

상·하 분리형 지지방식의 무지주 역타설 거푸집 공법용 거푸집 지지체 및 이를 이용한 역타설 거푸집 공법

Non supporting form system for down ward construction and non supporting down ward construction method using the same

염 경 수* Yom, Kyong-Soo	전 금 석** Jeon, Keum-Seok	고 수 진*** Goh, Soo-Jin	임 흥 철**** Rhim, Hong-Chul	이 제 원***** Lee, Je-Won
---------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------

Abstract

The contiguous construction in downtown area requires an appropriate substructure construction method since it results in the insufficient working spaces and frequent public resentment by noise and vibration.

In particular, Top-down method usually is applied for downtown construction, and followed by several difficulties in casting the slab concrete for substructure. In this study, we focus on the improvement workability for substructure construction.

키 워 드 : 무지주 역타설 거푸집 공법, 현수, 브라켓

Keywords : Non Supporting form system for down ward construction, Suspension, Bracket.

1. 연구의 필요성

근래의 건축공사는 도심지에 근접하여 시공하는 경우가 많고, 건축현장은 인접대지 및 작업공간이 충분하지 못하다. 또한 공사 진행시 일어나는 소음과 진동 등에 의한 주변 민원이 자주 발생하기 때문에 이에 적절히 대응할 수 있는 지하공법이 필요하다.

지하터파기와 지상공사의 병행으로 공기단축이 가능하고 소음과 진동이 적어 주로 도심지 지하 구조체 공사로 각광받고 있는 역타설 공법은 1층 바닥으로부터 점차 지하층 구축을 위한 공사를 진행하면서 경우에 따라서 동시에 지상공사를 병행해 나갈 수 있도록 하는 공법이다.

역타설 공법에서 지하층의 층간 수평 구조체를 콘크리트 구조로 시공하려면 콘크리트 시공을 위한 가설작업(거푸집 및 동바리 설치)이 필수적인데, 통상 지반을 굴토한 후 고른 상태에서 동바리를 세우고 거푸집을 설치한 다음 콘크리트를 타설하는 방법으로 진행된다.

이와 같은 방법은 콘크리트가 완전히 양생된 후에야 비로소 동바리를 해체한 후 다시 굴토작업에서부터 콘크리트 타설까지 반복하여 진행해야 하기 때문에 층간 작업시간이 상당히 소요된다는 문제와 매 층마다 반복적인 동바리 설치 및 해체작업의 불편함이 따른다.

본 연구에서는 이러한 불편함을 개선할 수 있는 방안으로 고안된 무지주 역타설 거푸집공법을 분석하여 보다 효율적인 지하공사 공법을 제안한다.

2. 기존 무지주 역타 공법과의 비교

2.1 Non Supporting Top Down Method

무지주 역타설 거푸집공법(Non Supporting Top Down method, 이하 NSTD 공법)은 정지지만 위에 버림 콘크리트를 시공하고 그 위에 거푸집 지지틀을 조립하는 방법을 취한다. 그 후 지하층 시공시에 동바리를 세우는 것 대신 하강기에 매단 철골틀을 설치하여 철골틀이 거푸집을 지지하도록 한 것으로, 점차 철골틀을 아래로 이동시키면서 반복적인 층간 수평구조체를 시공하도록 한 방법이다.

거푸집 조립해체의 품을 절감할 수 있으나 Wall의 거푸집은 매층 조립해체 운반을 실시하는 번거로움이 발생되기도 한다. 하강기는 시공 완료된 1층 층간 수평구조체에 놓이며, 하강기가 놓이는 1층 층간 수평구조체가 철골틀을 직접 지지하게 된다.

NSTD 공법은 기시공된 상태의 층간 수평구조체가 있어야 하므로 1층의 층간 수평구조체의 시공에는 이용될 수 없다는 단점이 있다.

* (주) 하모니 구조엔지니어링 대표

** (주) 씨엠파트너스 대표

*** (주) 에스피에스 대표

**** 연세대학교 건축공학과 교수, 정회원

***** 연세대학교 건축공학과 첨단구조연구실 연구원

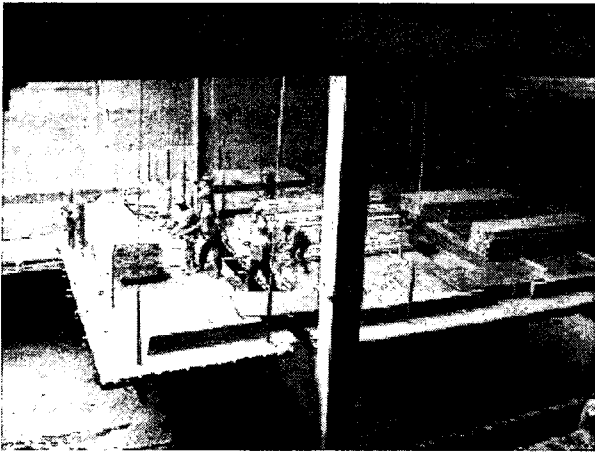


사진 1. NSTD 판하강 시험 시공 장면

2.2 Bracket Supported R/C Downward Method

NSTD 공법의 단점을 개선한 것으로, 브라켓 지지방식의 무지주 역타설 거푸집공법 (Bracket Supported R/C Downward Method, 이하 BRD 공법)이 있다. BRD공법은 기둥에 브라켓 형식의 철골틀을 설치하여 브라켓 형식의 철골틀이 층간 수평구조체의 시공하중을 지지하면서 기둥으로 전달되도록 한 공법으로, 최종 층간 수평구조체의 시공하중을 기둥이 지지하므로 1층 층간 구조체의 시공에도 그대로 적용 가능하게 된다.

브라켓 형식의 철골틀은 그 전체가 층간 수평구조체 아래에 배치되어 층간 수평구조체의 시공하중을 기둥으로 전달하는 역할을 하면서 하강하는 구조로 이루어지기 때문에, 층간 수평구조체 시공과정에는 기둥에 긴밀하게 결합되어야 하고 하강 과정에는 기둥에서 용이한 해체가 이루어져야 하므로 그 과정이 상당히 번거롭다는 불편함을 가지며, 브라켓에서 기둥으로 직접 하중전달이 이루어져 브라켓과 기둥 사이의 유격이 거의 없게 제작되므로 기둥의 수직도가 확보되지 않은 상태에서는 하강작업과 철골틀의 설치가 곤란해지는 문제를 수반한다.

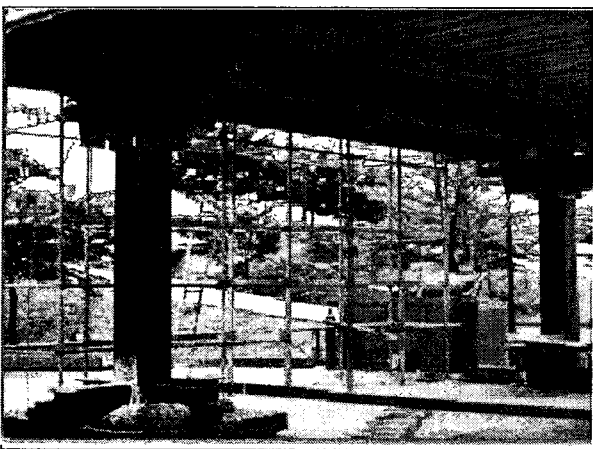


사진 2. BRD 시험 시공 장면

2.3 상하분리형 무지주 역타설 공법

본 연구에서 제안하는 공법은 상기한 종래의 문제를 개선하고자 안출된 것으로서, 상부의 고정단과 하부의 이동단을 분리

구성하여 하부의 이동단만을 하강시킴으로 하강작업의 편리성을 도모한 무지주 역타설 거푸집공법용 거푸집 지지체를 제공한다. 그 목적이 있다.

본 공법의 다른 목적은 하부의 이동단과 기둥의 유격을 확보할 수 있어 기둥의 수직도가 확보되지 않은 상태에서도 수직도를 흡수하면서 자유롭게 하강작업을 수행할 수 있게 한 무지주 역타설 거푸집공법용 거푸집 지지체를 제공하는 것이며, 또한 공기를 단축하면서 간편한 방법으로 지하 구조체를 시공할 수 있게 된 무지주 역타설 거푸집공법을 제공하는 것이다.



사진 3. 상하분리형 무지주 역타설 거푸집 시험 시공 장면

3. 상·하분리형 무지주 역타설 공법

3.1 구성요소 및 특징

본 공법의 거푸집의 구성은 다음과 같다.

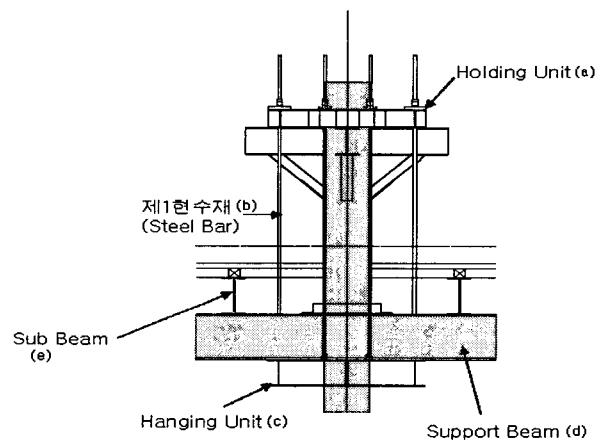


그림 1. 상하분리형 무지주 역타설 거푸집의 구성요소

기둥 상단에 고정 설치되는 고정지지체(그림 1 a), 상기 고정지지체에 반복적인 고정 및 풀림이 가능하게 결속되며 기둥과 평행하게 배치되는 제1현수재(그림 1 b), 상기 고정지지체 아래로 기둥에의 반복적인 고정 및 풀림이 가능하게 설치되며, 상기 제1현수재의 하단이 결속됨으로 고정지지체에 매달려 지지되는 이동지지체(그림 1 c), 및 각 기둥에 설치된 이동지지체

상호 간을 연결하며, 그 위로 설치되는 층간 수평구조체의 시공을 위한 거푸집을 지지하는 서포트빔(그림 1 d), 서포트빔위에 위치하여 거푸집 지지를 도와주는 서브빔(그림 1 e)로 구성되어 있다.

지지체의 특징은 고정지지체가 고정되고 이동지지체가 풀린 상태에서 제1현수재의 고정지지체에의 연속상태를 풀어 제1현수재를 하강함과 동시에 이동지지체와 서포트빔을 하강시키며, 상기 이동지지체와 서포트빔의 하강이 시공할 해당층까지 완료된 상태에서 제1현수재를 고정지지체에 고정 결속하여 이동지지체의 위치를 잡은 후 이동지지체를 기둥에 고정 설치하는 것이다.

3.2 응력의 흐름

본 연구에서 제안하는 거푸집 지지체의 응력의 흐름은 다음과 같다.

- (1) Slab
- (2) Sub Beam
- (3) Support Beam
- (4) Hanging Unit
- (5) Steel Bar
- (6) Holding Unit
- (7) Main Bracket
- (8) Column

Slab에서 시작한 응력은 끝으로 기둥에서 받게 된다.

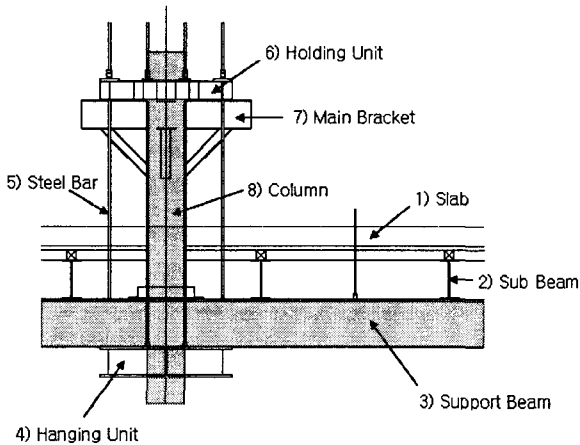


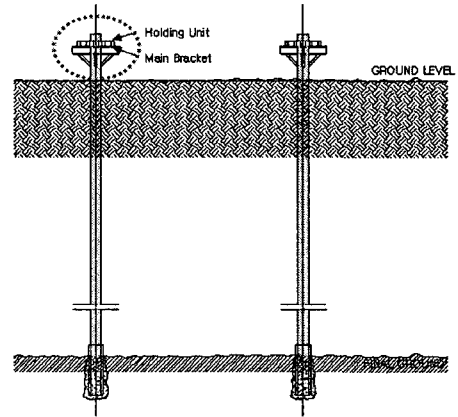
그림 2 응력의 흐름 개념도

3.3 시공 순서

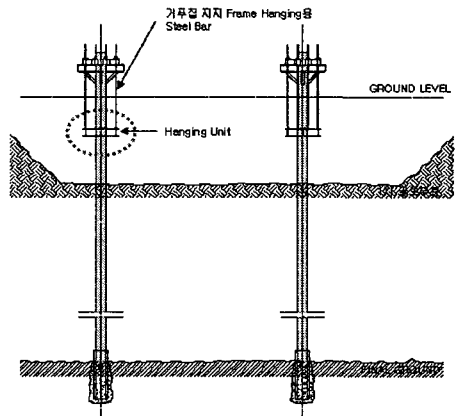
본 공법의 시공 순서는 다음과 같다.

제 1단계, 기둥위치에서 기초위치까지 천공하여 그라우팅재를 투입한 후 기둥을 관입하여 기초구간을 완성. 제 2단계 기둥에 상기한 거푸집 지지체를 설치(그림 3 a), 제 3단계 1차 굴토작업을 실시, 제 4단계 거푸집 지지 Frame Hanging을 지지하는 Steel Bar와 이동지지체를 설치(그림 3 b), 제 5단계 상기 거푸집 지지체의 서포트빔과 서브빔을 설치(그림 3 c), 제 6단계 거푸집을 설치한 후 콘크리트를 타설 양생하여 층간 수평구조

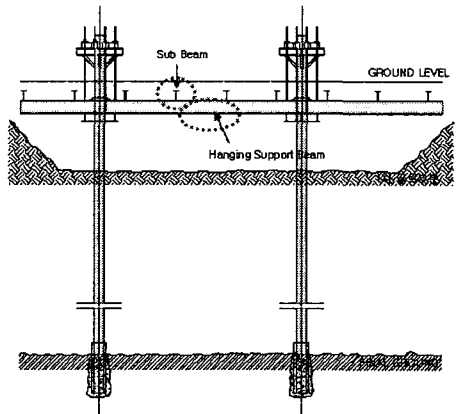
체를 시공, 제 7단계 2차 굴토작업 및 하강기를 설치, 제 8단계 상기 거푸집 지지체의 이동지지체와 서포트빔을 하강시켜 소정 위치에 고정, 제 9단계 하강된 이동지지체와 서포트빔 위로 층간 수평구조체를 시공, 제 10단계 상기 제4단계 또는 제6단계를 반복하여 지하 최하층까지 진행. 다음으로 기초구간 위까지 굴토한 후 지하 최하층 바닥 높이로 기초를 완성하는 단계가 있다.



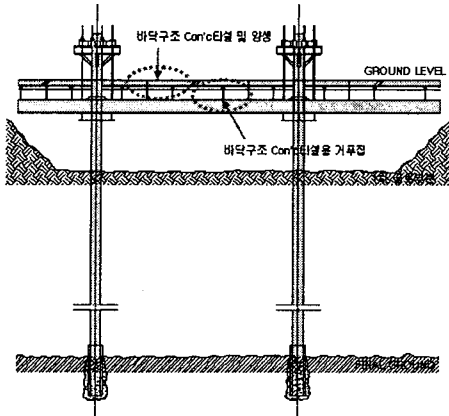
a) 2단계-Holding unit setting



b) 4단계-Hang Unit Setting



c) 5단계-support beam & sub beam setting



d) 6단계-Con'c 타설 및 양생
그림 3. 시공 개념도

4. 기존 공법과의 비교

기존의 BRD공법과 상하분리형 무지주 역타설 공법을 비교해보면 다음과 같다.

상하분리형 무지주 역타설 거꾸집공법은 상부의 고정단과 하부의 이동단을 분리 구성하여 하부의 이동단만을 하강시킴으로 하강작업의 편리성을 도모하는 것은 물론 하부의 이동단과 기둥의 유격을 확보할 수 있어 기둥의 수직도가 확보되지 않은 상태에서도 수직도를 흡수하면서 자유롭게 하강작업을 수행하면서 무지주 역타설 거꾸집공법을 진행할 수 있게 된다.

표 1. BRD와 상하분리 무지주 역타설 거꾸집 공법 비교

구분	BRD	상하분리 무지주 역타설 거꾸집 공법
단면		
지지 방식	브라켓 지지 방식 (브라켓 매층 설치 및 해체)	브라켓 지지 방식 (지상 1층 상부만 브라켓 설치)
특징	-기둥의 수직도 확보 필요 -서포트빔의 하강 -매층 브라켓을 통한 Slab 하중 기둥으로 전달	-기둥의 수직도 불필요 -서포트빔의 하강 -제1현수재를 통해 Slab하중 기둥으로 전달

5. 결 론

이상과 같이 살펴본 상하분리형 무지주 역타설 거꾸집공법은 지하 토공작업을 원활히 수행할 수 있고, 지하터파기와 지상공사 병행으로 공사 기간 단축을 기대할 수 있다. 공기를 단

축하면서 간편한 방법으로 지하 구조체를 시공할 수 있으며, 소음과 진동이 적어 도심지 지하 구조체 공사에 적용한다면 효과적인 시공을 기대할 수 있다.

하지만 처음 적용하는 공법이므로 Make-up 테스트의 실시 등 다양한 검사로 성능을 더 검증할 필요가 있다.

감사의 글

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

참 고 문 헌

- 이현수, 이재섭, 이재용, 김인상, 박형국. 「무지주 역구축 거꾸집 공법의 개발 및 적용」 대한건축학회, 대한건축학회 논문집, 1998, 제 14권 1호
- 하상수, 최창식, 박무용, 황기수, 이리형, 「지하역타(ESD) 및 무지보 역타(BRD) 공법 개발」, 대한건축학회 학술발표대회논문집(창립60주년 기념) 2005. 10. 제 25권 제 1호
- 「무지보 역타설(N.S.T.D.) 공법」. 탐구문화사, 1993
- 이권주. 「무지보 역타 신공법 개발 :BRD(bracket supported R/C downward) 공법」. 한국건축구조기술사회. 건축구조. 제12권 제5호 (2005. 12), pp.76-78
- 강현정, 임홍철, 이 강, 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
- 황희선, 임홍철, "Top Down 선기둥의 지지력 산정방법에 관한 연구 (Study on Load Carrying Capacity of Top Down Prefounded Columns)," 한국시공학회 춘계학술논문발표대회 논문집, 제6권 1호 (통권 제10집)
- 신천균, 임홍철, 김승원, "Top Down 선기둥의 계측과 자료 분석 (Measurement and Analysis of Prefounded Column Straightness in Top Down Construction)," 한국건축시공학회 춘계학술논문발표대회 논문집, 제6권 1호 (통권 제10집), pp. 173-176