

# 코오롱 트리폴리스 코아 선행공법 시공사례 분석

## A Case Study On The Core Construction Method Applied to the Kolon Tripolis Project

이성진\*  
Lee Sung Jin

### Abstract

Recently, as the tripolis where the construction of the high-rising building is actively advanced domestic, it will be able to resist in the various horizontal load with the resistance system against hereupon to arrange R.C wall in Core portion in order, like this building the core construction must preceding from the steel structure and it will reduce using of steel frame amount and it will be able to reduce a whole construction cost with a horizontal resistance ability, from the report which provides a reference data to the similar project after to analyze the application of the mivan formwork system which relates in Tripolis.

### 1. 머리말

최근 국내에 많은 초고층 주상 건물들의 공사가 활발히 진행되고 있는데 Tripolis와 같은 고층 건물에서는 고강도 재료가 사용되므로 구조물의 형태가 세장 해지고 내부는 건식자재를 사용함으로써 구조물의 강성과 중량, 감쇠능력이 줄어들어 동적 횡 하중에 점차 취약해지는 경향이 있어 이에 대한 저항 시스템으로 Core 부분에 R.C wall을 배치해 각종의 횡 하중에 저항 할 수 있도록 구성하고 Tower 부는 철골조로 구성해 자체의 하중만을 지지하는 Gravity System을 취하고 있는데 이러한 건물 형태는 시공측면에서는 Core 공사가 선행해야하는 어려운 점이 있지만 철골 사용량을 줄이면서 횡적저항 능력을 유지시킬 수 있는 시스템으로 전체적인 공사비를 절감할 수 있는 형태로 본 보고서 에서는 Tripolis Core 시공에 관련된 Mivan Formwork System의 적용 및 분석, 각종 요소기술의 개발 및 사용과 시공에 따른 전반적인 결과 내용들을 분석해 차후 유사 프로젝트에 참고 자료를 제공하고자 한다.

### 2. 구조 일반사항

- (1) Wall Thickness  
800 - 400mm로 5층과 24층에서 각각 벽체의 두께가 변화됨.
- (2) Core Wall Height  
 $127.05 + 12.5 = 139.55m$  (PH포함)

- (3) Core Wall Conc강도  
지하층 ~ 9F = 400kg/cm<sup>2</sup>  
10F ~ 24F = 350kg/cm<sup>2</sup>  
25F ~ PH = 300kg/cm<sup>2</sup>
- (4) Slab와의 접합  
HALFEN HBT SYSTEM사용.
- (5) 철골보와의 접합  
Tower Shear Wall Anchor Plate를 Core Wall Con'c 타설시 선매립 후, 연결처리

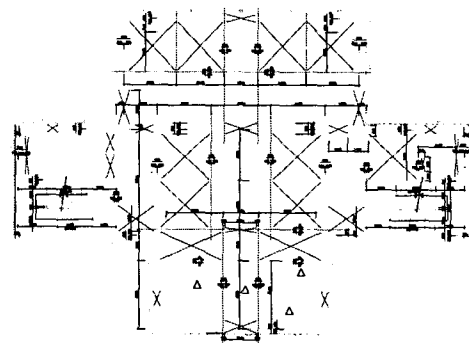


그림 4. core 기준층 평면도

### 3. 공법 선정의 검토

Tripolis Core 공법의 선정에는 Critical Path인 철골 작업에 시공적 측면이나 공정상으로 영향을 주지 않고 후속공정의 처리도 원활하며, 시공 안전성이 높고 경제적인 공법을 선정하기 위해 Core 선행이 가능한 공법 중

\* 정회원 코오롱건설 기술연구소 차장

Slipform System, 대형 시스템 폼(Peri, Doka), Mivan System을 대상으로 코오롱의 신기술로 등록되어 있는 슬립폼 전문가, 현장의 CM팀 및 외국의 Formwork 전문가와 공동으로 당 현장의 최적에 맞는 공법을 비교 검토하였다.

### 3.1 공법 선정시 검토사항

고층건물의 Core 공사는 복합공정으로 진행 되기 때문에 Core의 폼웍 시스템의 공정이 전체적인 공사의 성패를 차지하는 중요한 요소이기 때문에, 많은 사항을 검토했는데, 특히 철골 1개절의 Working Time을 고려해 1개층 공기가 6일(V.H동시타설 기준)이내에 처리 할 수 있는지와 경제성 면에 주안점을 두었다.

#### 1) 검토항목

고층건물의 Core Formwork System을 고려할 때 아래의 주요 항목별로 세분히 검토해 진정으로 어떤 시스템이 전체적인 공사에 유리한가를 판단했다. 세부 항목은 지면 관계상 명기 할 수 없지만 이런 모든 요소가 누적된 공법을 결정하게 되었다.

- 코아의 평면형태 및 층고, Wall두께의 변화
- 1개층 시공 Cycle 6일 이내(Slab 타설포함)
- Tower Crane의 의존도가 어느 정도인가
- 검증이된 공법인가
- 공사비가 적절한가
- 시공 안전성의 정도
- 시공 정밀도가 좋은가
- 수평타설이 동시에 가능한가
- 콘크리트 타설작업이 용이한가
- 숙련공의 수배가 용이한가
- 공법 적용시 특별 관리 사항이 있는가
- 철골부와의 연결과정이 용이한가

- 철골부와의 연결과정이 용이한가
- 1개층 소요 물량이 시스템에 적당한가
- 작업자 보 자재운반 동선이 적절한가

#### 2) Core 작업개요

##### ① 복합공정의 진행

구 분	MIVAN
Core Wall	Core Wall, 내부간벽 및 Slab동시 시공 (VH 동시타설)
철골설치	Core Wall 후속공정으로 2 - 3층 아래에서 진행
내부간벽	Core Wall과 동시시공
Slab	Core외부Slab : 철골 후속으로 Deck Plate 류 위에 Con'c타설
	Core내부 Slab : Core Wall과 동시 시공

표 3. Core의 복합공정

##### ② Core골조수량

구 분	각 동 별		비 고
	기준층	전체	
Conc (m3)	180	7,700	기준층은 15층 기준
철 근(ton)	27	1,048	
Form (m2)	870	36,670	

표 4. Core골조수량

#### 3) Formwork System 비교

대상 공법들을 세부항목에 따라 점수를 배정하면서 검토한 결과 Tripolis Core 구조형태에는 Mivan Formwork System이 적절한 결론을 얻고 유사 시공사례를 직접 확인한 후 세부적인 계획수립과 협의 후에 시공을 하였고, 아래의 표는 당 현장의 경우 비교한 대상 시스템의 사항 중 일반적인 내용을 명기했다.

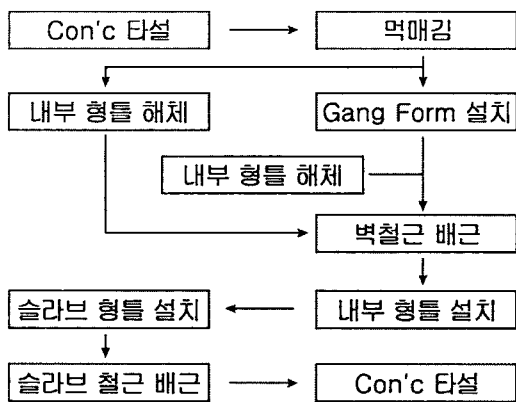
구 분	MIVAN SYSTEM	SLIPFORM SYSTEM	AUTO-CLIMBING SYSTEM
일 반 사 항	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 내, 외부 및 Slab 동시 시공 가능</li> <li>- 평면 구성을 다양하게 할 수 있음</li> <li>- 시공품질 우수</li> <li>- 특별한 기능이나 장치 없이 시공 가능</li> <li>- 수입자재 사용(알루미늄재질)</li> <li>- 시공관리 용이</li> <li>- 초기 자재 구매비 고가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kolon 신기술 공법적용이 가능임</li> <li>- 선 Core Wall 시공, 후 Slab 시공</li> <li>- 국산 Jack 및 자재 사용</li> <li>- 단속시공에 따른 Slipform System의 고유효과 반감</li> <li>- 경우에 따라 24시간 작업 진행 필요</li> <li>- Embedded Plate 설치시 집중Hard Time 예상</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 선 Core Wall 시공, 후 Slab 시공</li> <li>- 수입자재 사용</li> <li>- 장비 임차비 고가</li> <li>- 시공관리 용이</li> <li>- 초기 자재 구매비 고가</li> <li>- 작업자 수배가 비교적 용이함</li> <li>- 평면 구성에 상대적으로 제한이 있다</li> </ul>
작 업 방 법	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 공사 방법은 기존 유로폼 과 비슷해 전문 기능공 없이 일반공 으로 작업이 수행 가능함</li> <li>- 철근 배근 및 각종 매립물 작업 후에 Con'c 타설 양생하므로 작업 성이 용이하고 품질이 상대적으로 우수함</li> <li>- Con'c 타설은 고성능 Pump를 이용 소형 Distributor로 가능해 타 공법 보다 시공성이 우수함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 시간당 20 - 30cm의 Con'c를 Form에 타설후 4 - 5시간 경과후 유압 Jack을 이용하여 모든 작업대를 상승 시키면서 구조체 구성</li> <li>- 상승과 동시에 철근조립 및 매립물 처리 등의 부대작업이 이루어짐</li> <li>- 상승은 자체적으로 처리, T/C는 자재 양중용으로 사용</li> <li>- Con'c타설은 고성능Pump를 이용한 배관타설</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1개층분의 Con'c타설 양생후 Form tie를 풀고 Form을 뒤로 이동 시킨 후 유압잭에 의해 작업대를 상부로 상승 시키면서 1 개층 단위로 Jump form형식으로 시공</li> <li>- 철근배근 및 각종 매립물 작업 후 Con'c 타설양생</li> <li>- 상승은 자체적으로 처리, T/C는 자재 양중용으로 사용</li> <li>- Con'c 타설에 CPB 필요</li> </ul>

표 3. Formwork System 비교

### 4. Mivan Formwork System의 시공

Mivan System으로 국내 고층건물 적용이 첫 사례이기 때문에 상당히 우려를 하고 준비도 하였는데 타 공법을 모두 접해본 필자로는 상당히 좋은 결과를 얻었다고 생각된다. 특히 계단을 포함한 V.H 동시 타설이 가능해 코아 내외부의 철근연결 작업등이(할펜처리) 반으로 줄어들고 각종의 매립물 설치가 용이해 정밀시공 및 작업성이 크게 향상되었다. 아래의 그림은 시간대별 투입공정의 작업과 소요인원을 1개층 기준으로 나타낸 것으로 고층부에서는 4-5일 정도로 단축 되었다.

#### 1) 시공 Flow



4일차	7-8	계단 설치	waler 체결	bolt 조이기		pin과 tie의 체결 상태를 점검. Bolt는 너무 조여 지지 않도록 점검.
	8-9					
	9-10					
	10-11					
	11-12	올려브릴리(10-12)				
	12-13					
	13-14					
	14-15					
15-16	역배김/오채수정	동바리 점검				
16-17						
17-18						
17-18						
5일차	7-8	waler, bolt 체결 (8)	보물근 인양	보물근 배근(7)		올려브릴리의 박리되는 가능한 않게 바름.
	8-9					
	9-10					
	10-11					
	11-12	올려브릴리 배근(7)	이음철근 설치			
	12-13					
	13-14					
	14-15					
15-16	계구구 직각잡기 (4)	할펜잡단, 비치	할펜잡기 (2)			
16-17						
17-18						
17-18						
6일차	7-8	발판, 본배기 인양	발판, 본배기 설치	배관연결		본배기를 등바리 설치.
	8-9					
	9-10					
	10-11					
	11-12	콘크리트 타설(7)				
	12-13					
	13-14					
	14-15					
15-16	양생 (거름철 보양)		본배기 내리기 1회			
16-17						
17-18						
17-18						

그림 3. 4~6일차 공정순서

#### 2) Mivan 기준층 공정 순서

시간	행위	철근	본크리트/기타	T/C	고려 사항
1일차	7-8				Gangform 인양전 약선체크 실시후 오차 보정.
	8-9				
	9-10				
	10-11				
	11-12				
	12-13				
	13-14				
	14-15				
2일차	7-8				슬근이 형틀의 볼트구멍을 막지 않도록 주의.
	8-9				
	9-10				
	10-11				
	11-12				
	12-13				
	13-14				
	14-15				
3일차	7-8				con'c 잔재 제거 및 박리제 도포 철저.
	8-9				
	9-10				
	10-11				
	11-12				
	12-13				
	13-14				
	14-15				

그림 2. 1~3일차 공정순서

### 4.2 Mivan System 적용 분석

#### 1) Core Con'c 타설일

A-Tower					
구 분	시공계획	타설일	구 분	시공계획	타설일
Roof	00.08.31	00.07.10	F20	00.02.16	00.01.27
PH2	00.08.15	00.06.26	F19	00.01.30	00.01.17
PH1	00.07.31	00.06.14	F18	00.01.19	00.01.09
F37	00.07.16	00.06.07	F17	00.01.08	99.12.30
F36	00.07.08	00.06.02	F16	99.12.28	99.12.22
F35	00.06.28	00.05.27	F15	99.12.13	99.12.12
F34	00.06.20	00.05.22	F14	99.12.02	99.12.06
F33	00.06.12	00.05.13	F13	99.11.24	99.11.29
F32	00.06.04	00.05.05	F12	99.11.16	99.11.22
F31	00.05.27	00.04.26	F11	99.11.08	99.11.16
F30	00.05.19	00.04.19	F10	99.10.31	99.11.10
F29	00.05.11	00.04.10	F09	99.10.23	99.11.04
F28	00.05.03	00.04.03	F08	99.10.15	99.10.28
F27	00.04.25	00.03.26	F07	99.10.07	99.10.21
F26	00.04.17	00.03.20	F06	99.09.22	99.10.12
F25	00.04.09	00.03.11	F05	99.09.14	99.09.30
F24	00.03.30	00.03.04	F04	99.09.02	99.09.10
F23	00.03.20	00.02.26	F03	99.08.21	99.09.01
F22	00.03.09	00.02.18	F02	99.08.09	99.08.20
F21	00.02.27	00.02.11	F01	99.07.27	99.07.31

표 4. Core Con'c 타설일

표4는 시공계획 일정과 실제 타설일을 기록한 데이터로 저층부의 비 기준층(지하층 - F5)에서는 작업공간 협소, 철근량의 증대 및 작업자의 숙련 미숙에 따른 작업공정의 지체가 있었으나 기준층에서는 4-6일에 1개층을 시공했을 정도로 원활한 시공이 이루어져 원래 계획보다 2달 정도 골조 공기를 단축 할 수 있어서 전체 공정운영에 큰 도움을 주었다.

2) Core 생산성

표5는 당 현장의 3개 Tower중 1개 Tower에 대해 작업 생산성의 결과를 나타낸 것으로 기준층에서 형틀작업은 평균20m2/명, 철근은 1.1ton/명, Con'c 타설은 25m3 정도를 나타냈다.

구분	형틀				철근			콘크리트		
	A- Tower				A- Tower			A- Tower		
	M2		인원 (명)	m2/명	Ton	인원 (명)	Ton/명	m3	인원 (명)	m3/명
	MIVAN	Eure								
PIT	-	834.0	99.0	8.4				10.0	-	
B3층	925.0	343.0	216.0	5.9	38.4	72.0	0.5	167.0	10.0	16.7
B2층	925.0	152.0	104.0	10.4	56.0	54.0	1.0	258.0	10.0	25.8
B1층	925.0	290.0	168.0	7.2	46.6	62.0	0.8	224.0	9.0	24.9
1층	925.0	389.0	133.0	9.9	40.3	74.0	0.5	271.0	9.0	30.1
2층	925.0	235.0	108.0	10.7	41.4	62.0	0.7	258.0	9.0	28.6
3층	978.0	-	92.0	10.6	37.8	60.0	0.6	249.0	9.0	27.6
4층	973.0	-	63.0	15.4	34.7	53.0	0.7	207.0	9.0	23.0
5층	958.4	-	90.0	10.6	27.8	50.0	0.6	192.0	8.0	24.0
6층	923.9	-	69.0	13.4	27.4	24.0	1.1	180.0	8.0	22.5
7층	925.0	-	54.2	17.1	27.4	31.0	0.9	180.0	8.0	22.5
8층	925.0	-	50.5	18.3	26.4	22.0	1.2	186.0	8.0	23.2
9층	925.0	-	48.0	19.3	26.4	31.0	0.9	186.0	8.0	23.2
10층	925.0	-	43.5	21.3	26.3	25.5	1.0	188.0	8.0	23.5
11층	925.0	-	45.5	20.3	26.1	31.6	0.8	180.0	8.0	22.5
12층	982.0	-	50.0	19.6	27.0	24.5	1.1	198.0	8.0	24.7
13층	925.0	-	50.5	18.3	25.4	22.0	1.2	186.0	8.0	23.2
14층	925.0	-	45.0	20.6	26.1	23.0	1.1	186.0	8.0	23.2
15층	925.0	-	46.0	20.1	26.1	22.0	1.2	183.0	8.0	22.8
16층	925.0	-	59.0	15.7	26.1	25.0	1.0	183.0	7.0	26.1
17층	925.0	-	50.0	16.5	26.1	22.0	1.2	183.0	7.0	26.1

표 5. Core 생산성

### 4.3 Mivan System의 장단점

	장 점	단 점
시공성	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 계단을 포함한 Slab 와 벽체의 동시 타설로 후속 작업의 부담이 줄어든다.</li> <li>2. V/H 동시 시공이므로 Slab를 발판화 하여 후속 작업 및 Concrete 타설이 가능하다.</li> <li>3. 공법이 유사한 유로폼 등에 비해 취급자재의 무게가 가벼우므로 작업이 용이하다.</li> <li>4. 형틀 자체의 강성이 매우 커 변형이 적다.</li> <li>5. 초기의 세팅 시기가 지나고 나서는 작업 속도가 상당히 빨라짐.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 무거운 Waler로 인해 자재 인양 및 설치작업이 힘들다.</li> <li>2. 겨울철 작업 시, 저온으로 인해 알루미늄이 부러지거나 파손되는 비율이 늘어남. (설치시 보다 해체시에 더 발생)</li> <li>3. 초기 시공시 작업자들의 숙련도가 떨어짐으로 인한 시공성 저하.</li> <li>4. 잔 부속이 많음으로, 층고변화와 보, 개구부의 각 층별 변화에 신속히 대응을 못함.</li> </ol>
품질 및 기타	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 수평 수직도 관리면 에서는 검토한 유사 시스템 보다 비교 우위이다.</li> <li>2. E/P나 할펜 설치시 위치고정 이나 품질확보가 용이해 정밀 시공이 가능하다.</li> <li>3. 작업대 안에서의 작업에서는 비교적 안전하다.</li> <li>4. 시스템화된 설계가 가능해 패키지로 반입이 가능함.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 용접자국 : 일부 Form 표면에 뒷부분의 용접 자국이 배어나와 벽면이 고르지 못하게 됨.</li> <li>2. Gangform 인양시 : 기후 조건에 영향을 직접 받으므로 안전관리 측면에서 매우 취약함.</li> <li>3. 파손 및 분실시 Maintenance 및 부속자재 추가 구입이 힘들다.(재래식 및 유로폼등과는 달리 신속한 대응이 불리함)</li> <li>4. 파손자재 발생시 알루미늄 용접 수리가 현장 내에서는 곤란함.</li> <li>5. Form 개수가 많고 작은 조각으로 분리되어 있어서 검수작업이 어려움.</li> </ol>

표 6. Mivan 장단점

## 5. Core 시공시 부가사항

### 5.1 철근 선조립 분석

#### 1) 철근 선조립 시행의 취지

Core 부분 시공초기 비 기준층에서의 철근작업에 예상외의 시간과 품이 투입 되므로써 전체적인 공기 및 공정관리에 차질이 예상되므로, 공기만회 및 골조 공정 준수를 하기위해 철근선조립 작업 방법을 도입함.

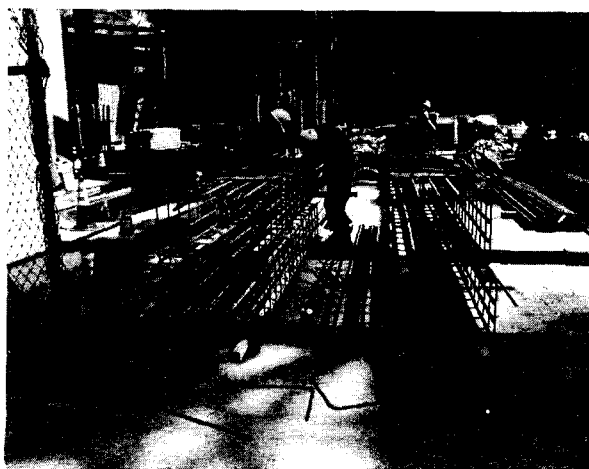


사진 1. 철골 선조립 작업

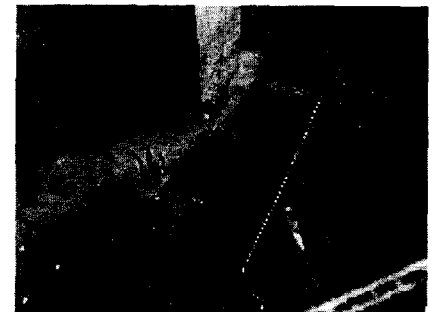


사진 2. 선조립품 적재 모습

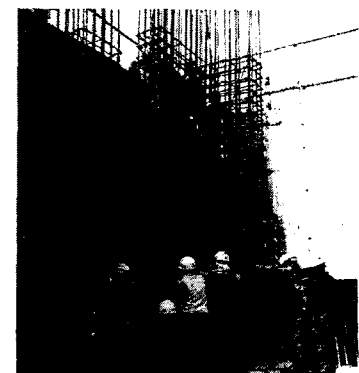


사진 3. 선조립품 설치 작업

2) 철근 조립 소요일의 과다 원인

- ① 비기준층을 시공함에 따라 기준층에 비하여 층당 많은 철근량을 배근함. (비기준층 ; 37~49 ton, 기준층 : 29 ton ; Slab 배근량 6 ton 포함)
- ② 작업공간의 협소 및 자재 적치 공간의 부족.
- ③ 철근공의 유동 및 잦은 교체로 인한 숙련 부족.

3) 선조립 결과 분석

- ① 선조립 제작 틀 수는 층당 20개이고 평균 제작일은 2.5일(4인 기준)이고, 설치는 총 2일로 1일차는 T/C를 이용한 양 및 설치 2일차는 중간부의 수평, 수직 마무리로 진행.
- ② 선조립 미시행층의 평균 생산성0.76(T/인) (지하층)
- ③ 선조립 시행층의 평균 생산성0.87(T/인) (B1-5F)
- ④ 선조립 실시는 저층부에서는 철근공의 작업공백 방어나 작업 효율면에서 효과를 얻었으나 철근량이 감소하는 기준층에서는 작업 효율이 반감됨.  
→기준층(6F이상) 부터는 정상적인 방법으로도 1.0(T/인)이상의 효율이 나옴.
- ⑤ 선조립 철근의 제작시 작업관리는 작업생산성의 기준 자료가 부족하기 때문에 철저한 관리감독 필요.
- ⑥ 선조립 제작 작업장 부지 확보가 용이치 않기 때문에 제작된 선조립 철근 반입도 고려 해야하고, 1개층당 인양을 위한 반생설치 비용이 약 20만원씩 추가됨.



사진 4. 일반 배관이용 타설

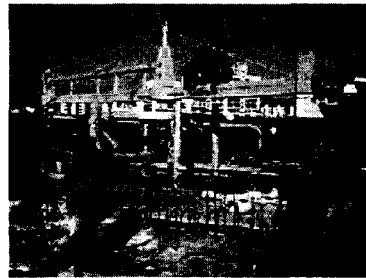


사진 5. Distributor 이용타설

5.2 Con'c Distributor 사용성 비교

Core부의 Con'c타설시 사용한 Con'c Distributor의 사용결과 정리.

1) 일반배관 타설 및 Distributor사용 타설의 비교.

2) Distributor사용분석

코아의 전면부가 줄어드는 24층까지 사용한 결과 Distributor사용시 약간의 개선점은 있지만, 전반적으로 비교할 때 유리한 점이 많고 장비의 가격에 비교할 때 매우 효과적인 장비로 생각됨.

→타회사의 장비중 자동 인양장치를 갖춘 것은 매우 고가이고 이를 운영하기 위한 사전 작업에도 많은 검토가 필요하고 실제 공정상에도 하나의 공정 아이টে姆으로 처리해야됨.

구 분	일반배관 타설	Distributor이용 타설
1. 타설인원	8 ~ 9인	6 ~ 7인(작업자 선호)
2. 타설시간	약 6시간(180M3) 타설호스 이동시 지체	약 5시간(180M3)
3. SLAB청결 유지	청결유지 곤란 (배관작업시 Con'c잔재로인한SLAB오염)	청결상태 유지가 상대적으로 유리
4. 배근된 철근의 간섭	타설호스 이동시 SLAB배근 파손	철근에 영향 적음
5. 타설준비작업	발판 설치 외의 추가 작업없음	하부보강 등의 선작업 일부 필요
6. 안전관련	1) 타설호스 이동시 발판 전도우러 (파이프, 발판의 결속필요) 2) 작업시 숙련도 필요	1) 붐회전시 주의필요 (주위 작업자 충돌우려) 2) 설치된 구간만큼 안전공간이 적어짐
7. 기타	1) T/C지원 최소 2) 각종 Sleeve의 파손 가능 3) 타설후 Con'c양이 적음 4) 슬라브철근의 진동이 있음	1) 타설전후T/C지원필요 2) 각종 Sleeve의 파손이 적음 3) 타설후 Con'c 잔재량이 증가 4) 슬라브철근의 진동이 있음 5) Pump Car의 압력 증가 6) 타설후 장비의 보관장소 필요

표 7. Con'c 타설방법 비교

### 5.3 Con'c Pump Car투입

당초 계획 수립시는 슈빙사의 BP3000급 이상 배치를 고려하였으나 검토후, 당 현장에서 사용한 펌프카(DCM150)의 최대 수송거리는 수평 300m, 수직140m로 25층까지는 문제가 없었고 그이상의 층에서는 연료 분사 장치를 교체한후 사용하였다.

#### 1)콘크리트 압력 계산

구 분	계 산 근 거	필요 압력
1. ENGINE START		25 BAR
2. 수직 PUMPING 깊이 (1BAR/5M)	130M/5M	26 BAR
3. 총 배관 길이(1BAR/20M)	(40+ 32+ 130M)/20M	10.1 BAR
4. ELBOW(1BAR/EA)	5개	5 BAR
5. COUPLING(1BAR/EA)	68개/10EA	6.8 BAR
6. END HOSE		2 BAR
소 계		74.9 BAR
합계 (소계*25%할증)		93.625 BAR

표 8. 소요 Con'c 압력 계산

#### 2) Con'c Output 계산

- ① 1회 타설 물량 : 180M3
- ② 장비 효율 : 75%
- ③ 1일 타설 시간 : 6.4시간 (40M3/HR가정)

구 분	내 용
MODEL	DCM 150
ENGINE CAPACITY	255KW(340 마력)
최대 콘크리트 압력	135BAR
최대 OUTPUT	135M <sup>3</sup> /H
HOPPER EAPACITY	0.75M <sup>3</sup>
중 량	12,930KG

표 9. 사용 펌프가 제원

### 5.4 S&G 발판의 적용

- 1) Core 공사시 각종 개구부로 인하여 안전성의 문제와 자재 적치공간의 부족으로 인하여 작업발판의 설치가 필요하였다.
- 2) S&G 발판을 도입함으로써 초기 설치만 하면 이후에는 T/C로 양중함으로써 시간단축이 가능하였고 2단 Bracket 사용으로 안전성을 확보하였다.
- 3) S&G 발판은 2단으로 설치되므로 2개층 동시작업이 가능했고, 층고변화에도 대처가 용이하였다.
- 4) 작업발판 및 자재적치 장소로의 활용은 물론 자재 양중의 수단으로도 사용함으로써 자재 이동시간의 단축이 가능 하였다.

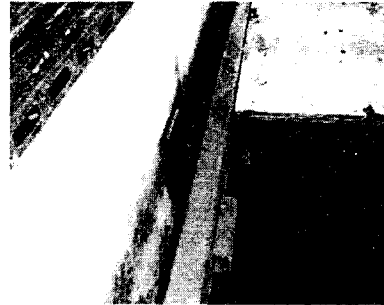


사진 6. Bracket로 S&G발판 지지

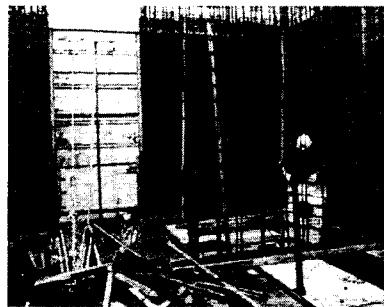


사진 7. S&G발판 위작업

### 5.5 양중장비

초고층 건축물 계획시 양중계획 수립에 철저한 사전계획이 필요하다는 인식은 있었으나 실제 시공을 수행한 결과 T/C사용에 시간대 별로 작업의 초기 중기 말기 등을 세분하여 시간대 별로 보다 정확한 계획 수립이 필요함.

#### 1) Tower Crane

- 복합공정 진행으로 동별로 철골설치와 Core작업, Deck설치작업 등에 작업량을 균등히 산정하여 Tower Crane을 설치하여 운영 해야함.
- 당 현장의 경우 T/C용량은 철골설치를 위주로 20ton T형 크레인을 설치하였기 때문에 갭품 인양에 무리는 없었음.

#### 2) Lift Car

- Core작업자 양중용 Lift Car : Core 선행시공에 따른 Core작업자용 Lift Car를 자재 양중용과 별도로 엘리베이터 내부에 설치하여 운영한 결과, 작업자 투입시의 작업자를 수송 할 수 있었고 저층부의 타 작업에도 큰 도움을 주었다.
- Main Lift Car : 철골 Erection진행중에 Deck및 마감 공사용 고속Lift Car(Twin type) 설치운영 하였음.

#### 3) Con'c 타설장비

- Core Wall , Deck Con'c를 동시에 이용하는 방안을 초기에 고려했으나 배관의 분기, 장비의 조달문제 및

국내에서 시공된 사례가 없어 분리 배관하는 방법을 채택하여 사용중 하였다.

당초 계획은 아래와 같이 수립했으나 실적용은 고층부와 저층부를 동일하게 활용했다.

▶ 저층부

일반 Pump Car + 고성능 배관  
(Thk 최소5.1mm 이상으로 계획, 실제반입 7mm)

▶ 고층부

고성능 PumpCar(BP3000급 이상) + 고성능 배관

- CPB(Con'c Placing Boom)이용시 효율적이거나 고가의 장비이고 Telescoping 작업시 별도의T/C지원을 받아야 하는 문제를 종합 고려하여 유사성능을 가진 Con'c distributor를 이용해 타설했다.

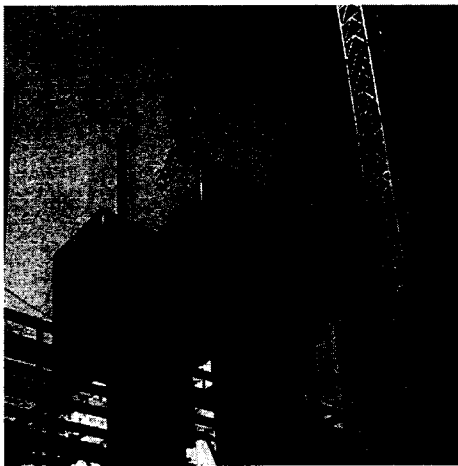


사진 8. T/C를 이용한 gangform 인양

- 프로젝트 추진 초기의 설계시 부터 사용할 품을 결정하여 효율적인 설계를 진행하여 작업 효율의 극대화 추구.
- 국산 자재로 전용을 할 수 있는 부분을 미리 파악하여 원활한 조합 운영을 할 수 있도록 사전 준비 철저필요.
- 양중장비의 Hard Time을 철저히 계산하여 T/C의 의존도를 최소화 시키면서 경제적인 Formwork작업을 수행할 수 있도록 준비.
- 갱폼 등의 제작은 전문업체의 제품으로도 가능 할 수 있도록 이질 품간의 연구 필요.
- Waller등의 부속자재 경량화를 유도할 수 있도록 사전에 구조측면의 접근 필요.
- Core의 절대 작업물량이 줄어드는 고층부에서는 형틀 및 철근 작업자의 공백이 필연적으로 나타나므로 형틀 팀은 저층부에서는 동별로 1개조 운영하고 고층부에서는 통합운영을 고려해야 효과적인 인력관리를 할 수 있음.
- 철근 양중시 결국 T/C를 이용해야 하므로 T/C의 Bracing 작업을 감안해 Core선행 작업이 필요 이상으로 앞서 진행되지 않도록 감안 해서 계획 하여야함.

## 6. 뗏음말

고층 건물의 시공에 적용되는 각종 품목 시스템은 단순히 품목의 공정에 국한되는 것이 아니고 전체적인 계획과 공정 및 원가 등에 크게 영향을 주는 부분으로 각각의 프로젝트의 마다 고유의 여건에 따라 부가되는 여러 요인들을 종합적으로 고려하여 사용 할 수 있는 전문적인 검토 능력을 배양 해야 하는데 Mivan System으로 국내 고층건물에 첫 적용을 한 소감은 당 현장의 여건에 맞는 시스템으로 빠른 시간내에 경제적으로 시공하였다는 생각으로 향후에도 유사 프로젝트에 선택적으로 활용 할 수 있는 공법이라고 판단된다.

아래의 사항은 차후 프로젝트 준비시 고려 할 수 있는 일반 사항이다.

### 6-1. 향후 타 Project 대비 준비사항

- 반입 자재는 공정에 따른 순차적 현장 반입으로 자재 정리 용이 및 자재 분실등 예방.