

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 —落下位置・POM板の厚さ・形状係数の変化による接触時間への影響—

日本大学大学院 学生会員 ○渡邊 真矩
日本大学 正会員 落合 実
日本大学 正会員 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、現場において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。ここで現場での計測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、また礫の形状の違いにおける T_c の変化について、系統的な実験から検討した。

2. 実験概要

2.1 落下位置・厚さの比較実験

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

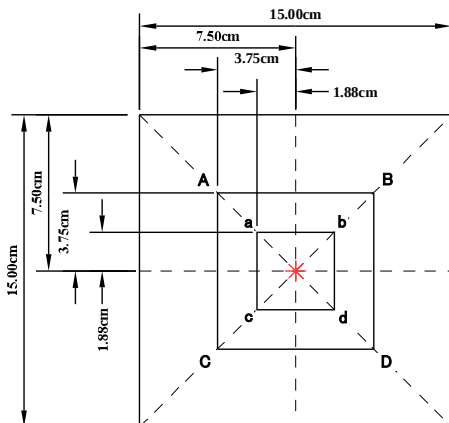


図1 POM板(落下位置)

れぞれ鉛直に高さ $H=8\text{cm}$ の位置から礫を落下させた。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。

ここでは礫として、石球(粒径 $d=1\text{cm}$, 3cm , 5cm)を用いた。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。

2.2 形状係数の比較実験

本実験ではほぼ質量が等しく形状の異なる礫を図1のa~dの範囲内に斜路から流化させ接触時間の変化を比較した。落下高さ $h=8\text{cm}$ 、落下距離 $L=20\text{cm}$ 、斜路角度 $\theta=30^\circ$ としPOM板は長さ15cm×幅15cm×厚さ2.5cmのものを使用する。なお、礫の形状の違いは式(1)の形状係数S.F.を用いた。本実験に使用する礫は表1に示す。

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

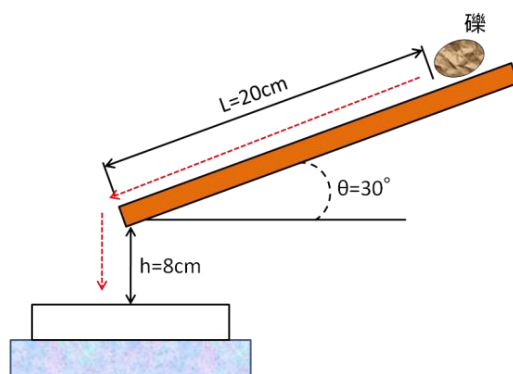


図2 形状係数の比較実験

表1 使用礫

S.F.	質量(g)	長軸a(cm)	中軸b(cm)	短軸c(cm)
0.55	9.27	2.42	2.26	1.29
0.67	9.25	2.35	1.79	1.38
0.74	9.37	2.12	1.90	1.48
0.86	9.92	2.24	1.80	1.73
0.97	9.72	2.68	1.39	1.88

キーワード 砂礫, 粒径, 接触時間, 粒径計測, 形状係数

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

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3より、中心とA, B, C, Dの T_c を比較すると、どの厚さの板も20~25 μ sの差が生じている。これは礫の落下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, 5cmでもA, B, C, Dにおいて得られた T_c はd=1cmの場合と同様の傾向が得られた。

一方、図4からa, b, c, dに落下させたときの T_c と中心に落下させたときの T_c の差が最大で10 μ sであることが示された。これはA, B, C, Dに比べ礫を落下させた場所が加速度計(中心)に近くなったためと考えられる。このことからd=1cmの礫の場合、a~dの範囲内に礫を落下させれば、 T_c 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=1cm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 T_c の変化について検討した。図5は中心およびa~dの各位置で得られた T_c の平均を板の厚さごとに表したものである。図5から得られた R^2 値より、本実験の条件内ではPOM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。

3.3 形状係数の比較

図6は表1に示された礫をa~dの範囲内に落下させたとき得られた T_c とS.F.の関係を示したものである。この図から質量がほぼ等しい礫でもS.F.が0.55のものと0.97のものとは T_c に16 μ sの差が生じた。S.F.が小さくなると T_c も小さくなる傾向が示された。

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本実験条件内では2.5cmが望ましいことが分かった。またS.F.によって得られる T_c が異なることが分かった。斜路から落下させる場合、落下位置の制御が困難であったため、この制御方法を検討する必要がある。また、S.F.が T_c に及ぼす影響については、今後、礫の質量を変えるなど広範囲な実験を予定している。

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。

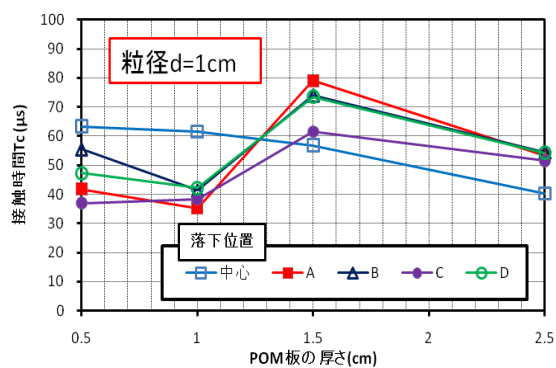


図3 板の厚さと接触時間の関係
(落下位置 A, B, C, D)

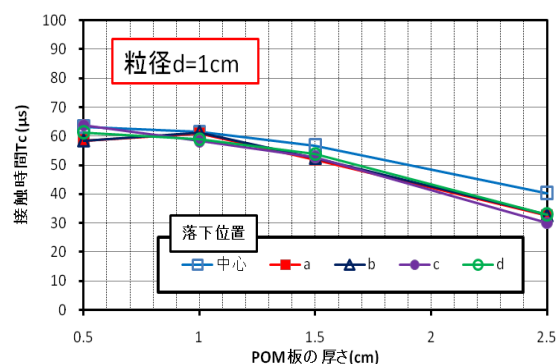


図4 板の厚さと接触時間の関係
(落下位置 a, b, c, d)

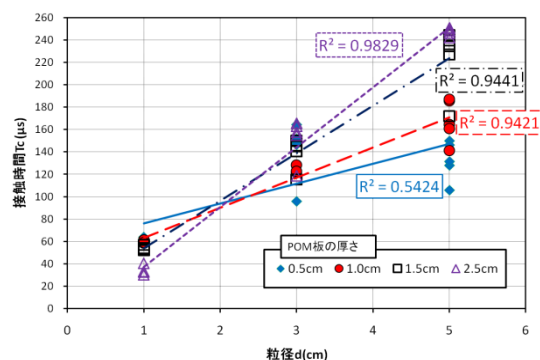


図5 dと T_c の関係

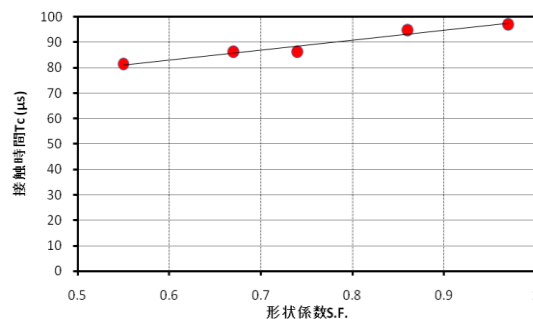


図6 T_c とS.F.の関係

参考文献

- 1) 小田 晃: 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