

EvaConエバコンジャケット

ウォールウェッターとの組合せで、瞬時冷却・瞬時加熱が容易！

WWエバコン蒸発プラス

1. 概要

ウォールウェッターの伝熱面を常に有効に使用できる機能と、閉じたジャケット内流体の相変化（凝縮・蒸発）を巧みに組合わせた画期的な加熱、冷却システムが誕生しました。一般に温水加熱と比較して真空（減圧）蒸気による加熱は伝熱性能がよく、広く使用されていますが、伝熱面が全面使用できないと温度制御が困難で、補助の真空発生装置が必要なため、真空蒸気の発生用に大掛かりな装置が必要なことが今までの常識でした。新しく開発した本ジャケットを設けた釜にウォールウェッターを使用することで、ジャケット部に一度、真空条件を用意すれば、真空の発生装置は不要です。ウォールウェッターと組み合わせにより、簡単に加熱・冷却の切り換えがしかも非常に短時間にできるようになりました。相変化を応用しているため、加熱も冷却も思いのままにできるWWエバコン蒸発プラスの誕生です。このスーパージャケットの名前はエバコンジャケット（エバコン：蒸発凝縮の意味）です。エバコンジャケットはジャケット内の液の蒸発で仕込み液の冷却、ジャケット内の蒸気の凝縮で仕込み液の加熱をする、まさに最高の伝熱性能を有する装置です。ジャケットに封入する液体で使用可能な温度範囲が決まります。たとえば、水・水蒸気を封入する場合には、180℃程度から30℃の範囲が最適です。

2. 装置の概要・構造

エバコンジャケットの基本構造を図1、図2に示します。

エバコンジャケットに水を入れて、ジャケット内ヒータまたは加熱部で加熱し、蒸発が始まると仮連結したコンデンサーで凝縮しながら、ジャケットの空気が抜けると封をします。これだけで準備は完了です。コンデンサーは取り外して結構です。真空が悪くなってきたら同じ操作をするだけでOKです。実際に釜内の仕込み液を冷却する場合は冷却水をジャケット上部の冷却管入口に入れるだけです。使用温度範囲を変えたい時は封入液体を変えるだけで最適な温度に設定できます。操作は水の場合と同じです。希望の液を入れ、沸騰して出てきた蒸気を仮連結したコンデンサーで凝縮させ、圧力を調節しながら空気などの不凝縮性ガスが抜けた適当な時間で封入してしまいます。これで真空は保たれ、真空ポンプは不要です。図1、2のように、加熱部熱源は蒸気でも熱媒でも電気ヒータでも可能です。ウォールウェッターの持つ「蒸発・昇温・冷却時間の短縮」「コゲ付きの少なさ」「少量液での運転」「2液相の混合」といった機能に加えて、ジャケットに密閉型の真空蒸気システムを採用したことにより、凝縮と蒸発いずれにも使用することができ、本体液（仕込み液）の急速加熱、急速冷却が可能になりました。伝熱面が100%使用できることで温度制御も安定的です。

3. 装置の作動原理

常温では真空ジャケットの蒸気を使用します。従来のジャケットは本体側の液のある部分しか利用していませんが、WWを使用することで、ジャケット側も本体側も常に100%伝熱面を有効に使用します。ジャケット側は常に封入流体の潜熱を利用する凝縮伝熱（仕込み液の加熱）か蒸発伝熱（仕込み液の冷却）を行いますので装置が小さくても従来の温水や冷水の顕熱を利用する装置の数倍以上の伝熱性能を達成します。また、従来の装置に比較して、急速加熱からすぐに急速冷却に切り換えることができます。実際には減圧状態で100℃以下の沸点での溶剤の蒸発回収にも最適ですが、仕込み液の加熱冷却も含めた内容で説明します。この場合、非常伝熱速度は次式のように表せます：

$$\frac{dQ}{dt} = US(T_j - T_f)$$

ジャケット側は相変化（凝縮・蒸発）による伝熱のため、ジャケット側伝熱抵抗は極めて小さく、換言すれば、ジャケット壁面の温度はジャケット内部の飽和状態の蒸気・液の温度 T_j に等しく、総括伝熱係数 U はほぼ釜内側

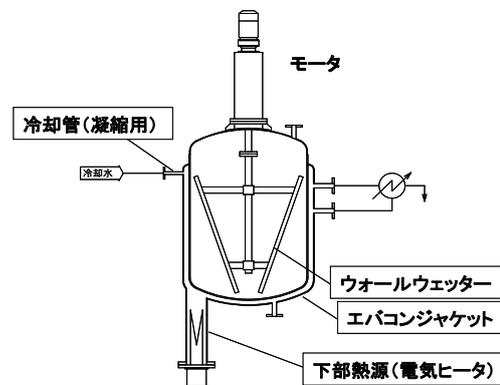


図1 エバコンジャケット（電気ヒータの場合）

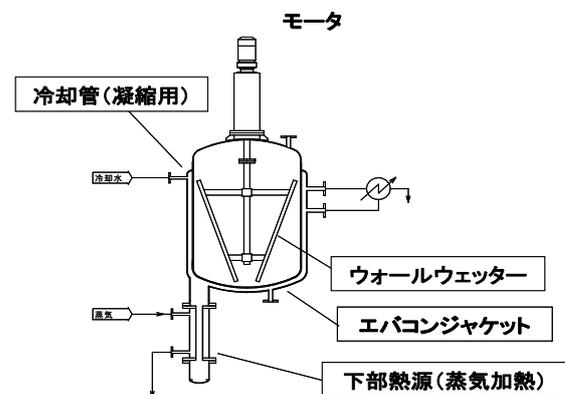


図2 エバコンジャケット（蒸気加熱の場合）

の境膜伝熱係数値になります。WW を使う限りジャケット伝熱面積 S も一定です。

(3-1) 加熱の場合：ジャケット上部の冷却管は使用せずに、下部の熱源 Q_h (蒸気または電気ヒータによる加熱) により発生した蒸気を伝熱面に接触させて凝縮させ、その潜熱を釜内の仕込み液の加熱 Q_w に使います。凝縮による蒸気減少 (圧力低下) を補うように下部熱源により沸騰・蒸発が継続して蒸気加熱の場合、ジャケットは同じ沸点に維持されながら、仕込み液の加熱が継続します。電気ヒータにより加熱する場合は T_f の上昇に追従して T_j 、 P_j とも上昇しますので、 T_f が目標値に到達すれば加熱を速やかに停止します。

(3-2) 冷却の場合：ジャケット上部の冷却管で凝縮された液をジャケット側伝熱面に膜状に流下させ、釜内流体から熱 Q_w をもらって蒸発させます。通常、ヒーター (下部熱源) は使用せず、 $Q_c = Q_w$ になるように、冷却水で制御します。冷却水の温度と流量を変えないで冷却する場合、釜内流体の冷却が進む (T_f が低下する) につれてジャケット側の T_j 、 P_j が自然に低下するため、温度差が維持され、冷却能力の急な低下はなかなか起きません。加熱から冷却に切り替えた瞬間、圧が急降下して突沸が起き、釜内流体は急冷されます。

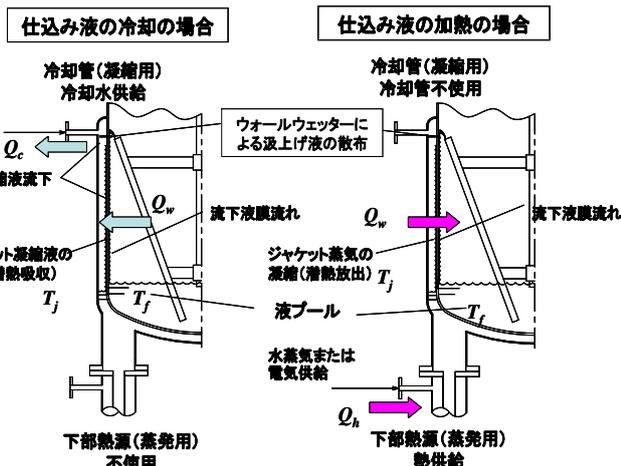


図3 エバコンジャケットによる加熱・冷却の原理

4. 実施例

電気ヒータ加熱の場合の実験データを図4、5に示します。ジャケットに水・水蒸気を封入し、釜には水を入れ、加熱・冷却テストをした場合を図4に示します。加熱の場合は簡単に140℃まで上昇して定温を保っています。冷却の場合はジャケット内に設けた冷却コイルに冷却水を導入するだけで約60℃一定に保たれています。同じ装置で、ジャケットにドデカンを入れて沸騰させ、ドデカンの液と蒸気のみ共存状態で封入すれば、エバコンジャケットの準備完了です。ドデカンのように沸点の高い液の場合、コンデンサーから真空ポンプで補助的に真空にすることで、低温でジャケットを真空にできます。蒸発タンクにも高沸点の液を入れ、電気ヒータでエバコンジャケットのドデカンを加熱して、高沸点液の温度追従性能を見たのが図5です。

5. 特徴

ウォールウェッターとエバコン (真空蒸発と凝縮) を組み合わせることにより、効率よく加熱、冷却ができます。すなわちウォールウェッターにより全伝熱面積が活用されて真空蒸気で仕込み液の急速な加熱・蒸発および冷却ができること、また、設定温度に保つことも簡単であり、加熱・冷却の切り替えも瞬時にできることなど、いろいろな利点があります。反応釜を急冷して暴走を抑えることも可能で安全弁のような役目も期待できそうです。

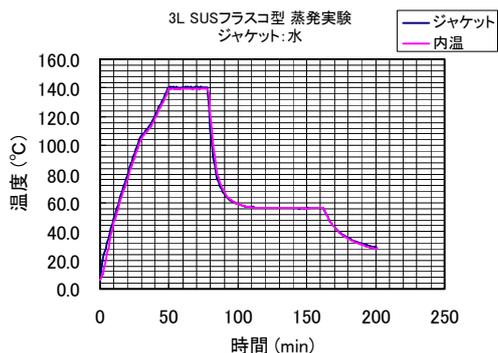


図4 水を熱媒体とした加熱・冷却テスト

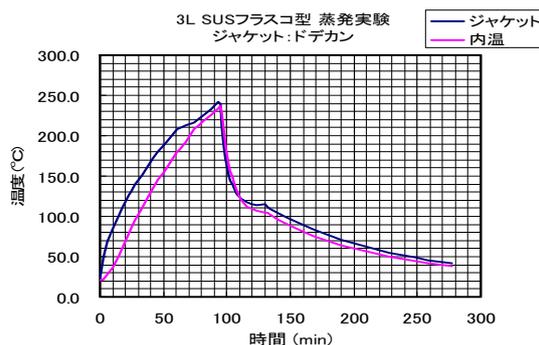


図5 ドデカン熱媒体とした加熱・冷却テスト

6. 結び

ジャケットに封入する液を選べば望む温度範囲のジャケットを用意でき、相変化を利用しますので、高い伝熱性能の蒸発釜、加熱・冷却器、反応器となります。エマルジョンやポリマー溶液から溶剤を除去・回収したい場合、製品物性が変化しないように、減圧にして40～60℃まで沸点を下げて溶剤を蒸発させますが、その時、このエバコンジャケットを使いますと、ジャケット側も相変化を伴う伝熱となり、非常に熱効率がよく、処理時間の短縮もでき、大いに威力を発揮します。反応器に応用しても (反応の終了・条件切り換えなどで) 加熱・冷却の切り換えが必要な時も簡単に迅速に短時間でできます。