

愛媛大学 工学部 正員 室 達朗  
 前田建設工業(株) 井尻 博之  
 佐伯建設工業(株) 平川 広海

1. まえがき 近年、土木工事において発破工法による岩盤掘削に代り、環境問題や安全性などの点から、リッパチップによるリッパ工法が多用されるようになってきた。しかし、従来のリッパチップでは摩耗が激しいためその対策として溶着金属(肉盛と溶射金属)によるチップの耐摩耗性の向上が考えられてきた。ここでは室内摩耗試験及び、現地試験によって得られた溶着金属の耐摩耗性について述べる。

2. 金属材料 表-1に使用した7種類の金属の特性を示す。金属Iは鍛造品で市販されている標準チップの母材金属であり、金属II~Vは溶射金属で、Ni-Cr自溶合金粉末をガスブレイシステムでチップに溶射されるものであり、金属VI, VIIは肉盛金属で、被覆アーク溶接法によってチップに肉盛されており、VIは複合カーバイド系金属で上盛りに使用され、VIIはクロムカーバイド系金属で下盛りに使用されている。

3. 室内摩耗試験 摩耗試験機<sup>1)</sup>を用いて実際のリッピング作業を考慮して、金属供試体(直径7mm、長さ30mm)と岩石との摺動速度を約5km/hとし、面圧を300kgf/cm<sup>2</sup>までとし、各段階における摩耗量を測定した。試験は乾燥状態で行ない、岩石供試体として花崗岩を用いた。その物性は、見かけ比重2.65±0.01、単軸圧縮強度1670±45kgf/cm<sup>2</sup>、超音波伝播速度3755±17m/secである。図-1に接触面圧と摩耗量との関係を示した。金属供試体の岩石供試体との接触部分は、金属Iの場合100kgf/cm<sup>2</sup>以上で溶融し始め、金属IIは150kgf/cm<sup>2</sup>以上で溶融し摩耗量が増加している。特に金属Iはこの点より急増している。金属II, V, VIIは赤熱はしたが溶融はしなかった。図からわかるように低面圧下では摩耗量に差はないが、高面圧下では肉盛と溶射金属は母材金属に比べてよい耐摩耗性が表われている。しかし、肉盛と溶射を比べると溶射金属同志ではよく似た傾向を示しているが、肉盛金属では金属VIの方がよい耐摩耗性を示している。これは表面硬度が高いことと、W, V, Nb, Moなどが焼き戻しによる軟化を遅滞させているためと考えられる。以上のように表面硬度の大きい金属の方がよい耐摩耗性を示すが、それに含まれている元素も大きな影響を持っていると考えられる。

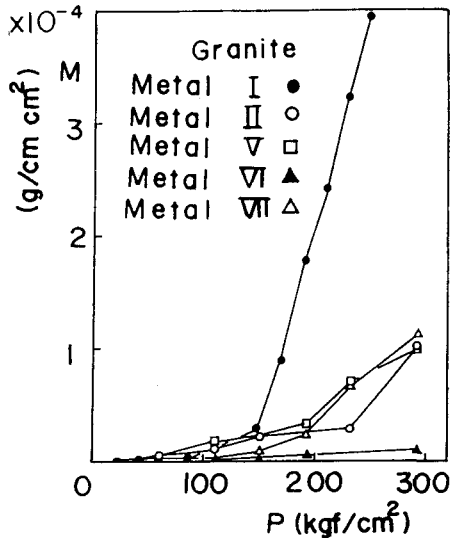


図-1 摩耗量Mと接触面圧Pとの関係

表-1 リッパチップと溶射・肉盛金属の材料特性

金属 No.	Hv kgf/mm <sup>2</sup>	HRC	化学成分 (%)													備考	チップ No.				
			Cr	Si	Fe	C	Ni	B	S	V	W	Nb	Mo	Cu	WC			BN	P	Mn	
I	502	49.3	2.9	1.7	93.5	0.3	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.4	標準チップ	1
II	657	58.3	17.0	4.0	4.0	1.0	70.5	3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		2
III	663	58.6	16.0	4.0	4.0	0.5	64.3	4.0	0	0	2.4	0	2.4	2.4	0	0	0	0	0	溶射チップ	3
IV	677	59.2	11.0	2.5	2.5	0.5	46.0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	35.0	0	0	0	Ni-Cr自溶合金	4
V	645	57.7	14.0	4.5	4.5	0.6	73.4	3.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		5
VI	880	66.4	21.0	0	45.5	5.5	0	0	0	1.0	80	90	100	0	0	0	0	0	0	肉盛チップ上盛	6
VII	737	61.7	33.0	0	62.0	5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	肉盛チップ下盛	

4. リップチップ 現地試験に使用したリップチップは、76t級ブルドーザーに装着されている初期重27~30kg、長さ460mm、先端幅80mmの6種類のチップである。チップNo.1は発熱による焼戻し軟化抵抗に有効なCr, Moを含有している市販の標準チップである。チップNo.2~No.5はチップNo.1の表面にそれぞれ溶射金属Ⅰ, Ⅱ, Ⅳ, Ⅴを約1mmの厚さで溶射したものである。チップNo.6はチップNo.1の先端部(写真-1)に肉盛金属Ⅵ, Ⅶを約8mmの厚さで肉盛したものである。

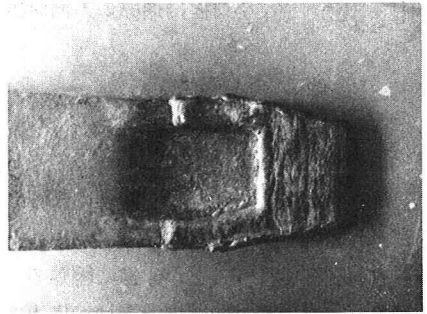


写真-1 リップチップ先端部の肉盛

5. 岩盤特性 リッピング作業現場A, B, Cにおいて磨耗試験を行なった。現場A, Cは花崗岩, Bは花崗閃緑岩である。現場A, B, Cの弾性波速度は各々1251, 1404, 990 m/sであり、きりつ係数は0.93, 0.93, 0.95である。磨耗に対する岩盤強度指数 $O_c$ <sup>2)</sup>は71, 119, 60 kg/cm<sup>2</sup>である。

6. 現地磨耗試験 作業現場A, B, Cにおいてチップの金属材質Mおよび岩盤特性の異なる場合についてリップチップの磨耗特性を調査した。現場A, B, Cにおける6個のチップNo.1~No.6の磨耗重量とリッピング作業時間の関係を図-2に示した。チップNo.1, No.6は他のチップに比べ耐磨耗性に優れていることが判明した。なお、初期磨耗域においては先端部に肉盛したチップNo.6の磨耗長は小さくセルフシャープ性が維持されていることが、磨耗長測定の結果明らかとなった。図-3はチップの磨耗寿命 $T_c$ (hr)と磨耗に対する岩盤強度指数 $O_c$ (kg/cm<sup>2</sup>)との関係の一例を示したものである。磨耗寿命 $T_c$ は磨耗量がリッピング作業時間とともに直線的に増大するとし、限界磨耗量を16kgと求めた値である。実線は初期重量15kg、長さ375mmのチップを用いて得られた実験式<sup>2)</sup>を限界磨耗量16kgに対して計算し直したものである。磨耗寿命はチップNo.1, No.6が長く、特に磨耗に対する岩盤強度指数の大きなB現場ではチップNo.6の肉盛の効果が顕著に示された。

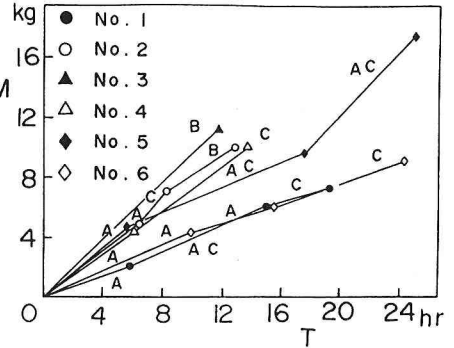


図-2 現場A, B, CにおけるチップNo.1~No.6の磨耗重量Mとリッピング時間Tの関係

7. 結論 室内すりへり磨耗試験の結果、表面硬度が高く、焼戻し軟化抵抗が大きい肉盛金属が、非常によい耐磨耗性を示していた。標準および肉盛チップは溶射チップに比べ磨耗寿命が2~3倍長い。これは溶射チップが溶射後再溶融するため母材金属が軟化しているため表面の溶射金属がはく離し、耐磨耗性が大きく低下するためである。また、肉盛チップは掘削性を維持する上で有効であることが判明した。

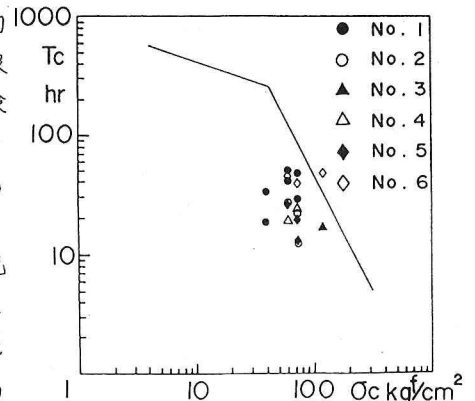


図-3 リップチップNo.1~No.6の磨耗寿命 $T_c$ と磨耗に対する岩盤強度指数 $O_c$ の関係

### 8. 参考文献

- 1) 室, 榎, 亀岡; 岩盤掘削刃の磨耗に及ぼす金属材料と雰囲気の影響, 愛媛大学工学部紀要, 10.1, 1982, pp. 281-293.
- 2) 室; 岩盤掘削刃の磨耗寿命予測, 愛媛大学紀要第Ⅲ部工学, 9.3, 1980, pp. 335-348.