

초고층 건축공사를 위한 유로-유닛 테이블폼 공법 개발 및 적용에 관한 연구

Development and Application of Unit Table Form using Euro Form for High-rise Building Construction

양 성 우* 조 훈 희** 강 경 인***

Yang, Sung-Woo Cho, Hun-Hee Kang, Kyung-In

Abstract

In today's construction, there has been an increase in the construction of high-rise buildings due to the need to maximize land usage. Framework affects not only the entire construction duration and cost, but also subsequent construction activities such as electrical, mechanical, and finishing works. Especially, proper formwork is an influential factor of productivity in the framework of reinforced concrete construction. To that reason, a table form of system form is more frequently used than conventional form. However, an initial cost of the table form is high and a reused table form needs for workers to repair damaged table forms. Therefore, the goal of this study is to introduce euro-unit table form. The results from the application of euro-unit table form to high-rise residential building construction are as follows : (1) The cost of producing table form reduced by 16%, and (2) The time of producing table form was slumped by 35%, and (3) The labor force needed for form work declined 21%

키워드 : 초고층 건물, 골조공사, 유로-유닛 테이블 폼

Keywords : high-rise building, concrete structural frame work, euro-unit table form

1. 서 론

1.1 연구의 목적

최근의 건설 프로젝트는 점차 고층화·대형화되고 있으며, 초고층 건축물은 한 도시의 랜드마크(landmark)로써 상징적 역할뿐만 아니라 포화에 이른 대지 상황에 대한 대안으로 제시되고 있다¹⁾. 국내에서도 건설 기술의 발달과 더불어 인구의 도시집중 과밀화로 인하여 이용 가능한 대지의 부족과 높은 지가 상승에 대한 해결책으로, 1990년대 이후 주거용 건축물을 중심으로 초고층 건축물의 건설이 활발히 이루어지고 있다²⁾. 또한 도심지의 재건축 및 재개발 과정에서 건축물의 초고층화뿐만 아니라 정부의 도시 개발 정책 추진으로 인하여 초고층 건축물은 지속적인 증가가 이루어질 것으로 예상된다³⁾.

초고층 건축공사에서 골조공사는 프로젝트의 전체 공사기간에서 가장 많은 공사기간을 차지하고 있기 때문에 사업성 확보 측면에서 가장 중요한 요소로 작용한다. Hutchinson(1999)의 연구에서 그 당시 기준으로 지하 5층, 지상 40층의 주거용

건물의 지상 골조 공사에 있어 미국은 기준층 층당공기가 3일 인데 반해 국내의 경우 6일 공정으로 진행되어 전체 지상층 골조 공기에서 약 7개월의 차이가 발생하였으며, 전체 공기에서는 평균 15개월의 차이를 보였다.

특히, 철근콘크리트(Reinforced Concrete; 이하 RC) 구조⁴⁾의 경우 거푸집 공사는 골조공사의 공기 및 공사비 측면에서 가장 많은 비중을 차지하는 공정이다. 따라서 RC조 초고층 건축 공사에서는 거푸집 공사에 적용되는 거푸집과 공법에 따라 지상층 골조공사의 층당공기 및 프로젝트 전체 공기, 그리고 작업의 생산성이 좌우된다⁵⁾.

- 1) 신재원 외 3인, 초고층 건축공사 공정계획 지원 도구 개발 방향, 대한건축학회 학술발표논문집 24(2), pp703-706, 2004
- 2) 강경인, 국내 초고층 건축 시공의 미래, 대한건축학회지, 48(10), pp. 71-73, 2004
- 3) 건설교통부, 한국건설교통기술평가원, 건설교통R&D 혁신 로드맵 보고서, 2006
- 4) 초기 국내 초고층 주거 건축물은 공기 단축 및 구조적 필요성에 의해 철골철근콘크리트(Steel Reinforced Concrete; 이하 SRC) 구조를 중심으로 발전하였으나, 최근에는 거주자의 사용성 및 경제성 측면에서 유리한 RC 구조가 주를 이루고 있다.
- 5) Proverbs, D.G., Holt, G.D., and Olomolaiye, P.O., Construction resource/method factors influencing productivity for high rise

* 고려대학교 건축사회환경공학과 석사과정
** 고려대학교 건축사회환경공학과 조교수, 공학박사
*** 고려대학교 건축사회환경공학과 교수, 공학박사

최근 국내 초고층 거푸집 공사에서는 인력의존도가 높은 재래식 거푸집보다 안전하고 생산성이 높은 테이블폼의 적용이 확대되고 있다. 테이블 폼은 바닥판에 지보공(동바리, 장선, 멩에)을 일체화하여 수평, 수직으로 이동할 수 있도록 한 대형의 시스템 거푸집으로서 공기단축, 인력절감, 안전성 그리고 높은 전용률 등의 장점으로 현재 사용이 증가하는 추세이다. 하지만 초기투자비가 많이 들고⁶⁾, 목재로 만든 장선 및 멩에 재를 사용하기 때문에 전용에 따른 파손 시 보수작업에 많은 인력이 요구되는 단점을 가지고 있어 이에 대한 개선이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 기존의 유닛 테이블 폼의 구성적 특징으로 인한 전용상의 문제점을 개선한 새로운 구조의 테이블 폼을 제안하고 현장 적용을 통해 새로운 테이블 폼의 경제적 타당성을 평가해보고자 한다.

1.2 연구의 방법 및 범위

본 연구에서는 국내 초고층공사 현장과 바닥판 거푸집 적용 현황에 대해 고찰하고, 유닛 테이블 폼의 구성적 특징을 기존의 문헌 조사를 통해 알아보았다. 이를 바탕으로 유닛 테이블 폼과 유로-유닛 테이블 폼과의 구조적 특성을 거푸집 물량 면에서 비교한 후 유로-유닛 테이블 폼을 현장 적용하여 도출된 결과를 통해 개선된 테이블 폼의 경제적 타당성을 검증하는 순서로 연구를 진행 하였다. 사례 현장은 지하 6층 지상 50층 규모의 철근콘크리트 조 건물이며 유로-유닛 테이블이 사용된 지하 6층~지상 4층까지 10개 층의 현장 적용 결과를 연구 범위로 한정한다.

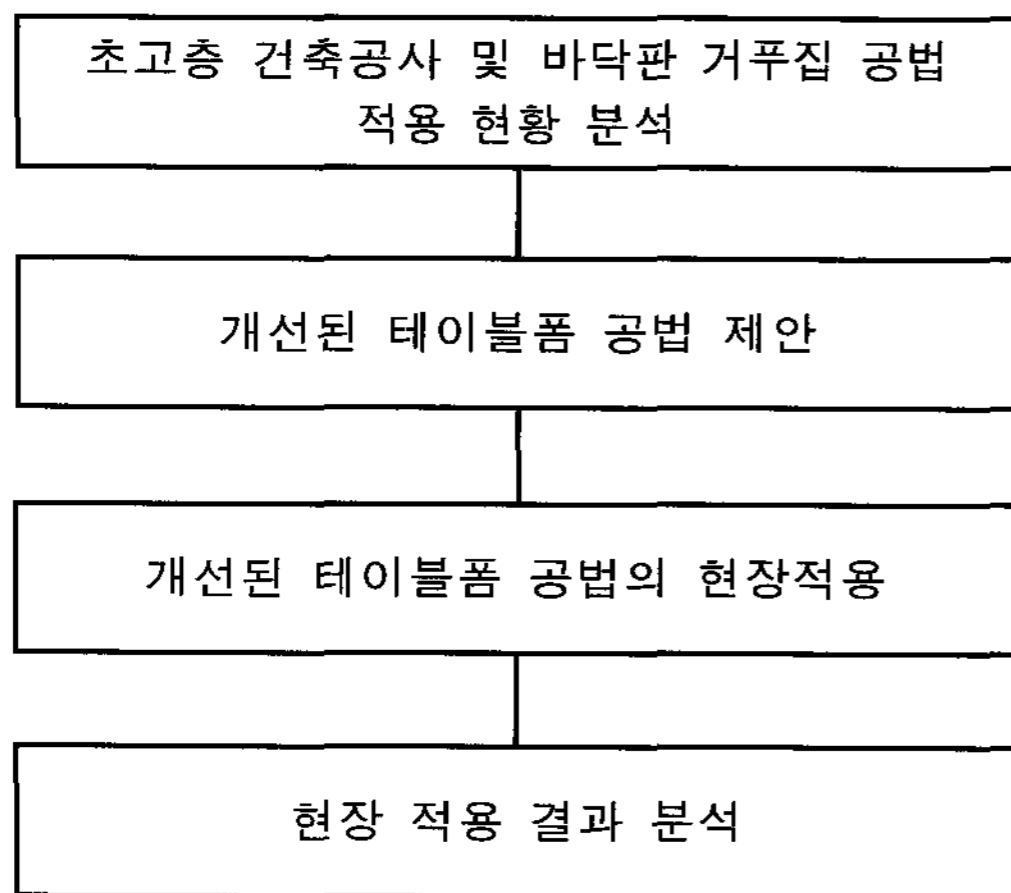


그림 1. 연구의 방법

2. 기존연구의 고찰

2.1 거푸집 관련 주요 연구 현황

거푸집과 관련한 기존의 연구는 표 1에서 처럼 일반거푸집에 대하여 기술(시스템)개발 및 보강, 안전관리, 거푸집 시스템의 구조해석, 거푸집 공사 공기단축, 거푸집 선정 등 여러 분야에 걸쳐서 다양하게 이루어져 왔다⁷⁾.

표 1. 거푸집 관련 주요 연구

분류	연구자	연구내용
거푸집 기술 (시스템) 개발 및 보강	김광희 외 1인 (2003)	초고층 골조공사를 위해 유닛테이블 거푸집 공법의 개발 및 적용
	임남기 외 2인	슬립폼과 데크플레이트를 채용한 벽식 아파트의 적용 가능성 제시
거푸집 공사 안전관리	고성석 외 1인 (2002)	거푸집 공사 위험성 평가
	김근목 외 3인 (2003)	거푸집-동바리 시스템의 붕괴현황 조사 및 원인분석
거푸집 공사 품질관리	강경인 외 1인 (2001)	시공오류 발생원인 분석을 통한 사전하자 관리
거푸집 시스템의 구조해석	홍석일 외 3인 (2005)	거푸집-동바리 시스템의 거동 예측을 위한 모형 제시
거푸집 공사 공기단축	오성진 외 4인 (2002)	콘크리트 강도증진에 따른 거푸집 존치기간 단축가능성 제시
거푸집 시스템 선정	Kamarthi et al (1989)	뉴럴네트워크(neural network)를 이용한 벽(수직)거푸집 선정 모델 제안
	Kamarthi et al (1992)	신경망 시스템(NEUROFORM)을 이용하여 수직 거푸집 선정 모델 제안
	Hanna et al (1992)	전문가시스템(expert system)을 이용하여 거푸집 선정 시 의사결정 지원
	Tam et al (2005)	확률 신경망(Probabilistic neural network)을 이용한 수직 거푸집 선정 모델 제안
	Elazouni et al (2005)	신경망을 이용하여 새로운 수평 거푸집 시스템의 적합성 평가
	김성근 외 3인 (2006)	사례기반추론을 사용하여 초고층 공사 바닥 거푸집 선정을 위한 의사결정지원시스템 제시

특히, 초고층 건물 공사에 있어서는 거푸집 선정에 관한 연구가 주로 수행 되었는데 이는 공사에 적합한 거푸집 선정과 거푸집 공사방법이 초고층 건물의 공기에 많은 영향을 미치기 때문이라고 사료된다.

하지만 거푸집과 관련된 실질적인 공법에 대한 연구는 미흡한 실정이므로, 본 연구에서는 기존의 거푸집 공법을 개선하여 공사의 경제성 및 효율성을 높일 수 있는 연구를 진행 하고자 한다.

concrete construction, Constrection Management and Economics, 17(5), pp.557-587, 1999b

6) 강경인 외 6, 건축시공학, 도서출판 대가, 2005

7) 신윤석 외 4인, 초고층 건축공사의 바닥판 거푸집 시스템 선정에 관한 연구, 대한건축학회논문집(구조계), 22(2), pp.147-154, 2006

3. 초고층 바닥판 거푸집 공법의 예비적 고찰

3.1 초고층 건축공사 현황 분석

국내의 초고층 건축 현황을 살펴보면 그림2(김태훈, 2007)와 같이 국내 초고층 건축공사는 꾸준한 증가 추세를 나타내고 있고, 2003년부터 초고층 건축공사가 가속화 되었다.

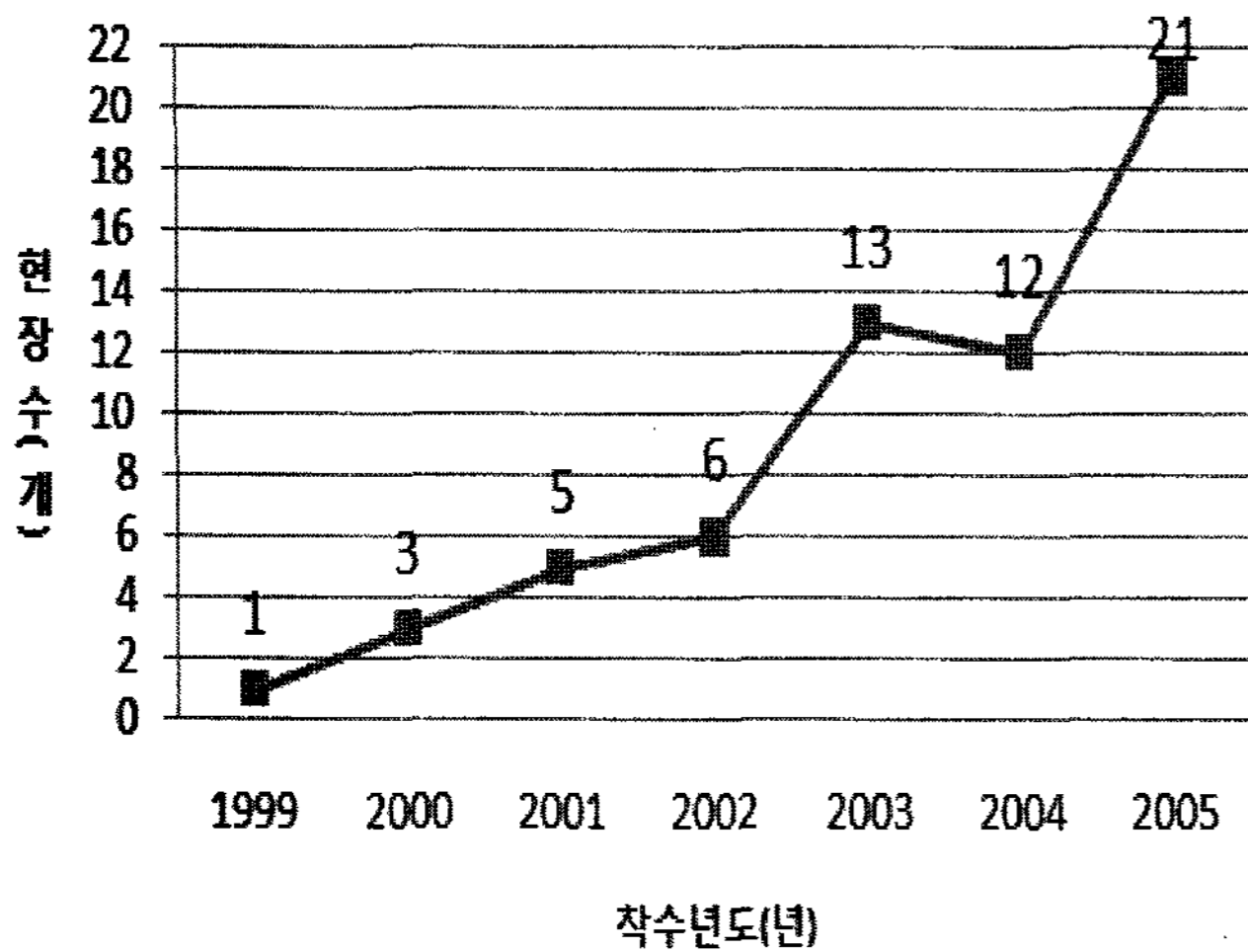


그림 2. 연도별 건설현황

2005년까지 착공된 건물의 층수는 그림3(김태훈, 2007)과 같이 30층에서 64층까지의 분포를 보였으며, 49층 이하의 건물이 대부분(88.5%)을 차지하였다. 하지만 2002년 이후 50층 이상의 건물이 건설되고 있어 점점 초고층화되는 경향을 보이고 있다.

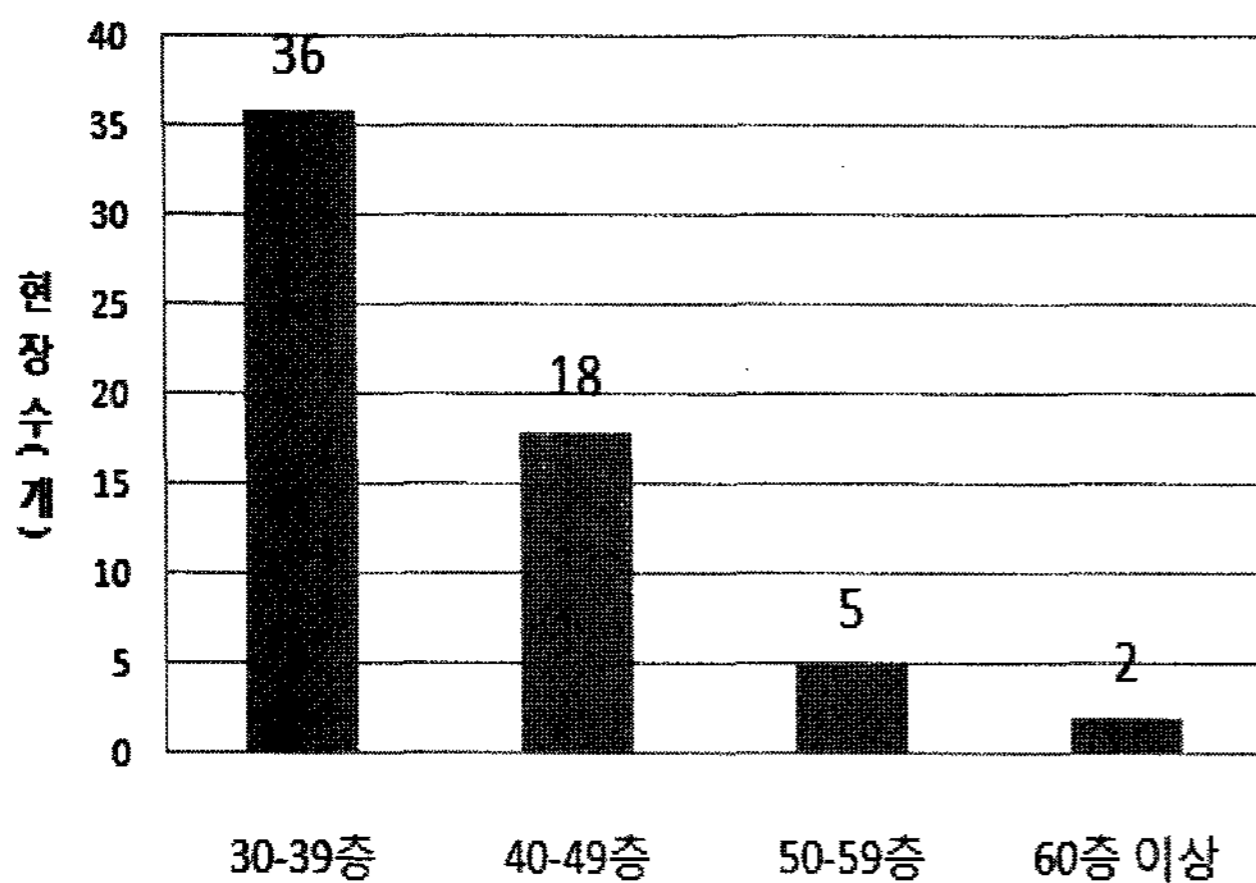


그림 3. 건물 층수 분포

3.2. 초고층 건축물 바닥판 거푸집 공법 적용 현황

초고층 건축물의 바닥 거푸집 공법 적용 현황 조사 결과 표 2(김태훈, 2007)는 알루미늄폼(aluminum form)이 37개소(60.7%)로 가장 많이 적용되었고 합판 거푸집의 경우 초고층

공사에서는 적용 현장이 많지 않았으며(14.8%), 일반합판에 비해 전용성이 좋은 코팅합판을 사용하고 있었다. 콘판넬은 플라스틱 재질로 된 판재로 재래식 거푸집 설치 방식과 동일하며 적용개소는 많지 않으나(8.2%), 기존 합판에 비해 전용성이 뛰어나고 반투명으로 채광성이 좋아 작업성 측면에서 유리하여 합판 대신사용이 증가하고 있다.

표 2. 바닥판 거푸집 공법별 적용 현황

거푸집 종류	적용개소(개)	적용비율(%)
알루미늄폼	37	60.7
합판 거푸집	9	14.8
콘판넬	5	8.2
테이블폼	4	6.6
스카이덱	6	9.8

스카이덱(skydeck)과 테이블폼(table form)은 모두 시스템화된 거푸집으로 국내 현장에 최근 도입되어 적용개소는 많지 않은 것으로 나타났다. 하지만 스카이덱은 자재의 경량화 및 시스템화로 설치, 해체가 간단하고, 보통 1개층분 판넬과 하부 3-4개 층 동바리 자재를 사용하여 거푸집의 조기탈형이 가능하며, 드롭헤드(drop head)를 통해 동바리의 해체 없이 거푸집의 해체가 가능하기 때문에 탈형작업이 쉽고 안정적이다. 반면에 테이블폼은 유닛(unit)수가 적고 보통 3개층분 자재를 투입하여 작업을 수행하기 때문에 장비를 이용해 설치 및 해체하는 과정이 간단하나 초기투자비용이 높고, 인양 시 바람의 영향을 많이 받으며, 인양데크의 위치 및 크기를 고려해야한다는 점에서 기술적인 숙련도를 요구한다.

그러나 테이블 폼이 현재 바닥판 거푸집 시스템으로 가장 많이 적용되고 있는 알폼과 같은 재래식 테이블 폼에 비해 제작 단가의 측면에서 불리하기는 하지만 향후 건물의 고층화, 관리기술의 발달에 따라 인건비 감축과 기술적인 발전가능성, 안전성 향상의 측면에서 앞으로 가장 유망한 대안으로 부각되고 있다⁸⁾. 따라서 본 연구에서는 테이블 폼을 대상으로 재료비를 낮추어 초기 투자비를 감소시키고, 생산성을 향상시킬 수 있는 개선된 테이블폼 공법을 제시하고자 한다.

4. 유로폼을 이용한 유닛 테이블 폼의 개발

4.1 기존의 유닛 테이블 폼

김광희 외 1인(2003)의 연구에 따르면 유닛 테이블 폼은

8) 신윤석 외 4인, 초고층 건축공사의 바닥판 거푸집 시스템 선정에 관한 연구, 대한건축학회논문집(구조계), 22(2), pp.147-154, 2006

거푸집 해체 및 조립과정에서 지게차와 해체틀을 이용하여 거푸집 공정의 작업 시간을 단축시키기 때문에 기존의 시스템 거푸집이나 재래식 거푸집을 적용할 경우보다 기준층의 공기를 단축시킬 수 있다.

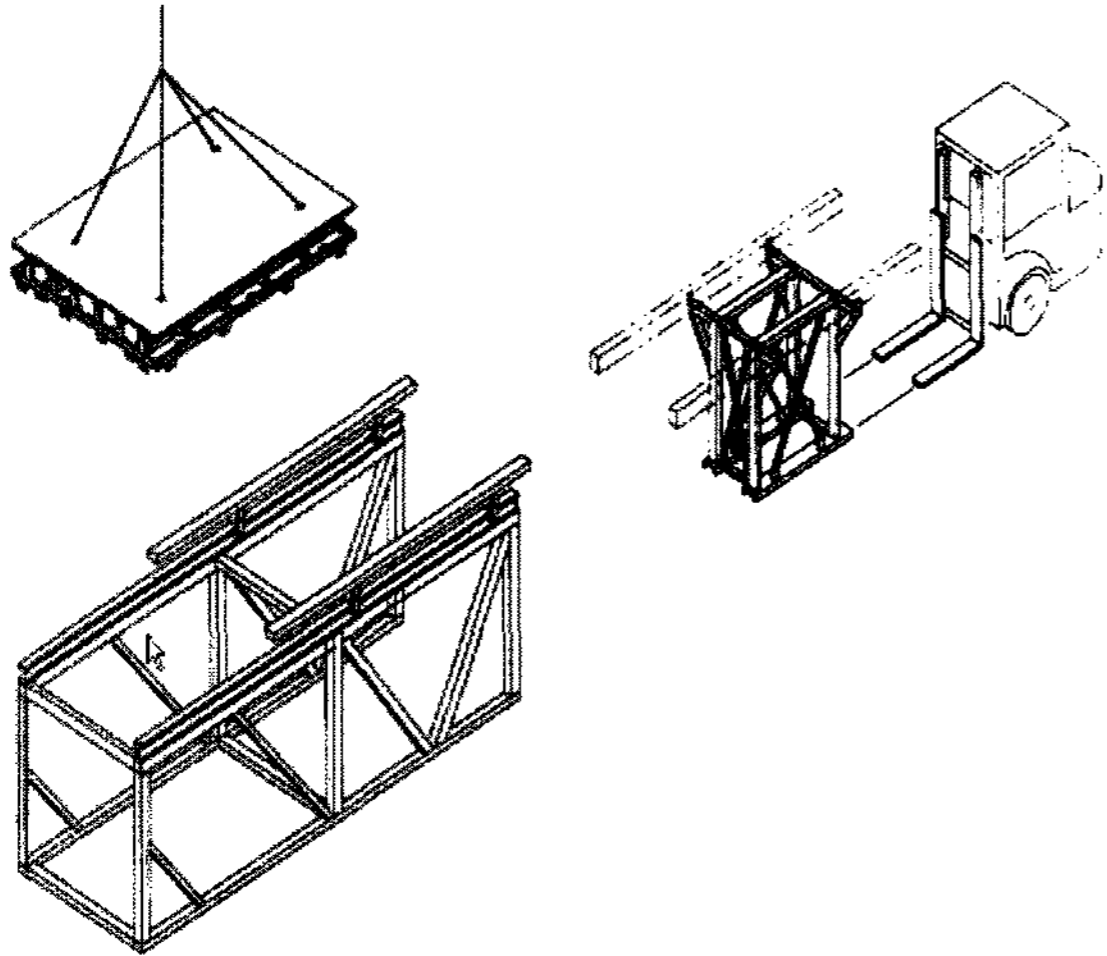


그림 4. 거푸집 해체 및 조립을 위한 지게차와 해체틀

특히, 기준층의 공기단축은 초고층 건축 공사에서 가장 많은 공사기간을 차지하고 있는 골조공사의 공기를 줄일 수 있는 중요한 요소이므로 유닛 테이블 폼을 적용함으로써 초고층 건축 공사 수행시 생산성을 높일 수 있으며, 또한 유닛테이블 폼의 사용은 거푸집 설치 및 해체 작업을 수행할 때 지게차와 타워크레인 등을 이용하기 때문에 많은 수의 노동력이 필요한 기존의 재래식 거푸집보다 인력의 감소를 가져올 수 있다.

이러한 인력의 감소는 결국 공사비 절감으로 이어질 뿐만 아니라 건물이 초고층화되면서 부각되고 있는 안전적인 측면에서도 사람의 업무를 지게차와 해체틀이 대신하기 때문에 거푸집 해체시 발생할 수 있는 동바리나 슬래브 합판의 낙하로 인한 재해요소를 줄일 수 있어 거푸집 공사시 발생할 수 있는 위험성을 제거함으로써 안전한 작업을 가능하게 한다.

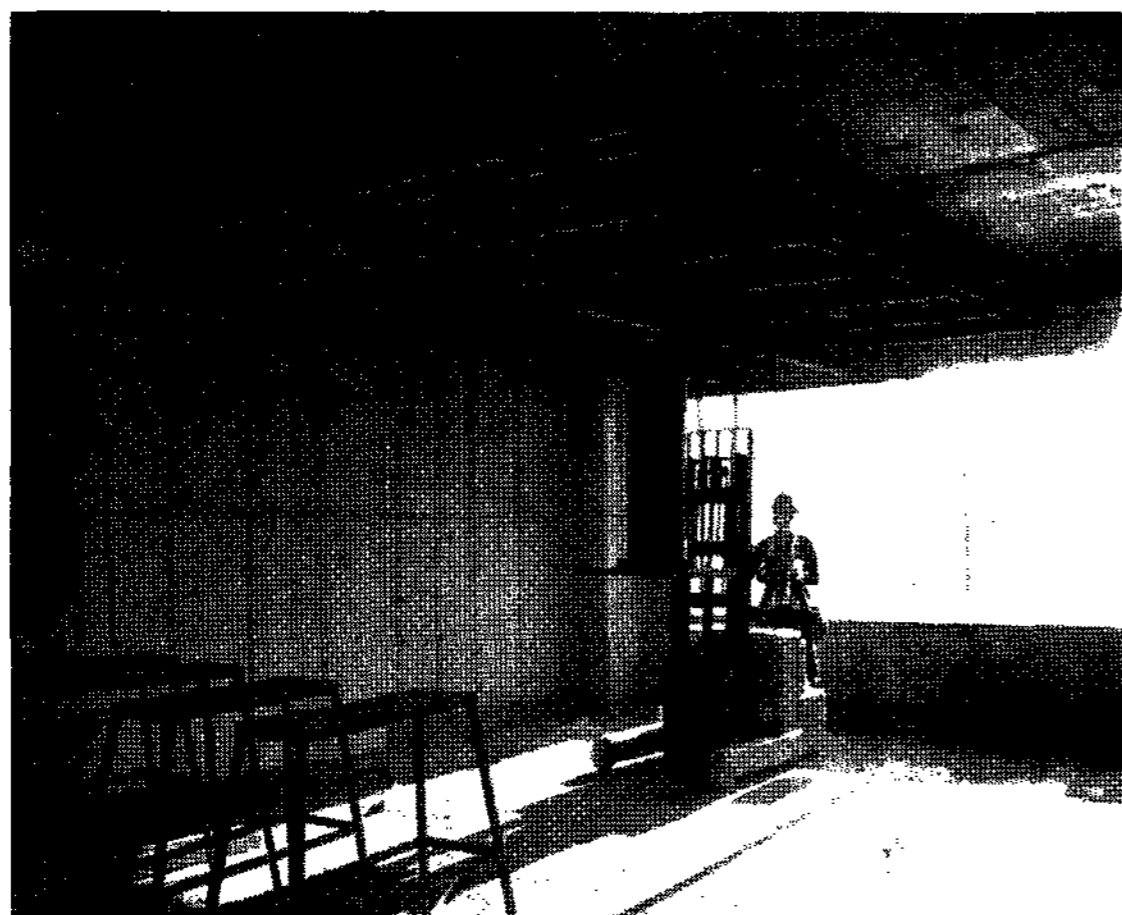


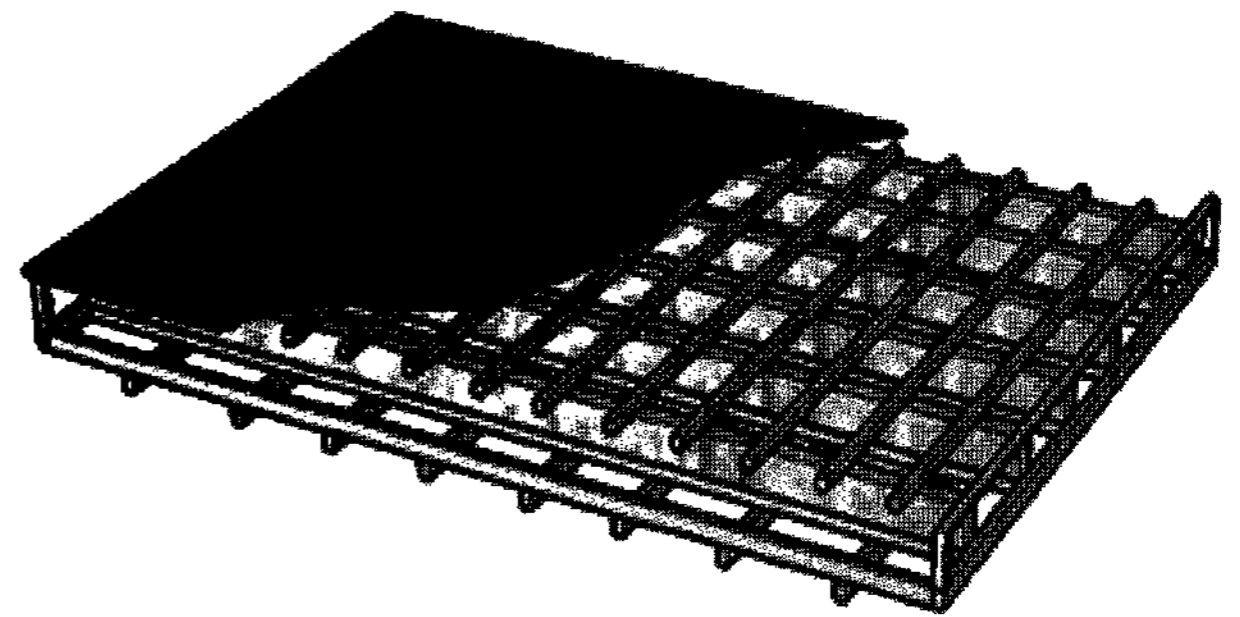
그림 5. 유닛 테이블 폼의 시공

하지만 유닛 테이블 폼은 제작비가 고가라는 단점을 가지고 있으며, 유닛 테이블 폼 제작시 각형 목재를 이용하기 때문에 제작기간이 길어지고, 규격변화와 전용에 따른 파손 시 보수작업에 인력이 많이 요구되는 단점이 있다.

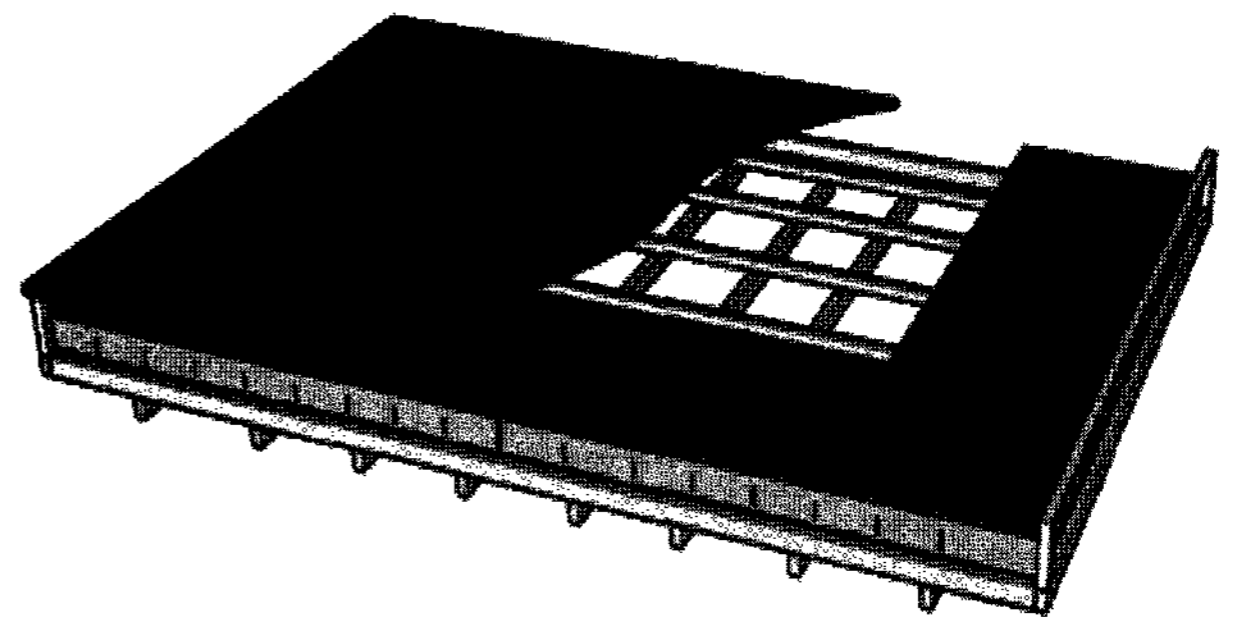
4.2 유로폼을 이용한 유닛 테이블 폼

4.2.1 유로-유닛 테이블 폼 개요

유로폼을 이용한 유닛 테이블 폼(이하 유로-유닛 테이블 폼이라 함)은 유닛 테이블 폼의 형태에서 장선재와 이를 고정시키는 장치 대신 폐 유로폼을 구조체로 사용하는 새로운 방식의 거푸집 시스템이다.(그림6 참조)



(a) 유닛 테이블 폼



(b) 유로-유닛 테이블 폼

그림 6. 테이블 폼의 구조 비교

합판을 지지하는 기존의 목재 틀을 대신하여 규격화된 유로폼을 사용함으로써 기존의 재래식 테이블 폼에 비해 거푸집 제작 시간을 단축시킬 수 있고, 소모재인 목재 대신에 폐 유로폼을 여러 번 전용하여 제작비용을 낮출 수 있는 장점이 있다. 또한 기존의 목재 틀보다 강도가 높은 철재 유로폼은 거푸집을 전용하면서 발생하는 부재의 파손을 감소시켜 보수작업에 투입되는 인력을 절감시킨다.

4.2.2 유닛 테이블폼과 유로-유닛 테이블 폼의 구성

기존의 유닛 테이블 폼과 본 연구에서 적용한 유로-유닛 테이블 폼의 구성은 표 3과 같다.

표 3. 유닛 테이블 폼과 유로-유닛 테이블 폼의 비교

폼 종류		유닛 테이블 폼	유로-유닛 테이블 폼
사용자재			
목재	장선 (50×50)	5m/m ²	2m/m ²
	합판	1.1 m ² /m ²	1.1 m ² /m ²
철재	각형강관 장선 (50×50)	5m/m ²	2m/m ²
	각형강관 멩에 (50×80)	2m/m ²	2m/m ²
	연결철물 (새들외)	3kg/m ²	2kg/m ²
유로폼		-	1.62장/m ²

유로-유닛 테이블 폼과 재래식 테이블 폼은 구성면에서 유로폼의 사용 유무뿐만 아니라 폼을 제작하는데 사용되는 물량 면에서 차이가 있다. 표 2에서와 같이 유로-유닛 테이블 폼을 구성하는 자재의 물량은 목재장선과 각형강관장선이 각각 단위면적(m²)당 2m로 재래식 테이블 폼에 들어가는 목재장선의 물량보다 60%정도 감소된다. 또한, 연결철물은 유로-유닛 테이블 폼이 단위면적당 2kg의 사용을 보이므로 기존의 유닛 테이블 폼에 사용되는 연결철물의 양보다 33%정도 적게 소모된다.

5. 사례 적용 및 결과 분석

본 연구에서는 개선된 테이블 시스템 폼의 경제적 타당성 검토를 위하여 현장 적용을 실시하였다.

5.1 사례현장 개요

사례현장은 서울시 광진구 자양동에 위치한 OO시티 상업지역 신축공사 현장으로 지하 6층 지상 50층 규모의 철근콘크리트 조 건물이다. 건물의 구성은 주차장(지하6층~지하2층), 판매 및 영업시설(지하1층~지상9층), 근린생활시설(지하1층~지상 4층) 및 노인 복지시설(지상5층~50층)로 이루어져 있으며, 표4는 사례현장의 개요를 나타낸다.

표 4. 사례현장 개요

구분	내용
공사명	OO시티 상업지역 신축공사
현장주소	서울시 광진구 자양동
용도	판매 및 영업시설, 근린생활시설, 복지시설
공사기간	2004.12-2008.11 (47개월)
대지면적	24,457 m ² (7,398평)
건축면적	11,398 m ² (3,448평)
연면적	251,566 m ² (76,098평)
규모	지하6층-지상50층
구조	철근콘크리트조

5.2 유로-유닛 테이블 폼 배치

그림7은 사례적용 현장에서 유로-유닛 테이블 폼의 배치를 보여주는 그림이다. 유로-유닛 테이블 폼은 지하6층~지상4층까지 10개 층의 바닥판 거푸집공사에서 사용되었으며 각 층은 일일 콘크리트 타설량과 타워크레인의 양중부하를 고려해서 8개의 공구로 분리하여 공사를 수행하였다. 유닛의 크기는 폼의 해체와 이동할 때 사용하는 지게차의 용량에 맞추어 적절하게 분할하였고, 층 당 사용 유닛의 수는 지하6층~지하1층까지는 각 층마다 500~540개의 유닛이 사용되었고 지상1층~지상3층은 층마다 160~170개의 유닛이 사용되었으며 지상 4층은 144개의 유닛이 사용되었다.

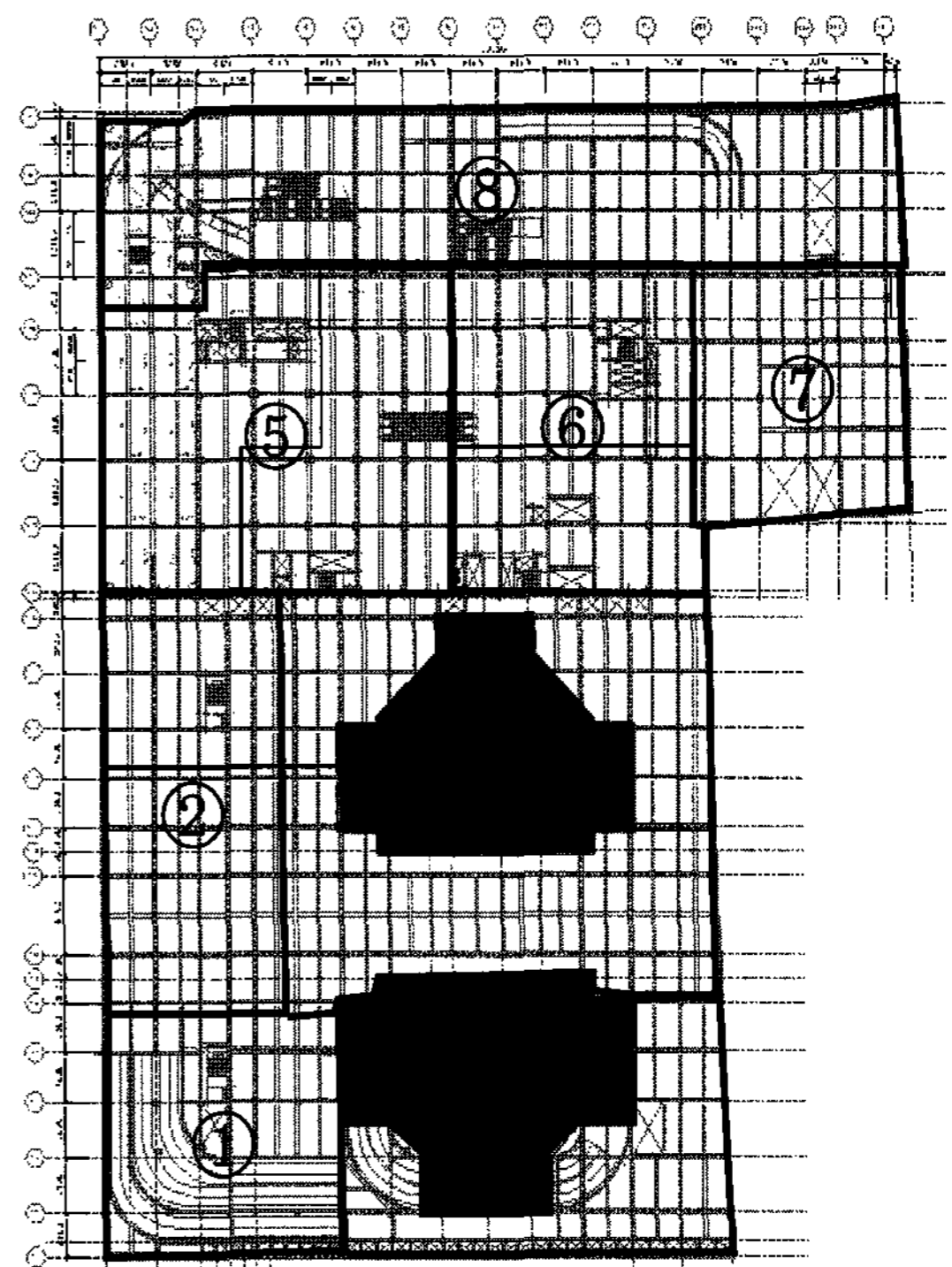


그림 7. 유로-유닛 테이블 폼 배치도의 예

5.3 층당공기

본 사례연구에서 유로-유닛 테이블 폼을 현장 적용한 결과 다음 그림8과 같이 각 층당 공사기간은 4일이 소모되었으며, 유로-유닛 테이블폼을 해체, 양중, 설치하는 시간은 각 유닛 별로 평균 15분이 소모되는 것으로 나타났다. 그림 9는 유로-유닛 테이블 폼의 설치 과정을 나타내며 각 기간별 세부적인 작업내용은 다음과 같다.

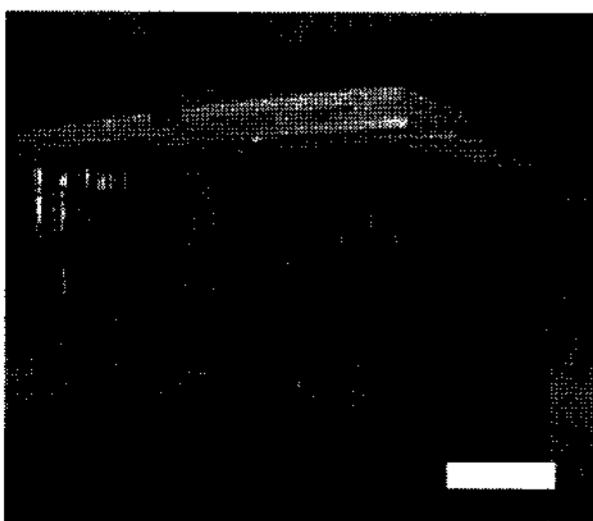
- ① 1일차 : N+1층 기둥 철근 및 옹벽철근 배근
기둥 및 옹벽 설치
- ② 2일차 : 상판 먹매김, 코어 옹벽 및 슬래브 설치
Table 해체 및 인양설치, Table 설치 및 이음

부 작업, 철근 인양

- ③ 3일차 : 하부 점검 및 수직도 확인, 타설 구간 라스 설치, 철근 인양, 슬래브 보 설치
- ④ 4일차 : 하부 점검 및 수직도 확인, 콘크리트 타설

동별	4-day 직종별	시간대별 작업내용																		
		04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19			
시	시	시	시	시	시	시	시	시	시	시	시	시	시	시	시	시	시			
복 지 시 설	1 일 차	관리																		
		해체																		
		RCS																		
		형,목																		
		Table																		
		철근																		
		Con'c타설																		
	2 일 차	관리																		
		해체																		
		RCS																		
		형,목																		
		Table																		
		철근																		
		Con'c타설																		
	3 일 차	관리																		
		해체																		
		RCS																		
		형,목																		
		Table																		
		철근																		
		Con'c타설																		
	4 일 차	관리																		
		해체																		
		RCS																		
형,목																				
Table																				
철근																				
Con'c타설																				

그림8. 층당 4일의 공정표



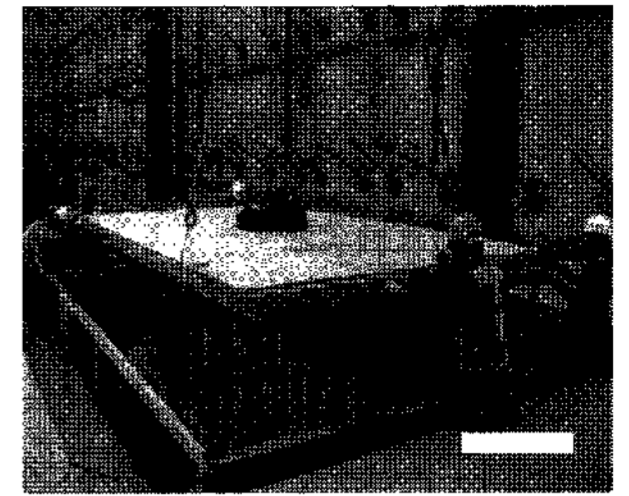
(a) 거푸집 탈형



(b) 지게차를 이용한 운반



(c) 크레인을 이용한 양중



(d) 거푸집 설치

그림 9. 유로-유닛 테이블 폼의 설치 과정

5.4 거푸집 제작비용

유로-유닛 테이블 폼의 제작비용은 해당현장의 지하층과 저층부 총 10개 층의 전체 바닥 면적이 145,270㎡이기 때문에 각 시스템별 제작 단가를 고려하면 총 거푸집 제작비용은 2,179,050,000원으로 나타난다.

이는 기존의 유닛 테이블폼을 적용했을 경우 예상되는 비용 (2,614,860,000원)보다 16%의 절감되는 결과를 나타냈다 (표5 참조).

표 5. 각 거푸집 시스템별 제작비용의 비교

구 분	유닛 테이블폼 (실적 자료)	유로-유닛 테이블 폼
제작 단가 (천원/㎡)	18	15
총 비용 (천원)	2,614,860	2,179,050
비율 (%)	100	84

5.5 거푸집 제작시간

유로-유닛 테이블 폼의 거푸집 제작 시간은 600㎡당 40~43개의 거푸집 조립에 조립공 4인을 투입한 결과, 총 제작기간은 2일로 기존 유닛 테이블 폼 제작 기간인 3일보다 1일이 적게 소요되었다. 또한, 각 유닛당 평균 거푸집 조립시간도 22분으로 약 35%의 조립시간이 절감되는 것으로 나타났다(표6 참조).

표 6. 각 거푸집 시스템별 제작 및 조립시간의 비교

시 간	폼 종류	유닛 테이블폼 (실적 자료)	유로-유닛 테이블 폼
총 거푸집 제작기간 (일)		3	2
유닛당 평균 거푸집 조립시간 (분)		34	22
비율 (%)		100	65

5.6 인력투입량 분석

해당현장의 지하층부터 저층부까지 바닥판 거푸집 공사의 지게차 조정과 거푸집 조립 및 해체작업 시 투입된 총 인력투입량은 다음 표7과 같다. 표7에서 보는 것과 같이 거푸집 조립

에 필요한 인력 면에서 유로-유닛 테이블 폼이 7,263명으로 기존의 유닛 테이블 폼 조립 시 필요한 인력(9,685명)보다 25%가 절감되고, 그 외의 해체 및 지게차 조정 작업의 인력투입량은 동일하게 나타났다. 결과적으로 전체 인력투입량에서 유로-유닛 테이블 폼이 기존의 테이블 폼보다 21%정도 적게 소요되는 것으로 나타났다.

표 7. 각 거푸집 시스템별 인력투입량의 비교

투입인력 \ 폼 종류	유닛 테이블폼 (실적 자료)	유로-유닛 테이블 폼
거푸집 조립 (명)	9,685	7,263
거푸집 해체 (명)	1,453	1,453
지게차 조정 (명)	484	484
계	11,622	9,200
비율 (%)	100	79

5.7 적용상의 문제점

유로-유닛 테이블 폼의 적용결과 다음과 같은 단점이 있었고 성공적인 거푸집 계획을 위해서는 다음과 같은 선결되어야 할 요소들이 있다.

- 1) 유로폼의 견고한 철재틀을 구조체로 사용하기 때문에 복잡한 평면에 적용하는 경우 적용성이 떨어진다.
- 2) 해체 시 충격으로 비틀림이 발생하기 때문에 유로폼의 결속 유지가 어려워 이를 조정해주는 추가 작업이 발생한다.
- 3) 기존의 유닛 테이블폼과 마찬가지로 테이블폼 자체의 규모가 크기 때문에 인력에 의한 거푸집 운반이 불가능하여 결과적으로 타워크레인에 대한 장비의존도가 높게 나타난다.

따라서 효율적이고 경제적인 골조공사를 위해서는 계획단계, 즉 설계단계에서부터 사전에 거푸집의 적용성을 고려한 평면계획과 구조방식이 검토되어야 하겠다. 또한 해체 시 충격으로 발생하는 비틀림을 방지하거나 완화시킬 수 있는 장치와 공법에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다. 끝으로 타공정과 연계된 유기적 양중계획 수립을 통해 작업간 간섭 발생으로 공사가 지연되는 것을 막을 수 있도록 하는 조치가 필요하다.

6. 결 론

건설기술의 발달과 인구의 도시집중으로 인해 건설 프로젝트는 점차 대형화, 초고층화되고 있는 추세이다. 특히, 초고층

건축공사에서는 가장 긴 공사기간을 갖는 골조공사의 성공적인 수행이 프로젝트의 사업성 확보의 측면에서 중요하므로 골조공사 수행 시 적용되는 거푸집 공법에 따라 프로젝트 전체 공기 그리고 작업의 생산성이 좌우된다. 최근 국내 초고층 공사에서는 인력의존도가 높은 재래식 거푸집 보다 안전하고 생산성이 높은 테이블 폼의 적용이 확대되고 있다. 하지만 테이블 폼의 경우 초기투자비가 많이 들고 각형목재를 사용하기 때문에 탈형 시 파손으로 인한 전용상의 문제점 및 보수작업으로 인한 또 다른 인력이 요구되는 단점이 있어 이에 대한 개선이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 기존의 유닛 테이블폼의 단점을 개선한 유로폼을 이용한 유로-유닛 테이블 폼의 현장 적용 결과를 분석하여 유로-유닛 테이블 폼의 경제적 타당성을 알아보았다.

본 연구에서 제안한 유로-유닛 테이블 폼의 적용결과를 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 1) 소모재인 목재 장선의 사용량과 철재 각형강관, 연결철물의 사용량을 유닛 테이블 폼의 사용량보다 줄이고 규격화된 유로 폼을 사용함으로써 거푸집 제작비용을 절감 할 수 있다.
- 2) 기존의 유닛 테이블 폼의 구성에서 합판을 지지하는 기존의 목재 틀 대신 규격화된 유로폼을 사용함으로써 물량적 변화로 인한 거푸집 제작시간을 단축시킬 수 있다.
- 3) 유로폼을 이용한 거푸집 구성의 변화로 유닛 테이블 폼보다 거푸집 조립 작업이 간단해지고 거푸집 조립 시 투입되는 인력 량이 줄어들어 노무비 절감이 가능하다.

본 연구에서 도출된 결과를 통하여 유로-유닛 테이블 폼이 기존의 유닛 테이블 폼보다 제작비용과 제작시간, 투입인력 면에서 경제적인 것으로 나타났다. 그러나 유로-유닛 테이블 폼은 기준층 평면형태의 변화가 발생하는 경우 적용성이 떨어지고 탈형 과정에서 유로폼 간의 결속유지를 위해 추가 작업이 필요하다는 단점이 있다. 따라서 향후 이에 대한 지속적인 개선과 보완이 이루어질 수 있도록 연구를 진행하도록 하겠다.

참 고 문 헌

1. 강경인, 국내 초고층 건축 시공의 미래, 대한건축학회지, 48(10), pp.71-73. 2004.
2. 강경인, 김재엽, 국내 공동주택의 시공오류 발생원인 분석에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 17(2), pp.121-128. 2001.
3. 강경인, 김광희, 김재엽, 박우열, 서덕석, 안성훈, 조훈희, 건축시공학, 도서출판 대가, 2005.
4. 건설교통부, 한국건설교통기술평가원, 건설교통R&D 혁신 로드맵 보고서, 2006.
5. 고성석, 오준호, 거푸집공사 위험성 평가에 관한 연구, 산업

- 안전학회지, 17(3), pp.96-101. 2002.
6. 김광희, 강경인, 초고층 골조공사를 위한 유닛 테이블 거푸집 공법의 개발 및 적용에 관한 연구, 대한건축학회논문집(구조계), 19(8), pp.181-188. 2003.
 7. 김곤목, 김호수, 정성진, 곽순섭, 거푸집-동바리 시스템의 붕괴현황조사 및 원인분석, 대한건축학회 학술발표논문집(구조계), 23(1), pp.359-362. 2003.
 8. 김성근, 이용균, 조훈희, 강경인, 초고층 건축공사 바닥 거푸집 선정에 관한 의사결정지원시스템, 대한건축학회논문집(구조계), 22(11), pp.207-214. 2006.
 9. 김태훈. 초고층 거푸집 선정 프로세스 최적화, 석사학위논문 2007.
 10. 신윤석, 최희복, 이용균, 안성훈, 강경인, 초고층 건축공사의 바닥판 거푸집 시스템 선정에 관한 연구, 대한건축학회논문집(구조계), 22(2), pp.147-154. 2006.
 11. 신재원, 유정호, 송상훈, 이현수, 초고층 건축공사 공정계획 지원 도구 개발 방향, 대한건축학회 학술발표논문집 24(2), pp.703-706, 2004.
 12. 오성진, 유석형, 신성우, 이보형, 지식원, 콘크리트 강도 증진에 따른 거푸집 존치기간 단축효과에 관한 연구, 대한건축학회 학술발표논문집(구조계), 22(2), pp.319-322. 2002.
 13. 임남기, 박신, 정상진, 슬립폼과 데크플레이트를 채용한 벽식 아파트의 적용성에 관한 기초적 연구, 대한건축학회논문집(구조계), 20(6), pp.107-114. 2004.
 14. 홍석일, 정성진, 김호수, 곽순섭, 거푸집-동바리 시스템의 합리적인 거동 예측을 위한 모형화 기법, 대한건축학회논문집(구조계), 21(4), pp.65-72. 2005.
 15. Ferguson, S. A. High-rise Formwork for the 21st century, 초고층 건축 거푸집 시스템 국제 세미나, 대한건축학회, 1999.
 16. Elazouni, A. M., Ali, A. E., and Abdel-Razek, R. H., Estimating the Acceptability of New Formwork Systems Using Neural Networks, Journal of Construction Engineering and Management, 131(1), pp.33-41. 2005.
 17. Hanna, A. S., Willenbrock, J. H., Sanvido, V. E., Knowledge Acquisition and Development for Formwork Selection System, Journal of Construction Engineering and Management, 118(1), pp.179-198. 1992.
 18. Hurd, M. K. Formwork for concrete. Fifth Edition, American Concrete Institute, Detroit, 1989.
 19. Kamarthi, S. V., Sanvido, V. E., and Kumara, S. R. T., Neuroform-neural network system for vertical formwork selection, Journal of Construction engineering and Management, 118(1), pp.178-199. 1992.
 20. Proverbs, D. G., Holt, G. D., and Olomolaiye, P. O., Construction resource/method factors influencing productivity for high rise concrete construction, Construction Management and Economics, 17(5), pp.557-587. 1999b.
 21. Tam, C. M., Tong, T. K. L., Lau, T. C. T., and Chan, K. K., Selection of vertical formwork system by probabilistic neural networks models, Construction Management and Economics, 23(3), pp. 245-254. 2005.