

構真柱－杭間の軸力伝達に関する研究
その 3：鉄骨断面形状の差異が付着性状に及ぼす影響

正会員 〇小松吾郎*¹ 正会員 向出静司*² 正会員 佐野大作*³
同 小野潤一郎*⁴ 同 木村征也*⁴ 同 夫 大禧*⁴
同 小林 努*⁵ 同 大西 昭*⁶ 同 小林光博*⁷

逆打ち工法 構真柱 場所打ちコンクリート杭
付着強度 安定液 設計法

1. はじめに

本報では、場所打ちコンクリート杭内の鉄骨断面形状の差異が付着性状に及ぼす影響に着目し、開断面形状をパラメータとした試験体の載荷実験を実施する。

2. 実験概要

図 1 に試験体の形状および寸法を示す。本実験では、構真柱を模擬した鉄骨柱に作用する軸力が、鉄骨柱とコンクリートとの付着力によりコンクリート杭へ伝達されることを想定している。ここでは、鉄骨柱の断面形状をクロス H とし、フランジの寸法およびフランジの有無をパラメータとして、付着性状に及ぼす影響を把握することを目的とする。なお、鉄骨表面は黒皮状態とし、埋込み方向のひずみ分布を把握するため、埋込み長さは 6D (D=鉄骨せい寸法) とした。また、鉄骨先端には支圧抵抗が作用しないよう、5mm 程度の緩衝材を貼り付けた。

鋼材の機械的性質を表 1 に示す。

コンクリートの圧縮強度を表 2 に示す。コンクリートに使用した粗骨材は縮小試験体であることを考慮し、最大寸法 13mm の砕石とした。また、本報では気中コンクリートを対象とし、コンクリート杭の主筋および帯筋を配置した。

加力は油圧式万能試験機（最大荷重 5000kN 用）を用いた単調載荷（写真 1）とし、載荷荷重は油圧センサにて計測した。図 2 にひずみおよび変位の計測位置を示す。ひずみゲージは鉄骨フランジ小端面およびウェブ面にそれぞれ 7 深度、2 深度に設置した。変位計は載荷板直下のトッププレートとコンクリート上面との相対変位を計測できる位置とした。

表 1 鋼材の機械的性質

試験体	鋼種	板厚	降伏強度	引張強度	伸び
		(mm)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(%)
A-1, A-2, A-3	SM490A	19	385	550	27

表 2 コンクリートの圧縮強度

試験体	F _c	圧縮強度 σ _B	ヤング係数	ポアソン比	備考
	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)		
A-1	24	25.22	24866	0.195	圧縮試験は材齢42日で実施
A-2		26.62	25130	0.205	
A-3		25.61	25643	0.235	

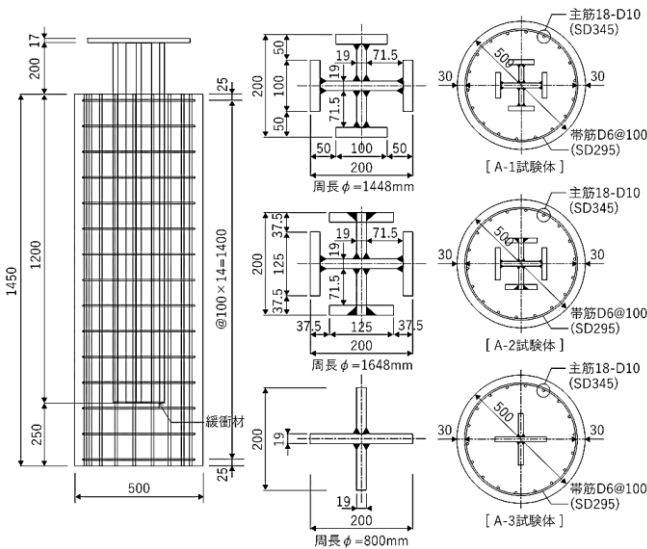


図 1 試験体の形状・寸法（単位：mm）

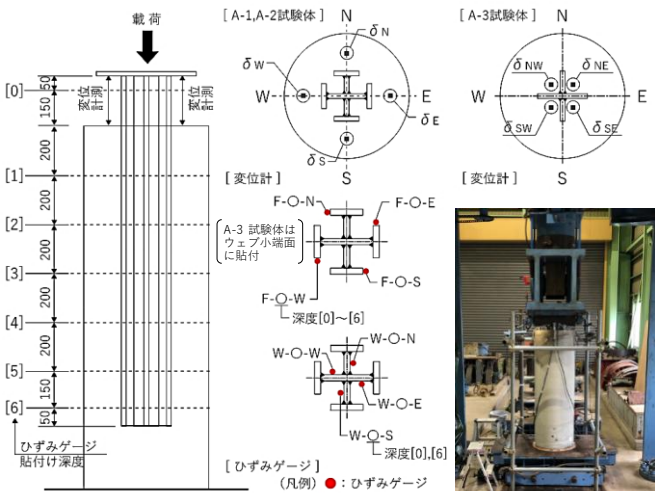


図 2 計測位置

写真 1 載荷状況

3. 実験結果

3.1 荷重－変位関係

図 3 に各試験体の荷重 P－変位 δ 関係を示す。変位 δ は各方向の変位計から得られる平均値とした。A-1 試験体は、加力の進行に伴い荷重が増大し、変位が 0.8mm 前後に達するまで高い剛性を示しつつピーク荷重に到達した。そ

の後、荷重は低下したため、本ピーク荷重を最大付着耐力とした。以降、荷重は緩やかに再増加し、5.0mm付近で緩衝材がつぶれて先端支圧が効き始め、剛性勾配が変化した段階で載荷を終了した。A-2 試験体は A-1 試験体とほぼ同様の荷重 P-変位 δ 関係を示したのに対し、A-3 試験体では先端支圧が作用するまで明確なピーク荷重は確認されなかった。このため、A-3 試験体では変位が 2.0mm に達した時点の荷重を最大付着耐力とした。

図 4 および写真 2 に各試験体の載荷終了後のひび割れ状況を示す。A-1 試験体および A-2 試験体では、フランジ間を結ぶ斜めひび割れおよびフランジから放射状に進展するひび割れが確認された。一方で、これらのひび割れに達するまでの挙動には相違が認められ、最大付着耐力発揮後、A-1 試験体ではフランジ内のコンクリートが沈下せず鉄骨のみが沈下したのに対し、A-2 試験体ではフランジ内のコンクリートが鉄骨と一体となって沈下する挙動が確認された。なお、A-3 試験体では顕著なひび割れは確認されなかった。

表 3 に各試験体の平均付着応力度 τ_{ave} と圧縮強度 σ_B との比を示す。A-2 試験体は A-1 試験体に比べて付着面積を有するものの、 τ_{ave} は下回る結果となった。これは、フランジ内コンクリートの挙動の差に起因し、A-2 試験体では有効な付着抵抗領域が制限された可能性がある。

各試験体の τ_{ave}/σ_B は、A-1 試験体で 0.062、A-2 試験体で 0.049、A-3 試験体で 0.045 であった。A-2 試験体の値が A-1 試験体を下回った要因は、前述の挙動差によるものと考えられる。また、A-1 試験体が A-3 試験体より大きい値を示したのは、クロス H のフランジによる拘束効果により、フランジ内側の付着抵抗が増大したためと考えられる。

以上より、クロス H 断面においてはフランジによる拘束効果とフランジ内コンクリートの挙動とのバランスが付着耐力を支配する主要因であることが示唆される。

3.2 ひずみ分布

図 5 に各試験体の最大付着耐力 P_{max} 時点におけるひずみ分布を示す。ひずみ ε は各深度におけるひずみゲージから得られた平均値とした。深度方向にほぼ同一勾配で減少していることから、均等な付着抵抗によって鉄骨からコンクリートへ軸力が伝達されていることがわかる。

4. まとめ

クロス H 断面の鉄骨においては、フランジの存在によりコンクリートに対する拘束効果が発現し、付着力が向上することが確認された。一方で、フランジ幅の違いによりフランジ内コンクリートの挙動に差が生じ、これが付着耐力に影響を及ぼすことが示された。これらの挙動を踏まえた定量的な付着耐力評価手法については、今後の検討課題である。

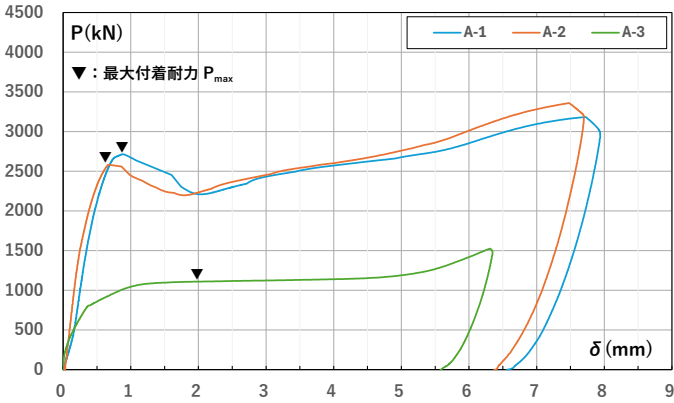


図 3 各試験体の荷重 P-変形 δ 関係

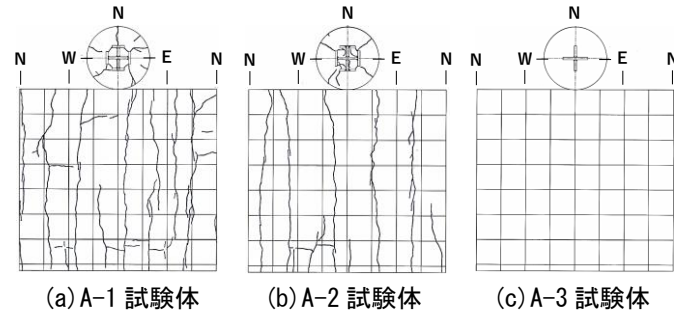


図 4 ひび割れ図

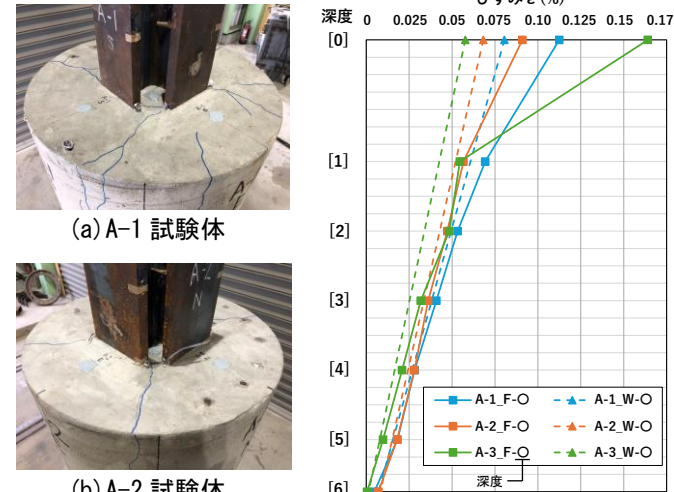


写真 2 ひび割れ状況

図 5 ひずみ分布

表 3 平均付着応力度 τ_{ave} と圧縮強度 σ_B の比

試験体	付着周長 (mm)	埋込長さ (mm)	付着面積 (mm ²)	最大付着耐力 P_{max} (kN)	平均付着応力度 τ_{ave} (N/mm ²)	τ_{ave}/σ_B
A-1	1448	1200	1737600	2713	1.56	0.062
A-2	1648		1977600	2581	1.31	0.049
A-3	800		960000	1109	1.16	0.045

【参考文献】

1) 夫, 佐野, 他: 構真柱-杭間の軸力伝達に関する研究 (その 1~2) 日本建築学会大会学術講演梗概集(九州), 2025.9

*1 ジャパンパイル, *2 大阪工業大学, *3 戸田建設,
*4 日建設計, *5 日本製鉄, *6 川田工業, *7 駒井ハルテック

*1 JAPAN PILE CORPORATION, *2 Osaka Institute of Technology
*3 TODA Corporation, *4 NIKKEN SEKKEI LTD., *5 Nippon Steel
Corp. *6 Kawada Industries, Inc., *7 Komaihaltec Inc.