

環境配慮型シールドマシンテール部止水材
「テールキーパー」の開発

(株)立花マテリアル 中尾朋弘・石井宏明
大成建設(株) 技術センター ○ フェロー 森田泰司

1.背景

シールドマシンのテール部においてセグメントとのテールクリアランスから泥土・地下水や裏込材等が侵入してくる。これを防ぐ目的としてテールシールが設置されているが、近年ではワイヤーブラシ式が主となっている。このワイヤーブラシ間に止水のための充填材を充填することによって泥土・地下水や裏込材等の侵入を防いでいる（図-1）。

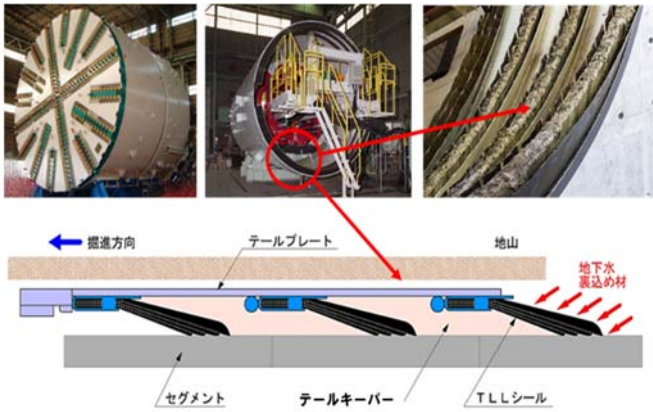


図-1 シールドマシンテール部の止水構造

一般的に充填材には油脂系のテールシール用グリースが用いられているため、以下に記載する課題がある。

- ① 火気使用時による引火の危険性。
- ② 発進準備段階の作業雰囲気により脂分の抜け出しによる品質劣化。
- ③ 発進準備段階の作業雰囲気により脂分の抜け出しによって、油分の飛散から足場等が滑り易い状態になり転倒事故の誘発。
- ④ 足場等へ付着による除去作業の難易性と煩雑化。

2. 環境配慮型シールドマシンテール部止水材の開発

2-1. 配合と性状

従来のテールシール用グリースに対して、テールキーパーは天然鉱物を主成分とし、粘結強化を図る天然パルプ、材料の安定性を図る遅延材と、増粘

剤、添加材から構成されている。この配合により前述の課題は解決されるほか、油脂類が含まれていないので、水質等の特異な環境条件下での施工に有効な材料である。配合を表-1 に、止水実験状況を写真-1 に、性状を表-2 に示す。

表-1 配合

分 担	名 称
主 成 分	天然鉱物（炭酸カルシウム）
粘結強化材	天 然 パ ル プ
安 定 材	遅 延 材
	増 粘 材
	添 加 材

2-2.裏込め注入材混練・硬化遅延確認実験

シールドトンネル工事に係る安全対策ガイドライン（厚労働省）の基準では、「シールドマシンのテールシールの選定に当たっては、使用する裏込め材との接触による固化等の変性等について十分検討すること（抜粋）」と



写真-1 止水実験状況

表-2 性状

試験項目	性 状
外 観	白色ペースト状
密 度 (g/cm ³)	1.50 ~ 1.60
ちよう度 ASTM D 217 (1/10mm)	330 ~ 360
耐 水 圧	水圧4.0MPa水漏れなし

記されており、裏込め注入材が混入しテールシール用グリースが固結すると、テールシールの柔軟性が失われ、止水性能が低下するばかりか、固結したテールシールがセグメントに対して過大な接触圧によ

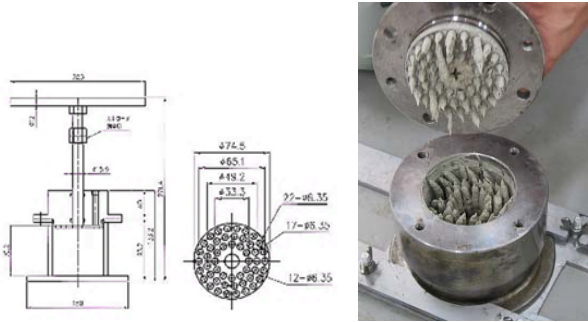


図-2 混和器（60 回混和用）

キーワード シールドマシン，テールシール，止水材，環境配慮，

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株) 技術センター 生産技術開発部 TEL045-814-7229

り、セグメントを損傷させる場合がある。固化等の変性等について調べるため、裏込め注入材混練・硬化遅延確認実験を実施した。混和には、60回混和用混和器を使用した（図-2）。充填材：裏込材＝1：1の体積比で混合し、また裏込材は其の物と水25%で希釈した物を混入させた。テールキーパーは、裏込め注入材が侵入し練混ぜつてもちよう度の著しい硬化が無いことを確認した。

写真-2に混和作業を、写真-3に希釈なし混合状況を、写真-4に25%希釈混合状況を、表-3に混和とちよう度の変化を示す。

表-3 混和とちよう度の変化



写真-2 混和作業状況

項 目	裏込材（立花マテリアル）		
	A液		
裏込材の配合 (1㎡当り)	希釈なし	希釈なし	25%希釈
	(混合：60回)	(混合：1回)	(混合：60回)
水との希釈率	混合直後	395	395
	1日後	231	274
	10日後	70	86
	20日後	70	86
	30日後	60	60
	60日後	57	60



写真-3 希釈なし混合状況



写真-4 25%希釈混合状況

また、テールシールのワイヤーブラシ間に設けられた部屋に裏込め注入材が侵入しても、この試験器の様に均等に混和されないと考えることから、混和回数を1回とした試験も実施した（写真-5）。



写真-5 混和回数1回

2-3.ポンプ圧送性

テールグリースは、シールドマシンの後方の台車に設置された圧送ポンプにより配管を通して、テールシールのワイヤーブラシ間に設けられた部屋に圧送される。圧送距離は小断面シールドでは約30m、

大断面シールドでは100m近くなる場合もある。テールキーパーは、従来品に比べ圧送圧が抑えられ、ポンプ圧力負荷

を軽減でき。実験（写真-6）では従来品に比べ、テールグリース圧送時のポンプ負荷（テールグリース圧送圧）の3～4割で圧送できることを確認した。

2-4.生分解性試験

テールキーパーの生分解性を把握するため、「OECD GUIDELINE FOR TESTING OF CHEMICALS (301A)」に基づく分解試験を実施した。模擬汚染地下水にテールグリース（50g/L）と微生物源として活性汚泥

（10mL/L）を添加し、30℃の好気条件下で振とう培養して溶存性有機炭素濃度

（DOC）を経時的に測定した。この結果、DOCは7日後までに急激に減少し、28日後に97.5%まで減少した（表-4、図-3）。

したがって、

テールキーパーに含まれる有機成分は、地下水に溶解しても微生物によって速やかに分解されるため、帯水層での拡散リスクや環境残留性は低いと判断した。

3.まとめ

テールキーパーは、シールド工事におけるテール部のほか、一般構造物や仮設構造物のシーリングの止水にも使用できるものである。特に海洋工事や河川工事における止水材としてその効果は有効である。環境に配慮した材料は、今後益々必要になると考え、様々な工事に寄与できるよう開発を進める所存である。



写真-6 圧送実験状況

表-4 分解試験でのDOCの経時変化

経過日数	DOC濃度の平均値(mg/L)			
	0	7	13	28
植種源	804	61	42	20
活性汚泥	-	92.4%	94.7%	97.5%

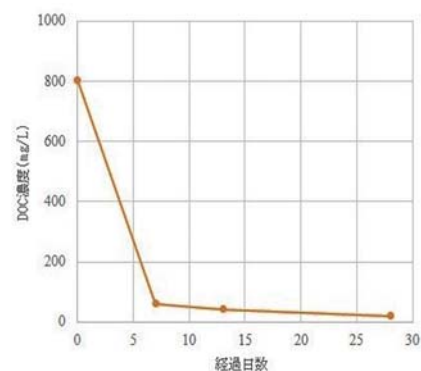


図-3 分解試験でのDOCの経時変化