

東京大学生産技術研究所 正員 韓國城
 正員 佐藤剛司
 正員 ○ 龍岡文夫

1 緒言

著者の1人は不飽和状態の砂の用い、アースダム模型(高さ70cm, 幅90cm, 底面における長さ294cm, 上下流面勾配何れも1:2)の振動実験を行なった¹⁾。この実験によると, 砂の含水比によって明らかに模型の安全性が異なっていた。このことを解析するためには, せめて低圧の下における不飽和砂の強度変形特性を含水比の関数として求める必要がある。所が, 著者の知る限り, この様な研究は殆んどないと言ってよい。そこで別途に報告してある方法²⁾を用いて, 種々の応力に関する補正を念に考慮しつつ, 拘束圧約0.3 kgf/cm²以下における不飽和の体積変化測定を伴う三軸圧縮試験を行なった。その結果, 含水比により強度変形特性が影響されることも判明した。

2 実験方法

装置, 実験方法については佐藤等²⁾を参照されたい。実験は図-1に示す様にして行なった。試料は模型実験の実験条件に対応して緩詰めとした。実験条件は表-1に示す。ここに示す拘束圧は標準値であり, (1)内セル内の水面位置変化, (2)メンブレン張力の変化, (3)セル圧(空気圧)の若干の変動により, 個々の実験における実際の値は, この値と若干異なっている。表-1に示す相対密度, 含水比の値も標準値であり, 個々の供試体における値は実測してあり, 後に示す様に若干標準値より異なっている。砂は小名浜砂を用いた。

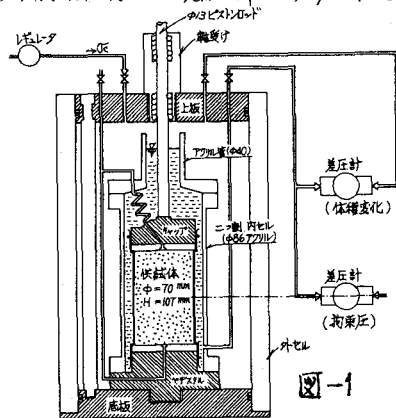


表-1

拘束圧(kgf/cm ²)	相対密度(%)	含水比(%)
0.05	40	1, 2, 4
0.10	40, 60	1, 2, 4
0.20	40	1, 2, 4
0.30	40	1

3 実験結果

A 含水比と強度: 図-2に典型的な実験結果を示す。ほぼ同一の拘束圧, 同一の間隙比に拘らず明らかに含水比によって応力-ひずみ曲線は異なっている。図-3は縦軸を応力比の最大値, 横軸を間隙比

(e)で示し, 拘束圧と含水比をパラメータとして表わしたものである(実線は参考のため最上式 $(\sigma_1/\sigma_3)_{max} = (1+e+R)/(1+e-R)$, あるいは $\sin \phi = R/(1+e)$ を表わしたものである。Rはある定数)。X印は拘束圧(0.073-0.088) kgf/cm² 時のデータで, 含水比による強度の変化は, さり分かる。例へば, 含水比が1%から4%へ増えると最大応力比 $(\sigma_1/\sigma_3)_{max}$ は4.44から5.27~5.45になり, 約19%~23%増える。但し, 拘束圧が0.22 kgf/cm²前後になると, 含水比の増加と共に最大応力比も増加するが, 増加率はそれほど大きくない。この事を分かりやすくまとめたのが図-4である。図-4では最上式を用いて $e=0.8$ に対する $(\sigma_1/\sigma_3)_{max}$ に補正した値を示している。

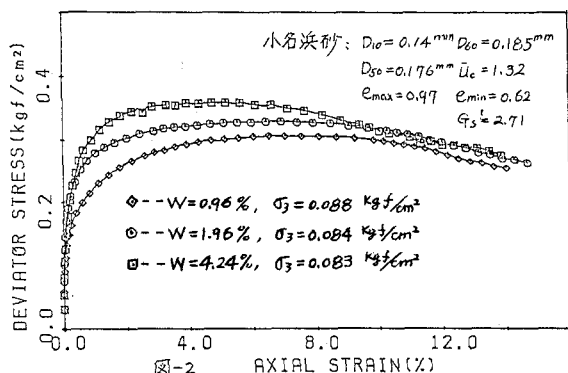
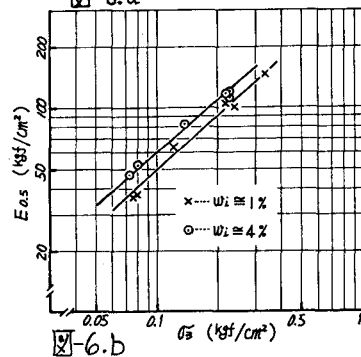
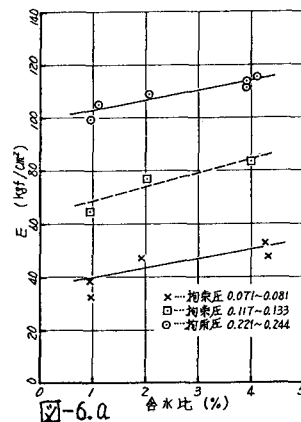
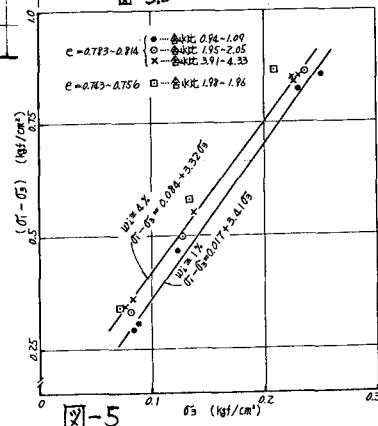
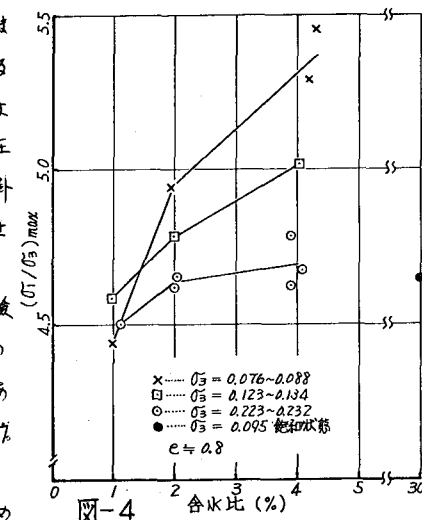
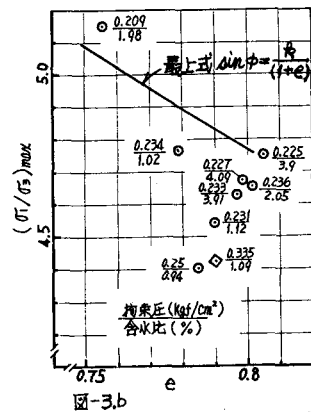
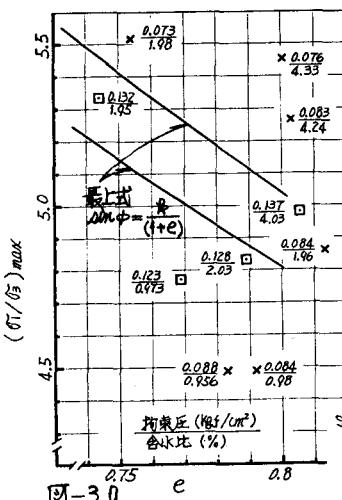


図-2

B 見掛けの粘着力, 内部摩擦角: 図-5は縦軸を最大主応力差, 横軸を拘束圧で示し, データの集は何れも間

隙比に関する補正をしていない実験値で、
 実線は含水比 $w_i \cong 1\%$ と $w_i \cong 4\%$ のデータ
 に対して最小自乗法で求めた直線である。
 データは多少ばらっているが、それは実
 験誤差の外に、間隙比が多すぎれがあるの
 も一つの原因であろう。二つの直線を比べ
 ると、強度が大きくなるにしたがって、両
 直線は近づいて行く傾向があるように思わ
 れる。この二つの直線によって見掛けの粘着
 力と内部摩擦角を求めると、含水比 $w_i = 1\%$
 と 4% 時の見掛けの粘着力は 0.004 kgf/cm^2 と
 0.02 kgf/cm^2 、内部摩擦角は 39.1° と 38.6° にな
 る。見掛けの粘着力は含水比により明確に増



C 変形特性: 今回の実験
 の範囲では、含水比が大きい
 程、初期剛性が大きい様であ
 る(図-2を参照)。今 $E_{0.5}$
 の時の割線変形係数

$$E_{0.5} = (\sigma_1 - \sigma_3)_{\epsilon=0.5\%} / 0.005 \text{ を求め}$$

て、含水比 w_i 及び拘束圧 σ_3 に対してプロットすると図-6のようになる。又、当
 然の事ながら、拘束圧の増加と共に $E_{0.5}$ は大きくなる。図-6-b を
 $E_{0.5} = C \sigma_3^m$ であらわしで、大まかに見ると、含水比 $w_i = 1\%$ の場合、
 $C = 380$ 、 $m = 0.88$ 、含水比 $w_i = 4\%$ の場合、 $C = 430$ 、 $m = 0.85$ である。

以上の実験の結果、低拘束圧下における不飽和砂の強度は、含水比によ
 る変化が明確に生ずることと判明した。

参考文献

- 1) 田村重四郎、韓國城、加藤勝行: "フィラダム模型の振動破壊実験"。
第37回年次学術講演会講演概要集。1982。
- 2) 佐藤剛司、龍岡文夫、大河内保寿、山田真一: "土質試験法の
合理化について"。
第17回土質工学研究発表会講演集。1982。