

SCP工法におけるケーシングパイプ内の 砂の閉塞効果に関する研究

徳山工業高等専門学校	学生会員	○伊東 圭一	
徳山工業高等専門学校	正会員	上 俊二	
井森工業(株)	正会員	大内 光徳	
徳山工業高等専門学校	正会員	藤原 東雄	
徳山工業高等専門学校	正会員	桑嶋 啓治	

1. はじめに

サンドコンパクションパイル(SCP)工法とは、軟弱地盤に良く締まった砂杭を造成する地盤改良工法である。この工法は複雑な地層条件にも対応できるため、極めて汎用性の高い軟弱地盤改良工法に位置づけられている。しかし、SCP工法では軟弱地盤中に砂を排出する際、効率よく砂を排出できないという問題点がある¹⁾。そこで、以前からパイプ内の閉塞メカニズムを明らかにするために円管パイプを用い、室内実験を行った結果、ケーシングパイプ内にパイプ直径の2倍以上の砂を投入することでパイプ先端が閉塞し、貫入中に軟弱地盤がパイプ内に流入することなく軟弱地盤中に貫入できることがわかった。

本研究では、砂の閉塞メカニズムをより明確なものとするため、パイプの管径、摩擦をそれぞれ変化させることのできる2種類の実験装置を用い実験を行った。さらに、パイプ内の砂の挙動を可視化し、それぞれの実験結果について比較・検討を行った。

2. 実験装置

図-1(a)(b)に実験装置の概要図を示す。図-1(a)は、実際に現場で用いられるケーシングパイプを縮小したものである。また、管径を10.5cm、15.5cm、20.5cmと3種類に変化させ、実験を行う。図-1(b)は、幅10cm、奥行き10cmの正方形断面で、ケーシングパイプの側面に鋼板と2種類の摩擦板P320、P180を取り付けた。ここで本実験における摩擦の大きさについては、鋼板<摩擦板P320<摩擦板P180という関係となっている。そして、前面と後面にはアクリル板が取り付けられてあり、アクリル面によりパイプ内の砂の挙動が可視化できる。また、それぞれの実験装置は相関性を得るために、シリーズ1の管径10.5cmの周面積とシリーズ2の側面の断面積は等しくなっている。シリーズ1、2とも、ケーシングパイプを固定し、エアーコンプレッサーで下部から圧力を負荷させ、砂杭を押し上げる方法をとった。そして、ピストンにかかる荷重(押し抜き力)をロードセルで、ピストンの変位を変位計で測定し、データ測定器で収録を行った。また、シリーズ2においては、実験の様子をデジタルカメラで撮影する。実験条件は、表-1に示す。

3. 実験結果と考察

図-2(a)(b)は、シリーズ1における押し抜き力と投入砂高の関係と、投入砂高を管径で除した比 H/D と押し抜き力を管径の断面積で除した単位面積当たりの押し抜き力を示したものである。図-2(a)では投入砂高が高く、管径が小さい程、押し抜き力は大きくなっていることがわかる。また、押し抜き力が管径の約2倍の投入砂高で急激に上昇していることがわかる。図-

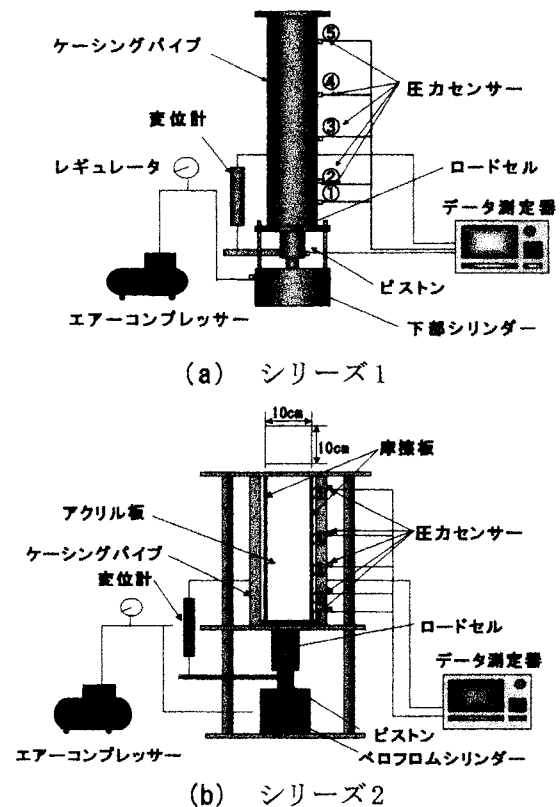
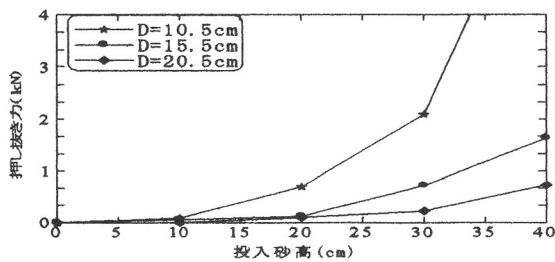


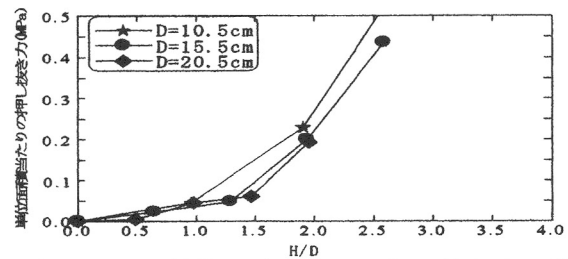
図-1 実験装置

表-1 実験条件

	管径 D(cm)	壁面の 材質	相対密度 Dr (%)	密度 $\rho_s(\text{g/cm}^3)$	投入砂高 H(cm)
シリーズ1	10.5 15.5 20.5	鋼板(鋳鉄)	自由落下 (約30%)	1.470	10~40
シリーズ2	10×10	鋼板(鋳鉄) 摩擦板 P320 摩擦板 P180			

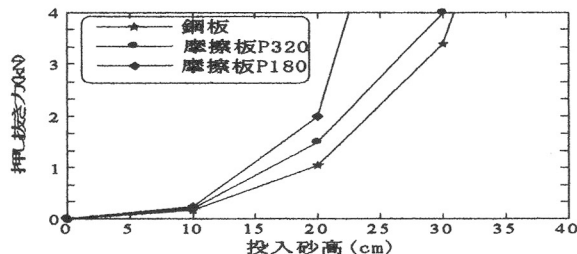


(a) 投入砂高と押し抜き力の関係

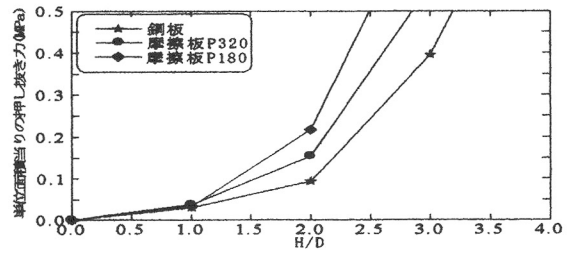


(b) H/D と単位面積当たりの押し抜き力の関係

図-2 シリーズ1



(a) 投入砂高と押し抜き力の関係



(b) H/D と単位面積当たりの押し抜き力の関係

図-3 シリーズ2

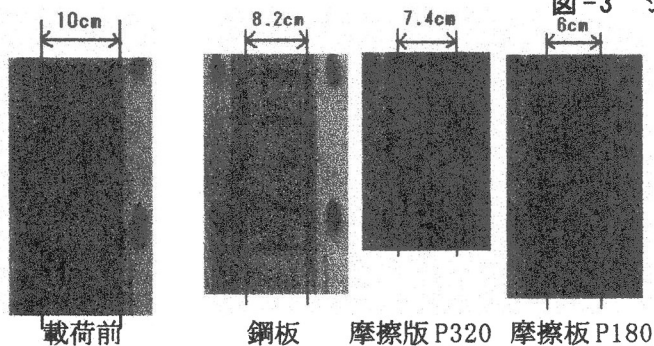


写真-1 可視化画像

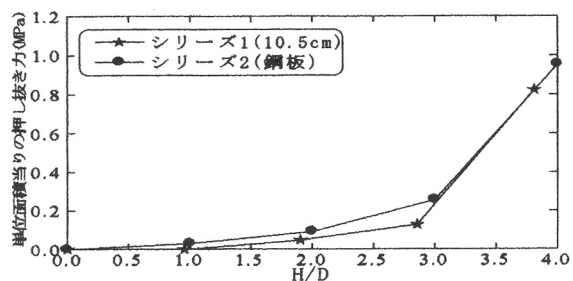


図-4 H/D と単位面積当たりの押し抜き力の関係の比較

2(b)において、H/D が1.0の地点まで、ほぼ同一の挙動を示していることがわかる。しかし、H/D が2.0になると曲線が独立し始めている。H/D が2.0とは、すなわち、投入砂高が管径の2倍の地点のことを表しており、これより閉塞は管径の約2倍の投入砂高で生じていることがわかる。

図-3(a)(b)は、シリーズ2における投入砂高と押し抜き力の関係と、H/D と単位面積当たりの押し抜き力を示したものである。まず、図-3(a)では、摩擦が大きく、投入砂高が高い程、押し抜き力が大きくなっていることがわかる。また、こちらもシリーズ1同様、管径の2倍の投入砂高で押し抜き力が急激に増加していることがわかる。図-3(b)においても、シリーズ1同様、H/D が2.0の地点でそれぞれの曲線が独立し始めていることから、閉塞は管径の2倍の投入砂高で生じていることがわかる。

写真-1は、一例としてシリーズ2における投入砂高20cmでの実験の様子をデジタルカメラで撮影した様子である。初期状態と比較すると、いずれにおいても壁面はもとの状態を保とうとしており、砂杭の中央部付近が押し上げられていることがわかる。こりより、すべり面は壁面付近で生じていることがわかる。また、せん断帯の幅を比較すると摩擦が大きいほど広がっていることがわかる。これは、摩擦が大きくなることによって摩擦が砂杭中央部付近にまで影響を及ぼしているためだと考えられる。

図-4はシリーズ1, 2でのH/D と単位面積当たりの押し抜き力を比較したものである。また、ここでの比較はパイプ面積、壁面材質とも等しい、シリーズ1での管径10.5cmと、シリーズ2での壁面材質が鋼板の場合の実験結果である。これより、ほぼ同一の挙動を示していることから、相関性があることがわかる。

4. 結果

1) シリーズ1, 2において、投入砂高が高くなると押し抜き力が大きくなり、管径の2倍以上の投入砂高で押し抜き力が急激に増加している。これより、閉塞は管径の2倍の砂高で生じている。

2) 可視化画像において、壁面摩擦が大きくなるとせん断帯が広がっている。これは、摩擦が大きくなったことによって砂杭が受ける摩擦の影響が大きくなったためである。

5. 参考文献

1) 榎 明潔, 軟弱地盤中における砂杭の造成機構に関する研究, 京都大学学位請求論文, 1982年, pp36-59