

하수 처리 시설에서의 자동제어 설계

■ 박 인 준 / 한국계장, sharp8788@naver.com

머리말

21세기는 지구온난화에 의한 환경문제와 점차 고갈되어가는 자원문제가 중요한 Issue가 되고 있으며, 전 세계적으로 건설산업에서의 저탄소녹색 성장, 신재생에너지 등의 분야는 선택이 아니라 필수가 되었으며, 이에 따른 환경플랜트 산업분야는 폭발적인 관심을 받고 있는 시점이다.

이에 자동제어분야도 환경산업플랜트의 공정에 최적인 설계/시공을 위하여 전문성과 기술력을 확보하여 변화하는 건설흐름에 대응해야 할 시점이다.

본 내용은 환경플랜트 분야에서 대표적인 하수처리시설 자동제어 설계의 방향과 설계사례를 소개하고자 한다.

하수처리시설 개요

시설 목적

생활하수가 주변 하천으로 직접 유입되면 하천의 수질악화와 부영양화 등의 문제가 발생되며, 이에 하수를 전량 차집하여 유기물은 물론 영양염류(N, P)를 처리 및 제거하여 방류하천의 수질오염을 방지하고 주거환경 개선 및 공중보건 향상에 기여하기 위함에 있다.

설치 효과

- 방류수역의 수질보전 및 부영양화 방지
- 수처리 자동화시설도입으로 에너지 및 유지관리인력 절감

자동제어설계 개요

기본방향

하수처리시설 공정운영이 원활히 이루어질 수 있도록 운영자의 운영 및 유지관리 편리성, 설비 운전의 자동화, 현장제어설비의 신뢰성, 중앙제어실 운영의 최적화가 되게 구성하면서 경제적이고 효율적인 설계가 되도록 하며, 감시제어 시스템은 독립적인 운영이 가능하여야 한다.

감시제어설비

감시제어설비는 공정운영의 두뇌적인 역할을 담당하는 것으로서 전체설비의 운전상태 파악, 하수처리장의 안정적 관리, 운영 자료의 수집 및 처리뿐 아니라 설비이상 및 고장에 대한 정확하고 확실한 대응, 설비의 효율적인 운용 및 최적제어로 경비절감과 에너지절약을 고려하여 계획한다.

또한, 감시제어설비는 신뢰성, 안정성, 확장성, 경제성, 조작 및 유지관리 등을 종합적으로 검토하여 반영토록 하며 체계적이고 효율적인 운영관리를 위한 공정운영 계획 및 지침, 기준 등을 반영하여 최적의 설계가 되도록 계획한다.

감시제어설비의 구성

감시제어설비의 구성은 시설의 각종 부하설비를 효율적으로 제어하기 위한 중앙 및 현장제어설비, 시설의 필요한 계측항목에 대하여 양적·질적인 계측을 통하여 신뢰성 높은 감시 및 제어를 수행하기 위한 현장계측설비, 시설의 운영 및 안전관리를 위하여 카메라 설치를 통한 화상감시가 가능한

CCTV설비 그 밖에 시설의 경제적이고 효율적 운영을 위하여 필요한 자동화설비 등이며 각각의 시설은 안정된 신호의 전송 등을 통한 유기적인 구성으로 최적의 기능을 발휘하도록 계획한다.

감시제어시스템

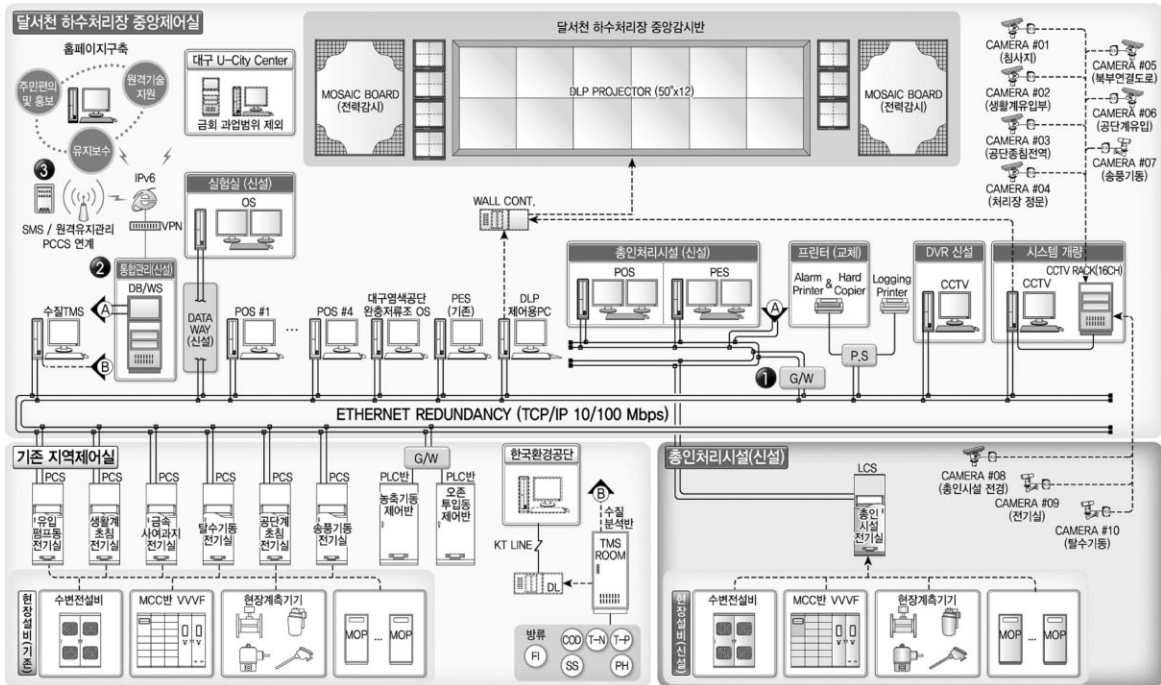
1) 감시제어설비의 구성도 (예시)- 그림 1

2) 설계중점사항

- 통합 감시의 용이성 확보를 위해 영상감시반 (DLP Type)을 설치
- 관리인력의 최소화를 위한 집중 감시제어방식 적용
- 주요기기의 이중화 구성으로 운전효율 및 안전성 도모
- 이상발생시 신속 정확한 비상제어시스템으로 운전원과 설비 보호
- 정확한 고장대응으로 신뢰성 및 안전성이 확보

보된 통합 감시제어설비 구성


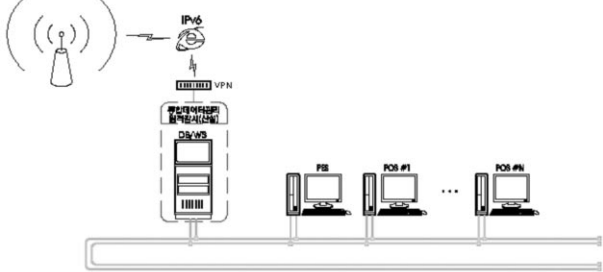
- 에너지절감 및 유지관리인원을 최소화할 수 있는 자동제어 설비 구성
 - Database & Web Server 구축
 - 공정운영 Data의 안정적인 Back-up 가능
 - 체계적인 Database 구축으로 OS 이상 시 안정적인 공정 Data 보호 및 관리
 - Homepage 운영 및 대주민 홍보기능
 - 향후 상위계획인 대구 u-City Center와의 연계가능
 - 미래화 대비 차세대 인터넷망 IPv6 대응체계 구축
 - Internet을 이용한 원격기술지원 및 관리 가능
- 3) 설계특화방안
- 미래지향적 시스템 구축 - 표 1
 - 장비이력관리시스템 적용 - 표 2
 - 통합관리계획에 의한 최적의 시설운영 - 그림 2





※ 감시제어시스템에 대한 이해를 돕기 위하여 실제 설계 진행되었던 Project의 시스템 구성도를 예시 하였다.
 - 하수처리시설 감시시스템이며 기존처리시설에 총인(T-P)처리시설을 신설, 연계하는 방식으로 구성되었다.

[그림 1] 감시제어설비의 구성도

<표 1> 미래지향적 시스템 구축

구 분	Smart Phone을 이용한 원격 유지관리	
구성도		
구성방안	<ul style="list-style-type: none"> • Web Server 에 유지관리용 스마트폰 IP 등록 • Flash 기능을 이용한 Web Browser Interface 	

<표 2> 장비이력관리시스템 적용

구 분	RFID 장비이력관리시스템(FMS)	
구성도	<p>일반 FMS</p> 	<p>RFID FMS</p> 
구성방안	<ul style="list-style-type: none"> • 이동형 RFID READER기를 통해 시설물(RFID-Tag 부착)을 인식한 후 상태 기록 	



[그림 2] 통합관리계획에 의한 최적의 시설운영

중앙제어실

1) 중앙제어실 전경 및 배치계획 (예시) - 표 3

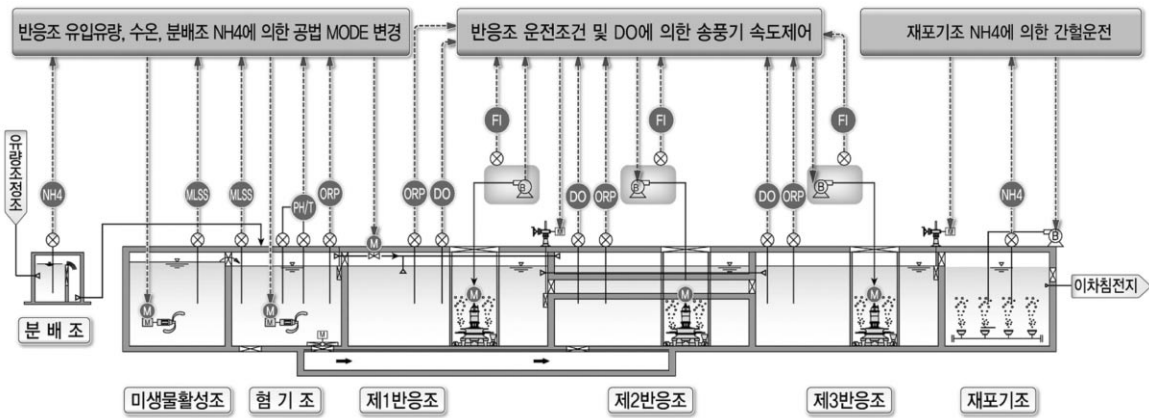
<표 3> 중앙제어실 전경 및 배치계획

<p>중앙제어실 전경</p>		<p>운영실 배치 고려사항</p> <p>건축적 측면</p> <ul style="list-style-type: none"> • 중앙제어실 마감 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 유지관리에 최적의 실내 인테리어 • 쾌적한 사무환경 도입 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 눈부심 최소화 조명 • 기기류 소요높이 및 유지관리공간 고려 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 적정층고(4.5M) 선정 <p>운영적 측면</p> <ul style="list-style-type: none"> • 영상감시반 배치 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 근무자의 시야각 확보 • 감시제어설비 배치 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 시스템 기능별 인접 배치 • 동선 고려 배치 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 근무자와 이용자 동선 분리 <p>시공적 측면</p> <ul style="list-style-type: none"> • 감시제어설비의 확장성 고려 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 기존시설과 별도의 단독 운영실 구성 • 운영실 내 인입배선 고려 <ul style="list-style-type: none"> ➢ Access Floor 설치 • 시스템 간 배선 고려 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 장비의 기능별 집합 배치 																
<p>중앙제어실 평면</p>	 <table border="1" data-bbox="564 830 664 985"> <thead> <tr> <th>NO</th> <th>시설명</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>DLP Console</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Operator Station</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Engineering Station</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>CCTV DVR</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>DLP 50" x 2</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>CCTV Monitor</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>CCTV Rack</td> </tr> </tbody> </table>	NO	시설명	1	DLP Console	2	Operator Station	3	Engineering Station	4	CCTV DVR	5	DLP 50" x 2	6	CCTV Monitor	7	CCTV Rack	
NO	시설명																	
1	DLP Console																	
2	Operator Station																	
3	Engineering Station																	
4	CCTV DVR																	
5	DLP 50" x 2																	
6	CCTV Monitor																	
7	CCTV Rack																	

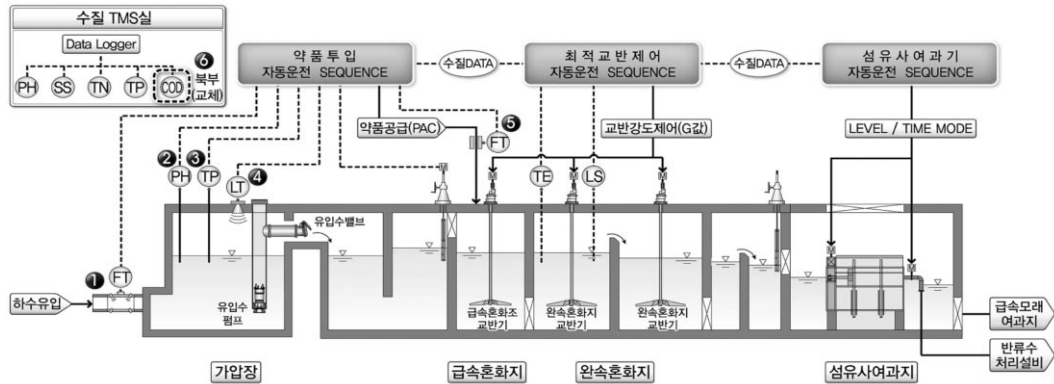
• 이용자 견학공간 확보 및 근무자 동선을 고려한 중앙제어실 배치계획으로 유지관리의 용이성 확보

하수처리 공정 자동제어

1) 핵심공정 : 생물반응조 Sequence 구성도 (예시) - 그림 3



[그림 3] 생물반응조 Sequence 구성도



[그림 4] 혼화응집 및 여과시설 운전제어방식

- 공정개요

- 유로 변경 간헐 포기식 운전방식으로 단일 반응조 내에서 혐기/무산소, 호기조건 운전으로 질소·인 제거

- 측정항목

- 분배조 및 재포기조 NH₄, 미생물활성조 및 혐기조 MLSS, 반응조 DO & ORP, 반응조 송풍기 유량

- 제어대상

- 반응조 송풍기, 반송 펌프, 이송펌프, 재포기조 송풍기

- 제어방식

- 반응조 유입유량, 분배조 NH₄값 및 조별 모니터링 계측값에 의한 공법 Mode 전환
- 반응조 DO에 의한 반응조 송풍기 속도제어 및 재포기조 NH₄값에 의한 재포기조 간헐운전

완속혼화지의 수위/수온

- 제어대상

- 급속/완속 혼화지 교반기, 약품주입펌프 (PAC, 폴리머), 섬유사여과기

- 제어방식

- 유량변동 및 pH값, T-P값에 의한 연동 Sequence 가변제어로 최적 약품투입제어
- 반응조 DO에 의한 반응조 송풍기 속도제어 및 재포기조 NH₄값에 의한 재포기조 간헐운전

2) 총인처리공정 : 혼화응집 및 여과시설 운전제어방식 (예시) - 그림 4

- 공정개요

- 기존 하수처리장 처리수의 잔여 인(용해성, 입자성)을 응집하여 여과시설에 의한 인 제거 공정

- 측정항목

- 기존 처리수의 유입유량, pH, T-P, 수위,

맺음말

하수처리시설은 환경오염의 근원이 될 수 있는 생활하수의 오염물질을 처리, 제거하여 방류하는 중요한 시설이며, 공정운영의 중추신경 역할을 하는 자동제어설계는 주요처리공정의 효율적인 운영과 시설운영관리의 편의성, 향후 확장성 및 경제성, 미래화를 대비한 정보통신 인프라구축 등을 고려한 설계계획이 되어야 한다. 환경플랜트에는 다양한 분야 및 시설들이 있으며 자동제어설계는 처리공정별 공종분야(기계, 토목, 구조, 건축, 전기 등)와의 원활한 Coordination과 협조를 바탕으로 이루어져야 하고, 기술적/기능적인 측면을 고려한 합리적인 설계계획으로 최적의 시설운영을 위한 감시제어설비 구축에 그 목표가 있다. 40