

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 1 開発工法の概要と載荷実験計画
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	○佐藤 絢子*	同	和田 泰典**
同	小嶋 裕記**	同	原口 圭***
同	吉田 卓矢**	同	中野 建蔵****
同	池沼 良章****		

1. はじめに

旅客上家の耐震補強として方杖補強を行う場合がある。溶接を用いない耐震部材の取り付け工法として、既報¹⁾において H 形柱の弱軸方向に無溶接で取り付け可能な金物を開発した。一方で、H 形柱の強弱両軸方向に方杖を取り付ける場合に既報¹⁾の金物では設置高さをずらして取り付ける必要がある(図 1)。そこで、強弱両軸方向に同レベル位置で方杖補強が無溶接(ボルト接合)で可能かつ、柱材に取り付く方杖本数を自由に選択できる工法の開発を行った。

本報では開発した工法及び構造性能を把握するために行った耐力確認実験の実験概要について報告する。



図 1 既往の無溶接工法により強弱両軸補強した例

2. 工法概要

図 2 に開発した工法のイメージ、図 3 に金物形状を示す。取り付けは、まず既存の H 形柱のウェブを金物で挟み込み、ウェブに開削したボルト孔を用いて高力ボルトで締付ける(以下、弱軸金物とする)。次に、H 形柱のフランジ板を覆うような形状の金物(以下、強軸金物とする)を弱軸金物と高力ボルトで接合する。方杖材の取り付け側の弱軸金物及び強軸金物にはガセットプレートが取り付けられ、金物取り付け後、方杖材を高力ボルトにより接合することで旅客上家柱の耐震補強を行う。

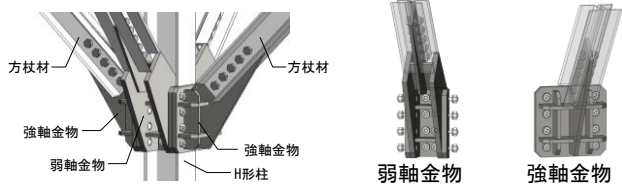


図 2 開発工法のイメージ

図 3 金物形状

3. 実験概要

3.1 試験体概要

開発工法の曲げ耐力を確認するため、以下のように載荷実験を行った。図 4 に試験体概要及び載荷装置図を示す。架構の半分の上下反転し、柱脚側を加力する計画とした。

試験体柱下端(柱頭側)から加力ジャッキまでの距離(3200mm)、試験体柱下端(柱頭側)から柱心と方杖心の交点までの距離(1000mm)は全試験体共通とした。梁材は剛体に近づけるため、梁材下端全面に高力ボルトで固定し梁材の曲げ変形を抑えた。また柱材の横座屈を防止するため補剛材を設け、柱材の曲げ降伏が必ず先行して生じるように計画した。

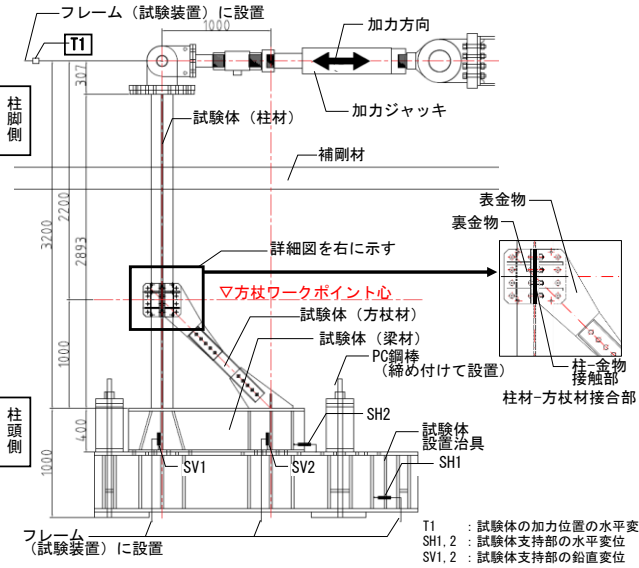


図 4 試験体概要及び載荷装置図(弱軸方向載荷)

表 1 に試験体一覧を示す。W-RH200Y45 及び S-RH200Y45 は在来の溶接工法で方杖を接合した基準となる試験体である。柱材サイズは一般的な旅客上家に採用されている H-200×200×8×12 を基準とし、開発工法の適用範囲及び加力試験機の性能から柱材サイズのパラメータを決定した。金物は柱材の終局耐力以上となるような断面性能とし、柱材サイズに合わせた形状とした。既報¹⁾で採用したフランジ拘束ボルトは、金物に取り付けた普通ボルトを柱材のフランジに突っ張らせることで、フランジの局部座屈による変形を防止する機能を期待している。本工法の金物ディテールは既報¹⁾のものと異なることから、フランジ拘束ボルトによる影響を把握するため拘束ボルトの有無をパラメータとした。柱材への方杖材の取り付け角度(以下、方杖角度)は標準的な 45° を基準とし、金物と柱材ウェブ面に生じる面外方向と面内方向の荷重比率の影響を把握するため、基準の試験体と比べ

方杖角度が大きい場合についてパラメータを設定した(S-RH200N60)。なお、W-RH200Y45 は既報¹⁾の試験体(No.1、200Y45)とした。

また柱材と金物の接触面は、摩擦面処理（柱材ウェブ面は赤錆、金物面はショットブラスト）を行い、すべり係数については $\mu=0.45$ 以上確保できるようにした。方杖材は柱材のサイズに応じた断面とし、S-BH338N45 については2 [-300×90×9×13、その他の試験体については2 [-125×65×6×8]とした。表2に試験体の使用材料と材料試験から求めた材料特性を示す。

3.2 金物の形状と計測計画

図5,6に高力ボルト接合で使用する金物形状及び変位計の位置図を示す。なお代表として弱軸方向に加力する試験体は W-RH200N45、強軸方向に加力する試験体は S-RH200N45 について示す。なお W-RH200NB45 及び S-RH200NB45 に取り付けたフランジ拘束ボルトの位置と方杖角度についても図中に示している。

3.3 载荷計画

载荷は既報¹⁾の方法と同様に δ_u の±4倍まで加力を行った後、加力ジャッキのストローク限界値まで押切った(図7)。最大荷重到達後、荷重が最大荷重の90%以下まで低下した場合に载荷終了とした。表3に载荷履歴の算出に用いた荷重 P_y 、 P_u 及び、基準変位値 δ_u (算出方法は図8参照)を示す。表中の値は柱材サイズの実測寸法値、及び材料試験結果等に基づく計算値である。なお荷重はジャッキの荷重を、水平変位は変位計CK11及びCK21(図5,6)の平均値をT1(図4)から引いた値とした。

表1 試験体一覧

試験体番号	試験体名	加力方向	接合方法	柱材サイズ	フランジ拘束ボルト	方杖角度
1	W-RH200Y45	弱軸	溶接接合	H-200×200×8×12	-	45°
2	W-RH200NB45	弱軸	ボルト接合	H-200×200×8×12	有り	45°
3	W-RH200N45	弱軸	ボルト接合	H-200×200×8×12	無し	45°
4	S-RH200Y45	強軸	溶接接合	H-200×200×8×12	-	45°
5	S-RH200NB45	強軸	ボルト接合	H-200×200×8×12	有り	45°
6	S-RH200N45	強軸	ボルト接合	H-200×200×8×12	無し	45°
7	S-RH175N45	強軸	ボルト接合	H-175×175×7.5×11	無し	45°
8	S-BH338N45	強軸	ボルト接合	H-338×351×13×13	無し	45°
9	S-RH200N60	強軸	ボルト接合	H-200×200×8×12	無し	60°

表2 試験体の使用材料と材料特性

部材		部位項目 (板厚)	材料	降伏点ま たは0.2% 耐力	引張 強さ	降伏比	伸び	備考
				(N/mm ²)	(N/mm ²)	(%)	(%)	
柱材	RH175×175	ウェブ 7.5mm	SS400	358.7	469.3	76.4	36.7	材料 試験
		フランジ 11mm	SS400	319	444	71.8	30.7	
	RH200×200	ウェブ 8mm	SS400	332.3	449	74	40.3	
		フランジ 12mm	SS400	305.3	433	70.5	31.3	
	BH338×351	ウェブ 13mm	SM400A	296	434	68.2	32	ミルシート
		フランジ 13mm	SM400A	同上	同上	同上	同上	
方杖材		[-125×65×6×8	SS400	333	448	74.3	31	
		[-300×90×9×13	SS400	318	434	73.3	30	

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

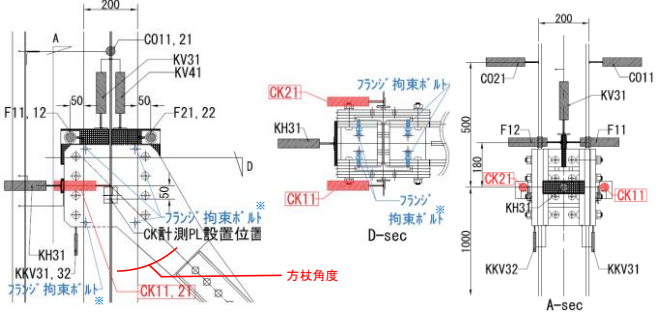


図5 試験体形状及び変位計位置図(W-RH200N45)

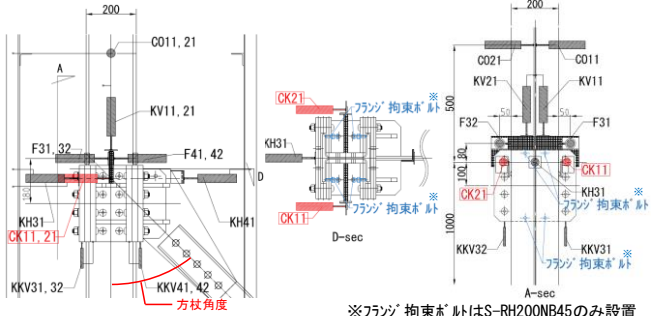


図6 試験体形状及び変位計位置図(S-RH200N45)

表3 試験体パラメータ及び荷重、変位

加力方向	試験体番号	柱材サイズ	フランジ拘束ボルト	方杖角度	1/2 Py (kN)	Py (kN)	Pu (kN)	δu (mm)
弱軸	2	H-200×200×8×12	有り	45°	10.4	20.9	31.8	51.5
	3		無し		10.4	20.9	31.8	51.5
強軸	5	H-200×200×8×12	有り	45°	31	62	68.2	45
	7	H-175×175×7.5×11	無し		22.8	45.5	50.2	58.9
	4, 6	H-200×200×8×12	無し	45°	31	62	68.2	45
	9			60°	31	62	68.2	44.7
	8	H-338×351×13×13	無し	45°	109.8	219.6	244.3	30.4

※試験体番号1については既報の結果を用いる

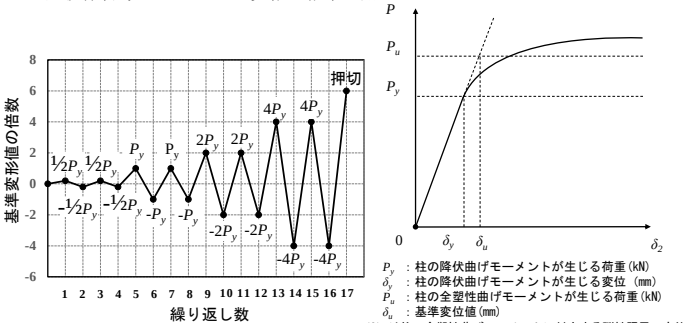


図7 载荷履歴

図8 基準変位値の算出方法

4. まとめ

本報では開発した工法の概要及び载荷実験の計画について報告した。試験結果及び考察はその2、3により報告する。

【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）

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