

## 環境にやさしいテールグリースの開発

(株)大林組 正会員 ○小澤 勇介 正会員 三浦 俊彦 正会員 星野 智紀  
 JXTG エネルギー(株) 荒井 孝 高桑 和之 渡邊 絢子

### 1. はじめに

シールド機には、坑内作業の施工性と安全性を確保するため、テールシールという止水機構が設置されている。テールシールは、柔軟性を有する複数段のワイヤーブラシから構成され、掘進時にブラシ内とブラシ間にテールグリースを継続的に充填して止水する(図-1)。一方で、充填されたテールグリースはセグメント外面に張り付いた状態で地下水に触れるため、地中に拡散され、土壌汚染や地下水汚染を引き起こすことが危惧される。環境にやさしい潤滑油類は、欧米諸国においては河川や海など環境への影響が危惧される箇所です一般的に使用されており、日本でも一部の作動油やエンジンオイルにはエコマーク認定商品が存在するが、テールグリースとしては世界的に例が無い。そこで今回、環境にやさしいテールグリース「シールドロック BD」を開発した。本稿では、開発経緯と実現場適用について報告する。

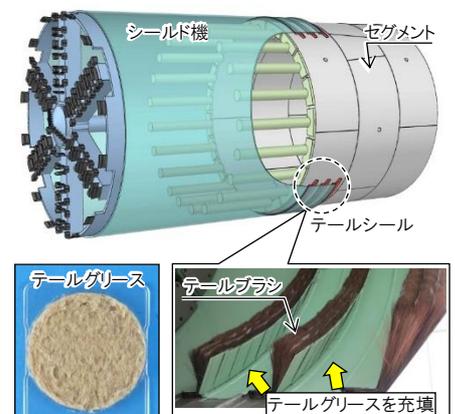


図-1 テールシール(止水機構)

### 2. 開発方針および開発目標

環境影響を考えるうえでの重要事項は生分解性と毒性である。生分解とは、物質が微生物により分解されることであり(図-2)、生分解性が高ければ、物質が自然環境下で分解されやすく、環境負荷が低くなる。テールグリースを構成する主な物質は、基油、粉体、繊維であり、従来品では難分解性の材料を主に使用していた。開発方針として、難分解性の材料を易分解性の材料に変更することとし、材料選定を行った。具体的には、従来品に使用している鉱油、タルク、ポリエステルに代わり、生分解性を有し、かつ毒性を持たない材料を使用することとした(表-1)。以上の開発方針のもと、60%以上の生分解性と、低毒性により認定されるエコマークの取得を開発目標とした。なお、生分解性と直接の関連はないが、従来品に適用している硬化遅延剤は引き続き配合し、テールシール内への裏込め注入材浸入時の固結防止機能を付与することとした。

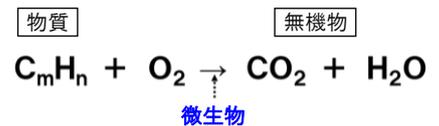


図-2 生分解のイメージ

表-1 開発方針

基材・添加剤	従来品	開発品
基油	鉱油*	易分解材 に変更
粉体	タルク	
繊維	ポリエステル 綿花*	
ポリマー	あり	あり
硬化遅延剤	あり	あり

赤字: 生分解性を有さない材料  
 青字: 生分解性を有する材料

### 3. 試作品の検討および性能試験

上記の開発方針のもと、配合を検討した。基油は、従来の鉱油に代わり生分解性を有するエステル構造を持つものが有利と考えた。具体的には菜種油などの植物油、ポリオールエステルやポリエーテルなどが挙げられたが、植物油は粘度が低いため、ポリエーテルは水に溶けやすいため不適と考え、ポリオールエステルを採用した。粉体は、従来のタルクに代わり、小麦粉やコーンスターチなど主に食品に使用され、生分解性を有する粉体を適用し、繊維は従来の主材であるポリエステルに代わり自然由来のレーヨンや木材パルプを適用することで、生分解度の上昇を図った。以上の方針のもとで作製した試作品を表-2に示す。試作品の基本性能を評価するために実施した、①ちょう度試験 ②水に対する安定性試験 ③耐水圧試験の結果を併せて示す。ちょう度試験は、グリースの柔らかさを判定する試験で、円錐針の侵入深さより求める(図-3)。

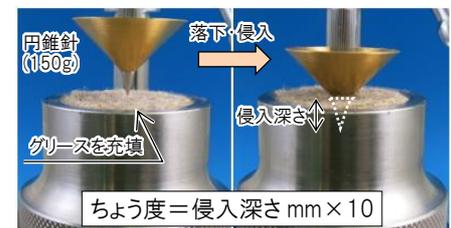


図-3 ちょう度測定方法(JIS K2220)

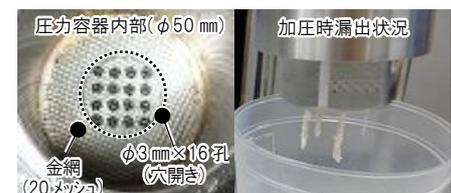


図-4 耐水圧性能試験

キーワード シールド, テールグリース, 生分解, 止水性, エコマーク

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 (株)大林組 TEL : 03-5769-1318

水に対する安定性試験は、グリースの水浸後のちょう度を計測することで、水による物性の変化を図る試験である。テールグリースの性能を確保できるちょう度の目安として圧送可能となる150以上、止水性を確保できる300以下を基準値に設定した。耐水压試験は、底に穴が開いた圧力容器内にグリースと水を入れ、加圧した際の漏出量を計測し、グリースの耐水压性能を判定する試験である(図-4)。漏出量が多ければ耐水压性能が低く、漏出量が多ければ耐水压性能が高いと判定できる。試作品42で粉体に小麦粉を使用した結果、耐水压性は問題ないが、水に対する安定性評価において吸水し、ちょう度が極端に上昇する傾向が見られ、不採用とした。試作品43で小麦粉に代わりコーンスターチを配合したが、水浸後のちょう度の上昇傾向に改善は見られなかった。その後、ポリマーと繊維の変更を経て試作品52および54を作製した結果、試作品54で良好な耐水压性能を得たため、本品を採用した。

表-2 主な試作品および性能試験結果

グリース		従来品	試作品 42	試作品 43	試作品 52	試作品 54
基油		鉱油	ポリオールエステル			
ポリマー		A	A	B	B	
粉体		タルク	小麦粉 CaCO <sub>3</sub>	コーンスターチ CaCO <sub>3</sub>	コーンスターチ CaCO <sub>3</sub>	コーンスターチ CaCO <sub>3</sub>
繊維		ポリエステル 綿花	レーヨン 木材パルプ 綿花	レーヨン 木材パルプ 綿花	ポリエステル 木材パルプ 綿花	ポリエステル 木材パルプ
裏込め硬化遅延剤		あり	あり	あり	あり	あり
性能試験	ちょう度, UW	238	242	241	245	227
	水に対する安定性 (水浸後ちょう度)	230	317 (NG)	302 (NG)	246	260
	耐水压性	○	○	○	×	○

4. 追加試験の実施(圧送試験および硬化遅延性能確認試験)

シールド掘進時には、テールグリースを後方台車よりシールド機内へ圧送ポンプで圧送し、テールシールド部に継続的に補給する必要がある。一般的にシールドの規模が大きくなると圧送距離も長くなり、圧送荷が大きくなるため、テールグリースには良好な圧送性能が要求される。そこで、従来品の圧送性能と比較するため、試験室内で圧送試験を実施した。その結果、試作品54は従来品と比較して約3割圧力損失が低く、圧送性能が優れることが分かった(図-5)。さらに、テールシールド部に裏込め注入材が浸入した際の裏込め硬化遅延性能を確認するための試験結果を図-6に示す。当試験は、裏込め注入材とテールグリースを1:1の比率で混ぜた試料のちょう度を、一定時間経過後に計測し、裏込め注入材に含まれるセメントに対する硬化遅延性能を確認する試験である。図-6によると、開発品は裏込め注入材混入24時間後も、圧送可能な目安(ちょう度150)を上回り、今回の開発品が従来の裏込め硬化遅延型テールグリースと同等の硬化遅延性を有することが分かった。

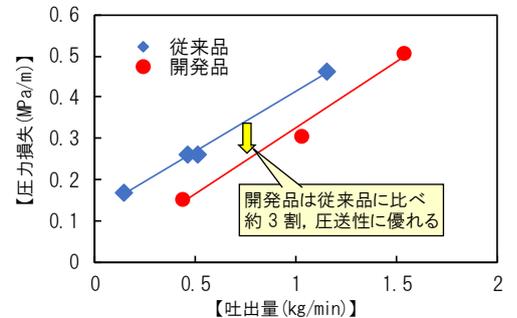


図-5 圧送試験結果

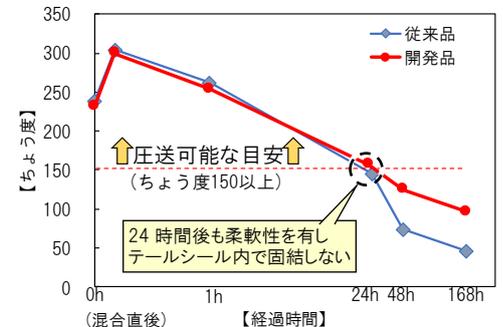


図-6 硬化遅延性能確認試験結果

## 5. 実現場適用試験

開発品の性能を確認するため、実現場での適用試験を実施した。現場はシールド外径が約3.7mの国内現場で、掘削対象土質は砂質土・粘性土で約0.13MPaの地下水圧が作用する。当現場では、通常時は従来品を使用していたが、途中の約70mの区間において開発品に切替えて使用し、止水状況とグリース圧送状況を確認した。その結果、開発品を使用した区間においてテール部からの漏水は従来品と同等程度、グリース圧送圧は従来品比で約3割減となる結果を得た。したがって、開発品が従来品と同等程度の止水性を有し、圧送性に優れることを確認した(図-7)。



図-7 テールグリース圧送状況

## 6. まとめ

今回、世界初となる環境にやさしいテールグリース「シールドノック BD」を開発し、実現場適用試験において耐水压性能および圧送性に優れることを確認した。また、別途試験にて製品の生分解性は60%以上を達成し、開発目標としたエコマークを取得した。今後、環境影響の低減を図るため、多くのシールド現場で実用されることを期待する。