

礫の接触時間による粒径推定に関する斜路実験

日大生産工 ○小田 晃 日大生産工(院) 平野雄也・渡邊真矩
日大生産工 落合 実・遠藤茂勝

1 まえがき

筆者らは現場で簡易的に粒径を推定する方法として、砂礫と弾性体が衝突する時に礫と弾性体が接触している時間（接触時間）を利用する方法を提案している¹⁾。その結果、単独のガラス球ならびに単独の礫と弾性体（ステンレス鋼板）において、接触時間と粒径の関係が確認された。そこで、次の段階として、礫が集団で衝突する場合の礫の個数の評価と、個々の礫の接触時間について、斜路を用いた実験から検討する。なお、ここでは、短い時間に流下・衝突する礫の接触時間を個別に判別するため、個々の礫の衝突による弾性波の減衰を早める必要がある。そのため、弾性体としてステンレス鋼板から硬質プラスチック板（以下、POM板）に代えた。また、最終的に現地で使用することを考えて、礫は球形ではない実際の礫を使用した。

2 実験概要

図1に実験で使った斜路の概要を示す。斜路は内径10cmの塩ビ管を縦方向に半分に切断したものを使用した。礫の落下位置、POM板の設置位置などについては、今回使用する礫の粒径範囲で良好に接触時間が計測できるように予備実験から決定した。

実験は、接触時間と礫径の関係式を求めるための礫の単独流下実験と、礫が集団で衝突する場合の礫の個数の評価などを検討するための複数(50個)の礫の流下実験の2種類を

実施した。使用した礫は、単独流下実験では自然の礫として直径(中軸径)7.0～50.3mmの範囲の礫を24個用いた。式(1)で表わされる形状係数(S.F.)は0.51～0.90である²⁾。また、比較のため表1に示すガラス球(直径7.0～24.5mm)も使用した。

$$S.F. = \frac{c}{\sqrt{ab}} \quad (1)$$

ここに、 a 、 b 、 c は互いに直行する三軸の長軸、中軸、短軸である。なお、自然摩耗を受けた礫のS.F.は約0.7とされている²⁾。

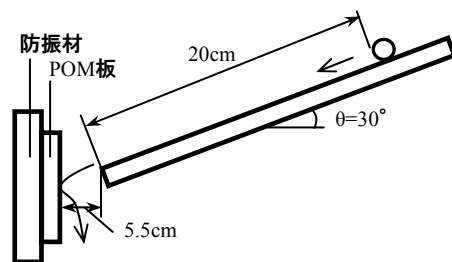


図1 実験の斜路略図

表1 ガラス球の諸元

	No.	直径d(mm)	S.F.	重量W(N)
ガラス球	0	7.00	1.0	0.00441
	1	12.5	1.0	0.0251
	2	16.9	1.0	0.0625
	3	24.5	1.0	0.190

3 礫の単独流下実験の結果

図2にガラス球と礫の直径 d と接触時間 T_c の関係を示す。なお接触時間は弾性波の第1波の半周期と定義した。これらの結果から、複数の礫を流下させて得られた接触時間を

Experiment of the Slope on Evaluation of Grain Diameter Using Contact Time
Akira ODA, Yuya HIRANO, Masanori WATANABE, Minoru OCHIAI and
Shigekatsu ENDO

粒径に変換する実験式を式(2)として今後の検討を行う。

$$T_c = 2.2005 d^{1.3135} \quad (\text{mm-}\mu\text{s単位}) \quad (2)$$

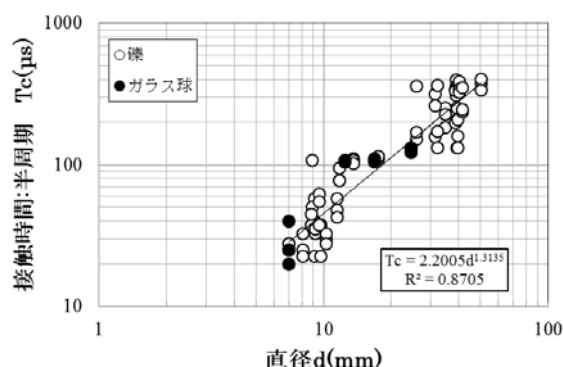


図2 直径dと接触時間(半周期) T_c の関係

4 複数の礫の流下実験の結果

使用した斜路は前章の図1と同じである。

礫は自然の礫を5～10mm, 10～15mm, 15～20mm, 20～25mm, 25mm～50.3mmの粒径範囲に分けて各々10個ずつ, 合計50個を使用した。これらの礫の形状係数(S.F.)は0.36～0.82である。実験は10回実施した。なお, 弾性波は礫の流下継続時間とメモリーの関係からサンプリング時間5.0 μ s(200kHz)とした。

図3に各実験で得られた波形から読み取った礫の衝突回数を示す。流下させた礫の個数が50個であるのに対し, 今回読み取った礫の個数の範囲は38～59個であった。衝突回数の平均値は45.2回であり, 流下させた礫の個数よりも少なくなっている。振幅の大きい波形の減衰時間が長い場合において正確にカウントできないケースのあることが示された。また, 流下させた礫の個数よりも多い回数を

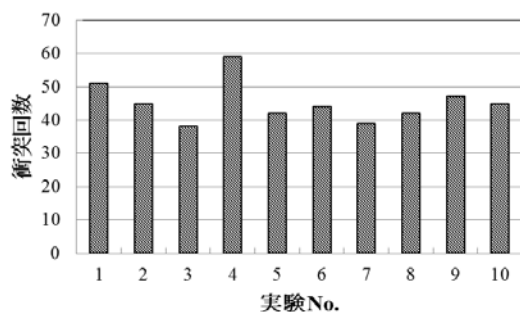


図3 衝突波形から読み取った衝突回数

カウントしたケースも見られた。このケースは実験観察から, 流下した礫がPOM板に衝突後, 後続の流下礫に衝突し, 再度POM板に衝突したケースである。今後のPOM板の設置位置などの調整で解決できると考えられる。

これらの波形のうち, 最大個数となったNo.4について接触時間を計測した。図4に, 計測による接触時間から式(2)を用いて粒径を求め, 各推定粒径範囲における粒子の数と実際に流下させた数を比較した。20mm以上の粒径範囲では良い結果となったが, 15～20mmの範囲では25個と多くなっている。また, 5～10mmの範囲での粒子の数がカウントされていない。今回の条件では細かい粒子の計測が困難であることを示している。

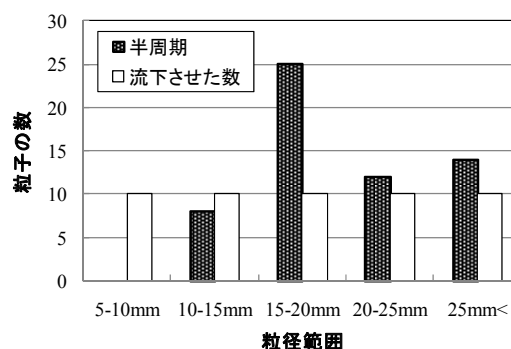


図4 推定粒径範囲と粒子数の関係

5 まとめ

今回の実験から接触時間による粒径推定が, 粒度分布の推定に有効な方法であることが示された。課題として, 10mm以下の範囲における接触時間の計測方法があげられる。

謝辞：本研究は文部科学省科学研究費補助金、挑戦的萌芽研究（研究代表者小田晃、No. 21656123）の助成を受けた。記して謝意を表する。

「参考文献」

- 1) 小田晃ら：弾性波を用いた河床材料の粒度分布推定法に関する実験的研究, 平成22年度砂防学会研究発表会概要集, pp.34-35, 2010
- 2) 河村三郎著：土砂水理学 I [POD版], 森北出版, p.4, 2005.