UDC 621.771 : 621.783.06

連続線材雰囲気焼鈍炉

石田 二郎* 東山 馨*

Continuous Annealing Furnace under Controlled Atmosphere for Wire and Wire-rod

J. Ishida and K. Higashiyama

【概 要】

近年冷間鍛造用素材としての特殊鋼線材の需要が増大するに伴ない、処理能力の大きな無酸化、無脱炭焼鈍炉が要求されるようになってきた。この要求にこたえるため、大同製鋼(株)では、ローラーハース型連続線材雰囲気焼鈍炉を開発し、昭和42年に1号炉を同社星崎工場に設置した。その後同工場に2号炉も完成し、これらの操業実績から、生産性が高く、処理材の品質も安定しており他の雰囲気焼鈍炉と比較して色々な面で優れていることが立証されたので、ここにその設備概要および特性について報告する。

1. 設備概要

これまで雰囲気焼鈍用の連続炉には、被熱物の搬送方法としてトレイブッシャー方式が採用されてきたが、この方式では機構上、炉長が制限されるうえに、被熱物搬送用のトレイを頑強にしなければならない。このため設備能力に限界があり、トレイによる熱損失が大きいのが欠点であった。

本炉では被熱物の搬送にローラーハース方式を採用

することによりトレイブッシャー方式の欠点を解消することができたが、ローラーの回転を停止するとローラーに曲りが発生するので常時回転させなければならないこと、および炉内に爆発性の雰囲気を使用することの2点をじゅうぶん考慮して、自動運行機構、安全設備などに種々の工夫をこらした。

Table 1 に当社星崎工場設置2号炉の設備諸元を示す。

Table 1. Details of the protective atmosphere continuous annealing furnace of roller hearth type.

1. Measurement of installation Total length ; 56,940mm Effective inside length ; 47,500mm Effective inside width ; 1,700mm Effective inside height ; 1,000mm	5. Heating installation Type ; Radiant tube combustion type Fuel ; Light oil Burner ; Compressed air atomizing type Capacity ; 6l/hr×90 sets
2. Use Spheroidized annealing and low temperature annealing of special steel wires (not oxidized and not decarburized)	6. Automatic temperature controller Type ; P. I. Control motor Ratiotrol type Control zone ; 11 zones
3. Temperature Ordinary ; 700~800°C Max. ; 850°C	7. Driving equipment Main roll speed ; 2.4~9.6m/hr Roll speed of quick motion ; 10m/hr
4. Heat treated articles Diameter ; 40mm and below Charging weight of a lot ; 1680kg and below	8. Capacity Spheroidizing ; 1200t/month (Low temperature annealing ; 2,500t/month)

昭和44年9月1日受付

* 大同製鋼(株)星崎工場

Fig. 1. Typical sketch of protective atmosphere continuous furnace for annealing of coils.

ローラーハース方式を採用したことにより設備能力が大きくなり、生産性も約200 t/人・月と他の型式の焼鈍炉に比較して非常に良くなっている。

本炉の概要を Fig. 1 に示す。

本炉は装入テーブル、前室、入ロースロート、加熱帯、均熱帯、徐冷帯、後室、抽出テーブルより構成されている。

前室および後室は被熱物の装入、抽出に際して雰囲気ガスが直接外気と触れて汚染されたり、爆発するのを防止するために設けられたもので、その前後にはおのおの2枚の扉が設けられている。

既設炉では、炉内の温度制御帯は約10ゾーンに区分されており各ゾーンの設定温度とローラー速度を変えることにより、種々の特殊鋼線材に各種の焼鈍を施すことができる。

2. 自動運行機構

被熱物の装入、搬送、抽出は各種リミットスイッチ、電磁継電器、時限継電器の組み合わせによりすべて自動化されている。本炉の自動運行シーケンス（例）を Fig. 2 に示す。

炉内の被熱物の進行に伴ない炉体入口側に被熱物を装入しうる空間が生ずると炉入口扉が開き、前室にある被熱物は炉内に装入され炉入口扉が閉じる。次いで前室扉が開き装入テーブル上に用意されていた被熱物が前室に装入され前室扉が閉じる。以上の動作の反復により被熱物は自動的に連続装入される。

炉内で所定の熱処理を完了した被熱物が炉体出口に到達すると、炉体出口扉が開き後室に送り出される。次いで炉体出口扉が閉じ後室扉が開いて抽出テーブル上に抽出される。

Photo. 1. Protective atmosphere continuous furnace for the annealing of coils.

被熱物の装入、抽出は、扉の開閉時間を短かくして外気の炉内侵入をできるだけ少なくするため、炉内の駆動と切り離した別の駆動系により迅速に行なわれる。

炉内ローラーは一定回転数以下では曲りが出るため、炉内搬送速度には下限があるが、インターミットローラーハース方式を採用すれば任意の低速にすることができ、この場合には短かい炉長で長時間の熱処理が可能となる。

本炉の外観を Photo. 1 に示す。

本炉に Photo. 1 のような炉外搬送設備を併設することにより、抽出テーブル上に取り出された被熱物は、冷却されつつ炉入口側に返送され、作業者は炉の入口側のみで作業が可能である。

3. 加熱方法について

本炉では加熱源として原単位の低廉な軽油燃焼方式

Fig. 2. The sequence of automatic motion. (example)

を採用しているが、炉内雰囲気ガスを乱さぬためラジアンチューブによる間接加熱を行なっている。加熱帯は昇温時間を短縮するためストレート型チューブを密に配列し、均熱帯以降は熱効率を良くするためにU型チューブを用いている。必要な場合にはチューブ内に冷気を導入することによって $50 \sim 100^{\circ}\text{C/hr}$ の冷却速度を得ることもできる。

4. 安全対策

雰囲気ガス爆発防止対策として本炉には以下の対策がなされている。

- (1) 前室扉、後室扉開口時にはガスカーテンを点火し、被熱物の装入、抽出時に炉内に侵入する外気の量を最少にしている。
- (2) 前室、後室、入ロースト、炉出口などの低温部には、爆発性混合ガスが生じても即座に燃焼させてしまうように火種としてグローヒーターが設置されている。
- (3) 炉体出入口扉は変形を防いで気密性を上げるために水冷されている。
- (4) 各扉の開閉には、シーケンスに電気回路上のインターロックを施し、通常時は2枚以上の扉が同時に開くことのないようになっている。
- (5) 炉内雰囲気攪拌扇は、炉内圧を確保するように取付位置、回転方向に工夫がなされている。
- (6) 万一爆発が生じても被害が最小となるよう、炉天井は安全蓋構造になっている。
- (7) 非常用電源設備や、非常用バージガスを付属設備として併設している。
- (8) 非常時には炉内雰囲気ガスを簡単な操作で燃焼させてしまうことができるような装置が設けられている。

5. 炉内雰囲気調整について

本炉では燃焼用保護雰囲気ガスとして、RX ガスおよび純窒素ガスを単独または混合して送気している。

被熱物が高温にさらされる加熱帯は炉入口に近いため装入時の外気侵入により雰囲気が乱されると脱炭が起こるおそれがある。このため前室と加熱帯の間にはスロートと呼ばれる加熱源のない部分があり、被熱物はスロート後の雰囲気の安定した所で加熱昇温するように配慮されている。

雰囲気ガスは流量計を通った後各ゾーンに送気される。炉の適所には炉内雰囲気ガスの採取口が設けてあり、ここから採取したガス組成を赤外線分光分析計に

Fig. 3. Calibration curves prepared with the infrared gas analyser.

よって連続的に測定記録している。

連続炉の場合には Fig. 3 に示すようにバッチ炉に比較して炉内雰囲気ガスの時間変化はほとんど安定しているので炉内の雰囲気調整は容易になされる。雰囲気ガスの調整は送気ガス流量を増減することにより行なっているが、炉内に送気する流量を約 $100\text{m}^3/\text{hr}$ 以下にすると炉内圧が確保できなくなり爆発が起こる可能性があるので注意を要する。

前後室扉の開口後は、前後室におおの $30\text{m}^3/\text{hr}$ 以上のバージングガスを送気することにより、安全と安定した炉内雰囲気が確保される。

6. 温度分布特性および熱処理品質について

本炉は線材の熱処理用として設計されたもので、炉内有効高さが棒鋼用連続炉などと比較して相当高くなっているが有効域内の温度分布は極めて良好である。Fig. 4に本炉における雰囲気および被熱線材中央部の炉内温度変化を示す。

本炉では炭素鋼、強靱鋼、炭素工具鋼、軸受鋼など特殊鋼線材の球状化焼鈍、低温焼鈍を行なっているが、安定した炉内雰囲気と良好な温度分布のもとで、組織、機械的性質および脱炭の諸品質について良好で極めて安定した製品が得られている。

Fig. 4. Typical temperature recording chart.

× 400

Etchant : 5% Picral

× 1,500

Photo. 2. Spheroidized annealing structure of SUJ2.

Photo. 2 に本炉で処理した軸受鋼の球状化組織の一例を示す。

7. 結 言

以上述べたように本炉はこれまでの焼鈍炉に比較して種々の優れた点が認められるが、生産性の向上や品質安定性の向上が望まれる昨今の状況をみると、今後

このような型式の焼鈍炉がますます強く要望されるものと思われる。

おわりに本炉設置にあたり多大の努力をいただいた大同製鋼(株)高蔵製作所の関係技術者および同社知多工場平田宏、星崎工場稲垣喜治、山口素一、藤田宜治諸氏に感謝の意を表します。