
.....

μ

熱帯鋼のコンピュータ制御システムと運転実績

Computer Control System of a Hot Strip Mill and Operation Results

黒津亮二*

Ryoji Kurotsu

伊藤実***

Minoru Ito

峰松隆嗣*****

Takashi Minematsu

豊坂秀夫**

Hideo Toyosaka

片岡健二****

Kenji Kataoka

御厨尚*****

Takashi Mikuriya

Synopsis :

The development of a computer control system of 80" hot strip mill at Chiba Works began in 1964, and successfully completed in March, 1970.

The function of this system covers slab tracking from the furnace delivery to the coilers, mill pacing, roughing and finishing mill set up, coiling temperature control, and data logging. Finishing mill set up is the most important one, and strenuous exertion has been made toward developing the method of predicting roll force. A method based on R.B.Sims' equation, which is simple and that with good accuracy, has been obtained. Standard deviation of roll force prediction is 5%. As for the gauge

98% of the first half of lots which were rolled by computer set up, fell within $\pm 100 \mu$ of

Table 1 Important date of development

1964,	July	Installation of TOSBAC-3300
1965,	February	Installation of F 6 stand
	September	Data logging, off-line data analysis
1966,	July	Start of on-line set-up calculation
	November	First set up experiments
	December	Installation of F 7 stand
		Decision made to install TOSBAC-7000
1967,	September	Second set up experiments
1968,	January	Removal of TOSBAC-3300
		Installation of TOSBAC-7000

	November	Third set up experiments
1969,	March	4th set up experiments
		Start of computer operation
1970,	March	Rolling temperature control experiments

Table 3 Computer specifications

Arithmetic unit	Circuit	Si solid state logic circuit
	Word	24 bits+1 bit parity
	Arithmetic operation	binary parallel fixed point, floating point with program
	Operation time	ADD 6.8 μ sec MUL 15.98~26.18 μ sec DVD 30.9 μ sec
	I/O Channel	6 channels

Core memory	Index register	adress modification 7-index using core memory
	Capacity	16,384 Words
	Cycle time	3.2 μ sec

ーが使用されている。38グループ（16ビット／グループ）が実装されており、このうちの数グルー

1) 検出器

スラブトラッキング用の板検出器は、板の赤外

出力点選択用にあてられる。これにより出力数を増やしている。

より検出するロードリレーなどを使用している。板の表面温度は、仕上出側までは、光電管高温

Table 4 Typical sensors

Measured value	Location	Sensor specifications
		load relays with load cells
Rolling force	$R_1 \sim R_4, F_1 \sim F_7$	Pressductor, 2×1800 t (each stand)
	R_4 delivery	Photo-electric pyrometer, $800 \sim 1400^\circ\text{C}$
Bar temperature	Finisher entry	Photo-electric pyrometer, $600 \sim 1200^\circ\text{C}$
	Finisher delivery	Photo-electric pyrometer, $600 \sim 1000^\circ\text{C}$
	Coiler entry	total radiation pyrometer, $400 \sim 800^\circ\text{C}$
Strip thickness	F-7 delivery	Raymike—600 X ray gauge, $0 \sim 16.00$ mm
Roll gap	$R_1 \sim R_4, F_1 \sim F_7$	Shaft position encoder with selsyn drive, increment 0.01 mm
Roll speed	$F_1 \sim F_7$	Solid state digital counter with

粗圧延機および下仕上圧延機

に利用している。これをゲージクラツファイヤー サイドガイドは、定電圧制御，R1 および仕上圧

ムとアプリケーション・プログラムからなる。

モニタ・プログラムは、アプリケーション・プログラムの実行管理（実行開始時間

の決定、バリエーション問題の管理、

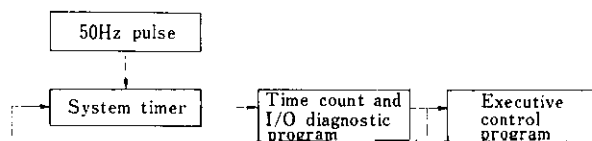


Table 6 Initial Data

ることができる。抽出時に必要なデータは、スラ

Customer	Card
Strip specification	Card
Strip thickness	Card or manual set

ばよく、抽出ごとに、オペレータがコイル番号などのキーワードをインプットする必要はない。初期データ項目を **Table 6** に示す。

をチェックし、また該当板が噛込む前に
設定完了か否かをチェックし異常な場合
は、警報を発信する。

3.5 上圧延機の自動設定



σ : ステファン・ボルツマン定数
(4.88 kcal/m²h°K⁴)

T : 板の温度 (°K)

T_a : 周囲温度 (°K)

である。(1) 式を板がR4出側温度計から仕上圧

である。 a_i , b_i の値は、実際の圧延データから求める。

なお形状調整のために、オペレータがF5~F7板厚を修正できる機能を備えている。

積分すると

まず最終スタンド回転数を決める。これは、製
品(板)の最終出側温度(T_{out})を目標

$$h_{i-1} \left(1 - \frac{R'_i}{R_i} \right) + \frac{\pi}{8} \sqrt{\frac{h_i}{R'_i} \log_e(1-r_i)} \quad \dots\dots\dots (7)$$

である。また、偏平変形したロールの半径は、

$$Q_i = f_1(r_i) - f_2(r_i) \sqrt{\frac{R'_i}{h_i}} \quad \dots\dots\dots (12)$$

ただし

$$f_1(r_i) = \pi \sqrt{1-r_i} \dots\dots\dots / \sqrt{r_i} \dots\dots\dots \pi$$

$$\frac{R'_i}{R_i} = 1 + \frac{2C_i F_i}{B(h_{i-1} - h_i)} \quad \dots\dots\dots (8)$$

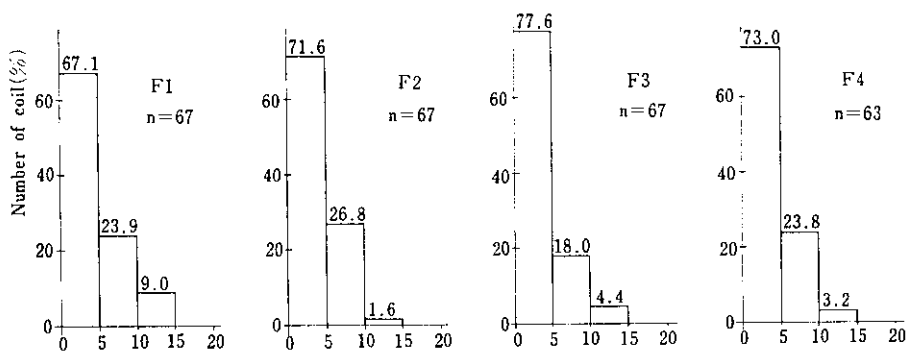
$$C_i = \frac{8(1-\nu_i^2)}{\pi E_i} \quad \dots\dots\dots (9)$$

以上の式で

- F_i : 圧延荷重 (t)
- B : 板幅 (mm)
- K_i : 平均変形抵抗 (t/mm²)
- R'_i : 偏平変形したロールの半径 (mm)
- r_i : 圧下率
- h_i : 中立点の板厚 (mm)

となる。この結果 (5), (8) 式は, F_i, R'_i の連立2次方程式に帰着され, 簡単に解が求められる。この方法によれば, 近似精度は5%以内であり, 計算時間は繰返し法に比して約1/5に短縮される。

次に (5) 式を使う場合に, 平均変形抵抗 K_i の値が必要である。このためには, 試片を試験機



3.6 巻取温度制御

板の先端が最終スタンドを出てから、一定長さごとに板厚、回転数および板の温度(FDT)を測

4. 運転実績と効果

極的に使用されている。とくに45年4月より4直
のセットが実施され、各直の平均経験年数が低下

れ、生産量が増大する。本システムでは、以上を
総合して、生産効率15%以上の向上がみられる。

著しく低下する結果となっている。これは1ロ
ットの平均本数が約3本であり、セット替が多

ミスロール本数の減少による圧延歩止りの向上
は0.1%、板厚・板幅および温度不良コイルの減

