# レオロジーの基礎と実用的な測定・評価技術



~ 工業技術としての応用を目的に、ポイントを絞って分かりやすく解説 ~

開講日:2022年1月18日(火) 受講回数:3回コース(1月18日~5月下旬) 1口の受講者数:1口3名まで受講可能

受講料

1口 62,700円 (E-Mail案内登録価格 59,565円)

(定価:本体57,000円+税5,700円/E-Mail案内登録価格:本体54,150円+税5,415円)

[1名参加も可能です] 35,200円 (E-Mail案内登録価格 33,440円) (定価:本体32,000円+税3,200円/E-Mail案内登録価格:本体30,400円+税3,040円) ※ E-Mail案内または郵送DM案内の希望を登録の方はE-mail案内登録価格になります。

≪スケジュール(予定)≫

1月18日 第1講 開講(テキスト到着)

2月18日 第1講 演習問題解答提出締切、第2講 開講(テキスト到着)

3月18日 第2講 演習問題解答提出締切、第3講 開講(テキスト到着)

4月18日 第3講 演習問題解答提出締切

5月下旬 修了証発行

#### ≪教材≫

テキスト: 各受講者1冊(第1講テキストに請求書、受講票を同封)

ebook版: 各受講者の閲覧可能PC数 2台/1アカウント(同一アカウントに限る) ※テキストは、製本版の他に、ebookでも閲覧可能です。1人2台まで閲覧可能で 会社のPCだけでなく通勤途中でもアプリから私物のタブレットでも学習できます。

ebook版のダウンロードは、S&T会員「マイページ」内で行います。

#### ≪受講条件≫

- (1) PC の環境は必須です。
  - ・通信講座の進行上の連絡はE-Mail で行います。 本人の個別E-Mail アドレスをご用意ください。
  - ・教材データ、演習問題解答用紙は、Word,Excel, PowerPoint,PDFなどのデータを使用いたします。

(2) 受講者全員のS&T 会員登録は必須です。

・通信講座の受講にあたってのテキストebook および教材データのダウンロード、 講師への質問、修了証発行などに弊社S&T 会員マイページ機能を利用します。 ※弊社案内(E-Mail,DM)を希望されない方でも会員ページは使用できますが、 案内希望チェックがない場合、E-Mail案内登録価格は適用できません。

講師

千葉大学 名誉教授 大坪 泰文氏

【学会賞】

色材協会論文賞 日本機械学会ROBOMEC表彰

日本レオロジー学会賞

レオロジーの基礎から、測定の原理・選択・プログラムの設定・注意点、レオロジー解析、特許評価など。 工業技術として応用するという観点でレオロジーを学べる講座です。

さらに今回は、高分子と分散系におけるメカニズムに基づくレオロジー解析について、より詳しく解説します。

第1講:レオロジー量の定義と粘弾性の基礎理論

第2講:レオロジー測定の原理と実用測定における留意点

第3講:高分子と分散系における粘弾性メカニズムと技術への応用

※プログラム詳細は裏面をごらんください。

※講師、プログラムの内容が変更になる場合もございます。最新の情報はHPにてご確認ください。※申込用紙が複数枚必要な場合等は、本用紙をコピーしてお使いください。

| 通信講座申  | 込用紙 V220101(レオロ      | ジー)   | お申し込みには会員の事前登録が必須となります                                       |        |
|--|----------------------|-------|--|--------|
| 【受講者1/代表者】   |                      |       |  |        |
| 会社名  |                      |       | ※太枠の中をご記入下さい。※□にチェックをご記入くださ<br>※E-mailアドレスまたはFAX番号を必ずご記入下さい。 |        |
| 団体名  |                      |       | 今後のご案内   |        |
| 部署   |                      |       | 【 □E-mail希望・登録済み   E-Mail案内登録価<br>□ □郵送希望・登録済み   を適用いたします。   | - 1    |
| 役 職  |                      | ₹     | □希望しない (E-mailアドレス必須   | 負)     |
| ふりがな   |                      |       | 振込予定日 月 日  |        |
| 氏名   |                      | Œ //i | 通信欄  | - 1    |
|  |                      |       |  | - 1    |
| TEL  |                      | FAX   |  | -1     |
| E-mail **  | (通信講座進行に使用しますので必ずご記入 | ください。 |  | - 1    |
| 【受講者2】   |                      |       | 【受講者3】   | _      |
| 部署   |                      |       | 部署   | $\neg$ |
| 役職   |                      | ₸     | 役職   | ٦      |
| ふりがな   |                      |       | ふりがな   | - 1    |
| 氏名   |                      |       | 氏名   | 1      |
| E-mail ※通信講座進行に使用しますので必ずご記入ください。 E-mail ※通信講座進行に使用しますので必ずご記入ください。  |                      |       |  |        |
| 今後のご案内 □E-mail希望・登録済み □郵送希望・登録済み □希望しない ○(今後のご案内) □E-mail希望・登録済み □郵送希望・登録済み □希望しない   |                      |       |  |        |
| ●お申込みについて 申込用紙に必要事項をご記入のうえ、FAXでお申込みください。 また、当社ホームページからでもお申込みいただけます。 開講日に請求書(代表者のみ)・受講券・テキストをお送りいたします。  ### 個人情報の取り扱いについて ご記入いただいた個人情報は、事務連絡・発送の他、情報案内等に使用いたします。 ### サイエンス & テクノロジー 研究・技術・事業開発のためのセミナー/書籍 |                      |       |  |        |

●お支払いについて 受講料は、銀行振込にてお支払いください。 原則としてご入金は、請求書到着後(開講日)、1ヵ月間以内に お願いいたします。 原則として領収書の発行はいたしません。 振込手数料はお客様がご負担ください。 ●ケーリングオフについて 第1講の製本テキスト到着後、8日以内(土日・祝日含む)に弊社へご連絡のうえ、 製本テキストをご返送ください(請求書も同封をお願いいたします)。 ※弊社HPの通信講座申込要領にてクリーリングオフ適用規定をご確認ください。

●ご注意参加者が最少催行人数に達しない場合など、事情により中止になることがございます。

T105-0013

サイエンス&テクノロジー株式会社

TEL 03-5733-4188 FAX 03-5733-4187

東京都港区浜松町1-2-12 浜松町F-1ビル7F



## 千葉大学 名誉教授 大坪 泰文 氏

【略歴】

1978年 東北大学大学院工学研究科博士課程修了(工学博士)

1978年 東北大学工学部助手 1982年 千葉大学工学部助手

1987年 米国 Princeton 大学招聘研究員(1988年まで)

2000年 千葉大学工学部教授

2015年千葉大学定年退職(名誉教授)

### 【学会賞】

色材協会論文賞 日本機械学会ROBOMEC表彰

日本レオロジー学会賞

【研究テーマ】

- 分散系のレオロジーコントロール
- ・電気流体力学効果の解明と液体モーター・インクジェットなど新規流体 デバイスの開発
- ・塗料やインクにおける反応硬化過程の解析および環境対応型スラリーの調製

#### 『レオロジー量の定義と粘弾性の基礎理論』 第1講

趣旨

物質の力学的性質を表す物性値としてのレオロジー量の定義とそれらの関係を結びつける粘弾性理論の基礎について説明します。 レオロジーという学問の基礎ですから数学的厳密性をもって理解すべきところですが、工業技術としてレオロジーを活用するという立場で、 その物理的意味を把握できるようになるべく言葉で説明することに努めます。

習得できる 知識

- ・レオロジー量の定義とその物理的意味を正しく理解することができます。
- ・工業技術として応用するという観点からレオロジーに取り組むことできるようになります。
- 0. はじめに
- 1. 連続体力学の基礎
- 1.1 ひずみとひずみ速度
- 1.2 応力
- 2. 粘性の基礎
- 2.1 粘度(粘性率)の定義
- 2.2 非ニュートン流動

(擬塑性流動、ダイラタント流動、塑性降伏)

- 2.3 時間依存性流動
- 2.3.1 チクソトロピーとレオペクシー
- 2.3.2 技術用語としてのチクソ性

#### 3. 粘弾性の基礎

- 3.1 粘弾性の現象論(粘弾性モデル)
- 3.1.1 粘性と弾性の熱力学的意味
- 3.1.2 マックスウェルモデルと応力緩和
- 3.1.3 フォークトモデルと遅延弾性
- 3.1.44要素モデル
- 3.2 動的粘弾性の定義とその意味
- 3.2.1 振動ひずみと粘弾性挙動
- 3.2.2 動的粘弾性関数(複素弾性率)の定義
- 3.2.3 動的粘弾性関数の角周波数依存性
- 3.2.4 動的粘弾性曲線からの流体と固体の判別
- 3.3 粘弾性理論の数学的基礎
- 3.3.1 ボルツマンの重ね合わせ原理

- 3.3.2 粘弾性関数の数学的意味 3.4 伸長流動と法線応力効果
- 3.4.1 伸長粘度
- 3.4.2 法線応力効果の現象論
- 3.4.3 弾性と法線応力

### 4. 流体力学の基礎

- 4.1 ベルヌーイの定理
- 4.2 ニュートン流体の管内流動
- 4.3 粘度と流体摩擦
- 4.4 層流と乱流
- □ 演習問題•添削 □

#### 『レオロジー測定の原理と実用測定における留意点』 第2講

趣旨

厳密な定義に基づいて測定ができるように多くのレオロジー機器ができていますが、測定器の中では必ずしも定義通りのことが起こってい るわけではありません。実際の測定では仮定と異なる現象が発現するため、正しい測定を行うためには工夫が必要になります。 材料の特徴を引き出すためには、測定プログラムの設定も重要になります。 測定原理、装置設定、測定限界に関わる留意点とJIS規格の粘度測定法における留意点について説明します。

- ・測定器には材料により得手不得手がありますので、その選択法が理解できます。
- ・何をどのように測定したらよいか、材料に合わせて測定プログラムを決める手法とその評価法が習得できます。
- 1. 測定の基本原理と実際との違いに関わる 留意点
- 1.1 せん断流動場の一様性
- 1.2 壁面に対する流体の付着とスリップ
- 1.3 二重円筒型回転粘度計における せん断速度の補正
- 1.4 慣性の補正
- 2. 装置の特徴、性能に関わる留意点
- 2.1 装置の特徴と測定限界の理解
- 2.1.1レオメータの幾何学と特徴
- 2.1.2 装置の選択
- 2.1.3 装置の測定限界と仕様
- 2.2 試料の量と測定誤差
- 2.3 装置の設定と測定誤差
- 2.3.1 装置の測定限界に起因する設定誤差

- 2.3.2 試料間隙の調整と誤差
- 2.4 温度制御と測定誤差
- 2.4.1 粘度の温度依存性
- 2.4.2 円錐-平板型レオメータにおける ギャップ調整と温度
- 2.4.3 ビスカスヒーティング(粘性発熱)
- 2.5 装置の応答性(定常測定と非定常測定)
- 3. 物性を反映した測定プログラムの設定
  - 3.1 時間依存性をもつ系のレオロジー測定
  - 3.1.1 チクソトロピー挙動の測定 3.1.2 せん断履歴の消失と平衡流動曲線
  - 3.1.3 チクソトロピー回復過程の測定
- 3.1.4 流動曲線と過度応答
- 3.2 ストレススイープと降伏応力
- 3.2.1 流動曲線と降伏応力
- 3.2.2 静的降伏応力の測定

- 3.2.3 ストレススウィープ法による降伏応力の 簡易測定
- 3.3 非線形粘弾性と測定値の意味
- 3.3.1 非線形粘弾性と降伏応力
- 3.3.2 非正弦的振動応答と動的粘弾性値

## 4. 工業的実用粘度測定(JIS規格)における 留意点

- 4.1 細管粘度計による粘度測定方法
- 4.2 落球粘度計による粘度測定方法
- 4.3 共軸二重円筒形回転粘度計による 粘度測定方法
- 4.4 単一円筒形回転粘度計による粘度測定方法
- 4.5 円すい-平板形回転粘度計による粘度測定法
- 4.6 振動粘度計による粘度測定方法
- □ 演習問題・添削 □

#### 『高分子と分散系における粘弾性メカニズムと技術への応用』 第3講

趣旨

材料のレオロジー評価という観点から概説します。レオロジーデータを実際に活用する上で重要なことは、常にメカニズムと関連づけて 理解するとことです。工業的に頻繁に使われている高分子と分散系に焦点を絞ってメカニズムに基づくレオロジー解析について説明します。 また、工業技術として考えたとき利権化という観点からすると特許が重要になりますので、レオロジー特許の評価についても紹介します。

習得できる 知識

- ・代表的工業材料として高分子と分散系について、レオロジー挙動をメカニズムと関連づけて考えられるようになります。
- ・レオロジー量を特許として利権化するためのデータ抽出のコツがわかるようになります。
- 1. 高分子の分子運動と粘弾性
- 1.1 高分子溶液の粘度挙動
- 1.1.1 固有粘度と分子量
- 1.1.2ゼロせん断粘度の分子量及び濃度依存性
- 1.1.3 高分子溶液の非ニュートン流動
- 1.2 高分子のガラス転移と時間-温度換算則
- 1.2.1 ガラス転移 1.2.2 時間-温度換算則
- 1.3 流動域における粘弾性挙動と分子量
- 1.3.1 からみあいと緩和時間
- 1.3.2 動的粘弾性と定常せん断粘度の関係
- 2. 重合硬化過程におけるレオロジー

- 2.1 三次元網目構造の形成とゲル化
- 2.2 ゲル化点近傍の粘弾性挙動
- 2.3 ゴムの粘弾性挙動
- 2.4 重合硬化反応と温度
- 3. 分散系の凝集とレオロジー
- 3.1コロイド化学的粒子間相互作用 3.1.1 電気二重層
- 3.1.2 DLVO理論
- 3.1.3 吸着高分子に起因する粒子間相互作用
- 3.2 非凝集分散系の粘度挙動 3.3 通常の凝集分散系における粘弾性挙動
- 3.4 凝集分散系のレオロジーコントロールに 関する新技術

- 3.4.1 高分子の可逆架橋による
- レオロジーコントロール 3.4.2 ナノ粒子分散系のダイラタント流動

## **4. レオロジー特許とその技術評価** 4.1 レオロジー特許の概要

- 4.2 粘度挙動に関する特許
- 4.2.1 特許例
- 4.2.2 分散系の粘度特性としての請求内容の検討
- 4.3 粘弾性挙動に関する特許
- 4.4 記述が不十分のため材料間の比較検討が できない特許
- □ 演習問題・添削 □