

静的解析に基づく上路式鋼アーチ橋の面内最大応答変位推定法

九州大学大学院 学生会員 野原 秀彰

長崎大学工学部 正会員 中村 聖三

長崎大学大学院 学生会員 ○ Osman Tunc Cetinkaya

長崎大学工学部 フェロー 高橋 和雄

1. はじめに

現行の道路橋示方書は、大部分の構造物に対して動的解析に基づく耐震設計を要求している。しかし、時間および労力の観点から、耐震設計の初期段階において、地震時保有水平耐力法のような静的解析に基づく設計法により断面決定できることが望まれる。保耐法の基礎となるエネルギー一定則の適用性に関しては、鋼製橋脚（単柱およびラーメン¹⁾）および上路式鋼アーチ橋の面外方向²⁾を対象とした検討結果が報告されている。そこで本研究では、上路式鋼アーチ橋の面内応答を対象に、エネルギー一定則の適用性を明らかにするとともに、推定精度向上のための補正係数を導入し、静的解析に基づく最大応答変位推定法を提案する。

2. 解析モデル

解析対象はアーチライズ比およびアーチリブ間隔の異なる6種類の上路式鋼アーチ橋である。図-1に基本となるモデル1の形状、寸法および支持条件を示し、表-1には全解析モデルの構造パラメータを示す。モデル2～4はアーチライズ比の影響を、モデル5・6はアーチリブ間隔の影響を調べるために設定したモデルである。モデル1～4は2車線、5は3車線、6は4車線となっている。いずれのモデルにおいても、各部材の断面寸法は鋼アーチ橋の概略設計プログラムを用いて決定した。

3. エネルギー一定則の適用性

各モデルに対して、Pushover 解析および弾性動的解析の結果にエネルギー一定則を適用して得られる弾塑性応答時の最大応答変位と、弾塑性動的解析によって得られる最大応答変位を比較することにより、エネルギー一定則の適用性を検討した。動的解析に用いた入力地震波は、兵庫県南部地震において観測された加速度記録を周波数領域で振幅調整した、Ⅰ種あるいはⅡ種地盤用レベル2、タイプ2の標準波それぞれ3波である。しかし、これらの地震波では塑性化しなかったため、入力地震波を係数倍（1.5, 2, 2.5, 3.5, 5の5種類）して用いることとした。図-2に、Ⅰ種、Ⅱ種地盤種別ごとに応答の3波平均を用いた全モデルの d_{SP}/d_{DP} と μ_E の関係を示す。 d_{DP} は弾性および弾塑性応答解析における最大応答変位、 d_{SP} はエネルギー一定則に基づき推定した弾塑性応答時の最大応答変位、 $\mu_E (=d_{SP}/d_y)$ （ただし d_y ：降伏変位）は推定された応答塑性率である。モデルによって塑性率の値が異なるが、 μ_E の増加に

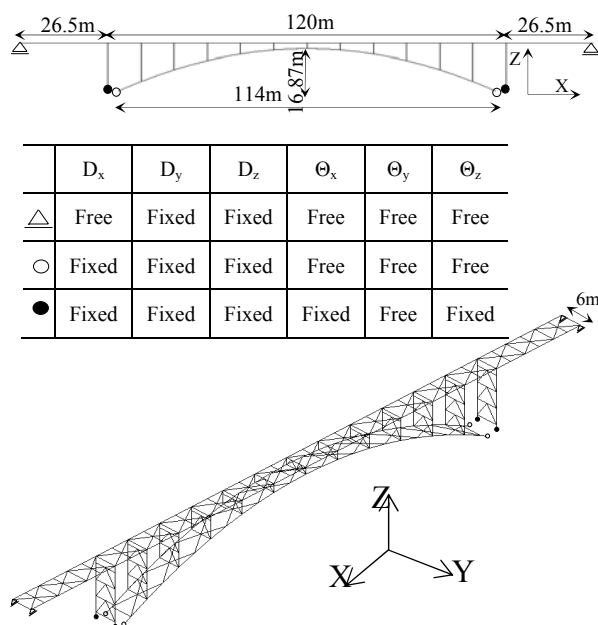


図-1: Model 1

表-1 全解析モデルパラメータ

	ライズ比	アーチ リブ間隔 (m)
モデル1	0.15	6.0
モデル2	0.20	6.0
モデル3	0.30	6.0
モデル4	0.40	6.0
モデル5	0.15	9.5
モデル6	0.15	13.0

キーワード 耐震設計法, エネルギー一定則, 鋼アーチ橋.

連絡先 〒852-8521 長崎市文教町 1-14 TEL 095-819-2613, E-mail: snakamura@civil.nagasaki-u.ac.jp

に伴い推定精度が低下する傾向は一致している．また，エネルギー一定則による弾塑性最大応答の推定値は安全側となるが，場合によっては過度に安全側の推定値を与え，その精度が構造パラメータにあまり依存しないといえる．しかし， d_{SP}/d_{DP} と μ_E の関係にはある程度の相関関係が認められるため，面外応答の場合と同様，エネルギー一定則の推定精度を両者の相関関係を用いた補正係数により向上できる可能性があると考えられる．

4. 静的解析に基づく最大応答変位の推定法

文献 2)で上路式鋼アーチ橋の面外応答変位を対象に提案した補正係数（式(1)，(2)）を用いて補正された弾塑性最大応答の推定値（ d_{SP}' ）と動的解析により得られた弾塑性最大応答（ d_{DP} ）との関係を，図-3に示している．

$$f(\mu_E)=1/(0.1843\mu_E+0.8159), \quad (0 < f(\mu_E) \leq 1) : \text{平均値} \quad (1)$$

$$f(\mu_E)=1/(0.1700\mu_E+0.7050), \quad (0 < f(\mu_E) \leq 1) : \text{下限値} \quad (2)$$

下限値の推定値は，ほぼ安全側の結果となっている．平均値，下限値，入力地震波別平均値のそれぞれの推定応答は，広い範囲で誤差がほぼ 20%以下という良好な結果となっている．

図-4は弾性動的解析の代わりに標準応答スペクトルを用いて弾性最大応答を推定し，図-3と同様に補正係数を用いた推定結果である．図-3，4を比較すると，全体的に似たような分布となっていることがわかる．推定誤差も弾性動的解析を用いた場合とほぼ同等である．よって，応答スペクトル法により弾性最大応答を推定し，エネルギー一定則と文献 2)で面外方向応答を対象に提案した補正係数により弾塑性最大応答を推定する方法の妥当性が確認されたと考えられる．

5. 結論

本研究では，上路式鋼アーチ橋の面内応答に対して，文献 2)で提案した面外応答に対する補正係数の適用性を確認した．今後は，レベル 2 タイプ 1 の入力地震波に対しても同様の研究を行うとともに，実橋に対しても最大応答変位推定法が適用可能かどうかを検討する予定である．

参考文献

- 1) 伊田義隆ら：鋼製門型ラーメン橋脚の弾塑性最大応答変位の簡易推定法，鋼構造年次論文報告集，第 8 巻，pp.277-284，2000.11
- 2) O. T. Cetinkaya et al. : A static analysis-based method for estimating the maximum out-of-plane inelastic seismic response of steel arch bridges, Engineering Structures, 28 (2006) 635-649

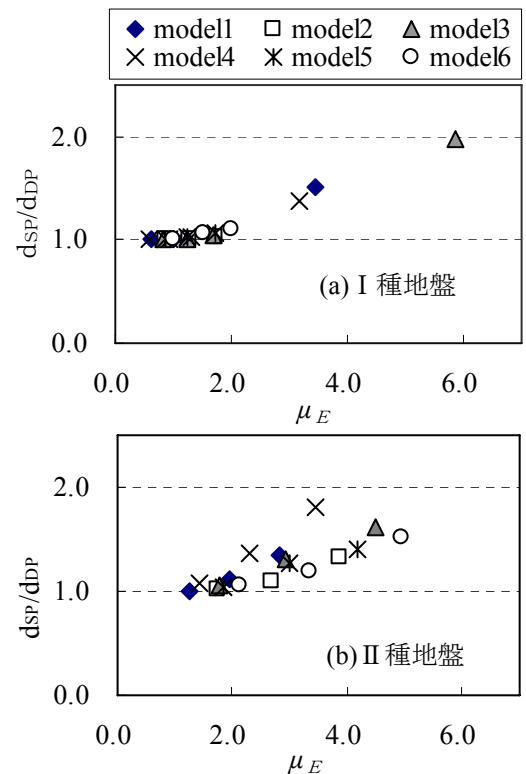


図-2 $d_{SP}/d_{DP}-\mu_E$ の関係

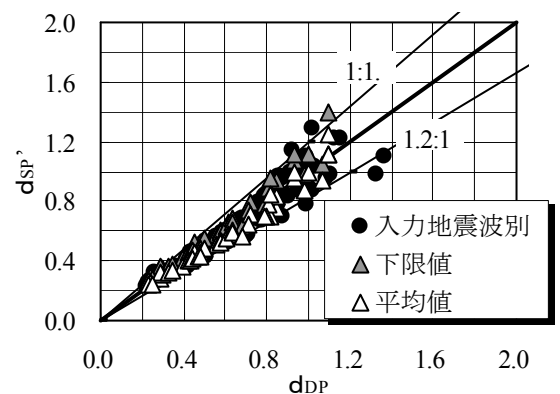


図-3 推定結果

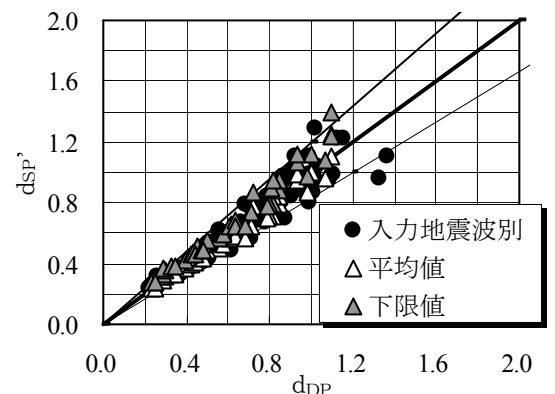


図-4 応答スペクトルによる推定結果