

立命館大学理工学部 正会員 伊津野 和行

立命館大学理工学部 学生員 ○吉田 貴行

1. はじめに

現在、既存構造物に対する耐震補強の手段として、通常のゴム支承よりも高さが低く、設置面積もかからないすべり支承とゴムパッファを利用した機能分離型支承が提案されており、施工実施されている。耐震補強設計の過程において、構造物の挙動把握のためのモデル化、非線形動的解析は欠かせない作業であるが、より簡単なモデル化、解析で挙動把握できれば、非常に有用である。全部の支承を弾性固定とした場合には、簡単な 2 自由度系モデルでの挙動把握が可能である。しかし、耐震補強にあたって種々の条件により、固定—可動を明確にした弾性固定支承への交換が採用される場合がある。その場合ある程度の力が既存の可動支承側にも分担されることになり、設計振動単位が必ずしも明確ではなくなる。本研究では、機能分離型支承を可動部分に適用した場合における、簡略モデルでの挙動把握の可能性について検証した。

2. モデル化

2 次元非線形動的解析を行うにあたり、構造物のモデル化を行った。モデルは図 1 のように質点系モデルとして考えた。桁は、はりで表現して線形部材とし、橋脚ははり、支承部はバネで表現し、非線形部材として扱った。また、構造物両端は可動支承、P 1 から P 4 の可動部分は機能分離型支承とした。

可動支承は鉛直方向固定、橋軸方向自由とし、橋脚・機能分離型支承は、パイリニアモデルを用いることにより、非線形性を考慮した。

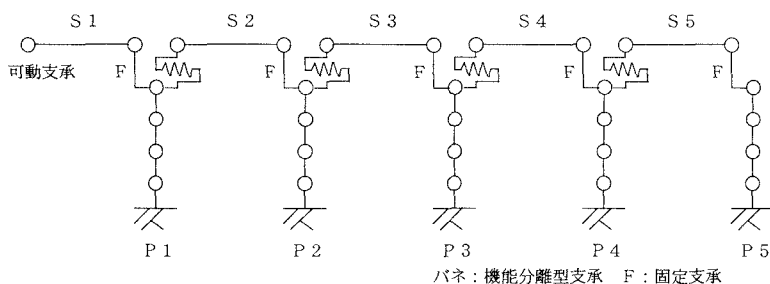


図1 解析モデル図

以上の条件で、表1に示すように、図1をモデル1とし、順に簡略化したモデル5まで作成した。全てのモデルで応答解析を行い、モデル1との挙動応答を比較する。なお、入力地震波は、内陸直下型のレベル2の標準入力波形（Ⅱ種地盤用）を用いた。

表1 各モデル内容

モデル名	橋脚	桁
モデル1	P1～P5	S1～S5
モデル2	P1～P4	S1～S4
モデル3	P1～P3	S1～S3
モデル4	P1～P2	S1～S2
モデル5	P1	S1

3. 応答解析結果

応答解析を行い、各モデルのP1における橋脚変位、橋脚天端加速度、橋脚基部の曲げモーメント、

S1における上部構造変位、上部構造加速度の比較を行った。さらに、全ての橋脚と上部構造の相対変位（支承部のせん断変形量）の比較も行った。表2に各モデルのP1、S1における応答解析の比較、表3に相対変位を表す。また、モデル1の応答について、図3～図6にグラフを示す。図3に

Kazuyuki IZUNO, Takayuki YOSHIDA

変位の時刻歴応答波形、図4には加速度の時刻歴応答波形、図5には橋脚基部の履歴特性、図6には支承部の履歴特性を表す。

表2 応答解析結果（最大値）

	橋脚変位 (m)	橋脚加速 度(gal)	橋脚基部曲 げモーメン ト(MN・m)	上部構造 変位 (m)	上部構造 加速度 (gal)
モデル1	0.238	890	31.2	0.238	890
モデル2	0.238 [0%]	866 [-3%]	31.2 [0%]	0.238 [0%]	866 [-3%]
モデル3	0.237 [-1%]	821 [-8%]	31.2 [0%]	0.237 [-1%]	821 [-8%]
モデル4	0.240 [+1%]	841 [-5%]	31.3 [+1%]	0.240 [+1%]	841 [-5%]
モデル5	0.237 [-1%]	862 [-3%]	31.3 [+1%]	0.237 [-1%]	862 [-3%]

[]はモデル1との変化割合

橋脚変位、上部構造変位については、全て±1%以内に収まっており、微小変化であった。また、図3より橋脚の降伏により残留変形があることがわかる。橋脚加速度、上部構造加速度については、10%以内、曲げモーメントにつ

いては、±1%以内の微小変化であった。また、図5、図6より橋脚も支承も非線形領域入っていることがわかる。

表3 ゴムパuffersのせん断変形量 (m)

	P 1-S 2	P 2-S 3	P 3-S 4	P 4-S 5
モデル1	0.014	0.060	0.045	0.013
モデル2	0.012	0.054	0.017	
モデル3	0.011	0.023		
モデル4	0.002			

相対変位については、橋脚本数の多い方が、変位量が大きくなっている。特に、P2-S3、P3-S4部分について

は、大きく減少している。また、モデル1では、支承部が図6のような非線形性を示しているが、モデル4のP1-S2部分のみ非線形域に入らず、ほとんど変位がなかった。

4. まとめ

以上、機能分離型支承を用いたモデル化において、変位、加速度、曲げモーメントは、簡略化したモデル

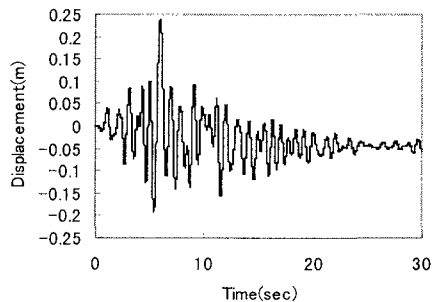


図3 変位の時刻歴応答波形

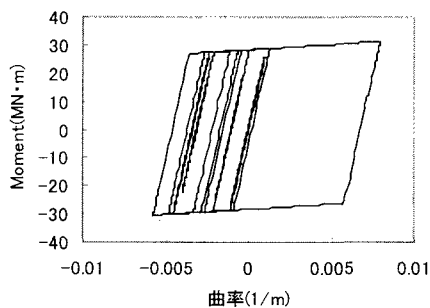


図5 橋脚の履歴曲線

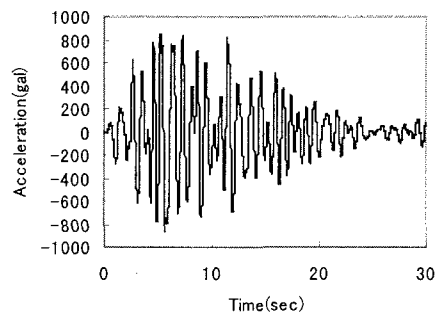


図4 加速度の時刻歴応答波形

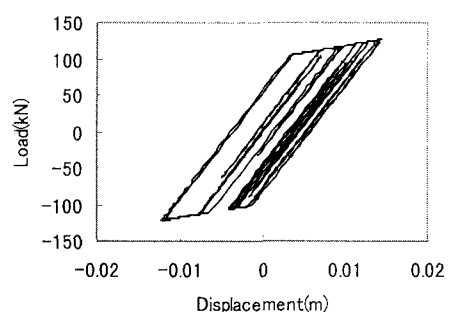


図6 ゴムパuffersの履歴曲線

でも十分な解析結果が得られることより、橋脚設計における非線形応答解析は、簡略化したモデルでの挙動把握が行える。また、支承部のせん断変形量は、モデルが簡略化するに従って、変形量に大きく差が現れ、機能分離型支承における支承部の設計では、簡略化したモデルでの挙動把握は難しく、細かなモデル化が必要である。また、今回の解析では、構造物両端は可動支承としたが、施工範囲が広くなれば、両側からの影響も考慮するため、構造物両端も機能分離型支承として解析を行わなければならない、その場合のモデル化の方法確立が必要である。