

RC柱の振動特性に及ぼす高さと鉄筋比の影響

平澤 征夫*, 北村 伸一**

Effects of the Specimen Size and Steel Ratio on the Vibrating Property of R/C Columns

Ikuko HIRASAWA* and Shin-ichi KITAMURA**

(Received May 31, 1993)

This paper presents the results of tests made to study the effects of the specimen size and the steel ratio on the vibrating property of R/C columns. Random waves of acceleration recorded by an actual earthquake (Nihonkai in Japan) were induced to the specimen of R/C columns.

From the test results, it is obtained that the effect of the steel ratio by tests is not significant.

1. まえがき

RC部材の振動挙動はひびわれが入ることによりその振動特性が時間により変化する。そのため振動挙動を正確に推定することは困難であり、RC構造物の動的挙動を把握する場合の重要な問題となっている。本研究はRC柱部材を取り上げ地震などにより損傷を受けた場合、その損傷程度を、その損傷過程における振動特性すなわち、初期剛性係数、固有振動数、減衰定数の変化より評価しようとするものである。本報告では、RC柱モデルを作成し振動台試験法で日本海中部地震の波形を入力し、特に高さや鉄筋比の違いによる影響を明らかにするモデル実験を行い、一定の損傷を与えた後の微振動試験の結果から定量化されたそれぞれの振動特性について比較検討した結果について述べるものである。その概要は文献¹⁾に報告している。

2. 実験方法

実験に使用した供試体の形状・寸法を図1に示す。断面は10×15cmとし、高さは187.5cm, 150.0cm, 117.5cm

の3種類とし、それぞれに軸方向鉄筋D10mmのもの、D13mmのものを4本用いて鉄筋比1.9%, 3.4%と変化させて合計6体作成した。そして、高い供試体からL柱、M柱、S柱と名付けた。表1に実験に使用した供試体の種類を示す。これらの供試体に日本海中部地震(NTと略)の加速度波形を用いて水平一次元方向加振による載荷を行った。波形の入力方法は図2に示すように振動台試験法(Shaking Table Test)により、フーチング部を8本のPC鋼棒($\phi 32$ mm)で振動台に固定して、供試体頂部に約1tonfの錘を取付けた。この場合の軸方向応力度は7.84 kgf/cm²である。載荷方向は図3に示すような強軸方向として日本海中部地震の加速度波形を加速度倍率1倍, 2倍, 3倍・・・と破壊するまで段階的に増加させた。載荷試験時のコンクリート強度は表2に示すとおりである。測定は、図4に示すように載荷段階の初めと終わりに40kgfの錘を吊し、錘を切り放すという方法で供試体に微振動を与えることにより得た固有振動波形から各段階での固有振動数と減衰定数を求めた。また、供試体の横方向から変位計を取付け載荷時の応答変位をデータレコーダーに記録した。

*土木工学科 (Department of Civil Engineering)

**建設工学専攻大学院生 (Graduate Student, Construction Engineering)

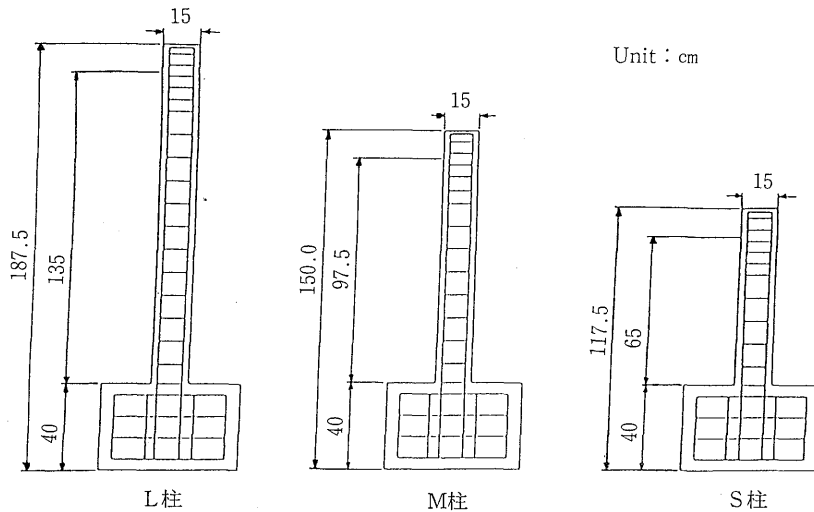


図1 供試体の形状・寸法

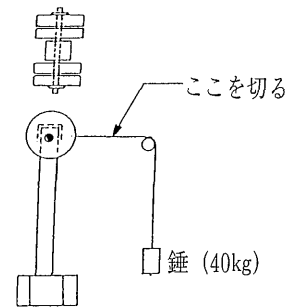
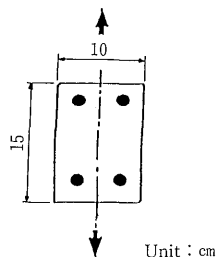
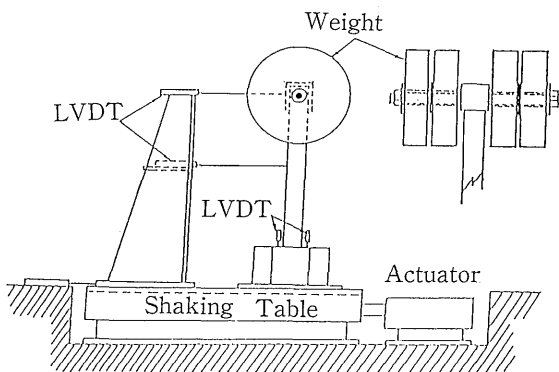
表1 供試体の種類

供試体名	高さ (cm)	鉄筋	加速度倍率
LNT1	187.5 (135)	D10	1.0, 2.0, 3.0, 3.5
MNT1	150.0 (97.5)	D10	1.0, 2.0, 3.0, 4.0
SNT1	117.5 (65)	D10	1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0
LNT2	187.5 (135)	D13	1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0
MNT2	150.0 (97.5)	D13	1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0
SNT2	117.5 (65)	D13	1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0

() 内は載荷位置までの距離

表2 コンクリート強度一覧表 (kgf/cm²)

供試体名	圧縮強度	弾性係数 ($\times 10^5$)
LNT1	303	2.56
MNT1	356	2.70
SNT1	317	2.60
LNT2	248	2.22
MNT2	281	2.57
SNT2	273	2.45



3. 実験結果と考察

(1) 初期剛性係数～最大応答変位

初期剛性係数は各加振段階で行った固有振動数を求める実験の際の、吊るした錘 ($P=40\text{kgf}$) による水平変位 (Δmm) を計測したときの傾き (P/Δ) と定義する。

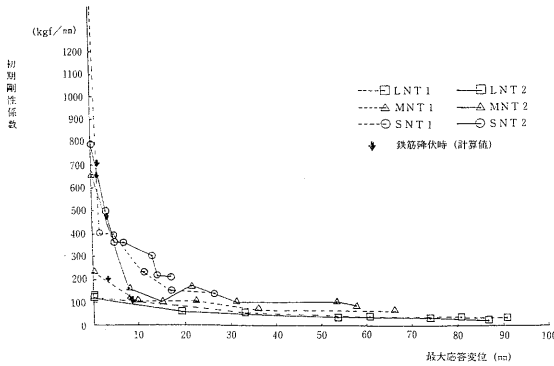


図5 初期剛性係数～最大応答変位

初期剛性係数と最大応答変位との関係を示した図5よりわかるように、初期剛性係数は、どの加振段階においても供試体の高さが高いほど、小さくなっている。つまり柱基部に生じる曲げモーメントは、錘が一定であるので、柱の長さが長いほど大きくなり曲率も大きくなる。また、曲率が大きくなるということは、たわみ(Δ)が大きくなるということであるから、初期剛性係数 (P/Δ) は供試体の高さが高くなるにつれて小さくなることは当然である。鉄筋比の違いは、鉄筋比が大きいほどわずかに初期剛性係数が大きい。つまり、鉄筋比が大きい柱は断面二次モーメントが大きくなり、したがって曲率が小さくなり、たわみも小さくなるので、その結果として初期剛性係数は大きくなる。また、全体的に見ると初期剛性係数は、鉄筋が降伏した後は、ほぼ一定となることがわかる。

(2)固有振動数～最大応答変位

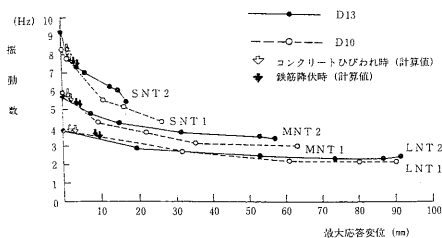


図6 振動数～最大応答変位 (実験値)

図6に示す固有振動数と最大応答変位の実験結果より、振動数の大きさは、どの加振段階においても供試体の高さが高くなるにつれて順に小さくなっていることは明らかである。また、鉄筋比による違いは鉄筋比1.9%と3.4%で約0.5Hz程度と大きな違いは見られなかったが鉄筋比の高いほうが振動数の低下が少なく、柱の高さが低くなるにつれてその傾向が顕著に現われている。その原因として微振動時の水平力の大きさによるひびわれの入り方の違いがあると考えられる。すなわち、この実験で

は高さの違う供試体に対して一定の40kgfの錘による微振動計測を行っているので、柱基部におけるモーメントには高さによる違いがでている。そのため、ひびわれの大きさの程度も異なっている。

(3)振動数の計算値の比較

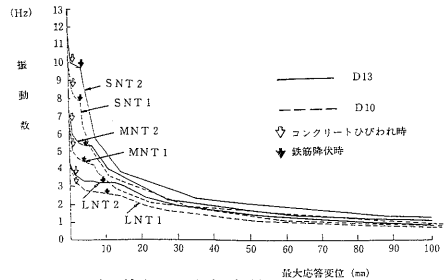


図7 振動数～最大応答変位 (計算値)

図7に振動数と最大応答変位との関係の計算結果を示す。振動数の大きさは、供試体の高さが高くなるにつれて順に小さくなる。鉄筋比による違いは鉄筋比が高くなると振動数の低下が少なく、コンクリートのひびわれ付近において低下の割合の差が大きくでている。

(4)減衰定数～最大応答変位

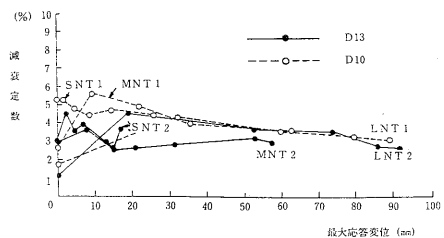


図8 減衰定数～最大応答変位

減衰定数と最大応答変位との関係を図8に示す。この図からわかるように、減衰定数については、応答変位による傾向としては、一度上昇した後には低下するという傾向が見られたが全体的に大きな違いは見られなかった。しかし、鉄筋比と高さに注目してみると、鉄筋比の大きい方が減衰定数が小さくなる傾向を示し、この傾向は柱の高さが小さくなるほど大きくなることがわかった。

4. 結 論

本研究では、高さと鉄筋比を変化させたRC柱部材にランダム波形入力による損傷を与え、その最大応答変位と微振動による振動数と減衰定数の変化の関係を調べた。その結果、実験結果からは、振動数に対して鉄筋比による影響はそれほど顕著ではないことが明らかになった。また、実験結果と解析結果との比較からは、振動数に対して鉄筋比の大きさによる違いは鉄筋比が高いほど振動数の低下が少なくなる傾向は同じであるが両者の違いは、

実験結果では、ひびわれ以後で鉄筋比による差が見られるのに対して、解析結果からはコンクリートのひびわれ付近に差が見られることである。

5. 謝 辞

本研究の共同実験者である北和憲，小林克博，小林亘，

田丸達也，林茂紀，三島康夫の諸氏に深謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 平澤・北・三島「RC柱の振動特性に及ぼす鉄筋比の影響」平成四年度研究発表会講演概要集，土木学会中部支部，V-19，pp. 609～610.