

内部欠陥および鉄筋が打撃波の位相差・伝搬速度に及ぼす影響に関する基礎的研究

宮崎大学 学生会員 桑田 守
 宮崎大学 水口 健史
 宮崎大学 李 根浩
 宮崎大学 正会員 李 春鶴

1. はじめに

平成24年の笹子トンネル崩落事故¹⁾から、5年に1度の目視点検が義務化され、補助的に打音検査を行うようになった。打音検査に関する研究は多く行われている²⁾が、周波数分析が主となっている。

これまでコンクリートを打撃して生じた音波の位相差に関する検討を行っている研究はない。本研究では、Leeらの研究³⁾を参考にして打撃によって生じた音波の位相特性に着目し、欠陥や鉄筋による反射波の発生源を検出するために、周波数や伝搬速度をパラメータにして基礎的研究を行った。

2. 実験概要

2.1 供試体概要

供試体は縦1500mm、横1500mm、厚さ200mmの板状で、欠陥の比較を行うために欠陥有りのもの、鉄筋の比較を行うために鉄筋有りのものを4体作製した。例として鉄筋有、欠陥有の供試体の形状寸法を図-1に示す。欠陥は縦400mm、横400mm、厚さ20mmの発泡スチレン板を用いて人為的に再現した。鉄筋は呼び名D10のもの(SD345)を使用し、供試体の厚さ方向の中心位置になるように配置した。

2.2 打音実験概要

実験風景を写真-1(a)に示す。欠陥有りの供試体の場合にその供試体の欠陥をまたがるようにマイクを設置することで欠陥からの反射波を検出できると考え、打撃装置は中央端部より450mmに配置し、直線上に100mm間隔でマイクを8つ配置した。マイクは打撃地点手前よりマイク1, 2, ...8とする。他の供試体に関しても同様に設置して考えた。4つの供試体を同様の条件で行った。

本実験で用いた打撃装置を写真-1(b)に示す。打撃部分に奥行き20mm、横20mm、高さ80mmの真鍮製のハンマを装着し、持ち上げ高さは200mmである。本打撃装置は約3秒に1度の頻度での連続打撃が可能であり、連続5回打撃を3セット行い、平均を求めた。

3. データ解析

Matlabで音声データを読み込み、Matlab内の信号アナラ

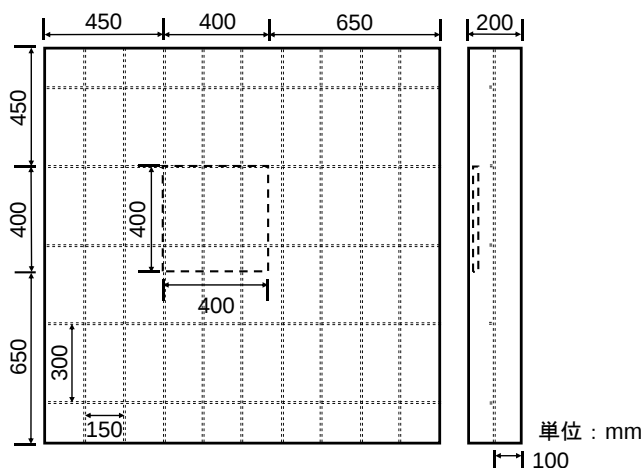


図-1 供試体形状寸法(鉄筋有、欠陥有の供試体)



(a) 実験風景

(b) 打撃装置の試作機

写真-1 打音実験概要

イザーというアプリを使用し、打撃波の情報を多く含んでいると考えられる正の第一振幅の時間を取得した。

また、打撃による表面波と反射波の判別のために、周波数と伝搬速度の変化を検討した。周波数 f は式(1)で定義する。

$$f = \frac{1}{T_2 - T_1} \quad (1)$$

ここで、 T_1 ：第一振幅の時間、 T_2 ：第二振幅の時間である。また、伝搬速度 V は式(2)で定義する。

$$V = \frac{0.1}{T_{m2} - T_{m1}} \quad (2)$$

ここで、 T_{m1} ：基準のマイクの第一振幅の時間、 T_{m2} ：隣のマイクの第一振幅の時間である。

4. 実験結果

4.1 周波数の考察

無筋コンクリート供試体について図-2(a)に示す。欠陥が無いものは、打撃位置から600mmで8000Hz近くになるという結果になり、欠陥があるものは欠陥上で距離が離れると周波数が減少する傾向がある。これは欠陥が存在する部分で部材厚さの影響を受けて振動時間が増加する可能性があることを示している。

鉄筋コンクリート供試体について図-2(b)に示す。欠陥が無いものは、打撃位置から500mmで7000Hzとなり、欠陥があるものは、無筋と比べると減少幅は少ないが欠陥上で距離が離れると周波数が減少する傾向がある。これは鉄筋が存在すると周波数が距離の影響を受けにくいことを示している。無筋と鉄筋を比較すると、周波数は欠陥より鉄筋の影響を大きく受けることが考えられる。

4.2 伝搬速度の考察

無筋コンクリート供試体について図-3(a)に示す。欠陥が無いものは、距離によらず2000m/sになっている。欠陥があるものは、欠陥上で伝播速度が増加する傾向が見られる。これは欠陥が存在すると反射波と表面波の合成が起り、伝搬速度が距離によって増加する可能性があることを示している。

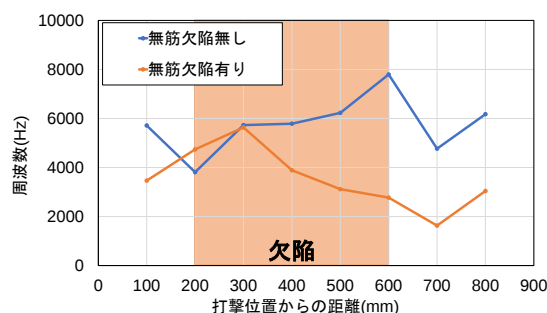
鉄筋コンクリート供試体について図-3(b)に示す。欠陥が無いものは、周期的に1500m/sと3000m/sを繰り返している。欠陥があるものは、欠陥上で伝播速度が減少する傾向になり、欠陥外になると2000m/sになった。これは鉄筋が反射面となり伝搬速度が増減するという挙動になったと考えられる。欠陥が存在すると欠陥と鉄筋の間で反射が起きている可能性があり、600mmでは欠陥外になるため伝搬速度が増加したと考えられる。無筋と鉄筋を比較すると、欠陥部分では鉄筋の影響を大きく受けることが分かった。

5. まとめ

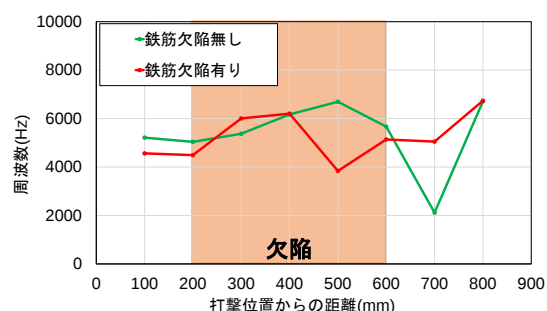
正の第一振幅から周波数や伝搬速度について考察を行った。その結果、周波数は欠陥が存在すると減少することと鉄筋の影響を大きく受けることが確認できた。また伝搬速度は打撃位置から距離が離れると欠陥が存在する場合に大きくなるという結果になった。今後は反射波の検出について反射波に限定して確認する必要がある。

参考文献

- 1) 国土交通省：トンネル天井板の落下事故に関する調査・検討委員会 <https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir->

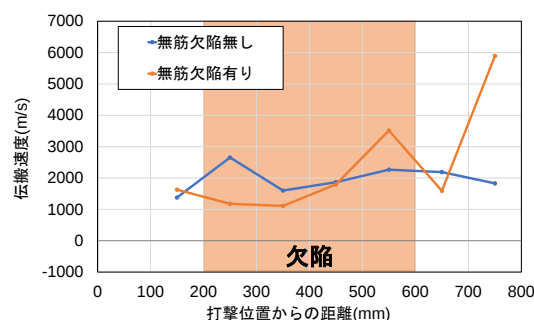


(a) 無筋コンクリート供試体

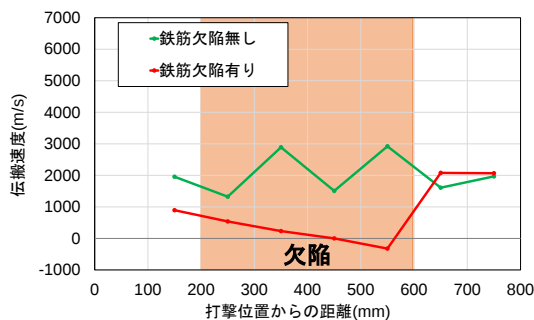


(b) 鉄筋コンクリート供試体

図-2 周波数の比較



(a) 無筋コンクリート供試体



(b) 鉄筋コンクリート供試体

図-3 伝搬速度の比較

[council/tunnel/pdf/130618_houkoku.pdf](https://council.tunnel/pdf/130618_houkoku.pdf) (閲覧日 R3.12.24)

- 2) 魚本健人, 伊東良浩: 打音法によるコンクリートの非破壊試験, コンクリート工学論文集, 第7巻, 第1号, pp.143-152, 1996.
- 3) 多田羅一昂, 李根浩, 丁洛榮: 移動ロボットの目標追従タスクに適した電波到来方向探知手法, 日本機械学会論文集, Vol.81, No.829, pp.1-12, 2015.