

Ⅲ-649

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)

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

本報告では、「軟岩掘進における岩盤セミシールド(Rock Semi Shield)の閉塞予測に関する研究(その1)」¹⁾の閉塞判定規準に基づいて、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評価のために、人工軟岩の付着閉塞に関係する性質として、塑性指数、含有砂率および一軸圧縮強度を取り上げ、実験結果との相関性を調査した。さらに、実験時の掘進速度および開口率等の機械・施工条件との関連性も調べた。

2. 実験概要

実験ケースを表-1に示す。供試体である人工軟岩の配合を変化させ、さらに掘進速度および開口率も変えた実験を行い、掘進距離、トルクおよび推力を求め、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。各実験ケースの閉塞の有無は、本研究(その1)の判定規準に基づいて判定した。人工軟岩については、今回の学術講演会の「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」²⁾で発表している。

3. 実験結果

3.1 人工軟岩の土質条件と閉塞の関係

人工軟岩の場合、土質条件と閉塞の有無との関係はあまり大きなものではなく、むしろ機械・施工条件に支配されることが図-1の結果からわかる。図-1では開口率5%の場合、掘進速度の小さい4mm/minの場合は土質条件に関係なく全部閉塞しないが、掘進速度の大きい6mm/min, 8mm/minでは、どの人工軟岩もすべて閉塞している。掘進速度5mm/minでは閉塞するケースと閉塞しないケースが生じているが、データが3点のみであるので、土質条件との関係はまだ明らかではない。しかし、データが増えればこの関係は明確にできると考えられる。

3.2 機械・施工条件と閉塞の関係

岩盤セミシールドの機械・施工条件としては、掘進速度、開口率、カッタービットの突出長、使用泥水性状、循環速度、泥水圧などがあるが、ここでは影響が大きいと思われる掘進速度、開口率の2つについて実験を行った。

(1) 掘進速度と閉塞との関係

掘進速度が閉塞に及ぼす影響はすでに図-1に示し

表-1 掘進実験ケース

ケース	H ₁ ラメータ	土質条件			機械・施工条件		配 合
		ip %	qu kgf/cm ²	砂 率 %	開口率 %	掘進速度 mm/min	
Case_1_1		29.1	22.5	13.2			A
Case_1_2		26.5	33.8	13.2			B
Case_1_3		22.9	64.3	13.2			C
Case_1_4		22.4	61.7	13.2			D
Case_1_5		29.1	22.0	21.2			A'
Case_1_6		29.1	33.1	36.9			A''
Case_1_7		29.1	29.6	57.8			a
Case_1_8		41.8	10.2	12.7			A
Case_2_1		29.1	22.5	13.2			A
Case_2_2		26.5	33.8	13.2			B
Case_2_3		22.9	64.3	13.2			C
Case_2_4		22.4	61.7	13.2			D
Case_2_5		41.8	10.2	12.7			a
Case_3_1		29.1	22.5	13.2			A
Case_3_2		26.5	33.8	13.2			B
Case_3_3		22.9	64.3	13.2			C
Case_3_4		22.4	61.7	13.2			D
Case_3_5		29.1	22.0	21.2			A'
Case_3_6		29.1	33.1	36.9			A''
Case_3_7		29.1	29.6	57.8			a
Case_3_8		41.8	10.2	12.7			A
Case_4_1		29.1	22.5	13.2			A
Case_4_2		26.5	33.8	13.2			B
Case_4_3		22.9	64.3	13.2			C
Case_4_4		22.4	61.7	13.2			D
Case_5_1		29.1	22.5	13.2			A
Case_5_2		26.5	33.8	13.2			B
Case_5_3		22.9	64.3	13.2			C
Case_5_4		22.4	61.7	13.2			D
Case_6_1		29.1	22.5	13.2			A
Case_6_2		26.5	33.8	13.2			B
Case_6_3		22.9	64.3	13.2			C
Case_6_4		22.4	61.7	13.2			D
Case_7_1		29.1	22.5	13.2			A
Case_7_2		26.5	33.8	13.2			B
Case_7_3		22.9	64.3	13.2			C
Case_7_4		22.4	61.7	13.2			D
Case_8_1		29.1	22.5	13.2			A
Case_8_2		26.5	33.8	13.2			B
Case_8_3		22.9	64.3	13.2			C
Case_8_4		22.4	61.7	13.2			D
Case_9_1		29.1	22.5	13.2			A
Case_9_2		26.5	33.8	13.2			B
Case_9_3		22.9	64.3	13.2			C
Case_9_4		22.4	61.7	13.2			D

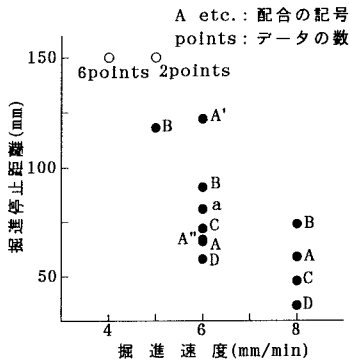


図-1 掘進速度と掘進停止距離の関係
(開口率 5%)

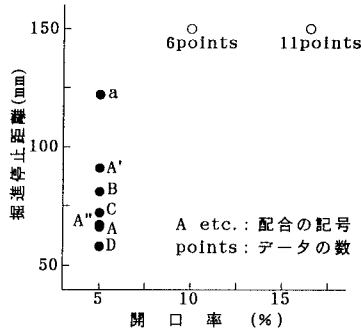


図-2 開口率と掘進停止距離の関係
(掘進速度 6mm/min)

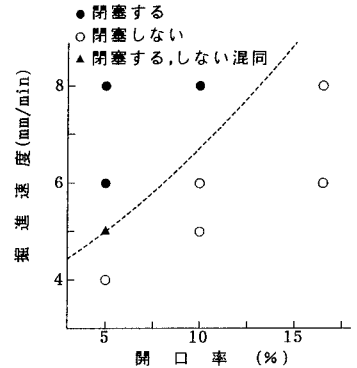


図-3 開口率と掘進速度の関係

たように、開口率が 5% の場合は顕著であり、掘進速度が 6mm/min を越えるとすべて閉塞している。掘進速度が大きくなると面板前面のカッタービット突出部の空間中における掘削土の濃度が高くなりやすく、面板などへの付着が進むためと考えられる。

(2) 開口率と閉塞との関係

開口率と掘進停止距離および閉塞の有無との関係を図-2 に示す。ただし掘進速度は 6mm/min の場合とした。開口率が 5% の場合は、15cm 手前ですべて停止し、全部閉塞している。しかし、開口率を 10% および 16.5% に拡大すると、人工軟岩の性質にかかわらず、すべて限界点の 15cm まで掘進でき、全部閉塞しないことがわかる。したがって、開口率の閉塞に対する影響は大きい。

(3) 掘進速度および開口率と閉塞との関係

以上のことから、掘進速度と開口率は両者とも閉塞に大きな関係のあることがわかった。図-3 は掘進速度と開口率の組み合わせが閉塞におよぼす影響を示したものである。この図によると、破線上部領域では閉塞が生じ、破線下部領域では閉塞は生じない。現状の実機開口率 7.5% 程度のものでは、この図から掘進速度は 6mm/min 以下にしないと閉塞することになるが、実機と実験装置の寸法の差による相似則は、人工軟岩に粘性があるため適応できない。しかし、定性的には開口率が大きく、掘進速度が小さいと閉塞が生じにくいことは明らかである。したがってこの図から開口率が大きく掘進速度が小さいほど、閉塞は生じにくいことがわかる。このため閉塞の可能性のある現場では、開口率を上げ、掘進速度を小さくすべきである。

4. まとめ

以上のことから、閉塞発生と軟岩の物理・力学的性質との関連性は明確にできなかったが、しかしあまり大きなものではなく、むしろ掘進速度や開口率などの機械・施工条件が閉塞に大きく影響することがわかった。今後は閉塞発生のメカニズムの解明をめざすとともに、実際の軟岩と本実験で用いた人工軟岩との、閉塞に対する影響の相違点や軟岩の性質と閉塞現象との関係、および今回取り扱っていない機械・施工条件について研究を進めたい。

<参考文献>

- 1) 五味, 森, 袁, 岡本; 土木学会第50回年次学術講演会概要集Ⅲ, (投稿中), 1995.
- 2) 五味, 岡本; 土木学会第50回年次学術講演会概要集Ⅲ, (投稿中), 1995.