

8. 계측제어설비의 관리

8.1 총설

8.1.1 일반사항

(1) 계측제어(instrument and control)설비의 역할과 목적

상수도시설에 사용되는 계측제어설비는 상수도 공급시설 전반에 각각의 프로세스(process)별로 적합한 계측기기를 설치하여 그 측정 데이터를 수집하고 제어장치에 의해 적절한 제어와 정보를 처리함으로써 프로세스를 가장 합리적이고 유효하게 유지하여 먹는물 수질기준에 적합한 수돗물을 풍부하게 공급하기 위한 시설을 의미한다.

이를 위한 프로세스의 상태값으로는 일반적으로 양적 개념의 유량, 압력, 수위 등과 질적 개념의 탁도, 알칼리도, pH, 잔류염소, 전기전도도, 수온 등이 주요한 대상이 된다.

그러므로 계측제어설비에 포함되어야 하는 항목으로는

- 유량, 압력, 수위 등의 양적인 항목과 수질 등의 질적인 항목을 계측하는 것
- 계측한 결과에 의하여 프로세스가 최적의 상태로 유지되도록 제어장치에 의해 제어하는 것
- 계측한 결과 또는 제어명령을 원격으로 전달하기 위하여 변환 및 전송하는 것
- 수처리 기계설비나 장치를 자동으로 운전 또는 정지시키는 것
- 컴퓨터에 의한 고도의 감시, 제어 및 데이터를 관리하는 것

등이 포함된다.

(2) 운전관리의 기본

계측제어설비에 이용되는 계측제어기기에는 여러 가지의 검출 원리를 응용하고 각종 최신 기술을 이용한 많은 제품들이 있다. 이러한 장비들은 플랜트를 합리적으로 운전하기 위해 목적에 맞게 선택되고 설치되어야 한다.

상수도시설에 있어서 계측제어의 목적은 처리 공정의 계측, 제어의 자동화 및 집중관리에 의한 조작의 용이성, 확실성, 확실성 및 안전성 등의 확보에 있으며, 그 결과 다음과 같은 효과가 기대된다.

- 합리적인 상수도시설의 실현
- 경제적인 운전의 실행
- 생산성의 유지 및 향상
- 정수 수질의 유지

- 사고 방지 및 안전의 유지
- 인간 작업 곤란 조건에서의 운전 실행
- 수처리 관련 자료의 수집 및 처리가 용이함

(3) 유지관리의 기본

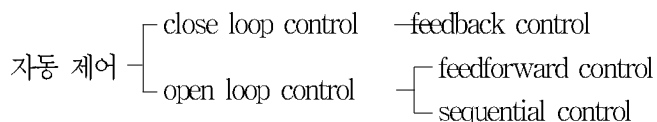
계측제어설비는 상수도시설의 공정을 파악하고 감시 제어방식 및 정보처리에 적합하며 가장 안전하고 신뢰성이 높아야 한다. 계측제어설비는 일반적으로 검출부, 지시부, 조절부, 조작부 및 전송부의 각 요소로 구성된다.

- 검출부
상수도시설 각 부분에 있어서 유량, 수위, 압력 및 수질 등의 변화량을 검출하고 신호로 변환하는 장치이다.
- 지시부
변화된 변량 신호의 지시, 기록, 표시 및 경보 등을 나타내는 장치이다.
- 조절부
유량, 수위, 압력 및 수질 등의 프로세스 상태값을 일정하게 유지하기 위하여 일정 기준에 따른 제어 신호를 발생하는 장치이다.
- 조작부
조절부로부터 제어 신호를 받아 제어 목적을 달성하기 위하여 동작하는 장치이다.
- 전송부
검출부, 표현부, 조절부 및 조작부 상호간을 신호로서 연결시키는 부분이며 신호방식으로 전기식, 공기식, 유압식 및 수압식이 있으며 신호는 주위 환경, 사용기기의 특성 등을 고려하여 선택 사용되어야 한다.

8.1.2 계측과 제어

(1) 자동 제어의 종류

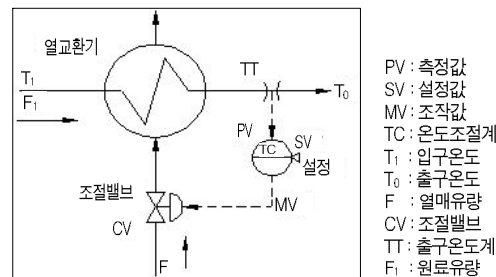
계측제어시스템은 계측, 판단, 제어 및 조작으로 구성되며 이를 인간이 행하는 경우 수동 제어, 기기로 행하는 것이 자동 제어이다. 상수도시설의 많은 공정에서 자동 제어가 적용되고 있으며 현재는 모든 산업에 있어서 자동 제어를 제외한 시스템은 생각할 수가 없으며 자동 제어의 종류는 다음과 같이 분류할 수 있다.



1) 피드백 제어(feedback control)

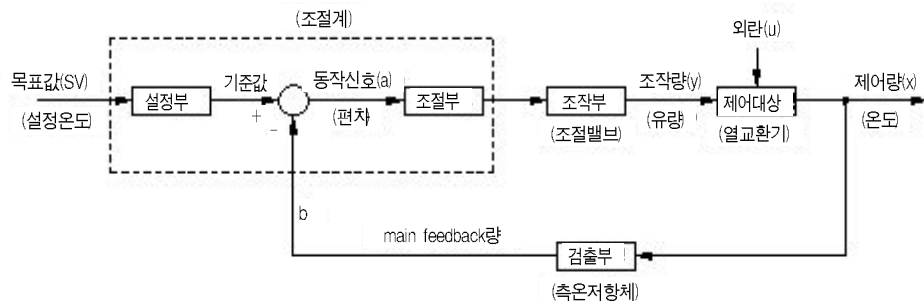
이 제어는 계측, 판단, 조작을 자동적으로 하여 궤환(feedback)을 수반하는 것으로서 피드백 제어라 한다.

이 피드백 제어는 프로세스 제어의 주류를 이룬다. 피드백 제어의 예로서 열 교환기의 온도 제어의 경우를 <그림 8.1.1>에 들어본다. 이는 제어의 결과(제어량:출구 온도)를 측온 저항체로 검출하여 이를 설정 목표값(목표값:설정 온도)와 비교하여 그 차이(편차:온도차)가 적도록 수정 동작(조작:조절변의 개폐 조작→유량 조절)을 행하여 설정값 대로 유지하는 것이다.



<그림 8.1.1> 피드백 제어의 예(열 교환기 온도 제어)

즉, 피드백 제어는 자동으로 측정, 비교, 계산, 수정의 동작을 하며 피드백 제어계에는 이런 기능을 하는 요소를 필히 구비하고 있다. <그림 8.1.1>의 온도 제어계를 간단한 블록(block) 다이어그램으로 계통화한 것이 <그림 8.1.2>이다.



<그림 8.1.2> 피드백 제어의 계통도

2) 피드포워드 제어(feedforward control)

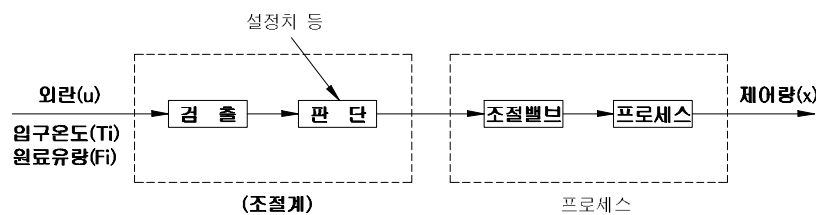
피드포워드 제어는 제어계에 외란이 들어온 경우 이것이 제어계의 출력에 영향을 미치기 전에 먼저 그 영향을 없애기 위하여 외란을 검출하여 필요한 정정 동작을 하는 제어방식이 된다.

피드백 제어는 외란의 영향이 출력에 나타난 후 편차를 없애도록 정정 동작을 하는 것으로 설정값의 급변, 외란의 급변 등의 경우는 과도적으로 제어가 어렵고 문제가 되는 경우가 많다. 이 점을 보

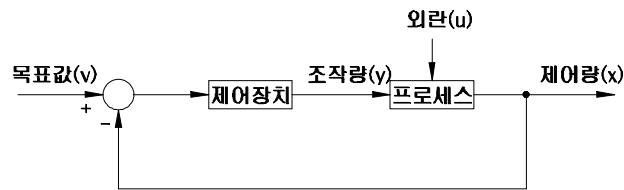
완한 것이 피드포워드 제어이다.

피드포워드 제어는 예로 <그림 8.1.3>과 같이 제어를 하는 것이다. 주로 외란으로 입구 온도 T_i 와 원료 유량 F_i 를 검출하여 입구 열량의 변화에서 출구 온도를 원래 값으로 유지하기 위해 열교환기에 열매 유량을 얼마로 하면 좋은가 판단하고 유량을 그와 같이 변화시키는 것이다.

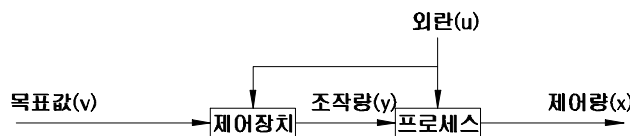
피드포워드 제어는 <그림 8.1.3>과 같이 제어의 결과가 피드백되지 않으므로 제어 루프(loop)가 폐(閉) 루프가 안 되고 개(開) 루프이다. 피드포워드 제어의 경우 외란과 제어 결과와의 인과 관계가 파악되지 않으면 외란의 영향을 제거할 수가 없다. 이 관계를 충분히 파악하는 것은 일반적으로 어렵고 그 인과 관계는 일정하지 않아 조건에 따라 변하는 경우가 많으며 일반적으로 피드포워드 제어가 단독으로 사용되는 경우는 적다.



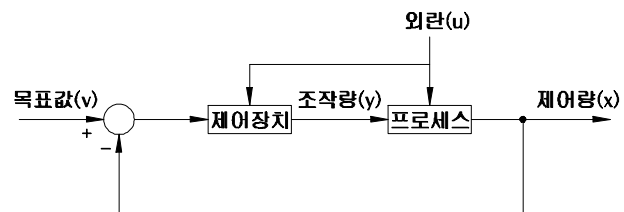
<그림 8.1.3> 피드포워드 제어의 일반형



(a) 피드백 제어계



(b) 피드 포워드 제어계



(c) 피드백 + 피드 포워드 제어계

<그림 8.1.4> 제어계 기본 블록(block)도

피드백 제어와 조합하여 사용하며 외란에 의한 과도적 제어의 어려움을 흡수하는 수법으로 이용한다. <그림 8.1.4>는 각 제어계의 블록(block)도를 제시한다.

3) 시퀀스 제어(sequential control)

시퀀스 제어는 정해진 순서에 따라 제어의 각 단계를 점차 진행하는 제어이다. 시퀀스 제어에서는 다음 단계에서 하는 제어 동작이 미리 정해져 있다. 시퀀스 제어는 전 단계에서 제어 동작을 완료한 후 또는 동작 후 일정 시간 경과한 후 다음 동작을 이행하는 경우 등이 조합되어 사용되는 일이 많다.

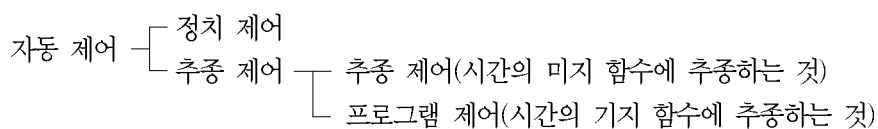
시퀀스 제어는 많은 곳에서 사용되고 노동력의 절감, 생산성의 향상, 설비 가동률의 향상, 작업 재현성의 향상, 위험 방지 등에 효과가 있다.

시퀀스 제어 장치로는 타이머나 릴레이를 조합한 것이 예전에 사용되었으나 최근에는 마이크로프로세서를 이용하여 간단히 프로그램할 수 있는 전용 장치(시퀀스 컨트롤러(sequence controller), 즉 프로그래머블 로직 컨트롤러(programmable logic controller)를 광범위하게 사용하고 있다.

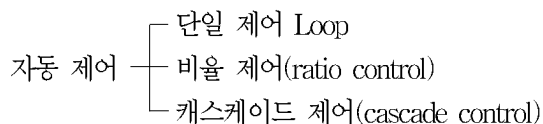
(2) 자동 제어의 형식과 분류

자동 제어계를 일반적인 방식으로 분류하면 다음과 같다.

1) 목표값에 의한 분류



2) 제어방식에 의한 분류



① 비율 제어(ratio control)

어느 제어량 X_1 가 타량 X_2 와 항상 일정 비율이 되게 하는 제어로서 목표값이 다른 양과 일정 비율로 변하는 제어계이다. <그림 8.1.5>에 비율 제어의 예를 제시하였다. 예에서 처리 수량을 기준으로 하고 그 값과 약품 유량과의 비가 일정하도록 약품 유량을 제어한다. $KF_o - F_a = 0$ 이 되도록 유량 제어계(FCI)에서 제어를 한다. 이것은 $K = (F_a/F_o)$ 이 된다.

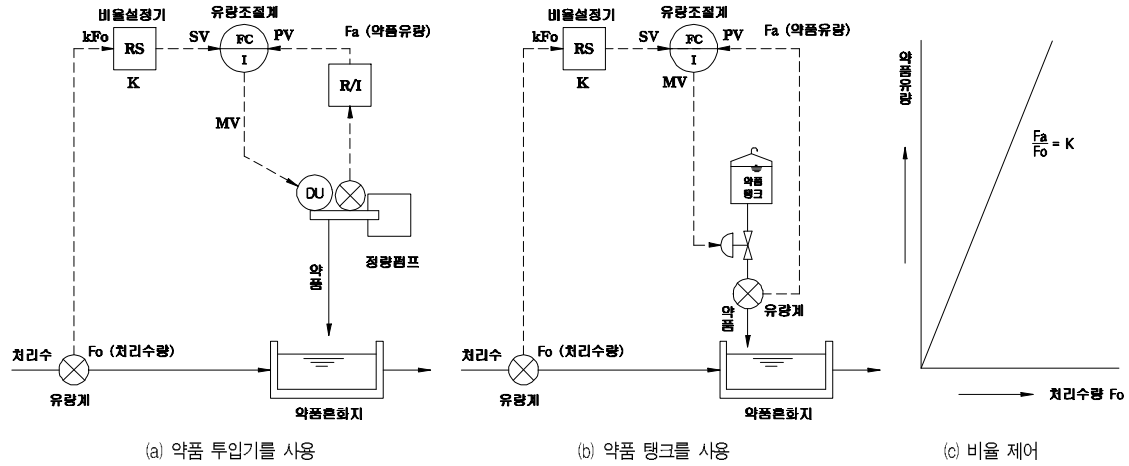
② 캐스케이드 제어(cascade control)

1개 또는 다수의 제어 장치의 목표값을 다른 제어 장치의 출력에 의해 지배하는 제어방식으로 제어 회로를 직렬로 결합한 것이다.

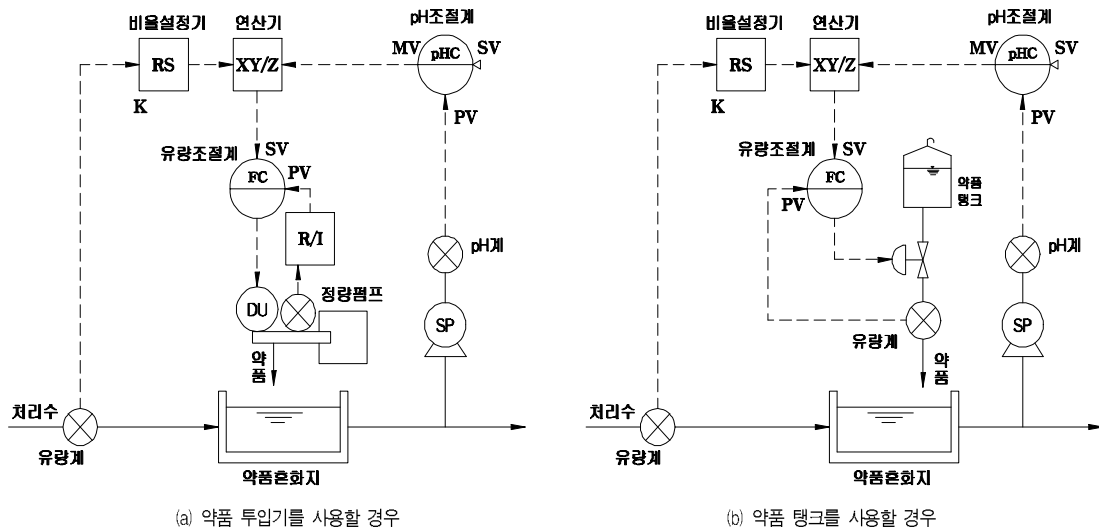
약품 유량 그 자체를 주어진 목표값에 따라 일정하게 제어해 놓고 pH값에 의한 조절계의 출력에 따라 유량의 목표값이 변한다. 즉, pH값을 일정하게 하도록 약품 유량 제어의 목표값을 지배하므로 유량 자체의 원압 변동 및 기타의 외란에 의한 약품 유량에 대한 영향을 방지하는 것

이 가능하다.

요약하면 이 방식의 목적은 외란을 전단 제어에서 흡수하고 다음 단계의 제어를 용이하게 하여 전체의 제어성을 향상시키는데 있다.



<그림 8.1.5> 비율 제어



<그림 8.1.6> 캐스케이드 제어(cascade control)

3) 사용 에너지원에 의한 분류

① 자력 제어

조작부를 동작시키는데 필요한 에너지를 제어 대상으로부터 직접 받는 제어로서 유체의 감압 제어 등에 쓰인다.

② 타력 제어

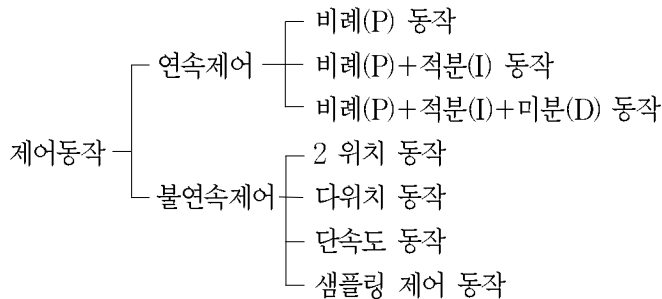
조작부를 움직이는데 필요한 에너지를 보조 에너지원으로부터 받는 제어로서 보조 에너지의 종류에는 공기압식, 유압식 및 전기식이 있다. <표 8.1.1>에 각 방식에 대한 장·단점이 나타나 있다.

<표 8.1.1> 타력 제어방식의 비교

	공 기 압 식	유 압 식	전 기 식
장점	방폭 지역이라도 설치 가능 보수성, 경제성이 뛰어남	응답이 좋고, 조작력이 매우 강하다.	개·폐(on·off) 조작이 간단하며 취급이 용이
단점	응답성과 히스테리시스 문제가 있다. (태책으로 포지셔너(positioner)가 필요)	보수에 약간의 기술이 필요하므로 보수 비용이 약간 높다.	방폭 대책이 필요하고 제약이 있다.

(3) 제어 동작의 분류

제어 장치에 있어 어느 동작 신호에 따라 조작량을 주어 제어 편차를 감하는 동작을 제어 동작이라 한다.



1) 연속 제어

연속적으로 제어 동작이 이루어지는 것으로서 비례 동작(P), 적분 동작(I), 미분 동작(D)과 그 조합 동작이 있다. 이중 P, PI, PID 동작이 실제로 많이 사용된다.

① 비례 동작(P 동작)

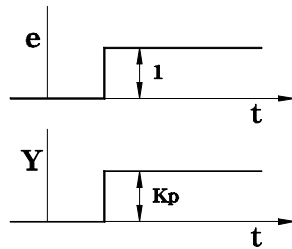
입력에 비례하는 크기의 출력을 내는 제어 동작인데 <그림 8.1.7>에 그 입출력 관계가 나타나 있으며 제어 동작은 다음 식으로 표시된다.

$$Y = K_p e = \frac{100}{P} e$$

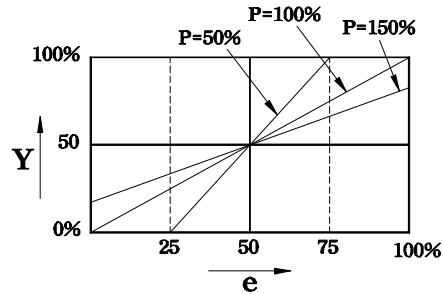
여기서, Y: 출력(조작량), e: 입력(편차), K_p 는 비례 이득량(proportional gain)이며 입력 변화에 대한 출력 변화의 비이다. 또한 $100/K_p = P(\%)$ 을 비례대(proportional band)라고 하는데 이는 <그림 8.1.8>에 나타난 바와 같이 출력이 0~100% 변화하는데 필요한 입력의 변

화폭(%)을 나타낸다.

비례 동작에서는 특성상 오프셋(offset)이 발생한다. 이 오프셋은 비례대를 작게 함으로써 감소시킬 수는 있지만 지나치게 비례대를 줄이면 헌팅(hunting)이 일어난다.



<그림 8.1.7> P 동작



<그림 8.1.8> 비례대

② 적분 동작(I 동작)

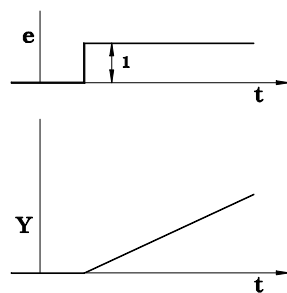
입력의 시간 적분값에 비례한 크기의 출력을 내는 제어 동작이며 <그림 8.1.9>에 그 입출력 관계가 나타나 있다.

편차가 존재하는 한 조작량은 변화를 계속함으로써 오프셋을 제거시키는데 일반적으로 P동작과 조합시켜 PI동작으로 사용한다. PI동작은 다음 식으로 나타낸다.

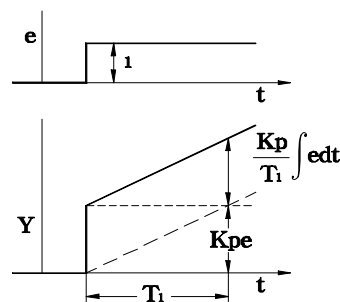
$$Y = K_p \left(e + \frac{1}{T_i} \int e dt \right) = \frac{100}{P} \left(e + \frac{1}{T_i} \int e dt \right)$$

여기서, T_i 를 적분 시간이라 한다.

<그림 8.1.10>에 T_i 가 나타나 있는데 조작량이 최초에 변화한 양의 2배로 되는 시간이 적분 시간이다. 또한 적분 동작에 의한 출력이 비례 동작에 의한 출력과 같게 될 때까지를 1 리피트(repeat)라 하고, 1분간에 몇 회 반복하는가를 나타낸 것이 적분율(repeat/min)이다. 적분율이 높을수록 강한 정정 동작을 한다.



<그림 8.1.9> I 동작



<그림 8.1.10> PI 동작

PI 동작은 오프셋이 없어지기 때문에 부하 변동이 큰 프로세스에서는 좋은 제어를 하지만 전달 지연이 큰 프로세스, 또는 불필요한 시간이 존재하는 경우에는 안정성이 나빠진다.

③ 미분 동작(D 동작)

입력의 시간 미분값에 비례하는 크기의 출력을 발하는 제어 동작으로서 편차가 일어나기 시작할 때에 큰 정정 동작을 가함으로써 프로세스의 지연을 없앤다.

D동작은 단독으로 사용되지 않으며 반드시 P동작, 또는 PI동작과 결합하여 사용된다.

<그림 8.1.11>에 이것의 입출력 관계가 나타나 있고 그것의 제어식은 다음과 같다.

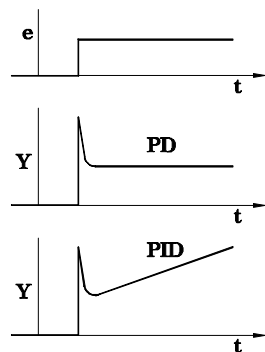
— PD 동작

$$Y = K_p \left(e + T_D \frac{de}{dt} \right) = \frac{100}{P} \left(e + T_D \frac{de}{dt} \right)$$

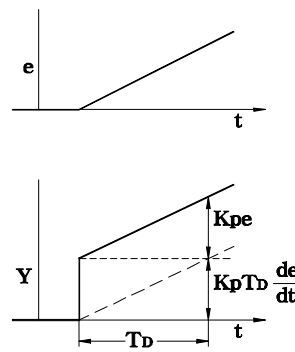
— PID 동작

$$Y = K_p \left(e + \frac{1}{T_I} \int e dt + T_D \frac{de}{dt} \right) = \frac{100}{P} \left(e + \frac{1}{T_I} \int e dt + T_D \frac{de}{dt} \right)$$

여기서 T_D 는 미분 시간이라 한다. 이것은 <그림 8.1.12>에 나타난 것과 같이 램프(ramp) 응답의 경우 비례 동작만에 의한 출력과 미분 동작만에 의한 출력이 같게 되는 시간이다. PID 동작은 어느 정도의 불필요한 시간이 있는 프로세스라도 양호한 제어를 할 수 있다.



<그림 8.1.11> PD, PID 동작



<그림 8.1.12> PD 동작

2) 불연속 제어

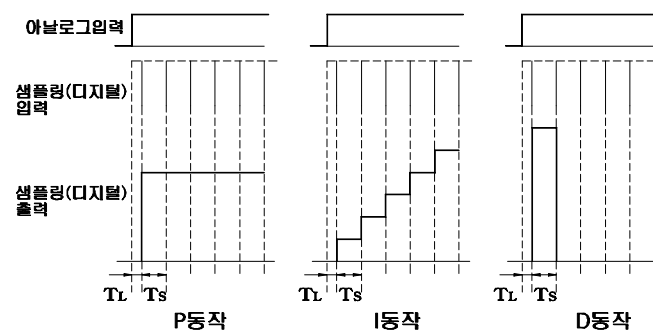
제어 동작이 불연속적인 것으로 2위치 동작과 샘플링(sampling) 제어 동작이 있다.

① 2위치 동작(개·폐(on·off) 동작)

조작량 또는 조작량을 제어하는 신호가 입력의 크기에 따라 2개의 정해진 값 중에서 그 중 하나를 취하는 제어 동작인데 시상수가 길고 불필요한 시간이 짧은 프로세스에서는 장치가 간단하기 때문에 전기난로 등과 같은 가전제품에 널리 사용된다. 개·폐(on·off) 동작이 조금 복잡한 것으로 다위치 동작이 있다. 이것은 개·폐(on·off) 동작이 2개의 조작을 하는 것에 비하여 2개 이상의 조작을 한다.

② 샘플링 제어 동작

제어시스템의 하나로써 샘플링에 의해 얻어진 간헐적인 신호를 이용하는 제어 동작이다. 연속 신호로부터 어느 순간의 값을 신호로서 추출하는 것을 샘플링이라 하는데, 여기서 말하는 순간이란 짧은 시간폭을 의미한다. 아날로그식 연속 동작으로 어느 정도까지는 제어의 속도와 정밀도를 높일 수는 있으나, 그 이상의 정밀도를 얻기 위해서는 디지털식 연산 기구가 필요하다. 그 때문에 컴퓨터를 이용한 DDC(direct digital control) 또는 시분할 제어는 샘플링 제어에 이용한다. <그림 8.1.13>에 샘플링 제어 동작이 나타나 있다. 샘플링 시점과 제어 편차가 발생하는 시각 사이에 차이가 생기면 그 응답은 그림에 나타난 시간 T_L 만큼 지연된다. 따라서 샘플링 주기 T_s 는 프로세스 시상수에 비해 매우 짧고, 또한 주요 외란 주기보다도 짧아야 한다.



<그림 8.1.13> 샘플링 제어 동작

<표 8.1.2>은 ISA(국제표준화기구) 가이드라인(guide line)에 의한 샘플링 주기의 예를 나타낸 것이다.

<표 8.1.2> 샘플링 주기(ISA guide line)

프로세스	샘플링 주기(sec)
유량	1
압력	5
액체	5
온도	20
성분	20

8.2 상수도시설의 계측제어

8.2.1 일반사항

상수도시설에 있어서의 계측제어설비는 계측기에 의한 현장 중심에서 정수장을 중심으로 공업 계기를 주체로 하는 계측과 시설의 감시 제어로 발전하여 왔으며 이 사이에 시퀀스 제어, feedback 제어로 대표되는 자동 제어 장치와 효율적, 경제적 관리, 노동 조건의 개선 등을 목적으로 한 원격 감시 제어 장치에 의한 집중관리방식이 정수장의 계측제어설비로서 정착하였다.

이와 같이 이전에는 토목, 전기, 기계설비의 부대적인 설비로 생각되어 왔던 계측제어설비도 상수도시설의 대규모화, 복잡화와 기술 혁신에 의해서 광범위한 분야에 자동화, 노동력 절감을 위한 설비로서 사용되고 있다.

계측제어설비는 그 역할의 중요성과 경영에 미치는 환경을 충분히 인식하여 가능한 장기적으로 안정된 기능을 유지시킬 수 있도록 유지관리해야 한다. 그 외에 프로세스 운전의 양부를 좌우하는 것은 어디까지나 운전원의 판단 기술이라는 것을 인식하고 계측제어시설의 기능 특성은 물론 상수도시설에 대하여 파악함과 동시에 각종 운전 데이터에서 플랜트의 상태를 정확하게 파악함으로써 최상의 운전효율을 유지하여야 한다.

또, 최근의 계측제어설비는 급격한 기술 혁신에 의하여 큰 변모를 하여 상수도시설 중에서도 가장 기술적 변화가 많은 분야로 되어 있다. 따라서 이것들의 설비 보수에 있어서는 이미 취득한 보수 기술의 향상을 도모하는 것은 물론 기술 혁신에 대응하는 설비 진단 기술 등의 새로운 보수 기술에 대하여도 적극적으로 습득할 필요가 있다.

모든 계측제어설비의 신호·통신용 케이블은 관케이블로 구축하고 유도선, 서지 등으로부터 설비를 보호하기 위한 전원용 서지프로텍터와 약전설비의 신호용 서지프로텍터를 설치하여야 하고 모든 접지시스템은 등전위화하여야 한다.

8.2.2 저수·취수·도수시설

취수시설로서의 저수, 취수, 도수시설은 취수댐, 취수탑, 취수문, 취수관거, 침사지, 집수매거 등으로 구성되어지는데 이에 대한 계측제어설비로는 수위측정, 압력측정, 유량측정, 개도제어 등을 행할 수 있는 원격감시 제어장치가 설치되어있다.

또한 취수시설보다 정수시설의 위치가 높을 경우 취수펌프를 사용하여 도수하게 되며 수량제어방식으로는 대수제어, 밸브개도제어, 회전수제어 등이 있다. 이러한 취수설비는 펌프의 사용 유무와는 상관없이 취수량의 제어를 위한 기계설비와 계측제어설비가 필수적으로 설치되는데 펌프의 원격제어와 밸브개도의 제어등을 통하여 원하는 임의의 수량을 취수할 수 있게 한다.

8.2.3 정수장

정수장의 계측제어설비는 현장 계측, 현장 조작 중심에서 공업 계기를 주체로 한 집중관리방식에 의한 감시·제어방식으로 발전하고 나아가서는 컴퓨터를 사용하여 보다 안정되고 확실한 감시·제어 방식으로 변화하여 왔고 계측제어는 상수도시설 전반에 영향을 미치고 있다.

그 중에서도 정수장에 있어서는 그 시설의 중요성에서 안전성, 신뢰성, 생산성 향상의 추구, 운전의 합리화 추진 등의 결과로 계측제어화가 가장 발전하여 상수도시설에 있어서의 계측 및 제어의 중심적인 부분이 되어 있다고 하여도 좋다.

정수장의 각 공정에 필요한 계측의 일반적인 항목으로는 다음과 같은 것이 있다.

(1) 착수정

착수정에 있어서는 유량, 수위, 수질(탁도, pH, 알칼리도 등), 수온 등이며, 이것들의 계측값에 의하여 착수정의 유량, 수위 제어 및 전염소 주입 제어 등이 실행된다.

(2) 혼화지~침전지

혼화지에 있어서는 응집제 등의 약품 주입 제어가 실행되고 침전지에 있어서는 수위, 수질 등이 계측되어 수위 제어, 슬러지 제어, 응집기 운전 제어 등이 실행되며, 수질 계측기가 중요한 역할을 담당하고 있다. 그러나 그 보수관리에는 공업 계기와는 다른 배려가 필요하다.

(3) 여과지

여과지에서의 계측항목은 유량, 수위, 손실수두 등이며 제어 항목으로는 여과지수위, 여과지 역세척, 역세척 탱크 수위 등이 있다. 그 중에서도 통상 여과지 역세척 제어는 여러 종류의 밸브를 대상으로 한 전형적인 시퀀스 제어인데 제어 대상 밸브는 관랑 내에 설치되어 있으므로 습기 또는 염소의 영향을 받기 쉽고 현장반 및 구동부의 고장이 발생하기 쉽다.

(4) 정수지 및 배수지

정수지 및 배수지에 있어서는 유량, 수위, 수질(탁도, 잔류염소, pH 등) 등이 계측되며 이외에 정수지에서는 염소 주입 제어가 실행된다.

(5) 배출수 처리시설

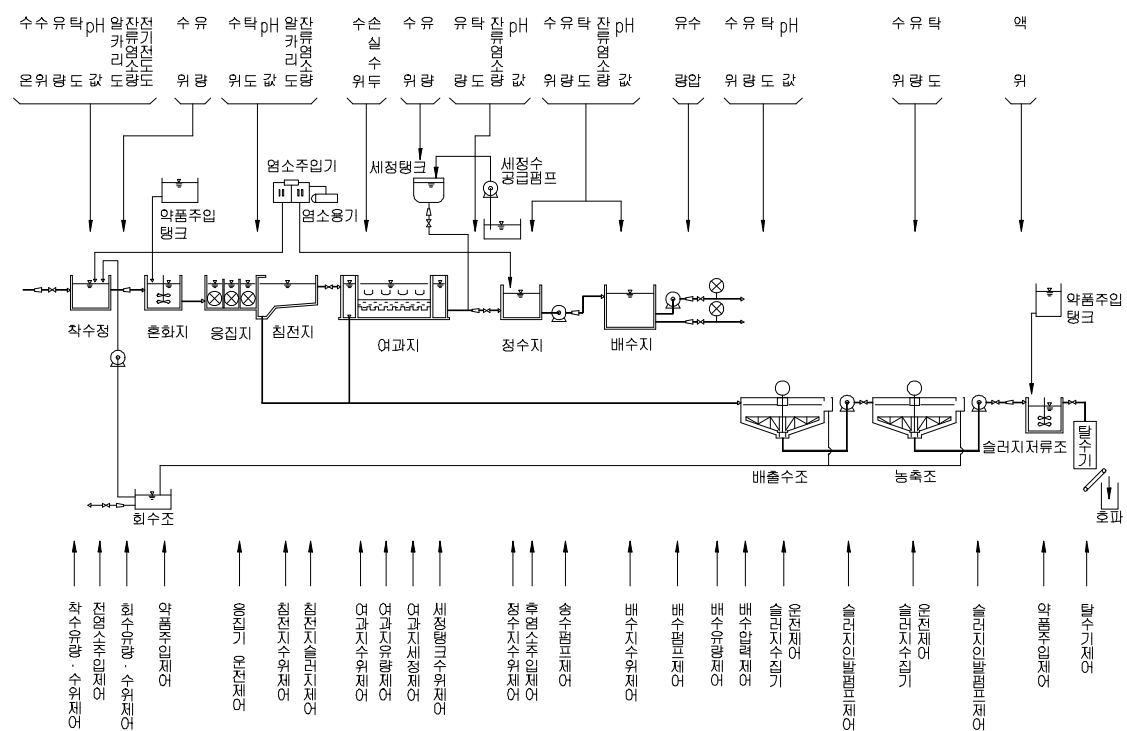
배출수 처리시설에는 농축, 탈수, 건조 등의 공정이 있으며 계면계, 슬러지 농도계, COD계 등과 같은 계기류가 사용되고 정수처리 공정과는 다른 계측 및 제어 항목이 있다. 또 주위 환경조건에 의해 기기가 부식 또는 오염되기 쉬우므로 설치 조건 등을 충분히 고려할 필요가 있다.

(6) 펌프 및 기타 전기, 기계설비의 계측제어

도수펌프, 송·배수펌프 등의 대형 펌프는 운전(기동, 정지)의 시퀀스 제어와 운전 중의 용량 제어에 관계되는 피드백 제어의 양면 제어가 행해진다. 펌프계의 용량 제어항목은 토출측의 유량, 압력, 수위, 흡입측의 압력, 수위 등이 있으나 결과적으로 부하 곡선의 변화(토출밸브 개도 제어) 또는 펌프 특성 곡선의 변화(회전수 제어, 대수 변경 제어)에 귀착된다. 배수펌프는 배수량의 프로그램 제어 또는 관망 말단압 일정의 계산 제어, 기타의 주펌프는 토출 유량 또는 수위의 정치 제어가 많으나 계통 운전을 고려하는 방식이 진행함에 따라서 목표값의 자동 변경방식이 취하여지게 된 것으로 생각된다.

수변전설비나 자가 발전설비의 감시 제어설비는 정수장 계측제어의 일환으로 통일적으로 처리되는 것이 일반적이다. 또 급속 혼화기(flash mixer) 플록 형성기(flocculation basin) 등 수처리상 중요한 기계류도 보통 계측제어의 일환으로서 관리실에서 운전 상황의 표시와 고장 경보를 행하는 일이 많다.

위에서 기술하여 온 정수장에 있어서의 일반적인 계측 항목 및 제어흐름은 <그림 8.2.1>과 같으며 약품 주입량, 각종 밸브, 수문의 제어, 펌프의 회전수, 압력 등은 제외되고 있다.



<그림 8.2.1> 정수장의 계측 및 제어 흐름도(flow sheet)의 예

이와 같은 정수장 계측제어의 계측과 제어의 대상은 기본적으로는 유량, 수위, 수압, 수질이다. 그러나 그 항목 및 점수는 상당한 수에 이르고 있으며 이들의 계측제어 계기 전부를 정상 가동하고 시

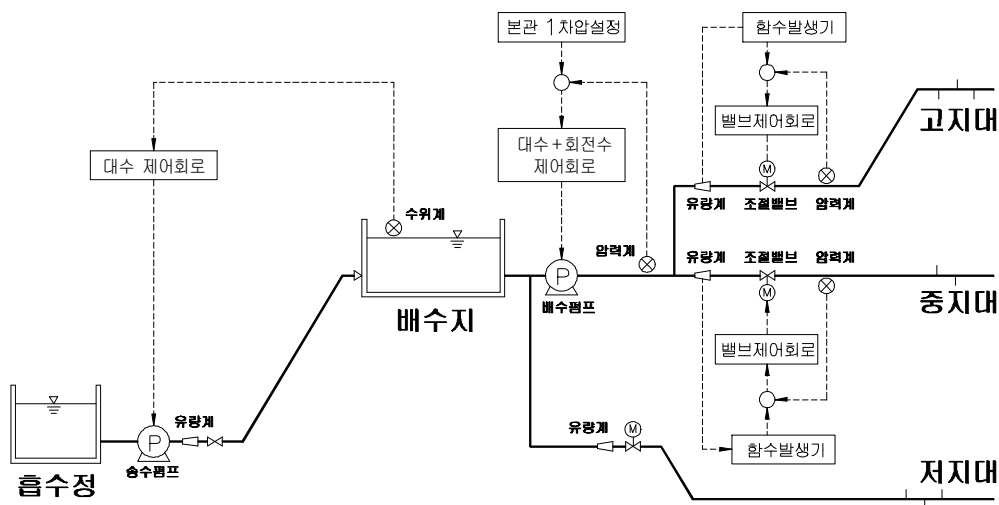
설의 안정된 운전을 하기 위해서는 계측제어 계기 자체가 신뢰성이 높은 것이어야 한다는 것이 가장 중요하다.

그러므로 각종의 제어 장치는 기계적 접점을 갖는 릴레이식에서 반도체화된 시퀀스, 또한 마이크로 컴퓨터 등 신뢰성이 높은 것이 사용 되도록 되어 있으며 정수장의 계측제어 및 제어의 신호 전송에 대하여는 전력 계통으로부터의 유도장애 또는 뇌해에 대한 충분한 배려가 필요하다.

이외에 약품 주입 제어나 배출수 처리 제어의 공정에서 각종의 수질 계기류가 중요한 역할을 담당하고 있는 것도 정수장 계측제어의 특징이다. 수질 계기는 공업 계기에 비하여 그 정도를 유지하는데 있어서의 보수 작업량이 많은데 그 보수관리도 또한 매우 중요하다.

8.2.4 송·배수시설

송·배수시설의 계측제어는 펌프, 밸브, 배수지의 수위를 제어하는 제어장치와 유량, 수위, 수압 등을 계측하는 계측장치로 대별된다. 그 중에서도 펌프의 운전 제어장치는 송·배수시설의 계측제어의 주체를 이루는 것이다. <그림 8.2.2>는 송·배수시설의 계측 및 제어 흐름의 예인데, 펌프의 제어에는 유량 제어, 수위 제어 및 수압 제어가 있다. 또 펌프의 제어방법으로서는 대수 제어, 회전수 제어 및 밸브 제어가 있고 다시 회전수 제어에는 이차 저항방식, Kraemer방식, Scherfius방식 등이 있으며 전동기 용량이나 설치 조건에 따른 방식이 채택되고 있다.



<그림 8.2.2> 송·배수시설의 계측제어 예

이들 펌프설비의 계측제어에 있어서의 계측항목은 유량, 수위, 수압, 전력 관계 용량인데 그 점수는 비교적 작고 정도도 특히 높은 것은 요구되지 않는다. 오히려 계측보다 제어장치에 있어서의 안정되고 확실한 동작을 요구하는 것이 특징이다.

또 최근의 제어장치는 반도체화된 것이 많아지고 있다. 한편 펌프설비는 운전에 의한 소음을 수반하므로 그 대책으로 밀폐도가 비교적 높은 건물 내에 설치되는 경향이 있다. 그러므로 실온이 상승하기 쉽고 반도체화된 장치류에 있어서는 온도, 습도의 면에서 한 조건부에서 사용되게 된다.

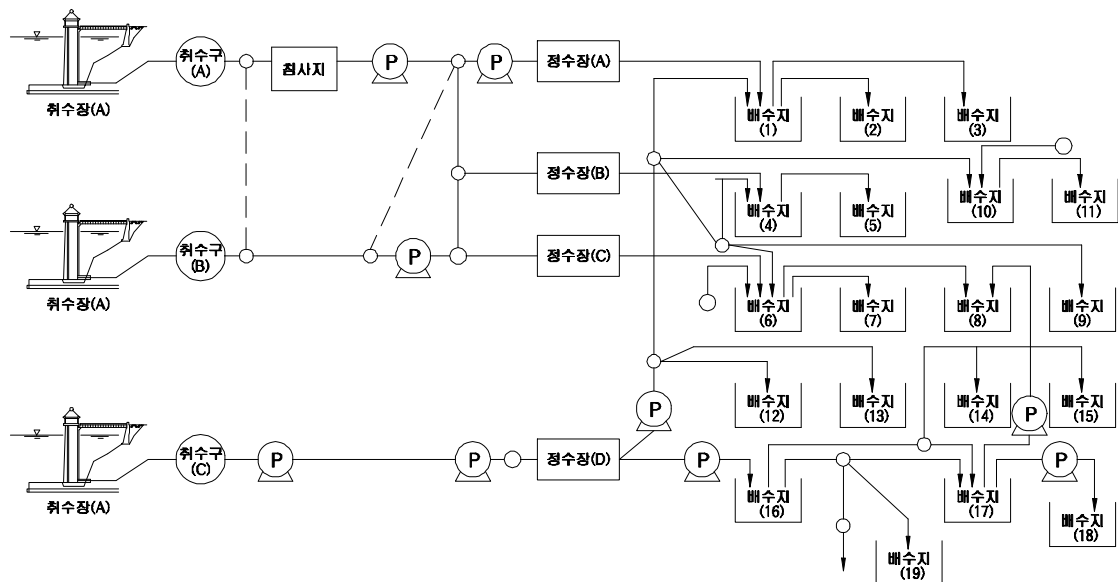
또 운전 조작면에서는 원격 감시 제어장치에 의한 원격 조작은 회전수 제어나 대수 제어를 전부 자동적으로 실행하는 전자동 제어방식 등을 채택하게 되어 현장에 운전원 또는 보수원이 상주하지 않는 무인화 시설로 하는 경향이 있는 것도 송·배수시설의 특징이다.

펌프설비가 정지하였을 경우 단수 사고가 발생하는 일이 많으므로 계측제어설비의 점검·정비 등의 보수 작업은 송·배수의 영향을 최소화하는 시기, 시간대 등을 선정하여 계획적으로 실시하는 것이 필요하다.

8.2.5 계통 운영 제어

상수도시설의 복잡화, 대규모화, 또는 광역화되는 가운데 시설을 적절하고 경제적으로 운전하여 안정 급수를 도모하기 위해서는 취수에서 배수까지의 시설 전체의 가동 상황을 상시 파악하고, 각 시설마다 상호 관련시키면서 그때그때의 상황에 따른 최적의 수운영을 할 필요가 있다.

이것들은 계통 운용 제어 또는 배수 컨트롤이라고 불리우는데 형태로서는 한 사업체 내의 취수장, 정수장, 배수장, 펌프장 배수 관망까지와 같은 단일 계통 또는 복수의 계통을 대상으로 한 것, 나아가서는 복수의 사업체에 의한 광역상수도망을 대상으로 한 것 등이 있다.



<그림 8.23> 계통 운용 제어의 예

계통 운용 제어에 사용되는 계측제어시설의 구성 예로서는 다음과 같은 것이 있다.

- ① 텔레미터시스템(텔레컨트롤을 하는 경우도 있다)을 기본으로 한 것
- ② 텔레미터시스템을 주체로 컴퓨터를 종으로 한 것
- ③ 컴퓨터를 주체로 텔레미터시스템을 종으로 한 것

어느 것을 채택한다고 하여도 그 사업체의 시설의 규모, 특성, 관리 계통 등의 제반조건에 가장 적합한 것이어야만 하는 것이 바람직하다.

<그림 8.2.3>은 복수 계통을 가진 사업체의 계통 운용 제어의 예이다.

이와 같은 복수의 계통이 유기적으로 결합하고 또한 취수에서 배수까지 계통 전체의 수량 균형을 잡기 위해서는 데이터 전송설비에 의하여 수집된 데이터를 감시와 제어에 이용하는 것은 물론 계통 내 시설 전체를 경제적으로 운전하기 위하여 다수 데이터의 분석, 처리를 신속하게 실행하는 데이터의 이용 기술, 즉 소프트웨어를 확보하는 것이 중요하다.

시스템 전체의 신뢰성을 유지하기 위해서는 전송설비를 포함하여 검출단기기의 보수가 극히 중요하며 보수에 있어서는 점검, 정비의 내용 및 스케줄 등에 대하여 충분히 고려할 필요가 있다.

8.3 컴퓨터 제어

컴퓨터 제어는 제어장치에 컴퓨터를 도입하고, 고도의 기능을 이용하여 프로세스 제어를 하는 방식으로 1950년대 후반에 시작하여 그 후 지속적인 발전을 이룩하면서 오늘에 이르렀다.

프로세스 제어용 컴퓨터는 과학 기술 계산, 사무처리에 쓰여지는 범용 컴퓨터 및 비즈니스 컴퓨터보다 일반적으로 소형의 미니컴퓨터 및 마이크로컴퓨터가 많이 쓰이고 있다.

최근에는 반도체 기술의 발전에 따라 마이컴의 이용이 증가되고 있고 더욱 더 기능이 확대된 미니컴(슈퍼 미니컴)의 출현에 따라 아날로그 공업 계기 분야에 디지털 제어 기술이 크게 적용되고 있으며, 이에 따른 계층형 시스템의 적용과 컴퓨터 제어시스템의 적용 범위는 점점 확대되어 가고 있다.

8.3.1 상수도시설에의 적용

정수장이 수행하여야 할 기능은 수질의 확보와 수량의 확보이다. 또, 계측제어시스템은 정수 프로세스의 관리 운영의 면에 있어서 자동화의 정도에 따라 다소의 차이는 있으나 없어서는 안 되는 필수시스템이다.

정수 프로세스에 있어서의 계측제어 항목은 다음과 같다.

- 취수 게이트 제어
- 착수정 수위 제어(취수, 도수펌프의 대수 제어, 취수 유량 제어 등을 포함)
- 도수(원수) 유량 제어
- 약품(LAS, PAC, 가성소다, 소석회, 알긴산소다, 불소, 활성탄 주입)

- 여과 유량 제어
- 여과지 시퀀스 제어
- 표면세척·역세척 유량 제어
- 전 염소 및 후염소 주입 제어
- 송·배수 유량, 압력 제어(펌프 대수, 속도 제어 등을 포함)
- 기타 보조설비 제어(오수펌프 제어, 반송수 제어, 슬러지처리를 위한 약품 주입제어)

상수도 계측제어시스템은 수량 확보를 위한 제어와 수질 확보를 위한 제어로 분류된다. 전자로는 착수, 도수, 원수, 여과수, 송·배수 제어 등이 있으며, 후자로서는 약품, 염소 주입 제어 등이 있다.

상수도 계측제어시스템은 다른 플랜트 계측제어시스템과 비교하여 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

- 상수도 프로세스는 취수설비, 정수설비, 송·배수설비 등으로 분리되어 수용가에 갈 때까지의 넓은 지역에 걸쳐서 존재하는 광역시스템이다.
- 유량, 수위, 압력에 관한 계측제어가 주체이고 조작단기기는 대부분 펌프나 전동밸브 전동력 기기이다.
- 연속 프로세스 중에 여과지 운용의 배치 프로세스를 위시하여 펌프의 운전, 정지, 밸브의 개폐 등의 복잡한 시퀀스 제어를 포함하고 있다.
- 상수도 플랜트는 공공사업이며 생산 정지는 허용되지 않는다. 또 프로세스의 성격상과도 특성이나 제어 정도에 비하여 신뢰성이 높고 장기적으로 안정성이 중요시 된다.
- 물의 소요량은 변동이 크고 송·배수계의 제어는 광범위한 제어 능력이 필요하다. 또 설비는 장기 계획에 따라서 진행되므로 시스템의 입안, 계측제어기기의 선정에는 충분한 고려가 필요하다.

(1) 데이터 로깅(data logging)

데이터를 연속적, 자동적으로 수집, 개선, 지시하고 또한 데이터를 평가하기 쉽도록 연산처리를 하는 기능을 갖는 것을 데이터 로깅이라고 한다.

(2) 운전자 지침(operator guide)

컴퓨터가 프로세스 최적 운전 조건이나 안정 상태를 계산하여 운전원에게 운전 지시를 한다.

(3) SPC(set point control 또는 supervisory process control), SCC(supervisory computer control)

컴퓨터가 프로세스의 데이터 또는 입력, 출력의 측정 데이터로부터 그 프로세스의 최적 운전 조건을 계산하여 아날로그 또는 디지털 조절기로 설정값(set point)을 조작하도록 한 것인데 뒤에서 설명할 계층형 제어시스템의 제 2레벨로 사용될 경우에는 SCC라고 한다.

(4) DDC(direct digital control)

아날로그 조절계를 사용하지 않고 필요한 논리 동작 기능은 컴퓨터가 직접 계산하며 그 결과가 컴퓨터로부터 D/A 변환기를 경유하여 조작단으로 제어 신호가 보내지는 방식이다.

8.3.2 컴퓨터 제어시스템의 구성

컴퓨터 제어는 프로세스의 구성 및 운전 측면에서 제어 기능의 성능, 안전 경제성, 보존성 및 변경 또는 확장 등을 고려하여 처리장치를 조합한 복합 컴퓨터시스템으로 구성된 경우가 많다.

(1) 이중화 시스템

1) 듀얼 시스템(dual system)

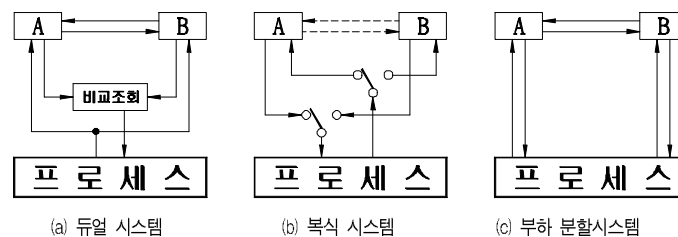
A, B 두 개의 컴퓨터가 병행하여 처리를 하고 각각의 처리 결과를 비교하여 일치하지 않는 경우에는 각 시스템을 고장 진단하여 이상이 있는 시스템을 분리시키고 나머지 한 시스템으로 운전을 하는 것인데, 시스템의 MTBF가 크게 향상된다.

2) 복식 시스템(duplex system)

온라인(on-line)제어를 하고 있는 A 시스템이 고장나면 대기 또는 별도의 업무를 처리하고 있는 B 시스템으로 전환되는 방식인데, 전환에는 약간의 시간을 필요로 하지만 경제적인 시스템이다.

3) 부하 분할시스템(load share system)

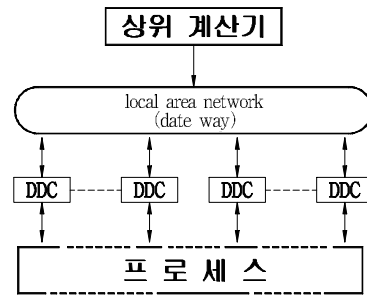
A, B 두 시스템의 컴퓨터가 플랜트 제어를 분담해서 처리하는 시스템이다. 이 중 한쪽 시스템이 고장이 나면 제어 기능의 일부가 마비되므로 N대의 컴퓨터에 대한 대기 예비용 시스템을 구성함으로써 신뢰성의 향상을 도모할 수 있다. <그림 8.3.1>에 각 시스템의 구성이 나타나 있다.



<그림 8.3.1> 이중화 시스템의 구성

(2) 분산형 제어시스템

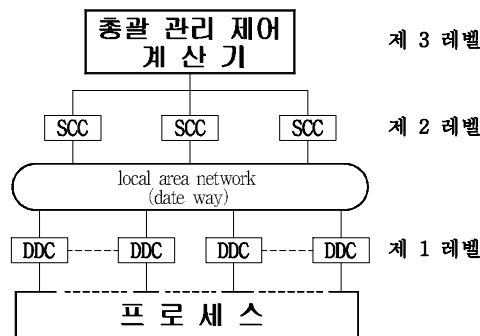
프로세스를 여러 그룹으로 나누고 각 그룹별로 설치된 단말 컴퓨터와 이들 시스템을 전체로 관리하는 상위 컴퓨터를 LAN(local area network)으로 상호 결합한 방식으로, 제어의 분산과 운용 보수관리면에서 집중화를 기할 수 있다. <그림 8.3.2>에 이 시스템에 대한 구성이 나타나 있다.



<그림 8.3.2> 분산형 제어시스템의 구성

(3) 계층형 제어시스템

분산형 제어시스템을 한층 대형화시킨 것으로 <그림 8.3.3>에 나타난 바와 같이 여러 개의 컴퓨터가 계층으로 구성되는 계층형 시스템(hierarchy system)이다. 제 1레벨에서는 DDC를 배치하여 프로세스를 직접 제어하도록 하며, 제 2레벨은 최적 제어 및 작업 조직을 결정하는데 일반적으로 미니컴 레벨의 컴퓨터가 사용된다. 제 3레벨에서는 공장 전체의 생산 계획을 기준으로 총괄관리 제어를 하는데, 고도의 기능을 갖고 있는 슈퍼 미니컴 레벨의 컴퓨터가 사용된다.



<그림 8.3.3> 계층형 제어시스템의 구성

8.4 통합 운영시스템

통합 운영시스템이라 함은 적어도 1개 이상의 정수장을 원격지에서 감시 또는 제어할 수 있도록 구성되었으며 다수의 정수장에 대한 원격감시제어를 수행할 수 있도록 구축된 시스템을 말한다.

통합 운영시스템은 각 정수장에서 단위공정에 대한 자동운전을 구현하고 각 단위공정을 원격지인 통합센터에서 감시 및 제어가 가능한 정도의 자동화가 완료되어 여러 정수장을 대상으로 효율적이고 안정적인 운전을 도모하고자 하는 시스템이다.

8.4.1 개요

통합 운영시스템은 실시간 감시 제어 기능을 갖는 SCADA 서버, 데이터관리를 위한 DB 서버, 운영자용 및 감시용 컴퓨터, 정수장의 구·내외설비의 감시를 위한 화상전송설비 및 프로젝터, 네트워크 및 통신 장비 등으로 구성되며 각 정수장에서 운영되고 있는 모든 입·출력 포인트는 통합운영센터로 전송되어 처리되어 수도시설을 통합하여 운영할 수 있도록 구축된 시스템을 말한다.

(1) 구성설비

<표 8.4.1> 구성설비와 규격

설 비 명	규 격	설치장소	비고
Server (SCADA, DB)	Xeon MP 2.7GHz CPU(최대 8개 지원, RAM 8GB(최대 64GB) HDD 146.8GBx5EA, TFT LCD 21" 이상, S/W 일체 포함	통합센터	
Application DB server	Xeon MP 2.7GHz CPU(최대 4개 지원, RAM 4GB HDD 146.8GBx5EA, TFT LCD 21" 이상 S/W 일체 포함	통합센터	
COS	PentiumIV 2.8GHz CPU, RAM 4GB HDD 120GBx2EA, TFT LCD 24" 이상, S/W 일체 포함	정수장	
운영자용 컴퓨터	PentiumIV 2.8GHz CPU, RAM 2GB HDD 160 GBx2EA, TFT LCD 24" 이상 Ethernet, Serial I/F, S/W 일체 포함	통합센터, 정수장	
네트워크 보안반	방화벽, 보안관제시스템 및 rack 포함	통합센터	
Router	세부내역 참조	통합센터, 정수장	
CSU	64Kbps-EI, 입출력 각 2CH	통합센터, 정수장	
DSU	9.6kbps 이상 가변형, 56/64kbps	통합센터, 정수장	
스위칭 허브 네트워크장치	10/100BASE-T(X): 24PORT 이상	통합센터, 정수장	
화상전송설비	DVR, CODEC 등	통합센터, 정수장	

(2) 시스템 기능

1) SCADA server

개방형 dual SCADA 서버로 구성하며 권역 내 여러 정수장의 시스템에서 데이터를 수집하여 처리하며 DB server에 데이터를 제공한다. 감시 제어 소프트웨어를 통해 권역 내의 모든 수도시설 감시제어가 가능하도록 구성한다. 권역 내 각 정수장부터 통합운영센터의 구내까지 모든 네트워크관리

기능을 갖고 기타 사위의 정보시스템으로 필요한 데이터를 연계 전송할 수 있도록 구성하며 위성으로부터 표준시간을 수신받아 모든 시스템의 시간동기를 조정하여 데이터의 오차를 방지하도록 구성된다.

2) DB server

이중화 RDBMS 프로세서로 구성하며 일관성 있는 데이터를 제공하기 위해 데이터관리, 보고서 작성 및 데이터베이스 응용을 포함한 데이터베이스 운영을 담당하도록 한다. DB 서버는 SCADA server의 실시간 데이터베이스에서 데이터를 수집하여 저장하고, 데이터를 주고받을 수 있는 구조이어야 한다. 다른 응용프로그램에 데이터를 제공할 때의 데이터 테이블 구성은 기본 테이블 내에서 가공되어 별도로 재구성하여 제공할 수 있는 구조이다. DB 형태는 DB 표준화 안을 수립한 후 표준화안의 결과를 적용하여 구성된다.

3) Application DB 서버

통합운영센터 DB server로부터 정보 공개가 필요한 데이터 및 권역 내 운영데이터를 어플리케이션 프로그램을 통하여 다른 시스템에 제공하는 역할을 담당한다.

4) 운영자용 컴퓨터

통합운영센터의 운전 요원들이 권역 내 정수장 및 사업장의 시설 운영 상태를 감시하기 위한 운영자용 컴퓨터를 말하며 탑재되는 감시제어 MMI소프트웨어는 SCADA 또는 DCS용 MMI와 동일하다.

5) 관계형 데이터베이스(RDBMS)

DB 형태는 통합센터의 데이터를 합리적이고 효율적으로 구축하여 활용에 최적이 되도록 DB 표준화 안을 수립하여 그 결과를 적용하여 구성하되 시스템에는 최소한 다음의 특징을 포함하여야 한다.

- 데이터베이스의 변경은 운용자 콘솔 및 데이터처리장치에서 할 수 있도록 하고, broadcast process 기능이 있어 변경, 수정된 데이터베이스 내용이 다른 node에 broadcast 되어서 데이터베이스의 일관성을 유지하여야 한다.
- 데이터베이스는 관계형 데이터베이스 구조를 가져야 하며, 각 데이터베이스 내의 데이터는 독립적인 관계를 유지해서 데이터의 삭제, 삽입, 갱신 등을 쉽게 할 수 있어야 한다.
- 데이터베이스 관리시스템은 관계형 DBMS로 어떤 시스템과도 호환성이 있어 프로그램을 다른 기종에서도 실행할 수 있어야 한다.
- 저장장치에 있는 데이터베이스는 수시로 데이터의 검색이나 조작을 요구하는 질의에 대하여 실시간 처리응답을 해야 한다.
- 데이터의 구성방법, 형식, access방법이 변경되면 이에 관련된 응용프로그램도 같이 변경되어야 한다.
- 여러 사용자가 동시에 데이터베이스를 access해도 데이터간의 모순성이 일어나지 않도록 병행수행제어를 할 수 있어야 한다.
- 통합센터 또는 정수장에서 작성하는 보고서는 RDBMS에서 추출하여 작성하는 것을 원칙으로 하여 데이터의 신뢰성 및 일치성을 확보토록 한다.

6) 네트워크 보안반(network firewall station)

설치되는 네트워크 보안반은 사내망 또는 공중망(인터넷망 등) 입구에 위치하여 외부로부터의 불순한 접근이나 내부 사용자의 불법 정보유출을 원천적으로 차단하여 내부 데이터를 안전하게 지켜주도록 다음과 같은 방화벽 기능을 포함하고 있어야 한다.

① 방화벽 기능

이 설비는 상황분석기법(stateful packet inspection) 적용하며 강력한 해킹차단 능력을 발휘할 수 있도록 다음과 같은 기능이 있어야 한다.

- Firewall 및 VPN(virtual private network) 통합 기능
- DPI 엔진을 이용한 IPS 기능제공
- FIPS 알고리즘을 이용하여 정책 수에 상관없는 속도제공
- 패킷필터링과 다양한 전용 프록시를 제공하는 하이브리드 방식
- 네트워크 주소변환(NAT: network address translation) 기능
- 주기적 로그백업 및 환경 DB 백업 기능
- 타보안제품과의 연동을 위한 ASEN API 및 SNMP Trap 제공

② 기타 기능

- 바이러스 및 worm 차단 기능
- 국내 K4 인증 IDS 및 통합 ESM과의 연동기능 제공
- Stateful inspection보다 진화한 DPI(deep inspection) 엔진 탑재

(3) 음성경보 및 고장 자동통보시스템

1) 음성경보 및 고장 자동통보시스템(통합운영센터)

시스템에 지정된 태그(tag) 및 event 상황에 대해 기설정된 등급에 따라 통합센터 내에 음성경보를 발하고 또는 긴급 상황이 발생하였을 때 관련자에게 호출기, 휴대전화 등으로 현재 상황을 통보하고 관련자가 무선 불통지역이나 전화기, 호출기를 휴대하지 않았을 경우 현재의 상황을 전화를 걸어 통보받고 리셋을 행할 수 있어야 한다.

2) 기능

- ① 긴급상황이 발생했을 때 시스템의 모니터상에 문제 발생 내역을 표시하고 설정된 등급에 따라 음성경보 및 주요 관련자의 호출기, 휴대전화로 통보한다.
- ② 관련자의 등급 및 휴대전화 정보는 사용자가 자유로이 설정할 수 있도록 한다.
- ③ 관련자가 전화를 걸어 확인 및 리셋(reset)이 가능하여야 한다.
- ④ 발생한 상황에 대하여 상황발생시각, 내용 등을 지정한 프린터에 자동 출력하고 그 내용을 파일의 형태 또는 데이터베이스의 형태로 저장한다.
- ⑤ 저장된 기록에 대해서는 사용자가 자유로이 검색할 수 있도록 한다.

3) 구성

① 시스템 기능

정수장 중앙조정실의 주제어설비와 통합센터 간에 데이터를 송수신하여 이상상황 발생시 관련자에게 경보 알람과 자동응답을 전달하는 시스템이다.

② 하드웨어 최소사양

㉠ ARS card : 4ch

㉡ ARS server

Pentium 4 processor(L2 1M cache), RAM 기본 512MB/최대 4GB DDR

HDD: 36GB U320 10K Drive, TFT LCD 17"

㉢ Voice TTS(text to speech) module

코퍼스 기반 음성합성, 동시지원 ch(real time 120ch)

③ 소프트웨어

각종 상황을 자동으로 감지하여 이상상황이 발생하였을 때 그 내용을 경보 서버의 화면에 표시하고 음성 및 알람신호로 관련 운전자에게 통보한다. 또한 외부로부터 전화가 왔을 때 자동으로 이상 상황을 통보한다.

④ 전체적인 기능

㉠ 시스템이 동작하는 시간 설정 부분

평일, 토요일, 일요일, 휴일 설정

동작 불능, 동작 가능 설정

㉡ 관리자 등록 부분

관리자 설정 이름, 권한

개인/단체 설정

전화번호 등록/수정/삭제/조회 기능

㉢ 전화 사용시 문제 해결 설정

통화 중 예외사항 처리, 무응답 처리

전화를 받지 않는 경우 대처

잘못된 연결(자동응답기나 모뎀) 등 대처

㉣ 로그 파일 생성

로그 파일의 조회 기능

프린트 기능

㉤ 동작 환경 설정

입력키의 제한, 입력 범위 제한

전화벨/무음 처리 설정

보이스 카드의 상태 점검 기능

㉦ 태그 정보 설정

태그 알람 순위 및 태그 등록 정보 설정

태그 등록, 삭제, 조회 기능

⑤ 경보 소프트웨어

경보 소프트웨어는 전화를 걸어 알람을 발생시키고 외부에서 전화가 걸려왔을 때 자동응답을 하도록 하는 소프트웨어로 ARS 경보 소프트웨어는 MMI 소프트웨어와 연동하도록 하며 다음과 같이 두 부분으로 나뉜다.

㉠ 데이터 상태감시 소프트웨어

데이터를 지속적으로 감시하여 감시 대상 데이터의 값 및 상태가 미리 설정해 놓은 기준값을 초과했을 때 초과 데이터 및 각종 사항을 MMI engine의 공유영역에 저장하여 알람 경보 소프트웨어 및 시스템 소프트웨어로 하여금 데이터를 활용할 수 있도록 하고 이상 발생 데이터에 대하여 별도의 DB화 또는 logging화하여야 한다.

㉡ 경보 소프트웨어

MMI engine이 생성한 공유데이터 영역을 감시하여 이상 상태가 발생하였을 때 이상상태가 발생한 데이터와 상태를 모니터화면에 표시하고 관련 담당자에게 통보하는 역할을 하며 관련 담당자가 외부에서 전화를 했을 때 알람경보 상황을 자동응답시스템으로 전달해야 한다.

⑥ 운영소프트웨어: windows 2000 server 이상

8.4.2 감시 및 제어

통합운영센터는 야간 및 공휴일에도 현장 사업소에 대해 24시간 원격 감시제어가 가능하여야 한다.

(1) 통합운영시스템 감시/제어 상태

대상 정수장의 기존 입·출력 항목이외에 전자동 운전 프로그램등의 원격감시제어가 가능해야 한다.

(2) 정수장과 통합운영센터간 예비회선 구성

원격운영이 예상되는 대상 정수장과 통합운영센터간에 설비감시제어 데이터용 예비회선은 CDMA 망, ADSL망 등으로 이중화 구축하여 통신이상시 자동으로 절체가 가능하여야 한다.

(3) 화상 감시 체제 구축

취·가압장, 정수장등의 시설운영에 필요한 화상데이터를 통합운영센터에서 원격 모니터링할 수 있어야 하고 필요에 따라 원격으로 제어할 수 있어야 한다.

(4) 정수장

1) 취·정수설비의 가동과 정지(전자동, 수동)

정수장 설비가 단수, 정전 등의 사유로 처음 가동시 운전원의 선택에 의해 가동되어야 하며 응집

기의 경우에는 응집지 유입밸브의 개폐에 따라 자동으로 가동 및 정지되어야 한다. 유입유량이 일정 이하가 되고 일정시간 경과 후 정수생산을 위해 가동 중이던 모든 설비는 자동으로 정지되어야 하며, 가동 중의 공정별 자동운전은 유입유량 및 수질 변화에 따라 수량 및 수질 제어에 차질이 없도록 제어되어야 한다.

2) 취수 유량 제어

다수의 취수원 선택 및 취수 유입밸브 개도 제어, 댐 수문을 통한 수위조절등의 취수 유량 제어를 취수펌프 용량 및 정수지(또는 정수장 착수정 수위) 수위등을 고려하여 자동운전이 되어야 하며, 운전원의 판단에 따라 수동운전이 어느 때라도 가능하도록 한다.

3) 취수장 펌프 자동 운전

취수장의 펌프는 통합운영시스템에서 전송된 수요예측에 의한 취수펌프 가동 스케줄과 정수장의 정수지 수위 및 유출유량, 원단위 등이 고려된 대수 제어운전을 통합운영센터 운전원의 모드선택에 의해 자동으로 가동 및 정지할 수 있도록 한다.

4) 응집제(약품) 투입 제어

응집제의 투입은 통합운영센터의 운전원의 수동 설정 및 원수의 수질에 따라 자동으로 투입되어야 하며 약품투입율의 자동 산정 및 투입방안과 SCD를 이용한 약품 투입률 최적제어방안을 이용하여 자동 및 수동 투입이 선택되도록 한다.

5) 수시투입 약품의 투입제어

활성탄 및 소석회의 투입은 기존의 정수장 시스템에서의 운영방법과 같이 통합운영센터에서 전송되는 투입률에 따라 원수유량 비례제어가 되며 수동운전도 가능하여야 한다.

6) 약품누출 방지

옥외 약품 메인 탱크 수위의 감소추세와 비교하여 실제 응집제 투입량을 비교 분석하여 비정상일 때 경보를 발령하여 운전원이 메인밸브의 차단등 조치할 수 있도록 하고, 알람을 발생하도록 구성되어야 한다.

7) 수질계측기의 고장시 조치

- ① 약품주입률 조건표에 사용되는 탁도는 취수장의 침사지 탁도(기준)와 착수정의 원수탁도(기준) 중 높은값을 반영하여 고장에 대비하여야 한다.
- ② 약품투입률 조건표에 사용되는 알칼리도계, pH계, 온도계와 염소제어에 사용되는 잔류염소계, 유기물 측정기 등의 수질계측기의 고장 또는 유지보수로 상·하한값의 표시시에는 각각 직전의 투입량을 유지하여야 한다.

8) 여과지 자동 운전 감시, 제어

- ① 여과지는 유입유량에 따라 가동지수가 자동으로 결정(설계 여과량 기준)되어 운전되어야 하며 유입유량의 변동이 일정폭 이상일 때는 가동지수를 자동으로 변경하되 물량변화에 따른 여과지에 충격을 최소화하기 위하여 유입밸브 개폐속도를 완만하게 할 수 있도록 제어되어야 한다.
- ② 운영 중인 여과지가 가동시간의 경과 및 수위등으로 역세척을 필요로 할 때는 역세척 대기상태에 돌입하고 여과 대기 중인 여과지가 가동되어 전체 가동지수를 동일하게 하며, 역세척 대기

순번에 따라 기설정된 역세척 time chart에 의해 표면세척펌프 및 역세척펌프의 가동과 밸브의 순차제어 등의 역세척 시퀀스를 자동으로 실행하여 완료한 후에는 여과 대기하여야 하며, 역세척 time chart의 시간은 운영자가 필요에 따라 자유롭게 변경이 가능하여야 하고 역세척의 실행시기는 전력원단위 등을 고려하여 전일, 주간, 야간, 주·야간으로 선택이 되도록 하며, 역세척 기간 동안의 물량 조절은 공정(초기, 중기, 말기, 린스 등) 역세척펌프의 대수 및 역세척 유입밸브의 개도를 조절하여 조절물량의 설정이 되도록 한다.

9) 염소투입 자동 제어

전염소, 중간염소, 후염소 투입의 제어로 망간의 제거 및 잔류염소 농도를 일정하게 유지할 수 있도록 하며, 수동운전(비례 제어, 시간 스케줄 제어 포함)등도 가능하도록 한다.

10) 정전 후 복전시 조치사항

샘플링 펌프등 정수생산에 부대설비는 정전 후 복전시 자동기동 및 수동 조작이 되어야 하며, 순간 정전 후 복전시에는 UVR을 원격에서 리셋할 수 있도록 하여야 한다.

11) 회수펌프의 제어

회수펌프는 원수수량의 변화를 최소화하는 범위 내에서 회수조 수위에 따라 자동으로 운영되어야 하고 원수의 유입이 없을 때 가동되지 않도록 취수물량 전자동 프로그램에 제어되어야 하며, 운전 근무자의 판단에 따라 수동운전도 가능해야 한다.

12) 데이터 holding 대책

유입유량, 약품투입량, 염소투입량, SCD, 정수탁도, 정수잔류염소, 정수지 수위, 여과유량은 일정 기간 같은 값을 지시할 때는 경보를 발령하여 운전원이 인지할 수 있도록 하여 한다.

8.4.3 보수상의 유의사항

통합운영시스템은 실시간으로 감시 제어 기능을 수행하므로 센터 운영의 안전성, 항시성 및 무결성이 중요시 된다. 따라서 설비 점검정비는 계획보수, 일반보수, 특별보수로 구분하여 처리하도록 하며, 가급적 계획 보수 위주로 진행되어지는 것이 통합운영시스템 안정성 확보에 도움이 된다.

센터설비는 일반적으로 주요 서버를 중심으로 구성되어져 있으므로 대부분의 보수 업무는 이를 중심으로 이루어진다. 따라서 주요 서버의 점검 및 보수상의 유의사항을 지키도록 한다.

- 주요 서버 보수시 예기치 못한 트러블 및 오동작에 대비하여 항상 원상복구가 가능하도록 준비를 하며, 사전에 각 원격 사업장과 업무 협조를 긴밀히 하도록 한다.
- 서버 이중화 구조에서 각 서버별로 분리 절체 후 보수토록 한다.
- 서버 내 주요 프로그램이 변동 될 우려가 있는 경우 필히 백업을 하고 보수작업을 실시한다.
- 각종 통신장치 보수시 사전에 각 정수장, 배수지 수위, 약품투입 등을 미리 여유가 있도록 사전에 운영 조정토록 한다.
- 서버 및 주요 통신 장치 부품 교체 및 증설, 변동시 사전에 동일 제품 규격 및 호환여부 등을 필히 확인하도록 하며, 가급적 주요 벤더들의 공인 점검팀을 이용하도록 한다.

8.5 계측제어설비의 보수

8.5.1 일반사항

일반적으로 계측제어용 기기에는 공업 계기와 그것에 상응하는 장치가 이용되지만 계측과 제어의 항목과 그 양 및 제어의 안전성과 중요성 등에 의해 기기의 조합, 기기 구성의 규모 등이 결정된다.

이와 같은 기기의 보수는 일상 점검에 있어서 눈으로 확인하는 점검을 비롯하여 정기 보수에 있어서 계기의 영점 조정, 전원 상태의 확인, 데이터 전송기기 등에 있어서 각 부위의 입출력 동작 상태의 점검 등이 있다.

따라서 계측장치설비 본래의 기능을 발휘하도록 하기 위해서는 각 계측장치용 기기에 대해서 그 구조와 특성을 충분히 고려하여 그것에 적합한 사용방법에 따라 계측·제어해야 함은 물론 일상 점검·정기 보수 작업에 대해서도 다음 절 이하의 각 계측 장치용 기기의 검색·정비 요령 예를 참고하여 각 사업체에 적합한 보수 작업 기준을 확립하고 이를 기초로 보수 작업의 실시에 만전을 기할 필요가 있다.

또한 계측제어설비의 이상 현상과 그 원인 및 대책은 각 정수장이나 사업소에 시설된 계측기기의 측정원리, 제작사의 유지관리지침서, 이하의 각 항목별 보수요령에 의거 유지보수하여야 한다.

8.5.2 유량계의 보수

(1) 차압식 유량계

가장 광범위하게 사용되고 있는 차압유량계를 이용하여 유량을 측정하기 위해서는 반드시 차압계(differential pressure gage)를 사용하여야 한다. 또한 보다 정확한 유량 측정을 하기 위해서는 차압유량계에 따라 차이는 있지만 각 차압유량계가 요구하는 유량계 설치지점의 전 후단 직관부를 충분히 확보하여야 한다. 나아가 차압유량계를 설치하고 차압계와 차압 측정관(도압관)을 설치할 때는 유체의 종류에 따라 상당한 주의를 기울여야 한다. 그러나 실제 차압유량계를 설치하여 운영하는 현장에서 위의 두 가지 유의하여야 할 사항들을 무시하고 유량을 측정하고자 시도하는 경우를 많이 보아 왔다. 물론 차압유량계 설치 지점의 공간 확보 문제, 유체의 종류에 따른 문제 때문에 부득이한 경우도 있으나, 어떠한 경우이던 위의 두 가지 중요한 사항을 무시하고 차압유량계를 설치 운영하면 기대하는 만큼의 유량 측정 정확도는 얻을 수 없을 뿐만 아니라 심한 경우에는 측정 오차가 수십 %로도 높게 나타날 수 있다는 점을 명심하여야 한다. 따라서 위의 두 가지 중요한 문제점만 잘 해결 되면 차압유량계를 이용한 유량측정은 타유량계에 비하여 매우 유리하다고 할 수 있다.

1) 차압식 유량계의 설치 조건

- ① 어떠한 방법을 이용하여 유량을 측정하더라도 측정 결과는 유량계의 1차 기구로 유입되는 유체의 물성이나 유동의 안정도, 유동 속도 분포 등 유동 특성의 영향을 피할 길은 없다.

② 유동 특성 변화 때문에 혹은 신호 전달 과정에서 발생 가능한 오차 요인을 제거하여 유량 측정 정확도를 향상시키기 위하여 오랜 기간을 거쳐서 상당히 많은 실험 결과가 축적된 오리피스 판, 벤투리관, 노즐과 같은 차압식 유량계의 경우 유량계 제작 사양은 물 유량계 설치방법과 신호 감지 및 전달방법, 그리고 이상적인 유동 조건을 확보하는데 필요한 각종 조치사항을 표준화한 규격이 이미 발간되어 있다. 그 중 대표적인 것으로 ISO, API, AGA, ASME, OIML 등의 규격을 들 수 있는데, 여기에서는 가장 널리 사용되고 있는 차압식 유량계, 그 중에서도 오리피스 판, 벤투리관 및 노즐을 중심으로 설치 조건에 관련된 사항을 좀 더 상세히 살펴보기로 한다.

2) 직관부에 따른 문제점 및 대책

다른 유량계도 마찬가지지만 특히 차압유량계는 유량계 설치 지점의 상하류측에는 각종 규격에서 요구하는 길이만큼의 직관부를 설치하여야 한다. 요구하는 길이만큼의 직관부를 설치하지 않으면 기대하는 만큼의 유량 측정 정확도를 얻을 수 없다. 차압유량계에서 요구하는 상하류측의 직관부 길이는 다른 유량계에 비하여 상대적으로 길다고 할 수 있다. 그러나 많은 경우 현장에 유량계를 설치할 때 배관 공간의 부족, 유량 측정에 대한 기본적인 경험 및 지식의 부족 등으로 인하여 요구하는 직관부의 길이를 무시하고 직관부를 짧게 하는 경우를 많이 보게 된다. 특히 설치한 유량계가 고가의 유체, 에너지 유체 등의 상거래에 직접적으로 관련된 것인 경우에는 매우 심각하며 심한 경우는 분쟁의 소지도 있음을 알아야 한다. 따라서 차압유량계를 설치하고자 배관을 설계할 때에는 요구되는 상하류측의 직관부 길이를 잘 파악하여야 한다. 보통의 경우 유량계를 공급하는 유량계 제조업체는 유량계를 공급할 때 요구되는 직관부의 길이를 명시하고 제공하게끔 되어 있으나 제공하지 않는 제조업체도 흔히 있음을 알고 유량계를 공급받을 때 이에 대한 자료가 포함되어 있는지를 확인하여야 한다.

같은 차압유량계라도 차압유량계의 종류에 따라 직관부의 길이는 다르며, 또한 유량계를 설치하는 부근의 배관 형상에 따라 요구되는 직관부의 길이는 달라지게 된다.

교란의 영향을 피하는데 필요한 최소한의 직관부 길이는 ANSI 2530 및 ASME fluid meters와 ISO 5167은 다르며 ISO 규격을 참조하여 결정토록 한다.

만일 배관 설치 공간이 부족하다면 요구하는 직관부의 길이가 짧은 원추형 차압 유량계와 같은 유량계를 사용하여야 한다. 차압 유량계는 다른 종류의 유량계에 비하여 가격이 저렴하고, 설치가 쉬우며, 보수 유지 또한 쉬운 편이다. 이러한 장점이 있는 반면 위와 같이 정확한 사용을 위하여 지켜야 할 사항들도 많다는 것을 알았을 것으로 생각된다. 그러나 이러한 사항들은 대부분 쉽게 지킬 수 있는 경우가 많다. 즉, 충분한 직관부의 길이를 확보하기 어렵다면 요구되는 직관부의 길이가 짧은 차압 유량계를 사용하면 되며, 또한 다른 해결책으로 스트레이트너를 잘 선택하면 해결될 것이다. 또한 차압계의 위치, 도압관의 설치 및 형상은 작은 노력과 경비로 쉽게 해결할 수 있는 것들이 대부분이다.

3) 보수상의 유의사항

① 차압식 유량계에 공통되는 문제로서 공기 혼입이 있다.

② 공기가 혼입되어 있는지는 0점이 변화하고 있는 것으로 알 수 있다. 따라서 흐름 정지가 비교적 간단한 곳에서는 정기적으로 정지시켜 확인하는 것도 하나의 방법이다.

③ 각 구성부 출구 부근이나 도관부에는 녹, 물 때 등의 원인으로 막히는 경우가 있다. 조금씩 통과하고 있는 경우에는 측정이 정상적인 듯 보이기도 하지만 오차가 발생하게 되므로 정기적으로 점검·청소해 주어야 한다.

측정대상이 물인 경우 수중에 혼입되어 있는 공기가 온도변화나 압력변화에 따라 수중으로부터 분리되어 기포가 되고 각 구조부에 체류하게 되면 오차가 발생하게 된다. 기포발생 상황은 수질, 설치 환경 등에 따라 다르므로 경험적으로 각부의 공기빼기 빈도를 정하여 정기적으로 실시하여야 한다.

<표 8.5.1> 차압식 유량계의 점검·정비요령

대상 기기		점검 부위	점검 방법	표준 점검 주기	판 정 기 준	취급 주의사항	예비품
유 차 량 압 계 식	배선 접속부	눈으로 확인	1년	배선의 단선·단락이 없을 것 단자부등 접속부의 느슨함, 부식 등이 없을 것	장기간 정지시킬 때는 배관 내의 물을 빼내고, 배수관을 개방할 것. 동결방지처리가 설치되어 있을 것	게스킷 O-ring 앰프부 프린트판	
		절연저항 측정	1년	소정의 절연저항값(수백kΩ~수MΩ) 이상일 것			
	오리피스펜 벤투리관부	배관에서 빼어내고, 치수를 계측	통상은 필요 없음 (올바른 계측을 얻을 수 없을 때 실시)	맞춘 구경이 설계값의 ±0.1% 일 것			
				오염되어 있지 않을 것			
	도압관 밸브류	눈으로 확인	6개월	막힘, 누설이 없을 것			
				밸브 개폐동작이 매끄러울 것			
				배관의 구배가 정상일 것			
		공기빼기	1개월	공기를 포함하지 않을 것			
	변환기	눈으로 확인	1년	도장의 벗겨짐, 부식이 없고 외함이 확실하게 막혀 있을 것			
		영점조정	1년	흐름이 정지했을 때 출력이 0% 일 것			
		스팬조정	1년	최대눈금과 동등한 신호가 입력 되었을 때 출력이 100%일 것			
		교정	1년	소정 정도 이내일 것			

(2) 전자식 유량계

1) 전자유량계의 직관부

검출기의 상류측에 각종 이형 관류를 설치하는 경우에는 검출기와 이형 관류간에 다음의 표에 제시한 길이 이상의 직관부를 설치한다.

검출기의 하류측에는 직관부를 설치할 필요가 없지만 다음과 같은 사항에 주의한다.

- ① 버티플라이 밸브를 설치하는 경우 밸브가 검출기 내에 들어가지 않도록 한다.
- ② 검출기와 밸브 등을 직결하는 경우, 볼트를 삽입할 수 없는 경우가 있으므로 이와 같은 경우에는 봉 나사를 준비하여 미리 검출기와 밸브 등을 단단하게 조여 설치하도록 한다.

2) 배관상의 주의

- ① 유체가 유량계 검출기 내부에 만관이 되는 배관 구조로 한다(유체가 정지 중일 때에는 유량계 검출기 내에 가득 차 있어야 한다).
- ② 제수밸브에 의해 유체를 검출기 내에 가득 채운 상태에서 정지시킬 수 있도록 한다(0점 조정이 가능해야 한다. 따라서 가동 후 유체 정지가 불가능한 경우에는 바이패스 관로가 필요하다).
- ③ 밸브가 1개만 있어도 되는 경우에는 직관부 길이를 신경 쓸 필요가 없으므로 검출기의 하류측에 설치하는 것이 바람직하다.
- ④ 검출기를 수직으로 설치하는 경우에는 흐르는 방향이 반드시 아래 → 위가 되도록 하고 위의 ①, ②항을 준수해야 한다.
- ⑤ 검출기 등의 보수 공간을 확보해 둔다.
- ⑥ 전자유량계실의 바이패스관의 양단에는 밸브(valve)를 설치하고 통수시에 오수를 배출시키기 위한 드레인 콕(drain cock)을 설치하여 바이패스관의 사용시에는 충분히 배수 후 통수하도록 하여야 한다.

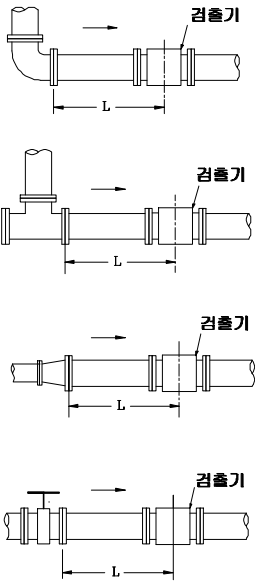
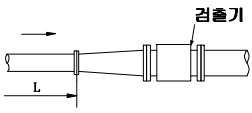
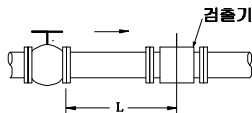
3) 검출기 설치상의 주의

- ① 검출기, 변환기간의 케이블은 전선관 배관을 실행한다.
- ② 검출기의 단자박스의 뚜껑은 가능한 한 열지 말 것(케이블을 설치하여 출하하기 때문에 열 필요가 없다)
- ③ 검출기의 덮개를 열린 상태로 방치하지 말 것(비가 오거나 침수된 경우에는 반드시 불량의 원인이 되므로 충분히 주의한다)
- ④ 배선에 있어서는 단말의 방수처리를 완전하게 실시한다(가동 후의 사고는 대부분이 방수 단말 처리의 불완전에 의한 것이다. 케이블의 단말의 방수처리 및 배관의 단말의 방수처리를 완전하게 하는 것이 필요하다).
- ⑤ 높은 임피던스의 신호 회로는 노이즈를 발생하기 때문에 단자박스 내일지라도 단자대에 접속하는 케이블의 여유 신호 회로를 여자 회로에 교차하거나 서로 뒤엉키지 않도록 분리해 둔다. (전자유량계의 신호 회로는 높은 임피던스를 필요로 한다).

4) 점검방법

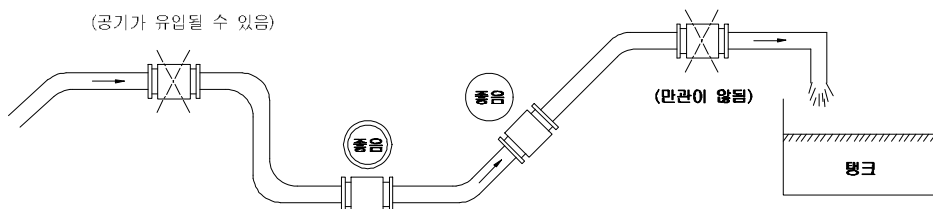
- ① 유량계의 출력이 나오지 않을 경우
 - 외부인가 전원을 점검하여 정격전압이 나오는가를 점검한다.
 - 퓨즈 상태를 점검한다. 만일 퓨즈가 단선되었을 경우 원인을 조사하여 조치 후 퓨즈를 교체

- 한다.
- 낙뢰방지기의 단선여부를 점검 및 조사한다.
 - 변환기의 기판을 점검한다. 기판 내에 소손된 부품이 없는지 확인하여 부품이나 기판을 교체한다.

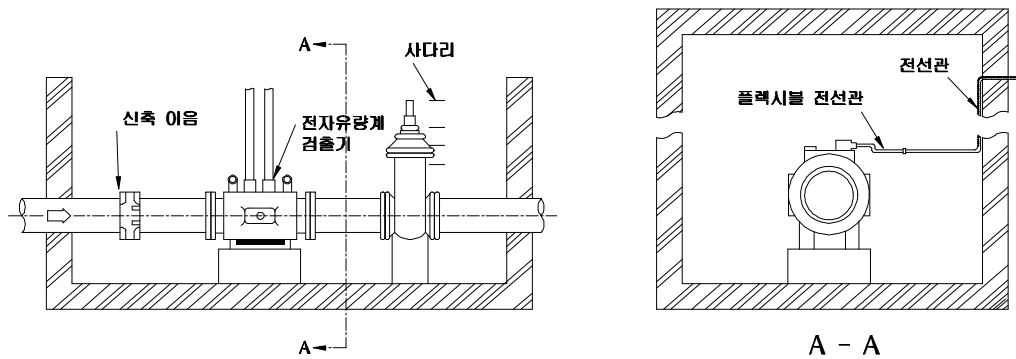
 90° bend, tee, 확대관 및 게이트밸브 완전 개방	 완만한 15° 이내 확대관	 각종 밸브
L = 5 D	L = 5 D	L = 10 D

- [비고] 1. 여기에서 L은 검출기의 입구 직경 D의 배수로 나타낸다.
 2. 측정관 내에 자계, 기전력 및 유속 분포에 영향을 미치는 것을 삽입 또는 설치하지 않는다.
 3. 하류측에는 직관부를 특별히 설치할 필요가 없다.

<그림 85.1> 전자유량계의 상류측에 필요한 직관의 최소 길이



<그림 85.2> 검출기 내에 액체가 가득 차 있는 장소



<그림 8.5.3> 전자유량계(80A~3,000A) 설치 요령도

<표 8.5.2> 전자식 유량계의 점검·정비요령 1 【예】

대상 기기	점검 부위	점검방법	표준 점검 주기	판정 기준	취급 주의사항	예비품
전자식 유량계	배선	눈으로 확인	1년	배선의 단선·단락이 없을 것 단자부동 접속부의 느슨함, 부식 등이 없을 것	관내에 물이 없을 때는 여자전원을 끊는다.	
	접속부	절연저항 측정	1년	소정의 절연저항값(수백kΩ~수MΩ) 이상일 것		
	발신기	배관에서 떼어내고 치수를 측정	계측 불가시	라이닝면 손상, 도전성 부착물이 없을 것 전극에 부식, 절연성의 부착물이 없을 것		
		절연저항 측정	1년	소정의 절연저항값 이상일 것		
	변환기	눈으로 확인	1년	도장의 벗겨짐, 부식이 없고, 외함이 확실하게 막혀 있을 것		
		영점조정	1년	흐름이 정지했을 때 출력이 0%일 것		
		스팬조정	1년	최대누금과 동등한 신호가 입력되었을 때 출력이 100%일 것		
		여자전류값 측정	1년	소정의 값일 것		
		교정	1년	소정의 정도 이내일 것		

② 유량계의 출력이 불안정 할 경우

- 잡음원이 근처에 있는지 점검한다.
- 유량계의 접지가 완전한지를 점검한다.
단, 유량계 사양에 따라 접지를 하면 안 되는 유량계도 있으므로 관련 카탈로그를 확인한다.
- 유량계의 검출부에 기포가 혼입되는지를 점검한다.

③ 측정오차가 큰 경우

- 단수가 가능할 경우 유체를 정지시킨 후 영점조정이 맞는지 확인한다.

- 단수가 불가능하면 컨버터에 부착된 ZERO/SPAN 버튼을 이용하여 교정한다.
- CX값 및 SPAN설정을 확인한다.
- BY-PASS V/V가 열려 있는지를 확인한다.
- 검출부의 코일 및 단자관의 절연저항이 규정값 이상인가를 확인한다.
- 절연 신호분배기의 ZERO/SPAN이 정확한지를 점검한다.

④ 출력이 반대로 나올 경우

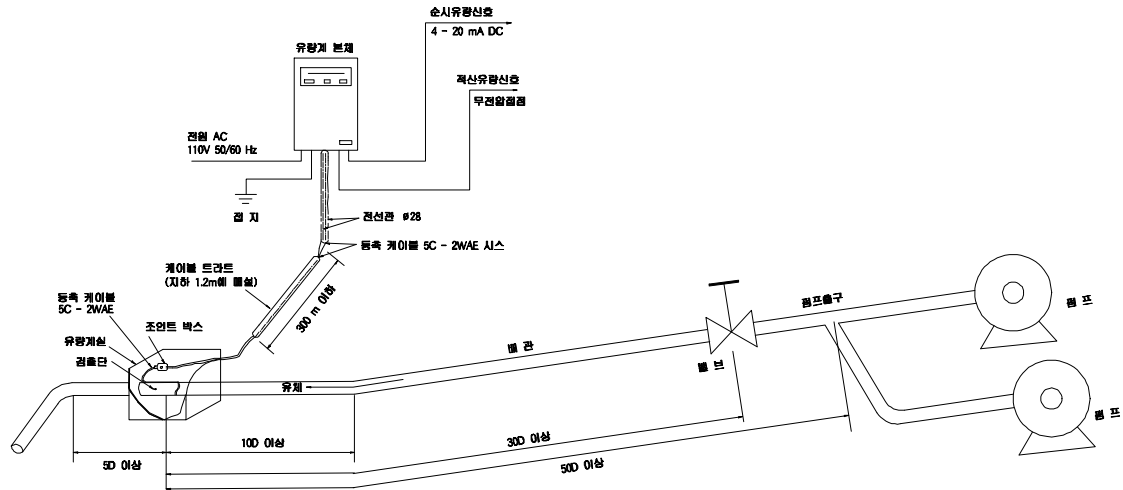
- 유량계의 검출부의 방향이 반대인가를 점검한다.
- 유체가 실제로 역류하는가를 점검한다.
- 신호선의 배선이 반대로 되어 있는가를 점검하여 반대로 되어 있으면 수정한다.

<표 8.5.3> 전자식 유량계의 점검·장비요령 2 【예】

점검 항목	판정 기준	점 검 방 법	비고
- 검출기 케이블 JUNCTION BOX	양부	케이블 JUNCTION BOX 및 접속부 침수 및 부식여부 육안 점검	
- 검출기 이완여부	양부	검출기 이탈 및 배관에서의 누수여부 점검	
- 검출기 저항 및 절연저항	진단	검출기~변환기 구간의 단자를 분리하고 검출기 측의 코일의 단선여부를 멀티테스터로 측정하고 코일의 한 단자와 접지 사이의 절연저항을 이용하여 측정한다.	
- 전원전압 정상여부	진단	AC입력전압 및 DC입력(변환) 전압의 정상여부를 판단	
- 접지상태 확인	진단	외함 및 변환기 접지상태 및 연결상태를 확인	
- 지시계기 동작	양부	캘리브레이터로 4~20mA의 신호를 발생시켜 지시계기의 동작상태를 측정 및 교정한다.	
- PCB회로(부식, 습기, 먼지)	양부	PCB회로 부식, 습기 및 먼지 존재여부 확인 및 제거	
- 프로그램 세팅	양부	프로그램 설정상태 및 변동여부를 확인 및 기록관리	
- 변환기부 출력신호 순시값 적산값	양부	측정유량과 변환기 순시값 출력이 일치하는가를 측정하고 일정시간동안 측정된 순시값과 적산필스가 일치하는지 점검	
- ZERO/SPAN	양부	변환기 ZERO/SPAN 버튼을 이용하여 상태 점검 및 조정	
- 보안기 상태(신호/전원)	양부	보안기의 통전상태 점검 및 소손여부 점검	
- 단자대 연결부 상태	양부	단자대 변형상태 점검, 단자대 부식 및 볼트이완여부 점검 및 조임	
- 여자전압 및 전류	진단	오실로스코프 전자식유량계의 여자전압 확인	
- 계량기실 뚜껑 이상여부 침수 및 청소상태	양부	변실 변형 및 센서침수	

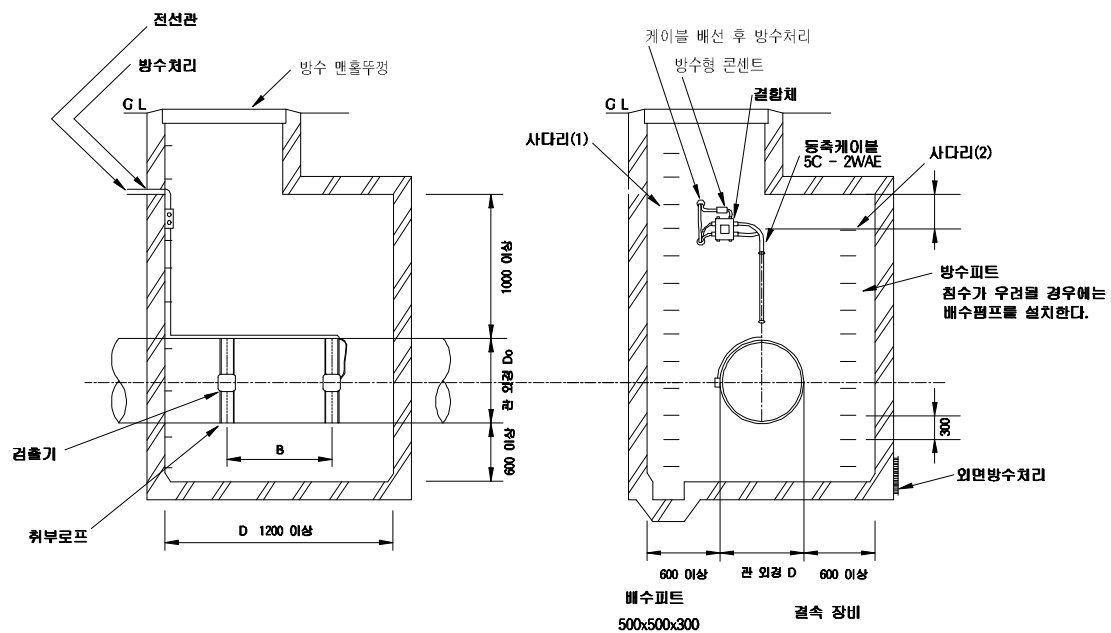
(3) 초음파(다회선) 유량계

1) 전체 설치 예



<그림 8.5.4> 초음파 유량계의 전체 배치 예

2) 검출기 부분 및 결합박스의 설치 예(유량계실이 지하 파이프인 경우)



<그림 8.5.5> 초음파 유량계의 검출기 부분 및 결합박스 설치 예

3) 배관상의 주의

유속 분포의 산란함에 의한 측정 오차를 없애기 위해 검출기 부분의 설치장소 배관에는 다음과 같은 주의사항이 요구된다.

- ① 관내 직경(D)에 대해서 상류측 10D, 하류측 5D 길이의 직관부가 필요하다.
- ② 밸브는 상류측 30D 이상 떨어져 있는 것이 바람직하다.
- ③ 분기관·펌프는 상류측 50D 이상 떨어져 있는 것이 바람직하다.
- ④ 관내에 공기가 남아 있을 우려가 있는 경우에는 공기배출구를 설치할 필요가 있다.

4) 유량계설의 제작

- ① 유속 분포의 산란함에 의한 오차를 제거하기 위해 검출 끝부분의 설치 장소는 관내 직경(D)에 대해서 상류측 10배, 하류측 5배 이상의 길이의 직관부를 필요로 한다. 또한 잡음 장애, 감쇠(減衰) 등을 방지하기 위해 본체-검출기간의 동축 케이블은 300m 이하로 해야 한다. 따라서 유량계설은 이러한 것들을 고려하여 위치를 선정해야 할 필요가 있다.
- ② 유량계설의 크기는 앞의 그림에서와 같다. 또한 검출기의 설치간격 수치(B)는 관(관 직경, 재질, 라이닝 등)에 의해 결정된다.
- ③ 검출기 부분은 방수구조로 되어 있지만 장시간 물에 잠겨 있으면 특성이 노화될 우려가 있으므로 유량계설은 방수구조로 해야 한다. 또한 강제 배수를 위한 자동배수설비를 구축하여야 한다.
- ④ 관내 직경(D)이 800mm 이상인 경우에는 유지관리를 위해 발판을 설치해야 한다.
- ⑤ 옥내 배관의 경우에는 특별히 유량계설이 필요없지만 배관이 바닥보다 높은 경우나 관의 지름이 큰 경우에는 발판 또는 사다리 등을 준비해야 한다.
- ⑥ 환기시설을 하여야 한다.

<표 8.5.4> 초음파 유량계의 점검·정비요령 【예】

대상 기기	점검 부위	점검방법	표준 점검 주기	관 정 기 준	취급 주의사항	예비품
초 음 파 식 유 량 계	배선	눈으로 확인	1년	배선 단선·단락이 없을 것		
	접속부			단자부등 접속의 느슨함, 부식 등이 없을 것		
		절연저항 측정	1년	소정의 절연저항값(수백kΩ~수MΩ) 이상일 것		
	검출부	눈으로 확인	1년	프로브가 올바르게 부착되어져 있을 것		
	변환부	눈으로 확인	1년	도장의 벗겨짐, 부식이 없고, 확실하게 막혀 있을 것		
		영집조정	1년	흐름을 정지했을 때 출력이 0%일 것		
		스팬조정	1년	최대눈금과 동등한 신호가 입력되었을 때 출력이 100%일 것		
		교정	1년	소정의 정도 이내일 것		

(4) 위어식 유량계

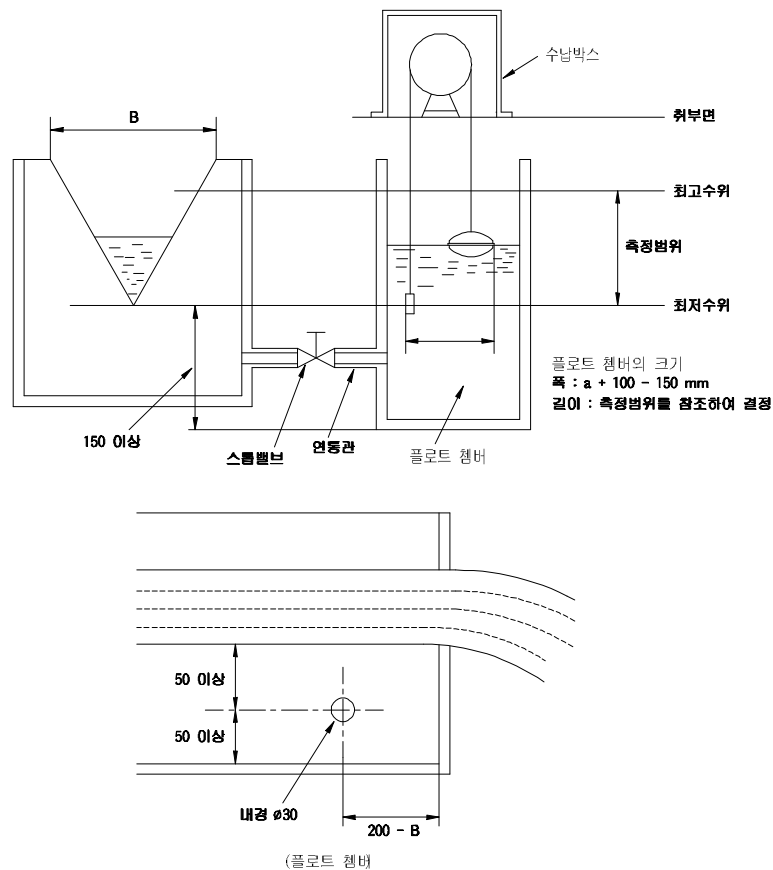
1) 설치 장소의 선택

정해져 있는 설치면 최고 수위간 그리고 측정범위를 고려한 설치면 최저 수위간에 플로트 추와 테이프가 지장없이 원활하게 기능하도록 선정하고 최저 수위를 0점에 맞춘다. 플로트 챔버를 설치하는 경우 수두의 측정 위치는 <그림 8.5.6>(위어), <그림 8.5.7>(퍼선폴름)에 의한다. 또한 발신기를 옥외에 설치하는 경우에는 수납박스를 설치한 후 다음과 같은 항목을 고려하여 결정해야 한다.

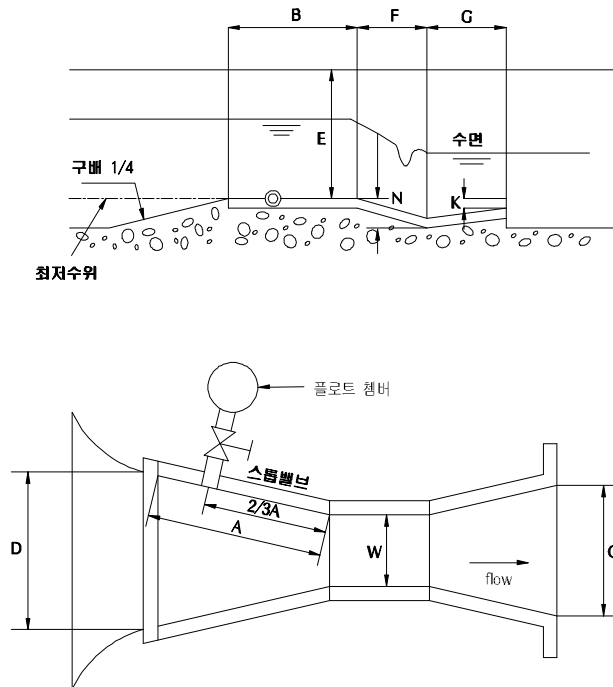
- ① 진동, 먼지, 습기가 비교적 적은 장소
- ② 일광 등의 복사열의 영향을 직접 받지 않는 장소
- ③ 주위에 부식성을 유발하는 물질이 없는 장소
- ④ 일상 점검, 배선 작업 등을 할 수 있는 공간이 있는 장소

2) 방파통의 설치

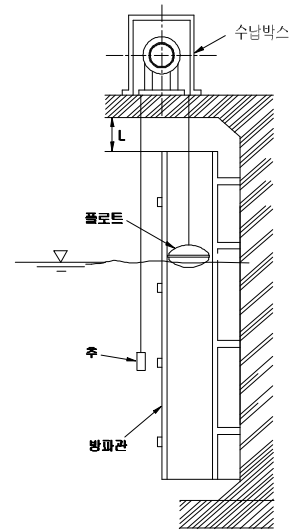
플로트 챔버를 설치하는 것이 곤란한 경우 파도와 물의 흐름에 의한 수두의 오차를 방지하기 위해 방파통을 설치할 필요가 있다.



<그림 8.5.6> 수두의 측정 위치(위어의 경우)



<그림 8.5.7> 수두의 측정 위치(폐선품의 경우)



<그림 8.5.8> 방파통 설치 참고도

<표 8.5.5> 위어식 유량계의 점검·정비요령【예】

대상 기기	점검 부위	점검방법	표준 점검 주기	관 정 기 준	취급 주의사항	예비품
위 어 식 유 량 계	배선	눈으로 확인	1년	배선의 단선·단락이 없을 것		
	접속부	절연저항 측정	1년	단자부등 접속의 느슨함, 부식 등이 없을 것.		
		절연저항 측정	1년	소정의 절연저항값(수백kΩ~수MΩ) 이상일 것		
	위어	눈으로 확인	1일	위어에 쓰레기등의 부차물이 없고, 정상적인 흐름일 것		
	변환기			모서리의 부식, 흠, 마모가 없을 것		
				수위계(초음파식) 항을 참조		
		눈으로 확인	1년	도장 벗겨짐, 부식이 없고, 외함이 확실하게 막혀 있을 것		
		영점조정	1년	유량 "0" 상당의 수위신호를 입력했을 때 출력이 0%일 것		
	교정	스팬조정	1년	최대눈금과 동등한 신호가 입력되었을 때 출력이 100%일 것		
		교정	1년	소정의 정도 이내일 것		

재질: 다공 흙관 또는 경질염화비닐관

내경: 플로트의 외경+100~150mm

길이: 최고 수위~설치 및 최저 수위를 고려하여 결정

유지관리법: 밴드 조임 등(한 쪽만 조이는 것은 피한다)

설치는 <그림 8.5.8>을 참고하고 다음과 같은 항목에 주의하여야 한다.

- ① 본체 설치용 U자형 볼트를 박아 넣는다.
 - ② 테이프 관통 구멍을 콘크리트에 뚫는다(구멍을 뚫는 위치에 주의).
 - ③ 플로트를 삽입할 수 있는 자리를 만든다(<그림 8.5.8>의 L 수치)
 - ④ 플로트와 테이프, 추와 테이프를 고정하는 작업의 가능여부를 검토한다.
- ※ 유동이 심한 장소에서는 추 부분도 방파통 내에 넣어야 한다.

(5) 유량계의 일반적인 이상 원인과 대책

<표 8.5.6> 유량계의 일반적인 이상 원인과 대책

기기명	이상현상	원 인	확인 및 조치
유 량 계	지침이 ⊕측으로 치우친다.	최대눈금 이상의 유량인 경우	3-way 밸브로 압력을 조절하여 확인함.
		변환기의 고장	수리 또는 교환
		도압관의 막힘(차압식)	폐색물 제거
		도압관 내에 공기가 남아 있다(차압식).	공기를 뺀다.
	지침이 ⊖측으로 치우친다.	전원(퓨즈)의 끊어짐	전원의 점검·수리 및 퓨즈교환
		배선의 단선·단락	점검 및 수리
		변환기의 고장	수리 또는 교환
		도압관의 막힘(차압식)	폐색물의 제거
		도압관 내에 공기가 남아 있다(차압식).	공기를 뺀다.
	지시가 한쪽으로 치우치는 경향이 다.	기록계, 지시계에 오차가 있다.	점검 및 수리
		변환기에 오차가 있다.	점검 및 수리
		변환기의 부하가 허용값을 초과한다.	부하 임피던스를 확인하고 허용값 이하로 한다.
		변환기의 취부위치가 부적당(차압식)	부압이 발생하지 않는 위치로 이설
		플로트의 걸림(위어식)	수리
	지시가 휘청거림	댐핑 조절이 부적당	도압부의 밸브개도 점검·조절
		측정유체 중에 기포 또는 이물질이 섞여 있다.	공기를 빼고 맑은 물로 청소
		외래 노이즈	노이즈의 제거

기기명	이상현상	원 인	확인 및 조치
유량계	지시가 휘청거림	지시·기록계의 불량	점검·정비
	유체를 정지시켜도 지시가 “0”이 되지 않는다.	배선의 이상	점검의 수리
		외래 노이즈	노이즈의 제거
		변환기의 고장	수리 또는 교환
		유체가 완전히 충만되지 않음(전자식)	충만시켜서 점검
		전극의 오염(전자식)	취급설명서에 따라서 청소
		플로트의 걸림(위어식)	원인의 제거
		줄이 끊어짐(위어식)	수리
	유체가 흘러도 지시가 “0”인 경우.	전원퓨즈의 끊어짐	전원선 점검·수리 및 퓨즈의 교환
		배선의 단선·단락	점검 및 수리
		변환기의 고장	수리 또는 교환
		기록계 또는 지시계의 고장	수리 또는 교환
		여자코일의 단선(전자식)	수리 또는 교환
		도압관의 막힘(차압식)	폐색물의 제거

8.5.3 수위계의 보수

(1) 플로트식 수위계

1) 설치 장소의 선정

다음의 요건을 만족하는 장소를 선정하여야 한다.

- ① 파도와 물의 흐름이 거의 없고 유입·유출구에서 먼 곳
- ② 바람받이가 강하지 않은 곳
- ③ 가능한 옥외 설치를 피한다. 옥외에 설치하는 경우에는 보호 커버를 설치하여 비와 바람을 막도록 한다. 특히 통절기시 수면이 결빙될 우려가 있는 장소에는 별도의 결빙방지설비를 구성하여야 한다.
- ④ 설치 배선 및 보수 작업을 용이하게 실행할 수 있는 장소
- ⑤ 그 외 시공상의 상황을 고려한다.

2) 방파통의 설치

파도, 물의 흐름, 바람의 영향을 거의 받지 않는 경우를 제외하고 반드시 설치하여야 한다. 설치 참고도를 <그림 8.5.8>에 제시한다. 방파통의 사양은 표와 같다. 물의 흐름이 심한 경우에는 추의 부분에도 방파통을 설치한다.

<표 8.5.7> 방파통의 사양

항목	방파통의 사양
재 질	다공 흙관 또는 수지관(경질염화비닐관 등)
내 경	350mm
길 이	<그림 8.5.9> 의 (A) 및 L 수치를 고려하여 결정
유지법	밴드 조임 등(한 쪽 조임은 피한다)

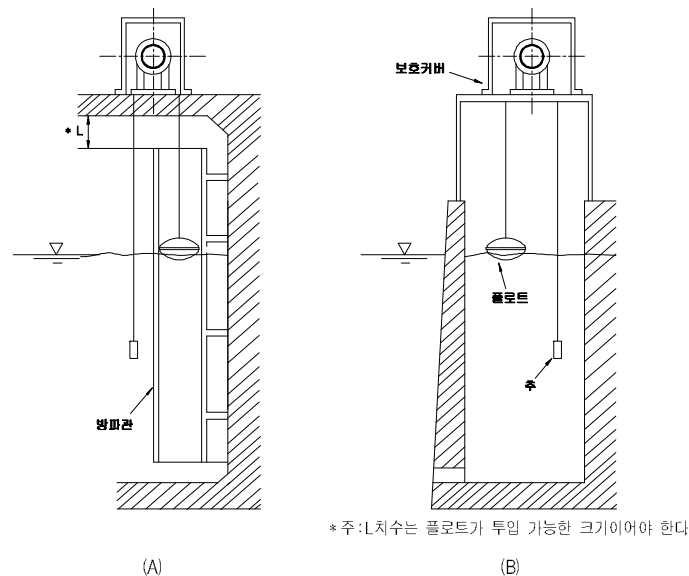
3) 보호 커버

옥외에 설치하는 경우에는 보호 커버를 사용하여야 한다. 수위계 본체는 방적성을 가지고 있지만 눈으로 인한 피해, 수명 저하 또는 불필요한 접촉에 의한 사고를 방지하기 위해서도 설치하는 것이 바람직하다.

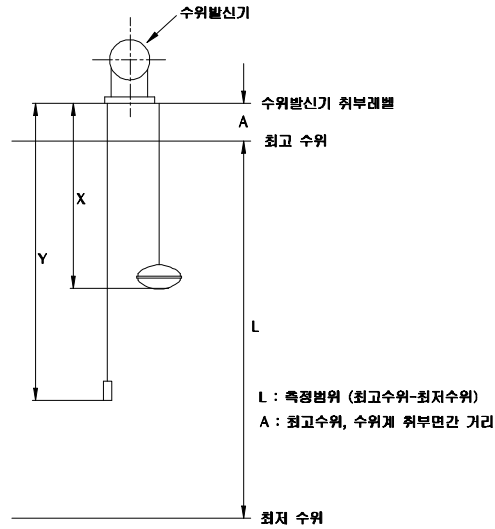
4) 설치

① 본체의 설치는 <그림 8.5.9>의 설치 참고 그림을 참조하여 설치방법을 결정한다. 예를 들면 <그림 8.5.9> (A)와 같이 설치하는 경우 다음과 같은 항목에 주의하여야 한다.

- 본체 설치용 기초 볼트를 삽입한다(M10).
- 로프 관통 구멍을 콘크리트에 뚫는다(구멍을 뚫는 위치에 주의).
- 플로트를 삽입할 수 있는 자리를 만든다(<그림 8.5.9>의 (A)의 L 수치).
- 플로트, 로프 추, 로프를 고정하는 작업을 할 수 있는지 없는지를 검토하고 거기에 어떤 기재가 필요한지 생각한다.



<그림 8.5.9> 부자식 수위계 설치 참고도



<그림 8.5.10> 로프 길이 조정 참고도

<표 8.5.8> 플로트식 수위계의 점검·정비요령 【예】

대상 기기	점검 부위	점검방법	표준 점검 주기	관 정 기 준	취급 주의사항	예비품
플로트식	배선	눈으로 확인	1년	배선의 단선·단락이 없을 것		와이어
	접속부			단자부등 접속부의 느슨함, 부식 등이 없을 것		
		절연저항 측정	1년	소정의 절연저항값(수백kΩ~수MΩ) 이상일 것		
	플로트, 추, 와이어, 도르래	눈으로 확인	6개월	부식, 오손, 파손, 이물질의 부착 등이 없을 것		
				와이어의 단선, 느슨함이 없을 것		
				계측범위의 전역에 대해서 와이어 등이 원활히 동작할 것		
	변환기	눈으로 확인	1년	도장의 벗겨짐, 부식이 없고, 외함이 확실하게 막혀 있을 것		
		영점조정	1년	수위가 “0”과 동등한 신호가 입력되었을 때 출력이 0%일 것		
		스팬조정	1년	최대눈금 입력일 때 출력이 100%일 것		
		교정	1년	실측값과 일치할 것		

- ② 플로트의 설치, 플로트용 프리에 감겨 있는 로프의 끝부분에 플로트를 설치한다.
- ③ 플로트용 도르래를 손으로 누르면서 플로트를 조용히 수면에 띄운다.
- ④ 추의 설치 추용 도르래에 감겨 있는 로프의 끝부분을 풀어 추용의 가이드 롤러의 사이를 통하

여 아래로 흘러가도록 로프의 끝부분에 추를 설치한다.

5) 이때 <그림 8.5.10>을 참고하고 다음 식을 만족하는지 확인한다.

$$X+Y-2A>L \quad (a)$$

$$X+Y-2A<L+A \quad (b)$$

만일 (a)식을 만족하지 않으면 추용 로프에 감겨진 것을 1회씩 푼다. 그리고 만일 (b)식을 만족하지 않는 경우에는 역으로 1회씩 감아 조정한다. 공장 출하시에 <그림 8.5.10>과 같이 로프 길이를 결정하기 때문에 반드시 A와 L의 수치가 상기 조건을 만족하는 점이 있을 것이다.

6) 로프 가이드는 반드시 설치하여 기초 볼트를 고정하여야 한다.

(2) 차압식 수위계

차압식 수위계는 액 중 임의점의 정압이 그 점에서 수면까지의 거리(수위), 밀도 및 중력가속도의 적분으로 수위를 구하는 것이다. 수도시설에서 차압식 수위계는 각종 약품조, 탱크, 배수지, 여과지 등 여러 장소에서 사용되고 있다. 탱크 등과 같은 경우 개방형, 밀폐형에 따라 그 측정방법이 다르다.

1) 개방탱크

차압 전송기는 <그림 8.5.11>에 나타난 것과 같이 도입관에서 탱크와 접속한다. 차압 전송기를 사용하는 경우 액은 고압측으로 유도하고, 저압측은 대기개방으로 한다. 압력 게이지, 액의 밀도, 중력 가속도와 수위에는 다음과 같은 관계가 있다.

$$P = \rho g(H + h)$$

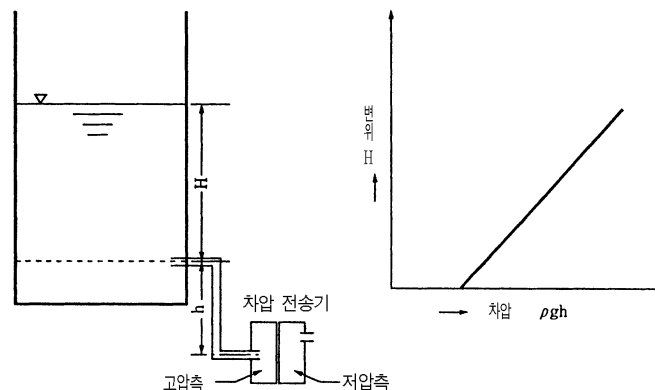
여기서, P : 압력(게이지압)[Pa]

ρ : 액의 밀도[kg/m³]

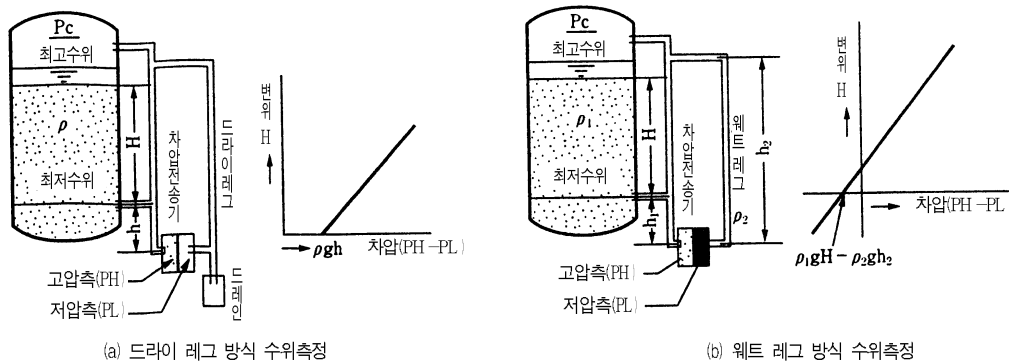
g : 중력가속도[m/S²]

H : 최저수위로부터 수면까지의 연직거리[m]

h : 수압소자부터 최저수위까지의 연직거리[m]



<그림 8.5.11> 개방탱크의 수위측정



<그림 8.5.12> 밀폐탱크의 수위측정

2) 밀폐탱크

밀폐탱크의 수위를 측정하는 경우는 <그림 8.5.12 (a)>와 같이 차압전송기의 저압측에는 탱크 하부의 수면 압력을 건다. 기체 압력은 탱크 하부의 고압측에도 걸리기 때문에 차압을 없애면 기체의 압력은 상쇄되고 차압전송기의 출력은 수위에 비례한 압력이 된다. 이 방식은 드라이 레그 방식이라 불리며 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{고압측 압력} \quad PH &= \rho g(H+h) + P_c \\ \text{저압측 압력} \quad PL &= P_c \\ \text{차압} \quad PH - PL &= \rho g(H+h) \end{aligned}$$

여기서, P_c : 탱크 상부의 기체 압력

또한 <그림 8.5.12 (b)>와 같이 저압도관 중에 비중이 큰 증발되기 어려운 액을 넣어 두고 이 액을 매개로 탱크 내의 기체에 압력을 가하는 방식을 웨트 레그 방식이라 하며 관계식은 다음과 같이 된다.

$$\begin{aligned} \text{저압측 압력} \quad PL &= \rho_2 g h_2 + P_c \\ \text{차압} \quad PH - PL &= \rho_1 g(H+h_1) - \rho_2 g h_2 \end{aligned}$$

3) 차압식 수위계의 특징

- ① 구조가 비교적 간단하고 내구성이 있다.
- ② 저압용에서 고압용까지 여러 종류가 있고 측정범위가 넓다.
- ③ 콤팩트로 되어 있으므로 설치장소의 선정이 용이하다.

4) 보수상의 유의사항

- ① 드라이 레그 방식에서는 탱크 상부에서 차압전송기의 저압측에 상부의 기체압이 도입되는데 탱크 내부의 액체가 상부에서 기화하여 재액화한 경우 저압측 도입배관으로 흘러 저압실을 가득 채우게 된다. 이 결과 저압실에는 액의 중량이 가해지므로 저압측 압력이 변화하고 오차가 발생하게 되는 것이다. 이러한 점으로 오차를 방지하는 목적으로 드레인을 설치하는데 드레인 용량을 넘어 저압실에 가득 차게 되면 오차가 발생한다.

- ② 측정원리로부터 측정액의 비중이 변화하면 당연히 오차가 발생하게 되는데 점검시에는 측정액의 비중이 당초의 설정과 맞는지 측정액 비중을 측정하도록 한다.
- ③ 도압관, 밸브, 본체 접속부 등의 누액도 오차의 원인이 되므로 점검하도록 한다.
- ④ 액상부에 맥동이 있으면 맥동에 동반되는 동압이 가해지고 측정값도 그에 따라 흔들려 지시값이 불안정하게 된다. 작은 맥동인 경우는 전송기내의 댐퍼조정으로 안정시킬 수 있으므로 점검시에 상황을 잘 판단하여 적절한 대응을 취하도록 한다.

5) 보수 점검요령

표준적인 보수 점검요령을 <표 8.5.9>에 나타냈다.

<표 8.5.9> 차압식 수위의 보수 점검요령 예

	점 검 항 목	주기
일상 점검	손상, 녹, 검출기의 설치상태(누수), 피트내의 침수상황, 공기빼기, 도압관 막힘, 드레인	1개월
정기 점검	교정, 절연저항측정	1년

6) 이상현상과 그 원인 및 조치

차압식 수위계의 이상현상과 그 원인 및 조치는 플로트 부분을 제거하면 플로트식 수위계의 경우와 거의 같으므로 <표 8.5.8> 플로트식 수위계의 이상현상과 그 원인 및 조치를 참조할 것

(3) 정전용량식 수위계

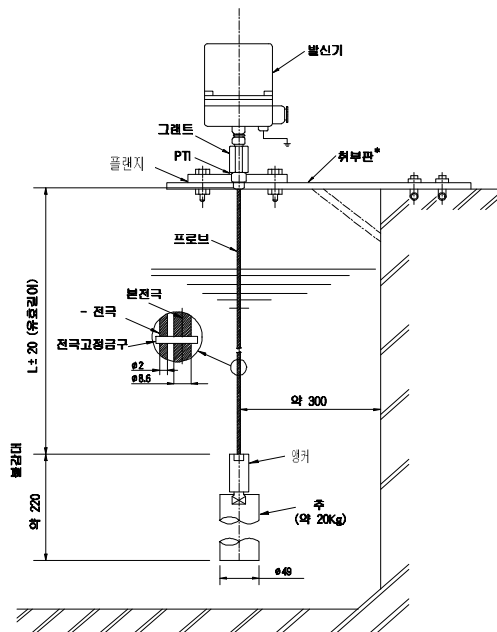
1) 프로브(전극) 설치

- ① 수위계를 장비하는 경우에는 온도, 습도, 진동 등에 주의하고 적당한 장소를 선정한다.
- ② 지(정) 탱크에 프로브를 설치하는 설치판을 설치해 두고 그 설치판의 개구부에 주의하여 삽입한다. 설치시에 봉이 구부러지거나 테프론이 손상되지 않도록 주의를 기울인다.
- ③ 올바른 공구를 사용하여 프로브를 소정의 장소에 확실하게 고정하기 위해 설치 그랜드를 단단하게 조인다.

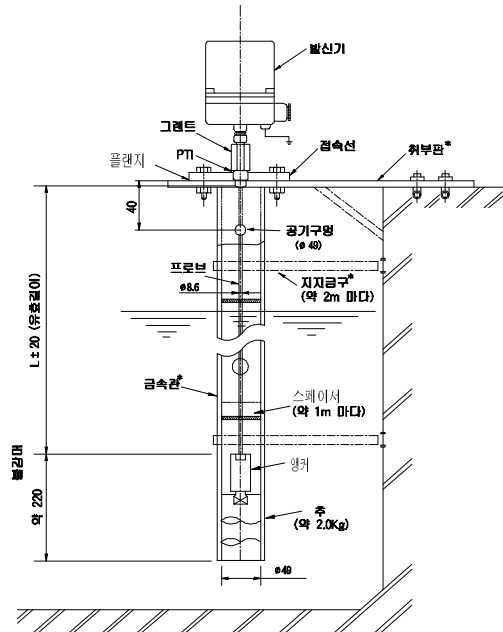
2) 발신기 설치

발신기는 프로브의 외부 PF 1/2 나사에 직접 설치하도록 설계되어 있다. 발신기는 어떠한 형태로 장비해도 지장은 없다. 발신기를 프로브에 설치할 때에 프로브의 그랜드부가 느슨하지 않도록 한다.

- ① 발신기의 커버를 벗겨 내부 기기의 전면 중앙에 위치하는 접속부의 한 쪽 끝부분을 프로브 단자에서 제거한다.
- ② 발신기의 케이스를 프로브의 PF 1/2 나사에 주의를 기울여 끝부분까지 나사를 삽입하고 프로브에 부속되어 있는 잠금 나사 및 금속판을 이용하여 케이스와 프로브를 고정한다.
- ③ 발신기를 프로브에 설치한 후 프로브 단자를 끝까지 돌려 프로브에 고정한다.



(A) 와이어 로프 어스 전극부의 설치 예



(B) 와이어 로프 어스 전극이 없는 것을 금속관 내에 설치한 설치 예

<그림 8.5.13> 정전용량식 수위계 설치도(일반용)

<표 8.5.10> 정전용량식 수위계의 점검·정비요령 【예】

대상 기기	점검 부위	점검방법	표준 점검 주기	판 정 기 준	취급 주의사항	예비품
전 극 식	배선 접속부	눈으로 확인	1년	배선의 단선·단락이 없을 것 단자부등 접속의 느슨함, 부식 등이 없을 것	전극봉의 녹에 의해 동작점이 벗어나는 것이 있으므로 주의 할 것	릴레이 유 닛, 전극봉
	전극봉(대)	눈으로 확인	1년	부식, 오손, 이물질의 부착 등이 없을 것 나사의 느슨함 등이 없을 것		
	계전기	동작시험에 의함	1년	정상적으로 동작해야 함.		

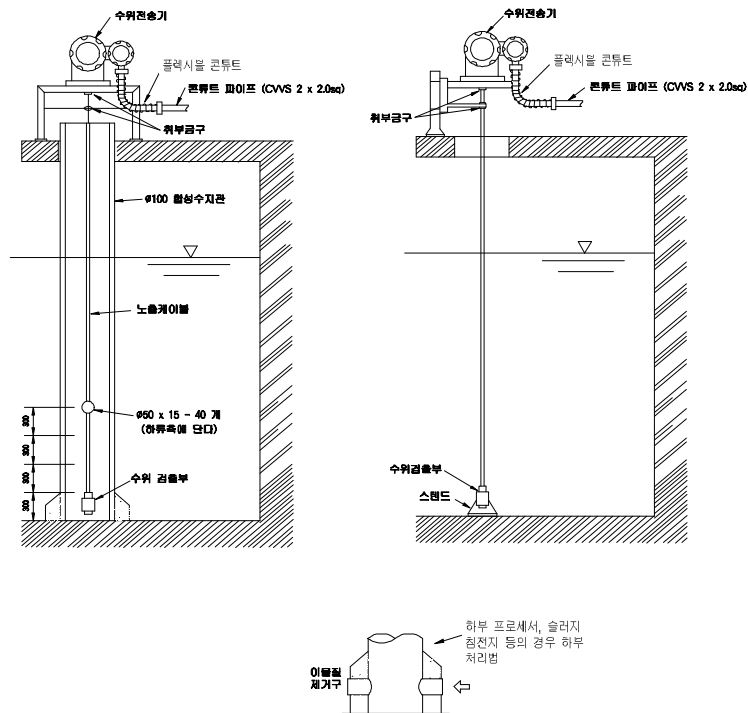
(4) 투입식 수위계

1) 전송부 설치상의 주의

- ① 진동이 없고 보수 작업을 용이하게 실행할 수 있는 장소에 설치한다.
- ② 부식성 가스가 방출될 우려가 있는 곳에서의 설치는 피한다.
- ③ 온도 변동이 큰 장소는 가능한 한 피한다.
- ④ 직사일광 및 풍우를 받는 장소는 가능한 한 피한다. 피할 수 없는 경우에는 차양등을 설치한다.

2) 검출부 설치상의 주의

- ① 설치장소에 물의 흐름 등 물의 움직임이 있는 경우에는 무거운 추를 부착하거나 또는 보호관을



<그림 8.5.14> 투입식 수위 전송기 설치도

<표 8.5.11> 투입식 수위계의 점검·정비요령 【예】

대상 기기	점검 부위	점검방법	표준 점검 주기	판 정 기 준	취급 주의사항	예비품
정 전 용 량 식	배선 접속부	눈으로 확인	1년	배선의 단선·단락이 없을 것		
		절연저항 측정	1년	단자부등 접속의 느슨함, 부식 등이 없을 것 소정의 절연저항값(수백kΩ~수MΩ) 이상일 것		
	프로브	눈으로 확인	1년	부식, 이물질의 부착이 없을 것		
				집지가 바르게 잡혀 있을 것		
				취부플랜지 등이 바르게 고정되어 있을 것		
	변환기	눈으로 확인	1년	도장의 벗겨짐, 부식이 없고, 외함이 확실하게 막혀 있을 것		
		영점조정	1년	수위가 “0”과 동등한 신호가 입력되었을 때 출력이 0%일 것		
		스팬조종	1년	최대눈금과 동등한 신호가 입력되었을 때 출력이 100%일 것		
		교정	1년	실측값과 일치할 것		

설치하여 검출부가 흐르지 않도록 할 필요가 있다.

- ② 물에 가라앉아 있는 경우에는 조용히 물바닥으로 하강한다. 전송기의 검출부와 전자회로를 수납하고 있는 하우징을 연결하고 있는 중공 케이블을 조심스럽게 다루지 않으면 단선과 누수의 원인이 되므로 조심스럽게 다룬다. 또한 검출부가 강한 충격을 받으면 특성이 나빠지거나 최악의 경우 감압 소자가 파손될 우려가 있다.
- ③ 중공 케이블은 설치 브래킷에 의해 2중 조임 구조를 취하고 있으며, 공중 케이블에서의 부담이 직접 하우징부의 단자에 가해지지 않도록 하고 있지만 중공 케이블의 일부를 파이프에 고정하는 등의 보수 유지를 시행하여 보다 안정적인 측정을 기대할 수 있다.
- ④ 중공 케이블에는 대기압 도입용의 튜브가 포함되어 있으므로 케이블에 강한 충격을 주거나 극단적으로 구부러지지 않도록 한다.
- ⑤ 중공 케이블의 말단은 설치시에 물에 잠기지 않도록 주의한다.

(5) 초음파식 수위계

1) 설치 위치(location)

- ① 밀폐되어 있지 않고 $-20\sim 50^{\circ}\text{C}$ 를 늘 유지할 수 있는 장소
- ② XPL+의 앞면 덮개를 열고 닫는 것이 용이한 장소
- ③ Operator나 전자 장치가 외부 환경에 노출되지 않은 장소
- ④ Cable의 길이를 최소화할 수 있는 장소
- ⑤ 설치 표면의 진동이 없는 장소
- ⑥ 직사광선이 있는 곳과 높은 전압이나 전류선, connector 혹은 SCR control drives 등이 가까이 있는 장소는 피한다.

2) 배선 및 배관공사시 요구사항

- ① Transducers
- ② TS-3 온도 보상 센서(필요하다면)
- ③ BIC-II(필요하다면)
- ④ mA 출력(필요하다면)
- ⑤ Relay(필요하다면)
- ⑥ Synchronization(내부 연결/level system synchronization)

3) 취부방법(mounting)

설치 전에 모든 case와 포장 상태를 점검하여 운송 도중에 손상을 입었는지 확인한다.

- ① Case 뚜껑에서 6개의 나사를 풀고, 뚜껑을 연다.
- ② 나사를 제거하고 회로 기판 assembly를 제거한다.
- ③ 배선 작업에 필요한 구멍을 드릴로 작업한다.
- ④ Case를 취부할 장소에 부착한다.
- ⑤ 배관 및 배선 연결부를 case에 부착한다.

⑥ 회로판(circuit board assembly)을 다시 설치한다.

4) 점검방법

- ① 프로그램은 정기적으로 점검을 하는 것이 좋다.
- ② 만약 필요하다면 enclosure(cover)와 내부의 main board는 세척을 해야 한다. 그러나 전원이 차단기에서 끊어졌을 때는 진공청소기와 마른 페인트솔을 이용하여 세척한다.
- ③ 부식과 연소를 방지하기 위해 모든 전기적인 접촉을 점검한다.

<표 8.5.12> 수위계별 원리/특징 비교

방식 형식	초음파식	투입형 압력식	정전용량식	부자식 (플로트식)	차압식
측정대상	취수, 청수, 오수, 오니, 약품	오수, 처리수	오수, 3차처리수	오수, 처리수	오수, 처리수, 약품
측정원리	초음파가 반사 물체로부터 되돌아오는 시간에 의하여 측정	액 중의 밑바닥에 검출기를 설치하여 액 주압을 측정	수위에 의한 정전용량의 변화를 검출하여 측정	액면에 플로트를 띄워서 그 위치를 측정	액주압을 압력 또는 차압으로 변화시켜서 측정
측정범위	0.2~20m	1~50m	1~수10m	1~30m	0.3~수10m
측정정도	±1%	±0.5%	±1%	±1~2%	±0.5%
특징	액면의 기포, 수증기 등의 분위기, 벽면반사의 영향을 받는다.	오니에 의한 매설이나 밀도변화의 영향을 받는다.	- 전극에 부착되는 부착물의 영향을 받는다. - 분체측정의 경우 온도의 영향을 받는다.	- 측정액의 밀도 변화 영향을 받지 않는다. - 파도나 흐름의 영향을 받는다.	측정액의 변화가 그대로 된다.
Range 변경	스팬의 변경	지지도선의 기준을 조정하여 수위를 조정	프로브의 길이 변경	치차의 교환	수압 엘리먼트의 교환 또는 스펜변경
보수 점검	진동자의 점검	수압부위의 청소	프로브의 청소	pulley등 가동부분 점검	센서의 청소
구입가격	고가	중가	저가	중가	중가
유지보수비용	보통	낮다	낮다	낮다	낮다
설치 용이도	어려움	간단함	간단함	간단함	어려움
설치조건	벽면반사가 없는 장소에 설치한다.	검출기가 오니등에 매설되지 않게 설치한다.	측정을 linear로 하기 위하여 어스 전극관을 고려한다.	플로트의 안정화를 위하여 방파관을 설치한다.	측정 하한보다 아래에 검출기를 설치한다.

<표 8.5.13> 수위계의 이상 원인과 대책

기기명	이상현상	원 인	확인 및 조치
수 위 계	지침이 ⊕ 측으로 치 우친다.	최대눈금 이상으로 수위가 높은 경우	확인
		변환기의 고장	수리 또는 교환
		영점 · 역제기구의 동작 불량(압력식)	점검 · 정비
	지침이 ⊖ 측으로 치 우친다.	전원(퓨즈)의 끊어짐	전원선의 점검 · 수리, 퓨즈 교체
		배선 단선 · 단락	점검 및 수리
		변환기의 고장	수리 또는 교환
		도압관의 막힘(압력식)	폐기물의 제거
		도압관내에 공기가 남아 있다(압력식).	공기를 뺀다.
	지시가 한 쪽으로 치 우치는 경 향이다.	기록계 또는 지시계에 오차가 있다.	점검 및 수리
		변환기에 오차가 있다.	점검 및 수리
		변환기의 부하가 허용값을 넘는다.	부하 임피던스 확인하고 허용값 이하로 한다.
		도압관의 막힘(차압식)	폐기물을 제거
		도압관 내에 공기가 남아 있다(압력식).	공기를 뺀다.
	지시기 휘 청거림.	외래 노이즈	노이즈의 제거
		지시 · 기록계의 불량	점검 · 정비
		댐핑 조절이 부적당	점검 · 정비
		방파통 또는 보호통이 맞지 않음(플로트식)	수리
	소정의 값 을 지시하 지 않는다.	전원(퓨즈)의 끊어짐	전원선의 점검 · 수리 및 퓨즈의 교환
		배선의 단선 · 단락	점검 및 수리
		변환기의 고장	수리 또는 교환
		외래 노이즈	노이즈의 제거
		기록계 또는 지시계의 불량	점검 · 정비, 수리 또는 교환
		플로트의 걸림(플로트식)	수리
		줄이 끊어지거나 느슨해짐(플로트식)	수리
		도압관의 막힘(압력식)	폐색물의 제거
		전극 오염(전극식)	청소 또는 교체

④ 만약 분진이 있거나 기름기가 있는 곳에 취부되었다면 programmer와 cover의 전면은 세척을 해야 할 것이다. 그렇지 않으면 programming이 요구될 때 programmer와 유닛 사이의 적외선 접속에 방해가 된다.

⑤ Transducer의 표면을 정기적으로 점검하는 것도 좋은 생각이다. 왜냐하면 transducer에 측

정물이 달라붙거나 부식되거나 변형되는 경우가 있기 때문이다.

<표 8.7.14> 초음파수위계의 점검·정비요령 【예】

대상 기기	점검 부위	점검방법	표준 점검 주기	관 정 기 준	취급 주의사항	예비품
초 음 파 식	배선 접속부	목시 점검	1년	배선의 단선·단락이 없을 것	반사판을 사용 하여 스캔조 정등을 할 경 우, 반사판은 초음파의 방사 방향과 직각으 로 설치할 것	
				단자부등 접속의 이완, 부식 등이 없을 것		
	절연저항 측정		1년	소정의 절연저항값(수백kΩ~수MΩ) 이상일 것		
	검출부	목시 점검	6개월	진동자 주변에 고형물 등이 부착되어 있지 않을 것		
				초음파 전달 경로 중에 장애물이 없을 것		
	변환기	목시 점검	6개월	도장의 벗겨짐, 부식이 없고, 외함이 확실하게 막혀 있을 것		
		영점조정	1년	수위가 “0”과 동등한 신호가 입력되었을 때 출력이 0%일 것		
		스캔조정	1년	최대눈금과 동등한 신호가 입력되었을 때 출력이 100%일 것		
		교정	1년	실측값과 일치할 것		

(6) 수위 스위치

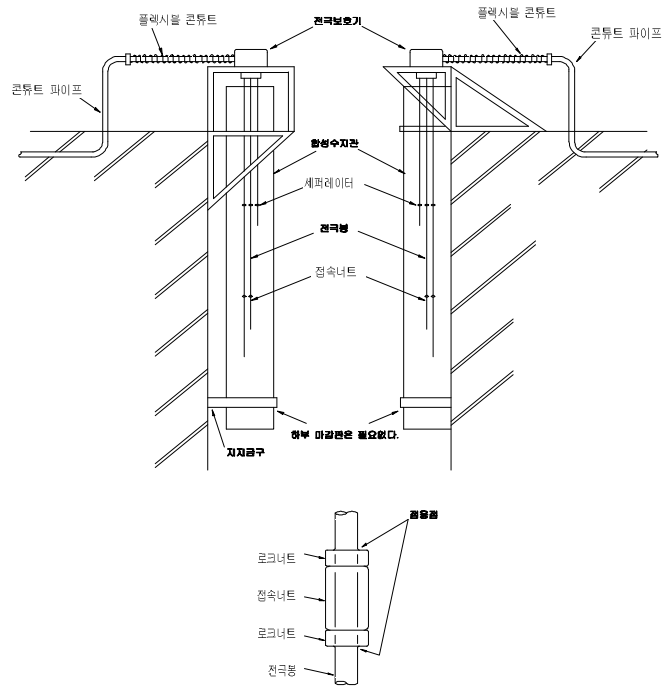
1) 전극식(<그림 8.5.15> 참조)

- ① 염화비닐관(φ100)을 설치하여 흐름의 영향을 제거, 방파의 효과를 갖도록 한다.
- ② 염화비닐관이 다른 바닥부에 이르지 않는 경우에는 염화비닐관에 구멍을 뚫을 필요가 없다(염화비닐관에 바닥판을 부착하지 않는다).
- ③ 염화비닐관은 2곳 이상 지지 고정한다.
- ④ 배선은 전극 제어기 가까이까지 전선관으로 유도하고 이것에 의해 전극 제어기까지는 플렉시블 전선관을 사용한다.
- ⑤ 사용 전선2°~5°

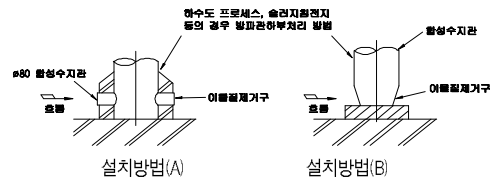
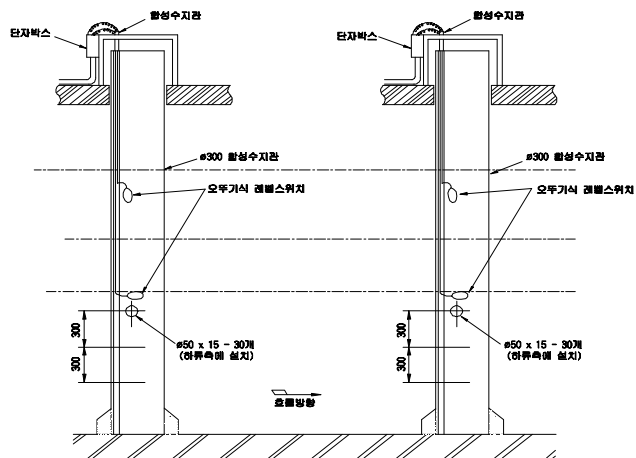
(주) 전극봉이 길어지면 전극봉이 고여 단락하는 경우가 있으므로 전극봉 중간에 염화비닐관을 넣어 결속하여 절연한다.

2) 오투기식(<그림 8.5.16> 참조)

- ① 흙관 또는 염화비닐관의 보호관(φ300)을 설치하여 흐름의 영향을 제거 및 방파효과를 갖도록 한다.
- ② 관에 뚫는 φ50의 구멍은 하한 오투기식 레벨 스위치를 설치한 위치 아래에 뚫는 구멍의 수는 15~20개 정도



<그림 8.5.15> 전극식 레벨 스위치 설치도



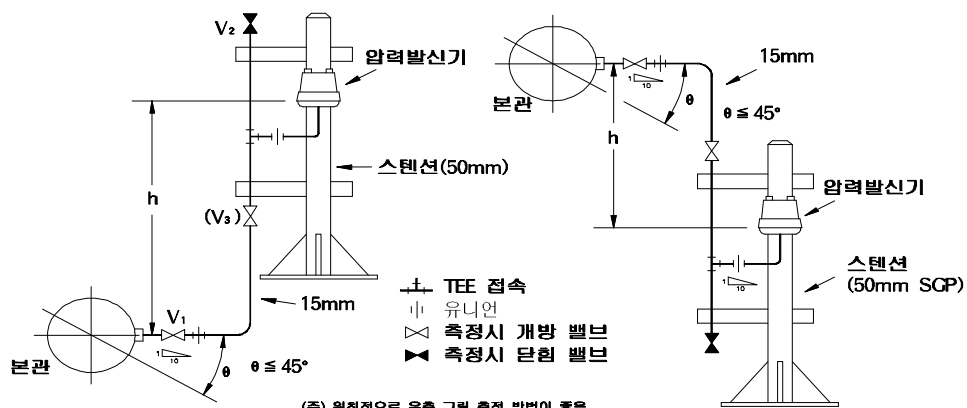
<그림 8.5.16> 오뚜기식 레벨 스위치 설치도

- ③ 보호관 내에는 $\phi 22$ (오투기식 레벨 스위치 점수가 많아지면 두꺼워진다)의 염화비닐관을 설치하고 이 내부에 오투기식 레벨 스위치의 배선을 통하여 필요한 검출 레벨 장소에 구멍을 뚫어 오투기식 레벨 스위치의 본체를 꺼내고 수위 상·하강시에 발생하는 배선의 꼬임을 방지한다.
- ④ 하수 프로세스나 슬러지 등 침전성 물질을 포함한 경우에는 보호관의 하단에 슬러지 배출구를 설치한다.
- ⑤ 사용 전선 $\cdots\cdots 3^{\circ} \times n$ 개(n : 오투기식 레벨 스위치의 수)

8.5.4 압력계의 보수

(1) 압력전송기

- 1) 압력 취출구는 수평보다 아래쪽으로 45° 이내로 하고 소켓을 용접한다.
- 2) V_3 는 V_2 와 V_1 의 거리가 떨어져 있는 경우 또는 동일한 발판에서 조작할 수 없는 경우에 설치한다.
- 3) $V_1(V_3) \cdots$ 제어밸브, $V_2 \cdots$ 볼밸브, 도압관 $\cdots 1/2B$ SGP(백), 부식성 유체의 경우에는 내식 재질의 파이프를 사용한다.
- 4) 도압 배관은 내부를 잘 청소한 후 배관한다.
- 5) 본관의 취출밸브 V_1 과 전송기의 높이 h 는 최초에 확인한다(h 는 가능한 작게 설치하도록 한다).
- 6) 액체가 동결할 우려가 있는 경우에는 보온한다.
- 7) 처음에는 V_2 밸브를 열고 다음으로 $V_1(V_3)$ 밸브를 서서히 열어 도압관 내에 액체를 주입하여 채운다.
- 8) 배선은 압력 전송기 가까이까지 전선관으로 유도하고 이것에서 압력 전송기까지는 플렉시블 전선관을 사용한다. 플렉시블 전선관은 충분히 여유있게 한다.
- 9) 사용 전선 $\cdots\cdots 2^{\circ}$

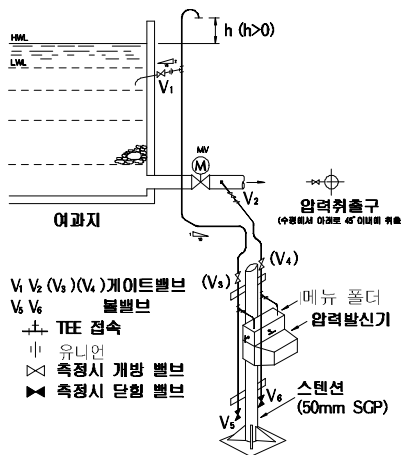


<그림 8.5.17> 압력 전송기를 본관보다 위쪽에 설치하는 경우

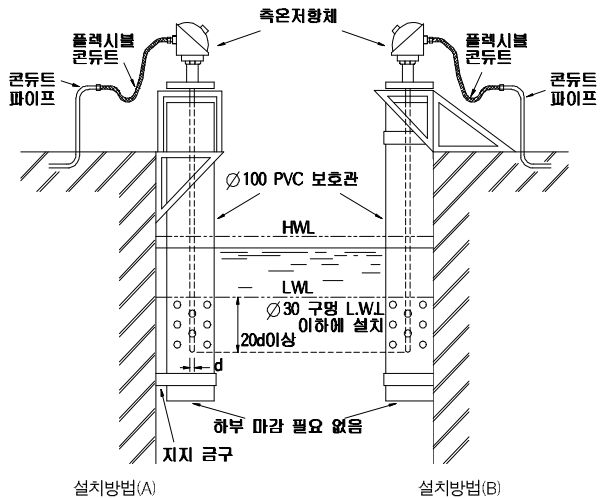
<그림 8.5.18> 압력 전송기를 본관보다 아래에 설치하는 경우

(2) 여과 손실수두 전송기

- 1) <그림 8.5.19>와 같이 도압 배관은 2/10 이상의 윗방향, 하부는 1/10 이상의 윗방향으로 기울어 지도록 한다.
- 2) V_1 , V_2 와 V_5 , V_6 가 동일한 발판이고 용이하게 조작할 수 있는 경우에는 V_3 , V_4 를 생략하는 경우가 있다.
- 3) 여과지를 세정하는 경우에는 MV를 폐쇄하고 압력수로 세정하기 때문에 L측의 압력 취출구는 MV하류측에서 한다(MV의 상류측에서 취출하면 세정시에 편압이 가해져 차압 전송기의 0점이 변하는 경우가 있다).
- 4) 도압 배관 직경
 도압 배관 길이(m) $0 < L \leq 9$, $9 < L \leq 15$
 도압 배관 직경 $1/2B$, $1B$
- 5) 도압 배관의 구부러짐은 반경 80mm 이상으로 한다. 또한, 도압 배관은 적당한 지지구에서 고정한다.
- 6) 액체가 동결할 우려가 있는 경우에는 보온한다.
- 7) 사용 전선 2°



<그림 8.5.19> 여과 손실 수두 전송기 설치 배관도



<그림 8.5.20> 측은 저항체(지) 설치도

(3) 온도측정기

- 1) 측은 저항체를 설치하는 장소에 흐름이 있는 경우에는 <그림 8.5.20> 과 같이 $\phi 100$ 의 염화비닐 보호통을 설치한다.
- 2) 측은 저항체 보호관의 직경을 d라고 하면 L.W.L과 보호관의 끝부분의 거리는 20d 이상으로 한다.

- 3) 액체 유통구는 L.W.L 이하로 하고 그 크기는 $\phi 30$ 정도로 한다(구멍수는 15~30개 정도).
- 4) 배선은 측온 저항체 가까이까지 전선관으로 유도하고 여기에서 측온 저항체까지는 플렉시블 전선관을 사용한다. 플렉시블 전선관은 충분히 여유를 둔다.
- 5) 사용 전선3°

<표 8.5.15> 수온계의 점검·정비요령 【예】

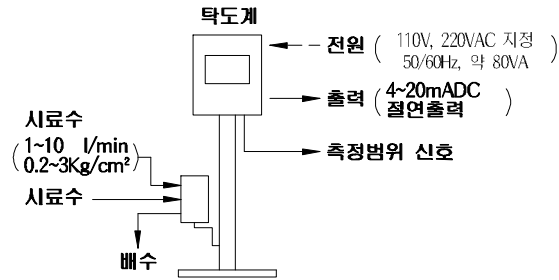
대상 기기		점검 부위	점검방법	표준 점검 주기	판 정 기 준	취급 주의사항	예비품		
수온계	저항식	배선 접속부	목시 점검	1년	배선의 단선·단락이 없을 것		퓨즈 측온계 패킹		
					단자부등 접속부의 느슨함, 부식 등이 없을 것				
		절연저항 측정	1년	소정의 절연저항값(수백kΩ~수MΩ) 이상일 것					
	항	검출부	목시 점검	1년	부식, 오염, 파손이 없고 느슨함 등이 없을 것				
			저항측정	1년	규정값을 만족할 것				
	변환기	목시 점검	1년	부식, 오염, 파손이 없고 느슨함 등이 없을 것					
		영점조정	1년	소정의 정도 이내일 것					
		스팬조정	1년	소정의 정도 이내일 것					
		절연저항 측정	1년	소정의 절연저항값(수백kΩ~수MΩ) 이상일 것					
	온열전식	배선 접속부	목시 점검	1년	배선의 단선·단락이 없을 것				퓨즈 측온계 패킹
					단자부등 접속부의 느슨함, 부식이 없을 것				
			절연저항 측정	1년	소정의 절연저항값(수백kΩ~수MΩ) 이상일 것				
검출부		목시 점검	1년	단선이 없을 것					
		기전력 측정	1년	단자부등 접속부의 느슨함, 부식이 없을 것					
		저항측정	1년	규정값을 만족할 것					
변환기		목시 점검	1년	단선이 없을 것					
				단자부등 접속부의 느슨함, 부식이 없을 것					
		영점조정	1년	소정의 정도 이내일 것					
		스팬조정	1년	소정의 정도 이내일 것					
절연저항 측정		1년	소정의 절연저항값(수백kΩ~수MΩ) 이상일 것						

8.5.5 수질 계측기기의 보수

(1) 탁도계(표면산란광 방식)

- 1) 방적 자립형이지만 보수면에서 실내에 설치할 것을 권장한다.

- 2) 진동이 없고 보수작업을 용이하게 실행할 수 있는 장소에 설치한다.
- 3) 부식성 가스가 발생할 우려가 있는 곳에서의 설치는 피한다.
- 4) 수준기(水準器)를 사용하여 수직으로 설치한다.
- 5) 탁도계 주변에 물이 흘러 넘쳐도 지장이 없도록 설치 바닥면에 배수구를 고려한다.
- 6) 탁도계의 측정 탱크와 변환기는 교정시 등에 좌측으로 개폐할 필요가 있으므로 공간을 고려한다.



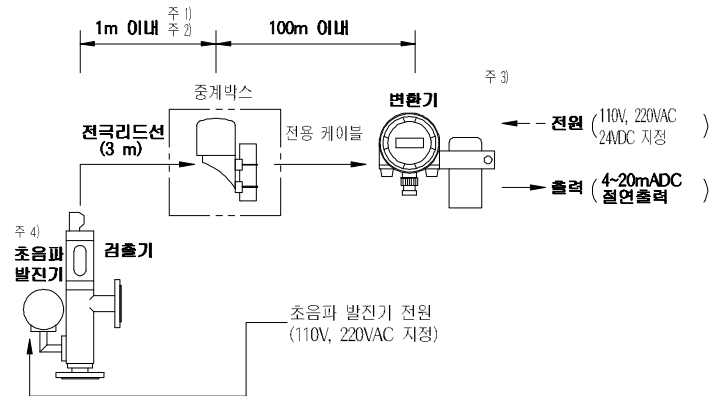
<그림 8.5.21> 탁도계(표면산란광 방식) 측정 계통도

<표 8.5.16> 탁도계의 점검·정비요령【예】

대상 기기		점검 부위	점검방법	표준 점검 주기	관 정 기 준	취급 주의사항	예비품	
탁도계	표면 산란 방식 · 투과 광산란 광 비 교 방식	배선 접속부	목시 점검	1년	배선의 단선·단락이 없을 것	lense면이 손상되지 않도록 할 것	수광자 광원 램프 퓨즈 Zero수-필터	
			절연저항 측정	1년	단자부등 접속부의 느슨함. 부식이 없을 것 소정의 절연저항값(수백 kΩ~수 MΩ) 이상 일 것			
		광원 램프, lense	목시 점검	매일	오염이 없을 것 건조하게 하지 말 것			Zero수-필터
			변환기	눈으로 확인	1개월			
		영점조정		1개월	소정의 정도 이내일 것			
		스팬조정		1개월	소정의 정도 이내일 것			
		교정		1개월	수작업 분석값과 일치할 것			
		배관·접속부	목시 점검	6개월	막힘이나 누설이 없을 것			
		측정조	목시 점검	1주	침전물, 오물, 기포가 없을 것	측정조를 손상하지 않도록 할 것		
		탈포조	목시 점검	1개월	침전물, 오물이 없을 것 월류할 수 있게 할 것			
					정상적으로 동작할 것			
		세정장치	목시 점검	매일	정상적으로 동작할 것			

(2) pH계

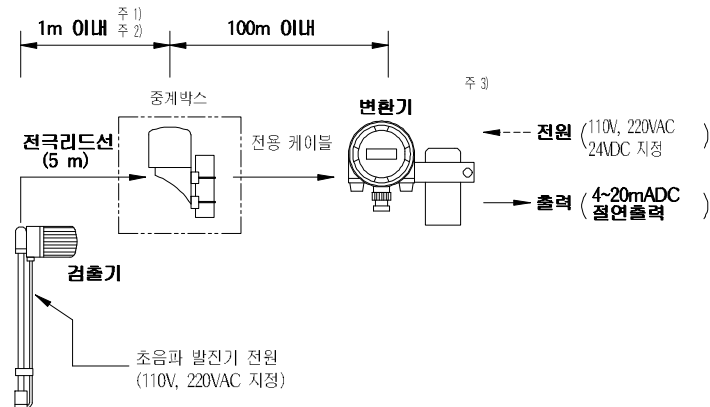
1) 유통형(<그림 8.5.22> 참조)



- 주 1) 검출기의 주변(1m 이내)에 변환기를 설치하여 검출기에서의 전극 리드선을 변환기에 직접 연결하는 경우에는 중계 박스 및 전용 케이블이 필요없다.
 주 2) 전극 자체에 부속되어 있는 리드선의 길이는 3m이다.
 주 3) DC 전원을 적용하는 경우에는 2선식이다. 출력 케이블에 전원이 겹쳐 있는 형태로 되어 있으므로 그림 중 실선의 전원 케이블은 필요없다.
 주 4) 전극홀더 재질이 폴리프로필렌인 경우에는 초음파 발전기가 검출기와 분리된다.

<그림 8.5.22> 유통형 pH계 측정 계통도

2) 침적형(<그림 8.5.23> 참조)



- 주 1) 검출기의 주변(1m 이내)에 변환기를 설치하여 검출기에서의 전극 리드선을 변환기에 직접 연결하는 경우에는 중계 박스 및 전용 케이블이 필요없다.
 주 2) 전극 자체에 부속되어 있는 리드선의 길이는 5m이지만 이 길이는 전극 홀더 내 통선 길이도 포함된다. 따라서 중계 박스의 설치 위치는 1m 이내가 된다.
 주 3) DC 전원을 적용하는 경우에는 2선식이다. 출력 케이블에 전원이 겹쳐 있는 형태로 되어 있으므로 그림 중 실선의 전원 케이블은 필요없다.

<그림 8.5.23> 침적형 pH계 측정 계통도

① 진동이 없고 보수작업을 용이하게 실행할 수 있는 장소에 설치한다.

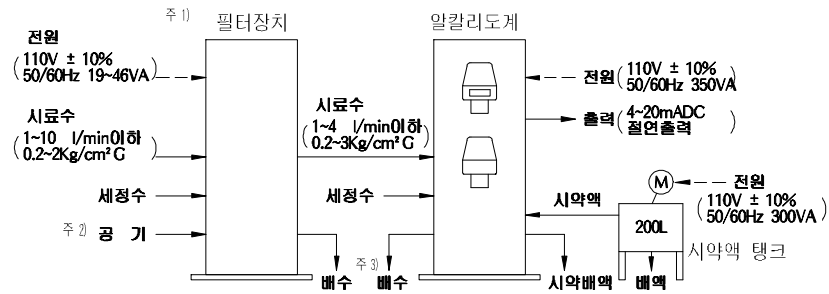
- ② 부식성 가스가 발생할 우려가 있는 곳에서의 설치는 피한다.
- ③ 변환기의 설치 높이는 바닥면에서 1.5m 정도로 한다. 계기의 상부는 200mm 이상의 공간을 취하고 커버를 벗겨낼 수 있도록 한다. 설치에는 50A의 강관을 사용한다.
- ④ 기포, 슬러리 또는 전극을 파손하는 고형물을 포함한 액체를 측정하는 경우에는 측정방식에 대하여 별도의 검토가 필요함.
- ⑤ 중계박스는 검출기의 주변(1m 이내)에 설치한다. 25~50A 파이프에 설치하거나 또는 벽면의 볼트에 설치한다.
- ⑥ 초음파 발진기는 25~50A 파이프에 설치하거나 벽면의 볼트에 설치한다. 커버를 취하는 공간은 200mm 정도가 필요하다.
- ⑦ 침적형인 경우에는 측정 유체의 액면이 변동해도 전극이 항상 액중에 잠겨 있도록 주의하여야 한다(측정 액면은 내부 액면보다 아래가 되어야 한다).

<표 8.5.17> pH계의 점검·정비요령 【예】

대상 기기		점검 부위	점검방법	표준 점검 주기	판 정 기 준	취급 주의사항	예비품
pH 계	클라 tm 전극 법	배선 접속부	목시 점검	1년	배선의 단선·단락이 없을 것	유리 제품에 대해 취급에 주의할 것	각종 전극 퓨즈 Kcl 분말 패킹
			절연저항 측정	1년	단자부등 접속부의 느슨함, 부식이 없을 것 소정의 절연저항값(수백 kΩ~수 MΩ) 이상 일 것		
		검출부	목시 점검	1주	오염, 쓰레기부착이 없을 것 내부액이 적당량 있을 것		
			변환기	목시 점검	1개월		
		영점조정		1주	소정의 정도 이내일 것		
		스팬조정		1주	소정의 정도 이내일 것		
		교정		1주	수작업 분석값과 일치할 것		
		배관· 접속부	목시 점검	6개월	막힘이나 누설이 없을 것		

(3) 알칼리도계

- ① 알칼리도계, 시약액 탱크는 실내형이다(직사광선은 피한다).
- ② 진동이 없고 보수작업을 용이하게 실행할 수 있는 장소에 설치한다.
- ③ 부식성 가스가 발생될 우려가 있는 곳에서의 접지는 피한다.
- ④ 충분히 환기시킬 수 있는 장소에 설치한다.
- ⑤ 시약액 탱크는 계기 주변에 시약액의 조정이 곤란한 곳에 알칼리도계와 동일한 평면에 설치한다.



- 주 1) 시료가 상수용의 원수인 경우 또는 하수처리수인 경우에는 여지 필터장치가 필요하다. 정수인 경우에는 필요없다.
 주 2) 자동 세척 배수기구가 부착된 경우에는 공기원이 필요하게 된다.
 주 3) 물세척 조작기가 부착된 경우에는 세정수가 필요하게 된다.

<그림 8.5.24> 알칼리도계 측정 계통도

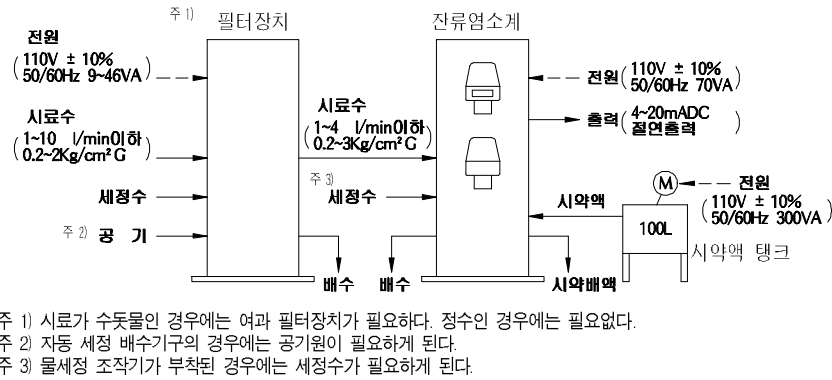
- ⑥ 시약액 탱크에 수도물 등의 주입을 간단하게 실행할 수 있도록 한다.
 ⑦ 알칼리도계와 시약액 탱크 주변에 물이 넘쳐흘러도 지장이 없도록 설치하고 바닥면에는 배수구를 설치한다.

<표 8.5.18> 알칼리도계의 점검·정비요령 【예】

대상 기기	점검 부위	점검방법	표준 점검 주기	관 정 기 준	취급 주의사항	예비품
알 칼 리 도 계	배선 접속부	목시 점검	1년	배선의 단선·단락이 없을 것	글라스 체 품에 대해 취급에 주 의할 것	각종 전극 노즐 전자 밸브 펌프 시약 패킹 필터
		절연저항 측정	1년	단자부등 접속부의 느슨함, 부식 등이 없을 것 소정의 절연저항값(수백kΩ~수MΩ) 이상일 것		
	전극부	목시 점검	1주	오염, 쓰레기부착이 없을 것 내부액이 적량일 것		
		목시 점검	10일	부식, 오염, 파손이 없고 느슨함 등이 없을 것		
	변환기	영점조정	10일	소정의 정도 이내일 것		
		스팬조정	10일	소정의 정도 이내일 것		
		교정	10일	수작업 분석값과 일치할 것		
	배관· 접속부	목시 점검	6개월	막힘이나 누설이 없을 것		
	정량 펌프	목시 점검	1년	규정 정량이 흐르고 있을 것 원활히 동작할 것		
	측정조	목시 점검	1주	침전물, 물때가 없을 것		
	시약조	목시 점검	10일	적정 양일 것		
	세척장치	목시 점검	매일	정상적으로 동작하고 있을 것		

(4) 잔류염소계

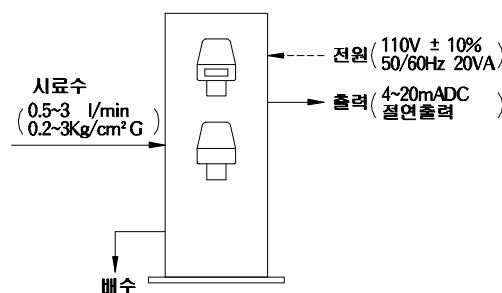
1) 시약형(<그림 8.5.25> 참조)



<그림 8.5.25> 잔류염소계(시약형) 측정 계통도

- ① 잔류염소계, 시약액 탱크는 실내형이다(직사광선은 피한다).
- ② 진동이 없고 보수작업을 용이하게 실행할 수 있는 장소에 설치한다.
- ③ 부식성 가스가 발생할 우려가 있는 곳에서의 설치는 피한다.
- ④ 충분히 환기할 수 있는 장소에 설치한다.
- ⑤ 시약액 탱크는 계기 주변에 시약액을 조정할 수 없는 장소에다 잔류염소계와 동일한 평면에 설치한다.
- ⑥ 시약액 탱크에 수돗물, 순수한 물 등의 주입을 간단하게 실행할 수 있도록 한다.
- ⑦ 잔류염소계, 시약액 탱크 주변에 물이 흘러 넘쳐도 지장이 없도록 설치 바닥면에 배수구를 설치한다.

2) 무시약형(<그림 8.5.26> 참조)



<그림 8.5.26> 잔류염소계(무시약형) 측정 계통도

- ① 진동이 없고 보수작업을 용이하게 실행할 수 있는 장소에 설치한다.
- ② 부식성 가스가 발생할 우려가 있는 곳에서의 설치는 피한다.

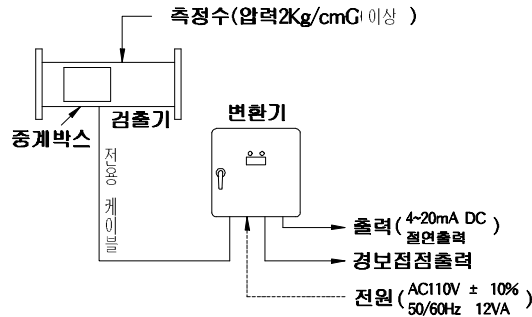
<표 8.5.19> 잔류염소계의 점검·정비요령 【예】

대상 기기		점검 부위	점검방법	표준 점검 주기	관 정 기 준	취급 주의사항	예비품
잔 류 염 소 계	시 약 식	배선 접속부	목시 점검	1년	배선의 단선·단락이 없을 것	샘플 액을 취급할 때 누설되지 않도록 주 의할 것	각종 전극 퓨즈 튜브 전자 밸브 필터 패킹 시약
			절연저항 측정	1년	단자부등 접속부의 느슨함, 부식이 없을 것		
		전극부	목시 점검	1주	오염, 쓰레기 부착이 없을 것		
			pH값 측정	1개월	규정값을 만족할 것		
잔 류 염 소 계	시 약 식	변환기	목시 점검	3개월	부식, 오염, 파손이 없고 느슨함 등이 없을 것		
			영점조정	3개월	소정의 정도 이내일 것		
			스팬조정	3개월	소정의 정도 이내일 것		
			교정	3개월	수작업 분석값과 일치할 것		
		배관· 접속부	목시 점검	6개월	막힘이나 누설이 없을 것		
			정량 펌프	목시 점검	매일		
		측정조	목시 점검	1주	침전물, 물때가 없을 것		
		시약조	목시 점검	매일	시약이 충분히 있을 것		
		세정장치	목시 점검	매일	정상적으로 동작하고 있을 것		
무 시 약 식	무 시 약 식	배선 접속부	목시 점검	1년	배선의 단선·단락이 없을 것	샘플 액을 취급할 때 누설되지 않도록 주 의요	각종 전극 퓨즈 튜브 전자 밸브 필터 패킹 시약
			절연저항 측정	1년	단자부등 접속부의 느슨함, 부식이 없을 것		
		전극부	목시 점검	1주	오염, 쓰레기부착이 없을 것		
			지시확인	1주	수작업 분석값과 일치할 것		
		변환기	목시 점검	3개월	부식, 오염, 파손이 없고 느슨함 등이 없을 것		
			영점조정	3개월	소정의 정도 이내일 것		
			스팬조정	3개월	소정의 정도 이내일 것		
			교정	3개월	수작업 분석값과 일치할 것		
		배관· 접속부	목시 점검	6개월	막힘이나 누설이 없을 것		
			측정조	목시 점검	1주		
				유량확인	매일		
		탈포조	목시 점검	매일	기포가 없을 것		
				1주	침전물, 물때가 없을 것		
		세정장치	목시 점검	매일	정상적으로 동작하고 있을 것		

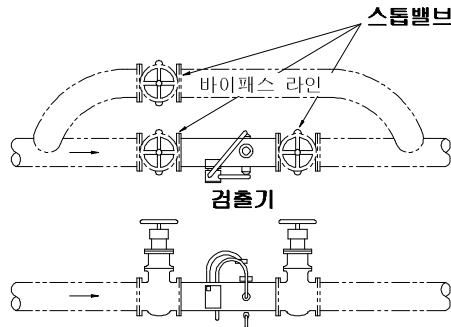
- ③ 충분히 환기할 수 있는 장소에 설치한다.
- ④ 설치 바닥면에는 액이 흘러 넘쳐도 지장이 없도록 배수구를 설치한다.
- ⑤ 직사광선은 피한다.

(5) 슬러지농도계(초음파)

1) 유통형(<그림 8.5.27>, <그림 8.5.28> 참조)



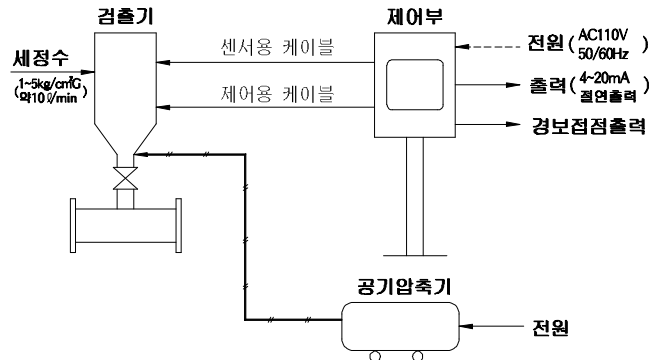
<그림 8.5.27> 초음파 슬러지 농도계(유통형) 측정 계통도



<그림 8.5.28> 초음파 슬러지 농도계(유통형) 검출기 설치 예

- ① 검출기는 항상 피측정액으로 가득 차 있으므로 공기의 체류가 발생하지 않는 곳을 선택하여 설치한다. 슬러지가 침전하여 검출기 바닥부에 퇴적될 수 있는 장소는 피한다.
- ② 파이프라인에 기포를 혼입되지 않게 한다. 기포가 들어가면 초음파는 기포에 의한 감쇠가 발생하여 외견상의 농도가 높아지고 실제 농도와의 차이가 발생한다.
- ③ 액체의 유속과 난류는 오차의 원인이 되지는 않지만 가능한 맥류가 발생하지 않는 장소를 선택하여 설치한다.
- ④ 검출기의 플랜지면간 수치는 표준 500±3mm이며, 설치 상대 배관과는 플랜지 접속으로 실행한다.
- ⑤ 진동이 없고 보수작업을 용이하게 실행할 수 있는 장소에 설치한다.

- ⑥ 주위 온도 범위는 0~50℃이지만 가능한 온도 변화가 적은 장소에 설치한다.
 - ⑦ 케이스는 옥외 설치 구조로 되어 있지만 직접 바람과 비 그리고 직사광선을 받지 않도록 간단한 덮개를 설치한다.
 - ⑧ 변환기는 검출기의 주변에 설치한다. 전용 케이블의 표준 길이는 10m이다. 최대 길이는 50m 까지이다.
- 2) 소포형(<그림 8.5.29> 참조)



주 1) 배관 원압보다 1kg/cm²G 이상 높은 압축공기를 얻을 수 있는 컴프레서가 필요하다.
 주 2) 배관 원압이 0.5kg/cm²G 이하인 경우에는 샘플링용과 별도의 흡인용 에어 이젝터가 필요하다.
 주 3) 표준형 제어부의 경우 공기 배관은 별도 준비하여야 한다.

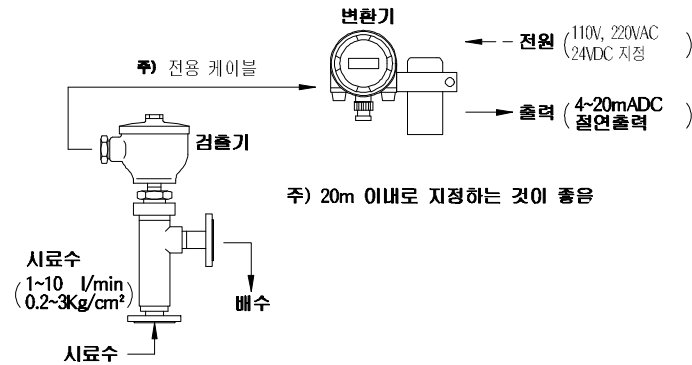
<그림 8.5.29> 초음파 슬러지 농도계(소포형) 측정 계통도

- ① 검출기의 플랜지면간 수치는 표준 500±3mm이고 설치 상대 배관과는 플랜지 접속으로 실행한다.
- ② 가압 탱크는 수직이 되도록 설치한다.
- ③ 배관을 통하여 펌프 등에 의한 진동이 전달되지 않도록 한다. 진동이 큰 장소에는 설치하지 않는다.
- ④ 단동 플랜저 펌프를 한 후 라인압이 크게 변동하는 장소에는 설치하지 않는다. 이와 같은 장소에 설치해야 하는 경우에는 서지 탱크를 설치한다.
- ⑤ 배관압이 0.5kg/cm²G 이하인 경우 시료를 샘플링하더라도 별도의 에어 이젝터가 필요하다.
- ⑥ 검출기의 수직 설치시 설치하는 상대 배관이 3B 이하인 경우에는 검출기를 적당한 방법으로 지원하여야 한다.

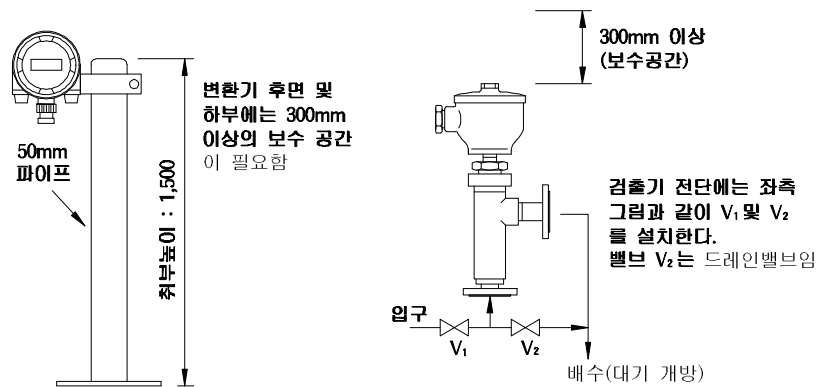
(6) 전기전도도계

- 1) 진동이 없고 보수작업을 용이하게 실행할 수 있는 장소에 설치한다.
- 2) 부식성 가스가 발생할 우려가 있는 곳의 설치에 피한다. 또한 검출기는 습기가 많은 장소를 피하여 설치한다.
- 3) 변환기의 설치높이는 바닥면으로부터 1.5m 정도로 한다. 계기의 상부는 200mm 이상의 공간을

- 취하여 커버를 벗겨낼 수 있도록 한다. 설치에는 50A(외경 60.5mm)의 강철관을 사용한다.
- 4) 검출기는 벽 또는 지지대에 설치하고 설치 높이는 0.8m 정도로 한다.
 - 5) 검출기의 설치 바닥면에는 액이 흘러 넘쳐도 지장이 없도록 배수구를 설치한다.



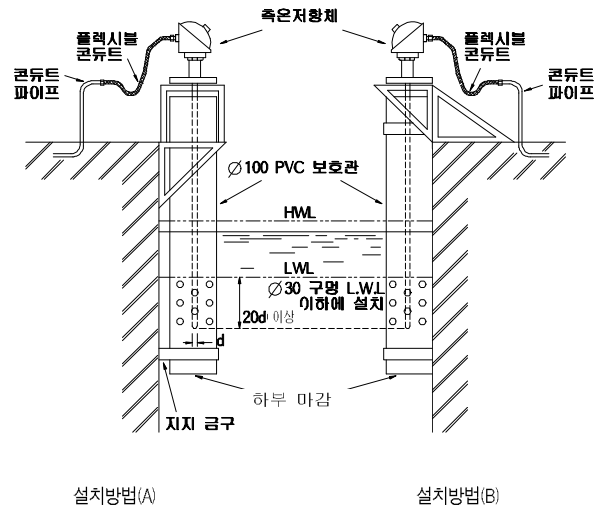
<그림 8.5.30> 전기전도도계 측정 계통도



<그림 8.5.31> 전기전도도계 검출기 설치(예)

(7) 온도계

- 1) 측온 저항체를 설치하는 장소에 흐름이 있는 경우에는 <그림 8.5.32>와 같이 $\phi 100$ 의 염화비닐 보호통을 설치한다.
- 2) 측온 저항체 보호관의 직경을 d라고 하면 L.W.L과 보호관의 끝부분의 거리는 20d 이상으로 한다.
- 3) 액체 유통구는 L.W.L 이하로 하고 그 크기는 $\phi 30$ 정도로 한다(구멍수는 15~30개 정도).
- 4) 배선은 측온 저항체 가까이까지 전선관으로 유도하고 여기에서 측온 저항체까지는 플렉시블 전선관을 사용한다. 플렉시블 전선관은 충분히 여유를 둔다.
- 5) 사용 전선 3°



〈그림 8.5.32〉 측은 저항체(지) 설치도

(8) 유동전류계(SCD)

1) 유동전류계란?

유동전류계(streaming current detector)는 수중에 전기적으로 하전된 입자들이 모터에 의해 상하 왕복운동하는 피스톤에 순간적으로 부착되어 전극의 흐름에 따라 움직이는데 이때의 전하를 측정하여 전기적으로 처리, 출력하는 장치를 말한다.

Jar 테스트 등 적정 응집제 투입을 판단을 위해 실시하는 다른 방법에 비해 온라인 연속 감시가 가능하여 응집제의 자동투입 또는 적정 주입여부를 감시하는 목적으로 사용되고 있으며, 온라인 제어를 통한 적절한 응집제 주입량 조정으로 약품 사용량 절감 등 혼화/응집공정의 최적인전에 활용되고 있다.

2) 유동전류의 발생 및 측정원리

- ① 실린더와 피스톤의 좁은 틈 사이로 콜로이드 입자를 포함하는 용액을 빠른 속도로 통과시키면 콜로이드 표면에 형성되어 있는 전기적 이중층이 순간적으로 분리되면서 전단면 밖의 분산층 내에 있던 불균형 상태의 이온에 의해 실린더 위아래에 있는 전극 사이에 전위차가 발생한다.
- ② 실린더 위아래 전극 센서에서 발생하는 전위차 측정
- ③ 측정된 유동전류값을 4~20mA로 변환하여 계측제어시스템상에 표시

3) 설치시 주의사항

① 시료채취지점 선정

- SCD를 응집제 주입지점 이후 다양한 지점에서 측정하여 안정된 값을 나타내는 최단 지점으로 시료채취 지점을 선정하여야 한다. 응집제 주입 후 시간이 경과할수록 zeta 전위는 감소하므로 가급적 응집제 주입 후 충분히 혼화가 이루어진 지점 이후에 곧바로 시료를 채취하여 SCD를 측정하여야 한다.

- 문헌에서는 응집제 주입 후 SCD에 도달하는 시간 2~5분 이내가 최적이나 충분한 시험을 실시하여 최적위치를 선정하여야 한다.

※ 응집제 주입 후 zeta가 감소하는 비율은 원수 및 계절마다 다름

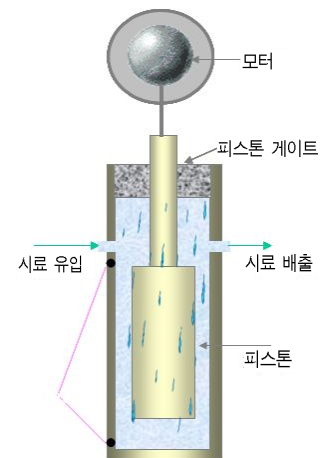
- ② 시료채취 후 SCD에 도달하는 시간을 측정하고 부적절할 경우에는 시료량을 조절하여야 한다.
- ③ SCD의 민감도 조정한다.

4) 제어목적으로 사용시 주의사항

- ① 센서의 감도와 응집제 투입에 따른 유동전류값의 변화를 기록하여 향후 센서의 정도유지 데이터로 활용한다.
- ② 운영을 위한 set point 설정 및 응집률 변화시 지연시간 및 데이터의 평균시간, 제어의 범위 등을 조정하여야 한다.
- ③ 유동전류값이 매2초 간격으로 출력되므로 이 값들의 이동평균값을 취하여 데이터의 현탕을 최소화하여 제어에 용이하도록 한다.
- ④ 최적투입시에 유동전류값이 0이 되도록 한 후 1ppm 또는 2ppm씩 증감시켜 유동전류의 값이 어느 정도 변화하는지 기록하여 피드백제어의 기초데이터로 활용한다.

⑤ 유동전류값의 변화 요소

- 탁도, 색도, 응집제, 유량, 수온, 전기전도도, 알칼리도, pH 값 등의 변화는 SCD value에 영향을 주어 setting point 가 다소 증감하여 이동하는 특성이 있다.
- 유동전류값을 증가시키는 요소
 - 탁도, 색도, pH, 유량, lime 등의 감소시
 - 응집제, 염소, 폴리머 투입물의 증가시
- 유동전류값을 감소시키는 요소
 - 탁도, 색도, pH, 유량, lime 등의 증가시
 - 응집제, 염소, 폴리머 투입물의 감소시



<그림 8.5.33> SCD계 개요도

(9) COD계

1) 측정원리

- ① 수분석에서 요구하는 100℃에서 과망간산칼륨에 의한 산소소비량을 기본으로 수분석시험방법을 자동화 시킨 것으로 적정의 종말점은 산화환원전위법으로 검출하고 필요한 과망간산칼륨의 소비량을 전기신호로 바꾸어서 내장된 컴퓨터가 처리한다.
- ② 시료 중의 염소이온에 의한 측정값 오차를 방지하기 위하여 황산은 대신에 질산은 용액을 사용하며 COD 자동계측장치는 수질 오염방지법의 총량규제 제도화에 따라서 COD를 지표로 하는 오락부하량의 측정, 기록을 자동으로 하는 것으로 우리나라 법을 적용, 고장 배수시험방법(100℃에 있어 산성과 알칼리성 과망간산칼륨에 의한 산소소비량)의 순서를 내장, 컴퓨터에 의해

실행하고 자동으로 연속 측정하는 장치이다.

2) 측정방식

- ① 전기화학법: 특수코팅된 금속 양극을 가지고 물을 전기분해하여 산화전위가 매우 큰 OH-radical을 생성. 측정수에 포함되어 있는 유기물을 전극 주위에 생성된 OH-radical을 소모 산화제를 생성하는 working electrode의 전위가 일정하게 유지되고 전류와 시간의 단위는 유기물의 농도에 비례하므로 OH-radical의 소모량으로 COD 측정한다.
- ② 과망간산칼륨법: 일정량의 시료에 황산과 과망간산칼륨을 첨가해 일정온도로 가열 후 일정량의 옥살산나트륨을 첨가하여 잔존하는 과망간산 이온과 반응시켜 과잉의 옥살산나트륨을 표준망간산칼륨용액으로 저장하고, 이것을 이용 적정의 종말점을 검출, 종말점까지의 과망간산칼륨의 적정량을 구해서 COD값을 연산한다.
- ③ 오존법: 오존발생기에서 순산소로부터 오존을 발생시킨다. 반응기 내의 오존의 일정한 양만큼 소모되도록 시료수와 희석수의 혼합비율을 조절 변화되는 희석 비율로 COD 값을 환산한다.
- ④ 자외선흡광도법: 유기물에서 광의 흡수가 일어나는 저압수는 램프의 휘선 스펙트럼 253.7Nm (자외) 파장과 휘선 스펙트럼 546Nm(가시)파장을 이용하여 흡수되는 광량으로 배수 중의 유기물 농도를 측정한다.

<표 8.5.20> COD계의 점검·정비요령 【예】

대상 기기	점검 부위	점검방법	표준 점검 주기	판 정 기 준	취급 주의사항	예비품
C O D 계 법	배선 접속부	목시 점검	1년	배선의 단선·단락이 없을 것	약품 취급에 주의할 것	튜브 다이 어프램 패킹 전자밸브 각종 전극 퓨즈 시약
		절연저항 측정	1년	단자부등 접속부의 느슨함, 부식이 없을 것 소정의 절연저항값(수백KΩ~수MΩ) 이상일 것		
	전극부	목시 점검	1년	오염, 쓰레기부착이 없을 것 내부 액이 적당량 있을 것		
		목시 점검	1년	부식, 오염, 파손이 없고 느슨함 등이 없을 것		
	변환기	영점조정	1년	소정의 정도 이내일 것		
		스팬조정	1년	소정의 정도 이내일 것		
		교정	1년	수작업 분석값과 일치할 것		
	배관· 접속부	목시 점검	6개월	막힘이나 누설이 없을 것		
	시약조	목시 점검	1개월	적정량이 있을 것		
	측정조	목시 점검	1주	침전물, 물때가 없을 것		
	공기원	공기압측정	1개월	공기압, 공기량이 적당할 것		

3) 유지보수

여러 측정방식 중에서도 가장 많이 설치되어 운영 중인 것이 과망간산칼륨법이고 제작용업체에서 제공되는 유지보수 요령을 참고하여 관리하도록 한다.

(10) 수질계측기의 일반적인 이상 원인과 대책

<표 8.5.21> 수질 계측기의 이상 원인과 대책

기기명	이상현상	원 인	확인 및 조치
pH계	지침이 좌측으로 치우친다.	전원의 끊어짐	전원선의 점검 및 퓨즈 교환
		측정액의 pH가 눈금을 넘어서고 있다.	측정액의 pH를 확인
		배선의 단선·단락	점검 및 수리
	지침이 우측으로 치우친다.	전극의 절연불량 또는 파손	교환
		측정액의 pH가 눈금을 넘어서고 있다.	측정액의 pH를 확인
		배선의 단선·단락	점검 및 수리
	지시가 한쪽으로 치우치는 경향이 있다. 지시가 휘청거림.	전극의 절연불량	교환
		전극에 녹등이 부착하고 있다.	물 또는 묽은 염산으로 세정
		비교전극의 액락부의 저항증대	액락부 세정 또는 전극의 교환
		측정액의 온도, 전위차가 적당하지 않다.	전극의 교체 및 전극주변을 차폐한다.
	pH의 변화에 대하여 지시가 맞지 않는다.	전극의 열화, 절연불량 또는 파손	전극 및 방습 고무마개의 교환
		표준액이 올바르지 않다.	표준액을 다시 만든다.
		측정액의 유속 또는 압력이 적당하지 않다.	유속 또는 압력조정
탁도계	지침이 치우친다.	광원램프의 단선 또는 접촉불량	광원램프의 교환, 광축조정, 컬렉터의 점검 수리
		배선의 단선·단락	점검 및 수리
		변환기의 고장	수리 및 교환
	지시가 한쪽으로 치우치는 경향이 있다. 지시가 휘청거림.	측정액조에 기포가 혼입한다.	샘플배관의 점검 및 검토
		광원램프가 점멸한다.	컬렉터 수리
		셀창이 오염됨	창을 세정한다.
		측정창이 오염됨	창을 세정한다.
		측정액조의 오염 또는 누출	침전물, 물때를 제거한다.
		광원램프의 열화	광원램프 교환
		변환기의 고장	수리 또는 교환
		집광렌즈의 흐림	렌즈를 세척한다.

기기명	이상현상	원 인	확인 및 조치
알 칼 리 도 계	측정액을 흘려도 지시가 “0”인 경 우	전원(퓨즈)의 끊어짐	전원선의 점검·수리 및 퓨즈 교체
		배선의 단선·단락	점검 및 수리
		변환기 고장	수리 및 교환
		기록계 또는 지시계에 고장	수리 및 교환
		전극의 파손	수리 및 교환
	지시가 한쪽으로 치우침 지시가 휘청거림.	기록계 또는 지시계에 오차가 있다.	점검 및 수리
		변환기에 오차가 있다.	점검 및 수리
		변환기의 부하가 허용값을 초과했다.	부하 임피던스를 확인하여 허용값 이하로 한다.
		댐핑 조정이 부적당	각부의 점검·조정
		시약 조정이 부적당	시약농도 체크 및 재조정
		전극 접촉불량 및 회전불량	점검·조정 및 수리
		교반기 고장	점검·조정 및 수리 또는 교체
		측정액의 유입이 불안정함.	측정액의 배관계통 세척 및 노즐 청소, 전자밸브 등의 조정
잔 류 염 소 계	측정액을 흘려도 지시가 “0”인 경 우	전원(퓨즈)의 끊어짐	전원선의 점검·수리 및 퓨즈교체
		배선의 단선·단락	점검 및 수리
		변환기 고장	수리 및 교환
		기록계 또는 지시계의 고장	수리 및 교환
		전극의 파손	수리 및 교환
	지시가 한쪽으로 치우침 지시가 휘청거림.	기록계 또는 지시계에 오차가 있다.	점검 및 수리
		변환기에 오차가 있다.	점검 및 수리
		변환기의 부하가 허용값을 초과했다.	부하 임피던스를 확인하여 허용값 이하로 한다.
		댐핑 조정이 부적당	각부의 점검·조정
		시약 조정이 부적당	시약농도의 체크 및 재조정
		전극의 접촉불량 및 회전불량	점검, 조정 및 수리
		교반기 고장	점검, 조정 및 수리 또는 교체
		측정액의 유입이 불안정하다.	측정액의 배관계통 세정 및 노즐청소, 전 자밸브 등의 조정

8.5.6 기타 계기의 보수

(1) 염소가스 누설감지기

시설 내에서의 염소가스 누설은 인명사고로 이어질 가능성이 크다. 그러므로 염소누설 감지기는 조기에 염소누설을 감지하고 사고가 확대되지 않도록 하는 중요한 계기이다. 점검시에는 이러한 점을 충분히 인식하여 신중히 실시하도록 하여야 한다.

경보접촉은 사용자 선택 세트포인트에서 이동할 수 있도록 되어있다. 모니터 모듈은 가스레벨과 4-20mA 출력을 디지털로 판독한다. 일점 또는 이점식 장치는 가스 감지기와 모니터 또는 경보장치를 결합하여 사용하는데 유용하다. 하나의 수신기 모듈은 각 가스 센서/송신장치와 두 개의 도선케이블과 연결되어 센서가 설치된 지역의 가스 농도에 대한 자료를 제공한다. 수신기는 가스 감지시스템에서 공급되는 전원 공급 모듈에 의하여 전력을 공급받는다.

1) 검지부 시험

검지부를 적서 시험하는 방법은 다른 특별한 시험기기 필요없는 단순한 절차로 사용될 수 있다. 필수적인 시험으로는 작은 플라스틱의 시약통 피펫 또는 드롭퍼, 가정용 액체염소 표백제(5.25%), 아세트산 또는 빙초산 컨테이너는 시험 전에 표백제 아세트산 용액으로 전시험되어야 한다. 표백제 아세트산을 각각 50mℓ씩 섞는다. 플라스틱 시약통에 넣은 후 용액을 섞는다. 병이 빌 때까지 시험을 계속한다.

- ① 표백제와 아세트산 각 1mℓ를 섞은 용액이나 빙초산을 섞은 물 20mℓ를 컨테이너에 넣는다. 1분간 용액을 흔들어 가볍게 활성화 시킨다.

※ 완전세척까지 되지 않는 아세트산과 표백제용 드롭퍼는 사용하지 않는다.

- ② 경보 크기선택을 최고 위치에 놓는다.

컨테이너에서 염소가스만 방출케 하여 검지부에 접촉토록 하면 가스검지기의 경보(alarm) 지시계에 표시가 난다. 경보(alarm) 지시계에 표시되지 않으면 1시간 기다린 후 새로운 용액으로 재시험한다. 그래도 경보가 울리지 않으면 검지부를 교체한다. 모든 검지부도 위와 같이 시행한다.

※ 검지부를 솔로 문지르지 말고 닦지 말 것

솔질을 하거나 닦을 경우 성능을 보장할 수 없으며 시험 중에 검지부를 초과 농도 염소에 노출하지 말 것. 시험은 한 달에 한번씩 하며 100ppm 이상에 노출하지 말 것. 높은 농도의 습기 있는 염소에 빈번한 노출은 검지부 수명을 단축시킨다.

- ③ 새로운 검지부를 추가하거나 온도변화에 맞춰 조정시에는 다음과 같은 순서로 한다.

- 검지기 검지부 제거, 용이치 않을 때는 부착된 곳으로부터 격리시킨다.
- 4개의 나사를 풀어 낸 후 검지부의 뚜껑을 연다.
- 가스검지기의 전원스위치를 켜고 1시간 동안 검지기를 안정화 시킨다.
- 전압계의 양극을 검지기 인쇄회로기판의 시험 점점 #4(TP4)에 연결하고 음극을 터미널 GND에 연결시킨다.
- DC전압계에서 $0.70 \pm 0.1V$ 를 출력시키도록 fine cal과 coarse cal 포텐션 미터를 조절한다.

- 전압계를 분리한다.
- 검지기 뚜껑을 덮고 4개의 나사를 조인다.
- 벽에 검지기를 재부착한다.
- 모든 검지기를 위와 같이 시험한다.

2) 보수

- ① 가스검지기 전원을 끈다.
- ② 나사를 풀어 검지기 뚜껑을 연다.
- ③ 부착된 곳으로부터 검지기 검지부를 분리한다.
- ④ 모든 전선을 풀고 전선을 제거한다.
- ⑤ 전선을 돌림용 터미널에 연결 +를 GND에 그리고 4~20mA를 돌림판에 공급
- ⑥ 가스검지기의 전원을 켜다.
- ⑦ 가스검지기의 정상작동을 지속한다.

3) 문제점 및 해결방안표

고 장	원 인	처리방법
민감치 못한 검지기	• 검지기 노후	• 검지기 교체
가스검지기의 다기능 표시	• 검지기 열림 연결 • 퓨즈 고장 • 검지기 검지부 단락 • 온도차 심할 때 • 검지기 가열기 고장 (검지기 인쇄회로기판에 LED 표시) • 검지기 선택스위치를 0에 선택 • 담배연기에 의해 방해	• 접속부와 검지기간 전선 점검 퓨즈 교체 • 검지기 연결 또는 돌림 재조정 • 검지기 교체 • 스위치 위치 조정 • 담배연기 제거
염소누출없이 경보 표시되는 경우	• 검지거나 신호전선에 문제 • 검지기에 지속적으로 소량의 염소가스가 축적	• 검지기간의 단락문제 점검 • 정기적으로 염소가스 제거
염소누출시 경보 안 울릴 경우	• 인위적 검지기 설치 가능할 때 • 검지기 작동불능	• 경보수준 재조정(필요시) • 검지기 교체
전원불이 켜지지 않을 때	• 가스검지기 전원공급중단 • 퓨즈고장 • 회로차단기 고장 • 검지기 전선 합선	• 전원스위치 켜다. • 원인제거 후 퓨즈 교체 • 회로차단기 교체 • 전선보수 교체(퓨즈교체)
염소누출 후 경보 재배치 불가능시	• 검지기 청소불량과 미안정 • 검지기 오염 • 염소가스 잔재 • 재배치 단추가 눌러지지 않을 때	• 안정화시간 60분 • 검지기 교체 • 가스제거 후 검지기 안정화 • 재배치 단추 누름

8.5.7 지시·기록계의 보수

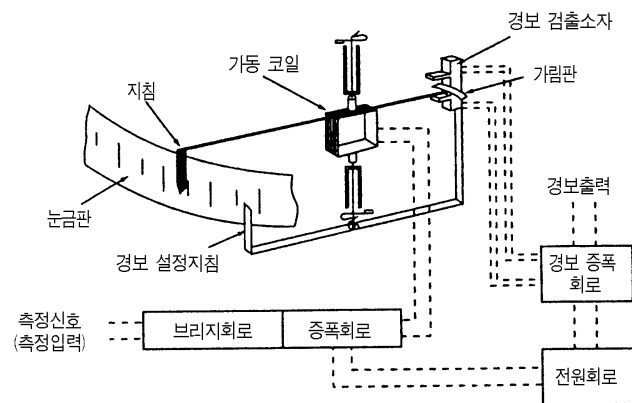
수도시설에서는 컴퓨터가 도입되어 CRT 또는 LCD에 의한 감시가 많아졌는데 현재도 감시용 그래픽 패널이 병용되는 예가 많고 지시계가 사용되고 있으며 데이터베이스의 활용으로 기록계는 점차 사용되지 않고 있는 실정이다.

(1) 지시계

1) 일반사항

지시계에는 전기식 가동 코일형, 전자식 LED형 등이 있다.

- ① 가동 코일형 지시계는 1~5V DC 또는 4~20mA DC 측정신호를 가동 코일에 흘려보내 가동 코일에 설치되어 있는 지침으로 지시하는 아날로그형 지시계가 있다.



<그림 8.5.34> 가동 코일형 지시계 외형도

- ② LED지시계는 눈금에 미세한 장방형 LED 엘리먼트를 다수 중 또는 횡으로 배치하고 있다. 1~5V DC 혹은 4~20mA DC의 측정신호를 드라이브 유닛으로 디지털화하고 디지털량에 따른 LED를 발광시켜 아날로그적인 표시를 하는 지시계이다.
- ③ 공기압식 지시계는 수도시설에서는 현재 사용되는 예가 적다.

2) 지시계의 특징

① 가동코일형 지시계

형상은 <그림 8.5.34>에 나타난 것과 같이 원리적으로는 오래 전부터 존재하는 것으로 전압계, 전류계 등에서도 사용되고 있어 신뢰성은 높다고 할 수 있다.

- 필요에 따라 상하한값 설정장치를 부가할 수 있다.
- 신뢰도, 정확도 모두 안정되어 있다.

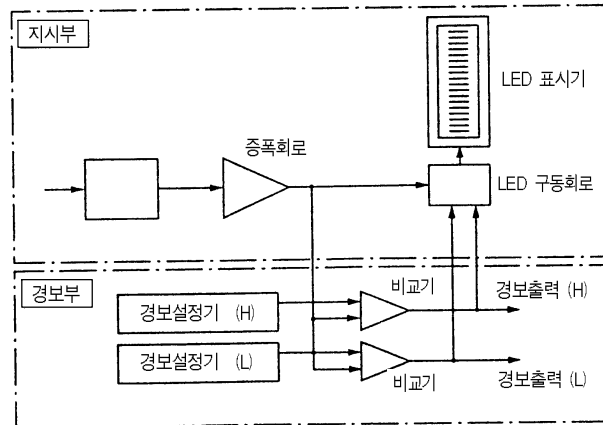
② 보수상의 유의사항

- 입력에서 출력(지시)까지 가동부가 전혀 없으므로 LED를 제외하면 수명이 길다.

- 필요에 따라 상하한값 설정장치를 부가할 수 있다.
- 신뢰도, 정확도 모두 안정되어 있다.
- LED가 발광(發光)되므로 어두운 장소에서도 지시값 확인이 가능하다.

③ LED형 지시계

형상은 <그림 8.5.35>에 나타난 것과 같다.



<그림 8.5.35> LED형 지시형 외형도

④ 보수상의 유의사항

- 가동 코일형 지시계에서는 지침이 정전기의 영향을 받으므로 지침이 아크릴성 커버로 보호되어 있는 경우는 주의할 필요가 있다. 정전기의 영향을 받고 있을 경우는 정전제거제 등을 사용하여 제거하도록 한다.
- 지시계는 비교적 안정된 계기이므로 점검을 소홀히 하기 쉽다. 운전정지 등으로 측정값이 제로임에도 불구하고 지시계 지침이 제로에 있지 않으면 발신기나 지시계 불량을 생각할 수 있다. 이러한 기회를 이용하여 필요에 따른 자세한 점검으로 장기간 안정된 지시를 얻을 수 있다.

⑤ 보수 점검요령

표준적인 보수 점검요령 예를 <표 8.5.22>에 나타냈다.

<표 8.5.22> 지시계 보수 점검요령 예

	점 검 항 목	주 기
일상 점검	지시값의 안정상태	6개월
정기 점검	교정, 절연저항측정	1년

⑥ 이상현상과 그 원인 및 조치

지시계의 이상현상과 그 원인 및 조치를 <표 8.5.23>에 나타냈다.

<표 8.5.23> 지시계의 이상현상과 그 원인 및 조치

이상현상	원 인	확인 및 조치
지침이 +측으로 기울	변환기 고장	수리 또는 교환
지시가 0에 있음	전원(퓨즈) 끊김	전원라인의 점검과 수리 및 퓨즈 교환
	배선 단선·단락	점검 및 수리
	변환기 고장	점검 및 수리
지침이 기울어 있고 지시가 흔들림	기록계 또는 지시계에 오차가 있음	점검 및 조정 또는 교환
	변환기에 오차가 있음	점검 및 수리
	변환기의 부하가 허용값을 넘어 있음	부하저항을 확인하고 허용값 이하로 함.
지시가 흔들림	외부 소음	소음대책을 함
	지시·기록계 불량	점검 및 수리

(2) 기록계

기록계에는 펜식, 다점식이 있고 다점식에는 아날로그식, 디지털방식이 있다.

펜식 기록계는 연상회로, 사보 증폭기, 위치귀환소자, 급지기구, 사보 모터, 잉크펜 등으로 구성된 다. 측정신호는 사보 증폭기로 보내져 위치 귀환 소자에서 얻어지는 펜 위치신호와 비교된다. 이 편차를 0이 되게 하기 위해 사보 모터가 회전하고 펜 위치를 정하여 기록하도록 한다. 최근에는 다기능화되어 컬러 LCD(액정 디스플레이)의 표시기구나 X-Y플로터를 준비해 기록지에 시각, 문자 등을 인자한 것이 있다.

또한 키보드가 부착되어 종이 보내기 속도 등 각종 설정을 자유자재로 하는 것이 있다. 다점식 기록계는 아날로그부, 연산·제어부, 기록부 등으로 구성된다.

펜식 기록계와 다른 점은 하나의 인자헤드로 1~수 십점의 기록을 내는 것이다. 펜 위치 결정은 아날로그식으로는 펜식 기록계와 원리적으로 마찬가지로 사보 모터로 이루어지는데 디지털방식에서는 라스터스캔이라 불리는 기록방식이 사용된다. 이 방식에서는 일정 주기마다 측정 점수분의 측정을 실시하여 메모리에 기록한 후 인자헤드를 해당 색으로 기록하는 것이다. 이 기록계도 시각, 문자 인자를 비롯해 키보드로 종이 보내기 속도 등 각종 설정을 자유자재로 할 수 있도록 되어 있다.

1) 기록계의 특징

① 펜식 기록계

- 측정 점수만이 펜이 필요하므로 구조가 약간 복잡하게 된다.
- 가동부분이 많다.
- 보수 점검은 까다롭다.

② 다점식 기록계

- 아날로그식, 디지털식 모두 인자헤드가 하나로 충분하므로 내부기구는 간소화된다.
- 다수의 기록을 하나의 헤드로 실시하기 때문에 입력교체가 필요하게 된다.
- 인자헤드부분을 제외하면 거의 가동되는 부분이 없으므로 장기간 안정되어 있다.

2) 보수상의 유의사항

- ① 현재의 기록계는 펜식, 다점식 모두 신뢰도가 향상되고 안정되어 있지만 인자문자가 희미해지고 색이 혼합되지 않는 경우도 있다. 점검시에는 잉크관리, 잉크튜브 막힘 등에 주의하여야 한다.
- ② 기록계 고장의 대부분은 인자헤드 관계의 가동부나 입력교체 스캐너부분이다. 점검시는 이러한 부분에 특히 주의하도록 한다.
- ③ 보수 점검요령
표준적인 보수 점검요령의 예를 <표 8.5.24>에 나타냈다.

<표 8.5.24> 기록계의 보수 점검요령 예

	점 검 항 목	주 기
일상 점검	지시값의 안정상태, 잉크 상태	6개월
정기 점검	교정, 절연저항측정	1년

④ 이상현상과 그 원인 및 조치

기록계의 이상현상과 그 원인 및 조치를 <표 8.5.25>에 나타냈다.

<표 8.5.25> 기록계의 이상현상과 그 원인 및 조치

이상현상	원 인	확인 및 조치
기록펜이 플러스측으로 흔들림	변환기 고장 발신기 고장	수리 또는 교환
기록펜이 마이너스측으로 흔들림	전원(푸즈) 끊김	전원라인의 점검과 수리 및 푸즈 교환
	배선 단선·단락	점검 및 수리
	변환기 고장	점검 및 수리
지침이 한 쪽으로 기울어 있음	기록계 또는 지시계에 오차가 있음	점검 및 조정 또는 교환
	변환기에 오차가 있음	점검 및 수리
	변환기의 부하가 허용값을 넘어 있음	부하저항을 확인하고 허용값 이하로 함
지시가 흔들림	외부 소음	소음대책을 함
	기록계 불량	점검 및 수리

8.5.8 검출부의 보수

검출부는 측정하려는 변량 즉 유량·수위·압력 및 수질 계측값 등을 신호로 변환하는 부분으로서, 계측제어설비 중에서도 상수도시설의 감시와 제어를 원활하게 수행하기 위해 가장 기본이 되는 부분 이므로, 그 점검·정비에 대해서는 특별히 세심한 주의를 기울여야 한다.

검출부의 점검·정비는 주로 외관의 목시(육안) 점검, 영점조정, 스펜조정 등이고, 검출부의 대상 기기별 점검부위의 점검·정비요령<예>는 제2절의 각 설비별 점검정비 요령과 같다.

8.5.9 조작부

조작부는 조절부로부터 조작신호를 받아 조작량으로 변환시킴으로써 제어대상으로 하여금 제어목 적을 달성할 수 있도록 동작하는 부분으로서, 각종 밸브나 펌프 등의 구동부 및 본체가 이에 해당한다.

조작부 중에서 가장 많이 사용되고 있는 것은 유량 등을 조절하는 밸브류이고, 이들의 취급 및 점 검·정비를 철저히 하지 않으면 상수도시설의 운전관리에 큰 지장을 초래하는 수가 있다. 조작부의 점검·정비내용은 외관의 목시(육안) 점검 및 동작상태의 점검이 중요한 사항이다. 조작부의 점검·정비 요령의 <예>를 <표 8.5.26>과 같다.

<표 8.5.26> 조작부의 점검·정비 요령 【예】

대상 기기		점검 부위	점검방법	표준 점검 주기	관 정 기 준	취급 주의사항	예비품
조 작 부	전 기 식	배선접속부	목시 점검	6개월	배선의 단선·단락이 없을 것 단자부등 접속부의 느슨함, 부식 등이 없을 것		
		전원부	전류·전압 측정	6개월	소정의 전류·전압일 것		
		회로	절연저항 측정	6개월	소정의 절연저항값(수백kΩ~수MΩ 이상일 것		
	밸 브 류	그랜드 패킹	목시 점검	1개월	누설이 없을 것		그랜드 패킹, 개스킷 패킹, 리밋 스위치, 압력계, 솔레노이드 밸브, 윤활유, 그리스
		밸브 시트	목시 점검	1개월	오물의 부착, 손상이 없을 것		
		이너(inner) 시트	목시 점검	1년	마모, 손상이 없을 것		
		포지셔너	목시 점검	1년	오물이 부착해 있지 않을 것		
		밸브 본체	스펜조정	1년	소정의 정도 이내일 것		
			counter조정	1년	리밋 스위치가 정확하게 동작할 것		
			토크조정	1년	리밋 스위치가 정확하게 동작할 것		
작동시험	1년		원활하게 전개, 전폐를 할 수 있을 것				
		이상음이 없을 것					
		윤활유, 그리스 등이 적당량 있을 것					

8.5.10 전송부

전송부는 검출부·표현부·조절부 및 조작부 등의 계측제어의 각 요소 상호간에 신호를 전달하는 부분으로서 그 종류에는 전기신호를 보내기 위한 전선로 및 공기압 신호의 도압배관이 있다.

전송부의 점검·정비내용은 외관의 목시(육안) 점검 이외에 주된 점검사항으로서는 전선로의 절연저항·접지 상태, 필터 및 피뢰기 등의 설비상태, 도압배관의 누설 유무등 점검이 있다. 전송부의 점검·정비요령 <예>는 <표 8.5.27>과 같다.

<표 8.5.27> 전송부의 점검·정비 요령 【예】

대상 기기	점검 부위	점검방법	표준 점검 주기	판 정 기 준	취급 주의사항	예비품
전 송 로	전 기 신 호	목시 점검	1년	배선에 손상, 단선이 없을 것		
		절연저항측정	1년	소정의 절연저항값(수백kΩ~수MΩ) 이상일 것		
		전송시험	1년	전류·전압·주파수 등의 신호가 소정의 값으로 정확하게 전송할 수 있을 것		
파 괴 회 기	배선 접속부	목시 점검	1년	배선의 단선·단락이 없을 것		다이오드 방전관 램프 퓨즈 피뢰기 본체
				단자부등 접속부의 느슨함, 부식 등이 없을 것		
	본체	목시 점검	1개월	피손, 부식, 오염, 녹 등이 없을 것		
				작동상 오류가 없을 것(퓨즈 끊어짐, 램프 점등 등)		
	접지선	목시 점검	6개월	손상, 부식, 단선이 없을 것		
		절연저항측정	6개월	소정값을 만족할 것		
	전기 회로	작동전압측정	1년	소정의 작동 전압일 것		
		절연저항측정	1년	소정의 절연저항값(수백kΩ~수MΩ) 이상일 것		
		도통시험	1년	계측신호에 이상이 없을 것 (낙뢰 후에는 그때그때, 또는 낙뢰빈도가 많은 곳에서는 수시로 행할 것)		

8.5.11 표현부

표현부는 검출부로부터 송신된 전기신호·공기압신호 등을 재현하여 유량·수위·압력 및 수질 등의 계측값 또는 시설의 운전상태를 표시하는 부분이다. 표현부는 지시계·기록계가 주체이고 감시반 및 조작반 등에 설치된다.

또한 지시계·기록계 등에는 각종의 설정기·적산기·연산기 등의 기기와 조합하여 사용되는 경우가 많고 그리고 조절기가 일체로 된 지시·기록 조절계 등도 있다. 조절부는 유량·수위 등의 제어

량을 일정한 목표값으로 유지시켜 미리 정한 프로그램에 따라 조절할 목적으로 설정값과 계측값과의 편차를 구한 다음, 그 편차가 허용범위 내에 들어가도록 신호를 송출하는 부분이다.

표현부 및 조절부의 점검·정비내용은 외관의 목시(육안) 점검 이외에 전원·공급 공기원의 상태, 배선·배관 및 접속부의 상태, 가동부의 동작상태, 입출력값의 지시·기록 동작상태 등의 점검이 있다.

표현부 및 조절부의 점검, 정비 요령의 <예>는 <표 8.5.28> 표현부, 조절부의 점검·정비 요령과 같다.

<표 8.5.28> 표현부, 조절부의 점검·정비 요령 【예】

대상 기기	점검 부위	점검방법	표준 점검 주기	판 정 기 준	취급 주의사항	예비품
지 시 계 · 기 록 계	배선	목시 점검	1년	배선의 단선·단락이 없을 것		ink set pen 촉 각종 회로 기관 chart motor fuse 윤활유 기록 용지 pulse-motor balancing- motor
	접속부			단자부등 접속부의 느슨함, 부식이 없을 것		
	전원부	전류·전압 측정	1년	소정의 전류·전압일 것		
	기록지	목시 점검	1일	느슨함이 없고, 원활하게 보내지고 있을 것 정상적으로 끊어짐 없이 기록되고 있을 것		
	펜· 잉크	목시 점검	1일	펜 압력이 적당한 압력일 것 잉크가 적당량일 것		
	가동부	목시 점검	6개월	기름의 고갈, 오염, 쓰레기 부착 등이 없을 것 원활하게 동작할 것		
	슬라이드부	목시 점검	6개월	오염, 마모, 접촉불량이 없을 것		
	전기회로	영점조정	1년	소정의 정도 이내일 것		
		스팬조정	1년	소정의 정도 이내일 것		
		절연저항 측정	1년	소정의 절연저항값(수백 kΩ ~ 수 MΩ) 이상일 것		
조 절 계	배선	목시 점검	1년	배선의 단선·단락이 없을 것	제어대상을 안전한 곳에 설치하고 조 절계를 제어 대상으로부터 떨어진 상태 에서 각종 조 정을 한다.	각종 회로기 관 퓨즈 윤활유 램프 servo-motor pulse-motor 접속단자, 트랜지스터, IC
	접속부			단자부등 접속부의 느슨함, 부식 등이 없을 것		
	전원부	전류·전압 측정	1년	소정의 전류, 전압일 것		
	가동부	목시 점검	6개월	기름의 떨어짐, 오염, 쓰레기부착 등이 없을 것		
	공기회로 (지지부)	목시 점검	1일	지시, 조절, lamp의 점등 등이 정상일 것		
	(설정부 (조절부 (입· 출력부)	영점조정	1년	소정의 정도 이내일 것		
		스팬조정	1년	소정의 정도 이내일 것		
		입·출력값 조정	1년	소정값을 표시할 것		
		작동시험	1일	각종 동작(PID 작동 및 경보 동작 등)이 적 당하게 행해질 것		

8.5.12 데이터 전송기기의 보수

(1) 일반사항

상수도시설에서 데이터 전송에는 원격감시제어(텔레미터, 텔레컨트롤)를 위한 유량, 수위, 수압 등에 관한 계측값의 전송과 송·수신의 단말기기의 컴퓨터 기능을 하는 데이터 전송(데이터 통신)이 있다.

<표 8.5.29> 데이터 전송기의 검색·정비 요령 【예】

대상 기기	점검 부위	점검방법	표준 점검 주기	관 정 기 준	취급 주의사항	예비품 등
데 이 터 전 송 기 기	본체	목시 점검	3개월	손상이 없고 램프의 점등 등이 정상일 것		프린트기관 램프·퓨즈류 표준공구 세트
				필터의 막힘, 오염이 없을 것		
				팬에 이상이 없고 정상적으로 회전하고 있을 것		
	배선 접속부	목시 점검	1년	배선의 절단·단락 등이 없을 것		
				단자 접속부의 느슨함, 부식 등이 없을 것		
		절연저항 측정	1년	소정의 절연 저항값(수백 kΩ~수 MΩ) 이상일 것		
	전원부	전류·전압 측정	1년	소정의 절연·전류 이상일 것		
	송신 회로	신호송출 확인	1년	소정의 출력으로 신호가 바르게 송출될 것		
		동작확인	1년	정상적으로 동작할 것		
	수신 회로	신호수신 확인	1년	소정의 레벨로 신호를 수신할 수 있을 것		
		동작확인	1년	정상적으로 동작할 것		
	제어 회로	신호송출 확인	1년	소정의 출력으로 신호가 송출될 것		
		동작확인	1년	정상적으로 동작할 것		
	변복조 회로	레벨측정	6개월	소정의 레벨 이상일 것		
		S/N비 측정	6개월	소정의 비율 이상일 것		
		파형측정	6개월	소정의 파형 비뚤어짐 이하일 것		
	종합 동작 시험	주파수 측정	6개월	소정이 편차값 이내일 것		
		유사 입력에 의한 동작 확인	1년	각 계측 항목에 대해 바른 값을 얻을 수 있을 것		
				각 제어 항목에 대해서 바르게 동작할 것		

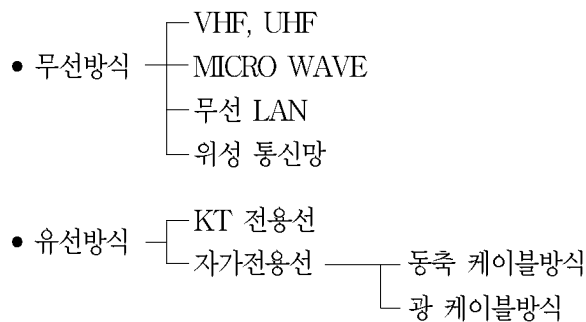
데이터 전송설비는 송·수신 단말기기(국), 변복조정기기(모뎀), 전송로 등의 각종 조합으로 구성되어 있지만 신호를 전송하는 방식(전송로)에 있어서는 유선식과 무선식으로 구분된다.

일반적으로 상수도의 데이터 전송은 취수장, 정수장, 배수지 등의 각 시설에서의 여러 계측값(데이터)을 중앙관리실 등의 특정한 장소에 집중시켜 이것들을 감시함과 동시에 일부 또는 전부의 데이터에 대해서 처리하고 그 결과에 의해 상수도시설 전체의 운용을 실행하는 이른바 계통 운용 또는 배수 제어를 실행하기 위해 이용되는 경우가 많다. 따라서 데이터 전송기기는 매우 넓은 범위에 걸쳐 설치되어 있으므로 이것들의 보수 점검은 기술적으로 또는 시간적으로 대단히 힘든 작업이 된다. 또한 특히 전송기기류 및 전송로에 대해서는 뇌해(雷害; 유도되, 서지)에 대한 대책으로 신호통신 등의 데이터전송로는 광케이블로 구축하여야 한다.

데이터 전송기기의 대상기기별 및 검색부위별 검색·정비요령 예를 <표 8.5.29>에 제시한다.

(2) 전송로장치

신호를 전송하는 전송로에는 다음과 같은 것이 있다.

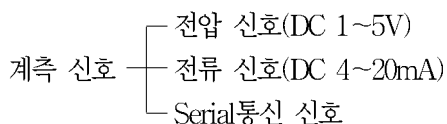


(3) 전송항목

전송 항목은 TM/TC의 종류와 용량을 결정하는 중요한 조건이며 TM/TC의 도입 목적에 따라 필요하거나 충분한 항목을 선정하여야 한다. 전송 항목과 각각의 계획상의 유의점은 다음과 같다.

1) 계측 항목

계측 신호는 수위, 압력, 유량 등 각종 발신기 또는 변환기에 의하여 계측된 데이터이며 신호의 종류에 따라 다음의 3가지로 분류된다.



2) 표시 항목

표시 항목은 표시방법의 차이에 따라 다음의 2가지로 분류된다.

표시 항목 — 운전 상태 표시
고장 신호

3) 제어 항목

제어항목에는 다음의 3가지가 있다.

제어 항목 — 개 · 폐(on · off) 제어
조정 제어
설정값 제어

<표 8.5.30> 제어 항목의 예

제어의 종류	제어 대상	제어 내용
On, off 제어	펌프	운전과 정지
	펌프의 운전 모드	수동과 자동
	밸브	열림, 정지, 닫힘
	DT, MC	상용과 자가발전
	수전	상용과 예비
조정 제어	밸브	열림과 닫힘
	회전속도	증, 감
설정값 제어	유량 설정값 제어	설정값 전송
	압력 설정값 전송	설정값 전송

<표 8.5.31> 전송 항목의 집계

항목	신호의 종류	점수	word당 점수	전송 word수
계측 항목	전압신호		1점	
	전류신호		1점	
	BCD신호		1점(3자리)	
표시 신호	운전상태 표시		12점	
	고장표시		12점	
제어 신호	On, off 제어			
	조정 제어			
	설정값 제어			

주: 전송 word수의 산출방식은 다음과 같다.

$$\text{전송 word수} = \frac{\text{점수}}{\text{word당의 점수}}$$

(4) 회선종단장치

1) Modem

Modem은 디지털신호를 아날로그 신호로 바꾸어 보내는 장치를 말한다. PC의 slot에 꽂히는 내장형 및 외장형 modem도 있다. modem은 전화선을 사용하여 asynchronous(비동기) 통신을 하는 dial-up modem이 있고, synchronous(동기) 통신을 하는 전용선 modem등이 있다. Dial-up modem에 사용되는 전화선을 연결할 때 사용하는 connector를 RJ-11 connector라고 한다.

2) DSU

DSU는 data service unit의 약자로 입력된 직렬 유니폴라(unipolar) 신호를 변형된 바이폴라(bipolar) 신호로 바꾸어 주며, 수신측에서는 반대의 과정을 거쳐 원래의 신호로 만들어 주는 기능을 수행한다. 기존에는 아날로그 데이터 통신을 하기 위한 통신장비로 모뎀이 널리 사용되었는데 속도가 느려 사용자의 고속통신 요구를 만족시키지 못했다. 데이터 서비스 장치는 디지털 전송장치로 기존 모뎀을 이용한 아날로그 전송방식에서 벗어나 고속, 양질의 데이터를 전송하는 장치이다. 디지털 데이터를 point to point 또는 point to multi point의 전용선로를 통하여 컴퓨터와 컴퓨터, 컴퓨터와 각종 데이터 단말기 간의 원거리 고속 데이터 통신이 가능하며, 동기 데이터는 물론 19.2 Kbps 이하의 비동기, 직렬데이터의 송수신도 가능하다. 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하여 전송하는 PCM(pulse code modulation)방식이 활발히 이용됨에 따라 DSU도 많이 보급되었다. 값이 모뎀의 경우보다 싼 DSU는 아날로그 전송일 경우 모뎀이 설치되는 전송로의 양끝에 설치되어 디지털 신호가 디지털 전송로로 전송되기 적합하도록 해 준다. 즉, 직렬 유니폴라 신호를 변형된 바이폴라 신호로 바꾸어 주고 수신측에서는 반대의 과정을 수행한다.

3) CSU

CSU는 channel service unit의 약자로 T1 또는 E1 트렁크를 수용할 수 있는 장비로서 각각의 트렁크를 받아서 속도에 맞게 나누어 분할하여 쓸 수 있는 장비이다. Channel service에서 channel이란 한 개의 채널에 64Kbps 또는 56Kbps의 전송속도를 갖는 것을 말한다. 보통 64Kbps를 1채널로 본다. 그래서 128K는 64Kbps 두개의 채널을 사용해 128Kbps 속도를 낸다. 256K나 512K도 마찬가지로 전송로에 할당된 채널 여러 개를 사용해서 전송속도를 낸다. 그리고 실제 전송할 때 각의 채널이 따로따로 전송되는 것은 아니라 mux라는 집중 장비가 여러 개의 채널들을 모아서 하나의 대용량 전송로를 통하여 한꺼번에 전송되는 트렁크방식으로 전송이 된다. 그러므로 CSU는 바로 이러한 트렁크라인(T1이나 E1)을 그대로 수용할 수 있는 장비이다. 전송방식의 차이로 T1은 24channel이 가능하고 E1은 30channel을 수용할 수 있다. 연결된 T1 이나 E1 전송로는 CSU의 옵션에 따라서 채널수가 지정되고 정해진 채널 수에 따라서 그에 따르는 전송로의 전송속도가 결정된다. 그러나 한쪽에서 T1-MUX에서 분기되고 다른 쪽에 E1-MUX에서 분기가 된다면 사용할 수 없다. 이것은 CSU가 T1과 E1 채널이 서로 다르기 때문이다.

※ CSU는 T1, E1을 접속하여 내부에서 채널옵션에 따라 512K등 고속전송을 한다. 그리고 여러 개의 고속 채널들은 MUX 집중화 장치로 연결되면서 하나의 트렁크라인으로 모여서 전송되는 데 이것을 트렁크 전송이라 한다.

4) 회선종단장치의 액정표시장치 설명

① Sync/Async

동기통신인지 비동기 통신인지를 선택한다.

② TXD(transmitted data)

터미널이 space 신호 또는 “0”를 전송할 때 on이 된다. 터미널이 mark 신호 전송시나 송신 데이터가 없을 때 off된다.

③ RXD(received data)

선로로부터 Space 신호 또는 “0”가 수신될 때 on이 된다. 선로로부터 데이터가 수신되지 않거나 mark 신호 전송시 off된다.

④ RTS(request to send)

DTE가 DCE에 데이터 송신유구를 할 때 점등된다.

⑤ CTS(clear to send)

DCE가 DTE에 데이터 송신가능을 표시할 때 점등된다.

⑥ DTR(data terminal ready)

DTE 동작완료 상태를 표시한다.

⑦ DSR(dats set ready)

DCE 동작준비 완료상태를 표시한다.

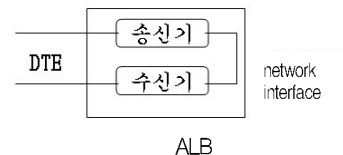
⑧ DCD(dats carrer detect)

상대국 DCE(modem.dsu)로부터 수신된 반송파 유무를 표시해 준다.

5) 회선시험의 설명

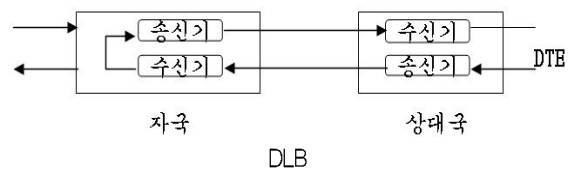
① ALB

모뎀의 변조부에서 변조된 신호가 선로에 송출되기 직전에 다시 모뎀의 수신선으로 되돌려주며 또한 수신선로를 송신 선로에 loop시켜 준다.



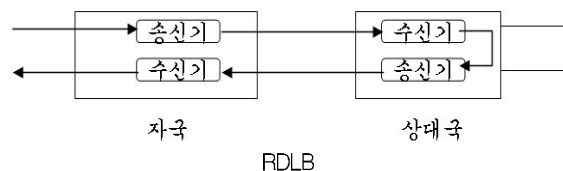
② DLB

선로로부터 들어온 신호가 모뎀의 복조부에서 복조되고 복조된 데이터는 터미널로 전해지지 않고 변조부로 전해져 변조부에서 다시 변조된 후 선로에 송출하며 또한 DTE로부터 들어온 신호는 다시 DTE로 되돌려 준다.



③ RDLB

통신선로 상태 및 상대국 DSU를 시험하는 것으로 시험시 자국 DTE 또는 자국 DSU에서는 시험패턴을 송출하여 상대국



이 재송출할 수 있도록 상대국 DSU를 자동으로 DLB상태가 되도록 하며 자국은 송수신 패턴을 비교한다.

(5) 네트워크장치

1) 랜카드[LANcard]

네트워크에 접속할 수 있게 컴퓨터 내에 설치되는 확장카드. 외부와 가장 빠른 속도로 데이터를 주고 받을 수 있는 PC의 통신장치로, 근거리통신망을 뜻하는 랜(LAN)과 비디오카드나 모뎀처럼 PC의 확장슬롯에 꽂혀 사용되는 장치를 의미하는 카드(card)를 합친 용어이다. 네트워크카드와 이더넷카드·이더넷어댑터·NIC(network interface card) 등 다양하게 불린다. 여기서 이더넷(ethernet)은 가장 널리 사용되는 랜의 방식이다. 랜에 연결된 PC나 워크스테이션들은 대체로 이더넷이나 토큰링(token ring)과 같은 근거리통신망 전송기술을 위해 특별히 설계된 랜카드를 장착하고 있다.

컨트롤칩과 통신전용칩·버퍼 등으로 이루어져 있다. 이 가운데 컨트롤칩은 데이터의 입출력과 기본적인 기능을 관장하며, 통신전용칩은 통신기능을 관장하고, 버퍼는 데이터를 저장하는 기능을 가진다. 보드의 형태에 따라 ISA(industry standard architecture)용과 EISA(extended industry standard architecture)용으로 구분된다. 또한 지원되는 커넥터의 형태에 따라 AUI(attachment unit interface)+동축케이블, AUI+TP(twisted pair), AUI+동축케이블+TP 등의 종류가 있다. 이 가운데 AUI+동축케이블+TP로 이루어진 것을 콤보(combo)형이라고 한다.

2) UTP cable[unshielded twisted pair cable]

여러 개의 쌍케이블 외부를 플라스틱 피복으로 절연시킨 형태의 케이블. UTP는 언실드 트위스트드 페어(unshielded twisted pair)의 머리글자이다. 비차폐(非遮蔽) 쌍케이블, 비차폐연선이라고도 한다. 가장 일반적인 형태의 구리선으로, 일반 전화선이나 랜(LAN: 근거리통신망)의 환경을 이어주는 신호선의 한 종류이다. 절연된 2개의 구리선을 서로 꼬아 만든 여러 개의 쌍케이블 외부를 플라스틱 피복으로 절연시킨 선이라는 뜻으로 이런 이름이 붙었다.

100Mbps 랜카드에 사용되는 표준 신호선으로, 외관은 전화선과 비슷한 RJ-45 규격의 커넥터와 케이블로 이루어져 있다. 내부의 선은 8가닥의 신호선으로 이루어져 있는데, 케이블 외피를 벗기고 안을 들여다보면 두 가닥씩 꼬인 4쌍의 선이 보인다. 8가닥의 선 색깔이 모두 다르며, 이 색깔에 따라 핀 번호가 규격으로 정해져 있다. 이 가운데 실제로 사용되는 신호선은 4가닥이다. 나머지 4개의 케이블은 모두 접지에 사용된다.

연결방법에 따라 다이렉트 케이블과 크로스 케이블이 있다. 1:1 케이블로도 불리는 다이렉트 케이블은 각 선 양 끝의 전선 색깔이 같은 순으로 정렬된 케이블, 즉 양쪽의 케이블 순서를 똑같이 해 만든 케이블이다. 컴퓨터와 허브를 연결할 때 사용하며, 송신용 전선으로 전달된 데이터가 허브를 거쳐 수신용 전선으로 들어간다. 반면 크로스 케이블은 전선 가닥이 같은 색깔 순으로 연결되지 않은 케이블이다. 허브 없이 컴퓨터 2대를 연결하거나 허브와 허브를 연결할 때 사용한다.

또 케이블의 질에 따라 여러 개의 카테고리 나뉜다. 카테고리는 미국전자산업진흥회(EIA)에서 품질에 따라 등급을 매긴 UTP 케이블 표준이다. 품질이 가장 낮은 것을 1, 가장 높은 것을 5로 표

시한다. 카테고리 2까지는 일반 전화선, 카테고리 3은 10Mbps 랜, 카테고리 4는 16Mbps 토큰링 네트워크, 카테고리 5는 100Mbps 랜 등에 사용한다. 카테고리 6도 사용된다.

3) RJ45 jack

RJ-45는 일반적인 랜 케이블의 꼭지를 말하고 RJ-11은 전화기에 있는 랜 케이블 꼭지처럼 생긴 작은걸 의미함.

4) 허브[HUB]

컴퓨터들을 LAN에 접속시키는 네트워크 장치로 기계 분야에서는 자전거 등에서 바퀴살이 딸려 나오는 휠의 중심부를 가리키며 네트워크 분야에서는 LAN을 구성할 때 한 사무실이나 가까운 거리에 있는 장비들을 케이블을 사용하여 연결해 주는 장치를 말한다.

일반적으로 컴퓨터나 프린터들과 네트워크 연결, 근거리의 다른 네트워크(다른 허브)와 연결, 라우터 등의 네트워크 장비와 연결, 네트워크 상태 점검, 신호 증폭 기능 등의 역할을 한다.

버스 형태로 접속되는 LAN에서 분기하여 컴퓨터들을 별 형태로 LAN에 접속시키는 접속 또는 집선 장치로, 각 노드(연결된 컴퓨터)를 LAN에 연결해 주는 것은 물론 각 노드에서 패킷 단위로 발송되는 자료에서 수신 노드의 주소를 판독하여 수신 노드로 자료를 전송하기도 한다. 이렇게 주소에 따라 자료를 연결(스위칭)해 주는 특성 때문에 스위칭 허브(switching hub)라고도 하며, LAN 구성방법 중의 하나인 ethernet과 ATM(비동기 전송모드) 단말의 집선장치로 사용한다.

5) 리피터(repeater)

LAN의 상호연결에 사용되는 가장 간단한 장치로 다른 통신망을 서로 연결시키는 데는 이용되지 않으며 리피터의 기능은 더 확장된 LAN을 형성하기 위하여 LAN segment들을 상호 접속하는 것에 제한된다. 그 목적은 신호를 받아서 그 신호를 재생하고 강하게 하는 것이다. 리피터가 이용될 때 그것은 같은 구조의 통신망에 연결해야 하며 같은 프로토콜과 전송기술이 이용되어야 한다.

6) 브리지(bridge)

서로 다른 전송프로토콜을 지원하는 network들을 상호 접속할 수 있으며 두 LAN간의 bridge는 두 network모두로부터 패킷을 받아 목적지를 확인하고 그 패킷들을 필요한 LAN에 전송한다. bridge는 통신량을 분할하고 LAN이 어떤 한 위상의 물리적 한계를 넘어 LAN을 확장될 수 있게 한다. 패킷들은 재 전송되기 전에 bridge 시스템에 저장되기 때문에 bridge는 store-and-forward 기법을 구현하고 있다. 패킷들을 적절히 전송시키기 위해서 bridge는 두 network에서 사용되는 주소체계를 인식하고 있어야 한다.

7) Router

패킷에게 송신노드로부터 중간 노드들을 거쳐 수신노드까지의 전송선로를 결정한다. 전송 선로상의 다음노드와 최종 수신 노드의 두 주소가 패킷에 첨부되어 함께 전송되어야 한다. 첫 번째 주소는 전송선로상의 노드마다 변하는 반면에 두 번째 주소는 변하지 않는다. router의 주요기능은 패킷을 보내야 할 다음 노드를 결정하는 것이다.

8) Gateway

완전히 다른 구조로 구축되는 network들을 상호 접속하는데 이용되며 gateway는 한 network에

서 다른 network로 패킷을 전송하기 위한 주소와 프로토콜의 변환을 수행한다. gateway는 network 상호 통신에서 유연성을 가장 많이 제공한다. 즉, 여러 기관들이 그들의 LAN을 하나로 결합하여 WAN으로 연결시킬 수 있는 방안을 제공한다.

9) FDDI

Fiber distributed data interface의 약자로 100Mbps지원하며 광케이블망으로 구성된 인터페이스로서 고속 LAN 환경하에서 많이 사용한다. 광케이블을 이용하기 때문에 빠른 속도와 근거리에서 디지털방식으로 통신이 가능하다. 기존의 동케이블보다 용량측면이나 속도측면에서 월등히 우수하다.

10) ATM

Asynchronous transfer mode, 음성, 데이터, 화상과 동화상 같은 모든 미디어를 작은 고정 크기의 cell(packet)로 나누어 전송하는 고속 패킷 교환방식을 말하며, 이 방식을 이용한 ATM 교환기가 많이 사용되고 있다.

8.5.13 계측제어용 전원보수

(1) 일반사항

계측제어용 전원에는 직류전원 혹은 교류전원이 사용되고 직류전원은 시퀀스나 제어용 전원으로서 사용된다. 교류전원에는 상용전원과 교류무정전이 있고 컴퓨터, 텔레미터장치 등, 순시정전이나 순시전압 강하 등으로 기능을 정지하는 장치에는 교류무정전전원이 사용된다. 직류전원장치는 충전장치(정류장치), 축전지 등으로 구성되고 교류무정전 전원은 여기에 인버터가 부가된 장치이다. 일상의 충전장치, 축전지 등의 유지관리가 신뢰성, 성능 및 수명에 큰 영향을 미치게 되므로 그 점검정비에 있어서는 충분한 주의가 필요하다.

전기는 플랜트 기기의 동력원으로써 가장 일반적으로 사용되며 계측제어 신호용으로 교류, 직류, 전압, 전류와 임의로 변환이 가능하고, 신호전송 지연이 적은 이점 등이 있으나 누전, 단락 접속불량에 의한 발열, 불꽃 발생 등의 위험성과 유도잡음의 혼입과 같은 단점이 있다.

계측제어용 전원으로는 다음의 전원에 대해 고려를 필요로 한다.

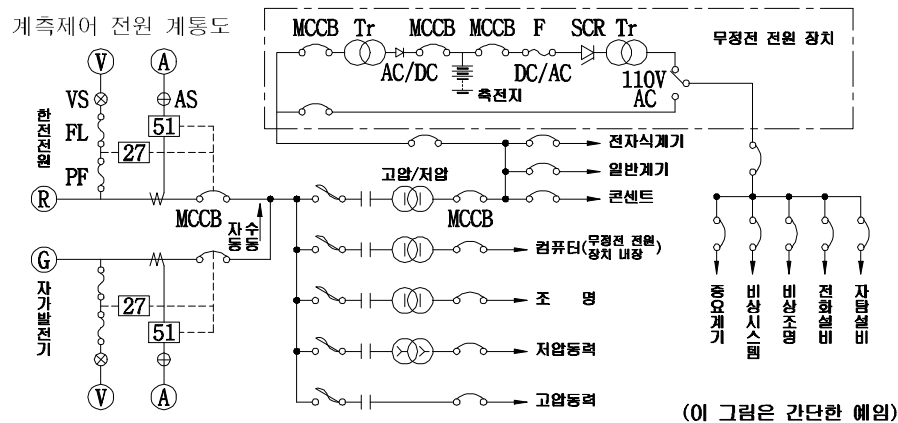
- 일반 계기용
- DC4~20mA 계기용
- 컴퓨터용(분산형 총합 계측제어시스템을 포함)
- 중요계측 제어용(긴급 비상시스템용 포함)
- 통화용

이들 전원은 각기 전원의 질과 양의 요구를 만족시킴과 동시에 계측제어 이외의 전원과 조합한 플랜트 전체의 신뢰성 향상을 목표로 하여 계획하여야 한다.

<그림 8.5.36>에 계측제어용 전원의 계통도의 예를 제시한다. 계측제어용 전원은 플랜트 전체의 전력 공급원의 고장, 정전과 같은 상위 전원 계통의 고장, 플랜트 전력이나 공장 조명과 같은 병렬

전원 계통 및 계측제어 전원 계통의 하위 계통에 생기는 기기고장과 단선, 단락 등의 어떤 고장에 대해서도 플랜트의 안전을 확보할 수 있도록 계획하여야 한다. 이를 검토하여 전체의 전원 계통을 고려한다. 이에 대한 대책은 대체로 다음과 같다

- 1) 상위의 전력 공급원 계통의 고장에 대해 독립인 2계통(2회선 인입, 자가 발전)의 상위 전원을 득 하고, 각 계통의 고장, 정전 등에 대해 자동적으로 절환, 절체하는 설비를 준비하는 것이 통상의 방법이다.
- 2) 계측제어용 전원은 플랜트 전력과 조명으로 병렬 분기하여 상기 고압 모선에서 각 독립인 변압기로 강압하여 계측제어, 전력, 조명상호의 외란이나 고장의 영향을 최소화시킨다.
- 3) 계측제어용 전원의 중별에 대해서는 그 중요도에 따라 구분하고 상기 2)의 고압 모선에서 병렬로 각 독립의 변압기로 강압하여 계측제어용 변압기의 2차 모선에서 각 병렬에 분기한다.



<그림 8.5.36> 계측제어 전원 계통도

- 4) 순간정전도 허용되지 않는 중요회로나 정전시에 안전하게 정지하기 위한 보안용 회로에는 상시동작 또는 정전시 절체, 이중화된 보안전원을 갖게 한다.
- 5) 특히 비상 조명과 통화 설비장치(paging device)는 정전시에 작동되지 않으면 안 되는 중요 회로이다.

이상은 아주 단순한 원칙적인 고려사항이고 실제로는 각 플랜트 종류 및 규모에 따라 전원계의 설정에 맞는 방식으로 선정되어야 한다.

(2) 직류전원장치

직류전원장치는 상용전원을 변압기를 이용해 소정의 전압으로 변압시킨 후 정류기로 직류출력으로 변환하고 DC필터를 삽입하여 전압조정된 직류전원을 발생시키는 장치와 축전지로 구성되어 있다.

1) 충전장치

① 충전장치의 특징

충전장치는 상용전원을 정류기를 이용해 직류출력으로 변환시키고 전압조정후 축전지에 적절한 충전전압을 유지하면서 부하전류를 부담하고 있다. 장치의 구성은 정류기, 절연변압기, 정전압장치 등으로 이루어지고 정류소자에는 실리콘다이오드, 사이리스터 등이 사용된다. 이에는 과전압·과전류내량이 작으므로 전류제한을 위해 직하장치나 전압조정, 축전지 전압유지를 위해 전자동전압조정장치, 자동균등 충전장치가 설치되어 있다.

정류기의 교류입력 전압, 주파수, 부하전류가 변동되면 직류출력도 변동된다. 자동전압조정 장

<표 8.5.32> 직류전원장치 점검방법(예)

구분	점 검 항 목	주기
일상 점검	균열, 변형, 녹, 부식, 오염, 변색, 이상음, 이상냄새, 과열, 미터지시에서 저류기 출력전압·부하전류확인	1개월
정기 점검	정류기 출력전압·부하전류 측정·계기지시 점검, 시퀀스테스트(경보작동 표시확인), 절연저항측정, 출력파형의 관측, 조임	1년

<표 8.5.33> 충전장치의 이상현상과 그 원인 및 조치

이상현상	원 인	확인 및 조치
지시계기의 표시불량	단자 조임, 접속불량, 선반 내 배선 단선 등의 불량	조임, 배선 수리
	지시계기 내부 타버림, 단선, 접속불량	도통(導通)테스트, 교환
	지시계 기구부 불량	교환
단전기류 작동불량	단자 조임, 접속불량, 선반배선 불량	조임, 배선 수리
	검출단기구 불량	수리, 교환
	제어전원 회로선 단선 또는 접속불량	배선치리, 조임
패널 내 결로	문, 패킹불량	수리
	환기, 필터불량	개선, 수리, 청소
패널 내 이상진동	접속부 느슨함	조임
	접촉기, 릴레이 등의 전자석부 접속불량·이물부착	수리, 조임, 청소
패널 내 기기과열	과부하	과부하조정, 부하의 재평가
	주위온도가 너무 높음	주위온도측정개선
	기기의 주단자, 접속부, 모선접속부, 기기접점 등의 조임불량, 접속불량	조임, 부품교환, 수리
정류기로부터 전류가 흐르지 않음	직류 주회로의 접속불량	수리
	잘못된 전압설정, 전원이상, 퓨즈 끊김	설정조정, 교환
균등 충전에 들어가지 않음	축전지의 액면 저하	보수
	타이머 접점이상	수리

치는 이 변동을 자동적으로 조정하여 충전전압을 일정하게 유지하도록 작동한다. 축전지가 방전 혹은 과부하일 때, 과전류가 흘러 충전장치를 파손시킬 우려가 있는데, 직하장치는 출력전류가 정격값을 넘으면 장치가 작동하여 출력전압을 내리고 출력전류를 제한하게 된다. 자동균등 충전장치는 정전으로 방전된 축전지를 복전 후 회복 충전시키는 경우나 균등히 충전했을 때, 일정시간 후에 유동충전으로 되돌리는 기능을 지닌 장치이다. 또한 회복충전이나 균등 충전시에 부하에 정격이상의 전압이 가해지는 경우가 있으므로 부하전압 보상장치(트로퍼)를 부가하는 경우도 있다.

② 보수상의 유의사항

충전장치의 보수상의 유의사항은 다음과 같다.

- ① 정류소자는 규정 토크 이상으로 조이지 않는다.
- ② 유입콘덴서는 기체의 팽창 또는 기름유출을 발견했을 때는 신속히 교체한다.
- ③ 디지털 전압계를 사용하게 되면 리플분을 포함한 직류를 계측하여 오차가 발생하는 경우가 있으므로 주의하도록 한다.

③ 보수 점검요령

최근의 충전장치는 각종 자동제어장치를 부가한 것이 많아 전자부품이나 릴레이 등을 많이 사용하고 있다. 이들은 정기적으로 작동을 확인하고 필요에 따라 교환할 필요가 있다.

실제 점검에서는 부품의 불량, 특성의 열화 등은 외부로부터의 점검만으로는 판단이 불가능한 경우가 대부분이므로 점검주기를 정해 메이커에 점검을 위탁하는 것도 좋은 방법이다.

(3) 교류 무정전 전원설비

교류무정전 전원설비는 부하에 대한 전력공급방식에 따라 단일 전원공급방식, 복전원급전방식이 있다.

특히 중요한 계측제어설비 전원에는 상시 인버터를 통해 양질의 전원을 공급할 수 있는 상시 인버터 급전방식이나 무정전절환방식인 교류무정전 전원설비(이하 UPS라 표시)를 사용한다.

1) UPS의 특징

UPS는 전압, 주파수를 안정시키는 정전압 정주파 전원장치(CVCF)에 축전지를 부가하여 상용전원이 정전되었을 때에도 무정전으로 급전 가능한 장치이다.

기본동작은 정현파의 사용교류입력을 충전장치에서 일단 직류전력으로 변환하고 평평한 필터를 통해 리플분을 제거한다.

평상시에는 축전지를 유동충전하면서 사이리스터나 바이폴라 파워 트랜지스터 등의 변환회로로 구성되는 인버터 장치에 공급하고 변환회로의 온·오프에 의해 가변주파수 교류로 변환된다.

이를 정현파 필터를 통해 양질의 교류전원으로서 부하에 공급하게 된다.

UPS 인버터 장치는 시동시 및 부하측의 결로 등에 의해 변환능력을 넘는 전류가 흐르게 되면 순시간의 변환실패로 장치 운전이 정지하게 된다.

또한 비상용 발전기로 교류입력을 공급한 경우 발전기 용량에 따라서는 인버터에서 발생하는 고주

파전류가 발전기의 과열 혹은 자동전압 제어 회로에 영향을 주고 전압조정이 불안정하게 되는 경우가 있다.

2) 보수상의 유의사항

UPS의 신뢰도는 설치장소의 온도, 습도, 유해가스, 진동, 서지 등의 환경조건에 영향을 받는다.

이 중, 특히 사이리스터, 정류다이오드, 제어회로에 사용되고 있는 IC나 트랜지스터, 전해 콘덴서 등의 전자부품은 온도에 따라서 고장의 원인이 된다.

따라서 환기장치의 정지로 발생하는 온도이상 상승에 따라서도 UPS의 기능이 손실될 수 있다.

전자부품이나 릴레이 등은 온도가 높아지면 열화가 촉진되고 수명이 짧아지므로 사용최고 허용온도에 따라 유지하여야 한다.

또한 이들 부품은 정상적인 사용상태라도 내용년수를 경과하게 되면 작동불량 등을 일으키기 쉽다.

부품의 내용년수는 축전지, 인버터 장치 등의 장치자체의 것보다 짧은 것도 있다.

이러한 점에서 내용년수에 가까운 연수가 경과한 부품은 신품과 교환하여 고장 발생을 가능한 한 줄일 필요가 있다.

3) 보수 점검요령

UPS는 사용목적으로 보아 언제나 안전하고 확실히 작동될 수 있어야 한다. UPS설비의 보수 점검요령 예를 <표 8.5.34>에 나타냈다.

<표 8.5.34> UPS의 보수 점검요령 예

구분	점 검 항 목	주 기
일상 점검	계기류의 지시값, 표시램프, 변색, 이상음, 이상냄새, 과열, 균열, 변형, 녹, 부식, 오염, 손상, 미터의 지시값으로 출력전류 확인	1개월
정기 점검	출력전압·전류 측정, 계기 지시값의 조정, 시퀀스테스트(경보, 작동, 표시확인), 절연저항측정, 출력파형측정	1년

8.5.14 컴퓨터시스템의 보수

상수도시설에서 컴퓨터는 그 이용 형태에 따라 취수장, 정수장, 배수장 등의 각각의 시설을 대상으로 한 플랜트 제어에 이용되는 것과 물의 취수에서 배수시설까지 상수도시설 전체를 종합적으로 일체화하여 운전관리하는 통합운용제어에 이용되는 것이 있다.

한편 컴퓨터의 이용을 기능별로 보면 상수도시설의 감시 및 표시에 이용하는 경우(스캐닝·모니터), 여기에 보고서 기능도 갖도록 하는 경우(데이터 로거) 또는 약간의 연산·처리기능과 간단한 제어기능을 부가하는 경우(데이터 로거 또는 컴퓨팅 로거) 및 충분한 기억용량, 연산처리 능력과 주변장치를 부가함으로써 시설의 감시와 제어 외에 고도의 정보처리를 실행하도록 하는 경우(프로세스 컴퓨터) 등이 있다. 컴퓨터에는 그 주변 장치를 포함하여 전자부품과 자성 재료가 많이 이용되고 기구도 복잡한 고도의 장치이기 때문에 이의 취급은 숙련된 기술과 능력을 필요로 한다. 또한 복잡한

프로그램에 의해 업무를 명령·실행하는 기종에 있어서는 소프트웨어(이용 기술)의 개발과 완비가 반드시 필요하다.

컴퓨터 설비의 보수 점검에 대해서는 상기와 같은 기기의 특수성에서 사업체가 독자적으로 전반에 걸쳐 실시하는 경우가 거의 드물고 대부분이 컴퓨터 메이커 등에 의한 위탁에 의해 이루어지고 있다.

컴퓨터의 도입에 있어서는 상수도시설의 감시와 제어 및 정보처리의 기능에 적합한 필요 최소한도의 설비로 하고 보수의 간이화를 도모하는 것이 기술적으로도 또한 경제적으로도 바람직하다.

(1) 중앙처리장치 및 주기억장치

1) 서버용 컴퓨터

정수장의 서버용컴퓨터는 COS, DB server등으로 나뉘어지는데 이들 서버용 컴퓨터는 최소 1년에 한번은 전원을 내리고 해당 서버류의 케이스를 분리한 후 내부의 먼지등을 제거하여야 한다. 단 이러한 작업시에는 필히 LSI용 CMOS IC등을 보호하기 위하여 정전기 방지용 장갑이나 손목접지를 사용하여야 하며 메인보드상에 플러그-인 된 CPU 카드류는 매우 조심하여 다루어야 한다. 점검·정비 요령 <예>를 <표 8.5.35>와 같다.

<표 8.5.35> 중앙처리장치 및 주기억장치

대상 기기	점검 부위	점검방법	표준 점검 주기	관 정 기 준	예비품 등
중앙 처리 장치	본체	눈으로 확인	3개월	손상이 없고 램프의 전구 깨어짐 등이 없을 것	퓨즈 전원장치 팬 에어필터
				필터의 막힘, 먼지가 없을 것	
				팬에 이상음이 없고 정상적으로 회전하고 있을 것	
	배선 접속부	눈으로 확인	1년	배선의 절단·단락이 없을 것	
				단자 접속부의 느슨함, 부식 등이 없을 것	
	전원부	전류·전압 측정	1년	적당한 절연·전압일 것	
	접지부	눈으로 확인	1년	접지 배선에 손상, 부식, 단선 등이 없을 것	
				지정된 기기만 접속되어 있을 것	
		접지 저항 측정	1년	측정값을 만족하고 있을 것	
	주기억부	테스트 프로그램에 의한 동작 확인	3개월	정상적으로 동작할 것	
		파형측정	3개월	파형이 정상적인 형태일 것	
	종합동작 시험	테스트 프로그램에 의한 동작 확인	6개월	종합적으로 정상으로 동작할 것	

2) 클라이언트용 컴퓨터

정수장에서 운영관리하는 공정관리용(분석용 포함) 클라이언트 컴퓨터는 산업용이 아닌 일반 사무용 컴퓨터와 동일한 것이 사용되는 추세에 있다. 따라서 분기별로 팬, 먼지필터 등의 점검을 실시하여야 하며 특히 자주 사용치 않는 CD-ROM 등은 수시로 확인하여야 한다.

또한 정수장의 운영관리가 목적인 컴퓨터에는 바이러스방지 및 보안과 응용프로그램의 안정성을 유지하기 위하여 절대 불필요한 프로그램을 인스톨하지 않도록 항상 설치 소프트웨어의 관리가 필요하다.

(2) 보조기억장치

컴퓨터의 관련기술이 급진적으로 발전함에 따라 보조기억장치도 자기드럼이나 자기테이프장치 등은 활용되지 않는 실정이고 USB나 외장형 하드장치를 보조기억장치로 널리 활용하고 있는 추세에 있는 점을 감안하여 바이러스 침투를 예방하기 위하여 가급적 보조기억장치는 사용치 않는 것을 권장한다.

CD-ROM의 경우 read/write를 주기적으로 행하지 않을 경우 CD-ROM에 이상이 발생할 가능성이 많으므로 1개월에 한 번씩은 사용토록 권장한다.

(3) 입출력장치

입출력장치로 사용되는 마우스, 키보드, 프린터, 모니터 등은 기술의 발전에 힘입어 고장률이 크게 저하되었고 고장시에는 대체품으로 교환하면 된다. 하지만 모니터의 경우 최근에는 LCD 모니터를 가장 널리 활용하게 되는데 LCD 모니터의 경우 정지상태의 동일화면이 고정되어 계속 디스플레이 되면 LCD의 소자에 버닝현상이 발생되어 잔상이 발생되므로 화면보호기를 설정하거나 밝기 등을 조절하여 이를 방지토록 하여야 한다.

<표 8.5.36> 입출력장치

대상 기기	점검 부위	점검 방법	표준 점검 주기	판 정 기 준	예비 품 등
디 스 플 레 이 장 치	CRT· 키보드	눈으로 확인	1년	오염, 먼지 등의 부착물이 없을 것	
				정상적으로 입력할 수 있을 것	
				CRT 광택도가 깨끗하고 색의 벗어남 등이 없을 것	
	LCD	눈으로 확인	1개월	동일화면 디스플레이로 인한 버닝현상 없을 것	
	배선·접속부	눈으로 확인	6개월	단자부 등 접속부의 느슨함, 부식이 없을 것	
	전원부 동작시험	전류·전압측정	1년	적정한 전류·전압일 것	
		테스트 프로그램에 의한 동작 확인	6개월	정상적으로 동작할 것	

(4) 컴퓨터온도·습도조건

1) 컴퓨터온도 조건

- ① 공조기의 설치에 의한 온도 유지
- ② 환기설비의 설치에 의한 온도 유지
- ③ 직사일광 방지용 블라인드 또는 편광 유리에 의한 직사일광 방지
- ④ 동결 방지를 위하여 히터를 감아두는 것이 유효한 방법이다.

2) 컴퓨터습도 조건

- ① 공조기, 제습기의 설치
- ② 환기설비의 설치
- ③ 반내의 space heater설치
- ④ 케이블 인입구의 밀봉

3) 감시실의 환경 조건

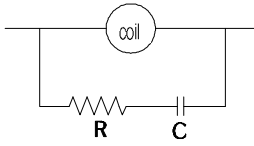
<표 8.5.37> 감시실의 환경 조건

1. 온도, 습도	① 온도: 10~35℃ ② 습도: 35~80% ③ 결로: 어떤 경우에도 결로하지 않을 것
2. 먼지	① 최근 약전계기의 응용 특히 전자기구를 적용하는 일이 많아지고 있고 먼지는 각 계기에 많은 장애를 주므로 항상 공기의 청정화에 주의를 할 것. ② 실내출입구나 실내구석 설치의 경우는 사람에 의한 먼지 부착에 많은 주의를 요한다. ③ 특히 먼지가 많은 장소에서는 특별한 장치를 설치할 것.
3. 부식성 가스	① 부식성 가스에 대하여는 활성탄 필터 등의 필터를 통과시키든가 만일 필터 등이 설치 불가의 경우는 감시실내에 용이하게 부식성 가스가 들어가지 않도록 대책을 세울 것. ② 습도 60%에서 가스농도 0.01ppm 이하

4) 컴퓨터실의 환경 조건

<표 8.5.38> 컴퓨터실의 환경 조건

1. 온도, 습도 조건	① 온도 동작시(power on) 10~35℃ 비동작시(power off) 0~50℃ ② 습도 동작시(power on) 35~80% 비동작시(power off) 20~90% ③ 온도의 허용 변화율 컴퓨터 이용시 허용온도 변화도는 30분에 대하여 ±5℃ 이내 ④ 결로 어떤 경우도 결로 하지 않을 것
--------------	---

2. 먼지	① 먼지는 자기 테이프 장치를 위시하여 계기에 많은 장애를 주므로 공조기에는 $1\mu\text{m}$ 이상의 먼지를 90% 이상 여과할 수 있는 집진기를 설치하여 항상 공기의 청정화에 주의를 기울일 것 ② 특히 먼지가 많은 장소에서는 특별한 여과장치를 설치할 것
3. 부식성 가스	① 부식성가스가 많은 장소에서는 이들을 제거할 필요가 있다. ② 부식성가스에 대하여 활성탄 필터 등의 필터를 통과시킬 필요가 있다.
4. 공조기 용량의 결정	① 기기의 발열량 ② 조명등의 발열량 ③ 컴퓨터실내로 침입하는 열량
5. 공기가 나오는 출구	① 기기에 직접냉기를 붙어대지 말 것 ② 자기테이프의 신축을 방지하기 위하여 자기테이프장치의 전면 가까이에는 흡출구를 두지 말 것 ③ 자기테이프는 먼지를 극도로 싫어하므로 공기의 흡출구 가까이에 설치하지 않도록 할 필요가 있다.
6. 가열기 및 가습기	① 동절기 실내 난방용으로서 공조장치에 가습기를 내장하여 실내를 컴퓨터 작동시 조건까지 난방할 것 ② 건조기에는 가습기를 설치하는 것이 필요하다.
7. 흡출기의 위치	공기 흡출구 경로는 방의 중앙부에 설치하는 것이 바람직하다.
8. 잡음방지회로	① 공기조정기에 부속하는 압축기와 가열용 전자개폐기는 on, off시 노이즈를 발생하므로 컴퓨터에 영향을 주어 오동작 발생의 원인이 된다. ② Coil에는 노이즈 제거장치를 한다.  R: 10Ω 1W, C: $0.25\sim 0.3\mu\text{F}$

8.5.15 감시조작설비의 보수

(1) 노화와 고장

정수장 등의 설비는 고도화된 설비를 도입하여 효율적으로 운전할 수 있도록 되어 있다. 이들 설비 중에서 계측장치 기기는 상수도시설의 공정관리·제어·정보처리를 하는데 있어서 안전하고 신뢰성이 높은 것이어야 한다. 이들 안전성과 신뢰성 및 설비의 가동률을 효율적으로 유지하기 위해 보수관리가 반드시 필요하다. 계측장치 설비의 보수관리는 주로 기기의 노후화를 보완하고 기능을 유지하게끔 한다. 기능의 노후화는 원인별로 다음의 4가지로 분류할 수 있다.

1) 시간의 경과에 의한 노후화 : 기기의 사용시간에 따라 그 기능이 노후화한다. 운전조건과 조작방

법 등에 의해 열화의 정도에 차이가 발생한다.

2) 자연 노후화: 기기를 구성하는 재료가 부식 또는 취약화 등에 의해 필요한 기능을 유지할 수 없게 된다.

3) 재해에 의한 노후화: 지진, 수해 등의 비연속적인 외부 압력에 의해 기기가 파손된다.

4) 잠재적 노화: 재료와 기기의 제조상, 선천적으로 가지고 있는 고유의 노후화

보수관리의 방향은 이들 노후화에 대해 어느 시점에서 어느 정도까지 경비를 투자하여 보수하는 것이 가장 적합한지를 검토하여 결정한다.

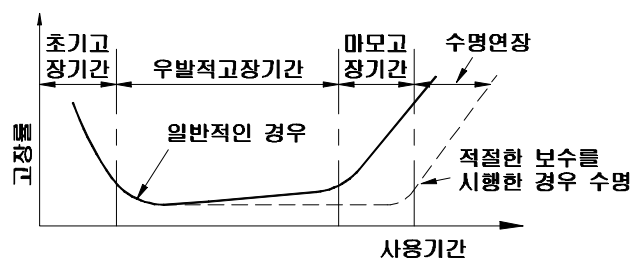
계측장치설비에 대해서 고장 발생의 형태와 시간 경과의 관계를 일반적으로 <그림 8.5.37>과 같이 나타낸다. 이 곡선은 고장 발생기를 초기 고장기, 우발 고장기, 마모 고장기의 3가지로 구분하고 있다. 각 고장기의 보수관리의 기본적인 방향은 다음과 같이 한다.

① 초기 고장기: 이 기간에는 제작시의 결함에 의해 고장이 발생하는 기간으로 연습 운전과 불완전한 곳 수리 등에 의해 거의 고장이 발생하지 않는 우발 고장기간으로 이행할 때까지의 기간이다. 따라서 이 기간의 보수는 고장이 발생하였을 때에 하는 수리 중심의 사후 보전이 주체이다.

② 우발 고장기: 초기 고장기간이 경과하면 거의 고장이 일어나지 않는 올바른 운전상태가 계속되는데 이 기간을 우발 고장기간이라고 한다. 이 기간은 고장 발생의 관리를 통하여 마모 고장기의 초기를 판단하는 것이 중요하다. 보전은 사후 보전과 노후화의 상태를 정기적으로 측정하여 노후화의 영향을 받는 장소의 발견 및 그 장소의 정비가 중심이 된다.

③ 마모 노후기: 시스템 또는 설비의 구성 부품이 장기간의 사용에 의해 노후화가 시작되고 고장이 증가하는 기간이다. 이 기간의 보수는 부품의 교환 등을 포함한 적극적인 예방 보전이 주체가 된다.

이상과 같이 각 기간에 대응한 적절한 보수관리를 실시해야 하지만 구체적인 보수관리방법은 각 사업체에 맞는 보수관리 조직을 확립하여 정비된 보수관리 기준을 기초로 실시하는 것이 필요하다.



<그림 8.5.37> 계측장치설비의 고장률 곡선

(2) 보수작업

계측장치기기는 설비의 중요한 일부이기 때문에 일상 보수 중 특히 발신기와 조작단말은 정기적으로 패트rollers를 실시하고 사전에 이상을 발견할 수 있도록 한다. 여기에는 설비를 숙지하고 있는 사람

이 적임이다. 보수 담당자는 예방 보전의 입장에서 일상 점검을 위한 계획 및 관리 작업으로서 다음과 같은 것을 필요로 한다.

1) 기기의 중요도 구분

- ① 중요도 A: 설비의 가동정지를 유발할 가능성이 있는 계측장치기기, 자동제어에 관계하는 발신기, 조절계, 조작단말 등에서 고장이 발생하면 중대한 사고가 난다.
- ② 중요도 B: 수동 조작에 의해 플랜트의 운전을 계속할 수 있는 계측장치기기 및 지시계, 기록계, 변화기 등을 일시적으로 제거해도 운전 가능한 것
- ③ 중요도 C: 고장이 발생해도 제어와 운전에 직접 영향을 미치지 않는 계측장치기기

2) 점검표에 의한 확인

3) 기기의 보수 이력 작성

이것에는 메이커 권장 보수 요령 및 「보수 작업의 기준」을 기초로 실시한다. 이렇게 하여 계획적이고 합리적인 일상 점검에 의해 발견된 계측장치 이상은 신속하게 보수 담당자에 의해 설비를 정지시키지 않고 처리할 수 있다.

(3) 보수상의 유의사항

일상 보수 작업은 비교적 단순하고 순쉬운 점검 업무이지만 이것을 실시함으로써 기기의 이상과 고장의 징후를 빨리 파악하여 장애를 미연에 방지하는 데 있어서 매우 효과적이며 설비를 안전하게 운용하는 데 있어서 반드시 필요한 중요한 작업이다. 일상 보수 작업을 원활하게 실행하기 위해서는 설비 계획시부터 보수 작업의 용이함을 배려한 작업 환경을 정비해 두는 것이 중요하다. 또한 설비 계획에 있어서는 다음과 같은 사항에 유의하고 책정하는 것이 필요하며, 메이커로서 이용자 설비 보수를 실행한 경험사항을 들어 본다.

1) 기기 설치상의 유의점

- ① 유량계 설치 배관은 가능한 직관 길이를 확보한다.
- ② 유량계에 전자 유량계를 설치할 때에는 바이패스 배관을 설치하여 운전 중에도 계기를 떼어낼 수 있으며 보전, 수리를 용이하게 한다.
- ③ 압력 검출배관에는 정지밸브를 설치하며 운전 중에 기기의 제거, 설치를 가능하게 한다.

2) 계측제어설비 설치 환경상의 유의점

- ① 주위의 온도가 규정의 환경 조건에 적합할 것
- ② 동결의 우려가 있는 장소에 설치하는 경우에는 보온공사를 한다.
- ③ 진동이 있는 장소에 설치하는 경우에는 방진공사를 한다.
- ④ 침수에 의한 계기의 수몰이 예상되는 장소에는 배수설비를 시설한다.
- ⑤ 유도, 낙뢰의 우려가 있는 장소에는 피뢰침 및 피뢰기를 설치하고 제1종 접지공사를 한다.
- ⑥ 계측제어기기는 염소가스에 의해 프린트판, 접합부, 접속 단자부에 녹이 발생하여 치명적 장애를 받을 수 있으므로 설치 장소에 칸막이를 하는 것이 필요하고 기기를 방습구조의 수납반에 수납하여 영향이 미치지 않도록 배려한다.

3) 보수 작업을 위한 시설상의 유의점

- ① 맨홀, 지하 피트 내로의 입출 및 상승을 용이하게 할 수 있는 구조로 한다.
- ② 산소 결핍을 방지할 수 있는 환기설비를 상비한다.
- ③ 피트 내 바닥면의 유수를 제거하고 침수를 막기 위한 배수설비를 설치한다.
- ④ 기기설비 장소에서의 조명, 콘센트, 통화설비 등을 설치하고 작업공간을 확보한다.

8.5.16 전체 태그의 효율적 관리

계측제어설비에서 취득하는 모든 계측값들은 해당 RCS(또는 PLC)와 분기 TM에서 TM/TC master 설비에서 일련의 태그화 작업을 거쳐 모든 공정제어용 감시와 제어를 위한 전처리가 이루어지는데 작성된 태그는 아날로그와 디지털로 구분되어지고 입출력에 조건에 따라 AI(analog input), AO(analog output), DI(digital input), DO(digital output)으로 구분되어진다. 또한 계측제어 시스템이 DCS인 경우 처리속도, 응답시간, 메모리관리 등을 위하여 상기와 같은 태그가 아닌 특정한 타입의 태그가 생성되어 운영될 수도 있다.

준공 후 하부설비들의 개·대체사업과 기타 변경사항들로 인하여 태그는 추가와 삭제가 수반되는데 항상 효율적으로 관리하기 위하여 사용치 않는 태그들은 삭제되어야 한다. 태그의 관리에 대한 유지관리가 이루어지지 않으면 설비의 안정성을 해치게 되고 엔지니어링 작업시에도 혼란을 가중시키는 요소이므로 특히 유의하여야 한다.

아날로그 태그의 경우 적어도 1년에 한번씩은 4-20mA 조건에 정확히 일치되도록 표준 전압전류 발생기를 사용하여 정확한 보정작업을 수행함으로써 MMI에서 계측되는 값의 정확성을 항상 최적으로 유지하여야 한다.

태그의 효율적 관리를 위하여 태그명명규칙을 작성하여 관리하는 것도 바람직한 관리방법이다. 또한, 향후 태그 정리 및 타DB에 연동등을 고려할 때 spread sheet 형태로 보관하는 것이 유리하다.

(1) 디지털 태그

태그 정보 표시에 무선, 유선 절체, DB 로깅, 트렌드, 각종 알람, 표시값, 기타 공정상 주요 포인트 등의 해당여부등을 통일적으로 표시하도록 한다(<그림 8.5.38> 참조).

(2) 아날로그 태그

태그 정보 표시에 무선, 유선 절체, DB 로깅, 트렌드, 각종 알람, range값, 기타 공정상 주요 포인트 등의 해당여부 및 데이터 type(2byte, 4byte 등)등을 통일적으로 표시하도록 한다(<그림 8.5.39> 참조).

(3) 기타 태그

일반적으로 시스템 내부에서 사용되는 태그나 일반 태그 등을 처리하기 위한 중간처리용 내부 태

Microsoft Excel - TAG_MST_080714.xls

파일(F) 편집(E) 보기(V) 삽입(I) 서식(O) 도구(T) 데이터(D) 형(W) 도움말(H) 100%

10 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000

1	TAG_NAME	SRC_NAME	RESOURCE	DESCRIPTION	FUNC_NA	TAG_FL	USER_FL	UID	DoTrend	DoRepo	DoDevic	ISTRENG	ALM	EGU	EBU
86	BAKOV8001	BA-BATP-VOL-R/L	BUAN	부안분기 전동발브 R/L	D1	0	1	20131	0	0	0	1	1		
87	BAKOV8002	BA-BATP-VOL-OPN	BUAN	부안분기 전동발브 full open	D1	0	1	20132	0	0	0	1	1		
88	BAKOV8003	BA-BATP-VOL-CLS	BUAN	부안분기 전동발브 full close	D1	0	1	20133	0	0	0	1	1		
89	BAKOV8004	BA-BATP-VOL-FLT	BUAN	부안분기 전동발브 fault	D1	0	1	22917	0	0	0	1	1		
90	BAKOV8101	BA-BSTP-VOL-R/L	BUAN	변산분기 전동발브 R/L	D1	0	1	20134	0	0	0	1	1		
91	BAKOV8102	BA-BSTP-VOL-OPN	BUAN	변산분기 전동발브 full open	D1	0	1	20135	0	0	0	1	1		
92	BAKOV8103	BA-BSTP-VOL-CLS	BUAN	변산분기 전동발브 full close	D1	0	1	20136	0	0	0	1	1		
93	BAKOV8104	BA-BSTP-VOL-FLT	BUAN	변산분기 전동발브 fault	D1	0	1	22918	0	0	0	1	1		
94	BAKOV8105	BAJS-F3-RL	BUAN	F3 유압조정발브 R/L	D1	0	1	20137	0	0	0	1	1		
95	BAKOV8106	BAJS-F3-OPN	BUAN	F3 유압조정발브 OPEN	D1	0	1	20138	0	0	0	1	1		
96	BAKOV8107	BAJS-F3-CLS	BUAN	F3 유압조정발브 CLOSE	D1	0	1	20139	0	0	0	1	1		
97	BAKOV8108	BAJS-F3-FLT	BUAN	F3 유압조정발브 FAULT	D1	0	1	20140	0	0	0	1	1		
98	BAKOV8303	BA-C-VR-D1-2313A	BUAN	B0-NaOH 이송펌프 RUN	D1	0	1	20141	0	0	0	1	1		
99	BAKOV8306	BA-C-VR-D1-2313A	BUAN	B0-NaOH 이송펌프 STOP	D1	0	1	20142	0	0	0	1	1		
100	BAKOV8309	BA-C-VR-D1-2313	BUAN	B0-NaOH 이송펌프 A/B 선택	D1	0	1	20143	0	0	0	1	1		
101	BAKOV8001	BA-BATP-DO-CLS	BUAN	부안분기 CLOSE	DO	0	1	24953	0	0	0	1	1		
102	BAKOV8002	BA-BATP-DO-OPN	BUAN	부안분기 OPEN	DO	0	1	24954	0	0	0	1	1		
103	BAKOV8003	BA-BATP-DO-STOP	BUAN	부안분기 STOP	DO	0	1	24955	0	0	0	1	1		
104	BAKOV8080	BA-C-VR-D1-AL1DA	BUAN	B1-ALUM.B DAY 유입 CLOSE	D1	0	1	20144	0	0	0	1	1		
105	BAKOV8081	BA-C-VR-D1-AL2DA	BUAN	B1-ALUM.B DAY 유입 OPEN	D1	0	1	20145	0	0	0	1	1		
106	BAKOV8084	BA-C-VR-D1-2008A	BUAN	B0-각종물 긴급차단발브A OPEN	D1	0	1	20146	0	0	0	1	1		
107	BAKOV8085	BA-C-VR-D1-2008B	BUAN	B0-각종물 긴급차단발브A CLOSE	D1	0	1	20147	0	0	0	1	1		
108	BAKOV8086	BA-C-VR-D1-2008B	BUAN	B0-각종물 긴급차단발브B OPEN	D1	0	1	20148	0	0	0	1	1		
109	BAKOV8087	BA-C-VR-D1-2008B	BUAN	B0-각종물 긴급차단발브B CLOSE	D1	0	1	20149	0	0	0	1	1		
110	BAKOV8088	BA-C-VR-D1-2008C	BUAN	B0-각종물 긴급차단발브C OPEN	D1	0	1	20150	0	0	0	1	1		
111	BAKOV8089	BA-C-VR-D1-2008C	BUAN	B0-각종물 긴급차단발브C CLOSE	D1	0	1	20151	0	0	0	1	1		
112	BAKOV8090	BA-C-VR-D1-2008D	BUAN	B0-각종물 긴급차단발브D OPEN	D1	0	1	20152	0	0	0	1	1		
113	BAKOV8091	BA-C-VR-D1-2008D	BUAN	B0-각종물 긴급차단발브D CLOSE	D1	0	1	20153	0	0	0	1	1		
114	BAKOV8092	BA-C-VR-D1-2008E	BUAN	B0-각종물 긴급차단발브E OPEN	D1	0	1	20154	0	0	0	1	1		
115	BAKOV8093	BA-C-VR-D1-2008E	BUAN	B0-각종물 긴급차단발브E CLOSE	D1	0	1	20155	0	0	0	1	1		
116	BAKOV8094	BA-C-VR-D1-2008F	BUAN	B0-각종물 긴급차단발브F OPEN	D1	0	1	20156	0	0	0	1	1		
117	BAKOV8095	BA-C-VR-D1-2008F	BUAN	B0-각종물 긴급차단발브F CLOSE	D1	0	1	20157	0	0	0	1	1		
118	BAKOV8096	BA-C-VR-D1-2008G	BUAN	B0-각종물 긴급차단발브G (금수) OP	D1	0	1	20158	0	0	0	1	1		
119	BAKOV8097	BA-C-VR-D1-2008G	BUAN	B0-각종물 긴급차단발브G (금수) C10	D1	0	1	20159	0	0	0	1	1		
120	BAKOV8098	BA-C-VR-D1-NADAY	BUAN	B1-NAOH DAY 유입 CLOSE	D1	0	1	20160	0	0	0	1	1		
121	BAKOV8100	BA-C-VR-D1-ONIAU	BUAN	B0-오노이송 전자동 펌프A 선택	D1	0	1	20161	0	0	0	1	1		
122	BAKOV8101	BA-C-VR-D1-ONIAU	BUAN	B0-오노이송 전자동 펌프B 선택	D1	0	1	20162	0	0	0	1	1		
123	BAKOV8102	BA-C-VR-D1-ONIAU	BUAN	B0-오노이송 전자동 펌프A 선택	D1	0	1	20163	0	0	0	1	1		
124	BAKOV8103	BA-C-VR-D1-ONIAU	BUAN	B0-오노이송 전자동 펌프B 선택	D1	0	1	20164	0	0	0	1	1		
125	BAKOV8104	BAJS-DO-F3-OPN	BUAN	주산 유압조정발브 OPEN	DO	0	1	24956	0	0	0	1	1		
126	BAKOV8105	BAJS-DO-F3-CLS	BUAN	주산 유압조정발브 CLOSE	DO	0	1	24957	0	0	0	1	1		
127	BAKOV8106	BAJS-DO-F3-STOP	BUAN	주산 유압조정발브 STOP	DO	0	1	24958	0	0	0	1	1		
128	BAKOV8107	BAJS-DO-M-102A-0	BUAN	M-102A 유입발브 OPEN	DO	0	1	24959	0	0	0	1	1		
129	BAKOV8108	BAJS-DO-M-102A-0	BUAN	M-102A 유입발브 CLOSE	DO	0	1	24960	0	0	0	1	1		
130	BAKOV8109	BAJS-DO-M-102A-0	BUAN	M-102A 유입발브 STOP	DO	0	1	24961	0	0	0	1	1		
131	BAKOV8110	BAJS-DO-M-102B-0	BUAN	M-102B 유입발브 OPEN	DO	0	1	24962	0	0	0	1	1		
132	BAKOV8111	BAJS-DO-M-102B-0	BUAN	M-102B 유입발브 CLOSE	DO	0	1	24963	0	0	0	1	1		

Microsoft Excel - TAG_MST_080714.xls

파일(F) 편집(E) 보기(V) 삽입(I) 서식(O) 도구(T) 데이터(D) 형(W) 도움말(H) 100%

10 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 57

[illegible]

계측제어설비는 설비로부터 들어오는 정보를 유기적으로 관련지어 제어하기 때문에 정보의 좋고 나쁨이 운전효율을 좌우한다. 펌프운전으로 예를 들자면 수량, 수압, 전류, 역률(力率) 등의 데이터로부터 펌프가 정상적인 운전상태에 있는지를 계측제어설비로 알 수가 있다.

그러나 본래의 운전관리는 이들 데이터와 관로, 배수지 등의 관련된 시설의 운전데이터를 자세히 검토함에 따라 시스템 전체를 보다 효율적인 운전을 하는 데에 있는 것이다.

다시 말해, 계측제어설비의 운전관리는 계측제어설비 그 자체인 제어장치나 제어 루프 혹은 대상이 되는 설비의 안정 운전뿐만 아니라 관련된 설비를 포함한 시스템을 대상으로 효율적인 운전을 도모하는 것이다.

이러한 운전관리가 이루어지는 점이 계측제어의 특징이라 할 수 있다.

8.6.2 운전관리의 기본

운전관리는 설비·기기를 운전계획에 맞추어 효율적이고 안전하게 운전, 제어하는 것이 그 목적이다.

이 목적달성을 위해서는 안전하고 효율적인 운전방법이나 설비·기기에 이상이 발생한 경우에 어떻게 대응할 것인가 등을 운전자가 평상시부터 문제의식으로 생각하고 운전관리해야 할 것이다.

또한 운전자를 교대할 때에 운전과 관계가 있는 공사가 실시되고 있는 경우는 매뉴얼 등을 참고로 관계자를 교체하고 운전 중에 발생한 사항이나 공사에 관한 운전상의 주의사항을 확실히 실시하도록 한다. 그러기 위해서는 다음과 같은 기본적 사항을 정비가 요구된다.

(1) 보전관리

안전하고 효율적인 운전을 위해 설비·기기는 항상 정상적인 상태로 유지하여야 한다. 그 의미에서 보아 운전관리와 보전관리와는 상호 밀접한 관계에 있음을 알 수 있다. 사고나 고장은 갑자기 일어나기보다 사전에 징후가 나타나게 된다.

운전관리 부문에서 이러한 점이 발생하지 않도록 운전 매뉴얼 등으로 체크 포인트를 명확히 해 두지 않으면 안 된다. 이와 같이 보전 부문과의 제휴를 긴밀히 하여 운전 중에 발견된 이상 혹은 이상 징후를 신속하게 보전부문에 연락하여 보전부문에서 신속한 대응이 될 수 있도록 상호 밀접한 체제를 조직으로 정비해 둘 필요가 있다.

(2) 운전매뉴얼 작성

운전관리상의 트러블에는 설비·기기의 이상, 고장 이외에도 조작실수, 판단실수에 의한 것도 적지 않다.

최근의 운전제어는 설비가 자동화되어 운전업무에 노력을 기울이지 않고 자동운전 제어되고 있다. 때문에 안정된 운전상황시에는 문제가 없지만 이상이 있거나 고장시에는 운전원이 개입하지 않으면 안 되는데, 이러한 경우 경보나 경보 메시지 등의 여러 데이터가 한꺼번에 대량으로 표시, 출력되어 운전원이 판단을 잘못할 수도 있다.

이러한 사태를 방지하기 위해서는 기기의 성능, 특징을 살리는 조작순서, 계측값의 정상값, 상하한 값, 이상시의 대응 등을 기재한 운전 매뉴얼이나 긴급연락망 등을 작성해 둘 필요가 있다.

이들 매뉴얼은 운전 습관에 따라 자칫하면 못 읽고 넘어가는 경우가 많다. 이를 피하기 위해서 사고나 고장을 예측한 훈련을 정기적으로 실시하는 것이 바람직하다. 또한 새로운 직원이 배치되었을 때, 운전원의 배치 교체가 실시되는 경우에는 교육 훈련이 특히 중요하다.

운전관리 매뉴얼은 고장, 사고발생시의 연락체제, 설비와 기기 대체방법, 설정값의 대체값, 설비와 기기의 계측값이 나타내는 허용값, 고장처리 후의 보고서 등을 수도사업자(사업소)의 조직, 시설, 설비나 근무(평일, 야간, 휴일)에 맞추어 작성하도록 한다.

작성되어야 할 운전매뉴얼의 예를 나타내면 다음과 같다.

1) 각종 사고연락 체계도

- ① 수질사고 연락망
- ② 재해(큰비, 화재, 지진, 태풍)연락망
- ③ 메이커, 메인テナンス 회사 등의 연락일람표
- ④ 전력회사 연락계통도
- ⑤ 약품납입 사고연락망
- ⑥ 고압가스 사고연락망

2) 조작·사고대응 매뉴얼

- ① 전기설비
- ② 펌프설비
- ③ 약품주입설비
- ④ 수운용
- ⑤ 원방감시 제어설비
- ⑥ 자가발전설비
- ⑦ 수질사고
- ⑧ 지진
- ⑨ 고압가스설비

3) 도면

- ① 시설도면 및 배관계통도
- ② 설비도면 및 플로도

4) 보고서

- ① 고장 사고
- ② 설정값, 정수변경

(3) 운전기록

운전관리에는 보전관리에서의 설비 점검기록, 수선경력, 고장기록 등과 마찬가지로 각종 운전 에 동

반되는 계측값이 기록된다. 이들 기록은 그 내용을 분석하여 활용하고 비로소 처음으로 기록 평가가 발생하는데 보전기록과 운전기록과는 활용목적, 수집 데이터 등에 차이가 있다.

보전기록 활용은 어디까지나 계측제어설비 그 자체의 보전을 보다 효율적이고 경제적으로 실시하는 것이 주안이다.

이에 대해 운전기록은 계측제어설비 그 자체의 운전방법 개선은 물론이고 수도시설의 효율적, 경제적인 운전방법 개선이 주목적이다. 때문에 계측제어설비를 통해 얻어지는 관련 시설 데이터는 시스템적인 관점에서 분석하고 평가할 필요가 있다.

8.6.3 운전기록의 활용

운전기록 활용방법은 시설에 따라 데이터 종류, 수량이 다르므로 그 분석방법도 각양각색이다.

운전기록 활용 예에는 계측제어설비에 따라 얻어지는 계측값이나 운전기록을 바탕으로 펌프설비, 약품주입 설비, 여과지 성비 등의 펌프 운전제어방법이나 약품 주입량 저감, 여과지 세정 사이클 및 세정시간 변경 등에 의한 경비 삭감등을 분석할 수 있다.

여기서는 수위, 유량 등을 바탕으로 실제로 이루어지고 있는 방법 예를 나타내도록 하겠지만 이들은 데이터 활용의 한 예에 불과하며, 각 수도사업에서 연구하여 운전의 효율화를 도모하는 것이 바람직하다.

(1) 전력원단위, 유수율 분석

1) 전력원단위

수도사업에서는 급수비용이 차지하고 있는 전기요금의 비율이 크기 때문에 전력관리는 절약 에너지면에서 뿐만 아니라 사업운영에 있어도 매우 중요하다 할 수 있다.

특히 정수장 등 전력을 다량으로 사용하는 데이터를 유효하게 활용하여 절약 에너지를 도모함과 동시에 계약전력이나 계약종별 재평가로 전기요금 삭감을 도모하는 것이 중요하다. 자세한 사항은 해당 사업장의 계약전력, 계절별, 시간대별 전력요금의 철저한 분석하에 이루어져야 한다.

2) 유수율 분석

① 유수율의 정의

생산된 총 수돗물 중 수입이 있는 수량(유수수량)의 비율을 유수율이라 한다(% , $\text{m}^3/\text{km} \cdot \text{hr}$, $\text{l}/\text{km} \cdot \text{min}$ 등 단위를 사용하여 표시한다).

② 생산량 분석을 위한 수량의 분류

③ 통계적정의

$$\bullet \text{ 유효율} = \frac{\text{유효수량}}{\text{생산량}} \times 100$$

$$\bullet \text{ 무효율} = \frac{\text{무효수량}}{\text{생산량}} \times 100$$

- 유수율 = $\frac{\text{유수수량}}{\text{생산량}} \times 100$
- 무수율 = $100 - \text{유수율}$
- 누수율 = $\frac{\text{누수량}}{\text{생산량}} \times 100$

② 유수율의 분석

대부분의 수도사업장에서는 유수율 관리를 시행하고 있다. 정수장구내에서의 유수율, 급배수관망에서의 유수율 관리로 크게 구분되어지고 급배수관망에서의 유수율 관리의 경우 주요 구간을 설정하여 구간별 유수율 관리를 행하는데 유수율 관리의 정확성과 신뢰성을 확보하기 위해서는 유량계의 주기적인 검교정이 수반되어야 한다.

유수율 분석의 목적은 이상구간을 분석함으로써 무수율을 찾아내고 유수율을 향상시키고자 함이므로 최소한 월별로 각 유수율 관리구간에 대한(시점과 종점) 유량 차이를 분석하여야 한다.

① 정수장 구내의 유수율 관리

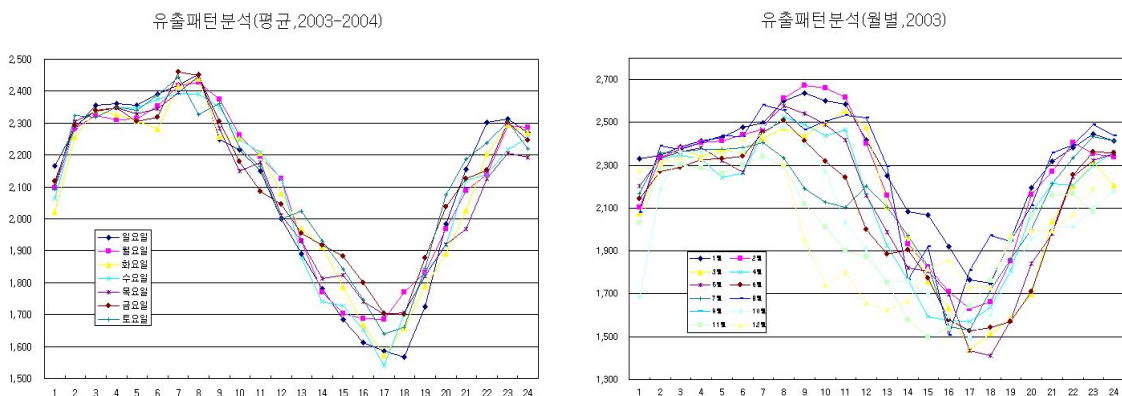
정수장 구내의 유수율 관리는 정수장에 유입된 총유량 대비 송수유량의 비율을 관리하는 것으로 정수장 구내의 무수량에는 배출수 계통을 통한 방류량, 정수장내에서 사용한 수량, 관로이설 또는 단수작업으로 인한 수량을 포함한다.

② 급배수계통의 유수율 관리

급배수계통의 유수율 관리는 정수장에서 배수지까지의 주요구간에 대한 유수율과 배수지에서 수도꼭지까지의 유수율로 구분되며 배수지에서 수도꼭지까지의 유수율 관리는 대권역, 중권역, 소권역으로 구분하여 주요 유량지점을 선정하여 관리하도록 하여야 한다.

(2) 공급량 패턴분석

정수장에서는 적어도 매 분기마다 정수장에서 공급하는 유량에 대한 요일별 및 월별로 시간축을 기준으로 패턴을 분석하여야 한다.



<그림 8.6.1> 공급량 패턴분석(예)

이러한 분석은 시간대별로 공급유량(송수, 분기기준 등의 유량 포함) 데이터가 정확히 데이터베이스화되어야 가능하므로 데이터베이스서버의 운영관리에 만전을 기하여야 한다. 또한 주요 분기점이나 각 배수지별로도 분석할 경우 정수장의 장단기 운영계획 수립에 기초자료로 활용이 가능하다.

(3) 데이터분석

정수장에서 저장되어지는 데이터는 유량, 수위, 압력, 수질 등으로 구분되어지는데 이러한 타입별로 특정 기간을 설정하여 데이터를 분석함으로써 안정적인 설비운동을 기대할 수 있게 된다.

프린트된 출력물만으로는 데이터의 입력에 많은 시간과 노력이 수반되어 분석이 불가한 실정므로 항시 정수장에서 생산되는 공정 데이터는 매시간 결측이 없도록 유지관리 및 데이터의 검보정에 만전을 기하여야 한다. 데이터베이스는 관계형 데이터베이스(RDBMS)로 구축하여 데이터의 추출, 변형, 분석이 용이하도록 하여야 한다.

데이터의 분석을 위해서는 우선 각 시간대별 해당 항목(수위, 압력, 수질, 유량 등)의 데이터를 RDBMS에서 ODBC, OLE, OPE 등을 활용하여 추출하여 excel sheet로 추출한다.

추출된 데이터는 datetime이 string 혹은 date type으로 되어 있으므로 원하는 시간대만 추출하여 시간대별 데이터를 만든다. 그런 후에 시간대별로 분석하면 된다. 또한 단일 데이터 항목만으로는 분석결과가 크게 의미가 없는 점을 고려하여 연관대는 데이터를 함께 맵핑하여 표시하면 분석에 더욱 유리하다.

(4) 수요예측결과 분석

수운용시스템에서의 계측제어설비는 수도시설이 복잡화, 대규모화, 광역화됨에 따라 취수에서 배수까지의 시설 전체 가동상황을 상시 파악하여 각 시설을 상호 관련지으면서 그때마다의 상황에 맞는 최적한 수운용을 실시하는 것이다.

이에 따라 시설의 총합적인 운용관리로 적절하고 경제적인 시설 운전과 안정급수를 그 목적으로 하고 있다.

이러한 시설관리방법은 수운용시스템 혹은 배수 컨트롤이라 불리고 있다. 그 형태로서는 한 수도사업자 내의 취수장, 정수장, 배수장, 펌프장, 배수관망까지의 단일계통 혹은 복수계통을 대상으로 한 것, 또한 복수의 수도사업자를 대상으로 한 광역적인 것도 있다.

수운용시스템 계측제어에서는 광역적으로 분산되어 있는 정보를 다루기 위해서 데이터 전송설비가 중요한 역할을 담당하는 것이 그 특징 중의 하나이며 수요예측, 관망계산, 수운용 계획, 배수 시뮬레이션 등의 고도의 연산처리가 요구되게 되므로 일반적으로 컴퓨터를 활용하게 된다.

연산처리방법으로서는 수요예측에는 칼만필터(동적계획법), 상관계수법, LP법(선형계획법), 역기스 파트시스템 등이 이용된다.

(5) 관망해석용 온라인입력

1) 관망해석의 정의

관망해석이란 관내 물의 흐름현상을 해석하는 것으로 주어진 관경, 관길이, 관재질, 관의 매설년도, 관로의 내벽상태(조도계수), 배수지의 수위(고도값), 각 절점의 수요유량과 공급유량 등의 속성을 이용하여 관로내의 유량과 수압상태를 결정하는 것을 말한다. 즉, 관로시스템의 각 접합점에서 공급량 및 수요량을 미리 알고 각 관로의 관경과 재질, 연수에 따라 유량을 계산한 후 각 접합점에서의 수두가 최저수두보다 큰가를 수리학적으로 타당한지를 규명하는 절차이다. 따라서 이를 이용하여 관로의 수리학적 정확성을 검토하고 관로의 파손, 누수시 수압을 조사하여 위기상황에 대처하고, 관로내의 체류시간을 산출하여 수질의 평가, 역류수의 검토 등 상수도 관망의 체계적이며 정확한 운용을 가능케 한다.

2) 온라인 관망해석

패키지 형태로 도입되어 운영관리하는 온라인 관망해석은 완벽한 송수 체계를 위한 모든 프로세스를 모델링 및 관리하는 우수한 프로그램으로 고객이 통제 표준 및 사업적 목표를 충족할 수 있도록 하는 강력한 사용자 친화적 운용 도구를 제공하는 것이다.

즉 누수 탐지, 최적화 및 부하 예측용 어플리케이션은 물론 hydraulic, water quality, surge 모듈 등을 포함하는데 개별 모듈은 모두 입증된 기술에 기반하고 있다.

또한 대부분의 온라인 관망해석 프로그램들은 완전 모듈화되어 확장성과 유연성을 제공한다. 플랫폼은 대중소 유틸리티에 필요한 모든 도구를 제공하며 계측제어시스템에 실시간으로 온라인 취득되어 데이터베이스화되어 저장된 주요 TM분기점의 유량 및 압력, 수질데이터는 관망해석 프로그램과 ODBC, OLE 등의 인터페이스를 통하여 자동으로 입력되어 진다. 이렇게 입력된 raw데이터는 전처리등을 통하여 관망해석 프로그램과 온라인으로 실행되어 진다.

실시간 시스템은 망 내 실제 프로세스로부터의 가장 최신 데이터로 실행된다. 이는 망 내의 모든 이벤트가 발생하는 즉시 모델에 나타나고, 수력 제약조건 위반, 수질 문제 등이 실시간 시스템에서 즉시 식별된다는 것을 의미한다. 또한 SCADA 시스템의 현재 데이터를 관망해석시뮬레이션 소프트웨어에 입력하면 망 성능과 특성에 대해 더욱 심도 깊게 이해할 수 있고 SCADA에 대한 투자도 보다 효과적으로 활용할 수 있다.

이러한 실시간 시스템과 관망해석간의 인터페이스는 다음과 같은 기능을 제공한다.

- ① 망에 대한 전면적인 감시와 제어
- ② 미래의 사건에 대한 조기 경고
- ③ 지속적으로 갱신 및 보정되는 모델의 기본 계획 및 설계

누수와 같은 이벤트가 발생하면 사용자는 그래픽 사용자 인터페이스를 통해 즉각적인 이벤트를 통보받을 수 있다. 실시간 모드에서 예측 기능은 미래의 망 상태에 관한 예측값을 제공하여 운용자가 필요한 조치를 계획할 시간을 제공한다.

만일 관로의 특정한 사고 발생시에는 즉각적으로 대체운영 등을 위한 분석도 즉시 수행하여 최적의 안정적인 용수대체공급 유무를 확인할 수도 있다.

현재 많은 물 관련 회사가 서지 “이벤트”가 망 내 파열을 유발한다고 예측하고 있다. 서지의 원인은 밸브 작동, 펌프의 시작과 중단, 요구의 갑작스런 변화이다. 관망해석 프로그램을 활용할 경우 서

지의 정확한 원인을 알아내고 조치를 취하는 데 사용할 수 있다.

8.6.4 보고서의 기준 및 유지관리

(1) 보고서의 항목정의

보고서는 일반적으로 공정관리상 주요 운전 기록형태로 정의되며, 각 정수장의 시설, 운영에 따라 각각 형태는 변형되어지나 주요 보고서는 다음과 같이 분류되어지며 과거와 달리 정수장의 계측제어 설비에도 데이터베이스가 구축되고 있어 최소한의 주요항목에 대한 보고서만을 생성시키고 기타 보고서들은 생략될 수도 있다.

1) 일일 보고서의 종류

- ① 종합운전보고서: 종합운전보고서에는 최소 다음 항목을 포함하되 정수장의 특성에 따라 시간대별 데이터를 나타낼 수도 있고 최대, 최소, 평균만을 나타낼 수도 있다.
 - ㉠ 공급량: 주요지점에 대한 일공급유량 및 역세척 사용수량
 - ㉡ 약품사용량: 응집제, 응집보조제, 염소의 일 사용량
 - ㉢ 주요수위: 유입부(호소, 하천 등)수위, 정수지, 회수조 등의 수위
 - ㉣ 주요압력: 주요 분기점의 압력
 - ㉤ 수질: 원수, 침전수, 여과수, 정수의 탁도, 잔류염소(알칼리도, pH, 전기전도도 포함)
 - ㉥ 펌프가동시간: 취·가압펌프 및 송수펌프(역세척·표면세척 펌프 포함)의 일펌프 가동시간
- ② 정수장 운전 보고서(약품 투입량, 사용량, 사용 전력량, 주요 정수 공정기기 운전사항 등)
- ③ 펌프 운전 보고서(취·가압장, 정수장: 사용 전력량, 가동시간, 송수 유량 적산 등)
- ④ 용수 공급 보고서(취·가압장, 정수장 유입/유출 유량, 주요 배수지, 분기점 유입유량 등)
- ⑤ 기기 점검 보고서(주요 설비 점검사항 기록 등)
- ⑥ 기타 사용자 생성 보고서(현장 근무자의 필요에 따라 정의되어진 형식 등)

2) 월별, 분기별 보고서의 종류

- ① 수질데이터 보고서
 - ㉠ 원수, 침전수, 정수의 최대/최소/평균 수질데이터(수온, 탁도, pH, 알칼리도, 전기전도도)
 - ㉡ 여과지 지별 탁도보고서(15분 간격 데이터)
- ② 유수율 분석 보고서: 주요구간별 유수율 분석 현황이 나타나도록 분석
- ③ 펌프 운전 보고서: 펌프가동시간 등을 관리
- ④ 기타

(2) 보고서의 태그기준

보고서에 사용되는 태그는 기본적으로 표준 DB에 저장 되어지며, 이를 특정 시간(매일 ○○시 기준)에 처리되어 검색, 추출, 호출이 되어진다. 수도시설에 운영에 따라 생성되는 각 태그들은 여러 가지 형태로 존재하는데 보고서에서 주로 사용되는 태그 종류로는 유량, 압력, 수질데이터, 수위, 시

- 1) 일 유량: 해당지점의 유량 태그는 순시태그와 적산 태그로 구분되어 지고 적산태그는 다시 실적 산 태그와 가상적산태그로 구분되어 진다. 즉 유량계에서 적산데이터를 통신방식으로 취득하는 경우에는 적산값의 차로 일유량이 구해지고 그렇지 않은 경우에는 순시값 태그(보통 1분 데이터)의 적산으로 일 유량을 구한다.
- 2) 펌프 가동시간: 펌프의 감시제어를 수행하는 하위단 TM에서 펌프의 on/off상태를 기준하여 가동시간을 태그화하여 사용하는 경우와 상위 MMI(데이터서버)에서 태그화하여 일 가동시간을 산출한다.
- 3) 수위, 압력, 수질데이터: 순시값, 최대값, 최소값, 평균값을 구하여 사용한다.

(3) 유지관리

보고서는 데이터의 나열 형태에 따라 정형과 비정형으로 크게 나눌 수 있다. 비정형 형식의 보고서는 일반적으로 엑셀을 이용하여 구현하는데 그 이유로는 비정형 데이터의 추출 후 표현이 복잡하고 운영기간동안 보고서의 형태가 고정되지 않는 점 때문이다. 엑셀과 데이터서버와의 인터페이스는 ODBC, OLE 등의 인터페이스 툴을 활용하여 visual basic script로 구현한다. 그리고 정형화된 즉 특정기간 동안의 특정항목들에 대한 시간대별 데이터의 추출을 근거로 한 보고서의 경우에는 폼이 변할 가능성이 없으므로 특정개발언어로 개발 후 컴파일하여 실행 파일로 보유하게 된다.

두 가지 모두에 대하여 운영 중 보고서의 출력결과를 관찰하여 개선점이나 추출 후 분석방법 등이 변경될 때에는 즉시 수정되어 항시 보고서출력이 가능토록 유지관리에 최선을 다하여야 한다.

8.6.5 위험관리대책

(1) 일반사항

상수도 사업에 있어서 계측제어라는 말이 사용되기 시작한 것은 그다지 오래된 것은 아니다. 정수장에 집중관리방식이 도입되기 시작한 1955년 후반 이후라고 생각된다. 그때까지는 일부에서는 유량 조절기와 같은 자동 장치는 있었으나 대부분은 계측기에 의한 현장 계측과 현장에서의 기기 조작이 주였다. 그 후 원격 감시 제어 장치나 각종의 제어 장치 또는 검출단 등이 나타나기 시작하여 공업 계기를 주체로 한 집중관리방식이 도입되었다. 현재는 모든 상수도시설에 컴퓨터를 이용한 계측제어 설비의 도입이 보편화되었다.

상수도 사업은 수원 확보와 그 유효 이용 및 안정 급수 등을 위하여 시설의 설비 확충 및 광역화를 진전시켜 왔다. 그 중에서 계측제어설비는 지금에 있어서도 이것 없이는 상수도시설의 운영이 곤란할 정도로 중요한 역할을 담당하기에 이르렀다.

따라서 이러한 계측제어설비의 도입과 더불어 각종 위험으로부터의 대비책을 수립하여 운영하여야 사고를 미연에 방지하고 효율적인 유지관리를 도모할 수 있다

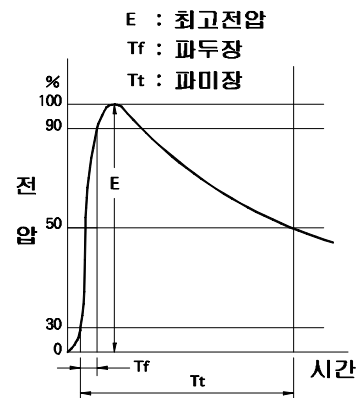
(2) 서지(surge), 낙뢰대책

1) 서지 및 낙뢰의 종류

근래 상수도의 계측제어에 있어서 전자식 계기 및 디지털 계기의 보급이 확산되고 있고, 또 이것들이 높은 신뢰성이 요구되는 시스템의 한 요소로서 그 중요성이 높아지고 있다. 그리하여 외뢰 및 내뢰 서지 대책을 시행하고 시스템 전체의 신뢰성 향상을 도모할 필요가 있다. 그러나 뇌해는 뇌발생 상황, 지형, 전송 라인의 형상 등에 따라 다르며, 완전한 대책은 불가하므로 여러 가지 상황을 판단하여 피뢰기를 설치하거나 기타 계측제어공사상 관련된 문제를 검토하여 대처해 나가지 않으면 안 된다.

① 직격뢰<그림 8.6.3>

직격되는 지상의 전기설비 등에 직접 방전하는 뇌격이며, 지금까지 측정된 직격뢰의 최고 전압은 5,000kV이며 파형에 대하여는 파두장 약 1~10 μ sec, 파미장 10~100 μ sec, 특히 파두장 2~9 μ sec, 파미장 30~50 μ sec의 것이 많은 것으로 되어 있다.



<그림 8.6.3> 표준 충격 전압 파형

② 유도뢰

유도뢰라는 것은 뇌운 상호간 또는 뇌운과 대지 사이에 방전이 발생할 경우 유도 작용에 의해 부근의 도체 라인에 이상 전압이 유발되는 것을 말한다. 즉, 우선 뇌운이 도체 라인에 접근하면 정전 유도에 의해 도체 라인의 뇌운에서 가까운 부분에는 뇌운과 반대 극성으

로 뇌운의 전하에 의하여 구속된 소위 구속 전하가 나타나고 동시에 도체 라인의 뇌운에서 먼 부분에는 이 구속 전하와 같은 양으로 반대 극성의 자유 전하가 생긴다. 그러나 이 자유 전하는 라인의 누설 및 기타 요인에 의하여 소멸되고 결국 도체 라인에는 구속 전하만이 남는다.

다음에 뇌운이 다른 뇌운 또는 대지에 대하여 방전하면 뇌운의 전하의 일부 또는 전부가 없어지고 이에 따라 도체 라인의 구속 전하는 자유 전하가 되어 급격히 대지와외 전위차를 발생시켜 도체 라인을 따라서 양측에 전송된다. 이것이 유도에 의한 이상 전압이며, 그 크기는

- ① 뇌방전 직전의 구속 전하가 클수록
- ② 뇌운의 방전 전류가 클수록
- ③ 방전 시간이 짧을수록
- ④ 도체 라인의 지표로부터의 높이가 높을수록

유도뢰에 의한 이상 전압은 크고, 파고값은 대부분 수십kV 정도이다. 또 유도되는 뇌의 직격에 비해 발생 횟수는 현저히 많다.

③ 내뢰

뇌 서지(surge) 이외의 과전압을 내뢰라고 부르며, 전력 계통의 개폐에 의하여 발생하여 전원 라인에 침입하며 오는 서지와 단말기기 자체의 동작에 의하여 발생하는 서지가 있다. 전력 계통에서 발생하는 서지는 경우에 따라서 전 서지에 필적하는 에너지를 가지고 있으며, 그 대책

은 뇌서지와 동일하다. 단말기 내에서 발생하는 서지는 에너지는 낮으나 발생 빈도가 높아 이것에 의한 계측제어기기의 고장이 종종 발생한다. 그 중에서 개폐 서지에 의한 것이 많다.

2) 서지 및 낙뢰보호 대책

① 직격뢰에 의한 장애 방지책

일반적으로 전자식 계측기의 절연 레벨은 500V 정도 이하의 낮은 레벨이므로 직격뢰에 대한 본질적인 장애 방지는 불가능하다. 그러므로 직격뢰해 방지책으로는 계측을 보호하는 것이 아니라 어떻게 하여 직격뢰를 받지 않게 하는가이다.

그 대책으로서는 다음을 생각할 수 있다.

- ① 전송 라인을 전부 지중 케이블로 한다.
- ② 전송 라인을 가능한 한 지상 가까이하며, 동시에 가공 지선을 전송 라인의 직상의 바로 가까이 설치한다.
- ③ 피뢰침을 설치한다. 피뢰침에 대해서는 전기설비 기준에 의하여 규정되어 있으며, 그 피뢰 차폐 효과는 피뢰침의 지상 높이를 반경으로 하는 원추상의 범위 내에서 피뢰 효과 95%라고 되어 있다.

피뢰침에 뇌방전이 있었을 경우 전자 유도에 의하여 전송 신호 라인에 과대한 유기 전압이 발생하고 이것이 계측제어기기 사고로 이어질 수 있으므로 피뢰침의 접지선과 전송 신호 라인이 전자적으로 결합하지 않도록 해야 한다.

② 유도뢰, 내뢰에 의한 장애 방지책

① 배선, 접지공사에 의한 방법

계기본체, 전선관, 덕트 등에 대하여 적절한 접지를 하는 것은 서지 전압을 경감시키는데 효과적이다.

- 전송 라인을 전부 지중 케이블로 한다. 지중 케이블로 하였을 경우에도 그 근처에 피뢰침의 접지 또는 지표에서 연결되어 있는 도체가 있어서 그것들에 뇌방전 전류가 흐르는 경우에 전자 유도에 의한 유도 장애가 발생할 염려가 있으므로 지중 케이블을 전자 실드로 하든가 또는 근방에 도체가 없도록 해야 한다.
- 실드선을 사용하고 실드는 한 지점에서 접지한다.
- 케이블을 전선관에 넣거나 또는 armoured 케이블을 사용하고, 전선관 또는 armour에도 접지한다.
- 다심 케이블의 예비선은 한쪽을 접지한다.
- 가공지선을 병설한다. 가공 전송 라인상에 가공 지선이 가설되고 있으며 정전 실드에 의하여 전송 라인에 의한 구속 전하를 감소시키고 또 뇌운의 방전에 의한 자유 전하의 진행 파를 급속히 저감시키는 효과가 있다.
- 피뢰기 내장의 전송기에서는 접지공사를 적절하게 시행한다.
- 시퀀스 및 디지털기기의 내뢰해 대책으로서 입출력 릴레이반을 설치하여 릴레이에 대한 절연을 한다.

③ 피뢰기 및 서지 absorber를 설치하는 방법

피뢰기는 유도뢰, 내뢰에 의한 이상 전압을 억제하고 계기를 보호하기 위한 것이다.

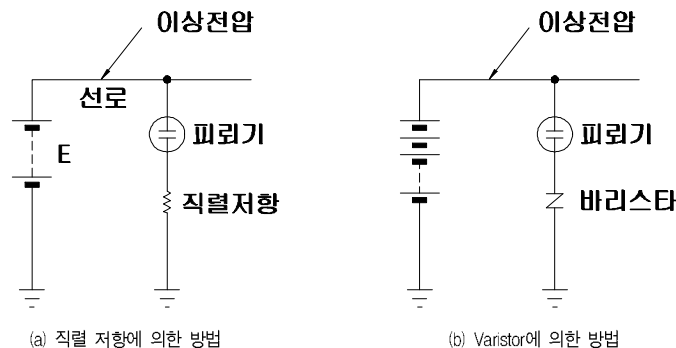
㉠ 피뢰기의 동작

피뢰기는 전송 라인에 도래하는 뇌전압을 대지에 방전하고, 그 단자 전압을 소정의 값까지 내린다. 그 결과 라인에는 장애가 발생하지 않고 라인의 절연을 확보하여 신호를 그대로 계속 전송할 수 있다. 피뢰기는 계기의 라인 측에서 신호 단자와 접지간에 접속되고 평상시에는 전류를 흘리지 않으나 방전 개시 전압 보다 높은 전압이 인가될 경우 피뢰기는 동작하여 대지로 뇌전류를 방류한다. 이것을 피뢰기의 방전이라고 한다. 피뢰기가 방전을 개시할 때의 단자 전압의 순시값을 방전 개시 전압이라고 하고 방전 중의 피뢰기의 단자 전압을 제한 전압이라고 한다. 방전 전류나 제한 전압은 충격파의 파고값으로 표시한다.

일반적으로 진공 피뢰관, gap형 피뢰기 등의 방전 소자를 사용하였을 경우, 이상 고전압이 사라진 후에도 이상 고전압 인가중의 방전 소자의 단자전압이 전원 회로의 인가 전압 이하로 내려가 있는 경우에 방전 소자는 방전을 계속하는 현상 즉 속류 현상을 일으킨다.

속류 저지의 방법으로는 기본적으로 속류시의 피뢰기 단자 전압이 상시 가해지는 상용 주파 전압 보다 높은 전압이 되도록 방전 전류를 제한하면 진공 피뢰관의 속류를 저지할 수가 있다.

속류 저지 대책으로서는 여러 가지가 있는데 그 대표적인 것으로서는 (a) 직렬 저항에 의한 방법, (b) Varistor에 의한 방법이 있다(<그림 8.6.4>).



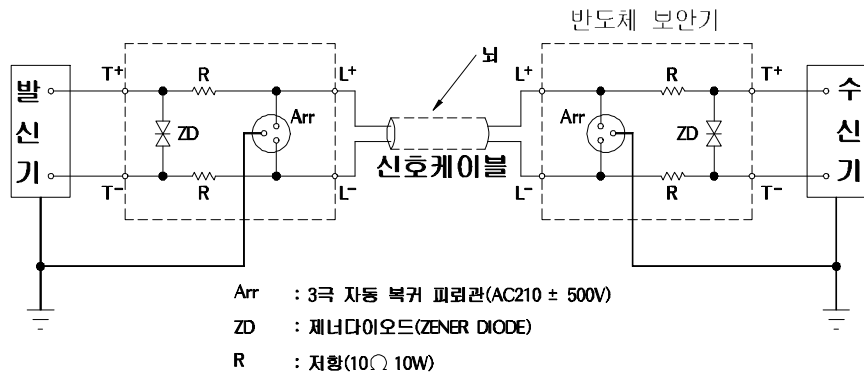
<그림 8.6.4> 속류 저지 대책

㉡ 신호용 피뢰기

신호용 피뢰기의 대표적인 일례가 <그림 8.6.5>에 표시되어 있다. 이것은 3극 방전관과 저항 제너 다이오드로 구성되어 있다. 여기서 대접지간에 서지가 침입하였을 경우 3극 방전관의 신호 라인 전극 2개가 접지 전극에 대하여 어떤 방전 전압으로 방전을 개시하므로 대접지간 전압을 방전 전압까지 끌어 내리는 작용을 한다. 이상적으로 3극의 방전이 동시에 동작하면 L^+ , L^- 간에 이상 전압은 발생하지 않을 것이며 이것만으로도 보조장치의 역할을

수행한다. 그러나 실제로는 3극 방전관의 전극간에 약간의 방전 전압이 다르므로 이 방전 전압의 차에 상당하는 시간만큼 선간에 임펄스(impulse)가 걸린다. 또 서지의 파고값이 낮은 경우에는 대접지에 대하여 어느 한쪽밖에 방전하지 않는 경우도 있어 이 경우도 선간에 접속된 전극에서는 이 임펄스로 방전을 개시하여 L^+ , L^- 간의 선간 전압을 방전 전압까지 내린다. 나아가 제어 다이오드를 선간에 투입하여 계기의 입력측은 이 제어 전압 이하로 보호된다.

<그림 8.6.5>에 표시된 신호용 피뢰기의 경우는 계기와 별도로 취부할 필요가 있으므로 계측제어공사상 문제가 되는 경우도 많으며 특히, 발신기측에 있어서는 개별적으로 취부되고 계기의 접지와 피뢰기의 접지가 공통으로 되지 않는 경우, 또 피뢰기의 입출력이 동일 전선관으로 배관되는 염려가 있는 경우 등의 문제점이 있다.



<그림 8.6.5> 신호용 피뢰기

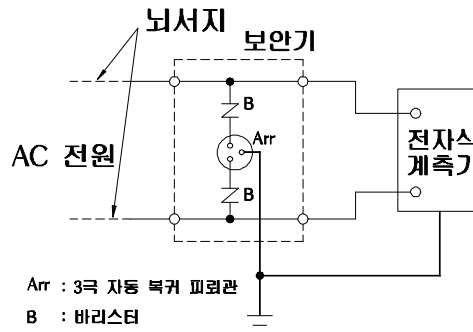
㉓ 전원용 피뢰기(교류)

대표적인 교류 전원용 피뢰기에 의한 계기의 보호 회로 예가 <그림 8.6.6>에 표시되어 있다. 이것은 3극 자복 피뢰관 1개와 2개의 바리스터(varistor)로 구성되어 있다. 3극 자복 피뢰관의 역할은 전기 신호용 피뢰기의 3극 방전관과 같은 동작을 하는데 보통 AC전원 전압은 100~200V이므로 서지에 의하여 피뢰관이 방전을 시작하는 방전 전압은 전원 전압 보다 낮아지므로 서지가 없어진 후에도 이 전원 전압에 의하여 방전을 지속하는 소위 속류 현상을 일으키고 전원에 이상한 부하가 걸리게 된다. 이 때문에 피뢰관에 직렬로 바리스터를 투입하여 서지와 같은 높은 전압에서는 저저항이 되고 전원 전압과 같은 낮은 전압에서는 고저항이 되어 속류를 차단시킴으로써 정류의 목적을 달성시키도록 되어 있다.

㉔ 피뢰기 설치상의 유의점

피뢰기를 사용하는 경우 다음 사항에 충분히 주의를 기울일 필요가 있다.

- 피뢰기는 특별 제3종 접지공사 이상의 접지를 할 것(접지저항 10Ω 이하)
- 계기 접지 단자와 피뢰기 접지 단자와는 연접 접지로 할 것



<그림 8.66> 전원용 피뢰기

- 피뢰기는 가능한 한 피보호계기 가까이 설치할 것
- 신호 전송 라인을 가공 선로로 하는 경우는 가능한 한 지표로부터의 높이를 낮게 한다.
- 신호 라인에 실드선을 사용하고 있는 경우에는 실드선의 접지를 여러 곳에서 하도록 한다. 접지 간격이 짧을수록 서지 저감률이 커진다.
- 피뢰기에 접속되는 라인측과 계기측의 선은 평행이 되지 않도록 또는 필요 이상으로 접근하지 않도록 한다.
- 전원라인에 피뢰기를 설치하는 경우에는 각 계기 공통으로 설치하면 좋다.
- 피뢰기의 설치시 전송신호 라인이 비교적 짧을 때는 발신기 또는 수신기측의 어느쪽이든 뇌장애에 약하다고 생각되는 측에 설치하고 전송라인이 긴 경우에는 발신기측, 수신기측의 양측에 설치하는 것이 안전하다.
- 피뢰기를 파손시킬 수 있는 것과 같은 큰 서지가 취해졌을 경우 피뢰기 소자의 파괴가 일어난다. 그와 같은 경우에는 용량이 큰 피뢰기를 전단 라인측에 넣고 2단계에 보통의 신호용 피뢰기를 설치하는 소위 2단방식으로 하면 보호효과를 한층 높일 수 있다.

(3) 정전대책

정전은 시설의 감시와 제어에 정보처리를 다루는 계측제어설비의 기능을 정지시키는 것이 된다. 정전에는 시설 전체가 정전이 되는 전정전과, 주로 시설 내에서의 원인으로 일어나는 부분정전이 있다. 부분정전은 그 정도에 따라 시설이 문제없이 운전가능한 경우와 그렇지 않은 경우로 구분될 수 있다. 여기서는 주로 부분정전 대책을 서술하고 쏜정전 대책에 관해서는 7. 기계와 전기설비를 참조할 것.

1) 정전대책설비

계측제어설비의 정전대책의 기본설비는 제어회로, 표시등 회로 등에 이용되는 직류전원설비와 감시 제어장치, 계산기시스템 등의 계측제어용 교류 무정전 전원설비이다. 직류전원설비에서 특히 주의할 점은 설치시와 다른 상황이 바뀌지 않았는지를 확인하는 것이다.

예를 들어 예비단자에 직류부하를 추가하여 사용하고 있는 경우 축전지의 규정능력 이상이 되어

정전보상시간이 단축되는 등 직류전원으로서 도움이 안 되는 예도 있으므로 주의를 요한다. 또한 직류전원설비 및 교류 무정전 전원설비의 유지관리에 대해서는 8.5.13 계측제어용 전원보수를 참조할 것

2) 부분정전의 백업

① 배전계통의 분할과 2계통화

계측제어용 기기로 공급하는 전원은 분할된 배전계통 어느쪽에서든 공급이 가능하도록 해 두는 것이 바람직하다. 그러기 위해서는 각각의 배전계통의 용량이 계측제어용 기기의 부하에 견딜 수 있어야 한다. 이렇게 함으로써 전기설비 점검도 용이하게 된다.

② 감시와 제어기기의 유닛화, 계통 분할화

정수장에서 정수처리계통이 분할되어 있지 않은 경우, 혹은 배수장(급수소) 등에서 펌프설비가 송배수 계통에서 분할되어 있는 경우, 감시와 제어기기의 유닛화, 계통 분할화를 도모함에 따라 정전에 대처할 수 있다. 또한 계측제어용 설비도 마찬가지로 계통으로 분할되어 한 계통이 다운되어도 정상적인 계통으로 커버할 수 있도록 하는 것이 중요하다. 이 외에도 감시와 제어기기, 펌프설비 보조기 등도 유닛화하여 정전의 영향이 다른 계통에 파급되지 않도록 하는 것도 중요하다.

③ 계측기기의 2중화

계측용 기기는 정전시의 대응만이 아니라 고장시, 점검시를 고려하여 중요한 기기는 2중화하고 그 기기의 전원은 다른 계통으로부터 공급될 수 있도록 하는 것이 중요하다.

3) 정전사고로의 대응

① 매뉴얼 작성

정전사고는 언제 어떠한 범위로 발생할지는 예측 불가능하다. 그러나 다음과 같은 사항에 대해 매뉴얼을 작성하여 사고발생을 상정하여 정기적으로 훈련하는 것이 바람직하다.

② 정전시의 시설 운용방법 및 조작방법

정전이 발생한 경우에 그 시설이 정지해도 다른 시설로부터 지원이 가능하다면 문제가 없지만 대응이 불가능 한 경우에는 어떠한 시설운용(예를 들어 시설 능력을 반감시켜 운용하는 등)을 할 것인지 정해 두는 것도 유효하다.

③ 정전사고시의 연락계통도

정전사고의 영향 정도에 따라 연락처가 다르므로 미리 연락계통도를 작성해 둔다.

④ 복전의 파악과 대응

정전사고의 원인이 제거되고 복전되는 경우에는 상황을 충분히 주지한 후 실시한다. 복전을 서둘러 인신사고가 유발하지 않도록 복전시의 확인사항, 작업순서 등을 정해 두어야 한다.

4) 상황 파악과 대응

정전 발생자체를 확인하는 것은 경보표시, 조명의 끊김, 제어불능, 데이터 결함 등으로 비교적 간단하다. 그리고 그 원인이 눈에 띄는 장소라면 바로 사고 원인과 상황이 파악 가능하지만 이러한 예는 드물다. 대부분은 그 원인을 찾아내기 위해 많은 노력을 쏟고 있으므로 평소에 점검·정비에 힘

을 기술훈 필요가 있다. 정전 상황이 파악되면 앞의 1)에서 작성된 매뉴얼에 따라 대응한다. 그러나 모두가 매뉴얼에 기재되어 있다고는 할 수 없으므로 이러한 경우 그 시점에서 대처하는 직원의 판단에 따라 대응되게 되므로 평소의 연수 등에서 시설과 설비에 대한 충분한 지식을 지닐 수 있도록 대비해 두어야 한다.

(4) 통신이상시 대책

1) 정수장 구내

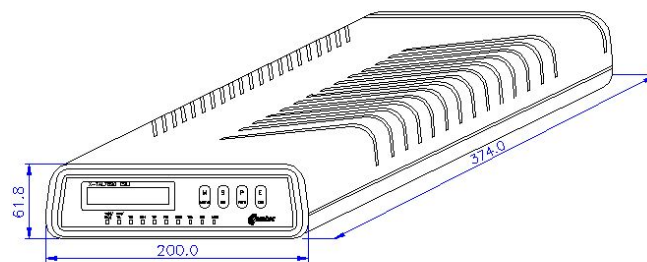
통신이상으로 취득 불가한 데이터가 일부에 국한되는 것인지 해당 단위설비 전체에 해당되는지에 대한 인지가 우선적으로 수행되어야 하며, 아날로그와 디지털에 국한된 것인지 종합적인 것인지에 대한 인지도 하여야 한다. 만일 일부에 취득 불가 데이터가 일부에 국한된다면 이는 해당 모듈의 장애 또는 해당 단위 RCS(PLC)의 장애이므로 모듈단위로 설비를 보수하면 된다. 즉 장애가 어떤 형태를 취하느냐의 여부로 복구의 대응방안 강구가 가능하다.

정수장 구내에서의 통신이상은 네트워크설비의 장애, RCS(PLC)의 장애, 모듈(전원, CPU, AI/AO/DI/DO card, 센서류, 통신 card 등)의 장애로 나뉘어지는데 이에 대한 정확한 판단은 구간별로 통신이상 상태를 진단하여 결정토록 하여야 하며 상기 장애 중 어떤 장애라도 즉시 판단하여 조치할 수 있도록 통신망도, 이상시 조치사항 매뉴얼, 관련전화번호 등재등에 철저하여야 한다.

2) TM모국과 TM자국간

통신이상 원인은 전송로의 장애, 모국 통신모듈이상, 자국 CPU 이상, 자국 통신카드 이상, 전원 이상으로 나뉘는데 각 원인에 대한 대책은 다음과 같다.

- ① 전송로장애: 전용회선 서비스사업자(KT, DACOM 등)의 전송구간에서 장애가 발생한 것으로 낙되나 수해등의 원인으로 DCD가 비활성화되거나 심한 에러율이 나타난다. 이의 해결을 위해서는 전용회선서비스사업자의 장애조치를 기다리거나 직접 모국과 자국간에 통신회선 이상유무를 점검할 수도 있다. 즉, 모뎀이나 DSU인 경우 RDLB를 걸어보면 모국과 자국간의 통신이상유무를 확인할 수 있다.



<그림 8.6.7> DSU 예

- ② 모국 통신모듈 이상: 계측제어설비는 DCS 또는 PLC기반으로 구성되어지는데 RCS나 PLC의 통신모듈에 장애가 발생할 경우 계측값을 취득하지 못하게 되는데 이 경우에는 RCS나 PLC를

reset하거나 통신모듈만 reset하면 된다. 만일 낙뢰나 서지로 인한 장애 발생시에는 모듈의 소손이 발생하므로 예비품으로 교체하여야 한다.

- ③ 자국 CPU 이상: 분기점에 설치된 TM자국장치의 CPU가 전송로나 모뎀에 이상이 없는데도 불구하고 hang 또는 lock이 발생하여 제기능을 발휘하지 못할 경우에는 CPU를 reset하여 준다. 대부분의 경우 CPU card에서 통신포트가 제공되므로 이러한 해결책이 요구된다.

3) 정수장과 취가압장간

정수장과 취가압장간의 전송로는 일반모뎀 또는 DSU, CSU 등을 이용한 저속급 전송로를 구성하게 되며 원격감시제어사업장인 경우에는 이중화망까지 구축하게 된다. 이런 경우 주전송로에 이상이 발생하여도 예비전송로를 통한 감시제어는 항상 가능하다. 따라서 정수장과 취가압장간의 주전송로와 예비전송로는 항상 점검하여 이상이 없도록 하여야 한다.

4) 통합센터와 정수장간

통합센터와 정수장간의 전송로는 고속급 전송로로 구성되는데 데이터와 화상정보를 별개로 운영하거나 2port용 CSU를 활용하여 구성하게 된다. 고속급 전송로는 저속급에 비하여 회선장애의 발생 확률은 적으나 장애발생시 정수장의 원격감시제어에 심각한 영향을 끼치게 되므로 적어도 1년에 2번은 전용회선사업자로 하여금 전용회선의 BER(bit error rate)테스트를 수행하여 회선관리에 만전을 기하여야 한다.

평상시의 회선관리는 원격감시제어 정수장에 대한 ping test로도 가름할 수 있다. 회선의 장애에 대한 관리는 다음과 같은 양식에 의거 철저히 관리하여야 한다.

(5) 접지대책

1) 계측제어설비의 접지 목적

계측제어설비에서도 전기 및 전자설비와 같이 접지를 하여야 한다. 이 경우의 목적은 교류 전류의 접지와 같이 인체에 대한 위험 방지뿐만 아니라 기기의 동작을 안정시키기 위해서도 필요한 것이다. 기기의 본체와 같은 대면적의 도체와 대기 사이의 전위차가 불안정하게 되면 기기의 동작에 미세한 영향을 주므로 동작의 불안정을 방지하는 것이 접지의 주요한 목적이 되는 것이다. 이와 같이 기기의 접지 즉, 접지의 목적을 대별하면 다음과 같다.

- ① 인체에 대한 위험 방지
- ② 작은 신호에 대한 방해의 유도 방지

2) 접지공사의 종별

① 접지의 종별

접지를 필요로 하는 개소 및 그 접지 종별은 『전기설비 기술기준』에 의거하여 접지공사를 시공한다.

② 접지 저항

신설하는 수도시설의 경우 시설 전체를 공통접지로 구성하고 모든 접지망이 등전위를 이루도록 하고 구 규정에 E라 접지공사가 수행된 수도시설은 특별한 지정이 없는 한 접지 저항값은 다음

에 표시하는 접지종별의 제한 저항값에 의한다.

- ㉠ 제1종 접지공사: 10Ω 이하
- ㉡ 제2종 접지공사: 변압기의 특고 또는 고압측 전로의 1선 지락 전류(A)로 150을 나눈값 또는 2초 이내에 자동 차단하면 300을 나눈값의 5수 이하
- ㉢ 제3종 접지공사: 100Ω 이하
- ㉣ 특별 제3종 접지공사: 10Ω 이하

③ 연결 접지

기기군을 한데 묶어 연결 접지를 하는 경우의 접지 저항의 제한값은 기기군 중의 가장 작은 제한 저항값과 동등하게 하거나 또는 그 이하로 한다.

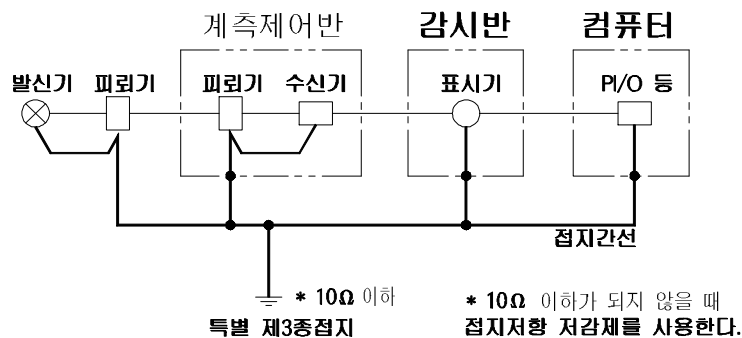
3) 계측제어설비의 접지공사

① 계측제어설비의 접지법

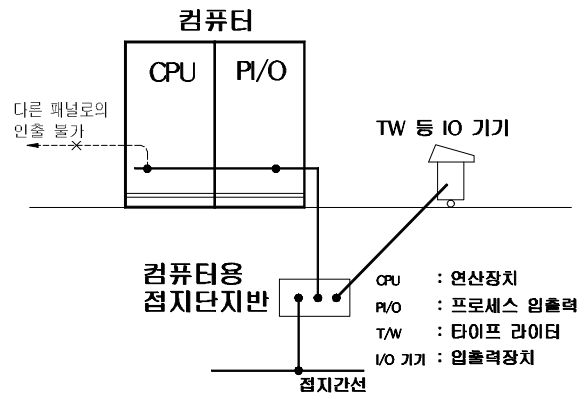
계측제어용 피뢰기나 제어용 컴퓨터를 포함하여 제어장치의 접지는 <그림 8.6.8>에 표시된 바와 같이 각각 접지 간선에 접지하고 접지 간선은 10Ω 이하로 접지하는 것이 바람직하다.

② 컴퓨터의 접지

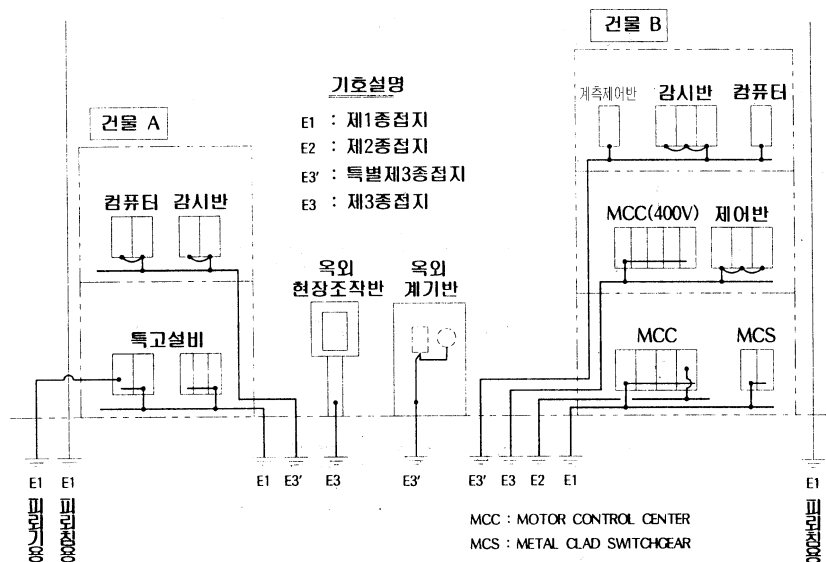
- ㉠ 컴퓨터의 접지는 접지간선에서 인입한 다음 다른 반으로 빼내어서는 안 된다(<그림 8.6.9>).
- ㉡ 각종 I/O기기의 접지는 접지 집합판이 설치되어 있는 경우는 접지 집합판에, 집합판이 없는 경우는 컴퓨터반에 접지할 것
- ㉢ 설치 장소가 2개소 이상의 경우
제어시스템의 접지는 시스템으로서 일점 접지로 하는 것이 바람직하나 <그림 8.6.10>에 표시된 바와 같이 건물이 분리되어 있는 경우나 장치가 옥외 또는 구내 등에 설치되어 있고 그 부근에 접지하는 것이 바람직한 경우는 다음 점을 고려하여 별도로 접지한다.
(ㄱ) 피뢰침이나 피뢰기를 통하여 뇌전류가 대지에 흘러 들어가더라도 각 접지극 간에 전압이 발생하지 않도록 시스템의 접지는 피뢰침이나 피뢰기 접지에서 멀리 떨어지게 하는 접지 장소를 선정하여야 한다.
(ㄴ) 계측제어설비의 접지는 각각 10Ω 이하로 하는 것이 바람직하다.



<그림 8.6.8> 제어장치의 접지



<그림 8.6.9> 컴퓨터의 접지



<그림 8.6.10> 접지공사의 예

8.7 공정이 전자동으로 구축된 단위설비의 유지관리

8.7.1 일반사항

통합운영체제가 구축된 정수장은 주요 단위공정이 전자동으로 운전할 수 있도록 되어 있으므로 이들 전자동운전이 원활히 수행될 수 있도록 항상 유지관리에 만전을 기하여야만 안정적이고 효율적인 정수장의 운영관리가 가능하다.

이를 위해서는 일상적인 점검과 문제발생시 조치사항에 의존한 점검정비 및 유지보수활동이 아닌 고장 및 장애발생 전에 예방적 점검정비와 유지보수 활동을 하는 것이다. 이는 설비의 보전이나 안정성확보를 위해서도 필수적인 것으로 전자동운전의 최소한의 기반 확보는 각종 센서류의 정확성 및 신뢰성 유무이다.

8.7.2 유입유량의 자동운전

(1) 취수장 자동운전

정수장의 유입유량 조절을 전자동으로 하기 위해서는 취수장의 펌프제어를 프로그램이 수행하도록 하여야 하는데 이를 수행하기 위한 방법으로는 패턴분석에 의한 전자동운전과 수요예측에 의한 전자동운전, 배수지의 지분석/활용에 의한 전자동운전으로 나뉜다.

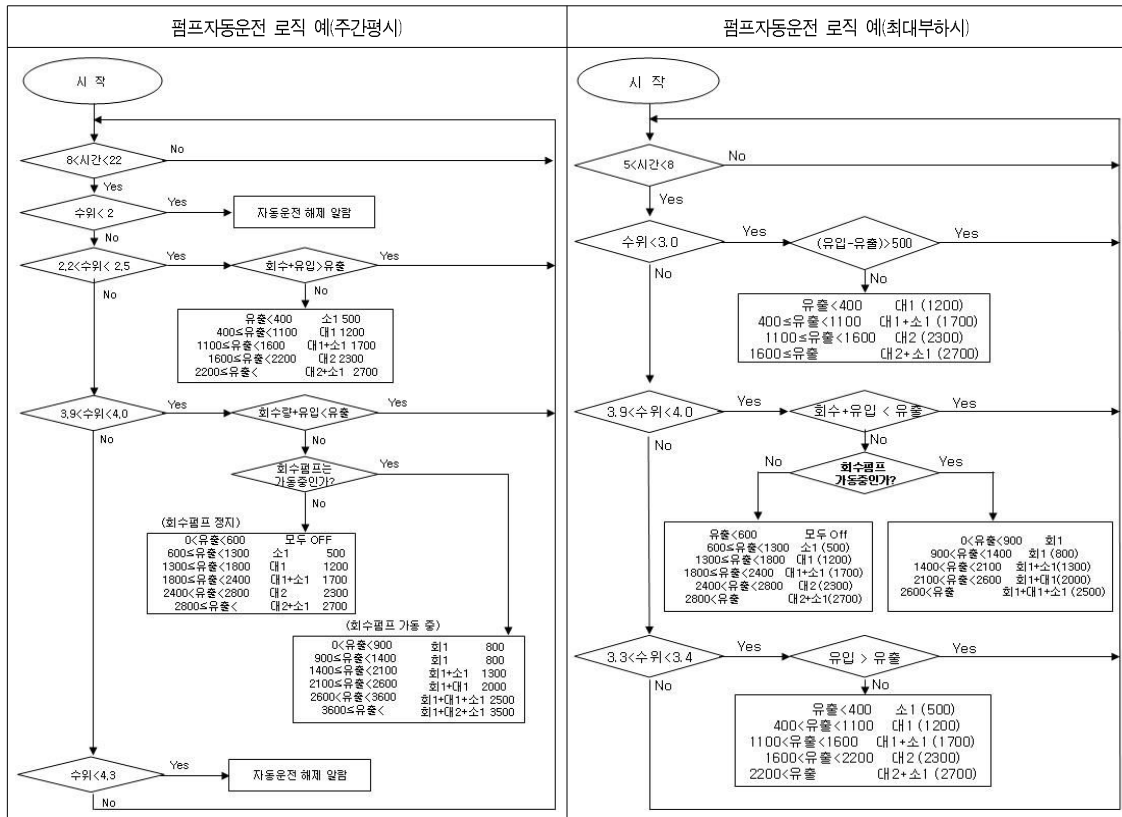
취수장 자동운전에서 기초 인자로 취득하는 데이터 값은 취수유입유량, 정수지유입·유출 유량과 착수정 수위, 정수지 수위(또는 착수정 수위)가 있다. 따라서 평상시 점검정비를 통해 위의 관련 계기는 최상의 상태를 유지해야 하며, 운영상 중요성이 높은 취득센서는 이중화로 설치하여 운영토록 한다.

1) 수위계

- ① 초음파식인 경우 계기 표시창에 특정 에러 코드나 메시지 유무를 확인하도록 하며 플로트(float)나 압력식인 경우 실측값과 출력표시값을 비교해 본다.
- ② 초음파식인 경우 메뉴 config 내의 수위세팅값, 출력 신호 구분, 주요 인자값 등을 확인하며, 일반 수위계 경우 구동부, 플로트 및 와이어 부식상태 등을 육안으로 확인한다.
- ③ 출력값을 메뉴상의 자가진단 기능을 이용하여 측정한다(4~20mA, RS-232 loop back 등). 또한, 일반 수위계 R/I 컨버터나 플로트를 최대한 내리거나 올려서 기본 출력값을 측정한다.
- ④ 상기 측정에서 이상이 있을 경우 즉시 수위계 컨버터, R/I 컨버터 등을 교체토록 한다.

2) 유량계(전자식/초음파식 유량계)

- ① 유량계의 계기 표시창에 특정 에러 코드나 메시지 유무를 확인한다.
- ② 유량계의 자체 진단 프로그램을 가동하여 상태를 1차 점검한다.
- ③ 메뉴에서 config 내의 환경, 측정 단위, 측정량 factor, 측정 최대값, 출력 신호 구분, 기타 유량계 설치시 주요 인자값(초음파식 유량계: 음파속도, 특성, 종류, 관 재질특성 등)들을 확인한다.
- ④ 유량계 출력값을 메뉴상의 자가진단 기능을 이용하여 측정한다(4~20mA, RS-232 loop back 등).
- ⑤ 상기 측정에서 이상이 있을 경우 즉시 센서부, 유량계 컨버터 등을 교체토록 한다.



<그림 8.7.1> 취수펌프자동운전 로직(예)

(2) 유입밸브 자동운전

정수장의 원수유입이 자연유하에 의한 유입일 경우 원수의 유입물량을 운전자가 결정하는것이 아닌 자동 프로그램이 원수 유입밸브의 개도조정을 정수지의 수위와 유입·유출유량을 고려하여 전자동으로 수행되는것을 말하며 일부정수장의 경우 소수력발전을 행하고 정수장으로 유입될시에는 항상 소수력발전이 가능토록 방류밸브를 조절하여 원수 유입물량의 제어를 행할 수도 있다.

유입밸브 자동운전에서 기초 인자로 취득하는 데이터 값은 유입밸브의 개도계, 취수유량계, 정수지 수위계(또는 착수정 수위계)이다. 따라서 평상시 점검정비를 통해 위의 관련 계기는 최상의 상태를 유지해야 하며, 운영상 중요성이 높은 취득센서는 이중화로 설치하여 운영토록 한다.

1) 개도계

- ① 전동밸브에 컨트롤러에 장착되어져 있으며, 밸브 디스크와 연동되는 리밋 스위치 및 가변저항 계(또는 포텐션 미터)와 결합된 형태로 되어져 있으므로, 밸브 조작시 사용되는 고압측과 절연 파괴나 이에 따른 기관, 부분품 소손이 많이 발생 하며, 습기에 의한 단선 등으로 개도계가 소 손되기도 한다.
- ② 개도계 내부 습기 유무를 확인하고, 발열체(시멘트 저항류)의 동작상태를 확인한다.

- ③ 밸브 디스크 구동부와 개도계 구동부가 연동하여 적정하게 동작하는지 확인한다.
 - ④ 현재 전동밸브 목측식 개도표시계 지시값과 개도계 출력 지시값을 비교한다. 여기서 출력값이 다르면 zero, span값을 조정한다.
 - ⑤ 밸브 full open, full close시 출력값을 비교해 보고 출력값이 다르면 개도계 자체 별도의 미세 조정장치를 이용하여 출력값을 재조정한다.
 - ⑥ 상기 조정이후 값이 다르면 R/I 컨버터 역할을 하는 가변저항계, 포텐션 미터 등의 저항값, 전류값을 측정해 보고, 컨트롤러 기판의 소손 여부등의 상태를 확인해 본다.
 - ⑦ 위의 점검 결과 소손이 확인되면 해당 부품은 교체토록 한다.
- 2) 유량계(전자식/초음파식 유량계)
- 8.5.2 항목을 참조한다.
- 3) 수위계
- 8.5.3 항목을 참조한다.

8.7.3 염소투입의 자동운전

(1) 전염소 투입

정수장의 전염소 투입은 망간 농도가 높아 염소로 산화처리를 하는 경우 등을 제외하고는 전염소 투입은 항상 침전지 후단(여과지 전단)에서 일정한 잔류염소농도를 유지토록 하는데 침전지에서의 장시간 체류로 전염소가 증발하여 시간대별로 변화하는 특성을 갖는다.

이에 대한 정확한 제어를 달성하기 위한 방법으로는 시간대별로 전염소 투입량을 세팅하여 투입하는 point scheduling 방법이 가장 많이 사용된다. 시간대별 투입량 결정은 침전지 수심별, 수온별, 계절별 특성을 실험을 통하여 분석하여 결정하여야 한다. 예를 들면 여름 낮시간대인 경우에는 침전지 후단에서 일정 잔류염소농도를 유지하기 위해서는 전염소 투입량이 지나치게 많이 요구되는 경향이 있으므로 이의 적절한 투입량은 미리 충분한 시험과 분석을 통하여 합리적으로 결정되어야 한다.

(2) 후염소 투입

정수지 유출부에서 CT값을 만족시키고 일정 잔류염소농도를 유지하기 위한 후염소 투입을 운전자가 산정하여 수동으로 변경하는 것이 아닌 정수지 유입부에 잔류염소를 설치하여 후염소 투입기에 피드백하여 전자동프로그램에 의한 자동제어를 행하여 투입하는 것을 말한다.

후염소 투입의 자동운전은 잔류염소계와 여과지 유출 유량의 신뢰성 있고 정확한 값과 근거하여 피드백제어를 수행하게 되므로, 잔류염소계의 스펠조정과 영점보정을 2주에 한번 주기로 점검정비에 최선을 다하여야 한다. 또한 공정용 유량계인 여과지 유출 유량계도 최소 2년 주기로 비교측정을 실시하여야 한다.

1) 잔류염소계의 설치위치/주의사항

여과지 유출측에서 정수지 유입단까지의 투입 염소가 여과 물량과 완전히 반응되어진 부분에서 잔류염소계를 설치해야 하므로 여과지 유출측에서 정수지 유입단까지의 관로 길이 및 상태를 파악하여 적정위치를 선정해야 한다.

- ① 내부 물량 흐름상태가 편차적인 관로상 밸브 부근 설치 및 급격한 굴곡부는 피한다.
- ② 관로내 만관상태 부분을 선택한다.
- ③ 유량 흐름이 느린 곳은 결합 잔류염소가 높으므로 관로내 유량흐름이 빠른 부분을 선택한다.
- ④ 겨울철 동파 방지 및 점검정비시의 편리성을 위해 잔류염소계 배출수를 처리하기 좋은 위치를 선택한다.
- ⑤ 관로상에 무단수 천공으로 샘플수를 취수할 때는 무단수 천공 부분에서 공기가 유입되지 않도록 해야 한다.
- ⑥ 설치 위치시 외부 노출이 불가피할 경우 겨울철, 여름철에 대한 보온, 보냉을 유지할 수 있도록 외부 국사내에 설치토록 한다.
- ⑦ 케이블이 길 경우 신호 누화, 잡음 유입이 우려되므로 해당 신호를 취득할 수 있는 인접 RTU 기기와 근접한 부분을 선택한다.

2) 전자동운전조건에 해당되는 센서류 점검요령

후염소 투입 자동운전에서 기초 인자로 취득하는 데이터 값은 여과지유출 유량계, 후염소 투입량이다. 따라서 평상시 점검정비를 통해 위의 관련 계기는 최상의 상태를 유지해야 하며, 운영상 중요성이 높은 취득센서는 이중화로 설치하여 운영토록 한다.

① 개도계

- ① 전동밸브에 컨트롤러에 장착되어져 있으며, 밸브 디스크와 연동되는 리밋 스위치 및 가변저항계(또는 포텐션 미터)와 결합된 형태로 되어져 있으므로, 밸브 조작시 사용되는 고압측과 절연과피나 이에 따른 기관, 부품 소손이 많이 발생 하며, 습기에 의한 단선등으로 개도계가 소손되기도 한다.
- ② 개도계 내부 습기 유무를 확인하고, 발열체(시멘트 저항류)의 동작상태를 확인한다.
- ③ 밸브 디스크 구동부와 개도계 구동부가 연동하여 적정하게 동작하는지 확인한다.
- ④ 현재 전동밸브 목측식 개도표시계 지시값과 개도계 출력 지시값을 비교한다. 여기서 출력값이 다르면 zero, span값을 조정한다.
- ⑤ 밸브 full open, full close시 출력값을 비교해 보고 출력값이 다르면 개도계 자체 별도의 미세 조정장치를 이용하여 출력값을 재조정한다.
- ⑥ 상기 조정 이후 값이 다르면 R/I 컨버터 역할을 하는 가변저항계, 포텐션 미터 등의 저항 값, 전류값을 측정해 보고, 컨트롤러 기관의 소손 여부 등의 상태를 확인해 본다.
- ⑦ 위의 점검 결과 소손이 확인되면 해당 부품은 교체토록 한다.

② 유량계(전자식/초음파식 유량계)

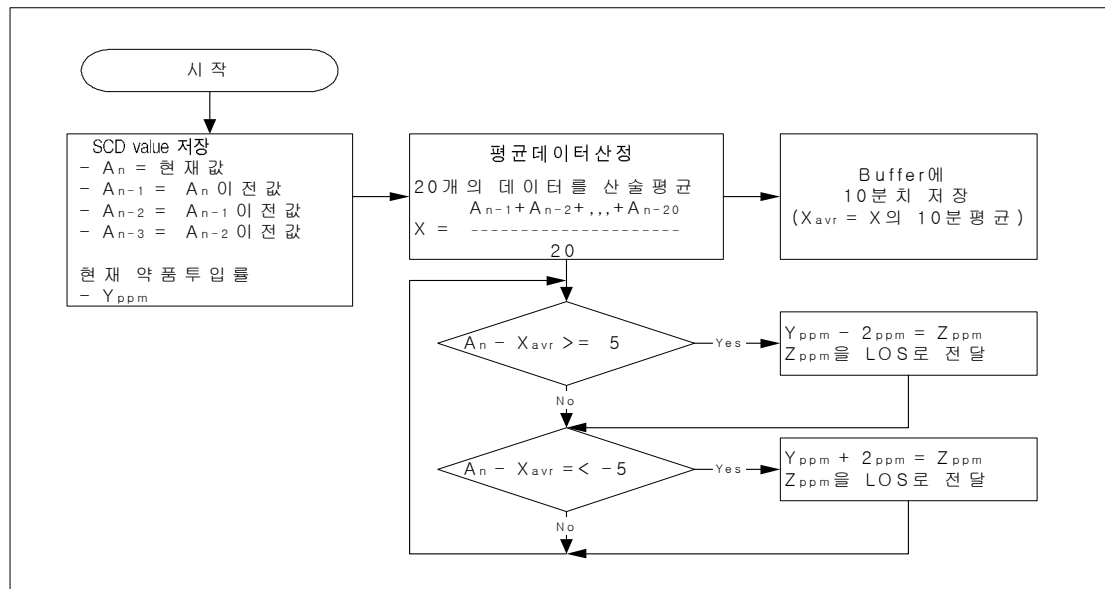
- ① 유량계의 계기 표시창에 특정 에러 코드나 메시지 유무를 확인한다.

- ② 유량계의 자체 진단 프로그램을 가동하여 상태를 1차 점검한다.
- ③ 메뉴에서 config 내의 관경, 측정 단위, 측정량 factor, 측정 최대값, 출력 신호 구분, 기타 유량계 설치시 주요 인자값(초음파식 유량계: 음파속도, 특성, 종류, 관 재질특성 등)들을 확인한다.
- ④ 유량계 출력값을 메뉴상의 자가진단 기능을 이용하여 측정한다(4~20MA, RS-232 loop back 등).
- ⑤ 상기 측정에서 이상이 있을 경우 즉시 센서부, 유량계 컨버터 등을 교체토록 한다.

8.7.4 응집제 투입 자동운전

(1) SCD를 활용한 자동운전

응집제의 적정 투입률을 산출하기 위하여 유입수에 대한 자체테스트를 실시한 후 최적의 투입률을 결정하여 근무자가 응집제 투입계(컨트롤밸브 개도제어, 인버터의 회전수제어 등)에 목표값을 전달하여 운전하는 기존의 방식과는 달리 응집제가 투입된 후 혼화기에서 충분히 교반된 지점에서의 샘플수를 채수하여 SCD에서 SCD value를 측정하게 되면 최적의 상태로 투입이 된 것인지를 판단하여 SCD value에 의하여 목표투입률을 자동으로 변경하도록 한 운전을 말한다.



<그림 8.7.3> SCD를 활용한 자동운전 로직(예)

(2) 운영결과의 지속적인 피드백

1) 탁도, 색도, 응집제, 유량, 수온, 전기전도도, 알칼리도, pH 등의 변화는 SCD value에 영향을

주어 setting point가 다소 증감하여 이동하게 되므로 이에 대한 지속적인 시험과 결과값의 피드백이 지속적으로 피드백되어야 한다.

2) SCD value의 positive요소

- ① 탁도, 색도, pH, 유량, lime 등의 감소시
- ② 응집제, 염소, 폴리머 투입량의 증가시

3) SCD value의 negative요소

- ① 탁도, 색도, pH, 유량, lime 등의 증가시
- ② 응집제, 염소, 폴리머 투입량의 감소시

(3) SCD의 운영관리

- 1) 일정한 유량의 샘플 공급(예: SCM-2,500의 경우 18-38L/min이고 각 제작사 매뉴얼을 참조)
- 2) 배수 배관을 크게 하여 원활한 배수가 되도록 할 것
- 3) 샘플위치는 대표가 되는 지점에 샘플링을 할 것
- 4) 혼화가 잘되며 lag time이 5분 이내이어야 할 것
- 5) 전기적인 문제가 없는 곳에 설치할 것(통신, 전원)
- 6) 전원은 220V 공급

(4) 유량확인

SCD는 일정한 양의 샘플수를 공급하여야 하며 센서의 오염 방지를 위해 다량의 물을 공급하여야 하며 이 경우 측정에 문제가 없어야 한다.

(5) Gain설정

자동운전을 하기 위해서는 적절한 gain설정이 중요하다. Gain이 너무 낮으면 응집제가 변화해도 변화값에 반응하지 않으며 너무 높으면 자동운전이 불가능하다.

<표 8.7.1> SCD의 이상시 조치사항

구 분	원 인	조치사항
데이터 헌팅	혼화가 잘 안될 때	샘플 포인트 이동
	유속이 일정하지 않을 때	저류수조 및 일정유속 공급
	전기적 문제	전원 노이즈 제거
SCV가 둔감	샘플에 이온 물질이 많을 때	gain조정
	센서 노후화	gain조정 및 센서 교체

(6) 노이즈 방지

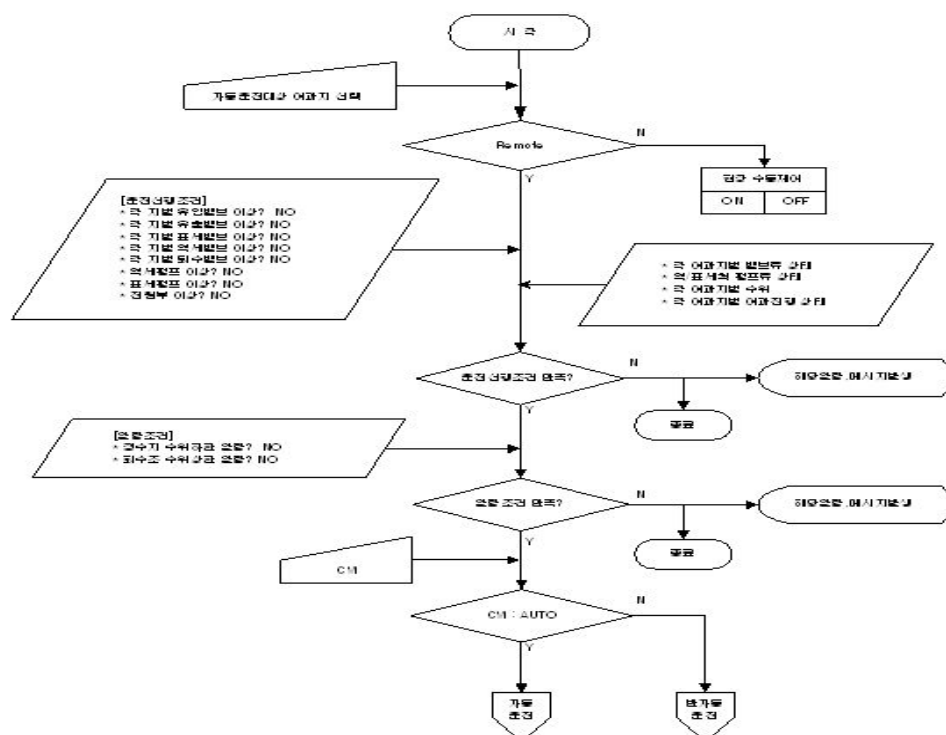
SCD가 설치되는 곳의 위치 주변에 회전기기 등의 전기장치가 있을 경우에는 이에 대한 noise 발생을 최소한으로 줄이도록 isolator등을 설치하여 억제토록 하여야 한다.

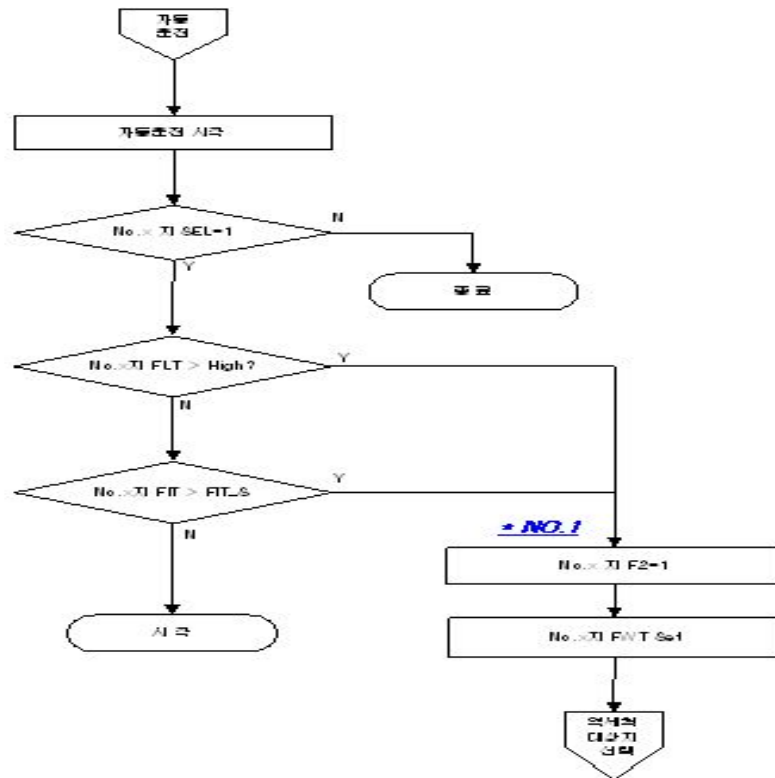
8.7.5 여과지 자동운전

여과지의 운전은 수동, 반자동, 전자동으로 구분되는데 여과중지, 여과시작, 역세척 대기, 역세척을 운전자가 여과지의 유입, 유출, 역세척, 퇴수밸브를 수동으로 조작하게 되면 수동운전이라 하고 한번의 조작으로 역세척을 수행하게 되면 반자동운전이라 한다. 전자동운전은 일정 여과수두의 도달 또는 여과지속 시간의 조건만으로 운전자의 개입없이 여과지에 대한 운전이 가능한 것을 말한다.

지별 탁도계의 측정값에 근거하여 여과대기상태에서 여과시작하기 직전에 시동방수를 행함은 철저한 분석결과를 토대로 구성하여야 하며 회수조를 활용하는 경우에는 회수조의 수위조건이 여과지의 역세척시점에 영향을 주는 인자이므로 고려하여야 한다.

이러한 전자동운전을 지속적으로 수행하기 위해서는 모든 여과지의 밸브류와 리밋 스위치 그리고 여과지 수위계가 장애없이 항상 최적의 상태이어야 한다. 만일 위의 어느 하나라도 장애가 발생하면 여과지 전자동운전은 공정에러를 발생시키고 해제하게 된다. 따라서 여과지의 밸브 중 토크로 인한 fault 발생 등은 토크조정을 실시하여야 하고 토크조정이 불가하여 자주 fault가 발생된다면 액추에이터를 교체하여야 한다.





<그림 8.7.4> 여과지 전자동운전 로직(예)

8.7.6 자동운전시 장애대처법

일반적으로 자동운전 프로그램은 보통 30초부터 특정 시간 간격으로 로깅 파일을 생성하도록 되어 있는데, 보통 1분 간격 주기로 일일 간격으로 생성하므로 우선적으로 이를 확인하여 분석하여야 한다.

1) 로깅파일은 전자동 운전 프로그램의 전반적인 운영 상태를 로깅하는 것으로 “전자동”, “반자동”, “수동”모드를 표기한다. 또한, 평상시 “전자동”모드에서 “반자동”, “수동”으로 모드를 전환시에는 특정 알람을 발생시키도록 되어 있으며, 로깅파일에는 전환 시점 시각, 복구 시각, 에러 내용 등의 정보를 알아낸다.

2) 자동운전의 장애 상황

- ① 운전 근무자 조작(강제 수동 모드 전환)
- ② 관련 기기 트러블(유량계, 수위계)
- ③ 전자동 운전 해당 사이트측과의 통신 에러(서버~취수장 RTU 통신 이상)
- ④ 전자동 프로그램 운영 서버, 클라이언트시스템 에러(시스템 다운현상)
- ⑤ 기타 외부 기인 원인

- 3) 상기 조건 중 일반적으로 관련 기기 트러블 및 통신 에러가 가장 많이 발생하는데, 이때는 관련 기기의 통신 상태 및 현장 계측기의 상태를 점검해야 한다.
- 4) 상기 조치 후 전자동 운전 프로그램이 정상화 된 이후에도 로깅파일을 확인하여 정상적으로 관련 운영 프로그램이 동작하는지 확인해야 한다.

8.8 원격감시제어 사업장의 계측제어설비 유지관리

8.8.1 일반사항

원격사업장의 운영을 위해 다음의 업무를 수행하여야 한다.

- 1) 원격사업장의 원격운전 및 유지보수
- 2) 순회 점검반 인원 배치, 운영 및 직무교육
- 3) 원격사업장의 출입자 감시 및 통제
- 4) 순회 점검업무 수행에 필요한 차량 및 장비 지원
- 5) 기타 원격사업장의 재해예방에 관한 업무 등

<표 8.8.1> 순회 점검의 업무 및 수행주기(예)

담 당 업 무	소요시간	수행주기	비 고
1. 설비운영 및 보수 - 원격사업장 설비운영 및 보수계획 수립 - 보수작업 전, 후 기기조작, 안전 점검, 시운전 - 운전상태 이상 유무 점검 및 기록 - 각종 운영자료관리 및 기기이력 작성	120분 60분 60분 60분	1회/월 1회/주 1회/일 1회/주	
2. 설비 고장 및 사고 조치 - 응급조치 및 사고발생 보고 - 사고원인 조사, 분석 및 대책수립 - 사고처리 및 완료보고	240분 240분 480분	4회/년 4회/년 4회/년	
3. 월별 전력량 관리 및 기기효율측정·분석 - 전력량 검침 입회 및 검침서 작성 제출 - 펌프모터 효율측정 및 분석	60분 480분	1회/월 1회/년	
4. 사업장 설비 및 시설물관리 - 사업장 설비청결 유지 - 예비품, 공기구 등 부대설비 및 시설물관리	30분 120분	1회/일 1회/월	
5. 기타 원격사업장 운영에 필요한 업무	60분	1회/주	

8.8.2 취수장, 가압장

(1) 운전원의 임무

1) 운전조작

- ① 운전원은 원격사업장의 상황 및 용수사용량 등을 고려하여 원격감시 제어설비에 의하여 원격사업장의 설비를 운전하여야 한다.
- ② 운전원은 각종 규정이나 지침에서 정한 수도시설 운영관리의 기본원칙에 따라 운전기기를 제어하여야 한다.
- ③ 운전원은 원격감시제어설비에 의한 운전기기 조작 전·후에는 반드시 관련 기기의 상태 표시, 운전 데이터를 조사하여 완전한 작동여부를 확인하여야 한다.

2) 운전상태 감시

- ① 운전원은 원격사업장 운전기기의 구조와 특성을 숙지하고 소내의 전력계통, 제어회로 등을 충분히 파악하고 있어야 한다.
- ② 운전원은 원격감시 제어설비의 동작 상태를 상시 감시하여 항상 정상상태를 유지하도록 하여야 하며, 차단기 및 기타 경보장치의 동작시에는 즉시 필요한 조치를 취하고 그 내용을 기록·관리하여야 한다.

3) 고장 및 경보시 업무

- ① 운전원은 취수·송수·배수계통의 상황을 항상 명확히 파악하여 고장 발생시에는 대응 매뉴얼에 따라 신속, 정확한 조치를 취하여야 한다.
- ② 운전원은 원격감시 제어설비의 경보장치 동작시에는 응급조치 후 순회 점검반 및 관리부서에 통보하여 즉시 조치를 취하도록 하여야 한다. 다만, 즉시 조치를 취하지 않아도 원격사업장 운전에 지장이 없다고 판단되는 경우에는 익일 점검시에 이를 조치하게 할 수 있다.
- ③ 운전원은 화재경보기 동작시 순회 점검반을 현장에 출동시키고 소방관서에 연락을 취한다.
- ④ 현장에 출동한 순회 점검반은 상황을 정확히 파악하여 운전원 및 관리부서장에게 보고하여야 하며 화재가 발생한 경우에는 화재진화에 필요한 출입안내 및 기기조작 등의 조치를 취하여야 한다.
- ⑤ 운전원은 시설방호용 경보장치 동작시에는 다음 각 호의 조치를 취하여야 한다.
 - ㉠ 용역경비 계약이 체결된 원격사업장의 경우에는 즉시 해당 용역회사의 출동여부를 확인하여야 한다.
 - ㉡ 용역경비 계약이 체결되지 아니한 원격사업장의 경우에는 순회 점검반을 출동시키고 필요시 경찰관서의 지원을 요청하여야 한다.
- ⑥ 현장에 출동한 순회 점검반은 경보장치 작동사유를 확인하고 외부인이 침입한 경우에는 경찰관서와 합동으로 필요한 조치를 취하여야 한다.
- ⑦ 운전원은 휴일 및 야간에 설비 고장 등으로 인한 용수공급 중단의 우려가 있을 때 순회 점검반 및 설비담당자 비상출동을 요청하여야 하며, 비상출동한 인원은 비상출동조치서에 기록하고 관

리책임자에게 보고하여야 한다.

(2) 순회 점검반의 임무

- 1) 원격사업장에 대하여 2일마다 1회 이상 순회 점검을 실시하여야 한다. 다만, 원격사업장 특성상 필요하거나 순회 점검반을 상주시킨 원격사업장에 대하여 순회 점검 주기를 조정하여 시행할 수 있다.
- 2) 순회 점검반의 업무범위는 다음 각 호와 같으며, 전문기술을 요하는 사항에 대하여는 전문 업체를 활용할 수 있다.
 - ① 순회 점검반 운영계획서 및 순회 점검 연간결과보고서 작성
 - ② 원격감시 제어설비 고장시 원격사업장 현장운전
 - ③ 점검정비 대상시설에 대한 육안 점검, 측정 점검 및 경정비
 - ④ 점검정비 대상설비의 기기 이력관리, 이상유무 점검 및 결과보고
 - ⑤ 월별 전력량 관리 및 펌프모터 효율측정·분석
 - ⑥ 계획보수시 현장입회 및 기타 필요한 조치
 - ⑦ 사고발생 후 긴급조치 및 결과보고
 - ⑧ 원격사업장 설비 청결유지 및 시설물관리
 - ⑨ 기타 원격사업장의 운영에 필요한 업무
- 3) 부득이한 경우를 제외하고는 순회 점검반은 다른 업무를 분담하지 않는다.
- 4) 순회 점검반의 업무수행에 있어 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.
 - ① 관리부서와 항상 연락이 가능하도록 통신수단을 구비하고 배분된 공기구 및 통신장비를 철저히 관리하여 분실 및 파손이 발생하지 않도록 하여야 한다.
 - ② 원격사업장 출입시에는 경보장치의 정상 가동여부를 확인하여야 한다.
 - ③ 순회 점검반은 업무수행의 적정성 및 안전 확보를 위하여 2인 이상 출동하여야 한다.

(3) 시설운영

- 1) 운전원은 원격사업장에 설치된 다음 각 호의 설비를 원격감시 제어설비에 의하여 중앙조정실에서 원격감시·제어하여야 한다.
 - ① 정수, 취수 및 가압설비
 - ② 자동화재감시 및 소화설비
 - ③ CCTV 설비
 - ④ 방송설비 및 통신설비
 - ⑤ 기타 운전 지원설비
- 2) 원격사업장의 조정실에는 자동 냉·난방설비를 설치하여야 하며, 변전실(옥내에 한함) 및 전기실 등 발열장소에는 실내온도를 저감시킬 수 있도록 자연통풍시설 또는 주위온도에 따라서 자동으로 동작되는 fan을 설치하여야 한다.

- 3) 원격사업장과 중앙조정실간의 통신망을 다음 각 호에 따라 운영하여야 한다.
 - ① 주통신망: 자가회선 또는 통신사업자의 전용회선 이용
 - ② 예비통신망: 무선모뎀(RF, CDMA 등)등을 이용하며, 분기별 30분 이상 예비통신망으로 시험 운영하고 실적을 기록하여야 한다.
- 4) 출동시간 등을 고려하여 필요한 경우 원격사업장의 경비를 외부전문경비업체에 위탁하여도 무방하다.
- 5) 중앙조정실 및 원격사업장에 계통도, 기기배치도, 사업장 운영절차서, 설비별 매뉴얼 및 도면, 소화기 배치도 등의 자료를 비치하고 변동사항이 있을 경우에는 즉시 수정, 보완하여야 한다.
- 6) 원격사업장에 대하여 비상대비시험을 8.8.4항의 비상대비시험에 준하여 매년 한 차례 이상 실시하여야 한다.
- 7) 원격사업장에 설치된 단국장치(RTU), 통신선로 또는 주제어장치 고장 등으로 원격감시·제어가 불가능한 경우 즉시 순회 점검반을 출동시켜야 한다.
- 8) 원격사업장과 중앙조정실의 무정전 전원공급장치를 6개월마다 1회에 30분 이상 배터리로 부하 운전하여 상용전원 고장시에 대비하여야 한다.
- 9) 다음 각 호의 사유가 발생하였을 경우에는 신속히 조치하여야 한다.
 - ① 용수공급에 지장을 초래한 고장
 - ② 감전 및 기타 원인에 의한 인명사고
 - ③ 천재지변 또는 기타 이에 준하는 사유로 원격사업장의 정상운영이 불가능한 경우

(4) 기록

- 1) 원격사업장의 각종 수량, 수위, 수압 및 기타 운전상황은 원격감시 제어설비에 의하여 측정, 기록된 것을 기준으로 한다. 다만, 특별히 관리할 필요가 있는 사항은 순회 점검반의 확인기록 또는 기타 측정장치에 의할 수 있다.
- 2) 통신선로 또는 기타 설비의 이상으로 자동기록이 불가능한 경우에는 공식통계에서 제외하며 장치간의 자동기록이 불가능한 경우에는 순회 점검반이 기록한 수치로 대체할 수 있다.
- 3) 운전원은 감시제어시스템과 통신망에 고장이 발생한 경우 고장일시, 원인 및 조치사항 등을 기록하여 유지보수 자료로 활용할 수 있도록 하여야 한다.
- 4) 순회 점검반은 원격사업장 순회시 운전기기 이상유무를 세밀히 점검하고 이를 “원격사업장 순회 점검일지”에 기록하여야 한다.
- 5) 순회 점검반이 원격감시 제어설비의 고장으로 직접 원격사업장 현장운전을 할 경우에는 각종 지시치를 “운전일지”에 기록하여야 한다.
- 6) “원격사업장 순회 점검일지” 및 “운전일지” 서식은 관리단별로 설비의 특성을 고려하여 별도로 작성·사용하여야 한다.

(5) 출입 및 작업

- 1) 순회 점검반 이외의 공사 직원이 원격사업장 구내에서 단수작업 및 기타 보수작업을 하고자 할

경우 작업 책임자는 작업의 목적, 범위, 기기조작사항, 작업시간 등을 사전에 관리부서 및 순회 점검반에게 알리고 작업이 완료되면 현장 정리 및 확인 점검을 실시하고 그 결과를 순회 점검반에게 알려야 한다.

- 2) 순회 점검에 따른 차량운행 및 시설 점검정비시의 안전사고방지를 위한 대책을 강구하여야 한다.
- 3) 원격사업장을 출입하고자 하는 자는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.
 - ① 원격사업장 출입자는 사전에 운전원에 통보 후 출입하여야 하며, 외부 업체의 작업자가 유지보수업무를 위하여 출입하고자 하는 경우에는 순회 점검반 또는 직원이 입회하여야 하고, 점검 또는 작업완료시에는 제어모드 등의 정상여부를 상호 확인한 후 퇴장하여야 한다.
 - ② 원격사업장 출입자는 비치된 출입기록부에 일시, 용무 등을 기록하여야 한다.
- 4) 순회 점검반 및 운전원은 직무교육에 힘써야 하며 필요한 경우 교육과정을 지정하여 이수하게 할 수 있다.

8.8.3 정수장

원격감시제어 정수장에 대하여는 위 8.8.2항의 취수장, 가압장항목과 동일하게 유지관리하여야 하며 다음 항목들에 대한 것이 추가되어야 한다.

(1) 통합센터와 정수장간의 제어권

해당 계측제어설비에 대한 주제어권은 현장⇒정수장⇒통합센터의 우선순위로 하여야 하며, 현장에서 remote로 하였을 경우에 정수장에서 원격제어가 가능하여야 하고 정수장에서 주제어권을 통합센터로 이양하였을 경우에 한하여 통합센터에서 원격제어가 가능하여야 한다. 이는 설비의 안정성 확보 및 사고방지를 위한 것으로 제어권을 확보하지 못한 곳에서는 제어가 불가능하다.

(2) 정수장의 단위공정 자동화부문

정수장이 원격감시제어되는 경우 해당 정수장의 주요 단위공정이 자동으로 운전토록 구성하여야 하며 자동화된 주요 단위공정들은 제어권을 확보한 곳에서 자동운전의 상태를 실시간 감시가 가능하여야 하고 과거의 자동운전상태를 파일형태로 텍스트 로깅하여 이상유무의 확인 및 안정적인 자동운전을 감시할 수 있어야 한다.

8.8.4 비상대비시험

(1) 비상대비시험 절차

1) 정전시험

수처리공정에 맞추어 시험계획을 수립한 후 강제로 정전상황을 발생시킨 후 해당 알람등이 조정실에 발생되는지의 유무, 정전시 설비를 보호하기 위한 최소한의 조치들을 확인하여야 한다. 또한 전원

이 복구되었을 때도 마찬가지로 해당 설비들의 정상적인 동작유무를 확인하여야 하며 정전시험에 대한 각 시험절차 및 내용을 <표 8.8.2>에 예로써 나타내었다.

<표 8.8.2> 정전시험 절차 및 내용 (예)

시험절차	내 용	비 고
1. 시험계획 수립	① 정전 일정 및 시간계획 수립 ② 정전시험 체크리스트 준비	
↓		
2. 정전 실시	① 펌프장, 전기실, 조정실, 정수장 중앙 조정실에 인원배치 ② 펌프모터 정상 가동 여부 확인 ③ 현장 계전기 리셋 및 재가동 준비 ④ 22.9kV 수전반 주차단기 트립	
↓		
3. 확인사항	① 보호계전기 동작 여부(UVR: 22.9kV, 6.6kV 수전반 및 고압TR 1차측) ② 비상발전기 동작여부 ③ ATS 동작 및 상태 여부 ④ 무정전 전원장치(UPS) 기능 동작 여부 ⑤ 유입밸브 자동 또는 원격 close조작 및 제어 상태 확인 ⑥ 주변압기 2차측 차단기 개방상태 ⑦ 동별 고압기동반 차단기 개방상태(정수장) ⑧ 펌프모터 역회전 및 밸브 개폐 상태 ⑨ 원격조정실 알람 및 이벤트 기록 여부 수층격설비 동작 상태	
↓		
4. 전원 복귀	① 전원 복전상태 확인가능여부 ② 보호계전기 자동 또는 원격리셋(전원 → 부하) ③ 차단기(주차단기, feeder, 기동반) 등 원격 투입 조작 및 동작상태	
↓		
5. 확인사항	① UPS 상용절체 및 발전기 정지 확인 ② ATS 동작 및 상태 여부 ③ 펌프모터 정상가동절차 실행 및 이행 여부 확인	

※ 정수장은 각 수처리 공정별 실정에 맞추어 실시

2) 침수시험

침수시험은 실제상황으로 시험이 불가한 점을 고려하여 도상시험으로 실시하여야 한다. 단, 주요시설의 침수상황을 가상으로 부여한 후 해당시설에 배치된 인원이 배수펌프의 침수조건을 강제로 발생

시켜 이에 따른 알람 및 이벤트가 조정실까지 발생하는지의 유무를 확인하고 가상적인 침수상황을 조치하기 위한 대응방법을 실시하여야 한다.

또한 펌프장(취수, 가압, 송수)에 대한 침수시험시에는 배수펌프의 high-high 조건발생시 펌프의 자동적인 트립이 이루어지는지도 확인하여야 한다(침수로 인한 펌프설비의 보호를 위한 펌프보호로직).

침수시험에 대한 각 시험절차 및 내용을 <표 88.3>에 예로써 나타내었다.

① 배수펌프 가동상태 확인

② 침수상황 도상검토 및 조치계획 수립

③ 가상조건

펌프장내 가장 큰 배관의 원주방향 1/2, 틈 5mm가 파단된 것으로 가정

④ 파단부위 유량산정

항목	단위	관계식	비고
관경(D)	m		
파단면적(A)	m ²	$A = \frac{\pi D}{2} \times 0.005$	
압력(P)	kgf/m ²	$h = \frac{P}{1,000}$	
누수속도(V)	m/sec	$C_v \sqrt{2gh}$	C _v : 유량계수
누수량(Q _{leak})	m ³ /sec	$Q_{leak} = A \times V$	

<표 88.3> 침수시험 절차 및 내용 (예)

시험절차	내 용	비 고
1. 시험계획 수립	① 시험 일정 및 시간계획 수립 ② 침수시험 체크리스트 준비	
↓		
2. 시험 실시	① 펌프장, 조정실, 정수장 중앙 조정실 등 주요시설에 인원배치 ② 배수펌프 가동조건 부여(가상침수)	
↓		
3. 확인사항	① 중앙조정실 알람 및 이벤트 발생 여부 ② 배수펌프 동작 여부 ③ CCTV 화면 구내상태 감시 여부	
↓		
4. 비상시 조치 사항	① 운전 중인 펌프정지 ② 호기별 유입밸브 및 토출밸브 close ③ 메인 유입밸브 및 토출밸브 close ④ 긴급 복구반 출동 ⑤ 배관 내 배수 후 용접 등 긴급 복구 및 사고 보고	복구시간 등을 고려 단수조치 및 수용가에 통보

㉔ 배수능력 검토(배수펌프 용량 및 자연배수 가능여부 확인)

㉕ 비상시 조치사항은 배수펌프 가동상태 확인에 준용

3) 화재시험

화재시험은 실제상황으로 시험이 불가능한 점을 고려하여 도상시험으로 실시하여야 한다. 우선 시험 대상설비의 화재감지기와 소화약재의 분사 조건을 면밀히 확인한 후 소화약재가 실제로 분사되지 않도록 특히 유의 하여야 한다. 대부분의 경우 열감지기와 연기감지기를 설치하고 두 감지기의 동작신호가 있어야만 방출되도록 되어 있으므로 이 점을 유의한다. 화재시험에 대한 각 시험절차 및 내용을 <표 8.8.4>에 예로써 나타내었다.

<표 8.8.4> 화재시험 절차 및 내용 (예)

시험절차	내 용	비 고
1. 시험계획 수립	① 시험 일정 및 시간계획 수립 ② 화재시험 체크리스트 준비	
↓		
2. 모의시험 실시	① 자동소화설비 및 중앙조정실에 인원 배치 ② 화재 감지기 활성화	소화약재통과 분사용 전 자벨브는 분리하여 실 제분사 방지
↓		
3. 확인사항	① 중앙조정실에서 열, 연기감지기 동시 동작상태 확인 ② 기동용기 솔레노이드 밸브 작동여부	
↓		
4. 사고시 긴급조치 사항	① CCTV 및 중앙조정실의 MMI 화면상에서 화재 발생 여부 확인 ② 화재발생 지점에 따라 해당 주전원 차단 ③ 원격조정실: 소화약재 방출확인 ④ 현장수동 방출시 조정실 내 수동방출 버튼 동작 후 외부로 대피 ⑤ 순회 점검반등 비상출동 및 필요시 소방서 비상연락 ⑥ 화재 진압 확인 ⑦ 화재 발생설비에 대한 원인분석 및 피해상황 확인 ⑧ 긴급 복구 및 사고보고	복구시간 등을 고려 단 수조치 및 수용가에 통 보

4) 감시제어시스템 고장시험

감시제어시스템의 고장시험은 감시제어시스템의 실제 장애가 현재 운영 중인 점을 고려하여 특히 유의하여 실시하여야 한다. 대부분의 경우 감시제어 주시스템은 이중화로 구성되어 있으므로 primary와 secondary간의 안정적인 절체유무를 확인하여야 한다. 감시제어시스템 고장시험 절차 및 내용을 <표 8.8.5>에 예로써 나타내었다.

<표 8.8.5> 감시제어시스템 고장시험 절차 및 내용 (예)

시험절차	내 용	비 고
1. 시험계획 수립	① 시험 일정 및 시간계획 수립 ② 감시시스템 고장시험 체크리스트 준비	
↓		
2. 시험 실시	① 각 설비별 인원배치 ② DCS서버, LAN(FEP, gateway), RCS(PLC) 의 primary off	각 설비별로 분리하여 시행
↓		
3. 확인사항	① 주, 예비 간 자동절체 여부 ② 시스템 정상작동 여부 ③ 중앙조정실의 데이터 취득 및 제어 여부 ④ 중앙조정실의 알람 및 경보 여부	

5) 통신망 고장시험

통신망 고장시험은 관련 데이터회선이 이중화되지 않은 단일회선으로 구성된 설비에 대하여는 실시하지 않는다. 취수장, 가압장등 주요 설비에 대한 안정성확보를 위하여 유무선으로 이중화된 것에 한하여 실시하여 한다. 통신망 고장시험은 무인사업장의 경우 월간 또는 분기별로 시험하도록 한다. 통신망 고장시험에 대한 각 시험절차 및 내용을 <표 8.8.6>에 예로써 나타내었다.

<표 8.8.6> 통신망 고장시험

시험절차	내 용	비 고
1. 시험계획 수립	① 시험 일정 및 시간계획 수립 ② 통신시스템 체크리스트 준비	
↓		
2. 시험 실시	① 원격제어 사업장에 인원배치 ② 주통신라인 차단	
↓		
3. 확인사항	① 예비통신망 자동 절체 여부 ② 예비통신망을 이용한 펌프제어 가능 여부 ③ 중앙조정실 MMI 화면상의 알람 및 경보 여부	예비통신망: 인공위성 및 CDMA

6) 약품투입설비 고장시험

약품투입설비의 고장시험은 고장시 각종 알람 및 이벤트가 조정실에 실제 발생하는지의 유무와 예비 약품투입설비로 절체시킬 수 있는 운전자의 능력을 향상시키는데 목적이 있으므로 철저히 모든

운전자들이 참여하도록 하여야 한다. 약품투입설비 고장시험에 대한 각 시험절차 및 내용을 <표 8.8.7>에 예로써 나타내었다.

<표 8.8.7> 약품투입설비 고장시험 (예)

시험절차	내 용	비 고
1. 시험계획 수립	① 시험 일정 및 시간계획 수립 ② 약품투입설비 고장시험 체크리스트 준비 ③ 약품 및 관련 설비 운전 프로그램 확인	
↓		
2. 시험 실시	① 약품설비 및 통합센터조정실에 인원배치 ② 주설비 정지(현장) ③ 중앙조정실 MMI 화면상의 알람 및 경보 여부 ④ 중앙조정실에서 원격가동 및 정지	
↓		
3. 확인사항	① 고장시 예비호기로 원격 전환 여부 ② 수질계측기 이상감지 여부 ③ 중앙조정실 MMI 화면상의 알람 및 경보 여부	
↓		
4. 응집제 사고시 긴급조치사항	① CCTV 및 중앙조정실의 MMI 화면상에서 수질상태 및 응집제 이상투입 확인 ② 현장 확인 및 수질계측기 상태 확인 ③ 수처리 공정별 상태 확인 ④ 용수공급 중단 여부 결정 ⑤ 비상연락망 가동 ⑥ 사고내용 파악 및 조치방안(복구방법, 시간 등) 수립 ⑦ 긴급 복구 및 사고보고	

7) 염소가스 누출시험

염소가스는 유해물질로 구분하여 염소가스 누출시의 대처방안을 매뉴얼화하여 염소가스실에 비치하여야 하며 염소가스 누출시 해당 알람의 발생유무와 중화설비 및 염소가스 긴급차단변의 동작유무도 실제 확인하도록 한다. 염소가스 누출시험에 대한 각 시험절차 및 내용을 <표 8.8.8>에 예로써 나타내었다.

(2) 비상대비시험 체크리스트

비상대비시험시 체크리스트의 점검상태는 센터 또는 정수장 중앙조정실에서 제어 및 상태를 확인하여야 한다.

<표 8.8.8> 염소가스 누출시험 (예)

시험절차	내 용	비 고
1. 시험계획 수립	① 시험 일정 및 시간계획 수립 ② 염소가스 누출시험 체크리스트 준비	
↓		
2. 시험 실시	① 염소설비 및 중앙조정실에 인원배치 ② 염소가스 누출 감지기 활성화	
↓		
3. 확인사항	① 염소가스 누출 감지기 동작상태 ② 중화설비 동작상태 ③ 긴급차단변 동작상태 ④ 기화기 정상(수위, 수온) 동작상태 ⑤ 중앙조정실 MMI 화면상의 알람 및 경보 여부	
↓		
4. 가스누출 사고시 긴급조치사항	① 중앙조정실의 MMI 화면상에서 염소가스누출 및 중화장치 가 동상태 확인 ② 현황 파악, 비상연락망 가동 및 보고 ③ 현장 확인 및 응급조치 ④ 사고원인 파악 및 복구	

<표 8.8.9> 비상대비시험 체크리스트

1) 정전시험 체크리스트 예 대상: ○○정수장 ○○가압장 일시: 2006. . . 정전시간: 00:00-00:00(30분) 전원차단기기: 주변압기 1차측 차단기 A호(B호 개방상태)		
점검항목(중앙조정실)	점검상태	특기사항
경보 발생 여부		
이벤트 기록상태(프린터, 음성경보, SMS)		
[현장]정류기, UPS 상태확인		
보호계전기 동작상태		
주변압기 2차측 차단기 개방상태		
펌프모터 차단기 개방상태		
유입/역류방지밸브 자동 또는 원격 close조작 및 제어상태		
비상발전기 가동 및 ATS절체		

점검항목(중앙조정실)	점검상태	특기사항
(복전)보호계전기 자동복귀/원격리셋 여부		
차단기 원격투입 여부		
ATS 상용절체 및 발전기정지		
정류기, UPS 상용절체		
유입밸브 자동 및 원격 open 조작 및 제어상태 확인		
펌프 정상 가동 절차 실행 및 이행 여부 확인		
저압부하 정상운전 여부		

○ 정전 후 비상발전기 가동까지 경과시간:

2) 침수시험 체크리스트 예

대상: ○○정수장 ○○가압장

일시: 2006. . . 점검시간: 00:00-00:00(30분)

점검항목(중앙조정실)	점검상태	특기사항
수위계 및 비상용 배수펌프 동작상태		
중앙조정실 알람 및 이벤트 발생 여부		
펌프실 내 CCTV 정상동작 여부		
펌프정지 원격제어 여부		
밸브 원격제어 여부		
배수시간		

3) 화재시험 체크리스트 예

대상: ○○정수장 ○○가압장

일시: 2006. . . 점검시간: 00:00-00:00(30분)

점검항목(중앙조정실)	점검상태	특기사항
감지기 및 수동발신기 동작 상태		
중앙조정실 알람 및 이벤트 발생 여부		
자동화재경보기 동작상태		
화재 수신반 동작상태		
사이렌 동작상태		
방출표시등 동작상태		
솔레노이드 동작상태		

○ 수동발신기 동작조건(경보/동작):
연기감지시와 열감지기별로 체크

4) 감시제어시스템 고장시험 체크리스트 예

대상: ○○정수장 ○○가압장

일시: 2006. . . 점검시간: 00:00-00:00(30분)

점검항목(중앙조정실)	점검상태	특기사항
LOS 주, 예비간 자동절체 여부		
RCS, PLC 주, 예비간 자동절체 여부		
제어LAN(PCN..) 자동절체 여부		
중앙조정실 알람 및 이벤트 발생 여부		
절체 전·후 감시상태 정상여부		
주시스템으로 자동절체여부		
절체 전·후 감시상태 정상여부		

5) 통신망(WAN) 고장시험 체크리스트 예

대상: ○○정수장 ○○가압장

일시: 2006. . . 점검시간: 00:00-00:00(30분)

점검항목(중앙조정실)	점검상태	특기사항
중앙조정실 알람 및 이벤트 발생 여부		
예비통신망(인공위성, CDMA 등)으로 자동절체여부		
절체 전·후 감시상태 정상여부		
주통신망으로 자동절체여부		
절체 전·후 감시상태 정상여부		

6) 약품투입기 고장시험 체크리스트 예

대상: ○○사업소 ○○정수장

일시: 2006. . . 점검시간: 00:00-00:00(00분)

점검항목(중앙조정실)	점검상태	특기사항
약품주입량 이상시 확인 및 경보 여부		
실투입량과 설정값 오차 여부		
고장발생시 예비호기로 원격전환 여부		

※ 응집제 투입 이상 도상검토는 현장 실정에 맞게 작성

7) 염소가스 누출시험 체크리스트 예

대상: ○○사업소 ○○정수장

일시: 2006. . . 점검시간: 00:00-00:00(00분)

점검항목(중앙조정실)	점검상태	특기사항
누출감지기 동작상태		
중화설비 동작여부		
중앙조정실 알람 및 이벤트 발생 여부		

8.9 통합운영시스템의 유지관리

8.9.1 일반사항

통합운영시스템의 유지관리는 정수장 계측제어설비, 스카다서버, 데이터서버, 단위공정별 자동운전 등의 유지관리를 말하는데 고속 전용회선, 컴퓨터 및 그 주변장치, 소프트웨어 등에 대한 복합적인 환경이므로 계측제어설비 전반에 걸친 종합적인 기준범위를 설정하는 것이 바람직하나 대상설비가 광범위하게 분산되어 있고 급변하는 기술의 영향으로 계획적으로 보수하고 점검이 누락되지 않도록 유의하여야 한다.

특히 보수, 점검, 시험 등의 작업시에는 데이터의 결측이 발생치 않도록 조치를 강구하고 보수와 점검등의 방법이나 실시 시기 등은 공정에 미치는 영향이 최소화되도록 충분한 고려하여야 한다. 통합운영시스템의 유지관리 또한 정수장의 계측제어설비와 유사하나 통합운영시스템은 정수장을 원격 감시제어사업장으로 취급하게 되므로 네트워크의 안정성 확보가 가장 중요하다고 할 수 있다.

통합운영시스템이 설치된 통합센터와 정수장간의 고속 전용회선은 반기에 1회씩 전용선 품질테스트를 신청하여 회선의 품질을 확인하여야 한다.

8.9.2 통합시스템의 일반적인 구성

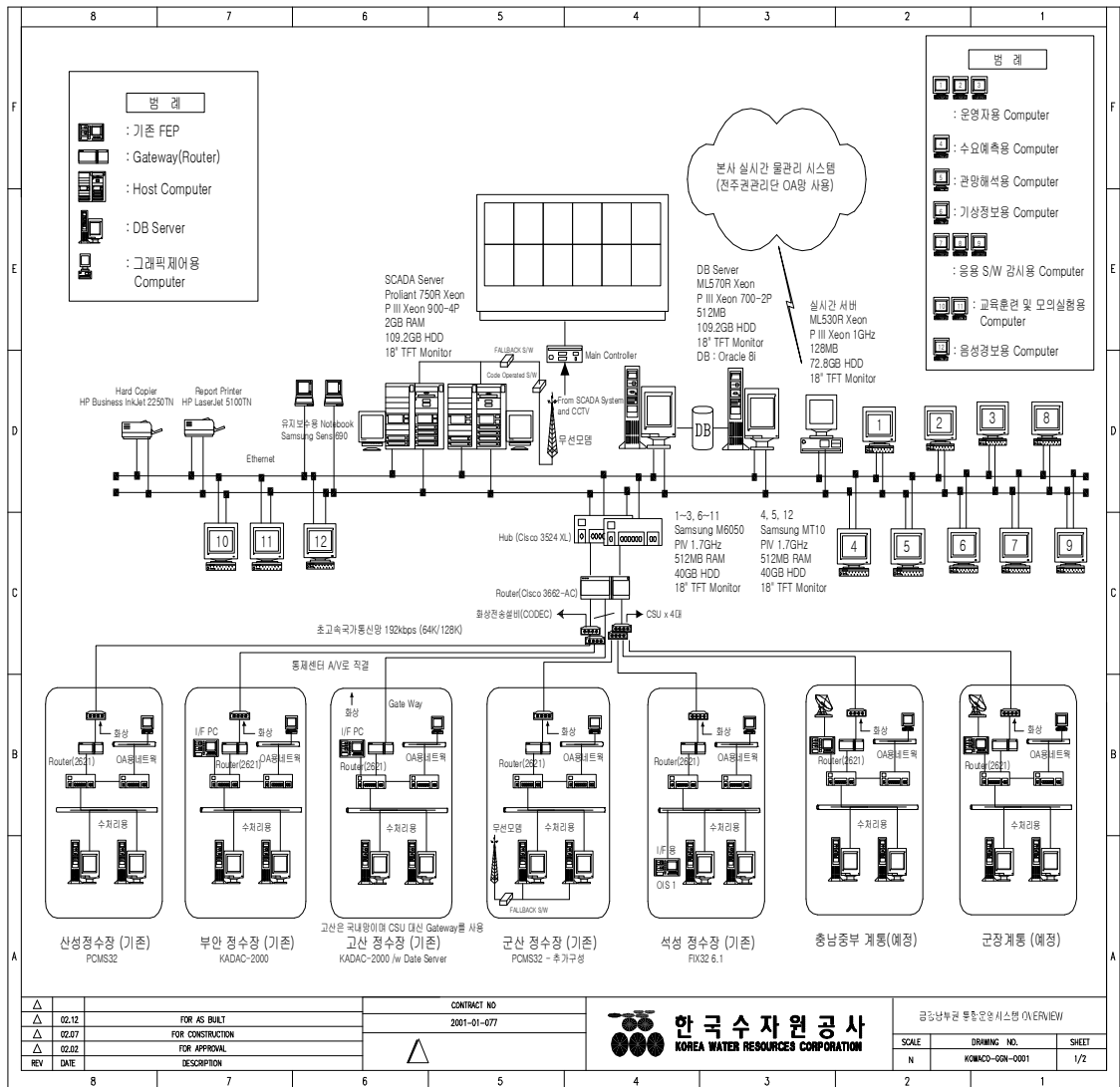
<그림 8.9.1>을 참조한다.

8.9.3 스카다서버

(1) 하드웨어

스카다서버는 대부분의 경우 성능의 보장과 고속처리를 위하여 CPU 카드가 2장 이상 실장되고 하드디스크도 RAID5를 적용한 DISC array를 장착하게 된다.

통합센터 또는 정수장의 서버등은 다운으로 인한 비용은 값으로만 측정되지 않는다. 다운으로 인하여 잃게 되는 것은 고객을 잃는 것과 함께 단수가 발생할 수 있기 때문이다. 따라서 시스템관리자



<그림 8.9.1> 통합운영시스템의 일반적인 구성 예

가 관심을 가져야 하는 분야는 시스템을 구성하고 있는 하드웨어나 운영체제 자체가 아니라 어떻게 관리하면 ‘이 시스템으로 정수장에서 요구되는 가용성과 성능, 업무처리량을 유지할 수 있는냐’하는 것에도 초점을 맞추어야 한다.

(2) 통합시스템의 유지보수

시스템의 하드웨어, 운영체제(OS), MMI, 애플리케이션 등에 대하여 전혀 신경을 쓰지 않아도 시스템은 다운타임 없이 운용되는 시스템은 아직까지 존재하지 않는다.

그래서 시스템관리의 제 1법칙은 ‘유지보수가 항상 필요하다’는 것이다. 그 유지보수는 시스템의 가

용성과 정수처리공정에 미치는 영향을 최소화 시키는 범위 내에서 이루어지는 것이 바람직하다. 24시간 365일 운용되는 수처리시스템의 유지보수를 위하여 다운타임이 있어서는 안 된다. 이러한 시스템에는 항상 최적의 대안으로 탄력성을 확보하여야만 한다.

(3) 유지보수를 위한 계획과 고려사항

성공적인 유지보수를 위해서는 몇 가지 고려해야 할 조항이 있다. 우선 유지보수 작업 전에 이 작업이 다른 서버, 클라이언트, 네트워크, 데이터베이스, 애플리케이션 등에 미치는 영향을 항상 고려하여야 한다. 업그레이드 하는데, 업그레이드 후 테이블의 모든 내용이 사라졌든가, 파트 교체를 진행하는 과정에 정전기로 메인보드가 손상을 입게 된다고 하는 상황을 예측해 볼 수 있다. 특히 시스템에서 진행되는 작업이 완벽하게 진행되지 못했을 경우, 원상태로 되돌려 놓을 방안이 항상 강구되어야 한다.

이러한 원상복구 계획 없이 중요한 시스템을 변경하는 작업은 금물이다. 즉 작업 전에 전반적인 환경에 대한 백업이 요구되며 하드웨어 차원에서의 리던던시(redundancy)를 확보해 놓은 상태에서 작업이 진행되어야 한다. 또한 유지보수 작업에 영향을 미칠 수 있는 전반적인 상황을 분석하고, 설립된 계획에 대해서는 동료 또는 상관에게 자문을 구하는 것이 바람직하다. 실제로 수립된 계획이 완벽하다고 하더라도 동료의 계획에 대한 검토는 더 좋은 개선과 대안을 이끌어 낼 수 있다.

(4) 시스템의 변경시 유의사항

시스템 변경은 매우 주의를 요한다. 이때 고려할 사항을 보면 우선 시스템에 발생시키는 변경 작업은 한 번에 한 가지씩만 적용하는 것이 좋다. 시스템의 하드웨어 교체, 운영체제의 업그레이드, 패치, 애플리케이션의 환경 설정 등의 모든 작업에도 이 규칙은 적용되어야 한다.

또한 시스템에서 발생하는 모든 변경작업은 문서화되어야 한다. 사실 엔지니어들의 취약점이 바로 문서화인데, 자신이 작업한 내용을 반드시 틀에 얹매인 완벽한 문서로 남길 필요는 없다. 작업 중에 자신이 참조한 기술문서에 주석처리(comment) 형태로 기술해도 좋고, 작업 화면을 스폰링(spooling) 해서 남겨 놓아도 좋다.

- 1) 시스템에 적용될 모든 것을 테스트하라. 계획만 테스트할 필요가 있는 것이 아니라 새로운 프로그램, 변경된 시스템 소프트웨어, 하드웨어 등 모든 것이 적용되기 전에 테스트되어야 한다. 사용 중인 환경과 유사하고, 가능한 실제와 동일한 시스템 환경을 구축하여 테스트하여 발생할 수 있는 모든 문제점들을 검토한 후 이상이 없는 것이 확인되면 운영시스템에 적용해야 한다. 실제로 시스템을 이용할 사용자의 판단과 실제로 적용되었을 단계에서 나타날 수 있는 성능상의 문제점을 사전에 분석하고 조율할 수 있어야 한다.
- 2) 하나의 솔루션은 그 문제에만 적용하라. 두 개의 다른 상황의 문제점에 같은 하나의 솔루션을 적용했을 경우 이 솔루션은 대부분 다른 한 쪽에서는 문제를 야기하기 마련이다. 복잡한 문제는 다양한 영향(부수적인 문제들)을 서로 주고받으며 난해하게 얽혀 있는 것이 일반적이다. 비슷한 유형의 문제라도 사실은 내부적인 요인들에 의해 같은 솔루션으로 해결되지 않을 수 있다. 모든 문

제를 하나의 솔루션이 해결해 주지는 못한다는 것이다. 오히려 다른 시스템과의 호환성 문제 등 생각지 못한 또 다른 문제가 발생할 수 있다.

(5) 성능관리

시스템의 성능관리는 매우 핵심적인 주제이며, 시스템 엔지니어에게 필수적인 분야이다. 이 분야에 대해서는 조금 심도 있는 내용을 들여다보아야 한다. 성능관리는 튜닝과 직결되는데 시스템이나 데이터베이스, 애플리케이션에서 발생하는 튜닝 포인트를 이해하고, 적절한 방법을 적용하는 것은 그리 쉽고 간단하지 않다.

하드웨어의 특성이나 운영체제의 커널(kernel)에 대한 이해부터 시스템 자원을 이용하는 전반적인 프로그램(프로세스)에 대해서도 자세히 알고 있어야 한다. 시스템관리자는 잘못된 프로세스의 자원 사용 패턴, 플랫폼별 병목현상의 특징, 심지어는 하드웨어의 성능을 무시하고 원천적으로 잘못 설치된 경우의 상황분석 능력까지 가지고 있어야 한다.

성능관리는 “시스템이 가지고 있는 자원을 보다 적절히 배치해서 사용자에게 빠른 응답시간을 제공하기 위한 작업”이라고 정의할 수 있다. 구체적으로 ‘불필요한 작업의 unload’, ‘자원 사용방법의 개선’, ‘시스템 용량 증설’, ‘사용자의 시스템에 대한 이해 향상’, ‘시스템을 정확하게 업무 목적에 적용하는 것’ 등의 행동이다.

(6) 네트워크관리

1) 관리의 대상

관리의 대상은 기본적으로 네트워크를 구성하고 있는 모든 것들이다. 즉, 워크스테이션, 서버, 응용프로그램, 인터넷워크 장치, 사용자, 전송매체 등이 이에 해당할 수 있다. 네트워크관리를 성공적으로 수행하려면 대상이 되는 모든 구성 요소들을 한 가지도 소홀함이 없이 균등하게 관리해야 한다. 이들 요소의 특징을 관리적 관점에서 살펴보면 다음과 같다.

- ① 네트워크가 인터넷워크로 발전해 가고 있다.
- ② 다중 프로토콜을 사용한다.
- ③ 다양한 전송매체가 공존한다.
- ④ 호환성 없는 복수의 NOS가 한 네트워크에서 사용된다.
- ⑤ 표준화되지 않은 관리 기법을 사용하고 있다.

2) 네트워크관리 기능

- ① 구성관리: 네트워크의 모든 구성 요소들이 정상적으로 작동할 수 있도록 배치하고, 이를 관리한다.
- ② 장애관리: 네트워크에서 발생하는 모든 비정상적 문제 장애를 사전에 대비하고 문제 발생시 이에 대한 사후처리를 한다.
- ③ 성능관리: 네트워크의 성능을 계획하고 측정하며, 최상의 성능을 유지하도록 관리한다.
- ④ 보안관리: 네트워크상의 정보에 대한 사용을 조정하고 관리함으로써 정보의 안전을 유지한다.

⑤ 비용관리 : 네트워크 자원의 사용상황을 관리하고 이에 따르는 비용을 관리한다.

네트워크관리 기능은 아직 충분히 성숙되어 있지 못하고 소홀히 취급받는 분야이다. 따라서 이 분야의 업무는 대개 사후처리식 업무가 되기 일쑤이고 대개의 경우 네트워크를 설치하고 10~15개월 정도가 지나서야 신경을 쓰게 되는 분야이다. 네트워크관리기능 중에서도 특히 사후처리의 속성이 강한 장애관리가 가장 부각되는 것도 이러한 이유 때문이다.

구성관리, 성능관리 등은 사실 네트워크관리 기능 중의 핵심부분이 되지 못하고 있으며, 보안기능 역시 대개 OS의 기능 중 하나로 되어 있으나 대개는 매우 빈약하게 사용되고 있다. 비용관리는 네트워크관리 분야 중 가장 취약한 부분으로 특히 네트워크의 경우에 사실상 유명무실하다고 보아도 과언이 아니다.

3) 관리 표준

네트워크 연결의 수동적 특성상 네트워크에서는 장치의 고장이나 장애에 관한 정보의 수집이 어렵다. 장애에 관한 정보를 수집하려면 관리장치의 능동적으로 각 요소들을 액세스해야 한다. 그러나 그렇게 하려면 네트워크의 대역폭을 많이 소모하게 되므로 네트워크의 성능 떨어뜨리고 특히 브리지, 라우터 등으로 연결된 인터넷네트워크 환경에서는 네트워크의 심각한 문제를 야기할 수도 있으므로 네트워크관리 프로토콜의 선정에는 세밀한 분석이 필요하다.

네트워크관리 프로토콜을 표준화하고자 하는 노력이 많이 있지만 아직까지는 비표준인 제품이 훨씬 많이 보급되어 있으므로 표준화 동향과 제품의 발전 추이를 관심 있게 살펴가며 관리 프로토콜을 선정해야 한다.

4) 관리 정책

네트워크관리 정책은 크게 두 가지로 볼 수 있다. 즉, 분산관리(부서차원의 관리)와 집중관리가 그것으로 아직까지는 분산관리가 널리 활용되고 있다. 그러나 많은 예측자료를 보면 향후에는 집중화된 관리가 강화되면서 분산과 집중이 절충된 방식이 주류를 이룰 것으로 보이는데 다음과 같은 몇 가지를 그 근거로 제시할 수 있다.

- ① 부서 차원의 관리 인력의 부족
- ② 네트워크의 복잡성 증가
- ③ 연결되는 장비의 증가
- ④ LAN, WAN 등 각종 네트워크의 통합관리
- ⑤ 각종 관리기능 통합의 경제성

8.9.4 데이터서버

데이터서버는 통합운영시스템에 속하는 정수장, 취수장, 가압장 등의 설비구성과 각 정수장에 설치 운영 중인 MMI, 통합센터의 MMI 등에 밀접한 관계를 지니고 있으므로, 이들 특성에 맞도록 우선적으로 데이터서버 표준화를 수립하여 실행하여야 하는데 이를 구성하는 항목은 다음과 같다.

1) 태그의 표준화

- 2) 데이터베이스 처리알고리즘 및 데이터종류별 저장기준 등
- 3) 데이터베이스의 구성표준화

8.9.5 정수장의 자동운전

(1) 자동운전 로직의 탑재위치 비교표

<그림 8.9.1>의 자동운전 로직의 탑재위치별 비교표를 참조한다.

(2) 자동운전의 유지보수

자동운전 프로그램의 경우 탑재위치에 관계없이 항상 최적의 상태로 유지할 수 있도록 관련데이터의 결측은 발생하지 않아야 한다. 대부분의 자동프로그램은 하부센서들의 계측값을 취한 후 데이터의 제어를 안정적으로 취하기 위하여 이동평균값을 제어용 데이터로 활용한다. 이러한 사유로 자동운전을 보장하기 위한 최선의 방법은 하부센서들에 대한 지속적인 예방 점검 및 유지보수 활동이다.

주요 단위공정에 대한 자동운전 프로그램들은 운영을 거듭할수록 관련된 각종 인자들이 변경되어 지거나 프로그램에 반영되어 수정 또는 변경되어야 한다. 이러한 활동은 연중 중단없이 수행되어야 한다. 만일 해당 프로그램의 소스를 제공받지 못하였거나 실행파일 형태만이 존재한다면 유지보수는 관련 업체에 의존하여야 하는데 처리방법이 유연치 않은 단점이 있다.

8.9.6 알람의 관리

수도사고의 사전예방을 위하여 감시제어 프로그램(MMI)에서 각 정수장의 특성에 맞는 해당 주요 데이터에 대한 경보설정을 한 후 운영하고 있으며 사용자의 인증을 통한 근무자실명제의 도입, 주요 감시데이터의 주기적인 확인 점검, 신속한 경보의 전달을 위한 SMS(short message service)방식을 수처리 감시제어시스템상에서 구현하여 운영 중에 있다.

이러한 사고예방을 위한 시스템이 충분히 갖추어져 있어도 경보설정 대상 중 대부분의 항목이 계절별, 월별, 수질별 상황에 따라 경보설정기준이 변화되어야 하는 실정을 감안하여 모든 정수장에서는 주기적인 경보설정을 해주어야만 하는 것이 현실이다. 따라서 데이터의 종류별, 시간적 특성을 감안하여 경보설정을 현재 운영 중인 상황에 적절하도록 꾸준한 운영관리가 최선이라 여겨진다. 그러나 운영근무자가 경보의 설정값을 변경하는 것은 해당 클라이언트에만 영향이 미치도록 하여야 하고 서버의 마스터에는 항상 사무실에서 설정한 기준이 항상 유지되도록 하여 경보설정값의 변경이 문제를 일으키지 않도록 하여야 한다.

(1) SMS의 관리

1) SMS 항목의 정의

경보설정과 유사하나 SMS는 데이터의 중요도를 여러 타입별로 선정함으로써 운영근무자, 사무실

<표 8.9.1> 자동운전 로직의 탑재위치별 비교표

탑재 위치	통합센터 서버	단위정수장 서버	정수장 하위 설비
필요한 요구 기능	- 제어권의 명확한 정의 및 구현(LOP, RCS, 정수장 server, 센터 server) - 특별한 이벤트발생 등을 제외한 모든 상황을 고려하여 상시 자동운전의 수행 - 과거이력을 상세히 저장, 조회하는 기능(고장, 자동운전해제 등의 원인, 자동운전이력 파악) - 트랜드로만의 한계성 극복(전자동운전의 경우 소프트웨어의 다양화) - 주기/비주기적인 초기환경의 변화에 능동적이고 용이한 대처 가능성 - 전자동운전의 쉽고 간편한 인자의 변경 및 구동과 정지 - 유지보수의 용이성		
구현의 도구 및 가능성	- 별도의 App.으로 구현 용이 - 제어권과 무관하게 자동운전의 시작/정지	- 별도의 App.으로 구현 용이 - 제어권의 위치에 따라 구동의 어려움	제작사의 고유한 툴(엔진 내, script, function block)로 구현으로 복잡/모호
활용의 지속성	- 지속가능 - 초기조건의 적용성 용이	- 지속가능 - 초기조건의 적용성 용이	- 지속의 어려움 - 초기환경의 변화시마다 down-loading 필수 & 구현 어려움 (제작사의 별도시스템 필요)
기술적 종속성	C,VB로 구현시 종속성무관	C,VB로 구현시 종속성무관	하부설비는 업체마다 다르므로 핵심기술의 종속성 심화
장점	- 제어권에 구애받지 않는 전자동운전의 시작/정지 - 주기적인 상태, 이벤트 등의 파일로깅 가능	- 주기적인 상태, 이벤트 등의 파일로깅 가능 - 필수태그만의 수용 가능 - 장에서 대처 용이 - 운영자/담당자 지원환경 우수	- 상부에 의존하지 않는 전자동운전의 구현 - 구현이 되면 안정성 증가
단점	- 통신망 의존도 증가 - 소프트웨어까지 송수신함으로 전체태그의 증가	- 제어권에 구애받는 전자동운전의 시작/정지 - 통신망 의존도 하위에서 수행보다 증가	- 시퀀스적인 단순 프로세스가 아닌 복잡한 단위공정 전자동 구현 어려움 - 주기적인 상태, 이벤트 등의 파일로깅 불가
고려사항	MMI, C⁺⁺, VB에 대한 숙련된 기술능력을 확보한 직원의 확보 필수	MMI, C⁺⁺, VB에 대한 숙련된 기술능력을 확보한 직원의 확보 필수	단위공정의 전자동화는 해당 하부단위설비에서만 국한되지 않는 타하부설비와의 연관성 증가
필수 요건	- 전자동 단위공정의 세부 알고리즘을 명확히 수립되어야 성공(표준화되는 별개) - 정수장별, 단위공정별 세부운영 현황 및 발생가능한 모든 인자의 도출이 선행 - 알고리즘의 개발이 끝이 아닌 지속적인 디버깅만이 활성화의 유일한 대책 - 다기능(multi-functional)의 업무능력보유 직원의 확충을 위한 교육, 지원책 - 실제 운영자가 이해하고 활용하려는 의지 및 책임자의 적극성 - 위험관리(risk management : 공정프로세스 측면)에 대한 적극적인 대책 마련		

담당자, 관리자 등으로 구분하여 해당 중요성을 갖는 경보가 발생됨에 따라 미리 정의된 등급별로 경보가 전송되어 항시 정수장 사고예방을 위한 신속한 정보 전달이 이루어지도록 구성하여야 한다.

- ① 응집제
- ② 여과지
- ③ 수질
- ④ 배수지

8.9.7 위험관리계획의 수립

(1) 위험관리

위험(risk)에는 원인과 그에 대한 대응책이 있고 위험의 기대값은 위험사상이 일어날 확률에 피해 확률을 곱한 값이다. 계측제어설비에서 발생하는 위험 현상은 설비 고장과 이에 따른 급수사고가 있다.

이 의미로 최근 계측제어설비에 의한 관리의 집중화나 자동화 진전으로 말미암아 한편으로 컴퓨터 장애가 급수에 지장을 주는 위험성이 증대되었다. 때문에 계측제어의 자동화에 동반되는 위험관리를 배려해 두는 것은 중요한 일이라 할 수 있다.

위험관리는 여러 종류의 위험에 대한 대책을 제안하여 효과 높은 대상부터 우선순위를 적용시켜 실행하는 것이다. 대응책에는 위험 발생 억제와 위험 발생 후의 대응이 있다. 보전업무를 정확하게 실시하는 것은 위험 발생 억제에도 중요하다.

1) 위험 발생 후의 대응

- ① 예비품, 예비기를 준비한다.
- ② 이중화한다.
- ③ 폐일세이프기구를 준비한다.
- ④ 대체기능을 준비한다.

2) 계측제어설비의 위험관리

그 이상현상과 고장이 급수에 미치는 영향을 명확히 함과 동시에 이들 대응책의 효과를 명확히 분별하여 평가하고, 허용경비로 어느 정도의 대응책을 어디까지 이행할 것인지를 결정하는 것이다. 이는 시스템 설계시점에서 뿐만이 아니라 일상의 유지관리에서 검토되는 것이 중요하다.

(2) 부품 재고관리

고장에 의한 설비의 정지시간을 단축하기 위해서는 예비품을 준비해 신속하게 대응하는 것이 중요하다. 통상 계측제어설비의 부품은 비교적 소형이지만 방식, 메이커, 제작연대 등의 차이로 종류가 여러 가지이므로 효율적인 재고관리가 필요하게 된다. 여기에는 보관장소를 확보함은 물론 부품의 종류별 수량 등의 재고상황이 정확하고 신속히 파악될 수 있는 재고관리방법을 채택하는 것이 바람직하다.

(3) OA기기의 활용

보전업무나 재고관리 등을 효율적으로 진행시키기 위해서는 OA기기를 적극적으로 활용하는 것이 바람직하다. 특히 퍼스널 컴퓨터가 급속히 보급되고 그에 동반되어 시판되는 소프트웨어도 늘어나 보수업무에 유효한 데이터베이스 소프트도 쉽게 구할 수 있으며 컴퓨터화된 유지관리시스템이 개발되어 정수장의 유지관리업무에 활용 중인 곳도 있다.

예를 들어 설비대장, 고장기록, 점검정비기록 등, 보전업무에 사용되는 장부류는 데이터 베이스화 함에 따라 필요한 기록을 신속히 검색할 수 있으므로 업무의 효율화를 위해서는 적극적으로 채용하는 것이 바람직하다.

(4) 교육훈련

계측제어설비의 기능을 발휘시키기 위해서는 운전원과 보수원과의 책임분담을 명확히 하여 각각 적절한 교육훈련을 실시하도록 한다. 교육훈련은 상호 업무내용을 이해할 수 있는 과정에 따라 실시함으로써 각 담당자들은 상호 업무내용을 이해하여 원활한 작업이 가능하게 된다.

교육훈련방법에는 직장 내에서의 연수 외에 보다 전문적 연수장으로서 계측제어설비 제작업체나 해당 과정별 전문교육기관등을 적극적으로 활용하여 보전기술 향상 및 계승을 도모할 필요가 있다.

특히 컴퓨터시스템이나 텔레미터시스템을 새롭게 도입한 경우는 보수작업을 위한 기초지식 및 보수 유의점, 보수포인트 등의 실무적 연수가 필요하다. 이 경우 해당 설비의 점검기준값, 고장이나 정 도저하의 원인과 그 유지보수등 보다 구체적인 내용이 포함된 교육을 이행하는 것이 바람직하다.

(5) 신뢰성 데이터의 반영

계측제어기기는 복잡하고 고도의 기술을 요하므로 그 보수에 있어서는 제작업체로의 의존도가 높아 수도사업장 시스템에서 어떻게 운용해 가야하는지를 생각하는 것은 사용자인 것이다.

자신들의 시스템을 과학적으로 관리하여 평가하는 데는 시스템을 구성하는 설비에 상응되는 지식이 요구된다. 때문에 가능한 한 제작업체측으로부터 점검기준값의 근거, 고장실적과 그 원인이나 정 도저하의 원인 등, 신뢰성에 관한 시험과 평가 데이터를 제공받도록 한다.

예를 들어 부품열화는 확률적인 현상이고 다수의 기기를 분석한 결과로부터 일정한 평가기준이 얻 어진다. 수도사업에서는 이들 분석에 필요한 자료가 충분히 얻어지지 않으므로 각 제작업체로부터 자료를 제시받는 것이 바람직하다.

또한 단순히 제작업체로부터 자료 제공을 받는 것 뿐만이 아니라 수도시스템을 운용관리하는 데에 제품의 개량할 점 및 개발을 제작업체측에 기회가 있을 때마다 요청함으로써 위험에 강한 계측제어 시스템을 구축해 나갈 수 있다.

8.10 예비품, 준공도서 등의 관리

8.10.1 일반사항

계측제어설비는 상수도시설 운전의 중심 기능으로서의 역할을 하고 있으며 그 고장 또는 이상에 의한 영향은 다방면에 큰 혼란을 초래하게 된다. 따라서 고장 등에 의한 설비 정지 시간을 최소한으로 줄이기 위해서는 필요한 구성 부품 및 공통적으로 사용할 수 있는 기기류 등을 예비품으로서 보유하는 것이 필요하다. 예비품의 보유가 단지 설비 정지 시간의 단축만을 목적으로 하는 것이 아니라면 구성 부품을 모두 보유하여 재고가 부족하지 않도록 하면 된다. 그러나 현실적으로 그러한 것은 불가능하기 때문에 경제성과의 균형을 취하는 것이 필요하다.

계측제어설비의 보수 작업은 예방 보수와 사후 보수로 이루어지지만 보수 작업을 원활하고 효율적으로 하기 위해서는 보수 작업실을 설치하여 거기에서 미리 정해진 품목, 수량에 따라 교정기기, 공구, 예비품 및 예비 계기 등을 정비해 두는 것이 필요하다. 또한 부득이하게 위탁 보수를 하는 경우에는 위탁업자의 공구가 있으므로 이것들과의 조정을 도모하는 것이 바람직하다.

준공도서는 의지 전달의 수단이고 또한 지적 활동의 산물이다. 계측제어설비를 계획, 시공하는 경우에 사용되는 주요 도서로서 발주 도서와 승인용 도서, 준공도서가 있다. 발주 도서는 이용자들이 설비에 요구하는 기능 구성 등을 메이커측에 전달하는 것이고 승인용 도서는 그것들의 요구를 어떻게 실현할 것인지를 자세하게 설계하여 승인하는 것이다. 또한 준공도서는 완성된 설비를 표현하는 것으로 계측제어시스템의 기획, 설계에 참가하지 않았던 제3자에게도 그 설비의 사양을 전달하여 취급 및 보수 운영을 용이하게 하는 것이다. 준공도서의 유지관리는 각종 대체사업이나 유지보수를 위한 수선유지활동 등에 의한 도면의 변경 등이 발생하면 즉시 준공도서에 반영되도록 하여 유지보수 시에 활용하는데 어려움이 없도록 하여야 한다.

8.10.2 예비품의 관리

(1) 예비품의 선정과 재고량

예비품은 그 성격상 장기간 보관하는 것이 많은 이른바 사장품화되기 쉬운 경향이 강하기 때문에 가능한 적은 수량으로 설비 보수를 하는 것이 바람직하다.

예비품으로 보유하는 품목과 수량을 결정하는 데 있어서는 대상품의 고장률과 제조업자의 자료 등을 참고하는 것 외에 실제의 운전 기록, 고장 통계 등으로 고장 부품별로 고장 빈도, 고장시의 운전 장애의 정도 등을 충분히 분석할 필요가 있다.

그 외에 구입까지의 기간이 상당히 걸리는 부품으로 고장시의 영향이 큰 것에 대해서는 예비품으로서 보유해 둘 필요가 있기 때문에 그 조달기간도 조사해 두는 것이 필요하다.

또한 메이커는 보수부품의 공급 가능기간을 기기의 제조 중지 후 5~9년 전후로 하는 것이 일반적

이다. 따라서 그 기간을 명확하게 함과 동시에 모델 변경 등에 의해 제조를 중지하는 경우에는 미리 통지하여 예비품 확보에 지장이 없도록 해야 한다.

또한 항상 적정한 예비품을 확보해 두기 위해서는 다음과 같은 항목에 의해 부품, 수량이 타당한지를 정기적으로 점검하는 것이 바람직하다.

1) 그 부품은 상비해 둘 필요가 있는가?

① 단시일에 구입 가능한 것이라도 상비품으로 하고 있지 않은가?

② 대체품 또는 예비품 설비가 있는 데도 상비품으로 하고 있지 않은가?

2) 그 품목을 필요로 하는 빈도는 어느 정도인가 및 빈도에 비해 상비량이 너무 많지 않은가?

3) 노화의 특성에 맞는 상비량으로 되어 있는가?

4) 수량을 좀 더 적게 하는 것이 불가능한가?

(2) 예비품 대장관리

예비품의 관리는 반드시 대장에 의하여 관리되어야 한다.

(3) 예비품의 보관 및 관리

설비 정지에 의해 시설 운전에 미치는 영향을 최소한으로 줄이기 위해 항상 예비품의 수량의 확인을 간단하게 할 수 있도록 함과 동시에 그것을 신속하게 사용할 수 있도록 하는 것이 필요하며 예비품의 관리에 있어서는 부품의 정리, 대장의 정비 등 적정한 보관을 하는 것이 중요하다.

전자관계 부품 등은 온도·습도의 영향으로 그 특성이 노화하기 때문에 양호한 환경에 일괄 집중 보관하는 것이 바람직하다. 또한 그 외의 예비품에 있어서는 일괄관리함으로써 고액의 부품을 복수의 사업소에서 중복하여 보유하는 것을 피할 수 있다.

8.10.3 유지보수용 기기/공구의 관리

(1) 보수작업실과 그 설비

이동 곤란한 계기 이외의 수리는 원칙적으로 보수 작업실에서 실행하고, 보수 작업실은 가능한 계기류의 운반에 편리한 장소와 독립적인 장소에서 하는 것이 바람직하다.

그리고 실내를 청결하게 유지하기 위해 흙을 묻히고 들어오는 것을 금하고 온도, 습도 등의 환경도 항상 양호하게 유지하는 것이 좋다.

또한 보수 작업실에는 다음과 같은 설비를 설치하는 것이 필요하다.

① 청결 공기원(공기식 계측기를 사용하고 있는 경우)

② 교류 전원(AC 100V) 및 접지 모선(제1종 또는 특별 제3종 접지에 접지된 것으로 동대(bus bar)를 작업대 부근에 설치한다.)

③ 작업대

④ 교정용 기기 수납 선반

⑤ 예비품, 예비 계기 수납 선반

(2) 유지보수용 계측기기

교정용 기기는 일반적으로 <표 8.10.1>과 같지만 사업체에 설비되어 있는 계측설비기기의 내용에 따라 선정하는 것이 바람직하다.

또한 교정용 기기의 정밀도는 교정된 기기보다도 높은 정밀도를 가지고 있으므로 항상 규정의 정밀도를 유지해야 한다. 따라서 사업체가 보유하고 있는 교정기기(싱클로스코프, 표준 압력계, 표준 전압·전류 발생기 등)는 1~2년에 1회 정도 전문업자에게 의뢰하여 정밀도 조정을 하는 것이 바람직하다.

또한 교정기기의 보관에 있어서는 환경에 유의하는 것 외에 대장을 준비하여 경력을 알 수 있도록 하고, 특히 교정 시기에 대해서는 명확하게 해 두는 것이 바람직하다.

<표 8.10.1> 교정용 기기의 예

수은주 시험기(정밀 감압 밸브 및 펌프 부착)
기준 분동식 표준 압력계
디지털 마노미터
직류 전압·전류계(0.5급)
직류 전위차계
직류 표준 전압·전류 발생기
디지털 멀티미터
스톱워치
정밀 가변 콘덴서
싱클로스코프(2현상)
회로계
절연 저항계
접지 저항계
각종 계측기 전용의 시험기류(전자 유량계용 점검기, pH계용 점검기 등)
주파수 카운터
레벨 미터(신호 전송장치 체크용)
통과형 전력계
기타(전기 청소기, 최고·최저 온도계, 비중계, 손전등, 확대경, 표준 저항 등)

(3) 보수용 작업공구

일반적인 보수 작업용 공구는 <표 8.10.2>와 같지만 그 부품, 수량에 대해서는 보수 요원의 수, 계측장치기기의 설치 상황 등에 따라 결정하는 것이 바람직하다.

<표 8.10.2> 보수 작업용 공구의 예	
휴대용 수리 공구	
내 용	납땀기기 니퍼 라디오프라이어 드라이버(+, -, 대소) 수동 스페너 프라이어 줄 육각 스페너(2~4개 세트) 줄자
	육각 스페너 프라이어(대형) 스페너(각종, 주로 대형의 것) 시계용 드라이버 프라이어 등 일반 공구 압착 프라이어 액면 측정용 줄자 비닐 호스 구리관 및 링크조인트 리드선 기타 필요 공구

8.10.4 준공도서의 관리

계측제어시스템의 설계, 시운전, 보수 등의 효율을 올리기 위해서는 준공도서로서의 도서 체계를 조정하는 것이 중요하다.

도서로서는 대략적으로 다음과 같은 것이 있다.

- ① 기기 사양서·기능 설명서
- ② 시스템 구성도·플로 시트
- ③ 시퀀스
- ④ 반외형도·실장도·접속도
- ⑤ 기기 설치도·배선도
- ⑥ 공사 시공도

⑦ 시험 성적표

⑧ 취급 설명서

8.11 정밀도

8.11.1 일반사항

상수도시설은 각종 계측제어설비에 의해 얻은 정보를 직접 또는 간접적으로 사용하여 감시 제어되고 있다. 따라서 이들의 정보가 정확해야 하며 이를 위해서는 계측기의 정밀도가 중요한 요건이 된다.

정밀도는 「계측기가 나타내는 값 또는 측정 결과의 정확성과 정밀도를 포함한 종합적인 양호도」를 나타낸다.

높은 정밀도의 계측값을 얻기 위해서는 계측기가 고정밀도이어야 하지만 계측제어설비 중에서의 계측은 검출기, 변환기, 지시계기 등과 조합된 시스템으로서 사용된 경우가 대부분이다. 이와 같은 경우 정밀도는 당연히 시스템의 구성 요소 각각의 정밀도 밸런스가 맞지 않으면 높은 정밀도의 계측값을 얻을 수 없다.

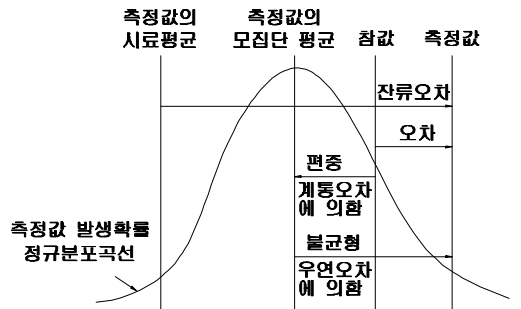
최근의 계측기는 기구, 성능이 향상되어 비교적 용이하게 정밀도가 높은 값을 얻을 수 있게 된다. 그러나 아직 장기간에 걸쳐 안정적인 작동 상태를 유지하는 계측기를 얻기에는 시간이 좀 더 필요하다. 따라서 정상적인 작동을 확보하면서 사용하기 위해서는 조정 또는 교정의 기술이 중요하게 된다.

8.11.2 오차와 정밀도

(1) 용어의 정의

계측을 하는 경우 양적인 부정확함 이른바 오차가 반드시 수반된다. 공업적인 목적으로 계측을 하는 경우 프로세스에 허용되는 범위 내에서 측정값을 정확하게 구하도록 시스템을 설계하기 위해서 운전 중에 발생하는 오차가 기기의 정상적인 동작에 의한 것인지 아닌지를 판정하기 위해 정량화하는 것이 필요하다. 이때 상기의 부정확함 또는 오차라는 용어의 의미를 한정해 두지 않으면 정량적인 취급이 곤란하기 때문에 공통 인식이 필요하다.

오차와 정밀도의 계량적 관계에 대해서는 <그림 8.11.1>에 제시한다. 단, <그림 8.11.1>과 같은 계통 오차와 우연 오차의 명확한 분리가 가능한 것이 매우 한정된 경우 즉, 통계적인 취급이 이상적으로 확보되는 경우(측정이 매우 단순하거나 측정 조건을 엄밀하게 관리할 수 있다)에 한정되어 있다. 그 결과 측정 조건이 한정되지 않으면 또한 각 데이터는 1점 밖에 구할 수 없다. 프로세스 내에서 측정 결과의 양부 판정에 이 개념을 직접 적용하는 것은 곤란하다.



<그림 8.11.1> 오차의 통계량적 관계

(2) 정밀도

정밀도라는 용어는 오차의 엄격한 규정에서는 표현할 수 없지만 시스템으로서 계측의 정확성 정도의 기준으로 일반적으로 사용되고 있다.

규정에 의하면 정밀도라는 것은 계측기가 나타내는 값 또는 측정 결과의 정확성과 정밀함을 포함한 종합적인 양호도라고 되어 있다. 이 규정은 수치적으로는 애매하게 되어 있으므로 실제로 적용할 때에는 상황에 따라 배려할 필요가 있다. 예를 들면 각각의 기기의 정밀도에 출하 정밀도, 교정 정밀도, 사용 정밀도 등의 표현을 사용하여 구분하거나 특히 우연 오차의 경향이 강한 경우에는 신뢰율의 병기에 의한 한정을 하거나 한다.

또한 측정의 일치도를 나타내는 재현성 및 반복성, 표시의 민감성을 나타내는 감도, 영향량 등의 변화에 대한 불변성을 나타내는 안정성 등의 용어를 사용하는 경우도 있다.

8.11.3 유량측정의 종합정밀도

상수도시설에 있어서 측정에는 복수의 기기를 조합하는 경우가 많기 때문에 전체적인 정밀도는 각 기기의 정밀도를 종합한 것이 된다. 즉, 각 정밀도의 2제곱합의 평방근을 종합적인 오차의 표준 편차로서 생각할 수 있다.

상수도시설에 있어서 측정 중에 중요한 항목으로서 유량 측정이 있지만 <그림 8.11.2>와 같은 측정을 실행한 경우 상류·하류에 모두 동일한 계측시스템을 설치해도 지시값에 차이가 발생하는 경우가 있으며 경우에 따라서는 하류측의 지시값이 상류측보다 많아지게 된다. 이와 같은 현상은 언뜻 보면 불합리한 것처럼 생각되지만 정밀도를 고려하면 다음과 같은 설명이 가능하다.

예를 들면 유량계의 검출기와 변화기를 종합한 정밀도를 폴스케일(FS)의 $\pm 0.5\%$, 지시계의 정밀도를 $\pm 0.5\%$ 로 한 경우의 종합 정밀도는

$$\text{종합 정밀도} = \sqrt{(0.5)^2 + (0.5)^2} = 0.7\% \text{ FS}$$

만일 유량 시판이 $1,000\text{m}^3/\text{시}$ 에서 50%의 실제 유량이 흐른다고 하면 그 때의 유량 지시는 $493 \sim 507\text{m}^3/\text{시}$ 범위의 지시를 나타낸다. 또한 A, B의 어느 쪽이 커질 것인지 전혀 예측할 수 없기 때

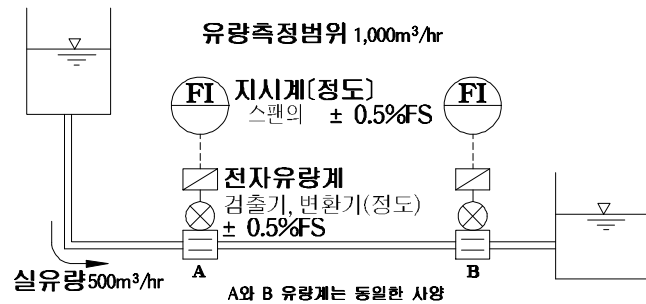
문에 하류측의 지시값이 커질 확률도 1/2이라는 것을 알 수 있다.

<그림 8.11.3>에 제시한 바와 같은 주관로 유량 A와 분기관로 유량 B와 C, 그 가산값 D, 합계 유량 E로 하면 B, C, D, E의 종합 정밀도는

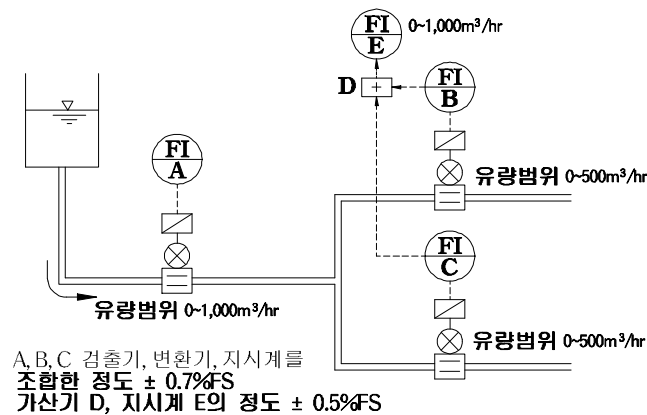
$$\sqrt{\frac{(0.7)^2 + (0.7)^2}{2} + (0.5)^2 + (0.5)^2} = 0.994 \approx \pm 1\% \text{ FS}$$

만일 유량 스펠이 1,000m³/시에서 50%의 실제 유량이 흐른다고 하면 A의 유량 지시는 493~507m³/시, E의 유량 지시는 490~510m³/시가 된다.

이상의 예는 측정 원리가 전부 동일한 경우이지만 측정 원리가 다른 유량계를 상류와 하류에 설치한 경우는 단순한 측정 정밀도 이상으로 큰 차이가 발생하는 경우가 있다. 예를 들면 초음파의 경우는 액체 중에 기포가 있는 경우라든가 차압식(오리피스)의 경우에는 저유량에서 큰 오차가 발생한다.



<그림 8.11.2> 2점에서의 유량 측정



<그림 8.11.3> 주관로 유량과 분기관로 유량의 합계 유량

8.11.4 수질계측기의 정밀도

전술한 바와 같이 일반적으로 유량계를 포함한 공업 계기의 정밀도는 그것이 바르게 교정되어 있으면 비교적 안정적인 기능과 정밀도를 가지고 있다.

이것에 대해 수질 측정에 있어서는 측정 성분을 순수하게 분리하는 것이 곤란하기 때문에 유량 측정에 비해 일반적으로 정밀도가 떨어진다. 따라서 수질계기의 경우 측정 원리의 차이와 계기의 종류 또는 동일 기종이라도 측정 범위의 차이에 따라 값이 다른 경우가 발생하는 것은 현장에서 불가피하다.

또한 계기의 값과 수동 분석값에 대해서도 측정 원리가 다르기 때문에 측정 조건에 따라 양자가 일치하지 않는 경우가 종종 있다. 따라서 정밀도에는 일반 공업 계기의 그것과는 다르게 취급해야 한다.

정밀도의 정의에 있어서도 다음과 같은 차이가 있으므로 주의해야 한다. 「분석·시험의 허용차 통칙」에 의하면 정밀도와 측정값이라는 것은 오차의 정도를 의미하고 표준편차 등으로 나타낸다. 계측 용어에서 말하는 정밀도와는 다르고 그 정밀도에 상당한다.

수질계기의 오차에 대해서도 계통오차와 우연오차가 있다. 전자의 영향을 작게 하기 위해 표준시료를 이용하여 교정을 하고 규정된 표준값에 근접하기 위한 보정을 하고 있다. 또한 일부의 계기를 제외하고 0점 조정도 아울러 실행하고 있다.

후자에는 허용오차가 적용되고 통상 재현성으로서 표시되고 있다. 이것은 폴스케일에 대한 백분율로 나타내고 수질계기의 신뢰성, 안정성을 나타내는 지표로 되어 있다. 그 외 직선성등도 이용된다.

수질 측정은 현재까지 공적인 정밀도의 허용차가 정해져 있지는 않다. 수질 계기의 정밀도관리를 진행하는 데 있어 계기별로 감시 또는 제어의 필요성, 요구된 정밀도를 검토하고 수질관리의 면에서 중요도의 순위를 부여하고 그것에 따른 보수 점검방법과 주기, 교정 주기, 허용 오차 등을 정한 보수 기준을 작성해 두는 것이 바람직하다.

8.12 정밀도관리

8.12.1 일반사항

정밀도관리는 계측제어시스템을 효과적으로 작동시켜 가기 위한 것이고, 그의 주가 되는 것은 오차 평가와 오차 개선이며 최종적으로는 계측제어시스템의 종합평가로 이어진다.

다시 말해 정밀도관리에서는 계측의 오차 혹은 정밀도를 정확히 파악하여 평가하는 것이 중요하다. 그러기 위해서는 우선 시스템을 구축하는 단계에서 계측기가 정밀하고 정확한 시스템 설계가 되어 있어야 한다.

또한 유지관리 단계에서는 기기의 특성을 살려 사용 기술을 정확하게 적용하여 계측기를 보전하고 교정해야 한다.

최근 계측기는 재료와 소자의 기술혁신을 일으키면서 보다 정밀도 높게 발전되어 왔고, 기기의 인

텔레전트화에 따라 계측기 자체에 자기진단 기능이나 자동교정 기능이 갖추어지면서 보전작업과 교정작업은 간소화되어가고 있다.

그럼에도 불구하고 현재의 기기는 모든 보수나 교정이 간소화된 만큼 그 기능이나 신뢰성을 지니고 있지 않다. 예를 들어 전자유량계의 자기교정기능은 변환기(증폭기)의 교정에 한정되어 있고 검출단에 발생하는 오염 등의 오차요인까지는 교정이 불가능한 상태이다.

따라서 사람에 의한 교정이 필요하게 되는데 여기에는 그만큼 비용부담이 늘어나므로 계측기의 특성이나 요구되는 정밀도에 적합한 관리, 다시 말해 효과적인 정밀도관리를 추구해 나가도록 해야 한다.

8.12.2 교정

(1) 교정의 의의

교정은 “표준기, 표준시료 등을 이용하여 계측기가 나타내는 값과 그 실제 값과의 관계를 구하는 것”으로 정의되고 있다. 다시 말해 교정은 측정결과의 확실함을 확보하는 것을 목적으로 하고 측정값을 실제값에 가깝게 근접시키는 작업이다. 그리고 또한 교정은 오차 중의 계통오차를 저감시키기 위한 조치이고 편차를 줄이기 위한 것이다. 교정 작업은 점검과 수정으로 이루어진다.

- 1) 점검은 수정이 필요한지를 알기 위해 표준을 사용하여 측정값의 오차를 구하고 수정한계와 비교하는 것이다.
- 2) 수정은 계측기의 읽기와 측정량의 실제 값과의 관계식을 나타내는 교정식을 새로 구하기 위해 표준 측정을 실시하여 계측기 조정을 하는 것이다. 교정을 합리적으로 실시하기 위해서는 우선 측정값의 오차 평가가 필요하게 된다. 이를 정량적으로 실시하는 기준으로서 8.11절을 참조한다.

(2) 교정주기의 결정법

통상적으로 교정은 계측제어설비의 정기 점검 작업시에 실시되는 경우가 많으며 또한 정기 점검작업 중에서 큰 비중을 차지하기도 한다. 그렇지만 교정 주기는 반드시 점검작업과 비교하여 생각할 필요는 없다.

교정을 자주 실시하여 측정 오차를 줄이게 되면 정확한 계측은 가능하게 되지만 작업비는 증대되고 교정 주기를 길게 하면 그 반대가 된다. 이 결과 어딘가에 경제적(합리적)인 점검주기가 있게 되는 것이다.

오차의 크기에 의한 경제적인 영향을 손실관수로 정량적으로 평가하고, 이 손실과 교정 작업비와의 총합이 최소가 되는 교정주기를 구하는 방법을 적용할 경우 교정 작업비는 비교적 명확히 할 수 있으나 손실 산정은 어렵다. 손실을 산정하는 데는 규정(수압, 수질)을 명확히 함과 동시에 규격에서 벗어난 경우의 수두를 고려할 필요가 있다.

예를 들어 정수장의 후염소 제어용 잔류염소계의 오차로 인해 규정값(규격)에서 벗어난 염소농도를 정수지로 보낸 경우의 손실로써는 물(본래 폐기되었을)을 정수하는데 든 비용이나 규정값으로 줄이는데 든 비용 등을 들 수 있다. 이토록 어떠한 방법으로도 손실을 수량화할 필요가 있다.

또한 다른 방법에 계측기의 중요도나 실적에 중점을 두고 평점을 부여하여 평가하는 평점법이 있다. 이는 계측기가 사용되고 있는 조건마다에 평가기준과 평점을 미리 정해두고 평점의 합계점을 급수별로 나누어 교정주기를 정하는 방법이 있다. 조건으로서는 다음과 같은 것이 있다.

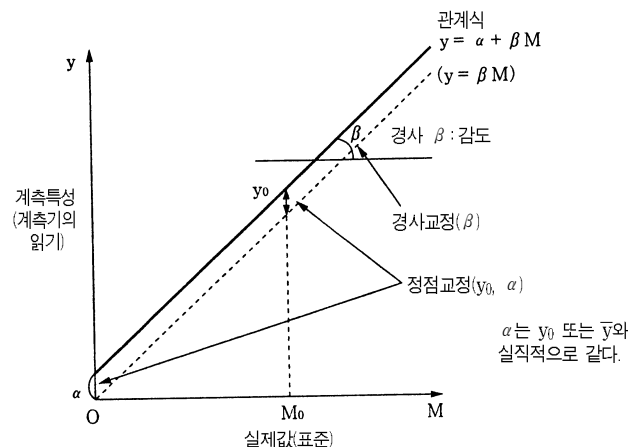
- 1) 요구되는 정밀도(수질, 수량 파악에 미치는 영향 정밀도)
- 2) 제어성(제어에 미치는 영향의 정밀도)
- 3) 내구성(악, 보통, 견고)
- 4) 노후도(낡음, 중, 신품)
- 5) 환경상황(열악, 보통, 양호)

이들 방법으로 정하는 교정주기는 오차의 발생상황에 따라 결정하는 것이 바람직하다.

(3) 교정방식의 내용

1) 교정의 종류

계측기의 읽기 y 와 표준의 실제값 M 과의 사이에 $y = \alpha + \beta M$ 과의 사이에 나타나는 직선관계를 상정하면 교정은 <그림 8.12.1>에 나타난 것과 같이 직선 전체를 α 만 평행 이동시키는 “정점교정”과 직선의 경사 β 를 변화시키는 “경사교정” 두 개가 기본이 된다.



<그림 8.12.1> 정점교정과 경사교정

이 둘을 조화시켜 교정의 종류는 7종류가 된다(<표 8.12.1> 참조).

일반적으로 <표 8.12.1>의 위에서 아래를 향하여 오차분산은 작아지지만 수정작업은 많아지게 된다. 교정은 적용하는 교정식에 따라 교정된 값이 지니는 오차가 바뀐다.

예를 들어 정점(영점, 기준점) 교정인 경우는 표준 1개를 측정하면 교정식이 구해져 간단한 작업으로 끝나게 된다. 만약 이 점이 영점이면 더욱 간단해지는 경우가 많다.

한편, 이 방식으로는 감도(경사 β)에 이상이 발생해도 이를 교정할 수 없으므로 그대로 남게 되는 경우가 있다. 기준점 비례식 및 1차식에서는 β 의 교정이 실시되는데 2개 이상의 표준을 측정하

기 위해 그 만큼의 교정식을 구해야 하는 번거로움이 생기게 된다.

일반적으로 교정방법은 감도변화가 거의 영향을 미치지 않는 정밀도로 측정범위가 좁은 경우는 작업이 용이한 정점교정이 선택되고, 측정범위가 넓은 경우나 일반적인 감도변화를 문제로 삼을 때는 작업이 까다롭더라도 오차가 비교적 작은 비례식이나 1차 교정이 이루어지게 된다. 또한 교정식의 선택은 교정 효과와 경비를 고려하여 결정하는 것이 합리적이다. 표준적으로는 기준점 비례식 교정을 사용하는 것이 권장된다.

<표 8.12.1> 교정의 종류와 관계식

교정방식 명칭	관 계 식	교정의 개요
점검만의 교정	$y=M$	수정하지 않고 읽은 값 그대로를 측정값으로 함
요점교정	$y=y_0+M$	영점 읽기 y_0 에서 정점교정을 함
표준점교정	$y=y_0+(M-M_0)$	기준점 M_0 의 읽기 y_0 에서 정점교정을 함
눈금간격교정	$y=y_0+\beta M$	임의의 점을 영점으로 경사교정을 함
영점비례식 교정	$y=\beta M$	영점 읽기를 0으로 가정하고 경사교정을 함
표준점비례식 교정	$y=y_0+\beta(M-M_0)$	기준점 M_0 의 읽기 y_0 에서 정점교정 후 경사교정을 실시함
1차식 교정	$y=y_0+\beta(M-M)$	읽기 y 의 평균값 $\bar{y}$ 및 표준값 M 의 평균값 $\bar{M}$ 을 이용하여 정점교정과 경사교정을 동시에 실시함.

2) 표준의 점수

점검작업에 있어 표준(기준으로 삼아야 할 값)과 교정작업에 있어 표준 작업은 약간 다르다. 점검에 이용되는 표준은 그 시점에서의 오차를 구하기 위한 것이므로 대표적인 점 하나라도 상관없다. 예를 들어 수위계에서는 실제의 사용점(중앙점 부근이 바람직함)에서 실제값(표준자로 측정)과 비교한다.

수정에 있어서는 최소한 경사 교정을 위해 표준 2점이 필요한데 교정식을 정확히 구하기 위해서는 측정범위전체를 커버하는 3점 이상이 필요하다. 표준적으로는 넓은 범위에서 사용하는 경우는 5점으로 하는 것이 바람직하다.

또한 높은 정밀도의 교정을 필요로 하는 경우는 가능한 한 각 점에서의 측정을 반복하여 구하는 평균값을 사용하고 통계처리에 의해 오차를 산정하는 것이 바람직하다. 그러나 반복 측정은 비용과 노력을 요하므로 요구되는 정밀도에 따라 적용 여부를 결정하도록 한다.

통상의 계측에서는 반복측정을 요하는 정밀도의 교정은 요구되지 않지만 히스테리시스 특성을 파악하는 경우는 최저 1사이클의 증감 측정을 실시하여 교정할 필요가 있다.

3) 수정한계

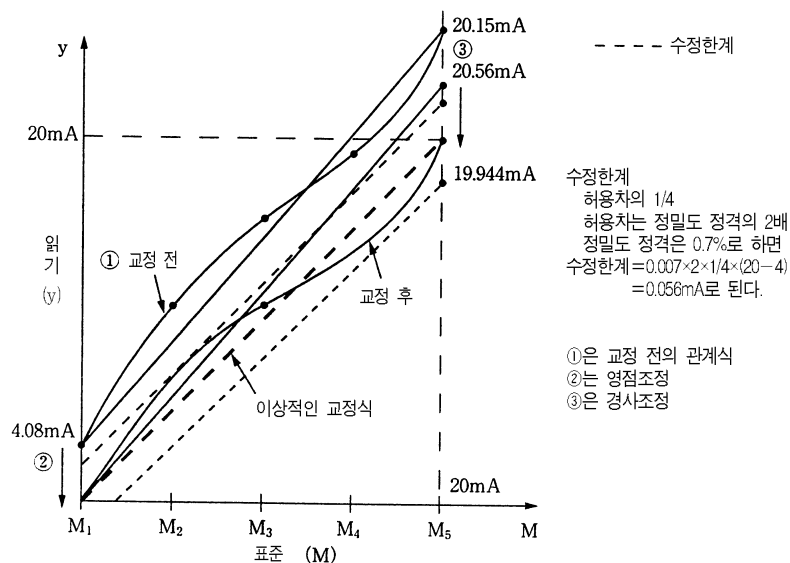
계측기 수정 여부의 판단기준이 되는 오차 한계가 수정한계이다. 수정한계를 필요 이상으로 규제하는 것은 반드시 계측기의 정밀도를 높이게 되는 것은 아니며 교정이나 표준이 지닌 오차를 고려한

다면 오히려 불필요한 노력만 낭비하게 된다. 수정한계는 통상 측정 대상의 허용차의 1/10에서 1/3 정도의 값으로 되어 있다.

이 허용차는 본래 시스템의 운용상 종합적으로 결정되는 요구 정밀도로 정밀도 정격의 1~3배 정도가 알맞다. 수정한계는 이 둘을 곱한 것이다. 예를 들어 수정한계를 허용차의 1/4, 오차가 정밀도 정격의 1/2 이상이면 수정이 필요하게 된다.

4) 구체적인 교정방법

기본적인 교정식인 기준점 비례식 교정을 사용하여 전자유량계(변환기)를 교정하는 경우를 예로 하여 교정순서를 본다. 표준은 표준신호발생기로 한다.



<그림 8.122> 교정절차도 (예)

- ① 영(M_1), 25%(M_2), 50%(M_3), 75%(M_4), 100%(M_5)의 5점에서 점검한 결과 ①의 관계가 얻어졌다. 근사 직선은 수정한계 0.056mA(그림 중 수정한계 계산식 참조)를 넘어섰으므로 수정함.
- ② 영점 조정에서 정점 교정(이동)을 함.
- ③ 100%점 혹은 사용 최대점에서의 편차를 측정함. 수정한계를 넘어있는 경우는 스패ن조정 내지는 경사 교정을 함.
- ④ 다시 영점 점검을 하고 수정한계를 넘으면 조정함.
- ⑤ 영점 조정 스패ن 조정이 상호 간섭하는 경우는 수정한계內가 될 때까지 조정을 반복하던지 잘 사용하는 점에서 점검한 결과 수정한계 내에 있으면 조정을 끝내도록 한다.
- ⑥ 앞의 5점 또는 3점(M_1 , M_3 , M_5)에서 측정하고 기록한다.
- ⑦ 최종적으로 변환기를 포함한 점검을 실시한다.

흐르는 물을 정지시켜 점검이 가능한 경우는 흐름을 정지시켜 영점 점검을 실시한다. 만약 점검결과 수정한계를 넘는 오차가 발생되었다면 그 원인을 조사하도록 한다.

각 계측기의 교정작업에 있어서는 표준, 교정방법을 <표 8.12.2>에 나타냈다.

<표 8.12.2> 표준교정 작업표

종류	방식(명칭)		변 환 기 의 점 검		점검단의 교정	
			표준(측정기준)	표준 점검	영 · 정점	경사/스펜
수위계	부자식, 원반식	프리의 회전각	0, 25, 50, 75, 100 %의 5점 또는 0, 50, 100%의 3점 또는 사용범위의 상한, 중 점, 하한의 3점	실수위를 영위값으 로 내림 또는 점검 시의 실수위(정점 에서 점검함.		
	초음파식	반사판과의 거리				
	차압식	표준압력 발생기				
	침적식					
	정전용량식	표준정전용량				
유량계	차압식	표준압력발생기				유수를 정지시키고 영점 점검함.
	전자식					
	초음파식	내장 캐리브레이터				
	댐식(각종)	방식에 따라 *1~2				
	소용돌이식	징현파 발생기				
압력계	정전용량식	표준압력발생기			대기개방에서 영점 점검함.	
	반도체식					
탁도	투과식	카오린표준액	영, 스펀의 두점		영점표준액에서 조 정함.	표준액에서 조정 함
	표면산란식	표준산란관				
잔염	폴라로 그래프	유시약			측정수의 비색 측정값에서 정점조 정함.	
		무시약				
알칼리도		전량적정			알칼리도 스펀체크액	
pH	글라스전극법		pH 표준액(4, 7, 9)	세점	pH 표준액	pH 4 표준액

8.12.3 정밀도관리

(1) 정밀도관리 대상기기

- 1) 탁도 연속자동측정기 및 그 부속기기
- 2) 잔류염소 연속자동측정기 및 그 부속기기

(2) 정밀도관리 대상기기 성능시험방법

1) 탁도 연속자동측정기 및 그 부속기기

① 일반사항

- ㉠ 성능시험은 표준물질 또는 표준신호원에 의한 계측시험과 관능시험 등을 병행하여 실시한다.
- ㉡ 검사대행기관의 시험성적이 있을 경우에는 해당항목에 한하여 성능시험을 하지 않을 수 있다.
- ㉢ 피성능시험기기는 검사대행기관의 시험실에 전량 반입하여 실시함을 원칙으로 하고 반입시험이 불가능하다고 판단되는 경우와 현지에서 실시할 필요가 있다고 판단되는 경우에 한하여 출장 시험할 수 있다.

② 성능시험방법

- ㉠ 재현성: 동일조건하에서 영점교정액과 스펠교정액을 각 3회 이상 반복 측정하여 영점교정액 측정값의 평균과 스펠교정액 측정값의 평균을 구하고, 각 측정값과 평균값의 편차를 구해 최대값에 대한 백분율을 계산한다.
- ㉡ 영점편차: 측정기 제조회사의 취급설명서에 따라서 교정을 한 다음, 영점교정액으로 2시간 이상 연속측정하여 얻은 초기안정값과 2시간 이후의 측정값과의 편차를 최대눈금값에 대한 백분율로 계산한다.
- ㉢ 스펠편차: 측정기 제조회사의 취급설명서에 따라서 교정을 한 다음, 스펠교정액으로 30분 이상 측정한 다음, 영점교정액에 2시간 이상 담근 후 스펠교정액을 측정하여 최초와 최종 측정값의 편차를 구하고 최대눈금값에 대한 백분율을 계산한다.
- ㉣ 직선성: 영점교정액으로 영점교정을 실시하고 스펠교정액으로 스펠교정을 실시한 후 스펠교정액을 물로 2배 희석하여 만든 용액을 주입하여 측정한 값과 시험에 사용한 액의 탁도값의 편차를 구하여 주입농도값에 대한 백분율을 계산한다.
- ㉤ 응답시간: 영점교정액을 일정시간 연속측정한 후, 스펠교정액을 주입하여 스펠교정액 농도의 90%에 해당하는 지시값을 나타낼 때까지 걸린 시간을 측정한다.
- ㉥ 전압변동에 대한 안정성: 측정기제조회사의 취급설명서에 따라서 교정을 한 다음, 스펠교정액을 주입하여 측정값이 안정된 후 전원전압을 정격 전압의 $\pm 10\%$ 로 변화시켰을 때의 측정값과 초기안정값과의 최대편차를 구하여 최대눈금값에 대한 백분율을 계산한다.
- ㉦ 내전압: 측정기의 전기회로를 닫은 상태에서 전원단자와 접지단자(외함)의 사이에 전격주파수의 교류전압 1,000V를 1분간 가하여 이상유무를 조사한다.
- ㉧ 절연저항: 측정기의 전기회로를 닫은 상태에서 전원단자와 접지단자(외함)의 사이에 절연저항을 직류 500V 절연저항계를 사용하여 측정한다.

③ 교정액의 조제방법

- ㉠ 영점교정액: 증류수를 구멍크기가 $0.2\mu\text{m}$ 의 막여과지에 통과시킨 물을 0.02NTU의 영점교정액으로 사용한다.
- ㉡ 스펠교정액: 각각의 측정범위에서 최대눈금값의 85% 이상의 값에 해당 되도록 조제한 탁도

표준용액(먹는물 수질공정시험방법 준용)을 스펠교정액으로 사용한다.

2) 잔류염소 연속자동측정기 및 그 부속기기

① 일반사항

- ㉠ 성능시험은 표준물질 또는 표준신호원에 의한 계측시험과 관능시험 등을 병행하여 실시한다.
- ㉡ 검사대행기관의 시험성적이 있을 경우에는 해당항목에 한하여 성능시험을 하지 않을 수 있다.
- ㉢ 피성능시험기기는 검사대행기관의 시험실에 전량 반입하여 실시함을 원칙으로 하고 반입시험이 불가능하다고 판단되는 경우와 현지에서 실시할 필요가 있다고 판단되는 경우에 한하여 출장 시험할 수 있다.

② 성능시험방법

- ㉠ 재현성: 동일조건하에서 영점교정액과 스펠교정액을 각 3회 이상 반복 측정하여 영점교정액 측정값의 평균과 스펠교정액 측정값의 평균을 구하고, 각 측정값과 평균값의 편차를 구해 최대눈금값에 대한 백분율을 계산한다.
- ㉡ 영점편차: 측정기 제조회사의 취급설명서에 따라서 교정을 한 다음, 영점교정액으로 2시간 이상 연속 측정하여 얻은 초기안정값과 2시간 이후의 측정값과의 편차를 구하고 최대눈금값에 대한 백분율을 계산한다.
- ㉢ 스펠편차: 측정기 제조회사의 취급설명서에 따라서 교정을 한 다음 스펠교정액으로 30분 이상 측정한 다음 영점교정액에 2시간 이상 담근 후 다시 스펠교정액을 측정하여 최초와 최종 측정값의 편차를 구하고 최대눈금값에 대한 백분율을 계산한다.
- ㉣ 직선성: 영점교정액으로 영점교정을 실시하고 스펠교정액으로 스펠교정을 실시한 후 스펠교정액을 물로 2배 희석하여 만든 용액을 주입하여 측정한 값과 시험에 사용한 액의 잔류염소값의 편차를 구하여 주입농도값에 대한 백분율을 계산한다.
- ㉤ 응답시간: 영점교정액을 일정시간 연속측정한 후 스펠교정액을 주입하여 스펠교정액 농도의 90%에 해당하는 지시값을 나타낼 때까지 걸린 시간을 측정한다.
- ㉥ 전압변동에 대한 안정성: 측정기제조회사의 취급설명서에 따라서 교정을 한 다음 스펠교정액을 주입하여 측정한 값이 안정된 후 전원전압을 정격전압의 $\pm 10\%$ 로 변화시켰을 때의 측정값과 초기안정값과의 최대편차를 구하여 최대눈금값에 대한 백분율을 계산한다.
- ㉦ 내전압: 측정기의 전기회로를 닫은 상태에서 전원단자와 접지단자(외함)의 사이에 전격주파수의 교류전압 1,000V를 1분간 가하여 이상유무를 조사한다.
- ㉧ 절연저항: 측정기의 전기회로를 닫은 상태에서 전원단자와 접지단자(외함)의 사이에 절연저항을 직류 500V 절연저항계를 사용하여 측정한다.

③ 교정액의 조제방법

- ㉠ 영점교정액: 염소가 존재하지 않는 정제수를 영점교정액으로 사용한다.
- ㉡ 스펠교정액: 각각의 측정범위에서 최대눈금값의 85% 이상의 값에 해당되도록 조제한 잔류염소표준용액을 스펠교정액으로 사용한다. 잔류염소표준용액은 차아염소산나트륨을 수처리제

의 기준과 규격 및 표시기준(환경부고시 187호, '02.12.09) II. 살균·소독제 3. 차아염소산나트륨<시험방법> 2) 유효염소에 따라 함량을 측정한 다음 목적농도로 희석하여 조제한 다.