

## オゾン酸化処理した炭素繊維強化ポリアミド6の 吸水による力学的強度の変化

日大生産工(院) ○小熊 広之 日大生産工 平山 紀夫  
名古屋大 邊 吾一

### 1 まえがき

近年、二酸化炭素等温室効果ガス排出量の抑止を目的として、航空機や自動車等の軽量化による燃費向上への取り組みが世界規模で行われている。軽量化を図る1つの手法として、比強度・比剛性に優れる炭素繊維強化樹脂(CFRP)の適用事例が増えているが、リサイクル性等に優れる熱可塑性樹脂をマトリックス樹脂とした炭素繊維強化熱可塑性樹脂(CFRTP)が注目されている。本研究では、CFRTPの強化繊維として平織のCF織物を、マトリックス樹脂にはポリアミド6(PA6)を使用基材とし、CFとPA6との界面接着性を向上させるためオゾン酸化処理を試みた。また、CFRTP中に含まれる水分量が力学特性に与える影響を、真空乾燥、JIS-K7100に基づく状態調節、温湿度サイクル試験を行った各試料について、曲げ試験を行うことにより検証した。

### 2 実験方法および測定方法

#### 2.1 CF織物およびPA6フィルムに対するオゾン酸化処理

容積50のデシケータ中にCF織物、PA6フィルムを設置し、デシケータ内を攪拌しながら、オゾン-酸素混合ガスを通気した。オゾンは酸素ガスを原料として無声放電式オゾン発生器により発生させ、安定的に得られる高濃度の条件として、流量200/h、濃度60mg/lで供給した。

#### 2.2 CF織物のアセトン洗浄処理

CF表面に塗布されているサイジング剤の除去を目的として、CF織物をアセトンに浸漬させ1時間超音波洗浄を行った後、120°Cに設定された乾燥機で1時間乾燥させて用いた。

#### 2.3 環境条件

以下の3条件で処理した試験片を用いて強度試験を行った。

##### ① 真空乾燥

槽内温度 120°Cに設定された真空乾燥機に試料を入れ、48時間真空乾燥を行った。

##### ② 状態調節

JIS-K7100 に準じて槽内温度 23°C、相対湿度 50%に設定した恒温恒湿槽内に試料を 88時間保持して状態調節を行った。

##### ③ 温湿度サイクル試験

JIS-C60068-2-30 に準じて恒温恒湿槽を用いて温湿度サイクル試験を行った。

### 2.4 PA6 フィルムの引張強度測定

吸水が PA6 フィルムの強度に与える影響を調べるため、前項で記載した3つの環境条件で処理したそれぞれの PA6 フィルムについて、JIS-K7127 に準じた引張強度試験を行った。

### 2.5 吸水がCFRTPの曲げ強度に与える影響

未処理、アセトン洗浄処理およびアセトン洗浄処理後にオゾン酸化処理したCF織物と、未処理およびオゾン酸化処理したPA6フィルムを用いた4種類の曲げ試験片を作製し、各環境条件で処理した試料について強度試験を行った。

### 3 実験結果および考察

#### 3.1 吸水がPA6フィルムの強度に与える影響

各環境条件で処理したPA6フィルムの水分量を Fig.1 に、引張強度試験を行った際の代表的な応力-ひずみ線図を Fig.2 に示す。これらの図より水分量が増加するにつれて、最初の最大応力および弾性率がともに低下し、破壊ひずみが増加していることから、吸水に

Changes in Mechanical Strength of Ozone-Oxidized Carbon Fiber Reinforced Polyamide 6 by Water Absorption

Hiroyuki OGUMA, Norio HIRAYAMA and Goichi BEN

より PA6 フィルムは軟化することが確認された。

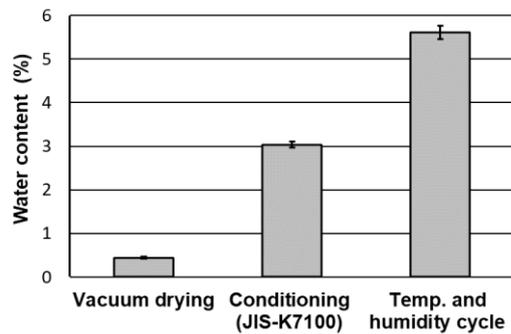


Fig.1 各環境条件で処理したPA6フィルムの水分量

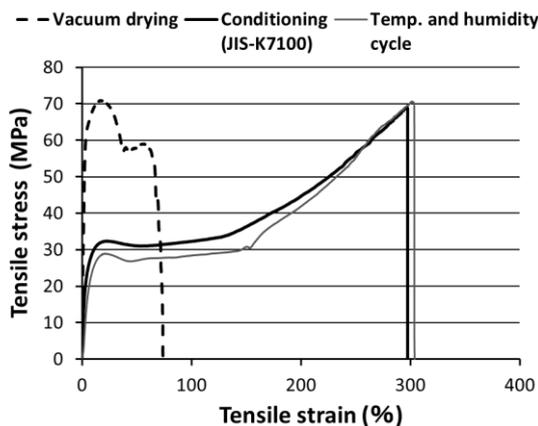


Fig.2 各環境条件で処理したPA6フィルムの代表的な応力-ひずみ線図

### 3.2 吸水がCFRTPの曲げ強度に与える影響

成形したCFRTPの試料名、CF織物およびPA6フィルムの表面処理の状態をTable 1に示す。これらの試料について各環境条件で処理した後の水分量を測定した結果をFig.3に、環境試験後の各試料の曲げ強さの結果をFig.4に示す。Fig.3、Fig.4より、全ての試料が試験片中の水分量の増加に伴い、曲げ強さが低下することが明らかとなった。これは、吸水した水が繊維と樹脂の界面に浸透し界面の接着力が低下した<sup>1)~3)</sup>ためと考えられる。

Table1 試料名および表面処理の状態

Sample name	State of surface treatment	
	CF fabric	PA6 film
A	As-received	Non ozone oxidation
B		
C	Acetone wash	Ozone oxidation (Processing time:3h)
D	Ozone oxidation after washing with acetone (Processing time:2h)	

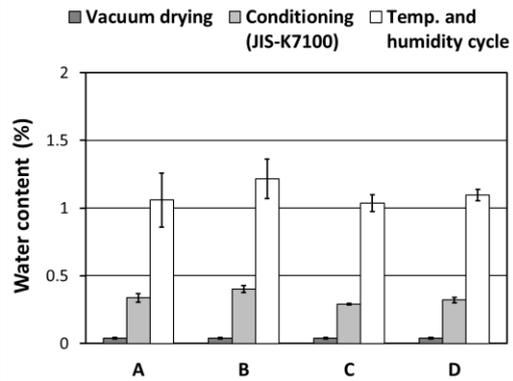


Fig.3 環境試験後の各試料の水分量

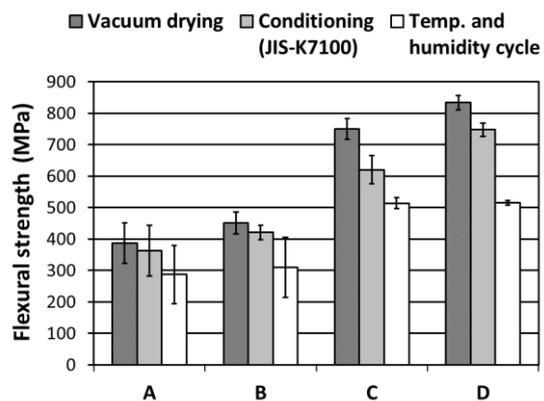


Fig.4 環境試験後の各試料の曲げ強さ

### 4.まとめ

PA6をマトリックス樹脂としたCFRTPの強度向上を目的としてオゾン酸化処理による表面改質を行い、吸水がPA6フィルムおよびCFRTPの力学的強度に与える影響を調べた結果、PA6フィルムは吸水により軟化すること、CFRTPの曲げ強さは低下することが明らかとなった。

#### 「参考文献」

- 1) 東藤 貢, 高橋 清, 連続繊維強化ポリアミド6のモードII層間破壊靱性に及ぼす吸湿の影響, 日本複合材料学会誌, **27**, 2(2001), 104-111.
- 2) 田中和人, 正部祐季, 片山傳生, 単繊維引抜き試験による炭素繊維/ポリアミド樹脂界面の破壊特性評価, 材料, **58**, 7(2009), 635-641.
- 3) K.Tanaka, S.Mizuno, H.Honda, T.Katayama, S.Enoki, Effect of Water Absorption on the Mechanical Properties of Carbon Fiber/Polyamide Composites, Journal of Solid Mechanics and Materials Engineering, **7**, 5(2013), 520-529.