

施工誤差を考慮した鋼管杭－H鋼柱間の接合構造に関する一考察

東日本旅客鉄道（株）正会員 ○三次 涼太

東日本旅客鉄道（株）正会員 田附 伸一

東日本旅客鉄道（株）フェロー 岩田 道敏

1. はじめに

桁式ホーム柱を新設する場合、一般的に、鋼管杭打設後、杭頭部鋼管内に支柱となる H 鋼を建て込み、中詰めコンクリートを打設して構築する。鋼管杭－柱部材の接合に関しては、コンクリート充填鋼管柱を対象とした接合構造の設計法は確立されている¹⁾が、H 鋼柱を用いた場合の性能評価はなされていない。そこで、本研究は、鋼管と H 鋼柱を接合する構造について、柱建て込み時の施工誤差に着目し、柱芯のずれが接合部構造に与える影響を確認するものである。

2. 実験概要

鋼管に H 鋼を建て込み、鋼管内にコンクリートを充填して接合した柱試験体について正負交番載荷試験を行い、耐荷性能を確認した。実験に用いた試験体の形状及び諸元を図－1 及び表－1 に示す。試験体は全 3 体で、鋼管と H 鋼柱の芯ずれ量 e および H 鋼の強軸方向・

弱軸方向をパラメータとして載荷を行った。試験体の寸法・規格は実構造物を模擬したものである。その他のパラメータについては、ソケット式接合部設計マニュアル²⁾に準拠することとした。

交番載荷試験は押し側から載荷し、H 鋼柱基部の引張側のフランジが降伏ひずみ (1561μ) に達した時点の載荷点変位を 1δ とした。変位制御で整数倍の載荷を行い、変位量が 200mm 程度となった時点で試験を終了した。

ここで、同マニュアルにおいて、接合部の設計終局曲げ耐力が柱部材の設計曲げ耐力の 1.4 倍を上回ることを原則としている。接合部の耐荷機構は支圧抵抗力と摩擦抵抗力から成り立っており、設計終局曲げ耐力 M_{ud} は $567\text{kN}\cdot\text{m}$ である。一方、本試験体に用いた H 鋼柱部材の設計曲げ耐力 M_{yd} は弱軸で $53\text{kN}\cdot\text{m}$ ($M_{ud}/M_{yd}=10.7$)、強軸で $155\text{kN}\cdot\text{m}$ ($M_{ud}/M_{yd}=3.7$) である。設計計算上は柱の塑性化によるエネルギー吸収機構を保持できる構造条件ではあるが、柱芯ずれがどの程度影響を及ぼすかを確認した。

3. 実験結果

3.1 破壊性状

a) 弱軸方向（試験体 No. 1, No. 2）

柱芯ずれ量 e を変化させた両試験体間では、破壊性状に大きな違いはみられなかった。

H 鋼柱の基部が降伏し、フランジが座屈してくびれるように変形した（図-2(a)）。フランジ端部から鋼管内壁に向かって充填コンクリートに割裂ひび割れが懸念されたが、充填コンクリート上面に柱基部の曲げ変形に伴う軽微な圧壊が発生したのみで、接合部自体に

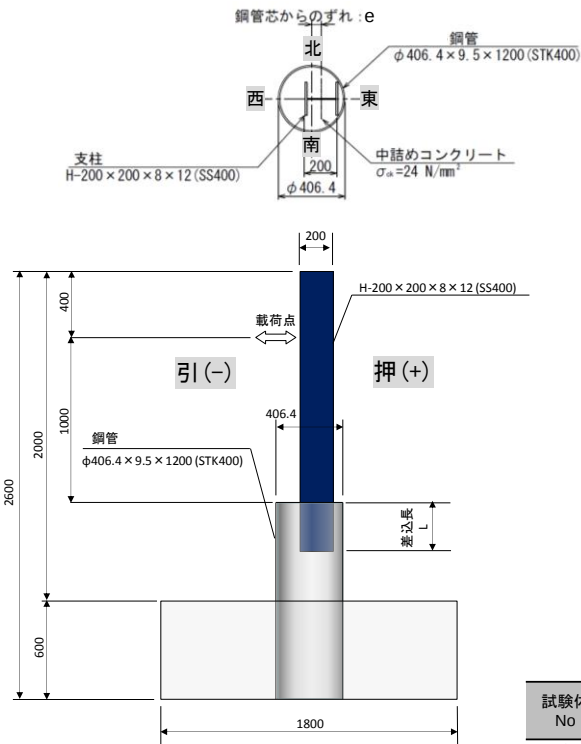


図-1 試験体概要図（強軸方向）

表-1 試験体諸元

試験体 No	コンクリート強度[N/mm ²]	ソケット鋼管厚径D [mm]	柱寸法 d [mm]	柱差込長 L [mm]	D/d	L/d	芯ずれ e [mm]	e/D	載荷方向
1	24	406	H-200×200	300	2.0	1.5	40	10%	弱軸方向
2							60	15%	弱軸方向
3							60	15%	強軸方向

キーワード：H鋼柱，鋼管，接合構造

連絡先：〒980-8580 仙台市青葉区五橋一丁目1番1号 TEL:022-266-3713 FAX:022-268-6489

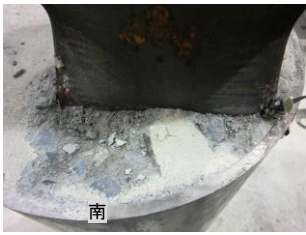
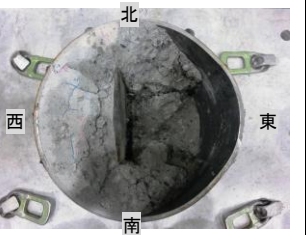
(a)H 鋼フランジ塑性変形	(b)接合部コンクリート上面損傷	(c)環状コンクリート拔出し	(d)充填コンクリート内部損傷 および鋼管変形
			
試験体 No.1 (弱軸方向)	試験体 No.2 (弱軸方向)	試験体 No.3 (強軸方向)	試験体 No.3 (強軸方向)

図-2 損傷状況

は大きな損傷は生じなかった (図-2(b)). また, 鋼管の上端部外壁および鋼管に建て込んだ H 鋼柱定着部には殆どひずみは生じなかったことから (それぞれ 600μ , 200μ 程度), 柱基部が塑性ヒンジ化したものと考えられる.

b) 強軸方向 (試験体 No. 3)

H 鋼柱の基部が先行降伏したが, 弱軸方向載荷時に比べ, H 鋼柱から鋼管に伝達される荷重が大きくなるため, 接合部に以下のような損傷が生じた.

接合部の東側 (芯ずれ側) で, 環状コンクリートの拔出し (引き時, 図-2(c)) と圧壊 (押し時) が繰り返された. 加えて, 押し時のコンクリート圧壊に伴い, 鋼管にも変形が生じた (図-2(d)).

一方, 接合部の西側については, 支圧による損傷は殆どみられなかった. 接合部での H 鋼柱と充填コンクリートとの付着が切れる形となったが, H 鋼柱を取り囲む形でコンクリートの枠は保持されていたため, H 鋼柱が完全に拔出すことはなかった (図-2(d)).

3.2 耐力特性

実験により得られた各試験体の荷重-変位包絡線を図-3 に示す. 柱芯がずれているにもかかわらず, 押し側と引き側とで大きな差異はみられなかった.

弱軸方向 (No.1, No.2) に関しては, 大きく荷重が低下することなく耐力を保持し続ける結果となった. このことから, 柱芯ずれが鋼管径の 15%以内であれば, 接合部の構造が保持されたまま, 柱基部の塑性ヒンジ部にてエネルギー吸収されるものと推察される.

一方, 強軸方向 (No.3) については, 載荷初期段階からかぶりの薄い接合部東側で損傷が生じており, 押し側と引き側とでそれぞれ荷重低下がみられた. 押し側では H 鋼柱基部の塑性変形に加えて, 鋼管が変形す

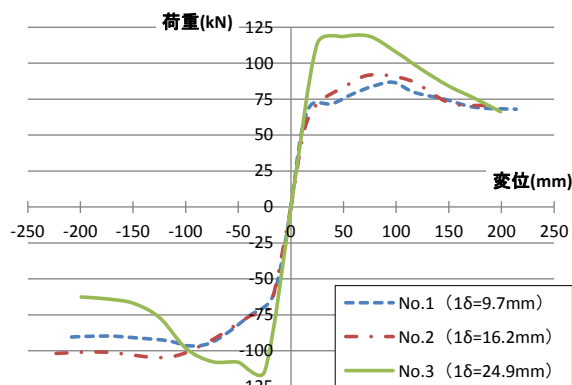


図-3 荷重-変位包絡線

ることで荷重が低下し始めた. 引き側では環状コンクリートの拔出しに伴って荷重が低下し, その拔出しの程度が荷重低下に影響すると考えられる.

4. まとめ

本研究で得られた主な知見を以下に示す.

- ・ H 鋼弱軸方向に関して, 柱芯のずれが鋼管径の 15%以内であれば, 接合部の充填コンクリートは殆ど損傷することなく, H 鋼柱基部が塑性ヒンジを形成する.
- ・ H 鋼強軸方向に関して, 柱芯のずれが鋼管径の 15%に及んだ場合, 載荷初期段階から, 接合部においてかぶりの薄い芯ずれ側で損傷が生じ, それに伴って耐力が低下する.

参考文献

- 1) 野澤伸一郎, 木下雅敬, 築嶋大輔, 石橋忠良: ずれ止めを用いたコンクリート充填鋼管ソケット接合部の耐力評価, 土木学会論文集, No.634/V-45, pp.71-89, 1999. 11
- 2) ジェイアール東日本コンサルタンツ (株): JR 東日本土木関係マニュアル III. 鋼・合成構造物編 ソケット式接合部設計マニュアル