

초간편형 제4세대 H형강 기둥-보 약축접합부에 대한 성능평가

Performance Evaluation of The fourth Generation with Weak Axis Connection of Ultra Simple H Type Beam-Column

○부 윤 섭* 김 성 배** 양 재 근*** 이 은 택**** 김 필 중***** 김 상 섭*****
Boo, Yoon-Seob Kim, Sung-Bae Yang, Jae-Guen Lee, Eun-Taik Kim, Pil-Jung Kim, Sang-Seup

Abstract

In steel structure, the study about beam to column connection is being continued all over the world. A variety of connection details are currently being used. This study is to develop the weak axis connection of new type. The internal force of standard weak axis connection and the new type weak axis connection is compared through experiment. It is to analysis the structural characteristics of the standard weak axis connection and the new type weak axis connection, in addition to propose a reasonable connection detail of the new type weak axis connection.

키워드 : 초간편, 제 4세대, 약축접합

Keywords : Ultra Simple, The Fourth Generation, Weak Axis connection

1. 서 론

본 연구는 신형상 약축접합부 개발을 위한 것으로서 실험을 통하여 한국강구조학회에서 제시한 표준접합상세(이하 표준약축접합부)와 신형상 약축접합부의 내력과 각각의 구조적 특성을 파악하고자 한다.

신형상 약축접합부는 그림 1(d)와 같이 용접플레이트가 수평스티프너와 이음판의 2가지 역할을 하며, 전단접합에 필요한 수직스티프너가 없는 것이 특징이다. 또한, 시공의 용이성을 고려하여 공장용접으로 접합된 하부플레이트 위에 보를 얹고, 상부플레이트를 현장에서 용접을 한 후에 고력볼트로 접합한다. 따라서 본 연구는 시공이 용이하고 힘의 흐름이 명확하며 구조계산이 용이한 신형상 약축접합부의 구조적 성능을 검증하는데 그 목적이 있다.

2. 실험체계 및 실험방법

2.1 실험체계

본 연구는 표준약축접합부(HH-WK-2,4,5)와 신형상 약축접합부(WPL-WK-2,3,4,5)의 거동을 비교하기 위해 총 7개의 실험체를 제작하였다. 보 부재는 압연H형강 H-200×200×8×12(스팬 1200mm, SS400)을 사용하였으며, 기둥 부재는 압연H형강 H-300×300×10×15(높이 800mm, SS400)을 사용하였다. 고력볼트는 플렌지에 M22(F10T) T/S볼트, 웨브에는 M20(F10T) T/S볼트를 사용하였다.

표준약축접합부는 보 플렌지를 수평 스티프너에 맞댈 용접한 것[그림 1(a), (b)]과 이음판을 사용하여 보 플렌지를 고력볼트로 접합한 것[그림 1(c)]으로 구성되어 있으며, 웨브는 고력볼트를 사용하여 접합하였다.

신형상 약축접합부의 보 플렌지는 그림 1(d)와 같이 상부 및 하부의 용접플레이트를 사용하여 고력볼트로 접합하였다. 기둥의 웨브 및 플렌지는 하부플레이트를 양면필

릿용접을 하였으며, 상부플레이트는 기둥웨브에 1면 필릿 용접, 기둥플렌지에는 맞댈용접으로 하였다. 신형상 약축접합부의 구조적 성능과 시공의 용이성을 고려한 실험변수는 기둥웨브 끝에서 보까지의 거리로 하였다. (보 단부를 기둥웨브에서 45mm씩 이동)

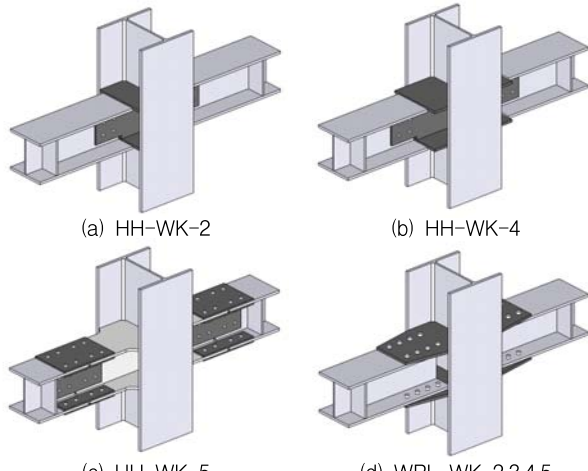


그림 1. 표준약축접합부 및 신형상 약축접합부의 접합상세

2.2 실험방법

실험방법은 약축 접합부의 기본적 거동을 파악하기 위하여 그림 4와 같이 단조가력을 하였다. UTM(용량 2000 kN)에 스팬 1200mm의 실험체를 단순지지 하였으며, UTM의 가력속도는 분당 2mm으로 하였다. 접합부 전체 변위와 보 단부의 변위를 측정하기 위하여 기둥 및 기둥 플렌지 끝에서 100mm, 200mm 떨어진 보 밑 양쪽에 변위계를 설치하였다.

3. 실험결과 및 분석

3.1 항복하중 산정 방법 및 실험결과

항복하중은 참고문헌(1)에서 제시한 방법에 따라 초기 접선이 최대하중시 갖는 변위를 항복변위로 하였고 이때의 내력을 항복하중으로 하였다.

표1은 실험체의 항복하중 P_y 와 최대하중 P_u , 항복하중시변위 δ_y , 최대하중시 변위 δ_u 를 나타낸 것이다.

* 한국기술교육대학교 건축공학부 석사과정
** (주)센구조연구소 연구소장, 공학박사
*** 인하대학교 건축학부 교수, 공학박사
**** 중앙대학교 건축학부 교수, 공학박사
***** 인천대학교 도시건축학부 교수, 공학박사
***** 한국기술교육대학교 건축공학부 교수, 공학박사
(교신저자 : kimss@kut.ac.kr)

표1. 실험결과

실험체명	P_y (kN)	P_u (kN)	δ_y (mm)	δ_u (mm)
HH-WK-2	543.12	748.41	6.31	48.05
HH-WK-4	561.42	793.41	6.61	53.21
HH-WK-5	532.65	780.16	7.61	106.91
WPL-WK-2	620.18	1000.70	6.51	87.19
WPL-WK-3	651.58	1054.91	8.51	90.70
WPL-WK-4	619.36	918.65	8.66	78.53
WPL-WK-5	566.32	793.02	10.51	77.68

3.2 표준약축접합부

그림 2는 표준약축접합부의 하중-변위 곡선이다.

HH-WK-2는 수평스티프너와 보 플랜지의 맞댐용접부에 취성파괴가 나타났다. 웨브의 고력볼트접합은 강성을 증가시키나 용접부의 취성파괴를 유발하는 것으로 보인다.

HH-WK-4는 HH-WK-2에 비해 최대내력과 연성 등의 구조적 성능이 향상되었고, 스캘립이 파괴되어 내력저하를 보인다. 용접부가 취성 파괴되지 않은 것은 수평스티프너와 보 플랜지의 맞댐용접부가 기둥 플랜지의 끝에서 75mm가 떨어져있어 응력부담을 적게 받는 것으로 판단된다.

HH-WK-5는 최대내력이 HH-WK-4보다 다소 낮지만, 고력볼트접합부에서 마찰접합이 지압접합으로 변화하며 변위가 증가하였다. 이로 인해 플랜지 및 웨브의 볼트와 이음판이 응력을 분담하여 연성적인 휨파괴를 보인다.

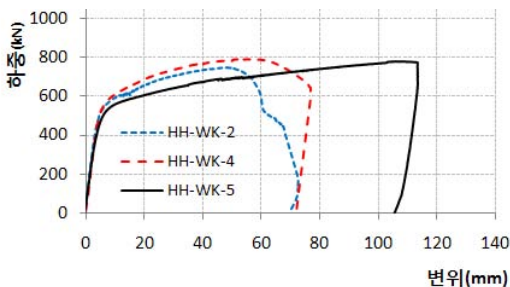


그림 2. 표준약축접합부의 하중-변위곡선

3.3 신형상 약축접합부

그림 3은 신형상 약축접합부의 하중-변위 곡선이다.

용접플레이트가 수평스티프너 역할을 하는 신형상 약축접합부는 실험초기에 고력볼트의 슬립현상이 있으나 슬립현상 이후에는 표준약축접합부에 비교하여 최대내력 및 연성 등의 구조적 성능이 뛰어난 것으로 나타났다.

WPL-WK-2는 보 단부가 기둥웨브 끝에서 60mm 떨어져 접합되었다. 파괴형상은 보 플랜지에서 휨파괴가 나타났으며, 본 연구에서 제안한 용접플레이트 두께와 고력볼트의 단면적이 충분하다는 것을 증명하였고, 표준약축접합부와 비교하여 우수한 구조적 거동을 나타냈다.

WPL-WK-3는 보 단부가 기둥웨브 끝에서 105mm 떨어져 접합되었다. 그림 3에서와 같이 실험을 중단한 시점에서 아주 우수한 구조적 성능을 보였다. 파괴형상은 휨파괴로 나타났으며, 그림 4(b)에서와 같이 보의 변형이 가장 작은 안정적인 거동을 보였다. 신형상 약축접합부는 전단접합이 없지만 집중된 응력이 기둥에 접합된 용접플레이트의 3면을 통하여 기둥의 플랜지 및 웨브에 효과적으로 분산된 것으로 판단된다.

WPL-WK-4는 보 단부가 기둥웨브 끝에서 150mm 떨어져 접합되었다. 표준약축접합부에 비해 비교적 우수한 구조적 성능을 보이며, 보 단부가 기둥의 플랜지를 벗어난 위치에 접합이 되어있어 기둥으로의 응력전달이 원활하지 않다. 따라서 용접플레이트가 과도한 응력집중에 의해 파단되어 내력이 저하되는 것으로 보인다.

WPL-WK-5는 보 단부가 기둥웨브 끝에서 195mm 떨어진 거리에 접합되었다. 다른 신형상 약축접합부에 비해 상대적으로 낮은 구조적 성능을 보이며, 용접플레이트가 과도한 응력집중에 의해 파단되어 내력이 저하되는 것으로 보인다.

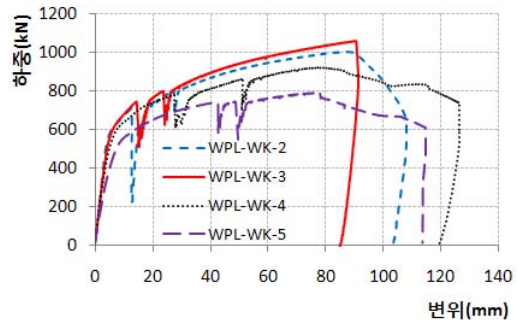


그림 3. 신형상 약축접합부의 하중-변위곡선



그림 4. 표준약축접합부 및 신형상 약축접합부의 파괴형상

4. 결론

본 연구는 시공이 용이하고 힘의 흐름이 명확하며 구조계산이 용이한 신형상 약축접합부의 구조적 성능을 검증하는데 목적을 두었으며 다음과 같은 결론을 내렸다.

- 1) 표준약축접합부는 맞댐용접부가 기둥 플랜지에서 멀어질수록 용접부의 응력부담이 적어져 취성파괴가 일어나지 않는다. 또한, 웨브의 고력볼트접합은 강성을 증가시키지만 용접부의 취성적거동도 유발하는 것으로 판단된다.
- 2) 신형상 약축접합부는 전단접합에 필요한 수직스티프너가 없고, 용접플레이트가 수평스티프너와 이음판의 2가지 역할을 한다. 그리고 집중된 응력이 기둥에 접합된 용접플레이트의 3면을 통하여 기둥의 플랜지 및 웨브에 효과적으로 분산되기 때문에 최대내력과 연성이 증가하고 표준약축접합부에 비해 아주 우수한 구조적 성능을 나타내는 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 김상섭, 이도형, 함정태, 김규석, H형강 기둥의 약축에 대한 기둥-보 접합상세 개발 및 내력평가, 한국강구조학회논문집, 16(1), 2004
2. 건축강구조 표준접합 상세지침, 한국강구조학회, 2010