

新素材による経済性に優れた切削可能部材の開発

大成建設株式会社 ○正会員 秋山 眞樹
大成建設株式会社 正会員 岩下 篤

1. はじめに

シールド発進・到達立坑の切削壁や道路トンネルの分岐合流部に用いる切削セグメント等、シールド機による直接切削部材に対するニーズは高い。現状、国内では炭素繊維補強材（以降 CFRP）を使用した直接切削の実績が多数あるが、工事費低減のためより安価な切削部材の開発が望まれる。

そこで、本研究では切削性に劣るとの理由から国内で普及が進んでいないものの、比較的安価なガラス繊維補強材（以降 GFRP）について小型供試体を作成し、従来型ビット（NOMST ビット）および今回試作した GFRP 切削用先行ビットによる GFRP の切削性およびビットの耐久性について確認を行い、その適用性を確認した。

2. 実験目的

- ・ GFRP 部材の切削性確認

CFRP と比較し安価な反面、切削性に劣る（切断面の毛羽立ちやちぎれ・コンクリートの大割れ等によるシールド機の閉塞トラブルが懸念される）といわれている GFRP 部材について、発進・到達立坑部の仮壁を模試したコンクリート供試体を作成し GFRP 部材を配置してその切削状況の良否を目視確認し、適用性を判断する。

- ・ GFRP 部材切削に適した切削ビット形状の把握

3 種類（従来型ビットおよび新規試作した GFRP

切削用先行ビット 2 種類）のビット形状の違いによる切削性（GFRP 部材のちぎれ・毛羽立ち・大割れ等の有無）を比較検討することで最適なビット形状を把握する。

- ・ ビットの耐久性を把握

実験前後における各ビットの摩耗・破損等の状況を目視および 3D スキャナにより計測し耐久性を確認・比較する。

3. 実験概要及び装置

(1) 実験概要

今回は $\phi 6.5\text{m}$ 級シールド機による切削壁（仮壁）切削時を想定・再現するため、既往の仮壁切削時における施工実績を基に下表に示す実験条件（切削深さ・摺動速度）を設定し、ビットタイプ毎に 3 ケースの実験を実施した。また、コンクリート中における GFRP の固定度の違いによる切削性の良否も合わせて確認した。

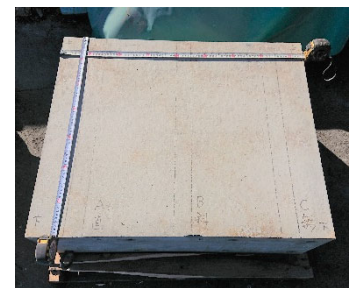


写真-1 コンクリート供試体



写真-2 切削ビット (左から従来型・試作ビット-1・2)

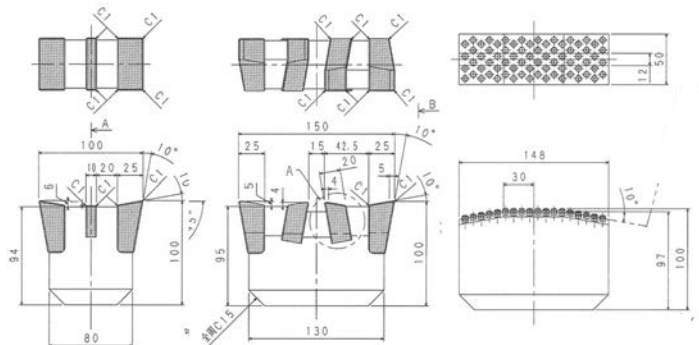


図-1 切削ビット形状 (左から従来型・試作ビット-1・2)

表-1 実験ケースおよび条件一覧

ケース名	切削深さ	摺動速度	GFRPの固定度	ビットタイプ
ケース-1	1~2 mm	20m/min	無・疎・密	従来型
ケース-2	1~2 mm	20m/min	無・疎・密	試作ビット-1
ケース-3	1~2 mm	20m/min	無・疎・密	試作ビット-2

キーワード 直接切削, GFRP, 切削セグメント, トンネル分岐合流

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設(株) 土木本部 都市土木技術室 TEL03-5381-5284

本実験における切削性等の判定基準を下表に示す。

表-2 判定項目および基準

項目	ビットの耐久性		供試体の被切削性
	内容	基準	
内容	ビットに破損等ないか	摩耗量計測	・GFRP部材のちぎれ・毛羽立ち等はないか ・コンクリートやGFRP部材の大割れ等はないか
基準	ビットに破損がない場合は良	異常摩耗等が無ければ良	コンクリート塊やGFRP部材の切削片の最大寸法が100mm以下であれば良

(2) 実験装置等

切削実験機を写真-3 に示す。装置上にコンクリート供試体をセットし、上部に取付けたビットを摺動ジャッキにより左右に移動させることにより供試体を模擬的に切削する。図-2 における緑着色部が切削位置である。コンクリート供試体は、設計基準強度 24N/mm^2 を満たす配合とした。GFRP 部材の配置間隔は 200 mm を基本とし、中央部には切削方向と平行方向の切削性を確認するために斜筋を配置した。また、上下のGFRP 部材間の固定材として塩ビ製の拘束部材を作成し、配置間隔を変化させ設置して固定度の違いによる切削性の良否も確認した(図-2 参照)。ビットは従来型ビットに加え、前頁図-1 に示す 2 種類の形状のビットを試作した。なお、チップ材種は何れも E5 とした。

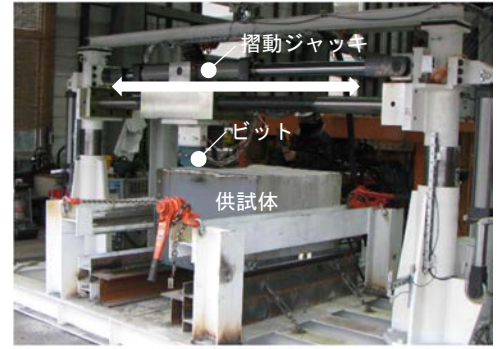


写真-3 切削実験機

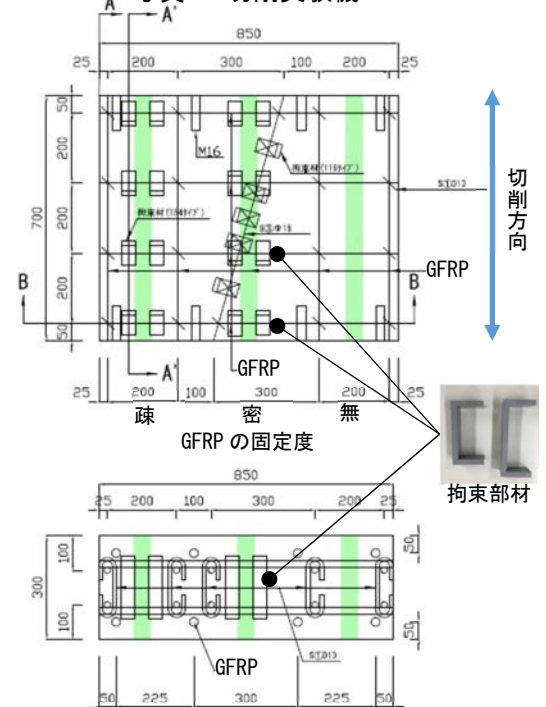


図-2 コンクリート供試体概要図

3. 実験結果

(1) 供試体の被切削性について

GFRP の切削性に関しては、固定度の違いで明確な差異は認められなかった。ビット形状については、ケース 1 において GFRP の切削片の最大寸法が約 300 mm となりシールド施工時の閉塞等が懸念される結果となった。また、コンクリートの割れ・切削面の状況(平滑性)に関しては各ケース共に不適合はなく、特にケース-1 と 2 は良好であった。

表-3 供試体の被切削性

ケース名	GFRP のちぎれ・毛羽立ち 切削片の状況等	コンクリートの割れ	判定
ケース-1	・ちぎれ・毛羽立ち無 ・切削片最大約 300 mm	90 mm × 60 mm (端部欠け) ※切削面の状況良好	×
ケース-2	・ちぎれ・毛羽立ち無 ・切削片最大約 100 mm	95 mm × 65 mm (端部欠け) ※切削面の状況良好	◎
ケース-3	・ちぎれ・毛羽立ち無 ・切削片無し(粉状)	95 mm × 80 mm (端部欠け) ※切削面の状況可	○

(2) ビットの耐久性について

各ケース共ビットの破損等は認められなかった。摩耗量に関しても各ケース共不適合はなかった。

表-4 ビットの耐久性

ケース名	ビットの損傷	摩耗量(壁厚 2.0m 時の換算摩耗量)	判定
ケース-1	無	実測 0.3 mm (42 mm)	○
ケース-2	無	実測 0.3 mm (25 mm)	○
ケース-3	無	実測 0.1 mm (6 mm)	○



写真-4 切削面の状況(ケース-2)



写真-5 GFRP 切削片の比較(左からケース-1, 2)

4. まとめ

懸念されていた GFRP 部材の切削性については、大きな問題点はなく CFRP と同程度の施工性を有すると判断でき、その適用性が確認できた。ビットの形状および耐久性については、何れでも施工上の問題点はないものと判断できるが、供試体の被切削性の結果から切削片が細かく切削面の状況も良好なケース-2(試作ビット-1)が最適と思われる。今後は GFRP 部材を構造部材とした各種コンクリート構造物の設計手法の確立が必要と考える。