

落下礫の接触時間を用いた粒径計測に関する基礎的研究

日本大学大学院 学生会員 ○渡邊 真矩・平野 雄也
日本大学生産工学部 正会員 落合 実・小田 晃

1. はじめに

河床材料の粒径の計測方法はふるいをを用いた「ふるい分け試験」が主である。しかし、この方法では試料の運搬等で時間と費用が多分に掛かる。このため、より簡易的に砂礫の粒径を推定する方法が望まれている。

既往の研究¹⁾より礫を弾性体に衝突させることで得られる接触時間 T_c は粒径 d に関係することが分かった。また、ステンレス板を使用した実験で、礫の落下位置によって T_c に差が生じることが確認された。ここで現場での使用を考慮すると同一の場所にそれぞれの礫を落下させることは困難であると考えられる。そこで本研究では礫の落下位置による T_c の変化と、その変化が少なくなる弾性体の厚さについて、系統的な実験から検討した。

2. 実験概要

今回の実験では、弾性体としてステンレス板より軽量で加工が容易な硬質プラスチック板(以下POM板、寸法:長さ15cm×幅15cm×厚さ2.5cm, 1.5cm, 0.5cm)を用いて、厚さおよび礫の落下位置の違いによる接触時間の変化を比較した。落下位置は図1の中心(図1の点O)、A、B、C、D、a、b、c、dである。それらの位置にそれぞれ鉛直に礫を落下させた。なお、POM板の下には防振材を密着させて敷き、加速度計はPOM板の中心の裏側に設置した。

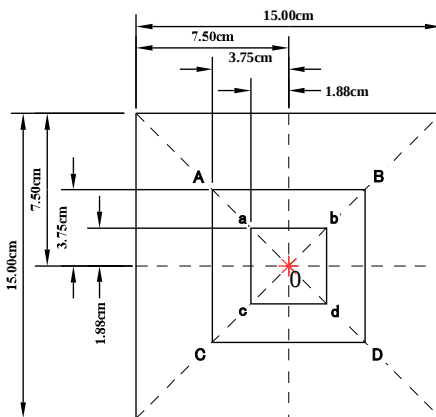


図1 POM板(落下位置)

ここでは礫として、石球(粒径 $d=1\text{cm}$, 3cm , 5cm)を用いた。落下高さ h は 8cm とする。振動データのサンプリング時間は $2.5\mu\text{s}$ とした。

礫が衝突した時の弾性波が最初に計測されたときから半波長経過するまでの時間を接触時間 T_c と定義する。

3. 実験結果

3.1 落下位置の違いによる接触時間の変化

図2より、中心とA、B、C、Dの接触時間を比較すると、どの厚さの板も $20\sim 25\mu\text{s}$ の差が生じている。これは石球を落下させた場所が加速度計から離れているため中心に落下させた場合と振動の伝わり方が異なることによると考えられる。 $d=3, 5\text{cm}$ に

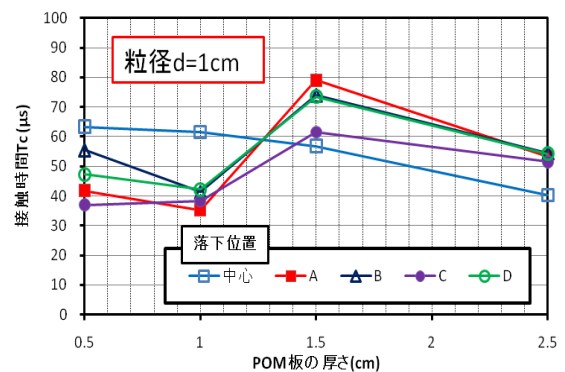


図2 板の厚さと接触時間の関係
(落下位置 A, B, C, D)

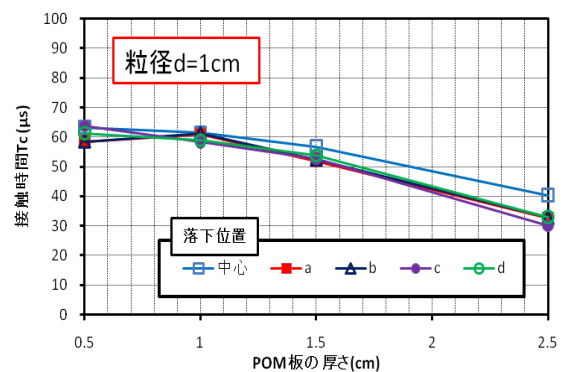


図3 板の厚さと接触時間の関係
(落下位置 a, b, c, d)

キーワード 砂礫、粒径、接触時間、粒径計測

連絡先 〒275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1 日本大学生産工学部 土木工学科 TEL047-474-2420

においても A, B, C, D において得られた接触時間は $d=1\text{cm}$ の場合と同様の傾向が得られた。

一方、図 3 の a, b, c, d を比較してみると中心との接触時間の差が最大で $10\mu\text{s}$ となっている。これは A, B, C, D に比べ落下させた場所が加速度計（中心）に近くなったためだと考えられる。このことから $d=1\text{cm}$ の礫の場合、a~d の範囲内に礫を落下させれば、接触時間は落下位置による影響は少ないと考えられる。

3.2 POM 板の厚さの違いによる接触時間の変化

$d=1\text{cm}$ で板厚と T_c の関係が中央とほぼ同じであった a, b, c, d の点に礫を落下させたときの POM 板の厚さの違いによる接触時間の変化について $d=3.0\text{cm}$, 5.0cm の礫について検討した。

図 4 は $d=3\text{cm}$ の礫を落下させたときの板の厚さの違いによる接触時間の変化を表したものである。厚さ 1.0cm の板では中心と各点と接触時間はほぼ同じであるが他の厚さでは $25\mu\text{s}$ 以上の差が生じた。

図 5 は $d=5\text{cm}$ の礫を落下させたとき、厚さの違いによる接触時間の変化を表したものである。厚さ 2.5cm の場合、中心と各点の接触時間はほぼ同じであるが他の厚さの場合 $45\mu\text{s}$ 以上の差が生じた。

3.3 線形近似での比較

図 6 は中心および a~d の各位置で得られた接触時間を板の厚さごとに表したものである。表 1 は得られた線形近似の結果である。表 1 に示す R^2 値が 1.0 に近いほど得られた接触時間のバラツキが少ないため、本実験の条件内では板の厚さ 2.5cm のものを使用するのが望ましいと考えられる。

4. おわりに

今回の実験において礫の落下位置による T_c の変化が少なくなる弾性体の厚さは落下させる礫の粒径によって異なることが分かった。しかし、明確な原因が判明していないため、その原因を明らかにする必要がある。

今後の課題として上記の原因究明と落下位置の制御方法ならびに複数の礫を POM 板に落下させたときの個数と接触時間の推定も検討している。

謝辞

本研究は文部科学省科学研究費、挑戦的萌芽研究（研究代表者 小田 晃，課題番号 21656123）の助成を受けた。記して謝意を表する。

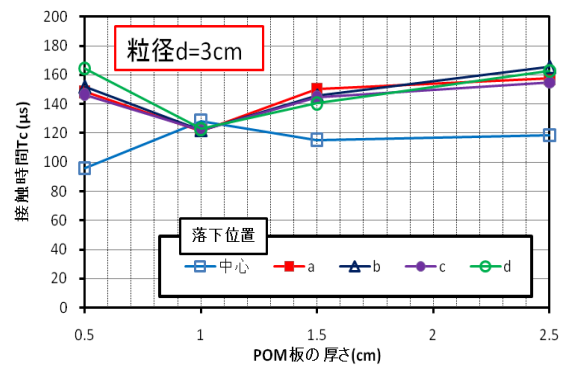


図 4 板の厚さと接触時間の関係
(落下位置 a, b, c, d)

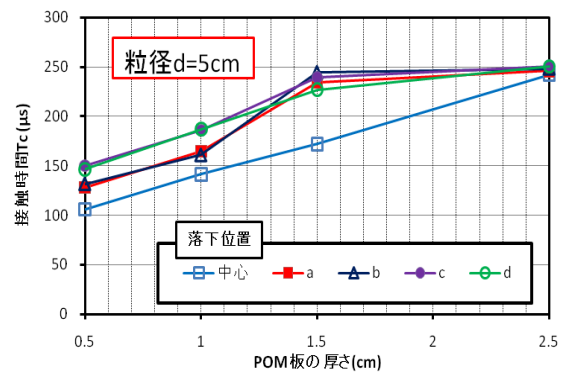


図 5 板の厚さと接触時間の関係
(落下位置 a, b, c, d)

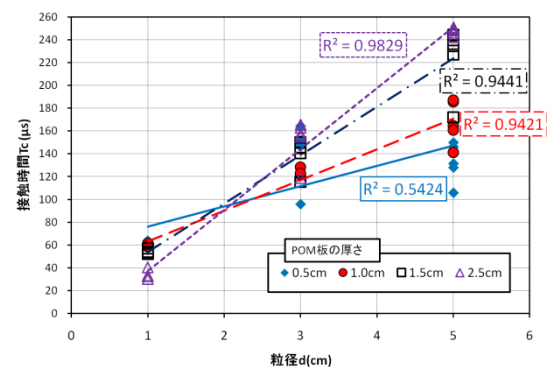


図 6 d と T_c の関係

表 1 R^2 値の結果

POM板の厚さ(cm)	R^2 値
0.5	$R^2=0.5424$
1.0	$R^2=0.9421$
1.5	$R^2=0.7702$
2.5	$R^2=0.9829$

参考文献

- 1) 小田 晃ら：礫の接触時間を利用した粒度分布推定法，平成 18 年度砂防学会研究発表会概要集 pp84-85