

KOSHA GUIDE

E - 110 - 2011

액위 계측장치 설치에 관한 기술지침

2011. 12.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

- 제정자 : 한국산업안전보건공단 김용진
- 개정자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 안전시스템연구실
- 제정경과
 - 2005년 11월 KOSHA Code 전기안전분야 제정위원회 심의
 - 2005년 12월 KOSHA Code 총괄제정위원회 심의
 - 2011년 12월 전기안전분야 제정위원회 심의(개정)
- 관련규격
 - 미국 API MPMS 3.6 : Measurement of liquid hydrocarons by hybrid tank measurement systems
 - 영국 BS 6739 : Code of practice for instrumentation in process control systems installation design and practice
 - API RECOMMENDED PRACTICE 551 (1993)
 - Instrument Engineers Handbook (Bela G. Liptak, 1982)
 - Applied Instrumentation in the Process Industries (W. G. Andrew and H. B. Williams, 1979)
- 관련법규·규칙·고시 등
 - 산업안전보건기준에 관한 규칙 제273조(계측장치 등의 설치)
- 기술지침의 적용 및 문의

이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지 안전보건 기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2011년 12월 29일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

액위 계측장치 설치에 관한 기술지침

1. 목적

이 지침은 산업안전보건기준에 관한 규칙(이하 “안전보건규칙”이라 한다) 제273조(계측장치 등의 설치)의 규정에 의거 화학설비 및 그 부속설비에 설치하는 액위 계측장치 설치에 관한 기술지침을 정하는데 있다.

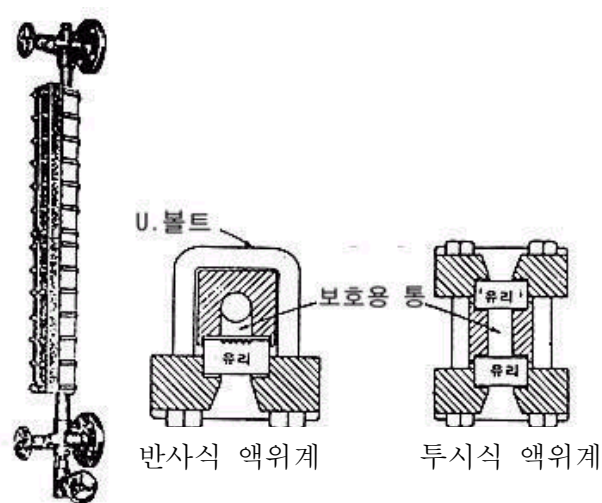
2. 적용범위

이 지침은 화학설비 및 화학설비의 부속설비에 적용한다.

3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

- (가) “액위 계측장치(Level instrument)”라 함은 용기 등의 내·외부에 설치되어 용기 내부 액위의 높이를 측정할 수 있는 장치를 말하며, 여기에는 관 유리액위계, 외장 유리액위계, 자기 액위계, 변위 전송기, 차압 전송기, 방사선 전송기, 초음파 전송기, 정전용량 액위 전송기, 액위 스위치 등이 있다.
- (나) “스탠드 파이프(Stand pipe)”라 함은 액위 계측장치를 설치하기 위하여 용기 등에 설치하는 보조배관을 말한다.
- (다) “관 유리액위계(Tubular gage glasses)”라 함은 용기의 옆면에 병렬 파이프 형식의 투명관을 설치하여 용기내부의 액위를 지시하는 계기를 말한다.
- (라) “외장 유리액위계(Armored gage glasses)”라 함은 <그림 1>과 같이 액체의 높이를 나타내는 평면 유리를 금속보호대로 보호하도록 한 액위계를 말하며 투시식(Transparent type) 과 반사식(Reflex type) 이 있다.



<그림 1> 외장 유리액위계

- (마) “자기(Magnetic) 액위계”라 함은 용기 옆면에 파이프를 병렬로 설치하여 내부의 자석 부자와 표시기의 자성작용을 이용하여 용기내부의 액위를 지시하는 계기를 말한다.
- (바) “액위 전송기(Level transmitter)”라 함은 전기식과 공기식의 전송신호 방식을 사용하여 액위 전송을 하는 것을 말하며, 변위·차압·방사선·초음파·정전용량·방사주파수와 같이 다양한 측정원리를 이용한다.
- (사) “변위 전송기(Displacement transmitter)”라 함은 원통 모양의 디스플레이서와 힘 검출기가 조합된 디스플레이서에 걸리는 부력을 이용하여 액위를 측정하는 계기를 말한다.
- (아) “차압 전송기(Differential pressure transmitter)”라 함은 용기에 설치된 액위 측정 요소 사이에 생긴 압력차를 이용하여 액위를 측정하는 계기를 말한다.
- (자) “방사선 액위 전송기(Nuclear level transmitter)”라 함은 용기내부에 방사선을 주사하여 측정한 측정치를 통해 액위를 측정하는 계기를 말한다.
- (차) “초음파 액위 전송기(Ultrasonic level transmitter)”라 함은 용기에 설치된 초음파 송·수신기에서 나온 액위 반사파의 시간 측정을 통해 액위를 측정하는 계기를 말한다.
- (카) “정전용량 액위 전송기(Capacitance level transmitter)”라 함은 동심 원통의 전극 사이에 측정액을 넣고 그 액의 변화에 따른 정전용량의 변화로 액위를 측정하는 계기를 말한다.
- (파) “액위 스위치(Level switch)”라 함은 높은 (High) 또는 낮은 (Low) 액위 경보신호를 나타내기 위해 액면 위에 있는 부표의 위치를 측정하는 계기를 말한다.

- (2) 그 밖에 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 이 지침에서 특별히 규정하는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙 및 안전보건규칙에서 정하는 바에 따른다.

4. 액위 계측장치의 사용 시 유의사항

액위 계측장치는 그 특징을 고려하여 다음사항에 따라 사용한다.

- (1) 모든 액위 계측장치는 지상, 승강대, 통로, 고정사다리로부터 쉽게 접근할 수 있는 위치에 설치하여야 한다. 계기 아래쪽 지역에서 쉽게 접근이 가능할 때에는 유지보수를 위해 이동 승강대 사용도 무방하다.
- (2) 외부 장착형 액위 계측장치는 교정과 유지보수가 용이하므로 많이 사용되고 있다.
- (3) 내부 장착형 액위 계측장치는 외장 액위 계측장치를 사용할 수 없거나 유지보수를 위해 공정을 정지시킬 수 있는 경우에 한해서 제한적으로 사용된다.
- (4) 제어밸브에 의해 조절되는 유체 액위, 액위 지시계, 리시버압력게이지 등은 필요시 확인하면서 수동조절이 가능하도록 제어밸브의 설치 위치를 정하여야 한다.
- (5) 액위 계측장치의 현장 지시계는 운전통로에서 볼 수 있도록 용기에 설치되어야 한다.
- (6) 액위 계측장치는 용기에 직접 설치하여야 하며, 배관내의 유체 속도가 0.6 m/s 보다 빠른 경우에는 공정 배관이나 노즐에 설치해서는 안 된다.
- (7) 계기의 연결과 파이프간의 연결 설치는 포켓이나 트랩이 생기지 않도록 하여야 한다.
- (8) 포켓을 피할 수 없는 곳에는 가장 낮은 지점에 배수밸브를 설치하여야 한다. 배수 밸브의 최소 권장 사이즈는 DN20 /NPS 3/4 이다.
- (9) 게이지 종류를 포함하여 2개 이상의 계기(게이지 제어기 또는 게이지 경보 스위치)를 설치할 때에는 용기의 연결노즐 개수가 최소가 되도록 하여야 한다.

(10) 차단밸브는 보통 용기노즐과 스탠드파이프사이에 설치한다.

(가) 차단밸브는 용기에 직접 연결하거나 스탠드파이프에 각각 따로 설치한다.

(나) 차단밸브를 스탠드파이프에 설치할 때에는 연결사이즈를 최소 DN20 /NPS 3/4 로 하여야 한다.

(다) 차단밸브를 플랜지체결로 용기에 직접 설치할 때에는 연결사이즈를 최소 DN25 /NPS 1로 하여야 한다.

(라) 차단밸브를 니플(Nipple)체결로 용기에 직접 설치할 때에는 연결사이즈를 최소 DN20 /NPS 3/4 로 하여야 한다.

(마) 용기와 차단밸브사이의 피팅류나 파이프는 최소가 되도록 하여야 한다.

(11) 무거운 액위 계측장치를 용기에 설치할 때에는 계기 및 실포트(Seal pot)에 적절한 보강조치를 하여 자체 중량에 의한 피로를 경감시킬 수 있도록 설치하여야 한다. 열 팽창에 따른 보상이 필요한 곳에는 오프셋(Offset) 또는 팽창배관루프(Expansion loop)를 설치한다.

(12) 액위 계측장치는 진동 및 내진에 의해 쉽게 파손되거나 고장 나므로 이러한 계기들은 진동 및 내진에 의한 영향을 최소화하기 위하여 견고한 서포트 부근에 설치하여야 하며 진동원에 직접 설치하여서는 아니 된다. 진동원에 계기를 설치할 때에는 유연 배관(Flexible tubing) 또는 전선관(Conduit)으로 체결하여야 한다.

(13) 배수밸브 사이즈는 DN20 /NPS 3/4 로 액위 계측장치의 바닥 쪽에 설치한다.

5. 액위 계측장치의 설치

5.1 일반형 액위 계측장치의 설치

(1) 일반형 액위 계측장치는 관 유리액위계, 외장 유리액위계 및 자기 액위계를 말한다.

(2) 일반형 액위 계측장치의 설치시 유의사항은 다음과 같다.

(가) 관 유리액위계는 화학설비 및 그 부속설비에는 사용하여서는 아니되며 화학물질이 아닌 액체를 취급하는 경우에만 사용한다.

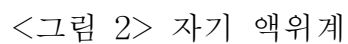
(나) 외장 유리액위계는 가장 폭넓게 쓰이는 형태이고, 자기 액위계는 특수한 경우나 고압 공정에 사용한다.

① 투시 외장 유리액위계는 산성, 부식성 또는 더러운 유체, 고압의 스팀서비스, 액체간 경계면 액위, 그리고 후면으로부터 액위계 유리로 비추어야 하는 경우에 사용한다.

② 반사 외장 유리액위계는 C₄ 와 이보다 무거운 탄화수소 화합물 등과 같이 깨끗한 액체에 사용한다. 다만 유리 게이지 내부에 C₃ 또는 이보다 가벼운 탄화수소 화합물에 용해되지 않는 페인트나 코팅을 실시한 경우에는 C₃ 및 이보다 가벼운 탄화수소 화합물에도 사용할 수 있다.

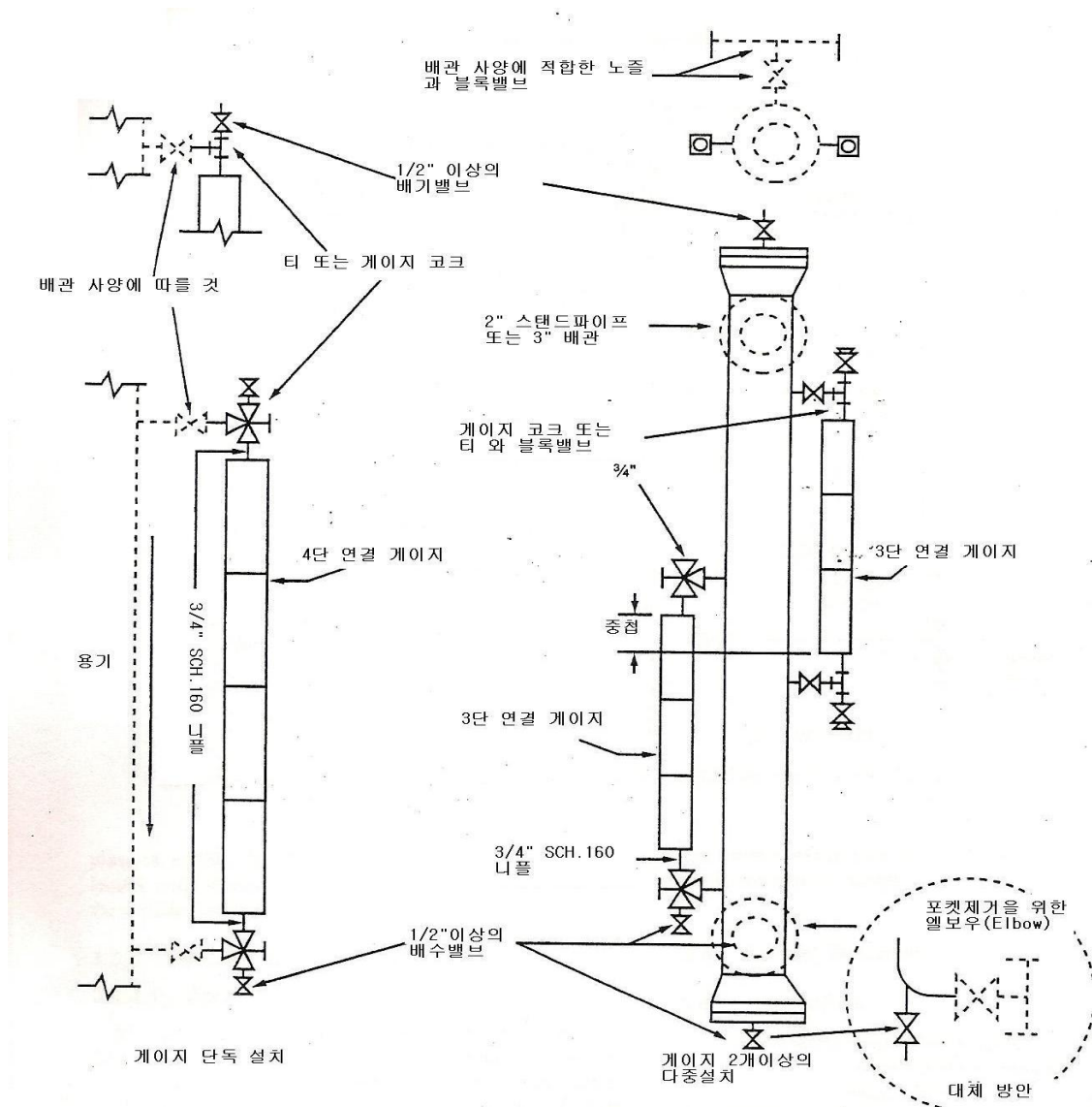
③ 끓을 수 있는 유체가 포함된 경우 대형 챔버 타입의 반사 또는 투시 외장유리액위계를 사용한다.

④ 자기 액위계(<그림 2> 참조)는 유체특성상 게이지유리로 하기 힘들거나 독성 가스·인화성 액체가 누출이 되어서는 아니되는 경우에 사용하며, 용기에 설치할 때에는 외장 유리 액위계처럼 보통 차단밸브-플랜지체결로 한다. 자기장에 영향을 줄 수 있는 물질이나 힘이 있는 곳(히터와이어, 스팀트레이싱 튜빙 같은 것이 있는 장소)에 설치하여서는 아니 된다.



(다) 4 개 이상의 단위게이지를 사용할 때에는 추가 보강이 필요하다. 열팽창과 열수축

에 따른 보상을 위해 오프셋(Offset) 이나 열팽창 루프(Expansion loop)가 필요하다.



<그림 3> 게이지 설치

(4) 액위 측정범위가 넓을 경우 게이지를 아래와 같이 다중 설치하여 볼 수 있도록 한다.

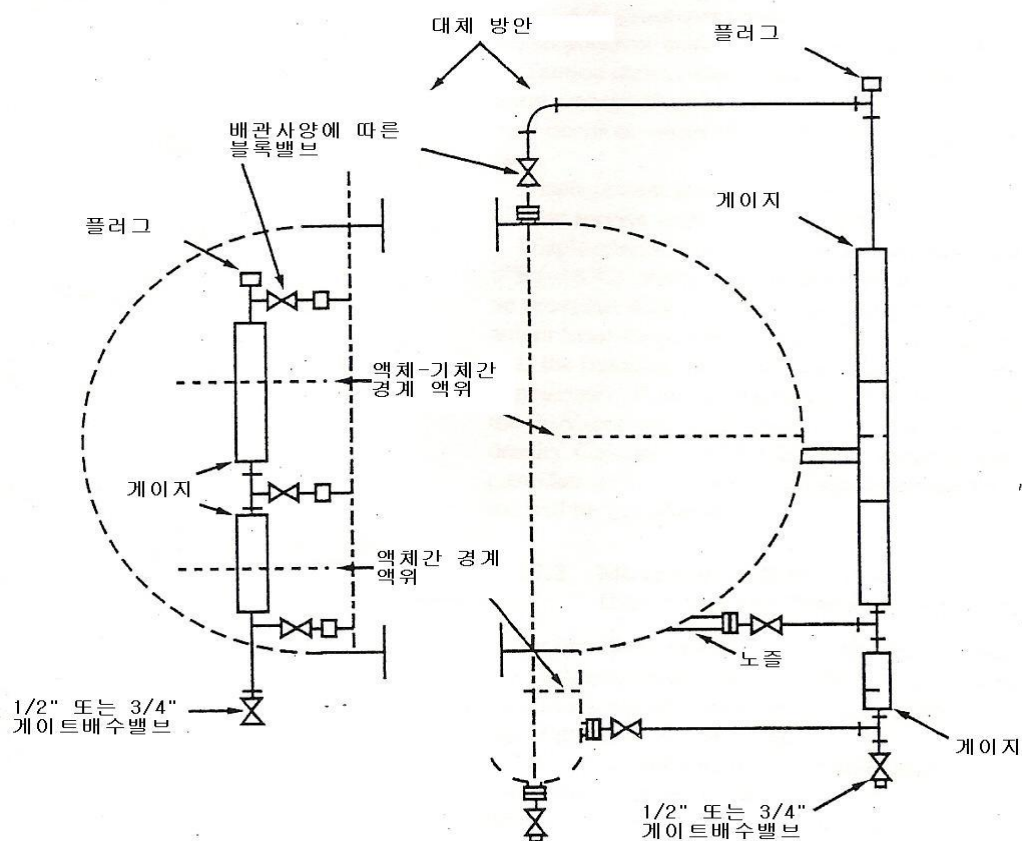
(가) 보통 게이지 꼭지연결사이즈는 DN20 /NPS 3/4 이며 용기에 차단밸브-플랜지 노즐체결로 직접연결 시 플랜지 사이즈는 최소 DN25 /NPS 1 이다.

(나) 유지보수측면에서 자동불체크 방식의 꼭지밸브 또는 차단밸브와 티(Tee)를 사

용하는 것이 바람직하다. (설치방법은 <그림 3> 참조)

(다) 용기 안에 경질가스 또는 독성유체가 있어 게이지유리 파손 시 위험한 상태가 될 수 있을 경우 과다 유량흐름(Excess-flow) 방지밸브를 용기와 게이지 사이에 설치하여야 한다.

(라) 유체간 경계면 액위 지시를 위해서는 투시식 게이지를 사용하여야 한다. 용기의 유체 사이의 경계면, 유체-기체 경계면의 액위 측정을 위한 두 가지의 일반적인 권장 설치방법은 <그림 4>를 참조한다.



<그림 4> 경계 액위 측정을 위한 게이지 설치

(4) 게이지 유리는 $17 \text{ kgf/cm}^2\text{G}$ (250 psig) 압력의 스팀, 불산(Hydrofluoric acid), 아민(Amine), 부식성 물질 등과 같은 기체, 유체에 의해 손상을 입으므로 유리안쪽에 얇은 보호필름을 붙이는 것이 바람직하다. 햇빛에 노출된 장소에서는 분광효과가 없는 반사식 게이지에는 사용할 수 없다.

5.2 액위 전송기의 설치

(1) 액위 전송기 설치 시 유의사항은 다음과 같다.

(가) 전자계측기의 전송기 또는 변환기는 고온배관, 용기 또는 다른 장비들에 가까이 설치하여서는 안 된다.

(나) 주변온도가 제조사 제한 온도를 넘는 곳은 교정 장애와 급속한 전자부품 성능 저하의 원인이 되므로 피하여야 한다.

(다) 기계적 부품과 전자부품의 진동 민감도를 확인하여 필요하면 진동 최소화를 위한 조정기를 설치하여야 한다.

(라) 액위 전송기의 반응속도를 감안하여 액위 파동이 존재하는 곳에는 제동장치(Damping)가 함께 설치되어야 한다.

(마) 변위 전송기는 아래사항을 유의하여 설치하여야 한다.

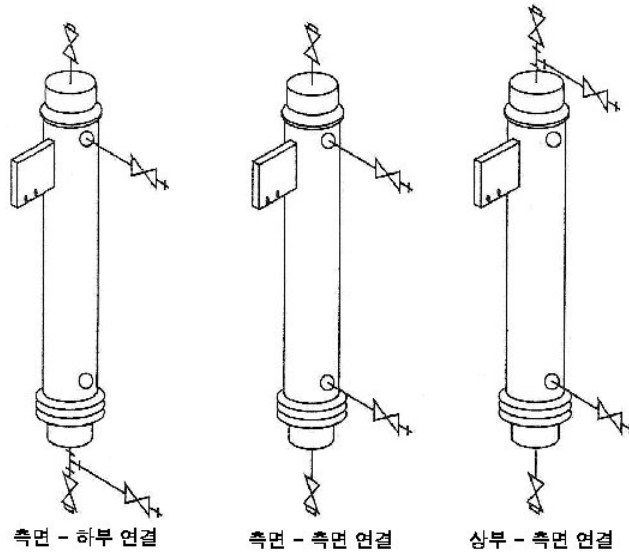
① 변위체 자체는 상대적으로 움직임이 거의 없고 고정도 물질 같은 경우 변위체에 들러붙어 교정에 영향을 주므로 주의 깊게 사용하여야 하며 변위 전송기는 유체퍼지나 열 보상(Heat tracing)을 고려하여야 한다.

② 유체표면에서 격렬한 비등현상이 있거나 수압공진이 있는 곳에 적용할 때에는 주의하여야 한다.

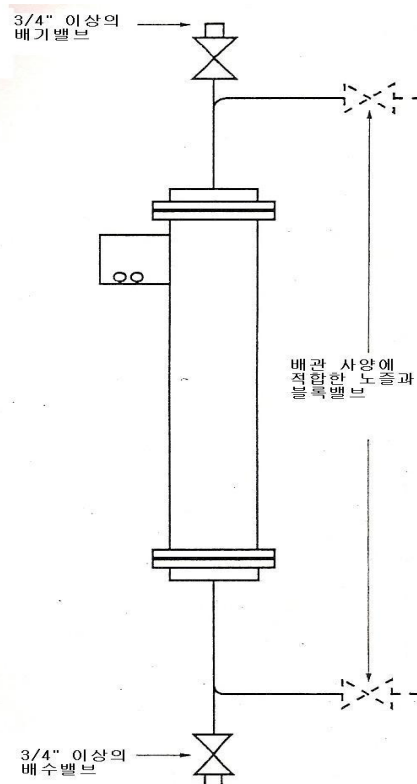
③ 변위 전송기는 진공 또는 휘발성 유체 서비스에는 거의 사용하지 않는다.

④ 변위 전송기를 -18°C 이하 또는 200°C 이상의 온도를 가진 서비스에 사용할 때에는 오작동 방지를 위하여 단열구조로 된 것을 사용하여야 한다. 용기속의 유체는 고온이고 외장 케이지의 온도는 저온일 때에는 밀도 차에 의하여 오차가 발생될 수 있으므로 설치 시 온도차에 대한 보상을 하여야 한다.

⑤ 외장 변위 전송기의 설치를 용기에 설치할 때에는 적합한 노즐, 차단밸브, 배관 피팅을 사용하여 설치한다. <그림 5>, <그림 6> 및 <그림 7> 참조



<그림 5> 외장 변위 전송기의 설치

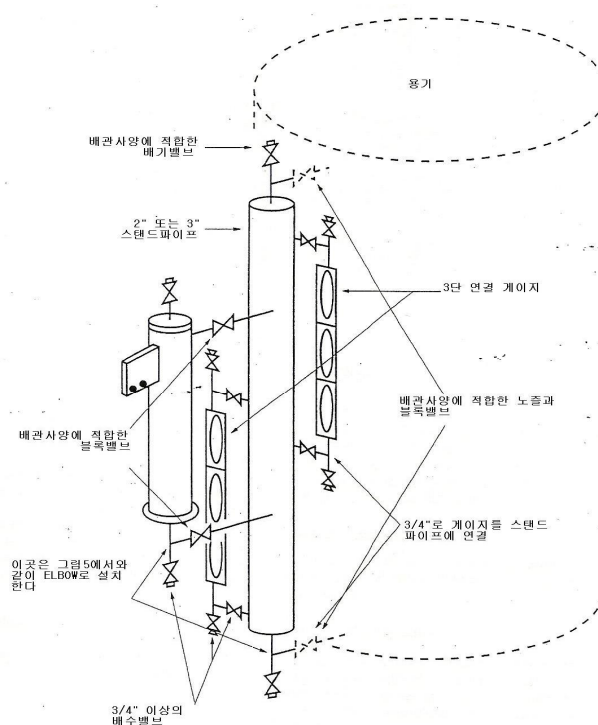


<그림 6> 외장 변위 전송기의 스탠드파이프

⑥ 전송기와 제어기는 게이지에 병렬로 설치되어야 한다. 각각의 액위지시계를 위

한 분리된 연결 탭을 준비하는 것이 바람직하다.

- ⑦ 공정에 적용할 때 액위 전송기와 제어기는 DN 40 /NPS 1½ 또는 DN 50 /NPS 2 플랜지 체결을 한다.
- ⑧ 배수밸브는 DN20 /NPS 3/4 이상을 사용하고 배기밸브는 <그림 6>에서와 같이 게이트밸브타입으로 DN 20 /NPS 3/4 이상을 사용한다.
- ⑨ 액위 측정범위가 넓거나 용기연결 개수를 최소화하여 할 때에는 <그림 7>과 같이 스탠드 파이프에 게이지를 다중으로 설치한다. 스탠드파이프는 일반적으로 DN 50 /NPS 2, DN 80 /NPS 3 배관을 사용하여 계기를 기계적으로 받쳐주고 난류나 거품으로 인한 계기 영향을 막아주는 격동방지실의 역할을 한다.



<그림 7> 외장 변위 전송기의 스탠드파이프를 이용한 다중설치

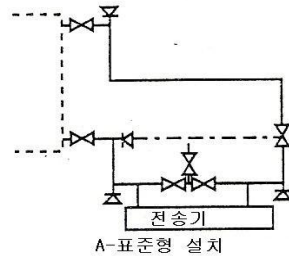
- ⑩ 수평 용기에서 스탠드파이프 사용시 액위 측정범위가 넓거나 다중 설치된 계기의 무게가 상당할 때에는 필요시 추가 보강을 하여야 한다.
- ⑪ 용기의 노즐 간격은 용기와 제어기간의 팽창도 차이 때문에 매우 중요하므로

액위 측정범위가 매우 넓은 때에는 변위 전송기 이외의 다른 종류의 계측기를 사용하는 것이 바람직하다.

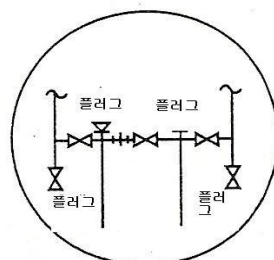
- ⑫ 외장 변위전송기는 스팀 트레이싱을 하는 것이 바람직하다. 특히 공장 전체의 비상정지 시에만 분리 가능한 용기에는 내장을 사용해서는 아니 된다.

(바) 차압 전송기는 아래사항을 유의하여 설치하여야 한다.

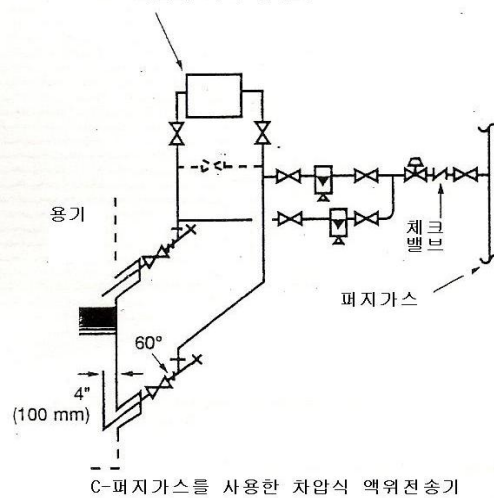
- ① 저변위 전송기는 액위의 원격 제어, 지시, 또는 기록을 포함한다. 이러한 전송기는 조절 가능한 측정범위와 높은 경간상승(Span-elevation)과 억제기능을 가진다. 수신기 종류의 지시계는 현장 지시를 위해 전송기 출력단 쪽에 설치된다.
- ② 용기에 설치할 때에는 작업에 적합한 재질과 정격의 배관피팅을 사용하거나 DN 15 /NPS 1/2 또는 DN 20 /NPS 3/4 튜빙과 튜빙 피팅을 사용한다. 용기설치 사이즈는 최소 DN 20 /NPS 3/4 이상으로 하여야 한다.
- ③ 전송기는 자체 연결배관에 의하여 지지되어서는 아니 되므로 요크(Yoke) 또는 받침대에 설치한다. <그림 8>은 대표적인 설치방법이다. <그림 8>의 A와 같이 전송기의 외부 또는 도입배관에는 일정한 수두가 유지되나 측정부분의 변화가 작기 때문에 응축이 될 수 있더라도 실 포트(Seal pot)는 필요하지 않다.
- ④ <그림 9>는 플랜지 체결방식으로 전송기를 탱크에 직접 설치하는 방법이다. 이러한 종류의 전송기는 슬러리 또는 끈적한 유체를 측정할 때 유리하다. 필요 시에는 돌출 격막이 사용된다. 부식성 물질에 사용할 수 있도록 다양한 격막재질을 사용하여 제작한다.
- ⑤ 수압공진이 있거나 유체표면에서 격렬한 비등현상이 있을 때에는 출력이 제동되고 봉입유체가 비등현상을 막아줄 수 있는 차압전송기를 사용하는 것이 유리하다.



다른종류의 매니폴드

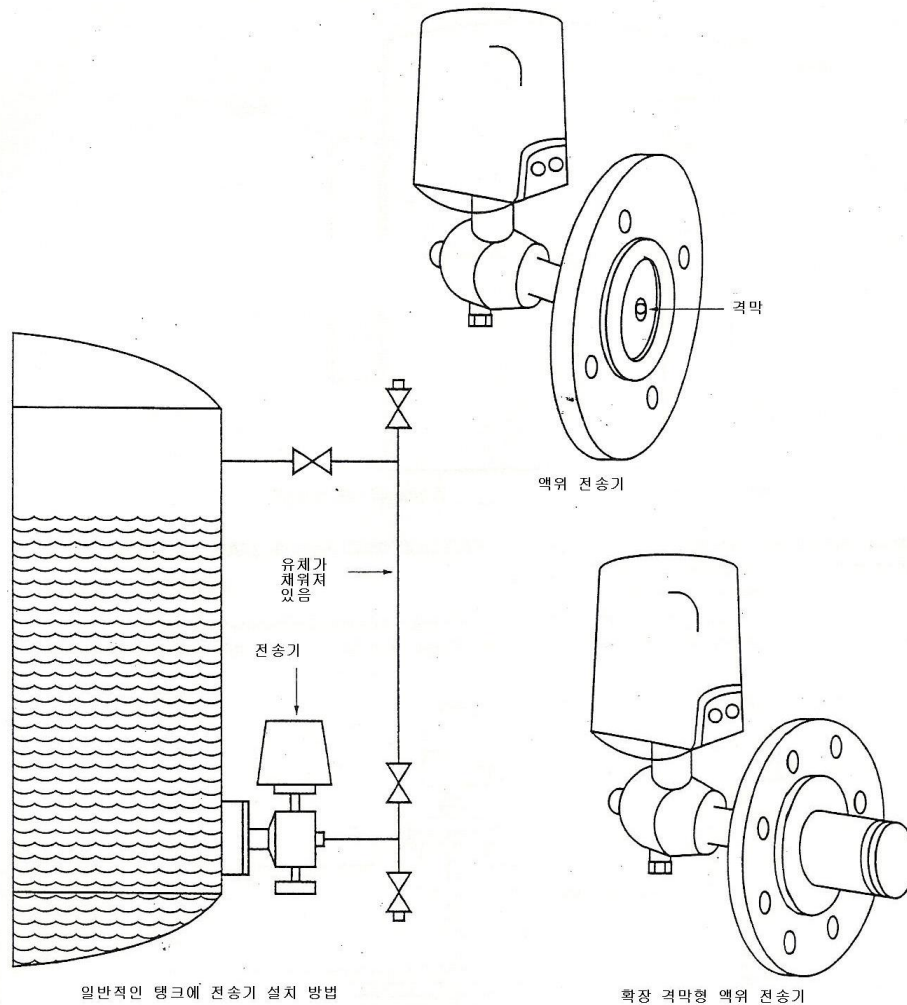


차압식 액위 전송기



<그림 8> 차압 전송기의 설치

- ⑥ 진공 또는 휘발성 유체 서비스에는 도입배관에 적합한 봉입유체 또는 퍼지를 사용하여야 한다. 외장 봉입을 사용할 때는 일정한 수두유지와 정확도를 위한 실포트(Seal pot)가 필요하다.



<그림 9> 플랜지 체결 차압 전송기의 설치

(사) 방사선 전송기는 아래사항을 유의하여 설치하여야 한다.

- ① 발신기의 설계, 크기, 위치 및 취급은 방사선 안전 관리 등에 관한 국내법규에 따라야 한다.
- ② 사업장에서는 법규 및 안전 절차에 정통한 자격취득자를 고용하여야 한다.
- ③ 사용자는 발신기의 설계를 검토하여 방화법규, 방사선 장비 사용에 관한 국내 법규에 적합한지 확인하여야 한다.

(아) 초음파 전송기는 프로세스 압력, 온도의 변화, 상대습도, 가스와 기체의 농도 같은 요인이 초음파속도에 영향을 미치므로 유의하여 사용하여야 한다.

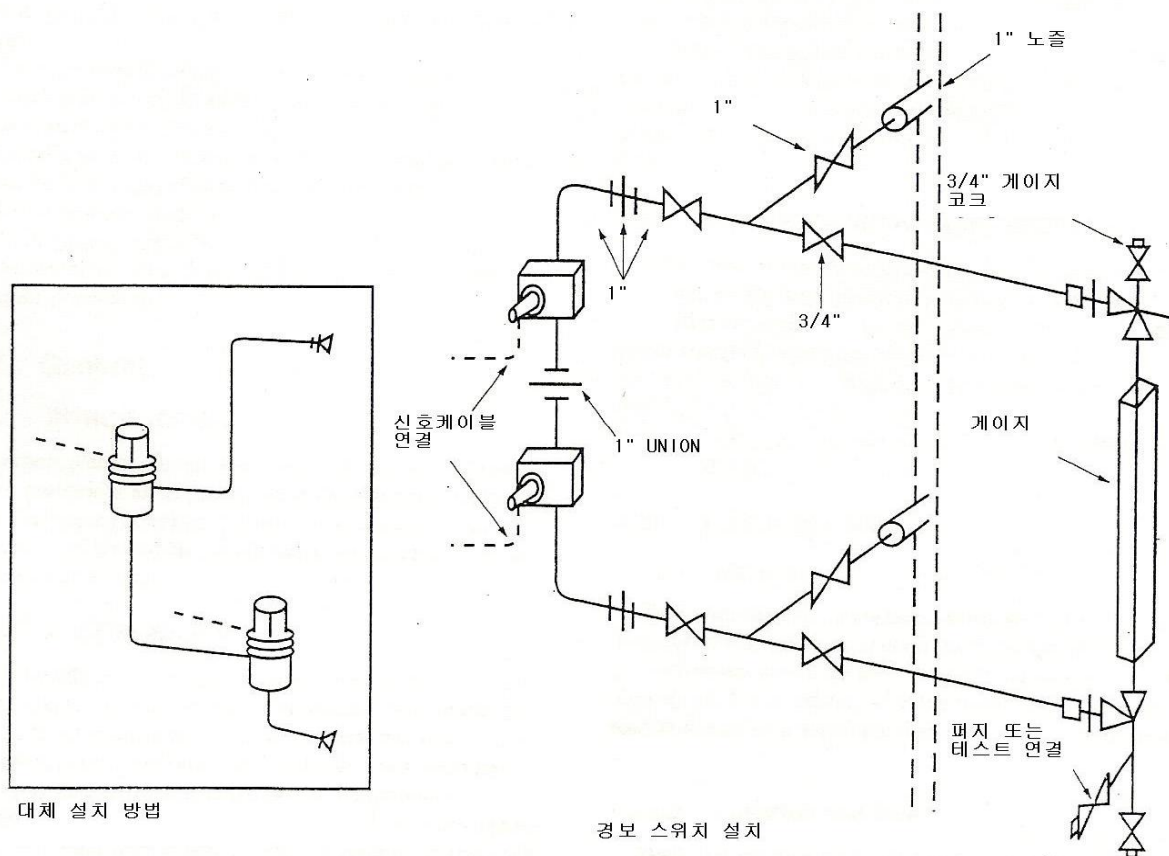
(자) 정전용량 액위 전송기는 아래사항을 유의하여 설치하여야 한다.

- ① 측정소자(Sensing element)는 수직이 되도록 설치하여야 하며 용기 벽면 또는 내부와 접해서는 아니 된다.
- ② 절연체 내용물 벽면과 중간부에 모두 적용 시에는 전도체로 만들어진 대향전극(Counter electrode)이 필요하다.
- ③ 사용자는 화재예방을 위한 측정소자의 봉인 설계와 전기, 전자회로의 방폭 또는 본질안전 요구조건 만족여부에 대해 검토하여야 한다.
- ④ 내장 측정소자의 사용이 가능한 경우는 다음과 같다.
 - ㉠ 용량집중측판(Concentric Shroud)이 제공되면서 예비교정이 가능한 경우
 - ㉡ 공장이 운전되고 있는 중에도 측정소자의 설치, 제거가 가능한 경우
 - ㉢ 측정소자가 유체, 가스 및 고온축매의 온도까지 견딜 수 있는 경우

5.3 액위 스위치의 설치

5.3.1 액위 스위치의 설치시 유의사항은 다음과 같다.

- (1) 액위 스위치 설치시에는 다른 계기와는 분리되도록 연결하여야 한다.
- (2) 정전용량식 스위치, 초음파식 스위치와 같은 전자스위치는 <그림 10>과 같이 용기 속 또는 외장으로 설치할 수 있다.
- (3) 공기 전송로상의 압력스위치는 일반적으로 차단밸브, 테스트용 티(Tee)와 함께 설치한다. 민감한 압력스위치 또는 차압 스위치는 탱크나 용기에 설치할 때 침전물에 의해 막히지 않는 지점에 설치한다.



<그림 10> 게이지에 병렬로 경보 스위치 설치

5.3.2 액위 스위치의 시험방법은 다음과 같다.

- (1) 스위치 작동이 위험하거나 정기적인 스위치 시험이 필요한 경우에는 탱크의 경보 액위 지점에서 배관을 연결하여 센서가 설치된 챔버(Chamber)를 바닥에 가깝게 설치한다.
- (3) 시험을 위하여 실제 유체를 흘려 챔버를 채워본다. 이러한 배치는 사람이 탱크에 올라갈 필요 없이 기능적인 시험을 하게 해준다.
- (4) 부표 또는 변위 액위 전송기는 부표나 변위체를 밀어 올리는 시험 레버가 있어야 한다. 만약 부표나 변위체가 들러붙었다면 전문가가 처리하기 전까지 레버를 만져서는 아니 된다.