

I-A 264

鋼製高橋脚の有効座屈長への軸力分布の影響

芝浦工業大学 学生員 中田 隆
 芝浦工業大学 正 員 山本 一之
 東京都立大学 正 員 野上 邦栄
 大阪大学 正 員 西村 宣男

1. はじめに

鋼構造物の座屈設計では、有効座屈長の評価が重要になる。近年、この算出法として構造全体系の固有値解析を用いる傾向にあるが、構造系によっては不当な有効座屈長が算出されるなどの問題を残していることから、これらを修正する方法が提案されている¹⁾。その中でも、本研究では、最近提案されている荷重条件に依存しない方法^{2) 3)}を基に、固有値解析の軸圧縮力に従来の設計荷重下での作用軸力を用いるのではなく、最悪条件となるよう調整された軸力を圧縮部材に対して用いる方法で有効座屈長の算出を行った。解析モデルとしては、実橋レベル相当の鋼製高橋脚⁴⁾を用い、それらを構成する変断面柱部材に提案する各種の軸力を分布させ、算出される有効座屈長の影響について検討を行った。

2. 解析仮定

橋脚の変断面柱部材(Fig. 1 太線の部分)に対して、その部材が最も危険な状態、すなわち最悪軸力状態となる軸力を分布するために、下に示す3ケースの軸力を柱上部、柱下部に分布させ、弾性固有値解析法および有効接線弾性係数法(以後、 E_f 法と呼ぶ。)を行うことにした。(1)のケースは設計荷重下での柱上部、下部の各最大軸力であり、(2)は柱上部、下部の中で最大となる軸力を一様分布として与えている。(3)は、仮定断面の決定時に用いた有効座屈長による限界軸力である。また、解析結果の比較対照としては、仮定断面を決めるために用いられた有効座屈長 ℓ_e^* (1900cm) である。

軸力分布	柱上部	柱下部
(1)	N_U 最大値	N_L 最大値
(2)	N_U, N_L の最大値	N_U, N_L の最大値
(3)	限界軸力 有効座屈長: $1.9 \times H$	限界軸力 有効座屈長: $1.9 \times H$

N_U 設計荷重下での柱上部軸力

N_L 設計荷重下での柱下部軸力

H パネル長 1000cm

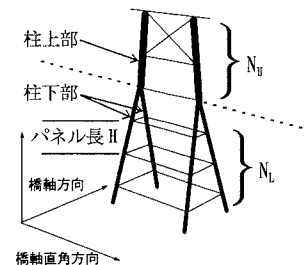


Fig. 1 鋼製高橋脚

2. 1 橋軸直角方向解析

解析モデルの鋼製高橋脚は Fig. 2 に示す。なお軸力は、水平材の作用軸力が小さいことから、無視し変断面柱部材(Fig. 2 太線の部分)のみに作用させて弾性固有値解析法、 E_f 法を行った。それぞれの解析結果から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 1 に示す。

2. 2 橋軸方向解析

解析モデルの鋼製高橋脚を有する3径間連続鉄桁橋は Fig. 3 に示す。軸力は、Fig. 3 の F1、F2 橋脚の変断面柱部材(Fig. 3 太線の部分)の両方に作用させることとし弾性固有値解析法、 E_f 法を行う。それぞれの解析結果から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 に示す。

Table 1 F1 橋脚－橋軸直角方向座屈時の有効座屈長（ $l_e^* : 1900\text{cm}$ ）

解析方法	軸力分布	柱位置	軸力 N (tf)	有効座屈長 l_e (cm)	l_e/l_e^*
弾性固有値解析	κ :固有値				
	(1)	上部	1274	1519	0.80
	$\kappa=25.37$	下部	1914	1370	0.72
	(2)	上部	1914	1275	0.67
	$\kappa=24.00$	下部	1914	1409	0.74
	(3)	上部	3662	1372	0.72
E_f 法	$\kappa=10.82$	下部	4471	1373	0.72
	(1)	上部	1274	1965	1.03
	$\kappa=4.79$	下部	1914	1068	0.56
	(2)	上部	1914	1008	0.53
	$\kappa=3.94$	下部	1914	1886	0.99
	(3)	上部	3662	1103	0.58
	$\kappa=2.03$	下部	4471	1103	0.58

F1 橋脚

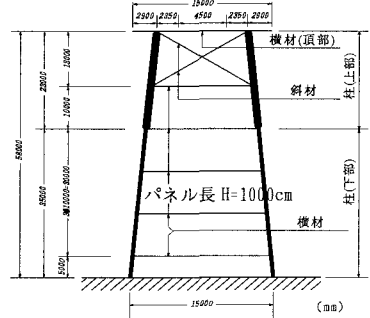


Fig. 2 橋軸直角方向解析モデル

Table 2 F1 橋脚－橋軸方向座屈時の有効座屈長（ $l_e^* : 1900\text{cm}$ ）

解析方法	軸力分布	柱位置	軸力 N (tf)	有効座屈長 l_e (cm)	l_e/l_e^*
弾性固有値解析	κ :固有値				
	(1)	上部	3154	3960	2.08
	$\kappa=36.33$	下部	1398	1340	0.71
	(2)	上部	3154	5451	2.87
	$\kappa=19.17$	下部	3154	1228	0.65
	(3)	上部	9186	3932	2.07
E_f 法	$\kappa=12.65$	下部	4465	1271	0.67
	(1)	上部	3154	2443	1.29
	$\kappa=5.10$	下部	1398	2139	1.13
	(2)	上部	3154	10412	5.48
	$\kappa=2.91$	下部	3154	1047	0.55
	(3)	上部	9186	1685	0.89
	$\kappa=1.78$	下部	4465	1687	0.89

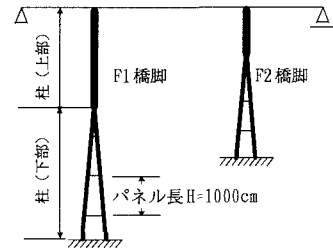


Fig. 3 橋軸方向解析モデル

3. まとめ

本解析結果から以下の事柄が明らかになった。

- (1) 橋軸直角方向では、仮定の有効座屈長（1900cm）に対して弾性固有値解析で2～3割程度低めの値を算出している。特に軸力分布(3)が、変断面柱部材でありながら柱上部下部ともにほぼ等価な有効座屈長（Table 1 太字の部分）を算出している点に特徴があるといえる。
- (2) 橋軸方向の弾性固有値解析では、柱上部と下部の有効座屈長にかなり差が見られるが、 E_f 法を用いることで軸力分布(1), (3)では、柱上部下部ともに近い値に修正されている。（例えば、Table 2 太字の部分）また、この方向でも軸力分布(3)－ E_f 法の有効座屈長が、柱上部下部ともにほぼ等価な有効座屈長を算出している。
- (3) 両者の方向においても軸力分布(3)（限界軸力分布）－ E_f 法による有効座屈長が、柱上部下部ともにほぼ等価な有効座屈長を算出しており断面設計に適用する際に有利な値になっている。

本研究は、土木学会鋼構造新技術小委員会終局耐力WGの活動の一部として実施したものです。

【参考文献】

- 1) 野上・山本：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，1994.4
- 2) 井浦・野上・南野・平山・望月：鋼骨組構造の有効座屈長の算出法に関する提案／鋼構造年次論文報告集，1995.11
- 3) 東海構造研究グループ(SGST)：骨組構造物の座屈設計法に関するフォーラム(上)(下)／橋梁と基礎，1994.12 1995.1
- 4) 鋼構造新技術小委員会・山岳橋梁の架設技術研究 WG：鋼製高橋脚を有する3径間連続鈹桁橋の試設計，1995.12