강봉을 이용한 하중전이층 가설재 시스템

- Temporary Support System for the load Transfer Element using high-Tension rod -

김 종 수*
Kim, Jong-Su

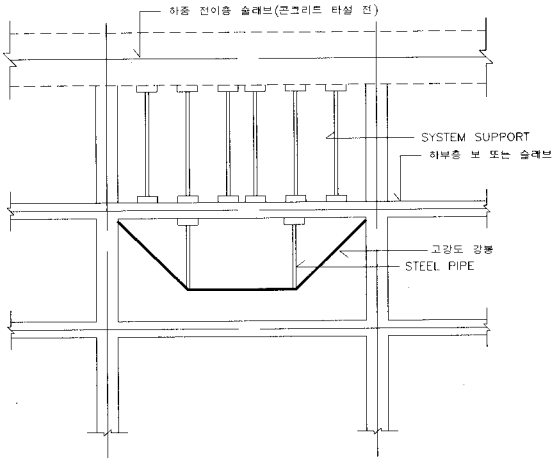
1. 서 론

저층부에 주차장이 있는 주상복합 및 고층 아파트의 경우, 상층부의 모듈과 주차장층의 모듈이 상이함으로 인해 수직하중의 경로가 어긋나게 된다. 이러한 경우 힘의 전달경로로써 일정층에 하중 전이층 (Load Transfer Floor)이 발생하게 된다. 이러한 하중 전이층의 부재는 일반적인 수평재와는 달리 부재의 크기가 커서 시공계획시 가설재를 설치하기 매우 곤란하게 된다. 따라서 시공업체에서는 시공성이 좋으면서도 경제적인 가설시스템을 도입하기위해 노력하게 되며, 국내에도 여러 가지 가설재 형식이 개발되어 있다.

현재까지 현장에서 가장 많이 사용되는 일반적인 가설재 시스템은 강관비계등을 이용하여 상부의 중량 하중을 몇 개 층으로 분산시키는 방법이다. 현재 국내의 많은 가설재 업체들이 이러한 방법을 이용하여 하중전이층의 시공에 도입하고 있으며, 익숙한 방법이므로 현장에서도 큰 어려움 없이 쓰이고 있다.

지하2개층의 지하주차장이 있고 지상 3층에 하중전이층이 있는 주상복합건물의 경우, 일반적인 가설지주를 사용할 경우, 하중전이층 공사를 위해서는 해당층부터 기초까지 총 4개층에 가설재를 설치해야한다. 또 설치기간 역시 하중전이층의 부재가 양생될 때까지 상당한 기간이 소요되므로 가설재의 임대비용이 증가하게되고, 하부층의 후속공정이 늦어지게 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 방법으로 고강도 강봉을 이용한 가설시스템이 개발되었다.

이 가설시스템은 하중전이층 하부는 일반지지용 가설재를 설치하고 가설재가 지지되는 층(전이층 바로 아래층)에 인장재인 강봉과 압축재인 형강 또는 강관 파이프, 철근콘크리트 보를 이용한 구조시스템을 형성하여, 하중전이를 위한 대형부재의 하중을 기 시공된 기둥으로 전달시키는 방법이다. 이 시스템을 활용하면 하부층에 추가적인 가설재 없이 시공할 수 있어 가설 지지대의 비용을 절감할 수 있으며 하부층의 마감공정을 공기 지연 없이 가능토록 하는 가설 시스템 공법이다.<그림 1 참조>



〈그림 1〉 강봉을 이용한 가설시스템 구성도

* (주)C.S 구조엔지니어링 소장

2. 시스템의 구성 및 작용원리

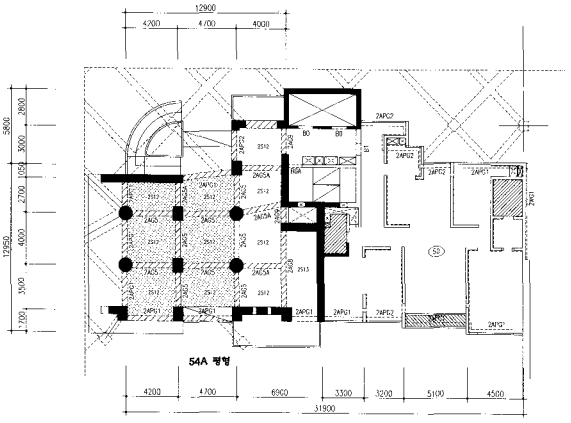
앞에서 간단히 설명한 바와 같이 시스템은 <그림 1>에서 보는 바와 같이 하중전이용보, 상기 부재를 지지하는 가설 지지대, 상기 가설지지대를 지지하며 트러스의 상현재 역할을 하는 철근콘크리트 보 또는 슬래브, 철근 콘크리트보와 조합되어 하현재 역할을 하는 강봉, 그리고 철근콘크리트보와 강봉사이에 트러스의 사재 역할을 하는 형강 또는 강관 파이프로 구성된다.

이들 구성부재들은 일반 트러스와 같이 타설과 양생 기간동안의 상부의 하중전이용 철근콘크리트 보의 중량 및 작업시 하중을 지지하게 된다.

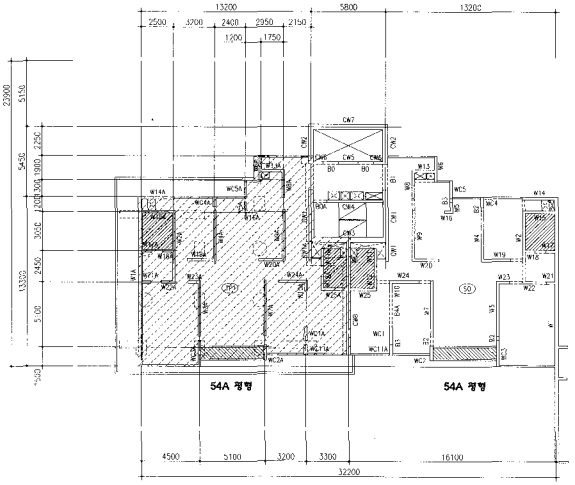
3. 적 용

3.1 가설시스템 설치 위치

가설지지대 시스템을 실제프로젝트에 가상으로



〈그림 2〉 개발 시스템이 설치될 층의 구조평면도(54평형)

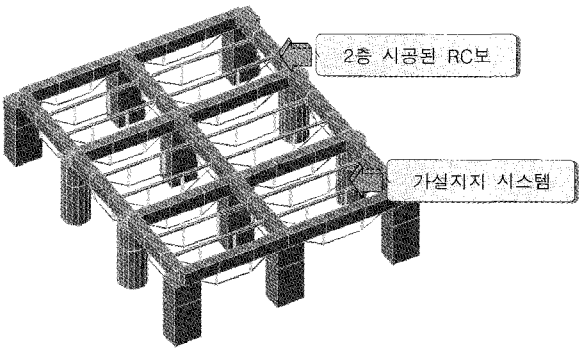


〈그림 3〉 하중전이층 평면도

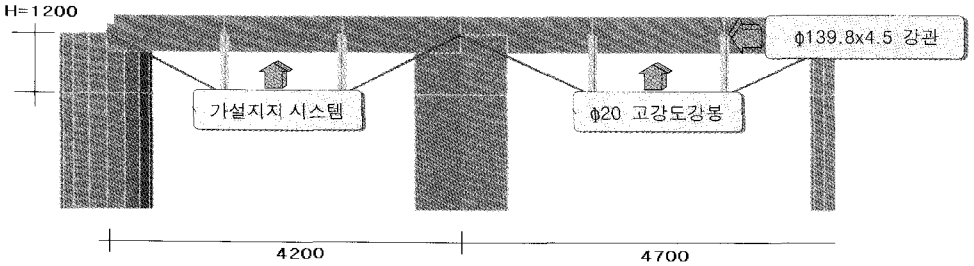
적용하여 그 효율 및 적용성을 평가해보았다. 대상 프로젝트는 54평형 아파트로 벽으로 전달된 하중이 하부의 기둥으로 전이되는 중력하중의 흐름을 갖고 있다.<그림 2, 3>

3.2 가설시스템 설치

하중전이층의 하부층에 가설시스템을 설치<그림 4, 5>하고 하중전이층의 거푸집 지지용 system support를 설치한다.



〈그림 4〉 지상2층에 설치된 가설시스템 형상

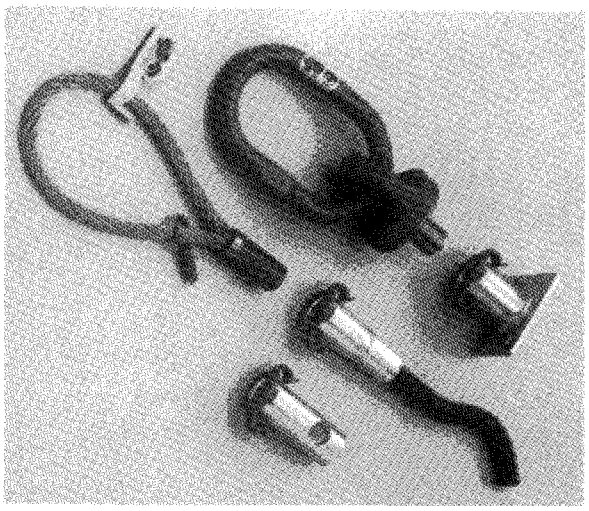


〈그림 5〉 가설시스템 설치 입면 형상

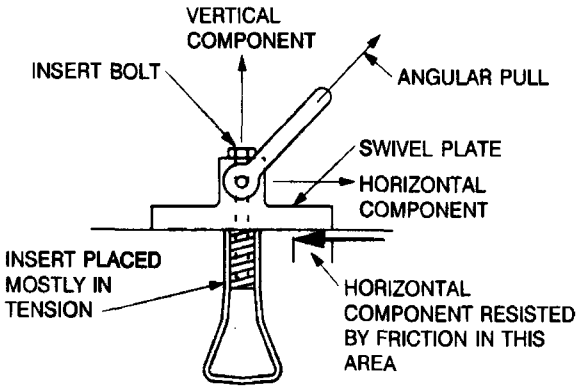
3.3 가설지지 시스템의 조립

3.3.1 철근콘크리트 기둥 또는 보와 강봉의 조립

철근콘크리트 보 또는 기둥과 강봉의 접합 방식은 <그림 7>에서 보는 바와 같이 우선 철근콘크리트 부재에 매입용 철물을 타설전 설치하여 매입한 후 강봉의 연결 고리와 연결한다. 매입용 철물 및 연결고리는 <그림 6>과 같은 형식을 사용한다.



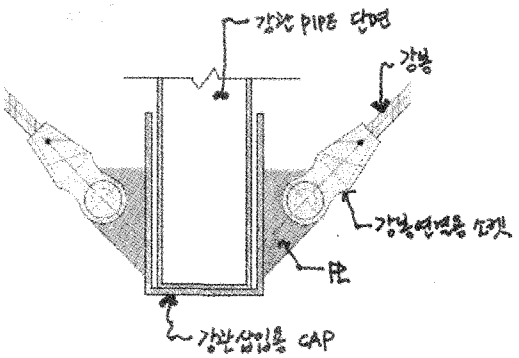
〈그림 6〉 매입용 철물 예



〈그림 7〉 콘크리트 매입 철물 상세

3.3.2 강관 파이프와 강봉의 조립

가셋 플레이트와 강봉을 연결용 소켓을 이용하여 조립한 후 원통형 CAP에 강관파이프를 삽입하여 강관파이프와 강봉을 조립한다.



〈그림 8〉 강관파이프와 강봉의 연결상세

3.4 적용 설계 하중

가설 지지대 설계는 일반적인 가설재의 하중 조합을 적용하였으며 아래의 <표 1>과 같다.

〈표 1〉 설계용 하중표

구분	내 역	하 중
1	하중전이층의 자중(슬래브 두께 1500mm)	3,600 kg/m^2
2	시공시 충격하중 (3,600 * 0.5)	1,800 kg/m^2
3	작업하중	150 kg/m^2
	총 계	5,550 kg/m^2

3.5 재료 강도

〈표 2〉 재료강도

구분	내 역	강 도
1	철근콘크리트	fck = 300 kg/cm^2
2	지지용 Pipe	fy = 2,400 kg/cm^2
3	고강동 강봉	fy = 4,600 kg/cm^2

3.6 물량 검토 및 비교

일반적인 시스템 동바리와 개발 시스템과의 비용 검토를 통하여 경제성을 검토하였다. 우선 단일 하중전이층 처리를 위한 개발 시스템의 물량을 검토해 본 결과 표3과 같은 결과가 나타났다.

〈표 3〉 개발 시스템의 가설부재 비용

구분	내 역	총물량 (kg)	총비용 (원)	단위면적당 비용(원/ m^2)
1	지지용 Pipe	393.2	393,200	23,630
2	고강동 강봉	348.5	871,300	
3	슬래브 철근 보강	2,000	1,101,375	

이때 일반 system support의 비용을 우선 검토하면 아래 <표 4>와 같다.

이 비교표에는 동바리 물량만을 비교한 것이므로, 합판이 물려있는 것을 고려한다면, 경제성 측면에서 제안시스템이 더욱 유리해 질 수 있다.

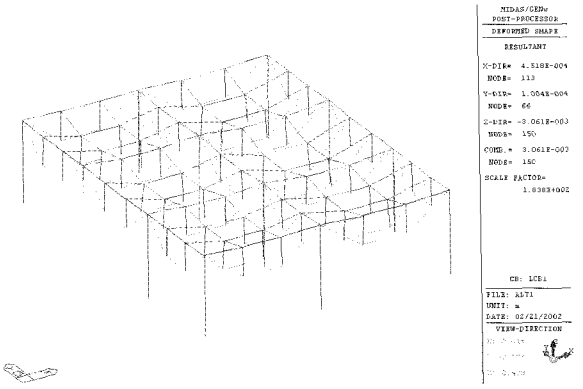
〈표 4〉 일반 시스템 동바리 비용

구분	층	총비용 (원)	임대 기간	단위면적당 비용(원/ m^2)
1	지하층	5,349,200	120일	31,353
2	지상 1층	1,760,700	90일	
3	지상 2~3층	2,307,900	60일	
합계		9,417,800		

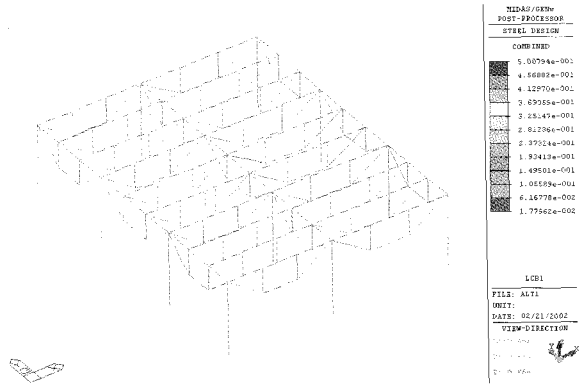
지상1층의 시공을 위해 <표 4>의 임대기간 중 60일의 임대기간과 지상 2~3층 시공을 위해 동바리가 소요되므로 상기 비용을 감안하여 개발시스템의 비용을 산출해보면 <표 5>와 같다.

3.7 해석결과

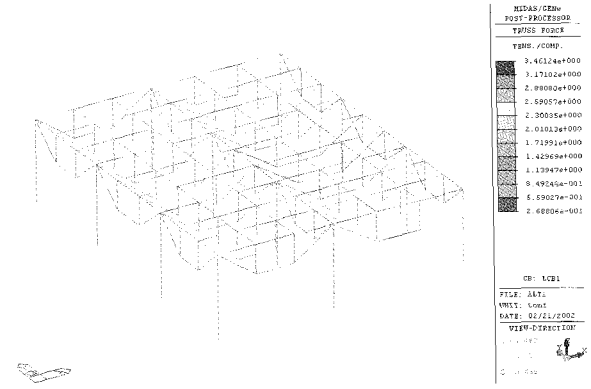
상기하중과 재료강도를 적용하여 부재 해석결과 부재응력이 허용범위 내에 수렴하여 구조적으로 안전한 것으로 검토되었다.



〈그림 9〉 가설재의 변형 형상



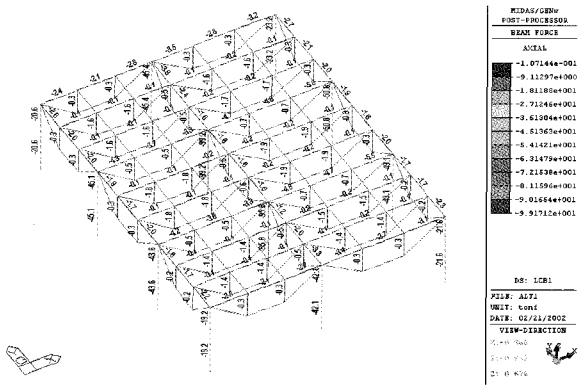
〈그림 10〉 구조내력 검토



〈그림 11〉 해석결과 고강도 강봉의 축력

〈표 5〉 개발 시스템 적용 시 총 비용

구분	층	내 역	총비용 (원)	증감비용	비고	임대기간	단위면적당 비용(원/ m^2)
1	지하층	기존 시스템 동바리	2,674,600	-2,674,000	-50%	60일	28,370
2	지상 1층	기존 시스템 동바리	1,173,800	-586,900	-33%	60일	
3	지상 2,3층	기존 시스템 동바리	2,307,900	0	-	60일	
		강관파이프 및 강봉	2,365,875	2,365,875	-		
합계			6,156,300	-895,025	-10.5%		



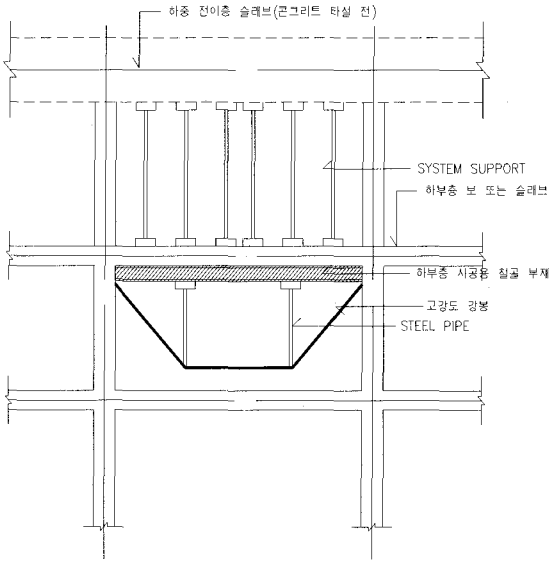
<그림 12> Pipe의 축력

4. 개발 시스템의 특성

	개발 시스템	SYSTEM SUPPORT
장점	- 하부층의 마감등 공기 단축가능(60일) - 매입형 부속으로 추가 마감공정 불필요 - 전용할 경우 추가 비용절감	- 시공자에게 익숙한 일반적인 공법
단점	- 전문 인력에 의한 시공 필요	- 하부층의 Support로 마감공정 진행불가- 하부층의 현장인부3 이동공간 협소 - 층고가 높은 경우 비용증가

5. 개발시스템의 대안

상기 개발 시스템의 대안으로써 <그림 13>과 같이 하부층 보와 슬래브의 시공을 위한 가설 철골 부재를 설치한 후, 철골부재를 압축재로 이용하여 가설 트러스 시스템을 설치하는 방법도 적용해 볼 수 있다.



<그림 13> 개발시스템의 대안

6. 결 론

강봉을 이용한 하중전이층의 가설재 구조시스템은 시공 편의성과 경제성에 초점을 맞추었으며, 대공간 구조물이나 Post-tension의 영구구조물에만 적용되었던 강봉을 이용한 Active System을 가설구조에 도입할 수 있다는 것을 보여주고 있다. 여기서 제안한 하중전이층 가설시스템을 통하여, 공학적으로 우수한 대공간구조 시스템이 좀 더 일반화되어 국내 건설시장에서 활용되는 기반이 되었으면 하는 바람이다.