

### 礫の接触時間を用いた粒径推定に関する実験的研究

横浜市 正会員 ○野澤 一海  
日本大学 正会員 小田 晃・落合 実  
(株)道路建設コンサルタント 赤堀 成己

#### 1. はじめに

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)を用いて間接的に粒径推定を行う方法を提案している<sup>1)</sup>。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。次の段階として実際の現場での使用を踏まえ、流水中にて粒径と形状が広範囲に及ぶ自然礫を流下させ、接触時間を用いて推定された粒度分布とふるい分け試験による粒度分布との比較を行う。

#### 2. 実験概要

図1及び、写真1に実験装置を示す。実験装置は、全長13m、幅員30cm、勾配1/30の水路に設置した。斜路は上流端の幅18cm、下流端の幅6cm、流下長は110cm、斜度は2°、斜路の下端と硬質プラスチック板(以下POM板)の間は5.5cmとなっている。路内の流量は2800cm<sup>3</sup>/sとした。弾性波はサンプリング時間2.5μs(400kHz)として加速度計で測定した。

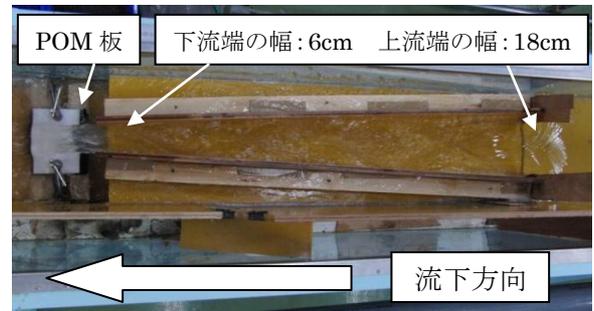


写真1 実験装置の様子

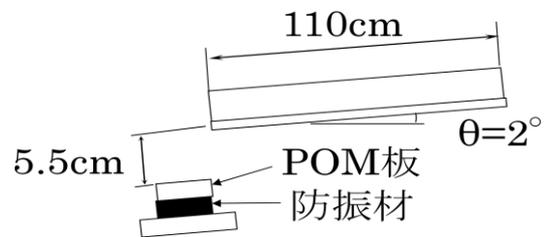


図1 実験装置の概要

#### 3. 流下させた礫の実験結果

図2に石礫を単独で流下させたときの粒径dと接触時間Tcの関係を示す。礫は長軸径が上位10個のものを選り使用した。これらの結果から、Tcをdに変換する実験式が得られた。

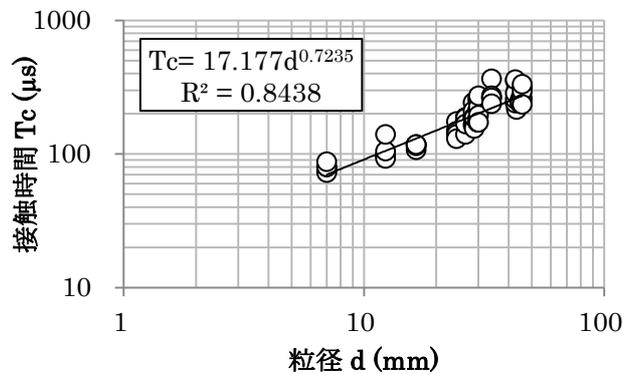


図2 粒径dと接触時間Tcの関係

$$T_c = 17.177d^{0.7235} \quad (\text{mm-}\mu\text{s 単位}) \quad (1)$$

礫の形状を楕円体と仮定する場合は、形状係数(S.F.)を用いる。形状係数とは互いに直行する三軸をそれぞれ長軸をa、中軸をb、短軸をcとして式(3)に代入して求める。自然摩耗を受けたS.F.の値は約0.7とされている<sup>2)</sup>。使用した、礫のS.F.の平均値は0.5509であった。

#### 4. 粒度分布の推定について

式(1)により得た粒径から体積を求め、比重を用いて重量を算定する手法を用いる。比重ρsは2.65とした<sup>2)</sup>。体積を求める際に仮定する礫の形状は球と楕円体の2通りで行う。球の体積については式(2)を用いて求める。

$$S.F. = \frac{c}{\sqrt{ab}} \quad (3)$$

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi(d/2)^3 \quad (2)$$

キーワード 弾性波, 接触時間, 礫径, 形状係数, POM板

連絡先 〒231-0017 神奈川県中区港町1-1 横浜市役所 TEL045-671-2121 E-mail: ka05-nozawa@city.yokohama.jp

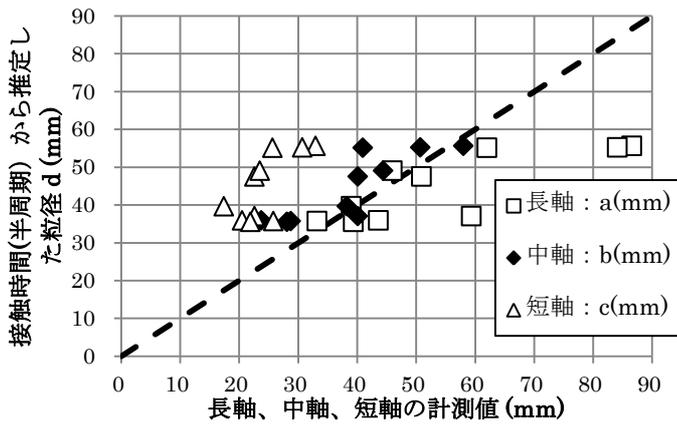


図 3 実測径と  $T_c$  を用いて推定した粒径の相関

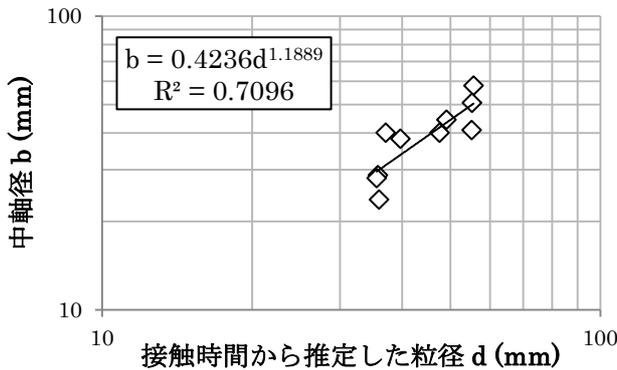


図 4  $T_c$  を用いて推定した粒径と中軸径  $b$  の相関

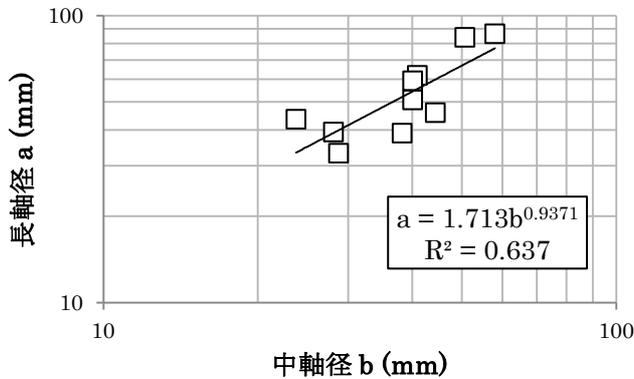


図 5 中軸径  $b$  と長軸径  $a$  の相関

$$b = 0.4236d^{1.1889} \tag{4}$$

$$a = 1.713b^{0.9371} \tag{5}$$

$$c = 0.5509\sqrt{ab} \tag{6}$$

$$V = \frac{4}{3}\pi abc \tag{7}$$

図 3, 4, 5 より推定した粒径  $d$  と相関の良い中軸径  $b$  を基に長軸径  $a$ , 短軸径  $c$  を求める. 式(4), (5), (6) を用いて楕円体の体積を求める (式(7)).

### 5. 流水中での集団礫の流下実験

天然砂礫 100 個を用いて集団礫の流下実験を行った. 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. ふるい分け試験の平均粒径  $d_m$  は 56.37mm となった. 接触時間を用い, 礫形状を球として推定した場合の平均粒径  $d_m$  は 39.50mm となった. 礫形状を楕円体として推定した場合の平均粒径  $d_m$  は 32.16mm となった. 粒度分布を見ると, ふるい分け試験の結果の方が小さく見えるが, 数値を見ると, 推定値の方がふるい分け試験の結果よりも小さいことがわかる. これらは, 推定値において粒径の小さな礫の衝突回数が多い為, 小さい粒度分布範囲において個数が多くなり全体の平均粒径に影響が出たものと考えられる.

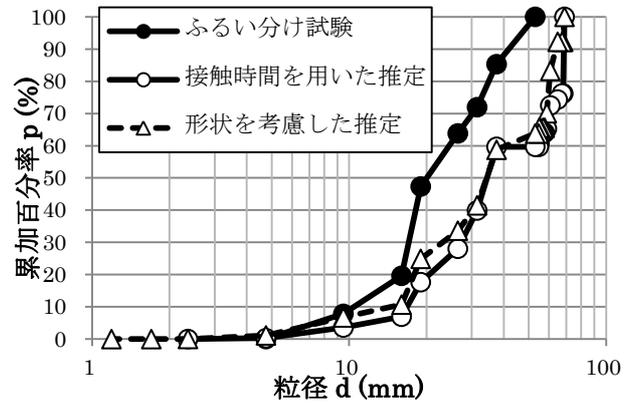


図 6 粒度分布の比較

### 6. まとめ

流水中での計測が可能であることが示された. 今後は, ふるい分け試験に近い粒度分布の推定が出来るようにしていきたい.

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.