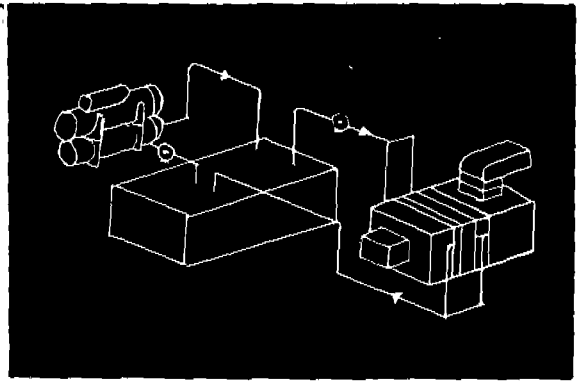


冷暖房을 위한 蓄熱技術



심야전력을 이용한 축냉난방기술은 미국, 일본, 불란서 등 기술선진국에서 상당기간 보급이 진행되고 있는 보편화된 기술이다. 여기에 소개하는 내용은 일본 및 미국에서 이 기술에 관한 실무자료를 입수, 번역한 내용들로서, '90년 12월호에서 계속된 내용이다.

〈3〉

韓國電力公社 營業處 제공

3. 축열조의 설계

3.1 축열조의 설계

연속식 평면형 축열조에 있어서는 하기 제설비를 하고 충분한 기능을 발휘할 수 있도록 하지 않으면 안된다.

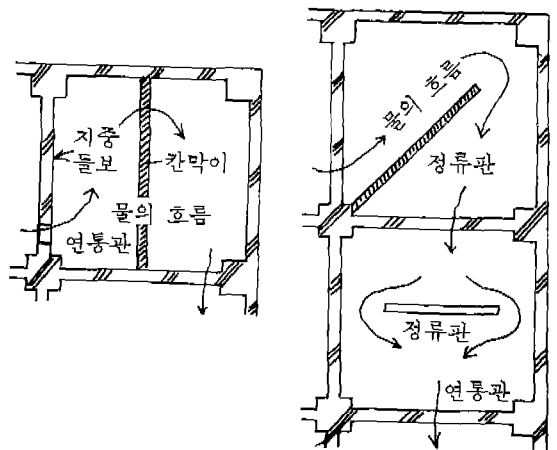
가. 칸막이벽, 정류관

조의 수량, 크기, 배치는 축열효율에 큰 영향을 준다. 조내의 물이 되도록 균일하게 흐르고 수로를 될 수 있는 한 길게 하고 또한 적절한 수로를 확보하기 위해 칸막이와 그 적절한 배치가 필요하게 된다.

지중들보를 이용할 경우 건축구조상 필요한 들보에 의하여 소구획을 할 수 있으나 필요에 따라 칸막이를 넣어서 효율증대를 도모하도록 한다. 칸막이를 할 수 없을 경우 또 물흐름에 무리가 발생할 것 같은 경우는 정류관 등을 설치하여 흐름이 균일하게 되도록 하고 시수역이 생기지 않도록 연구한다(그림 9).

나. 연통관

각 조간을 연결하는 관을 연통관이라고 부르고 이 관을 통하여 물이 조에서 조로 흐른다. 연통관은 조내의 물의 흐름을 균일화시키는 데에 중요한 요소가 되는 것으로 그 위치, 수량, 관의 크기 등을 적절하게 선정하지 않으면 아니된다.



〈그림 9〉 칸막이 및 정류관 설치 예

연통관의 위치는 일반적으로 조마다 상하, 좌우로 나누고 상호연통관은 될 수 있는 한 수면 가까이 설치토록 하면 좋다(그림 2, 3).

사수역은 연통관을 통하는 물의 속도가 0.1m/s 이하로 되면 급속히 증가한다고 알려지고 있고 통상 0.2~0.3m/s 정도의 속도가 필요하다.

연통관의 크기를 작게 하여 흐르는 속도를 빠르게 하는 것이 바람직하지만 반면 저항이 높고 조간의 수위차가 커지고 만다.

수위차는 수조의 수, 통과수량 등을 고려하여 정하는데 일반적으로는 송수조와 환수조와의 수위차를 50cm 이내가 되도록 설정한다.

조간의 수위차에 따른 연통관의 크기는 다음 식에 의하여 산출할 수가 있다.

$$Q = C \cdot A \cdot \sqrt{2gho}$$

C : 유량계수 g : 중력가속도 (9.8m/s²)

Q : 유량m³/s h : 조전체의 수위차 (≦0.5m)

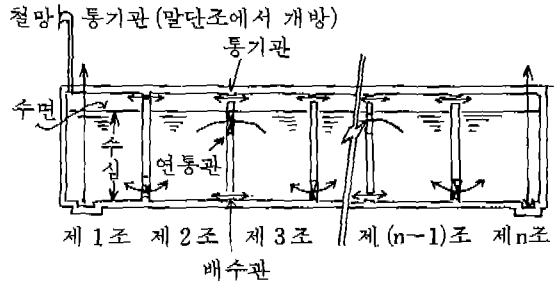
A : 연통관단면적m²

ho : 조간수위차 mh/(n-1) n : 조수

상기 식에 의거하여 계산하고 도표화한 것을 그림 12에 나타낸다. 실제로는 혼합특성치와 유효용적률에서 산출하는 것도 만족할 수 있도록 선정하게 된다(편집자 주 : 그림 13 연통관 선정표 생략).

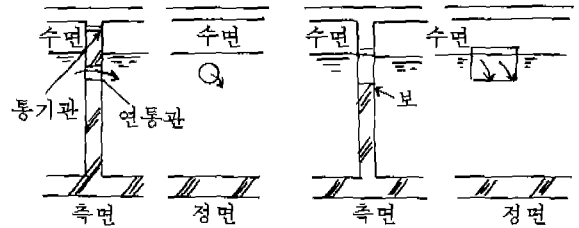
다. 급수장치

축열조에는 준공 후 내부청소와 물채우기 및 2년에 1회정도 청소시의 물바꾸어 넣기에 필요한 대용량의 급수장치와 누수 등으로 인한 자

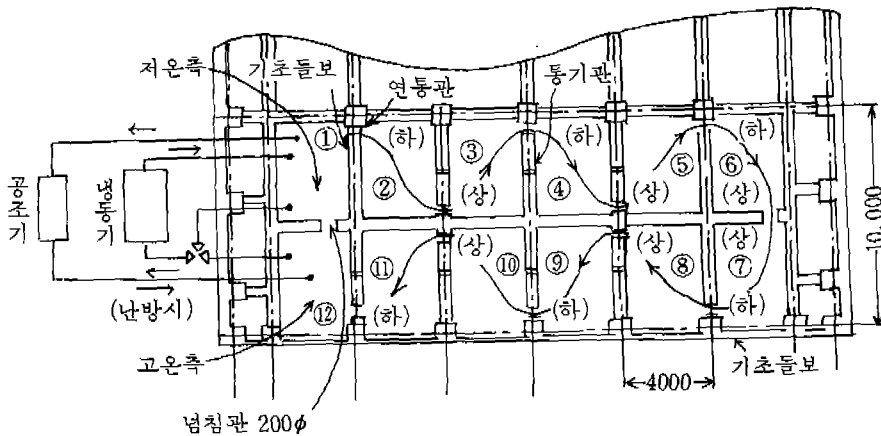


(주) 수심은 지나치게 깊지 않은 편이 좋고 2m 이하가 바람직하다.

〈그림 11〉 연속식 평면형 축열조에 있어서의 연통관, 통기관, 배수관의 부설



〈그림 12〉 연통관의 여러가지



〈그림 10〉 축열조 구성의 일례

연감수를 보급하는 소용량의 보조급수장치가 필요하다. 급수관은 10~30시간 정도로 할 수 있는 관경으로 한다. 급수장치의 상부에는 맨홀을 마련한다. 전극봉이나 보울탑은 운전시 수면이 정수면에 거의 동등하게 되는 위치(유로의 중앙부 근처)에 마련한다. 그리고 보울탑이 수면의 물결로 인하여 파손되는 경우에 있어 급수관에 자동변을 만들고 전극봉으로부터의 신호로 자동 급수하는 방식도 검토한다.

라. 배수장치

배수 펌프에는 냉온수 펌프 중 1대를 이용하는 경우가 많다. 퍼 올리는 데는 집수정(800×800×300mmH 이상)을 마련하고 집수정에 물이 고이도록 바닥을 경사지게 한다. 조수가 많을 경우에는 배수를 완전하게 하기 위해 집수정 외에 5조에 1개소 정도의 배수함(500×500×300mmH 이상)을 마련하고 배수용 운전관을 통하여 집수하고 전용 또는 이동식의 배수 펌프로 배수를 한다. 그리고 배수함 상부에는 반드시 맨홀을 마련한다.

마. 점검구(맨홀)

조내의 점검과 청결·보수를 위해 원칙적으로 조마다 점검구를 마련한다. 점검구는 마루 위의 맨홀이나 연통관을 사용하게 되지만 작업능률을 고려하여 마루 위에 설치한 직경 600mm 이상의 맨홀이 바람직하고 위치는 조상부의 바닥 사용 편리성을 고려하여 결정한다. 연통관이 600mm 이상의 크기일 경우는 점검구로 할 수도 있지만 연통관에서 점검구를 겸하는 것은 작업면에서 필요 최소한으로 하고 2조 연속하여서는 하지 않는 편이 좋다.

마루 위에서 물을 사용하는 방의 맨홀은 방수 형으로 한다.

맨홀에 대한 단열은 열손실, 결로방지를 위해서도 해야 하고 스킨로폴판 등으로 중간 뚜껑을 만든다.

그리고 맨홀 가까이에는 조내 출입용 사다리,

조명용의 콘센트 등을 만들어 두면 편리하다.

바. 점검, 수리용설비

수조 내의 배관, 기타 부속장치 등의 교환용, 조내 점검용 트랩, 보조 배수용 동력 및 조명용 콘센트를 만들면 편리하다.

특히 수중에 마련되는 트랩 등의 점검설비에 대하여는 고정 철물도 포함하여 SUS 등의 내식성이 있는 것으로 하고 안전확보를 도모한다.

3·2 수조물체공사

축열조의 고장의 대부분은 단열성능의 열화, 누수에 관한 것이 많다. 방수는 어디까지나 단열재에 대한 방수, 방습이고 누수에 대한 효과는 없다.

누수, 방수는 몸체 콘크리트에서 본질적으로 하지 않으면 아니된다. 콘크리트 타설시의 결함으로 인한 누수는 사후대책이 불가능하기 때문에 타설 콘크리트의 시방 및 이음장소의 설정과 그 방수방법에 대하여는 충분히 건축측과 협의하여 수밀성이 높고 슬래브 높이 15cm 이하의 콘크리트를 사용하여 누수가 없는 수조로 한다.

3·3 방수·단열공사

단열·방수는 일체의 것이고 방수가 완전하지 않으면 소기의 단열 성능은 확보할 수 없다. 단열·방수의 시방결정에 있어서는 코스트와 성능, 과거의 시공실적, 수질관리 등의 면에서 검토할 필요가 있다. 특히 온수축열의 경우는 온수의 온도와 보온재, 방수층 재료의 내열 체크가 필요하다.

가. 방수

축열조에 사용되는 일반적인 방수공법은 모르타르 방수, 도막방수, 시트 방수 및 아스팔트 방수로 대별된다.

모르타르 방수는 수밀성을 높이기 위해 모르타르에 방수제를 혼입한 것이고, 도막방수는 방수 하지재의 표면에 합성수지나 합성고무의 에마르

존 혹은 용액을 도포하여 필요한 두께의 방수재를 형성하는 것이다. 시트 방수는 합성고무나 합성수지를 주원료로 한 적층형성의 합성고분자 시트를 사용하여 시트 간의 접합을 피하고 하지에 접착하여 방수층을 형성시키는 것이다. 아스팔트 방수는 아스팔트와 아스팔트 루핑류를 교대로 쌓아서 방수층을 형성하는 공법인데, 열공법과 냉공법이 있다.

나. 단 열

건물 최하부 이중 슬래브 내 공간을 축열조로서 이용할 경우 일반적으로 지중조건이 나쁠(지하수위가 높고 또한 흐르고 있을 경우 등) 경우를 제외하고 바닥, 옆면의 단열은 하지 않을 경우가 많다. 그렇지만 조상부의 슬래브 면은 하절기에 조내 냉수로 인하여 슬래브 상면에 결로현상이 생기고 동절기에 있어서도 조내 온수로 인하여 슬래브 하면에 결로현상이 생기는 일이 있으므로 최소한이라도 조상부 슬래브 면의 단열은 필요하다.

또한 복조식의 경우에 있어서 냉수조와 온수조가 접하는 내벽부, 버터플라이 변은 단열이 특히 필요하다.

다. 시공범위

방수재와 단열재는 적합성이 있기 때문에 축열조형상, 온도조건 등에 의하여 종합적인 선정을 하고 시공에 관하여도 동일업자가 단열·방수의 일괄시공을 하고 책임의 명료화를 도모하는 편이 좋다.

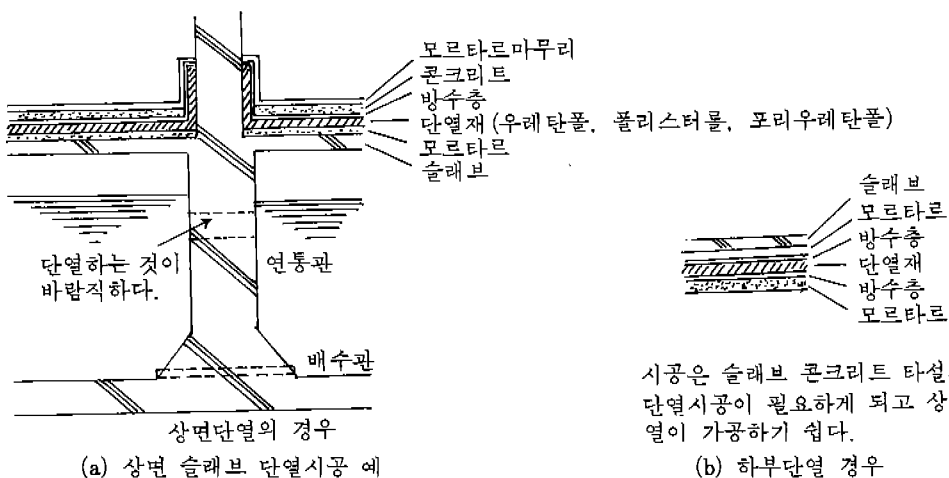
단열은 열손실을 더욱 작게 하기 위해 내벽에 대하여도 전면단열을 할 경우도 있고 설계도서에 의하여 시공범위를 확인한다. 방수는 단열시공범위 및 투습방지범위에 대하여 행한다(현 집자주: 그림 15, 표 1 단열방수 시공례, 특성례 생략).

4. 펌프의 설계

4.1 펌프 본체

펌프의 형식은 다종 다양하고 그 선정에 있어서는 사용조건에 가장 적합한 것을 선택할 필요가 있다.

건물 최하부의 이중 슬래브 내를 축열조로서 이용할 경우 펌프의 설치 위치는 축열조의 수면보다 높아진다. 이 경우 빨아들이는 실양정과 흡입관의 손실에서 산출한 소요 NPSH(정미흡입수두)가 펌프의 NPSH 이하로 되지 않도록 수면과의 상대위치를 설정할 필요가 있다. 이 위치선



〈그림 14〉 축열조 상부 슬래브의 단열 예

정을 잘못하면 캐비테이션이 발생하고 펌프의 정상적인 운전을 할 수 없게 된다.

그림 16에 편흡입소라형 펌프의 수온과 빨아 올리는 높이를 나타낸다.

4.2 펌프 부속장치

가. 마중물 장치

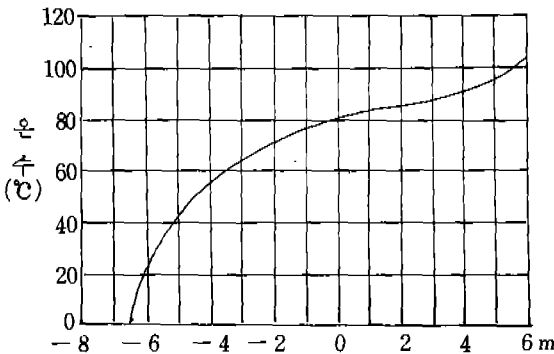
마중물 장치는 펌프 구경이 100mm 이하의 경우 마중물 깔때기나 후트 변을 설치하는 정도이다. 대구경의 펌프를 사용할 경우에는 마중물용 진공 펌프를 비치하고 시동에 있어서는 토출변을 닫고 진공 펌프의 작용에 의하여 배기하고 마중물을 할 필요가 있다.

진공 펌프로서는 일반적으로 Seal Water Type 진공 펌프가 사용된다. 진공 펌프에는 반드시 200~500ℓ 정도의 수조를 비치하고 진공 펌프의 Seal Water를 보급할 필요가 있다.

나. 토출변

펌프의 토출측에 마련하고 펌프 수량의 조정에 사용한다. 토출 밸브에는 글로브 밸브, 게이트 밸브 또 버터플라이 밸브가 사용된다.

버터플라이 밸브는 일반적으로 완전한 밀폐는 유지하기 어렵다고 하지만 글로브 밸브라도 수년간 사용하면 이것과 같은 정도로 되기 때문에 동함금의 값싸고 내식성이 있는 버터플라이 밸



(그림 16) 편흡입소라형 펌프의 수온과 빨아올리는 높이

브의 채용이 바람직하다.

다. 역지변

펌프의 토출측에 토출변과 병설하여 역지변을 만든다. 이것은 펌프가 정지되었을 경우 배관내의 물이 역류하는 것을 방지하는 것으로 일반적으로 스윙식의 것이 사용된다. 펌프 정지시에 역지변이 닫히면 배관계에 수격현상이 발생할 위험성이 있고 특히 대구경 또는 고양정 펌프를 사용할 경우에는 듀오체크 변 또는 다니엘 체크 변 등의 사용이 바람직하다.

라. 후드 밸브

후드 변은 흡입관경이 100mm 이하로 흡입관의 말단에 설치된다. 펌프의 시동에 있어서 마중물을 사용할 경우에 물이 흡입관을 통하여 축열조로 흘러내리는 것을 방지할 목적이다 (그림 17 후드밸브 구조 생략).

5. 배관계의 설계

5.1 환수방식

개방식 배관계에서 펌프 정지시에 환수관내의 물을 낙하시키는 방법(일반적으로 개방낙수방식이라고 부른다)과 낙하시키지 않는 방법(만수환수방법이라고 부른다)의 2개방법이 있다. 전자는 정수두가 작을 때 (표준으로서 10m 이하), 후자는 정수두가 클 때 사용하는 것이 일반적이다 (그림 18 환수방식 생략).

(a) 개방낙수방법

개방낙수방식의 경우는 환수관내의 물이 중력으로 인하여 낙하하고 정수두에 비례한 낙하속도와 관저항이 밸런스한 상태에서 낙하한다. 사이펀 현상의 유발, 관내에 기포의 발생, 공기의 침입을 조장하는 상태를 만들기 쉬우므로 그다지 바람직하지 않다.

(b) 만수환수

환수관의 낙수방지에 사이펀 효과를 이용하고 있는 관계로 이하의 조건을 충족시킬 경우에만

가능하다.

$$H : H \leq 10 - Hv + h$$

Hv : 수온에 상당하는 포화증기압 [m]

h : 배관의 마찰손실 수두 [m]

(c) 압력제어 만수환수방식

만수환수법은 상부에 공기배출변을 부설하고 환수관의 하부에는 압력유지변을 만들어 항상 변입구의 압력을 일정하게 유지하고 있으므로 개방환수법에 볼 수 있는 문제점은 해소된다.

펌프가 정지될 경우는 인터록에 의하여 압력유지변(자동 2방면을 사용하고 워터·해머 방지를 위해 급격한 개폐는 피한다)은 전폐가 되고 관내물의 낙하를 방지한다.

이 압력제어 만수환수방식은 변유량방식에 적합한 방식으로 공조기가 여러 층에 걸칠 경우는 환수관을 Repass-Return 방식으로 최상층까지 끌어 올릴 필요가 있다.

(d) On-Off 제어 만수환수방식

On-Off 제어 만수환수방식은 정유량방식인 경우에 이용되는 예가 많다. 최상부의 공기배출변의 위치에서 압력상승이 되지 않도록 조정해 둘 필요가 있다. (c)와 같이 환수관의 인상이 필요하다.

5.2 내벽관통관

가. 재 질

수조 내에는 설계의 항에서 기술된 바와 같이 연통관 외에도 통기관, 배수연통관 등이 필요하다. 이들 관통관의 재질은 구경, 길이, 위치에 따라 시공성을 고려하여 선정한다.

일반적인 실적에서는 대구경에 대하여는 염화비닐관, 합 슬리브관이 많고 소구경에서는 염화비닐관, 강관을 사용된다. 강관을 사용할 경우는 부식방지를 위해 코팅관 또는 SUS관으로 하는 것이 바람직하다.

나. 관통관 시공상의 주의

축열조의 관통관은 들보폭이 크기 때문에 관통

관이 부러지거나 콘크리트가 막히는 등의 사고 발생이 많으므로 시공에는 특히 주의한다.

100A 이상의 구경인 경우는 관통부에 보강관을 넣어 수평이 충분히 유지되도록 한다. 또한 대구경관 설치와 보강법의 상세한 사항에 대하여는 사전에 건축담당자와 잘 협의를 한다.

5.3 외벽·마루관통관

가. 수면하의 외벽관통관

수면하에서 수조의부로의 관통 예를 그림19에 나타낸다.

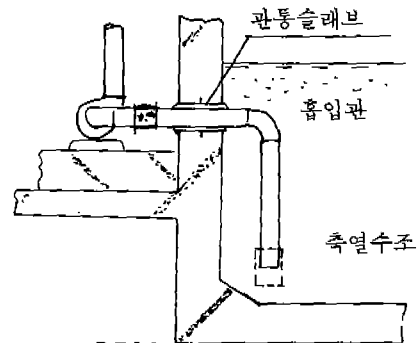
펌프의 진동이 배관에 전달될 경우는 방진이음매를 사용하여 관통부를 보호한다. 관통부의 상세 예를 그림 20에 나타낸다.

나. 바닥관통관

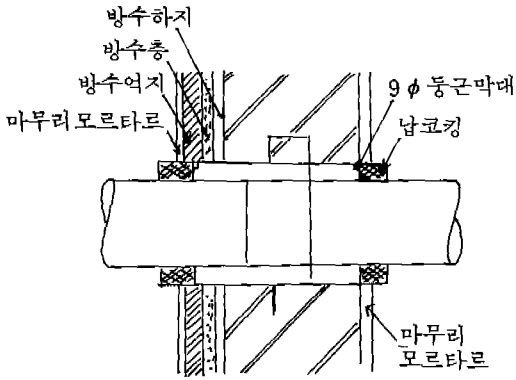
기계실바닥에서 축열조로 관통할 경우 펌프 등의 진동이 배관에 전달될 경우는 그림21에서 보는 것과 같이 방진조치를 강구한다.

5.4 축열조의 분할운전용 연통관

전산기 센터 등에서 축열조를 연중 사용할 경우는 축열조의 청소 및 단수, 방수의 점검·보수를 할 수 있도록 각부를 몇년에 한 번은 비울 필요가 있다. 또 부분부하시에는 열손실면에서 축열용량을 작게 하는 쪽이 좋을 경우도 있다. 이

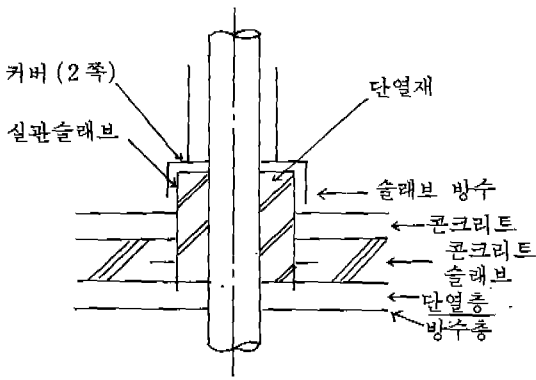


(그림 19) 수면하의 관통 예



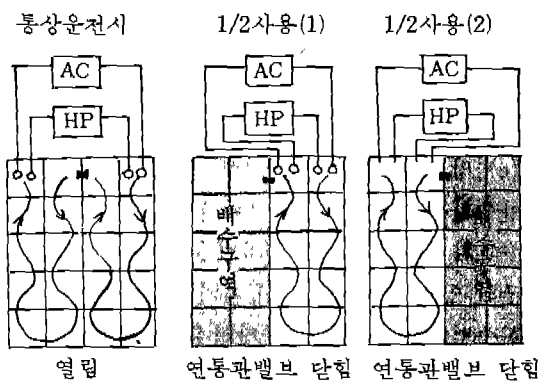
A : 실관경
 B : A+50mm
 C : 75mm 정도의 날밀
 ※ 동근 막대를 인쪽에 밀착하여 납을 채워 넣고 양쪽에서 고정

〈그림 20〉 관통 슬리브 상세 예

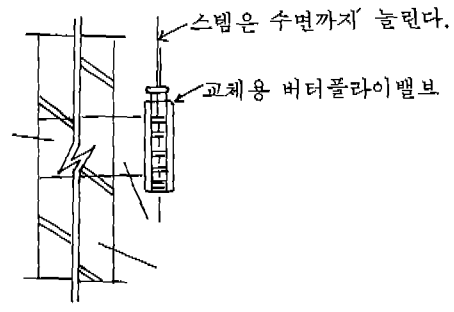


〈그림 21〉 바닥관통관 상세 예

러한 이유에서 축열조의 분할운전을 할 경우는 그림22에 보이는 것과 같이 수조연통관에 변을 만들고 분할 운전시에는 닫고 수조를 분할한다. 이 간막이에는 배수관을 만들어서는 아니된다. 그림에 보이는 것 같이 양수관, 환수관도 2계통으로 한다. 특히 연통관변은 수중에 잠겨있기 때문에 내식성이 있는 부재를 사용하여 조작에 지장이 생기지 않는 밸브를 채용한다. 또한 이 경우 양수관에 대하여 펌프섹션 배관저항이 커지지 않도록 주의한다.



〈그림 22〉 축열조 분할 운전



〈그림 23〉 축열조 절체장치의 일례

5.5 축열조 안을 통하는 다른 용도의 배관

배수관 등 다른 용도의 배관은 원칙적으로 축열조내를 통하게 할 것은 아니다. 그것들과 배관의 부식으로 축열조의 물이 오염되거나 유출될 우려가 있고 또 그 배관들의 보수는 축열조의 물을 빼지 않으면 안된다. 축열조내에 배관을 통할 경우는 축열조를 드라이피트로 하든지 혹은 부식파손에 대하여 충분한 검토를 한 후에 SUS 등의 내식성의 재질로 시공을 하도록 한다.

이상 「냉난방을 위한 축열기술」을 3회로 연재를 끝내며, Ⅲ. 케이스 스터디해설, Ⅳ. 축열식 히트펌프 운전제어, Ⅴ. 축열식 공조 시스템 설계·시공상 유의점, Ⅵ. 축열조 진단장치의 개발에 대해서 자료가 필요한 사람은 협회로 연락 바란다.

〈연재 끝〉