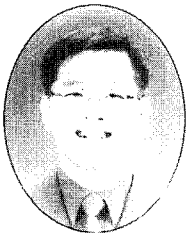
RC 건물에 적용된 시스템 철골 계단 신공법의 소개 및 시공 사례

- System Steel Stairs for RC Structures -



윤영호* 천영수** 박지영*** 장인화**** 김상범***** 안희규******

Yoon, Young Ho *Chun, Young Soo* *Prak, Ji Young* *Jang, In Haw* *Kim, Sang Bum* *An, Heui Kyu*

1. 개 요

철근 콘크리트 건축물에 있어서 계단 공사는 숙련된 기능공에 의해 거푸집 조립, 철근 배근, 콘크리트 타설, 거푸집 탈형 등 상당히 복잡한 과정을 통해 이루어지고, 거푸집을 지지하기 위한 동바리가 복잡하게 얽혀 있어 작업 인부들이 이동하기에 불편하며, 안전사고의 위험이 상재한 곳이기도 하다. 그러나 본고에서 소개하는 시스템 철골 계단 신공법은 〈그림 1〉에서와 같이 공장에서 선 제작된 시스템 철골 계단 부재를 현장에서 양중, 조립하는 공법으로 현장 작업량이 적고 단순하여 시공성이 매우 우수한 장점이 있다.

〈그림 2〉는 철근 콘크리트 계단과 시스템 철골 계단의 공정별 차이점을 비교한 것이며, 철근 콘크리트 계단과 비교한 시스템 철골 계단의 적용공법 상의 특징을 간단히 설명하면 다음과 같다.

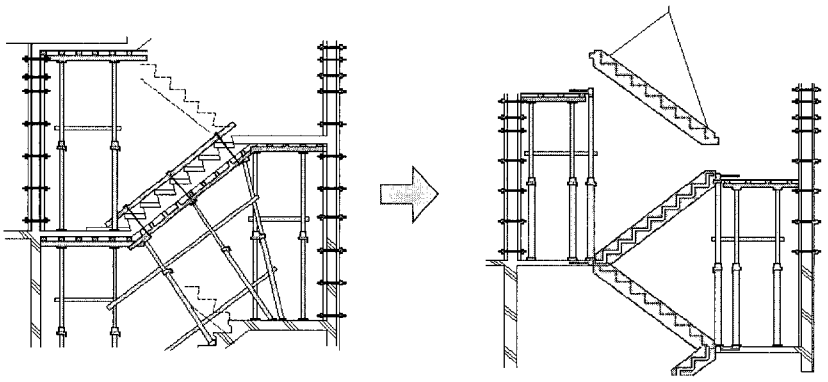
① 공기단축 효과 : 복잡한 거푸집과 철근 배근 및 콘크리트 타설 공정을 거쳐서 형성되는 철근 콘크리트 계단에 비해 계단 작업 공정을 큰 폭으로 단축할 수 있어, 공기단축이 가능하다.

② 작업자의 안전효과 : 공장에서 제작된 시스템 철골 계단 유닛은 설치 후 곧바로 작업 통로로 사용 가능함으로 시공 시 안전한 작업동선을 확보할 수 있다.

③ 현장 정리정돈 : 철근 콘크리트 계단 슬래브에 필요한 만큼의 동바리가 적어지고, 쾌적한 작업 공간의 확보가 가능하며, 가설비용을 줄일 수 있다.

④ 작업 편리성 : 콘크리트 타설 양이 적기 때문에 물이나 쓰레기가 적게 나오고, 시공 중 계단실을 비교적 청결하게 유지할 수 있다.

⑤ 품질확보 : 시스템 철골 계단이 공장 제작되므로 제품의 정밀도 및 품질이 우수하다.



(a) 철근 콘크리트 계단
거푸집, 배근 등에서 복잡한 공정 필요

(b) 시스템 철골 계단 신공법
공장 제작된 시스템 철골 계단을 계단참 거푸집에 설치 후 콘크리트 타설

그림 1. 철근 콘크리트 계단과 시스템 철골 계단 신공법의 비교

* 정회원, 대한주택공사 주택도시연구원 수석연구원
** 정회원, 대한주택공사 주택도시연구원 책임연구원
*** 대한주택공사 주택도시연구원 선임연구원
**** 포항산업과학연구원 건축구조연구팀장
***** 포항산업과학연구원 선임연구원
****** (주)두하요코모리 대표이사

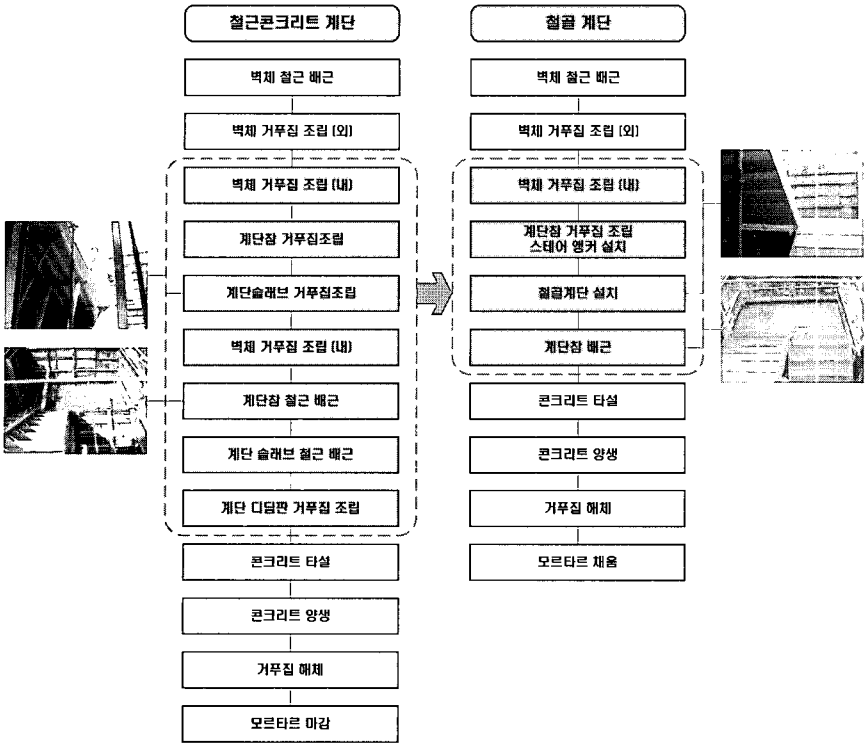


그림 2. 철근 콘크리트 계단과 시스템 철골 계단의 비교

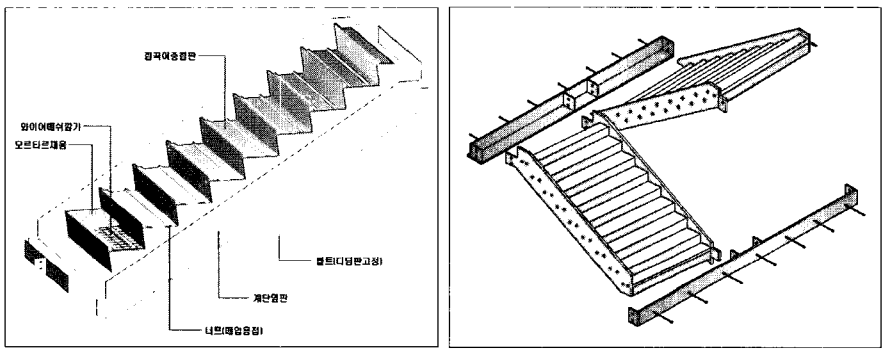


그림 3. 시스템 철골 계단의 구성 및 조립

⑥ 작업 단순화 : 공장 제작된 시스템 철골 계단을 간단하게 계단참에 연결할 수 있으므로 시공 시 숙련도를 필요로 하지 않는다.

⑦ 작업 효율성 : 철근 콘크리트 계단에 비해 시스템 철골 계단의 자중이 가벼워 전체 건물의 하중이 줄어든다.

⑧ 경제성 : 계단 부분의 거푸집이 필요 없으므로 전체적인 거푸집 비용이 줄어든다.

위에서 살펴본 바와 같이 시스템 철골 계단은 철근 콘크리트 계단에 비하여 현장 작업의 단순화와 효율화 등 여러 가지 장점을 가지는 공법이다. 현재 철근 콘크리트 건축물 공사에 있어서 시스템 철골 계단의 국내 적용은 확산 단계에 있어, 현장에서 상당히 높은 인기를 얻고 있다고 평가된다. 본고에서는 시스템 철골 계단 신공법의 특징 및 시공 사례를 중점적으로 소개하고자 한다.

2. 시스템 철골 계단 신공법

2.1 시스템 철골 계단의 구성 및 조립

일반적인 철골 계단이 단순히 철판을 용접하여 제작되는 것과는 달리, 본고에서 소개하는 시스템 철골 계단은 〈그림 3〉의 좌측 그림에서 보이는 바와 같이 보행에 의한 소음 및 진동을 저감시키기 위해 철판 두 겹을 접어서 연결한 것을 용접으로 접합할 경우 발생할 수 있는 뒤틀림 현상을 방지할 수 있도록 양쪽 계단옆판에 볼트로 접합 제작한 계단이다.

1개 층 분에 해당하는 시스템 철골 계단은 그림에서 보는 바와 같이 상, 하부 계단 유닛 2조 및 계단 거치를 위한 스테어앵커 2조 등이 1세트로 이루어져 있다. 스테어앵커는 계단의 가설 및 설치를 위해 바닥 슬래브 거푸집에 설치되며 이후 콘크리트 바닥 슬래브와 일체가 되어 계단의 무게를 지지하게 된다.

2.2 시스템 철골 계단 신공법의 특징

기존의 철골 계단 공법은 철골 계단 유닛을 양중하여 바로 스테어앵커에 볼트 체결하여 완전히 고정시키게 되므로 철골 계단 유닛 설치 후에 계단실 측벽의 내부 거푸집 설치 및 탈형이 어렵다는 점과 철골 계단 설치 시, 스테어앵커의 볼트 연결부와 체결하기 위하여 양중장비의 장시간 사용이 불가피 하다는 문제도 있었다.

이와 같은 문제점을 보완하기 위하여 시스템 철골 계단 신공법은 〈그림 4〉의 시공 과정에서와 같이 신공법에서는 먼저 시스템 철골 계단 유닛을 계단실의 측벽과 이격시켜 계단참의 중앙에 가설하고(과정 6 ~ 7), 콘크리트 타설과 거푸집의 탈형까지를 모두 완료한 후(과정 8), 최종적으로 가설된 시스템 철골 계단을 슬라이딩 시켜 계단실의 측벽과 접하도록 설치, 고정함(과정 9)으로써 상기의 문제점을 해결하였다.

즉, 계단의 설치 시, 시스템 철골 계단을 계단참의 중앙부에 해당하는 스테어앵커의 임의의 위치에 거치토록 함으로써 기존 공법에서 계단의 가설을 위하여 장시간 소요되었던 양중장비의 사용을 최소화하였으며, 계단실의 측벽과 충분히 이격시켜 계단을 설치함으로써 계단실 내 측벽의 거푸집 탈형 시에 지장이 없도록 하였다.

단, 이 경우 계단실의 크기에 따라 철골 계단과 계단실 측벽 사이의 이격거리가 거푸집 탈형에 필요한 공간만큼 충분치 않을 수도 있다. 이러한 문제점은 갱폼과 같은

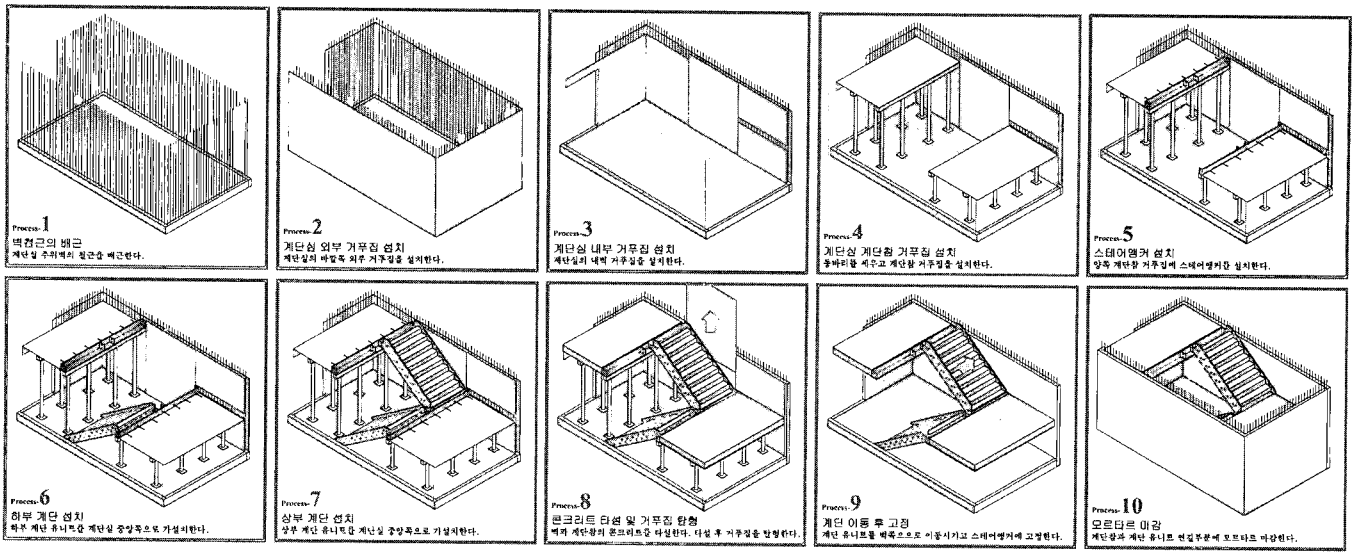
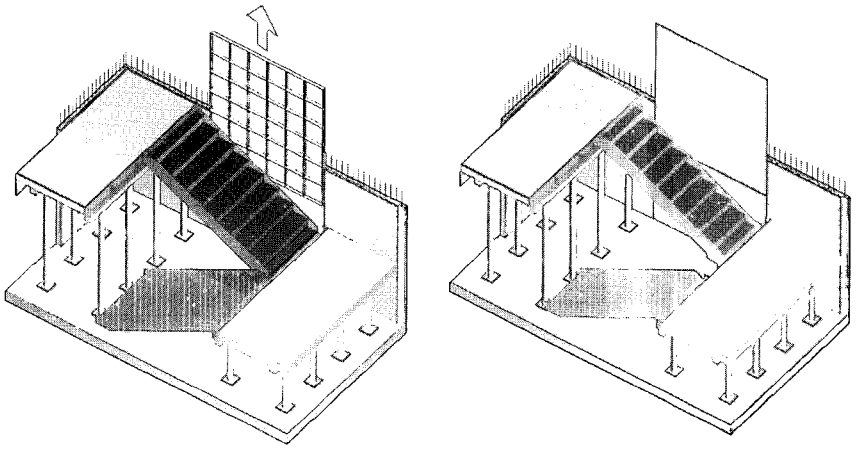


그림 4. 시스템 철골 계단의 시공순서

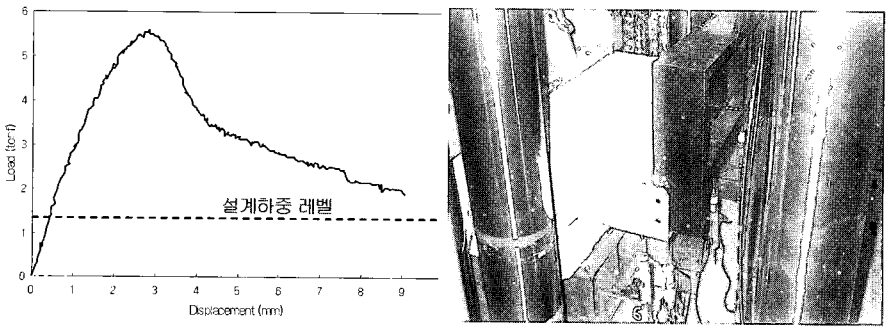
시스템 거푸집의 사용으로 충분히 개선이 가능하며(방법 1), 또 다른 방법으로는 실제 계단의 폭보다 폭이 작은 가설용 계단을 선 설치하여 작업통로로서 이용하고, 거푸집의 탈형 후 실제 계단을 설치하는 작업과 병행하여 가설계단을 제거함으로써 보다 간편하게 공사를 수행할 수도 있다. (방법 2)

방법 2의 경우 별도의 가설용 계단이 필요하다는 단점이 있으나, 계단실 측벽의 거푸집 공사를 매우 용이하게 한다는 점과 가설 계단의 치수를 실제 계단과 동일하게 하여 실제 계단 설치 시 발생할 수 있는 문제점을 사전에 검토하여 시공상의 오차를 최소화할 수 있다는 장점이 있다.



(a) 방법 1 : 시스템 거푸집을 이용한 시공 (b) 방법 2 : 폭이 좁은 가설계단 이용

그림 5. 계단실이 충분히 크지 않을 경우 신공법 적용 방안



(a) 실험체 가력 상태 (b) 가력점 하중-변위 곡선

그림 6. 스테어앵커 바닥슬래브 접합부 구조성능 평가

3. 구조 성능 및 진동성능 평가

3.1 스테어앵커 바닥슬래브 접합부 구조성능 평가

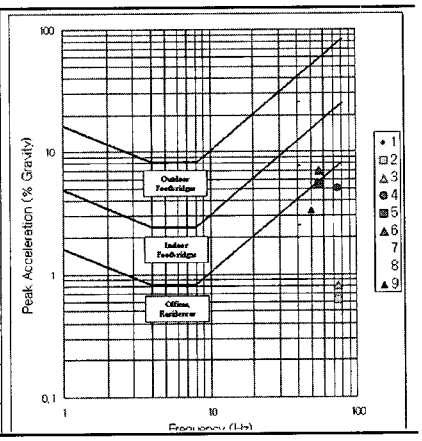
구조적 안전성에 가장 큰 영향을 미치는 스테어앵커와 바닥 슬래브와 접합부의 구조적 안전성을 검토하기 위하여 실험체를 제작, 구조내력 및 강성을 평가하였다. 그 결과, 스테어앵커 접합부는 구조설계상 요구되는 설계하중을 지지할 수 있는 내력의 3배 이상을 보유한 것으로 평가되어 접합부에서는 문제가 없는 것으로 확인되었다.

3.2 진동성능 평가

시스템 철골 계단의 사용성을 검토하기 위하여 진동에 대한 성능평가 실험을 수행하였다. 실험은 대전 mock-up 시험동에서 실시하였는데, 구조별로 RC 계단, 절곡철판 철골 계단, SFRC 철골 계단 등 3종과 마감재별로 스트롱매트 마감, 도기질 타일 마감, 무마감으로 구분하여 총 9개의 실험체를 대상으로 실시하였다. 동적하중은 계단을 보행하는 사람으로 하였으며, 가속도응답을 계측하여 AISC에서 제안하

표 1. 시스템 철골 계단의 진동실험 결과(좌) 및 AISC 사용성 평가 곡선에 따른 평가 결과

실험체 구분			실험결과	
구조	번호	마감	탁월진동수 (Hz)	최대진폭 (gal)
RC계단	1	스트롱매트	125	6.6
	2	도기질타일	75	6.1
	3	무마감	75	7.9
절곡철판 철골계단	4	스트롱매트	75	49.1
	5	도기질타일	56	52.8
	6	무마감	56	68.0
SFRC 철골계단	7	스트롱매트	69	26.7
	8	도기질타일	50	32.5
	9	무마감	50	33.1



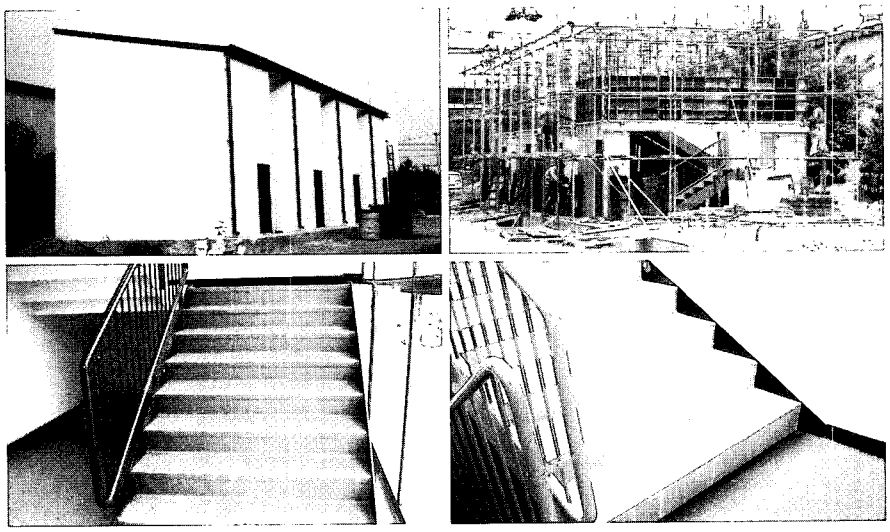
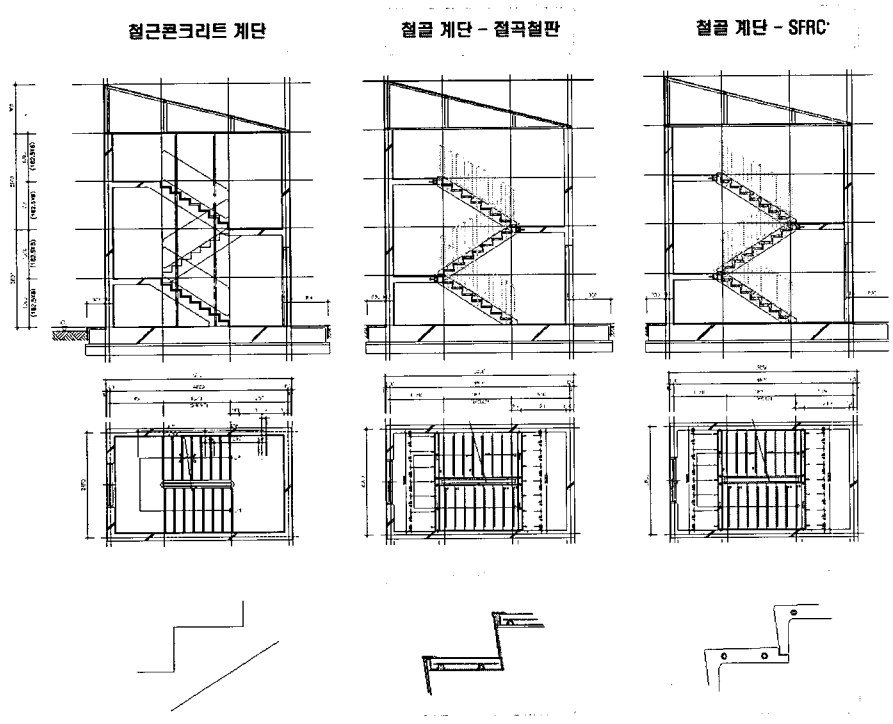


그림 7. mock-up 시험동 전경 및 철골 계단 마감 사진



* SFRC : Stainless-steel Fiber Reinforced Concrete

그림 8. mock-up 시험동 도면

는 사용성 평가곡선과 비교하여 그 성능을 평가하였다. 그 결과는 좌측 〈표 1〉에 나타낸 바와 같다.

시스템 철골 계단 신공법은 실내 보도교 수준의 진동성능을 갖는 것으로 평가되었으나, 계단실은 인간이 장시간 거주하는 공간과는 다르고, 사무소나 주택의 사용성 기준을 적용하기에는 무리가 있으며, 계단에 대한 바닥진동 사용성 기준을 제시하고 있는 지침이 현재 없으므로, 계단이 보행자의 통과공간이라는 면에서 실내 보도교의 기준을 준용하는 것도 가능하므로 사용성에 문제가 없는 것으로 판단된다.

4. 시공 사례

현재 시스템 철골 계단 신공법은 대전 소재 mock-up 시험동을 통해 적용성을 평가하였고, 2002년 6월에 개발이 완료된 후 최근 수개월동안 설계에 반영되어 진행 중이거나 현장에 적용되어 시공 중에 있다. 현재 진행되고 있는 공사의 대부분은 골조공사 중이고, 일부는 골조공사를 완료하여 마감공사를 진행하고 있는 현장도 있다. 대전에서 실시한 mock-up 시험동과 현재 공사가 진행 중인 프로젝트를 중심으로 시공 사례를 소개면 다음과 같다.

4.1 대전 mock-up 시험동

① 공사개요
- 위치 : 대전 (주)두하요코모리 공장 부지 내
- 건물규모 : 2개층 실물크기 4개동(RC계단 1개동, 철골 계단 3개동)
- 건물구조 : 철근 콘크리트 벽식 구조

② mock-up 시험동 전경 및 시스템 철골 계단 마감 사진〈그림 7〉

③ 관련도면〈그림 8〉

4.2 부산 센텀파크 아파트

① 공사개요
- 위치 : 부산시 해운대구 재송동

센텀시티 내
- 연면적 : 48만 9,823m^2 (14만 8,171평)
- 건물용도 : 공동주택, 부대복리 및 근린생활 시설
- 건물규모 : 지하 1층 ~ 지상 51층 2,230실
- 건물구조 : 철근 콘크리트 벽식 구조
- 시공자 : 포스코건설

② 조감도 및 현장전경〈그림 8〉
③ 관련도면〈그림 9〉

4.3 서울 당산동 미래사랑 아파트

① 공사개요
- 위치 : 서울시 영등포구 당산동
- 연면적 : 2만 9,519.41 m^2 (8,929.62 평)
- 건물용도 : 공동주택(오피스텔)
- 건물규모 : 지하 2층 ~ 지상 15층 4개 동/222실
- 건물구조 : 철근 콘크리트 벽식 구조
- 시공자 : 대우 건설

② 현장전경 및 시공사진〈그림 10〉
③ 관련도면〈그림 11〉

4.4 서울 구로동 디지털타워 아파트형 공장

① 공사개요
- 위치 : 서울시 구로구 구로동
- 연면적 : 5만 7,021 m^2(1만 7,279평)
- 건물용도 : 아파트형 공장, 근린생활 시설
- 건물규모 : 지하 1층 ~ 지상 15층 223실
- 건물구조 : 복합구조
- 시공자 : 코오롱건설(주)

② 조감도 및 시공사진〈그림 12〉
③ 관련도면〈그림 13〉

4.5 용인 죽전동 25BL 주공 국민임대 아파트

① 건물개요

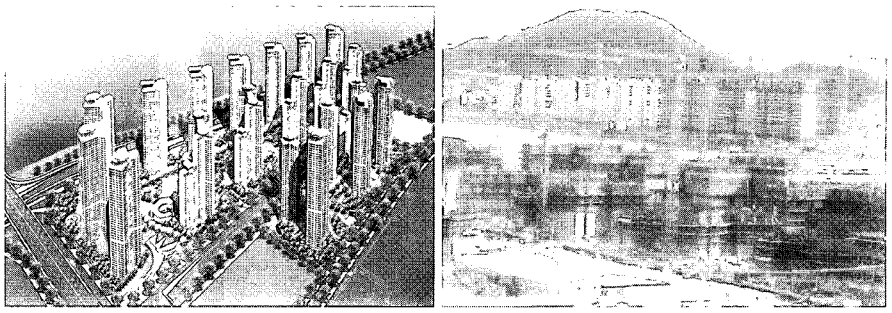


그림 8. 센텀파크 아파트 조감도 및 현장전경

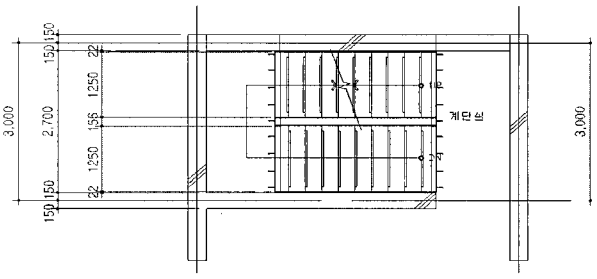


그림 9. 센텀파크 아파트 계단실 평면도

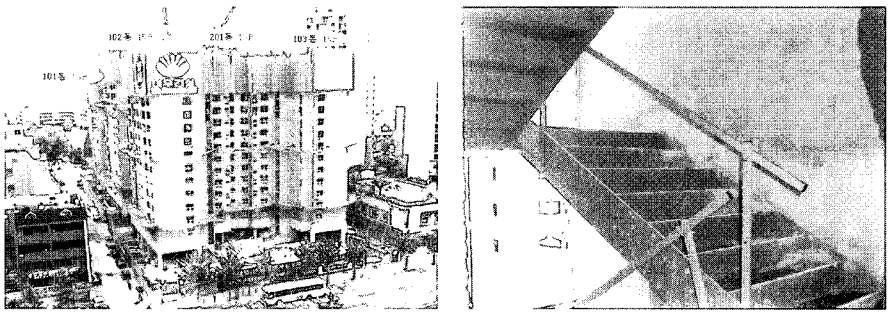
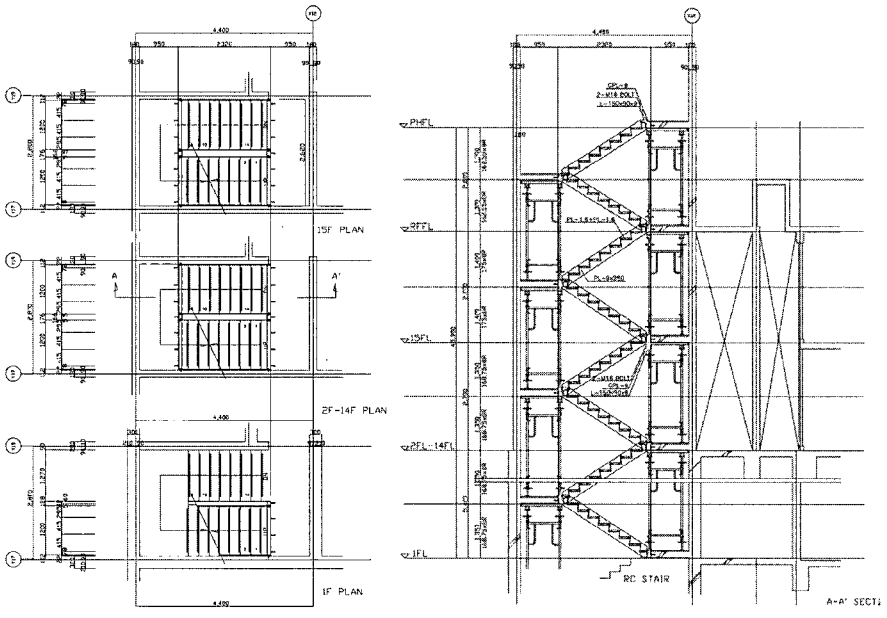


그림 10. 미래사랑 아파트 현장전경 및 시스템 철골 계단 시공사진



(a) 평면도$ (b) 단면도

그림 11. 미래사랑 아파트 시스템 철골 계단 도면

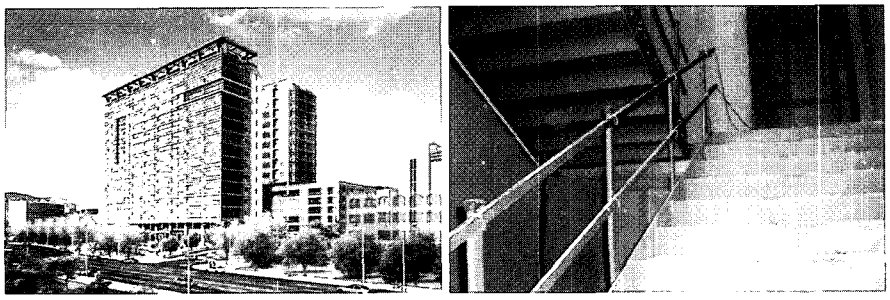
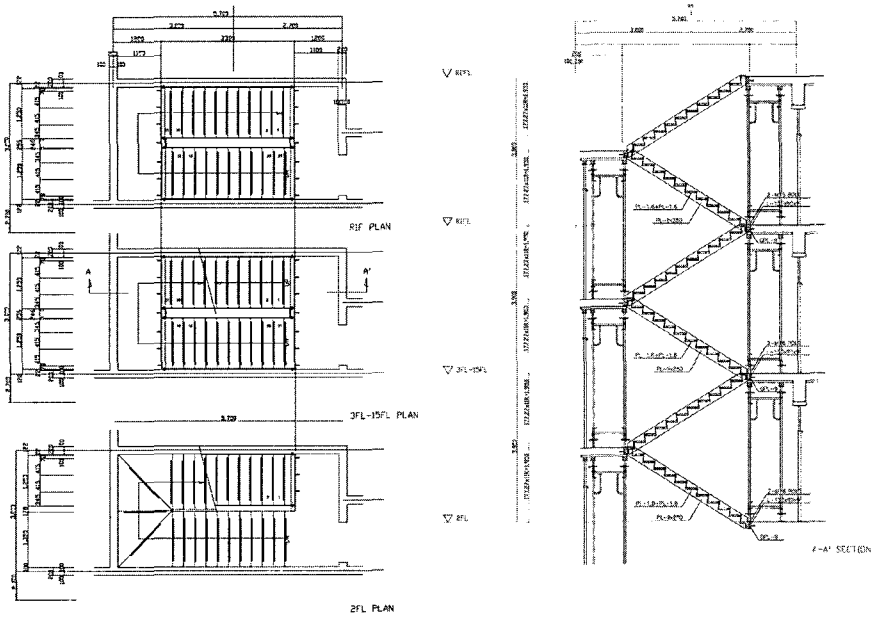


그림 12. 디지털타워 현장전경 및 시스템 철골 계단 시공사진



(a) 평면도 (b) 단면도

그림 13. 디지털타워 시스템 철골 계단 도면

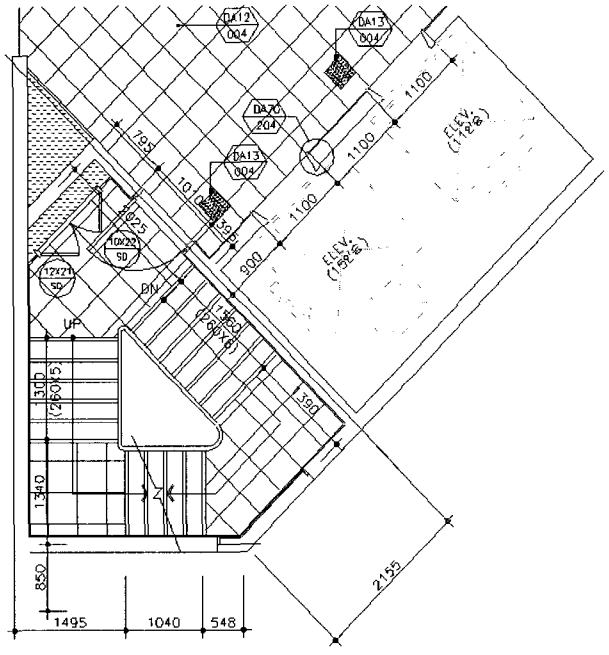


그림 14. 죽전동 주공 아파트 시스템 철골 계단 도면

- 위치 : 경기도 용인시 죽전택지개발 사업지구
- 연면적 : 1만 1,809.66 m^2 (2,643.54 평)
- 건물규모 : 12층, 15층(135세대)
- 건물구조 : 철근 콘크리트 라멘 구조
- 시공자 : 대한주택공사(한신공영)

② 관련도면〈그림 14〉

5. 맺음말

이상에서 철근 콘크리트 건물에 적용될 수 있는 시스템 철골 계단 신공법에 대한 소개를 간단히 하였으며, 현재 공사가 진행되고 있는 프로젝트 위주로 소개를 하였다.

시스템 철골 계단 신공법은 철근 콘크리트 조로 구성되는 모든 구조형식의 건물에 적용 가능한 공법으로 공장 생산된 시스템 철골 계단을 현장에서 양중 가설치하여, 콘크리트 타설 및 거푸집 탈형 후 원래의 위치로 이동 고정하는 공법으로, 공정을 단축할 수 있고, 공장제작 된 부품을 사용하게 되어 비숙련공에 의해서도 정확한 시공이 가능하며, 설치 즉시 쾌적한 작업통로로 이용할 수 있는 등 계단공사에 있어서 획기적인 공법이라 할 수 있다.

단, 경제성면에서 시스템 철골 계단 신공법이 일반 RC 계단 골조 공사비에 비하여 약 20 % 정도 상승되게 되는 단점이 있으나, 마감공사에서는 약 30 %의 경비 절감효과가 있어 최종공사비에 있어서는 시스템 철골 계단 신공법이 RC 계단에 비해 경쟁력을 갖게 된다.

시스템 철골 계단 신공법은 RC 계단에 비하여 공기의 단축 및 시공의 편리성, 인력 수급 어려움의 해소 등 직접적으로 공사비에 산정 할 수 없는 많은 장점이 있어 앞으로 더 많은 현장에서 적용되어 국내 건축공사의 발전에 크게 기여할 것으로 기대된다. ◘