

특 집

|| 최근 프리캐스트 콘크리트의 신기술 ||

최근의 프리캐스트 콘크리트 슬래브 기술 - Recent Domestic Precast Concrete Slab Technologies -



김종수*
Kim. Jong Soo



정장원**
Jung. Jang Won



이기학***
Lee. Ki Hak



안중문****
Ahn. Jong Mun

1. 서 론

현재 국내 건설시장에서는 인건비의 상승, 엄격한 품질관리 및 환경친화적인 건설현장의 요청에 따라 공업화 생산에 의해 품질 관리가 쉽고, 전문기술 인력에 의한 조립으로 공기단축이 가능하며, 정돈된 건설 환경에 의한 인사사고율의 현격한 감소 등의 이유로 프리캐스트 콘크리트를 이용한 건축물이 증가 추세에 있다. 이러한 시장의 수요와 엔지니어의 기술개발 노력으로 신세대 프리캐스트 구조가 출현하고 있다. 이에 최근에 개발된 수평부재 관련 신기술 몇 가지를 소개한다.

2. 수평부재 신기술

국내에서 일반적으로 사용되고 있는 PC 수평부재는 크게 3가지 종류로 더블티(double tee)슬래브, 중공 슬래브(hollow core slab), 하프 PC 슬래브를 들 수 있다. 이 3가지는 건축물의 수평구조부재로 이용되기 위하여 PC 슬래브 위에 덧침 콘크리트(topping concrete)타설하여 양생 시 합성부재로 설계된다. 하프 PC 슬래브의 이점도 이 작용으로 지어진 것이다.

〈그림 1〉과 같은 더블티는 하중의 크기와 보 간격(span)에 따라 보 역할을 하는 다리(stem)의 크기가 300 mm부터 800 mm까지 생산되며, 국내에서는 600 mm가 많이 보급되어 있다.

〈그림 2〉와 같은 중공 슬래브는 국내에는 스펠크리트(spancrete)라는 상표명으로 생산되고 있으며 하중의 크기와 보 간격에 따라 두께 100 mm부터 400 mm까지가 생산된다.

〈그림 3〉과 같은 하프 PC는 긴장력(프리스트레스)을 도입하지 않을 때는 보통 최대 보 간격을 4.0 m 이하로 제한되는 특징을 가지고 있으며, 국내에서는 상부 철근을 하프 PC에 트러스 형식으로 설치하여 현장 철근작업을 간편하게 하고 있다. 또는 하프 PC판에 긴장력을 가하여 장경간에 사용할 수 있으며 두께는 100 mm부터 200 mm까지가 생산된다.

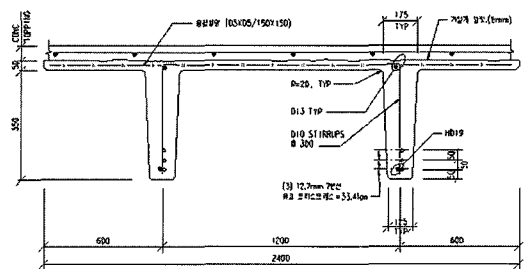


그림 1. 더블티 슬래브(Double Tea Slab)

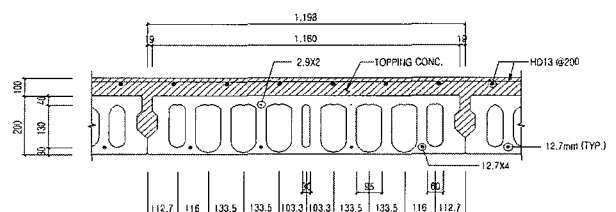


그림 2. 중공 슬래브(hollow core slab)

* 정회원, (주)CS구조엔지니어링 대표

** 동서PC(주) 사장

*** 정회원, 세종대학교 건축공학과 교수

**** 정회원, 한양대학교 건축공학과 연구교수

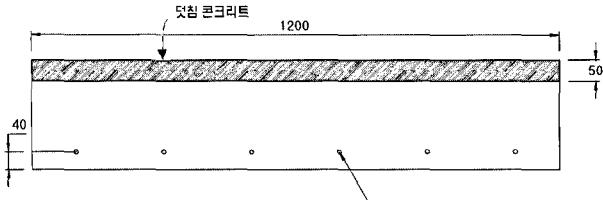


그림 3. 하프 PC 슬래브(half PC Slab)

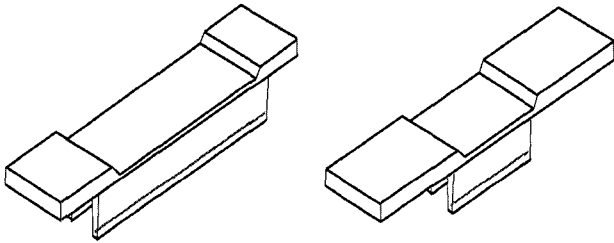


그림 4. 제안하는 개량덱 더블티 | 그림 5. 제안하는 개량덱 더블티

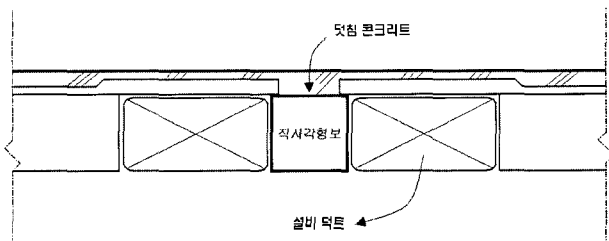


그림 6. 설비덕트를 포함한 개량 T형 PC슬래브 연결부

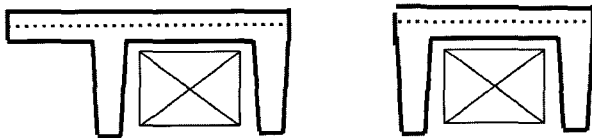


그림 7. 더블티 다리 사이의 보조 덕트

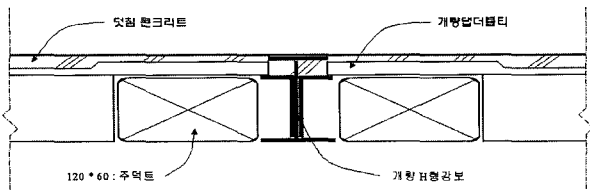


그림 8. 설비 덕트를 포함하는 개량 H형 강보와 개량 T형 PC 슬래브 연결부

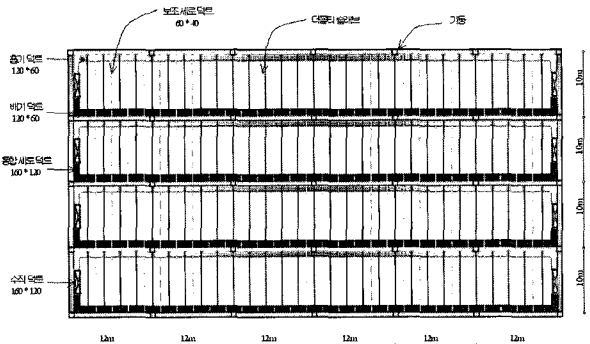


그림 9. 설비평면도

2.1 층고 감축형 더블티

층고 감축형 더블티는 단부에 개구부를 설치하여 중앙부 강선과 배근에 지장이 없도록 하였다. 이 경우 슬래브 중앙부의 모멘트는 PS 강선 또는 주근으로 보강 지지되며, 슬래브 단부의 전단력은 양 단부의 두께가 보 중앙부의 두께보다 더 두꺼운 직사각형판 형상의 플랜지(〈그림 4〉와 〈그림 5〉 참조)에 의하여 지지될 수 있으며, 그 두꺼운 직사각형판 형상의 플랜지 하부에 조립된 설비 덕트를 직접 상량 고정할 수 있다.

〈그림 6〉에서 직사각형 콘크리트 보위에 설비덕트를 포함하는 더블티 슬래브의 단면을 볼 수 있다. 이 개량 더블티의 단부는 직사각형 보 위에서 〈그림 6〉과 같이 직사각형보 위에 그대로 올려지며 추가적인 거푸집이 없이 덧침 콘크리트를 타설할 수 있다. 아울러 보 하단의 덕트는 〈그림 7〉과 같이 더블티 다리 사이로 보조 덕트를 설치할 수 있으므로 건물의 전체 공간에 덕트를 배관할 수 있다.

더블티 슬래브는 과도한 하중·장스팬 구조물에 주로 활용되는 철골프레임에 가장 적합한 슬래브라 할 수 있다. 그러나 철골보 위에 기존 더블티를 설치할 경우 더블티 단부에서 다리에 의한 집중하중이 발생하며, 덧침 콘크리트를 타설할 때 다리 사이로 흘러내릴 수밖에 없다. 제안하는 개량 더블티는 H형강 보 위에 등분포 하중으로 그대로 올려지며 추가적인 거푸집이 없이 그대로 덧침 콘크리트를 타설할 수 있다. 아울러 철골 부재에 국부하중을 주지 않으므로 합리적인 두 재료의 조합을 형성할 수 있다.(〈그림 8〉 참조)

실례로 설비 계획의 실례를 〈그림 9〉에서 보여준다. 공조용 덕트는 더블티 단부에서 흡과된 배기덕트가 놓여지며 건물의 단변방향 끝에서 일체화되어 수직덕트로 연결된다. 일반적으로 더블티 슬래브 공법은 더블티가 걸쳐 앉은 X방향으로만 내부보가 형성되며, Y방향은 내부보가 없이 테두리 보만 있다. 따라서 주덕트를 개량 더블티 슬래브의 양단 개구부를 이용한 가로 방향으로 설치하고 보조 덕트를 더블티 슬래브의 다리 사이를 세로 방향으로 이용하면 덕트 높이만큼의 층고를 절약할 수 있다.

2.2 지하층 토압을 받는 중공 슬래브

국내 대도시 지역에서는 비싼 땅값으로 인해 용적률을 최대한 확보하기 위해 지하층의 깊이가 8층 이상 되는 건물이 늘어나고 있다. 지하층 공사는 토압과 지하수 등 공사여건이 지상보다 더욱 까다롭기 때문에 공기가 지상층의 2배 가까이 늘어난다. 이 경우 지하층에서는 PC 슬래브를 사용할 경우 조립식의 특성을 이용하여 공기를 단축할 수 있게 된다. 중공 슬래브를 사용하면 8.0m ~ 12.0m의 경간을 중간 보 없이 설치할 수 있으며 효율적인 PC 공사가 된다. 지하층 슬래브의 특성상 중력 하중에 의

한 수직하중 외에 토압에 의한 수평하중을 받으며 이것이 압축력으로 작용하므로 이 힘에 의한 좌굴 등을 검토하여야 한다. 외국에서는 지하층 깊은 곳에 PC 슬래브 사용례가 적기 때문에 여기에 관한 실험과 연구 논문을 찾아보기 어렵다. 최근에 행해진 이 실험과 실제 지하층 사례를 소개한다.

① 시험체의 종류

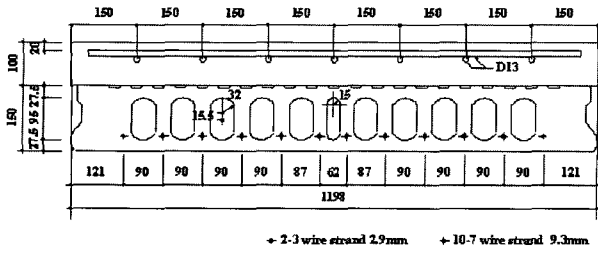


그림 10. 두께 150 중공 슬래브 + 100 덧침 콘크리트

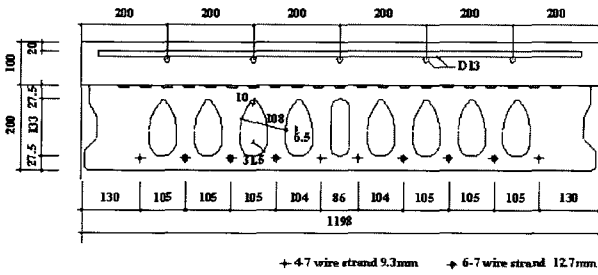


그림 11. 두께 200 중공 슬래브 + 100 덧침 콘크리트

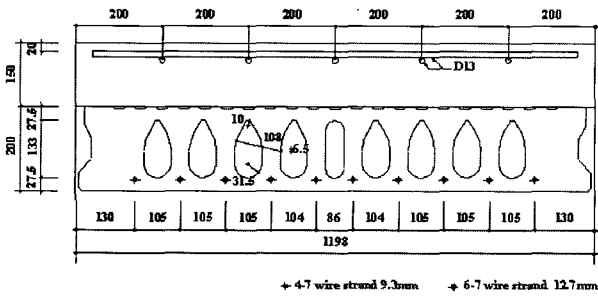


그림 12. 두께 200 중공슬래브 + 150 덧침콘크리트

② 가력개념도

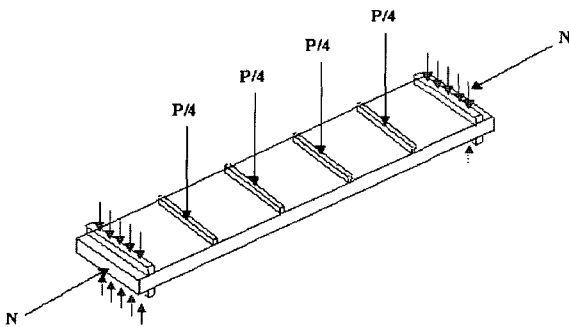


그림 13. 가력개념도

③ 실험결과

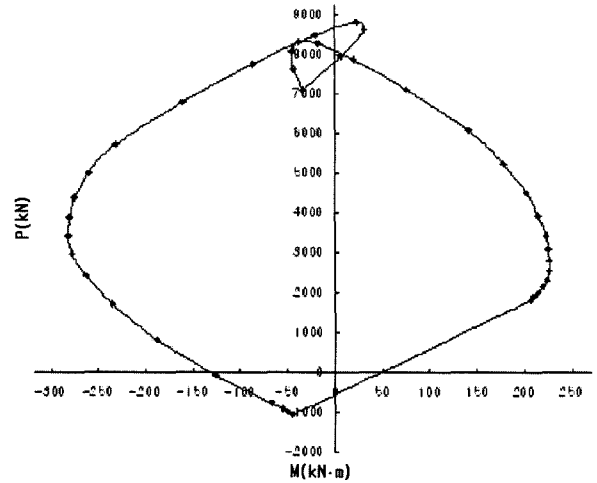


그림 14. 중공 슬래브의 부재단면해석에 의한 P-M상관곡선

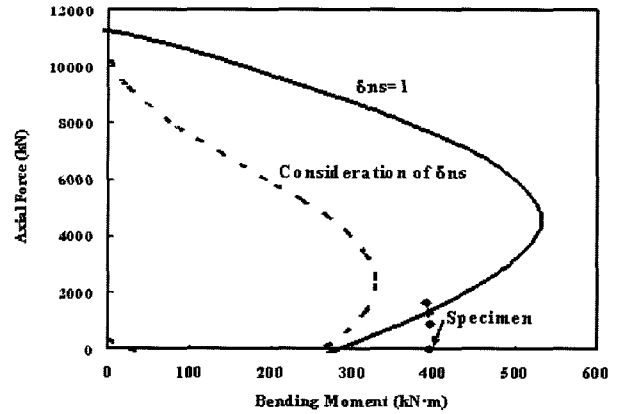


그림 15. P-M 상관도의 해석과 실험결과 비교

토압을 받는 중공 슬래브 합성시스템에 대한 실험 및 해석결과를 토대로 구조 검토한 결과 토압에 의한 확대모멘트를 상쇄시켜 구조적으로 안전한 것으로 판명되었다. 따라서 이를 토대로 중공 슬래브를 이용한 지하 주차장 PC 시스템을 적용함으로써 시공성 개선과 층고 절감 등을 통한 경제성이 우수한 것으로 판단되며, 지하 주차장에 적용 사례는 <그림 16>과 같다.

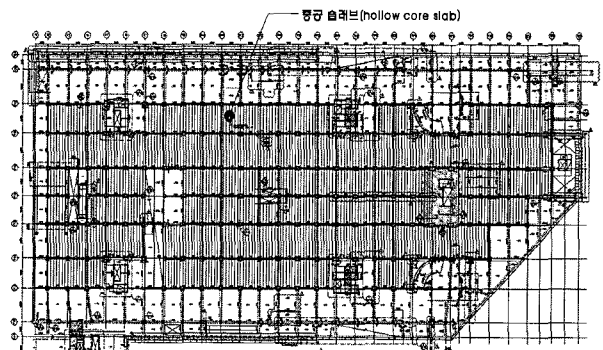


그림 16. 하이브랜드 지하층 구조평면도

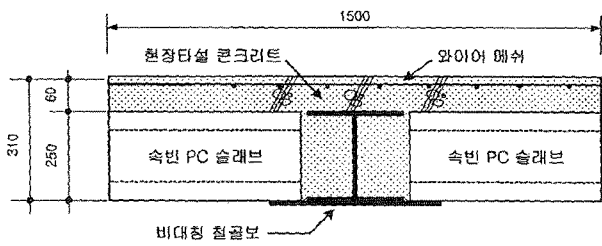


그림 17. 일반형

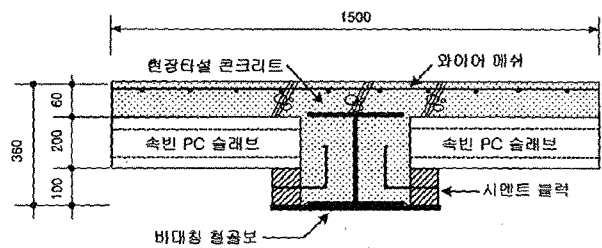


그림 18. 시멘트 블록형

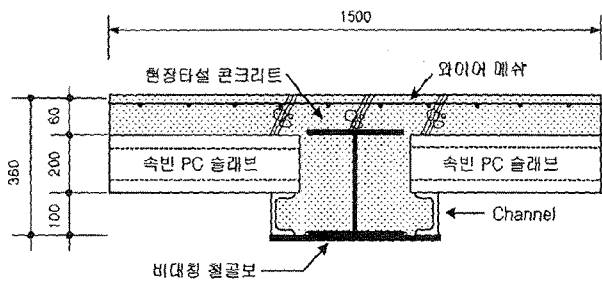


그림 19. 채널형

2.3 중공 슬래브를 이용한 층고 절감형 바닥공법

최근 강재를 이용하여 RC의 무량판 구조를 층고에서 따라잡기 위한 노력이 계속되고 있다. 이런 종류 중 강재와 중공 슬래

브를 합성한 층고 절감형 바닥공법이 유럽에서는 이미 널리 사용되고 있으며, 국내에서도 최근 개발되었고 관련된 시험도 이미 완료된 상태이다. 또한 최근 학교, 병원, 단체 숙소 시설에 적용되는 철골 프레임을 이용한 모듈러 건축물의 바닥재로서 응용을 시도하고 있다. 대표적인 상세는 <그림 17~19>와 같다.

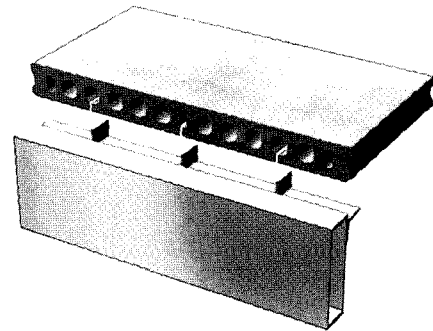


그림 20. 모듈러 시스템의 적용과 쉬어코넥터

3. 맺음말

이상과 같이 국내 건설시장에서도 인건비의 급격한 상승과 구조체의 품질관리, 친환경적인 현장관리의 필요성에 따라 프리캐스트 콘크리트 구조는 선진국 시장처럼 광범히 적용될 것이다. 위 사례에서와 같이 국내 건설시장의 특성에 맞춰 요소기술들이 계속 발전된다면 국내 프리캐스트 콘크리트의 기술도 곧 선진국권에 진입될 것으로 사료된다. □

참고문헌

1. PCI DESIGN HANDBOOK, FIFTH EDITION
2. 속빈 프리캐스트콘크리트 슬래브를 이용한 층고절감형 바닥공법 개발, 한국건설기술연구원, 2003. 5.
3. HOLLOW CORE SLAB에 의한 지하층 구조시스템 개발을 위한 연구, 한양대학교 초대형구조시스템연구소, (주)CSR조엔지니어링, 2003. 11.

도서소개 - “콘크리트 표준시방서 해설”

◆ 소개 : “... 「콘크리트 표준시방서 해설」의 개정에는 1999년도 재정판을 근간으로 하였으며, 국내외 각종 시방서 및 기준 등을 참고하였습니다. 또한, 집필에는 콘크리트 관련 분야에 종사하고 있는 토목·건축 분야의 중진 기술자 및 연구자들이 참여하였으며, 수차의 토의와 여러 번의 공청회를 개최하여 특히, 현장 기술자들의 의견을 반영하였습니다. 초안에 대해서는 학회 자체의 자문회의를 거쳐 수정 보완하였으며, 콘크리트와 관련이 있는 기관 및 연구소 등에 검토를 요청하여 수용할 수 있는 부분은 최대한 반영함으로써 좋은 「콘크리트 표준시방서 해설」이 출간 될 수 있도록 정성을 다하였습니다. ...”(머리말 中)

- 제 목 : 콘크리트 표준시방서 해설
- 저 자 : 사단법인 한국콘크리트학회
- 출판사 : 기문당
- 출판일 : 2004년 2월
- 페이지 : 670쪽
- 정 가 : 35,000원