

|           |      |    |    |
|-----------|------|----|----|
| 日産建設技術研究所 | 正会員  | 袁  | 大軍 |
| 日産建設技術研究所 | 正会員  | 五味 | 信治 |
| 日産建設技術研究所 | 正会員  | 岡本 | 將昭 |
| 早稲田大学理工総研 | 名誉会員 | 森  | 麟  |

1. はじめに

岩盤セミシールド (Rock Semi Shield) の閉塞予測に関して、人工軟岩を供試体として掘進実験を進めている。前報告の実験<sup>1)2)</sup>では、トルク等の測定が不十分であったので、今回は装置を改造して、実験を一部やり直し、閉塞判定規準を一部修正した。さらに、実際の泥岩 (土丹) と本研究で用いている人工軟岩との閉塞に対する影響の相違点を調べた。また、前報告で閉塞に大きく影響することがわかった機械・施工条件の内未調査だったカッター長と掘進速度の関係が閉塞に影響する状況も調査した。

## 2. 実験方法

実験装置は前回と同様であるが、今回は精度を格段に高めたトルク計を設置して実験を行った。実験装置の概略図を図-1に示す。実験は地山である土丹（3種類）および人工軟岩（4種類）を使用し、掘進速度および刃の長さ（3種類）も変えて行い、現場の条件と相似させて10ℓ/minを送水し、15cm掘進終了後あるいは途中掘進不能になった後、面板の掘削土の付着状況を写真撮影した。実験ケースを表-1に示す。実際の土丹の実験に際しては、工事現場から土丹をブロックで採取し、ほぼ円筒形に整形して、実験装置のモールドに入れ、モールドとの空隙は石膏を流し込んで、固定した。

### 3. 実験結果

### 3.1 閉塞判定規準

本研究（その1）で設定した閉塞判定標準の3条件（推力/トルクの絶対値は10以下、機械停止近傍での推力/トルクと掘進距離曲線の接線勾配は-0.65より急勾配、および面板の目視による）は、実験装置を改良し、今回の実験結果を加味すると接線勾配の標準値だけは変化し、1/10の-0.065となった。推力/トルクの絶対値と目視による規準は従来通りである。図-2に今回の装置による掘進距離と推力/トルクの関係の一

表一 1 掘進実験ケース

| ノミラマダ<br>ケース | 土質条件      |                              |           | 機械条件       |                  |              |
|--------------|-----------|------------------------------|-----------|------------|------------------|--------------|
|              | ip<br>(%) | qu<br>(kgf/cm <sup>2</sup> ) | 砂率<br>(%) | 開口率<br>(%) | 推進速度<br>(mm/min) | 刃の長さ<br>(mm) |
| Case01       | 29.1      | 22.5                         | 13.2      | 5          | 4                | L            |
| Case02       | 29.1      | 22.5                         | 13.2      | 5          | 6                | L            |
| Case03       | 29.1      | 22.5                         | 13.2      | 5          | 8                | L            |
| Case04       | 29.1      | 22.5                         | 13.2      | 5          | 8                | 1.5L         |
| Case05       | 29.1      | 22.5                         | 13.2      | 5          | 10               | L            |
| Case06       | 26.5      | 33.8                         | 13.2      | 5          | 10               | L            |
| Case07       | 22.9      | 64.3                         | 13.2      | 5          | 10               | L            |
| Case08       | 22.4      | 61.7                         | 13.2      | 5          | 10               | L            |
| Case09       | 29.1      | 22.5                         | 13.2      | 5          | 10               | 0.5L         |
| Case10       | 26.5      | 22.5                         | 13.2      | 5          | 10               | 1.5L         |
| Case11       | 29.1      | 22.5                         | 13.2      | 5          | 12               | L            |
| Case12       | 22.1      | 22.5                         | 13.2      | 5          | 12               | 0.5L         |
| Case13       | 22.4      | 61.7                         | 13.2      | 5          | 12               | 0.5L         |
| Case14       | 12.0      | 18.8                         | 28.0      | 5          | 4                | L            |
| Case15       | 14.9      | 20.3                         | 14.0      | 5          | 6                | L            |
| Case16       | 14.9      | 20.3                         | 14.0      | 5          | 8                | L            |
| Case17       | 16.6      | 15.7                         | 12.0      | 5          | 8                | L            |
| Case18       | 16.6      | 15.7                         | 12.0      | 5          | 8                | 0.5L         |
| Case19       | 16.6      | 15.7                         | 12.0      | 5          | 10               | L            |
| Case20       | 14.9      | 18.8                         | 14.0      | 5          | 10               | L            |

注1) 刃の長さは、25mmを規準長とし、長さを0.5、あるいは1.5倍したものを0.5L、1.5Lと表示した。

注2) Cese01~Cese13は人工軟岩, Cese14~Cese20は実際の土  
丹を供試体として使用している。

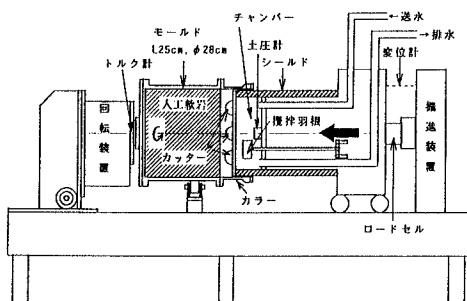


圖-1 實驗裝置

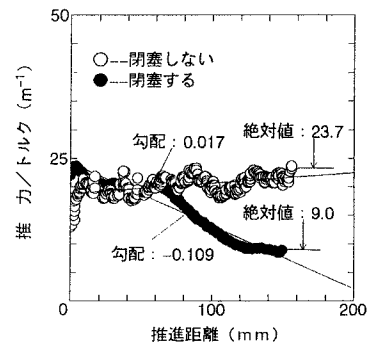


図-2 掘進距離と推力/トルクの関係

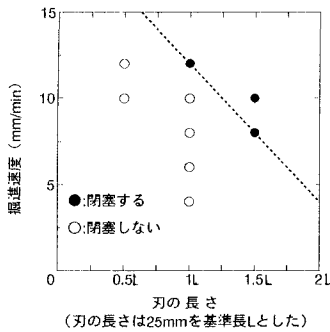


図-3 刃の長さと掘進速度の関係

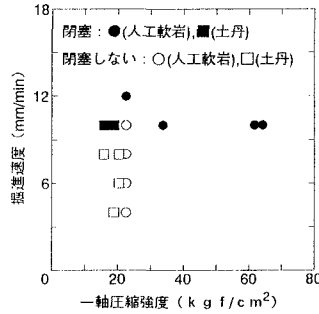


図-4 一軸圧縮強度と掘進速度の関係

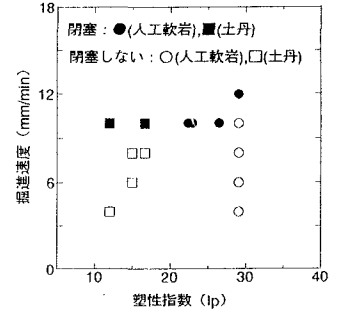


図-5 塑性指数と掘進速度の関係

例を示す。

### 3.2 刃の長さおよび掘進速度と閉塞との関係

図-3に刃の長さと掘進速度の関係を示す。刃の長さは25mmを基準長 $l$ とすると、0.5 $l$ の場合、掘進速度12mm/minを越えても閉塞せず、長さ1.0 $l$ の場合は掘進速度12mm/minで閉塞し、長さ1.5 $l$ の場合、掘進速度8mm/minで閉塞した。この結果から図-3の破線上部領域では閉塞が生じ、破線下部領域で閉塞は生じないことがわかる。初めの予想では、刃が短く、切羽空間が狭いと掘削土がこの空間に充満して閉塞しやすいと考えていたが、実験結果は逆となった。刃が長い場合は、切羽面と面板との距離が大きく沈殿した掘削土層の厚さも大きくなる。このために、掘削土を開口部に送り込む距離と時間が長くなり、面板圧による圧密が進み、閉塞しやすいものと考えられる。また、掘進速度が速いほど閉塞しやすいのは、単位時間当りの掘削土量が多くなり、切羽空間に充満して掘削土が圧密され、掘削土がチャンバーに入り難くなって、面板に付着閉塞するためと推定される。

### 3.3 土丹および人工軟岩の閉塞状況の比較

人工軟岩が実際の軟岩の閉塞状況を反映できるかどうかを調べるために、刃の長さを $l$ として実際の土丹で実験を行った。図-4、図-5に土丹と人工軟岩の一軸圧縮強度、塑性指数および掘進速度と閉塞との関係を示した。土丹も人工軟岩と同様な傾向を示し、掘進速度が8mm/minまでは土丹・人工軟岩とも強度、塑性指数にかかわらず、全て閉塞しないが、10mm/minになると、両者とも一軸圧縮強度、塑性指数の値によって閉塞が生じ、機械・施工条件の掘進速度による類似性が高い。一軸圧縮強度と塑性指数の影響は、掘進速度10mm/minの実験結果から見ると、土丹は人工軟岩よりかなり小さい強度および塑性指数で閉塞しており、土丹と人工軟岩は閉塞に対して差があることがわかった。ただし、人工軟岩についての閉塞判定規準はほぼ土丹にも適用できるようなのである。

### 4. おわりに

今回、改造した実験装置で行った人工軟岩の補足実験結果から、前回報告した閉塞規準を一部訂正した。また、機械・施工条件として、やり残したカッターの刃の長さと掘進速度との関係を調べ、刃の長さの短い方が閉塞し難いことを明らかにした。さらに、実際の土丹についても実験を行い、人工軟岩の結果と比較した。これによって、土丹は機械・施工条件に当たる掘進速度に関しては、人工軟岩とほぼ類似の傾向を示すことがわかったが、一軸圧縮強度、塑性指数等の土質的要素については、かなりの相違が認められた。しかし、閉塞判定規準はそのまま土丹にも適用できるものと思われる。

#### 【参考文献】

- 五味, 森, 袁, 岡本: 軟岩掘進における岩盤セミシールドの閉塞予測に関する研究(その1), 土木学会第50回年次学術講演会講演概要集3-648, pp1296-1297, 1995
- 五味, 森, 袁, 岡本: 軟岩掘進における岩盤セミシールドの閉塞予測に関する研究(その2), 土木学会第50回年次学術講演会講演概要集3-649, pp1298-1299, 1995