

斜張橋ケーブルタイの静力学的効果

佐賀大学 学生員 千布智久

佐賀大学 正 員 井嶋克志

佐賀大学 正 員 後藤茂男

1. まえがき

斜張橋の長大化に伴い、ケーブル長は非常に長くなる。したがって、ケーブルに十分なプレストレスが導入されなければ、ケーブルの自重によるサグが増大し、ケーブルの見かけ上の伸び剛性が低下がすることになる。しかし、ケーブルへの膨大なプレストレスの導入は、ステイケーブル定着箇所の負反力の増加や、桁軸力の増大を引き起こし、設計上必ずしも望ましいことではない。

一方、ケーブル振動における耐風上の対策としてケーブルタイ(補剛ロープ)が用いられているが、このケーブルタイにある程度のプレストレスを導入することにより、主ケーブルのプレストレスをあまり増大させることなく、ケーブルサグによる見かけ上の伸び剛性の低下を防ぐ方法が考えられる。

以上のような観点から、本研究は活荷重載荷時、および架設時におけるケーブルタイの効果を幾何学的非線形解析(接線剛性法)により検討したものである。なお、ケーブルについては極端に弛緩した状態から直線軸力部材に無限に近づく極限状態まで十分対応できるように、一様な自重を有するカテナリー形状のケーブルと考え、柔ケーブル部材の接線剛性係数¹⁾を用いている。

2. 柔ケーブル部材の接線剛性係数

図-1において左上端を固定し、右下端の微小変位 δx 、 δy による材端力の微小増分 δH 、 δV を表わす柔ケーブルの接線剛性方程式はつぎのようになる

$$\delta H = k_{11} \delta x + k_{12} \delta y - k_{t1} \delta l_t + k_{e1} \delta l_e$$

$$\delta V = k_{21} \delta x + k_{22} \delta y - k_{t2} \delta l_t + k_{e2} \delta l_e$$

k_{11} 等は剛性係数であり、また、 δl_t は微小温度上昇によるケーブルの自由伸び量であり、 δl_e はケーブル形状調整時などにおけるケーブル微小繰出し量である。

ここに、

$$k_{12} = k_{21} = \lambda \left(F \frac{ly}{l^2 - y^2} - \frac{H}{l} \frac{y}{x} B \right)$$

$$K_{11} = \lambda \left(Fb \frac{1}{x} + \frac{H}{l} \frac{y^2}{x^2} B \right)$$

$$k_{22} = \lambda \left\{ F \left(\frac{1}{x} + \frac{H}{l} \right) B - \frac{Fl}{x} b \right\}, \quad F = \frac{EA}{l_e}, \quad B = \left(\frac{xy}{l^2 - y^2} \right)^2 + b^2$$

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{Fl}{xa} + \frac{x}{l} \left\{ \left(\frac{l^2}{l^2 - y^2} \right)^2 + \frac{y^2}{x^2} \frac{b}{a} + \frac{1}{a} \right\}, \quad a = \frac{1}{(b-1)}, \quad b = \psi \coth \psi$$

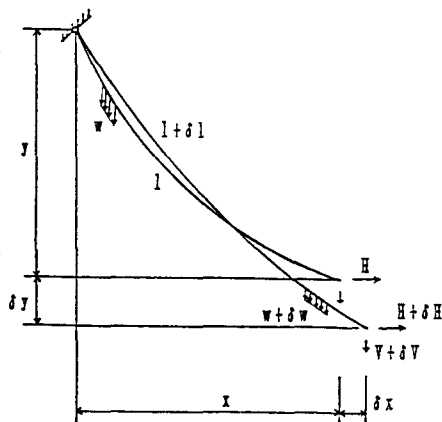


図-1

3. 解析モデルおよび手順

本研究で用いたモデルは図-2に示すように側径間148m、中央径間355mのハープタイプの斜張橋で中央径間中央点に関して対称であり、解析は平面モデルで行なった。ケーブルタイを導入するにあたって、まず、死荷重による解析を行ない、この初期形状に対してタイを導入し、タイ導入前後における桁およびタワーの断面力の比較を行なった。また、活荷重は 3.8t/m (死荷重との比は23%) とした。

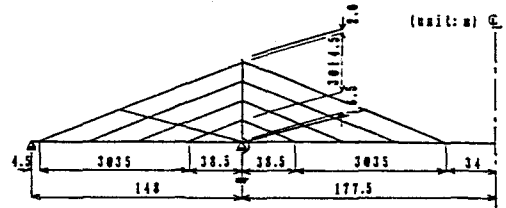


図-2 解析モデル

架設計算では、側径間先行架設のカンチレバー工法とし、完成系を既知先行状態として、これより未架設部材を撤去して目的の架設時の構造系を求める計算を行なった。

4. 解析結果および考察

図-3に完成時、図-4に活荷重を全径間に載荷した場合の桁およびタワーの曲げモーメント図を示す。完成時では、タワー位置および主径間中央点では、曲げモーメントを小さくすることができ、全体的に曲げモーメントを平滑にすることができた。全径間載荷時では、完成時におけるケーブルタイの有無による曲げモーメントの差異がほとんど同じであることから、活荷重に対しては、ケーブルタイの効果は差程期待することはできなかった。

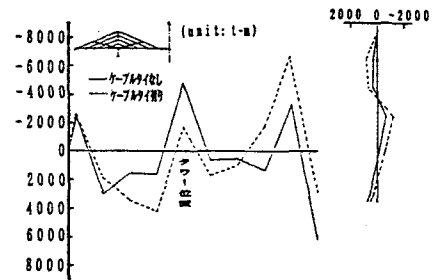


図-3

図-5に中央径間に桁を2区間架設した過程、図-6には、中央張りだし部分閉合前の過程での桁およびタワーの曲げモーメント図を示す。なお、架設時計算においては完成時からのケーブル張力の調整は行っておらず、側径間側のベントの位置は完成時の位置にあるものとする。架設初期の段階では、完成時の主ケーブルのみで十分であり、ケーブルタイの効果あまり見られない。しかし、完成に近づくにつれて曲げモーメントが大きくなるのでケーブルタイを導入することによって曲げモーメントを小さくすることができる。

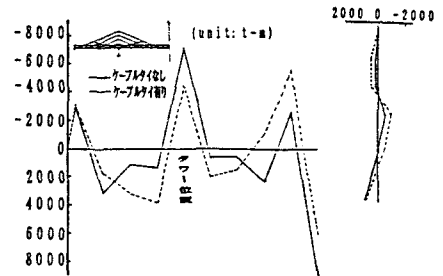


図-4

参考文献

- 1) 後藤茂男：柔ケーブルの接線剛性方程式について

土木学会論文報告集 No. 270, 1978

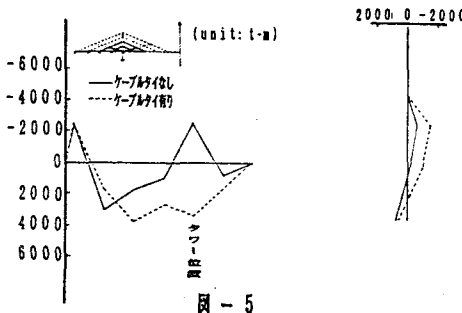


図-5

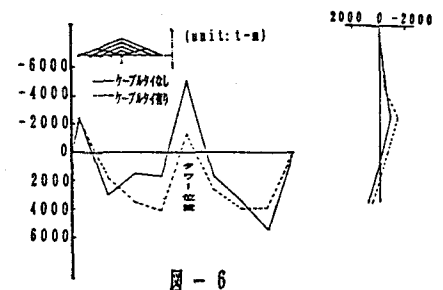


図-6