

落下礫の接触時間を用いた粒径推定に関する実験的研究

日本大学大学院 学生会員 ○平野 雄也、渡邊 真矩
日本大学 正会員 落合 実、小田 晃、遠藤 茂勝

1. はじめに

河川・砂防の分野で対象とする砂礫の粒径の計測方法はふるい分け試験が主である。しかし、この方法では礫の粒径を得るのに時間と費用で労力が多大に掛かる。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。その一つとして画像解析による間接的な粒径推定方法が内尾ら¹⁾により提案されている。

本研究では、現場での簡易的な砂礫の推定手法の基礎的資料とするため既往の実験結果²⁾をもとに新しい実験器材で系統的な実験を行い、砂礫の粒径を間接的に推定する手法を検討した。

2. 実験概要

今回の実験では、ステンレス板(寸法は長さ 30cm×幅 10cm×厚さ 2.5cm)と写真 1 に示したポリアセタール(以下、POM。寸法は長さ 30cm×幅 10cm×厚さ 2.5cm)を用いた。なお、それらの下には防振材もしくは、ゴムシートを敷いた。落下礫は、石球(粒径 $d=1\text{cm}$ 、 3cm 、 5cm)とガラス球(粒径 $d=0.7\text{cm}$ 、 1.1cm 、 1.5cm 、 2.5cm)を用いた。落下高さ $h(\text{cm})$ は 2cm 、 4cm 、 6cm 、 8cm 、 10cm とする。また、ケースとして No.0 : ステンレス板とゴムシート、No.1 : POM 板と防振材、No.2 : POM 板とゴムシートの組み合わせで落下実験を行い、結果を比較した。なお、振動データのサンプリング時間は $2.5\mu\text{s}$ とした。

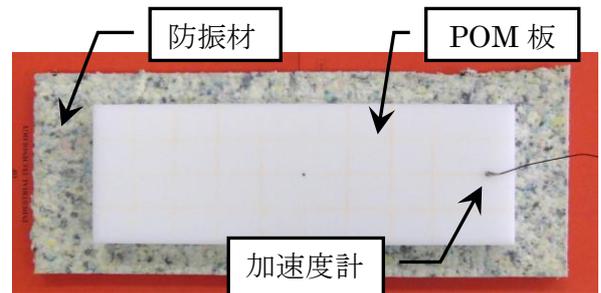


写真1 POM板と防振材

3. 実験結果

3.1 礫の粒径及び落下高さの関係

図1に礫が金属板に落下した時の振動波形の一例を示す。図2に振動波形を拡大して示す。図において、弾性波の一波が計測されたときから半周期経過するまでの時間を接触時間と定義する。

Hertz の衝突理論によると鋼球がコンクリート板に落下した時の接触時間 $T_c(\text{s})$ は鋼球の半径 $R(\text{m})$ 、落下高さ $h(\text{m})$ の関数として次式で表される³⁾。

$$T_c = 0.00858 \frac{R}{h^{0.1}} \quad (1)$$

式(1)から、接触時間は落下高さや鋼球の半径が支配要因となる。

図3、4には石球とガラス球をPOM板に落下させた時の粒径、落下高さおよび接触時間の関係を示す。図から、粒径が大きければ接触時間が長くなることが示された。また、

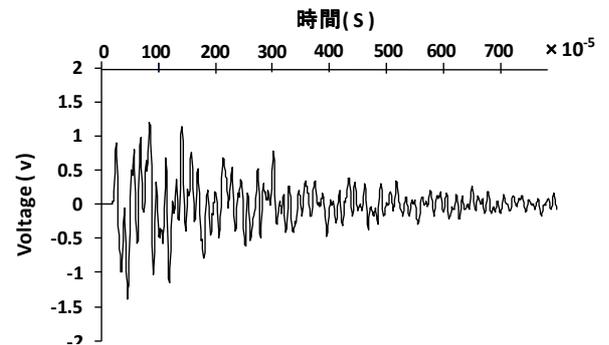


図1 振動波形

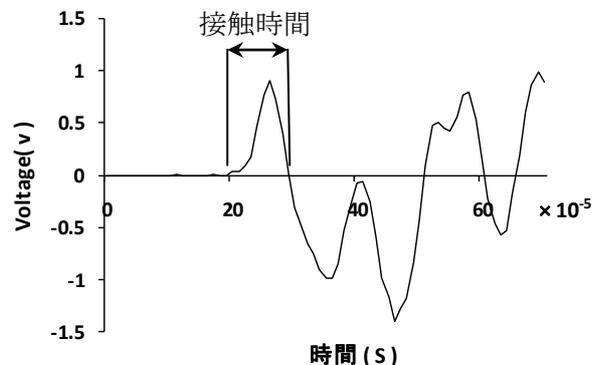


図2 振動波形(接触時間)

キーワード 砂礫, 粒径, 振動, 接触時間

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

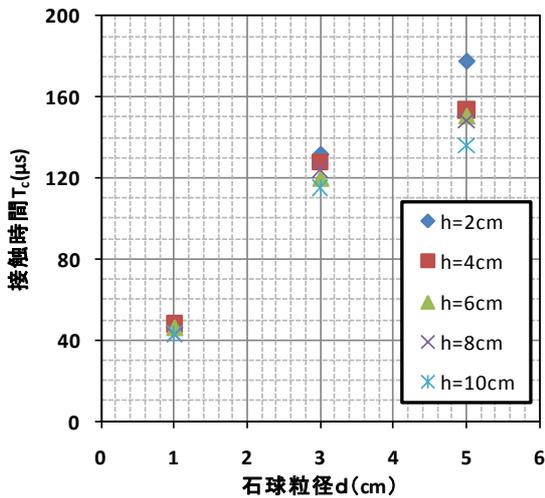


図3 石球の粒径と接触時間の関係

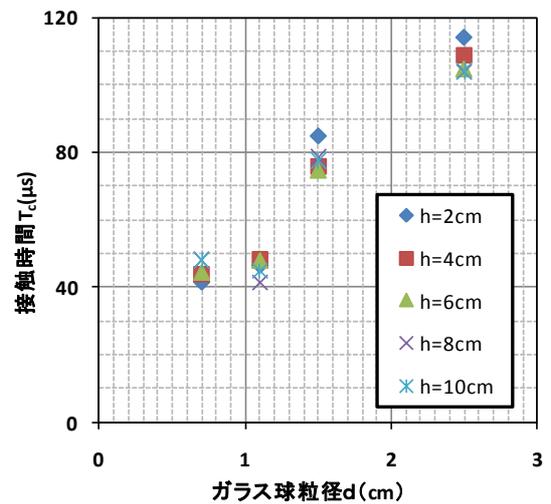


図4 ガラス球の粒径と接触時間の関係

各粒径において落下高さの違いが接触時間に影響を与えることが示された。

また、粒径がほぼ等しい石球(1cm)とガラス球(1.1cm)で接触時間を比較した。各落下高さにおける接触時間の平均が石球で 45.2μs、ガラス球で 45.8μs でありほぼ同じ値であった。この理由として、表1に示した石球とガラス球の諸元から、石球とガラス球で粒径と重量が大きく変わらなかったためと考えられる。このことから、接触時間は落下する球の材質には大きく影響されないと考えられる。

表1 石球とガラス球の諸元

	粒径	重量
	d(cm)	N
石球	1	0.0187
	3	0.356
	5	1.60
ガラス球	0.7	0.0045
	1.1	0.0187
	1.5	0.0625
	2.5	0.190

図5に石球における使用板の組み合わせ別の比較図を示した。図から、POM板を使用したNo.1、No.2では接触時間にあまり変化が見られなかった。しかし、ステンレス板のNo.0の接触時間はNo.1,2の接触時間よりも短い。この理由として、ステンレス板とPOM板の特性の違い(対象とする素材のヤング率、ポアソン比、密度など)が考えられる。

5. おわりに

実用化に向けた実験装置を考えるとステンレス板より重量が軽く、価格が安いPOM板を用いて装置を製作すほうが良いと思われる。

今後は、使用板の特性や複数礫を金属板に落下させたときの接触時間礫の推定を明らかにする予定である。

謝辞

本研究は文部科学省科学研究費、排他的萌芽研究(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。

参考文献

1)内尾 政人ら：画像処理方式による礫床河川の粒度分布測定装置の開発、砂防学会誌 Vol.58, No.2, pp.26-31, 2005
 2)小田 晃ら：礫の接触時間を利用した粒度分布推定法、砂防学会研究発表会概要集 p84-p85, 2006
 3)N.J.Carino etc: A Point Source-Pint Receiver, Pulse-Echo Technique for Flaw Detection in Concrete, ACI Journal/March-April 1986, pp.199-208,1986.

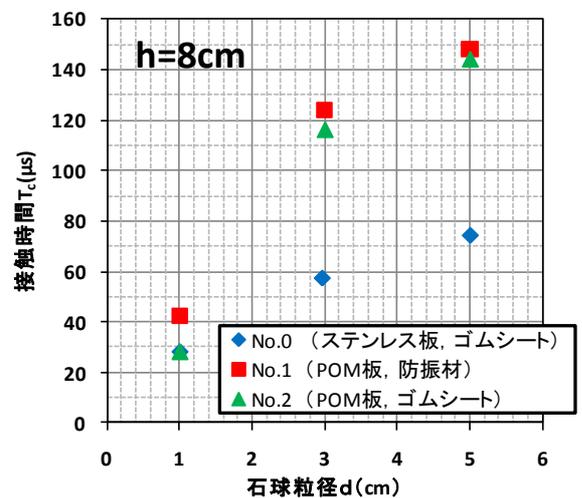


図5 組み合わせ別の比較(石球)