

マサ土のせん断特性について

京都大学 工学部 松尾新一郎
 大阪工業大学 福田 護
 関西大学 理学部 西田一彦

1. まえがき

土のせん断強さは、クーロンの式 $S = C_f + \sigma \tan \phi_f$ とし、 C_f, ϕ_f をそれぞれ破壊時の粘着力および摩擦角としている。したがって、 C_f, ϕ_f はひずみ量と無視したとにかくその土のもつ最大抵抗値の係数ということである。けれども、マサ土の場合、このようにひずみ量を考慮に入っていない C_f, ϕ_f を正しい値として採用してよいものか疑問に思われる。マサ土、とくに細いマサ土の軸圧縮試験では、ほとんどの供試体が15%以上のひずみ量でようやく破壊に達している。土質工学的な見地からすれば、このような大きなひずみ量以前のひずみ量における抵抗値で、実質的な破壊を生じたとした方が適正のように考えられる。このような疑問を出發点として、ひずみの進行にともなう粘着力と摩擦角の増加を主として追求するための実験を行った。実験試料としては、図-1に示すような川砂岩の風化したマサ土、すなわち、マサ土としては細かくコンシステンシーの大きな方に属するものを使用した。実験結果にかなりのバラッキがみられ、修正したところも多数あるので、数量的なことよりも傾向的なことを強調して報告する。

2. 解析方法

同一条件（含水比、間ゲキ比）の二つの供試体について、側圧の異なる軸圧縮試験を行った場合、両者の同一ひずみ量をとると、図-4に示すような各ひずみ量における中線を描くことができる。この中線の接線勾配が、その応力条件における摩擦角となり、また接線の直線延長のたて軸と交わる切片が粘着力となる。

つづいて、この中線から同一ひずみにおける中線の各勾配を測ることによって、ひずみの進

行にともなう中の増加を知ることができる。マサ土の粘着力の値は、多数の実験を行ってもバラッキが大きく、正しい値を捉はくすることは困難であり、またこのことと粘着力は中値にくらべ小さく余り期待できないとするならば、 $C=0$ （設計上）として安全側にとった方が実際的であるように思われる。

つぎに、どれほどのひずみ量を実際の破壊とみなすかという、基準の問題である。このことを決める上には、将来さらに多数の実験および研究を進めて行かねばならないが、少なくともマサ土を軸圧縮試験とした場合、設計値として供試体破壊値の中より小さい値をとすべきであるように思われる。

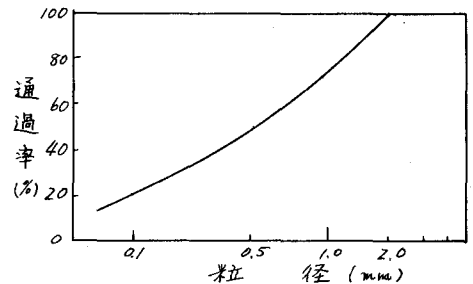


図-1 粒径加積曲線

3. 実験方法

3-1 試料: 試料は、阪急池田線花屋敷より採取された内蔵岩の風化したマサ土で、 2.0mm 以上の粒子は取り除いた。粒径分布を図-1に示す。

3-2 供試体: 供試体は、気乾状態にされたかくれ試料に水を加え長時間保管したのち、内壁がよく滑らかれたモールド内に試料を入れ、ゆっくりと荷重をかけ不飽和な種々の間ゲキ比のものを作成した。また、供試体は直径 5cm 、高さ $\pm 1\text{cm}$ で、均等に締固められているかどうかを、数回の供試体をサンプリングして確認した。

3-3 方法: 3軸圧縮試験機を用い、緩速ひずみ排気法(不飽和土のため)をとった。

4. 実験結果とその考察

図-2に示す実験結果からわかるように、破壊時の σ_f および C_f の値は、含水比および間ゲキ比の変化に対して特別な関係は認められず、 σ_f は $33 \sim 37$ 程度、 C_f は種々な値を示している。ここにおいて、とくに注目すべきことは、同一間ゲキ比の不飽和な供試体において、含水比が異なっても σ_f

の値に差異はみられず、ほぼ一定であるということである。けれども、通常この結果とは逆に、マサ土は水に対して非常に敏感で、このことはマサ土の大きな欠点の一つとして認識されている。したがって、実験結果と通常認識とはおのれ反し見矛盾しているように見える。けれども、実験結果をよくみるとこれは最終値(σ_f)が変らないということのせいで、ひずみ量の变化に対する抵抗値は、含水比、間ゲキ比の程度に大きく影響を受けるので、順次説明を行って行く。図-3は、応力-ひずみ曲線の一例である。このひずみ曲線から、同一ひずみ量のモールの内を描き、各ひずみの中線を描くと図-4のようになる。図がわかるように、破壊にいたるまでの各ひずみにおける中線は、垂直応力が大きくなるほ

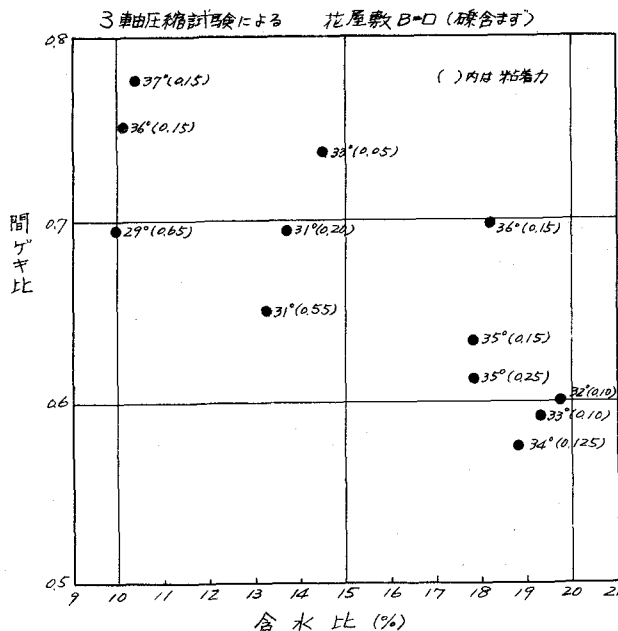


図-2 強度係数と含水比・間ゲキ比

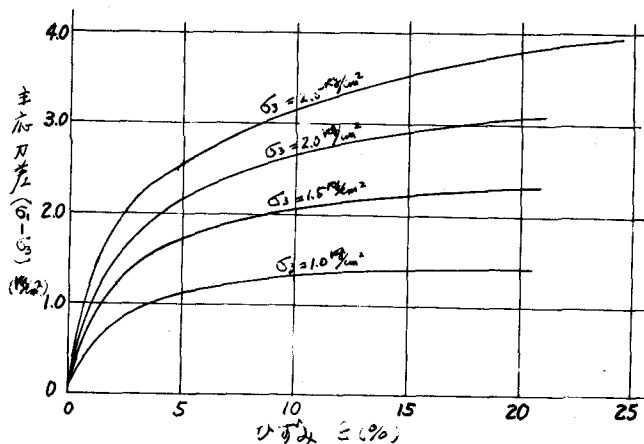


図-3 応力-ひずみ曲線

ど中線の勾配は小さくなる。この図から、各側圧におけるひずみ量の中線の摩擦角(中)を測り、図示すると図-5のようになる。この図から、側圧が大となればなるほど、小さいひずみ量で摩擦角が大きくなることわかる。このことは、側圧による拘束力の影響で、側圧が高い場合、横方向のひずみ量が大きいため、土粒子の移動運動量(モービライズ量)も大きくなる。したがって、側圧が大きい場合に比べて、土粒子の移動運動量が大きいため、比較的初期ひずみのところから、粘着力、ころがり摩擦角およびすべり摩擦角が大きくなり作用し、あるひずみ量をこすと土粒子の移動運動形態はほぼ定常となり、抵抗摩擦角の大きさもほとんど変わらなくなる。

一方、側圧が大きい場合は、拘束力が大きくなるので、横方向のひずみ量が小さく、側圧が小さい場合に比べ、土粒子の移動量が小さく、また破壊にいたるまで土粒子の運動形態も終始異なっているものと考えられる。そのため、供試体の破壊にいたるまで、ころがり摩擦、すべり摩擦が順次増大し、粘着力もあるひずみまで増加する。また、側圧の大きい場合、初期のひずみにおいては、摩擦角のうちすべり摩擦の方が多いと考えられる。このように上述のことは、

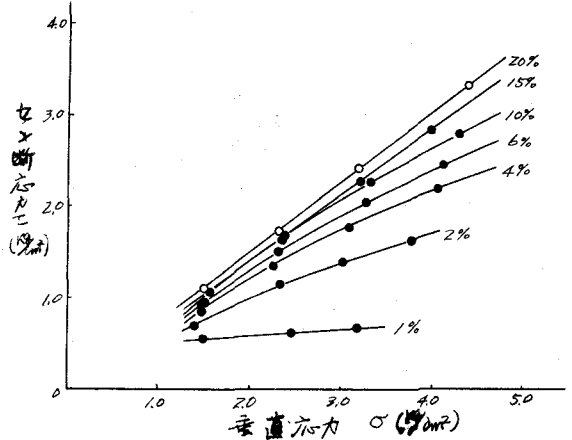


図-4 各ひずみにおける中線

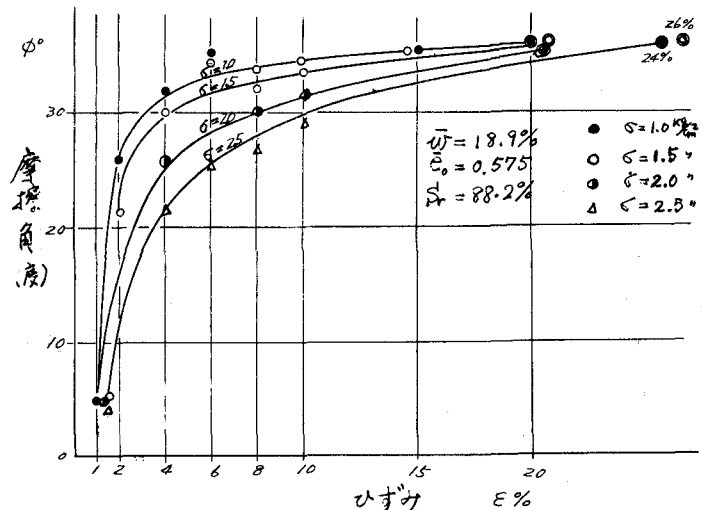
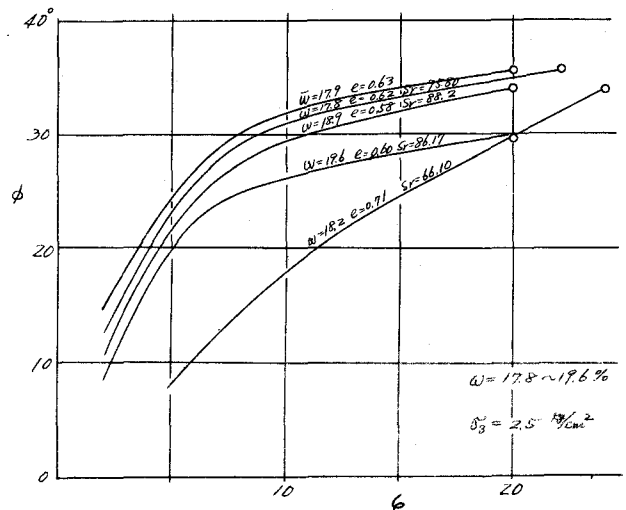


図-5 ひずみ量と摩擦角



III - 1 - 3 図-6 ひずみ量と摩擦角

ダイレタンレーが大きく作用する
ということである。

つぎに、間ゲキ比が異なる場合、
間ゲキ比が小さいものほど摩擦カ
が初期から急激に小さく、間ゲキ比
が大きいものほど摩擦カは漸次作
用する。また、同一側圧で同じ程
度の間ゲキ比において、含水比が
異なる場合を国-7に示すと、含
水比の低いものほど、高いもの
にくらべ摩擦カがはやく作用する。

最後に摩擦カと粘着力のひずみ

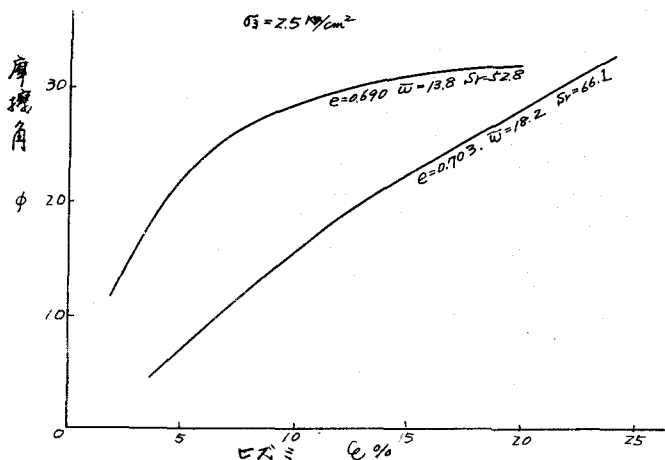
に対する相互関係を説明するため、粗面な板の上に粗面な
板料をのりではりつけた簡単な模型を考える。この材料
に、垂直方向のせん断抵抗力をかけると国-8のようにな
るせん断抵抗力が小さく、ひずみ量の小さい間は、粘着力が急
激に大きく作用し、摩擦カは少しづつ増大する。ついで
で、あるひずみ量に達すると、粘着力は増大から減少
へと向い、摩擦カがせん断抵抗値の主力となろう。マサ土
も普通のシルト質土に比較した場合、粘着力とひずみの
関係を考えみると、国-9のようにマサ土は破壊時
の粘着よりもかなり大きな値をもっていようが、普通
の土にくらべ、非常にひずみに対し弱く、そのことは
またみださな試験材料を採取するときにもみられるよう
である。

5. あとがき

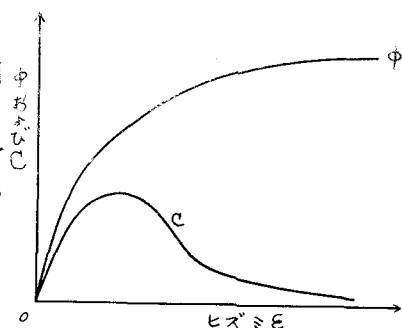
実際の設計にあたって、前述したとおり試験時の最
大値をとることは、ひずみの見地から工学的に問題が
ある。したがって、いかなるひずみの抵抗値を実際の
の破壊とみなすかが、この問題のカギとなる。また、
る軸試験のひずみは軸ひずみで、実際に現場でおこ
るせん断破壊のひずみ形態とは多くの場合異なり、その間の調整にも問題がある。これら
のことを究明するためには、新しい方法による実験を行わねばならない。

参考文献

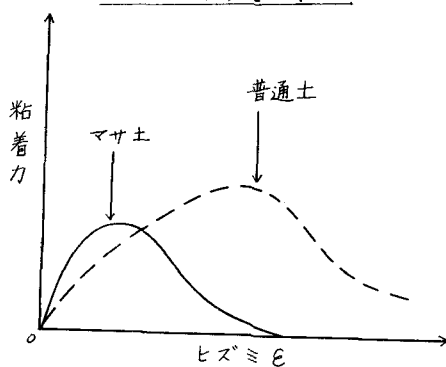
- 1). 松尾新一郎, 福田義, 西田彦 (1968) マサ土のコンシステシーと工学的性質について,
昭和43年度土木学会関西支部講演要集, P. 173-175



国-7 ひずみ量と摩擦角



国-8 ひずみ量とφ・c



国-9 マサ土・普通土の粘着力