

本州四国連絡橋公団 正会員 ○北川 信

〃 〃 田島 二郎

〃 〃 沢井 広え

(1) まえがき

吊橋主ケーブルの設計は、ケーブルを純引張部材と仮定して得られる応力（1次応力）が許容応力度以内に納まるようにしている。しかし、ケーブルが曲げや拘束を受ける場合、上記応力以外の2次応力も設計に考えねばならない。特に、本四連絡吊橋のように、活荷重強度が大きいうえに太径ケーブルを使用している場合、これらの2次応力を正しく評価した合理的なケーブル許容応力度を設定する必要がある。本研究は、ケーブル2次応力を解明するため、東大橋（熊本県）において実施したケーブル2次応力測定結果の報告である。

(2) 測定の概要

東大橋は中央径間262.8mの単径間2ヒンジ吊橋で、その主ケーブルは素線径5mmのPWS91を19ストランド束ねてあり、直径231mmである。

測定は図-1に示すように、補剛桁架設時のラッピング施行前のケーブルの曲げ応力測定および補剛桁架設後、床版完成後の載荷試験によるラッピング施行後のケーブル曲げ応力測定の2段階からなる。なお、測定は塔頂サドル出口付近、第1パネル中央、第1バンド付近の素線の歪（応力）および変位（たわみ、傾斜角）に着目して行なった。

(3) 測定結果の概要

1) 補剛桁架設時の測定結果

補剛桁架設時のケーブルおよびケーブルバンド間に生じる傾斜角度差は図-2に示すとおりである。即ち、ケーブルバンドの回転角はその両側のケーブルパネルの回転角より小さく、バンド部において「棚」のようになっている。この現象は模型実験でも報告されており、ラッピング前ケーブルの特長である。従って、ラッピング前ケーブルでは、サドル出口付近、ケーブルバンド付近に曲げ応力が発生する。

ケーブル応力の測定結果は、ゲージ間の値のバラツキがかなり大きいから、それらの平均値をもって測定値とすると図-3のようになる。図中の理論値は文献②に示す方法によってあり、ケーブルを重ね架にかきかえて解析されている。図中の測定値には、歪ゲージの位置も考慮して、素線の局部曲げ応力は含まれず、素線の軸力差から生ずる応力が殆んどであると考えられるが、最高±5トンの程度の2次応力が測定された。測定値と理論値は概ねあっている。Case-3Aで測定値が理論値よりも低くなっているが、これは第1バンド内で素線の滑りが発生したことが原因であると考えられる。

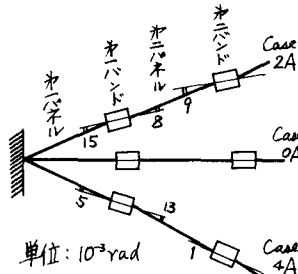
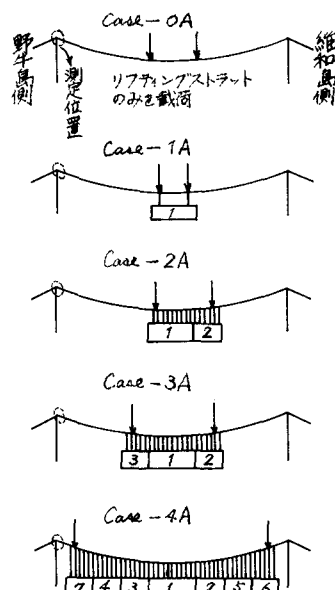


図-2 ケーブルバンド傾斜角

〔補剛桁架設時〕



〔載荷試験時〕

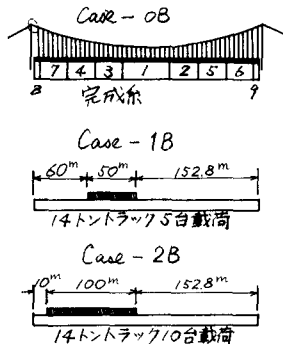


図-1 測定ステップ

2) 載荷試験時の測定結果

載荷試験時のケーブルおよびケーブルバンドの回転角を測定した結果、端バンド部分を除き、図-2のような「棚」現象は生じなかった。これはラッピングによって素線の滑りが拘束されたためである。塔頂サドルと端バンド間にはラッピングがされていないため、補剛桁架設時と同様の現象が生じたものと考えられる。

従って、補剛桁架設時に見られるサ1バンド近傍のケーブル2次応力は、殆んど変わらず、素線軸力差から生じる2次応力は塔頂サドルおよび端バンド付近に限られてくる。図-4に示す各断面の応力分布をみても、S2, S3断面では殆んど一様応力となっていることが分る。

図-5に塔頂サドル出口付近の断面に発生するケーブル曲げ応力と主塔・ケーブル間の角変化量を示す。図-5から活荷重を除荷した時(4, 7, 4, 7)載荷時と異符号の応力が残留していることが分る。

この原因としては、次の2点が考えられる。

- ① 塔頂サドル部における素線の抜け出しによって発生する応力。
- ② ラッピング部における素線同摩擦力によって発生する応力。

なお、図-5では0→1→2を除き、ほぼ同じような角変化量と2次応力の関係が得られているが、これはケーブルがラッピング後、はじめに大きな載荷によってなじんだためと考えられる。

(4) 測定結果のまとめ

- 1) アンラップドケーブルの場合、バンドとケーブル間に明らかな角度差を生じるが、ラップドケーブルでは、これが余り明かでない。
- 2) ケーブル2次応力が問題となる箇所は、架設中吊橋の場合、塔頂サドルおよび端バンド近傍、完成後の吊橋の場合、塔頂サドルおよび端バンド近傍であると考えられる。
- 3) アンラップドケーブルの2次応力(素線の局部曲げ応力は除く)は、重ね梁モデルによる解析値とかなり良く一致する。

(5) あとがき

本測定にあたって、熊本県、新日本製鉄(株)、(株)神戸製鋼所の多大な御協力と、土木学会本四鋼上部研究小委員会、ケーブル分科会の御指導を賜りましたので、ここに付記して、深く感謝の意を表します。

[参考文献] 1) 新家他: 吊橋平行線ケーブルの2次応力実験(昭和49.10) 土木学会年次学術講演会概要集(CB 50.10)

2) // : 吊橋平行線ケーブルの2次応力解析(昭和49.2)

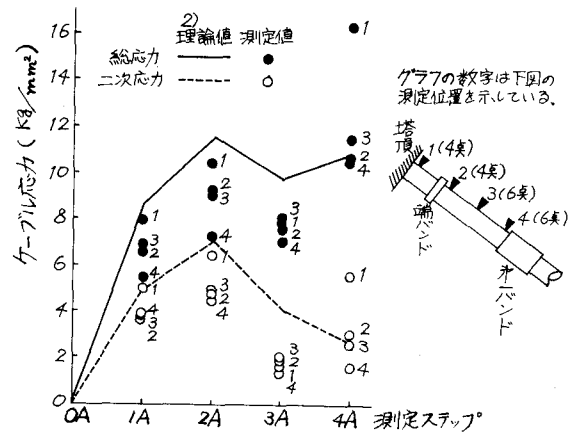
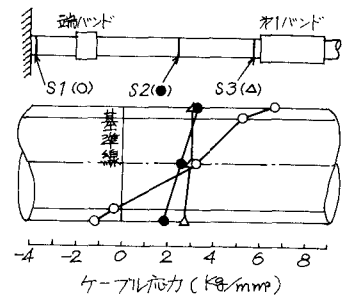


図-3 補剛桁架設時のケーブル応力



(注) 応力値は Case-0B を 0 としており、1 次応力(計算値)は 2.5 kg/mm² である。

図-4 各断面の応力分布 (Case-2B)

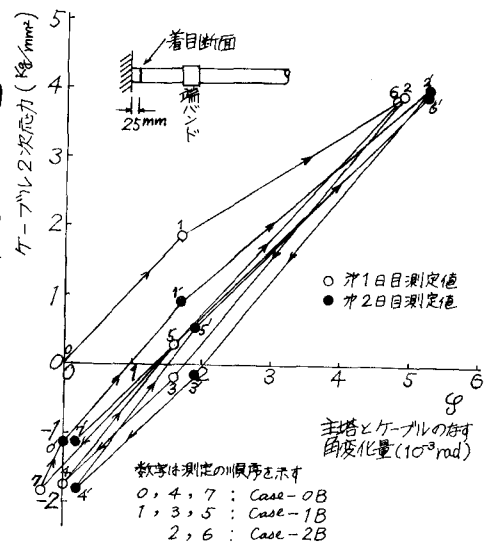


図-5 塔頂サドル出口付近における2次応力