

## 場所打ち杭用杭頭半固定工法の開発

### その13 実大杭を用いたコア定着による引張定着筋の引張試験

場所打ち杭	杭頭半固定	引張定着筋	正会員	○加藤政利* <sup>1</sup>	同	鈴木真吾* <sup>2</sup>
後施工	コア抜き	付着強度	同	小林 実* <sup>3</sup>	同	西村憲義* <sup>4</sup>
			同	山口克彦* <sup>5</sup>	同	植田一義* <sup>6</sup>

#### 1. はじめに

本報では [その12] (以降、前報と記す) に引き続き、実施工に限りなく条件を合わせた実大杭にコア定着した引張定着筋の引張試験により付着耐力を把握するとともに、前報で報告した縮小モデル試験により確認されている耐力式で評価できることを確認することを目的とする。

#### 2. 試験体

本実験で用いた試験体の一覧を表1に、試験杭の形状および引張定着筋設置位置を図1示す。なお、杭体(杭径φ1,800)のコンクリート(設計基準強度: Fc30)及び充填モルタル(セメント系高強度無収縮モルタル: 50N/mm<sup>2</sup>)の材料試験結果を表2, 3に示す。

実験パラメータは、定着長さ(300mmと1,250mm)、コア径(φ75とφ100)を組合せた3種類とした。なお、付着長さが300mmの30075USシリーズの試験体は、杭天端から50mmの深さまでは表層コンクリートの破壊を防止することを目的にコア内部の付着を切るため、実長は350mmとなっている。引張定着筋は、実験中に降伏しないよう設定するため、D41のSD685を用いた。この引張定着筋の材料試験結果を表4に示す。

試験体の製作手順は、所定の定着長さまでコアボーリングを行い、4日間の期間を経てモルタルの充填後に引張定着筋の挿入を実施した。

#### 3. 実験方法

試験体の載荷実験は、図2に示すようにモルタル充填より14~16日の養生期間を経て実施した。30075ULシリーズおよび30100ULシリーズ(共に定着長は1,250mm)試験体の載荷方法は、杭本体に反力が伝わらないような加力フレームを設け、そのフレーム上に2,000kN能力のセンターホール型油圧ジャッキとロードセルをセットして行った。一方、30075USシリーズ試験体の載荷方法は、ラムチェアと2,000kN能力のセンターホール型油圧ジャッキ、およびロードセルをセットして行った。なお、ラムチェア下は細砂を薄く敷き、水平・鉛直のレベル調整を行いながらセットした。

これら全試験体の載荷履歴は、引張方向のみの1回繰返し載荷とした。

表1 試験体一覧

試験体名	コア径		定着長[L] (mm)	試験体数	備考
	呼径75mm (外径77.8、 内径67.8)	呼径100mm (外径110.0、 内径100.0)			
30075UL-1~3	○		1,250	3	試験杭No.1
30075US-1~3	○		300※	3	試験杭No.2
30100UL-1~3		○	1,250	3	試験杭No.3

※実際の定着長さを示しているが、杭天端から50mmの深さまではコア内部の付着を切るため、実長は350mmとなる。

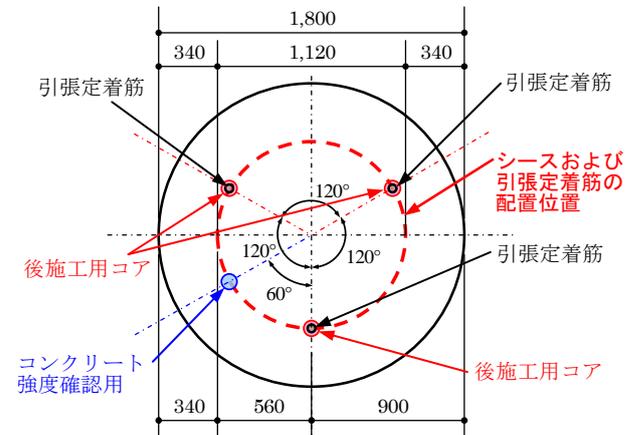


図1 試験杭の形状および引張定着筋設置位置

表2 杭体コンクリートの材料試験結果(コア供試体)

杭番号	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )				平均
	1-1	1-2	1-3	1-4	
試験杭No.1	33.2	38.6	38.0	34.4	36.1
	2-1	2-2	2-3	2-4	
試験杭No.2	41.8	37.3	41.2	41.8	40.5
	3-1	3-2	3-3	3-4	
試験杭No.3	37.0	38.2	40.2	43.8	39.8

表3 充填モルタルの材料試験結果

単位: N/mm <sup>2</sup>		3日強度	7日強度	11日強度	15日強度	16日強度	28日強度
		現場封かん養生	1	45.2	57.1	63.0	65.4
	2	44.3	57.7	64.1	64.6	68.9	—
	3	46.1	58.0	62.2	63.7	68.6	—
	平均	45.2	57.6	63.1	64.6	70.5	—
標準養生	1	—	64.3	68.3	—	—	73.5
	2	—	65.3	66.5	—	—	71.2
	3	—	65.0	67.8	—	—	72.3
	平均	—	64.9	67.5	—	—	72.3

表4 引張定着筋の材料試験結果

種類	規格	降伏耐力 (N/mm <sup>2</sup> )	引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )	降伏比 (%)	伸び (%)
ネジふし鉄筋	D41 SD685B	702	917	76.5	16.5

#### Development of semi-rigid Connections for Cast-in-place Pile Head

#### Part 13 Tension Testing of Reinforcing Bars by Core-Anchorage Method used Full-Scale Pile

KATO Masatoshi, SUZUKI Shingo, KOBAYASHI Minoru, NISHIMURA Noriyoshi, YAMAGUCHI Katsuhiko and UEDA Kazuyoshi.

#### 4. 実験結果と考察

本実験の結果を表5に示す。同表中、実験値は実験終了までの最大荷重(kN)を示しており、材料試験結果に基づく計算値は、表2～4に示す材料試験結果を代入して求めた計算値を上段に示している。なお、括弧内の比率は最大荷重を計算値で除した値である。破壊モードについては、鉄筋降伏、鉄筋付着破壊、複合付着破壊(鉄筋付着破壊+モルタル充填部の付着およびモルタルのコーン破壊)の3種類に分類した。

表5に示す実験結果から、30075UL シリーズおよび30100UL シリーズでは、材料試験結果に基づく最大荷重と計算値の比較において、①および②の比率は約1.0とほぼ一致しており、③および④比率は0.50以下と小さいことから、引張定着筋の降伏耐力により杭頭部の引抜耐力が決定されたと判断できる。

30075US シリーズでは、30075US-1 試験体のみ材料試験結果に基づく最大荷重と計算値の①の比率が約1.0と引張定着筋の降伏耐力に限りなく近く、②の比率が約3.4と十分大きな付着耐力が得られている。これは写真1-(a)に示すような鉄筋の付着破壊であったためと考えられる。しかし、30075US-2および30075US-3 試験体は、材料試験結果に基づく最大荷重と計算値の①の比率が0.61～0.70と低く、引張定着筋が降伏耐力に達する前に③や④の耐力限界に近づいたことが原因と考えられ、写真1-(b)に示すような複合的な付着破壊が生じたためと考えられる。

これらの破壊状況から判断すると、引張定着筋の定着長さが極端に短い場合は、複合付着破壊が発生し易く、引張耐力にばらつきが生じる傾向にある。しかし、引張定着筋の定着長さを十分大きく確保することにより、引張定着筋を降伏させることが可能であると判断でき、引張定着筋の降伏耐力のみで検討することが可能であると考えられる。

#### 5. まとめ

前報で示した耐力評価式は、本実験のような実大規模の場所打ち杭に対しても十分評価できることを確認した。なお、本実験はキャブテンパイル協会(CTP協会：20社)の活動の一環として行ったものである。

#### 【参考文献】

- 1) 吉松他：場所打ち杭用杭頭半固定工法の開発その1～その9、日本建築学会学術講演梗概集、B-1、pp.349～365、2006年9月
- 2) キャブテンパイル協会編：キャブテンパイル工法施工マニュアル、2006年4月。

- \*1 五洋建設(株) 建築本部 建築エンジニアリング部
- \*2 (株)奥村組 東京支社 建築工務部 技術課
- \*3 鹿島建設(株) 建築管理本部 建築技術部
- \*4 三井住友建設(株) 建築管理本部 建築技術部
- \*5 (株)浅沼組 東京本店 建築部 品質管理室
- \*6 (株)植木組 東京支店 建築部

- \*1 Engineering Div., Architectural Divisions Group, Penta-Ocean Construction Co., Ltd.
- \*2 Building Department, Tokyo Branch, Okumura Corporation.
- \*3 KAJIMA CORPORATION.
- \*4 Sumitomo Mitsui Construction.
- \*5 Quality Management Office, Building Construction Dept., Tokyo Main Office, ASANUMA Corporation.
- \*6 Building Construction Department, Tokyo Branch, UEKI Corporation.

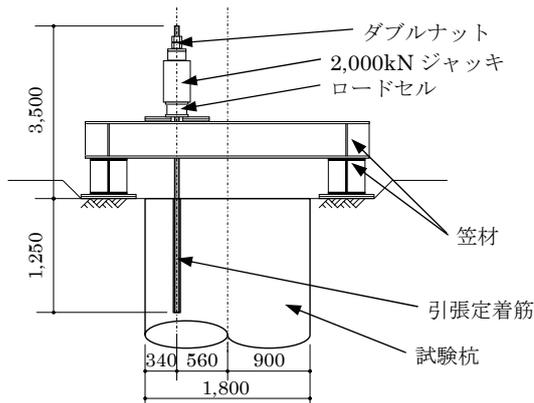
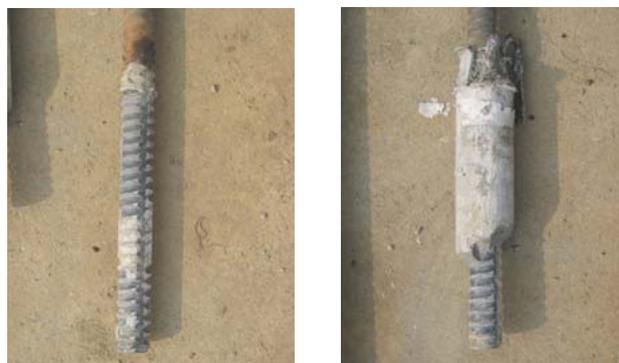


図2 引張定着筋の引張試験概要図

表5 引張定着筋の実大引張実験結果

試験体番号	実験値 最大荷重 (kN)	材料試験結果に基づく計算値 (最大荷重/計算値)				破壊モード
		① $T_{ry}$ (kN)	② $T_{bs}$ (kN)	③ $T_{bu}$ (kN)	④ $T_{ms}$ (kN)	
30075UL-1	980.6	941 (1.04)	1,016 (0.96)	2,033 (0.48)	5,122 (0.19)	鉄筋降伏
30075UL-2	1,010.2	941 (1.07)	1,016 (0.99)	2,033 (0.50)	5,122 (0.20)	鉄筋降伏
30075UL-3	998.7	941 (1.06)	1,016 (0.98)	2,033 (0.49)	5,122 (0.19)	鉄筋降伏
30075US-1	955.0	941 (1.02)	285 (3.36)	569 (1.68)	1,307 (0.73)	鉄筋付着破壊
30075US-2	657.9	941 (0.70)	285 (2.31)	569 (1.16)	1,307 (0.50)	複合付着破壊
30075US-3	569.3	941 (0.61)	285 (2.00)	569 (1.00)	1,307 (0.44)	複合付着破壊
30100UL-1	969.9	941 (1.03)	1,016 (0.95)	2,033 (0.48)	7,625 (0.13)	鉄筋降伏
30100UL-2	966.3	941 (1.03)	1,016 (0.95)	2,033 (0.48)	7,625 (0.13)	鉄筋降伏
30100UL-3	972.1	941 (1.03)	1,016 (0.96)	2,033 (0.48)	7,625 (0.13)	鉄筋降伏

- ① 引張定着筋の引張降伏耐力  
 $T_{ry} = \sigma_{ry} \cdot a_r$
- ② 引張定着筋の短期許容付着力  
 $T_{bs} = 1.5 \times (1.35 + \sigma_m/25) \cdot \phi_r \cdot L_r$
- ③ 引張定着筋の付着耐力  
 $T_{bu} = f_{bu} \cdot \phi_r \cdot L_r, f_{bu} = 3.0 \times (1.35 + \sigma_m/25)$
- ④ モルタル充填部の短期許容付着力  
 $T_{ms} = 3.0 \times \min \{1.35 + F_c/25, F_c/10\} \cdot \phi_m \cdot L_m$



(a) 鉄筋付着破壊 (b) 複合付着破壊  
写真1 引張定着筋の破壊状況