

# 第1章

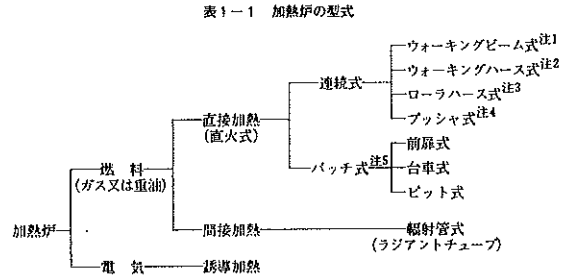
## 加熱炉設備

### 1. 加熱炉の形式と能力

#### (1) 形式

加熱炉の熱源、スラブ装入、抽出および加熱方法等により、種々のものが考えられているが、大別すると表1-1の通りである。

現在、国内の厚板用加熱炉は、燃料—直接加熱式が、ほとんどであり、以後の説明は、全てこれらの炉に限定する。



#### (2) バッチ式加熱炉

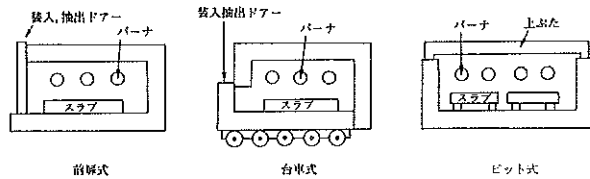


図1-1 バッチ式加熱炉

注1 (英) Walking Beam 動く(スキッド支持用の)梁  
 注2 (英) Walking Hearth 動く炉床  
 注3 (英) Roller Hearth ローラの炉床  
 注4 (英) Pusher 押しもの  
 注5 (英) Batch 一かま、一燒きの意

バッチ式加熱炉とは、図1-1に示すように、スラブを前面または上面から炉内の適宜の場所に入れて加熱し、加熱が完了すれば同じ口から取り出すタイプの炉をいう。

バッチ式加熱炉はスラブ寸法や加熱すべき温度上の制約から、後で述べる連続式加熱炉で加熱できないもの、もしくは不向きなものを専用に加熱する炉である。従って、工場によってはこの形式の炉をもたないところもある。

#### (3) 連続式加熱炉

連続式加熱炉とは、スラブが炉内を順次移動していくに従って加熱の程度が進み、スラブの温度が上昇する形式で、その移動形式は次の2種類がある。

(7) 炉自体には運動する部分がなく、スラブが固定されたものの上面を順次移動していくもの。

(4) 炉自体の一部が矩形運動をしてスラブを順次移動させていくもの。

前者(7)の場合、煉瓦積み of 平坦な炉床の上を移動させる場合と、スキッド(滑座)の上を移動させる場合とがある。いずれにしても炉自体は運動する部分がないので、装入端から機械的に押し込まれて動いてゆく方式をとっている。このタイプをプッシャ型と呼んでいる。

後者(4)の場合、煉瓦積み of 炉床自体が運動するものをウォーキングハース型、スキッド自体が運動するものをウォーキングビーム型、そして炉内にローラを設置してローラ上を移動させるものをローラハース型と呼んでいる。厚板連続加熱炉ではウォーキングビーム型が採用されている。

ウォーキングビーム型加熱炉の基本構造は、米国 Midland-Ross Corp によって開発され、1967年に、日本に導入され、1968年、厚板用加熱炉として初めて採用された。

その後ウォーキングビーム型の特性が、スラブ加熱に最適である事が判明して広く普及し、現在では、厚板用加熱炉の主流となっている。ウォーキングビームとは、炉内でスラブを移動させる為に、水冷したパイプ断面を持つビームが炉内で動くように工夫されたものである。

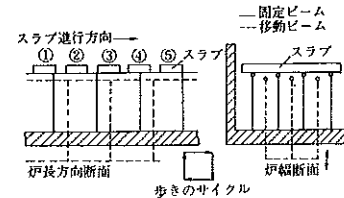


図1-2 ウォーキングビームのスラブ移動原理

その移動原理を図1-2で説明しよう。

この図では実線で固定ビームを、破線で移動ビームを示している。まだ固定ビーム上にあるスラブは、移動ビームの上昇運動により固定ビームから離れて持ち上げられ、ついで前進運動にて1ストローク分だけ抽出方向へ前進する。ここで移動ビームは下降運動に移り、前進したスラブは固定ビームの上に乗る。このときスラブは①の箇所から②の箇所へ移動している。移動ビームは更に下降を続けて、下限に達すると元の位置に戻る。このサイクルを繰返せばスラブはスキッド上を①②③④と位置を変え前進できる。移動ビームの前進・後退の運動は、ローラの上に乗ったウォーキングフレームの下部に設置した油圧シリンダや電動スクリュで駆動する方式をとっている。図1-3は昇降駆動装置の代表的な例を示したものである。

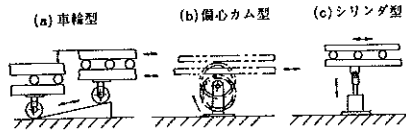


図1-3 昇降駆動装置(河野ら)

また連続炉では、燃焼室の数により、分類することもあり、燃焼室を1つ有する炉は1帯式、6つ有する炉を6帯式などと呼んでいる。

では連続炉がどのような歴史を経て進歩してきたかについて説明しよう。

(4) 連続式加熱炉の変遷

まず色々な長さで素材断面が  $50\text{mm}^2 \sim 100\text{mm}^2$  程度のものに対しては長い間、炉の抽出側に軸流バーナを持つ1帯式の加熱炉(図1-4)が使用されてきた。

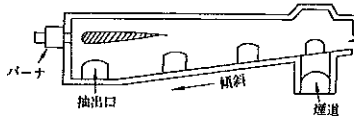


図1-4 1帯式プッシュャ型加熱炉

このタイプの炉では、炉床は固定されているが傾斜

をもっており、装入口に備えつけられたプッシュャにより、順次、炉内の素材(スラブとは限らない)を移動させるものであり、1帯式プッシュャ型と呼ばれるもの

注1 炉内素材の進行方向とバーナの炎の長さ方向とが互いに平行になるように設置されたバーナ。

である。生産量が増加するのに対応して、今度は第2の燃焼帯(図1-5)がつけ加えられるようになった。この場合、依然として傾斜した炉床を持っているが、

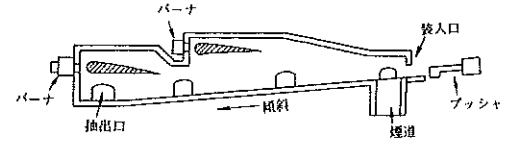


図1-5 2帯式プッシュャ型加熱炉

天井の構造は1帯加わるので形状が変わっている。生産性と品質への要求が急速に高まると、この形式もまたたく間に旧式となってしまった。その結果、3帯式の加熱炉(図1-6)が考案された。

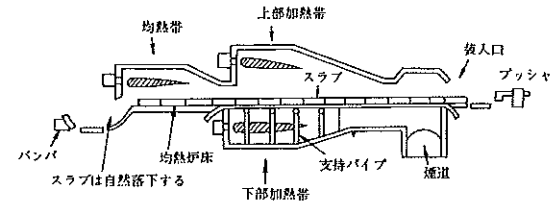


図1-6 3帯式プッシュャ型加熱炉

国内の厚板用連続炉はこの形式から採用され始めた。燃焼空間を拡げ、スラブの下面をも加熱する為に、スラブは水冷パイプによって支持されており、スキッドの上を移動していく。水冷パイプはかなり大きな熱量を持ち去り、またスラブにスキッドマークをつけるなどの欠点を有するが、相当な量の生産増大がこの1帯の追加によって達成された。スキッドを有する炉では、スラブを抽出するまでにスキッドマークを可能なかぎり小さくしなければならぬ<sup>1,2</sup>。これを目的として、抽出口から所定の長さだけレンガ(煉瓦)積みみの炉床上をスラブが移動する形式をとっている。この部分を一般に均熱炉床と呼んでいる。この部分ではスラブの上面からだけ燃熱し、下面は断熱された炉床(耐火物で構成されている)の為、スラ

注 ※ 1-1…以下※印の番号は「学習の手引」の用語解説にて詳述。

ブ内部の温度差は時間経過とともに小さくなる。このようにスラブ内部を均一な温度にする目的を持つ燃焼帯を均熱帯と呼び、一方スラブ全体を圧延工程の要求する所定の加工温度までに昇温させる目的を持つ燃焼帯を加熱帯と呼んでいる。

3 帯式加熱炉もやがて生産量増加に追いつけなくなった。3 帯式の場合、加熱能力をあげるには装入側付近の雰囲気温度を高くしてやる必要がある。そこで既設の3 帯式を改造する場合には、上部に1 帯つけ加えて4 帯としたり、炉型はそのままとしおき、予熱部の比較的温度の低い箇所側に側壁から熱を投入する方法がとられている。

更に高生産量に備えて登場した5 帯式一ブッシャ型加熱炉(図1-7)は、ちょうど大幅増産の時期になったホットストリップ用加熱炉の主流をなしたが、厚板スラブ加熱用としては、増産時期との関連から国内には例がない。

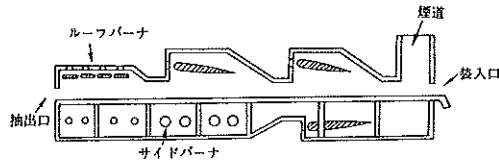


図1-7 5 帯式ブッシャ型加熱炉

その代わり 1960 年代半ばから厚板工場では5 帯式一ブッシャ型を通り越して、更に進んだ6 帯式をそろって採用している。1~5 帯へと炉の能力が増えるごとに、炉の長さが延長され、またブッシャの押込能力も大きくなり大型化されてきた。ところが加熱能力が更に大きくなっていくと、炉長を増々大きくしなければならぬが、余り長くすると接触面の面圧が高くなり炉内でスラブどうしが立ち上がり重なってしまう現象(これをバックリングと呼ぶ)がでてくることなどがあり、炉長を無制限に長くできない。一方、近年になって、増々高品質の厚板製品が要求されており、この点からブッシャ型に伴うスラブの裏キズおよびスキッドマークの発生が問題視されてきた。厚板加熱炉では6 帯式が採用される際、この問題に対しては次の二通りの改善が実施された。

注1 (英) Buckling

① ウォーキングビーム型を採用する。

② ホットスキッド方式を採用する。

前者の場合、図1-2 に示す動作原理によりスラブが炉内を移動していき、スラブ下面がスキッドに接触する箇所が時間経過とともに交互に変化するの、この問題に対処できる。後者の場合、スキッドが、表1-4 に示すような構造になっているので、それらを軽減できる。これら二つの方式を採用した炉について代表例を図1-8 および図1-9 に示す。

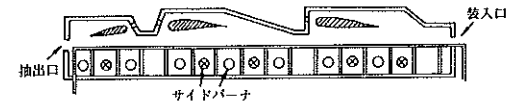


図1-8 6 帯式ウォーキングビーム型加熱炉  
(ビームの動作原理、ビームの構造などは図1-2、図1-16参照)

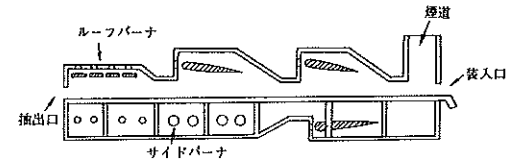


図1-9 6 帯式ホットスキッド型加熱炉  
(ホットスキッドの断面構造は表1-4 参照のこと)

6 帯式の採用とともに燃焼方式からの技術革新もなされた。

① サイドバーナ<sup>註1</sup>の採用

② ルーフバーナ<sup>註2</sup>の採用

ウォーキングビーム型加熱炉は、スキッドが動くので、ビームを設計する際、どうしても下部軸流バーナのバーナ壁が邪魔になることと、ビームが林立するので軸流バーナのフレームがビームにぶつかってしまう。そこで、下部の炉床をフラット(水平)にしてバーナを側壁に設置するようにした。これがサイドバーナを採用した理由である。ウォーキングビーム型ではスラブを抽出する際、スラブを

注1 (英) Hot skid 高温度の滑座、ドイツのコッパース社が発明、実用化した。

注2 (英) Side burner 炉内スラブの進行方向と直角に(炉壁側)取付けられたバーナの俗称。

注3 (英) Roof burner 天井バーナ。