

カウンターカートキルンの導入

高効率設備
への更新



対策概要

- キルンとして、以下の被加熱材の予備処理を行うものを導入する。
カウンターカートキルン：被加熱物をキルン内で移動させ、被加熱材の顕熱を回収し、予熱に利用するもの。

導入可能性のある業種・工程

- セメント製造業を除く窯業・土石製品製造業のうち連続焼成炉を使用する全業種

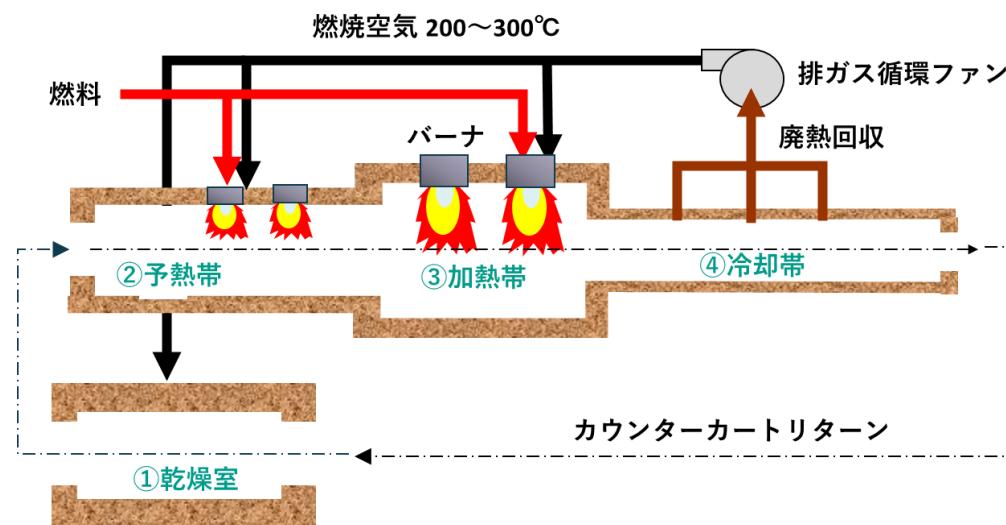
原理・仕組み

- 被加熱材を、連続焼成炉（キルン）内を予熱帯⇒加熱帯⇒冷却帯へと移動させながら焼成するにあたり、冷却帯で被加熱材の顕熱を回収し、予熱帯と加熱帯の燃烧空気および乾燥室と予熱帯の予熱空気として使用する。^[1]
- 被加熱材から回収した熱量に相当する燃料の節約につながる。

対策イメージ^[1]

- ・ 被加熱材は、台車（カウンターカート）に載せられ、連続焼成炉内を、①乾燥室⇒②予熱帯⇒③加熱帯⇒④冷却帯を移動する間に焼成される。
- ・ 冷却帯では、外部空気によって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烧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烧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-kiln.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：－

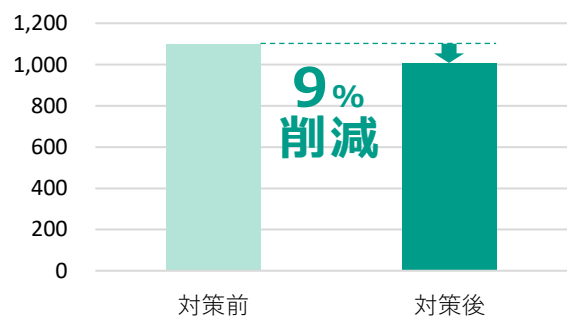
導入効果

- 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。

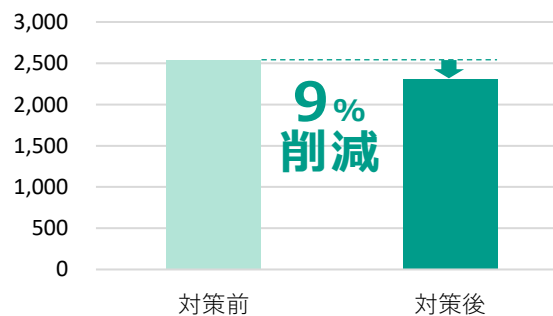
導入効果の試算例

- エネルギー消費量、CO₂排出量で9%、エネルギーコストで2%削減できる試算結果。

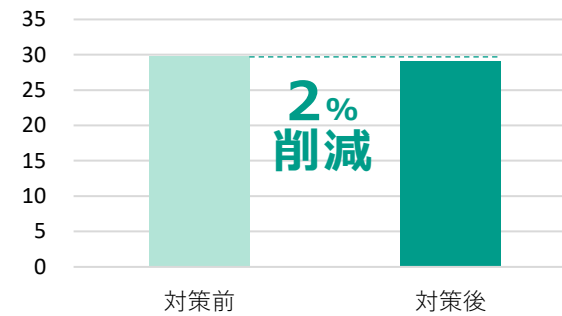
エネルギー消費量 (kL/年)



CO₂排出量 (t-CO₂/年)



エネルギーコスト (百万円/年)



カウンターカートキルンの導入

高効率設備
への更新



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 ₂ 排出係数	③	2.99	2.99	t-CO ₂ /t	【参考①】
被加熱物の熱保有比率	④	36.8	—	%	資料を基に想定 ^[1]
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 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 ₂ 排出係数	⑩	0.434	0.434	t-CO ₂ /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]石崎信行「～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) <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 ₂ 排出量	⑮	2,543	2,312	t-CO ₂ /年	⑦×③ + ⑪×⑩
エネルギーコスト	⑯	29.7	29.1	百万円/年	(⑦×① + ⑪×1,000×⑧)÷1,000,000

備考

- 廃熱回収した空気のダクトは保温が必要である。