

(株)神戸製鋼所 正員 ○ 広中 邦汎

” 大石 靖

” ” 新家 徹

1. まえがき

吊橋や斜張橋などのケーブル部材は、本四連絡橋における道路鉄道併用橋のように、高振幅の変動荷重状態で使用される傾向が高まっており、したがって疲労に対する検討が重要な課題になっている。しかし、これまでケーブル部材として太径ケーブルの疲労に関する実験例は乏しく、その疲労強度特性は明らかでない。本研究は、これを明らかにしまたケーブル設計のための資料を得ることも目的として、吊橋や斜張橋などで近年広く使用されているパラレルワイヤストランド(PWS)の引張疲労試験を実施したものである。

2. 実験の概要

(1) 供試体 径5mmの重鋳メッキ鋼線を91本平行に束ねたストランド(PWS-91)を6体製作し両端をソケットングした。図-1にPWS-91の仕様および供試体の寸法も示す。ソケットはJIS F3432に基づいて製作し、内部に460℃の溶融亜鉛(98%)・銅(2%)合金を鑄込んでPWSを定着した。なおソケット定着後、前処理として、ソケット使部に120°の圧縮力を与えた。

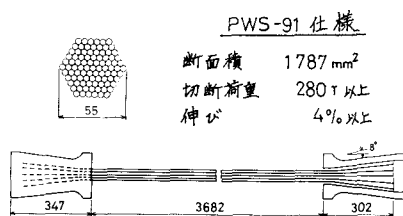


図-1 供試体

(2) 実験装置および試験条件 図-2に示す装置に供試体を設置し、油圧式50t疲労試験機により部分片振り引張荷重(荷重制御)を与えた。表-1に各供試体についての疲労試験条件を示す。なお、疲労破断した素線は応力が除去されるが、断線後も荷重は変化せず、全期間一定に保たれた。

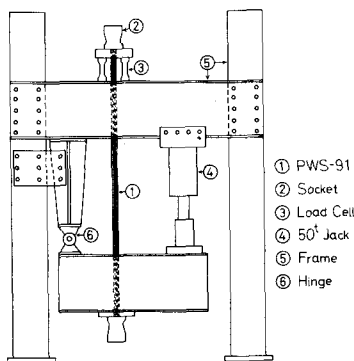


図-2 実験装置

(3) 計測 PWS素線の疲労破断は振動法による断線検出装置¹⁾により検出し、断線数の累積と繰返数の関係も求めた。また所定の繰返数ごとにPWSの静的伸び測定も行い、弾性係数の変化も求めた。

(4) 残留強度試験 疲労試験終了後、静的引張破断試験も行つて繰返し载荷を受けたPWSの残留強度も求めた。

3. 実験結果

(1) 断線発生状況 図-3(a)は断線数の累積と繰返数の関係も求めたものである。(No.1,2,6は断線なし)

No.3およびNo.5はともに繰返数20~50万回の間で断線が検出されたが、ある断線数に達した後は繰返数が増しても断線の発生はみられなかった。No.4では初断線が $N=135$ 万回と遅くその後も断続的に発生した。このようなPWSの断線発生状況も吊橋ハンガーを対象としたストランドロープの引張疲労試験²⁾と対比させると、ストランドロープでは断線数がある程度累積するとその後断線が連続して最終的にロープ破断に導く²⁾のに対して、PWSでは

表-1 疲労試験条件

No.	上限荷重 t (応力 kg/mm ²)	下限荷重 t (応力 kg/mm ²)	繰返速度 c.p.m.	全繰返数 ×10 ⁴
1	53.6 (30)	17.9 (10)	200	400
2	53.6 (30)		200	420
3	71.4 (40)		167	210
4	62.5 (35)		183	400
5	58.0 (32.5)		183	400
6	58.0 (32.5)		183	400

断線数がある本数に停留する現象を示し、両者の断線進行状況に相違がみられた。

図-4は、疲労破断した素線の発生位置も断面および長手方向に表わしたものである。断面方向には断線位置は比較的分散しているが、長手方向をみるとすべてソケット内部で断線が発生している。すなわちPWS素線はソケット内部で放射状に広がられているが、この折点部付近に集中している。この箇所に疲労破断が集中した原因としては、素線の曲率形状あるいは足着合金鍍込み時の熱の影響などが考えられる。

(2) 弾性係数 図-3(b)に、所定繰返数ごとに計測した伸び δ から求めた弾性係数 $E = T\ell / AS$ (T : PWS張力, ℓ : ソケット肉長)の変化の状況を示す。ただし断面積 A は仕様値であり断線による欠損も考慮していない。これより、断線時に弾性係数は低下するが、それ以外では繰返数とともにわずかに上昇する傾向を示した。断線時の低下率は、断線による断面欠損率とほぼ同一である。

(3) 残留強度 表-2に疲労試験後に実施した静的引張破断試験の結果を示す。破断荷重、伸びは実験値を、また強度率(1)、(2)および引張強さは、破断荷重をそれぞれ保証切断荷重(280^t)、No.1,2,6の破断荷重平均値(292^t)および断線欠損分も差引いた断面積を際れたものである。この結果より、断線のない供試体は強度、伸びとも仕様値も十分に満足しており、またNo.3,4,5の強度低下率は断面欠損率とほぼ同一で、引張強さは全供試体ともほとんど差がみられない。すなわち、断線以外には疲労荷重を受けたPWS各素線の静的強度は変化しておらず、したがってPWSの強度は断線数によって決定されるものと思われる。

4. まとめ

図-5は断線発生時の繰返数と応力振幅(下限応力10^{kg/mm²}一定)の関係をもとめたものである。これより、 $N=200$ 万回時の強度は一律 $\Delta\sigma=20$ ^{kg/mm²}が確保され、またNo.5も除けば、 $S-N$ 関係はほぼ直線となる。No.5が早期に断線も発生したのは、供試体の製作時とくにソケット定着時に何らかの欠陥が入り込んだのとははいえと思われる。

今回はPWS-91について6体の引張疲労試験結果を報告したが、今後さらに同様の試験も継続する。PWSの疲労強度特性もより一層明確にしていく予定である。

(参考文献)

- 1) 広中、樋口、奥川「ロープの疲労試験時の断線検出について」第30回土木学会年次講演集 昭和50年
- 2) 奥川、田島、本柳「60^tハンガーロープ(CFRG型)の疲労特性」第31回 " 昭和51年

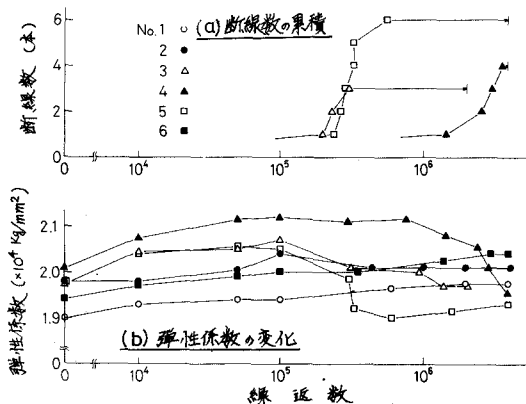


図-3 断線種類、弾性係数と繰返数の関係

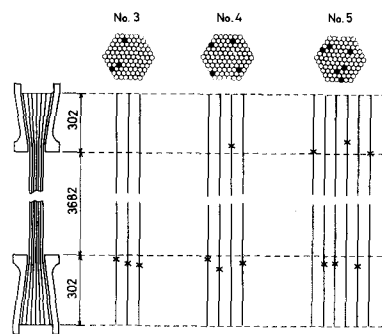


図-4 断線発生位置

表-2 残留強度試験結果

No.	破断荷重 t	強度率 (1) %	強度率 (2) %	引張強さ kg/mm ²	伸び %
1	293.0	104.6	100.3	164.0	5.2
2	292.0	104.3	100.0	163.5	5.7
3	283.0	101.1	96.9	163.9	5.4
4	280.5	100.2	96.1	164.3	5.6
5	269.5	96.3	92.3	161.7	4.8
6	291.5	104.1	99.8	163.2	5.8

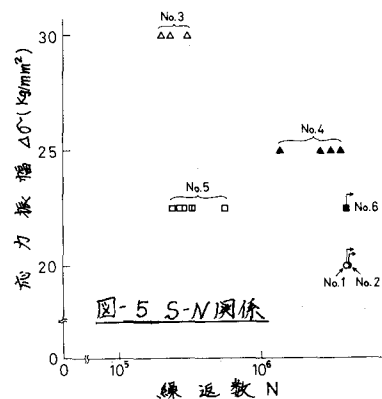


図-5 S-N関係