

氏名	室 達 朗 むろ たつ ろう
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論工博第594号
学位授与の日付	昭和48年3月23日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	土工機械作業部分の土砂による摩耗機構に関する研究

(主査)
論文調査委員 教授 畠 昭治郎 教授 岡田 清 教授 松尾新一郎

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、大規模機械化土工の増大とともに機械作業部分の土砂による摩耗が激しくなり、機械稼働率の低下が問題となっている現状に対し、その摩耗機構を解明し対策上の基礎指針を得ることを目的としたもので、2編14章からなっている。

第1編(1~8章)では基礎的研究を行っており、まず第1章で従来の研究結果を整理し、金属組成や機械的性質と耐摩耗性との関係をまとめているが、土砂の条件および作業条件の変化に対する解析がほとんどなく、これらの解明が急務であることを指摘している。

第2章は本研究のため新しく設計した摩耗試験装置について詳述しているが、これは直径約6mの円環状土槽を用いることにより、各作業部分を原寸大で、また種々の作業に対応した条件で摩耗実験ができること、土槽内土砂量が 15m^3 に近い大量のため、長期間の実験中にも土砂の条件がほとんど変化しないことなどのすぐれた特長をもっている。

第3章では土砂と平板との間に作用する運動摩擦特性について実験的研究を行っているが、その結果、土粒子の拘束度が高くなるほど摩擦抵抗が増大すること、平板に振動を加えたときには共振点付近で抵抗が最小となることを示している。

第4章では最も摩耗の激しい条件として、風化岩など軟岩を対象とする場合について理論解析を試みている。まず、単一粒子によるスクラッチ試験を行って、粒子頂角、金属面の硬さ、押しつけ力、スクラッチ抵抗、みぞ深さ間の関係を求め、次に、軟岩などではこのような粒子が無数に固結しているところを金属面がこすってゆくものと考え、接触面圧および結晶粒子径の大きさにより順次平衡を保つところまで、結晶粒子頂部が金属面内に貫入し、その粒子が金属面を切削してゆくために摩耗が生ずるとして、理論的に摩擦抵抗や摩耗量を算出しようことを示した。その結果、摩擦抵抗は接触面圧に比例するが、その比例係数すなわち摩擦係数は粒子の形状や相対硬さおよび水分の有無により変化すること、摩耗量は接触面圧の0.84~1.0乗に比例し金属面の硬さに逆比例することおよび摩擦係数の3.1乗に比例することを明らか

にしている。

第5章では前章で求めた解析結果を検証するための実験を行っているが、試料上としては硬質砂礫粒子をセメントで固めたものを用い、その上に金属板を最大 10 kg/cm^2 までの種々の接触面圧のもとで摺動させ、摩擦抵抗および摩耗量を計測した。このとき欠落あるいは破碎された粒子は目づまりを防ぐため直ちに除去したところ、前章の解析結果とよく一致した実験結果をえており、解析の妥当性を実証している。

第6章はゆるい堆積土砂礫に対する金属板の摩耗について検討している。金属面上の土砂を静止、滑動、転動の3状態に分けて考え、それらの粒子数の割合が金属面の向きや進行方向および土砂礫の拘束度によって種々に変化するものとし、その割合を統計的に求めた。次に、摩耗量を左右するものは滑動粒子であり、その粒子形状、接触面圧、滑動速度、摩擦係数によって摩耗量が理論的に導きだされることを示した。その結果の一つとして、金属面の法線とその進行方向とのなす角が約 60° の場合に摩耗量が最大となることがわかった。

第7章は、これまで平面部分の摩耗をとり扱ってきたのに対し実際もっと摩耗の多いエッジ部分について解析を行ったものである。まず、単粒子によるスクラッチ試験を種々の曲率半径をもつエッジ部分で行い、曲率半径とみぞ深さとの関係を求め、これを用いてエッジ部分の摩耗による形状の経時変化を計算により求めうることを示し、かつ実験によって実証している。

第8章は第1編の結果をまとめて結論としている。

第2編(9~14章)は実際上の問題をとり扱っているが、まず第9章では平面掘削刃面の碎石による摩耗について、刃面の縦すくい角および横すくい角を変えたとき刃面上を流れる碎石の方向、速度分布、接触力分布がどのように変化するかを実測した。その結果、流動している碎石の大部分が滑動していること、摩耗量は滑動土粒子数と接触圧力と流動速度との積で表わされることを明らかにしている。

第10章では碎石土砂による摩耗のために掘削刃先形状がどのように変化してゆくかについて研究を行っており、刃先角度による摩耗特性の相違を明らかにしている。まず、碎石中にくさび状の刃先を貫入させて摩耗量を測定した結果、頂角 60° 付近において摩耗量が最大になっており、これは第6章の結果と一致している。このようなくさび状の爪または刃先の摩耗についても、作用力がわかれば理論的に計算できることを示しており、これらの結果は室内実験の結果とよく一致するとともに、現場における爪の摩耗状況をも定性的によく説明している。

第11章では碎石の粒度と含水比が摩耗量に及ぼす影響について実験的考察を行っている。種々の硬さをもつ丸鋼棒を碎石中で移動させたところ、摩耗量はその移動抵抗に最も大きく左右されること、その抵抗は碎石の粒径が大きくなるほど大となること、飽和度以上の含水比のときは、移動速度 v と碎石層の透水係数 k との比 v/k の1次式の形で抵抗が変化することを明らかにした。したがって含水比が増すと摩耗量が增大するが、実測によれば抵抗の増大度よりも摩耗量の増加率の方がかなり大きく、この点についてはまだ完全に解明するには至っていない。

第12章では無限軌道をもつブルドーザのシューラグ高さの摩耗について、作業条件のなるべく一定した現場を13箇所選定し、それぞれの土あるいは岩の特性と摩耗量との関係について調査した結果を述べてい

る。それによると、砂の場合は粒径の小さい方が履帯のスリップが多くなるために摩耗量がやや増大すること、岩石の場合は風化の程度を表わすロサンゼルスすりへり減量との相関性が高く、また岩石中に含まれる硬さの大きい石基の含有量や岩石の圧縮強度が大きいほど摩耗量が多いことが明らかになった。

第13章では衝撃を伴う研削摩耗現象をとり上げ、噴流砂による金属面の摩耗量を実測した結果、噴流砂の方向が面の法線に対して約 70° 傾いたときに摩耗量が最大になること、またその量は噴射流速の2乗に比例することを示した。次に実際例として、インパクトクラッシャの打撃刃の摩耗に及ぼす諸因子の影響を明らかにしている。

第14章は、第2編の結果をまとめて結論としたものである。

論文審査の結果の要旨

近年、大規模な機械化施工の増大にともなって機械作業部分の土砂による摩耗が多く、工期・工費の上に大きな影響をもつようになり、その摩耗機構の解明が強く要望されている。本論文はこれについて、とくに土砂あるいは岩石の性質との関係に重点をおいて研究を行ったもので、得られた成果を要約すると次のとおりである。

(1) 対象を軟岩などのように硬い結晶部分が固まった状態にある固結体と、砂礫や碎石などのように粒子間に結合力のない粒体との二つに分け、摩耗は結晶あるいは粒子の隅角が金属面上を滑動するときの研削によって生ずるものとし、まず、種々の頂角をもつ単一粒子によるスクラッチ試験を行って、頂角・押しつけ力・硬さ・スクラッチ抵抗・みぞ深さの間の基礎的關係を求めた。次に固結体については、その表面を滑る金属面の硬さや接触面圧および固結体表面に出ている結晶の形状や大きさに左右されるものの、結局、接触面圧と平衡を保ちながら結晶頂部が金属面内に貫入し、その研削によって摩耗が生ずるという考えのもとに、上述の基礎的關係を用いて摩擦抵抗および摩耗量を理論的に求めようことを示した。また、粒体については金属面上を移動する粒子を静止、滑動、転動の3状態に分け、その割合を統計的に求めているが、この割合は金属面の向きと進行方向および粒子の拘束条件によって変化することを示すとともに、摩耗量は滑動粒子数と接触圧力および滑動速度の積に比例し、金属面硬さに逆比例することを示した。

(2) エッジ部分の摩耗については、まず、先端の丸みを表わす曲率半径と単一粒子の貫入深さとの関係を明らかにし、つぎに、刃先頂角の影響を見出しているが、これらを総合することにより、砂礫の性状および刃先に作用する力がわかれば、その刃先形状の摩耗による経時変化を算出することができることを示した。

(3) 粒体において飽和度以上の含水量を有するときには、その中を動く金属体に作用する抵抗は移動速度 v と透水係数 k との比 v/k の1次式の形で増大し、したがって摩耗量もこれに応じて大きくなる。また、噴流砂の場合は金属面に対して約 20° の角度で噴射するとき、摩耗量が最大となることを示した。

(4) 作業現場における摩耗と土砂あるいは岩との関係について実測した結果、無限軌道のシューラグ高さの摩耗については、粒体の場合には粒径の小さい方がよく摩耗し、固結体の場合には風化度を表わすロサンゼルスすりへり減量、圧縮強度、岩石中に含まれる石基の含有量とシューラグ高さの摩耗量との間に密接な関係があることがわかった。

以上要するに本論文は、土工機械作業部分の形状寸法・硬さ・対象土岩の性質・作業抵抗などが与えられれば、その作業部分の摩耗性状あるいは摩耗量を求める根拠を与えたもので、学術上工業上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。