

最大応答値を求めるための地震力作用方向の算定（その1）

(株) 復建エンジニアリング ○正会員 窪 政樹 (株) 復建エンジニアリング 正会員 西村 隆義
 (株) 復建エンジニアリング 正会員 井口 光雄
 京浜急行電鉄株式会社 小林 壮至

1. はじめに

一般的に構造物の耐震設計を行う場合、橋軸方向とこれに直交する橋軸直角方向に地震波を入力して耐震計算を行うことが多い。しかし、構造物が斜角を有している場合には卓越震動モードにねじれモードのような3次元的な挙動が存在し、最大応答変位方向と地震力作用方向が一致しないことがある。ここでは、異なる斜角を有する構造物を対象として、地震波の入力方向を変えて時刻歴応答解析を行い、その影響について比較、検討を行った。

2. 解析対象構造物

解析対象モデルを図1に示す。構造物は鉄道高架橋として使用されることを想定している。線路方向・直角方向共に2層2径間を有するラーメンを3本の桁を介して連結した構造物であり、起点側の高架橋をR1、終点側の高架橋をR2とする。地中梁及び杭以外の柱、梁は鋼構造である。耐震標準から判定した対象地域の地盤種別はG4地盤¹⁾である。構造的な特徴として、R1起点側からR2終点側に向かって幅員が狭くなっており、図2の平面図に示すようにそれぞれの高架橋は、幅員変化によりR1が3度、R2が8度と異なる斜角を有している。解析モデルは、骨組みモデルで地盤バネ²⁾を考慮し、鉛直部材にのみ非線形性³⁾及び軸力変動を考慮したモデルとした。時刻歴応答解析の入力地震波形には、G4地盤用スペクトルⅡの地震波を使用した。

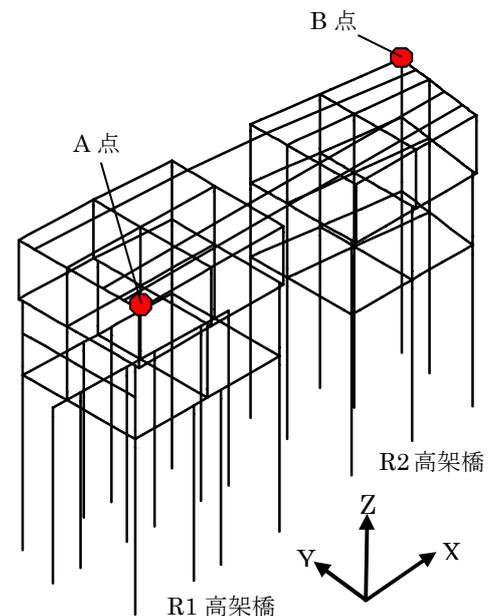


図1 解析対象モデル

3. 地震波入力方向による応答変位の算出

図2に示す平面図のようにX-Y平面上で地震力作用方向を10度ずつ変えて時刻歴応答解析を行った。そのときのR1高架橋起点側天端に設けたA点及びR2高架橋終点側天端に設けたB点について、X方向最大変位とY方向最大変位をまとめたのが図3、4である。0度は橋軸方向に、90度は橋軸直角方向に地震波を入力した結果を示している。

X方向変位とY方向変位により算出した応答変位に注目すると、R1高架橋ではX軸から10度、R2高架橋ではX軸から80度の方向に地震波を入力したケースでそれぞれの最大応答変位を算出した。これは、それぞれの高架橋が斜角を有していることから、振動特性にねじり特性が生じ、3次元的な挙動を示したためと考えられる。

R1高架橋についての結果に注目すると、橋軸直角方向に地震波を入力したケース（90度）でX方向変位がY方向変位に対して10%程度生じており、橋軸方向に入力するよりもY軸寄りに入力作用方向を変えたケースで最大応答変位を算出したと考えられる。R2高架橋においては橋軸方向に地震波を入力したケース（0度）でY方向変位が生じており、R1高架橋とは対照的な応答挙動を示していることが分かる。

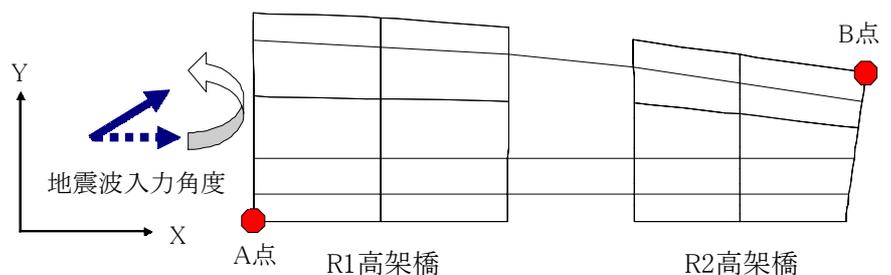


図2 平面図

キーワード：耐震設計，最大応答変位，非線形時刻歴応答解析，入力地震力，鋼構造

連絡先：東京都中央区銀座1-1-2 (株)復建エンジニアリング第2技術部 Tel.03-3563-3116 Fax.03-3563-3127

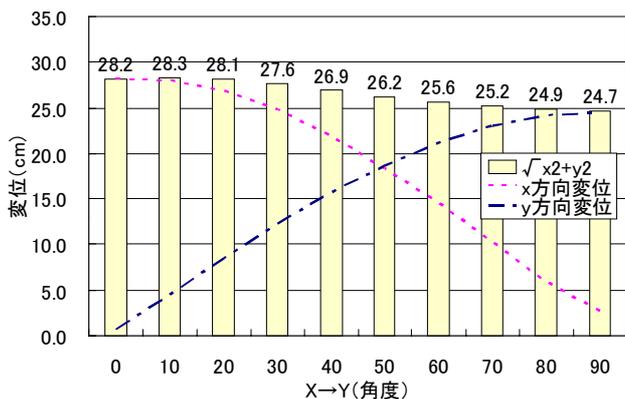


図3 A点最大応答変位

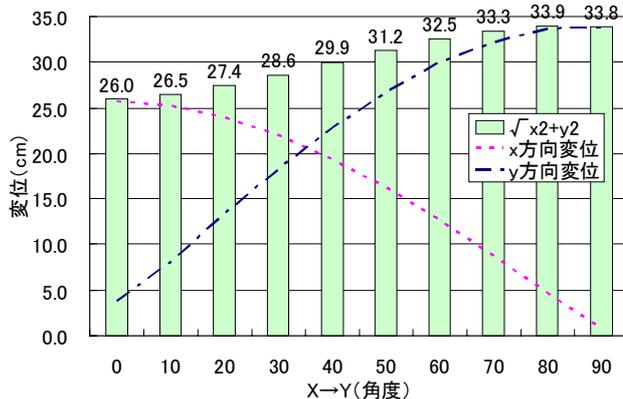


図4 B点最大応答変位

4. 地震力作用方向による変位履歴

図5～図8はA点及びB点の変位履歴をプロットしたものである。図中の直線は地震力作用方向を示している。図5, 6に示す45度に地震力を作用させたケースについて注目する。R1 高架橋のA点では、45度直線上よりもX軸寄りの方向において最大応答変位が表れていることが分かる。R2 高架橋のB点はA点とは対照的に45度直線上よりY軸寄りにおいて最大応答変位が生じている。また、変位履歴が比較的広範囲にわたってプロットされていることから、X方向及びY方向にエネルギーの分散が生じたため応答変位が小さくなったと考えられる。

図3, 4の結果により最大応答変位を得られたそれぞれの角度, R1 高架橋では10度, R2 高架橋では80度の変位履歴をプロットしたものが図7, 8である。この結果では、変位履歴が示す最大応答変位は地震力作用方向上に表れている。また、45度に地震力を入力したケースに比べて変位履歴が地震力作用方向上にまとまっており、エネルギーの分散が抑制されたことにより応答変位が大きくなったといえる。

5. まとめ

斜角を有する構造物に対して地震力作用方向を変えた時刻歴応答解析を行い、以下のような結果を得た。

- (1) 斜角を有する構造物においては地震力作用方向により応答変位が異なることが分かった。
- (2) エネルギーの分散を抑制する方向に地震力を入力すると最大応答変位が得られた。
- (3) 最大応答値を示す地震波入力方向は構造物の特性により変化するため、今後解析対象を増やし、検討を重ねたい。

参考文献

- 1) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計編：1999. 10
- 2) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 基礎構造物・杭土圧構造物編：2000. 7
- 3) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼・合成構造物編：2000. 7

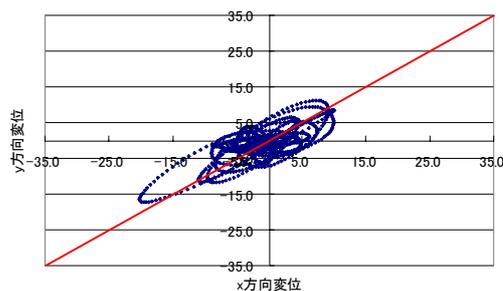


図5 A点変位履歴 (45度)

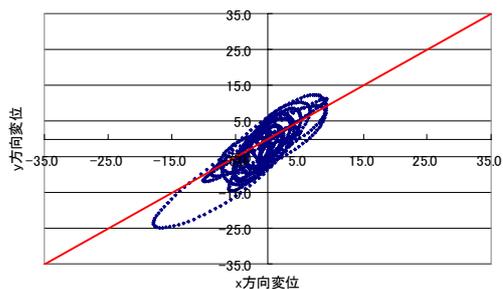


図6 B点変位履歴 (45度)

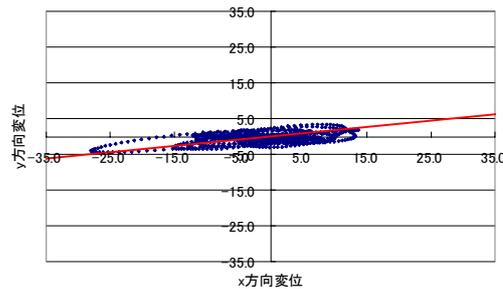


図7 A点変位履歴 (10度)

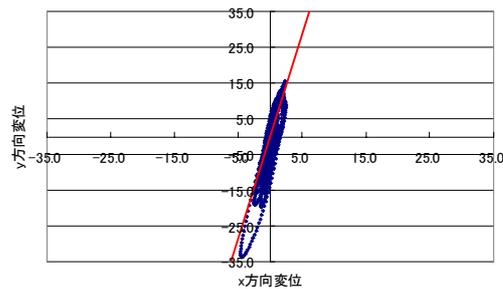


図8 B点変位履歴 (80度)