

京都大学 工学 松尾新一郎
 ○ 大阪工業大学 高田 護
 関西大学 理修 西田一彦

1. はじめに

土のせん断強さは、フーロンの式 $S = C_f + \sigma \tan \phi_f$ 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 はひずみ量を無視したとてかくその土のもつ最大抵抗の係数ということができる。けれども、マサ土の場合、このようにひずみ量を考慮に入れていない C_f, ϕ_f を正しい値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三軸圧縮試験では、ほとんどの供試体が15%以上のひずみ量でようやく破壊を達している。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小さなひずみ量における抵抗値で、実質的に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、ひずみの進行に伴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、図-1に示すような閃緑岩の風化したマサ土、すなわちマサ土としてお細かくコンスタンレーの大きな方になるものを使用した。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、数量的にとよりも、傾向的であることを強調して報告する。

2. 実験方法

試料は、阪急池田線花屋敷から採取された閃緑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。供試体は、気乾状態にされたかく試料の水を加え長時間保管したのち、内壁がよくみ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相ゲキ比のものを作成した。また、供試体は直径5cm、高さ±1cmと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吟味した。三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。

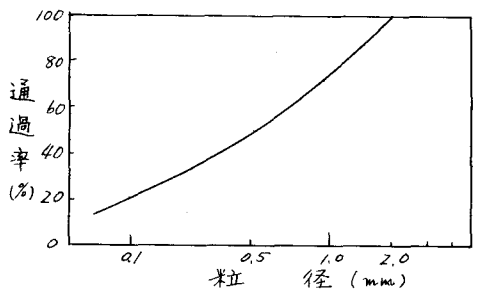


図-1 粒径分布曲線

3. 実験結果の解析とその考察

図-2に示す実験結果から分かるように、破壊時の粘着力 C_f の値は、含水比および相ゲキ比の変化に対し特別な条件は認められず、 ϕ_f は30°~35°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、同一相ゲキ比の不飽和な供試体において、含水比が異なっても ϕ_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ものと矛盾している。おのれが実験結果をよくみるとこれは最終値 (ϕ_f) が変らないということのみでひずみ量の变化に対する(けれども)

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、順次説明を行っていく。図-3は、応力-ひずみ曲線の一つである。このひずみ曲線から、同一ひずみ量のモールの間を結ぶ、各ひずみの中継を描くと図-4のようになる。図からわかるように、破壊にいたるまでの各ひずみにおける中継は、垂直応力が大きくなるほど中継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継の接線角度(θ)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、小さいひずみ量と摩擦力が大きく働くことがわかる。このことは、側圧による拘束力の影響で、側圧が低い場合、横方向のひずみ量が大きいため、土粒子の移動距離量(モーライズ量)も大きくなる。したがって、側圧が大きい場合にくらべ、土粒子の移動距離量が大きいため、比較的初期ひずみのときから、粘着力、すなわち摩擦およびすべり摩擦力が大きく作用し、あるひずみ量を超すと土粒子の移動形態はほぼ定常となり、抵抗摩擦角の大さきもほとんど変うなくなる。

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移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、このように摩擦が順次増大し、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、摩擦力のうちすべり摩擦の方が、このように摩擦よりも大きいと考えられる。このように上述のことは、ダイレクション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力が初期から急激に働き、間ゲキ比

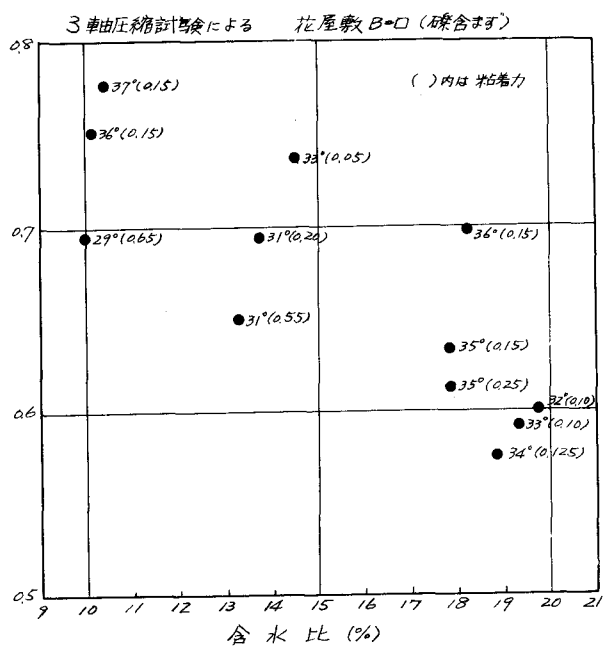


図-2 強度係数と含水比・間ゲキ比

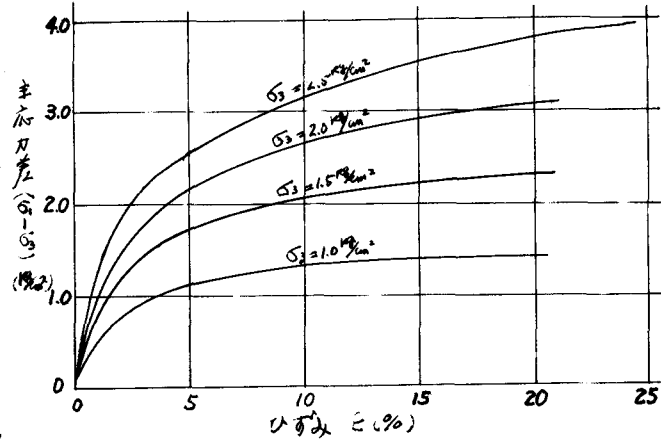


図-3 応力-ひずみ曲線

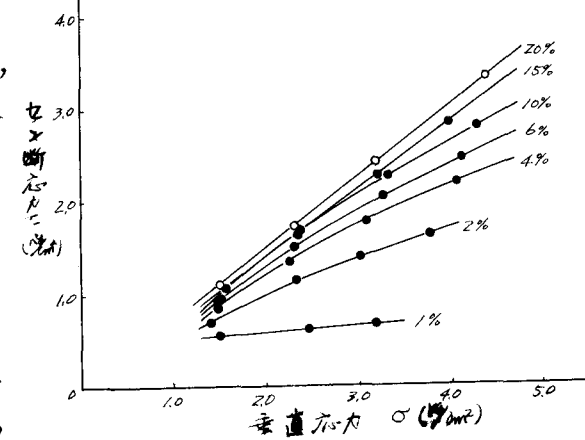


図-4 各ひずみにおける中継

が大きいものほど摩擦力は順次作用する。また、同一個圧で同じ程度の削げキズについて、含水比が異なる場合と図-7に示すと、含水比の低いものほど、高いものにくらべて摩擦力がはやく作用する。

粘着力とひずみの関係を知るために、多数の実験を行ったが、数値のばらつきが大きく、明確な相互関係を把握することは困難であった。しかし実験結果より、ひずみ量2%以内で最大粘着力を示し、それ以上のひずみ量になると急激にその値は減少していくことがわかった。

なお、摩擦力と粘着力のひずみに対する相互関係を説明するため、粗面材板の上に粗面材料をのりだけでよりつけた簡単な模型を考える。この材料に、垂直方向のせん断応力を与えると図-8のようにせん断応力が小さく、ひずみ量の小さい間は、粘着力が急激に大きく作用し、摩

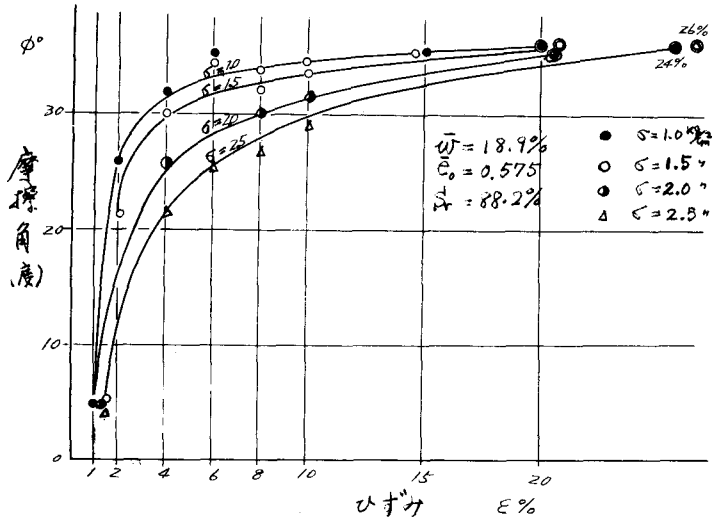


図-5 ひずみ量と摩擦角

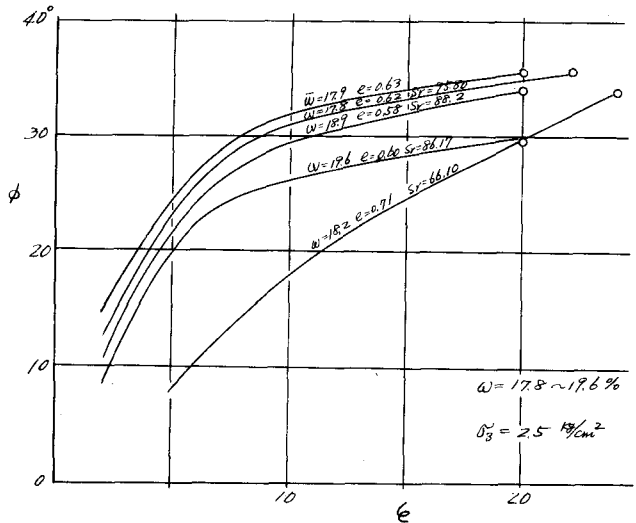


図-6 ひずみ量と摩擦角

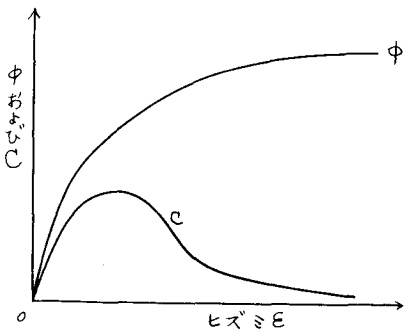


図-8 ひずみ量とφ, C

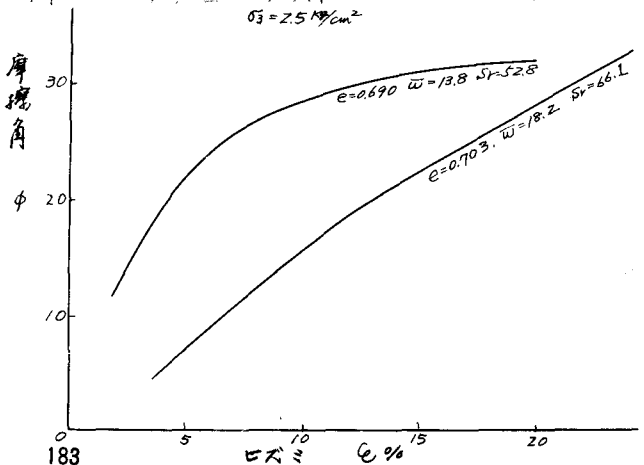


図-7 ひずみ量と摩擦角

摩擦力は少しづつ増大する。つづいて、2%程度のひずみ量に達すると、粘着力は増大から減少へと向い、摩擦力がせん断抵抗値の主力となろう。マサ土と普通のシルト質土と比較した場合、粘着力とひずみの関係を考えると、図-9のようなマサ土は破壊時の粘着力よりもかなり大きな値をもっているが、普通の土にくらべ、非常にひずみに対して弱く、そのことはまたさまざまな試験を採取するときにもかられるようである。なお、マサ土の粘着力の値は、中値にくらべ小さくあまり期待できないとするならば、 $C=0$ (設計土) 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。

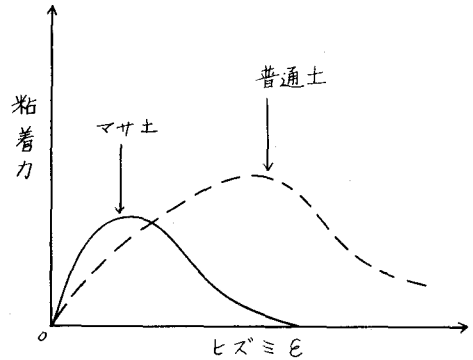


図-9 マサ土・普通土の粘着力

4. 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上の破壊とみなすかが、この問題のカギとなる。また、三軸試験のひずみは軸ひずみで、実際現場でおこるせん断ひずみ形態とは、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、新しい方法でさらに実験を行わねばならない。

なお、多数の実験資料と、現在続行中のものもあり、会場において報告する予定である。

参考文献

- 1) 松尾啓一郎, 福田義, 西田一彦, (1968) マサ土のコンシステン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録集, pp.173-175