

京都大学工学部 会田 俊夫

京都大学工学部 佐藤 達

(株)神戸製鋼所 正員 山本 俊二

(株)神戸製鋼所 正員 〇榊原 英雄

1. まえがき

近年、吊橋におけるケーブルに溶融亜鉛メッキ鋼線を使用するケースが多くなってきた。この亜鉛メッキ鋼線を平行に束ねた平行線ケーブルは、スパイラルロープに比し、強さが大きく、構造的伸びがなく、弾性係数が高いなどの優れた性質を持っている。平行線ケーブルを工場あるいは現場で製作しこれを張りわたすのをパラレルワイヤストランド(PWS)工法といい、比較的に短いスパンの吊橋に使われる。PWSをサドルにのせる場合、ストランドの素線間が全く滑動しないと考えると、PWS素線には非常に大きな曲げ応力がかかることになる。このことからPWS素線がサドル部で曲げを受けた場合の曲げ応力の大きさを試験により測定し、曲げの算出式を求めたのでここに報告する。

2. 試験概要

使用したPWS素線径は2.6mm, 5mmの2種とした。オ1表に試験種類を示すが、PWS素線数を種々に変え、また各PWSについてもサドル曲率半径を変えて試験した。

試験はオ1図に示す方法で行なった。PWS試験片の両端は亜鉛ソケットで定着し、引張装置で引張負荷をかけ、その後ジャッキでサドルを押し上げPWSに曲げを加えた。

PWS試験片の両端の押えシーブ

はPWSの上部と下部素線の長さを曲げを加えられた場合に等しくするためにとりつけた。図はPWSに曲げを加えた状態を示した。PWSの

応力は図のA, B, Cの位置における最外層素線に抵抗線ひずみ計をはり、ひずみを測定することによって求めた。すなわち、A, C点は曲げを加えた状態でもPWSがほぼ直線になる点でありA, Cでは引張応力のみが測定される。またサドル上のB点では曲げと引張の重畳された応力が測定される。従って、B点の引張応力はA, C点の引張応力の平均値であると考え、PWSのサドル上での曲げ応力はB点の応力とA, Cの平均応力の差で求められる。

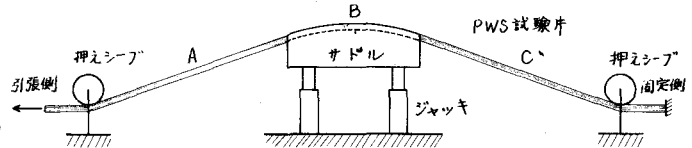
3. 結果および考察

PWSの引張曲げ試験を行なった結果、次のようなことが判明した。PWSのサドル部での曲げ応力は単一鋼線を曲げた場合の曲げ応力とほぼ等しい。単一鋼線の曲げ応力は、 $\sigma_b = E \cdot d / 2R$ で示される。ただし、 σ_b : 曲げ応力、 E : 弾性係数(=20,000 kg/mm²)、 d : 素線径、 R : サドル曲率半径。

オ2図に素線径2.6mmのPWS 7および37の曲げ応力の大きさを示す。同図より下層素線は上層素線より曲げ応力が大きくなった。また上層素線の曲げ応力は張力の増加に関係なくほぼ一定値であ

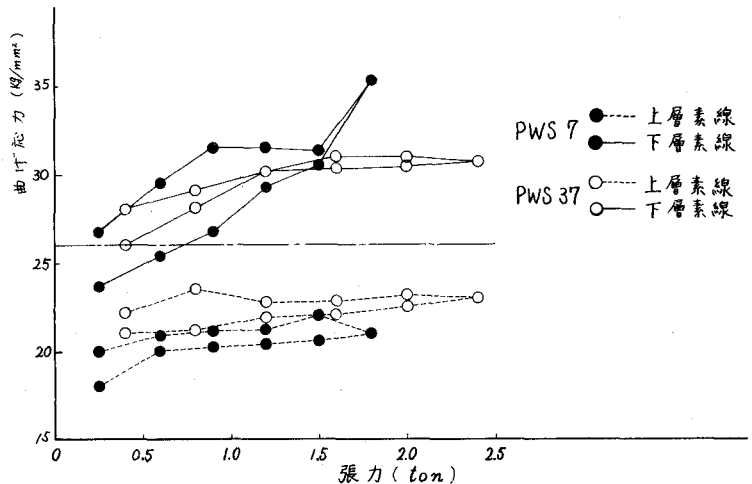
オ1表 試験種類

試験片	素線径	素線数	サドル曲率半径
PWS 7	2.6mm	7	500 ^R , 1000 ^R
PWS 19	"	19	"
PWS 27	"	27	"
PWS 37	"	37	"
PWS 19	5.0	19	1,000, 1,500
PWS 27	"	27	"
PWS 48	"	48	"



オ1図 実験装置

った。しかるに下層素線では曲げ応力は張力の増加にともない増加する傾向があった。PWSの曲げ応力の大きさは素線間および素線とサドル間との摩擦力と断面を分離させる曲げモーメントの大きさの大小に影響され、PWSに曲げを加えていく場合、PWS素線の曲げ応力は次のような過程をたどるものと思われる。



オ2図 曲げ試験結果

- 1) 小さな荷重(すなわち小さな曲げモーメント)の間は、PWS中の素線相互間の摩擦がすべりに打勝ってPWSがあたかも1本の鋼棒のように挙動し、曲げ応力は非常に大きくなる。
- 2) 曲げモーメントが増加するにつれて、最初に最外層素線において断面を分離させようとする力が素線相互間の摩擦に打勝って断面の分離がはじまり、素線相互間がすべりはじめる。断面分離は最外層素線から順次下層素線におよぶ。ところで最外層素線を分離させる曲げモーメントは小さい。
- 3) 曲げモーメントがある大きさに達すると、各素線は相互にすべり出し、完全に断面が分離し、あたかも素線をばらばらに束ねた状態となり、素線の曲げ応力は単一鋼線と曲げた場合の曲げ応力と等しくなる。

オ2表に曲げ応力の実測値(最大値) σ_{max} と計算値 σ_{ca} および両者の比を示す。オ2表より、摩擦力の影響で σ_{max} は σ_{ca} ($=E \cdot d/2R$)より大きくてた。サドル部の設計において、PWS曲げ応力は σ_{max}/σ_{ca} を1.4にとり、 $\sigma_{max} = 1.4 \cdot E \cdot d/2R$ にとればよいと思われる。

オ2表 実測値と計算値の比

試験片	実測値 σ_{max} kg/mm ²	計算値 σ_{ca} kg/mm ²	σ_{max}/σ_{ca}
PWS 7	36.0	26.0	1.38
PWS 19	34.8	26.0	1.34
PWS 27	28.2	26.0	1.08
PWS 37	31.0	26.0	1.19
PWS 19	34.4	33.3	1.03
PWS 27	36.5	33.3	1.10
PWS 48	37.3	33.3	1.12

4. むすび

PWSの曲げ応力は、単一鋼線の曲げ応力と大差ない。PWS素線の最大曲げ応力 σ_{max} は実験結果より $\sigma_{max} = 1.4 \cdot E \cdot d/2R$ 程度ととればよいと思われる。上層素線とサドル側の下層素線とは下層素線のほうがやや大きく、曲げ応力の最大値はサドルに接触する最下層素線に生じた。なお、サドルの設計においてはPWSの曲げ応力の値のほかに、素線とサドルとの接触圧を考慮する必要があると思われる。