

川崎重工業(株) 正員 長井 正嗣
 " " ○井澤 衛
 " " 佐野信一郎
 " " 赤尾 宏

1. まえがき

近年、斜張橋は大型化する傾向にあり、あわせて、マルチケーブルが主流になっている。しかしながら、我国では、マルチケーブルタイプの長大橋の実績が少ないこともあって、その基本計画に当たっての十分な資料が整備されているとは言い難い面がある。このような立場から、著者らは、まずケーブルプレストレスの簡易決定法を提案したが¹⁾、そこでは、ケーブル配置としては、塔を中心に対称配置が好ましいことを示した。このことは、斜張橋の支間比として1:2~2.1程度が好ましいことにもなる。周知の通り、側径間長を長くすることは、斜張橋の力学性状としては好ましくないというのが通説である。すなわち、側径間のアンカー桁としての機能が低下し、側径間最上段ケーブルに応力が集中し疲労の問題が生じる。更に、塔モーメントも大きくなると言われている。しかしながら、以上の特性が死・活荷重強度比、最上段ケーブルの応力集中度等のパラメータと密接に関連するものの、これらを定量的に考察した検討はあまりみられない。そこで、本文では、ケーブルの疲労からみた支間長比の選定法、あわせてたわみ制限からみた塔高さについて、死・活荷重強度比及び最上段ケーブルの応力集中度を主要パラメータとした定量的考察により、一資料を提示することとした。

2. 疲労強度に関する検討

我国で採用されているケーブルの疲労強度の照査式は、 $\sigma_a = 6,400 \text{ Kg/cm}^2$ の場合、以下の通りである。

$$\sigma_{fa} = \begin{cases} 6,400 & , K > 0.681 \\ 2,500 / (1 - 0.895K) & , K < 0.681 \end{cases}$$

$$K = \frac{\sigma_D + 0.5 \sigma_{L, \min}}{\sigma_D + 0.5 \sigma_{L, \max}}$$

ここに、 σ_{fa} は疲労許容応力、 σ_D は死荷重応力、 $\sigma_{L, \max}$ 、 $\sigma_{L, \min}$ はそれぞれ活荷重による最大、最小応力である。

次に、側径間最上段ケーブルの張力を推定する。文献2)の仮定をもとに、張力を推定し、疲労を考慮しなくてよい範囲($K > 0.681$)に対応する支間長比を求めると、次式の通りとなる。

$$l_s/l_c < \sqrt{\frac{0.319 - 0.341\omega}{1.276 + 2\omega}}$$

$$\omega = p/Wd \tag{2}$$

となる。ここに、 l_s 、 l_c は側径間及び中央径間長、 p 、 Wd は活荷重及び死荷重強度である。式(2)の結果を図1に示すが、文献2)の仮定では過大に安全側になる。そこで、別途数値計算より検討を行った結果、図1の破線及び一点鎖線を得た。ここに、

$$\sigma_f = \sigma_D + 0.5 \sigma_{L, \max} \tag{3}$$

である。

図中に、実橋のK値を○印で示すが、支間長比

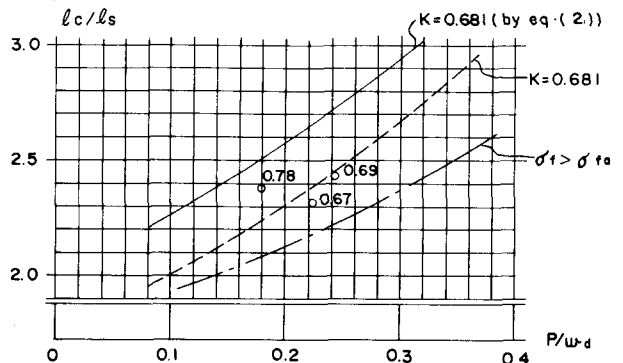


Fig 1 Span Length Ratio vs p/Wd

は限定されているものの比較的良好一致を示すことがわかり、基本計画上の一資料になり得ると考える。

3. たわみ制限に関する検討

斜張橋の最大たわみを推定しておくことは、斜張橋の剛性を評価する上でも重要である。そこで、主桁の最大たわみが側径間及び中央径間の最上段ケーブルの伸びに支配されるとして検討を行う。図2の記号を用いて、中央径間の最大たわみは、

$$\delta_c = \frac{l_c}{2l\ell} \delta_A$$

ここに、

$$\delta_A = \left(\frac{\sigma}{E_s}\right) \frac{L_s L_A}{h} + \left(\frac{\sigma}{E_A}\right) \frac{L_A^2}{h} \quad (3)$$

(σ/E_s) は側径間最上段ケーブルの活荷重によるひずみで、(σ/E_s) = α ($\beta \sigma_a/E_s$) とする。ここに、 α は全ケーブル応力のうち、活荷重の占める割合。 σ_a はケーブルの許容応力、 β は許容応力に対してどの程度の余裕で設計するか依存する値である。(σ/E_A) は中央径間最上段ケーブルの活荷重によるひずみで、死・活荷重強度比に依存する。

さて、 α (< 1.0) については、図3に示す推定式を与える。図中、○印は実橋の値、●印は図より推定した α 値である。

次に、我国の道路橋示方書によれば、たわみ制限は、 $\delta_c/l_c < 1/400$ と与えられている。式(3)を不等式に代入し整理した結果を図4に示す。これより、まず、支間長比を仮定し、図3より α を推定する。図4から、 α と P/Wd を用いると支間長比が求まる。この値が、計画値より小さければたわみ制限は満足されることになる。

4. まとめ

本文では、側径間と中央径間の支間長比選定に関する検討を行い、側径間最上段ケーブルの疲労の問題を定量的に把握できる推定図を提案した。また、側径間最上段ケーブルの活荷重の占める割合 α の推定図とともに最大たわみ算出に関する精度の良い資料を与えた。

参考文献 1) 長井ら; マルチケーブル斜張橋の簡易プレストレス決定法の提案, 第40回年次講演概要集, 2) Gimsing, N, J.; Cable Supported Bridge..., John Wiley & Sons, 1983

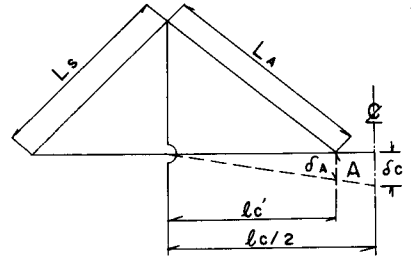


Fig 2 Maximum Deflection of Girder

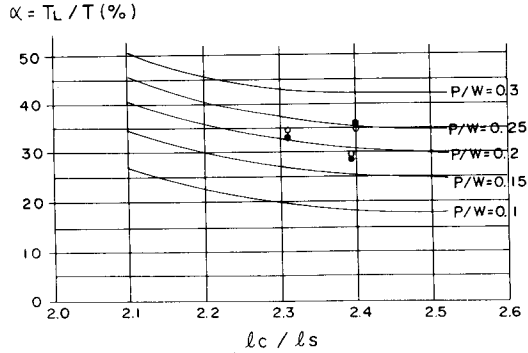
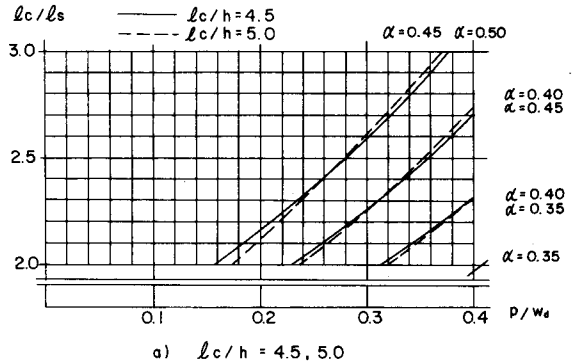
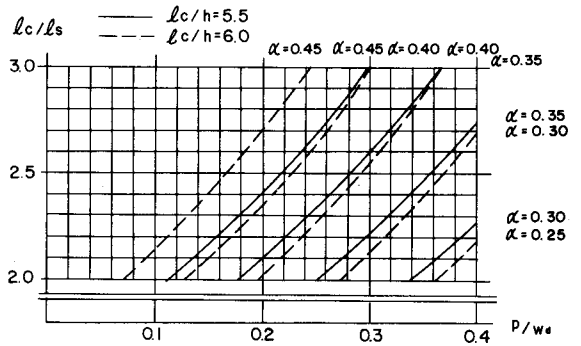


Fig 3 Estimation of α Value



a) $l_c/h = 4.5, 5.0$



b) $l_c/h = 5.5, 6.0$

Fig 4 Span Length Ratio Satisfying Allowable Deflection $l_c/h = 4.5 \sim 6$