

# グリス流動抵抗によりセグメントへ作用する荷重の実験的解明

長岡技術科学大学 地盤工学研究室 後藤 健吾  
指導教官 杉本 光隆

## 1. はじめに

近年、都市の地下構造物はますます輻輳し、それに伴ってシールドトンネルのさらなる大深度化、急曲線化が進んでいる。加えて、コスト削減の流れを受け、セグメントの薄肉化および幅広化が進んでいる。これらのことから、施工時にセグメントに発生する応力は以前より増大する傾向にあり、施工中のトンネルに発生する不具合が顕在化してきている。しかし、施工時にセグメントに作用する荷重については未解明な点が多く、定量的に把握されていないのが現状である。そこで本研究では、施工時荷重として影響がもっとも大きいと考えられているテール部での荷重に着目し、グリスがワイヤブラシ(以後、WBと記す。)を通過する時のグリスの流動抵抗を定量的に求めることを目的として、テールクリアランス、水圧、貫入速度を実験因子とし、WB とグリスを用いた要素実験を行なった。

## 2. 試験方法

### (1) 実験因子

グリスについては、現場で実績があるテールシーラー 8000N、8000NP を用いることとした。実験規模の制約から、グリスと WB をボックス(以下グリスボックスと呼ぶ)に入れて実験することにした。こうした場合には、グリスとグリスボックスの摩擦抵抗を考慮する必要がある。このため、グリスボックスの幅を実験因子とすることにした。また、グリスボックス内に鉄板を置くことにより、WB 高さの変更、恒温室内でグリス温度一定で測定をおこなった。したがって、本研究では、WB 幅、WB 単位幅当たりのグリス透過流量、WB 背面の水

圧、WB の高さを実験因子とした。

### (2) グリスの流動抵抗実験

試験機装置の概要を図-1 に示す。グリスに対して水平方向からピストンを押し付け、ピストンの変位、ピストンの貫入力、WB 背面の体積変化、グリス圧、水圧を 1 秒間隔で測定した。

## 3. 実験結果

### (1) テールクリアランス、貫入速度(グリス透過流量)の影響

図-2 に、WB 幅 300mm、水圧 300kPa で、V 毎に  $T_c$  のピストン貫入圧 (= ピストン貫入力 / 断面積) への影響を示す。この図より以下のことがわかる。

1)ピストン貫入量が増加するとともに、ピストン貫入圧は増加し始め、ピークを示した後、一定値に収束していく。これは、グリスの充填が不十分なところがある場合には、グリスが均一に充填されるまで、グリス圧の上昇が抑制されること、グリス圧上昇に伴い、保護板が上方に押し上げられ、グリス圧がピークに達すること、WB の下をグリスが通過するようになると、グリス圧は低下し、グリス圧一定となることのため

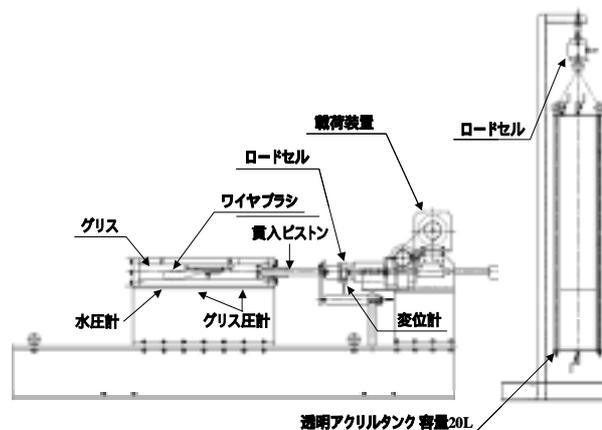


図-1 グリス流動抵抗試験装置

めである。

2) ピストン貫入圧は、 $T_c35\text{mm} < T_c25\text{mm} < T_c15\text{mm} < T_c5\text{mm}$  となった。特に、 $T_c5\text{mm}$  でピストン貫入圧は急増している。これは、 $T_c$  が小さくなると、グリスが、WB と WB 保護板を上に押し上げるのに大きな力が必要になること、 $T_c$  が一定以下になると、グリスが WB 下部を通過しにくくなり、圧縮されやすくなるためと考えられる。

3) ピストン貫入圧は  $V=10\text{mm/min} < V=30\text{mm/min} < V=50\text{mm/min}$  となった。また、 $T_c=25, 35\text{mm}$ 、 $V=10, 30\text{mm/min}$  では、ピークが明瞭ではない。これは、グリスの粘性のために、 $V$  が大きいと、グリスが圧縮されるためと考えられる。

#### (2) グリスと鉄(ボックス)の摩擦特性

ピストン貫入方向に配置されているグリス圧計から得られたグリス圧を用いて鉄とグリスの摩擦力を求めた。図-3 に、WB 幅 300mm、 $T_c35\text{mm}$ 、ピストン貫入圧が収束したときの、グリス圧と摩擦力/面積の関係を示す。この図より以下のことがわかる。

1) グリスと鉄の摩擦力は、一定で拘束圧に依存せず、付着力  $c$  で表せる。付着力  $c$  の平均は 0.59kPa となった。

#### 4. まとめ

本研究で得られた知見を以下に列記する。

- 1)  $T_c$  が減少し、 $V$  が大きくなると、ピストン貫入圧(グリス圧)は増加する。特に、 $T_c=5\text{mm}$  の場合、ピストン貫入圧は著しく大きくなる。
- 2) グリスと鉄の摩擦特性は、WB 背面水圧(拘束圧)に依存せず、付着力  $c$  で表せ、0.59kPa 程度である。

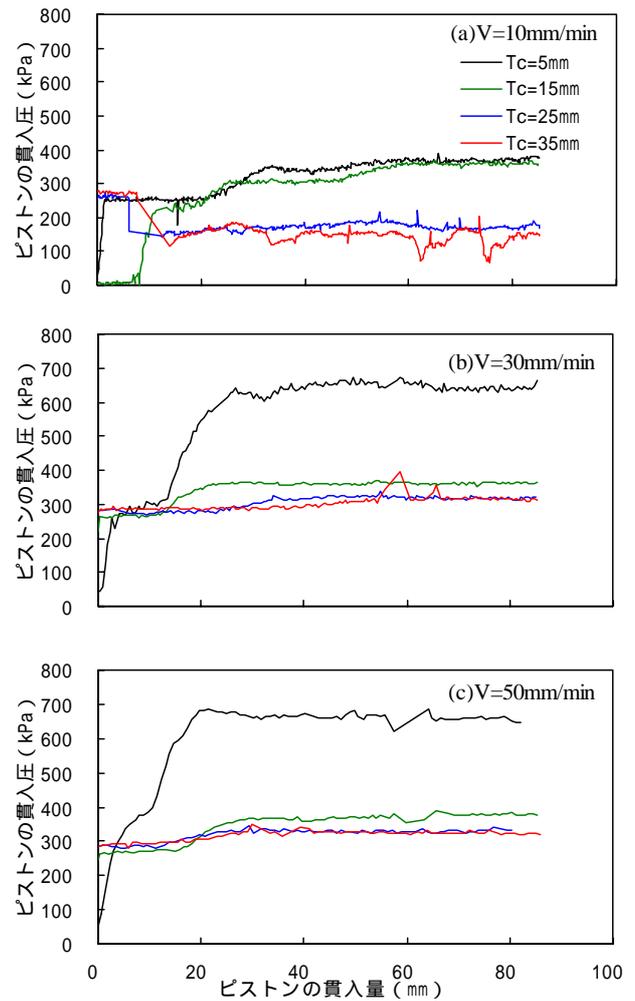


図-2  $T_c$  のピストン貫入圧への影響 (WB 幅 300mm, 水圧 300kPa)

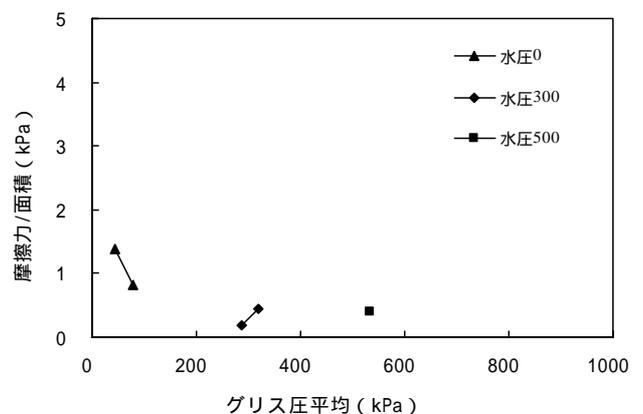


図-3 グリス圧と摩擦力の関係 ( $T_c=35\text{mm}$ , WB 幅 300mm)