

Ⅲ-B44 鋼管ソイルセメント杭における鋼管と固化体との合成効果に関する実験

ガンテツパイル工法協会 正会員 木下雅敬

同上 正会員 大槻 貢

同上 正会員 日比野信一

1. はじめに

鋼管ソイルセメント杭工法は、図1に示すように、セメントミルクの注入攪拌により地盤中に造成した固化体と外面突起付き鋼管からなる合成杭工法である。同工法は、高い支持力が得られる低排土工法であるとともに、杭体自身についても外面突起付き鋼管を用いていること及びソイルセメントとの合成構造となっていることより、高い部材耐力が得られることが期待される。そこで、これらを考慮した設計を行うことの可能性について検討するために、一定軸力下での交番載荷試験を実施したので報告する。

2. 実験方法

2.1 試験体：表1に試験体の諸元を示す。Case1 試験体は文献1)にて実施された通常の鋼管φ600を用いた交番載荷試験であり、この試験と比較する形で、鋼管外側の突起の有無、ソイルセメントの中詰めの有無及びソイルセメント強度をパラメータとして3体製作した。ソイルセメントは乾燥粘土とセメントを混合することで作成したもので、事前に配合試験を行い目標強度となるように配合を決定した。尚、GR-2 試験体については、ソイルセメントの中詰めに加え、実際の杭と同様にソイルセメントを鋼管の外側にも巻き付けたが、実験においては鋼管の降伏が始まる程度の載荷段階で外側のソイルセメントが脱落してしまっており、以下の実験結果の検討では、中詰めのみを評価するものとしている。

2.2 載荷方法：図2に試験概要図、図3に載荷パターンを示す。杭頭部を固定し、一定軸力（鋼管の規格降伏応力度の30%に相当する軸力で120tfとした）のもとで、杭頭部より4D(D=鋼管径)の位置に変位制御により同一振幅3回の正負繰り返し水平荷重を加えた。基準とする降伏変位量

δy は、鋼管が規格降伏応力度に達すると計算される荷重（降伏荷重）を与えたときの変位とした。このとき、降伏荷重はソイルセメント及び鋼管突起の影響は無視して計算したため全試験体共通で17tfである。

3. 実験結果

3.1 包絡線の比較

図4には、荷重～変形関係の包絡線を比較したものを示す。図より、突起付き鋼管を用いることで、平鋼

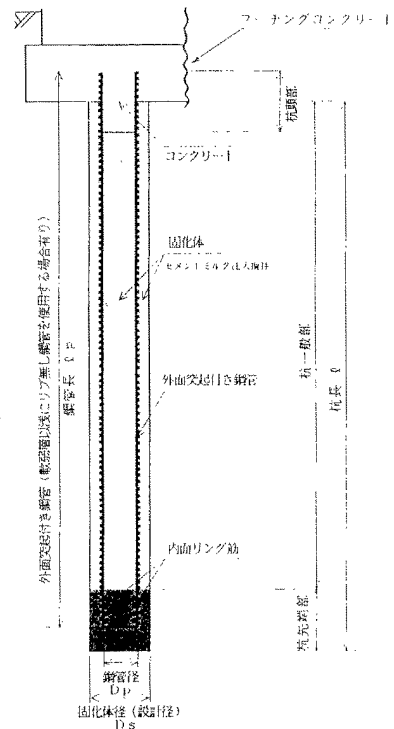


図1 鋼管ソイルセメント杭模式図

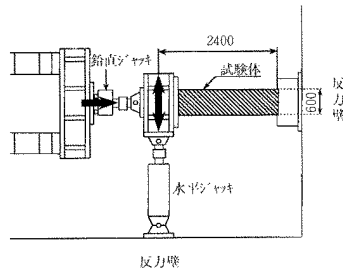


図2 試験概要図

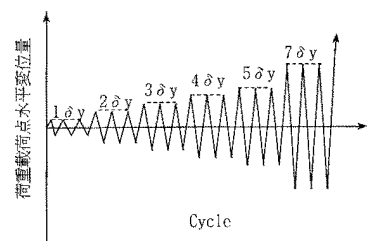


図3 載荷パターン

表1 試験体の諸元

試験体名	鋼管径 D	肉厚 t	材質	鋼管の実測降伏応力	中詰め固化体	ソイルセメント強度(試験日)
Case 1	600mm	9.07mm	SKK400	3150 kg/cm ²	無し	
GR-1	600mm	9.02mm	SKK400GR	3330 kg/cm ²	無し	
GR-2	600mm	9.02mm	SKK400GR	3330 kg/cm ²	ソイルセメント	57kg/cm ²
GR-3	600mm	8.70mm	SKK400GR	3330 kg/cm ²	ソイルセメント	28kg/cm ²

キーワード：鋼管ソイルセメント杭、耐荷力、変形性能、合成効果

連絡先：〒293 千葉県富津市新富 20-1 TEL0439-80-3085 FAX0439-80-2745

管を用いた場合よりも最大荷重及び変形能力はともに向上する。また、鋼管の初期剛性も若干向上するようである。突起付き鋼管にさらにソイルセメントを中詰めすることにより、最大荷重及び変形能力は向上する。また、その効果は、ソイルセメントの強度が大きいほど大きくなる。

3.2 最大荷重の評価

表2には、実験により得られた杭体の最大曲げモーメントとその計算値を比較したものを示す。最大曲げモーメントの実験値は、実験での最大荷重（正または負側载荷にて絶対値の大きい値）から基部の曲げモーメントを算出したものである。このとき、軸力により生じる付加曲げも考慮している。また断面の曲げ耐力の計算値としては、以下の3つの全塑性モーメントを計算している。

(1)全塑性モーメント①として、平鋼管としての全塑性モーメントを計算したもの（この際、突起及びソイルメントの影響を無視した）

(2)全塑性モーメント②として、突起部の断面積をそれと断面積の同等な板厚の増加分として評価して計算したもの

(3)全塑性モーメント③として、(2)の突起分の板厚増加を考慮しかつ中詰めソイルセメントの強度の寄与を考慮したもの。中詰めを考慮した全塑性モーメントの算出は基本的にRC方式²⁾によっている。

突起部と同等な鋼管の板厚については、突起形状の計測結果から鋼管板厚に対して0.72mmの板厚の増加と設定した。表より以下のことが読み取れる。

1)突起による影響の検討…突起の曲げ耐力向上への効果は、突起分の鋼材量を等価な板厚に換算することで適切に評価できる。

2)ソイルセメントの中詰めによる影響の検討…中詰めソイルセメントの効果は圧縮強度が20～60kg/cm²程度であっても、RC方式にて全塑性モーメントとして計算することで十分安全側に評価できる。

3.3 鋼管のひずみの検討

杭の弾性挙動時における鋼管の突起の影響及び充填ソイルセメントの合成効果を検討するため、GR-3試験体について鋼管内側に貼り付けられたひずみゲージの値（実験値）と弾性計算により求められる鋼管ひずみの計算値を比較した。降伏荷重時の比較を図5に示す。

計算ひずみは、(1)鋼管の突起分のみを等価な板厚に換算した計算値①（図中点線）、(2)充填ソイルセメントと鋼管（突起考慮）との完全合成を仮定した計算値②（図中実線）の2種類を計算している。図より、ソイルセメントを充填した鋼管杭のその弾性時挙動は、鋼管の突起分のみを等価な板厚に換算した場合と充填ソイルセメントと鋼管（突起考慮）の完全合成を仮定した場合の挙動の中間にあると言える。従って、20kg/cm²程度の強度のソイルメントでは、弾性時の鋼管の応力計算においてソイルメントの合成効果を期待するのは危険側となり注意を要する。

<謝辞>試験の計画にあたり適切な御指導を頂いた日本道路公団四日市工事事務所の関係者に深甚なる謝意を表します。

<参考文献>

1)中山他、鋼管杭の最大曲げ圧縮試験、第32回地盤工学研究発表会、1997.7

2)村田等、軸力と曲げを受けるコンクリート充填鋼管柱の耐力、変形性能、土木学会第50回年次学術講演会、1995.9

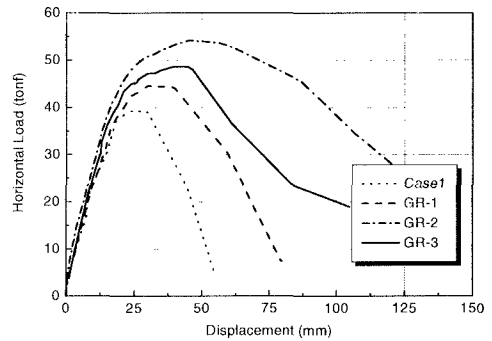


図4 荷重～変位関係の包絡線の比較

表2 最大荷重の実験値と計算値

	A：実験最大曲げ耐力 (tf・m)	B：全塑性モーメント① 平鋼管相当 (A/B)	C：全塑性モーメント② 突起板厚考慮 (A/C)	D：全塑性モーメント③ ソイルメント考慮 (A/D)
Case1	97.9	93.4(1.05)		
GR-1	112.1	98.8(1.13)	107.5(1.04)	--
GR-2	136.1	98.8(1.37)	107.5(1.27)	121.6(1.12)
GR-3	122.0	94.2(1.30)	103.2(1.18)	110.0(1.11)

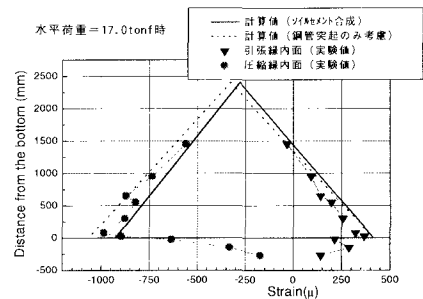


図5 鋼管ひずみの計測値と計算値