

ケーブル力学を用いた電線張力算出手法に関する検討

菅野 伯浩, 馬淵 裕之 (東京電力)

Brent Fleming*, David Byatt (フォーラムエイト)

Investigation of Power Cable Structural Analysis by Cable Theory

Norihiro Kanno, Hiroyuki Mabuchi (Tokyo Electric Power Company)

Brent Fleming, David Byatt (Forum 8 Corporation)

1. はじめに

コンクリート柱の施設時に行う強度計算は、公衆安全確保の観点から大変重要であることから、電気設備技術基準に定められた基礎の安全率に加え、柱体全体をさらに的確に診断するために、有限要素法を用いた強度計算システムの開発を行っている 1)。

今回、有限要素法を用いて電線張力を算出するための基礎検討として、構造分野におけるケーブル力学に着目し検討した。また、実測値とも比較した。

2. ケーブルの力学

一般的によく知られる 3 次元梁要素は、曲げ剛性、軸剛性、ねじり剛性を有した部材である。これに対し、ケーブル要素は、曲げ剛性とねじり剛性を無視して軸剛性のみを考慮する部材として理想化される 2)。主な基礎式を以下に示す。

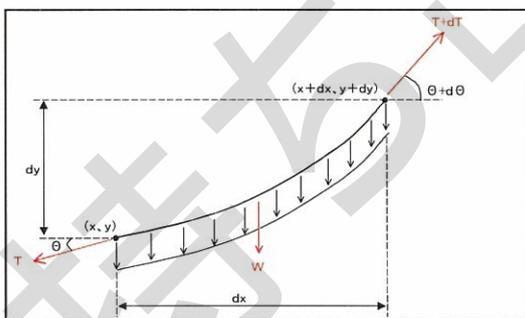


図 1. ケーブルの微小要素

Fig.1. Elemental Length of Cable

ケーブルの釣り合い条件を表す微分方程式は、単位長さ当たりの自重を一定とすると (1) 式となる。これを元にケーブルの形状関数、曲線長、弛度、張力が得られる。

$$\frac{dy}{dx} = \sinh\left(\frac{\mu_0 x}{H} + c_1\right) \quad (1)$$

$$T \cos \theta = H \text{ (一定)} \quad (2)$$

$$W = \mu(l) dl \quad \mu = \mu_0 \text{ (定数)} \quad (3)$$

3. 実測値との比較

図 2 のようにノード C に変位を加えた際におけるノード A およびノード C での実測張力と本提案式 (1) で算出した結果を比較した。

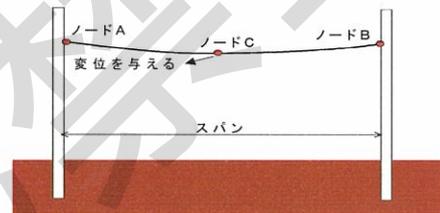


図 2. 実験設備のイメージ

Fig.2. Experimental Configuration

<計算条件 (誤差考慮)>

- ・ケーブルデータ 自重: $0.63 \pm 0.001 \text{ kg/m}$
断面積: 60 mm^2
ヤング係数: $205.9 \text{ Gpa} \pm 5\%$
- ・A ~ B 点データ 水平距離: $29.3 \pm 0.01 \text{ m}$
主ケーブルの初期張力: $100 \pm 1 \text{ kgf}$
弛度: 2.319%
- ・C 点データ (スパンの中心) 垂直変位: $0.235 \pm 0.01 \text{ m}$
面外変位: $0.636 \pm 0.001 \text{ m}$

<計算結果>

表 1. 実測値と計算値の比較

Table 1. Comparison between actual measurement and calculation result

箇所	実測張力	計算値
ノード A	$215 \pm 1 \text{ kgf}$	215.9 kg
ノード C	$20 \pm 1 \text{ kgf}$	19.2 kgf

4. おわりに

ケーブル力学を用いて電線張力計算を試算し、実測値との比較を行った。その結果、計測誤差を考慮すればよく一致していることを確認した。今後は、汎用的な有限要素法のソルバーへ組み込む事を目的として、ケーブル力学からケーブル要素を構築したい。

参考文献

- 1) 井上考介, 他: 「ファイン・モデル」の概念を導入したコンクリート強度計算システムの開発」平成 20 年電気学会全国大会, No.7-117
- 2) 土木学会: 構造力学公式集, 第 9 章, 1986