

水浸によるマサ土の強度特性変化

山口大学 工学部 正会員 三浦哲彦

1. まえごき

近畿、中国、四国、九州北部などに広く分布しているマサ土は、次のような工学的特性を示すことが知られている。¹⁾²⁾ すなわち、a) 鉱物組成、風化の程度によって工学的性質が著しく変わる、b) 水に対する安定性が小さい、c) 粒子が破砕されやすい、d) 攪乱による強度低下が著しい、などである。

本報は、上記のような特性の中で b) および c) に注目し、マサ土の強度が水の作用で低下する原因の一つは、マサ土粒子が水の作用で破砕されやすくなることにあるということを示そうとしたものである。

2. 試料および実験方法

宇都市郊外で採取した2種類のマサ土を2000 μ フルイでふるい分けて実験試料とした。2種類の試料のうちA試料は74 μ 以下の細粒分をあまり含んでいなかったが、B試料については20%近い細粒分を含んでいたためA試料と合わせる意味で水洗いによって細粒分を除去し実験に供した。両試料の粒度曲線は図-1に示されるようであった。

マサ土の強度特性が水の作用とどのように変化するかを調べるために、底づめ試体(直径50mm、高さ25mm、初期間隙比 $e_0=0.55$)に対して次のような方法で検討した。(i) 乾燥試体および飽和試体のそれぞれについて同じ条件で排水三軸圧縮試験を行ない両者の強度特性の違いを調べる。(ii) 乾燥試体に対して応力制御方式の排水三軸圧縮試験を行ない、ある応力レベルにおいて下部ペダスタルから水を供給し24時間放置してその間の軸ひずみの進行を観測し、しかるのちにひずみ制御方式で破壊に至らしめる。

3. 三軸圧縮試験結果

(i) 乾燥・飽和両試体に対する三軸圧縮試験の結果の一例は図-2に示されている。また、拘束圧 σ_3 の増加に伴う破壊時主応力比 $(\sigma_1/\sigma_3)_f$ とタイムテンシ率 $(dv/d\epsilon)_f$ の变化は図-3に、破壊時軸ひずみ ϵ_{ff} と体積ひずみ v_f の値は図-4にそれぞれ示されている。

図-3より、 σ_3 が増加するとマサ土の $(\sigma_1/\sigma_3)_f$ は急速に低下すること、 $(dv/d\epsilon)_f$ の値は正の方向(体積収縮の方向)に変化すること、乾燥試体に比べて飽和試体の強度は15%程度低いことなどがわかる。両者の強度特性の違いをセカントアンギュル $\phi_s = \sin^{-1}[(\sigma_1/\sigma_3)_f - 1/(\sigma_1/\sigma_3) + 1]$ の値で比較すると、 $\sigma_3 = 1.0 \text{ kg/cm}^2$ の場合では乾燥試体で $\phi_s = 48.5^\circ$ であるのに対して飽和試体では $\phi_s = 44.2^\circ$ となる。また、図-4より、乾燥試体に比べ飽和試体の破壊軸ひずみ ϵ_{ff} および体積ひずみ v_f はいずれもかなり大きくなることがわかる。

上述の実験においては、飽和試体は煮沸飽和したマサ土を用いて作製したものであるが、乾燥試体を作ったあとに水を供給し、所定時間吸水させてからせん断試験に入った場合には図-5のような結果となる。すなわち、乾燥状態の

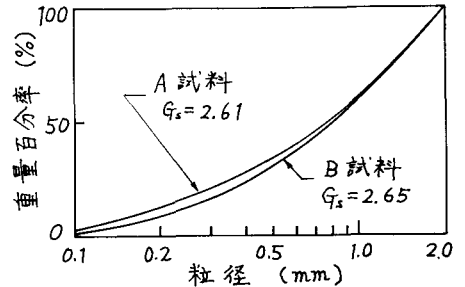


図-1 マサ土の粒度曲線

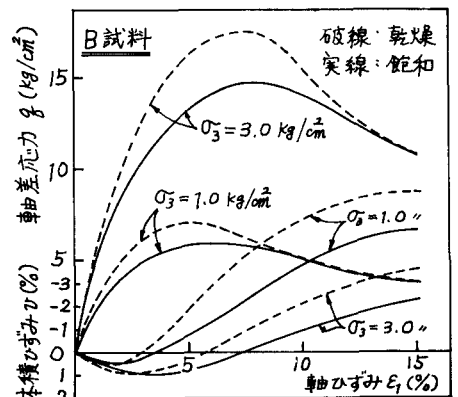


図-2 応力~ひずみ曲線

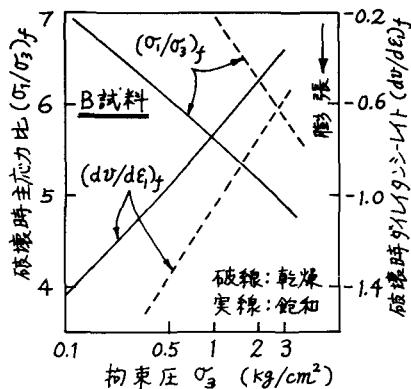


図-3 $(\sigma_1/\sigma_3)_x$ と $(dv/d\varepsilon)_x$ の変化

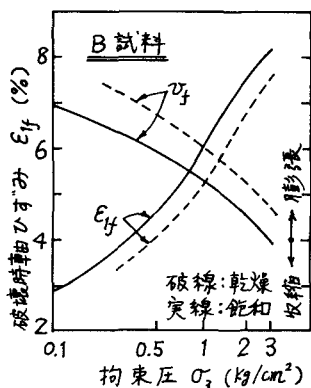


図-4 破壊時の ε_x と v の値

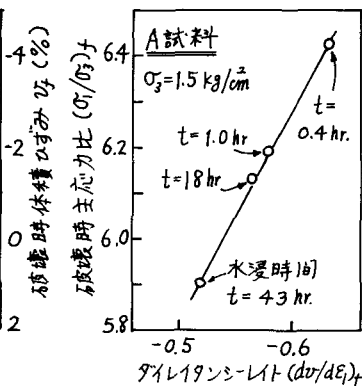


図-5 水浸時間の影響

マサ土が水に接すると、吸水時間が長くなるほど強度特性は低下していくことがわかる。

(ii) 応力制御方式である大きさのせん断応力を与え、その状態で水を供給した場合の応力～ひずみ曲線の変化は図-6に示すようになる。この図において、No.1は乾燥状態の応力制御方式で破壊に至らしたとき、No.2は破壊応力の56%の応力レベルで水を供給した場合、No.3は破壊応力の79%の応力レベルで給水した場合を示す。No.2は給水によって約1%の軸ひずみ増加がみられ、その後ひずみ制御方式で破壊に至らしめるとNo.1の82%の応力で破壊した。No.3は給水直後に破壊が生じた。

上述の(i)および(ii)の実験から、ここで用いた試料については、どのような方法で与えるにせよ水の作用によって15~20%の強度低下をきたすことがわかった。このような水の作用による粒状土の強度低下のメカニズムは、高压下の砂に対して明らかにしたように、粒子間接触部に発生するクラックや既存のクラックに水が侵入して表面エネルギーを低下せしめ粒子破砕を促進させることと関係がある。

4. 水の作用による粒子破砕促進

図-7は、せん断試験中に生じた試料の表面積増加 ΔS を示したものである。 ΔS は粒子破砕量を表わすのに有用な尺度であることがわかっていて⁴⁾、これより、マサ土の粒子破砕は水の作用で促進されたことは明らかであろう。粒子破砕が進むとダイレイタンスーレートは正の方向(体積収縮の方向)に変化し、その結果破壊時の主応力比も低下することになる。

以上の検討から、水の作用によってマサ土の強度特性が低下する原因は、少なくともその一部は、水の作用で粒子破砕が促進されることにあると考えられる。文献 1) 福田ほか: 土と基礎, No.207(1975), 2) 細干典夫: 施工技術, 5. 11(1970).

3) Miura et al.: Soils & Foundations, Vol. 15, No. 4 (1975), 4) 三浦山内: 土学会論文報告集, No. 260(1977).

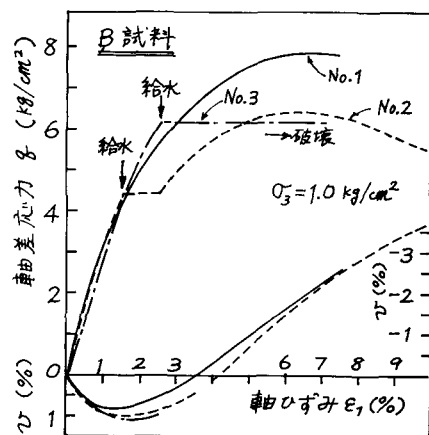


図-6 せん断中に給水した場合の応力～ひずみ曲線の変化

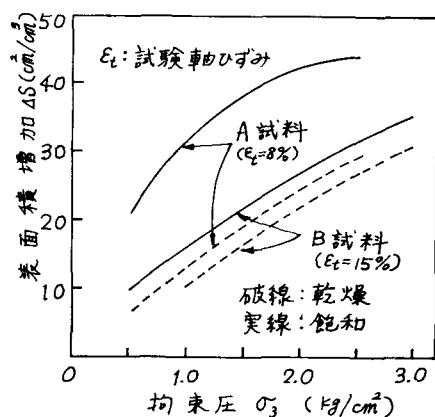


図-7 せん断中の表面積増加 ΔS