

鋼管巻き PHC 杭 (SPHC 杭) に関する研究—その3 曲げせん断試験

正会員 ○吉田 新治*6 正会員 加倉井正昭*1
 正会員 桑原 文夫*2 正会員 林 隆浩*3
 正会員 毛井 崇博*4 正会員 萩原 昌宏*5
 正会員 浅井 陽一*7

PHC 杭 鋼管 合成杭
 曲げせん断試験 曲げ耐力 変形性能

1. はじめに

SPHC 杭の軸力 (想定される長期及び短期荷重) 下での挙動を確認するための曲げせん断試験と、同一仕様に近い SC 杭の軸力下の試験を行いその挙動を比較した。

2. 試験体概要

図.1 に試験体断面の概要、表.1 に試験体一覧、表.2 に材料試験結果を示す。

3. 加力及び測定方法

図 2 に加力装置概要を示す。軸力は 3000kN ジャッキで、水平力は押/引 2000/1000kN ジャッキ 2 台を用いて片押しで加力した。軸力が水平変位に追従するようにジャッキ上部にはリニアスライダを設置し、試験体上部には回転支承を設けた。基礎スタブは、鋼製として試験体と溶接し、杭体内部は中詰コンクリートを打設し、基礎スタブの剛性と強度を確保した。加力は、部材角 $R = 2.5, 5.0, 7.5, 10, 15, 20/1000\text{rad}$ で、各々 2 回ずつ繰返し載荷した。その後、 $+/1000\text{rad}$ ずつ漸増して

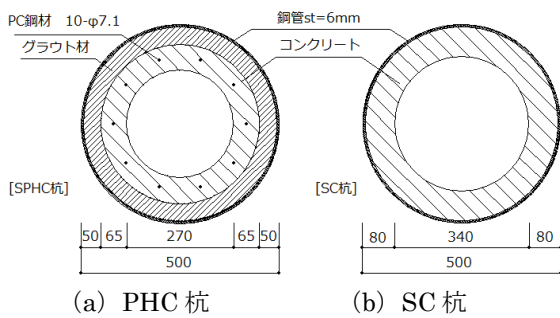


図.1 試験体断面

表 1 試験体一覧

試験体名	杭種	鋼管		PHC杭		軸力 N (kN)
		外径 $sD_0 \times$ 厚さ s_t	F値種類	外径 $pD_0 \times$ 内径 pD_i	種類本数 \times 径	
S5P4A-L	SPHC杭	500 \times 6	325	400 \times 270	A種	1,250
S5P4A-H			SKK490		10 \times φ7.1	2,500
S5P0-H	SC杭			($s_cD_i : 340$)	-	2,500

表.2 材料試験結果

試験体名	鋼管		コンクリート	グラウト材
	降伏強度 $s\sigma_y$	引張強度 $s\sigma_t$	圧縮強度 $c\sigma_B$	圧縮強度 $g\sigma_c$
S5P4A-L	508	578	134.6	30.3
S5P4A-H				32.1
S5P0-H			-	

1 回繰返し載荷したが、加力装置の関係で $R=1/20$ で加力を終了した。図 3 に変位とひずみの測定位置を示す。加力点 ($h=2069\text{mm}$) の水平変位 δ_R および杭頭 (ベース、 $h=0\text{mm}$) の水平変位 δ_B 、杭頭部の伸縮量を測定した。

4. 試験結果

図 4 には軸力の異なる 2 つの試験体の水平力 Q と部材角 R 関係を示す。図には、鋼管の引張降伏時 (鋼管の最外縁引張ひずみが $s\sigma_y/sE=2478\mu$ に達した時) を (▼)、最大強度時を (★) で示している。

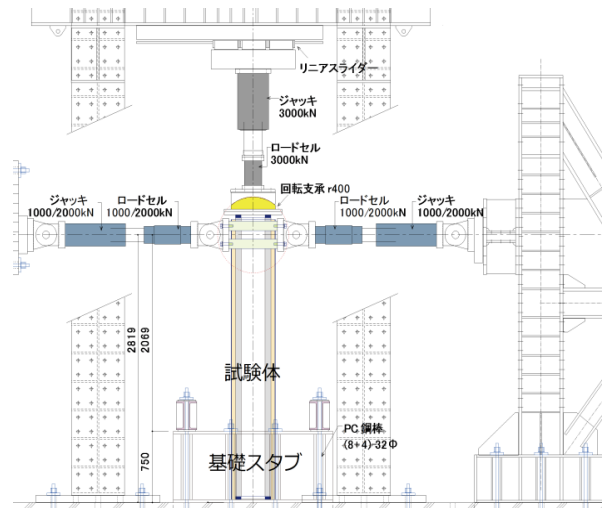
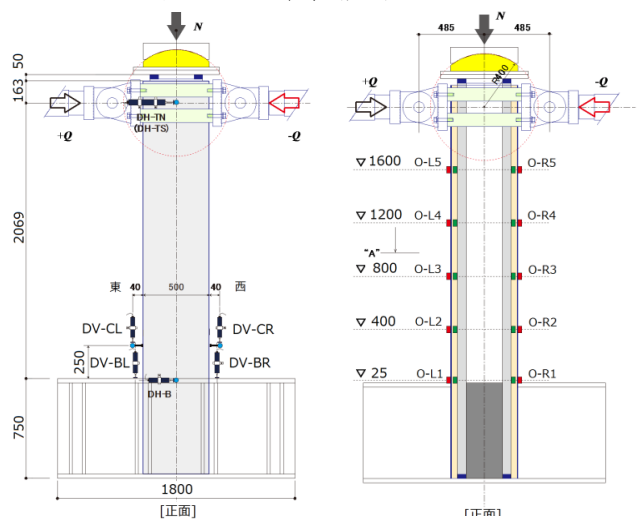


図.2 加力装置概要



(a)変位測定位置

(b)ひずみ測定位置

図.3 変位とひずみ測定位置

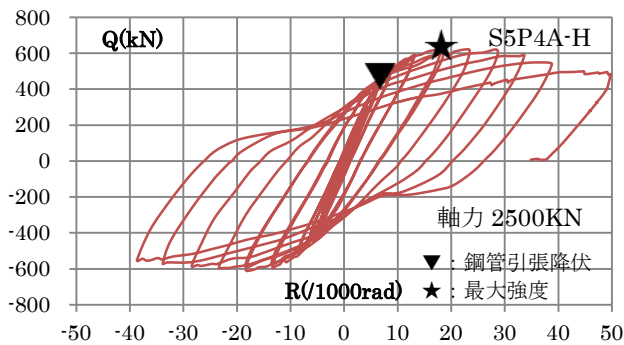
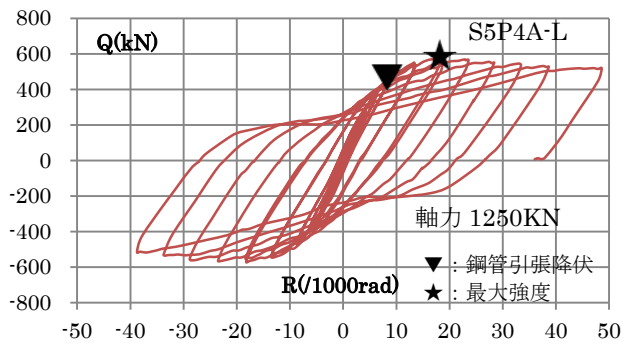


図.4 SPHC 杭の水平力と部材角の関係

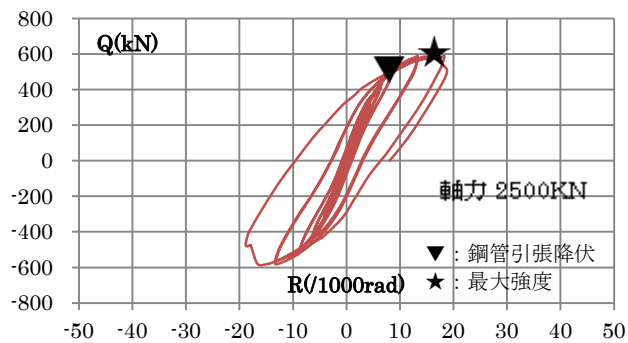


図.5 SC 杭の水平力と部材角の関係

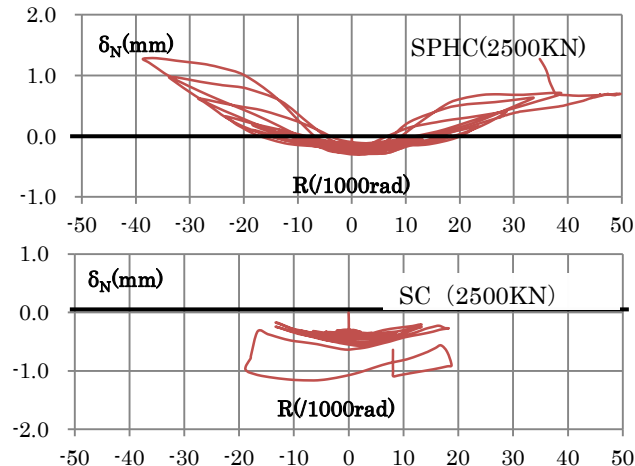


図.6 SPHC 杭と SC 杭の杭頭部伸縮量と部材角の関係

図 4 に SPHC 杭の $Q-R$ 関係を示す。軸力の大きさに関係なく鋼管の引張降伏に達した後、変形の増加と共に最大強度を示し、その後は若干の荷重低下を示しつつ大きな変形性能を示した。

図.5 に SC 杭の $Q-R$ 関係を示す。鋼管の引張降伏、最大強度は大きな違いがないが、最大強度後に急激な荷重低下を示した。この結果からは軸力の大きな場合には SC 杭の変形性能はさほど大きくないことが伺える。

図.6 に杭頭部 25 mm 区間の伸縮量と部材角の関係を示す。SPHC 杭は部材角の増加に対して圧縮量は増加していないが、SC 杭は途中から大きく圧縮している。これは SPHC 杭が荷重の全段階で軸力を維持できているのが SC 杭はコンクリートが圧壊し鋼管が局部屈曲して軸縮みが生じ、軸力維持が難しいことを示している。

図.7 に軸力 2500 kN の SPHC 杭と SC 杭の部材角 R と杭頭部の鋼管および PHC 杭のひずみの関係を示す。SC 杭では、鋼管の軸ひずみ $s_{\epsilon n}$ は初期ひずみのまま一定で、曲げひずみ $s_{\epsilon b}$ も一定に増加しているが、 $R \approx 13/1000$ を過ぎると鋼管の座屈および内部コンクリートの圧壊が発生したためか $s_{\epsilon b}$ と $s_{\epsilon n}$ は圧縮側に大きく進み、軸力支持能力の低下が伺われる。SPHC 杭では、 $s_{\epsilon b}$ は SC 杭と同様に $R \approx 13/1000$ で増加しているが、 $s_{\epsilon n}$ と $c_{\epsilon c}$ は、最初から一定の割合で安定的に引張側と圧縮側 (5000 μ 以上) に増加しており、大きな部材角 (20/1000 以上) でも軸力を確実に支持できていることがわかる。

5. おわりに

SPHC 杭の想定される長期及び短期軸力下における曲げせん断試験によりその強度特性と変形特性を求めた。曲げ耐力のみならず変形性能も大きく、大変形時においても軸力維持性能が発揮されていることが明らかになった。一方、SC 杭は曲げ耐力に大きな違いはないが変形特性、軸力維持性能は SPHC 杭に劣ることが示された。

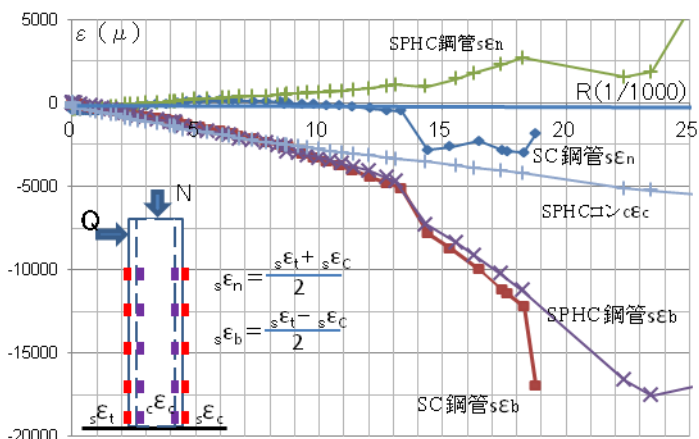


図.7 鋼管ひずみ&PHC 杭圧縮ひずみと部材角の関係

*1*2 パイルフォーラム(株), *3 丸門建設(株),
*4 九州工業大学, *5 日本コンクリート工業(株),
*6 三谷セキサン(株), *7(株) トーヨーアサノ

*1,*2Pile Forum,*3Marumon Construction,
*4Kyushu Institute of Technology,*5Nippon Concrete Industries,
*6Mitani Sekisan,*7Toyo Asano Foundation