

鋼構造物の動的耐震照査法の提案

名古屋大学 正会員 森下邦宏
 瀧上工業株式会社 正会員 阪野崇人
 名古屋大学 フェロー会員 宇佐美勉¹

1. 緒言

鋼アーチ橋のような複雑な構造物に対しては、道路橋示方書・同解説 耐震設計編(日本道路協会, 1996)によれば、動的解析を行い、その結果を設計に反映させるよう推奨している。しかし、新示方書に準拠して行われた動的解析による検討例や照査指標となる終局状態の判定に関する研究例は、まだまだ少ないのが現状である。

本研究は、上記のような背景を受けて、危険部材セグメントにおける応答ひずみで構造物の終局状態を照査する動的耐震照査法(後述)を提案するものである。本手法は変形照査法の1つとして位置づけられる。なお、本論文では、単柱式鋼製橋脚に対して既往の実験結果との比較を通して本提案法の妥当性を検証し提案に結ぶ。

2. 動的耐震照査法¹⁾

動的耐震照査法とは、構造物の最も危険な部材セグメント(有効破壊長と称する長さ L_e の部材セグメント)におけるひずみの時刻歴に着目し、局部座屈を考慮しないはり要素を用いた簡易な解析を通じて破壊の照査を行う方法である¹⁾。

構造物全体系の破壊の条件として、最も危険な部材セグメントが過度の局部座屈、塑性ヒンジなどにより変形能を失った時に構造物は破壊したと仮定する。また、構造物内に複数の危険と思われるセグメントがある場合は、1箇所でもこの仮定に達した時に構造物全体として破壊したとみなす。

破壊の判定には有効破壊長区間における平均圧縮ひずみ ε_a を用いる。平均圧縮ひずみは、部材セグメントの断面における最圧縮部の肉厚中央面のひずみ ε (箱形断面の時は最圧縮部のフランジ肉厚中央面のひずみ)である。図1は照査法概念図である。図1に示されるように部材セグメントの終局状態は、平均ひずみ ε_a が限界ひずみ ε_u に達した時(図中の丸かこみ)とする。破壊ひずみについては文献¹⁾を参照されたい。

3. 解析対象

国土交通省土木研究所、首都高速道路公団、阪神高速道路公団、名古屋高速道路公社等において行われた鋼製橋脚の正負交番繰返し載荷実験においてコンクリートを充填しない標準的な縦補剛材配置の単柱式鋼製橋脚17体を解析対象とした。その諸元を表1に示す。

4. 構成則

鋼材の構成則として名古屋大学で開発された修正2曲面モデルを用いる。

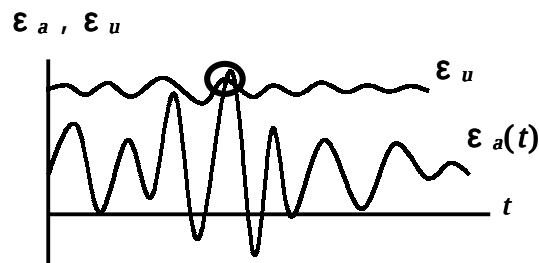


図1 動的解析に対する照査方のイメージ図

表1 解析モデルの諸元

矩形断面 供試体	有効長 $l(=2h)$ (cm)	細長比 パラメータ λ	補剛材細長 比パラメータ λ_s	幅厚比 パラメータ R_f	リブ剛度 $\gamma I / \gamma I^*$	軸力比 N/N_{yM}
No.2	680.6	0.261	0.634	0.564	0.91	0.125
No.3	680.6	0.26	0.476	0.278	0.37	0.107
No.18	684.6	0.264	0.638	0.567	0.91	0.197
No.20	684.6	0.272	0.633	0.585	0.91	0.125
T1	684.6	0.349	0.603	0.503	1.02	0.121
M18	808.6	0.298	0.216	0.44	4.35	0.133
M20	684.6	0.256	0.349	0.33	0.91	0.133
M21	684.6	0.255	0.36	0.49	2.12	0.133
M22	684.6	0.259	0.264	0.33	1.83	0.133
KD-1	660.6	0.25	0.444	0.447	1.01	0.127
KD-2	660.6	0.255	0.284	0.45	3	0.109
KD-3	660.6	0.3	0.278	0.458	3.05	0.118
KD-5	660.6	0.296	0.273	0.452	3.05	0.166
KD-6	660.6	0.392	0.278	0.458	3.07	0.109
KD-7-1	660.6	0.423	0.239	0.408	3.21	0.094
KD-10	660.6	0.295	0.18	0.355	4.12	0.148
B1	684.6	0.277	0.553	0.59	1.47	0.113

キーワード:終局状態, 危険部材セグメント, 鋼製橋脚, 耐震設計

¹⁾ 〒464-8603 名古屋市千種区不老町 TEL 052-789-4617

5. 解析結果

ここでは1例としてNo.2供試体について述べる．本解析対象は，片持柱形態の鋼製橋脚であるので，橋脚基部に向かうほど曲げモーメントは大きくなっている．従って，破壊照査位置は，橋脚基部から上方に L_e の区間とした．図2(a)より，最大荷重点を終局状態とみなした時における終局変位として，左側では $2\delta_y \rightarrow -2\delta_y$ ，右側では $-2\delta_y \rightarrow 3\delta_y$ において破壊を迎える．つまり，左側が先に破壊し

ているといえるので，終局変位は，左側における $1.87\delta_y$ である．図2(b)より，95%荷重時(H_{95})を終局耐力とみなした時の終局変位として，左側では $3\delta_y \rightarrow -3\delta_y$ ，右側では $-2\delta_y \rightarrow 3\delta_y$ において破壊を迎える．つまり，右側が先に破壊しているといえるので，終局変位は，右側における $2.93\delta_y$ である．No.2 から B1 の解析結果と実験結果を比較したグラフを図3に示す．縦軸に解析結果，横軸に実験値とした．

6. 結言

最大耐力を終局と仮定した場合の終局変位について，本提案法による解析結果は，概ね実験結果よりも小さくなるが，中には50%程度解析結果が実験結果より小さくなるモデルもある．ピーク時の95%荷重を終局と仮定した場合，解析結果と実験結果が比較的一致していることから，ピーク時の95%荷重における変位を終局変位とみなすことで，より本手法の精度が向上する．以上より，単柱式鋼製橋脚に関

して本手法が妥当であることが立証できた．なお，本手法をより複雑な鋼構造物にも適用し，照査法の完備を行う必要がある．

参考文献

- 1) 宇佐美勉，織田博孝：鋼構造物の耐震解析法および耐震照査法に関する研究展望，pp．1-15，2000．10．
- 2) 建設省土木研究所，首都高速道路公団，阪神高速道路公団，名古屋高速道路公社，(社)鋼材倶楽部，(社)日本橋梁建設協会：道路橋橋脚の地震時限界状態設計法に関する共同研究報告書(総括編)，1999．3．

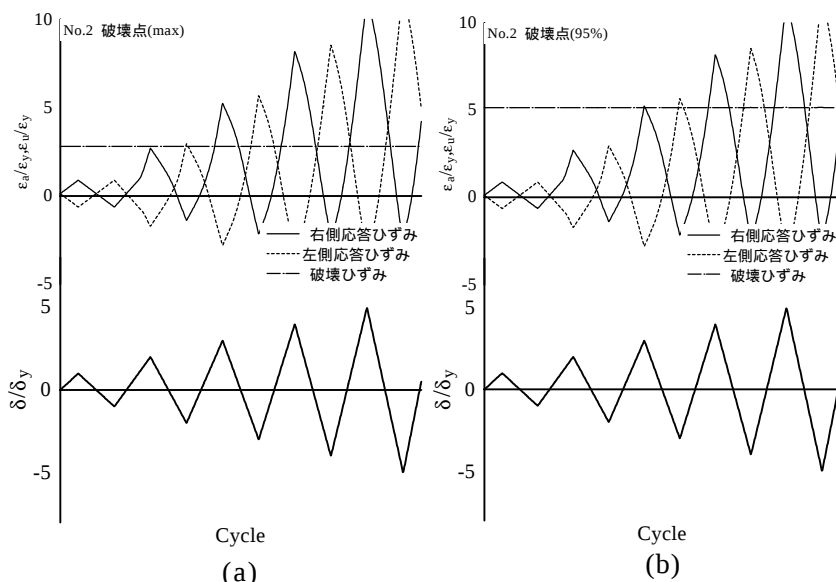


図2 応答ひずみ-最上端変位関係

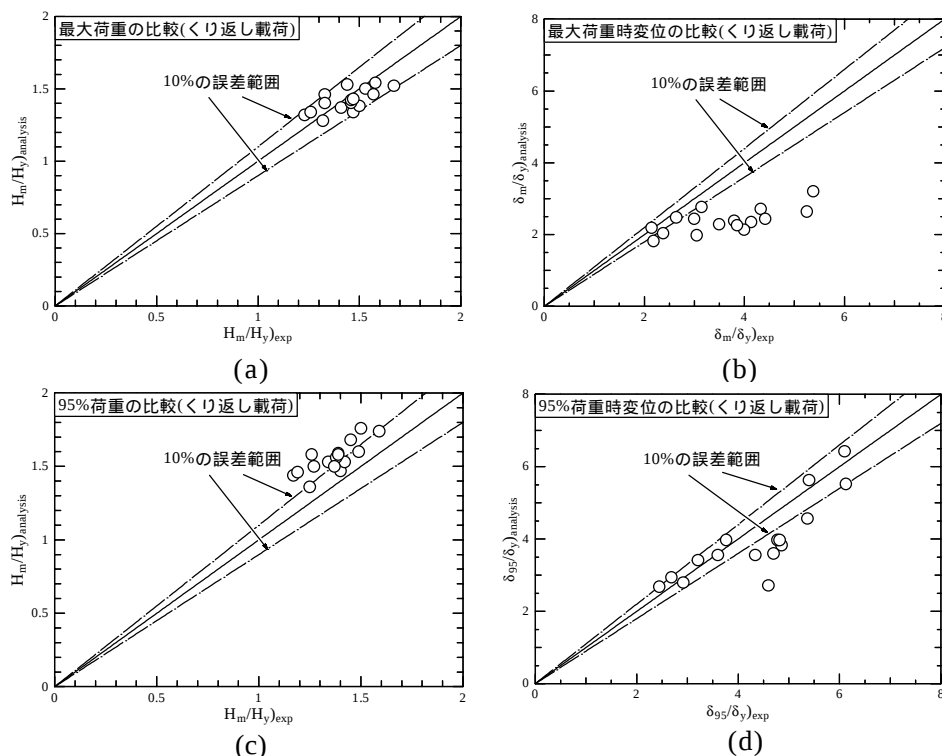


図3 実験値と解析値の比較