

## 합성구조의 접합부 개발 현황 및 전망

- Development of the Connection Technology for Composite Structures -



박순규\*  
Soon-Kyu, Park

### 1. 머리말

서로 다른 재료, 부재를 적절하게 조합하여 성능을 향상시킬 목적으로 구성된 구조재료, 부재 및 구조시스템을 총칭하는 명칭으로서의 합성구조는 오래 전부터 우리인류가 즐겨 활용해온 방법이었다. 이러한 경향은 지금까지도 이어져오고 있는 데, 최근 들어 고성능의 재료와 고효율의 공법이 다양하게 개발되면서 구조공학 분야에서도 활발하게 합성구조에 관한 관심이 높아지고 있다. 건물의 경우 지금까지 개발된 구조시스템으로는 SRC 기둥에 철골 합성보를 사용한 SRC 구조시스템, CFT 기둥에 철골 합성보를 사용한 CFT 구조시스템과 RC 기둥에 철골 합성보를 사용한 RCS 구조시스템이 상황에 따라 요구되는 성능에 부응하며 활용되고 있다.

국내외에서도 철근 콘크리트 구조로 시작된 고층구조가 강구조의 시대를 거쳐 최근에는 합성구조의 시대를 맞고 있다. 이러한 합성구조의 실현은 서로 다른 이질 부재를 효과적으로 연결할 수 있는 접합부의 발전이 없으면 불가능한 것이었다. <표 1, 2>

본고에서는 합성구조시스템에 있어서 최근에 국내외에서 개발되어 사용되고 있는 기둥과 보의 접합부에 대하여 유형별로 소개하고자 한다. 아울러 기술개발을 위해 필요한 접합부 성능분석 방법 및 설계법에 대하여 소개하고 앞으로 접합부 개발의 방향에 관하여 기술하고자 한다.

### 2. 합성구조 접합부 개발 현황

#### 2.1 합성구조와 접합부

합성구조의 발전을 위해서는 성능이 서로 다른 강재와 콘크리트라는 이질 재료를 효과적으로 결합할 수 있는 접합 방법이 해결되어야 한다.

합성구조 접합부에 관한 관심은 초기에는 주로 합성보를 이루고 있는 철골 보 부재와 콘크리트의 접합 방법에 국한되어 있었다. 콘크리트로 피복된 철골 보의 내화성능 검증 실험이 1914년 영국에서 최초로 실시된 후, 1923년 매케이(MacKay)에 의해 최초로 콘크리트 피복 합성보의 합성작용에 관한 연구가 시작되었다. 1929년 코게이(Caughey)와 스코트(Scott)가 공동으로 콘크리트 슬래브와 합성된 철골 보를 고안하였고, 1930년 보엘미(Voellmy)의 기계적(mechanical) 전단접합에 관한 연구에 의해 과거의 본드에 의한 접합 방법을 한층 발전시킬 수 있었다. 나선(spiral),  $\gamma$ 형강(angle), 채널(channel) 등이 주로 사용되던 기계적 전단접합 방법이 1950년 중반에 전단 스티드(shear stud)가 개발됨으로써 새로운 전기를 맞을 수 있었다. 1965년 슬러터와 드리스콜(Slutter & Driscoll)이 불완전 합성 전단 연결재(shear connector)를 갖는 합성보의 극한강도에 관한 이론을 개발하여 극한강도설계의 기초를 마련하였다. 이러한 연구 성과를 반영하여 1973년 미국교량협회에서는 합성보 전단연결재의 강도(strength)와 피로(fatigue) 성능에 대하여 각각 극한강도 및 탄성이론에 의한 설계법을 정리하였다.

그 후 합성구조의 발전은 다소 주춤하다가 최근에 공사비 증가

\* 정희원, 울산대학교 건축공학과 교수

표 1. 합성구조 현황(해외)

건물명	완공 년도	위치	층수	높이 (m)	비고
세번아취교	1779	세번	-	31.5	최초 철교량
에펠탑	1889	파리	-	293	철구조
1st라이터빌딩	1879	시카고	7	-	고층건물(조적기둥)
흡인슈런스빌딩	1885	시카고	10	-	미국최초고층 (강구조)
인갈스빌딩	1903	시시내티	16	63	최초 RC 고층건물
엠파이어스테 트빌딩	1931	뉴욕	102	381	가새-골조(강구조)
타마니안교	1935	오스트렐리아		26	최초합성교량
마리나타워	1962	시카고	60	176	최초 RC 초고층건물
존앤코크센터	1969	시카고	100	344	트러스튜블러 (강구조)
세계무역센터	1972	뉴욕	110	417	골조튜블러(강구조)
시어즈타워	1974	시카고	110	443	세계최고(강구조)
랜드마크타워	1993	요코하마	70	296	일본최고(강구조)
코메르츠은행	1997	프랑크푸르트	60	259	유럽최고(합성구조)
페트로나스타워	1996	쿠알라룸푸루	88	451.9	세계최고(합성구조)
찬마오빌딩	1998	상하이	88	421	중국최고(합성구조)

표 2. 합성구조 현황(국내)

건물명	완공 년도	위치	층수	높이 (m)	비고
한강철교	1900	서울	-	-	최초의 강교
덕수궁석조전	1910	서울	-	-	최초의 강구조
한진빌딩	1969	서울	23	82	최초 고층 강구조
삼일빌딩	1971	서울	31	114	합성구조(데크플레이트)
대우본사	1968	서울	23	-	RC 코어 + 강구조
삼성본사	1972	서울	26	-	합성구조(비충복보)
대한생명빌딩	1984	서울	60	249	최고층 강구조
한국종합무역센터	1988	서울	55	229	RC + 고층부 SRC
엘지트윈타워	1990	서울	34	135	합성구조(튜블러구조)
포스코센터	1994	서울	33	136	TMCP강 사용
대림아크로타운	1998	서울	32	-	합성구조
타워팰리스	2002	서울	66	233.8	합성구조

표 3. 합성구조 접합부 특허 출원 현황(1995 ~ 2002: 국내)

출원명	출원번호
합성강관기둥의 보접합구조 및 시공방법	10-1995-0003378
건축물의 콘크리트기둥과 철골보 연결용 접합구조물	10-1996-0044497
건축물의 콘크리트 기둥과 철골보 연결용 접합구조물	10-1996-0044498
철근콘크리트 기둥과 철골보 접합부의 연결장치(1)	10-1996-0062274
철근콘크리트기둥과 철골보를 연결하는 접합구조물 및 이의 제조방법	10-1997-0039876
보-기둥내부접합부에서의 프리캐스트보철근 정착장치 및 방법	10-1998-0037715
철근콘크리트의 기둥과 철골보의 접합부	10-1999-0041451
이질(異質) 구조 부재간의 접합 방법	10-2000-0006586
콘크리트 충전각형강관 기둥보의 접합구조	10-2000-0017046
복수층용 프리캐스트 콘크리트 기둥	10-2000-0019386
철근콘크리트 기둥에 철골보를 연결 고정하는 연결구조	10-2000-0050992
철근콘크리트 기둥에 철골보를 연결 고정하는 연결구조	10-2000-0050992
콘크리트 충전 각형강관 기둥보의 접합구조	10-2000-0069708
콘크리트 충전 각형강관 기둥보의 접합구조	10-2000-0069709
철근콘크리트 기둥과 철골보의 접합구조물 및 접합구조물 제조방법	10-2001-0001503

구현되기 위해서 구조시스템에서 가장 중요한 요소인 기둥과 보가 이질 재료로 결합되어야 하는 필요성이 부각되고 있다. 이러한 환경에서 최근 국내외에서는 기둥과 보의 접합 방법에 관한 관심이 높아지고 있다.

최근 국내외에서 개발되어 실용화되고 있는 합성구조시스템에는 SRC 구조시스템, CFT 구조시스템, RCS 구조시스템 등이 있다. 또한 1995년 이후 국내에서는 기둥과 보의 조립기술에 대한 특허가 15건이나 출원되고 있다. 이 가운데서 RCS 구조 접합부는 9건, CFT 구조 접합부는 4건, PC 구조 접합부가 2건이다. 이러한 구조시스템은 각기 특성 있는 접합방법이 개발되어 활용되고 있다.

## 2.2 합성구조 접합부 개발 현황

### 2.2.1 SRC 구조(Steel Reinforced Concrete)

일본에서 1972년부터 쉬운 접합부 설계, 단순시공, 건물자중의 감소를 목적으로 SRC 기둥과 철골 보의 합성구조에 대해 연구가 진행되어, 1980년대부터 실용화되었다. 대부분의 SRC 구조는 SRC 기둥과 철골 보로 구성된다. 그러므로 SRC 구조의 접합부는 SRC 기둥과 철골 보의 접합이 주류를 이루고 있다. SRC 기둥은 철골부재가 외력의 대부분에 저항하고 콘크리트는 피복재 역할만 하게 설계된 경우와 철골부재와 콘크리트가 각각 외력에 저항하도록 설계된 경우로 구분해 볼 수 있다. 두 경우 모두 기둥과 보의 접합부는 철골 구조의 접합부와 동일하게 취급되어 접합부 개발에 있어서도 SRC 구조로서 특별한 면이 있다기 보다는 일반 철골 구조의 접합방법을 대부분 그대로 활용하고 있

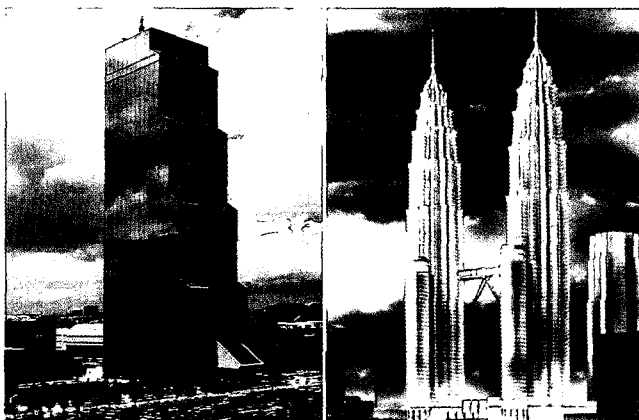


그림 1. 초고층 합성구조

로 인한 경제성 문제와 고층건물에서 서로 다른 구조시스템을 융합하는 복합공법과 연계된 합성구조의 중요성이 부각되면서 제2의 전성기를 맞이하고 있다. 이에 따라 복합구조가 성공적으로

다. 일반적인 SRC 구조는 현장 타설 콘크리트의 일체성으로 인해 강성이 상당히 크다는 장점이 있는 반면에 철골공사와 철근 콘크리트 공사가 별개로 진행되어야 하기 때문에 공사기간이 길어진다는 단점이 지적되고 있다. 이를 해결하기 위해 공사기간을 단축할 수 있는 접합부 공법의 개선과 고강도 콘크리트의 현장 품질 확보를 위한 연구 개발이 계속되고 있다.

2.2.2 RCS 구조(reinforced column-steel beam)

RCS 구조시스템은 가격이 저렴한 콘크리트 기둥에 철골 보를 조합함으로써 두 구조의 장점을 효과적으로 살린 구조시스템이다. SRC 구조시스템의 기둥 철골은 큰 부재를 쓰는 대신 현장조립에 필요한 최소한의 단면을 사용하고 조립 후 철근 콘크리트로 보강하면 강재의 사용량을 줄여 경제성을 높일 수 있다. 이러한 이유로 미국에서 오래전부터 SRC 구조시스템에서 철골 기둥의 크기가 최소화된 구조시스템을 사용해 오고 있었다. 골조 설치용의 작은 단면의 철골 기둥을 세우고 철골 보를 설치하여 골조를 구성한 다음 기둥과 슬래브 콘크리트를 타설하는 순서로 공사를 진행한다. 일본에서는 1985년부터 SRC 기둥에서 철골 기둥을 아예 제거하고 RC 기둥으로 대체한 RCS 구조시스템이 쓰기 시작하였다. RCS 합성골조는 최근 20년간 미국과 일본에서 활발하게 연구가 진행된 합성구조의 분야 중 하나이다. 미국에서는 1987년 Texas 대학(Sheikh, T. M., Deierlein, G. G.)에서 초기 연구가 이루어졌으며, 여기서 얻은 성과를 바탕으로 1994년 ASCE 합성구조 위원회에서 「구조설계 지침서(Darwin, D., et. al.)」를 제시하기에 이르렀다. 또한 Cornell 대학(Kanno, R.)의 연구로 더욱 심층적인 연구가 이루어졌다. 이들의 연구는 주로 중·저 지진대에 속하는 지역에서 내진 성능을 갖는 고층건물을 대상으로, 콘크리트 기둥이 압축력을 담당하게 함으로써 철골 구조에 비해 경제적이면서, 콘크리트의 높은 강성으로 수평 변위를 저감시키고 보·기둥 접합부에 현장용접을 제거하여 공기를 단축하는 등의 효과를 목적으로 하였다.

한편 일본에서는 강진대의 중·저층건물을 대상으로 거푸집 공사를 줄여 인건비를 절감하고, 강재의 높은 휨 강성을 이용 장스팬을 가능하게 함으로써 공간의 효율을 높이며, 건식공법으로

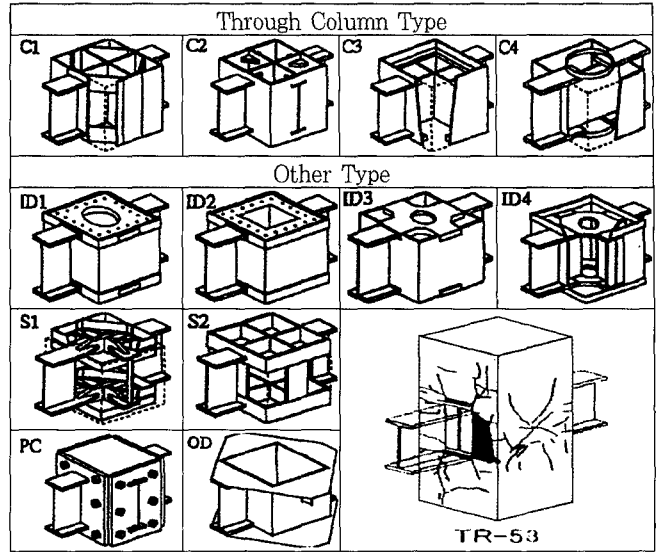
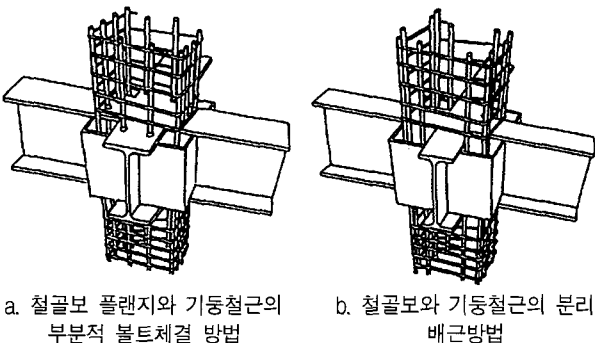


그림 3. RCS 구조 접합부(미국, 일본)

공기를 단축하는 등의 효과를 목적으로 하였다. 일본의 연구는 주로 철골철근 콘크리트에서 발전된 형태로 Wakabayashi가 초기 연구를 진행하였으며, 1990년 Osaka 공과대학(Nishimura, Y., et. al.)의 연구와 1991년 Shimizu 연구소(Sakaguchi, N.)의 연구로 더욱 발전하였다.

특히, 1993년부터 시작된 미국과 일본의 공동연구(U.S. - Japan Cooperative Earthquake Research Program Phase 5-Composite and Hybrid Structures)에서는 다양한 RCS 구조시스템을 개발하였고 개발된 접합부의 내진성능 향상에 관한 연구를 현재도 계속하고 있다.

국내에서도 일본과 미국을 중심으로 개발한 RCS 구조시스템에 관한 유사한 연구가 수행되어 삼성건설의 LC-Frame 공법 및 쌍용건설의 공법이 개발되어 실용화된다 있다(삼성물산(주), 2000). LC-Frame 공법이란 철골 구조와 철근 콘크리트 구조의 장점을 적극적으로 활용한 RCS 합성골조시스템의 하나로, 기



a. 철골보 플랜지와 기둥철근의 부분적 볼트체결 방법      b. 철골보와 기둥철근의 분리 배근방법

그림 2. RCS 구조 접합부

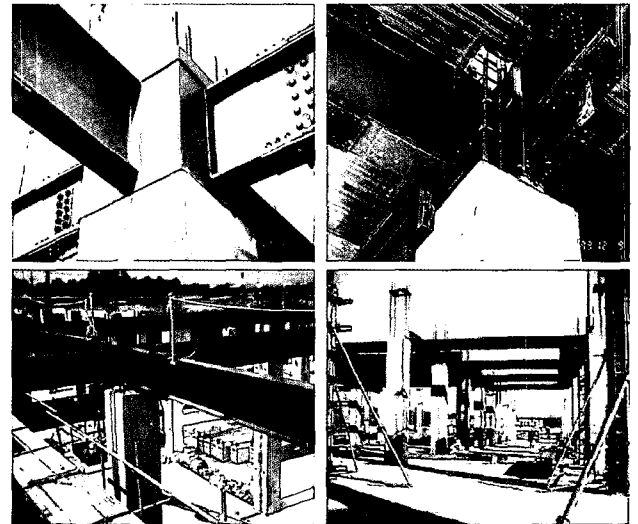


그림 4. LC-Frame 공법

등은 압축력에 대한 저항성능이 우수한 철근 콘크리트 구조로 보는 경향이면서 큰 공간에 유리한 철골을 사용한다(그림 4). 기둥과 보가 만나는 접합부(panel zone)의 구성에 따라 다양한 구조 형상을 구현할 수 있으며, 양방향 모두 철골 보를 적용한 구조와 한 방향을 철골로 하고 다른 한 방향은 PC보 또는 Hi-Beam 등으로 다양하게 적용하여 계획할 수 있는 공법이다.

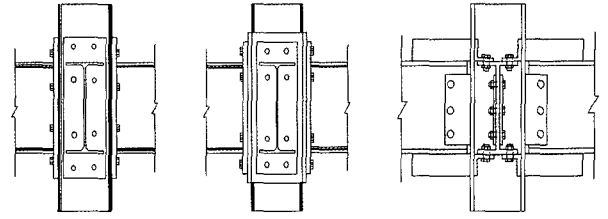


그림 6. 볼트에 의한 CFT 구조 접합 공법

2.2.3 CFT 구조(Concrete Filled Tube)

일본에서 1959년부터 연구가 진행된 CFT 구조시스템은 변형 성능과 내화성능이 우수하여 널리 사용되어 오고 있다. 콘크리트 채움 강관 기둥과 철골 보로 된 CFT 구조시스템은 강관이 건축적인 이유로 노출되거나 거푸집 비용 절감에 따른 경제성이 클 경우에 주로 사용된다. CFT 기둥과 철골 강관 RC 보로 된 유형은 강관 기둥에 구조재와 거푸집의 이중역할을 하는 철골 U형 강관을 고력볼트로 연결하고, U형 강관 내측에 주근을 배근한 다음 기둥과 보에 콘크리트를 타설 함으로써 혼합구조에서 얻기 어려운 일체성을 확보하며 우수한 내진성능을 보인다. 최근에 고강도 콘크리트의 채움 공법이 가능해 지면서 중·고층에 이어 초고층에도 적용이 가능해 지고 있다.

CFT 구조시스템에서 사용되는 접합 방법은 일본에서 개발된 외부 격막(diaphragm)과 내부 격막 형식이 있다. 외부 격막 형식은 역학적 성능은 우수한 반면 경제성은 다소 부족하고, 내부 격막 형식은 기둥 콘크리트 채움에 어려움이 있는 것으로 알려져 있다. 이러한 격막 형식의 접합부 성능을 개선하기 위한 연구가 국내외에서 진행되고 있다.

국내에서는 1997년에 현대 건설 기술 연구소와 울산대학교에서 관통형 볼트를 이용한 충전 콘크리트 강관 기둥의 볼트 접합부에 관한 연구를 실시하였고 1998년에는 한양대학교, 삼성건설, 대림산업 등에서 충전 콘크리트 강관 기둥에 대한 연구를 수행하였다. 또한 한양대학교에서는 고력 볼트를 사용한 두께중복형식의 충전 콘크리트 각형강관 기둥-H형강보 접합부 형태를 연구를

수행하였다. CFT 구조의 접합부는 다양하게 개발되어 있으나 현장에서는 대부분 격막 형식을 사용하고 있다. 격막 형식이 강진 지역에서는 성능이 매우 우수하나 접합부 제작에 소요되는 비용이 적지 않은 것이 단점이다. 그러므로 강진 지역에 속하지 않은 국내에서는 향후 다양한 접합부의 활용이 가능할 것으로 보인다.

2.2.4 PCS 구조(Precast Concrete Column-Steel beam)

PC 구조와 철골 구조의 건식공법의 장점과 콘크리트와 철골의 장점을 살린 복합구조 시스템인 PCS 구조시스템이 국내에서 개발되고 있다. PCS 구조시스템은 철골 구조에서 철골 기둥을 PC 기둥으로 대체한 것으로 볼 수 있다. 일반적인 철골 구조에서는 철골 기둥으로 주로 사용되는 H-형강이 강축과 약축이 있어 내력상 불리한 방향성이 있고, 강재는 내화피복이 필요한 단점이 있다. 국내에서는 철골 구조가 내화성능 개선을 위해 콘크리트와 합성으로 사용되는 것이 일반적이다. 이러한 경우 현장에서 콘크리트를 타설해야 하는 공정이 별도로 필요하며, 이를 위해 추가적인 비용과 시간이 소요된다. PCS 구조에서는 PC 기둥과 철골 보를 결합하여 단면의 성능을 향상시키고 공정을 단순화함으로써 재료비를 절감하고 공기를 단축할 수 있을 뿐만 아니라 기존의 철골 기둥에서 부족한 역학적 성능을 보완할 수 있게 되었다.

지금까지 수행한 내진성능 실험결과 PCS 구조시스템의 내진성능은 매우 우수한 것으로 알려져 있다. ACI 내진 실험 기준에 의해 수행된 실험 결과에 의하면 drift 7.0%에서도 PC 기둥의 별다른 손상 없이 양측 철골 보의 플랜지 부분에서 인장파괴 및 횡좌굴이 발생하면서 성공적으로 실험이 종료되었다. 실험 후 시

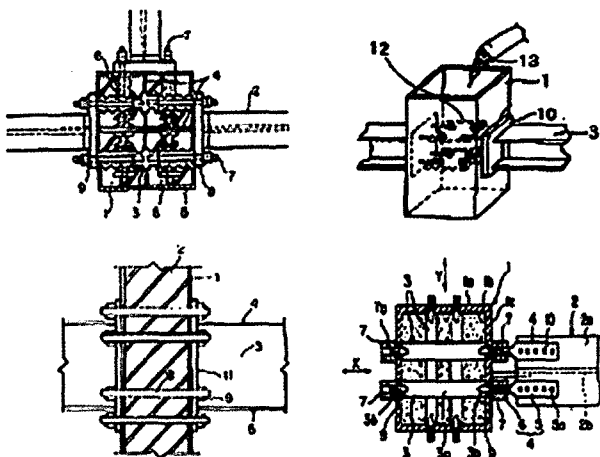


그림 5. CFT 구조 접합부(일본 특허)

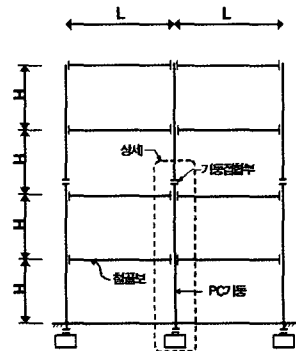
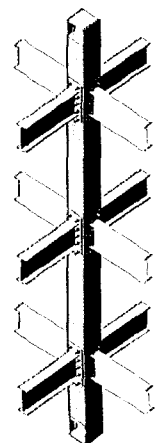


그림 7. PCS 구조 시스템



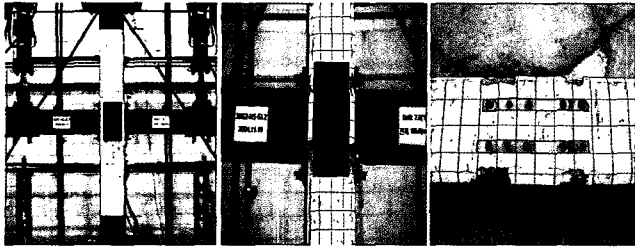


그림 8. PCS 구조 내진성능 실험  
그림 9. PCS구조 내진성능 실험 종료 상태 내진성능 실험

표 4. 3SS2-NS-SL2 시험체 파괴 형상

	콘크리트 기둥		철골보
	접합부	단부	
0.5%	미세 휨균열 발생 (1mm 미만)	-	-
1.4%	미세 휨균열 증가	수직 균열 발생 (1mm 미만)	좌측보 플랜지 페인트 일어남
2.75%	균열에 따른 틈새 박리	-	-
4.25%	-	-	플랜지 좌굴 발생
7.0%	이후 별다른 손상 없음	-	우측보 플랜지, 웨브 인장파괴

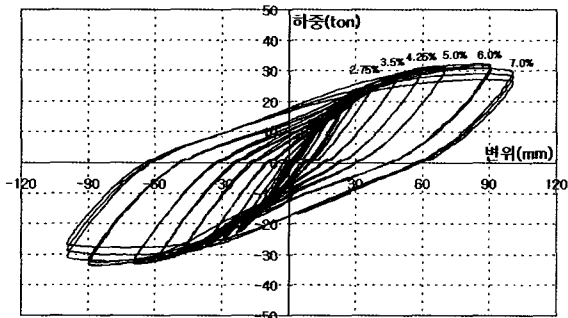


그림 10. PCS 구조 내진성능 실험 결과(변형이력)

현체를 해체한 결과, 기둥 패널존의 접합부에서 전단 균열이 거의 나타나지 않았으며 에너지 소산 능력도 매우 우수하여 ACI 기준에서 요구하는 성능을 모두 만족하고 있는 것으로 알려져 있다. PCS 구조시스템은 아직 개발 초기에 있으나 몇 가지 부족한 점을 보완하여 현장에서 적용하게 되면 국내 건축 현장에서 새로운 분위기를 제공하게 될 것으로 기대되고 있다.

### 2.2.5 PC 구조(Precast Concrete column & beam)

이외에도 합성구조에는 속하지 않으나 PC 구조에서도 다양한 접합부가 계속해서 개발되고 있다. PC 기둥과 PC 보를 볼트로 접합하려는 연구는 미국에서 G. Cheok, W. Stone 등에 의해 1992년에서 1995년 사이에 수행된 바 있고, 이스라엘에서 A. Hanaor, A. Ben-Arroyo에 의해 1998년 긴장된 볼트로 접합하려는 연구가 수행된 바 있다. 일본에서는 강선과 강봉을 긴장하여 PC 기둥과 보의 접합부 성능을 개선하려는 압착공법이 1993년부터 M. Nishiyama 등에 의해 계속되고 있다. PC 구조에서 개발

되어 실용화되고 있는 압착 공법은 향후 합성구조 시스템에서 활용도가 매우 높은 것으로 관심을 갖고 지켜볼 필요가 있다.

### 3. 합성구조 접합부 성능분석 기술

합성구조 접합부 개발을 위해서는 개발된 접합부의 성능을 분석할 수 있는 기술이 필요하다. 합성구조의 역학적 성능 분석은 이질 재료로 구성된 복잡한 물성을 다루어야 한다는 점에서 어려운 점이 많다. FEM과 같은 수치해석방법이 연구, 개발되고 있으나 아직 미흡한 점이 많아 실용화된 것은 아직 없는 것으로 알려져 있다.

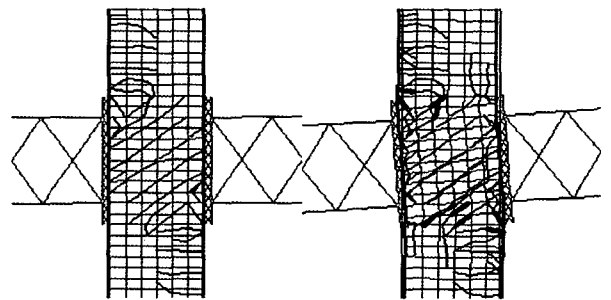


그림 11. 합성구조 접합부 해석(MCFT 모델)

그러므로 합성구조의 내진성능 분석은 아직도 대부분 실험에 의해 시도될 수밖에 없다. 최근 ACI에서는 CST(Cyclic Seismic Test) 실험을 실시하여 내진성능을 평가할 경우 초기강성, 강도, 강성 및 에너지 소산성능과 분석할 경우와 관련하여 다음과 같은 성능을 보유할 것을 요구하는 가이드라인을 제시한 바 있다.

초기강성과 관련하여 식(1) 및 <그림 12>와 같이 설계 공칭 강도  $E_n$ 에서의 시험체의 층간 변위 비  $\Delta/h$ 가 IBC 2003에서 제안하는  $\Delta_a/\phi C_d h$ 보다 작을 것을 요구하고 있다.

$$\Delta/h < \Delta_a/\phi C_d h \quad (1)$$

여기서,  $\Delta$  : 시험체의 설계 공칭 강도 도달 시 층간 변위

$h$  : 기둥 지점간의 거리

$\Delta_a$  : 허용 층간 변위

$\phi$  : 강도 저감 계수(휨 : 0.9)

$C_d$  : 변위 확대 계수(deflection amplification factor)

### 3.1 접합부 설계이론 및 설계기준

합성구조의 접합부의 설계를 위해서는 철골 구조와 콘크리트 구조의 설계에 관한 기준이 동시에 필요하다. 예를 들어 단부평판으로 이루어진 보·기둥 접합부 설계를 위해서는 콘크리트 기둥의 판넨존 설계, 단부평판부 설계 및 인장볼트 설계에 관한 설

표 5. ACI 요구 성능

초기강성	강도성능	강성 성능	에너지 소산 성능
건물의 중요도 I : < 0.005 II : < 0.004 III : < 0.003	Drift 3.5%의 세 번째 사이클에서 최대강도의 75% 이상	Drift 3.5%의 세 번째 사이클에서 초기강성의 5% 이상 보유	Drift 3.5%의 세 번째 사이클에서 이력곡선면적이 사다리꼴면적의 1/8(= 0.125) 이상

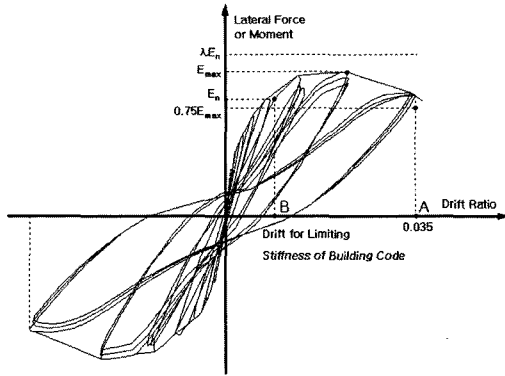


그림 12. CST 실험 표준 이력곡선(ACI)

표 6. 건물의 중요도에 따른 허용 층간 변위

건물의 중요도	I	II	III
허용 층간 변위	0.025h	0.020h	0.015h

계식이 동시에 필요하다. 일반적으로 콘크리트 부분의 설계를 위해서는 ACI 설계식과 같은 콘크리트 구조 설계식을 활용할 수 있으며, 단부평판 및 볼트부분은 AISC와 같은 철골 구조 설계식

을 활용할 수 있을 것이다. 아직까지 합성구조 접합부에 관한 연구가 초기 단계에 있어 기존의 ACI의 설계방법과 AISC 설계방법을 활용하여 설계된 접합부에 대하여 실험 등에 의해 그 성능을 확인하는 방법이 있을 수 있다.

#### 4. 결 언

합성구조시스템은 부재간의 접합 방법에 따라 강진이 자주 발생하는 지역에서도 매우 효과적일 수 있는 대안으로 부각되고 있다. 이러한 이유로 지난 몇 년간 지진하중을 받는 접합부의 저항 성능에 관한 상당히 많은 실험과 연구가 일본과 미국에서 이루어졌다. 이러한 영향에 의해 국내에서도 다양한 합성구조시스템과 접합 방법에 대한 개발과 연구가 활발히 진행되고 있다.

그러나 아직도 합성구조 접합부 분야는 설계 및 성능 분석과 관련하여 개발의 여지가 많다고 하겠다. 합성구조 접합부 설계기술에 있어서는 콘크리트와 철골 구조의 특성을 합리적으로 고려할 수 있는 설계 방법의 보완이 요구된다. 또한 합성구조 접합부의 성능을 분석할 수 있는 방법이 실험에 의존할 수밖에 없는 현실을 고려하여 실험에 대한 보다 객관적인 기준이 제시될 필요가 있다. 아울러 장기적으로는 유한요소에 의한 해석적 방법의 개발이 요구되고 있다.

무엇보다 중요한 것은 합성구조의 성패는 접합부의 개발에 달려있는 만큼 실용화될 수 있는 다양한 접합부 형식의 개발은 계속해서 관심을 가져야 할 부분이다. □

#### 참고문헌

1. 박순규, "합성구조 설계기법 및 최근 기술-합성구조의 소개", 한국한 콘크리트학회-강구조학회 공동 기술강좌, 2002, pp.3~29.
2. 문정호, 김대중, "합성구조 설계기법 및 최근 기술-RCS 합성골조시스템 적용현황", 한국콘크리트학회-강구조학회 공동 기술강좌, 2002, pp.177~202.
3. Proceedings of the 4th JTCCM, Hyatt Regency Hotel, Monterey, Cal Oct. 12~14, 1997.

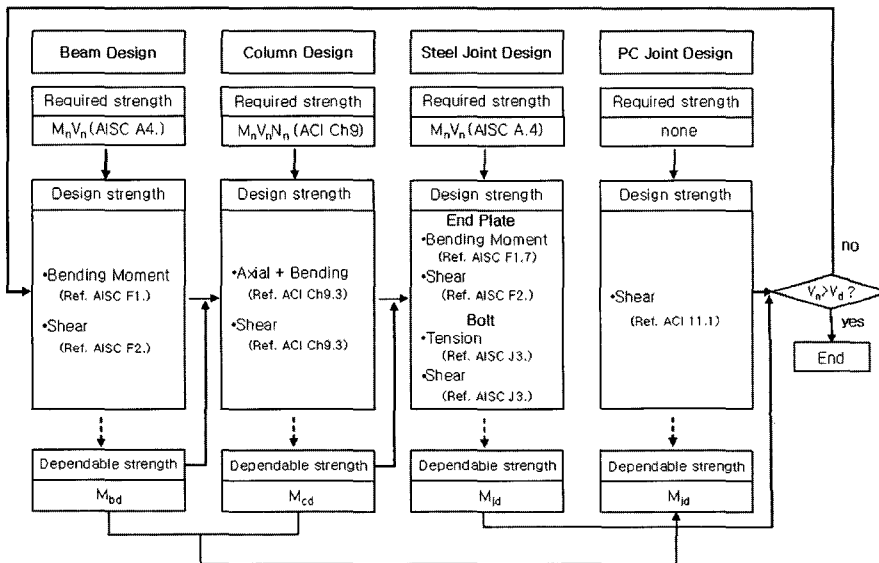


그림 13. 성능 설계 방법 다이어그램