

名古屋大学工学部 正会員 市原 松平
 名古屋大学工学部 正会員 松沢 宏
 名古屋大学工学部 正会員 山田 公夫
 同 大学院 学生員 の並木 茂彦

1. まえがき

筆者らの研究室では豊浦標準砂を用いて、平面ひずみと軸対称ひずみの両変形状態におけるせん断特性を調べた。今回は試料を相馬標準砂にかんた場合の両変形状態におけるせん断特性について述べる。なお、ここに示す結果は供試体と異方圧密してから行なった試験によるものである。

2. 装置および試験方法

実験に使用した装置は、本学で試作した平面ひずみの三軸圧縮試験機とソルツェー製の普通の三軸圧縮試験機である。平面ひずみ試験の供試体は幅 3.7 cm × 高さ 8 cm × 長さ 37 cm であり、この装置の概略を図-1に示す。

また、普通の三軸試験の供試体は直径 3.75 cm × 高さ 9 cm である。相馬標準砂および、比較のため豊浦標準砂の粒度加積曲線を図-2に示す。相馬標準砂の比重は $G_s = 2.66$ 、有効径は $d_{10} = 0.588\text{ mm}$ 、均等係数は $U_c = 1.04$ である。試料填充時の供試体の初期間げき比 e_0 は、平面ひずみ試験では 0.66 と 0.83 、三軸試験

では 0.66 と 0.77 にした。平面ひずみ試験における供試体は、供試体形成箱の側壁に木ブチで打撃を与えて所定の密度に締め固めた。また三軸試験では、突き固めによる所定の初期密度を与えた。供試体の圧密は圧密時の主応力比 $k = \sigma_1/\sigma_3$ ができるかぎり 2.0 の値を維持するようにして、以下に示す液圧がえられるまで液圧時と鉛直方向の応力 σ_3 とを同時に作用させて行なった。なお、圧密を行うに圧縮の過程を通して、液圧は $0.8, 1.6, 2.4\text{ kg/cm}^2$ の3段階とした。

3. 結果と考察

平面ひずみ三軸圧縮試験および普通の三軸圧

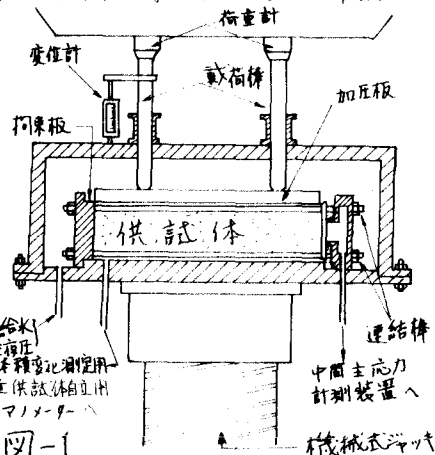


図-1

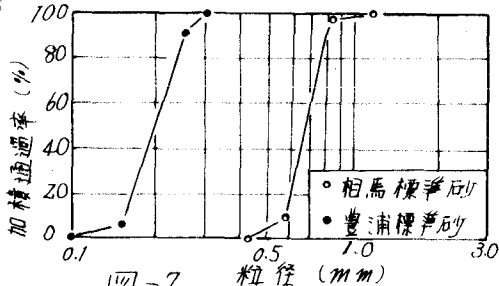


図-2

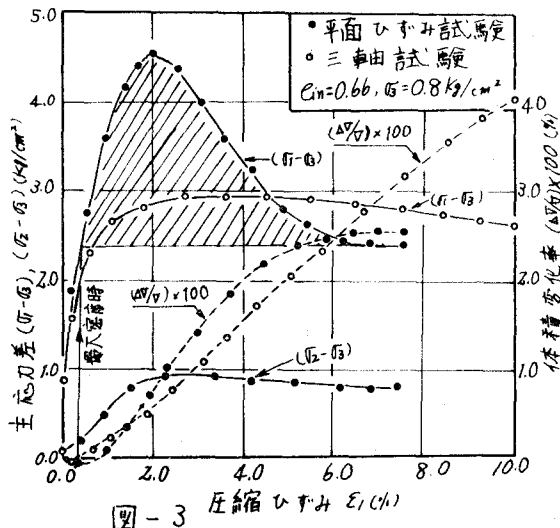


図-3 圧縮ひずみ $\epsilon_1(\%)$

縮試験(以下、それぞれを平面ひずみ, 三軸と略記する。)からえた, 応力-ひずみ曲線, 体積変化率-ひずみ曲線の一例を図-3に示す。図では明確でない加圧密終了時の σ/σ_0 は1.06程度であった。平面ひずみ試験において供試体に鉛直方向の変形を与えると, $(\sigma_1 - \sigma_3)$ は急激に増加して最大値を示したのち $(\sigma_1 - \sigma_3)$ は減少し, 圧縮ひずみ約7%を越えると $(\sigma_1 - \sigma_3)$ はほとんど変化しなくなった。これが破壊後の残留応力である。なお, このとき体積膨張を終了している。また, 圧縮初期に見られる最大密度時に対応する $(\sigma_1 - \sigma_3)$ の値は破壊後の残留応力とほぼ一致している。このことは, 図上の斜線を付した部分の応力はダイレイタンスーと関係する応力と思われる。なお, $(\sigma_1 - \sigma_3)$ の最大値は $(\sigma_1 - \sigma_3)$ の最大値とほぼ同一ひずみで生じた。一方, 三軸では $(\sigma_1 - \sigma_3)$ の圧縮ひずみに対する変化の様相は平面ひずみにおけるほど急激ではない。三軸では $\varepsilon_1 \div 15\%$ の圧縮変形と供試体を与え下加, 破壊後に引き続き変形量の増加に対して応力は減じ続け, 供試体は膨張し続けた。両圧縮試験に基づく破壊時のMohrの円をそれぞれ図-4, 図-5に示す。図より内部摩擦角は平面ひずみでは $40^\circ 30'$, 三軸では 37° であって, 前者の方が約9%大きい。図には示していないが, ゆるい砂の内部摩擦角は平面ひずみ($e_m=0.83$)で 37° , 三軸($e_m=0.77$)で 36° であった。図-6は破壊時の圧縮ひずみと拘束圧に対して示している。各試験条件に対応する破壊時のひずみ ε_1 は図中の直線で示すように σ_3 に対して変化しているようである。この様相は両試験ともに密な砂ほど顕著であり, σ_3 が大きいほど ε_1 の値は大きい。ゆるい砂では密な砂ほど拘束圧の影響を受けないようである。また, 密な砂の場合, 平面ひずみにおける破壊時圧縮ひずみ ε_1 は $\sigma_3=0.8, 1.6, 2.4 \text{ kg/cm}^2$ に対して, それぞれ2.4, 3.3, 4.0%程度であり, 三軸における ε_1 の5.0, 6.0, 7.3%程度のひずみで破壊が生じる。図-7は拘束圧と破壊時の体積変化率との関係を示している。図上の直線より明らかなように両圧縮試験ともに, 拘束圧に対する破壊時の体積変化率は拘束圧が大きくなると減少する傾向を示した。また, 密な砂における破壊時の体積変化率は平面ひずみで0.6~0.8%, 三軸で1.4~1.6%であって, 前者は後者の約半分である。

(参考文献) 1) 市原松平, 松沢宏: 平面ひずみ状態と軸対称ひずみ状態における乾燥砂のせん断特性, 土木学会論文報告集 第173号・1970年1月

