

沈降分析における測定自動化への試み

(協) 関西地盤環境研究センター ○三好 功季 藤村 亮 林 峻平
松川 尚史 中山 義久 澤 孝平 西形 達明

1. はじめに

筆者らは数年来、土の粒度試験(沈降分析)の浮ひょうを入れたまま測定する方法(これを「提案法2019」¹⁾と呼ぶ)とJIS法²⁾(沈降2分後は浮ひょうを取り出し、その後の測定時間前に再度浮ひょうを挿入する方法)の検討を行ってきた。その結果、両者の有意な差は小さいことが分かった。今回の報告は「提案法2019」を踏襲し、浮ひょうの竿の上下移動量をレーザー測器で読み取り、それを浮ひょうの読み値に換算し、それぞれの方法による粒度加積曲線を描き、沈降分析の自動化への試みを検討した。

2. 試料の種類および試験方法

本報告において使用した試料は、前回と同様の物理的性質が異なる5種類の粘性土である(表-1)。メスシリンダーに炉乾燥試料を50g ずつ入れ、1lの懸濁液として分散・攪拌後、沈降分析を実施した。

実験は初めにJIS法によって24時間読みまで測定する。終了後直ちに再攪拌・静置後、浮ひょうは入れたまま、レーザー測器(諸元は表-2に示す)により浮ひょう頭部の移動量を読み取り、浮ひょうの読み値に換算する(これを「提案法2020」と呼び、「提案法2019」との違いを表-3に示す)。各方法とも1試料について、3サンプルずつ測定した。なお、浮ひょう頭部にはレーザーを感受しやすいように直径約1cmの紙製のターゲットを取り付けており、このターゲットによる読み値の補正量は事前に求めている。

「提案法2020」は図-1に示すように、メスシリンダーに入れた浮ひょうの真上にレーザー測器を設置し、ターゲットとレーザー測器間の距離(L_0)を測定するものである。準備作業として、純水中に入れた浮ひょうのターゲットとレーザー測器との距離(L_0)を測定しておく。この距離(L_0)が浮ひょうのある温度における純水の密度を表すことになる。沈降分析時の測定は浮ひょうを静置1分後の測定までに行えるだけ上下動させないように投入し、ターゲットの中央にレーザー光が当たるよう移動させ、所定時間ごとのターゲットとレーザー測器間の距離(L_i)を測定する。求めたい浮ひょうの読み値は($L_i - L_0$)を浮ひょうの測定範囲の密度と竿の長さの関係とで浮ひょうの読み値に換算する(図-1)。

また、浮ひょうのターゲットに常にレーザー光が当たるように浮遊防止策として懸濁液の静置後、直径6mmほどの穴をあけた薄いプラスチックのフタをメスシリンダ

ーに被せ、浮ひょうの自由な動きを阻害しない程度に拘束した(図-2)。

3. 試験結果とレーザー読み取りの課題

図-3~7に粒度加積曲線を示す。図中にはJIS法(青色)と「提案法2020」(赤色)により3回ずつ測定した結果とそれらの平均したものを示している。

- ・笠岡粘土とカオリン1粘土はJIS法と「提案法2020」の顕著な差は見られずほぼ同等の結果である。
- ・カオリン2粘土はJIS法、「提案法2020」とも粒径が0.01mmくらいまで同じような傾向を示すが、粒径が0.01mm以下では「提案法2020」が少し上方(細粒側)に位置する。
- ・荒木田粘土と藤ノ森粘土は粒径が0.1mm以下の範囲で「提案法2020」はJIS法に比べ下位(粗粒側)に位置する。

今回測定した5種類の粘土について、これらの傾向は前回の「提案法2019」の結果と類似である。従って、レーザー測器による測定自動化には問題ないと言える。JIS法と提案法のわずかな違いの原因として、「提案法2020」ではターゲットの質量(約0.05g)と、浮ひょう傘部に積もる微粒子の合算が約0.1gになり、浮ひょうの読み値が小さくなることの影響と考えられる。また、プラスチック製のフタと浮ひょう竿部との接触による抵抗の影響も考慮する必要があると考えられ、今後の検討課題である。

表-1 試料の種類と物理試験結果

試料名	土粒子の密度 $\rho_s(\text{g/cm}^3)$	液性限界 $w_L(\%)$	塑性限界 $w_P(\%)$	塑性指数 I_P
カオリン1	2.765	59.9	32.5	27.4
カオリン2	2.652	24.2	17.6	6.6
笠岡	2.672	57.5	21.7	35.8
荒木田	2.713	46.5	24.0	22.5
藤ノ森	2.672	39.8	19.7	20.1

表-2 レーザー測器の諸元

メーカー	OPTEX FA/CD22-100V2
測定範囲	±5cm, 最大10cm
最小読み取り値	6 μm

表-3 目読みとレーザー測器の精度

比較内容	2019年検討事項		2020年検討事項	
	1.2分目の読み取り	5~1440分目の読み取り	比重浮ひょうの計測方法	比重浮ひょうの読み取り精度
JIS法	入れたまま	出し入れあり	目読み	0.0002g/cm ³
提案法	入れたまま		レーザー測器	0.000003g/cm ³

提案法2019
提案法2020

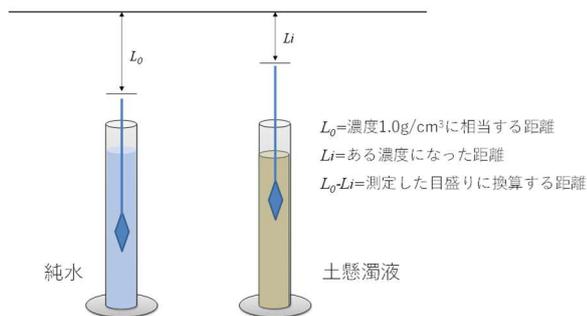


図-1 レーザー測定の概略図



図-2 ターゲット板に当たるレーザー光線と浮遊防止のフタ

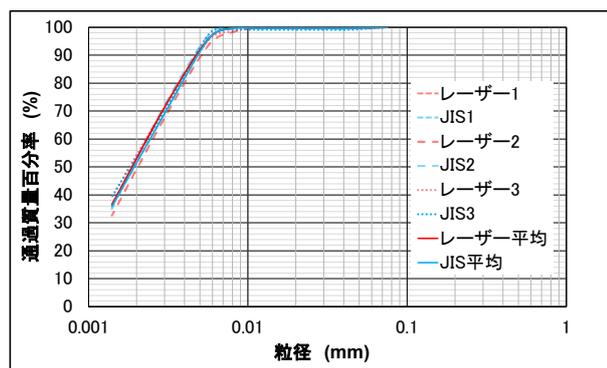


図-3 提案法2020とJIS法の粒径加積曲線(カオリン1)

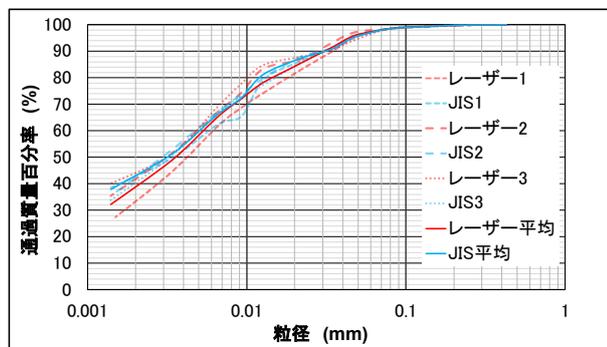


図-5 提案法2020とJIS法の粒径加積曲線(笠岡)

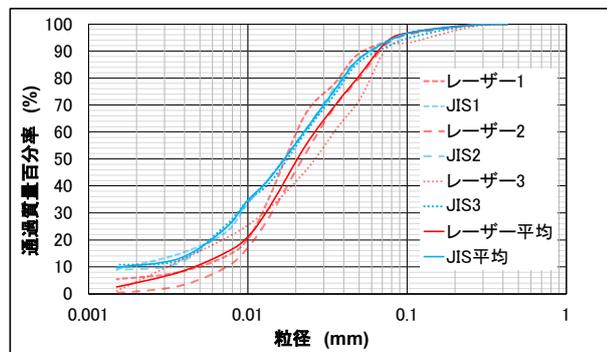


図-7 提案法2020とJIS法の粒径加積曲線(藤ノ森)

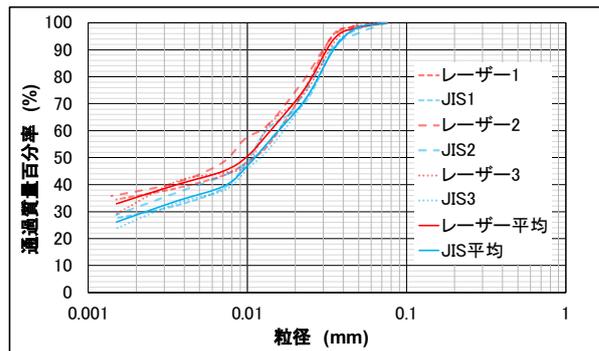


図-4 提案法2020とJIS法の粒径加積曲線(カオリン2)

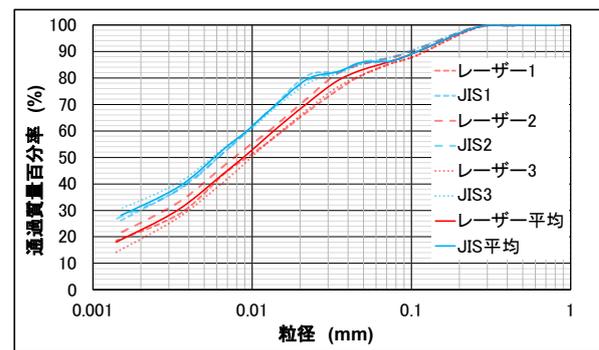


図-6 提案法2020とJIS法の粒径加積曲線(荒木田)

4. まとめ

レーザー測器による沈降分析を実施したところ、浮ひょうの傘部に付着する微粒子の処理、浮ひょうに取り付けるターゲットの部品などの改善点は多々あるものの、その可能性はあると考えている。

沈降分析における読み取りの自動化は、作業効率の面から考えても、有効な手法になりうるので、今後は器具などの改善・改良とともに、試料数を増やし実験、検討を重ねて、レーザーによる計測方法、計算方法を確立させ、沈降分析の自動計測化を目指していきたい。

《引用・参考文献》

- 1) 粒度(沈降分析)試験の測定方法の検討: 藤村亮, 松川尚史, 三好功季, 澤孝平, 中山 義久, 第54回地盤工学研究発表会, pp.19~20, 2019.
- 2) 地盤工学会編: 地盤調査の方法と解説、二分冊の1、pp.115-136, 2013.