

# 大型コンクリート模型の打撃音とその解析的検討

Experimental and analytical examination of impact sounds of large concrete models

合田 且一朗\*・○小杉 浩之\*・青山 咸康\*・小林 晃\*

Katsuichiro GODA, Hiroshi KOSUGI, Shigeyasu AOYAMA and Akira KOBAYASHI

## 1. はじめに

近年、コンクリート構造物の安全性評価とそれに応じた適切な処置への社会的関心が高まっている。ダムや用排水路をはじめとする農業水利構造物においても施設の維持管理は重要な問題であり、それらの安全性を診断する非破壊検査法の開発が望まれている<sup>1)</sup>。そこで、本研究では非破壊検査法の中で打音法<sup>2)</sup>に着目し、打音法の大型コンクリート模型への適用とその解析的検討を行う。

## 2. 大型コンクリート模型の打撃音

### 2.1 実験概要

本研究では、打撃装置でコンクリート模型を打撃し、それによって発生する振動をマイクロフォンを用いてPCにデジタル録音する方法を打音法と定義する。録音された打撃音は時系列データとして取り扱い、周波数分析を行う。打撃装置としてFig.1の左に示すゴム式打撃装置を用い、打撃物と被打撃物との衝突による音を低減するためにFig.1の右に示すコルク製の遮音用マイクカバーをマイクロフォンに装着する。ここでは、10～60cmの異なる厚さの模型(厚さ模型)と空洞を模擬した発泡スチロールが内在する模型(擬似空洞模型、Fig.2参照)に対して打音法を適用する。

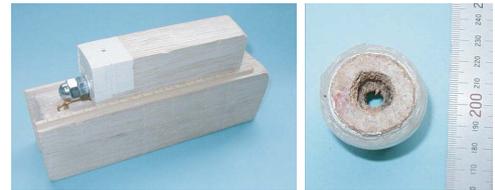


Fig.1 Impact tool and microphone cover

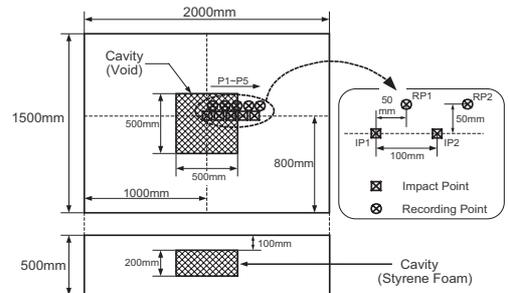


Fig.2 Concrete model with cavity inside

### 2.2 実験結果

#### (1) 厚さ模型の打撃音

Fig.3に厚さ模型の打撃音とそのパワースペクトルを示す。図中のコンター図はランニングス

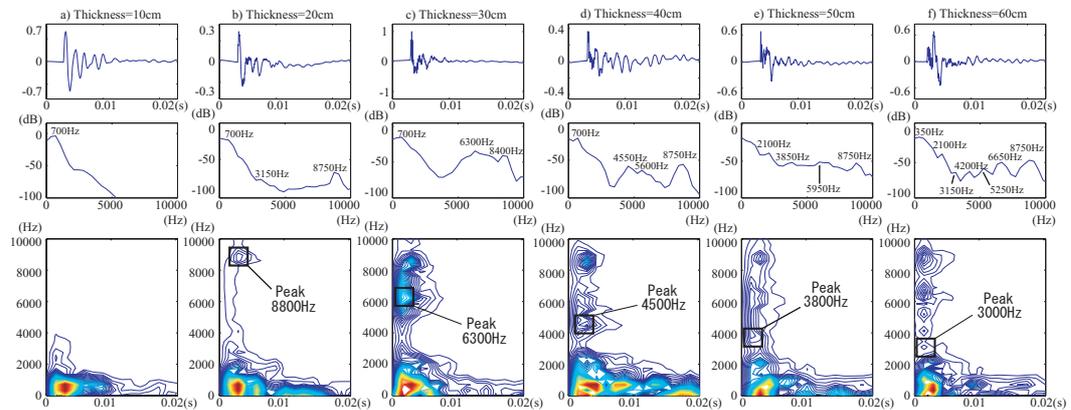


Fig.3 Impact sounds of the model with different thickness

ペクトルである。縦波共振周波数と考えられるピークが存在し、厚さの増加に伴い徐々に低下していることがわかる。これから、縦波共振周波数の変化に着目することで厚さを評価できると考えられる。ただし、縦波共振周波数  $f_{long}$ (Hz) は弾性波伝播速度  $V_p$ (m/s) と模型の厚さ  $L$ (m) から  $f_{long} = V_p/2L$  で計算できる。

#### (2) 擬似空洞模型の打撃音

Fig.4に擬似空洞模型の打撃音とそのパワースペクトルを示す。図から打撃点が擬似空洞上の中央

\*京都大学大学院農学研究科：Graduate School of Agricultural Science, Kyoto Univ.

から遠ざかるにつれて，最大振幅レベルが低下すること，擬似空洞上外の打撃点P5の打撃音では，模型厚さ50cmの縦波共振周波数3850Hzがパワースペクトルに現れることが確認された．

### 3. 有限要素法によるモデル化

#### 3.1 解析概要

有限要素法を用いて厚さ模型と擬似空洞模型のモデル化を行った．境界条件は模型の実際の固定状況を参考にして決定した．ここでは，振動シミュレーションを行い，実験結果と解析結果の比較を行う．Fig.5に擬似空洞模型の横断面方向の有限要素モデルを示す．擬似空洞部分の物性値には発泡スチロールの代表的な値を用いた．

#### 3.2 解析結果

##### (1) 厚さ模型モデルの解析結果

Fig.6に振動シミュレーション結果とそのパワースペクトルを示す．図からシミュレートされた打撃音に1000Hz以下の低周波数が卓越すること，縦波共振周波数に相当する高周波数(4350Hz)にピークが存在することが確認できる．この解析結果は，実験結果をよく反映したものである．

##### (2) 擬似空洞模型モデルの解析結果

打撃位置の違いによる打撃音の変化について検討するため，擬似空洞模型の横断面方向についてモデル化した．Fig.7に振動シミュレーション結果とそのパワースペクトルを示す．図から打撃点が擬似空洞中心から離れるにつれて，変位応答が低下すること，擬似空洞上外の打撃点では縦波共振周波数が存在することがわかる．

### 4. 結論

縦波共振周波数を抽出することで模型の厚さを判定できること，最大振幅レベルに着目することで内在する空洞の平面サイズを判定できることがわかった．有限要素法によるモデル化により，打撃音に現れる特徴を再現できた．

#### 参考文献

- 1) 長束 勇・甲本達也・青山成康・野中資博・服部九二雄：農業水利コンクリート構造物の更新と維持管理，農業土木学会誌，Vol.70，No.12，pp.1081-1084，2002.
- 2) 鈴木文大・榎本秀明・稲川敏春・松林弘智・千鳥雅由：トンネル覆工コンクリートを対象とした打音評価手法，物理探査，Vol.154，No.6，pp.374-387，2001.

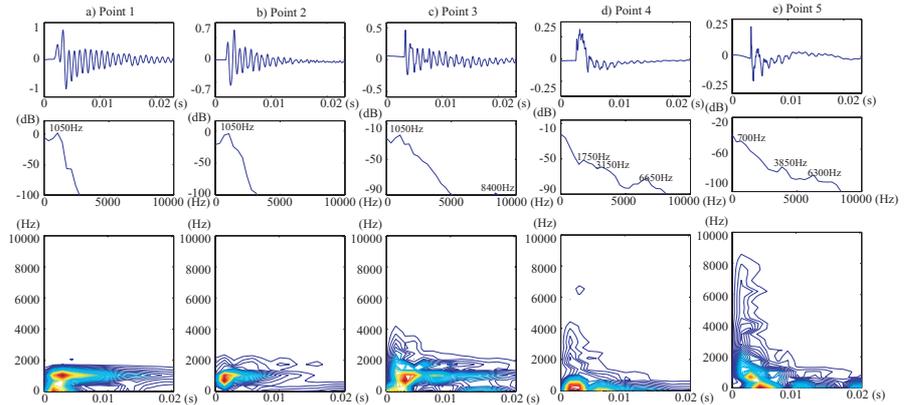


Fig.4 Impact sounds of the model with cavity

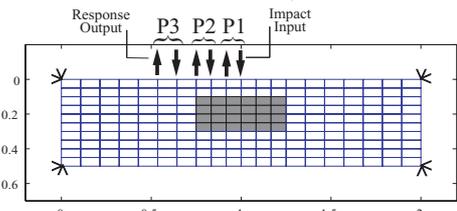


Fig.5 FEM model with cavity inside

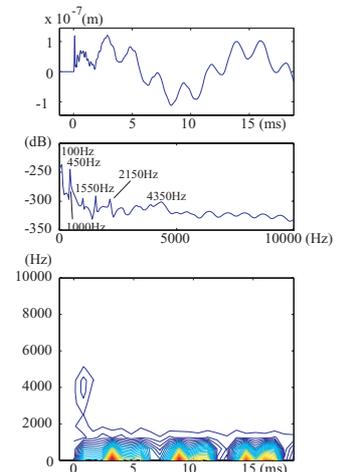


Fig.6 Result of simulation of the model with 40cm thickness

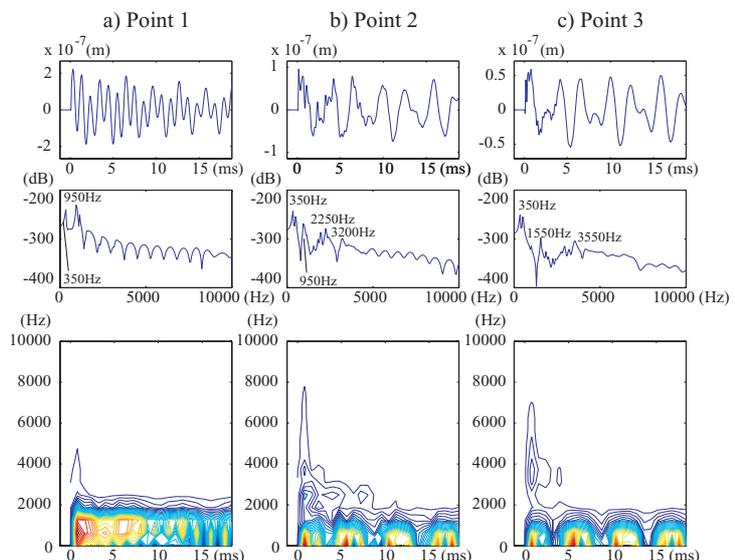


Fig.7 Result of simulation of the model with cavity inside