

34. カッタビットの耐久性試験実績

佐藤工業(株) 堀場 享, 細岡 啓三
藤久 正二

1. はじめに

近年、シールド工事における長距離施工に注目が集まっている。そこで重要になるのが、シールドマシンの耐久性である。特に重要視されているものの一つに、カッタビットの耐久性があげられる。これまでも、多くの技術開発、改良によりかなりの耐久性向上が図られている。ビットの耐久性に起因するものとして、ビット超硬チップの材質（硬度/靱性）、土質、転動距離、カッタヘッド形状、ビットの配置、掘進状況等があげられる。

今回は、砂礫、岩盤層に用いられるディスクカッタにおいて、その材質及びカッタリング形状に注目した。計4種類のディスクカッタを用意し、摩耗低減効果についての試験施工を実施した。

本文は、『岡崎・丸太町幹線(その2) 公共下水道工事』での試験施工の結果について報告する。

2. 試験概要

2-1. 試験条件

工事概要を表-1に示す。尚、掘削対象地盤は、砂礫混じり粘性土層（最大礫径：300mm）が主体である。土質概要及び工事平面図をそれぞれ表-2、図-1に示す。

表-1 工事概要

シールド工事	泥土圧式 掘削外径 $\phi 2,130$ mm
掘削延長	L=925 m 上流側：305 m 下流側：620 m
立坑	発進立坑：1ヶ所 到達立坑：上流側1ヶ所 下流側既設人孔へ接続

表-2 土質概要

上流側	洪積粘性土層（砂礫混じり）主体 最大礫径：50 mm
下流側	洪積粘性土層（砂礫混じり）主体 +チャート・粘板岩 最大礫径：300 mm

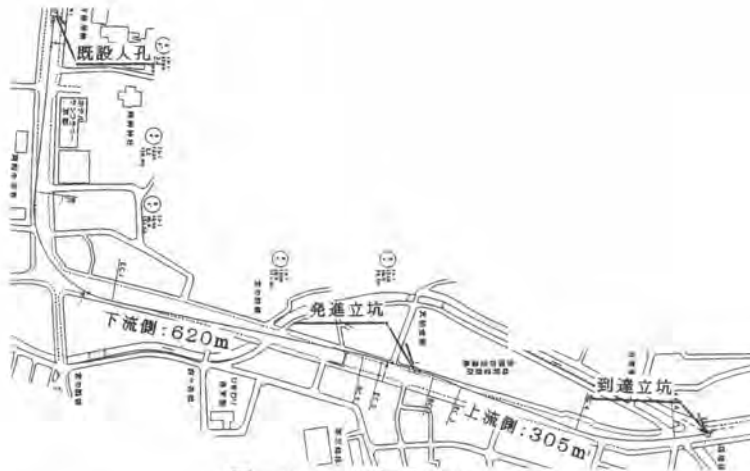


図-1. 工事平面図

2-2. 試験内容

表-3、図-2にディスクカッタの仕様を、図-3に取付箇所をそれぞれ示す。試験施工は、全路線にて行った。

表-3 ディスクカッタ材質、形状

	仕 様	特 長
カッタ① (従来品)	カッタリング一体型 材質: 冷間ダイス鋼 (JIS SKD11 相当)	SNCM 合金鋼に比べ、耐摩耗・衝撃性が約 1.5 倍である
カッタ②	カッタリング一体型 カッタリング材質改良 (改良冷間ダイス鋼)	カッタ①よりも耐摩耗性は、同等で耐衝撃性が 2.9 倍に向上したものの
カッタ③	カッタリング一体型 カッタリング刃先形状改良 (フラット型) 材質: 冷間ダイス鋼	刃先をフラット型とし、刃先硬化部体積を増加し、摩耗寿命を向上させたもの
カッタ④	超硬チップインサート型	チップ埋込深さおよび母材部の硬化肉盛面積を増加し、チップの脱落、倒れ防止を向上させたもの

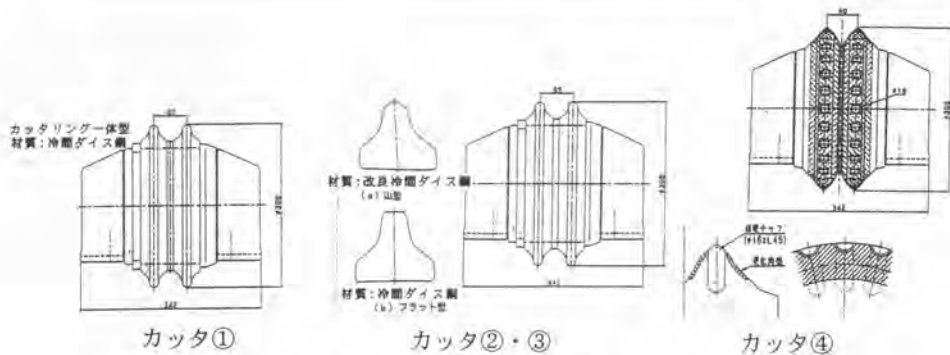


図-2 ディスクカッタ仕様

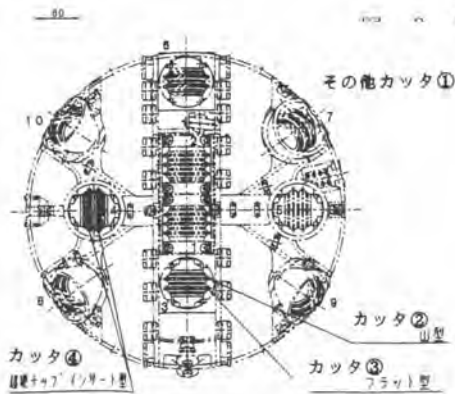


図-3 ディスクカッタ取付位置図

3. 試験結果

摩耗結果を表-4に、ディスクカッタの摩耗状況を写真-1に示す。なお、カッタ①に示している摩耗係数の値は、使用したカッタ①各々の摩耗係数を算出し、それらを平均した値を採用している。

表-4 摩耗計測結果表

カッタ種類	掘削距離 L=925m (上流+下流)				
	転動距離 (km)	摩耗量 (mm)		摩耗係数 (mm/km) 摩耗量/転動距離	
		リング刃先 摩耗	(母材)	リング刃先 摩耗	(母材)
カッタ①	—	—	—	0.0247	—
カッタ②	255	6.0	—	0.0235	—
カッタ③	289	4.5	—	0.0156	—
カッタ④	355	3.0	(6.0)	0.0084	(0.0169)
	321	3.0	(6.0)	0.0093	(0.0187)

注意：カッタ④は超硬チップの値を示しており、母材そのものを隣欄に明記した。

4. 摩耗分析

カッタ①を基準として比較してみる。カッタ②の摩耗係数は、 $k=0.0235$ と、カッタ①と同等以上の耐摩耗性をもつことがわかった。ただし、材質改良部分は耐衝撃性を考慮したものである。欠け等は発生していないが、本工事に於いて使用した全てのカッタに欠けが発生していないため、耐衝撃性に関する結果を得るには至っていない。カッタ③に関しては、摩耗係数 $k=0.0156$ と、カッタ①よりも約1.6倍耐摩耗向上が図られている。刃先形状をフラットにすることで刃先体積を増やせることから耐摩耗性を向上し



写真-1 摩耗状況

うると考える。カッタ④に関しても、母材にのみ注目すれば摩耗係数は、約 1.4 倍向上している。これは、母材部の硬化肉盛部面積を多くしていることに起因していると思われる。超硬チップの摩耗は微少である。

以上のことから、今回試験を行ったもの全てが、従来品であるカッタ①の数字を上回った結果を出した。これにより、ビットの耐摩耗性向上の要因として以下のことを実証することができた。

- ① 耐衝撃性の向上を図るために靱性を高めると、耐摩耗性が落ちる可能性がある。今回の試験より耐摩耗性を失うことなく靱性を高める改良は可能である。
- ② カッタリング先端部の体積を増大することで、摩耗を抑えることができる。
- ③ 超硬チップインサート型は、埋込チップ自体の摩耗よりもチップの脱落が問題となることが多い。母材部硬化肉盛部面積の増大化はチップの脱落防止において有効な手段である。

5. まとめ

今回の実証試験では、全てにおいて良好な結果を得た。ただし、本工事の掘削地盤は、当初想定していたよりも礫分が少なく、またチャート・粘板岩区間も一軸圧縮強度が 2 (KN/cm²) 以下のものであったため、耐衝撃性には信頼の欠けるデータである。

しかし、耐摩耗性向上に関しては、従来品（カッタ①）と比較しても、他 3 種類のディスクカッタが優れた値を示したことにより、今後のビット改良に大いに役立つものと思われる。

今後の検討事項としては、

- ① 礫破碎掘削を強いられるような難地盤でのビット耐久性（耐摩耗、耐衝撃）の実証
- ② 土質とビット形状の相互関係（掘削する土質によりディスクカッタの仕様を決めていくようにする）
- ③ ビットの取付バス等カッタ面板自体の摩耗対策（ディスクカッタのみ負担のかからないような対策）

等があげられる。

現在増加している、条件の厳しい土質での長距離施工に対応するために、引き続きさらなる改良・開発を行わなければならない。