

愛媛大学工学部 正員 室 達朗
京都大学工学部 正員 島 昭治郎
京都大学工学部 正員 深川 良一

1. はじめに 泥水シールド工事に於いて、掘削地盤の土質特性によっては、スラリー輸送のためのポンプ部品の摩耗が著しくなり、円滑な施工が妨げられることが多い。ここでは、2現場でのポンプ部品の摩耗量計測結果より、金属材料、特に特殊な金属表面処理技術である「溶射」と土質特性のポンプ部品の摩耗に及ぼす影響を考察している。

2. スラリー輸送システム 図1に2現場での標準的スラリー輸送系のフローチャートを示す。シールドが掘進するにつれて P_1 、 P_2 ポンプを連結する中間ポンプ P_{3n} が必要となる。 P_2 ポンプは負荷に応じて回転速度の変わる可変速ポンプであり、 P_1 ポンプおよび中間ポンプは定速回転である。現場Iでは直径50~60cmの巨大なレキが時折混入したため、 P_2 ポンプより切羽側にクラッシャを設置している。図2にスラリーポンプの分解拡大図を示す。計測対象としたのはレジャーとフロントライナーである。インペラーは負荷に応じてサイズ、羽根の枚数の異なるものが使用される。

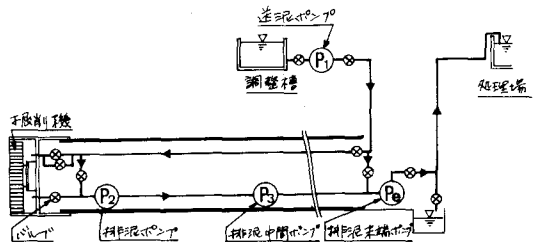


図1. スラリー輸送系のフローチャート

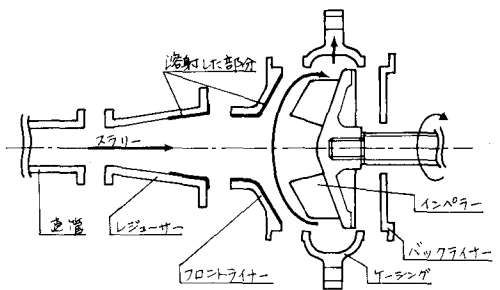


図2. スラリーポンプの分解拡大図

3. 現場の土質特性 図3に2現場での粒径加減曲線を示す。現場Iでは前述の通りレキをクラッシャを用いて破砕させており、その結果 $D_{max}=58.0\text{mm}$ 、 $D_{50}=11.2\text{mm}$ 、 $U_c=5.0$ となり、粒子は角張っている。また現場で採取した岩石の鉱物組成は、石英19%、長石16%、岩片6%、基質59%である。現場IIはほぼ一様な土質特性（石英砂を多く含み、レキをほとんど含まない）を示しており、100リング毎の計測結果より、 $D_{max}=20\sim40\text{mm}$ 、 $D_{50}=5.0\text{mm}$ 、 $U_c=3.0$ である。現場IIで採取した岩石の鉱物組成は石英28%、斜長石39%、カリ長石28%、黒ウニモ5%である。

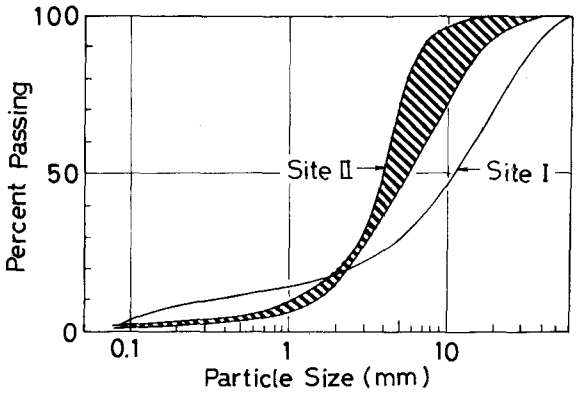


図3. 2現場の土質特性

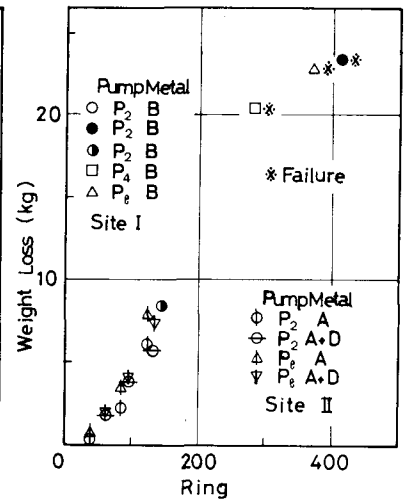
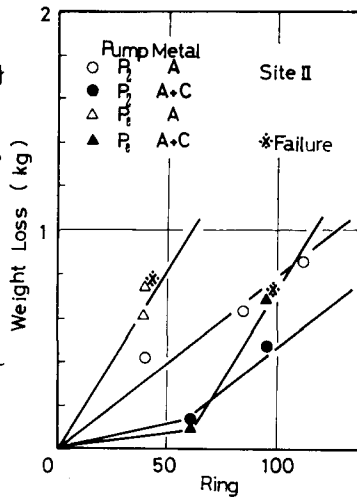
表1. ポンプ部品の金属材料特性

	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	B	Fe	Cu	W	W-C	Co	Al	シャルピー 衝撃値 kg/m ²	引張強さ kg/mm ²	表面硬度		ブロー硬度
																Hv	Hs	Rc
高Cr鋼鉄 A	2.49	0.33	1.00	0.12	18.9	0.07	0	77.1	0	0	0	0	0	0.32	74.7	725	80	—
“ B	2.60	0.61	0.95	0.83	26.3	0.43	0	68.3	0	0	0	0	0	0.47	67.4	600	71	—
溶射金属 C	0.5	4	0	64.3	16	2.4	4	4	2.4	2.4	0	0	0	—	—	—	—	55~60
“ D	0.5	1.5	0	36.5	6	0	1	1.5	0	0	38	12	3	—	—	—	—	60

4. ポンプ部品の金属材料特性

表1に今回使用したポンプ部品材料の化学組成および力学試験の結果を示す。溶射金属についても同時に示している。高い鋼鉄A, Bは現場Iにおいて完済した後の部品を利用して化学組成分析、力学試験を行ったものである。

5. ポンプ部品に対する溶射 現場IIでは一部のレジュースー、フロントライナーに対し溶射を施し、摩耗特性の比較を行った。レジュースー



ーでは特にフロントライナーとの接合部(図2参照)摩耗が局部的に進行する傾向が見られたため、非自溶合金を用いて1.3~1.42mm厚で溶射した。フロントライナーは前面のほぼ全域に亘って自溶合金によりおよそ0.3mm厚の溶射を施している。

6. 計測結果 図4, 図5にレジュースーおよびフロントライナーの摩耗減量経時変化を示す。1リングはセグメント1組分の掘進即ちおよそ90cmの掘進を意味する。図4よりレジュースーの摩耗特性は装着されているポンプの特性および溶射の影響を特徴的に受けることがわかる。即ち溶射の効果が初期に顕著であり、ある程度摩耗が進行した後は溶射の有無は摩耗特性に影響を与えない。また可変速であるP2よりも定速のP1の方が過酷な摩耗条件であることもわかる。図5

図4 レジュースーの摩耗

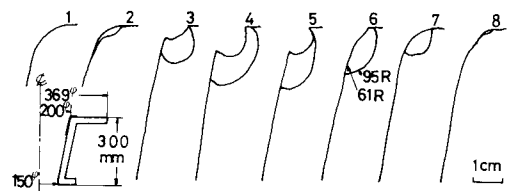


図6(a) レジュースーの形状変化(溶射皮膜あり)

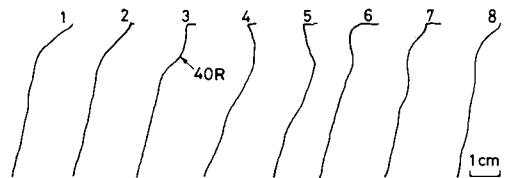


図6(b) レジュースーの形状変化(溶射皮膜なし)

より現場の土質特性が経年変化しない限り摩耗減量はリング数にほぼ比例して変化することがわかる。しかし、0.3mmという溶射皮膜厚が薄過ぎるため、溶射の効果をフロントライナーにおいては判断することができない。金属AとBの組織を比較すれば、Bは強靱なオーステナイトを含むため靱性に富み、優れた耐摩耗性を示すものと考えられるが、地盤条件がより過酷であるから、結果的に同程度の耐摩耗性を示している。図6, 図7にレジュースーおよびフロントライナーの形状変化を示す。図中の番号は図7に示すような計測箇所を示している。1が天を、5が地を示している。地において摩耗が進行しやすいこと、溶射した場合溶射皮膜が摩耗に抵抗するため母材が虫歯状に摩耗が進行すること、溶射しない場合全体的に摩耗が進行することが特徴である。図7よりフロントライナーの形状変化は、インペラーの大きさの影響を受けること、位置の影響を受けないこと(断面1のみを各々示す)、レキをインペラーとの間に噛み込むために局部的に同心円状にぼみが生じやすいことが特徴である。

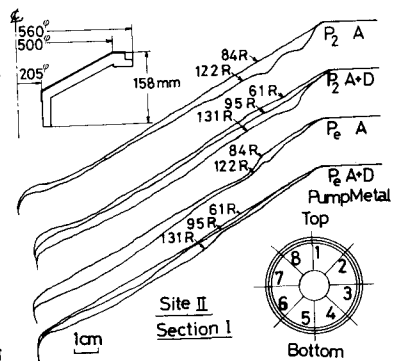


図7 フロントライナーの形状変化

7. 謝辞 本報告をまとめるに当たり、日本建設機械化協会関西支部技術部会摩耗対策委員会の委員の方々には多大な御協力を頂いた。記して謝意を表する。