

討22

粗 圧 延 機 の 幅 制 御

住友金属工業(株) 中央技術研究所 ○河野輝雄, 美坂佳助, 高橋亮一, 芝原 隆
鹿島製鉄所 布川 剛

1. 緒 言

ホットストリップの歩留りに対して幅精度向上は重要な問題であり、近年幅制御に関する検討が種々行なわれている。^{1)~3)} 本報告では粗圧延機列における幅制御としてエッジロール開度セットアップおよび圧延材圧延中のエッジ開度制御(AWC)について述べる。

2. エッジセットアップ

2.1. 粗圧延機列における板幅変形挙動の数式化

Fig. 1に示すようにエッジング圧延を行えば板幅端部が盛り上がりいわゆるドッグボーン形状となる。次に水平圧延を行えばエッジング圧延後の盛り上がり部を除いた矩形断面部の幅拡がり(以後矩形断面幅拡がりと呼ぶ) W_H と盛り上がり部の幅拡がり(以後盛り上がり幅拡がりと呼ぶ) W_M が生じる。これらを下式のように定式化する³⁾

$$W_H = \left\{ \left(\frac{H}{h} \right)^{C_H} - 1 \right\} \cdot W_E \dots\dots(1) \quad W_M = C_{ME} \cdot \Delta W \dots\dots(2)$$

C_H : 矩形断面幅拡がり係数, C_{ME} : 盛り上がり幅拡がり係数

また幅拡がり係数 C_H, C_{ME} は実機粗ロール列の幅拡がり測定データから次式となる。

$$C_H = \exp \left\{ -1.64 \left(\frac{W_E}{H} \right)^{0.376} \cdot \left(\frac{W_E}{ld} \right)^{0.016} \cdot \left(\frac{H}{R} \right)^{0.015} \cdot \frac{W_E}{H} \right\} \dots(3)$$

$$C_{ME} = \exp \left\{ -1.877 \left(\frac{\Delta W}{W} \right)^{0.063} \cdot \left(\frac{H}{R_E} \right)^{0.441} \cdot \left(\frac{R_E}{W} \right)^{0.989} \cdot \left(\frac{W}{W_E} \right)^{7.591} \right\} \dots(4)$$

R_E : エッジロール半径, R : 水平ロール半径

$$ld = \sqrt{R \cdot (H - h)}$$

Fig. 2に示す鹿島製鉄所熱延粗ロール列において各エッジ開度を開放して水平圧延のみを行ない、矩形断面幅拡がり量の予測精度を調べた結果をFig. 3に示す。Fig. 4はエッジを使用した場合の粗出側幅の予測精度を示す。両図より幅拡がり予測式が高精度であることがわかる。

2.2 エッジセットアップモデルおよび実施例

上記幅拡がり予測式を用いてFig. 2に示す粗ロール列におけるエッジセットアップモデルを開発した。Fig. 5に

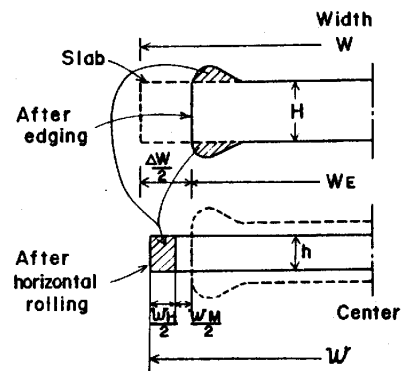


Fig.1 Deformation of bar by edging and horizontal rolling.

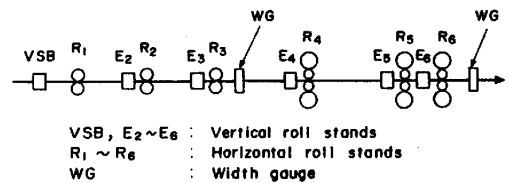


Fig.2 Roughing stands at Kashima Steel Works

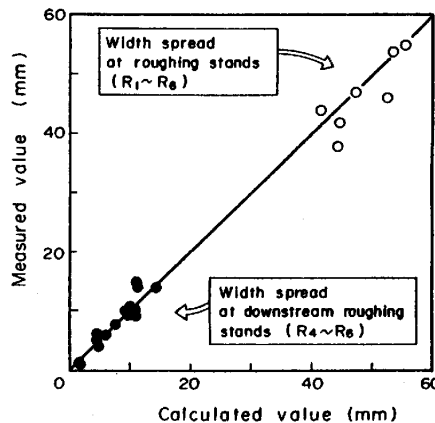
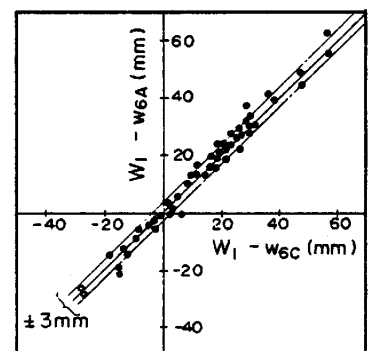


Fig.3 Accuracy of prediction of width spread at roughing stands.



W_1 : Slab width
 W_{6A}, W_{6C} : Measured and calculated width at the exit side of stand R_6

Fig.4 Accuracy of width prediction at the exit side of R_6

この計算フローを示すが、その特徴は次の通りである。

- (1) VSBの幅殺し量 ΔW_1 を基準とした幅殺し量配分 Z_i (i : スタンドNo.) を任意に与える。
- (2) AWC 設置スタンド E_4 にロール開度制御量を確保するため一定の幅殺し量を与える。

Fig. 6 に本エッジセットアップ方法で幅殺し量配分を変えて圧延した例を示すが、幅殺し量配分を変えてもよい設定精度が得られている。

鹿島熱延粗ロール列において本エッジセットアップ方法を実施し、Fig. 7 に示すように従来経験的な簡便法にて行なっていたセットアップ方法と比較して幅精度の向上をはかることができた。

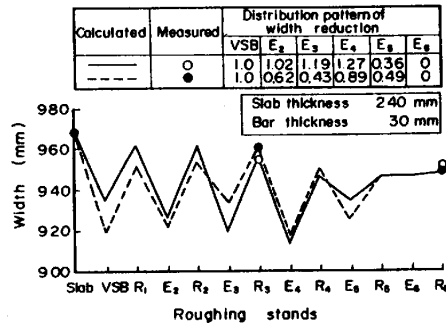


Fig. 6 Width change in roughing stands.

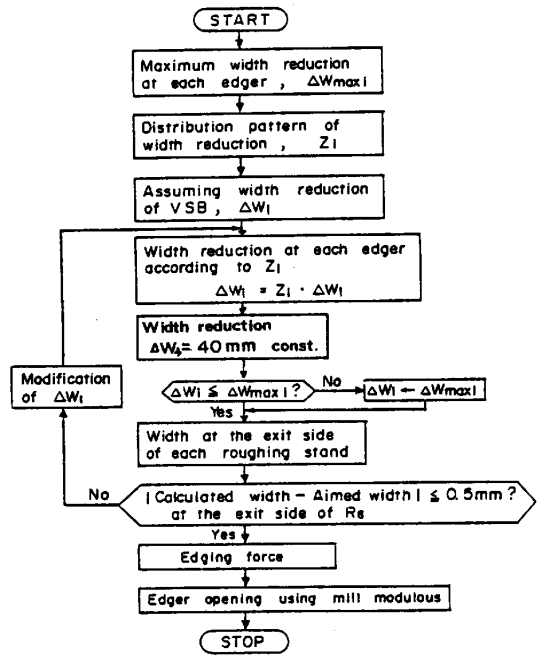


Fig. 5 Flow diagram of new edger set-up calculation.

3. AWC

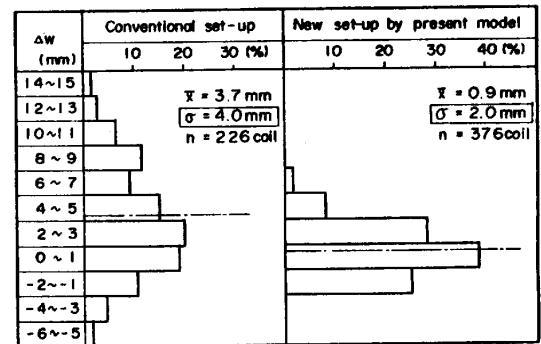
3.1 先後端部の幅制御

粗ロール列においてはエッジング圧延 (V 圧延) と水平圧延 (H 圧延) がくり返し行なわれ粗ロール列出側の圧延材先後端部の非定常域で幅狭が発生する。これは V 圧延による幅狭、VH 圧延後の先後端部と中間部の盛り上がり幅拡がり量の差による幅狭、H 圧延による先後端部の幅拡がりによる幅広が原因であり、実機 1/10 縮尺鉛モデル圧延テストからこれらの幅変動予測モデルを導いた⁴⁾。

ここではこの予測モデルを用いて粗ロール列 (Fig. 2) における最適 AWC 制御スタンドの検討結果を示す。計算条件を Table 1 に、計算結果を Fig. 8 に示す。エッジ E_4 開度を先端部で 30 mm 広げても粗ロール列出側では 4.3 mm 幅狭が残る。しかし E_5 も開度制御を行えば幅狭を完全に解消できる。Fig. 9 は単独スタンドで AWC を行

Table 1 Conditions for simulation

Stand No.	Slab	(mm)					
		1	2	3	4	5	6
Diameter of roll	V	1120	840	840	840	600	600
	H	1250	1250	1250	1050	1050	1050
Width reduction	—	60	50	40	30	20	0
Width	—	1275	1254	1248	1245	1239	1234
Thickness	—	275	224	157	103	62	34



Δw : Width deviation (Measured width - Aimed width)

Fig. 7 Comparison of new and conventional edger set-up.

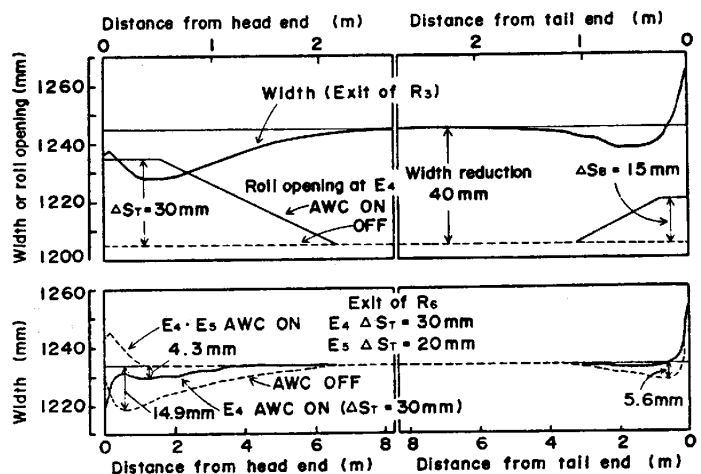


Fig. 8 AWC simulation at head and tail ends.

なった場合の制御効果を示すもので、E₄スタンドが最も効果があることがわかる。本圧延スケジュールは比較的幅殺し量が多い場合であり、幅殺し量が小さい場合にはE₄の幅殺し量を40mm程度と大きくとればE₄AWCのみで幅狭を解消できることも確認した。

3.2 中間スキッドマーク部の幅制御

粗ロール列R₃, E₄, R₄スタンド出側で圧延材を取り出し幅変動、盛り上がり変動を調査したものがFig.10であり⁵⁾、エッジング圧延後では幅変動が小さいが水平圧延後に幅変動が大きくなる。この原因は非スキッド部に比較してスキッド部でエッジング圧延後の板幅端部盛り上がりが大きくなることによると考えられる。

そこでFig.11に示すように永塊を用いてモデルスキッドマークをつけた熱間鋼をVH圧延テストした結果、実機のスキッドマークをシミュレートしたモデルスキッドAで板幅中央での長手方向伸びに対する拘束が大きいいため板端の盛り上がりが大きくなりスキッド部で幅広となることがわかった。

以上のことより、スキッド部の幅変動モデルとしてはスラブの幅方向の焼けむらを表わすパラメータ γ を考え、スキッド部の盛り上がり幅拡がり係数 C_{MES} が非スキッド部の盛り上がり幅拡がり係数 C_{ME} より γ だけ大きいとして幅変動を予測するモデルとした。

$$C_{MES} = C_{ME} + \gamma \quad \dots\dots\dots (5)$$

その予測精度の一例をFig.12に示すが、実測幅変動と計算幅変動は良く一致している。

3.3 AWCの実機適用例および制御効果

Fig.13にAWCの機器構成図を示す。E₄スタンド圧下モータはDC37kw×2台(片側)、最大圧下速度は9.65mm/sec(片側)、最大圧延荷重は170tonである。

先後端部は急速開閉のパターン制御を実施しており中間部は次のフィードフォワード制御を実施している⁶⁾。

- 1) R₃出側実測幅変動から γ を推定
- 2) 推定した γ からR₆出側幅変動を予測
- 3) R₆出側予測幅変動を

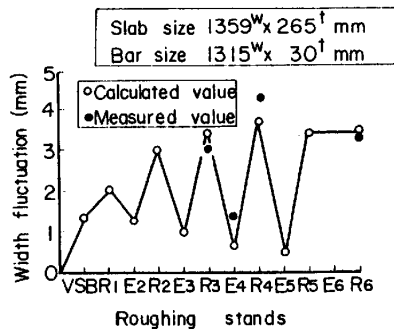


Fig.12 Accuracy of prediction of width variation.

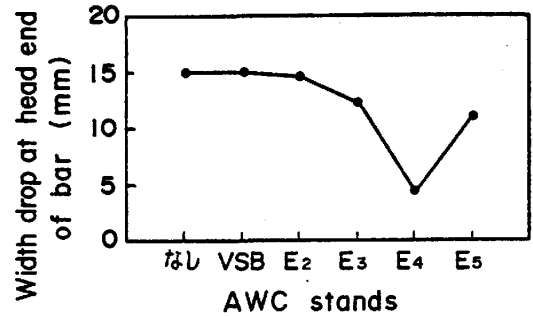


Fig.9 Effect of AWC at head end

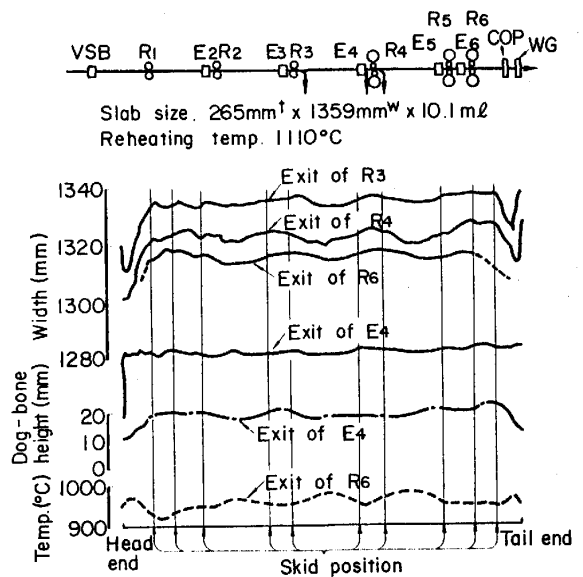


Fig.10 Measurements in detail of rolled bars taken out from roughing stands.

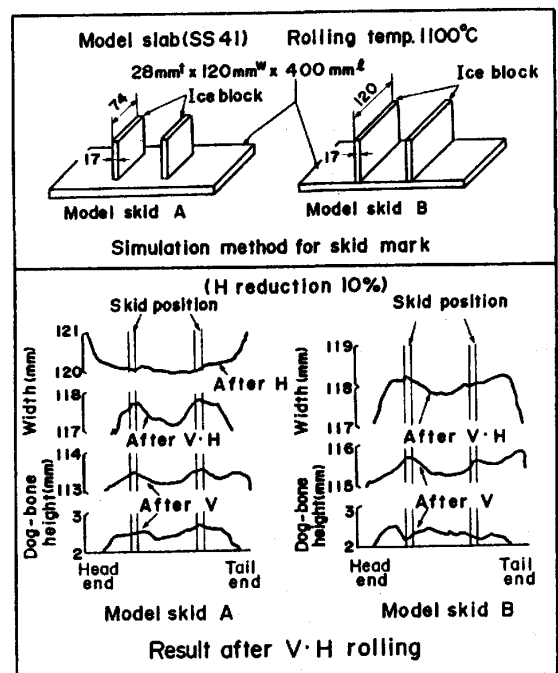


Fig.11 Simulation test for skid mark.

吸収するようなE₄

開度制御量を計算

4) 圧延材進行量の

トラッキングを行

ないE₄開度を制御

Fig. 14 に実際の

E₄開度制御例を示す、

Fig. 15, 16にAWC

制御効果例を示す。

Fig. 15 は圧延材先

後端部の幅変動を実

測したものであり、

AWCを実施するこ

とにより幅狭が相当

改善されていること

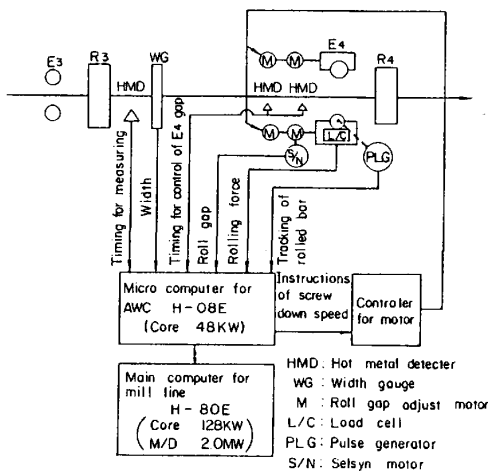


Fig. 13 Schematic diagram of AWC system.

	Width (mm)	Thickness (mm)	Length (m)
Slab	1214	270	10
Exit of R ₃	1218	99	27
Exit of R ₄	1191	60	45
Exit of R ₆	1196	33	82

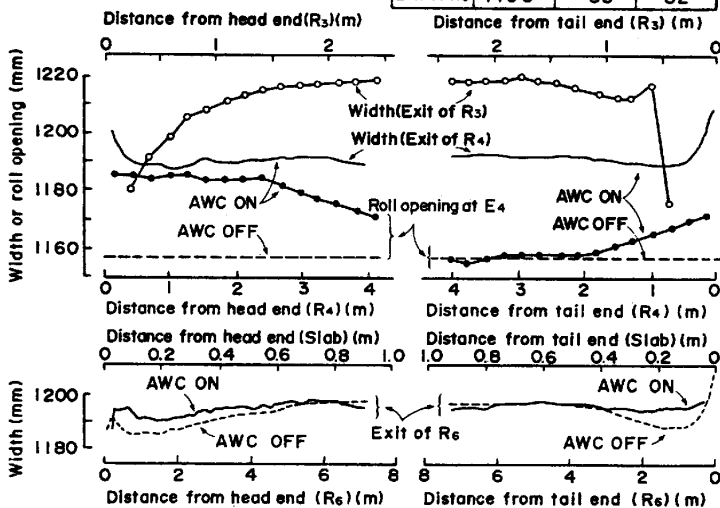


Fig. 15 Effect of AWC at head and tail ends.

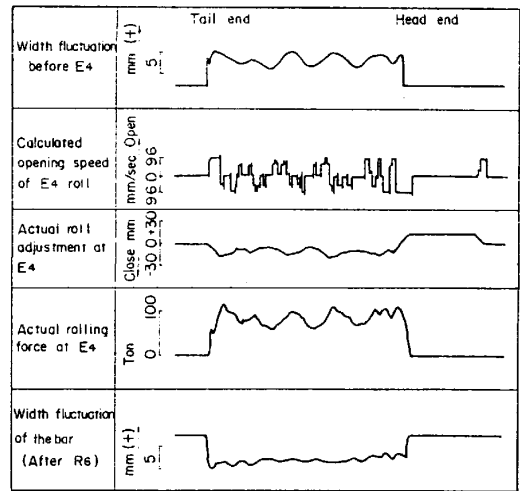


Fig. 14 Example of actual gap control at E₄ stand.

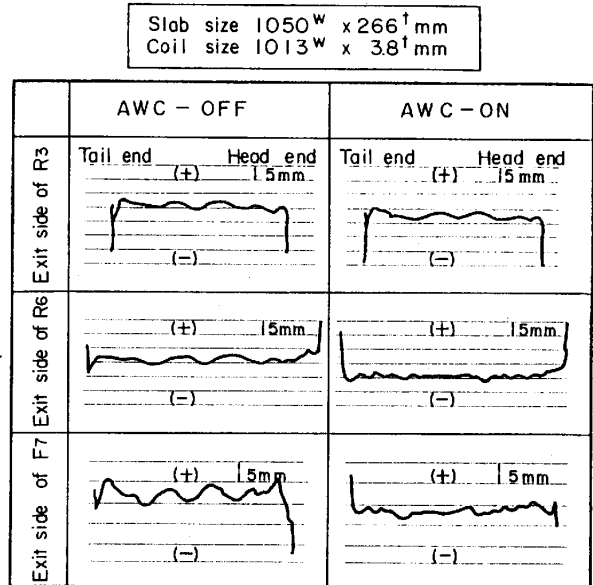


Fig. 16 Comparison of width accuracy between with and without AWC.

がわかる。Fig. 16 は実際の幅計チャートを示すものであり、AWCにより中間部のスキッドマークによる幅変動がほぼ解消できている。なお、応答性の良い仕上F₇スタンド出側幅計で見れば、先後端部の幅狭改善効果も明らかである。

4. 結 言

エッジング圧延・水平圧延における幅拡がり、幅変動発生機構を解明し、これに基づいてエッジセットアップおよびAWCシステムを開発した。昭和54年4月より鹿島熱延粗ロール列に本システムを適用し幅精度向上に貢献している。

参考文献

- 1) 井端, 上田 他: 塑加春講, (1979), P461
- 2) 長田, 荒木 他: 塑加春講, (1979), P489
- 3) 芝原, 美坂 他: 鉄と鋼, 67 (1981), P2509
- 4) 芝原, 河野 他: 第33回塑加連講, (1982), P21
- 5) 芝原, 河野 他: 第29回塑加連講, (1978), P145
- 6) 山口, 美坂 他: 第31回塑加連講, (1980), P467