

第 V 部門 弾性波の入力/受振位置が道路橋 RC 床版における水平ひび割れの検出に与える影響

大阪大学工学部 学生員 ○岩崎 俊樹 大阪大学大学院工学研究科 正会員 鎌田 敏郎 正会員 内田 慎哉
 大阪大学大学院工学研究科 学生員 中山 和也 学生員 前 裕史

1. はじめに

本研究では、コンクリート内部に水平ひび割れを模擬した人工欠陥を埋め込んだ RC 床版供試体を作製した。衝撃弾性波法を用いた実験により人工欠陥の検出を試みるとともに、供試体の条件を基に設定したモデルにおいて衝撃応答解析を行い、得られた解析結果と供試体実験の結果とを比較することにより、解析モデルの妥当性を検証した。さらに、弾性波の入力/受振位置とひび割れとの平面的な位置関係が周波数スペクトルに与える影響を解析により把握することを試みた。

2. 衝撃応答解析による実験結果の妥当性の検証

2. 1 実験概要

図 1 に供試体概要を示す。供試体寸法は 1800mm×1800mm×280mm とした。アスファルト舗装厚は 50mm である。供試体内部には、水平ひび割れを人工的に模擬した円盤状の欠陥（深さ 130mm、直径 200, 250, 400mm）を設置した。

弾性波の入力および受振は、人工欠陥中央直上のアスファルト表面で行った。弾性波の入力には直径 6.4mm の鋼球を用い、受振には加速度センサを使用した。

2. 2 衝撃応答解析概要

解析モデルの一例を図 2 に示す。モデル寸法は、供試体寸法と同じである。モデル内部には、人工欠陥を模擬するために円盤状の空隙部を設けた。コンクリートおよびアスファルトの材料定数を表 1 に示す。

要素は 8 節点ソリッドとした。要素の代表長さは約 10mm である。モデルの支持は、図 2 に示す 1800mm×280mm（図中の点線部分）の 1 面とした。支持面の境界条件は、面内の全ての節点に対して、全方向の変位を固定した。衝撃荷重の入力位置は、モデル中央部（図 2 中の矢印の位置）とした。出力位置は、入力位置より支持面側へ 50mm 移動した点である。

2. 3 実験および解析で得られた周波数スペクトル

実験および解析により得られた周波数スペクトルを図 3 にそれぞれ示す。図中の矢印は供試体の版厚に相当す

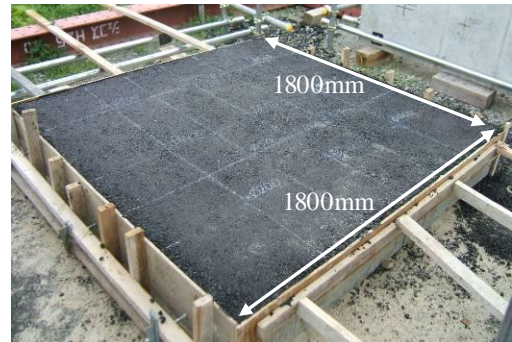


図 1 供試体概要

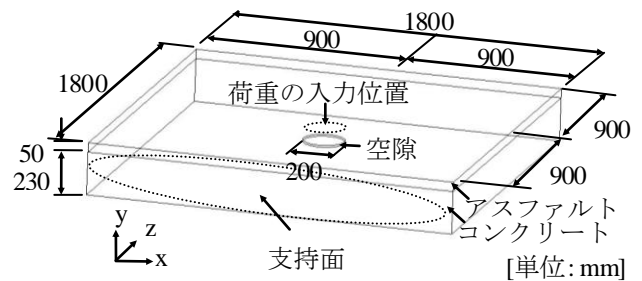


図 2 解析モデルの一例

表 1 解析モデルの物性値

物性値	アスファルト	コンクリート
弾性係数 (GPa)	10.0	33.5
密度 (t/m ³)	1.01	2.20

る理論上の版厚共振周波数： f_T を、破線は人工欠陥に相当する欠陥共振周波数： f_d をそれぞれ示している。解析で算出した周波数スペクトルは、実験で得られた周波数スペクトルとほぼ同一の分布形状となった。しかも、いずれの場合においても、周波数スペクトルにおけるピーク周波数と f_d が一致した。以上より、衝撃弾性波法を適用した場合の RC 床版内部での弾性波の挙動を、衝撃応答解析により再現できることを明らかにした。

3. 入力/受振位置が周波数スペクトルに与える影響

3. 1 解析概要

解析モデルの寸法および解析条件は、2.2 と同じである。モデル内には、深さ 130mm の位置に直径 200mm の空隙部を設けた。衝撃荷重の入力位置は、空隙部中心直上の点からモデル端部側へ 140mm 移動した点までの計 5

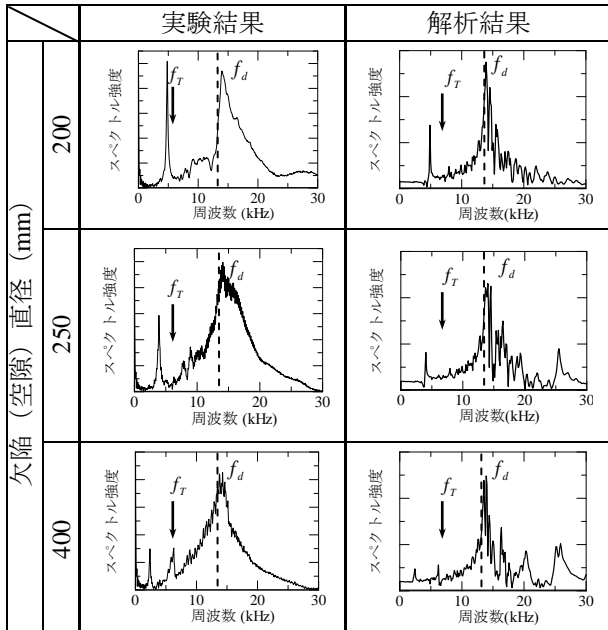


図3 実験および解析により得られた周波数スペクトル

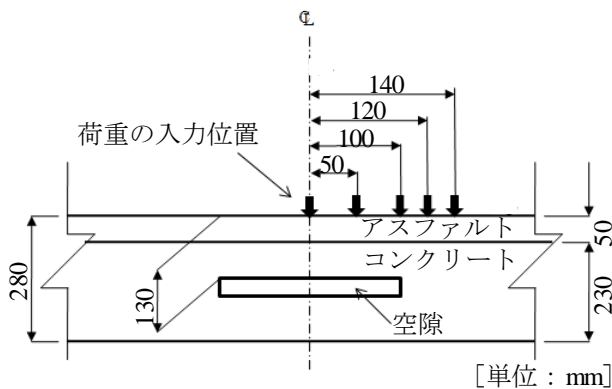


図4 解析における衝撃荷重の入力位置

点とした(図4参照)。出力位置は、各衝撃荷重の入力位置より支持面側へ50mm移動したそれぞれの点である。

3. 2 解析結果および考察

図5に解析により得られた周波数スペクトルを空隙中心位置から打撃点までの距離と併せて示す。空隙中心位置から打撃点までの距離が0, 50 および 100mm では、周波数スペクトル上の f_d の位置に、単独の鋭いピークが卓越していることが判読できる。しかしながら、打撃点の距離が120 および 140mm と大きくなると、周波数スペクトル上のピークが f_d よりも高い周波数帯域へシフトするとともに、そのピークと同程度の強度を持つ複数のピークが出現した。そのため、空隙共振周波数を周波数スペクトル上で特定することは困難である。

以上のことから、衝撃弾性波法による鋼球打撃位置が、水平ひび割れの存在範囲上であれば、周波数スペクトル上のピーク周波数を頼りに、空隙の有無を評価できる。

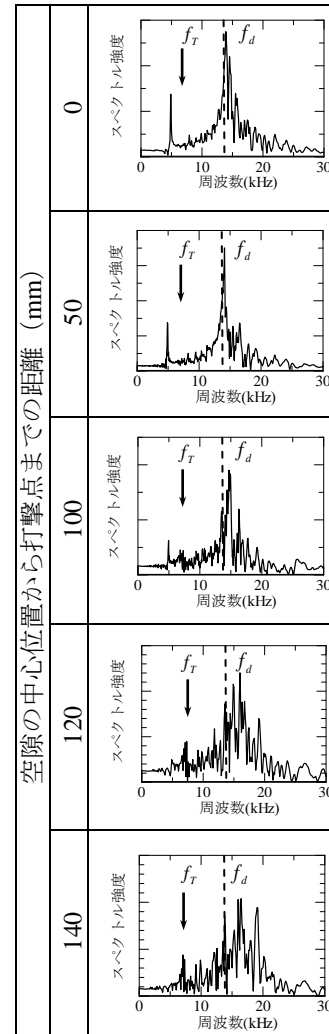


図5 空隙中心位置から打撃点までの距離ごとの周波数スペクトルの変化

4. まとめ

本研究で得られた結論を以下に示す。

- (1) アスファルト舗装およびコンクリート内部に水平ひび割れを人工的に模擬した RC 床版供試体をモデル化した後、3 次元衝撃応答解析を行った結果、解析で得られた周波数スペクトルの形状やピーク周波数は、実験で得られたものと概ね同じになることがわかった。
- (2) 鋼球などの打撃位置および受振位置が少なくとも水平ひび割れの存在範囲上であれば、周波数スペクトル上のピーク周波数を頼りに、空隙の有無を把握できることを衝撃応答解析により明らかにした。

謝辞

本研究は、国土交通省委託研究事業 新道路技術会議 技術研究開発プロジェクト「道路政策の質の向上に資する技術研究開発」の援助を受けて行ったものである。ここに記して謝意を表します。