

I-B138 不整形地盤におけるコンクリートラーメン橋の非線形動的解析

大日本コンサルタント 正会員 松尾 聡一郎
 同上 正会員 吉澤 努
 同上 正会員 川神 雅秀

1. はじめに

山岳部の橋梁のように地盤の不整形性が大きい場合、各橋脚に同一の地震波形を入力した動的解析では、地震時の挙動を十分に把握できないことが考えられる。そこで、本研究では渓谷を跨ぐ5径間連続コンクリートラーメン橋を対象に、多点入力による時刻歴応答解析を行い、地盤の不整形性が橋の地震応答に及ぼす影響を検討した。地盤の不整形性は、渓谷による高低差の他に、断層による破碎帯の影響も考慮した。入力地震動は、地盤-構造物系を対象とした2次元FEM解析で求めた各橋脚基部の応答波を使用した。入力地震動のレベルは、地震時保有水平耐力法で用いるタイプⅡ地震動相当の規模とした。

2. 解析モデル

解析対象橋梁は、図-1に示す5径間連続コンクリートラーメン橋である。加振方向は橋軸方向とし、解析モデルは2次元弾塑性骨組モデルとした。橋脚は弾塑性骨組要素とし、復元力特性は、ひび割れ時、初降伏時に各々剛性が変化するトリリニアモデルとした。

多点入力で用いる不整形地盤の各橋脚位置での応答波形は、図-2に示す地盤-構造物系をモデル化した、2次元FEM解析により算出した。解析プログラムはFLUSHを用い、モデルの底面を粘性境界、側面にエネルギー伝達境界を設けた。地盤条件は岩盤であるが、モデルの中央には断層による破碎帯を表す砂礫層をくさび状に配した。構造物は、橋脚に降伏剛性を設定した等価線形モデルとした。FEM解析に用いる入力地震動は、文献¹⁾に示される標準地震波形から、Ⅰ種地盤のタイプⅡ地震波（Ⅱ-Ⅰ-1）を用いた。なお、この波は地表面波であることから、P3橋脚位置の地盤条件を用い、SHAKEによる引き戻し計算を行って基盤位置の入射波を作成した。時刻歴応答解析は以下の3ケースで比較を行った。

ケース1：標準波を単一入力

ケース2：FULSHで求めた各橋脚基部の応答波のうち、最も振幅の大きい波を単一入力

ケース3：FULSHで求めた各橋脚基部の応答波を多点入力

ここで、地表面波を入力するケース1では、橋脚基部に基礎バネ(S-Rモデル)を考慮し、ケース2及びケース3では、入力波に地盤-構造物系の動的相互作用が考慮されていることから、橋脚基部を固定とした。

3. 解析結果

各橋脚基部で得られた加速度波形を図-3に示す。端部の橋脚(P1, P4)と中間の橋脚(P2, P3)とで波形に違いがみられ、端部の橋脚では中間の橋脚に比較して短周期成分が少ない。これは、この位置の地表面が傾斜しており、地表面に対する入射方向と反射方向が一致しないことが影響していると考えられる。

P2橋脚における上部構造位置の応答加速度波形および応答変位波形を、解析ケースごとに比較して図-4及

キーワード：多点入力、不整形地盤、動的解析、ラーメン橋

連絡先：〒550-0014 大阪市西区北堀江一丁目22番19号 Tel:06-541-5601 FAX:06-541-5659

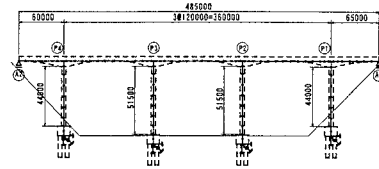


図-1 解析対象橋梁

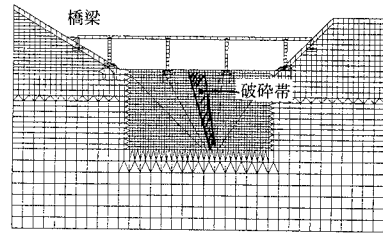


図-2 FEM解析モデル

び図-5に示す。応答変位は、橋脚位置の上部構造と橋脚基部との相対変位である。応答加速度の比較では、ケース1よりケース2が小さい。これは、地盤-構造物系の動的相互作用の効果によると考えられる。ケース3では、応答加速度の最大値がケース1およびケース2より大きくなった。これは、ケース3の多点入力による不等変位により、主げたの伸縮の振動が増幅されたことによると考えられる。応答変位は、加速度と同様にケース1に比較してケース2の方が小さい。ケース2とケース3では、差異はわずかであった。

P2橋脚基部の曲げモーメント-曲率（M- ϕ ）履歴を図-6に示す。ケース1に比較して、ケース2およびケース3では、塑性応答の低減が見られた。ケース3の解析結果は、ケース2とほぼ同等かそれを下回ったが、各橋脚の塑性応答の差異は顕著となった。これは、多点入力による不等変位の影響によるものと考えられる。

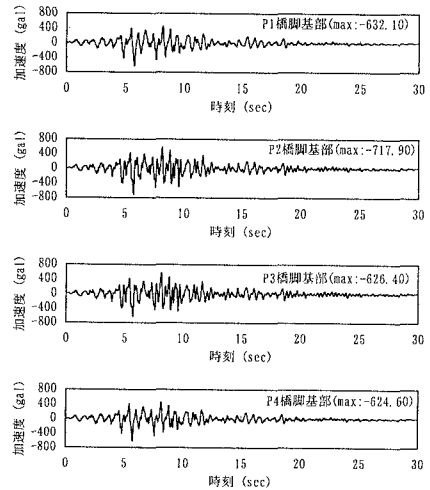


図-3 各橋脚基部の加速度波形

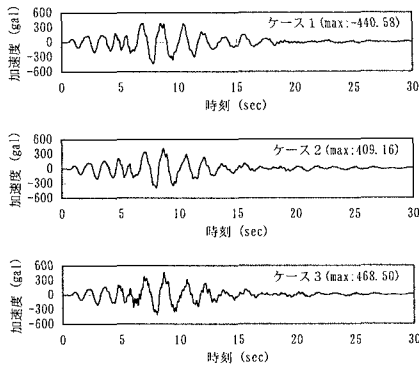


図-4 上部構造の応答加速度 (P2橋脚位置)

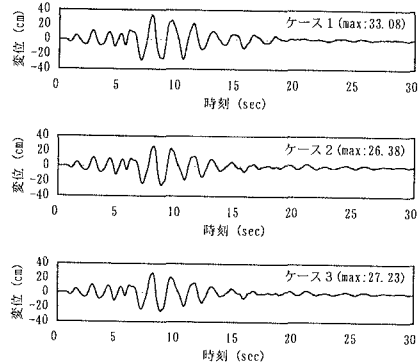


図-5 上部構造の応答変位 (P2橋脚位置)

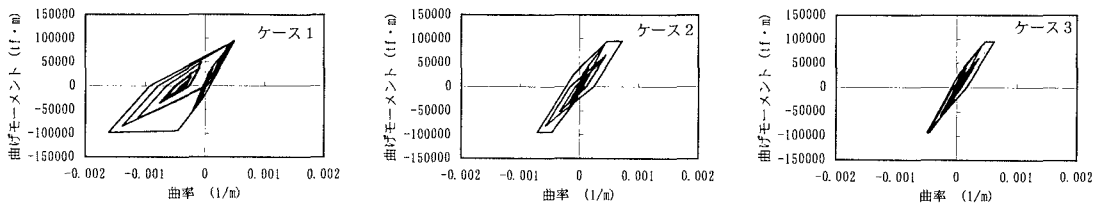


図-6 P2橋脚基部のM- ϕ 履歴

4. おわりに

解析結果より、本橋の解析条件では、地盤-構造物系の動的相互作用を考慮すると橋の応答が低減されることが分かった。一方、多点入力を行うと不等変位の影響から、各橋脚の応答値の差異が比較的顕著に現れた。今後は、さらに解析事例を増やし、不整形地盤の影響をより詳細に検討して行く予定である。

参考文献：1) 日本道路協会：道路橋の耐震設計に関する資料，1997。