

(京工繊大院・工)○平野陽太、長光正馬、八木駿、山口寛世
田中克史、高崎緑、小林治樹

【諸言】炭素繊維は、軽量かつ高強度・高弾性率な材料として、スポーツ製品や構造材料の輸送機器などに広く使用されている。そのような用途においては、材料の疲労も考慮する必要がある、事故を防ぐためにも、炭素繊維の疲労特性を調査することは重要である。先行研究において、引張破壊と疲労破壊には、それぞれ複数の機構の存在が示唆される結果を得ている。そこで本研究では、異なる引張強度分布を持つ2種類の炭素繊維に対して、疲労試験を実施した。2種の炭素繊維の疲労破壊挙動の違いと、引張強度分布との関係について検討した。

【実験】実験には、2種類のポリアクリロニトリル(PAN)系炭素繊維を用いた。一方は、平均直径約 7.4 μm , 平均引張強度約 3.5 GPa の特性を持つ炭素繊維である(以下 CF_A と呼ぶ)。もう一方は、約 5.3 μm , 平均引張強度約 3.4 GPa の特性を持つ炭素繊維である(以下 CF_B と呼ぶ)。それぞれ、繊維束から単繊維を抜き出し、試料長 60 mm としてサンプルを作製して、各力学試験に用いた。まず、2種の炭素繊維のサンプルに対して、試験速度 2 mm/min で引張試験を実施した。この引張試験の結果を踏まえて、新たなサンプルに対して、CF_A は 3.4 GPa, CF_B は 3.0 GPa の引張応力を負荷して、破断しなかったサンプル群と、そのような選別を経ずに、繊維束からそのまま抜き出したサンプル群とに分けた。そして、それぞれのサンプル群に同じ条件の単繊維疲労試験を実施した。単繊維疲労試験は、電磁アクチュエータで駆動する疲労試験機を用いて、50 Hz の正弦波応力を負荷することで実施した。条件は最大負荷応力を 3.0 GPa, 最小負荷応力を 0.6 GPa で実施し、応力の繰り返し負荷回数は、試験時間の都合上、最大で 100 万回までとした。

【結果と考察】引張試験の結果をワイブルプロットしたところ、CF_A では応力が 3.4 GPa で、CF_B では応力が 3.0 GPa 付近でプロットの屈曲が観察された。また、CF_A では屈曲前と屈曲後のプロットの割合は、おおよそ[屈曲前]:[屈曲後]=1:1 であるのに対して、CF_B では、[屈曲前]:[屈曲後]=1:3 となり、低強度での破壊の割合が CF_A より少ない結果となった。次に疲労試験の累積破断確率の結果を Fig. 1 に示す。同図より、引張強度分布と疲労破壊挙動との相関は小さいと考えられる。さらに、CF_B の引張の選別で破断しなかったサンプルに着目すると、低い応力繰り返し回数での破断が確認された。今後は、CF_B に関して、引張上限応力 3.0 GPa より小さい 2.6 GPa を、疲労試験条件である σ_{max} として単繊維疲労試験を実施する。

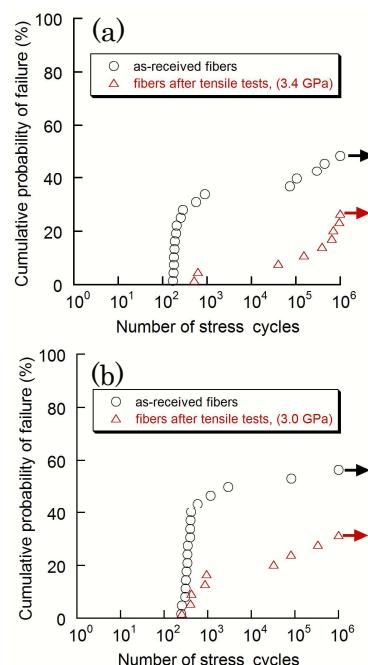


Fig.1 Cumulative probability of failure against number of stress cycles for CF_A(a) and CF_B(b).