

信州大学 学生員 ○ 鈴木 修一

〃 正員 谷 本 勉 入 助

〃 〃 夏 目 正 太 郎

1 まえがき

ケーブル自身の解析については、O'BRIEN, IRVINE, SAAFAN, 等により数多くの論文が提出されているが、いずれも構造物への適用がめづかしい。そこで、実用性を考える各ケーブルセグメントについて、ケーブル挙動を忠実に表現しうる剛性マトリクス(大変形理論による)が必要となる。この報告では、それらを考慮したケーブル解析式、数値結果を示し、前論文との比較をする。

2 基礎式

2次元系について、ケーブルのつりあい式は変形前後でそれぞれ次のようになる(伸びを無視)

$$d^2y/dx^2 = -8/H \quad \dots\dots(1)$$

$$d^2(y+v)/dx^2 = -8/(H+x) \quad \dots\dots(2)$$

その解はそれぞれ、

$$y = -8/2H \cdot x^2 + C_1 x + C_2 \quad \dots\dots(3)$$

$$v = Lx, 1 \leq N + \frac{8K}{2} x^2 \quad \dots\dots(4)$$

次にケーブル伸びを無視したセグメントは、

$$S_0 = (H+x_0)(v(u)-v(0))/L + dy/dx - L K_B (H+x_0)/2 \quad \dots\dots(5)$$

ケーブルの伸びも考慮した剛性マトリクスは、次の(6)式となる。

$$\begin{bmatrix} \delta_{00} \\ \delta_{01} \\ \delta_{10} \\ \delta_{11} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha & \beta \\ \alpha' & \beta' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_0 \\ v_0 \\ u_1 \\ v_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} R_0 \\ R_1 \end{bmatrix} \quad \dots\dots(6) \quad \alpha = \begin{bmatrix} -EA/L \cdot \cos^2 \theta' & -EA/L \cos \theta' \sin \theta' \\ -EA/L \cos \theta' \sin \theta' & -EA/L \sin^2 \theta' - (H+x_0)/L \end{bmatrix} \quad \dots\dots(7) \quad R_0 = \begin{bmatrix} (H \cos \theta' - EA)(1 - \cos \theta') \cos \theta' \\ y' - \frac{1}{2} \theta' (H+x_0) + (H+x_0) \cos \theta' - EA(1 - \cos \theta') \sin \theta' \end{bmatrix} \quad \dots\dots(8)$$

次に3次元系を考える。つりあいは、中間座標 $x'' y'' z''$ 系でとる。(面外荷重や張力の面外方向への張力

$$\begin{bmatrix} \delta_{x0} \\ \delta_{y0} \\ \delta_{z0} \\ \delta_{x1} \\ \delta_{y1} \\ \delta_{z1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta' & -\sin \theta' & 0 \\ \sin \theta' & \cos \theta' & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \lambda & \mu \\ \chi & \psi \\ \xi & \eta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_0 \\ v_0 \\ u_1 \\ v_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} E_1 \\ E_2 \\ E_3 \\ E_4 \\ E_5 \\ E_6 \end{bmatrix} \quad \dots\dots(9) \quad \lambda = \begin{bmatrix} -EA/L \cos^2 \omega' & 0 & -EA/L \cos \omega' \sin \omega' \\ 0 & -(F_{0z}/\cos \omega' + S_x'')/L & 0 \\ -EA/L \cos \omega' \sin \omega' & 0 & -EA/L \sin^2 \omega' - (F_{0z} + S_x'')/L \end{bmatrix} \quad \dots\dots(10)$$

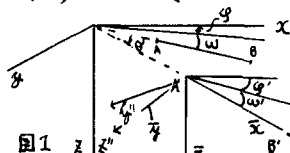


図1

$$\begin{bmatrix} E_1 \\ E_2 \\ E_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \{F_{0z}/\cos \omega' \cos \theta' \cos \omega' - \cos \theta' / \cos \omega'\} - EA(1 - \cos \theta') \} \cos \omega' \\ P_0 L / 2 \\ \{y' - R_0/2 (F_{0z} + S_x'') \cos \omega'\} + \{F_{0z}/\cos \omega' \cos \theta' \cos \omega' - \cos \theta' / \cos \omega'\} - EA(1 - \cos \theta') \} \sin \omega' \end{bmatrix} \quad \dots\dots(11)$$

中間座標の3次元座標 $x'' y'' z''$ 系へ変換すると(9)となる。

3 数値結果・おとがき

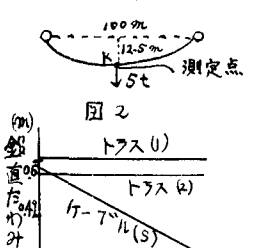


図2

表1 1.27 3 張力

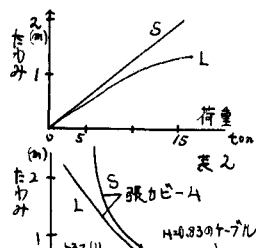


表3

左図・左表において、S:微小変形解、L:大変形解、トラス(1):自重を考慮した解、トラス(2):自重無視、表3は、張力セームの断面2次元モーメントを变化させ、それに対する鉛直たわみの変化を比較したものである。以上は、ケーブルについてのものであり、構造部材他は、大変形理論による剛性マトリクスを組み合わせて解く。大変形理論による3次元解は良好であり、おとがきは、ケーブルマトリクス使用のさいの、収束が、問題となっている。今日は、CAPWALKの例を述べる。