

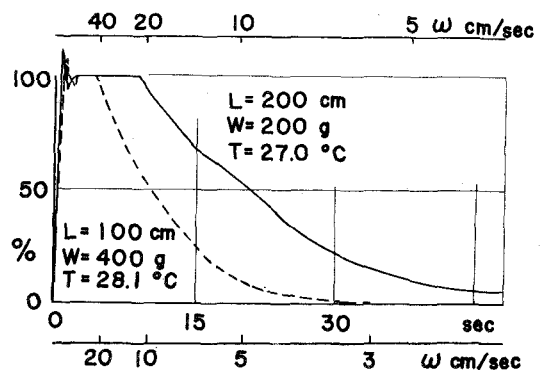
差圧計を利用した土砂の粒度分析法について

京都大学防災研究所 正会員 土屋義人
同 正会員 興村武信

1. 緒言 土砂の粒度あるいは、沈降速度の分布を求めるために、従来さまざまな方法が開発され、実用に供されてきたが、いずれも一長一短がある。一方、流体中における砂粒の運動を取り扱う場合には、砂粒の大きさや形状などよりも、何々の砂粒の沈降速度の方が都合のよいことが多い。このことから、砂粒の沈降速度の分布を求めるために、1956年 Colby および Christensen は V-A Tube 法を考案し、米国などでは広く用いられており、またわが国でもすでに岩垣らによって試作され、実際問題に使用されてきた。この方法と原理的には同一であるが、差圧計を利用して沈降速度の分布を求める方法が検討されてきたが、とくに 1972 年 Appel はこの方法に対する若干の改良を加えている。この方法の原理はつぎのとおりである。沈降管の 2 点間の差圧は、その間に存在する砂粒の重量に比例するので、ある時刻の差圧の減少量は、そのときまでを 2 点間を通過してしまつた砂粒の重量に比例している。したがって 2 点間の距離から、記録紙の時間軸を速度に換算すれば、沈降速度の重量加積曲線が得られる。この方法と V-A Tube 法と比較すると、まず第 1 に V-A Tube 法は半自動的であるのに反して、完全に自記できる、第 2 に沈降管の端部を細くする必要がないので、砂粒の沈降現象を束縛しないし、また V-A Tube 法の場合には、砂粒が沈降する場合の空隙率の一様性を仮定しなければならないが、差圧式によればこうした問題は起こらないなどの利点がある。一方、差圧式の場合には、計器の精度との関連から測定できる限界がおおむね限定されるだろうし、また沈降管のわずかな振動が差圧として記録される、などの欠点がある。差圧式の土砂粒度分析法として従来検討されてきた研究においては、沈降管の性能や記録装置の精度などについての実験結果がなく、したがって記録計の精度に関連して沈降管の大きさや試料の量を適確に見出すことができない。このようなことから、著者らはこの方法の実用化をはかるために、とくに上記の点に着目して若干の実験的研究を進めてきたので、その結果について述べる。

2. 実験装置の概要 試作した装置は、沈降管、差圧計（最大 0.05 kg/cm^2 ）および記録装置からなっている。沈降管は直径 7.5 cm 、長さ 2.5 m のビニール管で、その側壁に 0.2 m 間隔に差圧をとり出すための細孔を数個あけて、砂粒の沈降距離による影響が検討できるようにし、また土砂試料の量を適当に変えて、沈降現象における相互干渉や沈降管側壁の影響と記録計の精度などとの関連を検討することにした。前述したように、沈降管の振動が差

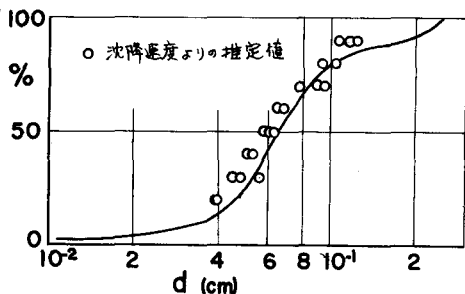
図-1 実験結果の一例



丘として記録されるので、試料の投入にあたっては、できるだけ沈降管にふれないようにし、かつ同時に試料全部を投入するように心がけた。

3. 実験結果と考察 図-1は以上の装置によって、中央粒径 0.65 mm 、標準偏差 $(d_{84}/d_{16})^{1/2} = 1.65$ の砂を用いた実験結果の一側である。試料投入時に大きな差圧の変動をみるが、すぐ一定値になって、以後差圧が漸減することがわかる。この一定値になったときの差圧は全試料が投入されたときのものであって、この値と、投入時を時間の原点にして、沈降速度分布の解析が行なわれる。図-2は、図-1の結果に対して、

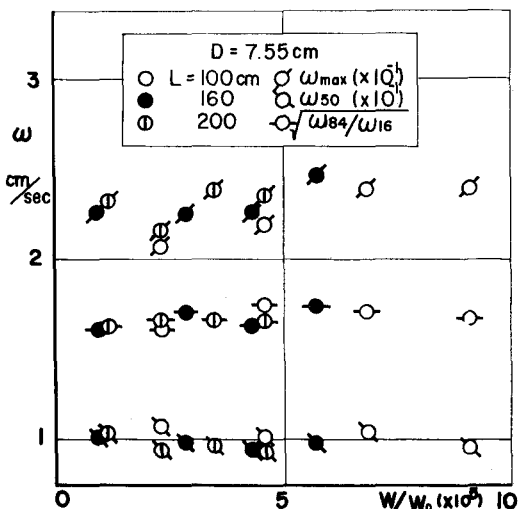
図-2 粒度分布との比較



球の抵抗係数に関する実験結果を適用して、沈降速度より砂粒の大きさを推定して、粒度分布と比較したものである。こうした検討は各粒径ごとに砂粒の沈降速度を求めて行なうか、V-A Tube 法と比較すべきあるので、今後さらに検討するつもりである。

図-3は沈降現象に及ぼす沈降管の長さおよび土砂試料の量の影響を検討したものの一例である。図中 w ；沈降速度、 L ；沈降管の長さ、 D ；沈降管の内径、 w_{50} ；沈降速度の中央値、 w_{84} および w_{16} ；84および16%に対応した沈降速度、 w_{max} ；沈降速度の最大値、 W_0 ；沈降距離 L 間の水の重量および W ；投入試料の重量、である。この結果によると、実験の範囲内では、沈降速度の中央値に対して、試料の量および沈降管の長さはほとんど影響しないが、その最大値に対しては若干影響するようにみうけられる。とくに、沈降速度の最大値に対しては、沈降管の長さによってかなり結果が相違するようであるが、これは投入時

図-3 沈降速度に及ぼす沈降管の長さおよび土砂試料の量の影響



の影響が沈降管の長さによって相違するためと考えられる。図-1および図-3の結果からわかるように、図に示した実験の範囲内では最大粒径の粒子の沈降速度を除いて、沈降管の長さや試料の量の影響を見出すことができず、著者の用いた装置で非常に簡便かつ迅速に沈降分析ができるように思われる。今後さらに沈降管の長さや試料の量を広範囲に変えて、こうした沈降分析法の適用範囲を見出すべく実験をすすめ、講演時に追加するつもりである。

本研究を行なうにあたり御指導を賜った矢野教授および実験に協力していただいた橋本技術室に謝意を表するとともに、文部省試験研究費による研究の一部であることを付記する。