

セグメント切削シールド工法の開発（その4：RC平板切削試験）

前田建設工業（株）

正会員 ○野本 康介

正会員 野田 賢治

正会員 後藤 真吾

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、大深度化が進んでいる。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非開削による構築方法が挙げられる。

『セグメント切削シールド工法』（図-1）は、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非開削に構築できる工法であり、これまでいくつかの要素試験によりその実用性を検証してきた^{1,2)}。

本編では、RC（炭素繊維補強コンクリート）で製作した平板の切削試験を行い、良好な結果を得たのでここに報告する。

2. RC平板切削試験の概要

2.1 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必要がある。既往の要素試験で選定した材料を用いたRC部材の切削性を確認するため、RC平板切削試験を行った。

2.2 試験体

試験体は、500×500×200mmの平板型とした。既往の要素試験の結果から、材料には軽量骨材コンクリート（ $\sigma'_{ck}=42\text{N/mm}^2$ ）、炭素繊維格子筋を用いた。炭素繊維格子筋は、先行シールドトンネルに対して小さな交差角度で後行シールドが切削する場合の筋材の向きを考慮し、切削面に対して直角に配置した（図-2、写真-1）。また、比較ケースのため無筋の試験体を軽量骨材コンクリートで作製した。

2.3 試験方法

RC平板切削試験は、カッタービットを装着し回転する試験機により、供試体を切削して行った（写真-2）。切込み量（mm/rev：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、試験装置の振動（加速度）、2m離れた場所における騒音・振動を計測した。

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、炭素繊維補強コンクリート

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

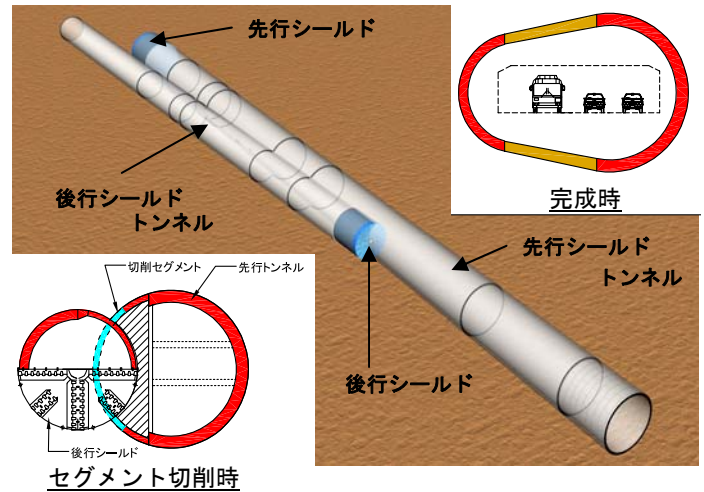


図-1 セグメント切削シールド工法の概要

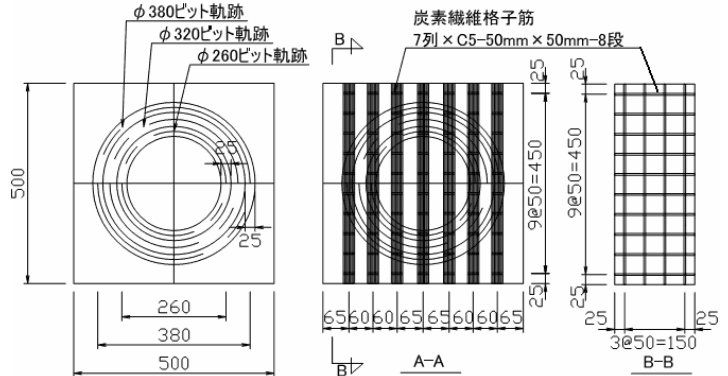


図-2 試験体概要

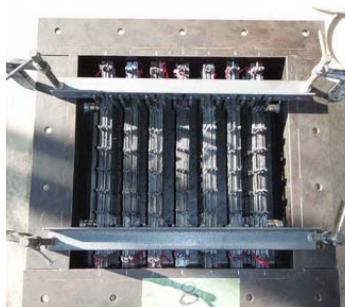


写真-1 コンクリート打設前の補強筋設置状況



写真-2 試験状況

表-1 試験ケース

No.	補強筋	ビット形状	ビットパス
A-1	無筋	平形	380[mm]
A-2		平形	260
A-8		ティース	320
D-1	炭素繊維格子筋	平形	380
D-2	筋	平形	260
D-8		ティース	320



平形ビット 先端R1.5mm 幅25mm
ティースビット 先端R1.5mm 幅50mm

写真-3 カッタービット



写真-4 ケース A-1,2,8 試験終了後

2.3 試験ケース

表-1に代表的な試験ケースを示す。補強筋の有無による切削状況の違いを比較するため、無筋と炭素繊維格子筋のケースを行った。平形ビット（先端R1.5mm、幅25mm、写真-3）でビットパスがφ380mmの試験（ケースA-1,D-1）を行った後、その内側に同形状のビットでφ260mmの溝を切削し（ケースA-2,D-2）、両者の間に残った部分をティースビット（先端R1.5mm、幅50mm、写真-3）でφ320mmで切削した（ケースA-8,D-8）。これにより、切削面が面的に削られる状況を確認した。

3. RC平板切削試験の結果

試験終了後の試験体を写真-4,5に、補強筋の切削片を写真-6に示す。炭素繊維格子筋は平形のカッタービットで数cm程度の切削片に細分化され、大割れは生じなかった。平形のカッタービットで外周、内周を切削した中間の残留部はティースビットで切削でき、これらのビットの組み合わせでシールドの前面が全面掘削できることを確認した。

切込み量 5mm/rev（掘進速度 5mm/min、回転速度 1.0rpm）のときの押付力、切削トルクを図-4に示す。補強筋を切断する際の負荷による変動が間断なく生じた。切込み量と切削トルク（平均）の関係を図-5に示す。無筋のケースよりも値は全体的に大きかったが、無筋と同様に線形的な関係が見られた。シールドマシンの装備能力を考える際には、想定される切込み量の他、補強筋の配置密度や硬さ等に配慮し、適正な余裕を見込む必要がある。

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、上述と同様であった。

4. まとめ

以上のことから、軽量骨材コンクリートと炭素繊維格子筋を用いた切削セグメントは、切削性が良いことが確認された。

参考文献：1)後藤ほか：シールドトンネル分岐合流部施工におけるセグメント切削シールド工法の開発，土木学会第61回年次学術講演会

2)宮澤ほか：セグメントの切削による分岐合流工法の開発における実験的研究，トンネル工学論文集第17巻，2007.11



写真-6

補強筋の切削片



写真-5 ケース D-1,2,8 試験終了後

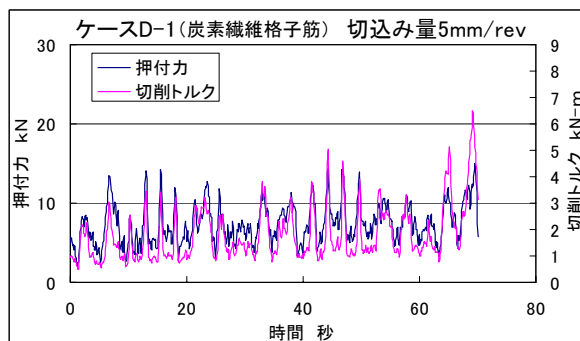
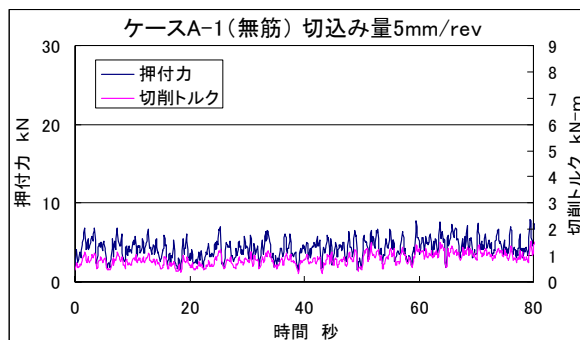


図-4 試験ケース別の押付力および切削トルク

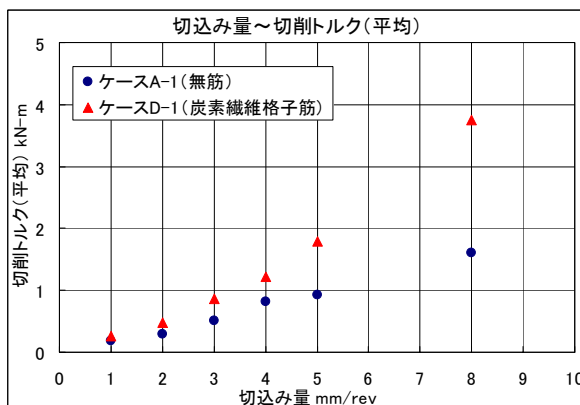


図-5 切込み量と切削トルク（平均）の関係