

코어월 선행공법의 영향 요소 분석을 통한 시공성 향상에 관한 연구

Improving Construability by Analyzing Influencing Factors of Core-Wall Construction

구 성 훈* 오 안 병 주** 김 재 준***
Ku, Seong-Hun Ahn, Byung-Ju Kim, Jae-Jun

요 약

초고층 건축은 인구의 도시집중과 제한된 건축부지의 효율적 이용이란 측면에서 필요성이 증대되고 있다. 이러한 사회적, 경제적 요구에 의하여 50~60층 이상의 주상복합 건물의 건축이 활발히 진행되고 있으며, 이에 수반되는 최첨단 공학기술을 수용할 수 있는 설계, 구조, 재료, 경제적 시공기술 등이 절실히 요구되고 있다. 코어월 선행 공법은 초고층 건물공사에서 공기단축을 통한 비용 절감을 위해 선호되는 공법들 중 하나이다. 본 연구에서 수행한 사례조사에 따르면, 코어월 선행공법을 위한 시스템 폼 선정 프로세스는 공기와 비용 중심이었고 시공성은 상대적으로 간과되고 있는 것으로 나타났다. 이로 인하여 계획단계에서 예측하지 못한 문제점들이 시공과정에서 나타나고, 그 결과 공기지연이나 비용상승 등의 문제점이 발생하고 있었다. 이에 본 연구에서는 시스템 폼 선정과정에서 시공성 향상을 위해 코어월 선행 공법의 영향 요소에 대해 연구하였다.

키워드: 코어월, 시공성, 영향요소

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

도심저 고밀화에 따른 공간의 효율적 이용과 대규모 사무 공간의 요구는 더욱 더 고층의 건축물을 필요로 하게 되었다. 더불어 주거와 상업, 문화 등 다양한 기능을 밀접하게 연관시켜 편리성과 쾌적성을 추구하는 고층의 주상복합시설도 점차 늘어나고 있다. 이러한 초고층 건축물을 성공적으로 건설하기 위해서는 사전준비작업뿐만 아니라 철저한 시공계획 또한 요구된다. 특히 경제적인 초고층 건축물을 실현하기 위해서는 프로젝트의 구성요소를 잘 파악하고, 적절한 공법의 선택 및 공사관리가 이루어져야만 한다(신성우, 2003).

최근에 건설된 초고층건물들은 ACS (Automatic Climbing System) 폼 및 콘크리트 펌핑 기술 등의 공법의 획기적인 발전이 일익을 담당했다(김찬수, 2003). 즉, 거푸집 공사에 있어서 건축물이 고층화/대형화됨에 따라 콘크리트를 이용한 내부코어시스템을 적용하는데 있어서 공정의 합리화 및 공기단축을 도모하기 위해 Slip 폼, ACS 폼 등의 시스템 거푸집 기술의 발전이 일익을 담당한 것이다(주지현, 2000). 코어월 선행공법은 작업환경, 기술력 등에 따라 여러 가지 시스템이 사용될 수 있으며, 이것의 선택

은 공기 및 비용의 단축, 생산성 등을 좌우한다. 그러나 코어월 선행공법을 위한 시스템 선정은 아직까지 많은 부분을 기술자의 직관이나 경험에 의존하고 있다. 이로 인하여 각종 의사결정시 많은 오류 발생과 필요 이상의 비용 및 공기지연의 여지를 가지고 있다.

본 연구는 초고층건물공사의 코어월 선행공법을 위한 합리적인 시스템 선정에 요구되는 평가 항목들을 도출하여, 최적의 시스템 폼 선정을 위한 의사결정의 기준을 제시하는 것이 연구 목적이다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구의 범위는 초고층건물공사를 위한 코어월 선행 공법으로 한정하며, 연구진행과정은 먼저 문헌고찰 및 자료조사를 실시하여 코어월 선행공법에서 사용되는 시스템 폼들의 특징과 장단점 등을 조사하였다. 다음으로 현업의 전문가를 대상으로 인터뷰를 실시하여 코어월공사를 위한 시스템 폼의 평가 항목 및 기준, 문제점 등을 도출하였다. 다음으로 코어월 시스템에 대한 영향인자를 분석하였다.

2. 코어월 선행 공법의 정의 및 유형

코어월 선행공법이란 외부골조는 철골조, 내부골조는 RC 조인 SRC조 건물공사에서 코어공사를 철골공사보다 선 시공하는 공법이다. 이 공법은 RC조인 코어를 외주부 철골공

* 학생회원, 한양대학교 대학원 건축공학과, 석사과정
** 일반회원, 전주대학교 공학부 전임강사, 공학박사
*** 중신회원, 한양대학교 건축공학부 부교수, 공학박사

사에 앞서 선 시공하여 공정 간의 간섭을 줄임으로서 공기 단축을 통한 시공성¹⁾ 향상을 도모할 수 있다. 이 공법의 장점으로는 공기 단축, ACS 폼이 자체 유압기를 사용하여 상승함으로 인한 타워크레인의 양중부하 감소, 거푸집 합판의 전용회수 증대로 인한 비용절감, 고층화에 따른 거푸집 작업의 안전성 증대 등을 들 수 있다²⁾.

(1) ACS 폼의 개념

ACS 폼은 하이드롤릭 유닛(Hydraulic Unit)³⁾와 양중용 프로파일(Profile)을 이용하여 별도의 양중장비 없이 자체적으로 1개 층씩 형틀을 상승시키면서 콘크리트를 타설하는 공법이다. 이것은 골조의 품질이 우수하고 안전시설물이 일체화 되어 있으며, 3일에 1개 층씩 콘크리트를 타설할 수 있는 장점이 있어 초고층건물공사에 적합하다.

(2) 슬립폼(Slip 폼)의 개념

슬립폼 공법은 1.0m 또는 1.5m 높이의 강재폼(steel 폼)에 콘크리트를 타설하여 시간의 경과에 따라 콘크리트가 자립할 수 있을 만큼 경화되면 유압잭(jack)을 이용하여 시간당 15~25cm씩 폼을 상승 시킨다. 이것은 새로운 타설 공간을 형성하여 연속적으로 콘크리트를 타설하는 공정을 되풀이하여 구조물을 완성하는 공법이다

3. 코어월 선행공사를 위한 시스템 폼 선정 프로세스

3.1 전문가 인터뷰

본 연구에서는 코어월 선행공법을 위한 시스템 폼 선정 과정에 대한 현황조사를 위해 현업 전문가들을 대상으로 인터뷰를 실시하였다. 인터뷰의 주요 내용으로는 코어월 선행공법의 채택 이유, 시스템 폼의 선정과정 및 기준, 시스템 폼 시공과정에서의 문제점 및 영향요소 등이었다.

3.2 사례조사 결과

현장들에서는 먼저 시공계획을 수립하고, 기 수행된 사례분석을 토대로 공사비/공기를 산정한다. 그리고, 이 계획을 공사참여자들이 협의 및 검토하여 시스템 폼을 선정한다. 표 1은 사례현장들의 선정 프로세스에서 검토되는 주요 항목들을 정리한 것이다. 이 표에서는 시스템 폼의 선정을 위한 기획단계에서의 검토 항목과 설계 및 시공계획 단계에서의 검토 항목들을 구분하여 보여주고 있다.

표 1. 코어월 선행공법을 위한 시스템 폼 선정 프로세스의 검토 항목들

| 구분 | 검토 항목 |
|----------------------------------|---|
| 시스템 폼 선정의 기획단계에서의 검토 항목 | <ul style="list-style-type: none"> 경제성 검토 공기 제한 검토 평면설계 및 폼 설계 검토 구조적합성 검토 가설계획 검토 후속 공사 공정관리계획 검토 |
| 시스템 폼의 설계 및 공중별 시공계획 단계에서의 검토 항목 | <ul style="list-style-type: none"> 인접 건물 및 주변사향 검토 양중물량 및 양중 장비 배치 위치 검토 타 공정과의 공간적 시간적 간섭 유무 검토 작업동선 계획 검토 인원, 장비 및 야적계획 검토 폼 설치 및 해체계획 검토 개구부 등의 상호간섭 검토 철근 배근 단순화 및 선조립 공법 검토 타설계획 검토 낙하물 방지 대책 검토 |

기존의 프로세스를 분석하면 크게 사업검토단계, 설계 단계, 공중별 시공계획 단계, 재검토 단계를 나눌 수 있다. 사업 검토 단계에서는 현장조사를 통해 사업의 특징을 규정하고 이에 따라 공기와 공사비를 산출하여 계약조건을 설정한다. 설계 단계에서는 공중별 시공계획 일정을 설정하고 작업 표준을 제시한다. 공중별 시공단계에서는 공사 개요에 따라 작업순서를 정하고 작업지침을 설정하고 품질/안전 기준을 마련한다. 수정보완 단계에서는 발견한 문제점들을 수정/보완한다. 수정보완 단계에서는 발견한 문제점들을 수정/보완한다. 그림 1은 이상의 내용을 정리한 것이다.

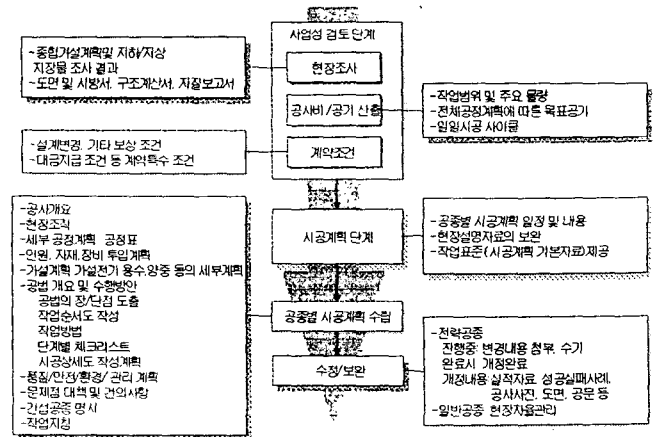


그림 1. 기존 프로세스 단계별 검토사항

표 2와 같이 코어월 선행 공법의 시공상 문제점을 살펴 보면 작업 공간의 확보 및 동선 문제, 작업 및 장비 간의 간섭 문제, 안전성 문제, 타설작업 문제 등으로 집약할 수 있다. 결론적으로 이상의 문제점들을 극복하기 위해서는 시스템 폼 계획 단계에서 치밀한 공사계획이 이루어져야 할 뿐만 아니라, 현장의 여건에 적합한 시스템 폼 선정이 필요하다고 하겠다.

1) CII(Construction Industry Institute)에서는 시공성은 전체 프로젝트의 목적을 달성하기 위하여 계획, 설계, 조달, 현장업무에 시공 지식과 경험의 최적으로 활용하는 것이라고 정의하고 있다.

2) "건축기술 실무 이야기," 삼성물산(주) 건설부문, 2001.

3) 유압 모터, 리모콘, 유압호스, 유압실린더로 구성된 자동인양장치

표 2. 코어월 선행공법 시공성 간과로 인한 문제점과 원인

| 구분 | 문제점 | 원인 |
|--------|--------------------------------------|---|
| ACS 품 | 코어월 내부 폼 공간 부족 | 폼 상승 후 패널과 철근배근 사이에서 작업할 수 있는 공간이 필요한데 내부 폼의 경우는 공간이 협소하여 내부 작업 불가 |
| | 건물의 평면 및 단면 축소로 인한 형틀 개조 | 형틀 시스템 및 시설 개조를 위한 추가 인원 및 공기 지연 발생 |
| | 코어개구부와 서스펜션 슈 (suspension shoe) 위치간섭 | 폼 설계 시 서스펜션 슈의 위치를 충분히 검토하지 못함 |
| | T/C 양중시 ACS 품의 간섭 발생 | T/C 마스트 높이를 충분히 확보하지 못하여 ACS 품 작업 간섭 발생 |
| | 모르터 회수 문제 발생 | 코어월 콘크리트 타설을 위해서 처음시작시 배관 통과를 위한 모르터를 써야 되는데, 콘크리트와 뒤섞이는 문제 발생 |
| Slip 품 | 연속 타설 작업으로 인한 능률 저하 | 장시간 타설로 인한 콘크리트공의 작업능력 저하 |
| | 린텔(lintel beam) 주근과 부근과의 간섭 | 예정 폼슬립(폼 slip)이 이루어지지 않아 린텔빔설치를 위한 공간형성이 되지 않음 |
| | 콘크리트공의 작업 생산성 저하 | 워킹덱(working deck) 내의 공간이 협소하고 수직 철근 등으로 동선이 차단 |
| | 고소작업으로 인한 안전사고위험, 능률저하, 슬립 지연 | 슬립폼의 특성상 매시간별로 필요 부위의 양중이 이루어져야 하나 심야 작업시 T/C기사의 미 투입으로 인력 양중 |
| | 1개 팀이 주간 및 철야작업을 동시에 수행하는 경우 발생 | 슬립폼 작업 특성상 목수, 철근, 콘크리트 타설공 등에 대한 2회(2 shift) 운영이 되어야하는데, 별도의 인원을 준비하지 못함 |

코어월 선행공법은 공기 단축, 경제성, 품질/안전관리 상 등의 장점으로 인하여 선호되고 있다. 그러나 현실적으로 시스템 폼에 대한 인지도가 부족하여 주요 의사결정 항목들이 기 수행한 시공 경험에 의존하여 시스템 폼이 선정되고 있었다. 이 때 고려되는 주요 결정변수는 공기와 비용이었으며, 시스템별 시공성은 간과되고 있었다. 그림 2는 이러한 문제점을 도식적으로 보여주고 있다.

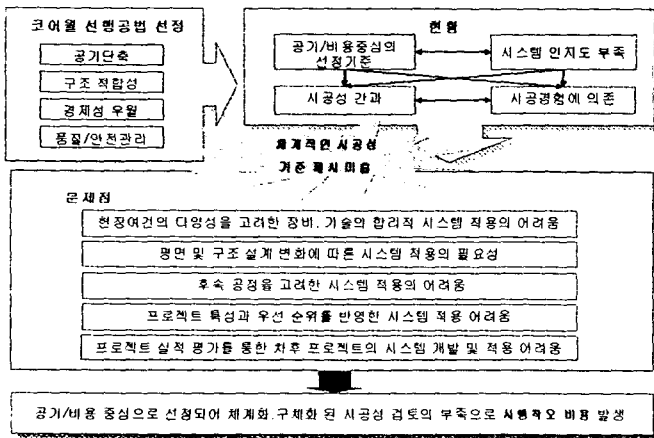


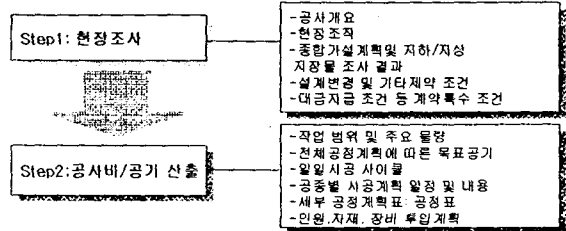
그림 2. 현재 사용되는 코어월 시스템 폼 선정과정 문제점

4. 시스템 폼 선정 영향요소의 분석

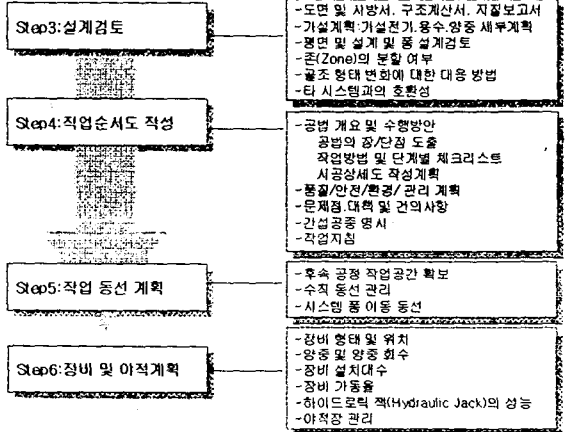
4.1 시스템 폼 선정 영향요소의 분석 과정

현업의 전문가들을 대상으로 인터뷰 및 자문을 실시하여 코어월 선행공사의 세부계획과정을 재정립하였다. 그리고 이 과정을 토대로 시스템 폼 선정을 위한 평가 기준을 작성하였다. 코어월 선행공사의 세부계획 과정을 재정립한 결과, 사업 검토단계, 설계 단계, 공종별 시공계획 단계 등으로 구분할 수 있다. 그림 3은 이상과 같은 코어월 선행공사의 세부계획과정의 재정립 결과를 도식적으로 표현한 것이다.

사업 검토단계



설계 단계



공종별 시공 계획 단계

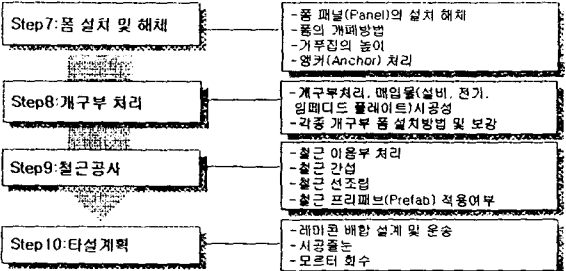


그림 3. 재정립된 코어월 공사의 세부계획 과정

4.2 시스템 폼 선정 평가 기준

다음으로는 재정립된 코어월 공사의 세부 계획 과정을 토대로 시스템 폼 선정을 위한 평가 기준을 표 3과 같이 작성하였다. 여기서 평가기준들은 공정, 경제성, 품질/안전, 시공성 등으로 구분하였으며, 각각의 항목들은 재정립한 코어월 공사의 세부계획 과정에서 요구하는 바를 만족시키기 위한 요구 조건들을 토대로 도출되었다.

표 3. 영향요소의 분류

| 평가영역 | 평가항목 | 세부평가항목 | 평가영역 | 평가항목 | 세부평가항목 |
|----------|-------------------|----------------------------|------------|---|--------------------|
| 공정 | 총 공기 | 철대공기 | 시공성 | 설계 검토 | 평면 설계 및 품 설계 검토 |
| | 총당 공기 | 조립, 분해 설치 시간 | | | 골조 형태 변화에 따른 대응 방법 |
| | | 콘크리트 타설 시간 | | 타 시스템과의 호환성 | |
| | 기후 변화 | 동절기 공사 시 효율 | | 우기 시 효율 | 작업 동선 |
| 수직 동선 관리 | | | | | |
| 작업 간섭 | 작업 간 간섭사항 | | 개구부 처리 | 시스템 폼 이동 동선의 편리성 | |
| | | | | 개구부처리, '매입물(설비, 전기, 임베디드 플레이트(embeded plate)의 시공성 | |
| 경제성 | 직접비 | 공통가설비 | 철근 및 이음 공사 | 각종 오픈(opening) 품 설치 방법 및 보강 | |
| | | 의주계약 금액 | | 철근 이음 방법 및 이음부 처리의 용이성 | |
| | 고층화에 따른 자재 전용회수 | 철근 작업시 간섭발생의 용이성 | | | |
| 간접비 | 공기/사업기간 단축에 비용 절감 | | 폼 공사 | 철근 선조립의 가능성 | |
| | | | | 철근 프리패브(pre-fab.) 적용여부 | |
| 품질 | 정밀도 | 시공정밀도 | 타설 | 폼 패널의 설치 해제 방법의 용이성 | |
| | | | | 초기 강도 확보 | 폼의 개폐 방법의 용이성 |
| | 콘크리트 품질 | 콘크리트 면의 평활도 및 골조 품질 여부보양대책 | 거푸집의 품질 | 레이콘 작업의 용이성 | 모르터 회수작업의 용이성 |
| | | | | | 거푸집의 이음면 처리 |
| 안전성 | 안전시설 확보 | 안전시설 일체화 | 장비 및 야적 | T/C, CPB 등 장비 위치의 합리성 | |
| | | | | 고소작업 안전성 | 하이드롤릭 잭의 성능 |
| | 수직 이동시 주변 낙하방지 | 비상 동선계획 | 작업 환경 | 야적장 관리의 용이성 | 소음 및 분진 발생 |
| | | | | | 작업 환경 |

5. 결론 및 향후 기대효과

초고층 건축공사의 증가로 공기 단축의 비용절감 등의 이점에 기인하여 코어월 선행공법이 선호되고 있다. 그러나 코어월 선행공사를 위한 시스템 폼은 공기와 비용 중

심의 의사결정 과정에 의해서 선정되고 있었으며, 이때 시공성은 상대적으로 간과되고 있는 것으로 나타났다. 이로 인하여 현장 관리자들은 공사계획단계에서 예측하지 못한 문제점들을 시공 과정 중에 직면하게 되고, 그 결과 공기 지연이나 비용 상승 등의 문제점이 발생함으로써 코어월 선행공사의 이점을 충분히 살리고 있지 못하는 실정이다. 따라서 새로운 공법들은 건설프로젝트의 성격 및 현장여건이 충실히 반영될 수 있도록 합리적인 선정과정을 필요로 한다. 본 연구는 초고층 공사의 코어월 선정과정을 개발하기 위한 합리적 평가항목의 개발을 목적으로 한다. 이를 달성하기 위하여 현 코어월 시스템 선정 프로세스상의 문제점을 도출하고 단계별 검토사항을 제시하였다.

본 연구에서 제시한 평가항목은 먼저 영향 요소 평가 프로세스를 거쳐 각 단계별 검토를 통해 프로젝트 성격 규정 및 그 성격에 맞는 공정, 경제성, 시공적합성, 품질, 안전성의 평가 기준을 마련하였다.

이상 본 연구를 통한 결론은 다음과 같다.

- (1) 현장조사와 자료검토를 통하여 현재 코어월 선행공법의 시공에서 발생한 문제점과 원인을 조사하였다.
- (2) 전문가의 자문을 통해 현행 코어월 선행공법 선정 프로세스를 도출하고, 그 과정에서 검토되는 영향요소를 추출하였다.

본 평가항목 제안의 기대효과로는 시공성을 고려한 선정과정으로 시공 중 발생할 수 있는 시행착오를 줄여 공기 및 비용의 증가를 방지할 수 있다는 것이다. 이를 토대로 코어월 선행공법의 선정과정의 평가 기준을 제시할 수 있다. 또한 코어월 시스템 개발에 있어 시공상의 영향인자를 제시함으로써 시스템 개발의 기초 자료로 활용할 수 있다. 향후 연구에서는 보다 축적된 시공데이터를 통해 현장의 특성을 다양하게 반영할 수 있는 영향요소의 추출과 개발이 필요하다.

참고문헌

1. 김석희, "초고층 건물 구조물 공사시 코어월 선행작업에 대한 비교 연구," 한양대학교 석사논문, 2001.6.
2. 김찬수 외 3명, "초고층 건물의 계획과 시공," 현대건설 기술연구소, 2003. 3.
3. 여영호, 홍근표 (2003), "신공간 개념을 통한 초고층과 전망," 한국초고층건축포럼 제3차 심포지엄 논문집, pp.3-22.
4. 신성우, 김영학 (2003), "초고층 건축물의 경제성," 한국 초고층건축포럼 제3차 심포지엄 논문집, pp.67-88.
5. Howard, R. A. (1980), "An Assessment of Decision Analysis," Operations Research, Vol.28, No.1, pp.4-27,

Abstract

The need of high-rise building is increased, because population is concentrated and the building site is limited in the city. Owing to this request buildings in downtown become more high rise. Therefore, we must develop the design, structure, high technology and materials. The core wall construction is one of the method of construction preferred because it cut down the cost and decrease the schedule. According to research in this study, we found that the selection process of core wall system form is focused on the schedule and cost. the construability is relatively failed to notice. As a result, the problem of construability is happened under the construction, it lead to delay the schedule and increase the cost. The purpose of this study is suggest to decision making process of core wall system form considered improving construction productivity.

Keyword : Core wall, Construability, Influencing factors