

不等橋脚を有する橋梁の等価線形化法の適用性

九州建設コンサルタント(株) 正会員 ○大塚 哲哉

佐賀大学 正会員 荒牧 軍治

佐賀大学大学院 学生員 今村 敬

1. はじめに

タイプBのゴム支承を用いた地震時水平力分散構造の橋梁では、ゴム支承で上下部工が分離することから、地震時保有水平耐力法の適用には限界がある。そこでゴム支承を考慮した“等価線形化法”として平成11年3月に建設省土木研究所から『ゴム支承を用いた地震時水平力分散構造を有する道路橋の非線形地震答の簡易推定法』が参考資料として発表された。

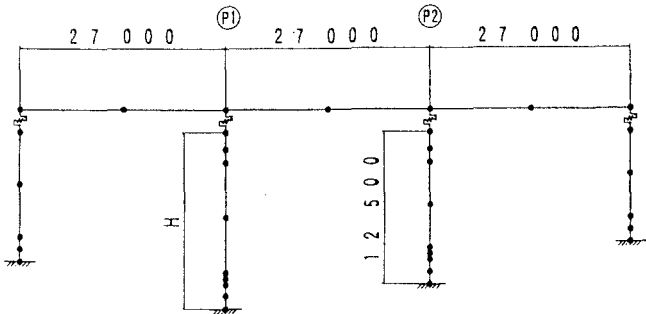
等価線形化法は、橋梁全体系を上部構造および橋脚質量を質点としてもち、支承および基礎―橋脚系のせん断ばねから構成される2自由度の振動系に置き換え、この2自由度の振動系の1次振動モードを考慮することによって、非線形地震応答の簡易推定を行うものである。しかし、等価線形化法が上部工質量を各橋脚に分担させてそれぞれの橋脚ごとに計算を行うため、橋梁全体系での動的解析と相違が生じる。特に不等橋脚を有する橋梁については、その相違が大きくなると思われる。

そこで、本論文においては、橋脚の高さの相違が等価線形化法の解析にどのような影響があるか、橋脚高さ比をパラメーターとして比較を行った。

2. 解析モデルと解析概要

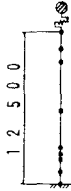
対象橋梁は上部工の支間長27mの3径間連続非合成鉄桁橋とし、下部工は張出式橋脚（直接基礎）とした。橋脚高さは図1に示すようにP1橋脚をH=12.5m、14.5m、16.5mと変化させた3ケースとし、P2橋脚はH=12.5mで一定とした。また、ケース1、ケース2については、図2に示すように上部工質量を各橋脚に分担させた一本柱としてモデル化した。

それぞれの解析モデルについて、非線形動的解析と等価線形化法により橋脚天端の変位および支承の変形を算出した。非線形動的解析に用いた下部工の履歴特性は剛性低下型バイリニアモデルとし、橋脚基部に塑性ヒンジを設けてモデル化した。入力地震波は、Ⅰ種地盤（地域別補正係数C_z=0.7）におけるタイプⅡ地震動の3波を入力地震動とし、減衰の設定は固有値解析結果に基づいたレーリー減衰とした。



ケース	H
1	12.500
2	14.500
3	16.500

図－1. 全体系モデル



図－2. 一本柱モデル

3. 解析結果

表一1、表一2にP1橋脚およびP2橋脚の等価線形化法と非線形動的解析（全体系モデルおよび一本柱モデル）により得られた橋脚天端変位、支承変形の計算結果を示す。非線形動的解析の橋脚天端変位、支承変形の数値は、I種地盤タイプII地震動の3波形の応答値を平均したものである。また、左欄の数値は等価線形化法で得られた数値に対する比率を示している。

表一1. P1橋脚計算結果 (m) 左欄は等価線形化法に対する比を示す

P1橋脚		等価線形化法		動的解析（全体）		動的解析（一本）	
ケース1	天端変位	0.122	1.00	0.131	1.07	0.116	0.95
	支承変形	0.087	1.00	0.117	1.34	0.112	1.29
ケース2	天端変位	0.138	1.00	0.130	0.94	0.099	0.72
	支承変形	0.075	1.00	0.096	1.28	0.095	1.27
ケース3	天端変位	0.163	1.00	0.143	0.88		
	支承変形	0.078	1.00	0.097	1.24		

表一2. P2橋脚計算結果 (m) 左欄は等価線形化法に対する比を示す

P2橋脚		等価線形化法		動的解析（全体）		動的解析（一本）	
ケース1	天端変位	0.122	1.00	0.131	1.07	0.116	0.95
	支承変形	0.087	1.00	0.117	1.34	0.112	1.29
ケース2	天端変位	0.125	1.00	0.131	1.05	0.120	0.96
	支承変形	0.088	1.00	0.120	1.36	0.116	1.32
ケース3	天端変位	0.124	1.00	0.136	1.10		
	支承変形	0.104	1.00	0.143	1.38		

本モデルにおける等価線形化法による値は非線形動的解析（一本柱モデル）による値に対して橋脚天端変位はやや小さく、支承変形はやや大きくなるが、ほぼ同じ傾向を示している。また、等価線形化法による値と非線形動的解析（全体系モデル）による値を比較すると、支承変形に対する変化の傾向はケース1～3においてみられないが、橋脚天端変位に対しては、P1橋脚においては比率が小さくなり、P2橋脚においては比率が大きくなる傾向がみられる。

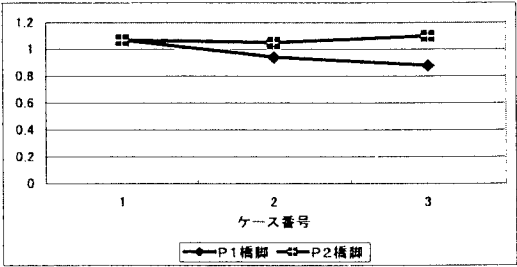
4. まとめ

図一3. にケース1～3に対するP1橋脚、P2橋脚の等価線形化法と非線形動的解析（全体系モデル）の橋脚天端変位応答値の比率を示す。なお、橋脚高比はケース1（1.0：1.0）、ケース2（1.0：1.19）、ケース3（1.0：1.38）である。

図一3より、橋脚高比が1：1.4程度までは等価線形化法の値と非線形動的解析の値は20％程度の差であり、橋脚高比が大きくなるにつれてその差は大きくなる。

本モデルによる傾向としては、橋脚高比が大きくなるに従い橋脚高の高いP1橋脚の比率は小さくなり、橋脚高の低いP2橋脚の比率は大きくなる。

等価線形化法は、下部工剛性と支承ばねによって決定されるため、支承ばねの設計値で違った傾向がみられるが、本モデルにおいては不等橋脚を有する橋梁においては等価線形化法の精度がおちる結果が得られた。



図一3. 橋脚天端の変位応答値の比率

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V耐震設計編、平成8年12月
- 2) 建設省土木研究所：ゴム支承を用いた地震時水平分散構造を有する道路橋の非線形地震応答の簡易推定法、平成11年3月