

각형 강관기둥부재의 한계온도 평가 연구

Evaluation of Limiting Temperatures of Rectangular Hollow Sections

권인규*

Kwon, In-Kyu

Abstract

Structural steel has been used as a primary materials to columns and beams since 1960's in Korea with an advantages of excellent of load-bearing capacity and design flexibility, and faster construction. However, if the steel columns made of structural steel exposed to fire the load-bearing capacity is going down steadily and finally reach to collapse. Therefore, building regulation requires fire resistance according to building occupation, scales. The fire resistance can be evaluated two categories. One is prescriptive method that is based on building regulation, specification and so on and the other is performance-based fire engineering method. The latter can be designed based on scientific and engineering consequences. The easiest evaluation way using the fire engineering design is comparing to the limiting temperature and maximum temperature calculated based on heat transfer theory. If the limiting temperature of a column exceeds the maximum temperature of it, the column can carry the load during the fire. Therefore, the database of limiting temperature is very essential for evaluation of column. In this paper, to build the database of column made of rectangular hollow sections 8 fire tests with loading were conducted and the relation between the limiting temperature and the applied loads showed in reverse proportion.

키 워 드 : 내화설계, 성능적 공학설계, 하중비, 각형강관

Keywords : fire design, performance-based fire engineering design, load ratio, rectangular hollow sections

1. 서론

구조용 강재는 내력전달능력과 설계 자유도 그리고 공기단축 효과가 우수하여 건축물 주요 구조부의 주요 재료로 적용되고 있다. 그러나 화재와 같은 고열에 노출되었을 경우, 내력 감소가 발생되어 궁극적으로 붕괴에 도달될 수 있는 문제점을 동시에 가지고 있다¹⁾. 따라서 건축물의 화재 시 구조적 안전성 확보를 목적으로 일정 규모 이상의 건축물을 대상으로 내화구조 채택을 의무화하고 있으며 최근 성능적 내화설계의 일환인 내화공학설계가 전 세계의 주요 화두로 등장하고 있다²⁾. 내화공학설계는 다양한 방법의 적용이 가능하며, 한계온도방법이 이중 가장 적용성이 용이한 것으로 판단된다. 한계온도방법은 각 구조부재의 고온 내력한계점에 도달될때의 온도인 한계온도와 해당 화재구획에서의 화재 크기로 평가되는 해당부재의 최대온도를 상대 비교함으로써 그 내화성능을 평가할 수 있다³⁾ 따라서 본 연구에서는 재하가열시험을 통하여 구조부재의 내화성능과 한계온도의 도출을 목적으로 하고, 그 대상은 각형강관과 일반강도가 보강된 각형강관으로 한정한다.

2. 한계온도에 관한 연구

기둥과 보부재에 대한 한계온도는 영국코드와 유러코드 그리고 뉴질랜드표준에 제시되어있다. 영국코드에서는 각 부재의 조건과 하중비에 따라서 한계온도가 제시되어있으며, 유러코드와 뉴질랜드에서는 하나의 식으로 표현되어있다. 또한 Bill Wong은 경계조건에 따른 기둥부재와 보부재의 소성한계에서의 한계온도를 해석적 방법을 통하여 도출하였다. 권인규는 H-형강 기둥부재와 원형강관 기둥부재를 대상으로 최대하중에 대한 감소비를 적용하여 내화성능과 한계온도 그리고 각각에 관한 관계에 관한 결과를 연구하였다.

3. 한계온도 도출을 위한 내화시험

3.1 실험 계획

- 1) 동화출판사, 건축방재학, 2007
- 2) 포항산업과학연구원, 강구조 내화설계기술 개발, 2003
- 3) New Zealand, NZS 3404: Part1:1997, Steel Structures Standard, 1998

* 강원대학교 소방방재공학전공 교수, 교신저자 (kwonik@kangwon.ac.kr)

한국산업규격에 제시된 내화시험방법(KS F 2257-1, 7)과 취대하중에 대한 감소 비율(100%, 80%, 60% 및 50%)을 적용한 내화시험 계획을 표 1과 같은 시험체 규격으로 설정하였다. 기둥부재의 경계조건은 구조적 안전측을 고려하여 힌지단으로 고려하였으며, 작용하중은 내화시험 15분전에 부가하였고, 각 부재의 시간경과별 온도도출을 목적으로 열전대를 설치하였다. 기둥 시험체의 내화성능은 축변형량 $h/100$, 축변형율 $3h/1000$ 초과여부로 평가하였다. 단 여기서 h : 시험체 높이(3,500mm)이다.

표 1. 내화시험체 계획

일반	-소재 : 일반구조용 각형강관(KS D 3568) -규격 : 300×300×9mmt (유효가열길이 3.5m)	4개
충전	-소재 : 일반구조용 각형강관(SPSR 400) -규격 : 300×300×9mmt (유효가열길이 3.5m) -충전재료 : 콘크리트(25-210-12)	4개

3.2 실험 결과 및 고찰

재하가열시험에 의한 시간경과별 처짐은 그림 1에 제시하였고, 작용하중에 따른 내화성능과 구조적 한계 즉 성능기준에 도달할 때인 한계온도에 대한 결과는 표 2와 같다.

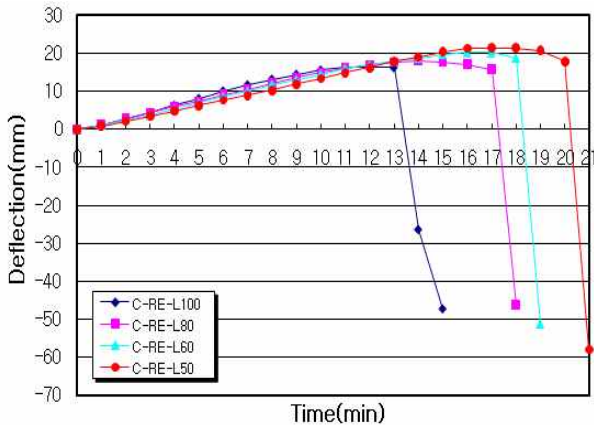


그림 1. 시간경과에 따른 처짐

표 2. 내화시험 결과

시험체	하중 (kN)	한계온도 (°C)	내화시간 (분)
C-RE-L100	1,630	550	14
C-RE-L80	1,300	567	17
C-RE-L60	980	612	18
C-RE-L50	810	650	20
C-RE-S21-L100	2,240	607	21
C-RE-S21-L80	1,790	542	19
C-RE-S21-L60	1,350	544	18
C-RE-S21-L50	1,120	548	23

4. 결 론

각형강관기둥부재와 일반강도(21MPa)콘크리트가 충전된 각형강관기둥부재의 내화성능과 한계온도 도출을 목적으로 수행된 연구결과는 다음과 같다.

- 1) 각형강관 기둥부재의 경우, 작용하중과 내화성능, 한계온도는 반비례 특성을 보였다.
- 2) 콘크리트가 보강된 각형 충전강관기둥의 경우, 작용하중과 내화성능, 한계온도 모두 특정 관계성을 보이지 않았다. 이는 콘크리트의 특성이 충분히 발현되지 못한 결과로 판단되었고, 한계온도 도출에 의한 내화성능 평가는 다소 한계가 있을 것으로 판단되었다.
- 3) 콘크리트가 충전된 타입의 경우, 1시간 내화성능 확보를 위해서는 적용 하중비의 완화 및 철근 보강 등이 필요할 것으로 판단되었다.

감사의 글

본 논문은 2012년도 한국연구재단 연구비지원(과제명: 강구조 건축물의 내화설계 기반연구)에 의한 연구결과의 일부입니다. 연구지원에 도움을 주신 모든 분께 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. 포항산업과학연구원, 콘크리트 충전강관기둥 구조 및 시공지침, 2001
2. 한국표준협회, KS F 2257-7, 건축부재의 내화시험방법 - 기둥의 성능조건, 2006
3. BSI, BS 5950:Part8, Structural Use of Steelwork in Buildings, 1990
4. CEN, Eurocode 3 : Design of Steel Structures Part 1,2 : General Rules Structural fire design, pp.15~21, 1995.
5. M.B. Wong "Modelling of axial restraints for limiting temperature calculation of steel members in fire" Journal of Construction Steel Research 2005;61, pp.675~687