

## 対策概要

- 燃焼設備の通風装置に付着物除去装置を導入し、流体の清浄度等を確保することで、二次側で行われる仕事（燃焼、熱交換等）の効率を高め、エネルギー消費量及びCO<sub>2</sub>排出量を削減する。

## 導入可能性のある業種・工程

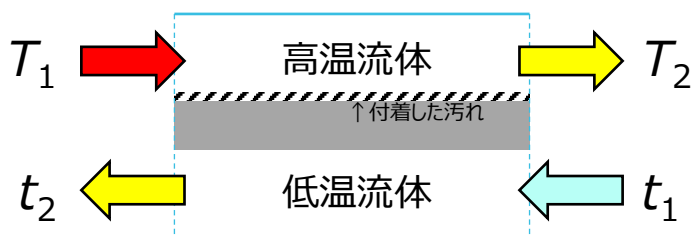
- 燃焼性が悪い燃料を使用する全業種

## 原理・仕組み

- 付着物除去装置とは、ダクト内及び配管に付着したスス等を蒸気噴射等により除去するもの。

### 熱交換器の伝熱計算

- 向流の熱交換器の場合の交換熱量 $Q$ は以下の方法で算出することができる。
- 伝熱面の高温流体側にある破線状の箇所は汚れの付着を表現している。



$$\Delta T_m = \frac{|T_1 - t_2| - |T_2 - t_1|}{\ln(|T_1 - t_2| / |T_2 - t_1|)}$$

$$Q = K \cdot S \cdot \Delta T_m$$

$Q$  : 交換熱量[W]  
 $T_1, T_2$  : 高温流体の入口、出口温度[K]  
 $t_1, t_2$  : 低温流体の入口、出口温度[K]  
 $S$  : 伝熱面積[m<sup>2</sup>]  
 $K$  : 熱通過率（総括伝熱係数）[W/(m<sup>2</sup>K)]  
 $\Delta T_m$  : 対数平均温度差[K]

### 対策イメージ

- 伝熱面に付着している汚れを取り除くことにより、「汚れ係数」により低下した交換熱量を回復させることで、エネルギー消費量の削減につながる。
- 汚れ係数の単位は[W/(m<sup>2</sup>K)]
- 汚れ係数を考慮した総括伝熱係数は以下の式で算出することができる。

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{U_0} + \frac{1}{h}$$

$U$  : 汚れが付着した後の熱通過率（総括伝熱係数）[W/(m<sup>2</sup>K)]  
 $U_0$  : 汚れが付着する前の熱通過率（総括伝熱係数）[W/(m<sup>2</sup>K)]  
 $h$  : 付着した汚れの汚れ係数[W/(m<sup>2</sup>K)]

## 効率・導入コストの水準

- 効率水準 : -
- 導入コスト水準 : -

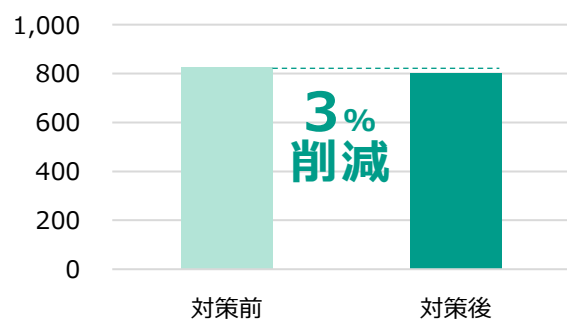
## 導入効果

- ボイラーのエコマイザー（燃焼排ガスの顕熱を回収し給水予熱する熱交換機）の伝熱管の付着物の除去により、交換熱量が増加し、給水温度が20℃高められたケースにおける試算例は以下のとおり。
- 給水温度の上昇によりボイラーの燃料消費量の削減につながる。

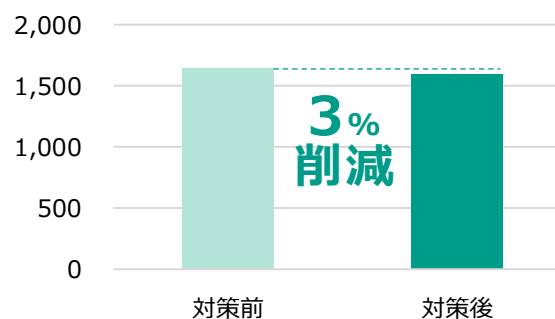
## 導入効果の試算例

- 各指標で3%削減できる試算結果。

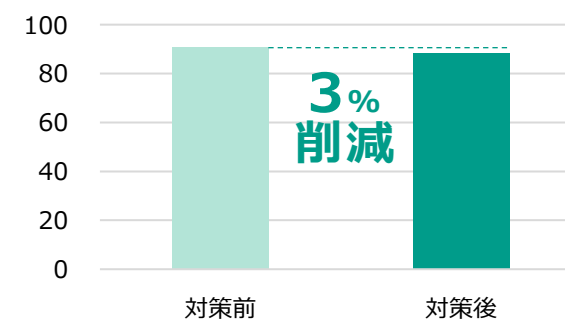
### エネルギー消費量 (kL/年)



### CO<sub>2</sub>排出量 (t-CO<sub>2</sub>/年)



### エネルギーコスト (百万円/年)



## 計算条件

- ボイラーのエコマイザー（燃焼排ガスの顕熱を回収し給水予熱する熱交換機）の伝熱管の付着物の除去により、交換熱量が増加し、給水温度が20℃高められたケースを想定した。

項目	記号	Before	After	単位	数値の出所、計算式
都市ガスの単位発熱量	①	45.0	45.0	GJ/千Nm <sup>3</sup>	【参考①】
都市ガスの低位発熱量	②	40.6	40.6	GJ/千Nm <sup>3</sup>	【参考①】
都市ガスのCO <sub>2</sub> 排出係数	③	2.31	2.31	t-CO <sub>2</sub> /千Nm <sup>3</sup>	【参考①】
都市ガスの単価	④	128	128	円/Nm <sup>3</sup>	【参考①】
ボイラーの稼働時間	⑤	5,000	5,000	h/年	想定値
原水温度	⑥	15	15	℃	想定値
給水温度	⑦	60	80	℃	想定値
給水量	⑧	2	2	t/h	想定値
水の比熱	⑨	4.18	4.18	MJ/(t・℃)	20℃、1気圧の水
エコマイザーによる回収熱量	⑩	376	543	MJ/h	(⑦ - ⑥) × ⑧ × ⑨
ボイラーの定格燃料消費量	⑪	142	142	Nm <sup>3</sup> /h	資料 <sup>[1]</sup> を基に想定
ボイラーの燃料消費量	⑫	710	689	千Nm <sup>3</sup> /年	Before : ⑤ × ⑪ ÷ 1,000 After : ⑫b - (⑩a - ⑩b) × ⑤ ÷ 1,000 ÷ ②
エネルギー消費量	⑬	31,950	31,023	GJ/年	⑫ × ①
エネルギーの原油換算係数	⑭	0.0258	0.0258	kL/GJ	【参考①】

計算式の添え字bはBefore、aはAfterを示す。

出所) [1]三浦工業株式会社、JISQ17050-1（供給者適合宣言）に基づく自己適合宣言書【附 表】（小型貫流ボイラ）[https://www.miuraz.co.jp/assets/doc/product/list\\_QA-17021-30\\_20240216.pdf](https://www.miuraz.co.jp/assets/doc/product/list_QA-17021-30_20240216.pdf)（閲覧日：2024年1月25日）

## 計算結果

項目	記号	Before	After	単位	計算式
エネルギー消費量	⑮	824	800	kL/年	⑬ × ⑭
CO <sub>2</sub> 排出量	⑯	1,640	1,593	t-CO <sub>2</sub> /年	⑫ × ③
エネルギーコスト	⑰	90.9	88.2	百万円/年	⑫ × ④

## 備考

- 蒸気噴射によりスス等を除去する場合には、配管等が摩耗しないよう配慮する必要がある。