

V-209

振動特性によるRC高橋脚モデルの損傷度推定に関する一実験

新構造技術（株）	正会員	○古澤 誠司
中部大学	正会員	愛知 五男
中部大学	正会員	平澤 征夫

1. まえがき

本研究はRC橋脚が老朽化した場合や、地震による損傷を受けた場合の損傷程度を定量化する方法として、微震動を与えた場合の振動数の値を用いる方法の可能性をモデル実験およびその解析により検討したものである。実験は頂部に約1 tonf の錘を有する小型モデルについて、3種類の載荷方法で損傷を与えている。解析は頂部の変位を考慮した非線形の長柱解析を行って得た剛性を基にして自由振動数を求めている。

2. 実験概要

供試体は図1に示すように断面10x15cm, 高さ143cm の片持はり形式のもので、柱基部の鉄筋の定着長は土木学会の規定を満足する長さとした。軸方向鉄筋はD10 mm ($f_y=3710 \text{ kgf/cm}^2$) を4本（軸方向鉄筋比 1.90 %）を用いた。帯鉄筋にはφ6 mm ($f_y=3270 \text{ kgf/cm}^2$) を10 cm ピッチとし、上端部の錘取り付け部分の30 cm の区間は補強のためピッチを5 cm とし、軸方向鉄筋も倍の量を配置した。頂部の錘の重量は1.08 tonf であり、載荷の方向は図2に示す強軸方向のみとし、載荷方法を表1に示す3種類変化させた。全部で3体の実験を行った。載荷は変位制御による正負交番繰り返し載荷とし、変位を漸増させ、所定の変位損傷を与えた後に頂部ジャッキをはずし、図3のように40kgf の錘を吊し、つぎにワイヤーを切断して供試体を自由振動させ、頂部に取り付けた加速度計から得られた波形より振動数を測定した。柱基部の鉄筋ひずみと10 cm 区間の変形量も計測した。

3. 実験結果と考察

1) 柱基部における鉄筋ひずみの変化

図4は表1の3供試体について、与えた正負の各損傷変位時の基部の鉄筋ひずみの変化を比較したものである。図より鉄筋単体の降伏ひずみ ($\epsilon_y=0.00177$) を100 % とすれば、実際に計測されたコンクリート中の鉄筋の降伏ひずみは、S63-S01, S63-SR1 では44 % 上回っており、S63-S11 は22 % 上回っていた。これは正負11回の繰り返しによる損傷の累積により、柱基部でのひび割れの影響により、生ずる鉄筋ひずみが均一化するために小さくなったものと考えられる。このような均一化の影響は損傷変位の小さい段階から明らかに見られる。また、S63-SR1 と S63-S01 の損傷程度がほとんど変わらないのは、S63-SR1 の変位制御をランダム波形（エルセントロのNS波）の正負いずれか一方の最大値で行ったため、および載荷速度も速かったことから最大値での滞留時間が短かったためと考えられる。

2) 消費エネルギーの変化

図5, 6は各変位の1サイクルにおける消費エネルギーの変化を示したものである。図5は S63-S11 の1回目と11回目の面積の比較であり、図6は S63-S01 と、S63-S11 の11回目を比較したものである。これらの図より、同一供試体の1回目と11回目では、1回目の方がひびわれの入り方が安定していないため、やや変動が見られるが面積には大差がないことがわかる。ところが、異なった供試体での1回の漸増繰り返しと、11回の漸増繰り返しでは同一損傷変位での消費エネルギーは異なったものとなり、11回繰り返しの累積損傷の影響がみられる。

3) 実測の振動数の変化

図7に実測の振動数の変化を、また図8にこの結果を初期振動数を100 % とした振動数率で示す。図7より各供試体の変位2.0 cm 付近で見られる振動数の急激な低下は鉄筋の降伏が原因である。また図8より最終変位付近における振動数率は S63-SR1 が58 % であるのに対して、S63-S01, S63-S11 では約50 % までに低下していることがわかる。

4. 解析結果と結論

RC高橋脚モデルを簡単な振動モデルに置き換えて、つぎの2種類の方法で解析した。

(a) 法：柱を高さ方向に13セグメントに分割し、断面も100エレメントに分割して各セグメントの曲率⇒等価曲げ剛性⇒振動数を順次求める方法。

(b) 法：供試体基部の変位計の実測値より曲率⇒曲げ剛性⇒振動数を順次求める方法。

図9に3供試体の変化の実測値とその解析結果を比較して示す。この結果より、ひび割れ前の振動数を除けば、解析方法の(a)法はいずれの供試体の振動数の変化をも比較的よく表示出来ることから、この方法を用いれば、逆に、振動数の実測値より、このタイプの構造物の損傷程度を推定することが充分可能であることがわかる。

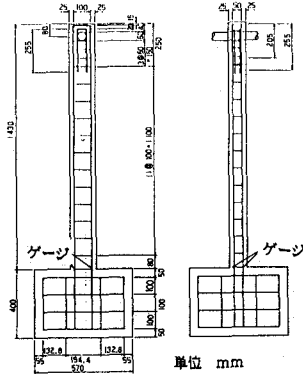


図1 供試体

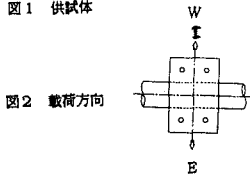


図2 载荷方向

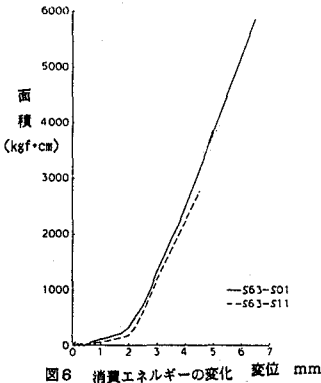


図6 消費エネルギーの変化

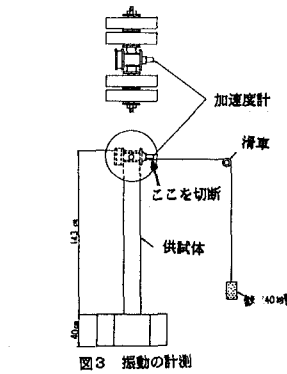


図3 振動の計測

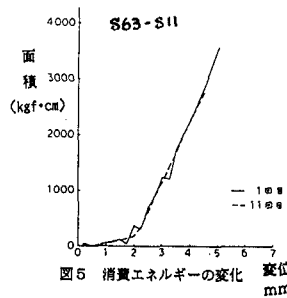


図5 消費エネルギーの変化

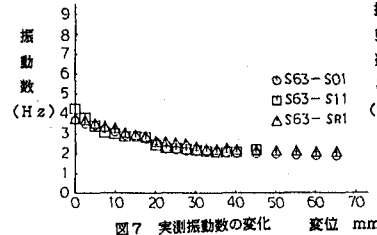


図7 実測振動数の変化

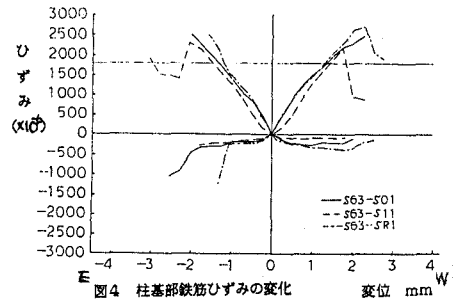


図4 柱基部断面ひずみの変化

表 1. 実験計画

供試体名	載荷方向	載荷回数	備考 (コンクリート 圧縮強度)
S63-S01	1	1	($f'_c = 471 \text{ kgf/cm}^2$)
S63-S11	1	11	($f'_c = 374 \text{ kgf/cm}^2$)
S63-SR1	1	1	エルセントロ地震波を使用 (N-S波) ($f'_c = 380 \text{ kgf/cm}^2$)

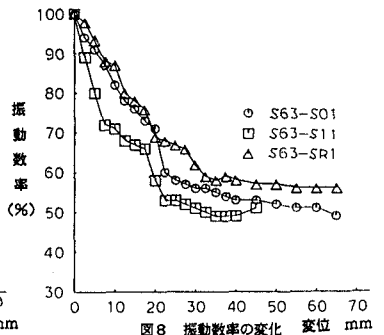
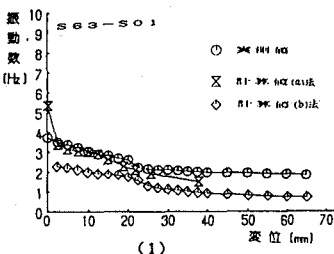
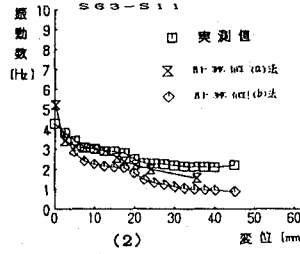


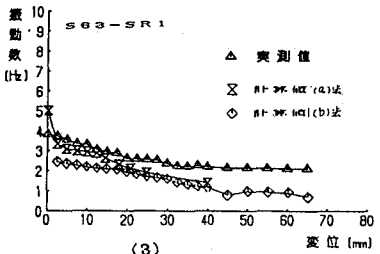
図8 振動数率の変化



(1)



(2)



(3)

図9 実測値と(a)法、(b)法による計算値の振動数の比較