

## 低周波弾性波による大型RC床版供試体における欠陥の非破壊評価

|           |     |       |
|-----------|-----|-------|
| 三菱電機（株）   | 正会員 | 服部 晋一 |
| 岐阜大学      | 正会員 | 鎌田 敏郎 |
| （株）オーデックス | 正会員 | 竹村 泰弘 |
| （株）オーデックス |     | 西田 久雄 |
| 三菱電機（株）   | 正会員 | 島田 隆史 |

### 1. はじめに

金属磁歪素子を用いた低周波弾性波によるコンクリート内部診断装置を用い、人工欠陥を内部に埋設した RC 床版供試体による非破壊検査性能の評価を行った。供試体は、昨年度の研究<sup>1)</sup>において製作した床版供試体(400×200×20cm)に 7cm の増厚施工を施した増厚供試体である。本研究では、検出できる欠陥サイズ、欠陥深さを明らかにした。さらに人工的に設計した新旧床版界面のはく離欠陥を床版下面から計測し、検出可能性を評価した。

### 2. 実験装置の構成

実験装置は、著者らの報告<sup>1)2)</sup>に示される金属系磁歪素子を使い、低周波の 1kHz～10kHz の弾性波を連続的に変化させる周波数スイープ信号を入力し、対象構造物のたわみ(横)振動の応答から欠陥の有無、欠陥までの深さを推定する。欠陥検出のパラメータとしては、周波数応答の低域積分値(振動レベル)を採用しており、これにより欠陥との相関を求めている。実験に供したシステムの構成を写真-1に示す。探査子・計測制御ユニットと探査子を対象面に吸着するためのエアコンプレッサで構成されている。

### 3. 実験概要

図-1に供試体の構造を示す。供試体には、はく離状欠陥の診断評価を行うため大きさや深さが異なる種々の人工欠陥を内部に配置しており、鉄筋付近等のはく離を想定した人工欠陥( $t=5\text{mm}$ の発泡スチロールにて円盤状欠陥を模擬し、表面に対し水平に配置)が内部に設置されている。この人工欠陥は、直径: 5, 10, 15, 20, 30, 50cm で、7cm の増厚により表面からの深さがそれぞれ 10, 17cm に埋設されている。また、50cm 角、80cm 角の人工欠陥を増厚界面(下面から 20cm の深さ)に設置している。

### 4. 検証結果

#### 4.1 欠陥深さと振動レベル

深さの異なる人工欠陥上で計測された振動レベルを

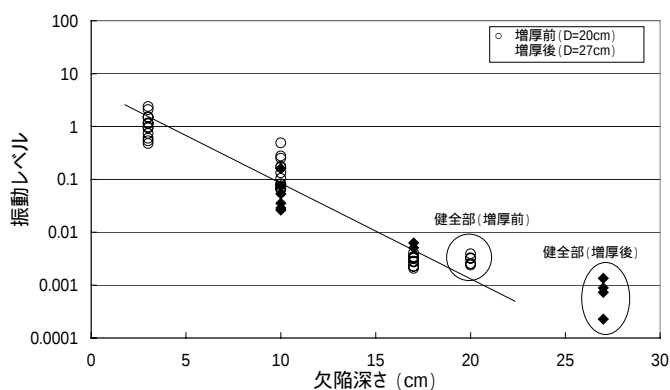


図-2 欠陥深さと振動レベル

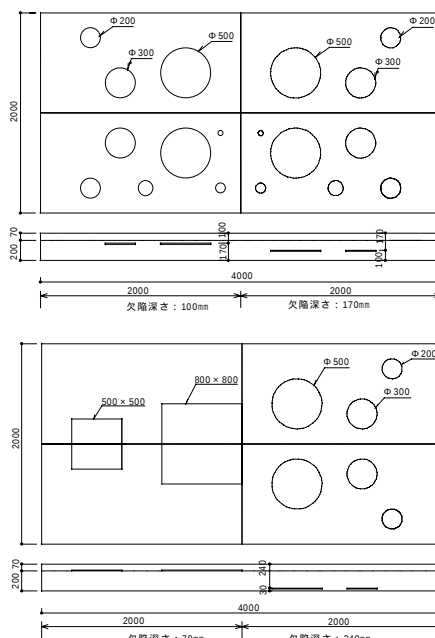


図-1 供試体構造図



写真-1 実験装置

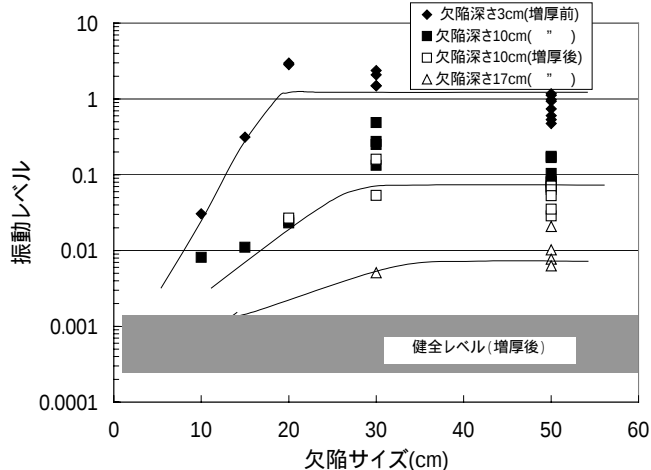


図-3 欠陥サイズと振動レベル

キーワード: 構造物診断, 非破壊検査, コンクリート, 磁歪素子, 低周波弾性波, RC 床版, 増厚

連絡先: 〒850-8652 長崎市丸尾町 6-14 三菱電機(株)

Tel: 095-864-2285 Fax: 095-864-2381

図-2に示す、値は欠陥中央部の計測ポイントをサンプルした。振動レベルは欠陥深さに対し良好な相関を示している。欠陥が無い部位での振動レベルは、増厚前の  $2 \times 10^{-3} \sim 4 \times 10^{-3}$  に対し、約 1/5 倍の  $2 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^{-3}$  に低減した。このため欠陥を検出できる振動レベルの閾値を、健全レベルの上限に対し2倍強の  $1 \times 10^{-2}$  とした。この結果、増厚前には健全部と識別が難しかった深さ 17cm の欠陥が、増厚後は識別可能となることがわかった。

欠陥サイズが振動レベルに与える影響を図-3に示す。

各深さとも欠陥サイズがある大きさより小さくなると、振動レベルは低下する。これにより、深さ 10cm の欠陥では、 $\phi 20\text{cm}$  以上、深さ 17cm の欠陥では  $\phi 30\text{cm}$  以上の欠陥を検出可能であることを確認した。

#### 4.2 欠陥の深さ推定及び精度

図-2に示す相関近似曲線は、推定式に指数近似を用い  $y = 4.56 \times e^{-0.412x}$  であった。ここで  $x$  は振動レベル、 $y$  は欠陥深さ [cm] である。この近似式より欠陥深さを推定した。得られた精度を表-1に示す。深さ 10cm、17cm において  $\pm$  約 2cm の誤差で欠陥深さが検出可能である。

#### 4.3 欠陥推定深さのマップ図

欠陥深さの推定結果を青～赤への色相変化でマップ表示した結果を図-4(a)に示す。増厚後深さ 10cm、17cm の欠陥が検出されていることがわかる。

増厚界面に設置したはく離部を下面から計測した結果では、上記の欠陥判定閾値と比較し健全部との差が小さい結果が得られた。この結果をマッピングした図を図-4(b)に示す。ただし、新旧界面のはく離は欠陥の発生位置（下面からの深さが 20cm）が特定できること。また欠陥の発生が表面と平行な平面状況と推定されることより、判定基準を健全部の振動レベルのばらつきより高いレベル約  $1 \times 10^{-3}$  に設定し、振動レベルの差を強調した。図中欠陥中央は縁部に対し大きな振動レベルを有していることから、はく離ありと判断することが可能である。

#### 5. まとめ

- (1) 増厚床版供試体にて人工欠陥の検出性能を評価し、深さ 17cm までの欠陥が検出可能であることを確認した。
- (2) 検出できる欠陥サイズは深さ 10cm に対し  $\phi 20\text{cm}$ 、深さ 17cm に対し、 $\phi 30\text{cm}$  であった。
- (3) 増厚による新旧床版界面のはく離について、振動レベルの変化からはく離等の欠陥が検出できる可能性を確認した。

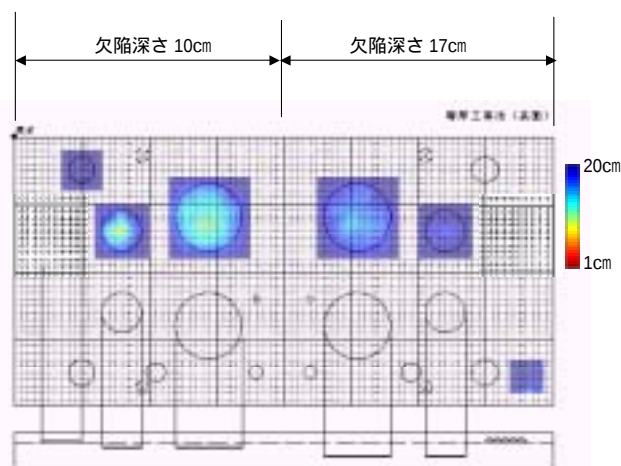
最後に、本実験を実施するに当りご協力いただいた昭和コンクリート工業㈱の関係各位に厚くお礼申し上げます。

#### 参考文献

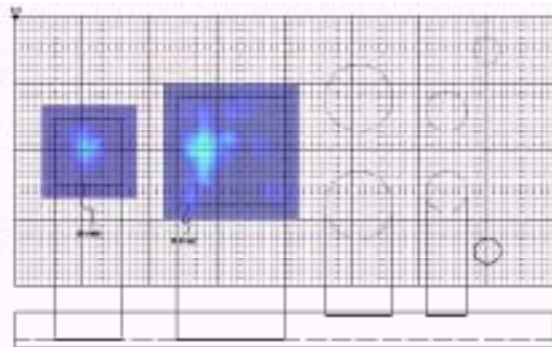
- 1) 服部、鎌田、竹村、西田、島田：低周波弾性波非破壊検査装置による RC 床版の内部欠陥に対する検出性能の評価、土木学会第 57 回年次学術講演会講演概要集、第 V 部門、pp.369-370、2002.10.
- 2) 服部、鎌田、竹村、井上、島田：金属磁歪素子を用いた低周波弾性波による実大 RC 床版供試体の非破壊評価、コンクリート工学年次論文集、Vol.24、No.1、pp.1533-1538、2002.

表-1 欠陥の深さ推定精度

| 人工欠陥       |             | 欠陥深さ推定       |             |              |
|------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| 深さ<br>[cm] | サイズ<br>[cm] | 推定深さ<br>[cm] | 平均値<br>[cm] | 推定値 /<br>実測値 |
| 10         | $\phi 50$   | 10.3 ~ 14.1  | 12.4        | 1.24         |
|            | $\phi 30$   | 8.3 ~ 14.8   | 7.3         | 0.73         |
| 17         | $\phi 50$   | 15.0 ~ 16.5  | 15.9        | 0.94         |
|            | $\phi 30$   | 16.7 ~ 19.4  | 18.1        | 1.10         |



(a) 欠陥部 (深さ 10cm、17cm)



(b) 増厚はく離部 (深さ 20cm)

図-4 欠陥推定マップ