

小型起振器を用いた鉄筋コンクリート製平面部材の地震損傷評価に関する一検討

電力中央研究所 正会員 ○永田 聖二
同上 正会員 金光 俊徳

1. はじめに

RC 構造物の地震損傷評価の手段として、構造物の振動特性の変化に着目した手法があり、主に橋梁や建物等の地上構造物によく適用されてきた¹⁾。周辺地盤の影響が支配的となる地中構造物に対しては基本的に不向きであるが、著者らは、壁や床等の部材単位の振動特性を対象とすれば適用できる可能性があると考えている²⁾。そこで本研究では、部材単位の地震損傷評価に資する基礎的な知見取得を目的として、ひび割れ導入のための RC 平面部材の載荷実験と、損傷評価のための小型起振器を用いた振動試験を行う。

2. 載荷実験および振動試験の条件

本検討で対象とする試験体は、図-1 に示すように部材厚さ 150mm×部材長さ 1,300mm×奥行き 1,400mm の RC 平面部材である。配筋としては、D10(SD685)の主筋をかぶり厚 30mm で部材上下にそれぞれ 1 列ずつ配置しているが、曲げひび割れだけでなく、せん断ひび割れの進展についても検討するため、せん断補強筋は配置していない。載荷実験では、下部 2 線を単純支持した状態で上部 2 線に対して、部材変形角（部材断面の有効高さ／せん断スパン）が 0.25%、0.5%、1.0%、2.0%となるような鉛直方向の載荷と除荷を繰り返す。

振動試験は、載荷前と 0.5%、1.0%、2.0%の載荷の除荷時に上部の加力装置を外した状態で、図-2 に示す小型起振器を平面部材上面に設置して実施する。最大加速度を 40m/s^2 として、振動数を 45 秒間に 50Hz から 700Hz に変化したスイープ加振を行うとともに、ひずみゲージ式センサを用いて RC 平面部材の加速度を測定する。

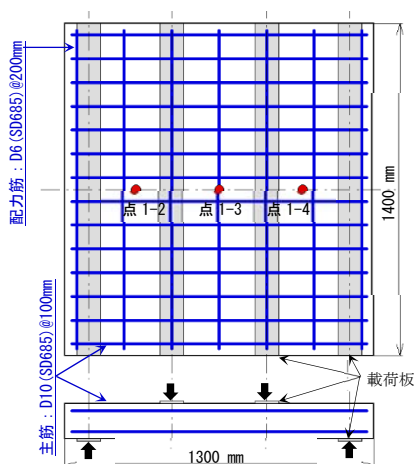


図-1 平面部材試験体の概要

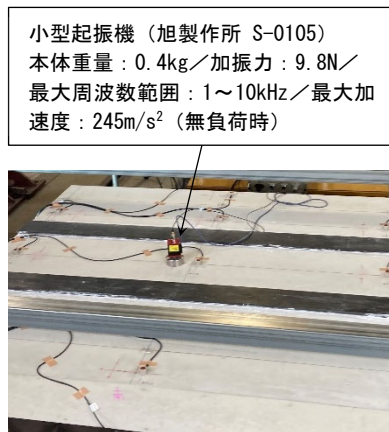


図-2 振動試験の実施状況

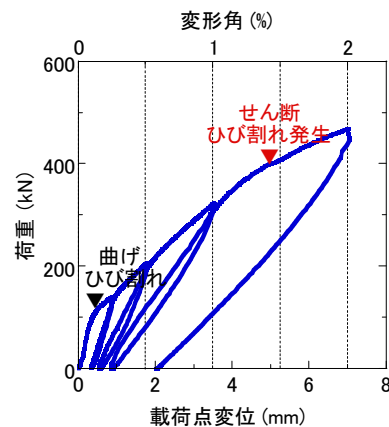


図-3 載荷実験による荷重－変位関係

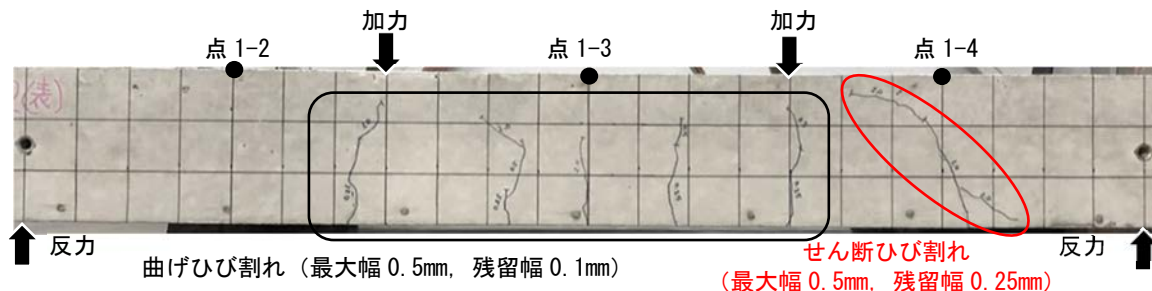


図-4 載荷実験終了後における平面部材側面のひび割れ状況

キーワード 鉄筋コンクリート、平面部材、せん断ひび割れ、地震損傷評価、小型起振器、強制振動試験

連絡先 〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子 1646 電力中央研究所 サステナブルシステム研究本部 TEL 070-6568-9775

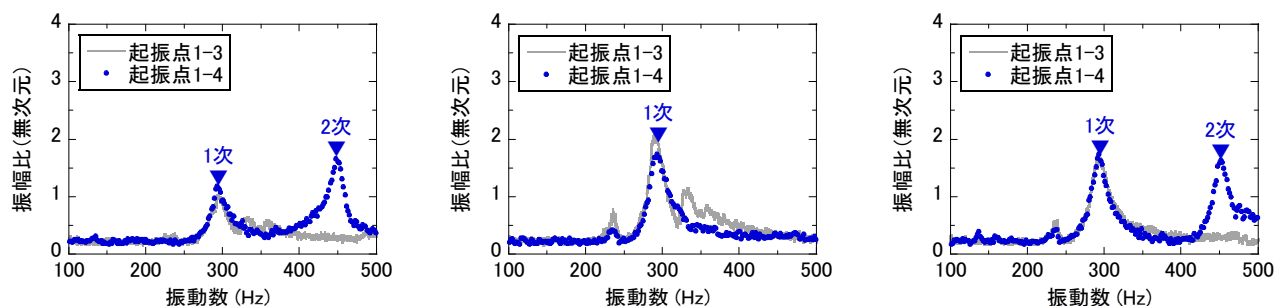


図-5 変形角 1% 载荷後（せん断ひび割れ発生前）における部材各点の振幅比スペクトル（左から計測点 1-2, 1-3, 1-4）

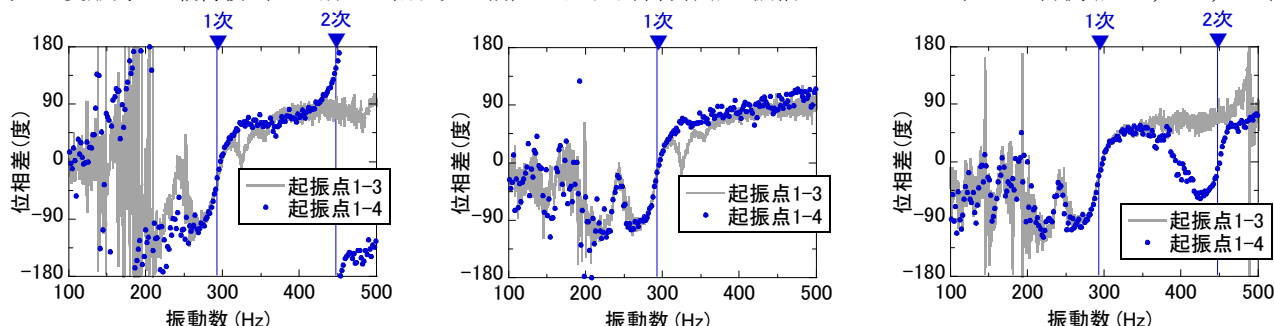


図-6 変形角 1% 载荷後（せん断ひび割れ発生前）における部材各点の位相差スペクトル（左から計測点 1-2, 1-3, 1-4）

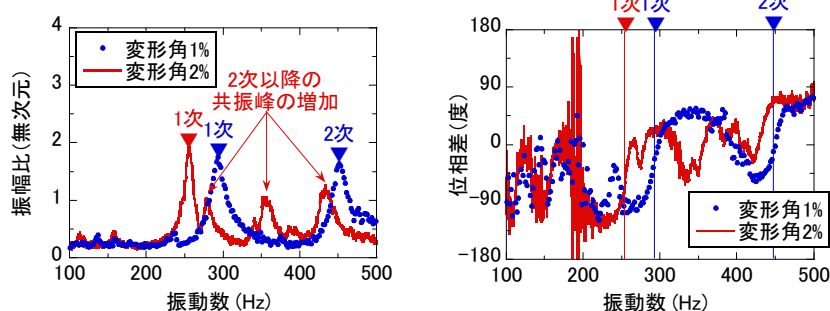


図-7 せん断ひび割れ発生前後（変形角 1%と 2%）におけるスペクトル特性の変化（起振点と計測点ともに点 1-4）

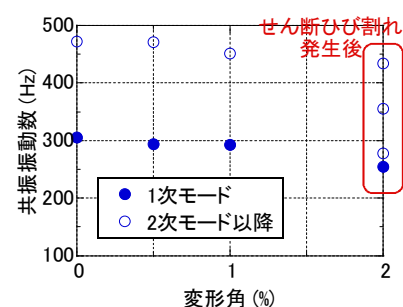


図-8 1次と2次以降の振動モードと推定される共振振動数の推移

3. 载荷実験および振動試験による主な結果

载荷実験による荷重－変位関係、実験後の部材側面の損傷状況をそれぞれ図-3、図-4に示す。変形角 0.25%と 2%の载荷の際に曲げひび割れとせん断ひび割れがそれぞれ発生した。载荷時の曲げひび割れとせん断ひび割れの最大幅はともに約 0.5mmであったが、除荷時にはやや閉口し、それぞれ 0.1mmと 0.25mmとなった。

変形角 1%（せん断ひび割れ発生前）における部材各点（点 1-2, 1-3, 1-4）の振幅比と位相差のスペクトルをそれぞれ図-5、図-6に示す。ここでは、点 1-3 または 1-4 を起振点とした時に 3つの計測点で励起された共振峰を 1次（対称）モード、点 1-4 を起振点とした時に点 1-2 と 1-4 に見られた共振峰を 2次（逆対称）モードと見なした。図-7は、せん断ひび割れ発生前後（変形角 1%と 2%）の起振点 1-4 のスペクトルを比較している。また、図-8は、载荷ごとの共振振動数をプロットした結果である。これらによると、载荷による損傷進展によって共振振動数が徐々に低下すること、せん断ひび割れの発生に伴って共振ピークが増える可能性があることが示唆されている。

4. まとめ

本研究では、小型起振機を用いた振動試験に基づいて RC 平面部材の損傷に伴う振動特性変化を分析した。特に部材内部のせん断ひび割れの検知について、引き続きデータ拡充と詳細分析を行うとともに、水平加振もできるように起振機を改良してボックスカルバート等の RC 壁部材への適用を目指す予定である。

参考文献

- 1) 永田聖二, 他: 常時微動モニタリングに基づく実大 RC 橋脚試験体の地震損傷評価, 土木学会構造工学論文集, Vol. 56A, 2010.
- 2) 永田聖二, 他: 面外繰返し変形を受ける RC 部材の損傷形態と振動特性変化の関係, コンクリート工学年次論文集, Vol. 36, No. 2, 2014.