

小型起振機を用いたコンクリート部材の縦振動計測

東北大学 学生会員 ○黒田千砂子
東北大学 正会員 内藤 英樹

滑川市 正会員 齊木 佑介
東北大学 フェロー 鈴木 基行

1. はじめに

我が国の社会基盤構造物は一斉老朽化を迎える段階にあり、これらの点検手法の高度化が求められている。コンクリート構造物の維持管理においては、必ずしもひび割れの位置や大きさまでを正確に把握する必要はなく、部材・構造における損傷箇所と損傷程度を簡便な手法によって評価することが有用と考えている。そこで、本研究では、小型起振機を用いた共鳴振動法を提示し、コンクリート部材への適用を検討する。具体的には、部分的に空隙を導入したコンクリートはり供試体を作製し、図-1に示すように、はり上面からの縦振動計測によって起振機周辺部の動的応答の抽出を試みた。そして、幾つかの測定点を設けることによって、はり部材の剛性分布を推定した。

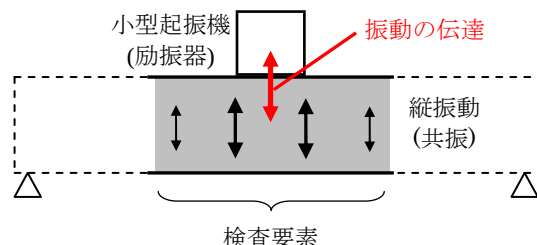


図-1 起振機による共鳴振動試験の概略図

2. コンクリートはり供試体の振動試験

(1) 実験概要

はり供試体の概略図と諸元一覧をそれぞれ図-2 と表-1 に示す。S0-1 および S0-2 供試体は損傷を与えない健全供試体である。供試体寸法は、部材長さ 3,000mm、断面幅 150mm、断面高さ 250mm とした。表-1 に示すように発泡スチロール板による空隙面積をパラメータとして、計 5 体の損傷供試体を作製した。損傷供試体では、幅 100mm、厚さ 10mm の発泡スチロール板を打設時に軸方向鉄筋の上に配置することによって空隙を導入した。図-2 に示すように、S100～S600 供試体では、はり中央部の発泡スチロール板の長さを 100～600mm の範囲で変化させている。N300 供試体は、長さ 300mm の発泡スチロール板をはりの右側端部に配置した。

図-1 のように、はり供試体の上面から小型起振機による調和振動を伝達させる。調和振動の周波数を漸増させ、加振点付近の応答加速度を測定した。この試験方法の詳細は参考文献 1) に示した。掃引周波数は 3000～9000Hz とし、制御加速度は 2.0m/s^2 を基本とした。測定時間は 2 分間である。

(2) 実験結果

実験結果の一例として、損傷供試体 (S300) の共振曲線を図-3 に示す。空隙の影響が及ばない左側端部から 150mm 位置の加振と、空隙箇所の真上の加振では、共振周波数 f がそれぞれの 7099Hz と 4312Hz となった。空隙箇所において共振周波数 f が低下しており¹⁾、起振機による縦振動計測は、加振点周辺部の検査要素の動的応答を抽出していると考えられる。

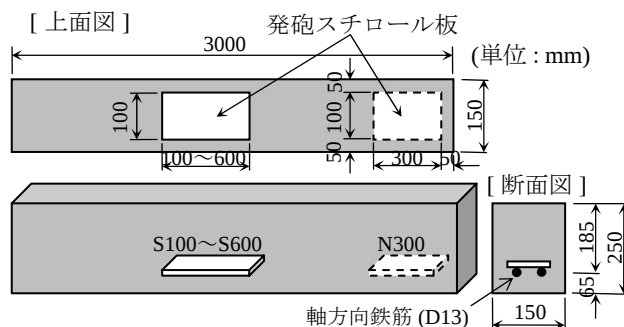


図-2 RC はり供試体の概略図

表-1 RC はり供試体の諸元一覧

供試体名	損傷の位置	損傷長さ (mm)	コンクリート配合
S0-1	なし	健全	配合 1
S0-2			配合 2
S100	はり中央部	100	配合 2
S200		200	配合 2
S300		300	配合 1
S600		600	配合 1
N300	はり端部	300	配合 1

Key Words : 共鳴振動試験, 縦振動, 共振周波数, 非破壊検査

連絡先: 〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 TEL : 022 (795) 7449 FAX : 022 (795) 7448

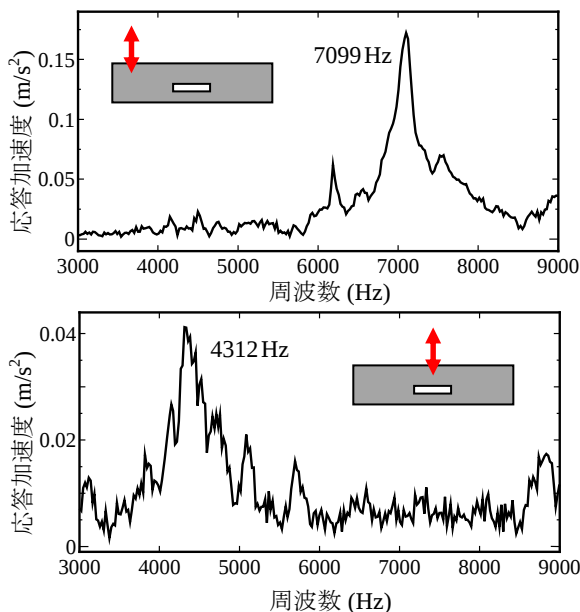


図-3 共振曲線の一例

表-2 空隙長さ と 剛性低下率 の関係

空隙長さ (mm)	0	100	200	300	600
残存剛性率 (f/f_0) ²	1.00	0.74	0.56	0.45	0.40

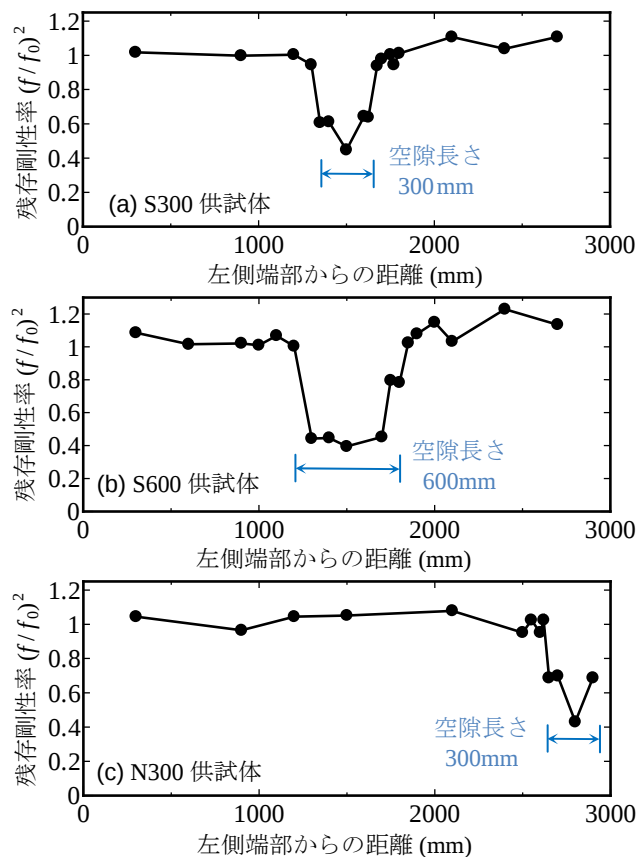


図-4 はり供試体の残存剛性率の分布

表-1 の各供試体について、左側支点から複数の測定点を設けて縦振動計測を行った。加振点と応答測定点は同一とした。健全供試体 (S1, S2) の共振周波数 f_0 とすると、加振位置での縦振動方向の残存剛性率は $(f/f_0)^2$ として評価できる²⁾。S300, S600, N300 供試体の残存剛性率の分布を図-4 に示す。図より、いずれの供試体でも、空隙箇所において残存剛性率が低下した。このことから、共鳴振動法に基づく縦振動計測によって、RC 部材の局所的な共振周波数や剛性の評価が可能になると考えられる。

はり供試体において、動的応答に影響を及ぼす範囲(図-1 の検査範囲)を検討する。S100~S600 供試体の空隙長さ(発泡スチロール板の長さ)とはり中央部での残存剛性率との関係を表-2 に示す。空隙長さが最も小さい S100 供試体では、剛性低下も小さい。これは、本実験条件での検査範囲が 100mm よりも大きく、検査要素に健全部を多く含むために剛性低下が小さかったと推察される。表-2 より、空隙長さ 300mm までは剛性が直線的に低下したが、空隙長さが 300mm 以上になると残存剛性率は概ね一定となった。このことから、本実験条件による縦振動計測の検査範囲は、はり部材においては加振点周りに ± 150 mm 程度であると推察される。なお、本実験結果のみでは、平板部材における検査範囲を明らかにすることはできないが、検査要素の振動エネルギーが同じであれば、平面的な検査範囲は起振機周りに半径 120mm 程度が妥当と考えられる。

3. まとめ

本研究では、小型起振機を用いた共鳴振動試験方法を提示した。提案手法は、コンクリート部材の上面から部分的に調和振動を与えることによって、部材の局所的な剛性評価を可能とする。また、本実験条件による縦振動計測の検査範囲は、はり部材においては加振点周りに ± 150 mm、平板部材においては加振点周りに半径 120mm 程度と考えられ、その範囲に空隙がある場合には、共振周波数が低下することを確認した。

参考文献：1) 齊木佑介, 内藤英樹, 平岡拓朗, 鈴木基行：共鳴振動法によるコンクリート内部の損傷評価, コンクリート工学年次論文集, Vol.32, No.1, pp.1715-1720, 2010. 2) 小坪清眞：入門建設振動学, 森北出版, 2000.