

PSⅢ-18 崩壊性地盤における泥土圧シールド工法の排土特性に関する実験的一考察 ーモデル実験による高水圧砂地盤の掘進特性についてー

協和電設株式会社 土木部 技術研究室 正員○宮 前 悦 則
協和電設株式会社 土木部 技術研究室 正員 青 木 良 磨
協和電設株式会社 土木部 技術研究室 東 郷 清 継

1. まえがき

高水圧下で崩壊性の砂層地盤（ $2.5\text{kgf}/\text{cm}^2$ 以上、均等係数5以下、バインダー率7～9%程度を対象）を想定し、泥土圧シールドの掘進実験を実施した。本実験では、模擬シールドの切羽の安定を確保するために添加材に粘性付与材と高吸水性樹脂を選び、スクリュ・コンベア内の土圧分布状況から掘進不能となる条件を添加材の注入量及び掘進特性等の要因で実験的検討を行ったものである。

2. 実験概要

2.1モデル実験装置及び実験方法

写真-1に示すモデル実験装置は、外径 $\phi 3,200$ 程度の泥土圧シールドの1/5規模のモデル装置を使用した。実験は、試料土を10層に分けて突き固め飽水した後、水圧 $2.0\text{kgf}/\text{cm}^2$ を載荷し、土槽下部に設けたドレイン抜きにより透水させ模擬地盤を作成した。また、模擬シールドのチャンバ及びスクリュ・コンベアに土砂崩壊防止を目的として、同一試料土及び実験ケースに即した添加材を混練した土砂を充填し、掘進実験を行った。

2.2実験材料と実験の要因及び水準

実験使用材料を表-1に示す。また、実験の要因と水準を表-2に示す。試料土は、東京下部砂層地下40mの地点で採取した図-1に示す砂、添加材は、粘性付与材として表-3に示す配合、高吸水性樹脂にビスカイトSPとアクアロックLを使用した。

尚、実験ケースの想定に当り室内試験を実施し、静的な添加材の特性を検討し、モデル実験に応用した。

3. 実験結果とその検討

3.1添加材の注入量

間隙水圧 $3.0\text{kgf}/\text{cm}^2$ の高水圧にたいして模擬シールドの切羽の安定とスクリュ・コンベアによる排土管理が可能な添加材の最適注入量は、表-4に示す結果となった。この結果より、本実験に使用した、単独軸付きスクリュ・コンベアでは、なんらかの機械的対策の

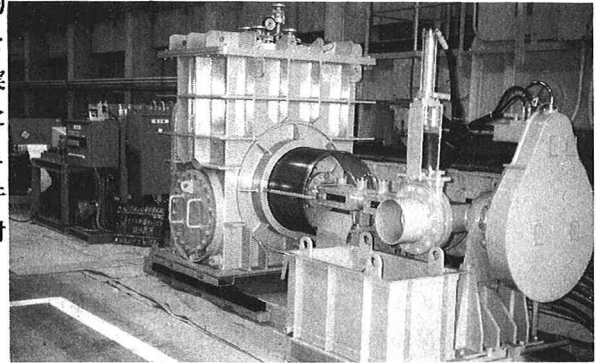


写真-1 モデル実験装置

表-1 実験使用材料

試料土	粘性付与材	高吸水性樹脂
東京下部砂層 G.L. - 40m 採取土	* ベントナイト 豊印250# * 陶土 FCパウダー	* ビスカイト SP * アクアロック L

表-3 配合表

配合材料	配合量 1 cm^3	特 性
ベントナイト	150kg	* 濃度80% * 粘性 9000～10000cp * フロー値 15 $\text{cm} \times 15\text{cm}$
陶 土	450kg	
水	750kg	
ビスカイトSP	溶剤PEG200 粘性 2000cp	
アクアロックL	溶剤グリセリン 粘性 3000cp	

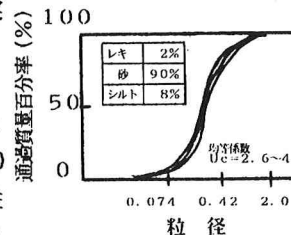


図-1 試料土の粒度分布

表-2 実験の要因と水準

実 験 要 因	水 準
地盤条件	均等係数5以下
添加材注入箇所	チャンバ内、切羽
粘性付与材	濃度、Be:C=1:4
粘性付与材注入率	バインダー量 15、20%
高吸水性樹脂	種別 2水準
間隙水圧、土圧	2.0 kgf/cm^2 、3.0 kgf/cm^2
カッター回転数	1水準 5r.p.m.
掘進スピード	土圧分布より数種類変化
スクリュ・コンベア回転数	土圧分布より数種類変化

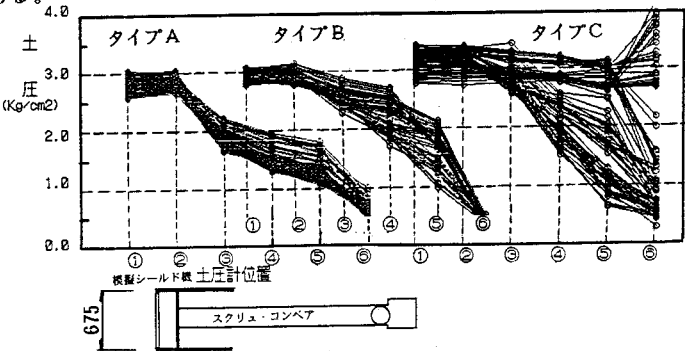
併用が無い場合、掘削土の適度なセン断抵抗性の確保には高吸水性樹脂と粘性付与材の併用による難透水性が必要であることがわかる。

3.2 添加材の使用量とスクリュ・コンベア内土圧の関係

表ー4に示した添加材の最適注入量は、スクリュ内土圧の分布が図ー2（タイプA）に示す良い状態の時であり、スクリュ内の状況は、観察窓より見るとスクリュ各ピッチ内に掘削土が完全に充填されている場合である。粘性付与材の注入量を増減させると両方の場合で、図ー3に示す現象がみられ掘進不能状態に近づく。この過程ではスクリュ・コンベアの排土率が徐々に小さくなり、その間に水（希釈された粘性付与材状のもの）が差込んでくる現象が見られ、スクリュ内土圧が上昇し、数秒のうちに噴発した。また、高吸水性樹脂の場合は、その注入量を増加した時は、ゲート部で図ー2（タイプC）に示す土圧が上昇し、閉塞状態となった。少ない場合は論外の結果であった。本実験により、高水圧崩壊性地盤では、切羽だけでなくスクリュ・コンベア内の土圧管理が重要である。

表ー4 添加材の最適注入量

間隙水圧	高吸水性樹脂 (地山1㎡当り)	バインダ (乾燥重量比)
2.0 kgf/cm ²	樹脂注入量 約 25kg/㎡	バインダ量 約 1.7% 前後
3.0 kgf/cm ²	樹脂注入量 約 40kg/㎡	バインダ量 約 1.4% 前後



図ー2 スクリュ内土圧分布

3.3 間隙水圧と最適掘進速度とスクリュ・コンベア回転数との関係

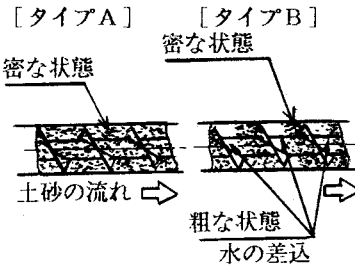
泥土圧シールド工法は、その原理上、排土管理を適正に行う必要がある。当然その排土量は、掘進速度とスクリュ回転数、カッタヘッドトルク等の施工諸数値を把握することによって適正な排土管理が可能となる。表ー5に本実験で排土が良好であった間隙水圧と最適掘進速度とスクリュ・コンベア回転数の関係を示す。表ー5は、樹脂吸水倍率の余裕性とスクリュ・コンベアの排土効率に伴う掘進速度とスクリュ・コンベア回転数が存在することを意味している。これは、スクリュ・コンベア単独で管理する場合、掘進速度を上げられないことも意味している。

4. おわりに

本実験に使用した高吸水性樹脂は、掘削土砂と混合され、適度な含水状態で掘削土砂のセン断抵抗性の維持という観点から有効な添加材と考えられる。また、高吸水性樹脂の圧力下の流動性によりシールド装備機械の損耗防止にも有効である。今後、さらに本装置を利用して、機械的な装置も含めて、泥土圧シールド工法の選定条件の検討を進めて行きたい。

最後に、高水圧、崩壊性地盤で泥土圧シールドを施工する際、本実験の掘進特性に関する報告が参考になれば幸いである。また、本実験の実施に協力いただいた関係各位に深く感謝致します。

（参考文献）①日本プロジェクトリサーチ報告第25～28刊、



図ー3 スクリュ内状況図

表ー5 間隙水圧と最適掘進速度

間隙水圧	掘進速度 cm/分	スクリュ回転数 r.p.m
2.0 kgf/cm ²	*最適実験値 1.5cm/分 *想定排土量 7.2E-3m ³ *想定SC回転数 3.6r.p.m	*最適実験値 2.0r.p.m
3.0 kgf/cm ²	*最適実験値 1.0cm/分 *想定排土量 4.9E-3m ³ *想定SC回転数 2.5r.p.m	*最適実験値 1.5r.p.m