

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 2 荷重変形関係と破壊性状
方杖補強 強弱軸 無溶接
ボルト接合 H 形柱 載荷実験

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

1. はじめに

本報では、前報（その 1）で説明した試験体の実験結果について報告する。

2. 荷重－変位関係

表 1 に各試験体における実験結果・計算値等を示す。加力方向が弱軸方向の比較として、W-RH200Y45(No.1)¹⁾, W-RH200NB45(No.2), W-RH200N45(No.3)の荷重－変位関係を図 1 に示す。加力方向が強軸方向の比較として、S-RH200Y45(No.4), S-RH200NB45(No.5), S-RH200N45(No.6)を図 2 に、S-RH200N45(No.6)と S-RH200N60(No.9)を図 3 に、適用最小柱サイズ S-RH175N45(No.8)を図 4 に、試験体最大柱サイズ S-BH338N45(No.8)を図 5 にそれぞれの荷重－変位関係を示す。図 1～5 は、縦軸を荷重 P (kN)、横軸を基準変位値 δ_u (mm)としている。

表 1 各試験体における実験値、計算値および安全率一覧

加力方向	試験体番号	試験体名	試験結果		計算値 P_u [kN]	安全率 P_{max}/P_u	破壊モード
			加力方向	P_{max} [kN]			
弱軸	1	W-RH200Y45 ¹⁾	正	41.2	34.9	1.18	柱曲げ
			負	-44.6		1.28	降伏型
	2	W-RH200NB45	正	42.7	31.8	1.34	柱曲げ
			負	-40.2		1.26	降伏型
	3	W-RH200N45	正	42.7	31.8	1.34	柱曲げ
			負	-41.2		1.30	降伏型
強軸	4	S-RH200Y45	正	87.3	68.2	1.28	柱曲げ
			負	-90.2		1.32	降伏型
	5	S-RH200NB45	正	93.2	68.2	1.37	柱曲げ
			負	-83.2		1.22	降伏型
	6	S-RH200N45	正	87.3	68.2	1.28	柱曲げ
			負	-91.7		1.34	降伏型
	7	S-RH175N45	正	65.2	50.2	1.30	柱曲げ
			負	-65.7		1.31	降伏型
	8	S-BH338N45	正	287.3	244.3	1.18	柱曲げ
			負	-293.7		1.20	降伏型
	9	S-RH200N60	正	93.7	68.2	1.37	柱曲げ
			負	-90.2		1.32	降伏型

図 1 は加力方向が弱軸方向の試験体の比較である。最大荷重 P_{max} はいずれも柱の全塑性曲げモーメントが生じる荷重の計算値 P_u （以下、柱の計算値 P_u ）を超える結果となった。加えて、荷重－変位関係はいずれも柱曲げ降伏型の履歴性状（柱以外の部材での損傷影響がみられない履歴性状）を示しており、接合方法の違いやフランジ拘束ボルトの有無による明確な差異は見られなかった。

図 2 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。いずれの試験体も最大荷重は

柱の計算値 P_u を超え、柱曲げ降伏型の履歴性状を示しており、接合方法による差異は見られなかった。また、フランジ拘束ボルトの有無で比較すると S-RH200NB45 の方が負加力時の荷重が低い。これはフランジ拘束ボルトがフランジ部を押すことで局部座屈を誘発し、S-RH200N45 よりも早い段階で局部座屈が生じたためと考えられる。図 3 は方杖の取付角度による違いを比較しており、取付角度による履歴性状の明確な差異は見られなかった。図 4, 5 より、S-RH175N45, S-BH338N45 についても、最大荷重はどちらも柱の計算値 P_u を超える結果となった。加えて、荷重－変位関係はどちらも柱曲げ降伏型の履歴性状を示しており、柱材サイズの違いによる明確な差異は見られなかった。

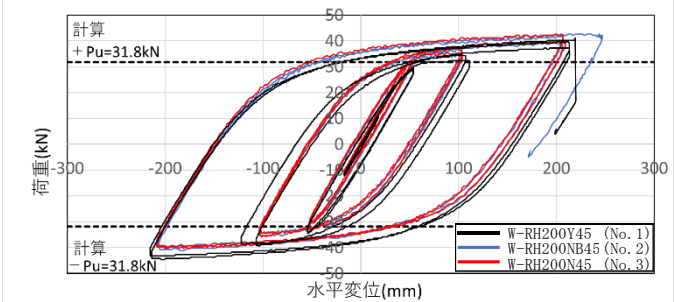


図 1 荷重－変位関係（弱軸接合方法の比較）

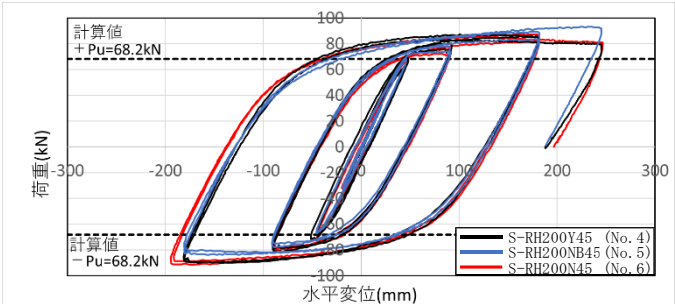


図 2 荷重－変位関係（強軸接合方法の比較）

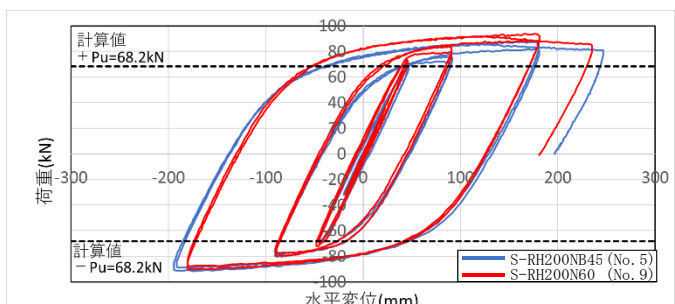


図 3 荷重－変位関係（方杖取付角度の比較）

Development of Attaching Knee Brace on Non-Welding to
Both Weak and Strong Axis in H Columns
Part.2 Load-deformation Relationship and Failure Modes

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

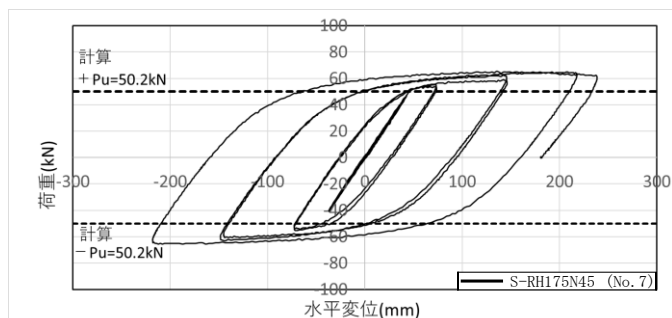


図 4 荷重－変位関係 (S-RH175N45)

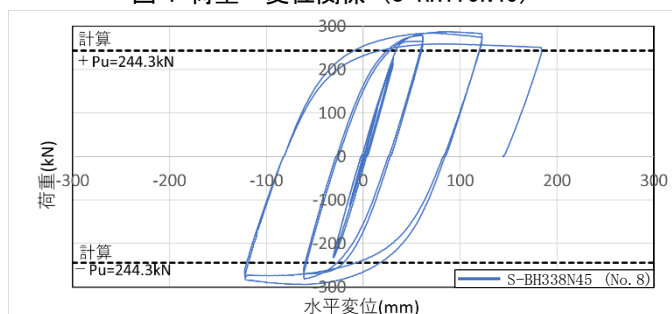
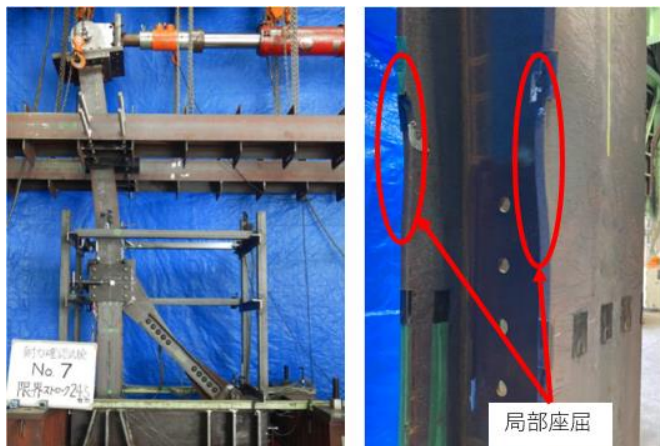


図 5 荷重－変位関係 (S-BH338N45)

3. 破壊性状

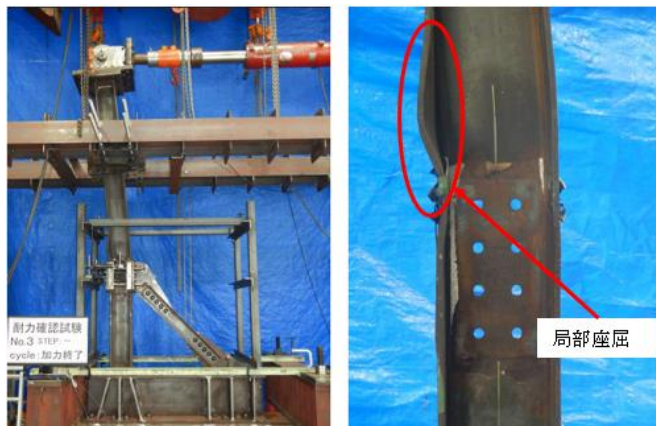
弱軸加力の破壊性状を図 6 に、強軸加力の破壊性状を図 7～8 に示す。弱軸加力並びに強軸加力とも柱フランジ部に明瞭な局部座屈が発生している。また、発生位置は柱心と方杖心の交点(以下、ワークポイント)よりも上側の接合部金物上端部位置に局部座屈が発生していることが確認できた。また、耐力は局部座屈が生じた位置よりもワークポイント位置の方が柱の曲げモーメントが大きくなるが、局部座屈発生位置がワークポイントでは無く、柱脚側に寄って発生した事が耐力の計算値よりも向上した一因だと考えられる。なお、S-BH338N45 は柱曲げ降伏後の耐力上昇が他の柱サイズに比べ小さく $4\delta_u$ 後最大荷重



(全景,最大変位 245mm 時) (接合部,加力後)
図 6 弱軸方向の破壊性状 (W-RH200N45)

であり、フランジの局部座屈の影響が大きかった為と考の 90%まで荷重低下がみられた。これは幅厚比種別が FCえられる。

以上より、加力方法, 柱サイズに関わらず試験体の局部座屈の発生位置に明確な差異は見られなかった。弱軸加力および強軸加力共に想定通りの破壊性状を示し、金物および各ボルト・方杖には特に損傷は見られなかった。



(全景,最大変位時) (接合部,加力後)
図 7 強軸方向の破壊性状 (S-RH200N45)



図 8 強軸方向の破壊性状 (接合部, 加力後)

4. まとめ

本報では、荷重－変位関係および破壊性状について報告した。弱軸加力および強軸加力各々ケースで荷重変形関係等の力学的性状に差は見られなかった。また、開発した金物は設計通りに柱材の曲げ崩壊となった。金物および接合ボルト、方杖には特に損傷は見られなかった。次報(その3)では、初期剛性および骨格曲線等の試験結果を示す。

参考文献

1) 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）

* 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.
**** SENQICIA CORPORATION
**** Totetsu Kogyo Co.,Ltd