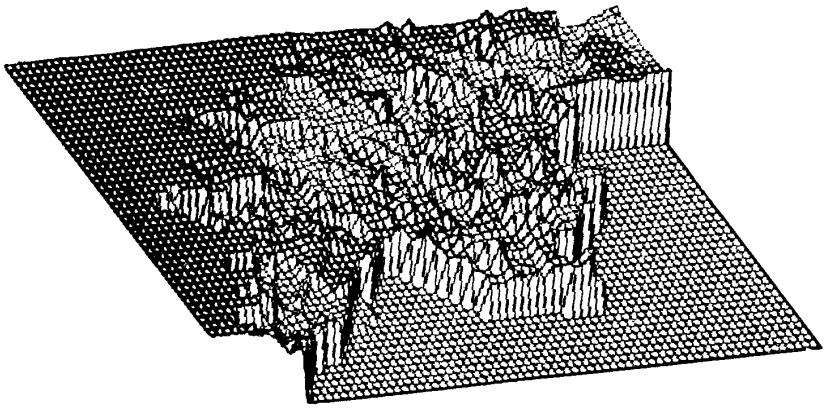
The Japanese Geotechnical Society



を得ないという問題はある。これについてはパソコン本体にあるウィンドウ機能により対処している。また，CRTディスプレーのドットとカラープリンターのドットが一致していないため，プリント段階において文字等の品質低下が生じている。パソコン本体，カラープリンターの機器全体が約65万円であるが，将来もっと安価で対応のとれた機器の出現が望まれるところである。しかし，現状においてコストパーフォーマンスの高いシステムになっているといえる。



図—9　$N$値等深図の鳥かん図表示の例

このような主にハードウェアの面における問題のほかに，先にも触れたように資料の秘密保持に関して，今後コンセンサスを得ておくべき問題がある。

本システムは，佐賀平野の研究用に開発されたものであり，提供された地盤資料は当研究室の基準に基づいた見直しと表示を行い，データーベース化を図っている。特に地質の表示は多様であり，オリジナルデーターをそのままコード化する事は危険が大きい。地質調査の経験に基づき，堆積様式を考慮しながら，全体のデーターをながめるという，前処理が是非必要である。

今後このような試みが各地で盛んに行われるであろうが，パソコン間のデーター通信が盛んになりつつある現在，データーのフォーマットが統一される事が最も必要かつ重要であろう。地盤関係の情報処理に関しては，表示作図がつきものであるからそのために，当システムのデーター構造を紹介したわけである。希望される研究者に対しては，検索プログラムの提供についても考慮しているところである。

参　考　文　献

1) 日本電気㈱・日本電気HE㈱：PC9801Fユーザーズマニュアル
2) 岩尾雄四郎・堀田昭則：地形図・鳥かん図図化プログラム（未公開）

技術手帳

# 土の摩擦現象

長坂勇二*

## 1.　摩擦の基本的性質

摩擦現象は質量のある物体の接触に伴って必然的に発生する。摩擦の基本的性質は，①摩擦抵抗は接触点の相互間力に比例する。②摩擦抵抗は見かけの接触面積に無関係である。③動摩擦抵抗力は，静摩擦抵抗力よりも小さい。などがあげられる。これらの法則性は古くから知られており，特殊な場合を除き成立する。静摩擦の法則性は，(1)式のように，極めて単純な形で現せる。

$$f=F/W=\tan\varphi=\text{const.} \quad \cdots\cdots(1)$$

ここに，$f$：摩擦係数
$F$：最大静摩擦抵抗力
$W$：荷重
$\varphi$：摩擦抵抗角
$F'$：作用力

荷重$W$が面に作用しなければ，また，作用力$F'$が働かなければ摩擦抵抗力は働かないが，特殊な条件下，例えば，真空中で表面汚染が全くない場合などでは，かなり大きな凝着力に基づく摩擦抵抗が計測されている。

## 2.　摩擦のメカニズム

摩擦抵抗の原因を，凹凸のある接触面のかみ合わせに求める「凹凸説」が定説であったが，現在では，物体表面の真の接触面に形成される凝着部を破壊するに必要な力とする「凝着説」が広く受け入れられている。なお，物体の表面は，どんな表面加工によっても完全な平面とはならないし，物体の表面には，酸化膜や吸着分子膜，その他のよごれ膜などのあるのが普通である。

汚染膜は，荷重$W$によって絞り出されるが，残っていると真の接触面積に影響を与え，摩擦抵抗力の大きさを変化させる。作用荷重が小さく，汚染膜さえ破断できない時に

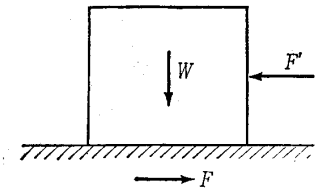
*㈱基礎工学コンサルタント　代表取締役



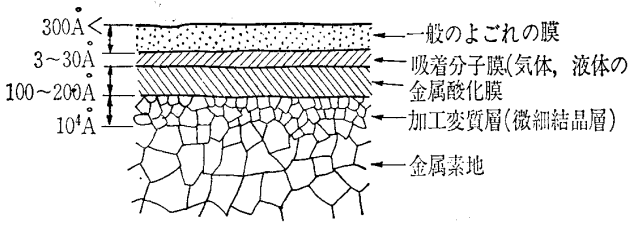
NII-Electronic Library Service

The Japanese Geotechnical Society






図—1　水平面に働く摩擦力




図—2　金属表面の構造の例[2)]

は，全く異質の摩擦係数を示すことになる[1),2)]。

接触点でクリープによる変形が進行すると真の接触面積が時と共に増して，静摩擦抵抗力が大きくなることがある。この効果は，強度特性，クリープ特性の異なる材料間の摩擦で顕著であると考えられている。

## 3.　土と異種材料との摩擦

土粒子間の摩擦については，土質工学ではマクロな現象としてとらえ，土のせん断特性，変形特性として扱われているが，ミクロな現象を考慮した土の構成式の研究もさかんである。ここでは，最近注目されている補強土工法に例を取って，土中に挿入または設置された鋼平板と土との摩擦現象を考えてみる。

この種の摩擦現象は，様々な因子に影響を受け複雑であるが，主な因子の概要は，次のとおり考えられる。

(1)　水の作用　　摩擦面の潤滑材として作用する汚染膜を洗い流して摩擦を増大させる働きをする。水の粘性を無視できない摩擦速度では，水は接触を阻害し摩擦を減ずるが，通常は摩擦に対し中立の立場を取るものと推察される。

(2)　間隙水圧　　摩擦抵抗力は，接触点での有効荷重に依存するから，土粒子間摩擦と同様に飽和土中では有効応力の原理に従う。

(3)　土の密度　　真の接触面積は，接触点の数に関係なく，荷重によって決まるからこの限りにおいて土の密度は摩擦に関係がない。しかし，土粒子の場合には，すべり摩擦（引っかき摩擦），ころがり摩擦もあるから，密度を大きくすると粒子がころがりにくくなり，すべり摩擦が増大する。その結果摩擦抵抗力は増大する。ただし，ころがりやすさは粒子形状や粒度配合，圧力等によって大きく異なるので評価は難しい。密度を上昇させるために与える締固めエネルギーによって，接触状態が改良され摩擦抵抗力を増大させることもある（突込み効果）。

(4)　粒径　　土と平滑メッキ鋼板との摩擦係数を粒径との関係で見ると，粒径の大きい材料ほど摩擦係数が小さい傾向がある。大きい粒子ほど重心点が板から遠くなり，ころがりやすくなるからだと説明されている。また粒径が接触点当たりの力を大きく変化させるため，例えばメッキ層などの表面膜の影響度が変わり，これが摩擦のメカニズムを変えてしまうとする考え方もある[3)]。

(5)　粘土と摩擦　　粘土鉱物の吸着水層を介しての摩擦であり，吸着水層の粘性抵抗，電気化学力からなる摩擦力などが考えられるが，明確にはされていない。

純粋粘土の摩擦係数 $f$ は 0.2 程度以下と言われている[4)]。自然粘土には，シルト，砂の粒子が含まれるのでこれよりも大きくなり，粒状土の摩擦係数に近づく。

## 4.　おわりに

摩擦抵抗力は見かけの接触面積の数百分の1から数万分の1と極端に小さい真の接触面積における凝着部の破断抵抗力が主な原因と考えられている。摩擦抵抗現象が表面現象である限り，微細な表面性状に大きく左右される。ことに表面汚染膜，酸化膜，メッキ膜等々の効果はデリケートであるから，各種試験による摩擦抵抗力は常にばらつく。

### 参　考　文　献

1)　バウデン・ティバー：固体の摩擦と潤滑，丸善，1980.
2)　曾田範宗：摩擦の話，岩波新書，1982.
3)　長坂勇二・堀　誠治：土と異種材料との摩擦に関する考察，第20回土質工学研究発表会，1985.
4)　Rowe: The Stress-Dilatancy Relation for Statics Equilibrium of an Assembly of Particles in Contact, Proc. Royal Society, London, Series A. Vol. 269, 1962.

（原稿受理　1985. 8. 23）



NII-Electronic Library Service