



ドライヤエアシステムの 改善による省エネルギー

2024年 4月 16日

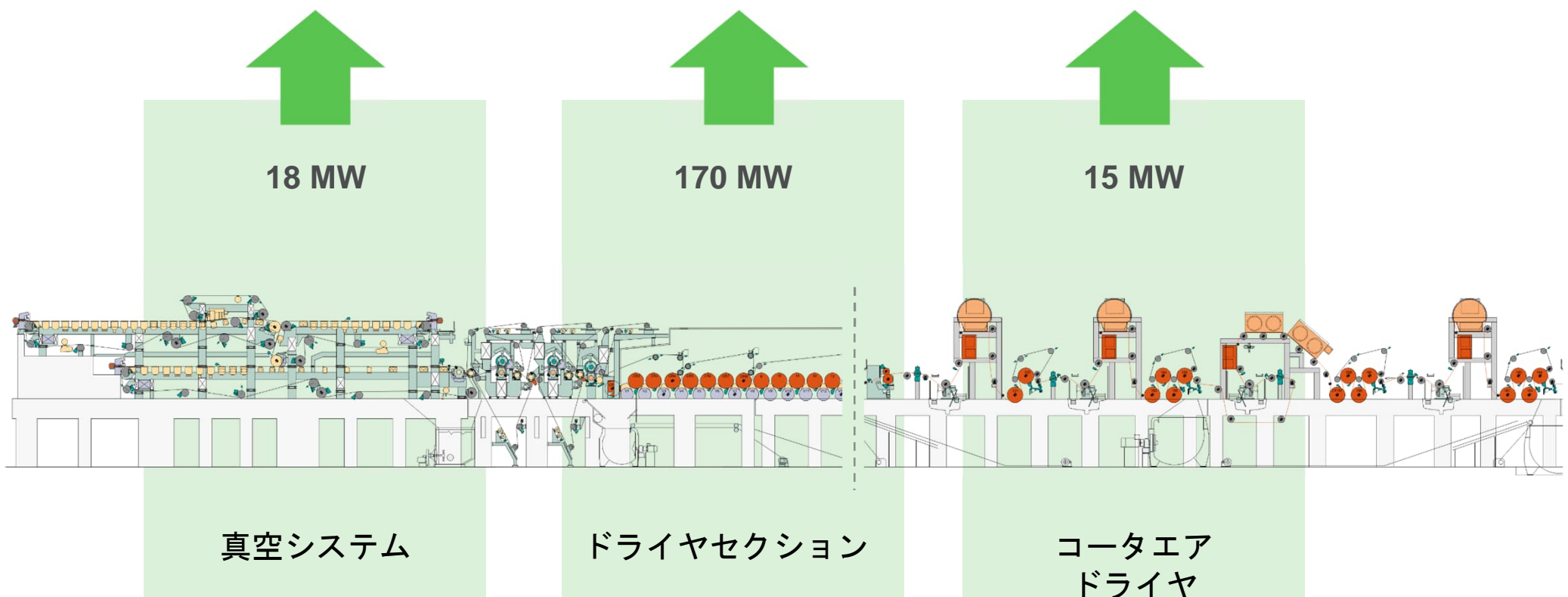
バルメット株式会社
サービス事業部 製紙技術部

清田 圭祐

- ・ ドライヤフードのエアバランスの最適化と熱回収
- ・ コータエアドライヤのノズルアップグレード

典型的なエネルギーフローの内訳

ドライヤセクションのフード排気は最大のエネルギー源である



Example case: FBB machine, production 172 t/h

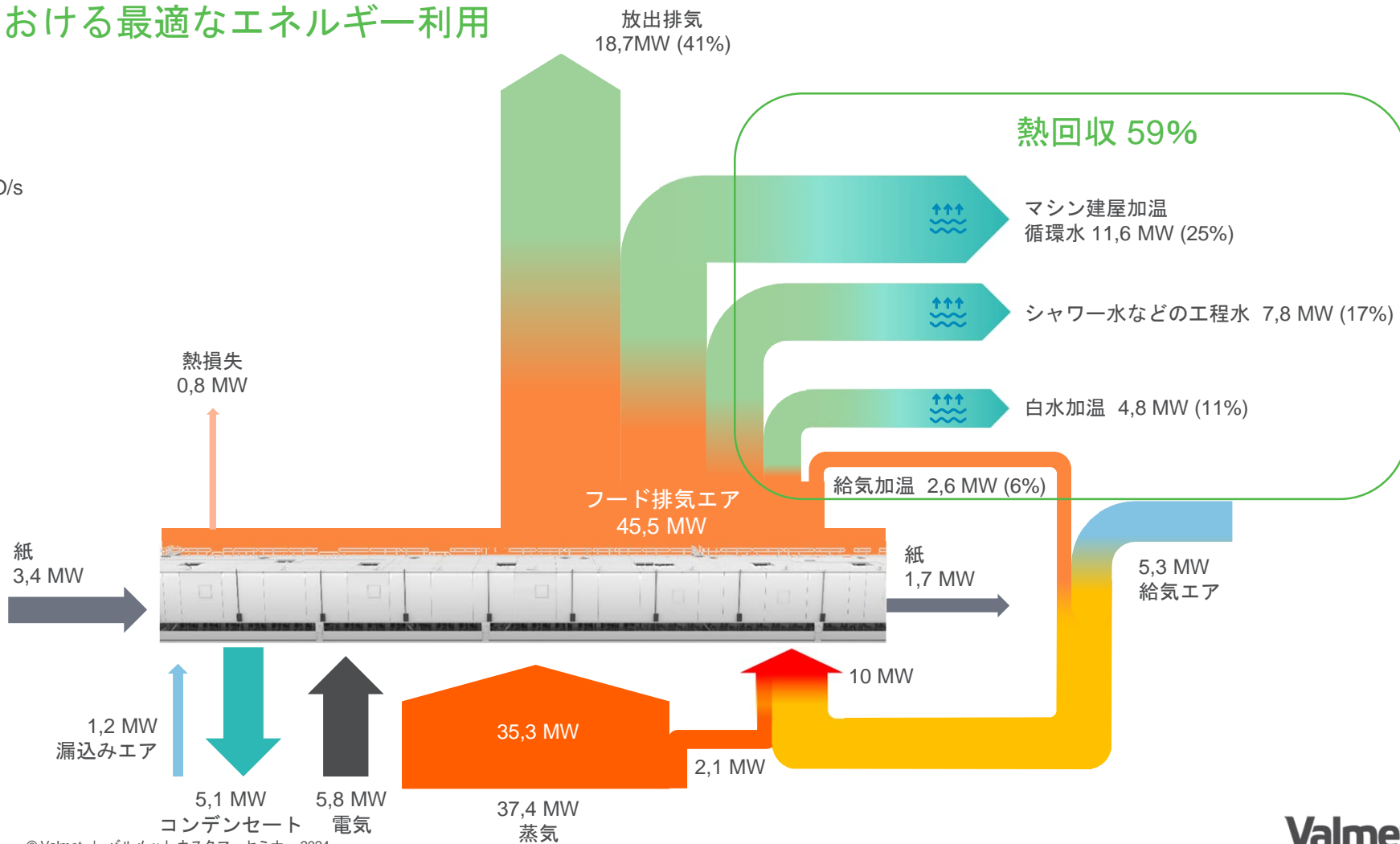
ドライヤセクションの熱バランス

紙の乾燥における最適なエネルギー利用

参考例

生産量 : 39,5 t/h

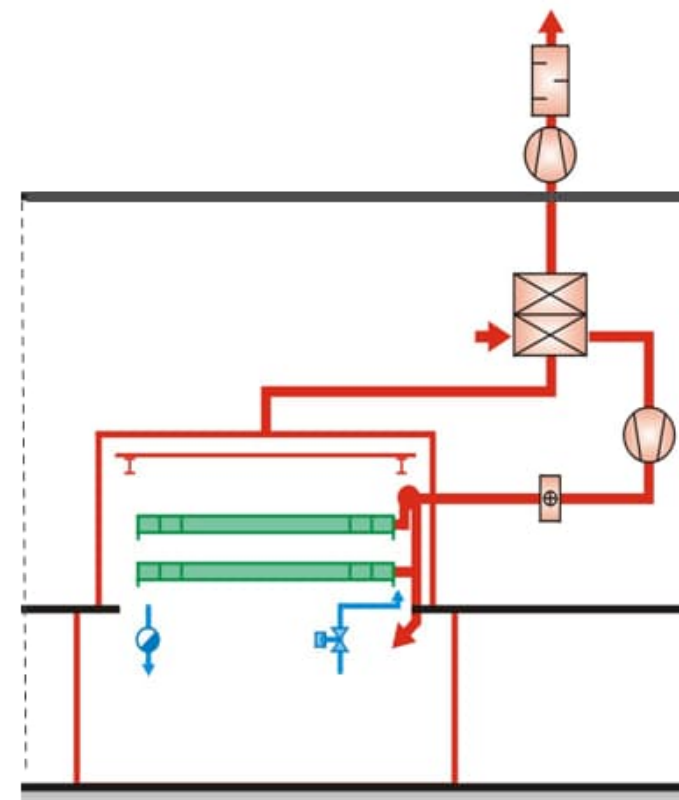
蒸発量 : 11,6 kg H₂O/s



ドライヤフードとフード換気の目的

重要なことはエネルギー効率の高いエアバランスを使用できるフード

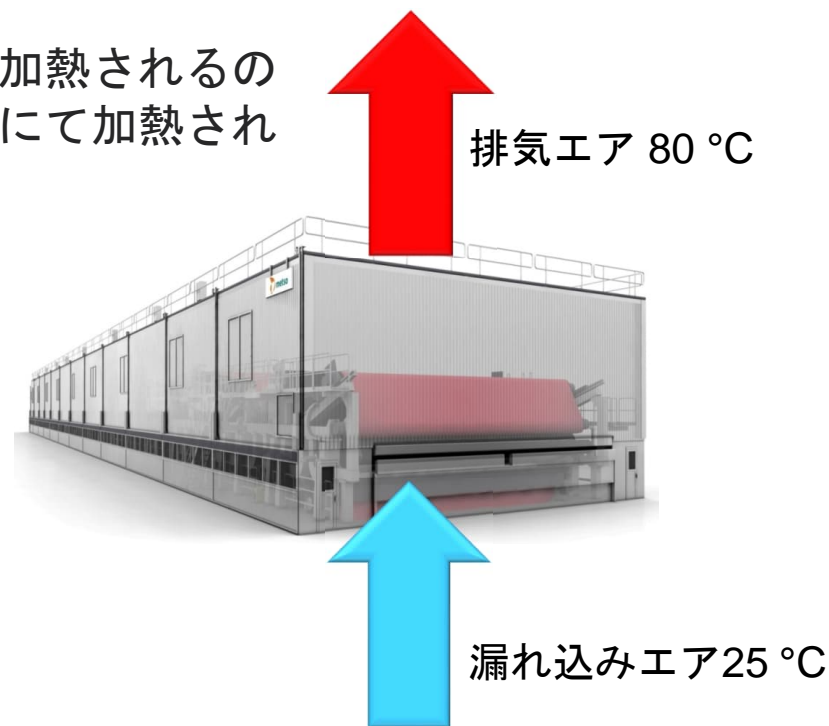
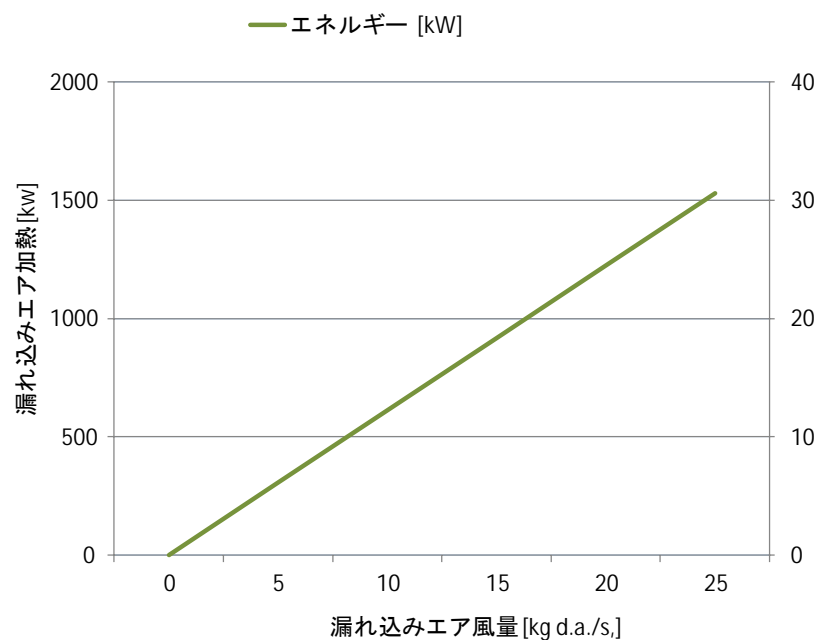
- 排気：蒸発水を排出
 - 目標は最小の排気量でドライヤからの蒸発水を排気すること
= 最大の排気湿度
 - 制限される要素：フードが結露せずに耐え得る露点
 - 高い排気湿度は熱回収ポテンシャルが高い
- 給気：制御された予熱エアの導入
 - 目標は熱交換器にて熱回収された給気を最大化すること
 - 制限される要素：フードを加圧し過ぎず給気を最大化すること
(ゼロレベル：2mの維持)
 - フードの気密性が高いほど、より多くの給気エアが使用出来る
(漏れ込みエアの最小化)



ドライヤセクションの換気

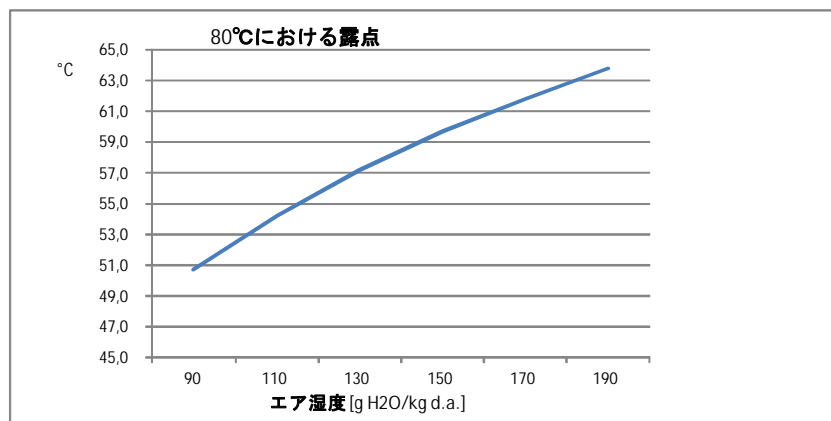
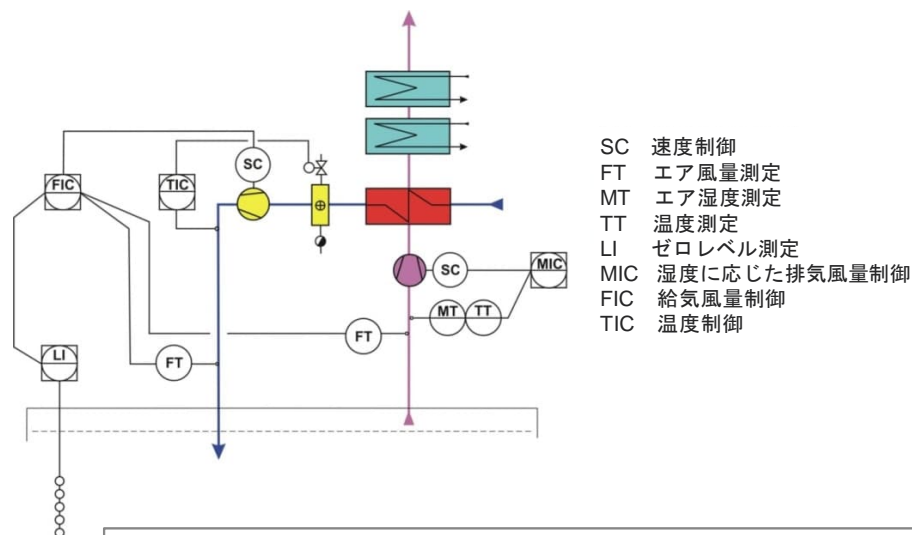
エアバランスはドライヤシリンダーの蒸気使用量にも影響する

- ドライヤセクションを通過するエアは排気温度まで加熱されるので、フードへの漏れ込みエアもドライヤシリンダーにて加熱される。（紙の乾燥に寄与しない蒸気）



良好なエネルギー効率の維持

Valmet XT フードエアバランス自動制御



- 排気エアの湿度設定値は排気エア湿度計にて設定される
- 排気エアの湿度は測定され、ファン速度によって最大湿度で制御される
- 給気エア風量(エアバランス)はエア風量測定より調整される
- ゼロレベル測定はエアバランスの微調整に用いられる
- 給気温度は蒸気熱交より制御される



省エネプロジェクト成功へのステップ

省エネの可能性を見るチェックリスト

どれか一つでも該当するなら → 省エネの可能性あり

- 蒸気消費 >1,3 t/t 蒸発水分量
- フード換気の自動制御なし
- フード排気湿度 <120 g/kg d.a.
- フード給気温度 > 100 °C
- 温水加温に生蒸気使用
- 白水加温に生蒸気使用



どのようにしてアクションを正しい範囲で正しい方向に導くか？

プロセスの測定データが将来のアクションの為の良い基礎を築く

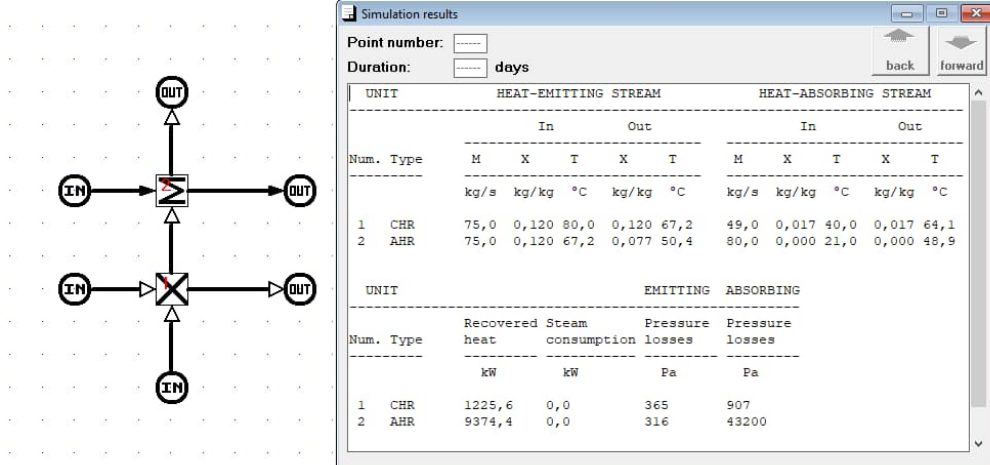
- プロセス測定とテスト
- 試行と分析
- 優先すべき結果と省エネの可能性を報告
 - 補修 (早急なアクション)
 - 改造 (短期アクション)
 - 再建 (長期アクション)



Valmet熱回収シミュレーションプログラム

適切かつコスト効率の良い解決案へのツール

- 換気測定は現行の操業パラメーターを明らかにするために実施される
- エア 流量や水量の加温要求は現行の消費量を基に評価される
- 将来の生産目標がエネルギーバランスに与える影響を試算する
- 回収エネルギー量とシステム設計パラメーターを割り出すため詳細なシミュレーションが行われる

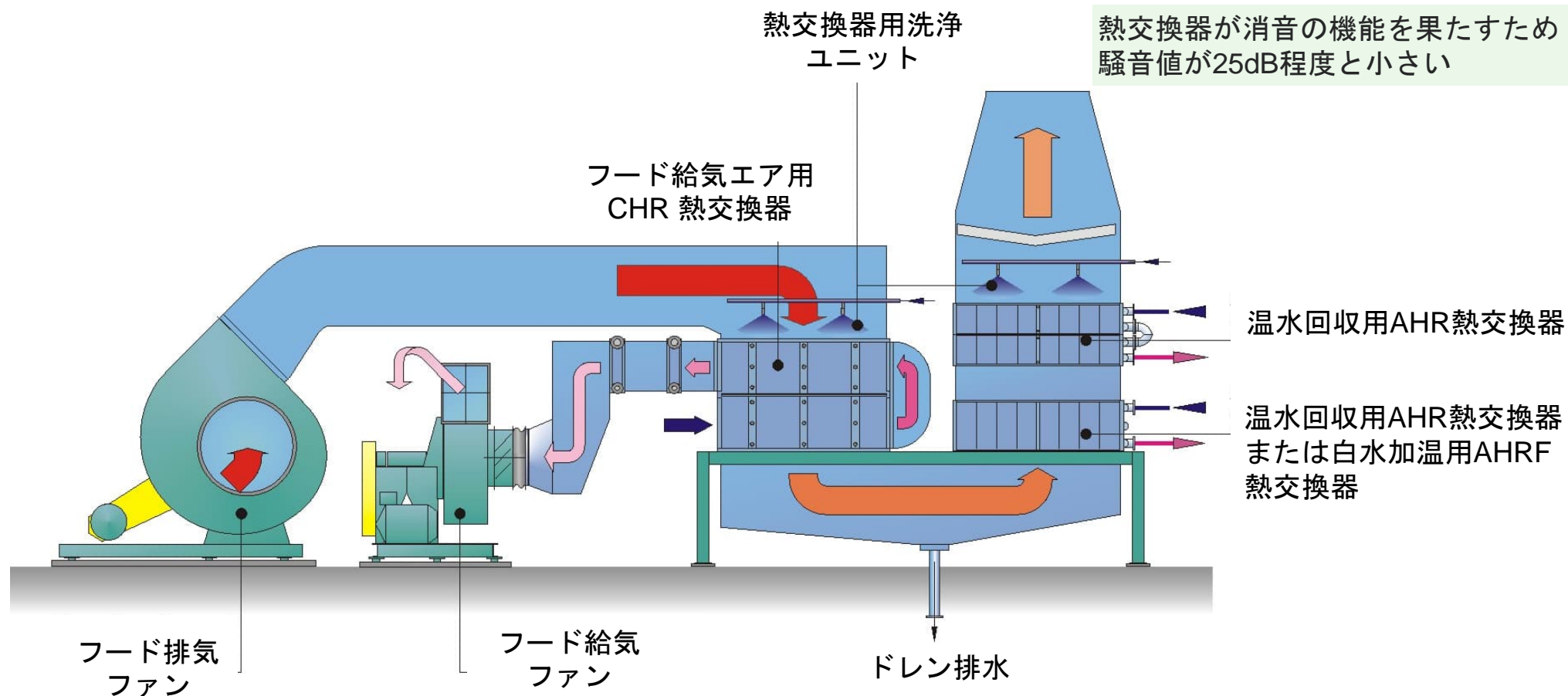




Valmet の熱回収ソリューション

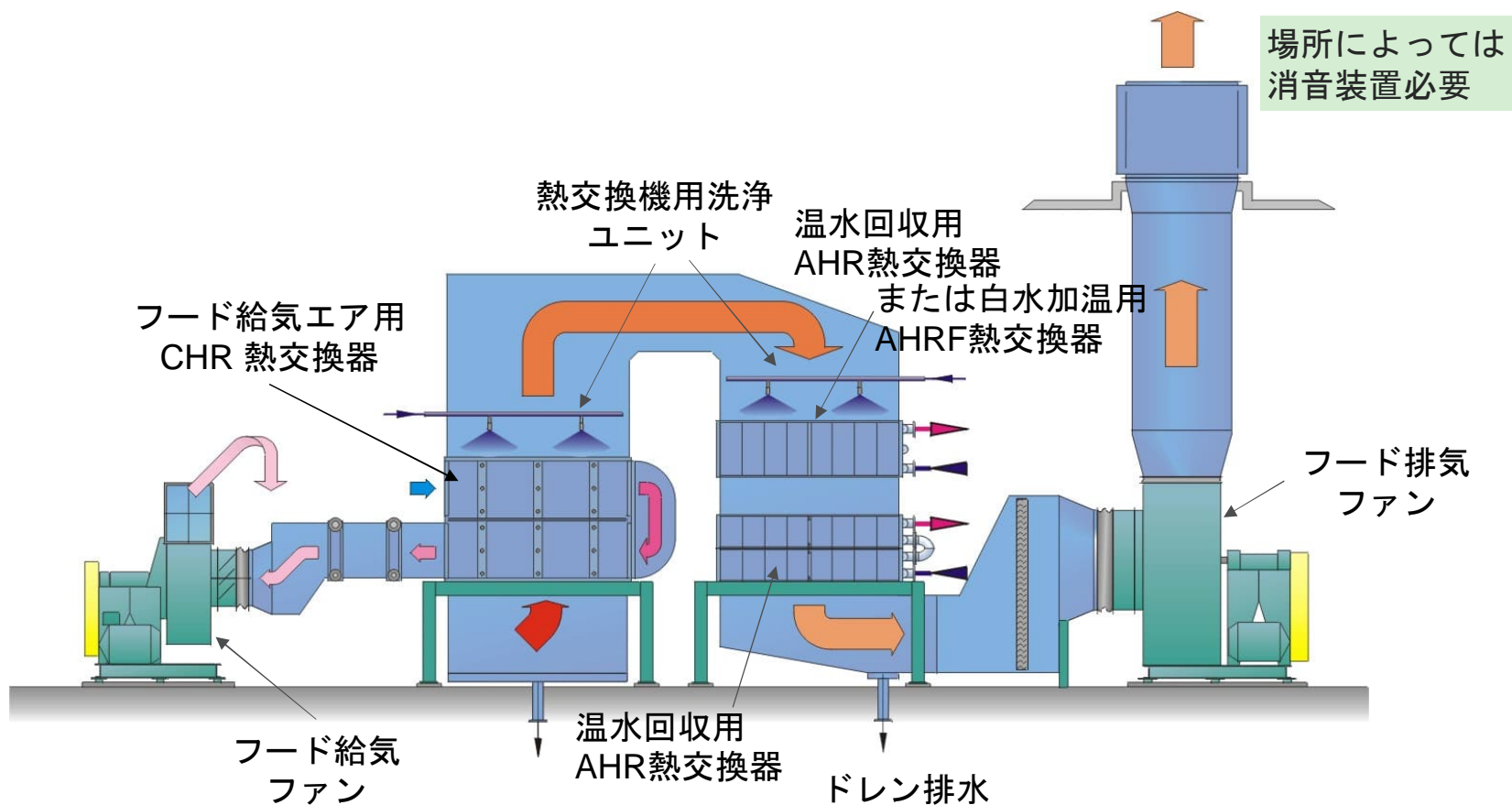
排気押し込み型の熱交回収設備の典型的な構造

レイアウトは可能なスペースに応じて設計

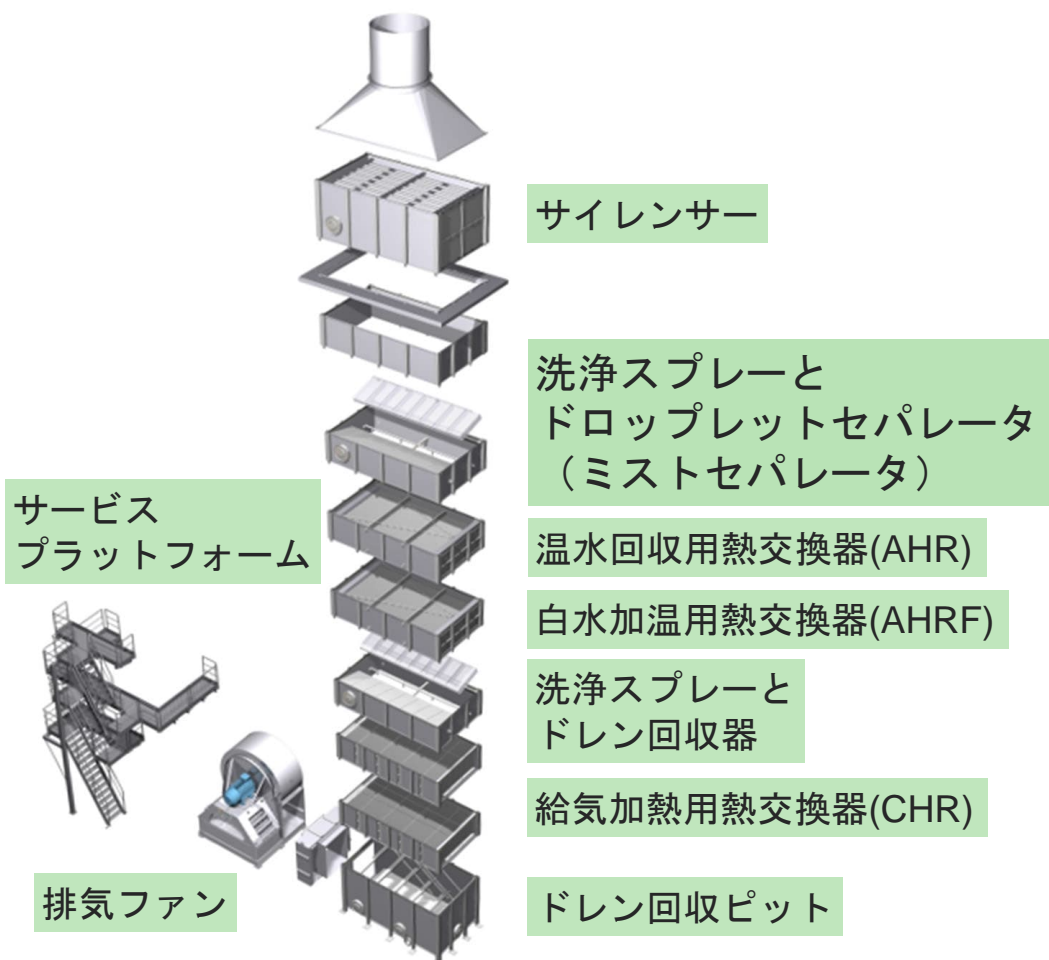


排気吸引型の熱交回収設備の典型的な構造

レイアウトは可能なスペースに応じて設計



タワー形式の熱交換器システム

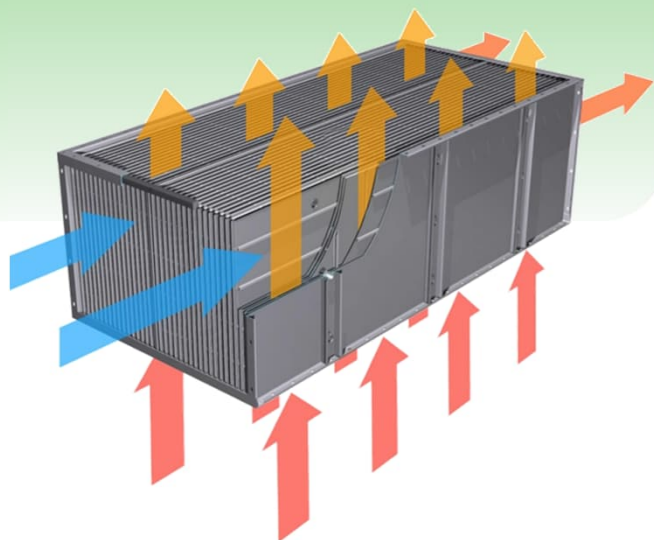


- タワー形式による省スペース
- 密閉製の高い構造
- 凝縮ドレンによるセルフクリーニング
- ドレン回収器によるCHRの熱効率低減防止
- 排気中の水煙やダストが減少
- 熱交換器がサイレンサー効果

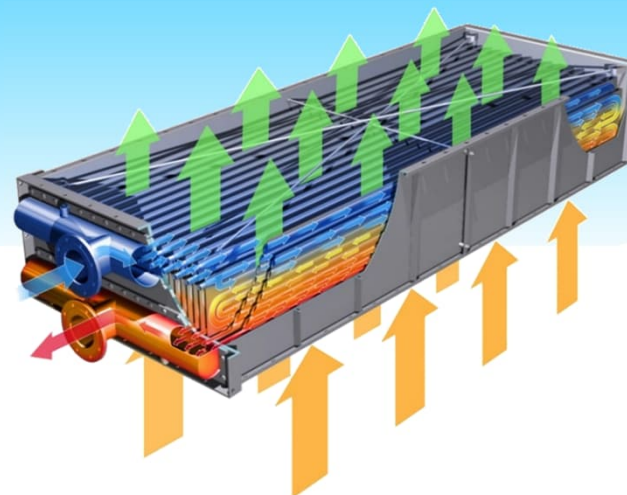
主要機器 - OptiAir 熱交換器

全ての熱回収レイアウトに使用可能、また繊維を含む白水にも使用可能

エア/エア (CHR)



エア/水 (AHR/F)

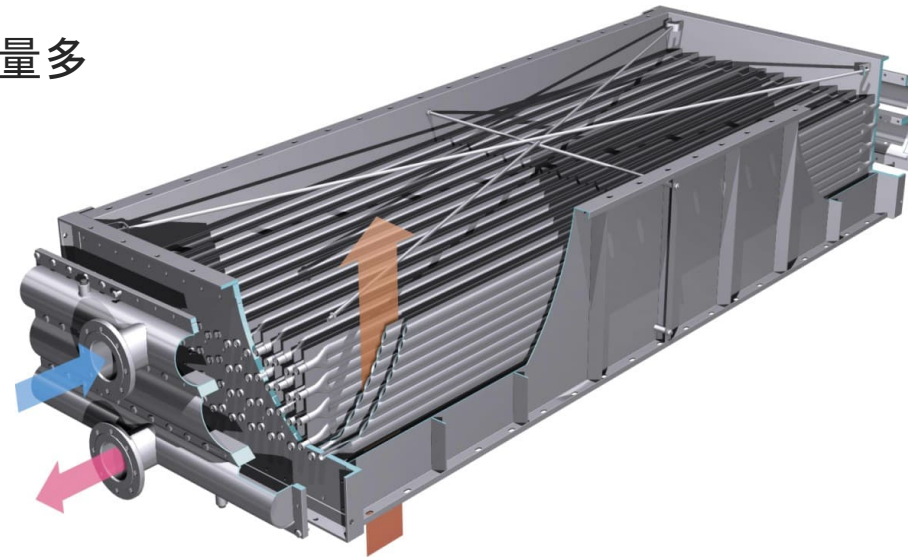


実証済みのステンレス板構造が長期間の操業を保証する
独特なデザインが限られたスペースで高い熱伝達を確保する
滑らかな表面がスケーリングのリスクを減らし容易な洗浄を確保する

白水の熱回収

AHRF熱交換器 – プレート型白水専用熱交換器

- 日本におけるヘッドボックスへの投入ストック温度は欧米諸国の45～55℃に比べて30～35℃と低い。
 - ウェットエンドでの脱水性能低下
 - ドライヤセクションにおける蒸気消費量多
 - 地合に影響
 - バクテリア、ピッチ、スライムの発生



白水の熱回収

AHRF熱交換器 – プレート型白水専用熱交換器

一般的にストック温度を10°C上げればプレス出口のドライネスは0.5~1.0%上がり、1%のドライネス向上はドライヤセクションでの3~4%の蒸気削減につながる



生蒸気での白水加温は蒸気原単位の面から決して効率の良い方法ではない



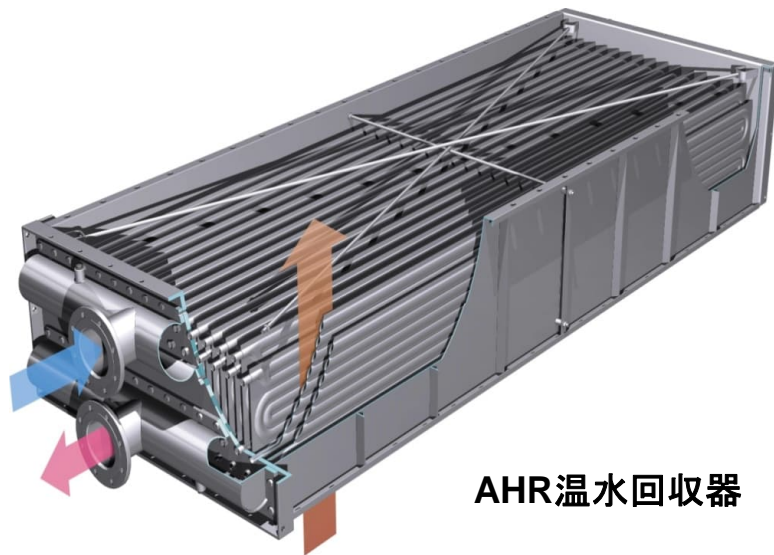
ドライヤフード、ターボブロワからの多くの熱エネルギーが残存する排気を利用して加温

白水の熱回収

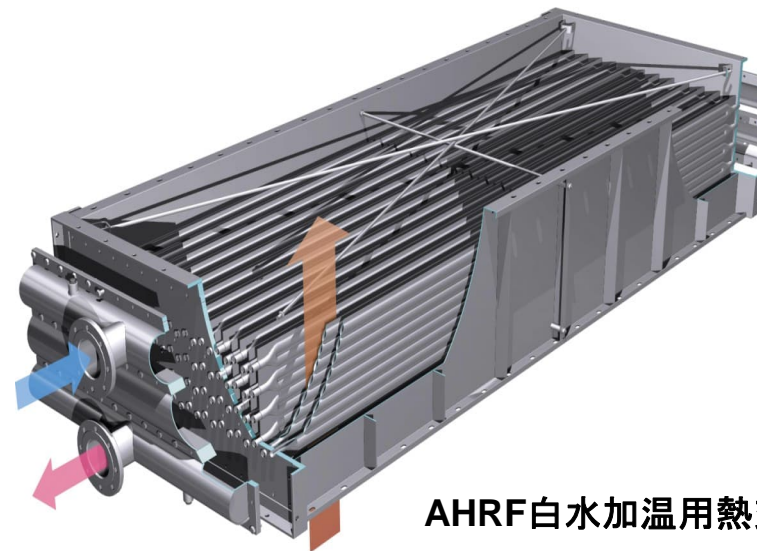
AHRF熱交換器 – プレート型白水専用熱交換器

Valmetのユニークなデザイン

- 熱伝達性の高いプレート式
- 白水に含まれる繊維分、フィラーがスケールとなって堆積しづらい
- 洗浄が可能



AHR温水回収器

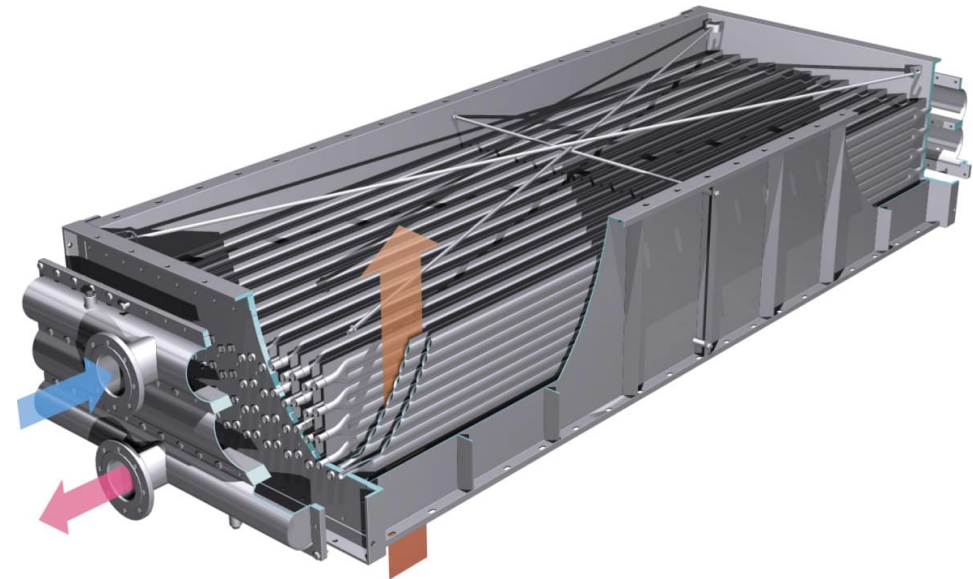


AHRF白水加温用熱交換器

AHRF 白水用熱交換器(1/2)

AHRF 排ガスと繊維分を含んだ白水専用の熱交換器

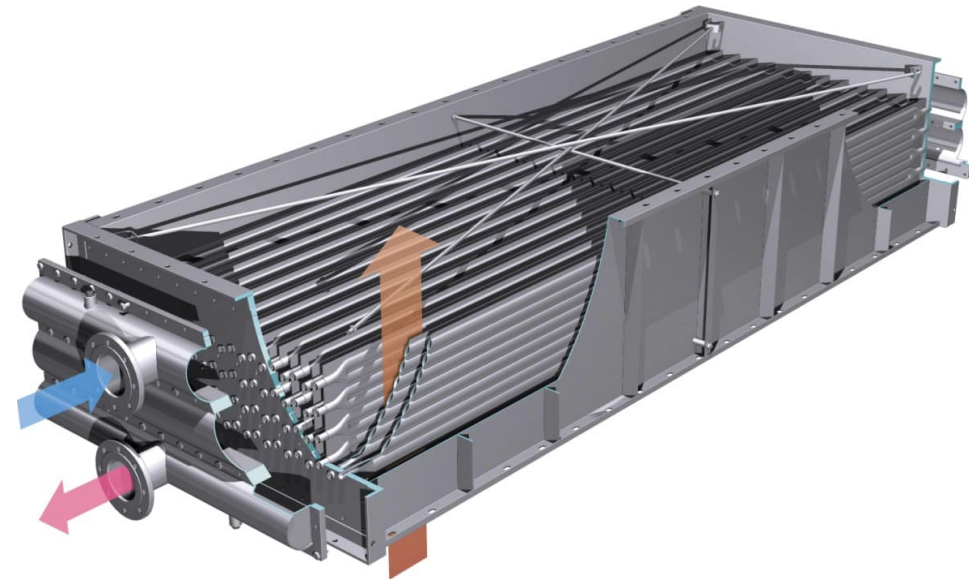
- プレート構造
 - 小さなスペースに大きな伝熱面積を有する
 - 圧力損失が小さい
- 伝熱エレメントは自動溶接により製作される信頼性の高い構造
 - それぞれのエレメントを個別に圧力検査と製品検定を実施
 - 連続生産のため一定間隔で抜き打ち破壊検査を実施し品質を管理



AHRF 白水用熱交換器(2/2)

AHRF 排ガスと繊維分を含んだ白水専用の熱交換器

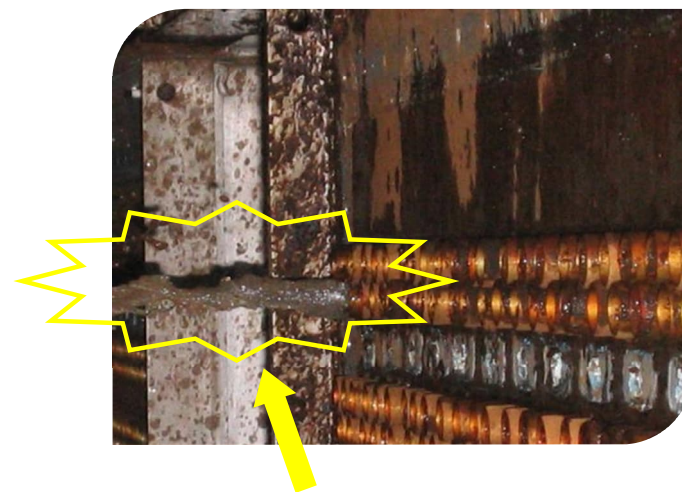
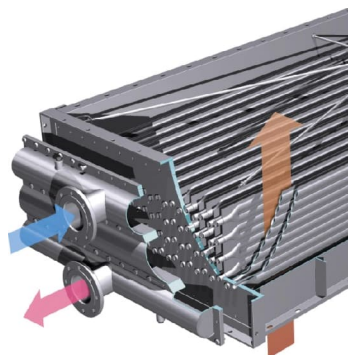
- ユニークな熱交換設計
 - 一般的なチューブ式よりコンパクトな設計
 - 従来のどの熱交換器より洗浄が容易な設計（ガス側、白水側とも）
繊維分を含んだ白水側の洗浄も可能
- ステンレススチール構造
 - 紙・板紙のマシンに最適な材質
- 長期連続運転が立証された構造
 - 世界各国に1000台以上の実績
- 従来の熱交換器では長期運転は不可
 - 従来のチューブ式ではガス側の洗浄が困難で大掛かりな解体洗浄が必要
 - 従来のプレート式では繊維を含んだ白水側の洗浄が困難で長期運転ができない（プレートの交換が必要）



シャットダウン時のAHRF熱交換器の洗浄

チャンネル内の洗浄

- ヘッダーが取り外し可能
- チャンネル内を洗浄水で洗い流せる



高圧洗浄にて洗われ出た汚れ

改善した熱回収

例: SCA パッケージング Obbola PM 1, スウェーデン

”改造結果は全ての期待を満足させた。現状のエネルギー価格において、全投資の回収期間はSCAの予想より大きく早めた”

プロジェクトマネージャー Peter Brunesson, SCA Obbola

- クラフトライナーマシンの熱回収を改善するために既存の熱回収塔を入替えた
- 最大回収熱量は 11 MWオーバー
 - ドライヤ給気エア 870 kW
 - プロセス水6900 kW (以前は無かった)
 - マシン建屋換気用の循環水 3700 kW



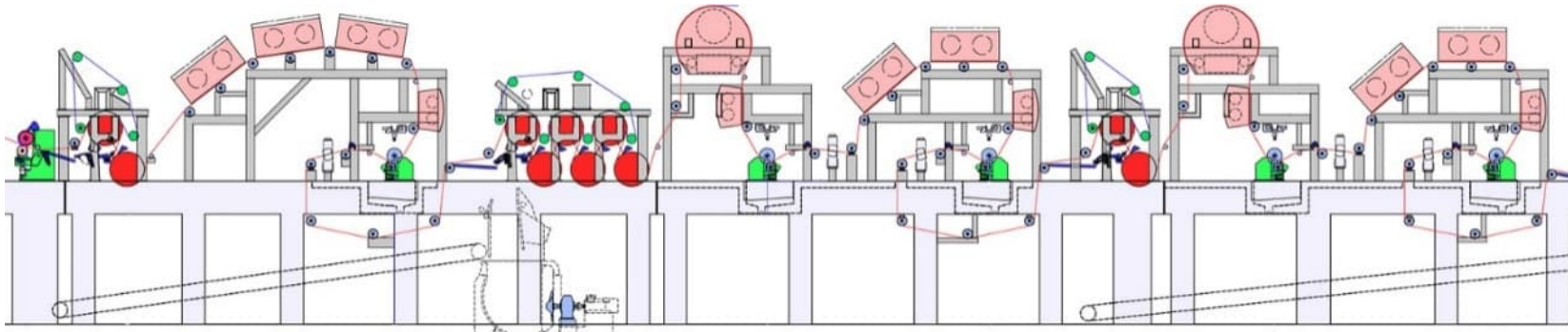
- ・ ドライヤフードのエアバランスの最適化と熱回収
- ・ コータエアドライヤのノズルアップグレード



エアドライヤのノズル交換による 熱効率向上

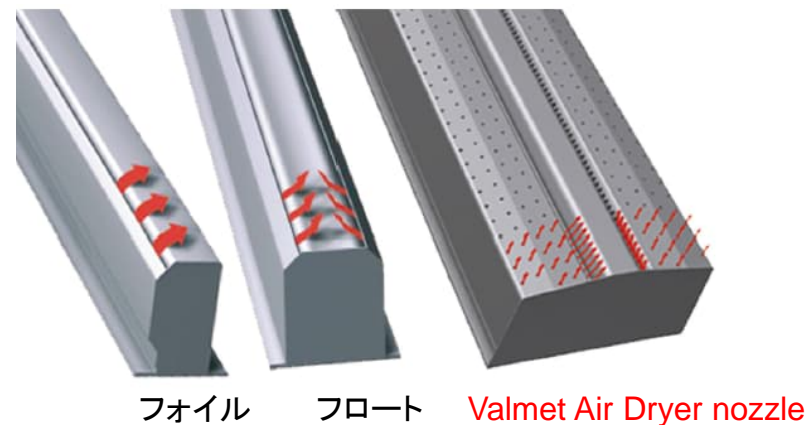
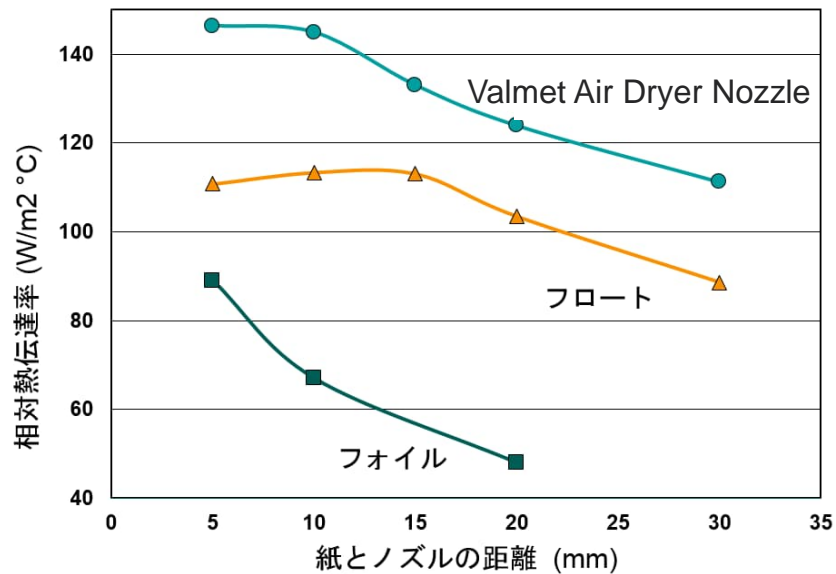
塗工紙の乾燥

コータドライヤの例



- | | |
|----------|--|
| 赤外線ドライヤ | ガス式または電気式で赤外線放射による非接触加熱乾燥 エアドライヤで同等以上の品質確保が可能となってきた |
| シリンダドライヤ | 蒸気シリンダによる接触加熱乾燥 ウェブを引っ張る役目、カールコントロール、クーリング |
| エアドライヤ | 片面または両面にエアノズルを配置して熱風乾燥 エアノズルの改良で大幅なエネルギーコスト削減 |

エアドライヤのノズル



- | | |
|------------------------------------|---|
| フォイル | 紙との距離が離れると熱伝達率が極めて低い 紙走行の保持力が低い |
| フロート | 紙との距離が15mm程度までは熱伝達率が落ちない 2本の対向ノズルで紙走行の保持力がある |
| Valmet Air Dryer nozzle | 高い熱伝達率を達成 高い紙走行の保持力 |

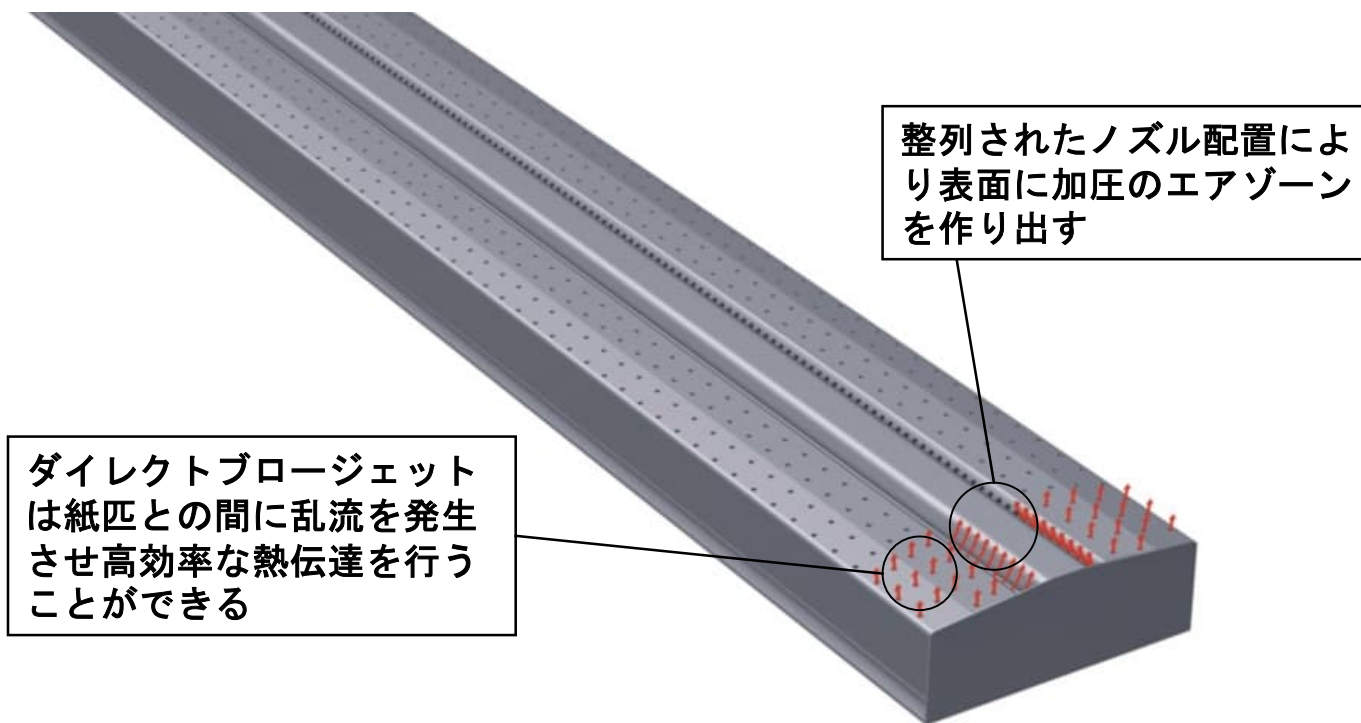
既設エアドライヤのノズルのアップグレード

- 高負荷乾燥能力を必要とする場合にも対応可能
- 既設エアドライヤの乾燥能力を上げることでの生産能力向上を実現
- エネルギー効率の改善
- コータマシンのレイアウト変更が不要
- エアドライヤの制御システムの変更不要
- 紙匹の走行性安定



Valmet Air Dryer nozzleの高効率ノズル技術

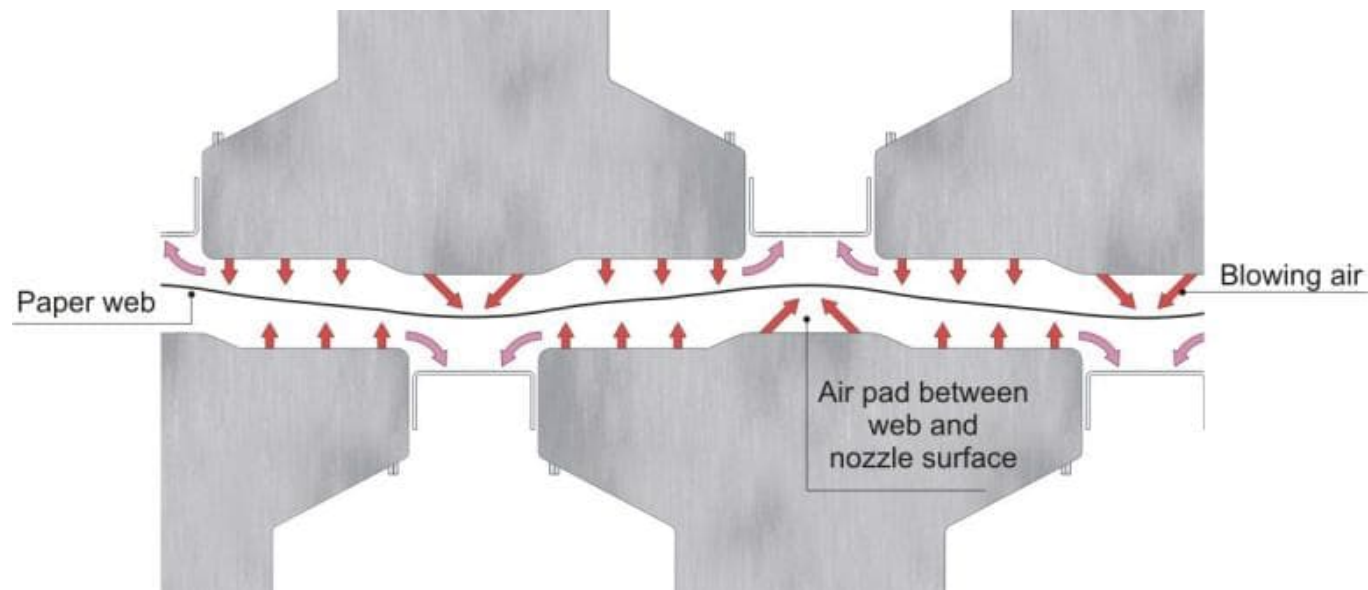
Valmet Air Dryer nozzleは高効率のダイレクトブロージェット（インピンジメントノズル）により乱流を発生させ非常に高い熱伝達を可能にした



Valmet Air Dryer nozzle

作動原理

- 幅広ノズルによって乾燥面積をアップ
- ホットエアの直接噴射によって高い乱流を起こして熱伝達効率を上げる。
- ノズル間には安定したエアパッドを作り出し安定走行性をはかる。

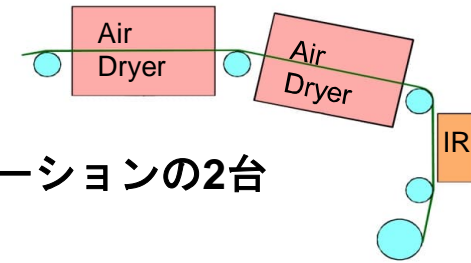


Valmet Air Dryer nozzleへの改造

- 塗エマシンで古いバー型ノズル（ファイルノズル、フロートノズル）を使用しているエアドライヤに適用可能
- 通常、既設ノズルを撤去、エアドライヤ内のノズルへのエア供給ヘッダーを改造しドライヤ内に多孔板を設置する
- 状況によっては、エアシステム（ファン、バーナー、スチームコイル、ダクト）のアップグレードが必要になるケースも有り
- 改造に当たっては休転時間は最小限で計画
- コータのレイアウトは変更無し
- エアドライヤの制御は変更無し
- Valmetによる乾燥シミュレーションによってドライヤセクションの最適化を強かにサポート

Valmet Air Dryer nozzleの実績例

Sappi Stockstadt GmbH SM 2, Germany



- 新しいValmet Air Dryer nozzleを第1コーターステーションの2台のエアドライヤに設置
- 目標はガス赤外線ヒータから高効率なValmet Air Dryer nozzleを有したエアドライヤに乾燥を移しエネルギー削減を目指した



Sappi Stockstadt のメカニカルエンジニアのUlla Peuraさんと操業長のRainer Griesemerさんのコメント；

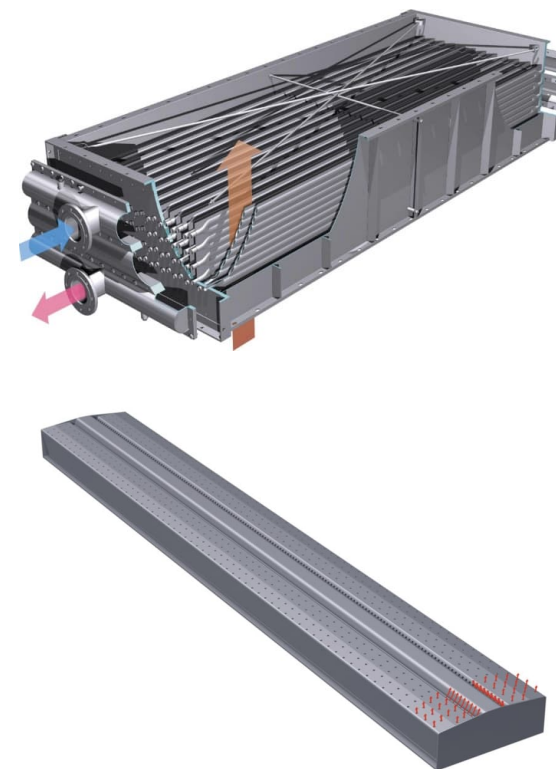
- 新しいノズルにより我々は第1コーターステーションで省エネ目標（ガス消費量削減）を達成し、最大35%の節約が可能となった
- Valmetが約束した通り、機械の乾燥能力が増加し、所定のガス消費量が減少した
- 我々のエネルギー削減目標など、全ての期待が達成し、このプロジェクトを行うことができ非常に幸せである

まとめ

- フード給排気バランスと熱回収
 - フード給排気バランスの最適化（Valmet XT コントロール）
 - 適切な熱回収装置の設置（CHR、AHR、AHRF）
- エアドライヤのノズルアップグレード
 - 高効率なエアドライヤノズル（Valmet Air Dryer Nozzle）による省エネ

まずは現状の測定とシミュレーションで省エネの可能性を検討

→ マシン改造で省エネの実現を！



Valmet
FORWARD

