

礫の接触時間を用いた粒径推定に関する一実験について

日大生産工 (学部) ○野澤一海 日大生産工(院) 渡邊真矩
日大生産工 落合 実・小田 晃

1 まえがき

本研究は現場で簡易的に粒径を推定する方法の開発を目的とする。著者らは、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⁾。既往の研究で、この方法がある程度有効であることがわかった。そこで、次の段階として、現場での使用を踏まえた試作装置を作製し、その特性について検討した。

2 防振材と加速度計位置の検討実験

写真1に実験装置を示す。斜路は内径10cmの塩ビ管を縦方向に半分に切断したものである。礫の落下位置、硬質プラスチック板(以下、POM板)の設置位置などについては、既往の研究までの予備実験を参照して決定した¹⁾。今回は、防振材の種類と加速度計の位置を変えてより良好に接触時間 T_c が計測できるように決定する。この実験では石球(直径10.0~50.0mm)を単独で使用した。図2に示すように、防振材にはゴム材を用い、加速度計はPOM板の裏面中心部に取り付けた場合に良好な結果を得られることが分かった。得られた結果より試作装置の作製を行う。

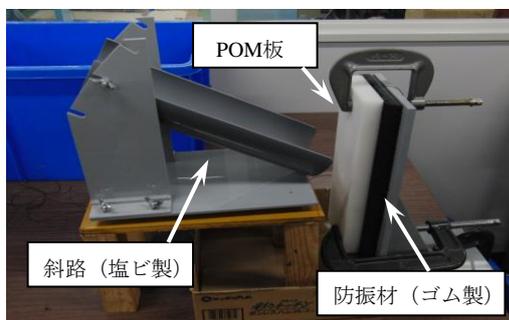


写真1 試作装置の様子

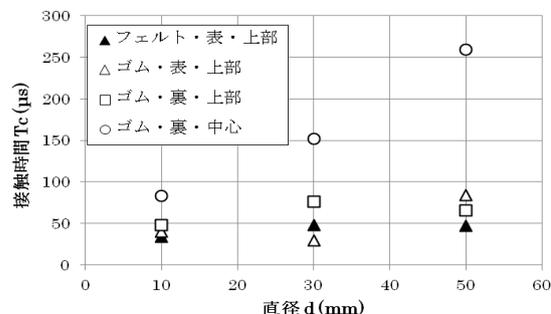


図2 防振材と加速度計位置の比較検討

3 直径と接触時間の関係

図3に石球、ガラス球、石礫の直径 d と接触時間 T_c の関係を示す。使用した礫は、直径(中軸径)26.5~45.6mmの範囲である。また、比較のため石球($d=10.0\sim 50.0\text{mm}$)、ガラス球($d=7.0\sim 24.3\text{mm}$)も使用した。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、 T_c を d に変換する実験式が得られた。

$$T_c = 16.957d^{0.7206} \quad (\text{mm-}\mu\text{s単位}) \quad (1)$$

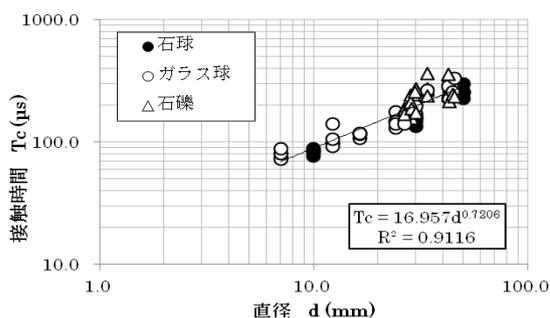


図3 直径 d と接触時間(半周期) T_c の関係

4 複数の礫の流下実験

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の礫の流下実

験を実施した。使用した斜路は写真1と同様のものを用いる。礫は自然の礫を100個使用した。これらの礫は式(2)で表わされる形状係数(S.F.)は0.26~0.89である²⁾。

$$S.F. = \frac{c}{\sqrt{ab}} \quad (2)$$

式(2)において、 a 、 b 、 c は互いに直交する三軸の長軸、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⁾。ふるい分け試験を行い、測定結果と比較して評価を行う。実験は5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 $5.0\mu\text{s}$ (200kHz)とした。

図4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。読み取った礫の個数の範囲は117~130個であった。衝突回数の平均値は124.2回であり、流下させた礫の個数よりも多くなっている。これらは、実験観察により、POM板に衝突した粒子が、他の粒子と衝突し、POM板に再衝突するケースであると考えられる。

ふるい分け試験の結果と接触時間を用いた推定方法との比較を行う。まず、個数別に比したものを図5に示す。実際は流下させていない 53.0mm 以上の大きな粒子をカウントしている。これは、粒子がほぼ同時に衝突をして波形に乱れが生じた為であると考えられる。

図6にふるい分け試験と接触時間を用いて得た粒度分布図を示す。それぞれの平均粒径 d_m を計算すると、実測値の平均粒径は $d_m = 18.8\text{mm}$ となり、接触時間を用いて得た平均粒径は $d_m = 21.9\text{mm}$ となった。これらを比較すると 3.1mm の差があった。計測個数が実際の値よりも多い為、実測値と差が出たのだと考えられる。

6 まとめ

今回の実験から加速度計の位置を、POM板の裏側中心部の、礫が衝突する裏側とするこ

とでTcから推定した粒度分布がほぼ一致することが示された。今後は流砂の計測の為、水中での測定に関する推定方法の確立と、その実験装置の製作を行ってきたい。

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。

「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.

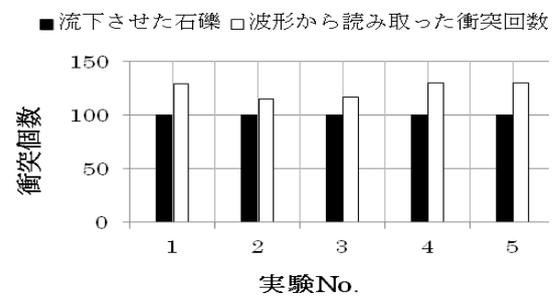


図4 計測した衝突回数

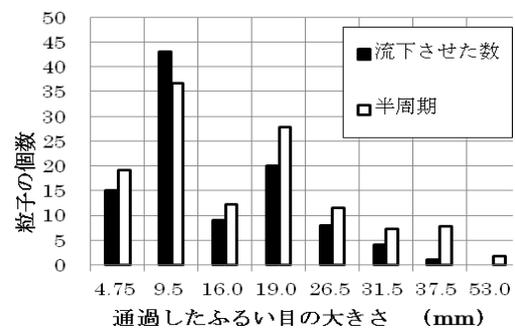


図5 通過礫の大きさと粒子の個数の関係

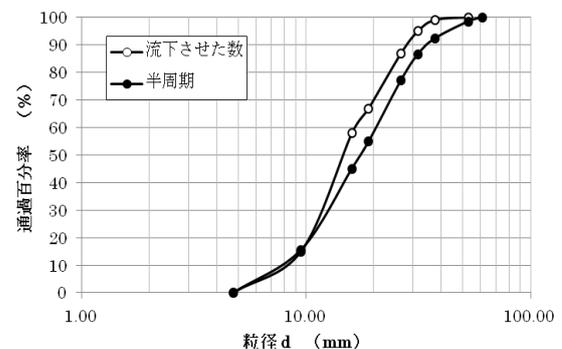


図6 ふるい分けと接触時間による粒度分布