

場所打ち杭の杭頭半剛接工法に関する実験的研究
(その5：繰返し1軸特性の検討)

場所打ち杭 杭頭半剛接工法 1軸特性
拘束効果

正会員 ○ 岡田 享*1 同 山田 和夫*2
同 山本 俊彦*3 同 伴 幸雄*4
同 深津 尚人*4

1. はじめに

筆者らは、これまで¹⁾に、基礎と杭頭との接合部を鋼管形式による半剛接合とした場所打ち杭の曲げせん断挙動について一連の検討を行い、杭頭部を半剛接合として最大耐力を53~64%に低減させることにより杭体の損傷を抑制できるとともに、変形角が1/50まで安定した曲げせん断性能の確保が可能であることを確認した。

本研究では、この点を踏まえ、引き続き基礎と杭頭とを半剛接合とした接合方法の確立を目的とした基礎的研究として、正負繰返し1軸荷重を受ける場所打ち杭の半剛接合部の力学挙動について検討を行うこととした。

2. 実験方法

本実験では、表-1および図-1に示すように、杭部の寸法がφ400×400mmで、鋼管(外径×長さ：φ267×250mmで、肉厚：0、1.6、3.2、6.0mmの4種類)を杭頭部と基礎部にそれぞれ100mmの間埋め込んである(鋼管中央50mmの部分露出)RC製スタブ付き試験体を4体製作し、杭頭半剛接合部の正負繰返し1軸特性に及ぼす鋼管肉厚の影響について調査した。なお、杭部は、主筋を12-D16で配筋し、一端をスタブ内部に長さ $l=30d$ (ここに、 d ：主筋径)の自然定着配筋とし、帯筋をD6@45で配筋した。また、鋼管部は、芯鉄筋を8-D13で配筋し、鋼管両端部から杭部および基礎部へ $l=30d$ の長さで自然定着させた。本実験で使用した構成材料の実験時にお

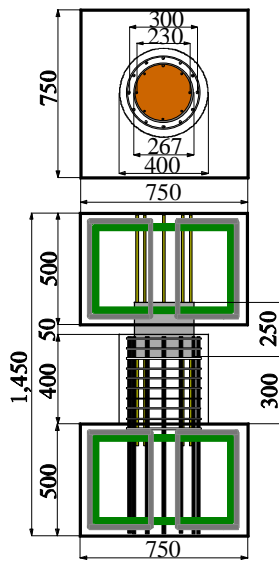


図-1 試験体の形状・寸法(単位：mm)

表-1 実験の概要

試験体記号	鋼管部詳細			杭部詳細		
	肉厚(mm)	外寸(mm)	芯鉄筋	寸法(mm)	主筋	帯筋
T-00	—	—	—	—	—	—
T-16	1.6	φ267 × 250	8-D13	φ400 × 400	12-D16	D6@45
T-32	3.2	—	—	—	—	—
T-60	6.0	—	—	—	—	—

ける諸性質を表-2に示す。

正負繰返し1軸方向加力に際しては、変位制御によりスタブ間の変位が±0.45、±0.9、±1.8、±2.7、±3.6、±4.5、±9.0、±18、±27 および ±36 mmの静的な正負1軸繰返し載荷を行った。ただし、最大圧縮耐力後は、圧縮方向の加力制御が困難となったため、それ以降の加力は引張方向のみの繰返し載荷とした。

3. 実験結果とその考察

3.1 破壊状況

図-2(a)~(d)は、本実験で得られた杭試験体の最終破壊状況を試験体別に示したものである。図によれば、

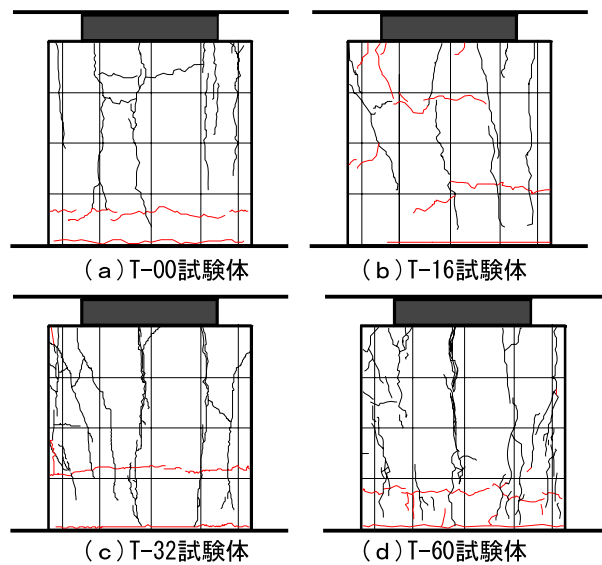


図-2 最終破壊状況

表-2 材料試験結果
(a)コンクリート(鋼管部)

材齢(週)	密度(g/cm ³)	強度試験結果	
		引張(MPa)	強度(MPa)
10-12	2.34	1.81	20.9

(b)コンクリート(杭部)

材齢(週)	密度(g/cm ³)	強度試験結果	
		引張(MPa)	強度(MPa)
11-13	2.26	2.19	27.4

(c)鉄筋

種類	呼び名	降伏点(MPa)	引張強さ(MPa)
芯鉄筋	D13	388	564
主筋	D16	437	603
帯筋	D6	427	528

(d)鋼管

種類	肉厚(mm)	降伏点(MPa)	引張強さ(MPa)
T1.6	1.6	235	404
T3.2	3.2	328	351
T6.0	6.0	353	451

表－3 最大耐力に関する実験結果および計算結果一覧

試験体 記号	実験値		計算値					
	圧縮	引張	圧縮				引張	
	P_c (kN)	P_t (kN)	P_{cc}^{*1} (kN)	耐力比 P_c/P_{cc}	P_{cc}^{*2} (kN)	耐力比 P_c/P_{cc}	P_c (kN)	耐力比 P_t/P_{tc}
T-00	1,356	-538	1,149	1.18	1,149	1.18	-572	0.94
T-16	1,244	-567	1,804	0.69	1,270	0.98	-572	0.99
T-32	1,750	-538	2,512	0.70	1,812	0.97	-572	0.94
T-60	1,850	-568	3,211	0.58	2,655	0.70	-572	0.99

[注] *1および*2：鋼管による拘束効果を考慮および無視した時の結果。

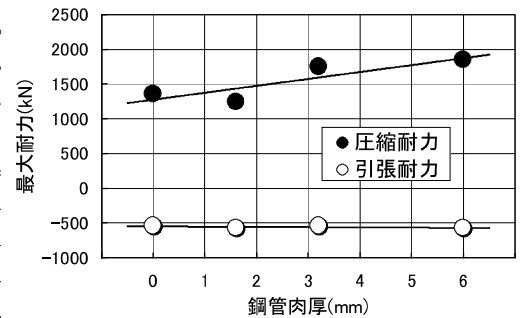
試験体の種類に関わらず圧縮荷時には材軸方向に、引張荷時には材軸に直交する方向にひび割れが発生・進展している。特に、引張荷時に発生するひび割れは、鋼管肉厚の影響をそれほど影響を受けておらず、ひび割れの本数も比較的少ないが、圧縮荷時に発生するひび割れは、鋼管肉厚が厚くなるに従ってひび割れの本数が多く、ひび割れ幅も大きくなる傾向を示している。

3.2 最大耐力

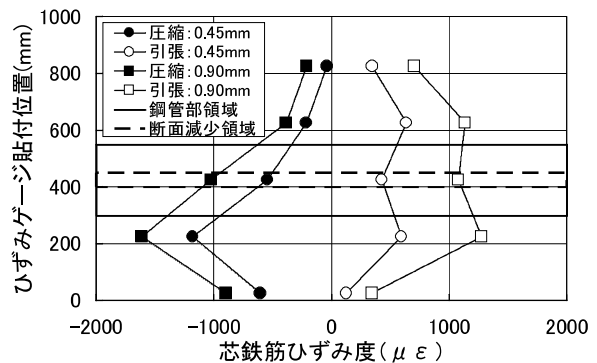
表－3は、本実験によって得られた杭試験体の最大圧縮耐力および最大引張耐力に関する実験結果および計算結果を一覧表にして示したものである。この表および最大耐力と鋼管肉厚との関係を示した図－4によれば、杭試験体の最大圧縮耐力(P_c)は、一般的に鋼管肉厚が厚くなるに従って増大しており、鋼管の影響を受けているのがわかる。前掲の表－3中には、最大耐力時の鋼管部コンクリートのひずみ度の実測値を代入し、かつ鋼管によるコンファインド効果を考慮して算定した最大圧縮耐力(P_{cc}^{*1})も併示してあるが、鋼管が杭頭部に挿入してあるT-16、T-32およびT-60試験体の場合には、計算結果は実験結果に対して1.4～1.7倍程度の過大評価となっている。また、鋼管によるコンクリートのコンファインド効果を無視した場合の最大圧縮耐力の計算結果(P_{cc}^{*2})については、圧縮耐力に及ぼす鋼管部の杭部への割裂きの影響が著しかったと思われるT-60試験体を除けば、実験結果との対応は比較的良好であるといえる。一方、前掲の表－3および図－3によれば、試験体の最大引張耐力(P_t)は、鋼管の有無および肉厚に関わらず538～567kNの範囲にあり、鋼管の影響を殆ど受けていないことがわかる。表－3中には、鋼管部に配筋されている8本の芯鉄筋が同時に引張強さに達したと仮定した場合の最大引張耐力の計算結果(P_{tc})が併示してあるが、実験結果と計算結果との比(P_t/P_{tc})は、0.94～0.99の範囲にあり、実験結果とは比較的良好と一致しているといえる。

3.3 変形特性

図－4は、芯鉄筋に貼付したひずみゲージの貼付位置(下スタブ上面からの距離)とひずみ度との関係をT-32試験体について示したものである。ただし、図中の波線



図－3 圧縮・引張耐力と鋼管肉厚の関係



図－4 芯鉄筋のひずみ分布(T-32試験体)

部は杭頭断面減少領域、実線部は鋼管部領域であることを示している。図によれば、圧縮荷時には、鋼管の肉厚に関わらず下スタブ上面から225mmの杭部位置のひずみ度が最も大きくなっており、かつ繰返し変位の増大とともにひずみ度も増大する傾向を示している。これに対して、引張荷の場合には、鋼管を杭頭部に挿入していないT-00試験体では、断面減少部(縦軸：425mmの位置)のひずみ度が最も大きな値を示したが、杭頭部に鋼管が挿入されると、例えばT-32試験体の図－4に示すように、杭頭断面減少部のひずみ度が他の位置に比べて相対的に減少し、圧縮荷時の場合と同様に下スタブ上面から225mmの杭部位置のひずみ度が最も大きくなっている。

4. むすび

本研究の結果、鋼管形式による杭頭半剛接合部の圧縮耐力は、耐力が鋼管の局部座屈で決まる範囲では鋼管肉厚の影響を受けるが、肉厚が厚くなると鋼管部の杭部への割裂きによって耐力が決まるため、鋼管肉厚の影響は次第に小さくなること、杭頭半剛接合部の圧縮特性に及ぼす鋼管によるコンファインド効果はそれほど期待できないこと、鋼管形式による杭頭半剛接合部の引張耐力は、杭頭断面減少部に配筋された芯鉄筋により決まり鋼管の影響をそれほど受けないこと、などがわかった。

【引用文献】

- 1) 深津・山本・山田・岡田：コンクリート工学年次論文報告集、Vol.26、No.2、pp.919-924、2004.7

*1 ヨーコン(株)

*2 愛知工業大学工学部都市環境学科 教授・工博

*3 大同工業大学工学部建設工学科 教授・工博

*4 矢作建設工業(株)

Yocon Co., Ltd

Prof., Department of Architecture, Aichi Institute of Technology

Prof., Department of Architecture, Daido Institute of Technology

Yahagi Construction Co., Ltd.