

N. T. T. 正会員○澤口 明
N. T. T. 正会員 倉谷 光一
N. T. T. 正会員 武井 雅樹

1. はじめに

N. T. T. は屋外設備として、架空系及び地下系の2系統の構造系を有し、特に架空構造系は通信事業が創設されて以来使用されている。架空構造系は電柱、つり線、支線、アンカ及び支持金物類等より構成され、つり線にケーブル自重、集中荷重（宙乗り荷重）、風荷重、雪荷重が加わり、これが電柱と支線に分担されるシステムとなっている。従来の設計では、これらの荷重を、各架空構造系の構成部材に等分に分担させているため、連続性のある架空構造系の特徴が活かされず、必ずしも最適な設計といえない場合もある。近年の架空構造系設備の膨大化による経済的設計の必要性及び安全面から地震荷重等を考慮した設計の必要性が問われている。そこで本報告では架空構造系をシステム的にとらえ、従来の静的解析に加え動的解析を加えることにより最適設計をはかる方法を検討している。

2. 荷重伝搬率を考慮に入れた架線張力の算定方法

2. 1 静的荷重がスパン中央に加わった場合

一様な架空構造系（図1参照）のスパン1に集中荷重が加わった合、そのスパンにおける張力の増分 ΔT が荷重伝搬率 β の影響を受け、瞬時に全スパンの張力の変化が起きる。このスパン間の張力の不均衡により電柱に変形が起き、さらにこの変形によるつり線のたるみが次の瞬間の張力を与える。以上のメカニズム及び張力の算定方法を図2に示す。

2. 2 計算結果

(1) 前提条件

- ・ つり線の弾性係数； $E_s=5.09 \times 10^5$ (kg/cm²)
- ・ 電柱（鋼管）の柱長； $L=8.0$ m
- ・ 電柱（鋼管）の弾性係数； $E_s=2.10 \times 10^6$ kg/cm²
- ・ 電柱（鋼管）の末口径； $D_1=8$ cm
- ・ 電柱（鋼管）の元口径； $D_2=20$ cm
- ・ 初期張力； $T_0=600$ kg
- ・ 集中荷重； $W=100$ kg

表1 従来の設計張力と
システムの検討後必要張力

	従 来	システムの検討
設計荷重	1200kgf	900 1100kgf
変 位	24cm	11cm

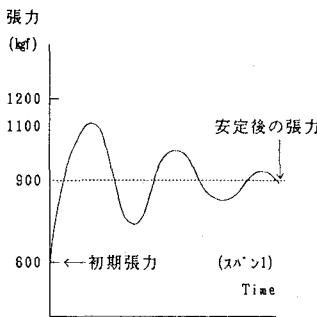


図3 電柱の変位

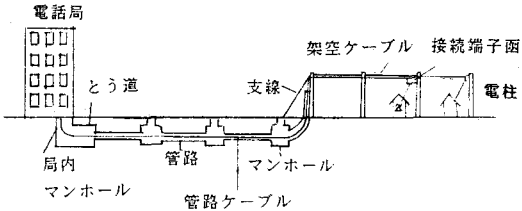


図1 架空構造系と地下構造系との概要図

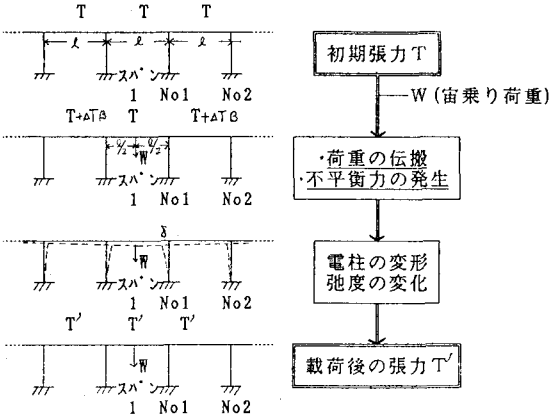


図2 荷重伝搬率を考慮に入れた
架線張力の算定方法

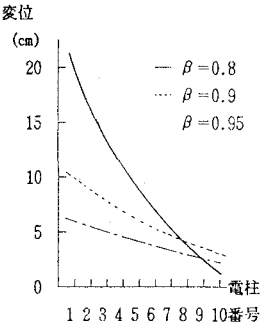


図4 集中荷重載荷後の張力変化

(2) 以上からなる一様な架空構造系について各電柱の変位及び架線張力の変化状況を計算した。その結果を図3、図4に示す。また、表1に従来の設計張力と今回の検討結果から必要とすべき張力を示す。

これより従来の設計荷重の考え方を見直しが必要だといえる。

3. 地震時における架空構造系の挙動

3. 1 架空構造の振動応答解析のためのモデル化

架空構造系を振動応答解析のためにモデル化し(図5参照)、これらの多自由度系の運動方程式を次式で表す。

$$M\ddot{X}(t) + C\dot{X}(t) + KX(t) = -M\ddot{Y}(t)$$

M ; 質量マトリクス〔 $M = M_p + M_s$ 〕,
(p は電柱、 s はつり線・支線を表す)

C ; 減衰マトリクス

$K(t)$; 剛性マトリクス〔 $K = K_p + K_s$ 〕

$X(t)$; 節点変位ベクトル

$Y(t)$; 地盤変位ベクトル

3. 2 計算結果

(1) 前提条件

- ・つり線の弾性係数; $E_s = 5.09 \times 10^5 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$
- ・電柱(鋼管)の柱長; $L = 8.0 \text{ m}$
- ・電柱(鋼管)弾性係数; $E_s = 2.10 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$
- ・電柱(鋼管)の末口径; $D_1 = 8 \text{ cm}$
- ・電柱(鋼管)の元口径; $D_2 = 20 \text{ cm}$
- ・径0.4 mm × 400対のケーブルの架渉

(2) 以上からなる架空構造系(両側は支線により引き留められている)とし、固有振動数、固有振動波形を求めた。

その結果、ケーブルと直角方向に振動した場合の固有振動数は、表2のようになる。地震による地盤の卓越周波数は10 Hz以下であるため、このモデルでは地震に対して、3次モードまでの固有振動数を考えれば良いといえる。今後、モデル実験、実物振動実験を行い、地盤と電柱のパネ定数及び構造物の減衰定数を正確に求め、連続性を考慮した架空構造系の固有振動数を算出することにより、最適の耐震設計が可能といえる。

4. おわりに

本報告では、架空構造系を系統的にとらえることで、従来の設計荷重の考え方を見直し、さらに動的解析で低次モードの固有振動数について検討する必要があることを提案した。本報告に用いた諸定数をさらに実験等により確認していくこととした。

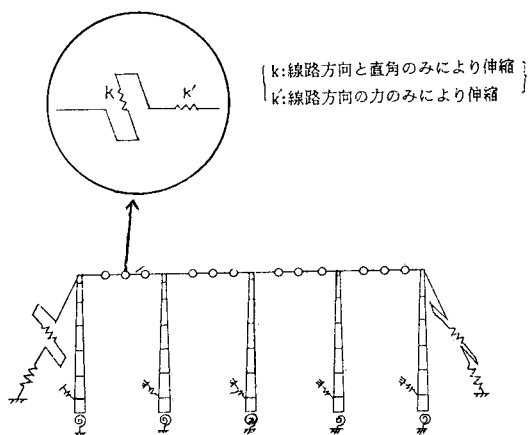


図5 架空構造系の振動応答解析のためのモデル

表2 各次モードに対する固有振動数

次数	1	2	3
固有振動数 (Hz)	3.41	5.82	8.36

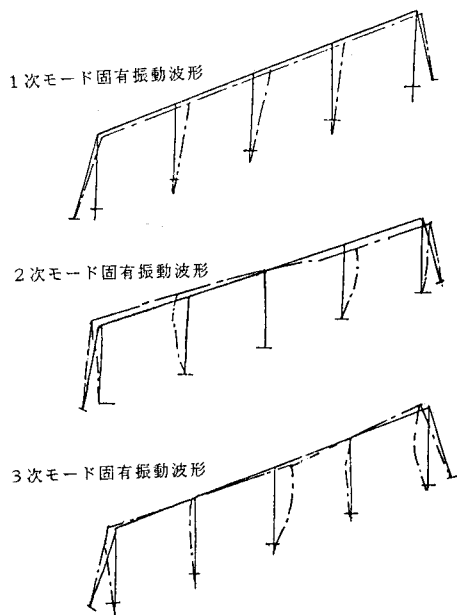


図6 ケーブルと直角方向に振動した場合の固有振動数、固有振動波形