

## 水平ひび割れ面の空隙割合が弾性波の多重反射挙動に及ぼす影響に関する検討

大阪大学大学院工学研究科 学生会員 安井 和也 大阪大学大学院工学研究科 学生会員 ○中尾 優文  
 大阪大学大学院工学研究科 非会員 鈴木 真 大阪大学大学院工学研究科 正会員 寺澤 広基  
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 鎌田 敏郎

## 1. はじめに

わが国においてコンクリート構造物の高齢化が進む中、その長寿命化を図るうえで、目視確認が困難な変状を非破壊で検出できる手法の確立が急務となっている。例えば、道路橋 RC 床版において、疲労等に起因する水平ひび割れの非破壊評価手法として、これまでに衝撃弾性波法が研究されている<sup>1)</sup>。しかし、実橋 RC 床版に対して衝撃弾性波法を適用した場合、水平ひび割れが検出できないことがある。この要因の一つとして、実構造物では、水平ひび割れの上側と下側のコンクリートが部分的に接触している可能性が考えられる。

そこで、本研究では、水平ひび割れ面の空隙割合が弾性波の多重反射挙動に及ぼす影響を解析的に検討した。

## 2. 解析概要

## 2.1 モデル概要

本研究では、3次元衝撃応答解析を行った。解析モデルを図-1、物性値を表-1に示す。各モデルはいずれも8接点6面体ソリッドで構成されており、要素の最大寸法は10mmとした。モデル寸法はそれぞれ1000mm(x軸方向)×1000mm(y軸方向)×200mm(z軸方向)とし、深さ100mmの位置に800mm(x軸方向)×800mm(y軸方向)×1mm(z軸方向)の範囲で、水平ひび割れ面を設けた。

## 2.2 入出力条件

図-2に入力波形を示す。荷重継続時間は、直径6,19mmの鋼球での打撃により想定される接触時間<sup>2)</sup>  $T_c=25.8, 81.7\mu\text{s}$ の2パターンを設けた。入力点はモデル上面の中央部で、出力点は入力点から50mm離れた点とした。出力間隔1 $\mu\text{s}$ 、出力点数10000点の加速度波形で出力し、波頭から90 $\mu\text{s}$ までの部分をカットした後にFFTを行った。

## 2.3 水平ひび割れ面の空隙のパターン

## (a) 空隙割合の違いによる影響の検討

水平ひび割れ面は図-3のように、空隙割合0,25,50,75,100%の計5パターンを設けた。なお、空隙は可能な限り

対称性を持つ配置とし、配置する空隙の1つの大きさ(=空隙ユニットの大きさ)は100mm×100mmとした。

## (b) 空隙ユニットの大きさの違いによる影響の検討

図-4のように、空隙割合50%の場合において、空隙のユニットの大きさを(a)の検討に3パターンを加えた。

## (c) 空隙の配置の違いによる影響の検討

図-5のように、空隙割合25,75%の場合において、空隙の配置を(a)の検討に2パターンを加えた。

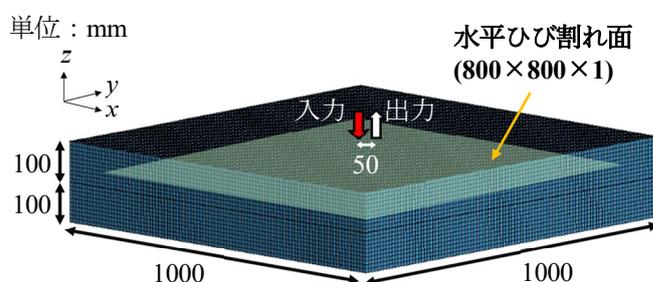


図-1 解析モデル

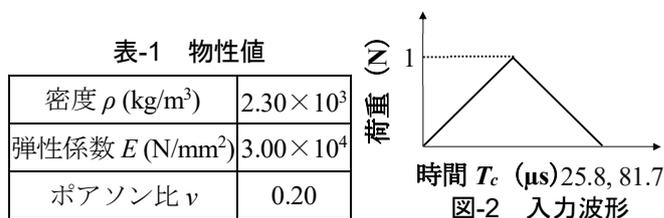


図-2 入力波形

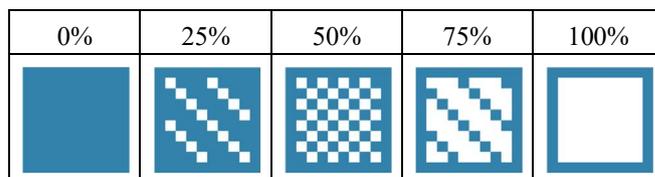


図-3 水平ひび割れ面の立面図 (空隙割合の違い)

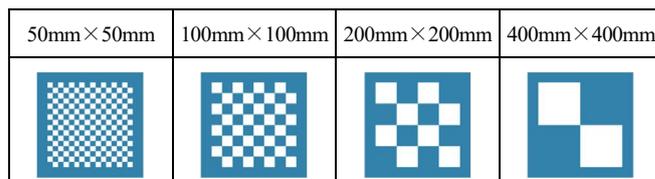


図-4 水平ひび割れ面の立面図 (空隙ユニットの大きさの違い)

キーワード 衝撃弾性波法, 水平ひび割れ, 空隙割合, RC床版, 周波数特性

連絡先 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1 大阪大学大学院工学研究科 TEL06-6879-7618

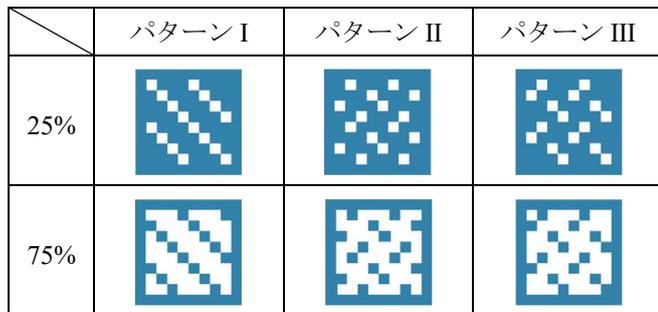


図-5 水平ひび割れ面の立面図（空隙の配置の違い）

3. 解析結果および考察

(a) 空隙割合の違いによる影響の検討

図-6 に各空隙割合の周波数スペクトルの一例を示す。 $T_c=25.8\mu s$  の場合、空隙割合 0%のときは版厚に相当する縦波共振周波数でピークを確認することができたが、空隙割合が大きくなるにつれて、水平ひび割れ面までの深さに相当する縦波共振周波数でピークを確認することができた。また、 $T_c=81.7\mu s$  の場合は、空隙割合 75%以下のとき、版厚に相当する縦波共振周波数でピークが得られた。ただし、空隙割合が大きくなるにつれ、版厚に相当する縦波共振周波数が低下する傾向が得られた。この原因としては、空隙割合が大きくなることで、縦波伝播速度が低下し、ピーク周波数が低下したものと考えられる。

(b) 空隙ユニットの大きさの違いによる影響の検討

図-7 に各空隙ユニットの大きさの周波数スペクトルの一例を示す。これより、 $T_c=25.8\mu s$  の場合、空隙ユニットの大きさは周波数スペクトルにほとんど影響を及ぼさなかった。また、 $T_c=81.7\mu s$  の場合も同様の傾向が得られた。

(c) 空隙の配置の違いによる影響の検討

図-8 に各空隙の配置の周波数スペクトルの一例を示す。これより、 $T_c=25.8\mu s$ 、空隙割合 25%の場合、空隙の配置によって周波数スペクトルに若干の違いが見られた。これは、入力点直下の空隙割合の違いによると考えられる。また、他の  $T_c$ 、空隙の配置でも同様の傾向が得られた。

4. まとめ

本研究の解析条件下において、以下の結論が得られた。

- 1) 空隙割合が大きくなると、水平ひび割れ面までの深さに相当する縦波共振周波数でピークを確認できたが、版厚に相当する縦波共振周波数が低下する傾向が得られた。
- 2) 空隙ユニットの大きさはピーク周波数にほとんど影響を及ぼさず、空隙の配置は周波数スペクトルに若干の影響を及ぼすことが分かった。

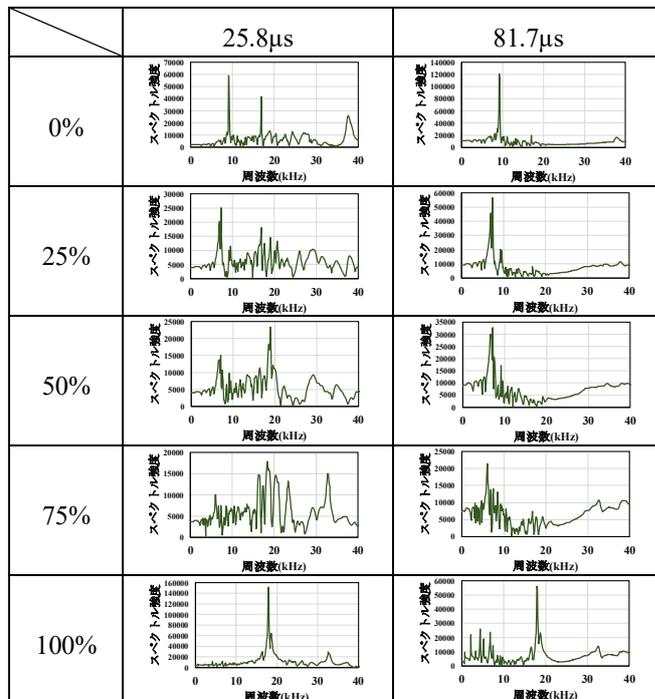


図-6 周波数スペクトル（空隙割合の違い）

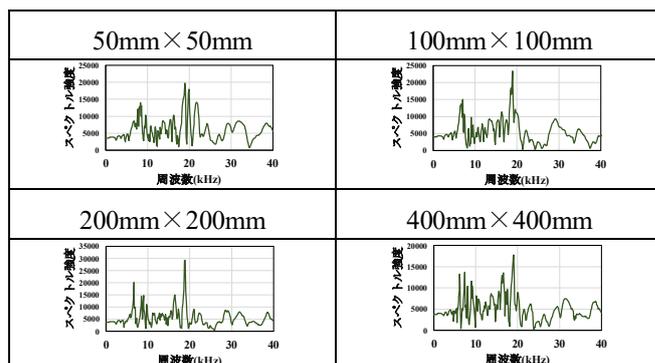


図-7 周波数スペクトル（空隙ユニットの大きさの違い・ $T_c=25.8\mu s$ ）

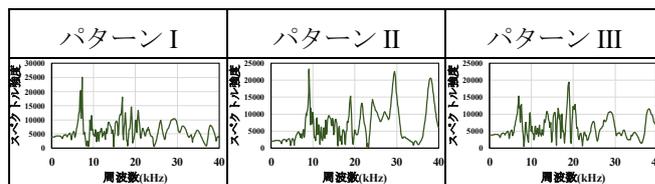


図-8 周波数スペクトル（空隙の配置の違い・ $T_c=25.8\mu s$ ・空隙割合 25%）

参考文献

- 1) 中山和也, 鎌田敏郎, 内田慎哉, 大西弘志: 衝撃弾性波法による道路橋 RC 床版の水平ひび割れの評価手法に関する基礎的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol31, No.1, pp.2113-2118, 2009
- 2) Sansalone, M. and Streett, W. B. : Impact Echo, Bullbrier Press, Ithaca, N.Y., pp.29-46, 1997