

対策概要

■ 炉内伝熱シミュレータによる解析からプロセスの工業最適条件を見だし、熱利用設備の熱伝達率の向上につなげる。

導入可能性のある業種・工程

■ 非鉄金属製造業、金属製品製造業のうち加熱炉、熱処理炉を使用する業種

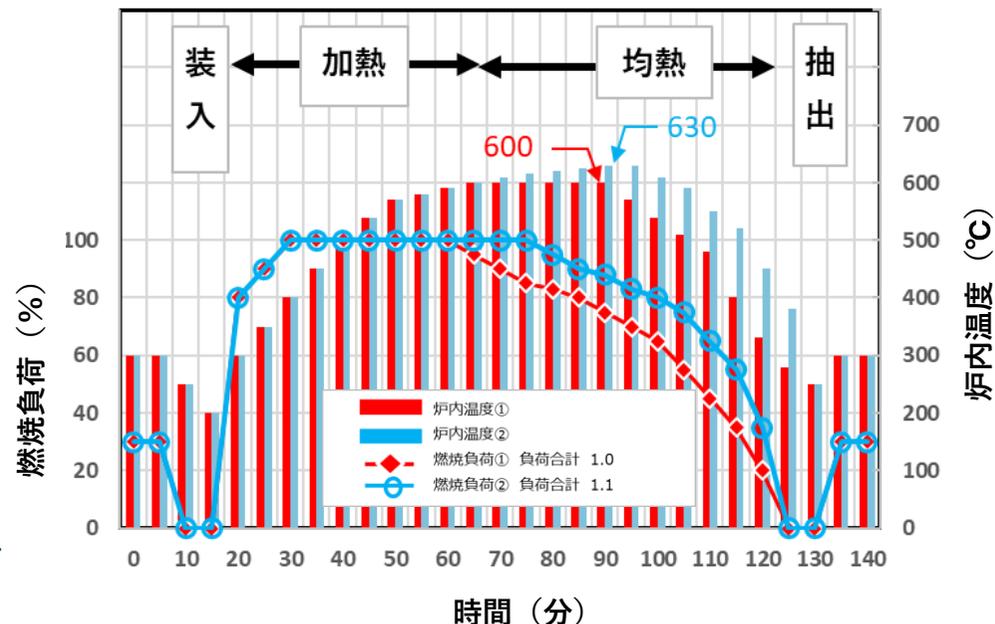
原理・仕組み

- 炉内伝熱シミュレータとは、炉内の温度やガスの流れ、熱放射、熱伝達、熱伝導等の熱の伝わり方を数値的に計算する。計算結果に基づき燃焼条件等を見直すことで、加熱効率が改善し、燃料消費量を削減することができる。
- 工業炉等の熱設備においては、シミュレーション結果に基づき炉内温度をコンピューターにより監視・制御する。
- これらの監視・制御によりエネルギーの合理的使用が可能となり、CO₂削減につながる。

対策イメージ

- 右図は、バッチ式鋼片熱処理炉の燃焼負荷と炉内温度の履歴（ヒートパターン）をシミュレーションした例^[1]である。
- 炉内温度①は目標としたヒートパターンを達成した例、②は最高炉温が目標より30℃超過した例である。
- ヒートパターンを目標値通りに制御することで、適切な熱処理を行うことができる。
- ヒートパターン①に比べ、過加熱となった②では燃料消費量（負荷率の合計）が10%大きい。

出所) [1]一般社団法人日本工業炉協会、熱処理知識向上のための基礎講座（第二報）、神田輝一、工業加熱、Vol.57, No.6
<https://www.jifma.or.jp/wp-content/uploads/2022/01/熱処理知識向上のための基礎講座（第二報）.pdf>（閲覧日：2020年11月1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：－

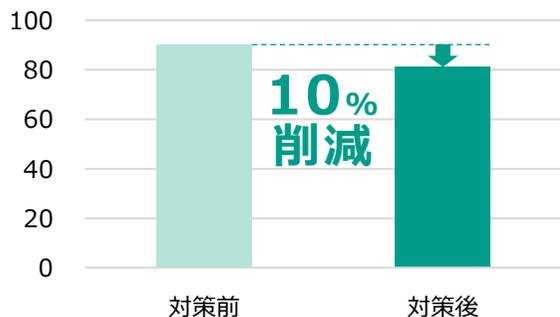
導入効果

- 年間処理量2,500t-粗鋼のバッチ式鋼片加熱炉において炉内伝熱シミュレーションを行い、過加熱を抑制したヒートパターンを採用することで、加熱炉の負荷が10%改善されたケースにおける試算例は以下のとおり。

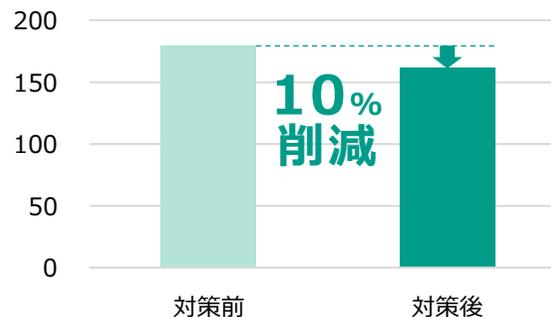
導入効果の試算例

- 各指標で10%削減できる試算結果。

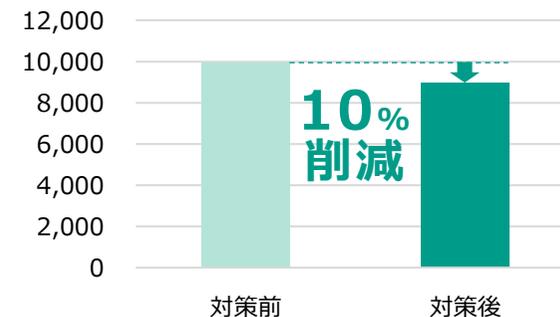
エネルギー消費量 (kL/年)



CO₂排出量 (t-CO₂/年)



エネルギーコスト (千円/年)



炉内伝熱シミュレーションによる最適化

運用改善・
部分更新



計算条件

- 年間処理量2,500t-粗鋼のバッチ式鋼片加熱炉において炉内伝熱シミュレーションを行い、過加熱を抑制したヒートパターンを採用することで、加熱炉の負荷が10%改善さ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
都市ガスの単価	①	128	128	円/Nm ³	【参考①】
都市ガスの単位発熱量	②	45.0	45.0	GJ/千Nm ³	【参考①】
都市ガスのCO ₂ 排出係数	③	2.31	2.31	t-CO ₂ /千Nm ³	【参考①】
熱処理量	④	2,500	2,500	t-粗鋼/年	想定値
適正制御による削減率	⑤	—	10	%	日本工業炉協会資料 ^[1] より想定
熱処理原単位	⑥	31.1	28.0	Nm ³ /t-粗鋼	Before : 想定値 ^[2] After : ⑥b×(1-⑤÷100)
都市ガス消費量	⑦	77.8	70.0	千Nm ³ /年	④×⑥÷1,000
エネルギー消費量	⑧	3,499	3,149	GJ/年	⑦×②
エネルギーの原油換算係数	⑨	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]J-Stage「日本金属学会会報 第18巻第2号 加熱炉の燃焼制御 (1979年)」https://www.jstage.jst.go.jp/article/materia1962/18/2/18_2_87/article/-char/ja/ (閲覧日 2023年12月14日)

計算結果

項目	記号	Before	After	単位	計算式
エネルギー消費量	⑩	90.3	81.2	kL/年	⑧×⑨
CO ₂ 排出量	⑪	180	162	t-CO ₂ /年	⑦×③
エネルギーコスト	⑫	9,952	8,957	千円/年	⑦×①

備考

- シミュレーション結果は、実炉で検証することにより、その精度を向上させることができる。