

京都大学工学部 正員 畠 昭治郎
福井大学工学部 正員 ○室 達朗

1. 概説 実際の土工現場において稼働している各種トラクターの足廻り部品の摩耗特性と地盤性状との関係について明らかにし、より合理的な耐摩耗対策を樹立することを目的とした。ここでは、調査測定の対象とした土作業現場を9ヶ所選定し、また、履带式重機械として26機種を選定し、長期間にわたって摩耗量の変化を計測した。足廻り部品として、シューグロサをはじめ、フロントアイドラ、キャリアローラ、トラックローラ、リンク高さ、トラックピッチ4リンクおよびブッシュ外径について、それぞれ図-1に示した個所で新品時の正規寸法との差として摩耗量の変化を測定した。この摩耗量計測にあたっては、キャリアパス、スチールメジャなどで0.5~1.0 mmの精度で測定し、約1ヶ月間隔で実施し摩耗量の経時変化について調査した。図-2は、フロントアイドラの摩耗量と稼働時間との関係を示したものである。各部品について、摩耗量 M (単位はmm)と稼働時間(サビメータワツHとの関係について、回帰分析を行なった結果、それぞれつぎのような関数形をえた。シューグロサでは $M=a_s H$ 、フロントアイドラで $M=a_f H^{5/2}$ 、キャリアローラトレッド外径で $M=a_c H^{3/2}$ 、トラックローラトレッド外径で $M=a_t H^2$ 、リンク高さに対して $M=a_l H^3$ 、トラックピッチ4リンクで $M=a_4 H^{3/2}$ 、およびブッシュ外径で $M=a_b H^3$ であることが判明した。すなわち、各部品の摩耗量の大きさは、それぞれ一定の稼働時間に対して相互の比較を行なう場合には、係数 $a_s, a_f, \dots, a_b$ の大きさで表現することができる。これらの部品の摩耗量と土砂や岩の性状との相関性を求めようとする場合、これらの係数の値に対して、各部品に作用する最大接触面圧などの機械の性質および形状特性、さらに硬度などの材質特性による差異が生じないように修正を行う必要がある。さて、それぞれの機種で稼働している土工現場における土岩の性状については、まず、含水比、乾燥密度、湿潤密度を測定し、各足廻り部品と直接接触する表土の含水状態が天候に左右されるために機械の稼働時における状態を乾燥、湿潤、泥水状態に大別し、各作業現場において、これらの作業日数を累計することによりその比率を測定した。また、地盤の種類については普通土、砂、砂利、粘質土、転石交り土、軟岩および硬岩に大別し、実際に稼働した地盤の種類についてその稼働日数の比率を算定した。なお、室内試験としては、現場で採取した土岩について、粒度

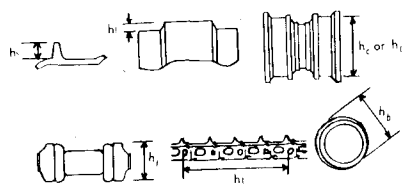


図-1 足廻り各部品の摩耗量測定箇所

分析、鉱物組成分析、せん断強度試験、比重、ショア硬さ、ロサンゼルスすりへり減量、吸水量および単軸圧縮試験を行なった。つぎに、各部品の摩耗量と土岩性状との相関性について述べ、その摩耗量を大きく支配する因子について明らかにする。

2. シューグロサ

金属のビッカース硬さを H_V

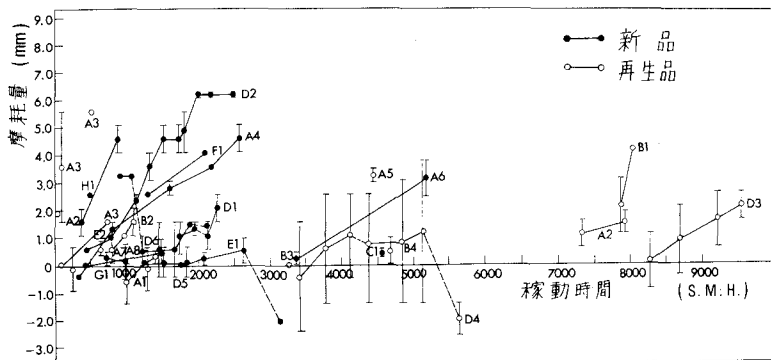


図-2 フロントアイドラの摩耗による経時変化曲線

接触面圧を p として、 a_s を修正して $a'_s = a_s H_v / p$ として土岩の諸性質との相関性を求めた結果、表-1に示す相関係数がえられた。鉱物分析した石英などの硬度の高い充てん物質の含有量、単軸圧縮強度、ロサンゼルスすり減量が高い相関性を示した。

3. フロントアイドラ 内部摩擦角、ロサンゼルスすり減量、石英と充てん物質の含有量、圧縮強度およびショア硬さと a'_f (ヘルツの式によって a_f を修正した) との関係を図-3~図-7に示した。相関係数は表-1に示したとおりであり、摩擦量を増大せしめる要因は、岩石は風化されて砕けやすく、破碎された後は比較的粒度が大きく地盤強度を増大せしめる土質であり、硬い鉱物成分を含有していることであると判明した。

4. キャリアローラ 表-1に示したように、平均粒径の小さい土砂ほど金属との付着性は増大し、この平均粒径が摩擦量を増大させている主要因であり、母岩の圧縮強度およびショア硬さは小さく破碎されやすく土砂中には微粒の硬度の高い鉱物を含有していること。

5. トラックローラ シューグロウサの摩擦特性と類似するところがあり、ショア硬さが高いこと、土砂の粒径は細かく、金属との付着性に富んでいることが摩擦量を増大せしめている。

6. リンク高さ フロントアイドラと全く類似の傾向を示している。

7. トラックピッチ4リンク ピンとブッシュの間の摩擦量を増大させる要因は、岩石は風化されて砕けやすくピンとブッシュの間に入りやすいこと、岩石自身の摩擦に対する被削性が高いこと、および土砂中に含まれる石英含有量が高いことなどであった。

8. ブッシュ外径 摩擦量増大の要因は、岩石の圧縮強度やショア硬さは小さく破碎されやすく被削性が高いこと。

破碎された土砂は付着性に富んでいること、土砂中の石英含有量が大きいことであった。

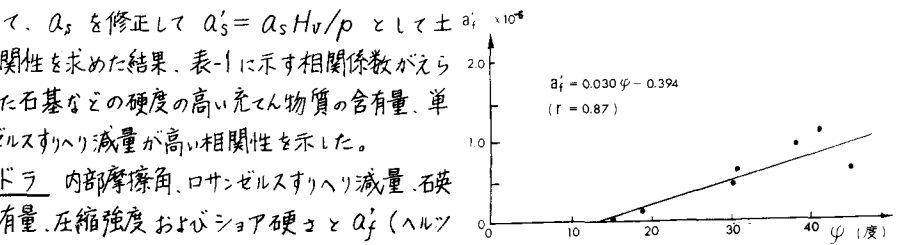


図-3 摩擦量 a'_f と内部摩擦角 ϕ の関係

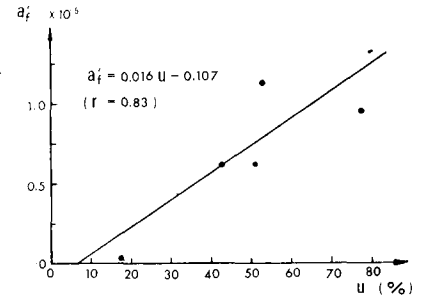


図-4 摩擦量 a'_f とロサンゼルス減量 U の関係

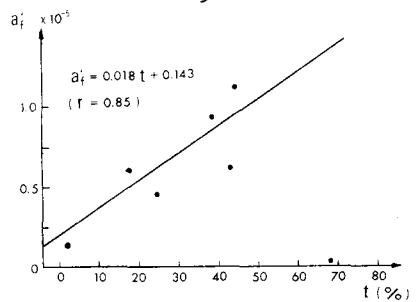


図-5 a'_f と(石英+充てん物質)含有量 t の関係

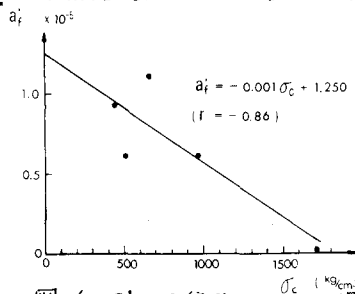


図-6 a'_f と圧縮強度 σ_c の関係

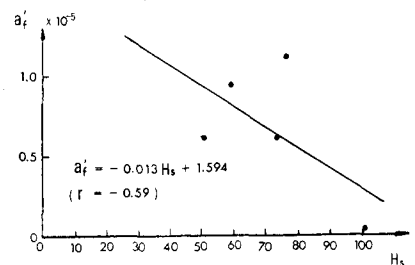


図-7 a'_f とショア硬さ H_s の関係

土岩性状 足廻り部品	内部摩擦 角 ϕ	平均粒径 m	比重 G_s	吸水量 w	ロサンゼルス すり減 量 U	岩石中の 石英分 SiO_2-R	土砂中の 石英分 SiO_2-S	SiO_2 + 充てん物質 t	圧縮強度 σ_c	ショア硬 さ H_s
シューグロウサ	0.87	-0.13		-0.28	-0.64			0.42	0.78	0.35
フロントアイドラ					0.84			0.85	-0.86	-0.59
キャリアローラ		-0.69			0.02			0.75	-0.72	-0.60
トラックローラ		-0.40			0.33			-0.58	-0.26	0.35
リンク高さ	0.44				0.72			0.43	-0.32	-0.38
トラックピッチ4リンク	0.62				0.83		0.66		-0.71	-0.53
ブッシュ外径					0.88	0.25	0.76		-0.65	-0.49

表-1 足廻り各部品の摩擦量と土岩性状との間の相関係数 (表中空欄はほとんど相関性がないことを示す)