株式会社 ユーロテクノ

GEA コンパクトフィーダー（CF）

連続プロセスに欠かせないロスインウェイトフィーダー（LiW）

株式会社ユーロテクノ

株式会社 ユーロテクノ

GEA LiW(ロスインウェイトフィーダー)の例

- GEAコンパクト フィーダーは ツインスクリュー LiW です。

- 幅広い範囲のAPI(流動性の高いものから低いものまで)を幅広いプロセス条件で使用できます。
- 高いフィード量にも少ないフィード量にも対応できます。
- 低薬物の場合にも使用されています。(APIの流量が66g/時、0.25%の薬物負荷 例)
- フィード誤差は5g/分で精度はAc-Di-Sol(アクジゾル)の場合で±3～5%です。

連続直打用篩過秤量と混合機:

テスト用としても生産用としても使用可

株式会社 ユーロテクノ

LiWフィーダーの主な機能

- 連続供給:
  - ＊ 賦形剤、例えばラクトース　FF® 316、アビセル®　PH-102、…
  - ＊ 前処理を必要としない生のAPI、例えば粉末　APAP
    （予めブレンドされたAPIs，例えばCab-O-Sil® を含む　SDD）
  - ＊ブレンダー出口、ローラーコンパクターなどの連続単位操作からの ブレンド
    …PFL　（打錠機杵面潤滑）、例えば　MgSt、Pruv®　…

MgSt＝ステアリン酸マグネシウム
Pruv＝フマル酸ステアリルナトリウム
SDD＝噴霧乾燥分散液、APIの製造工程

画像1

画像2

ローラーコンパクターで供給しているコンパクトフィーダー
（真空および重量測定）を示しています（画像1,2）

画像３

画像４

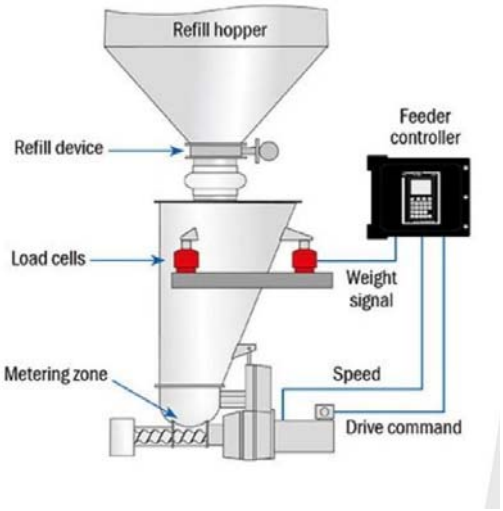
ローラーコンパクターは傾斜したグラビティ・チューブ（ 画像3）
または、バキュームシステム（画像4）にリンクしている

フィーダーのタイプ

- ボリュメトリック:
  → 測定パラメータ = スクリュー速度
  → 送り速度は、事前のキャリブレーションに基づいたフィーダー速度によって制御されます
  → 例: スクリュー送り、振動トレイ、ロータリーバルブなど

- グラビメトリック:
  → 重量システムが追加された容積測定システム
  → 測定パラメータ = 重量（損失）→ 送り速度はフィードバック ループによって制御されます

- ロスインウェイトフィーダー（LiW）= 両方の組み合わせ
  → マスフロー（ 質量流量）を直接制御できるため、重量測定が推奨されます



株式会社 ユーロテクノ

LiW(ロスインウェイト)フィーダーの各機器

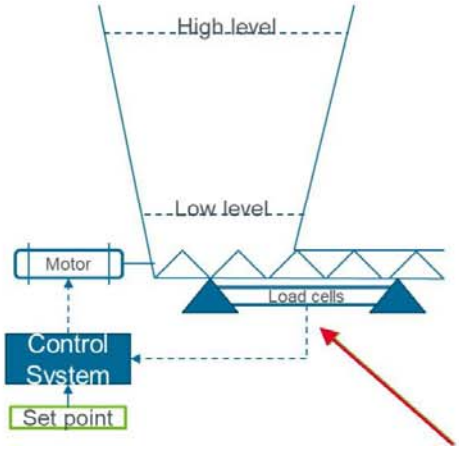
LiW フィーダー: 2つのモード

- 重量測定モード(グラビメトリックモード):

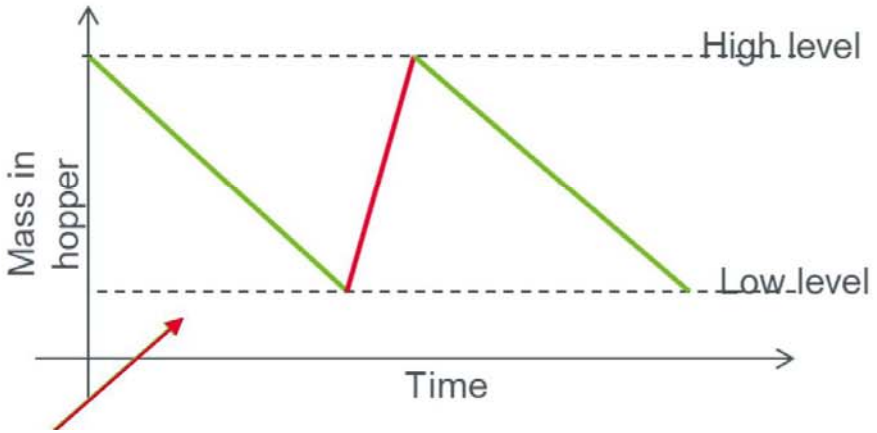
  → 質量流量は、ロードセルによって検出された重量の減少によって制御及び計算されます

  → 製品密度の局所的な変動、スクリュー充填などによる供給の変動を補正します

重量測定モードは、供給中の偏差を補正し、クローズされたフィードバックシステムからなります。
したがって質量流量の偏差は最小限に抑えることができます。



稼働中



重量モード

LiW フィーダー: 2 つのモード

- 容積測定モード(ボリュメトリックモード) :「フィードファクター」(FF)が必要
  - → 事前に定義された校正済みの送り速度
  - → 重量信号が妨害された校正済みの送り速度
  - → 重量信号が妨害された場合に使用
  - → 補充中に重量信号が乱されます (赤い線)

    ホッパー内の質量が増加している為、ロスインウェイト信号を使用しての質量流量を監視することはできません。
    フィーダーは固定モーター速度、したがって固定スクリュー速度で動作します。
    固定速度は、キャリブレーションに基づいており、質量流量をスクリューター速度にリンクしています。
    このキャリブレーション済みの値は、フィードファクターと呼ばれます。
  - → ボリュメトリックは、重量信号にフィードバックループを持たないため、
    このモードはあまり望ましくありません。
    また、ボリュメトリックに費やす時間は最小限に抑える必要があります。

LiW フィーダー: フィードファクター

- 「フィードファクター」という用語は、システムの理論容量を定量化するために使用されます。

  → 使用中の特定の材料とセットアップについて

- フィードファクターは、次のようなさまざまな要因の影響を受ける可能性があります。
  - スクリューの選択
  - フィーダーの質量流量レート
  - 材料特性
  - 粉末の補充レベル
- スクリューの選択： ピッチあたりの容積はスクリューの設計によって異なります。
- フィーダーの質量流量： 固定セットアップの場合、質量流量が高い場合はスクリューの回転が速くなります。

  スクリューの各ピッチへの製品の落下時間を短縮します。
  それぞれのピッチへの粉末の供給が少ないと、同じスクリュースピードの場合、
  生産量は少なくなります。
- 材料特性：流動性はスクリューへの充填に影響を与えます。

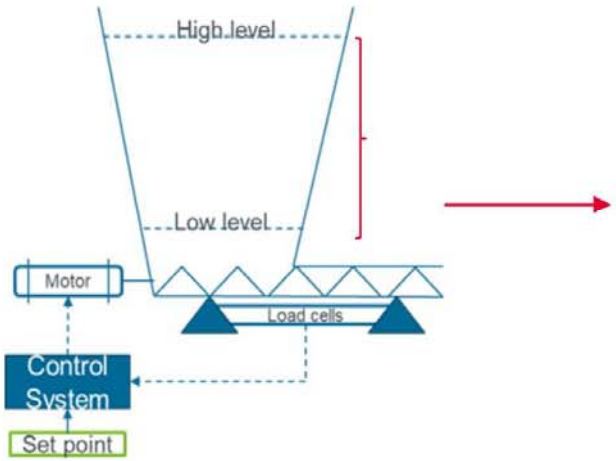
  ラトーリング、ブリッジング、ランピングは、スクリューへの充填に影響を与えます。
- 補充レベル：スクリューの上部にあるパウダースタッフはピッチ内を流れる粉末の量に影響を与えます。

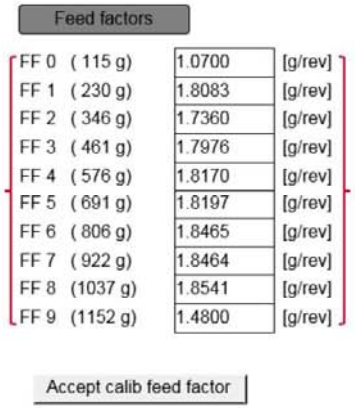
GEA CF: フィードファクター配列

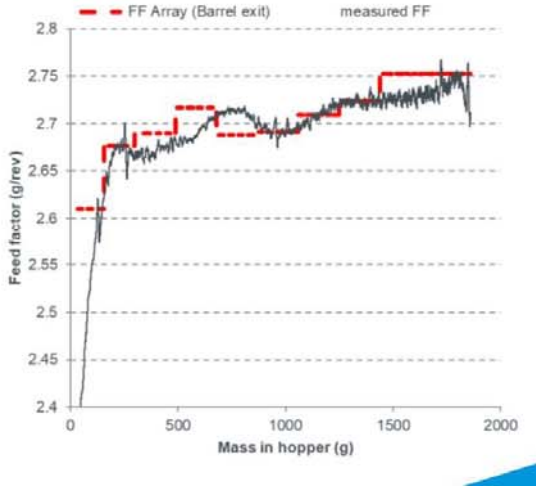
- フィードファクター配列により、より正確な制御が可能
  - → 理論上の最大ホッパー重量に基づく: (Vtop up + Vmin refill) * p*1.2
  - → 10個の等質量ビンに分割
  - → 校正済みフィードファクターを投入

1.2はホッパー内の重量の変動を許容する安全係数です。
使用しない場合、理論上の最大の値を超えて読み取られた重量となり、システムは対応できません。

- フィードファクター キャリブレーションにより、アレイ全体で使用される 1 つの初期フィードファクター値が得られます。
  - → フィードファクター配列は自己学習
  - → 個々のフィードファクター = 時間の経過とともに更新

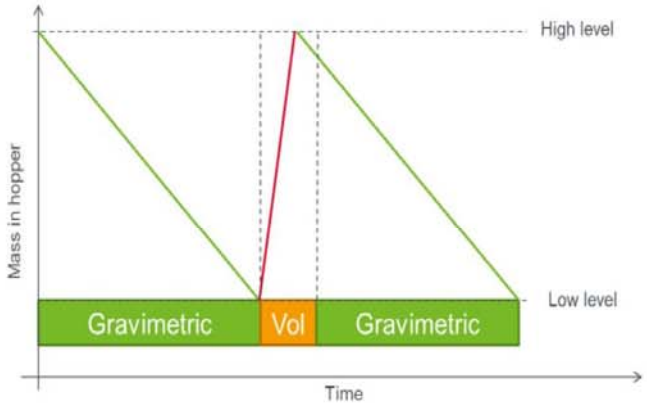


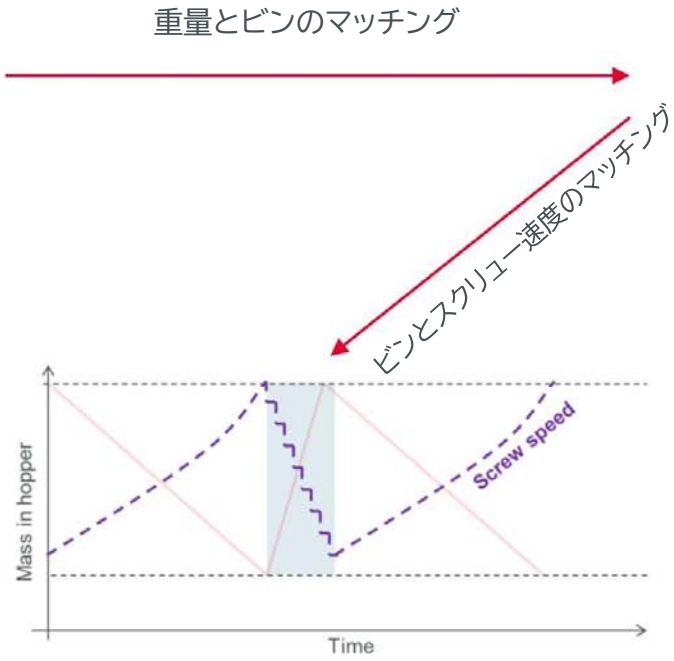


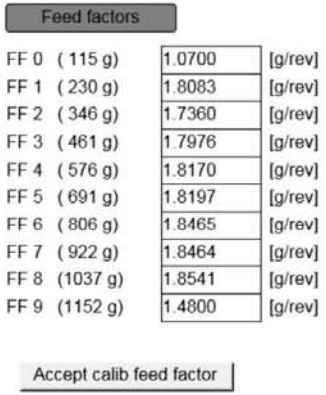


GEA CF: フィードファクター配列

- フィード ファクター配列の結果 = 体積測定モード中のスクリュー速度「ステッピング」
  → フィーダー内の質量と質量ビンおよび対応するフィードファクターのマッチング







LiWフィーダー:充填レベル

- Q: 粉末床の圧力はどのように計算されますか

  → フィーダー内の粉末≈液体の柱

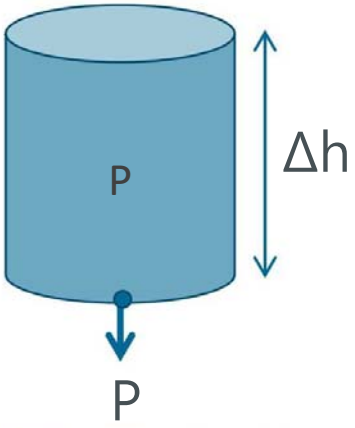
  → パスカルの原理: ΔP = ρ * g * Δh

- 次の観察を行うことができます。

  * 補充後　:ホッパー底部で粉体にかかる最高圧力
  * 低レベル: ホッパー底部で粉体にかかる最低圧力

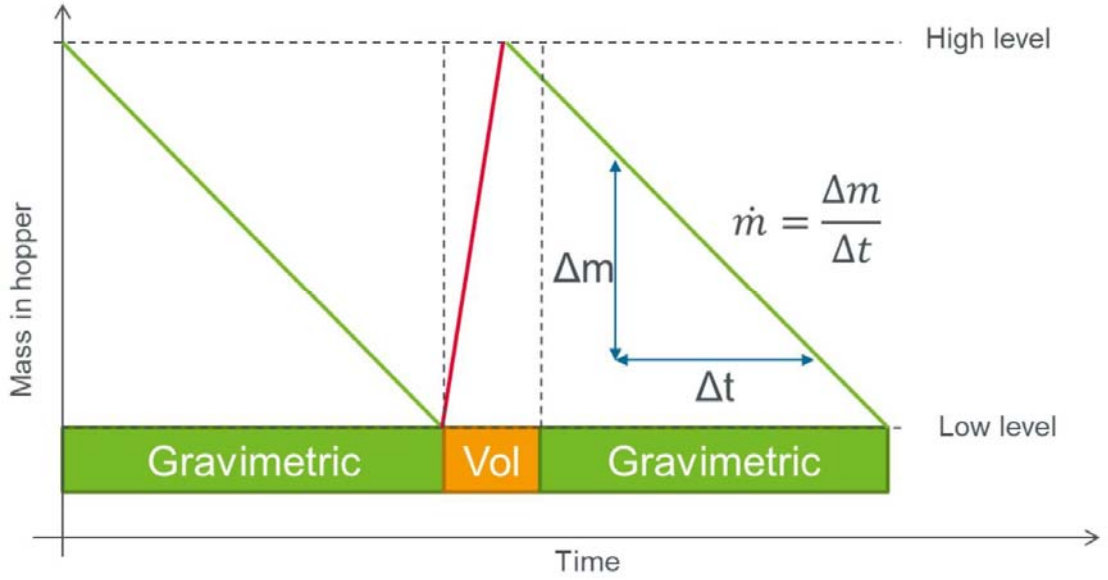
- 複雑さが増しました:

  * ρ ≠圧縮により、ホッパー全体で線形
  * ホッパーが空になると、内部攪拌により密度プロファイルが変化する可能性がある
  * ブリッジングなどの内部力が不一致を引き起こす可能性がある



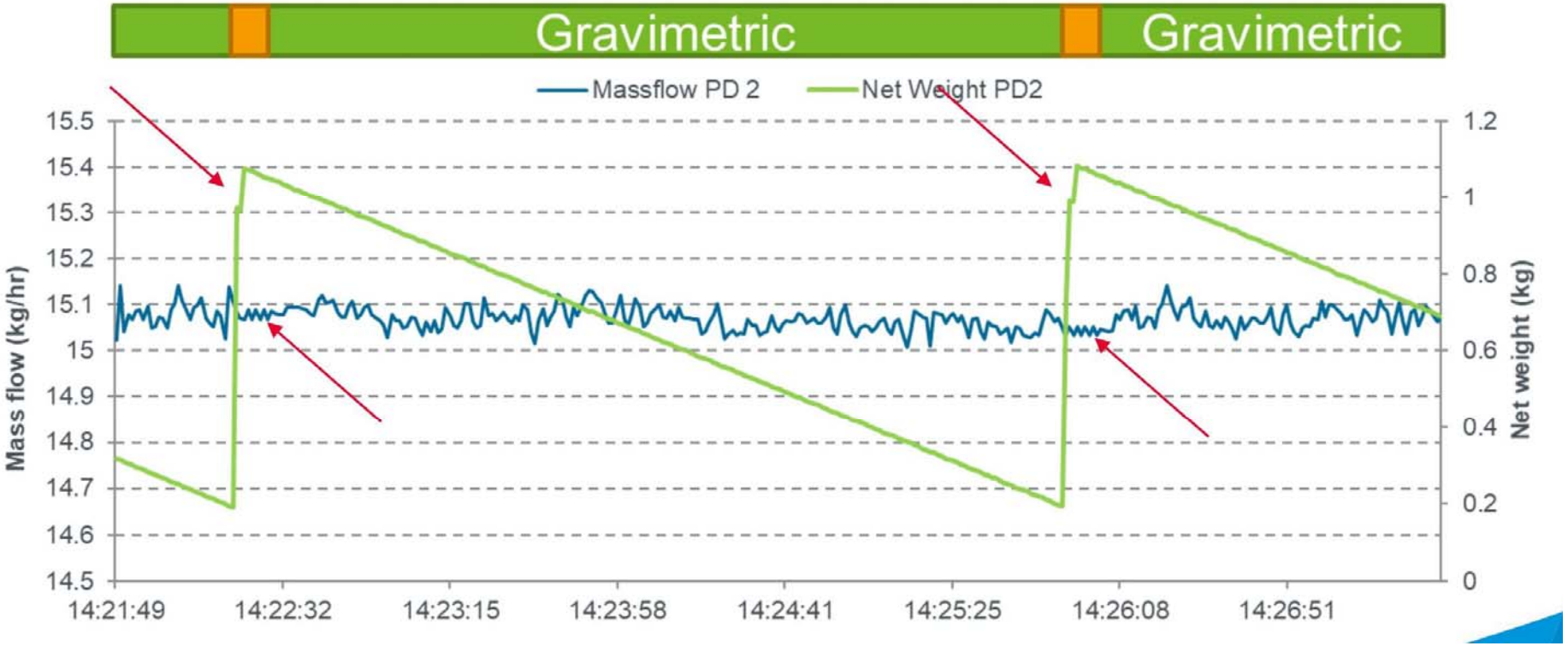
LiW フィーダー: 正味重量の関数としての質量流量

- ロード セルは重量を測定しますが、制御ループは質量流量に基づいています
  - → 質量流量は時間の経過とともに重量の関数として計算されます
  - → $m = \Delta m / \Delta t$
- Δt = フィルター時間
  - → フィルター時間は、平均化と目的の分解能の間のトレードオフです



LiW フィーダー: データの解釈

- **体積測定モードの認識:**
  - → 重量のジャンプ（予想重量と実際の重量の違いによる形状）
  - → マスフローのノイズは最小限で反復的



LiWフィーダー:補充頻度

- Q: 質量流量が最も高い製品はどれですか　→ 青
- 補充頻度 = ’運転重量’ / 質量流量

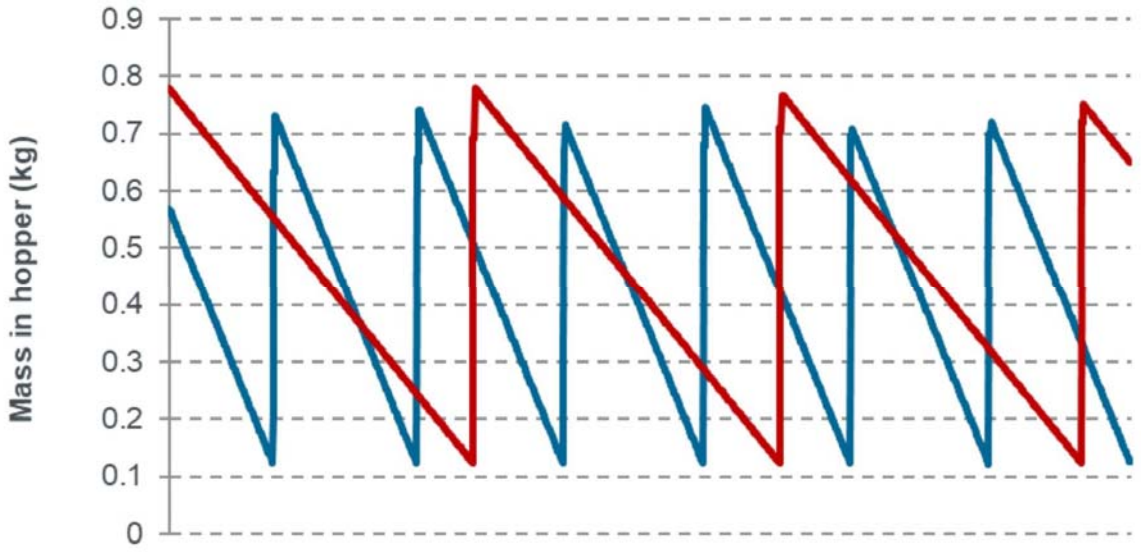
  → ’運転重量’ = (’高 レベル’ – ’低レベル’)*ρ

  → 補充頻度 ~ 質 量流量 ~ 1 / Vtop up

- 補充頻度: できるだけ低く保つ

  → フィーダーは重量測定で最大時間を費やします

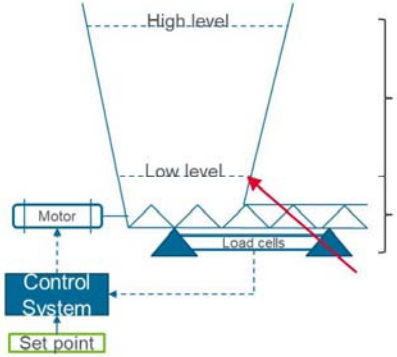
  → 常に最大補充量をインストールしますか?

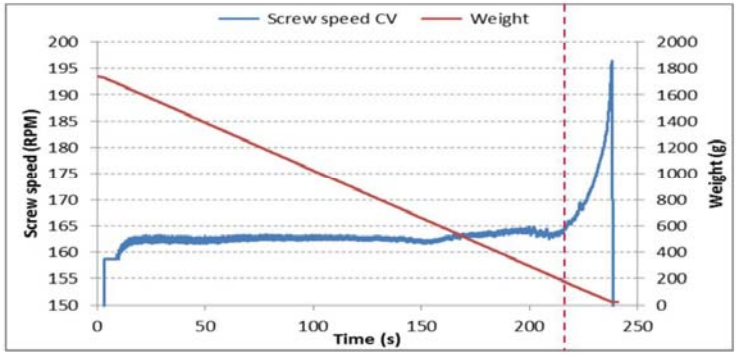


LiW フィーダー:「稼働量」

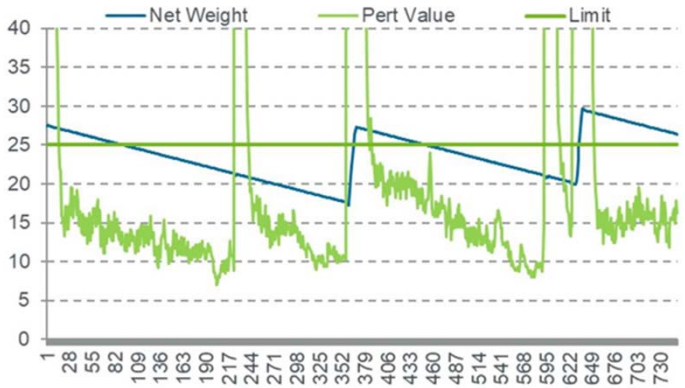
- CF: $V_{hopper} = V_{top\ up} + V_{min\ refill}$
  → 理想的な状況: $V_{top\ up} = 1.6l$, $V_{min\ refill} = 0.4l$

- 現実: 圧力が変化するため、スクリューの充填量が変化します
  → 重力モードでフィーダーを空にして実行
  → 安定したスクリュー速度の領域を定義
  → CF の場合: 正しい補充サイズ（1.6、1.2、0.8、または 0.4）を取り付けます





株式会社 ユーロテクノ

LiW フィーダー: ボリュメトリック トリガー

- フィーダーは重量信号の乱れを監視します = 摂動(Pert)
  → Pert ＞ 事前設定された制限: フィーダーは重量測定から容量測定に移行します
- Pert が上昇する理由:
  → リフィル(再充填)
  → スケールの乱れ (振動、ケーブルの接触など)
  → 供給不足