

落下礫の衝突振動波を用いた粒径推定に関する一実験

日大生産工(院) ○平野 雄也 日大生産工 落合 実
日大生産工 小田 晃 日大生産工 遠藤 茂勝

1. はじめに

現地での砂礫の粒径の計測方法は、金網で作られたふるいによるふるい分け試験が主である。しかし、この方法は砂礫を乾燥させる等の作業を必要とし、礫の粒径を得るためには時間と費用がかかる。また、写真から計測する方法もあるが解析等で労力が多大にかかる。そのため、より簡便で実用的な砂礫の粒径の推定する方法が望まれている。

本研究では、既存の研究をもとに単独の礫を金属板に自然落下させ、礫が金属板に衝突した際に発生する振動から接触時間を計測し、砂礫の粒径を間接的に推定する手法を検討した。

2. 単独礫の落下実験概要

礫の衝突時に金属板に生じる弾性波は礫の質量、衝突速度、金属板の形状等により変化することが既存の研究¹⁾から示唆されている。本研究では、より精細な実験結果から弾性波を解析することで粒径分布の推定の可能性を検討する。実験では、単一粒径の礫(粒径 1cm、3cm、5cm、7cm、9cm の 5 種類)をゴムシートの上に水平に設置した金属板(ステンレス鋼板:30cm×10cm×2.5cm)に自然落下させ、その時に発生した振動を加速度計で測定する。落下高さは、2cm、4cm、8cm、16cm、32cm、64cm とし、データのサンプリング時

間 10 μ s とした。

3. 実験結果

図-1 は、礫が金属板に落下した時の振動波形の一例を示す。図-2 は落下直後の波形を拡大して示す。この図において、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と定義する。

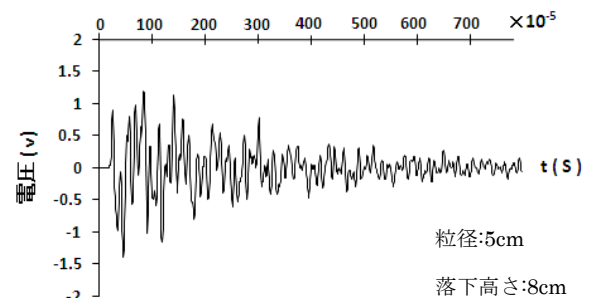


図-1 振動波形

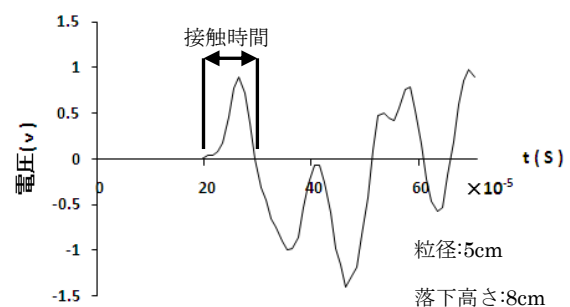


図-2 振動波形（接触時間）

一方、Hertz の衝突理論によると鋼球が弾性体へ衝突した時の接触時間: $T_c(s)$ は鋼球の

Study on the Estimation of Particle Size of a Gravel by the Contact Time

Yuya HIRANO, Minoru OCHIAI, Akira ODA and Shigekatsu ENDO

半径 R (m)、落下高さ h (m) の関数として次式で表される 2)。

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

この式は、鋼球がコンクリート板に落下した時の関係式である。

式(1)から、接触時間は落下高さの関数で衝突時の速度の影響を受けるものの、落下高さを一定とすれば、接触時間に対して鋼球の半径(=質量の $1/3$ 乗)が支配要因となる。このことから、礫でも同様に質量すなわち粒径が大きければ接触時間が長くなり、接触時間から粒径が推定可能であると考えられる。

図-3 は、落下高さ 8cm で各粒径波形の比較を行った。この図から、粒径が大きくなると接触時間が長くなることが決められる。

図-4 は、接触時間と礫の粒径との関係を示す。この図から、粒径が小さくなるほど落下高さの違いが接触時間に影響を与えることが認められる。

4. まとめ

礫が金属板に衝突した際に発生する振動波形から読み取る接触時間に着目した今回の実験から、接触時間によって金属板に衝突した礫の粒径推定が可能であると考えられる。

今後は、落下位置や礫の材質、そして金属板の衝突角度などの違いによる接触時間と粒径の関係を明らかにする予定である。

参考文献

- 1) 小田 晃: 礫の接触時間を利用した粒度分布の推定法、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.

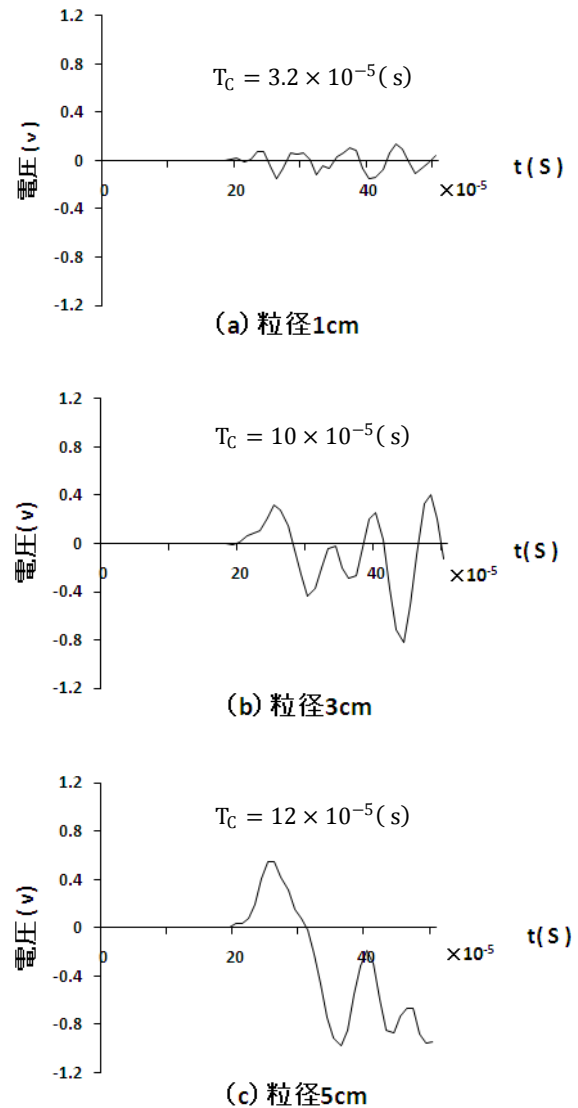


図-3 振動波形の比較

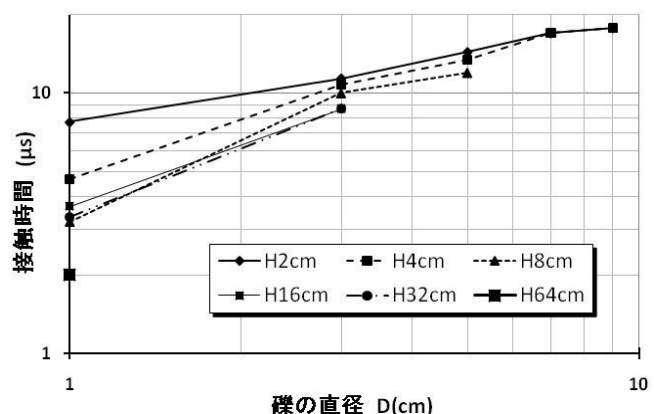


図-4 礫の直径と接触時間の関係