

I-3

骨組構造物の有効座屈長の算出法に関する考察 - 計算例

東京電機大学	正 員	井浦雅司
(株)CRC総合研究所		南野寿造
東京都立大学	正 員	野上邦栄
(株)日本車両		桜木隆司

1. はじめに

本報告は文献[1]に続く第2報であり、第1報で提案した骨組構造物の有効座屈長を算出する新たな2つの手法の妥当性を、数値計算例により検討することを目的としている。これら2つの手法の特徴は、固有値計算を前提としている点は従来の手法と差異はないが、荷重形態として何種類も考慮する必要はなく、唯一の荷重形態の下で弾性固有値計算を1回行えばよい点である[2]。また、荷重形態を決定する時、設計者の恣意が入り込む余地もそれ程なく、計算機の中にサブルーチンとして取り込むことも比較的簡単であり、従来の設計業務の流れを壊さずにすむことも大きな特徴である。解析モデルとしては、高速道路におけるY型橋脚と、アーチ系ローゼ橋(単弦ローゼ)の2つを取り上げた。前者については、道路橋示方書[3]の図表を適用することは難しく、有効座屈長を決定するには設計者の判断が必要となる例題である。後者については、従来の研究[4]から、固有値解析により有効座屈長を算定する際の妥当な荷重形態はほぼ定着しているものの、本手法による有効座屈長の検討を行うために取り上げた。

2. 計算例

2.1 Y型橋脚 Fig.1 に示すY型橋脚を考える。Table 1 に各部材の断面積、剛度、使用材料を記した。解析方法(1-a)の荷重条件は、Fig.1 に示すように、A点にのみ鉛直集中荷重を載荷したものであり、一方、解析方法(1-b)は、B点にのみ鉛直集中荷重を載荷している。解析方法(1-c)は、設計荷重である(D+L)を作用させた時の軸力を求め、これを基に固有値計算したものである。解析方法(1-d)は、設計荷重である(D+W+T)を作用させた時の軸力を求め、これを基に固有値計算したものである。解析方法(2)は、設計荷重の下での、各部材の軸力の絶対値最大を求め、これを基に固有値解析をしている。解析方法(3)は、予め各部材の有効座屈長を $2.2 \times H$ と仮定し、その下での限界軸圧縮力を道路橋示方書の規定より求め、この軸力を基に固有値解析をしている。それぞれの解析手法により得られる最小固有値から座屈荷重を求め、これより得られる有効座屈長を Table 2 と Table 3 に示す。さらに、応力照査時に現れる項 σ_c / σ_{caz} と $1 / (1 - \sigma_c / \sigma_{ea})$ の値も表に示した。なお、表中、アンダーラインが引いてある項は、大きい方の値を有効座屈長として採用する。

2.2 アーチ系ローゼ橋 Fig.2 に示すアーチ系ローゼ橋を考える。スパンは74.35mで、アーチリブパネル要素長は8.66mである。断面寸法の詳細は紙面の都合上省略するが、実橋に近い断面寸法を用いている。解析方法(1-a)は、死荷重と活荷重を全載荷させた下での軸力を基に固有値解析を行い、一方、解析方法(1-b)は、死荷重と活荷重を半載荷させた時の軸力を基に固有値解析を行っている。解析方法(2)は、死荷重と活荷重を作用させた時、各部材に生じる絶対値最大の軸力を基に固有値計算をしている。解析方法(3-a)は、予めアーチリブの有効座屈長をパネル要素長と仮定し、これを基に限界軸力(一様分布)を求め、これをアーチリブにのみ作用させて個有値解析したものである。解析方法(3-b)は、アーチリブに先ほどの限界軸力を作用させ、その他の部材には死荷重と活荷重時の軸力分布を作用させて個有値解析を行った。Table 4 には、各解析法により得られる最小固有値から座屈荷重を求め、これより得られる A-B 部材 (Fig.2 参照) の有効座屈長と、応力照査時に現れる項 σ_c / σ_{caz} と $1 / (1 - \sigma_c / \sigma_{ea})$ の値を示した。

3. 考察

実構造物に近いモデルを対象とした本報告の計算例より以下の事柄が明かとなった。

(1) 弾性固有値解析により有効座屈長を計算する際に、荷重状態により有効座屈長は異なる。しかしながら、応力照査時に現れる項 σ_c / σ_{ea} については、ここで想定した荷重状態の下ではそれ程大きな差異は見られなかった。

(2) 本計算例において、新たに提案した2つの手法により得られる有効座屈長には、大きな差異は見られなかった。これは、固有値計算時の構造物の断面寸法が、最適断面に近いものであったと考えることもできる。

なお、本報告は鋼橋技術研究会設計部会（部会長：依田照彦・早稲田大学）におけるワーキンググループの成果の一部をまとめて報告したものである。

Table 1 Y型橋脚の断面寸法

部材 番号	A (m ²)	I(面内) (m ⁴)	I(面外) (m ⁴)	J (m ⁴)	使用 材料
1	0.264	0.180	0.323	0.347	SM490Y
2	0.341	0.208	0.406	0.419	SM490Y
3	0.341	0.208	0.406	0.419	SM490Y
4	0.295	0.185	0.373	0.394	SM490Y
5	0.295	0.185	0.373	0.394	SM490Y
6	0.471	0.650	0.597	0.875	SM570

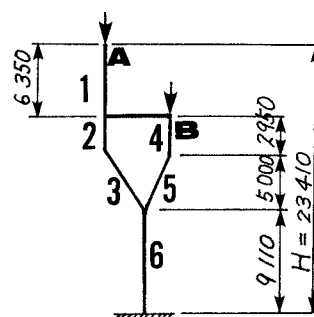


Table 2 Y型橋脚の面内座屈時の有効座屈長

解析 方法	有効座屈長(m)						σ_c / σ_{caz}					
	部材番号						部材番号					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
(1-a)	25.5	26.9	28.1	-	-	48.4	0.206	0.123	0.116	-	-	0.196
(1-b)	-	-	-	17.6	18.0	33.7	-	-	-	0.152	0.152	-
(1-c)	29.3	35.7	37.0	29.8	29.9	40.5	0.213	0.135	0.127	0.171	0.171	0.184
(1-d)	36.8	30.4	32.5	26.4	28.5	45.7	0.230	0.127	0.121	0.165	0.169	0.192
(2)	31.0	34.5	36.0	31.0	31.0	41.5	0.217	0.133	0.126	0.173	0.173	0.185
(3)	34.0	32.8	31.6	30.4	29.0	40.3	0.224	0.130	0.120	0.172	0.170	0.183

Fig. 1 Y型橋脚

Table 3 Y型橋脚の面外座屈時の有効座屈長

解析 方法	有効座屈長(m)						$1/(1-\sigma_c/\sigma_{ea})$					
	部材番号						部材番号					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
(1-a)	35.7	39.2	41.1	-	-	48.5	1.035	1.023	1.023	-	-	1.060
(1-b)	-	-	-	26.2	26.7	33.9	-	-	-	1.014	1.014	-
(1-c)	40.6	51.7	53.5	43.7	44.0	40.2	1.046	1.040	1.040	1.039	1.039	1.040
(1-d)	47.7	41.1	43.8	36.3	39.1	42.4	1.065	1.025	1.027	1.026	1.031	1.045
(2)	40.0	47.0	49.0	42.5	42.5	38.9	1.045	1.033	1.034	1.036	1.036	1.038
(3)	43.9	43.4	41.5	42.2	40.1	40.4	1.055	1.028	1.024	1.036	1.032	1.041

Table 4 アーチの有効座屈長 (A-B部材)

解析 方法	有効座屈長(m)		σ_c / σ_{caz}	$1/(1-\sigma_c/\sigma_{ea})$	
	面内	面外		面内	面外
(1-a)	8.28	21.56	0.667	1.026	1.106
(1-b)	8.29	21.61	0.667	1.024	1.098
(2)	16.07	28.08	0.751	1.105	1.206
(3-a)	19.73	31.21	0.792	1.167	1.251
(3-b)	17.25	-	0.764	1.123	-

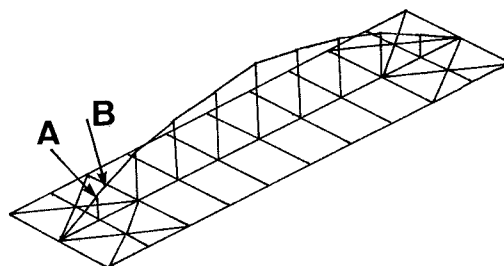


Fig. 2 アーチ系ローゼ橋

4. 参考文献

- [1] 平山・野上・望月・南野・井浦：骨組構造の有効座屈長の算出法に関する考察 - 理論，土木学会第50回年次学術講演会，1995. 9.
- [2] 野上邦栄・山本一之：構造全体系の固有値解析による骨組部材の合理的な有効座屈長の評価，土木学会論文集，NO. 491/I-40，1994. 4.
- [3] 日本道路協会：道路橋示方書・同解説、鋼橋編、丸善、1994.
- [4] 土木学会（倉西茂 編）：鋼構造物の終局強度と設計（鋼構造シリーズ 6），1994.