

鋼製ラーメン橋脚に対するエネルギー一定則の適用性に関する一検討

長崎大学大学院 学生会員 ○伊田 義隆
長崎大学工学部 正会員 中村 聖三
長崎大学工学部 フェロー 高橋 和雄

1. はじめに

現在、鋼製ラーメン橋脚に用いられている耐震設計法は、弾性変形のみを許容した震度法が基本となっている。しかし、平成7年1月17日に発生した兵庫県南部地震のような大地震に対する耐震安全性の確保には弾塑性を考慮した耐震設計法の確立が必要である。

そこで本研究では、道路橋示方書・同解説 V耐震設計編¹⁾に示されている地震時保有水平耐力法（以下、保耐法）を鋼製ラーメン橋脚の耐震設計法の参考とし、不静定構造物である鋼製ラーメン橋脚に対して地震時保有水平耐力の照査で用いられるエネルギー一定則が適用可能であるか検討を行う。

2. 解析モデルおよび入力地震波

解析モデルは図-1に示すような1層1径間の鋼製門型ラーメン橋脚を対象とし、上部構造の死荷重と質量の影響を考慮するために、柱頂部2箇所に死荷重反力に相当する圧縮軸力と集中質量を作用させ、ファイバーモデルを用いた骨組解析を行う。モデル数は10モデルとし、各構造寸法は、鋼製ラーメン橋脚の実績調査に関する文献²⁾を参考にして実際の諸元を与え、地盤種別ごとに道路橋示方書・同解説 II鋼橋編³⁾に示される曲げと軸力を受ける部材の安定性の照査式（式(1)）の左辺の値が1になるように集中重量を決定し

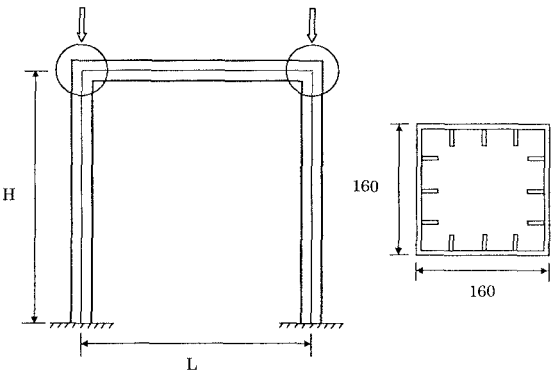


図-1 鋼製ラーメン橋脚モデル

表-1 解析モデルの諸元

モデル番号	H (cm)	L (cm)	板厚 (cm)	補剛材高さ (cm)	補剛材厚 (cm)	$\bar{\lambda}$	R_R	R_F
モデル1	800	2000	2.6	24	2.6	0.26	0.34	0.25
モデル2	1000	2000	2.8	20	2.8	0.32	0.31	0.31
モデル3	1200	900	1.6	19	1.6	0.38	0.54	0.33
モデル4	1200	2500	2.6	28	2.6	0.39	0.34	0.20
モデル5	1300	1000	1.6	13.5	16	0.41	0.54	0.52
モデル6	1500	1500	1.8	20	1.8	0.48	0.48	0.31
モデル7	1600	1500	1.8	15	1.8	0.50	0.48	0.46
モデル8	1800	800	2.2	22	2.2	0.58	0.40	0.27
モデル9	2000	2000	1.8	15	1.8	0.63	0.48	0.46
モデル10	2300	2000	2.6	28	2.6	0.75	0.34	0.20

た。また、柱およびはり部材は正方形補剛箱型等断面とし、鋼材は SM490Y を使用し、鋼材の応力－ひずみ関係は、土木学会鋼構造委員会・鋼構造新技術小委員会・耐震設計研究 WG⁴⁾で提案されている構成則を使用した。表-1 に各モデルの構造寸法および構造パラメータを示している。 $\bar{\lambda}$ は細長比パラメータ、 R_R は板パネルの幅厚比パラメータ、 R_F は補剛板の幅厚比パラメータである。解析に用いた入力地震波は、震度法相当、保耐法相当がタイプ I、タイプ II に対して地盤種別ごとにそれぞれ 1 波である。また、すべてのモデルに対して、減衰定数は $h=0.01$ とした。

$$\frac{\sigma_c}{1.5\sigma_{ca}} + \frac{\sigma_b}{1.5\sigma_{cb}(1-\sigma_a/\sigma_{ea})} \leq 1 \quad (1)$$

ここに、 σ_c 、 σ_b はそれぞれ柱基部断面に生じる軸方向圧縮応力と曲げ圧縮応力、 σ_{ca} 、 σ_{cb} は局部座屈を考慮しない許容軸方向圧縮応力と許容曲げ圧縮応力で、 σ_{ea} はオイラーの座屈応力である。

3. エネルギー一定則の適用性の検討

エネルギー一定則によって得られた弾塑性最大応答変位と動的な弾塑性解析によって得られる最大応答変位とを比較する。最大応答変位を比較するための手順を以下に示す。

1. 鋼製ラーメン橋脚モデルの片側柱頂部に静的な水平荷重を漸増させながら作用させ、非線形の水平荷重－水平変位関係を求める。
2. 鋼製ラーメン橋脚モデルの弾性動的応答解析を行い、弾性時の最大水平荷重と最大水平変位を求める。
3. 2.で求めた弾性時の最大応答値と 1.で求めた弾塑性時の非線形の水平荷重－水平変位関係から、エネルギー一定則を用いて弾塑性時の最大水平変位 δ_E を求める。
4. 鋼製ラーメン橋脚モデルの弾塑性動的応答解析を行い、弾塑性時の最大応答変位 δ_D を求める。
5. 3.で求めた最大水平変位 δ_E と 4.で求めた最大応答変位 δ_D を比較する。

以上の手順に従って現時点で得られている結果を図-2 に示す。

図-2 は、縦軸にエネルギー一定則によって得られた最大水平変位 δ_E 、横軸に弾塑性動的解析によって得られた最大応答変位 δ_D をとり、両者の関係をプロットしている。どのケースに対しても、エネルギー一定則の適用による最大水平変位 δ_E の推定は、動的な弾塑性解析によって求めた最大応答変位 δ_D と比べて大きくなる傾向があり安全側の結果となるが、過度の安全側の結果となる場合も確認された。

現時点では全ての解析ケースが終了しておらず、残りの結果については、講演当日発表予定である。

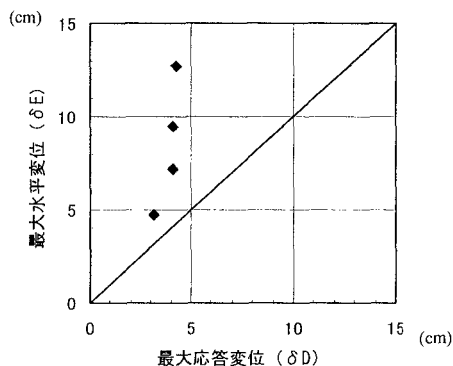


図-2 最大応答変位の比較

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編，丸善，1996,12
- 2) 中井博，河井章好，吉川紀，北田俊行，酒造敏廣：鋼製ラーメン橋脚実績調査（上）（下），橋梁と基礎 Vol.16, No.6, pp. 35-40, 1982.6., Vol.16, No.7, pp.43-49, 1982.7.
- 3) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 I 共通編Ⅱ鋼橋編，丸善，1996,12
- 4) 土木学会鋼構造委員会・鋼構造新技術小委員会・耐震設計研究 WG，鋼橋の耐震設計指針案と耐震設計のための新技術，平成 8 年 7 月
- 5) 中島章典，小野寺理：鋼製門型ラーメン橋脚の大地震時弾塑性挙動と耐震設計法におけるエネルギー一定則の適用性について，第 2 回鋼構造物の非線形数値解析と耐震設計への応用に関する論文集，pp135-142, 1998.8.