

해석과 실험에 의한 합성강관기둥의 내화성능 연구

Study on Fire Resistance of Steel Columns made up with CFST by Analysis and Experiment

권인규*, 김흥열**
In-Kyu Kwon, Heung-Youl Kim

요 약

콘크리트 충전 강관기둥부재(이하 CFST)는 대칭성을 유지하는 기하학적 특성과 내부에 충전된 콘크리트의 구조 및 내화성능의 향상으로 최근 초고층 건축물의 주요 요소로 활용되는 추세에 있다. 반면 CFST는 실험적 결과에 의존하는 경향을 보이고 있으나 이는 많은 비용과 시간이 소요되는 단점이 있으므로 강재의 고온특성을 적용한 해석적 결과와의 상관성은 매우 중요한 의미가 있다. 따라서 본 연구의 목적은 CFST 내화성능을 해석 및 실험결과를 활용하여 상호 관계를 파악하고자 한다.

1. 서론

CFST는 유럽 강구조협회의 연구결과, 일본의 신도시하우징협회 그리고 캐나다의 국립 건설연구소 NRCC (National Research Council of Canada)의 연구가 대표적인 사례이다. 국내에서는 한국강구조학회, 학교, 연구소가 수행한 연구가 대표적 사례로 판단된다.

본 논문은 향후 강구조 건축물의 성능적 내화설계의 기반을 구축을 목적으로 강관 구조의 내화성능을 해석적 방법과 실험적 방법을 통하여 그 결과를 상호비교한다.

2. CFST의 내화성능 평가

2.1. 해석에 의한 내화성능 평가

가. 모델링

가열시간에 따른 온도해석을 목적으로 그림 1과 같은 단면을 설정한다.

* 정희원 강원대학교 소방방재학부 교수, E-mail : kwonik@kangwon.ac.kr

** 정희원 한국건설기술연구원 화재안전연구실, 연구위원 E-mail : hykim@kict.re.kr

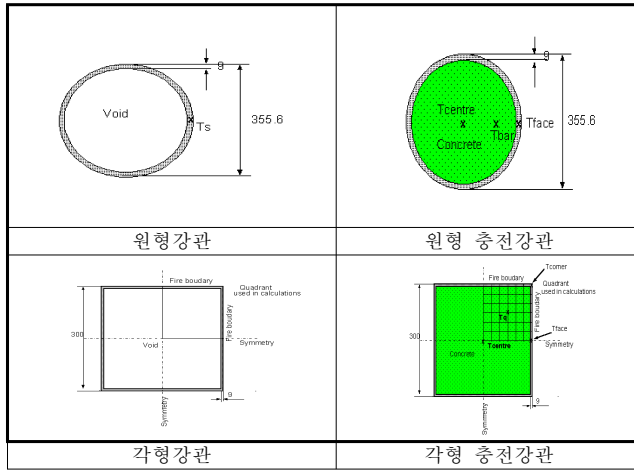


그림 1. 강관부재의 해석모델

나. 해석수행

내화성능의 평가를 위해서 KS F 2257-1의 표준온도가열곡선과 CFST의 온도해석에는 TASEF (Temperature Analysis of Structures Exposed to Fire)를 이용하였다.

다. 해석결과

(1) 원형 CFST

원형 강관내부에 충전된 콘크리트의 온도변화는 향후 재하가열시험에 의한 충전강관기 등의 내력평가에 중요한 요소이다. 원형강관 내부 콘크리트의 내화시간별(30분, 60분, 90분, 120분 및 180분), 거리에 따른 온도 상승의 결과는 그림 2와 같다.

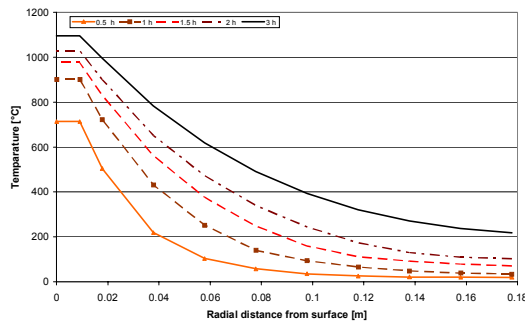


그림 2. 원형 CFST의 내화시간별 깊이에 따른 온도

2.2 내화시험에 의한 내화성능평가

2.2.1 CFST의 내화시험

가. 내화시험 계획

강관기둥 내부에 일반 콘크리트(21MPa, 슬럼프 12cm)를 충전한 원형기둥 4개와 각형기둥 4개 등 모두 8개를 제작하였다. 내화시험에 적용된 가열곡선은 KS F 2257-1에 제시된 표준온도가열곡선이다. CFST의 내화성능은 무충전 CFST와 동일하게 하중지지력으로 판정한다.

나. 내화시험 결과

CFST의 재하가열시험 국부좌굴은 원형 및 각형강관기둥부재와 동일하게 불특정한 위치에서 발생되었다. 재하가열시험 중 측정된 CFST의 시험체 별 강제 표면온도는 표 1과 같다. 표에 제시된 각 온도는 각 시험체의 내화성능 유지시점까지의 최고값이다.

표 1. CFST 시험체 별 강제온도

시험체	하중량 (톤)	내화 시간 (분)	강제온도(℃)				
			상부	중앙	하부	평균 온도	최고 온도
C-R-I-S210-L100	212	18	538	554	519	537	554
C-R-I-S210-L80	169	20	577	601	529	569	601
C-R-I-S210-L60	127	27	653	670	655	660	670
C-R-I-S210-L50	106	29	732	682	585	667	732
C-RE-I-S210-L100	224	21	578	631	611	607	631
C-RE-I-S210-L80	179	19	523	521	581	542	581
C-RE-I-S210-L60	135	18	527	567	537	544	567
C-RE-I-S210-L50	112	23	546	518	580	548	580

2.3 해석과 내화시험의 비교

원형 CFST 기둥부재의 강관의 온도에 대한 해석적 결과와 내화시험을 통한 온도결과를 그림 3에 비교하였다. 두 가지 타입의 강관기둥 모두 초기에는 다소 상이한 결과를 보이고 있으나, 점차적으로 동일한 결과값으로 수렴하는 경향을 보이고 있다.

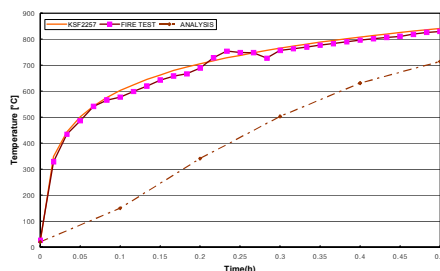


그림 3. 원형 CFST의 온도변화 비교

각형 CFST의 콘크리트는 해석 및 시험의 결과에서 모두 100℃를 초과하지 않았다. 즉 콘크리트는 내화성능시간까지 구조적 안전성을 유지하고 있었음을 알 수 있었고, 강관자

체의 내력저하가 내화성능에 직결되었다고 판단할 수 있었다. 따라서 내화성능의 향상을 위해서 강관에 작용하는 하중비를 적게하는 것이 필요하다고 판단하였다.

3. 결론

콘크리트 충전강관 기둥부재(CFST)의 내화성능을 향후 성능적으로 수행하기 위한 기반 도출을 목적으로 해석적 방법과 재하가열시험을 수행하여 다음과 같은 결론을 도출하였다.

1. 원형강관과 원형 CFST 기둥부재의 강관 외주부 온도에 대한 해석적 결과와 내화시험을 통한 온도결과 비교한 결과. 두 가지 타입의 강관기둥부재 모두 초기에는 다소 상이한 결과를 보였으나, 점차적으로 동일한 결과값으로 수렴하는 경향을 보였다.
2. 내화성능시간까지 각형 CFST의 콘크리트는 해석 및 내화시험 결과 모두 100℃를 초과하지 않았다. 즉 콘크리트는 내화성능시간까지 구조적 안전성을 유지하고 있었음을 알 수 있었고, 강관자체의 내력저하가 내화성능에 직결되었다고 판단할 수 있었다. 따라서 내화성능의 향상을 위해서 강관에 작용하는 하중비를 낮게 하는 것이 필요하다고 판단하였다.

감사의 글

본 논문은 2010년 연구재단 “강구조 건축물의 내화설계 기반연구”(과제번호: 2010 - 0004385)사업의 일환으로 수행되었으며, 지원에 도움을 주신 모든 분께 감사드립니다.

참고문헌

- 1) 포항산업과학연구원, 강구조 내화공학설계 기술개발(II), 2003.
- 2) 권인규, 강구조 부재의 하중비에 따른 내화성능 평가연구, 대한건축학회논문집, 제26권 제4호, pp 55~62, 2010.4
- 4) 김규용, 김영선의 3, 고강도콘크리트를 충전한 CFT기둥의 내화성능평가에 관한 실험적 연구, 대한건축학회논문집, 24권 8호, pp. 147~154, 2008.8,
- 5) 박수희, 류재용 외 2, 일정 축력을 받는 콘크리트 충전 각형 강관기둥의 내화성능평가, 한국강구조학회 논문집, 제19권, 6호, pp.703~714, 2007