

# コンクリート構造物の健全性診断に向けた非破壊検査システム開発

Development of nondestructive inspection system for soundness diagnosis of concrete structure

原子燃料工業株式会社 藤吉 宏彰  
原子燃料工業株式会社 松永 嵩  
原子燃料工業株式会社 小川 良太  
原子燃料工業株式会社 匂坂 充行  
原子燃料工業株式会社 磯部 仁博

Hiroaki FUJIYOSHI Member  
Takashi MATSUNAGA Member  
Ryota OGAWA Member  
Mitsuyuki SAGISAKA Member  
Yoshihiro ISOBE Member

## Abstract

We developed a hammering sound inspecting system using AE sensor with objectivity and recordability and confirmed that it is possible to grasp the state of concrete (internal cavity and surface peeling) from the vibration analysis result obtained, And confirmed the usefulness of concrete health diagnosis using this system.

Keywords: concrete, hammering test, AE sensor, non-destructive inspection

## 1. はじめに

コンクリート構造物の施工時の問題点としてあげられるひび割れであるが、ひび割れの発生しにくい配合をしても施工時の打設を考慮した際、扱いにくさから採用されないケースが多い。一方、扱いにくいコンクリートで打設を行う場合、空洞が出来やすく、空洞が大きい場合は重大な強度低下を招くことが懸念されている。1)

コンクリート構造物の検査手法として一般的に行われている打音検査はその検出能を検査員の経験や熟練度に依存しているため、検出性のばらつきが課題であった。このような背景があり、筆者らは、コンクリート内部に生じる劣化を非破壊的に検出可能、且つ検査員の経験や熟練度に依存しない客観性、記録性のある検査を提供するシステムとして、AE(Acoustic Emission)センサを用いた打音検査システムを開発し、コンクリート構造物の内部欠陥や劣化診断の実用化を目指している。2)

本報では、コンクリートモックアップに対する実験的計測と、FEM解析による理論解析の両面から検証を行った結果およびコンクリート橋脚、床版における現場計測結果についても報告する。

## 2. AE センサを用いた打音検査システム

本検査システムは、AE センサを検査対象に設置した上でハンマーにより打撃し、得られた信号から周波数分布を得る。コンクリート内部に空洞が存在すると、対象の拘束条件の変化に伴い固有振動数が変化するため、得られた周波数分布より固有振動のピークを評価することで劣化を検出する。本検査シ

テムは現場に適用するために軽量かつハンディタイプであり、検査に必要な情報の記録、外観写真撮影、検査データ採取、検査基準に基づく判定等を現場で実施可能である。

## 3. 検証試験

### 3.1 コンクリートモックアップへの AE 計測

モックアップは図1に示す通り上下3か所ずつに空洞を有する構造となっており、図1の青色の面において等間隔の格子状に計測した。各計測点における固有周波数分布を図2に示す。図中の○印は計測位置を示す。

図2に示す通り空洞以外の個所の周波数は4000~5000Hz程度であるのに対し、空洞位置の固有周波数は3000~3500Hz程度と低い値となり、固有周波数計測による空洞の検出が可能であることを確認した。

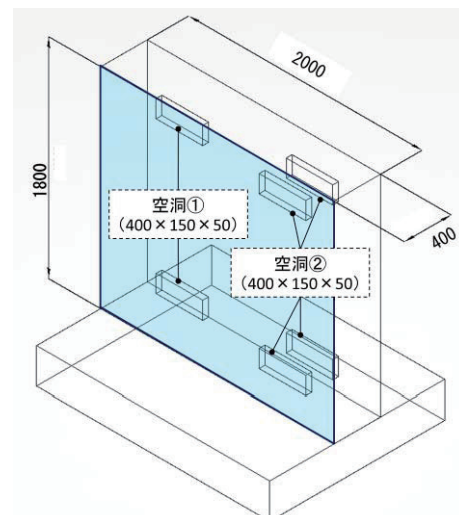


図1 コンクリートモックアップ構造図

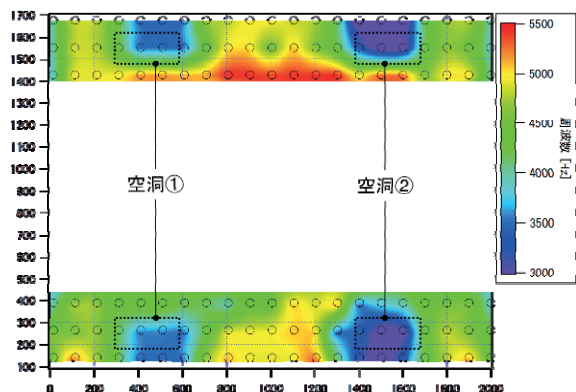


図2 モックアップにおける周波数分布

### 3.2 FEMによる理論値解析

コンクリートモックアップにおいて、周波数計測より得られた空洞部の周波数である3000Hz近傍におけるFEMを用いた固有値解析結果を図3に示す。空洞部（特に空洞②の位置）において大きな変位が確認された。今後詳細な解析を行う。

Analysis: Eigenvalue, Results: EigenState, Solver: ADVCSolver 2016-R1.5  
 Model size: 2711371 nodes, 1690968 elements  
 Variable: Displacement(y), Eigen mode: 142/200  
 Process Name = Process\_0, Process Number = 0  
 Frequency = 2.9549633e+003  
 Deformation factor = 2.0000000e+001

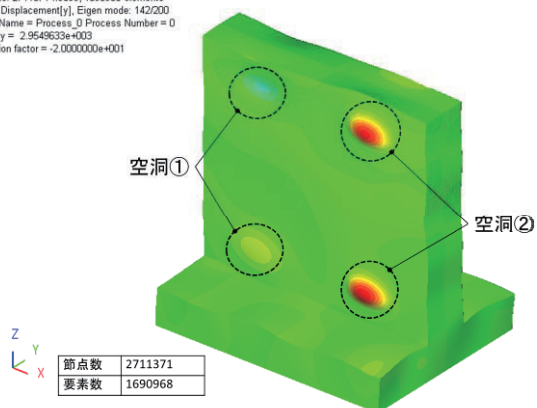


図3 FEMによる固有値解析結果

## 4. 橋脚および床版への現場適用

本システムを用いた橋脚および床版の現場検査を行い、非破壊検査の適用性について確認した。

図4に橋脚、図5に床版における周波数計測結果をそれぞれ示す。青枠が計測範囲、赤丸が事前の打音検査において劣化が認められた箇所である。計測結果から劣化部では周波数の低下が見られ、コンクリート表面の劣化状況の把握が可能であることを確認した。

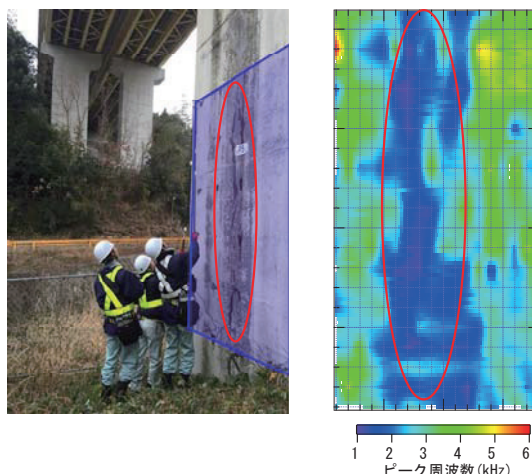


図4 橋脚の剥離部における周波数分布

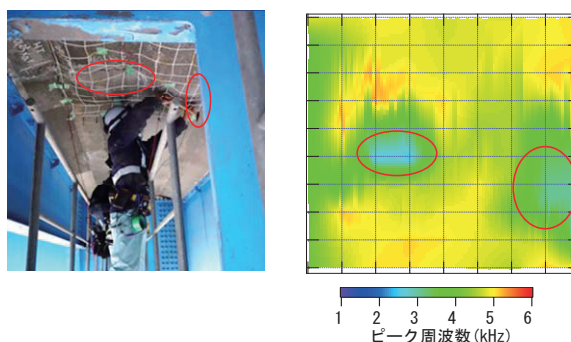


図5 床版の剥離部における周波数分布

## 5. 結論

AEセンサを用いたコンクリートの内部欠陥、劣化診断手法としての検討を行った。

- 周波数計測により、コンクリート内部空洞の検出が可能であることを確認した。
- 空洞部で計測された周波数におけるFEM解析を行い、空洞部が大きく振動するモードであることを確認した。
- 橋脚、床版における現場検査において劣化が確認された位置における周波数低下を検出し、本システムを用いた劣化診断が可能である見通しを得た。

## 参考文献

- [1] “鉄筋コンクリートについて考える（ひびわれ・配合・強度）” 松岡浩一
- [2] “コンクリート橋に対する劣化診断システムの開発” 土木学会大会（東北）2016年 匂坂他。