

工業炉の炉壁面等の性状及び形状の改善による放射率の向上

運用改善・
部分更新



対策概要

- 炉内壁面に炭化珪素系又はジルコニア系塗料等耐熱・高放射材料を塗布する等して、熱放射率を上げること
で、燃料消費量及びCO₂排出量を削減する。

導入可能性のある業種・工程

- 工業炉を使用する全業種

原理・仕組み

- 炭化珪素をはじめとしたセラミック材料は放射率が高いものが多く^[1]、ボイラーや熱交換器内部への放射板として設置することで、伝熱性能の向上を期待することができる。
- このような素材による塗料を工業炉内の炉壁や天井に塗布することによって、被加熱物に伝える熱の量を高めることができる。

各材質の熱放射率^[1]

材質	熱放射率
炭化珪素	0.9
酸化ジルコニア	0.7
酸化マグネシウム	0.4
アルミナ	0.4
鉄	0.3
アルミニウム	0.2
酸化亜鉛	0.1
銅	0.1

出所) [1]信濃電気製錬株式会社「炭化ケイ素(SiC)の用途 高熱伝導フィルター・放熱材用途」
https://www.shinano-sic.co.jp/usage_sic03.html (閲覧日: 2023年12月22日) より作成

耐熱コーティング剤^[2]

- 様々な製品をインターネット上で確認することができる。

耐熱コーティング剤

対象材質

金属、カーボン、セラミック

特徴

シリカ、アルミナ、ジルコニア、炭化珪素などのセラミックパウダーと無機バインダー、溶媒の水が主成分です。形成されたセラミック皮膜が、金属、カーボン、セラミック表面を熱酸化や溶融金属等から保護します。皮膜自体は耐薬品性、絶縁性です。製品により色調、膨張係数が異なりますので、対象素材の膨張係数をご確認ください。
尚、皮膜は、溶射のような耐摩耗性に富んだ皮膜とは異なります。

主用途

超高温下の金属、セラミック、グラファイトの●耐高温酸化・腐食、●溶融金属の付着防止、●潤滑機能の付与、●セラミック、グラファイト表面硬化・補強 など

出所) [2]株式会社オーデック「耐熱コーティング剤」
<https://www.audec.co.jp/products/coat/index.html> (閲覧日: 2023年12月22日)

効率・導入コストの水準

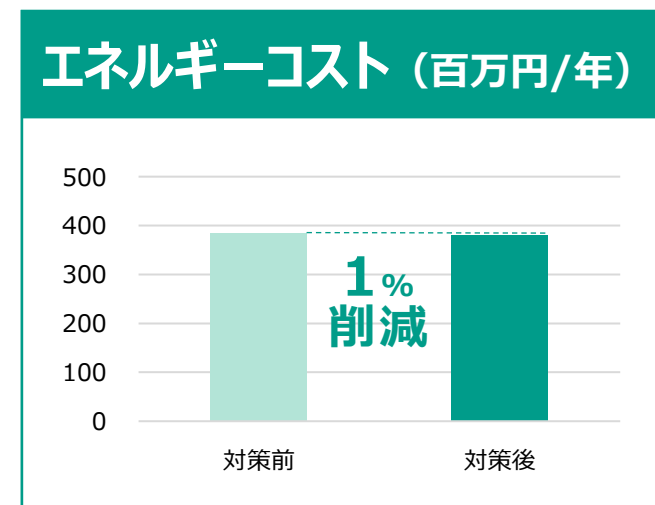
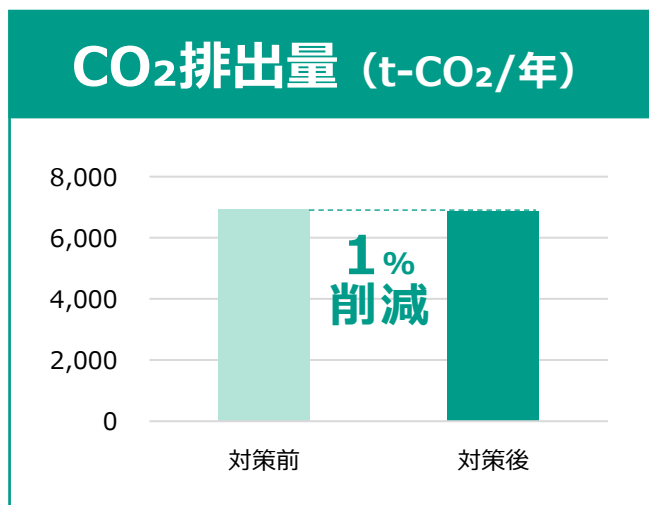
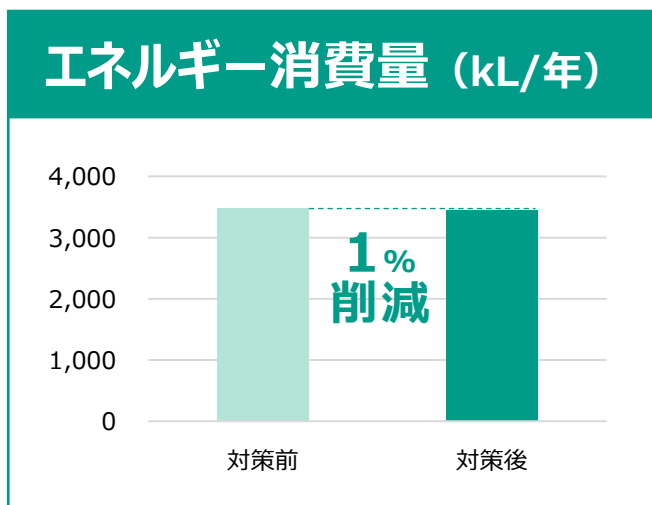
- 効率水準: -
- 導入コスト水準: -

導入効果

- 工業炉の炉内壁面に輻射増進塗料を塗装し、工業炉の都市ガス消費量を1%削減でき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

- 各指標で1%削減できる試算結果。



工業炉の炉壁面等の性状及び形状の改善による放射率の向上

運用改善・
部分更新



計算条件

- 工業炉の炉内壁面に輻射増進塗料を塗装し、工業炉の都市ガス消費量を1%削減できたケースを想定した。
- 炉内における被加熱物への熱伝達は、燃焼ガスの対流、燃焼ガスと被加熱物間の輻射、炉壁と被加熱物間の輻射による。
- 炉壁と被加熱物間の輻射のみによる炉の熱効率改善効果を1%に想定した。

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 ³	【参考①】
都市ガスのCO ₂ 排出係数	②	2.31	2.31	t-CO ₂ /千Nm ³	【参考①】
都市ガスの単価	③	128	128	円/Nm ³	【参考①】
都市ガスの削減率	④	0	1	%	想定値
都市ガス消費量	⑤	3,000	2,970	千Nm ³ /年	Before : 想定値 After : ⑤b×(1 - ④÷100)
エネルギー消費量	⑥	135,000	133,650	GJ/年	⑤×①
エネルギーの原油換算係数	⑦	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。

計算結果

項目	記号	Before	After	単位	計算式
エネルギー消費量	⑧	3,483	3,448	kL/年	⑥×⑦
CO ₂ 排出量	⑨	6,930	6,861	t-CO ₂ /年	⑤×②
エネルギーコスト	⑩	384.0	380.2	百万円/年	⑤×③÷1,000

備考

- ボイラーの炉内壁面に輻射増進塗料を塗布する事例もある。