

Ⅲ-B93 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5） －閉塞対策として泥水を用いた切羽注水の効果－

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 袁 大軍
 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

本研究では、これまで岩盤セミシールドの掘削時の面板の閉塞現象を取り上げ、閉塞現象を防止する方法として面板中心から清水を切羽に注入する実験を行い、この方法の有効性を明らかにした。ここでは、実機による施工においては清水の使用が困難な場合が多いため、経済性などの面を考慮チャンパーに送る泥水の一部を清水にかえて切羽に注入する実験を行った。昨年まで行った切羽空間への清水注入の結果と今回の泥水注入実験で得られた結果を比較検討し、実際の現場において泥水注入が実用的な閉塞防止対策となり得るかを考察した。

2. 実験方法

掘削実験に用いた掘削実験装置²⁾は、これまでの改良により面板から切羽に直接清水を注入できる装置を取り付けており、その装置から泥水を注入することとした。面板の概念図を図-1に示す。掘削地山は、均一とするため人工的に作成した軟岩²⁾を用いた。掘削実験に使用した注入用泥水は現場の掘削用泥水を考慮して、ベントナイト、カオリンおよび粘性を増加させるためのCMCを水に添加して作成した。また、面板閉塞と泥水の性質の関係を調べるため、ベントナイトおよびカオリンの添加量を変化させた場合、低粘性型と標準型のCMCを用いた場合の3種類の泥水を使用した。泥水管理としては、比重測定およびファンネル粘性を行うこととした。泥水の配合および泥水の性質を表-1に示す。実験のパラメータは、面板からの注入泥水量を0.2、0.3、0.5、1.0および2.0 l/minの5水準とした。実験ケースを表-2に示す。機械・施工条件は掘進速度12mm/min、面板の開口率5%、チャンパー内への送泥水量は従来通り10 l/minとし、これまでの実験結果および清水注入実験より、注水を行わなければ完全に閉塞する条件とした。また、閉塞しない場合は150mm掘進時、閉塞した場合は掘進不能時を実験終了とし、注入泥水量と実験終了時の切羽残土、チャンパー残土、面板付着土の関係を調べ清水注入の場合と比較した。

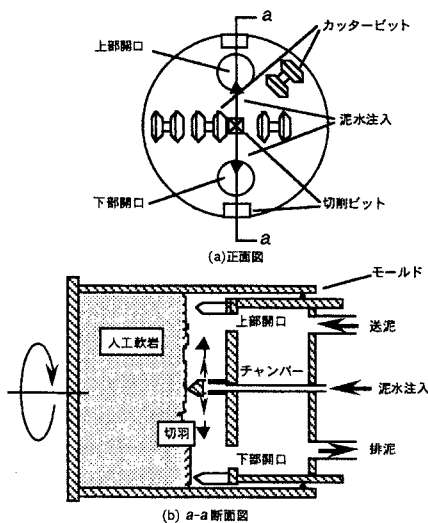


図-1 面板の概念図

表-1 泥水の配合および泥水の性質

泥水	水 l	ベントナイト kg	カオリン kg	CMC kg	比重 g/cm ³	ファンネル粘性 sec
A	160	10	10	0.32	1.08	52-69
B	160	10	10	0.32*	1.08	36-42
C	160	5	5	0.32	1.04	28-30

表-2 実験ケースおよび実験結果

CASE NO.	泥水 種類	注入量 l/min	閉塞判定 ●:閉塞 ○:開通
CASE-01	A	0.2	●
CASE-02	A	0.3	●
CASE-03	A	0.6	○
CASE-04	A	2.0	○
CASE-05	B	0.2	●
CASE-06	B	0.3	●
CASE-07	B	0.4	○
CASE-08	B	0.7	○
CASE-09	B	1.0	○
CASE-10	B	2.0	○
CASE-11	C	0.1	●
CASE-12	C	0.3	●/○
CASE-14	C	0.5	○
CASE-15	C	1.0	○
CASE-16	C	1.2	○
CASE-17	C	2.0	○

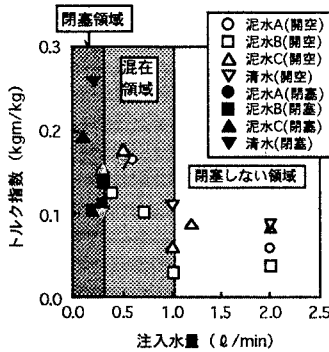
キーワード：岩盤セミシールド、面板閉塞、泥水注入、模型実験。

〒350-12 埼玉県日高市原宿 746

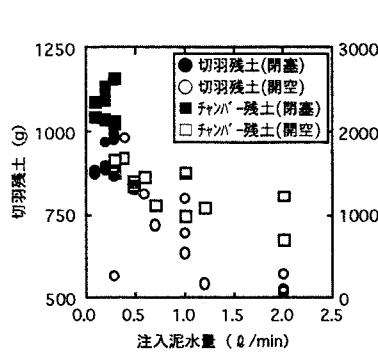
TEL0429-85-5655 FAX0429-85-5179

〒169 東京都新宿区大久保 3-4-1

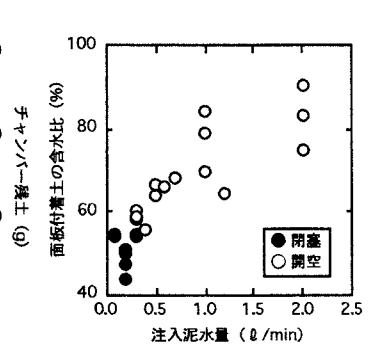
TEL03-3203-0108 FAX03-3203-8107



図－2 注入水量とトルク指数の関係



図－3 注入泥水量と残土の関係



図－4 注入泥水量と含水比の関係

3. 実験結果

注入泥水量と面板閉塞の関係は清水注入とほぼ同様であり、注入水量が0.3 l/min以下は閉塞領域、0.3 l/min～1.0 l/minの間は閉塞が発生したり、しなかったりする混在領域、1.0 l/min以上を閉塞しない領域という3つの場合に分けられる。今回泥水を注入した場合は、清水を注入した場合と同様に閉塞するとトルク指数は大きな値となったが、この注入泥水量が1.0 l/min以上になると安定する傾向にある。清水注入実験と泥水注入実験を比較すると、閉塞領域に対する注入量は清水の場合がわずかではあるが少なくなり、清水の方がやや有利であるという結果を得た。しかし、トルク指数が安定する1.0 l/min以上の注入量では泥水の場合トルク指数が小さくなり、逆に泥水の方が有利であると思われる。このことより、清水と泥水の注入効果については実用上同等であり、また現場では清水の使用が困難であるため、閉塞防止の対策としては実機で使用している泥水の利用が可能であると思われる。注入水量とトルク指数の関係を図－2に示す。

図－3に注入泥水量と切羽残土、チャンパー残土の関係を示す。閉塞しない場合、注入水量が多くなると残土量が減少することが確認できた。これは、清水注入の場合とほぼ同様である。また、図－4に注入泥水量と面板付着土の含水比の関係を示す。泥水を使用した場合も注入泥水量が1.0 l/min以上で含水比はほぼ一定であり、閉塞の可能性がある注入泥水量が1.0 l/min以下では、しだいに含水量が低下している。これは、閉塞する場合、切羽空間に送泥水が分流せず注入量だけとなることと、残土の圧密現象が平行して発生しているためと推察される。

4. おわりに

閉塞現象の防止は、切羽空間へ清水を注入することで防止できるという結果を得ていたが、今回の泥水を注入する掘削実験の結果より、泥水の有効性が確かめられた。閉塞現象を防止する条件としては、清水注入と比較するとわずかな差があるもののほぼ同様で、切羽空間への注入泥水量は1.0 l/min以上必要である。注入泥水量とトルク指数の関係から、閉塞する領域、混在領域、閉塞しない領域が存在することがわかった。

別途、閉塞防止のメカニズムや閉塞防止に対する切羽注入の有効性については、送泥水の切羽分流状況の調査、実験により明らかにしている。

<参考文献>

- 1) 五味, 袁, 他: 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4), 第51回土木学会年次学術講演会概要集3-B, pp.298-299, 1996.
- 2) 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, 第50回土木学会年次学術講演会概要集3, pp.1480-1481, 1995.
- 3) 五味, 袁, 他: 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6), 第52回土木学会年次学術講演会概要集3, 1997(投稿中).