

# 대형 시스템 거푸집 공법별 장단점 비교에 관한 연구

## A Research on a Comparison between the Strength and Weakness of Each Formwork Methods in the Core Wall Construction

신 한 우\*      김 광 희\*\*      김 재 업\*\*\*      조 형 근\*\*\*\*  
 Shin, Han Woo      Kim, Gwang Hee      Kim, Jae Yeob      Cho, Hyung Keun

### Abstract

Recently, as a result of the economic growth, the concentration of population towards the cities and the rise in land prices, the demand for high rise buildings has increased significantly, the trend to build high rise buildings such as the mixed-use development buildings by the domestic construction companies continues. It's very important what kind of form work system is applied on the Core Wall of the high rise buildings to determine the economic efficiency for the whole project. That's because the appropriate selection of the Formwork system enables the construction cost lower, makes the good quality of the finished concrete, reduces the construction period, assurance of safety, and further more, it enables to achieve the successful performance of the projects. Therefore, this research, after comparing the strength and the weakness between the construction methods, focus the point to provide a builder the basic data to choose the right Formwork method.

키워드 : 시스템 거푸집, 코어 월, 거푸집 공사  
 Keywords : System form, Core wall, Form work,

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

최근 국내에서는 초고층 주거용 건물의 건설이 활발히 진행되고 있으며, 이에 대한 관심 역시 지속적으로 증가하고 있다.<sup>1)</sup> 이러한 현상은 수도권 지역에서 뿐만 아니라 지방 대도시로도 확산 되는 현상까지 보이고 있다. 건축물의 건설에 있어서 고려해야할 측면은 크게 설계 및 엔지니어링 측면, 시공기술측면, 그리고 관리기법측면 등으로 구분할 수 있는데 이 모든 측면을 적절하게 고려하여 공사를 수행하여야만 성공적인 공사를 수행할 수 있으며, 이 모두가 적절하게 고려되지 않고 공사가 수행된다면 그 건물의 공사는 많은 문제점이 드러날 수 있는 것이 현실이다.<sup>2)</sup>

그 중 시공기술 측면에서 살펴보면 대형 거푸집 공사에 대한 측면에 대한 고려가 매우 중요하다. 왜냐하면 시공성 향상을 위해서는 대형 거푸집 공사가 건축공사에서 구조체 공사비의 30%~40%, 전체 공사비의 약 10%를 차지하는 최대 단일 공정 중 하나로서 후속공사에 미치는 영향이 매우 큰 공사이기 때문이다. 따라서 시공기술의 향상을 위해서는 대형 거푸집 공사에 대해서 지속적인 관심을 필요로 한다.<sup>3)</sup>

또한 현재 국내에서 초고층 건축공사의 거푸집 선정하는 과정을 보면 아직까지 초고층 건축공사와 관련하여 여러 현장의 풍부한 경험을 가진 실무자와 실적자료가 많지 않기 때문에 대부분 제한적인 경험을 바탕으로 거푸집 시스템을 선정하고 있는 실정이다.<sup>4)</sup> 기존의 경험을 바탕으로 적절한 공법을 선정하는 방법은 전문적인 지식이 풍부한 실무자라면 공사를 수행하는데 있어서 문제가 되지 않지만, 실제 현장에서 실무를 담당하는 사람이 상대적으로 경험이 부족한 경우에는 잘못된 의사 결정을 내릴 수 있는 가능성이 있다.

따라서 본 연구에서는 올바른 대형 거푸집 공법 선정을 위하여 건축공사에서 사용되는 대형 시스템 거푸집의 체계적인 비교 분석을 수행하고자 한다. 이를 통해서 현장에서는 당해 현장의 상황에 적합한 대형 시스템 거푸집의 특성 파악을 파악하는데 기초적인 자료로써 활용이 가능케 될 것이며 이는 차후 외벽 시스템 거푸집 선정 시 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

\* 목포대학교 건설공학부 건축공학전공, 박사과정  
 \*\* 목포대학교 건설공학부 건축공학과 교수, 공학박사  
 \*\*\* 충주대학교 건축공학과 교수, 공학박사  
 \*\*\*\* 호남대학교 환경이공대학 건축학과 교수, 공학박사  
 본 연구는 건설교통부 건설핵심연구개발사업의 연구비 지원(06건설핵심C24)에 의하여 수행되었음.

1) 김광희, 강경인, 초고층 골조공사를 위한 유닛 테이블 거푸집공법의 개발 및 적용에 관한 연구, 대한 건축학회논문집(구조계), v.19 n.8, pp.181~188, 2003. 08.  
 2) 김광희 외 5인, 초고층 건물 공기단축을 위한 기둥철근 3개 층 선조립 공법에 관한 연구, 한국생태환경건축학회논문집, v.7 n.2, pp.39~46, 2007. 04.  
 3) 정영수 외 4인, 건설프로젝트 거푸집 선정 요인의 현황 및 개선 방향, 한국건축시공학회 학술, 기술논문발표회 논문집, v.5 n.2(통권 제 9집), pp.111~116, 2005. 11.  
 4) 신윤석 외 4인, 초고층 건축공사의 바닥판 거푸집 시스템 선정에 관한 연구, 대한 건축학회 논문집(구조계), v.22 n.2, pp.147~154, 2006. 02.

## 1.2 연구의 방법 및 절차

본 연구는 코어월(Core Wall)의 외벽에 주로 적용하는 공법인 A.C.S(Auto Climbing System), Gang Form(Gang Form), G.C.S(Guide Rail Climbing System), 슬립 폼(Slip Form)에 대한 이론적 고찰을 수행하고 이를 통한 대형 시스템 폼 관련 공법별 특징 및 장단점 비교를 수행하였다. 세부적인 진행 절차는 그림 1과 같다.

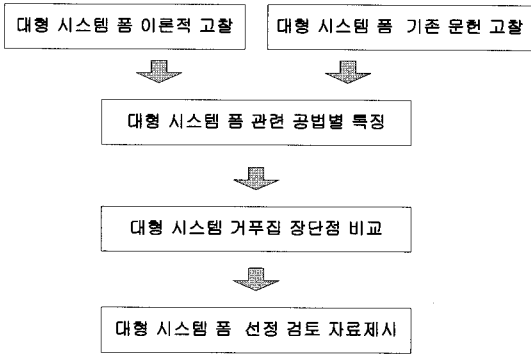


그림 1. 연구의 흐름도

## 2. 기존 문헌 고찰

### 2.1 기존연구 고찰

거푸집과 관련한 기존의 연구는 표 1과 같이 거푸집에 대하여 거푸집공사, 거푸집 선정요인, 거푸집 공법, 거푸집시스템 선정 등 여러 분야 걸쳐서 다양하게 이루어지고 있다. 그러나 지금까지의 연구는 주로 거푸집 의사결정 시스템에 관한 연구가 주를 이루고 있으며, 거푸집 공법 선정에 있어 서도 바닥판 거푸집 공법 선정과 같은 내벽에 관한 연구가 주로 이루어져, 상대적으로 외벽에 적용하는 대형 시스템 거푸집에 대한 연구가 미흡한 실정이다.

표 1 거푸집 관련 주요 연구

분류	연구자	연구내용
초고층 거푸집 공사	김성근외3인 (2006)	거푸집선정을 위한 의사결정지원시스템을 제시
	신윤석외5인 (2006)	한국 상황에 적합한 바닥판 거푸집 시스템을 선정
거푸집 선정 요인	정영수외5인 (2004)	거푸집 선정 요인도출 및 거푸집 공정의 문제점 분석
거푸집 공법	김 광희외2인 (2003)	유닛 테이블 폼을 제안하고 그 타당성을 검토
거푸집 시스템 선정	Kammarthi et al (1989)	뉴럴네트워크(neural network)를 이용한 벽(수직)거푸집 선정 모델 제안
	Hanna et al (1992)	전문가 시스템(expert system)을 이용하여 거푸집 선정 시 의사결정 지원
	Elazouri et al (2005)	뉴럴 네트워크를 이용하여 새로운 거푸집의 적합성 평가 방법 제안

따라서 본 연구에서는 국내 대형 시스템 거푸집을 대상으로 장·단점을 비교 분석하여 차후 대형 시스템 거푸집을 적용하는데 있어서 활용 가능한 자료를 제시하고자 한다.

### 2.2 거푸집 공법의 예비적 고찰

거푸집은 콘크리트 공사에 사용되는 가설재로서, 구조물 각 부재의 설계된 크기, 형상, 그리고 위치에 콘크리트를 성형하는 역할을 한다. 그러나 거푸집은 이러한 콘크리트를 성형하는 역할 이외에 굳지 않은 콘크리트, 거푸집의 자중 그리고 부속 자재, 장비, 작업자 등과 같은 적재하중을 지지한다. 따라서 거푸집은 그림 2와 같은 세 가지 목적을 달성하여야 한다. (Hurd 1989)

- (1) 품질 : 원하는 크기, 형상, 위치, 그리고 마감 면이 매끄럽도록 정확하게 설계되고, 제작될 것.
- (2) 안전 : 거푸집은 본질적으로 작업자에 위험하거나 콘크리트 골조가 붕괴되지 않도록 모든 자중과 적재하중을 지지할 정도로 제작 될 것.
- (3) 경제성 : 시공자나 건축주에게 시간과 원가를 절약할 수 있도록 효과적으로 제작 될 것.



그림 2. 거푸집 공법의 예비적 고찰

### 2.3 대형 시스템 거푸집 공법 전반에 대한 이론적 고찰

#### 2.3.1 코어 월(Core Wall)의 개념

초고층건물 공사에서 핵심이 되는 벽체로서, 사람으로 비교하면 척추에 해당한다. 건물 중심부에서 이 코어 월이 지반 깊숙이 단단하게 박혀서 상승하면 주변 건물공간이나 시설물들의 공사에 상대적으로 수월해진다.

코어 월 공법은 건물의 코어부 골조는 RC조이고 외부 골조는 RC조 혹은 SRC인 건물을 시공할 때, A.C.S.(Auto Climbing System)폼, 갱폼(Gang Form)등과 같은 시스템 폼을 사용하여 코어부 공사를 시공한다.

#### 2.3.2 코어 월(Core Wall)공법의 시공 순서

코어월은 코어의 용벽만이 외부 골조보다 먼저 올라가는 공법으로써 코어부가 올라가면서 외부 골조공사는 RC조의 경우는 약 4개 층 코어보다 후행하여 골조공사가 진행된다. 그리고 외부 골조가 구축되면 아래층부터 마감공사가 진행된다. 이와 같이 코어 월의 선행공사는 공사물량이 많은 코어 부를 먼저 시공함으로써 전체 공기를 합리적으로 단축하는 효과가 있다. 코어 월 선행공법의 시공순서는 그림 3과 같다.

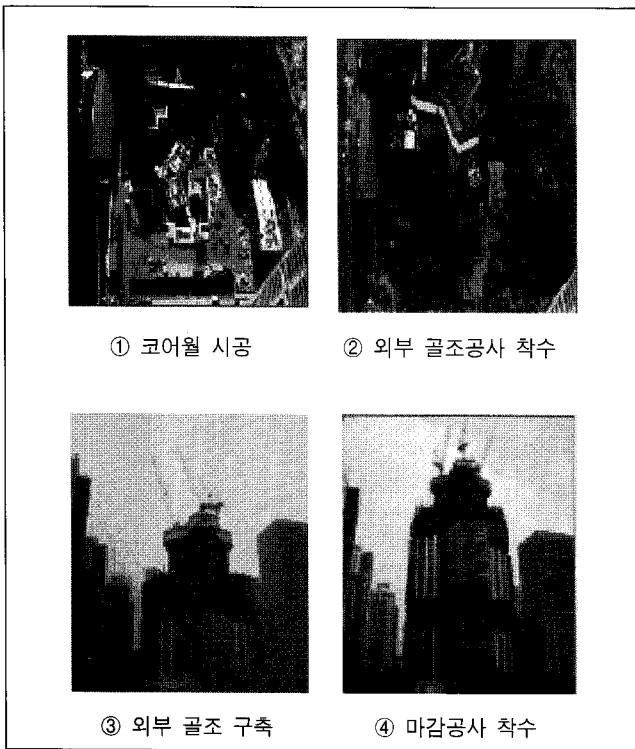


그림 3. 코어월 (A.C.S.)시공

### 3. 대형 시스템 거푸집 공법별 비교

#### 3.1 Doka A.C.S.Form(Auto Climbing System)<sup>5)</sup>

일반적으로 코아 벽 선 타설 후 바닥 이 따라오는 방식(1개 층 단위 Climbing)으로 매립된 Anchor와 직접 연결되는 Cantilever Bracket과 거푸집, 철근 및 콘크리트 작업을 수행하기 위한 작업발판이 부착된 Scaffolding Unit, 그리고 이 모든 장치를 유압에 의해 상층부로 이동시키는 구동장치로 대변 할 수 있다.

작업발판은 용도에 따라 최대 7단까지 설치 할 수 있으며, Form work Panel은 Running Gier에 고정시키거나 혹은 상부 Channel에 Carrier를 매달아 개폐가 간단하고 최대후진거리는 약 75cm 이다.

구조물의 평면이나 Plat Form의 용도에 따라 SKE 50, SKE 100, SCP등 세 종류의 시스템중 하나를 선택하거나 두 개의 시스템을 혼용하여 적용 할 수 있으며, 국내에서 주로 사용되는 시스템은 SKE 50과 SKE 100이다.

#### 3.2 Peri A.C.S. Form(Auto Climbing System)

코아 선 타설 후 바닥 이 따라오는 방식으로 거푸집, 철근 및 콘크리트 작업을 수행하기 위한 작업발판이 부착된 Scaffold Unit로 구성 1개의 Scaffold Unit는 2개의 지지용 캔틸레버 브라켓으로 구성되어 있으며, 유압장치에 의한 Scaffold Unit의

상하이동, Scaffold Unit는 최대 7단의 작업발판이 그림 4와 같이 부착되고 거푸집 작업발판은 체인 드라이브 캐리지에 의해 개폐 가능하며, Scaffold Unit길이는 평면형상 및 개구부 위치에 따라 결정되므로 치수가 일정치 않다.

국내에서는 주로 ACS 100 Type R을 사용하고 ACS 100 Type R은 표준 타입의 자력 양중 시스템으로 거푸집 작업을 5.1m 높이까지 한 번에 할 수 있다.

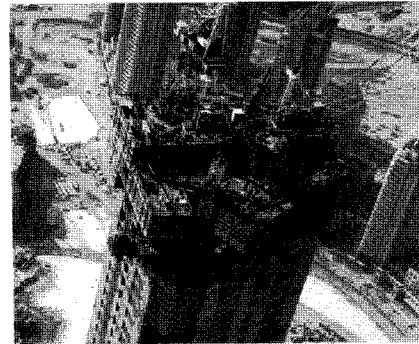


그림 4. A.C.S. Form

#### 3.3 갱폼(Gang Form)<sup>6)</sup>

건축 구조물 또는 대형 토목 구조물을 시공하기 위해서 각 구조물의 형태대로 제작된 대형화된 판넬이나 각각의 부재를 하나로 연결하여 완성시킨 거푸집을 일컬어서 갱폼(Gang Form) 이라 한다.

기존 재래식 거푸집을 이용하여 콘크리트 타설 및 외부전출 부위의 작업을 할 경우에 안전작업을 위한 발판이 없어 이에 따른 안전사고를 방지하기 위한 비계를 별도로 설치해야 할 뿐 아니라 골조공사 완료시까지 장기간 동안 기 설치한 비계의 이동이 불가능 한 점 등 많은 불편을 겪어 왔으나, 최근 스틸(Steel)을 사용한 갱폼(Gang Form)이 정확한 치수에 의해 공장 에서 정밀 제작되어 보급되므로 규격, 수평, 수직 및 평탄도가 완벽하여 정밀시공은 물론 해체 또한 용이하기 때문에 공기단축과 공사 품질 향상을 기할 뿐 아니라 기준층 설치 후 반복사용이 가능함으로써 기존 재래식 목재 거푸집보다 월등한 경제성이 있다.

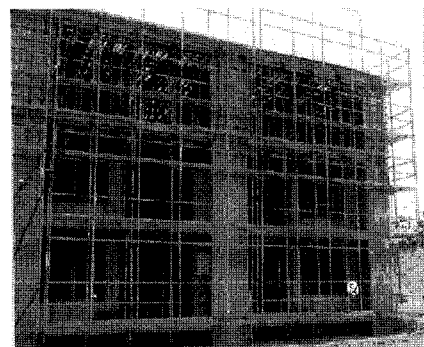


그림 5. Gang Form

갱폼은 주로 타워크레인 등의 시공 장비에 의해 한 번에 설치하고 탈형만 하므로 사용할 때 마다 부재를 조립, 분해를 받

5) 김석희, 「초고층 건물 구조물 공사시 CORE WALL 선형 작업에 대한 비교 연구」, 한양대 산업대학원 석사 학위 논문, pp.25~26, 2001.08.

6) 문승호, 「건축시공기술」, 1판, 기문당, p.p.325, 2006.

복하지 않아 평면상 상하부 동일 단면의 벽식 구조인 아파트 건축물에 적용효과가 큰 대형 벽체 거푸집이다.

폼의 구성(갱폼+달비계)은 거푸집판과 보강재가 일체로 된 기본 패널과 거푸집설치·해체 및 치장 작업용 발판대 및 횡력을 지지하는 빗바팀대로 크게 세분된다. 초기 세팅 기간은 약 10일 정도 소요되며, 전용 횡수는 30~40회 정도 이고 중량은 50~100kg/m<sup>2</sup>이다.

### 3.4 G.C.S. Form(Guide Rail Climbing System)

적용되는 구조물은 고층 구조물의 측벽, 건물의외 구조물 설계가 발코니 등으로 비교적 거푸집 면적이 많게 설계된 부위에 적용하면 효과가 크다.

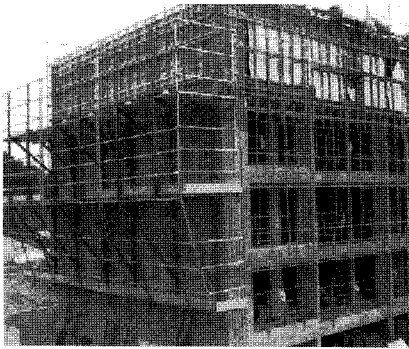


그림 6. Guide Rail Climbing System

일반적으로 Rail System은 Self Climbing System이 임대료가 높아 적용에 제약이 많았고, 기존의 Gang Form은 25층 이상의 고층건물에 적용 시 바람 등의 영향에 의하여 작업성 및 안정성에 문제가 있으므로 경제성 안정성 측면에서 기존의 두폼의 중간 정도의 거푸집 공법을 개발한 것이다.

### 3.5 슬립 폼(Slip Form)<sup>7)</sup>

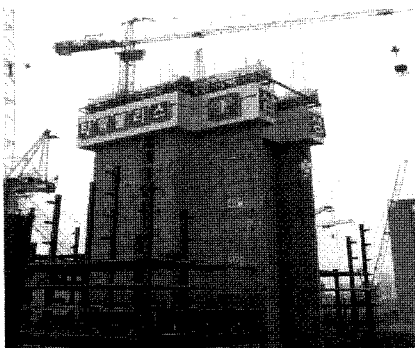


그림 7. Slip Form

슬립폼은 잭 로드(jack rod)에 의해 거푸집과 작업대 및 비계틀 등의 정하중을 활동 상승시키면서 철근과 콘크리트를 연속적으로 타설해 가는 1day사이클이 가능한 거푸집 시스템이다. 이 공법은 사일로(Silo),전단벽(Diaphragm wall)건물, 유틸리티코어(Utility Core), 교각 등과 같이 수직적으로 반복된 구조물이나 시공이음없이 균일한 현상으로 시공되어야 하는 원

자력 발전소 등의 구조물에 많이 사용된다. 또 수로나 지중사프트 등 수평적으로 연속된 구조물에도 적용한다. 이 공법은 마감 작업이 동시에 진행되므로 공정이 단순화 되고, 1일 5~10m 정도 수직 시공이 가능하므로 이음자리 생기지 않으며 시공속도가 빠르다. 또한 형상 및 치수가 정확하며 시공오차가 적은 장점이 있다. 다만, 채용 하는 구조물의 벽면을 제외한 거푸집 활동하기 때문에 돌출 면이 있어서는 안 되는 단점이 있으며, 또 시공 기간 중에는 작업을 중단할 수 없으므로 초지연제를 이용하여 야간작업을 피하기도 한다.

## 4. 대형 시스템 거푸집의 비교

### 4.1 대형 시스템 거푸집 비교 검토

기존 연구 자료를 기초로 하여 갱 폼, A.C.S. Form, G.C.S. Form, 슬립 폼을 공정 Cycle, T/C(Tower Crane) 인양 시 전후 작업, 바람의 영향, 인양시 안전성, Form의 변형, 선정 기준, 구매 형태, Form 자재비, 적용 현장에 대해서 대형 시스템 거푸집을 표 2와 같이 비교 분석 하였다.

표 2. 대형 시스템 거푸집 비교 검토

구분	Gang form	G.C.S.	A.C.S.	Slip Form	비고
공정 Cycle (1개층)	5일	5일	3~4일	2일	-
T/C지원	장시간 소요	단시간 소요	필요 없음	필요 없음	-
인양시 전후작업	많음	많음	적음	없음	-
바람영향	절대 적임	거의 없음	전혀 없음	전혀 없음	-
인양시 안전성	높음	양호	양호	양호	-
Form 변형	매우 높음	거의 없음	거의 없음	전혀 없음	-
선정 기준	대부분 25층 이하 건물	25층 이상	35층 이상 초고층	50층 이상 초고층	-
구매 형태	구매	임대	임대	임대	-
Form 자재비	100%	약200%	약500%	경제성 없음	G. F. 기준
적용 현장	25층 이하	Core wall 없음	다수 현장	타워팰 리스 1차	-

1개층당 공기는 슬립폼이 2일로 가장 짧았으며, A.C.S. Form이 3~4일로 적게 소요되었다. T/C의 지원은 슬립폼과 A.C.S. Form이 자체적으로 인양이 가능하기 때문에 타워 크레인에 영향을 받지 않았다. 대형 시스템 거푸집의 인양시 전후 작업은 슬립폼이 가장 우수 하였으며, 바람에 대한 영향은 Gang Form이 상대적으로 불리하였다. 하지만 거푸집의 변형에 대한 우수성은 Gang Form이 매우 우수함을 보였다. 일반적으로 대형 시스템 거푸집을 선정하는 기준은 Gang Form은 대부분 25층 이

7) 문승호, 「건축시공기술」, 1판, 기문당, p.p 326, 2006.

하의 건물에서 주로 사용하였으며, 25층 이상부터 G.C.S. Form, A.C.S. Form, 슬립폼에 대한 적용을 검토하였다. Gang Form을 제외한 다른 형태의 대형 시스템 거푸집은 임대의 형태로 현장에서 사용하였으며 활용적인 측면에서는 Gang Form과 A.C.S. Form이 주로 적용되고 있다.

표 2에서 제시한 경제성은 거푸집 자재비에 대한 금액비고이며, 코어선행 거푸집 시스템의 선정에 따른 전체적인 경제성은 현장의 설계도서, 품질, 안전, 공정, 양중량 등을 감안한 세부적인 원가 검토가 필요하다.

#### 4.2 대형 시스템 거푸집의 특징 분석

표 3은 대형 시스템 품의 현장 적용 시 각 거푸집 시스템의 특징들을 비교 분석 한 것이며, 각 거푸집 특징들을 분석해 보았다.

표 3. 대형 System Form의 특성

구분	대형 시스템 품 적용시 특징	비고
Gang Form	- 거푸집 양중을 감안한 T/C의 양중량 분석 검토(T/C 대수산정 검토) - 인양 시 공도구 및 잡자재 낙하비레 발생 우려 - Form 불균형시 변형 발생이 예상 - 인양시 안전사고 우려	T/C 사용 ↓ 공기지연 및 임대료 ↓ 원가 상승
G.C.S	- Form 양중을 감안한 T/C의 양 중량 분석 검토 - Form Setting을 위한 Area 확보 필요 - 공기 지연 및 T/C사용으로 인해 국내에서는 코어월 사례가 없음	T/C 사용 ↓ 공기지연 및 임대료 ↓ 원가 상승
A.C.S	- Form Setting을 위한 Area 확보 필요 - 초기 setting 시간과 작업원의 숙련도에 따라 공기에 영향을 미침 - Form Climbing시 고장 대비를 위한 여유분의 Hydraulic 장비 준비 - 철근 Pre-fab 공법가능	공기단축에 따라 간접 비용 절감. 35층이상 많이 사용
Slip Form	- 철근 Pre-fab 공법 적용 불가 - 콘크리트 타설 장시간 소요 - Zone별 분할 시공이 가능하지 않음 - 코어월 형태변화 대응이 신속하지 않음 - 24시간 공사중단 없이 연계	인건비 간접비 과다발생

Gang Form은 T/C의 양중에 직접적으로 영향을 주기 때문에 사전에 T/C의 대수 산정에 있어서 검토가 되어야 한다. 또한 인양 시 발생할 수 있는 낙하사고와 같은 안전사고를 사전에 대비하여야 한다. G.C.S. Form 역시 T/C에 대한 고려가 필요하며, 거푸집의 사전 설치를 위한 작업 공간의 확보가 필수적이다. A.C.S. Form 역시 거푸집 셋팅을 위한 작업 공간의 확보가 필요하며, 초기 설치 시간과 작업자의 숙련도에 따라 공기에 영향을 줄 수 있다. 또한 거푸집 인양시 고장을 대비한 여유분의 Hydraulic 장비를 준비하여야 한다. 하지만 T/C에 영향을 주지 않는 장점이 존재하여 공기 단축을 하는데 효과적인 시스템이다. Slip Form은 24시간 공사 중단 없이 공사의 진행이 가능하나, Zone별 분할 시공이 불가능하고, 콘크리트 사설에 있어서 장시간이 소요되며, 인건비 및 간접비의 비용 지출이 큰 특성이 있다.

### 5. 코어월(Core Wall)거푸집 공종

#### 5.1 대형 시스템 거푸집 장단점 비교 및 분석

다양한 대형 거푸집 시스템이 존재하나 본 연구에서는 초고층 Core Wall에 주로 사용되고 있는 A.C.S Form, 초고층 외벽, 아파트벽체에 자주 사용되는 G.C.S Form 그리고 과거에 사용 경험이 있는 Gang Form과 Slip Form으로 구분하였으며, 이러한 4가지 대형 시스템 거푸집에 대한 기본 개념과 장단점을 비교 하였다. 거푸집 장단점 분석은 기존자료의 분석을 통하여 수행 되었다. 그 내용은 표 5와 같다.<sup>8)</sup> 표 5에서 비교한 시스템 거푸집 중에서 활용빈도가 가장 적은 슬립 폼을 제외한 나머지 3개의 거푸집을 아래 표 4와 같이 분석해 보았다. 경제성 측면에서 A.C.S Form이 가장 고가이지만 수직도 관리, 안전성, 대외적 이미지 측면에서 우수하였으며, Gang Form은 경제적이며, 업체의 적응도, 자재 수급의 측면에서는 상대적으로 우위를 나타내었다.

표 4. 거푸집 분석

구분	Gang Form	A.C.S	G.C.S
경제성	100%	434%	288%
수직도	△	◎	○
초기설치소요시간	7일	15~20일	15일
안전성	△	◎	◎
층고변화 적용성	○	△	△
대외 이미지	△	◎	○
업체 적응도	◎	△	△
자재수급	◎	△	△

### 6. 대형 시스템 거푸집 적합성 검토

#### 6.1 System Form T/C 양중량 분석

각 System Form의 양중 시스템은 골조공사 공기단축으로 인한 경제성을 창출할 수 있다. 표 6에 원가는 T/C 양중량 분석을 통한 원가 상승 수치이다. 그리고 그림 8은 System Form T/C 양중량 분석을 통한 양중대수 산정식이다.

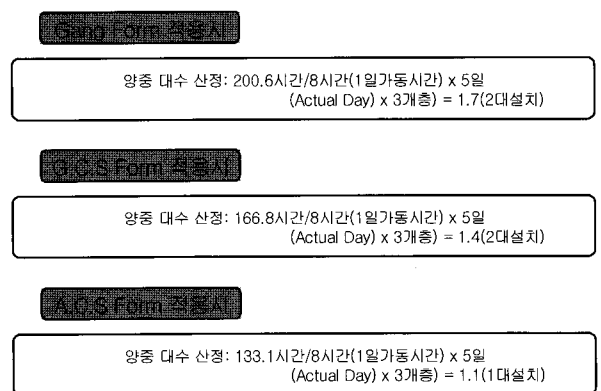


그림 8. T/C 양중량 분석

8) 초고층 아파트 가설 및 공법검토, 3.2.3. 거푸집 공법별 비교 pp.82-85, 2005.

표 5. 대형 시스템 거푸집 공법별 비교

공법	A.C.S. FORM	GANG FORM	G.C.S FORM	SLIP FORM
기본 개념	CORE 선 타설 후 SLAB가 따라오는 방식 →1개층 단위로 Climbing	T/C 또는 별도의 장비를 이용하여 1개층씩 인양하여 타설하는 방식임.	Guide Rail을 이용 T/C 으로 수직 양중 시키는 공법	CORE 선 타설후 SLAB가 따라오는 방식 →Con'c setting time에 맞춰 약 1m~1.5m내외로 Climbing 해가는 것임
장점	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 자체적으로 구동되므로 타장비의 도움 불필요</li> <li>· CORE가 3~4개층 선행되므로 SLAB공사는 언제든지 START 할 수 있음</li> <li>· Wall Form이 계속 올라가므로 형틀공사의 형틀목공 인원 축소 → 비용절감</li> <li>· 코아 벽과 바닥 분리 시공으로 공기단축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 초기투자비가 비교적 저렴</li> <li>· 타장비의 도움을 받아야 한다는 것 이외는 A.C.S. FORM과 동일</li> <li>· 숙련된 작업자 확보가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 인양 속도가 이전의 절반 (Rail인양 작업이 없음)</li> <li>· Unit수량 감소로 금액 저렴</li> <li>· 초기 설치시 Gang Form등 거푸집 해체 없이 설치 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 자체적으로 구동되므로 타장비의 도움 불필요</li> <li>· 시공 조인트 없는 콘크리트의 수밀성 확보</li> <li>· WALL FORM이 SLIP되어 올라가므로 형틀공사의 형틀 목공 인원 축소 → 비용절감</li> <li>· 공정의 단순화 및 마감작업이 동시에 진행</li> </ul>
단점	<ul style="list-style-type: none"> <li>· SURVEY에 대한 세심한 주의요망</li> <li>· WALL과 SLAB를 분할 시공함으로써 1일 CONC 타설량에 세심한 주의가 필요</li> <li>· 상,하 작업층이 벌어져 있어 안전관리 및 동절기 공사에 불리</li> <li>· 초기투자비가 많이 소용된다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· T/C를 주로 사용하므로 T/C부하에 대한 면밀한 검토가 요구됨</li> <li>· 기타사항은 A.C.S. FORM 과 동일</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 공기 지연 및 T/C 사용으로 인해 국내에서는 Core Wall선행 사례가 없음</li> <li>· Form Setting을 위한 Area 확보 필요</li> <li>· Form 양중을 감안한 T/C의 양중량 분석 검토 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 1일 CONC 타설량에 대한 사전 주의 요망</li> <li>· 주야로 연속작업을 하여야 하므로 2배의 인원을 필요로 한다.</li> <li>· 철야 작업으로 인하여 콘크리트의 연속공급에 어려움</li> <li>· 각종 매립물 수량 많음</li> <li>· 쓰레기(콘크리트)가 많이 나옴</li> <li>· 돌출부분이 많은 작업에 부적합</li> </ul>

A.C.S. Form 적용 시 1절 단위(3개층)로 총 소요 시간이 133.1시간 소요되고, G.C.S. Form는 166.8시간, Gang Form은 총 200.6시간이 소요된다.<sup>9)</sup> 이것을 기초로 하여 양중대수를 산정해보면 A.C.S.Form은 1.1로 T/C 1대 설치, G.C.S. Form은 1.4로 T/C 2대 설치, Gang Form은 1.7로 T/C 2대 설치라는 결과가 나온다. Gang Form, G.C.S.는 T/C사용이 불가피 하므로 위 양중효율을 검토한바 2대설치가 불가피하다고 사료된다.

표 6. System Form 적합성 검토

구분	GangForm	G.C.S	A.C.S	비고
원가	100%	123%	103%	깁폼은 구매비용임
공정	5Cycle	5Cycle	3~4Cycle	
품질	T/C의 양중으로 인한 수직도 관리 필요	T/C의 양중으로 인한 수직도 관리 필요	자체 규격화된 Climbing으로 인한 수직도 관리 용이	
안전	추락 및 낙하물에 의한 주의 필요	추락 및 낙하물에 의한 주의 필요	Self Climbing에 의한 안전성확보	
작업건	T/C 양중으로 인한 별도의 신호수 필요	T/C 양중으로 인한 별도의 신호수 필요	유압장치로 인한 자체 Climbing	
초고층 적용성	초고층 적용에 부적합	25층이상 (코어, 외주부 R.C 동시 타설 일때)	초고층 규모에 적합	

대형 시스템 거푸집의 구매형태는 Gang Form의 구매 비용이 90,000,000원이며, G.C.S. Form은 200,000,000원, A.C.S.는 500,000,000원(임대 비용) 이다. 여기서 A.C.S.의 임대 비용이 제일 높게 나온다. 그러나 T/C 임대비용(394,180,000원)은 Gang Form 및 G.C.S. Form은 양중량 검토 결과로 한대 추가가 불가피한바 임대료가 추가 발생하므로 G.C.S. Form의 원가 상승이 가장 높다. System Form 적합성 검토를 비교하면 표 6과 같다.

## 7. 결 론

본 연구는 건설현장의 상황에 적합한 대형 시스템 거푸집의 특성 파악과 외벽 시스템 거푸집 선정 시 도움을 줄 수 있는 기초적인 자료를 제시하기 위한 목적으로 거푸집 공법별로 장단점을 비교 분석하여 Core Wall에 사용되는 거푸집을 검토하였다. 공기 단축과 비용절감, 품질의 우수성 확보를 위하여, 대형 시스템 거푸집을 비교 분석한 결과는 다음과 같다.

첫째, A.C.S. Form은 자체적 유압으로 수직 상승하여 T/C의 간섭을 받지 않고, 3~4일 공정으로 1개층씩 단위로 상승 할 수 있다. 하지만 초기 비용이 많이 들고, 작업자의 숙련도를 확보하는데 시간이 필요로 한다.

둘째, Gang Form은 A.C.S. Form 대비 초기 투자비가 저렴하고, 시공 경험이 풍부하다. 하지만 초고층 적용에는 T/C의 간섭으로 공정의 차질과 양중효율이 불가피하기 때문에 초고층에 도입하면 경제성을 떨어진다고 사료된다.

셋째, G.C.S. Form은 APT벽체, 초고층 외부 벽체에 대한 사

9) 참고 프로젝트: 황학동 주상복합 적용사례

례는 있으나, Core Wall에 적용한 사례가 없다. G.C.S Form과 Gang Form이 동등함으로 T/C사용이 불가피하므로 양중효율 떨어지는 것으로 사료된다.

넷째, Slip Form은 국내 적용 사례가 적고, Slip Form의 특성 상 매일 같이 철야작업을 반복, 설계검토를 위한 각 분야별 내·외부 전문가 투입, 야간작업으로 인건비, 간접비 상승 등을 고려해보면 경제성이 타공법에 비해 떨어져서 다른 System Form을 주로 사용 하는 것으로 판단된다.

본 연구는 대형 시스템 거푸집 공법별로 장·단점을 비교 분석하였다. 하지만 실제 현장에 대한 세부적인 적용 사례에 대한 비교 검토와, 실제 현장에서 적용하는 실무자들의 대형 거푸집 시스템에 대한 만족도에 대한 연구가 미흡한 점이 본 연구의 한계라고 사료된다.

그러므로 비록 본 연구가 위에서 제시한 여러 가지 한계를 보여주고 있지만 대형 거푸집 시스템을 선정하는데 있어서 기초 자료로써 활용되어 진다면 차 후 공사 경험이 부족한 실무자가 공기단축과 비용절감, 품질의 우수성 확보 등을 고려한 당해 현장에 최적의 공법을 선정하는데 있어서 도움을 줄 수 있을 것으로 판단된다.

## 참 고 문 헌

1. 권상문, 초고층 건축물 시공을 위한 ACS Form 시공기술, 한국건축시공학회지, v2, n1, pp.80, 2002.02.
2. 김광희, 강경인, 초고층 골조공사를 위한 유닛 테이블 거푸집공법의 개발 및 적용에 관한 연구, 대한 건축학회논문집(구조계), v.19 n.8, pp.181-188, 2003.08.
3. 김광희 외 5인, 초고층 건물 공기단축을 위한 기동철근 3개층 선조립 공법에 관한 연구, 한국생태환경건축학회논문집, v.7 n.2, pp.39-46, 2007.04.
4. 김성근, 이용균, 조훈희, 강경인, 초고층 건축공사 바닥 거푸집 선정을 위한 의사 결정지원 시스템, 대한건축학회 논문집(구조계), v.22 n.11, pp.207-214, 2006.11
5. 김석희, 초고층 건물 구조물 공사시 CORE WALL 선행 작업에 대한 비교 연구, 한양대 산업대학원 석사 학위 논문, pp.25-26, 2001.08.
6. 문승호, 건축시공기술, 1판, 기문당, p.p.325-326, 2006.
7. 신윤석, 최희복, 이용균, 안성훈, 강경인, 초고층 건축공사의 바닥 판 거푸집 시스템 선정에 관한 연구, 대한 건축학회 논문집(구조계), v.22 n.2, pp.147-154, 2006.02
8. 오성록, 박근준, 초고층건물 RC조 코어월 선행 공법 개선방안, 한국건설관리학회 전국대학생 학술 발표대회 논문집, pp.340-343, 2005.10.
9. 오정희, 박근준, 국내 초고층 건물 ACS 공법 적용효과, 한국건설관리학회 전국대학생 학술발표대회 논문집, pp.228-229, 2006.10.
10. 정영수, 박지호, 강승희, 박복만, 최인성, 건설프로젝트 거푸집 선정 요인의 현황 및 개선 방향, 한국건축시공학회 학술, 기술논문발표회 논문집, v.5 n.2(통권 제 9집), pp.111-116, 2005.11.
11. 초고층건축포럼, 「Core Wall선행공법」, 초고층건축포럼연구소, 2007.
12. Elazouni, A. M., Ali, A. E., Abdel-razek, R. H., Estimating the Acceptability of New Formwork Systems Using Neural Networks, Journal of Constructoin Engineering and Management, 131(1), p.p.33-41, 2005.
13. 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), p.p.179-198, 1992.
14. Hurd, M. K., Formwork for Concrete Fifth Edition, American Concrete Institute, Detroit, 1989.
15. Kamarthi, S. V., Sanvido, V. E., Kumara, S. R. T., Neuroform-Neural Network System for Vertical Formwork Selection, Journal of Computing in Civil Engineering, 6(2), p.p.178-199, 1992.
16. PERI ACS 기술 자료, <http://www.perikorea.com>