

V-488

FRP ロッド用各種繊維の時間依存特性に関する基礎的研究

東京大学大学院 学生会員 山口明伸
 東京大学生産技術研究所 正会員 西村次男
 東京大学生産技術研究所 F 会員 魚本健人

1. はじめに

これまでに著者らは、FRP ロッドのクリープ特性、疲労特性等について報告している[1][2]。しかしながら、それらの破壊のメカニズムの解明には至っておらず、FRP ロッドの破壊機構の定量的な把握が求められている。そのためには、個々の構成材料の時間依存特性を明らかにする必要があると考える。

そこで本研究は、FRP ロッドに使用されている各種繊維の一定応力載荷時における時間依存特性を明らかにすることを目的として実験的検討を行った。

2. 実験概要

実験に使用した繊維は、アラミド、カーボン、ガラスの3種類であり、試験には台紙に張り付けた繊維のモノフェラメント（繊維長：25mm）を用いた。各種繊維の材料特性を表-1に示す。試験は、載荷中の繊維の時間依存変形を計測するための変形試験（各荷重で2～3本）と、各種繊維の時間依存破壊の生じる時間のばらつきを調べるための破断試験（各荷重で30～40本）の2種類の試験方法で行った。前者の変形試験は、電磁力式微小材料試験機を用いて実施し、載荷中の荷重と変位の経時変化を計測した（写真-1参照）。また、後者の破断試験は、分銅を用いて一定荷重を加える方法で行い、繊維破断までの経過時間をAEセンサーを利用して測定した（写真-2参照）。載荷応力は、両試験とも各繊維の静的引張試験における平均強度の70～90%程度の範囲で行った。

3. 実験結果および考察

3. 1 繊維変形の時間依存性

図-1に、試験結果に基づいた各種繊維の一定応力載荷時における変形量の経時変化を示した。アラミド繊維の場合、載荷初期から破断時までの時間経過に伴い、変形量が曲線的に増加していることが分かった。これに対してガラス繊維の場合、載荷直後の変形は少ないものの、ある程度の時間経過後にやや急激な変形がみられた。微小荷重域であるためデータの信頼性の問題があるものの、これらの変形特性は、それぞれの繊維を用いたFRP (AFRP, GFRP) ロッドのクリープ変形特性の傾向とほぼ類似している[2]。

表-1 材料特性と実験条件

	アラミド繊維	ガラス繊維	カーボン繊維
繊維直径 (μm)	12.15	12.77	6.68
平均強度 (MPa)	3812.2	2459.8	3283
弾性係数 (GPa)	81.9	83.8	222.8
載荷応力比(%)	各平均強度の70～90		
試験本数(本)	変形試験:各2～3, 破断試験:各30～40		

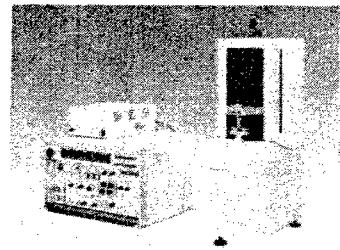


写真-1 電磁力式材料試験機

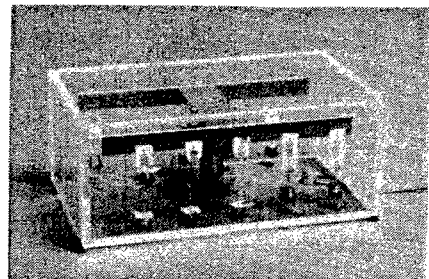


写真-2 クリープ試験台

キーワード：FRP ロッド、時間依存特性、クリープ、繊維

連絡先：〒106 東京都港区六本木 7-22-1 TEL 03-3402-6231 (ex.2543) FAX 03-3470-0759

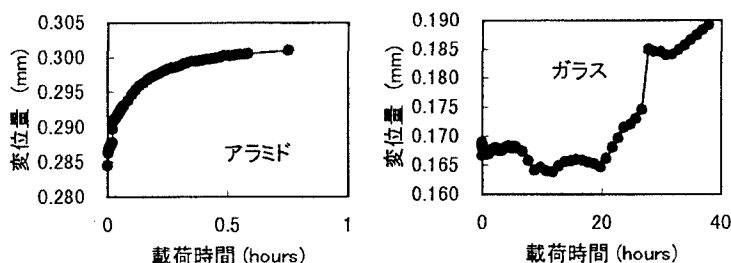


図-1 繊維変形の時間依存性

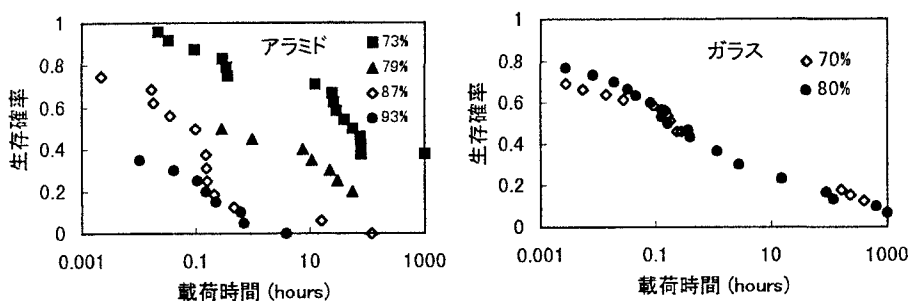


図-2 繊維の生存確率の時間依存性

3. 2 破壊確率の時間依存性

破断試験による各種繊維の破断時間の測定結果を、繊維の生存確率として図-2 に示す。アラミド繊維の場合、載荷応力によってそれぞれ異なった確率直線を示した。それに対してカーボン繊維の場合は、試験期間中の全ての載荷応力下で破断を生じなかった。さらにガラス繊維の場合は、時間依存的破断は生じるものの、その破壊時期は載荷応力比 70%と 80%の異なる載荷応力下においてはほぼ一致する結果となった。これらの破壊特性は、アラミド繊維の場合には AFRP ロッドと良く似た破壊特性を示しているが、カーボン繊維およびガラス繊維の場合には、それぞれ CFRP、GFRP ロッドと異なる破壊特性を示している。

以上のように、各繊維はそれぞれ特有の時間依存的変形・破壊機構を持っていることが明かとなった。また、各種繊維とそれを使用した FRP ロッドの時間依存特性は必ずしも一致していないことが分かった。これは FRP ロッドの特性が個々の繊維の特性と、マトリックスと繊維束の複合材としての特性の両者により影響されるためであると考えられる。

4. まとめ

以上の結果から以下のことが明かとなった。

- (1) アラミド、ガラス、カーボン繊維は、それぞれ特有の時間依存特性を持っていることが明かとなった。
- (2) 繊維と FRP ロッドの時間依存特性は必ずしも一致しない。これは複合材料としたときの諸要因による影響で、特に GFRP ロッド、CFRP ロッドに関してはその影響が大きいものと考えられる。

謝辞：本研究費の一部は平成8年度科学研究費一般研究 A（課題番号 07405022、代表研究者：魚本健人）によるものであることを付記する。また、本実験を遂行するに当たって島津製作所に多大なる御協力を得ました。ここに記して感謝の意を表します。

【参考文献】

- [1] 「破壊エネルギーに基づく FRP 緊張材の疲労破壊に関する研究」、平成5年度科学研究費補助金（一般研究 B）研究成果報告書、代表研究者：魚本健人、平成6年3月
- [2] 西村・魚本：FRP ロッドのクリープ破壊に関する基礎的研究、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.17、No1、1995.6