

# 반복하중을 받는 스테인리스강 앵글 반강접 볼트접합부의 유한요소해석 모델

## Finite Element Model of Stainless Steel Angle Semi-rigid Bolted Connections under Cyclic loading

○황 보 경\*                      김 태 수\*\*  
Hwang, Bo-Kyung              Kim, Tae-Soo

키워드 : 반강접 접합부, 스테인리스강 앵글, 유한요소해석, 반복하중, 연성파괴

Keywords : Semi-rigid connection, Stainless steel angle, Finite element analysis, Cyclic loading, Ductile fracture

일반 탄소강에 비해 낮은 항복비와 높은 연신율을 갖는 오스테나이트계 스테인리스강은 내진성능을 요구하는 부재나 접합부의 구조적 성능을 향상시킬 수 있다. 또한, 반강접 접합부의 경우 구조부재의 강도 및 강성을 효율적으로 이용하여 구조물의 연성거동, 에너지흡수능력이 뛰어나 내진성능을 향상시킨다. 따라서 이 연구에서는 오스테나이트계 스테인리스강 앵글을 적용한 반강접 기둥-보 볼트접합부의 이력거동을 예측하기 위한 모델링 방법을 제안하고 유한요소해석을 수행한다.

해석모델은 그림1과 같이 상-하부+더블웹브 앵글 접합부로 H형강 H-400×200×8×13(SM355)이 보로 사용되고, 기둥은 H-400×400×13×21(SM355)이 사용되었다. 앵글의 크기는 L-100×100×10이 상-하부 앵글로 사용되고, 보 웹브 부분에는 2L-100×100×7이 사용되었다. 강종에 따른 접합부의 거동을 조사하기 위하여 앵글은 오스테나이트계 스테인리스강 STS316과 탄소강 SS275를 사용하였다.

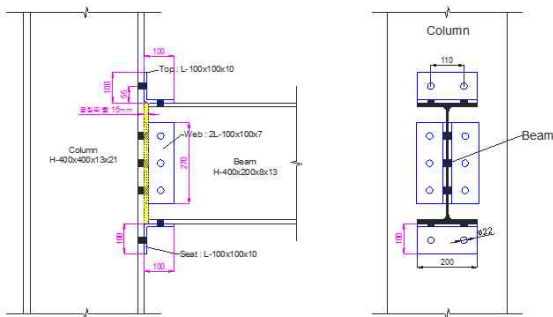


그림1. 대표적인 접합부 상세

\* 한양대 에리카 인공지능건설기술연구센터 박사후연구원, 공학박사

\*\* 한양대 에리카 건축학부 교수, 공학박사

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

이 연구는 2023년도 한국연구재단 연구비 지원에 의한 결과의 일부임. 과제번호: NRF-2022R1I1A1A01064471

볼트는 마찰접합된 고장력볼트 F10T-M20로 모델링을 단순화하였다. 가력은 H형강 보의 자유단부에 가해지는 변위제어법을 이용하여 반복가력하였다.

재료모델은 표 1과 같이 기존에 수행된 연구에서 얻어진 재료인장시험결과를 반영하여 입력하였다. 재료의 소성거동은 von Mises 항복기준과 등방경화모델(Isotropic hardening model)로 모사하였다. 한편, 일반적인 재료모델에서는 하중-변위 곡선 내에 급격한 내력 저하를 모사하지 않아 강도와 손상을 정확히 예측하기 어렵다. 따라서 구조물의 파괴 거동을 예측하기 위해서는 네킹 이후(Post-necking)의 진응력-진변형률 선도가 필요하다. 네킹 이후 구간에서는 기존연구에서 제안한 가중평균방법(weighted average method)을 사용하여 실험결과와 공칭응력-공칭변형률 곡선과 해석결과를 비교하여 가중치를 최적화하고 네킹 이후의 진응력-진변형률 곡선을 제안하였다. 또한, 파단에 대한 영향 및 강도저하를 고려하기 위해 2개의 재료상수만 요구하는 수정응력-파괴변형률 모델을 적용하여 연성파괴(Ductile fracture) 시뮬레이션을 수행하였다.

표1. 접합부에 사용된 재료 특성

재료 (사용부재)	탄성계수 $E$ (GPa)	항복강도 $F_y$ (MPa)	인장강도 $F_u$ (MPa)	항복비 $F_y/F_u$ (%)	연신율 (%)
SM355 (보, 기둥)	208.80	382.80	534.00	71.69	38.81
STS316 (앵글)	196.02	275.02	575.43	47.79	63.78
SS275 (앵글)	205.10	293.45	423.18	69.34	34.76