

R C ラーメン高架橋の 2・3 次元比較による非線形地震応答

担当教員 皆川 勝

学生氏名 波多野 公士

1、はじめに

兵庫県南部地震は多くの犠牲者を出すとともに、道路、鉄道、港湾などの土木構造物に大きな被害をもたらした。鉄道に関しては震度 7 の地域を中心に、山陽新幹線、J R 在来線等の橋梁、盛土に大きな被害を受けた。今後の耐震設計において、このことを十分に考慮した上で設計していかなければならない。

本研究では、山陽新幹線の標準的な構造物である 2 層 3 径間の R C ラーメン高架橋を対象として、J R 鷹取駅の地盤構造をモデル化し、上部工、基礎杭、つなぎ梁など他の部材の応答に及ぼす影響を 3 次元非線形解析により検討し 2 次元解析と比較した。通常、構造物の地震応答解析を実施する場合、簡便さから杭と地盤反力をあらかず節点バネを用いて地盤をモデル化することが多い。本研究では、地盤及び基礎の影響をなるべく正確に評価するために杭は骨組でモデル化し、3 次元解析では、地盤は空間的な変化を考慮して、深さ方向に分布する非線形方向バネ（マルチスプリング要素）でモデル化し、2 次元では、節点バネでモデル化した。なお、この解析では、J R 鷹取駅で観測された N S 成分と E W 成分と U D 成分の強震記録を橋軸方向と上下方向と橋軸水平方向に同時に入力して構造物の応答を求めている。

2、解析対象

解析対象は図 1 に示したような山陽新幹線の標準的な 2 層 3 径間のラーメン高架橋である。構造的には、3 径間連続構造で中層梁を設けた。基礎としては各橋脚に 1 本ずつ場所打ちコンクリート杭が配置されている。柱部分を非線形はり要素とし軸力の影響を無視した非線形曲げモーメントー曲率関係を、鉄筋及びコンクリートの応力 ひずみ関係から求め、これを曲げ降伏型の武田モデルに当てはめている。基礎杭と梁の部分は線形モデルとした。地盤については、図 2 に示す地盤の N 値をバネ定数に換算して、各杭に 1 m おきに配置しバネでモデル化した。

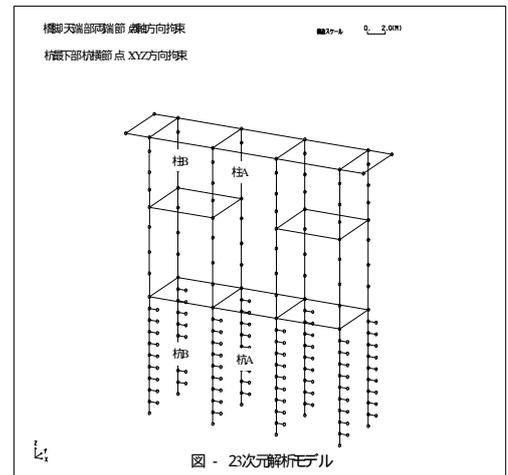


図 - 1

バネ定数の算定 N 値とばね定数

| | | |
|---|---------|----------------------------------|
| 1 | N = 9 | K = 1 . 1 3 4 × 1 0 ⁴ |
| 2 | N = 5 | K = 6 . 3 2 9 × 1 0 ³ |
| 3 | N = 1 8 | K = 2 . 2 6 8 × 1 0 ⁴ |
| 4 | N = 7 | K = 8 . 8 2 0 × 1 0 ³ |
| 5 | N = 8 | K = 1 . 0 0 8 × 1 0 ⁴ |
| 6 | N = 7 | K = 8 . 8 2 0 × 1 0 ³ |
| 7 | N = 2 2 | K = 2 . 7 7 2 × 1 0 ⁴ |
| 8 | N = 1 2 | K = 1 . 5 1 2 × 1 0 ⁴ |
| 9 | N = 2 8 | K = 3 . 5 2 8 × 1 0 ⁴ |

3、時刻歴応答解析

構造入力により設計された構造物を対象として、J R 鷹取駅で観測された N - S (North - South) ・ E - W (East - West) ・ U - D (Up - Down) 成分の波形を使用し、X 方向に N - S 成分、Y 方

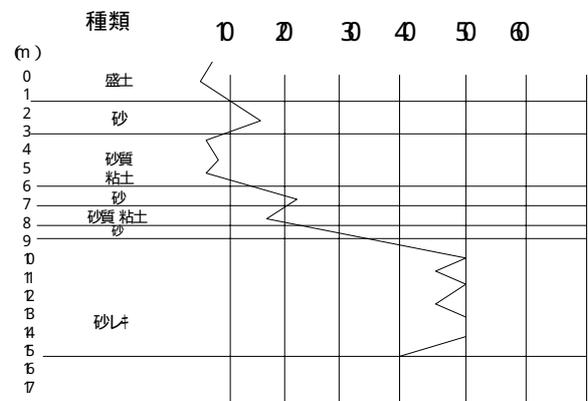
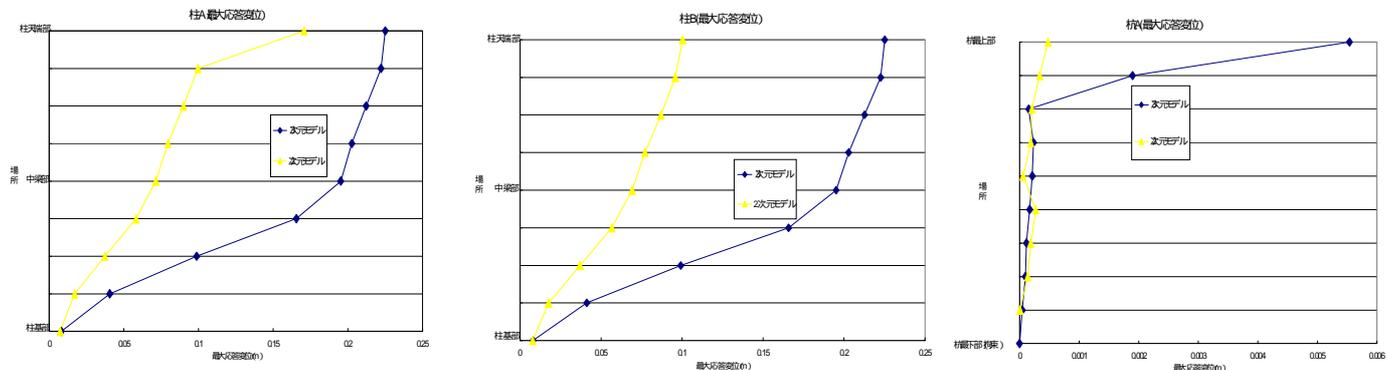


図 2

向に E - W 成分、Z 方向に U - D 成分を同時に作用させ構造物の応答を求める。この時積分法の指定として応答解析を行うステップ数を 5 0 0 0 とした。(各荷重ステップで発生する不釣り合いの処理方法は剛性行列を組み替えて、反復補正を行わないことにする。それでも残る不釣り合いの力の処理は次のステップに持ち越すことにする。)

4、解析結果

2次元と3次元で得られた解析結果をもとにしてグラフを作成し、最大応答変位(柱A、柱B、杭A、杭Bの各要素)と最大曲げモーメント(柱A、柱B)を求め比較した結果を下図に示した。

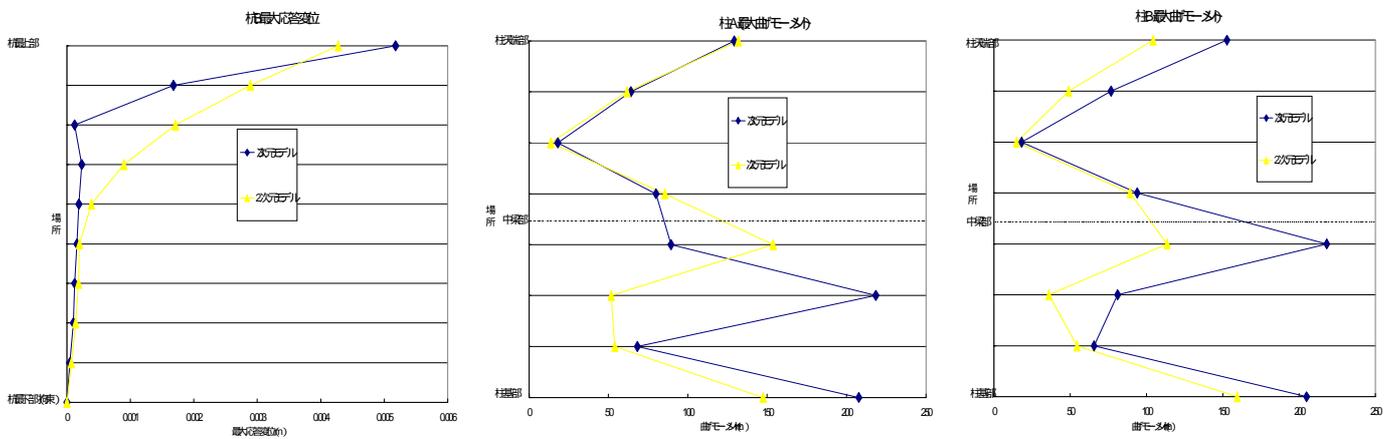


最大応答変位(柱A)

最大応答変位(柱B)

最大応答変位(杭A)

- (1) 柱の最大応答変位では、2次元:3次元とも柱天端部に近づくにつれて変位は大きくなっている。3次元のほうが2次元より変位が大きい。
- (2) 杭の最大応答変位は、杭最上部に行くにつれて変位は大きくなっており、2次元の杭Aの変位では徐々に大きくなっているのに対して3次元の杭Bでは3mあたりから急激に大きくなっている。



最大応答変位(杭B)

最大曲げモーメント(柱A)

最大曲げモーメント(柱B)

- (3) 最大曲げモーメントは、中梁部、柱基部、天端部で大きくなっている。

6、結論

本研究から2次元モデルと3次元モデルによる結果が違って来た。これにより入力地震動の特性より動的解析の結果が顕著に異なることが示された。したがって、耐震設計において通常行われている地震応答解析を行う場合にも、解析対象構造物と入力地震動の方向性も考慮し解析することが必要である。

参考文献 : 1) 岡原他 : 杭・ケーソンおよび鋼管矢板基礎の設計計算例 . 山海堂 . 平成7年2月 .

2) 日本道路協会編 : 兵庫県南部地震により被災した道路橋の復旧に係る仕様の準用に関する参考資料 . 平成7年6月 .

3) 鉄道総研 : 兵庫県南部地震鉄道被害報告書 . 平成8年4月 . 4) 日本道路協会 : 道路橋示方書・同解説Ⅴ耐震設計編平成2年2月 .