

エネルギー伝達境界を考慮した半無限の高架橋構造物の地震応答スペクトル

東北学院大学・工学部・環境建設工学科 学生会員 ○小林亮太

東北学院大学・工学部・環境建設工学科 正会員 李 相勲

1. はじめに

阪神大震災以来、構造物の耐震性がより一層注目されるようになり、地震応答解析による耐震性の検証などが盛んに行われるようになった。当然、新幹線高架橋のような長大構造物の地震応答解析も数多く行われているが、それら長大構造物では解析領域と隣接する構造物との間に相互作用が生じるのは必至でありその影響を設計に考慮すべきと考える。そこで本研究では、半無限連続高架橋をマス-バネ系モデルを用いて単純化し、解析領域の両端に振動エネルギーを吸収できるエネルギー伝達境界を設けた場合と自由境界とした場合のそれぞれについて地震応答変解析を行い、耐震設計のための地震応答変位スペクトルを作成し設計実務に使用できるようにした。

2. エネルギー伝達境界を考慮した地震応答解析

図-1 に示すようなマス-バネ系モデルを用いて半無限構造物を単純化し、解析領域の両端にエネルギー

伝達境界を設けた場合の解析領域における運動方程式¹⁾は、次式で表される。

$$[\bar{K}]_{\Omega}\{U\}_{\Omega} = \{P\}_{\Omega} - [M]\{a_0\}_{\Omega} + ([R]_R - [L]_R)\{U\}_R^L + ([L]_L - [R]_L)\{U\}_L^R \quad (1)$$

ただし、 $[\bar{K}]_{\Omega} = [K]_{\Omega} + i\omega[C]_{\Omega} - \omega^2[M]_{\Omega} + [R]_R + [L]_L$ とする。

3. 地震応答スペクトルの作成

エネルギー伝達境界を考慮した減衰定数および質点数が及ぼす影響について検討するために減衰定数と質点数でそれぞれの地震応答スペクトル(変位)を作成した。図-1 に示す解析モデルを用いて、減衰定数別(h=5, 10%)の地震応答スペクトルを作成する。軸バネ係数 k と質量 m はそれぞれ 10000(kN/m)と 10(t)と固定し、地盤連結バネ係数を $k'=157913$, 6704~15, 79136704(kN/m)の範囲で変化させることで、0~5sec までの固有周期について解析を行った。質点数 51, 101, 151 の 3 つのケースに対して、作成した応答スペクトルを図 2, 3, 4, 5 に示す。

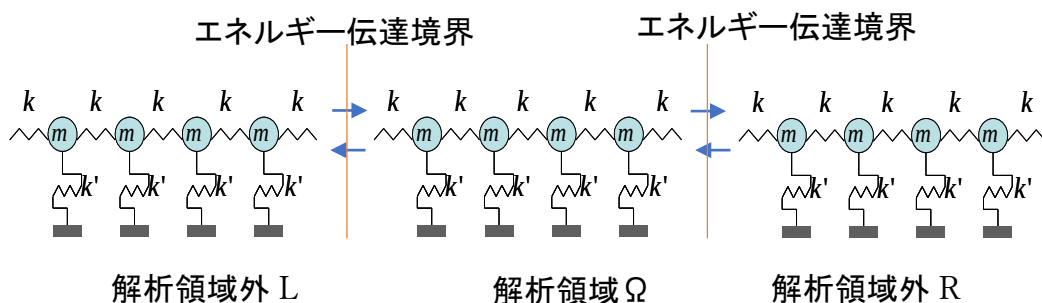


図-1 解析モデル

キーワード エネルギー伝達境界、地震応答スペクトル、マス-バネ系モデル、高架橋構造物

連絡先 〒981-0136 宮城県宮城郡利府町皆の丘 5-24 電話 080-31979391

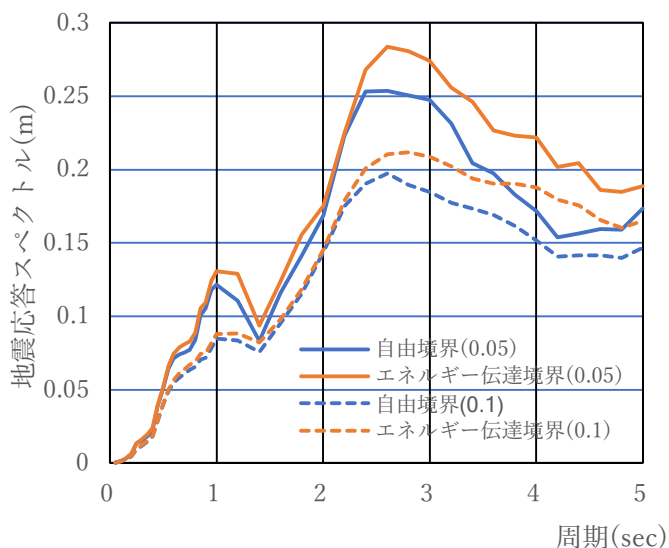


図-2 ルセントロ地震(k/m=1000)

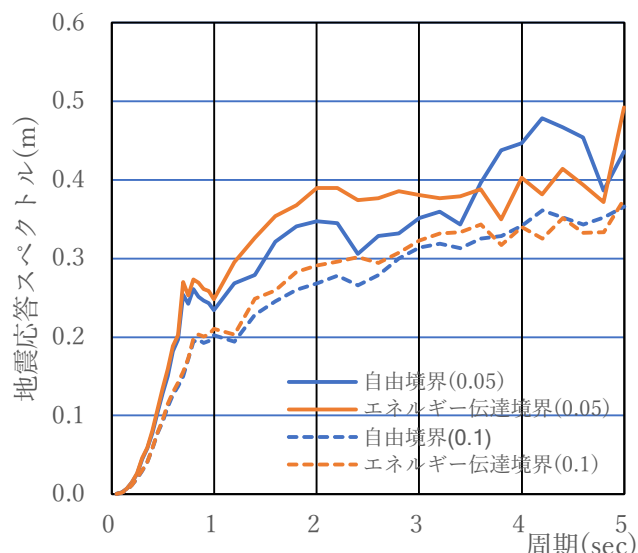


図-3 兵庫県南部地震(k/m=1000)

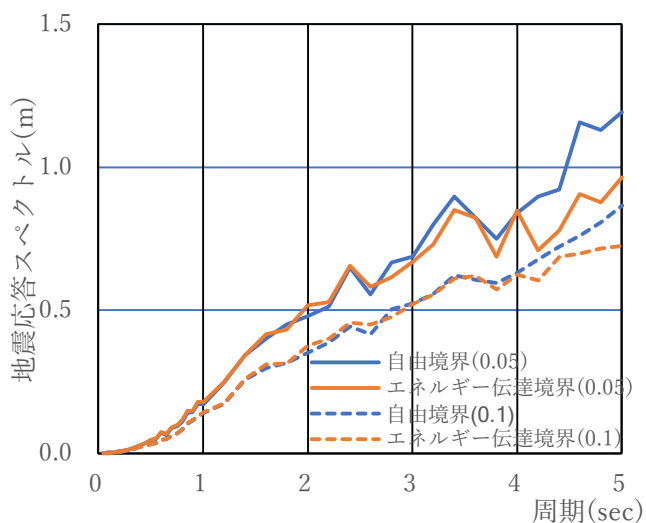


図-4 1978 年宮城県沖地震(k/m=1000)

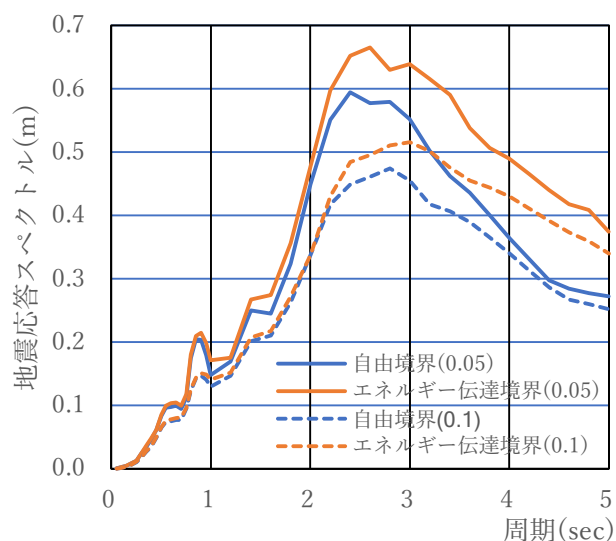


図-5 ノースリッジ地震(k/m=1000)

4. 結論

本研究では、新幹線のような長く連続する高架橋構造物をマス-バネ系モデルに置き換え、解析領域の両端にエネルギー伝達境界を設定し、4つの地震動を用いて数値解析を行い、地震応答スペクトルを作成した。その結果に基づき、質点数別と減衰定数別について比較を行った。エネルギー伝達境界を設けた場合、自由境界とした場合よりも、固有周期によっては最大応答変位が大きくなる場合がある。また、必ずしも質点数が増えるほど、最大応答変位が大きくなる訳ではないこともグラフから読み取れ

る。今後、連続高架橋構造物の設計実務を行う際には、本研究の成果である地震応答スペクトルを活用し構造物間の相互作用の影響を考慮することを望む所存である。

参考文献

- 1) 李相勲, 田邊忠顕: 無限領域の地動を考慮したマス-バネ系モデルのエネルギー伝達境界, コンクリート工学年次論文集, Vol.25, No.2, pp.1453-1458, 2003.7