

Transfer Mat 적용사례 - 아파트 지하의 벽식 구조를 기둥식 구조로 개선 -

The Conversion of Structure from Wall System into Column System Using the Transfer Mat



이승창*
Seung-Chang Lee



조영제**
Young-Je Cho



박경환***
Kyeong-Hwan Park



정예슬****
Ye-Seul Chong

1. 머리말

1.1 현장 개요

현재 공정률이 62%인 가재울 3구역 재개발 현장은 서대문구 가재울 뉴타운의 중심적 위치에 자리잡은 재개발 아파트 현장으로 대규모 단지의 이점을 살려서 시공중에 발생하는 기술사항에 대한 심도있는 검토를 통하여 각종 기술자료를 축적해오고 있으며, 본 고에서는 가재울 3구역 재개발 현장에서 볼 수 있는 특기사항을 몇가지 소개하고자 한다. 먼저 공정계획 측면에서 TACT 공정관리 기법을 활용하여 공정을 관리, 진행하고 있다. TACT 기법이란 관련있는 공종끼리 적절한 시공 물량과 인원을 토대로 적정 층수의 단위(unit)를 구성하고 선후 공종이 순차적으로 작업을 진행할 수 있도록 하는 것이다. 우리 현장에서는 마감 공종을 5개층 단위로 구획하여 투입하고, 한 동의 단위 작업이 끝나면 다른 동으로 이동시켜 연속적으로 작업이 이루어지도록 공정을 진행하고 있다.

설계 측면에서는 천정고를 100 mm 높게하여 세대 내부에서의 개방감을 높였고, 기존의 '공동주택 표준바닥구조'에서 층간 소음 등급이 더 높은 '인정바닥구조'를 적용하고 있다.

또한 지하주차장을 PC화하여 공기를 단축하고 및 시공성을 향상시켰으며, PC슬래브인 MRS 공법을 적용하는 등 건설 기술 확보에 주력하고 있다<표 1, 그림 1>.

1.2 검토 배경

기준에 설계된 아파트의 지하층은 지상층의 내력벽과 동일한

구조와 형태의 PIT층을 형성하며, 쓸모없는 공간이 많이 생기고, 복잡한 차량 동선과 사용자의 시선 차단 등 비효율적인 지하공간이 예상되었다<그림 2>.

이에 우리 현장은 사공간이었던 PIT 공간을 주차 공간으로 활용할 수 있도록 효율적인 공간 활용과 차량 동선을 단순하게 하면서 개방감을 높이기 위해 해당부 구조를 벽식 구조에서 기둥식 구조로의 변경을 모색하였으며 이를 구조적으로 검토한 결과, 기둥과 매트 슬래브(mat slab)를 활용한 Transfer Mat 공법을 도출하게 되었다.

공동 주택 현장으로서는 새로운 지하 구조를 적용하여 시공 효율을 향상시키고 공기를 단축하였으며 민원까지 해소하는 등 실제로 많은 효과를 거두었기에 이 공법에 대해 간략하게 소개하고자 한다.

표 1. 건물개요

현장명	가재울3재개발아파트
위치	서울시 서대문구 북가좌동 144번지
공사기간	2009.11 ~ 2012.09(35개월)
용도	주거시설
구조	철근 콘크리트조
규모	지하 2 ~ 3층, 지상 7 ~ 35층
대지면적	4만 7,492.98평
연면적	17만 4,086.93평



그림 1. 조감도

* 정희원, 삼성건설(주)건설부문 기반기술연구소 수석연구원
sc88.lee@samsung.com

** 삼성물산(주)건설부문 가재울3재개발아파트 현장소장

*** 삼성물산(주)건설부문 가재울3재개발아파트 건축대리

**** 삼성물산(주)건설부문 가재울3재개발아파트 건축주임



그림 2. 벽식 구조

2. 본말

2.1 Transfer Mat 공법 개요

본 공법은 아파트의 지하공간에 대한 활용도를 높이기 위해 주동의 지하구조를 벽식에서 기둥식으로 변경하면서 지하 PIT 층 (또는 지상 2층)에 Transfer Mat를 형성하여 상부층의 하중을 지지하도록 하는 공법이다.

이러한 구조 개선으로 인해 주차공간을 확보하여 지하 공간의 개방감을 높여주었다. 또한 지하 3개 층 구간이 2개 층으로 개선되어 일부 지하 구조물과 토공량을 절감할 수 있었고, 그로 인해 공기와 민원이 개선되었다.

하지만 우리 현장의 Transfer Mat 적용은 매트 슬래브 및 기둥 철근, 고강도 콘크리트, 가설 지보공 등 구조물 공사비의 증가와 설계 변경비 등이 추가 투입되어 공사의 원가 절감효과는 상쇄되었지만 설계 초기에 검토하여 적용할 경우 원가 절감도 가능할 것으로 사료된다.

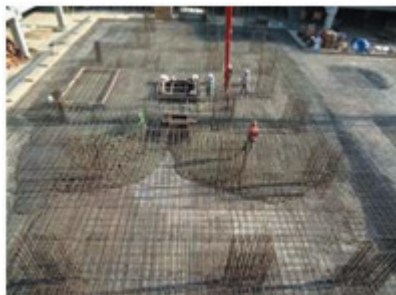
당사에서 주택현장 최초로 적용한 Transfer Mat 공법을 당 현장에서는 총 31개동에 적용시켰고, 구조적 안정성을 고려하여 20층 이상의 고층동에는 적용하지 않았다<사진 1, 그림 3>.

2.2 공법 특징

기존 아파트 지하와 Transfer Mat 공법이 적용된 아파트 지하를 비교하면 다음과 같다.



그림 3. 기둥식 구조



(a) 기초 타설



(b) 기둥 철근 배근



(c) 기둥/코어 선타설



(d) 시스템 서포트 설치



(e) Transfer Mat 형틀/철근



(f) Transfer Mat 타설 완료

사진 1. 시공 과정

- 기존 아파트 지하
 - 1) 수직부재 : 강도 24 MPa, THK 200 ~ 300의 옹벽
 - 2) 수평부재 : THK 200의 일반 슬래브
 - 3) 지보공 : 허용압축력 1.0 ton/본(本)의 일반 서포트로 구성

- Transfer Mat의 공법 적용 아파트 지하
 - 1) 수직부재 : 강도 30 ~ 35 MPa, 700×1,200의 기둥
 - 2) 수평부재 : THK 1,000 ~ 1,200의 Transfer Mat
 - 3) 지보공 : 허용압축력 4.5 ton/본(本)의 시스템 서포트

2.3 가설지보공 안전성 확보

Transfer Mat는 두께가 1,000 mm에서 1,200 mm로 설계하중이 2.8 ton/m²에 달한다. 그렇기 때문에 직하부에 설치되는 가설 지보공의 안전성을 확보하는 것이 중요했고, 그에 대한 구조검토를 진행하였다. 그 결과 허용 압축력이 한 본당 4.5 ton인 $\phi 60.5 \times 2.9$ t의 시스템 서포트를 1,200 mm 간격 이내로 설치하였을 때, 작용하중이 3.2 ton/m²으로 지지 가능한 하중임을 확인하였다.

하지만 당 현장은 작업 하중 등 안전성 확보를 위해 Transfer Mat 타설층(이하 N층)과 N-1층에 시스템 서포트를 구조검토 값보다 더 보강한 900 mm 간격으로 설치하였고, 상부하중을 고려하여 N-2층에까지 일반 서포트를 설치하였다<그림 4>.

또한 이 가설 지보공의 수평력 저항을 위해서 Transfer Mat를 받치는 하부 기둥을 Transfer Mat 타설 24시간 전에 선타설을 진행하였다. 이때 선타설된 기둥의 상부 단면은 후타설되는 매트 구조체와 접합이 잘 될 수 있도록 면을 거칠게하여 20 ~ 25 mm 정도의 요철을 주도록 하였다.

이처럼 수직/수평재를 분리하여 타설하게 되었을 경우, 수직재와 수평재의 콘크리트 강도 차이가 1.4배 이상일 때에는 기둥 주변으로 일정 부분의 슬래브를 함께 타설해 주어야 한다. 예를

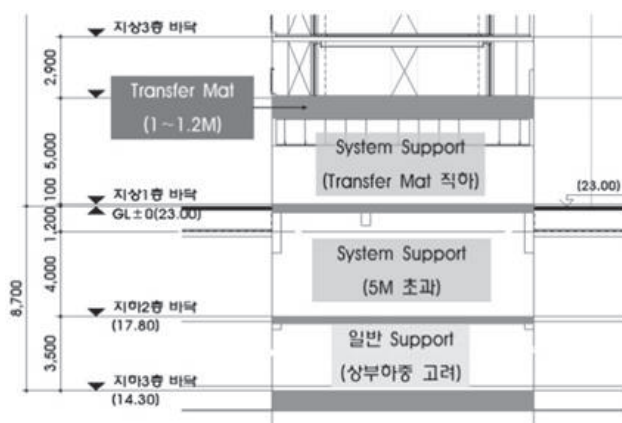


그림 4. Transfer Mat 하부 서포트 설치도

들어 기둥 강도가 35 MPa이고 슬래브 강도가 24 MPa 이하라면 위와 같은 조건에 만족하므로 기둥 주변의 슬래브는 폭 600 mm 이상을 35 MPa 콘크리트로 타설해야 한다<그림 5>.

2.4 매스 콘크리트

Transfer Mat는 THK 1,000 ~ 1,200 mm, 강도 30 ~ 35 MPa의 거대한 구조체로, 소성수축과 침강균열에 대한 대비가 필요하다.

우리 현장은 플라이 애쉬 및 고성능 감수제(SP; super plasticizer) 등을 이용한 저발열 배합을 하였고, 충분한 다짐을 실시하여 소성수축균열을 제어하고자 했다<표 2>. 또한 매스 콘크리트에 수화열 계측기를 설치하여, 내부와 외부표면의 온도를 실시간으로 데이터화하였다. 수화열 측정값을 통해 콘크리트 내부의 최고 온도, 최고점 도달시간 등을 분석하였고, 온도 균열 발생확률이 25% 미만으로 검토되어 수화열에 의한 균열이 양호하다는 결과를 얻을 수 있었다<그림 6>.

타설 후에는 제물 마감을 한 후 비닐로 마감면을 보양하여 보습상태를 유지함으로써 침강균열을 제어했고, 초기양생 7일동안 진동과 충격을 주지 않도록 하였다.

2.5 구조적 개선

Transfer Mat를 기준으로 하부의 기둥과 상부의 벽체가 구조적으로 불일치하기 때문에 기둥을 중심으로 전단 보강근을 시공하였다.

이 때 일부동에서는 전단 보강근을 1 piece에서 2 pieces로 분리하여 전단 보강근을 시공할 때 결속이 어려웠던 문제점을

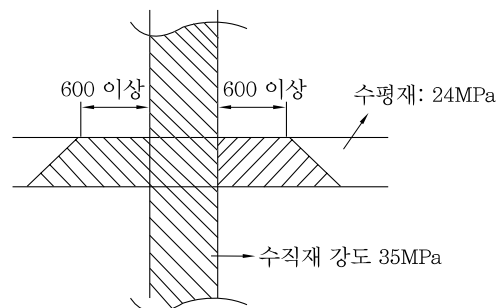


그림 5. 수직/수평 분리타설

표 2. 저발열 배합표

굵은 골재 최대치수 (m)	호칭 강도 (MPa)	슬럼프 범위 (mm)	공기량 (%)	W/B (%)	S/a (%)	SP제
25	30	150±25	4.5±1.5	40.9	47.7	준PC

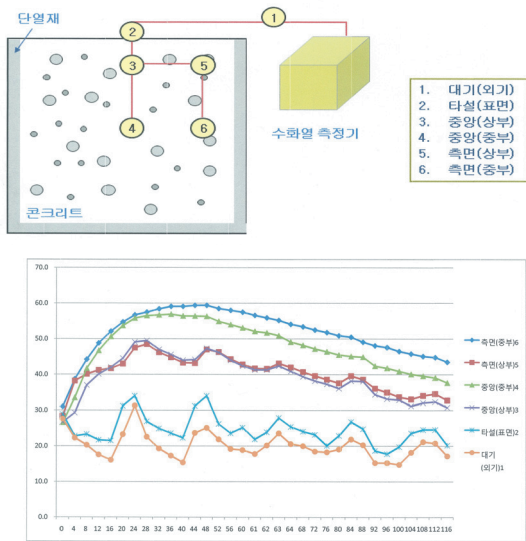


그림 6. 수화열 계측 결과

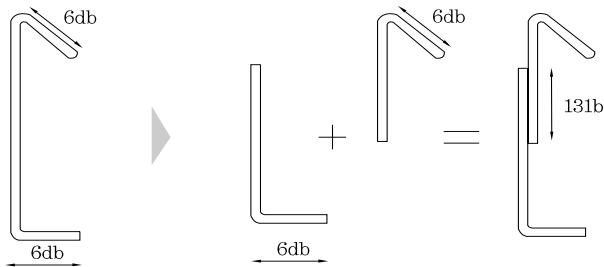


그림 7. 전단 보강근 시공 개선

해소하였다<그림 7>.

700×1,400 mm 크기의 Transfer Mat 기둥은 SHD25 수직철근이 46개가 배근되도록 설계 되었는데, 이 때 기둥 철근 겹침 이음시 철근 순간격 확보가 부족할 것으로 예상되었다. 따라서 당 현장은 기둥 철근 이음 부위의 분산을 위해 장대 배근(2개 층 연속 배근)을 하여 이음 위치를 기초에서 50%, B1층에서 나머지 50%를 배치하였다. 그로 인해 철근 순간격은 기존의 30 mm에서 55 mm까지 확보되었다<그림 8>.

2.6 적용 효과

2.6.1 기술력 제고

우리 현장은 아파트 주동에 Transfer Mat를 적용함으로써 아파트 지하를 기존의 벽식 구조형 시공 방법에서 탈피하여 기둥식 구조형으로 시공하는 기술을 상용화하였다. 또한 파생 기술로써 거대한 콘크리트 구조체에 적용되는 전단 보강 철근의 조립 방법을 개선하였고, 콘크리트 배합 방법과 관리 방안에 대한 기준을 새롭게 마련하였다. 또한 다양한 방식의 가설 지보공 적용을 통해 주택 현장의 가설 지보공 시공 기술력을 향상시키는데 기여하였다.

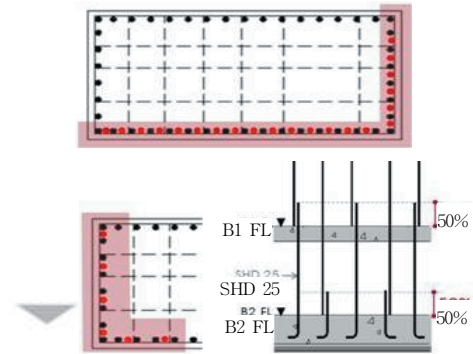


그림 8. 기둥 철근 순간격

2.6.2 공간 효율성 개선

지하층 구조물 일부를 3개 층에서 2개 층으로 감소시켜 1개 층의 토공사와 골조공사 기간을 단축할 수 있었다. 또한 암 발파량 30만 m³중 3만 m³를 감소시키면서 소음 발생에 대한 민원이 저감되었고, 쓸모없는 공간 감소로 지하공간 효율이 약 40% 증대되었다. 또한 동선이 단순해지고 개방감이 있는 지하주차장으로 개선되면서 사용자의 만족도도 기대할 수 있게 되었다.

2.6.3 전파효과 및 검토사항

Transfer Mat 공법은 지하층이 암반층으로 되어 있어 소음 민원 우려가 많거나 지상층이 20층 이하로 구성된 프로젝트에 적용 가능성이 높을 것으로 판단된다.

현재로서는 20층 이상 초고층 아파트 또는 저층 아파트에서는 구조적 하중 지지와 경제성으로 인해 적용이 어려울 것으로 사료되며, 향후 구조기술 발전에 따라 적용 가능한 프로젝트가 확대될 수 있기를 기대하는 바이다.

3. 맺음말

이번에 당 현장에 적용한 Transfer Mat 공법은 구조 및 건축 설계가 완료된 시점에서 공간 효율화 등의 목적으로 재검토, 변경 시행을 하는 과정에서 여러 관계자들의 노력과 노고가 수반되었다. 설계 변경에 적극적으로 협조해준 구조, 설계 관계자 여러분들과 본사 지원부서 임직원 여러분들께 감사드리며, 무엇보다도 많이 접하지 않았던 어려운 구조물의 검토와 시공, 안전 관리에 힘써주신 여러 협력사 작업자 여러분들과 합심 노력한 현장 직원 분들 모두에게 감사드린다.

앞으로 남은 기간 동안 현장 직원과 관계자 모두가 품질 제고에 열과 성을 다하여 당 가재울 3구역 재개발 현장이 가재울 뉴타운의 랜드마크가 될 수 있도록 노력할 것임을 다짐하는 바이다.☑

담당 편집위원 :

이승창(삼성물산(주)건설부문) sc88.lee@samsung.com