

(株)神戸製鋼所 正員 広中 邦汎

" 大石 靖

" 新家 徹

1. まえがき

近年、吊橋や斜張橋などにプレハブ・パラレルワイヤストランド (PWS) が多く使用されている。オ1報¹⁾では、PWS-91 に関して引張り疲労試験を実施し、PWS の疲労特性の一端について報告した。本報告はこれに引続くものであるが、さらに多くの試験を重ねて PWS の疲労強度をより一層明確にしたものである。また、PWS が疲労破壊を引起す原因を説明するために素線に関する基礎的な試験も行なったが、その結果について一部を報告する。

表-1 PWS-91 疲労試験結果まとめ

No.	Max. load (t) (Stress kg/mm ²)	Min. load (t) (Stress kg/mm ²)	Number of cycles ($\times 10^4$)	Number of broken wires
7	58.0 (32.5)	17.9 (10.0)	400	0
8	107.2 (60.0)	67.0 (37.5)	224	1
9		71.4 (40.0)	232	0
10		58.0 (32.5)	341	2
11		67.0 (37.5)	228	0
12		62.5 (35.0)	240	0
13		62.5 (35.0)	260	0
14		62.5 (35.0)	359	6
15		55.6 (31.0)	402	9
16		55.6 (31.0)	408	7

2. PWS-91 引張り疲労試験

(1) 試験方法 前回の6体の供試体と同じく、PWS-91 (5ヶ重鉛×鋼線×91本、断面積1.787mm²)を用いて、両端を溶融亜鉛-銅合金(鋳込み温度460℃)で定着させた供試体10体を製作した。表-1に各供試体について荷重条件および試験結果のまとめを示す。なお前回の試験はいずれも今回のNo.7と同じく最小応力を10kg/mm²として最大応力を変化させたが、No.8~16はこれより高くして最大応力を60kg/mm²とした。両者の結果を対比させることによって、PWSの実働荷重範囲内における平均応力の影響を調べた。

(2) 断線の発生 図-1は、今回の試験で疲労破壊を生じた供試体について断線の発生状況を示すものであるが、前回の結果とほぼ同様の傾向を示した。すなわち、同図(a)のように断線は少数本に停まって(全素線数の10%以下)、破断してない素線はなおその後の繰返し载荷に耐えた。また(b)図のように、断線はすべてソケット内部で生じた。この箇所は素線は引張力のほかに曲げ、側圧あるいは合金鋳込み時の熱などが作用することが考えられるが、これらの条件の厳しいものから順次、破断を生じていったものと思われる。

(3) S-N線図 図-1にみられるようにPWSは数本の断線が生じたのちも耐荷力を十分に有することから、どの程度の断線が発生した時点をもってPWSの疲労寿命と考えるかについては議論のあるところである。図-2はこの条件をもっとも厳しくした場合、すなわち初断線の発生時をもってPWSの寿命と考えS-N線図にまとめたものである。①は前回、6体と今回実施した10体のPWS-91の試験結果を併せて示し、②は本試験と同質のワイヤを用いた単線の疲労データ²⁾、また③は7ヶ本の裸線を用いて端部を鋼球、合成樹脂などで定着(HiAmアンカー)したPWS

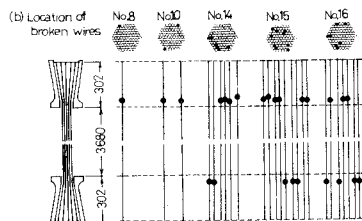
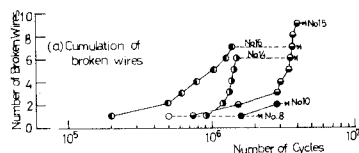


図-1 断線の発生状況

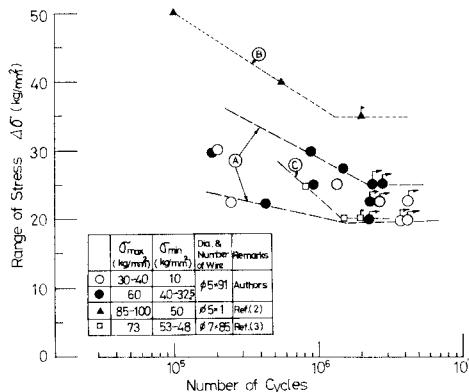


図-2 初断線時のS-N線図

-85の結果³⁾である。本試験の結果④はデータに若干のバラツキがみられるが、200万回強度は応力全振幅で20~25 kg/mm^2 の範囲にある。また応力のレベルを変えた○と●とでほとんど差異が認められないことから、平均応力の影響は無視できるものと思われる。PWSは実橋において本実験程度の応力範囲で使用されるが、以上の結果より、疲労強度はこの範囲では平均応力に関係なく最低20 kg/mm^2 程度を有するものと思われる。本試験結果も単線のデータ⑤と比較すると10~15 kg/mm^2 程度低下している。これは⑤の供試体がPWS-91のように定着部で素線の曲げがなく合金の充填状況もよいことなどから、先に述べたような曲げや側圧など付加的な力を受けなかったためと思われる。また本試験結果はデータ③と同程度の値を示すが、③では断線は定着部以外で発生しており、素線の相違なども考慮に入れると、④と③を単純に比較することには問題がある。

3. ワイヤ接触疲労試験

(1) 側圧の作用 図-1(b)のようにPWSの疲労断線は定着部で生じたが、この原因のひとつとして側圧の影響が考えられる。すなわち素線の屈曲のため横方向の圧力を受け、これと素線間の微小な相対すべりとが相まって表面にフレッチング現象も生じ疲労強度も低下させることが考えられる。このような側圧が作用する箇所はリケット部以外にも、ケーブルバンドおよびサドル部でも考えられる。図-3に各部における側圧作用の模式図および接触圧(線圧)の概算値を示す。

(2) 試験方法 図-3のような側圧がワイヤの疲労強度に及ぼす影響をみるため図-4に示す装置を用いて疲労試験を行なった。試験体①はPWS-91と同一の素線で、その中間部に長さ15mmの同一素線②を4方向で接触させ、これをボルト③で所定の接触圧となるように締め付けた。①と②の接触圧は図-3の値を参照にして、線圧は $p=5, 15, 25 \text{ kg/mm}$ の3段階とした。なお接触部は支持棒⑤の上側リケットと連結しているため、①と②の接触面で相対すべりが生ずる。引張応力は接触部より下側の箇所を基準にして、最小応力もすべて40 kg/mm^2 として最大応力を変化させた。

(3) 試験結果 図-5に本試験の結果もS-N線図にまとめて示す。破断はいずれも接触部の下端点で生じた。接触圧 $p=5 \text{ kg/mm}$ のものではフレッチング現象がみられたが破壊はなかった。 $p=15 \text{ kg/mm}$ と 25 kg/mm とではほとんど差がなく200万回強度は20~25 kg/mm^2 程度である。この値は図-2の④とほぼ同一であることは興味もたれる。これより、少なくとも側圧がPWSの疲労破壊にかなり影響も及ぼしていることがうかがえる。

4. あとがき

着者らの一連の実験により、これまで不明瞭であったPWSの疲労強度もかなり明確にすることができた。とくに基礎的な実験により疲労破壊の機構も究明するための手がかりをつかむことができた。同様の実験は現在も継続中であり、それらの結果のまとめ次第、後日報告したい。

(参考文献)

- 1) 広中, 大石, 新永: パラレルワイヤストランドの疲労特性, 土木学会 第32回年次学術講演会 I-328 昭和52.10
- 2) 山本, 森脇, 榊原: 長大橋ケーブル用鋼線の疲労およびクリープ性状, 土木学会 第24回年次学術講演会 I-169 昭和44.10
- 3) Andrä, Zellner: Zugglieder aus Paralleldrahtbündeln und ihre Verankerung bei hoher Dauerschwellbelastung, BAUTECHNIK Heft 8, 9/1969

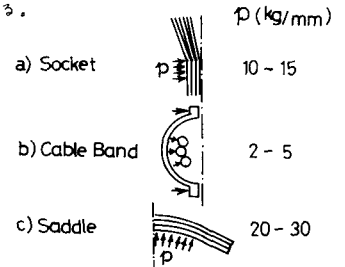


図-3 ケーブル各部の側圧

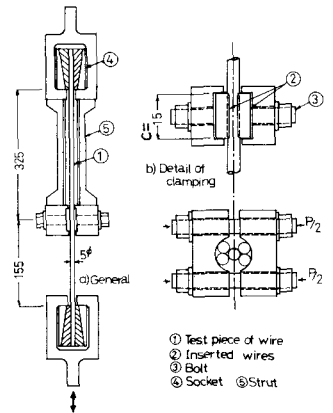


図-4 接触疲労試験装置

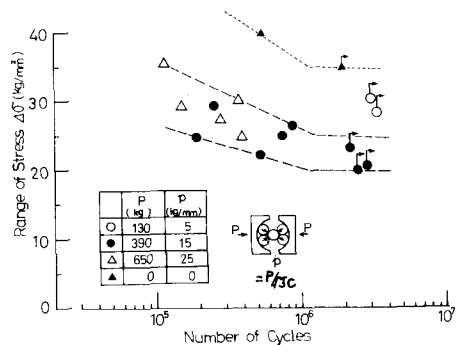


図-5 接触疲労試験結果