

# あいち産業科学 技術総合センター ニュース

No. 220 (2020年7月21日発行)

(編集・発行)  
あいち産業科学技術総合センター  
〒470-0356  
豊田市八草町秋合 1267-1  
電話: 0561-76-8301 FAX: 0561-76-8304  
URL: <http://www.aichi-inst.jp/>  
E-mail: acist@pref.aichi.lg.jp



## ☆今月の内容

### ●トピックス&お知らせ

- ・あいちシンクロトロン光センターを使ってみませんか?  
愛知県では、無料で放射光施設を体験できる制度(実地研修)を実施しています

### ●技術紹介

- ・ウオータージェット加工機による試作について
- ・減速帯が包装貨物に与える衝撃について
- ・X線回折を用いた結晶子サイズの評価について

## 《トピックス&お知らせ》

### ◆ あいちシンクロトロン光センターを使ってみませんか?

**愛知県では、無料で放射光施設を体験できる制度(実地研修)を実施しています**

あいちシンクロトロン光センター(あいちSR)は、次世代のモノづくりに不可欠なナノレベルの先端計測分析を行う施設です。

県ではあいちSRの有用性を多くの方々に知っていただくため、参加者が実際にあいちSRのビームラインで測定を体験することができる制度(実地研修)を実施しています。是非、利用をご検討ください。



あいちシンクロトロン光センター

#### ○応募資格 (企業、大学、公設試験研究機関)

- ・シンクロトロン光利用実験の未経験者
- ・あいちSRで新規に利用を考えている方
- ・あいち産業科学技術総合センターが新規企業利用につながると認める方

#### ○実施時期 2020年6月~2021年3月まで (各グループ個別で実施します)

#### ○利用可能な測定 XAFS(硬X線、軟X線)、X線回折、小角・広角散乱、X線CT、X線トポグラフィ

#### ○使用シフト数 1機関2シフトまで(1シフトは4時間)

#### ○料金 無料(ただし、実地研修終了後、50日以内に成果報告書の提出が必要となります。)

※本制度は、あいち産業科学技術総合センターが公共等利用の利用区分で利用シフトを確保し、皆様の実習に供するものです。従って、実習後に成果の公開が必要となります。

●詳しくは <http://www.astf-kha.jp/synchrotron/userguide/event/2020training.html>

●問合せ先 共同研究支援部 シンクロトロン光活用推進室 電話: 0561-76-8315

## ウォータージェット加工機による試作について

### 1. はじめに

あいち産業科学技術総合センターは、知の拠点あいち重点研究プロジェクト(I・II期)の終了に伴い、整備した繊維強化複合材料の試作・評価装置を三河繊維技術センターに移設し、「繊維強化複合材料トライアルコア」をリニューアルオープンしました。

整備された装置の中で、ウォータージェット加工機が、加工が難しい炭素繊維複合材料の試験片の試作に有効であったことから、これを紹介します。

### 2. ウォータージェット加工機の概要

ウォータージェット加工機は、高圧ポンプで細かい水流をつくり、高速で材料に吹き付け、切断する装置です。ノズルから超高压の水流を高速のジェット水流として噴射することにより、材料を切断することができます。この技術が開発された1970年代初頭では、軟質材料の切断が主流でしたが、後に、切断能力を高めるための技術が開発され、硬質な材料も切断できるようになりました。それは、水流に研磨材粒子を加えるというもので、ほとんどの材料の切断が可能となりました。研磨材粒子としては、一般的に、大きさが80mesh(約180 $\mu$ m)の柘榴石(ガーネット)が用いられています。

図1に装置の外観を示します。



図1 ウォータージェット加工機(株)フロージャパン製)の外観

### 3. 切断加工の特徴

ウォータージェット加工機による炭素繊維複合材料の切断には、以下の特徴があります。

#### 3-1. 温度上昇の抑制

ウォータージェット加工機による材料の切断時には、切断面が常に水に触れているため、温度上昇が抑えられます。炭素繊維複合材料は、切断時の摩擦熱により、自身が燃焼、熔融し、精密に切断できないことが多いですが、ウォータージェット加工では、切断面が熱の影響を受けないため、変質・変形なく加工できます。

#### 3-2. 粉塵の抑制

切断時に発生する粉塵は、ウォータージェットの水流に流されていくことから、粉塵の発生が抑えられます。特に、炭素繊維複合材料などの粉塵が発生しやすい材料の加工については、有効な手段となります。

#### 3-3. 空隙や凹凸のある材料の加工は不得意

切断面とノズルの間隔が数mmとなるようにすると高精度で切断できますが、材料内部に空隙があると水流が拡散し、空隙下部の切断はできません。凹凸のある材料もノズルが衝突しやすく、うまく加工できません。

図2にCFRP板からウォータージェット加工機で切り出した試験片の外観を示します。



図2 CFRP板から切り出した試験片の外観

### 4. おわりに

本装置を使用した、試作の依頼を受け付けています。加工材料は繊維強化複合材料に限らず利用が可能です。ご利用を検討の際には、お気軽にご相談ください。

#### 参考文献

1) FLOW: ウォータージェットガイド



三河繊維技術センター 産業資材開発室 松田喜樹 (0533-59-7146)

研究テーマ: 炭素繊維強化複合材料

担当分野: 材料工学

## 減速帯が包装貨物に与える衝撃について

### 1. はじめに

輸送用の車両が道路の減速帯(段差)や溝などを通過する際に、強い衝撃が発生し、その衝撃で包装貨物の中身が破損することがあります。これまでに、減速帯を通過する際の衝撃の強さを詳しく調査した報告はほとんどありません。

そこで、パレットに複数の段ボール箱を積み重ねた包装貨物(以下、パレタイズ貨物)を用いて、減速帯通過時の車両速度と衝撃加速度の関係について調査した結果を紹介します。

### 2. 実験方法

アスファルト上に減速帯を2個設置し(高さ50mm、設置間隔1000mm)、パレタイズ貨物を搭載した車両(トヨタ自動車株式会社製、タウンエーストラック)で通過しました。パレタイズ貨物は車両後輪の真上の位置で、荷台には固定せずに搭載をしています。減速帯、車両及びパレタイズ貨物の外観を図1に示します。衝撃加速度はパレタイズ貨物の図2の①及び②の段ボール箱で測定しました。実験は車両速度を変えて20回行いました。



図1 減速帯、車両及びパレタイズ貨物の外観

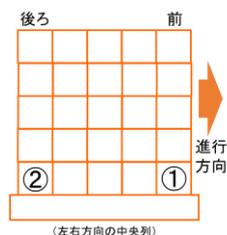


図2 衝撃加速度測定位置

### 3. 実験結果及び考察

図3に車両速度とパレタイズ貨物に発生した衝撃加速度の関係を示します。今回の実験では、特定の車両速度(①:13.4km/h、②:9.7km/h)で大

きな衝撃加速度(①:290m/s<sup>2</sup>、②:510m/s<sup>2</sup>)が発生する現象がみられました。この現象を詳しく観察すると、車両の後輪が1個目の減速帯を通過してパレタイズ貨物が跳ね上がり、パレタイズ貨物が着地をする瞬間に車両の後輪が2個目の減速帯を通過した場合で発生していることが分かりました。

また、①と②の位置では、大きな衝撃加速度が発生する車両速度に違いがみられました。これは、パレタイズ貨物が跳ね上がった後に、前(①)、後ろ(②)の順番で着地をするためだと考えられます。①では②よりも着地までの時間が短く、着地時に車両の後輪が2個目の減速帯を通過するには、①の車両速度は②よりも速くなります。

今回の実験結果から、減速帯が間隔1000mmで設置されている場合、徐行(10~15km/h程度)で減速帯を通過した場合に、荷物に大きな衝撃が発生する可能性があることが分かりました。そのため、輸送経路や工場敷地内で、連続した減速帯の通過が避けられない場合には、事前の包装設計において、製品の保護性能を高めおく必要があると考えられます。

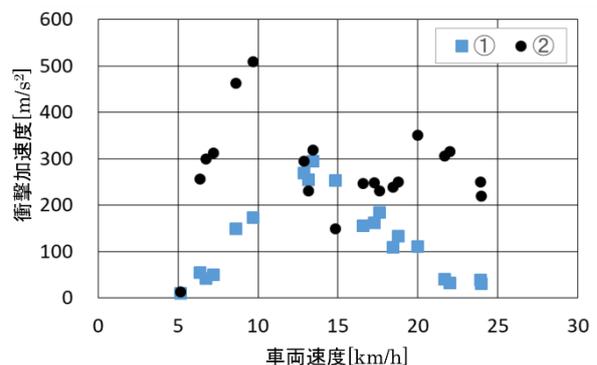


図3 車両速度と衝撃加速度の関係

### 4. おわりに

当センターでは包装貨物の試験以外にも包装材料、包装資材の評価に関する依頼試験、技術相談を行っておりますので、是非ご利用下さい。

#### 参考文献

1) 飯田：日本包装学会誌, 29(2), 145(2020)



産業技術センター 環境材料室 飯田恭平 (0566-24-1841)

研究テーマ：輸送環境に適合した包装貨物の評価方法に関する研究

担当分野：物流技術・輸送包装

## X線回折を用いた結晶子サイズの評価について

### 1. はじめに

材料開発において、粒子径は物質の特性制御に重要となる場合があります。粒子径の評価をする場合、電子顕微鏡を用いて観察する方法が考えられますが、前処理の煩雑さに加え、局所的な観察・評価に限られてしまいます。一方で、X線回折を用いると結晶子サイズの評価をすることが可能です。結晶子とは、結晶粒の中で単結晶としてみなすことができる最小単位の部分です。試料の制約が比較的少なく、対象材料の平均的な情報を得ることができます。

### 2. X線回折による結晶子サイズの評価の原理について

物質にX線を照射すると、原子周りにある電子によってX線は散乱されます。散乱されたX線は互いに干渉しあい、特定の方向で強め合う回折現象を起こします。こうして得られた強め合う回折線の位置や強度を利用することで結晶構造解析を行います。結晶子サイズの評価では回折線の幅を利用します。結晶子サイズは以下の式で求めることができ、この式をシェラーの式といいます。

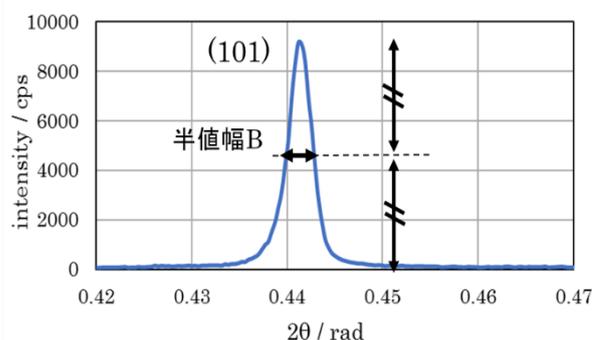
$$D = K \lambda / B \cos \theta \quad (\text{式})$$

ここで、 $D$ ：結晶子サイズ(nm)、 $K$ ：シェラー定数、 $\lambda$ ：X線の波長(nm)、 $B$ ：回折線幅の広がり(rad)、 $\theta$ ：ブラッグ角(rad)です。この手法による場合、モデルを立てる必要があります。それによってシェラー定数の値が変わります。ただし、実材料の情報をもとにモデル化するのは複雑であるため、簡易なモデルを仮定することが一般的です。また、回折線幅の広がりには、半値全幅 Full Width at Half Maximum (FWHM) と積分幅の二つの定義があります。半値全幅とは回折線強度の1/2高さにおける回折線の幅を示し、積分幅とは回折線の積分強度とピーク強度の比を示します。

### 3. アナターゼ型二酸化チタン粉末の測定例

光触媒材料として利用されている、アナターゼ型二酸化チタン粉末の測定例をご紹介します。二酸化チタンは、結晶子サイズが小さいほど光

触媒作用が大きくなることが知られています<sup>1)</sup>。そのため、結晶子サイズの制御・評価が大変重要となります。**図1**はアナターゼ型二酸化チタン粉末のX線回折パターンのうち(101)回折線を示しています。今回は一般的によく用いられる、結晶が1辺の長さ $D$ の立方体形状であること、回折ベクトルが面法線方向を向いていること、回折線の広がりが高ラウエ関数で表されるモデルであることを仮定し、回折線幅の広がりを半値全幅(FWHM)と定義します。この仮定による場合、シェラー定数 $K$ は0.89となります<sup>2)</sup>。また、測定結果より $\lambda = 0.154$  nm、 $B = 0.0026$  rad、 $2\theta = 0.4413$  rad が得られ、シェラーの式より結晶子サイズ $D$ を約58nmと求めることができます。



**図1** アナターゼのX線回折パターンにおける(101)回折線

### 4. おわりに

シェラーの式を用いた結晶子サイズの計算では、仮定・定義により計算値が変わります。そのため、同じ仮定・定義に基づいて算出した数値を相対的に比較するなどして扱う必要がありますが、試料の制約が少なく手軽に測定ができるというメリットがあります。X線回折測定や結晶子サイズの評価に関してご興味のある方は、ぜひお気軽にご相談ください。

### 参考文献

- 1) 宮内宏哉, 北垣寛, 中村知彦, 中西貞博, 河合潤: Adv. X-Ray. Chem. Anal., Japan 41, p.75-84 (2010)
- 2) 中井泉, 泉富士夫: 粉末X線解析の実際 第2版, 朝倉書店 (2007)



共同研究支援部 計測分析室 加藤裕和 (0561-76-8315)

研究テーマ：無機材料に関する研究

担当分野：表面分析