

단부 철근콘크리트-중앙부 철골로 구성된 複合보의 舉動에 관한 실험적 연구

An Experimental Study on the Behavior of Hybrid Beam Composed of End Reinforced Concrete - Center Steel

강 병 수¹⁾ · 김 성 은²⁾ · 최 현 식³⁾
Kang, Byung Su · Kim, Seong Eun · Choi, Hyun Sik

요 약 : 본 연구에서는 반복 재하실험에 의해서 단부 철근콘크리트 중앙부 철골로 이루어진 복합보의 접합부 형상에 따른 역학적 거동을 파악하고자 한다. 실험결과와 종국내력식을 비교·검증하고 합성효과, 내진성능 및 응력전달의 유효성을 검토한다. 각 실험체의 유형은 주근 용접형, 정착판 보강형, 시어코넥터 보강형, 시어코넥터형으로 한다. 그 결과 정착판 보강형과 시어코넥터 보강형은 내력 및 내진성능이 우수한 것으로 평가되었으며, 철근콘크리트와 철골 접합부분이 일체성을 확보하여 응력전달에 유리한 것으로 나타났다. 그러나 기존의 종국내력식은 실험결과와 다소 차이가 있는 것으로 나타나 보다 명확한 종국내력식이 요구되고 있다.

ABSTRACT : This study sought to understand the mechanical behavior according to the shape of the connecting part of the hybrid beam. This part is composed of central steel, with the end reinforced by concrete in the experiment of cyclic loading. The experimental result was compared and verified with the ultimate strength formula. Likewise, the composite effect and the effectiveness of seismic capacity and stress transmission were examined. The types of each setup were as follows: main bars by welding type, reinforcing by end-plate type, reinforcing by shear connector type, and shear connector type. Results showed that the reinforcing by end-plate type and the shear connector type had excellent strength and seismic capacity as well as better stress transmission. This was due to the unity between reinforced concrete and the steel's connecting part. However, the experimental result was somehow different from the previously established ultimate strength formula. Thus, a definite ultimate strength formula is required.

핵심용어 : 복합보, 접합부, 전단내력, 응력전달, 내진성능

KEYWORDS : Hybrid beam, Connection, Shear strength, Stress mechanism, Seismic Performance.

1. 서론

건축구조물은 고층화, 다기능화, 경량화 되고있다. 따라서 대공간의 확보와 새로운 구조시스템 개발의 필요에 의해 이중 구조 접합부 즉, 단부 철근콘크리트(RC)구조 중앙부 철골(S)구조인 보 구조(이하, 복합보라 함.)의 개발 및 적용이 진행되고 있다.

그러나 복합보의 설계를 철골구조의 주각부에 관한 응력전달 모델을 응용한 내력식^{(1),(2),(3)}을 사용하고 있으므로, 실제

구조물에 적용한 예를 보면, 복합보의 안전성에 관한 많은 문제점들이 도출되었다.⁽³⁾ 따라서 복합부재의 접합부 형상에 따른 명확한 역학적 모델이 요구되고 있으며, 타당성 검증 및 적용에 따른 적합성 등에 관한 연구가 진행되어야 할 것이다.

단일부재에서의 복합구조 중 복합보와 관련하여 진행된 기존 연구들은 다음과 같다.

金田和浩 등은 접합구간에서의 철골 매입길이 등을 변수로 한 연구를 수행하였다. 그 결과, 철골의 높이에 대한 철골의 매입길이 비(L/H)가 1.5이상일 때 에너지 흡수능력이 뛰어난

1) 계명대학교 대학원 건축공학과 박사과정 수료
2) 정회원, 계명대학교 건축공학과 교수, 공학박사
3) 정회원, 계명대학교 건축공학과 교수, 공학박사

본 논문에 대한 토의를 2002년 12월 31일까지 학회로 보내주시면 토의 회답을 게재하겠습니다.

거동을 나타내고 있음을 규명하였다.⁽¹⁾

川端一三 등은 복합보에서의 소성변형능력 확보를 위하여 파괴형태, 전단집중 보강근 량, 콘크리트의 타설방법 등을 변수로 반복 재하실험을 하였으며, 그 결과로써 주근의 휨항복에 따른 에너지 소산능력과 전단집중 보강근의 유효성 및 응력전달기구에 대하여 기술하였다.⁽²⁾

淺山長生 등은 복합보의 강제 매입구간에 대하여 전단집중 보강근 량 및 철골 보 상부의 슬래브를 PC화한 실험체 등을 대상으로 연구를 수행하였다. 전단집중 보강근 량에 따라 초기에는 큰 차이가 없으나 최대내력 이후에 현저한 거동의 차가 나타남을 규명하였다.⁽³⁾

網干眞一 등은 淺山長生의 실험결과에 의거하여 RC-S 접합부(강제 매입구간)에 대한 응력전달 기구를 제시하고, 내력 산정 방법을 검증하였다.⁽⁴⁾

김옥중 등은 스티드 시어코넥터를 사용한 복합보의 전단거동 실험에서 주근 용접형에 비해 구속효과가 낮다는 것을 확인하였다.⁽⁵⁾

이상의 연구는 일본건축학회의 SRC구조계산규준의 내력식을 이용하고 있으며, 실험결과와는 다소의 차이를 나타내고 있다. 또한 강제 매입구간의 역학적 거동이 접합방법 및 형상에 따라 상당한 차이를 나타내고 있다.

따라서 본 연구에서는 보강형 복합보를 대상으로 반복 재하실험을 통한 역학적 거동을 파악하고자 한다. 또한, 중국 내력식을 검증하고 합성효과, 내진성능, 응력전달의 유효성을 검토한다.

2. 반복 재하실험

본 실험에서는 기존의 주근 용접형과 시어코넥터형 그리고 보강된 형태의 복합보를 대상으로 주근의 배근방법과 정착방법, 전단 보강근과의 관계 등에 따른 역학적 거동을 파악하기 위하여 각각의 파라미터를 갖는 실험체를 제작하여 반복 재하실험을 하였다.

2.1 실험체 계획 및 제작

본 실험체는 중·고층 구조물에 있어서 RC기둥과 단부 RC조 중앙부 S조로 구성된 T자형 외주보로 계획하였다. 설계 규준은 「鐵骨鐵筋コンクリート構造計算規準·同解説」(일본 건축학회) 및 극한강도설계법에 의한 철근콘크리트 구조계산 규준 및 해설(대한건축학회)에 의해 설계하였고, 실험체 치수는 보부재에서 모멘트가 '0'이 되는 반곡점까지를 실제 치수의 1/2로 축소 제작하였다. 실험체 계획에 채택된 변수들은 강

표 1. 실험체 일람표

NO	실험체명	인장 철근량	용접 주근량	커넥터 설치	전단집중 보강근량	비고
1	WL15	2-D19 2-D16	2-D16	무	양측 4-D10	기본형
2	WFL15					정착판 보강형
3	WCL15		시어코넥터 보강형			
4	CL15		무	유	양측 6-D10	쉬어 커넥터형

제 매입구간의 응력전달을 원활히 할 수 있는 방법을 모색하기 위하여 선정하였다.

실험체 종류별 변수는 주근의 철골 플랜지 용접 유·무, 정착판 보강 유·무, 시어코넥터 보강 유·무 등에 따른 내력 및 응력전달성능과의 관계를 파악하기 위하여 4타입으로 하였다. 실험체 일람은 표 1과 같다.

각 실험체별 형상을 살펴보면, 1번 실험체(WL15)는 기본형으로 2-D19 주근(1단근)과 2-D16 주근(2단근)으로 배근하였으며, 1단근은 상·하 일체형으로 철골측 단부에서 상·하 주근을 연속 배근하였다. 2단근은 철골 플랜지 상·하면에 인장강도 이상의 내력을 확보할 수 있도록 길이 5cm의 CO₂ 용접으로 정착하였다. 전단 보강근은 D10@100으로 배근하였으며, 강제 매입구간의 지레대 반력에 의한 보강은 양측 동일량의 4-D10으로 집중 보강하여 설계하였다. 2번 실험체(WFL15)는 강제 매입구간의 철골측 단부에 두께 9mm 강판을 플랜지 상·하면에 용접하여 1단근(D19 주근)을 용접으로 정착하였다. 3번 실험체(WCL15)는 ㄷ형 시어코넥터를 강제 매입구간에서 플랜지 상·하면에 등간격으로 각각 3개씩 배치하였으며, 철근 배근은 기본형과 동일하게 하였다. 4번 실험체(CL15)는 철골 플랜지에 주근용접을 하지 않고 시어코넥터를 플랜지 상·하면에 3개씩 배치하여 D16 주근을 시어코넥터 안쪽으로 배근하였다. 기타 철근은 기본형과 동일하게 배근하였다. 기둥의 단면치수는 400mm×600mm로 보부재에 비해 상당히 안전한 내진성능을 갖도록 설계하였으며, RC보의 단면치수는 259mm×368mm로 하였다. 사용 강재의 종류는 H-198×99×4.5×7로 SS 400을 사용하였다. 실험체는 구조실험동 내에서 제작하였으며, 기둥과 보를 동시에 타설하였다. 실험체 형상 및 상세는 그림 1~5와 같다.

2.2 재료 실험

본 실험에서 사용된 철근, 강재, 콘크리트의 재료실험은 한국공업규격 KS B 0801, KS B 0802, KS F 2404, KS F 2402의 규정에 따라 실시하였으며, 그 결과는 표 2, 3과 같다.

그림 1. 실험체 형상 및 치수

그림 2. WL15 실험체 상세

그림 3. WCL15 실험체 상세

그림 4. CL15 실험체 상세

그림 5. WCL15 단면 상세

표 2. 콘크리트의 재료시험 결과

설계강도 (kgf/cm ²)	압축강도 (kgf/cm ²)	할렬 인장강도 (kgf/cm ²)	탄성계수 (kgf/cm ²)	슬럼프 (cm)
270	286.2	24.4	2.1×10^5	12

표 3. 철근 및 강재의 기계적 성질

종류	구분	항복강도 (tonf/cm ²)	인장강도 (tonf/cm ²)	항복비	연신율 (%)
철근 (SD30)	D10	3.67	5.73	0.63	21.75
	D16	3.45	5.17	0.66	22.25
	D19	3.22	4.96	0.64	22.50
강재 (SS400)	Flange (24.2mm×7.7mm)	3.72	4.88	0.74	35.25
	Web (24.4mm×5.1mm)	3.82	5.07	0.75	39.25

공시체는 $\phi 10\text{cm} \times 20\text{cm}$ 의 원통형을 사용하여 실험체 타설 시 9개를 제작하였다. 압축강도는 6개의 공시체 중 최대 및 최소값을 제외한 평균값으로 하였고, 할렬 인장강도는 3개의 평균으로 하였다. 콘크리트의 설계강도는 270kgf/cm^2 로 계획하였으며, 강도는 4주 강도를 측정하였다.

인장시험에서 시험편의 개수는 철근 종류별로 3개씩, 강재는 플랜지와 웹 부분을 각각 4개씩 제작하여 실시한 인장 시험 결과의 평균값으로 하였다. 철근의 탄성계수는 대략 $2.08 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$ 로 측정되었고, 강재는 $2.13 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$ 이었다.

2.3 실험 방법

반복 재하실험을 위하여 반력바다 위에 실험체를 세우고 기둥 상·하를 $75\text{mm} \times 105\text{mm}$ 의 각강봉과 함께 $\phi 50\text{mm}$ 의 강봉 4본으로 고정하였다. 하중 가력시 슬립을 확인하기 위하여 기둥 밑면에 변위계를 설치하였다. 하중 가력은 50톤 용량의 Actuator를 사용하였으며, 단부에 가력 힌지를 부착하여 두께 40mm 강판을 실험체 가력 지점에 덧대고 볼트이음 하였다. 하중 가력 위치는 기둥 면에서 1.6m 지점으로 하였다. 철골의 횡좌굴을 방지하기 위하여 중앙부에 가이드 레일을 설치하였다. 실험체 설치상황은 그림 6과 같다.

하중 가력은 변위제어방식으로 반복하중을 가하여 내력을 측정하였다. 가력 계획도는 그림 7과 같다.

하중, 변위 데이터는 STC-303을 이용하여 저장하였으며, 각 부위별 변형률은 MT-16A를 이용하였다. 스트레인 게이

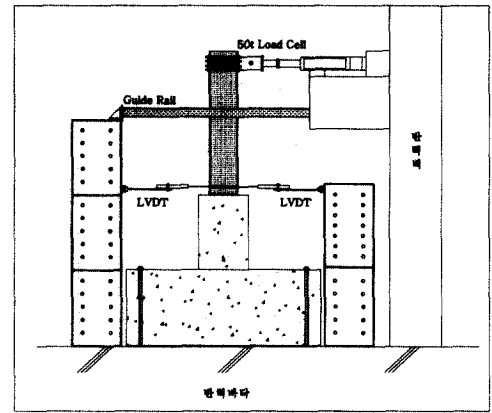


그림 6. 실험체 설치 상황도

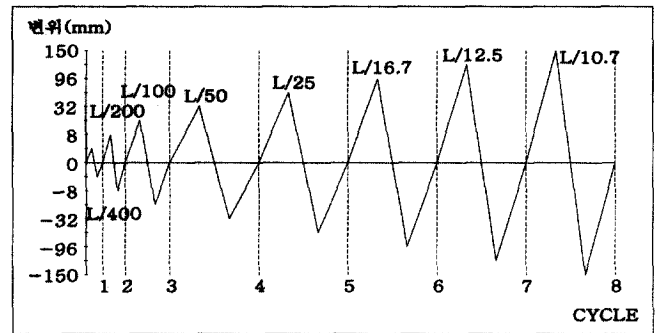


그림 7. 하중 가력 계획도

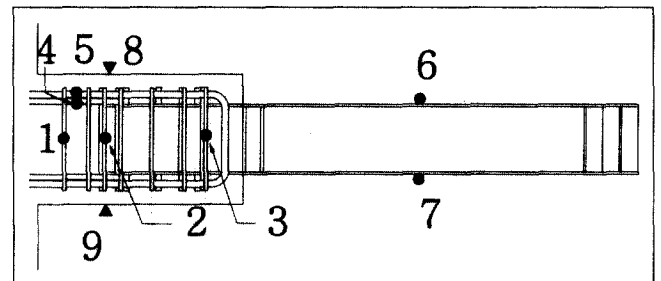


그림 8. 게이지 부착 위치도

지는 그림 8과 같이 주근과 전단근 및 철골과 콘크리트 등의 각 부위별로 부착하여 하중 가력시의 영향을 파악하였다.

콘크리트의 균열 상황을 파악하기 위하여 실험체 전면을 격자선으로 나누어 균열 발생시 하중과 사이클을 기록하였다.

3. 실험 결과

전 장에서 계획한 실험방법에 의한 실험결과와 재료시험 결과를 토대로 각 실험체별 특성과 차이점을 파악하기 위하여 측정된 데이터를 분석하였다. 먼저 실험체별 균열 및 파괴상황을 고찰하고, 하중 변위 관계에 따른 성능을 평가한다.

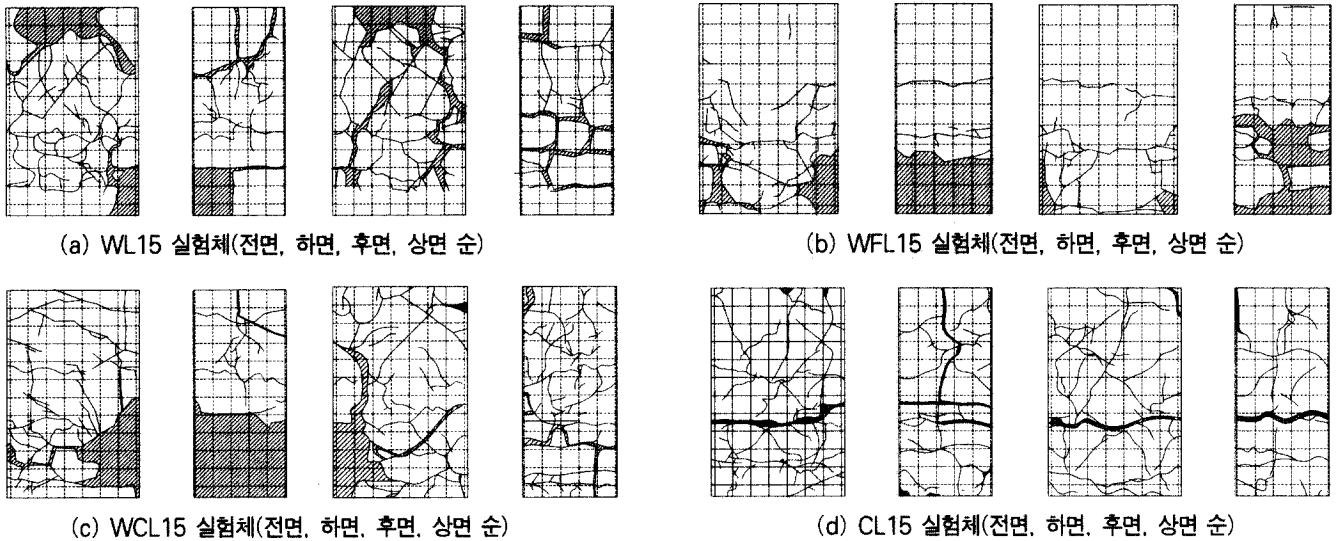


그림 9. 실험체별 최종파괴 상황

3.1 균열 및 파괴상황

(1) WL15 실험체

기본형의 실험체로 1사이클($R=1/400$)의 하중 -2톤에 도달하였을 때 강재 매입구간의 RC측 단부와 철골측 단부에서 휨과 지압에 의한 초기균열이 발생하였다. 2, 3사이클에서는 하면의 종균열과 보·기둥 접합면에 휨균열이 발생하였다. 4사이클에서는 전단균열이 강재 매입구간의 양단에서 나타났으며, 5사이클에서 접합면의 벌어짐과 휨에 의한 지압균열이 발생하였다. 6사이클에서 하면 중앙의 종균열이 강재 매입구간 전체로 확산되었다. 7사이클에서 철골측 단부의 상·하 일체형 주철근이 파단되었다. 이 후로 급격한 파괴로 이어졌으며, 최종파괴는 종분리균열에 의한 전단파괴로 나타났다. 내력저하는 7사이클($L/12.5$)부터 나타났으며, 최대하중은 6사이클에서 8.12톤이었다.

(2) WFL15 실험체

정착판이 있는 실험체로 1사이클($R=1/400$)의 하중 2.3톤일 때 철골측 단부에서 지압에 의한 균열과 RC측 단부의 초기 휨균열이 발생하였다. 2, 3사이클에서는 기본형과 유사한 형태로 나타났으며, 4사이클에서 휨균열이 상·하면을 관통하였고, RC측 단부를 중심으로 양쪽에 사인장 균열이 발생하였다. 6사이클에서 접합면의 벌어짐이 발생하였고, 지압에 의한 접합면 하부의 박리가 일어났다. 7사이클에서 상·하부의 접합면과 RC부가 완전히 파괴되었다. 그러나 철골측의 균열은 거의 없었으며, 정착판 부근의 단부에서도 균열은 나타나지 않았다. 최종파괴는 휨에 의한 RC부의 파괴로 나타났다. 내력저하는 최종사이클에서 나타났으며, 최대하중은 7사

이클에서 -9.05톤이었다.

(3) WCL15 실험체

시어코넥터를 설치한 실험체로 초기균열은 1사이클의 하중 2.5톤에서 휨과 지압에 의한 RC측 단부의 휨균열과 철골측 단부의 하면 중앙부 종균열이 발생하였다. 2~6사이클까지 기본형과 유사하게 나타났으며, 7사이클에서 상·하 접합면의 박리 및 철골측 지압 종균열과 함께 전단에 의한 종분리균열이 매입구간에 발생하였다. 8사이클에서 사인장에 의한 박리와 상·하 일체형 주근의 파단 후 급격하게 전단에 의한 균열이 다수 발생하였으며, 특히 종분리균열이 벌어지고, 철골측 단부의 지압 종균열도 크게 갈라지면서 최종파괴에 도달하였다. 이 때 최대하중 -8.47톤에 이르렀다. 최종파괴는 휨과 전단에 의한 것으로 나타났으며, 8사이클 이후로 내력이 저하하였다.

(4) CL15 실험체

주근을 용접하지 않고 시어코넥터만으로 응력을 전달하는 시어코넥터형 실험체이다. 초기균열은 1사이클 하중 2.5톤에서 RC측 단부에 휨균열이 발생하였다. 2~5사이클까지는 기본형과 유사하였으며, 6사이클에서 RC측 단부에서 상·하로 관통된 휨균열이 상당히 벌어졌으며, 중앙부에서 사인장력에 의한 경사균열이 다수 발생하였다. 7사이클에서 RC측 단부의 휨균열이 크게 벌어지고, 상·하 일체형 주근의 파단 후 전단에 의한 종분리균열과 하면의 지압에 의한 종균열이 갈라지면서 내력이 저하하기 시작하였다. 최대하중은 6사이클에서 -8.1톤이었다. 최종파괴는 전단에 의한 파괴로 나타났다.

실험체별 최종파괴 상황도는 그림 9와 같다.

3.2 하중-변위 관계

본 실험결과 접합부의 형태에 따른 실험체의 내력과 복원 특성을 하중-변위의 관계곡선에 의해 살펴보면 다음과 같다.

- (1) 주근 용접에 의한 기본형의 실험체(WL15)는 3사이클까지는 정·부 가력시 모두 선형적인 거동을 나타내고 있으며, 4사이클(L/50)에서 강성이 급격히 저하하였다. 항복내력은 3사이클에서 4.65톤(-5.4톤, 4사이클)으로 파악되었고, 정 가력시는 6사이클 이후부터 내력이 저하하기 시작했으며, 최대내력은 8.12톤(-8.03톤)이었다. 7사이클의 정 가력 최고점 근처에서 갑자기 내력이 떨어지는 것은 철골축 단부에서 상·하 일체형 주근의 파단에 의한 것으로 판단되며, 이후의 내력은 급격히 감소했다. 이력곡선은 거의 방추형에 가까운 형태로 나타났다.
- (2) 기본형 실험체에 정착판으로 보강한 실험체로 4사이클까지 기본형과 유사한 거동을 나타내고 있으며, 항복점은 3사이클에서 5.25톤(-4.35톤)으로 나타났다. 내력은 8사이클에서 약간 떨어지는 것으로 나타났다.

최대내력은 7사이클에서 7.2톤(-9.04톤)이었다. 이력곡선은 가장 방추형에 가까운 형태로 나타났다.

- (3) 기본형에 시어코넥터를 보강한 실험체로 4사이클까지 기본형과 유사한 거동을 나타내고 있으며, 항복점은 3사이클의 4.65톤(-5.25톤)으로 나타났다. 내력저하는 8사이클에서 급격히 나타났다. 최대내력은 7사이클에서 7.99톤(-8.45톤)으로 파악되었다.
- (4) 시어코넥터형 실험체로 3사이클까지는 거의 선형적인 거동을 하고 있으며, 항복점은 4.35톤(-4.95톤, 4사이클)으로 파악되었다. 4사이클에서 강성이 급격히 저하하면서 정 가력시에 파형 곡선이 발생하였다. 이것은 실험체의 Slip에 의한 것으로 밝혀졌다. 이후 7사이클까지는 기본형과 유사한 거동특성을 나타내고 있으며, 7사이클의 부 가력시 급격한 내력저하 현상은 철골축의 상·하 일체형 주근의 파단에 의한 것으로 판단된다. 이후로 내력은 크게 감소하였다. 최대내력은 7사이클에서 7.98톤(-8.1톤, 6사이클)이었다. 하중 가력점에서의 하중-변위 관계곡선을 그림 10에 나타내었다.

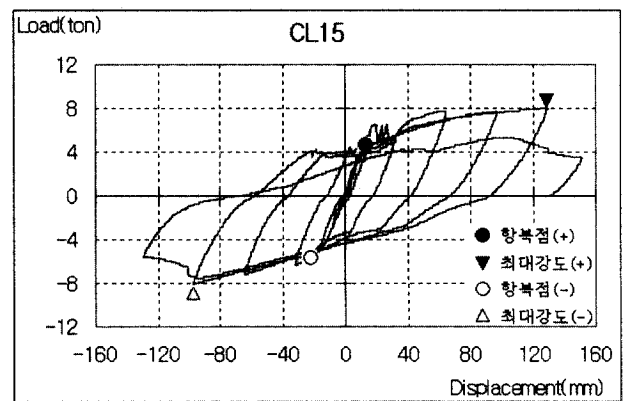
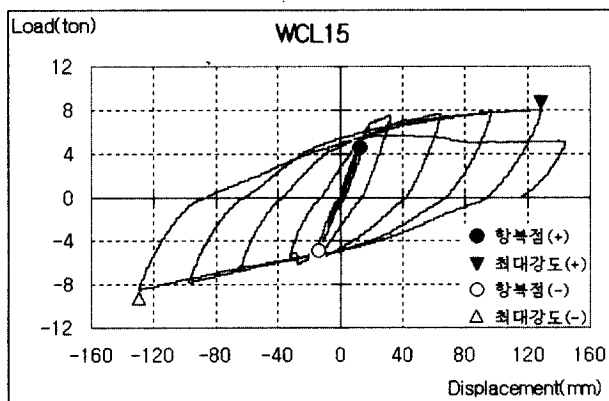
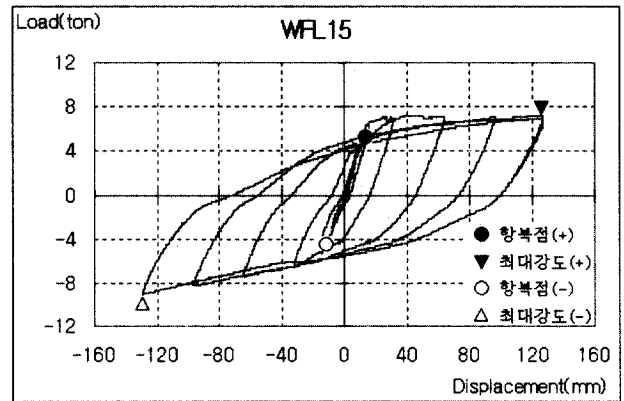
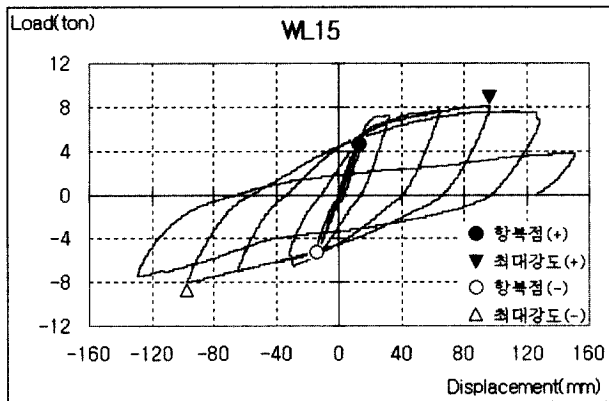


그림 10. 실험체별 하중-변위 관계 곡선

4. 실험결과와 비교·분석

4.1 강도 및 강성

실험결과에서 얻어진 각 실험체의 초기균열하중 및 항복내력과 종국내력을 규준식(일본건축학회, RC 및 SRC규준)에 의한 내력값과 비교하여 표 4에 나타내었다.

(1)번 실험체의 항복내력은 계산값에 대한 실험값의 비가 정 가력시 97.9%(부 가력시 113.7%)로 나타났으며, 종국내력은 정 가력시 92.2%(부 가력시 91.1%)로 평가되었다. (2)번 실험체의 항복내력 비는 110.5% (91.6%), 종국내력 비는 81.7% (102.6%)로 평가되었다. (3)번 실험체의 항복내력 비는 97.9% (110.5%), 종국내력 비는 90.7% (95.9%)로 평가되었다. (4)번 실험체의 항복내력 비는 86.5% (98.4%), 종국내력 비는 87.7% (88.5%)로 평가되었다. 대부분의 실험체가 항복내력은 계산값과 비슷하였으며, 종국내력이 약 10%정도 과대평가하는 것으로 나타났다.

실험체별 비교를 보면 기본형 실험체에 비해 정착판 보강형의 항복내력은 13%정도 상승하였으며, 시어코넥터형 실험

표 4. 실험체별 강도 비교

실험체명		(1) WL15	(2) WFL15	(3) WCL15	(4) CL15
초기균열하중(tf)	휨 ¹⁾	1.32	1.32	1.32	1.32
	전단 ²⁾	3.54	3.35	3.54	3.67
	실험값	-2.0	2.3	2.5	2.5
항복내력(tf)	계산값 ³⁾	4.75	4.75	4.75	5.03
	실험값	4.65	5.25	4.65	4.35
		-5.4	-4.35	-5.25	-4.95
종국내력(tf)	계산값 ⁴⁾	8.81	8.81	8.81	9.1
	실험값	8.12	7.2	7.99	7.98
		-8.03	-9.04	-8.45	-8.05

1) RC규준(日) $cP_b = \frac{\psi \cdot Z_e \cdot f_{ct}}{L}$

단, f_{ct} : 콘크리트 휨 인장강도, Z_e : 등가단면계수, ψ : 이어치기에 대한 내력저감계수.

2) RC규준(日) $cP_{sc} = V_{cr} b d \frac{l}{L} V_{cr}$: 평균전단응력

3) $Q_y = \frac{a_t \cdot f_t \cdot d_o}{L}$, a_t : 철근의 단면적, f_t : 철근의 항복응력, d_o : 인장 및 압축철근의 응력중심간 거리

4) SRC규준(日) $Q_u = r Q_u + s Q_u$, $r Q_u$: 철근콘크리트의 종국전단내력, $s Q_u$: 철골의 종국전단내력

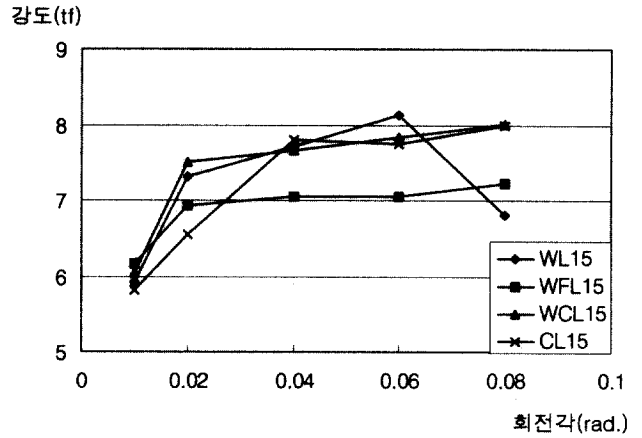


그림 11. 실험체별 강도 변화(정가력)

체는 항복내력과 종국내력 모두 다소 낮은 값으로 강도면에서 가장 불리한 것으로 나타났다. 시어코넥터 보강형의 항복내력과 종국내력은 주근 용접형과 거의 같은 내력을 나타내었다.

그림 11은 실험체별 강도변화를 부재회전각에 따라 나타내었다. 기본형인 (1)번 실험체는 0.06rad. 이후 강도가 급격히 저하하였으며, (2), (3)번 실험체는 0.02rad.에서 강도 증가비가 감소한 후 지속적으로 유지되었다. (4)번 실험체는 0.02rad.에서 타 실험체에 비해 상당히 낮은 강도를 나타냈으나, 0.04rad. 이후부터 비슷한 분포로 나타났다. 기본형인 주근 용접형과 시어코넥터형에 비해 보강형의 강도변화가 안정적인 형태로 나타났으며, 시어코넥터 보강형의 실험체가 가장 우수한 것으로 평가되었다.

정착판이 보강된 실험체는 최대내력까지 매입구간의 철골축 단부가 균열이 거의 없는 상태였다. 이것은 단부콘크리트의 정착판에 의한 구속효과와 2단 주근의 정착을 확실히 할 수 있어 휨 및 전단저항 능력을 지속적으로 유지할 수 있었던 것으로 판단된다. 그러나 매입구간 RC축 단부의 강성이 급변하는 곳에서 응력집중에 의한 RC부분의 파괴로 부재내력이 결정되는 현상을 나타내었다. 시어코넥터로 보강한 실험체는 강재와 콘크리트의 응력전달에 있어서 시어코넥터의 콘크리트 구속효과가 충분히 발휘되어 일체성이 확보된 것으로 판단되며, 전단저항에도 충분한 능력이 발휘된 것으로 판단된다.

4.2 에너지 소산능력 평가

각 실험체별 내진성능을 평가하기 위하여 에너지 소산능력을 비교하였다. 그림 12에서 각 사이클별 소산능력을 보면, 7사이클에서 기본형을 기준으로 할 때 정착판 보강형과 시어코넥터 보강형의 실험체는 약 21%정도 상승하는 효과를 나타냈으며, 시어코넥터형도 약 10%정도 상승하였다. 최종

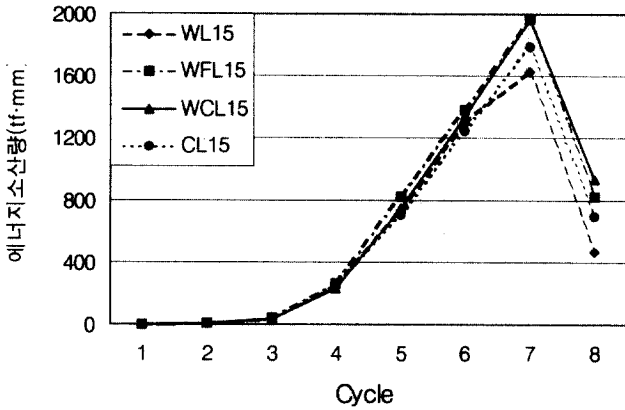


그림 12. 각 실험체의 사이클별 에너지 소산능력

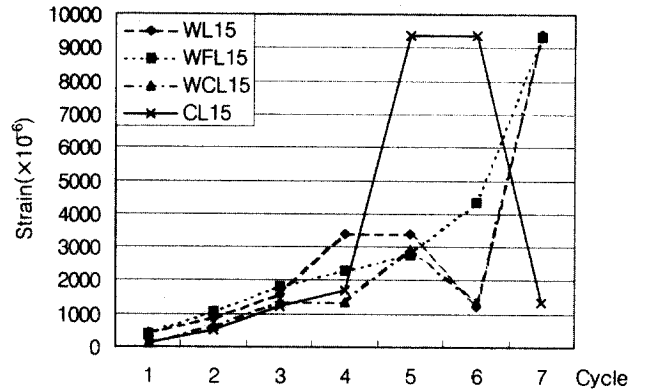


그림 14. 사이클별 주근(D16)의 변형을 분포

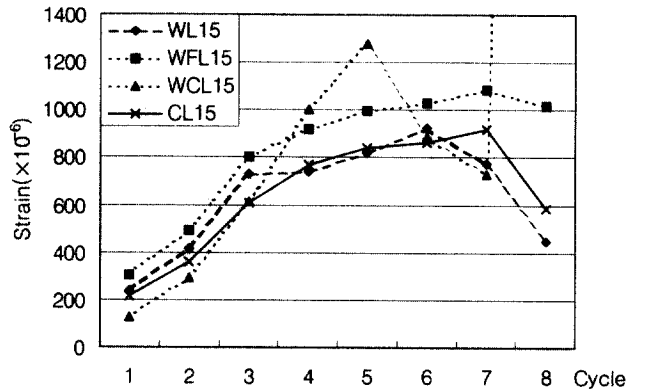


그림 15. 사이클별 철골의 변형을 분포

그림 13. 실험체별 총에너지 소산능력 비교

사이클에서는 정착판 보강형이 76%, 시어코넥터 보강형은 99%의 상승효과를 나타냈다. 또, 시어코넥터형은 49%의 상승효과가 있어 모든 실험체가 최대내력 이후의 에너지 소산능력이 기본형보다 상당히 높은 것을 알 수 있었다. 그림 13에서는 총에너지 소산능력을 비교하였다. 정착판 보강형과 시어코넥터 보강형이 기본형보다 약 20%의 상승효과를 나타내어 내진성능이 가장 우수한 것으로 나타났다.

4.3 각 부위별 변형을 분포

각 실험체의 위치별 응력분포를 파악하기 위하여 부착된 스트레인 게이지의 값들을 비교하였다. 그림 14에서는 2단 주근(D16)의 변형을 분포를 나타낸 것이다. 주근을 강제에 용접한 기본형의 경우 1단 주근과 함께 4사이클에서 항복하였으며, RC부에 다수의 사인장균열 발생과 매입구간의 전단 균열로 콘크리트와의 부착강도를 상실하면서 콘크리트의 전단 파괴로 최종내력에 도달하였다. 정착판 보강형은 4사이클에서 항복하였으며, 이 후로 RC부분의 지속적인 균열로 소성 힌지

가 형성되고 콘크리트가 박리하면서 주근의 저항능력을 상실함과 동시에 내력이 저하한 것으로 판단된다. 시어코넥터 보강형은 5사이클에서 항복하였으며, 이 후 6사이클에서 다소 낮아진 것은 RC부분에 다수의 균열로 소성화된 것으로 판단되며, 이 사이클은 시어코넥터와 상·하 일체형 주근에 의한 매입구간의 콘크리트 구속효과에 의해 내력을 유지한 것으로 판단된다. 시어코넥터형은 5사이클에서 항복한 것으로 나타났다. 이것은 3사이클까지 RC부분의 보·기둥 접합면과 강제 매입단에서 휨균열의 발생 후 1단근이 항복하였으며, 2단근이 항복한 5사이클 이전까지는 주로 매입구간에서의 전단균열이 발생한 것으로 볼 때 시어코넥터에 의한 콘크리트의 전단저항으로 상당부분이 유지된 것으로 판단된다. 그림 15는 철골의 변형을 분포로, 강제 매입구간의 콘크리트 파괴모드에 따라 다소의 기록을 보이고 있다. 특히 시어코넥터 보강형의 경우는 5사이클 이후 낮아졌으나 8사이클에서 항복한 것으로 나타났다. 그 외의 실험체들은 최대내력 이후 값이 저하하였다. 실험체 중 정착판 보강형이 가장 안정된 변형률 분포를 나타내었다.

5. 결 론

이상과 같이 복합보의 접합부 형상에 따른 거동에 관한 실험을 통하여 고찰해본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 기존의 SRC규준에 의한 종국 내력식은 실험값보다 다소 과대 평가하는 것으로 나타나 보다 명확한 내력식이 요구되고 있다.
- (2) 정착판 보강형과 시어코넥터 보강형이 기본형에 비해 내력이 다소 우수한 것으로 나타났으며, 특히 에너지 소산능력은 약 20%의 상승효과가 있는 것으로 평가되어 내진성능면에서 상당히 유리한 것으로 평가되었다.
- (3) 강재 매입구간의 응력전달 성능은 정착판 보강형과 시어코넥터 보강형이 RC와 철골 접합부분의 일체성을 확보하여 유리한 것으로 평가되었으며, 최대내력 이후 거동의 차를 나타내었다.

참 고 문 헌

1. 金田和浩, 吉崎征二, 宮崎直志, 川端一三, RC積層構法による超高層骨組の構造實驗(その8材端部RC中央部鐵骨で構成される複合構造梁の載荷試驗), 日本建築學會大會學術講演梗概集, 1987. 10., pp.305~306.
2. 川端一三 他, RC積層工法による超高層骨組の構造實驗(その6 はりのせん斷補強方法に關する實驗), 日本建築學會大會學術講演梗概集, 1987. 10., pp. 301~302
3. 淺山長生 他, 端部RC造中央部S造の複合構造梁の實驗-その1實驗の概要-, 日本建築學會大會學術講演梗概集, 1993.9., pp.1867~1868.
4. 網干眞一 他, 端部RC造中央部S造の複合構造梁の實驗-その2應力傳達機構-, 日本建築學會大會學術講演梗概集, 1993.9., pp.1869~1870.
5. 김옥중 외4명, 단부 RC조와 중앙부 철골조로 이루어진 RS보의 전단집중보강근의 효과에 관한 연구, 대한건축학회 논문집 17권 6호(통권 152호), 2001.6., pp.35~42.

(접수일자 : 2001년 10월 24일)