

斜張橋ケーブル引き止め時の張力補正のための温度補正法

呉工業高等専門学校 正会員 ○河村 進一
 リョーセンエンジニアズ 正会員 原垣内章弘
 西日本高速道路エンジニアリング中国 非会員 有本 行秀

1. はじめに

斜張橋ケーブルの架設では設計値どおりの張力にすることが必要であるが、現場組立型のケーブルではストランド1本ごとに温度が異なるため1回の緊張で正確な張力を確保することは難しい。本研究ではポリエチレン被覆されたストランドの温度変化推定式のパラメータを実験的に同定し、張力補正のために温度変化推定式を使用して施工時のストランドの温度推定を現場で行う方法について検討する。

2. ストランド温度推定式の同定

ストランド架設時の温度変化は、保護管に挿入したストランドと保護管内空気との熱伝導であるから、挿入時のストランド温度 u_0 、保護管内雰囲気温度 u_a 、ストランドを挿入してから経過時間 t の関数で表現できる。そこで、室温を 20°C に設定した室内で、氷で 0°C に冷やした低温ストランドを保護管に挿入し、その温度変化から温度推定式を同定する。計測は図-1のようにストランドの温度を熱電対とデジタルひずみ測定器で行う。計測データを表計算ソフトでグラフ化し、近似式を求めると次式が得られる。

$$u = (u_0 - u_a)e^{-0.0463t} + u_a \quad (1)$$

この推定式はストランド挿入からストランドを引き止めるまでの標準の作業時間である 10 分間の実測値から求めたものであるが、図-2 のように 60 分後の実測値と推定値との差も 1°C 以下であり、ストランドの温度変化特性を十分に表しているといえる。

3. ケーブル架設時の状況

ケーブル架設時はストランドのドラムを日陰に置き、両端を断熱したモックケーブルで計測した温度をケーブルの代表温度としている。晴天時の1日のケーブルの温度は図-4 のように変化し、夜間は保護管内の雰囲気、モックケーブルのストランド、架設中ストランドはほぼ同じ温度を示すが、午前 10 時ごろから保護管内雰囲気とモックケーブルの温度に差が生じ始める。このグラフでは正午に架設用ケーブルを保護管内に挿

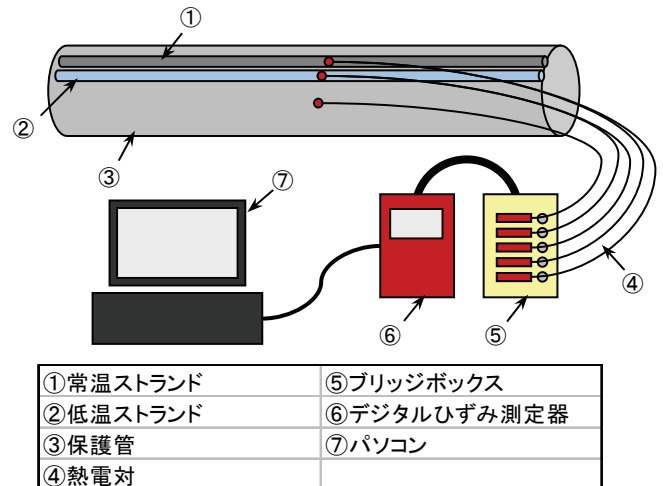


図-1 計測方法

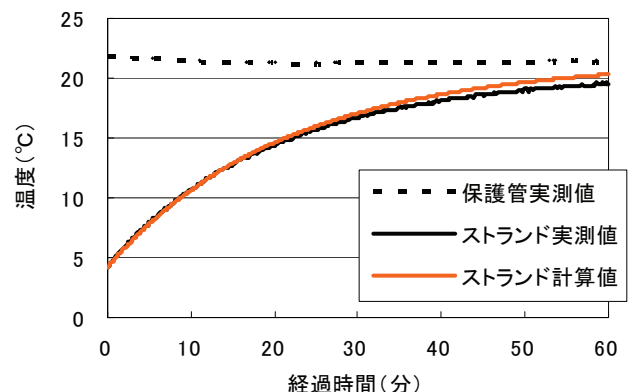


図-2 実測値と推定式との比較

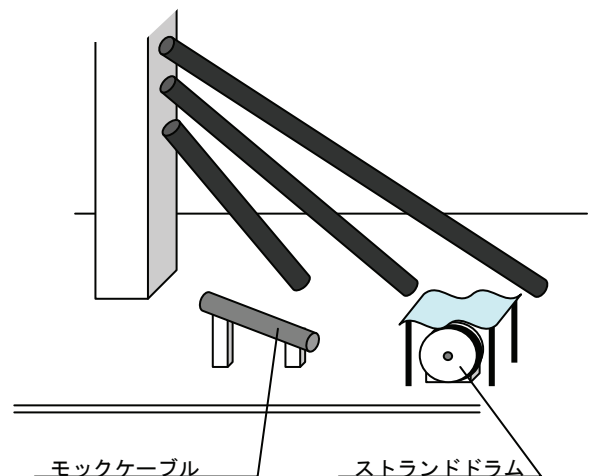


図-3 ケーブル架設時の状況

入しているが、挿入時 13℃のストランドは挿入後 1 時間ではほぼモックケーブルと同じ約 30℃になる。このとき、ストランドは挿入時の温度から保護管内雰囲気温度に近づいていくことが予想されるが、計測結果では保護管内温度よりも高くなっている。この原因として、熱電対を使用して保護管内温度を測定したために、熱電対の接点の温度が空気の温度に一致していない可能性があること、ポリエチレン被覆されたストランドは空気よりも熱伝導率が低く温度変化が鈍いことが考えられる。

4. モックケーブル温度を使用した温度推定

(1)式の温度推定式は、保護管に挿入する直前のストランド温度とその時の保護管内雰囲気の温度を使用して架設中のストランドの温度を予測するものであるため、保護管挿入後十分に時間が経過した架設済みストランドと保護管内温度は一致することを前提としている。しかし実際には保護管内温度と架設済みストランドの温度の測定値には差が生じている。そのため、ストランド推定式の u_a に保護管内温度実測値を使用するとストランド計算値①のようになりかなり低く推定してしまうことになる。そこで、 u_a にモックケーブルの温度を使用するとストランド計算値②のように 30 分で 1℃以下の推定精度になる。

5. 既設ストランド温度を使用した温度推定

上記の実験では保護管の両端を断熱しモックケーブルと同じ状態にしていたが、架設時のケーブル両端は閉じられていないので空気の出入りは自由にできるため、モックケーブルが架設中のケーブルと同じ温度になっているとは限らない。そこで保護管断熱材の左右 2cm を切断して、ケーブル端部からの空気が保護管内を自然に移動するようにすることで、更に現場施工に近い条件になるようにした。ここでは、既設のケーブルあるいは既設のストランドの温度を使用して架設中のストランドの温度を推定することを想定した。その結果、図-6 のようにストランドの温度を精度よく推定できることを確認した。

6. まとめ

モックケーブルあるいは既設ケーブルの温度を参照して、現場組立型の斜張橋ケーブルのストランド架設時の温度を推定する方法を示した。現在開発中のケーブル自動緊張システムに組み込むことで 1 回の緊張で張力のばらつきを抑えることが期待できる。

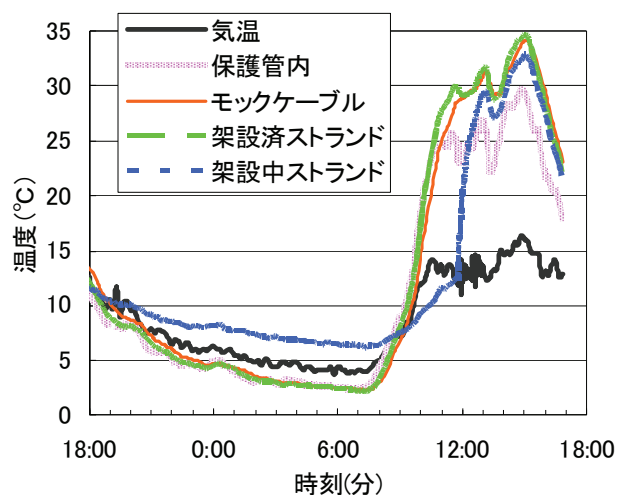


図-4 ケーブル温度の日変化

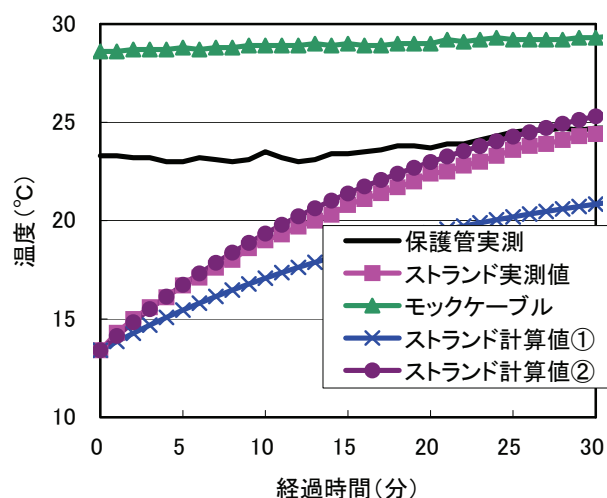


図-5 モックケーブルによる温度推定

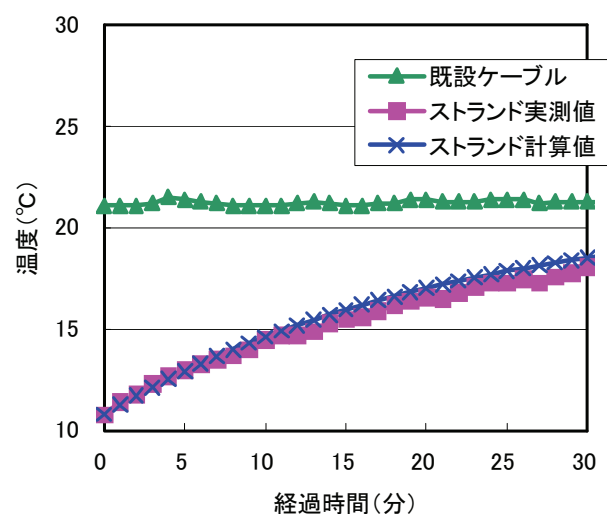


図-6 既設ケーブルのストランド温度を参照して推定したストランド温度