
焼鈍炉の計算機制御について

Computer Control of Tight Coil Annealing Line

伊藤 実(Minoru Ito) 岸本 俊治(Shunji Kishimoto) 伊藤 しんご(Shingo Ito) 竹内 三郎(Saburo Takeuchi)

要旨：

千葉製鉄所におけるタイトコイル焼鈍炉の計算機制御システムは1972年4月に稼働を始めた。導入の主目的は焼鈍炉の集中管理システムにより少ない要員で精度の高い温度制御を行うことである。この計算機システムを十分に活用することによって効率的な焼鈍炉の操業が可能になった。当システムの特徴を以下に示す。(1)適正な昇熱曲線の選択により、焼鈍能率の向上と昇熱時間のバラツキの減少による品質の安定がはかられる。(2)昇熱曲線の指定が任意にできる。(3)CRTにより炉況表示が任意にできる。(4)コイルの積込条件チェックができる。(5)点火開始、冷却完了時刻など工程時刻が予測できるので次の作業段取が計画的かつすみやかに行える。(6)プロセスの異常警報を瞬時に出せる。(7)自動データ収集と工程管理用データの出力ができる。

Synopsis：

The computer control system came into operation in April 1972, with the main purpose of controlling the annealing temperature with high accuracy and less personnel by the centralized control of the annealing furnace. A full utilization of the system permits an effective operation of the furnaces. The main characteristics of the system are as follows; (1) An optimum heating curve for each charging coil is selected by this system, to obtain high annealing efficiency, less deviation of heating time and stabilization of product quality. (2) The process state of each furnace is indicated by CRT display. (3) The charging conditions of coils are checked. (4) The heating and cooling time can be estimated so that the subsequent works are scheduled easily. (5) Process abnormalities are alarmed instantaneously. (6) Automatic data logging and output of process control data.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

焼鈍炉の計算機制御について

Computer Control of Tight Coil Annealing Line

伊 藤 実*

Minoru Ito

岸 本 俊 治**

Shunji Kishimoto

伊 藤 新 郎***

Shingo Ito

竹 内 三 郎****

Saburo Takeuchi

Synopsis :

The computer control system came into operation in April 1972, with the main purpose of controlling the annealing temperature with high accuracy and less personnel by the centralized control of the annealing furnace. A full utilization of the system permits an effective operation of the furnaces. The main characteristics of the system are as follows:

- (1) An optimum heating curve for each charging coil is selected by this system, to obtain high annealing efficiency, less deviation of heating time and stabilization of product quality.
- (2) The process state of each furnace is indicated by CRT display.
- (3) The charging conditions of coils are checked.
- (4) The heating and cooling time can be estimated so that the subsequent works are scheduled easily.
- (5) Process abnormalities are alarmed instantaneously.
- (6) Automatic data logging and output of process control data.

1. 結 言

従来、コイル焼鈍炉の作業工程は各種規格コイルの積合せと昇熱プログラムの設定および工程管理上の問題点処理に多大の労力を費し、そのうえおくれ要素の大きいプロセス系だけにむずかしい

面が多かった。

計算機導入の主目的は炉の最適昇熱方式による集中温度制御と集中管理による省力化、コイル材質の安定化、密着防止および焼鈍能率の向上などである。

導入にあたって、まず焼鈍待ちコイルの最適積合せ計画からとりかかったが、これは対象コ

* 千葉製鉄所動力部計測課課長

*** 千葉製鉄所冷延部第2冷圧課掛長

** 千葉製鉄所動力部計測課掛長

**** 千葉製鉄所冷延部

イルの種類および数が多いため計算機容量が大きくなり、処理時間が長くなって他の機能に影響がでることや、焼鈍待コイルの置場管理など複雑な問題があるので現在計画中の大型計算機システムで行うことにした。今回は現状の不具合点を解決するため炉温の Direct digital control (DDC), 工程管理, 工程時刻の予測計算, 異常警報および日報作成にとどめた。

従来、炉の昇熱時間は、同じ規格の積合せコイルでかつ積込総重量が同じでもバラツキが大きい。ため焼鈍能率を低下させる原因の一つでもあった。

焼鈍プロセスにおいては、複雑な因子が影響している関係上、コイルの昇熱曲線を数式化することはむずかしい。昇熱曲線に影響する諸因子については過去1年間の実績データを解析し、その結果をもとに DDC 方式を決めた。現在はテーブル索引方式であるが、実績をつみ重ねていきデータ解析にもとづく数式化を計画している。また中央計算機とのデータリンクを昭和50年10月稼動を目標に進めている。

本稿では当社千葉製鉄所第2冷延工場のコイル焼鈍炉計算機システムの内容とその効果について述べる。

2. 焼鈍ヤードの配置および設備

第2冷延工場コイル焼鈍炉のレイアウトを Fig. 1 に、Fig. 2 に炉の構造を示す。

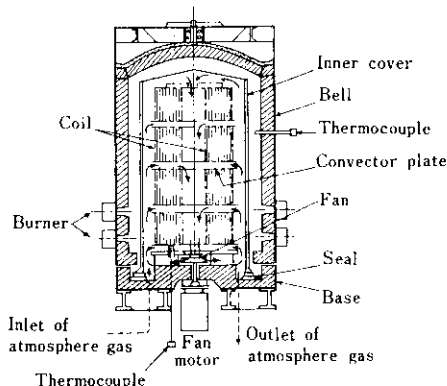


Fig. 2 Single stack coil annealing furnace

焼鈍作業はコイルをベース上に3～5段積み重ね、その上にインナーカバーをかぶせて外気と遮断しレトリート内を弱還元性の雰囲気ガスにおきかえて加熱用のベルをかぶせる。そのあとコイルが所定温度になるまで加熱し、所定温度になると一定時間保持（均熱）したのちベルを取はずし冷却する。冷却はコイルが外気により酸化されなくなる温度までレトリート内に放置され所定温度になるとコイルをとり出す（解体）。

ベース内には雰囲気ガス攪拌用ベースファンが設置されていて対流板を通してコイルへ熱を伝える。炉体の形式としてシングルスタック焼鈍炉とマルチスタック焼鈍炉の2つのタイプがあり、シングルスタック炉は1スタックに対して1ベル、マルチスタック焼鈍炉は4スタックに対して1ベル装着できる構造となっている。Table 1 に焼鈍炉の仕様を示す。

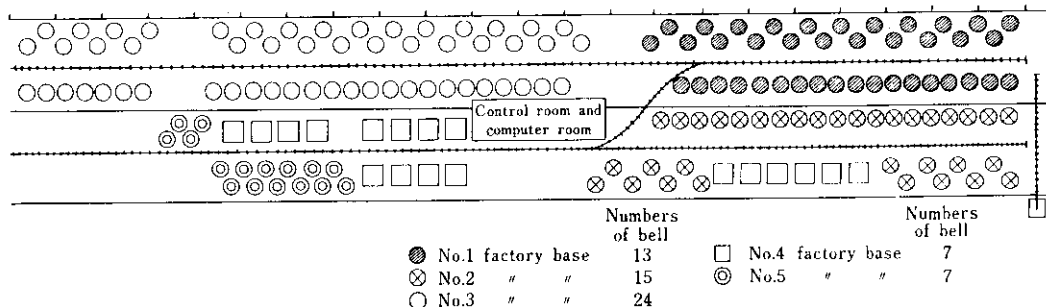


Fig. 1 Layout of annealing yard

Table 1 Specification of the annealing furnace

Type		Direct fired single stack	Direct fired multiple stack
Maker		Kawatetsu	Kawatetsu
Coil	Max. outer dia. (mm)	2 460	2 140
	Max. weight (t)	40	20
Effective charging height (mm)		5 030	4 025
Max. charging weight (t)		120, 160	400
Burner	Arrangement	8×2 stage, 6×3 stage	28×1 stage
	Fuel	Light oil	LPG
Inner cover(dia.×height)		2 700mmφ×5 900mm, 2 850mmφ×5 900mm	2 380mmφ×4 810mm
Pedestal fan	Motor	30kW×950rpm, 40kW×1 500rpm	13kW×1 450rpm
	Capacity (N m ³ /min)	400, 500	300 at room temp.
	Pressure (mmH ₂ O)	175, 200	80 at 15°C
Factory name		No. 1 No. 2 No. 3 No. 4 factory	No. 4 factory

3. 計算機システムの概要

本システムの範囲は第2冷延工場タイトコイル

焼鈍炉の第1工場から第4工場までの59ベル、148ベースを対象としている。また情報管理システムの面では中央計算機 (UNIVAC-494) にデータテープを供給している。Fig. 3 にシステム構

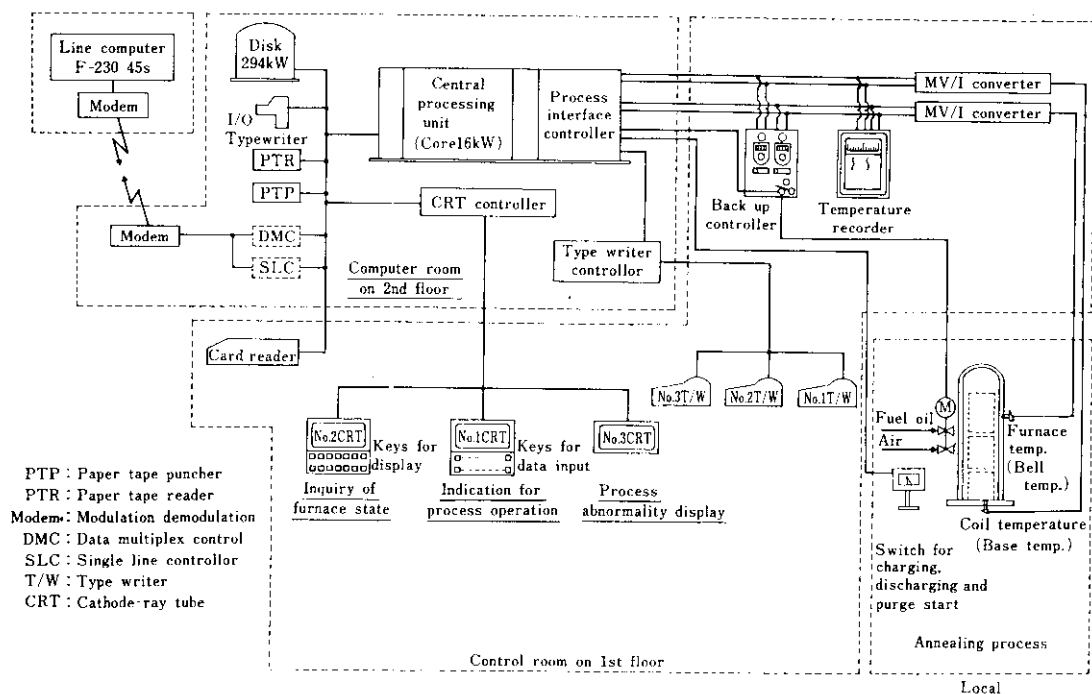


Fig. 3 Block diagram of computer system of annealing furnace

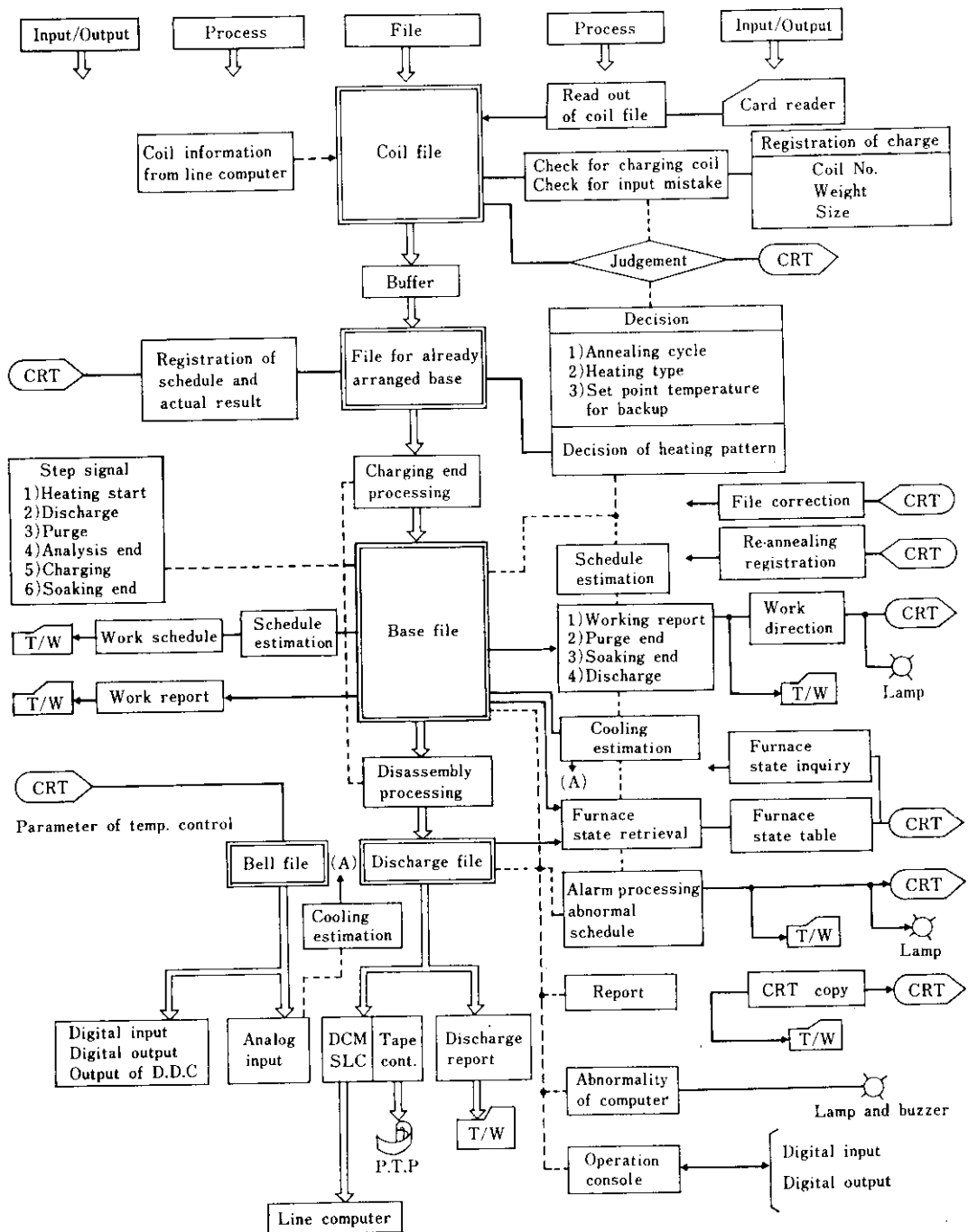


Fig. 4 Flow chart of data processing

成を示し、Fig. 4 は計算機内のデータの流れを示したものであり、Table 2 に計算機ハードウェアの仕様を示す。

焼鈍プロセスは大別してコイルの積込からはじ

まり、昇熱期間、均熱期間、冷却期間、解体で1工程が終る。この間の各ステータスを把握して工程管理を行い、昇熱期および均熱期で DDC を行い同時に炉況管理を行う。

Table 2 Specification of computer system

	Type	DDP-516
Central processing unit	Main internal memory	Type Ferrite core Cycle time 0.96 μ s Word length 16bit+parity Memory cap. 16kW
	Auxiliary memory	Type Fixed head magnetic disk Access time 8.5ms(mean) Word length 16bit+parity Memory cap. 294kW
	Operation speed	Add 1.92 μ s Multiply 5.28 μ s Divide 10.56 μ s
	Instruction	Address modification relative actual indirect indexing Number of instruction 72
	Additional function	Memory lock out High speed arithmetic Real time clock DMA (1 channel) PICA
Process interface controller	Input	Digital input 657 points Analog input 328 points Interrupt input 20 points
	Output	Digital output 206 points

炉況管理および工程管理はすべて CRT 表示器を用いて行う。またオペレータの省力化を図るため工場の中央ですべての計測機器を集中管理し、1階を計器室に2階を計算機室にしている。このほかに計算機がダウンしたときのバックアップとしてアナログ調節器を設置し、ダウン時自動的に切換られ炉の操業に支障のないように考慮されている。

当システムの特徴は、CRT を用いた工程管理、炉況管理、炉温の DDC と昇熱プログラムが任意に選択できるので実験材および特殊な昇熱方式を取り入れることができ材質の安定化や操業の標準化がはかれることである。

4. システムの機能

システムの各機能をデータの流にそって以下

に述べる。

4.1 オンラインカード読みおよびテープの打出し

当日圧延されるコイルの規格、寸法、コイル No. などの情報は、前日にパンチカードのかたちで打出される。オペレータは計算機にカードを1日1回一括して読み込ませる。1回の読み込量は1000コイル分で計算機内のファイルが一杯になると古い情報から消去していく。

本計算機システムで処理された結果はテープに打出される。このテープは中央計算機のマスターファイルの更新に使われるとともに次工程の計画や納期管理に必要な工程情報として利用される。(カードの読み込みおよびテープの打出しについては昭和50年10月以降はラインコンピュータと接続され、データ処理されるので前述の各作業はなくなる)。

4.2 積合せから昇熱プログラム決定までの処理概要

焼鈍待ちにあるコイルは、規格、寸法のちがいにより昇熱温度と昇熱時間がことなっている。したがって同一昇熱条件のコイルを組合せて焼鈍するのが最も理想的であるが、必ずしもすべて同一条件で積合せできるものではない。オペレータは焼鈍待ちコイルの中から積合せ基準に従って複数個の積合せ可能なコイルを選びだし、CRT を用いて積込ベース単位に登録する。登録の方法は、コイル No. をキーインすることにより行われる。コイル No. がキーインされるとときにカードリーダーから読み込まれたコイルのコイル No. と照合され、そのコイル明細が CRT 表示器で表示される。

積合せコイルを同じ条件で焼鈍してよいか否かのチェックはこの時点で行われるが、その処理概要について以下にのべる。

4.2.1 登録したコイルの積合せ可否および焼鈍サイクルの決定

まず最初に積込むコイルの規格グループと板厚、板幅、重量から焼鈍サイクル(均熱温度と均

Table 3 Reference table of cycle numbers

Group No.	Thickness group	Width group	Weight group	Annealing cycle No.
03	0.7mm ≤0.9mm	1100mm≤	23t≤	16
			23t>	7
		1100mm>	23t≤	16
			23t>	7
	0.9mm ≤1.2mm	1100mm≤	23t≤	16
			23t>	8

熱時間) No. がテーブルから決まる。Table 3 にサイクル No. 検索テーブルを、Table 4 に焼鈍

Table 4 An example of annealing cycle

Annealing cycle No.	Soaking condition		Heating pattern
	Temperature (°C)	Time (h)	
16	675	24	C
23	685	8	A
24	700	15	A

サイクルの一例を示す。

次に積込の決った各コイルの焼鈍サイクル No. をもとにして実際に焼鈍するときの昇熱条件となる代表サイクル No. を決める。焼鈍サイクル No. は約50種類あって、計算機ではサイクル No. の組合せに対して焼鈍可能か否かの基準テーブルをもっている。Table 5 にその一例 (サイクル No. 1~8 まで) を示す。代表サイクル No. および積合せ可否のチェックの方法をTable 5 の例を参考にして説明する。まずオペレータによっ

Table 5 Standard for charging condition between cycles

B	A	Cycle No.								Cycle table in computer							
		1	2	3	4	5	6	7	8	1	1	0	1	0	1	1	0
Cycle No.	1	○	Ⓐ	×	Ⓐ	×	Ⓐ	Ⓐ	×	1	1	0	1	0	1	1	0
	2	Ⓑ	○	×	Ⓐ	×	Ⓐ	Ⓐ	×	0	1	0	1	0	1	1	0
	3	×	×	○	×	Ⓐ	×	×	×	0	0	1	0	1	0	0	0
	4	Ⓑ	Ⓑ	×	○	×	Ⓑ	Ⓑ	×	0	0	0	1	0	0	0	0
	5	×	×	Ⓑ	×	○	×	×	×	0	0	0	0	1	0	0	0
	6	Ⓑ	Ⓑ	×	Ⓐ	×	○	Ⓐ	×	0	0	0	1	0	1	1	0
	7	Ⓑ	Ⓑ	×	Ⓐ	×	Ⓑ	○	×	0	0	0	1	0	0	1	0
	8	×	×	×	×	×	×	×	○	0	0	0	0	0	0	0	1
Pattern type		A	A	A	A	B	C	C	C								

○: Charging condition is allowed unconditionally

×: Charging condition is not allowed

Ⓐ: Charging condition is allowed if annealing is made in A side cycle No.

Ⓑ: Charging condition is allowed if annealing is made in B side cycle No.

て3個のコイルが積合せできるものとして選ばれたとする。このおのおののコイルの焼鈍サイクル No. が No. 1, 4, 6, と決ったとすると, 計算機では各コイルに対応する焼鈍サイクル No. をビット対応させ, おのおののビットの論理積をとり, 論理積の成立するビットが一つでもあれば積合せ可とし, なければ不可とする。また代表サイクル No. は論理積の成立したビットのうち番号の若い方を代表する焼鈍サイクル No. と決める。実際の例を次に示す。

サイクル No. 1.....11010110

4.....00010000

6.....00010110

論理積 00010000

上記の結果から3個のコイルは積合せ焼鈍が可能で, 代表焼鈍サイクル No. は4と決る。

4.2.2 昇熱プログラムパターン No. の決め方

昇熱プログラムパターンは, 当該ベースに積込

まれたコイルの焼鈍に適した昇熱速度を与えるために, ベル型式, 積込総重量, 最下部積込コイルの外径, および代表焼鈍サイクル No. による規定された均熱温度などの条件をもとに適正な昇熱プログラムが選択できるようにテーブル化されている。Table 6 にパターン選択のための各要因と水

Table 6 Factors and levels for pattern selection

Factor	Level
Bell group number	5
Outer diameter of bottom coil (m)	3
Total charging weight (t)	8
Soaking temperature	16

準を表にし, Table 7 に昇熱プログラム検索テーブルを示す。温度プログラムは加熱速度のはやいものを No. 0 とし, おそいものを No. 49 として50種類準備されている。

Table 7 Reference table of program pattern

W	G	D T	1D										2D~3D	
			1 T	2 T	3 T	4 T	5 T	6 T	7 T	8 T	9 T	10T 16T	1 T	...
1 W	1 G		50	24	21	19	17	10	12	2	2	0	50	...
	2 G		50	22	18	16	14	8	9	1	1	0	50	...
	3 G		50	24	20	18	16	10	11	2	2	0	50	...
	4 G		50	22	18	16	14	8	9	1	1	0	50	...
	5 G		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...
2 W	1 G		50	24	22	20	18	11	13	3	3	0	50	...
	2 G		50	22	19	17	15	8	10	1	1	0	50	...
	3 G		50	24	21	19	17	10	12	3	3	0	50	...
	4 G		50	22	19	17	15	8	10	1	1	0	50	...
	5 G		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...
3 W~8 W	1 G		5	25	23	21	20	12	15	5	5	0	50	...
														...

W : Charging weight 0~50 : Kind of program pattern No.

G : Bell group number

T : Soaking temperature (cycle No.)

D : Coil diameter

4・2・3 DDC

炉のスタート条件がおのおの異なるため、コイル温度が400°Cになるまで(炉が安定するまで)は無制御とし、400°Cになるとベース温度を制御対象とし、当該ベースの所定温度プログラムに従いコントロールする。

制御対象：ベース温度

制御方式：プログラム制御

操作端：第1工場電磁弁

第2工場電磁弁

第3工場電動弁

第4工場電動弁

(1) 設定値演算

ベース温度設定値は昇熱パターン No. が決ると次に示す計算式により演算される。プログラム昇熱曲線は20°C 間隔で17ステップに区分され、各ステップは直線に近似されている。一例としてプログラム No. i の j ステップに要する時間 t_{ij} がストアされていると温度設定値 T は次の演算式により求まる。

$$T = 400 + 20(j-1) + 20t/t_{ij}$$

T : j ステップで経過時間 t における温度

t_{ij} : i パターンで j ステップの昇熱に要する時間

t : j ステップにおける経過時間

Fig. 5 にその説明図を示す。このほか、標準昇熱方法以外に加熱途中のある温度で昇熱を止めるとか、または一定の温度に保持させるなど特殊な昇熱方法についても制御できるようになっている。

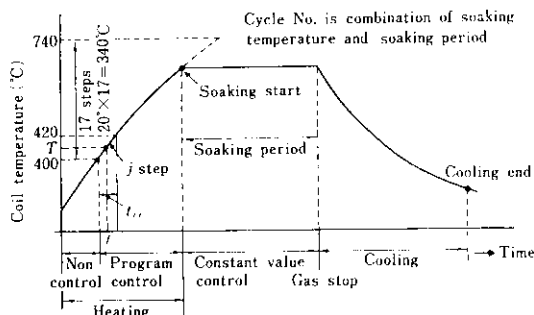


Fig. 5 Typical heating curve (pattern type A)

(2) ベル温度制御

通常、ベル温度は上限値の監視のみであるが、炉壁の保護などの目的で、上限温度に近い範囲内(上限値-20°C)ではベル温度定値制御に切替え、ベルの異常加熱を保護する。

(3) DDC に必要なパラメータ

DDC に必要なパラメータは次の3つで、おのおの CRT を用いて設定変更ができる。

(a) サンプリング周期: 10sec, 20sec, 30sec, 40sec

(b) フィルタ定数: 0~9sec

(c) 制御パラメータ: おのおの独立に設定することができる。

(4) 制御アルゴリズム

制御端が電磁弁の場合ヒステリシス特性をもつ ON-OFF 動作を行う。Fig. 6 に弁制御特性を示す。

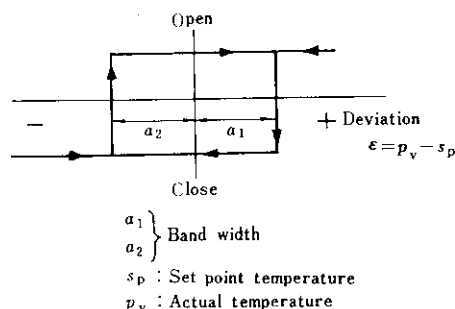


Fig. 6 Solenoid valve control characteristic

す。パラメータとしてデッドバンド a_1 および a_2 をもっている。

電動弁アルゴリズムは次の数式を用いている。

$$\Delta P_n = K[(PV_{n-1} - PV_n) + T_i/T_s(SP_n - PV_n) + T_d/T_s(2PV_n - PV_n) - PV_{n-2}]$$

ただし ΔP_n : 操作用出力変化量 (sec)

K : 比例ゲイン

T_i : 積分時間

T_d : 微分時間

PV_n : n サンプル時のプロセス変量

SP_n : サンプル時の設定値

T_s : サンプル時間

パラメータとしては、 K, T_i, T_d の3つである。

4.2.4 バックアップ計器から DDC への 切換え

計算機が何らかのトラブルで停止した場合は、自動的にバックアップ調節計へ切換わる。一方バックアップ調節計から DDC へ切換える時は調節計側のリセットボタンを押すことにより切換わる。

4.2.5 焼鈍プロセスの状態把握

計算機は、おのこのペースについてプロセス

が現在いかなる状態にあるかをオペレータの入力あるいは内部ロジックによって記憶している。これによりプロセスのコントロール、あるいは各機器の総括的な管理を行う。プロセスステータスの把握条件を **Table 8** にまとめた。表のように焼鈍 1 サイクルに対して 9 ステップの入力が行われ、これによって計算機は 1 から 9 までのステータスを把握する。

4.2.6 工程時刻の予測

予測する工程時刻は次の 6 種類である。

Table 8 Condition to grasp the process state

Process step	No.	Process state	Input	Remarks
Discharge	1	Furnace is empty		
Charge completion	2	Waiting for purge	Change over the field switch to charge completion	* Field switch
Purge start	3	During purge	Change over the field switch to purge start	*
Purge end	4	Waiting for heating start	Input analysis end on CRT	
Heating start	5	Heating	Input by opening the shut off valve	
Soaking	6	Soaking	when the temperature has reached the soaking temperature	
Soaking end	7		Input by closing the shut off valve	
Rapid cooling start	8	Rapid cooling	Change over the field switch to cooling cover on.	*
Cooling end	9	Waiting for discharge	Temperature has reached the cooling end temp.	
Discharge			Change over the field switch to discharge	*

- (a) パージ開始予定時刻
- (b) パージ完了予定時刻
- (c) 点火開始予定時刻
- (d) 均熱開始予定時刻
- (e) 均熱完了予定時刻
- (f) 冷却完了予定時刻

上記各予定時刻は実績時刻が書込まれた工程の次の工程から解体までは今回焼鈍工程の予定時刻であってそれ以外のものは、次回焼鈍工程の予定時刻を示す。たとえば、現在均熱完了実績時刻がはいってきたとすると、冷却完了予定時刻の欄は当回の工程に関する時刻で、パージ開始からパージ完了予定時刻については次回の工程に関する予定時刻となる。

4.2.7 冷却完了時刻の予測

焼鈍工程で均熱期間がすぎると炉はガスを止め冷却期にはいる。冷却完了時刻の予測はまず、積込時点で行う第1段階の予測と、均熱完了（ガス止）後に行う第2段階での予測の2つに分れる。

(1) 第1段階での冷却完了時刻の予測

積込時点で、解体指定温度に到達する時刻を推定計算する。推定計算式は、Fig. 7 に示す4つ

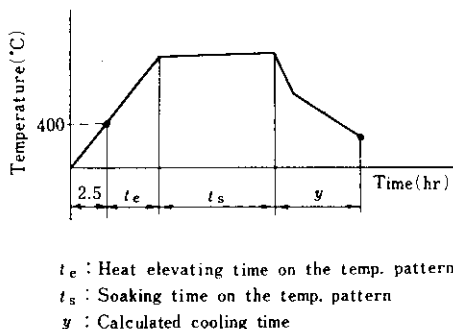


Fig. 7 Estimation curve at the 1st stage

のゾーンの時間を加算したもので、次式であらわされる。

$$Y = 2.5 + t_e + t_s + y$$

Y : 積込時点から冷却完了までの時間

t_e : プログラムパターン No. で決められている昇熱時間

t_s : 均熱時間

y : 過去の実績データから得られた回帰式
 なお y は季節、工場別、総積込トン数に依存するパラメータで次式で表わされる。

$$y = ax + b + y_i$$

a, b : 定数

x : 総積込トン数

y_i : 解体指定温度が140°C以下の温度のときの補正值

(2) 第2段階での予測

均熱完了後の時点でコイル温度が解体指定温度になる時刻の予測を行う。ベース温度の降下勾配はコイルの積込重量、均熱温度などによって大幅にことなるが、実績データからみて、400°Cから冷却指定温度まではほぼ指数関数となることがわかったので次の予測式を用いて推定計算を行う (Fig. 8 参照)。

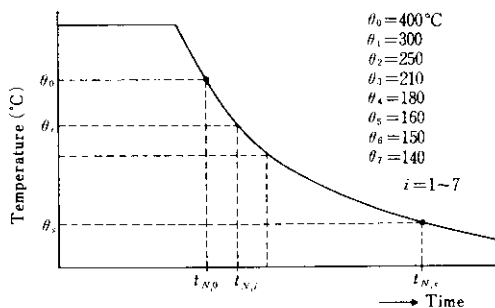


Fig. 8 Cooling curve

$$t_{N,s} = t_{N,i-1} + K_{N,i} (t_{N,i} - t_{N,i-1})$$

$t_{N,s}$: N 回目のチャージの冷却完了予測時刻

$t_{N,i-1}$: N 回目のチャージの $i-1$ 番目のサンプリング時刻

$t_{N,i}$: i 番目のサンプリング時刻

$K_{N,i}$: N 回目のチャージの予測係数
 (過去の実績値から求めた値で k チャージの平均値)

なお $K_{N,i}$ は次式で求められる。

$$K_{N,i} = 1/k \sum_{m=N-k}^{N-1} (t_{m,s} - t_{m,i-1}) / (t_{m,i} - t_{m,i-1})$$

$t_{m,i}$: m 回目のチャージの i 番目のサンプリング時刻

$t_{m,i-1}$: m 回目のチャージの $i-1$ 番目のサンプリング時刻
 $t_{m,s}$: m 回目の冷却完了時刻
 k : 10回

4.2.8 作業指示

計算機は各作業を開始すべき時点になると次の項目について作業指示を与える。

- (1) ページ完了時
- (2) 均熱完了時
- (3) 強制冷却開始時
- (4) 冷却完了時

各指示はすべてのベースについて共通で開始時点になると、CRT 上のランプが点灯し同時にブザーが鳴る。点灯したランプを押すことによりランプはリセットされ、CRT 上に作業すべきベル、ベース No. が表示される。

4.2.9 ベル移動先検索

炉の稼働率をあげ、作業の段取りをスムーズに行うためには、稼働中のベルの次回移動先ベースを予約しておく必要がある。そこで計算機は、次回予定ベースが積込みできる状態にあるか否かをチェックするとともに、16hr 以内に均熱完了予定のベルをピックアップして工場別に均熱完了時刻の早い順番に次回ベル移動先ベースを予約していく。この検索結果は 4hr ごとに編集されてアウトプットされる。オペレータはこの検索結果にもとずいて次の作業段取りを行う。

4.2.10 作業予定表の作成

現在時点より 4hr 以内に予定されている各ベースの作業予定を時刻の早い順に編集し、No. 3 タイプライタに出力する。その内容は次のとおりである。

- (1) ページ開始予定時刻と当該ベース No., ベル No.
- (2) ページ完了予定時刻と当該ベース No., ベル No.
- (3) ガス止予定時刻と当該ベース No., 次回点火予定のベース No.
- (4) 強制冷却開始予定時刻とベース No.

- (5) クーリングカバー完了予定時刻とクリーングカバー No., 次回予定ベース No.,
- (6) 冷却完了予定時刻とベース No., 次回の積込予定

オペレーションとしては 4hr ごとに作業予定表作成ボタンのランプが点灯する。このボタンを押すと編集を開始し印字する。

4.2.11 ベル稼働状況および点火重量表作成

各班の終了時にベル稼働状況を出力する。稼働状況は工場別に、休止時間は内容別に集計する。次にその内容を示す。

- (1) ガス止から点火までの待ち時間
- (2) コイル待ち
- (3) ベース待ち
- (4) 機械修理
- (5) 電気修理
- (6) その他

このほかに同じ用紙に工場別に積込総重量とその累計を印字するようにしている。

4.2.12 その他のロギング

前述のロギングのほかに次のようなロギングを行っている。

- (1) 焼鈍作業報告書
- (2) 解体実績報告書
- (3) 積込指示書
- (4) プロセスアラーム
- (5) テープコピー

4.2.13 アブノーマル時の警報と処置

アブノーマルな状態とは、オペレーションミスによるものとプロセスの異常によるもの、計算機システム故障によるものの 3 種類である。その具体例を以下に示す。

- (1) オペレーションミスによる異常
 - (a) コイル積合せミス
 - (b) コイルの積込みミス
 - (c) ベル、ベースの 2 重登録
 - (d) 焼鈍中止
 - (e) 工程のとびこし
 - (f) 点火条件不足、解体条件不足

f 項については各ベースごとにブザーで知らせる。

(2) プロセス異常によるもの

- (a) 温度追従不良
- (b) 熱電対断線
- (c) 加熱アンバランス
- (d) ベル温度異常

(3) 計算機システムの故障

- (a) CPU の故障
- (b) A/D 変換不良
- (c) パワーフェイル
- (d) コアメモリーパリティエラー
- (e) ディスク転送エラー

上記各種アラームはオペレータデスク上にランプ表示されそのつどブザーが鳴る。なお、おのこのトラブルについての処置方法は標準化されている。

4.2.14 CRT による表示

CRT によりプロセスの種々の状態を表示させ、プラントの総合的監視あるいは管理を行う。CRT 表示器は3台あってそのうちの1台で各データのインプットを行う。問合せは、問合せ項

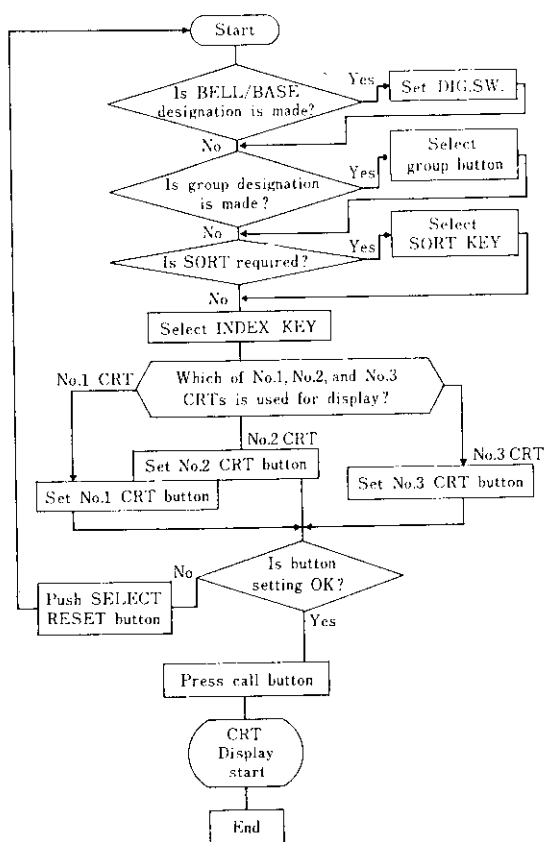


Fig. 9 Flow chart of display action

Table 9 Table of furnace state display formats

		No. 1B	No. 2B	No. 3B	No. 4B	No. 9B	No. 10B	No. 11B	No. 12B	No. 13B	No. 14B	No. 15B
		Base No.	Bell No.	Cooling cover No.	Coil No.	Empty furnace	Scheduled	Waiting for heating start during purging	Waiting for discharge	Soaking end is scheduled within 9 hours		Cooling end is scheduled within 9 hours
		Factory designation						No. 1 factory.....No. 5B No. 2 factory.....No. 6B		No. 3 factory.....No. 7B No. 4 factory.....No. 8B		
Index key	Format No.	F-22	F-23	F-24	F-25	F-26	F-27	F-28	F-29	F-30	F-31	F-32
	No. 19B Base No.	×	○	○	○	○	○	○	○	○	×	△
	No. 20B Bell No.	○	×	×	○	×	×	×	×	△	×	×
	No. 21B Cooling cover No.	○	×	×	○	×	×	×	×	×	×	×
	No. 23B State time	○	○	○	○	×	×	×	×	○	×	○
	No. 24B Temperature pattern No.	○	○	○	○	×	×	×	×	○	×	○
Index key	No. 26B Plan for next time	○	○	○	×	×	×	×	×	○	×	×

Example of calling

Which bell in No. 1 factory is scheduled to be reached soaking end ?

Operation Sequence the pushbuttons are pressed

No. 5B→No. 20B→No. 13B.....CRT select.....Calling

Remarks ×.....No display

○.....Displayed after selection and combination are made

△.....Always displayed

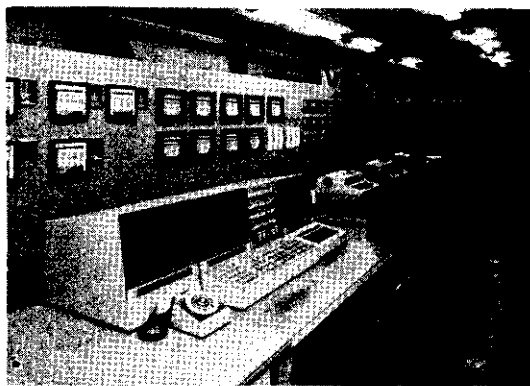


Photo. 1 Operation room

目と内容を指定することにより、データが所定のフォーマット上の定められた位置に表示される。**Fig. 9**にそのフローを、**Table 9**に表示動作のフォーマットを示す。**Photo. 1**はオペレーションルーム内のCRTの設置状況の写真である。

5. 計算機導入後の効果

本計算機システムの導入によって得られた効果について以下にのべる。

(1) 焼鈍炉番業務の省力化

計算機システム導入により、記帳および炉温の監視業務などが軽減され、炉番業務は8名の省力化ができた。また省力化と直接結びつかないが、段取業務も集中管理できるようになったため、作業性が一段と向上した。

(2) 加熱時間のバラツキの減少による品質の安定化

加熱時間のバラツキの減少によるメリットとしては材質の安定化と密着の防止があげられる。

密着の発生には焼鈍加熱条件、圧延後の板面粗度と形状および焼鈍前工程の巻取テンションなどが最も影響していると考えられる。最近では粗度管理がいきとどいているため密着発生率は数年前にくらべると低く安定している。このような状況下ではあるがDDC導入後の発生率はさらに若干減少の傾向にある。

(3) 焼鈍能率の向上

適正な昇熱プログラムで加熱するため、工場全体で6.5～7.0%の能率向上があった。

(4) 操業の安定化

温度設定や積合せの適、不適などの焼鈍基準に対するミスオペレーションが防止できるとともに、作業予定表の作成により作業段取が容易になり、炉況が常に把握できるようになった。さらにプロセスの異常が早期に発見でき、アクションが迅速にとれるなど操業が安定するようになった。

6. 結 言

第2冷延工場焼鈍炉の計算機システムについてシステム内容、機能、およびその効果について述べた。計算機システムの購入仕様書を発行してから約20ヶ月で検取運転にはいった。現在の計算機の稼動状況は99.8%と好調である。

本システムは1台の計算機をできるだけ有効に使用するため多くの機能を取り入れ、その効果をあげることができた。計画時点で心配したDDC関係も良好な成果を得ている。ただし現在使用している加熱温度パターンは過去の実績をもとにしているため、今後データを解析して処理材料の材質特性に影響を与えない範囲で、より能率のよい最適なプログラムに改めるよう検討を進めている。

本計算機システムの建設はすでに操業中の炉が約半数をしめていたため、計測機器の新計器室への移設など切換時に混乱を生じたが、大きなトラブルもなく本運転にはいることができた。また計器室、計算機室およびユーティリティについては安全性、環境条件を考慮して設計した。

昭和50年にラインコンピュータとのデータリンクが完成すれば、最適積合せ計画がオンラインのできるものでそのメリットの期待も大きい。

おわりに本システムの開発にご協力、ご指導いただいた関係各位ならびにシステム建設に努力していただいた山武ハネウエル㈱の担当各位に深く感謝の意を表する。