

衝撃を受ける土の強度に関する一実験

金沢大学 西田義親

熊谷組 ○西野良生

鹿島建設 日中一男

1. まえがき

土の強度は、載荷速度によつて、大いに影響され、一般に衝撃力を受ける場合は、静的荷重を受ける場合より、大きな強度が期待されると、いわれている。

本実験は、衝撃荷重を受ける場合の、土の強度の基礎的研究の第一段階として、測圧を作用させた場合の衝撃実験と、静的荷重を受ける場合の実験から、土の強度の比較を試みた。従来この方面の研究としては、重錘、剛球体の落下によつて、土の支持力を測定した報告がみられる程度で、衝撃を受ける杭、路盤、基礎の支持力等が、その静的強度の幾パーセント割増が期待できるかなどの目安を与えるものと思われる。

2. 実験方法

実験資料は金沢市卯辰山より採取し、砂質分 8 %、シルト質分 8 4 %、粘土質分 8 %、の粘土である。供試体は、直径 5 cm、高さ 1 2. 5 cmで、一様の締固め密度で作製した。静的三軸圧縮試験装置は、従来用いられている三軸圧縮試験機をそのまま使用した。動的三軸圧縮試験装置は、図 - 1 に示すように、三軸圧縮試験機を改良し、静的試験の場合の軸応力の代りに、支架上のガイド棒に沿わせて重錘を落下させ、直接供試体に衝撃荷重を伝える。

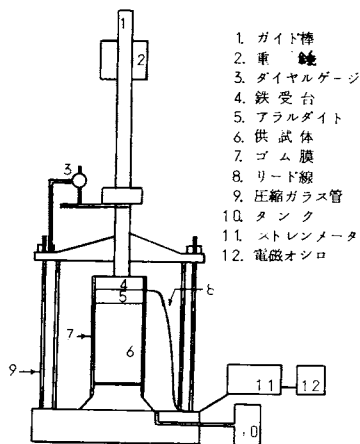


図 - 1

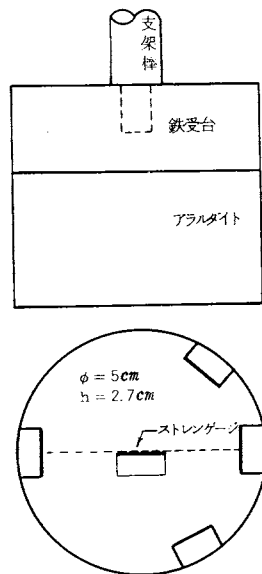


図 - 2

この場合の応力は、供試体と同直径 5 cm 、高さ 2.7 cm のアルミニウム樹脂を、供試体にのせて、図 - 2 のようにストレングージ 5 枚を埋め込ませ、リード線で圧縮円筒室の外の電磁オシログラフに接続して記録した。供試体は含水比 ($m = 1.8\%$ 、 3.1% 、 3.4% 、 4.2%) 側圧 ($\sigma_2 = 0.6 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ 、 $1.0 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ 、 $2.0 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ 、 $3.0 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$) 別に、おののおの 3 ~ 4 本試験し、静的結果よりストレスストレッチカーブを描き、静的破壊歪 (ϵ_{sf})、静的破壊応力 (σ_{sf}) を求めた。本実験では同じ含水比の資料で同じ測圧の作用下で、 ϵ_{sf} と同量の歪を生ずる時の応力をもつて、衝撃力を受ける場合の動的破壊応力 (σ_{df})

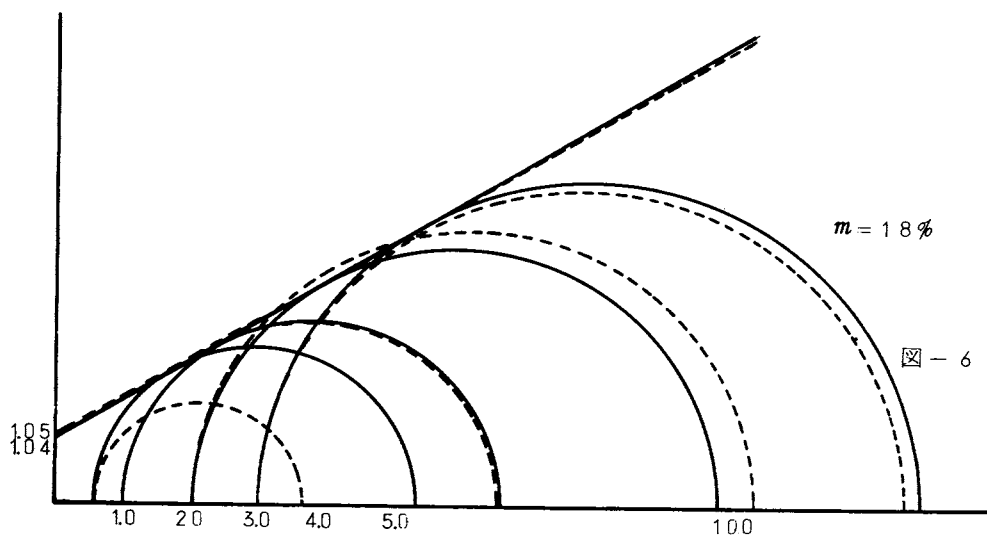
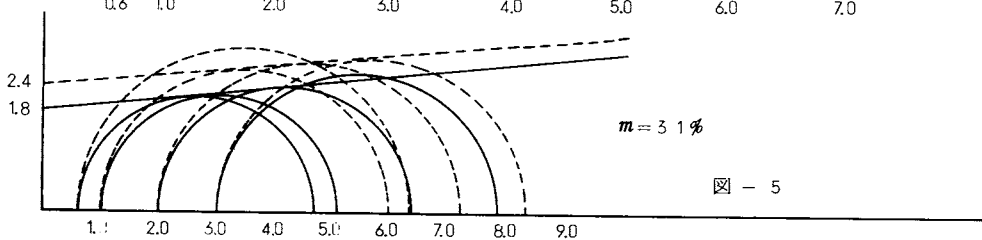
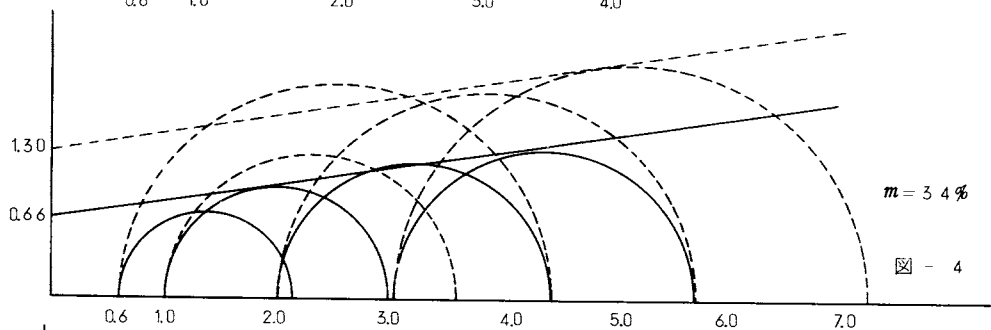
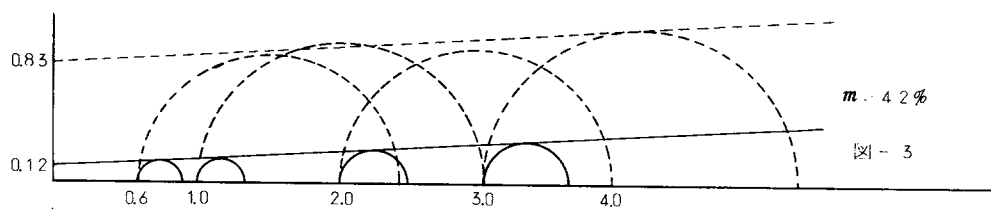
と定義する。

3. 実験結果

衝撃三軸圧縮試験については、前に示したアルミニウム台に、一軸圧力を加えてストレングージのオシロペーパー上の変位量と加えた応力との関係を示した標準尺をあらかじめ作り、これで衝撃力を加えた時生じたオシロペーパー上の変位量を計り動的応力 (σ_D) を求めた。動的歪 (ϵ_D) はダイヤルゲージにより、重錘の落下による供試体の圧縮量より求めた。得られた $\epsilon_D - \sigma_D$ のカーブについて、各含水比、側圧別に求めた ϵ_{sf} と同量の歪となる点 ($\epsilon_{sf} = \epsilon_D$) の応力を動的破壊力 (σ_{df}) とし整理を行なう。

(i) σ_{sf} 、 σ_{df} のモールの応力円の比較

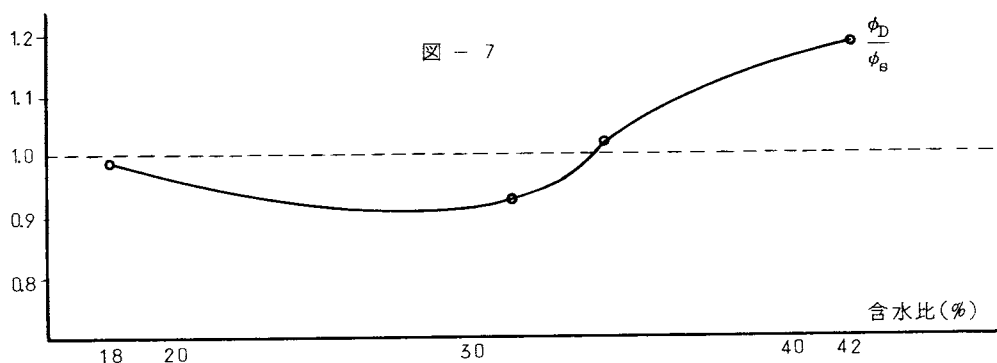
図 - 3 ~ 図 - 6 は含水比別に整理した、 σ_{sf} と σ_{df} のモールの応力円の関係を示している。図中で実線は静的な場合の応力円、点線は動的な場合の応力円を表わす。図からわかるように、 σ_{df} のモール円の包絡線は σ_{sf}



の包絡線に平行で一般に大となる。また従来の研究から、砂の内部摩擦角は

破壊に至るまでの載荷速度を早めても、その変化は 1°以内で速度の影響をあまり受けないことが言われているが、今回の粘土資料の場合にも同様のことが言われると思う。衝撃力を作用させた時の破壊に対する土の抵抗は、内部摩擦角が変わることなく、粘着力が増加し、その増えかたは含水比が高くなるにつれて大となり、とりわけ最適含水比 ($W_{opt} = 30.8\%$) を過ぎると、その傾向はいちじるしい。一方、含水比が低くなるに従つて、 ϕ_D の値は ϕ_{st} に等しくなる。

() C_b C_s 、 ϕ_b 、 ϕ_s と含水比との関係

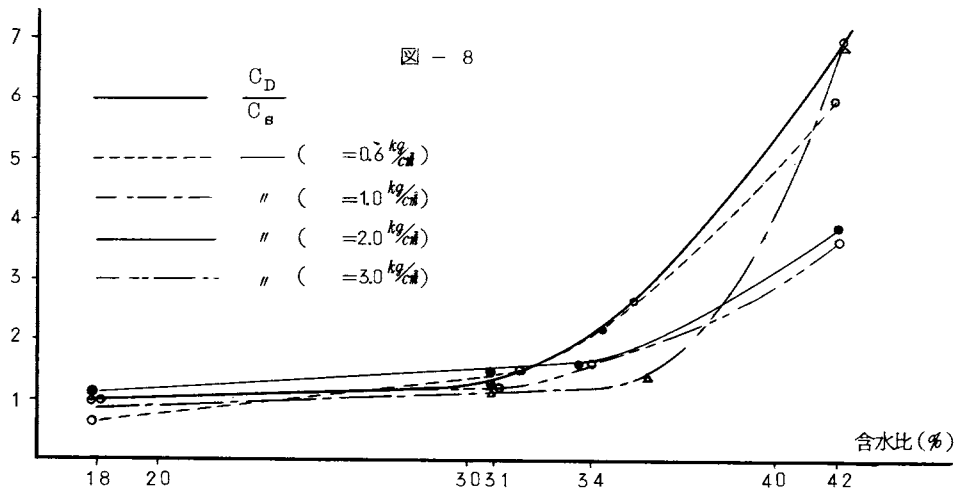


C_s (静的試験の粘着応力) と C_b (動的試験の粘着応力) の比 ($\frac{C_b}{C_s}$) は、図 - 8 からわかるように、最適含水比以下の含水比では、増減はないが、最適含水比を越すと、次第に上昇線を描き、その比率は含水比が約 42 % になると、7 倍にもなる。 ϕ_s (静的試験の摩擦角) と ϕ_D (動的試験の摩擦角) の比 ($\frac{\phi_D}{\phi_s}$) と含水比との関係 (図 - 7) は上述の報告の裏付を与えるものがあると思う。

4. 結論

一定含水比、一定側圧のもとでは、 ϕ_{st} と ϕ_{bt} の関係はモールの応力円の包絡線が平行をなし、 ϕ_{bt} は高くなる。 $\frac{\phi_{bt}}{\phi_{st}}$ は最適含水比以下では、1 ~ 1.5 倍となり、含水比が高まれば、その比率も次第に増大する。これは土の強度のうちでも、粘着力の成分が大きく影響するものである。

図 - 8 からわかるように、 $\frac{\phi_{bt}}{\phi_{st}}$ と $\frac{C_b}{C_s}$ のカーブが、側



圧と無関係にほぼ一致している。含水比が高くなるに従つて、過剰間隙水圧が発生しやすく、それによる抵抗が高い強度を示すものと思われる。

衝撃力が予期される、滑走路、築堤、道路の盛土、および基礎等においては、最適含水比以上の状態の場合には、設計破壊応力は、静的破壊応力の2倍近く採用しても、安全であるだろうと言える。またそのなかの、内部摩擦角は衝撃作用力を受ける場合でも、静的に求めた摩擦角を用いてよいと思われる。

本研究は、文部省科学研究費（特定研究代表 京都大学 赤井教授）より一部補助を受け、行つたものであります。