

## ふるい振とう機の振とう条件が粒径加積曲線に与える影響について

ふるい分析 ふるい振とう機 粒径加積曲線

関西地盤環境研究センター 正会員 ○服部 健太  
大阪工業大学 国際会員 日置 和昭

### 1. はじめに

近年、ふるい分析において、ふるい振とう機を利用する試験所が増えており、それに伴い振とう終了の目安を“振とう時間”とする試験所も増加傾向にある。その影響もあってか、“連続した1分間のふるい分けで通過分が残留分の約1%以下になるまで行う”という振とう終了の目安に係るJIS規格の順守率は30%未満とかなり低い<sup>1)</sup>。これに加え、ふるい振とう機の利用に関する規則等は整備されておらず、様々な振とう条件下でふるい分析が実施されているものと考えられる。本研究では、ふるい振とう機を用いてふるい分析を実施し、振とう条件（振とう幅、振とう時間）が粒径加積曲線に与える影響について種々の考察を行った。

### 2. ふるい分析の概要

ふるい分析には、粒子密度が異なる、廃ガラスカレット（以下、GC）、珪砂6号、鉄鋼スラグの3試料を用いた。各試料の粒子密度は、GC：2.51 Mg/m<sup>3</sup>、珪砂6号：2.63 Mg/m<sup>3</sup>、鉄鋼スラグ：3.57 Mg/m<sup>3</sup>である。

ふるい分析は、ふるい振とう機を用いて実施した。振とう条件は、振とう幅：0.5 mm、1.0 mm、1.5 mm、2.0 mm、2.5 mm、3.0 mmの6ケース、振とう時間：1 min、5 minの2ケースとした。すなわち、ふるい振とう機によるふるい分析（以下、自動）は、3試料×6振とう幅×2振とう時間=36ケースで実施した。また、自動による結果と比較するため、JIS規格（連続した1分間のふるい分けで通過分が残留分の約1%以下になるまで行う）に従い、手動でふるい分析を実施した（以下、手動）。なお、ふるい分析に用いた試料の量は100 gであり、同じ試料を自動の12ケース（6振とう幅×2振とう時間）に加え、手動でも繰返し使用した。

### 3. 粒子の跳ね上がり現象

自動において、振とう幅の影響が最も大きく表れたふるい目を、試料毎に示したのが図1～図3である。まず、GC（図1：0.850 mm 通過質量分率と振とう幅の関係）に着目すると、振とう幅が大きくなるに従い、通過質量分率が減少する傾向にあることを確認できる。次に、珪砂6号（図2：0.425 mm の通過質量分率と振とう幅の関係）に着目すると、振とう幅が大きくなるに従い、通過質量分率が明らかに減少していることを確認できる。これらは、粒子の跳ね上がり現象と考えられる。続いて、鉄鋼スラグ（図3：0.075 mm 通過質量分率と振とう幅の関係）に着目すると、振とう幅の影響は、GCや珪砂6号と比較し小さいことを確認できる。すなわち、粒子の跳ね上がり現象は、試料によって異なるふるい目で発生しており、その影響は珪砂6号>GC>鉄鋼スラグとなっている。

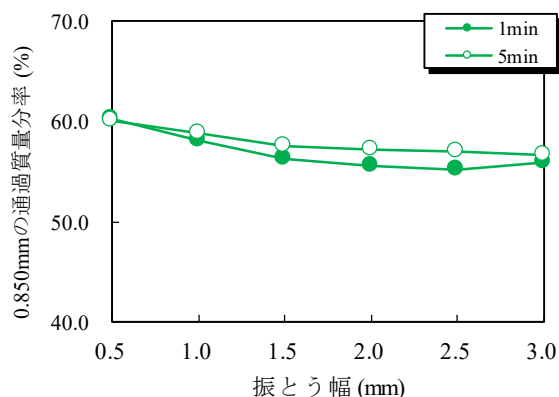


図1 0.850mm 通過質量分率と振とう幅の関係 (GC)

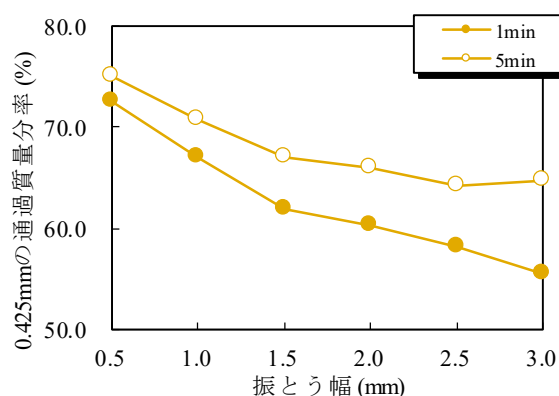


図2 0.425mm 通過質量分率と振とう幅の関係 (珪砂6号)

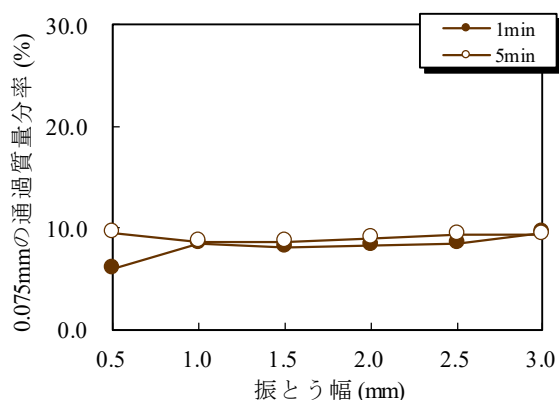


図3 0.075mm 通過質量分率と振とう幅の関係 (鉄鋼スラグ)

Effect of the shaking conditions of the sieve machine on the grain size distribution curve

HATTORI Kenta (Kansai Geo and Environment Research Center)

HIOKI Kazuaki (Osaka Institute of Technology) et al.

表 1 振とう幅の違いが平均粒径  $D_{50}$  に与える影響（振とう時間：1min）

|              |        | 平均粒径 $D_{50}$ (mm) |      |       | 誤差率 (%) |      |       |
|--------------|--------|--------------------|------|-------|---------|------|-------|
|              |        | GC                 | 珪砂6号 | 鉄鋼スラグ | GC      | 珪砂6号 | 鉄鋼スラグ |
| 手動           |        | 0.66               | 0.33 | 0.65  | —       | —    | —     |
| 自動<br>(振とう幅) | 0.5 mm | 0.66               | 0.35 | 0.69  | 0.0     | 6.1  | 6.2   |
|              | 1.0 mm | 0.70               | 0.36 | 0.71  | 6.1     | 9.1  | 9.2   |
|              | 1.5 mm | 0.73               | 0.38 | 0.72  | 10.6    | 15.2 | 10.8  |
|              | 2.0 mm | 0.75               | 0.38 | 0.73  | 13.6    | 15.2 | 12.3  |
|              | 2.5 mm | 0.76               | 0.39 | 0.72  | 15.2    | 18.2 | 10.8  |
|              | 3.0 mm | 0.74               | 0.40 | 0.71  | 12.1    | 21.2 | 9.2   |

表 2 振とう幅の違いが平均粒径  $D_{50}$  に与える影響（振とう時間：5min）

|              |        | 平均粒径 $D_{50}$ (mm) |      |       | 誤差率 (%) |      |       |
|--------------|--------|--------------------|------|-------|---------|------|-------|
|              |        | GC                 | 珪砂6号 | 鉄鋼スラグ | GC      | 珪砂6号 | 鉄鋼スラグ |
| 手動           |        | 0.66               | 0.33 | 0.65  | —       | —    | —     |
| 自動<br>(振とう幅) | 0.5 mm | 0.67               | 0.34 | 0.68  | 1.5     | 3.0  | 4.6   |
|              | 1.0 mm | 0.69               | 0.35 | 0.69  | 4.5     | 6.1  | 6.2   |
|              | 1.5 mm | 0.71               | 0.36 | 0.70  | 7.6     | 9.1  | 7.7   |
|              | 2.0 mm | 0.72               | 0.36 | 0.70  | 9.1     | 9.1  | 7.7   |
|              | 2.5 mm | 0.72               | 0.37 | 0.69  | 9.1     | 12.1 | 6.2   |
|              | 3.0 mm | 0.73               | 0.37 | 0.69  | 10.6    | 12.1 | 6.2   |

#### 4. 振とう条件が粒径加積曲線に与える影響

振とう幅の違いが平均粒径  $D_{50}$  に与える影響（振とう時間：1 min）を表 1 に示す。表中の誤差率は、手動の結果を仮の真値として算出したものである。まず、平均粒径  $D_{50}$  に着目すると、3 試料ともに、振とう幅が大きくなるに従い、平均粒径  $D_{50}$  は大となる傾向にあり、仮の真値（手動）から乖離していくことを確認できる。次に、誤差率に着目すると、3 試料ともに、振とう幅が 0.5～1.0 mm の場合は 10 %を下回るのに対し、振とう幅が 1.5 mm 以上になると、誤差率は倍増し 10～20 %程度となっている。

続いて、振とう幅の違いが平均粒径  $D_{50}$  に与える影響（振とう時間：5 min）を表 2 に示す。まず、平均粒径  $D_{50}$  に着目すると、振とう時間：1 min の場合と同様、3 試料ともに、振とう幅が大きくなるに従い、平均粒径  $D_{50}$  は大となる傾向にあり、仮の真値（手動）から乖離していくことを確認できる。次に、誤差率に着目すると、3 試料ともに、振とう幅が 0.5～2.0 mm の場合は 10 %を下回るのに対し、振とう幅が 2.5 mm 以上になると、誤差率は 10 %を上回るものもある。すなわち、振とう時間を長くすると、誤差率は小さくなるものの、これをゼロとするのはかなり困難であるように思われる。従って、ふるい振とう機を用いる場合も、振とう終了の目安を安易に“振とう時間”とはせず、JIS 規格（連続した 1 分間のふるい分けで通過分が残留分の約 1 %以下になるまで行う）を順守することが重要であり、業務の遂行上、この規格の順守が難しい場合は、振とう条件を振とう幅：0.5 mm、振とう時間：5 min 以上とするのが望ましい。

#### 5. まとめ

ふるい分析のばらつきは比較的大きいことが知られており、その一要因として、振とう終了の目安に係る JIS 規格の順守率の低さが挙げられる。ふるい振とう機を利用する試験所は、特にこの規格の順守率が低く、効率面のみを追求したふるい振とう機の利用には精度・信頼面で課題が残る。今後、ふるい振とう機の利用に関する規則等の整備が必要となるかもしれない。

#### 参考文献

- 1) 日置和昭，中澤博志，沼倉桂一，若杉護，藤原照幸，渡邊健治，中川直：技能試験にみられる地盤材料試験の現状と課題，地盤工学ジャーナル，Vol.15，No.4，pp.749-760，2020。