

90  
2007- 9

-Contents-

研究紹介

高密度シールド材用検査システムの開発 .....	2
高速チタンダイキャスト技術の開発 .....	4
抄紙技術による生分解性複合材料の開発 .....	6
J E C 2 0 0 7 出展報告 .....	8

# 高密度シールド材用検査システムの開発

## 1. はじめに

繊維産業においては産業資材分野への展開として、ディスプレイ用電磁シールド材や電子部品製造用スクリーン材などに使用する、超極細繊維高密度織物の製織加工が行なわれている。

しかし、これらの製品検査（混入異物、メッキ異常、配勾角度など）においては専用の検査装置も無く、目視検査に頼っていることから、低コスト化の妨げとなっているのが現状であり、検査装置の開発が望まれている。

そこで、素材径 $32\mu\text{m}$ 、素材ピッチ135本/インチのシールド材用織物を対象として、照明やバックカラー、検出サイズ、試料搬送法など最適な解析条件を得るための測定法の検討を行い、混入異物やメッキ異常、配勾角度などの測定・解析を行ったので報告する。

## 2. 実験方法

測定・解析にはニューロ技術を採用した視覚センサーを利用した。この装置は自己相関機能により照明ムラなどのゆるい変化を平均化し、積算機能により欠陥を強調することができることからシート状のフィルムやガラス基板の欠陥検査などに使われているもので、5,120ドットのラインセンサーを有し、1秒間に2,000ラインの測定・解析を行うことができる。

測定機構としては、シールド材用織物の幅が約500mmであることから、被試験片の検出幅を600mm以上とし、バックカラーにより黒系と白系の欠陥が強調できる反射光方式としてセンサーや照明の位置が自由に設定できる機構とした。搬送機構はA2版サイズの試料が設定できる大きさで、搬送速度が一定となるようにサーボモーターによる駆動モジュールを組み込んだ。

測定においては、センサーのドット数が5,120ドットであることから、検出幅600mmを考慮して $120\times 120\mu\text{m}$ /ドットとし、焦点と絞りはシンクロスコープで確認しながら調整を行った。

欠陥解析については、背景としてアクリル製の2種類（黒色および白色）のカラーパネルを置き、センサーの角度を試料の真上から0度、15度、24度および40度の各角度に設定しながら混入異物やメッキ異常の欠陥についての測定・解析を行った。

配勾角度の検査については、基準試料と被検査試料からなる干渉縞を利用した解析を行うことから白色の静電吸着板により試料を密着させ、標準試料と被検査試料を0.5度間隔で2.0～7.0度まで変化させて測定を行い、解析した。



図1 検査システム

## 3. 結果および考察

### 3-1 欠陥解析

表1に示す欠陥について、バックカラーやセンサーの方向、積算点数、閾値などを変化させて測定・解析を行った。（図2～図4は測定・解析した欠陥の例。図5は図4の解析結果。）

黒系異物以外は黒色のバックが適しており、照明方式としては24度の正反射方式より散乱射方式が適していた。これは黒系異物以外の欠陥は白系のためバックの白色に同化してしまい、正反射方式では微妙な変化が打ち消されてしまうためであった。

散乱射方式の最適なセンサー角度は欠陥の種類によって異なり、白系異物や白抜けでは40度、黒化不良では0度、黒系異物では0度か40度が適していた。複数の欠陥を同時に解析する場合、測定角度の統一が必要であり、白系異物や白抜けは0

表1 解析した欠陥の種類と概要

種 類	概 要
黒系異物 1	繊維屑、 $350\times 450\mu\text{m}$
黒系異物 2	固形体、 $200\times 250\mu\text{m}$
白系異物	固形体、 $180\times 130\mu\text{m}$
黒化不良 1	V字形、 $2.3\times 1.6\text{mm}$
黒化不良 2	楕円形、 $1.9\times 1.6\text{mm}$
黒化不良 3	長方形、 $0.25\times 1.2\text{mm}$
白抜け	円形、直径 $500\mu\text{m}$
白スジ	線状、幅 $300\mu\text{m}$



度でも抽出することができ、ディスプレイ用シールド織物は織目を通して画像を見ることから0度に設定するのが最適と思われた。

積算機能による欠陥の抽出については、0度の測定画像について2から20点まで解析し、その傾向を調べた結果、積算が増せば抽出できるドット数も増えるがピークは頭打ちとなり台形波形となる結果が得られた。欠陥によっては閾値も増えるため見極めも難しく、欠陥にならない数値が加算されて欠陥となるケースもあった。積算数を多くすれば良いものでもなく、今回実験した欠陥のはっきりしている点状欠陥（ $130 \times 170 \sim 340 \times 400 \mu\text{m}$ ）では6～8点（0.7～1.0mm相当）が適当な積算点数であった。

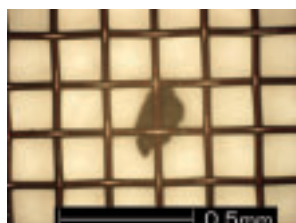


図2 黒系異物2

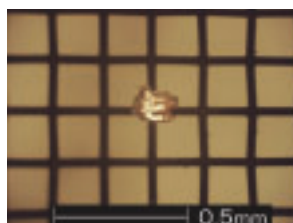


図3 白系異物

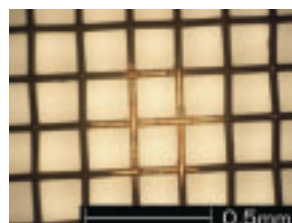


図4 白抜け

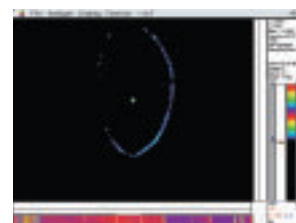


図5 解析結果例(白抜け)

### 3-2 配勾解析

図6は相対角度5.5度の時の測定画像である。干渉縞は僅かな密度の変化やズレなどで直線とはならず、緩やかに変形した形となっている。測定データに対して自己相関処理、積算処理、閾値による抽出および画像補正（縞ラインの整形・連続化処理など）を行った後、干渉縞の本数や間隔を解析した。

画像を抽出する場合、積算点数と閾値が抽出画像の品質に大きく影響することから、閾値を積算後の最大値の10%と固定し、積算点数を変化させて干渉縞の認識状態を調査した。

その結果、積算点数が6点の場合は干渉縞の非認識箇所が1ヶ所のみであり、ミスの少ない積算点数であった。図8は6点積算時の干渉縞の間隔および傾斜の相対角度との関係であり、干渉縞の間隔から相対角度を求めることができるようになった。

これらの関係を高次回帰分析すると次式のようになる。

$$\begin{aligned} \text{相対角度} &= 18.261272 \\ &- 1.27724 \times (\text{縞間隔}) \\ &+ 0.036366 \times (\text{縞間隔})^2 \\ &- 0.000367 \times (\text{縞間隔})^3 \end{aligned}$$

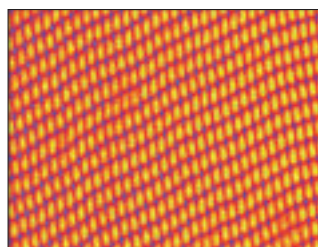


図6 干渉縞(5.5度)

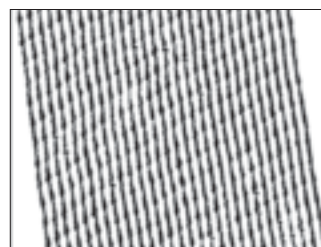


図7 抽出した干渉縞

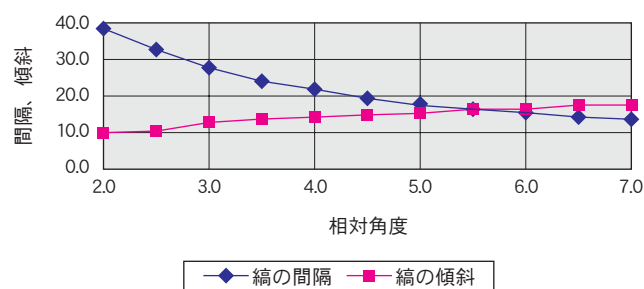


図8 干渉縞の間隔と傾斜(6点積算)

### 4. まとめ

織物表面の欠陥に主眼を置いた測定・解析実験を行った結果、幅 $300 \mu\text{m}$ の白スジでもセンサー角度0度において検出することができるなど、一様な被検査試料の微小欠陥の解析に有効な検査方法であった。今後織物の検査工程などに活かして行きたい。

#### 担当者

創造研究部 基盤技術加工研究グループ

総括研究員 清水 幸雄

専門分野 自動化省力化、自動計測、省エネ(電気)



## 高速チタンダイキャスト技術の開発

### 1. はじめに

チタンは比強度や耐食性に優れ、近年では生体適合性に優れる材料として関心が高い。本県は眼鏡業界を中心にチタンの加工技術を保有しており、医療福祉分野などへの展開が期待される。しかし、一方で中国等におけるチタンフレームの製造技術は急速に高度化しており、本県眼鏡業界も新しい加工技術の導入による競争優位の再構築が必要となっている。そこで、我々はチタンの新しい加工技術としてダイキャスト技術の開発を行った。

### 2. ダイキャスト方法

ダイキャストマシンにはホットチャンバタイプとコールドチャンバタイプの2種類があり、比較的融点が高い合金はコールドチャンバマシンを用いて铸造されている。しかし、コールドチャンバマシンは注湯時に射出スリーブ内壁で凝固層を形成しやすく、注湯時の不均一加熱によって射出スリーブが熱変形するなどの問題がある。これらの問題は、铸造材料の融点が高くなるにつれて顕在化するため、既存のコールドチャンバマシンを用いてチタンの铸造を行うことは困難であった。そこで、射出スリーブとプランジャチップで射出容器を構成し、射出容器を铸造口から分離した状態で誘導加熱コイル内に配置して射出容器内の铸造材料を溶解させ、その後、射出容器を铸造口と連通させて溶湯をキャビティに射出充填する方法を開発した（図1参照）。

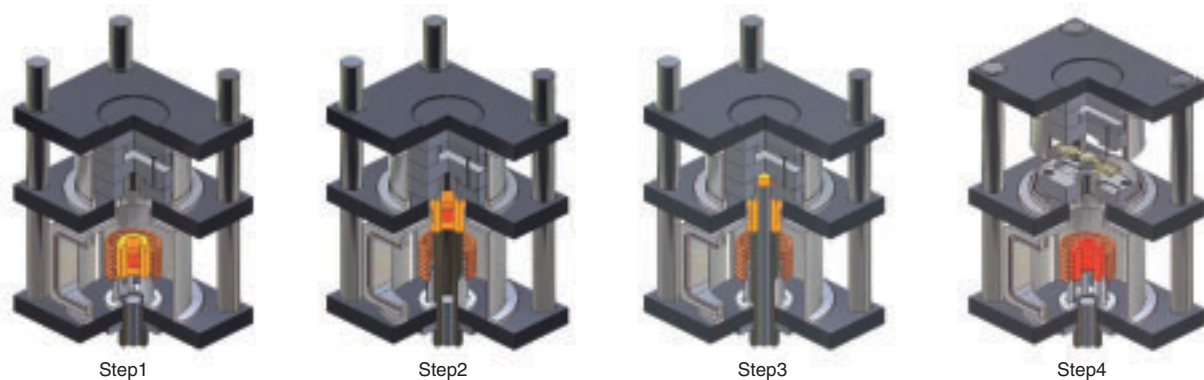


図1 チタンダイキャスト方法

### 3. ダイキャスト装置

チタンのダイキャストでは、溶湯と接する部材の熱疲労や溶損を防止するために溶湯温度をできるだけ低く抑える必要がある。そのため、溶湯を十分な過熱状態とすることができず、一方において溶湯の冷却速度が非常に速いためにキャビティ内に射出された溶湯は短時間で凝固完了してしまう。したがって、溶湯の射出充填に許容される時間は短く、それに対応するには非常に高速なプランジャ機構が必要である。当該研究で開発したダイキャスト装置（図2参照）は、油圧シリンダの入口側と出口側に大流量ロジックバルブを配することで、10m/sec以上のプランジャ速度を達成している。



図2 チタンダイキャストマシン

#### 4. ダイキャストサンプル

実験に用いた薄肉成型用金型と鑄造サンプルを図3、4に示す。図5はキャビティ内における湯流れ状況を示している。また、図6はダイキャストによる鑄造サンプルの断面組織を示したものであり、図7は比較としてリン酸塩系埋没材を使用したロストワックスサンプルの断面組織を示したものである。金型を用いるダイキャストでは $\alpha$ ケースは形成されない。

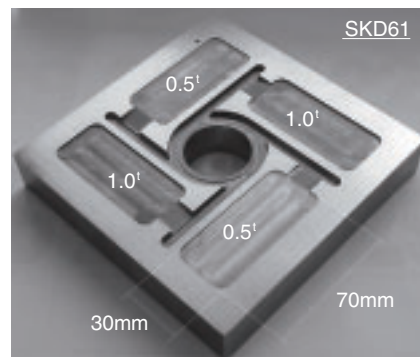


図3 薄肉成型用試作金型

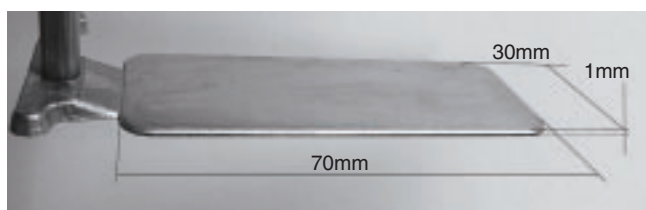


図4 鑄造サンプル



図5 キャビティ内の湯流れ状況

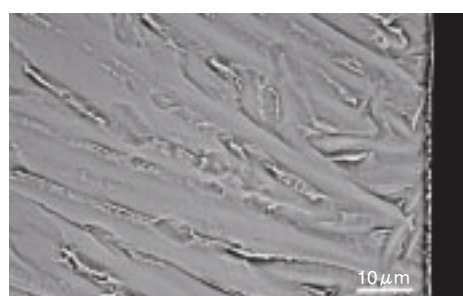


図6 ダイキャストサンプル断面

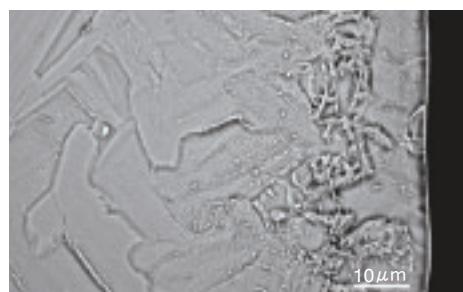


図7 ロストワックスサンプル断面

#### 5.まとめ

チタンの新しい鑄造技術としてダイキャスト技術の開発を行った。射出容器の耐久性など工業化に向けて検討すべき課題を残すが、チタンを $\alpha$ ケースフリーで薄肉鑄造できることを実証した。

#### 担当者

創造研究部 基盤技術材料研究グループ

主任研究員 富田 孝一

専門分野 材料力学、破壊解析、機械設計





## 抄紙技術による生分解性複合材料の開発

### 1. はじめに

現在、各方面において主にトウモロコシの澱粉等から作られる生分解性繊維が環境に優しい材料として高い関心が寄せられている。その一方で、生分解性繊維は強度や加工性など材料特性に課題があり、用途が限られている。そこで、生分解性繊維と天然繊維を抄紙技術活用により複合シート化し、この複合シートを加熱プレスすることで、天然繊維を補強材とする生分解性複合材料の開発を行っている。

天然繊維の改質作業として、叩解工程がある。叩解では、水が存在する状態で繊維に荷重をかけると剪断、圧縮、摩擦力により繊維のフィブリル化、膨潤、切断等が起こり、改質が行われる。

今回、生分解性繊維としてポリ乳酸繊維(A社製1.7T×5mm)を用いて、木材パルプ(NBKP・天然繊維)の叩解による生分解性複合材料の強度特性について検討を行った。

### 2. 試験方法

#### 2-1 木材パルプの叩解および抄紙方法

木材パルプ360gを容量23L試験ビーター(株安田精機製作所製)に投入し、水23Lにてロールを回転させ、15分間回流を続け、パルプを離解後、てこに5.5kgのおもりを掛け、ロールに荷重を加えることで叩解を行った。叩解度はJIS-P8121に基づきカナダ標準ろ水度(CSFで示す)で測定した。叩解方法は、最も紙力の強かった30分間の時間を採用した。30分間の叩解度はCSF509mlであり、叩解前がCSF743mlであった。その後、パルプ離解機(株安田精機製作所製)により木材パルプを所定の混合率(50,60,70,80,90%)になるように量り取り、離解を行い、この中に所定のポリ乳酸繊維を投入して混合した。この混合紙料を坪量150g/m<sup>2</sup>になるように量り取り、角型シートマシンを用いて250mm×200mm角の複合シートを抄紙し、木材パルプ/ポリ乳酸繊維の複合シートを得た。

#### 2-2 複合シートのボード加工方法

坪量150g/m<sup>2</sup>の木材パルプ/ポリ乳酸繊維複合シートを150mm×150mm角に切り、8枚重ねてテフロンシートに挟み20MPa、170℃で20分間加熱プレスを行いボード化した。

#### 2-3 複合ボードの物性試験

成形した木材パルプ/ポリ乳酸繊維複合ボードについて、密度を測定した。その後、JIS-K7017に基づき3点曲げ強度試験を行った。また、木材パルプ(70%)/ポリ乳酸繊維複合ボードで、サンシャインウェザーメーター(スガ試験機株製)により耐光性試験を行った。

### 3. 結果と考察

#### 3-1 曲げ強さおよび密度

木材パルプ/ポリ乳酸繊維複合ボードの木材パルプ含有率と曲げ強さおよび密度との関係を図1、図2に示した。曲げ強さは、木材パルプを叩解処理することで、20%程度向上させることができた。叩解すると、剪断、圧縮、パルプ相互間の摩擦力により、繊維のフィブリル化(繊維の枝状化)や繊維の切断などが進み、木材パルプの比表面積が増え、木材パルプとポリ乳酸繊維の接触面積が増加したためと考えられる。木材パルプの含有率が多くなると曲げ強さは減少した。更に木材パルプの含有率が90%の場合、曲げ試験を行うと積層部分に剥離が生じた。

密度は、叩解処理を行った方が高密度になった。叩解により木材パルプの比表面積が増えると

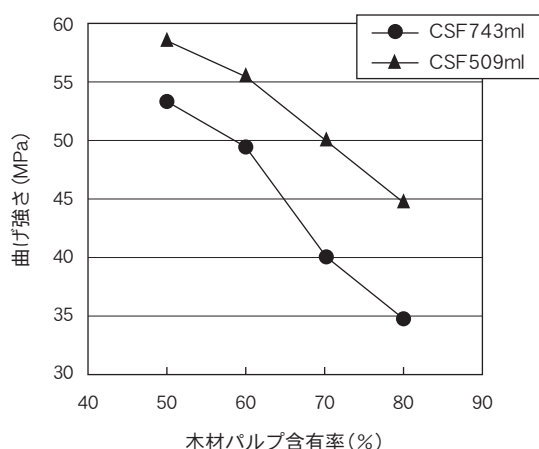


図1 木材パルプ含有率と曲げ強さの関係

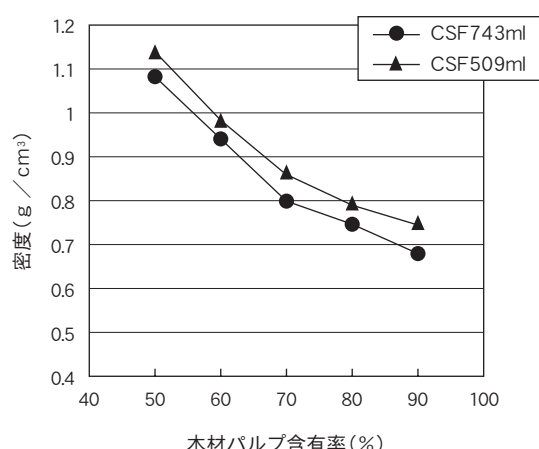


図2 木材パルプ含有率と密度の関係

同時に木材パルプが柔軟になり密着したためと考えられる。なお、加熱プレスを行うことでポリ乳酸繊維が溶融するので、ポリ乳酸繊維の含有率が多くなると密度は高くなった。

### 3-2 耐光性

木材パルプ(70%)/ポリ乳酸繊維複合ボードの試験片に100, 200, 300, 400, 500時間照射後、曲げ試験を行い、強度劣化を測定した。耐光性結果を図3に示した。曲げ強さ保持率は300時間照射で91.2%、500時間照射では88.6%を有しており、極めて良好な耐光性を示した。

### 3-3 試作品

坪量150g/m<sup>2</sup>の木材パルプ(70%)/ポリ乳酸繊維複合シートを40枚積層し、170℃で加熱プレス機により、厚さ8mmのボードを成形した。このボードを木材用丸鋸で切り取り、漆器素地を試作した。(写真1)

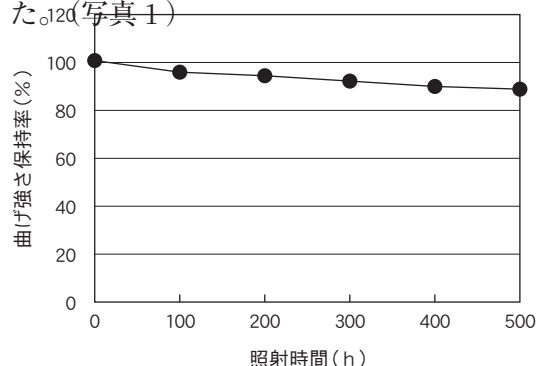


図3 木材パルプ(70%)ボードの耐光性



写真1 ボードを活用した漆器素地

## 4. まとめ

木材パルプ/ポリ乳酸繊維複合ボードは、木材パルプを叩解することで、曲げ強さを20%向上させることができた。また、叩解により高密度になった。木材パルプの含有率が多くなると曲げ強さは減少し、木材パルプの含有率が90%の場合、曲げ試験を行うと積層部分に剥離が生じた。耐光性は500時間照射後、曲げ強さ保持率は88.6%有しており、極めて良好な耐光性を示した。

<参考文献> 近森啓一、木村照夫他：第34回FRPシンポジウム講演論文、143(2004)

### 担当者

情報・デザイン部 特産工芸研究グループ  
主任研究員 前田 俊雄

専門分野 工業化学、和紙、製紙技術



## JEC2007出展報告

福井県工業技術センターでは、平成19年4月3日～5日、フランス・パリのPorte de Versailles 見本市会場で行われた世界最大規模の先端複合材料展示会JEC Composites Show 2007(JEC2007)において、県内企業2社(丸八(株)、(株)ミツヤ)および(財)ふくい産業支援センターと共同出展(ブース名「FUKUI」)を行い、同センターで研究開発を行っている炭素繊維強化複合材料に関する新技術「強化繊維束の開織技術」の紹介を行った。

「FUKUI」ブースでは、福井で開発された炭素繊維束等の強化繊維束の開織技術によるプリプレグシートや開織糸織物、成形品の展示を中心に行った。開織技術については過去の出展経緯(2002～2004)もあり、欧州では「Spread Technology」としてかなり浸透している様子が伺えた。(株)ミツヤからは、薄層多軸プリプレグシートとその積層板、丸八(株)からは、開織糸織物やその成形品等(オートバイのカウル、椅子、高圧ボンベ)の展示があり、当センターからは、炭素繊維、アラミドなどの種々の強化繊維による多軸積層板、および薄層プリプレグシートを使った薄層多軸積層板の力学特性データの展示を行った。

福井の炭素繊維束等の強化繊維束の開織技術はかなり知られるようになってきており、福井県工業技術センターが今回展示したデータは、炭素繊維複合材料の信頼性を大きく向上させるものであり、今後の製品化が期待される。

このブースは、他のブースと比較して来場者も多く、盛況であった。



「FUKUI」ブースの外観



工業技術センターからの出展  
(熱可塑&熱硬化の各種薄層多軸積層板)



工業技術センターからの出展  
(各種の開織プリプレグシート)

【問合せ先】創造研究部 技術融合研究グループ 笹山 秀樹

福井県工業技術センターニュース No.90 平成19年9月発行



編集・発行 福井県工業技術センター 企画支援室

〒910-0102 福井県福井市川合鷺塚町61字北稲田10

Tel: 0776-55-0664 Fax: 0776-55-0665

E-Mail: kougi@fklab.fukui.fukui.jp

URL: <http://www.fklab.fukui.fukui.jp/kougi/>

☆環境への配慮から、ご来場につきましては、出来る限り公共交通機関を利用してください。

また、止むを得ず自動車でご来場の場合は、アイドリングストップにご協力ください。



表紙写真：和紙原料、生分解性繊維、複合シート、生分解性複合ボード