

Ⅲ-648

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）

日産建設(株)技術研究所 正会員 五味信治
 日産建設(株)技術研究所 正会員 ○袁 大軍
 日産建設(株)技術研究所 正会員 岡本将昭
 早大理工学総合研究センター 名誉会員 森 麟

1. はじめに

岩盤セミシールド(Rock Semi Shield, 以下RSSと略称する)は泥水式のもので、岩盤を対象にした推進工事で使用されている。工事では硬岩ばかりでなく軟岩を掘削する場合もあり、特に泥岩関係の軟岩を掘削する場合には、面板が閉塞現象を起こし掘進が困難となる場合がある。この原因は、泥岩を構成する土質成分の物理・力学的性質とRSSの掘進速度、開口率などの機械・施工条件によるものと考えられる。そこで、RSSの軟岩における掘削特性について、特定の性質を持つように作成された軟岩を供試体（以下、人工軟岩と呼ぶ）とし、製作したRSSの実験装置を用いて掘進実験を行った。ここでは、特定の性質を持つ人工軟岩について、掘削時の面板の閉塞現象に関する予測のための閉塞判定規準の確立を目的として、人工軟岩の構成成分の性質を表す塑性指数、含有砂率および軸圧縮強度等の物理・力学的性質と掘進速度および開口率等の機械・施工条件を基にした実験結果について述べる。

2. 供試体に用いた軟岩

人工軟岩の材料は、2種類の粘土ⅠおよびⅡ、けい砂（7号）、早強セメントおよび水（純水）を用いた。配合は、粘土とけい砂、早強セメント、水の重量比を一定とし、粘土ⅠとⅡの混合比を変えた8種類とした。人工軟岩の配合を表-1に示す。この人工軟岩については、今回の学術講演会で発表¹⁾している。

作成条件は、試料を混合後、直径28cm、高さ25cmの大型圧密用モールドに充填し、両面排水、軸応力5MPaで静的加圧して、加圧時間は60分、加圧後3日間湿潤養生させ使用した。

3. 掘進実験の方法

実験装置の概略図を図-1に示す。本実験では、装置を単純化するために人工軟岩を充填したモールドの方を定常回転させ、ローラーカッターに近い半円形のビットを装着した面板は回転させずに掘進させる方式をとった。手順としては、シールドチャンバー内に、現場の条件と相似させて10ℓ/minを送水し、排泥管を沈殿槽に接続した。そして、人工軟岩中に5cm掘進させてから、掘進実験を開始した。面板の直径は280mm、半円形カッタービットの直径は実物との縮尺比に合わせて50mm、刃物角は90°である。実験は、人工軟岩の塑性指数、砂率、掘進速度、開口率を変化させ、掘進距離とトルク、推力を求めた。15cm掘進終了後あるいは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。

4. 閉塞の判定

実験装置は、閉塞その他の条件により掘進不能となると機械が停止する。機械が停止した時の原因が、閉

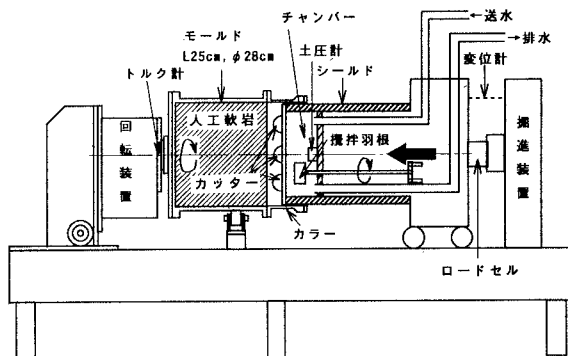


図-1 実験装置の概略図

表-1 人工軟岩の配合

配合	粘土Ⅰ	粘土Ⅱ	けい砂	早強セメント	水(純水)
A	2.5	3.3	1.0	8	2.4
B	1.5	4.3	1.0	8	2.4
C	5	5.3	1.0	8	2.4
D	0	5.8	1.0	8	2.4
A'	2.2	2.9	2.0	7	2.2
A''	1.9	2.6	3.0	6	1.9
A'''	1.4	1.8	5.0	5	1.3
a	3.7	1.7	9	7	3.0

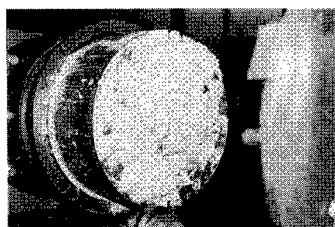


写真-1 面板が閉塞した場合

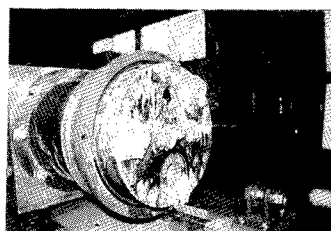


写真-2 閉塞せずに掘削を終了した場合

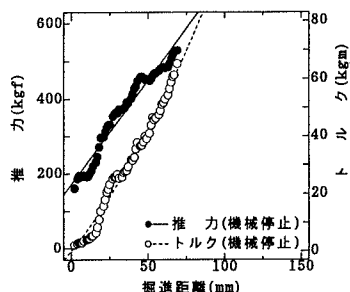


図-2 掘進距離と推力、トルクの関係

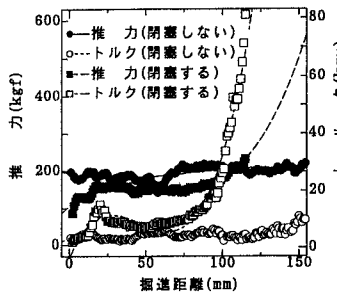


図-3 掘進距離と推力、トルクの関係

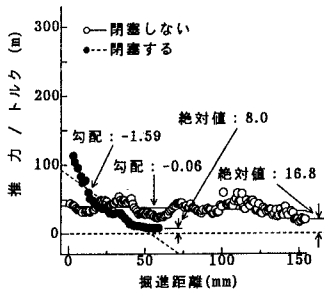


図-4 掘進距離と推力/トルクの関係

塞によるものかどうかを判定するために閉塞の規準となるものを設定しなければならない。多くの実験の結果、3項目を閉塞現象の判定規準とした。

4. 1 閉塞現象

面板が閉塞した場合と閉塞せずに掘削を終了した場合の状況写真を写真-1および2に示す。面板が閉塞すると機械が停止するが、閉塞せずに機械装置が停止することもある。また、15cm掘進できても、もう少し掘進して閉塞する場合もある。図-2は、掘進距離が増加するにつれて、推力・トルクともに急激に増加し、トルクが限度以上になり掘進不能となって、機械装置が停止した例である。この場合は面板に掘削土の付着はなかった。機械が停止する原因はトルク不足によるものであるため、機械停止の結果から閉塞の判定はただちにはできない。

4. 2 閉塞の判定規準

図-3に閉塞した例と閉塞しない例を示す。掘進距離と推力・トルクの関係からみると、閉塞せずに掘進できる場合は、推力・トルクともほぼ一定値を示しているが、閉塞する場合は、掘進距離が、ある程度の距離までくると、推力は次第に増加し、トルクは急激に増加することがわかる。閉塞する場合と閉塞しない場合を比較するため、図-4に掘進距離と推力/トルクの関係を示す。多くの実験の結果から15cm掘進した場合でも、推力/トルクの絶対値が10以下、掘進停止位置近傍での接線勾配が-0.65より急勾配になると面板に掘削土が付着して閉塞することがわかった。以上のことから閉塞の判定規準としては、上記2項目と面板の目視（面板の写真）によって最終判定した。

5. まとめ

種々の人工軟岩について行った掘進実験結果に対して、各々が閉塞か閉塞でないかの区別を上記の判定規準により、明確にできることがわかった。次には、人工軟岩のどのような性質および岩盤セミシールドのどのような機械・施工条件が閉塞に関係するかを明らかにする必要がある、これがわかれば事前に軟岩の性質と岩盤セミシールドの機械・施工条件から現場における閉塞発生の予測が可能となる。

<参考文献>

- 1) 五味、岡本；岩盤セミシールドの実験に用いた人工軟岩の強度について、土木学会第50回年次学術講演会概要集Ⅲ、（投稿中）、1995。