

長崎大学工学部 正員 〇藤谷英俊 棚橋由孝

同 学生員 一の岡義夫 津田直明

1. まえがき 砂のような粒状土の変形は土粒子の相対変位として、把ら之とすれば、その変形は作用応力とその応力に対応した粒子構造に依存すると考えられる。従来、土の状態を規定するものとして、密度のみとくた重視されてきたが、この密度とともた土に加えられる応力（先行圧縮荷重あるいは初期圧縮応力 σ_0 ）ととりあて、土の初期状態を設定すれば、その初期圧縮応力 σ_0 は土の変形に対する特性値になりうると考えられ、その変形解析を行なう上之で好都合となる。伊勢田⁽¹⁾は砂固めた不飽和粘性土の圧縮変形は、初期圧縮応力 σ_0 による弾性的変形と塑性的変形とに分けられることを実験的に確かめ、初期圧縮応力 σ_0 と圧縮降伏応力とを定義し、この圧縮降伏応力を用いて盛土の締固めの管理や変形解析にできることを述べている。本文では砂の変形のうちとくた圧縮変形についてのみ着目し、砂の圧縮変形は不飽和粘性土と同様に初期圧縮応力 σ_0 の影響を受けるのかどうかというところ、砂の変形や強度に及ぼす応力履歴の影響の問題とも関連して、実験的に検討した。その際、問題となるのは、粘性土の変形は時間の要素があるが、砂の場合には通常の応力範囲では、それがなく、載荷にともなう変形はきわめて短時間のうちに終了することである。そこで砂の場合には初期圧縮応力 σ_0 を何回か繰返し載荷することによって、初期状態を設定することとした。

2. 試料および試験方法 試料は気乾状態の豊浦標準砂で、平均直径 d_{50} 0.075 mm、高径 2.0 cmの圧縮試験用容器に所定の初期密度（ $e_0=0.713$ ）にそろえた詰め込んだ後、圧縮試験機にセットし、初期圧縮応力 σ_0 を N 回載荷（ 10 分）、除荷（ 10 分）することによって、初期状態を設定した。試験は側方拘束の圧縮試験で、荷重増加率 $\Delta\sigma/\sigma=1$ の段階載荷試験（step-loading test）と載荷除荷試験（loading-unloading test）を行なった。載荷および除荷時間は各々 10 分であり、砂の場合には、 10 分は時間である。

3. 試験結果と考察 載荷後あるいは除荷後 10 分おける σ - ϵ と σ - ϵ' の関係の一例を図-1に示す。図中 $\sigma_0=0$ の曲線は試料を容器に詰め込んだのち、所定の荷重を載荷して通常の圧縮試験に用いられてはいるが、これは土の状態を密度のみにて、考えている場合の σ - ϵ と σ - ϵ' の関係である。初期圧縮応力 σ_0 を作用させて初期状態を設定すると、載荷時の σ - ϵ （全 ϵ ）と、除荷時の σ - ϵ' （残留 ϵ ）ともた、 $\sigma_0=0$ の場合に比べて、かなり小さくなる。これは σ_0 による載荷することにより、 $\sigma_0=0$ の場合よりも密度が小さく、なっていることと原因してはいると考えられる。しかし、残留 ϵ に着目すると、 $\sigma \leq \sigma_0$ の範囲ではほとんど生じないが、 $\sigma > \sigma_0$ になると急速に増加することを知れる。その傾向は σ_0 の繰返し載荷回数 N が多くなるほど顕著である。除荷による残留 ϵ はほとんど生じない領域は弾性的な領域と見なすことができ、 σ_0 を作用させて初期状態を設定すれば、 $\sigma \leq \sigma_0$ の範囲では、その圧縮変形は弾性的変形であると見なす。粘性土の場合には σ_0 を静的に作用させ、その応力に対して ϵ が落ち着くまで載荷し、除荷すれば十分であると見なされてはいるが、砂では図-1のように、一回載荷するだけで十分である。これは粘性土は時間を要するところ、その応力に対して安定な状態に付くまでには、砂では密度と載荷応力の大きさに関係するが、一般に σ と静的に一回加えたばかりではその応力に対する安定な粒子構造

造とはおぼろげに、何回も繰返し載荷することにより、て始めて安定した粒子構造に付くものと云ふべき。これは砂の繰返し載荷回数 N とひずみの関係が、軟圧による土の降伏の σ_0 に N が $1/2$ より双曲線表式がとれることから明らかである。図-2は砂の17回ある11は18回繰返し載荷した材料についてその段階載荷試験と載荷除荷試験結果の一側である。初期圧縮応力 σ_0 に N が $1/2$ より安定な粒子構造に付く、初期圧縮応力 σ_0 の境にして、載荷応力とひずみの関係が急変することが知られる。この

からのことは、砂について過大な圧力 σ_0 と σ_0 の応力に対して十分安定な粒子構造に付く、 σ_0 の變形に σ_0 の履歴の影響があることを示唆するものである。

4. あとがき 砂の變形のうら圧縮變形についてのみ着目すれば初期圧縮応力 σ_0 を加え、その応力に対して十分安定な粒子構造として、初期状態を安定すれば、その圧縮變形は σ_0 の範囲では弾性的變形と生じることが明らかになった。しかし砂の応力変化と σ_0 と σ_0 の變形は圧縮變形とせん断變形の組み合わせ、 σ_0 の σ_0 の、今後三軸圧縮試験と行なりこれらの点と考慮に入れた砂の応力と變形の関係、砂の變形や強度と σ_0 の履歴の影響とを明らかにして検討して行く。

5. 参考文献 (1) 伊勢田昭也：盛土の降伏と圧縮下，土の研究資料，第653号，昭和46年11月 (2) 久野信郎：土の降伏，建設，昭和38年。

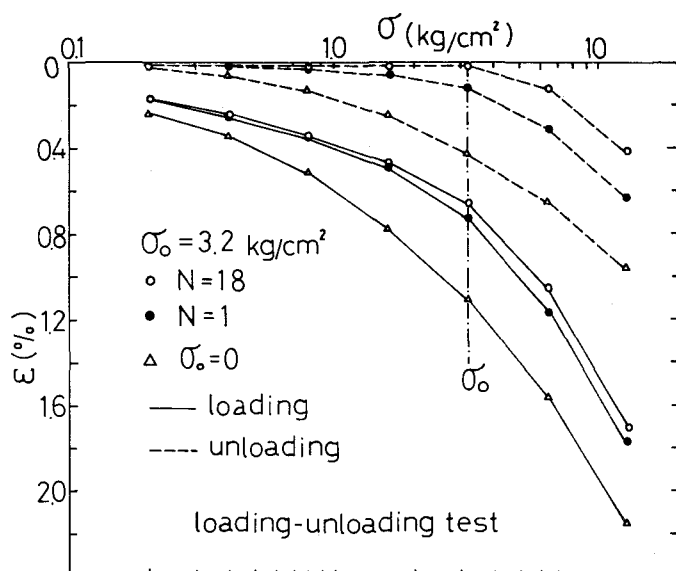


図-1. 載荷除荷試験における σ_0 とひずみの関係

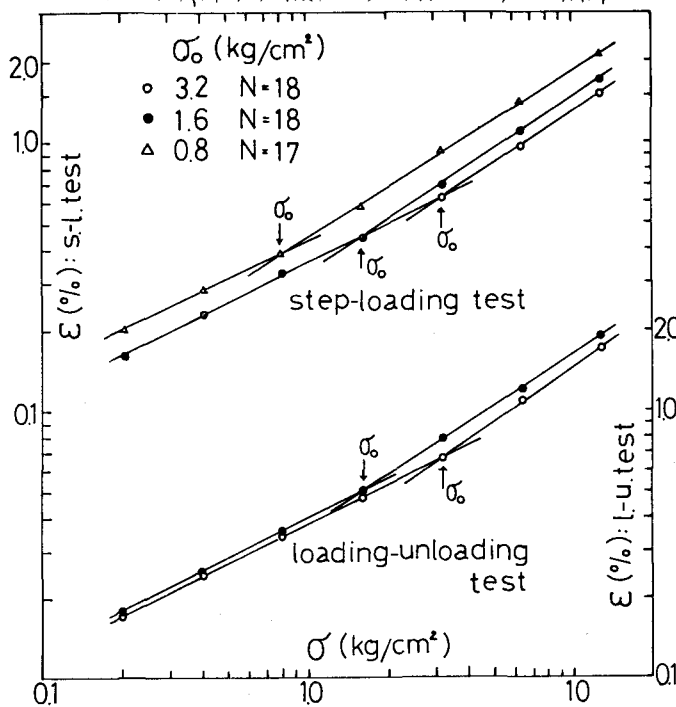


図-2. 応力とひずみの関係