

(I-37) 非線形動的解析によるRC橋脚の応答特性のパラメーター解析による評価及び考察

○古屋 美伸¹・吉田 孝志²・西山 文男³

¹正 会 員 富士技研センター株式会社 (〒150 東京都渋谷区東1-22-11渋谷三信ビル6F)

² 富士技研センター株式会社

³フェロー会員 富士技研センター株式会社

1. まえがき

兵庫県南部地震による被災を教訓として規定された「兵庫県南部地震により被災した道路橋の復旧に係る仕様」を基本に、平成8年11月道路橋示方書耐震設計編（以下、改訂耐震編という）が改訂出版された。改訂耐震編では、動的挙動しかも非線形挙動の正確な把握が強く求められており、更には入力地震波についても従来のプレート境界型のタイプⅠ地震動に、兵庫県南部地震を基本とした内陸直下型のタイプⅡの地震動が追加された。

この2つの地震波のタイプは、性質が大きく異なっており、改訂示方書に示す応答スペクトルに対応する振幅調整地震波を入力した時にどのような応答特性を示すのか、これからの問題となる。特に免震設計の場合は、橋脚の非線形性も踏まえ、性質の異なるタイプⅠ、タイプⅡの地震波の何れに対しても免震効果を得ることが必要となるため、その諸元設定もより複雑となってくる。本報告は、以上を踏まえ標準的なRC橋脚に着目し、入力地震波、支承条件、地盤種別をパラメーターとし、非線形動的解析により非線形挙動の把握及び応答特性の評価・考察を行い、今後の耐震設計の基礎資料とすることを目的としたものである。

2. 解析手法

非線形部材の取り扱いとしてRC橋脚躯体のM-φ曲線は、トリリニア型の剛性低下を考慮した武田モデルを、免震支承は1次剛性と2次剛性を有するバイリニア型履歴モデルを用いた非線形モデルを用いるものとした。

解析法は、パソコン利用により設計者が比較的容易に内容理解とプログラミングが可能のように、(1)式の離散型の運動方程式に、階差法を適用し、常微分方程式をルンゲ・クッタ法により逐次的に解く方法を採用している。尚、減衰は(2)式のRayleigh減衰を用いるものとした。

$$M\ddot{u} + D\dot{u} + Bv = M\ddot{Z} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} D &= C_d \dot{M} + C_d \dot{B} \\ &= P_* \cdot h_* \dot{M} + \frac{h_*}{P_*} \dot{B} \end{aligned} \quad (2)$$

ここに、M：質量行列 D：減衰行列 B：剛性行列
v(t)：変位ベクトル Z：入力加速度

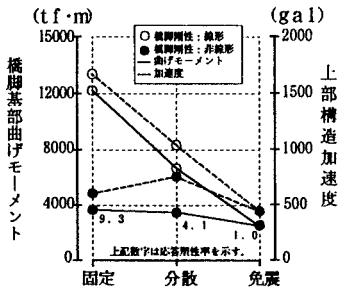


図-3 非線形特性と免震効果

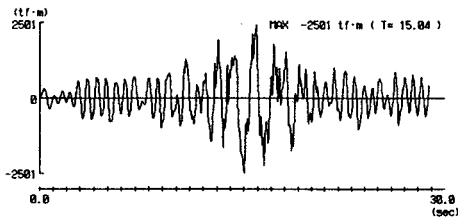


図-4 橋脚基部曲げモーメント時刻歴波形

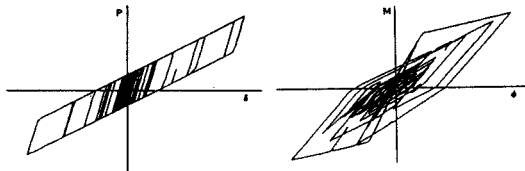
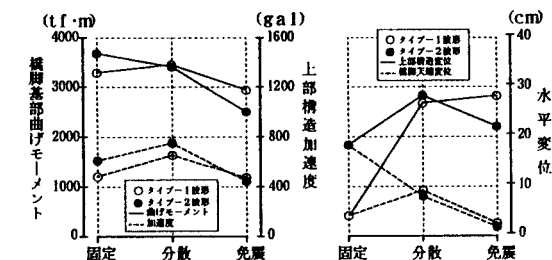


図-5 橋脚基部M-φ及び免震支承の履歴

図-6はI種地盤で地震波、支承条件をパラメーターとして非線形（橋脚と免震支承）解析により地震波及び支承条件の影響をみたものである。

基部モーメントに着目すると、タイプIは分散が固定より大きく、免震で若干低減しているもののその効果はあまり出ていない。分散が大きくなるのは、固定に比べ1次モード減衰が小さいことに起因するものである。タイプIIに対しては、固定に比べ分散で93%に、免震で68%にそれぞれ低減され、免震の効果が非常によく出ている。同じ免震支承を用いながらタイプIとタイプIIで免震効果が大きく異なることが判る。



(a) 橋脚基部曲げモーメント上部工加速度 (b) 上部工水平変位

図-6 入力地震動、支承条件の違いに伴う応答値への影響

次に図-7は、地盤種別と地震波をパラメーターに免震効果をみたもので、橋脚基部曲げモーメントと上部工水平変位を絶対量として示したもので、グラフ内の数値は固定の応答値を1とした場合の免震支承の応答比率を示したものである。地盤種別、地震波別の何れについても応答比率（0.67～0.89）に変動があるものの免震効果が出ていることがわかる。当然ながら長周期化の程度により応答比率は変わってくる。

これより、タイプI、タイプII地震を包括し、地盤種別に関係なく免震効果を得ることが可能と言える。

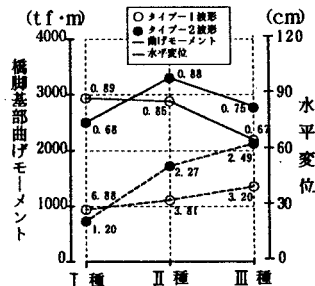


図-7 地震種別及び地震波の違いによる免震効果

5. まとめ

入力地震波、支承条件及び地盤種別をパラメーターに非線形動的解析により