

# 「ウェブ搬送プロセスにおける制御技術とトラブル対策」 目次

## 第1章 巻取理論とウェブのシワ

はじめに

### 1. ウェブの加工と巻取理論に要求される基本的力学的性質の基礎法則と理論

#### 1.1 ウェブの力学的性質

##### 1.1.1 ウェブのフックの法則

##### 1.1.2 ウェブの弾性、粘性、粘弾性

##### 1.1.3 ウェブハンドリングのトライボロジー

#### 1.2 ウェブの空気の巻き込み

##### 1.2.1 流体の粘性法則

##### 1.2.2 流体潤滑の原理

##### 1.2.3 潤滑状態とマイクロスリップおよびマイクロスリ

ップ防止

### 2. ウェブの巻取理論

#### 2.1 巻取駆動方式

#### 2.2 巻取ロールの内部応力状態と巻取品質

#### 2.3 巻き取りに関する古典的理論モデル

##### 2.3.1 Altmann の公式

##### 2.3.2 Hakiel モデルの展開

##### 2.3.3 空気巻き込みとニップロールの関係を考慮した

Hakiel モデル

##### 2.3.4 巻取不良の防止

##### 2.3.5 巻取の最新の考え方

##### 2.3.6 粘弾性巻取理論

### 3. ウェブの折れ、しわ、座屈の発生理論

#### 3.1 ウェブの直角方向進入性について (normal entry rule)

##### 3.1.2 積層ウェブの曲げ (カール) について

##### 3.1.2 フィルム延伸配向、ボーイング現象と積層ウェブ

のカール

#### 3.2 ウェブの座屈と折れしわについて

##### 3.2.1 ロール間のミスアライメント (ロール間の平行度)

とロール速度の関係 (張力一定)

##### 3.2.2 ロール速度と張力の関係

##### 3.2.3 座屈・折れしわ発生理論

##### 3.2.4 ウェブの拡張原理としわ防止策

## 第2章 ロール to ロール

### 1. ロール to ロールの概要

#### 1.1 ロール to ロールとは

#### 1.2 成膜法の種類と特徴

#### 1.3 ロール to ロール製造技術の課題

#### 1.4 ロール to ロール方式のメリット・デメリット

### 2. ロール to ロールプロセス開発のポイントと問題点

#### 2.1 機能性フィルムの開発プロセス

#### 2.2 フィルム基板の要件と課題

##### 2.2.1 耐熱性

##### 2.2.2 表面性

##### 2.2.3 水分、オリゴマ

#### 2.3 膜形成の基本パラメータ制御

#### 2.4 大面積基板への拡張

### 3. ロール to ロール成膜要素技術

#### 3.1 幅方向・流れ方向の膜厚、組成、構造の均一性制御

#### 3.2 基板に流入する熱

#### 3.3 成膜中のフィルム挙動

##### 3.3.1 ロール to ロールプロセス中のフィルムの挙動

##### 3.3.2 フィルムからの水分放出

##### 3.3.3 オリゴマの発生

##### 3.3.4 フィルムのカール

##### 3.3.5 シワ発生の要因と対策

#### 3.4 付着力

### 4. ロール to ロール成膜装置・製造要素技術成膜

#### 4.1 シミュレーション技術

#### 4.2 カソードおよびターゲット設計

#### 4.3 欠陥 (膜外観や膜なし部分) の発生対策

#### 4.4 ロールの構造と製造法

#### 4.5 張力と張力制御

#### 4.6 ロールの温度制御

#### 4.7 クリーンルーム設計

## 第3章 システム制御による張力制御

### 1. フィルム搬送システムの制御戦略

#### 1.1 集中制御と分散制御

#### 1.2 重複分割分散制御と AI によるセルフチューニング

#### 1.3 解説の流れ

#### 1.4 対象システムの制御目的と各種パラメータ

### 2. 重複分散制御のための制御対象のモデル化

#### 2.1 システムの伝達関数

#### 2.2 サブシステムの構築

#### 2.3 サブシステムの入力表現

#### 2.4 サブシステムの離散時間表現と低次元化

### 3. OPSO によるシステムパラメータのオンライン同定

- 3.1 PSO と OPSO とは
- 3.2 OPSO のアルゴリズム
- 3.3 粒子の評価

### 4. GMVC に基づく PI 制御器のセルフチューニング

- 4.1 GMVC
- 4.2 PID 制御との連携

### 5. 実験

- 5.1 ステップ入力に対する応答
- 5.2 設計パラメータの調整
- 5.3 他手法との性能比較

### 6. システムの実装

おわりに  
参考文献

## 第4章 静電気対策

### 1. 静電気の概要

### 2. 帯電の基礎

- 2.1 静電気の発生
- 2.2 静電気の緩和
  - 2.2.1 放電による緩和
  - 2.2.2 電気伝導による緩和
- 2.3 静電気現象
  - 2.3.1 力学現象と放電現象
  - 2.3.2 フィルムの製造・加工工程特有の静電気障害

### 3. 除電器による静電気対策

- 3.1 除電の原理
- 3.2 スタティックマークの除去のための除電

### 4. 静電気の管理

- 4.1 フィルムの帯電電位測定
  - 4.1.1 フィルムの帯電電位測定手順
  - 4.1.2 フィルム製造・加工工程での測定ポイントの選定
  - 4.1.3 危険場所での帯電電位の測定
  - 4.1.4 測定上の注意点

まとめ

参考文献

## 第5章 シミュレーションによるトラブル原因の解析と対策

### 1. ウェブの横ずれと制御ガイド

- 1.1 ウェブの横ずれの原因
- 1.2 三次元ウェブ搬送モデルとシミュレーション方法
  - 1.2.1 三次元ウェブ搬送モデル

### 1.2.2 シミュレーション方法

### 1.3 ウェブの横ずれの特徴

- 1.3.1 上流側ウェブの幅方向変位を拘束した場合
- 1.3.2 ウェブの幅方向変位を拘束しない場合（自由搬送部の横ずれ）

### 1.4 横ずれに及ぼす主要パラメータの影響（自由搬送部における横ずれ）

- 1.5 まとめ
- 1.6 ウェブの横ずれ制御ガイド
  - 1.6.1 Displacement guide の特性
  - 1.6.2 Steering guide の特性

### 2. ウェブの波しわと折れしわ

- 2.1 ローラ間を通過するウェブの波しわ
- 2.2 ローラの傾きによるウェブの折れしわ発生簡易実験
- 2.3 これまでの折れしわ発生解析
- 2.4 折れしわ発生のシミュレーションの結果
- 2.5 主要パラメータが折れしわ発生に及ぼす影響

### 3. ロールの内部応力とニップローラの影響

- 3.1 ロールの巻き取りについて
- 3.2 巻取シミュレーション
- 3.3 ロールの内部応力-Hakiel モデルの結果との比較
- 3.4 ウェブの層間すべりの影響
- 3.5 巻き取り開始部の影響
- 3.6 まとめ
- 3.7 ニップローラを考慮した巻き取りのシミュレーション
- 3.8 ニップローラがロールの内部応力分布に及ぼす影響
- 3.9 巻取過程においてウェブに作用する張力の変化と摩擦力の関係

### 3.10 ロールの最外層および第2層との間のすべり速度と両面の節点速度

### 3.11 ロール第2層上面の速度と伸び歪の分布と関連

### 4. ロールの巻きずれ

- 4.1 シミュレーションモデルとシミュレーション方法
- 4.2 コアを傾けた場合の巻き取り
  - 4.2.1 コアを傾けた場合でウェブの層間にすべりがあるとき
  - 4.2.2 コアを傾けた場合のロールの巻きずれの発生メカニズム

### 4.3 ウェブの張力分布が不均一な場合の巻き取り

- 4.3.1 ウェブの不均一な張力分布
- 4.3.2 張力分布が不均一な場合の巻き取り結果

4.3.3 ウェブの張力分布不均一によるロールの巻きずれの発生メカニズム

4.4 ウェブ後端の幅方向変位を拘束しない場合の巻き取り

4.4.1 コアを傾けた場合でウェブ後端の幅方向変位を拘束しないとき

4.4.2 不均一張力の場合でウェブ後端の幅方向変位を拘束しないとき

4.5 軸方向分布荷重によるロールウェブ層の横ずれ（テレスコープ）

4.6 まとめ

参考文献

## 第6章 スリッター機の概要と不具合現象の対策

1. スリッター機の基本構造

2. スリッティング技術

2.1 レザーカッティング方式

2.2 シェアカッティング方式

2.3 スコアカッティング方式

2.4 回転レーザーカッティング方式

2.5 その他の方式

2.6 刃物以外のスリット方式

2.7 刃物の材質と要求条件

3. 各部位の役割

3.1 巻き出し部

3.2 スリット部

3.3 巻取部

4. 巻き取りの不具合現象と対策

4.1 スリット時の製品不具合

4.2 巻取り不具合現象と対策

5. 金属箔材料、複合材料のスリット

5.1 切断品質

参考文献