

AU 法を用いた構造体コンクリートの非破壊物性評価に関する研究  
In-Situ Non-Destructive Evaluation of Concrete Physical Properties by Acousto- Ultrasonic Method

鈴木哲也\* 仲里義光\*\* 高塚健太郎\*\* 青木正雄\* 大川武夫\*\*

Tetsuya SUZUKI, Yoshimitsu NAKASATO, Kentaro TAKATSUKA, Masao AOKI and Takeo OKAWA

1. はじめに

近年、損傷が進行したコンクリート構造物の補修・改修が進められることに伴い、非破壊による定量的効果検証法の開発が急務な課題となっている<sup>1)</sup>。筆者らは AE (Acoustic Emission ; AE) 法と損傷力学に基づくコンクリート材料の定量的損傷度評価法を開発している<sup>2),3)</sup>。

本報では、クラックによる損傷が進行したコンクリート壁面を対象に、補修前後の超音波伝搬挙動から弾性波法による補修効果検証の有効性を評価するとともに、弾性波伝搬挙動へ及ぼすコンクリート損傷の影響を検討した結果を報告する。

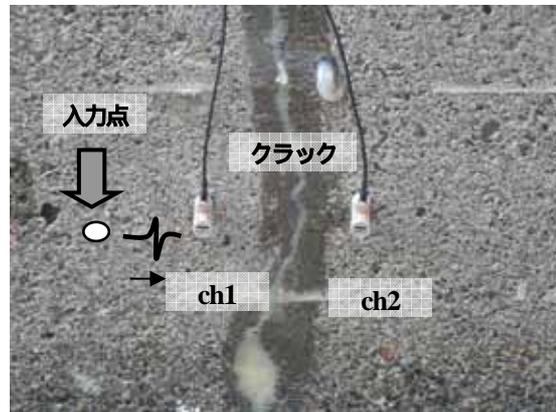


図1 計測概要

2. 計測および解析手法

2.1 計測対象施設

研究に供試した構造物は 施工後 47 年経過したコンクリート水路構造物である。計測は側壁面 (H=1.5m, t=0.2m) を対象とした。壁面の損傷状況は、水流影響部において磨耗や断面欠損が顕在化していた。弾性波速度は、平均値 1,990m/s (最大値 3,419m/s, 最小値 1,619m/s) であり部位による相違が顕著となった。

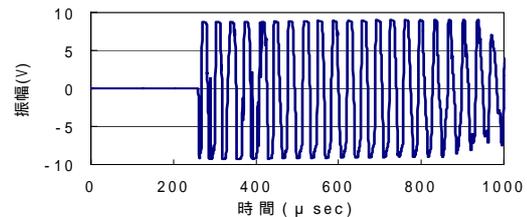


図2 入力波 (28kHz)

2.2 計測・解析方法

超音波伝播特性の評価には AU (Acousto-Ultrasonic) 法を用いた。本手法は、超音波を入力し、評価対象を伝播した波動を圧電型センサにより検出する手法である。入力波は、伝播過程で材質により特性を変質させ、評価対象の損傷や補修効果を反映したものとなる。

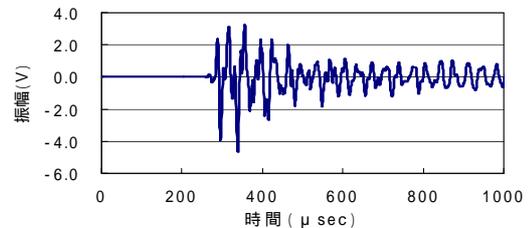


図3 検出波 (補修前, ch1)

計測は、水流による磨耗とクラックが顕在化した部位において、クラックを挟んで 10cm の部位にセンサを設置し(図1),センサ(ch1)から 10cm の部位でパルス波 (周波数: 28kHz) を入力した(図2)。パルス波は、超音波センサを用いて入力し、クラックを挟んで受信側に ch1 と同一の特性を有するセンサを設置して計測を行なった。受信波は、プリアンプとメインアンプで 60dB に増幅した。しきい値は 40dB に設定し、不感時間は 2ms とした。

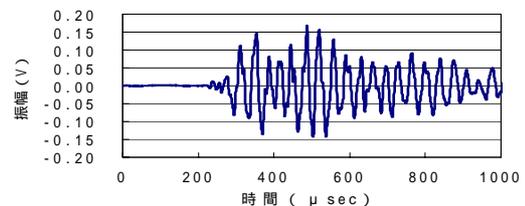


図4 検出波 (補修前, ch2)

\* 日本大学生物資源科学部生物環境工学科 Nihon Univ. College of Bioresource Sciences, Dept. of Bioenvironmental and Agricultural Engineering

\*\* 神奈川県庁 Kanagawa Prefectural Government

キーワード 超音波伝播挙動, Acousto-Ultrasonic 法, コンクリート損傷

### 3. 結果及び考察

#### 3.1 検出波特性

壁面を伝播した入力波は、パルス波の特性を変質させた。入力波の振幅値は9Vであるが、クラック以前のch1では入力波の約40%の4Vが確認された。クラックを透過したch2では僅か1.6%の0.15Vであった。クラック補修後の振幅値は、ch2で6.9Vが確認され、入力波の77%まで回復した(補修15日後)。ch2位置における波動の振幅値は、距離減衰を考慮した場合、8.3Vとなる(計算条件:内部減衰比5%, $V_p=1,990\text{m/s}$ (実測値(平均)),表面波)。実測値と解析値の相違は、クラック補修面のコンクリートと補修材との物性値の違いに影響されているものと考えられる。

#### 3.2 超音波特性による補修効果の検証

そこで本研究では、検出波の特性値の定量化を試みた。検討に用いた指標は、周波数とエネルギー(図6)およびRA値(図7)の関係である。入力波は、平均周波数23~28kHzの範囲に計測値が集中していた。ch1では、補修前後で類似な値が確認された。ch2では、ch1とは異なり、クラックによる波動の散乱や減衰が影響したと考えられる平均周波数の低下とエネルギー値の減少が確認された。RA値と平均周波数の関係から、補修後のch2検出波は、平均周波数は20~23kHzに集中したが、検出波の立ち上がり時間の相違により、RA値の分布範囲が拡大する結果となった。

これらのことから、コンクリート壁面を伝播する弾性波は材質に加えて、クラックなどのコンクリート損傷の影響を受ける。クラック補修に伴いコンクリート物性の改善効果をAU法により検証した結果、検出波特性は、クラック補修前後にパラメータ(平均周波数、エネルギー、RA値)が変化し、その変化特性を利用することにより定量的評価が可能であることが示唆された。

### 4. 結論

- (1) クラック損傷を有するコンクリート壁面では弾性波の減衰および波動特性の変質が生じる。定量的評価には、周波数特性やエネルギーが有効である。
- (2) 平均周波数とエネルギーの関係から、伝播過程の材料損傷による周波数領域の低下およびエネルギー値の減少が確認された。
- (3) 平均周波数とRA値の関係から、クラッ

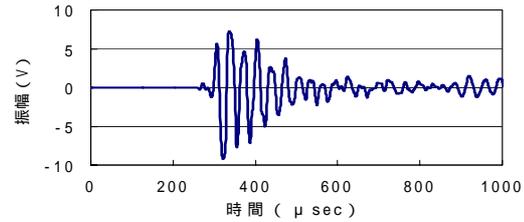


図5 検出波(補修後15日, ch2)

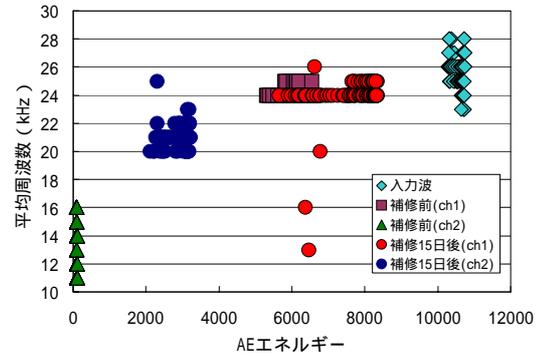


図6 平均周波数とエネルギーの関係

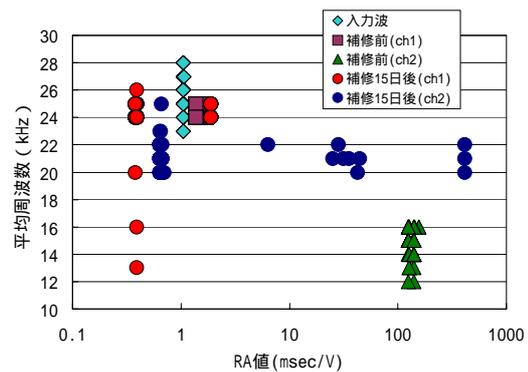


図7 RA値と平均周波数の関係

ク補修面を伝播した弾性波は、RA値の分布範囲が拡大する傾向が確認された。これは、補修材の固化過程の部位による相違などが影響していると考えられる。

### 引用文献

- 1) (社)日本コンクリート工学協会:コンクリート構造物の診断のための非破壊試験方法研究委員会報告書, pp.5-236, 2001.
- 2) 鈴木哲也 他:構造体コンクリートのAEレートプロセス解析に基づく損傷度評価に関する研究,第59回セメント技術大会要旨集, pp.166-167, 2005.
- 3) 鈴木哲也 他:バリオグラムを用いた補修コンクリートの熱特性評価,コンクリート工学年次論文集, Vol.30 No.2, pp.763-768, 2008.
- 4) (社)日本非破壊検査協会編:コンクリート構造物の非破壊試験法,株式会社養賢堂, p.114, 1994.