

## 초고층 골조공기 단축방안- 3Day Cycle



손상현, 現: 삼성건설 초고층팀 부장, 건축시공기술사  
박기용, 現: 삼성건설 초고층팀

### I. 서론

최근 세계적으로 일고 있는 극고층화 및 대형화는 세계적인 추세로 이미 국내에서도 초고층 건축의 움직임이 활발하게 일어나고 있다.

여의도 72층의 Parc 1은 이미 지난 6월 5일 기공식을 실시하였고, 송도의 151층 인천타워도 현재 컨셉추얼 디자인을 진행 중이며 그 외에도 다수의 프로젝트가 계획 및 진행 중에 있다.

초고층 공사의 특징을 살펴보면 일반적인 공사 대비하여 초고층화에 따른 공사기간이 증가하고 공사금액도 증가하나 작업효율성은 떨어진다.

이중 공사기간이 길어지는 단점을 극복하기 위해서는 절대 공기가 가장 길고 모든 공사의 선행공사인 골조공기의 단축이 요구되며 이는 결국 「골조 층당 Cycle」로 귀결 된다.

통상의 골조공기는 지하층 골조공사, 비기준층 골조공사, 기준층 골조공사로 나누어 관리되는데 지하층 및 비기준층의 골조공기는 소요공기가 많이 소요되나 공기단축이 여간 어려운 것이 아니므로 이중 기준층(평면이 유사하게 반복되는 층, Typical Floor) 골조공사의 층당 Cycle을 얼마나 단축하느냐에 따라 전

체 골조공기의 단축 방안이 결정되고 이는 결국 원가절감이라는 또 다른 이익을 낳을 수 있다.

현재 국내에서 시공되어지는 통상의 기준층 층당 골조 Cycle을 구조적인 형태로 나누어 살펴 볼 수 있다.

최근 많이 적용되는 구조 형태로 횡력 저항성을 고려한 내부 코어의 형태가 RC이고 외주부의 기둥 및 슬라브가 철골보 위에 Deck Plate인 경우와 전체가 RC조인 경우로 대변 된다고 할 수 있다.

본고에서 논의 하고자 하는 바는 내부 RC Core에 외부주의 SRC조를 적용한 구조형태에 대한 골조공사 공기단축 방안에 대하여 기술하고자 한다.

초고층 공사에서는 하나의 기술로만 골조공사 층당 3일 Cycle을 실현 할 수 있는 것이 아니라, 여러 핵심기술의 최적의 조합을 통해서 만이 골조 3일 Cycle을 실현할 수 있다.

### II. 본론

초고층 건물이 전부가 3일 Cycle이 되는 것은 아니며 이를 위해서는 설계단계 이전부터 건물의 구조 시스템 및 설계도면 변경을 통한 최적화 구조설계를 이루어 내야 하며 이는 공사기간, 금액, 시공적인 측면에서 충분히 검토된 이후 적용해야 한다.

당사에서는 세계적인 초고층 구조 전문가 Ahmad, AbdelrazaQ를 중심으로 많은 전문가 및 경험자를 보유하고 있으며, 이는 당사 수행 프로젝트의 성공적 준공 및 공사비 저감에 많은 역할을 하였고, 기술력 우위의 입지를 공고히 하는 견인차 역할을 하게 되었다.

전체 양중량 분석기술은 기수행 프로젝트를 통한 축적된 자료 및 풍부한 경험을 바탕으로 한 프로젝트 전체 및 최대 양중량을 분석하며 자재, 인원 별로 완벽한 분산배치로 인한 양중의 흐름을 예상 및 관리하는 기술로 원활한 시공 및 공정관리를 좌우한다.

초고층 층당 골조 공기는 크게 Core wall, 외주부 및 기둥, 슬라브 등 3가지로 구분되어 공사관리가 이루어지며, 각각의 공정

은 서로 유기적인 관계에 있어 한가지라도 놓치게 되면 골조 층 당 3일 Cycle공정에 막대한 지장을 초래하게 된다.

골조공사 층당 3일 Cycle기술은 Core 공정들을 각각 3일 내에 1개 층을 시공완료 할 수 있도록 하는 방향으로 관련 건설 기술들이 발전하여 왔다.

1) Core Wall 공사

통상 건물의 중심에 있고 전체가 벽과 보의 조합으로 이루어진 Core wall은 가장 선행이 되어 진행되는 부분으로 골조 층 당 3일 Cycle 공정의 선봉이 되며 당사는 많은 프로젝트의 경험으로 Link Beam의 PC화, Embedded Plate설치, 설계기술 차별화를 이루었다.

특히, ACS(Auto Climbing System)의 중요성을 인식 관련 기술을 꾸준하게 개발하여 발전시켜 왔다.

■ ACS의 관련 기술사항

- 시공성을 고려한 ACS Form 설계기술
- Tower Crane, Lift Car등 장비와 연계성 극대화한 설계기술
- ACS Form내의 자재 투입구 계획
- Link Beam 설치를 고려한 설계기술
- ACS Form의 최적 Zoning 계획기술
- 안전 시설물 고려한 설계(Safety net, 방화설비, 수직 동선)
- 철근 지상 선조립 기술

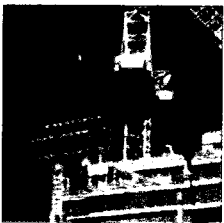


그림 1. 철근 선조립 공법

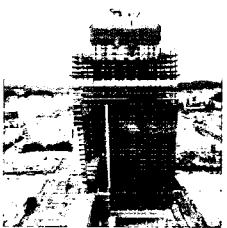


그림 2. ACS Form적용 코어 선행공법

ACS의 설계단계에서 현장 설치단계 및 현장 운용 단계까지의 핵심 기술 Know - How를 축적하여 각 초고층 프로젝트에 적용함으로써 초 고층 공사의 가장 중요한 문제인 Tower Crane의 양중량 해소 및 부담을 경감 하였다.

철근콘크리트 공사의 철근 지상 선 조립 기술은 기둥 및 Core wall의 2~3개층분 철근을 지상에서 선 조립하여 이를 타워크레인으로 양중, 조립함으로써 고소작업량, 양 중 부하를 저감 할 수 있는 기

술로 이는 Logistic Plan 작성時 적용하여 고려 되어야 한다.

따라서 코어월 선행 공사를 주공정선(Critical Path)에서 제외 시켜 공사를 진행하게 하는 것으로 세계최고의 Burj Dubai공사

도 적용하여 당사의 우수한 기술력을 선보이고 있다.

2) 외주부 및 기둥 공사

외주부 및 기둥공사의 경우 양중 효율을 증가하기 위하여 양 중 횡수를 축소하여야 하며 이는 결국 가설자재 및 가설시설을 축소하여야 한다.

또한, 양중장비 선정에서도 Climbing 시간축소 & 양중장비 고사양화로 Speed 및 Capacity를 늘리고 효율적 자원의 분배로 Zoning계획을 세워야 한다.

(1) 철골조

철골기둥 설치 후 Girder 및 Beam의 설치가 가능하며, 이에 따라 바닥 Slab 형틀 역할을 하는 데크 플레이트 (Deck Plate)를 설치하여 공사를 계속 진행 할 수 있기 때문에 1층 분의 기둥 크기를 설치하는 것이 아니라 3~4개층 크기의 기둥을 설치하여 현장작업의 공정을 줄이고 1회 설치로 3~4개층을 소화 할 수 있어 양중량의 감소를 꾀 할 수 있다.

이러한 철골공사의 공법을 살펴보면 미국식과 N-공법으로 이루어지며 현재는 이들의 조합을 적용되기도 한다.

■ 미국식 공법

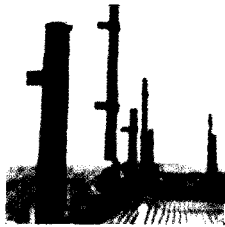
- 철골자재를 각 층, 각 구역별로 구분 제작하여 공장에서 Packing 반입과 동시에 건물 최상층 데크 상부에 하역하는 개념으로 철골 야적공간이 건물 상부가 되므로 설치 T/C의 양중 시간이 줄어들고 지상 야적 공간 활용 여유가 생긴다.

■ N-공법

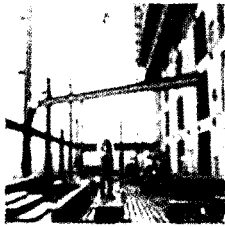
- 각절(Tier)의 기둥 이음부의 시작층을 Zone별로 다르게 하여 철골설치 작업량이 매일 같게 되고, 아래층 데크플레이트가 설치되어 안전성확보가 가능하며 작업자 투입에 따른 계획 수립이 용이하다.

(2) RC조

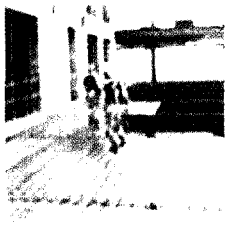
철근과 형틀 및 콘크리트를 이용하는 RC(Reinforcement Concrete)조 VH공법에서는 기둥형틀을 제거하여야 바닥 슬라브의 형틀을 완성 할 수 있고 이에 철근설치 및 콘크리트를 타설 할 수 있기 때문에 기둥 콘크리트 타설 이후 기둥 형틀의 제거를 얼마나 빨리 할 수 있는가가 핵심 이며, 따라서 현장 조건에 맞는 조기강도 발현 콘크리트의 기술과 System 형틀설계 기술로 층당 3일 Cycle을 달성 할 수 있게 된다.



1) 기둥 설치



2) 거더 및 보 설치



3) 테크 설치

그림 3. 철골조 외주부 공사

### (3) CFT

CFT공법이란 강관이나 각관 내부에 콘크리트를 채워서 일체화 시키는 부재로 축력이나 Moment에 대한 저항 능력효과가 증대되는 공법이며 공법의 효과는 3~4개층 동시 타설로 가설공사를 생략 가능하고 부재 축소 및 철골량 축소가 가능하며 내부 콘크리트 강도가 증진(약 30%)된다.

내진, 내화 성능 우수한 구조이며 우기에 따른 공기 지연시 만회가 유리하고 각 공법의 요소기술은 자기 충전성 콘크리트 개발 기술, Panel Zone의 Detail 개발, 역타 압밀 공법, 주입구에 대한 Detail 설계 기술이 적용된다.

지고 있으며 시공자는 발주처의 요구에 맞게 초단기간 공사를 실시하여 발주처의 이익을 극대화 시켜 주는 노력을 해야 할 것이다.

공기단축은 기술적인 뒷받침과 풍부한 경험을 통한 시행착오의 최소화 및 System화하여 목적을 달성 할 수 있어야 할 것이다.

당사는 차별화된 기술력으로 초고층 공사를 설계단계에서부터 직접 Project에 참여하여 구조설계 최적화를 통한 골조공기를 분석하여 원가 및 공기단축을 하며, 시공단계에서는 각종 요소기술을 활용한 Logistic, 양중계획, 형틀 및 콘크리트 등을 종합적으로 고려한 세계 최고의 기술을 확보하게 되었다.

당사는 세계 최고의 골조공기 3일 Cycle 성공적 달성하여 기술력으로 세계 건설 시장에서 우위를 선점하고 있으며 앞으로도 이런 확고한 기술적 우위를 바탕으로 세계 최고의 기술로 세계 초고층 시장의 Global Leading Company로 우뚝 서고자 최선을 다 할 것이다.

### 3) 슬라브(Slab) 공사

바닥 공사는 테크플레이트 설치(바닥형틀 설치) 후 철근 조립, 전기설비 매입공사, 콘크리트 타설 등의 가장 복잡한 공정으로 가장 많은 시간이 소요되며, 가장 많은 인원이 단시간에 공사를 진행 한다.

또한, 바닥공사에서 가장 크리티컬한 부분은 기둥공사로써 철근 설치, 형틀의 설치, 콘크리트 타설 및 형틀제거 등의 일련의 기둥공사공정을 슬라브 공사에 영향을 주지 않으면서 단시간 내에 할 수 있도록 계획 하여야 한다.

바닥형틀을 설치하는 RC조의 경우 콘크리트 조기양생으로 바닥형틀 전용횡수를 늘려 원가를 절감 및 조기 탈형이 가능하여 3일 Cycle을 실현 할 수 있다.

## III. 결론

초고층공사 프로젝트의 성공여부를 결정하는 것은 여러 가지가 있을 수 있으나 최근의 진행되는 공사 경향을 보면 대형화 및 克초고층화 되어 공기가 길어졌다고 할 수 있다.

발주처는 공기의 단축으로 인한 원가절감에 가장 관심을 가