

本四公団オー建設局	正会員	保田雅彦
本四公団オー建設局	正会員	大橋治一
日本建設コンサルタント	正会員	○橋場 明

1. まえがき

ケーブルサドルではケーブルの折れ角による押付け力が、ケーブルの素線間あるいは素線とサドル内面の間に、摩擦抵抗となって働き、ケーブルとサドルは固定される。一方、サドル両出口における張力差は、スリッパを起そうと言う力になる。このスリッパ力よりケーブル反力による摩擦抵抗の方が大きければよい訳である。

一般的に、主塔頂サドル、アンカーサドルでは、ケーブル反力が大きく、スリッパに対する安全は充分確保されている。しかし、側塔頂サドルでは、折れ角が小さいので反力も小さく、ケーブル張力差も割合から見ると大きなものになる。このため、スリッパの安全率が低くなる傾向にある。

2. エキストラストランド使用のねらい

側塔頂サドルのスリッパに対し、側塔を有する吊橋では、種々の構造的対策を行っている。その代表的なものは次の三つである。(1) ケーブル張力差を小さくするため側塔を傾斜させる方法。(2) サドル内ケーブルをボルトで締める方法。(3) エキストラストランドの使用。この中で(3)のエキストラストランドを使用した場合の効果について述べる。

鉛直に立てられた側塔の場合、バックステイ径間のケーブルにエキストラストランドを加えると、バックステイ径間では、ケーブル全体の張力が側径間側より大きいにもかかわらず、ストランド本数が増加したことにより、素線1本あるいはストランド1本の張力は小さくなる。このため連続しているメインのストランドのサドル上での張力差は小さくなる。この効果は大きく、僅な添加でスリッパ安全率を高くすることが出来る。

3. エキストラストランド使用の向題点と調査内容

今回の調査研究の目的は、エキストラストランドを使用した場合、ケーブル架設時にどのような問題があるかを調べ、セットバック法を含めた架設法について、どのようなものがよいか推定することにある。

ここに向題点として逆スリッパ現象が浮ぶ。ストランド本数の少ない架設初期では、エキストラストランドの終断面に対する割合が大きいので、効果が過大となり、反対にバックステイ径間から側径間へのスリッパ(逆スリッパ)が起きる。今回はこの逆スリッパ現象に着目し、ケーブル架設がどの程度進行したら逆スリッパに対する不安が無くなるか、架設段階別挙動を計算することにより調べた。

4. 計算モデルと解析法

計算モデルとしては、本四公団で計画されている大鳴門橋の設計諸元を適用した。

解析法としては、ケーブル架設完了時のケーブル線形と釣合状態をベースに、ストランド本数のより少ない架設途中の変形状態を求めるのが目的なので、有限変形骨組解析で求めるのが現在のところ厳密である。

しかし、計算ケースが多いため、相当な時間と費用がかかるため、より簡易な方法として膜理論¹⁾によるものを採用した。今度の計算では、キャットウォークも構造系に入れているが、膜理論解析ではストームロープの影響を載荷重として扱った。そこで、一部の計算を有限変形骨組解析²⁾で行い、膜理論によるものと比較し、計画上の調査計算においては実用上とつかえないことを確認した。

5. 計算結果と考察

図-1は計算モデルの基本構造系である。ケーブルは267本の主ストランドから成り、ボックス型径間に、2本のエキストラストランドが添加されている。温度変化は $+30^{\circ}\sim-30^{\circ}$ とした。図-2は架設ストランド数と正逆スリップの安全率との関係を示したものである。これを見ると逆スリップに対し条件の悪い $+30^{\circ}$ では98本架設で逆スリップ安全率が1.5となっている。架設初期の必要安全率を1.5と考えると、98本以内の架設段階では何んらかの逆スリップ防止対策が必要であることが判かる。

図-3は、架設ストランド数と側塔頂の移動の関係を示したものである。ストランド架設が進むにつれ、側塔頂が吊橋中央に移動する。この様な挙動はエキストラストランドを使用しない吊橋では無いものである。

架設初期では1本毎の移動量は大きく架設が進んだ段階では小さくなる。 $+30^{\circ}$ では全体剛性が小さくなるので、変化量は -30° のそれより大きい。図-3には有限変形骨組解析による変形も示した。

図-4は、塔頂移動と安全率の関係を示したものである。これはある温度状態において、所要のスリップ安全率を確保するには、側塔頂がどの範囲になければならぬかを示している。例えば架設初期においてキャットウォークの剛性効果が大きく働き、温度変化による側塔頂移動振巾を押えた場合、所要の安全率を得るのが不可能になることが判かる。

図-5は、側塔頂に強制水平力を吊橋中央方向に作用させた場合、所要の逆スリップ安全率を得るにはどれだけ以上の水平力が必要か、又所要の正スリップ安全率を得るにはどれだけ以下の水平力であればならぬかを、架設段階状態で示したものである。

6. あとがき

これまでの計算により、ケーブル架設の37%で逆スリップの不安が無くなることが判った。さて、架設初期の逆スリップを防ぐ方法であるが、次の様に考えるとよい。逆スリップが起らないためには、側塔頂がある臨界位置より前方(吊橋中央方向)に保たれていればよい訳である。そこで側塔頂に吊橋中央方向への強制力を適切に与えることにより位置を保つ方法が考えられる。この強制力の具体的な方法としては、キャットウォークロープ、あるいはカウンターウェイトなどがまず浮かぶが、セツバック法を含めた今後の課題である。

参考文献 1) 平井 敦：鋼橋Ⅲ

2) 後藤茂夫：有限変形法による吊橋の解法 JSC E 1969

図-1 基本構造系



図-2 ストランド本数とスリップ安全率の関係

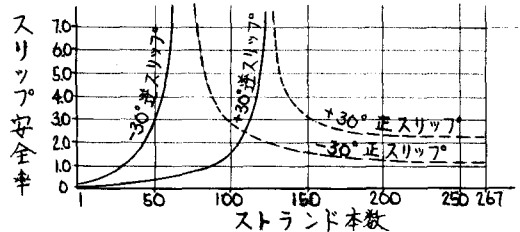


図-3 ストランド本数と側塔頂移動の関係

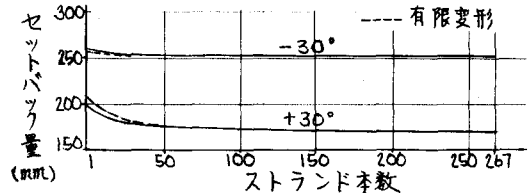


図-4 側塔頂移動とスリップ安全率の関係

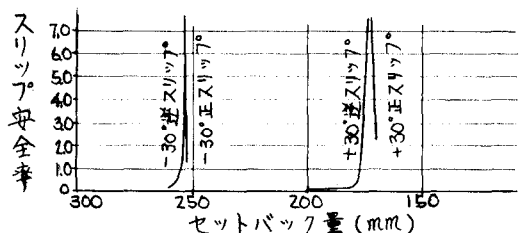


図-5 ストランド本数と必要強制力(安全率1.5)

