

## 2. 土砂と金属材料の接触における静電気帯電特性の追究と摩耗支配則の解明

明石工業高等専門学校 都市システム工学科

江口 忠臣

明石工業高等専門学校 専攻科 建築・都市システム工学専攻

○ 清水 光治

### 1, 背景

本研究は、日本建設機械化協会関西支部摩耗委員会で新たな摩耗予測手法の可能性として、摩耗と静電気帯電の関連性について指摘されたことから、建設機械の安定した掘削性能維持を実現させるため、既往の研究では解明しきれない摩耗支配則について、静電気帯電特性の面から解明を試みたものである。

掘削ツールの性能維持は、現場の土砂と接触することで起こる摩耗と密接に関係しており、摩耗支配則を解明することは安定した掘削作業を行うことができ、さらには不測の事態を未然に防ぐ重要な手段となる。

しかし、現代の技術進歩においても、作業部分の金属に対し、土砂や岩石を構成する硬い鉱物粒子には摩耗を起してしまうのが現状である。

現在までに多くの研究者によって摩耗関連データの蓄積が進められてきているが、従来の手法においては

- ◆ 対地盤、対岩盤摩耗性は一律の予測が難しい
- ◆ 耐摩耗性向上のために材料硬さだけでは対応できない
- ◆ 一般的摩耗試験において精度を高めるためには長時間、試験することが必要
- ◆ 掘削時のリアルタイム耐摩耗性の把握は困難などの問題点も存在する<sup>1) 2)</sup>。

物体同士の摺動場面において静電気の発生は常態であり、大きな摩耗が生じる掘削ツールと対象地盤・岩盤との接触においても、同様の現象があるものと推測される。

以上の背景を念頭に、本研究では、物体同士の摺動場面において発生する静電気を、摩耗支配則解明に利用するための計測対象とする。

### 2, 実験方法

実験では、静電気分野において以前から用いられている<sup>3)</sup>、カスケード法・ファラデーゲージ法を組み合わせることにより、金属側の帯電量を計測することを可能にした。図-1は今回作成した、静電気帯電量計測システムの概略図である。静電気実験の流れとしては、適量の標準砂をホッパから落下させ、傾斜板と接触・摩擦しながら、ファラデーゲージの内側容器に捕集していく。この場合は、標準砂と傾斜金属板との接触・摩擦帯電を測定していることになる。適量の標準砂を滑落させた後、標準砂の供給を停止し、帯電量の経時変化をみる。

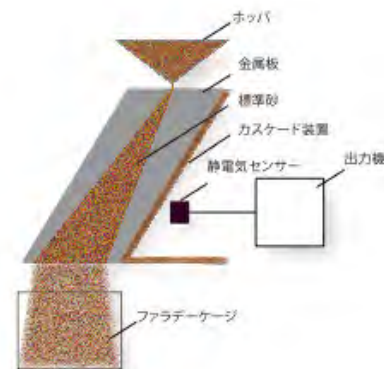


図-1 静電気帯電量計測システム

### 3, 試験材料の基本特性

#### 1) 標準砂

今回用いた標準砂は、JIS規格であるセメントの物理試験方法(JIS-R5201)によって定められた砂、豊浦標準砂を使用した。

2) アルミニウム, ステンレス鋼

表-1 は, 今回用いた金属板の基本特性である. ステンレス鋼はオーステナイト系 (18Cr-8Ni 系) SUS304 を使用. また, アルミニウムは, 純アルミニウム板を採用している.

表-1 金属材料の基本特性

金属の種類	弾性係数 (KN/mm <sup>2</sup> )	ビッカース硬度 (HV)
オーステナイト系 (18Cr-8Ni系) SUS304	193	68.3
純アルミニウム (99.0%) の性質	162	51.7

4, 実験結果と考察

標準砂と金属が接触した際の静電気帯電傾向について検証する.

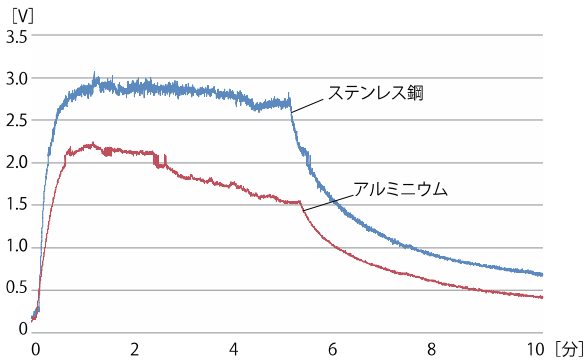


図-2 アルミニウム・ステンレス鋼 帯電結果

図-2 に今回の実験で得られたデータの一例を示す. アルミニウム・ステンレス鋼の帯電結果から, 金属の物性が異なることにより, その帯電量に違いが生じることが確認できた.

また, 金属の帯電傾向は接触を繰り返すことで飽和状態となるが, 実験回数を重ねるごとに, この飽和値が低下していくことが両金属で確認された. これは回数を重ねるごとに新生面が標準砂によって少しずつ摩擦され, 繰り返し接触した面では, 新たな摩擦が起こりにくく, 帯電量が低下していくということが考えられる. 接触によって帯電量が多くなる理由としては,

以下の要因が考えられる.

- 1) 物体同士の摩擦による有効接触面積の増大.
- 2) 発熱によって表面の電子を励起し, 表面の電子の分布を変化させる.
- 3) 表面にストレスがかかると, 物質によっては圧電効果(物体に力を加えると, 力に比例して電圧が生じる現象)が起こる. これによって電界が形成され, 電子の移動に影響を及ぼす.
- 4) 表面層の削り落としによる新生面の露出.
- 5) 表面の破壊による電荷の放出.

以上のことが考えられ, 接触時には金属表面が摩擦することで電荷を持った物質が移動するため, その帯電量も大きくなっていくことは, 当然考えられる事象であり, 実際に金属側の帯電で大きく影響しているのは, 摩擦現象であると考えられる.

5, 結論

- 1) 標準砂と金属材料(アルミニウム, ステンレス鋼)が接触した際の, 金属側の帯電特性が確認され, 静電気による帯電量は金属側において飽和することがわかった.
- 2) 土砂と金属板との接触を再現し, 静電気帯電量を計測する実験手法は, 本研究で用いた静電気帯電量計測法が有効であることがわかった.
- 3) 金属材料は土砂との接触を繰り返すことで, 帯電量が減少していくことから, 標準砂と金属間における静電気帯電量に最も起因するのは, 接触によって発生する金属側の摩擦であり, 表面層の削り落としによる新生面の露出と, 表面の破壊による電荷の放出が帯電量に影響する大きな要因だと考えられる.

6, 参考文献

- 1) テラメカニクス研究会土砂摩擦対策委員会編: 土砂摩擦の話-建設機械作業部品-, 2000.
- 2) 社団法人日本トライボロジー学会編: 摩擦・摩擦試験機とその活用, p. p6-16, 2007
- 3) 静電気学会編: 静電気ハンドブック, p417, 2006.