

京都大学工学部 正員 畠 昭治郎
福井大学工学部 正員 ○室 達良月

1. 概説 各種トラクターの足廻り部分の土砂による摩耗劣化は、機械の大型化と性能の向上にともない、苛酷な作業条件によって著しく進行し、そのために各部品の交換や修理のために度々運転を停止するなど、土作業の円滑な作業条件を維持する上で多くの支障をきたしている。ここでは、実際の土工現場において稼働する種々の足廻り部品の摩耗特性と地盤の性状との関係について、直接地盤と接するトラック・シューが他の部品に比べて最も相関性の高いものとして、トラック・シューを選定し、その摩耗特性について考察した。まず、種々の土工現場において、実際に稼働しているトラクタについて、押土作業およびリッピング作業を行なっている機種を選出し、トラックシューのラグ（シングルグローサ）の摩耗状況について調査測定を行なった。すなわち、摩耗によるラグ高の経時変化について実測するとともに、稼働地における地盤の性状を把握するために、作業現場における土岩について各種の試験を行なった。つぎに、その部品の硬度、接触面圧および地盤の性状との相関性を追究し、摩耗量を支配する諸因子を分析した。とくに、地盤性状を構成する種々の諸因子について、最も摩耗量を増大せしめる因子を見出すことに重点をおいた。

2. 現場における土岩の性状

2.1 土質試験

調査測定の対象とした土作業現場は、全部で8ヶ所あり、これらの調査箇所をABC・・・Hとする。また、土砂の採取にあたっては、同一箇所における代表的な地点を1～2地点選定し、計13地点の土砂について各種の物理試験を行なった。まず、粒度分析の結果を、図-1(a),(b)に示した。これを、砂礫分、シルト分および粘土分の重量比として三角座標で表わしたのが、図-2である。

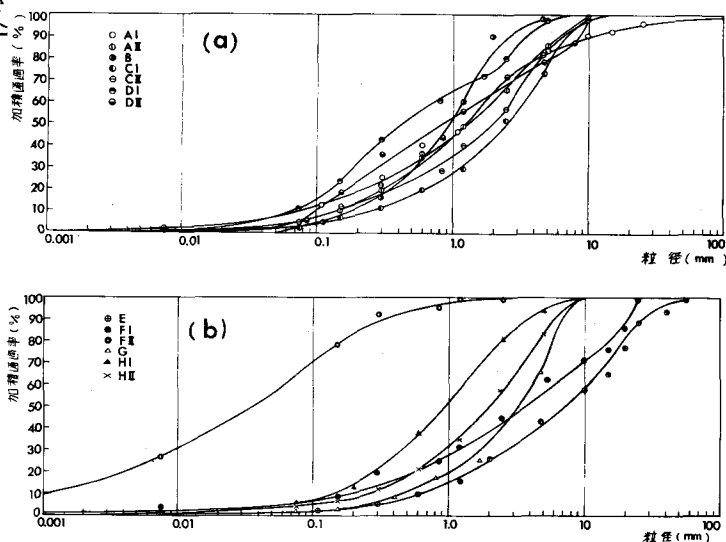


図-1 試料土砂の粒径加積曲線

いずれも、FIIを除いて、砂礫の多い土砂である。つぎに、土砂粒の鉱物組成を大別して、石英、長石類および有色鉱物の3種類に分類し、磁石とテトラブロムエタン重液による比重の差による分析法によって計測した。さらに、試料土砂のせん断強度試験として、下部可動型一面せん断試験機を使用し、せん断抵抗角と粘着力を実測した。これらの試験結果は、図-3 および図-4(a)(b)に示したとおりである。なお、現場において、トラックシューと直接に接触する表土の含水状態

は天候に支配されるために、これを乾燥状態、湿润状態および泥水状態に大別し、土工機械稼働時における状態を調査し、分析した。また、現場における地盤の種類を普通土、砂・砂利、粘質土、軟岩交り土、軟岩および硬岩に大別し、測定の対象とする機械が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。

2.2 岩石試験

ここでは、上述した作業現場において、計10地点より採取した岩石試料について、金属の摩耗に及ぼす岩石の諸特性を明らかにするために種々の試験を行なった。まず、基本的な物理試験として比重およびショア硬度について実測し、岩の風化の程度や亀裂の発生状況を知るための吸水量試験、岩石の被削性を調べるためのロサンゼルスすりへり試験を行なった。つぎに、岩石の単軸圧縮強度試験を行なった。なら、岩石の鉱物組成を分析するために、偏光顕微鏡によって含有量を測定し、石英、カリ長石、斜長石、雲母および充てん物質に分類した。これらの試験結果については、摩耗量との相関性について、後述する。

3. 摩耗によるラグ高さの経時変化

前述した土岩の調査対象とした作業現場において稼働している履带式重機械について、履板のラグの土砂や岩による摩耗劣化について長期間にわたって実測を行なった。測定箇所は、図5に示したように、履板の表面よりラグの先端までの長さであり、このラグ高さの経時変化について、約1ヵ月間隔で実測し、新品時の正規寸法との差をラグの摩耗量とした。さて、シュー・ラグに作用する接触面圧は、地盤の種類によって異なる。軟弱地盤ではラグは完全に貫入し、接触面圧は重機の作用荷重をシューの総接地面積で除した平均接触



図-5 ラグ高さ

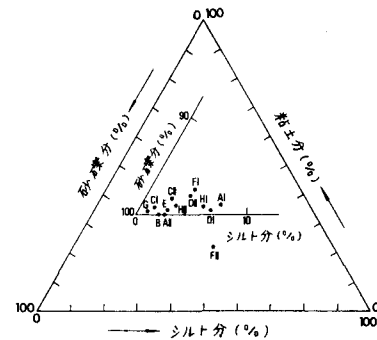


図-2 三角座標による土砂の分類

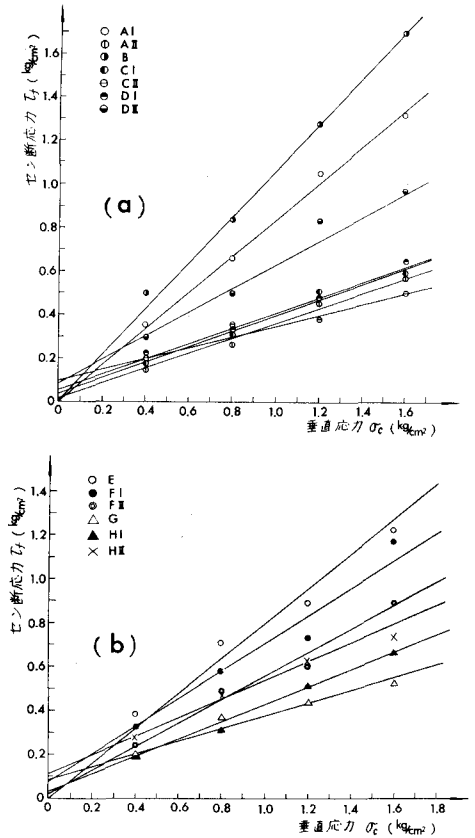


図-4 一面せん断試験の結果

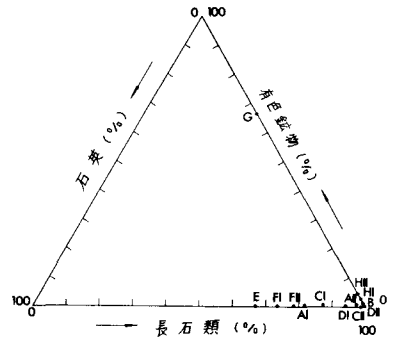


図-3 三角座標による鉱物組成分析

面圧と等しくなる。一方、硬土盤に対してはラグの先端部分のみで支持するために、その接触面圧は最大値をとるのである。これらの値は、ラグの形状寸法や機械の重量などによって異なるため、ラグ高さの実測値を相互に比較するためには修正を行なう必要がある。さて、26種類の機種について実測したラグ高さ h と稼働時間(SMH)との関係を両対数軸に対してプロットすると、図-6がえられた。一般的傾向として、ラグの摩耗量 M (mm)と稼働時間 H (SMH)との間には $M = \alpha H$ なる直線関係が近似的に成立することが判明した。一定の稼働時間に対して、摩耗量相互の比較を行なう場合、係数 α の大きさを表現でき

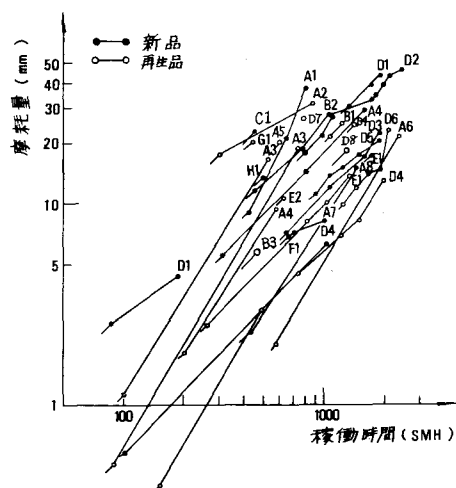


図-6 ラグ高さの摩耗経時変化曲線

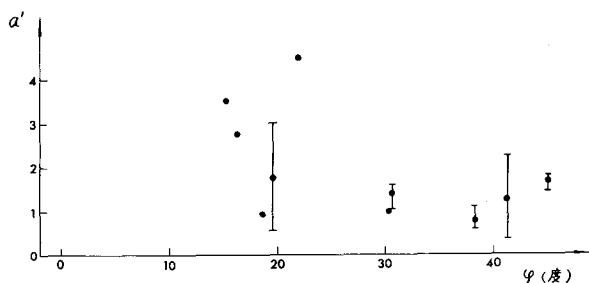


図-7(a) a' と内部摩擦角 φ との関係

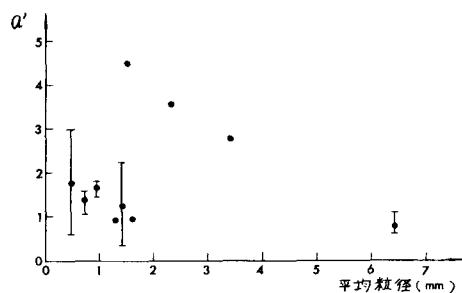


図-7(b) a' と平均粒径との関係

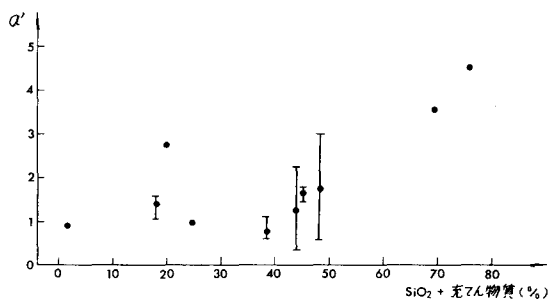


図-7(c) a' と石英+充填物質との関係

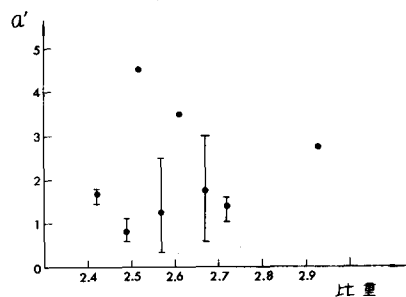


図-7(d) a' と比重との関係

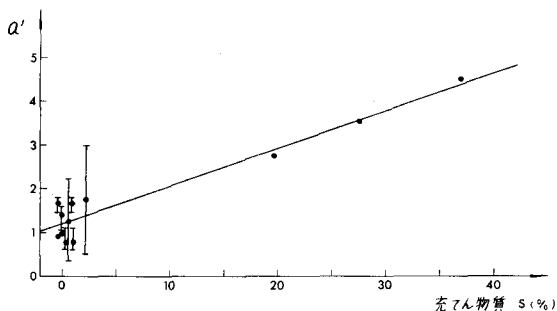


図-7(e) a' と充填物質との関係

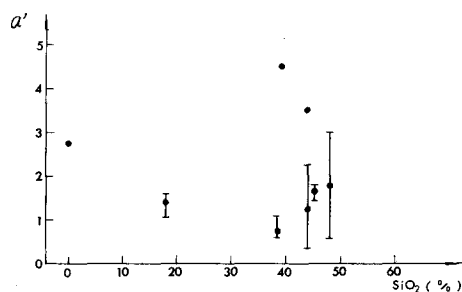


図-7(f) a' と石英との関係

るが、前述したように、ラグの摩耗量と土岩の性状との相関性を求めるために、ラグの金属硬度と底辺部に作用する接触面圧に対して次式によって a' 値を修正し a' 値とした。

$$a' = a H_v / p \text{ ----- (1)}$$

こゝに、 H_v はラグ部品の金属硬度であり、ビッカース硬度で示した。また、 p は接触面圧であり、現場の地盤の種類に応じて、振働比率によりその平均値で示した。上式は、一般に、堆積した土砂に対しては、金属の摩耗量は接触面圧に比例して増大すること、および金属の硬度と摩耗量に反比例関係があることがすでに判明しているの、土岩との相関性を求めるために a' 値に H_v/p を乗じたものである。

4. 土岩の特性と摩耗量との関係

a' 値で表現される摩耗量と土岩の諸性質との相関性を求めるため、図-7(a)(b)……(j)に示したように、 a' 値と土砂の内部摩擦角 φ 、平均粒径について、また岩石の鉱物分析における石英含有量、石英+充てん物質含有量、充てん物質含有量、岩石の比重、吸水量、圧縮強度、ロサンゼルスすりへり減量およびショア硬度の10項目に対する諸関係を図示した。中でも、相関性の高いと考えられる2,3の場合について回帰分析を行ない、その相関係数を求めた結果、次式をえた。

----- (2)

$$a' \text{ と 充てん物質 } S : a' = 0.086S + 1.208 \quad (r = 0.97)$$

$$a' \text{ と 圧縮強度 } \sigma_c : a' = 0.0018\sigma_c + 0.117 \quad (r = 0.69)$$

$$a' \text{ と ショア硬度 } H_s : a' = 0.0287H_s + 0.455 \quad (r = 0.35)$$

このように、岩石鉱物の結晶粒の間には充てん物質の存在が、摩耗量とまわめて高い相関性を有することが判明した。

5. 結 論

実際の土工現場における履带式重機械のシュー・グローサの摩耗に及ぼす土岩の特性として、岩石を母体として考えることが本質であり、とくに、造岩鉱物の中で、硬度の高い充てん物質の含有量およびそれに関連する諸因子が高い相関性を有することが判明した。

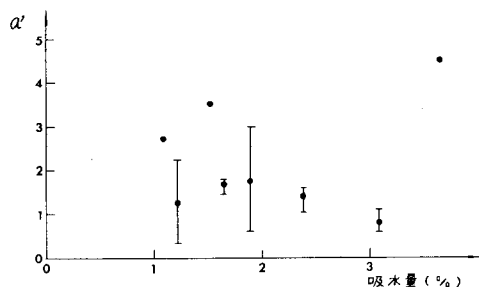


図-7(g) a' と 吸水量 との関係

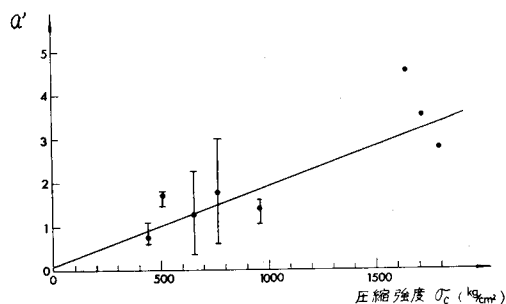


図-7(h) a' と 圧縮強度 σ_c との関係

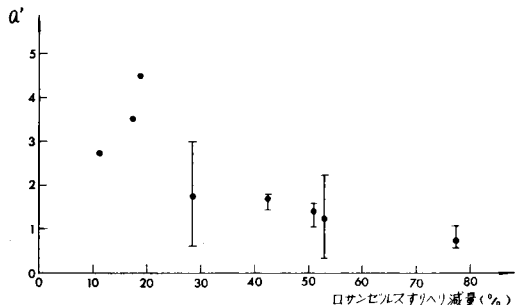


図-7(i) a' と ロサンゼルスすりへり減量 との関係

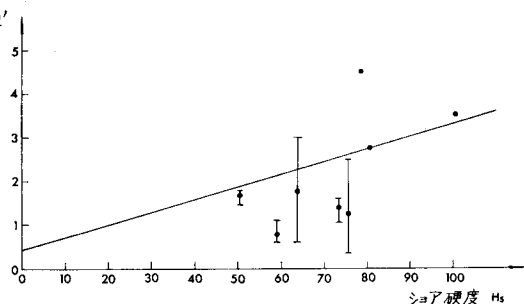


図-7(j) a' と ショア硬度 H_s との関係

謝 辞 多大の御助力を賜った日本建設機械化協会摩耗対策分科会に謝意を表す。