

III-131

長距離掘進用新型カッタービットの開発

○東京電力 正会員 坂間 茂 石川島播磨重工業 上原俊明
東京電力 正会員 貝沼憲男 石川島播磨重工業 輪違隆志

1. はじめに

シールド機のカッタービットのチップ材料として、従来から用いられているものは殆どがJIS規格の鉋山工具用超硬チップのE5種相当品である。この従来型カッタービット用超硬チップ（E5種相当）に比べ、チップの単体試験においてははるかに硬度が高く、耐摩耗性が優れている超硬チップがあることが確認されている。この新材料は、まだカッタービットとして採用された実績が少なく、使用した場合の切削性能について十分な確認がなされていないため、この材料の性能評価を行ったものである。

本報告は、長距離掘進に必要な耐摩耗性、耐衝撃性に優れた新型カッタービットの開発とその新型カッタービットが従来型カッタービット（E5種）に対して、どの程度の耐摩耗性・耐衝撃性があるかを性能確認実験により比較し、各カッタービットの摩耗特性を把握した結果について述べる。

2. 摩耗性能確認実験

(1) 実験方法

実験は、表-1に示す実験用カッタービットを製作し、図-1に示す実験機に取付けて長さ20m、幅1.9m、厚さ0.35mの供試体を切削し、一定切削長に対する摩耗量を測定して比較用従来型カッタービットの摩耗量と比較した。

供試体としては、耐摩耗性確認のために砂質地盤を模擬したモルタル供試体と耐衝撃性確認のために礫質地盤を模擬したコンクリート供試体を用いた。

なお、実験用カッタービットのうちマイクロアロイとE3種のハイブリット構造の形状を図-2に、使用した超硬チップの材料特性を表-2に示す。

(2) 実験条件

- ①供試体強度：モルタル（圧縮強度 473kgf/cm^2 ）、コンクリート（圧縮強度 417kgf/cm^2 ）
コンクリート骨材（圧縮強度 $1,700\text{kgf/cm}^2$ ，最大粒径25mm）
②切削距離：38km/ケース

表-1 実験ケース

カッタービットの材質・形状	供試体	
	モルタル	コンクリート
E5種（従来型）	1ケース	2ケース
E3種(SINTER HIP)	1 "	1 "
E2種(SINTER HIP)	—	2 "
マイクロアロイ 3層構造(SINTER HIP)	1ケース	1 "
マイクロアロイ 5層構造(SINTER HIP)	—	2 "
マイクロアロイ 5層構造(SINTER HIP)	—	2 "
マイクロアロイパレット構造(SINTER HIP)	—	2 "

表-2 カッタービットの材料特性

	E5種	E3種	E2種	マイクロアロイ
抗折力(kgf/mm ²)	320	310	350	350
硬度(HRA)	86.5	88.5	90.0	91.0
破壊じん性(KIC)	61	46	33	36

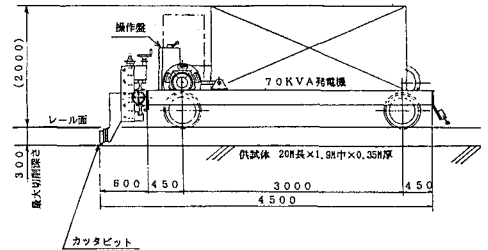
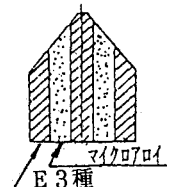
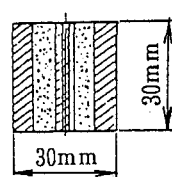


図-1 切削実験機の概要

(多層平行、垂直型)



(パレット埋込型)

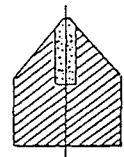
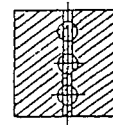


図-2 カッタービットの形状

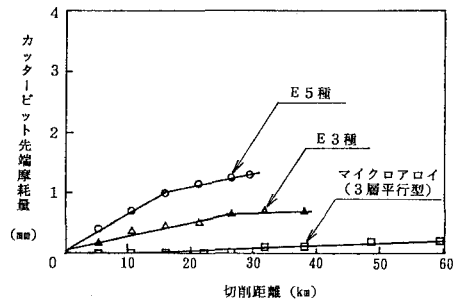
(3) 実験結果

モルタル供試体を用いた切削実験結果を表－3および図－3に、コンクリート供試体を用いた切削実験結果を表－4および図－4に示す。摩耗係数は、図－3、図－4の一定勾配を示す区間の切削距離とカッタービット先端部の摩耗量から算出し、耐衝撃性はカッタービット欠損までの切削距離により評価した。

モルタル供試体を用いた切削実験の結果、従来型カッタービットのE5種に比較して、E3種は約3倍の耐摩耗性を有し、マイクロアロイは約16倍と格段に優れていた。また、コンクリート供試体を用いた切削実験の結果、E3種はE5種に比較して約2倍の耐摩耗性を有し、耐衝撃性についても同等以上であった。E2種は表－4に示す通り約2倍の耐摩耗性を有していたが、約20km前後で欠損を生じた。マイクロアロイとE3種のハイブリッド構造については約10km前後で欠損を生じ、耐衝撃性が劣ることが判明した。

表－3 モルタル供試体切削実験結果

ビットの種類	E 5 種	E 3 種	マイクロアロイ (3層平行型)
総 切 削 距 離 (k m)	29.5	38.0	59.2
総 摩 耗 量 (m m)	1.30	0.70	0.24
摩 耗 係 数 (mm/km)	0.062	0.024	0.004
耐 摩 耗 性 (E5種と比)	100.0%	38.7% (2.6 倍)	6.5% (15.5 倍)

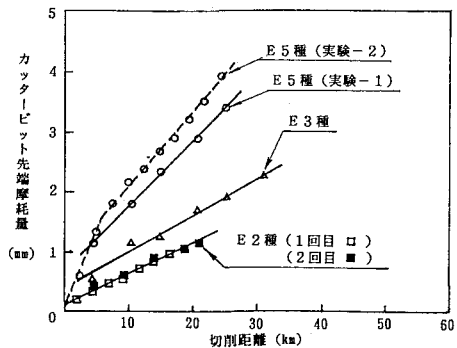


図－2 切削実験結果（モルタル供試体）

表－4 コンクリート供試体切削実験結果

ビットの種類	E 5 種	E 3 種	E 2 種	マイクロアロイ (3層平行型)	マイクロアロイ (5層平行型)	マイクロアロイ (7層平行型)
総切削距離 (k m)	25.2*	31.1*	19.08	10.4*	0.08	4.88
総摩耗量 (m m)	3.40*	2.25*	1.30	—	—	—
摩耗係数 (mm/km)	0.108*	0.061*	0.054	欠損のため測定不能	—	—
耐摩耗性 (E5種と比)	100.0%	56.5%* (1.8倍)	43.2% (2.3倍)	—	—	—

*印は実験－1を示す



図－3 切削実験結果（コンクリート供試体）

3. 実験結果の評価

(1) E3種は従来型カッタービット（E5種）に比較して約2倍の耐摩耗性能及び同等以上の耐衝撃性能を

有することが判明した。従って、今後は現場実証試験において実地盤中での性能を確認することとする。

(2) 今回新材料として提案したマイクロアロイとE3種のハイブリッド構造のカッタービットは、欠損部の顕微鏡組織写真の分析結果によると超硬チップに炭素が不足した脆い脱炭層があり、この部分が起点となって切削時の衝撃力によりクラックが生じ、超硬チップの破壊に至ったものと想定される。これは、現在の製造技術では避けることができない欠陥であり、信頼性のあるカッタービットを製作するためには今後の材料学的研究が待たれる。

(3) E2種についても、カッタービットとして使用するには若干耐衝撃性が劣ることが分かった。適用土質を限定すれば、使用に耐えられる可能性があると考えられるが、別途確認実験をする必要がある。