

接線剛性による骨組構造の耐荷力推定法について

熊本工業大学 正 員 〇結城 皓晴 同 学生員 野村 肇
同 学生員 福山 修司 熊本大学 正 員 崎元 達郎

1. まえがき

軸力の作用が支配的な骨組構造物を設計するとき、個々の部材の座屈有効長さをその支持条件をもとに推定し、その有効長さと同じ長さの単純支持柱の強度データを用いて、部材ごとに設計するという方法が行われてきた。しかしこの方法では、部材の有効長さの計算法の違いによって強度が異なることがある。そこで、構造物全体の弾性座屈解析により各部材の有効長さを算出することで解決している。しかしそれでも、終局状態での構造物全体の強度すなわち耐荷力を推定することにおいて、必ずしも合理的な方法とはいえない。

これに対して、終局状態における塑性化や初期不整による部材剛性の変化を考慮し、接線弾性係数 E_T を用いて固有値解析で耐荷力を求める方法が提案されている。文献1)では、有効接線係数を道路橋示方書の単純支持柱の耐荷力曲線から求めることとし、固有値解析を繰り返すことによって耐荷力を求めようとしている。

ここでは前者の方法を有効長さ法、後者を有効接線剛性法と呼ぶことにする。筆者らは、後者の方法を複雑な形状の一般骨組構造に適用した場合の有効性の検討を行うため、バネ支持された柱に適用するとともに有限変位弾塑性解析を行い両者の結果がよく一致することを確認している。²⁾

本研究では、有効接線剛性法が有効長さ法の問題点を解決できることを検証し、実際の構造物の終局強度推定における有効性と問題点について検討する。

2. 有効長さ法と有効接線剛性法の比較

[1] 図-1のような中央点をバネで支持された柱を考える。この構造はよく知られているように、バネの剛性を増加していくと次第に座屈荷重が上昇し、ある限界点を越えると座屈荷重は上がらなくなる。そして座屈モードは限界点を境にして形状が変化する。ところが実際には、限界点に達する前に部材の降伏が始まるので、実際の限界点はそれ以下のところにあり、座屈モードも実際の限界点付近で変わるはずである。また、限界バネ剛性も実際にはより低い値になると考えられる。

この構造の耐荷力を、有効長さ法および有効接線剛性法によって推定すると図-2のようになる。この図からわかるように、両者の値はある領域ではかなりの差がみられる。また、有効接線剛性法ではバネ剛性の限界点の値が明確に現れ、限界点の前後で座屈モードの変化が求められる。これに対して、有効長さ法では弾性座屈のモードを基本にしているから、この図のように仮定したモードと実際のモードとが異なるという現象が見られ、得られた結果の信頼性が低いといわざるを得ない。

[2] 図-3、表-1のような2種類の部材(Iの値がほぼ同じで断面積が異なる)で構成される構造を考える。

この構造の弾性座屈解析を行うと、二つの部材は同時に座屈しモードは図-3右の破線のようになる。一方、有効接線剛性法により終局状態を求めると、モードは同図の実線のように部材(2)の変形が顕著にな

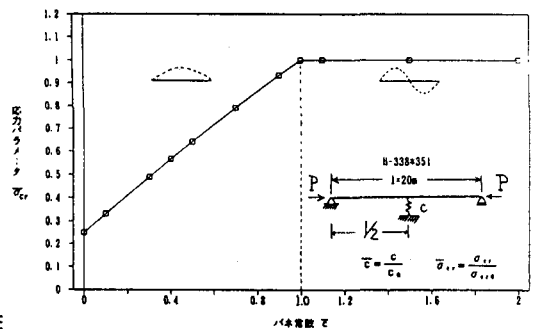


図-1

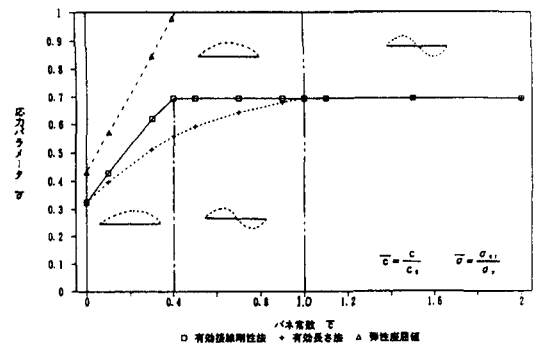


図-2

る。終局状態の応力、細長比パラメータおよび基準状態に対する荷重倍率(σ_{cr}/σ_0)をまとめると表-2のようになる。

有効長さ法では基準状態に対する荷重倍率は部材によって異なる結果となる。小さい方をとるとすれば部材(2)の値から403.9となる。

一方、有効接線剛性法による終局状態のモードは応力の高い部材で顕著に現れており、実際の現象に近い妥当な結果と考えられる。荷重係数は467.19であった。応力-細長比パラメータを耐荷力曲線上にプロットすると図-4になる。

3.ダムゲートの耐荷力推定

昭和42年に発生したあるゲートの事故に対して、当時の解析技術を駆使して解析・調査³⁾が行われた。おもに弾性座屈解析によって行われたが、ここであらためて有効接線剛性法を適用してみた。

図-5、表-3に構造モデルと終局状態の座屈モードを示している。弾性座屈および終局状態における応力、細長比パラメータを表-4に示す。この構造ではモードは弾性座屈のそれとほぼ一致しているので有効長さ法と有効接線剛性法の結果はほぼ一致している。

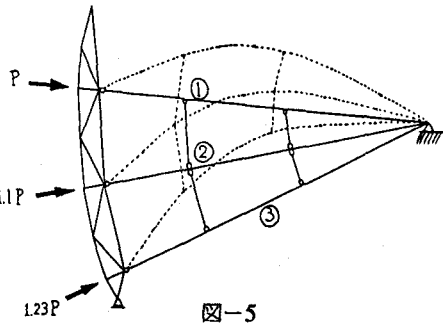


図-5

表-3

部材	l (cm)	A (cm ²)	I (cm ⁴)
①	1020	140	4600
②	1020	160	7300
③	1020	170	9000

4.まとめ

軸力の作用する骨組構造の耐荷力を推定する方法として、有効長さ法と有効接線剛性法について比較した。前者のいくつかの問題点を後者では解決できることを検証した。また、この方法によれば終局状態のモードを求めることができ、実際の現象をよく表現でき合理的な方法である。今後はより複雑な構造で実験値との比較検討できる機会があればよいと考える。

参考文献

- 1) 土木学会・本四連絡橋上部構造研究小委員会:主塔設計法に関する検討 昭和55年3月
- 2) 崎元、結城ほか:有効接線係数を用いた鋼骨組みの強度設計法について 土木学会西部支部研究発表 1992年
- 3) 和知ダム事故原因調査報告 昭和43年

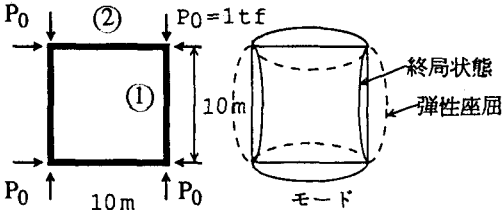


図-3

表-1

部材	寸法	l (cm)	A (cm ²)	I (cm ⁴)
①	H-458*417	1000	528.6	60500
②	H-400*400	1000	218.7	66600

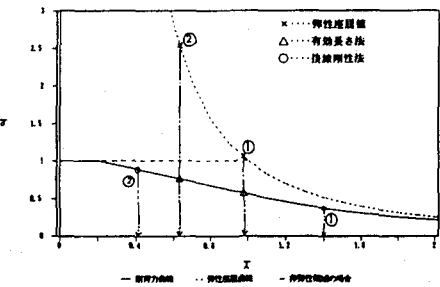


図-4

表-2

	$\bar{\sigma}$		X		σ_{cr}/σ_0	
	①	②	①	②	①	②
弾性座屈	1.040	2.510	0.981	0.631	1325.80	
有効長さ法	0.574	0.765	0.981	0.631	973.08	403.91
接線剛性法	0.367	0.885	1.400	0.412	467.19	

表-4

	弾性座屈有効長さ法接線剛性法		
$\frac{\sigma_{cr}}{\sigma_0}$	部材①	部材②	部材③
	96.17	78.62	78.86
		79.17	
		78.58	
σ	部材①	0.286	0.234
	部材②	0.275	0.227
	部材③	0.290	0.237