

I-432

長大斜張橋の鉛直荷重による幾何学的非線形性について

川崎重工業(株)	正員	○ 水川 洋介
川崎重工業(株)	正員	水上 義彦
長岡技術科学大学	正員	長井 正嗣
三井造船(株)	正員	浅野 浩一

1. まえがき

これまでに建設されてきた斜張橋では、支間が500m以下であったことと、箱断面を用いると桁の曲げ剛性も比較的大きく設計されることから、鉛直荷重載荷時の幾何学的非線形の影響は小さく、しかも多くの場合、最小の板厚で設計可能なことから、非線形の影響によるわずかな断面力の増加が板厚決定にも影響を及ぼさなかったと考える。一方、斜張橋は急速に長大化の傾向にあり、主桁に発生する応力も大きな値となってきて応力をより正確に評価しておくことが重要となってくる。

このような観点から、本文では支間1000,1200mを対象に、文献1)で検討した4車線用の主桁断面を用いて、曲げモーメントの非線形性について検討した結果を報告する。なお、ここで取り扱う主桁断面は面内の耐力($1.7 \times$ (死荷重 + 活荷重))に対して)が確保できることを前提としている。

2. 計算モデルと荷重ケース

計算の対象とするモデルは文献1)で示したもので、図-1に断面形状を、表-1に断面諸元を示す。

解析方法は、線形解析、線形化有限変位解析、有限変位解析の三つの方法を用いた。このうち、線形化有限変位解析では、ケーブルサグの影響が静縮役法を用いて考慮されている。また、著者らが以前に提案した簡易算定式²⁾の精度についてもあわせ検討を行なう。

荷重ケースは図-2に示す4ケースで、このうち、ケースC,Dは支間 $L_c/4$ 点、支間中央での影響線載荷を意図したものである。なお、簡易算定式は影響線載荷を対象としていることから、簡易式の比較は荷重ケースC,Dに限定している。

表-1 主桁断面諸元

$L_c : m$	$B_u : m$	$A : m^2$	$I_x : m^4$	$I_y : m^4$	$J : m^4$
1000	22	1.287	2.687	64.17	5.692
		1.692	3.343	99.90	7.587
	28	1.470	2.131	116.3	5.035
		1.550	2.225	128.6	5.394
1200	28	1.612	6.324	122.2	12.79
		2.427	7.919	246.2	16.67
	34	1.835	4.558	204.2	10.26
		2.156	5.102	280.4	11.97

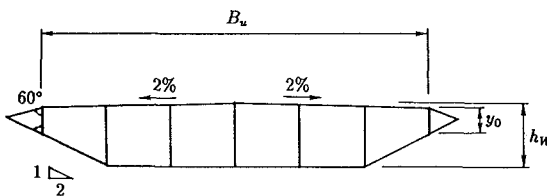


図-1 基本断面形状

下段は、補強部の断面を示す

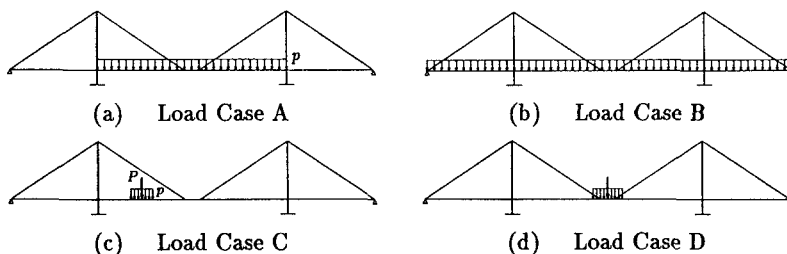


図-2 荷重載荷パターン

$$p = 3.8tf/m$$

$$P = 62.5tf$$

3. 計算結果

紙面の都合で、1200mモデル（幅＝34m、断面2次モーメント＝ $4.6m^4$ ）の結果についてのみ示す。図-3～6に荷重ケースA～Dの曲げモーメントを示す。また、表-2に荷重ケースA,Bの最大たわみの比較結果を示す。

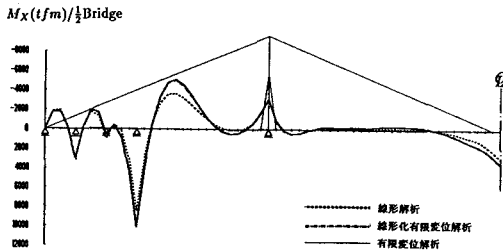


図-3 面内曲げモーメント図(ケースA)

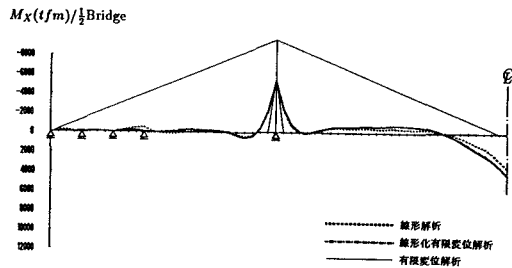


図-4 面内曲げモーメント図(ケースB)

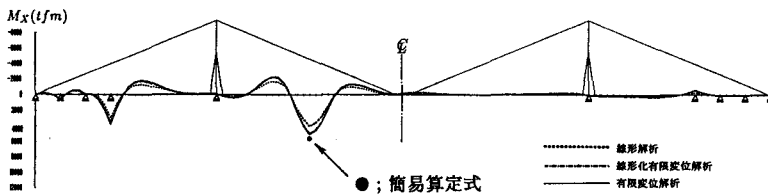


図-5 面内曲げモーメント図(ケースC)

表-2 最大たわみの比較

Load Case	$\delta_{max} : m$			$\frac{L_c}{400} : m$
	LI	LN	NL	
A	1.139 (1.000)	1.371 (1.204)	1.393 (1.223)	3.00
B	1.109 (1.000)	1.332 (1.201)	1.365 (1.231)	

()内は、線形解析を1.000としたときの比率

ここに、 LI : 線形解析
LN : 線形化有限変位解析
NL : 有限変位解析

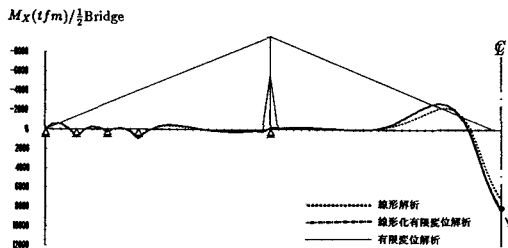


図-6 面内曲げモーメント図(ケースD)

4. 考察とまとめ

今回取り扱ったすべてのケースについて、以下のことがいえる。

- ① 線形化有限変位解析と有限変位解析はよい一致を示す。
- ② このクラスの斜張橋でも線形解との差異は最大40%程度で、軸力が支配的なことを考えるとトータルの垂直応力度の差異は小さいと考えられる。しかし、最初に説明したように、長大橋では垂直応力をより正確に評価することが重要となることから、線形化有限変位解析を設計に用いるべきと考える。
- ③ 以前に提案した簡易算定式は、本モデルに対しても高い精度を有していることが確認できた。

参考文献 1). 長井他:長大斜張橋の主桁断面選定に関する検討、構造工学論文集、土木学会、1993、2). 長井他、斜張橋主桁に発生する非線形曲げモーメントの簡易算定法の提案、土木学会論文集、1988