

(283) 均熱炉における最適昇熱制御

住友金属 和歌山製鉄所 中 紀範 福田 和之  
北内 達男  
中央技術研究所 鈴木 豊

1. 緒言 均熱炉の加熱方法において、抽出時刻を加熱中に変更すると、一定の焼き上り状態を確保すること及び燃料原単位の最小を保証することが従来は困難であった。これらの問題を解決する制御として、炉内温度設定値のヒートパターンを鋼塊、炉の温度状態と目標の焼き上り状態及び希望抽出時刻に従って、ダイナミックに変更する方法を確立しシステム化に成功した。

2. 制御モデル 鋼塊の温度状態をオンラインで計算するために、鋼塊の水平断面における一次元矩形伝熱モデルを用いた。抽出時の鋼塊の温度状態は、図1に示すヒートパターンを矩形伝熱モデルに与えることによって求められる。目標の焼き上り状態になるためには、下式を満足する必要がある。

- 凝固率  $f_{SOL}(x) \geq C_{SOL}(\%)$  (1)
- 平均温度  $f_{MEAN}(x) \geq C_{MEAN}(^{\circ}C)$  (2)
- 最小温度  $f_{MIN}(x) \geq C_{MIN}(^{\circ}C)$  (3)
- 温度差  $f_{DIF}(x) \leq C_{DIF}(^{\circ}C)$  (4)

また希望の抽出時刻に焼き上げるためには、希望の加熱時間  $T_{AIM}$  をもつヒートパターンを構成する必要がある。

希望抽出時刻  $x_4 + x_7 = T_{AIM}$  (5)

一方、燃料原単位に拘りては、図2に示す均熱炉の熱収支モデルにヒートパターンを与えることによって、抽出時の燃料使用量  $V_f = g(x)$  を予測計算する。最適ヒートパターン  $x^{OPT}$  とは、(1)~(5)式を満足するあらゆるヒートパターンの中で、燃料使用量  $V_f = g(x)$  を最小にするヒートパターンである。  $x^{OPT}$  を求める具体的な手法としては、(1)~(5)式を満たす標準のヒートパターンを出発点とし、そのパターンを少し変形し、変形による  $V_f$  の増減をもとに、(1)~(5)式での制限範囲内で  $V_f$  が小さくなる方向へ少しずつ変形し、  $V_f$  が最小になるまで続けて、  $x^{OPT}$  を求める。

3. システムへの適用 昭和54年1月より図3に示すシステムにおいて本格的に実用を開始した。ヒートパターンの最適化に要する時間も1~2分であり、均熱炉の作業には、全く支障がなかった。図4に最適ヒートパターンの例を示す。

4. 結言 分塊工場の作業上、均熱炉における鋼塊の抽出時刻の変更は避けられないが、任意のタイミングにおいて抽出時刻を変更しても、抽出時には目標の焼き上り状態を確保し、かつ変更後の加熱においても、燃料原単位の最小を保証するヒートパターンの制御法を確立した。

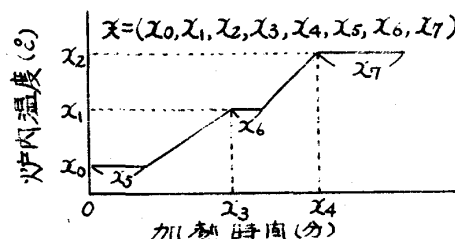
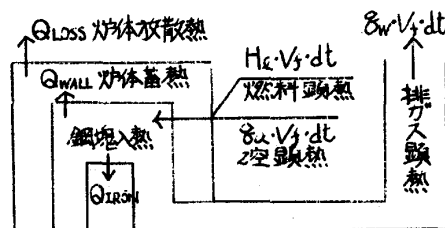


図1 ヒートパターンの構成



dt: 微小時間  $V_f$ : 燃料量  
図2. 均熱炉熱収支モデル

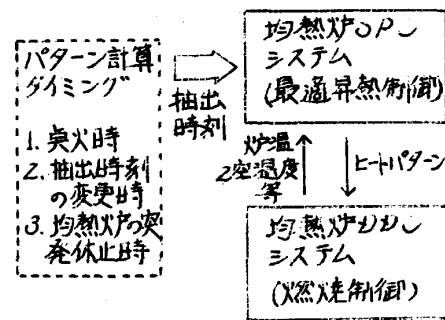


図3. 均熱炉制御システム

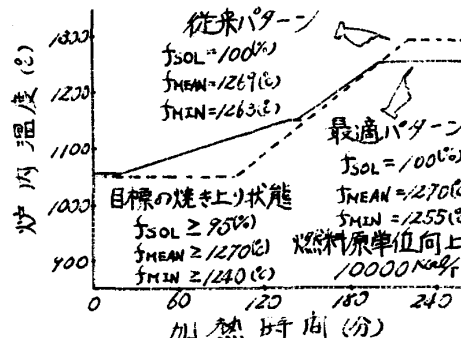


図4. 最適ヒートパターン例