4層1節 기둥을 이용한 MRS(Multi Ribbed Slab)공법 적용

Application of MRS(Multi Ribbed Slab) System with 4Story-1Piece Columns

김 정 택* 임 주 혁** 전 병 갑*** 김 용 남****
Kim, Jung-Taek Im, Ju-Heuk Jeon, Byong-Kap Kim, Yong-Nam

Abstract

MRS(Multi Ribbed Slab) method was developed to accomodate Korean construction practice and needs of Korean customer. By means of 4story-1piece column and MRS method, we achieved construction cost cut down and reduction of construction period.

키 워 드 : PC, MRS공법, 4층1절 기둥, PC공사 가설구조, 프리스트레스트 콘크리트
Keywords : Precast Concrete, MRS, Erection Method, 4-story column, Prestressed Concrete

1. 서 론

1.1 공법적용의 배경

최근의 도심의 재개발 주택사업의 경우, 경사지에 위치하는 경우가 많고, 주차장을 전면 지하화 하면서 지하층의 깊이가 점차로 깊어지는 경향을 보이고 있다.

본 논문에서 소개하는 프로젝트도 도심의 경사지에 위치하고 부분적이지만 지하 4층 및 5층의 지하주차장이 있어서, 지상층 시공을 위해서 지하주차장 공사계획이 중요한 프로젝트이다.

삼성물산 건설부문에서는 1994년 천호동 재개발APT부터 지하주차장 공사에 Half PC Slab를 이용한 PC(Precast Concrete) 복합화공법을 활용해왔으며, 2007년부터는 MRS(Multi Ribbed Slab)를 활용한 PC복합화 공법을 지하주차장의 공사에 적용하고 있다.

일반적인 MRS공법[1]은 PC Slab와 PC보 그리고 2層1節의 PC기둥을 이용하여 2개 층을 한 번에 조립하는데 사용되고 있다. 본 논문에서 소개하는 공법은 지하 4개 층에 MRS공법을 적용하는데 있어서, 공사효율의 증대, 공기단축 등 현장의 필요에 대응하기 위하여 개발/적용되었다.

1.2 MRS(Multi Ribbed Slab)공법의 개요

MRS공법은 Half Slab를 이용하여 RC형태를 그대로 구현하던 기존의 PC복합화 공법에서 탈피하여, PC구조의 장점을 극대화한 새로운 차원의 PC복합화 공법이다. 구조적인 효율이 뛰어난 DTS(Double Tee Slab)를 기본으로 하고, 대규모의 조경하중을 받게 되는 바닥판의 균열 및 누수방지 성능을 확보하기 위하여 단부를 강접 형태로 만들어 우리나라의 지하주차장 특성에 적합하도록 개발되었다.

현재 지하주차장에 적용되고 있는 PC공법은 MRS공법 이외에도 몇 가지 PC공법이 개발되어 활용 중에 있으며, MRS공법은 이러한 PC공법의 개선에 있어서 하나의 계기가 되었던 것으로 평가받고 있다.

그림 1. MRS(Multi Ribbed Slab)

그림 2. MRS공법 적용현장 전경

MRS공법의 특징은 다음과 같다.

1.2.1 큰 하중, 장스팬 대응

MRS공법은 리브와 프리스트레스라는 두 가지 장점을 활용하여 주차장 상부의 큰 하중에도 효율적으로 대응할 수 있다

1.2.2 처짐, 균열, 누수 방지

MRS공법에서는 작은 보(리브)를 촘촘히 보내어 강성을 증대시키고, 프리스트레스를 적용하여 기존의 PC부재 대비 강성을 획기적으로 향상시켜 처짐에 의한 균열을 방지하였다. 또, MRS단부에 마구리를 설치하여 지점의 하중을 분산시키는 동시에 지점부의 리브폭을 두껍게 하여 연속성을 확보함으로써 단부 처짐각 발생에 의한 균열을 최소화 하였다.

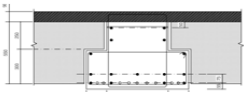

그림 3. DTS접합부

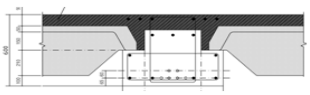

그림4 MRS접합부

1.2.3 조립안전성 향상

슬래브의 강성을 키워 동바리가 필요 없게 되었고, PC 슬래브의 걸침턱을 기존 Half Slab의 30mm에 비하여 대폭 증가시켜 80~100mm를 확보함은 물론, 보-기둥 접합부에 기계적인 접합장치를 추가하여 부재 조립안전성을 획기적으로 개선하였다. 이러한 조립안전성 향상의 효과는 2007년 MRS공법 개발이후 현재까지 한 건의 안전사고도 없었다는 것으로 충분히 입증되었다.

1.2.4 경제성향상

재료적 측면에서는 철근을 고강도의 PC강연선으로 대체하고, 시공적 측면에서는 부재수를 최소화하여 원가경쟁력을 높였다. 이렇게 하여 수치로 환산이 가능한 원가, 공기단축 등의 유형적 성과 외에도 시공성 향상, 내구성향상과 같은 무형적인 성과까지도 얻을 수 있었다.[1]

2. 공법의 적용과 검토

2.1 적용현장의 개요

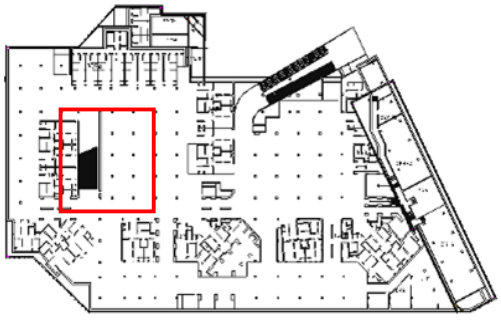

그림 5. 지하층 평면 중 MRS공법 적용구간

그림 6. 전체단면 중 MRS공법 적용구간

대상현장은 전체공기 27개월 중 지하층 공사에 13개월이 배정되었고, 단지 온통터파기로 진입가능한 작업동선이 1개소 밖에 없어서 지하층 공사의 효율이 전체프로젝트의
핵심요소로 대두되었다.

2.2 PC공법 적용검토

현장여건상 지상구조물과의 간섭 및 MRS공법의 효용을 고려하여 검토한 결과, 현장 중앙부 가로세로 약 30m × 30m의 지하가 4개 층인 구간에 MRS공법을 적용하는 것으로 결정하였으며, 기둥은 25개이다.

고층부가 있는 APT동이 공정계획상 Critical Path가 되므로, 지하층은 고층부 공사계획과 함께 고려되어야 하는데, MRS구간의 시공계획은 크게 ① PC구간을 빨리 조립하여 PC상부를 작업구대를 활용하는 안 ② PC구간을 가능한 한 늦게 조립하여 PC구간의 하부를 작업공간으로 활용하는 안으로 나누어 검토하였다. 최종적으로는 고층부와 인접해있는 PC구간은 바닥까지 모두 조립하고, 일부를 비워 지하층의 작업에 활용하고, 최종적으로 나머지 구간을 조립하는 방법으로 변형된 ②안이 채택되었다. 두 가지 안 모두 PC기둥을 한 번에 세울 필요가 있었으며 이를 위하여 다양한 검토를 수행하였다.

2.3 4층1절 기둥의 적용

MRS공법의 적용을 결정하기에 앞서 PC부재의 운반, PC부재의 양중, 조립공사중 안전, 조립공사의 품질에 대한 면밀한 검토를 통하여 타당성을 확인하였다.

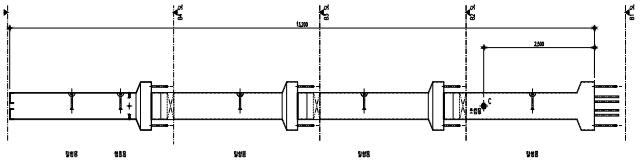

그림 7. 검토대상 4층1절 기둥

2.3.1 운반동선

부재 길이(약14m)를 포함하여 총16m의 차량의 진입가능여부에 대하여 부재진입, 임시야적을 검토하여 적정함을 확인하였다.

2.3.2 부재양중

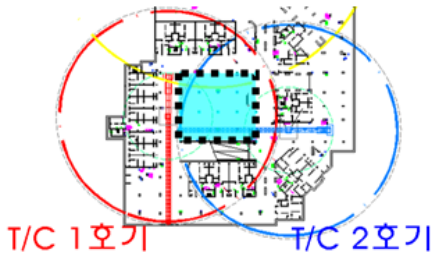

그림 8. 타워크레인 설치상황

부재의 양중과 관련하여 검토한 결과, 적용구간에 활용가능한 두 대의 Tower Crane의 양중능력은 최대 7ton으로 중량 9.6ton인 4층1절 기둥의 조립에 이용할 수 없었기 때문에 기둥조립에는 100ton 용량의 하이드로 크레인을 적용하였고, 중량 5~6ton의 PC보 및 MRS는 타워크레인을 이용하여 조립함으로써 장비비를 최소화 하였다.

그림 9. 4층1절 기둥 조립사진

2.3.3 가설안전

부재의 설치에 있어서 기둥의 설치와 동시에 4면에서 Prop Support를 사용하여 지지하고, 추가적으로 Wire guying으로 수직도 확보 및 전도에 대한 안전을 확보하였으며, 지하3층 바닥의 Topping Conc.타설을 통하여 전반적인 공사중의 횡력에 대한 안정성을 확보하였다.

그림 10. 지하3층 바닥부재 조립

2.3.4 탈형, 운반, 가설공사중의 구조안전확인

일반적으로 기둥의 설치는 기둥의 최상단에 Head Anchor를 설치하고, 이것을 들어올려 기둥을 설치하게 된다. 4층1절 기둥에 일반적인 방법을 적용하여 최상단을 양중하게되면 부재에 균열이 발생할 수 있다는 것을 확인하였고, 이에 대한 대책으로 1층 브라켓 상단에서 2500mm 떨어진 곳에 조립용 철물을 설치함으로써 발생모멘트를 줄여 조립중에 부재에 균열발생을 방지할 수 있었다.

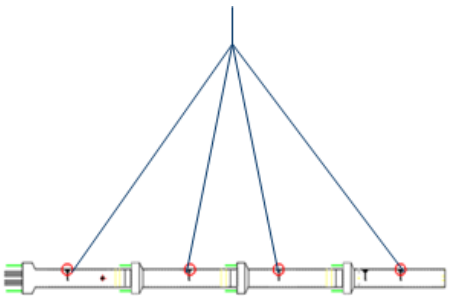

그림 11. 탈형시(설계기준강도의 70%)

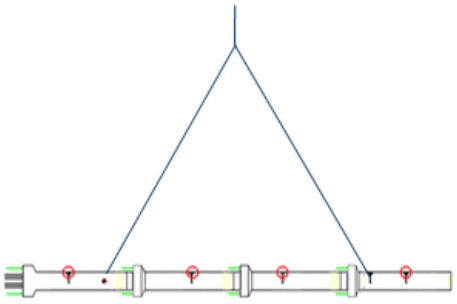

그림 12. 운반시(설계기준강도의 90%)

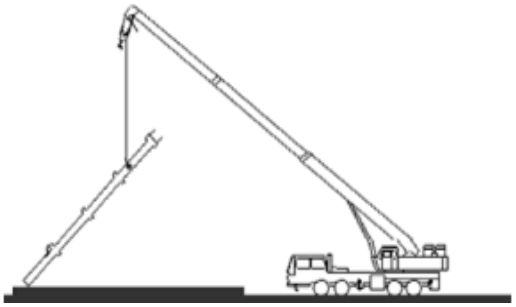

그림 13. 설치시(설계기준강도 100%)

3. 공법적용의 효과

3.1 공사비의 절감

PC공사는 부재수와 비례하여 조립회수 및 연결부 공사비가 증가하게 되므로 부재의 수를 최소화하는 것이 좋고, 기둥 역시 분절을 최소화할수록 경제성이 높아지게 된다. 아래의 공사비 비교자료는 시공성 향상 및 공기단축효과 등의 무형효과는 반영하지 않은 것이다.

표 1. 기둥 공법별 공사비 비교

구 분	1층1절 기둥 (100 EA)	2층1절 기둥 (50 EA)	4층1절 기둥 (25 EA)
부재제작/운반	64,203,702	59,366,773	60,780,682
조립노무비	6,500,000	4,250,000	2,750,000
기둥연결부시공	4,028,238	1,547,667	480,370
기 타	785,080	785,080	785,080
합 계	75,517,020	65,949,520	64,796,132
공사비 비율	116.5%	101.8%	100.0%

3.2 공기단축 효과

RC공사와 PC공사가 혼합되어있는 지하층 공사의 전반적인 공기를 기존 6.5개월에서 5.5개월 단축할 수 있도록 한 가장 중요한 인자이다.

동일한 규모의 지하4층 지하구조물을 RC로 할 경우 20×4=80일의 골조공기가 소요되지만, 4층1절 기둥 MRS공법을 적용할 경우 20일에 완료할 수 있어 최대 75%의 공기단축을 할 수 있다.

이것을 다시 기둥의 길이별로 분류하면 다음 표와 같다.

표 2. 기둥 공법별 소요공기

구 분	1층1절 기둥	2층1절 기둥	4층1절 기둥
소요공기	26일	24일	20일

4층1절 기둥은 부재수를 줄여 조립공기를 단축시킬 수 있다는 이점 이외에도 기둥 간 접합부에 무수축 모르터(Mortar)의 그라우팅 작업 및 양생소요시간을 절감할 수 있으며 조립과정에서 발생할 수 있는 가설안전의 문제 및 수직도의 문제를 함께 해결할 수 있다는 면에서 유리한 공법이다.

3.3 기타효과

동바리가 없는 MRS공법은 동바리 해체까지는 후속작업을 진행할 수 없는 RC공사와는 달리, 부재 조립 및 Topping Conc타설 이후에는 하부공간을 안전조회장 등으로 활용가능할 뿐 아니라, 설비나 전기 등의 후속작업도 가능하여 현장의 공간활용 및 후속공정운용에 여유를 가질 수 있다.

4. 결 론

2007년에 개발된 MRS공법은 일반적으로 지하2층의 지하주차장에 많이 활용되었지만, 현장여건에 따라서 4층1절 기둥을 활용함으로써 MRS공법의 가치를 높이고, 현장 운영에 도움을 줄 수 있었다.

새로운 공법의 적용을 위하여 현장에서 발생할 수 있는 다양한 변수를 사전에 면밀히 검토함으로써, 문제를 사전에 발견하고 대처할 수 있었다.

본 사례를 토대로 지하주차장은 물론 현장여건에 따라 지상 4층 이상의 건물에 적용되고 더 높은 기둥을 하나의 부재로 제작, 설치함으로써 PC공법의 경쟁력을 높이는 계기가 되기를 바란다.

요 약

우리나라의 주택환경에 적합하게 개발된 MRS공법을 기본으로 하여, 현장의 여건에 맞추어 4층1절 기둥을 활용함으로써 원가절감, 공기단축 등의 유형적 성과와 함께 현장의 작업환경 개선을 통한 시공성 향상이라는 무형의 성과를 함께 얻을 수 있었다.

참 고 문 헌

1. 삼성물산 건설부문, 일방향 PC 장선 슬래브의 접합상세 개발 및 구조성능 평가에 관한 연구, 2007.5
2. 삼성물산 건설부문, MRS 구조시스템의 접합상세 개발 및 구조성능평가에 관한 연구, 2008.6
3. 오영훈 등, 프리스트레스 콘크리트 일방향 장선구조로 구축한 MRS 연속단 접합부의 휨거동, 한국구조물진단학회 논문집, 제14권 제1호, pp.148, 2010.1
4. 임주혁 등, 한국형 지하주차장 PC공법(MRS공법)의 개발 및 적용, 한국콘크리트학회 2009년 가을 학술대회 논문집, pp.483
5. 지하주차장 골조부의 구조 및 그 시공방법, 특허번호 제 10-0807395호, 삼성물산주식회사