

내지진 강관을 이용한 기존 중저층 건축물 내진보강 공법

(Powerful Seismic Frame Method for Existing Mid/Low-rise Buildings using Steel Box Columns (SN, SHN))



강도안 대표이사
(주)TSEC구조엔지니어링



윤병문 이사
(주)TSEC구조엔지니어링



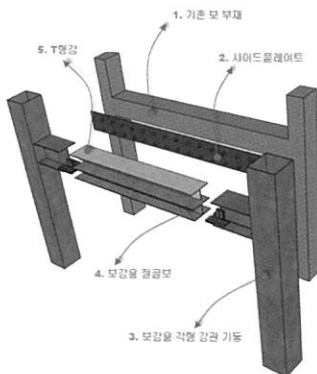
방용식 대리
(주)TSEC구조엔지니어링

1. 서론

1.1 개요

2006년 건축법 시행령이 개정되기 이전에 지어진 5층 이하의 건축물은 대부분 내진설계가 적용되지 않아 지진 발생시 붕괴위험에 노출되어 있는 현실이다. 이에 당사에서는 내진설계가 적용되지 않은 건축물의 내진성능 향상 방안으로 내지진 성능이 우수한 강재인 내지진 강재(SHN, SN강재)를 이용한 보강공법을 개발하게 되었다.

PSF시스템 보강공법은 내진설계가 적용되지 않은 기존 건축물의 지진력을 내지진 강재 골조가 일정부분 분담하도록 하여 기존 건축물의 내진성능을 확보하도록 하는 내진보강공법이다. 내지진 강재를 이용한 내진보강공법인 PSF시스템의 상세도는 [그림.1]과 같다.

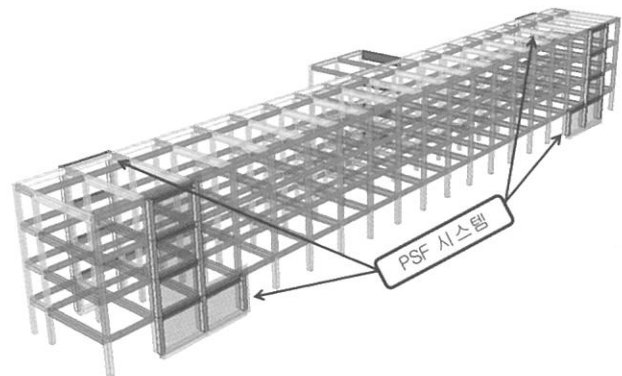


[그림 1] PSF 시스템 상세도

1.2 PSF 시스템의 구조개념

보강전 라멘조 건축물의 각층에 작용하는 지진력은 보강전 기둥 및 보의 강성에 따라 기초로 전달된다. 이때, 기둥 및 보에 내진설계가 적용되지 않았을 경우, 구조물의 연성 및 강성 부족으로 지진시 붕괴위험에 직면할 수 있으며, 전체 기둥 및 보를 보강할 경우, 경제성 및 시공성면에서 불리하게 된다. PSF 시스템을 통한 내진보강공법은 각층의 지진력의 일정부분을 PSF시스템의 보강용 철골보 및 보강용 기둥을 통해 기초로 전달되도록 하여 기존 구조물의 내진보강량을 획기적으로 줄이고 구조물의 내진성능을 충분히 확보할 수 있는 보강공법이다.

[그림.2]는 PSF 시스템의 구조개념이다.



[그림 2] PSF 시스템의 구조개념

1.3 PSF 시스템의 장점

PSF시스템은 기존 구조물의 기둥과 보의 외면에 부착하는 형태의 보강공법으로 다음과 같은 장점이 있다.

- 1) 외부입면의 변화가 거의 없고 건물 디자인의 개선이 가능하다.
- 2) 실내공간의 사용성에 대한 영향이 없다.
- 3) 기존 창문의 위치 및 크기가 변경되지 않아 일조권에 영향을 주지 않는다.
- 4) 경량이며 공장제작되는 FRAME으로 현장작업이 용이하고 공기단축이 가능하다.
- 5) 내지진 강재(SN, SHN강재)를 이용하여 접합부 내진성능 확보가 가능하다.

2. 구조해석 절차

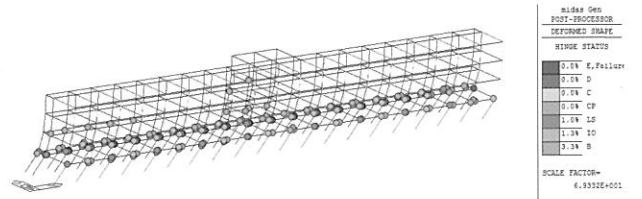
기존 건축물의 연직하중에 대한 부재의 안전성 검토를 수행한 후 내진성능 예비평가 및 정적 비선형 해석(Pushover analysis)을 통한 개별 부재의 안전성 검토 및 층간변위를 검토하여 내진보강 여부 및 보강재의 배치를 결정하게 된다. 이에 대한 구조해석의 절차는 [그림.3]과 같다.



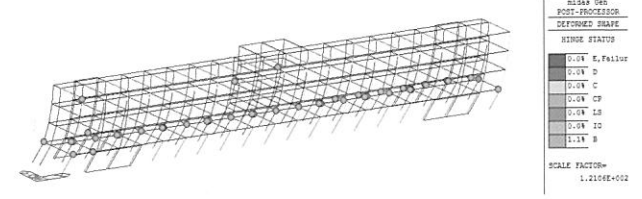
[그림 3] 구조해석 절차

2.1 정적 비선형 해석(Pushover Analysis)

[그림.4]는 내진보강 전·후의 정적비선형해석을 수행한 후, 성능점에서의 소성힌지분포를 나타낸 그림이며, 보강전 건물의 1층에 소성힌지가 많이 발생하여 붕괴에 이르지만, 보강 후에는 PSF 시스템에 의한 내진성능 발현으로 소성힌지가 많이 줄어든 것을 볼 수가 있다. 이것은 PSF 시스템이 지진력에 대해 효과적으로 저항한다는 것을 보여준다.



(a) 보강 전



(b) 보강 후

[그림 4] 정적 비선형 해석결과

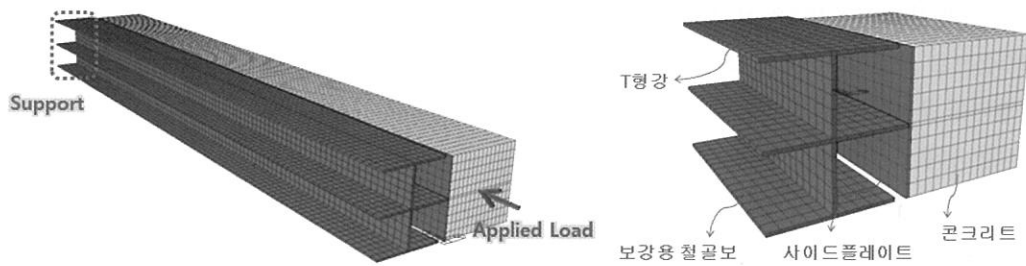
2.2 유한요소해석(Finite Element Method)

PSF시스템의 상세해석을 위해 유한요소해석(Finite Element Method)을 실시하였으며, 보강용 철골부재는 내지진 강재(SHN, SN강재)를 사용하였다. PSF시스템의 재료에 대한 물성치는 [표.1]과 같다.

[표 1] PSF 시스템의 재료에 대한 물성치

부재	Material	F _y (MPa)
사이드플레이트	KS D 3861 SN400	235
각형강관기둥	KS D 3861 SN490	325
보강용 철골보	KS D 3866 SHN490	325
T형강		

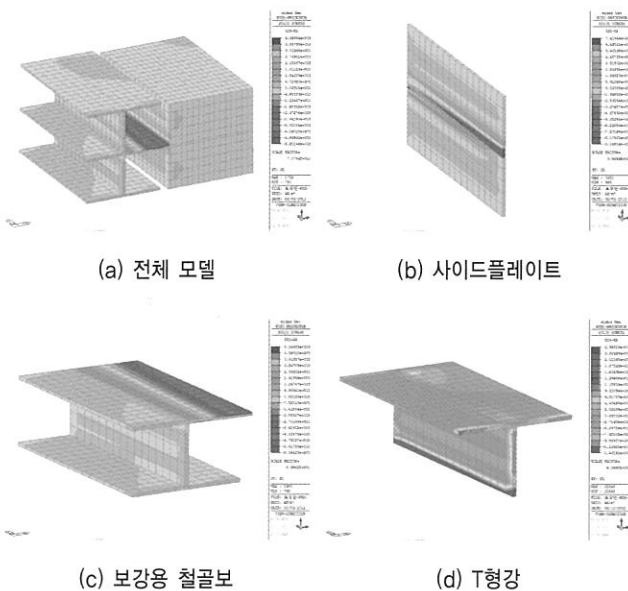
또한, [그림 5]와 같이 하중은 한쪽 부재에서 부재 길이 방향으로 적용시켰으며, 지점조건은 T형강과 보강용 철골보의 단부에 고정단으로 해석하였다.



[그림 5] 유한요소 해석모델

기존 구조물의 각 층에 대한 층지진력을 계산하여 유한요소 해석 모델에 적용시켜 기존 보 측면에 부착시킨 사이드플레이트와 보강용 철골보의 상부 플랜지 접합부위에 대한 유한요소 해석 결과를 [그림 6]에서 나타내었다.

해석 결과, 사이드플레이트와 보강 철골보의 접합부분에서의 응력집중현상이 [그림 6]과 같이 나타나는 것을 확인할 수 있다.



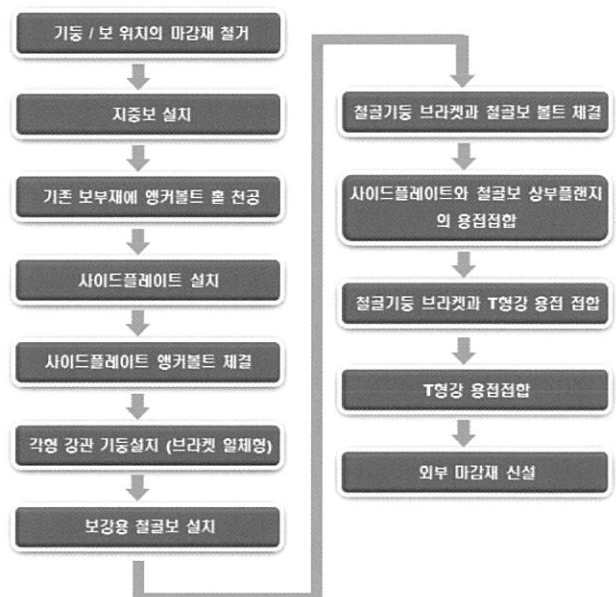
[그림 6] 유한요소 해석 결과

응력집중현상에 따른 전단응력이 기준에서 요구하는 허용 응력 이하가 되도록 사이드플레이트 및 H형강의 규격을 정하여 상세해석 결과를 구조설계에 반영하였다.

3. 시공 순서

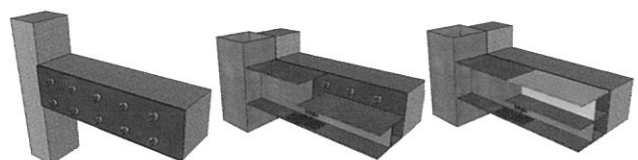
PSF시스템 보강공법의 시공순서는 [그림 7]과 같이 처음 기

존 건물의 기둥과 보 부분의 마감재를 철거한 후, 면 정리를 고르게하여 PSF시스템(각형강관기둥)을 설치할 위치에 배치된 기존 기초에 지중보를 설치한다.



[그림 7] PSF 시스템의 시공 순서도 (Flow Chart)

지중보 설치 후, 면정리가 된 기존 보부재에 앵커홀을 천공한 후 [그림 8 (a)]처럼 사이드플레이트를 기존 보부재 측면에 설치한 다음 앵커볼트로 고정시킨 후 앞서 설치된 지중보 상단에 주각부를 설치하여 각형 강관기둥(브라켓 일체형)을 설



(a) 기존 보부재에 사이드플레이트 설치 (b) 각형강관기둥 + 보강용철골보 설치 (c) T형강 설치

[그림 8] PSF 시스템의 시공절차

치한 다음 [그림 8 (b)]와 같이 철골기둥의 브라켓과 철골보의 웹부분을 고장력볼트로 체결시킨 후 사이드플레이트와 보강용 철골보의 플랜지를 용접하여 일체화한다.

마지막으로 보강용 철골보 상단에 T형강을 설치하고 브라켓과 철골보+T형강을 상부 플랜지와 웹부분을 용접하여 일체화시킨다. (그림 8(c) 참조) PSF시스템은 각 층의 층지진력이 α 자 형태의 철골보를 통해 철골기둥으로 원활히 전달되어 안전하게 지진하중에 저항하도록 내진저항력을 향상시킨다.

4. 결 론

현재 국내의 내진설계가 적용되지 않은 기존 중저층 건축물들에 대한 내진보강시스템들의 문제점을 고려하였으며, 여러 형태의 기존 중저층 건축물을 대상으로 연구하여 효율적인 내진보강시스템을 개발하였다.

그 결과, PSF시스템은 2012년 8월 21일 특허(출원번호 10-2012-0017791)로 등록되었으며, 기존의 내진보강시스템에 비해 보강재료가 경량이어서 운반 및 양중 작업이 용이하며, 건식구조로써 간편한 조립을 통하여 공기를 단축시킬 수 있어 시공성 및 경제성이 향상되는 내진보강시스템으로서 앞으로 국내의 내진설계가 적용되지 않은 기존 중저층 건축물들에 대한 사용성이 확대될 것으로 기대하고 있다.

※ 본 내용은 강구학회지 기술기사(2012.12)게재 사항을 정리한 내용임.

참 고 문 헌

1. 한국시설안전공단, (2011), “기존 시설물(건축물) 내진성능 평가요령”
2. 한국교육개발원, (2011), “학교시설 내진성능 평가 및 내진 보강 가이드라인 개발”
3. 소방방재청, (2012), “건축물 내진성능평가 가이드라인”
4. FEMA 356, (2000), “PRESTANDARD AND COMMENTARY FOR THE SEISMIC REHABILITATION OF BUILDINGS”
5. ATO-40, (1996), “SEISMIC EVALUATION AND RETROFIT OF CONCRETE BUILDINGS”