

H 形柱の強弱両軸方向に接続可能な無溶接方杖補強工法の開発
その 3 初期剛性と骨格曲線

方杖補強 弱軸補強 強軸補強
H 形柱 ボルト接合 無溶接

会員 ○吉田 卓矢 * 同 中野 建蔵 ***
同 原口 圭 ** 同 池沼 良章 ***
 和田 泰典 * 同 佐藤 絢子 ****
 小嶋 裕記 * 同

1. はじめに

本報では、前報（その 2）に続き、試験結果について報告する。

2. 初期剛性

表 1 に前報（その 2）の荷重-変位関係の初期剛性および基準試験体との比を示す。溶接接合とボルト接合の初期剛性を比較するため、基準試験体は、加力が弱軸方向の試験体は W-RH200Y45(No.1)、強軸方向の試験体は S-RH200Y45(No.4)とした。S-RH175N45(No.7)、S-BH338N45(No.8)は柱サイズが異なるため、初期剛性の考察から除外した。初期剛性対象範囲は、加力開始から柱に降伏曲げモーメントが生じる荷重の半分以上を正負 2 回の繰り返しまでとした。初期剛性の評価方法は、割線剛性と近似線の 2 つの手法を用いた。割線剛性は、原点と最小もしくは最大荷重を用いて算出した。近似線による剛性は、最小二乗法による傾きとした。また、図 1～3 に初期剛性対象範囲の接合方法、方杖取付け角度を比較した荷重-水平変位関係示す。弱軸加力、基準試験体との剛性比の比較の結果、強軸加力ともに接合方法、拘束ボルトの有無による明確な差異は見れなかった。また、強軸加力における方杖の取付角度の違いによる影響はなかった。

表 1 初期剛性一覧

加力方向	試験体番号	試験体名	割線剛性			近似線		
			正側	負側	平均	基準試験体比	傾き	基準試験体比
弱軸	1	W-RH200Y45	0.642	0.733	0.687	1	0.648	1
	2	W-RH200NB45	0.74	0.694	0.717	1.04	0.664	1.02
	3	W-RH200N45	0.696	0.68	0.688	1	0.654	1.01
強軸	4	S-RH200Y45	1.646	1.794	1.72	1	1.61	1
	5	S-RH200NB45	1.594	1.7	1.647	0.96	1.58	0.98
	6	S-RH200N45	1.665	1.637	1.651	0.96	1.61	1
	9	S-RH200N60	1.653	1.77	1.712	1	1.648	1.02

3. 骨格曲線

縦軸の荷重 P を全塑性曲げモーメントが生じる荷重 P_u で除し、横軸の実験値の水平変位 δ を基準変位値 δ_u で除して無次元化した骨格曲線¹⁾を図 4～7 に示す。

図 4 は加力方向が弱軸方向の試験体の比較である。最大荷重は、いずれも柱の全塑性曲げモーメントが生じる荷

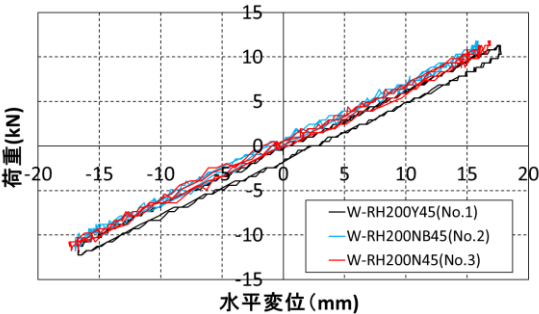


図 1 荷重-変位関係（弱軸接合方法の比較）

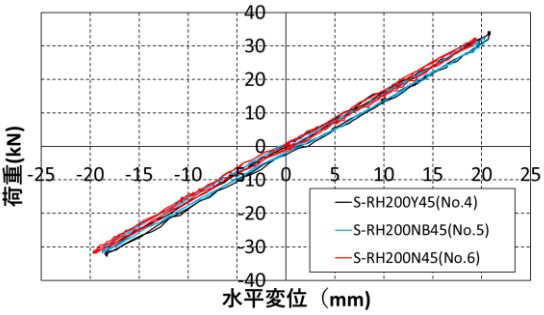


図 2 荷重-変位関係（強軸接合方法の比較）

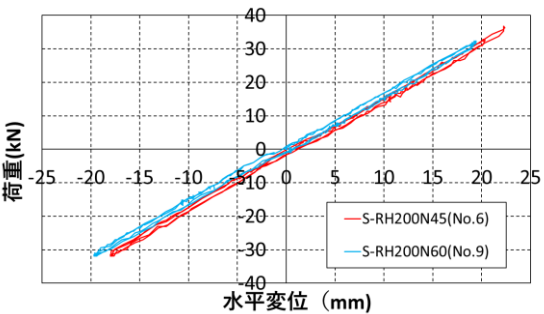


図 3 荷重-変位関係（方杖取付角度の比較）

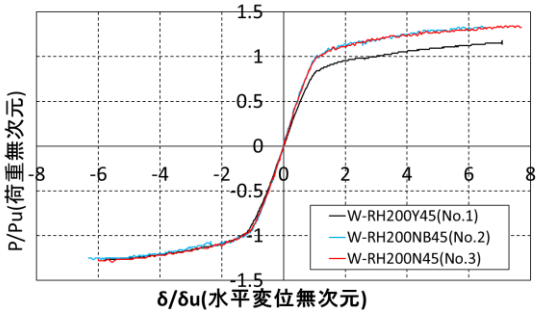


図 4 骨格曲線（弱軸接合方法の比較）

Development of Attaching Knee Brace on Non-Welding to
Both Strong and Weak Axis in H Columns
Part.3 Initial Stiffness and Skeleton Curves

YOSHIDA Takuya, HARAGUCHI Kei,
WADA Yasunori, KOJIMA Yuki,
NAKANO Kenzo, IKENUMA Yoshiaki, And SATO Ayako

重値 P_u を超えており、急激な荷重の低下も確認されなかった。最大荷重時の無次元化水平変位 δ/δ_u も同程度であった。

図5は加力方向が強軸方向の試験体のうち、接合方法による違いを比較している。いずれも柱の全塑性曲げモーメントが生じる荷重 P_u を超えた後、急激な荷重の低下もみられず、同様の曲線形状を示しており、接合方法の違いによる明確な差異は見られなかった。一方で、フランジ拘束ボルトの有無を比較すると、フランジ拘束ボルトが有る S-RH200NB45(No.5)の方が、負側の荷重が低い。これは前報（その2）のとおり、フランジ拘束ボルトが柱のフランジ部を押すことによる局部座屈の誘発が原因だと考えられる。

図6は加力方向が強軸方向の試験体のうち、柱サイズの違いを比較している。無次元化荷重の最大値およびその時の無次元化水平変位に違いがみられるが、これは S-BH338N45(No.8)の柱材の幅厚比が他の試験体に比べ大きく、早期に局部座屈が進行したためだと考えられる。無次元化荷重の最大値およびその時の無次元化水平変位以外は、同様の曲線形状を示していることから、柱サイズの違いによる明確な差異はないと考えられる。

図7は加力方向が強軸方向の試験体のうち、方杖取付角度の違いを比較している。曲線形状に明確な差は見られないが、方杖角度が60度の S-RH200N60(No.9)の方が、45度の S-RH200N45(No.6)よりもわずかに正側の荷重が大きい。これは図8に示すとおり、柱材の軸芯と方杖材の軸芯の交点に対して S-RH200N60(No.9)の接合金物がより載荷側まで柱材を拘束しており、柱材の変形を抑制したことが一因であると考えらる。

4. まとめ

既存 H 形柱の強軸と弱軸の両方向に対して、同レベル位置に方杖補強が可能な高力ボルトによる接合部を開発し、溶接接合との比較実験を行った。開発したボルト接合試験体は溶接接合試験体に比べ、力学的性状の差は見られなかった。フランジ拘束ボルトは強軸方向の柱曲げに対し、局部座屈を誘発することがわかった。

【参考文献】

- 1) 鋼構造建築物の構造性能評価試験法に関する研究委員会報告書、建築研究所・日本鉄鋼連盟、2002.
- 2) 楠田健他：H 形柱における溶接を用いない弱軸方向方杖補強接合の開発、日本建築学会大会梗概集、構造Ⅲ、pp.1039-1040、2022.9（北海道）

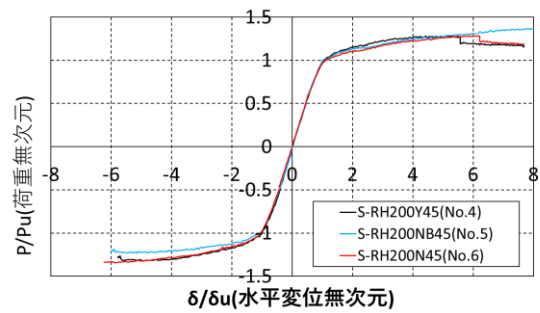


図5 骨格曲線（強軸接合方法の比較）

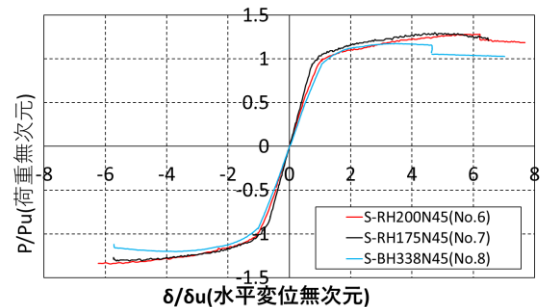


図6 骨格曲線（強軸柱サイズの比較）

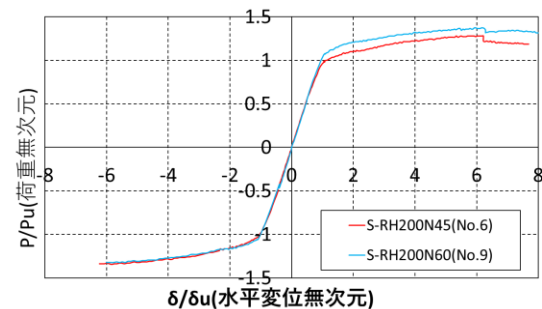
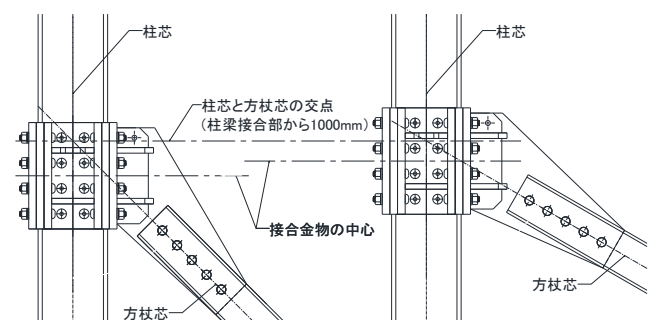


図7 骨格曲線（方杖取付角度の比較）



(a) S-RH200M45

(b) S-RH200M60

図8 接合金物の取付位置の違い

* 東日本旅客鉄道
 ** 東日本旅客鉄道 博士（環境学）
 *** センクシア
 **** 東鉄工業

* East Japan Railway Company
 ** East Japan Railway Company, Dr. Env.
 *** SENQCIA CORPORATION
 **** Totetsu Kogyo Co.,Ltd