

LC Frame 공법 소개 및 적용사례



최경렬 전무
삼성물산 건축사업본부장



최일섭 소장
(주)연우건축구조기술사사무소

1. 서언

취업난과 실업률을 다루는 보도는 언론의 단골손님이지만 취업사이트나 실업자에게도 3D업종은 관심사항이 아니다. 이러한 사회 분위기로 인하여 현장은 인력난을 겪게 되고 어쩔 수 없이 외국인이나 초보자를 고용하게 되어 품질저하, 공기지연, 안전사고 발생 등의 많은 잠재된 문제를 안은채 공사에 임하고 있다.

세계화가 가속되는 현시점에서 재래공법에 의존해서는 경쟁력이 없으므로 구조적 성능을 향상시키고 공기 및 인력투입을 줄일 수 있는 새로운 구조시스템을 개발하는 것이 시급한 실정이다. 이러한 시대적 요구에 적합하게 개발되어 사용되고 있는 공법 중의 하나가 철근콘크리트 기둥과 철골보로 된 LC Frame 공법이다.

2. LC Frame 공법의 개념

기존의 철근콘크리트조는 자중이 크고 장스팬에 불리하며 철골은 축력이 큰 기둥에 불합리하고 SRC조는 경제성이 없다. 이러한 문제점을 극복하기 위하여 압축력을 주로 받는 기둥은 축력에 유리한 철근콘크리트조로 하고, 장스팬 보는 대경간에 유리한 철골을 적용하고, 단스팬 보는 철근콘크리트로 함으로써 새로운 복합구조를 이루게 한 것이다. 이에 따라 구조체의 부위별 요구성능에 따른 구조시스템 적용이 가능할 뿐만 아니라 경제적인 설계를 이룰 수 있다. 이와 같은 구조형식을 LC(Logical Composite) Frame 공법 이라하며, 철골보와 철근콘크리트 기둥과의 접합은 앞에 설명한 바와 같이 강접합으로 이루어진다.

3. LC Frame 공법의 종류와 특성

LC Frame공법은 기둥과의 접합상세에 따라 두 가지 종류가 있으며 각각의 특성은 다음과 같다.

① 커버 플레이트형 LC Frame

-전달력 전달방법이 기존 복합구조는 띠근의 인장력인 반면, 커버 플레이트형 LC Frame 구조에서는 커버 플레이트에 의해 전달되고, 커버 플레이트가 띠근 역할을 대체함으로써 띠근 배근을 생략시켰다.

-기둥 콘크리트의 구축과 지압내력을 향상시키기 위한 구조적 요소로 밴드 플레이트를 적용하고 있다.

-커버 플레이트형 LC Frame 구조에서는 밴드 플레이트와 커버 플레이트가 모서리 부분의 거푸집 작업을 대체함으로써 시공성 및 공정관리 측면에서 효과적인 공법이다.

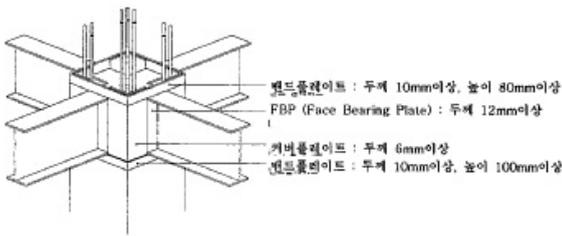
② 고리후프형 LC Frame 공법

-기존의 복합구조는 띠근의 겹침이음에 의해 인장응력을 전달하고 있으며, 고리후프형 LC Frame 구조는 철골보 웹과 FBP에 용접된 띠근걸이용 Γ 형강 내에 고리 후프형의 띠근을 배근함으로써 띠근이 Γ 형강 내에 삽입된 정착길이에 의해 전달저항 요소로 적용되고 있다.

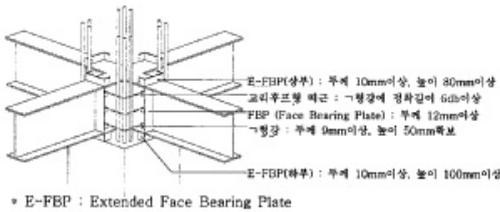
-고리 후프형 LC Frame 구조는 고리 후프형 띠근을 간단하게 끼워넣는 작업공정에 의해 1인 1개조에 의한 배근작업이 가능하며, 배근작업의 효율성 뿐 아니라 인건비 절감 등의 효과를 나타내는 접합부 구조상세다.

4. LC Frame 공법의 구조상세

수평하중에 대해서는 기본적으로 강한 기둥, 즉 약한 보의 설계개념에 근거하여 보부분에 소성 힌지가 발생되도록 하고 있다. 이와 같은 설계개념은 기둥 또는 보-기둥 접합부의 파괴에 의해 구조물의 붕괴로 확대되는 것을 억제하기 위해서이다. 철근콘크리트 기둥과 철골보로 구성된 복합구조에서도 이와 같은 설계개념은 동일하며, 보-기둥 접합부의 전단파괴를 억제하기 위해서는 구조요소별 최소값이 요구된다. LC Frame 공법에서도 접합부에 요구되는 전단강도를 확보하기 위한 구조요소별 최소값을 제시하였으며, 그 제한값은 다음과 같다.



〈그림 1〉 커버플레이트형 상세 및 제한사항

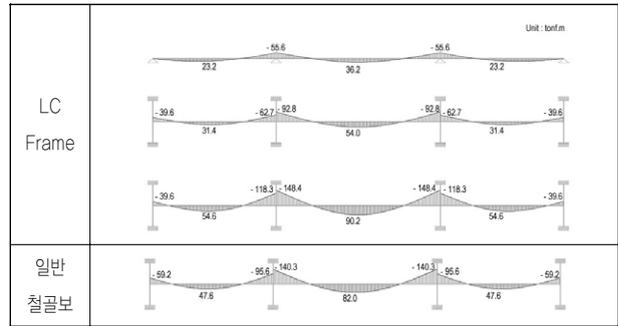


〈그림 2〉 고리후프형 상세 및 제한사항

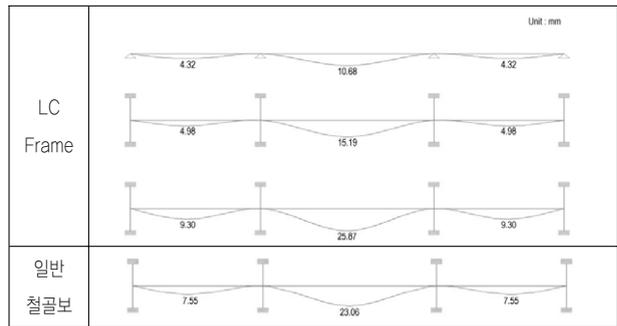
5. LC Frame의 하중저항 시스템

LC Frame 구조의 하중저항 시스템은 SRC 골조와 대동소이하다. 즉 수평하중에 대해서는 층수, 전단벽량, 골조강성 및 경우에 따라 벨트트러스 등 수평하중 저항시스템에 의해 저항하며 해석방법은 일반구조물과 동일하다. 다만 수직하중에 대해서는 〈그림 3〉에 비교한 바와 같이 시공단계별 해석을 하여 그 결과를 조합하여 부재를 결정하는 특성상 일반 철골보에 비해 단부의 모멘트가 10~15% 정도 감소하고 중앙부의 모멘트가 증가한다. 이는 철골부재의 크기가 최대모멘트가 발생하는 단부에서 결정되는 점을 고려할 때 보의 경계성을 증가시키는 효과가 있다.

처짐량을 검토해 보면 단계별 해석의 결과 다소 증가하는 경향이 있으므로 이에 대한 검토가 이루어져야 하나 일반 철골보에 비해 10% 정도 증가하는 수준에 머물게 되어 일반적인 경우에는 허용처짐 이내이므로 부재크기에 큰 영향을 미치지 않는다.



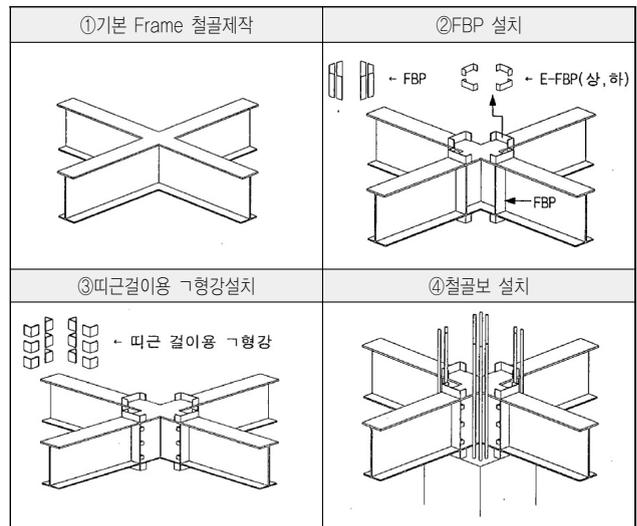
〈그림 3〉

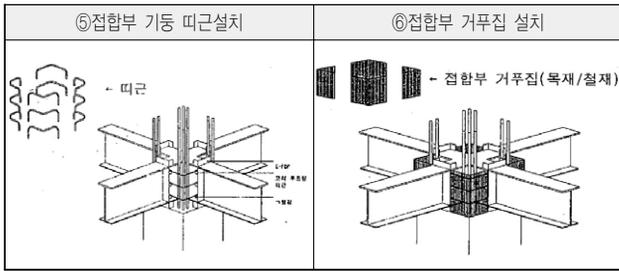


〈그림 4〉 수직하중에 대한 처짐 비교

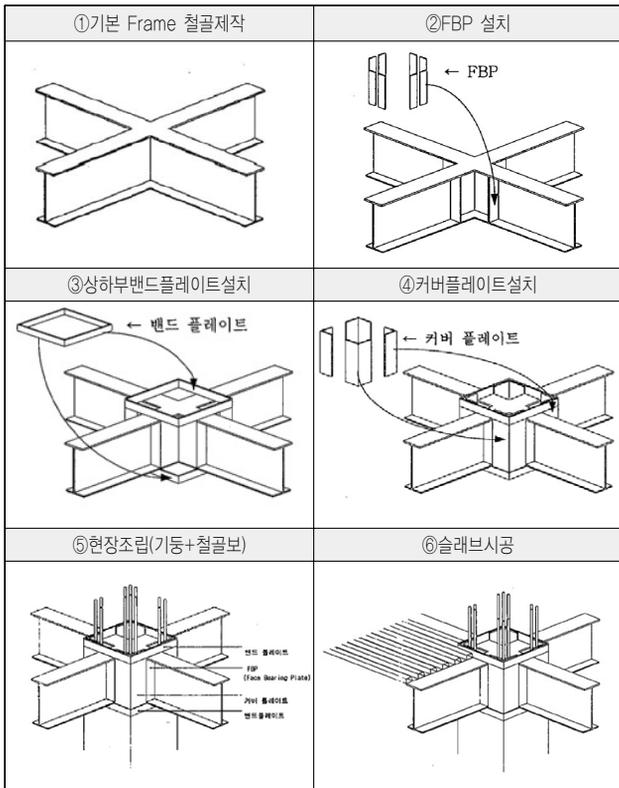
6. LC Frame 시공순서

접합부의 시공순서는 〈그림 5~6〉과 같으며 접합부 이외의 시공순서는 일반 RC 및 철골조 공사와 비슷하다. 슬래브는 철골조에서와 같이 Deck Slab를 시공하는 것이 일반적이다.





〈그림 5〉 고리후프형 시공순서



〈그림 6〉 커버플레이트형 시공순서

7. LC Frame 의 활용범위와 적용성

LC Frame은 다음과 같은 특징을 가진 건물에 적합하다.

① SRC 구조 건물

철골구조의 경우 시공성 및 공기단축에는 유리하나 경제성이 문제가 되었으나 LC Frame 공법은 공기에 크게 영향을 미치지 않으면서도 경제성에 확보할 수 있도록 기둥 부분을 콘크리트로 함으로써 두 가지를 모두 만족시키도록 한다. 특히 초고층의 철골조 또는 SRC 구조에서와 같이 기둥의 철골량이 많은 물량을 차지하는 건물에서 유리하다.

② 경간이 큰 구조물

LC Frame 구조에서는 수직부재에 철근콘크리트 부재를 적용하고, 수평부재의 경우 철골부재를 사용함으로써 장스팬 확보가 가능한 공법이다. 따라서 장스팬에서는 철근콘크리트 구조와 비교해도 원가경

쟁력이 있다. 스팬이 일정하지 않을 경우 철골의 분절계획을 적절하게 세우면 경제성이 극대화될 수 있다.

③ 연면적이 크고 평면상 정형인 구조물

다소 복잡한 철골보 접합부를 공장에서 처리 완료하여 현장 반입하기 때문에 접합부 작업이 용이하여, 연면적이 큰 구조물에 유리하고, 생산 및 설치 작업시 효율성이 극대화하기 위해서 정형적인 모듈이 반복되는 구조에 적용하는 것이 유리하다.

LC Frame은 접합부 종류별로 현장에서의 적용성이 <표1>와 같이 서로 조금씩 다르므로 적합한 것을 선택하여야 시공성과 경제성을 확보하는데 유리하다.

〈표 1〉 종류별 적용성

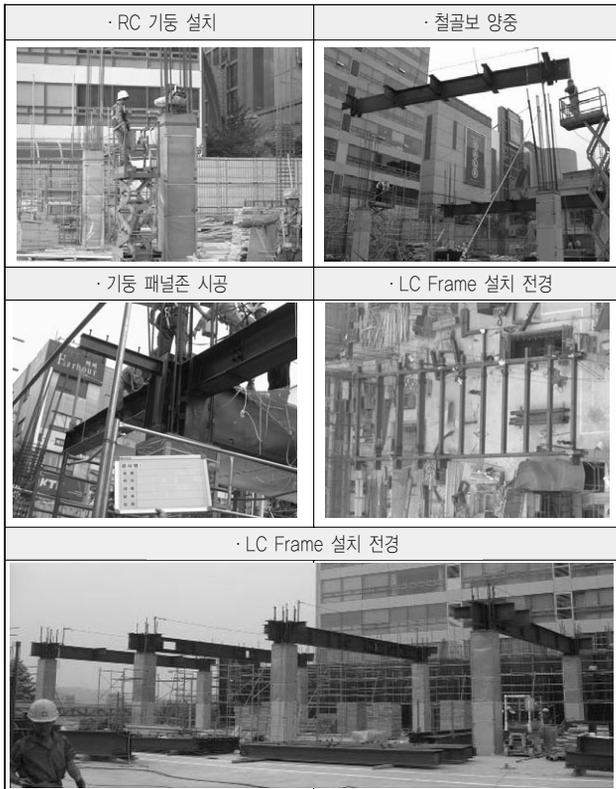
구 분	커버플레이트형	고리후프형
구조특성 시공특성	①접합부 전단내력이 상대적으로 높음 ②거꾸집 작업이 필요없음	①띠근 작업이 용이 ②접합부 거꾸집작업의 모듈화에 의해 경제성 확보
적용성	①접합부의높은전단내력이 요구되는 구조 ②공기단축과 경제성이 요구되는 구조 ③거꾸집 작업이 어려운 부분(건물 외주부 등)	①거꾸집 작업 개소가 많아 인건비 절약이 가능한 구조 ②상대적으로 인건비가 낮은 지역의 구조물 ③평면상 철골보와 프리캐스트보를 혼합하여 사용한 구조

8. LC Frame의 적용사례

LC Frame은 삼성물산 건설부문에서 1999년에 공법개발을 완료한 이후로 많은 현장에서 적용해 왔으며, 대표적인 사례는 다음과 같다.

· 광주보훈병원 -용도:병원 -규모:지하1층, 지상 8층 -6.1m x 12.3m		
· 수영마이다스호텔 -용도:호텔 -규모:지하3층, 지상 5층 -7.7m x 9.9m		
· 성균관대의과대학 -용도:강의실, 실습실 -규모:지하1층, 지상 7층 -6.6m x 13.0m		
· 화성반도체공장 -용도:사무실 및 공장 -규모:지하1층, 지상 5층 -9.0m x 12.6m		

〈그림 7〉 LC Frame 적용사례



〈그림 9〉 현장 시공상황

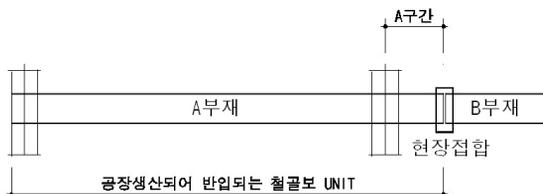
6) LC Frame 적용시 유의사항

① 고강도 기둥사용

초기의 설계단계에서부터 LC Frame으로 계획된 경우라면 일반적인 콘크리트 강도를 가진 기둥으로 설계가 가능하였으나, 건축설계변경이 이루어지지 않는 것을 조건으로 하였으므로 고강도 콘크리트를 사용하였으나 고강도 콘크리트를 사용함으로써 구조설계 못지않게 강도확보를 위한 품질관리, 고강도 기둥과 일반강도 슬래브가 만나는 부분 처리 등 시공상의 주의사항이 있었다.

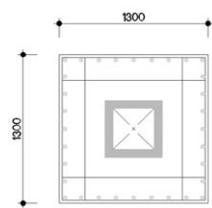
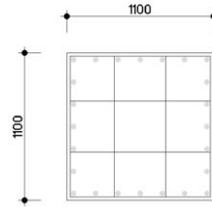
② 철골보 분절계획

공장에서 제작되어 현장에 반입되는 철골보 Unit는 그림과 같이 두 개의 철근콘크리트 기둥에 올려지며, 현장에서 A부재와 B부재의 접합이 이루어진다. A부재에 비해 B부재가 큰 경우 'A구간'에서는 응력 부족현상이 생기며 플레이트 보강 등의 적절한 보강조치가 필요하다.



〈그림 10〉 철골보 분절 예

〈표2〉 H사옥의 부재별 철골절감

분류	부재	비고
기 둥	원설계 (철골철근 콘크리트)  □-500X500X70(SM520) fck = 300 kgf/cm ²	
	변경후 (철근 콘크리트)  fck = 800 kgf/cm ²	
보	원설계 (HG3)	H-808x302x16x30(SM490)
	변경후 (HG3)	H-800x300x14x26(SM490)

③ 시공단계를 고려한 해석

철골보 설계시 시공단계를 고려한 해석이 필요하다. LC Frame 설치 후 콘크리트를 친 상태의 합성전 상태와 콘크리트가 굳은후 상태에 대한 각각의 고려가 필요하다.

7) 적용효과

① 물량절감 효과

SRC 기둥 내부에 사용되었던 철골은 고강도 콘크리트를 사용하여 철근콘크리트 기둥으로 변경하므로써 삭제되었으며, 일부 철골보는 크기를 조절하였다. 이 현장에서는 이로 인하여 전체 골조공사비를 약 20% 절감하는 효과를 거두었다.

이 건물의 경우에는 원설계에서 기둥의 크기가 제한적이었고 일반적인 콘크리트 강도를 사용하였으므로 SRC 기둥 내의 철골 크기가 비교적 컸다. 따라서 이를 제거하므로써 물량이 많이 절감되었다.

이 건물의 경우에는 원설계에서 기둥의 크기가 제한적이었고 일반적인 콘크리트 강도를 사용하였으므로 SRC 기둥 내의 철골 크기가 비교적 컸다. 따라서 이를 제거하므로써 물량이 많이 절감되었다.

② 그 외 기타 효과

- 생산성 향상
- 공정단순화
- 노무인력 절감
- 공업화 및 규격화 시공에 의한 품질향상
- 현장작업 감소에 따른 안전관리 향상
- 거푸집 동바리 등 가설재 사용절감
- 폐기물 발생 억제
- 최적설계에 의한 부재 및 건물의 경량화

9. 결론

하루가 다르게 변모하는 IT, BT 업계에 비하면 건설분야는 변화도 거의 없고 소위 '핵심', '첨단'에서 늘 제외되는 비인기 종목이며, GDP에서 차지하는 비중도 점차 줄어들고 있다. 건설업 종사자들 중 다수는 이러한 현실에서 희망을 잃고 비판과 자조 속에 살고 있다. 더욱이 불황의 심연에서 우리 구조기술사와 건설사는 피비린내 나는 가격경쟁으로 주변은 온통 '붉은 피바다'가 되었다. 그러나 건축구조 또는 시공분야에서 우리는 종종 새로운 공법을 개발하여 소위 '블루오션'을 창출해 내는 경우를 발견하게 된다. 여기서 소개한 H 사옥의 경우에도 LC Frame 공법을 도입하여 구조기술사는 새로운 일거리를 창출했고 시공사는 적절한 이윤을 창출해 낼 수 있었다. 이는 비록 건설업의 구석에서 일어난 작은 사건이었지만 기술개발과 적용을 통해 얼마든지 밝은 미래를 창출해 낼 수 있다는 희망을 심어주는데 의미가 있다고 하겠다.

체질별 차 마시는 방법

차는 동의보감에 머리를 맑게 하고 소변을 잘 보게 하며 소화에 도움이 된다고 나와 있다. 하지만 본인의 체질에 맞지 않는 차를 복용했을 경우에는 오히려 건강을 해칠 수도 있다. 광동한방병원 사상체질과 문성환 과장의 도움말로 자기 체질에 적합한 한방약차에 대해 알아본다. 사상체질 의학에서는 태음인, 태양인, 소음인, 소양인으로 구분하는데, 체질건강을 고려한 차를 살펴보면 다음과 같다.

- ▲ 소음인은 체형이 단정하고 하체가 발달하고 균형이 잡혀 있는데 성격이 조용하고 온순하며 내성적으로 여성스럽다. 주로 몸과 손발이 차고 소화기 병이 많으며 땀이 적고 땀을 내면 피곤하다. 따라서 비교적 소화되기 쉽고 따뜻한 음식이 적당하며, 이런 체질에는 몸을 따뜻하게 해주는 생강차가 좋고, 소화가 안 될 때에는 꿀껌차를 말린 후 차로 마셔도 좋으며, 기운이 없고 피로 할 때는 인삼차 계피차 쌍화차 수정과 등이 좋다.
- ▲ 태음인은 체형과 골격이 굵고 허리와 배가 나오고 살이 찢 편이며, 위장기능과 식성이 좋고 음식을 잘 먹는 체질이다. 성격이 과묵하고 신중하며 보수적이다. 평소엔 땀이 많고 땀을 흘리면 오히려 상쾌하다. 울무차 들깨차 오미자차 등이 좋고 특히 감기 기운이나 음주 후에 숙취에는 칩차가 좋다. 또한 태음인 체질에는 비만이나 지방간, 콜레스테롤 수치가 높을 수 있는데 이때에는 결명차가 좋다. 두통에는 실제 국화 꽃잎으로 만든 국화차가 도움이 된다.
- ▲ 태양인은 1만명 중에 10명 미만으로 거의 희소하다고 보는데, 체형은 키가 크고 수척하며 어깨가 넓고 허리 부분이 약하다. 주로 성격은 활동적이고 열성적이며 봉사정신이나 의협심이 많다. 주로 허리 다리에 힘이 없거나 구토 증상이 있을 수 있다. 이런 태양인 체질인 경우, 몸이 나른하고 감기에 걸렸을 때는 모과차가 효과적이며 감잎차 오가피차도 이 체질이 선택할 수 있는 차다.
- ▲ 소양인의 체형은 다부진 체격에 가슴이 넓고 허리 밑 부분이 늘씬하다. 강한 성격에 적극적이고 진취적이며 행동에 거침이 없는데 주로 몸이 뜨겁고 찬 음식을 좋아하며 허리가 아프거나 소변이 탁하거나 건망증이 있다. 소양인에게서는 화가 많아 시원한 성질의 약재를 달인 차가 알맞다. 그런 차로는 음기를 내려주고 하초의 정력을 보해주는 산수유차, 신장기능에 도움을 주는 구기자차 등을 꼽을 수 있다. 그리고 우리가 즐겨 마시는 보리차는 해열과 이뇨 작용을 돕는 데 효과적이다.