

切削可能なセグメントブロックの開発 ～ セグメントブロックの切削実験 ～

大成建設株式会社 正会員 ○足立 英明
大成建設株式会社 正会員 大久保英也
大成建設株式会社 正会員 森田 泰司

1. はじめに

シールド工法で施工されたトンネルに分岐・合流部を構築する場合には、大規模な開削工法が採用されているのが現状である。しかしながら、工事用地の確保の困難さや周辺環境への負荷の低減の要請から、非開削による安全で合理的な施工技術の開発が望まれている。ここでは、切削可能なセグメントブロックを用いた分岐合流方法を考案し、その切削性を確認する実験を行った結果を報告する。

2. 工法の概要

本工法は、先行するシールドトンネルのセグメントの一部を切削可能なセグメントブロックとし、後行するシールドマシンにより切削しながら掘進することにより、合理的な分岐合流部の断面を形成するものである。

覆工構造としては、欠円状のセグメントのみで成立するものとし、その欠円部を補うブロックを欠円状のセグメントの組立てと同時に組立てる。掘進後の仮柱の設置や内部充填等の作業が省略でき、工期が短縮され、工費が縮減される。

3. セグメントブロックの要求性能

セグメントブロックに対し要求される性能を以下に示す。

- ① 荷重を欠円状のセグメントに伝達するための圧縮強度
- ② 路上運搬、坑内搬送、切羽での組立て可能な強度・剛性
- ③ シールドジャッキ推力に対する圧縮強度
- ④ 適正な工場製造サイクル
- ⑤ シールドマシンで切削可能な材質・強度
- ⑥ 止水性

4. セグメントブロックの材質と強度

上記①～⑤に対し、必要な要求性能を確保するものとして、モルタル圧縮強度 15N/mm^2 を目標に配合(単位セメント量 400kg/m^3)を選定した。強度が大きいと⑤の切削性が悪くなり、強度が小さいと上記①～④の性能を確保できないという条件においてその中庸となる強度が必要となる。また、工場製造サイクルに適合するためには脱型強度を早期に発現させる必要があり、初期強度が高く、その後の強度上昇が少ない材料として、発泡モルタルを選定した。図-3 に切削実証実験にて使用した発泡モルタルの圧縮強度を示す。

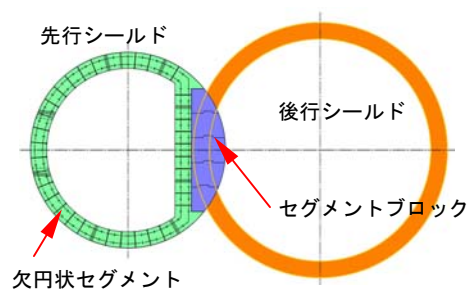


図-1 セグメントブロック位置図

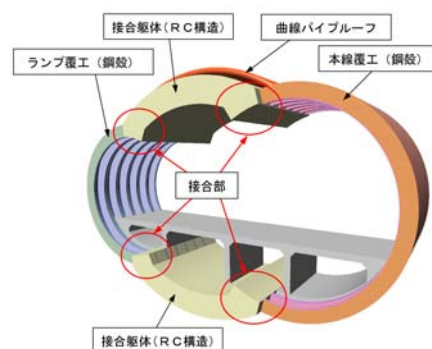


図-2 分岐合流部完成時

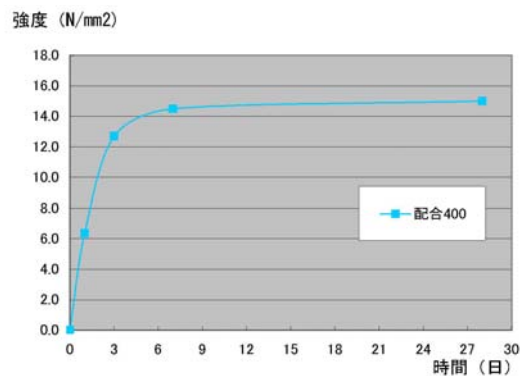


図-3 セグメントブロック圧縮強度

キーワード 切削可能, セグメントブロック 連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1
大成建設(株)技術センター土木技術開発部 TEL:045-814-7229

5. 切削実験

前記セグメントブロックを使用して、切削実験を行った。掘削外径φ540mmの推進機を使用して、1000mm×1000mm×500mmのブロックを切削した。ブロック形状は2タイプ(A;全面モルタル、B;モルタル+流動化処理土)とし、ビットは2種類(ティース、先行)とした。タイプBについては、セグメントブロックと地山を同時に切削する状況を模擬している。数種類の配合について実験を行っているが、ここでは代表的な配合について説明する。表-1に実験項目、図-4に実験装置断面図、写真-5、6にカッターの写真を示す。実験装置から3m離れた位置において騒音・振動測定も行った。

表-1 実験項目

配合	ブロック形状タイプ	ビット形状
400	A (全面モルタル)	ティースビット
		先行ビット
	B (モルタル+流動化処理土)	ティースビット
		先行ビット

セグメントブロック

推進機

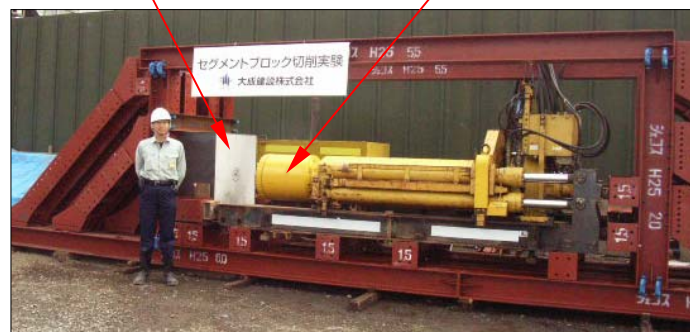


図-4 実験装置断面図



写真-5 ティースビット

写真-6 先行ビット

6. 実験結果と評価

切込深さに対する回転トルクを図-5に示す。切込深さにより回転トルクが上昇し、ティースビットより先行ビットの方が大きい傾向がある。下記に示すシールドマシンメーカーで採用されるトルク算定式(式-1)に対する実測値の比率はティースビットでは概ね0.7~2.2程度で安定しているものの、先行ビットでは1.8~6.5と大きくばらついていた。ティースビットについては、トルク算定式によりビットの設計が可能と考えられる。先行ビットは、切込深さを小さく(5mm程度)設定すれば適用が可能である。

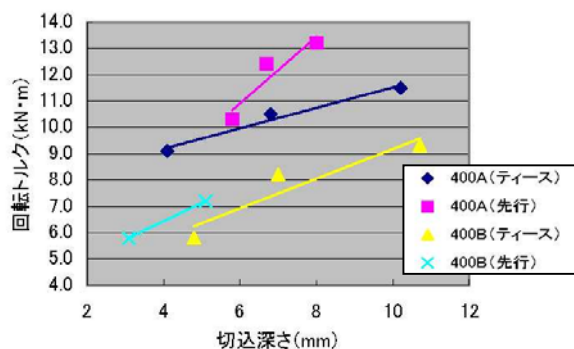


図-5 切込深さと回転トルク

$$Tl = \sum Tx = \sum x \cdot Qu1 \cdot \frac{V}{Nc} d \quad (\text{式-1})$$

ここで、 x : シールド中心からの距離 (m)

$Qu1$: 地山の一軸圧縮強度 (kN/m²)

V : シールド掘進速度 (m/min)

Nc : カッター回転数 (rpm)

V/Nc : 切込深さ (m)

d : ビット巾 (m)



写真-2 切削跡
(ティースビット, タイプA)



写真-3 切削跡
(先行ビット, タイプB)

切込深さにより切削跡の粗さは変化するものの、ティースビットでは切削くずも小さく(50mm以下)タイプA,Bに係わらず滑らかに切削できている。(写真-2) 先行ビットについてはタイプBの場合、切削深さが大きい10mm程度までについてはティースビット同様切削くずは小さいことを確認した。(写真-3) 騒音については1~4dBの上昇、振動に対しては13dB~17dBの上昇にとどまり、問題となる騒音・振動は発生しなかった。

7. まとめ

今回の実験から、設定したセグメントブロックが通常のマシンあるいはビットによって切削可能であることを確認した。今後、把持部等の詳細構造を検討し実用化する予定である。