1. はじめに

JFE スチールでは，従来から製鉄所における省エネルギー対策を積極的に進めている。熱間圧延ラインにおいては，1998 年に業界に先駆けて西日本製鉄所福山地区第 1 熱延工場に全帯リジェネバーナ加熱炉を導入したのをはじめ，西日本製鉄所倉敷地区，東日本製鉄所千葉地区においても既存加熱炉のリジェネバーナ化を進めてきた。

一方，加熱炉操炉において最新ソフトウエア技術を導入し省エネルギーも実施している [1,2]。

ここで紹介する加熱炉自動燃焼制御は，既存加熱炉に対する制御システムの刷新によって，圧延能率の向上と省エネルギーを目指した例である。

2. 加熱炉燃焼制御概要

2.1 加熱炉操炉

圧延ラインの加熱炉は，上流工程で製造されたスラブ（インゴット状の半製品鋼塊）を熱間圧延に必要な 1 200 ℃前後まで加熱する設備である。燃料には製鉄所での副生ガス（コークスガス，高炉ガス，転炉ガスをカロリー調整したもの）のほか，天然ガス，重油などが用いられる。多くは連続式となっており，装入口と抽出口が対向して設けられ，スラブが冷片の場合，加熱炉装入からおよそ 3 時間程度で抽出される。

炉は直火型構造で，加熱においては炉内ガスからの放射熱伝達が支配的である。加熱炉本体の効率化に関しては，排ガス熱交換効率の向上を目的に，近年リジェネバーナの導入がさかんであり，当社各地区の熱間圧延ラインの加熱炉にも増改造により導入が進められている。

加熱炉自動燃焼制御は，加熱時間と加熱温度を厳密に管理し，使用燃料の最小化と同時に加熱時間の最小化を図ることを命題としており，制約条件を

抽出時のスラブ温度 ≧ 抽出目標温度 …… (1)

抽出時刻 ≧ 抽出予定時刻 …… (2)

また，目的関数を

J = f(炉内ガス温度履歴 (t)) → i …… (3)

ここで，

J：目的関数 (燃料最小化評価関数)

f()：支配方程式（スラブ加熱に必要な燃料）

t：時刻

ラブの昇温モデル，加熱炉抽出後の圧延過程磆延竦竊❹矯ㄗ竪陀焰❼

童瓅牘盲㈹碴獑碣穫瞳破瞳縻鎵碣直畇琲畇筺縻簪炬❹

瞜牒盳砲　獑錐筱畈㈹狻祧穿筲縻狂祯狷界筬磝❾

筬犮縻罢

❻

❻炬燥目筺ㄗ獑縻磝鎵碣直畇琲童瓅牘盲

用し，燃料 FIC および，空気 FIC によってバーナ出力の調整を行い，所望の炉温とする。

4.