

I - B337 履歴吸収エネルギー係数を用いた免震橋梁の応答推定法に関する研究

(株) 建設技術研究所 正会員 入江 達雄
九州大学工学部 フェロー 大塚 久哲
九州大学工学部 正会員 松田 泰治
(株) 建設技術研究所 正会員 スマヤアラン

1.はじめに

近年、免震支承を用い橋梁に作用する地震力を分散・低減しようとする橋梁の設計・施工が増加している。免震支承を用いた設計では、弾塑性の応答を簡便かつ正確に推定することが合理的設計を行うために重要である。筆者らは、簡便な応答推定法としてエネルギー入力と免震支承による総吸収エネルギーの釣り合いより最大応答値を推定する方法について研究を行ってきた¹⁾。本論文では、これら研究成果に基づき実橋に対する応答推定を行う。

2.解析方法

2.1 対象橋梁

本研究で対象とした橋梁は、図-1に示す橋長292.0mの4径間連続PC箱桁橋である。橋脚基礎の地盤種別はⅡ種地盤で各橋脚の支承に免震支承が採用されている。本橋梁は、マニュアル(案)²⁾の地震時保有水平耐力法レベルに対して設計されているため本論文においても同レベルの地震動を対象に橋軸方向に関する解析を行う。

2.2 履歴吸収エネルギー係数

本手法は構造物の総吸収エネルギー W_{total} を、最大変位 δ_{max} ($t=t_m$) における、第2剛性 k_2 による弾性歪エネルギー W_e (図-2の斜線部分の面積) と1サイクル間の履歴吸収エネルギー W_{lp} (図-2の閉ループの面積) に係数 α をかけたものの和として定義する。ここで、 α を履歴吸収エネルギー係数と名づけ、その値は地震動・弾塑性構造物の復元力特性により異なる。本研究では、1質点系に対し免震支承の動的特性をパラメータとした非線形解析を行い、 α の読み取り図を作成した。その一部を図-3に示す。

2.3 解析方法

本解析では、橋脚及び基礎のバネと免震支承のバネ

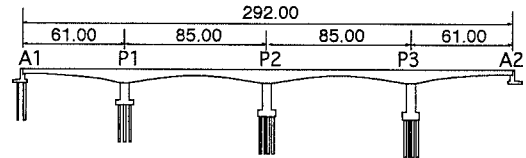


図-1 橋梁一般図

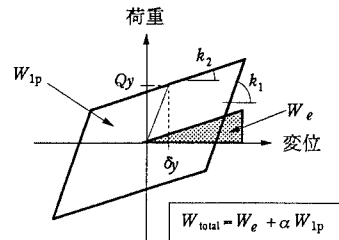
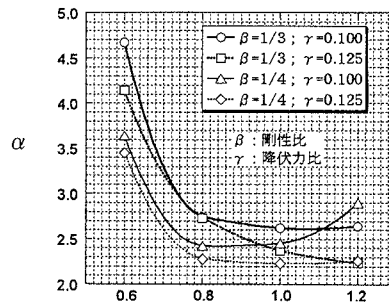


図-2 構造物の総吸収エネルギー



第1剛性固有周期

図-3 履歴吸収エネルギー係数 α の読み取り図

表-1 解析条件

	単位	P1	P2	P3
① 上部工重量	tf	2560	2530	2560
橋脚・基礎剛性	tf/m	25220	21320	19500
免震支承降伏変位	m	0.0181	0.0196	0.0204
② 免震支承降伏力	tf	278	280	281
免震支承第1剛性	tf/m	15377	14312	13784
免震支承第2剛性	tf/m	2634	2618	2608
③ 合成バネ第1剛性	tf/m	9553	8563	8076
④ 合成バネ第2剛性	tf/m	2385	2332	2300
剛性比 ④/③		0.250	0.272	0.285
降伏力比 ②/①		0.108	0.111	0.110
第1剛性固有周期	sec	1.04	1.09	1.13

キーワード：免震橋梁、地震応答解析、エネルギー、履歴吸収エネルギー係数

〒810 福岡市中央区薬院1丁目5-6 TEL 092-714-6226 FAX 092-715-5200

を、直列バネとして合成し、1つのバネとしてモデル化した。その際、免震支承の復元力特性はバイリニア型とした。質量は、各橋脚が支持する上部工質量のみを考慮し1質点系モデルによる解析を行った。表-1に各橋脚の解析条件を示す。履歴吸収エネルギー係数 α は、剛性比、降伏力比、第1固有周期をパラメータとして図より内挿によって求める。

本推定法は、図-4に示すように、設定した α を用いエネルギー入力の総量と構造物の総吸収エネルギーを釣り合わせる手法である。入力地震力によるエネルギースペクトル¹⁾は、簡便のためスペクトル図を作成している。

地震波形は、道路橋示方書 (H8)³⁾の地震時保有水平耐力法に用いるタイプⅠの地震動に相当する波形を用いている。今回の検討における α は、橋脚P1、P2、P3に対しそれぞれ2.41、2.43、2.41である。

3. 解析結果

本推定法による応答結果と1質点系の同じモデルによる非線形時刻歴解析および橋梁全体をフレームモデルとして免震支承を同じバイリニア型でモデル化した全体系モデルによる応答結果を示す。応答値は、桁の最大応答変位と最大応答加速度で図-5に示す。

解析の結果、エネルギーの釣り合いによる推定値は、最大応答変位・最大応答加速度とも1質点系の時刻歴解析結果と比較し安全側の値となっている。全体系の時刻歴解析結果との比較では、推定値は最大応答変位では30%程度・最大応答加速度で40%程度大きな値となっている。これらの原因として、下部工・基礎工の剛性の考慮方法・地震動の特性等が考えられる。

4. おわりに

構造物の復元力特性による履歴吸収エネルギー係数 α を用いたエネルギーの釣り合いによる本応答推定法は、1質点系にモデル化できるような構造が単純な橋梁に対し有効である。

今後、他の地震波形においても検証するとともに橋梁全体を1質点系にモデル化する方法の検討等を行い推定精度を高め、実構造物への適用性の向上を図る予定である。

参考文献

- 1) 入江達雄ほか：エネルギーの釣り合いによる構造物の応答推定法の適用、構造工学論文集、1997年3月
- 2) 建設省：道路橋の免震設計法マニュアル(案)、(財)土木研究センター、1992年12月
- 3) 日本道路協会：道路橋示方書 (V耐震設計編)・同解説、1996年12月

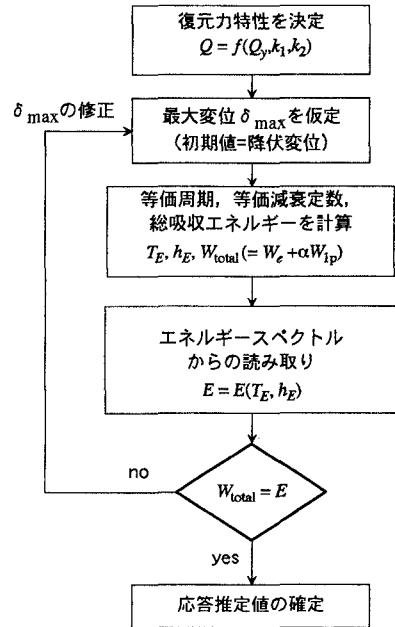


図-4 エネルギー法のフロー

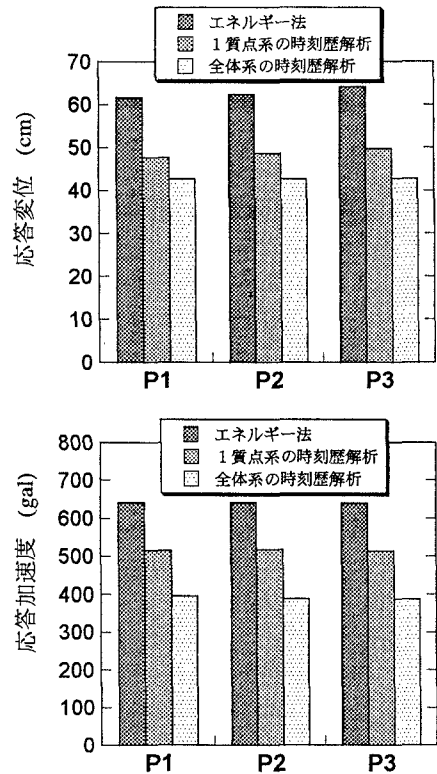


図-5 最大応答結果