

炭素繊維の疲労破壊に関する研究

（京都工繊大・工）○志野紘基、伊藤祐弥、田中克史、高崎緑、小林治樹

【緒言】 炭素繊維は高比強度，高比弾性率，化学安定性など優れた特徴を持ち，高い強度が求められる場面での使用が想定されるため，疲労現象について正確に把握しておくことが必要である．本研究グループでは PAN 系炭素繊維の疲労試験と引張試験を行ない，疲労破断と引張破断の違いについて検討を行ってきた．本研究では 4 種類の PAN 系炭素繊維に疲労試験並びに引張試験を行い，引張物性と耐疲労性の関係や，疲労による破壊のメカニズムについての検討を行った．

【実験方法】4 種類の PAN 系炭素繊維(以下 CF-1, CF-2, CF-3, CF-4 とする)について，試長が 20 mm の単繊維試料を作製した．引張試験はひずみ速度 3.3%/min で実施した．各試料の平均引張強度と平均直径について Table 1 に示す．疲労試験

Table 1 Average diameter and tensile test with standard error

Sample	Average diameter(μm)	Average tensile strength(GPa)
CF-1	7.3 \pm 0.05	4.0 \pm 0.06
CF-2	6.9 \pm 0.03	4.2 \pm 0.10
CF-3	4.7 \pm 0.03	5.0 \pm 0.10
CF-4	4.3 \pm 0.03	4.9 \pm 0.08

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 の正弦波引張応力を負荷することで実施した．最大負荷応力を各試料の平均引張強度の 85%，90%，95%(以下応力条件 1, 2, 3 とする)，最大負荷応力と最小負荷応力の比である応力比 R は 0.1 とした．

【結果と考察】CF-1 の引張破断の結果をワイブルプロットすると直線を示したが，CF-2, CF-3, CF-4 は直線を示さず，CF-1 のみが最弱リンク説に従う破壊を示した．疲労条件 2 における疲労破断の累積破断確率を Fig.1 に示す．疲労条件 2 において，CF-1, CF-2, CF-3 の疲労破断の累積破断確率は，それぞれ 40%，60%，50%付近まで急激に増加し，その後緩やかに上昇した．本研究で用いた応力条件では，CF-3 が比較的初期段階で破断する割合が高かった．CF-4 は初期段階での破断の後，応力負荷回数 10 万回までに観察される疲労破断が少ないことから，本研究で用いた応力条件では，疲労破断が生じにくいと考えられる．

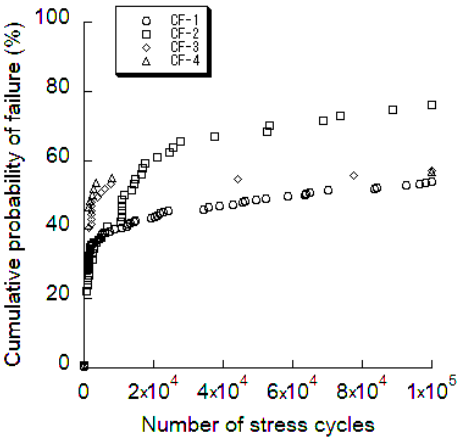


Fig.1 Cumulative probability of failure vs. number of stress cycles for CF-a for maximum stress at 90% of the average tensile strength.