

III-21 泥水式シールドの泥膜形成に関する実験的考察

東京電力 正会員 富所 達哉
東京電力 正会員 佐山 順二

1. はじめに

泥水式シールドでは加圧泥水により切羽面に泥膜を形成させ、この泥膜を介して泥水圧を土・水圧に対抗させることにより切羽の安定を図る。一方、通常の施工現場においては、比重、ファンネル粘性などで泥水品質を管理しているが、泥水や地山の条件と泥膜形成の関連性が明らかでないため、十分な泥膜形成を指向した管理になっていないのが実情である。

泥膜の形成には、泥水濃度、泥水圧、土の透水係数、経過時間の4つが要因になると思われる。そこでモールド内土試料に対する泥水ろ過実験を行い、各要因の影響について得られた知見について報告する。

2. 実験方法

実験装置は図-1に示すとおりで、内径152mm、高さ200mmの亚克力製モールド内で、土試料を3層に分け実固めて厚さ15cmに仕上げ、試料上面に加圧泥水を作らせ底面から排水させた。使用した土試料、泥水の物性および作用泥水圧力の組合せによる実験ケースは表-1のとおりである。土試料は横浜市港北区で採取した王禅寺層中の砂層0Z。(74 μ m以下=5.6%, U_c =2.4)および下末吉層D。(74 μ m以下=25%)を主とし、さらに透水性が小さくなるよう0Z.に細粒分を20%添加した試料、透水性が大きくなるようD.の細粒分を洗流した試料および豊浦標準砂を用いた。各試料は事前に締固め試験を行い、表-1に示す透水係数のオーダーになるよう密度を調整して作成した。泥水は米国産のベントナイトを用い、高濃度タイプ(みかけ粘性 $AV=30cp$)と低濃度タイプ($AV=5cp$)の2種類を用いた。

実験は、モールド内試料に対する定水位透水試験を行った後、泥水のろ過実験を行った。泥水圧はケース1, 2を除いて0.2 kgf/cm²ずつの段階加圧とし、加圧後20分以上経過して流量が一定になった後に次ステップの加圧をした。試験終了後にモールドを解体、余剰泥水を廃棄して試料上面の泥膜厚を4点で測定した。

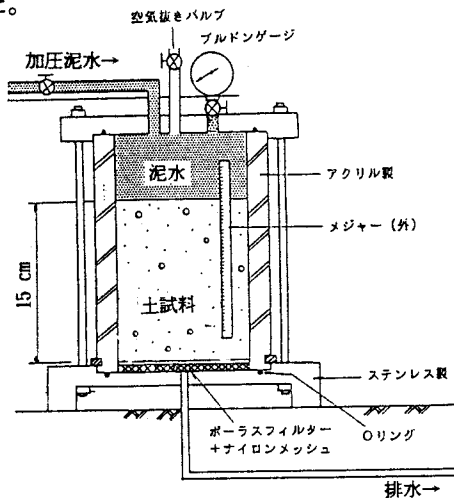


図-1 実験装置

表-1 実験ケース

ケース	土試料名	泥水の 濃度タイプ	泥水の 粘度 (C P)	泥 水 圧 力 (kgf/cm ²)							
1	02s	EXP-3	30		0.4						
2	"	EXP-3	30		0.8						
3	"	EXP-3	30	0.2	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0	2.4	
4	"	EXP-3	5	0.2	0.4	0.8					
5	"	EXP-4	30	0.2	0.4	0.8					
6	"	EXP-4	5	0.2	0.4	0.8					
7	02s + Fe	EXP-6	30	0.2	0.4	0.8					
8	02s + Fe	EXP-6	5	0.2	0.4	0.8					
9	Ds	EXP-4	5	0.2	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0	2.4	
10	"	EXP-4	30	0.2	0.4	0.8					
11	標準砂	EXP-2	30	0.2	0.4	0.8					
12	"	EXP-2	5	0.2	0.4	0.8					
13	Ds(洗流)	EXP-3	30	0.2	0.4	0.8					
14	"	EXP-3	5	0.2	0.4	0.8					

3. 実験結果

図-2は、土試料の透水係数と形成泥膜厚の関係を泥水濃度別に示したものである(ここで泥水最終圧および加圧ステップ数の異なるケース1, 2, 3, 9は除いている)。低濃度泥水の場合、最終泥水圧が

同じ（0.8 kg f/cm²）であれば土の透水係数，粒度分布に係らず1mm程度の極薄い泥膜しか形成されない。一方、高濃度泥水の場合は $k > 10^{-4}$ cm/sであれば、粒度分布に係らず6～7mmの泥膜ができ、 $k < 10^{-5}$ cm/sであれば半分以下の泥膜しか形成されない。これより、泥水濃度が低い場合または土の透水性が低い場合は泥水のろ過作用が進まず、十分な厚さの泥膜ができないものと思われる。

図-3は、最終泥水圧と泥膜厚さの関係を示したものであり、泥水圧が高くなるほど厚い泥膜ができることがわかる。

本実験での加圧ステップ毎の排水量の経時変化は、加圧後暫く経った後に流量が一定になるという傾向を示したので、加圧時から流量安定までの時間が泥膜形成時間であると考え、これと泥水圧との関係を示したのが図-4である。これより、泥水圧が0.4kgf/cm²以上であれば90秒以内に泥膜が形成されるが、低圧時は5分以上を要することがわかる。

図-5は泥水濃度，泥膜厚と泥膜の透水係数の関係を示したものである。泥膜の透水係数は泥水濃度，泥膜厚に関わりなく $k = 10^{-8} \sim 10^{-9}$ cm/sの範囲にある。

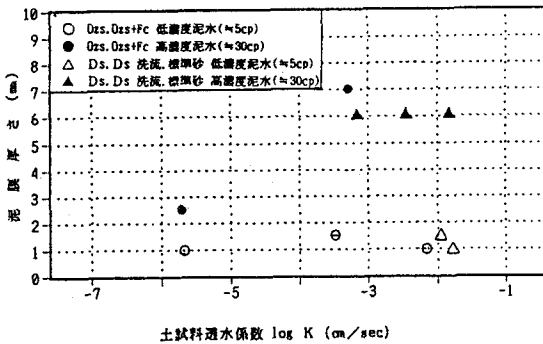


図-2 土試料透水係数と泥膜厚さ

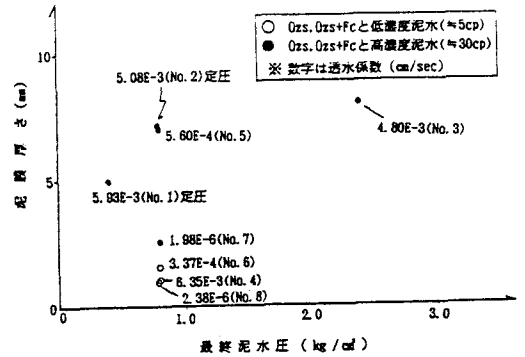


図-3 泥水圧力と泥膜厚さの関係

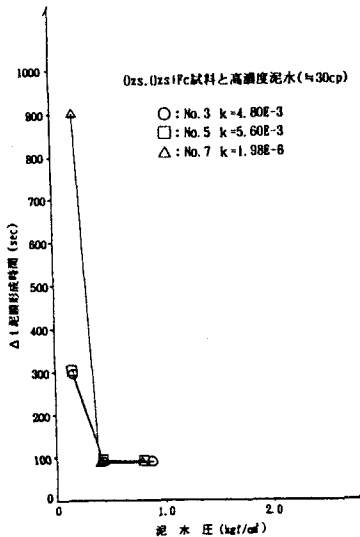


図-4 泥水圧と泥膜形成時間

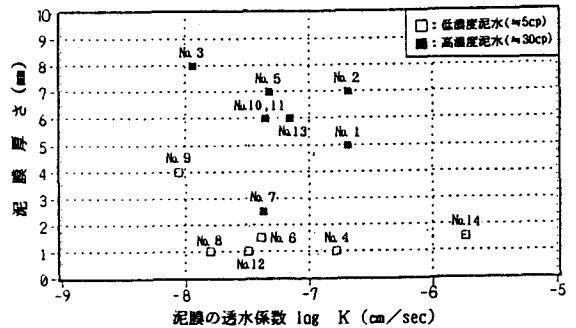


図-5 泥膜と透水係数と泥膜厚さの関係

4. まとめ

今回の実験より、泥水式シールドでしっかりした泥膜を短時間で形成させるには、十分な濃度の泥水を地下水压より0.4 kg/cm²以上高い圧で作用させることが必要である。土の透水係数が著しく小さい場合は薄い泥膜しかできないが、切羽自身が不透水面として泥水圧を受けるので実用上問題はないと思われる。