

2025년 추계학술발표대회 : 일반부문

## 고온 노출 후 스테인리스강과 탄소강 볼트접합부의 최대내력에 관한 실험적 연구

### Experimental Study on the Ultimate Strength of Stainless Steel and Carbon Steel Bolted Connections after Exposure to Elevated Temperature

○황 호 준\*      김 태 수\*\*  
Hwang, Ho-Jun      Kim, Tae-Soo

키워드 : 볼트접합부, 스테인리스강, 탄소강, 이면전단, 화재 후, 공기냉각, 극한강도, 블록전단

Keywords : Bolted connection, Stainless steel, Carbon steel, Double-shear, Post-fire, Air-cooling, Ultimate strength, Block shear

스테인리스강과 탄소강은 건축 구조용 및 비구조용 재료로 널리 사용되고 있으며, 최근 스틸하우스·모듈러 시스템 등 신공법 도입으로 수요가 증가하고 있는 추세이다. 스테인리스강은 내식성·내화성·내진성이 우수해 활용이 확대되고 있으며, 탄소강은 경제성과 시공성으로 인해 여전히 대표적 구조재로 사용되고 있다. 그러나 최근 아파트·공장 등 다중이용 건축물에서 화재가 빈번히 발생하고 있으며, 강구조물 피해 사례도 보고되고 있다. 화재는 구조 부재뿐 아니라 접합부까지 심각한 손상을 유발하지만, 국내외 기준에서는 접합부의 화재 후(Post-fire) 성능에 대한 구체적인 지침이 미비하다.

이 연구는 스테인리스강과 탄소강 볼트접합부를 가열 후 냉각한 상태에서 실험을 수행하여 온도별 감소계수를 제안하고, 화재 후 접합부 성능 및 파단모드 변화를 분석·비교하고자 한다.

화재 이후 조건에서, 오스테나이트계 스테인리스강 STS304, 탄소강 SS275로 제작된 2열 2행(double-shear, 2×2 배열) 볼트접합부의 블록전단파단 내력을 평가하기 위하여 단순인장 실험체를 계획하였다. 주요변수는 하중방향 연단거리( $e = 24, 32, 48\text{mm}$ )와 노출온도( $T = \text{상온(AM)}, 600^\circ\text{C}, 800^\circ\text{C}$ )로 설정하였다. 실험체는 공칭두께 3.0mm의 평판을 사용하였으며, 연결부 변형을 최소화하기 위하여 고정체에는 SM45C 및 STS316 강재를 사용하였다. 고장력볼트는 지압형 메커니즘에 따라 밀착조임 방식으로 체결하였다.

그 결과, 스테인리스강 접합부의 최대내력은 상온(AM), 600°C 및 800°C 조건에서 DS-A4E24가 222.9, 223.8, 222.7kN,

DS-A4E32가 228.6, 228.4, 227.4kN, DS-A4E48이 256.2, 255.5, 247.4kN으로 나타났고, 차이는 약 1% 이내에 불과하였다. 반면 탄소강 접합부는 DS-C4E24가 128.1, 136.2, 100.4kN, DS-C4E32가 144.3, 142.4, 112.7kN, DS-C4E48이 162.2, 168.5, 123.2kN으로 조사되었다. 600°C에서는 감소폭이 미미하였으나, 800°C에서는 연단거리 24, 32와 48mm 조건 모두 약 20% 수준의 내력저하가 발생하였다. 전반적으로 연단거리가 클수록 최대내력은 증가하는 경향을 보였다.

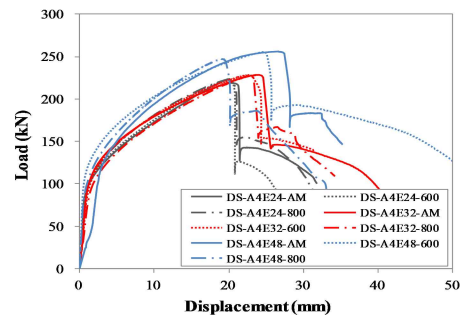


Fig. 1 Load-displacement curves of DS-A4 series

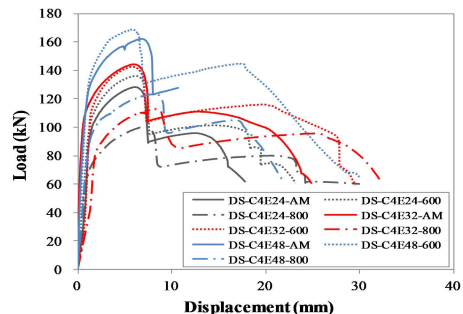


Fig. 2 Load-displacement curves of DS-C4 series

\* 한양대학교 대학원 건축시스템공학과 석사과정

\*\* 한양대학교 ERICA 건축학부 및 스마트시티공학과 교수, 공학박사, 교신저자

(Corresponding author : Department of Architectural Engineering, Hanyang University ERICA, tskim0709@hanyang.ac.kr)

이 연구는 2025년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 이공분야기초연구지원사업(과제번호 No. RS-2024-00346347)의 연구비 지원으로 수행되었음.