

1.はじめに ソイルセメント合成鋼管杭は、低振動、掘削土砂の低減、施工管理の易しさ等の面より注目されている。本杭は、水平支持力については鋼管部の曲げ剛性しか期待していないものの、ソイルセメント部と外面突起(リブ)を設けた鋼管が一体化することで、地盤反力の算定にはソイルセメント径(Ds)を適用し変形が抑えられる設計手法を用いている。しかし、大変形時においてソイルセメント部が剥離・割裂する時の影響や、リブの効果等は未だ解明されていない。そこで本研究では、ソイルセメント合成鋼管杭の模型を作製し、遠心力载荷装置を用いた水平载荷試験により、ソイルセメントの有無、および鋼管表面のリブの有無による水平支持力への影響について調査することとした。

2. 実験概要 本実験は遠心加速度 40 G のもとで行った。実験装置を Fig.1 に示す。杭の諸元を Table 1 に示す。載荷は 3 mm/min の変位制御により、杭径の 10 % ごとに 3 サイクルの繰返し載荷を杭径(Ds)の 70 % まで行った。実験は、鋼管の中のみソイルセメントを詰めた鋼管杭(以下鋼管杭と記述する)についてリブ付きとリブ無しの 2 パターン、ソイルセメント合成鋼管杭(以下ソイルセメント合成杭と記述する)についてリブ付きとリブ無しの 2 パターンの計 4 パターンに対して行った(Table 2)。計測項目は、杭頭荷重と変位である。リブ付き鋼管のリブ間隔は 5 mm とした。

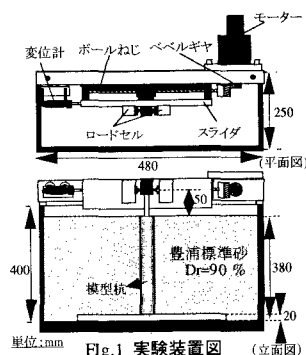


Table 1 杭の諸元

3. 実験結果及び考察

実験結果はすべてプロットタイプ換算して示す。また、水平変位は杭径(D_s)で除して規準化している。荷重-変位曲線の包絡線は、同一繰返し幅における 3 サイクル分の荷重の平均値をプロットする。

(1)ソイルセメントによる影響 Fig.2 にリブ付きについての、Fig.3 にリブ無しについての、鋼管杭とソイルセメント合成杭の正方向の荷重－変位曲線の包絡線を示す。Fig.2、Fig.3 より、リブ付き・リブなしともに、杭径の 70 %に至るまでソイルセメントが水平抵抗力を増大させていることが確認された。図は省略するが、逆方向についても同じ傾向にある。

(2)リブによる影響 Fig.4 にリブ付き鋼管とリブ無し鋼管に関して、荷重-変位曲線の包絡線を示す。Fig.5 にその両対数グラフを示す。Fig.4 の荷重差の原因として、リブを作製する時の鋼管への影響や肉厚の微小な誤差、また地盤作成時の密度差や実験の精度等が考えられる。つぎに、Fig.6 にリブ付きソ

	杭長 L(mm)	杭径 Dp(mm)	ソイルセメント杭径 Ds(mm)	肉厚 t(mm)	リブ高さ h(mm)	曲げ剛性 EI(N・m ²)
模型杭	440	18	30	2.0	1.0	3.62×10^2
プロトタイプ換算	17600	720	1200	80.0	40.0	0.931×10^9
標準的な ソイルセメント 合成鋼管杭		600～ 1300	800～ 1500	9～22	2.5以上	1.16×10^9

ソイルセメントの一軸圧縮強度=1MPa
豊浦標準砂：早強セメント・蒸留水=3:0.15:1

- ・肉厚大 —— 曲げ剛性を実物と一致させる，作業上の問題．
- ・リブ高さ大 —— ソイルセメント材料の平均粒径とリブ高さの比率を実物とあわせる．

Table 2 実験パターン

	ソイルセメント付き	ソイルセメントなし
リップ付き (リップ間隔5 mm)	 ソイルセメント合成杭	 鋼管杭
リップ無し	 ソイルセメント合成杭	 鋼管杭

イルセメント合成杭と、リブ無しソイルセメント合成杭の荷重-変位曲線の包絡線を示す。Fig.7 にその両対数グラフを示す。Fig.4 ではリブ付きはリブ無しよりも下にきているが、Fig.6 では 30% から 60% の範囲で上にきている。さらに、Fig.7 の両対数グラフを見た時、リブ付きの方がリブ無しよりもクラックが開いて剥離し始めるのが遅いのは、リブとソイルセメントの付着による効果であると考えられる。また、Fig.2 のリブ付きと Fig.3 のリブ無しの荷重-変位包絡線に関して、同一変位に対する鋼管とソイルセメント合成鋼管杭の荷重差、すなわちソイルセメントによる荷重増加量を Fig.8 にそれぞれ示す。これより、リブのある方がリブの無い場合と比較して、初期剛性、最大耐力が増加し、耐力低下の傾向は同じであるが、ソイルセメントによる荷重増加の影響を長く保持できることがわかる。

(3)破壊形状 リブ付きソイルセメント合成杭に関して杭径の 30% と 70% で取り出した時、リブなしソイルセメント合成杭に関して杭径の 70% で取り出した時の様子を、実際にスケッチし Fig.9 に示す。リブ付きについては、杭径の 30% では縦方向にクラックが入り、杭径の 70% では地表面近くの破片が細くなっている。箇所によっては、リブとリブの間にソイルセメントが残されているのが確認でき有効径が保持されていると考えられる。リブなしについては、リブ付きと比較して破片が大きいことが確認できるが、表面にソイルセメントは残らず有効径は保持されないと考えられる。

4. 結論

- (1)ソイルセメントによる水平抵抗力の増加の影響は、70% の大変形領域においても保持される。
- (2)リブ無しソイルセメント合成杭は 30% でソイルセメントが剥離し始めるが、リブ付きソイルセメント合成杭はリブとソイルセメントの付着による影響により、40% でソイルセメントが剥離し始める。
- (3)リブのある場合の方がリブの無い場合よりも、初期剛性、最大耐力が大きく、耐力低下の傾向は同じであるが、ソイルセメントによる強度増加の影響を長く保持することができる。

5. 今後の課題 今後は、リブの付け方を改良することで鋼管の肉厚を薄くし、リブ間隔の影響や群杭時の抵抗特性の把握を目的とした研究を行おうと考えている。

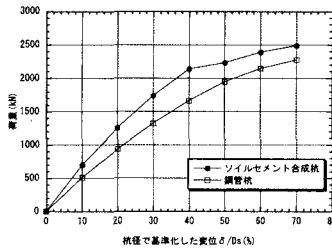


Fig.2 荷重-変位曲線の包絡線
(リブ付き)

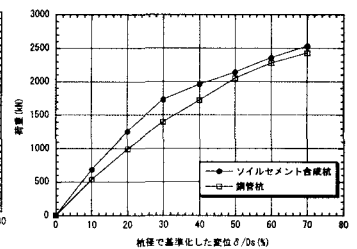


Fig.3 荷重-変位曲線の包絡線
(リブ無し)

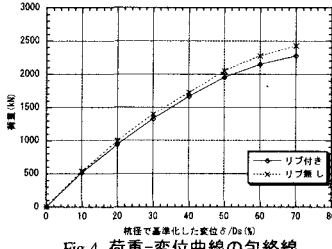


Fig.4 荷重-変位曲線の包絡線
(鋼管杭)

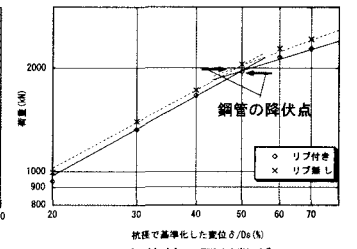


Fig.5 包絡線の両対数グラフ
(鋼管杭)

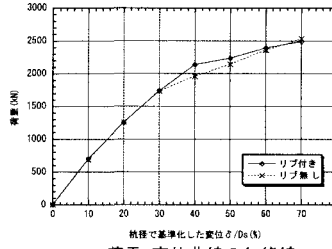


Fig.6 荷重-変位曲線の包絡線
(ソイルセメント合成杭)

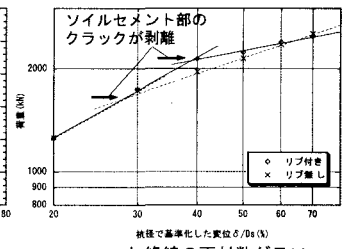


Fig.7 包絡線の両対数グラフ
(ソイルセメント合成杭)

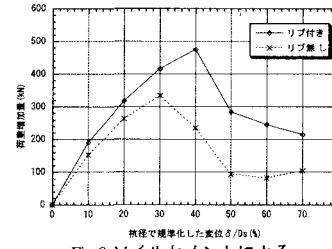


Fig.8 ソイルセメントによる
荷重増加量

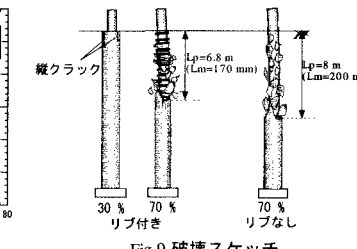


Fig.9 破壊スケッチ