

(株) 神戸製鋼所 正 ○ 岡田 勝
 / / 中西 宏
 / / 波田 凱夫

1. まえがき 長大吊橋主ケーブル架設用の足場として用いられるキャットウォークは仮設構造物であるがケーブル架設工事全般に占める役割は極めて重要なもので、その建設の成否がケーブル工事の難易を直接左右するといっても過言ではない。キャットウォークは一般に3次元のケーブル構造を形成するが、このような構造物の解析について我々はすでに各種の検討を行なってきた^(1,2,3,4,5,6)。本報はこれらの研究成果をもとに、一つの实用設計計算法を提案するものである。文献4)5)6)ではキャットウォークを構成する平面ケーブル構造について略算の変形解析を行ない、面内および面外の各種荷重載荷時の張力、変形等の計算法を報告している。本報では、これをさらに実用的な計算法に発展させ部材断面決定の方法を述べ、あわせて設計のための資料として構造・荷重諸元および安全率と部材断面との関係を一般的にのべる。

2. 解析方法 文献4)5)6)ではメインロープの鉛直変位、水平変位はストームロープの鉛直変位、水平変位にそれぞれ等しいと仮定し、鉛直および水平方向のつりあひ式およびメインロープ、ストームロープの張力と変形の関係式を用いて略算の変形解析を行なっている。本報においては、さらに未知数としてメインロープおよびストームロープの断面積をとり、これに対応して各ロープの張力と安全率についての関係式を付加した。これらの式を解くことにより、試行錯誤的くり返し計算を行なうことなく部材の必要断面を求めようとするものである。本文で用いた記号は以下の通りである。

- | | | |
|---|---|-------------------------------------|
| A_c : メインロープ必要断面積 | A_s : ストームロープ必要断面積 | H_{gw} : メインロープ荷重時水平張力 |
| H_{sw} : ストームロープ荷重時水平張力 | δ_H : 支間中央の水平変位 | δ_V : 支間中央の鉛直変位 |
| l : スパン | E : 弾性係数 | f_c : メインロープのヤング係数 |
| f_s : ストームロープのヤング係数 | T : 温度変化量 | ϵ : 線膨張率 |
| W_g : 床組荷重 | W_p : ローストレス | W_w : 風荷重 |
| W_e : 換気荷重 | W_r : 各ロープの単位重量の合計 (= $k_2 A_c + k_2 A_s$) | |
| H_g : メインロープ常時水平張力 (= $\frac{l}{8f_c} \times (W_r + W_p + W_g)$) | H_s : ストームロープ常時水平張力 | |
| T_c : メインロープ常時最大張力 | T_s : ストームロープ常時最大張力 | T_{cw} : メインロープ載荷時最大張力 |
| T_{sw} : ストームロープ載荷時最大張力 | P_c : メインロープ破断断面積 (= $k_1 A_c$) | P_s : ストームロープ破断断面積 (= $k_1 A_s$) |
| N : 常時安全率 | N' : 載荷時安全率 | F : 安全率の低減率 (N/N') |

一般に、キャットウォークの断面設計とは

$$\begin{aligned} P_c/T_c \geq N \quad \text{かつ} \quad P_c/T_{cw} \geq N' \\ P_s/T_s \geq N \quad \text{かつ} \quad P_s/T_{sw} \geq N' \end{aligned}$$

を満足する A_c, A_s を決定することである。これら2式と以下に示すつりあひ式および張力と変形の関係式から、変位、張力および断面積を求めることとなる。⁽⁷⁾⁽⁸⁾

$$\delta_V(H_{gw} + H_{sw}) - \frac{l^2}{8} \left(-\frac{8f_c}{l^2} H_{gw} + \frac{8f_s}{l^2} H_{sw} + W_r + W_g + W_e \right) = 0$$

$$\delta_H(H_{gw} + H_{sw}) - \frac{l^2}{8} W_w = 0$$

$$H_{gw} - H_g - \frac{8EA_c}{3l^2} \frac{(\delta_V^2 + 2\delta_V\delta_H + \delta_H^2)}{1 + (8f_c^2/3l^2)} + EA_c T \epsilon = 0$$

$$H_{sw} - H_s - \frac{8EA_s}{3l^2} \frac{(\delta_V^2 + 2\delta_V\delta_H + \delta_H^2)}{1 + (8f_s^2/3l^2)} + EA_s T \epsilon = 0$$

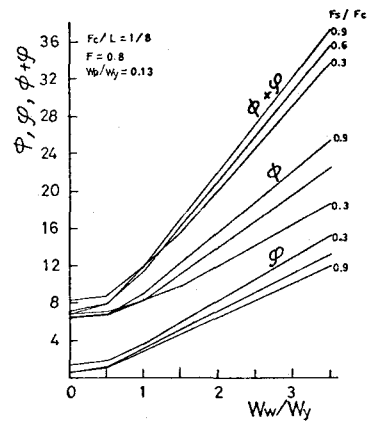


図1 風荷重と必要断面積の関係 ($F_c/L=1/8$)

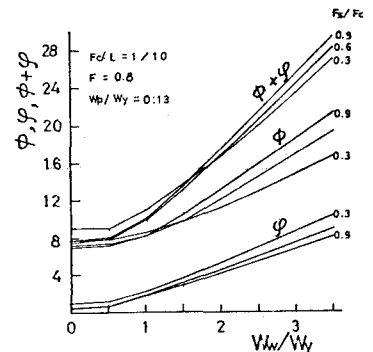


図2 風荷重と必要断面積の関係 ($F_c/L=1/10$)

3. 各種要因と各ロープ必要断面積の関係 部材断面設計の資料とするために、サス比 f_c/l 、メインロープとストームロープのサスの比 f_s/f_c 、安全率の低減率 F 、風荷重 Ww および引張ストレス Wp と各ロープ必要断面との関係を明らかにした。

図1~図3は風荷重を、図4~図6はストームロープサスを、図7は引張ストレスを変化させたときの各ロープ必要断面の変化を表わしたものである。図中の記号は次のとおりである。

$$\phi = K_1 A_c / H \quad (\text{メインロープ断面積を無次元化したもの})$$

$$\varphi = K_2 A_s / H \quad (\text{ストームロープ断面積を無次元化したもの})$$

ただし、 H は床組重量のみで生じるメインロープ水平張力 $(\frac{Ww l^2}{8 f_c})$ 、 K_1 はロープ断面と破断張力を関係づける係数で $1.321 \times 10^5 (t/m)$ を、また、 K_2 はロープ断面とロープ単位重量を関係づける係数で $8.317 (t/m)$ を用いた。また、計算では、常時安全率 N を3としている。

① 図1~図3より、 f_c/l の変化による顕著な性状の差異は認められな。

② 設計風荷重が増大すればロープ必要断面が増大することは明らかである。しかしながら、設計風荷重が小さくなるころ(図3では $Ww/Wy = 0.5$ 以下)では、常時張力によりロープ断面が決定されるので上記のことはいえない。

③ ϕ は F 、 Ww/Wy 、 F_s/F_c の値により最小値をもつことがある。一方、 φ は F 、 Ww/Wy の値にかかわらず F_s/F_c の増大とともに減少する。 $\phi + \varphi$ は、 ϕ が最小となった F_s/F_c の値より大きなところでは、ほぼ一定である。

④ F の増加とともに、 ϕ および φ は増大する。

⑤ Ww/Wy の増加により、 ϕ および φ は増大し、その傾向は、 Ww/Wy が小さいほど顕著である。

参考文献

- 1) 波田新次郎中: エルゴノミーによるケブル構造の設計(第1報)
- 2) 波田, 中野: 吊橋の形状決定計算に関する一考察
- 3) 中西, 波田: 吊橋の形状決定問題に関する一計算手法について
- 4) 波田, 中西, 岡田: 長径間ケーブルの性状について
- 5) 波田, 中西, 岡田: テンソルタイプの吊橋の静的力学特性について
- 6) 波田, 中西, 岡田: 平面ケーブル構造の面外挙動に関する実験的研究

土木学会第26回 年次学術講演会
 建築学会論文報告集
 建築学会論文報告集
 土木学会第28回 年次学術講演会
 土木学会第29回 年次学術講演会
 土木学会関西支部 昭和49年度年次学術講演会

I-181, 1971, 10
 No.212 1973
 No.224 1974
 I-191 1973, 10
 I-189 1974, 10
 I-27 1974, 4

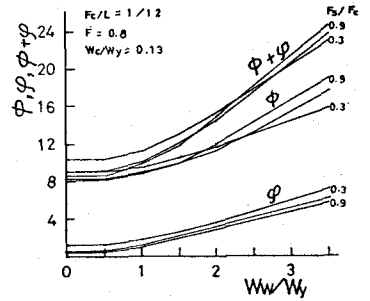


図3 風荷重と必要断面積の関係 ($f_c/l = 1/12$)

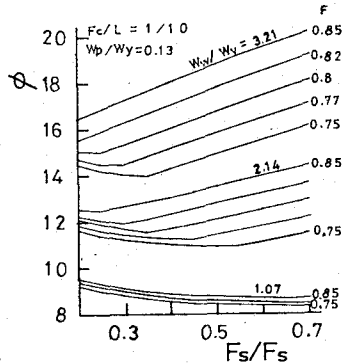


図4 F_s/F_c と ϕ の関係

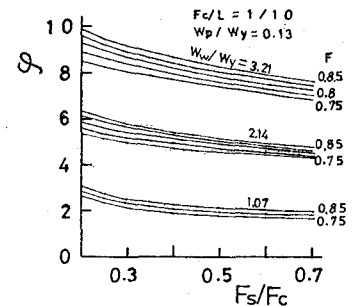


図5 F_s/F_c と φ の関係

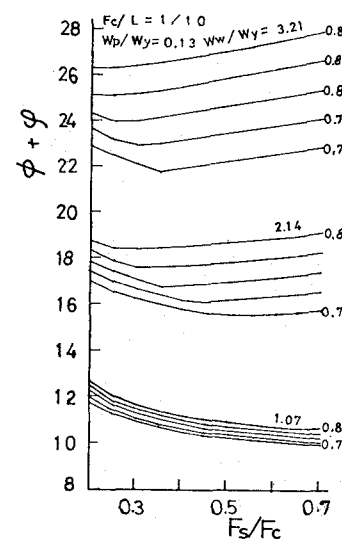


図6 F_s/F_c と $\phi + \varphi$ の関係

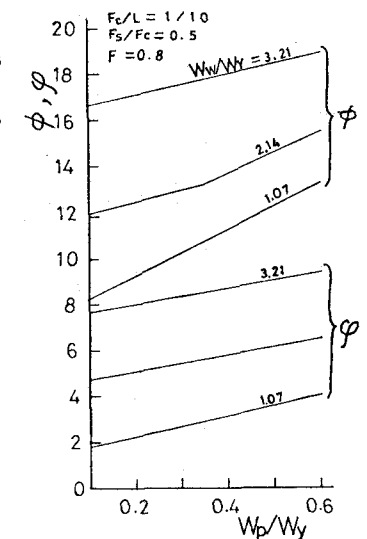


図7 Wp/Wy と ϕ, φ の関係