

## 【資源エネルギー庁長官賞】

### 焼結機点火用二段燃焼式ジェットバーナ

J F E スチール株式会社

東京都千代田区

#### 1. 機器の概要

製鉄所の焼結鉍製造工程での省エネルギーを図るため、焼結原料表面を連続的な火炎で加熱して、高効率加熱が可能な二段燃焼式ジェットバーナを開発した。

新開発の高効率な二段燃焼式ジェットバーナは、高速火炎バーナと低速火炎バーナの組み合わせによる二段燃焼方式の考案により、従来バーナに比べ3倍以上の高速ガス流速での安定火炎の形成に成功した。本開発バーナは、この高速火炎噴流による高い熱伝達により従来バーナに比べて約30%の省エネルギーを可能にした画期的な高効率バーナである（JFE 特許：特開 2013-194991）。



図1 開発バーナの火炎

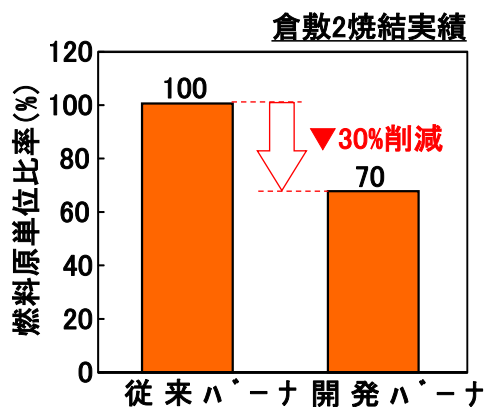


図2 開発バーナの効果

## 2. 機器の技術的特徴および効果

### 2.1 技術的特徴

今回開発したバーナは、火炎噴流の運動エネルギーを大きくし、被加熱面近傍での乱流状態を促進することで噴流熱伝達を増加させて、燃焼火炎の熱エネルギーを被加熱面へ伝達する能力を飛躍的に高めたバーナである。

焼結工場は、図3に示すように走行するパレットに原料を充填して、点火炉で原料表面を加熱して着火し、粉状の鉄鉱石を焼成させて、高炉に装入する塊状の鉄鉱石を製造する工程である。点火炉設備（図4）では、30秒程度の短時間に原料表面を常温から1200℃以上に昇温して着火し、同時に焼結反応を継続させるために多量の空気（酸素）を通風させる必要があり、点火設備内に燃焼排ガス量に対し9倍以上の空気を吸い込ませている。点火炉内の排ガス中酸素濃度は18～20%程度と通常加熱炉での空気比12.0（通常加熱炉空気比1.1程度）に相当する燃焼状態となっており、加熱効率を向上させるには非常に厳しい条件での加熱となっていた。

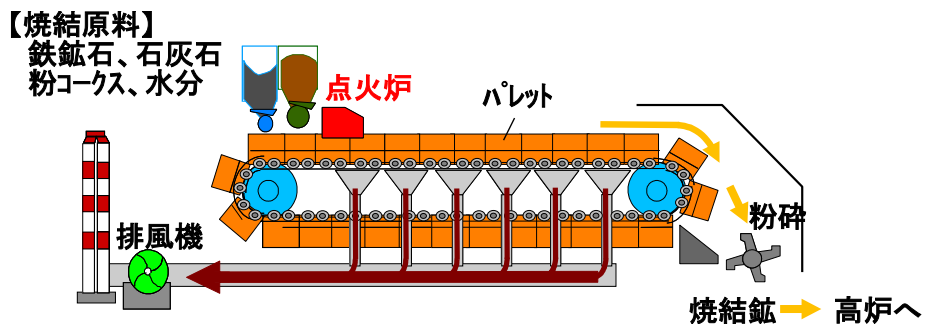


図3 焼結プロセス

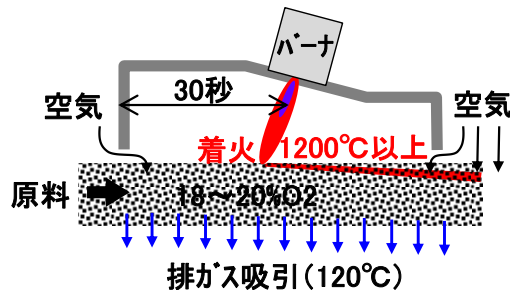


図4 焼結点火炉設備

この点火炉の伝熱機構について説明する。点火炉での原料表面への伝熱量 $Q$ は、

$$Q = \alpha \times (T_g - T_s) \times A$$

( $\alpha$  : 噴流熱伝達係数,  $T_g$  : 火炎温度,  $T_s$  : 加熱面温度,  $A$  : 加熱面積)

で表され、 $Q$ を増加させるため噴流熱伝達係数 $\alpha$ や火炎温度 $T_g$ を大きくする必要がある。バーナのガス突出速度を上げるとジェットガスによる熱伝達係数は大きくなるが、従来のバーナでは、ガスの吐出速度を上げた場合に1.2~1.3倍程度で火炎が不安定となり、未燃発生によるエネルギーロスとCO中毒の危険といった問題があり速度上昇には限界があった。

これらの問題を解決するため、新開発の高効率二段燃焼式ジェットバーナは、原料を加熱するメインの高速火炎バーナと高速火炎バーナの燃焼を継続させるサブの低速火炎バーナの組合せによる二段燃焼方式を考案し開発した。図5に開発バーナと従来バーナの比較を示す。開発バーナでは、従来バーナのようにバーナ直下に着火保持部分を有しておらず、バーナ前方の空間で着火点を有しているため、従来のバーナに比べ3倍以上の高速ガス流速での火炎保持が可能になった。これにより高速噴流火炎による高熱伝達かつ被加熱物近傍での火炎高温化が実現でき、従来バーナの1.3倍の加熱能力をもつ画期的なバーナの開発に成功した。

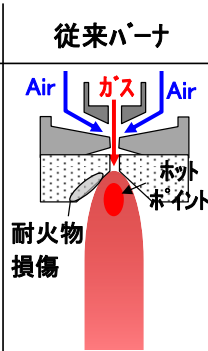
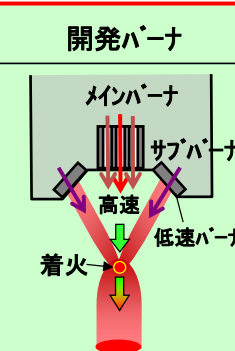
	従来バーナ	開発バーナ
構造		
バーナタイプ	予混合方式 スリットバーナ	二段燃焼方式 ジェットバーナ
加熱能力	100(基準)	130

図5 従来バーナと開発バーナの比較

## 2.2 効果

JFE スチール西日本製鉄所倉敷地区の第2 焼結工場に開発した高効率な二段燃焼式ジェットバーナを 2015 年 10 月に設置し、11 月より運転を開始した。図 6 に開発バーナでの原料への点火状況を示す。開発バーナの噴流火炎で原料表面は橙白色になっており 1100～1200℃に加熱できていることがわかる。二段燃焼式ジェットバーナの稼動により、従来バーナに対し燃料ガス使用量は 70%に低減でき、目標どおりの▼30%の大きな省エネ効果を達成した。燃料削減効果は▼40TJ/年であり、CO<sub>2</sub> の排出削減効果は▼2, 107t/年と大きな成果を得ることができた。

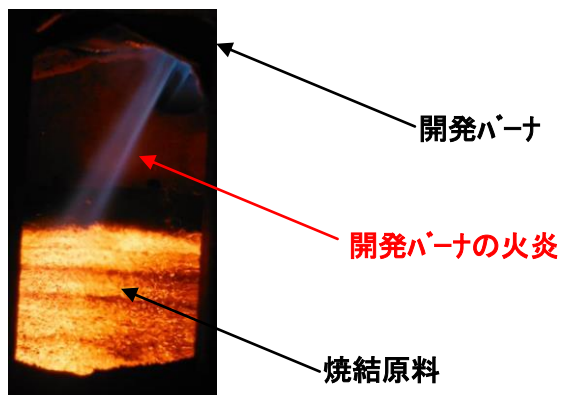


図6 開発バーナによる原料点火状況

## 3. 用途

焼結原料表面を加熱する高効率な二段燃焼式ジェットバーナをこれまで実機に 2 件導入しており、さらにもう 1 件導入予定である。

なお、本技術は JFE スチールの他地区の焼結工場への水平展開を順次進めており、大幅な CO<sub>2</sub> 削減技術として期待出来る。また、国内の鉄鋼他社にも適用が可能であり、CO<sub>2</sub> 削減技術として有望で、他分野への展開も期待できる技術である。