

セグメント切削シールド工法の開発 (その1: 切削基礎試験)

前田建設工業 (株) 正会員 ○宮澤 昌弘
 前田建設工業 (株) 正会員 野田 賢治
 新日鉄マテリアルズ (株) 正会員 林田 道弥

1. セグメント切削シールド工法の概要

近年の都市部におけるインフラ整備は、都市の過密化、大深度地下使用法の制定等の理由から、占用位置が大深度となるシールド工法の計画が各方面でなされている。大深度シールドトンネルにおける主要な課題の一つとして、道路トンネルのランプ合流部の構築方法があげられる。現状の分岐合流方法としては、地上から行う大規模開削工法、地中内部での地盤改良を併用したNATM工法等による切り上げ工法等が考えられるが、安全・コスト・工期の面で多くの課題がある。

こうした課題に対して、先行するシールドトンネルを後行シールドで直接切削することで、分岐合流部を極力小さい断面で合理的に構築できる『セグメント切削シールド工法』(図-1)を開発し、いくつかの要素試験によりその実用性を検証してきた。

その検証において良好な結果を得たので、本工法の主要な課題であるセグメント切削掘進に関連する①切削セグメントの材料、②セグメント切削掘進における挙動、③切削セグメントの構造と耐力性能、について、本編以降3編に渡って報告する。

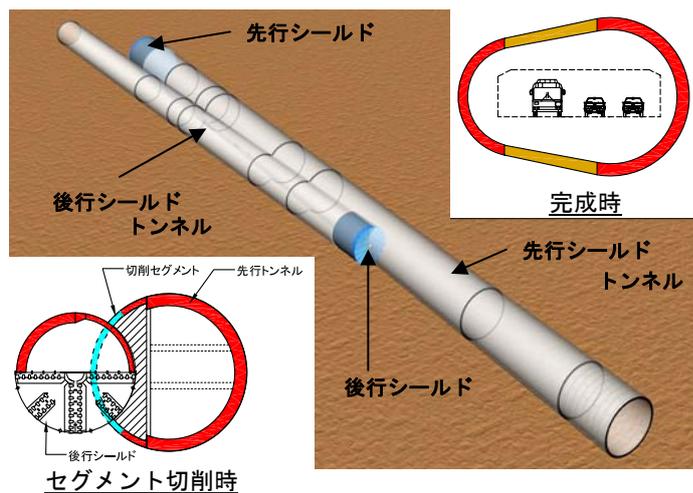


図-1 セグメント切削シールド工法の概要

2. 切削基礎試験の概要

(1) 試験の目的

切削セグメントは、シールドで直接切削掘進する際に切削性が良い(削りやすく、切削状況が安定している)ことが必要であり、切削セグメントの材料選定は重要な課題である。そのため、切削性の良い材料を選定する目的で切削基礎試験を行った。

(2) 試験方法

切削基礎試験は、図-2に示す試験装置でカッタービットを回転させて図-3に示す供試体を切削した(写真-1)。試験は掘進速度、回転速度を制御パラメータとして、掘進方向の押付力、カッターの切削トルク、2mの離隔における騒音・振動、各測定位置における加速度を計測した。

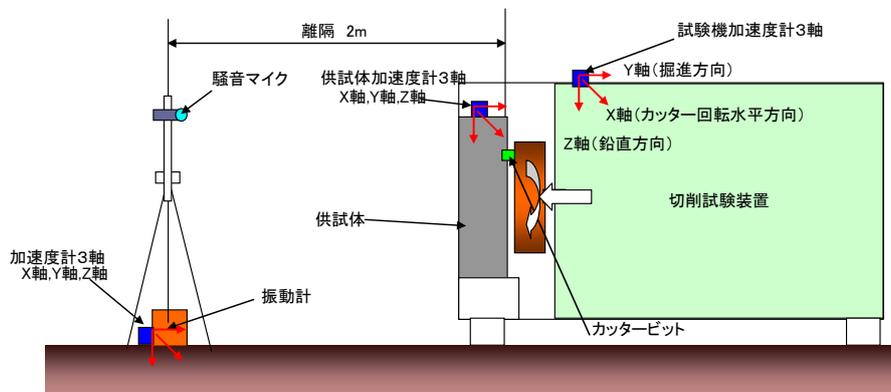


図-2 試験装置の概要

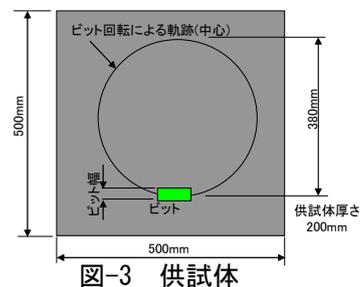


図-3 供試体



写真-1 試験状況

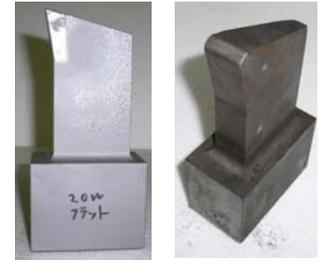
キーワード シールドトンネル, 分岐合流, 切削, 軽量骨材コンクリート, 大深度

連絡先 〒102-8151 東京都千代田区富士見 2-10-26 前田建設工業 (株) 土木本部土木技術部 TEL03-5276-9472

(3) 試験ケース

表-1に代表的な試験ケースを示す。切削セグメントの材料としては、切削掘進実績の多いNOMS T部材（炭素繊維筋+石灰岩コンクリート）を基本とし、切削性に強い影響を及ぼすと考えられるコンクリートの粗骨材を変えて試験した。

また、ビットの摩耗による影響を調べるために、写真-2のようにカッタービット先端のR形状寸法を変えることでビット摩耗を模擬した試験を行った。



先端R1.5mm 先端R5.0mm
写真-2 カッタービット

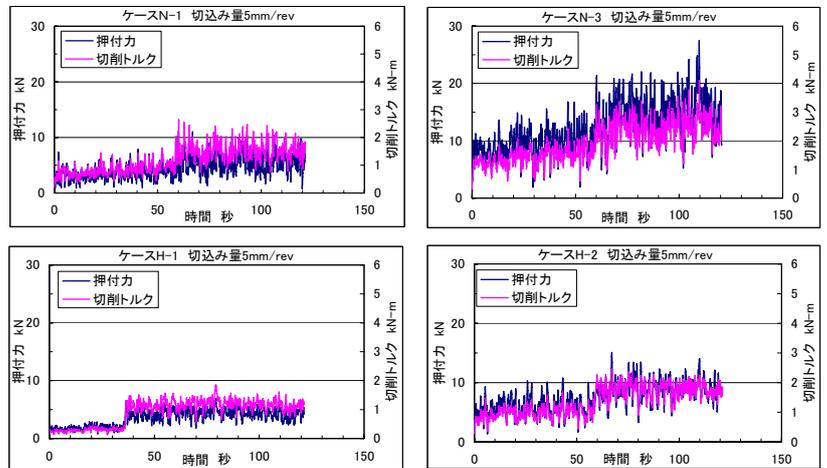
表-1 切削基礎試験 代表的な試験ケース

試験ケース	ケースの目的 (条件変更項目)	供試体				カッタービット			
		材料	粗骨材	細骨材	供試体強度 σ_{28} (N/mm ²)	形状	ビット幅 B(mm)	超硬チップ材質	パス
N-1	基本ケース	石灰岩コンクリート	石灰岩	砂	65.6	平形R1.5mm	20	E5種	1
N-3	ビット摩耗を模擬	石灰岩コンクリート	石灰岩	砂	65.6	平形R5.0mm	20	E5種	1
H-1	骨材	軽量骨材コンクリート	軽量骨材	軽量骨材	60.6	平形R1.5mm	20	E5種	1
H-2	骨材・ビット摩耗を模擬	軽量骨材コンクリート	軽量骨材	軽量骨材	60.6	平形R5.0mm	20	E5種	1

3. 切削基礎試験結果の概要

(1) 押付力および切削トルク

表-1 の試験ケースにおける、切込み量 5mm/rev（掘進速度 5mm/min，回転速度 1.0rpm）のケースの押付力，切削トルクを図-4に示す。



※データの有効範囲は各ケースとも60~120秒の範囲
図-4 試験ケース別の押付力および切削トルク

(2) 切込み量と切削トルクの関係

表-1 の試験ケースにおける、切込み量と切削トルクの間係を図-5に示す。

(3) 考察

ここに示した試験結果から、次のことが考察できる。

- ① 軽量骨材コンクリートの方が石灰岩コンクリートよりも切削トルクが小さく，変動幅も小さいことから切削性が良い
 - ② ビットが摩耗した場合には，切削性が悪くなる
 - ③ ビットが摩耗した状態でも軽量骨材コンクリートの場合は，石灰岩コンクリートを摩耗していないビットで切削した場合と同等程度の切削性と言える
- また，本論では述べる事ができなかった騒音，振動および加速度の計測結果も，上述の考察と同様に，軽量骨材コンクリートの切削性の良さを示唆している。

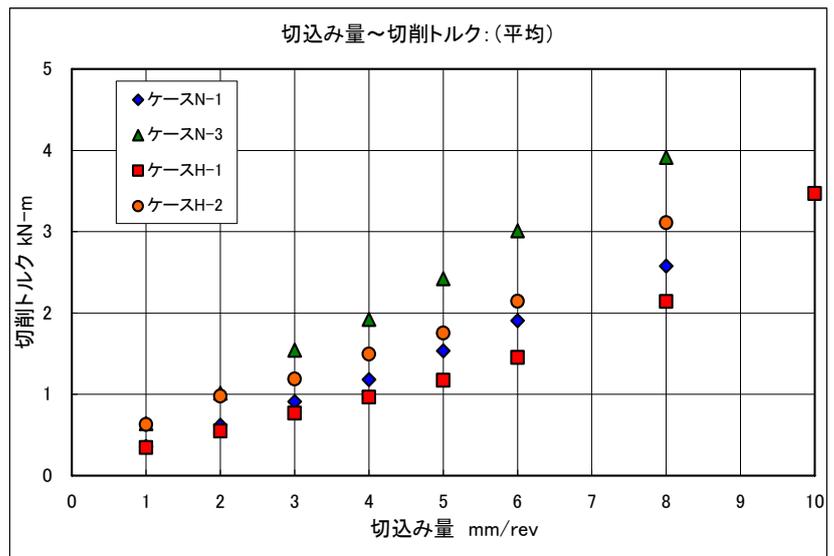


図-5 切込み量と切削トルクの関係

4. 切削セグメントの材料選定

以上のことから，軽量骨材コンクリートは，切削性が良く，カッタービットが摩耗しても切削性の良さを保持できると考えられるため，切削セグメントのコンクリート材料として適している。