

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 ○佐伯 晴香
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. 序論

サンドコンパクションパイル(SCP)工法とは、軟弱地盤中によく締まった砂杭を造成することで地盤を改良する工法である。SCP 工法では、パイプ内に投入した砂で砂杭を造成するため、パイプ先端から軟弱土が侵入する事態を避けたい。そこでパイプ貫入の際、パイプ内に栓の役割を果たすだけの砂を投入するが、砂を排出する際はこの砂の閉塞効果を解かなければならないため、砂が即座に排出されないという問題点があげられる。本研究では豊浦標準砂を用い、パイプの径、試料の相対密度、投入する砂高を変化させた試験を行い、パイプ内の押し抜き力および側圧分布を調べることで、ケーシングパイプ内の砂の閉塞効果メカニズムを明らかにすることを目的とする。

2. 実験概要

図-1 に実験装置の概要図を示す。この実験装置はケーシングパイプを模型化したものである。表-1 に実験条件を示す。まず、砂の自重による閉塞効果を調べるため、各管径 D に対して相対密度 $Dr=30\%$ になるように砂高 10cm 分ごとの砂を自由落下で投入していく。そして砂の重量 W をロードセルで測定し、閉塞効果を生じる砂高(換算砂高)を求める¹⁾。次に、ケーシングパイプ貫入による閉塞効果を調べるため、各管径に対してパイプ内に所定の密度になるように砂を 10cm ずつ投入し、一定の速度(20mm/sec)でピストンを上昇させ、荷重、変位、パイプ壁面の側圧を測定する。ここで押し抜き力とは、ピストンにかかる荷重がピーク、および定常状態になった時の荷重とする。

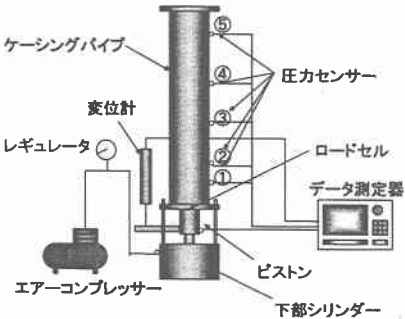


図-1 実験装置

表-1 実験条件

	相対密度 Dr	密度 γ_s (gf/cm ³)	管径 D (cm)	砂高 H (cm)
乾燥砂	30%	1.470	10.5,	10~50
	50%	1.524	15.5	
	80%	1.611	20.5	
湿潤砂	50%	1.544		

3. 実験結果と考察

(1) 砂の自重による閉塞効果

図-2 は投入砂高 H と換算砂高 H' を管径 D で正規化したものである。これによると、乾燥砂、湿潤砂において管径の影響がなくなり、それぞれ3つのグラフが重なっていることが明らかである。乾燥砂において H/D が2以上になると H'/D はほぼ1の値を示す。このことから、砂の投入時において H/D が2以上になると砂杭は閉塞するものと考えられる。湿潤砂においては、砂の投入時早い段階で閉塞していることがわかる。

(2) ケーシングパイプ貫入による閉塞効果

図-3(a)(b)は単位面積当りの押し抜き力と H/D の関係を示した図である。乾燥砂では H/D が2.0の付近、湿潤砂では H/D が2.5の付近まで管径に関わらず3本の曲線が一致している。このことから乾燥砂は投入砂高が管径の2倍で、湿潤砂は投入砂高が管径の2.5倍で、砂が閉塞したものと考えられる。そして、この値を超えると、各管径により単位面積当りの押し抜き力の挙動が変わり、押し抜き力が増加する。

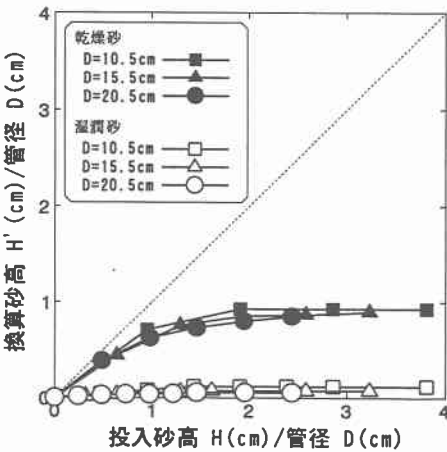


図-2 H'/D と H/D の関係

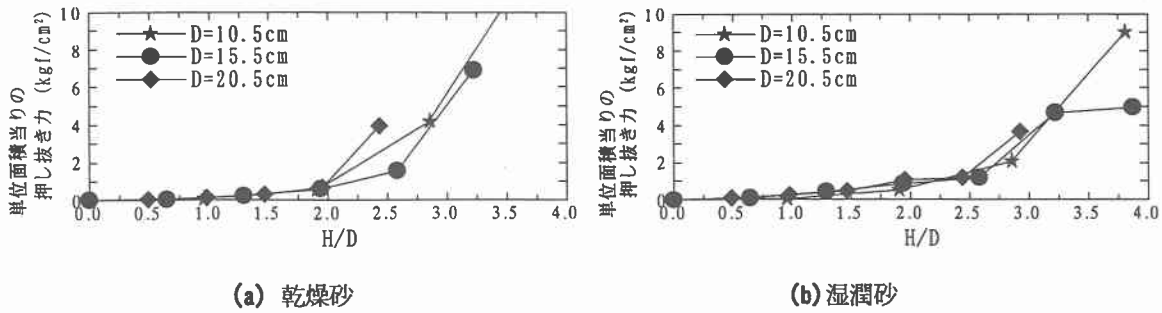


図-3 単位面積当りの押し抜き力とH/Dの関係

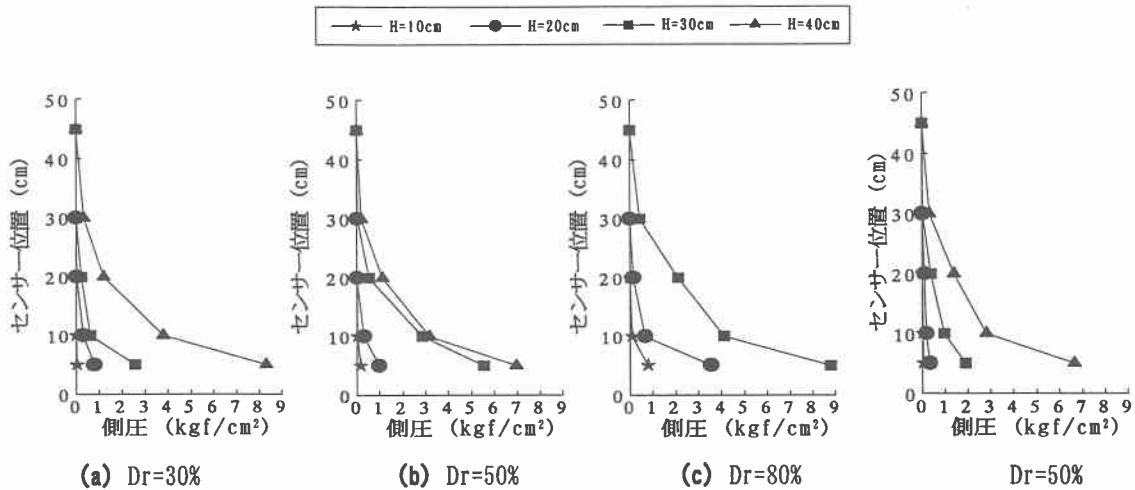


図-4 パイプ内の側圧分布
($D=10.5\text{cm}$, 乾燥砂)

図-5 パイプ内の側圧分布
($D=10.5\text{cm}$, 湿潤砂)

図-4(a)(b)(c)は、乾燥砂における $D=10.5\text{cm}$ のパイプ壁面の側圧分布を示している。同じ相対密度において、投入砂高 H が高い方が側圧が大きくなること分かる。また相対密度 Dr が大きくなるにつれて、同じ投入砂高において側圧が大きくなっていることも分かる。また、センサー位置が低いほど側圧は大きい。

図-5は、湿潤砂における $Dr=50\%$ 時の $D=10.5\text{cm}$ のパイプ壁面の側圧分布を示している。特性として図-4と同様のことが言える。次に、管径と相対密度が等しい図-4(b)と比較してみると、同じ砂高において湿潤砂の方が側圧が小さくなること分かる。このことは一面せん断試験での、湿潤砂の方が乾燥砂に比べ内部摩擦角が小さいという結果から、乾燥砂に比べ湿潤砂の方がパイプ壁面上ですべりやすいものと考えられる。

4. 結論

- (1) 砂の自重による閉塞効果より、乾燥砂では投入砂高が管径の約2倍で、湿潤砂では砂投入後早い段階で閉塞する。
- (2) ケーシングパイプ貫入による閉塞効果より、乾燥砂は投入砂高が管径の2倍で、湿潤砂は投入砂高が管径の2.5倍で、砂は閉塞する。
- (3) パイプ内の側圧分布より、乾燥砂、湿潤砂ともに投入砂高が高い方が側圧は大きくなる。また、同じ相対密度では、湿潤砂の方が乾燥砂に比べ側圧が小さくなる。

5. 参考文献

- 1) 有井 康洋, 上 俊二, 大内 光徳, 藤原 東雄: SCP 工法におけるケーシングパイプ内の閉塞効果に関する研究, 第51回土木学会中国支部研究発表会発表概要集 pp273-274