

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

【緒言】高硬度・高弾性率を有するアラミド繊維は、スポーツタイプの乗用車用タイヤの強化材や、安全手袋など、高い力学物性が求められる分野で幅広く利用されている。例えば、アラミド繊維の一つであるポリパラフェニレンテレフタルアミド (PPTA) 繊維 (Fig. 1 (a)) やコポリマーアラミド繊維であるコポリパラフェニレン・3,4'-オキシジフェニレン・テレフタルアミド (PPODTA) 繊維 (Fig. 1 (b)) は、直鎖状で剛直な分子構造によって高い力学的性質を示す。このようなアラミド繊維に対する、引張強度や弾性率といった力学物性の研究例は多数見られるが、重要な力学的性質の一つである疲労についてはまだ報告例も少なく、詳細については不明な点も多い。本研究では、PPTA 繊維の疲労挙動における応力周波数の影響について、他のアラミド繊維と比較しながら検討した。

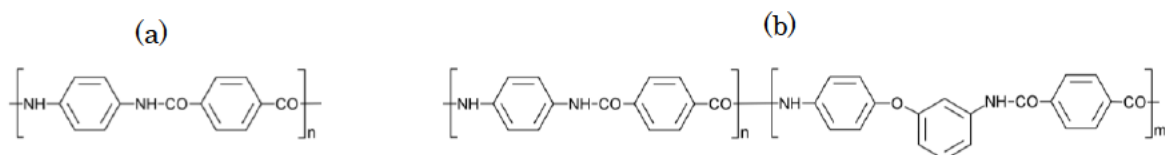


Fig. 1 Structural formula of (a) poly-(paraphenylene terephthalamide) (PPTA) and (b) copoly-(paraphenylene-3,4'-oxydiphenylene terephthalamide) (PPODTA).

【実験】試料には、平均引張強度 3.0 GPa, 平均引張弾性率 120 GPa の PPTA 繊維, 平均引張強度 3.2 GPa, 平均引張弾性率 86 GPa の PPODTA 繊維を用いた。単繊維試料を疲労試験機にセットして、1 Hz, 10 Hz, 50 Hz の周波数条件で正弦波応力を加えることにより疲労試験を実施した。

【結果と考察】Fig. 2 に疲労試験による累積破断確率の結果を示す。横軸は応力の繰返し回数で、(a), (b)は、それぞれ PPTA 繊維, PPODTA 繊維とした場合についての結果を示している。ここで、 $\sigma_{\max}$ は負荷最大応力, $\sigma_{\min}$ は負荷最小応力である。応力比 R と応力振幅 σ_a は、以下の式(1)ならびに式(2)によってそれぞれ定義される。

$$R = \sigma_{\min} / \sigma_{\max} \quad (1)$$

$$\sigma_a = (\sigma_{\max} - \sigma_{\min}) / 2 \quad (2)$$

同図には、応力周波数を 1 Hz, 10 Hz, 50 Hz とした結果を同時に示しているが、どちらの応力条件においても、周波数の増加にともない繊維の疲労破断確率が小さくなる傾向が見られる。

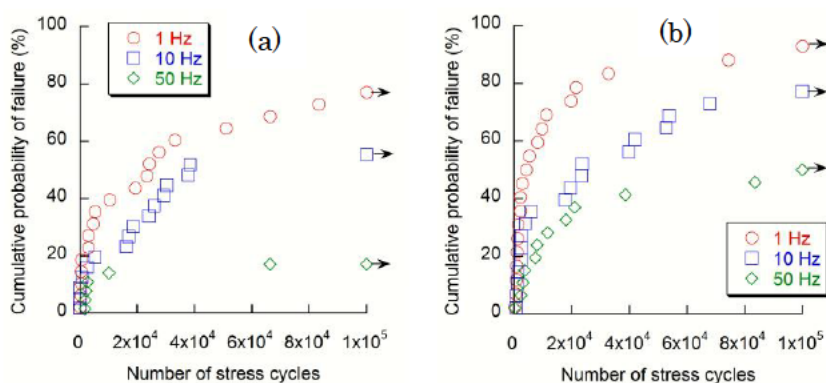


Fig. 2 Cumulative probability of failure vs. number of stress cycles for (a) PPTA and (b) PPODTA fibers at the conditions of $\sigma_{\max} = 2.50$ [GPa], $\sigma_{\min} = 0.50$ [GPa], $R = 0.2$, and $\sigma_a = 1.0$ [GPa].