

鋼管巻き PHC 杭 (SPHC 杭) に関する研究—その 2

正会員
正会員
正会員
正会員

曲げ試験および軸曲げ試験

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

PHC 杭 鋼管 合成杭
曲げ試験 曲げ耐力 変形性能

1. はじめに

SPHC 杭の基本的性能を把握するために、鋼管及び PHC 杭の種類、繰返し荷重の影響、軸力等を変えた曲げ試験と軸曲げ試験を行った。

2. 試験体概要

表 1 に試験体の一覧を、表 2 に材料試験結果を示す。[シリーズ 1]では、PHC 杭と SPHC 杭の比較、正負繰返し荷重の有無、PHC 杭の種類 (A 種: C 種) の違いについての影響を確認した。[シリーズ 2]では、軸力なし 1 体、軸力あり 2 体を作製し軸力の有無による影響を確認した。[シリーズ 1]ではスパイラル鋼管 (SKK400)、[シリーズ 2]では電縫管 (SKK490) を用いた。

3. 加力方法及び測定方法

図 1 に試験体断面、図 2 に加力の概要を示す。試験は JIS A 5372 に基づいて、支点間距離を杭の長さ L の

表.1 試験体一覧

試験体名	鋼管		PHC 杭		荷重方法	軸力 N (KN)	
	外径厚さ (mm)	F 値種類	外径内径 (m)	種類			
シリーズ 1	S6P5A-0m	600 9	235 SKK 400	500 340	A 種	0	
	S6P5A-0				単調正負		
	S6P5C-0m				C 種		単調正負
	S6P5C-0m						
シリーズ 2	S6P5A-N	600 9	325 SKK 490	A 種	正負	1000	
	S6P5A-L					2000	
	S6P5A-H						

表 2 材料試験結果 (N/mm²)

試験体名	鋼管		PC 鋼材	コンクリート	グラウト材
	降伏強度	引張強度	引張強度	圧縮強度	圧縮強度
シリーズ 1	382	471	1,421	112.4	23.4
シリーズ 2	422	549	1,480	124.5	33.7
				125.2	33.6
				127.9	36.7

9/10、中央荷重スパンを 1m として曲げ実験を行った。[シリーズ 1]は試験体を反転し、[シリーズ 2]では上下から加力し、繰返し荷重を行った。最初は荷重レベルで、鋼管が規格降伏応力度時のひずみに達した後は、その時の変位 δ_A を基準に繰返し荷重した。軸力導入はセンターホールジャッキにより所定の荷重を PHC 杭のみに与え試験体両端部のナットで定着させて行った。

4. 実験結果と考察

4.1 荷重 P-変位 δ 関係および破壊経過

図 3~図 6 にシリーズ 2 の実験で得られた荷重 P-変形 δ 関係と曲げモーメント M-曲率 Φ 関係の代表例を示す。M の算定においては、N- δ 効果および加力具の自重を考慮している。図には実験で得られた鋼管の引張降伏強度時 (▼)、最大曲げ強度時 (★) を示す。なお、鋼管の引張降伏強度時の曲げモーメントは、鋼管の材料試験から得られた降伏ひずみ ϵ_y ($\sigma_y/E_s=1863\mu, 2059\mu$) に達した時である。なお、単調荷重試験体と繰返し荷重試験体の M- ϕ 関係は、ほぼ一致していた。また、PHC 杭の曲げひび割れ発生時の強度も PHC 杭表面のひずみから

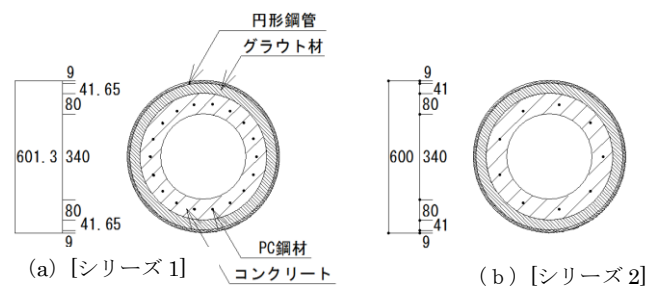


図 1 試験体断面

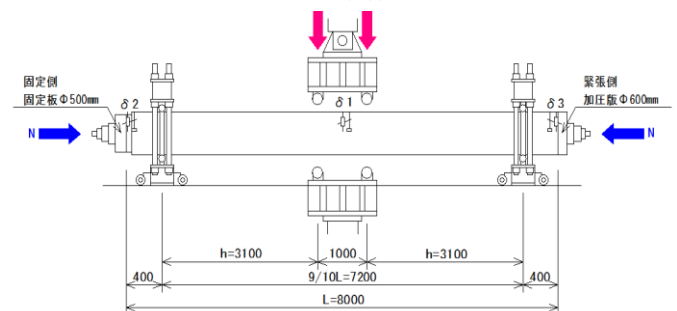


図 2 加力装置及び方法 [シリーズ 2]

推定されたが部材の剛性低下は認められなかった。

図 5,6 に示すように軸力のある[S6P5A-H]は、曲げ耐力に達した後、正側の $5\delta_y$ に向かう途中の $P=1307\text{kN}$ ($\delta=93.9\text{mm}$) で加力部支点近傍の試験体陥没があり実験を終了した。試験後、PHC 杭の破壊状況を調べると、

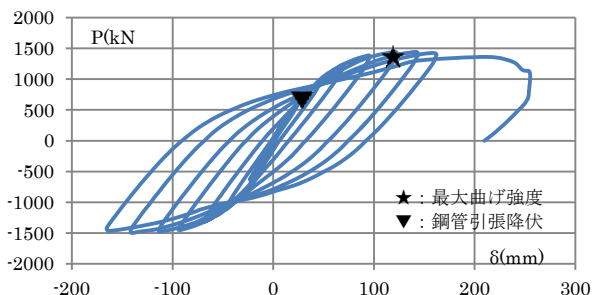


図 3 P- δ 関係[S6P5A-N]

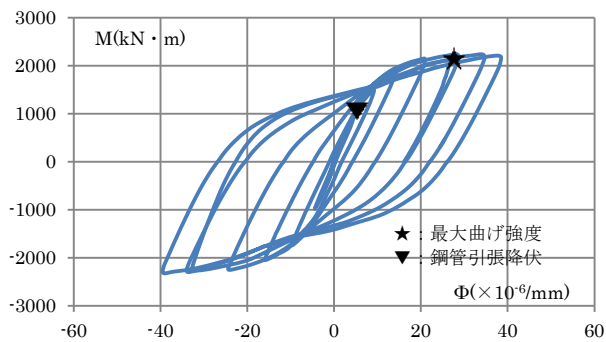


図 4 M- Φ 関係[S6P5A-N]

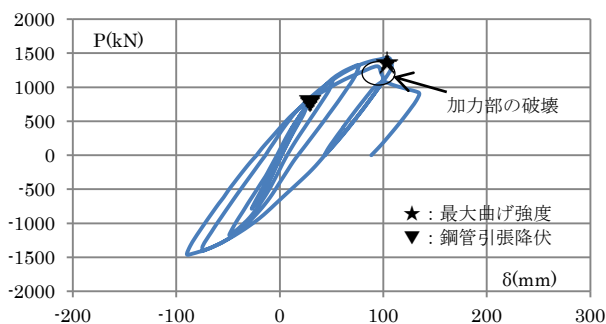


図 5 P- δ 関係[S6P5A-H]

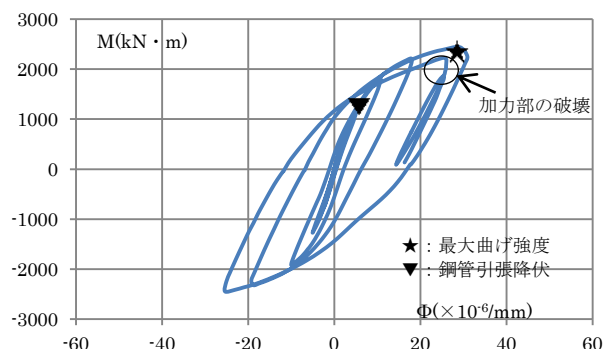


図 6 M- Φ 関係[S6P5A-H]

加力部支点近傍以外は、グラウト材や PHC 杭に曲げひび割れは見られたが、大きな損傷は見られなかった。[シリーズ 1]においても、試験終了後に PHC 杭の破壊状況を調べると、全試験体共にグラウト材に曲げひび割れと圧壊現象が見られたが、PHC 杭には曲げひび割れ以外の圧壊現象は見られなかった(その 1 参照)。

4.2 杭種の比較

図 7 から、SPHC 杭の C 種の最大曲げモーメントは、A 種の場合に比べて約 $180\text{kN}\cdot\text{m}$ ほど大きくなっている。この値は、曲げ解析(その 4 参照)で求めた PHC 杭単体の A 種と C 種の最大曲げモーメントの差 $220\text{kN}\cdot\text{m}$ の約 80%ほどであり、最大曲げモーメント時には PHC 杭の曲げ強度もある程度発揮していることが伺える。

4.3 軸力の有無による比較

図 8 から、軸力が大きくなるにつれて、曲げひび割れ強度、鋼管引張降伏時の強度、最大曲げ強度が大きくなる。最終的に加力部支点近傍で破壊したので、正確な変形性能は確認できなかったが、軸力増加による変形性能の大幅な低下は見られない。

5. おわりに

試験の結果、SPHC 杭は PHC 杭に比べて格段に大きな曲げ耐力のみならず、変形性能の増加も著しく、地震時など耐震性に優れた耐力性状を示した。またどの試験体も試験後の観察において鋼管の座屈変形はなく PHC 杭の損傷は軽微であった。

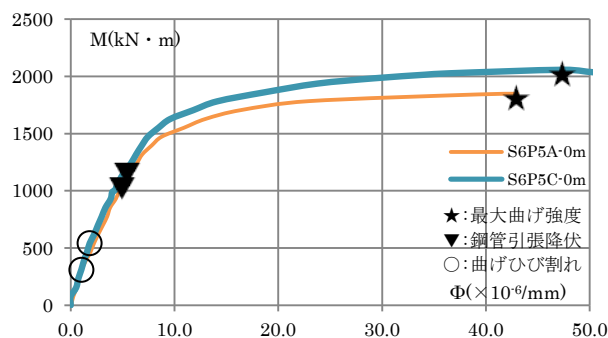


図 7 M- Φ 関係 (PHC 杭の A 種と C 種の比較)

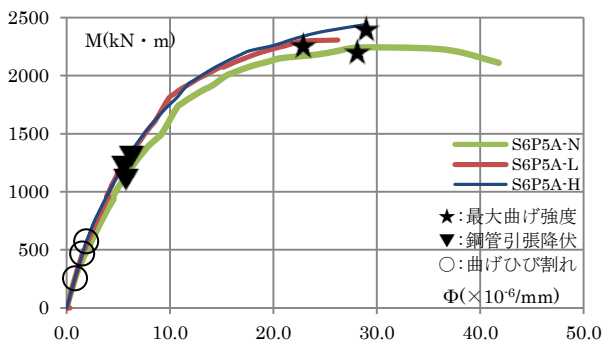


図 8 M- Φ 関係 (軸力の有無による比較)

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