세부 업무수행 내용	271
6.3 품질관리	272
6.3.1 업무수행 절차	272
6.3.2 세부 업무수행 내용	272
6.4 시설물관리	273
6.4.1 시설물 수시확인 사항	273

6.4.2 동절기 시설물관리 요령(11월~4월)	273
6.4.3 하절기 시설물관리 요령	273
6.5 유해화학물질 관리업무	273
6.5.1 취급 유해화학물질 종류	273
6.5.2 주요 업무내용	273
6.5.3 유해화학물질 주요특성 및 응급조치	274
7. 재난 및 안전관리	276
7.1 재난 및 안전관리 조직	276
7.1.1 중요 재난 발생시 사업장 보고 체계	276
7.2 공정별 주요 위험요인 및 절차서	279
7.2.1 안전작업 절차서	279
7.2.2 주요 작업 안전 대책	283
7.2.2.1 밀폐작업	283
7.2.2.2 화기작업	286
7.2.2.3 정전작업	287
8. 운영비	288
8.1 시설운영이력	288
8.2 시설설치비용	288
8.2.1 발전시설 설치 총사업비	288
8.2.2 황산화물 전처리시설 설치 총사업비	289
8.2.3 50MW 발전시설 및 부대시설 총사업비	289
8.3 시설운영비용	290
8.3.1 발전시설 및 부대시설 운영비	290

9. 빅데이터 방안	291
9.1 빅데이터 방안 및 활용계획	291
9.1.1 빅데이터 활용을 위한 기초데이터 수집	291
9.1.2 빅데이터를 활용한 중·장기 운영계획	293
[첨부1] 시설별 주요설비 정비업체 및 제작사 리스트	294
[첨부2] 매립가스 관련 통계데이터	296

1. 일반 현황

1.1 일반 사항

수도권매립지 50MW 발전시설 및 부대시설은, 서울, 인천, 경기도 수도권지역의 폐기물 을 매립중인 수도권매립지에서 발생하는 매립가스를 신·재생 에너지원으로 자원화 함으로써 경제적 이익 창출과 매립지 주변의 환경오염 저감을 목표로 추진하는 사업이다.

본 시설은 인천광역시 서구 서월로 61 수도권매립지 내에 위치하고 있으며, 수도권매립지 제1,2,3 매립장에서 발생하는 매립가스(LFG)를 연료로 활용하여 자원화 하는 스팀터빈 방식의 발전시설(50MW)과 부대시설(황산화물전처리시설, 공정폐수처리시설, 포집 및 소각 시설 등)로 구성되어 있다.

50MW 발전시설은 '07.03.07 일부로 상업운전을 실시하였으며, 매립가스를 이용한 발전소 시설으로써는 최대의 시설용량(50MW)이다. 부대시설인 황산화물전처리시설의 경우, 대기 배출오염기준 준수를 위한 매립가스 내 황화수소를 제거하는 시설으로써, 네덜란드 PAQUES社의 Thiopaq 공법을 이용한 최대의 시설용량(19.5 Ton/d-Sload)이다.

○ 주요시설 현황

구 분	내 용	비고
발전시설	□용량 : 50MW □발전방식 : 스팀터빈 발전	부대시설 포함
황전처리시설	□1차 전처리시설 : 유량 : 35,000 Nm ³ /h S-load : 7,200 Kg S/day □2차 전처리시설 : 유량 : 35,000 Nm ³ /h S-load : 12,300Kg S/day □처리공법 : 미생물 공법(PAQUES사의 THIOPAQ□)	
포집 및 소각시설	□제1,2매립장 포집시설 및 이송시설 □매립가스관리센터 (제1,2매립장 흡입 및 소각시설, 중앙감시반 등)	
공정폐수처리시설	□용량 : 150 m ³ /일 □황전처리시설 공정폐수 처리	
송전선로	□구간 : 매립가스 발전소 154kV GIS Bushing ↔ 계양발전소 29번 철탑(7.615 km, 240 mm ²) □철탑수량 : 총 29기	

○ 50MW 발전시설 및 부대시설 사업부지 위치도



1.2 진행 사항

- ◆ 2000. 10. 02 : 기본계획고시(환경부 고시 제2000-117호)
- ◆ 2001. 05. 10 : 기본계획 재고시(환경부 고시 제2001-65호)
- ◆ 2001. 07. 09 : 사업계획서 제출
- ◆ 2001. 08. 06 : 우선협상대상자 지정
- ◆ 2003. 03. 21 : 실시협약 체결 및 사업시행자 지정
- ◆ 2004. 01. 02 : 수도권매립지 매립가스 자원화사업 환경영향평가 협의완료
- ◆ 2004. 03. 08 : 수도권매립지 매립가스 자원화사업 실시계획 승인
- ◆ 2004. 03. 30 : 발전소 건설공사 착공
- ◆ 2007. 03. 07 : 발전소 건설공사 준공 및 상업운전 개시
- ◆ 2007. 03. 15 : 관리운영권 등록부 교부
- ◆ 2008. 07. 31 : 현황보고 및 전처리설치 건의
- ◆ 2008. 12. 31 : 전처리시설 타당성 용역 완료
- ◆ 2010. 05. 04 : 전처리시설 시설 설치계획 승인(환경부)
(네덜란드 PAQUES사 바이오공법)

- ◆ 2011. 11. 24 : 폐기물처리시설 설치변경 신청(한강유역환경청)
- ◆ 2011. 11. 30 : 도시계획시설사업실시계획 인가 신청(인천시 서구청)
- ◆ 2011. 12. 19 : 공유수면매립장 준공전 사용허가 신청(인천시)
- ◆ 2012. 02. 06 : 전처리시설 건축 인·허가 완료
- ◆ 2012. 02. 16 : 황산화물 전처리시설 설치공사 착공
- ◆ 2014. 09. 24 : 전처리시설 성능검사 완료(한국환경공단)
- ◆ 2014. 10. 10 : 황산화물 전처리시설 준공
- ◆ 2015. 03. 13 : 황산화물 전처리시설 추가 설치공사 착공
- ◆ 2016. 01. 20 : 공정폐수 처리 추진계획 보고(에코에너지→환경부)
- ◆ 2016. 02. 25 : 공정폐수처리시설 기술공모
- ◆ 2016. 08. 06 : 추가 황산화물 전처리시설 시운전 완료 및 정상가동
(단독 시운전 및 종합 시운전)
- ◆ 2017. 02. 01 : 공정폐수처리시설 설치 공사 착공
- ◆ 2017. 10. 31 : 공정폐수처리시설 설치 공사 시운전 완료
- ◆ 2017. 11. 15 : 공정폐수처리시설 준공
- ◆ 2017. 12. 11 : 추가 황산화물 전처리시설 준공
- ◆ 2018. 03. 06 : 매립가스자원화사업 상업운전 종료(실시협약기간 11년)
- ◆ 2018. 05. 08 : 민간투자사업 부속협약 체결(환경부↔에코에너지)
- ◆ 2019. 02. 11 : “수도권매립지 50MW 발전시설 운영관리 위탁용역”
계약 체결(SL공사 ↔ 에코에너지)
- ◆ 2019. 03. 05 : 발전사업 양도·양수 계약 체결(SL공사 ↔ 에코에너지)
- ◆ 2019. 03. 20 : 발전사업 면허 양도·양수 인가(산통부, 전기위원회)
- ◆ 2019. 04. 15 : 국유재산 매매계약 체결(SL공사 ↔ 에코에너지)
- ◆ 2019. 12. 27 : “2020년 50MW 발전시설 및 부대시설 운영관리 위탁용역”
계약 체결(SL공사 ↔ 에코에너지)
- ◆ 2019. 12. 27 : “2020년 50MW 발전시설 및 부대시설 운영관리 위탁용역”
계약자 변경계약 체결(SL공사 ↔ 에코바이오홀딩스)

1.3 대기환경보전법상 배출기준

『대기환경보전법』상 50MW 발전시설의 대기배출허용기준은 아래와 같다.

구 분		2003.1.1 ~ 2009.12.31	2010.1.1. ~ 2014.12.31.	2015.1.1. ~ 2019.12.31.	2020.1.1. ~ 2020.6.30.	2020.7.1. ~ 2020.12.31.	2021.1.1~
대기환경 보전법 시행규칙	NOx	50(4)* ppm	50(4) ppm	160(4) ppm	120(4) ppm		160(4) ppm
	SOx	500 ppm	400 ppm	180(4) ppm	120(4) ppm		180(4) ppm

* () : 표준산소농도(O₂의 백분율)를 의미하고 환산농도를 통해 배출농도 산정

다만, 당 사업장은 『인천광역시 대기오염물질 배출허용기준 조례』를 적용받으며,
이에 대한 기준은 아래와 같다.

구 분		2003.1.1 ~ 2009.12.31	2010.1.1. ~ 2014.12.31.	2015.1.1. ~ 2019.12.31.	2020.1.1. ~ 2020.6.30.	2020.7.1. ~ 2020.12.31.	2021.1.1~
인천시 조례	NOx	대기법 준용	대기법 준용 50(4)* ppm	40(4) ppm	40(4) ppm	40(4) ppm	40(4) ppm
	SOx	대기법 준용	대기법 준용 400 ppm	120(4) ppm	120(4) ppm	100(4) ppm	100(4) ppm
적용 항목		기타시설	그 밖의 배출시설	바이오가스 사용시설	바이오가스 사용시설		바이오가스 사용시설

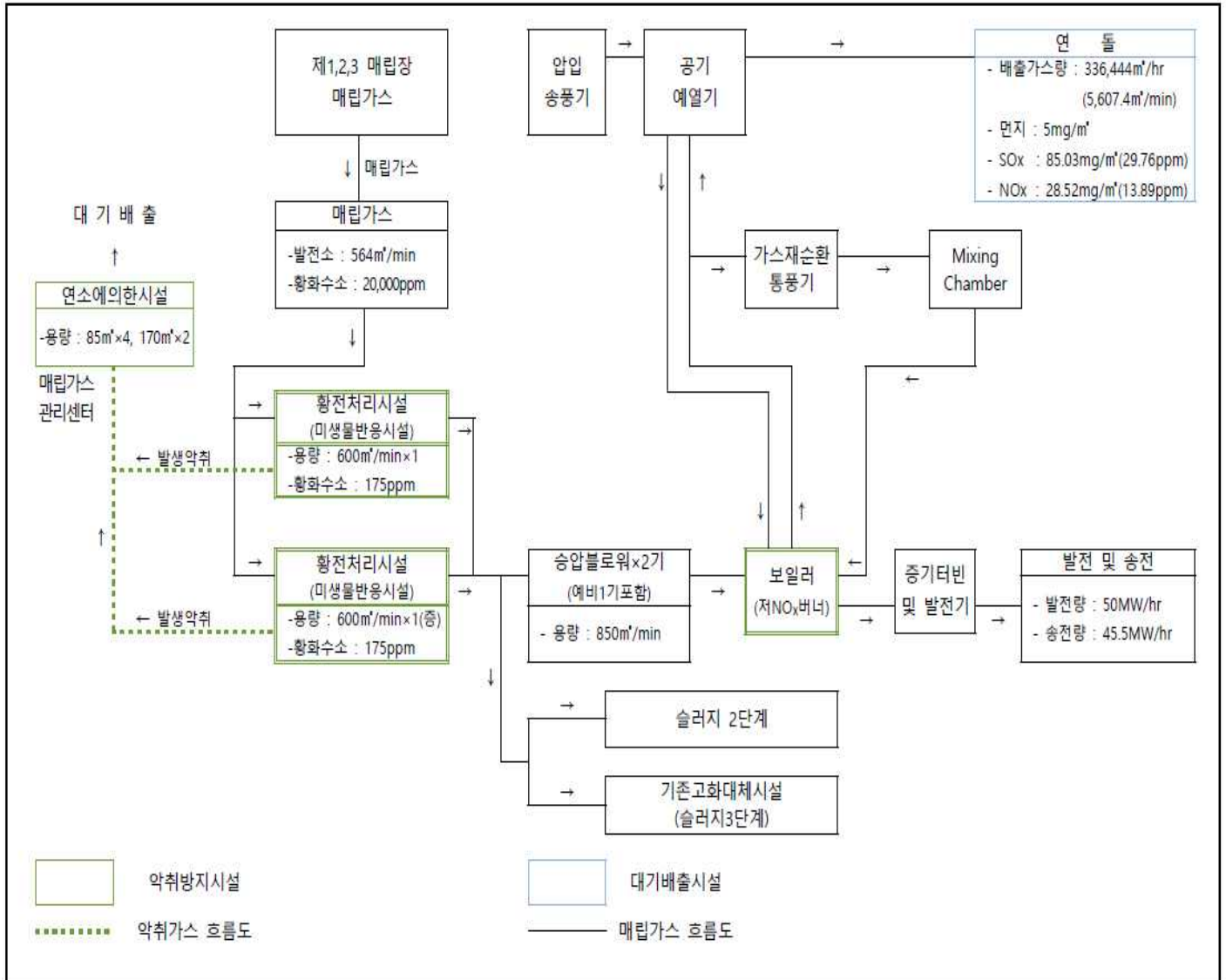
* () : 표준산소농도(O₂의 백분율)를 의미하고 환산농도를 통해 배출농도 산정

따라서, 현재기준('21.01.)으로 당사업장은 『대기환경보전법』보다 엄격한 기준인,
『인천광역시 대기오염물질 배출허용기준 조례』을 적용받아, NOx는 40ppm, SOx는
100ppm을 적용받는다.

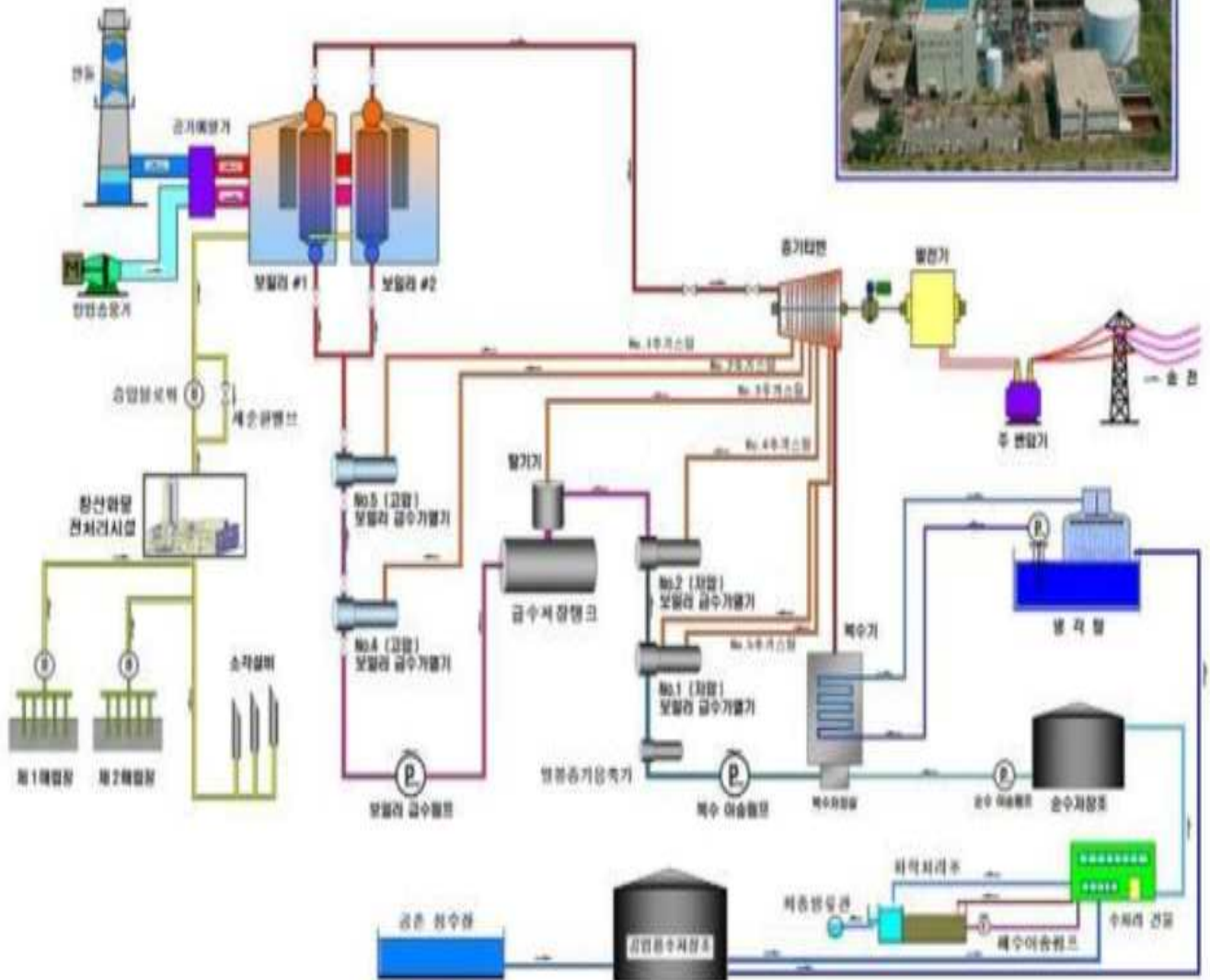
1.4 시설 일반현황

1.4.1 처리 계통도

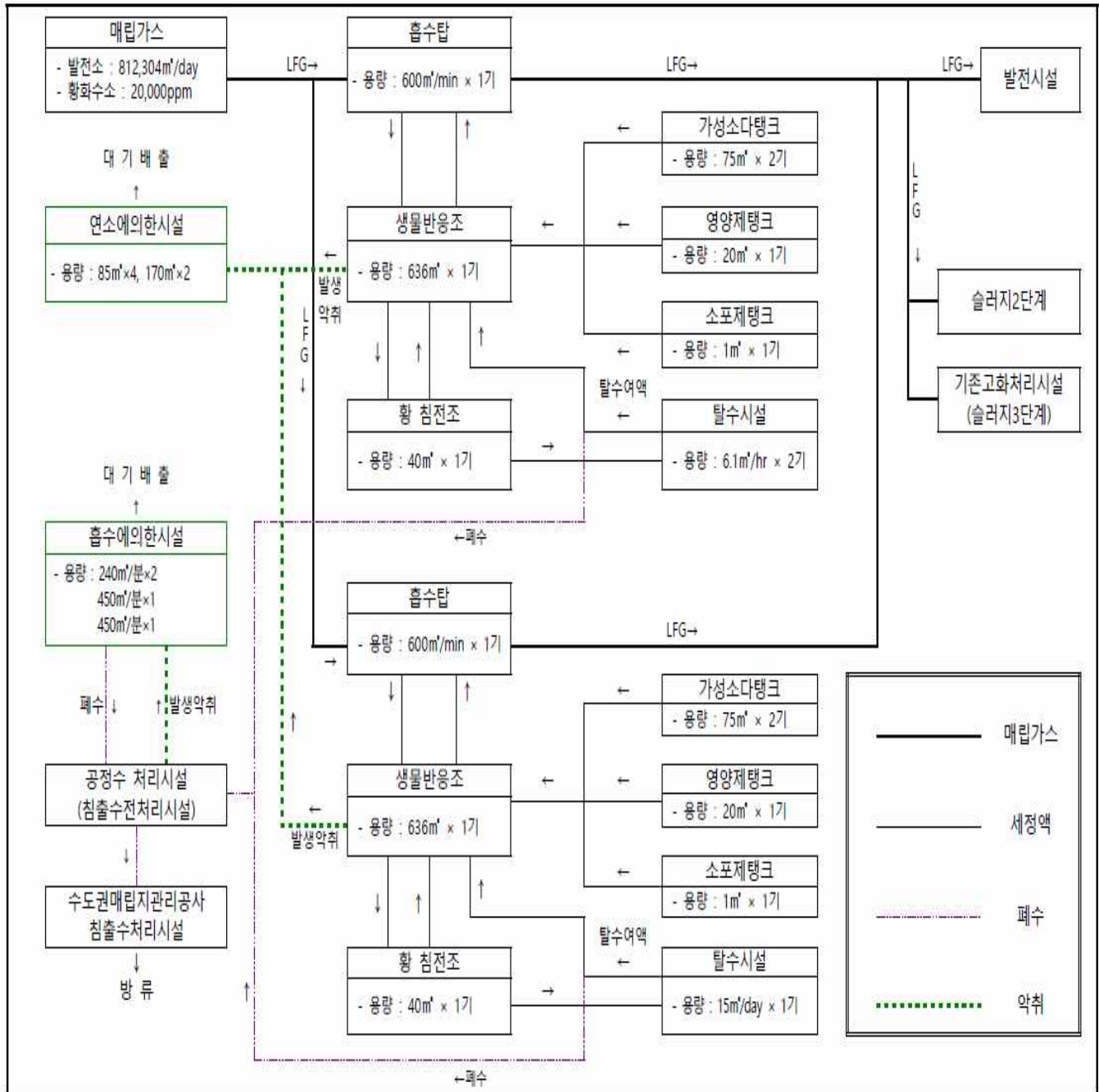
<매립가스발전시설(전체)>



50MW 매립가스 발전소 (수도권매립지 매립가스 자원화 사업)



<매립가스발전시설(항전처리시설)>



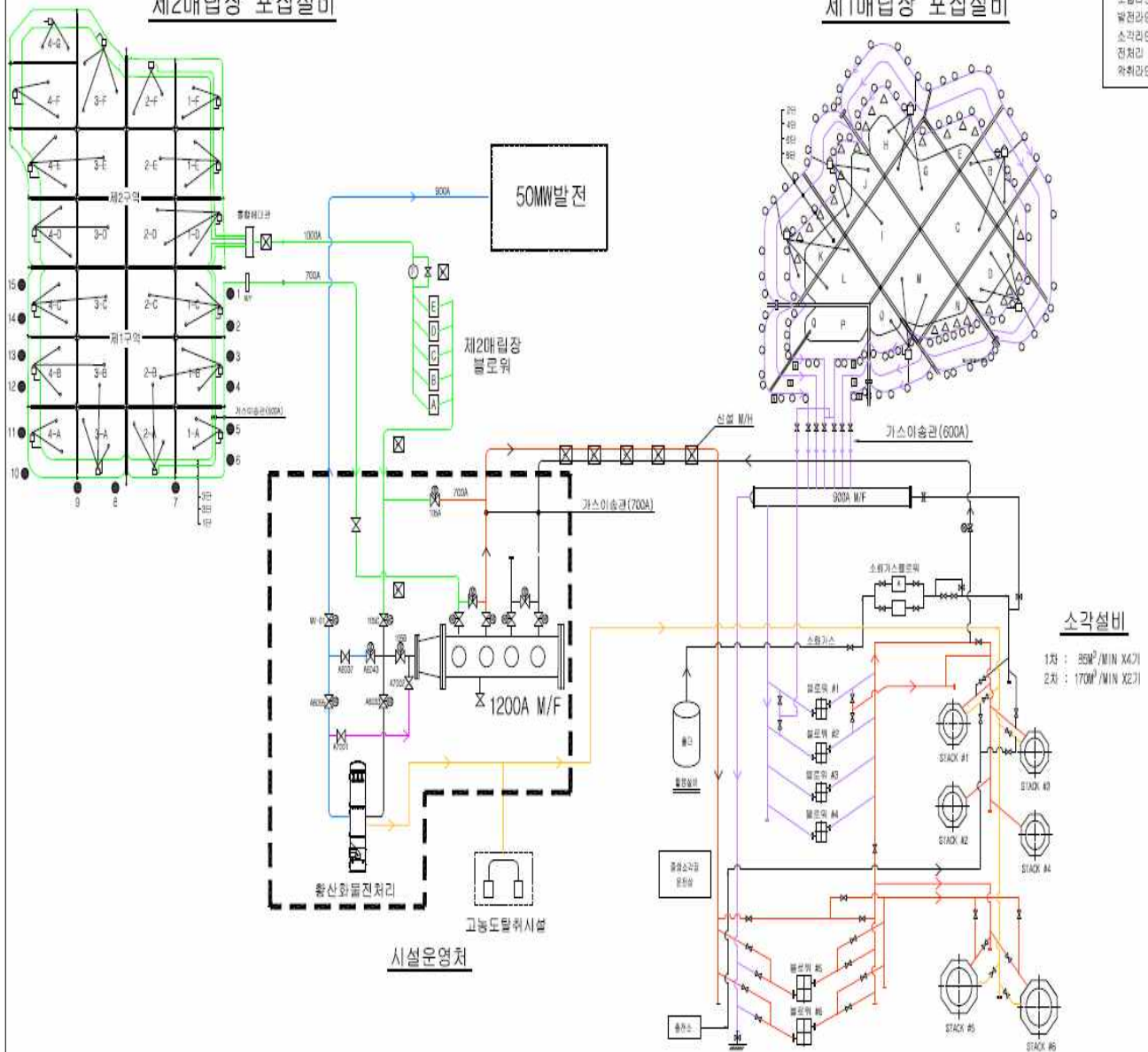
매립가스관련 소각 및 포집시설 현황도

범례

- 물속수
- ⊠ W/S, 스테이션
- △ 포집관
- ⊙ 유량계
- 혼합라인
- 포집라인(1매립지)
- 포집라인(2매립지)
- 발전라인
- 소각라인
- 정처리 By-Pass
- 액화라인

제2매립장 포집설비

제1매립장 포집설비



1.5 주요 시설물 개요

50MW 발전시설 및 부대시설의 각 시설물은 설계조건에 따라 설정되었으며, 이에 의거한 각 시설물 개요는 다음과 같다.

1.5.1 발전시설

발 전 방 식	스팀터빈 발전
사 용 연 료	매립가스[LFG] - 점화연료[LPG]
시 설 용 량	스팀터빈 발전기 : 50MW × 1기
부 지	매립지 제1매립장 및 제2매립장 사이[11,700평]
발전소 운전	기저부하운전
터 빈	• 형식 : 직렬배열, 복수식 터빈 × 1기
	• 주증기 압력 : 95 kg/cm ² g
	• 주증기 온도 : 539 ℃
	• 급수 가열기 단수 : 6단
발 전 기	• 발전기 : 64.7 MVA × 1기
	• 3,600 rpm/3상/60 Hz/0.85 역률
	• 단락비 0.35이상
보 일 러	• 용량 : 106 ton/hr × 2기
	• 형식 : 비 재열식, 드럼형, 정압운전

1.5.2 황산화물전처리시설

구 분		시 설 개 요
습식세정 설비	Untreated Gas K.O. drum	·형 식 : 수직원통형 ·용 량 : 42,000 Nm ³ /h ·재 질 : GFRP(Glass Fiber Reinforced Plastic)
	Scrubber	·용 도 : Bio Gas중 H ₂ S 흡수, 제거 ·형 식 : 충전식 스프레이탑 ·용 량 : 정격(35,000 Nm ³ /h), 최대(42,000 Nm ³ /h)
	Treated Gas K.O. drum	·형 식 : 수직원통형 ·용 량 : 42,000 Nm ³ /h ·재 질 : GFRP(Glass Fiber Reinforced Plastic)
생물반응조 설비	Biological Reactor	·용 도 : 세정액중 황 분리 및 가성소다(NaOH)재생성 ·용 량 : 780 m ³
황 분리 설비	Sulphur Settler	·용 도 : 생물반응조에서 분리된 황 침전 후 Decanter 이송 ·형 식 : Tilted Plate Settler
	Decanter	·용 도 : 황 슬러지에서 탈리액 분리 후 고형물 상태의 황 회수 ·고형물 농도 : 55%내외
기타설비	Air Blower	·용 도 : 생물반응조 교반용 공기공급 ·형 식 : Turbo Blower

1.5.3 포집 및 소각시설

○ 매립가스 처리시설 현황

구 분	계	제 1 매립장				제 2 매립장			
		2단	4단	6단	8단	1구역		2구역	
						1단	3단	1단	3단
가스이송관	35.044 Km	6.4	6.2	6.0	-	3.126	4.794	3.558	4.966
포집정(수직) 포집관(수평)	1,175개소	437개소(수직389, 수평48)				738개소(수직699, 수평39)			
응축수배제시설	166개소	57	-	57	-	18	12	11	13
유량계	12개소	2	2	2	-	1	2	1	2
차단밸브	12개소	2	2	2	-	6	-	-	-
M/S	75개소	-	-	31		-	20	-	24
가스공급관	2,996 Km	2.026(700A)				0.36(700A), 0.61(1000A)			

* 5단 7개소 포함

1.5.4 공정 폐수처리시설

구 분	시 설 개 요
계획폐수량	150.0 m ³ /day
수처리방식	MBR공정 + 산화공정 + 화학적처리공정 + 여과방류공정
슬러지처리방식	슬러지저류조 → 원심탈수기
슬러지 최종처분	위탁처리
공정 폐수처리시설 위치	인천광역시 서구 거월로 61 수도권매립지 매립가스 자원화사업(50MW) 부지 내
탈취방식	약액세정식
방류수역	공정 폐수처리시설 → 수도권매립지 침출수처리장 → 방류

1.6 처리시설별 설계제원 및 기능

발전시설 및 부대시설은 매립가스의 포집량 및 성상에 따라 대응하고 기기의 보수, 구조물의 유지관리 등의 요인에 의한 계절별 운전이 가능하도록 대부분 2계열화 이상을 구축하였음

1.6.1 발전시설

○ 보일러

연소로(Combustor)내에서 연료인 매립가스를 연소시켜 발생한 연소열이 연소로와 전열면을 거치면서 열전달에 의해 과열증기를 생산, 터빈 및 관련 계통 공급

보 일 러			
형 식	드럼형, 아임계압, 압입통풍식, 반옥외형		
설계사양	수 량		2대
	최종유량 및 조건 (B M C R) 기준	증기유량 (최종 과열기 출구)	106 ton/1대
		증기압력 (최종 과열기 출구)	100 kg/cm ² .g
		증기온도 (최종 과열기 출구)	539 ℃
		최종급수온도	237.4 ℃
	보일러 효율		82.4%
부속설비	점화용 버너		4대/보일러
	매립가스 버너		4대/보일러
	공기에열기		100%×1대/보일러
	압입 통풍기		1대/보일러
	가스 재순환 통풍기		1대/보일러

○ 터빈 및 발전기

보일러에서 공급되는 과열증기의 열에너지를 운동에너지로 변환시켜 발전기를 가동시키고, 열에너지의 일부는 터빈으로부터 추기되어 급수 가열에 사용되고, 나머지 폐열은 복수기를 통해 순환수계통으로 방출

터 빈		
형 식	Single Casing, 비재열, 재생 및 복수식	
설계사양	수 량	1대
	정격 출력	50,000 kw
	주증기 압력	96 kg/cm ² .a
	주증기 온도	536 °C
	정격 배압	50.8 mmHg.a
	회전수	3,600 rpm
	주증기 유량	184,300 kg/hr(at MGR)
	열 소비율	2201.4 kcal/kWh 이하

발 전 기		
형 식	3상 동기발전기, 횡축, 완전밀폐형, 공기냉각방식	
설계사양	수 량	1대
	정 격	64,706 KVA
	정격 역율	0.85
	정격 전압	13.8 KV, 3 Phase, 60 Hz
부속설비		
설계사양	주증기 정지 밸브	1개
	제어 밸브	4개
	윤활유 계통	1식
	그랜드 스팀 콘덴서	1대
	터닝 기어	1대

○ 급수 계통

보일러 급수를 급수저장탱크로 부터 전동기 구동의 급수펌프에 의하여 2단의 고압 급수가열기를 거쳐 보일러 입구로 공급

탈기기(Deaerator) 및 급수저장탱크(Storage Tank)			
형 식	수평형, 트레이(Tray)형		
설계사양	수 량		100% × 1대
	급수 저장탱크 용량(at HWL)		21.3 m ³
	재 질	탈기기	A516 Gr.70
		트레이	A213-430
		급수저장탱크	A516 Gr.70

급수 펌프			
형 식	수평, 원심형, 단일속도 전동기 구동		
설계사양	수 량		50% × 3대
	양 정		1,328 m
	유 량		129 m ³ /hr
	재 질	케이싱	A743 CA6NM
		임펠러	A743 CA6NM
		축	A276 Type 410

4번 급수가열기			
형 식	수평, U-튜브, Two Pass		
설계사양	수 량		100% × 1대
	열전달 면적		136.0 m ²
	재 질	튜브	A213-304N
		셸	A516 Gr.70
		체넬	A266-2

5번 급수가열기			
형 식	수평, U-튜브, Two Pass		
설계사양	수 량		100% × 1대
	열전달 면적		124.6 m ²
	재 질	튜브	A213-304N
		셸	A516 Gr.70
		채널	A266-2

○ 복수 계통

터빈배출증기를 복수기에서 응축시켜 핫트웰(Hotwell)에 모아서 복수펌프에 의해 그랜드 스팀콘덴서, 1번 및 2번 저압급수가열기를 거쳐 탈기 및 급수 저장탱크로 보냄

복 수 기			
형 식	단일압력, One Shell, Two Pass		
설계사양	수 량		100% × 1대
	유효전열면적		4,889 m ²
	재 질	튜브	A249-TP304
		셸	Base : A516 Gr.70 Clad : A240-TP304
		채널	A285 Gr.C

복수 펌프			
형 식	수직 원심형(Can Type), 단일속도 전동기구동		
설계사양	수 량		100% × 2대
	양 정		141 m
	유 량		183 m ³ /hr
	재 질	케이싱	A48 CI38
		임펠러	A743 Gr.CA15
		축	A276 Type 410

1번 급수가열기			
형 식	수평, U-튜브, Two Pass		
설계사양	수 량		100% × 1대
	열전달 면적		196.9 m ²
	재 질	튜브	A688-304L
		셸	A516 Gr.70
		체널	A516 Gr.70

2번 급수가열기			
형 식	수평, U-튜브, Two Pass		
설계사양	수 량		100% × 1대
	열전달 면적		170.6 m ²
	재 질	튜브	A688-304L
		셸	A516 Gr.70
		체널	A516 Gr.70

○ 순환수 계통

복수기와 기기 냉각수 열교환기에서 회수된 냉각수는 냉각탑에서 대기와의 열교환을 통하여 감온한 후, 냉각수 저장조(Basin)에 저장하고, 냉각수 저장조의 냉각수는 순환수펌프에 의해 재순환

순환수 펌프			
형 식	수직형 원심형, 단일속도 전동기구동		
설계사양	수 량		50% × 3대
	양 정		20 m
	유 량		5,300 m ³ /hr
	재 질	케이싱	A48 CL35
		임펠러	A743 CF8
		축	A276 TP 420

냉각탑(Cooling Tower)			
형 식	Wet-Dry(Hybrid)형식, 콘크리트		
설계사양	수 량		100% × 1대
	냉각 부하		79,500,000 kcal/hr
	순환 수량		10,600 m ³ /hr
	재 질	후레임	콘크리트
		케이싱	콘크리트
		튜브	Stainless Steel
		핀	Al

볼 분배기(복수기 튜브 세정장치)			
형 식	Slash Type		
설계사양	수 량		1대
	볼 크기		22 mm
	볼 재질		Rubber

볼 순환 펌프(복수기 튜브 세정장치)			
형 식	Non-Clogging		
설계사양	수 량		1대
	양 정		11 m
	유 량		40 m ³ /hr
	재 질	케이싱	A351 CD4MCU
		임펠러	A351 CD4MCU
		축	A276 316L

볼 수집기(복수기 튜브 세정장치)			
형 식	Flap Type		
설계사양	수 량		1대
	재 질	본체	A285 Gr.C

○ 기기냉각수 계통

각종 기기장치에서 발생하는 열을 제거하여 그 열을 순환수 계통으로 방출함

기기 냉각수 펌프			
형 식	수직형, 원심형, 단일속도 전동기구동		
설계사양	수 량		100% × 2대
	양 정		45 m
	유 량		660 m ³ /hr
	재 질	케이싱	A278 CL30
		임펠러	A743 CF8
		축	A276 TP410L

기기 냉각수 열교환기			
형식	수평, 직선 원통U-튜브형, Two Pass		
설계사양	수 량		100% × 2대
	열전달 면적		341 m²
	재 질	튜브	B111-C70600
		셸	A516 Gr.70
		채널	A516 Gr.70

기기 냉각수 헤드탱크		
형 식	수평, 원통형	
설계사양	수 량	100% × 1 대
	용 량	1.6 m ³
	재 질	SS41

○ 연료 공급 계통

보일러 연료인 매립가스(LFG)를 보일러 버너까지 승압, 블로워를 이용하여 공급함

승압 블로워(Booster Blower)		
형 식	원심형, 단일속도 전동기구동	
설계사양	수 량	50% × 4대
	정 압	6,000 mmH ₂ O
	유 량	25,500 m ³ /hr

○ 원수 공급 계통

소내에서 필요로 하는 용수를 공촌정수장 상수도관으로부터 원수 공급, 탱크에 저장 후, 각 계통의 이송 펌프에 의해 원수를 공급

원수저장탱크		
형 식	수직 원통형, Cone Roof형	
설계사양	수 량	100% × 1대
	용 량	10,000 m ³
	재 질	탄소강

○ 압축 공기 계통

모든 운전조건하에서 발전소 운전에 필요한 압축공기를 생산 공급

공기 압축기		
형 식	왕복동형2단, 비급유식, 수냉식	
설계사양	수 량	50% × 3대
	토출압력	8.8 kg/cm ² .g
	유 량	325 Sm ³ /hr
부속설비	중간냉각기	1 EA/대
	출구냉각기	1 EA/대

서비스 공기저장조		
형 식	수직 원통형	
설계사양	수 량	100% × 1대
	용 량	2 m ³
	재 질	A285Gr. C

계기용 공기저장조		
형 식	수직 원통형	
설계사양	수 량	100% × 1대
	용 량	2 m ³
	재 질	A285Gr. C

공기건조기		
형 식	Dual Tower, Desiccant Type, Heatless regeneration	
설계사양	수 량	100% × 1대
	용 량	325 Sm ³ /hr
	출구 이슬점	-40 °C

○ 순수 이송계통

순수제조계통에서 순수를 공급받아 순수저장탱크에 저장하며, 순수이송펌프에 의해 발전소 기동시, 정상 운전중에 복수기, 탈기기 및 기타 보조계통에 필요한 복수를 저장, 공급하는 역할을 함

순수 저장탱크		
형 식	수직 원통형, Cone Roof형	
설계사양	수 량	100% × 1대
	용 량	500 m ³
	재 질	탄소강

순수 이송펌프			
형 식	수평원심형, 단일속도 전동기구동		
설계사양	수 량		100% × 2대
	양 정		38 m
	유 량		26 m ³ /hr
	재 질	케이싱	SSC 13
		임펠러	SSC 13
		축	STS 304

○ 송전선로 설비

1) 가공송전선로

가) 구 간 : 매립가스 발전소 154 kV GIS Bushing ↔

계양변전소 29번 철탑(7.615 km, 240 mm²)

나) 철탑수량: 총 29기

위 치 별 : 매립지 內 14기, 매립지 外 15기

형 식 별 : 산형강 철탑 21기, 관주형 철탑 8기

다) 선로규격 : 154 kV, 1회선, 7.615 km, 240 mm²(발전용량 : 50MW)

라) 예비전력공급용 22.9 kV 배전선로

선로구간 : 매립가스 발전소 예비전력변압기 최종 전주 ↔ 한국전력 배전

선로 안동지 79 L 41호 전주 재산한계점

가공규격 : 22.9 kV, 1회선, 850 m, 60 mm²(수전용량 : 3.75MW)

수 전 반 : 5면

2) 지중송전선로

가) 구간 : 매립지 송전선로 송전철탑 29번 ↔ 계양변전소 재산한계점(135 m, 600 mm²)

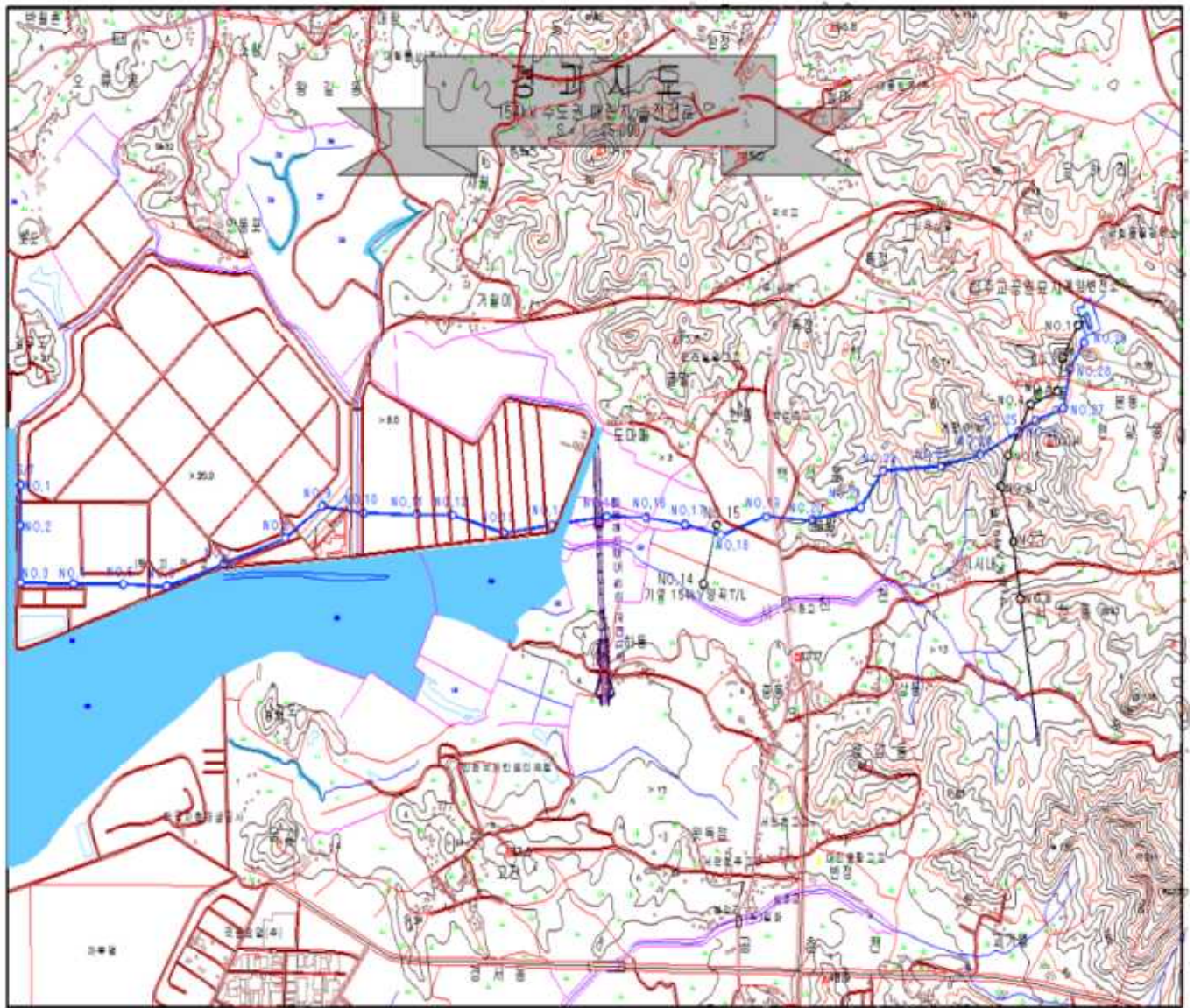
나) 선로규격 : 154 kV, 1회선(발전용량 : 50MW)

다) 예비전력공급용 22.9 kV 배전선로

선로구간 : 매립가스 발전소 예비전력변압기 22.9 kV Bushing ↔ 매립가스

발전소 예비전력변압기 최종 전주

지중선로 : 25 m(100 mm²)



1.6.2 황산화물전처리시설

○ 흡수탑계통

흡수탑 출구에서 처리된 매립가스 중 H_2S 농도는 200 ppmv (Weekly Average) 이하로 처리한다. 흡수탑 상부에서 분사되는 흡수제는 흡수탑 단면적에 고루 분포되도록 설계되어 흡수제와의 반응으로 일부 생성되는 고형화된 황 성분은 반응기에서 회수되어 황 덩어리로 인한 흡수탑 내 막힘 현상이 발생하지 않도록 한다.

흡수탑 (Scrubber)		
형 식	원통형	
설계사양	수 량	100% × 2대
	규 격	4.5 mD × 33 mH
	재 질	GFRP(Glass Fiber Reinforced Polyester)

순환펌프 (Circulation Pump)			
형 식	수평원심형		
설계사양	수 량		100% × 4대
	규 격		1,300 m ³ /hr × 41 mH
	재 질	Housing	SSC14
		Impeller	SSC14
		Seal	Double mechanical with seal water

열교환기 1호기		
형 식	Plate Heat Exchangers	
설계사양	수 량	100% × 1기
	규 격	1,725,000 kcal/hr
	온 도	36 °C(in) / 32 °C(out)

열교환기 2호기		
형 식	Shell&Tube	
설계사양	수 량	100% × 1기
	규 격	1,945,000 kcal/hr
	온 도	28 °C(in)/32 °C(out)-Shell Side 40 °C(in)/38.5 °C(out)-Tube Side

Knock Off Drum		
형 식	Cylindrical	
설계사양	수 량	100% × 2기 (유입/유출)
	규 격	2.2 mD × 6.875 mH
	재 질	GFRP

○ 반응기 계통

반응기는 흡수탑에서 유입되는 순환수 중에 용존하는 황화물을 황분해 미생물의 활동으로 황원소로 산화, 분리시키는 장치로 구성된다. THIOPAQ 공법에서 운전 조건(미생물 생존과 번식)을 만족하기 위해 적정량의 영양소를 공급하는 역할을 한다.

반응기 (Bio-Reactor)		
형 식	Cylindrical with cone roof	
설계사양	수 량	100% × 2기
	규 격	9.5 mD × 11 mH (780 m ³)
	재 질	GFRP

분무 펌프 (Spray Pump)		
형 식	수평원심형	
설계사양	수 량	100% × 4기
	규 격	300 m ³ /hr × 26 mH
	재 질	SSC14

영양제 저장탱크		
형 식	Cylindrical	
설계사양	수 량	100% × 1기
	규 격	2.8 mD × 3.75 mH (20m ³)
	재 질	GFRP

영양제 공급펌프		
형 식	다이하프램	
설계사양	수 량	100% × 1기
	규 격	0.04 m ³ /hr
	재 질	P.P / PTFE (유체 접촉부)

가성소다 저장탱크		
형 식	Cylindrical	
설계사양	수 량	100% × 4기
	규 격	4.5 mD × 5.68 mH (76 m³)
	재 질	GFRP

가성소다 공급펌프		
형 식	다이하프램	
설계사양	수 량	100% × 4기
	규 격	1.5 m³/hr
	재 질	P.P / PTFE (유체 접촉부)

송풍기		
형 식	Turbo Blower	
설계사양	수 량	7sets
	규 격	62.8 Nm³/min - 3sets
		32.0 Nm³/min - 1sets
		77.0 Nm³/min - 2sets
	재 질	32.0 Nm³/min - 1sets
		알루미늄 합금(Impeller)

소포제 저장탱크		
형 식	Cylindrical	
설계사양	수 량	100% × 1기
	규 격	1 m ³
	재 질	GFRP

소포제 공급펌프		
형 식	다이하프램	
설계사양	수 량	100% × 2대
	규 격	0.02 m ³ /hr
	재 질	P.P / PTFE (유체 접촉부)

○ 황 분리·회수 계통

반응기에서 생성된 황화물 슬러지는 Settler에서 물과 분리되며 슬러지 중 적정용량을 추출, 건조하여 공정유지에 필요한 분량으로 재활용되도록 구성한다. 황 침전물 (Sulfur Slurry)은 원심분리기 또는 Belt Press 등 탈수설비를 거쳐 수분 40%, 순도 95~98%의 황을 함유한 고형성분으로 회수한다.

황 침전조 (Settler)		
형 식	cylindrical	
설계사양	수 량	100% × 2기
	규 격	3.6 mD x 6.53 mH(40 m ³)
	재 질	GFRP

황 침전조 펌프		
형 식	Mono Pump	
설계사양	수 량	100% × 4기
	규 격	10 m ³ /hr x 20 mH
	재 질	Housing : STS304
		Rotor : STS304(Hi bar-Cr코팅)

탈수 여액 탱크		
형 식	cylindrical	
설계사양	수 량	100% × 2기
	규 격	5 m ³
	재 질	GFRP

탈수여액펌프		
형 식	수평원심형	
설계사양	수 량	100% × 4기
	규 격	10 m ³ /hr x 20 mH
	재 질	Housing : SC200
		Impeller : SSC13

탈수기		
형 식	Centrifugal Decanter	
설계사양	수 량	100% × 2기
	규 격	15 ton/day (Solid S 처리량)
	재 질	슬러지저류조, 투입펌프, 이송펌프 등

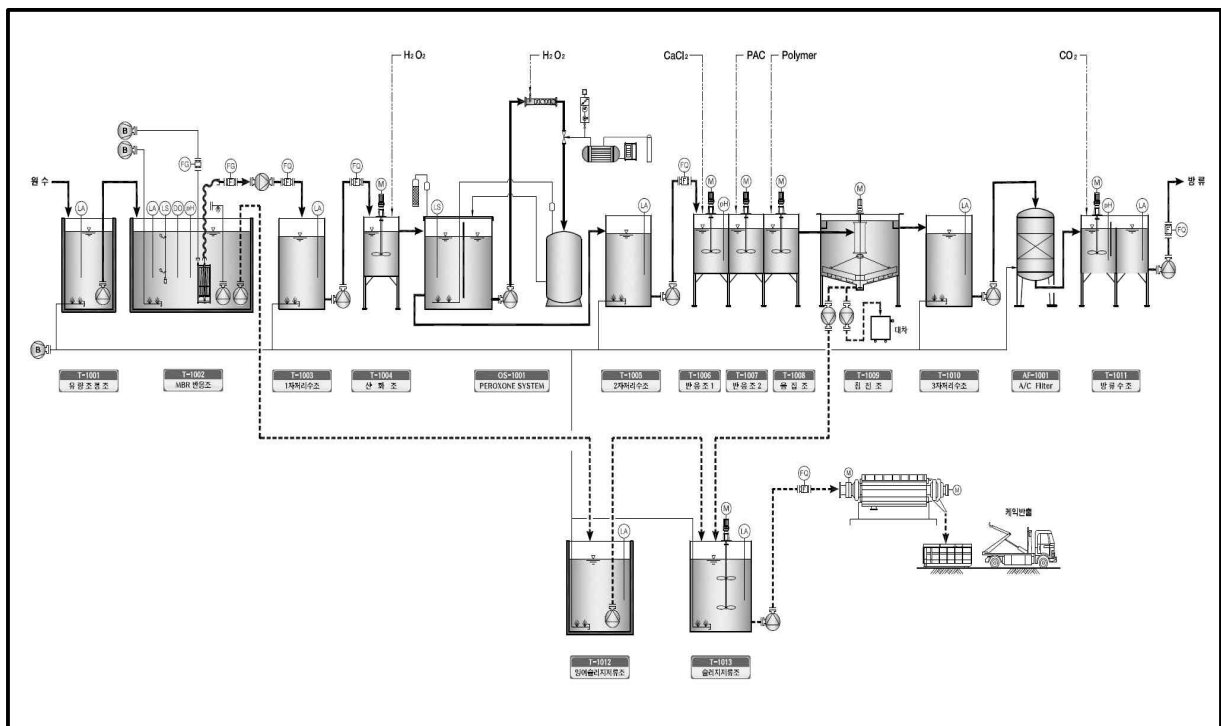
황 탈수 저장동		
형 식	저장 창고형	
설계사양	수 량	100% × 1식
	부속설비	저장 창고형

1.6.3 포집 및 소각시설

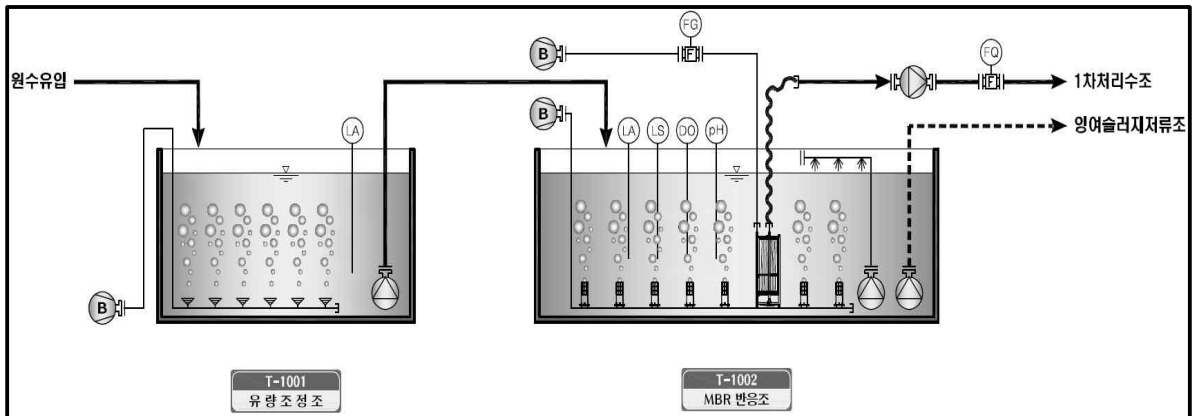
○ 매립가스 처리시설 현황

설 비 명		규 격	수 량
송풍기 (LFG Blower)	관리센터 (제1매립지)	85 Nm ³ /min, 100 HP	4대
		170 Nm ³ /min, 250 HP	2대
	블로워동 (제2매립지)	250 Nm ³ /min, 250 HP	5대
소각기 (Flare Stack)		85 Nm ³ /min, D3.8 m× H11.8 m	4대
		170 Nm ³ /min, D5.4 m× H13.2 m	2대
데미스터 (Demister)	관리센터 (제1매립지)	D1000 × H2768(mm)	4대
		D1200 × H2438(mm)	2대
	블로워동 (제2매립지)	D1200 × H2438(mm)	5대
공기 압축기 (Air Compressor)		3Ø × 380 × 5HP	2대
제어기기 (Control System)		HMI, PLC, 가스분석기, MCC	2식

1.6.4 공정폐수처리시설



○ MBR 공정(유량조정조, MBR반응조)



1) 유량조정조

(1) 개요

유량과 수질을 균등화함으로서 처리시설의 처리효율을 높이고 운전안정성을 확보하기 위한 설비이다. 펌프의 운전은 유량변동부하에 따라 유량조정조에 설치된 수위계에 의해 감시되며, 수위변화에 대응하여 펌프의 운전대수제어가 자동으로 이루어진다. 수조 내 원활한 교반 및 퇴적방지를 위해 산기장치가 설치되어 있다.

(2) 기자재 구성 및 기능

기 자 재	기 능	비고
원수이송펌프	□폐수를 MBR 반응조 A, MBR 반응조 B 공급	
산기장치	□농도 균등화 및 퇴적 방지	
수위계	□운전수위 실시간 감시 및 펌프제어	

(3) 설비 목록

기기번호	기기명칭	사 양	수량	동력	비고
PP-1001 A/B/C	원수이송펌프	형식 : 수중모터 펌프 규격 : 0.2 m ³ /min× 10 mH	3(1)	1.5 kW	
AD-1002	교반용 산기장치	형식 : Disk 규격 : 100 ℓ / 분	18	-	
LIT-1001	수위계	형식 : 압력식	1	-	

2) MBR 반응조

(1) 개요

AGS(Aerobic Granule Sludge)를 이용한 호기성 생물학적 처리공정으로, Sulfur & Sulfur oxides 산화 및 COD를 제거하며, AGS와 처리수를 분리하기 위해 침지식 평막을 적용하였다. AGS는 호기성조건에서 미생물이 서로 뭉쳐서 입상화된 고밀도의 미생물 군체로, 충격부하에 강하고, 고농도 염 함유 폐수에 적응력이 우수하고, 다양한 미생물로 구성되어 있다. Pilot plant 가동시 본 폐수에 뛰어난 적응력 및 오염물질 처리효율을 보여주었다.

침지식 평막은 CPVC 소재의 0.4 μm 기공크기를 가진 평막을 사용하였으며, 특별히 제작된 프레임을 사용하여, 막 설치간격을 충분히 이격하고, 세정용 공기공급량을 증가하여 막 막힘현상을 최소화 하였다.

본 공정에서 COD, SS는 90% 이상 제거된다.

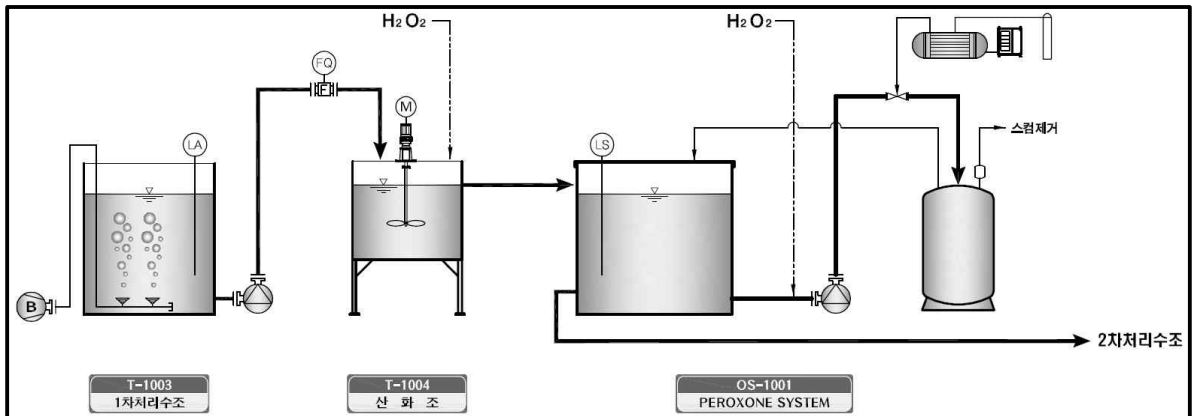
(2) 기자재 구성 및 기능

기 자 재	기 능	비 고
포기용 송풍기	□유기물 및 Sulfur/Sulfur oxides 산화에 필요한 공기 공급	
Membrane 송풍기	□Membrane 세정용 공기 공급	
Membrane	□생물학적 처리수 여과 분리	
Membrane 인발펌프	□생물학적 처리된 막여과수 인발	
잉여슬러지 인발펌프	□잉여슬러지 인발	
소포펌프	□거품 제거용 소포수 공급	
유지관리용 호이스트	□Membrane 계외세정 및 관리	
수위계	□운전수위 실시간 감시 및 펌프 제어	
DO계	□용존산소농도 실시간 감시 및 송풍유량 제어	
pH계	□pH 실시간 감시	

(3) 설비 목록

기 기 번 호	기 기 명 칭	사 양	수 량	동 력	비 고
TB-1001 A/B/C	Membrane 송풍기	형식 : Turbo Blower 규격 : 30 m ³ /분 × 0.35 kgf/cm ²	3(1)	37 kW	
TB-1002 A/B/C	포기용 송풍기	형식 : Turbo Blower 규격 : 100 m ³ /분 × 0.45 kgf/cm ²	3(1)	110 kW	
AD-1001	포기용 산기장치	형식 : 산기통 규격 : 700 ℓ/분	274	-	
EM-1001	Membrane	형식 : 수중형 평막 규격 : 150 m ³ /일	1식	-	
PP-1002 A~D	Membrane 인발펌프	형식 : 원심펌프 규격 : 0.13 m ³ /분 × 16 mH	4(2)	1.5 kW	
PP-1003 A~D	잉여슬러지 인발펌프	형식 : 수중모터 펌프 규격 : 0.2 m ³ /분 × 8 mH	4(2)	1.5 kW	
PP-1004 A~D	소포펌프	형식 : 수중모터 펌프 규격 : 0.5 m ³ /분 × 16 mH	4(2)	5.5 kW	
SN-1001	소포 노즐	형식 : 편향식 규격 : 15A	32(2)	-	
MH-1001	유지관리용 호이스트(1)	형식 : OVER HEAD CRANE 규격 : 1톤	1	-	
LIT-1002	수위계	형식 : 압력식	2	-	
LS-1001	수위계	형식 : 부유식(Quick Float)	2	-	
FG-1001	FLOW GAUGE	형식 : ORIFICE FLOW METER	2	-	
SG-1001	SIGHT GLASS	형식 : BIDIRECTIONAL	16	-	
FIT-1001	유량계	형식 : 관형(Magnetic)	2	-	
DOIT-1001	용존산소계	형식 : Membrane	2	-	
PHIT-1001	pH계	형식 : 유리전극	2	-	

○ 산화공정(1차 처리수조, 산화조, PEROXONE SYSTEM)



1) 1차 처리수조

(1) 개요

MBR공정에서 1차 처리된 처리수를 일시적으로 저류하여 산화공정의 운전안정성을 확보하기 위하여 설치한다.

(2) 기자재 구성 및 기능

기 자 재	기 능	비 고
1차처리수 이송펌프	□1차처리수를 산화조에 공급	
산기장치	□농도 균등화 및 퇴적 방지	
수위계	□운전수위 실시간 감시 및 펌프제어	
유량계	□1차처리수 유입량 조정	

(3) 설비 목록

기기번호	기기명칭	사 양	수량	동력	비고
PP-1005 A/B	1차처리수 이송펌프	형식 : 원심펌프 규격 : 0.15 m ³ /분 × 10 mH	2(1)	1.5 kW	
AD-1002	교반용 산기장치	형식 : Disk 규격 : 100 m ³ /분	4	-	
LIT-1003	수위계	형식 : 초음파	1	-	
FIT-1002	유량계	형식 : 관형(Magnetic)	1	-	

2) 산화조

(1) 개요

MBR공정에서 1차 처리된 처리수의 Sulfate 및 COD를 과산화수소를 이용해 산화하기 위하여 설치한다.

(2) 기자재 구성 및 기능

기 자 재	기 능	비 고
산화조교반기	□1차처리수와 과산화수소 접촉효율 증진	
과산화수소 저장탱크	□과산화수소 저장	
과산화수소 공급펌프	□과산화수소 정량 공급	
수위계	□과산화수소 저장량 확인 및 펌프 제어	

(3) 설비 목록

기기번호	기기명칭	사 양	수량	동력	비고
AG-1001	산화조 교반기	형식 : 입축교반기 규격 : 180 rpm	1	0.75 kW	
CT-1001	과산화수소 저장탱크	형식 : 원형약품탱크 규격 : 5 m ³	1	-	
CP-1001 A/B	과산화수소 공급펌프	형식 : 다이어프램 펌프 규격 : 4,100 cc/분 × 5 kgf/cm ²	2(1)	0.2 kW	
LS-1002	수위계	형식 : 부유식(Quick Float)	1	-	

3) PEROXONE SYSTEM

(1) 개요

산화조에서 미산화된 Sulfate, COD 산화 및 색도를 제거하기 위하여 설치한다.

(2) 기자재 구성 및 기능

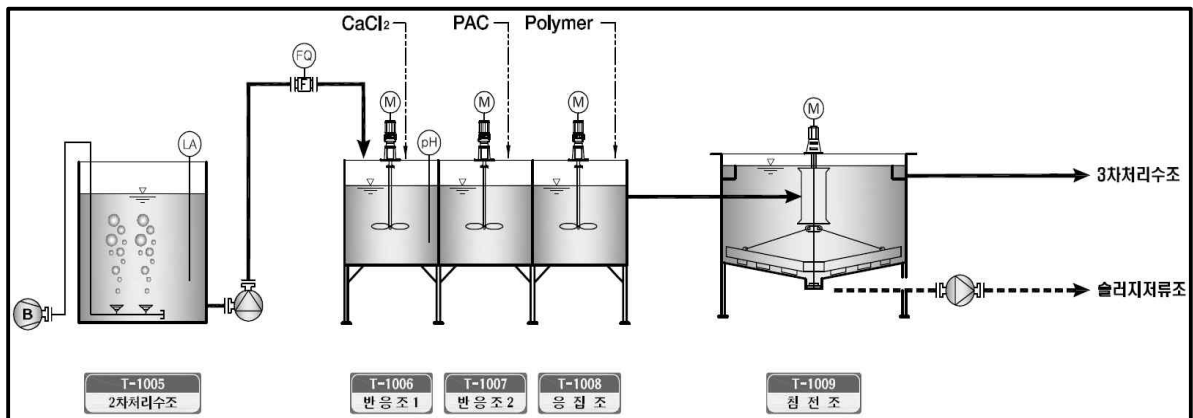
기 자 재	기 능	비 고
오존발생기	<input type="checkbox"/> 무성방전방식 오존 생산	
액체산소탱크	<input type="checkbox"/> 액체산소 저장	
냉각기	<input type="checkbox"/> 오존발생기 냉각(공냉식)	
배오존처리장치	<input type="checkbox"/> 산화 후 잔존 오존 처리	
오존용해장치	<input type="checkbox"/> 오존 용해효율 증진	
산화조	<input type="checkbox"/> 오존에 의한 Sulfate, COD 산화	
오존농도분석기	<input type="checkbox"/> 오존 생산농도 실시간 감시	

(3) 설비 목록

기기번호	기기명칭	사 양	수량	동력	비고
MS-1001-1	액체산소탱크	형식 : 수직원통형 규격 : 30 톤	1	-	
MS-1001-2	배오존 처리장치	형식 : 열촉매식 규격 : 175 Nm ³ /hr	1	5 kW	
MS-1001-3 A/B	오존발생장치	형식 : 무성방전방식 규격 : 12.5 kgO ₃ /hr	2	94 kW	
MS-1001-4	냉동기	형식 : 공냉식 규격 : 226,000 kcal/hr	1	98.4 kW	
MS-1001-5	과산화수소 공급펌프	형식 : 다이어프램 펌프 규격 : 4,100 cc/분×5 kgf/cm ²	2(1)	0.2 kW	
MS-1001-6	오존처리 유입조	형식 : 장방형철재탱크 규격 : W2.8×L3.0×H3.0	1	-	
MS-1001-7	산화처리수조	형식 : 장방형철재탱크 규격 : W1.2×L3.0×H3.0	1	-	
MS-1001-8 A/B/C	가압펌프	형식 : 입형원심펌프 규격 : 2.5 m ³ /분 × 50 mH	3(1)	30 kW	

기기번호	기기명칭	사 양	수량	동력	비고
MS-1001-9 A/B	MP반응조	형식 : 가압반응식 규격 : D1,700×2,000H	2	-	
-	감시제어설비	형식 : 옥내자립형 규격 : MCC+PLC	1	-	
-	오존분석기기	고농도오존모니터 대기오존농도분석기 이슬점감지기	1	-	

○ 화학적처리 공정(2차 처리수조, 반응조1, 반응조2, 응집조, 침전조)



1) 2차 처리수조

(1) 개요

산화공정에서 2차 처리된 처리수를 일시적으로 저류하여 화학적 처리공정의 운전 안정성을 확보하기 위하여 설치한다.

(2) 기자재 구성 및 기능

기 자 재	기 능	비 고
2차처리수 이송펌프	□2차 처리수를 반응조1에 공급	
산기장치	□농도 균등화 및 퇴적 방지	
수위계	□운전수위 실시간 감시 및 펌프제어	
유량계	□2차 처리수 유입량 조정	

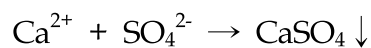
(3) 설비 목록

기기번호	기기명칭	사 양	수량	동력	비고
PP-1006 A/B	2차처리수 이송펌프	형식 : 원심펌프 규격 : 0.15 m ³ /분×10 mH	2(1)	1.5 kW	
AD-1002	교반용 산기장치	형식 : Disk 규격 : 100 m ³ /분	4	-	
LIT-1004	수위계	형식 : 초음파	1	-	
FIT-1003	유량계	형식 : 관형(Magnetic)	1	-	

2) 반응조1

(1) 개요

산화공정에서 산화된 Sulfate를 염화칼슘으로 제거하기 위하여 설치한다.



(2) 기자재 구성 및 기능

기 자 재	기 능	비 고
반응조 1교반기	□2차처리수와 염화칼슘 접촉효율 증진	
염화칼슘 저장탱크	□염화칼슘 저장	
염화칼슘 공급펌프	□염화칼슘 정량 공급	
수위계	□염화칼슘 저장량 확인 및 펌프 제어	
pH계	□pH 실시간 감시	

(3) 설비 목록

기기번호	기기명칭	사 양	수량	동력	비고
AG-1002	반응조1 교반기	형식 : 입축교반기(VVVF) 규격 : 240 rpm	1	1.5 kW	
CT-1002	염화칼슘 저장탱크	형식 : 원형약품탱크 규격 : 30 m ³	1	-	
CP-1002 A/B	염화칼슘 공급펌프	형식 : 다이어프램 펌프 규격 : 22,000 cc/분×3 kgf/cm ²	2(1)	0.75 kW	
LS-1003	수위계	형식 : 부유식(Quick Float)	1	-	

3) 반응조2

(1) 개요

T-P를 PAC로 제거하기 위하여 설치한다. $Al^{3+} + PO_4^{3-} \rightarrow AlPO_4 \downarrow$

(2) 기자재 구성 및 기능

기 자 재	기 능	비 고
반응조 2교반기	□2차 처리수와 PAC 접촉효율 증진	
PAC 저장탱크	□PAC 저장	
PAC 공급펌프	□PAC 정량 공급	
수위계	□PAC 저장량 확인 및 펌프 제어	

(3) 설비 목록

기기번호	기기명칭	사 양	수량	동력	비고
AG-1003	반응조2 교반기	형식 : 입축교반기(VVVF) 규격 : 240 rpm	1	1.5 kW	
CT-1003	PAC 저장탱크	형식 : 원형약품탱크 규격 : 0.2 m ³	1	-	
CP-1003 A/B	PAC 공급펌프	형식 : 다이어프램 펌프 규격 : 25 cc/분 × 10 kgf/cm ²	2(1)	0.2 kW	
LS-1004	수위계	형식 : 부유식(Quick Float)	1	-	
PHIT-1002	pH계	형식 : 유리전극	1	-	

4) 응집조

(1) 개요

반응조1, 반응조2에서 화학적 결합된 입자를 고분자응집제로 입자크기를 크게 형성하여 침전효율을 증가시키기 위해 설치한다.

(2) 기자재 구성 및 기능

기 자 재	기 능	비 고
응집조교반기	□화학반응폐수와 고분자응집제 접촉효율 증진	
고분자응집제 자동희석장치	□액상 고분자응집제 자동 희석	
고분자응집제 공급펌프	□고분자응집제 정량 공급	

(3) 설비 목록

기기번호	기기명칭	사 양	수량	동력	비고
AG-1004	응집조 교반기	형식 : 입축교반기(VVVF) 규격 : 90 rpm	1	0.75 kW	
AP-1001	고분자응집제 자동용해장치(1)	형식 : 액상자동용해장치 규격 : 30 ℓ /hr	1	0.8 kW	
CP-1004 A/B	고분자응집제 공급펌프(1)	형식 : 다이어프램 펌프 규격 : 520 cc/분×10 kgf/cm ²	2(1)	0.2 kW	

5) 침전조

(1) 개요

화학적으로 결합된 입자를 고액분리하여 안정된 처리수질 확보 및 화학적 슬러지를 분리하기 위하여 설치한다.

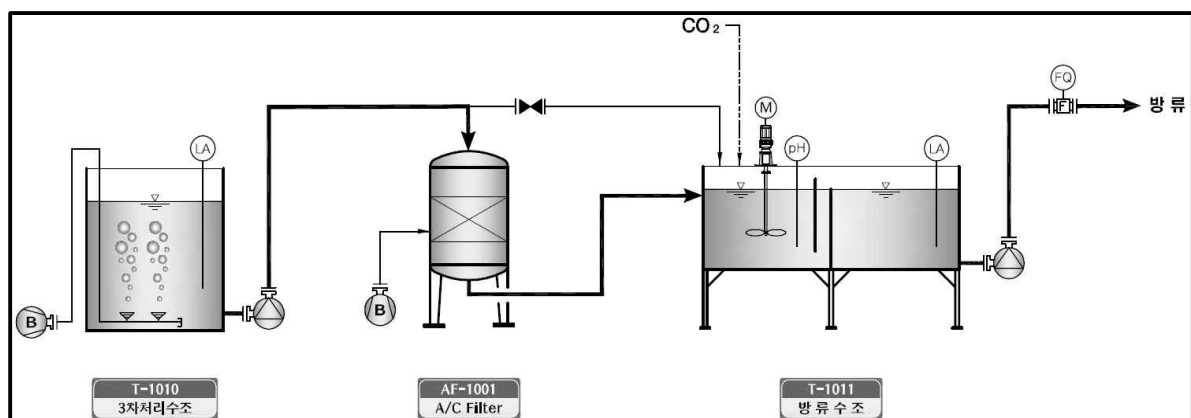
(2) 기자재 구성 및 기능

기 자 재	기 능	비 고
침전조슬러지수집기	□ 침전된 화학적슬러지 수집 및 적체방지	
슬러지인발펌프	□ 침전된 화학적슬러지 인발	

(3) 설비 목록

기기번호	기기명칭	사 양	수량	동력	비고
CR-1001	침전조슬러지 수집기	형식 : 입축감속기 규격 : 0.18 rpm	1	0.75 kW	
PP-1012 A/B	슬러지 인발펌프-1	형식 : 롤러진공펌프 규격 : 4.6 ton/hr×5 kgf/cm ²	2(1)	3.7 kW	

○ 여과 및 방류 공정(3차 처리수조, 모래여과기, 방류수조)



1) 3차 처리수조

(1) 개요

화학적처리공정에서 3차 처리된 처리수를 일시적으로 저류하여 여과공정의 운전 안정성을 확보하기 위하여 설치한다.

(2) 기자재 구성 및 기능

기 자 재	기 능	비 고
3차처리수 이송펌프	□3차처리수를 활성탄여과기에 공급	
산기장치	□농도 균등화 및 퇴적 방지	
수위계	□운전수위 실시간 감시 및 펌프제어	

(3) 설비 목록

기기번호	기기명칭	사 양	수량	동력	비고
PP-1008 A/B	3차처리수 이송펌프	형식 : 원심펌프 규격 : 0.2 m ³ /분×18 mH	2(1)	2.2kW	
AD-1002	교반용 산기장치	형식 : Disk 규격 : 100 m ³ /분	4	-	
LIT-1005	수위계	형식 : 초음파	1	-	

2) 모래여과기

(1) 개요

방류전 미량 오염물질을 제거하기 위하여 설치한다.

(2) 기자재 구성 및 기능

기 자 재	기 능	비 고
모래여과기	□미량 오염물질 제거	

(3) 설비 목록

기기번호	기기명칭	사 양	수량	동력	비고
AF-1001	모 래 여과기	형식 : 압력식 규격 : 150 m ³ /일	1	-	

3) 방류조

(1) 개요

최종 처리된 처리수를 방류 전 pH 조정하며, 방류지점까지 방류펌프로 압송을 위한 일시적인 저류를 위해 설치한다.

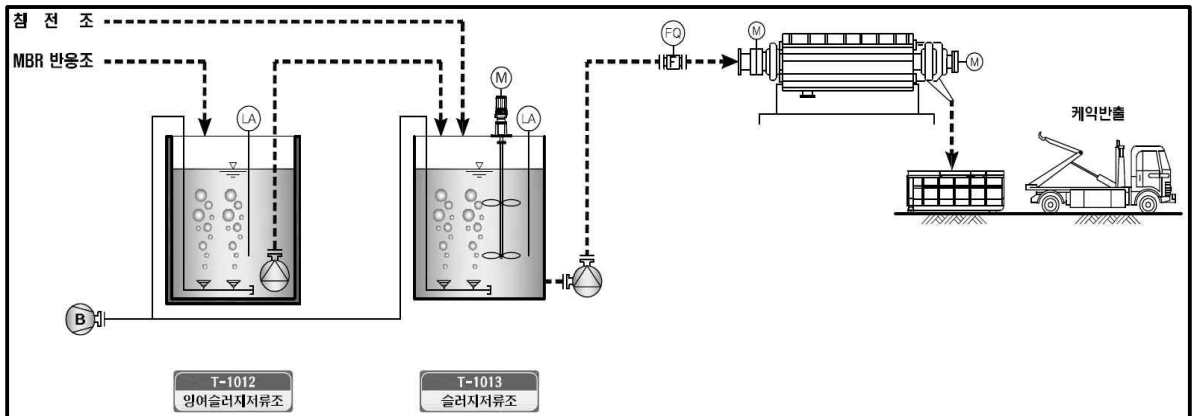
(2) 기자재 구성 및 기능

기 자 재	기 능	비 고
방류수조교반기	□최종처리수와 CO ₂ 가스 접촉효율 증진	
pH control systm	□CO ₂ 가스를 이용한 pH 조정	
pH계	□pH 실시간 감시 및 제어	
수위계	□운전수위 실시간 감시 및 펌프 제어	

(3) 설비 목록

기기번호	기기명칭	사 양	수량	동력	비고
AG-1005	방류조 교반기	형식 : 입축교반기 규격 : 180 rpm	1	0.75 kW	
PC-1001	pH 조정설비	형식 : CO ₂ 공급형 규격 : pH 7~8	1	0.75 kW	
PP-1009 A/B	방류펌프	형식 : 원심펌프 규격 : 0.2 m ³ /분×18 mH	2(1)	2.2 kW	
LIT-1006	수위계	형식 : 초음파	1	-	
FIT-1004	유량계	형식 : 관형(Magnetic)	1	-	
PHIT-1003	pH계	형식 : 유리전극	1	-	

○ 슬러지처리 공정(잉여슬러지저류조, 슬러지저류조, 탈수시설)



1) 잉여슬러지 저류조

(1) 개요

MBR반응조에서 발생된 잉여슬러지 및 스컴을 일시적으로 저류하기 위하여 설치한다.

(2) 기자재 구성 및 기능

기 자 재	기 능	비 고
잉여슬러지 이송펌프	□잉여슬러지를 슬러지저류조로 이송	
산기장치	□농도 균등화 및 퇴적 방지	
수위계	□운전수위 실시간 감시 및 펌프제어	

(3) 설비 목록

기기번호	기기명칭	사 양	수량	동력	비고
PP-1010 A/B	잉여슬러지 이송펌프	형식 : 수중펌프(자동탈착) 규격 : 0.1 m ³ /분 × 16 mH	2(1)	2.2 kW	
AD-1002	교반용 산기장치	형식 : Disk 규격 : 100 m ³ /분	6	-	
LIT-1007	수위계	형식 : 압력식	1	-	

2) 슬러지 저류조

(1) 개요

잉여슬러지 및 화학적슬러지를 일시적으로 저류하여 탈수공정의 운전 안정성을 확보하기 위하여 설치한다.

(2) 기자재 구성 및 기능

기 자 재	기 능	비 고
슬러지이송펌프	□슬러지를 탈수설비로 이송	
산기장치	□농도 균등화 및 퇴적 방지	
수위계	□운전수위 실시간 감시 및 펌프제어	
유량계	□슬러지 이송량 조정	

(3) 설비 목록

기기번호	기기명칭	사 양	수량	동력	비고
PP-1011 A/B	슬러지 이송펌프	형식 : 일축나선형(VVVF) 규격 : 5 m ³ /hr × 2 kgf/cm ²	2(1)	2.2 kW	
AD-1003	교반용 산기장치	형식 : Disk 규격 : 100 m ³ /분	4	-	
SD-1001	탈수기	형식 : 원심탈수기 규격 : 5 m ³ /hr	1	7.5/ 2.2 kW	
AP-1002	고분자응집제 자동용해장치(2)	형식 : 액상자동용해장치 규격 : 1,200 ℓ/hr	1	2.5 kW	
CP-1005 A/B	고분자응집제 공급펌프(1)	형식 : 일축나선형(VVVF) 규격 : 0.5 m ³ /hr × 2 kgf/cm ²	2(1)	0.75 kW	
LIT-1008	수위계	형식 : 초음파	1	-	
FIT-1005	유량계	형식 : 관형(Magnetic)	1	-	

3) 탈수시설

(1) 개요

폐기대상슬러지를 기계적으로 압착하여 탈수하는 설비로 최종처분 슬러지의 부피를 감소시키기 위하여 설치한다.

(2) 기자재 구성 및 기능

기 자 재	기 능	비 고
탈수기	□슬러지 탈수	
고분자응집제 자동희석장치	□탈수용 액상 고분자응집제 자동 희석	
고분자응집제 공급펌프	□탈수용 고분자응집제 탈수기 공급	

4) 기타

(1) 설비 목록

기기번호	기기명칭	사 양	수량	동력	비고
RB-1001 A/B	교반용 송풍기	형식 : Ring Blower 규격 : 3.5 m³/분 × 0.4 kgf/cm²	2(1)	6.3 kW	
MH-1002	유지관리용 호이스트(2)	형식 : MONORAIL HOIST 규격 : 3톤	1	3.3 kW	
DM-1001	탈취기	형식 : 약액세정식 규격 : 450 m³/분	1	81.3 kW	
IB-1001	소각연소 버너	형식 : 약취예열노즐 규격 : 75 m³/분	1	-	기존 시설 개조

1.7 주요 처리시설별 기능 및 관리방법

1.7.1 발전시설

1.7.1.1 발전시설

※ [1. 일반현황]의 [1.6 처리시설별 설계제원 및 기능]의 [1.6.1 발전시설] 참고

※ [5. 시설별 운전절차서]의 [5.1 발전시설] 참고

1.7.1.2 순수제조 계통

가. 전처리 설비

가) 활성탄 여과기

활성탄 여과장치 내의 FILTER로 사용되는 ACTIVATED CARBON은 물의 색과 냄새를 제거하는 능력이 있다는 것은 잘 알려진 사실로 활성탄이 사용되고 있다.

활성탄소는 무연탄을 원료로 제조되는 미세 세공이 잘 발달된 무정형 탄소의 집합체로서 활성탄 제조과정에서 분자크기 정도의 미세 세공이 잘 형성되어 큰 내부 표면적을 가지게 되는 흡착제이다. 이 흡착제는 g당 1,000 m²이상의 표면적을 가지는데 표면에 존재하는 탄소 원자의 관능기가 주위의 액체 또는 기체에 인력을 가하여 피흡착질의 분자를 흡착하는 성질이 있다. ACTIVATED CARBON FILTERS에 충전 시 미리 온수에 세척하고 세공내의 공기와 물을 치환한 후 충전하여 사용하는 것이 좋으며 충전 후 역세로서 공기나 탄분을 밀어내고 역세수가 맑을 때까지 역세를 하여 사용한다.

연속 사용시 수중에 미세한 불용해성 성분이 활성탄의 표면에 부착해 통수저항을 늘리고 또한 흡착능력 저하의 원인도 되므로 일정기간(통상 3~6일)때마다 역세를 하여야 한다.

그리고 또한 장기간 사용 중지한 후 사용하거나 간헐적으로 사용하는 경우에는 그때마다 처음 물을 빼버리고 사용하는 것이 좋다.

본 설비에 있어서 활성탄에 의한 여과 방식과 역세방법은 압력여과 방식과 동일하게 처리하여 사용토록 되어 있다.

나) 안전필터

역삼투막은 와권형태의 구조로 되어있고 원수가 흐르는 유로가 협소하여 원수내에 현탁물질이 유입될 경우에는 유로의 막힘현상으로 압력의 상승 등으로 인해 여과압이 감소되며 생산량이 감소될 우려가 있다. 그리고 외부유입물질 등에 의해 막표면이 손상되어 수질의 악화를 초래할 수 있어 이를 방지하기 위하여 사전에 현탁물질 및 외부유입물질을 제거할 필요가 있다. 안전필터는 장기간 사용하게 되면 차압의 상승 및 여과성능의 저하가 발생하는데 소정기간 운전하면서 차압이 1.0~1.2 kg/cm²가 되면 여과필터를 교체하여야 한다. 그러므로 소정의 예비품을 보관하는 것이 바람직하다.

나. 역삼투막

가) 개요

본 설비의 운전관리자에게 있어서는 본설비의 중요성을 잘 인식해서 모든 설비의 처리계통 또는 전처리 설비와의 관련을 충분히 이해하는데 이를 기본으로 해서 적절한 취급 또는 관리를 행하는 중요한 자료이다. 본 운전조작 설명서는 RO 설비의 기능을 충분히 발휘하기 위하여 운전관리의 표준 순서를 기초로 해서 작성한 것으로 원수의 성질 변화 등의 그때의 상황에 맞추어서 조작 조건 등을 적절하게 선정해 관리할 필요가 있다.

삼투(Osmosis)란 자연현상으로서 선택성을 갖고 있는 반투막을 통하여 용매가 용질농도가 높은 쪽으로 이동하게 된다. 이때 용액쪽에 삼투압보다 큰 외압을 가하게 되면 용매의 흐름방향은 반대가 되어 용액중의 물이 빠져 나옴과 용액의 농도는 더욱 높아지게 되는 이러한 공정을 역삼투(Reverse Osmosis, RO)라고 부른다.

본 RO 설비는 전처리 설비에서 처리된 물을 역삼투막에서 처리하여 그의 약 80% 수준인 154 m³/d를 생산 공급하여 순수제조설비(MDI)로 보내는 것이다.

나) 설비의 구성

연수설비 후단부터의 역삼투설비는 다음과 같이 구성된다.

- 1) 열교환기
- 2) 전처리용 C/F
- 3) 고압펌프

- 4) 압력용기 및 역삼투(RO) 막
- 5) 약품주입장치
- 6) 계장류
- 7) 세정탱크
- 8) 세정펌프

다) 초기 봉출입

새로운 막을 사용하게 되면 막은 SBS 1%, Propylene glycol 20%를 포함한 보존액으로 침적한 상태로 보존이 되어있다. 그러므로 통수 운전을 하기 전에 이를 완전히 제거해야 한다. 장시간 운전을 하지 않았을 때 통수운전을 하기 전이나 장시간 운전을 하지 않기 전에 다음의 순서를 통해 막내에 잔존하는 농축물질 등을 제거해 준다.

청수준비(NaOCl 없는 물) → 밸브 개폐 확인 → R/O 공급펌프 가동 → 압출액 드레인 (유량 : 8 ~ 9 m³/h, 압력 2 ~ 4 kg/cm², 시간 0.5 ~ 1 hr) → R/O 공급펌프 정지 → 밸브 닫음

이와 같은 과정을 수회 반복하여 압출액을 완전히 제거 한 후 통수운전을 시작한다.

라) 통상운전

통상 운전을 시작하기 전 우선 다음 사항을 확인한다.

(1) 수조의 수위

각 수조의 수위는 각각의 LT에 의해 측정되며 이에 의해 자동 ON-OFF가 될 수 있다.

(2) 약품

RO 운전시 필요한 약품은 SBS, Antiscalant, 황산이며 탱크 내 충분한 양이 저장되었는지 확인한다.

위 사항을 확인하고 RO 설비 유입밸브, 농축수밸브, 생산수밸브를 완전히 열고 통수시킨다. 이때 M/F 상단, 각 배관 상단, 처리수 샘플링 밸브 등을 열어 에어를

완전히 빼주어야 원활한 운전이 이루어진다.

RO HIGH PRESSURE PUMP를 가동시켜 정상운전을 하기 전 우선 펌프 상단에 위치한 유입유량조절 밸브를 거의 닫아 갑작스런 압력으로 인해 발생할 수 있는 막의 피해를 막는다.

RO HIGH PRESSURE PUMP를 가동시킴과 동시에 유입유량조절 밸브를 조금씩 열고 농축수 밸브를 조금씩 닫으면서 설계값(첨부자료 참조)에서 언급된 유량에 맞춘다.

이 과정은 매우 중요하며 밸브의 조절은 되도록 천천히(1~2분) 하여 막이 받는 부하를 최소한으로 한다.

또한 유입유량 조절은 PUMP RETURN VALVE를 이용할 수 있다.

이상과 같이 운전이 시작되면 다음 사항을 확인한다.

(1) 수온

본 RO 설비의 설계 온도는 25 ℃이며 이는 RO 막이 1 ℃의 온도변화에 2~3%의 처리수량 변화를 가져오는 점에서 매우 중요하다. 유입수의 온도 조절은 스팀에 의한 열교환기(EX-301)에 의하며 스팀 배관 내 온도조절밸브에 의해서 그 값이 조절된다. TE-01에 의해 H값(=45℃) 이상이 되면 설비는 정지하게 된다.

- 점검사항 : TE-01 TE-02 확인

(2) 처리수질

각 베셀의 처리수를 샘플링하여 CONDUCTIVITY를 측정한다. 특히 막 교체시 첫 운전에서 처리수의 CONDUCTIVITY가 유입수와 비교해 큰 차이가 없으면 누수에 원인이 있으므로 아답타 장착 상태 등을 점검한다. 그 외에 유량과 회수율(Recovery ratio), 차압 등을 확인한다

마) 약품세정

정상적인 운전을 행하여도 RO Membrane의 액면은 무기성 Scaling, 미생물, 콜로이드 물질과 불용성 유기물에 의해 오염된다. 막면이 오염되면 막투과 성능의 저하, 제거율의 저하가 유발된다.

일반적으로 RO 설비의 세정은 3~4개월에 1번 정도 실시하나 설계운전기준의 변화

에 따라 변할 수 있다. 약품세정의 기준은 다음과 같다.

- 투과수량이 정상시보다 10%정도 저하된 경우
- 투과수 수질의 오염도가 상승하는 경우
- 압력손실이 비교대조할 때보다 15% 상승한 경우

(비교대조시라 함은 운전개시 후 25~48 시간 사이의 압력손실을 말한다.)

(1) RO 입구 압력 8 kg/cm²으로 소량의 투과수량이 얻어지는 경우

RO 막표면에 오염물이 축적되어 가면서 물이 막을 투과할 때의 저항이 증가하게 된다. 따라서 어느 일정한 투과수량을 얻기 위하여서는 압력을 서서히 증가시킬 필요가 있으며 그 상한값은 8 kg/cm²이다. 그 이상의 압력으로 운전을 하는 경우 회수율은 상승하나 막면 오염의 가속, 오염도 상승 등이 발생하므로 주의하도록 한다. 또 수온이 설정치(25 ℃)보다 낮은 경우에는 물의 점성의 증가에 의해 RO막 투과수가 감소한다. 그 감소 비율은 1 ℃당 2 ~ 3%이므로 겨울철 등 수온이 낮은 경우에 있어서는 높은 입구측 압력으로도 낮은 회수율이 발생한다.

(2) 투과수 전기전도도가 100 μs/cm를 상회하는 경우

RO 막표면에 오염물이 축적되어짐에 의해 RO 막표면에 접한 물의 농도가 높아짐과 동시에 RO막의 제거율은 변하지 않아도 투과수의 전기전도도가 높아짐을 알 수 있다. 이 경우 즉시 약품 세정을 하고 RO 막면의 오염을 제거하여 회복이 가능하다. 단 원수농도 TDS가 아주 높은 경우는 역삼투막이 오염되지 않아도 재이용수 전기전도도가 기준치를 상회하는 경우도 있다.

(3) 압력손실이 운전개시시의 15%(1.5 kg/cm²) 상승한 경우

RO 막의 압력손실 증가라고 하는 것은 막표면에 오염물질이 축적되어 유로가 좁아지는 것을 의미한다. 압력손실이 과대한 경우 RO막이 받는 힘은 커지게 되고 RO막이 변형하거나 파괴되는 경우도 있다. 또 압력손실은 후단 RO막으로의 압력을 감소시키므로 과대한 압력손실은 RO 투과수의 감소와 관련되므로 압력손실은 적정한 범위내로 유지하는 운전이 중요하다.

바) 약품세정의 효과 판단

약품세정이 충분히 실시되지 않은 채로 재운전에 들어가면 RO 막면 위에 있는 오염원이 완전히 분리되지 않은 채 더욱 오염이 가중되어 최종적으로는 약품세정으로 쉽게 제거되지 않아 RO막의 성능이 저하된다. 따라서 약품세정을 충분히 실시하는 것은 RO 막의 수명에서 본다면 매우 중요하다. 때문에 약품세정의 결과를 살피는 것은 매우 중요하다.

약품세정을 하게 된 원인이 된 부분에 있어서 초기 설계값에 이를 때까지 세정이 필요하며 이에 대한 측정은 운전 재개 후 10 ~ 30분 후 측정하여 판단한다.

사) 세정약품

세정 약품은 스케일의 형성 원인에 따라 달리한다. 약품의 종류는 다음과 같다.

약품명 \ 오염물	무기염류 (ex : CaCO_3 , CaSO_4 , BaSO_4)	금속산화물 (ex: Iron)	무기콜로이드 (Silt)	실리카	BioFilm	유기물
0.1%(W) NaOH 0.1%(W) Na- EDTA pH 12, 30~35℃				O.K	BEST	O.K
0.1%(W) NaOH 0.05%(W) Na- DDS pH 12, 30~35℃			GOOD		GOOD	GOOD
1.0%(W) STP 1.0%(W) TSP 1.0%(W) Na- EDTA					GOOD	GOOD
0.2%(W) HCl	BEST					
0.5%(W) H_3PO_4	O.K	GOOD				
2.0%(W) 구연산	O.K					
0.2%(W) $\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H}$	O.K	O.K				
2~4%(W) SBS		GOOD				
2.4%(W) 구연산 pH 1.5~2.5, 30~35℃	O.K		GOOD	BEST		

note) 1. (W) : Weight %

2. Na- EDTA : Tetrasodium salt of Ethylene Diamine Tetraacetic Acid

3. Na- DDS : Sodium salt of DoDecylsulfate

4. STP : Sodium Triphosphate($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$)

5. TSP : Trisodium phosphate($\text{NaPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)

아) 장기 정지시 보존방법

(1) 12시간 이내 정지시키는 경우

치환 운전을 실시한 후 보존한다.

(2) 12시간 이상 7일 이내 정지시키는 경우

치환 운전을 실시한 후 1% SBS 용액으로 10~15분간 세정 운전을 하고 SBS 용액이 남아있는 상태로 보존한다. 유입, 유출 밸브는 닫아 놓고 재가동시 치환 운전을 우선한다.

(3) 7일 이상 정지시키는 경우

(2)와 같은 방법으로 봉입하고 1주 1회 pH를 측정하여 3 이상이면 보존액을 교환한다. 또, 1~2개월에 1회 정도 보존액을 교환한다.

새로운 막은 SBS 1%, propylene glycol 20%를 포함한 보존액으로 침적한 상태로 출하되며 SBS는 미생물 번식을 방지하며 propylene glycol은 동결에 의한 손상을 방지한다. 동절기에는 SBS 1%, propylene glycol 20%를 포함한 액으로 보존하여 동결을 방지한다.

자) 카트리지필터의 교체

본 설비의 C/F 는 총 2대가 설치되었으며 1대는 항시 운전 1대는 여유분이다.

(1) C/F 전후단의 차압을 측정하는 PDS-01이 1 kg/cm^2 이상이 되면 교환한다.

(2) 설비의 연속적인 운전을 위해 여분의 M/F의 밸브를 열어 통수하고 교환할 C/F의 유입, 유출 밸브를 차례로 잠근다.

(3) 상단의 공기제거 밸브 및 하단의 드레인 밸브를 연다.

(4) 필터를 교환한다.

(5) 통수를 시작하면 공기제거 밸브를 열어 반드시 공기를 완전히 제거해야 원활한 통수가 이루어진다.

차) 약품준비

세정운전 외에 정상 통수 운전시 다음 약품의 준비가 필요하다.

(1) H_2SO_4

탄산칼슘이 막면에서 석출이외 막의 성능이 저하되는 것을 방지하는 목적으로 원수의 pH를 6.5~7.0 정도로 조정하기 위하여 원수에 첨가하는 것이다. 이때 pH 조정을 염산으로 할 수도 있으나 SO_4 이온의 배제율이 Cl 이온의 배제율보다 높고 가격이 저렴하기 때문에 통상 황산을 사용한다. 98% 농도의 것이 공급되어 산의 저장 탱크에서 5~10(W)% 정도로 희석 저장하고 첨가 농도는 1 ppm 이다. 10% 농도로 저장시 황산저장탱크(CT-304, 0.4m³)에 0.2 m³ 정도 시상수를 주입하고 30 kg 황산을 주입한 후 0.3 m³의 수위(탱크 측면 레벨 게이지 참고)에 맞추어 시상수를 더 주입하고 교반한다.

황산은 매우 유독한 물질이므로 각별히 조심해서 다루며, 황산을 먼저 탱크 내에 주입한 후 시상수를 주입하면 폭발의 위험이 있으므로 특히 조심해야 한다.

(2) Antiscalant

막면에서 석출되어 기능이 저하하는 것을 방지하기 위하여 전처리수에 첨가한다. 저장농도는 10(W)%, 첨가농도는 3 ppm이다.

Antiscalant 저장탱크(CT-305)에 0.2 m³ 정도 시상수를 주입하고 30 kg SHMP를 주입한 후 0.3 m³의 수위(탱크 측면 레벨 게이지 참고)에 맞추어 시상수를 더 주입하고 교반한다.

(3) SBS

SBS는 RO 설비 전단이 아닌 연수기 전단에 주입되어 연수기의 효율을 높여줄 뿐만 아니라 환원제로서 원수중에 잔존하여 막을 약화시키는 유리염소를 제거하기 위하여 전처리수에 첨가한다. 보통 원수중의 Cl_2 농도에 따라 표시되는 ORP Meter에 의해 제어된다.

저장농도는 10(W)%, 첨가 농도는 3 ppm이다.

SBS 저장탱크(CT-303)에 0.2 m³ 정도 시상수를 주입하고 30 kg $NaHSO_3$ 를 주입한 후 0.3 m³의 수위(탱크 측면 레벨 게이지 참고)에 맞추어 시상수를 더 주입하고 교반한다.

1.7.1.3 폐수처리 계통

가. 응집 침전설비

가) 약품 주입설비

(가) 개 요

본 폐수처리설비에서 약품주입설비는 폐수 내에 존재하는 부유물질들을 응집시키기 위해 필요한 설비로서 COD 등의 감소효과도 가져온다. 응집은 진흙 입자, 유기물, 세균, 조류(ALGAE), 색소, 콜로이드 등 탁도를 일으키는 COLLOID상태의 불순물들을 제거하기 위하여 이용되며 때로는 맛과 냄새(ODOR)도 제거되므로 오염된 지표수 및 각종 폐수처리를 하기 위하여 많이 사용되는 단위공법 중의 하나이다.

응집의 원리를 알아보면, 폐수 중에 현탁되어 있는 부유물질(COLLOID성 입자)은 그 크기가 매우 작아서 비중은 실제로 1보다 작지만 겉보기 비중은 물과 비슷하기 때문에 밑바닥에 가라앉지 않고 표면에 떠오르지도 않아 매우 안정하게 현탁하고 있으며 또한 (+) 또는 (-)의 같은 전하끼리 대전하고 있어 서로 동종의 전하 때문에 서로 반발을 일으키고 있는 상태여서 더욱 침전이 일어나기 어렵다.

응집은 이러한 입자의 전위를 화학약품을 첨가하여 전기적 중합에 의해 반발력을 감소시키고 입자를 충돌시켜 입자끼리 크게 뭉치게 하여 침전시키는 방법으로 이때 가한 약품을 “응집제”라 하고 입자의 덩어리를 “FLOC”이라 한다.

응집시키는 방법으로는 금속수산화물에 의한 응집, 고분자물질에 의한 응집, 전해질에 의한 응집, 계면활성제에 의한 응집 등이 있다.

화학적 처리에서 응집으로 얻을 수 있는 효과는 ① 침강의 촉진 ② 상등수의 청정성 개선 ③ 여과성의 개선 등을 들 수 있다. 그리고 촉진제의 종류로는 무기응집제, 무기고분자응집제, 응집조제 등이 있으며, 무기 응집제로는 대표적인 것이 황산알루미늄(유산반토), 황산제2철 등으로, 가수분해되어 COLLOID 입자와 반대부호의 하전을 가지는 이온을 생성시키면 좋다.

유기 고분자 응집제는 천연적으로 존재하는 물질로서 응집제의 성질을 가지는 것과 인공적으로 합성된 것이 있다. 대표적인 물질로는 POLYMER로서 음이온성, 양이온성, 비이온성으로 분류되며 응집시 전기적 작용과 가교작용이 동시에 일어난다.

응집보조제로는 소석회($\text{Ca}(\text{OH})_2$), 탄산나트륨(Na_2CO_3), BENTONITE, 규산나트륨(Na_2SiO_3), 기타 CEMENT DUST, FLY ASH, 응집 침전슬러지 등이 있다.

본 설비에 사용하는 응집제 및 보조응집제의 성분 및 주입량은 다음과 같다.

※ 응집제 : PAC (as $[Al_2(OH)_nCl_{6-n}]_m$)

주입농도 : 10%, DOSING RATE : MAX. 50 ppm

※ 응집보조제 : POLYMER

주입농도 : 0.2%, DOSING RATE : 2 ppm

PAC을 물에 주입하면 알칼리도와 반응하여 응결물을 형성하는데 폐수 내에 충분한 양의 알칼리도가 존재하지 않으면 FLOC 형성이 잘 이루어지지 않으므로 NaOH 등의 염기를 가해서 알칼리도를 충족시켜 주는 역할도 하며 동시에 pH 조절도 하게 된다.

본 설비에 사용하는 pH 조정제 성분 및 주입량은 다음과 같다.

※ pH 조정제 : NaOH (25%), 주입농도 : 25%

H₂SO₄ (10%), 주입농도 : 10%

이와 같이 약품을 사용하여 폐수 내에 존재하는 오염물질을 화학반응으로 응집처리 시키는 상당히 중요한 설비로서 본 설비중 1st Reaction Tank, 2nd Reaction Tank, Coagulation Tank, pH Adjust Pond등에 약품을 투입하여 보다 원활히 처리되도록 하고 있다.

(나) 특기사항

약품을 계속 사용하게 되므로 교반기의 작동방법은 현장 조작반에서 운전조작을 하며 기동 또는 정지는 "START" 또는 "STOP" 누름 버튼을 이용한다.

이 때 주의하여야 할 사항은 교반기의 축 및 감속기는 모터 보호를 위하여 약품탱크 내의 수위가 항상 60% 이상에서 교반기의 운전을 하도록 한다.

약품 주입량은 인입 폐수의 유량, 농도, 탁도, pH 등에 따라 약품 주입량을 결정하도록 한다.

활성탄 여과장치 내의 FILTER로 사용되는 ACTIVATED CARBON은 물의 색과 냄새를 제거하는 능력이 있다는 것은 잘 알려진 사실로 활성탄이 사용되고 있다.

활성탄소는 무연탄을 원료로 제조되는 미세 세공이 잘 발달된 무정형 탄소의 집합체로서 활성탄 제조과정에서 분자크기 정도의 미세 세공이 잘 형성되어 큰 내부

표면적을 가지게 되는 흡착제이다. 이 흡착제는 g 당 1,000 m² 이상의 표면적을 가진다.

※ 약품 탱크의 약품 용해 방법

TANK 명 구 분	NaOH STORAGE. TANK 611-M-TK-010	H ₂ SO ₄ STORAGE. TANK 611-M-TK-011	PAC STORAGE. TANK 611-M-TK-012	C-POLYMER INJECTION TANK 611-M-TK-014
공급 약품	25% NaOH	10% H ₂ SO ₄	10% PAC [Al ₂ (OH) _n Cl _{6-n}] _n	POLYMER (98%이상 분말)
초기 물주입	-	-	-	-
약품주입량	-	-	-	-
2차 물주입	-	-	-	-
주입 방법	-	-	-	-
비 고	탱크로리 주입	탱크로리주입	탱크로리주입	자동용해장치 참조

(다) 운전

① 운전 주의사항

- ㉠ 예상될 수 있는 상황에 대해 관련 부서와 상호 협력하여 사전에 철저히 검토하고 대책을 강구한다.
- ㉡ 설비에 대한 운전 지침서 및 시운전 절차를 숙지하고 순서에 따라 조작하여 기기의 오작동 및 안전사고 방지에 만전을 기한다.
- ㉢ 시운전시 기기의 운전상태, 이음 발생 및 진동 발생 여부 등을 점검하여 이상상태 발견시에 즉시 정지하여 기기의 사고를 예방한다.
- ㉣ 약품(황산, 가성소다) 취급시는 반드시 안전장구(보호안경, 고무장화, 고무장갑, 고무 앞치마 등)를 착용한다.

- ㉞ 단위 기기의 초기 운전시에는 VALVE의 동작 및 PUMP의 INTERLOCK을 현장에서 철저히 확인한 후 조작한다.

② 운전 초기조건

- ㉠ 각 MOTOR 무부하 시험 완료 확인
- ㉡ 각 PIPE LINE 및 TANK 충수시험 완료
- ㉢ 전기 및 제어 SYSTEM 정상
- ㉣ SERVICE INSTRUMENT AIR 및 SERVICE WATER 공급 정상
- ㉤ 윤활유 적정 LEVEL 충전
- ㉥ 약품류 주입 완료
- ㉦ 기기 주변의 불필요한 장애물 철거 완료

③ 부하 운전

각 기기의 SETTING이 끝나고 단독기기 성능이 확인되면 실 폐수에 의한 시운전에 들어가며 운전 전후의 다음 항목들을 점검하여야 한다.

LOP, MCC, PLC 제어중 LOP 제어가 우선으로 LOP는 LOCAL/MCC, MCC반은 AUTO/MANUAL로 구성되어 있으며 PLC 제어반역시 자동/수동으로 구성되어있다.

㉠ LOCAL운전(LOP)

- i. LOCAL MCC 선택 SWITCH를 LOCAL 위치로 선택한다.
- ii. LOP반 RUN SWITCH를 ON 시킨다.

이 때 기기의 회전 및 방향, 소음, 진동상태를 확인하여 이상이 있을 경우에 즉시 정지시킨다.

㉡ MCC 운전

- 수동운전(LOP에서 MCC로 선택되어 있어야 한다.)

- i. 판넬상상의 ROMOTE LAMP 점등 확인한다.
- ii. 판넬상의 MANUAL/AUTO HS S/W을 MANUAL 선택한다.
- iii. 판넬상의 RED LAMP 점등 확인한다.

- iv. 판넬상의 START BUTTON을 선택한다.
- v. GRAPHIC상의 START LAMP 점등을 확인한다.
 - AUTO 운전(LOP의 S/W가 MCC로 선택되어야 한다.)
- i. 판넬상의 AUTO LAMP 점등을 확인한다.
- ii. GRAPHIC 상의 RED LAMP 점등을 확인한다.

㉔ MCC AUTO 운전 전 확인 사항

- i. 각 VALVE의 개폐 여부 확인
- ii. PUMP의 가동 여부 확인
- iii. 약품 TANK의 약품 유무 확인
- iv. 각 POND 및 TANK LEVEL 수위 확인
- v. SERVICE/INSTRUMENT AIR 확인

㉕ 운전 개시 후 확인 사항

- i. PUMP의 PUMPING 상태
- ii. 유량계 지시치 점검
- iii. CHEMICAL PUMP의 주입 상태
- iv. 반응조의 교반상태
- v. 계장설비의 지시치 및 작동상태
- vi. 응집상태
- vii. 탈수기 가동상태 및 탈수 상태
- viii. 설정치 확인
- ix. 약품 탱크의 잔여 약품량 확인
- x. 폭기 상태 확인
- xi. 침전조 침전상태
- xii. 처리 수질 확인

㉖ 연속운전에 의한 처리성 및 안전운전 확인

- i. 운전 DATA 수집
 - 유량, 압력, pH 및 운전 DATA를 주기적으로 CHECK한다.
- ii. 각 단계별 pH CHECK
 - 각 단계별 pH 값을 확인한다.

나) 응집 침전 설비(CLARIFIER)

CLARIFIER로 유입되는 폐수는 1차 화학약품에 의해 응집반응이 일어난 상태이나 고체와 액체가 분리된 상태가 아니므로 처리하는데 있어 어려움이 많아 고체와 액체를 분리하여 다음 처리의 원활을 기하고자 사용한다.

본 설비는 CLARIFIER내 SLUDGE의 함수율이 98%정도를 기준선으로 하여 중력침강으로 고·액 분리하도록 되어 있다. 이에 따른 중요한 인자는 CLARIFIER의 표면부하율을 꼽을 수 있는데, 표면부하율 외에 침전효율을 높이기 위해서는 침강속도 또한 중요한 인자이다.

침강속도는 침전되는 부유물의 농도와 입자의 특성에 따라 I형 침전, II형 침전, III형 침전(지역 침전), IV형 침전(압축 침전)의 4종류로 구분된다.

I형 침전 및 II형 침전은 모두 부유물의 농도가 낮은 경우인데 I형은 독립입자를 취급하고 II형은 응결된 부유물을 취급하는데 그 차이가 있다.

지역 침전은 응결물의 농도가 제법 높을 때의 밀집 침전을 취급하며, 압축 침전은 부유물의 농도가 너무 높아서 입자가 서로 접촉하며 서로 떠받쳐주는 상태로 침전하는 경우이다.

이에 각 침전에 대해 다음과 같은 특성 분포도로 나타낼 수 있다.



① I형 침전

부유물의 농도가 낮은 상태에서 응결하지 않은 독립입자의 제거와 관련 있는데 이런 경우 침전은 입자 상호간에 아무런 방해가 없고 단지 유체나 입자의 특성에 의해서만 영향을 받게 된다. 비중이 큰 무기성 입자의 침전이 통상 이 경우에 해당된다.

I 형 침전은 REYNOLD NUMBER가 1보다 적은 경우의 독립입자 침전에 해당되는데 이 때의 침전입자 종속도는 $V_s = g(\rho_s - \rho)d^2/18\mu$ 이다.

- V_s : 독립 입자의 종속도
- g : 중력 가속도
- ρ_s : 독립 입자의 비중
- ρ : 액체의 비중
- μ : 액체의 점성계수
- d : 독립 입자의 직경

I 형 침전과 같이 독립 입자의 침전에 있어서 중요한자는 침전지의 깊이보다 표면적이라 할 수 있다.

유량을 단위 면적으로 나눈 값 Q/A 를 익류율(OVER FLOW RATE) 또는 표면 침전율(SURFACE SETTLING RATE)이라고 부르는데 통상 표면 침전율은 20~40 m/day 정도이며, SALT 또는 CLAY 입자를 제거하기 위해서는 6 m/day정도 요구된다.

② II형 침전

낮은 농도로 존재하는 응결입자들의 침전 특성은 비응결입자들의 침전 특성과는 다르므로 입자의 침전 특성과 함께 응결물의 특성을 고려해야 하는데 이런 경우 큰 침전속도를 가진 무거운 입자는 빨리 침전하면서 조그만 입자들과 충돌하고 결합해서 더 큰 입자가 되면서 더 빨리 침전하게 된다.

입자들이 서로 충돌할 수 있는 기회는 침전지의 깊이가 깊어짐에 따라 증가하며 그 결과 침전효율은 표면 침전을 뿐만 아니라 침전지의 깊이에 의해서도 영향을 받는다. 이 점이 I 형과 II형 침전의 큰 차이이다.

생하수내의 고형물질이 1차 침전지의 수면 부근에서 침전할 때가 전형적인 II형 침전에 속한다.

③ III형 침전 (지역 침전)

부유물의 농도가 큰 경우 가까이 위치한 입자들의 침전은 서로 방해를 받으며 독립인자로서 침전하는 것이 아니고 집합체로서 침전하기 때문에 결국 침전하는 부유물과 상부에 남는 액체 간에는 뚜렷한 경계면이 생기게 되는데 이와 같은 지역침전을

위해 침전에 필요한 면적은 다음과 같이 계산할 수 있다.

높이가 H_0 인 관을 부유물 C_0 인 시료로 채운다. 부유물이 침전함에 따라 경계면은 시간이 지날수록 위치가 변하며 경계면의 낙하속도는 곡선의 주어진 시간에서의 기울기와 같다.

그러면 지역 침전을 위하여 요구되는 면적 A 는 다음 식으로 구한다.

$$A = Q \times t_u / H_0$$

Q : 유량

H_0 : 관내에서 최초의 경계면 높이

t_u : 요구되는 부유물 농도에 도달하는데 요하는 시간

④ IV형 침전 (압축 침전)

침전 시험관 내에서 침전이 계속됨에 따라 관의 바닥 상부에는 압축된 입자들의 층이 생기기 시작한다. 이들 입자들은 입자간에 물리적인 접촉이 존재하는 구조를 형성하게 되며, 압축층이 생김에 따라 더 낮은 농도의 부유물을 함유하는 층이 상부에 형성된다.

압축 침전시 슬러지가 차지하는 부피는 다음과 같은 식으로 구할 수 있다.

$$H_t - H = (H_2 - H^*)e^{-i(t - t_2)}$$

H_t : 시간 t 에서의 슬러지 높이

H^* : 장기간(통상 24시간)후의 슬러지 높이

H_2 : 시간 t_2 에서의 슬러지 높이

i : 주어진 한 시료의 특정한 계수

그리고 슬러지의 농축시 휘저어주면(STIRRING) FLOC이 파괴되고 물이 빠져나가게 되어서 효율이 좋아진다.

나. 여과설비

가) PRESS FILTERS (압력식 여과기)의 원리

압력식 여과장치에는 비교적 굵은 입자층에 빠른 유속으로 물을 통과시켜 여재 (SAND)에 부착시키거나 체 작용에 의해 물 속에서 부유하는 현탁질의 제거를 기대하는 것으로 여재는 주로 SAND를 사용한다.

그러나 물 속에 함유된 현탁질의 농도에 따라 SAND층 상부에 ANTHRACITE를 여재로 사용하여 여과하며 SAND & ANTHRACITE BED SUPPORT로 GRAVEL을 사용한다. 여재의 입경을 작게 할수록 여과 효과가 높고 얇은 여층에 의해 탁질의 여과가 가능하나 반면에 탁질 성분이 특정 여층에 집중되어 높은 손실수두를 발생하므로 여과 지속시간이 단축될 뿐 아니라 얇은 여층에서 제거되는 탁질량의 한도가 있다.

일반적으로 압력여과에 있어서 표면 여과방식을 취하므로 하부에서는 압력손실을 줄이기 위하여 비교적 큰 입자의 여재를 사용한다.

상부의 모래층에서 탁질이 포집 제거되고 미립자가 누적되어 여과기의 손실수두는 여과기 모래 상면과 여과기 하부의 각각의 압력차에 의해 차압계로 지시되도록 되어 있다.

현탁 미립자가 누적되어 손실수두가 증가되면서 그 수두차가 현저히 증가하면 규정 수량의 여과수 채취가 곤란하게 되므로 역세에 의해 재생을 하여야 한다.

통상 수두차가 $1.2 \text{ kg/cm}^2\text{.g}$ 이상이 되면 역세를 하여야 한다.

나) ACTIVATED CARBON FILTERS (활성탄 여과장치)의 원리

활성탄 여과장치 내의 FILTER로 사용되는 ACTIVATED CARBON은 물의 색과 냄새를 제거하는 능력이 있다는 것은 잘 알려진 사실로 활성탄이 사용되고 있다.

활성탄소는 무연탄을 원료로 제조되는 미세 세공이 잘 발달된 무정형 탄소의 집합체로서 활성탄 제조과정에서 분자크기 정도의 미세 세공이 잘 형성되어 큰 내부 표면적을 가지게 되는 흡착제이다. 이 흡착제는 g당 $1,000 \text{ m}^2$ 이상의 표면적을 가지는데 표면에 존재하는 탄소 원자의 관능기가 주위의 액체 또는 기체에 인력을 가하여 피 흡착질의 분자를 흡착하는 성질이 있다. ACTIVATED CARBON FILTERS에 충전시 미리 온수에 세척하고 세공 내의 공기와 물을 치환한 후 충전하여 사용하는 것이 좋으며 충전 후 역세로서 공기나 탄분을 밀어내고 역세수가 맑을 때까지 역세를

하여 사용한다.

연속 사용 시 수중에 미세한 불용해성 성분이 활성탄의 표면에 부착해 통수저항을 늘리고 또한 흡착능력 저하의 원인도 되므로 일정기간(통상 3~6일)때마다 역세를 하여야 한다.

그리고 또한 장기간 사용 중지한 후 사용하거나 간헐적으로 사용하는 경우에는 그 때마다 처음 물을 빼버리고 사용하는 것이 좋다.

본 설비에 있어서 활성탄에 의한 여과 방식과 역세방법은 압력여과 방식과 동일하게 처리하여 사용토록 되어 있다.

1.7.1.4 폐수재이용계통

가. 정밀 여과 공정(Micro Filtration)

가) 개요

정밀여과막은 제탁용 중공사 MF 막모듈로서 대용량의 모듈에 의해 대량수처리가 가능하도록 하였으며 막재질은 물리적 내구성 및 내약품성에 뛰어난 폴리비닐리딘 플루오라이드(PVDF)를 사용하여 다양한 원수의 처리에 대응이 가능하도록 하여 월등히 우수한 기계적강도를 지니고 있다. 공기에 의한 물리세정(공기세정)의 반복 운전에 대해서도 아주 뛰어난 내구성을 지니고 있으며 막표면의 공경(공칭공경)은 $0.1 \mu\text{m}$ 으로 미세하며 대장균 등의 제균, 크립토크스 포리디움 등의 병원성 원생 동물 제거에도 적합하여 폭넓은 용도로 사용가능한 제품으로써 이 시설에서는 역삼투압의 전처리 시설로 사용하였다.

막여과 유속은 단위시간에 막의 단위면적을 여과하는 물의 량으로, 통상 $\text{m}^3/\text{m}^2 \text{ hr}$ 로 나타내며 막여과시설 규모를 설계시 가장 중요한 인자이다. 막여과 유속을 지배하는 인자에는 막의 종류, 재질, 공경 또는 분획분자량 등 외에 수온, 원수수질, 전처리의 유무 및 방식의 차이 등을 들 수 있다. 이들 인자에 의해 동일막차압에 따라 나타나는 막여과 유속은 다르다. 일반적으로 막여과 유속이 클수록 처리에 필요한 막면적은 적어도 되며 막의 초기비용은 적게, 설비의 공간은 작아도 된다. 그러나 동일막을 사용해도 막여과 유속을 크게 하여 운전한 경우에는 막차압의 상승은 빨라져 이 결과 약품세정의 빈도는 증가한다. 한편, 막여과 유속이 작을수록 막면적과 같이 설비의 공간은 크게 되지만, 이 경우에는 막차압의 상승은 이미 늦기

때문에 약품세정 빈도는 적어지는 경향이 있으며, 약품세정을 포함한 운영비용도 적고 운전 관리도 용이하게 된다. 그러므로 막면적 및 선정시 위와 같은 여러 가지 조건을 고려하여 선정하여야 한다.

나) 세정설비

막여과 유속의 감소 또는 차압의 상승을 유발하는 파울링(Fouling)에는 물리세정으로 회복하는 가역적 오염과 물리세정으로 회복되지 않는 비가역적 오염이 있다. 비가역적 오염은 물리세정에 의해 충분히 제거되지 않기 때문에 여과성능을 회복하기 위하여 약품세정을 실시한다.

물리세정방식에는 역압수세정, 에어스크러빙, 원수세정, 기계진동 및 이들의 병용 세정방식 등이 있다.

1) 역세정펌프

운전시간의 경과와 더불어 막성능이 변화할 때에는 2가지의 경우를 생각 할 수 있다. 즉 막의 열화와 파울링(Fouling)이다.

압력에 의한 막의 클리프 변형(막의 압밀화)이나 손상 등의 물리적 변화, 가수분해, 산화 등의 화학적 변화 미생물에 의해 막이 자화되는 생물학적 열화는 자체의 불가역적인 변질이 생김에 의한 성능변화이며 성능회복은 될 수 없다.

그러나 파울링은 막자체의 변화가 아니라 외부요인에 의한 막의 성능이 변화하는 것으로 그 원인에 따라서 세정함으로써 성능이 회복된다. 역세정펌프는 원수의 성상에 따라 다르지만 일반적으로 10분~30분에 1회 정도이다. 막차압의 상승을 검지하여 물리세정을 실시하는 방법도 있지만 정기적으로 실시하는 것이 일반적이다. 본 역세정 펌프는 막여과수를 여과시의 통수방향과는 반대방향으로 통수시켜 물리세정을 실시하는 쓰이는 펌프로써 본 세정펌프에 의해 처리수조의 막여과수를 역류시키는 방식이다.

2) 에어스크러빙

막모듈의 하부 등에서 부로와나 콤프레샤를 사용하여 공기를 불어넣어 공기와 물의 혼합에 의해 막표면에 부착한 물질을 분리하는 방식으로써 기포에 진동에 의해 막을 진동시키므로 세정효과가 높은 방식을 채택하였다.

3) 화학적 세정설비

약품세정을 위한 약품은 수도에 사용이 인정되어 있는 것을 사용하여 약품 및 약품세정폐액이 막여과수에 혼합되지 않도록 방지조치를 하여야 한다.

물리세정에서 막면에 부착된 물질 등의 제거가 불충분한 경우는 약품의 작용에 의해 부착물을 분해하거나 용해시켜 제거할 필요가 있다. 사용약품은 부착물 등의 종류와 양, 막의 내약 품성을 고려하여 선정할 필요가 있다.

실제 사용되는 약품은 NaOH, 황산, 염산, 등의 알칼리 또는 산과 차아염소산 나트륨 등의 산화제, 초산, 구연산, 등의 유기산 및 세제 등이며 필요에 따라서 이들 물질을 혼합하여 사용한다. 약품세정 후에는 충분히 물세정을 실시하여 세정제가 완전히 제거된 것을 확인한 후 운전을 개시한다. 그리고 수도약품 또는 식품첨가물로서 인정된 것 이외에 세제 등을 부득이하게 사용할 경우에는 특히 약품세정후의 물세정과 세정제가 잔류하지 않는지의 확인에 만전을 기해야 한다. 주로 사용되는 약품과 제거가능한 물질과의 관계를 나타내었다. 본 설비에 있어서의 화학세정 방식은 막모듈의 분리 없이 밸브의 전환만으로 약액을 주입하는 ON-LINE 방식을 채택하였으며 세정시기는 정유량운전 방식의 경우에는 막차압이 소정의 값에 도달한 시점에 실시하며 약품세정은 빈도는 원수 수질, 막여과유속 등의 운전전이가 다르므로 예측하기는 어렵지만 통상 1-수개월에 1회 정도이다.

나. 운전설명

가) 막여과 장치 설비

본 장치의 운전 여과 방식은 전량 여과 방식 및 일부 순환 여과방식으로 플러싱 - 여과 - 역세 - 공기주입 - 드레인 순으로 자동적으로 운전되며 필요에 따라 각 공정별 시간을 PLC에 의해 변경할 수 있으며 필요시 수동으로도 운전이 가능하도록 설계되어 있다. 물리세정공정(역압수 및 에어스크러빙 세정)과 약품주입 등은 타이머 또는 소정의 공정관리기준에 의해 모두 자동으로 실시되며, 운전관리는 유량, 수위, 압력 등의 상시 감시를 실시하여 정수의 탁도기 기준치(0.1 NTU) 이상이 발생한 경우에는 자동적으로 해당 계열, 장치 등의 정지 및 경보의 발신을 실시한다.

나) 여과 공정

가압식 펌프를 이용한 외압식 여과 방식이다

여과방식 : 케이싱 수납형 전량여과 및 순환여과 방식

통수방식 : 외압식

구동방식 : 펌프 가압식

운전제어방식 : 유량계와 연동된 펌프회전수제방식에 의한 정유량 제어 방식

운전관리 : 유량, 압력 등 상시 감시 실시, 이상 발생시 자동적으로 계열 및 장치 등의 정지

※ 주의사항

운전시 반드시 자동 및 수동 운전 중 하나를 선택하여 작동하여야 하며 원수저장 탱크의 수위가 적정수위 이상 일 때 가동하여야 하며, 적정수위 이하면 자동적으로 운전이 중지된다. 또한 자동 밸브 외에 동선상의 수동 밸브의 개폐를 반드시 확인하고 수동밸브가 잠김상태 일 때는 반드시 열림 상태로 전환 후 운전하여야 하며 수동밸브의 개폐정도는 최초 오퍼레이터의 초기 설정에 준해서 하기를 권장한다. 만약 부득이 변경을 필요로 경우 반드시 당사에 문의하여야 한다.

다) 세정 공정 (물리세정)

(가) 역압수 세정

막여과수에 의한 역압수와 막 2차측으로부터 차아염소산을 함유하는 여과수를 유입

- 역압수 세정 : 막 2차측으로부터 NaOCl을 함유하는 여과수를 유입

※ 주의사항

운전시 반드시 자동 및 수동 운전 중 하나를 선택하여 작동하여야 하며 생산수저장 탱크의 수위가 적정수위 이상 일 때 가동하여야 하며, 적정수위 이하면 자동적으로 운전이 중지된다. 또한 자동 밸브 외에 동선상의 수동 밸브의 개폐를 반드시 확인하여야 하며 수동밸브가 잠김상태 일 때는 반드시 열림 상태로 전환 후 운전하여야 한다. 또한 역세수의 수량은 막 모듈 한본당 생산유속의 1.5 ~ 2배 정도로 하여야 하며 역세기 주입되는 차아염소산의 농도는 희석수 기준으로 1 ~ 10 ppm 기준으로 투입한다.

(나) 공기세정

역압수 세정과 동시에 막 1차측으로 공기를 유입하는 공정이다.

※ 주의사항

운전시 반드시 자동 및 수동 운전 중 하나를 선택하여 작동하여야 하며 적정공기 압력 이상 일 때 가동하여야 하며 적정공기 이하면 자동적으로 운전이 중지된다. 또한 자동 밸브 외에 동선상의 수동 밸브의 개폐를 반드시 확인하여야 하며 수동 밸브가 잠김상태 일 때는 반드시 열림 상태로 전환 후 운전하여야 한다. 또한 공기 세정시 공기유량은 $5.0 \text{ Nm}^3/\text{시간}$, 모듈 기준으로 하며 압력은 일반적으로 1.5-2.0 bar 정도이다.

(다) 플러싱(FLUSHING)

모듈 내부에 잔류하는 탁질 성분을 원수를 이용하여 배출하는 공정이다.

※ 주의사항

운전시 반드시 자동 및 수동 운전 중 하나를 선택하여 작동하여야 하며 원수저장 탱크의 수위가 적정수위 이상 일 때 가동하여야 하며 적정수위 이하면 자동적으로 운전이 중지된다. 또한 자동 밸브 외에 동선상의 수동 밸브의 개폐를 반드시 확인하여야 하며 수동밸브가 잠김상태 일 때는 반드시 열림 상태로 전환 후 운전하여야 하며 충분한 세정을 거친 후 여과 공정으로 전환한다.

(라) 화학세정

복수의 약액을 이용하여 산세정 및 알칼리 세정을 반복하는 공정이다. 산세정은 pH가 2-3정도가 적당하며 알칼리 세정은 pH가 10 - 12정도가 적당하나 오염정도에 따라 약품의 종류, 농도 및 세정시간은 변화 할 수 있다. 세정주기는 차압기준으로 1.5 kgf/cm^2 - 2.0 kgf/cm^2 일 때를 추천하며 세정 시간은 산, 알칼리 각각 1 ~ 1.5 시간 정도이다.

약 품 세 정	
막1차측압력(Pi)	0.5 kgf/cm ²
막2차측압력(Po)	0.3 kgf/cm ²
약 액 량	40 L/모듈 이상
시 간	60 ~ 90 분 산(2 ~ 5 %)1시간 → 차아염소산소다(NaOCl, 1,000 mg/L) + 가성소다 0.4 % 혼합액 1시간 → 산(pH 2 ~ 3)1시간
온 도	상 온
유 량	약액여과유량(Q1) : 1 m ³ /시간 약액순환유량(Q2) : 1 m ³ /시간
방 법	약품세정조에 소정의 약액 주입 후 순환여과 실시 (여과액은 저장조로 리싸이클시킴)

수세정(Rinse)	
막1차측압력(Pi)	0.5 kgf/cm ²
막2차측압력(Po)	0.3 kgf/cm ²
시 간	30 ~ 90 분
유 량	약액여과유량(Q1) : 1-3 m ³ /시간 약액 여과유량(Q2) : 0.5-1 m ³ /시간
방 법	약품세정조에 청수 공급 → (1회순환→계외배출) × 3회 반복

□ 수세의 종료는 각종 약액의 잔류농도, pH 등을 측정하여 결정

* 차아염소산소다(NaOCl)의 경우 : 0.05 mg/L이하

* 산, 알카리의 경우 : 수세(Rinse)수의 pH 차가 1 이내로 유지

□ 펌프 및 밸브 개폐 순서 세정 회복성 확인 방법

• 측정순서

- 약품 세정 전의 청수 막여과유속 측정 → 약품 세정 후의 청수 막여과유속 측정

※ 막여과유속(Flux) 측정시 여과조건(차압, 수온)을 기록

※ 청수 대신 실제 처리 대상수(실액)로 측정 가능

• 계산순서

측정치를 표준조건(수온 20 ℃, 차압 1.0 kgf/cm²)의 막여과유속(flux)으로 보정

표준 조건시 플럭스 = 플럭스(측정치) ÷ 평균 여과압력 × 온도보정계수

$$\text{평균 여과압력} = \frac{(\text{모듈 1차측압력} + \text{모듈 2차측압력})}{2} - \text{여과수측 압력}$$

□ 세정 순서

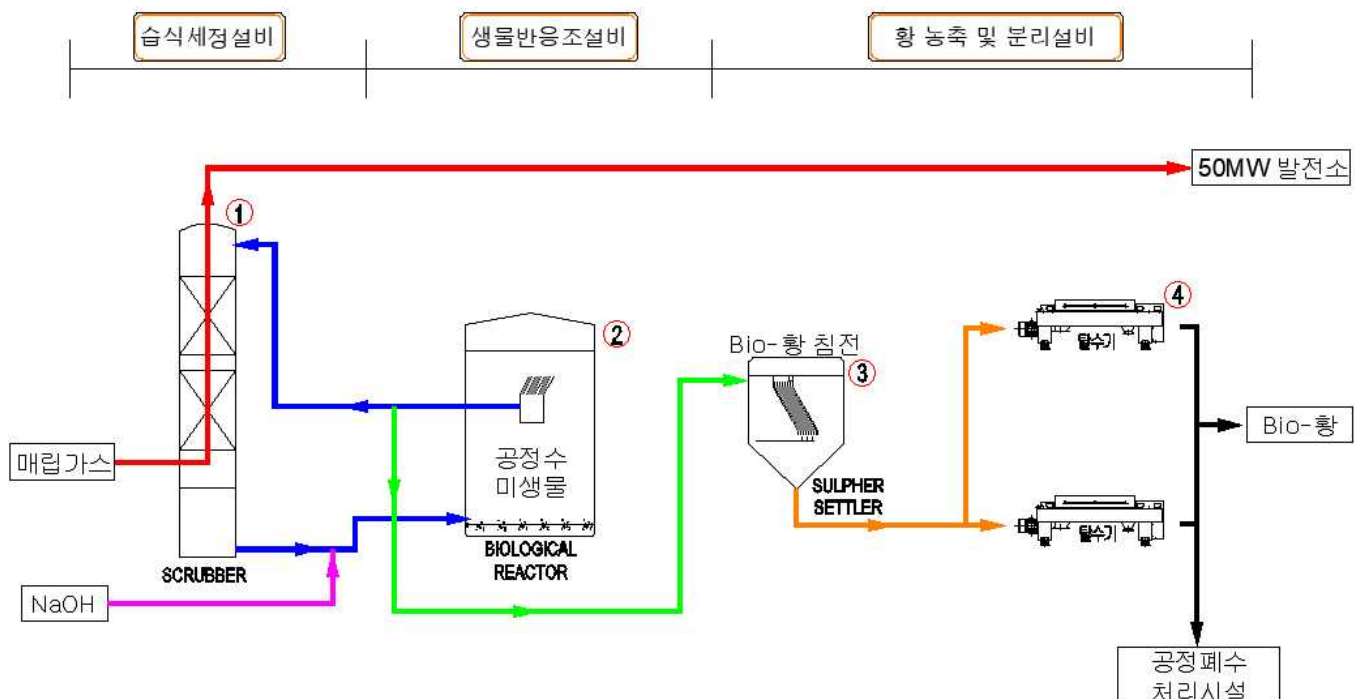
세정 싸이클 : 산 → 수세정 → 알카리 혼합액 → 수세정 → 산 → 수세정

□ 세정 후 가동 순서

- 세정 후 원수 또는 여과수 등으로 장치 계열내를 충분히 수세정
- 세정수의 pH와 전도도 등을 감시하여 수질기준에 저촉되지 않는 것을 확인한 후 여과운전으로 전환

※ 주의 :약품취급 시 취급자는 주의해야 하며 반드시 전문 오퍼레이터의 참석 하에 행해야 하며 특히 화학세정공정은 수동으로 행하여야 하기 때문에 오퍼레이터의 세심함 주의를 요한다.

1.7.2 황산화물전처리시설



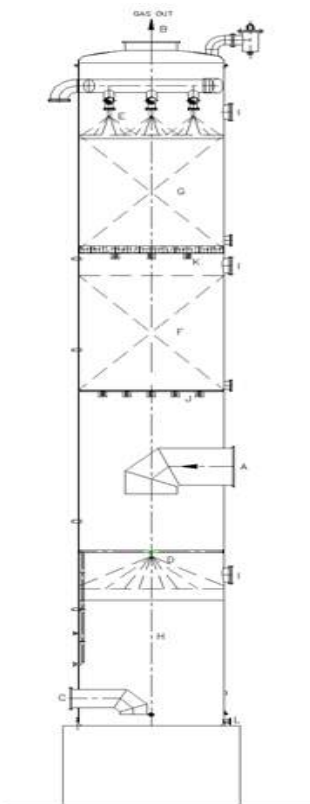
<황산화물 전처리시설 공정도>

1.7.2.1 습식 세정 설비

가. Scrubber

Scrubber 상부에 설치된 7개의 노즐을 통해 알칼리 세정액(공정수)이 분사되며 매립가스(LFG)에 포함된 황화수소(H_2S)는 세정액에 의해 흡수되어 제거된다. Scrubber는 2단 충전층으로 되어있어 세정액과 매립가스의 접촉효율을 극대화시킨다. 이를 통해 황화수소는 매립가스로부터 분리되어 알칼리 세정액에 용해되며 이 세정액은 배관을 통하여(중력에 의해) Bio-Reactor로 유입된다.

Scrubber 내 압력이 과도하게 낮거나 높아지게 되는 상황이 발생할 수 있는데 이 경우 Scrubber에 심각한 손상을 줄 수 있다. 가스의 흐름이 없는데 세정액이 분사되어 순환되고 있다면 Scrubber 내 잔류 가스가 세정액에 의해 용해되어 부압이 발생하므로 Scrubber 내 일정 가스 압력이 확보되어야 한다. 만약 Scrubber에 가스 압력을 확보할 수 없는 상황이라면(가스 In/Out 밸브가 닫혀있는 경우) 가스 샘플링 밸브를 열어 외부 공기가 유입될 수 있도록 하여야 한다. 또한 Scrubber에 분사되는 알칼리 세정액에 의한 충전층 폐색을 방지하기 위해 Bio-Reactor에서 생성되는 바이오황을 일정 농도 이하로 유지하여야 한다.



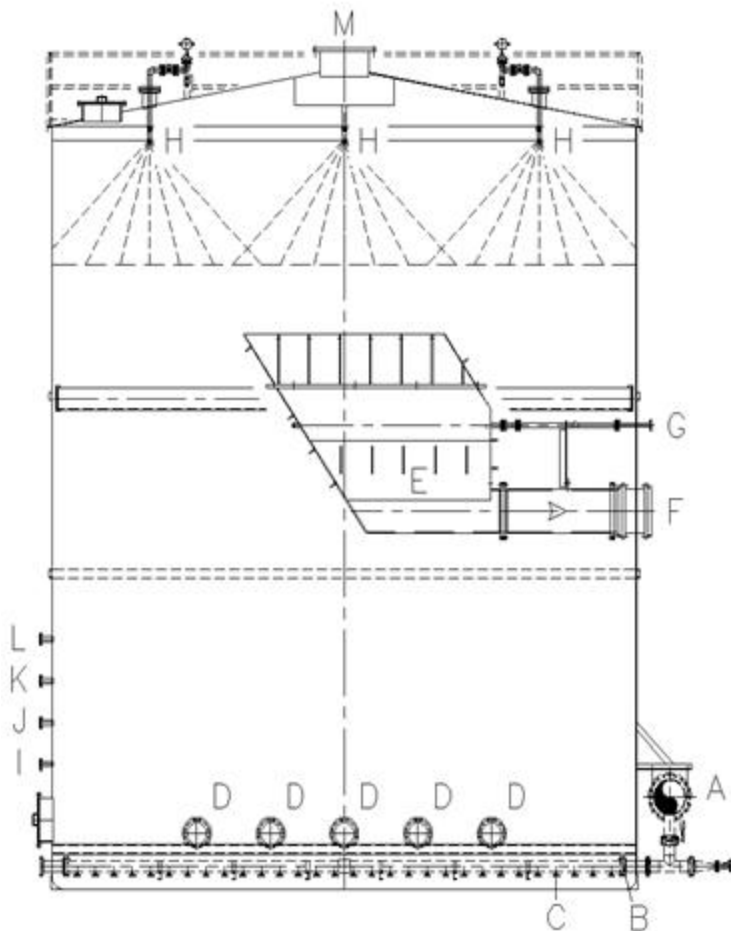
분류	내 용	비 고
A	Gas Inlet	
B	Gas Outlet	
C	Bio-Reactor 이송 배관	
D	Spray Nozzle	
E	Mail Spray Nozzle	
F	1 단 충전층	
G	2단 충전층	
H	배수층	
I	Scrubber 점검 맨홀	
J	그레이팅	
K	그레이팅	

<Scrubber>

1.7.2.2 생물반응조설비

가. Bio-Reactor (생물반응조)

Scrubber에서 황화수소를 제거한 세정액이 중력에 의해 Bio-Reactor로 유입되며, 호기성 조건에서 생물학적 반응을 거쳐 황 원소(S^0)로 변환된다. Bio-Reactor에는 미생물(황산화 박테리아)이 번식할 수 있도록 공기량 및 온도를 적정량 유지하여야 한다. 생물학적 공정은 산화 환원 전위에 의한 산소량의 조절로 이루어지며 Reactor 하부에 설치된 공기주입시스템(산기관)은 반응기 내부의 공기 분산 주입(교반)을 위해 설치되어 있다. 또한 Bio-Reactor에서 NaOH가 재생성되는데 알칼리 세정액의 일정 농도를 유지할 위해 부족한 만큼의 NaOH만 추가로 주입한다. 생물반응조의 부적합한 조건(박테리아 과대생성, pH 또는 ORP, 온도 등 부적합한 설정값)에서 알칼리 세정액 내의 황화수소 농도가 증가할 수 있으며 Bio-Reactor Vent 부위에서 악취가 유발될 수 있다.



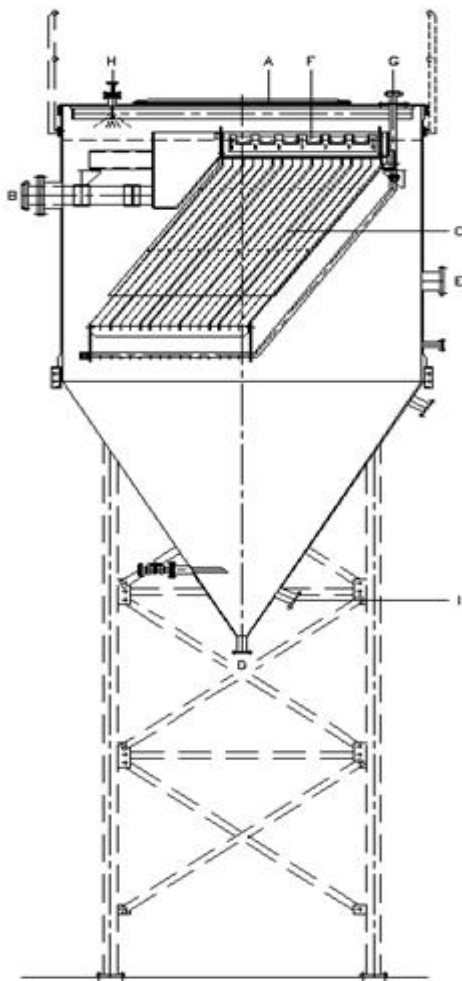
분류	내 용	비 고
A	Air 주입 통합관	
B	Air 주입 배관	
C	산기관	
D	공정수 Inlet (From Scrubber)	
E	De-gassing Module	
F	공정수 Outlet (To Scrubber)	
G	De-gassing Module 세척 Air	
H	Spray Nozzle	
J	Settler Overflow 유입	
K	탈수 여액 유입	
M	Air Vent 배관	

<Bio-Reactor>

1.7.2.3 바이오황 농축 및 분리 설비

가. Sulphur Settler

Sulphur Settler는 Bio-Reactor에서 생성된 바이오 황을 침전, 농축시키는 침전지 역할을 한다. Settler는 Bio-Reactor의 순환펌프로 인해 연속적으로 채워지며 바이오 황은 중력에 의해 분리되어 침전되고 상등수는 Overflow되어 다시 Bio-Reactor로 유입된다. Settler의 TSS농도에 따라 일부는 재순환되기도 하고, 일부는 배출되어(폐수) 처리된다. 배출되는 양이 너무 많으면 Bio-Reactor의 수위가 낮아지므로 배출되는 양을 일정 수준에 맞게 유지하여야 하며 바이오 황이 이송되는 배관에 흐름 없을 경우 배관이 막힐 우려가 있으므로 항상 세척수를 이용하여 세척을 진행하여야 한다.



분류	내 용	비 고
A	점검 커버	
B	Overflow (From Bio- Reactor)	
C	T ilted Plate Module	
D	Outlet (T o 탈수기)	
E	Inlet (From Bio- Reactor)	
F	Overflow Weir	
G	T ilted Plate 세척 Air	
H	Make- Up Water	
J	Settler 순환 배관	

<Sulphur Settler>

나. 탈수기

Sulphur Settler에서 농축된 바이오황을 원심력을 이용하여 고순도 황으로 배출한다. 농축된 황은 고순도 황과 상등수(탈리여액)로 분리되며 상등수는 Bio-Reactor로 순환되어 재사용되고 Bio-Reactor의 일정 수위 이상일 경우는 배출(폐수) 된다.

1.7.3 포집 및 소각시설

1.7.3.1. 포집시설

가. 개요

- 가) 매립지에서 포집장치를 통해 추출하여 얻어지는 매립가스를 자원화하여 부가가치를 창출할 수 있음은 물론, 소각을 통한 대기오염 예방, 이산화탄소 배출에 의한 식물의 악영향, 악취와 분진 등의 문제를 해소하고 있다.
- 나) 현재 1, 2매립장에서의 안정적인 매립가스의 포집으로 연료공급 및 소각시설 운영을 하고 있으나, 점진적인 매립가스 발생량 감소 및 비정상 포집시설(포집 기능저하) 개소의 증가로 인하여, 향후 50MW 발전소의 연료공급 부족 및 악취에 영향을 미칠 것으로 예상된다.
- 다) 이에 매립가스 포집을 극대화, 양질의 매립가스 공급 및 소각, 활용을 위하여 포집시설 운영에 있어 만전을 기하여야 한다.

나. 매립가스 모니터링

- 최적의 메탄농도를 유지하여 양질의 매립가스를 포집한다.
- 매립지내 악취유발 및 환경오염 요소를 최소화하여 민원발생 요소 사전방지
- 매립가스 조성을 주기적으로 측정해 포집정 주변의 과다 공기유입 확인 및 최적의 메탄 발생 환경을 제공할 수 있는 혐기성 상태로 유지
- 각 포집정의 가스 발생량, 조성, 온도, 주변의 공기 및 침출수 유입 여부 등의 주기적인 발생추이 등을 분석하여 최적의 시설운영 계획수립에 적용
- LFG 포집은 포집정에서의 압력차에 의해서 매립가스를 포집하기 때문에 포집정 내의 압력상태를 모니터링하고, 자료를 분석하여 포집관리에 적용
- 모니터링 항목
 - 가) 매립가스 조성 측정 : 메탄(CH_4), 이산화탄소(CO_2), 산소(O_2)
 - 나) 매립가스 황화수소(H_2S) 측정

- 다) 매립가스 압력 측정
- 라) 매립가스 유량 측정
- 마) 매립가스 온도 측정

다. 포집시설물

가) 수직포집정

- 1매립장 수직가스 포집정은 종방향으로 60 m, 횡방향으로 52 m 간격으로 1매립장 전체에 329공 설치되어 있으며, 각 블록별 천공 깊이와 설치수량은 현장여건에 맞게 시공되었다.
- 포집정 시공심도는 블록별 쓰레기 매립높이에 따라 다르게 시공 되었으며, C, D, G, I, M 블록의 시공심도는 32 m이며 B, H, J, K, L 블록 30 m, Q블록은 13 m, K블록 6단 이격구간은 18 m, K블록 4단 이격구간은 15 m로 설치되어 있다.
- 2매립장 수직가스 포집정은 종, 횡방향으로 60 m 간격으로 699공 설치되어 있으며, 인상종료 후의 사후관리가 철저히 요구되며 공기유입으로 산소농도가 증가되어 매립가스 포집에 저해가 되지 않도록 철저한 점검이 필요하다.
- 수직포집정은 부등침하, 배관의 변형, 외부공기유입, 침출수로 인한 배관의 막힘, 침출수 흡입 등 과거 2, 4, 6단 수평가스 포집관으로 매립가스를 포집하는데 문제가 되었던 부분은 해소하는데 가장 적절한 시스템이다. 매립가스 관리 센터 및 블로워동의 블로워에서 매립가스를 포집(흡입)하면 헤더관과 가스이송관을 거쳐 수직가스 포집정에 부압이 형성되고 포집정 주위의 쓰레기층에서 발생한 가스가 포집되며 -400 mmAq 부압이 유지되면 반경 30 m 영향권 내외 가스가 수직가스 포집정으로 포집이 된다.

나) 개별이송관로(개별배관)

- 개별배관은 수직가스 포집정과 M/S 사이에 설치되어 있다
- 개별배관의 시공 Route는 포집시설(수직정, 수평관등)에서 M/S 방향으로 가장 근거리로 시공되었고 현장 지형의 구배를 최대한 활용하여 응축수가 정체되지 않도록 시공되어있다.

다) 매니폴드 스테이션 (M/S)

- 포집정에서 Manifold Station까지 개별 이송관으로 매립가스가 포집·이송되어 매립가스의 조성, 유량, 압력 등을 모니터링하여 안정적인 운전조건에 맞도록 조절하는 시설이며, 개별이송관로의 유량과 압력을 측정한 후 사용용도에 맞게 포집압력을 조정하는 공간이다.

라) 가스이송관

- 가스이송관은 매니폴드 스테이션에서 조정된 가스를 헤더관으로 이동하는 배관이며 매니폴드 스테이션별로 구분되어 헤더관에 연결되어 있다.

마) 통합헤더관 (1200A)

- 1매립장 및 2매립장에서 블로워로 포집된 LFG가스를 사용처로 보내기 전의 헤더관이며, 잉여가스는 매립가스 관리센터로 보냄
- 1매립장에서 포집된 LFG가스는 MMI상 밸브 V-1을 통하여 1200A에 공급됨
- 2매립장에서 포집된 LFG가스는 MMI상 밸브 M-105A를 통하여 1200A에 공급됨
- 1200A에서 합류된 LFG가스는 MMI상 밸브 M-105C를 통하여 발전소에 공급됨
- 잉여 LFG가스는 MMI상 V-3을 통하여 매립가스 관리센터에서 소각됨
- 1200A의 압력 콘트롤은 Blower의 가동/정지 및 Blower Inlet V/V 조작가능
- 압력이 저하하면 Blower Inlet V/V OPEN
- 추가 압력보상이 필요할 경우, 포집유량 및 전단압을 고려하여 Stand-by Blower 가동

바) 기액분리기(2매립장)

- 2매립장 수평포집관에서 포집된 매립가스와 포집관에 의해 유입된 침출수를 분리 배제하는 시설로서 1구역에 15개소가 설치되어 있다.
- 각 기액분리기는 SUS 주름관 (250A)으로 연결되어 각각 3개소(단, A블록의 기액분리기 No 07 ~ 09의 3개소는 포집관 1개소씩 연결)의 개별(수평) 포집관(HDPE 유공관, 250A)을 통해 가스를 포집하며,
- 포집된 매립가스는 2단에 설치된 Bad Gas이송관(500A, PE)에 연결되고 유입된 침출수는 맨홀 내 수직관(HDPE, 무공관, 300A) 배수설비에 의해 펌프정으로 자연 배수된다.

사) 외각 가스 이송관 및 유량계

- 매립가스 이송을 위한 주(Main) 가스이송관 내의 온도, 유량, 압력 등을 측정하여 매립가스의 원활한 이송관 효율을 위한 계측설비로서,
- 1매립장의 가스이송관 유량계(1000A, 열질량식)는 P, Q블록 2, 4, 6단에 각 단별로 2개소씩 설치되어 있고, 2매립장의 1-1, 1-2구역 유량계(500A, 차압식)는 1C 블록에 2-1, 2-2구역 유량계(500A, 차압식)는 1D블록에 각각 1개씩 설치되어 있으며,
- 1매립장은 관리센터의 Flow Computer와 상호연계 되어있고, 2매립장은 PLC 통신에 대해 MMI 화면에 나타나 상시감시가 가능하도록 되어 있다.

1.7.3.2. 소각시설

가. 개요

- LFG 관리센터의 운전은 AUTOMATION SYSTEM화로 구성되어 있으므로 중앙 집중처리가 가능하도록 구성되어 있다.
- 따라서 SYSTEM의 핵심을 이루는 MMI SYSTEM 3식, PLC SYSTEM 3식의 HARDWARE 및 SOFTWARE에 대해 최적의 자동제어와 감시가 가능하도록 그 기능을 유지함은 물론 발전량 및 소각량 등의 공급량을 제어 및 조정 등의 업무를 담당한다.

나. Blower

- 매립지에서 발생하는 매립가스는 포집설비 및 이송관을 통하여 블로워의 흡입 압력에 의해 포집되어 자원화설비인 발전 및 활용설비에 공급하고, 잉여가스는 소각장치에 공급하는 설비이다.

부대설비로 응축수 배수를 위한 Condensate System과 이물질제거를 위한 데미스터로 구성되어 있다.

다. 소각기

- 블로워를 통하여 포집된 매립가스를 가동 중인 발전설비 보수정비시(또는 비상정지시) 및 잉여가스 발생시 소각시키기 위한 설비로써 작동순서로는 먼저, Stack 내의 잔유가스를 Purge 시킨 다음, 1차적으로 LPG 가스를 이용하여 점화한 후, 2차적으로 셧다운 (Shut-Down) 밸브를 열어 LFG 가스를 공급하여 소각 처리한다.

라. AIR COMPRESSOR 및 LPG 설비

- 공기를 공급 또는 차단하여 밸브를 제어하기 위한 설비로써 소각기 전단에 설치되어 있는 섯다운(Shut-Down) 밸브를 개·폐하여 LFG 가스공급을 조절하고 시스템상 문제가 발생시 제어신호를 주어 밸브를 차단토록 하는 기능
- 소각로 내 매립가스를 소각하기 전 초기 점화를 LPG 가스로 점화하기 위한 설비

1.7.4 공정폐수처리시설

1.7.4.1 MBR 공정(유량조정조, MBR반응조)

가. 유량조정조

유량과 수질을 균등화함으로서 처리시설의 처리효율을 높이고 운전안정성을 확보하기 위한 설비이다. 펌프의 운전은 유량변동부하에 따라 유량조정조에 설치된 수위계에 의해 감시되며, 수위변화에 대응하여 펌프의 운전대 수제어가 자동으로 이루어진다. 수조 내 원활한 교반 및 퇴적방지를 위해 산기장치가 설치되어 있다.

나. MBR 반응조

AGS(Aerobic Granule Sludge)를 이용한 호기성 생물학적 처리공정으로, Sulfur & Sulfur oxides 산화 및 COD를 제거하며, AGS와 처리수를 분리하기 위해 침지식 평막을 적용하였다. AGS는 호기성조건에서 미생물이 서로 뭉쳐서 입상화된 고밀도의 미생물 군체로, 충격부하에 강하고, 고농도 염 함유 폐수에 적응력이 우수하고, 다양한 미생물로 구성되어 있다. Pilot plant 가동시 본 폐수에 뛰어난 적응력 및 오염물질 처리효율을 보여주었다.

침지식 평막은 CPVC 소재의 0.4 μm 기공크기를 가진 평막을 사용하였으며, 특별히 제작된 프레임을 사용하여, 막 설치간격을 충분히 이격하고, 세정용 공기공급량을 증가하여 막 막힘현상을 최소화 하였다. 원활한 막 세정을 위해 유량조정조에 세정조, 유기세정조, 무기세정조를 2계열 구성하였다.

본 공정에서 BOD, COD, SS는 90% 이상 제거된다.

1.7.4.2 산화공정(1차 처리수조, 산화조, PEROXONE SYSTEM)

가. 1차 처리수조

MBR공정에서 1차 처리된 처리수를 일시적으로 저류하여 산화공정의 운전안정성을

확보하기 위하여 설치한다.

나. 산화조

MBR공정에서 1차 처리된 처리수의 Sulfate 및 COD를 과산화수소를 이용해 산화하기 위하여 설치한다.

다. PEROXONE SYSTEM

산화조에서 미산화된 Sulfate, COD 산화 및 색도를 제거하기 위하여 설치한다.

오존과 과산화수소를 결합한 AOP공정으로, OH라디칼에 의한 강력한 산화력으로 난분해성 COD 제거효율을 증진시켰다.

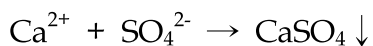
1.7.4.3 화학적처리 공정(2차 처리수조, 반응조1, 반응조2, 응집조, 침전조)

가. 2차 처리수조

산화공정에서 2차 처리된 처리수를 일시적으로 저류하여 화학적 처리공정의 운전 안정성을 확보하기 위하여 설치한다.

나. 반응조1

산화공정에서 산화된 Sulfate를 염화칼슘으로 제거하기 위하여 설치한다.



다. 반응조2

T-P를 PAC로 제거하기 위하여 설치한다. $\text{Al}^{3+} + \text{PO}_4^{3-} \rightarrow \text{AlPO}_4 \downarrow$

라. 응집조

반응조1, 반응조2에서 화학적 결합된 입자를 고분자응집제로 입자크기를 크게 형성하여 침전효율을 증가시키기 위해 설치한다.

마. 침전조

화학적으로 결합된 입자를 고액분리하여 안정된 처리수질 확보 및 화학적 슬러지를 분리하기 위하여 설치한다.

1.7.4.4 여과 및 방류 공정(3차 처리수조, 여과기, 방류수조)

가. 3차 처리수조

화학적처리공정에서 3차 처리된 처리수를 일시적으로 저류하여 여과공정의 운전 안정성을 확보하기 위하여 설치한다.

나. 여과기

방류전 미량 오염물질을 제거하기 위하여 설치한다.

다. 방류수조

최종 처리된 처리수를 방류 전 pH 조정하며, 방류지점까지 방류펌프로 압송을 위한 일시적인 저류를 위해 설치한다.

1.7.4.5 슬러지처리 공정(잉여슬러지저류조, 슬러지저류조, 탈수시설)

가. 잉여슬러지저류조

MBR반응조에서 발생된 잉여슬러지 및 스크럼을 일시적으로 저류하기 위하여 설치한다.

나. 슬러지저류조

잉여슬러지 및 화학적슬러지를 일시적으로 저류하여 탈수공정의 운전안정성을 확보하기 위하여 설치한다.

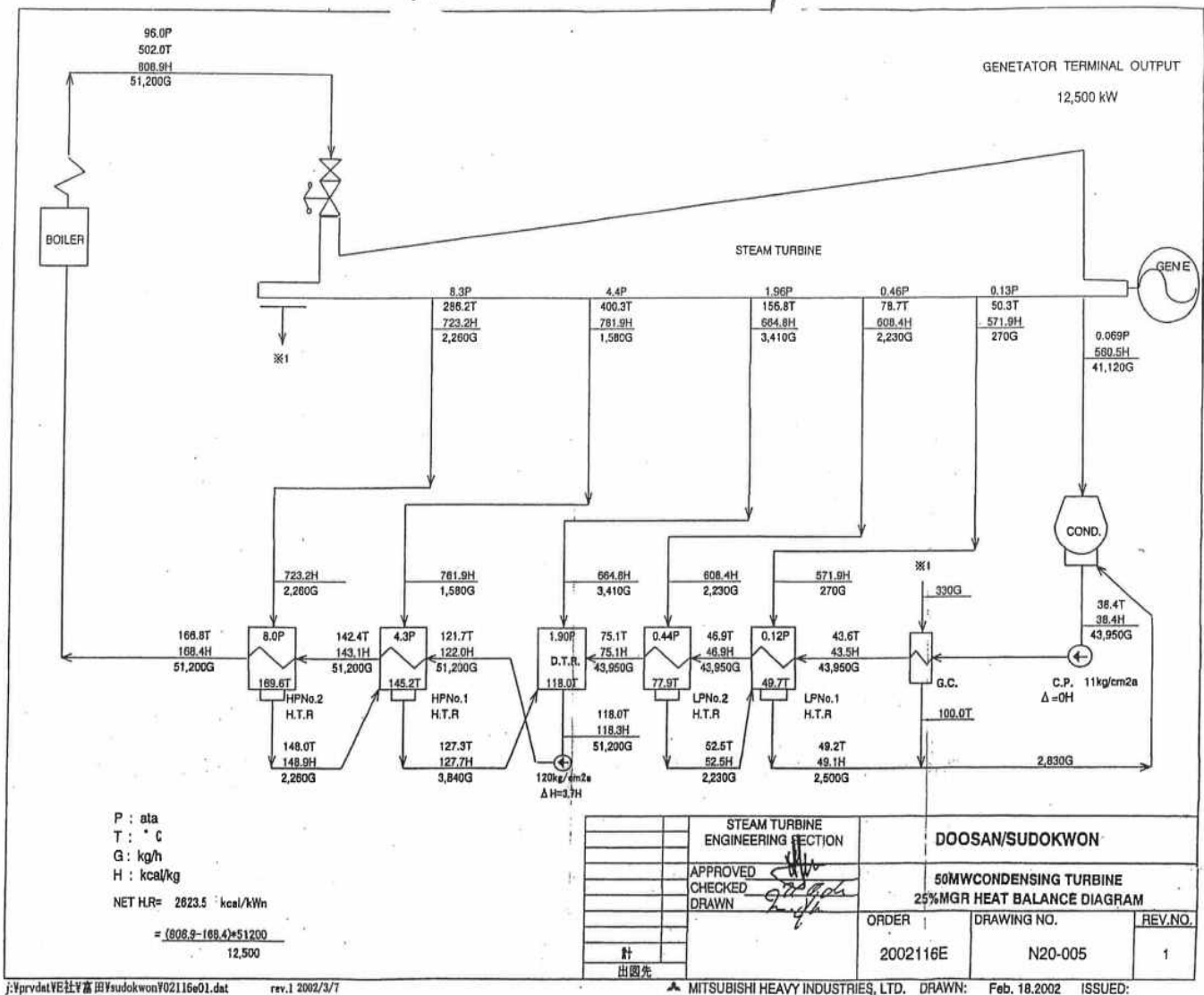
다. 탈수시설

폐기대상슬러지를 기계적으로 압착하여 탈수하는 설비로 최종처분 슬러지의 부피를 감소시키기 위하여 설치한다.

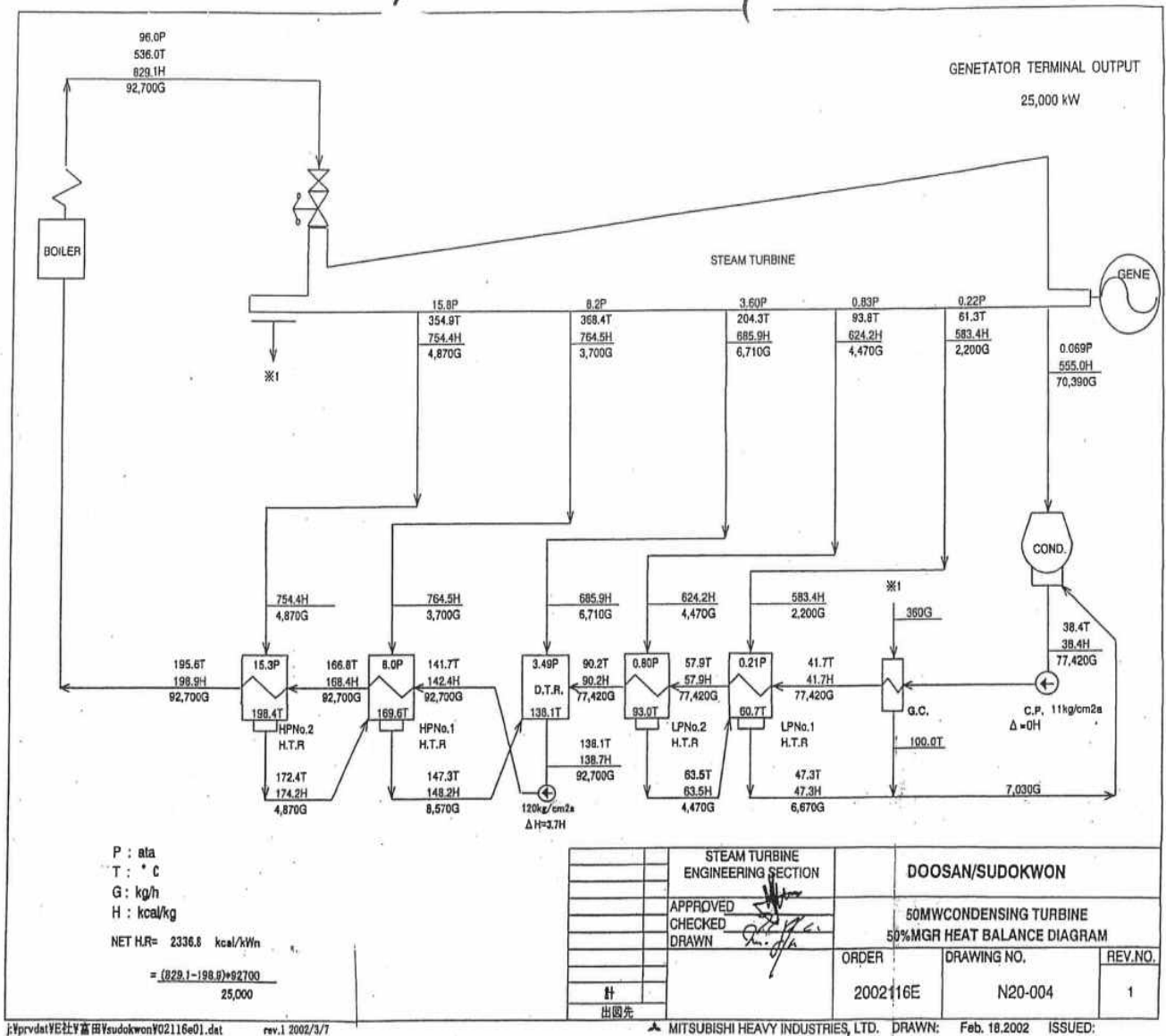
1.8 주요 처리시설별 수지도

1.8.1 발전시설 Heat Balance

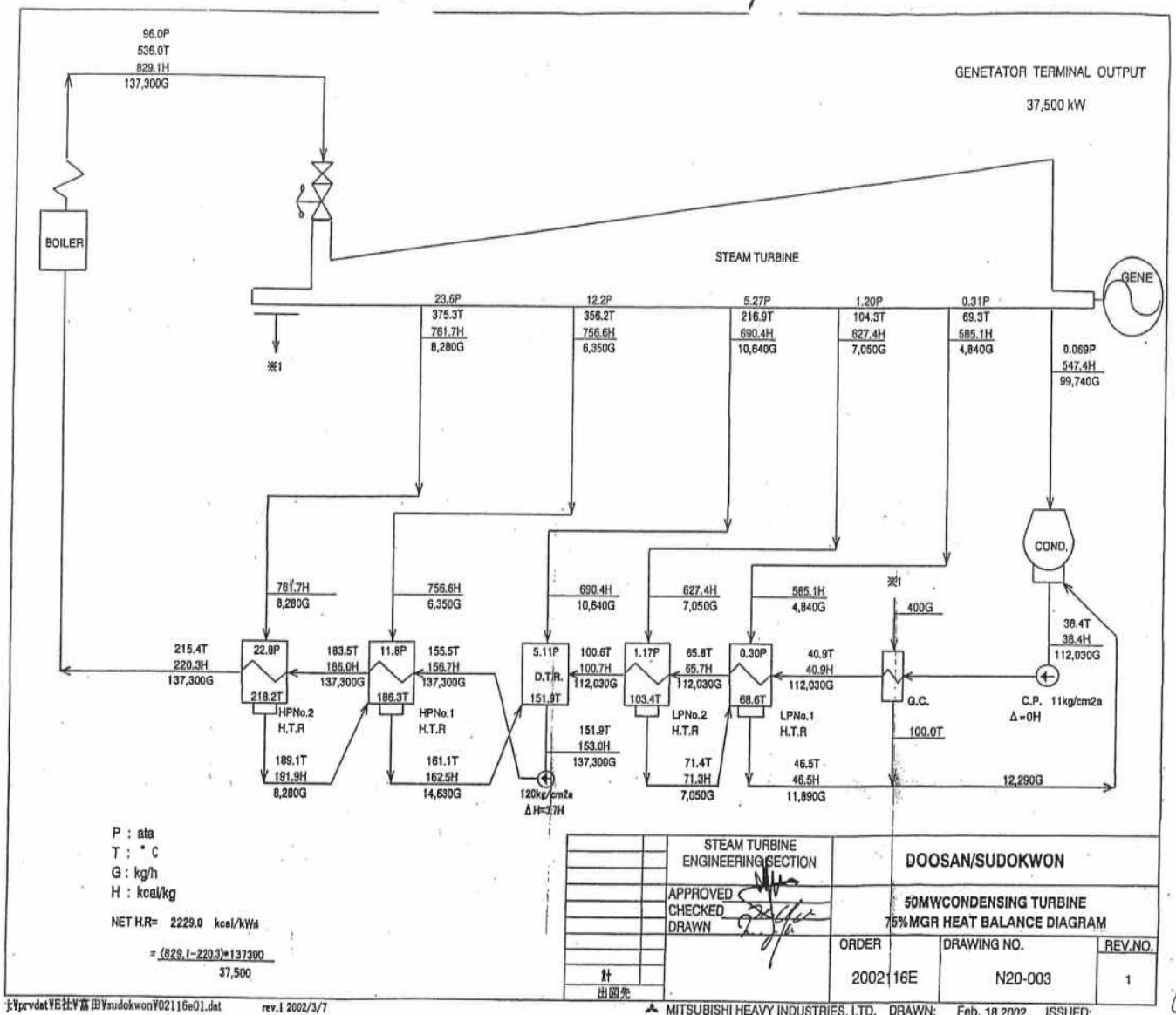
가. 12,500 kW 출력시



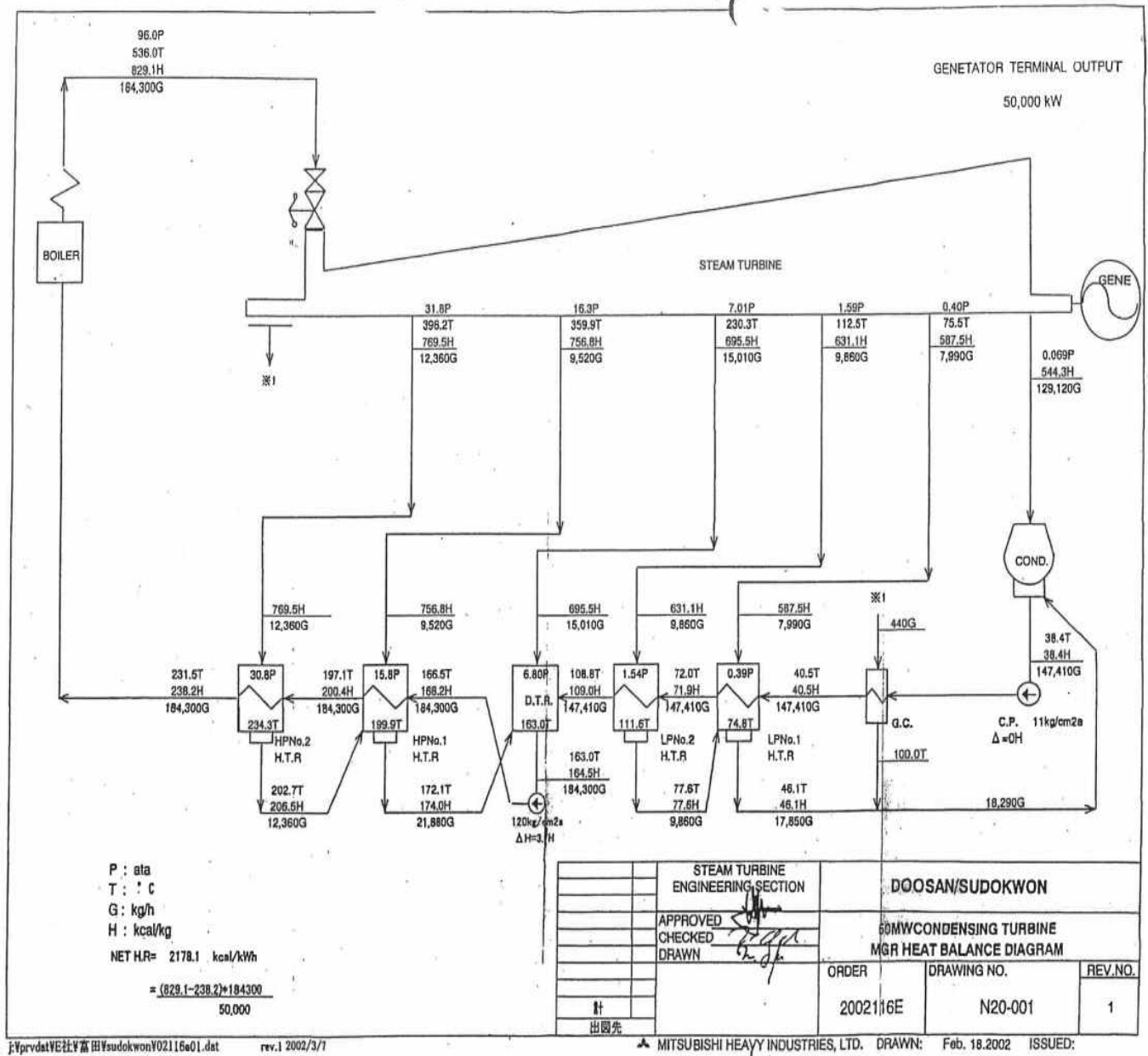
나. 25,000 kW 출력시



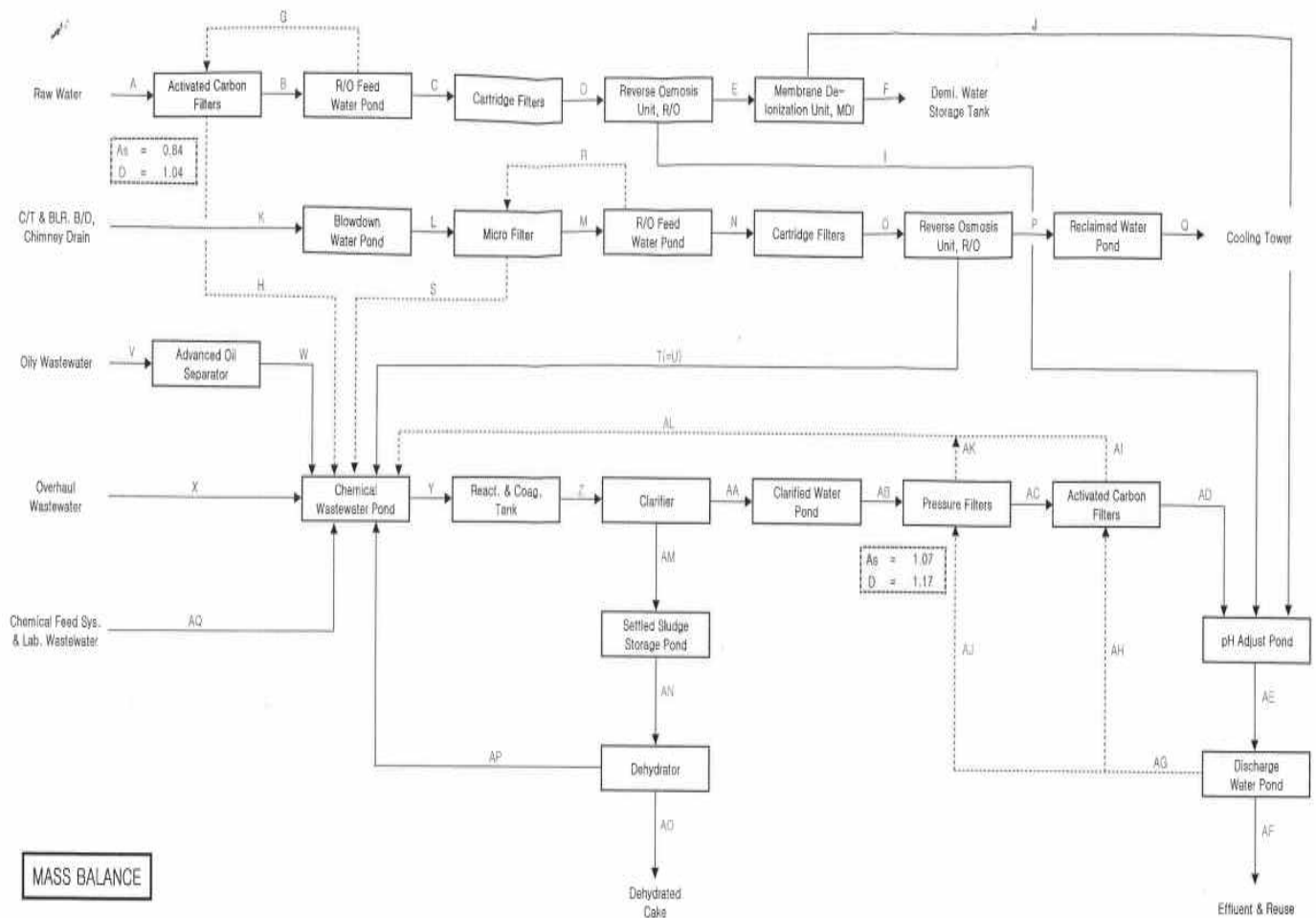
다. 37,500 kW 출력시



라. 50,000 kW 출력시



1.8.2 발전시설(환경시설) Mass Balance



MASS BALANCE

Description	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	
Flow Rate	m ³ /Day	202.48	202.48	202.11	202.11	181.68	153.60	0.36	0.38	40.42	8.08	627.70	627.70	627.70	601.30	601.30	481.04	481.04	28.40	26.40	120.26	120.26	5.40	5.40	0.00	183.39	183.39	171.39	171.39
COD	mg/L	1.000	0.460	0.400	0.400	0.160	0.000	0.400	185.000	1.360	0.160	19.664	19.664	9.832	9.832	9.832	3.933	3.933	9.832	243.601	35.587	35.587	62.143	41.071	0.000	127.546	127.546	68.239	68.239
	Kg/Day	0.202	0.081	0.081	0.081	0.026	0.000	0.081	0.070	0.035	0.001	12.343	12.343	6.172	6.172	6.172	1.892	1.892	0.260	6.431	4.260	4.260	0.149	0.224	0.000	23.391	23.391	11.696	11.696
SS	mg/L	0.154	0.015	0.015	0.015	0.000	0.000	0.015	74.302	0.077	0.000	25.748	25.748	2.575	2.575	2.575	0.000	0.000	2.575	553.552	12.874	12.874	65.940	32.970	0.000	120.307	120.307	27.744	27.744
	Kg/Day	0.031	0.003	0.003	0.003	0.000	0.000	0.000	0.028	0.003	0.000	16.162	16.162	1.616	1.548	1.548	0.000	0.000	0.068	14.614	1.548	1.548	0.360	0.180	0.000	22.063	22.063	4.755	4.755
N-Having Ext. Matter	mg/L	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Kg/Day	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Description	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ												
Flow Rate	m ³ /Day	171.39	171.39	219.90	202.04	17.85	8.93	8.93	8.93	17.85	12.00	12.00	9.96	11.04	2.00												
COD	mg/L	61.415	15.354	12.223	12.223	12.223	896.603	12.223	143.240	519.323	974.63	974.63	11033	100.000	100.000												
	Kg/Day	10.526	2.632	2.688	2.410	0.218	0.109	8.004	0.109	1.279	3.282	11.696	11.696	10.592	1.104	2.000											
SS	mg/L	11.098	11.098	8.664	8.664	8.664	17.326	8.664	326.27	172.80	20803.74	20803.74	25774.1	200.000	200.000												
	Kg/Day	1.902	1.902	1.905	1.750	0.155	0.077	0.155	0.077	2.930	3.085	249.643	249.643	247.437	2.208	0.400											
N-Having Ext. Matter	mg/L	0.035	0.035	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000												
	Kg/Day	0.006	0.006	0.006	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000												

Operating Mode Description of Wastewater Treatment System

1 : Normal Operation (18hr Operation)

2 : Overhaul Power Plant (24hr Operation)

⇒ Operating Mode Input : 1

Operating Status :

NOR

 Q = 11.46 m³/hr

(NOR : Normal Operation, ASB : Abnormal Operation)

참고사항

FILE OPEN 후 MODE 전환은 1 회에 한하며, MODE 2에서 MODE 1로 재전환시에는 #DWI/이 오류가 발생함. 이 경우에서는 #B47

설비 고장 수동으로 적어준 후 다시 UNDO를 실행하면 원래의 수치의 값으로 돌아옴.

1.8.3 황산화물전처리시설 Mass Balance

CASE :	Sudokwon Expansion Pressure 1.05 Bara Circulation flow 1150 m3/hr S-load 12,3 ton/day	ABBREVIATIONS: NA = Not Applicable BL = Battery Limit ATM = Atmosphere Sat = saturated TBD = To be determined
--------	---	---

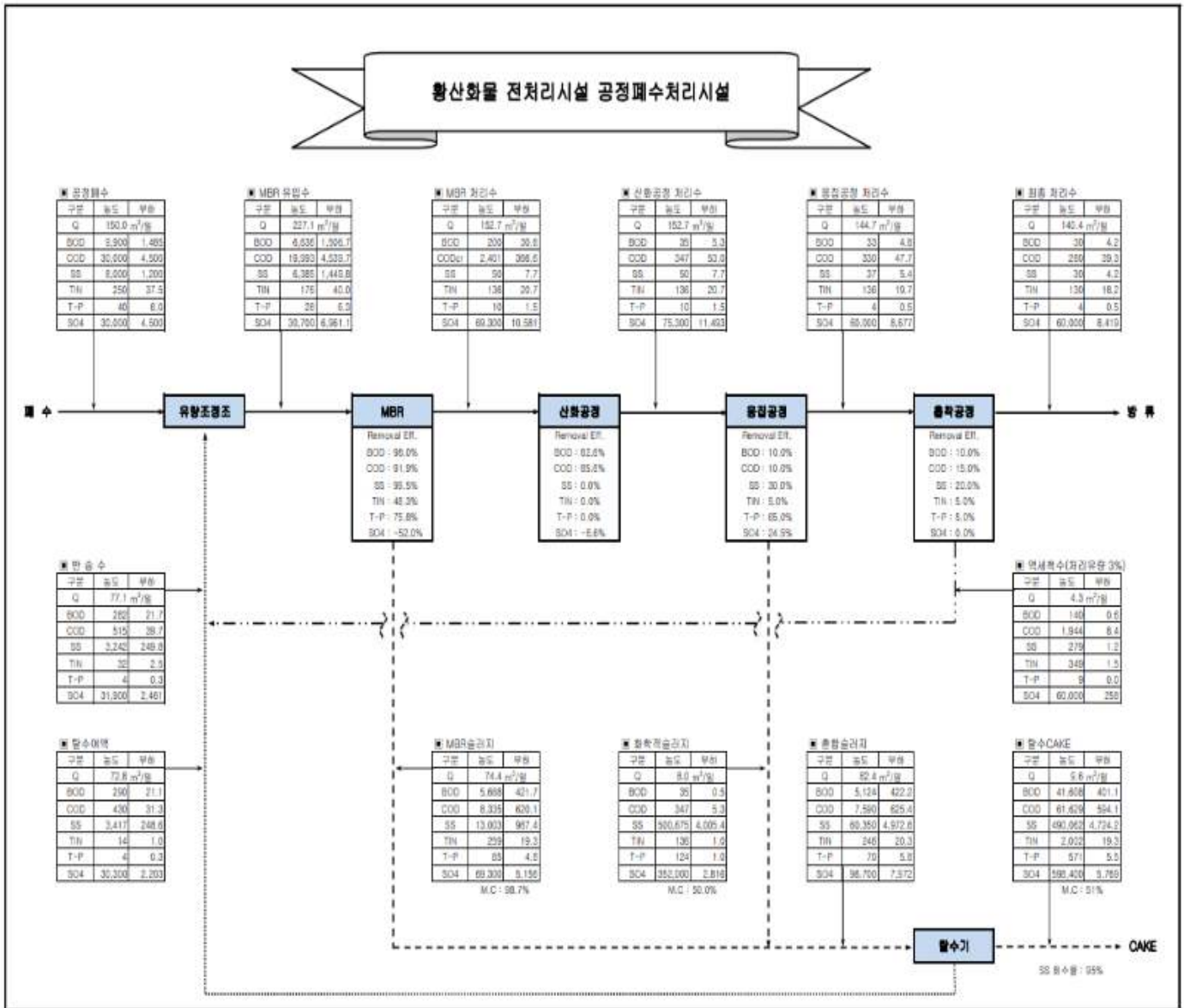
Expected Values, not guaranteed

Vapor streams														
PFD stream name	Feed Gas					Treated Feed gas				Air in	Air out			
PFD stream number	100					101				20	21			
Pressure bara	1.05					1.03				1.00	1.00			
Temperature C	45.00					38.88				20.00	40.00			
Flow rate kmol/hr	803.57					738.10				292.06	327.82			
Composition mol%														
H2S	2.00					22 ppm					<1e-4			
CO2	45.00					45.09					8.09			
NH3	0.0000					0.0000					0.0000			
C1	44.10					47.85					0.36			
C2	0.00					0.00					0.00			
C3	0.00					0.00					0.00			
C4	0.00					0.00					0.00			
H2	0.00					0.00					0.00			
c6	0.00					0.00					0.00			
N2	0.00					0.00				77.31	68.88			
Other	0.00					0.00								
H2O	8.90					7.06 sat				2.20	7.28 sat			
O2	NA					NA				20.49	15.41			
Actual Volumetric flow m3/hr	20227					18643.20				7840.41	8310.37			
Volumetric flow Nm3/hr	18000.00					16533.43				6542.24	7343.09			

Liquid streams																	
PFD stream name	Rich Solution	Total lean solution	Lean solution P61A/B	Lean solution ex cooler	Lean solution P612A/B	Bleed	Settler in	Settler Overflow	Feed decanter	Return flow decanter	Cake		Nutrients	Make-up water	Caustic 25 w%		
PFD stream number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12	13	14		
Pressure bara	1.05	1.05	1.05	2.55	1.05	atm	atm	atm	atm	atm	atm		ambient	ambient	ambient		
Temperature C	38.37	40.03	40.03	38.88	40.03	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00		ambient	ambient	ambient		
pH	7.92	8.37	8.37	8.37	8.37	8.37	8.37	8.37	8.37	8.37	8.37		2.00	6-9	>12		
Flow rate m3/hr	1173.79	1425.72	1150.00	1150.00	275.72	2.83	59.56	52.55	7.01	6.71	0.55		0.02	2.29	0.33		
Composition kg/m3																	
Total H2S	0.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00						
Sodium Na	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00						
Carbon dioxide CO2	0.29	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10						
Bicarbonate HCO3	42.28	38.91	38.91	38.91	38.91	38.91	38.91	38.91	38.91	38.91	38.91						
Carbonate CO3	1.44	3.58	3.58	3.58	3.58	3.58	3.58	3.58	3.58	3.58	3.58						
Sulphate SO4	23.87	23.87	23.87	23.87	23.87	23.87	23.87	23.87	23.87	23.87	23.87						
Thiosulphate S2O3	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79						
Ammonia NH3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00						
Ammonium NH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00						
Elemental sulfur	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	2.00	10.00	2.00	70.00	2.00	866.59						

Liquid streams				
PFD stream name	Spray bioreactor	Spray Sump Absorber	Flow measuring loop	
PFD stream number	16	16	17	
Pressure bara	2.55	2.55	2.55	
Temperature C	40.00	40.00	40.00	
pH	8.37	8.37	8.37	
Flow rate m3/hr	191.36	23.79	1.00	
Composition kg/m3				
Sulfide H2S	0.00	0.00	0.00	
Sulfide HS-	0.00	0.00	0.00	
Polysulfide SS-	0.00	0.00	0.00	
Total H2S	0.00	0.00	0.00	
Sodium Na	30.00	30.00	30.00	
Carbon dioxide CO2	0.10	0.10	0.10	
Bicarbonate HCO3	38.91	38.91	38.91	
Carbonate CO3	3.58	3.58	3.58	
Sulphate SO4	23.87	23.87	23.87	
Thiosulphate S2O3	2.79	2.79	2.79	
Ammonia NH3	0.00	0.00	0.00	
Ammonium NH4	0.00	0.00	0.00	
Elemental sulfur	10.00	10.00	10.00	

1.8.4 공정 폐수처리시설 Mass Balance



2. 처리시설 유지관리

2.1 시설별 주요업무 수행 절차 및 주요 점검내용

2.1.1 발전시설

2.1.1.1 발전시설

※ [5. 시설별 운전절차서]의 [5.1 발전시설] 참고

2.1.1.2 순수제조계통

가. 역삼투막 유지관리

가) 점검과 정비

시설관리는 막여과설비의 상태를 관찰 또는 점검하여 고장이나 불결한 부분에 대한 수리 및 약품의 보충, 계기류의 보전·보정 등의 작업을 실시하여 설비를 항상 운전 가능한 상태로 정비하여 유지하여야 한다. 설비의 점검은 다음표의 관리항목과 같이 미리 정한 점검항목에 따라 기준치 혹은 목표치와 측정치를 비교한다.

< 역삼투설비의 관리항목 >

항목	관 찰 내 용	점 검 내 용	주기	정비내용	주기
1	원수유량의 확인				
2	원수수질의 확인 (탁도, 수온)				
3	생산수량의 확인				
4	생산수수질의 확인 (전기전도도, 잔류염소, pH)				
5	안전필터 압차 확인				
6	막파손의 유무			막교체	파손시
7	압력손실의 확인				
8	각종펌프의 토출압 및 이상음, 진동의 확인	각종모터 및 펌프의 구동부의 상태	6개월	내부점검	2 ~ 3년
9	각종계기 수치의 기준치와 비교 (장치 및 컨트롤 판넬)				
10	솔레노이드밸브의 작동	수동에 의한 작동의 확인	2주		

< 역삼투설비 >

항 목	점 검 내 용	점검횟수
펌 프	이상진동 ㄹ음, 누수	년1 회
안전필터	외관이상, 프렌지부액 누수, 접속부 누수	년1 회
벳 셀	외관이상, 프렌지부액 누수, 접속부 누수	년1 회
계 장 품	지시값의 교정, 접속부의 누수, 입출력 신호값	년1 회
자동밸브	동작, 누수	년1 회
관 로	원수유입관로 및 송수관로	년1 회

나) 계장설비의 보수

역삼투설비는 자동운전을 전제로 하므로 계장설비는 정상적인 유지관리와 안정적인 운전관리가 불가결한 요건이다. 자동운전에 필요한 각종기기, 센서, 제어장치의 보수관리 방법은 예방보수, 사후보수 혹은 일상보수의 정기보수로 나눌 수 있지만 어떤 경우라도 고도의 전문지식을 필요로 한다. 따라서 이상이 발생하였을 때에는 전문업체의 지시에 따라서 보수를 하여야 한다.

다) 역삼투막의 살균

합성막의 경우 역삼투막의 공급수중에는 염소가 없기 때문에 막면에 미생물에 의한 오염이 일어날 가능성이 있다. 이러한 경우 막 자체의 열화는 발생하지 않지만 미생물에 의해 막면이 오염되어 생산수량 및 수질의 저하가 일어나는 경우가 있다. 이 경우 순간처리법으로서 SBS 500 mg/ℓ 을 30~60분간 첨가하거나 혹은 1 mg/ℓ 의 클로라민을 60분간 첨가하여 막의 살균을 실시한다. 이러한 간헐살균의 빈도는 공급수의 성상(TOC, SDI)에 따라서 대처할 필요가 있다.

마) 막의 오염

막처리 공정에서는 시간이 경과함에 따라 막 성능이 점차적으로 저하되는데 그 원인은 막자체의 노화(Degradation)와 오염(Fouling)에 의한 것으로 영향물질과 막의 투과유속 및 제거율의 변화를 '표. 막의 노화 및 오염에 의한 막 성능의 변화'에 나타내었다.

폐수원수에는 용해성 염류 이외에 유기물, 현탁물질, 점토성 물질 및 콜로이드성 용해물질이 존재하며, 이러한 물질들에 의한 막오염에 의해 막 성능이 저하된다. 전처리에서 이러한 물질을 제거하나, 장시간 운전에서는 미세한 현탁물질 및 불용성 무기물에 의해 오염되거나 미생물 번식의 방지는 어렵기 때문에 이러한 문제에 의한 막 성능의 저하를 감소시키기 위하여 화학적인 세정을 실시한다.

< 막의 노화 및 오염에 의한 막 성능의 변화 >

구 분	종 류	원 인	투과유속	제거율	성 분	해당막
노 화	화학적노화	가수분해	↑	↓	-	Cellulose 계막
		산 화	↑	↓	-	합성고분자막
	물리적노화	압 밀 화	↓	↑	-	역삼투막
		건 조	↓	↑	-	역삼투막, 한외여과막
	생물적노화	분 해	↑	↓	-	Cellulose 계막
오 염	부착물	케이크층	↓	↓	불용성물질	역삼투막, 한외여과막, 정밀여과막
		겔 층	↓	↑	유기용해성 물질	역삼투막, 한외여과막, 정밀여과막
		스케일층	↓	↓	콜로이드성 물질	역삼투막
		흙 착 층	↓	↓	유기용해성 물질	한외여과막
	눈막힘	입 체 적	↓	↑	입자성 물질	한외여과막
		흙 착	↓	↑	용해성 물질	한외여과막
		석 출	↓	↑	불용해성 물질	한외여과막

바) 역삼투막의 세정

막의 오염을 방지하기 위하여서는 공급원수 중에서 막의 오염에 영향을 미치는 물질을 적절히 미리 제거하거나 막면과 접하는 원수의 흐름을 조절하여 막면에 축적하는 물질의 양을 저하시킬 필요가 있다. 이와 같이 원수를 조정하거나 여과장치를 개선하여도 막의 오염에 따라 투과수량이 여과시간의 경과와 더불어 감소하게 된다. 특히 막면의 흐름을 조절하는 방법으로서는 원수의 유속을 빠르게 하거나 난류를 촉진하는 기구의 설치 등이 있다. 막이 오염되었을 경우 오염물을 제거하는 정확

한 방법은 없으나, 일반적으로 원수의 조성에 따라 막오염물질의 성분이 다르기 때문에 원수에 적당한 방법을 선택하여 세정한다. 막의 세정방법에는 크게 물리적인 세정 방법과 화학적인 세정방법으로 구분할 수 있다.

(1) 수세(Flusing) 세정

수세정이란 장치에 깨끗한 물을 주입하여 장치내의 오염물이나 약품의 잔류물 등을 씻어내는 것 또는 물을 투과시키는 것에 의해 막을 세정하는 것을 의미하고 수세 세정운전은 기본적으로 저압, 고유량의 공급수를 막면에 흘려 막면 위의 오염 물질을 씻어내는 물리적인 세정방법으로서 비교적 세정이 잘 되는 오염물질에 유효하다. 이러한 방법은 일시적으로 막 투과수량이 회복되지만 단시간의 재운전에 의해 다시 막 투과수량이 저하되기 때문에 충분한 세정이라고는 할 수 없다. 세정 원수는 전처리된 역삼투막 공급원수나 투과수를 사용한다.

(2) 화학약품에 의한 세정

막의 오염에 의한 성능의 변화는 막면의 오염물질의 종류에 따라 다르다. 화학 약품에 의한 세정의 시기는 염분제거율이나 투과수량을 초기치와 비교하여 15% 감소하였을 경우 혹은 압력손실이 초기치의 50% 이상 상승하였을 때를 일반적인 기준으로 하고 있다.

세정시간은 1~3시간의 순환세정을 기본으로 하며 오염이 심한 경우에는 10~15 시간 치전한 후 순환세정을 실시한다. 특히 세정이 끝난 후에는 세정약품을 처리 할 필요가 있기 때문에 시설을 설치할 때 세정용 배관, 약품의 중화 및 폐액처리 시설의 설치를 고려하여야 한다. 그러나 이러한 시설을 구비할 수 있는 여건이 되기 어려운 경우에는 다음과 같이 외주용역으로 역삼투막의 약품세정을 하는 것으로 한다.

(3) 세정기준

- | | |
|-------------|--|
| ① 생산수량 저하 | - 초기 생산수량의 85%일 경우
(동일 운전압력, 온도일 경우) |
| ② 입출구 차압 상승 | - 초기 입출구 차압의 1.5배일 경우
(동일 생산수량, 온도일 경우) |

- ③ 염제거율 저하(수질저하) - 초기 염제거율의 85%일 경우
(동일 생산수량, 온도일 경우)

(4) 역삼투막의 오염물질에 따른 세정약품의 예시.

오염물질성분		세정용 약품
무 기 물	CaCO ₃ , CaSO ₄	· 구연산(Citric Acid) 2% (필요시 EDTA 2% 보충)
	철 · 금속 수산화물	· 구연산(Citric acid) 2% · 초산(Acetic acid) 0.2% + 염산(HCl) pH 2 조정
	실 리 카	· 가성소다(NaOH) pH 10 조정
유 기 물	미생물오염	· 가성소다(NaOH) pH 10조정 · 과산화수소(H ₂ O ₂) 300mg/ℓ
	유분 · 유기물	· 음이온 계면활성제(예, DDS 1.5%) · 가성소다(NaOH) pH 10조정
운전조건		1) 세정압력 : 1.5 ~ 3 kg/cm ² 2) 약품조정량 : 8 "모듈 : 60L × 모듈수 + 배관체류량 4 "모듈 : 15L × 모듈수 + 배관체류량 3) 순환유량 : 단위압력용기당 공급량 8인치모듈 : 2.88m ³ /h ~ 4.32m ³ /h 4인치모듈 : 0.72m ³ /h ~ 1.08m ³ /h 4) 세정온도 : 25 ~ 35℃

(5) 역삼투막의 세정 및 교환시기의 판단

역삼투시설의 운전관리에 중요한 관리항목중의 하나는 생산수의 수량 및 수질의 실시간변화를 정기적으로 조사하여 역삼투막의 세정시기 및 교환시기를 적절히 판단하는 것이 필요하다. 보통 생산수의수량 및 수질의 감시를 하면서 운전일지에 기록하며 세정 및 교환시기를 판단하기 위하여 기준치를 미리 설정하는 것으로부터 쉽게 판정하는 것이 가능하다.

나. 역삼투설비의 유지관리

RO 설비를 운전함에 있어서 발생 가능한 문제점 및 점검항목을 다음 표에 나타내었다.

원 인		현 상			점검 항목	개선점
		통 과 액 량	배제율	압손		
모 듈 관 계	막의 변화	↗	□	↘	사용시간, 공급액온, 액질	세정, 교환
	모듈내부에서의 누수	↗	□	↘	진동, 역압, shock 유무	세정, 교환
	막의 압밀화	□	↗	↗	액온, 압력, 사용시간	세정, 교환
	O- RING 누수	↗	□	↘	진동, shock, 재질노화	O- Ring 교환
	SEAL WATER 불량	↘	□	↘	재질 노화, 용기와의 밀착성	seal 교환 정상정착
	CNTER PIPE 파손	↗	□	↘	과대 압손, 고수온	모듈 교환
	엘레먼트 변형	↘	↘	□	과대 압손, 고수온	모듈 교환
	막면의 오염(탁질)	↘	↘	□	전처리조건, 원액 액질	세정
	막면의 오염(SCALE)	↘	↘	↗	전처리조건, 원액 액질	약세
	막면의 오염(유기질유분)	□	↘	↗	전처리조건, 원액 액질	약세
원 액	온도 변화	□	□	↘	계절 변화, PUMP 효율	압력 조정, 냉각
		□	□	→	계절 변동, 가온 설비	압력 조정, 가온
	압력 변화	□	□	↗	PUMP, VALVE	압력 조정
		□	□	↘	PUMP, VALVE, FILTER	압력 조정
	농축액 유량변화	□□	→	→	공급 유량, VALVE	유량 조절
		□□	↘	↘	공급 유량, VALVE 압손	유량 조절
	pH 과대, 과소(막노화)		↗	↘	pH 조절	pH 조절
	액농도	□	□	↘	액질 CHECK	압력 조절
		□	□	↗	액질 CHECK	압력 조절
	난용성 물질 과대		↘	↘	원액액질, 회수율, pH	압력 조절, 회수율, 조정전 처리의 실시

성능이상의 원인		RO의성능이상			대 책 사 례
		생산량	제거율	압차	
엘 레 멘 트	오(O)링부 실(Sedl)의 불량	→	↘	→	수질검사/오링 및 실 교환
	농축수 실의 장착불량	↘	↘	↘	수질검사/농축수 실 교환
	코넥터 파손	↗	↘	↗	수질검사/코넥터 교환
	중심파이프 파손	↗	↘	↗	수질검사/엘레먼트 교환
	엘레먼트 변형	↗	↘	↗	수질검사/엘레먼트 교환
RO 급 수 □ 전 처 리 □ RO 운 전 조 작	온도과대	↗	↘	→	공급조건의 적정화
	압력과대	↗↘	↗↘	→	운전조건의 적정화
	농도과대	↘	↘	→	급수조건의 적정화
	회수율과대	→	↘	↘	운전조건의 적정화
	농축수유량과대	→	→	↗	운전조건의 적정화
	농축수유량과소	↘	↘	↘	운전조건의 적정화
	pH의 과대 혹은 과소	→	↘	→	급수조건의 적정화
	살균용염소에 의한 산화	↗	↘	→	제어시스템, 급수조건의 적정화
	부유물질에 의한 막오염	↘	↗↘	↗	전처리방법, 급수조건의 개선
	석출물질에 의한 막오염	↘	↗↘	↗	전처리방법, 운전조건의 개선
	유기물에 의한 막오염	↘	↗↘	↗	전처리방법, 살균조건의 개선
	미생물에 의한 막오염	↘	↗↘	↗	전처리방법, 살균조건의 개선
	미량물질에 의한 막오염	↘	↗	→	전처리방법, 급수수질의 개선
	화학적막오염	↘	↗↘	→	급수수질의 적정화
	고압펌프의 맥동 및 진동	→	↘	→	급수라인의 진동 및 맥동 방지
	고압펌프 가동시 동수방법불량	→	↘	→	공기누기 및 통수방법의 적정화
	알카리세정에 의한 성능저하	↗	↘	→	세정방법(pH조건)의 적정화
	중금속에 의한 산화 가속	↗	↘	→	급수중의 Cu, Cr, Mn 등의 저감

다. 비상시 운전 대응방법

가) 역삼투설비의 이상원인 및 대책

막의 성능을 최대한 유지하기 위해서는 적정 운전조건과 유지관리가 중요하다. 역삼투막은 유지관리가 잘되어도 운전과 더불어 막성능은 조금씩 저하되며, 특히 압력용기내의 입구측의 모듈은 콜로이드성분에 의한 눈막힘 현상이 발생하고 출구측의 막모듈은 스케일 생성에 의한 성능저하가 일반적이다. 따라서 막의 교환 및 조치방안은 표 <역삼투설비의 이상시 원인과 대책>에 준해 실시되어야 하지만 막 제조사 또는 설치업체와 상담하여 결정하는 것이 바람직하다.

< 역삼투설비의 이상시 원인과 대책 >

항목	현상	원 인	대 책
투 과 수 량	저하	운전조건이 부적절 1) 압력이 낮을 경우 2) 유량설정이 불충분할 경우	1) 전처리필터를 교환한다. 2) 압력을 조정한다. 3) 유량을 조정한다.
		역삼투막이 오염되었을 경우	1) 역삼투막 모듈을 세정한다. (플러싱 또는 약품세정) 2) 전처리장치를 조정한다.
저 지 율	저하	O링, U파킹이 누수되었을 경우	O링, U파킹을 교환한다.
		운전조건의 부적절 1) 압력이 낮을 경우 2) 유량설정이 불충분할 경우	1) 전처리필터를 교환한다. 2) 압력을 조정한다. 3) 유량을 조정한다.
		역삼투막이 오염되었을 경우	1) 역삼투막모듈을 세정한다. 2) 전처리장치를 조정한다.
		막이 노화되었을 경우	1) 역삼투막모듈을 교환한다. 2) 전처리장치를 조정한다.
압력 손실	증대	1) 역삼투막모듈이 오염되었을 경우 2) 유량이 너무 클 경우 3) 투과수량이 저하되었을 경우	1) 전처리장치를 조정한다. 역삼투막모듈을 약품세정한다. 2) 유량을 조정한다.
기타	역삼투막 모듈파손	1) 조작실수에 의해 압력이 증대되었을 경우(공급수측, 생산수측) 2) 압력손실이 클 경우	역삼투막모듈을 교환한다.

나) 역삼투설비의 보존 및 교체 항목

(1) 막모듈의 보관

막모듈의 보관은 30일 이하 단기적으로 사용하지 않을 경우에는 아황산수소나트륨 (SBS) 500 mg/ℓ 을 생산수로 조제하여 벅셀 내에 주입한 후 용액이 누출되지 않도록 벅셀유입구 밸브, 생산수유출구 밸브, 농축수유출구 밸브를 잠근다.

(2) SBS용액 조제 방법은 다음과 같다.

- ① CIP탱크에 생산수 1,500 ℓ 를 채운다.
- ② SBS 500 mg/ℓ 이 되도록 1,500 ℓ 에 SBS 750 g을 소량의 생산수로 용해하여 주입한다.
- ③ CIP펌프로 화학세정과 같은 방법으로 벅셀에 용액을 주입한다.
- ④ 보관 기간이 30일을 초과하는 경우에는 30일 간격으로 치환을 한다.

라. 전처리 필터 교체 방법

- (1) 현장제어반의 공급펌프와 고압펌프를 자동에서 수동으로 전환한다.
- (2) 안전필터의 입·출구의 밸브를 닫는다.
- (3) 공기누출밸브(에어벤트) 밸브를 열고, 하우징안의 물을 빼낸다.
- (4) 안전필터의 하부에 연결된 하우징을 시계반대방향으로 돌려 분리한다.
- (5) 기존의 카트리지를 필터를 빼낸다.
- (6) 하부의 캡을 잘 조절하여 신규 카트리지를 끼운다.
- (7) 다시 하우징에 시계방향으로 돌리면서 끼운다.
- (8) 안전필터의 입·출구배관의 원상태로 조정한다.
- (9) 배수밸브를 닫고, 에어벤트 밸브를 연다.
- (10) 공급펌프를 수동으로 가동시킨다.
- (11) 안전필터의 상부로 공기를 제거하면서 공기가 완전히 제거되면 닫는다.
- (12) 안전필터의 분해조립개소 및 입출구 부분에서 누수가 없는지 확인한다.
- (13) 현장제어반의 공급펌프와 고압펌프를 수동에서 자동으로 전환하여 자동으로 운전한다.
- (14) 사용이 끝난 필터는 건조시킨 후 소각한다.

마. 역삼투막의 교체방법

- (1) 현장제어반의 공급펌프와 송수펌프를 자동에서 수동으로 전환한다.
- (2) 역삼투막의 압력용기의 입출구 밸브를 잠근다.
- (3) 압력용기의 입출구측의 밸브를 닫는다.
- (4) 압력용기의 양쪽의 End Plate를 해체한다. 이때 End plate에 장착된 O-ring과 Adapter에 파손 및 불순물이 있는지를 파악한 후 깨끗하게 별도로 보관·비치한다.
- (5) 역삼투막을 압력용기에서 빼낸다.
- (6) 신규 역삼투막의 포장을 해체한 후 막의 사양 및 제조번호를 기록한다.
- (7) 출구(투과수)측의 End plate를 미리 장착한다.
- (8) 신규 역삼투막에 입구측부위에 Brine Seal을 장착한 후 막에 표시된 방향으로 압력용기에 장착한다.
- (9) 입구측의 End plate를 장착한다.
- (10) 압력용기를 장치에 결합시킨다.
- (11) 압력용기 입출구 밸브를 수동으로 연다.
- (12) 공급펌프를 수동으로 가동시킨다.
- (13) 압력용기의 분해조립개소 및 입출구 부분에서 누수가 없는지 확인한다.
- (14) 공급펌프만을 가동하여 약 20~30분 정도 수세(Flushing)을 실시하여 막 보존액을 씻어낸다.
- (15) 현장제어반의 공급펌프와 고압펌프를 수동에서 자동으로 전환하여 자동으로 운전을 한다.

바. 역삼투막의 보관

가) 중·단기간 역삼투장치의 정지시 대응방법

- 1) 운전정기기간이 3일 이내 경우에는 장치의 가동을 정지시킨다.
- 2) 운전을 개시할 경우에는 현장제어반을 수동으로 하여 장치 내에 있는 물을 공급펌프를 이용하여 수세를 시킨다.

나) 장기간 역삼투장치의 정지시 대응방법

- 1) 운전정기기간이 1개월 이상일 경우에는 장치내 배관에 있는 SBS 1,000 mg/L를 주입하여 보존시킨다.
- 2) 운전개시 시에는 배관 내 물을 전부 배수시킨다.

- 3) 수동운전모드에서 원수를 공급펌프만을 가동시켜 배관내부를 수세를 30분 시킨다.
- 4) 원수의 pH와 처리수의 pH를 점검하여 유사한 값이 되는 지를 확인한다.
- 5) 상기 4)의 pH값이 상호 유사한 값이 되면 세정펌프를 가동시켜 운전조건을 재설정한다.

2.1.1.3 폐수처리계통

※ [1.7. 주요처리시설별 기능 및 관리방법]의 [1.7.1.3 폐수처리계통] 참고

2.1.1.4 폐수재이용계통

※ [1.7. 주요처리시설별 기능 및 관리방법]의 [1.7.1.4 폐수재이용계통] 참고

2.1.2 황산화물전처리시설

2.1.2.1 배관류

가. LFG배관 (통합헤더관)

- ① LFG배관 압력확인, K.O Drum 응축수 Drain, 황화수소 농도 측정, 황화수소 Outlet 분석기 작동상태, Leak 부위 점검

2.1.2.2 냉각계통

가. 열교환기

- ① 판형, Shell&Tube, Fin Tube 형식 3가지로 분류됨
- ② 각 열교환기 In/Out 압력, 온도, 내부 응축수 Drain 등을 점검

나. 냉각탑 : 냉각탑 내부 수위 확인, 냉각팬 및 인버터 가동상태, V-Belt 장력상태, 온도 설정 등을 점검

2.1.2.3 탱크류

가. Scrubber, Bio-Reactor, Settler, Nutrimix Tank, NaOH Tank, 바이오황 Tank, 탈리여액 Tank를 점검

- ① Nutrimix Tank, NaOH Tank, 바이오황 Tank, 탈리여액 Tank는 외벽 Leak 부위 확인, 수위 등을 점검
- ② Scrubber는 외벽 Leak 부위, 압력(In, middle, Out) 등을 점검
- ③ Bio-Reactor는 내부 공정수(미생물) 상태, Imhoff, Alkalinity 측정, 색도, 각 계측기 센서(pH, 온도, ORP, Conductivity) 등을 점검
- ④ Settler는 상부 커버를 Open하여 내부 상태 육안 점검

2.1.2.4 회전기기

가. 원심펌프(순환펌프), 정량펌프(약품펌프)

- ① 각각 흡입·토출 압력, 펌프 및 모터 진동·소음, 윤활유 상태 Leak 부위, 윤활유상태 등 점검
- ② 전기실의 전기 사용량, 인버터 가동 상태, 전기차단기 점검 실시
- ③ 각 계열별 유입펌프 점검 및 유입량 조절

나. 송풍기 (Air-Blower)

- ① Air-Blower 이상소음 및 진동 발생 유무, 공기압 및 온도 등 센서 작동 상태, 전/후단 Filter 상태 등을 점검

2.1.2.5 탈수계통

가. 원심탈수기 (Decanter)

- ① 탈수기 회전수, 차속(Bowl과 Screw의 회전수 차이), 베어링 온도, 진동값, 오일 주입 상태 등을 점검
- ② 바이오황 배출 상태를 확인하여 수시로 차속을 조절, 함수율을 일정하게 유지
- ③ 바이오황 이송펌프(고압진공펌프) 작동상태, 이동 저장(IBC Tank) 상태 등을 전체적으로 확인, 점검

2.1.3 포집 및 소각시설

※ [3. 처리시설별 적정 운전조건]의 [3.3. 포집 및 소각시설] 참고

2.1.4 공정폐수처리시설

2.1.4.1 MBR 공정

○ MBR 공정의 상시적 업무수행 절차는 다음과 같다.

가. 야간근무자의 주요 전달내용 인계·인수
선 수행 문제점 및 야간 현장상황 파악

나. MBR 공정 공정회의

가) 수질분석자료 검토, 공정폐수 유입량 파악

나) 주요 추진사업에 대한 진행상황 및 향후 계획 등 토의

다. 현장업무 수행

가) 야간근무자 전달사항 조치

나) 황처리동에서 발생된 폐수를 유량조정조에 충수

다) 유량조정조가 설정수위 이상으로 충수되면 원수이송펌프로 MBR#1/#2에 폐수를 공급

라) 포기용 송풍기 및 Membrane 송풍기를 가동

마) MBR에 폐수가 유입되면 AGS(Aerobic Granule Sludge) 투입하여 폐수에 미생물을 순응

바) 발생하는 거품을 제어하기 위해 소포펌프 및 탈취기를 가동

사) MBR 운전수위에 도달할 때 까지 다)항, 라)항 과정을 반복

아) 미생물 순응 및 폐수의 안정적 처리가 유지될 때 까지 원수이송펌프가동을 중지

자) 미생물 순응 및 폐수가 안정적 처리되면 Membrane 인발펌프를 가동하여 MBR 처리수를 1차 처리수조로 이송

차) 자)항까지 완료되면, 자동운전으로 전환

○ MBR 공정의 주요 점검내용은 다음과 같다

가. 유량조정조

가) 유량조정조 수위 확인

나) MBR 공급펌프 점검 및 이송량 확인

다) 산기관 교반 정상 가동상태 확인

나. MBR 반응조

가) 각 조별 유량분배 현황, 송풍량 점검 및 조절

나) MBR 처리수 공급펌프 점검 및 이송량 확인

다) 사이드 글라스 상태 및 처리수 이송 압력 확인

라) 각 조별 pH, 온도 및 DO 확인, 조내 소포수 투입여부 점검(거품 확인)

2.1.4.2 산화공정

○ 산화공정의 상시적 업무수행 절차는 다음과 같다.

가. 야간근무자의 주요 전달내용 인계·인수

선 수행 문제점 및 야간 현장상황 파악

나. 산화공정 공정회의

수질분석자료 검토, 생물처리수 유입량 파악 후 공정 약품투입농도 등 결정

다. 현장업무 수행

가) 야간근무자 전달사항 조치

나) MBR 공정에서 처리된 처리수를 1차처리수조에 충수

다) 1차처리수조가 설정수위 이상으로 충수되면 1차처리수이송펌프로 산화조에 1차 처리수를 공급 및 교반용송풍기를 가동

라) 산화조가 일정 수위 이상이 되면 산화조교반기를 가동

마) 산화조가 운전수위에 도달하면 PEROXONE SYSTEM로 자연 유입

바) PEROXONE SYSTEM이 운전수위에 도달하면 운전을 개시

사) PEROXONE SYSTEM에서 처리된 처리수는 2차처리수조로 이송

아) 사)항까지 완료되면, 자동운전으로 전환

○ 산화공정의 주요 점검내용은 다음과 같다.

가. 1차 처리수조

- 가) 1차처리수조의 수위 확인
- 나) 1차처리수 공급펌프 정상 가동상태 확인 및 점검

나. 산화조

- 가) 산화조의 수위 확인

다. PEROXONE SYSTEM

- 가) 가압펌프 정상 가동상태 확인
- 나) 산소 주입시 유량, 압력 및 오존 농도 및 발생량 확인
- 다) 배오존발생기 정상 가동상태 확인

2.1.4.3 화학적처리 공정

○ 화학적처리 공정의 상시적 업무수행 절차는 다음과 같다.

가. 야간근무자의 주요 전달내용 인계·인수

선 수행 문제점 및 야간 현장상황 파악

나. 화학적처리 공정 공정회의

수질분석자료 검토, 신화처리수 유입량 파악 후 공정 약품투입농도 등 결정

다. 현장업무 수행

- 가) 야간근무자 전달사항 조치
- 나) 산화공정에서 처리된 처리수를 2차처리수조에 충수
- 다) 2차처리수조가 설정수위 이상으로 충수되면 2차처리수 이송펌프로 반응조1에 2차처리수를 공급
- 라) 염화칼슘 공급펌프를 가동하여 염화칼슘을 반응조1에 공급하고 염화칼슘 공급펌프 가동 전 염화칼슘 저장탱크 수위를 확인

- 마) 반응조1이 일정 수위 이상이 되면 반응조1 교반기를 가동
- 바) 반응조1이 운전수위에 도달하면 반응조2로 자연 유입
- 사) PAC 공급펌프를 가동하여 PAC을 반응조2에 공급하고 PAC 공급펌프 가동 전 PAC 저장탱크 수위를 확인
- 아) 반응조2가 일정 수위 이상이 되면 반응조2 교반기를 가동
- 자) 반응조2가 운전수위에 도달하면 응집조로 자연 유입
- 차) 고분자응집제 공급펌프1을 가동하여 고분자응집제를 응집조에 공급하고 고분자 응집제 공급펌프1을 가동 전 고분자응집제 자동용해장치1을 가동하여 고분자 응집제를 저장
- 카) 응집조가 일정 수위 이상이 되면 응집조 교반기를 가동
- 타) 응집조가 운전수위에 도달하면 침전조로 자연 유입
- 파) 침전조가 일정 수위 이상이 되면 침전조슬러지수집기를 가동
- 하) 침전조가 운전 수위에 도달하면 3차처리수조로 자연 유입
- 거) 하)항까지 완료되면, 자동운전으로 전환

○ 화학적처리 공정의 주요 점검내용은 다음과 같다.

가. 2차 처리수조

- 가) 2차처리수조의 수위 확인
- 나) 2차처리수 공급펌프 정상 가동상태 확인 및 점검

나. 반응조1

- 가) 반응조1의 염화칼슘(35%) 투입량 및 투입농도 확인
- 나) 반응조1의 수위 확인 및 교반기 정상 가동상태 확인
- 다) pH 정상 범위 확인

다. 반응조2

- 가) 반응조2의 PAC 투입량 및 투입농도 확인
- 나) 반응조2의 수위 확인 및 교반기 정상 가동상태 확인

라. 응집조

가) 고분자응집제 투입량 및 투입농도 확인

나) 응집조의 수위 확인

나) 교반기 정상 가동상태 확인(완속 교반에 따른 정상 rpm 유지여부 확인)

마. 침전조

가) 슬러지 부상유무, 상등수 색도 및 탁도 등 관찰

나) 침전조 내 슬러지층 점검

다) 슬러지 인발펌프 정상 가동상태 확인 및 점검

2.1.4.4 여과 및 방류 공정

○ 여과 및 방류 공정의 상시적 업무수행 절차는 다음과 같다.

가. 야간근무자의 주요 전달내용 인계·인수

선 수행 문제점 및 야간 현장상황 파악

나. 여과 및 방류 공정 공정회의

수질분석자료 검토, 화학처리수 유입량 파악

다. 현장업무 수행

가) 야간근무자 전달사항 조치

나) 화학적처리공정에서 처리된 처리수를 3차처리수조에 충수

다) A/C FILTER VALVE는 정상운전 될 수 있도록 조절

라) 3차처리수조가 설정수위 이상으로 충수되면 3차처리수이송펌프로 A/C FILTER에 3차처리수를 공급하며 A/C FILTER는 사용전 시상수로 충분히 세척하여 활성탄 부산물이 발생되지 않도록 함

마) 방류수조가 일정 수위 이상이 되면 방류수조 교반기를 가동

바) pH CONTROL SYSTEM을 가동하여 pH를 조정

사) 방류펌프를 가동

아) 사)항까지 완료되면, 자동운전으로 전환

○ 여과 및 방류 공정의 주요 점검내용은 다음과 같다.

가. 3차 처리수조

- 가) 3차처리수조의 수위 확인
- 나) 3차처리수 공급펌프 정상 가동상태 확인 및 점검

나. 활성탄여과기

- 가) 여과기 차압 확인
- 나) 역세척 진행여부 점검 및 확인

다. 방류수조

- 가) 방류수조의 수위 확인
- 나) pH 정상 범위 확인 및 방류수질 준수 여부 점검

2.1.4.5 슬러지처리 공정

○ 슬러지처리 공정의 상시적 업무수행 절차는 다음과 같다.

가. 야간근무자의 주요 전달내용 인계·인수

선 수행 문제점 및 야간 현장상황 파악

나. 슬러지처리 공정 공정회의

수질분석자료 검토, 잉여슬러지 및 화학적슬러지 유입량 파악

다. 현장업무 수행

- 가) 야간근무자 전달사항 조치
- 나) MBR 공정에서 생성된 잉여슬러지 및 거품은 잉여슬러지이송펌프를 기동하여 슬러지저류조로 이송
- 다) 화학적 처리공정에서 생성된 화학적슬러지는 슬러지인발펌프를 기동하여 슬러지 저류조으로 이송
- 라) 슬러지저류조가 설정수위 이상으로 충수되면 슬러지저류조 교반기를 가동

- 마) 슬러지저류조가 설정수위 이상으로 충수되면 슬러지이송펌프로 탈수기에 슬러지를 공급
- 바) 탈수기를 가동하여 슬러지를 탈수
- 사) 고분자응집제 공급펌프2를 가동하여 고분자응집제를 탈수기에 공급하고 고분자응집제 공급펌프2를 가동 전 고분자응집제 자동용해장치2를 가동하여 고분자응집제를 저장
- 아) 탈수케익이 저장박스에 일정량 이상 저장되면 폐기물 처리
- 자) 아)항까지 완료되면, 자동운전으로 전환

○ 슬러지처리 공정의 주요 점검내용은 다음과 같다.

가. 잉여슬러지저류조

- 가) 잉여슬러지저류조의 수위 확인
- 나) 슬러지 공급펌프 정상 가동상태 점검 및 확인

나. 슬러지저류조

- 가) 슬러지저류조의 수위 확인
- 나) 소포제 투입량 및 투입여부 확인
- 다) 슬러지저류조 교반기 정상 가동상태 확인

다. 탈수시설

- 가) 슬러지 이송펌프 정상 가동상태 확인
- 나) 고분자응집제 자동용해 장치 정상 가동상태 확인
- 다) 고분자응집제 이송펌프 정상 가동상태 확인

3. 처리시설별 적정 운전조건

3.1 발전시설 ※ [1.6 처리시설별 설계제원 및 기능] 참고.

3.1.1 발전시설 운용 방식

- 기저부하 운전 (Base Load Operation) 방식

3.1.2 발전설비 설계조건

가. 발전설비 용량

정격보증출력 (MRG : Maximum Guaranteed Rating)
<ul style="list-style-type: none">○ 50MW○ 정격 주증기 조건, 보충수 0%, 복수기 운전압력 50.8 mmHg abs 상태에서 발전할 수 있는 보증 출력

최대출력, 터빈조절밸브 전개출력 (VWO : Valve Wide Open)
<ul style="list-style-type: none">○ 55MW (MRG 출력의 110%)○ 정격 주증기 조건, 보충수 0%, 복수기 운전압력 50.8 mmHg abs 상태에서 터빈제어밸브(Control valve)를 전개할 경우 최대 발전할 수 있는 출력

나. 담당 부하

- 자동주파수 제어(AFC : Automatic Frequency Control)
- 자동전압조정(AVR : Automatic Voltage Regulation)
- 자동발전제어(AGC : Automatic Generation Control)

다. 발전기 용량

- 3상 교류 60 Hz, 역율 0.85
- 정격용량 64,706 kVA, 단락비 0.4

3.1.3 열싸이클 및 터빈 열소비율

가. 열싸이클

- 주증기 유량 : 204,200 kg/hr
- 주증기 압력 : 96 kg/cm².a
- 주증기 온도 : 536 °C
- 복수기 배압 : 50.8 mmHg.a
- 급수가열기 단수 : 5 단
- 급수가열기 터미널 온도차 및 배수냉각기 접근온도

급수가열기	터미널 온도차 (TTD)	배수냉각기 접근온도 (DCA)
5번 고압 급수가열기	2.8 °C	5.6 °C
4번 고압 급수가열기	2.8 °C	5.6 °C
3번 급수가열기(탈기기)	-	0 °C
2번 저압 급수가열기	2.8 °C	5.6 °C
1번 저압 급수가열기	2.8 °C	5.6 °C

나. 터빈 열소비율

부하조건	출력 (kW)	터빈 열소비율 (kcal / kWh)	매립가스 사용량 (Nm ³ /min)
최대출력 (VWO)	55,000	2,231.65 이하	550
정격보증출력 (MRG)	50,000	2,201.4 이하	494
75% 정격보증출력 (75% MRG)	37,500	2,243.4 이하	377
50% 정격보증출력 (50% MRG)	25,000	2,373.8 이하	267
25% 정격보증출력 (25% MRG)	12,500	2,688.4 이하	147

다. 발전소 성능표

구분	VWO	MRG	75%	50%	25%
발전단출력 (kW)	55,000	50,000	37,500	25,000	12,500
소내동력 (kW)	5,160	4,492	3,830	3,156	2,658
발전소진출력 (kcal/kWh)	49,840	45,508	33,670	21,844	9,842
터빈열소비율 (%)	2,231.6	2,201.4	2,243.4	2,373.8	2,688.4
보일러효율 (%)	82.4	82.4	82.4	82.4	82.4
발전단열소비율 (kcal/kWh)	2,708.3	2,671.6	2,722.6	2,880.8	3,262.6
발전소진열소비율 (kcal/kWh)	2,988.6	2,935.8	3,032.2	3,296.9	4,143.5
발전소진효율 (%)	28.78	29.29	28.36	26.09	20.76
매립가스사용량 (Nm ³ /min)	550	494	377	267	147

3.1.4 순수제조계통

- (1) 순수제조설비는 100% × 2열(Train)로 구성하였다.
- (2) 약품주입 및 관련설비는 주입지점의 운전조건 등을 고려하여 내산성 및 내약품성 재질을 사용하였다.
- (3) 약품저장 탱크 용량은 계통에서 필요한 약품사용량의 30일분 또는 약품이송 탱크 로리의 용량을 고려하여 설계하였다.
- (4) 모든 약품관련 펌프는 부식성 약품 취급을 고려하여 1대씩 예비용을 갖도록 설계한다.
- (5) 순수제조설비 및 관련 배관은 설계기준인 압력 10 kg/cm².g 온도 25 ℃에 맞도록 설계하고 단, 역삼투압설비 관련배관은 압력 40 kg/cm².g, 온도 45 ℃에 맞도록 설계한다.
- (6) 압축공기는 Service 및 계측제어용 압축공기계통에서 공급받을 수 있도록 설계하였다.
- (7) 소내용수는 Service Water 계통에서 공급받을 수 있도록 설계하였다.
- (8) 수질보존 및 부식방지를 위하여 순수제조계통의 배관 및 장치는 Stainless Steel 또는 동등 이상의 재질이어야 한다.
- (9) 원수는 인천시 상수도에서 공급되며, 원수 수질은 아래표를 기준으로 한다.
- (10) 순수의 수질은 아래 표를 기준으로 한다.

가. 원수 수질 기준

항 목		단 위	수질기준
일 반	pH(at 25℃)	-	7.2
	전기 전도도(at 25℃)	μS/cm	148.86
	탁 도	NTU	0.07
반	Cl ₂	mg/ l as CaCO ₃	1.3
	SiO ₂	mg/ l as CaCO ₃	0.88
양 이 온	Ca ²⁺	mg/ l as CaCO ₃	65
	Zn ²⁺	mg/ l as CaCO ₃	0.01
	Al ³⁺	mg/ l as CaCO ₃	0.07
	Na ⁺	mg/ l as CaCO ₃	9.35
	총 양이온	mg/ l as CaCO ₃	74.43
음 이 온	HCO ₃ ⁻	mg/ l as CaCO ₃	42.13
	SO ₄ ²⁻	mg/ l as CaCO ₃	15.0
	Cl ⁻	mg/ l as CaCO ₃	16.0
	NO ₃ ⁻	mg/ l as CaCO ₃	1.3
	총 음이온	mg/ l as CaCO ₃	74.43

나. 순수 수질 기준

항 목	단 위	수 질 기준
총 고형물	ppm	< 0.05
총 경도	ppm as CaCO ₃	0.0
이산화탄소	ppm as CO ₂	0.0주)
실리카 (최대)	ppm as SiO ₂	< 0.01
전기전도도	μS/cm at 25 °C	< 0.1
나트륨	ppm as Na	< 0.005
pH	-	6.5 ~ 7.5

주) 이산화탄소는 자연상태의 용존량을 제외한 수질 기준임.

3.1.5 폐수처리계통

- (1) 계통구성은 배관 및 계측 장치도를 참조한다.
- (2) 일상폐수 및 함유폐수처리는 정상운전시 1일 16시간 운전하는 것을 기준으로 하고, 발전소 정기 보수시 화학세정 등으로 인한 다량의 일시폐수 유입시에는 1일 24시간 처리(연속운전) 하는 것으로 한다.
- (3) 일시폐수 발생시 화학폐수조에 저장된 일시폐수는 5일간에 걸쳐 분산 처리한다.
- (4) 압력여과기 및 활성탄여과기의 통수 선속도는 10 m³/m²-hr로 한다.
- (5) 압력여과기 및 활성탄여과기의 역세 선속도는 25 m³/m²-hr로 한다.
- (6) 탈수기 유입 슬러리의 함수율은 98%, 탈수 후 슬러지 케익의 함수율은 75%를 기준으로 한다.
- (7) 수질보존 및 부식방지를 위하여 배관 및 장치는 Stainless Steel 또는 동등 이상의 재질이어야 한다.
- (8) 각 폐수의 발생량 및 성상은 <아래표>을 기준으로 한다.
- (9) 사업대상 지역은 환경부 고시 제 1999-187호의 배출허용기준(폐수) 적용을 위한 지역 지정상 “나”지역에 해당하나, 방류수역의 수질환경 보전을 위하여 보다 엄격한 조건을 설계기준으로 설정한다.

가. 폐수처리 설계기준

구분	pH	COD (mg/ℓ)	부유 물질량 (mg/ℓ)	노말핵산 추출물질 (mg/ℓ)	CN (mg/ℓ)	온도 (℃)
배출허용기준 ("타" 기준)	5.8 ~ 8.6	130이하	120이하	5이하	1 이하	40이하
설계기준	6 ~ 8	20이하	10이하	1 이하	Trace	40이하

3.1.6 폐수재이용계통

- (1) 계통구성은 배관 및 계측장치도를 참조한다.
- (2) 폐수 재이용 계통은 100%×1 열로 설계한다.
- (3) 폐수 재이용설비의 수질기준은 <아래표>와 같다

구 분	항 목	기 준
기 준 항 목	pH [25℃]	6.0 ~ 8.0
	전기 전도율[25℃] (μS/cm)	200 이하
	염화물 이온 (mg Cl ⁻ /ℓ)	50 이하
	황산 이온 (mg SO ₄ ²⁻ /ℓ)	50 이하
	산 소비량 [pH 4.8] (mg CaCO ₃ /ℓ)	50 이하
	칼슘 경도 (mg/CaCO ₃ /ℓ)	50 이하
참 고 항 목	탁도(도)	5.0 이하
	철 (mg Fe/ℓ)	0.3 이하
	암모늄 이온 (mg NH ₄ ⁺ /ℓ)	0.2 이하
	이온상 실리카(mg SiO ₂ /ℓ)	10 이하

- (4) 약품 주입 및 관련설비는 주입지점의 운전조건 등을 고려하여 내산성 및 내약품성 재질을 사용하여 설계한다.
- (5) 약품저장탱크 용량은 필요한 약품 사용량의 30일분 또는 약품이송 Tank Lorry 용량을 고려하여 설계한다.

- (6) 모든 약품 관련 펌프는 부식성 약품 취급을 고려하여 1대씩 예비용을 갖추도록 설계한다.
- (7) 서비스 및 계측 제어용 압축공기를 발전소 압축공기 계통에서 공급한다.
- (8) 수질보존 및 부식방지를 위하여 폐수재이용 계통의 배관 및 장치는 Stainless Steel 또는 동등 이상의 재질이어야 한다.

3.2 황산화물전처리시설

황산화물 전처리시설은 생물학적(미생물)처리를 기본으로 여러 운전조건을 만족하고, 최적화되어야 한다. 단일 운전조건만을 기준으로 미생물의 상태를 결정하거나 황화수소 처리효율을 예측하여서는 안 되며, 모든 운전조건을 상호 면밀히 검토한 후 운전방법을 결정하여야 한다.

3.2.1 생물반응조(Bio-Reactor) 운전조건

가. 미생물 (황 산화 박테리아)

황 산화 박테리아는 황화물을 황산염(Sulphide) 또는 황 원소로 산화시켜 Bio-Reactor의 황화수소를 제거한다. 미생물에 의한 황산염 또는 황 원소로 산화시키는 산소의 양에 의해 결정된다. 많은 양의 산소가 공급될 경우 황산염(Sulphide), 적은양의 산소가 공급될 경우 황을 생성한다.

나. 색도

정상적인 미생물의 상태에서의 알칼리 세척액(공정수)의 색은 하얀색을 띤다. 그러나 전처리시설이 잘 작동되지 않을 경우(미생물의 상태가 불안정화 될 경우) 용해된 황화물이 황산염 또는 황 원소로 변환되지 않아, 고분자 황화물이 생기게 되어 초록 빛을 띄게 된다.

다. pH 및 Alkalinity

미생물 공정수의 pH는 Scrubber의 LFG 흡수유량과 알칼리도가 결정한다.

가) pH

pH를 지속적으로 모니터링을 해야 하고 적정 pH에 맞도록 가성소다(NaOH)를 추가적으로 주입하며 액상 25%의 가성소다를 사용한다. 적정 pH는 8.0 ~ 8.6 이며 최소값보다 낮을 경우 연속적으로 주입해야 하며, 적정값일 경우 시간 타이머의 주기를 맞춰 주입하여 일정값을 유지하도록 한다. 측정 pH가 최대값보다 높을 경우는 가성소다 주입을 중단한다. 가성소다 주입량은 바이오 가스 내 황화수소와 이산화탄소의 농도 에 따라 달라진다. pH 설정값은 정상 운전 동안에 필요에 따라 조절되며 Scrubber의 황화수소 처리가 부족하다고 판단될 경우 가성소다 주입량을 늘려 최소 pH 설정 값을 0.1 올린다.

나) 알칼리도

알칼리도는 pH 변화에 대한 버퍼 용량을 의미한다. 전처리시설의 가장 중요한 버퍼 시스템은 탄산나트륨(Na_2CO_3), 탄산수소나트륨(NaHCO_3)이며 알칼리도(mol/l)는 적정 실험에 의해 결정된다. 공정의 최적 알칼리도는 0.7 ~ 0.9 mol/l 이다. 알칼리도가 0.6 mol/l 보다 낮을 경우 황화수소 흡수가 불충하여 황화수소 처리효율이 떨어지게 된다. LFG 내의 이산화탄소 농도에 의한 알칼리도가 결정된다.

라. 산화 환원 전위(ORP)

산화 환원 전위(ORP)는 Bio-Reactor에 용해된 황화물 및 산소량이며, 공정에 필요한 공기요구량을 결정하는 중요한 값이다. 생물학적 황산화 공정에 필요한 ORP 값은 -400 ~ -390 mV 범위이다. ORP의 설정값보다 높거나 낮은 경우 Air-Blower를 조절하여 Bio-Reactor의 공기량을 감소 또는 증가시켜야 한다. 높은 ORP값은 많은 양의 산소가 주입으로 일어나며 ORP가 높을수록 황화물 또는 황 원소가 환산염으로 변환되어 황 변환율이 줄어드는 대신 pH가 감소하여 가성소다 사용량이 증가하고 그에 따라 발생 폐수량이 증가한다. 낮은 ORP값은 Bio-Reactor에 주입되는 공기량의 부족으로 일어나게 되며 황화물은 충분히 황으로 변환되나 황화물 농도가 증가하여 악취가 발생하고 Scrubber에서 LFG중 황화수소 처리효율을 감소시킨다. 또한 Bio-Reactor의 산소량이 줄어들어 미생물이 사멸할 수 있다.

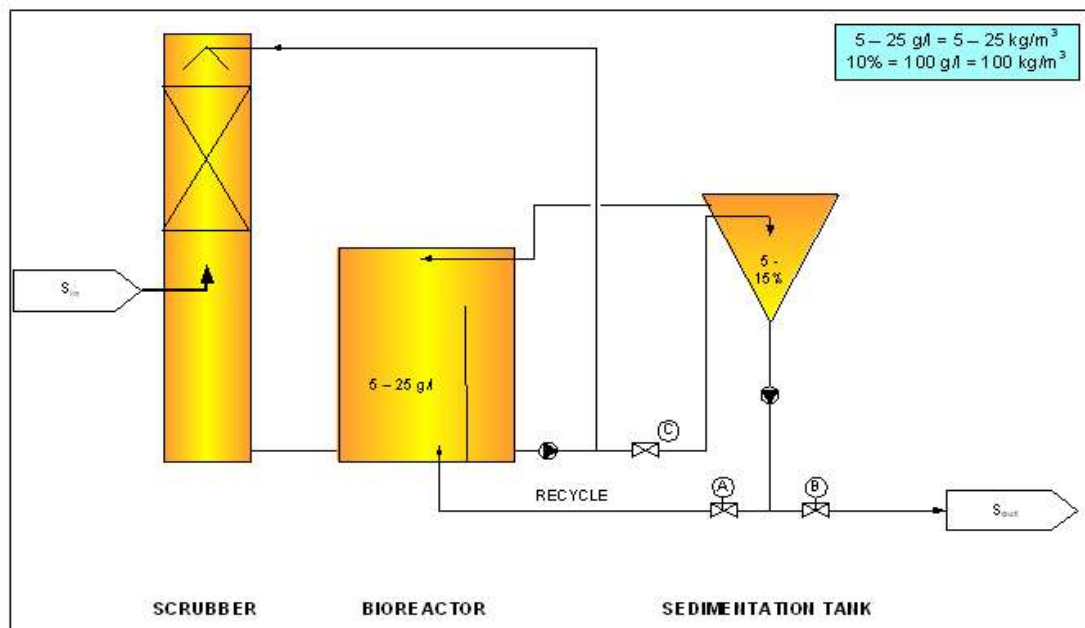
마. 전기 전도도 (Conductivity)

전기전도도는 공정수 내의 염(Na^+) 및 그 외 이온성 물질의 농도를 말한다. 가성소다를 주입하면(pH 조절을 위해) 공정수 내의 염 농도 증가로 전기전도도 역시 증가하며 전기전도도가 높으면 미생물의 활동을 방해하고 매우 높은 경우 미생물이 사멸할 수 있으므로 사전에 예방하여야 한다. 전기전도도는 시상수(Make-Up)를 추가하여 조절할 수 있으며 운전 시에는 최소값을 설정하여 최소값 미만 시 시상수 투입, 이상 시 시상수 투입을 정지하도록 조절해야 한다. 전기전도도를 너무 낮게 유지하게 되면 시상수 투입량이 많다는 것이고 pH를 일정값 유지하기 위해 가성소다 주입량도 증가하게 되며 이에 따라 폐수발생량도 많아진다. 운전 시 전기전도도의 적정값은 70~75 mS/cm 이다.

바. 온도

온도는 미생물(황 생성 박테리아)의 활동 및 성장에 매우 중요한 영향을 미친다. Scrubber에서 LFG와 알칼리세정액(공정수)의 황화수소 흡수반응은 발열반응으로 공전 내의 온도가 올라가게 된다. 미생물(황 생성 박테리아)의 과열을 방지하기 위하여 열 교환기와 냉각수를 냉각시킬 수 있는 냉각탑이 설치된다. 열교환기는 순환펌프와 Scrubber 사이에 설치되어 반응기 내 온도를 조절한다. 운전 시 온도의 적정값은 33 ~ 36℃ 이다.

사. TSS(Total Suspended Solids) 및 Imhoff



<TSS Ballance>

미생물에 의해 생성되는 황은 TSS 농도의 측정으로 확인한다. 황은 Reactor에서 생성되어 Settler에서 농축되고 탈수기를 통해 배출된다. 전처리시설 운전 중 황의 생성, 농축, 배출이 원활하게 유지되기 위해서는 생성되는 황의 순환과 배출이 중요하며 일정 농도의 TSS를 유지하여야 한다. Bio-Reactor의 TSS 농도 적정값은 5 ~ 15 g/L 이며 Settler의 TSS농도는 50 ~ 150 g/L를 유지하여야 한다. TSS 농도는 Imhoff 실험에 의해 주기적으로 확인가능하다. Imhoff 실험은 콘모양의 1 L 비이커에 공정수를 받고 1시간 동안 침전되는 황의 높이를 mL로 측정하는 방식이다. Bio-Reactor의 Imhoff 적정값은 50 ~ 100 mL/L 이다. Imhoff가 높으면 탈수 유량을 늘려 Imhoff를 감소시키고, 반대로 Imhoff가 너무 낮으면 탈수 유량을 줄여 적절한 Imhoff를 유지하여야 한다.

아. 미생물 영양제 (Nutrimix)

미생물(황 생성 박테리아)의 성장을 위해서는 영양소가 필요로 합니다. Bio-reactor로 영양소가 충분히 공급되지 않으면, 미생물의 생장은 감소하게 되며 결국엔 생장이 멈춰 황화수소 제거효율이 급격히 감소할 것이다. 영양제(Nutrimix)는 생물학적 공정을 유지하기 위한 필수 약품이다. 정상 운전조건에서 최적의 영양제 주입용량은 S-Load(황 부하율) K g당 30 mL이다. 영양제 주입량과 S-Load를 주기적으로 측정 하여야 한다. 영양제는 타이머(펌프 정지, 가동)에 의해 주기적으로 주입되며, 필요한 경우 영양제 주입량을 적절히 조절해야 한다.

자. 생물반응조 운전 조건 요약표

운전 인자	단위	최소 값	최적 값	최대 값
pH	-	7.8	8.0 ~ 8.6	9.0
알칼리도	mol/L	0.6	0.7 ~ 0.9	1.0
ORP	mV	- 410	- 390 ~ - 400	- 380
전기전도도	mS/cm	60	70 ~ 75	80
온도	℃	30	33 ~ 36	40
TSS	g/L	5	10	25
Imhoff	mL /L	10	50 ~ 100	150

3.2.2 탈수기 운전 조건

가. 탈수기 차속 및 황의 함수율

황산화물 전처리시설 운전 중 Bio-Reactor에서 생성되는 황은 입자크기와 농도가 수시로 변하기 때문에 탈수기에서 배출되는 황의 함수율도 수시로 변하게 된다. 탈수기는 회전체인 Bowl과 Bowl 내부 Screw의 회전속도의 차이(차속)로 함수율을 조절하며 적정한 함수율은 45 ~ 55% 정도이다. 함수율이 너무 낮으면 황의 수분이 없어 탈수기에서 배출이 안 되고 너무 높으면 수분이 많아져 황의 배출량이 증가한다. 탈수기 차속은 황의 입자크기와 농도, 탈수기 가동 상태 등에 따라 달라지는데 평균적으로 5 ~ 20 rpm 정도를 유지한다.

3.3 포집 및 소각시설

3.3.1 매립가스 모니터링

가. 측정항목

- 매립가스 조성 측정 : 메탄(CH₄), 이산화탄소(CO₂), 산소(O₂)
- 매립가스 황화수소(H₂S) 측정
- 매립가스 압력 측정
- 매립가스 유량 측정
- 매립가스 온도 측정

나. 모니터링 장비

장 비 명	측 정 항 목
분석기 GEM-5000 분석기 GA-2000 Plus 풍속계 Testo-445 온도계 LANDTEC	- 매립가스 조성(□□)측정 (메탄, 이산화탄소, 산소) - 매립가스 황화수소 측정 - 매립가스 압력 측정 - 매립가스 유량 측정 - 매립가스 온도 측정

다. 모니터링 데이터 분석

- M/S 모니터링 주기 - 주 2회 이상(현장상황에 맞추어 변동)
- 매립가스 조성 측정은 휴대용 가스농도측정기로 측정한다.
- 매립가스 조성은 다음과 같이 산출한다.
 - $CH_4 + CO_2 + O_2 + N_2 = 100 (\%)$
 간혹 CH₄량이 고농도로 측정되어 100%를 초과하는 경우가 있음
 이는 적외선 방식에 의해 C-H를 CH₄로 혼동하여 발생됨
- 따라서 매립가스 조성이 100% 이상으로 측정될 경우는 다음과 같은 산출에 의해서 매립가스 조성을 결정한다.
 - CH₄ : 실제 측정값 적용
 - CO₂ : 실제 측정값 적용
 - O₂ : 실제 측정값 적용
 - N₂ : 계산치 적용 = $100 - CH_4 - CO_2 - O_2$

라. 모니터링 데이터 분석

다음 기준은 각각의 개별이송관(Manifold Station 내)에 설치된 압력조절밸브 조정방법 결정의 기본적인 자료로 활용한다.

- CH₄와 CO₂

구 분	비 율 (%)	판 정 내 용
CH ₄ + CO ₂	100	외부 공기유입 없음
	75 ~ 95	운전 목표치로 정상 운전치 임
	75 이하	외부 공기유입으로 포집시설에 대한 점검 필요

- CH₄ / CO₂

구 분	비 율 (%)	판 정 내 용
CH ₄ / CO ₂	= 55 / 45	정 상
	> 55 / 45	장비(계측기)의 측정 오류
	< 55 / 45	메탄(CH ₄)의 산화 (매립지 내부 공기 존재)

- N₂ / O₂

구 분	비 율 (%)	판 정 내 용
N ₂ / O ₂	= 3.8 / 1	정 상
	> 3.8 / 1	쓰레기의 산화 (매립지 내부 화재 가능성 의심)

※ N₂ / O₂ 계속 증가 : 화재로 판단되므로 방재대책 필요

- 온 도

구 분	비 율 (℃)	판 정 내 용
매립가스	35 ~ 57	정 상
	60 이상	매립지 내부 약간의 연소가 진행 중임

※ 60℃ 이상일 경우 : 주기적으로 산소에 대한 질소의 비율 및 이산화탄소의 함량 측정

- O₂

구 분	비 율 (%)	판 정 내 용
O ₂	1.0 이하	정 상
	1.0 이상	외부 공기유입

※ CES-LANDTEC, USA 권장 기준(산소농도 1%이하의 범위, 0.5%이하가 바람직함)

3.3.2 포집시설물

가. M/S 내 자동압력조절기

- 수직가스 포집정의 적정한 포집압력은 -400 mmAq 이므로 현재 모든 자동압력 조절기는 -400 mmAq로 조정되어 있다.
- 수직정의 포집가스의 농도가 40%이하로 포집되면 유량이 적정 유량보다 많이 포집되고 있으므로 압력조절기로 개별배관의 압력을 적당하게(약 - 200 mmAq) 조절하여 수직가스 포집정의 포집압력을 조정하면 2 ~ 3일정도 지난후 농도는 회복된다.
- 가스압력 조절기의 압력을 조절하는 방법은 조절기 전면의 Cap을 열고 8 mm 스페너로 오른쪽으로 1바퀴 돌리면 압력은 +쪽으로 20 mm정도 조정된다.
- 즉 오른쪽으로 10바퀴 돌리면 -400 mmAq에서 - 200 mmAq로 조정되고 왼쪽으로 10바퀴 돌리면 -400 mmAq에서 -600 mmAq로 조정이 된다.
- 자동압력 조절기의 세부구조, 작동원리 등은 별도의 제작시방서에 상세하게 서술되어있다.

나. 기기별 고장내용 및 조치사항

내 용	원 인	조 치 사 항
압력조절 밸브불량	<input type="checkbox"/> Scale 또는 응축수 유입 <input type="checkbox"/> Spring 탄성력 저하	<input type="checkbox"/> 메인플렌지 분해 후 청소 <input type="checkbox"/> 응축수 제거 및 Setting
가스누출	<input type="checkbox"/> 밸브, 호스, 배관 주변 기밀 불량	<input type="checkbox"/> 기밀상태 확인 <input type="checkbox"/> 볼트, 너트 체결상태 확인
수동밸브 작동불량	<input type="checkbox"/> Scale 또는 기어, 핸들 파손	<input type="checkbox"/> Scale 제거 및 보수
M/S 파손 (컨테이너)	<input type="checkbox"/> 내·외부 판넬 파손 <input type="checkbox"/> 천정, 바닥 등 내부 파손	<input type="checkbox"/> 교체 및 보수
응축수 배출불량	<input type="checkbox"/> 배관 구배불량 또는 Scale 누적	<input type="checkbox"/> 원인 파악 및 Scale 제거
전기설비	<input type="checkbox"/> 전등, 환풍기 등 전기설비 불량	<input type="checkbox"/> 교체 및 보수

3.4 공정폐수처리시설

공정폐수 처리과정에서 단위 공정별로 각각의 적정 운전조건을 최적화하여 나타낼 수 있으나, 단일 운전조건만을 기준으로 처리수량을 결정하거나 처리효율을 예측하여서는 안 되며, 모든 운전조건을 상호 면밀히 검토한 후 운전방법을 결정하여야 한다.

3.4.1 MBR 공정

- 가. pH는 미생물의 성장조건에 주요한 영향을 끼치며, 후단 공정의 원활한 처리에도 영향을 미치므로 pH를 적정한 값으로 유지하는 것이 중요하다. Sulfate의 산화에 의해 pH가 떨어져 미생물 성장에 영향을 줄 수 있으나, 배출공정인 Thiopaq SYSTEM에서 HCO_3^- , CO_3^{2-} 의 완충작용으로 pH 값은 7.0~9.0을 유지한다.
- 나. 그러나 유입폐수의 HCO_3^- , CO_3^{2-} 성분이 적거나 유입폐수량이 적으면 생물반응조 내 알칼리도 BUFFER가 낮아져 pH가 급하강한다. 이에 생물반응조 내에 직접 중탄산나트륨을 투입하여 알칼리도 BUFFER를 높여 미생물 및 설비를 보호할 수 있었다.
- 다. 미생물이 가장 활발하게 작용할 수 있는 적정온도로 유지시켜주는 것이 처리효율에 있어 중요하다. 적정온도를 벗어난 운전시, 처리효율 저하 및 거품 생성 등의 원인이 된다.
- 라. DO는 미생물의 성장에 주요한 영향을 끼치고 미생물 활동에 지표가 될 수 있다. 따라서 DO 값을 지속적으로 모니터링 해야 하며, 그에 따라 각 생물반응조로 주입되는 공기량을 조절해주는 것이 필요하다. 고농도 오염부하를 일시적으로 처리할 수 있도록 충분한 공기를 공급하여 DO가 부족하지 않도록 운전하여야 한다. 고농도 오염부하 유입시 일시적으로 DO가 0~1.0 으로 감소되고, 다음 유입 전에 DO를 회복될 수 있도록 충분한 공기를 공급하여야 한다.
- 마. 1차 처리수 CODcr은 평균 326.7 mg/L, 최소 180.7 mg/L, 최대 530.4 mg/L 처리되었으며 설계기준 2,401 mg/L 보다 85% 이상 낮게 처리되어 후단시설 운전부하를 저감할 수 있었다.
- 바. 1차처리수 황산이온은 평균 48,447 mg/L로 처리되어 설계기준 69,300 mg/L 보다 낮은 값을 나타내어 Sulfate(SO_4^{2-})를 제거하는 화학적처리 시설의 운전부하를 저감할 수 있었다.
- 사. 미생물 성상을 지속적으로 모니터링하여, 처리장 여건에 맞는 미생물 군에 대한 생존 조건 및 최적조건을 분석 파악하여 안정적인 처리를 유지할 수 있어야 한다.

○ 유량조정조 적정 운전조건

기 자 재	운전 조건	비 고
원수이송펌프	<input type="checkbox"/> 유량조정조 수위 H_ON, L_OFF <input type="checkbox"/> MBR반응조 수위 H_OFF, L_ON	
수위계	<input type="checkbox"/> HH: 3.9, H: 1.0, L:0.8, LL: 0.7	

○ MBR 적정 운전조건

기 자 재	운전 조건	비 고
포기용 송풍기	<input type="checkbox"/> 3대 중 1대 가동 <input type="checkbox"/> Suction 유량 : 120 m ³ /min 이상(가동율 94%)	
Membrane 송풍기	<input type="checkbox"/> 3대 중 1대 가동 <input type="checkbox"/> Suction 유량 : 28 m ³ /min 이상(가동율 81%)	
Membrane 인발펌프	<input type="checkbox"/> MBR반응조 수위 M_ON, L_OFF <input type="checkbox"/> 1차처리수조 수위 H_OFF, L_ON <input type="checkbox"/> 인발유량 : 5.0 m ³ /hr 이상 <input type="checkbox"/> 펌프_ONTIME : 1~3분 <input type="checkbox"/> 펌프_OFFTIME : 2~6분 <input type="checkbox"/> A/B호기 교번운전(RUN)	
잉여슬러지 인발펌프	<input type="checkbox"/> 펌프_ONTIME : 10초 <input type="checkbox"/> 펌프_OFFTIME : 20~60분 <input type="checkbox"/> A/B호기 선택운전(PRESEL)	
소포펌프	<input type="checkbox"/> 펌프_ONTIME : 1,440분 <input type="checkbox"/> 펌프_OFFTIME : 0분 <input type="checkbox"/> A/B호기 교번운전(RUN)	
수위계 A	<input type="checkbox"/> HH: 3.85, H: 3.75, M: 3.72 L:3.66, LL: 3.66	
수위계 B	<input type="checkbox"/> HH: 3.71, H: 3.68, M: 3.66 L:3.56, LL: 3.56	
DO계	<input type="checkbox"/> HH: 10.0, H: 8.5, L:1.0, LL: 0	
pH계	<input type="checkbox"/> HH: 9.8, H: 8.5, L:7.0, LL: 6.8	

3.2.2 산화공정

가. 1차 처리수 CODcr은 평균 326.7 mg/L, 최소 180.7 mg/L, 최대 530.4 mg/L 처리되었으며, 방류수 CODcr은 평균 100.3 mg/L 처리되어 CODcr 제거율은 69.2%의 효율을 보였으며, 설계제거율 85.6% 보다 낮게 처리되었다.

나. 원수의 성상변화에 따라 오존이 접촉하게 되면 다량의 거품이 발생하여 초음파수위계의 감지오류와 부상되는 거품이 배오존파괴기로 가는 배관을 타고 배오존파괴기로의 월류현상이 발생하였고, 배오존 발생지점과 배오존 파괴기 사이에 거품을 제거할 수 있는 버퍼탱크 및 배관을 확관하여 문제를 개선하였다.

다. 비상시(기기고장 및 pH buffer 파괴 등) 조건을 검토하여, 비상시 운전할 수 있는 대응 방법도 구비하여야 한다.

○ 1차 처리수조 적정 운전조건

기 자 재	운전 조건	비 고
1차처리수 이송펌프	<input type="checkbox"/> 1차처리수조 수위 M_ON, L_OFF <input type="checkbox"/> 오존유입조 수위 H_OFF, L_ON	
수위계	<input type="checkbox"/> HH: 2.8, H: 2.5, M: 1.1 L:1.0, LL: 0.9	

○ Peroxone System 적정 운전조건

기 자 재	운전 조건	비 고
오존발생기	<input type="checkbox"/> 산소유량 : 50 m ³ /hr 이상 <input type="checkbox"/> 산소압력 : 80 KPa 이상 <input type="checkbox"/> 오존생산량: 5 kg/hr 이상 <input type="checkbox"/> 오존농도 : 90 g/Nm ³ 이상 <input type="checkbox"/> 가동율 : 40% 이상	
액체산소탱크	<input type="checkbox"/> 탱크잔량 : 1,000 ℓ 이상 <input type="checkbox"/> 탱크압력 : 0.5 ~ 0.75 MPa	
냉각기	<input type="checkbox"/> 온도 Setting: 13 °C	
배오존처리장치	<input type="checkbox"/> 온도 Setting: 400 °C	
오존유입조 수위계	<input type="checkbox"/> HH: 2.6, H: 2.3, L:2.0, LL: 0.1	
산화처리조 수위계	<input type="checkbox"/> HH: 2.6, H: 1.9, L:1.0, LL: 0.5	
산화처리수이송펌프	<input type="checkbox"/> 산화처리수조 수위 H_ON, L_OFF <input type="checkbox"/> 2차처리수조 수위 H_OFF, L_ON	

3.2.3 화학적처리 공정

- 가. 방류수 황산이온은 자체분석 기준 최소 31,930 mg/L, 최대 55,466 mg/L, 평균 45,157 mg/L로 방류기준대비 평균 75.2%로 방류되었다. 공인기관에서 분석한 방류수 황산이온은 평균 43,048 mg/L로 처리 되었다.
- 나. 중탄산이온(HCO_3^-) 및 탄산이온(CO_3^{2-})에 의해 pH buffer가 강한 폐수에서 pH가 떨어지는 현상이 발생하였으며, 이는 염화칼슘의 칼슘이온(Ca^{2+})이 황산이온(SO_4^{2-})과 반응하기에 앞서 탄산이온(CO_3^{2-})과 반응($\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CaCO}_3$)하여 pH buffer를 제거함으로써 pH가 저감되는 현상도 발생하였다.
- 다. 방류수 T-P는 자체측정 기준 최소 0.5 mg/L, 최대 3.5 mg/L, 평균 2.4 mg/L로 방류기준대비 평균 60.0%로 방류되었다. 공인기관에서 분석한 방류수 T-P는 평균 2.1 mg/L로 처리 되었다.
- 라. 화학적처리 공정은 향후 다양한 유입부하 변화에 대한 JAR-TEST 등을 수행하여, 각 상황별 적정약품 투입량에 대한 부분을 검토하여야 한다.
- 마. 다양한 약품을 비교 검토하여, 효율적이고, 보다 경제적인 약품에 대한 검토가 필요하다.

○ 2차 처리수조 적정 운전조건

기 자 재	운전 조건	비 고
2차 처리수 이송펌프	<input type="checkbox"/> 2차 처리수조 수위 M_ON, L_OFF <input type="checkbox"/> 3차 처리수조 수위 H_OFF, L_ON	
수위계	<input type="checkbox"/> HH: 2.6, H: 2.5, M: 1.1 L:1.0, LL: 0.9	

○ 반응조 적정 운전조건

기 자 재	운전 조건	비 고
반응조1교반기	<input type="checkbox"/> 2차처리수 이송펌프와 연동	
염화칼슘 공급펌프	<input type="checkbox"/> 2차처리수 이송펌프와 연동, 1.2 ℓ/min	
pH계	<input type="checkbox"/> HH: 7.80, H: 7.50, L:7.45, LL: 7.10	

○ 반응조2 적정 운전조건

기 자 재	운전 조건	비 고
반응조2 교반기	<input type="checkbox"/> 2차 처리수 이송펌프와 연동	
PAC 공급펌프	<input type="checkbox"/> 2차 처리수 이송펌프와 연동, 0.025 ℓ/min	

○ 응집조 적정 운전조건

기 자 재	운전 조건	비 고
응집조교반기	<input type="checkbox"/> 2차처리수 이송펌프와 연동	
고분자응집제 공급펌프	<input type="checkbox"/> 2차처리수 이송펌프와 연동, 0.52 ℓ/min	

○ 침전조 적정 운전조건

기 자 재	운전 조건	비 고
침전조슬러지수집기	<input type="checkbox"/> 24시간 운전(LOCAL PANEL 수동 ON)	
슬러지인발펌프	<input type="checkbox"/> 타이머에 의한 ON, OFF <input type="checkbox"/> ON: 2분, OFF: 15분, 인버터: 50%	

3.2.4 여과 및 방류 공정

○ 3차처리수조 적정 운전조건

기 자 재	운전 조건	비 고
3차처리수 이송펌프	<input type="checkbox"/> 3차처리수조 수위 M_ON, L_OFF <input type="checkbox"/> 방류수조 수위 H_OFF, L_ON	
수위계	<input type="checkbox"/> HH : 2.5, H : 2.4, M : 1.8 L : 1.6, LL : 1.4	

○ 방류수조 적정 운전조건

기 자 재	운전 조건	비 고
방류수조교반기	<input type="checkbox"/> 3차처리수 이송펌프와 연동	
pH control systm	<input type="checkbox"/> pH계와 연동하여 자동 ON/OFF	
pH계	<input type="checkbox"/> HH : 7.50, H : 7.40, L : 7.35, LL : 6.5	
수위계	<input type="checkbox"/> HH : 1.6, H : 1.5, M : 1.0 L : 0.4, LL : 0.3	

3.2.5 슬러지처리 공정

○ 잉여슬러지 저류조 적정 운전조건

기 자 재	운전 조건	비 고
잉여슬러지	<input type="checkbox"/> 잉여슬러지저류조 수위 M_ON, L_OFF	
이송펌프	<input type="checkbox"/> 슬러지저류조 수위 H_OFF, L_ON	
수위계	<input type="checkbox"/> HH : 2.4, H : 2.0, M : 1.1 L : 0.95, LL : 0.9	

○ 슬러지 저류조 적정 운전조건

기 자 재	운전 조건	비 고
슬러지 이송펌프	<input type="checkbox"/> 탈수기 운전에 의한 자동 ON/OFF	
수위계	<input type="checkbox"/> HH : 2.4, H : 2.2, M : 1.15 L : 1.0, LL : 1.05	
유량계	<input type="checkbox"/> 2 ~ 5 m ³ /hr	

○ 탈수시설 적정 운전조건

기 자 재	운전 조건	비 고
탈수기	<input type="checkbox"/> 탈수기 PANEL에서 자동 ON/OFF	
고분자응집제 자동희석장치	<input type="checkbox"/> 원액탱크 15% 이상 유지	
고분자응집제 공급펌프	<input type="checkbox"/> 인버터 : 50 ~ 100%	

4. 야간근무 수행방법 및 비상시 조치 요령

4.1 야간근무 기준 및 운영방법

4.1.1 기본 근무원칙

- 가. 근로기준법상 1주간 40시간(최대 52시간) 준수를 원칙으로 하되, 심야 근무시 현장 순찰 위주에서 제어 System 활용성 증대로 근무강도 완화
- 나. 근무위치는 각 시설 제어실 근무를 원칙으로 하고, 필요 및 상황에 따라 현장 순찰 및 점검업무를 수행
- 다. 근무형태는 주간근무 및 교대근무(4조3교대)로 구성

4.1.2 운영방법

- 가. 주간근무 : 9시 ~ 18시(8시간)
 - 나. 교대근무 : 4조 3교대 (D/S, A/S, N/S로 구성)
(D/S : 08:00 ~ 16:00, A/S : 16:00 ~ 22:00, N/S : 22:00 ~ 익일 08:00)
 - 다. 야간 순찰코스 설정 및 Log-Sheet 운용
 - 가) 야간순찰은 2시간에 1회씩 실시(시설별로 차이가 있을 수 있음)
 - 나) 야간순찰 시 및 설비 이상상태 발생 시 특기사항으로 별도 보고
- ※ 매일 오전(08:30) 전일 발생한 이상상태에 대한 회의 후, 주간에 조치 시행

4.2 야간근무 수행내용

4.2.1 감시제어업무

야간 감시업무는 주로 제어 System 화면상으로 각 공정별 시설운영 상황을 점검하며, 주요 점검 내용은 시설별 운전현황, LFG 농도 및 압력변화에 따른 조작, 시설별 처리효율 안정을 위한 각종 조작, 각 시설의 공정별 운전조건의 변화 상황, 긴급 비상상황 유무 등으로 수시로 전체공정의 운전상황을 점검하고 그 내용을 기록부에 기재한다.

4.2.2 현장순찰

당일 주간업무 진행사항을 인수받고 2시간 마다 1회 현장 순찰을 실시한다. 이때 주간업무 특이사항 및 취약지점을 집중 점검한다.
(시설의 운전상황 등 기기별 가동상태 등 점검 진행)

4.2.3 기타업무

당일 공정운영상황에 대한 운영일지 및 기타 점검일지를 00시 기준으로 작성한다.

5. 시설별 운전절차서

5.1 발전시설

5.1.1 보일러

5.1.1.1 정상운전

5.1.1.1.1 개요

본 보일러는 요구된 증기 압력, 증기 온도 및 증발 유량을 얻을 수 있도록 설계 및 제작되었다. 운전 절차는 아래와 같이 단계적으로 설명 될 것이다.

가. 운전 기록의 준비

보일러를 운전할 때는 공급자로부터 제시된 기록을 참고하면서 항상 각 부분들의 급수, 증기, 공기 및 가스 온도, 압력 등을 주시하고 어떤 비정상적인 값이 지시 된 경우에는 즉각적으로 적절한 조치를 취한다.

운전기록을 위하여 계기반 및 운전 추이를 시간당 1회 이상 그 상태를 기록하는 것이 필요하다. 측정되어야 할 기본적인 요소들은 다음과 같다.

- 1) 각 부분의 급수 및 증기 온도의 압력
- 2) 드럼 수위
- 3) 각 부분의 공기 및 가스 온도, 압력 및 CO₂ 혹은 O₂량
- 4) 연료 소모량 및 연료 분석
- 5) 급수량, 증기량 및 수질
- 6) 보일러 수질분석 및 공기 배출
- 7) 화학물질의 공급
- 8) 전동기의 전력 공급

나. 각 부분의 구조에 대한 이해

비상시 그 원인에 대한 올바른 판단과 적절한 조치로 사고를 미연에 방지하거나 사고로 인한 손실을 최소화하기 위해서 운전원은 보일러 각 부분의 구조와 보일러에 설치된 자동 제어기기에 대한 작동 원리 및 운전 절차에 대하여 완전히 숙지하고 있어야 한다.

5.2.1.1.2 기동 시 유의 사항

보일러 초기 기동 시에는 각종 계기와 기록계 등의 작동상태를 확인하고 안전 연결 장치의 작동시험과 보일러의 팽창과 여유를 검사 할 수 있도록 장시간 동안 최저부하에서 유지시켜야 한다.

가. 급수, 공기배출, Drain Valve의 취급법

냉각된 보일러에 상온의 급수를 투입할 경우에는 특별한 문제는 없지만 고온의 급수를 과도한 속도로 투입하게 되면 보일러 내에 국부적인 온도차를 유발하여 과도한 열응력을 초래하게 되므로, 반드시 점차적으로 서서히 채워야 한다. 급수 시에는 공기 압력 배출 밸브를 완전히 열어서 보일러내의 공기를 밖으로 배출시키면서 드럼의 수위가 기존 물 위치보다 낮은 위치에 도달 할 때까지 급수한다. 그러나 보일러를 기동한 후 드럼 압력이 상승하여 보일러 압력이 약 1.2 Kg/cm²까지 상승되면 모든 공기 압력 배출용 밸브를 반드시 닫아야 한다.

※ Hot Start-up 및 Warm Start-up 시는 기동 압력 조절 라인을 통하여 공기 또는 증기를 배출 시켜야 한다.

각 기동조건에서의 보일러 예상 압력 및 온도는 다음과 같다

구 분	압력(Kg/cm ² g)	온도(℃)
Cold Start	0	25
Warm Start	0	100
Hot Start	40	Saturated

나. 압력 상승 시 주의사항

드럼 압력을 요구치까지 상승시키는데 필요한 시간은 기동 곡선(Page 15)에 나타나 있다. 보일러 기동시 과도한 압력 상승(온도 상승)은 보일러 압력 부위들(특히 증기드럼)에 과도한 열응력을 발생시킬 수 있기 때문에 보일러의 압력 상승률은 기동 곡선에 나타난 압력상승을 초과하지 않도록 해야 한다.

보일러 기동 시 압력 상승 과정에서는 자동 연소 제어기기 및 자동 급수 제어기들을 반드시 수동으로 운전 및 제어하고 필요 시 기동시 압력 배출 밸브(MS-FV-001)를 사용하여 압력 상승을 조절한다.

다. 압력계

보일러 압력이 충분히 상승하면 압력계의 지침이 정상적으로 작동하고 있는지를 즉시 확인한다. 압력계 연결 튜브내에 응축수가 남아 있으면 압력계의 지시에 영향을 미치게 되므로 주의한다. 겨울철에 보일러 기동 시 연결 튜브내의 응축수 동결방지를 위한 조치를 특별히 취하지 않은 경우에는 각 압력계 및 연결 튜브 내의 응축수 동결 여부를 확실히 확인 후 기동을 진행한다.

라. 수위계

보일러를 점화하기 이전에 수위계와 도압관을 배출하고 보일러 수위를 확인할 필요가 있다. 특히 새로 설치된 보일러의 경우에는 보일러 최초 기동 시 반복하여 배출해야 한다. 이와 같이 수위계와 도압관을 배출시키면 이물질들을 감소 시켜주고, 수위계의 Seat가 눌러붙는 것을 방지하며 Valve Seat를 보호해 준다.

보일러의 정상 운전 시에도 역시 수위계의 기능은 반드시 매 근무 교대마다 최소한 한번씩 검사해야 한다. 만일 수위계의 배수 밸브가 열려 있어 드림 수위에 미소한 변화가 발생된 경우 그 원인을 즉시 살펴보고 필요한 수리를 한다.

보일러가 정상 운전상태에 들어간 후에는 믿을 만한 자동급수 제어기거나 혹은 원격 수위계가 설치 되어있다 하여도 자주 보일러의 수위계를 주시하여 계기상의 수위가 실제 수위와 일치하는가를 확인하여야 한다.

또 한 순간이라도 운전 중인 보일러에 급수의 공급이 완전히 중단되는 일이 있어서는 안 된다. 계기의 사양 취급 및 보수 사항은 제작자의 운전 보수 지침서에 따른다.

마. 수분유출(Priming)

특별한 경우를 제외하고 보일러 수위는 심한 동요가 일어나지 않도록 주의하면서 수위계 중심 부근 수위 이하로 조절되어야만 한다.

수분유출은 보일러 설계압력보다 극히 낮은 압력하에서 또는 수위가 대단히 높은 상태에서 최대증발을 내고자하는 경우에 발생하기가 쉽다. 일반적으로 수냉벽이 있는 보일러의 경우 보일러수 용량은 증발율에 비해 적기 때문에 부하가 급격한 증가로 동요하는 경우도 수분유출이 발생하기 쉽다. 수분유출이 일어나면 급수를 수동제어로 전환하고 배출을 수행한다. 수위 조절을 위해 필요하다면 보일러 부하를 감소시켜야 한다.

바. 주증기관 계통으로의 연결

보일러 압력이 규정 압력까지 상승하여 주증기관 계통으로 연결하기 전에 각 안전밸브들이 규정된 압력에서 완전하게 동작하는가를 확인한다.

주증기관 계통이 냉각되어 있을 때에는 주증기를 관련 계통으로 보내기 전에 주증기관 전동밸브의 Small Bypass밸브를 열어 주증기관 및 관련 계통의 Warm-up을 실시하고, 이 때 발생하는 응축수는 완전히 방출시킨다. 주증기관 Warm-up 후에는 Small Bypass밸브를 닫는다.

사. 보일러 부분 누설 검사

보일러 주증기가 주증기 배관으로 이송되고 부하상태가 안정되면 보일러 모든 부분에 대한 누설검사를 수행한다. 특히 새로 설치한 보일러의 경우 및 Packing들이 교환된 경우 모든 Valve를 포함하여 각 결합부에서의 누설을 주의깊게 검사하고 필요에 따라 다시 조여준다.

보일러가 최초 운전을 시작하는 경우에는 주증기 온도가 규정온도(539℃)까지 상승하는 동안에 누설 여부를 지속적으로 감시하고, 필요 시 반복하여 조여줌으로써 누설을 사전에 방지하여야 한다.

일반적으로 누설의 상태는 초기에 거의 무시될 수 있을 정도의 누설도 가속적으로 악화되는 경향이 있다. 그리고 만일 이들을 그대로 방치하면 Packing면은 수리가 불가능할 정도로 심하게 손상을 받게 된다. 따라서 누설이 발생한 부위는 가능한 한 초기에 고쳐져야 한다. 기자재를 교환 또는 보수할 때에는 많은 시간이 소요되기 때문에 보일러를 대기압으로 낮추고 필요한 사전주의 조치를 취한 후에 교환해야 한다.

5.1.1.1.3 운전 중 유의사항

가. 가스 온도

연소가스 온도는 부하가 증가함에 따라 상승하고 부하가 감소함에 따라 떨어진다.

부하에 대한 가스 온도를 반드시 기록한다. 그와 같은 기록은 추후 보일러의 정상 운전 여부를 판단하기 위한 중요한 자료로서 활용될 수 있으며, 만일 연소가스의 온도가 비정상적으로 높거나 낮게 되면 운전원은 즉시 그 원인을 파악하고 필요 시 적절한 조치를 취해야 한다. 비정상적인 가스 온도를 초래할 수 있는 원인들은 다음과 같다.

1) 과잉공기율이 너무 높다.

과잉 공기율이 극히 높아지면 비정상적인 백색 연기가 발생되고 연소 가스 내의 CO₂ 함유량이 극단적으로 낮아지며 보일러의 효율을 떨어뜨리는 원인이 될 수 있으므로 적절한 주의를 요하게 된다. 이러한 일은 보일러를 저부하에서 운전할 경우 자주 발생하는 경향이 있다.

2) 2차 연소 발생

전열면 혹은 덕트 내에 누적되었던 그을음 및 미연소 물질이 어떤 원인에 의해 착화하게 되어 2차 연소가 발생될 경우 보일러 전열면을 통과하는 연소가스의 온도를 상승시키게 되고 또한 보일러 출구 온도를 상승시키게 되므로 연소가스 온도에 대한 지속적인 검사가 필요하다.

나. 보일러 공기 배출

보일러 내의 불순물 농축으로 인해 보일러 내를 순환하는 보일러수의 수질이 악화되는 것을 방지하기 위해 보일러 운전 중에 상부 드럼에서 소량의 보일러수를 연속적으로 방출하는 연속 고행물 배출을 실시해야 한다. 필요 시 보일러수의 수질에 따라 연속 고행물 배출량을 증감시킨다.

다. 수위가 낮을 때의 조치

보일러 운전 시 발생하는 사고 중 심각한 사고는 저수위로 인해 발생된다. 보일러 운전 및 보수자는 항상 수위를 감시 조절하고 저수위 경보가 발생하면 다시 재발되지 않도록 그 원인을 파악하고 적절한 조치를 취해야 한다. 부하의 비정상 변동에 따라 수위가 일시적으로 동요하는 경우를 제외하고 급수기 고장이나 운전자의 잘못된 조작에 의하여 수위계의 Level이 보이지 않으면 즉시 연소를 중지해야 한다. 상기 사고에 대처할 수 있는 유경험자가 없거나, 정지를 하지 않고도 즉시 수위를 회복할 수 있는 적절한 방법이 없을 때는 보일러를 정지시키고 다음과 같은 절차를 행한다.

1) 가능한 한 신속히 연료 공급을 중단하여 보일러 운전을 중지시킨다.

2) 상기 1)항 조치와 동시에 급수가 계속되고 있으면 자동 급수기기를 수동으로 전환하고 급수를 점차 줄여서 증기 발생이 더 이상 없을 때 급수변을 닫는다. 증기드럼의 수위 조절을 위해 증기드럼에 많은 급수량 순간적으로 투입하여 수위를 급하게 올리게 되면

저수위시 과열 되었던 보일러 압력부가 갑자기 냉각되므로 이를 방지하기 위해 급수량은 점차적으로 늘이거나 줄여야 한다.

3) 압력부의 점검이 필요하면 증기드럼의 기동 시 압력 배출 밸브(MS-FV-001)를 개방하여 증기 압력을 서서히 강하시킨다.

보일러가 냉각됨에 따라서 팬 부하를 서서히 줄인다. 보일러가 내부 접근을 위한 온도까지 충분히 냉각되면 팬을 정지하고 보일러내의 공기 순환을 위해 통풍계통의 모든 공기 조절판을 개방한다.

보일러의 압력부위에 발생될 수 있는 열 충격을 최소화하기 위하여 가능한 한 보일러의 냉각 속도를 느리게 하는 것이 좋다.

보일러 노내에 들어갈 경우에는 들어가기 전 노내에 연소성 가스 잔류 여부 및 산소 농도를 확인하여야 한다.

라. 수위가 높을 때의 조치

수위가 높으면 보일러 물의 기수 공발과 수분유출이 발생될 수 있으므로 수위가 높게 운전되지 않도록 해야하며 수분유출의 징후가 나타나면 즉시 연속고형물 배출 밸브들을 열어 수위를 낮추거나 유량 줄이는 등의 조치를 취한다.

마. 수관이 손상되었을 때의 절차

수관이 파열되었을 때는 다음 절차에 따른다.

- 1) 보일러를 소화한 다음 보일러에 급수 공급을 중단한다.
- 2) 누설된 증기가 굴뚝 밖으로 완전히 방출될 수 있을 만큼의 통풍을 계속한다.
- 3) 증기의 온도가 보수작업이 가능한 온도까지 FAN을 가동한다.
- 4) 공기조절판을 전개한 상태에서 압입송풍기를 정지시킨다.
- 5) 노가 완전히 냉각되어 출입이 가능하면 보일러 압력부 손상상태를 세밀히 조사한다.

손상부위를 보수한 후 보수부위에 대한 비파괴 검사를 실시하고, 비파괴 검사를 수행해야 할 범위가 넓을 경우 수압시험을 실시한다. 물론 보일러 사용 전에 관련 감독관의 승인을 득해야 한다.

5.1.1.1.4 기동전 준비사항

보일러 기동전 보조기기 및 자동제어 계통을 확인한다.

가. 점검 및 확인사항

- 1) 공구나 이물질이 압력부 내에 남아 있는지 여부를 점검한다.
- 2) 보일러 내에 사람 잔존 여부를 점검한다.
- 3) 맨홀 잠김 여부를 점검한다.
- 4) 각 기기의 냉각수 및 윤활유의 양 등이 정상인지 확인한다.
- 5) 제어기기용 공기의 압력이 정상인지 확인한다.
- 6) 각 버너의 밸브가 모두 잠겨있는지 점검한다.

나. 급수 계통

- 1) 급수 처리 계통을 점검한다.
- 2) 급수관의 청소가 보일러 입구까지 완전하게 되었는지 점검한다.
- 3) 배관계통의 밸브 및 계기등이 정상위치에 있는지 또는 정상적으로 부착되어 있는지 여부를 점검한다.
- 4) 펌프 부품의 완전 부착여부 점검한다.

다. 연료 공급 배관 및 연소 설비

- 1) 연료를 통과하기 전에 압축 공기로 배관 내부를 완전히 청소하고 압축공기를 이용하여 배관 내부의 압력을 허용 압력까지 올려 누설 Test를 실시한다.
- 2) 연료 공급 라인의 각종 밸브 및 계기류의 정상적인 설치 여부를 점검한다. 연료가 공급되면 유량 조절 밸브들, 차단 밸브들, 유량계의 기능 점검한다.

라. 점화 계통(Ignition System)

전기적 점화의 작동 여부를 점검한다.

마. 조절 밸브의 특성 점검

공기조절판 및 조절 밸브에 대해서는 Drive System과 Positioner의 작동시간 및 개도 등 정상동작 여부를 확인한다.

5.1.1.1.5 기동 시 준비사항

보일러 기동 시 준비사항은 다음과 같다.

가. 점검 및 확인사항

- 1) 보일러 본체의 열팽창 방향에 대한 정확성 여부 및 열팽창량을 점검한다.
- 2) 계기용 공기나 오일의 압력이 정상인지 점검한다.

나. 밸브 잠김 상태 점검

- 1) 보일러 본체에 취부 된 Drain Valve
- 2) Drum의 공기 배출 밸브
- 3) 수위 레벨 게이지의 배수 밸브 및 공기 배출 밸브
- 4) 급수 자동 조절 밸브(FW-FCV-001) & 주증기 밸브 (HV-002)

다. 밸브 열림 상태 점검

- 1) 드럼 압력 배출 밸브
- 2) 수위 레벨 게이지의 Master Valve 및 Gage Valve
- 3) 압력 게이지 Master Valve
- 4) 각종 계기 및 Transmitter의 Root Valve

5.1.1.1.6 정상 기동 절차(Normal Boiler Start-up Procedure)

항목	절 차	주 의 사 항
기동 전 점검 및 확인	<ol style="list-style-type: none"> 1. 보일러 급수 펌프(1-451-M-PP-01A/B/C) 기동 및 급수 계통 정상 여부 확인 2. 송압블로워(1-432-M-AH-01 B/C/D/E) 연료 가스 공급장치 정상 여부 확인 3. 보조기기의 작동 상태 점검 4. 배관계통 점검 5. 분산제어 시스템 (DCS) 정상 여부 확인 6. Damper의 동작상태 확인 7. 비상시의 작동상태 및 Alarm Device 확인 8. 각 밸브의 Open, Close, Leak 유무 점검 	<p><input type="checkbox"/>급수 System(Pump 포함) 운전 준비 완료 여부 확인</p> <p><input type="checkbox"/>냉각수 및 윤활유 확인</p> <p><input type="checkbox"/>수동조정 및 원격조정 계통 점검</p> <p><input type="checkbox"/>Blow-off 및 연료계통의 Valve 기능, Operational 신호 점검</p>
점화 준비	<ol style="list-style-type: none"> 1. 드럼 수위 확인 2. 압력계 및 부속 밸브 점검 3. 드럼의 공기 압력 배출 밸브 열림 확인 (BW-V-031, BW-V-032, FW-V-020, FW-V-021) (SH-V-021, SH-V-002) 	<p><input type="checkbox"/>수위계의 Normal Level 조정</p> <p><input type="checkbox"/>Valve의 Open 및 Close 점검</p> <p><input type="checkbox"/>Register Damper 조정</p>
점화 (Ignition)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 연료압력 및 온도 재점검 2. 공기에열기(GAH-001) 및 강제압입송풍기 (FAN-001) 기동 3. 노내 퍼지 4. 연료 가스 Leak Test 실시 및 Ignitor 점화 5. 연료 가스 밸브 열림 후 주 버너 점화 6. 연소 상태 확인 7. 통풍 계통의 압력 및 온도 감시 	<p><input type="checkbox"/>Sparking 소리 확인</p> <p><input type="checkbox"/>점화 시에는 가스 유량 조절 밸브의 초기조건 설정 확인</p> <p><input type="checkbox"/>보일러 출구 가스온도에 특히 주의</p>
증기발생 및 압력상승	<ol style="list-style-type: none"> 1. 주증기 발생 후, 공기 압력 배출 밸브 잠김 2. 드럼 압력을 기동 곡선에 따라 증가 3. 수위계의 수위 확인 4. 압력부의 열팽창 측정 및 감시 5. 연료 가스 유량 조절 밸브의 동작 상태 	<p><input type="checkbox"/>Drum 압력이 1.2 Kg/cm²가 되면 모든 공기 압력 배출 밸브 잠김</p> <p><input type="checkbox"/>보일러 수 온도 상승률은 56℃ 이내 (Fuel Fining Rate를 조절하거나, Start-Up Vent Valve를 사용하여 압력보일러의 압력 상승을 조절)</p>
증기공급	<ol style="list-style-type: none"> 1. 보일러의 설정압력 및 온도까지 상승시킨 후 주증기 밸브(HV-002)를 열어 증기 공급 2. 발전소에 증기 공급 후 설정압력 유지 3. 부하증가 	<p><input type="checkbox"/>Standby 보일러를 기동하여 기 운전 중인 보일러와 Tie-in시킬 경우에는 주증기 온도차가 약 15℃ 이하가 될 수 있도록 해야 함.</p> <p><input type="checkbox"/>부하가 25% 이상이면 자동제어로 전환하고 운전상태가 안정된 후 Air-Fuel Ratio 확인</p>

항목	절 차	주 의 사 항
자동제어	1. 제작사의 설명서에 따를 것	
Burner	1. 제작사의 설명서에 따를 것	
기타사항	1. 모든 보조기기 기동 후 윤활유 Level 재확인 2. 진동, 이음, 온도 등의 감시 3. 규칙적인 기록 유지 4. 경보 및 비상조치를 위한 준비 여부 확인	
소 화	1. 버너의 가스 차단 밸브 Close하고 남아 있는 가스를 대기로 배출할 것 2. 주증기 밸브(HV-002) Close 3. 노의 5분 이상 퍼지 4. 압입 통풍기(FAN-001) 정지 5. 보일러 급수 펌프(1-451-M-PP-01A/B/C) 정지 6. 버너 청소 및 분리 7. 계기용 압축기 정지(필요 시) (1) 버너 주위 Valve Close (2) 주증기 밸브(HV-002) Close 8. 공기 압력 배출 밸브 Open	<input type="checkbox"/> Burner 소화 후 가스 배출 밸브 Open ※ 신설 수동 Vent 밸브 Open확인 (운전 중 누출 확인 시 Close) <input type="checkbox"/> 노내에 잔류하고 있는 가스 제거 <input type="checkbox"/> Drum 압력이 감소하여 1.2Kg/cm ² 에 도달할 경우

Note : Standby 보일러의 주증기 온도와 기 운전 중인 보일러의 주증기 온도차를 약 15 ℃ 이하가 되도록 하기 위해서는 나중에 기동하여 Standby Boiler의 운전부하를 약 30% MGR 이상으로 유지해야 함. 따라서 Main Steam Line에 설치된 Start up Vent를 통하여 주증기를 배출시키면서 보일러의 부하를 30% MGR 이상 증가시키고 주증기 온도가 520 ℃ 이상이 됨을 확인한 후 주증기 밸브(Main Steam Valve HV-002)를 열어야 한다.

5.1.1.1.7 보일러 Shut Down

보일러가 자동운전에 의해 최대연속부하로 운전하고 있을 때 차단하는 절차는 아래와 같다.

- 가. 주 조정 장치를 수동조작으로 전환한 후, 보일러 부하를 25% Load까지 내린 다음, 노 내의 연소상태를 확인하면서 버너를 1개씩 정지하여 보일러 운전을 정지한다.

나. 보일러 차단 시, 버너는 상단 버너부터 소화시킨다.

다. 일반적으로 급수조정계통은 보일러 부하의 25% 이상에서 신뢰도가 있다. 25% 미만의 부하로 내려갈 경우에는 자동에서 수동으로 전환된다. 따라서 보일러를 소화하는 과정에서 급수 펌프의 동작상태가 정상인가를 확인해야 한다.

라. 연소계통의 불을 완전히 끈 다음 주증기 밸브(HV-002)를 즉시 Close 해야 하고, 압력 감소는 기동 곡선을 역으로 적용한다. 한편 완전 소화 후에도 압입송풍기는 적어도 5분간 정지시킨다.

5.1.1.1.8 보일러의 단기간 정지 (Normal Shut-down To Hot Standby)

보일러를 단기간 동안 정지 하는 과정은 다음과 같다. 이 경우에 있어서 보일러 압력 등은 가능하면 정상 운전 시와 거의 같도록 유지시키는 것으로 가정한다.

이 정지 과정은 아래와 기술된 과정을 제외하고는 1.7항에서 언급된 보일러 정지 절차와 같다.

가. 보일러가 완전 소화된 다음 주증기 밸브(HV-002)를 완전히 Close하고 보일러의 압력이 상승하지 않도록 필요시 급수의 보충과 증기의 방출을 반복하여야 한다.

나. 연소계통이 완전 소화된 후 노내 가스의 방출을 위하여 압입송풍기(FAN-001)를 수분간 동작시켜야 하며 가스 배출이 완전히 끝났다고 여겨지면 공기와 가스 측의 모든 공기조절판을 완전히 Close해야 한다.

다. 보일러 수위는 수위 측정기에서 눈에 보이는 범위로 유지하는 것이 바람직하다. 이때 보일러수의 양이 충분한지 확인한다.

5.2.1.1.9 단기간 정지 후의 재기동(Hot Restart)

단기간 정지후의 보일러 재기동 과정은 다음과 같다. 이 경우 단기간 정지로 인한 보일러의 압력감소는 아주 적다고 가정한다.

가. 보일러 전반에 걸쳐 검사를 행하고 1.6항의 “가동 전 점검 및 확인” 언급된 모든 항목을 검사한다.

나. “점화” 항에 기술된 방법 및 절차에 따라 압입송풍기를 가동시켜 점화한다.

다. 기동곡선에 따라 압력을 상승시키고, 증기의 온도가 최대허용온도 더 이상의 온도 상승이 없도록 연소상태를 안정시킨다.

5.1.1.2 비상조치 절차

5.1.1.2.1 보일러의 비상정지

보일러 운전 중에 항상 인터록(Interlocks) 나 운전자가 수동 Trip을 통해 비상연료로 될 때 모든 연료는 차단되어야 하며, 연료 차단 밸브는 즉시 닫혀져야 한다.

비상 연료 차단 시에 즉시 행해져야 하는 후속 절차는 아래와 같다.

가. 압입송풍기에 의한 노내 불연소 가스 완전 배출

나. Burner의 Master Valve를 Close 상태 확인

다. 보일러의 압력을 유지하기 위하여 가능한 한 빨리 주증기 밸브(HV-002)를 Close 비상 차단의 원인과 상황 조사 등의 요구에 따라 보일러를 냉각하거나 또 유지토록 한다.

5.1.1.2.2 노폭발에 대한 예방조치

가. 노 폭발은 대부분의 경우에 있어서 연소계통의 이상이나 오조작에 의해 생기기 때문에 운전자가 보일러의 특성, 동작, 연소계통의 조작법을 잘 이해하고, 숙지하는 것이 매우 중요하다. 그러므로 연소계통의 조작 매뉴얼을 숙지하여 잘 이행하여야 한다.

나. 노 폭발을 피하기 위해서는 불연소 상태의 연료가 노내에 남지 않도록 또한 연료와 공기의 혼합에 의한 폭발성 가스가 생기지 않도록 하고 폭발 점화 온도까지 상승시킬 수 있는 열원이 없도록 해야 한다.

다. 불연소 상태로 연료가 노내에 유입되는 경우

- 1) 소화과정에서 버너로부터의 연료 누출되는 경우
- 2) 보일러 운전 중에 버너의 화염이 꺼진 경우
- 3) 점화 시에 연소가 안 될 경우
- 4) 연료상태가 적절치 않아 화염이 꺼진 경우
- 5) 규정보다 낮은 점도의 연료로 인해 버너 입구의 연료의 압력에 미달되어 분사가 적절치 않을 경우

5.1.1.3 검사 및 보수

5.1.1.3.1 개요

보일러 운전자는 보일러 설치 후 가능하면 일 년 이내에 보일러 본체 및 보조 설비에 대한 적절한 운전절차 및 특성에 대한 전체적인 지식을 습득해야 한다. 그러나 운전자는

운전 시작 후 가능한 한 조속한 시간 내에 내/외부 각 부분에 대한 모든 비정상적 조건 등을 확인할 수 있고, 운전 및 취급에 대한 적절한 기준을 확립할 수 있도록 하여야 한다. 검사 주기는 점차적으로 확장시키고 연속 운전과 보일러 전체 운전에 대해 완전히 숙지할 수 있어야 한다.

5.1.1.3.2 검사 및 보수

가. 보일러 외관 검사

보일러의 검사가 요구될 경우에는, 보일러가 정지되고 노내가 충분히 냉각된 후에 보일러 본체와 수냉벽, 보일러 Support의 외관검사를 실시한다. 또한 수냉벽 Tube를 매우 조심스럽게 청정하고 부식, 변형, 팽창, 산화 및 갈라진 틈 등을 점검하며, 더불어 수냉로와 보일러 본체의 Casing 및 Door를 점검하여 가스 누설 여부를 검사한다.

나. 보일러 내부 검사

1) Drum 내부 검사

Manhole Cover를 벗기고 드럼 배부의 고정 및 오염 상태를 점검하고 드럼 내부에 들어가기 전에 증기 차단 변, 급수 공급 변, 약품주입 라인 Valve(CF-V-001, 002, 003) 등이 확실하게 잠겨 있는지 확인해야 하며 작동 금지 표지판을 설치하여 다른 사람이 부주의하게 작동하지 않게 해야 한다.

드럼 내부에 들어가서 부식과 흠집 정도를 검사해야 하며 내부에서 발생하는 가장 일반적인 부식은 용존 산소에 의한 흠집이며 이 흠집은 일반적으로 찌꺼기가 모여 있는 Water 드럼(DR-002) 하단 양 끝에 종종 발생하지만 보일러를 Wet Lay-up 상태로 보존할 시는 보일러수의 물성치가 적당하면 증기 드럼(DR-001) 내부에서는 흠집이 거의 발생하지 않는다.

또한 수관과 드럼의 연결이 확관 Type일 경우 Water 드럼(DR-002) 주위의 확관된 수관에서 흠집이 종종 발견되므로 그 부분에 대한 세밀한 점검이 이루어져야 한다. 보일러가 연속 운전 시는 수냉벽 Tube가 Heater에 확관되었다. 하더라도 흠집의 발생 가능성은 희박하다. 일반적으로 흠집에 의해 생성된 흠은 검붉은 산화물질로 덮여있고 그 아래 흠이 나 있다. 흠집의 주 원인은 급수의 용존 산소이므로 급수와 보일러수의 조절이 합리적으로 이루어졌다면 흠집은 완전히 방지될 수 있다.

2) 수관 내부 검사

Tube 끝단의 용착 상태와 상/하부 드럼의 내부를 주의깊게 검사해야 하고 용착 물질이 있을 경우에는 드럼과 Tube를 완전히 세척하여 용착물질을 제거해야 한다.

수냉로벽 Tube의 경우 Scale 상태를 완벽하게 검사하기 위해서는 시편으로 열적 부하가 가장 높은 부분을 채워하여 용착 정도를 검사하고 산세정 자료로 사용할 수 있도록 Scale을 분석한다.

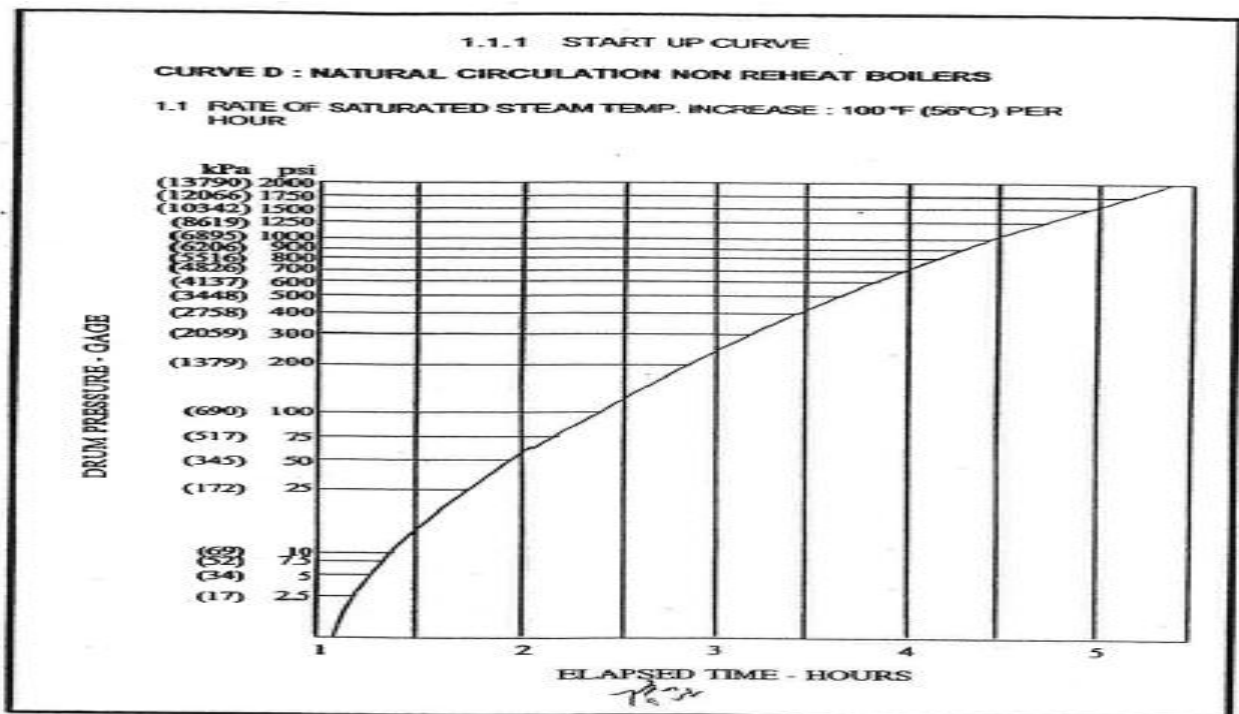
다. 기타 검사

보일러 전열면의 변형상태를 점검하는 보일러 내부검사, 보일러 본체와 수냉벽의 Scale 제거, 노벽 Crack 및 Peeling-OFF 검사는 연간 검사를 실시한다.

주의 : 보일러 내부검사를 위해 연소로 또는 드럼 내부에 들어가기 전, 연소로 또는 드럼 내부의 산소 농도를 확인해야 하며, 만일 연소로 또는 드럼 내부에 사람이 들어간 경우에는 각 위치별로 출입구 외부에 반드시 감시인원 1명 이상을 대기토록 하여 비상상황이 발생 시 적절한 조치를 취할 수 있도록 해야 한다.

또한, 보일러 및 드럼 내부 출입자를 출입자 명부에 기록(출입일자, 시간 및 성명)하여 보일러 재가동에 따른 인명사고를 방지해야 한다.

5.1.1.4 START-UP CURVE



5.1.1.5 Control System의 Input Data

Drum Level: (Drum Level은 Drum 압력에 따라 변화된다.)

Normal Water Level : (Drum Centerline 하부 152.4 mm이다.)

Drum Level 조절은 증기 발전기의 운전범위 이내에서 적당한 Drum Level을 유지하기 위해 급수 유량을 조절하여야 한다. 가장 적당한 급수 유량은 Drum Level에 Reset Action을 사용하여 증기 유량에 비례하게 해야 한다. 이것은 급수로 공급되는 양이 유출되는 증기의 양과 항상 같은 것을 나타내고 Level 설정치의 편차에 알맞게 교정된다. 최상의 Drum Level Control은 유량 균형에 의해 이루어진다.

MAX2 Level : (Normal Water Level의 상부 152.4 mm)

- 주증기 (Main Steam Stop Valve MS-HV-002)가 Close 된다.
 - 연료 가스 차단 밸브 (Fuel Gas Stop Valve LG-XV-001)가 Close 된다.
 - 연료 가스 차단 배출 밸브(Fuel Gas Vent Valve LG-FV-003)가 Open 된다.
 - 급수 조절 밸브 (Feed Water Control Valve FW-FCV-001, FW-LCV-001)가 Close 된다.
 - 급수 차단 밸브 (Feed Water Isolation Valve FW-MV-09)가 Close 된다.
- Note : 만일 주증기 밸브 (Main Steam Stop Valve MS-HV-002)가 Close 되자 않는다면 스팀 터빈 (Steam Turbine)을 Trip 시켜야 하고, Max2 Level이 3초 동안 계속 유지 된다면 Master Fuel Trip을 시켜야 한다.

MAX1 Level : (Normal Water Level의 상부 101.6 mm)

알람이 발생하게 되고, 공기 배출 밸브(Blow Down Valve HM-V-005)를 Open 한다.

MIN1 Level : (Normal Water Level의 하부 15.4 mm)

알람이 발생하게 되고, 급수 조절 밸브(Feed Water Control Valve FW-FCV-001)가 Open 된다.

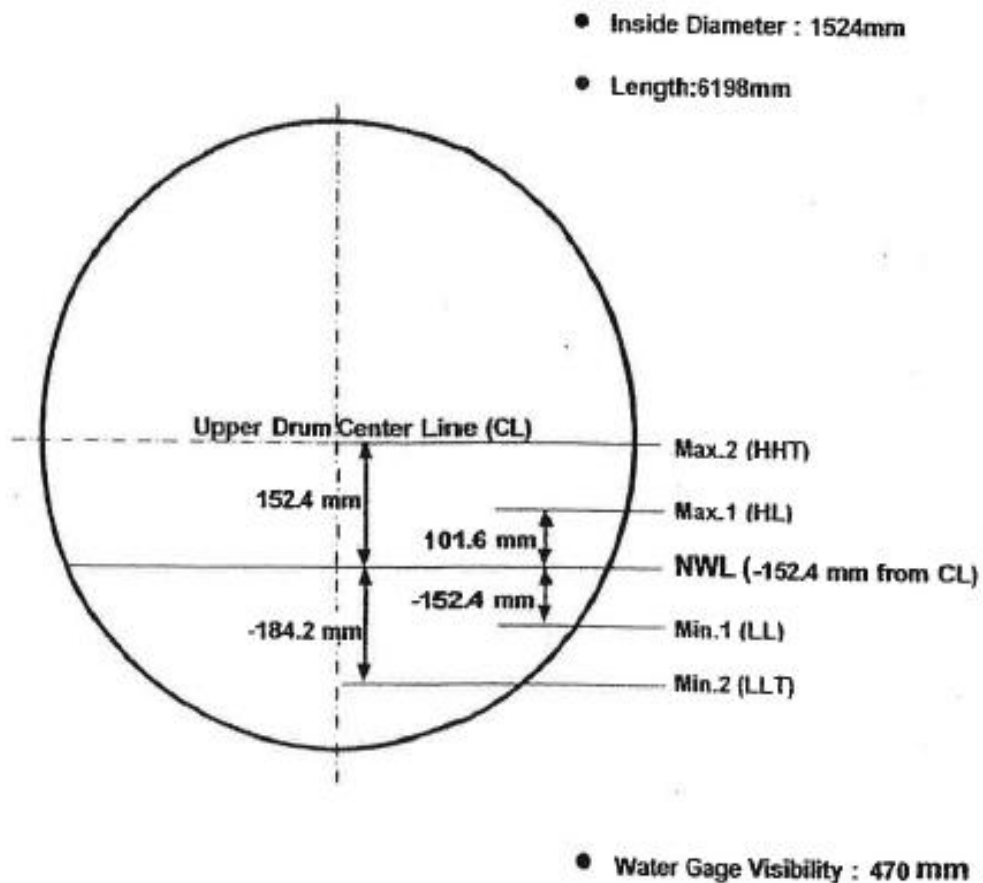
MIN2 Level : (Normal Water Level의 하부 184.2 mm)

- 주증기 밸브 (Main Steam Valve MS-HV-002)가 Close 된다.
- 연료 가스 차단 밸브 (Fuel Gas Stop Valve LG-XV-001 혹은 002)가 Close 된다.
- 연료 가스 공기 배출 밸브 (Fuel Gas Vent Valve LG-FV-003)가 Open 된다.
- 급수 조절 밸브 (Feed Water Control Valve FW-FCV-001, FW-LCV-001)는 Open 상태로 유지된다.

- 급수 차단 밸브 (Feed Water Isolation Valve FW-MV-09)는 Open 상태로 유지된다.

Note : 만일 주증기 밸브 (Main Steam Valve MS-HV-002)가 Close 되지 않는다면 Steam Turbine을 Trip 시켜야 하고, Max2 Level이 3초 동안 계속 유지된다면 Master Fuel Trip을 시켜야 한다.

< Drum Water Level의 Alarm과 Trip >



Note : All dimensions are in mm.

HHT - High High Trip
 HL - High Level
 CL - Center Line
 LL - Low Level
 LLT - Low Low Trip

급수 차단 밸브 (Feed Water Main Stop Valve FW-MV-09)

기동 시에는 Open 하여야 하고, Master Fuel Trip 시에는 Close 하여야 한다.

저부하(기동) 시 드럼 레벨 조절 밸브 (Feed Water Filling Control Valve FW-LCV-001)

기동 시에는 Single Element Control이 사용되고, 기동 시 Control Set Point는 0 mm (Normal Water Level)이다.

※ 기동을 위한 초기의 드럼 물 Level은 -100 mm이다.

급수 조절 밸브 (Main Feed Water Control Valve, FW-FCV-001)

Drum Level은 Three Element Control에 의해 제어되며, 정상 운전 시 Control Set Point는 0 mm(Normal Water Level) 이다.

Note : 3요소의 조절 신호로 제어 시 두 개가 병렬로 설치된 급수 조절 밸브는 동일한 신호로 조작되어야 한다. 급수 유량이 25%에 도달하면 Large Valve는 Control을 개시하여야 하고 Small Valve는 차츰차츰 Close를 한다. 급수 유량을 감소시킬 때는 Large Valve를 차츰차츰 Close 하여 Feed Flow가 25% 도달한 다음 30초 후 Small Valve를 Control 할 수 있다.

기동 시 압력 배출용 밸브 (Start-up Vent Valve MS-FV-001)

Initial Start-up시 5% Open한다.

※ 이 Valve의 개도(%)는 Operator가 기동 시 조절한다.

※ Steam Vent Capacity는 최대 BMCR의 30%이다.

Burner Ignition Sequence

아래의 Burner Sequence는 Burner-A에 대한 점화 Sequence를 나타낸 것이고 다른 Burner(B, C, D)도 동일하다.

TO+0초(Light Off)

- 모든 Burner의 연소 공기 Register(LG-XV-008, LG-XV-028, LG-XV-048, LG-XV-068)를 Open상태로 유지된다.
- Burner-A의 연소 공기 Register(LG-XV-008)가 Close 된다.

- Ignition Transformer(BZ 25)가 여자된다.
- Ignition 가스 차단 솔 밸브 (Gas Shut-off Solenoid Valve LG-XV-009, 010)가 Open 된다.
- ignition 가스 압력 배출 솔 밸브 (Gas Vent Solenoid Valve LG-XV-011)가 Close 된다.

TO+4초

- Ignition 가스 차단 솔 밸브(Gas Shut-off Solenoid Valve LG-XV-009, 010)가 Open 상태로 유지된다.
- Ignition 가스 압력 배출 솔 밸브(Gas Vent Solenoid Valve LG-XV-011)가 Close 상태로 유지된다.
- 화염가지기(Ultraviolet Flame Detector MA-BE-002)가 점화 화염을 감지하게 된다.

TO+9초

- Ignition 점화기 (Transformer BZ 25)가 소자된다.
- Ignition 가스 차단 전자변 밸브(Gas Shut-off Solenoid Valve LG-XV-009, 010)가 Open 상태로 유지된다.
- Ignition 가스 압력 배출 전자변 밸브(Gas Vent Solenoid Valve LG-XV-011)가 Close 상태로 유지된다.
- 전단의 가스 안전 차단 밸브 (Safety Shut-off Valve LG-XV-005)가 Open 한다.
- 후단의 가스 안전 차단 밸브 (Safety Shut-off Valve LG-XV-006)가 Open 한다.
- 가스 공기 배출 밸브 (Gas Vent Valve LG-XV-007)가 Close 상태로 유지된다.

TO+13초

- Burner 점화 10초 후에 Ignition 가스 차단 솔 밸브(Gas Shut-off Solenoid Valve LG-XV-009, 010)가 Close 된다.
- Burner 점화 10초 후에 Ignition 가스 차단 밸브 (Gas Solenoid Valve(G-XV-011)가 Open 된다.
- 전단의 가스 안전 차단 밸브(Safety Shut-off Valve LG-XV-005)가 Open 상태로 유지된다.
- 후단의 가스 안전 차단 밸브(Safety Shut-off Valve LG-XV-006)가 Open 상태로 유지된다.
- 가스 공기 배출 밸브 (Gas Vent Valve LG-XV-007)가 Close 상태로 유지된다.
- 화염감지기(Ultraviolet Flame Detector MA-BE-001)가 메인 버너 화염을 감지하게 된다.
- Burner-A의 연소 공기 레지스터(Combustion Air Register LG-XV-008)가 Open한다.

TO+17초

- “Burner ON/OFF” 표시등이 점등되는 것으로 Burner Ignition이 완료된 것을 알 수 있다.

Steam Over Pressure가 되면

- 1) Steam 압력이 108.0 Kg/cm²를 초과하면 과열기 안전밸브 (Superheater Safety Valve SH-PSV-001)가 자동으로 Open 된다.
- 2) Steam 압력이 116.0 Kg/cm²를 초과하면 드럼-1 안전밸브 (Drum-1 Safety Valve BW PSV-001)가 자동으로 Open 된다.
- 3) Steam 압력이 119.5 Kg/cm²를 초과하면 드럼-2 안전밸브 (Drum-2 Safety Valve BW PSV-002)가 자동으로 Open 된다.

Steam Over Temperature가 되면

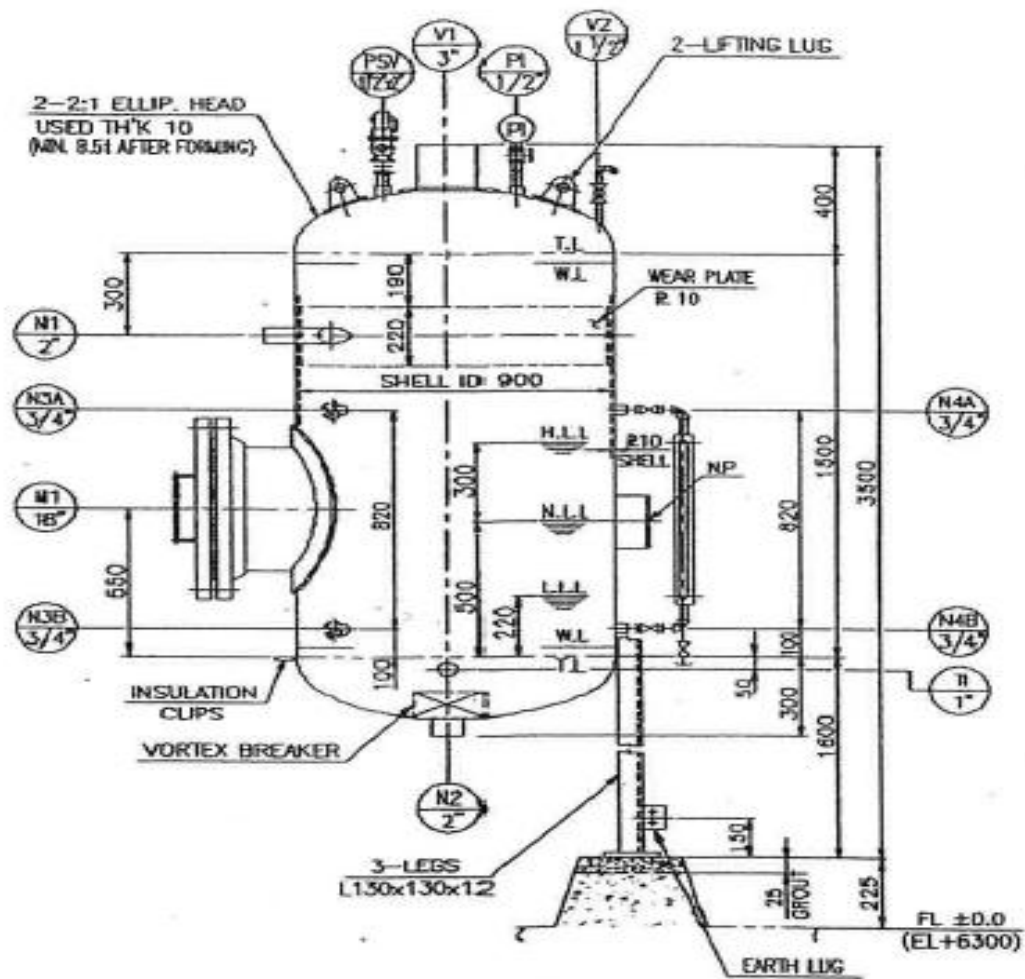
- 1) Steam 온도(MS-TE-001)가 545 ℃ 이상상태로 20초 경과되면 Master Fuel Trip이 된다.

Inter-Stage Steam Temperature(Desuperheater) Control :

기존 운전 시 운전 설정치는 540 ℃이고, 온도 조절 밸브 (Temperature Control Valve FW-TCV-001) 는 Single Element Control Temperature(MS-TE-001)에 의해 제어된다.

Fresh Tank Level Control :

운전 설정치는 기존 물 Level(NWL) 이고, 레벨 조절 밸브(HM-LCV-001)는 Single Element Control Level(HM-LT-001)에 의해 조절된다.



Fresh Tank

5.1.1.6 Valve Alignment List

Valve No.	Valve Description	Start From Cold	Start From Warm	Normal Operating	Secure To Warm	Secure To Drain
FW FCV 001	Main Feed Control	Auto	Auto	Auto	Auto	Auto
FW LCV 001	Main Feed Control	Auto	Auto	Auto	Auto	Auto
FW V009~015	FW Control Valve Isolation	Open	Open	Open	Open	Open
FW MV 09	Feed Water Isolation (MOV)	Open	Open	Open	Closed	Closed
FW V020, 021	Feed Water Line Vent	Closed	Closed	Closed	Closed	Closed
BW V031, 032	Drum Vent Line	Open	Open	Open	Closed	Closed
BW V029 HM V005	Drum Continuous Blow down	Open	Open	Open	Closed	Open
BW V013~016 HM V025~028	Drum Level Gauge Drain Valve	Closed	Closed	Closed	Closed	Open
BW V042~049	Water Drum & Side wall Header Drain	Closed	Closed	Closed	Closed	Closed
SH V003, 004	Spaced SH Outlet HDR Drain	Open	Closed	Closed	Closed	Closed
SH V005, 006	Spaced SH Inlet HDR Drain	Open	Closed	Closed	Closed	Closed
SH V007, 008	Platen SH Outlet HDR Drain	Open	Closed	Closed	Closed	Closed
SH V009, 010	Platen SH Inlet HDR Drain	Open	Closed	Closed	Closed	Closed
MS V012	Main Steam Start-up Vent	Open	Open	Open	Open	Open
MS FV 001	Main Steam Start-up Vent(MOV)	Inching Control	Inching Control	Closed	Closed	Open
MS HV 002	Main Steam Outlet Stop(MOV)	Open	Open	Open	Closed	Open
MS V 001	Main Steam Outlet By-pass Stop	Open	Open	Closed	Closed	Closed
NF V 006	Nitrogen System Shut-Off	Closed	Closed	Closed	Closed	Closed

Valve No.	Valve Description	Start From Cold	Start From Warm	Normal Operating	Secure To Warm	Secure To Drain
FW V007,008	Spray Water Stop	Open	Open	Open	Closed	Closed
FW TCV 001	Spray Water Control	Auto	Auto	Auto	Auto	Auto
LG XV 001	LFG Shut-off Valve	Open	Open	Open	Closed	Closed
LG FCV 001	LFG Flow Control	Auto	Auto	Auto	Auto	Auto
LG FV 003	LFG Main Vent Shut-off Valve	Closed	Closed	Closed	Closed	Closed
LG XV005, 006	Individual Burner Shut-Off Valve	Open	Open	Open	Closed	Closed
LG XV 007	Individual Burner Vent Valve	Closed	Closed	Closed	Opened	Opened
LG XV 001	Ignition Gas Shut off Valve	Open	Open	Closed	Opened	Opened
HM LCV 001	Fresh Tank Level Control	Auto	Auto	Auto	Auto	Auto

※ Tag Number indicates Burner "A", Burner "B", "C" and "D" are the different as This

5.1.2 터빈

운전 시 주의사항

(a) Inlet Steam Pressure(PI-002A/B, PI-001)는 다음의 조건을 만족시켜야 한다.

- Inlet Steam Pressure(PI-002A/B, PI-001)는 반드시 85 kg/cm^2 를 초과해야 한다.
- 보일러에서 Steam 압력을 변화시킬 때에는 Inlet Steam Pressure(PI-002A/B, PI-001)는 가능한 한 천천히 증가 또는 감소시켜야 한다.
- 12개월 운전기간 중 평균 Inlet Steam Pressure(PI-002A/B, PI-001)는 Maximum Rate Pressure(95 kg/cm^2)를 초과해서는 안 된다. 이 평균값을 유지할 시에도 Inlet Steam Pressure(PI-002A/B, PI-001)는 비정상적인 상황을 제외하고 정격 압력의 110%(104.5 kg/cm^2)를 초과해서는 안 된다.
비정상 상황 발생 시 정격압력의 120%(114 kg/cm^2)까지의 순간적인 Swing은 허용 되지만 이러한 Swing 누적시간이 12개월 운전기간 중 12시간을 초과해서는 안 된다.

(b) Inlet Steam 온도(TI-003A/B, TI-004)는 다음의 조건을 만족시켜야 한다.

- 12개월 운전기간 중 평균 Inlet Steam 온도(TI-003A/B, TI-004)는 최대 정격온도($536 \text{ }^{\circ}\text{C}$)를 초과해서는 안 된다. 이 평균값을 유지할 시에도 Inlet Steam 온도(TI-003A/B, TI-004)는 비정상적인 상황을 제외하고 정격온도보다 $8 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ($554 \text{ }^{\circ}\text{C}$)를 초과해서는 안 된다. 비정상 상황발생시 Inlet Steam 온도(TI-003A/B, TI-004)는 12개월 운전기간 중 정격온도의 $14 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ($550 \text{ }^{\circ}\text{C}$)를 초과한 누적시간이 400시간을 넘어서는 안 되며, 또한 $28 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ($564 \text{ }^{\circ}\text{C}$)를 15분 이상 연속하여 초과하여서도 안 되고, 12개월 운전기간 중 누적시간이 80시간을 넘어서도 안 된다.
- Inlet Steam 온도(TI-003A/B, TI-004)는 어떤 운전경우이든 Inlet Steam Pressure (PI-002A/B, PI-001)를 기준으로 $56 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 이상 과열도를 유지해야 한다.
- Inlet Steam 온도(TI-003A/B, TI-004)의 최대 상승비율은 $166 \text{ }^{\circ}\text{C/h}$ 이고, 평균 온도를 유지 할지라도 어떤 갑작스런 온도변화는 $28 \text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{분}$ 이내이어야 한다. 만일 Inlet Steam 온도(TI-003A/B, TI-004)가 $83 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 이상 제어되지 않고 하강하거나 Inlet Steam Pressure (PI-002A/B, PI-001)를 기준으로 $56 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 이상 과열도를 유지 못 할 시는 발전기 부하를 차단하고 터빈을 Trip 시켜야 한다.

(c) 터빈 Run-up을 하기 위해 요구되는 Inlet Steam 조건과 1st Stage Casing Metal 온도 (TI-104A/B)는 다음과 같다.

<1st Stage Casing Metal 온도(TI-104A/B)>

총 3가지 터빈 Run-up Mode(Hot, Warm, Cold)는 1st Stage Steam 온도(TI-013, TI-014)와 1st Stage Casing Metal 온도(TI-104A/B)의 Mismatch 온도에 따라 구분된다. 터빈 Run-up은 다음의 기준에 따라 선택해야 하고, Run-up Speed는 “운전 시 주의사항”의 다음 Page에 있는 “RUN-UP CURVE”에 따라야 한다.

a) HOT Start(고온 기동) Mode (Hot Start는 10회/년 이하로 해야 한다.)

25MW이상으로 48시간 운전 후 1st Casing Metal 온도(TI-104A/B)가 430 °C 이상일 경우

b) WARM Start(저온 기동) Mode (Warm Start는 60회/년 이하로 해야 한다.)

25MW 이상으로 48시간 운전 후 1st Stage Casing Metal 온도(TI-104A/B)가 430 °C 미만, 100 °C를 초과할 경우

c) COLD Start(냉온 기동) Mode(Cold Start는 5회/년 이하로 해야 하며, 예외적으로 첫 번째년도에는 15회까지 할 수 있다.) 1st Stage Casing Metal 온도(TI-104A/B)가 100 °C 미만일 경우

<Inlet Steam 온도(TI-003A/B, TI-004)>

Inlet Steam 온도(TI-003A/B, TI-004)가 다음의 조건일 경우 터빈 Run-up까지만 할 수 있다.

a) HOT Start(고온 기동) Mode로 할 경우

Inlet Steam 온도(TI-003A/B, TI-004)가 1st Stage Casing Metal 온도(TI-104A/B)보다 80 °C가 높고, 최소한 과열도가 56 °C 이상 일 때

b) WARM Start(저온 기동) Mode로 할 경우

Inlet Steam 온도(TI-003A/B, TI-004)가 440 ~ 520 °C 이고, “첨부물에 나타난 터빈 Casing Expansion 한계 값” 이내로서 1st Stage Casing Metal 온도(TI-104A/B)보다 80 °C가 높고, 최소한 과열도가 56 °C 이상 일 때

c) COLD Start(냉온 기동) Mode로 할 경우

1st Stage Casing Metal 온도(TI-104A/B)가 400~460 °C 이고, 과열도가 56 °C 이상 일 때

<Inlet Steam Pressure(PI-002A/B, PI-001)>

Inlet Steam Pressure(PI-002A/B, PI-001)는 가능하면 85 ~ 105 kg/cm²g으로 안정되게 유지해야 한다.

(d) 터빈 Overhaul 후 첫 번째 터빈 Run-up을 했을 경우를 제외한, 발전기를 동기 병입 시 터빈 Run-up이 완료된 후 15분 이내에 시행해야 한다.

(터빈 Overhaul 후 Overspeed Trip Test(과속도 트립 시험)는 터빈 Run-up 후 곧 바로 시행해야 한다.)

(e) 발전기의 부하변화율은 다음과 같이 해야 한다.

발전기의 부하변화율은 “운전 시 주의사항” 다음 Page에 있는 “LOADING CURVE”와 같이 수행해야 한다. 송전설비 Tie Breaker 또는 발전기 Breaker(52G)(GE-52G)가 Open으로 UnitTrip이 되는 경우를 제외한 비정상 상황발생시 “LOADING CURVE”와 같이 발전기 부하를 평균 변화율로 유지하기 위해서는 갑작스런 부하변화가 발생할 경우 허용할 수 있는 범위는 최대출력의 25%(13,750 kw) 이하이다.

갑작스러운 Blade-pass Steam 온도변화에 의해 갑자기 부하변화율이 변경된 경우는 Unit의 운전조건을 정상 부하변화율로 운전되게 한 후 보다 세심한 점검을 해야하며, 특히 Inlet Steam의 상태, shaft Vibration Bearing 온도, Shaft Axial Position, Shaft/Casing Differential Expansion을 점검한다.

만일 운전조건이 비정상상황일 경우는 점검하여 필요한 조치를 해야 한다.

(f) 터빈 Lube Oil Pressure(PI-070, PI-071)와 Control Oil Pressure(PI-074, PI-075)는 다음과 같이 안정되게 압력을 유지해야 한다.

○ Lube Oil Pressure(PI-070, PI-071) : 1.2 ~ 1.8 kg/cm²g(정격압력 : 1.5 kg/cm²g)

○ Control Oil Pressure(PI-074, PI-075) : 12 ~ 16 kg/cm²g(정격압력 : 14 kg/cm²g)

(g) Lube Oil과 Control Oil Filter(Duplex Type)는 주기적으로 절체운전하고, Filter가 오염이 된 경우는 세정 및 교환해야 한다.

(h) Lube Oil Tank Oil Level Gauge(LI-060)를 주기적으로 점검하여 Oil Level이 정상인지 확인한다.

(i) Lube Oil Supply 온도(TI-072)를 약 45 °C(30 ~ 50 °C)로 유지한다.

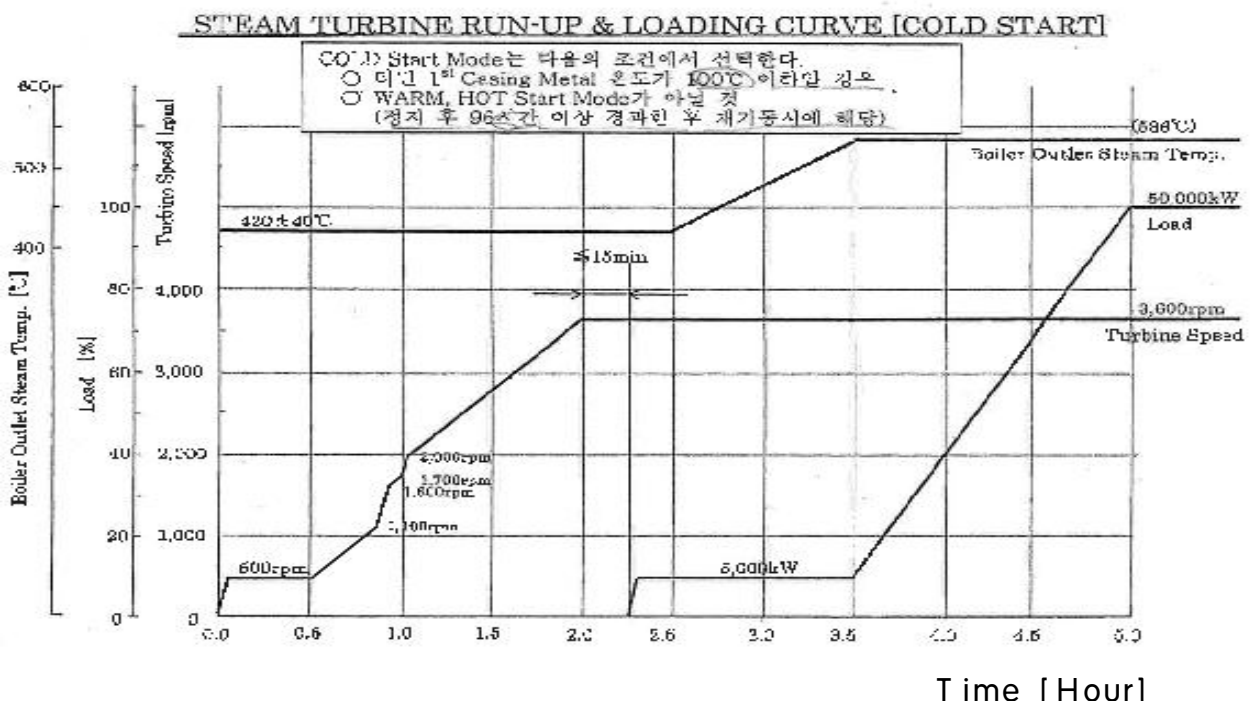
(j) 터빈, 발전기 등의 내부에서 비정상적인 소음, 진동 등을 항상 주의 깊게 관찰하여 비정상적인 소음 및 진동이 감지되면 즉시 터빈을 정지한다.

(k) Steam, Drain(배수), Oil 누설여부를 상시 점검한다.

(l) 터빈 Inlet Steam Flow가 갑작스럽게 증가되었다면 터빈 내부로 응축수가 유입되었는지

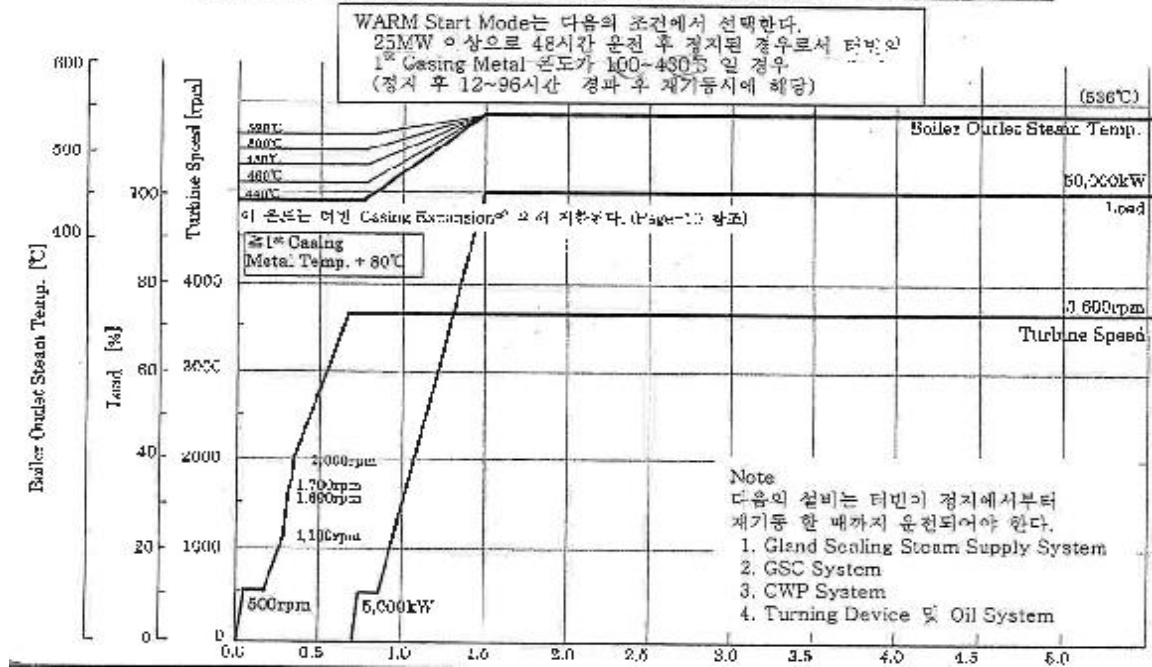
각별히 점검하여야 한다.

- (m) 과도한 저부하 운전 혹은 무부하 운전을 하면 각 터빈 Stage의 Steam 온도가 비정상적으로 상승하게 되므로 저부하 상태로 장시간 유지하는 것을 피해야 한다.
- (n) 모든 Oil Pump의 Inlet Valve는 항상 Open 되어 있어야 한다.
- (o) Oil Cooler와 Oil Filter를 Stand-by 측으로 절체하고자 할 때 절체하기 전에 Stand-by 측의 Air Vent Valve로 Oil이 완전히 채워져 있는지 반드시 확인해야 한다.
- (p) 터빈 Gland Sealing Steam의 조건은 압력 85 kg/cm²g, 온도 400 °C, 과열도 50 °C를 초과해야 한다.
- (q) 터빈 Exhaust 압력(PI-031,PI-033)은 - 0.75 kg/cm²g(-550 mmHg) 이하로 유지해야 한다.
- (r) 조속기 경보 메시지가 발생하면 터빈 운전 보드에서 세부적인 경보 메시지를 확인하여 조치하여야 한다.
- (s) “MALFUNCTION OF 과속도 SWITCH(SAHH-128)” 혹은 과속도 비정상 메시지가 발생하면 각각의 Over-speed Trip device(SS-128) Unit의 Display를 확인하여 그에 알맞은 조치를 취해야 한다.
- (t) 터빈의 Enclosure 내부에서는 고온, 기기의 고소음, 저산소 발생에 주의해야 한다.
- (u) Main Stop Valve(TB-XV-084)에 Control Oil을 공급하는 Line에 있는 Needle Valve는 적당하게 열려있는지 확인해야 한다.(완전 Close 하면 안 됨)



Run-up 및 Loading Curve는 시운전시 현장에서 약간 변경된다.

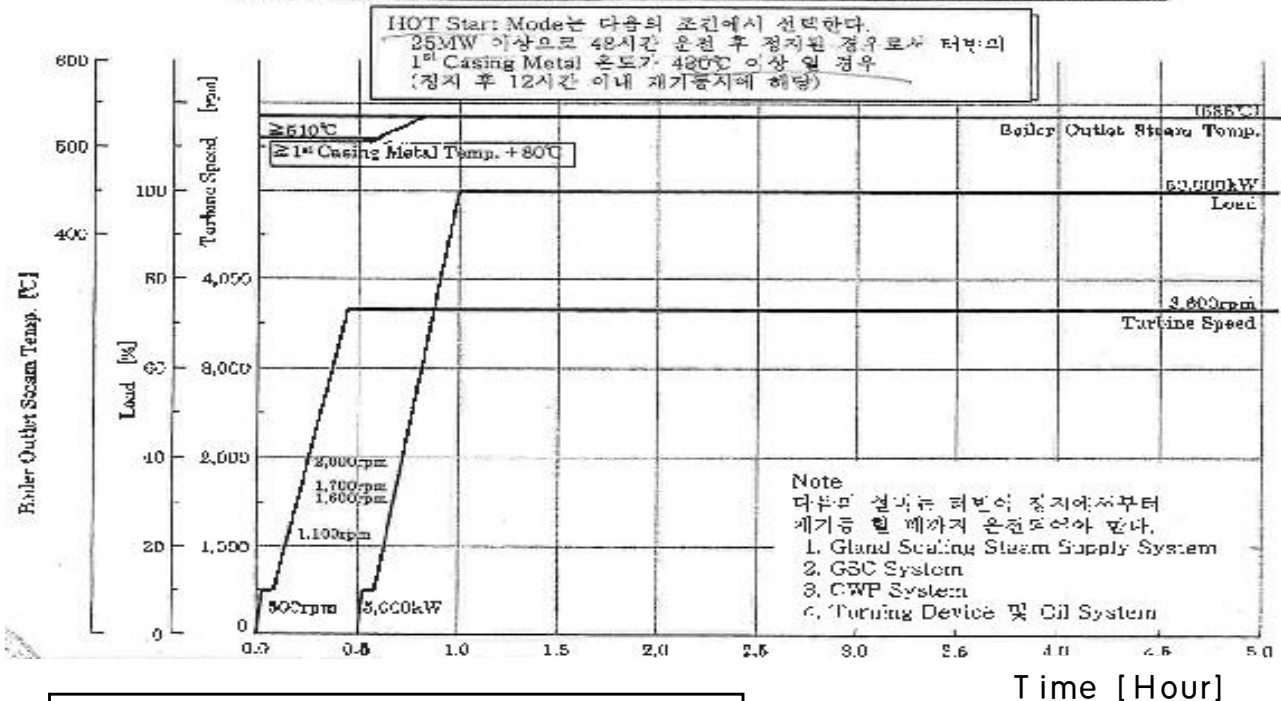
STEAM TURBINE RUN-UP & LOADING CURVE [WARM START]



Run-up 및 Loading Curve는 시운전시 현장에서 약간 변경된다.

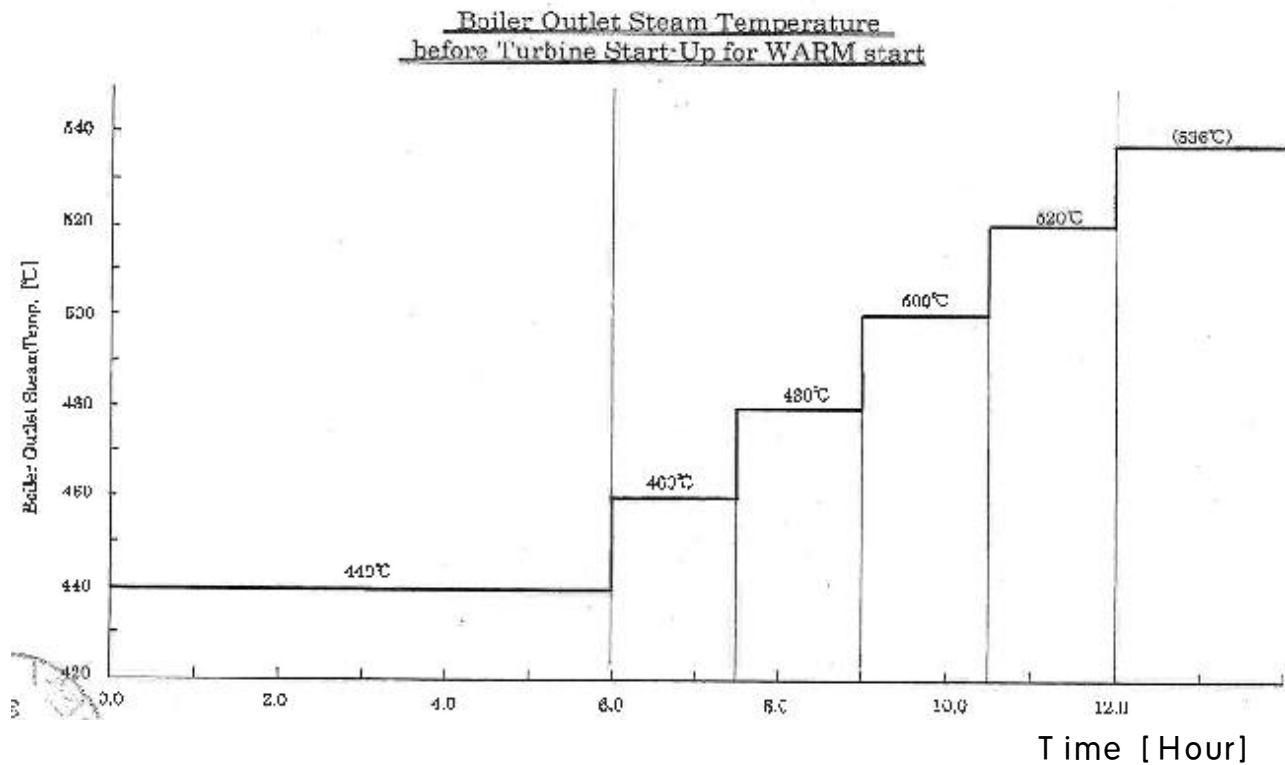
Time [Hour]

STEAM TURBINE RUN-UP & LOADING CURVE [HOT START]



Run-up 및 Loading Curve는 시운전시 현장에서 약간 변경된다.

Time [Hour]



다음의 Symbol은 운전조작을 할 위치를 표시한다.

- L : Local
- TGB : Turbine Local Gauge Board
- GCRP : Generator Control & Protection Panel
- DMS : DC Motor Starter Panel
- TOPS : Turbine Operator Station CRT
- DCS : Plant Distributed Control System CRT
- BCD : BTG Console Desk

5.1.2.1 터빈준비사항

순번	조작사항 및 조작위치		조치 및 확인 내용
1	감시용 계측기류를 Service 상태로 한다.	TOPS TGB GCRP DCS L	1. 모든 Root Valve의 Open과 모든 Indicator, Monitor 그리고 Recorder의 Service 상태를 확인하고 동시에 각 Recorder Charter의 시간이 정확한지 확인한다.
2	Cooling Water를 공급한다.	DCS L L	1. CWP(순환수 펌프, CW-CWP A/B/C)와 CCWP (Fresh Cooling Water System)의 운전상태 확인 2. Service 상태로 하기 위해 Oil Cooler와 발전기 Air Cooler의 Cooling Water Outlet Valve와 Inlet Valve를 순차적으로 Open 한다. 3. Oil Cooler Outlet Water Pipe와 발전기 Air Cooler에 있는 Air Vent Valve를 Open하여 Air가 제거되면 Vent Valve를 Close 한다.
3	Oil Tank를 점검한 다음 Vapor Extractor Fan을 기동한다.	L L	1. Level Gauge LI-060으로 Oil Level이 정상(3840Liter) 인지 확인한다. 2. Oil Tank의 Drain Valve를 약간 Open하여 Oil에 수분이 혼합되지 않았는지 확인 후 Drain Valve를 Close 한다.
		TOPS TGB	3. TOPS의 Push Button 또는 TGB의 Manual Switch로 Vapor Extractor Fan(유증기 추출 팬, TB-VEF1,2)을 기동한다.
	주의사항	TGB	4. Vapor Extractor Fan(TB-VEF1, 2대 모두)의 Selector Switch가 "AUTO"에 위치에 있는지 확인한다.

순번	조작사항 및 조작위치		조치 및 확인 내용
4	터빈 Aux Lube Oil Pump를 기동한다.	L	1. Aux Oil Pump(TB-AOP)와 Emergency Oil Pump (TB-EOP)의 Suction 및 Discharge Isolation Valve를 완전히 Open 되었는지 확인한다.
		TOPS TGB	2. TOPS의 Push Button 또는 TGB의 Manual Switch로 Aux Oil Pump(TB-AOP)를 기동한다.
		L	3. Oil Return Line에 있는 Sight Glasses를 통하여 Oil 순환상태를 확인한다.
		TOPS TGB	4. Lube Oil 압력계(PI-070, PI-071)로 정격압력이 1.5 kg/cm ² g를 지시하는지 확인한다.
		L	5. Oil Pipe에 누설이 없는지 확인한다.
		L	6. Aux Oil Pump(보조 윤활유 펌프, TB-AOP)에서 비정상적인 소음 및 진동이 없는지 점검한다.
	위험사항	TGB	7. Aux Oil Pump(보조 윤활유 펌프, TB-AOP)의 Selector Switch가 "AUTO" 위치에 있는지 확인한다.
	위험사항	TGB	8. Emergency Oil Pump(비상 윤활유 펌프, TB-EOP)의 Selector Switch가 "AUTO" (NEUTRAL) 위치에 있는지 확인한다.
		TOPS	9. Lube Oil Filter의 Differential 압력계(PDI-066)가 0.5 kg/cm ² g 이하인지 확인한다.
	주의사항	L	만일 Lube Oil Filter의 Differential 압력계(PDI-066)가 0.5 kg/cm ² g 이상이면 Strainer를 절체한 후 오염된 Element를 청소한다.
		TOPS	10. Control Oil Filter의 Differential 압력계 (PDI-073)가 1.0 kg/cm ² g 이하인지 확인한다.
	주의사항	L	만일 Control Oil Filter의 Differential 압력계 (PDI-073)가 1.0 kg/cm ² g 이상이면 Strainer를 절체한 후 오염된 Element를 청소한다.

순번	조작사항 및 조작위치		조치 및 확인 내용
5	START Turning	L	1. Turbine Rotor가 완전하게 정지되었는지 확인한다.
	위험사항	TOPS TGB	Turbine Rotor가 움직이고 있는 상태에서 Turning Gear(TB-TM)를 Engage(물림)하면 안 된다.
		TOPS TGB L TGB TGB	2. Lube Oil 압력계(PI-070, PI-071)가 1.5 kg/cm ² g를 지시하는지 확인한 후 Turning Device(TB-TM)에 공급하는 Oil 압력 (PI-080)이 0.3 kg/cm ² g가 넘는지 확인한다. 3. Turning Motor의 Selector Switch가 "STOP" 위치에 있으면 "AUTO" Position으로 Change한다. 4. Turning Motor(TB-TM)의 Selector Switch가 "Auto" Position에 서 Turning Motor가 자동기동 되지 않을 때 조치방법 a) Selector Switch를 "STOP" Position으로 절체했다가 "AUTO" Position으로 복귀 후 기동 5. 터빈의 내부에서 이상소음이 발생하는지 확인한다.
	주의사항	TOPS TGB	터빈기동 최소 2시간 전부터 연속적으로 Turning을 해야 하며, 터빈이 기동이 될 때까지 멈추어서는 안 된다.
6	각 Drain Valve가 Open 되어 있는지 확인한다.	L	1. 다음의 Drain Valve는 Open 되어 있어야 한다. a) Main Stop Valve(TB-XV-084) 전단 Inlet Steam Line 의 Drain Trap Inlet, Outlet Valve b) Gland Sealing Steam Inlet Valve(HV-035) 전단 Gland Sealing Steam Line Drain Valve c) Gland Steam Condenser(1-561-M-GS-01) Drain Trap Inlet, Outlet Valve와 Balance Line Valve
7	Drain Valve를 Open 한다.	TOPS DCS L	1. 다음의 Drain Valve를 Open 한다. a) 터빈 Casing Drain Valve(HV-039)와 Inlet Valve. b) Main Stop Valve Drain Valve(HV-007)와 Inlet Valve. c) 터빈 No.#1~5 추기 Steam Check V/V 전단 Drain Valve와 Inlet Valve. d) Gland Steam Condenser Drain Trap By-pass Valve(Loop Seal Drain)

순번	조작사항 및 조작위치		조치 및 확인 내용
8	COP(1-561-M-PP-01 A/B)를 기동한다.		
	주의사항	DCS	COP(복수펌프: 1-561-M-PP-01 A/B)와 Main Condenser의 취급요령 Manual을 참고할 것(MHI Scope가 아님)
9	Gland Steam Condenser (1-561-M-GS-01)에 Condensate Water를 공급한다.	L	1. Water Box의 Drain Valve로 Gland Steam Condenser를 통과하는 Condensate Water Flow를 확인한다.
		L	2. Gland Steam Condenser(1-561-M-GS-01) Water Box에 있는 Air Vent Valve를 Open하여 Air를 제거한 후 Air Vent Valve를 Close 한다.
	주의사항	L	3. GSC의 Cooling Water Line에 있는 By-pass가 완전히 Close 되어 있는지 확인한다.
10	Gland Steam Condenser Fan을 기동한다.	TOPS TGB	1. TOPS의 Push Button이나 TGB의 Manual Switch를 이용하여 GSC Fan 2대중 1대를 기동한다.
	주의사항	TGB	2. 2대의 GSC(밀봉 증기 증축기: 1-561-M-GS-01) Fan Selector Switch가 AUTO"위치에 있는지 확인한다.
		L	3. GSC의 내부 압력(PI-004)dI $\square 0.03 \sim -0.06 \text{ kg/cm}^2\text{g}$ (-300 \sim -600 mmH ₂ O) 사이에서 유지되는지 확인한다.
	주의사항	L	만일 GSC 내부 압력(PI-044)이 정해진 압력 (-0.03 \sim -0.06 kg/cm ² g)의 범위를 벗어나면 GSC Fan의 Inlet Damper 개도를 조절해야 한다.
		L	4. GSC Drain Trap By-pass Valve(Loop Seal Drain)를 Close 한다.

순번	조작사항 및 조작위치		조치 및 확인 내용
11	Vacuum PP를 기동한다		
	주의사항	DCS	COP와 Main Condenser의 취급요령 Manual을 참고할 것 (MHI Scope가 아님)
12	Steam으로 터빈 Gland를 Sealing 한다	TOPS	1. Gland Sealing Steam(밀봉증기, HV-035)이 공급조건이 만족되고 안정되게 제어되는지 확인한다.
		DCS	(압력 85 kg/cm ² g, 온도 400 °C, 과열도 50 °C를 초과할 것)
		L	2. Gland Sealing Steam Inlet Valve까지의 Steam Piping이 예열이 완료되었는지 확인한다.
		TOPS	3. Gland Seal Steam Pressure Control Valve (Spill-over : PCV-036B)가 "MANUAL" Mode인 상태에서 Close 되어 있는지 확인한다.
		TOPS	4. Gland Seal Steam Pressure Control Valve (Spill-over : PCV-036B)가 "AUTO" Mode인 상태에서 압력 Setting 이 0.2 kg/cm ² g 인지 확인한다.
		L	5. Gland Seal Steam Inlet Valve와 Stop Valve(HV-035)를 Open 하고, Gland Seal Steam Pressure Control Valve (Supply : PCV-036A)를 차츰 Open 한다.
		TOPS	5. Gland Seal Steam Inlet Valve와 Stop Valve(HV-035)를 Open 하고, Gland Seal Steam Pressure Control Valve (Supply : PCV-036A)를 차츰 Open 한다.
	주의사항	TOPS	Turning Device(TB-TM)와 Gland Steam Condenser Fan(밀봉 증기 응축 팬 : 1-561 □M-GS-01)을 기동하기 전에 Gland Sealing Steam을 공급해서는 절대 안 된다.
		TOPS	6. Gland Seal Steam Pressure (PI-037, PI-038)가 0.2 kg/cm ² g이 되면 Gland Seal Steam Pr(PI-037, PI-038)가 0.1~0.3 kg/cm ² g 이내에서 안정되게 제어되는지 확인한다. (정격 : 0.2 kg/cm ² g)
		L	7. HP와 LP 터빈 Gland에서 Steam 누설이 없는지 주의 깊게 점검한다.
	주의사항	TOPS	HP와 LP 터빈 Gland에서 Steam 누설되도록 과도하게 Gland Seal Steam Pressure(PI-037, PI-038)를 올리면 Lube Oil이 Water로 오염 될 수 있으므로 각별히 주의 해야 한다.
	주의사항	TOPS	반대로 Gland Seal Steam Pressure(PI-037, PI-038)를 과도 하게 낮추면 토빈 Exhaust Pr(PI-031, PI-033)가 상승되어 전공이 저하된다.

순번	조작사항 및 조작위치		조치 및 확인 내용
13	Condenser에 진공이 되도록 공기를 배출 시킨다.	TOPS L TOPS L	1. Vacuum Breaker Valve(MV-051)가 완전히 Close 되었는지 확인한다. 2. 터빈 Exhaust 압력(PI-031, PI-033)이 서서히 저하하여 $0.75 \text{ kg/cm}^2\text{g}(-550 \text{ mmHg})$ 에 도달되면 "TURBINE EXHAUST PRESS HIGH" Alarm이 없어지는지 확인한다.
14	Inlet Steam Pipe 예열을 개시한 후 터빈 Extraction Steam Piping Drain Valve를 Open 한다.	DCS L DCS	1. 다음의 Drain Valve를 Open 한다. a) Inlet Steam Line Drain Trap By-pass Valve b) Main Stop Valve(TB-XV-084) Warming Valve와 Inlet Valve 2. Turbine No.1~5 Extraction Steam Line Drain Valve와 Inlet Valve(각 Check Valve의 후단)를 Open 한다.

5.1.2.2 기동절차

순번	조작사항 및 조작위치		조치 및 확인 내용
1	터빈의 모든 Drain Valve가 Open 되어 있는지 확인한다.	TOPS DCS	1. 다음의 모든 Drain Valve가 Open 되었는지 확인한다. a) Turbine Casing Drain Valve(HV-039) b) Main Stop Valve Drain Valve(HV-007) c) Turbine No.1~5 Extraction Steam Line Drain Valve (각 Check Valve 전단)
2	각각의 관련설비가 정상적으로 운전되는지 확인한다.	TOPS	1. 다음과 같이 Inlet Steam 조건이 Turbine Run-up Mode에 적당하게 제어하면서 공급 할 수 있는지 확인한다. (첨부된 훈전 시 주의사항"의 (a)(b)(c)항을 참조한다) < 모든 Start Mode에서 최소한 50 °C의 과열도를 유지해야 한다.> a) HOT Start Mode(고온 기동) 일 경우 Inlet Steam 온도(PI-003A/B, TI-004)가 1 st Stage Metal 온도(TI-104A/B)보다 80 °C 이상이어야 한다. b) WARM Start Mode(저온 기동) 일 경우 Inlet Steam 온도(PI-003A/B, TI-004)가 1st Stage Metal 온도(TI-104A/B)보다 80 °C 이상이면서 440 ~ 520 °C 일 것 [터빈 Casing의 Thermal Expansion을 기준으로 선택한다] c) COLD Start Mode(냉온 기동) 일 경우 Inlet Steam 온도(PI-003A/B, TI-004)가 400 ~ 600 °C 를 유지해야 한다.
	위험사항	TOPS	Inlet Steam의 조건은 훈전 시 주의사항"에 설명된 (a)(b)(c)항을 반드시 만족해야 한다.

순번	조작사항 및 조작위치		조치 및 확인 내용
2	위험사항	TOPS	터빈 Run-up Mode는 다음의 조건에 따라 자동으로 선택해야 한다. (TOPS에 있는 각 Mode에 해당하는 터빈 Automatic Run-up Mode "ENABLE" Lamp 점등되어 있어야 한다.) A) HOT Start Mode(고온 기동) 25MW 이상으로 48시간 이상 운전 후로서 1 st Stage Casing Metal 온도(TI-104A/B) 430 °C 이상이어야 한다. B) WARM Start Mode(저온 기동) 25MW 이상으로 48시간 이상 운전 후로서 1 st Stage Casing Metal 온도(TI-104A/B)가 430 °C 이하, 100 °C를 초과할 경우 c) COLD Start Mode(냉온 기동) 1 st Stage Casing Metal 온도(TI-104A/B)가 100°C 이하 일 경우
		TOPS L	2. Main Stop Valve(TB-XV-084)와 Governing Valve (TB-ZI-131)가 완전히 Close되었는지 확인한다.
		TOPS TGB	3. Control Oil 압력(PI-074, PI-075)이 12~16 kg/cm ² g (정격 : 14 kg/cm ² g)와 Lube Oil 압력(PI-070, PI-071)이 1.2 ~ 1.8 kg/cm ² g(정격 : 1.5 kg/cm ² g)인지 확인한다.
		TOPS L	4. Gland Seal Steam 압력(PI-037, PI-038)이 0.1 ~0.3 kg/cm ² g(정격 : 0.2kg/cm ² g) 인지 확인한다.
		TOPS L	5. 터빈 Exhaust Vacuum(PI-031, PI-033)이 □0.75 kg/cm ² g(-550 mmHg) 미만인지 확인한다.
		L	6. Gland Steam Condenser(1-561-M-GS-01)의 내부 압력 (PI-044)이 -0.03 ~ -0.06 kg/cm ² g 인지 확인한다.
		TOPS L	7. Aux Oil PP, Vapor Extractor Fan(유증기추출팬, TB-VEF 1/2), Gland Steam Condenser Fan(밀봉증기 응축팬 : 1-561 □M-GS-01)이 정상적으로 운전되고 있는지 확인한다.
		L	8. Steam, Oil Water 누설 등 그 밖의 다른 기기들이 비정상적인 것이 없는지 확인한다.

순번	조작사항 및 조작위치		조치 및 확인 내용
2		TOPS GCRP TOPS GCRP TOPS GCRP	9. 터빈 및 발전기의 모든 Interlock 장치가 Service 상태인지 확인한다. 10. 모든 Alarm 및 Trip의 조건이 해소되었는지 확인한다. 11. 발전기 Circuit Breaker(52G)(GE-52G)가 Open되어 있는지 확인한다.
3	Governor(TB-ZI-131)를 초기 상태로 한다.	TOPS TOPS DCS TOPS TOPS TOPS	1. Turbine Start-up Mode "Manual" Button을 누른다. 2. TOPS에 있는 Generator Output Control "SPEED" 표시 Lamp가 점등되었는지 확인한다. 만일 Off되어 있다면 TOPS에 있는 Generator Output Control "SPEED" Button을 누르거나 DCS에 있는 Gen Load Control "OFF" Button을 누른다. 3. Overspeed Trip Device(SAHH-128) "RESET" Button을 눌러 Overspeed Trip Device를 Reset한다. 4. Turbine Governor "RESET" Button을 눌러 Governor를 Reset 한다. 5. Turbine HP Governing Valve(TB-ZI-131) Limiter Set의 Set Point가 Minimum Position(0%)에 있는지 확인한다.
	위험사항	L	Turning Device(TB-TM)의 손상을 방지하기 위해 Ratchet Spanner가 부착되지 않았는지 확인한다. Ratchet Spanner는 터빈 기동전에 반드시 취외하여 Turning Device 옆에 비치해 두어야 한다.
4	터빈을 기동한다.	TOPS TOPS L L	1. Turbine Main Stop Valve "OPEN" Button을 누른다. 2. Main Stop Valve(TB-XV-084)가 완전히 Open 되었는지 확인한다. 3. Main Stop Valve에 있는 Partial Stroke Test Valve를 Opening과 Closing을 하여 Main Stop Valve의 Valve Stem이 부드럽게 움직이는지 확인한다.

순번	조작사항 및 조작위치		조치 및 확인 내용
4		TOPS BCD TGB	4. Turbine Governor "RUN" Button을 누른다.
		L	5. Turbine이 회전하기 시작한 후 즉시 "TURBINE MANUAL STOP" Push Button을 누른다.
		L	6. 터빈 Rotor가 순간 기동되어 회전속도가 떨어지는 동안 내부에서 이상소음이 없는지 확인한다.
		TOPS TGB L	7. Turning Device(TB-TM)가 "DIS-ENGAGED" 상태인 것을 확인 후 Turning Motor를 Stop한다.
	위험사항	BCD TGB	만일 터빈에 이상 현상이 있으면 "TURBINE MANUAL STOP" Button으로 터빈을 즉시 Stop해야 한다.
		TOPS	8. Turbine Governor "RESET" Button을 누른다.
		TOPS	9. Turbine Main Stop Valve "OPEN" Button을 누른다.
		TOPS L TOPS	10. Turbine Main Stop Valve(TB-XV-084)가 완전히 Open 되었는지 확인한다.
		TOPS	11. Turbine Governor "RUN" Button을 누른다.
		TOPS	12. Governor(TB-ZI-131)가 약 500rpm(SI-125)으로 안정적으로 제어되는지 확인한다.
	위험사항	BCD TGB	터빈회전속도 SI-125가 800 rpm을 초과하여 상승하면 "TURBINE MANUAL STOP" Button으로 즉시 Stop 한다.
		TOPS TOPS	13. "TURBINE START-UP MODE AUTO" Button을 누른다.
		TOPS	14. 각 Start Mode를 나타내는 Turbine Condition Lamp의 "ENABLE"에 따라 "HOT, WARM, COLD MODE" Button을 눌러 적당한 Turbine Automatic Run-up Mode를 선택한다.
	위험사항	TOPS	WARM, COLD Mode 조건에서 "HOT MODE"를 선택하거나, COLD Mode 조건에서 "WARM MODE"를 선택해서는 안 된다.

순번	조작사항 및 조작위치		조치 및 확인 내용
5	예열을 위해 터빈의 속도를 약 500rpm에서 유지한다.	TOPS	1. 예열을 위해 터빈 속도를 약 500 rpm에서 다음과 같이 유지한다. ○ COLD Start Mode : 30분 ○ WARM Start Mode : 10분 ○ HOT Start Mode : 5분
	주의사항	TOPS L	터빈을 예열하는 동안 이상 소음과 진동, 그 밖의 비정상 상태가 없는지 세밀하게 점검해야 한다.
6	Turbine을 Run-up한다.	TOPS	<u>AUTO RUN-UP</u> 1. "WARMING-UP COMPLETED" Lamp가 점등되면 Turbine Automatic Run-up을 누른다.
		TOPS	2. Turbine Automatic Run-up "IN PROGRESS" Button을 누른 후 IN PROGRESS" Lamp가 점등되는지 확인한다.
		TOPS	3. Turbine Speed SI-125가 500rpm에서 서서히 가속되는 것을 확인한다.
		TOPS TGB L	4. Run-up 도중 운전사항을 다음과 같이 점검한다. <input type="checkbox"/> Shaft의 Thermal Expansion <input type="checkbox"/> Casing과 Rotor 간의 Differential Expansion <input type="checkbox"/> Inlet Steam의 압력과 온도 (PI-002A/B, PI-001) <input type="checkbox"/> Exhaust의 압력과 온도 (PI-031, PI-033) <input type="checkbox"/> Lube Oil의 압력과 온도 (PI-070, PI-071) <input type="checkbox"/> Control Oil 압력 (PI-074, PI-075) <input type="checkbox"/> 각 부의 Bearing 온도 <input type="checkbox"/> Gland Seal Steam 압력 (PI-037, PI-038)
		TOPS	5. 터빈속도(SI-125)가 Critical Speed Zone인 1,100~1,600과 1,700~2000 rpm 부근에서는 신속하게 상승되는지 확인한다.
	주의사항	TOPS L	Critical Speed Zone을 통과하는 동안 이상 소음과 진동, 그 밖의 비정상상태가 없는지 세밀하게 점검해야 한다.

순번	조작사항 및 조작위치		조치 및 확인 내용
6	위험사항	TOPS	소음과 진동 등 비정상적인 상황이 발생 될 경우 Turbine Automatic Run-up "HOLD" Button을 눌러 Auto Run-up을 중단한다.
		TOPS	6. 터빈속도(SI-125)가 정격속도(3600 rpm)에 도달한 후 Turbine Automatic Run-up의 "RUN-UP COMPLETE" Lamp가 점등되는지 확인한다.
		TOPS DCS	MANUAL RUN-UP 1. 터빈속도(SI-125)를 Turbine Speed Control "▲(RAISE)" Button으로 점차적으로 상승시킨다. 첨부된 "RUN-UP & LOADING CURVE"에 따라 Run-up 비율을 선택해야 한다.
	위험사항	TOPS DCS	터빈속도(SI-125)는 첨부된 Run-UP & LOADING CURVE"에 주어진 Run-up 비율에 따라 반드시 승속 시켜야 한다.
	위험사항	TOPS DCS	Critical Speed Zone인 1,100 ~ 1,600 rpm과 1,700~2000 rpm에서는 Turbine Speed Set "RAISE" Button을 계속 눌러 신속히 통과해야 한다.
	위험사항	TOPS DCS	Critical Speed Zone인 1,100~1,600 rpm과 1,700~2,000 rpm에서 Turbine Speed(SI-8314A)를 멈추어서는 안 된다.
	위험사항	TOPS DCS L	특히 이상소음, 진동 등의 비정상상황에서 Critical Speed Zone을 벗어난 경우는 터빈 속도를 올리는 것은 중단해야 한다.
	주의사항	TOPS L	Critical Speed Zone에서 이상소음, 고 진동, 그 밖의 비정상현상이 발생할 경우 터빈을 확실하게 점검해야 한다.

순번	조작사항 및 조작위치		조치 및 확인 내용
6	주의 사항	<p>TOPS</p> <p>TOPS DCS</p> <p>TOPS DCS</p> <p>TOPS TOPS DCS TOPS TOPS</p> <p>BCD TGB</p>	<p>Turbine Run-up 중 Shaft Vibration (VI-129/130/171/172X/Y)이 지나치게 높을 경우 다음과 같이 조치를 해야 한다.</p> <p>a) 터빈속도(SI-125)가 Critical Speed Zone(1,100~1,600, 1,700~2,000 rpm)을 벗어난 경우 즉시 Run-up을 중단한다.</p> <p>b) 터빈속도가 상기에서 언급한 Critical Speed Zone에 있을 경우 터빈속도(SI-125)를 1,100~1,700 rpm 이하로 내리거나 1,600~2,00 rpm 이상으로 상승시켜 Holding 한다. (Critical Speed Zone을 벗어나 가장 근접한 속도에서 Holding)</p> <p>c) 과도한 Vibration이 감소되기를 기다린다.</p> <p>d) 과도한 Vibration이 감소되지 않으면 터빈속도 (SI-125)를 약 500 rpm으로 감소시킨다.</p> <p>e) 다시 과도한 Vibration이 감소되기를 기다린다.</p> <p>f) Shaft Vibration과 Eccentricity(XU-122)가 다음의 값 이하로 떨어진 후 터빈을 다시 Run-up 한다. <input type="checkbox"/> Shaft Vibration(VI-129/130/171/172X/Y) : 40 μm <input type="checkbox"/> Shaft Eccentricity(XU-122) : 40 μm (이들의 값은 연속운전 조건에서 매년 점검해야 하고 필요하면 정비하여야 한다)</p> <p>g) 과도한 진동이 여전히 감소되지 않으면 터빈은 "TURBINE MANUAL STOP" Button으로 정지한 후 수 시간 Turning을 한 다음 재기동 한다. 터빈 Eccentricity(XU-122)가 40 μm 이하로 된 후 터빈을 재기동 할 수 있다. (이 값은 연속운전 조건에서 매년 점검해야 하고 필요하면 정비하여야 한다.)</p>

순번	조작사항 및 조작위치		조치 및 확인 내용
7	Aux Oil Pump(TB-AOP)를 정지한다.	TOPS TGB	1. 터빈속도(SI-125)가 3400 rpm에 도달하면 TOPS에 있는 Push Button 또는 TGB에 있는 Manual Switch로 Aux Pump를 정지한다.
		TOPS TGB	2. Lube Oil 압력(PI-070, PI-071)이 정격 압력(1.5 kg/cm ² g)이 안정적으로 유지되는지 점검한다.
	위험사항	TGB	3. Aux Oil Pump(TB-AOP)의 Selector Switch가 "AUTO" 위치에 있는지 확인한다.
	위험사항	TGB	4. Emergency Oil Pump(비상 윤활유 펌프, TB-EOP)의 Selector Switch가 "AUTO"(Neutral) 위치에 있는지 확인한다.
8	정격속도로 터빈의 속도를 조정한다.	TOPS DCS	1. Turbine Speed Control "^(Raise) 또는 \Lower)" Button을 이용하여 터빈속도(SI-125)를 조절한다.
	주의사항	TOPS L	각 부분의 Steam 조건, 진동, 소음 등이 이상 없는지 확인한다.
		TOPS L	2. Gland Seal Steam 압력(PI-037, PI-038)이 0.1 ~ 0.3 kg/cm ² g(정격 : 0.2 kg/cm ² g)에서 안정적으로 제어되는지 확인한다.
	위험사항	TOPS	Overspeed Trip Test는 터빈 Overhaul 후 반드시 실시해야 한다. Overspeed Trip Test를 하는 방법은 Over Speed Test "ENABLE" Button을 누른 상태에서 Turbine Speed Control "^(Raise)" Button을 눌러 Overspeed Trip Device (SAHH-128)동작점인 3,960 rpm까지 승속한다.
	위험사항	TOPS L	만일 Overspeed Trip Test가 15분 이상 소요되면 터빈 보호를 위해 Operator는 안전한 운전조건이 되도록 신속히 조치해야한다.
	위험사항	TOPS	Overspeed Trip Test 완료 후 Over Speed Test "DISABLE" Button을 누른 다음 Over Speed Test "ENABLE" 점멸 Lamp가 소등되는지 확인한다.

5.1.2.3 계통병입 및 부하운전

순번	조작사항 및 조작위치		조치 및 확인 내용
1	보일러의 Steam 조건과 터빈속도를 점검한다.	DCS TOPS	1. 보일러가 안정되게 운전되면서 Inlet Steam 조건에 맞게 제어되는지 확인한다.
	위험사항	TOPS	Inlet Steam의 조건은 운전 시 주의사항"에 첨부된 (a)(b)(c)항을 만족해야 한다.
		TOPS	2. 터빈속도(SI-125)가 Governor(TB-ZI-131)에 의해 안전하게 제어되는지 확인한다.
2	동기병입 운전을 한다	TOPS GCRP GCRP	1. 발전기의 모든 Alarm이 해소되었는지 확인한다. 2. 발전기를 동기 병입하여 병렬운전을 한다. (동기 병입의 세부절차는 발전기 취급요령 Manual을 참조한다)
		주의사항	GCRP 정상적으로 Turbine Run-up을 완료한 후 15분 이내에 동기 병입을 완료해야 한다.
		GCRP TOPS	3. 동기 병입 후 Auto Synchronizing System에 의한 자동 혹은 Turbine Speed Control "▲(RAISE)" Button에 의한 수동으로 발전기 부하를 신속히 Minimum Load인 약 5MW까지 올린다.
	주의사항	TOPS L	4. 동기 병입 시 다음과 같은 사항이 발생하지 않는지 점검 한다. a) Shaft Vibration(VI-129/130/171/172X/Y)의 비정상적인 상승 b) Bearing 온도(TI-101/102/103/106/152/155)의 비정상적인 증가 c) Turbine, Generator, Main Oil Pump, 각 Electrical Panel 등의 이상 소음 발생

순번	조작사항 및 조작위치		조치 및 확인 내용
3	발전기의 부하조절과 발전기 Initial Load 운전	TOPS DCS TOPS GCRP TOPS	1. DCS에 있는 Generator Output Control "LOAD" Button 또는 Generator Load Control Mode "ON" Button을 누른다. Governor를 충돌(Bump) 현상이 없게 하여 Speed Control Mode에서 Load Control Mode로 절체한다. "LOAD IN CONTROL" Lamp가 점등되고, "SPEED" Lamp가 소등되는지 확인한다. 2. 발전기 Minimum Load(약 5MW)에서 Warming-up을 위해 다음과 같이 Holding 한다. <input type="checkbox"/> COLD Start Mode 인 경우 : 75분 <input type="checkbox"/> WARM Start Mode 인 경우 : 10분 <input type="checkbox"/> HOT Start Mode 인 경우 : 5분
4	Drain Valve를 Close 한다.	TOPS DCS L	1. 다음의 Drain Valve를 Close 한다. a) 터빈 Casing Drain Valve(HV-039) b) Main Stop Valve Drain V/V(HV-007) c) Inlet Steam Line Drain Trap By-pass Valve d) Main Stop Valve(TB-XV-084) Warming Valve e) 터빈 #1~5 Extraction Drain Valve (각 Check Valve의 전단)
5	발전기의 부하를 증가시킨다	TOPS DCS	1. 첨부된 "Run-UP & LOADING CURVE"에 따라 Turbine Speed "^(RAISE)" Button으로 발전기의 부하를 증가시킨다.
	위험사항	TOPS DCS	발전기의 부하는 각 Start Condition(HOT, WARM, COLD)에 맞게 첨부된 Run-UP & LOADING CURVE"에 따라 정격부하까지 증가시켜야 한다.
	위험사항	TOPS DCS	WARM, COLD Mode 조건에서 "HOT MODE"를 선택하거나, COLD Mode 조건에서 "WARM MODE"를 선택해서는 안된다.

순번	조작사항 및 조작위치		조치 및 확인 내용
5		TOPS	2. Inlet Steam 압력과 온도조건(PI-002A/B, PI-001 & TI-003A/B, TI-004)이 안정되게 유지되는지 확인하고, Governor(TB-ZI-131)에 의해 터빈과 발전기가 안전하게 제어되는지 확인한다.
		TOPS	3. Gland Seal Steam 압력(PI-037, PI-038)이 0.1~0.3 kg/cm ² g(정격 : 0.2 kg/cm ² g)에서 안정적으로 제어되는지 확인한다.
	주의사항	TOPS L	부하 운전 시 다음 사항을 확실하게 점검한다. a) Shaft Vibration(VI-129/130/171/172X/Y)의 비정상적인 상승 b) Bearing 온도(TI-101/102/103/106/152/155)의 비정상적인 증가 c) Turbine, Generator, Main Oil Pump, 각 Electrical Panel 등의 이상 소음 발생 d) 발전기 Stator Winding 온도(TI-157, 158, 159A/B)와 Inlet, Outlet Air 온도(TI-153A/B, 154)의 이상 상승 e) 발전기 각 상의 전류 및 평형도 f) 발전기 각 상의 전압 및 평형도
	위험사항	TOPS DCS	급격한 출력증가를 방지해야 하는데 이것은 Inlet Steam 압력(PI-002A/B, PI-001)의 급격한 감소로 터빈에 보일러 Water Carry Over가 일어날 수 있는 때문이다. 부하변화 시에는 Inlet Steam 상태변화를 반드시 주시해야 한다.
	주의사항	TOPS	HP Valve Limiter(Set :100%)의 Setting을 Turbine HP Governor Valve Limiter set "ⓧ(Lower)" Button을 눌러 변경하려는 Actuator Demand Level로 감소시키면 Governor의 HP Valve Limiter Function이 직접 Governing Valve Lift(즉, Inlet Steam Flow)를 제한한다.

순번	조작사항 및 조작위치		조치 및 확인 내용
6	Extraction Steam Stop Valve(HA~HE-LV01/02)를 Open하여 터빈에서 Extraction Steam을 공급한다.	L	1. 터빈#1~5Extraction Steam Line이 예열 돼 있는지 확인한다. 각 Extraction Check Valve(HA~HE-LV01/02) 전단과 후단의 Drain이 완료되었는지 점검한다.
		DCS	2. 터빈#1~5Extraction Line의 Check Valve (HA~HE-LV01/02)에 Steam이 공급되는지 확인한다.
		DCS	3. 발전기 부하가 Maximum Load의 25%(13,750 kW)까지 상승되면 터빈 #1~5Extraction Steam Stop Valve를 차례로 Open 한다.
		DCS	4. 각 Check Valve의 후단에 있는 터빈 #1~5Extraction Steam Line Drain Valve(HA~HE-LV01/02)를 Close 한다.

5.1.2.4 계통병해 및 무부하운전

순번	조작사항 및 조작위치		조치 및 확인 내용
1	병입운전 상태에서 발전기를 병해한다.	DCS	1. 발전기의 출력을 소내 소비전력과, 거의 동일하게 감소시킨 후 발전기 차단기(52G)(GE-52G)를 Open하여 계통병해 한다.
		DCS	2. 발전기를 계통병해를 하여도 무부하 상태에서 Governor(TB-ZI-131)에 의해 주파수가 60 Hz로 제어되어야 한다. 터빈은 오직 Speed Control Mode로만 운전된다.
		TOPS DCS	3. 발전기출력 증감시 변화율 변경은 첨부된 "RUN-UP & LOADING CURVE"에 따라 해야한다.
	주의사항	TOPS DCS TOPS	발전기의 출력을 급속하게 증가시켜서는 안 된다. 부득이 발전기 부하를 급속하게 올릴 경우라도 반드시 1 MW/분 이내이어야 한다. 발전기 출력 변경 시 Inlet Steam 압력과 온도조건 (PI-002A/B, PI-001 & TI-003A/B, TI-004)의 변화 상태를 주시해야 한다.

5.1.3 발전기

5.1.3.1 자동 발전기 기동 (자동 계통 병입)

5.1.3.1.1 사전 준비 및 확인사항

가. 전기설비, 보일러 및 보조설비가 정상적으로 운전되는지 확인한다.

- 1) 계기용공기압축기가 정상운전 되는지 확인한다.
- 2) 냉각수계통이 정상으로 공급되는지 확인한다.
- 3) 복수기에 물이 정상으로 공급되는지 확인한다.
- 4) 송전선로가 정상으로 구성되어 있는지 확인한다.
- 5) 터빈 우회밸브 제어모드(Mode)가 자동이고, 터빈우회 증기 유량이 50 t/h 이상 인지 확인한다.
- 6) 터빈 No. 1,2,3,4,5 추기 증기라인 점검밸브가 닫혀 있는지 확인한다.

나. 발전기의 자동 계통 병입 조건을 확인한다.

- 1) 터빈 윤활유와 제어 오일의 압력이 정상인지 확인한다.
- 2) 터빈 축 위치가 정상인지 확인한다.
- 3) 터빈과 발전기의 베어링 온도가 상승하지 않는지 확인한다.
- 4) 터빈 추력 베어링 온도가 상승하지 않는지 확인한다.
- 5) 터빈 윤활유 온도가 상승하지 않는지 확인한다.
- 6) 터빈 윤활유 탱크 수위가 정상인지 확인한다.
- 7) 터빈 추기 증기 압력과 온도가 상승하지 않는지 확인한다.
- 8) 터빈 정지조건이 아닌지 확인한다.
- 9) 축 밀봉 증기 압력이 정상인지 확인한다.
- 10) 터빈 전단 증기 온도와 압력이 정상인지 확인한다.
- 11) 터빈 윤활유 와 제어 오일의 차압이 상승하지 않는지 확인한다.
- 12) 그랜드 증기 복수기의 수위가 상승하지 않는지 확인한다.
- 13) 보조오일펌프가 “자동”모드(Mode)에 있는지 확인한다.
- 14) 증기 추출기 팬 No. 1,2가 “자동”모드(Mode)이고, 두 대중 한 대가 운전되는지 확인한다.
- 15) 회전 장치가 “자동”모드(Mode)이고, 구동 모터가 정지되어 있는지 확인한다.
- 16) 그랜드 증기 복수기 팬 No. 1,2가 “자동”모드(Mode)이고, 두 대중 한 대가 운전

되는지 확인한다.

- 17) 터빈 주 정지밸브가 다 열려있는지 확인한다.
- 18) 터빈 배기 살수밸브가 “자동”모드(Mode)인지 확인한다.
- 19) 그랜드 밀봉 증기 압력 제어밸브의 전단 밸브가 열려 있는지 확인한다.
- 20) 그랜드 밀봉 증기 압력 제어밸브가 “자동”모드(Mode) 인지 확인한다.
- 21) 주 복수기 진공 차단밸브가 닫혀있는지 확인한다.
- 22) 주증기 차단밸브 배수 밸브가 닫혀있는지 확인한다.
- 23) 터빈 케이싱(Casing) 배수 밸브가 닫혀있는지 확인한다.
- 24) 터빈 제어가 “속도”모드(Mode)로 선택되어 있는지 확인한다.
- 25) 발전기 록-아웃 계전기가 리셋(Reset)되어 있는지 확인한다.
- 26) GCRP의 선택 스위치가 “원격(Remote)”에 선택되어 있는지 확인한다.
- 27) 자동전압조정기가 자동 제어모드(Mode) 인지 확인한다.
- 28) 자동 싱크로(Synchro) 계통이 고장이 아닌지 확인한다.
- 29) 발전기 고정자 권선 온도가 상승하지 않는지 확인한다.
- 30) 발전기 전단 및 후단 공기온도가 상승하지 않는지 확인한다.
- 31) 발전기 전단 및 후단 냉각기 물 온도가 상승하지 않는지 확인한다.

5.1.3.1.2 발전기 자동 계통병입

가. TOPS(터빈 운전원 소내 CRT)에서 자동 발전기 동기화 버튼을 누른다.

- 1) 41E(현장 회로 차단기)가 투입된다.
- 2) 발전기 전압이 13.8 kv까지 상승하게 된다.

나. GCRP(발전기 제어 & 보호 판넬)의 발전기 동기화 모드(Mode)를 자동으로 선택한다.

- 1) 위상과 주파수를 동기 시키기 위해 터빈 속도가 제어된다.
- 2) 전압을 동기 시키기 위해 발전기 전압이 제어된다.
- 3) 위상, 전압, 주파수가 동시에 동기화 되면 52G 차단기가 닫혀 발전기 출력이 발생된다.

5.1.3.2 자동 발전기 정지(자동계통병해)

5.1.3.2.1 사전 준비 및 확인사항

가. 전기설비, 보일러 및 보조설비가 정상적으로 운전되는지 확인한다.

- 1) 계기용공기압축기가 정상운전 되는지 확인한다.
- 2) 냉각수계통이 정상으로 공급되는지 확인한다.
- 3) 복수기에 물이 정상으로 공급되는지 확인한다.
- 4) 송전선로가 정상으로 구성되어 있는지 확인한다.
- 5) 터빈 우회밸브 제어모드(Mode)가 자동 인지 확인한다.

나. 발전기의 자동 계통병해 조건을 확인한다.

- 1) 보조 오일 펌프가 “자동”모드(Mode)에 있는지 확인한다.
- 2) 증기 추출기 팬 No. 1,2가 “자동”모드(Mode)이고, 두 대중 한 대가 운전되는지 확인한다.
- 3) 회전 장치가 “자동”모드(Mode)이고, 구동 전동기가 정지되어 있는지 확인한다.
- 4) 밀봉 증기 복수기 팬 No. 1,2가 “자동”모드(Mode)이고, 두 대중 한 대가 운전되는지 확인한다.
- 5) 터빈 배기 살수밸브가 “자동”모드(Mode)인지 확인한다.
- 6) 밀봉 증기 압력 제어밸브가 “자동”모드(Mode)인지 확인한다.
- 7) GCRP의 선택 개폐기가 “원격(Remote)”에 선택되어 있는지 확인한다.
- 8) 자동전압조정장치가 자동 제어모드(Mode) 인지 확인한다.

5.1.3.2.2 발전기 자동 계통병해

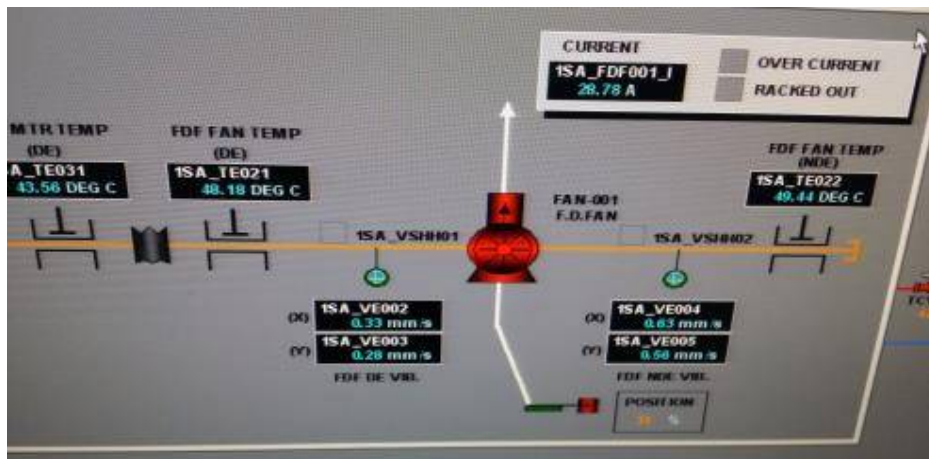
가. TOPS(터빈 운전원 소내 CTR)에서 자동 발전기 정지 버튼을 누른다.

- 1) 발전기 부하가 “하부(Lower)”로 설정 된다.
- 2) 발전기 출력이 5.0 MW 미만으로 감소된다.
- 3) 52G 차단기가 열린다.
- 4) 41E(현장 회로 차단기)가 열리면서 발전기가 정지된다.

5.1.4 비상시 운전

비상시 운전이란 운전정지를 하지 아니하고 운전되어야 할 분야에 대한 운전방법으로서 즉 비상조치를 취함으로서 정지하지 않고 제한적(최소 부하) 운전을 말한다.

상황 1) 35 MW 운전 중 보일러(#1) 압입 통풍 팬(FD Fan: Fan-001)이음 발생에 따른 비상 조치



[압입통풍팬 (FD Fan : Fan-001)]

- ① 발전기 출력 감발 및 1,2 보일러 #C 버너(1,2BLR-BNRC) 소화
- ② 주증기 온도(1,2MS-TE001) 및 압력(0UM-PIC001) 안정시키며 출력 지속 감발
- ③ 25MW에서 #1,2 보일러 #D 버너(1,2BLR-BNRD) 소화
 - Nox 농도가 50 ppm 미만 유지될 시 #1 가스재순환 팬(GRF: Fan-002) 정지
- ④ 출력 17 MW에서 터빈 우회밸브(TBN By-pass v/v : 0MS-PCV02 : 터빈 보호용) 서서히 Open-증기 압력(0UM-PIC001) 감안하여 터빈 우회밸브 (TBN By-pass v/v : 0MS-PCV02) 개도 증가
- ⑤ 순환수 Temp(0CW-TE02A-M) 변화 추이에 맞춰 냉각팬(1-572-M-CT-01 A/B/C/D) 순차적 정지
- ⑥ 10MW까지 서서히 감발하면서 매립가스 송압블러워(B/Blower, 1-432-M- AH-01 B/C/D/E) 입구 안내날개 밸브(IGV, 0LG-X-FIC02) 1대의 전류값을 감소시킨 후 정지
- ⑦ 발전기 출력을 8MW까지 감발
- ⑧ 제어 계통의 Unit Master를 보일러 Master로 전환(제 1,2호기 주증기 압력 제어를 터빈 모드에서 보일러 모드로 전환, 1,2MS-PIC001 TBN → BLR)한다.

- ⑨ #1 보일러 매립가스 유량제어 밸브(LG-FCV001)를 수동 제어하며 연료량을 서서히 줄여준다.
- ⑩ 연료량을 확인하며 2번째 #B 버너 소화
- ⑪ #1보일러 드럼 수위(Drum Level : LT-001/002/003) 안정화 후 #A 버너 소화
- ⑫ #1보일러 정지 후 증기식 공기예열기(SCAH : SAH-001) 온도제어밸브(AS-TCV001) Close
- ⑬ #1보일러 압입통풍팬(FD Fan : Fan-001) 입구 베인(InLet Vane : 1SA-FCD001) Close 후 정지
[정지 후 출구 댐퍼(OutLet Damper : SA-XZ001) Close 확인]
- ⑭ 터빈 우회밸브(TBN By-pass v/v : 0MS-PCV02) Close하며 출력 증발
- ⑮ #2 보일러 안정화 시키며 17MW까지 증발
- ⑯ #1 보일러 압입통풍팬(FD Fan : Fan-001) 정비 완료 후 절차서에 따라 정상 조치한다.

- 상기 운전 장소는 배전반 분배 제어 계통(DCS)에서 거의 이루어지며 발전팀장, 배전반 운전원, 보일러 운전원이 담당함.

상황 2) 냉각탑 냉각팬(CT : 1-572-M-CT-01 A/B/C/D) 1대 고장



[냉각탑 냉각팬(CT : 1-572-M-CT-01 A/B/C/D)]

가) 운전 상황

- 출력 : 35MW
- #1,2 보일러 #A, B, C, D 버너 가동 중.
- 냉각팬 4대 고속도(HIGH Speed) 가동 중.

나) 냉각팬(CT : 1-572-M-CT-01 A/B/C/D) Trip으로 인해 발생하는 문제점.

- 1) CW(순환수) 온도 상승 (0CW-TE02A-M)
- 2) CW(순환수) 온도 상승에 따른 CCW(기기냉각수) 열교환기 전,후단(0CC-TE02/06) 온도 병행 상승
- 3) CW(순환수) 온도 상승에 따른 복수기 입구 진공도(0CM-PT01/0TB-PI-001)저하

다) 비상시

- ① 발전기 출력 감발 시작
- ② #1,2 보일러 #C 버너 (1,2BLR-BNRC)소화
- ③ 주중기 온도(1,2MS-TE001) 및 주중기 압력(0UM-PIC001) 안정시키며 출력 감발
- ④ 25MW에서 #1,2 보일러 #D 버너(1,2BLR-BNRD) 소화
- ⑤ 20MW까지 감발한다.

라) 비상조치 후 점검 및 확인 사항

- ① CW(순환수) 온도가 25~26℃ 이하로 유지되는가?
→ 유지가 안 되면1MW 정도 더 감발한다.
- ② 복수기 진공은 -0.95 kg/cm^2 이상인가?
- ③ Trip 된 냉각팬(CT : 1-572-M-CT-01 A/B/C/D)의 차단기(M-CT-01 A/B/C/D)를 차단한다.

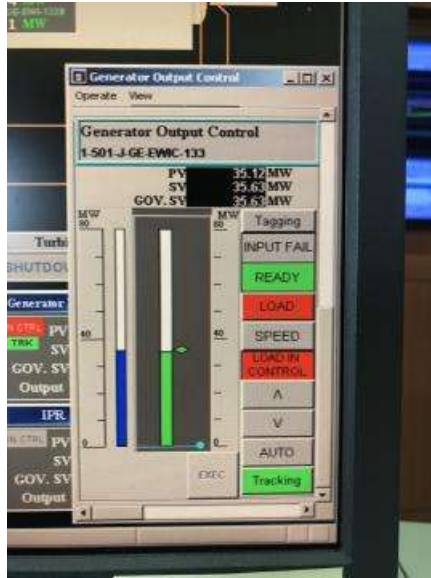
상기 운전 장소는 배전반 분배 제어 계통(DCS)에서 이루어지며 발전팀장 감독하에 배전반(BTG)운전원, 터빈(OT)운전원이 담당한다.


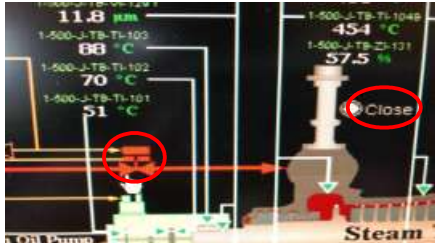
그 외 비상시 운전으로 인한 제한적 운전 분야 요소는


(가) 복수기 진공도(0CM-PT01/0TB-PI001) 저하

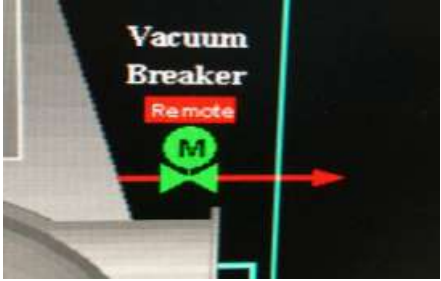
(나) 매립가스 유량(LG-FQT011) 부족 (다) 보일러 노내 압력(BF-PT002) 상승으로 기인 된다.

5.1.5 운전정지 (정상적인 운전정지)

순번	조작사항 및 조작위치	조치 및 확인 내용
1	발전기의 출력을 감발시킨다.	<p>1. 계통병렬 운전 중인 발전기의 출력을 Generator Output Control "Lower" Button(발전기 출력 제어 버튼)을 눌러 Minimum Load(최소 부하 약 5 MW)가 되게 점차적으로 감발 시킨다.</p>  <p>[발전기 출력 제어 조작창]</p> <p>2. 보일러 Master의 제어동작과 터빈 By-pass Valve (PCV-02)에 의해 Inlet Steam 압력 (PI-002A/B, PI-001)이 정격 95 kgf/cm²에 안정되게 유지되는지 확인한다.</p>
	주의사항	<p>□발전기 출력은 "Run-Up & Loading Curve"에 따라 감소시켜야 한다(참조: 정상운전에 첨부).</p>
2	발전기의 차단기(52G)를 Open (개방)한다.	<p>1. 발전기의 출력이 Minimum Load(최소부하 약 5.0MW)로 감소되면 발전기의 차단기(52G)를 Open(개방)한다.</p>

순번	조작사항 및 조작위치	조치 및 확인 내용
3	Turbine을 Trip(정지) 시킨다.	<p>1. 발전기의 차단기(52G)가 Open 되었는지 확인한다.</p> <p>2. Turbine Manual Stop"Button(터빈 수동 정지 버튼)을 누른다.</p>  <p>[터빈 비상(수동)정지 버튼]</p> <p>3. Main Stop Valve(주증기 스톱 밸브: B-XV-084) 와 Governing Valve(터빈 속도 조절용 밸브: TB-ZI-131)가 완전히 Close 되었는지 확인한다.</p>  <p>[주증기 스톱 및 가버너 밸브] (TB-XV-084, TB-ZI-131)</p>
	주의사항	□발전기 계통 병해 후 15분 이상 무부하 상태로 운전하면 안 된다.
4	Drain Valve를 Open 한다.	<p>1. 다음의 Drain Valve를 Open 한다.</p> <p>a) 터빈 Casing Drain Valve(HV-039)</p> <p>b) Main Stop Valve(주증기 스톱 밸브 : TB-XV-084) Drain Valve(HV-007)</p> <p>c) 터빈 #1 ~ #5 Extraction Steam Line (추기 증기 배관) Drain(HA~HE-LV01/02) Valve(각 Check Valve 전단)</p> <p>d) Main Stop Valve(주증기 스톱 밸브 : TB-XV-084)의 Warming(TB-MV-00X) Valve</p>

순번	조작사항 및 조작위치	조치 및 확인 내용
5	Turning 모터(TB-TM)를 기동한다.	<ol style="list-style-type: none"> 1. 터빈 속도가 감소되어 자동적으로 Aux Oil Pump (보조 윤활유 펌프: TB-AOP)가 기동되어 Lube Oil 압력(PI-070, PI-071)이 정격 1.5 kg/cm²에 정상적으로 유지되는지 확인한다. 2. Turbine Rotor(터빈 회전축)가 정지되자마자 즉시 Turning 모터(TB-TM)가 자동으로 기동되는지 확인한다. 3. 터빈이 Turning(저속회전) 하는 동안 내부에서 이상 소음이 없는지 확인한다.
	주의사항	<p>□만일 Turbine Rotor(터빈 회전축)가 완전히 정지되어도 Turning Device(TB-TM)가 자동으로 기동되지 않으면 터닝 모터(TB-TM) Engage"(물림)조작 스위치를 Local"(좌측)로 전환하여 기동한다.</p> <p>그 다음 Turning Motor(TB-TM) Engage"(물림) Lamp 점등과 Turning Device(TB-TM)가 회전되고 있는지 확인 한다.</p>
		 <p>[터닝장치 조작 스위치]</p>
	위험사항	<p>□Turbine Rotor가 회전 중일 때는 Turning Device (TB-TM)의 Engage"(물림)를 시도하여서는 절대 안 된다.</p>

		주의사항	□Gland Sealing Steam(밀봉증기)은 터빈 Exhaust 압력 (PI-031, PI-033)이 대기압에 도달하기 전에 정지하여서는 안 된다.
		주의사항	□터빈 냉각이 완료될 때까지 최소 48시간동안 Turning (저속 회전)을 연속적으로 해야 한다.
		위험사항	□터빈의 회전속도(SI-125)가 300 rpm까지 감속될 때까지 Vacuum Breaker Valve(진공 차단 밸브 MV-051)를 Open 해서는 절대 안 된다.
			 <p>[터빈 진공 차단 밸브 MV-051]</p>
6	Vacuum Pump(진공펌프: 1-564-M-PP 01A/B)를 정지 한다.		
		주의사항	□Vacuum Pump(진공펌프: 1-564-M-PP 01A/B) 취급요령 Manual을 참고할 것

순번	조작사항 및 조작위치	조치 및 확인 내용
7	Gland Sealing Steam(밀봉 증기) 공급을 중단 한다.	1. Gland Seal Steam Pressure Control Valve(밀봉증기 압력제어밸브 Supply : PCV-036A)를 "Auto" Mode에서 "Manual" Mode로 전환 한다. 2. Gland Seal Steam Pressure Control Valve(밀봉증기 압력 제어밸브 Supply : PCV-036A)를 조금씩 Close 한 후 InLet Valve (HV-035)를 Close한다.
	주의사항	<input type="checkbox"/> Gland Sealing Steam(밀봉증기)은 터빈 Exhaust (배기) 압력(PI-031, PI-033)이 대기압에 도달하기 전에 정지하여서는 안 된다(대기압에 도달할 때까지 계속 공급).
8	Gland Steam Condenser Fan(밀봉증기 응축팬 : 1-561 □M-GS-01)을 정지한다.	1. Stand-by GSC Fan(밀봉증기 응축팬 : 1-561 □M-GS-01)을 "Auto" Position에서 "Stop" Position으로 전환 한다. 2. Manual Switch로 운전 중인 GSC Fan(밀봉증기 응축팬 : 1-561 □M-GS-01)을 정지한다.
9	Turning Motor(TB-TM)를 정지한다.	1. Gland Sealing Steam(밀봉증기) 차단으로부터 48시간 후 Manual Switch로 Turning Motor (TB-TM)를 정지한다. 2. "DIS-Engage"(기어에 물리지 않음) Lamp가 점등 되는지 확인한다.
10	Aux Oil Pump(보조 윤활유 펌프 : TB-AOP)를 정지한다.	1. Emergency Oil Pump(비상 윤활유펌프: TB-EOP)를 "Auto" Position에서 "Stop"Position으로 전환한다. 2. Emergency Oil Pump(TB-EOP)인 DC Motor용 Main Circuit Breaker(1-800-E-CP-52.MCCB)를 차단 한다. 3. Manual Switch로 Aux Oil Pump(보조 윤활유 펌프 : TB-AOP)를 정지한다.

	 <p>[비상 윤활유 펌프 차단기] (1-800-E-CP-52)</p>	 <p>[비상 윤활유 펌프 운전 판넬]</p>
--	--	---

순번	조작사항 및 조작위치	조치 및 확인 내용
11	Vapor Extractor Fan (유증기 추출 팬 : TB-VEF 1,2) 을 정지한다	<ol style="list-style-type: none"> 1. Stand-by Vapor Extractor Fan(예비기 유증기 추출 팬 : TB-VEF1,2)을 "Auto" Position에서 "Stop" Position으로 전환 한다. 2. Manual Switch로 운전중인 Vapor Extractor Fan (유증기 추출 팬: TB-VEF)을 정지 한다
12	Cooling Water(냉각수) 공급을 중단한다.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Oil Cooler(윤활유 냉각기 : M-CW.01A/B.V009,010) 와 발전기 공기 냉각기의 냉각수 Inlet(V-005,006) 및 Outlet Valve(V-007,008)를 완전히 Close한다.
	<div style="border: 2px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <b style="color: red;">주의사항 </div>	<input type="checkbox"/> 터빈을 즉시 재기동 하지 않는다면 모든 Heat Exchanger(열교환기)의 냉각수는 Drain시키고 건조공기를 주입시켜 건조 상태로 유지해야 한다.

5.1.6 비상정지 (비상정지 및 정비후의 운전 개시)

비상 정지라 함은

- ① 중대한 화재·폭발사고 발생 시
 - ② 독성화학물질 누출 및 환경오염 발생
 - ③ 인근지역 비상사태 영향으로 당사업장에 파급될 우려가 있을 때
 - ④ 자연재해(태풍, 폭우, 지진 등)로 인한 천재지변 발생 등을 말함.
- 단, 발전이사 또는 발전팀장의 상황판단하에 긴급지시에 따른다.

가. 비상 정지 절차

- 1) (#1,2)보일러 및 터빈 Emergency Button(비상정지 버튼)을 누른다.



보일러(#1)

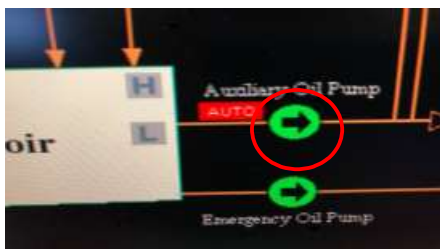
보일러(#2)

터빈

- 2) 발전기 차단기(52G) Open(병해 또는 개방) 및 계자차단기(GE-41E) Open (개방) 확인
- 3) (#1,2)보일러 Main Steam Block 밸브(주증기 터빈 공급밸브: MS-HV002)의 바이패스 밸브(MS-V001)를 수동으로 Open(T.O 운전원)하여 터빈에 Gland Sealing Steam(밀봉증기)을 공급한다. (공급압력 0.2 kg/cm² 유지)
- 4) LFG 이송설비 차단 - 운전 중인 LFG승압 블로워(1-432-M-AH-01 B/C/D/E)를 모두 정지한다
- 5) LFG 공급밸브(LG-MV-01)를 닫는다.
- 6) 보일러 버너 소화 확인

- 7) 보일러 드럼 Level(수위)이 상승될 것을 감안, 급수 제어요소 3 Element(드럼 수위, 증기유량, 급수, 유량)를 1 Element(드럼 수위)로 신속히 전환하여 급수량 조정
- 8) 보일러 급수펌프(1-451-M-PP 01A/B/C)1대 정지
- 9) 가스재순환팬(GR Fan: Fan-002)정지
- 10) 보일러 급수 유량제어밸브(FW-FCV-001) 조절하면서 드럼 Level(수위)관찰
- 11) 터빈속도가 감속(약 3380 rpm)되면서 보조 윤활유펌프(AOP: TB-AOP)가 자동 기동되는지 확인한다.

↳ 자동 기동이 안되는 경우에는 2층 터빈 판넬에서 조작 스위치로 수동(Local)기동



보조 윤활유펌프(AOP: TB-AOP)

- 12) Hot Well(온수조: 1-561-M-CD-01)수위 상승(예상) : Demi Water 펌프 (1-462-M-PP-01) 정지 → 온수조 수위 상승 시 터빈 저압단 Blade(날개) 침식우려
- 13) Deaerator(탈기기: 1-451-M-HT-03) Level 유의 관찰 : High시 COP(복수펌프: 1-561-M-PP-01A/B) 후단(수위 제어밸브: LCV-03,04) CAS(추종제어) Mode를 □ MAN(수동) Mode로 전환
- 14) Condensate Pump(복수 펌프: 1-561-M-PP-01A/B) 정지
- 15) Condenser Vacuum Pump(진공 펌프: 1-564-M-PP-01A/B) 정지
- 16) Circulation Pump(순환수펌프: 1-572-M-PP-01A/B/C) 1대 정지
- 17) 주 증기 유량은 점차 감소될 것이며 특히 증기온도 급강하에 유의
↳ 과열 저감기(TCV-001)의 CAS(추종제어)Mode를 □MAN(수동) Mode로 전환 후 Spray Water량 조절
- 18) 터빈 속도 300 rpm 부근에서 Vacuum Breaker open확인
- 19) 터빈 속도 제로(zero) 후 약 60초이내 Turning Motor((TB-TM) Running (회전) 확인
- 20) 압입 송풍기(F.D Fan: Fan-001) 정지
↳ 특히 터빈 정지 후 윤활상태 (적정압력 및 온도 등) 확인점검

↳ 윤활유 압력: 14.0~15.0 kg/cm² Control오일 압력: 1.4~1.5 kg/cm²

윤활유 온도: 41~43 °C

- 21) 냉각수 온도유지 확인: 냉각탑 Cooling팬((CT: 1-572-M-CT-01A/B/C/D)적정 가동 상태 점검
 - 22) 발전기 차단기(52-G) 및 계차차단기(GE-41E) Space Heater 가동
 - 23) 터빈 Casing 및 Metal 온도, Shaft Front & Rear(터빈 축 베어링 전, 후) Vibration(진동) 감시
 - 24) LFG 승압블로워(1-432-M-AH-01B/C/D/E) 보조 오일펌프(AOP : TB-AOP) Running 확인
- ∴ 비상사태 피해범위 정도에 따라 상황 파악 후 재기동 준비

나. 정비 후의 운전 개시

- 1) 정비 대상 설비 및 고장개소에 따라 운전 개시 조건이 달라질 수 있으나 정비 후에는 반드시 가동 전 안전 점검을 필히 수행하여 완전한 정비를 확인한다.
- 2) 당 설비는 정비 후(가동 전 점검 완료 후) 터빈 Inlet Steam(터빈 입구 증기온도) 조건에 따라 터빈 운전기동 모드가 정하여 진다

가) HOT(고온) 기동 조건

터빈 입구 증기온도(PI-003A/B)가 터빈 1단 Metal(금속)온도(TI-104A/B)보다 80 °C 이상일 경우

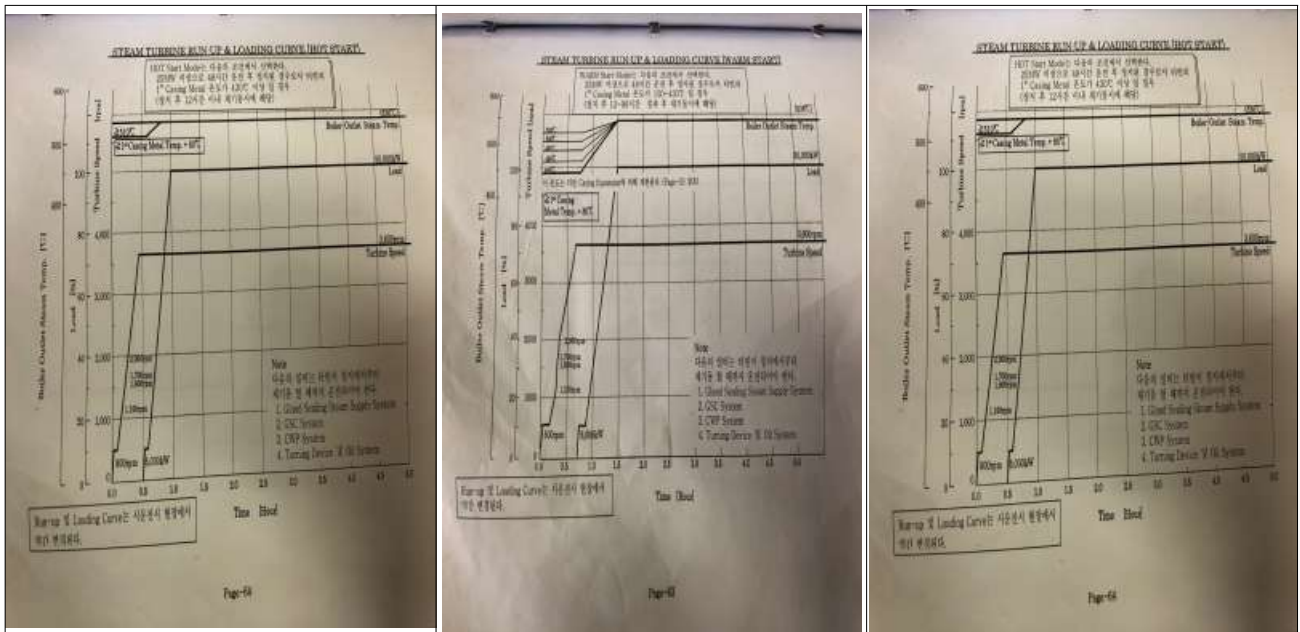
나) WARM(저온) 기동 조건

터빈 입구 증기온도(PI-003A/B)가 터빈 1단 Metal(금속)온도(TI-104A/B)보다 80 °C 이상 이면서 440~520 °C 경우[터빈 케이싱의 Thermal Expansion(열팽창)을 기준으로 한다.]

다) COLD(냉온) 기동 조건

터빈 입구 증기온도(PI-003A/B)가 400~460 °C 유지하며 터빈 1단 Metal(금속)온도(TI-104A/B)가 100°C 이하일 경우

- 3) 기동조건에 따라 터빈 롤링 및 발전기 계통 병입 시간이 단축되어지지만 정비 후 개시조건은 제2항 정상 운전 절차에 따른다.



5.1.7 예비전력 수전절차서

5.1.7.1 제1단계

송전선로 등 수전설비 고장으로 소내 정전이 되면 배전반 물품창고에 있는 22.9 kV COS 조작봉(사진-1 참조)과 출입문 및 Panel Key를 가지고 신속히 Cooling Tower 북쪽에 있는 예비전력 수전반으로 이동한다.



5.1.7.2 제2단계

Main VCB Panel(사진-2 참조) 전면 Door를 Open하여 VCB 조작용 Pull Turn Switch를 당겨서 OFF 방향으로 돌려 VCB를 차단한다. 잠시 후 Buzzer가 울리면 BZ Stop Switch를 눌러 Buzzer를 Reset 한다.

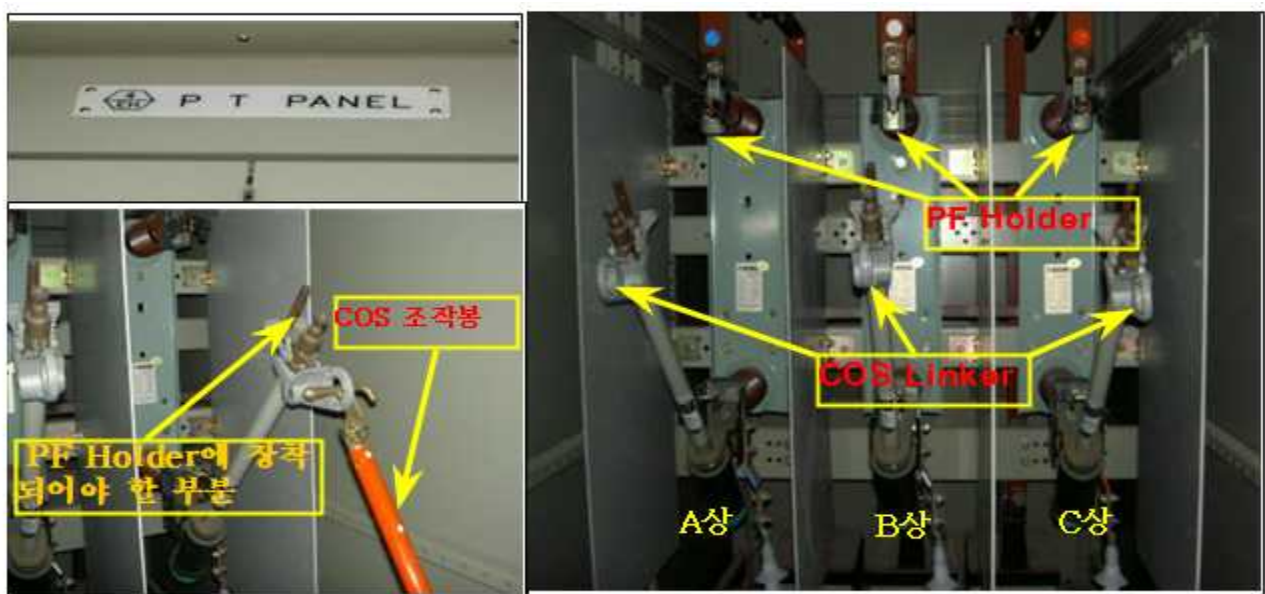


5.1.7.3 제3단계

PT Panel(사진-3 참조) 후면 Door를 Open하여 빠져(Open) 있는 Power Fuse의 Linker에 COS 조작봉을 걸어 상부방향으로 밀어 Power Fuse(PF)를 투입한다.

주의-1. Power Fuse가 상부 Holder에 정확하게 장착되어야 한다.

주의-2. 반드시 A,B,C상을 1개씩 차례대로 모두 투입해야 한다.



PF Linker에 COS 조작봉을 걸은 상태

Power Fuse(PF)

5.1.7.4 제4단계

Main VCB Panel(사진-4 참조) 전면 Door를 Open하여 전자식 보호계전기(2대) 플라스틱 Cover를 열고 ACK/RESET Button을 눌러 보호계전기를 Reset 한 후 Fault 램프가 꺼지는지 확인한다.

주의-3. Fault 램프가 점등된 보호계전기만 Reset 하면 됨.



5.1.7.5 제5단계

Main VCB Panel(사진-5 참조) 전면 Door를 Open하여 RESET Button을 누른 다음 LOCK-OUT RELAY의 TRIP RESET Switch를 오른쪽으로 돌려 Target 표시가 적색 → 녹색으로 변경되는지 확인한다.

주의-4. 만약 Reset가 안되고 다시 Buzzer가 울리면 Buzzer Stop 후 4단계와 5단계를 반복한다.



5.1.7.6 제6단계

Main VCB Panel(사진-6 참조) 전면 Door를 Open하여 VCB 조작용 Pull Turn Switch를 당겨서 ON 방향으로 돌려 VCB를 투입하여 적색 ON 램프가 점등되는지 확인한다.



5.1.7.7 제7단계

6.9 kV Switch Gear Room으로 이동하여 보조변압기에서 오는 Normal Incoming Breaker가 Open 되어 있는지 확인하여 아니면 차단기 Door를 열고 수동으로 녹색 Push Button을 눌러 Open 한다.



5.1.7.8 제8단계

예비용 변압기에서 오는 Incoming Breaker(사진-8 참조)를 차단기 Door를 열고 수동으로 적색 Push Button을 눌러 차단기가 Close 되면 6.9 kV Bus가 가압된다.



5.1.7.9 제9단계

Load Center-3 Incoming Breaker(사진-9 참조) 및 각 Feed Breaker의 차단기 Door를 열고 수동으로 적색 Push Button을 눌러 차단기를 Close 하여 Essential 전원을 우선적으로 가압 한 후 Load Center-1, Load Center-2, 수처리실 Load Center를 순차적으로 가압하여 각 Feed Breaker를 투입한다.

주의-5. 각 차단기에 보호계전기가 동작하여 황색 Fault Lamp가 점등되었으면 TRIP RESET Switch 및 RESET Button을 조작하여 먼저 Reset 하여야 한다.



5.1.8 154KV전력 GIS (Gas-insulated Switchgear) 조작 절차서

5.1.8.1 제1단계

발전설비 및 송, 수전설비 고장이나 점검을 위한 계획 정전시에는 정전예정일을 기준으로 7일전에 한국전력공사 인천지사 계통운영부로 송전선로 차단 협조공문을 발송한다.

□ 사고로 인한 긴급차단시는 즉시 유선으로 연락한다.

한국전력공사 인천지사 계통운영부(032-718-2566)

5.1.8.2 제2단계

정전 또는 수전을 위한 GIS 조작은 현장 조작PANEL 앞에서 한전 계통운영부에 전화 연결 후 계통운영부와 변전소의 3자 통화를 하면서 지시에 따라 순서대로 조작한다.



5.1.8.3 제3단계 (정전순서)

정전시는 발전소 CB를 먼저 차단하고 1번 변전소 CB를 차단한다.

한전 요청시 CB 617 FEEDER Panel(사진 참조) 전면 Door를 Open 하여 CB 617 조작용 Pull Turn Switch를 당겨서 OPEN 방향으로 돌려 CB를 차단한다.

한전 측 CB 차단 확인후 발전소 차단기 전단 2번 DS를 Open 방향으로 돌려 DS를 개방한다.

(사진 CB617 차단기 조작 Switch 하부에 위치한 DS 조작 Switch)

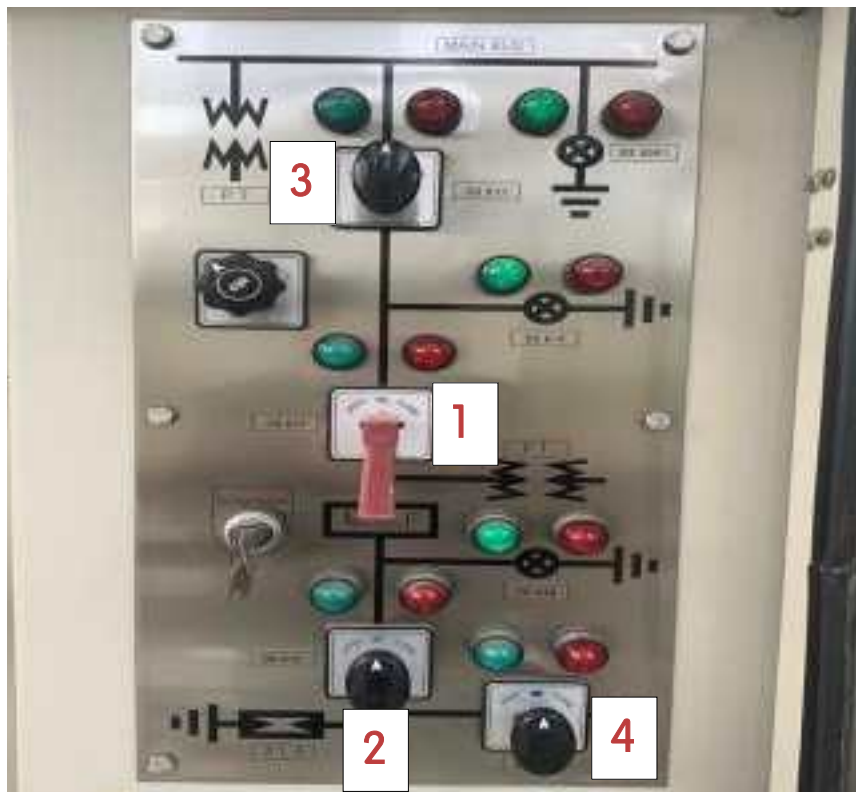
차단기 후단 3번 DS를 Open 방향으로 돌려 DS를 개방한다.

마지막으로 PANEL 우측 하부에 위치한 4번 ES를 투입한다.

5.1.8.4 제4단계 (수전순서)

수전시는 한전 지시에 따라 정전의 역순으로 Switsch를 조작한다.

(4번 개방 3번 투입 2번투입 1번투입)



5.1.9 보일러 2대 운전 중 1대 정지 후 재기동

5.1.9.1 정지 호기 재기동 절차

1. 공기에열기(GAH)베어링 윤활유 펌프 가동
2. 공기에열기(GAH) Drive Motor가동
3. Drum Level (-100 mm 정도)유지 확인
4. 압입통풍기(FD Fan) 가동
 - Air Flow 45 T/H 정도 유지
5. MFT(Main Fuel Trip: 주연료 차단장치) Reset
6. 보일러 Furnace Purge(300초)
7. 버너(Burner)Leak Check(LFG압력: 4,500 mmH₂ O에서 2초)
8. 버너(Burner)1대 점화(Lower 버너(#A,B 중) 택일)
9. 보일러 드럼 압력 1.5 kg/cm² 되면 각 Vent v/v Close
 - 드럼, 과열기, 과열저감기
 - Start-up Vent 22~24% Open상태 유지
10. 드럼(Drum)압력 2.0 kg/cm² 정도에서 과열기(Superheater) Drain v/v Close
11. 주증기(Main Steam) 압력 15 kg/cm² 되면 LFG 유량 서서히 증가시키며 기동 곡선(Start-up Curve)에 따라 승압□승온 한다.
12. LFG 유량 4.5~5.0 T/H 되면 Lower 버너 1대 추가 점화(증기 압력 : 45 kg/cm² 전□후)
 - 후행 호기를 증기 압력(90 kg/cm² 정도) 증기 온도(510 ℃ 이상)유지토록 한다
13. 선행호기 출력을 서서히 감발(약 8.0MW까지)하면서 증기 압력도 약 92 kg/cm²까지 낮추어 선□후행 호기 Tie - in 준비를 한다
14. 선□후행 호기의 운전(증기 압력: 90~92 kg/cm² 온도: 520 ℃)조건을 거의 균형상태로 유지하면서 후행 호기의 MS-HV002(주증기 밸브)를 Open하여 선행호기와 Tie 시킨다.(즉, 선□후행 호기의 병렬운전) : Tie-in 시작점
15. 이때 보일러 Master Ratio값은 약 35~36%(출력 8.0MW 상태에서의 증기 최소 유량 : 약 35~36T/H)정도 된다.
16. 후행 호기의 주증기 압력을 주시하면서 Start-up Vent 밸브를 약간(1/2~1 Turn)씩 Close 함으로써 대기로 방출된 증기를 터빈에 유입시켜 출력이 서서히 증발된다. 따라서 Start-up Vent 밸브가 완전히 Close됨으로써 Tie-in은 종료된다.
(이때 발전 출력은 약 16.0MW정도)

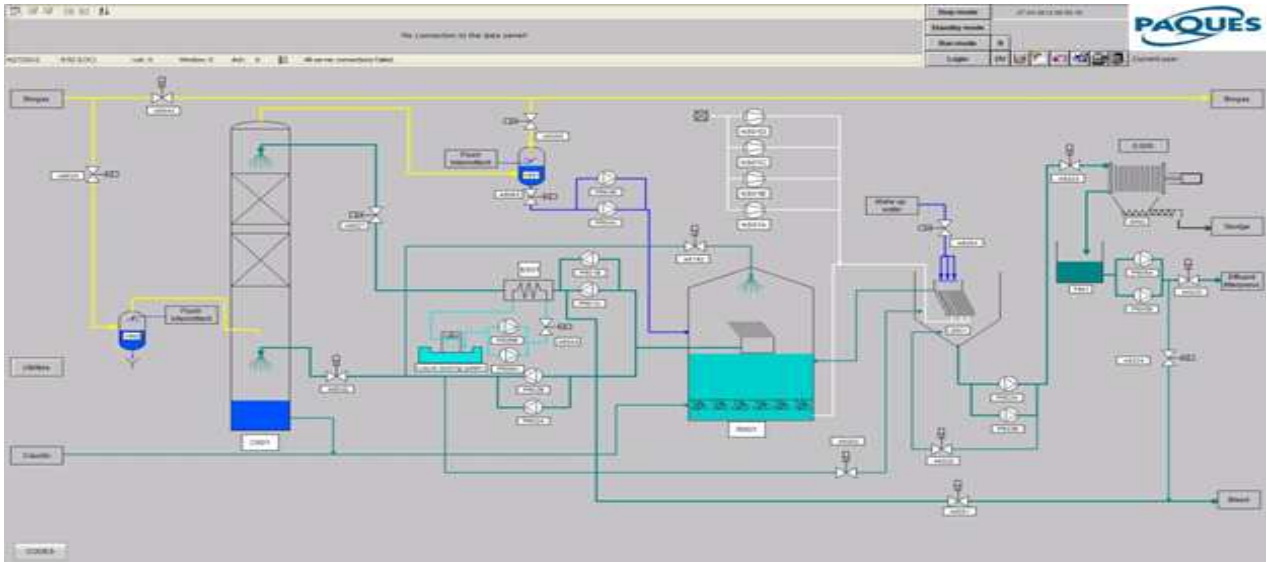
17. Boiler Master를 Unit Master로 전환하여 선후행 호기를 동시에 제어하여 병렬 운전에 임한다.

※ 점화 후 NO_x농도 증가 여부에 따라 가스 재순환 팬(GR Fan)을 기동한다.

5.2 황산화물전처리시설

5.2.1 황산화물전처리시설 제어 System

황산화물 전처리시설의 운전, 제어 시스템은(PLC) SCADA이며, 이 제어 시스템을 이용하여 펌프, 밸브들을 가동, 조정한다.



<SCADA>

가. Start / Stop / Stand-By Mode

설비의 운전 상태 확인은 Start Mode, Stop Mode, Stand-By Mode로 분류한다.

운전모드의 전환은 해당하는 모드의 버튼을 눌러 전환되며, 각 모드의 전환은 해당하는 조건을 만족했을 때 변환이 가능하다. 설비 가동 시 Stop Mode에서 Stand-By Mode로 변경하여 기본적인 펌프, 밸브 등을 조작한 후 Start Mode로 전환이 가능하다.

나. 자동 및 수동 조작 및 운전 메뉴

각 펌프 및 밸브의 조작은 기본적으로 2가지 모드로(자동 및 수동 운전) 운전이 가능하며 운전메뉴는 3가지 (Auto, Man ON, Man OFF)로 조작한다.

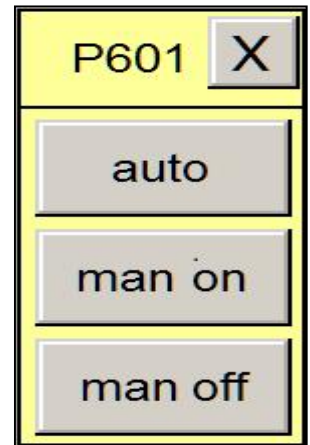
- Auto : 자동운전으로 펌프의 경우 설정값의 유량에 맞도록 출력을 조절하고 밸브는 특정 조건에 맞으면 Close 또는 Open 된다.
- Man On : 수동운전이며 펌프의 경우 수동으로 가동, 밸브의 경우(Man Open) Open상태를 유지한다.
- Man Off : 수동운전이며 펌프의 경우 수동으로 정지, 밸브의 경우(Man Close) Close 상태를 유지한다.

다. Setpoint(설정 값) 및 Alarm

각 계측값을 눌러 메뉴화면을 볼 수 있으며 설정값을 입력할 수 있다.

운전이 되는 기준값을 입력하고 각종 알람을 설정하여 기준수치에서 벗어난 수치들을 운전원에게 알려준다.

가장 최근 공정에 생긴 알람은 스크린 상단의 Alarms 버튼을 눌러 이전에 발생한 알람내역을 확인할 수 있다.



라. Trend Lines

시간이 흐름에 따라 각종 Data는 그래프 형식으로 기록되어 과거 자료를 확인할 수 있다. 그래프(추세선)는 공정의 변화를 확인하고 진단하는데 사용될 수 있다. ORP, pH, 온도, 각종 유량값, 압력 등이 기록된다.



<Trend Lins>

5.2.2 가동시

1) (SCADA - Stop Mode) 각 탱크 수위를 확인하고 부족한 만큼 보충한다.

- ① Bio-Reactor - 공정수
- ② 냉각탑 - 냉각수
- ③ Seal Water Tank - 시상수

- 2) 각종 회전기기 가동 전 핸드터닝을 실시하고 전기실의 차단기를 확인한다.
- 3) Make-Up Pump(P701)와 Seal Water Pump(P702)를 가동하여 시상수를 배관에 채우고 펌프의 Seal Water를 공급한다.
- 4) Spray Water Pump(P602)를 가동하여 Bio-reactor 상부와 Scrubber 하부에 Spray 되는 유량을 조절하고(Valve 개도율로 유량 조절) Bio-reactor 내의 공정수를 Scrubber 하부와 Settler를 채운다.
- 5) Bio-reactor의 수위가 내려간 만큼 Make-Up으로 보충한다.
- 6) Cooling Water Pump(P606)를 가동하여 냉각수를 순환시키고 열교환기를 점검한다.
- 7) (SCADA - Stand-By Mode) Air-Blower를 가동하여 Bio-Reactor 내부 교반 및 Air를 공급한다.
- 8) Bio-Reactor 수위 레벨, pH 설정값의 최대/최소값 및 ORP, 전기전도도의 운전값을 설정한다.
- 9) 약품(NaOH, Nutrimix)펌프를 Auto로 가동하고 주입시간, 정지시간을 설정하여 자동으로 약품이 주입되게 한다.
- 10) (SCADA - Run Mode) Circulation Pump(P601)를 가동하여 Bio-Reactor의 공정수를 Scrubber 상부에 분사한다.
- 11) 전처리시설 LFG Inlet Valve(A6033)를 5 ~ 10 % 정도 Open하여 Scrubber 내 공기는 Vent 하고 가스를 채운다. (가압)
- 12) Scrubber 가압절차가 끝나면 LFG Inlet Valve(A6033)와 LFG Outlet Valve(A6055)를 100% Open 하여 LFG내 황화수소를 처리한다.
- 13) 황산화물 전처리시설 가동 후 Bio-Reactor의 Imhoff를 매시간 확인하여 정상 운전 범위내로 확인되면 탈수기를 가동하여 시설 내 황을 배출한다.

5.2.3 정상운전시

1) Scrubber 운전인자 조절

① 분사 유량 조절

Scrubber 상부에 분사되는 알칼리 세정액(공정수) 유량을 적절하게 조절한다. 최소 600 m³/hr에서 최대 1,150 m³/hr로 황화수소 처리 효율이 감소하면 분사 유량을 늘리고 처리 효율이 좋으면 점차 낮춰서 일정한 처리효율을 유지하도록 운영한다.

일반적으로 분사 유량이 많을수록 Scrubber 내의 압력손실이 커진다.

2) Bio-Reactor(생물반응조) 운전인자 조절

황산화물 전처리시설의 중 Bio-Reactor의 운영이 가장 중요하며 모든 운전조건이 적절한 최적값 내에서 운영할 수 있도록 조절해야 한다.

① ORP

Air 주입량을 조절하여 ORP를 적정 운전범위로 유지하여야 한다. Air량을 조절하기 위해 Air-Blower의 출력을 조절하고 필요에 따라 Blower를 추가 기동하여야 한다.

② pH 및 알칼리도

pH 및 알칼리도는 LFG 중 CO₂와 가성소다(NaOH)가 반응하여 변하기 때문에 지속적인 모니터링을 진행하면서 가성소다(NaOH) 주입펌프의 주입시간을 조절한다.

③ 전기전도도

가성소다 주입으로 인해 전기전도도가 상승하기 때문에 적정한 값의 전기전도도를 설정하고 Mke-Up 주입을 유도하여야 한다.

④ 온도

LFG 중 황화수소를 처리하는 공정 중 열이 발생하므로 시설운전 중 공정수의 온도가 상승하게 되는데, 열교환기를 사용하여 일정 온도로 유지하여야 한다. 높은 온도일 경우 열교환기 순환량을 늘리고 냉각탑의 냉각팬을 가동하여 냉각수를 온도를 낮춘다. 동절기 냉각수의 온도하락으로 공정수의 온도가 낮을 경우 열교환기 순환량을 감소시켜 일정 온도를 유지한다.

⑤ Imhoff

Bio-Reactor에서 생성되는 황 입자와 농도를 계속적으로 모니터링해야 된다. 운전 중 기준 수치 이상의 Imhoff가 확인되면 즉시 탈수기 유량을 늘려 시설 내 황을 밖으로 배출하고 Bio-Reactor 내 일정한 농도의 황을 유지시켜야 한다.

5.2.4 정지시

- 1) (SCADA - Run Mode) LFG Inlet Valve(A6033)와 LFG Outlet Valve(A6055)를 Close 하여 LFG를 차단한다. 이때 Bio-Reactor의 ORP가 급격히 상승하므로 Air-Blower의 출력을 최소로 유지한다.
- 2) Scrubber에 잔류하고 있는 LFG를 공정수에 의해 모두 흡수되도록 한다. 압력이 0이 되면 Scrubber의 Sampling Point를 모두 열어 외부 공기가 흡입되도록 한다.

- 3) Scrubber, Bio-Reactor, Settler에 이미 생성된 황이 잔류하고 있어 Imhoff가 측정되지 않는 수준까지 탈수기를 가동하여 황을 배출한다.
- 4) 약 30분간 탈수기에 시상수를 넣어 배관 및 탈수기 내부 세척을 진행하고 탈수기를 정지한다.
- 5) (SCADA - Stand-by Mode) Circulation Pump(P601) 정지하여 Scrubber 상부 분사를 중지한다.
- 6) Air-Blower를 정지하여 Bio-Reactor의 Air 공급을 중단한다.
- 7) Spray Water Pump(P602) 가동을 중지한다.
- 8) Cooling Water Pump(P606) 가동을 중지하여 냉각수 순환을 정지한다.
- 9) 냉각탑의 냉각팬 가동을 중지한다.
- 10) 약품(NaOH, Nutrimix)펌프 Auto 가동을 중지하고 수동으로 정지한다.
- 11) (SCADA - Stop Mode) Make-Up Pump(P701)와 Seal Water Pump(P702)의 가동을 중지한다.
- 12) 장기간 정지 시 매일 15분 동안 최대한 자주 Air-Blower를 운전하여 Bio-Reactor의 미생물에 Air를 공급해주어야 한다(Air-Blower를 가동하기 위해서는 Spray Water Pump, Cooling Water Pump가 가동되어야만 한다.).
- 13) 배관 내 공정수를 Drain 하여 황에 의해 막히 또는 동결을 예방한다.

5.2.5 상황별 문제해결 (Trouble Shooting)

5.2.5.1 Bio-Reactor의 거품 두께 상승

Bio-Reactor의 급격한 거품 두께 상승은 미생물의 부패반응으로 미생물이 사멸되어 발생 되는데 이는 공정이 불 안정화 된 후 발견된다. 이러한 거품 형성을 제어하기 위해 Bio-Reactor의 수위를 낮추고 Spray 유량을 늘려야 하며 Bio-Reactor 상부에 소포제 역할을 할 수 있는 시상수를 투입하여 지속적인 거품 두께 상승을 막아야 한다. 최종적으로는 거품억제제(소포제)를 투입하여야 하는데 이는 일시적인 해결책이며 거품 두께가 상승하는 근본적인 원인을 찾아야만 한다.

- ① 생물반응조 운전 조건인 pH, ORP, 전기전도도, 온도 등을 확인하여 정상 운전범위에서 유지되는지 확인하고 조절하여야 한다. 만약 공정조건의 제어가 불가능하다면 즉시 LFG 처리량을 줄이거나 차단하여 정상 운전범위에서 장기간 미생물 안정화를

유도하여야 한다.

- ② 미생물에 영향을 주는 독성물질이 존재한다는 신호일 수 있다. 독성물질은 LFG, Make-Up Water, 미생물 영양제(Nutrimix), 가성소다(NaOH)에서 발견될 수 있다. 암모니아(NH_3) - 500 ppm / DMS 및 기타 휘발성 유기화합물질 - 100 ppm / 불화수소(HF) - 0 ppm / 휘발성 유기 물질(지방산, 알코올 등) - 1000 ppm / 방향족 화합물(톨루엔, 벤젠, 자일렌 등) - 50 ppm 이상 존재 시 미생물 거품 발생에 영향을 줄 수 있다. 이와 같은 독성물질 발생원을 찾아 해결하고 제거하여야 한다.

5.2.5.2 Scrubber에 허용치 이상의 차압 발생

Scrubber에는 LFG와 공정수(알칼리 세정액)의 접촉효율을 증대시키기 위해 충전제(폴링)가 2단 층으로 약 160 m^3 충전되어 있다. 충전제 및 공정수 분사, LFG의 흐름으로 인해 Scrubber의 전/후단 압력 차이가 생기는데 이를 차압이라고 하고 공정 운영상 Scrubber의 차압이 발생할 수밖에 없다. 차압이 일정 수준 이상으로 발생하는 경우가 발생하는데 이 경우 가스의 흐름을 방해하고 Scrubber 내부 압력 상승으로 내/외벽에 충격을 받을 수 있다. 이는 설계치 이상의 가스 유량이 유입되거나 충전층에 황이 쌓여 발생한다. 후자의 경우가 대부분이며 Bio-Reactor에서 생산되는 황을 탈수기로 최대한 배출하여 황 농도를 낮춘 공정수로 Scrubber 상부에 분사하여 충전층의 황을 씻어 내리는 방식으로 차압을 낮출 수 있다. 차압이 감소하지 않으면 Scrubber의 가스를 차단하고 일정 기간 시행한다. 그럼에도 차압이 낮아지지 않으면 2단 충전층의 충전제를 일부 또는 전체 교체작업을 진행하여 Scrubber에서의 가스 흐름을 원활하게 하여야 한다.

5.3 포집 및 소각시설

5.3.1 매립가스관리센터

가. 매립가스 관리센터 운전

- 신규 MMI에서 기존 MMI SYSTEM을 ON LINE/BACK UP 개념을 구축하여 기존 MMI와 통신시 2대중 1대가 고장시 다른 MMI와 통신하여 운전토록 하여 매립가스 관리센터 및 제2매립장 블로워동 통합운영 화면을 이용하여 운전한다. 일상 소각 운전시에는 기존 또는 신규 MMI를 이용하여 1, 2차 전용화면으로 운전한다.

나. 제2매립장 블로워 활용운전

- 50MW 발전 기동시 2매립장 블로워를 가동, 매립가스 관리센터 내 소각기를 가동하여 소각처리하면서 50MW 발전에 필요한 매립가스를 단계적으로 적정 공급한다. 따라서 MMI 상 2매립장 블로워(M-102A, B, C)는 매립가스관리센터에서도 기동, 정지는 물론, 흡입 및 토출 밸브 역시 조작이 가능하다.

다. 전량 소각시 운전방안

- 50MW 발전설비에 공급되는 1200A 공용헤더관 MOV(M-105B, M-105C)를 Close한 후, 기존 MMI System을 활용하여 1, 2매립장에서 포집, 발생하는 매립가스를 전량 소각 처리한다.

라. 부분 소각 및 발전설비 공급시 운전방안

- 50MW 발전설비에 공급되는 1200A 공용헤더관 MOV(M-105B, M-105C)가 Open 상태임을 확인 후 1, 2매립장에서 포집하여 발생하는 매립가스를 우선적으로 50MW 발전소에 공급하고, 잉여가스는 2차분 Stack을 선택하여 소각처리 한다.

마. 가동시 PLC 카드 교체 운전방안 (2매립장 블로워동)

- 가) 가동 중에 어떤 원인에 의해서 통신카드 또는 아날로그 Input Card 등 에러가 발생했을 경우 교체운전 방안은 다음과 같다.

- ① 운전중인 해당호기의 MOV를 Remote → Local로 전환
- ② 운전중인 해당호기의 VCB (진공차단기)의 선택스윗치를 Remote → Local로 전환
- ③ 운전중인 해당호기의 Local PLC Panel 선택스윗치를 Remote → Local로 전환

※ 상기 순서로 전환 후 Main PLC Panel의 PLC 전원을 “OFF” 한 후 Card를 교체한다.(주의 : Main PLC Panel의 주 BRK가 아님에 절대 주의할 것.)

나) 복구방안

- ① Main PCL Panel의 PLC 전원을 “ON” 한다.
- ② 운전중인 해당호기의 MOV를 Local → Remote로 전환
- ③ 운전중인 해당호기의 Local PLC Panel의 선택스위치를 Local → Remote로 전환
- ④ 운전중인 해당호기의 VCB (진공차단기)의 선택스위치를 Local → Remote로 전환

바. 공용헤더관 밸브 조작시 유의사항 (2매립장 블로워동)

가) Remote 운전조건

- ① 1200A 공용헤더관 밸브 위치션이 Remote 상태일 것
- ② 블로워동 MCC Room MOV Panel의 선택 스위치가 MAN 상태일 것
(AUTO 아님에 주의)
- ③ MOV Panel의 (정) Lamp가 적색표시 상태일 것
(역) Lamp 상태에서는 Open 하면 Close되고, Close하면 Open됨에 주의)

나) Local 운전조건

- ① 1200A 공용헤더관 밸브 위치션이 Local 상태일 것
- ② MOV Panel의 (정) Lamp가 적색표시 상태일 것

5.3.2 매립가스 통합운영시스템

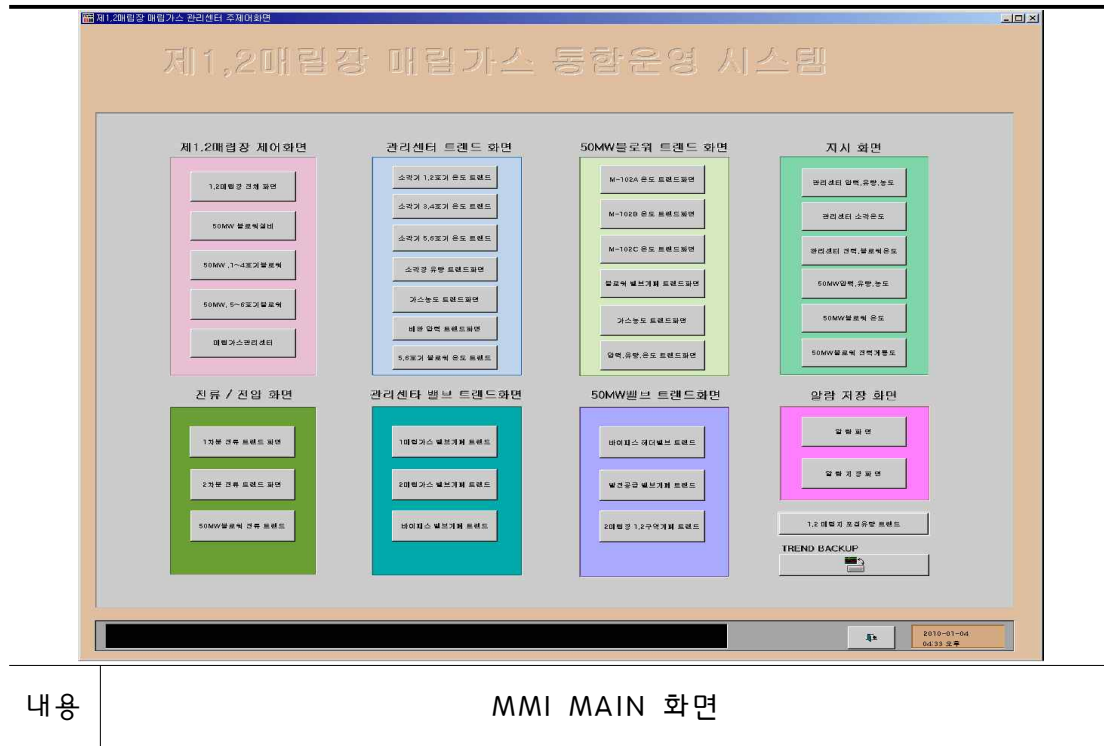
가. 시스템 구성

- 본 시스템은 기존 매립가스 관리센터내 설치된 MMI SYSTEM을 ONLINE/BACK UP 개념을 도입하여 기존 2대중 1대가 고장시 다른 MMI와 통신하여 통합운영 MMI SYSTEM을 운영토록 구축된다.
- 기존 MMI 및 신규 MMI SYSTEM을 활용하여 소각 및 발전설비에 매립가스를 공급하고 잉여가스는 소각처리 하도록 구축됨

나. MMI 화면 실행방법

- 윈도우 NT를 부팅한다.

- 화면에 CITECT EXPLORER 아이콘을 더블클릭한다.
- 첫 화면은 소각장 전체의 제어 상태를 볼 수 있는 MAIN 화면이 온라인 상태로 표시된다. 그림은 하기와 같다.

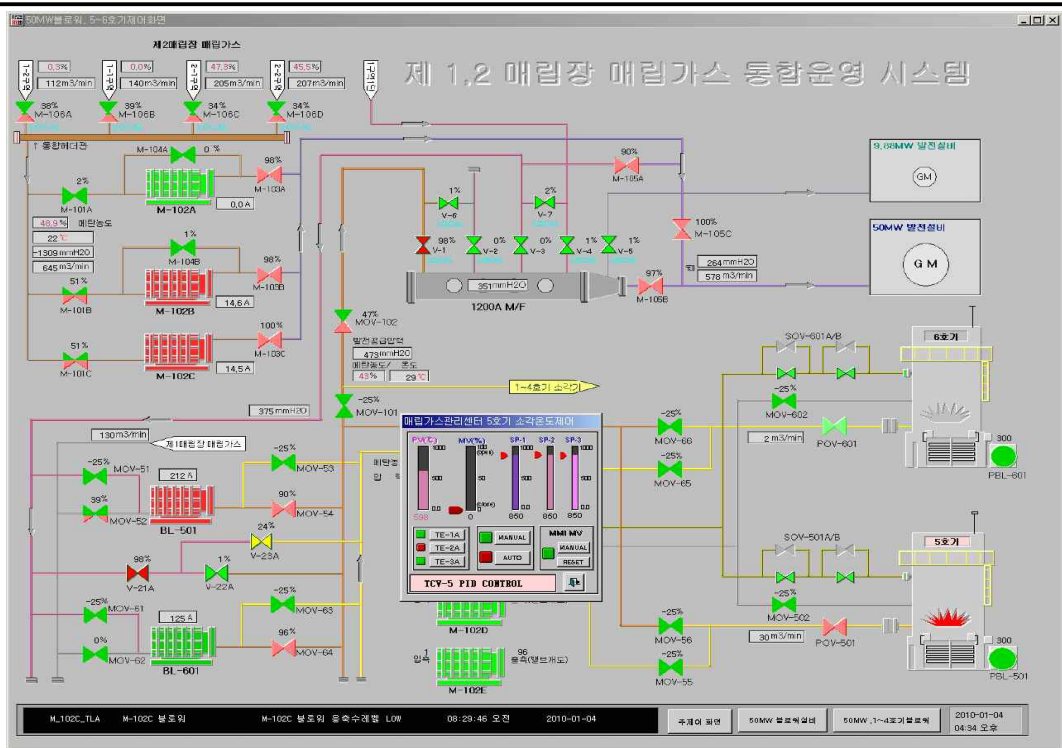


내용

MMI MAIN 화면

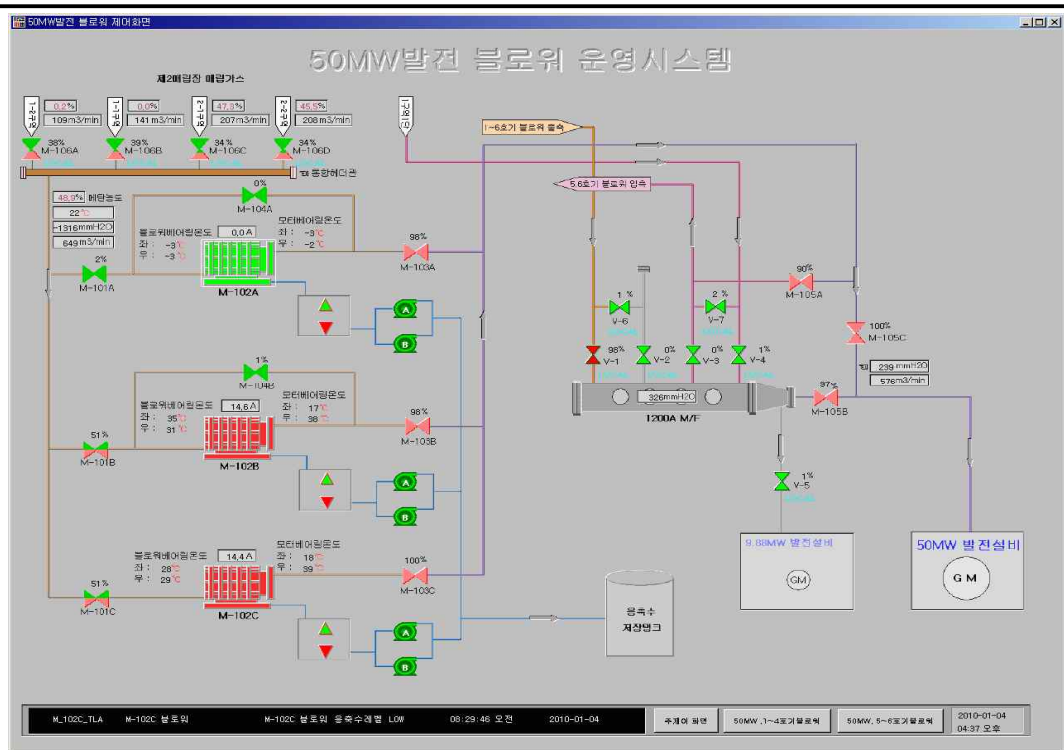
다. 각 화면에서 다른 화면으로 이동방식

- 모든 화면의 하단 우측에 있는 버튼을 눌러 이동하고자 하는 화면으로 이동한다.
- 화면의 공통 사항은 좌측 하단에 있는 알람 메시지가 발생하며 이것은 우선순위로 표시되며 순서대로 하단으로 내려간다.
- 알람이 표시되면 마우스로 더블클릭하면 리셋이 된다.
- 화면은 1, 2호기, 3, 4호기, 5, 6호기 화면 및 발전블로워 화면으로 구분하여 제어할 수 있도록 구성하였다.
- 알람 썸머리 화면은 별도로 구성하여 순시 알람을 저장하는 페이지로서 이것은 순시 알람을 확인하면 자동으로 저장된다.
- 아날로그 순시 화면은 온도, 압력, 유량, 전류, 농도 등을 한 화면에 표시함으로써 한 눈에 인지할 수 있도록 하였다.



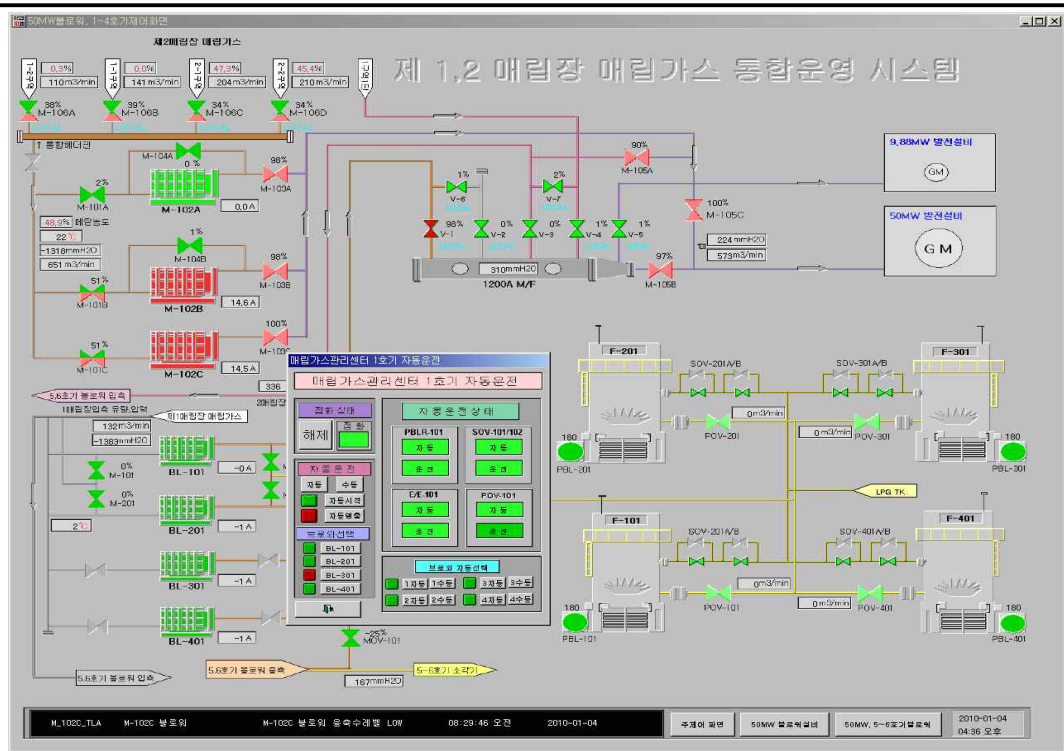
내용

발전블로워 및 5, 6호기 초기화면



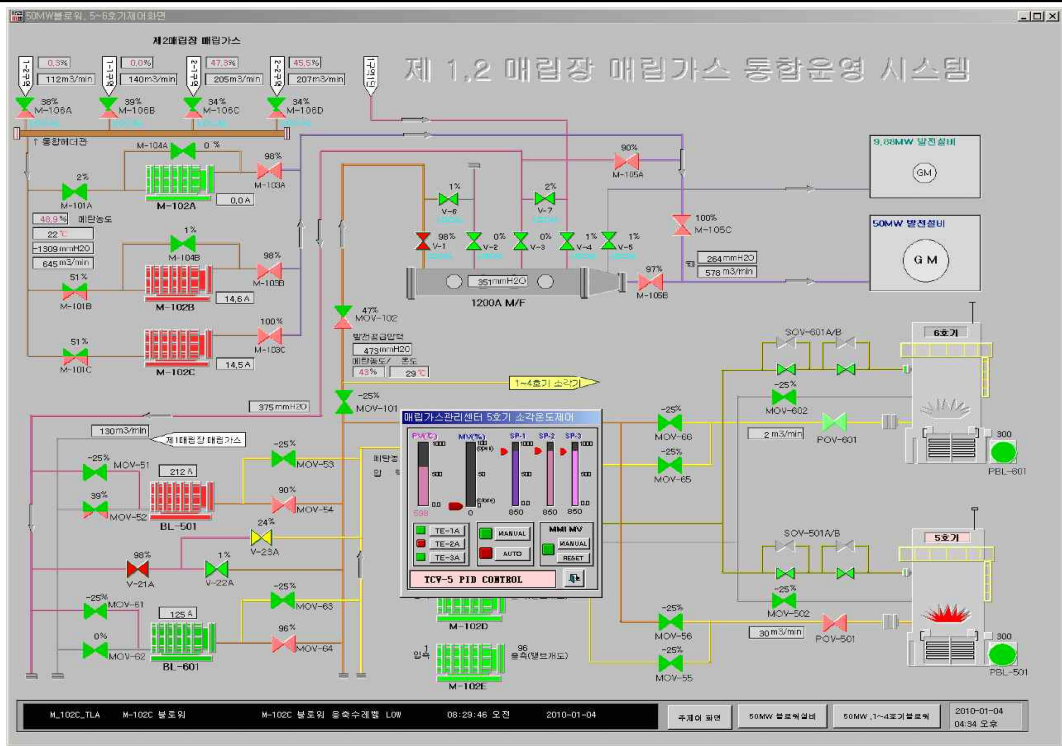
내용

2매립장 Blower 설비 구성화면



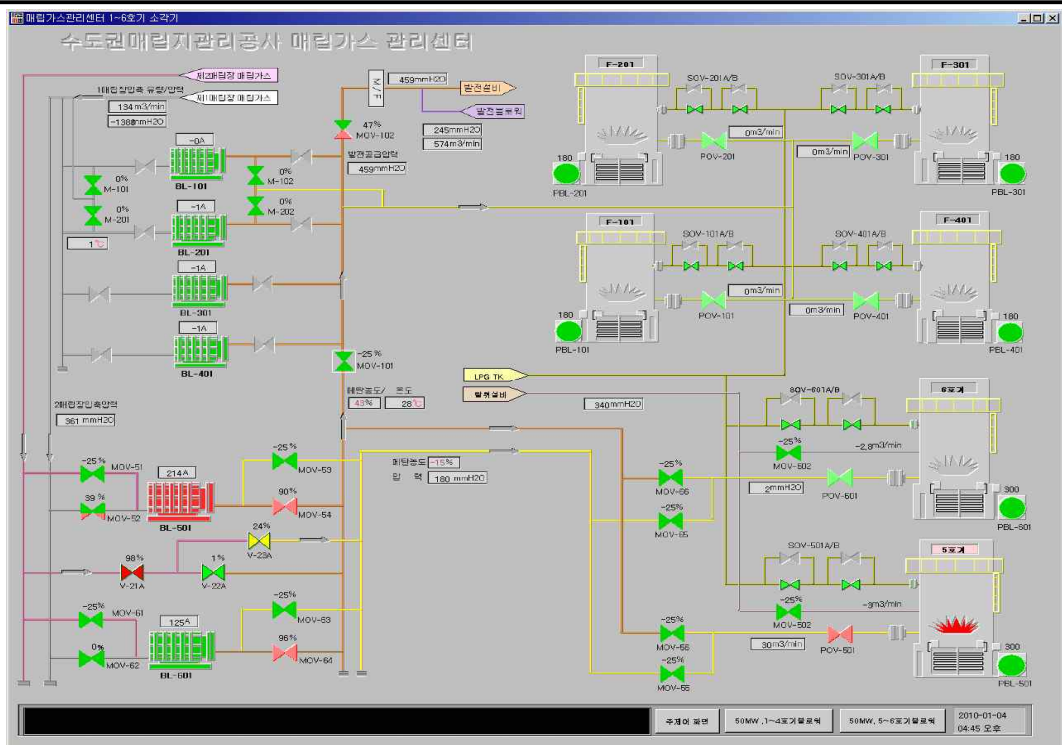
내용

매립가스관리센터 1 ~ 4호기 구성화면



내용

매립가스관리센터 5 ~ 6호기 구성화면



내용

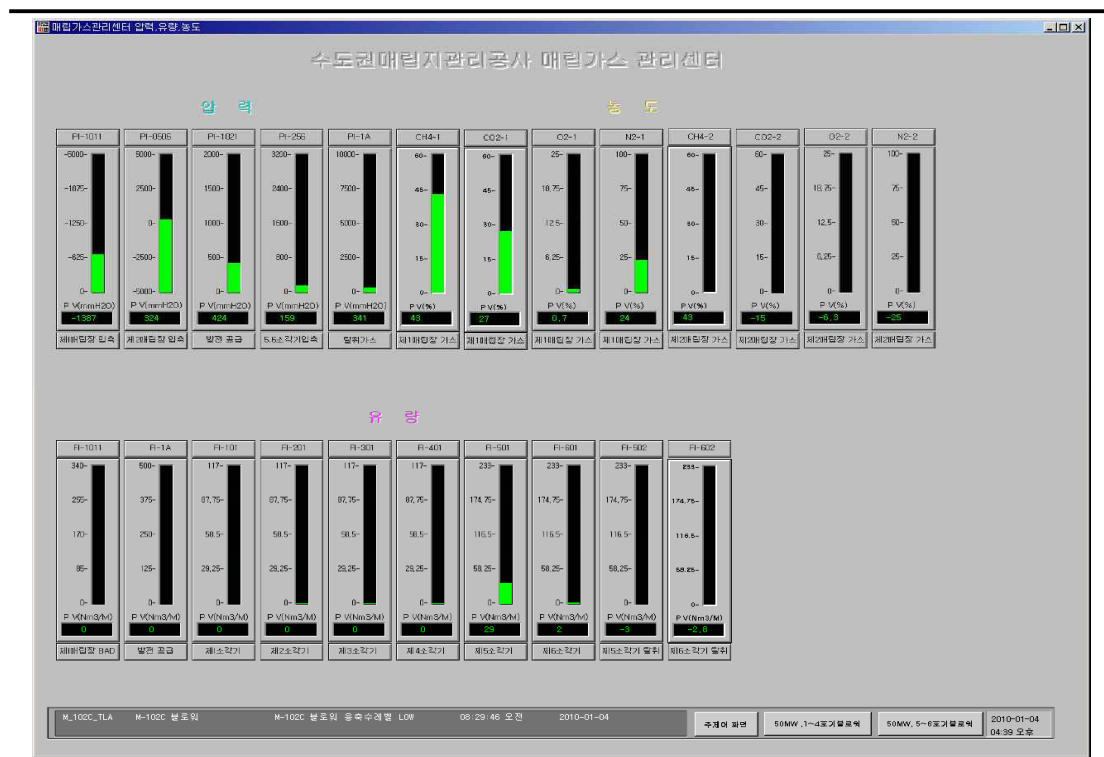
매립가스관리센터 구성화면

제1,2매립장 매립가스 관리센터 알람 저장화면						
PT_101A_PV	발전소 가스공급 헤더	2010-01-04	LOW	04:10:06 오후	04:12:50 오후	
PNL_201_MM	2호기 분당계어	2010-01-04	2호기 MM계어 모드 선택	11:46:51 오전	11:48:30 오전	
M_102C_TLA	M-102C 불로임	2010-01-04	M-102C 불로임 음속수제할 LOW	08:29:41 오전	0	
M_102C_THA	M-102C 불로임	2010-01-04	M-102C 불로임 음속수제할 HI	08:18:36 오전	08:29:41 오전	
M_102C_TLA	M-102C 불로임	2010-01-04	M-102C 불로임 음속수제할 LOW	04:41:50 오전	08:18:36 오전	
M_102C_THA	M-102C 불로임	2010-01-04	M-102C 불로임 음속수제할 HI	04:37:02 오전	04:41:50 오전	
PT_101A_PV	발전소 가스공급 헤더	2010-01-04	LOW	10:56:02 오후	11:00:28 오후	
M_102C_TLA	M-102C 불로임	2010-01-04	M-102C 불로임 음속수제할 LOW	09:20:52 오후	04:37:02 오전	
M_102C_THA	M-102C 불로임	2010-01-04	M-102C 불로임 음속수제할 HI	09:18:57 오후	09:20:52 오후	
PT_101A_PV	발전소 가스공급 헤더	2010-01-04	LOW	09:13:26 오후	09:16:15 오후	
PT_101A_PV	발전소 가스공급 헤더	2010-01-04	LOW	07:25:21 오후	07:58:24 오후	
PT_101A_PV	발전소 가스공급 헤더	2010-01-04	LOW	07:12:19 오후	07:22:31 오후	
PT_101A_PV	발전소 가스공급 헤더	2010-01-04	LOW	06:45:20 오후	07:08:05 오후	
PT_101A_PV	발전소 가스공급 헤더	2010-01-04	LOW	06:34:37 오후	06:39:34 오후	
PT_101A_PV	발전소 가스공급 헤더	2010-01-04	LOW	06:23:30 오후	06:27:38 오후	
M_102C_TLA	M-102C 불로임	2010-01-04	M-102C 불로임 음속수제할 LOW	05:16:18 오후	09:18:57 오후	
PT_101A_PV	발전소 가스공급 헤더	2010-01-04	LOW	05:02:20 오후	05:40:51 오후	
PT_101A_PV	발전소 가스공급 헤더	2010-01-04	LOW	01:42:03 오후	01:44:10 오후	
POV_501_OLA	5호기 소각기 운전	2010-01-03	5호기 SHUT-DOWN V/V OPEN	01:39:40 오후	0	
BE_501_RA	5호기 소각기	2010-01-03	5호기 소각기 폐쇄감지	01:39:35 오후	0	
PS_501_HI	5호기 소각기 운전	2010-01-03	5호기 LP6 SOL V/V 토출단절 HI	01:39:28 오후	01:40:33 오후	
BE_501_OUT	5호기 소각기 운전	2010-01-03	5호기 불꽃 감지기 ON	01:39:28 오후	01:39:44 오후	
SOV_502_OPA	5호기 소각기 운전	2010-01-03	SOV-502 LP6 SOL V/V OPEN	01:39:28 오후	01:40:27 오후	
PBL_501_RA	5호기 폐지불로임	2010-01-03	PBL-501 폐지불로임 RUN STATUS	01:34:27 오후	01:39:28 오후	
AUTO_S_RX	5호기 자동운전	2010-01-03	5호기 자동운전 시작명령 상태	01:34:27 오후	0	
AUTO_S_RUN	5호기 자동운전	2010-01-03	5호기 자동운전 시작 명령	01:34:27 오후	01:34:31 오후	
PT_101A_PV	발전소 가스공급 헤더	2010-01-04	LOW	09:21:31 오전	09:24:14 오전	
PT_101A_PV	발전소 가스공급 헤더	2010-01-04	LOW	09:13:39 오전	09:18:11 오전	
PT_101A_PV	발전소 가스공급 헤더	2010-01-04	LOW	07:46:10 오전	07:49:04 오전	
AUTO_S_ST	5호기 자동운전	2010-01-02	5호기 자동운전 중지 명령	11:56:20 오후	11:56:21 오후	
POV_501_CLA	5호기 소각기 운전	2010-01-02	5호기 SHUT-DOWN V/V CLOSE	11:37:16 오후	01:39:36 오후	

내용

1, 2매립가스관리센터 알람 저장화면

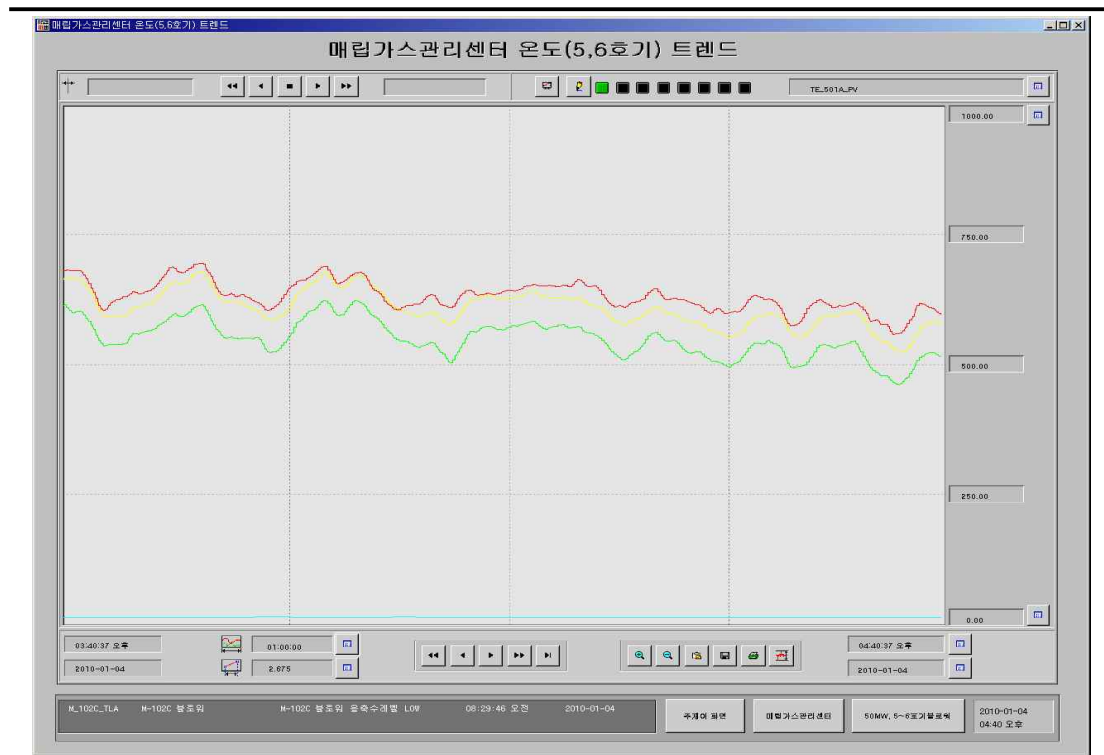
- 상기 화면 구성은 알람 태그, 알람내용, 년, 월, 일, 시, 분, 초단위로 표기되며 프린터로 연결하여 출력할 수 있다.
- 알람 인자는 발생일시, 태그명, 태그설명, 알람내용 등이 표시되며 알람을 더블 클릭하면 발생초기와 다른 색깔의 글씨로 바뀌어 표현 저장된다.



내용

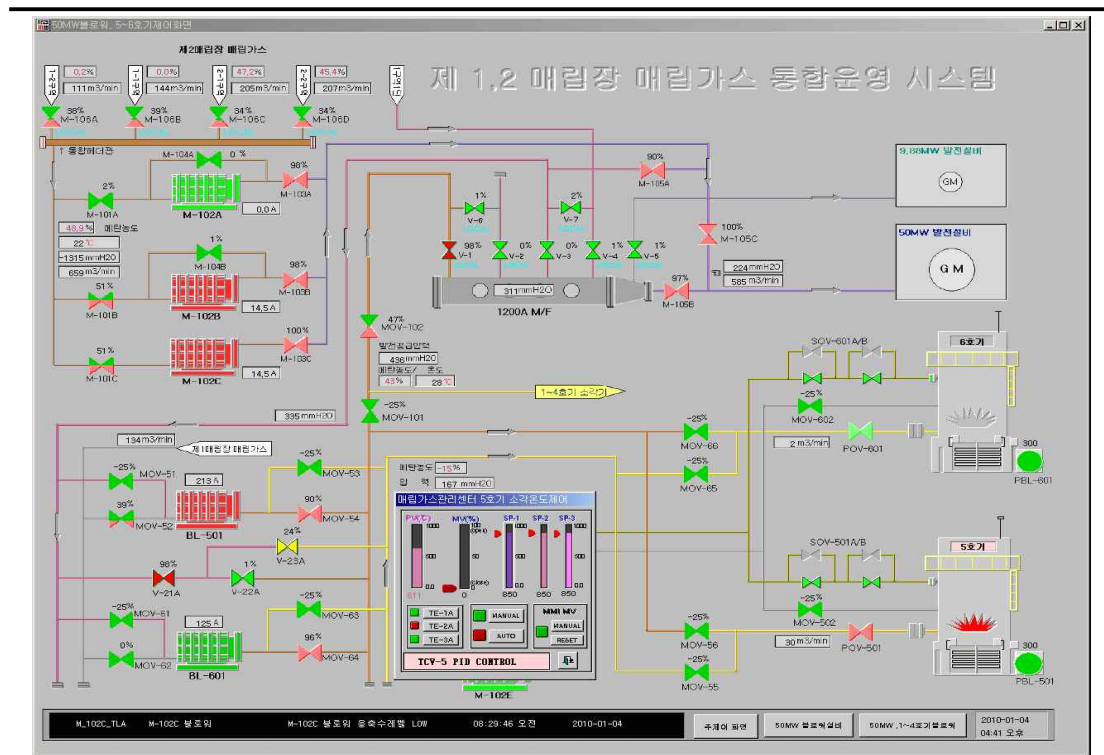
지시계 화면

- 지시계 화면은 전체공정의 중요한 값들을 표시하여 한 눈에 알아볼 수 있도록 구성한 페이지이다.



내용	트렌드 화면
----	--------

- 트렌드 화면은 아날로그 값들을 시간, 분, 초 단위로 기록. 지시하며 데이터를 저장하여 관리할 수 있으며, 저장 기간은 약 3년까지 가능하다.
- 화면의 줌, 저장, 출력, 태그선택, 저장된 파일 불러들이기 등을 하여 사용자로 하여금 이전 데이터를 상시 열람할 수 있도록 구성하였다.



내용

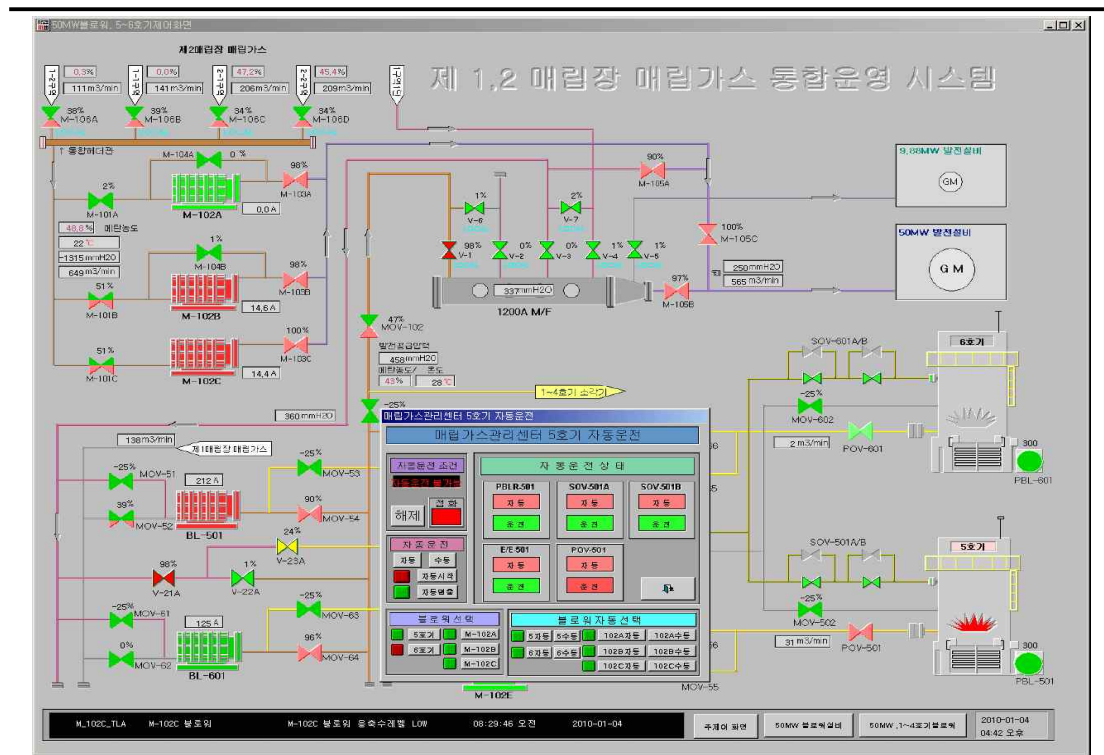
PID CONTROL 화면

- 각 호기별 스택의 댐퍼 그림을 클릭하면 상기와 같은 팝업화면이 나타난다.
- 이 화면은 소각기내의 온도를 설정 값에 알맞게 유지할 수 있도록 댐퍼의 개폐를 자동으로 제어를 할 수 있게 하는 화면이다.
- 이 화면에 구성되는 요소들은 설정 값(SET VALUE), 측정치(PROCESS VARIABLE), 출력값(MV)이며, 이들 값은 PLC와 연계되어 최종적으로는 PLC의 PID BLOCK에서 제어를 한다.
- PV값이 표현되는 하단에는 소각기내의 온도를 선택하는 버튼이 있으며, 이것들은 소각기내의 상. 중. 하의 온도를 조작자가 선택하여 선택된 지점의 온도로 측정치 (PV)를 만든다.
- 출력 값은 수동과 자동모드에서 각각 달리 운전자가 변환하여 출력할 수 있으며, 수동모드에서 MMI모드를 선택한 후 MV 스크롤바를 상, 하로 움직여 출력값(0~100%)을 조절할 수 있다.
- 설정값(SETPOINT)은 각각의 지점 온도를 선택하고 설정값을 정하는데, 이것은 우측에 있는 스크롤바를 움직여 각각 설정 값을 달리 지정할 수 있도록 구성되어

있으며, 이 값들은 왼쪽 하단에 있는 온도 선택 버튼을 누른(표시등이 적색으로 나타난 것)것만이 측정값과 설정 값으로 확정된다.

- 그럼으로써 PID CONTROL을 하는데 조건이 성립되며, 1호기~ 6호기 별도로 각각 팝업창이 구성되어 있다.

※ 주의사항 : 자동운전 모드로 변환된 상황에서는 강제로 출력값(MV)의 스크롤 바를 움직여서는 안된다.



내용

소각기 시스템 자동운전 화면

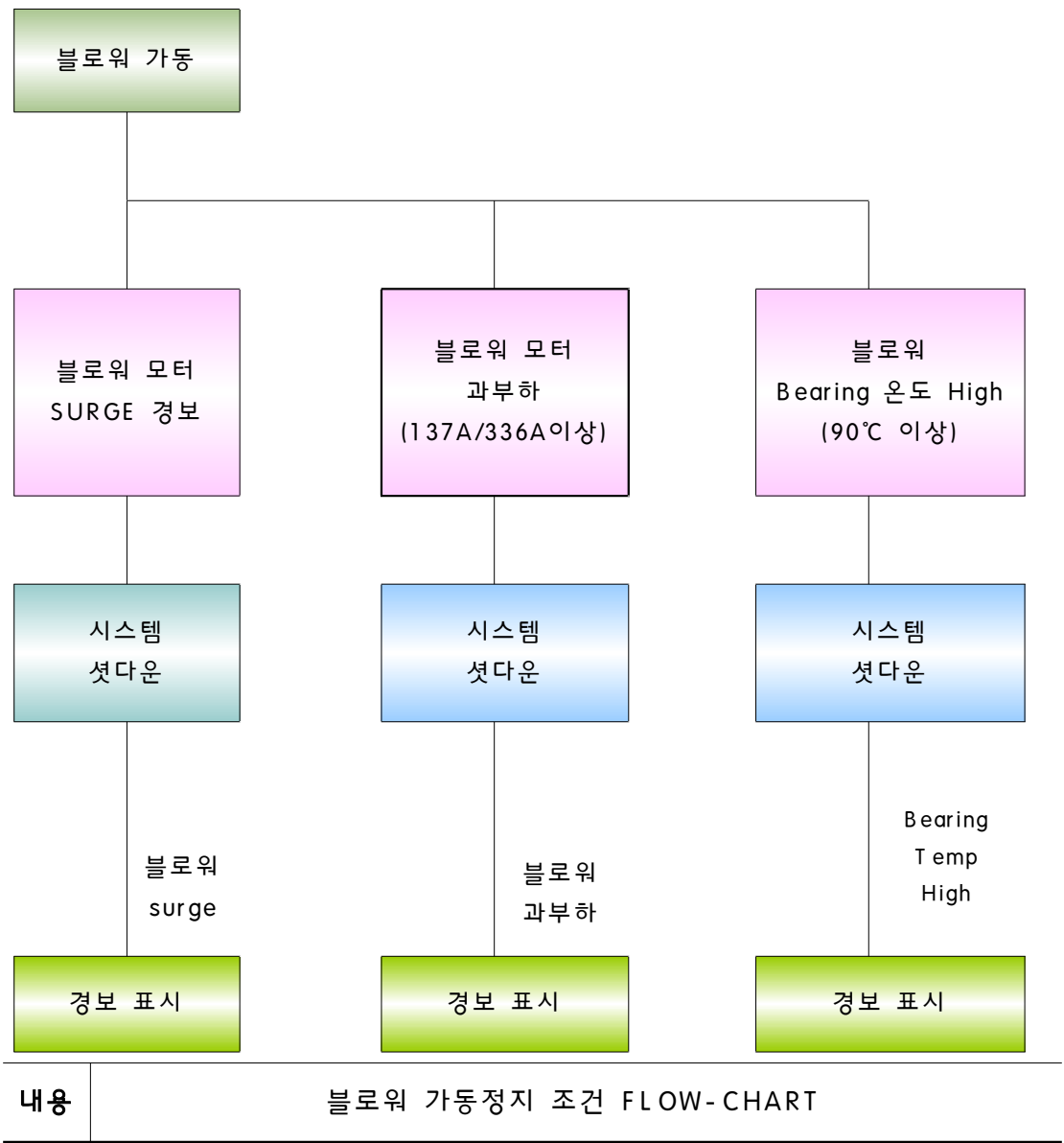
- 상기화면은 자동운전을 하기에 필요한 팝업화면이며, 각 해당별 스택의 화염이 표시되는 곳에 마우스를 클릭하면 활성창이 나타난다.
- 자동운전 조건은
 - 1) 우선 해당 기기들의 운전모드를 자동모드로 전환한다.
 - 2) 자동운전모드로 전환이 완료된 후 해제 버튼을 클릭한다.
 - 3) 자동운전 가능이라는 글자로 전환하면 블로워를 선택한다.
 - 4) 자동운전 시작 버튼을 눌러 운전을 시작하고, 일련의 절차를 밟아 자동운전을 행한다. 다만, 1~ 4호기는 5~ 6호기와 약간의 차이점이 있다.
 - 5) 우선 각각의 제어판넬에서의 선택 및 조작스위치의 유무에 따른 제어 모드의 선택이 다르기 때문에 자동운전 화면도 약간은 상이하나, 자동 운전 절차의 큰 흐름과 제어는 동일하다.

5.3.3 소각설비별 수동조작

가. 블로워 수동조작

- 소각시 블로워를 선택하여 자동으로 순차적 시퀀스제어로 가동되고 있는 블로워를 제외한 나머지 블로워를 발전 매립가스 공급시 토출 압력 조정이나 일상 점검시 가동 상태를 확인하기 위하여 현장 LCP(Local Control Panel)에서 스위치 조작으로 가동 상태 여부를 확인한다.

가) 블로워 가동정지 조건 Flow-Chart



나) LCP(Local Control Panel) 조작방법

- #1 ~ #4호기는 조작스위치를 LOCAL 모드로 전환후 ON/OFF 버튼을 눌러 조작하며, #5 ~ #6호기는 매뉴얼 가동시 직립 기동전류가 큰 관계로 조작을 금하며,
- 필요시 MMI화면에서 Manual Mode로 전환하여 기동, 정지가 가능하며 또한 배전반의 #5, 6호기 조작 판넬에서 Remote에서 Local로 전환 후 직접 기동할 수도 있다(평상시에는 Remote 상태임).
- 나아가 #5, 6호기 배전반 조작 Panel 내부에는 "Smartcon" 이 설치되어 있어 기동시 전동기 속도를 제어(Soft - Start) 해주기 때문에 기동 전류로 인한 문제는 발생되지 않는다. 다만, 현장에서 Local 기동시에는 기동전류가 많이 흐르므로 비상시 외는 조작하지 않는 것이 좋다.



내용

Blower LCP 판넬

나. 소각기 Purge Blower 수동운전

가) LCP(Local Control Panel) 조작방법

- 1) 입력전원 NFB 스위치를 ON 상태로 전환
- 2) 조작스위치를 REMOTE/LOCAL 모드에서 LOCAL 모드로 전환
- 3) ON/OFF 버튼을 눌러 조작
- 4) 가동시 암페어 메타 지시계 값 및 소음상태를 보고 가동상태 및 안정성 여부 판단



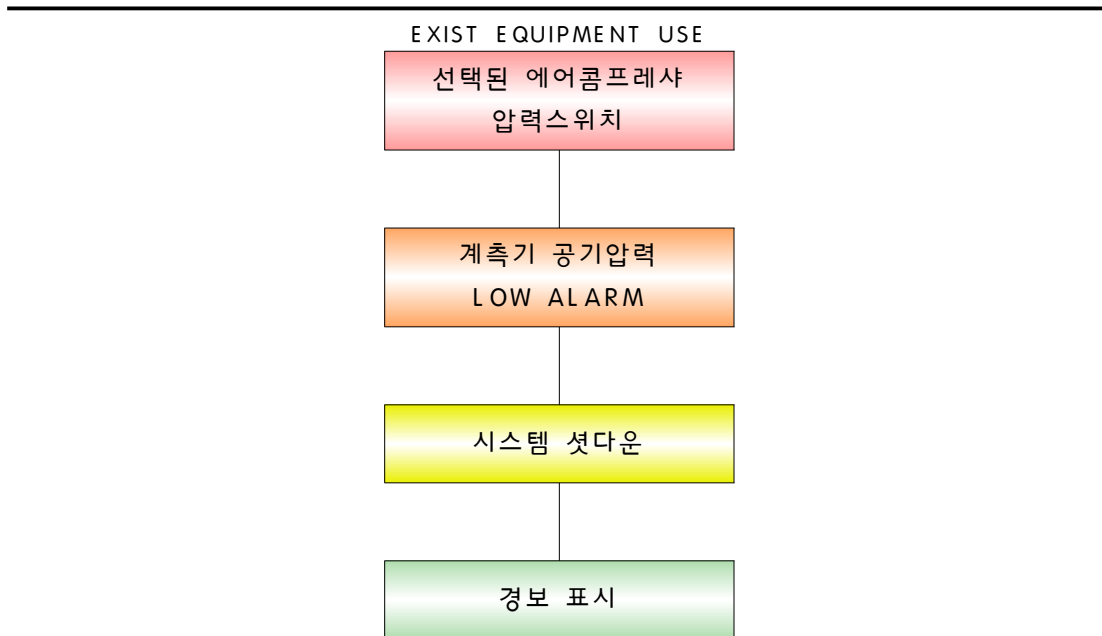
내용

소각기 Purge Blower 및 MCC판넬

다. 에어컴프레샤 수동운전

- 에어컴프레샤는 소각설비의 섯다운 밸브(POV)에 압력 및 공기량을 조절하여 밸브의 개 · 폐 상태를 조절한다.

가) Air Compressor 조작 및 섯다운 FLOW-CHART



내용	Air Compressor 조작 및 섯다운 FLOW- CHART
----	-------------------------------------



내용	Air Compressor 전경
----	-------------------

나) MCC(Motor Control Cubicle) Panel 조작방법

- 1) 입력전원 NFB 스위치를 ON 상태로 전환
- 2) 조작스위치를 REMOTE/LOCAL 모드에서 LOCAL 모드로 전환
- 3) ON/OFF 버튼을 눌러 조작
- 4) 가동시 암페어 메타 지시계 값 및 소음상태를 보고 가동상태 및 안정성 여부 판단



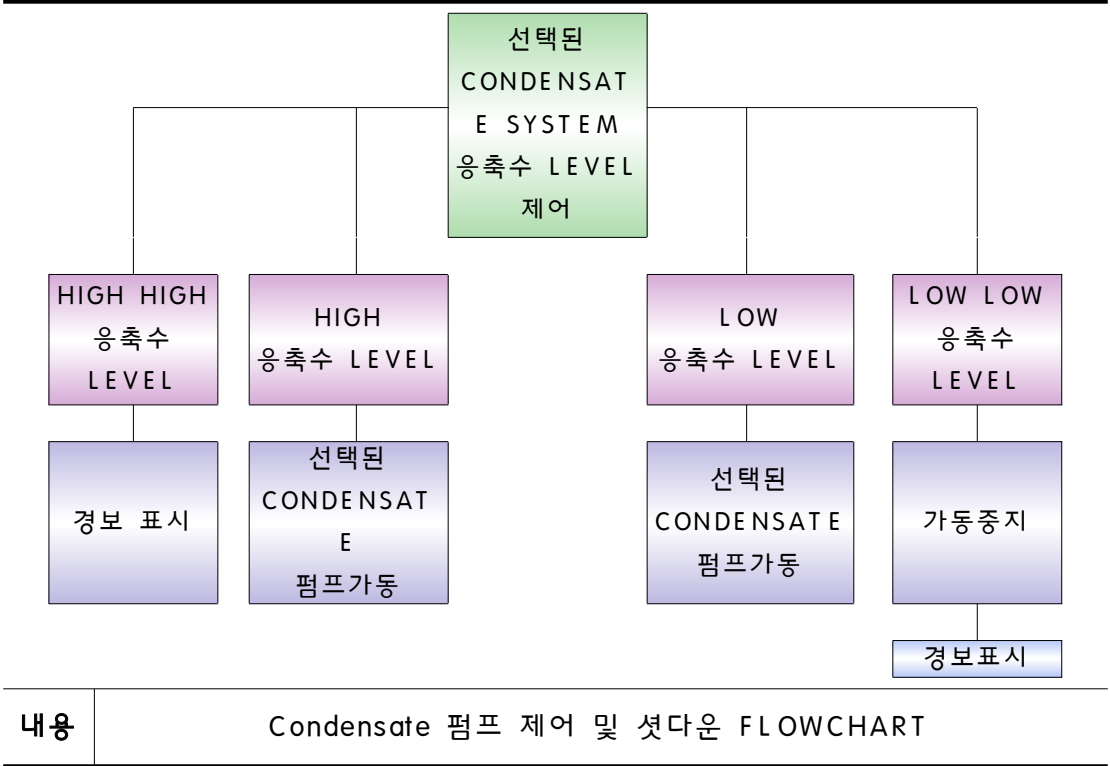
내용

Air Compressor MCC 판넬

라. Condensate펌프 수동운전

- 제 1,2 매립장 매립가스 이송배관 내에 발생하는 응축수가 블로워 전단 데미스터 내에 축적되는 응축수를 Condensate 탱크내로 배출시켜 탱크 내에 있는 레벨 스위치 작동상태에 따라 자동/반자동으로 펌프가 작동되고,
- 강제로 MCC 판넬에서 스위치 조작에 의해서 펌프를 작동시켜 탱크내에 있는 응축수를 다른 처리시설로 이송한다.

가) Condensate 펌프 제어 및 섷다운 FLOWCHART



나) Condensate 펌프 조작방법

- 1) 입력전원 NFB 스위치를 ON 상태로 전환
- 2) 조작스위치를 REMOTE/LOCAL 모드에서 LOCAL 모드로 전환
- 3) ON/OFF 버튼을 눌러 조작
- 4) 가동시 암페어메타 지시계 값 및 소음상태를 보고 가동상태 및 안정성 여부 판단



내용

Condensate LCP 패널

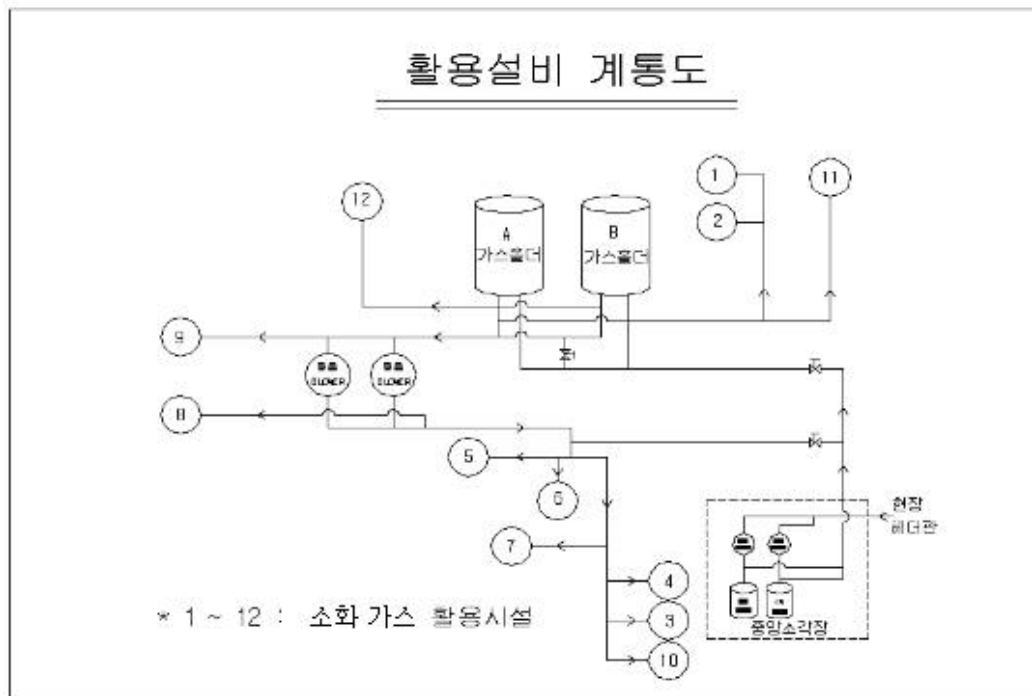
5.3.4 활용시설 운영

가. 개요

- 활용블로워 운전은 AUTOMATION SYSTEM화로 구성되어 있으므로 중앙 집중처리가 가능하도록 구성되어 있다. 따라서 SYSTEM의 핵심을 이루는 MMI SYSTEM 1식, PLC SYSTEM 1식의 HARDWARE 및 SOFTWARE에 대해 최적의 자동제어와 감시가 가능하도록 그 기능을 유지하고, 활용홀더에 저장량 제어 및 홀더에서 각각의 보일러 설비에 LFG 공급량을 제어 및 조정 등의 업무를 담당한다.
- 2008년부터 음식탈리액의 반입으로 제1매립장에서 발생된 침출수와 혼합 조정조를 거치면서 반응하여 생성된 혐기성 소화가스를 매립가스 대신(2009년부터) 냉, 난방에 활용하고 있다.



내용	활용설비 전경
----	---------



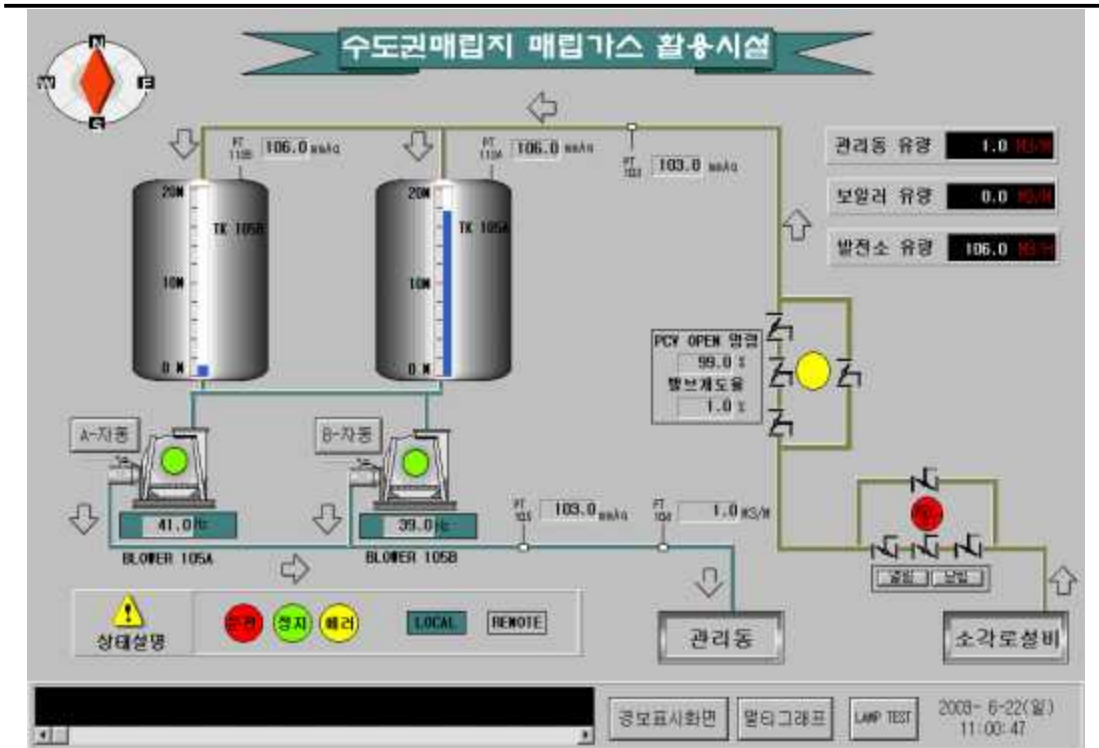
내용

활용설비 계통도

나. 활용설비 현황

장 치 명	수량	사양 및 기능
저장탱크	2SETS	1) SIZE : D19.5 m × H18.9 m 2) CAPACITY : 3,500 m ³ × 2 SETS [기능] - 제1,2매립장에서 발생하는 매립가스를 중앙소각장 블로워를 통하여 매립가스를 저장하는 장치
BLOWER	2SETS	1) Type : Turbo Blower 2) 사용전압 : AC 380V, 3P 3) 용량 : 11 kW × 2 SETS [기능] - 저장탱크에 저장된 매립가스를 자원 활용(냉·난방)에 공급하는 장치
활용판넬	2SETS	1) Model : SV-IS3 2) 입력정격전압 : 3상 200 □230V(±10%) [기능] - 블로워를 제어하는 장치

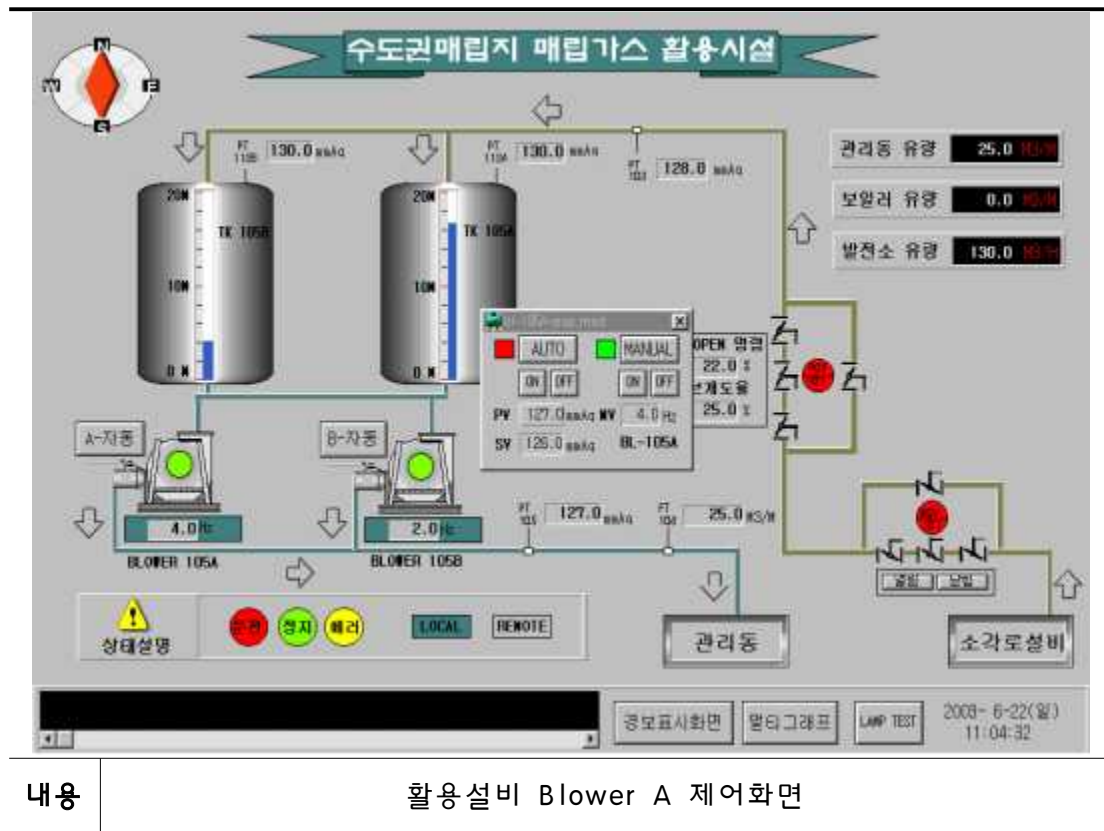
다. 활용설비 자동/수동운전

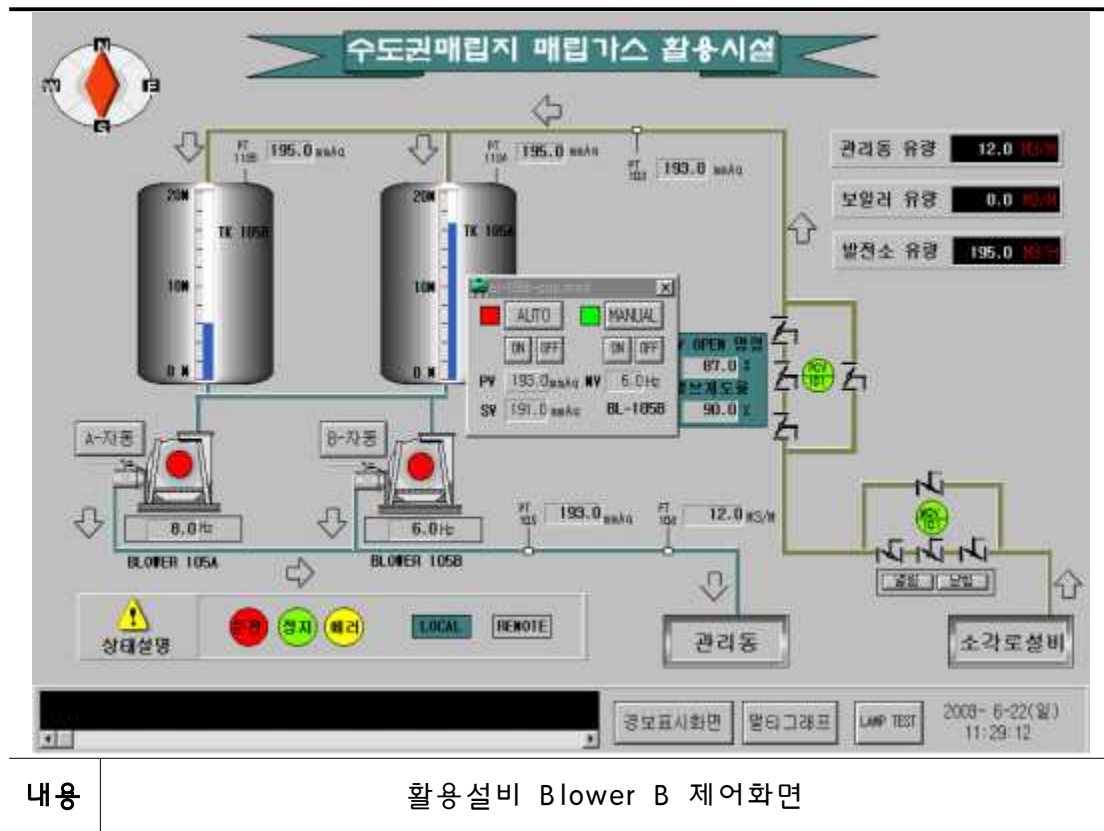


내용	활용설비 주제어 화면
----	-------------



내용	활용설비 경보알람표시 화면
----	----------------



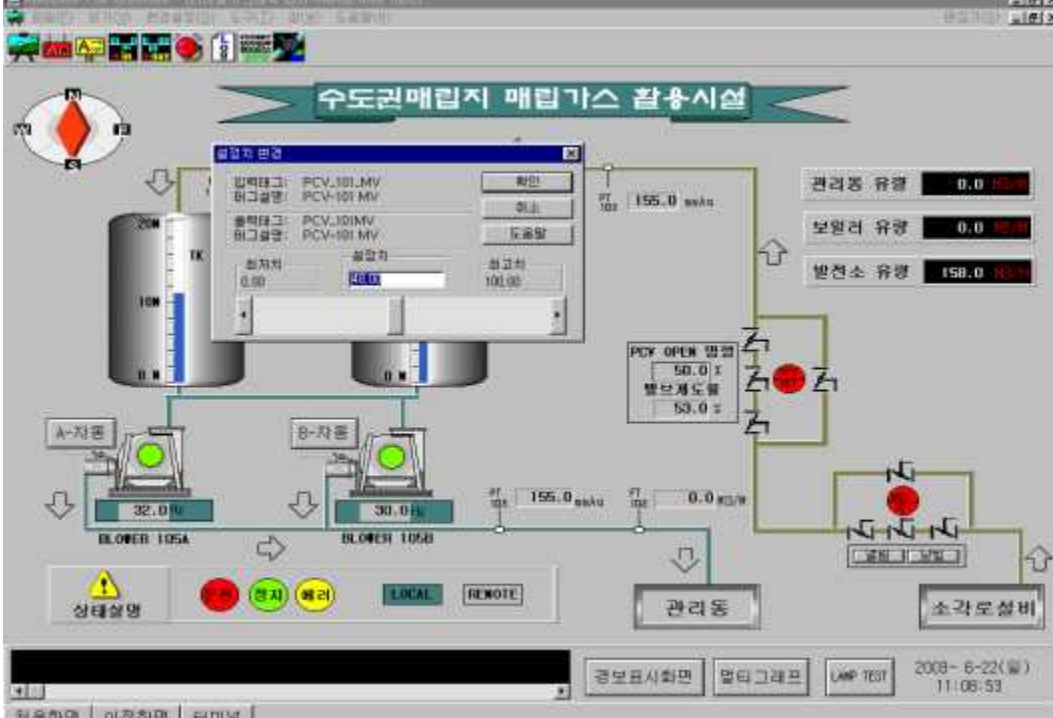


- 자동운전 조건은

- 1) B-자동버튼을 클릭하면 위의 화면처럼 POP-UP창이 표시 된다.
- 2) AUTO 버튼을 클릭하고, ON버튼을 클릭한다.
- 3) SV(압력 설정값)을 키보드로 입력한다.
- 4) PID 제어 값은 PLC에서 연산 처리하여 인버터의 입력 값으로 (4~20mA)로 전송 되어 블로워의 회전속도를 제어한다.
- 5) 화면을 닫는다.

- 수동운전 조건은

- 1) 수동 운전시에는 MANUAL버튼을 클릭 한다.
- 2) 수동 ON버튼을 클릭한다.
- 3) MV(출력값)을 설정하여 블로워의 회전속도를 조절한다.
- 4) 화면을 닫는다.

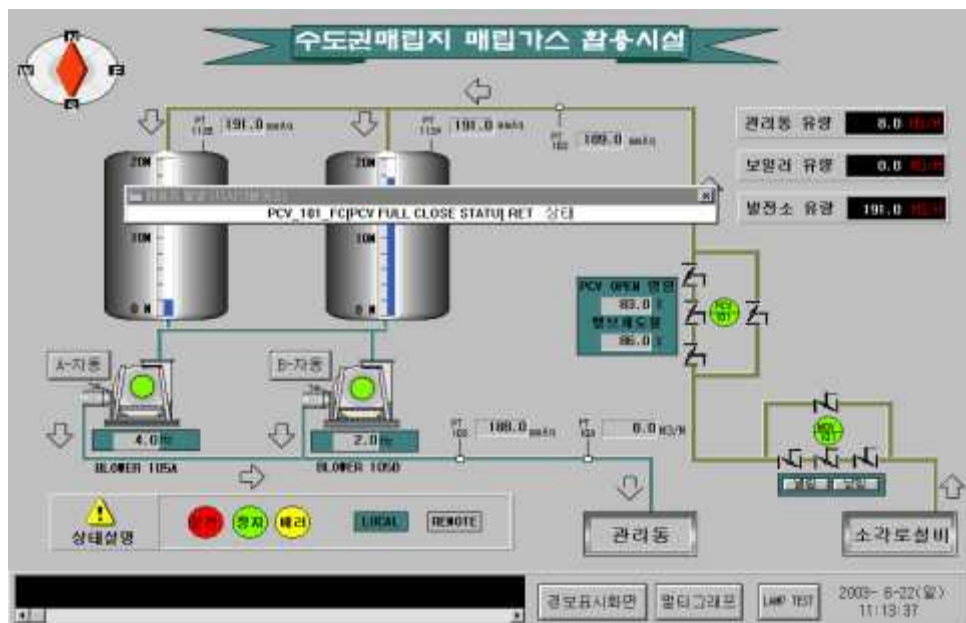
	<p>내용</p> <p>활용설비 PCV 제어화면</p>
--	---------------------------------------

- 운전조건은

- 1) PCV 밸브화면을 클릭하면 설정치 변경화면이 POP-UP한다.
- 2) 설정치란에 값을 입력하고 확인버튼을 누른다.
- 3) 또는 POP-UP창 하단의 스크롤바를 좌우로 움직여 밸브의 열림/닫힘을 운전자가 제어할 수 있다.
- 4) 화면을 닫는다.



내용 활용설비 트렌드 화면



내용 활용설비 알람발생 화면

- 운전조건은
- 1) 주제어 화면 하단 우측의 멀티그래프 버튼을 누른다.
- 2) 각 아날로그 값들이 트렌드 되어 기록된다.
- 3) 화면을 닫는다.

라. 활용설비별 수동조작

가) 활용블로워 수동조작

- 활용블로워 수동조작 방법은

- 1) 관리동 메탄가스 판넬에서 LOC/REM 모드를 LOC 모드로 전환
- 2) INV/BPS 스위치를 BPS모드로 전환
- 3) RUN/STOP 스위치를 조작하여 기동상태 확인



내용

활용 Blower 조작 판넬

나) 활용탱크저장 수동조작

- 활용탱크저장 수동조작 방법은

- 1) 매립가스 활용장치 판넬에서 MOV-101 OPEN/CLOSE 모드에서 OPEN
- 2) 유량조절밸브 PCV-101스위치를 MANU/AUTO 모드를 MANU 모드전환
- 3) PID Controller에서 PCV 밸브 개 · 폐율을 입력 한다.



내용	활용탱크 저장 조작 패널
----	---------------

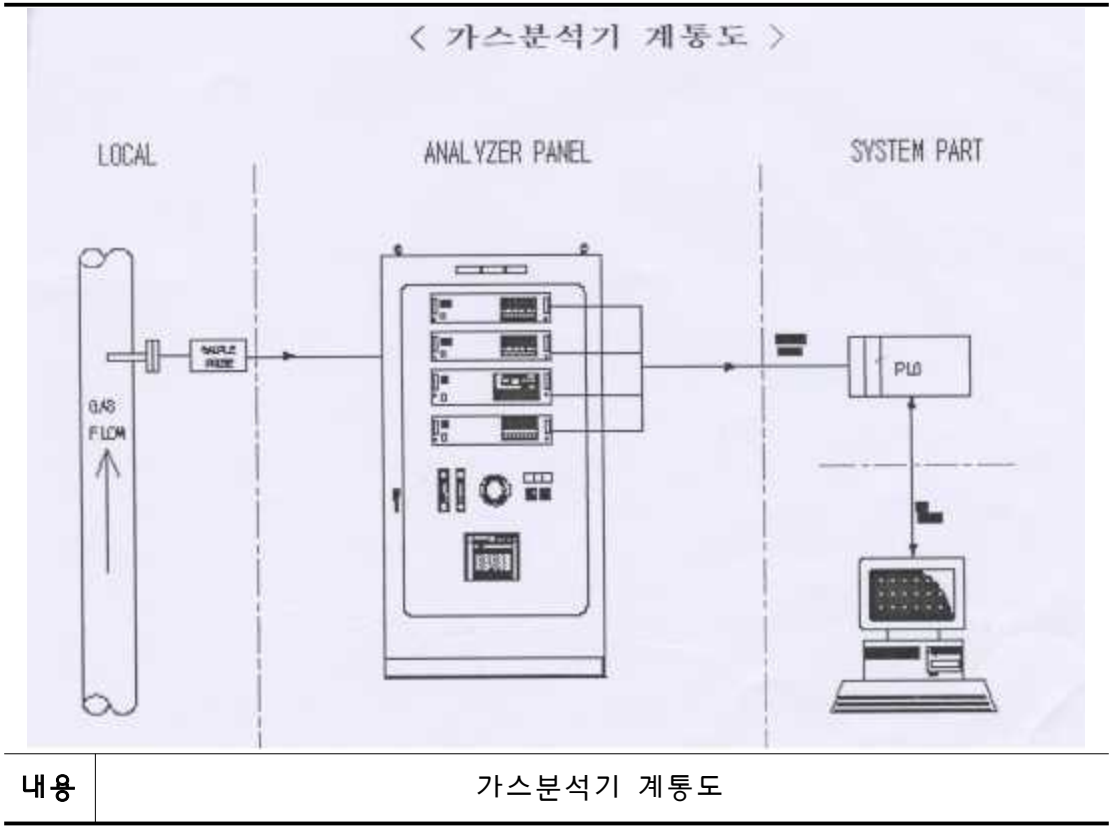


내용	활용 Blower 외부 전경
----	-----------------

5.3.5 가스농도 분석시설 운영

가. 개요

- 분석설비는 제1, 2매립장 LFG 가스를 분석(CH₄ O₂ CO₂ 등)하여 가스 활용, 발전 및 소각시 양질의 매립가스를 공급하기 위한 목적으로 하는 분석설비이다.
- 따라서 SYSTEM의 핵심을 이루는 MMI SYSTEM 3식, PLC SYSTEM 3식의 HARDWARE 및 SOFTWARE에 대해 최적의 자동제어와 감시가 가능하도록 그 기능을 유지함은 물론 발전량 및 소각량 등의 공급량을 제어 및 조정 등의 업무를 담당한다.



나. 가스분석기 현황

장 치 명	수량	사양 및 기능
메탄분석기 (CH ₄ GAS ANALYZER)	3SETS	1) Type : ERH 1E NY2-ZCAYY-ZYAY 2) RANGE : 0 ~ 20/60% 3) OUTPUT : DC 4 ~ 20mA 4) POWER : AC220V, 60Hz - LFG의 메탄 농도를 측정하는 장치
산소분석기 (O ₂ GAS ANALYZER)	3SETS	1) Type : ZRH 1DNY2-ZCAYY-ZYAY 2) RANGE : 0 ~ 20/60% 3) OUTPUT : DC 4 ~ 20mA 4) POWER : AC220V, 60Hz - LFG의 산소 농도를 측정하는 장치
이산화탄소 분석기 (CO ₂ GAS ANALYZER)	3SETS	1) Type : EAH 4Y264-0EYC 2) RANGE : 0 ~ 20/60% 3) OUTPUT : DC 4 ~ 20mA 4) POWER : AC85V ~ 264V, 60Hz - LFG의 이산화탄소 농도를 측정하는 장치
질소 분석기 (N ₂ GAS ANALYZER)	3SETS	1) Model : HW70N2A 2) POWER : AC110 ~ 220V, 60Hz - LFG의 메탄, 산소, 이산화탄소외 농도를 계산 표시해주는 장치

다. 가스분석기 동작방법

가) 샘플가스라인 히팅케이블은 사계절 항시 전원투입

나) 고순도 N₂ 가스 0.15 Kg/cm² 이상의 압력으로 항시 충전되어야 함

다) MAIN SELECTOR S/W를 ON 위치로 전환

라) 표준가스 순도 SETTING 및 각 분석기 CALIBRATION

마) 4WAY COCK를 측정 위치로 전환

바) 샘플링 가스의 유량은 1ℓ 로 맞춘다.

① 샘플가스라인 내 및 냉각기 하단 드레인 포트 응축수 드레인 필요

② 주 1회 이상 각분석기 CALIBRATION 필요

라. 가스분석기 보정(Calibration) 방법

가) 표준가스 순도 SETTING (CH₄ CO₂ 각각 동일)

- 표준가스 용기에 표기된 순도 CH₄(50.0%), CO₂(50.0%), O₂(25.0%)로 SETTING (표준가스 순도를 변경하여 사용할 경우에만 조작 필요)
- 1) 4 WAY COCK를 각각의 분석기 위치로 전환
- 2) FUC 버튼을 누른다.
- 3) SPAN(보라색)버튼을 누른 후 >,^(화살표)버튼으로 표준가스 순도 SETTING
- 4) ENT 버튼을 누른다.

나) 각 CH₄, CO₂, O₂ 분석기 영점조정

- 고순도 N₂ 가스 0.15 Kgf/cm² 이상의 압력으로 항시 충전되어야 한다.
- 1) 4 WAY COCK를 측정에서 ZERO 위치로 전환
- 2) SAMPLING FLOW METER를 주시 하면서 N₂ 유량을 1 ℓ로 맞춘다.
- 3) CH₄, CO₂ 분석기의 수치가 거의 0에 도달하여 변화가 없을시 ZERO(적색) 버튼을 누른다.
- 4) O₂ 분석기는 ZERO(적색) 버튼을 누른 후 ENT 버튼을 누른다.

다) CH₄ CALIBRATION

- 1) 4 WAY COCK를 ZERO에서 CH₄ 위치로 전환
- 2) CH₄(49.97%) 표준가스 V/V OPEN
- 3) CH₄ 분석기의 수치가 순도 값에 도달하여 변화가 없을시 SPAN(적색) 버튼을 누른 후 CAL(적색) 버튼을 누른다.
- 4) CH₄ 표준가스 V/V CLOSE

라) CO₂ CALIBRATION

- 1) 4 WAY COCK를 ZERO에서 CO₂ 위치로 전환
- 2) CO₂ (49.97%) 표준가스 V/V OPEN
- 3) CH₄ 분석기의 수치가 순도 값에 도달하여 변화가 없을시 SPAN(적색) 버튼을 누른 후 CAL(적색) 버튼을 누른다.
- 4) CO₂ 표준가스 V/V CLOSE

마) O₂ CALIBRATION : 대기 중 산소농도로 점검

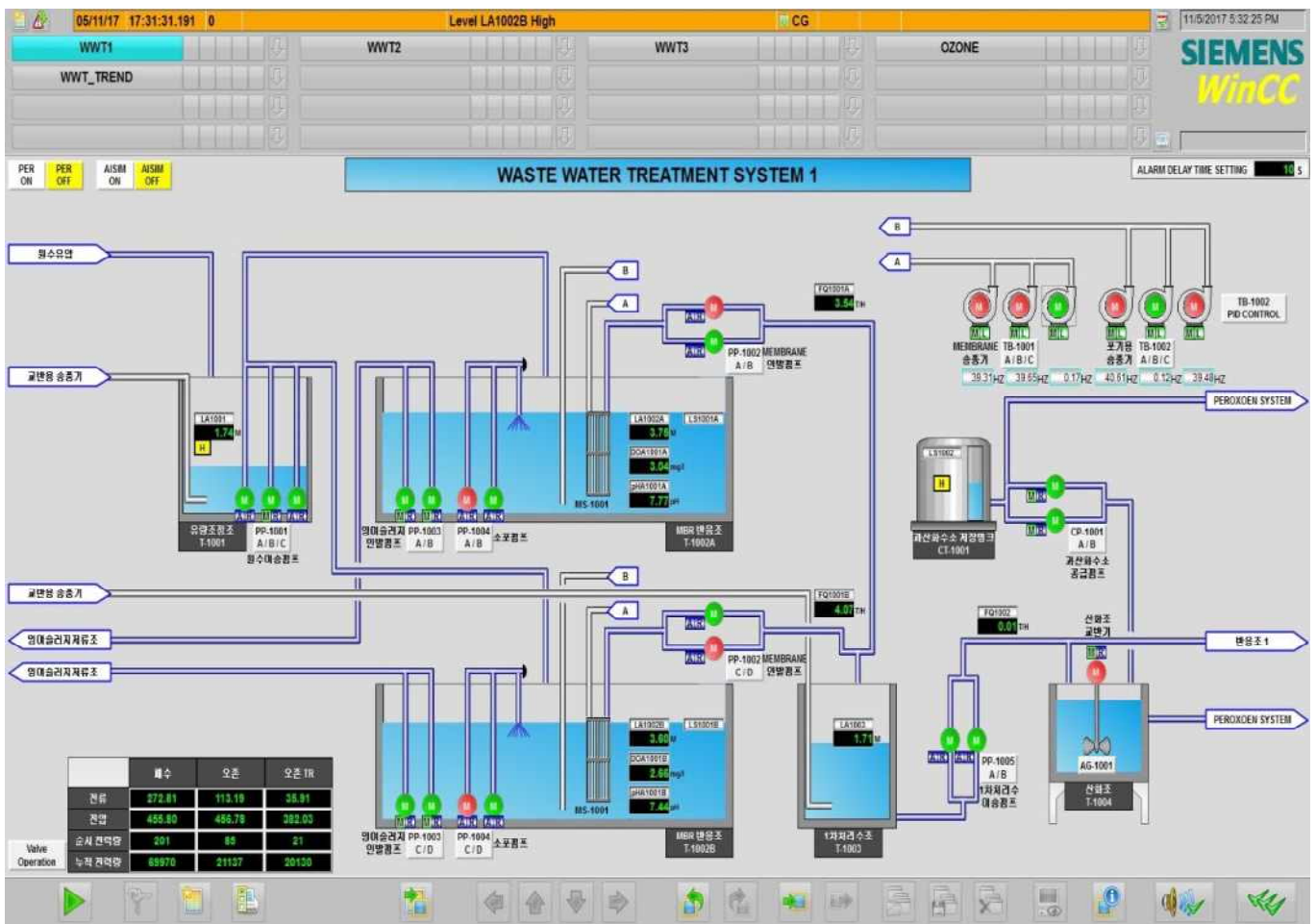
- 1) 4 WAY COCK를 CO₂ 에서 O₂ 위치로 전환
- 2) 분석기의 수치가 약 21%에 도달하여 변화가 없을시 SPAN(적색) 버튼을 누른 후 CAL(적색) 버튼을 누른다.

5.4 공정 폐수처리시설

5.4.1 가동시

MMI 화면은 WWT1, PEROXONE SYSTEM, WWT2, WWT3, WWT-TREND PART로 구성되어 있다. 모든 기기 및 계측기기의 가동상태를 확인할 수 있으며, 운전을 위한 설정을 시행할 수 있다. 개별 아이템을 선택하여 운전설정을 변경할 수 있도록 구성되어 있다.

가. WWT1



가) 개요

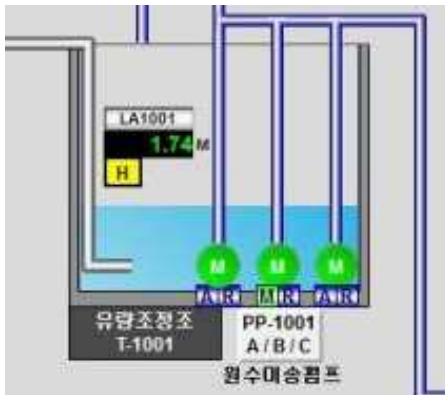
위 화면은 유량조정조, MBR 반응조A/B, 1차처리수조, 산화조, 과산화수소 약품설비, 터보송풍기 설비, 전력감시로 구성되어 있다.

나) 전력감시

	폐수	오존	오존 TR
전류	272.81	113.19	35.91
전압	455.90	456.78	382.03
순시 전력량	201	85	21
누적 전력량	69970	21137	20130

- (1) 전력감시는 폐수처리전력, 오존처리전력, 오존TR전력으로 구분되어 있다.
- (2) 각 전력별 전류, 전압, 순시전력량, 누적전력량이 표시되어 있으며, TRAND에 의해 과거기록을 확인할 수 있다.

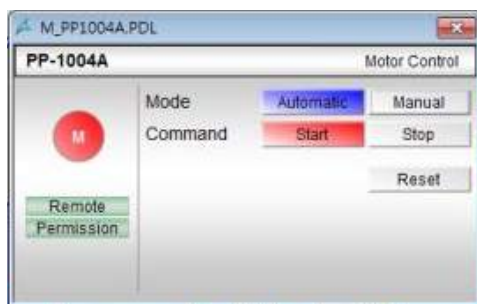
다) 유량조정조



- (1) 원수이송펌프(PP-1001A/B/C) 및 수위계(LA1001)로 구성되어 있다.

(2) 원수이송펌프

① 펌프 M 선택



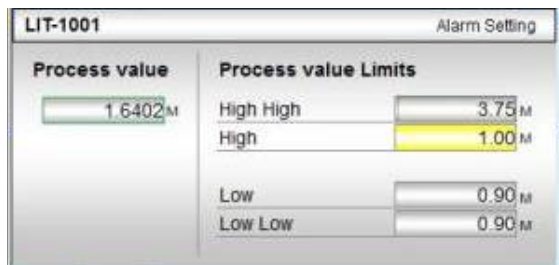
- 자동운전 조건이 되면 좌측하단에 Permission 표시가 나타남
- 자동운전
 - Automatic 선택
- 수동운전
 - Manual 선택 후 Start, Stop 선택

② 운전 설정



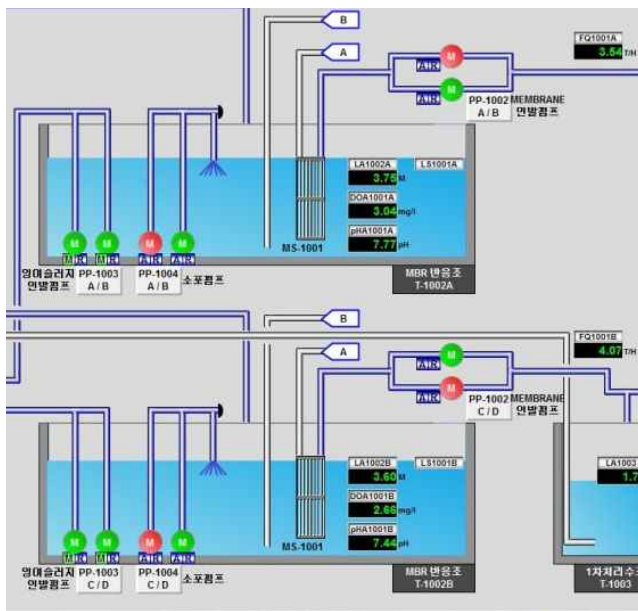
- Tank Selection
B 펌프는 T1002A, T1002B 선택하여 가동
- OnTime - Offtime Seeting
OnTime - Offtime 선택 가동
- Auto Start Point MBR Level
MBR A, MBR B Start 수위 설정

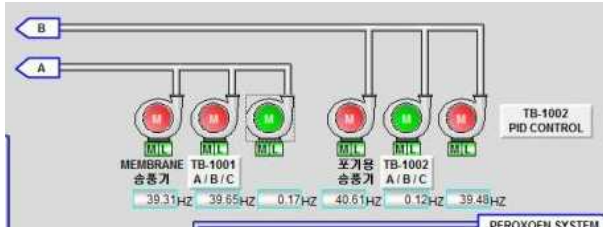
(3) 수위설정



- Process value
실시간 수위 값
- Process value Limits
HH : Alarm
H : Pump Start Point
L : Pump Stop Point
LL : Alarm

라) MBR





(1) MBR A/B는 MEMBRANE 인발펌프(PP-1002A/B/C/D), 잉여슬러지인발펌프(PP-1003A/B/C/D), 소포펌프(PP-1004A/B/C/D), MEMBRANE 송풍기(TB-1001A/B/C), 포기용 송풍기(TB-1002A/B/C), 수위계(LA1002A/B), DO METER(DOA1001A/B), PH METER(PHA1001A/B) 및 수위계(LS1001A/B)로 구성되어 있다.

(2) MEMBRANE 인발펌프

① 펌프 M 선택



- 자동운전 조건이 되면 좌측하단에 Permission 표시가 나타남
- 자동운전 Automatic 선택
- 수동운전 Manual 선택 후 Start, Stop 선택

② 운전 설정



- Pre Selection
 - Presel : A / B 선택하여 가동
 - Run : ON/OFF 시 교대 운전
 - Time : 설정시간 교대운전
- Overtime - Offtime Seeting
 - Overtime - Offtime 설정 가동
- Auto Start Point MBR Level
 - MBR A, MBR B Start 수위 설정

(3) 잉여슬러지인발펌프

① 펌프 M 선택



- 자동운전 조건이 되면 좌측하단에 Permission 표시가 나타남
- 자동운전
Automatic 선택
- 수동운전
Manual 선택 후 Start, Stop 선택

② 운전 설정



- Pre Selection
Presel : A / B 선택하여 가동
Run : ON/OFF 시 교대 운전
Time : 설정시간 교대운전
- Ontime - Offtime Seeting
Ontime - Offtime 설정 가동

(4) 소포펌프

① 펌프 M 선택



- 자동운전 조건이 되면 좌측하단에 Permission 표시가 나타남
- 자동운전
Automatic 선택
- 수동운전
Manual 선택 후 Start, Stop 선택

② 운전 설정



- Pre Selection

Presel : A / B 선택하여 가동
Run : ON/OFF 시 교대 운전
Time: 설정시간 교대운전

- Ontime - Offtime Seeting

Ontime - Offtime 설정 가동

(5) MEMBRANE 송풍기

① 송풍기 M 선택



- 자동운전 조건이 되면 좌측하단에

Permission 표시가 나타남

- 자동운전 : Automatic 선택

- 수동운전 : Manual 선택 후 Start, Stop 선택

- Set point : 운전 Hz 설정

- Rbk Value : 운전 Hz 표시

② 운전 설정



- Mode

1 Presel : 1대 선택하여 가동

2 Presel : 2대 선택하여 가동

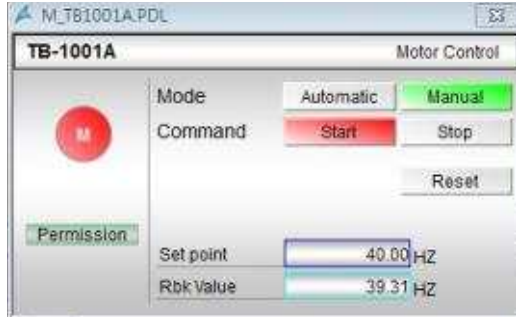
3 Presel : 3대 선택하여 가동

- Tank Selection

Tank 선택

(6) 포기용 송풍기

① 송풍기 M 선택



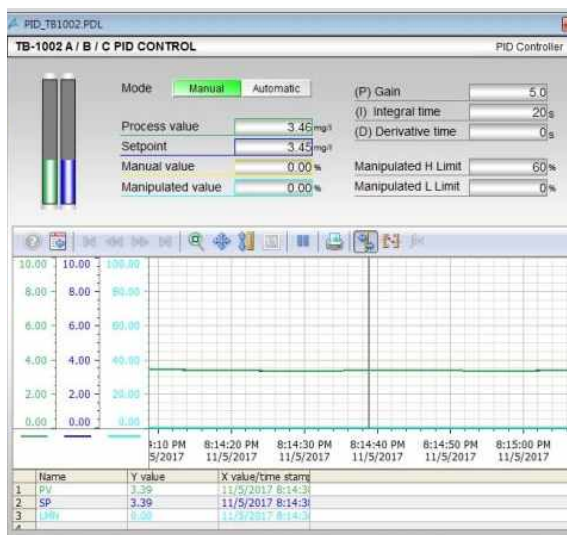
- 자동운전 조건이 되면 좌측하단에 Permission 표시가 나타남
- 자동운전 : Automatic 선택
- 수동운전 : Manual 선택 후 Start, Stop 선택
- Set point : 운전 HZ 설정
- Rbk Value : 운전 HZ 표시

② 운전 설정



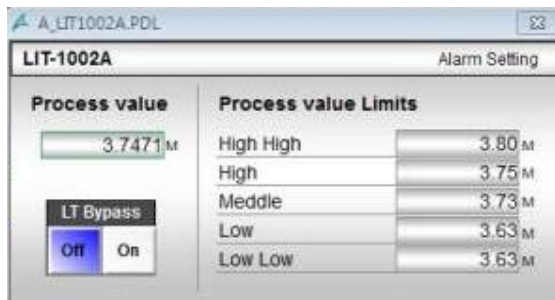
- Mode
 - 1 Presel : 1대 선택하여 가동
 - 2 Presel : 2대 선택하여 가동
 - 3 Presel : 3대 선택하여 가동
- Tank Selection
 - Tank 선택

③ PID CONTROL 설정



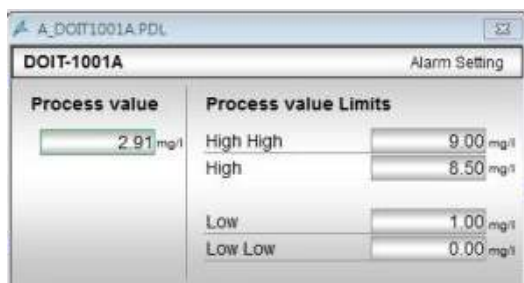
- Mode
 - Manual : 수동운전
 - Automatic : 자동운전
- Process value : 운전 DO 농도
- Setpoint : 설정 DO 농도
- Manual value : 수동운전 %
- Manipulated value : 수동설정 %

(7) 수위 설정



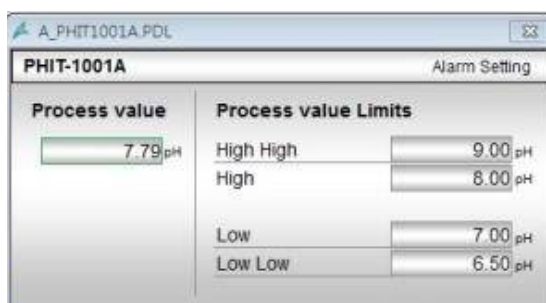
- Process value
실시간 수위 값
- Process value Limits
 - HH : Alarm
 - H : 원수이송펌프 Stop Point
 - M : MEMBRANE인발펌프 Stop Point
 - L : 송풍기 외 Stop Point
 - LL : Alarm
- LT Bypass
 - Off : LT 적용
 - On : LT 미적용

(8) DO 설정



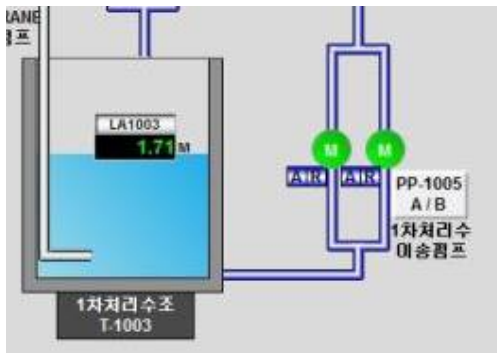
- Process value
실시간 수위 값
- Process value Limits
 - HH : Alarm
 - H : -
 - L : -
 - LL : Alarm

(9) pH 설정



- Process value
실시간 수위 값
- Process value Limits
 - HH : Alarm
 - H : -
 - L : -
 - LL : Alarm

마) 1차처리수조



(1) 1차처리수조는 1차처리수이송펌프(PP-1005A/B) 및 수위계(LA1003)로 구성되어 있다.

(2) 1차처리수 이송펌프

① 펌프 M 선택



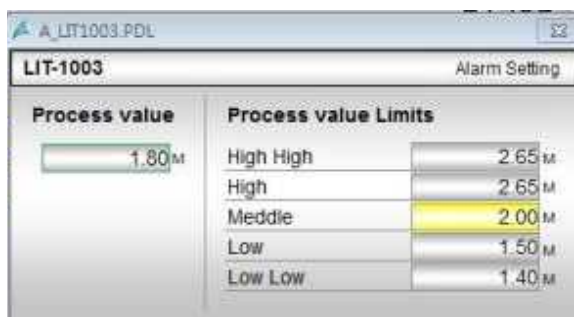
- 자동운전 조건이 되면 좌측하단에 Permission 표시가 나타남
- 자동운전 Automatic 선택
- 수동운전 Manual 선택 후 Start, Stop 선택

② 운전 설정



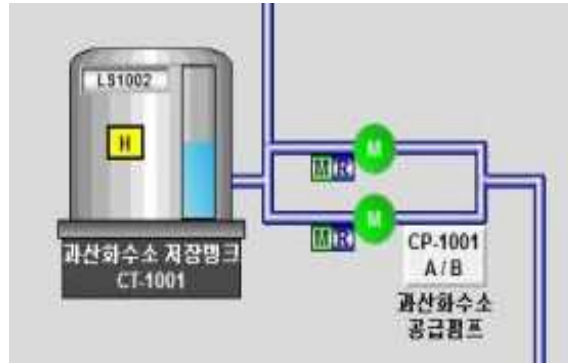
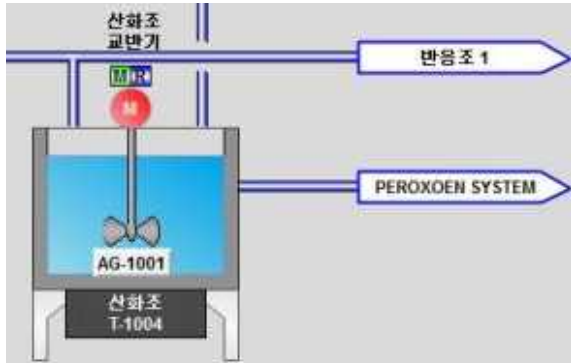
- Pre Selection
Presel : A / B 선택하여 가동
Run : ON/OFF 시 교대 운전
Time: 설정시간 교대운전

(3) 수위설정



- Process value
실시간 수위 값
- Process value Limits
HH : Alarm
H : MEMBRANE인발펌프 Stop Point
M : Pump Start Point
L : Pump Stop Point
LL : Alarm

바) 산화조



(1) 산화조는 산화조교반기(AG-1001), 과산화수소저장탱크(CT-1001) 및 과산화수소 공급펌프(CP-1001A/B)로 구성되어 있다.

(2) 산화조교반기

① 교반기 M 선택



- 자동운전 조건이 되면 좌측하단에 Permission 표시가 나타남
- 자동운전
Automatic 선택
- 수동운전
Manual 선택 후 Start, Stop 선택

(3) 과산화수소공급펌프

① 펌프 M 선택



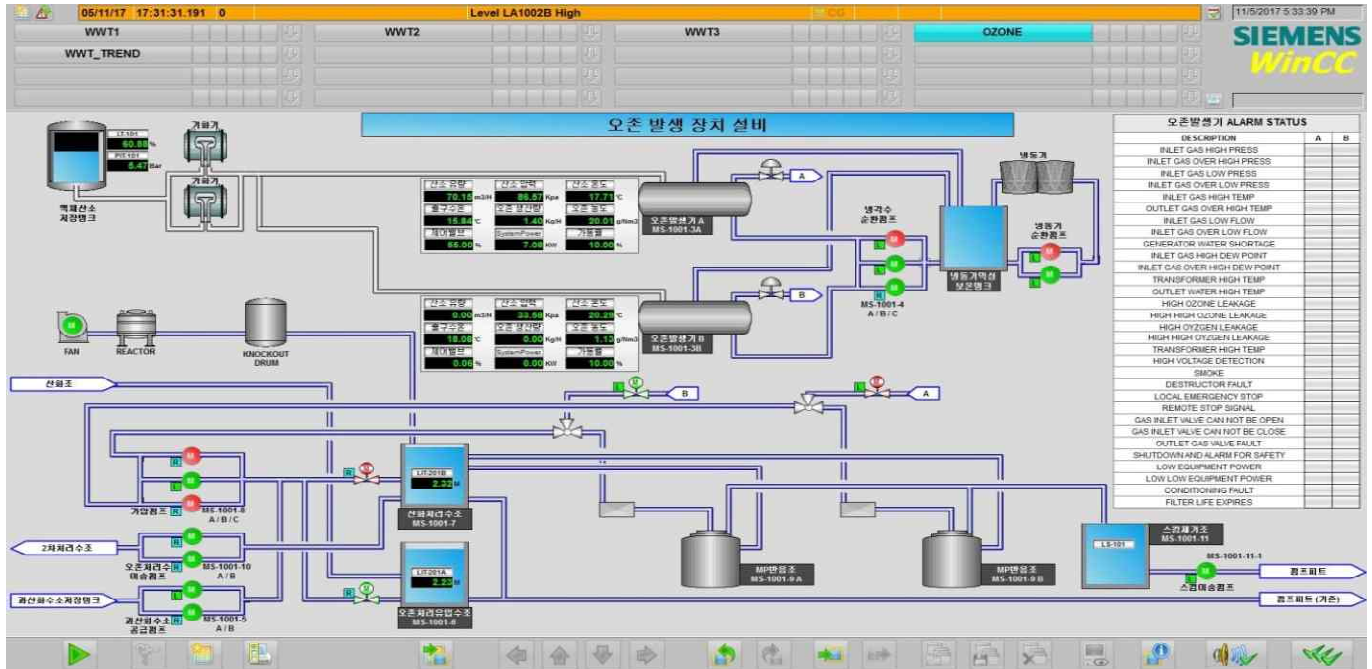
- 자동운전 조건이 되면 좌측하단에 Permission 표시가 나타남
- 자동운전
Automatic 선택
- 수동운전
Manual 선택 후 Start, Stop 선택

② 운전 설정

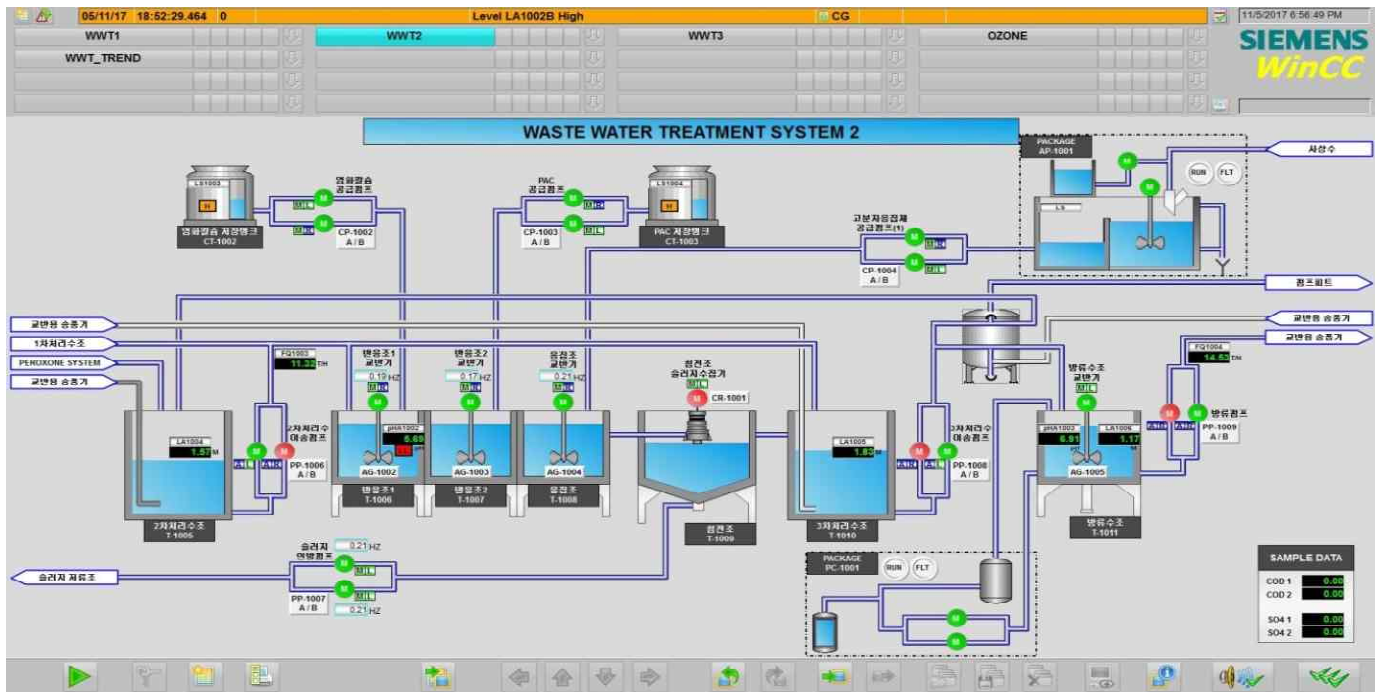


- Pre Selection
Presel : A / B 선택하여 가동
Run : ON/OFF 시 교대 운전
Time: 설정시간 교대운전

나. PEROXONE SYSTEM



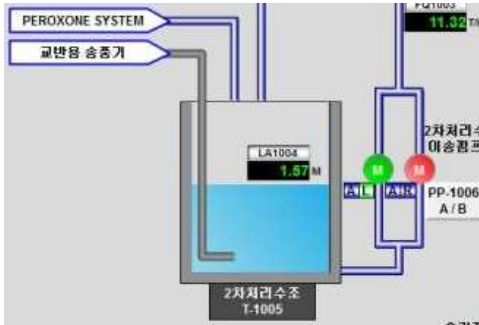
다. WWT2



가) 개요

위 화면은 2차처리수조, 반응조1, 반응조2, 응집조, 침전조, 3차처리수조, A/C FILTER, 방류수조, pH CONTROL SYSTEM 및 약품공급설비로 구성되어 있다.

나) 2차처리수조



(1) 2차처리수조는 2차처리수이송펌프(PP-1006A/B) 및 수위계(LA1004)로 구성

(2) 2차처리수이송펌프

① 펌프 M 선택



- 자동운전 조건이 되면 좌측하단에 Permission 표시가 나타남
- 자동운전 Automatic 선택
- 수동운전 Manual 선택 후 Start, Stop 선택

② 운전 설정



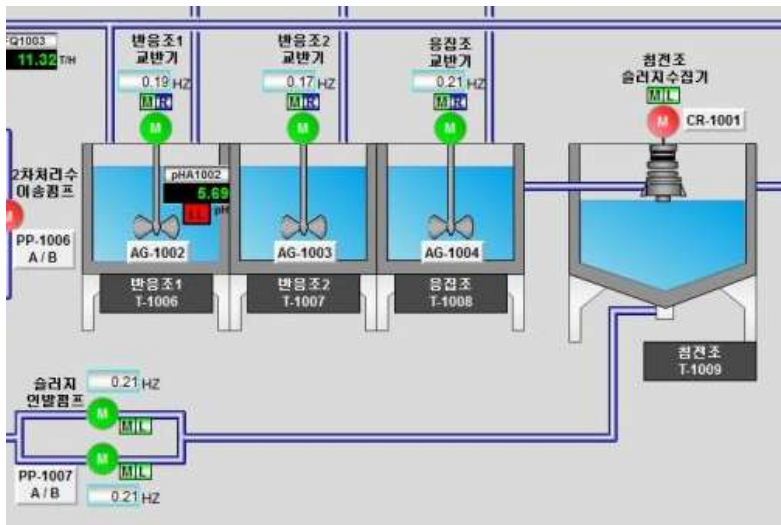
- Pre Selection
 - Presel : A / B 선택하여 가동
 - Run : ON/OFF 시 교대 운전
 - Time: 설정시간 교대운전

(3) 수위설정



- Process value
실시간 수위 값
- Process value Limits
 - HH : Alarm
 - H : PEROXONE SYSTEM Stop Point
 - M : Pump Start Point
 - L : Pump Stop Point
 - LL : Alarm

다) 반응조1, 반응조2, 응집조, 침전조



- (1) 반응조1, 반응조2, 응집조, 침전조는 반응조1 교반기(AG-1002), 반응조2 교반기 (AG-1003), 응집조 교반기(AG-1004), 침전조슬러지수집기(CR-1001), 슬러지인발 펌프(PP-1007 A/B), 및 pH METER(PHA-1002)로 구성되어 있다.
- (2) 반응조1, 반응조2, 응집조 교반기

① 교반기 M 선택



- 자동운전 조건이 되면 좌측하단에 Permission 표시가 나타남
- 자동운전 Automatic 선택
- 수동운전 Manual 선택 후 Start, Stop 선택
- Set point : 운전 Hz 설정
- Rbk Value : 운전 Hz 표시

(3) 침전조슬러지수집기

① 수집기 M 선택



- 자동운전 조건이 되면 좌측하단에 Permission 표시가 나타남
- 자동운전 Automatic 선택
- 수동운전 Manual 선택 후 Start, Stop 선택

(4) 슬러지인발펌프

① 펌프 M 선택



- 자동운전 조건이 되면 좌측하단에 Permission 표시가 나타남
- 자동운전 Automatic 선택
- 수동운전 Manual 선택 후 Start, Stop 선택
- Set point : 운전 Hz 설정
- Rbk Value : 운전 Hz 표시

② 운전 설정



- Pre Selection

Presel : A / B 선택하여 가동

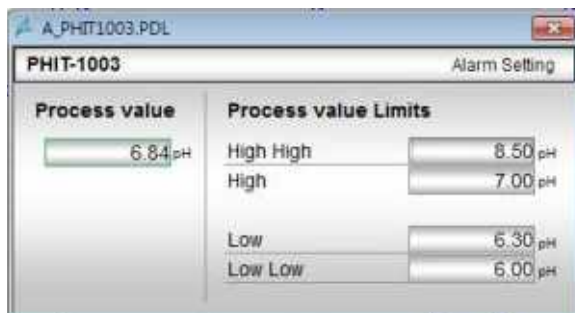
Run : ON/OFF 시 교대 운전

Time: 설정시간 교대운전

- Ontime - Offtime Seeting

Ontime - Offtime 설정 가동

(5) pH 설정



- Process value

실시간 수위 값

- Process value Limits

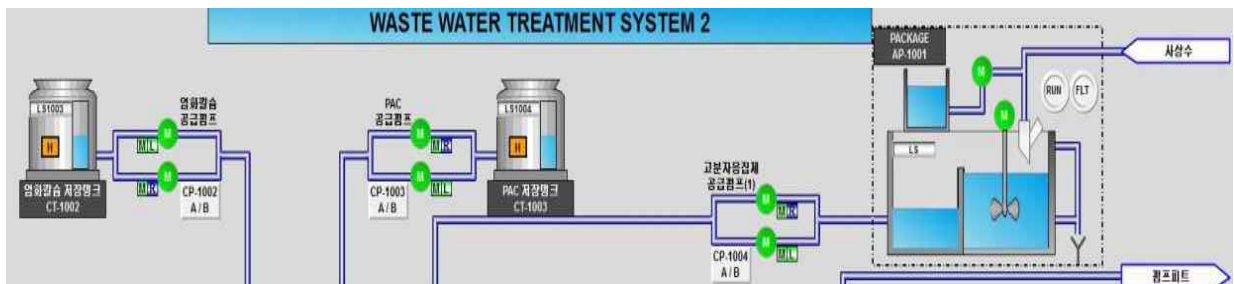
HH : Alarm

H : -

L : -

LL : Alarm

라) 약품공급설비



- (1) 약품공급설비는 염화칼슘저장탱크(CT-1002), 염화칼슘공급펌프(CP-1002 A/B), PAC저장탱크(CT-1003), PAC공급펌프(CP-1003 A/B), 고분자응집제자동용해장치(1)(AP-100) 및 고분자응집제공급펌프(1)(CP-1004 A/B) 구성되어 있다.

(2) 염화칼슘공급펌프, PAC공급펌프, 고분자응집제공급펌프(1)

① 펌프 M 선택



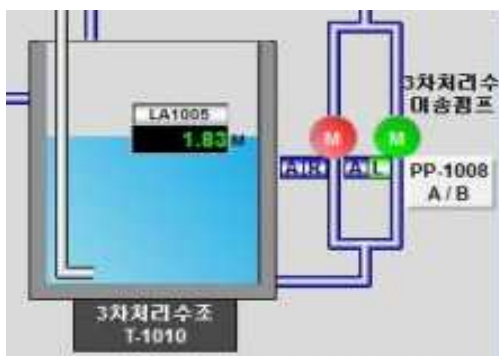
- 자동운전 조건이 되면 좌측하단에 Permission 표시가 나타남
- 자동운전 Automatic 선택
- 수동운전 Manual 선택 후 Start, Stop 선택

② 운전 설정



- Pre Selection
 - Presel : A / B 선택하여 가동
 - Run : ON/OFF 시 교대 운전
 - Time: 설정시간 교대운전

마) 3차처리수조



- (1) 3차처리수조는 3차처리수 이송펌프(PP-1008A/B), A/C FILTER(AF-1001) 및 수위계(LA1005)로 구성되어 있다.

(2) 3차처리수이송펌프

① 펌프 M 선택



- 자동운전 조건이 되면 좌측하단에 Permission 표시가 나타남
- 자동운전 Automatic 선택
- 수동운전 Manual 선택 후 Start, Stop 선택

② 운전 설정



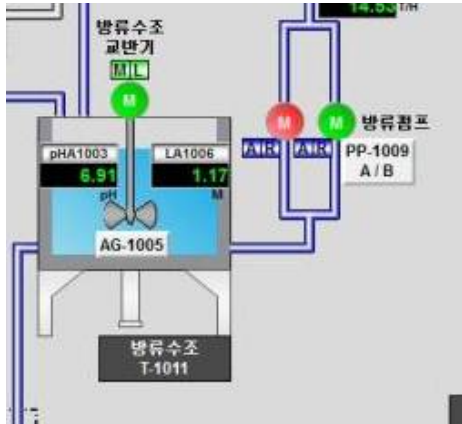
- Pre Selection Presel : A / B 선택하여 가동 Run : ON/OFF 시 교대 운전 Time: 설정시간 교대운전

(3) 수위설정



- Process value 실시간 수위 값
- Process value Limits
 - HH : Alarm
 - H : 2차처리수이송펌프 Stop Point
 - M : Pump Start Point
 - L : Pump Stop Point
 - LL : Alarm

바) 방류수조



(1) 방류수조는 방류펌프(PP-1009A/B), pH CONTROL SYSTEM(PC-1001), pH METER(PHA-1003) 및 수위계(LA1006)로 구성되어 있다.

(2) 방류펌프

① 펌프 M 선택



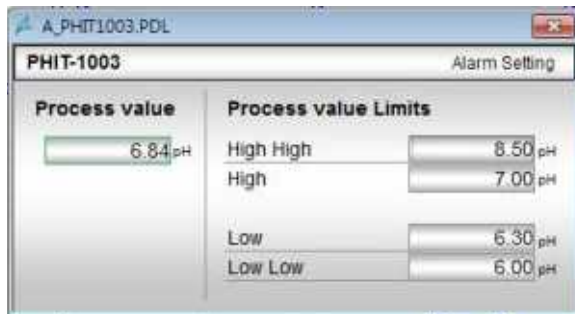
- 자동운전 조건이 되면 좌측하단에 Permission 표시가 나타남
- 자동운전
Automatic 선택
- 수동운전
Manual 선택 후 Start, Stop 선택

② 운전 설정



- Pre Selection
Presel : A / B 선택하여 가동
Run : ON/OFF 시 교대 운전
Time: 설정시간 교대운전

(3) pH 설정



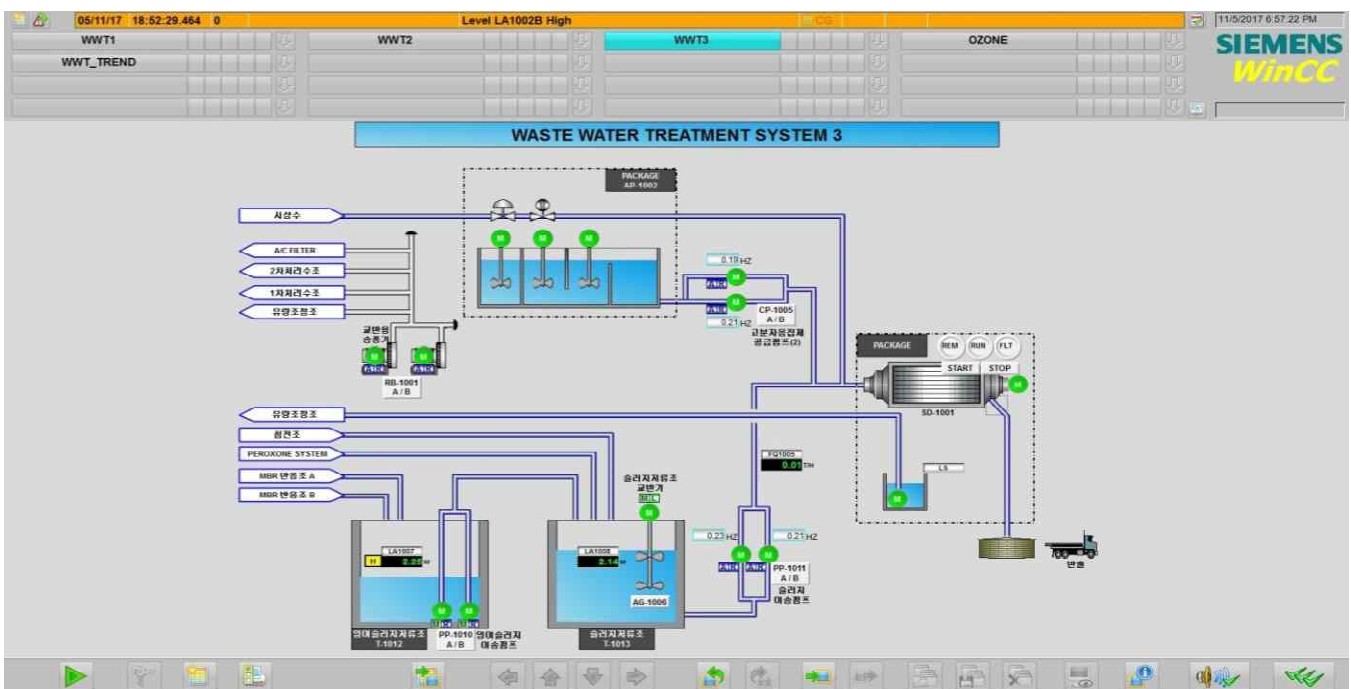
- Process value
실시간 수위 값
- Process value Limits
HH : Alarm
H : -
L : -
LL : Alarm

(4) 수위설정



- Process value
실시간 수위 값
- Process value Limits
HH : Alarm
H : 3차처리수이송펌프 Stop Point
M : Pump Start Point
L : Pump Stop Point
LL : Alarm

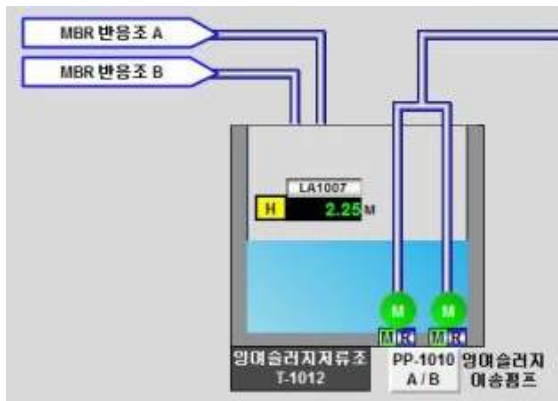
라. WWT3



가) 개요

위 화면은 잉여슬러지저류조, 슬러지저류조, 탈수기, 고분자응집제 자동용해장치(2) 및 교반용송풍기로 구성되어 있다.

나) 잉여슬러지저류조



(1) 잉여슬러지저류조는 잉여슬러지이송펌프(PP-1010A/B) 및 수위계(LA1007)로 구성되어 있다.

(2) 잉여슬러지이송펌프

① 펌프 M 선택



- 자동운전 조건이 되면 좌측하단에 Permission 표시가 나타남

- 자동운전 Automatic 선택

- 수동운전 Manual 선택 후 Start, Stop 선택

② 운전 설정



- Pre Selection

Presel : A / B 선택하여 가동

Run : ON/OFF 시 교대 운전

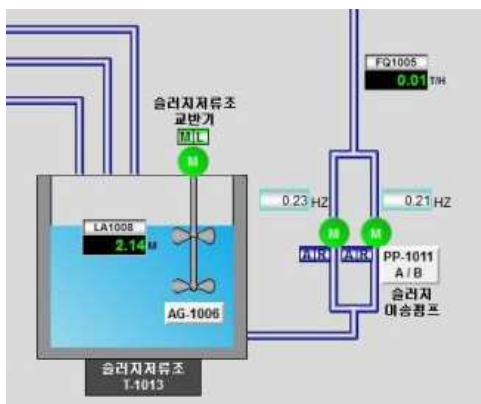
Time: 설정시간 교대운전

(3) 수위설정



- Process value
실시간 수위 값
- Process value Limits
 - HH : Alarm
 - H : 잉여슬러지인발펌프 Stop Point
 - M : Pump Start Point
 - L : Pump Stop Point
 - LL : Alarm

다) 슬러지저류조



(1) 슬러지저류조는 슬러지이송펌프(PP-1011A/B), 슬러지저류조교반기(AG-1006) 및 수위계(LA1008)로 구성되어 있다.

(2) 슬러지이송펌프

① 펌프 M 선택



- 자동운전 조건이 되면 좌측하단에 Permission 표시가 나타남
- 자동운전
 - Automatic 선택
- 수동운전
 - Manual 선택 후 Start, Stop 선택
- Set point : 운전 HZ 설정
- Rbk Value : 운전 HZ 표시

② 운전 설정



- Pre Selection

Presel : A / B 선택하여 가동

Run : ON/OFF 시 교대 운전

Time: 설정시간 교대운전

(3) 슬러지저류조교반기

① 교반기 M 선택



- 자동운전 조건이 되면 좌측하단에

Permission 표시가 나타남

- 자동운전

Automatic 선택

- 수동운전

Manual 선택 후 Start, Stop 선택

(4) 수위설정



- Process value

실시간 수위 값

- Process value Limits

HH : Alarm

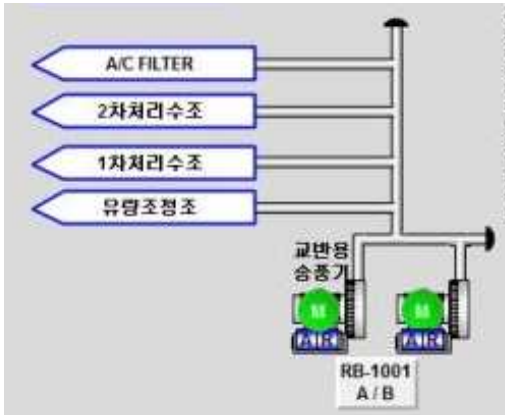
H : 잉여슬러지이송펌프 Stop Point

M : Pump Start Point

L : Pump Stop Point

LL : Alarm

라) 교반용송풍기



(1) 교반용송풍기

① 송풍기 M 선택



- 자동운전 조건이 되면 좌측하단에 Permission 표시가 나타남
- 자동운전
Automatic 선택
- 수동운전
Manual 선택 후 Start, Stop 선택

② 운전 설정



- Pre Selection
Presel : A / B 선택하여 가동
Run : ON/OFF 시 교대 운전
Time: 설정시간 교대운전
- Ontime - Offtime Seeting
Ontime - Offtime 설정 가동

마. WWT-TREND

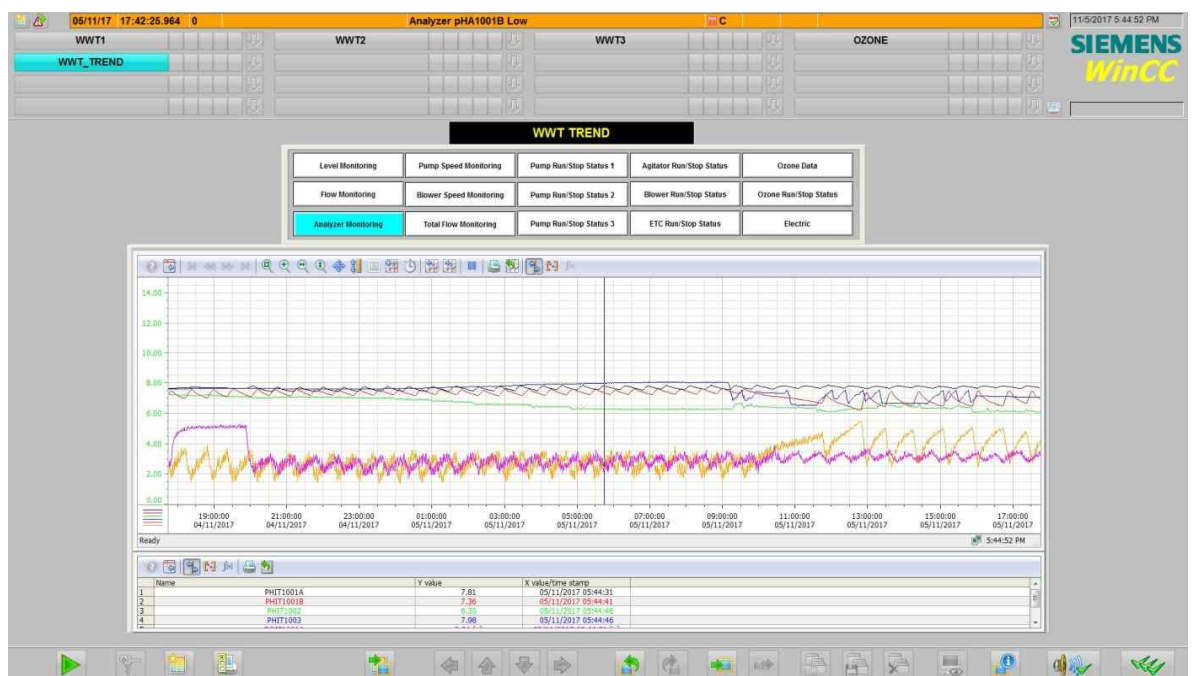
가) 개요

각 기기가동 및 계측값은 MMI에 자동 저장되고, TRAND로 표시되며, LEVEL, FLOW, ANALYZER, FLOW TATAL, OZONE DATA 등으로 구성되어 있다.

나) LEVEL



다) ANALYZER



5.4.2 정상운전시

가. 각 계열별 수위 및 DO, pH 정상범위 확인

가) MBR 계열별 수위 및 DO, pH 확인

나) 각 공정별 pH 5.8~8.0 범위를 계측기를 통하여 확인

나. 방류수질 기준 확인 (COD_{Cr} , SO_4^{2-})

가) MMI를 통하여 SO_4^{2-} 값이 60,000 mg/L 이하 확인

나) MMI를 통하여 COD 값이 280 mg/L 이하 확인

다. 공정별 공급펌프 유량 및 정상가동상태 확인

가) MEMBRANE 인발펌프 : 5.0~6.0 m³/hr

나) 잉여슬러지 인발펌프 : 2.0~4.0 m³/hr

다) 1차처리수 이송펌프 : 16.0~18.0 m³/hr

라) 2차처리수 이송펌프 : 4.0~6.0 m³/hr

마) 3차처리수 이송펌프 : 4.0~6.0 m³/hr

바) 방류수 이송펌프 : 18.0 m³/hr 이상

사) 슬러지 인발펌프 : 진공펌프 상태에 따라 인버터 30~50%로 조정

라. 공정별 약품 주입량 확인

가) 염화칼슘(35%) : 1.2 L/min으로 주입

나) 과산화수소(5%) : 미사용

다) PAC(17%) : 0.025 L/min으로 주입

라) 고분자응집제 : 0.52 L/min으로 주입

마. 오존 적정 농도 및 정상 가동상태 확인

가) 처리수 수질에 따라 오존 농도 40.0~100.0 g/Nm³로 조정 운전

나) 오존 가동률 30~50%로 가동

바. 탈수케익 상태 및 탈수기 정상 가동상태 확인

가) 탈수기에서 배출되는 탈수케익 상태를 육안으로 확인

나) 탈수기 Diff speed 4~5 rpm 확인

다) 탈수기 Load current 30% 확인

라) 가동상태 자동운전 확인

5.4.3 정지시

가. MEMBRANE 인발펌프 정지

가) LOCAL PANEL에서 수동 선택후 정지

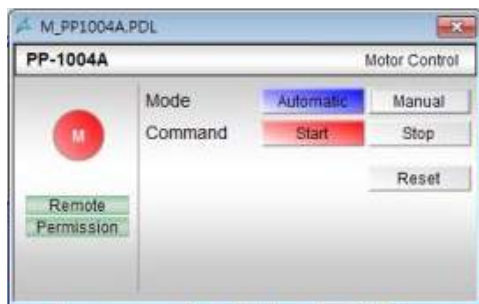
나) 각 MEMBRANE 인발밸브(버터플라이밸브) CLOSE

나. 송풍기 정지

가) 포기용 송풍기 정지 : 송풍기실 포기용 송풍기 제어반에서 정지

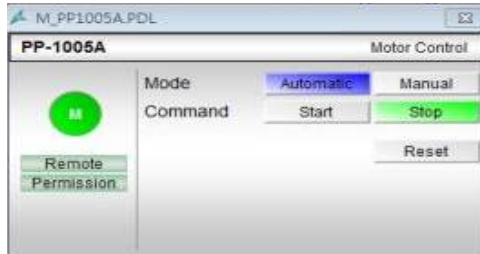
나) MEMBRANE 송풍기 정지 : 송풍기실 MEMBRANE 송풍기 제어반에서 정지

다. 원수이송펌프 정지



- 자동운전 조건이 되면 좌측하단에 Permission 표시가 나타남
- 수동운전으로 전환
Manual 선택 후 Stop 선택

라. 처리수 이송펌프 정지(1차, 2차, 3차)



- 자동운전 조건이 되면 좌측하단에 Permission 표시가 나타남
- 수동운전으로 전환
Manual 선택 후 Stop 선택

마. 잉여슬러지 인발펌프 및 소포펌프 정지



- 자동운전 조건이 되면 좌측하단에 Permission 표시가 나타남
- 수동운전으로 전환
Manual 선택 후 Stop 선택

바. 슬러지 인발펌프 정지

가) 2차처리수 이송펌프와 연동되어 2차처리수 이송펌프 정지시 슬러지 인발펌프도 정지

사. 약품공급펌프 정지(염화칼슘, PAC, 고분자응집제(1))

가) 2차처리수 이송펌프와 연동되어 2차처리수 이송펌프 정지시 약품공급펌프도 정지

아. 교반기 정지(반응조1, 반응조2, 응집조 교반기)

가) 2차처리수 이송펌프와 연동되어 2차처리수 이송펌프 정지시 반응조1, 반응조2, 응집조 교반기도 정지

자. 교반용 송풍기정지



- 자동운전 조건이 되면 좌측하단에 Permission 표시가 나타남
- 수동운전
Manual 선택 후 Stop 선택

차. 슬러지저류조 교반기 정지



- 자동운전 조건이 되면 좌측하단에 Permission 표시가 나타남
- 수동운전
Manual 선택 후 Stop 선택

카. 슬러지수집기 정지

가) 슬러지수집기 LOCAL PANEL에서 STOP 선택

6. 약품관리

6.1 일반현황

6.1.1 약품종류 및 사용용도

6.1.1.1. 발전시설

50MW 발전시설에서 사용되는 약품의 종류는 모두 17종이며 각 약품의 규격은 다음과 같다.

품 명	규 격	비고
Amerzine-15	○ Hydrazine, monohydrate(하이드라진, 수화물) - 15 ~ 24% ○ water	급수처리
제3인산나트륨	○ Tribasic Sodium Phosphate(제3인산소다(12수화물))	보일러 수처리
제2인산나트륨	○ Dibasic Sodium Phosphate(제2인산소다(12수화물))	보일러 수처리
차아염소산나트륨	○ Sodium hypochlorite - 12%	냉각수용 살균제
Valugard-1058	○ 아미노트라이메틸렌 포스폰산 - 5 ~ 10% ○ Sodium hydroxide - 5% 미만 ○ water	냉각수용 부식억제제
황산	○ 황산 - 20%	pH조절제
염산	○ 염산 - 35% ○ 물 - 65%	RO 화학세정제
HMROC-6730	○ 수산화나트륨 - 5% 미만 ○ 에틸렌디아민테트라아세트산, 테트라나트륨 염 ○ 물	RO 화학세정제

품 명	규 격	비 고
SBS	○ 산성아황산나트륨 - 38%	RO 환원제
RSFI-2200	○ Phosphonic Acid, Sodium Salt - 5 ~ 10% ○ 물	RO 스케일방지제
Biosperse 240c	○ 5-클로로-2-메틸-4-아이소티아조린-3-온 - 0.8% 이하 ○ 2-메틸-4-아이소티아졸린-3-온 - 0.2% 이하 ○ 물	미생물살균제
소금	○ 염화나트륨 - 100%	MDI 화학세정제
NaOH(98%)	○ 수산화나트륨 - 98%	폐수 pH조절제
NaOH(25%)	○ 수산화나트륨 - 25% ○ 물 - 75%	폐수 pH조절제
PAC	○ 염기성염화알루미늄 - 10%	폐수 응결제
폴리머 - 1	○ 2-프로펜산 나트륨 2-프로펜아마이드중합체 - 88% 이상 ○ 물 - 12% 미만	고분자응집제
폴리머 - 2	○ 디메틸아미노에칠 아크릴레이트 메칠크롤라이드 쿼터너리 - 5 ~ 10% ○ 디메틸아미노에칠 아크릴레이트 벤질크롤라이드 쿼터너리 - 5 ~ 20% ○ 물 - 20 ~ 60% ○ 황산암모늄 - 15~25% ○ 글리세린 - 1~5 %	탈수기 응집제

6.1.1.2. 황산화물전처리시설

황산화물전처리시설에서 사용되는 약품의 종류는 모두 2종이며 각 약품의 규격은 다음과 같다.

품 명	규 격	비고
가성소다 (NaOH)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 외관 : 무색 투명한 액체 ○ 순도 : 25% (액상) ○ 냄새 : 무취 ○ 녹는점/어는점 : -13℃ ~ -16℃ ○ 인화점 : 해당없음 (비가연성) ○ 비중 : 1.274 (25℃) ○ 점도 : 4.10 CPS (350℃) 	유독물질 (97-1-136)
Nutrimix (미생물 영양제)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 외관 및 물리적 상태 : 액체 ○ 냄새 : 무취 ○ 밀도 : 1,10 kg/L (25℃) ○ 끓는점 : +/-100℃ ○ 분해온도 : 60℃ ○ 증기 압력 : 23 hPa (as water) 	

6.1.1.3. 공정 폐수처리시설

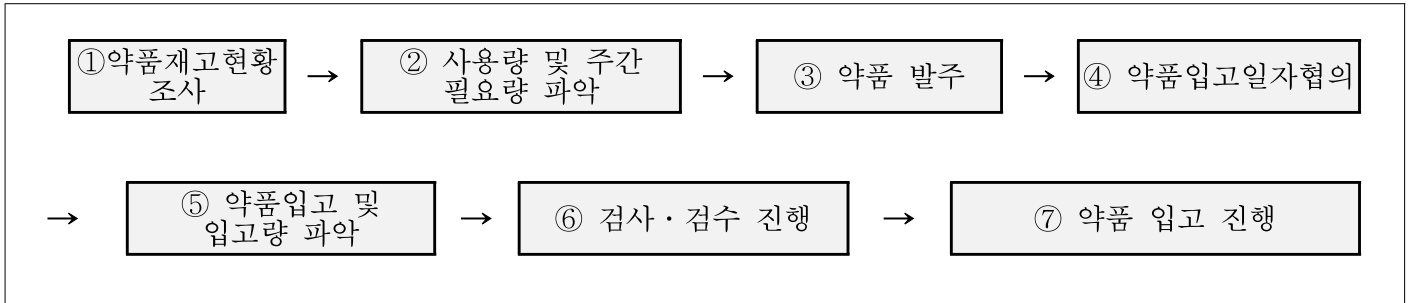
공정 폐수처리시설에서 사용되는 약품의 종류는 모두 11종이며 각 약품의 규격은 다음과 같다

품 명	규 격	비고
염화칼슘 35% 액상 CAS번호: 10043-52-4	<ul style="list-style-type: none"> ○ 외관 : 회색(액체) ○ 비중 : 1,35 ○ 함량 : 35%이상 ○ 냄새 : 무취 	산화공정에서 산화된 Sulfate를 염화칼슘으로 제거하기 위해 사용
과산화수소 5% 액상 CAS번호: 7722-84-1	<ul style="list-style-type: none"> ○ 외관 : 무색(액체) ○ 비중 : 1,13 ○ 함량 : 5% ○ 냄새 : 무취 	AOP(H ₂ O ₂ +오존)로 제거효율을 극대화하기 위해 사용

품 명	규 격	비고
PAC 17% 액상 CAS번호: 1327-41-9	○ 외관 : 무색/노란색(액체) ○ 비중 : 1.37 ○ 함량 : 17% ○ 냄새 : 무취	T-P를 PAC로 제거하기 위해 사용
고분자응집제 액상 응집용 NALCO®3616	○ 외관 : 미색(액체) ○ 비중 : 1.03~1.07 ○ 함량 : 100% ○ 냄새 : 무취	반응조1, 반응조2에서 화학적 결합된 입자를 고분자응집제로 입자크기를 크게 형성하여 침전효율 증가시키기 위해 사용
고분자응집제 액상 탈수용 NALCO 6960	○ 외관 : 백색(액체) ○ 비중 : 1.2 ○ 함량 : 100% ○ 냄새 : 무취	슬러지 저류조에서 고분자응집제로 입자크기를 크게 형성하여 탈수효율 증가시키기 위해 사용
소포제 (혼합물)	○ 외관 : 흰색(액체) ○ 비중 : - ○ 함량 : 100% ○ 냄새 : -	MBR반응조 및 오존설비, 탈수설비 거품 발생 억제하기 위해 사용
구연산 CAS번호: 5949-29-1	○ 외관 : 흰색(고체) ○ 비중 : 1.5 ○ 함량 : 100% ○ 냄새 : 무취	멤브레인 막을 계외 세정시 무기세정 약품으로 사용
차아염소산나트륨 12% 액상 CAS번호: 7681-52-9	○ 외관 : 노란색(액체) ○ 비중 : >1 ○ 함량 : 12% ○ 냄새 : 염소냄새	멤브레인 막을 계외 세정시 유기세정 약품으로 사용
이탄산나트륨 CAS번호: 144-55-8	○ 외관 : 무색 ○ 비중 : 1.14 ○ 함량 : 100% ○ 냄새 : 무취	MBR반응조의 pH가 7.0 이하로 떨어지는 것을 방지하기 위해 알칼리도 버퍼로 사용
산소(액상) CAS번호: 7782-44-7	○ 외관 : 백색 ○ 비중 : 1.2 ○ 함량 : 100% ○ 냄새 : 무취	오존설비에서 오존을 생성하기 위해 사용
이산화탄소(액상) CAS번호: 124-38-9	○ 외관 : 무색 ○ 비중 : 1.52 ○ 함량 : 100% ○ 냄새 : 무취	방류수조에서 pH 방류기준을 맞추기 위해 사용

6.2. 약품수급 및 재고관리

6.2.1 업무수행 절차



6.2.2 세부 업무수행 절차

가. 약품재고현황조사 : 수시(일일)

가) 현장재고량 = 약품탱크별 단면적 × 수위 × 비중

나) 입고 및 사용에 따른 재고량 = 전일재고량 + 입고량 - 사용량

다) “가)”항과 “나)”항이 일치하지 않을 경우 원인파악 후 조치

라) “다)”항의 경우 조사방법

- 일일 약품계량현황 및 입고량 재확인
- 실사용량 현장확인
- 관련시설 재점검 : 약품탱크 수위계(추, 센서 등), 누출여부 등

나. 사용량 및 월간(주간) 필요량파악

가) 하루 사용량 파악 : 파악 당일 기준으로 전일 사용량 통계

나) 주간 필요량 파악 : 월평균사용량 × 7일

다) 월평균 사용량 파악 : 파악당일 기준으로 월간사용량 통계

※ 사용량 변동이 심할 경우 : 주간평균 적용

※ 처리유량 또는 투입농도가 변경될 예정인 경우 이론적인 사용량으로 추정산출

다. 약품 발주

주간 필요량을 기준으로 납품기간, 납품량 등을 확인하여 업체에 약품 발주

라. 약품 입고 일자 협의

가) 납품업체에 하루 사용량에 맞추어 주간동안 사용 가능한 수량이 맞도록 납품일자를 협의

마. 약품 입고 및 입고량 파악

약품 입고를 진행, 당초 발주한 입고수량이 맞는지 확인

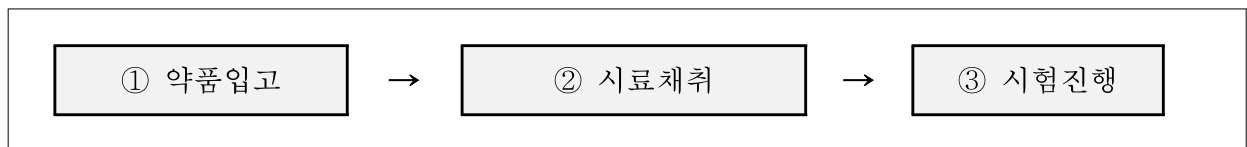
바. 검사·검수 진행

가) 납품 시 약품 품질시험성적서와 발주한 내용이 맞는지 확인

- 나) Sample을 채취하여 발주한 약품과 동일한지 확인
 - 다) 계량증명서를 확인하고 발주 수량과 일치하는지 확인
- 사. 약품 입고 진행
- 약품 입고를 위한 안전장구 착용을 확인 후 입고 진행

6.3. 품질관리

6.3.1 업무수행 절차



6.3.2 세부 업무수행 절차

가. 시료채취 및 검사의뢰

- 가) 시료채취 주기 : 반입 시 1회 이상 채취
- 나) 채취방법
 - 시료 1통(500 mL)을 납품자 입회하에 채취
- 다) 시험진행

- 온도, 비중 등을 직접 시험진행

나. 검사결과 확인

- 가) 합격시 조치사항
 - 납품업체 통보생략
 - 보관시료 폐기
- 나) 불 합격시 조치사항
 - 납품업체 문서통보
 - 반품조치 및 감가조치
 - 보관시료 대금지급 완료시 까지 보관

6.4. 시설물관리

6.4.1 시설물 수시확인 사항

- 가. 약품 누출 여부 수시확인
- 나. 펌프 가동 여부 수시확인

6.4.2 동절기 시설물관리 요령(11월 ~ 4월)

- 가. 약품 보관, 주입배관 등 실내에 설치로 열선 및 보온이 설치되어 있지 않으며 별도의 조치를 진행하지 않음

6.4.3 하절기 시설물관리 요령

- 가. 약품 보관, 주입배관 등 실내에 설치로 별도의 조치를 진행하지 않음

6.5. 유해화학물질 관리업무

6.5.1 취급 유해화학물질 종류

품 명	연간취급예정량 (톤)	비고
수산화나트륨 25%[Sodium hydroxide : 1310-73-2]	10,802	
수산화나트륨 98%[Sodium hydroxide : 1310-73-2]	0.5	
황산 [Sulfuric acid : 7664-93-9]	20	
염화수소 [Hydrogen chloride : 7647-01-0]	1	
전체 연간취급예정량	10,823.5	

6.5.2 주요 업무내용

6.5.2.1 유해화학물질 취급 주요작업

- 1) 보관시설 운영
 - 운반차량으로부터 원료 및 제품을 실내 보관창고로 이송 후 보관하는 작업
- 2) 저장시설 운영
 - 탱크로리차량으로부터 원료 및 제품을 저장탱크로 펌프 이송하는 작업
- 3) 배관 밸브 등의 변경
 - 지상에 설치한 배관과 밸브 등의 새로운 배관 밸브의 교체 작업

6.5.2.2 보관시설 운영

- 보관물질 특성에 따른 화기 사용 금지
- 보관창고 입고 시 지게차 운행 주의
- 지게차 운반 시 제품 낙하 주의
- 보관창고 내 적재불량으로 인한 적재물의 붕괴 및 낙하주의
- 포장 및 용기의 파손으로 인한 물질의 누출주의
- 반응성을 고려하여 칸막이나 구획선으로 구분

6.5.2.3 저장시설 운영

- 운반차량 정위치 이탈로 인한 사고 주의
- 운반차량 접지 상태 확인
- 저장탱크 주입구 혼동으로 인한 오연결 주의
- 주입 작업절차 미준수로 인한 사고발생 주의
- 작업장 주변 화기 사용 금지

6.5.2.4 배관 밸브 등의 변경

- 도면과 실제 현장과의 일치 여부 확인
- 작업부위 전 후단 차단 상태 확인
- 배관 및 밸브 내 잔류물 제거 상태 확인
- 작업 배관 라인 공정 중지 여부 및 잠금장치 상태 확인
- 방폭구역 내 방폭공구 사용으로 화기 노출 금지
- 주변 가연성 물질 및 인화성 물질 제거

6.5.3 유해화학물질 주요특성 및 응급조치

① 눈에 들어갔을 때

- 눈에 묻으면 몇 분간 물로 조심해서 씻고, 가능하면 콘택트렌즈를 제거하고 계속 씻어내야 한다.
- 긴급 의료조치(의사)를 받아야 한다.
- 눈에 자극이 지속되면 의학적인 조치·조언을 구해야 한다.

② 피부에 접촉했을 때

- 피부(또는 머리카락)에 붙으면 오염된 모든 의복은 벗거나 제거해야 하고 피부를 물로 씻거나 샤워해야 한다.
- 노출되면 의료기관(의사)의 진찰을 받아야 한다.

- 다시 사용 전 오염된 의복은 세척해야 한다.
- 뜨거운 물질인 경우, 열을 없애기 위해 영양을 받은 부위를 다량의 차가운 물에 담그거나 씻어내야 한다.
- 오염된 옷과 신발을 제거하고 오염지역을 격리한다
- 경미한 피부 접촉 시 오염부위 확산을 방지해야 한다.

③ 흡입했을 때

- 즉시 의료기관(의사)의 진찰을 받아야 한다.

④ 먹었을 때

- 삼켰다면 입을 씻어내고, 토하게 하려 하면 안 된다.
- 노출되면 의료기관(의사)의 진찰을 받아야 한다.
- 물질을 먹거나 흡입하였을 경우 구강대구강법으로 인공호흡을 하지 말고 적절한 호흡의료장비를 이용해야 한다.

⑤ 기타 의사의 주의사항

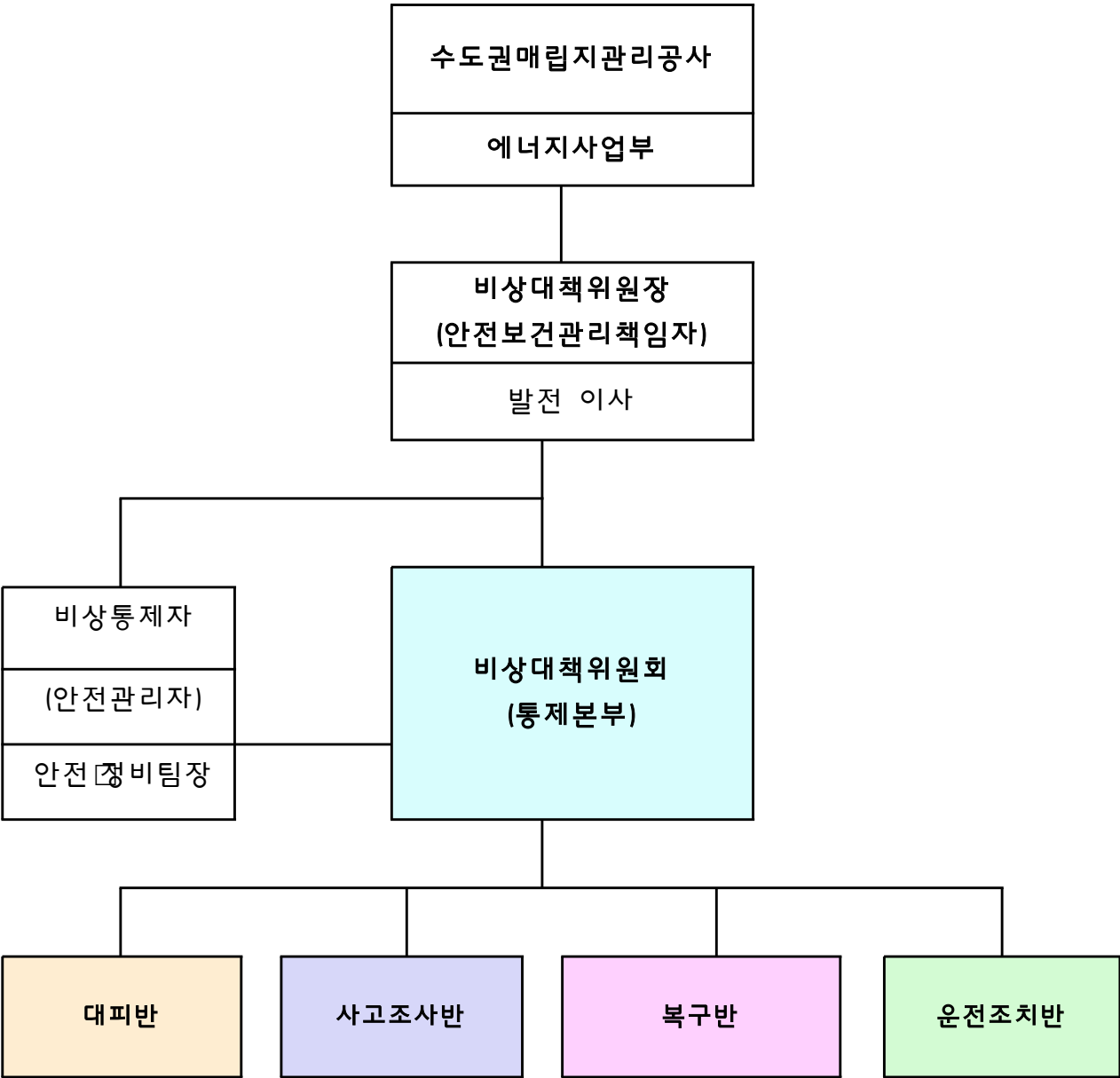
- 접촉·흡입하여 생긴 증상은 지연될 수 있다.
- 의료인력이 해당물질에 대해 인지하고 보호조치를 취하도록 해야 한다.

7. 재난 및 안전관리

7.1 재난 및 안전관리 조직

7.1.1 중요 재난 발생시 사업장 보고 체계

가. 비상사태 시 조직도

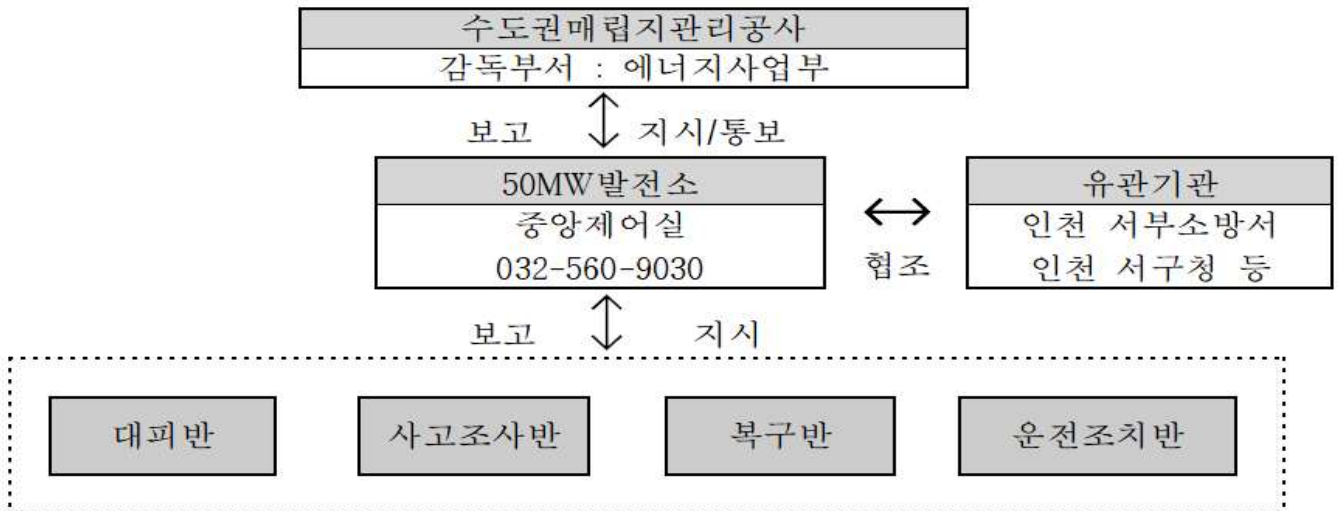


나. 반별 임무

구분	업무분장	주요임무
재난안전 조직관리	관리감독부서 (에너지사업부)	<input type="checkbox"/> 비상통제 조직의 총괄 지휘 <input type="checkbox"/> 재난관리에 필요한 장비의 동원과 운영
	비상대책위원장 (안전보건관리책임자)	<input type="checkbox"/> 사업주를 대신해서 사업장의 재난, 안전 및 보건업무 총괄 <input type="checkbox"/> 설비의 비상운전정지와 위험물질의 제거 등 운전 통제
	비상통제자 (안전관리자)	<input type="checkbox"/> 통제본부 구성 및 협조 요청 준비 <input type="checkbox"/> 유관기관 지원 요청
	대피반	<input type="checkbox"/> 상해자 발생시 신속한 인명 구조 <input type="checkbox"/> 피해 우려 지역 대피를 포함한 진입인원 통제
	사고조사반	<input type="checkbox"/> 비상통제자 지시에 따라 정부 및 유관기관에 비상연락체계 구축 <input type="checkbox"/> 비상상황 파악 보고 <input type="checkbox"/> 사고원인 조사 및 재발방지대책 수립
	복구반	<input type="checkbox"/> 소방활동 (화재 진화) <input type="checkbox"/> 유해·위험물질 차단 <input type="checkbox"/> 응급 복구
	운전조치반	<input type="checkbox"/> 경보 취명, 비상방송 실시 <input type="checkbox"/> 재난공정과 관련된 비상정지 운전

다. 중요 재난발생시 즉시 보고

○ 최초발견자 □ 발전팀장 및 공정안전담당 □ 발전이사 □ 유관기관



재난상황의 보고대상(재난 및 안전관리기본법 시행규칙 제5조의2)

- ☐ 자체조치가 불가능한 산불(골프장, 매립장 사면 등)
- ☐ 국가기반시설 등 화재, 붕괴, 폭발 사고, 지진재난 발생
- ☐ 호우, 홍수, 댐 방류 및 붕괴 등 징후 발견 및 피해 발생
- ☐ 신종 전염병 최초발생 및 법정 전염병 집단발생, 가축전염병
- ☐ 단일사고로 사망사고 3명 이상(화재, 교통사고 5명이상), 부상자 20명이상 재난
- ☐ 대규모 인명 피해가 우려되는 구조, 구급이 집중적으로 신고되는 경우
- ☐ 심야 등 재난재해 취약 시간대 및 기상악화와 관련된 구조/구급 요청
- ☐ 수질오염사고, 화학사고
- ☐ 대규모 소요사태(집단행동 등), 사이버 테러 발생
- ☐ 기타 사회적 파장이 예상되는 사건사고

산업안전보건법(시행규칙 제3조) 중대재해 기준

- ☐ 사망자가 1명 이상 발생한 재해
- ☐ 3개월 이상의 요양이 필요한 부상자가 동시에 2명 이상 발생한 재해
- ☐ 부상자 또는 직업성질병자가 동시에 10명 이상 발생한 재해

7.2 공정별 주요 위험요인 및 절차서

7.2.1 안전작업 절차서

매립가스 포집 안전작업 절차서			
위험 요인	모니터링에 따른 포집정 및 M/S간 이동시 차량 전복위험, 차량접촉사고, 수목에 의한 전도위험, 매립지내 화재, 포집정 성토사면 미끄러질 위험 등		
공정별	재해 형태	위험요인	안전대책(안전수칙)
가스 포집	차량 전복 접촉 협착 화재 전도 미끄러짐	1. 차량 이동시 전복 2. 차량간 충돌 및 접촉 3. 후진시 협착 4. 포집정 점검시 성토사면 전도 5. 매립지내 폐기물 산화에 의한 화재 6. M/S주변 사면 및 수목에 의한 전도 또는 미끄러짐(동절기) 위험 7. 인화성 가스 누출에 따른 화재·폭발	1. 운전자 지정 제도운영 2. 차량운행 안전교육 시행 3. 조편성 탑승인원 확인(운전자) 4. 경사로 이물질(자갈 등) 제거 및 안전교육 실시 5. 모니터링 확인(CO ₂ 및 N ₂ 농도 상승) 6. 제방도로 및 수목 이격 거리 활용 7. 화기물질 반입금지
			※ 안전장구 : 안전모, 안전화, 삽, 모래주머니 ※ 안전교육 : 연료기장

매립가스 이송 안전작업 절차서			
위험 요인	매립가스 누출로 인한 질식☐화재☐폭발위험, 밀폐공간 내 질식위험, 화기작업시 화재 위험, 밸브조작 시 추락(미끄러질)위험, 비상 조작수행 시 전도위험 등.		
공정별	재해 형태	위험요인	안전대책(안전수칙)
가스 이송	누출 화재 폭발 질식 화재 추락 전도	1. 배관 플랜지부 파손으로 매립 가스가 누출되어 화재☐폭발 2. 승압블러워 스크러버 필터교체 작업시 밀폐공간 내 질식 3. 밸브교체 및 배관보수, 맨홀 덮개보강 등 손가락 협착 4. 밸브조작 후 내려오면서 발을 헛딛어 근로자 추락 5. 비상(긴급)조치 시 조작수행 으로 인한 전도 6. 블로워 점검시 협착	1. 2시간별 Logging 체크 -인화성가스누출검지기 상시휴대 -냄새발생 즉시 누출 검지 확인 2. 스크러버 내 산소 및 유해가스 농도 측정 -송기마스크 착용 -필요시 강제환기팬 사용 -감시인 입회 3. 화재감시인 배치 -공정 대상물질 확인 -조작(잠금)상태 확인 -소화기 및 불반이포 준비 -주변 인화성물질 유·무 확인 4. 사다리 등받이 이용 5. 현장에서는 뛰어다녀서는 안 됨 (안전수칙 준수) 6. 회전부에 안전덮개 설치 ※안전장구 : 안전모, 안전화, 방독 마스크, 가스검출기, 송기마스크 및 송기팬, 산소농도측정기, 송풍 팬, 보안경, 보안면 ※안전교육 : 안전관리자 안전담당

매립가스 보일러 연소공정 안전작업 절차서

위험 요인	보일러 역화(Back Fire) 및 증기, 급수 누출로 화상위험, 로(Furnace)내 질식위험, 화기(용접□용단)작업으로 화재위험, 퇴적물 취급으로 인한 유해□위험작업		
공정별	재해 형태	위험요인	안전대책(안전수칙)
보일러 연소	화상 질식 화재 비래 유해부식성	<ol style="list-style-type: none"> 1. 강압통풍(FD Fan)량 증대로 보일러 로(□)내 양압(역화)에 의한 화상 2. 고압배관 플랜지부 파손으로 고온□고압증기 및 급수 누출로 화상 3. 보일러 로(□)내 튜브 점검 및 청소 작업시 밀폐공간 내 질식 4. 증기 및 급수 드레인(Drain) 계통 배관 용접□용단에 의한 화재 5. 공기에열기 수세정 작업 시 고압수에 의한 퇴적물 비산으로 안구 질환 6. 연돌 퇴적물제거에 따른 산화성물질에 의한 피부 과민성 및 부식성 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 운전 Normal값 표준화(수동 운전시) -보일러 주변 배기가스 누출 확인 2. Logging시 세부점검 -고온□고압 증기분출시 긴 막대(형궤 부착)이용 누출부 확인(접근금지) 3. 맨홀 개방 후 2~3일경과 보일러 냉각 확인(급수온도)후 입조 -입조 전 산소·유해가스 농도 체크 및 조명 장치 설치 -안전보호구착용 4. 화재감시인 배치 -공정 대상물질 확인 -밸브조작상태 확인 -소화기 및 불받이포 준비 -주변 인화성물질 유무 확인 5. 2인1조 분사 세정 수행 -안전보호구착용 6. 연돌 내부 부착 산화성 퇴적물 낙하 방지 [연돌 내 틀비계설치 상부에 덮개(천막)씌움] -특별안전보건교육 -안전보호구착용(피부노출 엄금) <p>※안전장구 : 안전모, 안전화. 화상연고 송기마스크, 방진마스크, 조명기구, 송풍팬 산소농도측정기, 보안경 보안면, 고글안경, 가슴 장화, 내화학성장갑</p> <p>※안전교육 : 안전관리자, 안전담당</p>

터빈 증기구동 안전작업 절차서

위험 요인	터빈 유입 고온□고압증기로 인한 화상위험, 조속장치 트러블(Trouble)로 과속위험, 복수기 튜브시험 시 질식위험, 터빈주변 고속에 의한 청각장애 위험 등		
공정별	재해 형태	위험요인	안전대책(안전수칙)
증기 구동 (터빈)	화상 과속 질식 청각장애	1. 불시정지 시 긴급 차단으로 인한 증기배관 플랜지부 누출로 화상 2. 조속기(Governor)오작동에 의한 속도제어 불량으로 과속 위험 3. 복수기 튜브(와류탐상) 시험시 워터박스(밀폐공간) 내 질식 4. 고속회전체인 터빈 주변 소음 발생	1. 터빈 상부 파열판(Rupture Disc) 취부로 대기 방출 -터빈 바이패스밸브 열림(인터록)으로 복수기에 배출 -현장 분출소음발생시 접근엄금 2. 터빈 기동시 필수 테스트 -기동시 조작절차 매뉴얼 표준화 -변경관리 시행(2012. 09) 3. 감시인 입회 -터빈 냉각 후 시행(장시간 맨홀개방) -산소농도측정(상황에 따라 강제환기) -조명장치설치 4. 안전보호구착용(귀마개) -2시간별 Logging 체크
			※안전장구 : 안전모, 안전화, 화상연고, 송기팬, 송기마스크, 산소 농도측정기, 조명장치 송풍기 ※안전교육 : 발전팀장 발전이사(안전보건총괄책임자)

7.2.2 주요 작업 안전 대책

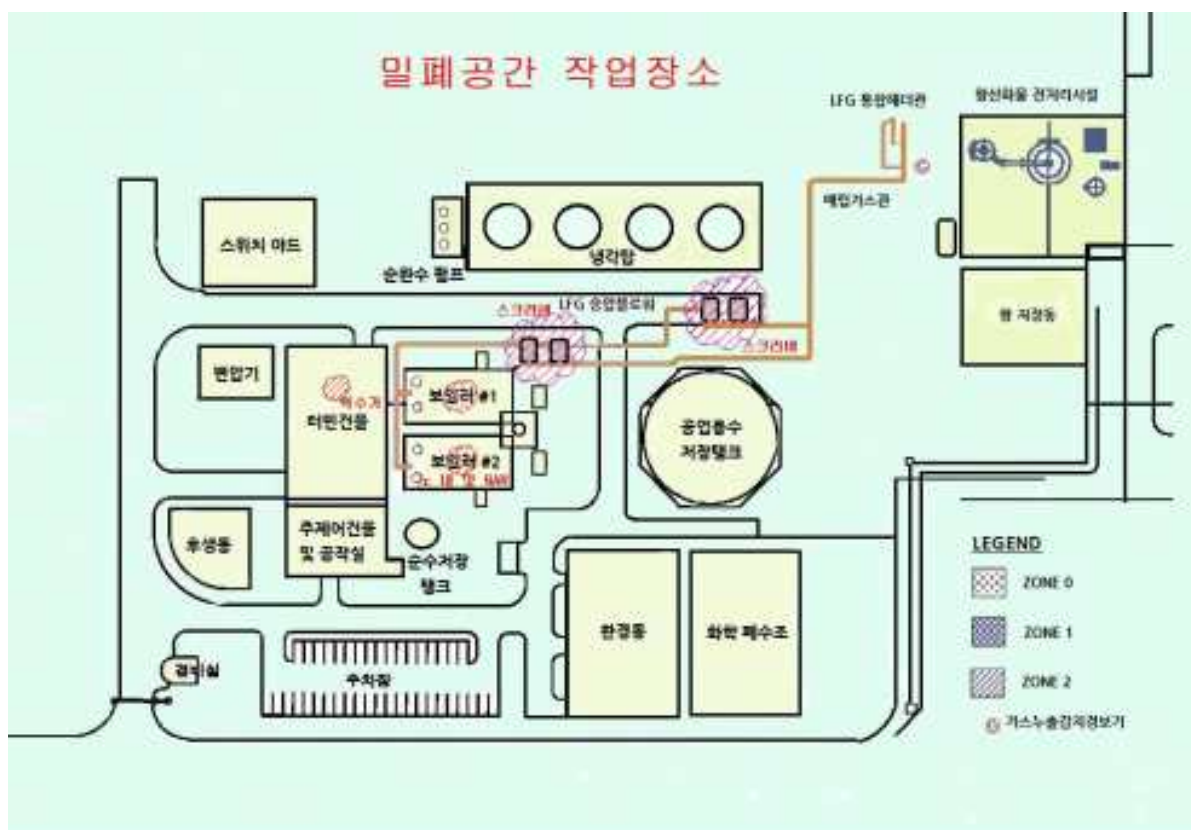
7.2.2.1. 밀폐작업

가. 밀폐공간 작업 정의

- 제한된 출입구, 불량한 자연환기, 작업자가 상주하지 않는 공간
- 산소 결핍이나 유해가스로 인한 건강장해가 일어나는 공간
- 인화성 물질에 의한 화재, 폭발 등의 위험이 있는 장소 등

나. 당 사업장 밀폐공간 장소

공정명	작업장소		작업내용	근로자수	비고
	명칭	특이사항			
가스이송	승압블로워(#B,C) 스크러버	매립가스 (질식 위험)	필터 교체	4명	개별수 작업시 작업자 투입 인원
보일러 연소	공기에열기(#1,2)		중간단 및 고온단 세정	6명	
	보일러(#1,2) 노 내		퇴적물 청소	6명	
증기구동	복수기	물	복수기 튜브 와전류탐상 시험	5명	



다. 밀폐공간 작업 위험요인 및 안전 대책

No.	공정명	작업장소		작업내용 및 위험요인	안전 대책
		명칭	허가 대상		
1	매립가스 이송	승압 블로워 Scrubber (#B,C)	밀폐 공간 허가 필요	<ul style="list-style-type: none"> - Scrubber 필터 교체 - 작업자 질식 위험 	<ul style="list-style-type: none"> - 매립가스 밸브 차단 - 맹판 설치 - 작업자 위험성평가(JSA) 교육 실시 - 작업 전 자연 환기 실시 - 잔유 가스 측정 - 필요 시 강제환기 치환팬 사용 - 작업자 송기마스크 착용 - 작업 전 중 산소 및 유해가스 농도 측정
2	보일러 연소	보일러 공기에열기 (#1,2)	밀폐 공간 허가 필요	<ul style="list-style-type: none"> - 중간단 고온단 엘리먼트 수세 - 퇴적물 비산, 작업자 질식 위험 - 임신분전반 접지 미실시로 감전 	<ul style="list-style-type: none"> - 매립가스 밸브 차단 - 맹판 설치 - 작업자 위험성평가(JSA) 교육 실시 - 작업 전 자연 환기 실시 - 작업 전 중 산소 및 유해가스 농도 측정 - 작업 종료시까지 감시인 배치
3		보일러 노 내	밀폐 공간 허가 필요	<ul style="list-style-type: none"> - 보일러 노 내 청소 - 퇴적물 비산, 작업자 질식 위험 	<ul style="list-style-type: none"> - 매립가스 밸브 차단 - 맹판 설치 - 작업자 특별안전교육 실시 - 작업 전 자연 환기 실시 - 보일러 노내 조명등 설치 - 작업 전 중 산소 및 유해가스 농도 측정 - 작업 전 중 후 인원 점검 - 작업 종료시까지 감시인 배치
4	증기 구동	복수기	밀폐 공간 허가 필요	<ul style="list-style-type: none"> - 복수기 튜브 와류탐상시험 - 작업자 질식 위험 	<ul style="list-style-type: none"> - 외부 업체 특별안전교육 및 도급업체 간담회 실시 - 조명등 설치 - 작업 전 중 산소 및 유해가스 농도 측정 - 작업 전 중 후 인원 점검 실시

라. 밀폐공간 3대 작업 안전 작업 수칙 준수

- 작업 전·중 산소 및 유해가스 농도 측정
- 작업 전·중 지속적인 환기 실시
- 구조 작업 시 공기호흡기 또는 송기마스크 필히 착용

마. 밀폐공간 보유 측정 장비 현황

1) 휴대용 가스 검지기

장비명	수량	모델명	측정가스	구입년월	최근교정일	교정 주기	교정기관명 (연락처)	매뉴얼 보유여부
인화성가스 측정기	1대	MR-505Sid	인화성 가스	2016.12	2018.12	2년	미리코 (031-492-1697)	보유
복합가스 검지기	1대	Minimax-X4	O ₂ , H ₂ S, CO, 인화성 가스	2017.09	2019. 11	2년	테크원 (02-2684-1821)	보유

2) 환기팬

명 칭	수 량	모델명	사 양	플렉시블 호스	보 유 여 부	비 고
환기팬	1대	KP-200S	22m ³ /min, 220V	10m, 1개	보유	
환기팬	2대	TIP-600S-1	420m ³ /min, 220V	10m, 2개	보유	

3) 송기 마스크

명 칭	수 량	모델명	사 양	가스 충진	호스길이	보 유 여 부	비 고
송기마스크	3대	HM5000	220V	불필요	10m	보유	송풍기 3대

바. 밀폐공간 응급 비상 연락체계

추진팀 연락처		관내병원 연락처		구조대 연락처		유관기관	
발전이사	-	검단탑 병원	032) 590- 0114	긴급전화 119		고용노동청 인천 북부지청	032) 540- 7893
안전관리자	-			인천 서부 소방서	032) 723- 5420	안전보건공단 중부지역본부	032) 510- 0500
안전정비과장	-						
발전팀장	-						
PSM담당	-	국제성모 병원	1600- 8291			서부경찰서	182

7.2.2.2. 화기작업

1) 정의

- ▶ 용접, 용단, 연마, 드릴 등 화염 또는 스파크를 발생시키는 작업 또는 가연성 물질의 점화원이 될 수 있는 모든 기기를 사용하는 작업을 말함.

2) 안전 대책



화기작업의 위험성

- ▶ 인화성, 가연성 물질의 점화에 의한 화재 및 폭발
- ▶ 화재, 폭발에 따른 2차 재해 발생

화기작업 발급 및 승인시 확인 사항

- ▶ 작업 현황
 - 화기작업, 내용, 공사업체, 공사기간, 관련부서, 관련도면의 적정 여부 확인
- ▶ 작업현장과 공사내용을 근거로 해당 작업에서의 위험성 파악
 - 화기작업으로 영향을 미치는 구간의 파악
 - 작업대상물과 영향범위 내에 유해위험물의 존재여부, 존재구간, 특성
 - 공정조건에 따른 위험 존재 여부 파악
 - 화기작업에 수반되는 다른 위험작업의 존재 여부 확인(고소, 정전, 밀폐공간 등) 및 우선 승인과 현장조치가 필요한 작업허가의 구분
- ▶ 화기작업 안전을 확보하기 위한 항목의 확인
 - 작업구역 설정, 통행 및 출입 제한
 - 작업대상기기 및 작업구역 내의 인화성 물질, 독성물질의 가스농도 측정
 - 불꽃을 발생하는 내연 설비의 장비나 차량 등의 출입 제한
 - 밸브 잠금 표시 및 맹판 설치 표시 부착으로 위험원 유입경로 차단
 - 측정주기 및 측정치의 적정 여부 파악 방법
 - 작업 전 밀폐공간 내의 공기를 신선한 공기로 충분히 치환
 - 비산불티차단막의 설치로 용접불티 등의 비산 방지
 - 작업 전 및 작업 중 안전상태 확인을 위한 감시인의 입회
 - 소화 장비 비치

7.2.2.3. 정전작업

1) 정의

- ▶ 전기기계·기구 또는 전로의 설치·해체·점검으로부터 감전 또는 설비 오동작을 방지하기 위하여 작업 전로를 개로한 후 수행하는 작업

2) 안전 대책

정전작업의 안전조치

- ▶ 작업 전 전원 차단
 - 작업대상 전원의 모든 극을 차단
 - 고전력 차단기 차단시 적정 보호구 착용
 - 충전요소가 있는 경우 잔류 전하 방전
 - 스프링, 압축공기와 같은 에너지로 작동되는 경우에는 에너지 방출
 - 부하가 없는 상태에서 전원 차단
- ▶ 전원 재투입 방지 조치
 - 담당자 외 다른 사람의 전원 투입 방지
 - 시건장치(Lock Out) 또는 적색꼬리표(Red-tag) 부착
 - 적색꼬리표에 경고문구, 차단 대상, 책임자 성명 기입
- ▶ 작업장소의 무전압 여부 확인
 - 검전기, 측정장치, 신호 램프 등과 같은 장비를 사용
 - 작업 장소의 전원이 차단되었는지 확인
- ▶ 접지 및 단락 접지
 - 예기치 못하게 전원이 투입되는 것을 방지하고, 유도전압으로부터 보호
 - 작업을 수행하는 부분을 먼저 접지하고 작업 장소 단락 접지
 - 접지 및 단락접지 부위를 쉽게 확인 가능하도록 접지
- ▶ 작업 완료 후 복구 조치
 - 정비팀 근로자의 작업 완료 및 이상 유·무 상호 확인
 - 전원 차단 역순으로 전원 투입
 - 부하가 없는 상태에서 차단기 투입
 - 작업허가서 완료 기록 및 차단기 현황 붙임



8. 운영비

8.1 시설운영이력

운영기간	사업형태	비 고
'07.3.7~'18.3.6	민간투자사업	BTO 방식의 민간투자사업으로 시행 (Build-Transfer-Operate)
'18.3.7~'19.4.15	위탁운영	환경부-공사 운영·관리위수탁협약을 통한 운영·관리
'19.4.16~	위탁운영	환경부로부터 시설을 매입('19.4.15)하여 공사 소유의 발전시설을 전문 운영사에 운영위탁

8.2 시설설치비용

8.2.1 발전시설 설치 총사업비

(단위 : 백만원)

구 분	금 액	비 고
1. 조사비	256	
2. 설계비	2,117	
3. 공사비	66,835	
4. 보상비	849	
5. 부대비	4,540	
5.1. 감리비	2,042	
5.2. 환경영향평가비	226	
5.3. 공사보험금	619	
5.4. 사업이행보증보험료	66	
5.5. 사업타당성 분석비	150	
5.6. 금융 부대비용	1,437	
6. 운영설비비	210	
7. 제세공과금	124	
8. 영업준비금	2,311	
8.1. 창업비	19	
8.2. 개업비	2,171	
8.3. 신주발행비	121	
- 총사업비 계	77,242	

8.2.2 황산화물 전처리시설 설치 총사업비

(단위 : 백만원)

구 분	금 액	비 고
1. 1차 전처리 설치비('13년)	7,708	
2. 2차 전처리 설치비	18,407	
2.1. '15년	9,203	
2.2. '16년	9,203	
3. 부대비용	605	
- 총사업비 계	26,719	

8.2.3 50MW 발전시설 및 부대시설 총사업비

가. 총사업비 : 1,040억원(발전 773억원, 전처리시설 267억원)

※ 100% 민간자본 유치

8.3 시설운영비용

8.3.1 발전시설 및 부대시설 운영비(정산기준)

(단위 : 천원)

구 분		운영비	비 고
2018년	3월	1,078,353	3.7일 이후 운영비
	4월	1,488,568	
	5월	1,258,488	
	6월	1,277,555	
	7월	2,395,824	
	8월	1,349,671	
	9월	1,368,089	
	10월	1,312,257	
	11월	1,518,021	
	12월	1,325,838	
	계	14,372,664	
2019년	1월	1,255,828	
	2월	1,065,489	
	3월	1,360,305	
	4월	1,090,504	
	5월	1,035,198	
	6월	2,845,820	
	7월	1,168,167	
	8월	1,143,903	
	9월	1,499,121	
	10월	1,165,575	
	11월	1,163,309	
	12월	1,905,733	
	계	16,698,952	

※ 민간투자사업 종료 : '18.3.6일

50MW 매립가스발전소 운영일보

날짜 : 2020년 12월 14일 월요일

□ 발전현황

평균발전량 (MWh)	발전량(kWh)		발전효율(%)	소내 소비량(kWh)		소내 소비율(%)	수전량(KWh)	
	금일	금년		금일	금년		금일	금년
26.18	628,300	190,184,400	27.88	136,400	40,650,340	21.71	0	1,122,240

□ 일일 전력 거래현황

㉠ 판매량(kWh)	㉡ 판매정산금(원)	㉢=㉡/㉠ 평균SMP(원)	차액지원금(원)	전력판매수입(원)
486,395,392	32,686,305	67.20	2,431,880	35,118,185

□ 누적 전력 거래현황

㉠ 판매량(kWh)	㉡ 판매정산금(원)	㉢=㉡/㉠ 평균SMP(원)	차액지원금(원)	전력판매수입(원)
147,968,757,944	10,123,571,078	68.42	739,806,580	10,863,377,658

□ 황화수소 농도 및 대기오염물질 배출현황(ppm)

제2매립장 황화수소 농도	제3매립장 황화수소 농도	탈황시설 전단 황화수소 농도	탈황시설 후단 황화수소 농도	황산화물 배출농도	질소산화물 배출농도	비 고
25,067	15,667	23,900	114	23	34	

□ 매립가스 포집량

구 분	포집량 (Nm³/min)		농도(%)				발전소 공급 CH4농도(%)
	평균	일계	CH ₄	O ₂	CO ₂	N ₂	
제1매립장	29.6	42,624	44.0	1.8	36.2	18.0	47.0
제2매립장	312.0	449,280	46.4	0.7	37.9	15.0	
제3매립장	44.5	64,080	49.6	0.0	37.5	12.9	
계	386.1	555,984	46.6	0.7	37.7	15.0	

□ 설비별 가스 사용현황

구 분	합 계	설 비				탈취가스 소각		소화가스	
		50MW	슬러지 2단계	슬러지 3단계	소 각 기	전처리	수처리	유입	소각
평균(Nm³/min)	386.1	318.7	36.8	17.1	13.5	166.1	30.3	12.8	12.8

9.1.2. 빅데이터를 활용한 중·장기 운영계획

운 영 계 획	1 단계 (21년 □)	<div style="border: 1px solid blue; padding: 2px; text-align: center;">Data 수집 및 관리감독 기능강화</div> <div> <input type="checkbox"/>통합모니터링 시스템 구축용역* 발주 * 각 자원화시설의 통합모니터링 시스템과 연계 <input type="checkbox"/>매립가스 발생량 예측* 및 공급계획 보완(반기 1회) * 연구개발부 협조 및 지원 요청 </div>
	2 단계 (21년 □)	<div style="border: 1px solid blue; padding: 2px; text-align: center;">통합모니터링 세부계획 수립</div> <div> <input type="checkbox"/>운영데이터 분석 및 표준 운전조건 도출 <input type="checkbox"/>통합모니터링 구축 설계* 완료 및 빅데이터 축적 </div>
	3 단계 (22년 □)	<div style="border: 1px solid blue; padding: 2px; text-align: center;">바이오가스 관리센터 구축</div> <div> <input type="checkbox"/>바이오가스 관리센터 T/F 구성 <input type="checkbox"/>통합모니터링 시스템 공사 발주 <input type="checkbox"/>업무 표준 매뉴얼 체계 개선 </div>
	4 단계 (22년 □)	<div style="border: 1px solid blue; padding: 2px; text-align: center;">운영 노하우 데이터화</div> <div> <input type="checkbox"/>운영 Know-how 데이터화 방안 수립 </div>
	5단계 (23년 이후)	<div style="border: 1px solid blue; padding: 2px; text-align: center;">빅데이터를 활용한 운영 수행</div> <div> <input type="checkbox"/>빅데이터를 활용한 효율적인 관리체계 구축 </div>

※ 추가 빅데이터 축적 및 활용방안은 중·장기 운영계획에 따라 재수립

[첨부1]

< 시설별 주요설비 정비업체 및 제작사 리스트 >

대분류	기기명	사용용도	정비 업체명	제작사	비 고
발전시설	발전기/터빈	발전용	KPS	미쓰비시	
	DCS	발전소 Control	한국하니웰	한국하니웰	
	순환수펌프(CWP)	발전소 순환수 펌프	금한	현대중공업	
	공기압축기(IAC)	보일러 에어공급	광신에어뱅크	(주)세아타이씨	
	승압블로워(B/Blower)	LFG 승압용	제넥	세아,광신	
	냉각탑	주요기기 냉각수	상신	현대중공업	
	보일러 급수 펌프(BFP)	보일러 급수 펌프	금한	현대중공업	
	공기 압입 팬(FD Fan)	보일러 공기 주입용	효성	현대중공업	
	가스 재순환 팬(GR Fan)	가스 재순환 팬	효성	동양매직(주)	
	복수기 진공펌프(CVP)	복수기 Air 제거용	에이치케이이	NASH-ELMO	
	TMS	대기오염물질 모니터링 시스템(전송처: 한국환경공단)	이엔코리아	HOLIBA	
	RO 멤브레인	(중수,순수)수처리 설비	회명환경기술	CSM	
	탈수기	폐수처리설비	ARK	ARK	
	순수, 폐수 생산시스템	(중수,순수)PLC 시스템	넥스텍	-	
	계측기(pH,Cond, ORP)	(중수,순수,폐수) 수처리 계측기	에스비인앤이	HACH	
전처리시설	Circulation Pump	공정수 Scrubber 분사 펌프	신한내산	신한내산	
	송풍기	Bio-Reactor 교반 및 Air 공급용	(주)뉴로스	(주)뉴로스	

	탈수기	Bio-Reactor에서 생성된 황 탈수	지이에이코리아	지이에이코리아	
	판형 열교환기(PAQ-1)	공정수(미생물) 온도 조절용	(주)크린피아에스	(주)크린피아에스	
	Shell & Tube 열교환기(PAQ-2)	공정수(미생물) 온도 조절용	(주)크린피아에스	(주)크린피아에스	
포집 및 소각시설	휴대용분석기	1,2,3 매립장용 가스분석기 등	이앤이스트루먼 트	GEOTECH	
	밸브류	소각기 전/후단 밸브류	CPS	-	
	소각기	매립가스 및 악취 소각용	케이에코	-	
	제어설비	PLC 등	넥스텍	-	
	매립가스 블로워	제1,2매립장 매립가스 블로워	가드너덴버코리 아	호프만	
	매립가스 블로워	제3매립장 매립가스 블로워	유진기연	유진기연	
	비상발전기	제3매립장 블로워용 비상발전기	라운테크	라운테크	
공정폐수처리 시설	송풍기	MBR조 포기 및 멤브레인 Air 공급	뉴로스	뉴로스	
	멤브레인막	MBR조 내 MLSS와 처리수 분리	퓨어엔비텍	퓨어엔비텍	
	오존처리수 이송펌프	오존처리수 이송	태진에프티	모리트	
	오존발생장치	오존 생성 및 오존 처리 장치	모리트	모리트	
	배오존파괴기	처리 후 잔여 오존 파괴	모리트	모리트	
	냉동기	오존발생기에 냉각수 공급	선진경원세기	센추리	
	탈수기	슬러지 탈수	무한기술	무한기술	

[첨부2]

< 매립가스 관련 통계데이터 >

□ 매립가스 포집현황

연도		연간 포집량(m³)				분당 포집량(m³/분)			
		소계	제1 매립장	제2 매립장	제3-1 매립장	소계	제1 매립 장	제2 매립 장	제3-1 매립 장
1997		58,991,940	58,991,940	-	-	112	112	-	-
2000		213,506,030	213,506,030	-	-	406	406	-	-
2005		198,167,050	109,345,546	88,821,504	-	377	208	169	-
2010		278,478,356	56,307,168	222,171,188	-	530	107	423	-
2011		306,422,928	49,758,768	256,664,160	-	583	95	488	-
2012		362,138,136	47,088,168	315,049,968	-	689	90	599	-
2013		320,035,680	39,874,608	280,161,072	-	609	76	533	-
2014		304,924,032	35,105,040	9,818,992	-	580	67	513	-
2015		269,900,352	28,289,376	241,610,976	-	514	54	460	-
2016		235,469,232	23,969,232	211,500,000	-	447	46	401	-
2017		221,828,976	18,739,728	203,089,248	-	423	36	387	-
2018		213,739,488	16,408,368	197,331,120	-	407.8	31.3	376.5	-
2019		210,573,936	17,071,776	193,502,160	-	400.7	32.5	368.2	-
2020	계	144,077,184	12,120,912	129,255,888	2,001,384	365.1	30.7	327.5	6.9
	1월	16,776,288	1,312,128	15,464,160	-	375.8	29.4	346.4	-
	2월	15,160,032	1,389,024	13,771,008	-	363	33.3	329.8	-
	3월	16,541,136	1,329,696	15,211,440	-	370.5	29.8	340.8	-
	4월	15,488,928	1,265,616	14,223,312	-	358.5	29.3	329.2	-
	5월	15,712,128	1,364,256	14,347,872	-	352	30.6	321.4	-
	6월	15,276,096	1,280,160	13,995,936	-	353.6	29.6	324	-
	7월	15,964,128	1,386,144	14,577,984	-	357.6	31.1	326.6	-
	8월	16,701,264	1,392,192	14,498,640	810,432	361.2	31.2	324.8	18.2
	9월	16,967,520	1,447,920	13,599,648	1,919,952	392.7	33.5	314.8	44.4

□ 매립가스 활용현황

연도		연간 활용량(m³)			분당 포집량(m³/분)		
		소계	발전활용	그 외 (소각, 자원화)	소계	발전활용	그 외 (소각, 자원화)
1997		58,991,940	-	58,991,940	112.2	-	112.2
2000		213,506,030	-	213,506,030	406.2	-	406.2
2005		198,167,050	23,617,997	174,549,053	377.0	44.9	332.1
2010		278,478,356	236,045,300	42,433,056	529.8	449.1	80.7
2011		306,422,928	260,125,200	46,297,728	583.0	494.9	88.1
2012		362,138,136	245,829,552	116,308,584	689.0	467.7	221.3
2013		320,035,680	193,629,888	126,405,792	608.9	368.4	240.5
2014		304,924,032	178,807,104	126,116,928	580.1	340.2	239.9
2015		269,900,352	176,257,008	93,643,344	513.5	335.3	178.2
2016		235,469,232	167,825,830	67,643,402	448.0	319.3	128.7
2017		221,828,976	178,193,664	43,635,312	422.0	339.0	83.0
2018		213,739,488	172,055,232	41,684,256	406.7	327.4	79.3
2019		210,573,936	180,587,808	29,986,128	400.6	343.6	57.1
2020	계	144,077,184	119,008,807	25,068,377	274.1	226.4	47.7
	1월	16,776,288	12,929,760	3,846,528	375.8	289.6	86.2
	2월	15,160,032	14,128,704	1,031,328	363.0	338.3	24.7
	3월	16,541,136	15,335,280	1,205,856	370.5	343.5	27.0
	4월	15,488,928	10,252,944	5,235,984	358.5	237.3	121.2
	5월	15,712,128	13,526,352	2,185,776	352.0	303.0	49.0
	6월	15,276,096	11,838,384	3,437,712	353.6	274.0	79.6
	7월	15,964,128	6,732,000	9,232,128	357.6	150.8	206.8
	8월	16,701,264	11,576,592	5,124,672	374.1	259.3	114.8
	9월	16,967,520	12,629,952	4,337,568	392.8	292.4	100.4

□ 매립가스 성장(%)

(단위 : %)

연도		CH ₄	O ₂	CO ₂	N ₂
제1 매립장	1998	57.8	0.0	30.8	10.4
	1999	57.4	0.0	27.9	14.6
	2000	45.4	6.1	25.8	22.6
	2001	43.0	4.8	30.8	21.4
	2002	45.7	3.1	33.0	18.2
	2003	51.2	1.3	36.8	10.6
	2004	52.8	0.7	36.3	10.2
	2005	51.8	0.4	35.8	12.0
	2006	52.0	0.3	36.0	11.7
	2007	52.1	0.2	35.3	12.2
	2008	46.6	0.2	34.0	19.2
	2009	44.2	0.5	32.7	22.6
	2010	44.4	0.3	32.5	22.9
	2011	40.8	0.5	31.2	27.5
	2012	41.1	0.7	30.3	27.9
	2013	42.2	0.5	30.2	27.1
	2014	43.3	0.7	32.1	23.8
	2015	42.5	0.9	31.7	24.9
	2016	45.2	0.6	32.7	21.5
	2017	45.5	1.1	31.8	21.6
제2 매립장	2018	45.1	1.7	29.6	23.6
	2019	42.4	1.8	29.4	26.5
	2002	44.0	0.7	38.2	17.0
	2003	46.5	1.4	34.7	17.6
	2004	56.3	0.6	40.2	2.9
	2005	56.7	0.1	40.7	3.4
	2006	54.2	0.1	39.2	6.5
	2007	53.7	0.1	39.4	6.7
	2008	54.5	0.2	41.2	4.1
	2009	53.4	0.1	41.8	4.7
	2010	51.7	0.1	41.2	7.0
	2011	48.6	0.4	38.8	12.2
	2012	47.7	0.4	38.6	13.3
	2013	47.3	0.3	39.2	13.3
	2014	47.1	0.4	39.3	13.2
	2015	46.2	0.7	38.0	15.2
	2016	47.5	0.6	38.9	13.0
	2017	47.1	0.7	38.8	13.4
	2018	48.1	0.5	39.2	12.1
	2019	46.8	1.0	38.4	13.8

□ 50MW 매립가스발전시설

(단위 : MWh)

연도	발전량	판매량	자체사용량
2001	1,757	336	1,420
2005	41,381	39,338	2,073
2007	222,229	197,354	24,875
2008	397,862	357,529	40,333
2009	402,967	363,259	39,708
2010	380,959	343,570	40,333
2011	397,795	358,673	39,122
2012	382,131	344,467	37,664
2013	290,839	256,835	34,004
2014	244,216	205,961	38,255
2015	245,165	208,359	36,808
2016	241,332	202,857	38,475
2017	264,391	221,244	43,147
2018	258,134	213,783	44,351
2019	257,748	211,905	45,843

□ 50MW 매립가스발전시설 환경관리 현황

(단위 : kg, ppm, m³)

연도	배출량(kg)		농도(ppm)			용수사용량 (m³)
	NOx	SOx	NOx	SOx	먼지	
2007	-	-	-	-	-	448,593
2008	136,785	1,647,967	29.24	237.14	-	818,465
2009	123,747	1,731,880	35.63	295.39	-	848,055
2010	123,435	1,604,011	37.74	304.63	-	785,927
2011	109,247	1,663,594	33.63	296.39	-	843,514
2012	70,076	1,489,924	23.54	296.39	-	909,041
2013	70,705	2,916,446	28.74	753.37	5.32	677,523
2014	61,584	620,093	27.92	152.18	4.45	594,268
2015	77,178	75,814	31.37	21.07	4.86	630,750
2016	77,087	119,870	26.95	29.34	6.71	628,533
2017	83,700	148,404	27.57	34.36	2.49	697,180
2018	100,335	163,946	30.045	34.56	4.84	738,395
2019	114,511	141,006	31.38	28.36	4.94	743,038