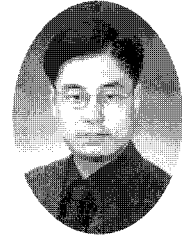


개선된 강재 집수정의 적용

- The Application of the Steel Sump -

A Developed Method of the R.C. Sump in the Bottom Structure



윤 상 문*

Yoon, Sang-Moon

1. 강재 집수정의 필요성

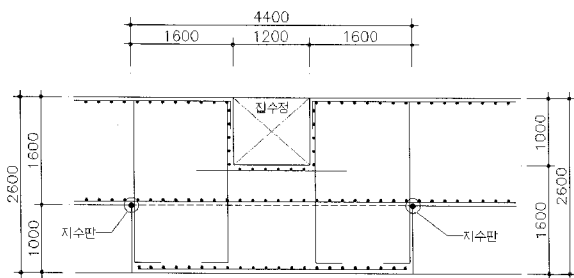
일정 규모이상의 지하가 있는 건축물에는 집수정이 있어야 한다. 공사 중에 발생하는 물도 밖으로 모아서 퍼내야 하고 공사가 완료 후에는 드라이에어리어 또는 지하주차장 램프 등으로 유입되는 우수 그리고 청소용 물을 한 곳에 모았다가 퍼내기 위해서는 집수정을 설치하여야 하기 때문이다. 이러한 이유로 집수정은 건물의 가장 낮은 부분에 위치하게 되는데, 이 위치는 지내력이나 수압에 직접 노출되는 기초 또는 최하층 슬래브가 있는 위치로 구조적인 필요성에 의하여 이 부분의 콘크리트 구조 두께는 작게는 500mm 크게는 3,500mm 까지 다양하게 구성된다. 이렇게 두꺼운 콘크리트 구조에 집수정이 위치하고 이 집수정 부분의 단면이 손실된 만

큼 집수정 밑으로 단면을 연장하여 집수정을 구성하게 된다.

그런데 지하 4-7층 정도의 지하는 대체로 암반인 경우가 많고 지하수도 많이 나오는 경우가 많다. 지하바닥이 암반이 나올 경우 이 부분을 일부만 파내는 것은 대단히 어렵고 시간도 많이 소요된다. 게다가 지하수까지 나오게 된다면 물을 퍼내는 것의 한계 때문에 물이 있는 상태에서 철근을 배근하고 콘크리트를 타설해야 하는 어려움으로 인해 품질관리가 잘 되지 않는 부분이 되기도 한다. 공정면에서도 집수정 바닥 부분을 먼저 타설하여 양생한 후 그 윗 부분을 타설해야 한다는 불리함으로 시간과 인력이 많이 소요되는 공정이기도 하다.

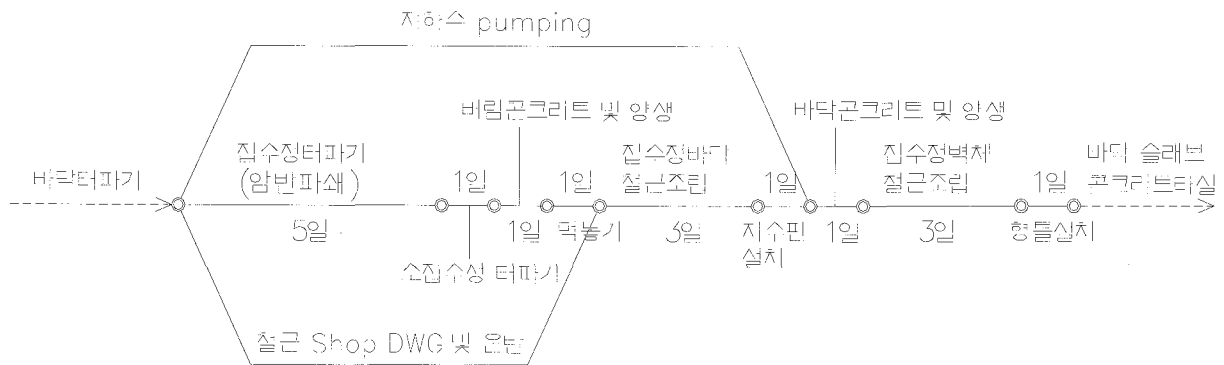
전체적인 건물에 비하여 매우 작은 부분이지만 시간과 노력이 과다하게 소요되는 부분이라고 할 수 있으며, 이러한 부분 때문에 개선된 공법이 필요한 곳으로 여겨져 왔다.

이러한 문제점(공기, 경제성, 품질관리)을 개선하기 위하여 강재집수정이 개발되어 사용되고 있는데, 여기서는 강재집수정의 구조와 기능 그리고 강재집수정이 갖추어야 할 성능에 대하여 이야기해 보기로 한다.

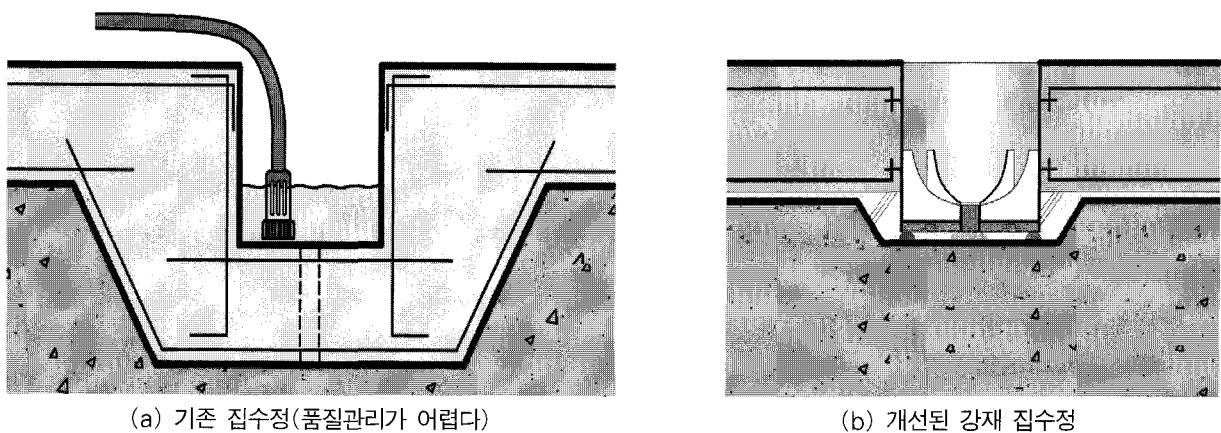


<그림 1> 기존 집수정 사례

* (주)건설기술네트워크 소장



〈그림 2〉 콘크리트 집수정 공정 사례(17일 소요)



〈그림 3〉

2. 강제 집수정의 요구조건

전술한 바와 같이 집수정의 위치가 지내력이나 수압에 노출되는 부위에 설치되므로 일차적으로는 이러한 외력에 저항 할 수 있는 구조이어야 한다. 이를 위해서는 바닥에서부터 직접 전달되는 압력(토압, 수압)을 저항하여 주변의 구조물에 전달 할 수 있어야 하며, 주변의 콘크리트 구조물(기초 또는 최하층 슬래브)과의 연결이 가능한 구조이어야 한다.

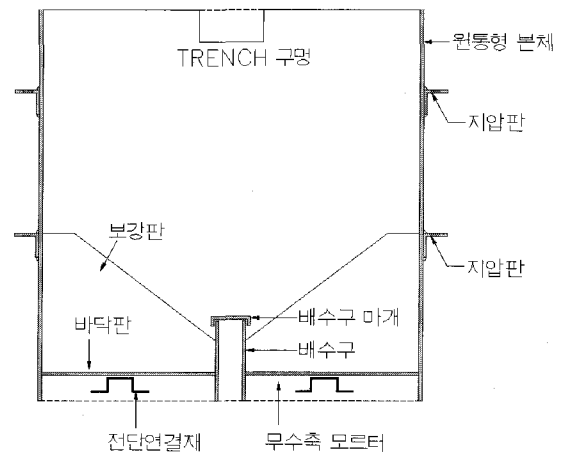
다음으로는 물과 외기에 노출되어야 하기 때문에 내부식성능이 있어야 한다. 이 문제는 집수정 전체를 KSD 8308(용융아연도금)에 따른 용융아연도금(도금 부착량은 450g/m² 이상)을 적용하고 그 위에 다시 에폭시 코팅을 하는 2중 방식 방법을 적용한다.

그밖에도 영구배수용(dewatering) 배관이나 집수용 트렌치 등과 연결이 용이하도록 다양한 기능성

개구부의 설치가 용이하여야 한다.

3. 강제 집수정의 구성과 역할

강제 집수정은 구조재로서 집수정의 기능을 발휘하기 위하여 다음과 같은 요소들로 구성되어 있다.



〈그림 4〉 강제 집수정 개요도

3.1 원통형 본체

집수정의 용량에 따라 직경과 깊이가 결정되며, 두께는 4.5mm~6.0mm까지이다.

원형으로 되어 있어 집수정 자체의 응력 전달과 본 구조체에서 발생하는 응력의 전달이 용이하다.

3.2 바닥판

철판(4.5mm~12mm)과 무수축 모르터(100mm~150mm)로 구성되어 있으며, 지반 혹은 지하수에 직접 노출되는 부위이다. 무수축 모르터의 역할은 부식에 대한 피복 역할과 전단 연결재(shear connector)를 통해 철판과 연결되어 압축재로서 합성거동을 할 수 있도록 하였다.

바닥판에 작용하는 하중은 구조계산에 의해 안전하게 구체에 전달될 수 있도록 하며, 집수정 및 지내력의 크기에 따라 철판과 무수축 모르터의 두께와 보강판의 간격이 결정된다.

3.3 보강판

바닥판을 지지하고, 바닥에서 전달된 하중을 원통형 본체 주변의 본 구조체에 전달한다.

지내력의 크기와 바닥판의 크기에 따라 두께와 크기가 결정되며 두께는 4.5mm~12mm까지이다.

3.4 지압판

집수정에서 전달된 하중을 본구조체에 직접 전달하며, 원통형 본체의 강성을 확보하도록 하여 집수정 주변의 응력들을 주변 구조체로 전달될 수 있도록 한다.

기성품인 L-형강을 사용하며, 본 구조체의 철근이 연결될 수 있도록 일정간격의 구멍(hole)이 있으며, 이질재인 RC와 강제 사이의 틈(균열) 사이로 누수 발생이 없도록 원통형 본체와의 사이에 수팽창 코킹재를 설치한다.

3.5 배수구

공사중에 지하수로 인한 부력방지용으로 사용되며, 완공 후에는 설비용 플랜지(flange)와 볼트를 이용하여 폐쇄한다. 구조적으로는 보강판의 단부 용접 길이를 확보하여 보강판의 강성을 크게한다.

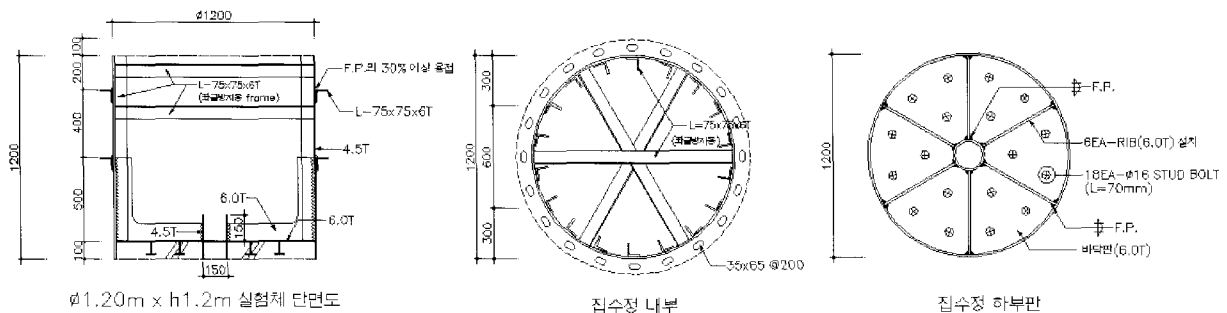
4. 강제 집수정 바닥판 실험

4.1 실험의 개요

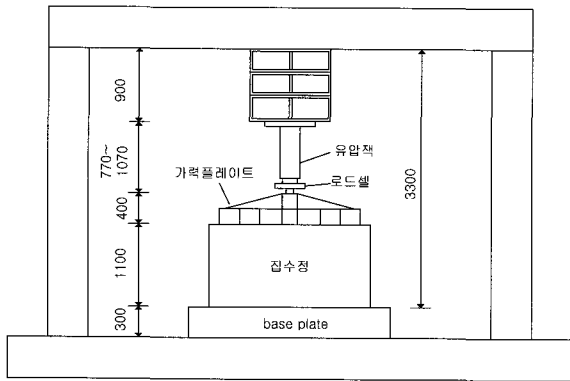
집수정의 지내력 저항을 위해서는 일차적으로 바닥판의 강성이 확보되어야 한다. 이를 위해서 실험 크기($\phi 1200 \times H1200$)의 집수정을 대상으로 바닥판의 휨성능실험을 실시하였다. 실험체는 지내력 40tf/m²에 저항할 수 있는 구조로 설계하였으며, 각 부재의 규격을 <그림 5>와 같이 하였다.

4.2 집수정 실험을 위한 가력 장치 및 게이지 위치도

가력방법은 100ton UTM을 이용하여 바닥판 전체에 하중이 가해지도록 하여 80톤까지 가력하였으며, 가력속도는 1t/min 이내의 속도를 유지하였다. 실험체의 거동 파악을 위하여 8개의 LVDT와 18개의 strain gauge를 사용하였다.



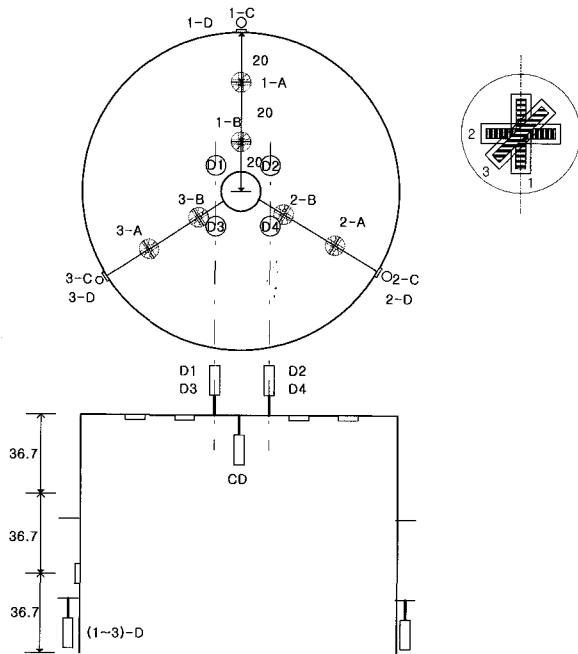
<그림 5> 강제 집수정 규격의 개요



〈그림 6〉 가력장치 개요도



〈그림 7〉 실물 집수정 실험체와 가력장치

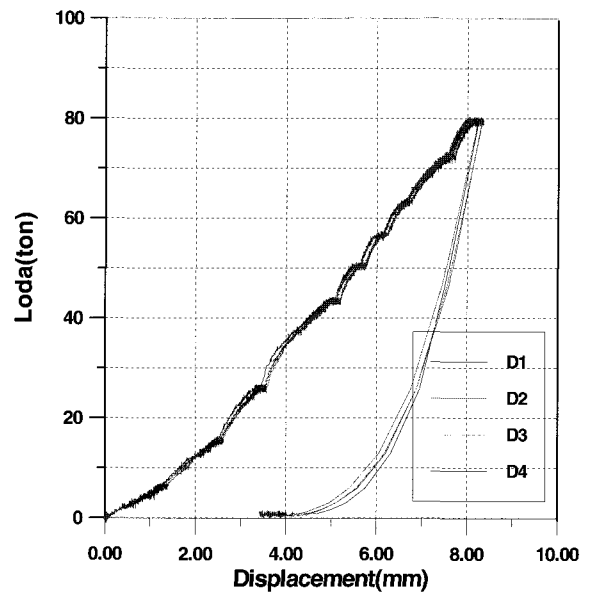


〈그림 8〉 변위계 및 strain gauge 설치 개요도

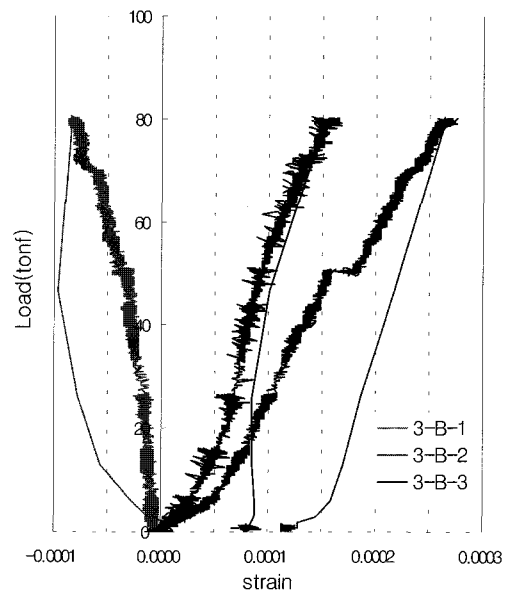
4.3 실험 결과

바닥판의 변위는 최대하중 80톤에서 최대 8.35mm의 변위가 발생하였다. 전체적인 p-d 추세선으로 판단해 볼 때, 80톤 정도의 하중에서는 집수정 바닥판이 선형탄성거동을 하는 것을 알 수 있었다.

바닥판 가력 실험에서 가장 높은 변형을 나타낸 부위는 집수정 바닥의 중심부이었으며, 표면에 설치한 strain gauge로부터 전체적인 강재의 응력 범위가 $580\text{kgf}/\text{cm}^2 (\epsilon = 0.276 \times 10^{-3})$ 이내가 되는 것을 확인



〈그림 9〉 가력점 변위계 이력 그래프



〈그림 10〉 바닥판 내부 변형 이력 그래프

할 수 있었다. 바닥판 이외의 변형은 전체적으로 200kgf/cm² 정도로 미미하였다.

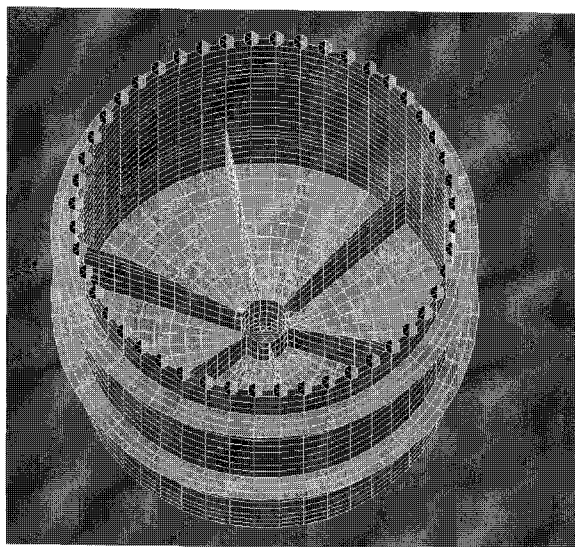
5. 강제 집수정의 수치 해석

5.1 개요

바닥판 실험 결과와의 비교를 위하여 강제 집수정에 대한 수치해석을 하였다. 해석에 사용된 프로그램은 MIDAS/GENw(ver 5.3.0)을 사용하였으며, 실험체와 동일한 규격으로 입력 모델을 만들었다.

적용하중은 설계용 지내력인 40tf/m²이 집수정 바닥에서 작용하는 것으로 하였다.

강제 집수정의 수치해석에서 가장 중요한 부분은 요소(element)의 자유도가 다른 바닥판(plate 요소)과 무수축 모르터(solid 요소)의 경계조건을 정하는 것이다. 요소자체의 자유도가 다른 plate 요소(Dx, Dy, Dz, Mx, My)와 solid(Dx, Dy, Dz) 요소가 합성 거동을 하는 것과 유사한 해석이 되기 위해서는 인접된 두 요소(plate 요소와 solid 요소) 사이의 적합 조건을 맞추어줄 필요가 있다. 이 부분은 두 요소 사이를 약 1mm정도 이격시킨 후, Dx, Dy, Dz 방향의 rigid link를 두어 solid 요소인 모르터가 plate 요소의 회전자유도(Mx, My)로 인한 영향을 받지 않도록 하면서, 두 요소의 합성거동을 근사적으로 나타낼 수 있도록 하였다.



〈그림 11〉

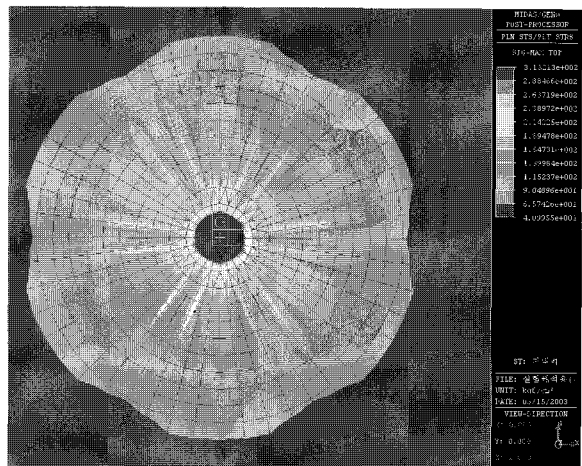
5.2 해석결과

40tf/m² 지내력을 적용한 해석 결과 바닥판의 변위는 0.39mm 정도로 나타나, 바닥판과 모르터의 합성 거동은 잘 이루어진 반면에 전체적으로 바닥판의 강성이 과대 평가된 것으로 판단되었다.

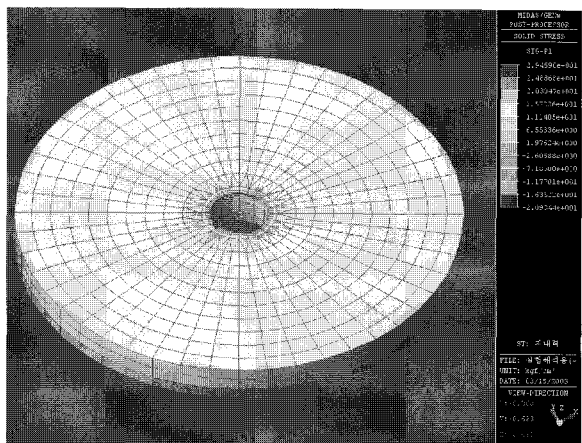
응력범위가 가장 높은 곳은 보강판과 연결되는 배수구의 접합부분으로 최대 +2620kgf/cm²의 인장응력이 발생하는 것으로 나타났다.

바닥판의 경우는 모르터와의 합성거동 때문에 응력범위가 +313.21 ~ -78.00kgf/cm²까지로 크지 않은 것으로 나타났으며, 최대 변위 역시 0.39mm정도로 미미하였다.

바닥 모르터의 경우에는 최대 인장 주응력이 29.47kgf/cm²로 인장강도 30.98kgf/cm²이내에서 거동하는 것으로 나타났으며, 최대 압축 주응력은 -39.55 kgf/cm² 인 것으로 나타났다.



〈그림 12〉



〈그림 13〉



〈그림 14〉 강재 집수정 설치 사례

그 밖의 원통형 본체나 지압판 등에서는 응력의 범위가 $\pm 100\text{kgf/cm}^2$ 정도 인 것으로 나타나 전체적으로는 탄성 거동의 범위에 드는 것으로 판단할 수 있었다.

6. 맺은말

강재 집수정은 작은 부분이지만 공사 중에 꼭 필

요한 부분을 개선하고 그로 인하여 발생할 수 있는 문제점들을 해결하기 위하여 고안된 제품으로, 현재 까지 많은 현장에서 복잡한 공기를 단순화하기 위하여 적용되어 지고있다.

여기에서 살펴본 바와 같이, 일차적인 바닥판 가력 실험과 수치해석을 통하여 예상되는 지내력(40tf/m^2) 범위에서 탄성적으로 거동하는 것을 확인하였고, 바닥판의 응력범위로부터 바닥판의 모르타와 합성거동을 하고 있음을 확인할 수 있었다.

부분적으로는 바닥판 중심부에 있는 배수구와 보강판 사이의 접합이 최종적인 파괴에 도달할 때 많은 영향을 미치는 것으로 나타나 이 부분의 접합을 강화하는 상세를 반영할 수 있었다.

향후, 콘크리트 구조체 속으로 매립되는 형태로 설치되는 강재 집수정의 거동 특성을 파악하기 위하여, 콘크리트를 타설한 강재 집수정의 축소모델에 대한 휨성능 실험을 통하여 구조체와의 연결 방법 및 연결 기구를 보완해 나갈 예정이며, 이러한 결과가 실제 현장에서 유용하게 적용될 수 있을 것으로 기대해본다.