

鉄筋コンクリート橋脚の非線形最大地震応答量と計測震度との相関性

広島工業大学工学部 フェロー 中山 隆弘
 広島工業大学大学院 学生会員 ○東 佳太郎
 （株）熊高組 正会員 熊高 慎二

1. はじめに

周知の通り、各地方自治体が地震防災対策を立てる場合、被害想定上のひとつの指標として計測震度が活用される場合が多い。その理由としては、計測震度が地震動の加速度記録をある特性フィルターに通した上で、振動の継続時間をも考慮して算定される指標であり、建物等との地震被害の程度を比較的良く表すためであると考えられる。しかし、筆者らが知る限り、橋梁の耐震性と計測震度との相関性については、これまで十分に議論がなされてこなかったように思われる。

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を行うことによって、計測震度と、ある既設 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。支承部のモデル化は難しいが、可動支承については極めて弱い線形ばね要素、固定支承については極めて固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。

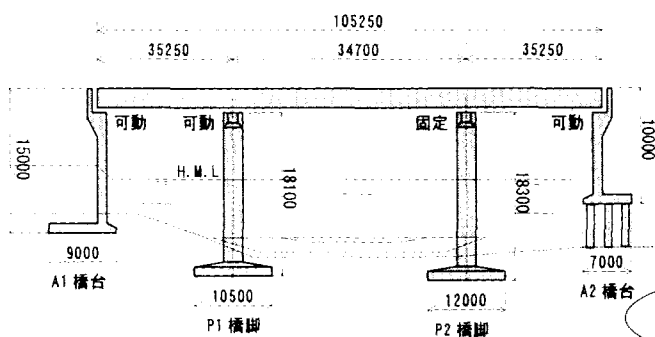


図 1 対象橋梁の一般図

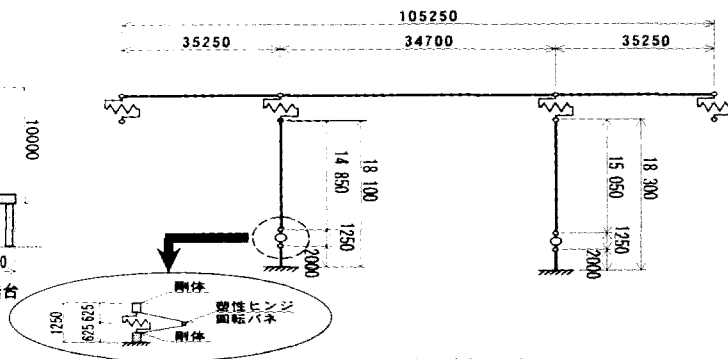


図 2 動的解析モデル図

入力地震動については図 3 に示すように平成 13 年 3 月の芸予地震の際に呉市で記録された E-W 波を原波形²⁾として用いた。そして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

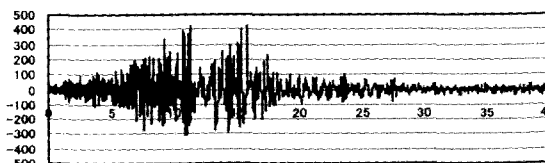


図 3 芸予地震(呉市: E-W 波)

より 50 波の模擬地震動を作成した。

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動的解析を行い算出した 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。図より、最大回転角と最大加速度には相関性がほとんど認められないことがわかる。因みに、このときの相関係数は 0.05 である。また、入力地震動の加速度波形を数値積分³⁾して得られた最大速度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。次に、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 6 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。すなわち、相関係数は 0.12 である。

参考のため、計測震度と線形一自由度振動系の最大応答変位との関係を表したものが図 7 であるが、この場合には、相関係数が 0.42 となり、強いとは言えないものの、両者にかなり高い相関関係が認められる。

4. まとめ

本研究では、計測震度と、ごく一般的な RC 橋脚の地震応答量との相関性について検討を行った。その結果、今回の解析モデルでは、線形一自由度地震応答解析によって得られる最大応答変位と計測震度との相関性に比較して、RC 橋脚の非線形地震応答量と計測震度の相関性はかなり低い結果が得られた。これが今回取り上げた RC 橋脚だけに当てはまる結果かどうか、さらに検討を進める予定である。

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, pp.119-132, 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.
- 4) 震度を知る-基礎知識とその活用, 株式会社ぎょうせい, 1997. 4

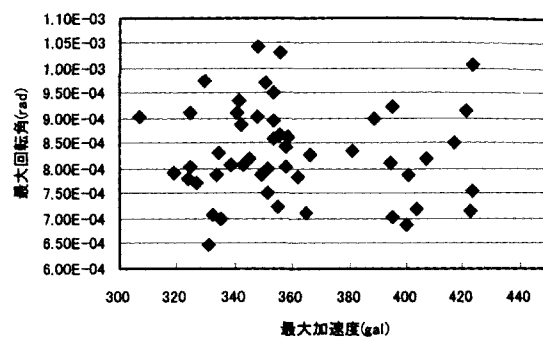


図 4 最大加速度と最大回転角相関図

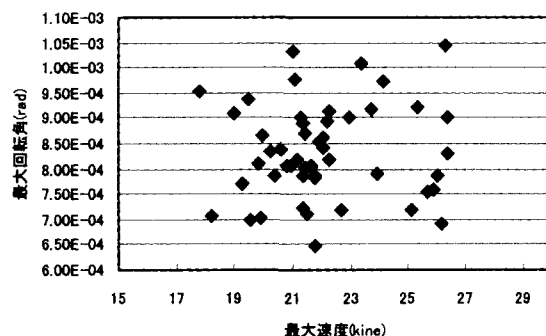


図 5 最大速度と最大回転角の相関図

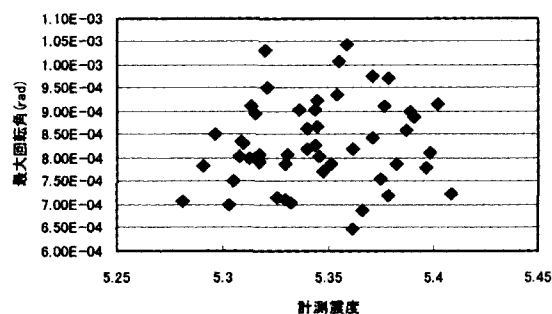


図 6 計測震度と最大回転角との相関図

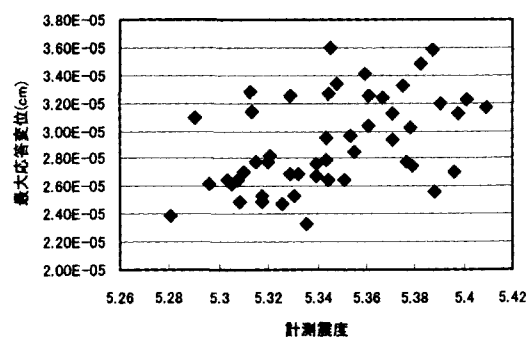


図 7 計測震度と最大応答変位との相関図