

V-416

CFT柱-杭ソケット式接合の耐荷性状

J R東日本 東京工事事務所○正会員 築嶋 大輔 J R東日本 東京工事事務所 正会員 野澤 伸一郎

J R東日本 技術開発推進部 正会員 山本 秀裕 新日本製鐵(株)鉄鋼研究所 正会員 木下 雅敬

1. はじめに 本論では、模型実験結果を基に、太径の鋼管(ソケット鋼管)にCFT柱を差し込み、その隙間をコンクリートで充填して一体化する接合構造(ソケット式接合)の耐荷性状について述べる。

2. 供試体一般形状および諸元 供試体諸元および材料強度を表1、試験体一般形状図1に示す。供試体は図1に示す片持ち梁モデルで、D/d(D:杭径、d:柱径)、L/d(L:差し込み長さ)、ベースプレート形状および軸力をパラメータとして9体製作した。なお、BS8はベースプレートを設けず、柱側にも杭側と同様なずれ止め鉄筋(表1)を配置した供試体である。

表1 供試体諸元(mm)

試験体名	鋼管杭 径 D	鋼管杭 肉厚 t	鋼管柱 径 d	鋼管柱 肉厚 t2	差込長 L	D/d	L/d	軸力 (KN)	ベース プレート 径×板厚 (mm)	杭側 ずれ止め 鉄筋	パラメータ	杭鋼管 降伏強度 (KN/mm ²)	コンクリート 圧縮強度 (N/mm ²)
BS1	430	6	216.3	33	324	2.0	1.5	0	270×19	φ6@60	標準	328	26.5
BS2	650	6	216.3	33	324	3.0	1.5	0	270×19	φ6@60	D/d	349	26.5
BS3	865	6	216.3	33	324	4.0	1.5	0	270×19	φ6@60	D/d	357	26.7
BS4	430	6	216.3	33	324	2.0	1.5	0	328×19	φ6@60	BS径	328	26.7
BS5	430	6	216.3	33	324	2.0	1.5	0	270×12	φ6@60	BS板厚	328	28.4
BS6	430	6	216.3	33	216	2.0	1.0	0	270×19	φ6@60	L/d	328	28.4
BS7	430	6	216.3	33	270	2.0	1.25	0	270×19	φ6@60	L/d	337	32.0
BS8	430	6	216.3	33	270	2.0	1.25	0	—	φ6@60	L/d	337	32.0
BS9	430	6	216.3	33	324	2.0	1.5	723	270×19	φ6@60	軸力	328	29.9

3. 載荷方法 載荷は図1に矢印で示す位置で正負水平交番載荷とし、各ステップ毎に3回繰り返すを基本とした。

4. 破壊状況 破壊の状況は、まず、柱からの支圧力により杭鋼管の周方

向ひずみが降伏する。その後、充填コンクリートの抜け出しと共に荷重が低下し始め、最終的には杭鋼管全周に渡り充填コンクリートが抜け出した。実験終了後に観察した充填コンクリートの破壊断面の模式図を図2に示す。破壊面は、ベースプレート端から杭鋼管のずれ止め鉄筋に向い(Lc)、そのずれ止め鉄筋から杭鋼管に沿って上方へ形成されていた。破壊面が向かうずれ止め鉄筋の位置Ltは、杭径や柱差し込み長さに応じて図2のようになった。

5. 耐力計算 接合部の破壊面から接合部の耐荷機構を図3のように仮定すると、柱付け根部でのモーメントの釣り合いから(1)式を得ることができる。図2に示すLtをコンクリートと杭鋼管との付着破壊面、Lcをコンクリートの引き抜きせん断による破壊面と考え、それぞれの抵抗力Vt、Vcおよび支圧抵抗力P1を算定し(1)式をQについて解く

ことにより、接合部の耐力を推定した。

なお、ベースプレートのない供試体BS8は検討対象外とした。

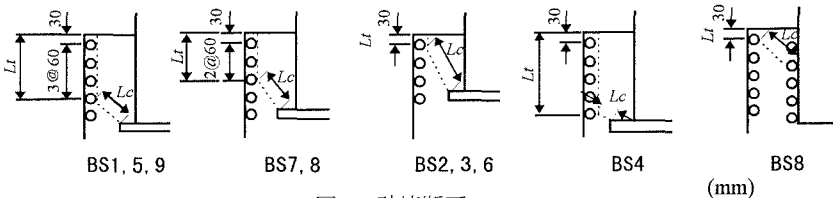


図1 供試体一般形状

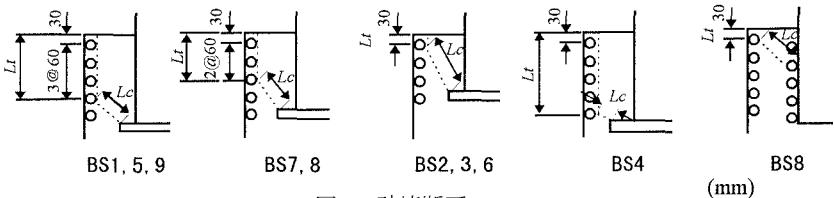


図2 破壊断面

$$M - M_T = -\frac{LP_1^2}{3(2P_1 - Q)} + P_2 \frac{L(5P_1 - Q)}{3(2P_1 - Q)} \quad (1)$$

ここに、M: 接合部の耐力(=Q・a) a: せん断長さ, M_T: 引き抜きTの偶力に対する抵抗モーメントで次頁③により求める。

$$P_1: \text{支圧抵抗力} \quad P_2: P_1 - Q$$

キーワード: 接合部, 耐力, ベースプレート, 付着, せん断

連絡先: 〒151-8512 東京都渋谷区代々木2-2-6, Tel.03-3379-3453, Fax.03-3372-7980

①充填コンクリートと杭鋼管との付着耐力 V_t 付着耐力 V_t は、付着面を杭鋼管の 1/4 周と仮定し(2)式により算定した。

$$V_t = \tau_{max} \cdot \pi D/4 \cdot Lt \quad (2)$$

ここに、 τ_{max} ：限界付着強度¹⁾

$$\tau_{max} = 1.15 + 1.72 f_c \cdot h \cdot s \quad (\text{N/mm}^2)$$

f_c ：コンクリート強度 h ：すれ止め高さ(6mm) s ：すれ止め間隔(60mm)

②充填コンクリートの引き抜きせん断耐力 V_c 充填コンクリートの引き抜きせん断耐力は、既に提案されている、せん断スパン比が小さい領域でのせん断耐力算定手法に倣い $(a/de)^{-1.166}$ (a :せん断スパン、 de :有効高さ)、 $(1000/de)^{1/4}$ 、 $f_c^{1/3}$ (f_c :コンクリート強度)により表されるものと考え(3)式²⁾により算定した。なお、 f_{pcd} の係数 α は BS2,3,6 の実験値と計算値との残差が最小になるよう決定した ($\alpha = 0.89$)。

$$V_c = f_{pcd} \cdot bw \cdot dc \quad [f_{pcd} = \alpha \cdot (a/de)^{-1.166} \cdot f_c^{1/3} \cdot (1000/d)^{1/4} \quad (\text{N/mm}^2)] \quad (3)$$

ここに、 bw :有効幅 $(D+BS) \cdot \pi/8$, a :せん断スパン $(D-t-BS)/2$, t :杭鋼管厚, de :有効高さ $(L-Bt-Lt)$, Bt :ベースプレート厚

③引き抜き T の偶力に対する抵抗モーメント M_T 引き抜き T の偶力に対する抵抗モーメント M_T は、 V_t , V_c または、 V_t と V_c の組み合わせにより決定すると考えられることから、それぞれの偶力によるモーメントの最大値とした。

$$M_T = \text{Max}(M_t, M_c, M_v) \quad (4)$$

ここに、 M_t : V_t の偶力によるモーメントで、 $M_t = V_t \times Dt$, Dt : T - L 長 ($Dt = 2\sqrt{2} D/\pi$)

M_c : V_c の偶力によるモーメントで、 $M_c = V_c \times Dc$, Dc : T - L 長 ($Dc = 2\sqrt{2} (D+d)/2 \pi$)

M_v : V_t と V_c の偶力によるモーメントで、 $M_v = V \times (Dt+Dc)$, V : V_t と V_c の小さい方

なお、本試験の供試体で M_v により M_T が決定するものはなかった。

④支圧耐力 P_1 支圧耐力 P_1 は、杭鋼管のせん断耐力により決定するものと考え(5)式³⁾により評価した。

$$P_1 = \frac{f_y \pi (D-t)t}{\sqrt{3}} \left(\frac{L\sqrt{2}}{D} \right)^{0.7} \quad (f_y: \text{杭鋼管の引張降伏強度}) \quad (5)$$

以上の手法により算定した計算値 $Puc1$ と実験値を表 2 に示す。計算値は、BS2,3,6 を除き、実験値を 2~4 割程度過小評価する結果となった。そこで、実験での破壊状況は、充填コンクリートの抜け出しが杭鋼管全周に渡っていたことから、(2)式における杭鋼管の付着抵抗の有効幅 $(\pi D/4)$ を補正することとした。付着有効幅は、杭鋼管径 D とベースプレート径 BS に関係すると考え(6)式により表されるものとした。ここで、 β は BS1,4,5,7,9 の実験値と計算値の残差が最小になるように決定した。

$$Be = (D/BS)^\beta \cdot \pi D/4 \quad (6)$$

ここに、 Be : 付着有効幅 $(D/BS)^\beta < 2$, $\beta = 1.1$

以上の手法により補正した計算値 $Puc2$ を表 2 に示す。本手法により概ね実験値を評価できる結果となった。

6. まとめ 本実験から得られた事項を以下に示す。

- (1) 破壊面はベースプレート端から杭鋼管すれ止め鉄筋に向うせん断破壊面とすれ止め鉄筋位置から杭鋼管に沿って上方に生じる付着破壊面により形成される。
- (2) 接合部の耐力は、充填コンクリートの引き抜きせん断耐力、杭鋼管と充填コンクリートの付着耐力および杭鋼管が負担するせん断力により(1)式により評価できる。

【参考文献】

- 1) American Petroleum Institute, Recommended Practice for Planning, designing and constructing fixed offshore platforms. API RP2A, 19th EDITION, 1991
- 2) 築嶋, 野澤, 木下: 異形コンクリート充填鋼管柱のソケット式(差し込み式) 接合部の耐荷性状, コンクリート工学年次論文報告集, 1998 (投稿中)
- 3) 野澤, 木下, 築嶋, 石橋: コンクリート充填鋼管ソケット接合部耐力評価, 土木学会論文集 (投稿中)