

コンクリート構造物の打音法における異音検出の基礎的実験

首都高技術株式会社
首都高技術株式会社
独立行政法人産業技術総合研究所
独立行政法人産業技術総合研究所

正会員 ○窪田 裕一
正会員 由井 稔也
非会員 叶 嘉星
非会員 村川 正宏

1. はじめに

コンクリート構造物の点検や調査等は、目視点検や叩き点検(以下、打音検査)に加えて測定機器を用いた非破壊試験による調査が多く行われている。既に現場において打音検査は広く行われているが、その判断等は点検員の経験や感覚による部分が多く、さらには深い位置の内部欠陥は打音検査による発見が困難なことが多い。一方、膨大なコンクリート構造物の点検・調査を行っていく上で、定量的かつ効率的に損傷を抽出し、判断・評価することは重要である。

そこで本実験では、コンクリートの損傷を模擬した試験体に打音法を用いて損傷の有無や深さ、コンクリート種別が音響特性に与える違いを確認するための実験を行った。従来の解析手法である各周波数の振幅成分抽出に加え、位相情報、時間-周波数面での動的遷移情報も併せた手法を用いた。この結果、定量的に音響信号の特徴を抽出し、深い位置の内部欠陥、ひび割れを判別することができた。

2. 試験の概要

2. 1 音響解析手法

従来の解析手法は、信号の各周波数の振幅成分のみに着目していたのに対し、今回集積した音の分析方法は周波数及びその位相にも着目した(図-1)。さらに、それらの特徴の時間-周波数面での動的遷移情報において各複素数ペアに対して複素相関を算出することで、特徴量を抽出する(図-2)。これにより打音信号による 1)振幅、2)位相、3)時間-周波数変動の3種の特徴を効率良く抽出することができる。これにより信号の詳細な特性を特徴量として抽出することができ、打音の微妙な差異の判別を行うことができる。また、その特徴量は次元数が多いため、多変量解析(主成分分析)を行い、可視化や判別に用いる。

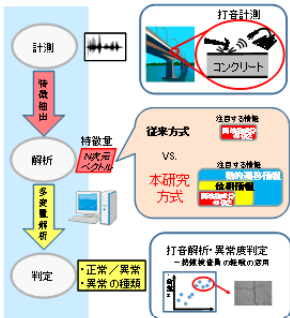


図-1 音響解析フロー

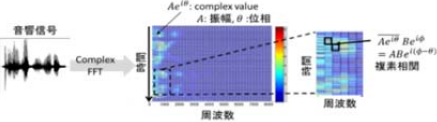


図-2 音響解析手法

2. 2 試験体作製

本試験で用いた試験体の概要を表-1、2に示す。試験体寸法は15×15×53cmの直方体とした。損傷の有無が音響特性に与える影響を確認するため、1つの試験体に健全部(Normal)と損傷を模擬して作製した。損傷を模擬した内容として、内部欠陥(空洞)は発砲スチロール(9.0×16.5×2.0cm)の深さを変化させ模擬した(表-1)。また、ひび割れはステンレス板(t=1.0mm)の深さを変化させ模擬した(表-2)。また、コンクリートの種別により音響特性に与える違いを把握するため、普通コンクリート(W/C: 60%)と人工軽量骨材を用いた軽量コンクリート(W/C: 40%)とし、圧縮強度は24N/mm²とした。試験体の形状を(図-3、4)に示す。

表-1 内部欠陥(空洞)試験体概要

損傷種類	コンクリート種別	試験体寸法	備考
内部欠陥試験体(空洞)	普通	15×15×53cm	欠陥深さ 3cm
		15×15×53cm	欠陥深さ 7cm
	軽量	15×15×53cm	欠陥深さ 2cm
		15×15×53cm	欠陥深さ 5cm

表-2 ひび割れ試験体概要

損傷種類	コンクリート種別	試験体寸法	備考
ひび割れ試験体	普通	15×15×53cm	ひび割れ深さ 2cm
		15×15×53cm	ひび割れ深さ 5cm
		15×15×53cm	ひび割れ深さ 9cm
	軽量	15×15×53cm	ひび割れ深さ 2cm
		15×15×53cm	ひび割れ深さ 5cm
		15×15×53cm	ひび割れ深さ 8cm

キーワード 打音検査, ひび割れ, 空洞, 振幅, 位相, 時間-周波数変動

連絡先 〒105-0001 東京都港区虎ノ門 3-10-11 首都高技術株式会社 技術部 TEL 03-3578-5765

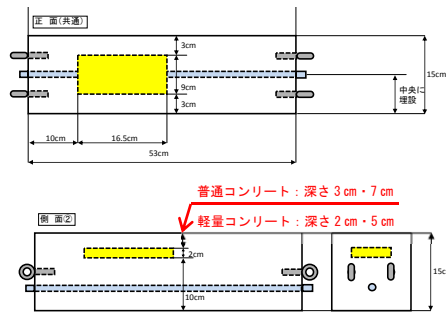


図-3 内部欠陥(空洞)試験体形状

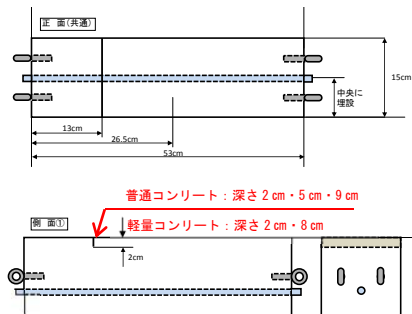
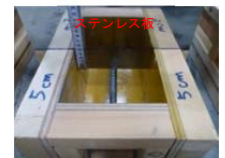


図-4 ひび割れ試験体形状



3. 試験結果

本実験で行った各打撃試験の要領を図-5, 8に示し, 解析結果を図-6, 7, 図-9, 10に示す. 立体散布図の軸は, 2.1で説明した手法により得られた音響信号の特徴量の第1～第3主成分得点を示す.

(1) 内部欠陥(空洞)試験体

普通コンクリートについて, 健全な部分(Normal)に対し, 表面から2cm下の欠陥(空洞), さらには, 表面から7cm下の深い欠陥(空洞)について明確に特徴を区分することができた(図-6).

軽量コンクリートについては, 健全な部分(Normal)に対し, 表面から2cm下の欠陥(空洞), さらには, 表面から5cm下の深い欠陥(空洞)について明確に特徴を区分することができた(図-7).

(2) ひび割れ試験体

普通コンクリートについて, 深さが2cm, 5cmのひび割れは, 健全な部分(Normal)に対してある程度特徴を区分することができたが, 明確な区分はできていない. しかし, 深い9cmひび割れについては明確に特徴を区分することができた(図-9).

軽量コンクリートについて, 深さが2cm, 8cmのひび割れは, 健全な部分(Normal)に対してほぼ特徴を区分することができた. しかし, 2cmのひび割れについては一部, 特徴を区分できていない(図-10).

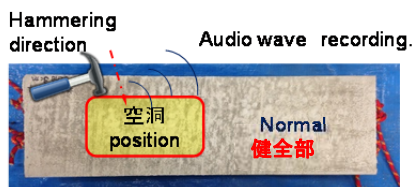


図-5 内部欠陥(空洞)の打撃試験

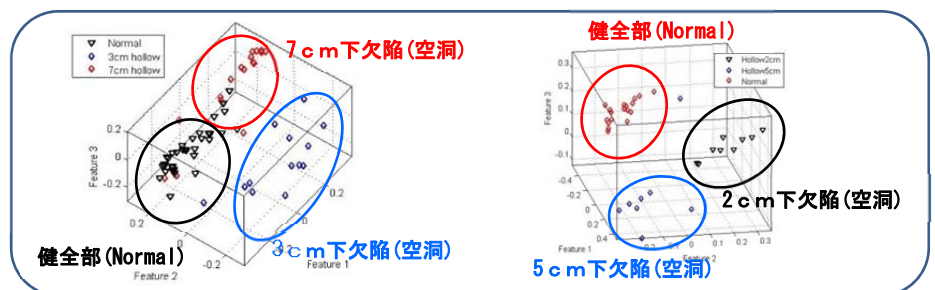


図-6 普通コンクリート内部欠陥(空洞)

図-7 軽量コンクリート内部欠陥(空洞)

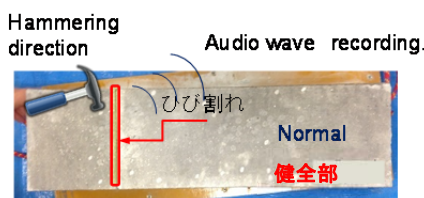


図-8 ひび割れ試験体の打撃試験

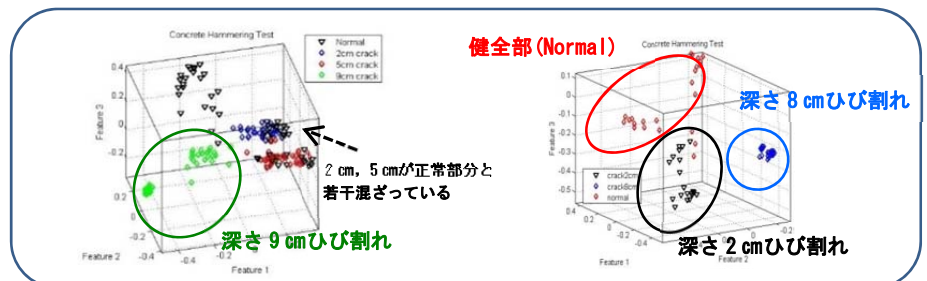


図-9 普通コンクリート ひび割れ

図-10 軽量コンクリート ひび割れ

4. おわりに

本実験では, 音響信号の周波数の振幅成分に加え位相, 時間-周波数変動による解析を行うことで特徴量の抽出を行った. この特徴量を多変量解析(主成分分析)することにより打音の微妙な違いを判別できた. これらのデータは, 統計的に定める部分が重要であり, 多くの打音データを集めることにより, さらに精度を向上することが可能である. 今後, 実構造物によるデータ等も蓄積していく予定である.