

# 離散系の半無限境界における波動伝播有無が地震応答に及ぼす影響

東北学院大学工学部 環境建設工学科 学生会員 ○ 川名 龍太郎

東北学院大学工学部 環境建設工学科 正会員 李 相勳

## 1. はじめに

新幹線の高架橋のように非常に長く連続する高架橋構造物に対して地震応答解析をする際には、解析対象を切り取りその両端を自由境界として取り扱うのが一般的である。その背景には、自由境界にする場合の地震応答解析が何らかの境界条件を設けた場合よりも大きくなるという仮定がその前提条件である。本研究では、解析領域から外側へのエネルギー逸散が起こる波動伝播条件下で各振動数成分の調和応答が自由境界のときより大きくなることを見出した上で、その現象が地震応答の場合でも適用するかについて数値実験を用い検討し、その結果を報告する。

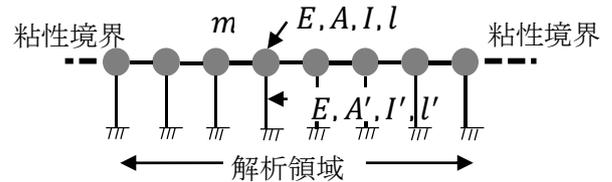


図1 解析モデル

表1 解析モデルの断面特性

	$A, A' (m^2)$	$I, I' (m^4)$	$l, l' (m)$
BEAM	0.962	0.0685	9.0
COLUM	0.962	0.0685	9.0

## 2. 調和地動に対する粘性境界の影響

異なる調和地動に対する粘性境界の影響を検討するために数値実験を行う。解析モデルには図1に示す3自由度を持つ質点系はり要素モデルを用いる。各質点の質量は25.15ton、弾性係数は $2.058 \times 10^7 \text{ kN/m}^2$ で、各部材の断面特性は表1に示す。減衰としてはレーリー減衰を用い、減衰定数 $h$ は2%とした。この解析モデルに対し解析領域の質点の数を150とし、調和地動の角振動数が $\omega=20$ 、 $\omega=30$ 、 $\omega=40$ の場合に対して解析を行った。構造物の両端の水平方向(橋軸方向)の境界条件は自由境界と粘性境界の2種類である。また、この構造物の伝播条件は $27.38 < \omega < 592.15$ であり、この範囲内の角振動数のみが伝播し、それ以外の振動数を持つ波は伝播せず減少していく<sup>1)</sup>。

角振動数ごとの粘性境界の有無に対する節点番号と変位振幅の関係を図2に示す。この結果から角振動数が伝播条件範囲以外の場合 $\omega=20$ の条件では粘性境界を設けた場合の応答振幅が全節点にわたって自由境界

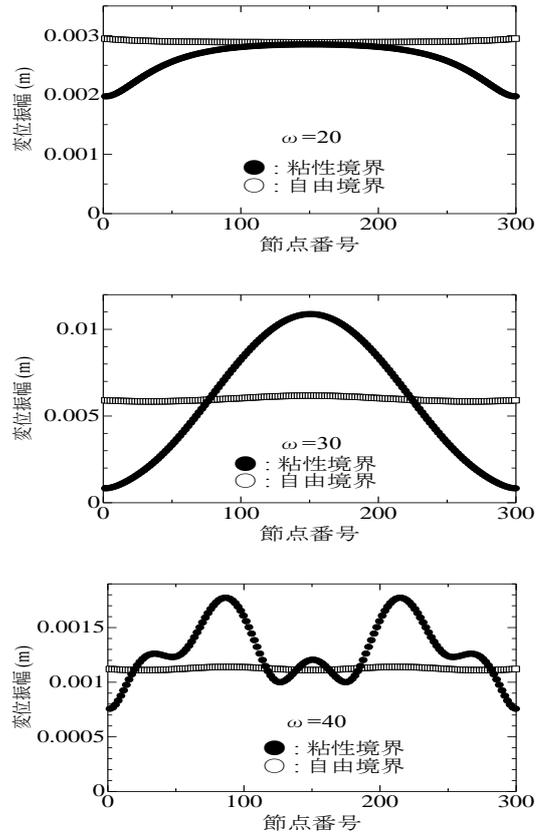


図2 節点番号と応答変位振幅

キーワード：離散系 粘性境界 高架橋構造物

地震応答解析 エネルギー逸散

連絡先 (多賀城市中央 1-13-1 Tel&FAX 022-351-6532)

のときより小さくなっているのに対し、伝播条件範囲内の場合では粘境界を設けた場合の応答振幅が自由境界の場合より大きくなっている部分が存在することが分かる。このことは非常に長く連続する高架橋のような構造物の耐震設計の際に、対象物の一部分を取り出しその両端を自由境界として地震応答解析するのは過小評価の恐れがあることを示している。

### 3. 地震動に対する粘性境界の影響

前節では各振動数の調和地動に対する結果であるため、応答の過小評価の可能性を指摘したものの、実際の地震動についての影響は明らかにされていない。ここでは、種々な地震動に対する粘性境界の影響を検討するための数値実験を行う。解析モデルは前節と同様である。入力地震動として土木学会示方書のレベル 2 地震動内陸型 1 (図 3) とエル・セントロの地震波 (図 4) を使用し解析を行った。各地震動ごとの粘性境界の有無に対する節点番号と変位振幅の関係を図 5 と図 6 に示す。

エル・セントロ地震波では解析領域の全区間にわたって自由境界の応答が大きいのに対し、レベル 2 地震動内陸型 1 では粘性境界での解析領域の中央部の応答が自由境界のそれよりも大きくなっており前節と同様な結果が得られた。

### 4. 結論

以上調和地動に対する粘性境界の影響と地震動に対する粘性境界の影響の解析結果より次の知見を得た。

解析領域から外側へのエネルギー逸散が起こる波動伝播条件下で、各振動数成分の調和応答が自由境界のときより大きくなる。また地震動によっても同様な結果が得られる場合があるので耐震設計では十分注意を払うべきである。

#### 参考文献

1) 李相勲、田邊田顕：連続したマス-バネ系モデルを用いた連続高架橋構造物の伝達境界の定式化,コンクリート工学年次論文集,Vol.24,No.2,pp.1165-1170,2002.6

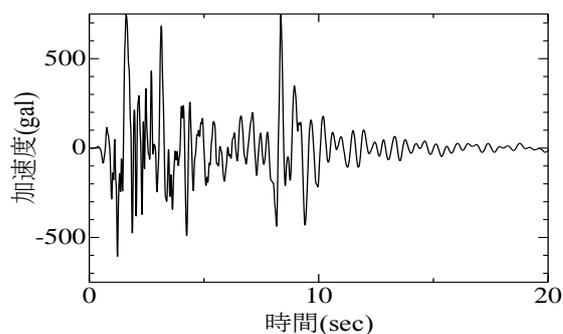


図 3 レベル 2 地震動内陸型 1

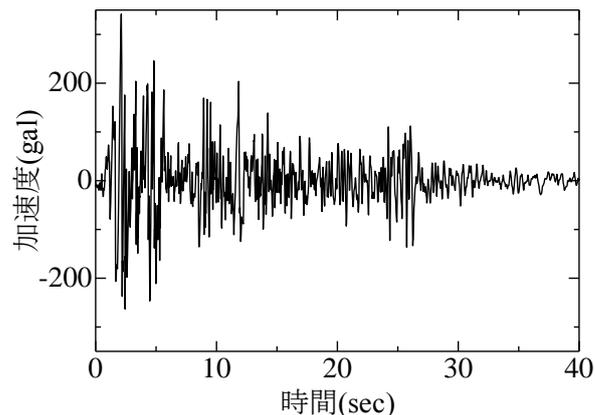


図 4 エル・セントロ地震波

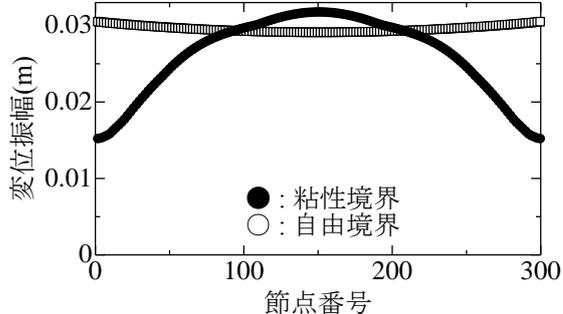


図 5 節点番号と地震応答変位振幅 (レベル 2 地震動内陸型 1)

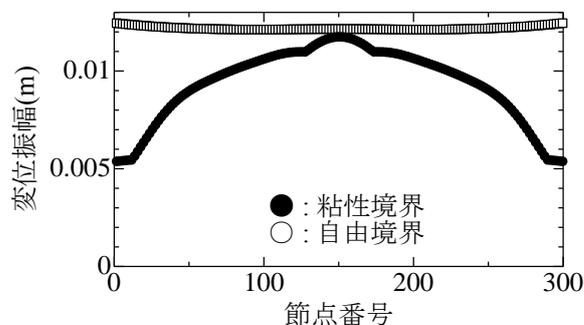


図 6 節点番号と地震応答変位振幅 (エル・セントロ地震)