

九州産業大学 正 員 石 堂 梶

〇 関 直三郎

野間 明 義

1. はじめに 杭や擁壁などの建設材と土の間の相対的な変位が生じたときの摩擦抵抗は、土および建設材の種類と状態、セン断速度などによって異なり、土自体のセン断特性とはかなり異なった性質を示すことは Potyondy^①, Coyle^② らの報告でも明らかである。筆者らはいくつかの建設材と乾燥砂の間の関係について、主として $\beta = \tan \delta / \tan \phi$ の値を検討してきたが、ここでは材種、含水比、密度、セン断速度の影響を相馬砂について考察したものである。

2. 実験概要 小型一面セン断試験のセン断面を改良して、下部に $74 \times 73 \times 2 \text{ mm}$ の材片をおき、上部に $60 \times 10 \text{ mm}$ の砂をつめる。セン断中の接触面積は一定に保たれ、下部移動とした。実験の条件は表-1 のようにとり、これらを組合わせて行なった。

材 片	鋼板 (普通の状態) サンドペーパー貼付板 アクリル板
速度	1, 10 mm/min, 瞬間
含水比	0 ~ 30 %
密 度	1.50, 1.60, 1.70 t/m^3
砂	福島県産 相馬砂 $G_s = 2.64$, $D_{60} = 0.70 \text{ mm}$, $U_c = 1.26$

表-1 実験条件

3. 考 察

3.1 含水比の影響 各条件に対する結果の例は図-1~3に示す。Terzaghi や Tschobotsarioff^③ らは鋼、ガラス等の物質に対して、水は反潤滑作用を示すことを実験により強調しているが、この実験結果では鋼板およびアクリル板においてその傾向が明瞭に表われている。図-2は鋼板と砂の試験結果であるが、

$w = 10, 20\%$ の間には大きな差はない。これは水量の影響よりも水膜の性質によるものであるとする Terzaghi の考え方を裏づけている。アクリル板についても同様である。

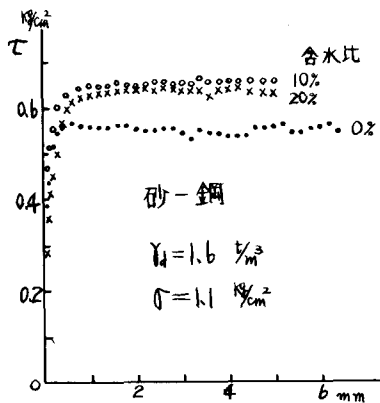


図-1.

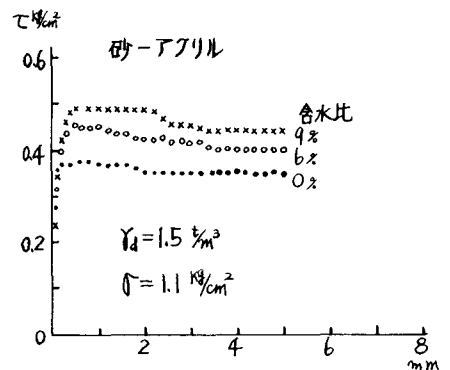


図-2.

$W=0\%$ の場合は接触面の固体間摩擦が表われ W キロに比して f の比は $0.80 \sim 0.85$ 程度を示している。一方砂のセン断では図-3のように含水比の増加に伴って抵抗の低下をきたしている。これは図-4のサンドペーパー板についても同様にいえる現象であるが、すべり面の突起(粗度)の影響が効果的に表われ、水は潤滑の役目をなしている。鉱物の種類による相違を考える必要があるかもしれないが、粒状面と滑面との差が、水の作用に影響しているとも考えられる。

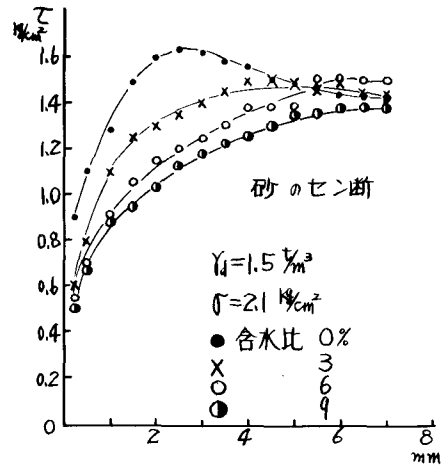


図-3.

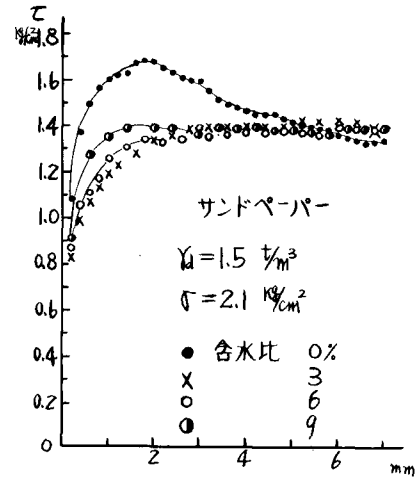


図-4.

3.2 材種の影響 抵抗～変位曲線は図-6のようになり、砂のセン断抵抗より壁面抵抗の方が小さな変位で最大値に達し、その間の体積変化は滑らかな板ほど小さな変化しか生じない。砂がセン断される場合、粒子の間隙、配向の変化をおこしながら塑性状態に至るといえる。サンドペーパーのように粗い面に沿ってすべろうとする場合は、すべり面の片側は粒子の動きが拘束されているため粒子の動きは砂の側のみへ強制される。したがって変形に対する抵抗は両側と互に動けるような砂にくらべて大きくなり、すべり面は壁面に沿った砂中に生ずるものといえる。

鋼、アクリル板のように滑らかな面に対しては、初期の段階で砂の骨格構造に微小ヒズミを生じてある抵抗を示すが、砂中に塑性的ヒズミを生ずるまでに至ることなく壁面に沿ったすべりを生ずる。図-6をみると、最大抵抗を示す変位は砂: 約 2mm 、鋼、アクリル板: 約 0.5mm を示し、後者の変位では砂自体はいまだ中間状態にあることがわかる。体積変化の比較や図-5の性質からも、それは明らかである。すなわち滑らかな場合は壁面が土塊中の一つの弱面となって壁面すべりを起すといえる。

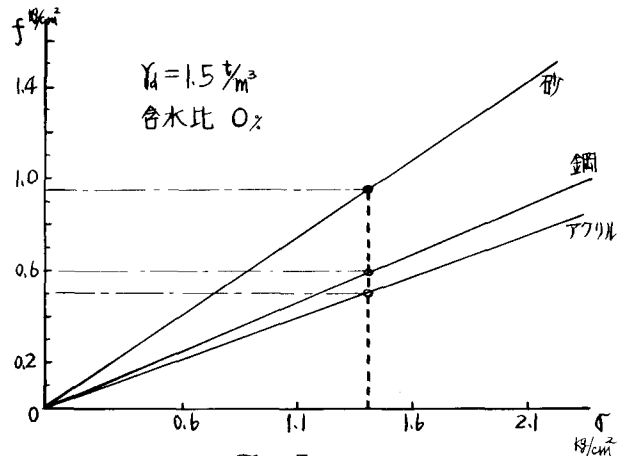


図-5.

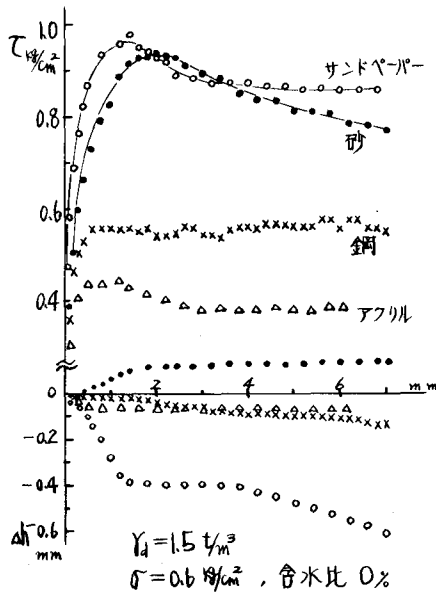


図-6

図-7は砂の $\tan \phi$ に対して各材の摩擦係数を比較したものであるが、サンドペーパーでは砂が塑性平衡状態に至ったことを示し、鋼材では砂の半分程度しか示さない。

3.3 速度の影響 図-8~9に試験例を示す。砂のせん断においては乾燥の場合と $W > 0$ の場合と曲線形に差がある。 $W = 0$ は速度の速い方が変形抵抗が小さく、最大に至るまでの変位も大きいが、 $W > 0$ は速度の影響はほとんど生じない。(図-8)。その終局値は含水比、速度にかかわらず一定値を示す。瞬間的に8mm程度の水平変位を与える場合の強さは、ほぼ終局値に近い値となる。

滑らかな板の例では、低含水比のときは速度の速いほど大きな抵抗を示すが、高含水比になるにしたがって差は少なくなり、ある程度以上の含水比では逆転することが推測される。例えば $\gamma_d = 1.5 \text{ t/m}^3$ の場合、アクリル板においては $W = 4\%$ 、鋼板では $W = 10\%$ 程度がその限界含水比とみられる(図-10)。

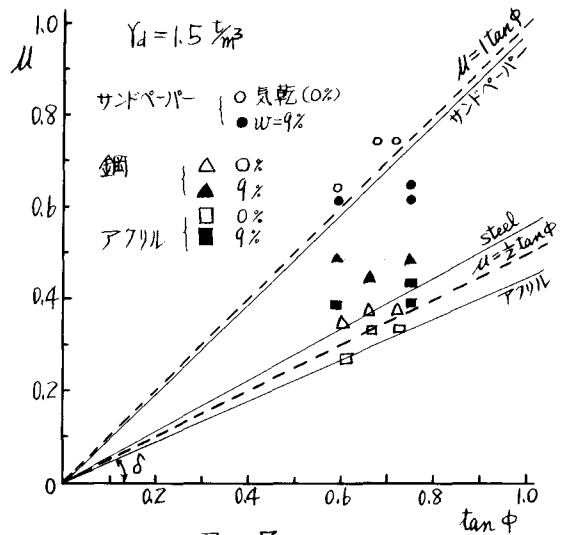


図-7.

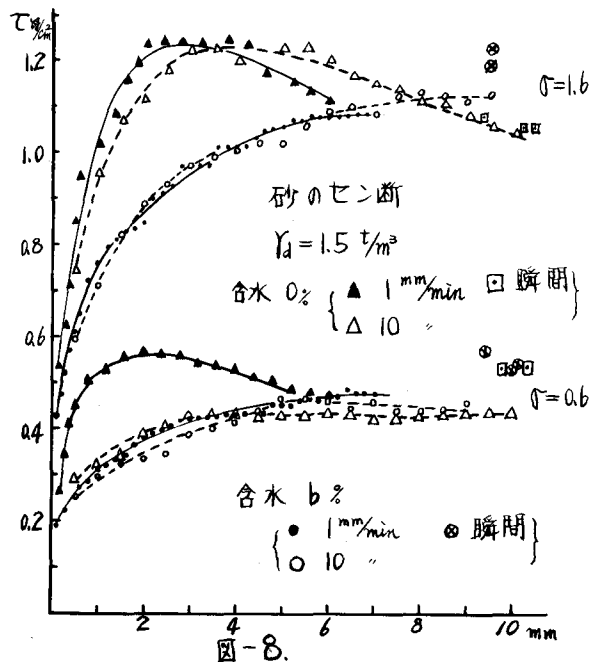
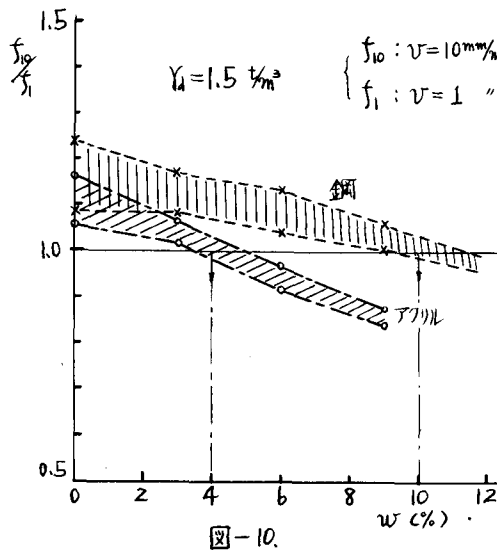
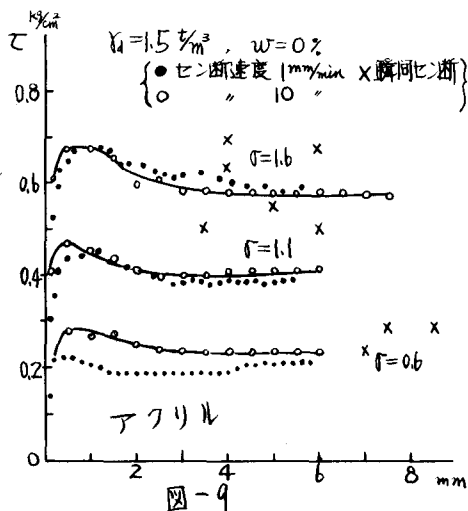


図-8.



4. あとがき

壁面摩擦特性に影響ある各因子について実験検討したのだが、壁材と含水比の影響はかなり大きいことが理解される。速度についてはまだ不十分なところがあると思われるので、今後はさらに含水比・粒径等の試験条件を拡大して、せん断機構、摩擦機構等についてこの考察が必要と思われる。然りに本実験に当り御助かりいただいた井上氏(現、五洋建設)に対し、謝意を表したいと思います。

5. 参考文献

- 1) Polgondy 「Skin friction between various soils and construction materials」 Geotechnique vol. 6, 1961.
- 2) Coyle 「Skin friction for steel piles in sand」 ASCE, Vol. 93, NO. SM 6, Nov. 1967.
- 3) G. P. Tschobotarioff 「チェボタリオフの土質工学」上巻
- 4) 石堂、空閑、桑原、小山田 「杭の摩擦抵抗に及ぼすせん断速度の影響」昭和45年度土木学会西部支部研究発表会
- 5) 石堂、関、井上 「砂と壁面間の摩擦特性」昭和46年度土木学会西部支部研究発表会