

「応答音圧パルス勾配法」における打診音の発生と伝播機構に関する基礎的研究

宮崎大学大学院 学生員 鶴澤稔

(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

著者らは、岩盤分類の要素の一つである「ハンマー打診による判定」の定量的評価を目的に「応答音圧パルス勾配法」に関する研究を進めている。しかしながら、既往の研究においては打診直後の打診音の発生と伝播機構の説明が概念的なものにとどまっていた。

そこで、本研究ではセメントモルタルやセメントベントナイトモルタル等の材料で人工的に製作した模擬岩石を対象に打診音実験を行い、打診直後のハンマー（鋼球）周辺の音場における音圧の時刻歴変化を視覚的に把握し、これまで概念的に示してきた打診音の発生と伝播機構の妥当性を実証する。

2. 打診音の概念的な伝播経路と応答音圧パルス勾配の定義

打診直後の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-1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

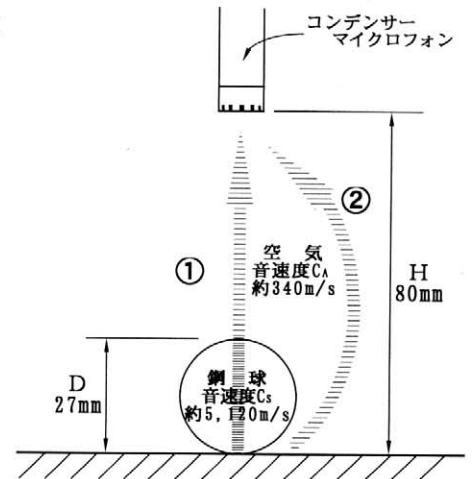


図-1 打診音の伝播経路の概念図

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 には空気の音速度（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」が現れるということを概念的に示してきた。また、図-2に示すように音圧波形の立ち上がりの部分で直線的に変化している勾配の値を「応答音圧パルス勾配」と定義している。

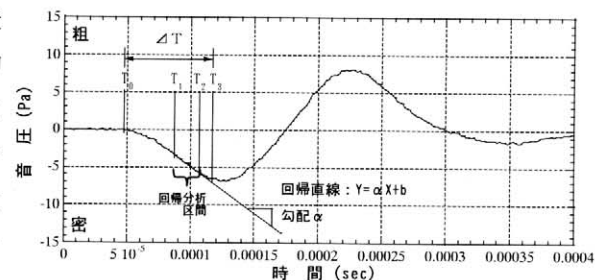


図-2 応答音圧パルス勾配の回帰分析区間

3. 実験

砂岩を模擬したものとしてセメントモルタルの1種類と、泥岩を模擬したものとしてセメントベントナイトモルタルの2種類の合計3種類の供試体（30×30×20cm）を製作し、実験に用いた¹⁾。打診は図-3に示すようにマット（厚さが2mmの長繊維ポリエステル不織布）の上に設置した供試体の鉛直上方から電磁石を用いて鋼球 G4805-SUJ2（直径27mm、質量80.20g）を12.5mmの高さから自由

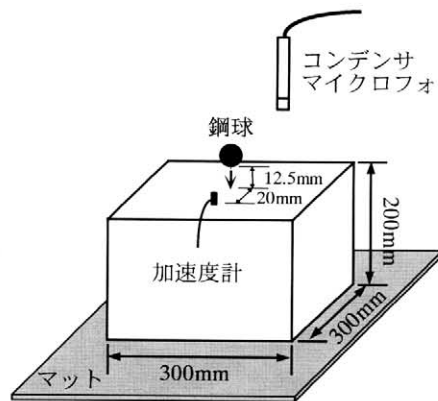


図-3 実験概念図

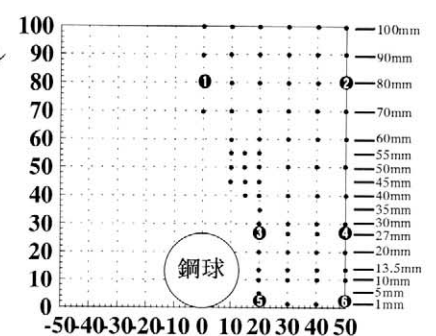


図-4 測定したマイクロフンの設定位置（黒塗り）

落下させて行った。このとき、上下方向振動加速度の時刻歴は打診点から20mm離れた供試体表面の位置で圧電式加速度ピックアップ（リオン株式会社製、PV-90B）を用いて測定し、音圧の時刻歴は図-4に黒塗りで示した合計72箇所の各々の位置においてコンデンサーマイクロフォン（リオン株式会社製、UC-30型）を用いて測定した。ただし、音圧の測定は72箇所を同時に測定することが物理的に困難であったため、同

key words：岩盤分類，ハンマー打診音，応答音圧パルス勾配，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

一のマイクロフォンを用いて別々に 72 回の打診を行いデータを収集した。そこで、これら 72 組のデータの絶対時間を調整するために、各組の加速度波形の立ち上がりの時間を測定基準とし、この時間を原点とした。これらの測定結果は、データ間隔 0.002ms でノート型パソコンにデジタル量として記録し解析に用いた。

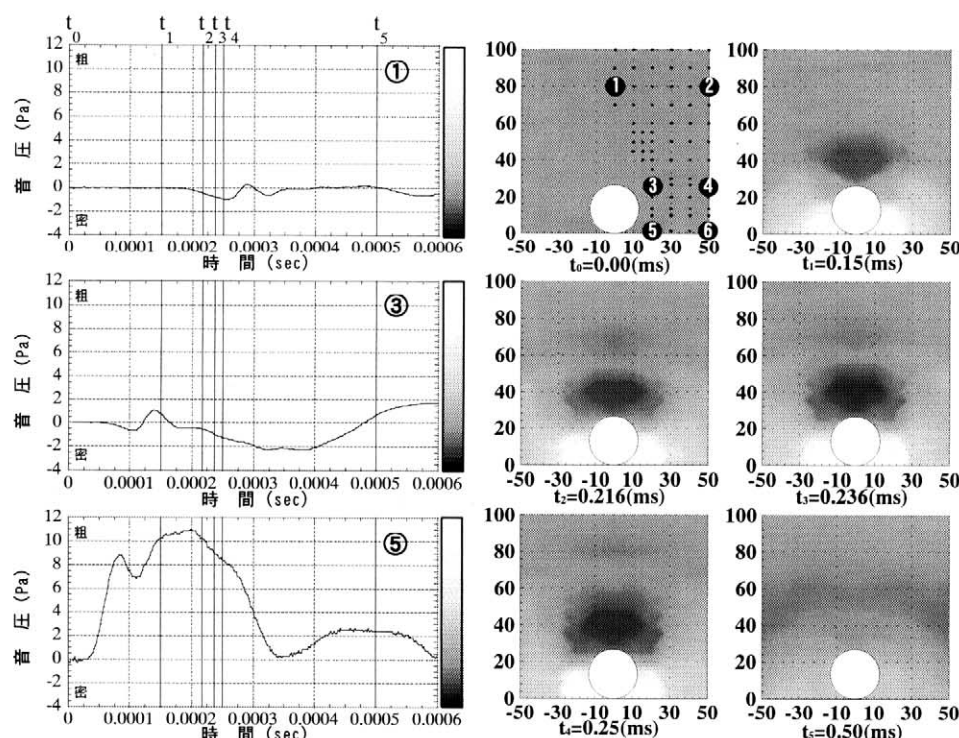


図-5 音圧原波形の初期部分と鋼球周辺の音場での音圧分布図

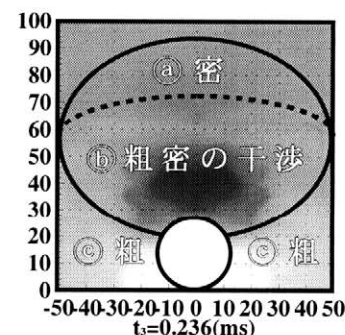


図-6 音圧分布図と領域区分

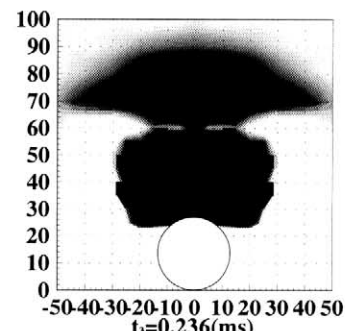


図-7 「密の音」の領域

4. 打診直後における鋼球周辺の音場での音圧時刻歴変化に関する結果と考察

本報告ではセメントベントナイトモルタルで製作した 1 種類の供試体（密度：1.93t/m³，縦波伝播速度：1940m/s，弾性係数：1983MPa）の結果について考察する。図-5 には代表的な位置（①，③，⑤）における音圧原波形の初期の部分と，72 個の音圧データを用いて STANFORD Graphics（日本ビジュアルニューメリックス株式会社製）のスペクトラルプロットによりデータの補間を行って鋼球周辺の音場における音圧の分布図を描いたものを示す。ここで，音圧の分布図を描く際には，あらかじめ予備実験で音圧の分布は打診点を中心にして左右で対称性があることを確認したうえで，図-4 に示すように黒塗りの位置での音圧の実測データを，これらと対称の位置にある白抜きの位置のデータとして用いた。この図から，打診直後に鋼球の頭部付近で「密の音」が発振され，打診位置に近い供試体表面からは「粗の音」が発振されていることが分かる。また，図-6 には鋼球の頭部付近から発振される音を実線で示し，打診位置近傍の供試体表面から発振される音を破線で示す。これから，時間の経過に伴ってこれらの音が伝播していく様子が示される。さらに，「密の音」と「粗の音」の存在領域を明瞭にする目的で，「密の音」のみを着色して表現したものを図-7 に示す。これらから，音に含まれる成分によって鋼球周辺の音場は 3 つの領域に分類されることが分かる。その領域は，①鋼球の頭部付近から発振される「密の音」のみが存在する領域，②打診位置近傍の供試体表面から発振される音（まず最初に「粗の音」が発振し，その後は「密の音」と「粗の音」が交互に発振する）のみが存在する領域，③鋼球の頭部付近から発振される「密の音」と打診位置近傍の供試体表面から最初に発振される「粗の音」が干渉する領域である。したがって，実際に応答音圧パルス勾配を求めている時間帯（ t_2 :0.216ms から t_3 :0.236ms）は，上述①の領域に属することが具体的に示されるとともに，これまで「応答音圧パルス勾配法」において概念的に示してきた打診音の発生と伝播機構の妥当性が一定の精度で実証されたものと考えられる。

参考文献

- 1) 稲森光洋他：「応答音圧パルス勾配法」における打診音の発生と伝播機構，土木学会論文集投稿中