

中部大学大学院 学生員○古澤 誠司

中部大学工学部 正会員 平澤 征夫

中部大学工学部 正会員 伊藤 和幸

### 1. まえがき

構造物の振動数を決定する要因としては、構造物の剛性および質量があげられる。一方、鉄筋コンクリート(以下RCと略記)の特徴として、荷重履歴を受けることによりコンクリートのひびわれや局部的な欠落によって剛性が低下していくことがあげられる。そのためRC構造物は、地震のような荷重履歴を受けた場合には、損傷によって振動数が変化していく。このことは、RC構造物の耐震設計を行う際に損傷による振動数の変化を考慮する必要があることを示している。

本研究では、損傷過程における振動数の変化を計算するための基礎的研究として、曲げが卓越するRC高橋脚モデルを作製し、損傷を受けていく過程における曲げ剛性の変化および鉄筋の引き抜け量を実験により調べ、その変化が振動数に与える影響を調べたものである。

### 2. 供試体形状・寸法

供試体の形状・寸法は、図1に示すように断面が $10 \times 15$ cm、高さが150cmである。主鉄筋は、D13(降伏点応力 $3915 \text{ kgf/cm}^2$ 、弾性係数 $1.95 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$ )を4本配筋(軸方向鉄筋比3.38%)した。また、帯鉄筋として $\phi 6$ (SR24)を10cm(横力載荷部は5cm)ピッチで配筋した。なお、打設方法は柱部のコンクリートを予め横打ちし(圧縮強度 $304 \text{ kgf/cm}^2$ 、弾性係数 $3.31 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ )、養生後柱を立てて底部を打設した。柱部と底部の継目の詳細を図2に示す。

### 3. 載荷方法

載荷方法は、供試体を反力床に固定し底盤上面より150cmの位置に取り付けた水平Actuatorにより変位制御で正負交番載荷を行った。損傷として与える変位は、鉄筋降伏までは2.5mmきざみ、それ以降は5.0mmきざみ、最大荷重を越えたら10.0mmきざみにとり、各段階ごとに微振動を起し、自由振動数を測定した。

図2 基部詳細図

### 4. 曲げ剛性および鉄筋の引き抜け量の測定

曲げ剛性は、図3に示した0~10の範囲について、変位計およびパイゲージを用いて曲率を測定し、測定された曲率より曲げ剛性を求めた。そのため、区間0での曲げ剛性は、柱基部の押し込み、引き抜け量を含んだ曲率を用いて求めた曲げ剛性である。

鉄筋の引き抜け量を測定するために4本の主鉄筋のうち、2本にワイヤーを取り付け鉄筋の押し込み、引き抜けを図4の装置により測定した。なお、残りの主鉄筋2本にはワイヤーを取り付けた位置にワイヤストレーンゲージを貼付し、鉄筋のひずみを測定した。

### 5. 曲げ剛性の変化

実験で得られた曲げ剛性の変化を図5に示す。図5は、縦軸に曲

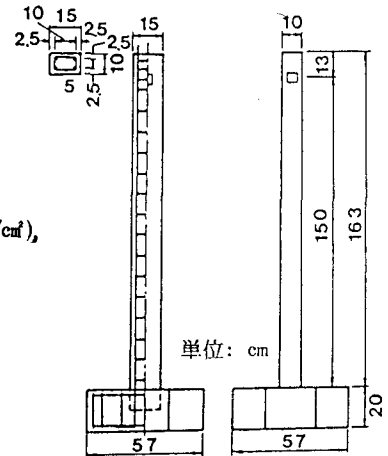


図1 供試体形状・寸法

図2 基部詳細図

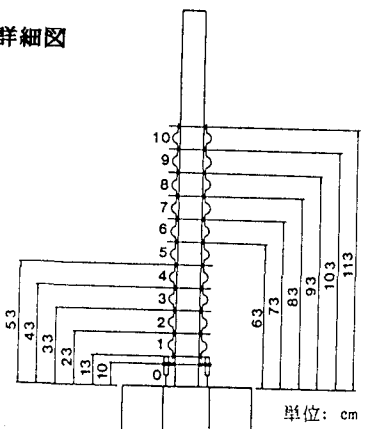


図3 曲率測定位置

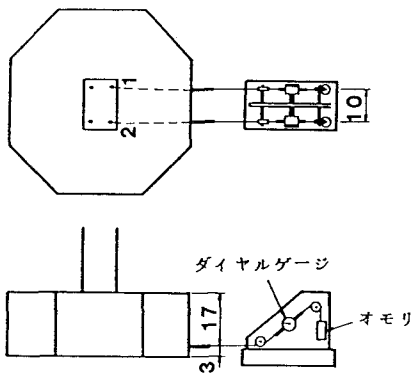


図4 鉄筋引き抜け量測定装置

げ剛性をとり横軸には曲げモーメントをとって、曲げ剛性の変化を示したものである。この図より、柱の曲げ剛性は、場所によってひびわれの入り方に差があるため、同じ曲げモーメント時でも曲げ剛性に差があり、区間0の範囲にひびわれが集中していることがわかる。また、区間0の曲げ剛性(柱基部の押し込み、引き抜けを含んだ曲率から求めた曲げ剛性)が最大曲げモーメント後低下しているのは、柱基部の押し込み、引き抜けによって曲率が大きくなり、見掛けの曲げ剛性が低下しているためである。

次に、実験で測定した区間0と区間1の剛性を用いて、振動数の計算を行った結果を図6に示す。なお、図6の縦軸は振動数であり、横軸は損傷変位である。また、区間1の剛性を用いて求めた振動数を計算値A、区間0の剛性を用いて求めた振動数を計算値Bとして示してある。この図より、計算値Aは初期(損傷変位10mmまで)においては良く一致しているが、柱基部の押し込み、引き抜けの影響を考慮していないために、それ以降では実際の振動数よりも幾分大きな値となっている。また、計算値Bは、曲げ剛性を求める際の曲率に静的な柱基部の押し込み、引き抜けの影響を含んでいるため、振動時にはこの影響がすべて現れるとは限らないため、小さめの値を示している。なお、実際の振動数の変化は計算値A、Bのほぼ中間を推移していることがわかる。

#### 6. 鉄筋の引き抜け量

5. で述べたように鉄筋の引き抜けが、柱の曲げ剛性に与える影響は大きい。そこで4. で述べた方法によって測定した鉄筋の引き抜け量を図7に示す。図中▽は鉄筋の降伏を、▲は最大荷重到達時を示している。図7より、鉄筋の引き抜けは鉄筋の降伏時より始まり、最大荷重を過ぎると急に大きくなる傾向を示した。

#### 7. まとめ

以上の結果より、実際の振動数には柱基部の引き抜け、押し込みの影響が入ってくるが、その影響は静的の時に現れる損傷が100%現れるのではなく、柱基部の引き抜け、押し込みの影響を含んだものと含まないもののほぼ中間の値をとった。今後、柱基部の引き抜け、押し込みが振動数に及ぼす影響を定量化し、分離する必要があると考えられる。

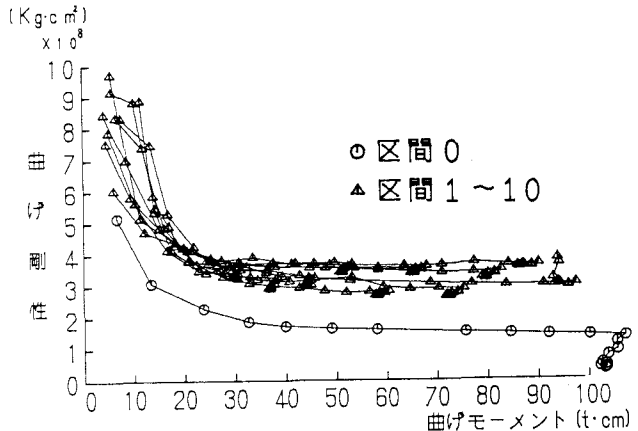


図5 曲げ剛性の変化

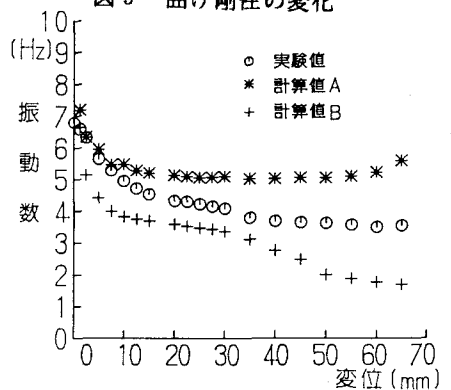


図6 実験値と計算値の比較

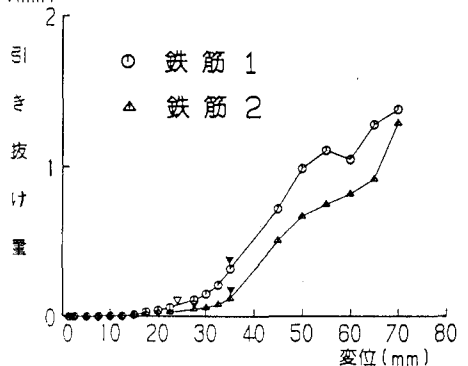


図7 鉄筋引き抜け量