

京都大学 正員 島 昭治郎
 福井大学 正員 ○ 室 達 朗
 京都大学 正員 金 氏 真

1. まえがき リッパ作業による岩盤掘削は、爆破作業が困難となってきた今日、ますますその需要が増大するに至っている。しかし、かなり硬い岩盤をも対象とするとリッパ-チップ°の摩耗による消耗が著しく、また、金属資源の欠乏にともないその耐摩耗性が追究されるようになってきた。ここでは、種々の岩盤を掘削するリッパ-チップ°の摩耗機構について考察し、摩耗を支配する岩盤強度などの諸特性が、稼働時間とともに変化するチップ°の摩耗形状变化と摩耗量にどのような影響を与えるかについて究明する。そのために、実際にリッパ-の稼働している多くの土工現場よりデータを収集し、チップ°の初期形状に対する設計の基礎となる理論的根拠を明らかにしていく所存である。

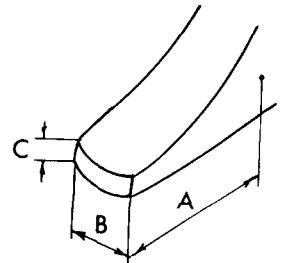
2. リッパ-の摩耗と岩盤強度

2.1 岩盤強度 従来、地山の弾性波速度とリッパ-ビリティの関係は、機種の大きさと岩質の種類に対してある程度の目安は与えられてきた。一方、岩掘削の難易性をきめるものは、岩自体の硬さと岩盤中の割れ目の発達程度であり、岩盤全体の平均強度をこれらの因子で表現する必要がある。すなわち、岩自体の硬さは岩石の一軸圧縮強度 σ_{c0} で表わすとし、クラックの発達は地山の弾性波速度 V_2 と無き裂岩石供試体の超音波速度 V_1 で表わされるき裂係数 $C_r = 1 - (V_2/V_1)^2$ で定量的に示される。一方、き裂の入った岩盤強度 σ_c はその岩盤の弾性波速度比 (V_2/V_1) の2乗に比例すると仮定すると、一般に σ_c は次式で表現される。ここに、定数 K はき裂目の入っている方向や風化程度を表現するロサンゼルスすりへり減量などによって定まる定数である。

$$\sigma_c = K \sigma_{c0} (1 - C_r) \quad (1)$$

2.2 岩盤強度に対する摩耗形態の変化 リッパ-チップ°の摩耗機構を大別すると、衝撃摩耗とひっかけ摩耗となる。衝撃摩耗はとくに硬岩掘削において著しくチップ°先端の摩耗が増大するのに対し、ひっかけ摩耗はき裂目の多い岩盤や掘削抵抗の比較的小ない軟岩掘削において相対的に顕著でありチップ°側面の摩耗が増大する傾向にある。ここで、種々の岩盤強度に対するチップ°の摩耗による形状变化特性を知るためには、それぞれの摩耗形態に対する岩盤強度の影響について調査していくことが重要であり、全体として衝撃とすりへり作用の摩耗に及ぼす分担率より算定することとする。図-1 に示すリッパ-チップ°の原寸法を A, B および C とし、それぞれの方向の摩耗量を a, b および c とする。また、各方向における摩耗率を $m_a = a/A$, $m_b = b/B$, $m_c = c/C$ と定義する。このとき、衝撃摩耗に関与する摩耗率 m_a は一般に、岩盤強度 σ_c の増加とともに増大するが、ひっかけ摩耗に関与する摩耗率 m_b と m_c は岩盤強度 σ_c の増加に対して減少する傾向にあると考えられる。

2.3 チップ°の摩耗形状变化特性 リッパ-チップ°の摩耗による形状变化を表現する指標として、今これを単純化して、衝撃摩耗による摩耗率 m_a とひっかけ摩耗による平均摩耗率 $\sqrt{m_b \cdot m_c}$ との比 i.e. $m_a / \sqrt{m_b \cdot m_c}$ で表わすとし、この比率が岩盤強度 σ_c によってどのように変化するかについて考察する。 m_a , m_b および m_c と σ_c との関係をも前述のように考えると、 σ_c の小さい岩盤に対しては摩耗により、原形より細長い形状へと変化し、 σ_c の大なる岩盤に対しては 図-1 リッパ-チップ°の寸法太短い形状へと変化すると予想される。



2.4 摩耗量の変化 チップ°の摩耗による損耗量を重量変化として表わした摩耗量は、チップ°の初期重量

を M とするとき近似的に $(m_a + m_b + m_c)M$ で算定することができる。したがって、 m_a, m_b および m_c と σ_c との関係より種々の岩盤強度に対する衝撃摩耗およびひっかき摩耗による摩耗量の変化にある特徴的な傾向が見られると考える。

表-1 現地調査地点 A, B, C における岩盤の諸特性

	岩石名	σ_c kg/cm ²	U_1 m/sec	U_2 m/sec	すりへり 減量%	比重	吸水量 %	鉱物組成 (%)						
								石英	長石	角閃石	雲母	緑泥	鉄鉱物	基質
A	風化花崗岩	74	750	640	—	2.62	—	38.0	62.0	0	0	0	0	0
B	角閃石ハルヒ岩	1192	2510	1500	12.2	2.86	0.89	0	58.8	37.9	3.3	0	0	0
C	頁岩	250	1500	950	26.5	2.63	1.44	4.1	0	0	23.9	30.1	4.7	37.2

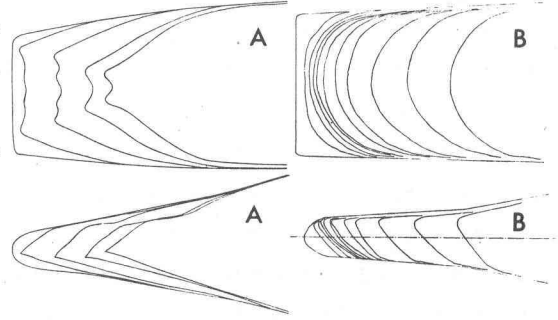
3. 現地試験の結果と考察

3.1 現場特性 若干の調査地点についてその岩盤の諸特性を表-1 に示した。

リッパーチップは大型ラウドーザに取り付けられ、一定の深さを定常掘削するものである。なほ、チップの平均硬度は $H_v = 490$ である。

3.2 摩耗によるチップ形状の経時変化 図-2 に代表的な2例について、すなわち現地地点 A における岩盤強度のきわめて低い場合と現地地点 B における岩盤強度のかなり高い場合を比較してチップ形状の経時変化を示した。

A では岩片粒子によるひっかき摩耗が顕著にあらわれ先端が鋭く砥きあげられていく一方、B では硬岩掘削にともなう衝撃作用が著しく先端部は丸く摩耗していくことが分る。写真-1 に A 点における摩耗したチップの例を示す。



また、図-3 に前述した摩耗率 m_a, m_b および m_c 図-2 リッパーチップ先端形状の経時変化

を摩耗面積比より算定し、稼働時間(リッピング作業時間)とともに変化の様子を示した。いずれも m_a の変化率は著しく時間とともに放物線的に増大している。

3.3 リッパーチップの摩耗量とその経時変化 図-4 に、現地地点 A, B におけるチップの摩耗量の経時変化を重量変化として測定した結果を示す。この値は、前述の $(m_a + m_b + m_c)M$ に相当するもので、A の場合は稼働時間とともに放物線的に増大するのに対し、B の場合はリッピング作業の初期状態においてはエッジ摩耗のために著しく増大し、ある変曲点をへてさらに放物線的に増大するという特性が見られた。

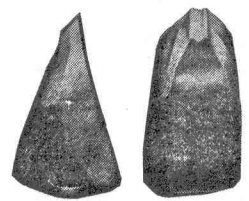


写真-1 摩耗したチップ A

3.4 岩盤強度に対する摩耗形状変化 前式(1)により、

A, B, C 点の岩盤強度はそれぞれ 63, 715, 158 kg/cm² と算定される。チップの摩耗後の形状変化を $m_a/m_b/m_c$ で表わすと、チップ交換時において A, B, C 点それぞれ 5.31, 16.83, 8.61 となる。したがって、ひっかき作用の強い A 地点では先端部が細長く残り、衝撃作用の強い B 地点では先端部は丸く摩耗し去り、C 地点ではその中間の位置を示している。

3.5 岩盤強度に対する摩耗量の変化 リッピング作業時間を一定にして、種々の岩盤強度に対する $(m_a + m_b + m_c)M$ を比較すると相互の関係がえられる。12 時間に対して A 地点で $m_a + m_b + m_c = 0.210$ 、B 地点で 0.580 となり、岩盤強度の小さいほど摩耗量も小さくなり、いくことが分る。

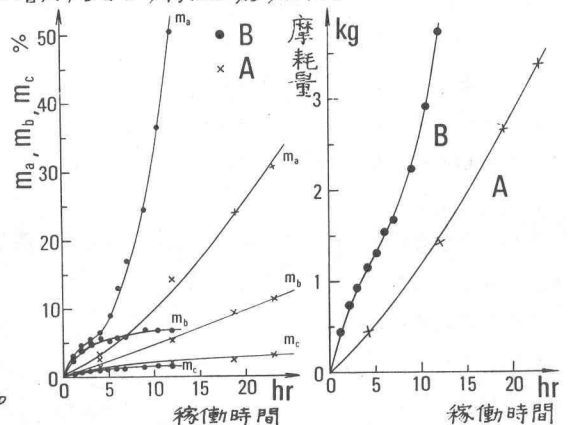


図-3 摩耗率の変化

図-4 摩耗量の変化

4. あとがき 今後さらに多くの現地試験を行なって、岩盤強度に対する摩耗形状変化と摩耗量の変化について普遍的な法則性をえるとともに、鉱物組成などの他の因子を含めて摩耗機構を解明する予定である。