

局所振動試験による SRC 部材の損傷同定

東北大学 学生会員 ○神宮 裕作
東北大学 正会員 内藤 英樹

1. はじめに

鋼コンクリートの合成構造は、高い耐荷性能と変形性能を持つため、施工の合理化と併せて、従来から様々な場面に活用されてきた。近年、構造物の老朽化や安全性の確保の観点から、維持管理の重要性が認識されている。合成構造の設計では、鋼コンクリートの完全付着を前提とする構造計算もあり¹⁾、供用中の合成構造の健全性を評価するためには、構造物内部の損傷を推定できる非破壊試験法の開発が望まれる。

本研究は、基礎検討として SRC 構造に着目し、合成構造の損傷同定を試みるために曲げ破壊型の RC と SRC はり供試体を作製した。そして、これらの静的載荷試験の段階的な荷重ステップごとに強制加振試験²⁾を行い、振動試験データと損傷との関係を整理する。

2. 実験概要

作製した全長 2800mm の RC および SRC はり供試体の概略図を図-1 に示す。コンクリートの材料特性は、圧縮強度 37.2N/mm^2 、静弾性係数 29200N/mm^2 、動弾性係数 31900N/mm^2 、密度 2290kg/m^3 であり、鉄筋は SD345、鉄骨は SS400 を用いた。図-1 に示すように RC はりには、スパン中央の鉄筋にひずみゲージを貼り付け、SRC はりには、スパン中央から x 軸に沿って、 $\pm 200\text{mm}$ 間隔で各断面に 5 枚のひずみゲージを貼り付けた。はりのせん断スパン比を 3.14 とし、静的曲げ載荷試験を行った。載荷パターンは、降伏荷重の計算値 P_y に対して $0.25, 0.5, 0.75P_y$ の荷重を保持して、ひび割れ図の作製と局所振動試験を行った。その後、スパン中央の引張鉄筋あるいは、引張フランジが降伏したときの降伏変位 δ_y を基準とした整数倍の変位に対して、 $6\delta_y$ まで片押し載荷を行った。 $1\delta_y$ では荷重を保持したが、 $2\delta_y, 3\delta_y, 4\delta_y, 5\delta_y, 6\delta_y$ では載荷後に除荷して、載荷ステップごとにひび割れ図の作製と局所振動試験を行った。局所振動試験の測定箇所は、スパン中央から x 軸に沿って、 $\pm 100\text{mm}$ 間隔で供試体上面から行った。局所振動試験の加振条件の基本設定として、周波数帯域 $1000\sim 5000\text{Hz}$ に渡ってパワースペクトル密度を $2.0(\text{m/s}^2)^2/\text{Hz}$ に一定制御したホワイトノイズを与えた。この時、加速度時刻歴波形の振幅の実効値(RMS)は 78.6m/s^2 である。加振点近傍に圧電式加速度センサを貼付して応答測定を行い、共振曲線(周波数-応答加速度関係)を得た。

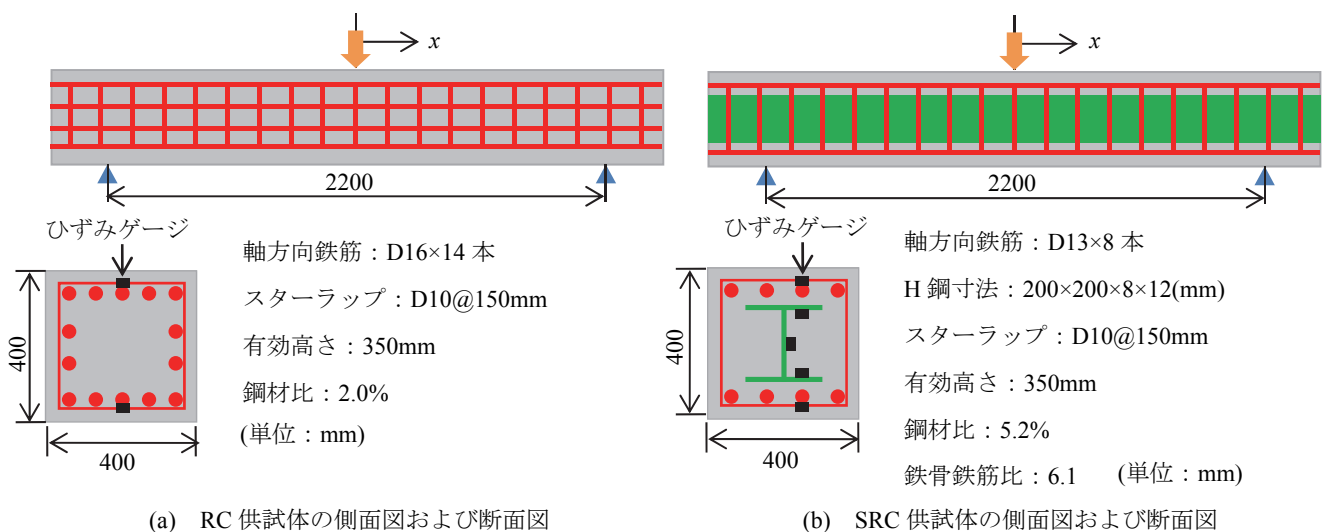


図-1 はり供試体概略図

キーワード 合成構造, 振動試験, 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

3. 実験結果

荷重－変位関係と $6\delta_y$ 載荷後のひび割れ図を図－2 と図－3 に示す．図－3 には、クラックスケールによる除荷後のひび割れ幅も併せて示した．荷重－変位関係より、いずれも曲げ破壊を呈している．図－3 から、いずれもスパン中央から E 側に斜め方向のひび割れが生じていた．また、SRC 供試体では、RC 供試体よりも引張鉄筋量が少ないうえに、ひび割れ本数が少なく、最大ひび割れ幅が大きかった．

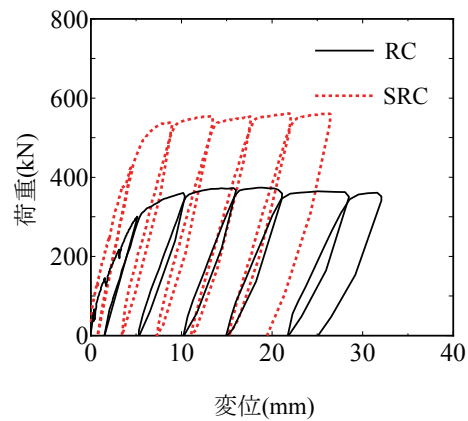
局所振動試験による RC と SRC 供試体の共振周波数分布を図－4 に示す．図－4(a) の RC 供試体では、 $3\delta_y$ 載荷以降にスパン中央から E 側において、共振周波数の著しい低下が見られた．図－3(a) のひび割れ図と比較すると斜めひび割れが多く発生した箇所と対応した．W 側でもひび割れは発生しているが、E 側と比べてひび割れが加振方向と直交していないため共振周波数が低下しなかったと考えられる．図－4(b) の SRC 供試体では、 $1\delta_y$ 載荷以降にスパン全域にわたって共振周波数の低下が見られた．図－3(b) のひび割れ図では、ひび割れが発生していない支点付近でも共振周波数は低下している．鉄骨とコンクリートの付着が損失した場合、鉄骨とコンクリートの間に薄い空隙が生じて、この空隙が加振方向と直交するために、共振周波数が低下すると考えられる．また、 $1\delta_y$ 載荷以降の共振周波数より、E 側の方が低下していることが分かる．SRC 供試体においても E 側で斜めひび割れが多く発生しており、付着損失だけではなく、ひび割れの影響も受けているためであると考えられる．

4. まとめ

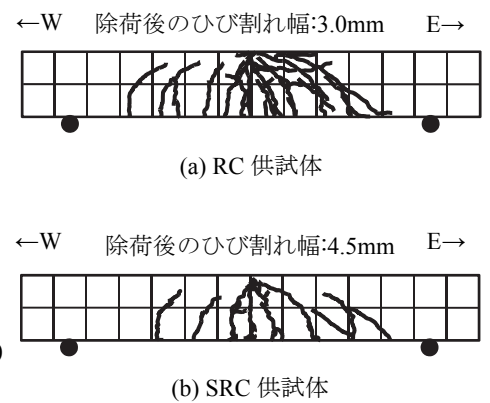
はり上面から局所的な共振を励起することによって、外観変状に現れない供試体内部の鉄骨とコンクリートの付着損失を共振周波数の低下から推定できる可能性が示唆された．今後も実験および解析的検討を継続して、SRC 部材の損傷状態を推定できる非破壊評価手法に発展させる．

参考文献

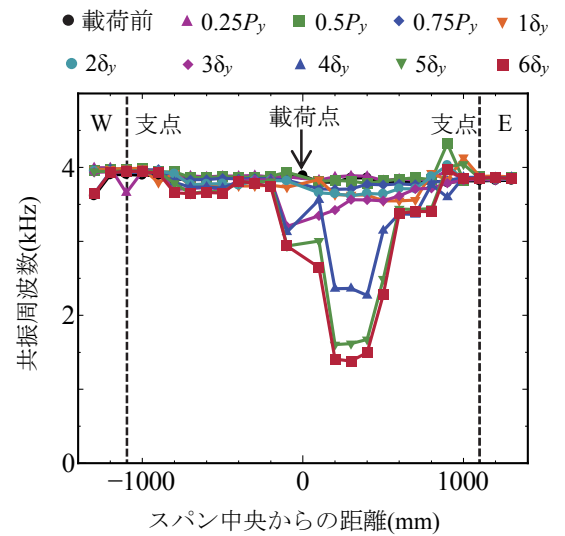
- 1) 土木学会：複合構造標準示方書 設計編，2016．
- 2) 内藤英樹，齊木佑介，鈴木基行，岩城一郎，子田康弘，加藤潔：小型起振機を用いた強制加振試験に基づくコンクリート床版の非破壊試験法，土木学会論文集 E2，Vol.67，No.4，pp.522-534，2011．



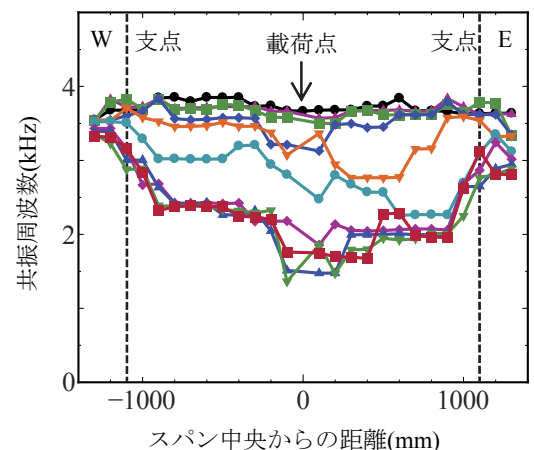
図－2 荷重－変位関係



図－3 $6\delta_y$ 載荷後のひび割れ図



(a) RC 供試体



(b) SRC 供試体

図－4 共振周波数分布