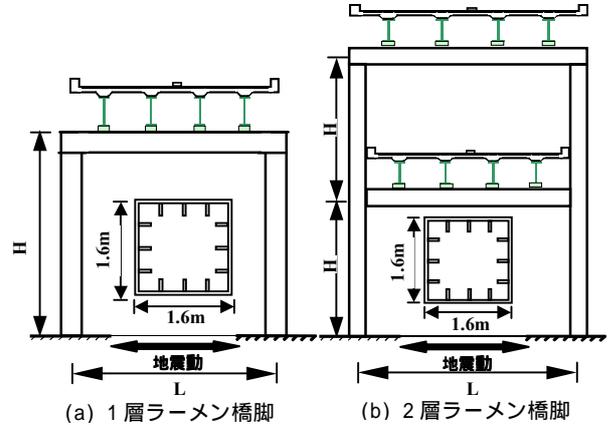


静的解析に基づく鋼製門形ラーメン橋脚の耐震設計法

ヤマト設計株式会社 正会員 ○永田 朋子 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 長崎大学大学院 学生会員 Osman Tunc Cetinkaya

1. はじめに

著者らは、これまで図-1(a)のような鋼製1層門形ラーメン橋脚を対象に提案された概略設計における静的解析に基づく耐震設計法¹⁾の2層(図-1(b))に対する検討を行ってきた²⁾。本研究では、初期断面を行える静的解析に基づく耐震設計法の確立を目的としていることから、これまでの1層および2層門形ラーメンを対象とした提案法の適用性の検討結果^{1),2)}に基づいて、耐震設計法の簡略化および精度向上を目指した提案法の改良を行い、その妥当性を検討した。



2. 耐震設計法

図-2は、文献1)の静的解析に基づく弾塑性最大応答変位の簡易推定法の流れを示したものである。これまでの提案法では、ラーメン橋脚のエネルギー吸収性能に大きな影響を及ぼすと考えられる損傷モードにより異なる補正係数を用いていた。しかし、1層、2層ラーメン橋脚の検討結果および提案耐震設計法の目的が設計の初期段階における断面決定であるということを勘案し、損傷モードによらない補正係数へと修正を行った。修正した補正係数を、表-1に示す。図-3は、図-2に示す弾塑性最大応答変位の簡易推定法および残留変位推定式を準用したLevel 2の地震動に対する鋼製門形ラーメン橋脚の静的解析に基づく耐震設計法の流れである。本設計法では、概略設計の結果に対しどの程度の安全余裕を見込むかにより、設計者が弾塑性最大応答変位と残留変位の推定法の組み合わせを決定することを想定している。これまでの提案法の残留変位推定法として採用している推定式³⁾では、2層に対する推定結果が過度に安全側となる結果が得られた。そこで、本研究では新たな残留変位推定法の確立を目的に、道路橋示方書に規定されているコンクリート無充填鋼製橋脚の残留変位推定式((1)式)に対し1層および2層の適用性の検討を行った。その結果、推定値は提案法の残留変位推定式の若干安全側となる結果が得られた。そこで、(1)式を鋼製門形ラーメン橋脚の残留変位推定法として採用するにあたり残留変位補正係数(c_R)の値を修正することとした。表-2に修正した残留変位補正係数を示す。なお、応答塑性率(μ_E)は修正補正係数(表-1)の下限值相当により算出した値を用いることとした。

モデル	1層ラーメン橋脚						2層ラーメン橋脚					
	H	L	R_R	R_F	$\bar{\gamma}$	k	H	L	R_R	R_F	$\bar{\gamma}$	k
1	8	20	0.34	0.25	0.26	0.40	7.3	11	0.3	0.25	0.3	1.5
2	10	20	0.31	0.31	0.32	0.50	9.8	19.5	0.3	0.3	0.4	2
3	12	9	0.54	0.33	0.38	1.33	6.1	6.1	0.35	0.3	0.25	1
4	12	25	0.34	0.20	0.39	0.48	7.4	11	0.35	0.3	0.3	1.5
5	13	10	0.54	0.52	0.41	1.30	9.9	19.7	0.35	0.35	0.4	2
6	15	15	0.48	0.31	0.48	1.00	7.4	11.1	0.4	0.35	0.3	1.5
7	16	15	0.48	0.46	0.50	1.07	9.9	9.9	0.4	0.4	0.4	1
8	18	8	0.40	0.27	0.58	2.25	7.4	7.4	0.45	0.35	0.3	1.5
9	20	20	0.48	0.46	0.63	1.00	10	10	0.45	0.4	0.4	2
10	23	20	0.34	0.20	0.75	1.15	7.5	7.5	0.5	0.45	0.3	1.5

図-1 1層および2層の検討対象橋脚

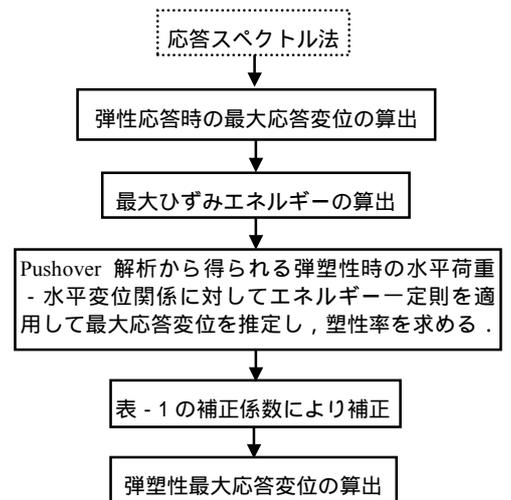


図-2 弾塑性最大応答変位推定法

$$\delta_R = c_R(\mu_E - 1)(1 - \gamma)\delta_y \quad (1)$$

ここに、 δ_R : 残留変位, c_R : 残留変位補正係数(コンクリート無充填鋼製橋脚では $c_R=0.45$), μ_E : 応答塑性率,

キ-ワ-ド: 鋼製ラーメン橋脚, エネルギー一定則, Pushover 解析, 弾塑性最大応答変位, 残留変位

連絡先: 〒852-8521 長崎市文教町 1-14 長崎大学工学部社会開発工学科 Tel, Fax 095-819-2613

γ ：橋脚の降伏剛性に対する降伏後の二次剛性の比（コンクリート無充填鋼製橋脚では $\gamma=0.2$ ）， δ_y ；降伏変位である．

3. 検討結果と考察

提案法の改良の妥当性を明らかにするために，例として 2 層の弾塑性動的応答解析から得られる最大応答変位 (δ'_{DPA}/δ_y) と修正補正係数を用いて算出した推定最大応答変位 (δ'_{SPO}/δ_y) の関係を図-4 に，弾塑性動的応答解析から得られる残留変位 (δ'_{RDA}/δ_y) と下限値相当の修正補正係数および残留補正係数（表-2）を用いて（1）式により算定した残留変位 (δ'_R/δ_y) の関係を図-5 に示した．

損傷モードによらない補正係数を用いて最大応答変位を推定

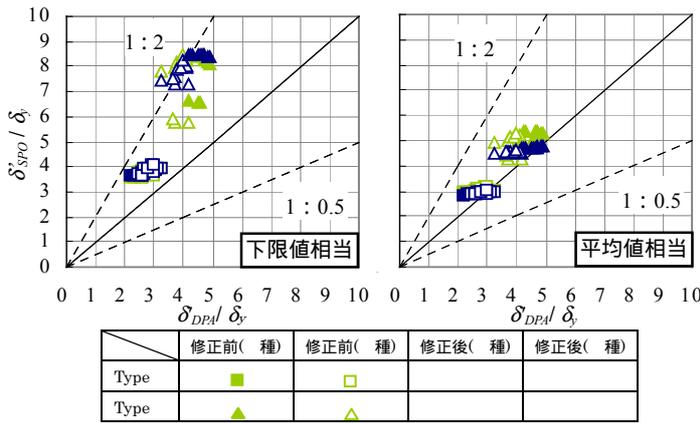


図-4 最大応答変位の比較(修正補正係数)

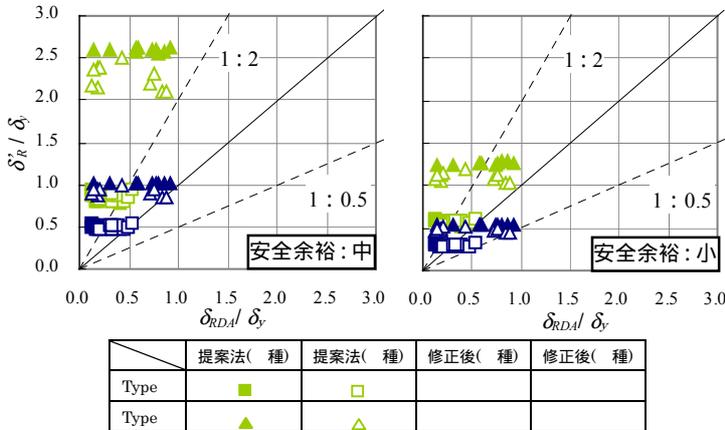


図-5 残留変位の比較

した結果，1 層および 2 層とも補正係数の修正前，修正後の両者の差はそれほど大きいものではないことから初期断面の決定という提案法の目的に対しては，十分な精度であると考えられる．また，新たな残留変位推定法として，表-2 の修正残留変位補正係数の値を用いた推定式を採用した結果 1 層に対しては提案法と同程度となり比較的精度良く推定された 2 層に対しては，提案法の過度に安全側の結果に比べ，全体的に高精度となった．以上の結果から，本研究の提案法の改良は適用可能であると言える．

参考文献

- 1) Shozo, N et al.: A Simplified Seismic Design Method for Steel Portal Frame Bridge Piers The 7th Joint Symposium of Nagasaki University, and Cheju National University on Science and Technology, pp.39-44, 2002.5.
- 2) 永田朋子他：静的解析に基づく鋼製 2 層ラーメン橋脚の耐震設計法に関する考察，鋼構造年次論文報告集，第 10 巻,pp419-426,2002.11.
- 3) 宇佐美勉他：ハイダクティリティー鋼製橋脚の耐震性能に関する実験的研究，土木学会論文集，No.591/ -43,pp.207-218,1998.4.

表-1 修正補正係数 ($f(\mu_E)$ 1.0)

下限値相当	
Type	$f(\mu_E)=1/(0.008\mu_E^2+0.056\mu_E+1)$
Type	$f(\mu_E)=1/(0.0021\mu_E^2+0.026\mu_E+1)$
平均値相当	
Type	$f(\mu_E)=1/(0.2908\mu_E+0.3364)$
Type	$f(\mu_E)=1/(0.2009\mu_E+0.2432)$

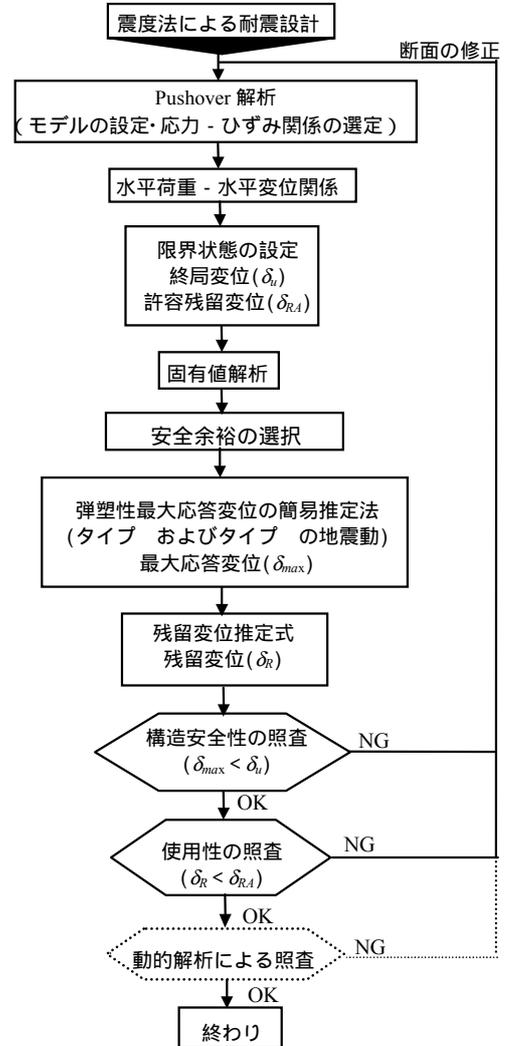


図-3 耐震設計法の流れ

表-2 修正残留補正係数 c_R

安全余裕	1 層		2 層	
	Type1	Type2	Type1	Type2
中	0.45	0.43	0.22	0.17
小	0.26	0.16	0.13	0.09