

長岡技術科学大学 学生員 有村 英樹
 長岡技術科学大学 正 員 長井 正嗣
 電力中央研究所 正 員 大鳥 靖樹
 長岡技術科学大学 学生員 草野 兼人

1. まえがき

本文では、マルチファンタイプ斜張橋のねじれ変形に着目し、最大ねじれ回転角の算定式を提案する。その目的は、

① ねじれ変形に対して支配的と考えられる設計パラメータ(主塔形式、ケーブル面数、桁断面形状およびそれらの各剛性)の影響を定量的に評価するための資料とする。

② 曲げ1次振動数の算定で報告した通り¹⁾、静的ねじれ変位が既知であれば、ねじれ振動数が簡便に評価可能となる。しかも、振動数に及ぼす、①で説明した各種パラメータの影響が容易に理解できる。

等である。とくに、斜張橋の経済設計を考える場合、主桁重量の小さい断面すなわち開、開・閉断面が選ばれ、必然的にねじれ剛性が小さくなる。その場合、ねじれ変形が閉断面を採用したときに比してどの程度大きくなるかを事前に簡単に予測できること、さらに、支間長との関係を明確にしておくことは重要と考える。また、ケーブルのねじれ剛性に対する寄与の定量的評価、1面吊形式の適用限界支間の検討等、技術者にとって興味ある課題を検討する上でもねじれ変形特性に関する基本的考察を行っておくことは重要と考える。

ここでは、面内荷重による最大たわみ算定と同様の手法²⁾により、ねじれ変位がケーブルの伸び(伸び量が主塔、主桁剛性に依存する)によって生じると仮定した算定式を提案する。

2. 算定式

中央径間に満載された等分布ねじれ荷重に対して、最大ねじれ角 ϕ を、H形状塔、A形状塔に対してそれぞれ以下のように表わす(図-1参照)。

$$\phi_H = \frac{4m_t}{B_G^2} \frac{\beta\sigma_a}{E_c} \left\{ \frac{\alpha_H}{W_G/(1-\alpha)} \frac{L_s L_A}{h_T} + \frac{\eta_H}{W_G(1+1.3\omega)} \frac{L_A^2}{h_T} \right\} \quad (1)$$

$$\phi_A = \frac{4m_t}{B_G^2} \frac{\beta\sigma_a}{E_c} \left\{ \frac{\eta_A}{W_G(1+1.3\omega)} \frac{L_A^2}{h_T} \right\} \quad (2)$$

ここで、 m_t は等分布ねじれ荷重、 B_G はケーブル間隔(橋軸直角方向)、 E_c はケーブルのヤング係数、 $\beta\sigma_a$ はケーブルの許容応力(σ_a)に余裕を見込む係数($\beta \doteq 0.9$)を乗じたもので、 $\beta\sigma_a/E_c$ でもってケーブルの最大ひずみ(死・活荷重載荷状態)を表わす。 W_G は死荷重強度、 α は側径間最上段ケーブルの全張力のうち活荷重の占める割合¹⁾、 ω は死・活荷重強度比、 L_s 、 L_A 、 h_T は図-1に示す幾何形状に関する量である。また、 α_H は側径間最上段ケーブルの伸びを、 η_H 、 η_A は中央径間最上段ケーブルの伸びを表わすパラメータで、後述する主桁のねじれ剛性とケーブルの伸び剛性(ねじれ剛性評価)の比を用いて定義される。

なお、式(1)、(2)の分母に荷重強度が用いられているのは、ケーブルの伸び剛性を死、活荷重強度で評価しているためである。

3. 係数 α_H 、 η_H 、 η_A の算定

式(1)、(2)において、係数 α_H 、 η_H 、 η_A が導入されているが、前述の通り、ねじれ荷重によるケーブルの伸び率(最大ひずみに対する)を表わすパラメータである。活荷重による鉛直たわみに対する主桁曲げ剛性の役割と異なり、ねじれ剛性、とくに純ねじれ定数(閉断面)に関するバネ定数 GJ/l_c は支間長に反比例しており、かなり支間が大きくなってもその寄与が期待できる。そこで、主桁のねじれ剛性とケーブ

ルのねじれに対する剛性の比を導入して評価することとした。

純ねじれおよびそりねじれ剛性に対して、それぞれ、

$$\gamma_{cs,j} = \frac{K B_G^2}{G J / l_c}, \quad \gamma_{cs,w} = \frac{K B_G^2}{E I_w / l_c^3} \quad (3)$$

を考える。ここに、 $E I_w$ は主桁のそりねじれ剛性、 l_c は中央径間長、また、 K はケーブルの伸び剛性（中央径間内の各ケーブルの伸び剛性の総和）を表わし、荷重強度を用いた表示が文献 1) に与えられている。

α_H 、 η_H 、 η_A の算定図を以下に与える。なお、 α_H は特定の曲げおよびねじれ剛性を有する塔（H形状）について与えられている。塔の曲げおよびねじれ剛性の寄与は重要であり、それらを考慮しておく必要がある。

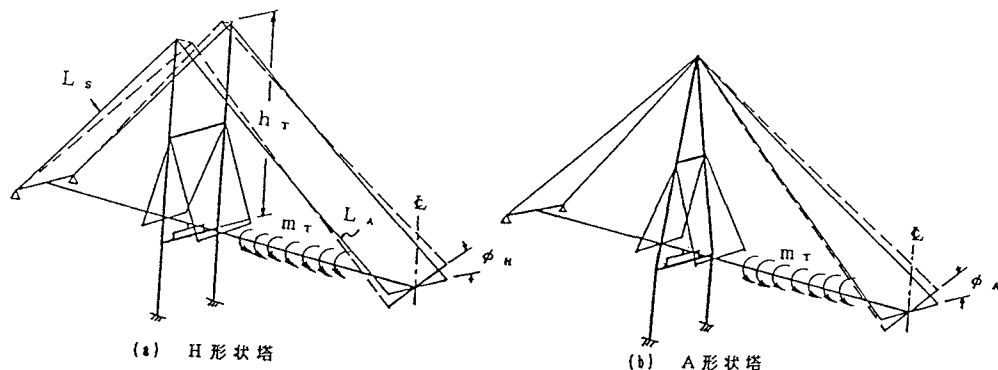


図 - 1 H, A 形状塔を有する斜張橋

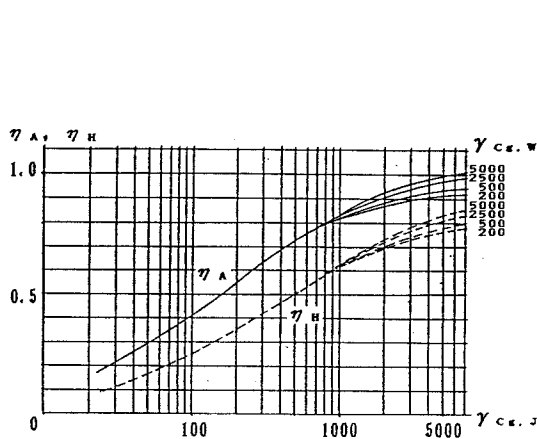


図 - 2 η_A 、 η_H 算定図

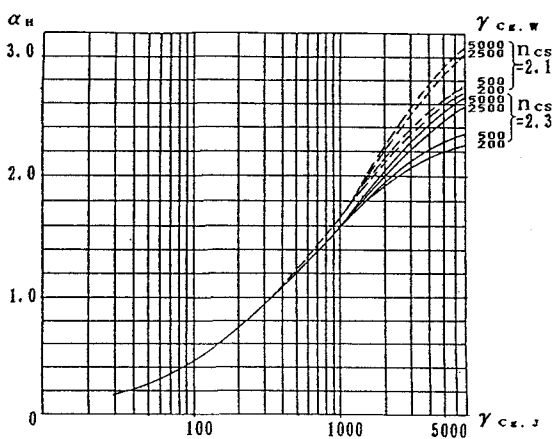


図 - 3 α_H 算定図

4. あとがき

本算定式より、比較的精度良く等分布ねじれ荷重載荷時の最大ねじれ角が推定できる。また、 α_H 等の算定図より特性の理解が容易になる。紙面の都合で特性の検討また本算定式の精度について説明できなかったが、講演当日発表させて頂きたい。

参考文献

- 1) 長井他；斜張橋の曲げ 1 次固有周期の算定とその性状に関する検討、構造工学論文集、1990
- 2) 長井他；3 径間連続マルチケーブル斜張橋の基本形状決定に関する一考察、土木学会論文集、1985