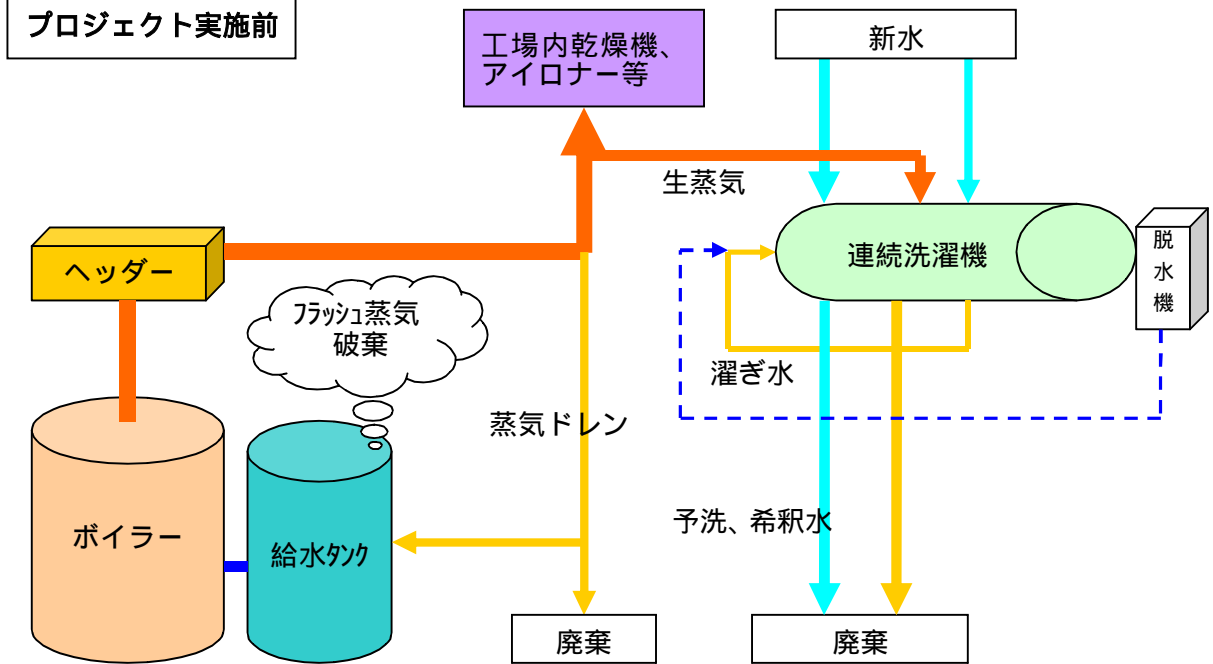
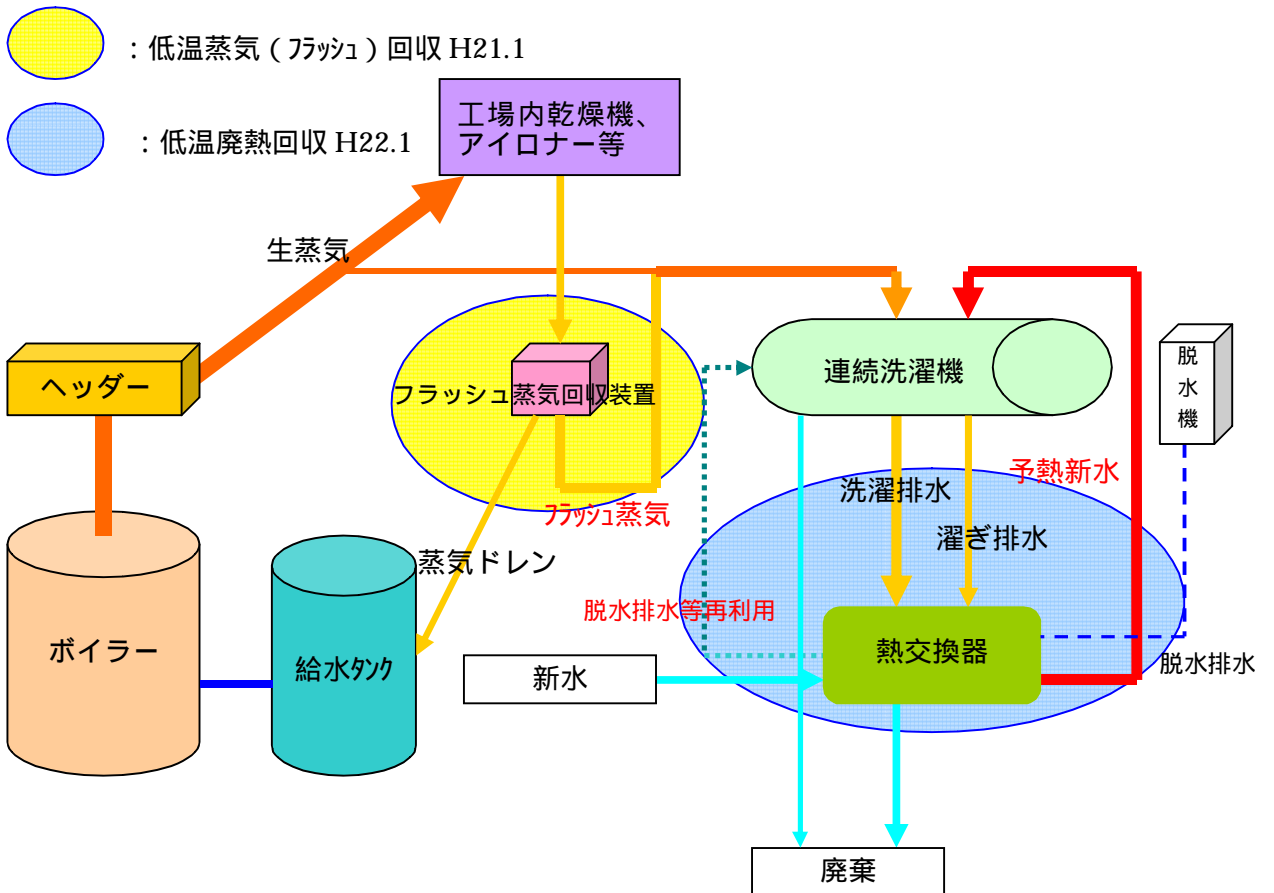


プロジェクト実施工場の概略図

プロジェクト実施前



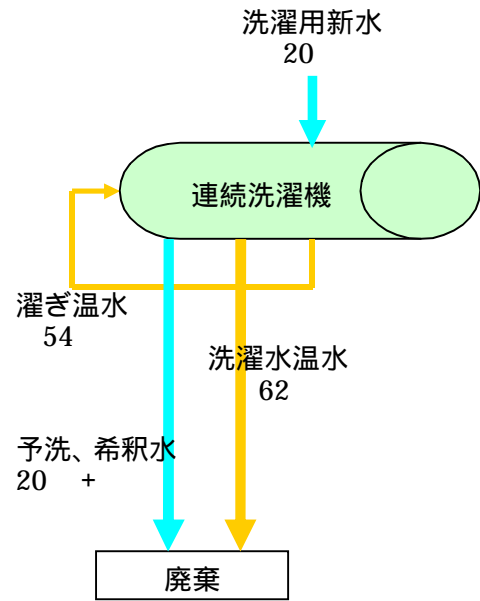
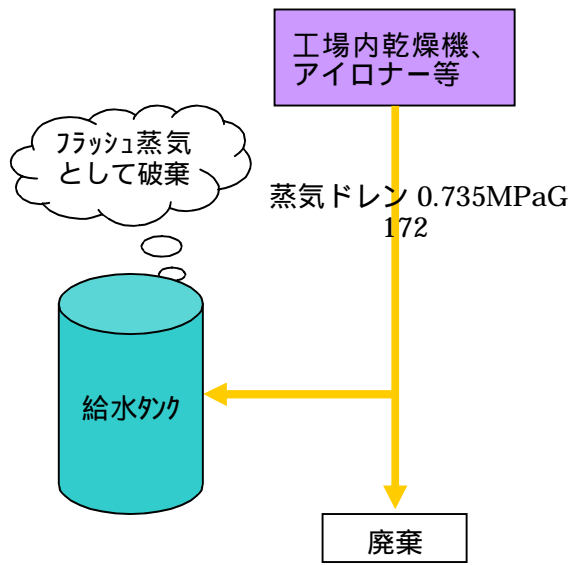
プロジェクト実施後



- : 低温蒸気 (フラッシュ) 回収 H21.1
- : 低温廃熱回収 H22.1

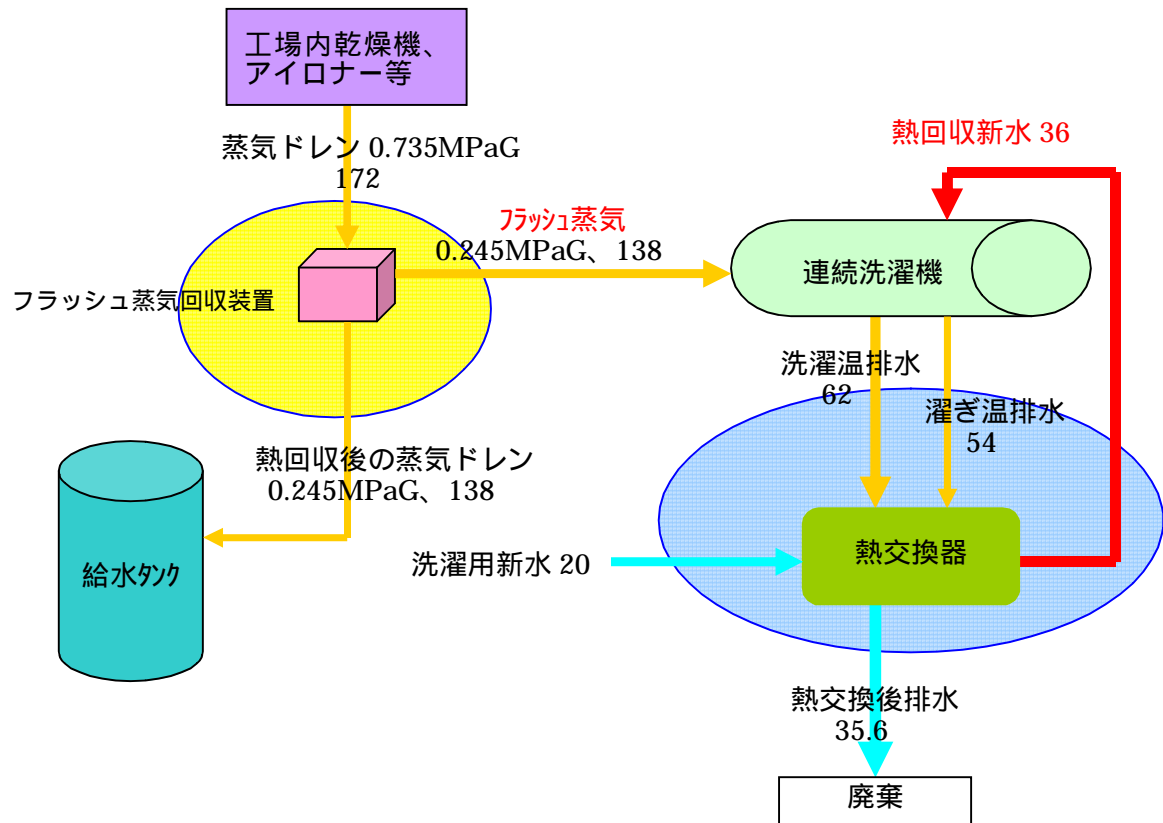
プロジェクトにおける蒸気と水の概要

プロジェクト実施前



プロジェクト実施後

- : 低温蒸気 (フラッシュ) 回収 H21.1.4
- : 低温廃熱回収 H22.1.19



プロジェクトにおける熱回収の概略

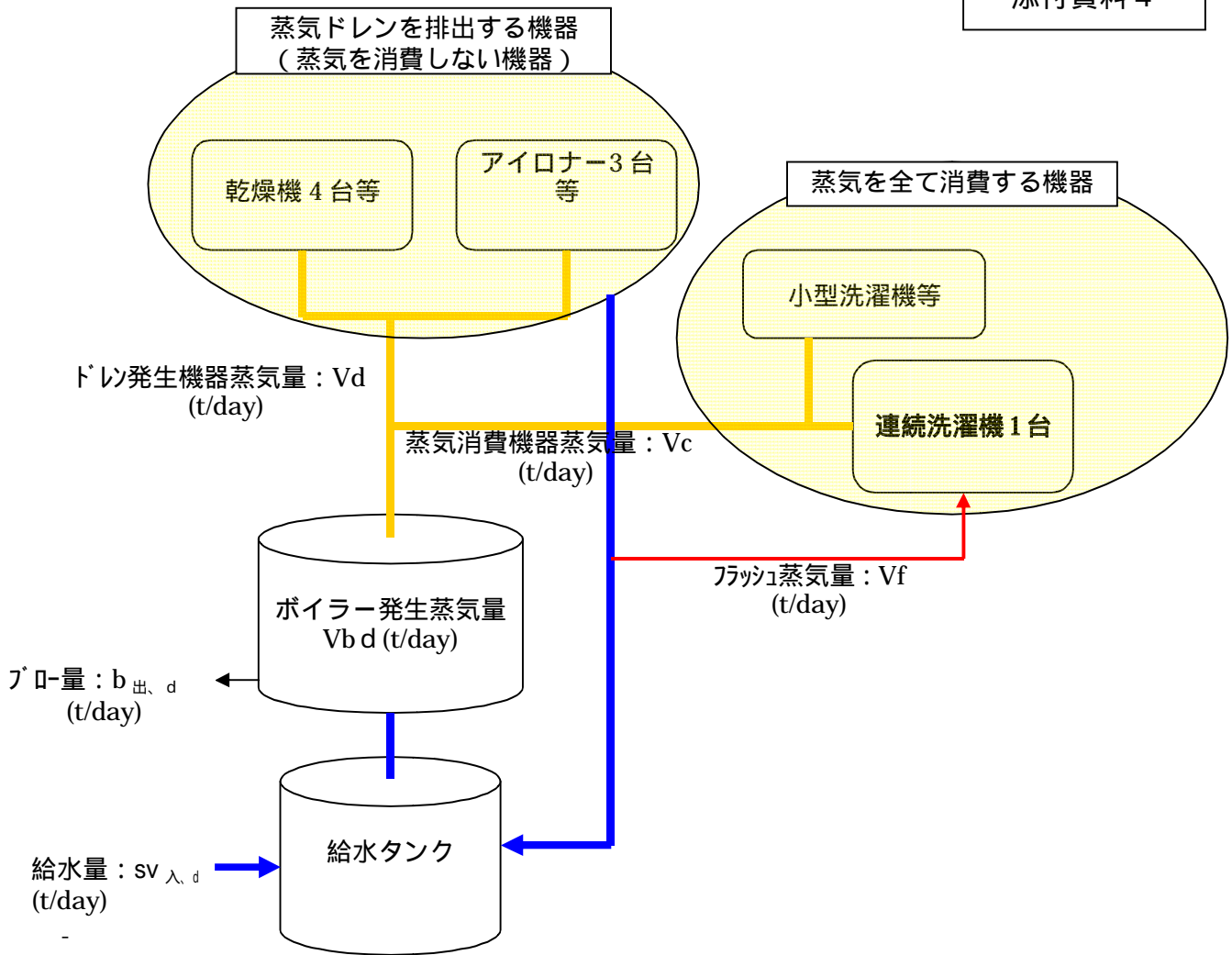


図 工場内における蒸気の使用量とフラッシュ蒸気量

フラッシュ蒸気利用設備で利用された利用熱量: $H_{再,回,化,d}$ (GJ/日)
 ボイラー発生蒸気量: Vb_d (t/日) 実測値
 熱源設備 (ボイラー) で使用された化石燃料消費量: $PFC_{※,化,d}$ (千 $N m^3$ /日) 実測値
 ドレン発生機器蒸気量: Vd (t/日)
 蒸気消費機器蒸気量: Vc (t/日)
 フラッシュ蒸気発生量: Vf (t/日)
 ボイラー給水量: $sv_{入,d}$ (t/日) 実測値
 ボイラーのブロー量: $b_{出,d}$ (t/日) 実測値
 フラッシュ蒸気発生率*: $r_{被}$
 化石燃料単位発熱量: $NCV_{※,y}$ (GJ/千 Nm^3) デフォルト値

図において、ボイラー発生蒸気量、ブロー量及び給水量は常時モニタリングされており、蒸気の漏れがないものとする、以下の連立式が成立し、フラッシュ蒸気発生量を算出することができる。

$$Vb_d = Vd + Vc \text{ ----- (1)}$$

$$Vc + Vf = sv_{入,d} - b_{出,d} \text{ ----- (2)}$$

ここで、 $Vf = r_{被} \times Vd$ であることから、

$$Vc + r_{被} \times Vd = sv_{入、d} - b_{出、d} \text{----- (3)}$$

(1)と(3)の式から、

$$Vd = (Vb_d - sv_{入、d} + b_{出、d}) / (1 - r_{被}) \text{----- (4)}$$

$$Vf = (Vb_d - sv_{入、d} + b_{出、d}) \times r_{被} \div (1 - r_{被}) \text{----- (5)}$$

即ち、フラッシュ蒸気発生量 Vf は、ボイラー蒸気発生量、フロー量と給水量及びフラッシュ蒸気発生率から算出される。

設備で利用された利用熱量: $H_{再、回、化、d}$ (GJ/日) は以下の式で算出される。

$$H_{再、回、化、d} = (Vb_d - sv_{入、d} + b_{出、d}) \times r_{被} \div (1 - r_{被}) \times PFC_{#,化、d} \div Vb_d \times NCV_{#,y} \text{---- (6)}$$

*フラッシュ蒸気発生率の算出

生蒸気圧(ボイラー蒸気圧、実測値)とフラッシュ蒸気生成圧(実測値)の飽和蒸気圧における顕熱と潜熱から以下の式で算出。

$$r_{被} = (PHsh_{被} - PLsh_{被}) / PLlh_{被}$$

PHsh_被: 生蒸気の圧力 PHd における飽和蒸気の顕熱(kJ/kg)

PLsh_被: フラッシュ蒸気生成圧力 PLd における飽和蒸気の顕熱(kJ/kg)

PLlh_被: フラッシュ蒸気生成圧力 PLd における飽和蒸気の潜熱(kJ/kg)

本プロジェクトでは、生蒸気は 0.735MPaG (7.5kg/cm²G)、フラッシュ蒸気生成圧は 0.245MPaG (2.5kg/cm²G) で運転していることから、

PHsh_被: 生蒸気の圧力 PHd における飽和蒸気の顕熱(kJ/kg) = 729.3 (kJ/kg)、

PLsh_被: フラッシュ蒸気生成圧力 PLd における飽和蒸気の顕熱(kJ/kg) = 582.6 (kJ/kg)

PLlh_被: フラッシュ蒸気生成圧力 PLd における飽和蒸気の潜熱(kJ/kg) = 2148.9 (kJ/kg)

となり、

$$r_{被} = (729.3 - 582.6) / 2148.9 = 0.0683$$

とした。

フラッシュ蒸気発生量について

ボイラーで生成された生蒸気は、絶えず一定圧力に保たれているが、仕事を終えた（潜熱を放出）蒸気は、飽和蒸気と熱水の混合物となっている。

これは蒸気ドレンと言われているもので、この状態の熱水は圧力を下げると顕熱を放出して温度が下がり、一定量の蒸気を発生する。この蒸気がフラッシュ蒸気と言われているものである。

この再生された蒸気は、当初の蒸気と比較して低圧・低温であるが蒸気として使用することが可能となる。図は、圧力 0.735MPaG、飽和蒸気状態の 1kg の熱水を 0.245MPaG の状態にした場合の熱水と発生蒸気量について示したものである。

本プロジェクトでは、このフラッシュ蒸気を回収して連続洗濯機に再利用するものである。

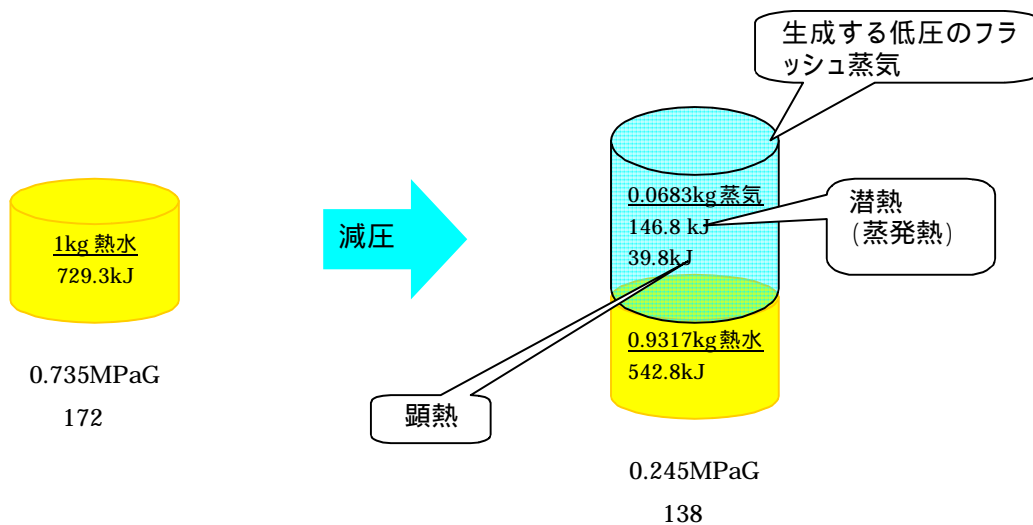


図 圧力の異なる熱水と蒸気の間

飽和蒸気の熱量（例）

0.735MPaG 蒸気(絶対圧力 0.837MPa)

全熱：2770.1 kJ/kg

潜熱：2040.9 kJ/kg

顕熱：729.3 kJ/kg

0.245MPaG 蒸気(絶対圧力 0.346MPa)

全熱：2731.4 kJ/kg

潜熱：2148.9 kJ/kg

顕熱：582.6 kJ/kg

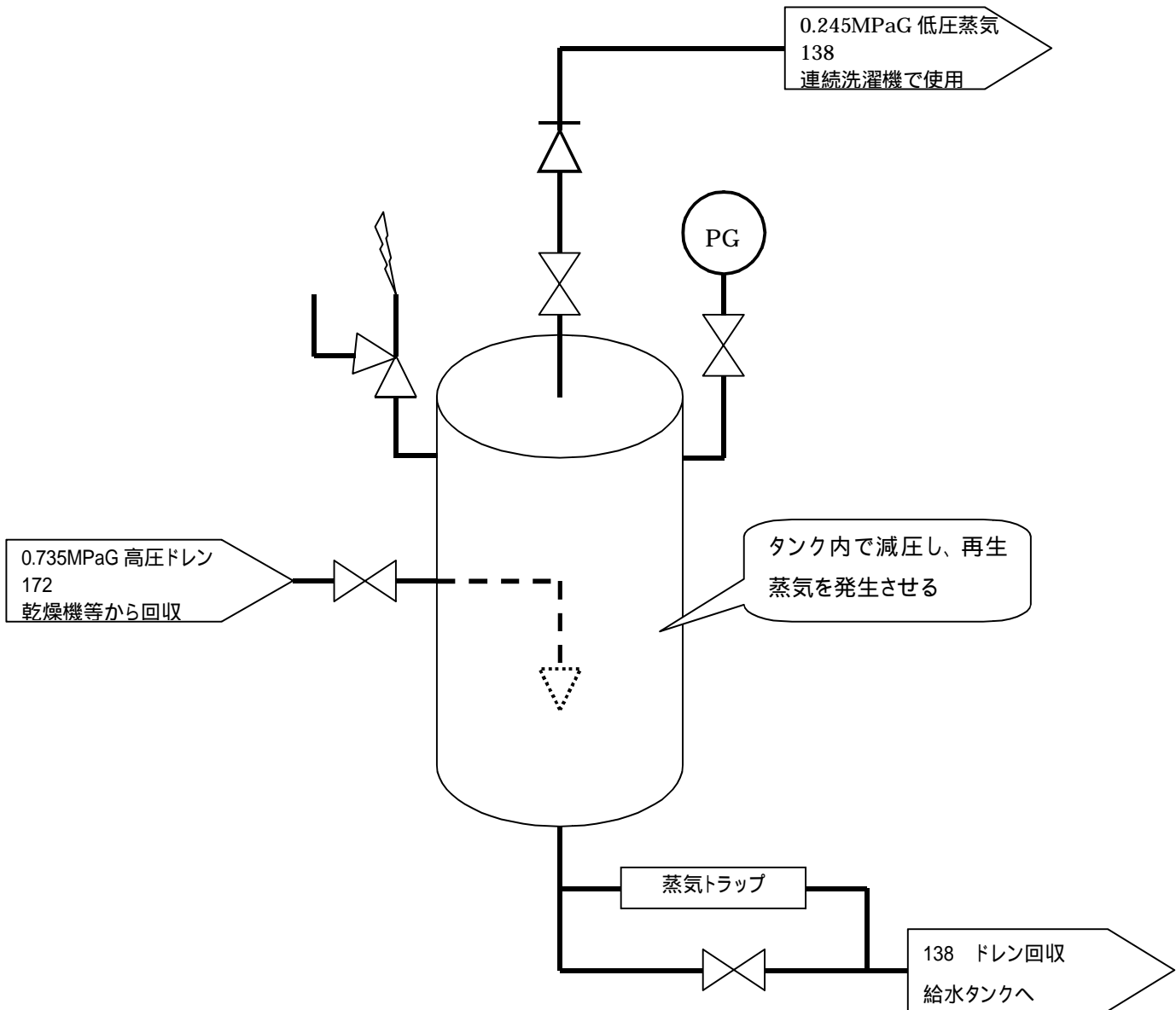
TLV 蒸気表 URL http://www.tlv.com/ja/steam_table/steam_table.php

(蒸気表出典：1999 日本機械学会蒸気表)から引用

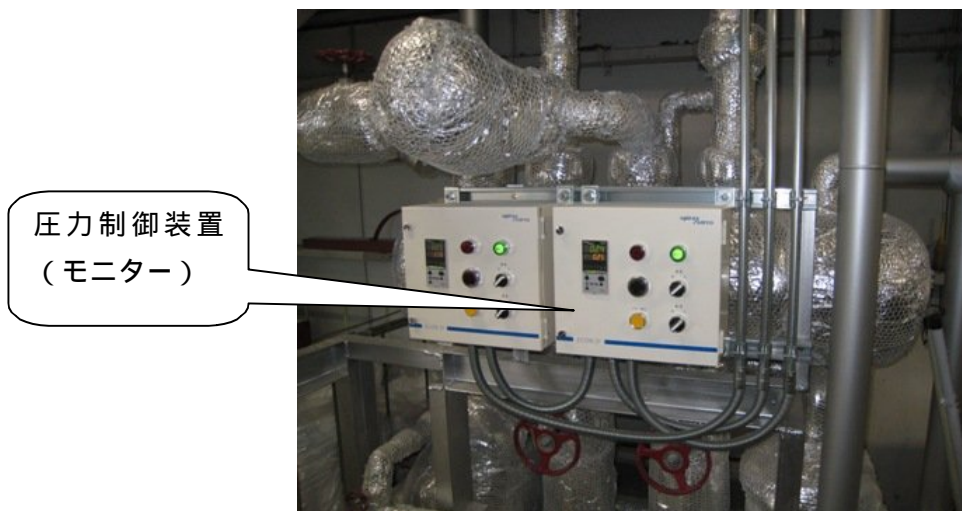
本プロジェクトでは、生蒸気は 0.735MPaG で供給、フラッシュ蒸気は 0.245MPaG で回収していることから、再生蒸気(フラッシュ蒸気)発生率は 0.0683 となる。

$$(729.3 - 582.6) / 2148.9 = 0.0683$$

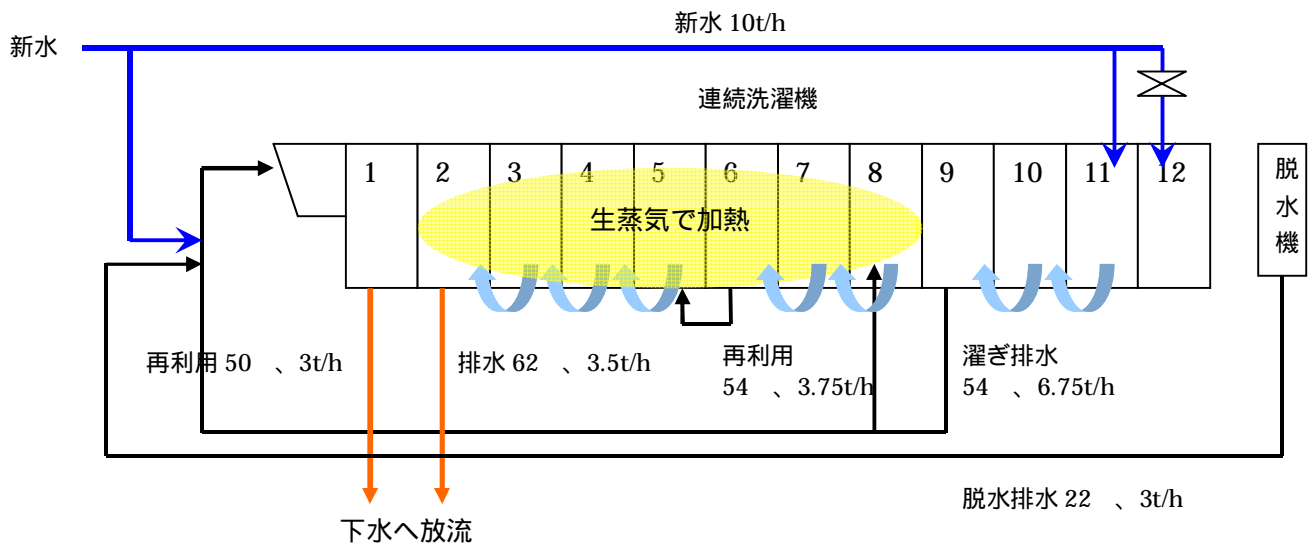
* 絶対圧力(MPa)の算出方法(例)：(ゲージ圧 (kg/cm²G) + 大気圧 1.03323 (kg/cm²G)) × 0.098066



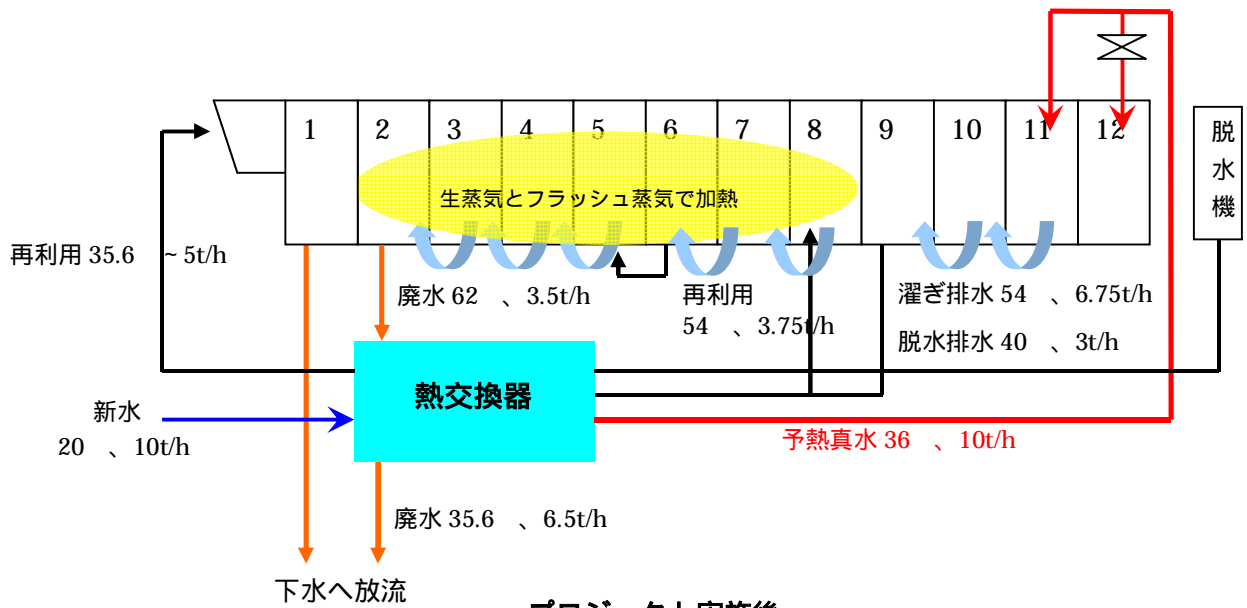
フラッシュ蒸気回収装置の概略図



本プロジェクトで工場内に設置したフラッシュ蒸気回収装置

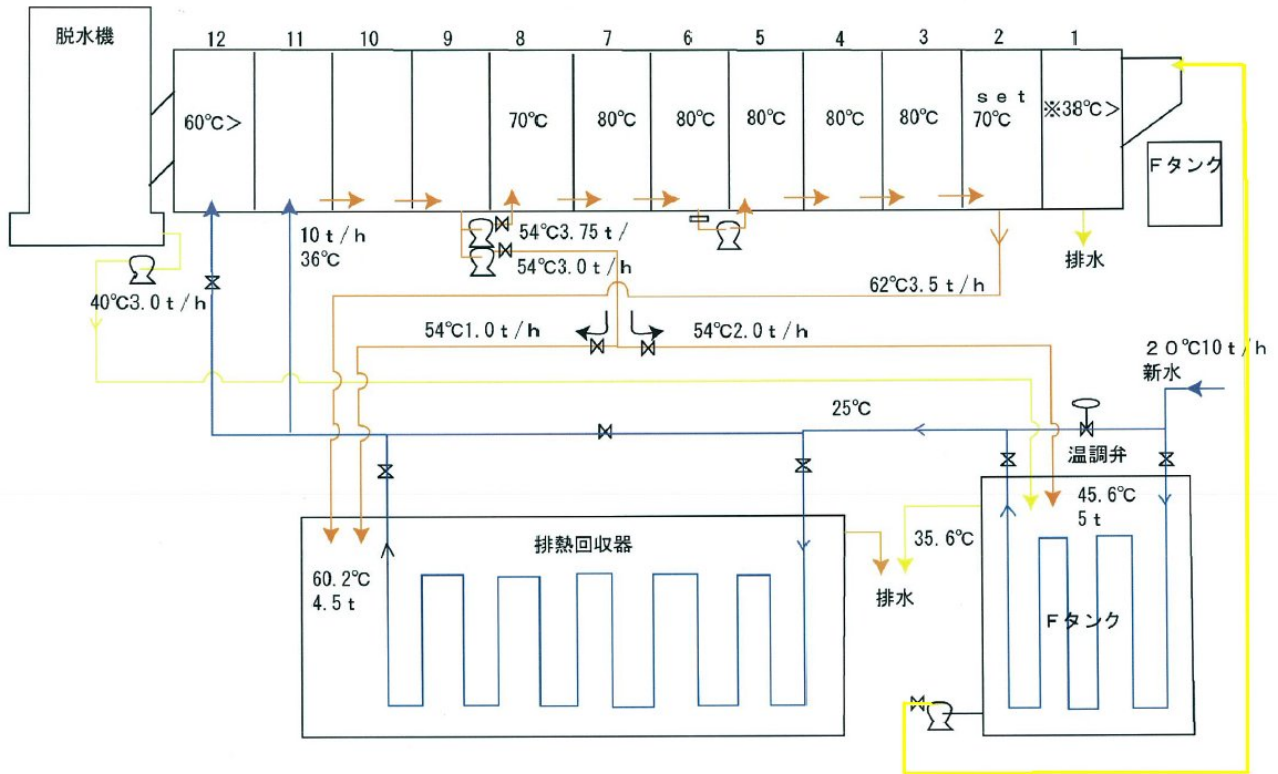


現状



プロジェクト実施後

洗濯排水熱回収プロジェクトの概略図



洗濯排水熱回収プロジェクトの温度変化図例

本プロジェクトで回収できる低温廃熱回収量は、
 20 の新水 10t/h 36 に予熱して利用する。
 回収熱量は日当たり 8 時間稼働として、
 $(36 - 20) \times 10(t) \times 4.184 \times 8(h) = 5,355 \text{ MJ/日}$

年間 278 日 (平成 21 年実績) 操業したとすると、
 $5.363 \text{ MJ/日} \times 278 \text{ 日} \div 1,000 \times 0.0507(t/GJ) = 75.5t$
 年間に削減される CO2 は 75.5t と試算される。



熱交換器エコメリット
 * 水槽は低温廃液、S 字管は熱回収管