

コンクリート構造物の内部欠陥位置推定に関する基礎的研究

宮崎大学
元宮崎大学 (和歌山県庁)
宮崎大学

学生会員

河野 哲也
糸田 守
魚住 龍太郎, 李 根浩, 李 春鶴

1. はじめに

平成24年の笹子トンネル崩落事故を期に、5年に1度の近接目視を基本とした定期点検が義務化され、必要に応じて打音検査を行うようになった。そこで、Leeらの研究¹⁾をコンクリートに応用し、内部欠陥による反射波の発生源の検出を目的とする研究が行われており、既往の研究において、糸田らが正の第一振幅に着目して伝播速度や周波数について解析を行った²⁾。

本研究では、第一から第五までの正の振幅についての解析を行い、欠陥の有無によって周期区間の選定が周波数分析に及ぼす影響について検討を行った。

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内部に欠陥を模擬した供試体と欠陥の無い供試体、合計2体の供試体を作製した。例として欠陥有り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。

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、欠陥をまたがるようにマイクを設置することで欠陥の影響を検出できると考え、打撃装置は図-1の下部より450mm、左部より350mm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。また、同じ打撃機とマイクの位置関係で右側に100mm間隔ですらしながら実験を行った。その際の列を左から、A列、B列、...G列とする。欠陥無し供試体についても、同様の条件で実験を行った。

本実験で用いた打撃装置を写真-1(b)に示す。打撃部分に縦20mm、横20mm、高さ80mmの鉄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度の連続打撃が可能であり、連続5回打撃を3セット行い、それによって得られた周波数成分の平均値を解析に用いた。また、ZOOM社マルチトラックレコーダー(F8n)を用い、サンプリング周波数は192.0kHzとして収録を行った。

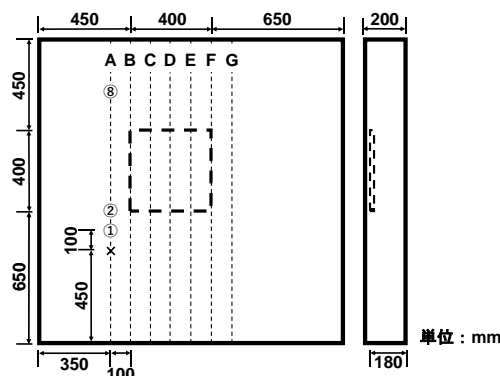
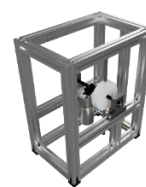


図-1 供試体形状寸法 (欠陥有りの供試体)



(a) 実験風景



(b) 打撃装置の試作機

写真-1 打音実験概要

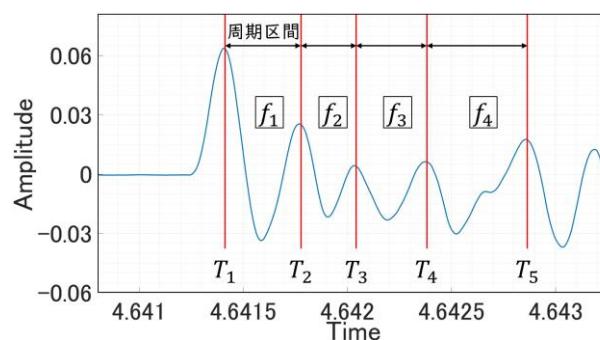


図-2 データ解析の概要

3. データ解析

既往の研究²⁾では、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についての検討がなされていたが、解析する周期区間を増やすことにより、周期区間の推移による周波数成分への影響、また、欠陥の有無によるそれぞれの周期区間における周波数の変化を確認するために、第二から第五振幅までを含めて検討を行った。

データ解析の概要図を図-2に示す。解析は、Matlabにて波形から特定の条件を満たす点の時間を取得し、周波数を求める計算を行う。周波数 f_i は式(1)で定義する。

$$f_i = \frac{1}{T_{i+1} - T_i} \quad (1)$$

ここで、 T_i : 第一振幅から第五振幅までの時間である。

4. 実験結果および考察

欠陥の影響を比較するために、欠陥直上を通らないA列と欠陥直上を通るD列について解析を行う。欠陥有り供試体のA列およびD列の解析結果を、図-2(a)および(b)に示す。A列では、3000Hz~9000Hzのあたりに集中しているが、 f_1 , f_2 の周波数分布が6000Hz~9000Hzなのに対し、 f_3 , f_4 の周波数は2000Hz~6000Hzと低い値に分布する傾向がある。D列では、1000Hz~9000Hzに集中しており、 f_3 , f_4 の周波数の低下傾向がより大きいことが確認できる。

次に、欠陥無し供試体のA列およびD列での解析結果を、図-2(a)および(b)に示す。A列、D列ともに3000Hz~6000Hzに多く分布しており、少し低い周波数ではあるが、欠陥有りのような f_1 , f_2 と f_3 , f_4 の周期区間における周波数分布の相違は確認されない。しかし、欠陥有り供試体での解析結果では確認されなかった、10000Hzを超えるような高い周波数成分が存在している。

欠陥有りの解析結果で見られた周期区間による周波数分布範囲の差異は、欠陥によりたわみ共振周波数が支配的になることで、周波数成分の低下が発生³⁾していると考えられ、 f_3 以降の周波数に低下が見られることから、 f_3 以降にたわみ共振が発生していると考えられる。また、D列における周波数低下の傾向が大きいことから、欠陥直上はたわみ共振周波数がより支配的になると考えられる。

欠陥無しの解析結果で、10000Hzを超える高い周波数成分が見られるのは、供試体中の縦波共振現象によって、縦波共振周波数が計測された結果だと考察できる³⁾。

5. まとめ

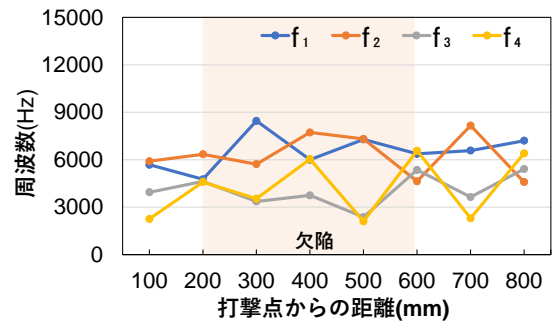
今回、正の第一振幅から正の第五振幅までのデータを用い、周波数についての解析を行った。その結果、欠陥によりたわみ共振現象が発生し、その影響は f_4 以降に現れることが確認できた。また、欠陥が存在しない場合、縦波共振周波数が計測されたと考察できる。周期区間を多く選定することによって、第一振幅のみの解析では計測できなかった現象が確認できた。

謝辞

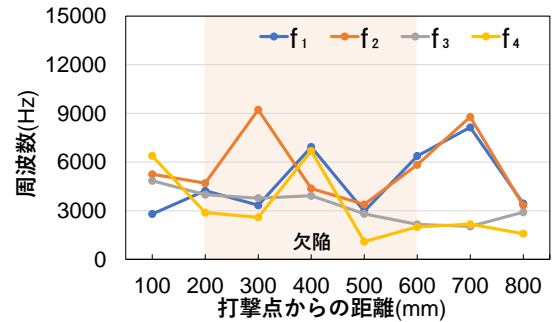
本研究は、令和4年度公益財団法人前田記念工学振興財団の研究助成を受けて実施したものである。ここで深くお礼申し上げる。

参考文献

1) 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

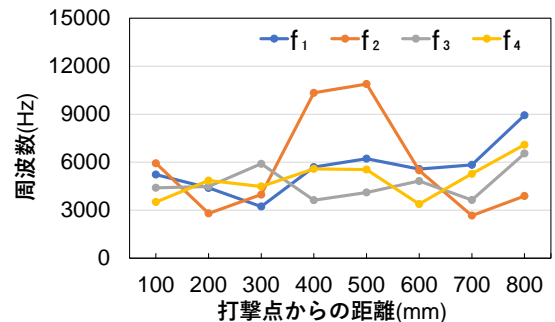


(a) A列

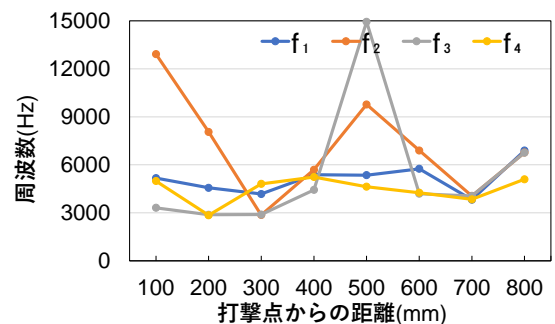


(b) D列

図-3 周波数の変化 (欠陥有り)



(a) A列



(b) D列

図-4 周波数の変化 (欠陥無し)

- 2) 桑田守, 水口健史, 李根浩, 李春鶴: 内部欠陥および鉄筋が打音波の位相差・伝搬速度に及ぼす影響に関する基礎的研究, 令和3年土木学会西部支部研究発表会(オンライン), V-034, pp.713-714, 2022.3.5
- 3) 浅野雅則, 鎌田敏郎, 六郷恵哲, 遠藤友紀雄: コンクリート打撃音の周波数特性とその欠陥評価への適用, コンクリート工学年次論文集, Vol.24, No.1, pp.1545-1550, 2002