

부재와 이음판에 건축구조용 강종이 적용된 단순보 정적 가력 실험

김희동*

*인하공업전문대학 건축과

e-mail:drkimhd@inhatec.ac.kr

Static Loading Test on Simple Beam with Steel for Building Structures for Member and Splice Plates

Hee-Dong Kim*

*Dept. of Architect, Inha Technical College

요약

본 연구는 건축구조용 강종이 보 부재와 고력볼트 보 이음부 이음판에 적용된 경우 정적하중 하의 거동을 실험적으로 평가한 것으로 이음판의 강종 선정에 대한 기준 제안을 위한 자료 확보를 위해 수행되었다. 실험 수행 결과 보 부재의 거동에 의해서 최대내력이 결정되는 경우에 이음판에 요구되는 성능은 건축구조용 강종이 요구되는 수준은 아닌 것으로 나타나 이음판에 범용 강종 적용 가능성이 있는 것으로 기대된다.

1. 서론

최근 건축구조용 강종(SHN, SN 등)의 적용 확대에 따라 고력볼트 보 이음부를 설계 및 제작시 이음판(splice plate)과 부재의 강종 선택과 관련된 명확한 지침이 없어 실무에서 혼란이 발생하고 있다. 이음판에 건축구조용 강종을 사용할 수 있으면 가장 좋은 해결방안이 되겠으나 강종 수급 및 관리 등의 현실적인 문제를 고려할 경우 쉽지 않은 것이 현실이다.

이러한 문제를 해결하기 위해 선행된 보 이음부 관련 연구^{1), 2)}의 후속 연구로 이음판에 건축구조용 강종이 적용된 고력볼트 보 이음부에 대한 정적가력실험을 실시하고 이음부 및 이음판의 거동을 평가하였다.

2. 정적가력실험

2.1 실험체 계획

고력볼트 보 이음부에 휨모멘트와 전단력이 동시에 작용할 수 있도록 중앙집중하중을 받는 단순보형 실험체를 계획하였다(그림 1 참조). 실험체의 치수는 H-500x200x10x16, 지간

6,000mm로 하였으며, 이음부는 전단면 내력을 견딜 수 있도록 지압접합 형태로 설계하였다. 이음부 설계 관련 사항은 관련 설계기준 및 설계실무의 통상적인 가정값을 동일하게 적용하였다. 실험체 제작에 적용된 이음부 상세는 표 1에 정리하였다.

실험체의 보 부재에는 SHN275 강종을 적용하였으며, 이음판에는 SN275 강종을 적용하였다. SHN275 및 SN275 강종은 모두 건축물 강구조설계기준에 건축구조용 강종으로 규정된 강종이다.

2.2 가력 및 계측 계획

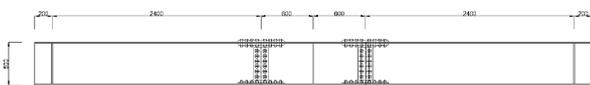
가력은 5,000kN 급 만능재료실험기(U.T.M)을 이용하였으며, 실험체 가력시 면외좌굴의 영향을 차단하기 위해 양단 지점부에서 2,000mm 지점에 2개의 횡지지(lateral support)를 설치하여 면외좌굴의 영향이 최소화 될 수 있도록 하였다.

U.T.M 하중 이외에 중앙부 및 보 이음부 위치의 수직변위 측정을 위해 LVDT를 설치하였으며, 이음부 위치의 보 부재 및 연결판의 변형률을 파악하기 위해 W.S.G를 이음부 당 11 개씩 부착하였다.

[표 1] 보 이음부 상세

강종	플랜지 이음판 (mm)	웹 이음판 (mm)	플랜지 볼트 (EA)	웹 볼트 (EA)
SN275 / S10T M20	16 / 16	12	8	6

비고) 플랜지 이음판 : 내부 / 외부, 볼트 수 : 편측계수



[그림 1] 보형 실험체 형상 및 셋팅 상황

[표 2] 가력 실험 결과 정리

최대하중 (kN)	최대하중시 변위 (mm)		최대하중시 변형률 ($\times 10^{-6}$)	
	Center	Splice	Left	Right
522.2	-127.86	-110.22	1647	1331
가력종료 하중(kN)	가력 종료시 변위 (mm)		가력 종료시 변형률 ($\times 10^{-6}$)	
	Center	Splice	Left	Right
486.6	-178.68	-153.78	1708	1332

3. 실험결과 분석

가력실험을 통하여 얻은 최대하중 및 이때의 중앙부와 이음부 수직변위 및 이음판 중앙부의 변형률 그리고 가력종료시 하중 및 이때의 중앙부와 이음부 수직변위 및 이음판 중앙부의 변형률을 표 2에 정리하였다. 그리고 하중과 중앙부 수직변위와의 관계를 그림 2에 나타내었다.

3.1 최대하중 도달시

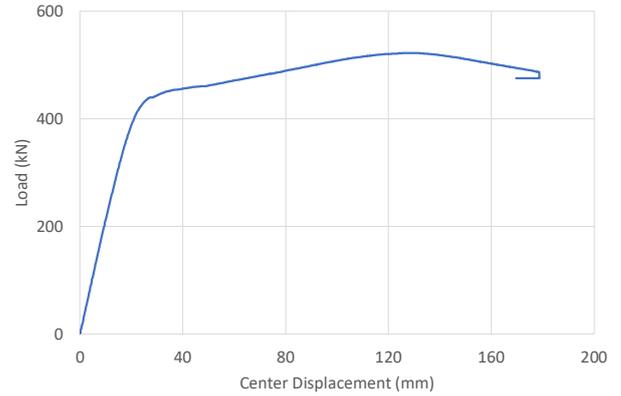
본 실험체의 경우 보 부재의 설계항복강도(F_y)를 기준으로 산정한 전소성모멘트(M_p)는 598.2 kN.m이며 이를 전소성모멘트를 유발하는 중앙부 집중하중으로 변경할 경우 398.8 kN이다. 이를 이용하여 가력실험시 최대하중을 무차원화해보면 1.31이 된다. 금번 실험체 제작에 사용된 H형강의 소재 인장 실험 결과에서 나타난 강재의 실제 항복강도(σ_y)가 353 MPa로 설계항복강도 275MPa과 1.28배 차이가 남을 고려할 때 보 부재의 전소성 모멘트 도달 수준까지 가력이 진행되었음을 알 수 있다. 최대내력은 압축플랜지의 국부좌굴 진행으로 인해 결정된 것으로 판단된다.

최대하중시 중앙부 수직변위를 기준으로 지점부와 중앙부 간의 부재각을 산정하면 0.043 rad이 된다. 동일 조건으로 볼 수는 없지만 특수모멘트 골조에서 요구되는 층간변위각이 0.04 rad 임을 고려할 때 변형 성능면에서도 적절한 소성변형 능력을 발현하고 있음을 확인할 수 있었다.

이음판의 변형률의 경우 좌우측에 편차가 다소 있으나 두 경우 모두 이음판의 실제 항복강도인 314.6 MPa를 기준으로 산정한 항복변형률 $1,498.1 \times 10^{-6}$ 과 비교했을 때 항복 이전 또는 항복이 시작된 직후 정도의 변형률을 나타내었다. 따라서 최대하중시 이음판의 소성화 정도는 그리 크지 않다고 판단된다.

3.2 가력종료시

가력종료시의 하중은 486.6 kN으로 최대하중의 93%이며 압축플랜지에 발생한 국부좌굴의 진전으로 중앙부 수직변위 178.68mm 도달이후 가력을 중단하였다. 가력 중단시 수직변위를 기준으로 부재각을 산정하면 0.0596 rad 이 되며, 최대하중시 변위와 비교해보면 1.4배 정도가 된다. 따라서 변형량과



[그림 2] 보형 실험체 하중 및 중앙부 수직변위 관계

내력 유지 상황을 기반으로 판단할 때 최대하중이 7% 감소하면서 변형은 40% 증가 하였으므로 가력 종료시까지 충분한 부재 변형 능력과 일정 수준의 하중 유지 능력을 확보하고 있었던 것으로 판단된다.

가력종료시의 이음판 중앙부 변형률은 좌, 우측의 편차가 있으나 최대하중시 변형률 대비 1.04, 1.00으로 거의 차이가 발생하지 않았다. 이는 최대하중의 결정이 보 압축측 플랜지의 국부좌굴 발생 및 이의 진행에 의해서 결정되어 소성변형이 국부좌굴 발생지점에 집중되어 나타난 현상이라 판단된다. 따라서 보의 최대내력 결정이 이음부에서 발생하지 않을 경우 이음판의 변형률은 최대내력시의 변형률에서 크게 변화하지 않을 가능성이 확인되었다.

4. 결론

이음판에 건축구조용 강종으로 적용한 고력볼트 보 이음부의 정적하중 가력시 거동을 평가하였으며, 그 결과 보 부재의 최대내력이 부재부에서 발생할 경우 이음판에 건축구조용 강종을 요구할 수준의 소성변형 또는 강도 신뢰성 등의 요구가 발생하지 않는 것으로 확인되었다. 따라서 이음판에 범용강종의 적용 가능성이 있는 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] 김희동, “강중에 따른 고력볼트 보 이음부 인장거동 평가”, 산학기술학회 논문집, 제21권 1호, 129~137, 1월, 2020년
- [2] 김희동. “건축구조용 강재 적용 고장력볼트 보 이음부 정적가력 실험”, 2019년 한국강구조학회 학술대회 발표집, 제 30권 1호, pp. 141~142, 6월, 2019년

감사의 글

본 연구는 한국연구재단의 연구지원(NRF-2016R1D1A1B03931956)을 통하여 수행된 연구의 일부입니다.