

局所振動試験に基づく RC はりのひび割れ位置の同定

東北大学 学生会員 ○上田 博之
東北大学 学生会員 長谷川 俊

東北電力 正会員 渡辺 孝和
東北大学 正会員 内藤 英樹
東北大学 フェロー 鈴木 基行

1. はじめに

地震後の構造物の損傷点検は主に目視によって行われている。しかし、橋台や擁壁などの背面土がある場合には、一面からの目視となるため背面から生じたひび割れの有無や損傷範囲を判断できない。一面からの振動試験によって、RC 部材の損傷程度や損傷位置が推定できれば、構造物の使用性・安全性の評価、補修工法の選定や維持管理において有用な情報を得ることができる。

著者ら¹⁾は、小型加振器を用いた RC はりや RC 床版の強制加振試験を行っている。これらの検討において、与える調和振動の周波数設定により、加振器周りの局所的な振動特性 (以下、局所振動) の測定が可能であり、検査範囲 (振動が及ぶ範囲) の固有振動数に着目して RC 部材内部の水平ひび割れや空隙が検知できる可能性を見出した。そこで、本研究では静的曲げ载荷によって損傷を与えた RC はり供試体の局所振動試験を行い、载荷によってひび割れが生じた RC 部材の損傷位置同定の可能性を検討した。

2. 実験概要

供試体概要を図-1 に示す。供試体寸法は、部材長さ 1800 mm、断面幅 200 mm を共通とした。S250 供試体では、断面高さを 250 mm として、図-1 の両側支点に対してスパン中央を载荷する 3 点载荷とした。また、D400 供試体では、断面高さを 400 mm として、図-1 に示すようにモーメント一定区間を設けた 4 点曲げ载荷とした。これらの供試体は曲げ破壊となるようにスターラップを配筋した。

2 つの供試体の曲げ载荷試験前後に振動試験を行った。はりの上面に両面テープを介して加振器の振動テーブルを接地し、断面高さ方向に加速度振幅 5 m/s^2 を一定として調和振

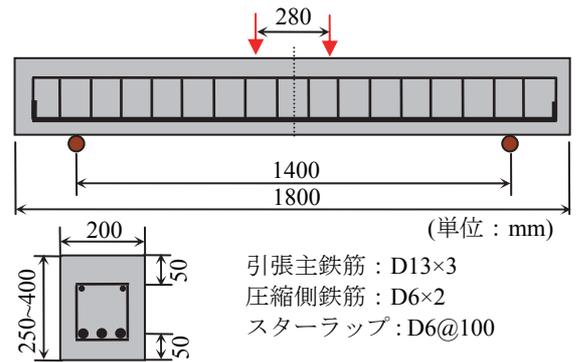
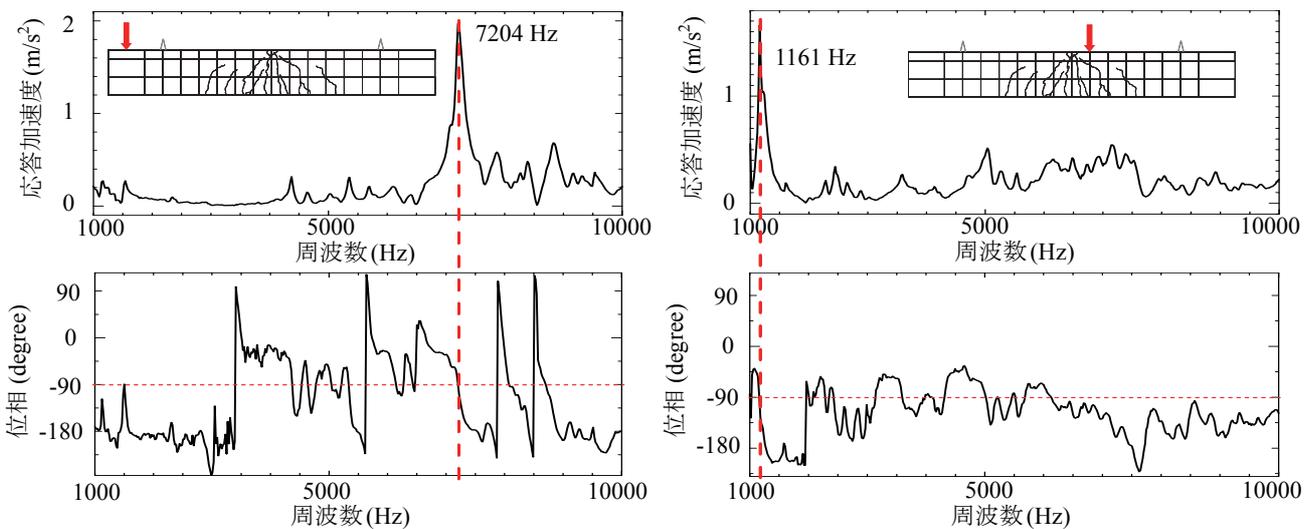


図-1 供試体の概略図



(a) 健全箇所の共振曲線 (左端から 100 mm) (b) 損傷箇所の共振曲線 (左端から 1000 mm)

図-2 S250 供試体の共振曲線 (局所振動)

キーワード：RC はり，強制加振試験，固有振動数，損傷同定

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

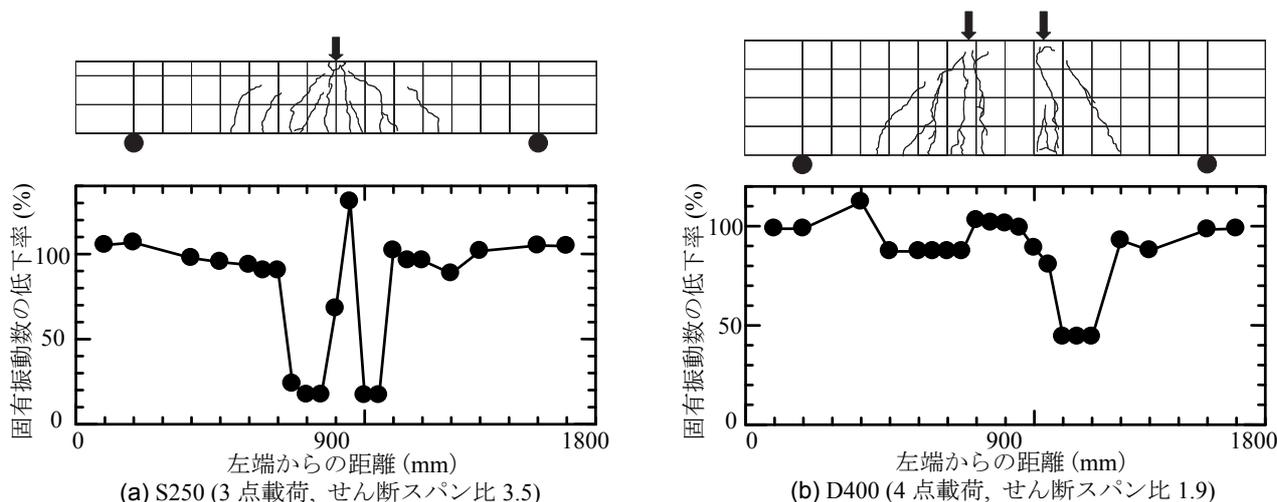


図-3 固有振動数の分布と損傷状況の関係

動を与えた。加振器稼動部の錘は 0.13 kg である。加振器の周波数は 1000~10000 Hz として、3 分間で連続的に変化させた。このとき、加振点付近に計測加速度ピックアップを両面テープで貼付け、供試体の応答加速度から共振曲線(周波数-加速度関係と位相特性)を得た。使用機材の仕様等は参考文献 1) と同様である。

3. 実験結果

曲げ载荷試験後の局所振動試験によって得られた共振曲線の一例として、S250 供試体の実験結果を図-2 に示す。図-2 (a) に示すように、左端から 100 mm 位置での局所振動試験では、7204 Hz に明確な応答加速度のピークが表れており、この位相が -90° と概ね対応した。健全時の固有振動数の計算値 7033 Hz と同等であることから、支点より外側である左端 100 mm 位置には損傷がないと判断される。また、スパン中央付近である左端から 1000 mm 位置での局所振動試験では、図-2 (b) のように 1161 Hz において応答加速度のピークが表れた。健全時の固有振動数より大きく低下しており、曲げひび割れが固有振動数を低下させることが示された。

図-3 に S250 供試体と D400 供試体の局所振動試験による固有振動数の分布を示す。ここで、固有振動数は健全時の値によって正規化して低下率として示した。3点载荷の S250 供試体では斜めひび割れの割合が多く、4点载荷の D400 供試体ではモーメント一定区間において鉛直ひび割れが発生した。S250 供試体では、目視によって確認された損傷範囲(ひび割れ区間)において固有振動数が低下しており、一面からの振動試験によって背面から発生したひび割れの有無および損傷範囲を推定できる可能性が示唆された。ただし、S250 供試体のスパン中央では载荷点のコンクリートが圧壊しているため、妥当な実験データが得られなかった。

一方、4点曲げ载荷の D400 供試体では、スパン中央から右側のみ損傷範囲と固有振動数の低下が対応したが、スパン中央から左側についてはひび割れを検知していない。4点曲げ载荷では加振方向と平行する鉛直ひび割れが多いため、本試験方法ではひび割れが検知できなかったと考えられる。

4. まとめ

本研究では、加振器を用いて RC はり供試体の局所的な振動特性の評価が可能であることを示した。曲げ载荷を受けた RC はり供試体の局所振動試験では、斜めひび割れに対しては提案手法の有用性が示され、一面からの振動試験によって背面から発生した RC 部材のひび割れの有無や損傷範囲を推定できる可能性が示唆された。しかし、加振方向と平行する鉛直ひび割れに対しては、本手法の有用性は確認できなかった。

参考文献：

- 1) 内藤英樹, 齊木佑介, 鈴木基行, 岩城一郎, 子田康弘, 加藤潔: 小型起振機を用いた強制加振試験に基づくコンクリート床版の非破壊試験法, 土木学会論文集 E2, Vol. 67, No. 4, pp. 522-534, 2011.