

# 円形鋼管を用いた杭頭接合工法の開発

松浦恒久<sup>\*1</sup>・松本大亮<sup>\*1</sup>・牧田敏郎<sup>\*2</sup>・西 正晃<sup>\*3</sup>

既製杭と上部構造との接合方法の合理化を目的として、円形鋼管を用いた杭頭接合工法を開発した。開発するにあたり杭頭接合構造としての構造性能を明らかにするために、杭頭部の押抜き・引抜き試験と曲げせん断実験を実施した。2つの実験より、支圧強度は既往の耐力式により実験値を安全側に評価できること、および径厚比  $D_o/t_o$  が 100 を超える試験体についても支圧強度に鋼管によるコンファインド効果を考慮することが可能であることが確認できた。杭頭接合部の曲げ耐力は軸力の影響を受けるが、コンクリート強度の影響は見られないこと、および提案した杭頭接合部の曲げ強度算定式で実験値を安全側に評価できることを確認した。

キーワード：杭基礎、杭頭接合部、既製杭、円形鋼管、支圧強度、曲げ強度

## 1. はじめに

杭基礎は杭頭部を囲むように設けられるパイルキャップ、基礎梁、および柱で構成される。一般的にパイルキャップおよび基礎梁はRC造であり複数の鉄筋が配筋されている。杭頭接合部を剛接合として設計する場合にはパイルキャップ内に杭が埋込まれており、杭頭埋込部には杭頭埋込部の強度を確保するために多くの鉄筋が配置されている。加えて杭頭接合筋が杭に現場溶接で取付けられるため、これらの鉄筋の配筋作業等には多くの労力を必要とする。

既製杭と上部構造との杭頭接合部の施工の合理化を目的として円形鋼管を用いた杭頭接合工法を開発した。開発した杭頭接合工法は図-1に示すように外殻鋼管付き高強度コンクリートパイル（以下、SC杭）、プレストレスト鉄筋高強度コンクリートパイル（以下、PRC杭）などの既製杭の頭部に円形鋼管（以下、接合鋼管）および接合筋を配置し、杭中空部および接合鋼管と杭との隙間にコンクリートを充填することにより杭頭部を構築する工法である。充填されたコンクリート、接合筋を介してパイルキャップに応力伝達が行われる。本工法は既製杭の杭頭構造で一般的に用いられているパイルキャップ内に杭

を埋込み、杭頭埋込部でのテコ反力による応力伝達を行う構造とは異なる。パイルキャップには杭を埋込まず接合鋼管部分に埋込んだ接合筋により曲げモーメントを伝達し、鋼管上部の挿入されたパイルキャップの凸部の直接せん断によりせん断力を伝達する構造であり、現場打ちRC杭の構造に類似している。

本報では杭頭部周辺の支圧材の支圧耐力、および引張力の伝達、ならびにSC杭の杭頭部に円形鋼管で補強した杭頭接合構造の曲げモーメント伝達機構について実験的に検討を行った結果を報告する。

## 2. 部分モデル実験（押抜き・引抜き試験）

SC杭の場合、上部架構の鉛直荷重は杭頭部、充填コンクリートおよび杭頭外周部の支圧材により杭に圧縮力として伝達される。また、上部架構に生じた引張力は、図-1に示すようにパイルキャップ内に定着された接合筋を介して杭に伝達される。接合筋の定着は接合鋼管部分の充填コンクリート内に機械式定着としている。コンクリートの支圧耐力の評価式は既に提案されているが、接合鋼管の径厚比が 100 を超えているため支圧材の支圧耐力における接合鋼管のコンクリートの拘束効果の影響を確認する必要がある。また引張力は支圧材、接合筋など複数の要素を介し、加えて杭と接合筋間が大きく離れていることより、接合筋から杭へ確実に引張力が伝達できることを確認する。

### 2.1 試験体および加力方法

表-1に試験体一覧を、図-2に試験体の断面および形状を示す。試験体は実大の約 1/2.5 スケールを想定した計 13 体で、接合鋼管を模擬した外鋼管と既製杭を模

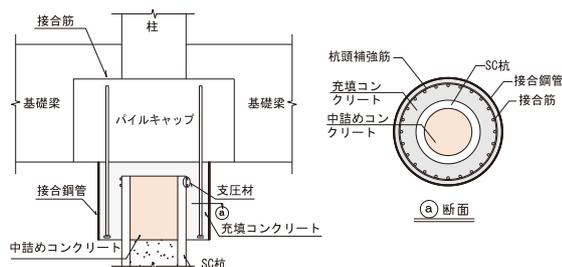


図-1 工法概要

擬した内鋼管で構成した。実験の要因は支圧材高さ、外鋼管の径厚比，コンクリート強度，加力方法とした。使用した鋼材の機械的性質を表-2に示す。

図-3に試験方法の概要を示す。押抜き試験は万能試験機に試験体の下部を拘束せずに設置した。载荷は内鋼管の上部に鋼板を設置し球面座を介して行った。引抜き試験は接合筋を溶接した試験体の下部プレートを反力床に，上部を加力用鉄骨梁に固定し，油圧ジャッキで加力用鉄骨梁を押し上げるにより，試験体に引張力を作用させた。いずれの試験も加力は静的単調载荷とし，荷重の低下が確認できるまで载荷を行った。

表-1 試験体一覧

試験体	内鋼管 Dp	埋込み 深さ	外鋼管			コンクリート 強度(N/mm <sup>2</sup> )	支圧材 高さ(mm)	横補強筋	接合筋			
			直径	板厚	規格							
C-3	φ406.4 t=12.7 STK400	—	φ660.4	t=6.4	STK400	28.4	12	D6@40	—			
C-10						49.2	6					
C-11						29.3	9					
C-12						29.3	9					
C-13						38.2	6					
C-14						φ660	t=4.5			SS400	29.3	6
C-15						φ800	t=6.0			SM490	29.3	6
C-16	φ800	t=6.0	SS400	29.7	6							
T-1	φ406.4 t=12.7 STK490	1Dp	φ660.4	t=6.4	STK400	28.6	6	D6@40	30-D16 (SD490) 金物定着			
T-2						φ812.8				t=7.9	30.2	
T-3						φ660.4				t=6.4	24.8	
T-4						φ660.4				t=6.4	48.8	
T-5						0.8Dp				φ660.4	t=6.4	29.6

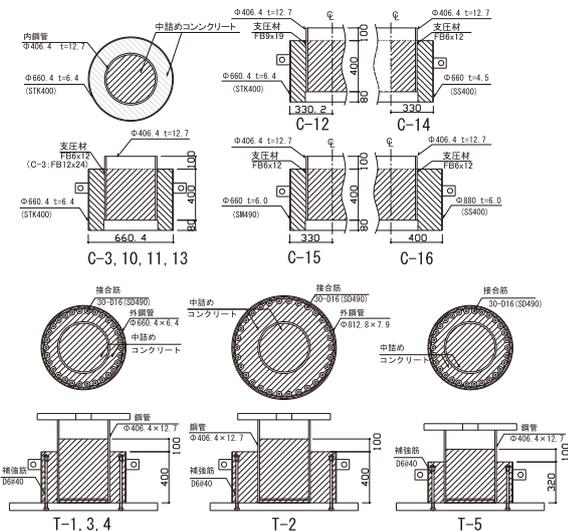


図-2 試験体形状

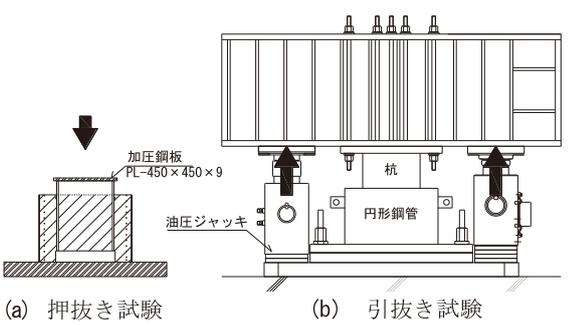


図-3 加力方法概要

表-2 鋼材の機械的性質

試験方法	呼び名	板厚・部位	規格	ヤング係数 (N/mm <sup>2</sup> )	降伏強度 (N/mm <sup>2</sup> )	引張強度 (N/mm <sup>2</sup> )	伸び率 (%)
押抜き試験	D6	帯筋	SD295	195	375	535	22.6
	φ660.4	t=6.4	STK400	204	358※1	463	29.1
	φ660	t=4.5	SS400	205	294※1	466	32.6
	φ660	t=6	SM490	208	428	590	26.3
	φ660	t=6	SS400	204	288※1	460	32.8
	φ425	t=3.2	SS400	213	287※1	481	28.5
	φ500	t=4.5	SS400	210	349※1	494	26.7
引抜き試験	φ406.4	t=12.7	STK400	—	343※2	442	42.0
	D16	接合筋	SD490	191	541	716	19.6
	D6	帯筋	SD295	195	374※1	535	22.6
	φ812	t=7.9	STK400	203	346※1	469	32.3
試験	φ660.4	t=6.4	STK400	204	358※1	463	29.1
	φ406.4	t=12.7	STK400	185	346※1	474	33.8

※1 : 0.2%オフセット値  
※2 : ミルシートより

## 2.2 実験結果

### (1) 荷重変形関係と破壊性状

図-4~5に押抜き試験，引抜き試験の荷重変位関係を示す。押抜き試験において外鋼管が降伏するあたりから耐力の上昇が穏やかになり変形が増加していった。加力終了後に試験体を切断しコンクリートを観察したところ，支圧材により削られた領域と支圧材の幅で圧壊が観察された。

引抜き試験において，T-1，T-3，T-4は接合筋および鋼管が降伏したのちに最大耐力に達したが，T-2，T-5については接合筋および鋼管は降伏せず最大耐力に至った。T-1，T-3は最大耐力後に穏やかに耐力低下が生じた。T-4については接合筋の溶接部の破断により急激に耐力低下を起こした。T-2，T-5は最大耐力後，急激に耐力

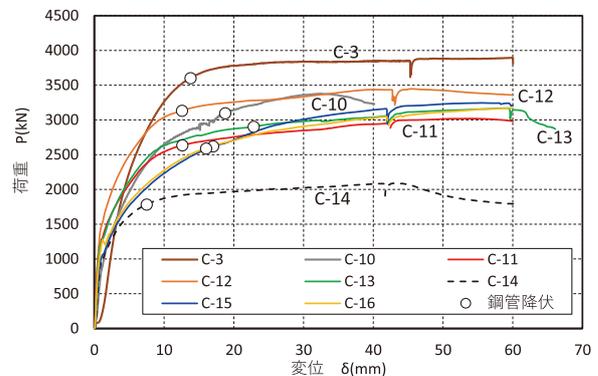


図-4 押抜き試験の荷重変形関係

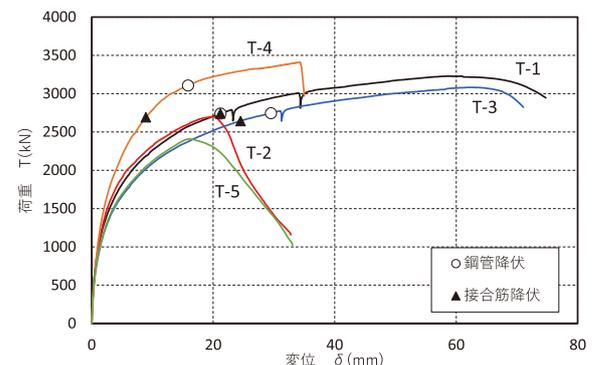


図-5 引抜き試験の荷重変形関係

低下が生じた。加力終了後に試験体を切断しコンクリートを観察したところ、支圧材を起点とするコンクリートのせん断破壊が確認された。

## (2) 耐力評価

### 1) 支圧材の支圧強度

最大耐力時には外鋼管は円周方向に引張降伏しており、コンクリートの支圧強度の評価には外鋼管によるコンファインド効果を考慮することができると考えられる。コンクリート充填鋼管構造設計施工指針<sup>1)</sup>では、コンクリートの拘束効果を考慮する径厚比の範囲を円形鋼管に対しては  $D/t \leq 240 / F \times 1.5$  [ $F$ : 鋼管の基準強度 ( $\text{tf/cm}^2$ )] と規定している。実験で用いた鋼管の材料強度を基に径厚比の適用範囲を求めると、基準強度  $F=325$  ( $\text{N/mm}^2$ ) で  $D/t \leq 109$  に、 $F=235$  ( $\text{N/mm}^2$ ) では  $D/t \leq 150$  に相当する。試験体はこの範囲にあるため、式(1)のコンクリートの支圧強度の算定式に式(2)に示す外鋼管によるコンファインド効果を考慮したコンクリート強度を用いて試験体の最大耐力を評価する。なお、式(2)に示すコンクリートの支圧強度は外鋼管によるコンファインド効果を考慮するが、支圧強度の上限は各種合成構造設計指針<sup>2)</sup>ではコンクリートの支圧強度の上限を  $6F_c$  としており、本工法でもこの制限を設ける。 $K_c$  は径厚比により異なり  $D_o/t_o \leq 67$  は文献3)より  $K_c=1.2$ 、 $67 < D_o/t_o \leq 150$  は文献1)より  $K_c=0.78$  とする。

$$P_u = A_R \times \sigma'_B \times \sqrt{A_c/A_R} \quad (1)$$

$$\sigma'_B = \sigma_B + K_c \times \frac{2t_o}{D_o - 2t_o} \times \sigma_{oy} \quad (2)$$

ただし、

$$\sigma'_B \cdot \sqrt{A_c/A_R} \leq 6\sigma_B \quad (3)$$

$$K_c = 1.2: D_o/t_o \leq 67 \quad (4)$$

$$K_c = 0.78: 67 < D_o/t_o \leq 150 \quad (5)$$

ここで、 $P_u$ : 支圧材の最大耐力(N)、 $A_c$ : 有効支承面積で外鋼管と内鋼管との間の中詰めコンクリートの面積 ( $\text{mm}^2$ )、 $A_R$ : 支圧材の総面積 ( $\text{mm}^2$ )、 $\sigma_B$ : 中詰めコンクリートの圧縮強度 ( $\text{N/mm}^2$ )、 $D_o$ : 外鋼管直径 (mm)、 $t_o$ : 外鋼管板厚 (mm)、 $\sigma_{oy}$ : 外鋼管の降伏強度 ( $\text{N/mm}^2$ )。

### 2) コーン破壊耐力

コーン破壊耐力の算定では、一般的に荷重の作用点から  $45^\circ$  の角度で広がった有効投影面積にコンクリート強度を掛けて算定する。本工法では円形鋼管によりコンクリートが拘束されており、支圧材からの支圧力によりコンクリートが鋼管を押し上げる状態となる。これにより鋼管には図-6に示すように円周方向の応力が生じ、コンクリートは側圧  $\sigma_r$  を受けることになり、一般的なアンカーボルトの引抜きによるコーン破壊とは異なった

応力状態である。コンクリートには側圧とせん断応力が作用するため、せん断ひび割れの検討に用いられている主応力度式を用いて、側圧を軸力と読み替えて検討を行う。せん断断面積は、内鋼管と外鋼管の中央で算定する。側圧  $\sigma_r$  を算出する際の鋼管の引張応力  $\sigma_\theta$  は、鋼管の降伏が確認された試験体については  $\sigma_{oy}$  を、降伏に至らなかった試験体については  $0.5\sigma_{oy}$  として側圧  $\sigma_r$  を算定した。

$$P_{con} = \tau \cdot h \cdot D_{oe} \cdot \pi \quad (6)$$

$$\tau = \sqrt{\sigma_t^2 + \sigma_t \cdot \sigma_r} \quad (7)$$

$$\sigma_r = \frac{\sigma_\theta \cdot 2t_s}{D_{si}} \quad (8)$$

$$\sigma_t = 0.5\sqrt{\sigma_B} \quad (9)$$

ここで、 $\sigma_t$ : コンクリートの引張強度 ( $\text{N/mm}^2$ )、 $\sigma_B$ : コンクリート圧縮強度 ( $\text{N/mm}^2$ )、 $h$ : 支圧材からコンクリート天端までの距離 (mm)、 $D_{oe}$ : 内鋼管と外鋼管の中央部分での直径 (mm)、 $D_{si}$ : 外鋼管の内径 (mm)。

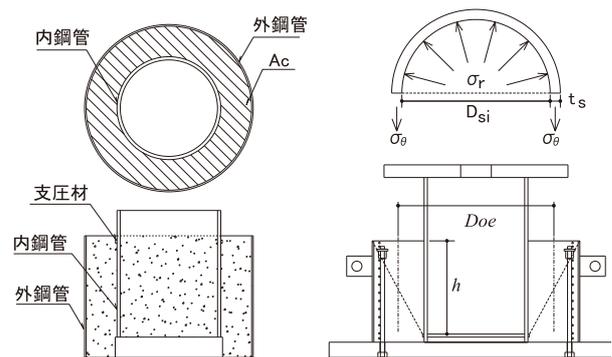


図-6 記号の説明

前述の耐力評価1)、2)の計算値の最小値と実験値の比較を図7~8、表-3に示す。図中には既往の文献4)~8)の結果を併記する。

表-3 実験値と計算値の比較

試験体	Do/to	実験値 Pmax(kN)	計算値 式(1)(kN)	Pmax 式(1)	コーン破壊 式(2)(kN)	Pmax 式(2)		
C-3	103.2	3895	1900	2.05	—	—		
C-10	103.2	3378	2150	1.57				
C-11	103.2	3019	1410	2.14				
C-12	103.2	3447	1730	1.99				
C-13	103.2	3170	1760	1.80				
C-14	146.7	2089	1440	1.45				
C-15	110.0	3245	1480	2.19				
C-16	133.3	3174	1670	1.90				
T-1	103.2	3230	1340	2.41			3150	1.03
T-2	102.9	2696	1660	1.62			2890	0.93
T-3	103.2	3083	1190	2.59	3010	1.02		
T-4	103.2	3410	2140	1.59	3740	0.91		
T-5	103.2	2406	1380	1.74	1960	1.23		

実験値は計算値の 1.45 ～ 2.59 倍であり、式 (1) は実験値を安全側に評価できています。また、図-8 に示すように鋼管の径厚比  $D_o/t_o$  が 100 を超える試験体についても支圧強度に鋼管によるコンファインド効果を考慮することが可能であることが確認できた。コーン破壊耐力も鋼管の拘束効果を考慮することで、計算値は実験値と良い対応を示した。なお、引抜き試験において外鋼管の直径が内鋼管の 2.0 倍の T-2 試験体については接合筋の引張降伏に至らなかったが、支圧強度で実験値を安全側に評価できている。

### 3. 杭頭部曲げせん断実験

従来工法では上部構造からの軸力・曲げモーメントを杭に伝達するために杭頭接合筋を現場溶接等で直接杭体に取り付けている。本工法において接合筋は杭体に直接取り付いているのではなく、接合鋼管と杭体との隙間の充填コンクリート内に機械式定着しており、コンクリートを介して接合筋に応力伝達を行うものである。従来工法と応力伝達機構が異なることより、杭頭接合部の構造の性能確認と評価方法の検証のために杭頭部の曲げ試験を実施した。

#### 3.1 試験体および加力方法

杭頭部の構造性能を確認するために曲げせん断試験を行った。パラメータは軸力、コンクリート圧縮強度とした。試験体の一覧を表-4 に示す。試験体形状を図-9 に示す。全ての試験体で同一形状、同一配筋としている。試験体は縮尺を 1/2.5 とした縮小試験体で、パイルキャップ部をモデル化したスタブに円形鋼管、杭を固定したもので、天地逆にして反力床に固定した。杭は直径  $\phi 400$  の SC 杭を用い、接合鋼管は杭径の 1.7 倍の直径とし、フープ筋比は 0.2% とした。表-5 に実験で使用した鋼材および鉄筋の材料試験結果を示す。接合筋は SD490、コンクリート設計基準強度は  $F_c27, 36, 45$  の 3 水準とした。接合鋼管は SS400 の板厚 4.5mm とした。

試験体の製作手順は、実施工と同様の手順で行った。まず杭の上部に接合鋼管を設置し、接合筋を配筋した。次に杭体内部に中詰めコンクリートを、杭と鋼管の間に充填コンクリートを同時に打設した。その後、パイルキャップ部をモデル化したスタブに充填コンクリートと同一強度のコンクリートを打設した。スタブ内における接合筋のフープ筋は接合鋼管部と同一ピッチで配置した。

加力は図-9 に示すように試験体を天地逆に試験装置に据え付けて、鉛直ジャッキで軸力を一定に保持した状態で、片持ち梁形式で正負繰返し水平力を作用させた。

### 3.2 実験結果

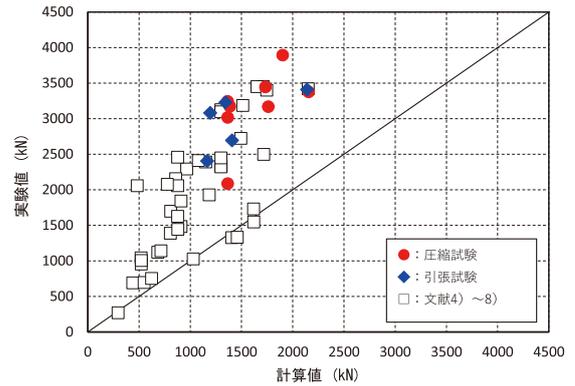


図-7 実験値と計算値の比較

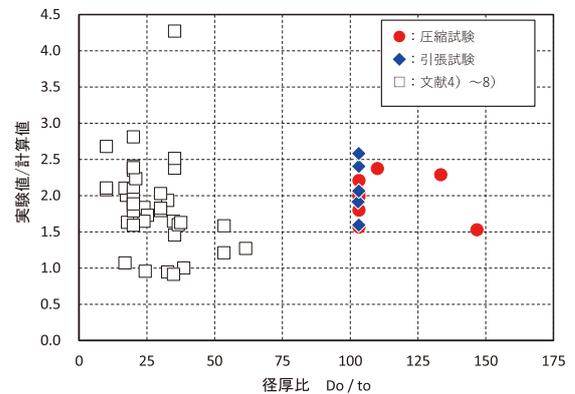


図-8 径厚比の影響

表-4 試験体一覧

試験体	杭	接合鋼管	コンクリート圧縮強度(N/mm <sup>2</sup> )	接合筋	フープ筋	軸力(kN)
No. 1	SC-105 φ400 t=9	φ680 t=4.5 S400	29.7 (Fc27)	28-D13 (SD490)	2D6@47 pw=0.2%	3000
No. 2			28.2 (Fc27)			1750
No. 3			31.1 (Fc27)			0
No. 12	STK490		40.7 (Fc36)			1750
No. 13			49.9 (Fc45)			

表-5 鋼材の材料試験結果

呼び名	使用部位	規格	ヤング係数 (10 <sup>3</sup> N/mm <sup>2</sup> )	降伏強度 (N/mm <sup>2</sup> )	引張強度 (N/mm <sup>2</sup> )	伸び率 (%)
D13	接合筋	SD490	181	554	715	15.4
D6	フープ筋	SD295	195	375※	535	22.6
PL-4.5	接合鋼管	SS400	205	295※	466	32.6
PL-9	SC杭	STK490	180	534※	580	24.0

※: 0.2% オフセット値

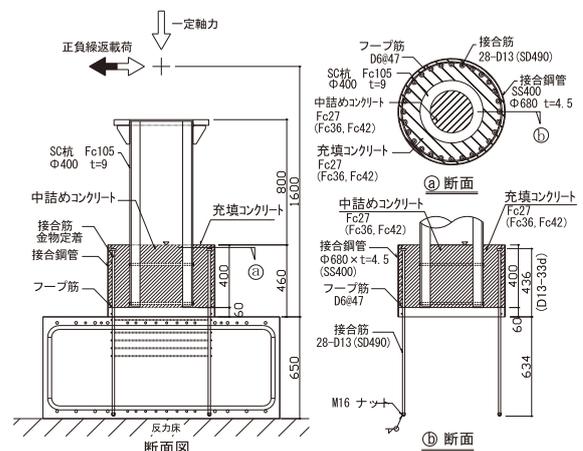


図-9 試験体形状

(1) 荷重変形関係と破壊性状

図-10 にひび割れ状況を、図-11～12 に荷重変形関係を示す。破壊状況はほぼ共通している。まず、図-10 に示すように鋼管上部の充填コンクリートに加力直交方向のひび割れが発生し、変形が進むにつれてひび割れの本数が増加した。接合鋼管上部（杭側）の円周方向に引張降伏が始まり、降伏領域がスタブ方向に進展した。その後、接合筋の降伏が生じ最大耐力に達した。最大耐力以降にコンクリートの損傷が著しくなるが、実験終了時においても、軸力は保持し続けた。

図-11 に示す作用軸力による比較から、作用する軸力の大きさに伴い最大耐力、初期剛性が高くなる。また、図-12 に示すコンクリート強度による比較から、コンクリート強度が高くなるに伴い、最大耐力が高くなる傾向はあるが大きな差異は生じていない。これは、最大耐力が接合鋼管の引張降伏により決定されるために、コンクリートに作用する応力が圧縮強度に達しておらず、大きな差異が生じなかったと考えられる。

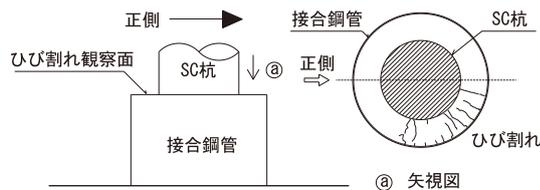


図-10 ひび割れ状況

(2) 耐力評価

文献9)を参考に、繰返し曲げせん断実験結果に基づいて仮定した接合鋼管を用いた接合部構造の応力伝達機構を図-13に示す。同図(a)の応力伝達機構に基づき接合部構造から杭体に作用する反力を同図(b)に示すようにモデル化し、接合部内に埋込まれた杭体に関する力の釣合いを考えると、杭頭での断面力（せん断力 $Q$ 、軸力 $N$ 、曲げモーメント $M$ ）に対して、式(10)～式(12)が得られる。式(12)は接合鋼管の端部での杭体の曲げモーメント $M$ とし、杭体端部 $O$ 点周りの釣合いを考えている。本工法では、杭はマッシュなパイルキャップに埋込まれておらず、接合鋼管内に埋込まれている。このため、支圧反力 $R_1$ に対してはコンクリートの支圧強度ではなく鋼管の円周方向のフープテンションにより抵抗しており、鋼管の引張強度でその大きさは決定される。

$$Q = R_1 - R_2 \tag{10}$$

$$N = R_3 + (R_{4l} - R_{4r}) \tag{11}$$

$$M = R_1 \cdot e_1 - R_2 \cdot e_2 + R_3 \cdot e_3 + (R_{4l} + R_{4r}) \cdot e_4 - Q \cdot L_1 \tag{12}$$

$$R_1 = 2 \cdot f_{ys} \cdot t_s \cdot L_1 \tag{13}$$

$$R_2 = R_1 - Q \tag{14}$$

$$R_3 = N - R_{4r} + R_{4l} \tag{15}$$

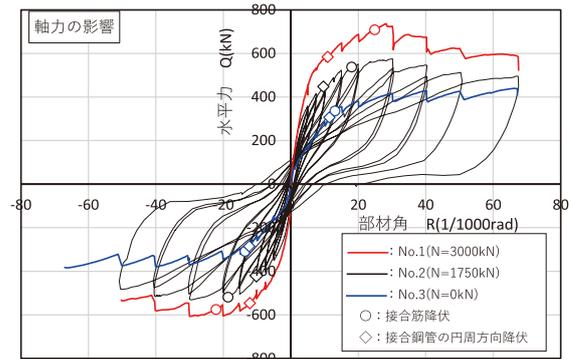


図-11 荷重変形関係（軸力の影響）

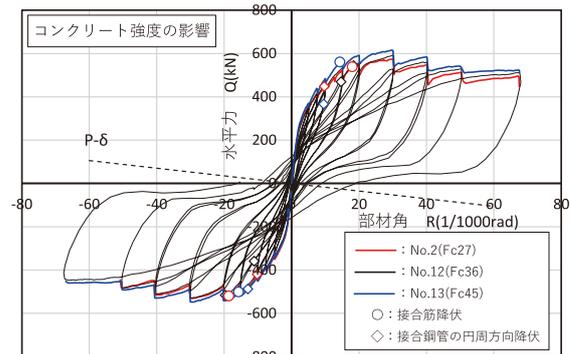


図-12 荷重変形関係（コンクリート強度の影響）

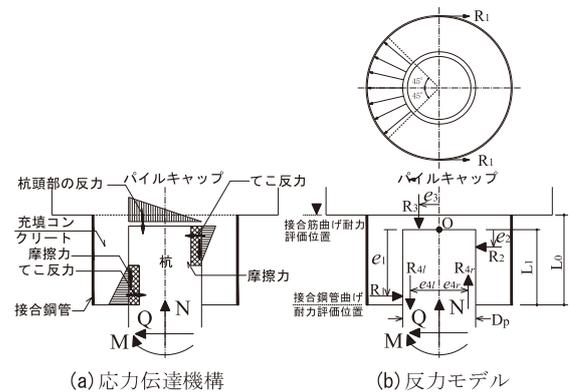


図-13 杭頭接合部構造のモデル化

$$R_{4r} = \mu \cdot R_1 \tag{16}$$

$$R_{4l} = \mu \cdot R_2 \tag{17}$$

$$e_1 = 5L_1/6 \tag{18}$$

$$e_2 = L_1/6 \tag{19}$$

$$e_3 = 2\pi \cdot D_p/36 \tag{20}$$

$$e_4 = e_{4r} = e_{4l} = \sqrt{2}/\pi \cdot D_p \tag{21}$$

$$\mu = 0.4 \tag{22}$$

ここで、 $f_{ys}$ : 接合鋼管の降伏強度 (N/mm<sup>2</sup>)、 $t_s$ : 接合鋼管の板厚さ (mm)、 $L_1$ : 杭の埋込み長さ (mm)、 $D_p$ : 杭直径 (mm)。 $R_1$ は接合鋼管の圧縮側 ±45° 範囲の周方向拘束力によって発揮され、この範囲において外鋼管は平面内に一様な周方向の引張応力状態にあると考える。接合鋼管のひずみ分布の実験結果より、終局耐力時には $L_1$ 全長にわたって塑性化するとした。 $e_1, e_2$ : コンクリートの支圧応力が三角形分布として算出した。 $e_3$ :  $R_3$ による支圧反力の

作用点と杭体中心までの距離。 $e_1$  : 圧縮側・引張側の  $\pm 45^\circ$  の範囲に均等に作用していると仮定して算出した。

表-6 に実験値と計算値の比較を示す。 $Q_{cal1}$  は式 (12) をせん断力に換算した値、 $Q_{cal2}$  は杭頭接合部位置における接合筋による円形断面の曲げ耐力で、算定は文献9) により接合鋼管直径 +80 (=200/2.5)mm の仮想 RC 断面を用いて、断面曲げ解析により算出した。実験値と式 (12) の比が 1.43~1.56 となっており、提案した方法で杭頭部の終局曲げ強度を安全側に評価できると言える。

#### 4. まとめ

既製杭と上部構造との接合方法の合理化を目的として円形鋼管を用いた接合工法を開発した。開発にあたり杭頭接合工法の構造性能および耐力評価方法を検討するために部分モデルによる押抜き・引抜き試験および杭頭部の曲げせん断実験を実施した。

押抜き・引抜き試験では、支圧材、および鋼管形状等を実験要因とし、杭外周部に取付けた支圧材の支圧強度、引張力の伝達、および破壊性状について検討した。また、杭頭部の曲げせん断実験では、軸力とコンクリート圧縮強度を実験要因とした杭頭部の曲げせん断実験を実施し、構造性能および耐力評価について検討を行った。2 つの実験結果および検討結果から、以下の知見を得た。

- 1) 支圧強度は、式 (1)、式 (2) により、実験値を安全側に評価でき、径厚比  $D_o/t_o$  が 100 を超える試験体についても支圧強度に鋼管によるコンファインド効果を考慮することが可能であることが確認できた。
- 2) コーン破壊耐力も鋼管の拘束効果を考慮することで、計算値は実験値と良い対応を示した。
- 3) 杭頭接合部の曲げ耐力は軸力の影響を受けるが、本実験の範囲ではコンクリート圧縮強度の影響は見られないことが明らかになった。また、提案した杭頭接合部の曲げ強度算定式で実験値を安全側に評価できることを確認した。

表-6 実験値と計算値の比較

試験体	実験値 Qmax (kN)	終局曲げ強度(kN)		実験値/計算値	
		接合鋼管部 Qcall	接合筋 Qcal2	接合鋼管部 Qmax/Qcall	接合筋 Qmax/Qcal2
No.1	735.7	494.9	716.4	1.49	1.03
No.2	574.8	402.4	606.6	1.43	0.95
No.3	439.7	281.3	363.2	1.56	1.21
No.12	591.2	402.4	644.6	1.47	0.92
No.13	615.4	402.4	667.2	1.53	0.92

#### 謝辞

部分モデルの押抜き試験は神奈川県 島崎・白井研究室で実施していただきました。ここに記して謝意を表します。

#### 参考文献

- 1) 日本建築学会：コンクリート充填鋼管構造設計施工指針、2008年
- 2) 日本建築学会：各種合成構造設計指針・解説、2010年
- 3) 新都市ハウジング協会：コンクリート充填鋼管 (CFT) 造技術基準・同解説の運用及び計算例等、2017年
- 4) 高木他：内面に溶接ビードを設けたコンクリート充填鋼管の付着性状に関する実験的研究、日本建築学会大会梗概集、C-1、PP. 889 ~ 890、1997.9
- 5) 宮尾他：裏当てリング付きコンクリート充填鋼管柱の付着耐力評価、日本建築学会技術報告集第4号、1997.3
- 6) 宮尾他：裏当てリングを用いたコンクリート充填鋼管柱の押し抜き試験 その1、その2、日本建築学会大会梗概集、C-1、PP. 969 ~ 972、1996.9
- 7) 多賀野他：裏あてリングを用いたコンクリート充填遠心鑄鋼管柱の押抜きせん断実験 その1、その2、日本建築学会大会梗概集、C-1、PP. 819 ~ 822、1995.8
- 8) 高木他：鋼管内面にリング状の機械的滑り止めを有するコンクリート充填円形鋼管柱の付着耐力評価、日本建築学会大会学術講演梗概集、C-1、PP. 1131 ~ 1132、1999.9
- 9) 建設省総合技術開発プロジェクト「新構造体系の開発」性能評価分科会 基礎WG 最終報告書、2000.3

### Development of pile head connection method using circular steel pipes

Tsunehisa MATSUURA, Daisuke MATSUMOTO, Toshiro MAKITA and Masateru NISHI

To improve the productivity of a steel-concrete pile-to-pile cap connection, a new connecting method has been developed by the authors. Using the developed method, a circular steel pipe is placed around the steel-concrete pile head, and the gap between the steel-concrete pile and a circular steel pipe is filled with concrete. The structural performance of the pile head connection method using a circular steel pipe was verified through a pushout and pullout test, and a lateral load test.

This paper reports the tests and analyses of the structural mechanism in a steel-concrete pile-to-pile cap connection. Even if the diameter-to-thickness ratio exceeds 100, it is possible to consider the confining effect of the circular steel pipe on bearing strength. The effects of embedded axial load and concrete strength on the maximum flexural strength of a steel-concrete pile-to-pile cap connection were also clarified. The estimated flexural strengths through the proposed equation and test results showed good agreement.