

V-417

RC正方形断面柱の2軸曲げ振動特性に関する研究

中部大学 学生員 ○中村一郎

中部大学 学生員 加納昌男

中部大学 正会員 平澤征夫

1. はじめに

履歴損傷を受けたRC柱部材の振動挙動を推定することは、正確には困難である。さらに、2軸曲げの影響を考えることは耐震上重要な問題である。ここではRC柱部材に、振動台試験と静的載荷試験を行なうことにより、振動特性である振動数・減衰定数の変化を評価しようとするものである。

2. 実験概要

実験に使用した供試体を図-1に示す。断面は15cm×15cm、軸方向にD10を8本用い高さを144cmとした。また2軸曲げの影響を調べるために、入力角度を0°、22.5°、45°の3種類とし、拘束効果の影響を見るため帯鉄筋(D6)を10cm、5cmの間隔で2種類、また動的・静的試験の影響を調べるために計12本作成した。動的試験では、振動台試験機を用いEl Centro (NS)地震波を各加速度段階(1/3、2/3、1、4/3倍・・・)で破壊するまで増加させた。同様に、静的試験では静的載荷装置を用いて、動的試験で得られた柱頂部の正負の最大応答変位を静的に載荷した。そして、振動特性を調べるため図-2のように、動的・静的試験の載荷段階の初めと終わりに40kgfと80kgfの錘を吊りし、切り離すという方法で供試体に微振動を与え、振動数と減衰定数を求めた。

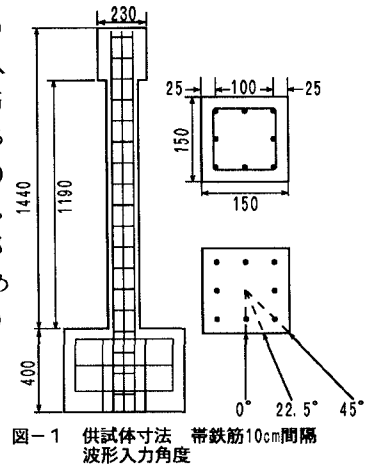


図-1 供試体寸法 帯鉄筋10cm間隔 波形入力角度

3. 解析方法

構造物の振動解析は一質点系モデルを仮定し式(3)により求めた。なお、考慮した要因と解析値の種類を表-1に示す。

$$K = 3EI / l^3 \quad \dots (1)$$

$$\omega = (K/M)^{1/2} \quad \dots (2)$$

$$f = \omega / 2\pi \quad \dots (3)$$

ここで K:柱のばね定数 l:柱の長さ EI:曲げ剛性

ω :自由円振動数 M:質量 f:自由振動数

ただし、曲げ剛性EIの計算は次の2つの場合を考慮した。

(a) 柱基部の剛性を用いたもの

(b) 換算剛性を用いたもの

また、ひずみ速度を考慮した次のような解析も行なった。

(a) 振動台試験(動的試験)に対して、解析に用いる材料の応力～ひずみ曲線の仮定において、コンクリートの圧縮強度を1.25倍し、鉄筋は降伏点強度を1.15倍したものをを用いた場合。これを「考慮あり」とする。

(b) 静的載荷装置(静的試験)に対して、コンクリートの圧縮強度、鉄筋の降伏点強度は試験によって得られた値とした場合。これを「考慮なし」とする。

4. 実験結果

(1) 振動数～応答変位関係

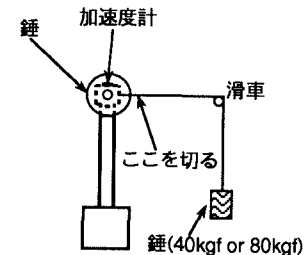


図-2 微振動装置

表-1 考慮した要因と解析値種類

ひずみ速度 曲げ剛性	考慮なし	考慮あり
柱基部剛性	解析値A	解析値C
換算剛性	解析値B	解析値D

載荷方向別と試験方法別による振動数～応答変位関係を図-3、帯鉄筋の間隔による振動数～応答変位関係を図-4に示す。2軸曲げ(45°、22.5°)を受けるRC柱は、1軸方向(0°)の場合に比べて振動数が低くなる。試験方法別では静的の方が動的試験より振動数が上回った。また、帯鉄筋による影響は、初期段階においては効果がでたものの、鉄筋が降伏すると振動数が一定となり拘束効果があまり現われなかった。また、錘を40kgfと80kgfにした場合の振動数の違いはあまり認められなかった。

(2) 減衰定数～応答変位関係

載荷方向別と試験方法別による減衰定数～応答変位関係を図-5に示す。ここでも振動数と同様に2軸曲げを受けるRC柱は1軸の場合に比べて減衰定数が低くなることがわかった。しかし、試験方法による影響は動的の方が静的試験よりも約1%程度上回った。減衰定数は鉄筋の降伏やコンクリートの圧壊剥離が起きるまでは上昇し、やがてそれを過ぎると減少するために供試体ごとにバラツキがみられ、傾向がつかみにくい。

(3) 振動数の実験値と解析値との比較

実験値(ET94-00-10)と解析値の振動数～応答変位関係を図-6に示す。図より、最も実験値に近づいた解析値は、ひずみ速度を考慮した場合の換算剛性を用いたもの(解析値D)であったが、応答変位が増加すると、実験値と解析値に大きな差が生じてしまう。さらに、この解析方法には履歴損傷については、考慮していないにもかかわらず、解析値の振動数が実験値よりも小さな値を示してしまうという問題がある。損傷過程における剛性変化を正確に推定することが重要であると考えられる。

5. まとめ

- (1) 履歴損傷の増大に伴う振動特性の変化が明確に認められるのは振動数である。減衰定数ではバラツキが大きい傾向をつかむことが困難である。
- (2) 2軸曲げ(45°、22.5°)を受けるRC柱部材は、1軸曲げ(0°)よりも振動数、減衰定数は低下する。
- (3) 帯鉄筋を増加させるとわずかではあるが振動数に拘束効果が現われる。
- (4) 実験値と解析値の振動数を比較すると、応答変位が大きくなると値が一致しなくなる。そのために履歴損傷や塑性域でのより詳細な解析を行なう必要があろう。

参考文献

- (1) 小谷/鉄筋コンクリートにおける載荷速度の影響、コンクリート工学、Vol.21, No.11, pp.23-34, Nov.1983.
- (2) 平澤、古澤、伊藤/RC高橋脚モデルの損傷過程と振動特性に関する実験的研究/土木学会論文集 第372号/V-5

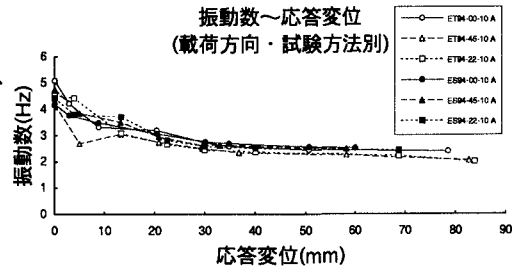


図-3 振動数～応答変位の実験結果

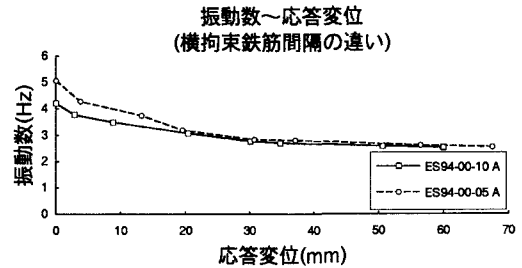


図-4 振動数～応答変位の実験結果

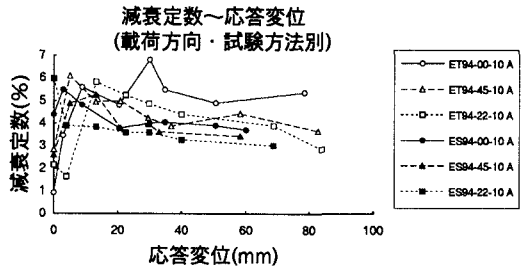


図-5 減衰定数～応答変位の実験結果

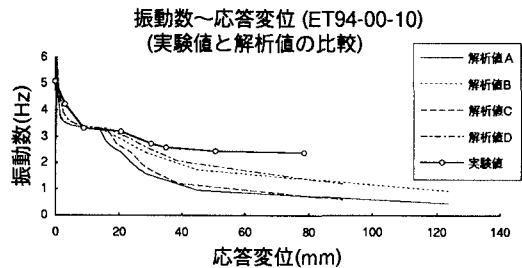


図-6 振動数～応答変位の解析結果