

III-277 少量試料の締固め試験

日本大学工学部 正会員 杉内祥泰

日本大学工学部 正会員 ○ 石井和樹

1. まえがき

土のサンプルが量的に制限されるとき、たとえば単一のボーリングとか、土質の予備調査等でわずかの試料で地盤の安定性を締固めの試験の結果から判断するとき、従来の方法では約25%を必要とする。そこで試験の操作および労力の減少を計るために1サンプル500g程度で出来ないかという事でモールドを小型化し、標準締固めの試験と間接的締固めの試験とを比較してみた。また小型化による静的締固めおよび繰返し静的締固めの方式で締固めのエネルギー増加にともなう体積率 v_v , v_w , v_u の三成分を三角座標で表わしてみた。なお一面セン断試験用供試体と同一寸法の規格にしたため容易に供試体を作製することが出来る。この試験に用いた試料は、高多カオリンである。

2. 締固めの装置および方法

間接的締固めの試験の装置は図-1の(a),(b)に示す。締固めモールドは、直径6cm、高さ2cmの円筒鋼製のものであり2kgのランマーを使用して繰返し法の締固め試験を行なった。その時の落下高さは18cmである。繰返し静的締固め試験と静的締固めの装置は図-1(c),(d)に示す。静的締固めの試験の荷重は、 $2.7\text{kg/cm}^2 \sim 68.4\text{kg/cm}^2$ の範囲で8段階とし、載荷速度は 1mm で所要荷重に達するまで行う。繰返し静的締固めの試験の荷重は $1.2\text{kg/cm}^2 \sim 24\text{kg/cm}^2$ として6段階に荷重を変化させる。各々の所要荷重に達するまでの載荷速度は1分間とし、載荷持続時間、除荷時間も同様に1分間とした。さらに載荷回数を9回～20回の範囲でヒズミ変位量が一定値となるまで繰返す。セン断試験用の供試体は、プロクターのエネルギー式を用いて、 5.6kg/cm^2 に調整した状態で行ってみたが、実際には間接的締固めの方法であるためにエネルギー損失量が考えられるが間接的締固めの試験における特性の一部として一面セン断強度ならぬ一軸圧縮の破壊ヒズミ等の傾向を求めたもので、損失エネルギー問題については触れない事とした。

3. 一定エネルギーにおける落下高さと落下回数による密度変化

落下高さ9cm～30cm、落下回数3回～10回の組合せで最適含水比付近の乾燥密度のバラツキを調べるため母平均

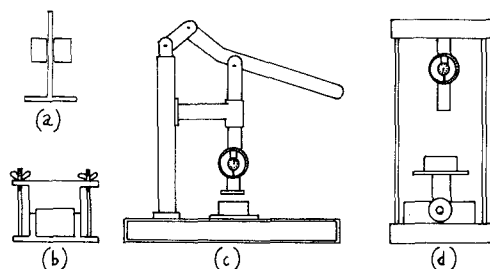


図-1 締固めの装置

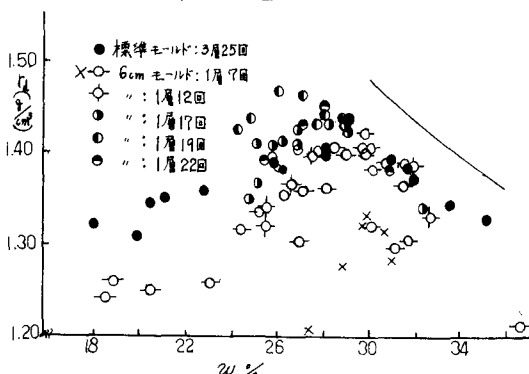


図-2 カオリンの締固め曲線

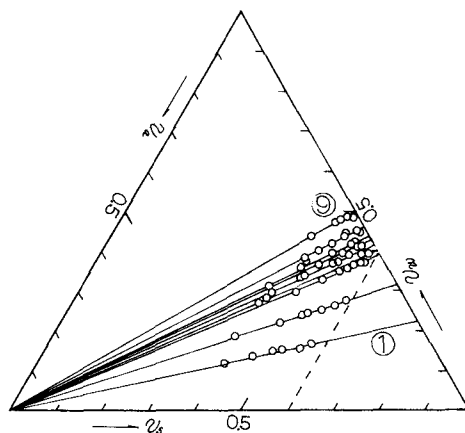


図-3 静的締固め試験の体積率

ぬの推定を行うと、信頼度 95% の信頼区間の密度差は、含水比 29% の時で 0.017 $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ 、含水比 30% の場合では、0.004 $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ として得られた。したがって特に落下高さと落下回転の条件に関しては、問題がないことを確認して行った。上述は間接的締固めに関する場合である。

4. 結果および考察

標準実固の試験と小型 6 cm モールドの間接的締固めの密度変化について比較した結果を図-2 に示す。1 層 7 回締固めの両曲線を比較すると、初期含水の増減に応じて最大乾燥密度と最適含水比の位置の移動が認められる。そのような影響で 22 回締固めの曲線が 19 回締固めの曲線より低い値を示している。したがってカオリンの場合も一般的に言われている様に締固めの曲線が初期含水比に依在すると考えられる。しかしこの場合は初期含水比と表現するよりもむしろ試験開始時の加水含水比と表現する方が適切かと考えられる。参考のためこの時の初期含水比は約 1.5% であった。図-2 から標準実固の試験の値を 6 cm モールドで決定するには多少簡便ではあるが、概略値程度としては有効かと思われる。図-3 の三角座標上の直線群は下方側から 10.3%, 18.6%, 23.7%, 25.2%, 27.3%, 28.2%, 28.7%, 31.1%, 36.8% となっている。同様に図-4 の場合も 14.5%, 17.7%, 23.1%, 26.0%, 26.4%, 27.6%, 27.9%, 29.5%, 31.4%, で静的締固めと繰返し静的締固めの体積変化率は加水含水比によつて類似した直線群を示し定性的な型式を備えている。静的締固め試験の最大荷重値 68.4 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ は高圧であるため土粒子の締まる限界値まで荷重を与えたと仮定すれば図-3, 4 の様に $\bar{w}_b$, $\bar{w}_w$ の値 0.6, 0.4 の座標を結んだ右側の領域には表われない様な結果となる。衝撃式実固の試験ならびに間接的締固め試験の場合は $\bar{w}_b$, $\bar{w}_w$ の値を各々 0.5 の点で結んだ右側の台形範囲に位置する傾向がある。次に間接的締固め的一面せん断強度について調べた結果を図-5, 6 に示すと、1 式は $\tau = 0.354 + 0.412w$, 5 式は $\tau = 0.258 + 0.265w$ となり含水比の増加に従つて $\tan \phi$ 曲線および c 曲線ともに減少し、34% を越えた点で収束した値を示している。6 cm モールドの 4 層締固めで 1 軸圧縮用供試体を作製して行った結果を図-7 に示すと、破壊ヒズミに対しては図のような傾向が得られるが、1 軸圧縮強度に関しては相当のバラツキが生じる。その要因として考えられるのは、各層の密度変化をどう処理するかが問題となる。

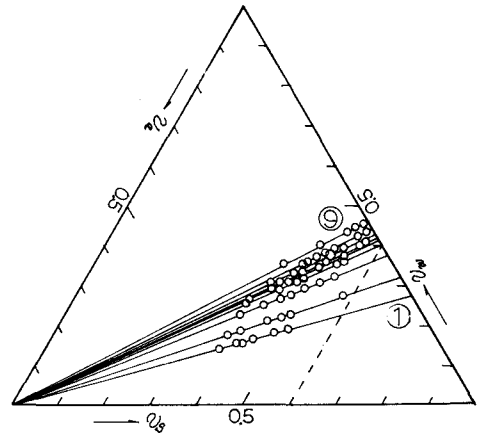


図-4 繰返し静的締固めの試験の体積率

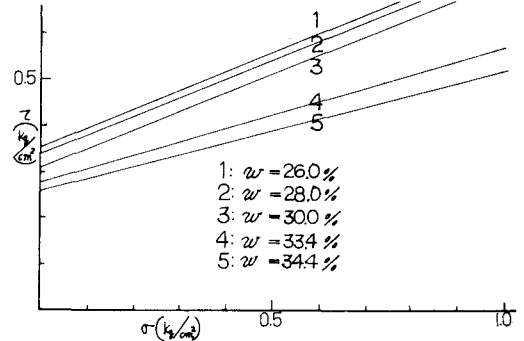


図-5 一面せん断試験で τ - w の関係

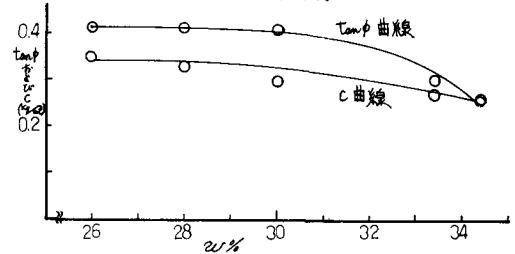


図-6 一面せん断試験の c - w の関係

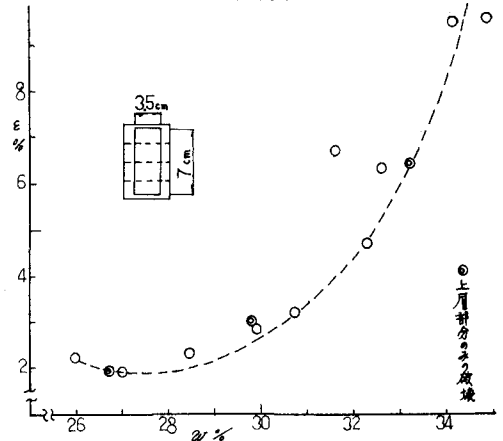


図-7 1 軸圧縮試験の ε - w の関係