

表層欠陥を模擬したコンクリートにおけるたわみ共振の周波数特性

Characteristics of Deflection Resonance Frequency in Defected Concrete

○山岸俊太郎*・鈴木哲也**・浅野勇***・森井俊広**

○Shuntaro YAMAGISHI, Tetsuya SUZUKI, Isamu ASANO and Toshihiro MORII

1. はじめに

近年、断面補修を施したコンクリート構造物において再劣化する事例が報告されている。これに伴い、欠陥の早期検出を目的としたモニタリング技術の開発が求められている。実体波を用いた計測では、鋼球を用いて弾性波を入力し、検出波のピーク周波数から欠陥の深さを推定している。既往の研究から、断面が小さい表層部の欠陥検出には高周波数の弾性波を入力することが必要であり、現地計測で障害となることが報告されている¹⁾。これらの技術的課題に対して本研究では、コンクリートのたわみ共振現象に着目した検討を行った。

たわみ共振現象はコンクリートの凍結融解試験方法²⁾に利用されており、共振周波数により求められる相対動弾性係数からコンクリートの損傷度が評価されている。大津ら^{3), 4)}はたわみ共振より求められる相対動弾性係数とコンクリートの圧縮試験より求められる相対損傷度との相違について明らかにしている。

本報では、たわみ共振周波数を利用した表層欠陥の検出について検討した結果を報告する。実験的検討では、コンクリート表面を加振し、その周波数応答とコンクリート内部の欠陥位置との関連について考察する。

2. 実験・解析方法

2.1. 供試体

供試体は 100×100×400 mm の角柱の無筋コンクリートおよび鉄筋コンクリートである。鉄筋は SD295-D10 を使用し、かぶり

は 30 mm とした。本研究では、鉄筋コンクリートに発泡スチロールを埋設し、表層欠陥を模擬した。供試体の概要を図-1 に示す。発泡スチロールを埋設した深さは 10 mm である。

2.2. たわみ共振現象の計測

たわみ共振は動ヤング率測定器を用いて一定電圧のスイープ波をコンクリート供試体に入力し、たわみ共振を発生させた。スイープ波の周波数は 500～20,000 Hz である。

2.3. たわみ共振に関する理論的考察

たわみ共振現象は板構造の幅や厚さにより共振周波数が異なる。板構造の固有振動数は以下の式により算出される⁵⁾。

$$f = \frac{4.99}{2\pi} \sqrt{\frac{El^2}{12\rho(1-\nu^2)a^4}} \quad (1)$$

ここで、 E ：弾性係数、 l ：板厚（欠陥部までの距離）、 ρ ：密度、 ν ：ポアソン比、 a ：円状の欠陥の半径である。式(1)では欠陥部を円状と仮定している。

3. 結果および考察

実験結果を図-2 に示す。同図は、無筋コンクリートと人工欠陥を模擬した鉄筋コンクリートの周波数応答である。無筋コンク

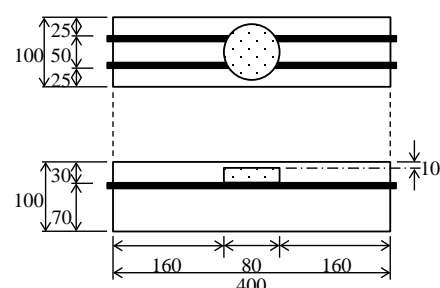


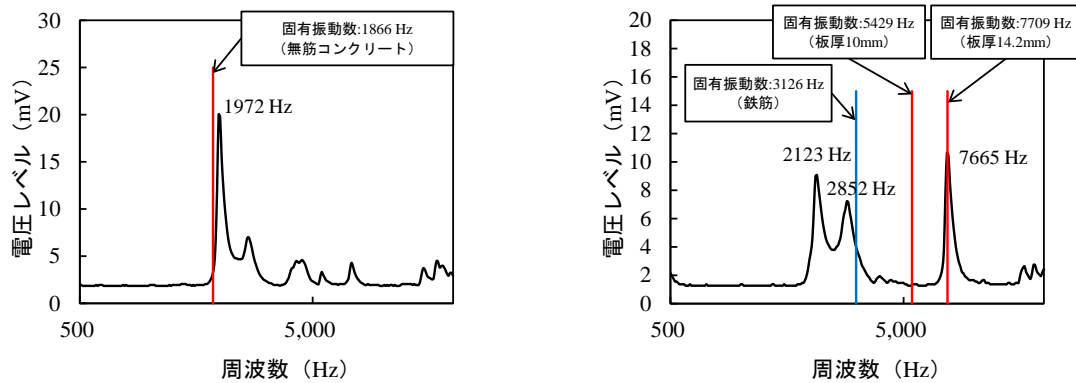
図-1 表層欠陥を模擬した角柱コンクリート

*新潟大学大学院自然科学研究科 Graduate School of Science and Technology, Niigata University

**新潟大学自然科学系(農学部) Faculty of Agriculture, Niigata University

***農村工学研究所 National Institute of Rural Engineering

キーワード：コンクリート、表面欠陥、たわみ共振現象



(a) 無筋コンクリート (b) 鉄筋コンクリート (人工欠陥有り)

図-2 供試体の周波数応答

リートでは、1972 Hz において電圧レベルが最大値をとることが確認された (図-2(a))。無筋コンクリートの固有振動数は1866 Hz であり、供試体が共振しているものと示唆された。人工欠陥を模擬したコンクリートでは、周波数 2123 Hz、2852 Hz および 7665 Hz において電圧レベルが急増していることが確認された (図-2(b))。周波数 2123 Hz は図-2(a)と同様、コンクリートの共振周波数と推察された。周波数 2852 Hz は埋設された人工欠陥と接する鉄筋に起因するものと推察された。梁の長さを 80 mm (人工欠陥の直径) とした鉄筋の固有振動数は 3126 Hz であり、周波数応答と概ね一致することが確認された。

図-2(b)の周波数応答は図-2(a)と比較して高い周波数が検出され、埋設した人工欠陥に起因するものと示唆された。図-2(b)に明記した数値は式(1)より算出した欠陥部の固有振動数である。板厚 (欠陥部までの距離) l を 10 mm と仮定した場合、固有振動数は 5429 Hz となり、実験値より下回ることが確認された。板厚 l を 14.2 mm と仮定した場合、固有振動数は 7709 Hz となり実験結果と同程度の値をとることが明らかとなった。以上のことから、コンクリート表面と人工欠陥の表面との距離は約 14.2 mm であると推察された。

4. まとめ

本報では、表層欠陥を模擬したコンクリ

ートにスイープ波を入力し、欠陥の深さとたわみ共振の共振周波数との関係について考察した。検討の結果、人工欠陥を埋設したコンクリートの周波数応答は無筋コンクリートと比較してピーク周波数が高くなることが確認され、周波数により欠陥部の深さを推定できることが明らかとなった。

参考文献

- 1) 大津政康：弾性波を利用した計測原理と品質評価，非破壊検査，Vol.64, No.3, pp.106-112, 2015.
- 2) 土木学会，2013年制定コンクリート標準示方書「規準編」(JIS A 1148:2010)，pp.597-601, 2013.
- 3) 社団法人 土木学会：コンクリート技術シリーズ No.73 弾性波法の非破壊検査研究小委員会報告書および第2回弾性波法によるコンクリートの非破壊検査に関するシンポジウム講演要集，pp.31-36, 2007.
- 4) 池田幸史，鈴木哲也，大津政康：共鳴法における劣化コンクリートの動的弾性係数に関する考察，コンクリート工学年次論文集，Vol.26, No.1, 2004.
- 5) 社団法人 土木学会：コンクリート技術シリーズ No.61 弾性波によるコンクリートの非破壊検査に関する委員会報告およびシンポジウム論文集，p.42-59, 2004.