

周辺地盤 - 構造物 2次元地震応答解析による第二東名矢作川橋の耐震検討

鹿島建設株式会社 技術研究所	正会員	河野 哲也
鹿島建設株式会社 技術研究所	正会員	山野辺慎一
日本道路公団 中部支社 豊田工事（事）	正会員	宮本 健次
(株)日本構造橋梁研究所	正会員	喜多野由之

1. はじめに

矢作川橋¹⁾は、橋長 820m、最大支間長 235m の 4 径間連続 PC・鋼複合斜張橋である。また、全橋脚で LRB 支承を採用している。本橋の耐震設計では、地盤の不整形の影響や大規模構造であることによる地盤 - 構造物の動的相互作用の影響が無視できない可能性があることから、地盤 - 基礎 - 構造物の動的相互作用を考慮した検討が必要であると考えられた。図-1 に断層を考慮した耐震検討の全体フローを示す。本稿では、

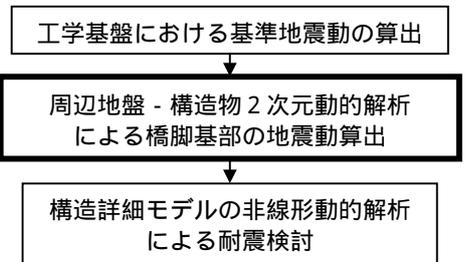


図-1 耐震検討の全体フロー

周辺地盤の不整形性および動的相互作用を考慮した上部構造の耐震検討を行うために、周辺地盤の非線形性を考慮した地盤 - 構造物 2次元地震応答解析による各橋脚基部の設計用入力地震動を算出した結果について報告する。本検討では、波形合成法により算出された架橋地点工学基盤面の地震動²⁾を基準地震動とした。

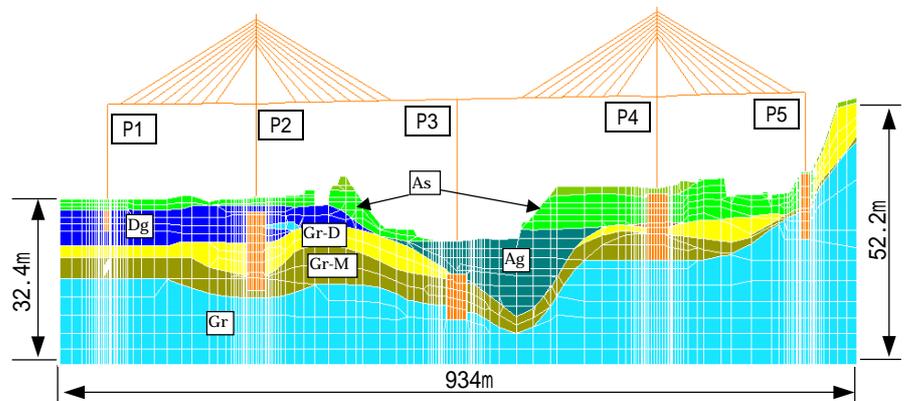


図-2 橋軸方向 2次元全体系解析モデル
(地盤・橋脚の鉛直方向尺度を上部構造の 5 倍)

2. 解析条件

2次元地震応答解析では、地盤および支承の非線形性を考慮して、FLUSH による等価線形解析を行った。橋軸方向については水平・鉛直の 2 ケース、橋軸直角方向については各橋脚位置での水平方向について解析した。橋軸方向および橋軸直角方向の解析モデルを図-2、図-3 に示す。上部構造および橋脚を線形ビーム要素、基礎をソリッド要素、支承を等価線形バネ要素とした。境界条件は、側方境界にエネルギー伝達境界、底面に粘性境界を設置した。橋軸方向モデルの奥行き方向有効幅は P2 橋脚基礎幅の 44m とした。地盤はソリッド要素として、地盤条件は現地ボーリング調査結果を用いて設定した(表-1)。地盤の剛性および減衰定数のひずみ依存特性 (G/G0 ~ 曲線, h ~ 曲線) は、既往の研究³⁾に基づいて算出した。レベル 2 地震動として屏風山 - 猿投山北断層帯による架橋地点の基盤相当地盤 (Vs=2100m/sec) における水平・鉛直 2 方向の地震動を基準地震動とした(図-4)。

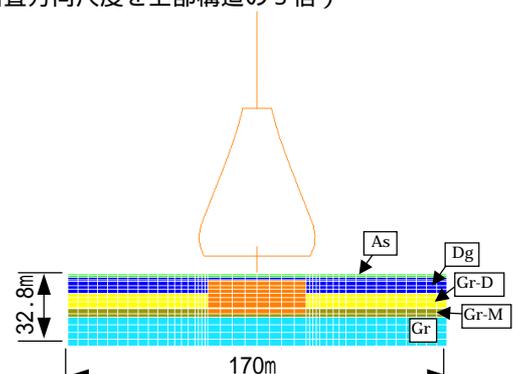


図-3 橋軸直角方向 2次元全体系解析モデル P2

表-1 解析の地盤条件

地質区分	単位体積質量 (t/m ³)	Vs (m/sec)	ポアソン比
As	1.70-1.73	101-172	0.49
Ag	1.80-1.90	200-230	0.49
Dg	1.83-2.04	251-280	0.49
Gr-D	1.83-1.94	280-295	0.49
Gr-M	1.83-2.45	620	0.46
Gr	2.55-2.60	2100	0.36

注：数値は各橋脚位置での範囲を示す。

キーワード：矢作川橋，耐震設計，レベル 2 地震動，地盤非線形

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1

TEL0424-89-7076

FAX0424-89-7078

3. 検討結果

橋軸方向モデルを用いて基準水平動を入力した解析から得られた P2 橋脚基礎天端の応答波形を図-5 に示す。基礎天端の加速度波形は、入力波形と比較して、長周期化は見られないことから、地盤の塑性化の影響は小さいと言える。詳細モデルの入力地震動となる絶対変位は、絶対加速度の2回積分により算出した。

主要点の加速度および変位の最大値を表-3、表-4 に示す。本橋はレベル2地震時に支承の変位を2方向に許容していることから、けたの最大加速度が橋脚天端と比較して、橋軸方向では約 1/5、橋軸直角方向では約 1/8 と小さくなっている。

基礎天端の最大加速度は、基準地震動（最大：水平 441Gal、鉛直 295Gal）と比較して、橋軸方向、橋軸直角方向および鉛直方向は、それぞれ 398Gal、422Gal および 284Gal であり、ほぼ同程度の値であった。また、図を省略するが各橋脚間の位相差も比較的小さかった。これは、本橋の基礎底面が $V_s=2100\text{m/sec}$ の層又はそれに近接した層を支持地盤としていることから、Gr-D 層以上の表層地盤の増幅や塑性化の影響が小さいためと考えられる。

図-6 に応答解析より得られた地盤および LRB 支承の収束剛性を用いたときの主な振動モードを示す。橋軸、橋軸直角のいずれについても、基礎のロッキングを伴う振動モードは、耐震設計上影響が大きいけたのスウェイモードと周期が離れていることから（橋軸：2.00sec と 0.59sec、直角 1.96sec と 0.89sec）、共振の可能性が少ないことを確認した。

4. あとがき

本稿では、断層を考慮した地震動を用いて周辺地盤の非線形性を考慮した2次元応答解析による耐震検討について示した。本検討から得られる各基礎天端の応答波形は、多点入力や水平動と鉛直動の同時入力に対する評価として、橋脚基部より上部の構造の耐震設計に用いた。

本検討は、「第二東名高速道路・矢作川橋の設計施工に関する技術検討委員会」（委員長：池田尚治横浜国大名誉教授）の指導の下、実施されたものである。

参考文献

- 1) 上東他：第二東名高速道路・矢作川橋（PC・鋼複合上部工）の構造概要，第59回年次学術講演会，2004年
- 2) 大保他：第二東名矢作川橋における設計用入力地震動の策定，第59回年次学術講演会，2004年
- 3) 建設省土木研究所：地盤の地震時応答特性の数値解析法，土研資料第1778号，昭和57年2月

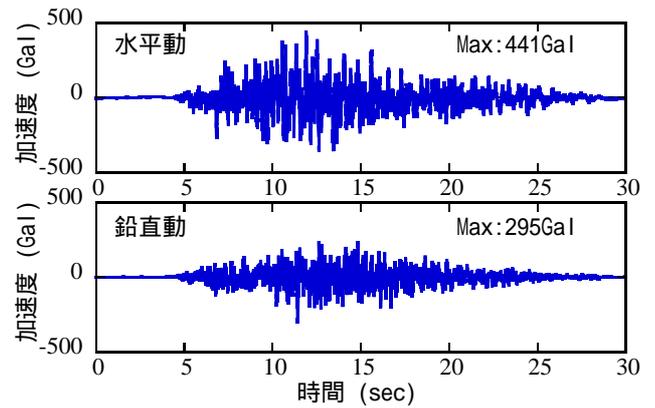


図-4 屏風山 - 猿投山北断層帯による架橋地点の基盤相当地盤の基準地震動

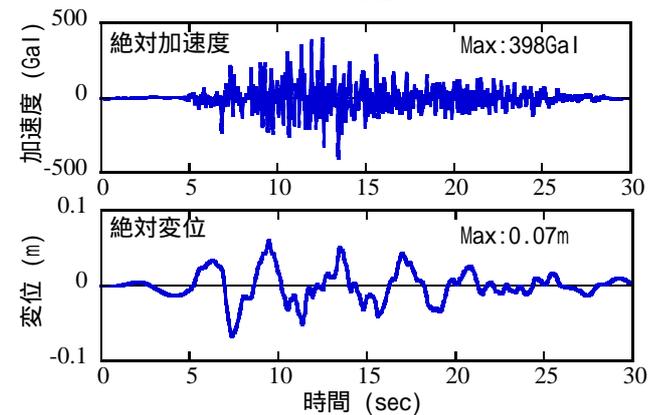


図-5 P2 橋脚基礎天端の水平方向応答波形（橋軸方向モデル，水平動入力）

表-3 水平動入力最大応答値

	橋軸水平	直角水平
P2 けた水平加速度 (Gal)	110	48
P2 橋脚天端水平加速度 (Gal)	502	378
P2 基礎天端水平加速度 (Gal)	398	422
P2 基礎天端水平絶対変位 (m)	0.07	0.07

表-4 鉛直動入力最大応答値 (LG-V)

P2 基礎天端鉛直加速度 (Gal)	284
P2 基礎天端鉛直絶対変位 (m)	0.05

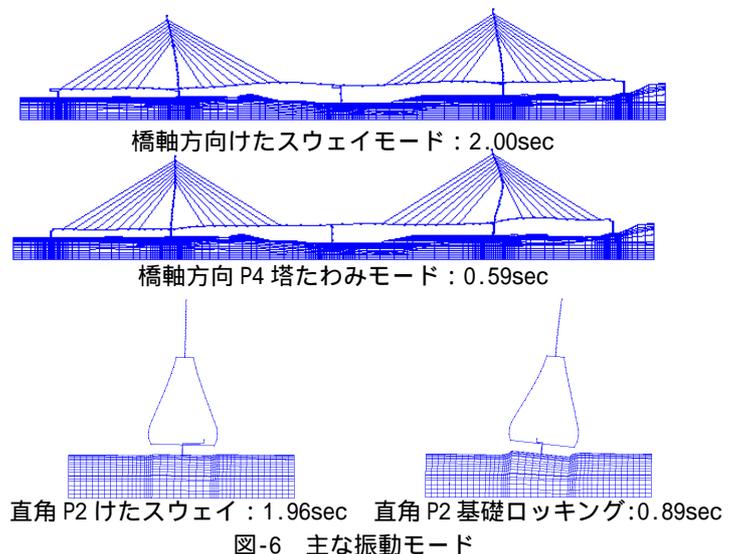


図-6 主な振動モード