

PIE 시설구조물의 안전성 검토 및 보완

황용화, 이형권, 서항석, 김도식, 류우석
한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045
hvh@kaeri.re.kr

1. 서론

PIEF는 시설 구조물에 대해 안전진단을 실시하고 그 결과에 따라 시설 내·외부를 검사구역별로 나누어 구조물의 균열, 변형 및 박리 등 손상 현황을 점검하였다. 효율적 수명관리 및 건전성 확보를 위하여 대상 구조물에 대한 보수·보강을 수립하고 이에 대한 결과를 바탕으로 주기적으로 보수를 시행하였다.

2. 구조물 안전성 검토

2.1 콘크리트 벽체의 단면내력

주요 열화현상은 외부의 경우, 드라이비트 마감균열 및 들뜸, 도장박리, 백태, 배수관 및 기타 부대시설의 부식, 방수층 균열 및 손상 등이다. 내부는 지하층(관리구역)의 경우 내력벽체는 콘크리트 탈락, 조적벽체 균열(비관리구역) 등 과도한 외력이나 부등침하의 영향에 의한 손상과 추가적인 균열이나 배부름 등의 현상은 발견되지 않았다. 구조 안전성 검토 결과, 단면내력을 확보하고 있는 것으로 나타나 외력에 의한 현상이 아닌 콘크리트의 탈락 현상으로 추정되었으며 구조물의 안전성에 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 판단되었다. 그러나 이를 방지할 경우 철근의 부식에 의한 균열의 진전 및 콘크리트 탈락 현상의 증가로 인한 내구성 저하의 원인이 되는 것으로 향후 구조물의 유지관리 및 내구성 확보 차원에서 적절한 보수가 필요할 것으로 판단되었다. 또한, 일부 조적벽체에 발생된 균열폭 0.3mm 이상의 균열에 대해서 유지관리 차원의 보수를 실시하는 것이 바람직하였으며, 지붕층 바닥에 기 발생된 방수층 균열 및 손상의 경우 전 구간에 대한 보수보다는 경제성을 고려하여, 기 발생된 손상 부위에 대한 방수처리를 실시하는 것이 타당한 것으로 판단되었다.

2.2 구조요소에 대한 강도측정 및 구조해석

콘크리트물의 비파괴 강도측정, 중성화 및 염화물함유량시험과 철근배근 간격 및 피복두께 조사에서도 대부분 허용 기준치 이내의 양호한 상태로 나타났다. 초음파 속도에 의한 콘크리트는 '보통'의 품질상태인 것으로 나타나, 구조물의 안전성에 영향을 미치는 수준은 아니었다. 구조요소는 설계 단면력을 모두 확보하고 있는 것으로 나타나 구조해석 결과를 종합하면 대상구조물의 일부에 0.2mm이상 균열, 철근노출 등의 국부적 손상은 발견되었으나 전단력에 대한 안전성을 확보하여 구조물의 기능발휘에는 지장이 없었으며, 내구성 증진을 위한 일부의 보수가 필요한 상태로 판단되었다.

3. 구조물보수작업

3.1 보수공법의 선정

보수대상 열화현상에 대하여 0.2mm 이상의 구조체균열 보수는 주입공법, 0.3mm 이상의 조적 균열은 충전공법, 백태현상 부위는 표면처리공법, 재료분리, 박리/박락 부위는 단면복구공법, 철근노출부위는 철근방청 후 복구공법, 건물옥상 층 상부바닥파손부위는 방수공법으로 보수. 강재면 도장균열 및 도장 들뜸 부위는 강재의 도장 보수공법을 참고하여 해당 부위의 바탕처리 후 재도장을 결정하였다.

3.2 저압주입공법 보수작업 및 표면처리

PIEF의 콘크리트물에는 균열중심에 좌대를 부착하고 주입 Epoxy가 유실되지 않도록 Sealing재로 밀봉하였다. 경화 후에는 고압주입기를 이용하여 주입제가 미세균열까지 주입되도록 가압하여 균열보수를 시행하였다. SPI 균열보수공법에서 균열보수용 에폭시주입 및 충전 작업은 상온 5°C 이상일 때에 작업을 할 수 있도록 하였다. 콘크리트 균열 보수에 사용되는 자재는 ASTM C881 Type IV의 규정요건을 만족하는 것으로 기술사항 (Grouting의

주입압력, 주입시간, 최소 양생시간 등)은 승인 받은 자재의 사용지침서에 따르도록 하였다.

3.3 콘크리트균열 면보수 및 단면복구공법

면보수(표면보수)공법은 콘크리트 구조물의 표면에 부식, 표면박리 현상을 제거하고 보수하여 구조물의 부식, 박리현상을 예방할 수 있는 보수 방법이다. 단면복구공법은 골재노출, 공동, 박락 및 단면파손 등의 결함을 보수방법이다.

3.3.1 면보수(표면보수)

콘크리트 균열부에는 V-Cutting을 실시하고 탄성실링재를 도포하여 건조하였다. 균열부를 제외한 주위의 보수부분의 표면처리에는 Wire Brush 및 Hand Grinder 등으로 정리하고 고압공기, 세척기 등으로 청소하였다.

3.3.2 프라임도포 및 코팅

ERH-WS 프라임을 원액 그대로 충분히 함침시켜 균일하게 2회 도포하고, ERH-W 코트를 원액 그대로 충분히 함침시켜 균일하게 2회 도포하였다.

3.3.3 콘크리트 단면복구공법

열화된 콘크리트에 치핑작업을 수행하고 그 부위를 세정하였다. 정착핀 설치에 ERH-PIN은 드릴을 사용하여 50cm간격으로 설치하며 1m²당 4개소 설치를 기준으로 하였다. ERH-WS 프라임 원액을 균일하게 2회 도포 후 ERH-M 모르타르를 제조자의 배합순서로 하여 단면복구 하였다.

3.3.4 L.M.F시트의 성능 및 우레탄 도막

L.M.F시트(저융점(100~200℃)는 열 압착성과 인장강도가 우수하고, 유연성을 갖고 있다. 저융점 섬유 보강재를 유지하고, KS F 3211, KS F 4920 에서 요구하는 성능의 도막방수작업을 시행하였다. 프라이머는 우레탄 도막방수재와의 친화력에 의해 요구부착강도의 성능을 발휘하였다. 모르타르는 경화되고 표면 함유율이 6%이하로 되도록 충분히 건조되었으며 들뜸 현상을 최대한 방지하고자 하였다. 주재 및 경화제를 혼합한 우레탄 도막방수재(UC214)를 보수부위 전면에 도포하였다.

4. 결론

PIEF에 대한 점검 결과 전반적인 구조물에 대

해 외력이나 부등침하에 의한 구조적 손상은 발견되지 않았다. 구조물 외벽에 대한 전면 재도장 및 지붕 방수층 손상에 대한 보수공사를 실시하여 구조물의 내구성 확보 차원에서 적절한 것으로 판단되었다. 정밀검사에서는 허용기준을 만족하고 있는 것으로 구조 안전성 검토에서, 모두 단면내력을 확보하고 있는 것으로 나타났다. 결론적으로 구조물의 내구성 및 건전성은 확보되어 있는 것으로 판단되었고 차후에는 다음과 같은 방법에 의해 지속적인 유지관리가 필요할 것으로 사료되었다.

- 1) 점검계획에 따라 일상점검 수행.
- 2) 주기적인 점검을 실시하여 구조물의 열화이력을 철저히 파악함은 물론 점검자료를 D/B화 관리.
- 3) 정기점검을 통하여 균열폭 0.2mm이상으로 진전된 균열에 대해서는 적기보수.
- 4) 보수부위에 대해서는 구조물의 내구성 확보 및 보수효과의 확인을 위해 일정기간 관찰하여 기록 유지.
- 5) 구조물에 경사균열이 발생 시 균열에 대한 보수실시 후, 지속적으로 관찰하여 균열의 재발생 및 진전여부 확인.
- 6) 구조체 균열 관리가 필요한 현황에 대해서는 관리번호를 부여하고, 보수 후 지속적인 관찰 실시.