

V-142 アラミド繊維棒材の引張疲労特性

近畿コンクリート工業㈱ 正員 岩本 勲  
立命館大学大学院 学生員 崎山 義之  
立命館大学理工学部 正員 児島 孝之

1. はじめに

連続繊維補強材(以下繊維棒材と呼ぶ)は高強度、非腐食性、非磁性等の特徴がある。このような特徴を持つ繊維棒材をPC緊張材として使用した場合、従来の鋼性PC緊張材と異なって、腐食の観点からは部材にひびわれを許容することが出来る。その結果、繰返し荷重による疲労が問題となることも考えられる。本研究では、アラミド繊維棒材について、下限荷重が引張強度の30%、50%と70%の場合の引張疲労試験を実施し、初期緊張力と疲労強度との関係について検討するものである。

2. 実験概要

実験に用いた繊維棒材は、組み紐状のアラミド繊維棒材で、その物性値を表-1に示す。引張疲労試験用の供試体は、試験長(つかみ間隔)を下限荷重50%の場合は20cm、下限荷重が30%と70%の場合は6cmとした。疲労試験は±20tfの油圧式疲労試験機を用い、試験時の応力振幅に応じて、載荷速度は3Hzから12Hzまで変化させた。繊維棒材をPC緊張材として使用する事を前提として、下限荷重=初期緊張力と考え、疲労試験時の下限荷重を棒材引張強度の30%、50%と70%の3水準とした。それぞれの下限荷重に対して上限応力を変化させ、破壊までの繰返し回数を求めた。ここで、下限荷重が50%の場合の疲労試験は、下限荷重の影響を補足する意味で行ったものであり、繰返し回数は100万回で中止した。

表-1 繊維棒材の物性値

公称直径	6 mm
公称断面積	0.25 cm <sup>2</sup>
引張強度	14,800 kgf/cm <sup>2</sup>
弾性係数	6.4×10 <sup>5</sup> kgf/cm <sup>2</sup>

3. 実験結果および考察

疲労試験では1体が定着部内で破断し、他の1体が供試体中央付近で破断した他は、総て定着部付近で破断した。しかし繊維棒材の引張強度にばらつきがあるためか、初回の上限荷重に達しないうちに破断した供試体が数体あった。実験結果を、図-1に上限荷重比(上限荷重/引張耐力)と破壊までの繰返し回数との関係で示し、図-2には応力振幅と破壊までの繰返し回数との関係で示す。図-1より、上限荷重比と対数で表した破壊までの繰返し回数との間にはほぼ直線関係が成立し、下限荷重が大きい方が、S-N曲線が上方にある傾向となった。その結果、上限荷重比で表した200万回疲労強度は、約70%から85%と比較的狭い範囲に入った。一方図-2より、対数で表した応力振幅と、同じく対数で表した破壊までの繰返し回数との間にもほぼ直線関係が成立するが、図-1とは異なり、下限荷重が大きいほどS-N曲線が下方にある傾向となった。その結果、応力振幅で表した200万回疲労強度は、下限荷重が大きい程小さくなり、下限荷重が70%で約2500、50%で約4000、3

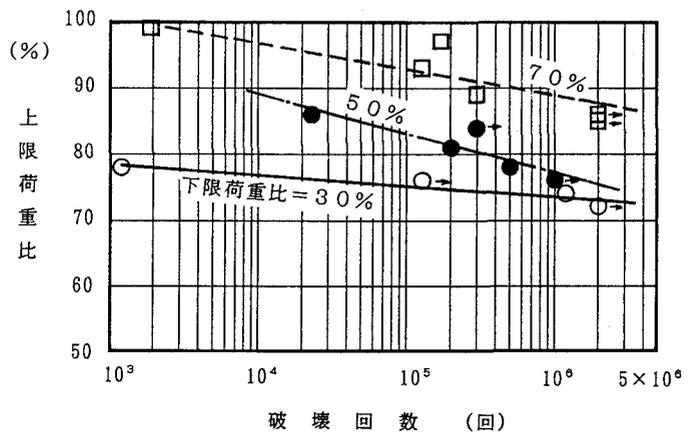


図-1 上限荷重比と破壊回数との関係

0%で約6500kgf/cm<sup>2</sup>となった。疲労強度に対しては、上限荷重よりも下限荷重と応力振幅の方が影響が大きいようである。

図-2に於いて、同一下限荷重ごとに最小2乗法により回帰式を求めた。

$$Fr = 10^a / N^k \quad \dots\dots (1)$$

ここに、Fr；疲労強度、N；繰返し回数

a, k；試験により求められる係数

(1) 式の係数 a, k 及び相関係数を表-2に示す。

試験結果を、修正グッドマン線図により完全片振りのデータに変換し、回帰式が(1)式で表されるとした場合の各係数を表-2に併せて示す。繊維棒材の疲労強度が、土木学会の鉄筋に対して与えられている式で表されるとするならば、疲労強度は(2)式で表され、図-2において傾きが一定の下限荷重ごとに平行なS-N曲線となる。

$$Fr = 10^a \cdot (1 - \sigma_{min}/f_u) / N^k \quad \dots\dots (2)$$

ここに、 $\sigma_{min}$ ；下限応力、 $f_u$ ；繊維棒材の引張強度、a, k；表2中完全片振りの係数

しかし同図より、繊維棒材のS-N曲線は下限荷重ごとに平行ではないので、1つの疲労強度式で表す場合は、傾きを変化させる必要があると思われる。また(2)式の適用性を検証するためには、完全片振りによる疲労実験データが必要である。そこでここでは下限荷重の影響を考慮した、繊維棒材の疲労強度の実験式として(3)式を導いた。

$$Fr = 10^a / N^j \quad \dots\dots (3)$$

ここに、a, j；試験により求められる係数で、本実験では $a = 1.914$ 、 $j = 0.150 \cdot \sigma_{min}/f_u - 0.028$ となった。

本実験式は、理論式ではないので下限荷重( $\sigma_{min}$ )については、本実験の範囲内(30~70%)でしか成立しない。また供試体数も少なく、生存確立を考慮するまでに至っていないので、設計用式としてはまだ使用出来ないが、(2)式よりは繊維棒材の疲労特性を表しているものと考えられる。

繊維棒材は用いられている繊維や結合材の種類も多く、棒材の成形方法も多岐にわたっている。従って棒材ごとに疲労特性も異なることが考えられるので、1つの疲労強度式では表せない可能性もある。今後より多くの実験データに基づいて、疲労強度式を決定していく必要があると思われる。

#### 4. まとめ

アラミド繊維棒材の引張疲労強度は、下限荷重(初期緊張力)の影響を受ける。従って疲労強度式としては、下限荷重の影響を考慮する必要がある。しかし繊維棒材の疲労特性は繊維の種類や成形方法によって異なることが考えられ、繊維棒材ごとの疲労強度式が必要となるかもしれない。

#### 参考文献

中井裕司他：アラミド製FRP緊張材の疲労特性、土木学会第47回全国大会年次学術講演会、1992.9

表-2 a, kの値

下限荷重	a	k	相関係数
30%	1.915	0.017	0.894
50%	2.120	0.082	0.881
70%	1.912	0.077	0.839
完全片振	1.984	0.0029	0.991

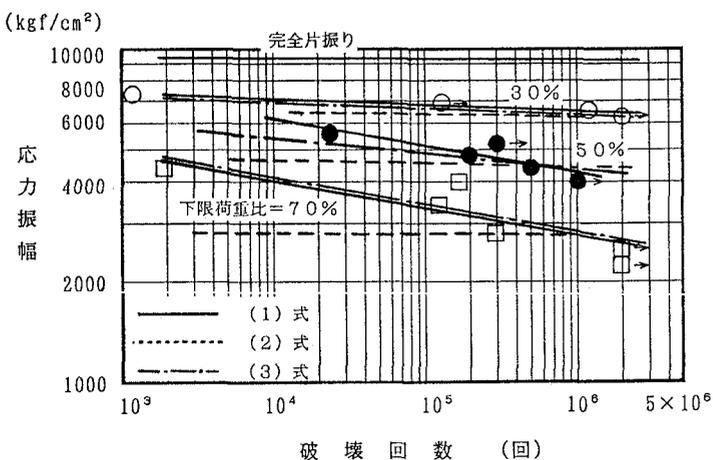


図-2 応力振幅と破壊回数との関係