

# 中間土の締固め試験の準備方法に関する研究

中部土質試験協同組合 ○岩田 暁 坪田 邦治  
加藤 雅也 石原 聖子

## 1.はじめに

突固めによる土の締固め試験(JIS A 1210 2009)は、A～Eの5種類の突固め方法<sup>1)</sup>と、a～cの3種類の試料の準備方法と使用方法からなる<sup>1)</sup>。

前者のA～Eは主に最大粒径や締固めエネルギーの違い等により決定されるが、後者のa～cの準備方法においては、砂質土は乾燥法、粘性土は湿潤法を適用するという従来からの考え方はあるものの、中間土では実際どちらの方法を選択するかで迷うケースも多い。

本報文では、試料の準備方法の中でも実務でよく扱われるb法(乾燥法-非繰返し法)とc法(湿潤法-非繰返し法)に着目し、この二つの準備方法の違いが締固め試験結果におよぼす影響について検討した結果を報告する。

## 2.試料および試験方法

### (1)試験に用いた試料

本試験では表-1に示すとおり、試料①～⑤までの5種類の試料を準備した。試料①は土質実験等で使用実績の多い藤森粘土、試料⑤は礫の入った川砂である。残りの試料②、③、④は、試料①と⑤をそれぞれ乾燥重量比で混合した中間土である。

図-1に試料①～⑤の粒度分布を示す。試料①の藤森粘土には3.2%の砂分、試料⑤の砂には7.0%の細粒分が自然状態で含まれていたが、それでも試料①から順に約25%ずつ細粒分が減り、それぞれバランスよく分布していることが図からも読み取れる。

表-1 試料の物理特性

	試料①	試料②	試料③	試料④	試料⑤
乾燥重量比	粘土 100%	粘土 75% 砂 25%	粘土 50% 砂 50%	粘土 25% 砂 75%	砂 100%
土粒子密度 (g/cm <sup>3</sup> )	2.696	2.685	2.669	2.672	2.667
含水比(%)	31.0	24.0	22.0	18.0	12.0
細粒分含有率(%)	96.8	74.9	53.8	29.4	7.0
分類名	細粒土	砂質細粒土	礫混じり砂質細粒土	細粒分質礫質砂	細粒分まじり礫質砂

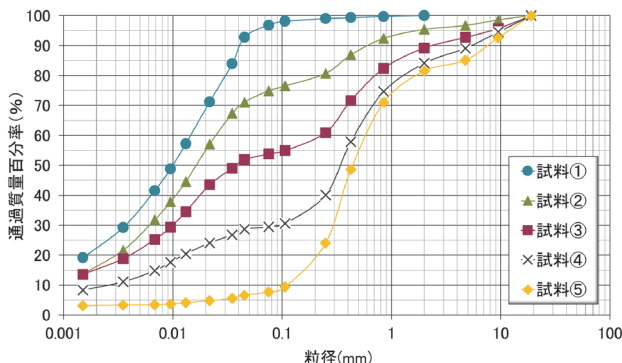


図-1 試料の粒度分布

## (2)試験方法

試験方法は突固めによる土の締固め試験方法<sup>1)</sup>に準拠した。各試料について10cmモールドと2.5kgランマー(落下高さ30cm)を用い、突固め条件を3層25回に固定して、締固め試験を行った。そして準備方法は、乾燥法と湿潤法を採用した。その方法を以下に示す。

・乾燥法 最適含水比が得られるところまで試料の全量を乾燥させ、これに加水して所要の含水比に調整しながら突固めを行う方法。

・湿潤法 自然含水比を原点として、乾燥または加水をして所要の含水比に調整しながら突固めを行う方法。

## 3.締固め特性

### (1)準備方法の違いが締固めにおよぼす影響

試料①～⑤について、b法とc法で締固め試験を実施するにあたり、まずはc法を試験し、その後b法を行った。その理由は、c法で得られた最も乾燥側の含水比に合わせて、b法の乾燥試料を準備するためである。

結果を図-2に示す。はじめに試料別の比較をすると、粘土25%:砂75%の試料④が全試料の中で最も粒度配合がよく、縦方向に立った形状を示し、グラフの左上に位置している。最適含水比は低く、最大乾燥密度は高い。

これに対し、試料③から①へと細粒分が増えるほど、締固め曲線はなだらかな形状になり、右下へ移動していく。最適含水比は高く、最大乾燥密度も低くなっていくことが判る。

次にb法とc法を比較する。全体を見ると、5試料ともb法とc法で同じような締固め曲線の形状を示す。特に最大乾燥密度は、ほぼ同じ値である。しかし、最適含水比については、すべてのb法がc法より低い傾向を示す。最適含水比の差は、試料③～⑤では1%未満、試料①、②では1～2%である。細粒分が増えるに従い、その差は若干開いている。僅かな違いではあるが、含水比の差が1%以上の試料①、②においては、最適含水比の高いほうを採用したほうが、施工時の含水比管理をする上で望ましいと考える<sup>2)</sup>。

このことから、細粒分の多い試料①、②はb法とc法で最適含水比に差が生じ、c法がより適切であるといえる。また、試料③、④、⑤については、c法で得た乾燥側の含水比付近までの乾燥処理なら、b法とc法の値の差はほとんどないと考えてよい。

### (2)乾燥処理後の含水比の違いが締固めにおよぼす影響

図-2のすべてのb法は、c法の最も乾燥している含水比まで乾燥処理するというプロセスを踏んでいるが、通常の業務では、このような作業は実施しない。b法の試

験方法として、試料の全量を最適含水比が得られるところまで乾燥させる<sup>1)</sup>と明記されているが、実際どれだけ乾燥させるかは試験者の判断に委ねられている。

例えば、図-2の試料①を見ると、b法の乾燥処理後の含水比は16%程度である。仮にその含水比が15%あるいは17%だったとしても、準備方法としては間違っていないといえる。

そこで乾燥処理後の含水比の違いによる影響がないか確認するため、図-2のb法の乾燥処理後の含水比から、さらに4%乾燥させた試料をそれぞれ準備し、突固めを行った(b法-1とする)。この結果を図-3に示す。

b法と比較すると、b法-1の締固め曲線の形状は大きく変化した。最適含水比はさらに低くなっており、特に細粒分の多い試料①～③の間で最大乾燥密度も大きくなっている。

この理由としては、乾燥による影響があげられる。準備方法の違いにより、土中の水の保有形態が異なるとの報告<sup>2)</sup>もされているが、今回の試料でもこの結果から同じようなことがいえると考える。

このように、乾燥処理の影響によって試料①～③は最大乾燥密度に大きな変化が現れた(図-4)。また、砂である試料⑤も試料を乾燥させすぎると、最適含水比が低くなることが判った(図-5)。

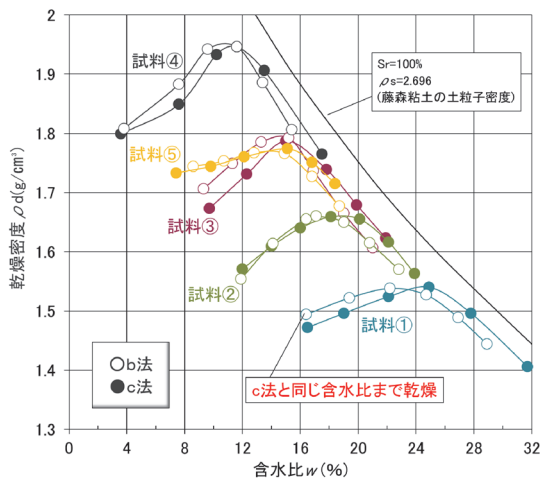


図-2 b法とc法の締固め曲線の比較

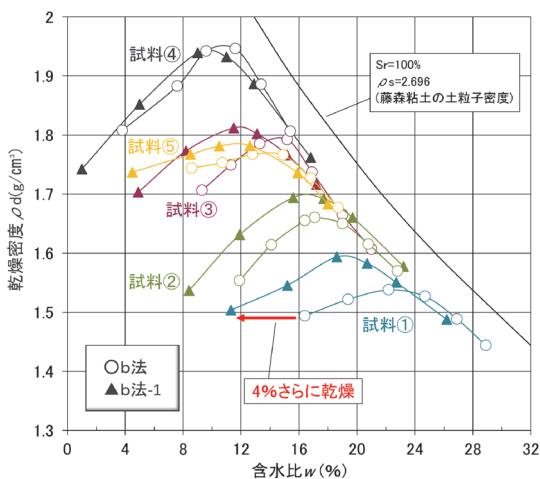


図-3 b法とb法-1の締固め曲線の比較

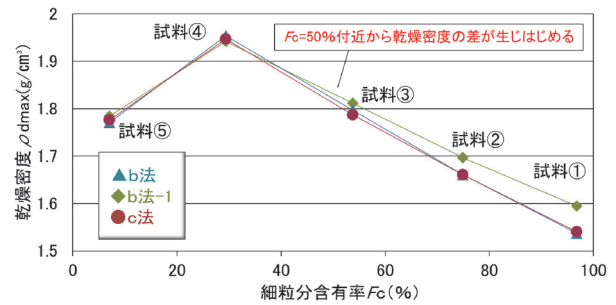


図-4 準備方法の違いによる各試料の最大乾燥密度

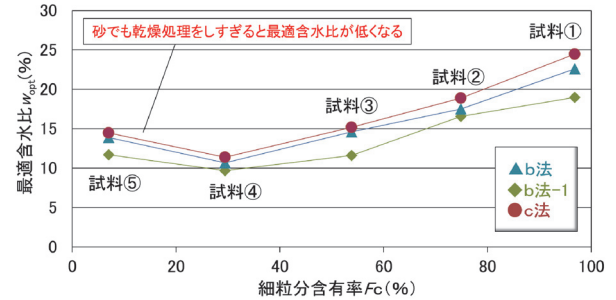


図-5 準備方法の違いによる各試料の最適含水比

突固めは通常6～8種類の含水比で行う<sup>1)</sup>が、乾燥側と湿潤側にそれぞれ3点ずつプロットできれば、明確な最大乾燥密度を得ることができる。仮に2%ずつ最適含水比から3点乾燥させたとしても、乾燥側に6%の含水比が必要となる。図-3の最適含水比から6%以上乾燥させると締固め曲線の形状が変わってくる結果を見ると、含水比の間隔と乾燥処理の範囲を事前に考慮しなければ、試料を過度に乾燥させる要因となる。

#### 4.まとめ

今回の試験結果をまとめると次のことがいえる。

- ①粘土・中間土・砂を問わず、c法で得られた最適含水比のほうが高く、施工上合理的であると考える。
- ②乾燥処理に注意を払えば、細粒分50%以下の中間土は、b法も適用できる。
- ③細粒分50%以上の試料は、最大乾燥密度・最適含水比ともに乾燥の影響を受けやすいため、c法により試料を準備することが適切と考える。
- ④砂分100%でも、b法で試料を取り扱う場合、最適含水比より6%以上乾燥させすぎると、締固め曲線の形状に影響をおよぼすので留意が必要と考える。

今回の試験より、乾燥の影響を受けにくいc法は、中間土を含め、すべての試料に対して有効的であることが判った。また、土は乾燥することで何らかの影響が出現することを確認できた。

今後は、この乾燥による影響についてさらに掘り下げて研究を進めていくとともに、ここで整理した内容を参考として締固め試験に取り組んでいきたい。

#### 《引用・参考文献》

- 1) 地盤工学会：土質試験の方法と解説-二冊分の1-、pp. 373～385, 2009. 11
- 2) 地盤工学会：地盤工学会・実務シリーズ30 土の締固め、pp. 22～29, 2012. 4