

I-840

耐震構造への1提案

日本大学 正 ○田村重四郎

日本大学 学生 長尾圭一郎 金澤 大介

日本大学 学生 大熊 謙志 伊藤 達哉

1. はじめに

高い耐震強度を持つ構造物の研究が進んで、最近では従来の耐震構造に加えて、免震構造、制震構造の開発が進んでいる。比較的早くから実用化が始まった免震構造については、本邦では1987年千葉県東方沖地震以来強い地震動に対する応答の記録がいくつか得られ、本年1月のNorthridge地震で、いくつかの免震構造の、烈しい地震動に対する応答が観測されていて、有効であることが示されている。この場合基礎と構造を分離する装置が必要となる。

耐震構造については構造形式をかえることなく部材の強度を上げることで耐震性の向上がはかられてきている。本文では構造形式を僅かにかえることで耐震性の向上をはかろうという提案を行うことにする。

2. 対象とした構造

1968年十勝沖地震における八戸市図書館、1971年サンフェルナンド地震におけるOlive View Medical Center、高架橋の橋脚(RC)、最近では1989年Loma Prieta、本年のNorthridgeの各地震に於ける港湾栈橋の被害等にはRC柱の変形性、建築物の層間変位の大きさが重要な要素であることを示唆しているものが多い。そこで構造系の動的特性を殆ど変化させることなく、構造系の変形性能を増す構造形式を考えてみた。図-1はその例である。

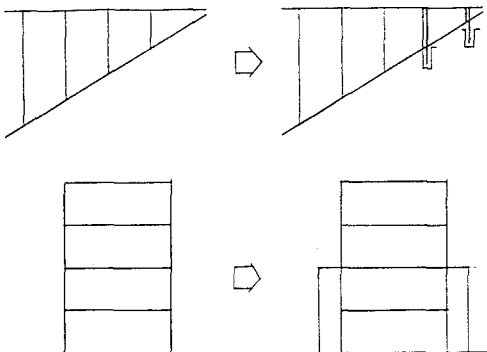


図-1

例は何れも大地震の際には部分的な被害の発生することを許容した上で機能はそのまま維持することを構造形式から解決しようとするものである。

3. 模型振動実験

図-1に示す構造形式を採用した場合、どのような動特性を示すか、どのような問題が新たに発生するかを調べるため、図-2に示す様な剛結構造模型を作成し振動実験を行った。高さ1.5mの2次元模型で、柱部分は内側の2本は厚さ2.0mm、外側の2本は厚さ2.0mm又は3.2mmの幅15cmの鋼板であり、梁部は溝型鋼であって、柱部の鋼材のヤング率に数%の差があるが対称とみなしてよい。

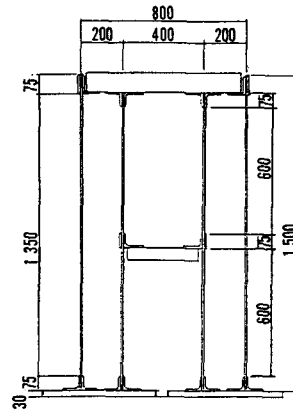


図-2

梁部と柱部の単位長さ当りの重量の比は15:2(厚さ20mmの場合)で内側の2本の柱の高さは外側の高さの1/2である。作成に当っては基礎上への固定並びに節点における固定に注意を払った。模型の基本振動数は0.97Hzで、減衰定数は0.0034である。

基本振動モードは写真-1に示す。

この振動実験(水平方向加振)で見出された特に注意すべき現象は、振幅によって振動状態が変わり、振幅が1cmをこえると外側の2本の柱が不安定な振動

を示すようになることである。この現象は外側の柱の上部の緊結状態をゆるめることで消失する。

また外側の柱を取り除いても模型の動特性は殆ど変化しないことが認められている。

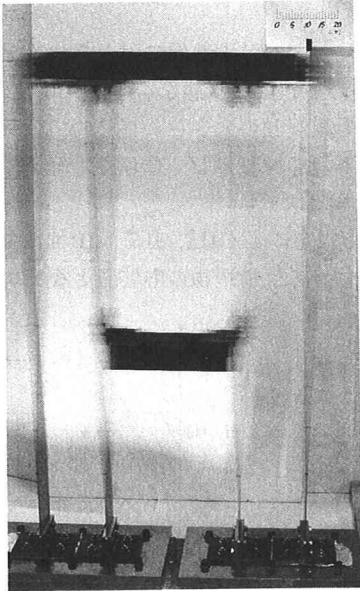


写真-1

4. 考察

モデルの内側の柱の高さが外側の高さの約半分であるため、柱の質量を無視した等価の静的バネ定数は内外柱の厚さが同じ場合、約8倍になり、図-1の下に示す様な構造を考えた場合、全構造系の地震応答には外側の柱の影響が少ないことが推測される。数値解析で得られた柱の曲げモーメントによる応力分布は図-3の様である。この図で内側の柱で最大である σ_3 と外側の柱で最大である σ_1 の比は略々3:1で、バネ定数の比に近い値になっている。すなわち上部の梁に同一の水平変位が与えられているにも拘らず、内、外の柱に生ずる曲げモーメントに基づく応力に大きな差が生ずるわけであり、設計を適切に行えば外側の柱には被害が生じないであろうと考えられるのである。柱の断面は通常鉛直荷重ではなく水平荷重により決まっていることを考慮すれば、このことは構造の地震時の安定性の確保に役立つものと見られる。

しかし内外の柱の変位モードが異なるため、柱の

軸線に沿う長さに差違が生じ、相対的に撓みやすい外側の柱が軸方向に相対的に強い拘束を受けることになる。

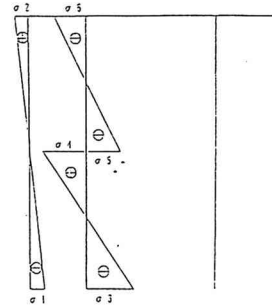


図-3

本モデルでは柱として薄い板を使用しているため、この拘束が座屈に似た状態を引き起こし不安定な振動状態を発生したものともみられる。そこで基本振動モードに基づいて、柱の軸線に沿って長さを算定し、内外柱の高さの差と柱の頂部の振幅との関係を示したのが図-4である。図より、相対変位と上部梁の振動振幅とは非線形の関係であり、振幅の増加と共に相対変位の増加の割合が増すことがわかる。基礎と上部梁の相対変位を柱の高さの1/100とすれば、本モデルでは振幅は1.5cmで内、外柱間の高さの差は0.004mmとなり、これによる柱の軸応力は約10 kg/cm²である。RCの実構造物の場合、柱に生ずる軸応力は1～2 kg/cm²程度のもとなろう。

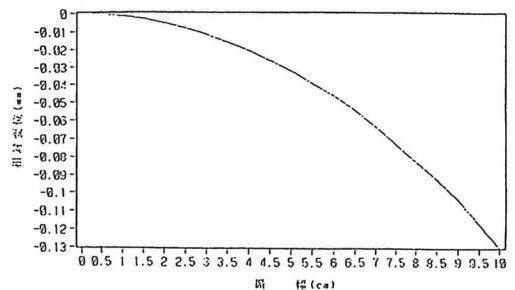


図-4

まとめ

構造形式の僅かな改変により耐震強度を増し得ることが示された。さらに研究を進めていく予定である。

最後にこの研究を行うに当たり、日大学生鈴木利治君、市ヶ谷昌彦君等の協力を得たことを記して謝意にかえる。