

개방형 슬래브의 압축 성능 실험

Compression Tests on Opened Slab

최 린*
Choi, Lin

고 수 진**
Goh, Soo-Jin

염 경 수***
Yom, Kyong-Soo

전 금 석****
Jeon, Keum-Seok

임 홍 철*****
Rhim, Hong-Chul

Abstract

Building construction in downtown is ever increasing with a strong demand. Top-Down Method is one of suitable construction method for its advantage in minimizing disturbance to neighborhood. Along with these reasons construction site has developed lots of new methods and materials for Time-Cost Trade-off and improving constructability. Opened Slab is one of these method which resist the horizontal force by slab and it has many merit about construction time and unity. We analyze the compression tests on opened slab for the application.

키 워 드 : SPS 공법, CWS 공법, 개방형 슬래브, 역타공법, 테두리보, 지하공사

Keyword : SPS Method, Opened Slab, Top-Down Method, Perimeter Girder, Underground Construction

1. 연구배경과 필요성

최근 도심지역에서의 건축 공사는 높은 지가에 따른 대지 활용의 극대화를 위해 주위 건물과 근접하여 건물을 시공하고 있으며 시공중 민원발생의 최소화, 공기단축, 1층 바닥을 다양한 용도로 활용 할 수 있다는 점 등으로 지하 역타 공법이 많이 선택 되고 있다 (강현정 외 4인, 2006). 이러한 지하 역타 공법의 종류에는 여러 가지 방법들이 있지만 간략하게 정리하면 슬래브로서 수평하게 저항하도록 하며 땅을 거주집 지지체로 이용한 B.O.G. (Beam on Grade), S.O.G. (Slab on Grade) 공법, 거푸집을 매단 형태로 역타 시공하는 N.S.T.D. (Non Supporting Formwork System for Top Down Construction), B.R.D. (Bracket supported R/C Downward) 공법, 영구 철골보를 이용하여 수평 압에 저항하도록 한 S.P.S. (Strut as Permanent System Method), C.W.S. (buried wale Continuous Wall System) 공법 등이 있다 (이동희, 2001).

기존에 사용되고 있는 영구 철골보를 이용한 역타공법에서 지하 합벽구조는 RC 테두리보 또는 철골 띠장을 지하외벽에 매립하는 방법으로 이루어지고 있는데 RC 테두리보의 경우는 지하외벽의 후시공을 위해서는 먼저 시공된 슬래브나 테두리보에 콘크리트 타설용 슬리브(sleeve)가 설치되어야 하며 지하외벽 주 철근의 층간 연속 배근의 어려움으로 상하층의 지하외벽을 일체화하기 위한 별도의 다우웰바(dowel bar)의 설치가 필요하게 된다. 이러한 단점들을 해소하기 위해 철골 띠장을

이용한 방식과 개방형 슬래브를 이용하는 방식이 있다.

개방형 슬래브를 이용한 지하 역타 공법은 건축물 지하의 층간 수평구조체가 흠막이 벽을 지지하도록 시공되는 지하 흠막이벽의 지지구조에서, 흠막이벽과 접하는 지하외벽의 시공을 연속적으로 진행할 수 있도록 구조적 보강이 된 개구부를 가진 흠막이벽의 지지 구조방식이다. 즉, 개방형 슬래브는 지하의 내부 층간 수평구조체가 가설 흠막이벽 배면측에 작용하는 수평하중(토압)을 개방형 판재의 콘크리트 타설 부위를 통해 전달하며 개방형 판재의 개구부를 직간접으로 활용하여 별도의 슬리브나 벽체 이음철근 없이 지하 외벽 시공을 위한 주철근의 배근 및 콘크리트 타설을 원활히 할 수 있게 함으로써 벽체의 시공성 및 일체성을 개선시켰으며, 테두리보 시공의 생략을 통해 공기를 단축시킬 수 있는 공법이다.

본 논문에서는 현재 사용되어지고 있는 지하 역타 공법 중에서 RC테두리보와 영구 철골보를 이용한 공법, RC테두리보 대신 철골 띠장을 사용하는 공법, 선 시공된 개방형 슬래브를 이용하는 공법을 비교 분석하며 개방형 슬래브의 압축 강도 실험을 정리하겠다.

2. 개방형 슬래브의 구조와 하중 전달 방식

가설 흠막이벽에 적용한 S.P.S. 공법에서는 RC 테두리보 시공을 위한 별도의 거푸집 공사가 필요하며 지하 외벽 합벽 타설시 테두리보에 의한 간섭이 생겨 벽체간의 일체성이 떨어져 역타 조인트가 발생하는 등의 문제점이 발생한다 (고수진, 2001, 서수연 외 2인, 2005). 이에 대하여 개방형 슬래브의 경우 선시공된 개방형 슬래브가 수평하중에 저항하여 별도의 테두리보가 필요 없어 공기가 단축되며 개방형 판재의 사용으로

* 연세대학교 첨단구조연구실 연구원

** (주) 에스피에스 대표

*** (주) 하모니 구조엔지니어링 대표

**** (주) 씨엠파트너스 대표

***** 연세대학교 건축공학과 교수, 정회원

후시공되는 지하 외벽간의 일체성 또한 개선시킬 수 있는 공법이다.

2.1 개방형 슬래브의 지지구조의 구성요소

개방형 슬래브 지지구조는 크게 그림 1의 개방형 슬래브 부분 (그림 1. ①)과 이를 받치기 위한 가설부재부분 (그림 1. ②~⑤)으로 나눌 수 있으며, 개방형 슬래브 부분 (그림 1. ①)은 개방형판재와 판재에 설치하는 보강용 철근 및 판재 위에 타설하는 콘크리트 부분으로 나눌 수 있다. 또한, 개방형 슬래브를 받치기 위한 가설부재 (그림 1. ②~⑤)는 현장여건에 따라 여러 가지 형식을 이용할 수 있다 (전금석 외 4인, 2006).

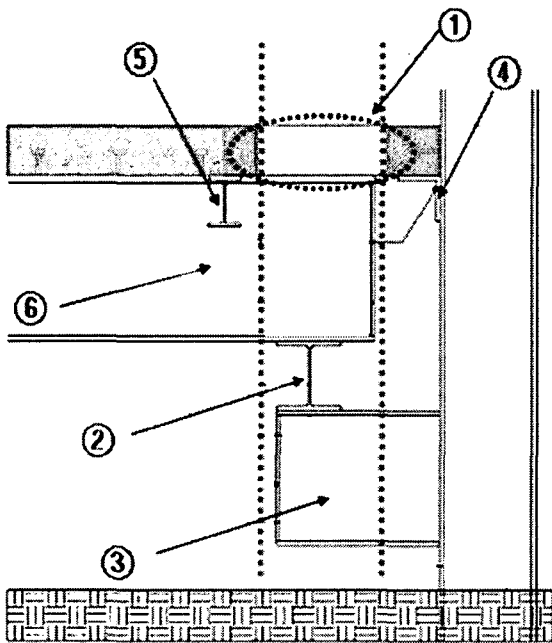


그림 1. 개방형 슬래브 구성요소

- ① 개방형 슬래브
- ② 단부 철골보 지지보 (합벽 내 매립)
- ③ 지지용 bracket (합벽 내 매립)
- ④ 개방형 판재 거치용 angle
- ⑤ 개방형 판재 거치보
- ⑥ 영구시 철골보

2.2 수평하중 전달 방식

기존의 영구 철골보를 이용하여 지하를 역타로 시공해 나가는 공법에서는 흙막이 벽 배면측에 작용하는 수평하중에 대하여 영구 철골보와 RC 테두리보 또는 철골 띠장을 이용하여 저항하였다.

이에 비해 개방형 슬래브를 이용한 지하 역타 공법에 있어서는 흙막이벽 배면에 작용하는 수평압력을 개방형 판재의 콘크리트 타설 부위를 통해 슬래브 전체로 전달하여 시공중 수평하중에 저항하며, 개방형 판재의 의해 open된 부위는 추후 지하외벽 시공시 벽체 수직 철근의 배근을 용이하게 하고 콘크리트 타설구로 사용되어 역타조인트의 발생을 억제시키는 효과

가 있다. 그림 2는 개방형 슬래브의 수평하중저항에 대한 구조개념을 나타낸 것이다.

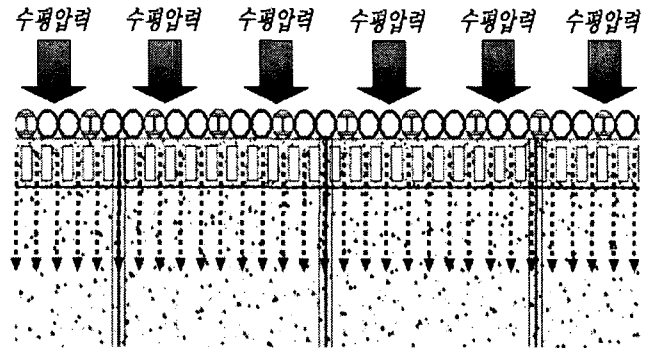


그림 2. 개방형 슬래브의 구조개념

3. 개방형 슬래브의 압축 성능 실험

개방형 판재를 이용하여 총 6개의 시험체를 만들어 100 tf, 300 tf까지 가력이 가능한 U.T.M. (Universal Test Machine)을 이용하여 개방형 슬래브의 압축 성능 실험을 행하였다.

3.1. 압축성능 시험체 개요

지하 외벽의 두께 및 개구부 크기에 따라 총 6개의 시험체를 만들었으며 시험체 각각의 개요는 표 1에 나타내었다.

표 1. 판재 시험체 규격

판재 시험체의 규격	520(W) x 2,000(L) x 1.6(T)
	520(W) x 2,100(L) x 1.6(T)
	720(W) x 2,000(L) x 1.6(T)
	720(W) x 2,100(L) x 1.6(T)
	920(W) x 2,000(L) x 1.6(T)
	920(W) x 2,100(L) x 1.6(T)

콘크리트 강도 : 240 kgf/cm²

양생일수 : 3일 (520W type - 28일 강도의 65% 발현), 28일 (720W, 920W type)

시험체 : 무근 (520W type), 철근보강 (720W type)

재하 하중 : 100 tf (520W type), 300tf (720W type)

개방형 판재의 형태는 개구부를 형성하는 수직판부와 콘크리트가 타설되는 바닥판부로 형성된다(그림 3).

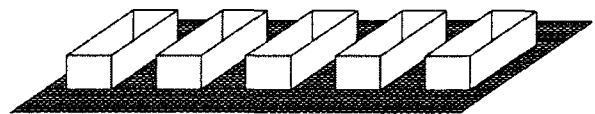


그림 3. 개방형 판재 사시도

3.2. 개방형 슬래브 압축 성능 실험 결과

개방형 슬래브의 압축 성능 실험값을 정리하면 표 2와 같다.

표 2. 압축 성능 실험 결과

Type	wall thk (mm)	최대하중 (tf/m)	비고
520 A	400	49	무근
520 B	400	47	무근
720 A	600	146	철근보강
720 B	600	144	철근보강
920 A	800	145	철근보강
920 B	800	139	철근보강

개방형 슬래브의 압축 성능 실험을 통하여 일반적인 지하 역타공사에서 개방형 슬래브를 이용한 수평하중 지지방식이 충분히 유효하다는 결론을 얻을 수 있었다. 그림 4는 재하 하중에 따른 변형도 곡선이다.

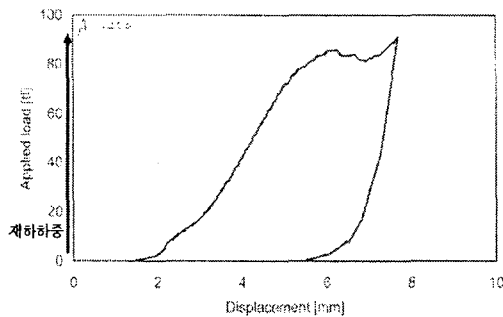
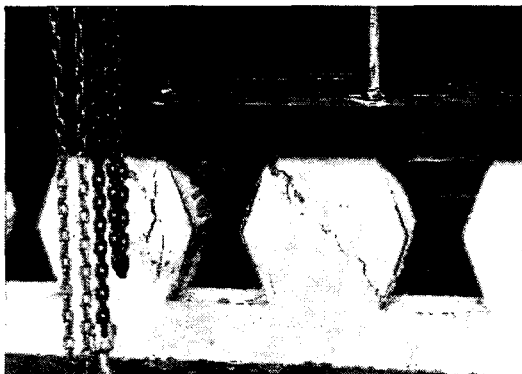


그림 4. 재하하중에 따른 변형 그래프

사진 1은 재하 실험에 의한 균열 모습이다.



(a) 균열모습(전면)



(b) 균열모습(후면)

사진 1. 개방형 슬래브 재하 실험 사진

4. 실험과 현장적용 분석

개방형 슬래브를 이용한 지하 역타 공법의 경우 기존 슬래브의 가장자리를 개방형 판재를 이용하여 개방시킨 형태로 수평압축력에 대하여 어느 정도까지 저항 할 수 있을 것인가가 중요한 문제였는데 압축력에 대한 이론적 해석과 압축 성능 실험을 시행한 결과 흙막이 벽 저면에 발생하는 수평하중에 대하여 개방형 슬래브가 충분한 저항력을 발휘한다는 결론을 얻었으며 지하 역타 공사 현장에 적용성 또한 예상했던 공기단축, 시공성 향상 등의 효과를 얻을 수 있었다.

5. 결 론

영구 철골보를 사용한 지하 역타 공법중 RC 테두리보를 이용했던 기존 공법에서 테두리보 시공을 위한 동바리의 필요, 지하 외벽 형성시 역타 조인트의 발생등의 문제점이 발견되는 데 개방형 슬래브를 이용한 지하 역타 공법을 사용할 경우 공기단축, 시공 정밀도 및 구조 안정성 향상, 경제성 등을 확보할 수 있다. 또한 위의 내용에서와 같이 개방형 슬래브는 수평하중에 대한 구조적 저항이 충분히 가능하기 때문에 이러한 장점들을 충분히 살려 앞으로의 많은 활용이 기대된다.

감사의 글

본 연구는 건설교통부가 출연하고, 한국건설교통기술평가원에서 시행한 2006년도 건설핵심기술 연구사업 「공기단축형 복합 구조시스템 건설기술」(과제번호: 05 R&D 건설핵심 D02- 01) 연구사업으로부터 일부 지원을 받았으며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. 이동희, "탑다운 공법 시공" 기문당, 2001.10.
2. 서수연, 이리형, 삼성중공업, "건축 지하구조 시공을 위한 복합골조 영구흙막이 공법(SPS)" 대한건축학회 학술발표대회(창립60주년 기념) 논문집, 제25권 1호, pp. 41-79, 2005.10.
3. 고수진, "지하구조물을 이용한 흙막이용 스트러트공법" 쌍용건설 기술연구소 건설저널 가을호, pp. 62-67, 2001.
4. 이정배, 임인식, 천성철, 오보환, 하인호, 임홍철, "CWS공법(buried wale Continuous Wall System)의 개발에 관한 연구" 한국건축시공학회 논문집, 제6권 2호 (통권 제20호), pp. 81-90, 2006. 6.
5. 강현정, 임홍철, 이강, 윤대중, 김상일, "Top-Down 공사의 공정관리 방법연구(A Study on the Construction Process Control in Top-Down Method)" 한국건축시공학회 춘계학술논문발표대회 논문집, 제6권 1호 (통권 제10집), pp. 133-136, 고려대학교, 2006. 5.
6. 전금석, 고수진, 염경수, 임홍철, 최린, "개방형 슬래브를 이용한 지하 역타공법(Opened Slab Based on Top-Down Method)" 한국건축시공학회 학술.기술논문발표회 논문집 제6권 2호, pp. 9-12, 2006.11