

セグメント切削シールド工法の開発 (その2:セグメント切削試験)

前田建設工業 (株) 正会員 ○後藤 真吾 関口 浩之 松井 芳彦

1. セグメント切削掘進における技術課題

先行トンネルを後行シールドで小さい交差角度において安定した掘進速度で切削できることは、既に無筋コンクリート製ヒューム管の切削試験^{*1)}で検証済みである。しかし、本工法を実用化するためには、セグメント形式の先行トンネルを安定して切削できることが必要である。

2. セグメント切削試験の目的および方法

(1) 試験の目的および試験方法

上述の技術課題を検証するために、**図-1**、**写真-1** に示すようなセグメント形式の先行トンネルを切削する試験 (セグメント切削試験) を行った。

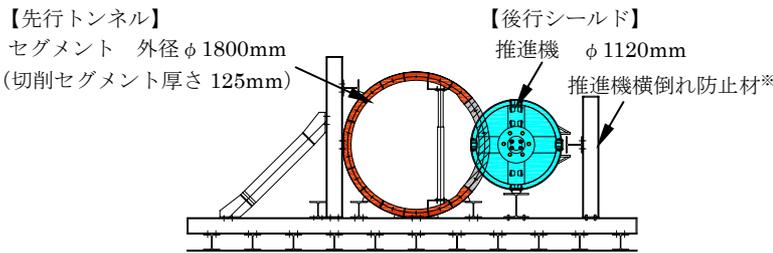


図-1 切削試験の概要

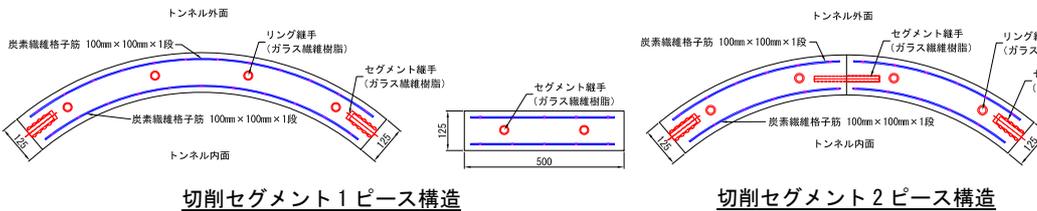
※安全上の部材であり、推進機と接触しない。



写真-1 切削試験全景

(2) 切削セグメント

切削セグメント概要図を**図-2** に示す。セグメントは炭素繊維格子筋と軽量骨材コンクリートで構成され、セグメント継手およびリング継手は切削可能なガラス繊維樹脂製の継手とした。ここで、セグメント表面に関しては目荒らし処理を行わず、平滑な状態で試験を実施した。切削セグメント1ピース構造を**写真-2** に示す。



切削セグメント1ピース構造

切削セグメント2ピース構造

図-2 切削セグメント概要図



写真-2 切削セグメント

(3) 推進機

推進機の仕様を表-1、カッタービットを**写真-3**に示す。

表-1 φ1120mm 推進機仕様

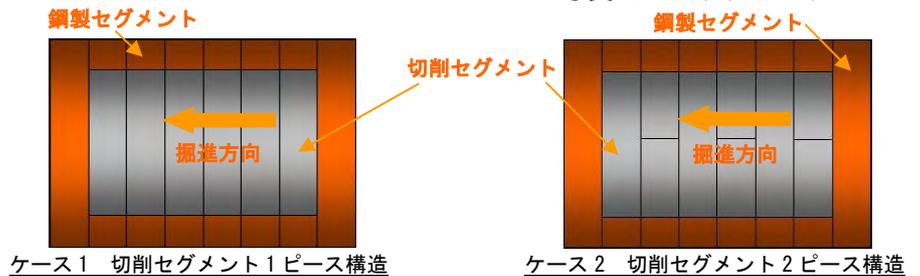
| 項目 | 仕様 |
|------------|---------------|
| 総推力 | 1000 kN |
| 装備トルク | 32.3 kN・m |
| 回転数 | 10.2 r. p. m. |
| カッタービットチップ | 超硬E5種 |



写真-3 カッタービット

(4) 試験ケース

セグメント組立方法に着目した代表的な試験ケースの概要を**図-3**に示す。ケース1のセグメント継手が存在しない場合を基本ケースとし、ケース2は、セグメント継手部の切削性を確認することを目的とする。



ケース1 切削セグメント1ピース構造

ケース2 切削セグメント2ピース構造

図-3 試験ケース概要

キーワード シールドトンネル, 分岐合流, 切削セグメント, 切削掘進

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. セグメント切削試験の結果概要

(1) 試験結果

ケース1の試験状況を写真-4に、掘進速度と切削トルクを図-4に示す。無筋コンクリート製ヒューム管の切削試験と同様に表面が平滑であってもスムーズに切削を開始できた。掘進速度を徐々に大きくし、30～40mm/minの速度を維持しながら掘進したが、シールドに水平方向の反力をとっていない状況でも横振れ挙動を示すことなく、サクサクと本体と継手を切削できた。また、掘進速度を下げたところ、切削トルクも下がる傾向が認められた。

継手部の挙動としては、リング継手およびセグメント継手ともに大きな目開き、目違いは認められず、ケース2の場合でも写真-5のように、切削面が滑らかかつ計画通りの形状の切削跡が認められた。

また、写真-6に示すように小さい切削屑となり大割れは生じなかった。



写真-4 セグメント切削試験状況 (ケース1)



写真-5 切削試験完了状況 (ケース2)

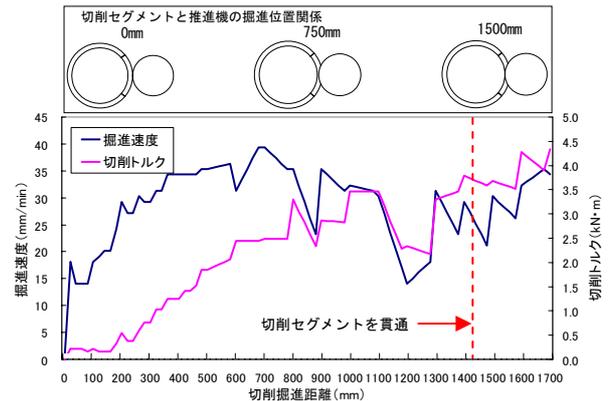


図-4 掘進速度と切削トルク (ケース1)



写真-6 切削屑

(2) 考察

本試験でも切削基礎試験の結果と同様に、切削トルクと掘進速度に相関性が見られた。しかし、本試験では、切削掘進に伴い有効となるビット幅が変化していくため、同じ掘進速度であっても切削トルクが異なると考えられる。そこで、切削面積を A (mm^2/rev) = 切削切込量 (mm/rev) \times 切削箇所における有効ビット幅 (mm) とし、切削トルクとの関係を確認した。図-5に示すとおり切削面積と切削トルクの間には強い相関が見られた。

4. まとめ

継手で結合されたセグメント形式の先行トンネルを安定した挙動で切削できた。本工法を実際に適用した場合には、先行トンネルと後行シールドが周辺地山で支持されるため挙動に関する問題はないと考える。

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

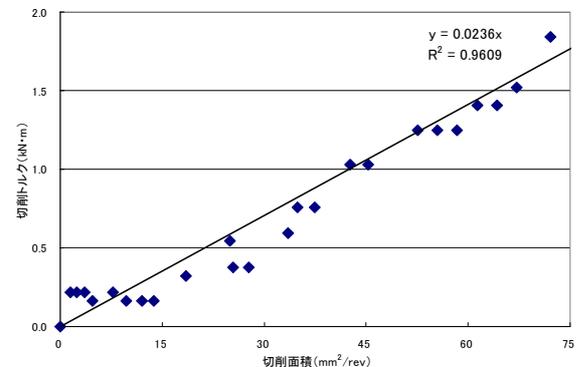


図-5 切削面積と切削トルクの関係 (ケース1)

※ 2列目のビットによる切削が始まるまでの最外周ビット(2パス)による切削を考慮する