

III-22

礫質地盤における泥水式シールド工法の適性泥水物性について

飛島建設株式会社 技術本部 正 長谷川昌弘
正 藤原 雅博

1. はじめに

泥水式シールド工法では、細粒分が少なく均一な砂層や透水性が高い砂礫層で切羽崩壊や陥没を生じた例がみられ、これら崩壊し易い地層での切羽安定保持のための適性泥水物性の究明が課題となっている。著者らは、シルト質砂層や均一砂層に対する適性泥水物性と施工管理手法については、すでに実験と施工工での検討を行い多くの知見を得てきた^{1)~4)}。本文は、透水性の高い砂礫地盤を対象に実施した泥水物性試験と浸透実験および落し戸実験の結果から切羽面の安定を確保するための適性泥水物性について考察したものである。

2. 実験用模擬地盤および泥水材料

模擬地盤は、図-1に示す二種類の粒度分布のものを用いた。透水係数はそれぞれ 2×10^{-1} , 3×10^{-2} cm/s である。泥水材料は、同図の粒度分布をもつ三種類の地山粘土と添加砂を用いた。地山粘土1,2 は粒径0.03 mm以下の細かい材料であり両者の粒度分布は殆ど同じであるが1は有楽町層の沖積粘性土、2は東京層の洪積粘性土である。地山粘土3はシルト分を主体とする粒径が比較的粗い沖積粘性土である。

3. 室内実験の概要

3-1、泥水物性試験： 泥水比重、ファンネル粘性、イーロードバリュー、ろ過脱水量、分離度等の特性を把握するための試験であり、試験方法はアメリカ石油協会(API規格)等に準拠した。

3-2、泥水浸透実験： ビットで切削した直後の切羽地山に泥水が接触する時の泥水の浸透状況や泥膜の形成状況および泥水圧の伝達過程等を観察する為に行うもので、図-2に示す円筒型実験装置を用いて実施した。泥水圧は当初 0.2 Kg/cm^2 とし、順次 $0.5, 1.0 \text{ Kg/cm}^2$ まで昇圧した。泥水の模擬地盤への浸透状況を観察するほか、土槽内に土圧計、間隙水圧計を設置して、泥水圧、土圧、間隙水圧および脱水量を測定した。尚、泥水物性試験の結果より泥水浸透実験・落し戸実験の泥水材料には地山粘土2を用いた。

3-3、泥水落し戸実験： 浸透実験装置を図-3の様に逆さの状態(落し戸状態)にしてチャンバ内に加圧した泥水を満した後、スリットを開くことでシールド掘進中の天端地山の状況を模擬させ、泥水による山留め効果や地盤の崩壊状況を観察した。模擬地盤にはバックプレッシャをかけ 0.5 Kg/cm^2 の間隙水圧を発生させ、泥水圧には土圧+間隙水圧+変動圧 $= 0.1 + 0.5 + 0.2 = 0.8 \text{ Kg/cm}^2$ を用いた。

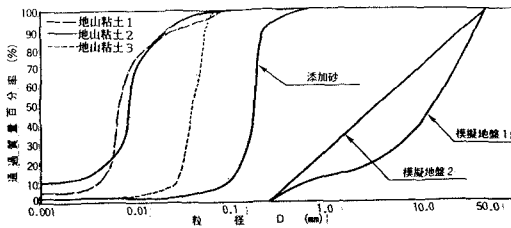


図-1 実験地盤と泥水材料の粒度分布

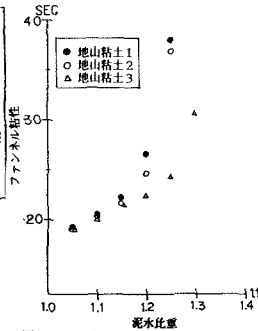


図-4 泥水比重とファンネル粘性の関係(1)

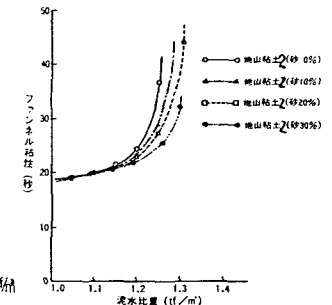


図-5 泥水比重とファンネル粘性の関係(2)

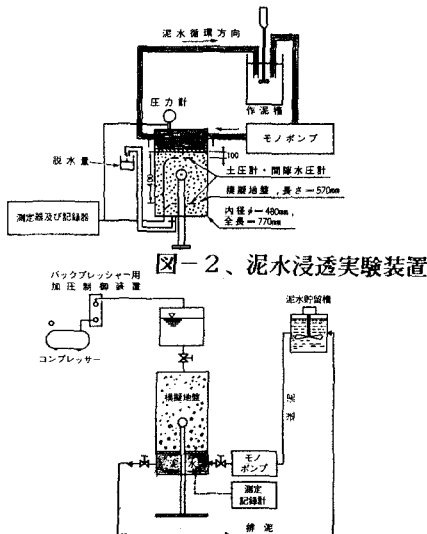


図-2、泥水浸透実験装置

図-3、泥水落し戸実験装置

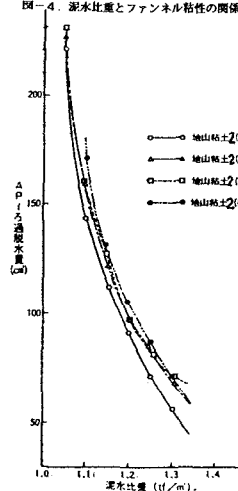


図-6、泥水比重とAPIろ過脱水量の関係

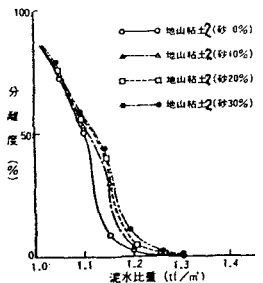


図-7、泥水比重と分離度の関係

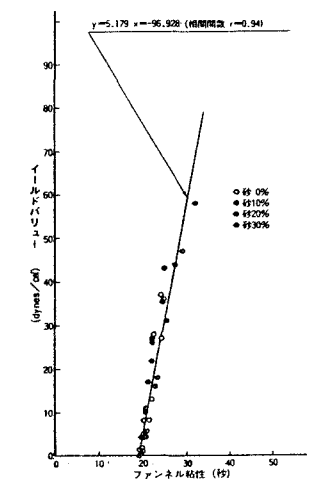


図-8 ファンネル粘性とイルドバリューの関係(2)

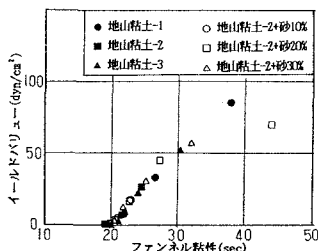


図-9 ファンネル粘性とAP Iろ過脱水量の関係

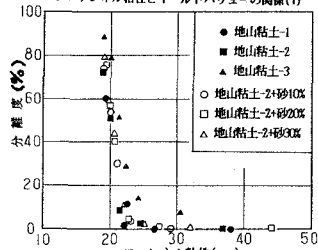


図-10 ファンネル粘性と分離度の関係

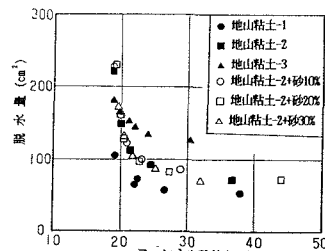


図-11 ファンネル粘性と分離度の関係

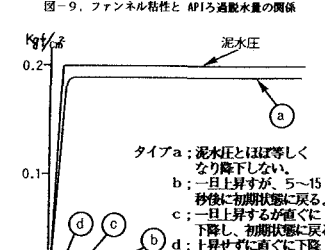


図-12 間隙水圧の挙動

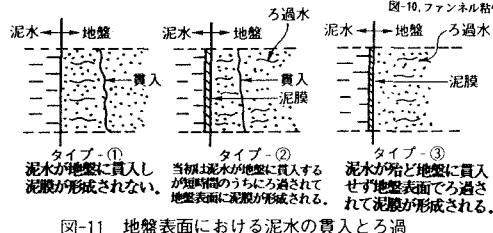


図-13 地盤表面における泥水の貫入とろ過

表-1. 泥水浸透実験・泥水落し戸実験の結果		模擬地盤 2					模擬地盤 1				
砂分添加率%	0	0	10	20	30		0	10	20	30	
泥水比重	1.15	③b II	①b I	①b I	①b I	②d I	1.15	③b II	①b I	①b I	②d I
	1.20	③c III	②b II	②b II	②b II	②d II	1.20	③c III	②b II	②b II	②d II
	1.25	③c III	②c III	②c III	②c III	②d III	1.25	③c III	②c III	②c III	②d III
	1.30	---	②c III	②c III	②c III	②d -	1.30	---	②c III	②c III	②d -

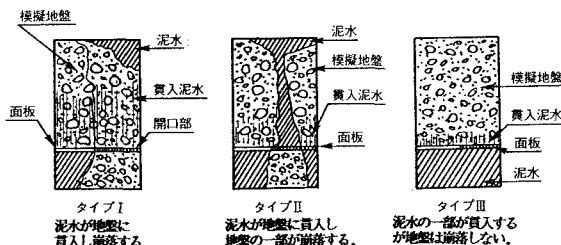


図-14 落し戸実験での地盤の挙動

4. 実験結果

4-1. 泥水材料の粘性評価指標； 図-4,5 の泥水比重とファンネル粘性の関係から泥水比重が1.15以下では泥水材料の粒度によらず両者の関係は略同一であるので泥水比重が粘性評価の指標になるが、泥水比重が1.15以上では、両者の関係は泥水材料の粒径分布に依存するため泥水比重のみで泥水材料の粘性を評価出来ない。図-6,7 によると泥水比重とAP Iろ過脱水量および分離度の関係も泥水材料の粒径分布等に依存するため泥水比重のみでは泥膜の止水性や泥水の安定性を評価出来ない。一方、ファンネル粘性とイルドバリューの関係を示すと図-8 の様になる。両者の相関性は高くファンネル粘性からイルドバリューを推定することが可能である。ファンネル粘性とAP Iろ過脱水量および分離度の関係を示すと図-9,10の様になり、ファンネル粘性が25sec 以上ではAP Iろ過脱水量や分離度がほぼ一定値におちつく。

4-2. 泥水の浸透形態； 泥水が模擬地盤面に接触すると図-11の様に3タイプの浸透形態を示す。泥膜の早期形成にはタイプ②③であることが必要である。各実験ケースでの泥水浸透形態を表-1に示す。

4-3. 間隙水圧の挙動； 間隙水圧の経時変化は、図-12の様に4タイプを示す。切羽の安定を早期に確保するためにはタイプc dを示す泥水が必要である。各実験ケースでの間隙水圧のタイプを表-1に示す。

4-4. 泥水落し戸実験結果； 模擬地盤の挙動は図-13の様に3タイプを示した。天端地山の山留効果を十分発揮させるにはタイプⅢであることが必要である。各実験ケースでの崩落状況のタイプを表-1に示す。

5. まとめ

泥水物性試験と浸透実験および落し戸実験の結果から透水性の高い砂礫層での適性泥水物性についてまとめると以下のようになる。

- ①. 泥膜の早期形成には泥水比重を模擬地盤1で1.20以上、模擬地盤2で1.15以上とする必要がある。
- ②. 天端地山の安定確保には泥水比重を模擬地盤1で1.25以上、模擬地盤2で1.20以上とする必要がある。
- ③. 泥水の物性評価には、比重だけでなくファンネル粘性、AP Iろ過脱水量、分離度も加える必要がある。

参考文献

- 1) 小林、長谷川、藤原、斉野、佐野；泥水式シールド工法における泥水性状について、第21回土質工学研究発表会
- 2) 小林、長谷川、藤原、斉野、佐野；泥水の山留機能に関する模型実験、第21回土質工学研究発表会、1986.6
- 3) 長谷川、藤原；ろ過脱水量による大断面泥水加圧式シールドの泥水管理について、第43回土木学会年次講演会Ⅲ部門
- 4) 長谷川、藤原；泥水式シールドの最適泥水性状について（その1,その2）、第44回土木学会年次講演会Ⅲ部門、1989.10