

급속시공형 프리캐스트 합성교각의 성능

Performance of Precast Composite Piers for Fast Construction

심 창 수* 정 영 수** 윤 재 영*** 박 지 호****
Shim, Chang Su Chung, Young Soo Yoon, Jae Young Park, Ji Ho

ABSTRACT

Recently various types of prefabricated pier has been developed. In this paper, prefabricated composite columns with core steel elements embedded in concrete were proposed, which has no prestressing. Based on the previous research on composite columns with low steel ratio, the column were designed. A simple bolt connection detail between a footing and a pier element were also suggested. In order to investigate the seismic performance of the composite columns, several tests on concrete encased composite columns, which are prefabricated, were performed. Quasi-static tests were carried out and their performance was evaluated and compared with the results from the tests on CIP composite piers. In the case of precast piers, the end part of the pier needs to be carefully reinforced and related recommendations on details were derived.

요 약

조립식 교각을 교량의 하부구조에 적용하는 다양한 기술들이 최근에 활발히 개발되고 있다. 이 논문에서는 프리스트레스를 필요로 하지 않는 형태의 프리캐스트 합성교각을 제안하였다. 낮은 강재비를 갖는 합성교각의 정적 및 내진성능 평가에 기반하여 교각 단면을 설계하고 기초부와의 연결상세는 교각 단면이 기초부로 일부 매입된 상태에서 볼트 연결로 설계하여 설계의 단순화를 도모하였다. 새롭게 제안된 프리캐스트 합성교각에 대한 구조적 성능을 검증하기 위해 준정적실험을 수행하였다. 실험을 통하여 정적 성능과 내진성능을 함께 평가하고 기존의 현장타설 합성교각의 거동과 비교를 수행하였다. 프리캐스트로 제작할 경우에 기초와 만나는 교각 끝단의 보강 상세가 요구되고 이와 관련한 상세 제안사항을 도출하였다.

* 정회원, 중앙대학교 토목공학과 교수
** 정회원, 중앙대학교 토목공학과 교수
*** 정회원, 중앙대학교 토목공학과 석사과정
**** 정회원, 중앙대학교 토목공학과 석사과정

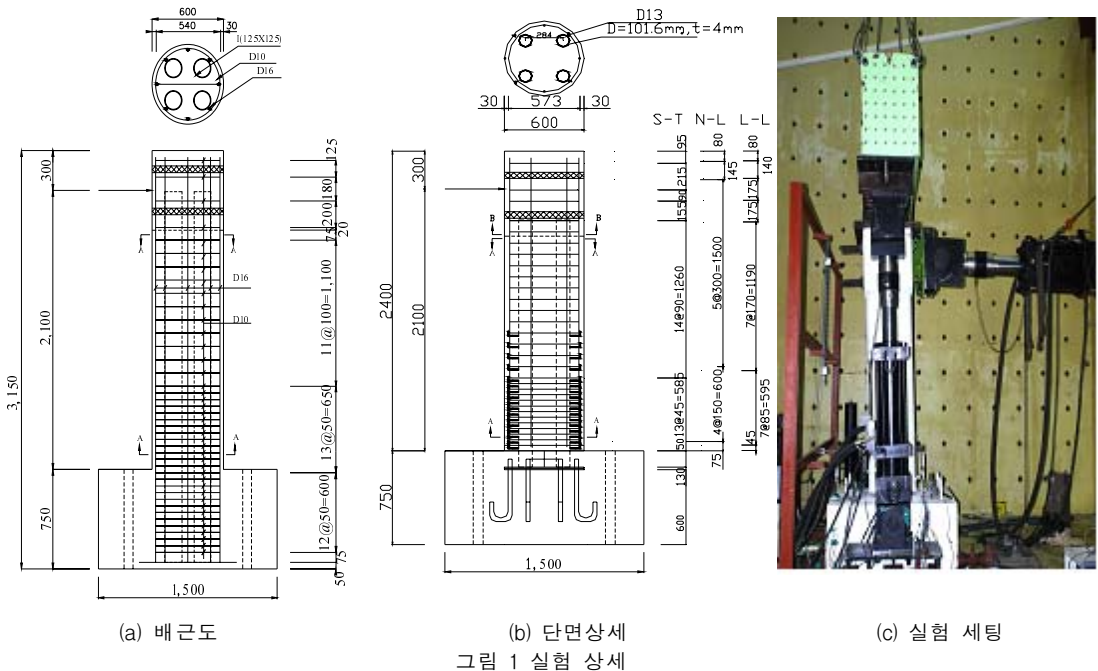
1. 서론

교량의 하부구조에 대한 연구를 통해 다양한 시공방법이 개발되어지고 있다. 그 중에서 공기를 단축시킬 수 있는 조립식(프리캐스트) 교각에 대한 관심이 증대하고 있다. 이 논문에서는 단일 세그먼트로 제작된 프리캐스트 합성 교각에 대하여 준정적(Quasi-Static)실험을 통하여 교각의 전체적 거동을 관찰해보고 심부구속철근비에 따라 미치는 영향을 살펴보았다. 또한 유사한 조건의 심부구속철근비를 갖는 현장타설 된 교각과의 비교를 통해 충분한 내진성능을 확보할 수 있는지를 평가하였다.

2. 준정적 실험

2.1 실험 부재

합성기둥의 축소 실험체는 $D = 600$ mm, $H = 2,100$ mm인 형상비 3.5의 3기를 제작하였다. 주철근은 13 mm 직경을 사용하였고 띠철근은 10 mm 철근을 사용하였다. 설계 압축강도는 35 MPa로 하였다. 실험체는 내진 설계 되지 않은 비내진 실험체 1기, 현행내진 규정의 50% 심부구속철근비를 갖도록 설계된 한정연성실험체 1기, 내진실험체 1기를 제작하였다. 그림 1은 실험 상세를 나타내었다.



2.2 실험 방법

총 3기의 실험체는 SRC 합성기둥의 내진 성능 평가를 위하여 축하중이 재하된 상태에서 반복 수평하중을 가하는 준정적(Quasi-Static)실험을 수행하였다. 실제 교각에서 상부구조물과 차량에 의해 축하중을 받는 상태를 가력기(Actuator)와 프레임을 이용하여 재현하였다. 수평하중은 최대 변위 ± 300 mm Actuator를 이용하여 변위비(Drift level)를 증가시키면서 변위 제어로 진행하였다.

표 1. 실험체명과 변수

실험 종류	실험체명	구조용 강재 (mm)	강재+주철근비 (%)	띠철근비 (%)	축하중 (kN)	압축강도 (MPa)
Quasi-Static Test	PSRC-6-S-T	D=101.6 , t=4	2.1	0.96	933	33
	PSRC-6-L-L			0.48		
	PSRC-6-N-L			0.24		
	QSCT-BA	D=139.8 , t=4.3	1.63	1.06	763	27
	QMCT-BA	D=210.6 , t=5.3	3.44			
	QSCT-SR	D=139.8 , t=4.3	1.63			

2.3 실험 결과

하중-이력곡선을 통해 심부구속철근비의 영향에 따른 프리캐스트 실험체의 경우 내진 실험체, 한정연성 실험체, 비내진 실험체 모두 비슷한 형상을 나타내어 전체적인 거동의 차이점을 확인할 수는 없었다. 기존의 현장타설 실험체와 비교하였을 때도 전체적인 거동에서는 차이를 보이지 않았다. 그림 3에 하중-변위 이력곡선을 나타내었다.

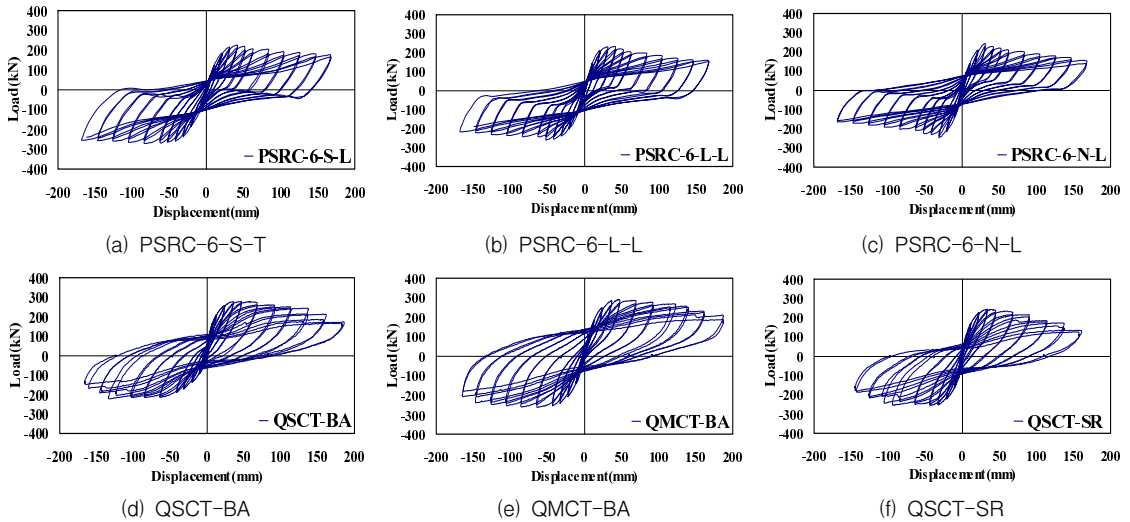


그림 3 하중-변위 이력곡선

변위 연성도를 분석해 보았을 때, 프리캐스트 실험체 중 비내진 실험체의 경우는 요구변위연성도 5를 만족하지 못하였고, 한정연성과 내진 설계된 실험체는 요구변위연성도를 만족하였다. 한정연성으로 설계된 실험체의 경우는 거의 동일한 수준을 보였지만, 내진 실험체에서는 28%~88% 연성 능력이 떨어지는 것을 확인할 수 있었다. 변위 연성도의 값은 표 2에 정리하였다.

에너지 소산능력에 있어서 급속 시공된 프리캐스트 합성교각의 경우 내진 설계된 실험체와 한정연성 설계된 실험체간에는 거의 동일한 수준으로 나타났다. 하지만, 급속 시공된 프리캐스트 합성교각과 현장 타설된 실험체의 비교를 보면 내진 설계된 실험체의 경우는 급속 시공된 프리캐스트 합성교각 실험체가 현장타설 실험체의 23%에 불과했고, 한정연성 설계된 실험체의 경우는 12%에 불과하였다.

표 2. 변위연성도

실험체명	항복		극한		변위연성도
	하중(kN)	변위(mm)	하중(kN)	변위(mm)	
PSRC-6-S-T	239.11	32.51	230.09	167.78	5.16
PSRC-6-L-L	222.34	26.58	221.44	143.00	5.38
PSRC-6-N-L	214.10	22.59	206.81	68.39	3.03
QSCT-BA	227.29	13.49	234.40	130.67	9.69
QMCT-BA	244.59	20.41	245.32	134.76	6.60
QSCT-SR	206.93	16.43	206.47	88.73	5.40

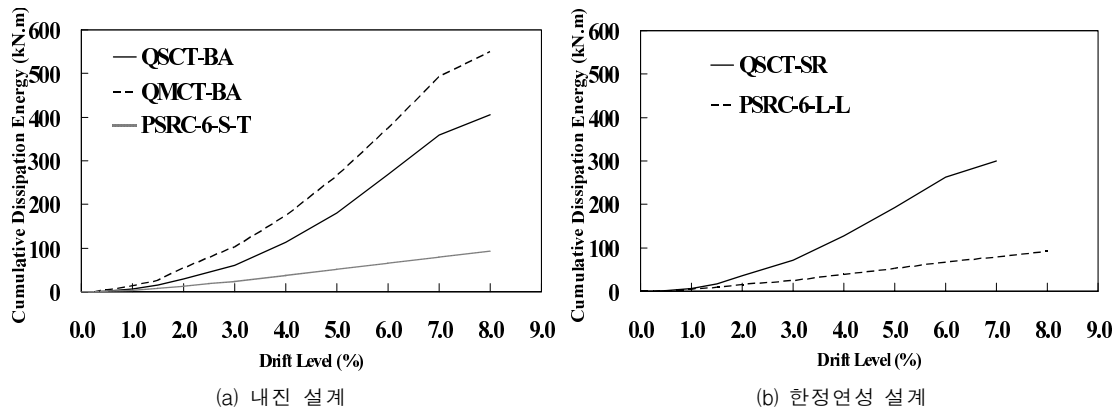


그림 4 에너지 소산능력

3. 결론

급속 시공된 프리캐스트 합성교각의 내진 성능을 현장타설 된 실험체와 비교분석하였다. 좀 더 누적된 실험결과가 필요하지만, 현재까지 분석된 결과를 통해 급속 시공된 프리캐스트 합성교각에 대해서 변위연성도와 에너지 소산능력의 확보를 위한 보강 방법이 필요하다고 생각된다. 따라서, 앞으로의 다양한 보강 방법을 통한 연구 결과가 누적된다면 급속 시공된 프리캐스트 콘크리트 합성교각이 시공 방법에 영향을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

이 논문은 교량설계핵심기술연구단을 통하여 지원된 건설교통부 건설핵심기술연구개발사업에 의하여 수행되었습니다. 연구 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. 도로교설계기준(2005) 한국도로교통협회, 건설교통부
2. 심창수, 정영수, "합성단면을 이용한 경제적 교량의 하부구조 급속시공 시스템 (Substructure system for fast and economical construction of bridges using composite section)", 2007 건설교통 R&D 성과포럼 논문집, 2007. 05.09, pp.280-283.
3. Chang-su shim, Young-Soo Chung, Jung-Hoon Han, "Cyclic response of concrete-encased composite columns with low steel ratio", Structures & Buildings, ICE Accepted for publication.