環境振動を用いた振動の光学的可視化によるコンクリートひび割れ検知

京都大学大学院 学生会員 〇宗岡拓弥 (株)島津製作所 正会員 畠堀貴秀,田窪健二 京都大学 正会員 松本理佐,服部篤史,河野広隆

1. はじめに

コンクリートのひび割れや剥離を早期に検知するこ とが効率的な維持管理につながる.これを可能にする 新しい検査手法の1つに光学的表面弾性波可視化技術 ¹⁾があるが,接触媒質(ゲル)を用いて対象に超音波振動 子を密着させるなどの作業が必要であった.本研究で は超音波振動子を用いず,車両通過等による環境振動 を励振源に用いる非同期計測手法を新たに提案し,ひ び割れ検知への適用性を検討した.

2. 実験概要

実験要因を表1に示す.環境振動を用いる場合,対 象構造物のたわみ振動等に起因するひび割れ箇所の相 対変位の検知が重要であるため,以下のような長さ/厚 み比を変えた複数の供試体を作製した.

実験要因		値など
形	長さ(mm)	400, 800
状	厚み(mm)	50, 100, 200
要	長さ/厚み比	2, 4, 8, 16
因	ひび割れ位置	中央,右1/4
計	励振周波数(Hz)	10, 100, 1000
測要	励振源の位置	左 1/4, 中央, 右 1/4
因	計測手法	同期計測,非同期計測

表1 実験要因

2.1 計測原理および計測概要

本研究で新たに提案する非同期計測手法の原理の概 要を図1に示す.対象全体にわたる環境振動により生 じるひび割れの変形に起因するひび割れ箇所の相対変 位を,レーザー照明下でカメラ観察して画像化する. 従来手法 ¹は振動に同期して観測した複数の位相時刻 のスペックル像から,干渉成分の時間変化を算出して 振動の振幅と位相を求めるのに対し,本研究の手法は, 観測時刻とは無関係な周期,位相を持った振動により 干渉成分が低下する度合を振動の振幅の指標として求 めている.図2に示すように、計測では図1に示す面 内変形を捉えるためにカメラを試験面に対して、斜め 45°になるように配置した.環境振動を模擬した低周 波のたわみ振動を発生させるため、ボイスコイル型の 振動機を用いた.振動機は表1に示す励振周波数で、



2.2 供試体

図3に示す形状で表1に示す各寸法のRC角柱供試体を計15体作製した. 圧縮強度は平均42.9N/mm²であった. 幅を100または200mmとし,D10をそれぞれ1本または2本,かぶり30mmで配置した.

散水湿布養生 14 日後, スパン 300 又は 350mm の 1 点載荷を行い, 中央又は右 1/4 位置に幅 0.05mm を目 標に曲げひび割れを導入した. 2.2 の計測時のひび割れ 幅は 0.035~0.080mm であり深さは 30~150mm であった.



キーワード 環境振動,光学的振動可視化,鉄筋コンクリート,ひび割れ,非破壊試験 連絡先 〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 C1-2-227 京都大学桂キャンパス 075-393-3321

3. 実験結果および考察

非同期計測によって得られた画像(以下,解析画像) では,対象表面の振動振幅の大小が図4で示すカラー スケールで表示され,ひび割れ箇所の大きな相対変位 は他部より濃い青で示される.本稿では表1に示した 実験要因のうち,主に長さ/厚み比と計測手法の2つに よる結果を示す.解析画像を示す際に各供試体のひび 割れスケッチ図を示すが,赤の点線で囲まれた範囲が 視野範囲である.



3.1 解析画像のパターン

解析画像は大きく分けて、4 種類に分類することが でき、以下の組み合わせ(a)×(b)で示された. (a)表面の振動振幅が(大きい 小さい) (b)ひび割れ箇所で相対変位(図 2)が(生じる 生じない)

3.2 長さ/厚み比の影響(励振周波数:10Hz)

図5および図6より,長さ/厚み比が小さいとき,表 面全体の振動振幅が小さくなりひび割れでの相対変位 が十分に生じず,ひび割れ検知が出来なかった.この 場合,表面全体が黄色くなっていることから,励振エ ネルギーが不足していたことが考えられる.



図5 長さ/厚み比=16 (800L×50T×100W)の解析画像



図6 長さ/厚み比=4 (800^L×200^T×200^W)の解析画像

3.3 計測手法による比較

検査対象表面に複数のひび割れが存在する場合,密 着させた超音波振動子により発生させる表面弾性波を 用いる従来の同期計測では,表面弾性波の減衰(伝播 阻害)により,励振源から遠い位置のひび割れが可視 化しにくくなるという結果が報告されている²⁾.しか し,非同期計測では,図7に示すように励振源との位 置に関係なくひび割れを可視化することが可能であっ た.これは,同期計測の場合よりも低周波の励振源を 用いているため弾性波自体が減衰しにくいのに加えて, 対象物全体のたわみ振動による面内変形を捉えている ためであると考えられる.なお,図7の黒丸は励振源 の位置を示す.(裏側に配置)



図7ひび割れが2つ発生した供試体の解析画像

- 4. 結論
- 長さ/厚み比および励振周波数によって、特に厚みの 大きな供試体でひび割れ検知ができなかった.この ことから、本手法は長さ/厚み比の大きい、棒または 板状の構造物に適しているといえる.
- 2)従来の同期計測手法と異なり励振源から遠くにある ひび割れも可視化可能であったため、複数のひび割 れが存在する箇所の検査に有効的である.

参考文献

- 1) 畠堀貴秀,長田侑也,田窪健二,服部篤史:光学的 表面弾性波可視化技術のコンクリート検査への適用, コンクリート工学年次論文集, Vol.38, No.1, 2016.7
- 2)山名晋平, 辻岡章雅, 畠堀貴秀, 松本理佐, 服部篤 史, 河野広隆:表面弾性波可視化技術による表面被 覆下のコンクリートひび割れの検出, 土木学会全国 大会第72回年次学術講演会 講演概要集, 第V部 門, V-242, 2017.09.