

議題 「分散状態と後工程への影響」

- ①参加者のバックグラウンドの整理
粒子の材質・大きさ、分散媒・添加剤、粒子濃度、分散装置に関する情報を参加者同士で共有し、課題の共通点と相違点を認識する
- ②分散に求める機能性とは？
そもそも、どうして分散が必要なのか完全分散させたいのか？ある程度凝集して欲しいのか？
→分散状態に応じた評価手法が必要。
- ③分散が不適切でないときの問題
分散と後工程との関係性を認識する。

①参加者のバックグラウンドの整理

塗布装置との相関性

上流側の調合技術を機械仕様で賄えるか？

品質の管理(温度管理、粘度管理以外については素人)

お客さんから開示される場合とそうでない場合がある。水状～数十万 $\text{mPa}\cdot\text{s}$ 。

都度供給方法も検討している。

グラビアについてはある程度の予測が付く

高分散が必須

粒径はサブミクロン

分散機のメディア径は $0.1\text{mm}\sim 0.03\text{mm}$ 原料粒子とメディアを分離することが必要。

電池材料のスラリーの分散

活物質と炭素材料を分散

炭素のみの分散

バインダーの分散

添加材として TiO_2

導電性高分子の分散

電解コンの場合は、アルミへの含浸では分散が必要

粒子サイズはナノ以下

粒度分布は測定できない

乾燥後にどうなっているか？がポイント

分散し過ぎると特性が取れない

塗工装置メーカー

分散・調合は上流側で知見がない

材料が既に存在して、塗工装置の運転条件で最適化している。

材料のスペックが開示されないことが多い。

何が影響しているのか分からずに条件の追い込みをしている。

分散の何らかの指標で、塗工性能との相関が見えるといいなあ。

分散が液膜の安定性に繋がっている。

水系、液体と固体との分散

アクリルエマルジョン 100nm 前後 ナノサイズ～ミクロンオーダーサイズの粒子

数 $\text{mPa}\cdot\text{s}\sim$ 数十万 $\text{mPa}\cdot\text{s}$

高濃度で投入する

最適化はユーザー側と調整して進める。

粒子サイズ サブミクロン～数ミクロン

溶媒は有機溶媒系

粘度数十 $\text{mPa}\cdot\text{s}\sim \text{Pa}\cdot\text{s}$

比重が高いので沈降しやすい。沈降は防止しつつ、塗布時に流動性があるようなレオロジー設計が必要。

チクソ性の高いスラリー配合

塗布が難しく、異常塗工が発生する。

分散に関して理論的なアプローチができるといい。

$1\text{mPa}\cdot\text{s}\sim$ 数十 $\text{mPa}\cdot\text{s}$

めっき。異物が分散している。

塗布乾燥中に粒子の凝集構造が変わって、膜の構造がどう変わっているのか？を研究している。

分散をレオロジーを使って明らかにしようとしている。

うまく説明できることもあるが、アドバイスに対してのFBがないので、あっているかどうか分からない。
粒子構造はレオロジーで見れる。

nm～数十um

数%～50%(体積濃度)

色々な測定方法を適用する。

分散状態を見たことがあれば、紹介してほしい。

バインダーは溶剤溶解・エマルジョン・無機物が水に溶解している。

粒子サイズはnm～um色々

液体として安定した状態、塗布の最適条件の違いが課題なのでは？

濃厚系スラリーを薄膜で塗るのは難しい。希釈するので、理想的な分散状態から遠い。

無理やり塗布して、理想状態に近づける。

塗工に合わせた分散方法を検討している。

材料設計と塗布と連携して進める必要がある。

粘着技術

色々なアプリケーションに対して機能性を出す。

粒子の機能を使ったIRカット、バリア

粒子(一般的な無機物、金属、エマルジョン)

nm～数十um

数mPa・s～数十Pa・s

分散をどう評価するかもやっている。

ポリマー中に粒子を分散させる。

粒子の種類と組み合わせによって変わる。

分散状態が良くないと、外観(すじなど)不良が発生する。

分散状態をどう評価するか？がポイント。液と膜について

粒度分布・直接観察・レオロジー→ラポレベル 本当にそうなのだろうか？

希薄系でしか評価できていないので、ありのままを評価できていない。

実際のことを本当に評価できているのか？

膜もSEM断面を見ている。代表的な一部分。全体は？

評価は現場の工程管理で使えるものが望ましい。

スラリーをポンプで送って塗工する設備を作成している。

ポンプ流量とギャップ調整はできるが、液の情報(粘度以外)も分かればシステムの改善が見込める
のでは？

どれくらい調整できるのか？

粘度にあわせた最適なポンプを選ぶ。

材料設計・プロセス・設備の担当者の考えがばらばら。トータル設計できていない。

調合・塗布・乾燥セットで考える必要がある。調合・分散が別になっている。

基本的には高分散がいい。電池に関しては高分散であってはいけない。

村田や京セラは、高分散が望ましいが

②分散に求める機能性とは？

沈降性で分散安定性を見ている。

粒度分布測定の前に沈降性を見ている。

レイリー散乱を使って濃厚系は確認している。

学生には手でやらせている。

とりあえず混ぜて評価している。

液としてどうあるべきか？固体としてどうあるべきか？

実際のプロセスのせん断場と近いレオロジー特性評価をするべき。

ラボと塗工プロセスで与えられているせん断場が違う。

実際のプロセスで分散が促進されていることもある。

外乱に鈍感＝分散が安定していることがいい。

実際のプロセスのせん断は分かる。CFDで。

でも、解砕のプロセスを理解するのは難しい。

分散が終わったものに対して粘度変化を見ていく必要がある。

サンプル量は課題

材料設計としては少量で多種評価したい。
プロセス評価には多量必要。

数値計算も課題

実際のプロセスをそのまま解析するのは厳しい。

対象によって、変えている。

塗工のシミュレーションは、レオロジーだけ。塗布部のみ。液の供給系はやっていない。

シミュレーション結果との不整合は？

結果の不整合に対する対策が打てない。

構造計算のみ。

焼成の計算のみ

自分でやらざるを得ない。

解析Gとプロセス開発Gが折り合わない

市販ソフトを使う。

直接観察はやっているのか？

直径200umのナイロン粒子の乾燥硬化過程は見ていた。

塗布時の分散状態を見るのはやれていない。

標準スラリーを作って、基準を作らないと厳しいのでは？

分散工程と後工程の繋がりを示すような、標準スラリーを作ったらみんな使えるのでは？

標準粒子は分散系でも高い。安価で作れることが重要

菰田先生の出番 旗振り役

標準粒子・標準バインダー・標準溶媒で分散⇒塗工

乾燥状態はどうする？

③分散が不適切でないときの問題

塗ったら乾かす

WET状態で評価するのは難しい。

塗布による効果なのか、乾燥による効果なのか分からない。

メーカーではプロセスウインドウを個別に把握している。設備メーカーには開示していない。

標準条件のたたき台を作っていきましょう。

実際の塗布のせん断を与えたスラリーをレオロジー評価できないのでしょうか？

塗布状態と塗布状態を開放した状態ではレオロジーが変化するので、そのままを評価していることにはならない。

レーザーの散乱で見れそう。