

「ユーザーのための実用固液分離技術」

(日本液体清澄化技術工業会編)

目次

第1章 固液分離の基礎

- 1.1 固液分離の目的・用途
- 1.2 固液分離法の種類と装置の分類
 - 1.2.1 分離の場と分離方法の種類
 - (1) 分離の場と推進力(作用力)
 - (2) 固液分離法の種類
 - 1.2.2 固液分離装置の種類と特徴
- 1.3 固液分離の基礎式
 - 1.3.1 沈降・浮上法
 - (1) 単一粒子の移動速度(運動方程式)
 - (2) 移動する単一粒子が受ける流体抵抗
 - (3) 各分離の場における単一球形粒子の移動速度(ストークス域)
 - (4) 非球形粒子の移動速度
 - (5) 凝集粒子(フロック、floc)の移動速度
 - (6) 粒子群の沈降速度
 - (7) 沈降装置における粒子の分離特性と分離効率
 - 1.3.2 ろ過法
 - (1) ろ過速度とろ過抵抗(圧力損失)の関係
 - (2) 透過係数と圧力損失
 - 1) 表面ろ過およびろ材閉塞ろ過
 - 2) 深層ろ過およびケーキろ過・圧搾
 - (3) ろ材(細孔)閉塞ろ過
 - 1) ろ材閉塞ろ過における粒子の捕捉状態
 - 2) ろ材閉塞ろ過モデルとろ過式
 - (4) 深層ろ過
 - 1) 粒子の輸送過程と付着作用
 - 2) 深層ろ過におけるろ過式
 - 3) 初期ろ過係数(清浄ろ過係数)とろ過係数の経時変化
 - 4) ろ層の厚みの影響(対数透過則)とろ過係数の測定
 - (5) ケーキろ過
 - 1) ケーキろ過速度とケーキ比抵抗
 - 2) ケーキろ過式(R_c 、 w および v の求め方)

- (6) 圧搾
 - 1) 圧搾(圧密)の基礎式
 - 2) 圧密過程と圧密比
 - 3) せん断を伴う圧密(動的圧密)
- (7) 遠心ろ過
 - 1) 遠心力場における液圧
 - 2) 遠心ろ過式(バスケット型遠心ろ過式)
 - 3) 遠心ろ過における平均ケーキ比抵抗
- (8) 重力場と遠心力場における脱液特性
 - 1) 重力場における脱液特性
 - 2) 遠心ろ過における脱液特性
- (9) ろ過性能に影響を及ぼす因子
- 1.4 物質収支と分離効率
 - (1) 物質収支
 - (2) 分離粒子径と分離効率
 - (3) 分離性能に影響を与える因子

演習問題(30問)

第2章 固液分離操作に関する諸現象

- 2.1 粒子の存在状態と粒子と分散媒体の性質
 - 2.1.1 液中粒子の種類と存在状態
 - 2.1.2 粒子における水の存在状態(水和)
 - 2.1.3 液中粒子の帯電の起源
 - (1) 無機酸化物の水和
 - (2) 表面解離基の解離
 - (3) 荷電を持つ溶質の吸着
- 2.2 粒子の界面電気現象
 - 2.2.1 電気二重層(電解質溶液)
 - 2.2.2 界面導電現象とゼータ電位
 - (1) ゼータ電位(電位)
 - (2) 電気浸透
- 2.3 液中粒子の粒子間相互作用と分散・凝集条件
 - 2.3.1 粒子間相互作用の形態
 - 2.3.2 DLVO理論
 - 2.3.3 臨界凝集濃度と急速および緩速凝集
 - 2.3.4 界面活性剤および可溶性高分子の吸着と分散・凝集
 - 2.3.5 非水溶媒中の粒子の凝集・分散

- (1) アルコールなどの極性溶媒中の粒子の凝集・分散
- (2) ベンゼンなどの非極性溶媒中の粒子の凝集・分散
- 2.4 凝集操作
 - 2.4.1 凝集体の種類と凝集剤
 - (1) 無機凝集剤による凝結作用
 - (2) 有機高分子凝集剤と凝集作用
 - 2.4.2 凝集速度
 - 2.4.3 攪拌操作と最適攪拌条件
- 2.5 粒子の沈降特性とKynchの理論
 - 2.5.1 粒子の沈降形態
 - 2.5.2 界面沈降を伴うスラリーの沈降・濃縮特性
 - (1) 沈降層内でスラリー濃度が不連続に変化する場合
 - (2) 沈降層内でスラリー濃度が連続に変化する場合
 - (3) Kynchの理論と沈降曲線からの $v_h(p)$ の求め方
 - (4) 界面沈降曲線に関する関係式
 - 2.5.3 重力沈降および遠心沈降における沈降面積と分離効率
 - (1) 重力沈降槽における沈降面積
 - (2) 沈降面積と分離効率
 - (3) 遠心沈降機における遠心沈降面積と分離効率
 - (4) 液体サイクロンの粒子分離特性
 - (5) 排泥を伴う沈降濃縮槽の所要面積と深さ
 - (6) 沈降・濃縮装置の所要沈降面積の推算法(スケールアップ)
- 2.6 粒子堆積物の性質とスラリーの流動特性
 - 2.6.1 粒子沈積物の性質
 - (1) 沈降体積とかさ密度
 - (2) 力学的性質
 - (3) 塑性
 - 2.6.2 スラリーの流動特性と圧力損失
 - (1) 流動曲線の種類
 - (2) 流動曲線と圧力損失
 - (3) スラリーの粘度
- 2.7 ろ過・圧搾の現象と実際
 - 2.7.1 ろ材操作の基礎
 - (1) ろ過・圧搾操作の流れ
 - (2) ろ材およびフィルターの種類と分類
 - (3) ろ過装置の種類と分類
 - (4) ろ過プロセスの基本構成と運転方法およびろ過性能の維持
 - (5) ろ過装置の選定と選定基準

- 2.7.2 ろ材閉塞ろ過
 - (1) ろ材による粒子の捕捉特性に影響を及ぼす因子と捕捉状態
 - (2) ろ材閉塞モデルにおける粒子および液の透過特性
- 2.7.3 深層ろ過
 - (1) ろ材の種類と装置
 - (2) 分離粒子径およびろ過係数に影響を及ぼす因子と粒子の分離特性
 - (3) ろ過試験
- 2.7.4 ケークろ過・圧搾
 - (1) ケークろ過から圧搾過程への移行とケーク層内の状態の経時変化
 - (2) ろ過・圧搾過程におけるケーク層内の応力状態とケーク比抵抗
 - (3) ケーク比抵抗に及ぼす因子
 - (4) スラリーの凝集処理とろ過助剤の使用
 - (5) ケークろ過・圧搾機の形状とスケールアップ
 - (6) ケークの洗浄・脱水
 - (7) ろ布の種類と選定法
 - (8) ケークろ過・圧搾試験

演習問題 (31 問)

第3章 固液分離装置の基礎-

- 3.1 清澄
 - 3.1.1 清澄装置概論
 - 3.1.2 沈降清澄装置
 - (1) 重力清澄装置
 - 1) 沈降分離装置
 - 2) 浮上分離装置
 - (2) 遠心清澄装置
 - 1) 分離板型遠心沈降機
 - 2) 円筒型遠心沈降機
 - 3) サイクロン
 - 3.1.3 清澄ろ過装置
 - (1) 固定ろ材ろ過装置
 - 1) カートリッジフィルター
 - 2) 分離膜(精密ろ過膜、限外ろ過膜)
 - 3) 金属フィルター
 - 4) セラミックフィルター
 - (2) 可動ろ材ろ過装置
 - 1) 砂(粒状ろ材)ろ過装置

- 2) 繊維ろ材ろ過装置
- 3.2 濃縮
 - 3.2.1 濃縮装置概論
 - 3.2.2 沈降濃縮装置
 - (1) 重力濃縮装置
 - 1) 沈降濃縮装置
 - 2) 浮上濃縮装置
 - (2) 遠心濃縮装置
 - 1) 分離板型遠心濃縮機
 - 2) デカンター型遠心濃縮機
 - 3) バスケット型遠心濃縮機
 - 3.2.3 ろ過濃縮装置
 - (1) ベルト濃縮機
 - (2) ドラム濃縮機
 - (3) 分離膜濃縮機
- 3.3 脱水
 - 3.3.1 脱水装置概論
 - 3.3.2 遠心沈降ろ過脱水装置
 - (1) 遠心沈降脱水装置
 - 1) デカンター型遠心沈降脱水機
 - 2) バスケット型遠心沈降脱水機
 - (2) 遠心ろ過脱水機
 - 3.3.3 ろ過脱水装置
 - (1) 真空脱水装置
 - 1) 回転真空脱水機
 - 2) 水平真空脱水機
 - 3) 真空脱水機付属機器
 - (2) 加圧脱水装置
 - 1) 加圧脱水機(フィルタープレス)
 - 2) 加圧ろ過脱水機(乾燥機)
 - 3.3.4 圧搾脱水装置
 - (1) ベルトプレス
 - (2) スクリュープレス
 - (3) 回転加圧脱水機
 - (4) 多重円盤脱水機

演習問題 (26 問)

第4章 固液分離効率を高める方法

- 4.1 概論
- 4.2 凝集・造粒操作
 - 4.2.1 凝集剤注入方法と攪拌条件
 - (1) 凝集(凝結)過程での攪拌
 - (2) フロック形成過程での攪拌
 - (3) 高分子凝集剤による凝集過程での攪拌
 - (4) 攪拌強度の指標
 - (5) 攪拌操作における留意点
 - 4.2.2 高分子凝集剤と沈降促進剤および沈降促進装置
 - (1) 凝集・凝結とフロック形成
 - (2) 高分子凝集剤
 - (3) 造粒沈殿装置
 - (4) 沈降促進剤添加型凝集沈殿装置
 - (5) 傾斜板(管)
 - 4.2.3 濃縮凝集
 - 4.2.4 クリスタリゼーション(晶析)
 - (1) 晶析現象
 - (2) 凝集操作と晶析操作
 - (3) 晶析操作を用いた回収技術
 - 4.2.5 湿式(液中)造粒
 - (1) 湿式造粒とは
 - (2) 湿式造粒の因子と機構
 - (3) 石炭および石油コークス燃料灰の液中造粒
- 4.3 加熱・冷却および化学的操作
 - (1) 熱改質
 - (2) 凍結改質
 - (3) 薬剤による改質
- 4.4 電気・磁氣的処理
 - (1) 電気泳動
 - (2) 電気浸透
 - (3) 磁性分離
- 4.5 ろ過助剤の利用
 - (1) ろ過助剤の用途と種類
 - (2) ろ過助剤の使用法
 - (3) ろ過助剤の物理的特性
 - (4) ろ過助剤のリサイクル
- 4.6 分離場におけるファウリング防止

- (1) 充填層ろ過におけるろ材の洗浄
- (2) 洗浄媒体の活用
- (3) 乱流促進

演習問題 (11 問)

第5章 固液分離装置の選定およびプロセス事例

- 5.1 装置選定の考え方と手順
 - 5.1.1 装置選定の考え方
 - 5.1.2 固液分離装置の選定
 - 5.1.3 装置選定のための試験法
 - (1) 濃縮分離法
 - (2) 捕捉分離法
- 5.2 設備の導入手順
 - (1) 設備導入手順
 - (2) 事例
 - 1) 酵母の濃縮方法の検討
 - 2) 膜分離における膜モジュールの選定フロー
- 5.3 各種固液分離装置とプロセス事例
 - (1) 醤油製造工程における固液分離
 - (2) 酵素製造工程における固液分離
 - (3) 製薬工程における固液分離
 - (4) 半導体製造用の超純水製造工程における固液分離
 - (5) ポリマー製造工程における固液分離
 - (6) 紙パ廃水処理工程における固液分離
 - (7) 浄水処理工程における固液分離
 - (8) 下水処理工程における固液分離
- 5.4 エネルギー効率とコスト削減
 - (1) 珪藻土ろ過と膜ろ過設備の省エネルギー対応事例
 - (2) 膜ろ過設備における最適膜モジュールの選定法
 - (3) 膜ろ過設備におけるトータルコストの削減法
 - (4) 汚泥脱水機の経済的な機種選定法

演習問題 (5 問)

演習問題解答(第1章～第5章)

付録
索引