

九州大学	工学部	正員	大塚	久哲
九州大学	工学部	正員	太田	俊昭
九州大学	工学部	正員	今井	富士夫

1. 緒言

本研究は、吊橋と斜張橋の経済性を、ケーブル定着方式の差異に着目して比較検討したものである。吊橋では自定式および完定式、斜張橋では自定式、部定式および完定式が考慮されている。ここに完定式とはケーブルをアンカレイジに定着する方式をいい、自定式とは、直接主桁に定着する方式をいう(図-1)。部定式斜張橋は、側径間に伸縮継手を装入して架設される。斜張橋のタイプとしては、ファン型、ハーブ型、セミハーブ型の3タイプが対象とされている。

コストを算定する構造要素は、ケーブル、ハンガーロープ、主桁、塔およびアンカレイジである。荷重は、自重および等分布満載荷重とした。

本論文の主題に関しては、Gimsing および Gilsanz, et al の研究がある。前者は3つの定着方式をもつファン型斜張橋に関し、ケーブルの必要重量を比較して部定式の優位性を指摘した。後者はファン型、ハーブ型斜張橋および吊橋に関し、ケーブルと主桁の必要重量を比較して、長大橋としての部定式ファン型斜張橋の優位性を指摘した。本研究はこれらの既往研究を拡張、発展させたもので、以下の特徴を有している。

(1) セミハーブ型部定式斜張橋のコスト算定式を一般式として誘導した。したがってファン型、ハーブ型は、その特例として計算でき、また、完定式および自定式は部定式の一特例として処理できた。

(2) 吊橋と斜張橋の実用スパンサグ比は異なり、かつ塔高の変化によりケーブルの力学的効率が変動するので、スパンサグ比(SSR)を変数として経済性を論じた。

(3) 塔とアンカレイジのコストを新たに考慮した。

(4) ケーブルは等断面とした。

2. 理論式の誘導

図-2のように、上部工のモデル化を行い、自重を考慮して必要コストを算定し、それに塔のコストを加えたものを Cost 1、

Cost 1 にアンカレイジのコストを加えたものを Cost 2 とすると、Cost 1、2 は次式で与えられる。

$$\text{Cost 1} = (\gamma PL^2/\sigma_c)C [D_0 + (\sigma_c/A_1\sigma_s)D_s + D_t/A_2] = (\gamma PL^2/\sigma_c)CK_3$$

$$\text{Cost 2} = (\gamma PL^2/\sigma_c)C [(\bar{\alpha}\beta/A_1)D_0 + K_3]$$

ここに、 γ =鋼の単位体積当りの重量、 σ_c =ケーブルの許容応力、 L =主径間長、 P =等分布荷重、 C =単位重量当りのケーブルの価格、 σ_s =鋼の許容応力、 A_1 =ケーブルと主桁の単位重量価格の比、 A_2 =ケーブルと塔の単位重量価格の比、 $\bar{\alpha}$ =(自定式のとき 0、完定式のとき 0.3、部定式斜張橋のとき 0.3-0.6 k/N) N =中央径間のハンガー(ステイ)本数、 k =主桁側径間の伸縮継手位置を示す定数($k=0$ で完定式、 $k=N/2$ で自定式、その中間は部定式)、 β =アンカレイジとアンカーフレームの価格の比である。 D_0 、 D_s 、 D_t はそれ

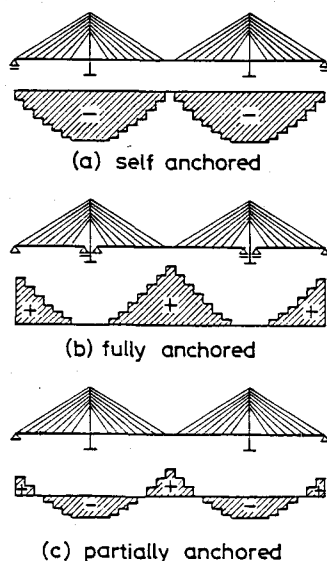


図-1 斜張橋の種類

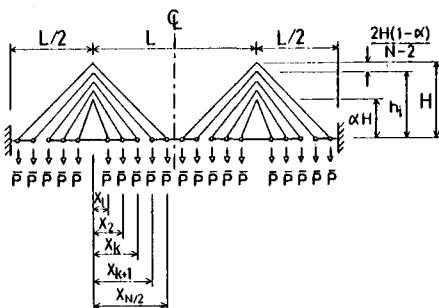


図-2 上部工モデル

ぞれケーブル、主桁、塔のコストに関係した係数である。詳しくは文献 3) を参照されたい。

3. 数値計算結果と考察

数値計算では、先ずケーブル本数を変化させて、コストの推移を調べたところ、完定式ハープ型以外は、ケーブル本数の増加と共にコストが減少すること、ケーブル本数が約30本程度でコストはほぼ収束することが知られた。ただし以後の計算では、国内外の41橋の架設例から中央径間長とケーブル本数との関係式を誘導して、その値を用いた。

次に、部定式斜張橋における最適な伸縮継手位置を探索したところ、側径間の中央点近傍に伸縮継手をもつ場合が最低コストとなることが知られた。

スパンーサグ比(SSR)を 10に固定して、各タイプのコストを比較したところ、このスパンーサグ比が吊橋に有利であるにもかかわらず、中央径間長 1,500 mまでは部定式ファン型斜張橋が最も経済的でありまた同 900 mまでは、完定式ファン型斜張橋が第2位であるという結果を得た(図-3)。また、実橋でのスパンーサグ比を考慮して、SSR=10の吊橋と SSR=5の斜張橋を比較したところ、斜張橋の経済的優位性を一層明確にすることができた(図-4)。

さらに、最下段ケーブル高と塔高との比を変数としてセミハープ型斜張橋のコストを算出し、同橋の経済性をファン型、ハープ型斜張橋と比較して図-5を得た。

最後に、アンカレイジのコストを変化させて、各定着方式の斜張橋の全体コストの推移を示した(図-6)。この結果から、架橋地点の地質条件をも考慮した定着方式の経済性の議論が可能となった。

以上の数値計算から、部分定着式斜張橋(ファン型、セミハープ型)は、現在、吊橋の独壇場である大径間においても、十分経済的であることが明らかとなった。したがって、今後、長大橋梁としての部定式斜張橋の実現の可能性が多角的に検討されるべきであろう。

【参考文献】

- 1)Gimsing,N.J.:Cable systems for bridges, Pro.of 11th Congress of the IABSE, Vienna, Austria,1980.
- 2)Gilsanz,R.E.,et al.:Cable stayed bridges:Degrees of anchoring, Pro.of ASCE,J. of Struc. Eng.,1983-1
- 3)大塚久哲他：大径間斜張橋の定着方式について、第30回構造工学シンポジウム、1984-2.

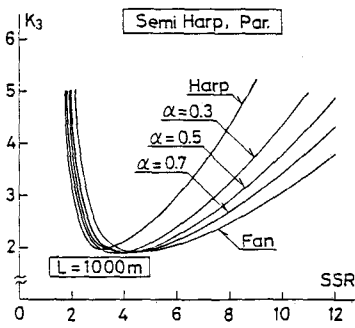


図-5

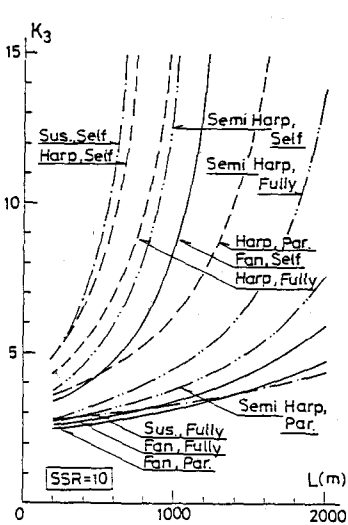


図-3

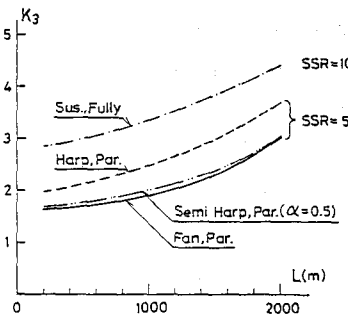


図-4

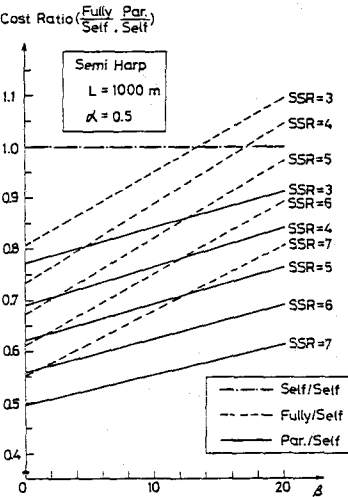


図-6