

建設省土木研究所 正員 佐々木 康

1. まえがき

現在のJIS規格(JIS A 1204 暫定改定案)に規定される粒度試験においては、2000μフルイを通過する土の粒度測定に要する時間は短くない。この時間の短縮と、比重計の出し入れという煩雑な操作を除いて、もっと簡単に土の粒度試験を行う方法が要望される。

著者は下に述べるような光透過法による装置を用いて粒度試験を行なった。粉体の粒度試験法には種々の形式のものがあるが、ここでは、その1つである光透過法を取りあげ、これによる土の粒度試験への適用性を検討する。

2. 測定原理および測定装置について

透明な材料でできた試料室に土粒子の懸濁液を入れ、これに光束を照射して、透過した光の強度から土粒子の粒度分布を知ろうとするものである。今、任意の粒度分布を有する土粒子群が図のように懸濁液中に分散しているとする。これらの土粒子群は懸濁液が充分希薄で互いに光の透過方向に重ならないものとする。

入射光強度 I_0 と、透過光強度 I との間には次式が成立する。

$$\frac{I}{I_0} = \exp\left(-\frac{\pi}{4} l \sum_{i=1}^m n_i D_i^2\right) \quad \text{----- (1)}$$

$$\therefore \log I_0 - \log I = \frac{\pi}{4} l \sum_{i=1}^m n_i D_i^2 \quad \text{----- (2)}$$

ここに D_i ; 懸濁土粒子の直径 n_i ; 土粒 D_i の個数濃度
 l ; 光の透過距離 である。

今、 I として、懸濁液水面から h および $h+\Delta h$ の深さにおける透過光強度をとると、(2)式を用いて

$$\Delta \log I_h = \log I_{h+\Delta h} - \log I_h = \frac{\pi}{4} l \sum_{m=\Delta m}^m n_i D_i^2 \quad \text{----- (3)}$$

と書ける。ここに D_m 、および $D_{m-\Delta m}$ は、それぞれ深さ h および $h+\Delta h$ における懸濁土粒子の最大粒径であってStokesの法則から計算することが出来る。

(3)式の両辺に $\bar{D}_m = \frac{D_m + D_{m-\Delta m}}{2}$ を掛けると

$$\bar{D}_m \Delta \log I_h = \frac{\pi}{4} l \sum_{m=\Delta m}^m n_i D_i^2 \bar{D}_m \quad \text{----- (4)}$$

となって Δm が充分小さければ(4)式の右辺は $\frac{\pi}{4} l n_m \bar{D}_m^3$ となる。すなわち懸濁土粒子 $\bar{D}_m$ の重量の $\frac{3}{2}l$ 倍に他ならない。

すなわち、透過光強度 I_h を測定し(4)式を用いて $I-h$ 曲線を図積分することによって土粒子 $\bar{D}_m$ の重量の全土粒子の重量に対する比が求められるわけである。

用いられた装置は日立製作所製PSA-2型の光透過式粒度測定装置である。この装置は、光学系部、光源部、および記録部の3つの部分から構成されている。入射光は、試料室の底面から、懸濁液水面まで約7secで走査し、この間の透過光強度がホトマルによって検出され、記録計に自記記録される。

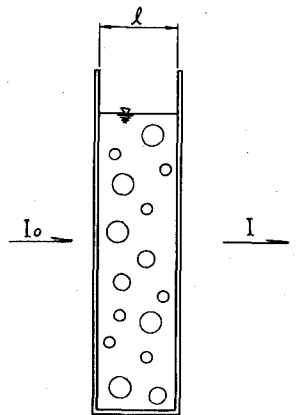


図-1 試料室

試料室の大きさは、 $16\text{ mm} \times 46\text{ mm} \times 83\text{ mm}$ であって、懸濁液の量は約 50 c.c. である。入射光の走査最大距離、すなわち土粒子の最大沈降深さは $A_{\text{max}} = 6\text{ cm}$ である。

3. 操作と測定結果について

試料の分散は、試料室（図-1）とは別の分散容器内でJIS規格にならって行なわれた。ただし分散剤はヘキサメタリン酸ナトリウムが用いられた。分散剤濃度は 0.1% （重量比）である。

分散容器で分散された試料はピペットを用いて試料室に移され、攪拌棒で攪拌された。攪拌停止後適当な時間が経過した後に装置の光束を走査させて透過光強度の異なる方向の変化が測定された。

1回の測定に使用される試料の量は $20 \sim 50\text{ mg}$ である。試料の最大粒径が大きいときは分散媒の増粘剤としてグリセリンが用いられた。

測定結果の1例を示すと図-2のようである。図-2に示す粘土(PSA)の曲線は粘土(JIS)の測定に用いたと同じ粘土を $74\mu\text{m}$ 以下の細かい分けした後に光透過法によって測定した結果である。この粒径加積曲線には何らの補正も行なわれていない。

日本建設機械化協会における土質試験の自動化委員会が検討された資料を、あわせて図-2に記してある。図中鎖線で示したA, B, Cの曲線がそれである。このうちAが光透過法によるものである。B, C曲線はそれを用いた別の比重天秤法によって得られた測定結果である。A, B, C曲線の測定に用いられた試料は、中心粒径 250μ 以下のガラス球である。この比較試験の結果においても光透過法による測定結果は粒径の大きい方に偏って現れている。

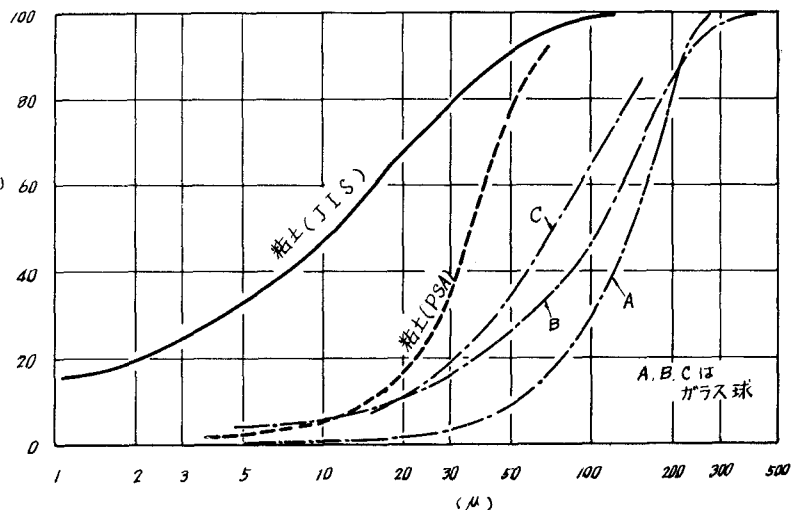
光透過法においては懸濁土粒子によって光がささげられる効率（吸光係数）を考慮して測定結果の補正が行なわれるべきであると云われる¹⁾。吸光係数は土粒子の粒径の関数であり、その理論的な推定は困難であるが、何らかの補正を施さない限り、ここに述べたような方法で土の粒度試験を代行することはむづかしいようである。

しかしながら、

光透過法は、分散に要する時間を除けば測定時間は数分を充分であり、結果の整理もさほどの労を要しないという非常な利点を有している。

結果の補正を含めて、分散剤、分散法などの問題の検討が継続される予定である。

図-2 試験法による相異



参考文献：1) 粉体粒度測定法（1965年）粉体工学研究会編