



炭素繊維の結晶構造評価

森 匡見¹, 和田匡史¹

1（一財）ファンセラミックセンター 材料技術研究所

1. 背景と研究目的

炭素繊維は軽量かつ高い強度を有し、樹脂と複合化した材料である CFRP（炭素繊維強化プラスチック）は軽量化材料として利用が拡大している。しかし、CFRP は製造コストが高く、製造量に伴い廃棄物も増大することが懸念されるため、低コストかつ高効率な CFRP のリサイクル技術の開発が期待されている。例えば、過熱水蒸気を利用した CFRP のリサイクルにおいては、炭素繊維の強度低下を抑制しつつ樹脂を分解除去して繊維回収するが、炭素繊維は様々な種類が市販されておりそれぞれの結晶構造を理解する事は、炭素繊維の強度低下メカニズムを解明するために非常に重要である。本研究では、市販されている PAN 系炭素繊維 5 種類について、広角 X 線回折（WAXD）から結晶子サイズの推定と繊維種による差違を評価した。

2. 実験内容

市販 PAN 系炭素繊維（A～E：5 種類）の表面サイジング材をアセトンで除去した評価用繊維を作製した。6000～24000 本の繊維を揃えて束ね、繊維長手が鉛直方向となるよう両端をサンプルフォルダにテープで固定した。このサンプルに繊維に垂直な方向から X 線を入射させビームライン BL8S3 にて広角 X 線回折測定を行った。カメラ長 20 cm、波長 $\lambda = 0.092$ nm、露光時間 5 分とし、WAXD プロファイルはイメージングプレートに取り込んだ。得られた WAXD プロファイルから炭素繊維の結晶子サイズ（炭素繊維の繊維軸方向の炭素網面の広がり $L_{a//}$ 、繊維軸に垂直な方向の炭素網面の広がり $L_{a\perp}$ 、炭素網面積層厚 L_c ）を計算した¹。

3. 結果および考察

5 種類の炭素繊維から得られた赤道方向の WAXD プロファイルは、散乱ベクトル $Q=18$ nm⁻¹ 付近に炭素(002)面に起因するピークを有するほぼ同一の形状だった。表 1 に、回折ピークの半値幅から得られた $L_{a//}$ を示す。一方、 $L_{a\perp}$ および L_c はそれぞれ 2.2～2.4 nm および 1.8～2.1 nm の範囲にあることを確認した。

杉本らの報告²によれば、炭素繊維の弾性率と結晶子サイズは比例関係にある。今回評価した市販 PAN 系繊維の弾性率のカタログ値は 200～300 GPa 程度であり、この範囲の弾性率の炭素繊維は、上記文献から結晶子サイズ数 nm と推定できるが、この値は今回の評価結果とほぼ一致していた。

表 1 市販 PAN 系炭素繊維の結晶子サイズ

繊維種	$L_{a//}$ (nm)
A	2.9
B	2.9
C	2.7
D	3.0
E	2.7

4. 参考文献

1. 塩谷正俊、高久明、炭素, 139 (1989) p.189-197
2. 杉本慶喜、園子博明、Aichi SR 2014 年度公共利用成果報告書、実験番号 201404071 05032 06044