

## 対策概要

- 被加熱処理材の顕熱を冷却工程で回収することで、燃料消費量及びCO<sub>2</sub>排出量を削減する。

## 導入可能性のある業種・工程

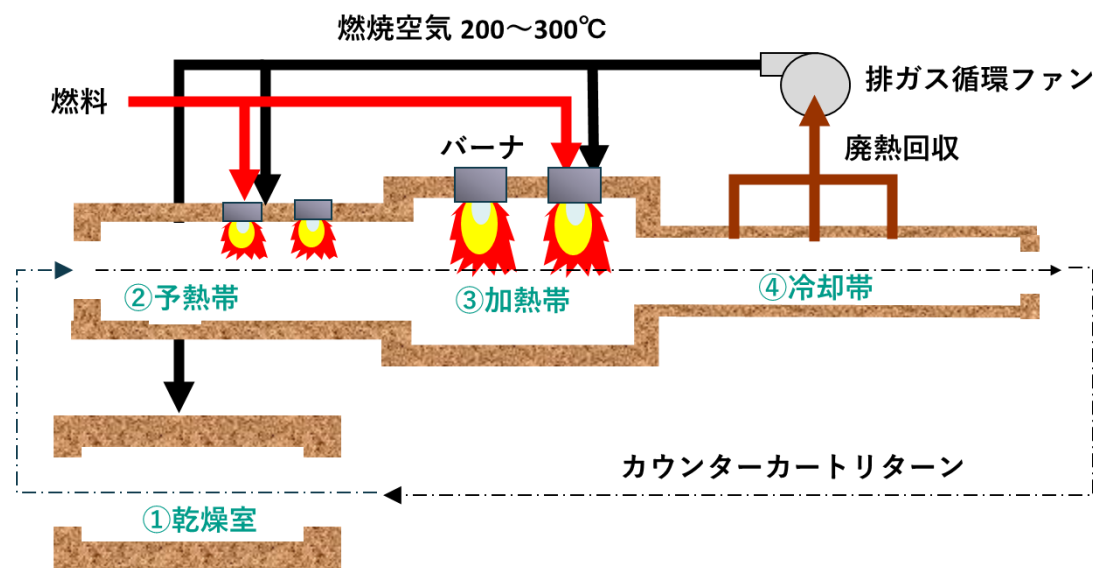
- 窯業・土石製品製造業（セメント製造業を除く）のうち連続焼成炉、トンネルキルンを使用する業種。金属製品製造業の熱処理工程

## 原理・仕組み

- 加熱設備から抽出された被加熱物を次工程で冷却するにあたり、その顕熱を回収して加熱前の被加熱物の予熱や燃焼用空気の加熱に利用することで燃料消費量を削減することができる。

### 対策イメージ（連続式焼成炉）<sup>[1]</sup>

- ・ 被加熱材を、連続式焼成炉（キルン）内を②予熱帯⇒③加熱帯⇒④冷却帯へと移動させながら焼成するにあたり、④冷却帯で被加熱材の顕熱を回収し、②予熱帯と③加熱帯の燃焼空気及び①乾燥室と②予熱帯の予熱空気として使用する排ガス循環ファンを付け加えたものである。
- ・ 冷却帯では、外部空気で被加熱材が冷却され、高温となった空気が、ファンを経由して③加熱帯・②予熱帯のバーナーに燃焼空気として供給される。さらに余剰の空気が①乾燥室に供給される。
- ・ なお、②予熱帯及び③加熱帯のバーナーでは燃焼負荷制御と空気比制御が行われ、適切なヒートパターンで焼成が行われる。



出所) [1]日本ガイシ株式会社「トンネルキルン」  
<https://www.ngk.co.jp/product/hd-tunnel-kiin.html> (閲覧日: 2023年9月15日) より作成

## 効率・導入コストの水準

- 効率水準：－
- 導入コスト水準：－

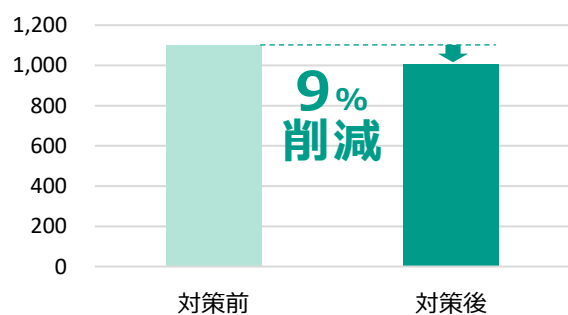
## 導入効果

- 1日当たり2.8トンのLPGを消費する連続焼成炉（定格消費電力10kW）に、15kWの廃熱回収ファンを設置して廃熱回収し、燃料消費量を11%削減したケースにおける試算例は以下のとおり。

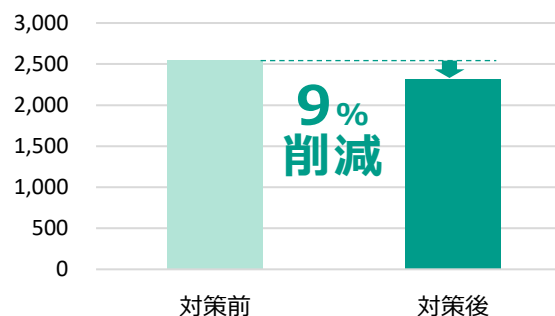
### 導入効果の試算例

- エネルギー消費量、CO<sub>2</sub>排出量で9%、エネルギーコストで2%削減できる試算結果。

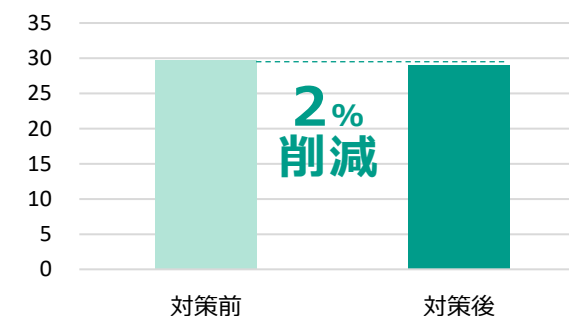
#### エネルギー消費量 (kL/年)



#### 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)



# 顕熱回収装置等の熱回収設備の導入

運用改善・  
部分更新



## 計算条件

- 連続焼成炉の定格消費電力は、対策前（Before）は10kW、対策後（After）は25kW（15kWの廃熱回収ファンを設置）を想定した。
- 年間稼働時間は7,200時間（24時間/日×300日/年）とした。

| 項目                       | 記号 | Before | After  | 単位                      | 数値の出所、計算式   |
|--------------------------|----|--------|--------|-------------------------|---|
| LPGの単価                   | ①  | 33,400 | 33,400 | 円/t                     | 【参考①】   |
| LPGの発熱量                  | ②  | 50.1   | 50.1   | GJ/t                    | 【参考①】   |
| LPGのCO <sub>2</sub> 排出係数 | ③  | 2.99   | 2.99   | t-CO <sub>2</sub> /t    | 【参考①】   |
| 被加熱物の熱保有比率               | ④  | 36.8   | -      | %                       | 資料 <sup>[2]</sup> を基に想定                           |
| 廃熱回収率                    | ⑤  | -      | 30     | %                       | 想定値   |
| 排熱回収による省エネ効果             | ⑥  | -      | 11     | %                       | ④b÷100×⑤÷100×100                                  |
| LPG消費量                   | ⑦  | 840    | 747    | t/年                     | Before : 2.8t/日×300日/年と想定<br>After : ⑦b×(1-⑥÷100) |
| 電気の単価                    | ⑧  | 22.76  | 22.76  | 円/kWh                   | 【参考①】   |
| 電気の一次エネルギー換算係数           | ⑨  | 8.64   | 8.64   | GJ/千kWh                 | 【参考①】   |
| 電気のCO <sub>2</sub> 排出係数  | ⑩  | 0.434  | 0.434  | t-CO <sub>2</sub> /千kWh | 【参考①】   |
| 電力消費量                    | ⑪  | 72     | 180    | 千kWh/年                  | 定格消費電力[kW]×7,200h/年により算定                          |
| エネルギー消費量                 | ⑫  | 42,706 | 38,993 | GJ/年                    | ⑦×②+⑪×⑨   |
| エネルギーの原油換算係数             | ⑬  | 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) [2]一般社団法人日本工業炉協会「～廃熱回収と“活エネルギー”のご提案～ 工業加熱Vol.57 No.3 (2020年)、石崎信行」<https://www.jifma.or.jp/wp-content/uploads/2022/01/廃熱回収と活エネルギーのご提案.pdf> (閲覧日: 2024年1月30日)

## 計算結果

| 項目                  | 記号 | Before | After | 単位                   | 計算式                 |
|---------------------|----|--------|-------|----------------------|---------------------|
| エネルギー消費量            | ⑭  | 1,102  | 1,006 | kL/年                 | ⑫×⑬                 |
| CO <sub>2</sub> 排出量 | ⑮  | 2,543  | 2,312 | t-CO <sub>2</sub> /年 | ⑦×③+⑪×⑩             |
| エネルギーコスト            | ⑯  | 29.7   | 29.1  | 百万円/年                | (⑦×①+⑪×⑧)÷1,000,000 |

## 備考

- 廃熱回収した空気を搬送するダクトは保温が必要である。