

I-845

RC橋脚の地震応答に及ぼす偏心曲げの影響

建設省土木研究所 正 員 川島 一彦
 建設省土木研究所〇正 員 運上 茂樹
 建設省土木研究所 正 員 向 秀毅

1. まえがき

都市部の高架橋では、用地条件等の制約条件から逆L字形のRC橋脚が採用されている例が多い。このような橋脚には常時偏心曲げが作用しており、大地震時に橋脚が非線形域に入ると偏心曲げが作用している方向にのみ損傷が進展し、大きな残留変位が生じることが明らかになっている。このため、大地震後に橋脚に生じる残留変位に対する耐震設計上の配慮が重要とされる。本文では、常時偏心曲げを受けるRC橋脚の残留変位の推定法を開発することを目的に、非線形地震応答解析によりRC橋脚の地震応答に及ぼす偏心曲げの大きさの影響を検討した結果を報告する。

2. 解析手法

常時偏心曲げを受けるRC橋脚を図-1に示すような1自由度系にモデル化する。この系の運動方程式は次式のように表すことができる。

$$M(\ddot{X} + \ddot{Z}) + C\dot{X} + F^s = Mg(X + e)/h \quad (1)$$

ここで、 $M (= W/g)$: 質量、 W : 重量、 C : 減衰係数、 F^s : 非線形特性を有する橋脚の復元力(図-2)、 X : 変位、 Z : 地動変位、 e : 上部構造重量の初期偏心量、 h : 質点の高さ、 g : 重力加速度、である。式(1)の右辺は、上部構造重量の偏心により生じる曲げモーメントである。橋脚の復元力特性としては、本解析では正負方向で非対称性を考慮可能なトリリニア型でモデル化した。式(1)は、非線形運動方程式であるので積分に際してはニューマーク法により解く。

3. 解析対象橋及び解析ケース

解析対象としたのは、中程度の偏心曲げを受ける橋脚とし、図-3に示す橋脚高さ10.2m、桁高1.5mの実橋脚とした。橋脚断面は、2.4m×1.9mを有する矩形断面であり、主鉄筋としては、常時の偏心曲げにより圧縮側となる面ではD32×23本(1段)、引張側となる面ではD32×55本(2.4段)、側方筋としてはD32×14本(1段)がそれぞれ配筋されている。常時の偏心曲げの作用により断面内の配筋が異なるため、橋脚の荷重～変位の関係は、図-4に示す通り非対称となる。

橋脚の非線形応答に及ぼす偏心曲げの大きさの影響を検討するために、偏心曲げの大きさを解析対象橋脚の1/3(ケース1)、2/3(ケース2)、及び3/3(ケース3:原橋脚)に変化させた3ケースについて解析を行った。なお、本来は偏心曲げの大きさが変化すると配筋も変わることになるが、ここでは骨格曲線として図-4に示したものを共通して用いた。入力地震動としては、道路橋示方書V耐震設計編に示される鉄筋コンクリート橋脚の地震時保有水平耐力の照査レベルの応答スペクトル(Ⅱ種地盤)に適合するように周波数領域で振幅調整した波形を用いた。最大加速度は443cm/s²である。

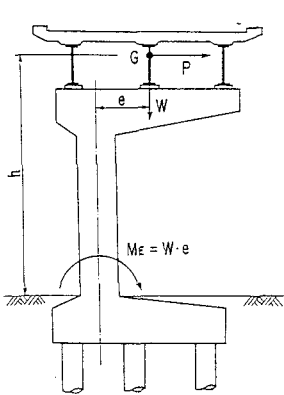
4. 解析結果

図-5は、3ケースについての橋脚天端の水平変位の時刻歴を示したものである。これによれば、偏心曲げが1/3の場合には、橋脚は偏心曲げによる初期変位を原点として振動していることがわかる。なお、橋脚は降伏を越えて非線形域に入っておらず、残留変位は生じない。次に、偏心曲げが2/3になると、橋脚は時刻約13秒において偏心曲げが作用している方向に大きく非線形域に入り、新たに移行した原点を中心として振動していることがわかる。地震後の残留変位量は約3cmである。さらに、偏心曲げが3/3(原橋脚)に大きくなると、振動特性は偏心曲げが2/3の場合とほぼ同様であるが、最終的な残留変位は約7cmに大きくなる。

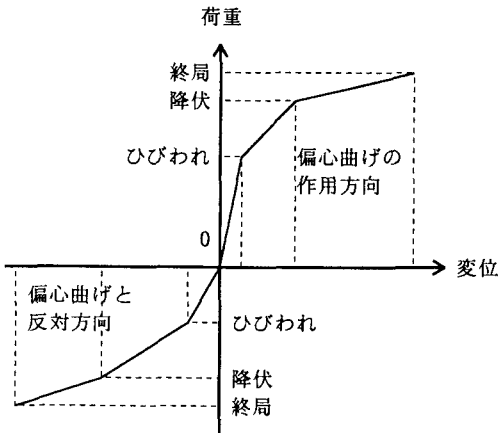
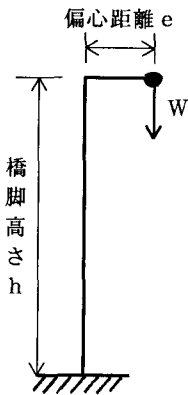
表-1は、上記3ケースの最大応答値をまとめたものである。最大応答変位は、偏心曲げが作用している方向で発生し、その値は偏心曲げが1/3の場合に比較すると、偏心曲げが2/3の場合には1.16に、偏心曲げが3/3の場合には1.57倍に大きくなる。

5. 結論

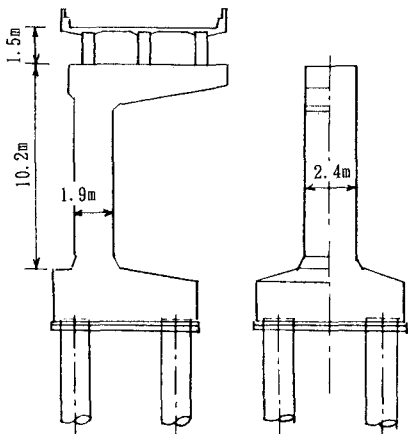
本検討結果をまとめると以下のとおりとなる。偏心曲げが作用している橋脚が非線形域に入ると、偏心曲げの作用する方向にのみ変形が進展し、残留変位が生じる。残留変位の大きさは、偏心曲げの大きさに大きく依存し、偏心曲げが大きくなるほど大きくなる。本解析では、偏心曲げが1/3の場合には残留変位はほとんど生じないが、2/3の場合には3cm、3/3の場合には7cmとなる。



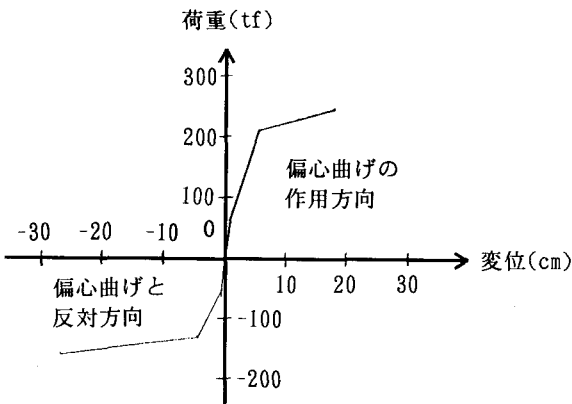
図－1 偏心曲げを受けるRC橋脚のモデル化



図－2 非対称骨格曲線



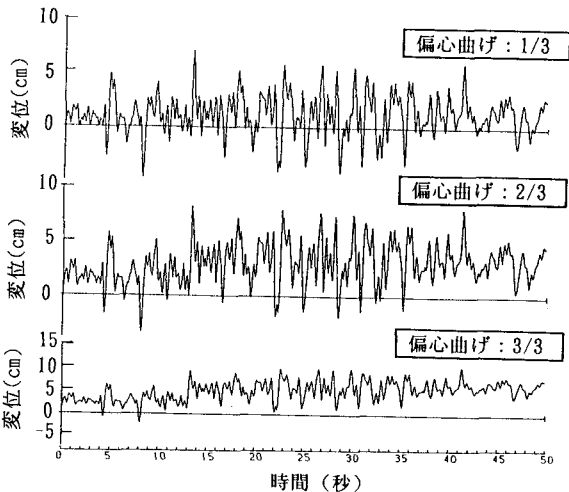
図－3 解析対象橋脚



図－4 解析対象橋の骨格曲線

表－1 解析結果（最大応答値）

解析ケース			加速度 (m/s^2)	変位 (cm)
1	偏 心の 曲大 げき さ	1/3	5.64	7.04
2		2/3	5.04	8.20
3		3/3	4.77	11.07



図－5 時刻歴応答波形