

セグメント切削シールド工法の開発 (その8: R C平板切削試験 2)

前田建設工業 (株) 正会員 ○野本 康介
 日鉄コンポジット (株) 正会員 吉澤 弘之
 ジオスター (株) 藤野 豊
 フジミ工研 (株) 松井 芳彦

1. セグメント切削シールド工法の概要

『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方法である。これまで各種の要素試験により、切削に対応した材料と継手構造、それらを用いたセグメントの構造的な性能や設計方法の確認により実用性を検証してきた^{1,2)}。

本編では、補強筋として用いる炭素繊維の形状、配置を変化させた場合の切削性の確認を行い、良好な結果を得たのでここに報告する。

2. R C平板切削試験の概要

2.1 目的

切削セグメントでは鉄筋の代わりに炭素繊維格子筋を用いることで、引張部材に切削性を付与している。既往の試験では細径の炭素繊維格子筋 (C5※)、50×50mm 格子の8段重ねを用いて、格子面を掘進方向に配置し、良好に切削した。今回はそれ以外の形状、配置でも同様に切削できることを確認するため、R C平板切削試験を行った。

形状：炭素繊維格子筋は、細径のものを多数重ねて用いる場合だけでなく、太めのもので重ねる枚数を少なくする場合も考えられる。また局所的な補強等が必要な場合には炭素繊維格子筋よりも狭い箇所へ設置しやすいロッド形状の細径の炭素繊維を用いることが想定される。

配置：図-1の右上に示すように、道路トンネルの分岐合流部で本工法を適用する場合には、後行シールドは掘進方向に対して小さな角度を持って先行シールドを切削する。炭素繊維格子筋の格子面はやや傾斜した配置でビットに当たり切削されることになる。

以上を模擬した試験を行い、切削および取り込みが可能であることを確認した。

※) 炭素繊維格子筋の筋番、5はφ5の鉄筋の強度に相当

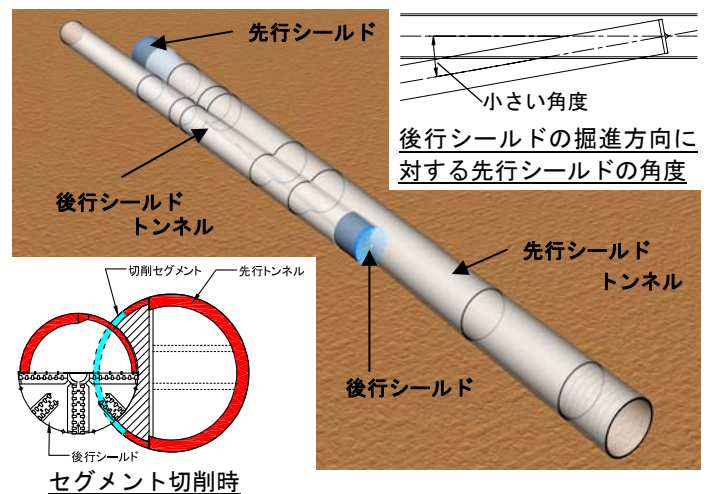


図-1 セグメント切削シールド工法の概要

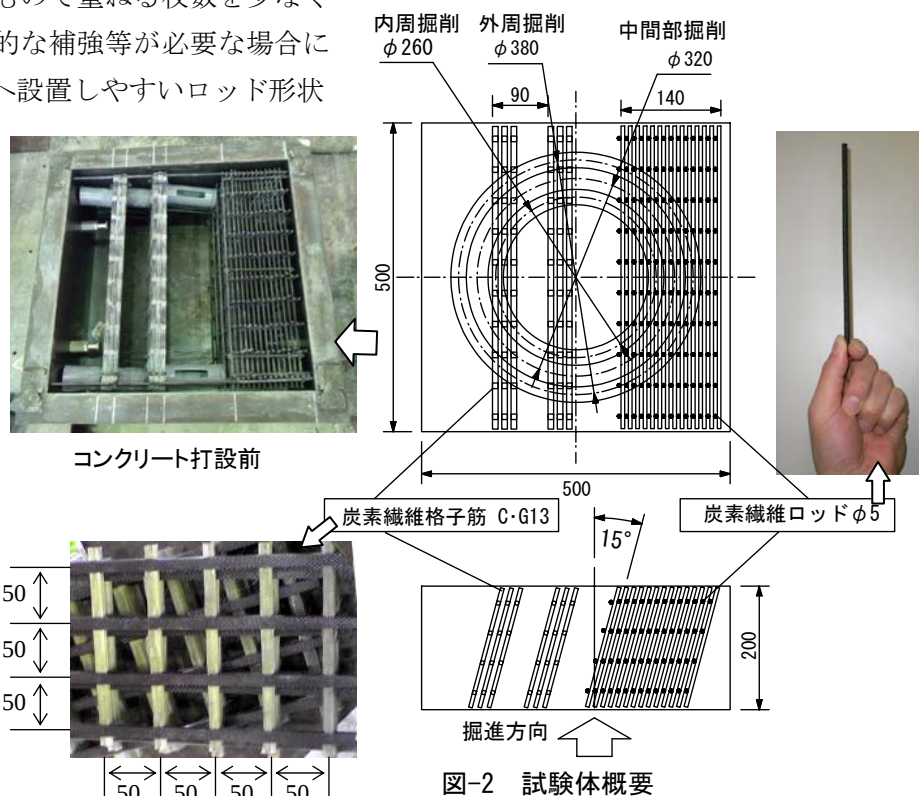


図-2 試験体概要

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、FRP

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) 土木事業本部土木部 TEL03-5276-9472

表-1 試験ケース

試験 Case No.	カッタービット				
	形状	ビット幅 mm	先端R mm	材質	回転直径 mm
1	平形	25	1.5	超鋼E5	380
	平形	25	1.5	超鋼E5	260
	ティース	100	1.5	超鋼E5	320
2	平形	25	1.5	超鋼E5	380

2.2 試験体

試験体は既往のRC平板切削試験と条件を統一し、軽量骨材コンクリート ($\sigma'_{ck}=42\text{N/mm}^2$) を用いた $500\times500\times200\text{mm}$ の平板型とした。試験体の左半分には前回より筋番の大きい炭素繊維格子筋 (C・G13) を、右半分には細径 ($\phi 5\text{mm}$) の炭素繊維ロッドを格子に組んだものを設置した。配置は掘進方向に対して 15 度の角度とした (図-2)。

2.3 試験方法と試験ケース

カッタービットを装着し回転する試験機により、試験体を切削した。掘進方向の押付力、カッターの切削トルクを計測した。

表-1 に代表的な試験ケースを示す。幅 25mm の平形ビットでビットパス $\phi 380\text{mm}$ と $\phi 260\text{mm}$ を切削し、その中間部を幅 100mm のティースビットにより平形との段差 20mm で切削した (Case1, 図-3)。また、平形ビットで $\phi 380\text{mm}$ のみのケースも行った (Case2)。

3. RC平板切削試験の結果

Case1 の試験終了後の試験体を写真-1 に、その際の切削ずりを写真-2 に示す。いずれの形状、配置で設置した補強筋も数 cm 程度の切削片に細分化され、大割れは生じなかった。また、平形とティースビットの組合せでシールドの前面が全面掘削できることが確認された。これは既往の試験と同様の結果であった。このことから炭素繊維格子筋に関して、形状については筋番 5~13 の範囲、配置については掘進方向に対して 0~15 度の範囲であれば、良好に切削できるものと考えられる。また、炭素繊維ロッドが切削セグメントに含まれていても支障なく切削できると考えられる。

Case2 において $\phi 380\text{mm}$ のみで切削した時の押付力と切削トルクを図-4 に示す (切込み量 3mm/rev =掘進速度 3mm/分 ÷回転速度 1.0rpm)。ビットパス内に現れた補強筋に対応してピークが生じた。切削トルクに関しては、平均値が $0.6\text{kN}\cdot\text{m}$ であるのに対してピーク値が $3.4\text{kN}\cdot\text{m}$ であった。シールドマシンの装備能力を考える際には、補強筋の密度等に配慮し、適正な余裕を見込む必要がある。

4. まとめ

切削セグメントの補強筋に用いる炭素繊維の形状、配置を変えたケースを行った結果、良好に切削できることが確認された。

参考文献： 1)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
2)野本ほか：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)，土木学会第63回年次学術講演会

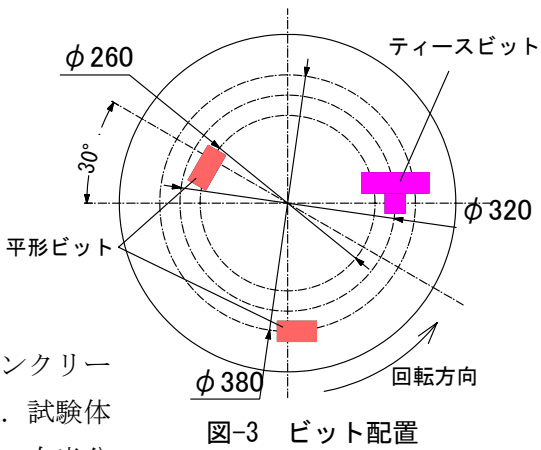


図-3 ビット配置

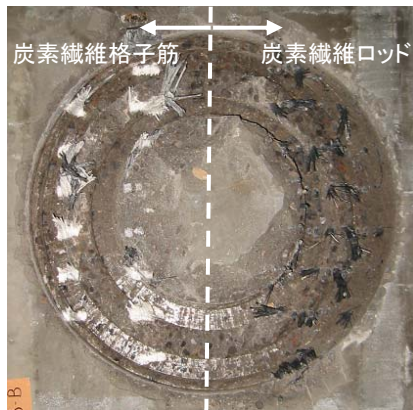


写真-1 試験終了後 (Case1)



写真-2 切削ずり (Case1)

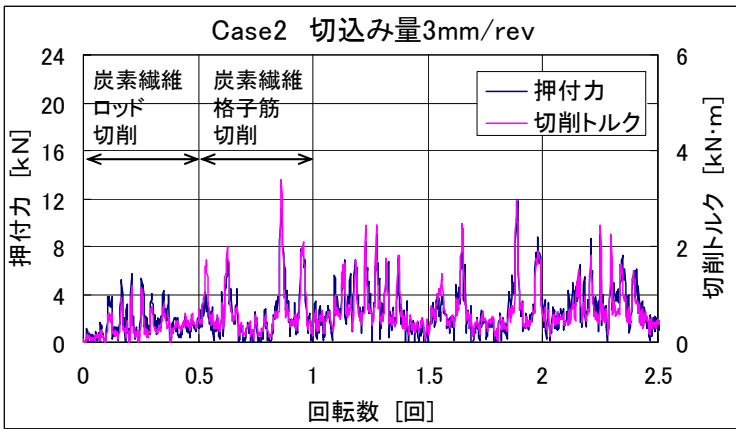


図-4 押付力および切削トルク (Case2)