

振動数によるRC高橋脚モデルの損傷度評価

中部大学 学生員○古沢 誠司

中部大学 正会員 平沢 征夫

中部大学 正会員 伊藤 和幸

1. まえがき

我国では、古くから鉄筋コンクリート（以下RCと略記）構造物が数多く造られているため、今後RC構造物が老朽化した場合、および、その構造物が地震などによって損傷を受けた場合にその程度を調べ構造物の耐用年数を推定する必要がある。そこで、今回損傷程度の推定方法として振動特性による方法を取りあげ、損傷程度と振動数の関係について調べたので以下その結果について報告する。

表1 供試体種類

供試体名	コンクリート種類	使用主鉄筋	載荷方向
RCD10 I-I	普通 コンクリート	D10	I
RCD10 V-I		D10	V
RCD13 I-I		D13	I
RCD13 V-I		D13	V
HRC I-I	高強度 コンクリート	D10	I
HRC V-I	コンクリート	D10	V
SFHRC I-I	鋼繊維補強 高強度 コンクリート	D10	I
SFHRC V-I	コンクリート	D10	V

2. 使用実験データ

振動数の測定は、表1に示す供試体について行った。

変化させた要因は以下のとおりである。

a) 載荷方向…図1に示すI方向, V方向の2種類

b) 使用コンクリート…普通コンクリート ($\sigma_c = 390 \text{ kg/cm}^2$), 高強度コンクリート ($\sigma_c = 838 \text{ kg/cm}^2$), 鋼繊維補強高強度コンクリート ($\sigma_c = 825 \text{ kg/cm}^2$) の3種類

c) 使用鉄筋…柱の主鉄筋にD10(SD35)とD13(SD35)を使用した2種類

実験を行った供試体は、図2に示すような断面が $10 \times 15 \text{ cm}$ 、高さが150 cmの高橋脚モデルである。自由振動数は、水平変位を与えることにより供試体を段階的に損傷させ、各損傷段階において測定した。図4(a), (b)は、横軸に損傷変位をとり、縦軸にはその損傷変位時の振動数をとって自由振動数の変化を示したものである。

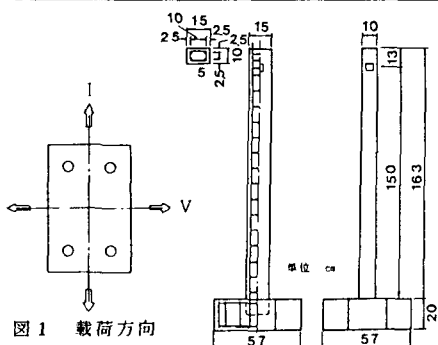


図1 載荷方向

図2 供試体寸法・形状

3. 相対低下振動数率

振動数の低下割合によって、RC構造物の損傷程度の定量化を試みる場合、断面・材料の違いによって振動数の低下割合が異なつたのでは、一般的な損傷程度を評価する上で不都合である。そこで、より合理的な評価方法を捜す目的で、以下のような振動数変化の無次元化を試みた。

振動数は、図4(a)(b)で表されるように、断面・材料によってある一定の大きさの初期値と最終値が定まるものと考えられる。そこで、初期振動数と最終振動数の差を最終低下振動数幅と定義し、これに対する各損傷変位における低下振動数幅（初期の振動数との差）の比を考え、相対低

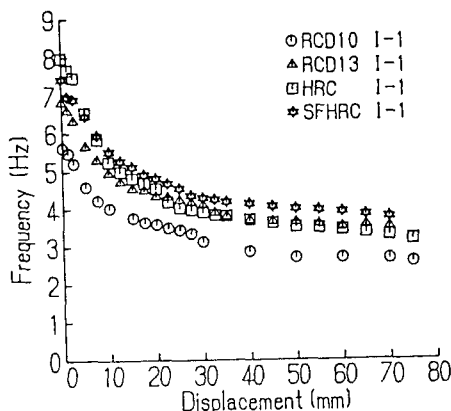


図3(a) 振動数の変化 (I方向)

下振動数率を定義する。

図5は、相対低下振動数率を用いて、振動数の変化を示したものである。図より、材料および載荷方向の違いによらずほぼ同一の低下曲線で表すことができ、図5中の指数関数で近似できる。すなわち損傷変位と低下振動数の関係を表示する損傷関数は、基本的には $y = a e^{-bx}$ なる指数関数を仮定するのが適当である。

4. 損傷度関数の提案

しかしながら、一般的な形で損傷度を定量化するためには、振動数のみでなく、損傷変位についても無次元化する必要がある。この考えから、横軸に供試体基部の鉄筋が降伏点に達した時の変位の計算値¹⁾(柱断面を20要素、柱長方向に30分割して求めた値)を基準 ($\mu_0 = 1.0$) とした変位損傷度を取り、縦軸には $\mu_u = 4.0$ の時の変位を終局変位と仮定し、この終局変位までの低下振動数幅を100%として表した相対低下振動数率をとった。この方法を使ってI方向について示したものが図6である。この図より鉄筋降伏時 ($\mu_0 = 1.0$) の時の相対低下振動数率は35%にまで下がっていることがわかる。

しかし、この方法では終局変位の仮定方法によって、評価に違いが現れる。この影響をなくするために、縦軸(相対低下振動数率)についても横軸と同様に、初期振動数から柱基部の鉄筋の降伏変位時までの低下振動数を基準 ($\nu_0 = 1.0$) として表す必要がある。

図7はこのようにして表した振動数 損傷変位評価曲線の例である。このように、振動損傷度 変位損傷度曲線によれば、振動数から損傷度(履歴変位)を定量化することが可能でありこれを損傷度関数と考えることができる。

4. まとめ

以上、損傷程度と自由振動数の関係について調べた結果初期振動数と終局変位時振動数との差を基準とした相対低下振動数を用いることにより、振動数の変化を $y = a e^{-bx}$ で表すことができる。また、計算で求めた柱基部の鉄筋降伏変位時の変位および振動数を基準にして、振動損傷度～変位損傷度評価曲線(損傷度関数)を求めることができる。

1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V耐震設計編、pp. 135 昭和55年。

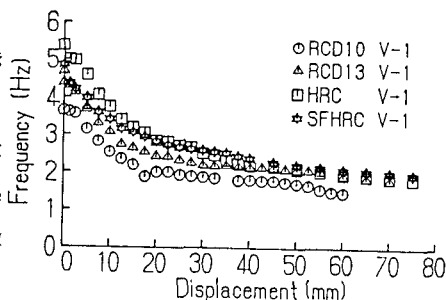


図3(b) 振動数の変化 (V方向)

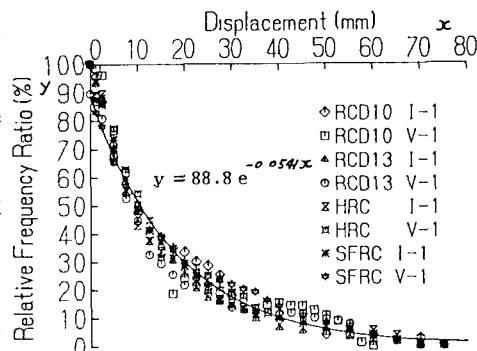


図4 相対低下振動数率の変化

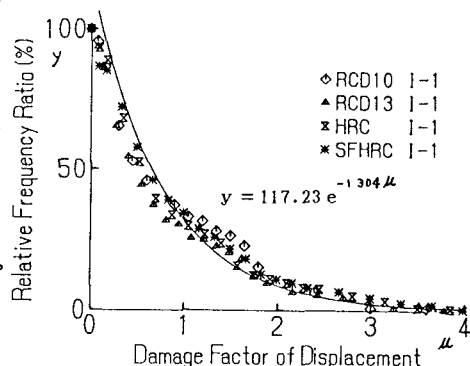


図5 相対低下振動数率の変化

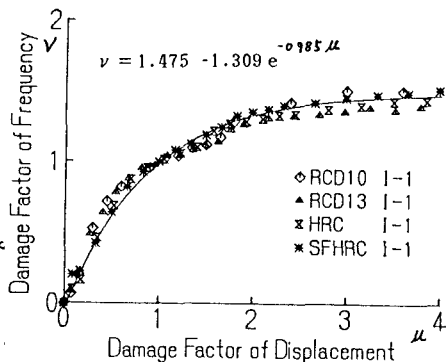


図6 損傷度評価曲線