

メスシリンダーを用いた砂含有比(率)測定試験法の実験結果報告

社) 日本建設業経営協会 正会員 ○岩淵 常太郎
徳倉建設(株) 正会員 三ツ井 達也 和泉 彰彦

1. はじめに

土の工学的分類をするとき細粒分含有率 P (%) が求められる。このとき「細粒分含有率試験 (JST T 135-1990)」が行われるが、試料土の乾燥に 18 時間以上かかる。一方、ヤードにストックされた土を原料土として使うため仕分けするときも細粒土と粗粒土の含有比(率)が求められることがある。搬入されてくる土の状態が多岐にわたるため時間のかかる「細粒分含有率試験 (JST T 135-1990)」を現場でおこなうことは実務上難しく、簡易な細粒分含有比(率)測定試験法あるいは簡易な粗粒分含有比(率)測定試験法が求められる。

そこで現場で簡単に砂含有率が測定できるメスシリンダーを用いた簡易砂含有比(率)測定試験法を開発した。測定時間と簡易さは、既存の砂分測定器より短く容易で、特別な器具も不要となっている。測定精度も含めて試験を実施したので結果をここに報告する。

2. 実験概要

実験では自然土としてシールド工事で排出される建設泥土を、日にちを変えて 9 回採取しこれを用いた。泥土の物理的性質の範囲を表-1 に示す。この 9 種類のシールド泥土について正確な粗粒土と細粒土の割合を測定するため「細粒分含有率試験 (JSF T 135-1990)」を実施した。また砂分測定器によりシールド泥土中の砂分容量 (%) 及び砂分容積 (cc) を測定した (写真-1)。

メスシリンダーによる簡易砂含有比(率)測定試験は、500 ml, 250 ml, 200 ml の容器 (V) を用い、1) シールド泥土に水を加え希釈し、2) 泥土密度 (ρ) を測定した後に、3) よく攪拌して砂と細粒土を分離させて、4) 静止して砂を沈降させ、5) 沈降した砂分をメスシリンダーのメモリ (V_{ss}) を読み取り (写真-2)、6) シリンダーの読みによる砂含有比(率) α を求め、7) で換算式を用いて土中の砂含有比(率) θ を算出する。

このとき 1) の泥土に対する水の添加量は、砂分測定器の水の添加量 (泥土 75 cc : 水 175 cc) を参考に、泥土 3 : 水 7 の割合で 500 cc, 250 cc, 200 cc の各メスシリンダーの容量に対して割り出した量を添加した。3) の攪拌は 1 分間とした。4) の沈降時間は 1 分間とした。5) のメモリの読み (V_{ss}) は粗粒土の正味の体積ではなく、沈降した砂の体積とその砂粒子の間隙にある水の体積の和となる。6) の砂含有比(率) α は V_{ss} から土粒子比重等を用いて誘導した以下の式-1 で示される。

$$\alpha = \frac{V_{ss}}{V} \times \frac{G_s - 1}{\rho - 1} \quad (\text{式-1})$$

ここに、 α はシリンダーの砂含有比(率)、V_{ss} はシリンダーの読み、V はシリンダーの容積、 G_s は土粒子比重、 ρ は泥土の密度、となる。 G_s は 2.65 ~ 2.75 間の任意の値を仮定しても測定精度に大きな影響は与えない。

7) の砂含有比(率) θ は粗粒土の正味の体積から算出されるので式-1 の砂含有比(率) α をパラメーターとした換算式を用いて決める。換算式 (式-2) はシリンダーの砂含有比(率) α と予め実施した「細粒分含有率試験」で得られた砂含有率 θ の相関から求める。

なお、砂分測定器による測定時間とメスシリンダーによる測定時間を試験中、記録した。

3. 実験結果と考察

細粒分含有率試験により得られた砂含有率 θ と 3 種類のシリンダーの砂含有比(率) α を図-1 にプロットした。



写真-1 砂分測定 写真-2 シリンダー測定

キーワード：細粒分含有率 土の工学的分類 砂分測定器 粗粒土 細粒土 仕分け管理

連絡先：〒104-0032 東京都中央区八丁堀 2-5-1 東京建設会館 7 階 TEL03-5542-5951

全体的に両者は一次の相関関係が現れる結果となった。図中に目視でプロットの平均を通るように一次の直線を描いた。直線は以下の式で示され、真の砂含有比(率) θ を求める換算式として使われる。

$$\theta = 0.65 \times \alpha - 0.341 \quad \text{式-2}$$

なお、プロットの分布を詳細に観察すると500mlと250mlの測定値は、200mlの測定値より、若干、分散が小さく、大きなシリンダーを使う方が、バラツキが少なくなる傾向が示された。

シリンダーの砂含有率 θ の測定精度を調べるために、「細粒分含有率試験」の砂含有率の変化に対するシリンダーの測定値を比較した。結果を図-2に示す。

土の砂含有率が40%~90%の範囲にあってシリンダーによる含有率は0.9~1.1の範囲に分布して、測定精度は±10%程度であることが示された。

測定精度が±10%と広がる要因は、第一に砂($\phi 2\text{mm}$ 以下)を粗砂と細砂($\phi 420\mu\text{mm}$ 以下)に分けると細砂の沈降は粗砂に比べて遅れる。砂を含まない細粒土泥土の密度が高いと遅れの度合いは増える。したがって、細粒土泥土の密度が高いと細砂の沈降が1分では不十分で誤差を誘発する。今回の試験の細粒土泥土の密度は $1.12 \sim 1.19\text{g/cm}^3$ であった。

第二に泥土の攪拌時に砂と細粒土がよく分離しないと砂に付着した細粒土も一緒に沈降して、その結果、メモリの読み(Vss)が大きくなる。これも誤差を誘発する。

この考察から簡易砂含有比(率)測定試験法は、潜在的に誤差を含む試験となるが、一方、平均1人3分程度で完了する簡易さが現場での作業性にプラスに働き、マイナスの測定精度との間でトレードオフの関係が成り立つとき適用性が生まれる。

同様の比較を砂分測定器の値について行った。結果を図-3に示す。図から砂分測定器の数値は砂含有率と相関関係が認められ、平均で20%程度低い値を示す傾向を示した。なお、砂分測定器の測定時間は平均2人4分となり、ここで提案した口の広いシリンダーと攪拌による砂と細粒土の分離が時間短縮に効果的に働く優位さとなって現れる結果となった。

4. おわりに

シリンダーによる砂含有比(率)の測定は前述した1)から7)の手順により1人3分程で完了する、またシリンダー容量は、250mlと500mlが適当と判断された。実験に用いた試料土の砂含有率は50~90%と、砂質土に分類される。そのため砂含有率の小さな粘性土についての適用データが不足した。泥土と添加水の割合は3対7としたが、泥土中の粘土分から砂を水で分離するためには水を多くするほうが有利だが、シリンダーの容量が一定なので水を多くすると泥土の量が少なくなり結果として沈降する砂が少なくなり誤差が増えることが予想される。今回の実験では泥土中の砂が比較的多いため泥土3:水7の割合が効果的であったが、泥土中の粘土分が多く砂の量が少ないときは水を多くして粘土分から砂を十分に分離することが求められる。その場合、泥土と水の混合比を検討する必要があると考えられる。

【参考文献】1) 中村裕昭：土質柱状図に記載する土質名と日本統一分類法、土の判別と工学的分類に関するシンポジウム、社団法人土質工学会、平成5年11月

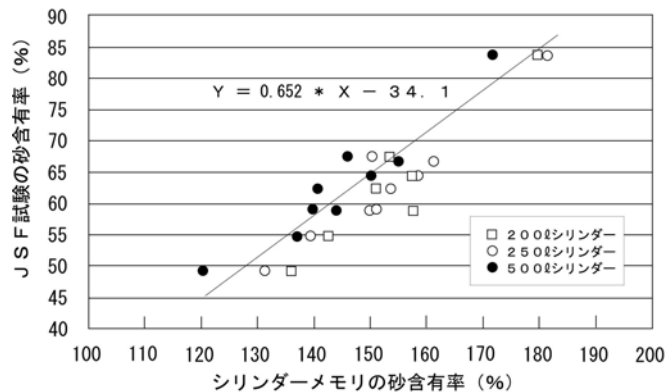


図-1 シリンダー砂含有率と J S F 砂含有率の相関

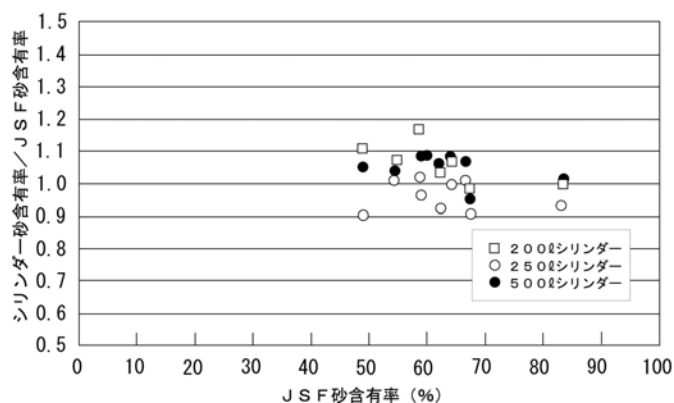


図-2 シリンダー砂含有率の誤差分布状況

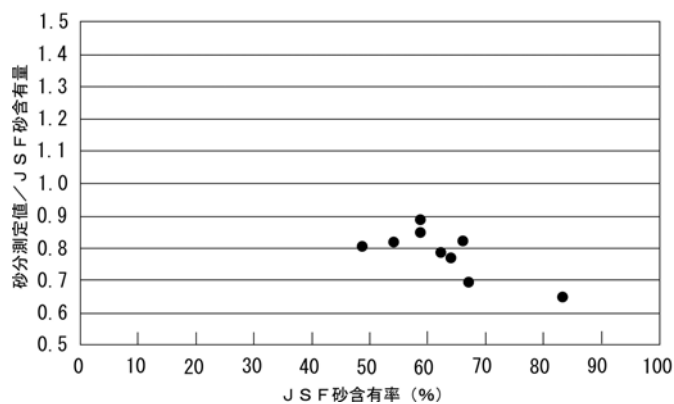


図-3 砂分測定器の値と J S F 砂含有率の相関