

I-245      ニールセン橋ケーブルのクリープ  
リラクセーションに関する研究

大阪市立大学 工学部 正 員    〇一ノ瀬 剛 伯子      京都大学 大学院    学生員    原    諭  
京都大学      工学部 正 員    渡邊 英一      阪神電鉄      正 員    楠葉 誠司  
阪神高速道路公団      正 員    浜口 義之

1. はじめに

本研究は、今日橋梁の部材として重要なケーブルについて実物大引張試験を行いその結果を用いてニールセン橋の経時挙動の解析を行ったものである。まずケーブルの引張試験では実際橋梁に用いられるケーブルを用いて経時変化を測定した。次にケーブルのソケットを線形粘弾性体と仮定し、粘弾性定数の同定を行った。またニールセン橋の解析では骨組み三次元有限要素法、ラプラス変換、数値逆ラプラス変換を用いて経時挙動を解析した。また文献〔1〕では、ソケット・ケーブルを一体化して一つの粘弾性部材として経時変化を解析しているのでその方法による結果との比較も行いケーブル長によるスケール効果について考察した。

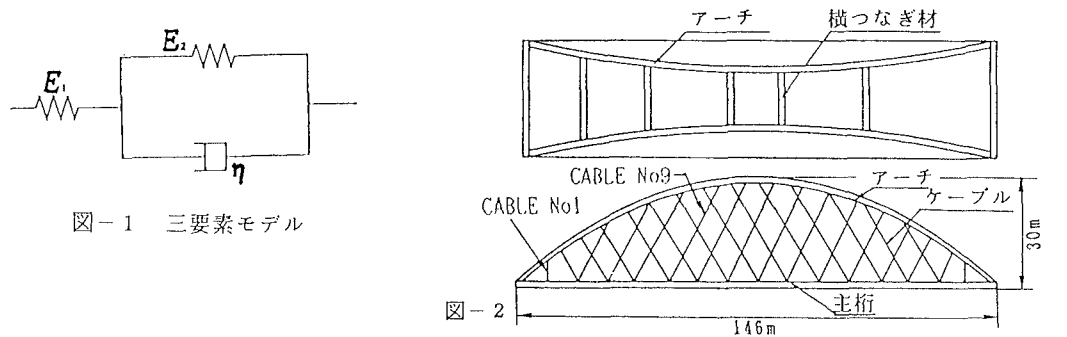
2. 解析方法

まず、ケーブルの粘弾性定数同定については図－1に示すような三要素モデルを用いて粘弾性定数を同定した。次にその定数を用いて図－2に示すようなスパン長146m、アーチライズ30mのニールセン橋を解析モデルとして経時挙動解析を行った。このとき(1)文献〔1〕の方法（CASE－1）、(2)主桁、アーチリブ、ケーブルは弾性体、ソケットは線形粘弾性体とする方法（CASE－2）の2通りの仮定で解析を行った。部材の弾性係数はラプラス像空間では(1)、(2)それぞれについて式(1)、(2)のように表せる。

$$\bar{E}_{mn}(s) = \frac{s + \mu}{s + \lambda} E_0 \quad (1)$$

$$\bar{E}_{mn}(s) = \frac{1}{1 + \frac{E_0}{E_s} \cdot \frac{L_s}{L} \cdot \frac{s + \lambda}{s + \mu}} E_0 \quad (2)$$

ここにEは弾性係数、Lは部材長、添字のcはケーブル、sはソケットをあらわし、λ、μは粘弾性定数である。この定数を用いてラプラス像空間で解析して逆変換を行った。またソケットとケーブルの材料が違えば挙動も変わってくるので文献〔1〕で求めたソケットとケーブルの粘弾性定数を引用して解析を行った。そのとき解析に用いたケーブルとソケットの組合せは表－1の通りである。



表－1  
ソケット・ケーブルの組合せ

|      | ソケット・ケーブル－1 | ソケット・ケーブル－2 |
|------|-------------|-------------|
| ソケット | 垂鉛定着        | APS         |
| ケーブル | PWS         | APS         |

### 3. 数値解析結果および考察

数値解析に使用したケーブル・ソケットの試験結果を図-3～6に示す。図-3, 4はソケット・ケーブル-1の荷重、ひずみの経時変化、図-5, 6はそれぞれソケット・ケーブル-2の荷重、ひずみの経時変化である。また図-4の2本の線のうちCABLE TYPE-2で示す方を使用した。数値解析の結果は、ケーブル長によるスケール効果を考えるためにケーブル長の短いもの（ケーブルNo. 1）、長いもの（ケーブルNo. 9）を取り上げた。その結果を表-2, 3に示す。この表からいえることはCASE-1とCASE-2を比較するとクリープ・リラクセーション量の傾向に差が出てくるということである。この理由は式(1)と式(2)との比較で説明できる。式(2)では粘弾性定数の $\lambda$ ,  $\mu$ は $L_s/L$ というファクターを通して弾性係数の変化に影響してくる。これからCASE-2ではケーブル長が長くなると粘弾性体としての挙動の割合は小さくなり、クリープ・リラクセーション量が小さくなる。しかしCASE-1ではこのスケール効果は出てこず、ケーブル長が長ければクリープ・リラクセーション量が大きくなっている。しかしこのCASE-1, CASE-2の2方法の信頼性については、現段階ではどちらが信頼できるかは実橋の観測値が収集されていないので断定できない。よって、実橋のクリープ・リラクセーションのデータ蓄積が望まれる。

### 4. 結論

数値解析は、ソケットのみが粘弾性体の場合とソケットとロープを一体の粘弾性体の場合の2種類の解析を行った。この結果ソケットだけが粘弾性体とした場合にはケーブル長の大小によりクリープ・リラクセーション率が小、大となる。また、この解析方法の信頼性の確認のために実橋でのデータ蓄積が望まれる。

### 5. 参考文献

- 1) 渡邊英一, 楠葉誠司, 杉山巧, 杉井謙一, 奥村勝良; 実物大ケーブルのクリープ・リラクセーション試験およびニールセン橋の経時挙動予測, 構造工学論文集, 1989

表-2 ケーブルのクリープ率

|        | ソケット・ケーブル-1 |       | ソケット・ケーブル-2 |       |
|--------|-------------|-------|-------------|-------|
| CABLE  | NO. 1       | NO. 9 | NO. 1       | NO. 9 |
| CASE-1 | 0.033       | 0.030 | 0.141       | 0.131 |
| CASE-2 | 0.003       | 0.001 | 0.010       | 0.003 |

表-3 ケーブルのリラクセーション率(%)

|        | ソケット・ケーブル-1 |       | ソケット・ケーブル-2 |       |
|--------|-------------|-------|-------------|-------|
| CABLE  | NO. 1       | NO. 9 | NO. 1       | NO. 9 |
| CASE-1 | -0.073      | 0.185 | -0.163      | 0.731 |
| CASE-2 | 0.149       | 0.033 | 0.501       | 0.005 |

\* (-)は増加を示す

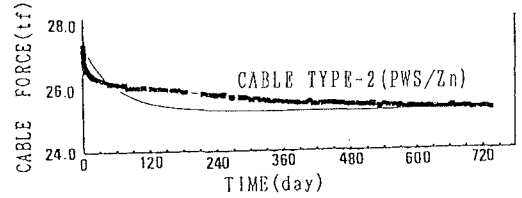


図-3 ケーブル力の時間変化(ソケット・ケーブル-1)

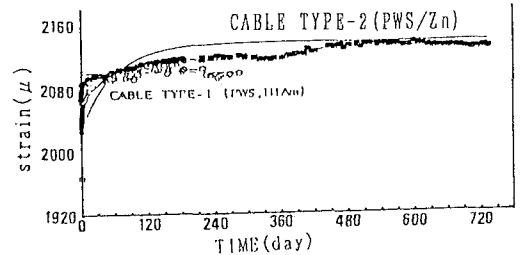


図-4 ケーブルひずみの時間変化(ソケット・ケーブル-1)

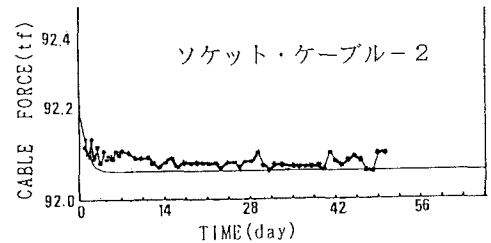


図-5 ケーブル力の時間変化(ソケット・ケーブル-2)

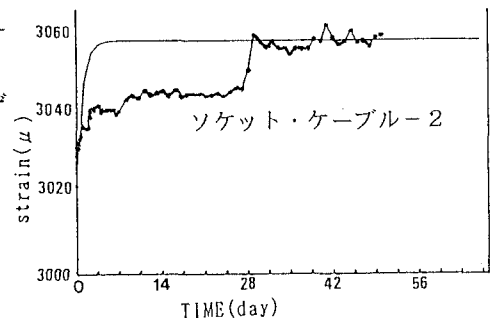


図-6 ケーブルひずみの時間変化(ソケット・ケーブル-2)