

I-326 高張力鋼線を用いたPWS 127の クリープ・リラクセーション実験

神戸製鋼 正員 杉井 謙一, 正員 三田村 武
京都大学 正員 渡邊 英一, 正員 杉浦 邦征, 学生員 梅只 功

1. はじめに

本研究は、保証破断強度 180kgf/mm^2 の亜鉛めっき鋼線を用いたプレファブ平行線ストランド（PWS）についてクリープ・リラクセーション実験を実施し、この実験結果に対する数理モデルの適用性について考察を行ったものである。実験に用いたPWSは、線径 $\phi 5.0\text{ mm}$ の鋼線 127本を六角形に束ねた、いわゆるPWS-127 サイズで、両端には亜鉛98%、銅2%の鋳込み金属によるソケット付けを行ったものである。また比較のため、従来材である保証破断強度 160kgf/mm^2 の亜鉛めっき鋼線を用いた同サイズのPWSについても併せて実験を実施した。数理モデルとしては、粘弾性モデルと粘塑性モデルの2つについてその適用性を考察した。

2. 実験結果と考察

実験に使用した供試体の諸元を表-1に、実験装置の概要を図-1に示す。供試体の鋼線束は完全平行であり、亜鉛・銅合金の鋳込み部に対してはストランド保証破断荷重の45%で5分間の標準的プレコンプレッションを施した。実験方法は筆者らの過去の方法¹⁾と同様である。ケーブルへの導入初期張力の目標値は安全率3を目安としてケーブル1で149tonf、ケーブル2で138tonfとした。

ケーブル1、2の張力の経時挙動を図-2、図-3に、ソケット部のケーブル拔出量（両端ソケット部の和）の経時挙動を図-4、図-5に示す。ケーブル1では130日間で約10tonfの張力減少を生じており、その間のソケット部のケーブル拔出量は約1.1mmであった。一方、ケーブル2では130日間で約6tonfの張力減少を生じており、その間のソケット部のケーブル拔出量は約0.8mmであった。ソケット部のケーブル拔出量がケーブル1の方が若干大きい。これはソケット内圧がケーブル1の方が高いこと、他、実験の不備で本格的載荷前のケーブル2に0.20Puの張力が一ヶ月近くかかってしまったことが原因のようである。

ただし、張力の経時挙動、ケーブル拔出量の経時挙動とも70日目を超える頃からケーブル1とケーブル2の勾配が完全に一致しており、長期的傾向は両者に差がないといえる。

3. 数理モデルの適用

粘弾性モデルとしては図-6のような三要素モデル

表-1 供試体諸元

	ケーブル1	ケーブル2
ソケット前面間ケーブル長 (m)	5.9	5.9
素線径 (mm)	$\phi 5.0$	$\phi 5.1$
素線強度 (kgf/mm^2)	180	160
素線本数	127	127
鋼線	亜鉛めっき	亜鉛めっき
ケーブル様式	完全平行	完全平行
定着様式	亜鉛・銅合金鋳込	亜鉛・銅合金鋳込
断面積 (mm^2)	2494	2594
保証破断強さ (tonf)	449	415
プレコンプレッション	0.45Pu・5分間	0.45Pu・5分間

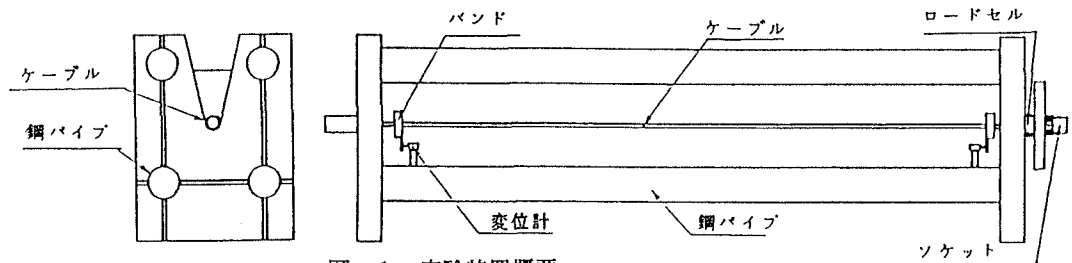


図-1 実験装置概要

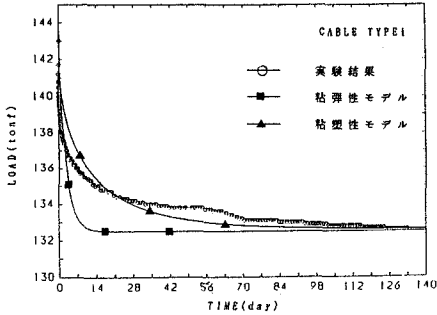


図-2 張力の経時挙動（ケーブル1）

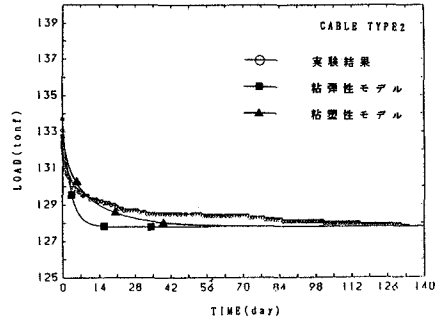


図-3 張力の経時挙動（ケーブル2）

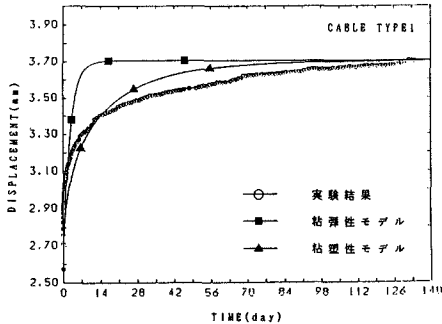


図-4 ケーブル拔出し量の経時挙動（ケーブル1）

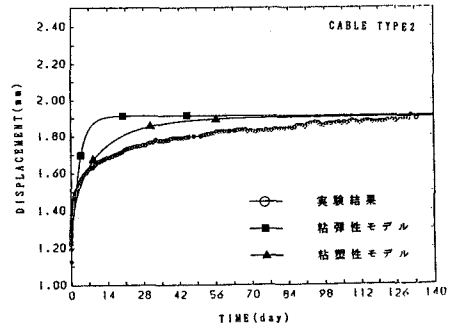


図-5 ケーブル拔出し量の経時挙動（ケーブル2）

を、粘塑性モデルとしては図-7のような三要素モデルを用いた。粘弾性定数の同定には、Boltzmannにより定義される線形粘弾性体の支配方程式がVolterraの積分方程式の形となっており、時間に関してラプラス変換すると一般の弾性体に対する方程式と同様に扱えることを利用した。粘塑性定数の同定には粘塑性モデルの簡易なものとしてのオーバーストレスモデル²⁾の考え方を導入した。

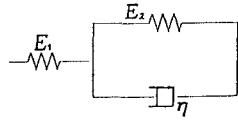


図-6 粘弾性三要素モデル

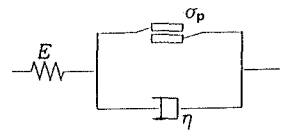


図-7 粘塑性三要素モデル

図-2～図-5に数値モデルによる実験結果の予測を併せて示す。載荷直後のごく初期の段階では粘弾性モデルの方が実験値に良く一致している。しかし全体的には粘塑性モデルの方が粘弾性モデルより、実験に近い値を示すようである。ただし粘塑性モデルでは逐次計算を行っているため計算時間が長くなっており、実用に供せられるか否かは今後の検討課題である。

4. 結論

(1) 亜鉛・銅合金鑄込みを行い標準プレコンプレッションを施したPWS-127のソケット部における長期的なケーブル拔出し量は両端トータルで約1mmであり、180kgf/mm²材、160kgf/mm²材で大差はない。

(2) 長期引張実験の解析は、全体的には粘塑性モデルの方が良くあっているが、計算時間が長くなるので今後の検討が必要である。

参考文献

- 1) 渡邊, 楠葉, 杉山, 杉井, 奥村; 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, Vol. 35A, 1989. 3
- 2) Malvern L. E., "Experimental and theoretical approaches to characterization of material behavior at high strain rates of deformation", 3rd Conf. on the Mechanical Properties of Materials at High Strain, Oxford, U.K., 1984 pp.1-21