철근 콘크리트 기둥과 철골보의 합성구조 접합부 성능에 관한 연구

Structural Behavior of Reinforced Concrete column and Steel beam Joints

이 원 규* 신 동 대* 송 진 규** 정 혜 교** 최 완 철***

Yi, Won Kyu Shin, Dong Dae Song, Jin Kyu Jung, Hae Kyo Choi, Oan Chul

ABSTRACT

The main objective of this study was to examine structural behavior of reinforced concrete column and steel beam joint. composite specimens about 3/4 of the actual beam column connection assembly were tested by applying cyclic load through actuators. Test variables include face bearing plate(FBP), extended face bearing plate(E-FBP), VJR, U-bar and sub beam. There is not much differenced between specimens with sub beam and without sub beam. Test results also show that the joint strength of test specimen is close to the predicted strength by ASCE guideline.

1. 서론

건물의 구조시스템의 선택은 안전성, 사용성 뿐만 아니라 건설공기, 노임 등 경제성에 이르기까지 그 영향이 매우 크다. 현대 건축물의 구조시스템은 철근콘크리트 구조, 철골구조, 합성구조로 구분할 수 있다. 그 중에서도 합성구조는 강재와 콘크리트 재료가 가지는 구조성능과 경제성 등의 장점을 최대한 살려 저층 구조에서부터 고층 구조에 이르기까지 널리 확산되고 있다.

철근콘크리트 기둥과 철골보(RCS : Reinforced Concrete Steel)로 구성된 합성구조 시스템은 최근 10년간 미국과 일본을 중심으로 활발한 연구가 진행되어 왔으며, 그 활동이 증가되고 있는 추세이다. 콘크리트 기둥의 높은 강성 및 경제성과 철골구조의 장스팬 및 건식공법으로 인한 공간활용과 공기단축 그리고 자중절감 등의 장점이 제시되고 있다

2. 실험 개요

2.1 실험계획 및 재료

* 정회원, 숭실대학교 대학원 석사과정

** 현대건설 기술연구소 연구원

*** 정회원, 숭실대학교 건축공학과 교수

합성구조에서 두 부재간의 상호 작용으로 일어나는 접합부의 파괴양상은 크게 팬널 전단파괴(panel shear failure)와 지압파괴(bearing failure)로 인지되며, 이들 중 특히, 지압파괴가 중요한 파괴 형태중의 하나로 접합부의 강도를 결정한다.

따라서 본 연구에서는 합성 골조에서 각각의 파괴 유형에 따른 접합부의 거동을 파악하고 상세에 따른 내력증가 및 변형특성을 평가하기 위하여 접합부 시험체를 크게 6개의 시험체로 계획하였고, 실제실험과 유사한 3/4축척으로 제작하였으며, 철근은 SD40(f_y=4000kg/cm^2), 철골은SM490(f_y=3.3t/cm^2), 콘크리트는 강도 270kg/cm^{2}를 사용하였다.

표 1 시험체 변수 및 시험체명

시험체명	제작법	보 단면(mm)	기둥 단면 (mm)	예상 보-기둥 파괴유형	접합부 상세	비 고
F-EF-S	Hot-roll	H-506*201*11*19	500*500	Joint	FBP* E-FBP**	실험완료
F-EF-V	-	H-506*201*11*19	500*500	Joint	FBP* E-FBP** VJR***	실험중
F-EF-VS	-	H-506*201*11*19	500*500	Joint	FBP* E-FBP** VJR***	실험완료
F-EF-2US	-	H-506*201*11*19	500*500	Joint	FBP* E-FBP** U****	실험중
F-EF-4US	-	H-506*201*11*19	500*500	Joint	FBP* E-FBP** U****	실험중
F-EF-2US. F.D.H	-	H-506*201*11*19	500*500	Joint	FBP* E-FBP** U****	실험완료

* FBP : Face Bearing Plate, ** E-FBP : Extended-Face Bearing Plate

*** VJR : Vertical Joint Reinforcement , **** U : U bar Reinforcement

2.2 시험체 제작 및 상세

본 실험에서의 내부 접합부 시험체의 치수는 기둥의 지점간 거리가 2700㎜, 부단부 가력점 까지의 거리는 4500㎜가 되도록 계획하였다. 기둥은 하중재하시 기둥에 작용되는 모멘트 및 전단력에 저항할 수 있도록 설계하였고 시험체 기둥의 단면 치수는 500*500㎜, 주철근은 12-D35를 사용하였다. 또한, 각각의 지압파괴 양상을 고려하여 12㎜두께의 지압판(FBP)과 연장지압판(E-FBP)을 부착하였고, 콘크리트내의 지압효과를 높일 수 있도록 지압판과 연장지압판 외에 수직철근(VJR)과 U자형 D22철근을 사용하여 계획하였다. 그리고 한 개의 시험체는 접합부내에 선형 강섬유를 타설 시험하였다. 접합부 시험체 및 실험 장치는 그림 1, 2와 같다.

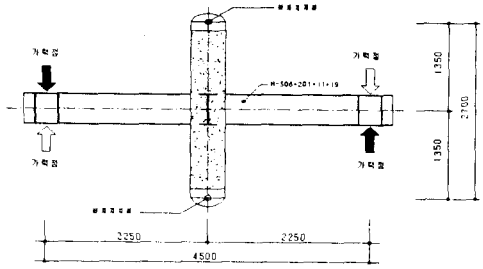

그림 1 접합부 시험체

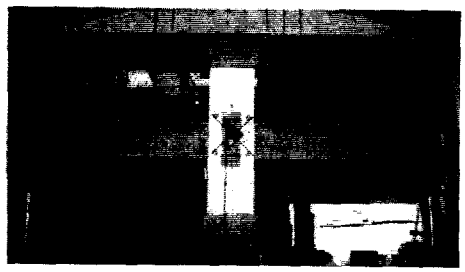

그림 2 접합부 시험체실험장치

2.3 실험 방법 및 결과

본 실험에서는 현재 3개의 시험체를 가력 수행완료 하였으며, 그림 2와 같은 장치로 양단부를 반복 가력 하였는데, 그 실험결과 하중-변위 곡선과 균열도는 그림 3, 4와 같다.

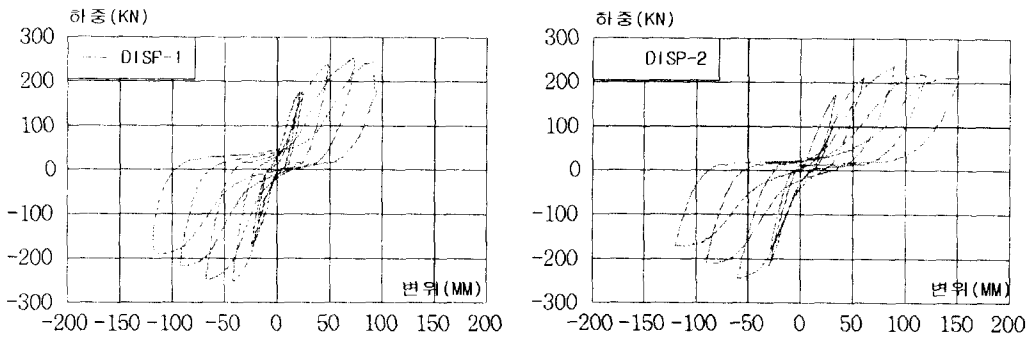

그림 3 하중 변위 곡선

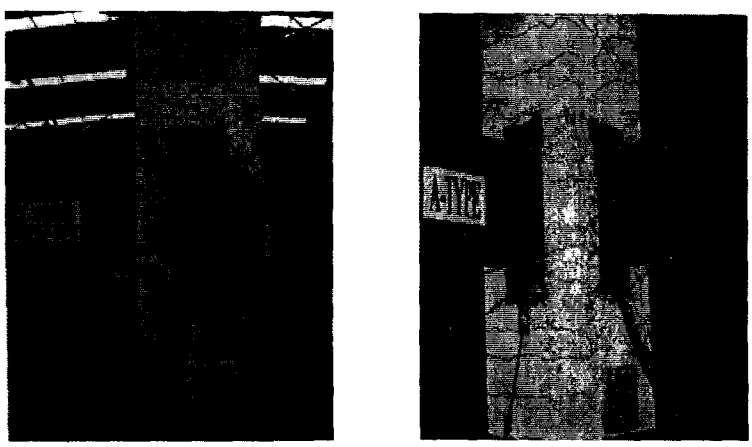

그림 4 시험체 균열도

3. 결과 및 고찰

3.1 실험결과 및 분석

본 실험에서 나타난 사항은 하중-변위 곡선에서 강도의 감소는 시험체가 부재의 최대 강도에 도달한 후의 하중 재하시에서 관찰되었다. 또한, 파괴 양상은 접합부내의 철골보가 회전함에 따라 생기는 측면의 사인장 균열과 철골보 상 하부 콘크리트의 지압파괴에 의한 균열이 관찰되었으며, 변위와 하중이 증가함에 따라 콘크리트가 항복한 후, 기둥 부재에 지압균열과 사인장 균열이 점차 확대되어 갔다.

4. 결론

본 실험은 RCS 합성골조의 내부 접합부 +자형 3/4 시험체의 접합내력을 측정하였다. 접합부의 강도는 대체로 예상치와 일치한다. 접합부 파괴양상은 RCS의 대표적인 지압파괴와 전단파괴 형태로 나타났다. 시험체의 내력은 ASCE 지침에 따른 예측강도와 거의 일치하는 것으로 나타났으며, 서브빔이 있는 시험체와 없는 시험체는 대체로 비슷한 내력을 나타냈다. 본 실험의 분석을 통하여 접합부 상세개발을 제시하고 철근콘크리트 기둥과 철골보 합성구조의 설계자료로 제시 활용하고자 한다.

감사의 글

이 연구를 진행하면서 많은 도움을 주신 (주)인천제철과 (주)현대건설 신정동 현장 관계자 분들 그리고, 실험을 수행한 (주)현대건설 기술연구소 분들께 대단히 감사드립니다.

참고문헌

1) 조필규, 김상준, 허준, 최완철(1998), " 철근콘크리트 기둥/철골보 합성구조의 접합부 성능," 대한건축학회, 학술발표 논문집, 18권, 1호, pp. 753-760.
2) 최완철(1997), "콘크리트 기둥/철골보 합성구조의 최근 연구", 대한 건축학회 학술발표 논문집,17권, 2호, pp. 1207-1212
3) 이원규, 조필규, 송진규, 김종락, 최완철(1999), " 철근 콘크리트 기둥과 철골보 합성골조에서의 지압강도", 대한 건축학회 학술발표 논문집, 19권, 제2호, pp. 325-330
4) ACI-ASCE Committee 352(1985), " Recommendations for Design of Beam Column Joints in Monolithic Reinforced Concrete Structures," Report ACI 352R-85.
5) Darwin, D. et. al.,(1994), "Guidelines for Design of Joints Between Steel Beams and Reinforced Concrete Column," Journal of Struct Div., ASCE, 120(8), pp. 2330-2357.
6) Deierlein, G.G. (1988). "Design of Moment Connections for Composite Framed Structures," Ph.D. Dissertation, Department of Civil Engineering, The Univ. of Texas at Austin.
7) Kanno, R. (1993), "Strength, Deformation, and Seismic Resistance of Joints Between Steel Bea -ms and Reinforced Concrete Columns," Ph.D. thesis, Cornell Univ.