

## テールグリースが凍土-地中構造物間の凍着せん断強さに与える影響

鹿島建設(株) 正会員 佐藤一成 ○榎谷麻衣 福田昌弘 吉田 輝  
フェロー会員 福田勝仁

### 1. はじめに

高水圧が作用する大深度下の地中掘削工事では、掘削中の安全確保のため、止水性に優れた凍結工法が有用な補助工法となるが、凍土と構造物の界面の凍着力の確保が課題となる。例えば図-1のように隣接するシールドトンネル間に凍土を造成し、トンネル間を切り抜ける場合を考えると、トンネル躯体（セグメント）と凍土の一体性や止水性確保のため、凍土-セグメント界面の凍着強さを評価し、滑動（せん断破壊）や剥離（引張破壊）に対する安全性を照査する必要がある。一方、セグメントの表面にはシールド掘進時のテールグリースが残存していると考えられるため、凍土界面は図-2のようにセグメント-テールグリース-裏込め材-凍土の4層構造とみなすことができる。一般的に、テールグリースは油脂分を含むため、凍結しにくいと考えられる。そこで本報文では、セグメント-テールグリース-裏込め材間の凍着せん断強さに着目し、室内実験を行って検討したので、その結果を報告する。

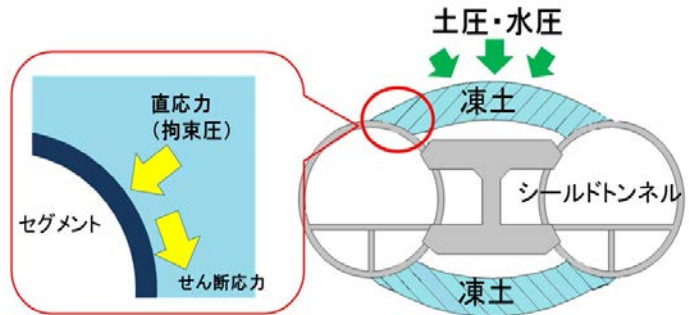


図-1 凍土を用いた地中切り抜げの例

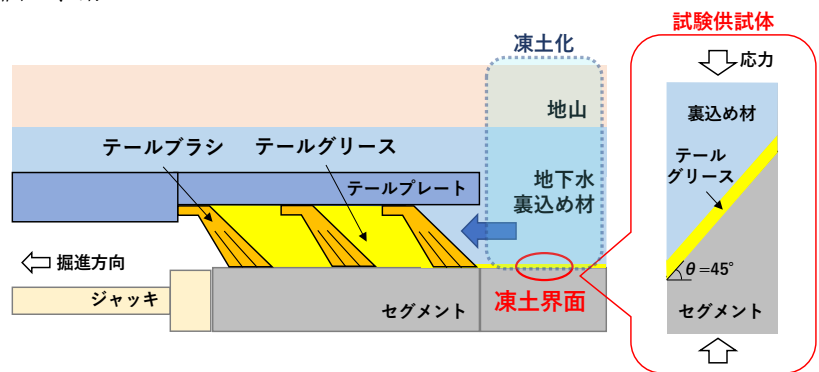


図-2 シールド掘進時のセグメントへのテールグリース付着イメージと試験供試体

### 2. 試験方法

セグメントを模した鋼材、テールグリース、裏込め材を使用し、傾斜型一面せん断試験を実施した。供試体は、鋼材にテールグリースに塗布し、裏込め材を流し込み20℃で7日間養生したのち、恒温槽に入れ試験温度で1日養生した。テールグリースは性状の異なる2種類（テールグリースAおよびBと称する）を使用し、比較のためテールグリース無しの試験も実施した。テールグリースの塗布厚は、施工実績（使用量）に基づき1mmとした。試験温度は+20、-10、-20℃とし、それぞれ3供試体ずつ試験に供した。また、テールグリースの性状確認として、ベーンせん断試験を実施した。実施状況を図-3に示す。ベーンブレードの寸法は幅20mm、高さ40mm、回転速度は0.75rpm、試験温度は+20、-10、-20℃とした。

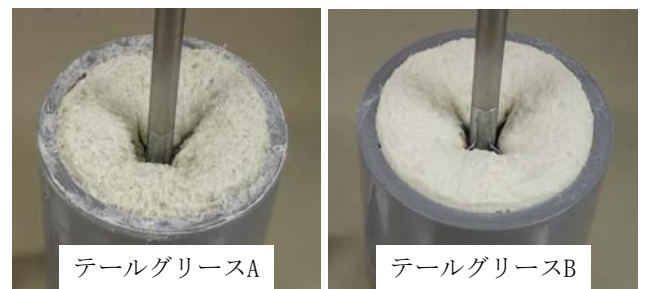


図-3 ベーンせん断試験

表-1 ベーンせん断強さ

試料	温度 (°C)		
	+20	-10	-20
水あめ	580	挿入不可	挿入不可
テールグリースA	2251	挿入不可	挿入不可
テールグリースB	2217	4127	10334

(kPa)

キーワード 凍着, せん断強さ, テールグリース, 凍結工法, シールド工法

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株) 技術研究所 TEL 042-485-1111

## 4. 試験結果

### 1) 温度－べーンせん断強さの関係

表-1 にテールグリース A および B のべーンせん断強さを示す。表中には参考として水あめの試験結果を併記した。+20°Cの状態ではテールグリース A および B のべーンせん断強さは共に水あめの 3.8 倍となった。また-10,-20°Cでは、水あめとテールグリース A は硬化しべーンを挿入することができなかった。一方で、テールグリース B のべーンせん断強さは温度低下に伴い増加したものの-20°Cでも粘性を維持していた。

### 2) 試験温度－凍着せん断強さの関係

試験温度－凍着せん断強さの関係を図-4 に示す。図中には辻ら<sup>2)</sup>が実施したテールグリースが無い場合の凍着せん断試験結果も併記した。テールグリースが無い場合、凍着せん断強さは低温になるほど増加した。この結果は辻らの結果と整合する。一方で、テールグリースがある場合、試験温度によらず凍着せん断強さは大幅に低下した。

### 3) 凍着面方向のせん断変位とせん断応力の関係

図-5 に凍着面に沿ったせん断変位と凍着せん断応力との関係を示す。テールグリース無しの場合、凍着せん断応力はピークを迎えた後、急激に低下して残留強さはほぼゼロとなるが、テールグリースがある場合、凍着せん断応力は小さいもののピークを迎えた後、残留している。これは、図-6 に示すように試験後の凍着面においてテールグリースが引きずられるように伸びていることから、テールグリースそのものの粘性によるものと推察される。また、テールグリース A では B と比較して凍着せん断応力が 2 倍程度大きくなる傾向が見られたが、表-1 に示したべーンせん断強さもテールグリース A で大きくなっている。このことは、セグメント－テールグリース－裏込め材の凍着せん断強さは、テールグリースのべーンせん断強さとの相関があることを示唆しているが、引き続き詳細な検討が必要であると考えられる。

## 5. おわりに

セグメント－テールグリース－裏込め材の凍着せん断強さを評価した。その結果、テールグリースがある場合、凍着面の凍着せん断強さはテールグリースが無い場合と比較し、著しく低下した。一方、テールグリースがある場合は、小さいながらも凍着せん断強さが残留することも確認できた。今回の試験条件が現場条件を再現したものとなっているかは検証の余地があるため、引き続き今後も様々な材料における凍着せん断強さに関して検討を続けていく所存である。

## 参考文献

- 1) 吉田輝, 上本勝広, 吉川正: 凍着せん断強さの試験方法, 第 38 回地盤工学研究発表会, 2003.
- 2) 辻良祐, 照井秀幸, 吉田輝, 長田友里恵: 凍土-地中構造物間の凍着強さの試験方法の提案, 第 52 回地盤工学研究発表会, 2017.

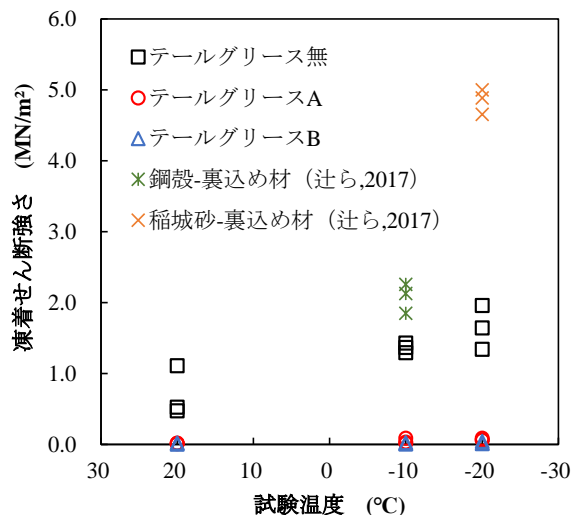


図-4 試験温度－凍着せん断強さの関係

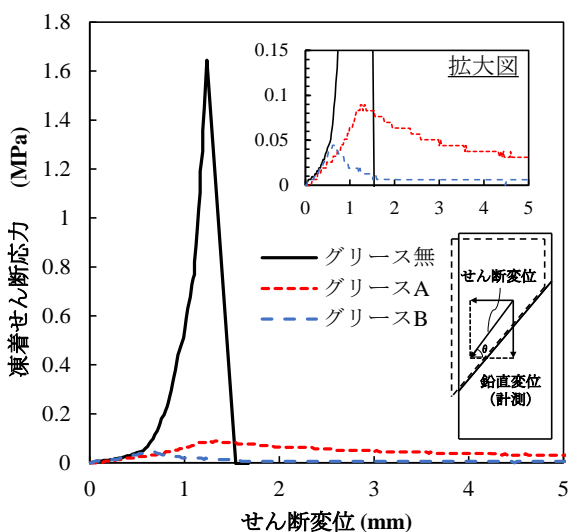


図-5 凍着面方向せん断変位－せん断応力の関係例 (-20°C)



図-6 試験後のせん断面の一例 (テールグリース B, -20°C)