

北見工大 正 鈴木輝久

1. まえがき

砂がある大きさのくり返しせん断応力を受けると、くり返し回数の増加とともに塑性的な残留変形が累積していく。この現象は地震時における地盤沈下や液状化、さらに機械基礎の沈下など多くの工学的問題と関係してくる。一般にこの種の残留変形に影響する要素は、粒度配合やしまり具合などの砂自身の性質と、外的に加わる応力の状態とに大別できよう。本研究は乾燥砂について主に後者の応力状態が残留変形に与える影響に注目したものであり、今回は特に静的せん断応力とくり返しせん断応力の両方が加わる場合、両者の相対的な大小関係によって残留変形がどのように変化するかを調べたものである。

2. 実験装置および実験内容

用いた装置は新しく試作した空気圧式くり返し三軸圧縮試験機で、圧力を制御し蓄圧タンク内にためられた空気を電磁弁の切換えによってベロフラムシリンダーに出し入れし、くり返し応力を発生させるタイプのものである。実験内容の大略は次のようである。まず横方向応力については全実験を通して $\sigma_{RS}=2.0$ 気圧の静的一定応力のみを加えている。一方、軸方向応力については、静的応力 σ_{RS} 、くり返し応力 σ_{AD} とともに種々に変化させ、その組合わせとしては、 σ_{RS} を一定値 (3段階) にとり、 σ_{AD} を 3~5 段階に変化させるシリーズと、逆に σ_{AD} を一定値 (2段階) にとり σ_{RS} を 3~5 段階に変化させるシリーズの 2 つを行った。ただし、常に $\sigma_{RS} \geq \sigma_{AD}$ で供試体は軸方向に圧縮される形となっている。また、くり返し回数 N は 300 回とし、1 サイクル 4 秒の速さでくり返した。供試体の密度はできるだけゆるく詰った場合と密に詰った場合の 2 種である。以上の実験における応力と変形の一般的な形と各種の数値記号の定義を図.1 に示した。なお全実験における軸差応力 $(\sigma_{RS}-\sigma_{RS})+\sigma_{AD}$ の大きさは静的強度の約 10~80% であり、 ϵ_{AD} は約 0.02~0.3% となっている。

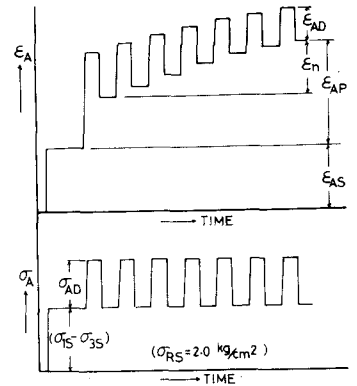


図. 1

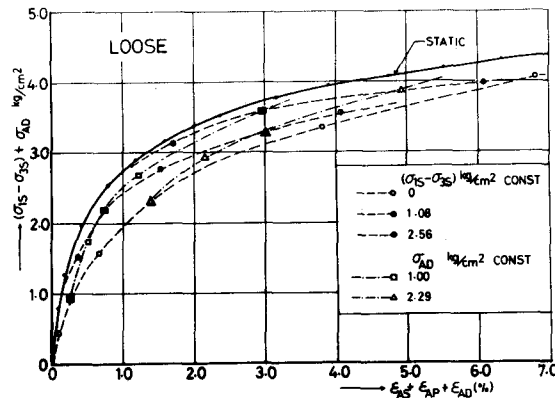


図. 2

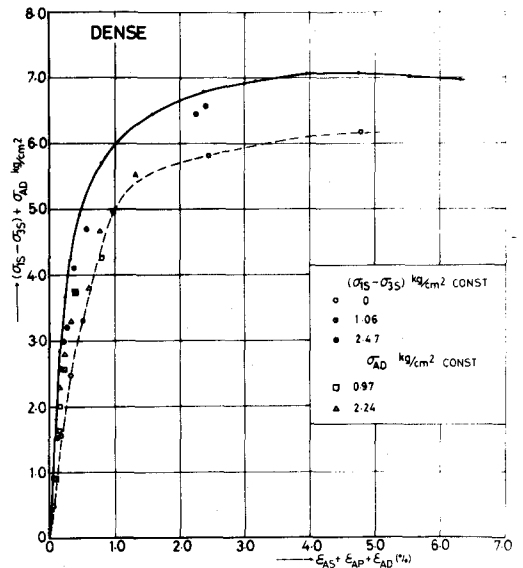


図. 3

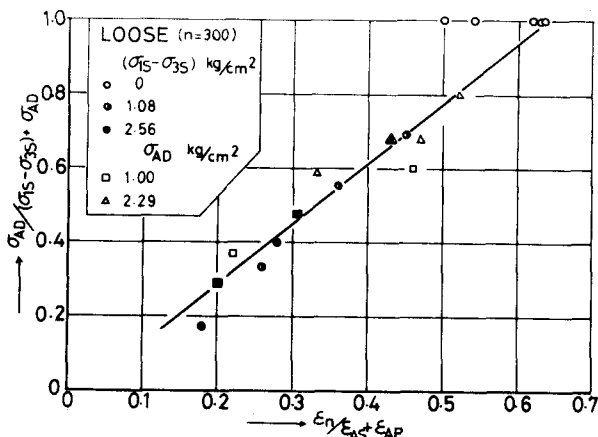


図. 4

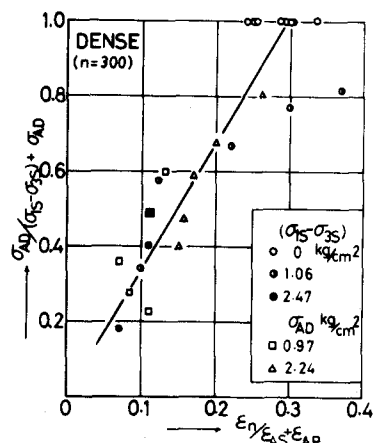


図. 5

3. 実験結果および考察

図. 2, 3 に全軸差応力と全軸方向ヒズミの関係を静的三軸圧縮試験の応力-ヒズミ曲線とともに示してある。ただしこの図は $n=300$ 回加えたときのものである。これらの図によれば、同一軸差応力のレベルで比較すると、くり返し軸差応力が含まれる場合は、その含まれない静的試験に比べて軸ヒズミが大きくなる。とくに $\sigma_{15}-\sigma_{35}=0$ の場合すなわち軸差応力が σ_{AD} に等しい場合の軸ヒズミが大きく、ヒズミが急に大きくなる応力以下ではくり返し試験での軸ヒズミは静的試験のその約2倍になっている。また図. 3 のゆる詰めの場合についてみれば、 $(\sigma_{15}-\sigma_{35})$ 一定で σ_{AD} が増加する試験シリーズでは、 σ_{AD} の小さいところでは静的試験のヒズミに近く、 σ_{AD} が大きくなると相対的に $(\sigma_{15}-\sigma_{35})=0$ の線に近づいていく。一方、 σ_{AD} が一定で $(\sigma_{15}-\sigma_{35})$ 増加の試験シリーズでは、 $(\sigma_{15}-\sigma_{35})$ が小さいところでは $(\sigma_{15}-\sigma_{35})=0$ の線に近く $(\sigma_{15}-\sigma_{35})$ が大きくなると静的試験のヒズミに近くなっていく。以上のことは、本実験の

ような応力の載荷法を用いたときに生じる全軸ヒズミの大きさは軸差応力のうちのくり返し成分 σ_{AD} と静的成分 $(\sigma_{15}-\sigma_{35})$ の相対的な大きさと関係し、前者の割合の大きい方が全軸ヒズミは大きくなることを示していると考えられる。以上の関係を一つの図にしてみたものが、図. 4, 5 である。これらの図によれば、全軸差応力に対する σ_{AD} の比と全軸方向残留ヒズミに対する $n=2$ 回目以後の残留ヒズミ ϵ_n の比とがほぼ直線関係にあることが分る。ここで ϵ_n がどのような意味をもつかは検討の余地はあるが、ここでは結果だけを示しておく。

以上の結果はすべて各実験毎に新しい供試体を用いるいわゆる Fresh Sample Test であるが、この方法では用意する供試体数が多くなるので、参考のため一つの供試体に対して段階的に所定の応力を加えていくいわゆる Stage Test との比較を行ってみたのが図. 6 である。この図によれば残留ヒズミ量の小さい場合は両者に多少の差が見られるようであるが、ヒズミがある程度以上大きくなると両者の差はなくなっていくようである。

本研究は元本学学生、舘沢俊光君、大橋正幸君、西沢俊夫君によって実験が進められたものである。ここに記して謝意を表わす。

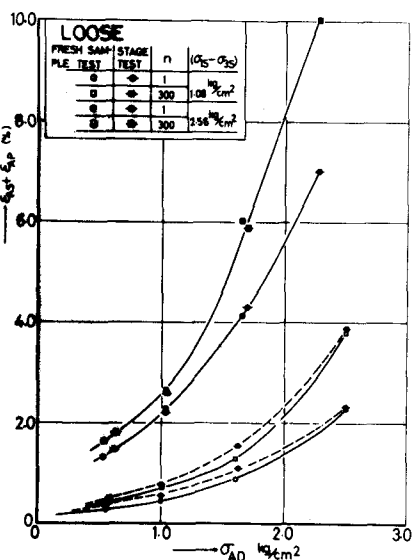


図. 6