

計測震度と RC 橋脚の非線形応答量との相関に関する一考察

広島工業大学工学部 正会員 中山 隆弘
 広島工業大学大学院 学生会員 ○東 佳太郎

1. はじめに

計測震度は、地震動の最大加速度をそのまま換算したものではなく、加速度記録に特性フィルターを施したうえで振動の継続時間なども考慮して決められており、地震の被害程度を比較的好く表すと言われている。しかし、筆者が知る限り、橋梁の耐震性との相関性については、これまであまり議論されてこなかったと思われる。

そこで本研究では、阪神・淡路大震災以降、かなり一般的になってきた非線形動的解析によって、計測震度と RC 橋脚の非線形応答量との相関性を検討した。

2. 解析概要

本研究では、現在の耐震設計の思想とは異なる考え方で設計された RC 橋脚を有する既設橋の耐震性を、地震時水平耐力法および全体系に対する非線形動的解析によって評価することを試みた。なお、非線形動的解析は、これまで多くの研究者に利用された実績のある汎用有限要素動的解析プログラムである TDAPⅢで行った。時刻歴応答解析では Newmark の β 法 ($\beta=0.25$) を用いた。

対象とした既設鉄筋コンクリート橋脚を図 1 に示す。本橋梁は昭和 43 年 3 月に改訂された「道路橋下部構造設計指針」に従って設計されたものであり、上部工質量は 1607.7t である。現行の道路橋示方書の分類に従えば、建設地点の地域区分は B、地盤種別は I 種(洪積地盤)、橋梁の重要度は 1 級である。

次に、図 2 に動的解析モデルを示す。モデル化においては、上部工を線形はり要素、橋脚を非線形はり要素、橋脚基部に生じる塑性ヒンジを非線形ばね要素と仮定した。なお、はり要素の非線形特性については、静的解析である保耐法によって算定した「曲げモーメント - 曲率関係」で表した。また、ばね要素については同じく保耐法で求めた橋脚基部の「曲げモーメント - 回転関係」を Tri-linear モデルで評価し、その履歴特性を武田モデルでモデル化した。可動支承については極めて弱い線形ばね要素によってモデル化した。さらに減衰については、Rayleigh 型の減衰モデルを用い、道路橋示方書に基づいて橋脚に 2%、上部工に 3%、基礎に 10% の減衰定数を与えた。

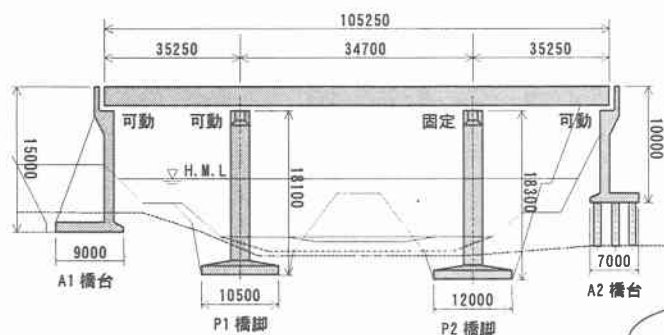


図 1 対象橋梁の一般図

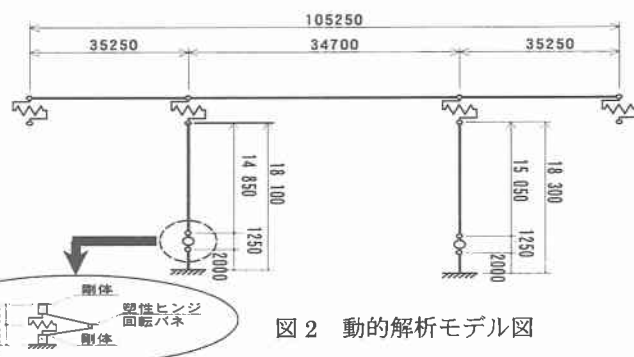


図 2 動的解析モデル図

入力地震動については、図 3 に示すように、昨年の芸予地震の際に呉市で記録された E-W 波を用いた。この地震波をベースにして、位相の非定常性を考慮した地震動のシミュレーション法²⁾により 50 波の模擬地震動を作成した。

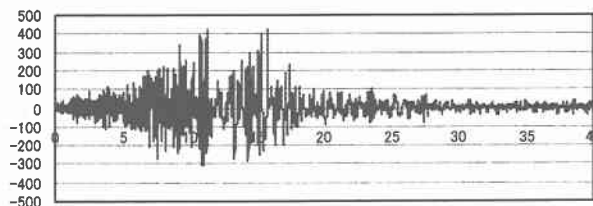


図 3 芸予地震(呉市:E-W波)

3.解析結果と考察

まず,上述の模擬地震動 50 波を入力地震動として求めた,P2 橋脚基部の塑性ヒンジ部に生じる最大回転角と入力地震動の最大加速度との相関図を図 4 に示す. この結果より,最大回転角と最大加速度には相関性がみられないことがわかる. また,入力地震動の加速度波形を数値積分して得られた最大速度³⁾と塑性ヒンジ部の最大回転角との相関図を描いたのが図 5 である. この結果より最大回転角と最大速度にも相関性がみられないことが理解できる.

つぎに,加速度と速度の中間の特性を示すパラメータと考えられる計測震度と原波形による計測震度を併せて図 6 に示す. 図 6 に示す通り原波形の計測震度は 5.39 であり,模擬地震動の計測震度は,5.28~5.41 と多少のばらつきが生じている. しかし,模擬地震動の計測震度の平均値は 5.34 となり,原波形の計測震度と近い値となった. 本研究の目的と直接的な関係はないがこの結果は,シミュレーション法の妥当性を表すものと考えている.

さて,本研究の目的である計測震度と最大回転角との関係を表したものが,図 7 である. この結果より,計測震度と最大回転角にも相関性が認められない.さらに,芸予地震 N-S 波,E-W 波を合成した波を入力地震動として求めた,P2 橋脚基部の塑性ヒンジ部に生じる最大回転角と計測震度との相関性を示したものを図 8 に示すがやはり,計測震度と最大回転角には相関性がみられない.

4.まとめ

本研究では,計測震度と RC 橋脚の非線形応答量との相関性について検討を行ったが,今回の解析による限り,両者にはほとんど相関性が見られなかった.これが今回取り上げた RC 橋脚だけの問題かどうか,今後の検討課題としたい.

なお,呉市の記録は K-net による観測記録をダウンロードしたもので,関係各位に謝意を表する.

参考文献

- 1) 道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編,(社)日本道路協会,1996.12.
- 2) 藤原豪紀・中山隆弘:位相の非定常を考慮した地震動のシミュレーション法の開発,土木学会論文集,No661,I-53, pp119-132,1997.11.
- 3) 大崎順彦:新・地震動スペクトル解析入門,鹿島出版会,2000.3.

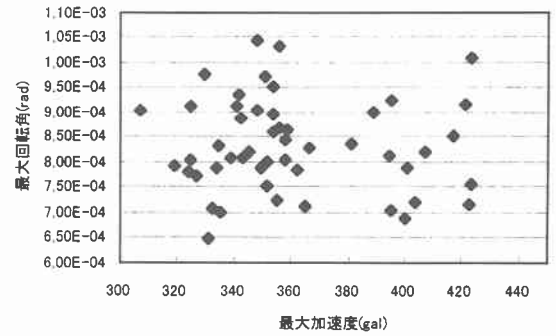


図 4 最大加速度と最大回転角相関図

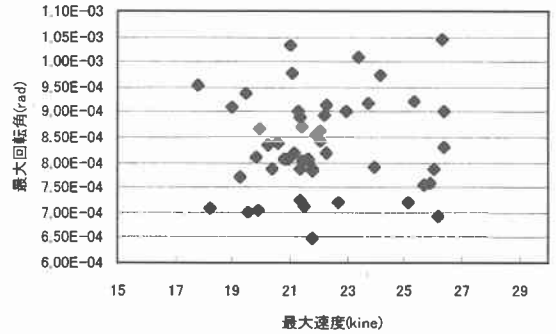


図 5 最大速度と最大回転角の相関図

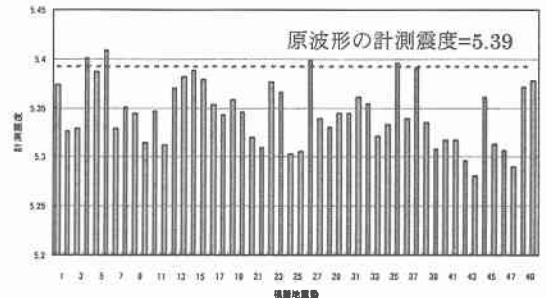


図 6 模擬地震動の計測震度と原波形の計測震度

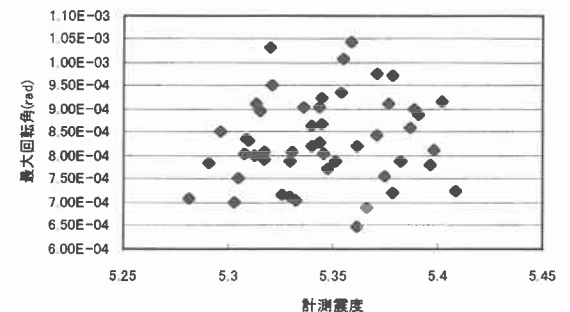


図 7 計測震度と最大回転角との相関図

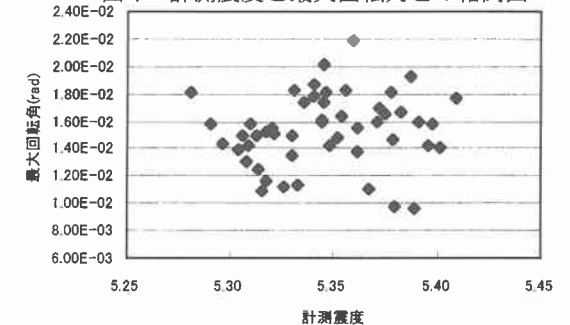


図 8 計測震度と最大回転角との相関図