

金属面の砂質土に対する摩耗特性について

京都大学工学部 正員 畠 昭治郎
同 正員 〇室 達朗

1. 目的 土工機械の作業部分における各種金属面と砂質土との間の摩耗については、その現象は多種多様であり、摩耗の機構についてはほとんど解明されていない。機械施工の合理化の一環としての摩耗対策は、機械の寿命と効率を左右するうえで非常に重要な問題であるにもかかわらず、従来はもっぱら経験に頼ってきた。それ故に、この砂質土に対する金属面の摩耗機構、とくに摩耗量を支配する法則性を理論的、実験的に究明していく必要があり、これが本研究の目的である。これにもとづいてより合理的な摩耗対策をたてることができる。

2. 摩耗の機構 一般の摩耗現象を分析分類すると、凝着摩耗、ひっかき摩耗、腐食摩耗およびまだら摩耗に大別されるが、金属面と砂質土との間の摩耗を考える場合、その大部分が砥粒によるひっかき摩耗とこがり摩耗であると考えられるので、できるだけ純粋な形でその現象が取り出せるような実験装置を考案し、運転の諸条件と摩耗量との定量的関係を求める必要がある。まずひっかき摩耗に対する金属の機械的性質の影響については、各種の金属片についていろいろの大きさの砥粒をもつ研磨紙上でひっかき試験を行った結果、M.M. Khrushov は、金属の相対耐摩耗度はその金属の硬度 H に比例することをみだしている。これによると金属の耐摩耗性を向上させるためには、できるだけかたい材料を用いることであり、熱処理焼入れによってかたさを増すことはかなり有効であるが、圧延などの加工硬化によってかたさを増しても全然効果がない。また T.L. Oberle によると、材料のヤング率を E として、 H/E または H^2/E の大きい材料は、ひっかき摩耗に強く、ヤング率 E 単独で比較した場合には、その値が大きい方が耐摩耗性がある。また J. Goddard¹⁾ は、ひっかき摩耗試験について、摩耗量は面圧に比例するとともに金属と砥粒間の摩擦係数 μ と金属と金属との間の摩擦係数 μ_0 との差に比例することを実証している。そこで摩擦係数 μ の大きさを理論的に説明するために砥粒の形状を仮定すると、金属面に対する掘り起こし項 μ_p と凝着項 μ_a とに分けて一義的に求められる。すなわち砥粒子の頂角の関数として表現された摩擦係数を媒介として摩耗量が計算でき、とくに顕微鏡下でみられる鈍角粒子に対してかなり実測値とよく一致しているようである。しかし、ここで用いられたモデルは金属面の法線方向に軸を有する球、円錐、三角錐、四角錐などであるから、これをより一般化するためには軸を傾斜させた場合について考察する必要がある。つぎに粒子のこがり摩耗については、土粒子形状の変化がはげしく粒子相互間の運動機構が非常に複雑なために未だ定説がない。

いずれにしても金属面と砂質土の摩耗機構を考える場合、上述した砥粒子からなる研磨紙上におけるひっかき現象が、それ程顕著にはみられないであろう。というのは、土粒子と金属との相対硬度が金属の摩耗量を支配するものであり、また締め固め程度の差によって土粒子相互のかみ合はせは異なるけれども、土粒子自身外力を受けた場合に移動すること

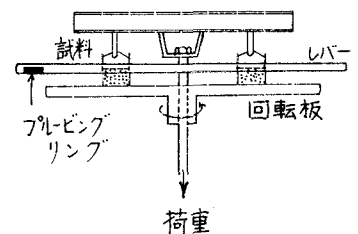
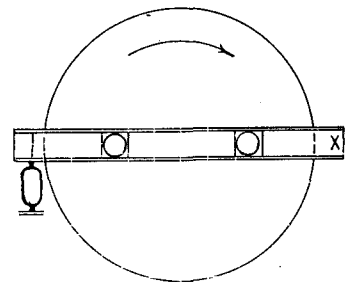
ができるので、土粒子相互の間に外力を分散することができる。この点が研摩紙上の摩擦と根本的に異なる点であり、砂層の変形によってある程度金属の摩擦量は緩和される。しかし、個々の土粒子は、金属面および隣接粒子に対して点接触しながら滑動すると仮定すると、わずかな力に対しても面圧は非常に大きくなるので、ある一定の接触面積に達するまで土粒子の破かいをとまなうと考えねばならない。一例として砂層に金属板をおき両者間の摩擦機構を論ずる際に、砂層のせん断変形に要するひずみエネルギーと、金属板に与えた仕事量からすべり面上における摩擦に要するエネルギーを算定することができる。すなわち砂のせん断試験においてせん断力-ひずみ率曲線を $s(x)$ とし、砂層に対する摩擦カ曲線を $t(y)$ とすると、摩擦に要した仕事量 M は、次式で与えられる。

$$M = \int t(y) dy - \int s(x) dx$$

さらにミクロな考察を加え、いわゆる砂質土の表面あらさをどのように表現するかについて考察していく上には、土粒子相互間の運動機構についてより根本的な確率論的考察が必要である。

3. 実験装置および方法 金属板としては、熱処理焼入れによって硬度を増加させた鋼板を使用し、均一な粒径をもつ砂質土との相対硬度を測定するとともに、砂質土についてはできるだけ均一な粒径、形状を有する試料について締め固め度すなわち間げき比を変化させた場合の金属摩擦量を測定する。まず、金属摩擦量については、これが主として金属と土粒子間の摩擦係数と荷重に比例するものとして摩擦量を測定するとともに、摩擦係数との関係を求め実験式をたてる。

摩擦係数測定装置は、右図に示すように直径 1800 ϕ 厚さ 50 mm の回転板（摩擦速度 1.6~75.4 cm/sec ）上に鉄板をおき、その上の試料箱に充てんした砂質土に載荷（面圧 0.2~10 kg/cm^2 ）し、回転板を回転させた場合の反力を、レバーを通してプルベングリングで読みとるものである。なお金属の表面あらさについては、摩擦によってえられる程度とし、載荷重および回転速度を変化させた場合について行なった。摩擦量測定装置については、上述と同じ装置を用い、回転板上に厚さ 5 cm の砂層をしき、ローラで転圧回数を変化させ、その上に載荷された薄い鉄板をおき、数時間回転させた後の摩擦量を計測するとともに砂層の変形量を実測するものである。なお実験結果および考察については、講演時くわしく述べる予定である。



参考文献 1.) J.Goddard, H.Wlman: A Theory of Friction and Wear During the Abrasion of Metals. Wear, 5-2 (1962-3/4), 114.