

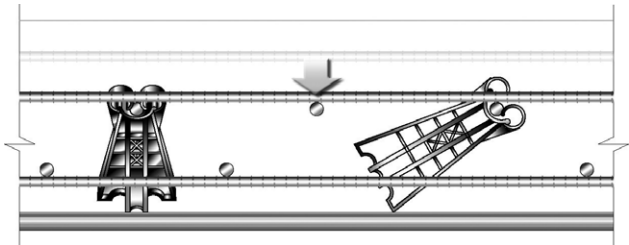
입체스페이서를 적용한 슬래브 바닥 공사

(삼성중공업 한국은행 현장 기숙사 현장을 중심으로)

윤상문 (주) 건설기술네트워크 소장
황현식 삼성중공업주식회사 기술실 TA파트 과장

1. 슬래브 공사의 문제점

슬래브 철근은 스페이서를 이용하여 상 하부 철근의 위치를 고정하는 것이 일반적인 방식이다. 그러나 하부 철근과 달리 상부 철근의 경우 상부철근을 고정하는 스페이서가 안정적이지 못한 단품형태로 되어 있어 안정성이 불확실한 경우가 많아 슬래브의 유효 깊이가 유지되기가 곤란한 경우가 빈번히 발생하며, 이러한 이유로 대부분의 주차장 슬래브에는 균열 누수 등의 하자가 빈번히 발생하고 있는 현실이다.



〈그림 1〉 완공 후 슬래브 균열 보수 사례



〈그림 2〉 전도가 용이하여 불안정한 단품형태의 플라스틱 스페이서

이러한 이유 때문에 외국의 경우 상부철근의 고정을 안정성이 불안한 단품형태의 스페이서를 사용하기 보다는 연속 스페이서(일명 지네발 스페이서)를 적용하여 상부철근의 고정을 보다 견고하게 적용한다.

하지만 스페이서 비용을 별도로 산정하지 않는 국내 현장의 관행상 추가적인 비용이 발생하는 연속 스페이서를 적용하기에는 원가적인 측면에서 불리한 점이 많아 대부분의 현장에서 적용을 꺼려하고 있는 현실이다.

슬래브 철근의 유효 깊이 확보를 철근 트러스 슬래브의 경우, 공장



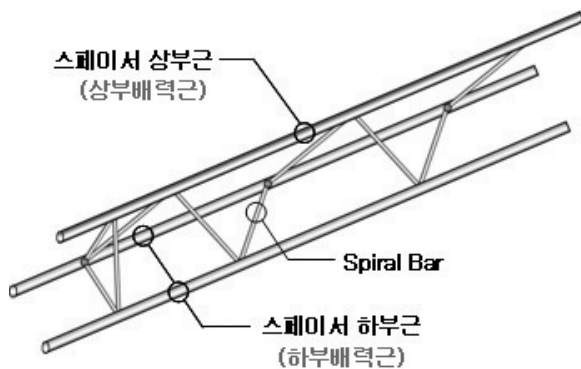
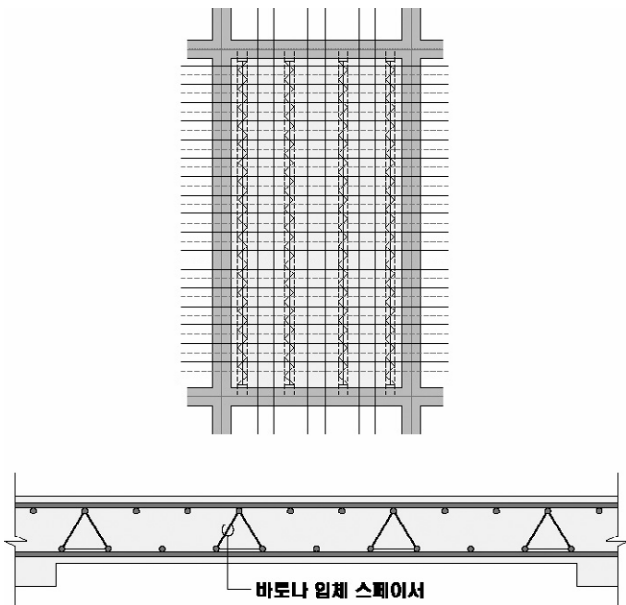
〈그림 3〉 연속 스페이서를 이용하여 상부철근을 고정한 외국의 사례

생산물이라 신뢰할 수 있고 철근 유효 깊이가 확실히 고정된다는 점에서 많은 현장에서 적용하고 있지만, 슬래브 표면이 노출되지 않아 만일의 경우 발생하는 누수 및 균열을 찾아내기 어렵다는 문제 점이 있다.

2. 바로나 입체스페이서 특징

2.1 배력철근을 이용한 입체스페이서

바로나 입체스페이서는 기존의 입체스페이서보다 더욱 안정성 있도록 상부철근을 지지할 수 있다는 장점뿐만 아니라 비용상승의 요인이 될 수 있는 별도의 지지용 연속철근을 기존 슬래브의 배력철근(온도 철근)으로 활용하도록 하여 비용 상승요인을 크게 낮출 수 있다.

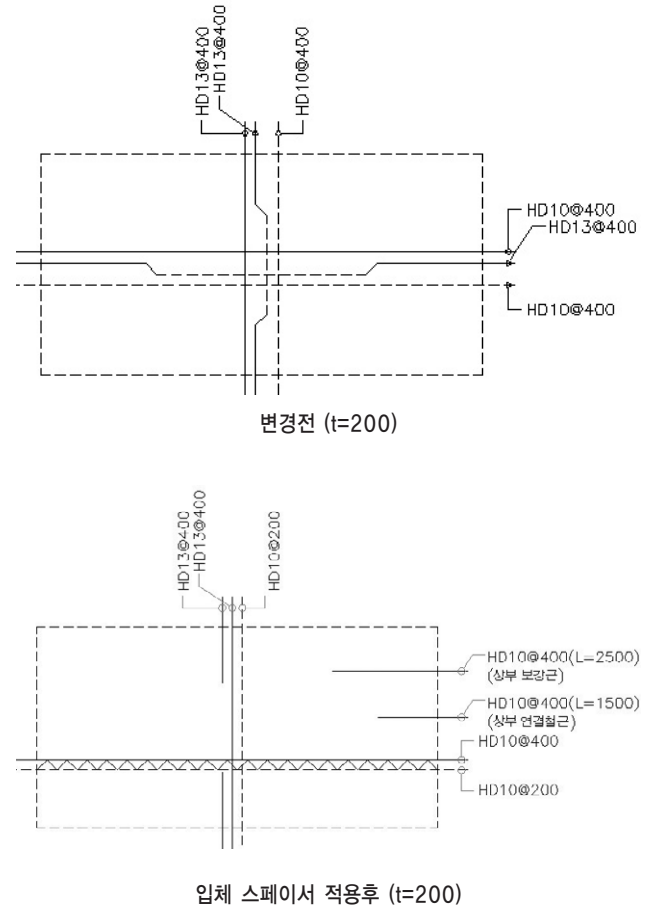


(그림 4) 바로나 입체스페이서의 개요

또한 구부림 철근(bent bar)의 적용이 없이, 직선형태의 'cut bar' 철근 적용으로 유도가 가능하여 철근 배근이 단순화되기 때문에 철근 작업의 시공성이 개선된다는 부수적인 효과를 누릴 수 있다.

2.2 철근 배근의 단순화

당초 현장안 역시 구부림 철근(bent bar)을 적용한 배근이었으나, 입체스페이서를 적용하면서 재설계를 통하여 cut bar 형식으로 단순화가 가능하였다.



3. 현장 적용 사례(한국은행 기숙사 현장)

3.1 개요

당 현장은 지하 2층 지상 5층 기숙사 건물로서 지하 2층 및 지하 1층에는 지하주차장 및 각종 편의 시설이 계획되어져 있었으며, 국내 최고의 은행이라는 면에서 무엇보다도 품질이 가장 우선시 되어야 하는 현장이었다.

하지만 전술한 바와 같이 많은 지하주차장에서 누수, 균열 등의 하자를 보아왔던 경험 때문에 지하주차장의 균열 방지를 위한 별도의 대책이 필요하였다.

슬래브의 두께를 키워 강성을 보완하는 방법이 우선적으로 고려되었으나, 슬래브 두께가 아무리 두꺼워져도 슬래브의 유효 깊이를 확실하게 확보하지 못한다면 완공 후 발생하는 균열 등의 하자를 방지

할 수 없다는 판단아래, 슬래브의 유효 깊이를 확실하게 확보할 수 있으면서 공사비에 부담이 적은 새로운 시공방법을 찾아야 했다. 이러한 면에서 상부철근의 고정을 견고히 할 수 있으면서 배력철근으로 활용이 가능한 '바로나 입체 스페이스'가 슬래브 품질 확보에 가장 적합한 제품이라고 판단하였다.

대안으로 생각한 철근 트러스 슬래브 공법은 공장 생산품이라 신뢰할 수 있고 철근 유효 깊이를 확실하게 유지할 수 있다는 장점이 있었으나, 완공 후 슬래브 하부의 표면이 노출되지 않아 만일의 경우 발생하는 누수 및 균열을 찾아내기 어렵고, 발견된 균열에 대해서도 보수가 곤란하다는 문제점이 있어 적용 대상에서 제외하였다.

입체스페이스의 적용 범위는 최하층으로 기초 구조가 연관된 지하2층은 제외하였고, 지상 1층 바닥은 슬래브 단차가 많고, 다양한 배근이 혼재되어 있었을 뿐만 아니라 시기적으로 부적합하다고 판단하여, 지하 1층 바닥을 대상으로 입체스페이스를 적용하였다.

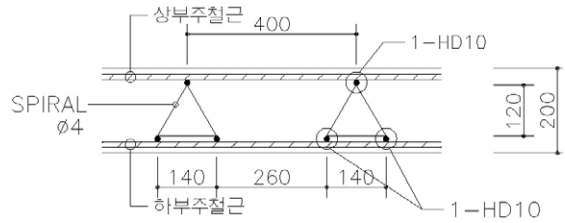
3.2 공사비

입체스페이스는 일부 코아 및 램프 부분을 제외한 전체 바닥(약 1700m²)에 적용하는 것으로 하였다. 입체 스페이스 적용을 위하여 일부 슬래브의 배근을 구부림 철근 형태에서 cut bar 형태로 변경하였고, 이로 인하여 일부 철근량이 감소됨은 물론, 시공성도 많이 개선될 수 있었다.

하지만 입체스페이스 적용을 위해서는 다소의 금액 상승이 예상되었으나, 주차장 품질확보가 우선되어야 한다는 판단아래 추가되는 비용을 감수하기로 하였다. 입체스페이스의 가공, 조립, 운반 비용으로 약 400만원 정도의 추가 금액이 발생하였으며, 면적으로 환산할 경우 면적당(m²) 약 2400원 정도의 추가 금액이 발생하였다.

3.3 입체스페이스의 형태 및 제작

입체 스페이스는 배력철근으로 설계되어 있는 기존의 HD10 철근을 슬래브 배근 형태에 따라 하부와 상부에 배치하고 상하부 철근의



위치 고정을 위하여, 삼각형의 연속 나선철근으로 제작한 $\phi 4$ 또는 $\phi 5$ 원형철근을 배력철근에 용접하여 고정하는 형태이다.

슬래브 높이에 따라 삼각형의 연속 나선 원형철근의 규격(직경)과 간격은 정해지며, 이러한 배력근을 이용한 입체 스페이스는 현재 실용신안(실용 제 336848호)으로 기술심사를 받은 신공법이다.

3.4 시공 개요

바로나 입체 스페이스의 시공은

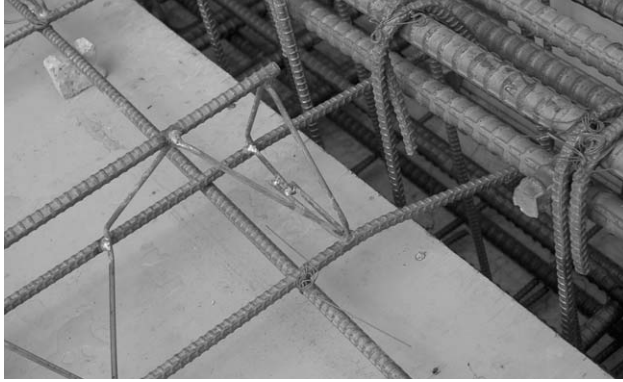
- ① 하부철근 깔기, ② 입체스페이스 깔기, ③ 연결용 부철근 조립, ④ 상부철근 깔기, ⑤ 보강철근 조립, ⑥ 콘크리트 타설의 순으로 기존의 슬래브 철근 공사와 크게 다르지 않다.



운반 및 하차



하부철근 상부에 연속스페이스 깔기



입체스페이스 하부 부철근과 보의 정착



상부철근 시공



상부 연결 철근의 시공



콘크리트 타설

4. 균열 보수 비용 'ZERO'의 슬래브 바닥공사

4.1 공사완료 후 슬래브 바닥 상태

지하 1층 슬래브는 지상골조가 완공될 때까지 작업 공간과 자재 보관용 공간으로 활용되어 상당히 큰 적재하중이 적재되었음에도 현재 까지 지하 주차장에는 육안으로 발견되는 균열이 단 한 군데도 발견되지 않았으며, 2006년 1월에 개관하여 현재 사용 중에 있다.



<그림5> 마감공사 전 골조의 표면 상태



<그림6> 뽕칠마감 후 사용 상태에서의 표면 상태

지하주차장 슬래브는 하부 뽕칠 마감, 상부 에폭시 코팅 마감이 적용되어 슬래브 내부의 균열상태를 직접적으로 관찰할 수 없으나, 시공 직후의 슬래브 상태<그림 5>와 지금까지 마감면의 상태<그림 6>로 판단하여 볼 때, 슬래브 균열과 관련한 징후는 발견되지 않았으며, 현재까지 균열 보수와 관련된 어떠한 추가 비용도 발생하지 않았다.

이러한 면에서 입체스페이스 적용 초기에 일부 추가비용이 발생하였다고 하더라도, 슬래브 균열로 고생하는 타 현장의 어려움을 상기할 때, 시공 당시의 추가비용 보다는 품질확보와 유지관리의 장점을 고려하는 것이 더욱 적절한 판단이 될 수 있다고 생각된다.

4.2 슬래브 유효폭의 중요성

입체스페이서를 개발하는 당시에도 슬래브 균열은 확실히 제어할 수 있을 것이라 예상하였지만, 현재의 주차장 바닥을 보면서 슬래브 품질확보를 위하여 유효 깊이를 유지하는 것이 얼마나 중요한 지를 다시 한번 돌아보게 되었다.

특히, 일부에서는 배력철근의 배치 간격(특히 상부 배력근)이 당초 현장안에 비하여 다소 넓어지는 것을 우려하기도 하였으나, 완공 후에도 배력철근과 관련된 어떠한 이상 징후가 발견되지 않았고, 균열

보수 비용 ZERO의 현장이라는 자신감을 더욱 크게 갖게 하였다.

지금도 많은 동료와 선 후배 들에게 균열이 전혀 없는 지하주차장에 대한 이야기를 자주하면서 균열 방지를 위해서 우선적으로 하여야 할 조치사항으로 '주 철근의 유효 깊이를 확실하게 확보하라'고 자신있게 이야기 한다.

끝으로 이러한 사례가 당 현장에서만 그치지 않고 많은 현장에 퍼급 되어 우수한 품질의 주차장이 시공될 수 있는 좋은 사례가 되었으면 하는 바람이다.

시 험 일 정

구분	필기원서접수 (인터넷)	필기원서접수 (내방)	필기시험	필기합격 (예정자)발표	실기원서접수	실기시험	최종합격 발표일
2006년 정기 기술사 제78회	2006.01.17 ~ 2006.01.23	2006.01.24 ~ 2006.01.25	2006.02.19	2006.04.03	2006.04.03 ~ 2006.04.06	2006.05.06 ~ 2006.05.18	2006.06.05
2006년 정기 기술사 제79회	2006.05.02 ~ 2006.05.08	2006.05.09 ~ 2006.05.10	2006.05.28	2006.07.10	2006.07.10 ~ 2006.07.13	2006.08.12 ~ 2006.08.24	2006.09.11
2006년 정기 기술사 제80회	2006.07.25 ~ 2006.07.31	2006.08.01 ~ 2006.08.02	2006.08.20	2006.10.09	2006.10.09 ~ 2006.10.12	2006.11.04 ~ 2006.11.16	2006.12.04