

ケーブル・ソケット部の 抜け出し機構に関する基礎的研究

京都大学大学院 学生員 ○梅只 功
 神戸製鋼所 正 員 杉井 謙一
 京都大学工学部 正 員 渡邊 英一

京都大学工学部 正 員 杉浦 邦征
 神戸製鋼所 正 員 三田村 武

1. はじめに

現在、ケーブルを用いる構造物の重要性が高まってきている。従って、それらに用いられるケーブルの挙動を調べることは、合理的設計・維持管理において必要とされる。本研究では、特にケーブルのソケット部に着目し、ソケットからのケーブルの抜け出し機構について、その時間依存特性の基礎的特性を明らかにし、幾多の数理モデルの適用性について考察を行った。モデルとしては、従来から用いられている粘弾性モデルだけではなく、粘弾性モデルと同様に、時間依存特性を示す粘塑性モデルを用いて、実物大ケーブルの長期引張試験の結果を両モデルで予測した。そして、除荷試験も含め、ケーブルのソケット部の抜け出し特性について考察を行った。

2. 数理モデル

粘弾性モデルとしては、Fig. 1のような三要素モデルを、粘塑性モデルとしては、Fig. 2のような三要素モデルを用いた。Boltzmannによって定義される線形粘弾性体の支配方程式は、Volterraの積分方程式の形となっており、これは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て粘弾性定数の同定を行った。そして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¹⁾の考え方を導入して粘塑性定数を同定した。

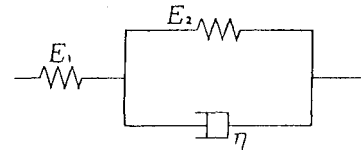


Fig. 1 粘弾性三要素モデル

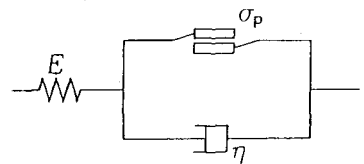


Fig. 2 粘塑性三要素モデル

3. 試験結果および考察

Table 1に各ケーブルタイプのケーブル及びソケットの様式を示す。そして、Fig. 3, Fig. 4にそれぞれケーブルタイプ1の張力、抜け出し量の経時変化を、Fig. 5, Fig. 6にそれぞれケーブルタイプ5の張力、抜け出し量の経時変化を示す。両タイプとも依然として抜け出し続けているが、それでも比較的短期間に、その多くが終わっている事がわかる。得られた試験結果のタイプ別の比較により、抜け出し挙動にソケットの様式が大きな影響（鋼球・エポキシ混合は、抜け出しが、20～50日ほどでだいたいおさまるが、それ以外はさらに抜け出し続ける）を与えていることがわかった。クリープ量、リラクセーション量についてはケーブル様式の影響（完全平行タイプの方が良好で、張力変化が少ない）が少し見られた。除荷後については、張力変化はどのタイプもほとんどないと言えるが、このときの抜け出し量の変化についても、ケーブル様式が影響（完全平行タイプは微減、擬似平行タイプは微増）を与えていることがわかった。

Table 1 ケーブル及びソケット様式

ケーブル	ソケット定着様式	ケーブル様式	素線強度
Type-1	亜鉛・銅合金	完全平行	180kgf/mm ²
Type-2	亜鉛・銅合金	完全平行	160kgf/mm ²
Type-3	鋼球・エポキシ混合	完全平行	160kgf/mm ²
Type-4	鋼球・エポキシ混合	擬似平行	160kgf/mm ²
Type-5	亜鉛・銅合金／一部エポキシ	完全平行	160kgf/mm ²
Type-6	亜鉛・銅合金／一部エポキシ	擬似平行	160kgf/mm ²

4. モデルによる解析結果

Fig. 3～Fig. 6には、粘弾性モデルと粘塑性モデルとで試験結果を予測したもの、あわせて示した。実線は粘弾性モデルで、破線は粘塑性モデルで予測を行ったのものである。全体的には、粘塑性モデルの方が粘弾性モデルよりも近い値を示すように思われる。しかし、粘塑性モデルでは逐次計算を行っているために、計算時間がかかなり多くなり、この点を考慮する必要があるだろう。また、粘弾性モデルも、定数の同定の仕方を工夫することにより、もっと実験結果に、合わせていけるだろう。さらに、両モデルとも、初期部分に比べ、中間部分のずれが大きくなっており、長期間にわたる挙動を、実験結果と合わせるのは難しい。それについては、全期間を数区間に分けて、定数の同定を行ったりするのも解決法の一つかも知れない。除荷試験以後については、どちらもあていない。粘弾性モデルの方が時間が経つにつれて段々実験値よりずれていくため、粘塑性モデルの方がまだ合っているという程度である。

5. 結論

(1) 抜け出し挙動に大きな影響を与えるのは、ソケット様式であり、ケーブル様式の違いおよびケーブルの強度の違いはあまり関係せず、総抜け出し量に少し影響する程度である。除荷試験については、逆に、ソケット様式よりもケーブル様式による影響が強いと考えられ、ソケットとケーブルの二つのモデルの組合せによる解析の可能性も考える必要があるかも知れず、今後、この種の実験データの蓄積が望まれる。

(2) 長期引張試験の解析においては粘塑性モデルの方がよくあっているが、計算に非常に時間がかかり実際の橋梁解析へと発展させたとき、実用的であるかどうかは今後の課題であるだろう。

参考文献

- 1) Malvern, L. E., "Experimental and Thoretical Approaches to Characterization of Material Behavior at High Strain Rates of Deformation," preseted at the 3rd Conf. on the Mechanical Properties of Materials at High Rates of Strain, held at Oxford, U. K., 1984 pp. 1-21

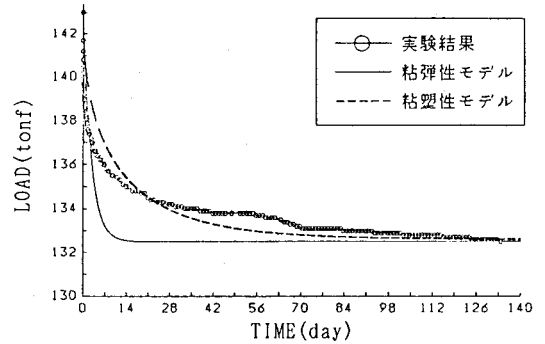


Fig. 3 ケーブル張力の経時挙動(ケーブルタイプ1)

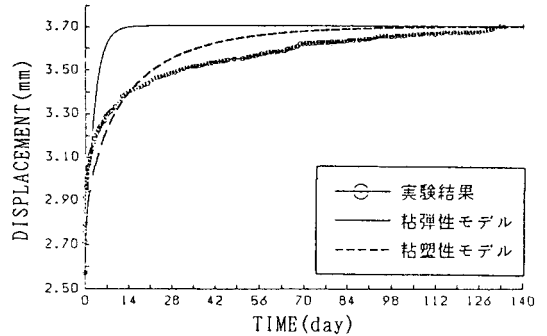


Fig. 4 抜け出し量の経時挙動(ケーブルタイプ1)

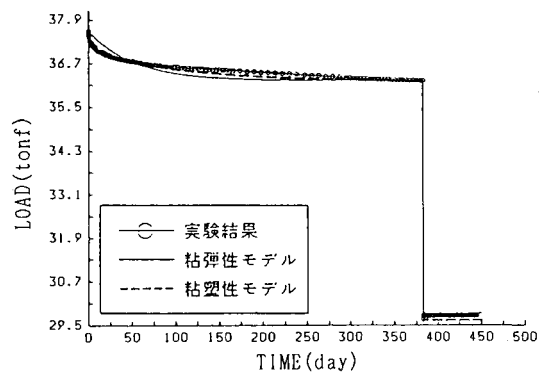


Fig. 5 ケーブル張力の経時挙動(ケーブルタイプ5)

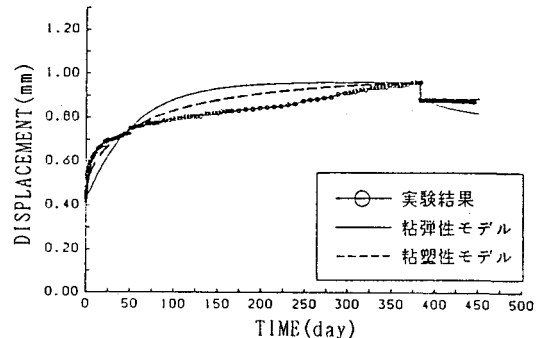


Fig. 6 抜け出し量の経時挙動(ケーブルタイプ5)