

愛媛大学 工学部 正員 室 達朗
愛媛大学 工学部 正員 榎 明潔
愛媛大学 大学院 学生員 ○ 亀岡 均

1. まえがき 岩盤掘削刃を代表するリッパータップの摩耗寿命については、すでに標準材質のリッパータップについて「摩耗に対する岩盤強度指数」より推定する式が示されている。^{1),2)}ここでは、それぞれの現場におけるリッパータップの金属材料特性について摩耗寿命に最も大きな影響を及ぼす因子を見出すために、室内摩耗試験、現地摩耗試験を行ない、その結果を解析した。

2. 室内摩耗試験 図1に示すような室内摩耗試験機を製作した。この試験機は90rpmで回転している岩石に高荷重で金属チップを押し当て、一定の移動時間における金属チップの摩耗長さ、摩耗重量・摩擦係数を測定するものである。金属チップの岩石に対する最大面圧は 2000kg/cm^2 で、また岩石は安山岩を使用した。その岩石のショア硬さは 70.13 ± 4.87 、みかけ比重は $2.48 \pm 0.02\text{g/cm}^3$ 、単軸圧縮強度は $1861.91 \pm 248.81\text{kg/cm}^2$ であった。金属チップの押し当てた位置は岩石の回転の中心から15cmの位置とした。金属チップの直径は移動中に金属チップの先端温度がリッパータップの表面焼入れ温度(約 900°C)以上となるようにJaegerの式³⁾より計算した結果7mmとした。この実験には表1のリッパータップNo.3, 4および9から作成した金属チップを使用した。実験結果を図2と図3に示した。図2より金属チップの面圧が 100kg/cm^2 以上では摩耗重量は急激に増加している。

チップ先端の状態は面圧 50kg/cm^2 前後で赤熱しはじめ、さらに面圧が 100kg/cm^2 以上では溶融している。図中、摩耗前後におけるロッキウエル硬度HRCを示したが摩耗重量と比較すると摩耗後のHRCが高いほど摩耗重量が小さいということが判明した。また、図3より金属チップの面圧が 50kg/cm^2 以上では摩擦係数は約0.5ではば一定となっているが、面圧が 50kg/cm^2 以下では摩擦係数は非常に増大している。それは、低摩擦力の範囲では岩石の表面の段差による影響の割合が

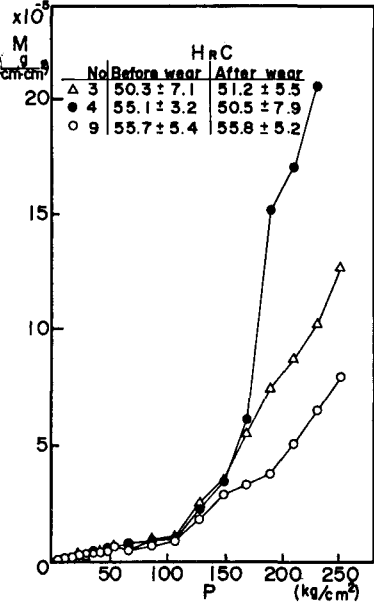


図2 金属チップの面圧Pと摩耗重量M

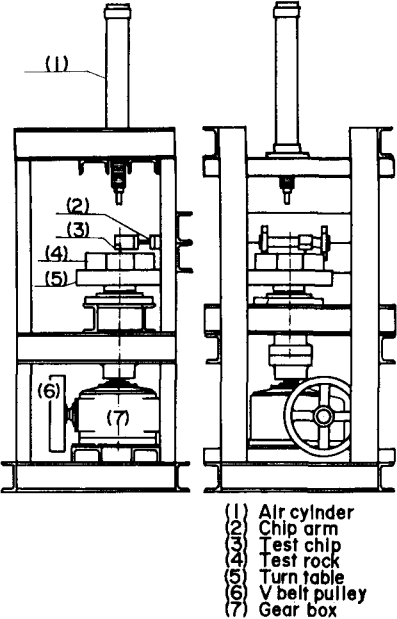


図1 摩耗試験機

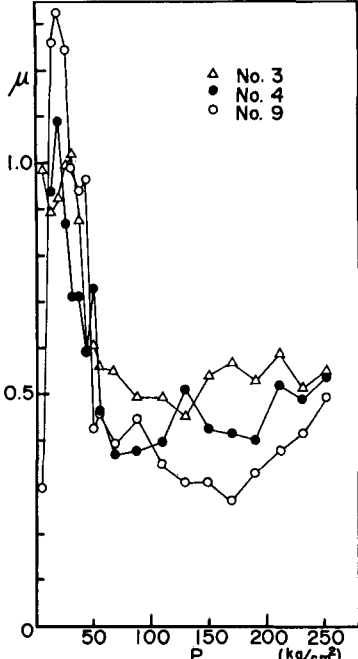


図3 金属チップの面圧Pと摩擦係数μ

が大きいからである。

3. リッパースタッフの現地摩耗試験

現場I～Vの5ヶ所で行ないリッパースタッフの時間当りの摩耗重量を求め、それぞれのリッパースタッフの摩耗寿命を算出した。ここで摩耗寿命とは摩耗重量が7kgになるのに要する時間である。

それぞれの現場の摩耗に対する岩盤強度指数 α は現場I 7.3%、現場II 62.2%、現場III 116.2%、現場IV 134.6%、現場V 89.4%である。

表1にリッパースタッフの金属材料特性を示した。Hvはビッカース硬度(kg/mm^2)・Tは引張強度(kg/mm^2)・Caは伸び(%)・Elは絞り(%)・Eはヤング率(kg/mm^2)・Chはシャルピー衝撃値($\text{kg}\cdot\text{m/cm}^2$)である。リッパースタッフの摩耗寿命を支配する金属材料の要因分析を行なった結果、最も高い相関を示したものはR・Ch・HRCであった。ここでRは焼きもどし軟化抵抗値でまたHRCは摩耗したリッパースタッフ表面のロックウェル硬度である²⁾。この摩耗抵抗値R・Ch・HRCと摩耗寿命 T_c との関係を表2に示し、さらに、図4にそれぞれの現場におけるR・Ch・HRCと T_c の関係を示した。得られた結果は以下の通りである。

- 現場I $T_c = -0.290R \cdot Ch \cdot HRC + 263.15$ ($r = -0.171$)
- 現場II $T_c = 0.206R \cdot Ch \cdot HRC + 36.04$ ($r = 0.422$)
- 現場III $T_c = 0.067R \cdot Ch \cdot HRC + 7.58$ ($r = 0.841$)
- 現場IV $T_c = 0.373R \cdot Ch \cdot HRC + 8.42$ ($r = 0.979$)
- 現場V $T_c = 0.080R \cdot Ch \cdot HRC + 11.99$ ($r = 0.827$)

そして標準材として $H_v = 402 \pm 61.5$, $T = 156.5 \text{ kg/mm}^2$, $Ca = 6.2\%$, $El = 27.8\%$, $Ch = 5.9$, $HRC = 41.3 \pm 5.0$, 化学組成はC:0.27%, Si:0.29%, Mn:0.77%, P:0.018%, S:0.018%, Ni:0.61%, Cr:0.51%, Mo:0.12%²⁾を選び標準材の摩耗抵抗値を上式に代入して標準摩耗寿命 T_{co} を算出した。岩盤の影響を消去するために T_c/T_{co} と摩耗抵抗値との関係を求めた。その結果 $T_c/T_{co} = 0.00378R \cdot Ch \cdot HRC + 0.653$ となり、その相関係数は0.33であった。

4. 結論 室内摩耗試験および現地摩耗試験の結果より 種々の岩盤に対するリッパースタッフの摩耗寿命は岩盤特性に大きく支配されており、金属材料の差異となる変化は顕著には表われていない。しかし金属の摩耗抵抗値としてR・Ch・HRCで評価することは意義がある。今後、室内摩耗試験において種々の岩石に対する金属材料の耐摩耗性について研究する所存である。

参考文献

- 1) 室 達朗; リッパースタッフの金属材料と摩耗寿命, 愛媛大学紀要, 第三部(工学)第9巻第4号, P409
- 2) 室 達朗; 岩盤掘削刃の摩耗寿命予測, 愛媛大学紀要, 第三部(工学)第9巻第4号, P339
- 3) 曾田 範宗訳; 固体の摩摺と潤滑, 丸善株式会社, PP. 47-48 (昭36.8)

No.	Hv	T	Ca	El	E	Ch	Chemical composition							
							C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	P	S
1	397	1280	57	450	19557	342	0.44	0.33	0.74	0.56	0.63	0.31	0.006	0.002
2	458	1758	108	439	20904	266	0.32	0.27	0.84	0.65	0.46	0.18	0.013	0.009
3	429	1716	104	490	20500	303	0.31	1.87	0.66	0	0.50	0.10	0.007	0.005
4	502	1742	102	337	20500	117	0.33	1.70	0.40	0	0.29	0.095	0.023	0.011
5	480	1413	22	65	21230	155	0.28	1.75	1.00	0	1.87	0.37	0.022	0.015
6	443	1743	79	431	19557	224	0.32	0.26	0.78	0.42	0.44	0.18	0.013	0.017
7	505	1725	35	—	20300	165	0.29	1.65	1.20	0	1.82	0.38	0.020	0.018
8	465	1425	45	—	20100	110	0.38	0.88	1.02	0	1.20	0.32	0.022	0.015
9	546	1749	149	468	20904	630	0.32	0.30	0.87	0.52	0.54	0.18	—	—
10	225	821	220	262	20050	860	1.14	0.50	0.20	0	2.18	0	0.038	0.008
11	444	11490	97	278	19557	289	0.42	0.30	0.72	1.79	0.78	0.19	0.003	0.003
12	4425	1478	103	294	20738	299	0.42	0.24	0.64	1.71	0.72	0.18	0.003	0.003

表1 リッパースタッフの金属材料特性

No.	R	HRC	R・Ch・HRC	Tc				
				I	II	III	IV	V
1	0519	403	7153		5047			
2	0370	420	4134		5486		714	
3	0564	453	7741		4875			1778
4	0928	485	5266		5456		1162	1764
5	0685	470	4990		4164		971	1473
6	0368	400	3297		3318			
7	0678	394	4408	324.07				
8	0587	318	2053	208.96				
9	0380	390	9334	212.77		1381		1956
10	1127	278	26944					
11	0478	444	6134			1246		
12	0463	445	6161			1090		

表2 摩耗抵抗値R・Ch・HRCと摩耗寿命

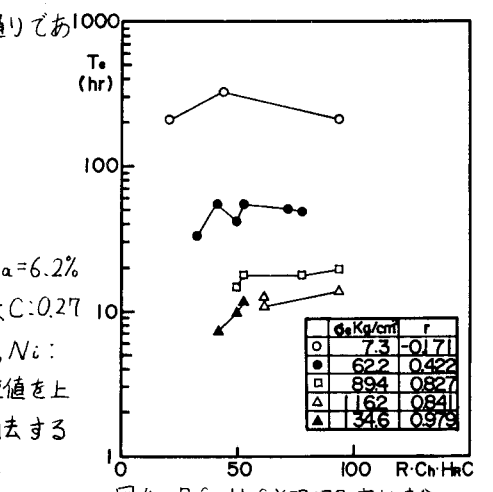


図4 R・Ch・HRCと現場別摩耗寿命