

土粒子の粒度分析における比重計法とピペット法の相違

The Difference Between Hydrometer Method and Pippet Method

中村 貴彦

NAKAMURA Takahiko

1. はじめに

土粒子の粒度分析法には一般に、JIS で規定されている比重計法と国際的に用いられているピペット法がある。これら 2 法はストークスの抵抗則を適用して粒径を求めるといふ点で共通しているが、試験結果には違いが存在することが経験的に知られていた。しかしながらこの違いについては明確にされてこなかった。本研究ではシミュレーションと実測分析から、比重計法とピペット法の違いについて検討することを目的とした。

2. シミュレーションによる相違

粒度分析シミュレーション¹⁾では、土粒子はストークス則を適用できる剛体球粒子で、密度は粒径によらず一定であると仮定し、壁面効果や粒子同士の相互作用・流体力学的相互作用は考慮していない。比重計法、ピペット法それぞれで粒径加積曲線を求めた結果、両者では微妙な違いが生じていた¹⁾が、本研究ではともに一致することが明らかとなった (Fig-1)。この違いは温度補正などによるものであった。

ある時間経過後の懸濁状態は両法では同じである。懸濁粒子群を代表する平均粒径を表す際にピペット法ではピペットで採取した粒子群の最大粒径であるのに対し、比重計法では比重計の有効深さ(つり合ったときの比重計球部の中心位置の水深)にある粒子中で最大粒径を表している。両者の粒径はともにストークス式から算出され

ているため、平均粒径は同じものを意味している。その結果、シミュレーションでも同じ曲線となったものと考えた。

3. 供試粒子濃度の影響

比重計法では粒度分析シミュレーションおよび実測分析ともに土粒子の供試濃度によって異なる結果が得られることが明らかとされていた¹⁾。この濃度依存性についてさらに検討を行った。

本研究の実測分析では供試土壌濃度は 20, 40, 60(規定濃度) g/L とした。なお土壌は関東ロームで、分散剤はヘキサメタリン酸ソーダを供試土壌濃度に比例して使用した。その結果 (Fig-2)、濃度が規定濃度よりも小さくなると、曲線は上側にシフトすることが確認できた。供試濃度を 20, 60, 120 g/L としてシミュレーションをおこなった結果 (Fig-1)、それらの違いは無視できると結論づけた。供試濃度を変えても、ある時間での懸濁粒子群の最も浅い位置にある最小粒子と最大粒子の位置は同じである。これらの間の懸濁液密度の等しい位置で比重計はつり合っているはずであり、濃度を変えると懸濁液密度は異なり有効深さも変わるから、粒径も異なる。しかしそれに対応する懸濁液密度も変化しており、その結果、得られる粒径加積曲線は同じになったと考えた (Fig-3)。

ピペット法における濃度依存性はシミュレーションではないが、実測分析では 0.01 mm 以下の粒子で見られた。今後、分散剤

の影響も検討していく予定である。

4. 粗粒子分の影響

実測分析では供試濃度の他に有機物分解，分散，沈降容器，粗粒子分の篩別の工程などが異なっている。流れの影響を軽減するため，同じ沈降容器を用い(1L メスシリンダ)，0.075 mm 以下の粒子のみを用い，比重計法を行ったものについて直後にピペット法を実施した。その他は前述と同じにして行った。

その結果は Fig-4 に示すとおりである。比重計法とピペット法は微細領域で，より低濃度で一致することが明らかとなった。

60 g/L の懸濁粒子の個数をすべて $1 \mu\text{m}$ 球粒子と仮定した場合，1 個の粒子が占める大きさは約 $6 \mu\text{m}$ である。単一粒子の実測沈降速度と壁面までの距離との関係²⁾より沈降速度は 4 乗で減少することから，仮に速度補正係数を $1/6$ として比重計法のシミュレーションを行った。その結果ストークス則を適用することで沈降速度が過大評価され，加積曲線は上側に描かれてしまうことが明らかとなった。供試粒子濃度が小さければ 1 個の占める面積は小さくてすみ，ストークス則の適用がより適切になり，低濃度での実測分析の比重計法とピペット法は一致したものと考えられた。

5. おわりに

比重計法とピペット法の相違を検討する中で，分析器具や操作を同じにし，低濃度であれば同じ結果を与えうることを明らかにした。

両者の問題は粒径算出のためのストークス則の適用，

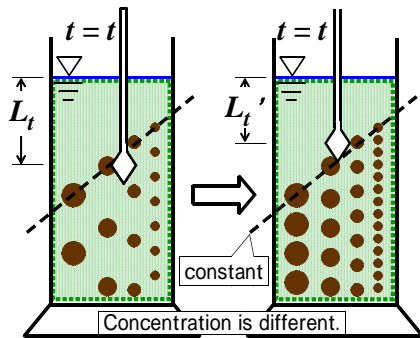


Fig-3. Representative particle diameter with various particle concentration

比重計の浮遊とピペットでの採取時の攪乱などである。

参考文献

- 1) 片岡ら：平成 17 年度農土全国大会講演要旨集
- 2) 中村：平成 9 年度農土全国大会講演要旨集

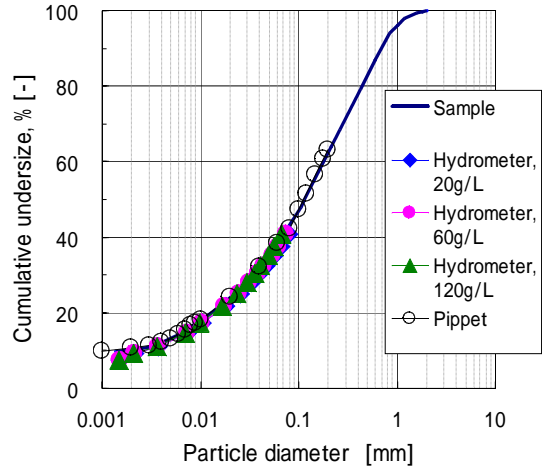


Fig-1. Simulated cumulative undersize curve

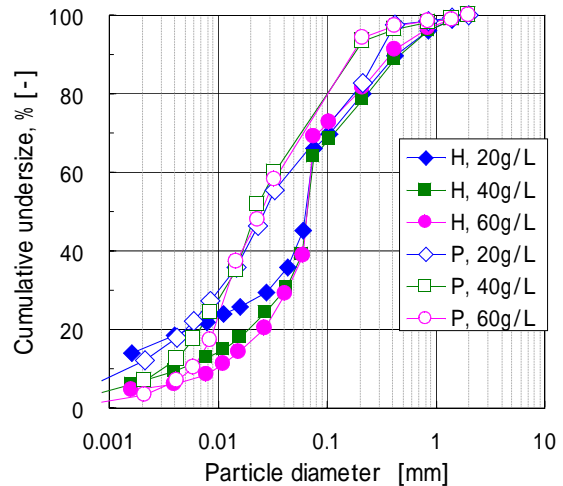


Fig-2. Cumulative undersize curve with various particle concentration

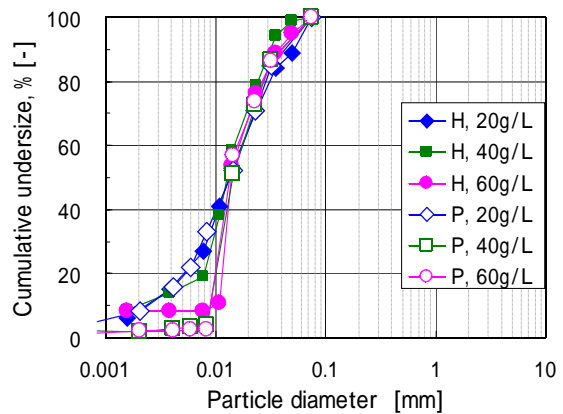


Fig-4. Cumulative undersize curve of small size particle