

PS I - 6 鋼斜張橋の限界支間に関する一検討

長岡技術科学大学 正員 長井 正嗣
 川崎重工業（株） 正員 奥井 義昭
 川崎重工業（株） 正員 佐野 信一郎
 川崎重工業（株） 正員 赤尾 宏

1. まえがき

斜張橋はますます大型化する傾向にあり、最近では、我国において中央径間長600m近い斜張橋が計画中である。このような状況の中で、斜張橋がどの程度の支間まで設計可能であるか（限界支間）を明らかにすることは興味ある課題と考える。また、そのことに伴う解決すべき技術的課題を明らかにすることは重要であるとする。この点に関しては、Leonhardtの論文¹⁾があり、その中で約1700mまで吊橋に比べて工費を安くできるとしている。しかしながら、その根拠は不明であるとともに、我国のような厳しい自然条件のもとで以上のような長大鋼斜張橋の建設可能性については疑問視するむきもある。

以上より、本論文では限界支間に関わる現象を整理し、そのうちの一部について検討した結果を報告することにする。周知の通り、斜張橋は多くのパラメータを有しており、それらを考慮して逐一コンピュータにより特性検討、概略設計、詳細設計することは多大な労力を要する。したがって、ここでは著者らが以前に報告した基本的考察法および推定式^{2) 3)}を利用して検討を行うこととした。

2. 限界支間に関する検討課題と対策法

検 討 課 題	対 策 法
主桁に導入される軸力により鋼材が許容応力に達する（塔基部）支間	変断面（断面積変化）の採用 部定式（側径間に軸力を伝達しない伸縮装置を設ける）の採用 ⁴⁾
ケーブルのサグによる剛性の低下が著しく対策を要する支間	補剛ケーブルの採用 ¹⁾
ケーブル張力の作用方向が非現実的となる支間	
支間長比の選定に対する配慮が不可欠となる支間（ケーブルの疲労強度、負反力及び剛性確保）	側径間にアンカー用 pier を設ける
横方向荷重との組み合わせにより鋼材が許容応力に達する支間及び横方向不安定問題	意図的に横方向の剛性を向上させる（Twin-Box Type の採用 ⁴⁾ ）
他型式との経済比較から決定される支間	（検討項目） 主桁曲げ剛性の低下（経済断面）と耐荷力
支承条件の決定 動的問題の照査 架設工法の検討 ケーブル Supply	免振対策と拘束 耐震、耐風安定性の照査、ケーブルの防振対策 （ケーブルの振動が大きな問題になれば、斜張橋形式に対する不信感が強まり、検討を要する）

3. 軸力による限界支間

主桁の最大軸力（ $N_{max.}$ ）は塔位置で生じ、次式で与えられる。³⁾

$$N_{max.} = (W_d + P) \ell_c n_h / 8 \quad , \quad (n_h = \ell_c / \bar{h}) \text{ ----- (1)}$$

ここに、 W_d は死荷重強度で、 $W_d = (2 \sim 2.5) \gamma_s A_s$ と仮定する。 A_s は軸力に抵抗する断面積、

$\gamma_s = 7.85 \text{ tf/m}^3$ 、係数 $2 \sim 2.5 (= \xi)$ はダイヤフラム等の補剛材及び後死荷重を考慮するものである。また、 P は活荷重強度。今、材質を SM50Y クラスとし、 200 kgf/cm^2 の余裕をみて、 1900 kgf/cm^2 を許容値とすれば、

$$\sigma_{\max.} = N_{\max.} / A_s = (2 \sim 2.5) \gamma_s (1 + \omega) \times \ell_c n_h / 8 < 1900 \quad \text{--- (2)}$$

より、Fig. 2, 3 の限界支間を得る。図中、(%) 内数値は曲げ応力の占める割合である。また、 $\omega = P / W_d$ 。

4. ケーブルサグによるたわみの増加

主桁の曲げ剛性を無視したたわみの算定式²⁾において、ケーブルのヤング係数として接線及び割線弾性係数を代入し、素線のヤング係数を用いた場合との比率計算を行うと Fig. 4, 5 を得る。

5. 支間長比の選定について（側径間橋脚の必要性）

1) ケーブルの疲労強度（我国の慣用設計法に準じる）一側径間最上段ケーブルの疲労強度推定図を文献 2) に与えている。今、 $\omega = 0.15 \sim 0.2$ を想定すれば、疲労許容応力の低減を考えなくて良い支間長比 $n_{cs} (= \ell_c / \ell_s)$ として 2.3 以上を得る。側径間長が中央径間長の半分以下となり死荷重のバランスを欠くと、完成時各部材を軸力に近づけることが困難になるため適切な完成時張力の決定、または構造形式の再考が必要となる。

2) 負反力ケーブルの疲労強度または剛性確保を目的として側径間を短くすれば当然負反力 (R_u) が大きくなる。その際、以下の算定式を利用して実現可能な構造になり得るか検討できる。

$$R_u = W_d \ell_c \{1 - 2 (n_{cs})^2 + \omega\} n_{cs} / 8 \quad \text{--- (3)}$$

6. あとがき

紙面の都合もあってその他の検討項目は当日説明させていただく予定である。本項目を含めた問題点について会員と討議できれば幸いである。

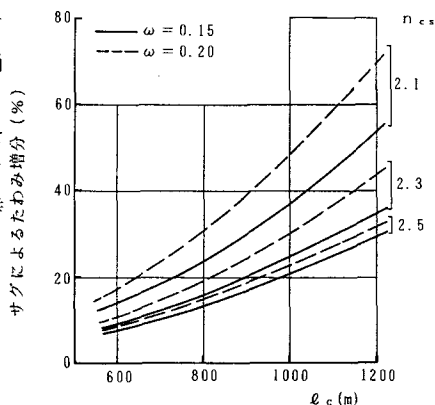


Fig. 4 最大たわみの非線形（接線弾性係数）

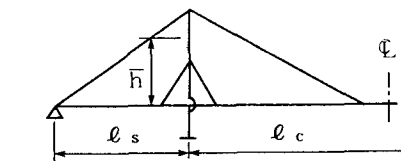


Fig. 1 基本形状

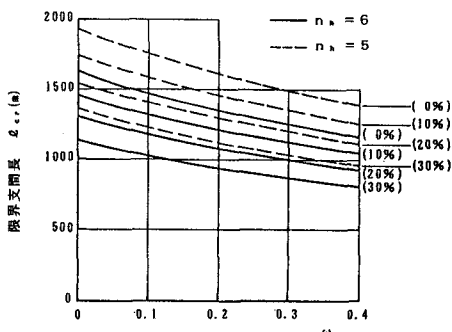


Fig. 2 限界支間 ($\xi = 2.0$)

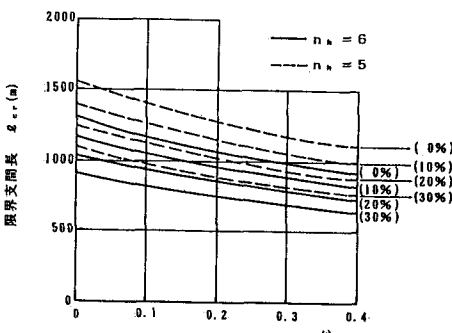


Fig. 3 限界支間 ($\xi = 2.5$)

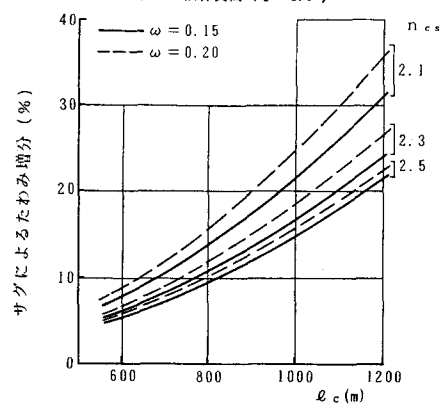


Fig. 5 最大たわみの非線形（割線弾性係数）

【参考文献】

- 1) Leonhardt 他 (成井訳) ; 斜張橋—近年の発達について— (その1)、土木施工、1980
- 2) 長井他 ; 3径間連続マルチケーブル斜張橋の基本計画法に関する一考察、土木学会論文集、1985
- 3) 長井他 ; 3径間連続マルチケーブル斜張橋の部材断面力算定法の提案、土木学会論文集、1985
- 4) Gimsing; Cable Supported Bridges, John Wiley & Sons, 1983