

KDS 57 31 00 : 2017

상수도 기계·전기·계측 제어설비 설계기준

2017년 11월 17일 제정

1. 총설

1.1 기본사항

수도사업에 사용되는 기계·전기·계측제어설비는 취수로부터 배수에 이르기까지 수도시설의 대부분에 관련되기 때문에 기기와 장치는 다양하며, 이것들이 맡고 있는 역할의 중요성 때문에 이들 설비의 양부(良否)와 유기적인 결합도가 급수의 안정성과 경제성에 크게 영향을 미친다.

기계·전기·계측제어설비는 안전성과 효율성을 확보할 수 있는 것이어야 하고 신뢰성이 높고 간소한 설비의 구성을 기본으로 한다. 기기류의 선정에 있어서는 시방과 기능을 조사하고 가능한 한 실적이 있는 표준품 및 범용품을 채택하며 환경에 대한 부하가 저감되도록 대책을 강구한다. 특히, 지진 등의 재해시에 있어서는 수도시설 전체로서 필요한 최소한의 기능을 유지할 수 있는 설비로 한다. 즉, 고장이 발생하였을 경우에도 시설전체의 기능을 정지시키지 않도록 하기 위하여 기계·전기·계측제어설비로서 백업(backup)기능을 구비한다.

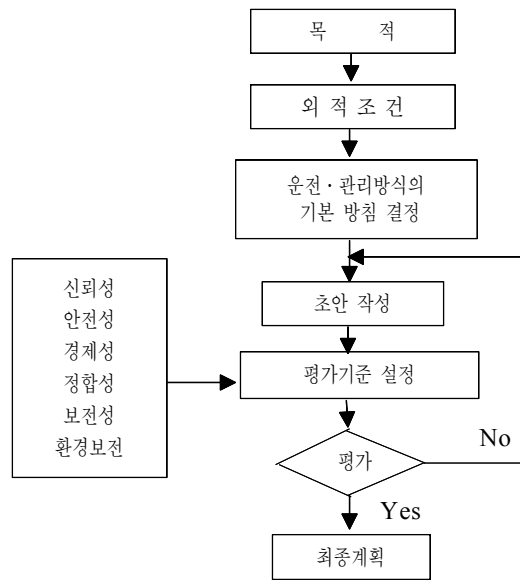
안전성을 높이기 위해서는 설비에 이상이 발생하였을 경우 그것을 검출하고 중고장(重故障), 경고장(輕故障) 등의 이상상태에 대한 운전관리체제 및 급수예의 영향을 고려하여 정지, 경보 또는 표시를 나타낼 수 있는 안전장치나 보호장치를 설치할 필요가 있다.

이 밖에 운전원의 오조작 방지대책도 고려해야 한다. 수도시설을 효율적으로 관리하기 위하여 기계·전기·계측제어설비의 자동화나 적용범위의 확대가 이루어지고 있지만, 운전원의 판단에 의한 조작도 대단히 중요하다. 따라서 운전원의 판단착오나 오조작에 의한 사고발생을 최대한 억제하기 위하여 간소하고 안전한 시스템이 되도록 계획해야 한다. 이를 위해서는 과도한 기능부가를 최대한 억제하고 가능한 한 조작의 용이성이나 안전성을 고려한 기기와 장치를 채택하며 운전원의 부담을 경감시키는 설비가 되도록 하는 것이 바람직하다.

기계·전기·계측제어설비는 정수처리하거나 수운용할 때에 중요한 역할을 담당하며 더구나 다른 시설과 밀접한 관계를 유지하면서 작동하고 있다. 계획·설계할 때에는 수도시설 전체의 구성을 염두에 두고 장래 도입예정인 설비나 시설이 있는 경우에는 이들과 조화를 이룰 수 있어야 하며 수도시설의 내용에 따라서는 설비를 교체하는 것을 고려하여 구성해야 한다.

기계·전기·계측제어설비의 계획순서는 [그림 1.1.1]에 나타난 바와 같은 목적을 가능한 한 정량적으로 설정하여 명확히 하고, 설치환경 또는 인적조건의 제약범위 내에서 운전과 관리에 대한 기본 방침을 설정하고 기본계획안을 수립한다. 기본계획은 수도시설의 전체적인 입장에서 신뢰성, 안전성, 경제성, 보전성이나 환경보전대책 등의 평가기준을 설정하고 여기에 기초를 두고 평가하여 최적계획을 결정하는 것이 바람직하다.

기계·전기·계측제어설비를 계획할 때에는 신뢰성과 안전성을 높이기 위해서는 간소한 설비구성을 기본으로 하고, 설비의 중요도, 운용조건 등의 여러 가지 조건을 고려하여 계획을 세운다. 또한 환경보전대책이나 에너지절감·자원절약을 지향하고 생애주기비용(life cycle cost : LCC)을 감안한 경제성도 검토하여 합리적이고 효율적인 설비로 한다.



[그림 1.1.1] 계획순서

1.2 관계법령

기계·전기·계측제어설비의 설계는 관계법령 등으로 정해진 사항에 대해서는 이를 준수한다.

1.3 설비의 개량·교체

기계·전기·계측제어설비의 개량·교체는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 유지관리비의 증가나 기능저하 등을 과학적으로 평가하고 경제성을 고려하여 적절한 시기에 개량하거나 교체한다.
- (2) 단순히 설비를 개량·교체하는 것뿐만 아니라 관련 설비간의 조화를 고려하여 유지관리가 용이하고 경제적으로 되도록 개선한다.
- (3) 설비를 교체하는 기간 중에도 관련 시설을 운영하는데 지장을 주지 않도록 공사계획을 검토한다.

1.4 지진 등의 재해대책

기계·전기·계측제어설비를 계획·설계할 때 지진 등의 재해대책은 다음 각 항을 고려하여 정한다.

- (1) 설비기기와 장치를 설치할 때에는 앵커볼트를 강화시키거나 전도(顛倒)를 방지하기 위한 조치 등 직접적인 대책을 고려해야 한다.
- (2) 재해의 영향을 최소화하기 위하여 이중화, 2계통화 등으로 위험을 분산시키고 필요에 따라 백업시스템을 감안한 설비구성으로 한다.
- (3) 복구하기 쉽도록 하기 위하여 설비를 가능한 범위로 간소화하고 유니트화하며, 설비의 설치공간, 케이블 및 배관의 부설노선 등은 복구작업을 고려하여 정한다.

2. 펌프설비

2.1 총칙

펌프설비의 운전방식을 정할 때에는 에너지 절약을 염두에 두고 설비의 규모, 토출량의 변동폭 등을 고려하여 대수제어, 밸브개도제어, 각종 방식에 의한 회전속도제어나 임펠러의 교체방법(여름용, 겨울용) 등 여러 각도로 검토한다.

펌프설비의 제어방식에는 원격제어방식이나 자동제어방식이 많이 채택되고 있지만, 원격지에 설치되어 있는 펌프장은 무인화를 원칙으로 한다(1.14.2 시설의 무인화를 참조).

펌프설비는 계획수량과 수압을 만족하는 것이어야 하므로 펌프를 선택하거나 대수를 결정할 때에는 펌프자체의 성능을 먼저 숙지해야 한다. 또 캐비테이션(공동현상)이나 수격작용 등의 수리현상에 대하여 적절한 조치를 강구해야 하며 펌프흡수정, 펌프기초 등의 구축물에 대해서도 고려해야 한다.

또 정수장 내에서 사용되는 세척펌프, 약품주입펌프, 슬러지펌프 등은 KDS 57 55 00 정수시설 설계기준을 참조한다.

2.2 펌프설비의 계획

펌프설비를 계획할 때에는 안정적인 급수를 목표로 기계, 전기, 계측제어, 토목, 건축 등 각 기술분야를 포함하여 종합적으로 검토해야 한다.

2.3 계획수량과 대수

펌프용량과 대수의 결정은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 취수펌프와 송수펌프는 펌프효율이 높은 운전점에서 정해진 일정한 수량을 양수하는 운전이 가능한 용량과 대수로 정한다.
- (2) 배수(配水)펌프는 수량의 시간적 변동에 적합한 용량과 대수로 한다.
- (3) 펌프의 대수는 계획수량(최대, 최소, 평균) 및 고장시를 고려하여 결정한다.
- (4) 펌프는 예비기를 설치한다. 다만, 펌프가 정지되더라도 급수에 지장이 없는 경우에는 예비기를 두지 않는다. 예비기를 필요로 하는 경우는 설비의 중요도와 운영조건을 고려하여 결정한다.

2.4 펌프의 형식 선정

펌프의 형식은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 계획토출량 및 전양정을 만족하고 운전범위 내에서 효율이 높아야 한다.
- (2) 계획흡입양정에서 캐비테이션이 발생하지 않아야 한다.
- (3) 각종 펌프의 형식은 운전방법, 보수 및 분해정비 등 유지관리의 장단점을 검토하여 결정한다.

2.5 펌프의 제원

펌프의 제원 결정에는 다음 각 항을 검토한다.

- (1) 전양정
- (2) 토출량
- (3) 구경
- (4) 원동기출력
- (5) 회전속도

2.6 펌프의 형식과 운전점

펌프는 계획수량, 동수압, 관로특성 등의 계획조건에 가장 적합하며 효율적으로 운전할 수 있는 형식으로 선정한다.

- (1) 펌프의 형식은 사용조건에 가장 알맞은 비속도(N_s)의 펌프를 선정한다.
- (2) 계획급수량, 동수압 및 관로특성에 따라 펌프운전 범위를 파악하여 캐비테이션의 발생 유무를 검토한 다음 최적의 제어방식을 채택한다.

2.7 캐비테이션(공동현상)

공동현상은 펌프에 진동, 소음, 침식을 발생시키며, 펌프성능을 크게 저하시키므로 이를 피하기 위하여 다음 각 항에 대하여 검토한다.

- (1) 가용유효흡입수두
- (2) 필요유효흡입수두
- (3) 캐비테이션대책

2.8 펌프계의 수격작용

펌프계의 수격현상은 관로파손 등의 사고를 일으킬 우려가 있으므로 다음 각항에 대하여 검토한다.

- (1) 펌프의 급정지시의 수격작용 발생 유무
- (2) 수격작용이 발생하는 경우에는 수격압완화설비 설치 등 대책 강구

2.9 펌프설치와 부속설비

펌프와 부속설비의 설치는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 펌프의 흡입관은 공기가 갇히지 않도록 배관한다.
- (2) 펌프의 토출관은 마찰손실이 작도록 고려하고 펌프의 토출관에는 체크밸브와 제어밸브를 설치한다.
- (3) 펌프 흡수정은 펌프의 설치위치에 가급적 가까이 만들고 난류나 와류가 일어나지 않는 형상으로 한다.
- (4) 펌프의 기초는 펌프의 하중과 진동에 대하여 충분한 강도를 가져야 한다.

- (5) 흡상식 펌프에서 풋밸브(foot valve)를 설치하지 않는 경우에는 마중물용의 진공펌프를 설치한다.
- (6) 펌프의 운전상태를 알기 위한 설비를 설치한다.
- (7) 필요에 따라 축봉용, 냉각용, 윤활용 등의 급수설비를 설치한다.

3 펌프의 제어

3.1 총칙

펌프를 제어하는 목적은 자동운전용 기기를 사용하여 안전하고 원활하게 기동하거나 정지시키고, 수요에 따라 자동적으로 펌프의 토출량과 토출압을 조절하는데 있다.

이러한 목적으로 펌프를 제어하는 지령을 운전원이 수동으로 지령하는 방식(기기측 또는 원격제어)과, 계측기 등으로부터 신호에 의하여 자동적으로 지령이 주어지는 방식(자동제어) 등이 있다. 이들 중의 어떤 방식으로 할 것인가는 그 시설의 규모, 신뢰성, 경제성 및 운전관리방법 등을 종합적으로 검토하여 결정한다.

운전 중인 펌프의 토출량을 제어하기 위하여서는

- ① 펌프의 운전대수를 제어하는 방법
- ② 펌프의 회전속도를 제어하는 방법
- ③ 밸브의 개도를 제어하는 방법

등이 있다. 또한 ②와 ③의 방법에 의하여 펌프의 토출압력을 제어할 수 있으며 각각 설치하는 기기와 운전효율에 특징이 있으므로 제어방식은 이들 특징을 살려서 결정한다.

펌프, 원동기 및 이들 부속설비에 발생하는 고장 또는 사고에 대처하기 위한 보호장치를 계획한다.

3.2 자동운전용기기

펌프를 자동 또는 원격제어에 의하여 운전하는 경우에는 다음 각 항의 필요한 장치를 설치한다.

- (1) 펌프케이싱 내가 만수된 것을 감지하기 위한 만수감지장치
- (2) 펌프의 토출압력을 감지하기 위한 압력감지장치
- (3) 펌프축봉수, 냉각수 및 윤활수 등의 흐름을 감지하기 위한 유수감지장치
- (4) 마중물, 축봉수, 냉각수 및 윤활수 등의 소비관 도중의 필요한 지점에 전동밸브 또는 전자밸브 등의 유수개폐장치
- (5) 토출밸브의 작동 확인과 보호를 위한 리밋스위치(limit switch) 등

3.3 유량제어

유량제어는 펌프의 운전대수, 회전속도 또는 밸브의 개도 중 어느 하나를 적절하게 제어하거나 또는 이들의 제어를 병용하여 수행한다.

3.4 압력제어

압력제어는 토출압력을 일정하게 또는 말단압력을 일정한 것을 목표로 펌프의 회전속도 또는 밸

브개도를 제어한다.

3.5 보호장치

펌프운전 중에 발생하는 이상을 검출하여 경보를 울리거나 표시하는 적절한 보호장치를 설치한다.

4. 전동기

4.1 총칙

전동기는 신뢰성, 보수성, 제어성 및 운전경비 등을 고려하여 사용목적에 알맞은 것을 선정해야 한다. 전동기의 종류로는 유도전동기, 동기전동기, 직류전동기 및 교류정류자전동기로 크게 나누어진 다. 그 중에서 유도전동기가 가장 많이 사용되고 있다.

전동기를 선정할 때에는 기동방식과 보호방식을 포함한 신뢰성, 내구성, 제어성, 보수성, 설비비 및 운전경비 등을 고려하고 펌프의 부하특성 및 운전방법에 알맞은 것으로 선정한다.

4.2 전동기의 선정

전동기를 선정할 때에는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 전동기는 3상 유도전동기를 표준으로 한다.
- (2) 전동기의 형식에는 보호방식 및 냉각방식 등에 따라 여러 종류가 있지만, 설치환경이나 사용목적에 따라 선정한다.
- (3) 표준전동기보다 손실을 감소시켜 효율이 3~4% 이상 높은 고효율 전동기 사용을 검토하여야 한다.

4.3 기동방식

3상유도전동기의 기동방식은 전원용량과 전동기의 종류 및 용도에 가장 알맞은 것을 선정한다.

4.4 회전속도제어

전동기의 회전속도를 제어하는 경우에는 제어범위, 생애주기비용(life cycle cost), 신뢰성 및 보수성 등에 대하여 종합적으로 검토하여 펌프설비에 알맞은 방식을 채택한다.

4.5 보호장치

전동기의 보호는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 단락, 지락, 과부하, 저전압, 결상 및 복전시의 사고를 방지하기 위하여 보호장치를 설치한다.
- (2) 전동기의 개폐기와 기동장치 및 2차단락장치와의 상호간에는 오조작을 방지하도록 인터록 장치(연동장치)를 설치한다.

5. 밸브

5.1 총칙

상수도용 밸브는 물의 흐름을 차단하거나 제어하고 수압을 조정하는 등 상수도시설을 효과적이고 안전하게 운영하는 데에 있어서 중요한 역할을 담당하고 있다. 상수도용 밸브에서 요구되는 주요기능은 다음과 같다.

- ① 유량·수압·수위의 제어
- ② 관로의 통수 또는 차단
- ③ 압력관로(pressure pipe)에서 침사지, 배수지 등으로 방류할 때에 물의 흐름을 감세(에너지 분산)시키거나 유량을 제어
- ④ 관로 내에서 수류의 역류방지
- ⑤ 배수관로 등의 감압

밸브를 선정할 때에는 용도와 역할을 충분히 감안한 다음 수로나 관로의 수리특성에 적합한 기능을 갖는 밸브를 선정해야 한다. 또한 장기간에 걸쳐 기능을 유지하기 위하여 유지관리가 가능한 장소에 설치해야 하며 설치조건, 밸브의 구조 및 재질 등에 유의해야 한다.

또 밸브의 재질이나 도장에 대해서는 강도나 내식성 외에 수질에 영향을 주지 않는 것을 선정하는 것이 중요하다. 특히 정수처리된 다음의 정수에 접촉할 가능성이 있는 밸브에 대해서는 수질에 적합한 것을 사용해야 한다.

그 밖의 밸브에 대해서는 표준품, 범용품의 시방을 충분히 조사하고 실적 등도 고려하여 선정한다. 일반적인 상수도용 밸브에는 KS, KWWA 등의 규격이 있다.

5.2 밸브의 용도와 종류

밸브는 제어용, 차단용, 방류용, 역류방지용, 감압용 등 그 용도에 따라 지수성, 조작성, 제어성, 내구성 등의 특성을 검토하여 선정한다.

5.3 밸브의 선정

밸브를 선정할 때에는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 설비목적에 적합한 것으로 수리조건과 사용조건이 만족되는 특성을 가진 것을 선정한다.
- (2) 제어용 밸브는 제어유량, 한계유속, 용량계수 등을 검토하여 원활하게 제어할 수 있는 것을 선정한다.

5.4 밸브의 압력기준

밸브의 압력기준은 호칭압력으로 나타내며 이를 선정하기 위해서는 밸브의 사용압력(정수압), 최대허용압력 등을 고려한다.

5.5 밸브의 구동장치

밸브의 구동장치는 밸브의 종류, 용도, 설치환경, 제어방법 등을 고려하여 적절한 것을 선정한다.

6. 각종 기계설비

6.1 총칙

수도시설에는 수처리 기계설비, 공기압축기, 크레인·호이스트, 환기설비 및 공조설비 등 각종 기계설비가 설치되어 있다. 이러한 각종 기계설비를 설계할 때에는 운전조건, 환경조건 등을 고려하고 연속운전에 견딜 수 있는 기기의 구조와 재료 등을 선정한다. 또한 정수처리와 배출수처리 등에 사용되는 수처리 기계설비에 대해서는 그 수질에 충분히 적합한 재질을 선정하고, 구조적으로 단순하고 용량과 기계적 강도 등에 여유를 갖는 설비로 한다.

특히 수처리 기계설비에 대해서는 정수처리상 한번에 모든 공사를 할 수 없으므로 설비를 계통이나 블록단위로 나누는 등 적절하게 설계함으로써 연도별로 정비계획을 수립하고 정수처리에 지장이 없도록 적절한 시기에 공사를 시행하는 것이 바람직하다.

6.2 수처리 기계설비

수처리 기계설비의 구조와 재료는 내구성과 안전성을 고려하여 선정한다. 또한 기름누설이나 봉수대책에 유의하고 에너지효율이 높고 유지관리가 용이한 설비로 한다.

6.3 공기공급원 장치

공기공급원 장치는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 공기압축기는 사용목적에 적합하고 신뢰성이 높은 것으로 한다.
- (2) 공기압축기는 이물질 혼입을 방지하기 위하여 흡입측과 토출측에 필터를 설치한다.
- (3) 공기압축기 소음을 저감시키기 위하여 흡입측에 소음기(silencer)를 설치한다.
- (4) 압축공기의 수분과 기름성분을 제거하기 위하여 애프터쿨러(after cooler)와 유수분리기를 설치한다.
- (5) 사용공기량의 변동에 대응하기 위하여 공기탱크를 설치한다.
- (6) 압축공기 중의 수분을 제거하기 위하여 제습장치를 설치한다.
- (7) 안전성과 신뢰성을 확보하기 위하여 각종 안전장치를 설치한다.

6.4 크레인·호이스트

크레인과 호이스트는 운전의 안전성과 정확성을 중요시하는 기종으로 한다.

6.5 환기·공조설비

환기·공조설비는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 발열원으로 되는 기기를 설치하는 장소와 유해가스가 발생하는 장소에는 환기설비를 설치한다.
- (2) 컴퓨터 시스템 등의 전자기기를 설치하는 장소에는 그 기기에 알맞은 공조설비 등을 설치한다.

6.6 용존공기부상지(DAF)의 기계설비

용존공기부상지의 기계설비로서는 다음과 같은 것들이 있다.

- (1) 가압탱크(saturator, 또는 압력용기포화기)
- (2) 순환수 공급시설(recycling water system)
- (3) 순환수 분배관(recycle header) 및 미세기포 발생 노즐(nozzle)

7. 전기설비

7.1 총칙

전기설비는 전력회사로부터 전력을 공급받기 위한 수전설비, 부하의 전기방식 및 전압에 대응하는 변전설비, 부하에 전력을 배분하는 배전설비, 전동기구동을 위한 동력설비 및 건축전기설비 등으로 구성된다.

전기는 동력, 조명, 열, 통신, 계측제어, 그 밖의 설비에 대한 에너지원으로서 폭넓게 이용되고, 전력설비는 다른 설비와의 관계가 가장 많다. 또 전기설비의 사고는 단수나 수압저하 등의 결과를 초래하기 때문에 충분한 신뢰성을 갖는 설비로 구성하는 것이 설계할 때의 최우선 조건으로 된다. 상수도시설이 장기간 사용되는 것을 고려하면, 전력설비도 이에 대응하여 수명이 길고 안정된 설비를 채택해야 하며 장래의 교체에 대해서도 배려하는 것이 바람직하며 지진, 온도, 습도, 염해 등의 자연현상에 대해서도 충분한 내구성을 갖는 설비로 설계할 필요가 있다. 더욱이 전력비는 시설의 운전경비 중에서도 큰 비중을 차지하고 있으므로 전력을 합리적으로 사용할 수 있는 전력설비로 설계해야 한다.

최근의 전기기술은 전자기기와 전기재료의 발달에 따라 신뢰성과 안정성이 높고 우수한 보수성과 내환경성을 갖는 소형화, 경량화 및 에너지절약형의 방향으로 제품이 개발되고 있다. 이들 기술을 이용할 경우에는 앞서 설명한 점을 고려하여 각 수도시설의 목적에 적합한 전력설비를 구성해야 한다.

또한 전력설비의 설치, 유지 및 운용에 대해서는 「전기사업법」 등 관계법령과 기준에 따라야 하며 특히 안전에 대하여 충분히 고려해야 한다.

7.2 기본설계

전력설비의 설계는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 「전기사업법」, 「전기설비기술기준」, 「전기설비기술기준의판단기준」 등에 적합하도록 설치한다.
- (2) 수도시설의 중요도에 알맞은 것으로 충분한 신뢰성을 가지고 있어야 한다.
- (3) 시설의 장래계획을 고려하여 증설과 교체가 쉽고 유연성이 있는 설비로 한다.

- (4) 운전과 유지관리가 쉽고 사고를 방지하기 위하여 안전성이 높은 것으로 한다.
- (5) 지진이나 그 밖의 자연재해에 대하여 충분한 강도와 안정성을 가져야 하며 복구성도 고려한다.

7.3 수전계획

수전계획은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 최대수요전력은 최종계획과 대상부하를 충분히 조사하고 운전방법 등을 고려하여 결정한다.
- (2) 계약전력은 전력회사의 전기공급약관에 따라 충분하게 협의하여 필요한 사항을 결정한다.
- (3) 수전방식은 시설의 중요도에 맞춰 선정한다.

7.4 수·변전설비

수·변전설비는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 수·변전설비의 주 회로구성은 점검보수시에 전체가 정전되지 않도록 구성하고 가능한 한 간소화한다.
- (2) 설비용량(kVA)은 최대수요전력(kW)에 충분히 대응할 수 있어야 한다.
- (3) 안전상의 책임한계점에는 구분개폐기로서 단로기 또는 부하개폐기(지락보호장치부)를 설치한다.
- (4) 책임한계점의 부하측 수전설비에는 부하전류와 고장전류를 안전하게 투입하고 차단할 수 있는 주차단기를 설치한다.
- (5) 외부로부터 침입하는 이상전압(surge)에 대하여 효율적으로 보호할 수 있도록 피뢰기를 설치한다.
- (6) 변압기용량은 적정한 여유율을 가져야 하며 주요한 변압기는 2뱅크 이상으로 구성하고, 고장 시에는 회로에서 완전히 분리할 수 있어야 한다.
- (7) 특별고압용 개폐장치는 가스절연방식 또는 스위치기어방식으로 하며 고압용 개폐장치는 스위치기어방식을 표준으로 한다.
- (8) 기기와 재료를 선정할 때에는 사용목적과 설치장소를 고려하고 신뢰성이 높고 규격에 적합한 표준품을 선정한다.
- (9) 수·변전설비의 배치는 합리적이고 유지관리가 용이해야 하며 설치와 배선에는 충분한 안전성과 내진강도가 높은 것으로 한다.

7.5 보호 및 안전설비

전력설비의 보호 및 안전설비는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 회로에 발생하는 이상전류를 예상하여 과급사고를 방지하고 사고시의 정전범위를 최소화할 수 있도록 각 설비 간에는 충분한 보호조치를 한다.
- (2) 회로의 이상전압에 대하여 각 설비 간에는 충분한 절연협조를 한다.
- (3) 각 기기는 적절한 보호장치로 보호한다.
- (4) 접지는 인체의 감전사고방지와 전기설비나 기기를 보호하기 위하여 효율적으로 접지를 한다.

- (5) 각 설비는 감전사고를 방지하도록 충분한 조치를 취하고, 인터록에 의하여 오조작을 방지할 수 있어야 한다.

7.6 배전설비

배전설비는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 배전전압은 그 사용목적과 부하측의 특성을 충분히 고려하여 결정한다.
- (2) 모선방식과 배전방식은 시설의 중요도와 운용조건 등을 고려하여 결정한다.
- (3) 각 배전선에는 부하전류와 고장전류를 안전하게 투입하고 차단할 수 있는 차단기 등을 설치한다.
- (4) 배전용 개폐장치는 스위치기어방식으로 한다.
- (5) 전선은 케이블을 사용하며 또한 전선로는 유지관리가 용이하고 외상에 대하여 충분한 보호조치를 강구한다.
- (6) 효율적인 감시를 위하여 전압계, 전류계, 전력계 및 표시등을 설치한다.

7.7 동력설비

동력설비는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 부하군에 가까이 배치하며 폐쇄형배전반 방식으로 한다.
- (2) 부하회로에는 부하전류를 개폐할 수 있는 개폐기와 함께 고장전류를 안전하게 차단할 수 있는 차단기 또는 퓨즈를 설치한다.

7.8 역률개선 설비

역률개선설비는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 수변전설비에서 종합역률은 90~95 % 정도 유지하는 것이 바람직하다.
- (2) 저압전동기 및 고압 소용량 전동기회로에는 진상콘덴서를 직접 병렬로 설치하고 고압모선에는 종합역률조정용 고압진상콘덴서군을 설치하는 것이 바람직하다.
- (3) 고압콘덴서는 별도의 차단장치 없이 직렬로 연결하는 것을 원칙으로 하고, 주회로에는 내부고장을 단독으로 보호하고 과급사고를 방지하기 위하여 보호장치를 설치한다.
- (4) 진상콘덴서에는 필요에 따라 직렬리액터장치를 설치하고 콘덴서용 개폐기가 설치된 경우에만 방전코일 등 방전장치를 설치한다.
- (5) 대용량의 고압콘덴서군은 2군 이상으로 분할하여 제어할 수 있도록 한다.
- (6) 오존발생장치의 전원회로에는 역률과 고조파(higher harmonics)장애를 개선하는 장치를 필요에 따라 설치한다.

7.9 무정전 전원장치

무정전전원설비는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 설비구성은 부하의 중요성과 부합되는 신뢰성을 가져야 한다.

- (2) 설비용량은 부하를 충분히 조사하고 상시, 정전시 및 순시(기동시)용량을 고려하여 결정한다.
- (3) 설비는 폐쇄형배전반 수납형으로 하고 내진대책 및 온도관리를 한다.
- (4) 각 부하로의 전력공급은 계통화하고 분할화하며 사고시의 과급을 방지하기 위하여 각 회로에는 배선용 차단기를 설치한다.

7.10 직류전원장치

직류전원장치는 다음의 각 항에 따른다.

- (1) 고압 또는 특별고압 수변전설비의 제어용 전원과 비상용 조명의 전원으로 직류전원장치를 설치한다.
- (2) 직류전원장치의 충전장치는 부동충전방식을 사용한다.
- (3) 직류전원장치에는 필요에 따라 부하전압보상장치, 과방전방지보호장치를 추가로 설치한다.
- (4) 직류전원장치에는 동작 및 감시에 필요한 장치를 설치한다.

7.11 방재설비

상수도시설에는 화재와 뇌해 등에 의한 방재 설비는 다음 항에 따른다.

- (1) 경보설비
- (2) 피난설비
- (3) 피뢰설비

8 비상용 전원설비

8.1 총칙

비상용 전원설비는 정전에 따라 발생하는 제한급수나 단수 등 시설운용상의 지장을 가능한 한 저감시키기 위하여 필요한 전원을 확보하는 것을 목적으로 설치하는 설비이다.

중요한 수도시설에서는 정전의 영향을 피하기 위하여 2회선 수전방식을 채택하는 것이 바람직하다. 그러나 이러한 방식을 취하더라도 정전이 전혀 없도록 하는 것은 불가능하기 때문에 정전시 단시간 내에 전원을 절체할 수 있도록 비상용 자가발전설비를 필요에 따라 설치한다.

비상용 자가발전설비는 「건축법」, 「소방기본법」, 「소방시설설치유지 및 안전에 관한 법률」에 의한 비상전원으로 그 기능을 충분히 발휘할 수 있어야 한다. 또한 불의의 사고 등에 의한 정전에 대비하기 위하여 설치하는 것이므로 전력을 안전하고 신속하게 발생할 수 있는 것으로 또 구동용 내연기관의 연료저장이나 일상의 보수가 용이한 것으로 한다.

8.2 기본설계

비상용 자가발전설비를 설계할 때에는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 주요시설에는 비상용 자가발전설비를 필요에 따라 설치한다. 용량에 대해서는 비상시에 확보해야만 할 전력설비용량을 집계하여 결정한다.

(2) 비상용 자가발전설비는 기동이 확실하고 신뢰도가 높은 것으로 한다.

8.3 기종

비상용 자가발전설비를 설치하는 경우에 발전기는 동기발전기로 하고 그 여자방식은 브러시리스 여자방식 또는 정지여자방식으로, 원동기는 가스터빈 또는 디젤기관을 표준으로 한다.

8.4 출력

비상용 자가발전설비의 발전기용량과 원동기출력은 대상설비 전체를 안정적으로 가동할 수 있어야 한다.

8.5 부대시설

비상용전원의 부대설비는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 자가발전설비에는 제어용배전반, 전력회사 전원과의 절체장치 및 각종 보호장치를 설치한다.
- (2) 원동기에는 연료탱크, 기동장치 등의 보조설비를 설치한다.
- (3) 자가발전설비에는 환기, 소음, 방진대책을 강구하며 디젤기관일 경우에는 냉각수설비를 설치하고 한랭시 대책을 강구한다.

9. 기계실과 전기실

9.1 총칙

기계실과 전기실의 설계에서는 의장보다 기능을 우선하여 설치하는 설비가 충분히 그 기능을 발휘할 수 있도록 고려해야 한다.

건물은 외부로부터의 침수, 내부 급배수관에서의 누수 등이 발생하더라도 설비에 불의의 사고를 초래하지 않도록 하는 것이 필요하다. 특히 전력설비는 고도화, 전자화, 복잡화됨에 따라 과거보다 더욱 설치환경이 중요하게 되고 있으며 보수와 운전관리 면에서 안전성과 작업성의 향상이 추구하고 있다. 따라서 전기실은 이들 조건이 만족되도록 해야 한다.

기계실과 전기실은 법령에 의한 규제를 받는 경우가 많으므로 설계할 때에는 관련법규를 충분히 검토해야 한다. 또 기계실과 전기실은 사람이 상주하지 않는 경우가 많으므로 안전과 방법에도 고려해야 한다.

9.2 기계실

기계실은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 기계실은 설비를 보수점검 하는데 필요한 면적과 여유공간을 가져야 하며 또한 기기의 반출입에 필요한 통로를 확보하고 필요한 경우 크레인 등을 설치한다.
- (2) 지하에 설치하는 경우에는 침수와 누수에 대비하여 충분한 배수(排水)시설을 갖추어야 한다. 또 실내로의 출입구는 2개소 이상으로 하는 것이 바람직하다.

- (3) 실내의 온도와 습도를 일정범위로 유지하기 위하여 적절한 환기장치를 설치하며 채광과 문짝은 보안을 고려한다.

9.3 전기실

전기실은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 전기실의 위치는 가능한 한 부하의 중심적 위치가 바람직하며, 설치장소의 상황, 부하의 배치, 배선경로 등을 고려하여 선정한다.
- (2) 전기실의 넓이와 높이는 기기의 반출입, 보수점검, 분해정비 및 장래 설비교체에 필요한 여유를 고려해야 하며, 또 출입구는 가능한 한 2개소 이상으로 한다.
- (3) 전기실의 환경은 설비의 기능이 안정되게 발휘할 수 있도록 환기설비 등을 설치하고 부식성 또는 가연성가스로부터 위치적으로나 구조적으로 충분히 차폐시킨다.
- (4) 전기실은 「소방기본법」과 「건축법」에 적합한 구조이어야 하며, 실내의 채광과 문짝은 안전을 고려하고 개구부는 조수나 곤충 등의 침입을 방지도록 조치한다.

9.4 조명 설비

조명설비는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 조명은 사용목적에 적합해야 하며 작업면에서 충분한 조도를 갖도록 하고 또 효율이 높은 광원을 사용한다.
- (2) 운전관리상 필요한 장소에는 비상용 조명등을 설치한다.
- (3) 조명기구의 배치는 용이하게 보수 관리할 수 있도록 고려하고 설비는 관련 법규에 적합한 것으로 한다.

9.5 소음방지 등

소음방지나 그 밖의 사항들에 관해서는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 부지경계 밖으로 소음이나 진동 등이 파급되는 것을 방지하는 조치를 한다.
- (2) 거주구역과 관리실 등에 소음이나 진동이 파급되지 않도록 고려한다.
- (3) 비상시에 효율적으로 연락할 수 있는 설비를 설치한다.

10. 계측제어설비

10.1 총칙

상수도시설에서 계측제어란 상수도시설의 감시와 제어 및 정보처리를 취급하는 기술을 말하며 그에 필요한 제 설비를 계측제어 설비라고 한다.

일반적으로 잘 알려진 공정자동화(Process Automation : PA)는 계측제어기술을 기반으로 하고 있으며 계측제어란 용어는 70년대 초기에는 계측이 주목적이었으며, 80년대부터 제어목적이 추가되면서 계측제어(Instrumentation and Control : I&C)란 용어가 사용되었다.

계측제어는 원래 화학 플랜트의 자동화와 함께 최초로 태동된 기술로 플랜트에서의 두뇌 및 신경 계통을 담당하는 핵심기술이며 플랜트내의 제반시설을 유기적으로 연관시키고 전체를 시스템화 하여 플랜트 전체가 안정성, 경제성을 확보하며, 합리적이고 효율적으로 운전될 수 있도록 공정을 양적, 질적으로 파악하고 생산 공정 상태를 감시·제어하여 안전하고 정확하게 운전관리하는 것을 의미한다.

계측제어설비를 종류별로 대별하면 다음과 같다.

- ① 전자계산기 장치(DAS, 통신네트워크장치, 기타)
- ② 컴퓨터 감시제어 장치(PLC, DCS, ACS, 통신네트워크장치, 기타)
- ③ 원격 감시제어 장치(TM/TC, SCADA, 통신네트워크장치, 기타)
- ④ 중앙감시반(GDP, MDP, 영상감시반/projector)
- ⑤ 판넬기기
지시계, 기록계, 적산계, 연산기, 설정기, 경보계, 조절계, 변환기, 기타
- ⑥ 현장기기
유량계, 수위계, 압력계, 온도측정계, 수질계, 분석계, 조절변(C/V), 조작기기, 기타
- ⑦ 감시 제어반(OPC, LCP, LIP, LOP, MOP, 기타)
- ⑧ 보안 감시 장치(CCTV, 침입감지설비, 기타)
- ⑨ 기타 기기
- ⑩ 전원장치(상용AC전원, DC전원, UPS전원)
- ⑪ 현장 설치공사 기자재

상수도시설에서 계측제어설비는 상수도시설을 원활하게 관리하기 위한 것으로 시설의 운전관리에 관계되는 여러 가지 요인들을 정보로서 신속하고 정확하게 파악하여 조작에 반영시키기 위한 설비이다.

그러므로 계측제어는 단지 시설을 조작감시하고 제어하기 위한 설비로서 기술뿐만 아니라 정보를 효율적으로 활용하기 위한 체제와 기술도 포함되는 넓은 의미로 정의된다.

계측제어는 시설을 안전하며 합리적이고 또한 경제적으로 관리하기 위하여 정보를 효과적으로 이용하는 것을 목적으로 한다.

따라서 상수도시설에서 계측제어의 목적은 취수, 도수, 정수, 송수 및 배수 등의 각 시설을 계측하고 제어하여 자동화 및 집중관리화 함으로서 시설 전체의 운전관리나 설비관리를 효율화하는 것이다.

상수도시설에서 계측제어설비를 적절하게 계획함으로써 다음과 같은 효과를 기대할 수 있다.

- ① 수질, 수량 및 수압 등의 품질관리 향상
- ② 시설의 가동상황 파악과 합리적인 제어에 의하여 운전의 안정성 및 안전성 확보
- ③ 이상시 신속하고 적절한 대응
- ④ 노동의 경감 및 안전위생의 유지 등으로 노동조건 향상
- ⑤ 약품 및 동력 등을 적정하게 사용함으로써 생산성 향상
- ⑥ 적절한 정보관리로 수도시설전체의 운전관리나 설비관리의 기능 향상

10.2 안전대책

계측제어설비가 신뢰성과 안정성을 유지하기 위하여 보호장치와 백업장치를 구비하는 등 충분한 안전대책을 강구한다.

11. 계측제어용 기기

11.1 총칙

계측제어용 기기는 상수도시설의 제어방식에 적합하고 공정을 확실하게 파악할 수 있는 운전정보 등의 정보처리가 적절하게 이루어져야 하며 또 안전하면서 신뢰성이 높은 것이 요구된다.

계측제어용 기기는 일반적으로 검출부, 표현부, 조절부, 조작부 및 전송부로 크게 나누어진다.

검출부는 상수도시설의 각 부분에서 수위, 압력, 수량 및 수질 등의 변화량을 검출하여 신호로 변환하는 장치이며, 표현부는 변환된 신호를 지시, 기록, 표시 및 경보하는 장치이다. 조절부는 수량이나 상태를 일정하게 유지하거나 일정한 기준에 따라 변화된 신호를 발신하는 장치이고, 조작부는 조절부로부터 조작신호를 받아 제어목적을 달성하기 위하여 작동하는 장치이다. 전송부는 이들 검출부, 표현부, 조절부 및 조작부의 상호간에 신호를 전달하는 부분이다.

또 시설의 감시, 제어 및 정보처리를 위하여 컴퓨터나 데이터전송기기를 사용하는 경우에는 이들 각 요소중 표현부, 조절부 및 전송부를 조합한 형식으로 된다.

일반적으로 계측제어용 기기 구성은 계측하고 제어할 항목이나 그 양, 제어의 안전성과 중요성 등에 의하여 결정된다.

상수도시설에서 계측제어용 기기를 대별하면 현장 계측기기와 판넬 계측기기로 구분된다.

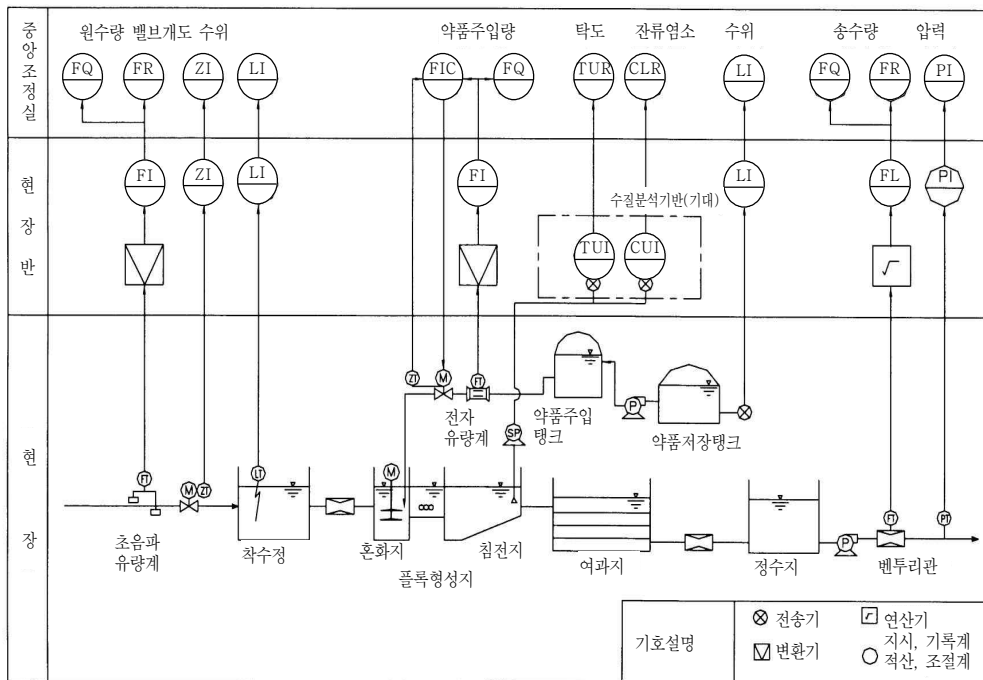
현장 계측기기는 유량계측, 수위계측, 압력계측, 수질계측, 기타계측 등이 있으며 기타계측으로는 온도측정계, 분석계, 조절변(C/V), 조작기기, 습도계측, 우량계측 및 전압, 전류, 전력, 주파수, 역률 등의 전기계측 등으로 구분되고 판넬 계측기기는 지시·기록용기기(지시계, 기록계, 적산계, 설정기, 경보계, 기타), 조절기기(연산기, 조절계, 기타), 신호변환용기기, 기타 기기 등으로 구분되는데 정수장의 계측제어용 기기 적용 예를 도시하면 [그림 1.11.1]과 같다.

11.1.1 계측제어용 기기의 구성 및 규모를 정할 때에 유의해야 할 점은 다음과 같다.

- (1) 계측·감시의 항목과 점수는 상시감시를 필요로 하는 것과 그렇지 않은 것, 또 표현에 대해서도 지시나 표시만 하는 것과 기록, 적산 및 경보까지 하는 것 등, 그 목적과 필요성에 따라 항목마다의 중요도를 명확하게 할 필요가 있으며 가능한 한 필요한 최소한의 항목과 점수에 그치도록 간략화해야 한다.
- (2) 제어에 대해서는 계측량을 기준으로 중앙운영실근무자가 수동으로 조작하는데 그치게 하거나, 변위나 변화량을 기준으로 하여 조절기기 등을 사용하여 제어루프를 구성하는 등 제어방식과 중요성에 따라 기기를 구성한다.

11.1.2 계측제어용 기기 선정 및 설치·환경조건에 대하여 유의해야 할 점은 다음과 같다.

- (1) 기기는 동일한 사용목적에 대하여 구조, 원리, 형상 및 크기 등이 서로 다른 많은 기종들이 있으며 각각 장단점이 있다. 따라서 기기는 사용조건, 측정범위, 정밀도, 설치조건, 환경조건 등에 가장 적합하며 또한 신뢰성이 높고 생애주기비용을 고려해야 하며 교정이나 보수가 용이한 것을 선정해야 한다. 또 그 기능만이 아니라 기기의 부착조건이나 외관에 대해서도 유의하여 선정한다.
- (2) 기종 및 신호는 계획의 용이성, 보수의 간이성, 기기의 호환성 및 예비품의 공통성 등으로부터 가능한 한 통일시키는 것이 바람직하다.
- (3) 설치조건과 환경조건은 기기나 장치의 신뢰성, 내구성, 안정성에 큰 영향을 미치는 정밀도의 보증에도 문제가 생기기 때문에 설치조건에 알맞은 기기를 선정한다. 또 각 기기간의 신호를 전달하는 전송로에 대해서는 유도장애 및 뇌해를 받지 않도록 대책을 강구해야 한다.



[그림 1.11.1] 정수장의 계측제어용 기기 적용 예

11.2 유량계측

유량계측은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 유량을 계측하기 위한 계기는 측정조건, 측정범위, 정밀도 등을 고려하여 선정한다. 특히 거래용이나 유수율에 관계되는 유량계는 정밀도가 높은 것을 선정한다.
- (2) 유량계를 설치할 때는 설치조건과 환경조건에 유의한다.

11.3 수위계측

수위계측은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 수위를 계측하기 위한 계기는 측정조건, 측정범위, 정밀도 등을 고려하여 선정한다.
- (2) 수위계를 설치할 때에는 설치조건 및 환경조건에 유의한다.

11.4 압력계측

압력계측은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 압력을 계측하기 위한 계기는 측정조건, 측정범위, 정밀도, 응답성이 적절한 것을 선정한다.
- (2) 압력계를 설치하는 경우에는 설치조건과 환경조건에 유의한다.

11.5 수질계측

수질계측은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 수질을 계측하기 위한 계기는 구조나 원리가 간단하고 응답성이 좋으며 신뢰성이 높고 교정 및 보수가 용이한 것을 선정한다. 또 내습성, 내부식성 등 주위의 환경조건에 알맞은 것을 선정한다.
- (2) 수질계측은 수질계기의 설치환경과 채수방식에 유의한다.
- (3) 수질계측기기는 원수수질, 정수장 운전의 자동화 및 공급과정 수질관리 등 정수처리 시설의 여건과 공급과정 수질변화에 능동적으로 대응키 위하여 필요한 계측기를 선정·설치해야 한다.

11.6 기타계측

기상관측용기기, 염소가스누출검지기, 지진검지기 등의 기기는 각각의 용도에 알맞은 것으로 하고 설치조건과 환경조건에 적합한 기종을 선정한다.

11.7 지시·기록용 기기

지시·기록용 기기는 시설의 계측치 및 가동상황 파악이나 데이터관리에 적합한 것으로 선정하여 설치해야 하며 사용목적이나 설치조건에 유의한다.

11.8 조절기기

조절기기는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 조절기기는 안정되고 확실하게 동작하는 것이어야 한다.
- (2) 조절기기의 동작특성과 종류는 그 제어계에 적합한 것이어야 한다.

11.9 신호변환용 기기

신호변환용 기기는 용도와 설치조건에 적합한 것을 선정한다.

11.10 기타기기

기타기기로는 다음과 같은 것이 있다.

(1) 제너베리어 (zener barrier)

(2) 피뢰기 (arrester)

12. 감시제어설비

12.1 총칙

감시제어설비는 상수도시설의 규모에 알맞은 것으로 안정적이고 합리적이며 또한 효율적으로 운용하기 위하여 높은 신뢰성과 우수한 감시제어성을 겸비할 필요가 있으며 생애주기비용(life cycle cost)을 충분히 고려하여 설계해야 한다.

설치할 때에는 사업체의 실태에 비추어 필요최소한의 설비로 하는 것이 바람직하다. 또 시스템의 규모가 커질수록 시스템다운은 곧 정수처리공정이나 물의 안정공급 등에 지장을 주게 되므로 높은 신뢰성을 갖는 기기를 사용하는 것은 물론, 시스템 전체로서 고장시 자동안전(fail safe)대책, 확장성, 위험분산 등에 대하여 고려해야 한다.

또 감시제어설비는 고도화되고 복잡화되는 시설을 종합적인 관점에서 안정적이고 효율적이며 합리적으로 운영하는 것을 목표로 하는 이외에 작업시간과 작업노력을 절약한다는 측면도 가지고 있다. 따라서 한정된 인원으로 목적에 부합되도록 관리운영하기 위해서는 인간공학적으로 고려해야 하면서 감시조작성이 우수한 시스템으로 해야 한다.

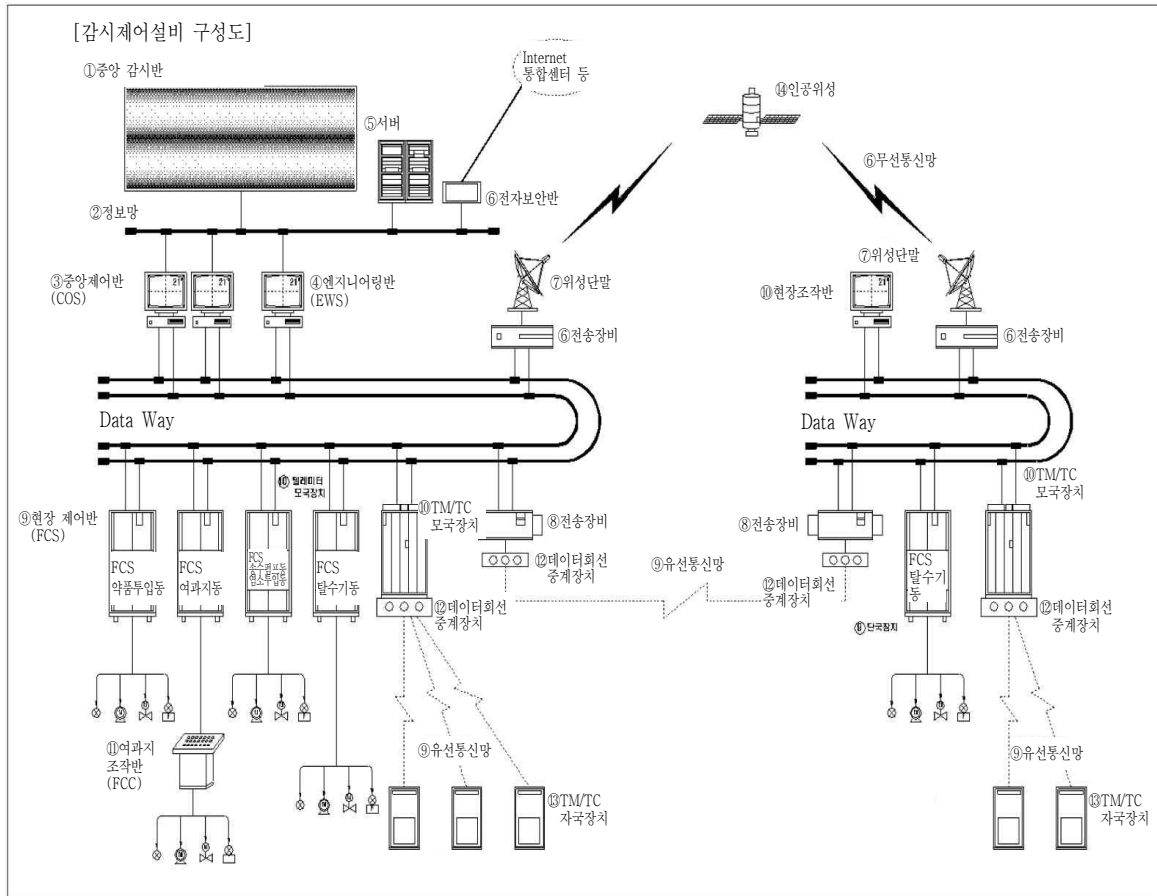
감시제어설비는 물수요의 증대나 시설의 운용형태를 변경하는 경우에 영향을 가장 받기 쉬운 설비이다. 이에 대응할 수 있는 유연하고 또한 확장성이 있는 시스템이 바람직하다. 그러나 한편으로는 기술이 매우 빠르게 진보하므로 확장시 등에서의 진부함에 대한 불안이 남는 등의 이유로 필요최소한의 시스템화가 바람직하다는 견해도 있다.

감시제어설비는 시설을 운전관리하기 위한 것이기 때문에 시설을 운용하는 조직·체제와 밀접한 관계가 있다. 시설을 효율적·안전 합리적으로 운전하기 위해서는 계측제어설비가 갖는 각종기능과 유기적으로 결합된 운전관리체제, 즉 관리방식이 중요하다.

고도의 기능을 갖는 감시제어설비이더라도 운전조작 및 유지관리요원의 기술수준에 어울리는 것이 아니면 설비의 기능을 충분히 발휘할 수 없을 뿐만 아니라 운전원의 부담을 초래하여 효율적으로 시설을 운전할 수 없게 될 우려가 있다. 따라서 감시제어설비를 포함한 계측제어설비는 시설의 규모, 중요도 및 기술수준에 적합해야 하며 관리방식도 고려한 것으로 할 필요가 있다.

이와 같이 관리방식과 밀접한 관계를 갖는 감시제어설비는 휴먼머신인터페이스(human-machine interface : HMI)로 되기 때문에 인간과 시설 및 시설상호의 관련을 충분히 이해한 다음에 명확한 도입목적과 또 그에 근거하는 명확한 설계개념에 맞도록 설계해야 한다.

일반적인 감시제어설비의 구성 예를 [그림 1.12.1]에 나타내었다.



[그림 1.12.1] 감시제어설비의 구성 예

12.2 감시조작설비

감시조작설비는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 감시설비는 시설의 운전을 이해하기 쉬운 것으로 한다.
- (2) 감시설비에 각종 정보를 전송하는 장치는 정확하고 신속하게 전달하는 기능을 가진 것으로 한다.
- (3) 기록방식은 기록의 목적과 내용에 적합한 것으로 한다.
- (4) 경보의 통지나 표시는 운전원이 이해하기 쉽고 필요한 최소한으로 한다.
- (5) 조작설비는 감시설비와 일체로 하고 조작성이 우수한 것이 필요하며, 운용목적과 설치위치에 따라 데이터서버(data server), 중앙제어반(COS : central operation station), 현장제어반(FCS : field control station), 엔지니어링반(EWS : engineering work station) 등으로 구분할 수 있다.

12.3 제어설비

제어설비는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 시설에 적합한 제어기능을 가지고 있어야 하며 신뢰성, 확장성 및 보수성 등이 우수한 것으로 한다.
- (2) 필요한 최소한의 백업설비를 구비하는 것으로 한다.

12.4 전송설비

전송설비는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 시설의 규모나 운전관리에 적합하고 신뢰도가 높은 것으로 한다.
- (2) 신호변환(signal exchange)체계는 장치나 기기의 종류에 관계없이 가능한 한 표준화하고 어떠한 시스템에도 유연하게 적용할 수 있도록 한다.

12.5 중앙운영실

중앙운영실은 시설관리의 중추로서 안전하게 운전관리 할 수 있는 작업환경이 되도록 계획해야 한다.

12.6 계측제어용 전원

계측제어용 전원은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 계측제어용 기기에 안정적이고 확실하게 전원을 공급할 수 있는 것으로 한다.
- (2) 전원은 양질이어야 하고 충분한 용량을 가지고 있는 것으로 한다.

13. 시설별 계측제어

13.1 총칙

상수도시설에서 계측제어의 적용범위를 크게 나누면, 취수장, 정수장 및 배수펌프장 등 개개의 시설을 대상으로 한 플랜트제어와, 수원으로부터 배수시설까지 상수도시설전체를 종합적으로 일체화하여 운전관리하는 계통운용제어가 있다.

정수장에서 계측과 제어의 일반적인 항목을 열거하면 [그림 1.13.1]과 같다. 이들 항목은 원수수질의 양부, 정수처리방법, 취수, 송·배수방식 등에 따라 몇 개의 항목을 생략(또는 추가)하는 경우가 있다. 시설규모에 관계없이 취수로부터 배수에 이르기까지의 공정 중에서 필요로 하는 일반적인 계측과 제어의 항목이다.

계측제어설비의 규모 및 구성을 결정할 때는 계측제어의 목적과 효과를 명확하게 하고, 계측제어 기기의 신뢰성·안전성 등 기본적 사항을 포함하여 검토해야 한다.

- (1) 약품의 종류, 주입방식 및 유지관리에 알맞은 유량계, 수위계 및 조절밸브 등을 설치한다.
- (2) 약품주입설비의 계측제어는 수질변화에 대응할 수 있는 제어범위를 가지고 있고 또한 그러한 변화도 계측할 수 있어야 한다.
- (3) 계측제어기기 중 필요부분은 약품에 의한 부식에 견딜 수 있는 것으로 한다.

13.6 플록형성지와 침전지

플록형성지와 침전지의 계측제어는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 플록형성지와 침전지에는 필요에 따라 수질계기 등을 설치한다.
- (2) 계측제어기기는 주위의 환경조건에 적합한 기기를 선정한다.
- (3) 침전지의 배슬러지제어는 배슬러지지의 조건 등을 고려하여 안전하고 확실하게 배출할 수 있는 설비로 한다.

13.7 여과지

여과지의 계측제어는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 여과지에는 여과유량계와 손실수두계를 설치하고 필요에 따라 수질계기를 설치한다.
- (2) 여과유량제어는 총여과수량을 임의로 제어할 수 있는 것이 바람직하다.
- (3) 세척조작을 시퀀스 제어방식에 의한 경우에는 각 기기는 동작이 확실하고 안전성과 신뢰성이 높은 것을 선정한다.
- (4) 세척탱크에는 수위계를 설치하고 양수펌프 등으로 연동될 수 있는 장치로 하고 수위정보표시를 한다.

13.8 정수지(배수지)

정수지의 계측제어는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 정수지에는 수위계를 설치하고 필요에 따라 수질계기를 설치한다.
- (2) 계측제어기기는 내염소성 및 내습성 등의 환경조건을 고려한 것이어야 한다.

13.9 소독설비

소독설비의 계측제어는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 소독제의 주입 및 유지관리에 적합한 유량계, 압력계, 조절밸브 및 잔류염소계 등을 설치한다.
- (2) 계측제어기기는 환경조건에 알맞은 것이어야 하며 필요한 부분은 내식성을 갖는 것으로 한다.
- (3) 소독설비의 안전성을 확보하기 위하여 저장실과 주입기실 등에는 염소가스누출검지기를 설치한다.

13.10 전·중간염소처리 설비

중간염소처리설비의 계측제어는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 계측제어설비는 원수수질과 처리수량의 변화에 대응하여 계측하고 제어할 수 있는 것으로 한다.
- (2) 염소주입은 주입설비나 측정설비에 의한 시간차의 영향을 받으므로 충분히 검토한다.

13.11 알칼리제·산제 주입설비

알칼리제·산제 주입설비에 대한 계측제어설비는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 계측제어기기는 약제의 사용조건이나 주변의 환경조건에 알맞은 것이어야 하며 안전하게 취급할 수 있는 구조로 해야 한다.
- (2) 유량계, 압력계, 수위계 등의 계측기기는 약제의 용해나 주입에 알맞은 것을 설치해야 하며, 제어에 알맞은 조절밸브를 설치해야 한다.
- (3) 알칼리제주입설비의 계측제어는 수질변화에 대응할 수 있는 제어범위와 계측기를 구비한 것으로 한다.

13.12 활성탄 흡착설비

활성탄 흡착설비의 계측제어는 다음 각 항에 의한다.

- (1) 분말활성탄 흡착설비의 계측제어기기와 주입기기는 방진성, 방폭성, 내마모성, 내부식성 등을 고려한다.
- (2) 입상활성탄 흡착설비는 탄층(고정층식, 유동층식) 관리에 필요한 계측제어기기를 설치한다.

13.13 오존처리설비

오존처리설비의 계측제어설비는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 계측기기는 오존의 성질이나 그 주변 환경에 알맞은 것이어야 하며 유지관리가 용이하고 안전하게 취급할 수 있는 구조로 한다.
- (2) 오존의 발생과 주입 등이 안전하고 효율적이며, 적절하게 제어할 수 있는 것으로 하며 자동안전(fail safety)기능을 구비해야 한다.
- (3) 오존에 대한 계측제어설비는 수질변화에 대응할 수 있는 제어범위를 계측할 수 있는 설비로 한다.

13.14 막여과설비

막여과설비의 계측제어는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 막여과의 특성이나 유지관리 등을 고려하여 자동운전이 가능하도록 한다.
- (2) 막여과설비에서 계측제어기기는 유량계, 압력계, 수위계, 그리고 필요에 따라 탁도계, 온도계 등의 수질계기 등을 설치한다.
- (3) 막의 과단이나 여과수의 탁도 상승 등의 이상시에는 해당 여과설비를 조속히 자동정지하고, 이에 따른 경보 등 필요한 조치를 취하는 제어장치를 구비한 것으로 한다.

13.15 용존공기부상지(DAF) 설비

용존공기부상지(DAF) 설비의 계측제어는 다음 각 호에 의한다.

- (1) DAF설비의 특성이나 유지관리 등을 고려하여 자동운전을 가능하게 한다.
- (2) DAF설비를 운영하기 위해서는 유량계, 압력계, 수위계와 탁도계, pH계 등의 수질계측기를 설치하여 운전하며, 설비 중에 공기저장조, 가압탱크, 순환수밸브 및 압력제어밸브 등 주요설비의 이상시에 경보발생과 함께 해당처리설비를 조속히 정지해야 한다.

13.16 해수담수화설비(역삼투막설비)

역삼투설비는 보안필터, 고압펌프, 막모듈, 드로백(색백)수조, 막세척설비 등으로 구성되며 계측제어는 막의 종류와 구성 등에 적합한 시스템으로 한다.

- (1) 역삼투설비의 운전제어는 자동운전을 원칙으로 하며 원수설비와 조정설비 등과 종합적으로 연동할 수 있도록 한다.
- (2) 역삼투설비의 계측제어기기는 수위계, 유량계, 압력계 등과 수질계기로서 pH계, 탁도계, 온도계, 잔류염소계, 산화환원전위계(ORP), 전기전도도계, 슬러지밀도지표계(SDI) 및 알칼리도계를 적절히 배치하고 주변의 환경조건에 알맞은 것으로 하며 안전하게 교체할 수 있는 구조로 한다.

13.17 배출수처리 설비

배출수처리설비의 계측제어는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 배슬러지는 자동 배슬러지제어를 원칙으로 하며 슬러지를 균등하게 배출할 수 있도록 한다.
- (2) 조정·농축시설의 계측제어는 수위계, 유량계, 슬러지농도계 및 슬러지계면계 등 필요한 기기를 설치한다.
- (3) 탈수시설의 계측제어는 배출수 처리방법에 적합하고 가장 안전하며 확실한 계측제어기기와 제어방식으로 한다.
- (4) 설치환경이나 측정조건 등에 대하여 고려해야 한다.

13.18 송수시설

송수시설의 계측제어는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 송수시설의 감시와 제어에 적합한 유량계를 설치하고 필요에 따라 압력계를 설치한다.
- (2) 송수량의 제어는 정수지 및 배수지 등의 저류량을 활용하여 송수시설을 안전하고 확실하며 경제적으로 운용할 수 있도록 해야 한다.
- (3) 송수시설에서 대한 계측제어기기의 보호장치는 8.13.2 저수 및 취수시설에 준한다.

13.19 배수(配水)시설

배수시설의 계측제어는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 배수시설에 대한 감시와 제어 및 수량관리에 적합한 유량계, 수위계 및 압력계를 설치하고 필요에 따라 수질계기를 설치한다.
- (2) 배수량의 제어는 배수시설을 안전하고 효율적으로 운용하며 배수구역내에 적정한 수량과 압력을 확보할 수 있도록 해야 한다.
- (3) 배수시설에 대한 운전관리에 적합한 계측 및 제어신호를 정수장의 중앙조정실이나 송·배수시설의 현장조정실 등에 전송하는 것이 바람직하다.
- (4) 배수시설에서 계측제어설비의 보호장치는 8.13.2 저수 및 취수시설의 (2)에 준한다.

13.20 펌프설비

펌프설비의 계측제어는 다음 각 항에 따르며, 1.3 펌프의 제어를 참조한다.

- (1) 펌프설비의 운전 및 감시와 제어에 적합한 수위계, 압력계 및 유량계를 설치하고, 필요에 따라 회전속도계 및 역회전감지설비를 설치한다.
- (2) 펌프의 운전방식은 펌프의 용도, 설비규모 및 기동빈도 등에 의하여 결정한다.
- (3) 펌프의 제어방식은 펌프의 제어목적에 따라 운전의 안전성, 확실성 및 경제성에 적합한 것이라야 한다.

14. 무인운전설비

14.1 총칙

상수도시설은 급수구역의 확대에 따라 시설이 광역으로 분산되는 경향이며 한편으로는 수자원의 적정배분 및 안정급수를 위하여 계통적인 시설운용과 관리를 효율화할 필요가 있고 이를 위해 원격 감시제어장치(TM/TC 장치 : Telemetry/Telecontrol 장치) 등을 사용하여 시설을 집중관리하거나 또는 무인시설을 설치하는 경우가 증가하고 있다. 또 여기서 기술하는 무인설비란 정수장 등 운전원이 상주하는 구내 이외의 취수·도송배수시설, 펌프장, 밸브제어 등 현지 무인시설의 기계·전기설비를 말한다. 무인설비는 노동조건의 개선, 운전인력의 최소화, 동일한 작업효과로 작업시간과 작업노력의 경감 등의 효과가 있는 반면, 운전원이 직접 감시하고 운전하는 경우와는 달리, 기기 또는 시스템의 신뢰성, 각종의 안전대책, 시설의 관리체제 등을 특별하게 고려해야 한다. 무인설비로서 특별히 고려해야 할 사항은 다음과 같다.

14.1.1 신뢰성 향상대책

무인설비에는 가능한 한 신뢰성이 높은 기기를 사용하며 최대한 고장이 일어나지 않도록 해야 하며 시스템 전체로서의 신뢰성을 향상시켜야 한다.

14.1.2 관리체제

무인설비는 원격지에 설치되는 것이 많으므로 상시 순회점검과 함께 사고시나 고장시의 긴급대응 등 관리체제를 검토해야 한다. 이 관리체제는 사업체의 규모나 설비의 규모와 특성에 적합하게 조직해야 한다.

14.1.3 기타

무인시설의 설치에는 「전기사업법」에 의한 「전기설비에관한기술기준」, 「소방관련법」, 「개인정보보호법」 등 관련법규의 적용을 받는 사항이 있으므로 이들에 저촉되지 않도록 설계해야 한다.

14.2 시설의 무인화

시설을 무인화하는 경우에는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 무인시설에는 그 시설을 관리하고 있는 장소에서 원격 감시할 수 있도록 계측제어설비를 설치하는 것을 표준으로 한다.
- (2) 무인시설은 사고시에도 급배수에 주는 영향이 최소화되도록 유의한다.
- (3) 무인시설에는 적절한 침입방지대책을 강구한다.

15. 상수도 종합관리시스템

15.1 총칙

상수도 시설은 환경적 문제, 기술개발, 시설 노후화, 요금 체계 변화, 인건비 및 에너지 가격 변화 등 다양한 요소에서 영향을 받고 복잡하게 연결된 문제점 및 과제가 나타나게 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 종합적인 관리를 통한 체계적인 운영이 필요하게 되며, 컴퓨터 시스템을 도입하여 운영 관리하는 것이 상수도 종합관리시스템인 것이다.

상수도 종합관리시스템은 크게 수운영, 시설관리, 사무관리, 경영관리 시스템으로 나누어 질수 있으며, 이러한 4개의 구성을 연계하고 각각의 시스템이 갖는 데이터를 공유토록 함으로서 상수도 관련 업무간에는 유기적인 유대 관계가 형성되고, 시설의 효율적인 운용과 업무의 효율화가 가능하여 진다.

상수도 종합관리시스템과 관련된 도입 효과 및 기능은 다음과 같으나, 최대 기능을 나타낸 것이며 연관된 현장 설비 구축 여부, 컴퓨터 시스템을 구성하는 H/W 및 S/W 구축여부 및 현장 상황에 따라 일부 항목 또는 항목 내 일부만 해당될 수 있다.

15.2 수운영시스템

상수도 시설의 종합적인 운용 관리, 감시 제어와 의사 결정 지원을 목적으로 하여 수요 예측 기술, 최적 통계 기법, 관망 해석 지원, 시뮬레이션 기술 등을 응용하여 구축한다.

15.3 시설관리 시스템

시설 관리의 효율화 특히, 수용가 서비스에 시설의 유지관리 향상을 목적으로 하고, 지리정보시스템 및 CAD 시스템 기술 등을 응용하여 구축한다.

15.4 사무관리 시스템

일상의 업무에 전산 시스템을 도입하여 수요처에 대한 서비스 관리를 향상하고 사무환경 개선에 의한 업무의 고도화를 추구하는 기능을 수행한다.

15.5 경영관리 시스템

전반적인 상수도 사업의 합리적인 관리를 통해 경영 혁신을 목적으로 하는 시스템으로, 경영지원 관리와 관련되는 정보를 효율적으로 관리하여 의사 결정을 지원한다.

16. 정밀도 및 성능향상을 위한 고려사항

아무리 성능 좋은 계측제어설비라도 그것을 실현하기 위한 최종단계인 현장 설치가 불완전하게 되어 있다면 이상적인 제 기능을 충분히 발휘할 수 없게 되며 계기오차를 증가시키고 성능을 저하시키는 직접적인 원인이 된다.

계측제어설비가 이상적인 제 기능을 충분히 발휘하기 위하여 현장 설치시에 고려해야 할 주요 사항은 다음과 같다.

- (1) 악조건 환경에 대한 고려사항
- (2) 발신기의 설치 위치에 대한 고려사항
- (3) 도압배관에 대한 주요 고려사항
- (4) 배선에 대한 주요 고려사항