

2025년 추계학술발표대회 : 일반부문

현행 설계 기반 퓨즈 접합부 적용 철골 모멘트 저항 구조의 내진 성능 평가

Seismic Performance of Steel moment-resisting frames with fuse connections under current design practices

○박 상 욱*
Park, Sangwook

키워드 : 퓨즈 접합부, 철골 구조, 내진 성능 평가

Keywords : Fuse connections, steel structures, seismic assessment

최근 내진공학 분야에서는 주요 구조 부재(보, 기둥, 벽체 등)의 손상을 줄이고, 에너지 소산 및 손상을 구조 퓨즈(structural fuses) 부재에 집중시키는 방식의 구조 시스템에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 이 가운데 퓨즈 접합부(fuse connections)는 철골 특수 모멘트골조(SMRF)의 보-기둥 접합부에 적용되어, 보와 기둥을 탄성 상태로 유지하면서 퓨즈 부재가 소성 거동이나 마찰을 통해 에너지를 소산하도록 설계된다.

대표적인 사례로 Simpson Strong-Tie Yield-Link(SST-YL), DuraFuse, SOM Pin-Fuse 등이 있으며, 본 연구는 특히 SST-YL (Richards and Oh, 2019) 접합부에 초점을 맞추고자 한다. 기존 연구에 따르면 SST-YL 접합부는 일반 감소 단면(Reduced Beam Section, RBS) 접합부에 비해 붕괴 안전성이 높고 반복 하중 조건에서도 안정적인 거동을 나타낼 수 있을 것으로 보고되었다. 그러나, 현행 American Institute of Steel Construction (AISC) 358의 설계 기준(AISC, 2022)에서는 기둥의 세장비(compactness)를 고려하지 않고 충분한 초과강도(overstrength)만을 확보하도록 제시하고 있어, 이러한 접근 방식의 타당성에 대한 추가 연구 필요성이 제기되어 왔다. 또한, 퓨즈 접합부를 모사하는 수치 모델의 모델링 방법에 따른 해석 결과의 민감도 역시 지속적으로 연구가 요구되는 부분이다.

이에 본 연구에서는 이러한 연구 필요성을 고려하여, SST-YL 접합부가 적용된 철골 특수 모멘트골조의 내진 성능을 분석하였다. 이를 위해 OpenSees를 활용하여 등가 정적 해석법(ELF)으로 설계된 2층~8층 규모의 구조물을

모델링하고, 기존에 개발된 퓨즈 접합부 수치 모델을 적용하여 비선형 정적 해석(pushover)과 점진적 동적 해석(IDA)을 수행하였다.

해석 결과, 기둥 세장비 요구를 반영한 설계가 단순히 높은 초과강도에 의존한 설계보다 붕괴 성능 측면에서 더 우수한 것으로 확인되었다. 특히 고층 건물에서 그 차이가 두드러졌으며, 저층 건물에서는 초과강도 요구를 완화할 경우 붕괴 여유율(collapse margin ratio)이 감소할 수 있음을 보였다. 따라서, 기둥 세장비 요구를 추가적으로 반영한 설계 기준은 퓨즈 접합부가 적용된 철골 특수 모멘트골조에서 경제성과 내진 안전성을 동시에 확보할 수 있는 효과적인 방안을 제시한다.

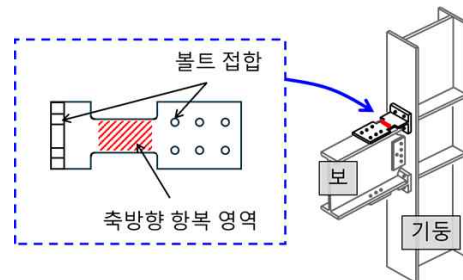


그림 1. SST-YL 퓨즈 접합부

참고문헌

1. Richards, P. W., & Oh, S. S. (2019). Cyclic behavior of replaceable shear fuse connections for steel moment frames, *Journal of Structural Engineering* 145(12), 04019156
2. AISC (2022). Prequalified connections for special and intermediate steel moment frames for seismic application, American Institute of Steel Construction.

* 중앙대학교 건축학부 조교수, 공학박사
(Corresponding author : School of Architecture & Building Science, Chung-Ang University, sangwookpark@cau.ac.kr)