

（株）神戸製鋼所 正 大 谷 修
 " " 頭 井 洋
 " " 新 家 徹

1. さ え が き

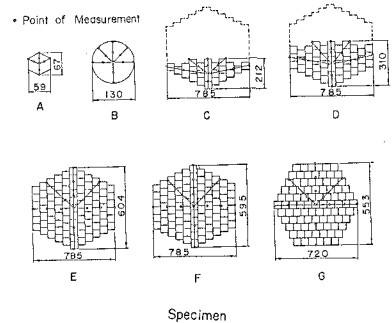
吊橋のケーブル架設は一般にサゲを管理しながら行なわれる。しかし長径間になるとあきかなケーブルの温度変化が大ききサゲ変化をもたらすため、ケーブルの温度を正確に推定することが架設精度および作業能率を向上させる上で重要となる。筆者等は、この問題に対処するためこれまで種々の空隙率および形状を有するケーブルを対象として、その熱物性値の把握¹⁾、実物大模型の長期間にわたる屋外実験による温度応答特性の解明²⁾、任意形状ケーブルの温度応答解析法の開発等^{2),3)}を行ってきた。これらの計算方法を用いれば、架設途中のケーブル温度の追跡が可能である。一方現場サイドからの要求として、複雑な計算を必要としない、より簡易な平均温度推定法の開発が望まれる。本報では、ケーブル平均温度推定のより簡易な方法について述べる。本方法は従来のケーブル表面温度から断面平均温度を推定する方法に補正量を導入する手法であり、太径の場合でも実用上充分の精度が得られる。

2. 本 文

オ1図に示す7体の供試体を用いた屋外実験結果のDataを季節別、供試体別、天候条件別等に分類し、それぞれの統計的諸特性を調べた。その中で予想されたことであるが、ケーブル表面平均温度と断面平均温度との間には、強い相関があることが明らかになった。オ1表は全測定期間にわたる各供試体についての相関係数を示している。この相関を更に詳しく調べるためにケーブル断面平均温度 T_M 、表面平均温度 T_S 、両者の差 $\alpha = (T_S - T_M)$ を各供試体別に求め、四季にわたる各時刻ごとに最大値・最小値（図中点線）、平均値（実線）、95%信頼区間（破線）を求めた。オ2図にその1例として、供試体FのDataを示す。これらの図から夜間（午後19時から午前5時）に限れば、この相関性が更に強いことがわかる。また断面径が小さい場合には $|\alpha|$ とその変動中 $|E_{max} - E_{min}|$ も小さくなり、逆に断面径が大きくなると $|\alpha|$ 、 $|E_{max} - E_{min}|$ は大きくなる。しかし供試体F（直径約600mm）でもその変動中は高々4℃程度である。そこでこの特性を用いて、現場的に T_M の推定法として次の方法を提案する。すなわち現場で容易に計測できるケーブル表面温度 $T_S(t)$ と補正量 $\alpha(t)$ （この決定方法については後述する）により、次式を用いて推定する方法である。ただし時間帯は夜間に限定する。

$$T_M(t) = T_S(t) + \alpha(t) \quad \text{ここに、時刻} t \text{ に対する} \quad (1)$$

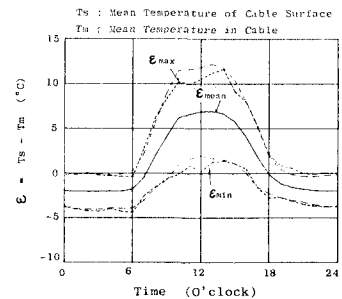
この方法は従来の方法（ $T_M = T_S$ ）と比べて優れた精度で T_M を推定できる。例えば、オ2図の供試体Fでは、従来の方法を用いると夜間において T_M を小さく推定するだけでなく、最大推定誤差が4℃程度生ずる可能性があるが、本法で $\alpha = 2^\circ\text{C}$ とすることにより、最大推定誤差を $\pm 2^\circ\text{C}$ 程度に低減でき、かつ誤差が偏ることが少なくなるため、ケーブル全体の出来上り精度の向上が期待できると考えられる。



オ1図 屋外実験用供試体の形状

オ1表 各供試体の
 T_M と T_S の相関係数

SPECIMEN	CORRELATION COEFFICIENT
A	0.997
B	0.989
C	0.910
D	0.790
F	0.751
G	0.759



オ2図 供試体Fの全測定期間におけるEの変動

3. 補正量 α の決定

補正量 α の第一推定値としては、 $|\epsilon_{mean}|$ を採用することが考えられる。この変動を支配する因子は、ケーブルの熱容量と日射量・外気温・風速等の気候条件である。したがって対象とするケーブルの物性値を既知とすると、ある期間における ϵ_{mean} は、その期間における日射量・外気温・風速等の時刻の平均、すなわち平均的気候の日変動を求め、それを用いてケーブル温度応答解析を行うことでみきえられる。

本報ではこの方法により、各種試体の α を解析的に求め、実験から求められた $|\epsilon_{mean}|$ と α の対応を調べ、その妥当性を検証する。解析方法としてはケーブルの任意形状を考慮しに解析も可能であるが、円形断面に置換することが簡単であることから、断面積が等価となる直径 $D (= \sqrt{4A/\pi})$ を用い、円形断面の外気温・日射応答式を用いた。またこの場合のケーブル物性値(熱伝導率・熱伝達率)は筆者等が室内実験により求めた値を用いる。気候条件としては秋季の屋外実験の全気候Data(52年10月~10月)から秋の平均的気候の日変動を求め、その値を用いた。図3にその結果を示した。図中の実線は実験から求めた $|\epsilon_{mean}|$ であり、破線は計算値 α である。図から明らかなように両者は充分近い値を示しており、本方法により α が決定しうることがわかる。次にこの α を用いた場合の誤差の範囲を調べる。

オ4図に供試体Fに関する秋のDataから求めた $|\epsilon|_{max}$, $|\epsilon|_{min}$ および計算の α を示した。 α と $|\epsilon|_{max}$ の差は $\pm 2^\circ\text{C}$ 程度の範囲に収まる。また供試体Dでは $\pm 1^\circ\text{C}$ の範囲となる。したがって本方法により、実用上充分な精度で平均温度を推定できる。更に気候条件を考慮することにより、推定精度を向上させる方法について述べる。 $|\epsilon|_{max}$, $|\epsilon|_{min}$ の生じる気候条件を調べると一般に $|\epsilon|_{max}$ は晴天が数日間連続した場合、 $|\epsilon|_{min}$ は曇りおよび雨天が多い場合である。そこでこのような気候条件を用いて計算を行い、実験値との対応を調べるとオ4図のように実験値(○・印)、計算値(点線・破線)は良く一致している。したがって数種の典型的気候条件を用いて補正量の考慮傾向を調べておくと、より精度の良い推定が可能となる。また図中一点鎖線で示したのは、雨天時の日射量を2日間連続して用いた場合の計算結果である。この場合では $T_b = T_m$ となることわかる。オ5図、オ6図は径が増大した場合および空障率が相違した場合の補正量の考査を示した。以上述べたように、本方法を現場で適用する場合は、建設地点の建設時期における過去2年間程度の平均的気候条件(日射量、外気温等)を用いて、予め数値計算により各建設段階の補正量と数種の典型的気候条件の変化による補正量の変動傾向を求め、後は実際の建設現場においてサグ調整時のケーブル表面温度を接触温度計算により計測し、式(1)から断面平均温度を求めればよい。ただし、より正確な温度推定が必要場合は参考文献2,3)のよう数値解析法を用いる必要がある。

オ3図 各供試体の補正量

オ4図 供試体Fの補正量 α と $|\epsilon|_{max}$ の関係

オ5図 補正量とケーブル径との関係

オ6図 補正量とケーブル空障率の関係

参考文献

- 1) 新築、改修、大谷; 平橋ケーブルの建設中。温度応答特性について、新築、改修、大谷; 平橋ケーブルの建設中。温度応答特性について(2稿)、オ4図、オ5図、オ6図
- 2) 同上; 平橋ケーブルの建設中。温度応答特性について(2稿)、オ4図、オ5図、オ6図
- 3) 同上; 平橋ケーブルの建設中。温度応答特性について(2稿)、オ4図、オ5図、オ6図