

I-A 426 複数の粘弾性要因を含む斜張橋の経時挙動解析

阪神高速道路公団 正会員 丹波 寛夫 京都大学工学部 フェロー 渡邊 英一
 京都大学工学部 正会員 杉浦 邦征 京都大学工学部 正会員 宇都宮智昭
 日本構研情報 正会員 狩野 正人

1. 研究目的

一般的に斜張橋のケーブル及びケーブル定着部は、時間依存体としてクリープ・リラクセーションを起こすことが知られている。そこで、実物大ケーブルを用いた長期引張試験や、ラプラス変換を用いた経時挙動解析が行なわれてきた。ところが、ラプラス変換を用いた解析ではクリープ特性は線形粘弾性モデルに基づくものでなければならない。したがって、様々なクリープ挙動を検討するためには、時間空間で解く必要がある。本研究では、時間空間において直接支配方程式の積分を行う経時挙動解析を行い、ラプラス変換による数値解と比較する。

2. 解析方法

本研究では、荷重項として外荷重にクリープひずみによる見かけの節点荷重増分を加え、剛性方程式の増分形を、時間空間において積分する立体フレーム弾性微小変位解析プログラムを修正し、経時挙動解析を行った。

3. ラプラス変換を用いた解析

Fig. 1 に示す解析モデルに対して、経時挙動解析を行った。ただし、Cable 1 および Cable 2 はともに Fig. 2 に示す線形粘弾性3要素モデルの特性を有するものとし、それぞれの材料定数を Table 1 に示す。この時、Node 2 および Node 3 における x 方向の変位を、時間空間における解析、ラプラス変換を用いた解析により求めた結果をそれぞれ Fig. 3 に示す。この図から、ラプラス変換を用いた解析では、Node 3 における変位が正しく評価されていない。これは、逆ラプラス変換の際の近似誤差によるもので、複数の粘弾性要因を有する構造体に対しては、計算時間を要するものの本研究で用いた時間空間における経時挙動解析の重要性がうかがえる。

4. 実橋解析例

解析に用いた実橋解析モデルを Fig. 4 に示す。またこの図には、節点番号およびケーブル番号を、それぞれ数字、囲み数字で示す。経時挙動解析には、粘弾性要因としてケーブルと地盤を取り上げ、それぞれ以下のクリープ則を用いることとする。まず、ケーブルに関しては、実物大ケーブルの引張試験の結果¹⁾を、Norton-Bailey の式 ($\epsilon^c = k \cdot \sigma^n \cdot t^m$) でモデル化した。一方、地盤に関しては、15 年間の実際の地盤沈下のデータに基づき²⁾、双曲線法 ($\epsilon^c = t / (at + b)$) でモデル化した。それぞれ非線形最小 2 乗法を用いてパラメー

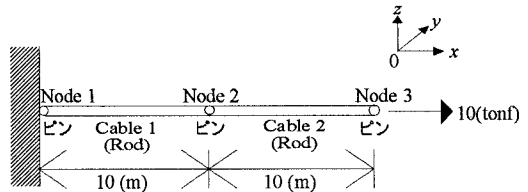


Fig. 1 解析モデル

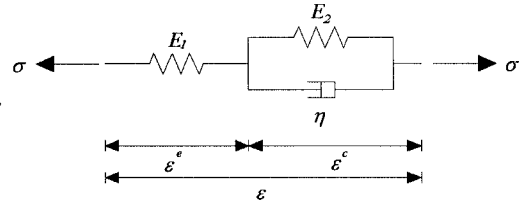


Fig. 2 線形粘弾性3要素モデル

Table 1 解析モデルの材料定数

部材	$E_1(\text{tonf/m}^2)$	$E_2(\text{tonf/m}^2)$	$\eta(\text{year} \cdot \text{tonf/m}^2)$
Cable 1	2.0×10^7	4.0×10^7	2.0×10^7
Cable 2	4.0×10^5	8.0×10^5	8.0×10^5

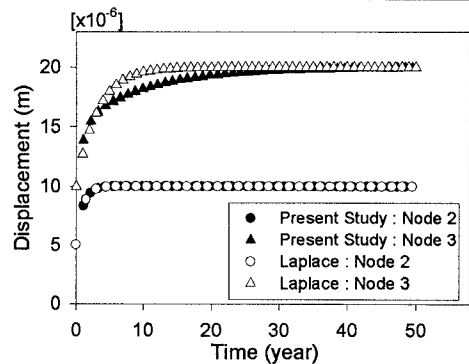


Fig. 3 解析結果 (変位-時間)

タ (k, n, m および a, b) を同定した。スパン中央点の鉛直上向きの変位，塔基部に見られる反力およびケーブル張力の経時挙動を，それぞれ Fig. 5～Fig. 7 に示す。このモデル橋では節点 1 における地盤沈下が著しく²⁾，そのため左側のケーブルの荷重負担が増大していることが分かる。

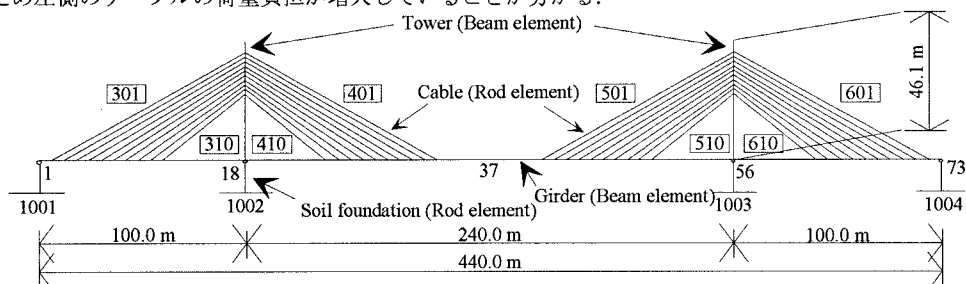


Fig. 4 実橋解析モデル

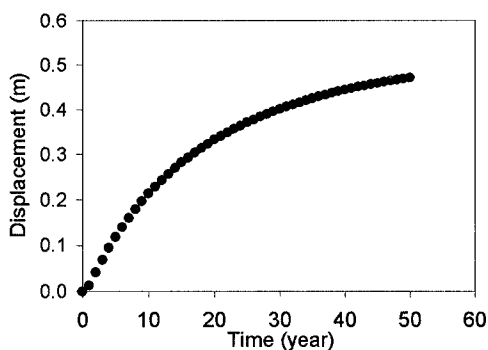


Fig. 5 支間中央点(節点 37)の変位の経時挙動

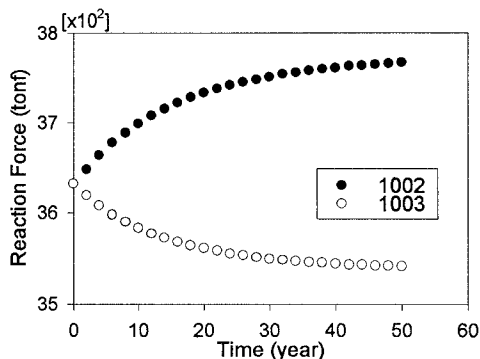
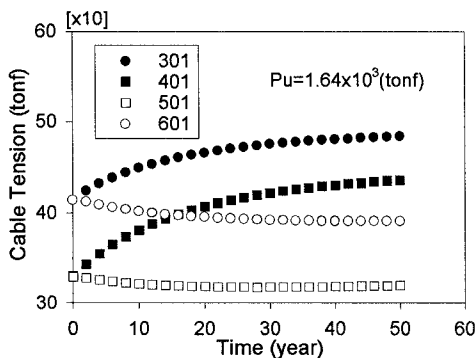
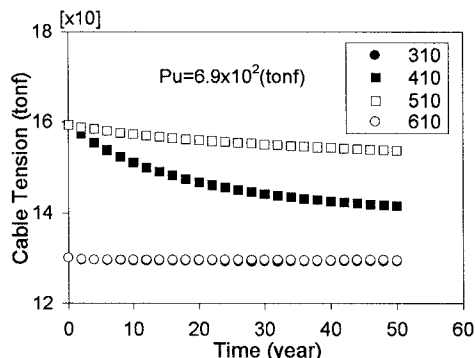


Fig. 6 塔基部の反力の経時挙動



(a)最上段



(b)最下段

Fig. 7 ケーブル張力の経時挙動

参考文献

- 1) 梅只功，渡邊英一，杉浦邦征，杉井謙一，亀井正博，栗田章光：斜張橋の経時挙動予測のためのケーブル・ソケットの定数同定に関する研究，土木学会第 47 回年次学術講演会，I-416，pp.1008-1009，平成 4 年 9 月。
- 2) 狩野正人，渡邊英一，杉浦邦征，亀井正博，若林保美：斜張橋のクリープ・リラクセーション挙動とその予測，鋼構造論文集，第 1 巻 3 号，pp.79-90，平成 6 年 9 月。