

締固め試験の省力化について

日本大学 正会員 杉内祥泰

日本大学 正会員 ○ 石井和樹

1. まえがき

土工調査などによって締固め試験の管理が広く一般に採用されている。そこで締固め試験の省力化に着目し、まず断面形状が締固め曲線に与える影響から調べることとした。モールド断面寸法は従来通りの規格として鉛直方向のみの寸法を変化させ締固め機構と省力化対策について検討した結果を報告する。

2. モールドの寸法

モールドの内径は標準の10cmとし、鉛直方向の寸法は2cmと3cmで多層組合せができるようなモールドに改良したものを使用した。

3. 試料および試験方法

市販の福島産カオリンを試料に用いる。その物性は土粒子の比重2.690、液性限界52.0%、塑性限界26.5%であり、JIS A 1210 1.1.2法による最大乾燥密度は1.380 $\frac{t}{m^3}$ 、最適含水比は30~32%であった。この試料を省力化を加味して衝撃式締固め試験の繰返し法で行い単一層の締固めの仕上げとした。試料の前処理が不十分な場合、締固め曲線の軌跡は複雑になり易く、たとえば締固めエネルギーの増大にもかかわらず低エネルギーで締固めた場合が高い密度を呈するような不可解な現象を避けるため常に初期含水比20%付近から開始した。

モールド内での締固めエネルギー伝播状況についての測定はモールド底板の上端面に感圧紙を固定し試験終了後プレスケールで判読する方法で行った。

4. モールド寸法の異なる突固めカオリンの体積変化の推移

モールド内の試料厚が薄い場合は他の供試体と比較すれば、土粒子成分の体積変化が高い位置で変位し空気追い出し効果も特に顕著である。1層厚が増大するにしたがって体積変化の推移は間接的締固め試験と類似した傾向を図-1に示している。これより試料の厚みの変化が特に密度に関して重要な要因となっていることが判明できる。したがって試料の量を管理し易い条件で行うことが望ましい。

5. モールド寸法高と最大乾燥密度の関係

モールド寸法の高さを2cm~8cmと変化した場合、個々の突固め曲線から最大乾燥密度を整理すれば図-2に示すような状態となりほぼ直線に近い相関関係が得られる。突固め回数25回~35回の範囲ではモールド寸法高さの低い方が密度誤差の減少傾向を呈し

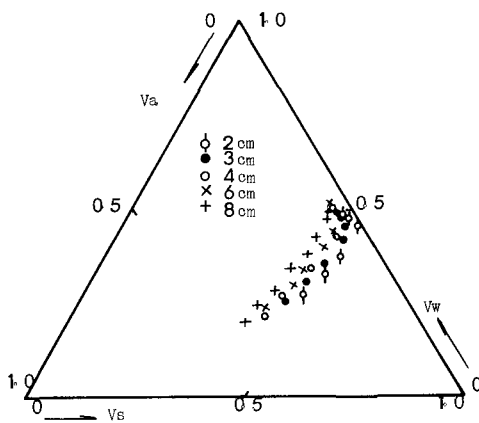


図-1 1層突固め法によるカオリンの体積変化
繰返し法：25回

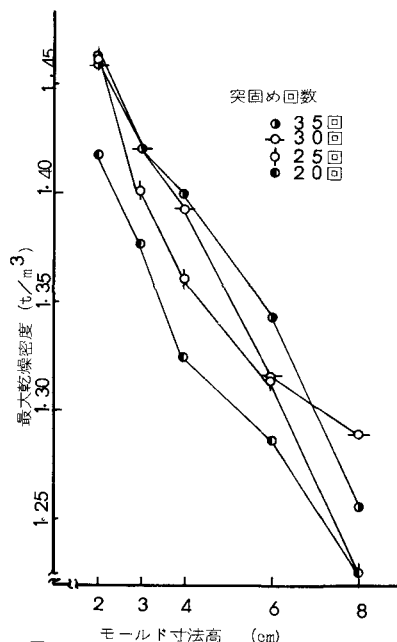


図-2 モールド寸法高と最大乾燥密度の関係

締固め効果が早く限界に近い密度に到達することを意味している。

1層厚が8cmまたはそれ以上の厚さを想定すれば図-1とも関連し衝撃的特有的締固め効果はなく間接的もしくは静的締固め試験的な様相を呈し締固め方式の異なる状態をも兼ね備えていることも判る。

6. モールド内の突固め応力伝播状況

土の強度は一般的に最適含水比よりもやや減少側の水分条件が安定であることは衆知のとおりである。その現象と具体的に解明するため次の方法で求めた。寸法高さ2cmのモールドを用い締固め回数50回の繰返し法の条件でモールド底版に伝播する応力を感圧紙を通じて測定した。その結果を図-3に示す。上部の曲線はその時の締固め曲線を描いたもので、それに対応するモールド底版上での伝播応力を求めた値を下部の曲線に示している。

この応力曲線は締固め曲線と全く類似の曲線形態であり締固め曲線を低含水比側に座標移動した形となっている。すなわち乾燥密度と伝播応力とは相似した相互関係が成り立っている。従来のプロクターのエネルギー式はあくまでも仕事量であって実際上の締固めエネルギーとは異質のものである。含水比の増減にともなう締固め段階の途中で締固めエネルギーは逸散し有効な応力は底版まで到達していないことが明白となった。したがって締固めエネルギーの増加よりエネルギー伝達作用が密度の決定に際し大きく左右するものと考えられる。図-3のAB間の含水比の差は約4%程度で応力のピークを示している。その応力は 15.5 kg/cm^2 であった。ちなみにプロクターの仕事量は 23.9 kg cm/cm^2 となり、結局土の締固め仕事量の受ける作用は水分の変化に関連し、その程度異なった応力状態となりうる。なおオーバーコンパクションの現象もこれから理解できる。

7. 省力化対策

初期の目的であるモールドの小型化が可能であるかを検討するために標準の試験方法と寸法高さの異なるモールドを使用した方法を比較した結果が図-4に示される。片対数グラフ上ではモールドの寸法高さに関係なく直線形となる。図上の点線の位置が標準モールドから得られた最大乾燥密度でその時の最適含水比は30~32%であるから標準値の結果に比較的近いと思われる寸法高さ2,3,4cmモールドを対象として調べると各モールドに対して15回、20回、25回の突固め回数に相当する最適含水比は31.8%、31.6%、31.1%であった。最大乾燥密度と最適含水比の両者には誤差も少なくむしろ試験操作上の誤差に配慮すべきである。したがって単一層締固め試験で最大乾燥密度と最適含水比のみに関する品質管理は利用できると考えられる。しかし試験に使用した試料が力オンであるため土粒子の粒径範囲については本報で触れていないので締固めた土の強度特性などに関して後日の課題とする予定である。

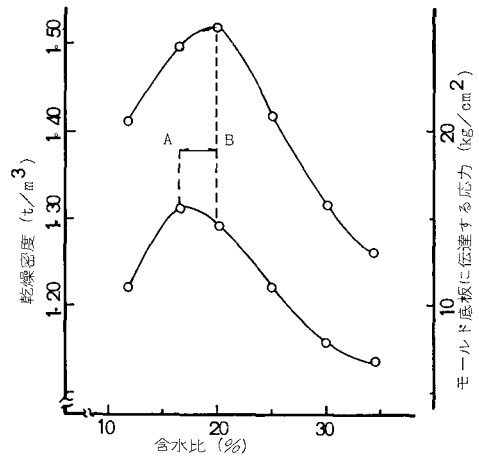


図-3 モールド内の突固め応力伝達状況

A: $r_d=0.2831 \log N + 1.036$ D: $r_d=0.1661 \log N + 1.078$
 B: $r_d=0.2261 \log N + 1.083$ E: $r_d=0.1691 \log N + 0.985$
 C: $r_d=0.2461 \log N + 1.027$

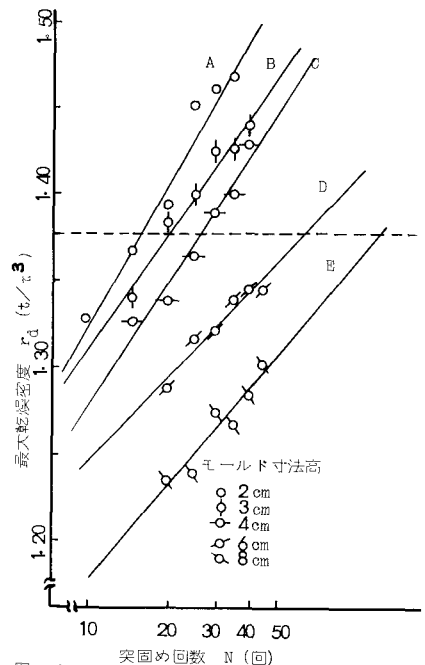


図-4 1層突固め法による力オンの r_d-N の関係