

主桁支持方式の異なる鋼斜張橋の経済性比較

熊本大学工学部 学生員 ○森 博昭
" 正 員 小林 一郎
" 正 員 三池 亮次
" 学生員 佐々木 高

1. はじめに 筆者らは文献1)において、鋼斜張橋の主桁の支持方式である自定式と部定式²⁾の解析モデル(10段マルチケーブルセミファン形式、主径間長 500m)について最適設計を行ない、部定式のコストが自定式に比べて数パーセント程小さくなるという結論を得た。本報告においては、上記の形式のほかに吊橋の定着方式である完定式を加えた3形式について主径間長をパラメータとし、より詳細な最適設計を行ない、各形式の経済性についての比較を行なう。

2. 解析モデル 解析モデルの一般図は図1の通りである。設計条件は表1のように4ケースについての最適設計を行なった。構造解析に当っては、以下の仮定により応力法によるマトリックス構造解析法を用いた。1)斜張橋を平面骨組系とみなし、微小変位理論に従う。2)せん断変形による影響は無視する。3)死荷重、活荷重(分布荷重と線荷重)を考慮し、活荷重については影響線解析を行なって各部材の最大応力度を算出するものとする。また、多段階決定法³⁾を用いて最適化するものとし、各段階では最適化手法として反復線形計画法(SLP)を使用した。

図2は主桁および塔の断面形状である。図中の主桁の板厚 t_u, t_w, t_l と塔の部材幅 B_h, B_f と板厚 t_f, t_h を各部材(部材レベル)の設計変数とし、各ケーブルの断面積 A_c と主桁高 H_g を構造全体(構造レベル)の設計変数とする。部材レベルの目的関数は部材断面積とし、構造レベルの目的関数は主桁、塔、ケーブルの各重量にコスト評価数量 $C_g:C_t:C_c = 1.0:1.2:2.0$ をかけた総コストとする。

3. 数値計算の結果と考察 図3はケース2における3形式の主桁の最大軸力の分布図であり、影響線図の正側に載荷した場合を実線、負側の場合を点線で示した。図4は同じモデルについての最適解の主桁の最大応力度と断面積の分布を示したものである。図4において、最大応力度 σ_T のうち軸力による応力度 σ_N を一点鎖線で示した。自定式においては、 σ_T に占める σ_N の割合が大きいことがわかる。また、自定式は、軸圧縮力の作用する範囲が部定式のほぼ2倍であるので有効座屈長が長くなり、許容応力度が小さくなるため他の形式と比べて不利になる。

図5は各ケースの最適解と主径間長 L_c 、図6は最適主桁高と L_c の関係をそれぞれの L_c における自定式の値を1として示したものである。また、表2に表1で示した各ケースについて3形式の最適解を示した。この結果、現在架設されている L_c が250m前後のものは自定

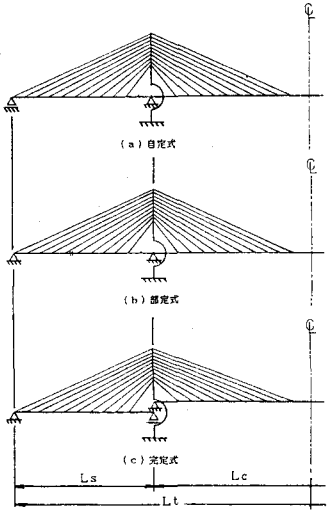


図1 解析モデル

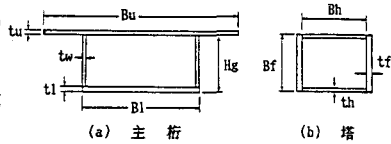


図2 断面形状

表1 モデルの諸元

	ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4
中央径間 : L_c (m)	250	500	750	1000
全 長 : L_t (m)	470	940	1410	1880
側径間 : L_s (m)	110	220	330	440
塔 高 : H (m)	50	100	150	200
上フランジ幅: B_u (m)	14	14	21	21
下フランジ幅: B_l (m)	12	12	19	19
荷 重 (kg/cm)				
死荷重	69.8	110.0	150.0	178.5
活荷重				
線活荷重 (kg)	48750.0	48750.0	66250.0	66250.0
等分布活荷重 (kg/cm)	29.3	29.3	39.8	39.8

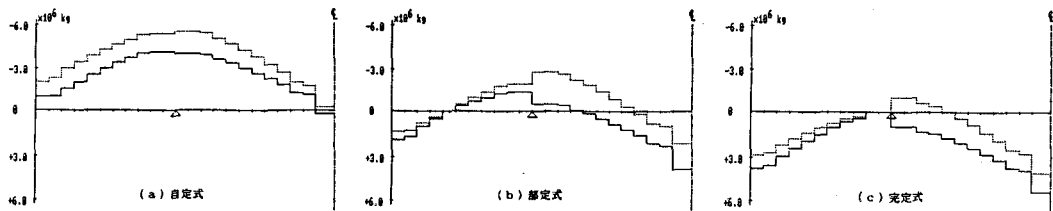


図3 主桁の軸力分布

—— 影響線正側載荷
- - - 影響線負側載荷

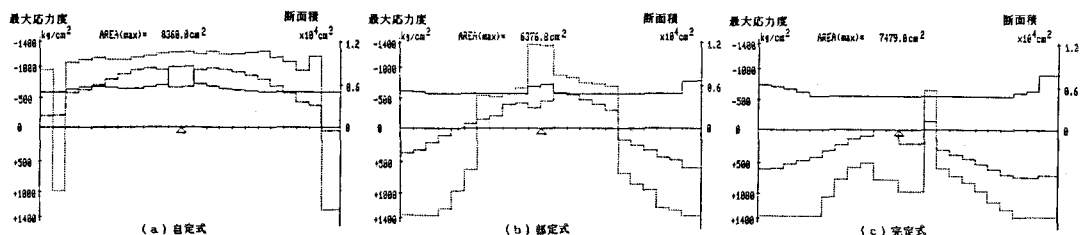


図4 主桁の最大応力度と断面積

—— 断面積
—— σ_t
- - - σ_c

式が多少有利な形式といえるが、スパンが長くなるにつれ部定式と完定式が自定式に比べてコストが小さくなっていることがわかる。

最適桁高は図6の通りで、自定式が最も大きい、桁高と中央径間長の比 H_g/L_c は $L_c=250\text{m}$ のときが $1/203$ 、 $L_c=1000\text{m}$ でも $1/123$ となり、部定式・完定式では $1/170$ であった。実橋では大半のものが $1/100$ 以上であることを考える

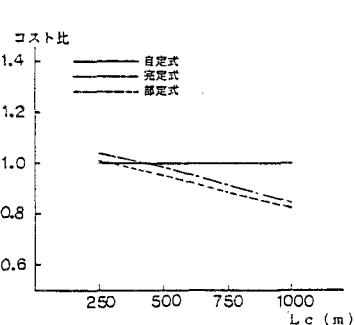


図5 最適解（コスト比）

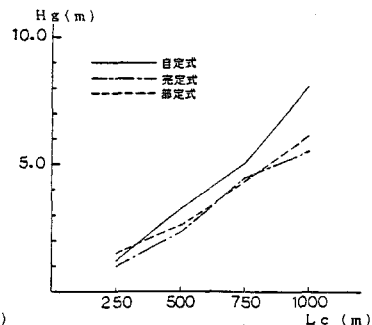


図6 最適主桁高

と、いずれの形式でも最適解においては桁高が低くなる傾向がある。このことは、最適設計の効果が現われたためのものと思われる。

なお、3形式の比較を、より厳密に行なうため、部定式・完定式のアンカレッジおよび伸縮継手のコストを加算した経済性比較について検討中であるが、結果は講演時に報告する予定である。

参考文献

- 1) 小林 他：主桁支持方式の異なる長大斜張橋の最適設計、第41年講 I-183、1986.11
- 2) 大塚 他：主桁支持方式の異なる長大斜張橋の力学特性比較、構造工学論文集、Vol.31A、1985.3
- 3) 小林 他：斜張橋の最適設計への多段階決定法の適用について、第41年講 I-183、1986.11

表2 最適解の比較

	中央径間(m)	形式	自定式	部定式	完定式
ケース1	250	桁	1596	1618	1587
		ケーブル	388	382	407
		合計	2414	2445	2510
		比率	1.00	1.01	1.04
ケース2	500	桁	4015	3639	3670
		ケーブル	2307	2321	2441
		合計	7968	7584	7843
		比率	1.00	0.95	0.98
ケース3	750	桁	11203	9196	9586
		ケーブル	7271	7469	7623
		合計	23749	20997	21735
		比率	1.00	0.88	0.92
ケース4	1000	桁	22982	15790	15824
		ケーブル	15384	16038	16097
		合計	50596	41696	42763
		比率	1.00	0.82	0.85