

礫の接触時間を用いた粒径推定に関する一実験

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。

本研究では、現場での簡易的な砂礫径の推定手法の基礎的資料とするため既存の研究で礫が金属板に衝突した際の接触時間に着目した実験¹⁾から、接触時間によって礫の粒径推定は可能であると考えられた。そのため、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. 落下実験概要

ステンレス板(30cm×10cm×2.5cm)をゴムシートの上に水平に設置した。この図-1に示した装置に単独の礫を自然落下させ、その衝突時に発生する振動を加速度計で測定する。この振動データのサンプリング時間は10μsである。

以下の条件における実験を行った。

1) 礫の粒径と落下高さの検討

礫は石球(1cm、3cm、5cm、7cm、9cm)、落下高さ(2cm、4cm、8cm、16cm、32cm、64cm)とする。

2) 材質の違いの検討

ガラス球(0.7cm、1.1cm、1.5cm、2.5cm)と砂礫(中軸0.29cm、0.62cm、2.26cm)、石球を比較する。落下高さ4cm、8cmとする。

3. 実験結果

3.1 礫の粒径及び落下高さの関係

図-2は、礫が金属板に落下した時の振動波形の一例を示す。図-3は落下直後の波形を拡大して示す。図において、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と定義する。

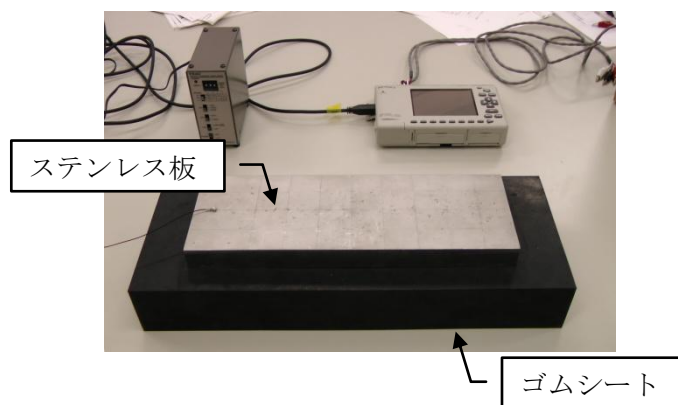


図-1 実験状況図

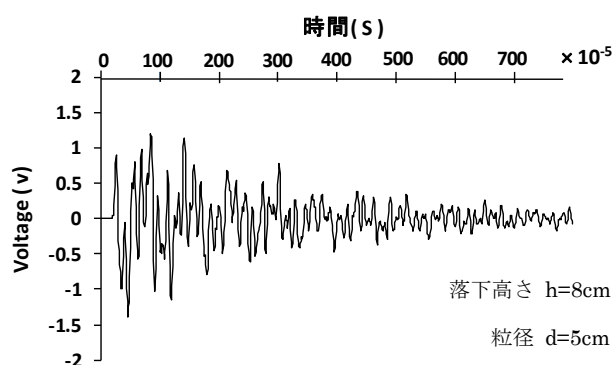


図-2 振動波形

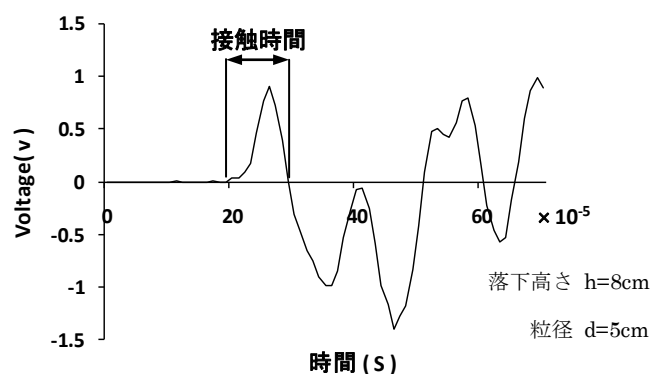


図-3 振動波形(接触時間)

Hertz の衝突理論によると鋼球がコンクリート板へ衝突した時の接触時間 $T_c(s)$ は鋼球の半径 $R(m)$ 、落下高さ $h(m)$ の関数として次式で表される²⁾。

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

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 TEL 047-474-2420

式(1)から、接触時間は落下高さと鋼球の半径が支配要因となる。図-4 は粒径、落下高さおよび接触時間の関係を示す。図から、石球がステンレス板に衝突した場合でも、式(1)の関係と同様に粒径が大きければ接触時間が長くなる。また、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。この接触時間から粒径推定が可能であると考えられる。

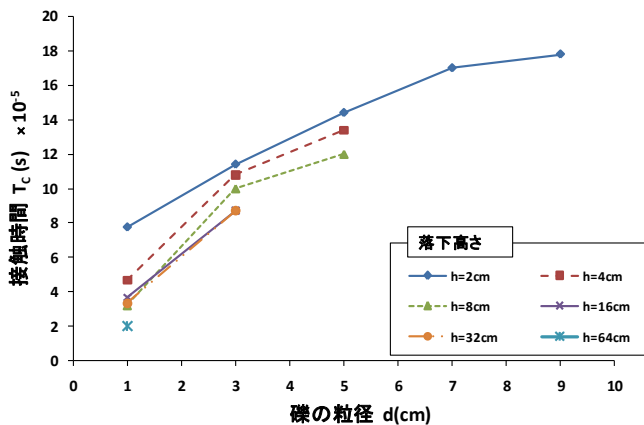


図-4 礫の粒径と接触時間の関係

上の図の結果から、次式が得られる。

$$T_c = 7.7 \times 10^{-5} \frac{(d/2)^{0.85}}{h^{0.28}} \quad (2)$$

式(2)および、式(1)から落下高さ h と礫の粒径 d が接触時間 T_c に影響を与えるので落下高さが一定の場合、接触時間を測定すれば粒径が求まることになる。

3.2 材質の違いによる接触時間の関係

図-5, 6, 7 は落下材質が石球、砂礫、ガラス球の場合の振動波形を示す。

また、図-8 から、接触時間と粒径の関係を示し、材質をパラメータとして示す。式(2)と式(1)で示されている係数(対象とする材料のヤング率、ポアソン比、密度の影響を受ける)により接触時間が変化することからも説明できる。

4. おわりに

礫が金属板に衝突した際の接触時間に着目した本実験から、接触時間によって礫の粒径推定は可能であると考えられる。

今後は、金属板と礫の衝突角度の違い、複数の礫が衝突したときの礫の個数の関係など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)の助成を受けたものである。

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、砂防学会研究発表会概要集 p84 - p85, 2006
- 2)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.

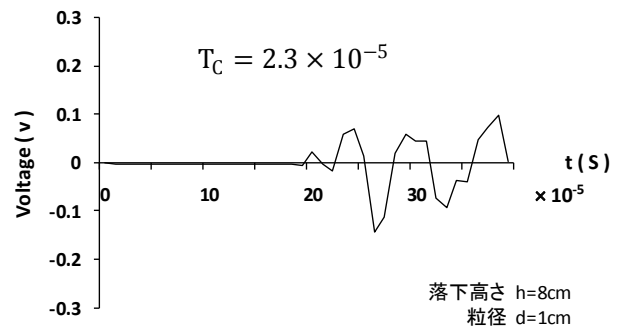


図-5 振動波形 (石球)

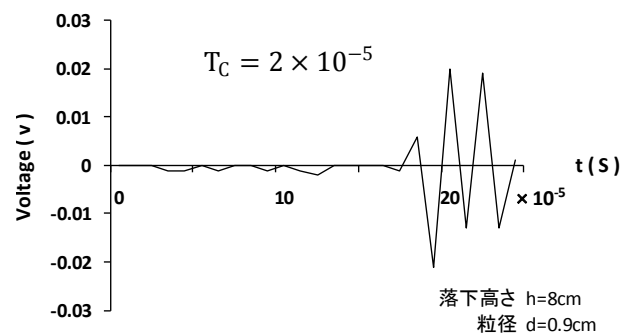


図-6 振動波形 (砂礫)

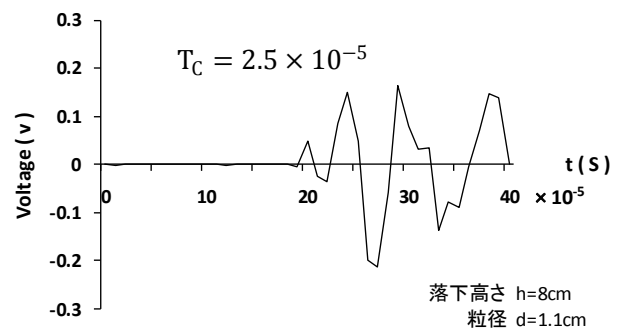


図-7 振動波形 (ガラス球)

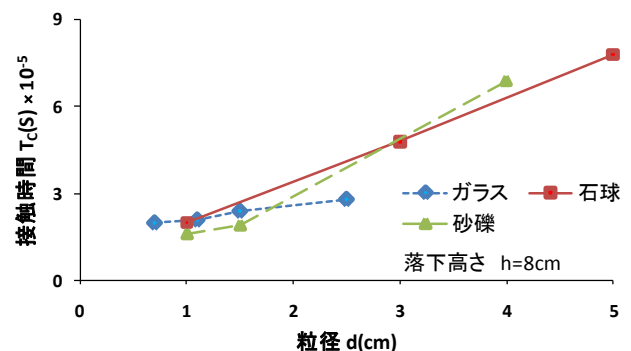


図-8 材質の違いによる比較