

高耐久性カッタービットの開発 (その2)

- 3Dスキャナを用いたカッタービットの計測手法の研究 -

(株) 奥村組 ○正会員 川嶋 英介 (株) 奥村組 星 智久
 (株) 奥村組 正会員 大槻 弥生 (株) 奥村組 正会員 犬飼 貴

1. はじめに

シールド工事では一般的に、掘進完了後にカッタービットの摩耗量を測定し、計画時に推定した計画摩耗量と比較および考察をし、使用したカッタービットの性能を評価する。通常は解体したカッタービットを施工前の形状に切り抜いた型紙にあてがいスケールで摩耗量を測定するが、この方法では摩耗量をカッタービットの先端で2次元的に把握することしかできないため、側部や面を含めたカッタービット全体の摩耗状況を評価できなかった。そこで今回、カッタービットの摩耗量を3次元的に把握するために、3Dスキャナを用いて計測する方法を実際のシールド機で試験した。その結果、十分な精度を持って測定できることを確認したので報告する。

2. 従来の方法と課題点

近年、シールド工事が大口径、長距離化する中でカッタービットの長寿命化が課題となっており、筆者らは高耐久性を有するカッタービットの開発に取り組んでいる。カッタービットの摩耗量の計測は、カッタービットの研究において基礎的資料となるため、高耐久性カッタービットの開発においても重要な役割を果たすと考えている。

従来のカッタービット摩耗量の計測状況を写真-1に示す。このように施工前の形状に切り抜いた型紙を当て、カッタービット先端での摩耗量を測定するが、写真-2に示すようにカッタービット側部や、チップの欠け、チップ周辺の摩耗に対しては計測することができず、これまで3次元的な評価は定量的になされていなかった。



写真-1 ビット摩耗量測定



写真-2 側部の摩耗・チップの欠け



3. 3Dスキャナによるカッタービット計測試験

2章で述べた課題点を解決するために、3Dスキャナを用いてカッタービットを計測する方法が有効であると考えた。3Dスキャナは、対象物にレーザー等を照射し、点群データとして対象物の形状を三次元座標を取得するものである。今回、3Dスキャナを用いて実際にカッタービット計測試験を行い、以下の事項を確認した。

- ① 3Dスキャナを用いたカッタービット形状の3次元データを計測可能か
- ② 摩耗検討に必要な測定精度が得られるか

試験に使用した3Dスキャナ(写真-3)には非接触ハンディタイプのものを使用した。対象物を15回/秒ごとに測定することで、対象物にマーカー等を設置することなく連続的に形状をスキャンすることができる。3Dスキャナの仕様を表-1に示す。

キーワード シールド工法, カッタービット, 長距離掘進, 3Dスキャナ, シールド機

連絡先 〒108-8381 東京都港区芝5-6-1 (株) 奥村組 東日本支社 土木技術部 TEL03-5427-2322

計測試験は写真-4に示すように、シールド機製作工場で行った。計測した結果を画像で確認しながら測定し、さらに画像の合成等の操作を行った。作業時間は、1つのカッタービットで約30分から45分であった。



写真-3 使用した3Dスキャナ



写真-4 計測試験状況

表-1 3Dスキャナ仕様

3Dスキャナ	OPTECH社製 Artec EVA	データの取得時間	最大 2,000,000 点/秒
3D解像度	最大 0.5mm	出力フォーマット	OBJ, STL 等
3D距離精度	最大 100cm 以上	電源	12V
光源	フラッシュバルブ (非レーザー)	質量	0.85kg
測定距離	0.4-1m	寸法	261.5×158.2×63.7mm

4. 計測結果

計測した画像の例を図-1に示す。点群データとして取得したデータを、CAD上で確認できるよう3Dメッシュ要素に変換している。

表-2は、3Dスキャナで計測した結果と、ノギスを用いて実測したものを比較したものの一例である。全24点の計測データの差分の平均値は0.5mmで、標準偏差は0.31mmであった。使用した3Dスキャナは測定誤差が測定者の技能によるところが大きかったが、両者の結果はおおむね一致しており、3Dスキャナで計測することが実用上問題ないことが確認できた。

表-2 実測値との比較

計測箇所		ノギス	3Dスキャナ	差
		実測値	測定値	(絶対値)
		mm	mm	mm
ビットA	L	201.3	201.50	0.20
	B1	61.8	62.29	0.49
	B2	62.2	62.94	0.74
	B3	62.1	62.76	0.66
	B4	62.2	62.99	0.79
ビットB	B5	62.1	62.39	0.29
	L	200.8	200.96	0.16
	B1	62.5	63.01	0.51
	B2	62.2	62.87	0.67
	B3	62.3	63.04	0.74
ビットC	B4	62.2	62.26	0.06
	B5	62.1	62.20	0.10
	L	251.5	251.82	0.32
	B1	63.4	62.31	1.09
	B2	65.0	64.19	0.81
	B3	62.6	62.46	0.14
	B4	66.0	64.90	1.10
	B5	63.4	62.69	0.71
	B6	65.0	64.63	0.37
	B7	62.8	62.99	0.19
	B8	65.6	64.82	0.78
B9	63.0	62.36	0.64	
B10	65.0	64.92	0.08	
B11	63.0	62.64	0.36	
平均				0.50
標準偏差				0.31

※Lはビット長さ、Bはビット幅を示す

スキャン対象ビット

スキャン結果

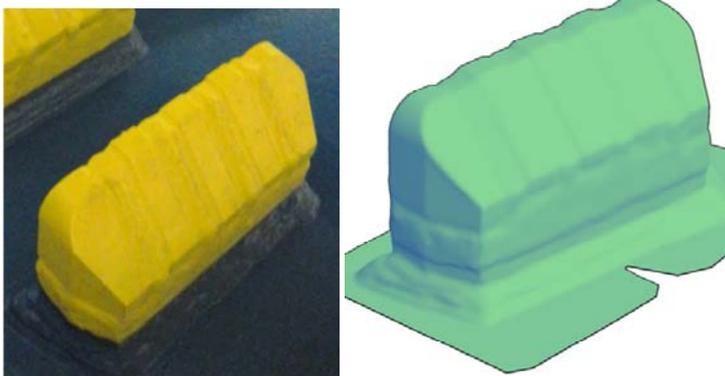


図-1 スキャン結果

5. まとめ

今回の実験で、カッタービットの計測に3Dスキャナを用いることが有効であることを確認した。今後は、施工完了後のカッタービットに対して3Dスキャナで計測し、今回のデータと比較することで摩耗量の3次元データを取得し、側面やチップの欠けを含めたカッタービットの摩耗機構について詳しく研究していく。また3Dスキャナの計測にやや時間がかかり、またスキャン時の技能に頼ることも多く実測値との誤差を生む要因ともなっていることから、よりスキャン性能に優れた上位機種を採用についても検討していきたい。