

架設段階を考慮した斜張橋のクリープ・リラクセーションに関する研究

阪神電鉄

正員 ○楠葉誠司

京都大学工学部

正員

渡辺英一

大阪市土木局

正員 亀井正博

阪神高速道路公団

正員

吉川 紀

1. はじめに

本研究は、ケーブルのクリープ・リラクセーション試験、および数値解析を通して架設段階を考慮にいれた斜張橋のクリープの経過や変化量を予測し、斜張橋架設後の維持管理のためのデータを提供するものである。まず、ケーブル試験は供試体としてそれぞれストランドと定着が異なった9本の実物大ケーブルを用いている。そしてケーブルを線形粘弾性体と仮定し、1～3年の長期にわたって計測を行うことにより、その粘弾性パラメータの同定を行った¹⁾。また、数値解析は有限要素法を用いて、斜張橋の経時挙動解析を、ケーブル自身、コンクリート、および不等圧密支点沈下の影響全てが線形粘弾性体という仮定のもとでケーブル試験等で同定された粘弾性定数を用い、ラプラス変換を応用して行った。

2. 解析手法

まず、図-1には採用した線形粘弾性体の3要素モデルを、図-2には解析のフローチャートを示す。また、解析例として図-3のような中央スパン238.0mの斜張橋をとりあげ、13個の架設段階に分けて解析を行った。その際、初期解と終局解およびラプラス像空間での解は厳密に求められるが、挙動の時間的変動を求めるには数値ラプラス逆変換を行わなければならない。しかし、多くの異なるクリープ要因を考慮した場合解の精度を維持するには特別の考慮を払う必要が生じる。そこで粘弾性挙動の要因が n 個ある場合にはまず(case 1)～(case n)としてそれぞれの要因のみが線形粘弾性体で他の部材、支持地盤はすべて弾性体の場合の解を最小二乗法により求める。そして(case $n+1$)すなわちこれら全てが線形粘弾性体の場合の解は(case 1)から(case n)までの n 通りの独立な解の線形一次結合と仮定して再び最小二乗法を用いることにより求めた²⁾。このとき、極限値定理を満たし、精度に注意して逆変換を行わなければならない。

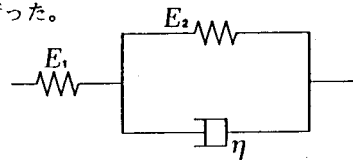


図-1 3要素モデル

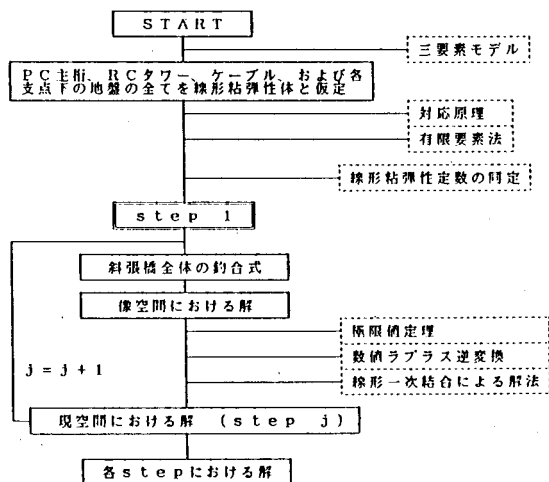


図-2 解析のフローチャート

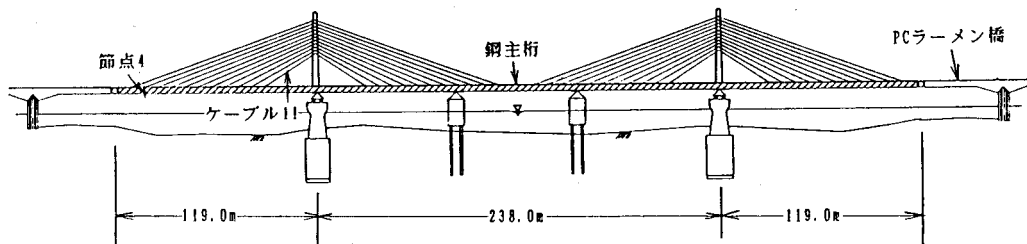


図-3 斜張橋の概形

Seiji KUSUBA, Eiichi WATANABE, Masahiro KAMEI, Osamu YOSHIKAWA

3. 数値解析結果および考察

図-4に節点4の各ステップでのキャンバーの経時挙動を示す。これを見ると(step 11)の直前で完成時に比較して約44cmの鉛直上向きの変位が予想されることがわかる。次に、図-5に各ステップでのケーブル11のケーブル力の経時挙動を弾性解析を行った場合の解も併せて示す。これをみればケーブル11では早い架設段階で大きな張力が発生し、架設が進むにつれて張力が減少して行く様子がわかる。また、弾性解析を行った場合とは、架設途中に発生する最大張力はほとんど差異はないものの、架設途中の挙動が大きく異なることがわかる。

また、図-6は本研究で用いた解析手法、粘弾性定数同定法の妥当性を検討するために別の斜張橋についてキャンバー変化の実測値と解析値との比較を示したものである。解析値についてはケーブルの取り扱いとしてストランドと定着を一体と考えた場合(pattern 1)とストランドを弾性体と仮定して定着のみの粘弾性を考慮した場合(pattern 2)の2通りを示している。これをみれば、特に中央スパンでは(pattern 1)の解析値が実測値に近いことがわかる。

4. 結論

(1) 複数のクリープ・リラクセーションの要因を考慮した場合、像空間での解は厳密に求められるが極大値、極小値をもった複雑な曲線になる可能性があり、精度良く逆変換することは難しい。そこで本研究では線形一次結合による解法を用いることにより精度良く逆変換ができることを示した。

(2) 架設段階を考慮にいたる解析を行うことにより、キャンバー、ケーブル力ともに架設途中で最大値をとり得ることが明らかになった。また、弾性解析を行った場合と比較すると架設途中の挙動に大きな差異がみられるようである。

5. 参考文献

- 1) Watanabe, E. et al.: Full-size Creep and Relaxation Tests on Steel Cables, International Conference on Cable-stayed Bridges, Bangkok, 1987, pp. 951~962.
- 2) Watanabe, E. et al.: Creep Analysis of Prestressed Concrete Cable-stayed Bridges, International Conference on Cable-stayed Bridges, Bangkok, 1987, pp. 645~656.

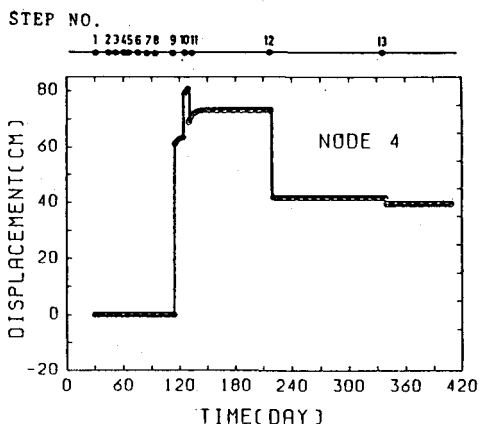


図-4 節点4の変位の経時挙動

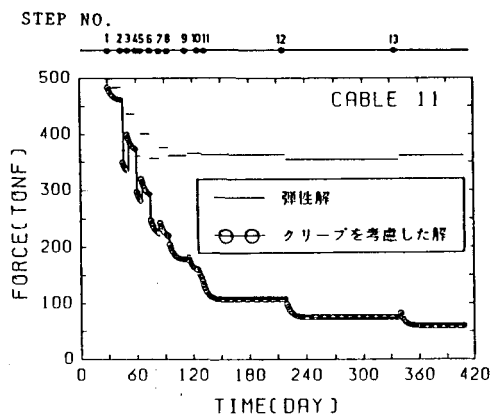


図-5 ケーブル11の張力の経時挙動

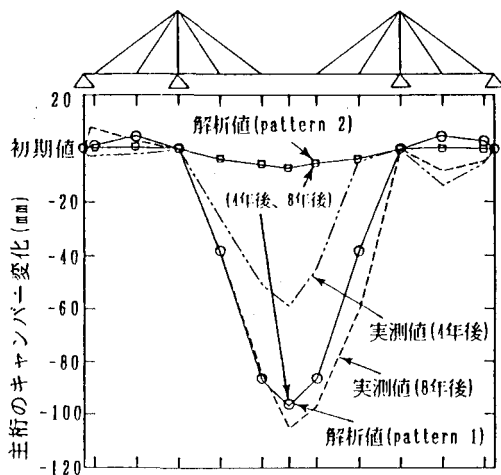


図-6 実測値と解析値の比較