

TBM ディスクカッタビット磨耗

神崎 浩* 阿部 俊*
 Hiroshi Kanzaki Suguru Abe
 渡邊 聡*
 Akira Watanabe

ディスクカッタの刃先形状には、表-1に示すような種類がある。本工事では、一定した刃先幅を保てる平型カッタを採用した。カッタビットの材質としては、一般に使用されるSNCM材（ニッケル・クロム・モリブデン鋼）のほか、高価ではあるが耐磨耗用特殊カッタとして、工具鋼系のカッタがある。

工具鋼系のカッタビットは耐磨耗性が高い反面、SNCM材に比べて靱性が低く欠け易い。また、硬岩用

1. はじめに

本工事は、供用中の湯浅御坊道路・川辺第一トンネルに並行して避難坑トンネル（延長2,645m：このうちTBM坑φ4.5m，延長2,590m）および連絡坑を施工するものである。本工事においてTBMのディスクカッタビットは、SNCM材とダイス鋼のビットを併用した。本報告は、ディスクカッタビットの磨耗と選定の実績について報告をするものである。

2. ディスクカッタビットの概要

岩盤を掘削するTBMのカッタは、ディスクカッタという回転式のカッタを用いる。このディスクカッタを、TBMのカッタヘッド面盤上に一定間隔で離れた同心円を描くように取付け、カッタヘッドを岩盤に押付けてディスクカッタが回転しながら岩盤を圧碎することで掘削が行われる。

ディスクカッタの種類には、図-1のようにカッタハブに1つのディスクカッタビットを装着したシングルカッタと、図-2のように複数のカッタハブが独立して回転できるよう軸に装着したものがある。本工事ではディスクカッタビットサイズを17インチとし、図-3のようにフェースカッタ（No.9~30）とゲージカッタ（外周部カッタ No.31・32）に破碎効率の良いシングルカッタを使用し、センタカッタ（No.1~8）に1つのカッタ軸に2つのディスクカッタビットを装着したものをを使用した。

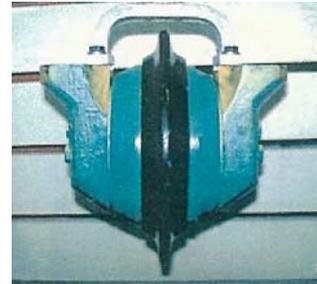


図-1 シングルカッタ



図-2 センタカッタ

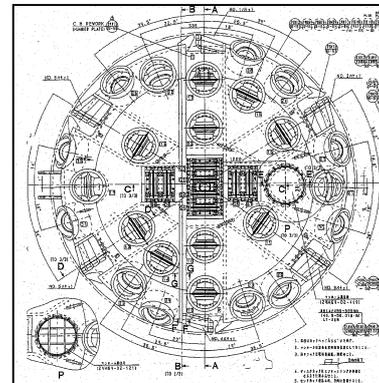


図-3 カッタ配置図

表-1 カッタ形状の比較¹⁾

カッタの種類	平型カッタ	くさび型カッタ A	くさび型カッタ B
形状			
特徴	カッタ新品時から磨耗交換時まで一定した刃先幅（貫入幅）を保つことができる。多くの岩種で使用される。	亀裂の少ない硬岩や玉石混在岩などで使用されることがある。初期の切込性は良いが磨耗は早い。	石灰岩や泥岩など磨耗の非常に少ない堆積岩が続く場合などに使用されることがある。

*関西（支）川辺（出）

に超硬チップを埋込んだチップインサート型もある。ただし、受注生産品のため高価格で納期に時間がかかるほか、高負荷に対してはチップの脱落などの問題がある。

そこで本工事では、交換頻度の多いゲージカッタ (No. 31・32) と交換に時間を要するセンタカッタ (No. 1~8) に工具鋼系のダイス鋼 (HRC 56~62) を装備し、フェースカッタに SNCM 材 (HRC 54~58) のカッタビットを使用し掘削を開始した。

3. カッタビットの選定と消費実績

TBM のカッタ消費量は、工期・工事費に大きなウェイトを占めるが各種岩盤条件により消費量は変わる。消費量の推定方法については、国内外の各メーカ・研究機関により異なり統一されたものはないが、石英などの硬質鉱物含有量が影響するといわれている。

川辺第一トンネル避難坑の周辺地質は、四万十累帯のうち日高川帯に属する中生代白亜紀の日高川層群美山累層が広く分布している。美山累層は砂岩および砂岩頁岩互層を主体としている。本トンネル工事の地質縦断図を図-4 に示す。地質からトンネル区間を I~IV に分けて、カッタビットの消費実績を表-2 にまとめた。

区間 I, III, IV では実績と積算がほぼ等しいものの、区間 II の硬質砂岩層では、実績が積算の約 3 倍もカッタビット平均磨耗量が大きくなった。

また、区間 II の掘削初期においてセンタカッタビットは回転周長の違いから欠けが多々発生したため、ダイス鋼の使用をやめ、磨耗の著しい事が予想されたが、以降のビットには SNCM 材を使用した。チップインサート型は、負荷によるチップの脱落が懸念されたため使用しなかった。

ゲージカッタについて欠けは発生せず、ダイス鋼を続けて使用した。

フェースカッタは、ビット磨耗によるカッタ交換が頻繁に発生したが、SNCM 材のビットのため欠けは発生せず、ビットの偏磨耗等による機械トラブルは防止できた。

4. 結論

川辺第一トンネル避難坑は、区間 II の硬質砂岩においてカッタビットの磨耗が著しかった。この区間の一軸圧縮強度が 150~250MPa と一般的な火成岩や体積岩に比べ明らかに高い。

カッタビット磨耗量と一軸圧縮強度、および石英含有率の関係をつかむため、坑内で採取したコアの試験・分析を行い、その結果を図-5 に示す。

分析結果から磨耗量と一軸圧縮強度の関係は、一軸圧縮強度が高くなれば磨耗量が多くなる傾向は見られる。

しかし、偏光顕微鏡観察の結果から石英含有率を示す

と、磨耗量が大きい部分は 25% 以上含まれている。また、15% 以下では一軸圧縮強度が高くても磨耗量が小さくなっている。

カッタビットの磨耗量にとってこの微細で硬質な鉱物がカッタビットの磨耗に著しく影響を与えており、TBM のカッタ消費量を論じる上で石英含有率は非常に大きな要素であることが窺える。

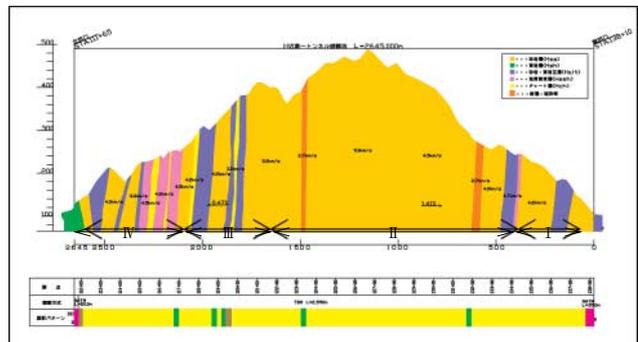


図-4 地質縦断図

表-2 単位掘削長当りのカッタ平均磨耗量の実績と積算の比較²⁾

区 間	T.D.(m)	単位掘削長当りの平均磨耗量 (mm/m)	
		実 績	JH 積算
I 頁岩・砂岩互層	0~448	0.039	0.032
II 硬質砂岩層	448~1680	0.114	0.030
III 砂岩・頁岩互層	1680~2085	0.046	0.027
IV 頁岩層	2085~2536	0.022	0.027

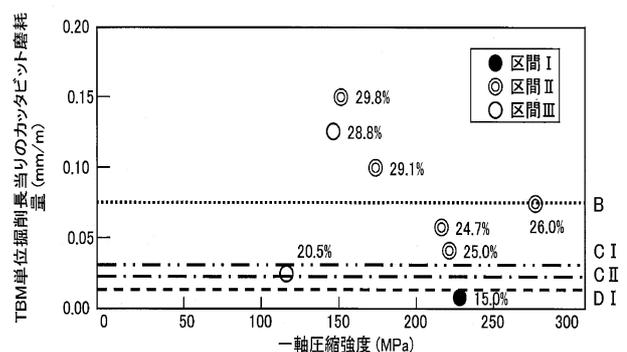


図-5 各区間の TBM 単位掘削長当りのカッタビット磨耗量と岩石の一軸圧縮強度および石英含有率の関係²⁾

参考文献

- 1) 社団法人日本トンネル技術協会, TBM ハンドブック, pp. 26., 2000.
- 2) 大阪大学大学院 工学研究科 地球総合工学専攻 谷本研究室, TBM カッタビット磨耗に関する考察, 2004.