

Ⅲ-A383 岩盤分類の指標である「ハンマー打診音」に関する基礎的実験と考察（その2） ——鋼球による打診音の音圧波形の立ち上がりと被打診物の物性について——

宮崎大学 大学院 学生員 船曳伸二 (株) 国土開発コンサルタント 正 員 稲森光洋
(株) 熊谷組 正 員 御手洗良夫 宮崎大学 工学部 正 員 瀬崎満弘

1. はじめに

報告（その1）では、同一の力学的性質と物性値をもつ供試体においても、供試体の形状・寸法、境界条件、打診位置等の諸条件によって打診音の音圧波形や卓越振動数は変化することを述べた。その一方で、初期の音圧波形の中でも特に立ち上がりの勾配には変化が見られないことを述べた。本報告では、（その1）で示した実験から得られた音圧波形の立ち上がりの勾配（応答音圧パルス勾配）と供試体の物性値との相関関係について調べるとともに、「応答音圧パルス勾配法」¹⁾の有用性を検討する。

2. 打診音の発生機構

岩盤や岩石等といった弾性体または弾塑性体をハンマーで打診したときに生じる音の発生機構は図-1の概念図と、図-2の打診音の例に示すように、ハンマーと被打診物の衝突時の急激な変形による音（パルス音）と、その後のハンマーと被打診物の各々に生じる自由振動や内部の共振による音（パルスに続く音）に分類できる²⁾。前者の成分は被打診物の材料特性を主に反映し、後者の成分は両者の材料特性に加えてハンマーの形状・寸法や、被打診物の形状・寸法および境界条件等の物理特性に強く支配されるものと思われる。したがって、形状・寸法がまちまちな岩石や、半無限状態に広がる岩盤では、境界条件もまちまちで不明確であること等を考慮すると、「パルス音すなわち衝突時の変形によって発生した音圧」を分析することで打診位置近傍の物性や状態等を評価することが重要と思われる。いま、初期の打診音がマイクロフォンに伝播するまでの伝播経路を考えると、図-3に示すように①の鋼球中を通して空気中を伝播してくる音と②の空気中のみを伝播してくる音の2通りが考えられる。この経路の違いによって生じる到達時間差： ΔT は式(1)で計算され、この時間帯には最初に鋼球中を通して伝播してきた音、すなわち空気の音速度（約340m/s）と鋼球の音速度（約5,120m/s）の違いから打診直後に鋼球中を最初に伝播してくる「被打診物の材質特性を含んだ音圧」が現れていると考えられる。ここで、図-2に示す音圧波形の立ち上がり部分の一定時間において、回帰分析した直線の勾配の値を「応答音圧パルス勾配」と定義している。¹⁾

$$\Delta T = \frac{H}{C_A} - \left(\frac{D}{C_S} + \frac{H-D}{C_A} \right) \quad \text{式 (1)}$$

ここに、

C_A 空気の音速度（約 340m/s）

C_S 鋼球の音速度（約 5,120m/s）

H はマイク高さ、 D は鋼球の直径

$\frac{H}{C_A}$: 経路②での伝播時間

$\left(\frac{D}{C_S} + \frac{H-D}{C_A} \right)$: 経路①での伝播時間

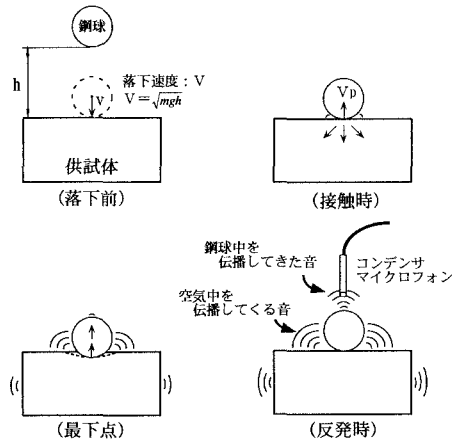


図-1 打診音の発生概念図

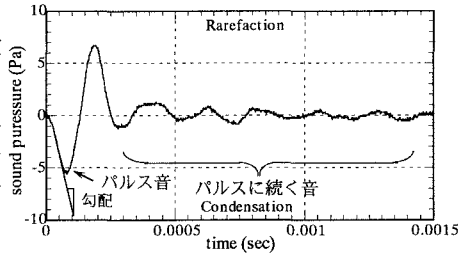


図-2 パルス音とパルスに続く音

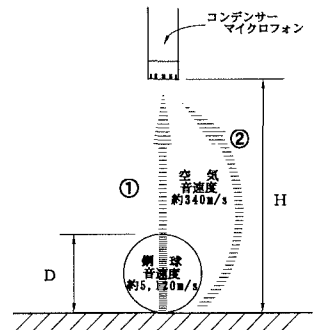


図-3 打診音の伝播経路図

key words : 岩盤分類, ハンマー打診音, 応答音圧パルス勾配法, 材料の非破壊試験

連絡先: 〒880-0015 宮崎市大工町3丁目155 TEL. 0985-24-3334

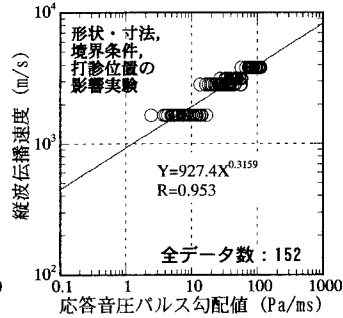
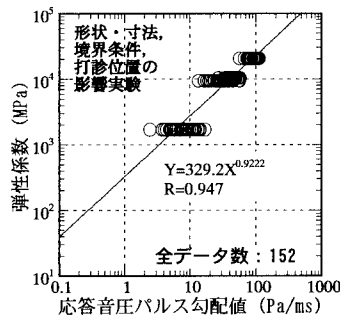
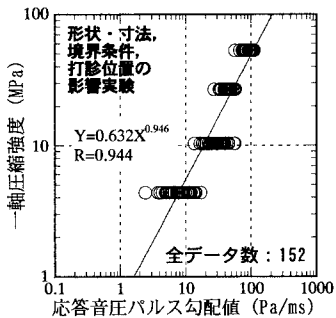
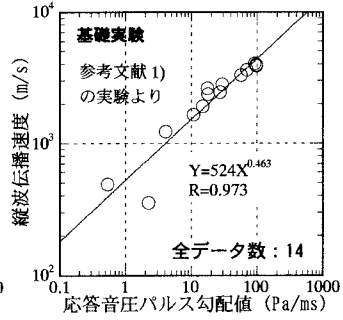
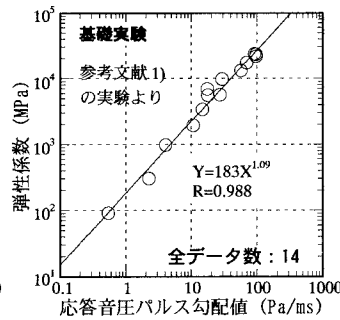
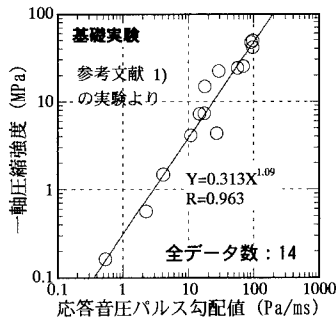


図-4 応答音圧パルス勾配値と一軸圧縮強度との関係

図-5 応答音圧パルス勾配値と弾性係数との関係

図-6 応答音圧パルス勾配値と縦波伝播速度との関係

3. 応答音圧パルス勾配と物性値との相関関係

参考文献 1) の実験および今回の実験から得られた応答音圧パルス勾配と供試体の物性値の相関関係を整理して、図-4～6 に示す。これらと比較してみると、供試体の形状・寸法、境界条件、打診位置をパラメータにした実験結果においても、これらの条件が同一である実験結果と同様に応答音圧パルス勾配と物性値との相関は高い。また、回帰式には大きな違いが見られないことから、「応答音圧パルス勾配法」は「弾性体または弾塑性体材料の非破壊試験方法」として有用性があるものと考えられる。

4. ボーリングコア状供試体における打診位置の影響

ボーリングコア状供試体の縦打診と横打診について比較した例を図-7 に示す。このときの境界条件はマット上と土槽埋設の 2 種類である。このように打診面がボーリングコア程度の曲面（ $\phi=50\text{mm}$ ）においては、打診面が平坦な場合の応答音圧パルス勾配との相関が高く、しかも回帰直線の傾きは 1.0 に近いことから、この程度の曲面ではその影響は少ないと言えよう。

5. まとめ

応答音圧パルス勾配と供試体の物性値の相関関係には、供試体の形状・寸法、境界条件、打診位置等の影響は見られず、その相関は高い。したがって、「応答音圧パルス勾配法」は「岩石や岩盤といった弾性体または弾塑性体材料の非破壊試験方法」として有用性が高いと言えよう。また、打診面がボーリングコア程度の曲面（ $\phi=50\text{mm}$ ）においては、その影響は少ないことなどがわかった。

参考文献

- 1) 稲森光洋ほか 3 名：岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集，Vol.29, pp.236-240, 1999
- 2) 伊東良浩ほか 3 名：土木学会第 48 回年次学術講演会概要集，pp.534-537, 1993.

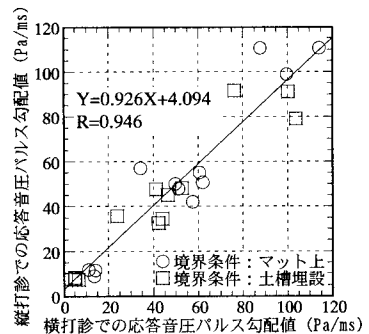


図-7 ボーリングコア状供試体の縦打診と横打診の比較