

最適含水比近傍の不規則な締固め曲線について

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

土の締固め曲線の代表的形態には、1つまたは2つのピークを示す曲線、明瞭なピークを示さない曲線、あるいは、砂質系土に認められる比較的低含水比状態で一時的な密度の低下を示す曲線などがある。本報では、カオリンの特異な曲線形態についての報告例が少ないため上述のような不規則な曲線軌跡が得られないかどうかについて調べることにした。そこで締固め効果と膨張性の関連について、モールド側壁に粗面を作り求める。なお不規則性の現象解明の手段として静的締固め、膨張率および貫入抵抗からの土の強さに関しても検討を加えた。

2. モールド側壁を考慮した締固め試験方法

在来地盤の転圧を想定した場合は当然のこととして土粒子相互の摩擦抵抗が働き転圧後の膨張作用を拘束すると推定されるので図-1のような歯型を配列し人為的な拘束を計った。(A)Cタイプは60°の角度、(B)タイプは45°の角度とした。歯型を配列した締固め試験はすべて非繰返し法の3層25回で行ない、その時のランマー重量は25kgであった。試料は福島産の白色カオリンでその比重は2.69であった。

3. 半動的締固め試験と膨張量の測定

動的締固め試験では、膨張量の測定が困難なため半動的締固め試験装置にダイヤルゲージを固定して測定を試みる。試料は所定の含水比に調整し密閉容器内で約24時間放置する。それを10cm×2cmの円筒型モールドに700gの量で統一し0.5kgf/cm²の初期荷重を30秒間載荷する。その後1分間で測定載荷重に調整する。2分間持続させた直後の膨張変化量はほぼ10秒後に停止するため、その時の変位量を読み取る。

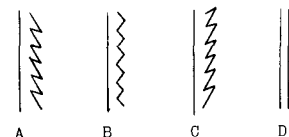


図-1 モールド側壁の歯型タイプ

4. 試験結果および考察

標準の締固めモールドを使用して繰返し法と非繰返し法で締固め曲線を比較すれば図-2のように含水比25%近傍で不規則な曲線形態が確認された。繰返し法の曲線形態については、Peter Y. Lee¹⁾らによって類似したカオリンで同様の傾向を報告している。しかし非繰返し法では、二度のピークを示す結果が得られた。こうした不規則性についてはDavid E. Daniel²⁾らのgoose lake clayや上述のLeeらの人工配合粒度によって種々なされているけれども、カオリンでは、大きな変曲点については認められていない。そこで図-1の歯形を配列したモールドで側面拘束条件を与えた場合について締固めの曲線を描くと非繰返し法のピークと同様にすべてのA,B,C曲線は25%前後で密度の低下傾向が表われた。この変化は、一般的に知られているLambe, Seed³⁾らによって報告されている配列構造と関係がありそうである。巨視的な判断ではあ

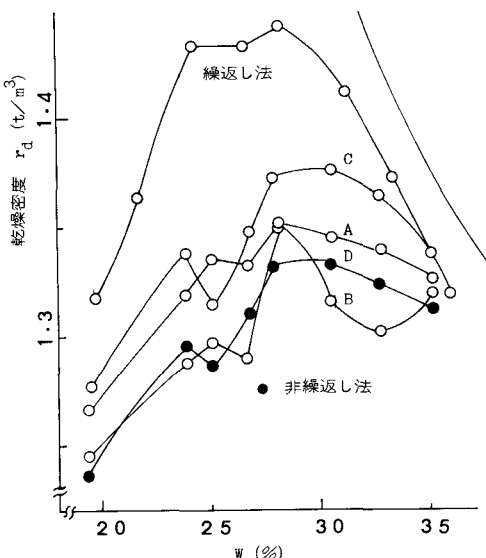


図-2 標準突固めと側壁を考慮した突固め曲線の比較

るけれども、何らかの極端な粒子移動が含水比約25%でなされていそうである。そこで静的締固め方式を用いて水分変化から土の密度変化を調べることにした。図-3のように静的締固めの場合には、不規則な締固め曲線の形態を生じる位置は、衝撃式よりも水分が減少した所で現われると予想されるため含水比23%が注目すべき点とみなせる。このように圧縮速度と密度の関係が特異な現象を示すことは、土粒子移動の現われと解釈できる。

次に図-2の側面拘束による特異な曲線の要因分析のため図-4の載荷荷重と膨張率の関係を半動的締固めの装

置で求めた結果である。締固めの試験が可能な種々の含水比を調べた所含水比25%と30%が卓越した膨張率変化を示している。膨張率の値は最終の圧縮高さに対する比率を示している。含水比25%の場合は、ランダム構造の境界領域内での高い密度が生じる位置と推定される。なぜならば、締固めの伝達応力に対しても締固めの効果が有効に働くことから予想することができる。含水比30%の場合は、配列構造に近い六角板状の結晶体を積み重ねた状態であって、圧縮に対する反発力を有するものと思われる。もしもこのような傾向になると判断すれば粒子間摩擦抵抗と反発力作用はランダム構造側が配列構造形態より以上に高い抵抗を示しそうである。そこで最適含水比と前述の変曲点に近い含水比29%と24%について貫入抵抗試験を行なった。前者は、乾燥密度で1.48 γ_m 、後者は1.42 γ_m であった。その結果は図-5のようになる。半動的締固めと衝撃的締固め方式の比較も同時に試みた。ランダム構造の貫入抵抗が配列構造より強い抵抗を示すことを期待して垂直締め固め方向に対して、モールド側壁に貫入棒が挿入できる孔を設け水平方向からの貫入抵抗を求めた。図-5に示すように半動的試料、衝撃的試料の両者共24%で高い貫入抵抗を示し、また衝撃的締固め方式よりも半動的締固め方式がより抵抗が強い傾向を表わしている。

5. むすび

カオリンの締固め曲線において、変曲点が生じるかどうかを調べた結果、含水比25%近傍で比較的明瞭な曲線形態を確認することができた。なお変曲点の位置が粘着性粘土特有の性状を示すことも判明した。その代表的な現象として、圧縮直後の膨張率が非常に高い値を示すと同時に貫入抵抗値も高い値が得られた。

参考文献

- 1 Peter Y. Lee, Richard J. Suedkamp "Characteristics of irregularly shaped compaction curves of soils" HRB 1972
2. David E. Daniel, Roy E. Olson "Stress-strain properties of compacted clays" Journal of the geotechnical engineering Division 1974

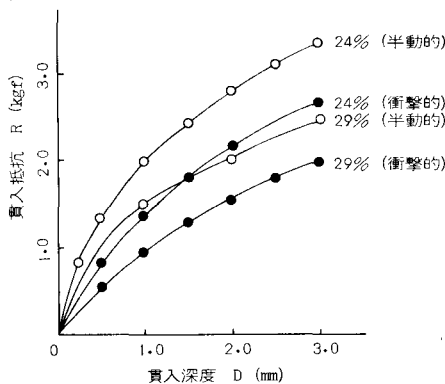


図-5 貫入抵抗の変化

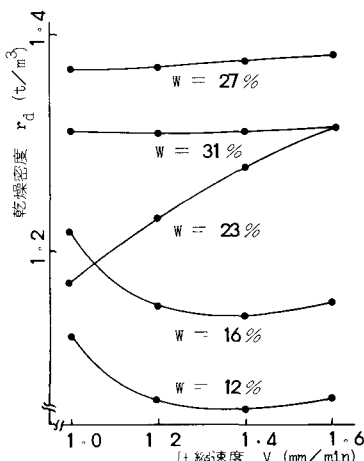


図-3 静的締固め圧縮速度と乾燥密度の関係

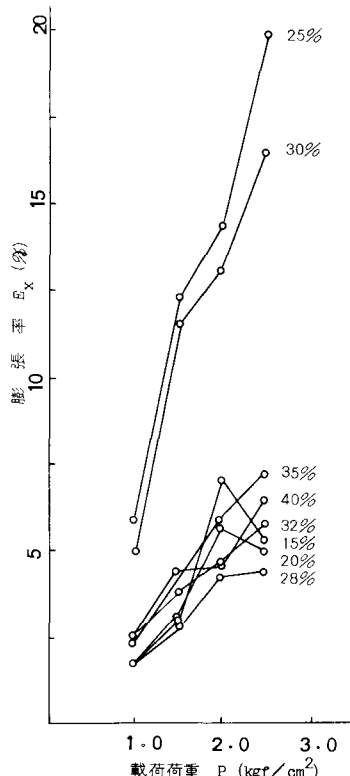


図-4 半動的締固め荷重と膨張率の関係