= Ϛ w ɬ w ɾ Ϛ‴ fl ɪ ╥ ♯ ɬ ∨ ¡ ┬

″ = Ϛ w ɬ w ɾ Ϛ‴ fl ɪ ╥ ♯ ɬ ∨ ¡ ╥ ╔

= ∫ ▌ ≠ ⌡ ₀ ♯ ɬ ∨ ¡ ╥ ╔ Δ ■ ♩ ◕ ɒ ɻ ╣ ┤

╥ ɬ ɒ ⁱ w ɒ Ϛ ♀ א ♣ fl ɪ‴ ɻ ♯ א ♣ ∂ ■ ┣ ╥ ▌

∂ ■ ┣ w ɻ Ӈ ẇ ♂ א ♣ ┤ ← ▌ ₀ └ ╥ ↔ ⏐ ╥ ╔ ≛ ┼

┤ ← ▌ └ ▌= ┼ ╥ ╥ = ∐ ∫ ▌ ⌡ ₀ └ ╥

╥ = ≛ ┴ ┘ ⁄ ┤ ╥ → ∐ ■ ▌ ⌡ ₀ ╥ ╔ σ ┤ ┤

← ▌ ₀ ┤ ∫ ▌ ⌡ ẇ Ϛ w ╥ = ┗ → ┣ ╔ μ = ╥

∐ ╣ ▌ ∐ ■ ▌ ┣ → ▌ ₀ ♯ ɬ ∨ ¡ ╥ ┴ ≠ ┣ ╔ ╣ ▌

╥ ┼ ┬ ∐ ← ∞ ■ ▌▌ ₀

UDC 621.771.016.2 : 62-52

ホットストリップミルの計算機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
豊坂秀夫** Hideo Toyosaka
伊藤実*** Minoru Ito
片岡健二**** Kenji Kataoka
峰松隆嗣***** Takashi Minematsu
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 [illegible] of the first bars of lots which were rolled by computer set up, fell within ±100 μ 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 caliculation
	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
	November	Third set up experiments
1969,	March	4th set up experiments
		Start of computer operation

Table 2 Main specifications of mill

Reheating furnace	4×250 t/h	5-zone	
Rougher	reversing stand		
	R 2	2-high,	6000 kW, AC drive
	R 3	4-high,	6000 kW, AC drive
	R 4	4-high,	6000 kW, AC drive
Finisher	Stand	7-stands	
	Main motor	F-1	4500 kW
		F-2 through F-6	5250 kW
		F-7	4500 kW
	Roll speed	F-1	31～ 81 rpm
		F-2	52～127 rpm
		F-3	76～185 rpm
		F-4	110～275 rpm
		F-5	150～365 rpm
		F-6	175～430 rpm
		F-7	200～460 rpm
	Roll	698 ϕ×1524×2032 mm	
	Screw down motor	DC 75/150 HP×2 Ward Leonard Control	
	Finishing Thickness	1.20～16.0 mm	
	Finishing Width	610～1880 mm	

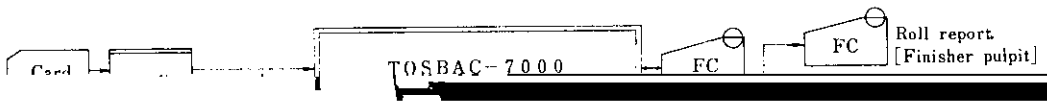


Table 3 Computer specifications

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 μsec MUL 15.98~26.18 μ sec DVD 30.9 μ sec
	I/O Channel	6 channels
		adress modification
	Index register	7-index using core memory
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プ

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。

1）検出器

スラブトラッキング用の板検出器は，板の赤外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)
Bar temperature	R_4 delivery	Photo-electric pyrometer, 800~1400°C
	Finisher entry	Photo-electric pyrometer, 600~1200°C
	Finisher delivery	Photo-electric pyrometer, 600~1000°C
	Coiler entry	total radiation pyrometer, 400~800°C
Strip thickness	F-7 delivery	Raymike—600 X ray gauge, 0~16.00 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

に利用している。これをゲージクラシファィヤー　　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，モニタ・プログラムの[illegible]

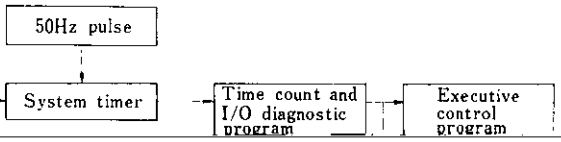


Table 6 Initial Data

Customer	Card
Strip specification	Card
Strip thickness	Card or manual set

ることができる。抽出時に必要なデータは，スラばよく，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。

スタートさせるソフトウェアをミル・トラッキン　　法により標準値をテーブル化して与えている。

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 仕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

h_{yi}　　(1　　/　　　　と近似する　　のとき（6）式は

$$+\frac{\pi}{8}\sqrt{\frac{h_i}{R'_i}}\log_e(1-r_i)\Big) \quad \cdots\cdots(7)$$

である。また，偏平変形したロールの半径は，

H't-h... の式を用いて計算する。

$$Q_i=f_1(r_i)-f_2(r_i)\sqrt{\frac{R_i'}{h_i}} \quad \cdots\cdots(12)$$

ただし

$f_1(r_i)=\pi$　/1−r_i ...　/ r_i　　π

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

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

$$\cdots\cdots(13)$$

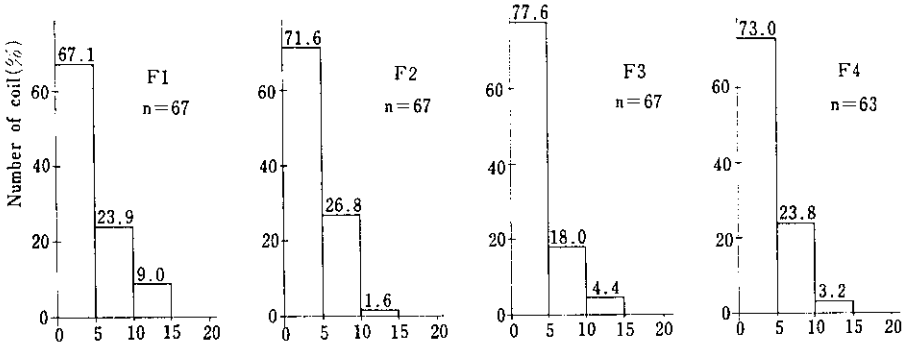
$$f_2(r_i)\equiv\sqrt{\frac{1-r_i}{r_i}}\cdot\log_e(1+x_i^2)\cdot(1-r_i)^{\frac{1}{2}} \quad \cdots\cdots(14)$$

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_{vi}：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


Number of coil(%)
F1
n=67
67.1
23.9
9.0
F2
n=67
71.6
26.8
1.6
F3
n=67
77.6
18.0
4.4
F4
n=63
73.0
23.8
3.2
0
20
40
60
0 5 10 15 20

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

れ，生産量が増大する。本システムでは，以上を

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