

日本電信電話公社九州電気通信局 正真 志村博正

同 正真 ○立石晶一

同 坂本三平男

1. はじめに

鹿児島市街地の浄水した極めて流動性の高い沖積シラス地盤において、とう道工事の立坑築造を行つたが、当初施工した発達立坑の結果から更に遮水性の向上を図るため、中間立坑はソイルセメント杭と、鋼管杭を併用して改良した柱列式土留工法により、深度 15.9 m の掘削を無事終了し立坑の築造を完成したので、ここに立坑の改良土留工法とその施工結果について報告する。

2. 土質概要

本工事個所の土質調査結果を表-1に示す。

地層の構成は微砂、細砂、中砂、軽石層等で互層をなし、 $5\sim 5.0\text{ m}$ 付近までは平坦であるが、以深においては中間立坑から発達立坑に向つて約20度の下り勾配となつてゐる。

土質の特徴は、一般の砂に比較して比重が小さく、含水比、間隙比が大さき、また掘削により乱されると極めて流動性に富み、不安定な性状を呈する。

3. 立坑土留工法

発達及び、中間立坑の杭本数等は表-2のとおりで、その土留工法は次のとおりである。

3-1 発達立坑土留工法

沖積シラス地盤では過去に、深度 10 m 以上の掘削施工例がないため、発達立坑の土留工法は土質調査、施工環境、経済性等から種々検討した結果、ESP鋼管柱列土留工法によることとした。

この工法は、図-1に示すとおりESP鋼管をドーナツオーガのケーシングとして削孔し、同時に掘削土をソイルセメント化しながら建込むものであり、鋼管杭相互の遮水性は、杭周囲に造成されたソイルセメント(厚 22 mm)により行うものである。

土留施工後の掘削は、鋼管杭周囲の遮水用ソイルセメントの造成厚さが小さかつたために数箇所漏水、土砂流入が発生したので、土留背面に止水薬液注入を行つて掘削した。

3-2 中間立坑土留工法

中間立坑の土留工法は、発達立坑で生じた土留壁からの漏水等の問題に対処するためソイルセメント杭と、鋼管杭をオーバーラップさせた、高い遮水効果の図れる、図-2のような改良型工法とした。

本工法は、ドーナツオーガで削孔しながら、その先端からセメントミルクを注入し、ソイルセメント杭をオーバーラップして造成する。次にソイルセメントが半環状状態($60\sim 30\%$ 程度)の時にESP鋼管をドーナツオーガで削孔し

表-1 土質調査結果

項目	測定値	記号
間隙水圧	$94\sim 100\%$	静水圧
土粒子の比重	$2.41\sim 2.48$	
含水比	$45.4\sim 60.1\%$	
単位体積重量	$1.49\sim 1.66\text{ g/cm}^3$	
間隙比	$1.19\sim 1.57$	
透水係数	$1\times 10^{-3}\sim 4\times 10^{-3}\text{ cm/sec}$	
N値	$8\sim 18$	

表-2 立坑の土留杭本数等

立坑	杭本数	杭長	掘削深度
発達立坑	98本	24.9 m	16.5 m
中間立坑	80本	27.0 m	15.9 m

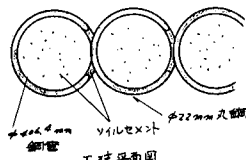
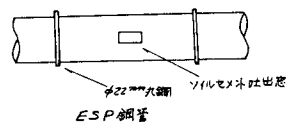


図-1 ESP鋼管工法

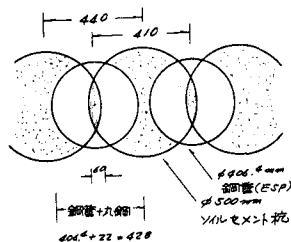


図-2 ソイルセメント杭と鋼管杭のオーバーラップ工法

ながら建込み、同時にセメントミルクを再度注入することによって、鋼管の建込みでソイルセメント杭の破損した部分を補強し、鋼管杭とソイルセメント杭とが一体となって連続壁状となり、遮水を行うものである。この改良型土留工法の遮水性等について、検討した結果を次に記す。

(1) 遮水性

杭相互のオーバーラップ幅は、主筋杭長、建込み精度により決定する。

図-2の柱列杭における遮水効果は、オーバーラップ幅が

ソイルセメント杭において $\frac{60}{2} = 30 \text{ mm}$

ソイルセメント杭と鋼管杭において $\frac{428}{2} = 214 \text{ mm}$

計、244 mmとなるので、杭の建込み精度が $\frac{1}{50}$ ど両向きとなった場合、図-3に示すとおりGL-18.3 mまで、また、 $\frac{1}{200}$ の精度ではGL-24.4 mまで遮水が可能である。

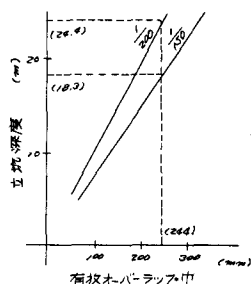


図-2 柱列土留遮水図

(2) セメントミルクの配合並びにソイルセメント養生強度

ソイルセメントの設計強度は $\sigma_c = 30 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ 以上となると、収縮による亀裂が発生するので、 $20 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ を目安とした。

セメントミルクの配合を表-3に、ソイルセメントの養生強度を表-4に示す。

表-3 ソイルセメント配合率(バッチ別)

材料	配合	記号
セメント	240 kg	普通ポルトランド
ベントナイト	25 %	豊後3000X20
水	600 L	
繰上り	687.5 L	

表-4 ソイルセメント養生強度

養生	7日	14日	28日
一軸圧縮 (ソイルセメント)	$2.9 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$	3.0	17.0

(3) ソイルセメント品質の均等化

粘性土を含んだ土質においては、ソイルセメントの品質が不均等に成り易いため、オーガのスクリー一部に図-4のとおりに攪拌棒を取付けて、スクリーの回転による攪拌を行い、品質の均等化を図った。

4 改良型柱列土留杭の施工結果

中洲立坑で用いた改良型柱列土留杭の施工結果は、次のとおりである。

(1) 杭の精度は、ソイルセメント杭においてほぼ $\frac{1}{50}$ 以上、鋼管杭においては若干低下し、一部において $\frac{1}{200}$ の精度が測定されたが、遮水工問題はなかった。

杭の精度低下の原因は、GL-3.0~6.0 m付近に介在した軽石層で、300~600 mmの軽石が、かなり多く含まれていた事が大きな原因と考えられる。

(2) ソイルセメントの出来形は、設計径500 mmに対して550~600 mmと、大きく造成されており、鋼管杭と一体となって連続壁状に形成され、軽石層部において一箇所漏水が発生したが土砂流入はなく、完全に立坑強削を完了することが出来た。

(3) ソイルセメントの品質は、築立立坑に比較して非常に良く、均等な強度が得られた。これは、オーガスクリューに取付けられた攪拌棒の効果によるものと判断される。

5. おまけ

ソイルセメント杭と、鋼管杭とのオーバーラップによる改良した土留工法は、施工結果から遮水効果、並びに公害性等の面から、特に市街地大型工事において、十分適用が期待出来るものと判断される。しかしながら、ソイルセメント杭、鋼管杭の二重柱列式となるため、施工日数が長くなることが問題として残るが、これまで述べて来た潜水した二次ミラス地盤での立坑土留工法の施工例が、今後の参考となれば幸いである。

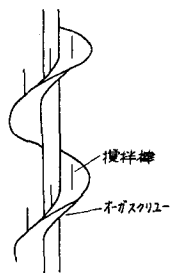


図-4 攪拌装置