

High Quality and High Grade Hot Strips of Uniform Dimensions and Mechanical Properties



潮海 弘資
Hiroshi Shiomi
千葉製鉄所 熱間圧延
部熱延技術室長



加地 孝行
Takayuki Kaji
千葉製鉄所 制御技術
部制御技術室 主査
(課長補)



北浜 正法
Masanori Kitahama
技術研究所 加工・制
御研究部門長

要旨

川崎製鉄千葉製鉄所第3熱間圧延工場は、仕上げミル全スタンドへACモーター、油圧圧下装置、ベアクロスミルを採用した新鋭ミルである。また世界で初めてシートバー接合による熱延鋼板の連続圧延を実現している。さらに仕上げミルスタンド間に配置された各種センサーを活用した高精度な寸法・材質制御システムを構築し、人間の介入がない完全自動圧延を実現している。これら先進の制御機能により、本ミルでは従来ミルに比べて、寸法・材質の均質性を飛躍的に向上させた熱延鋼板の製造を可能とした。これにより需要家は、冷延鋼板の使用を一部熱延鋼板へ置き換えることによるコスト削減が可能となった。また、冷間圧延工程での消費エネルギーの削減を通じ地球環境保全にも寄与することができる。

Synopsis:

Kawasaki Steel Chiba Works No. 3 hot strip mill is one of the latest mills. At this mill, the most advanced technologies, such as AC-motor drives, hydraulic screwdown, and pair cross rolling systems, are applied to all stands of finishing train. Thickness gauges, profile meters and pyrometers are installed not only on the delivery side but also on the intermediate stands of finishing mills. By using these sensors and actuators, feedback and feedforward controls of gauges and temperatures succeeds more accurately and in higher response than those at conventional hot strip mills. By using this advanced mill, Kawasaki Steel can supply hot rolled coils of highly uniform dimensions and mechanical properties. Customers can reduce their material costs by adopting our hot rolled products to applications where cold rolled coils used to be used. And Kawasaki Steel can contribute to the saving of cold rolling energy by supplying these hot rolled products and this

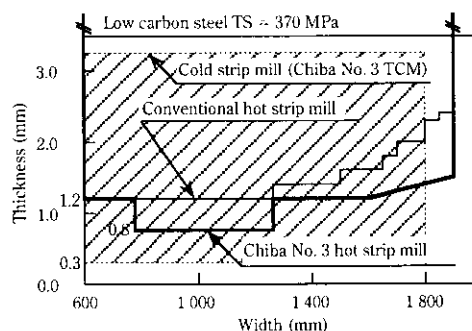


Fig. 1 Production range

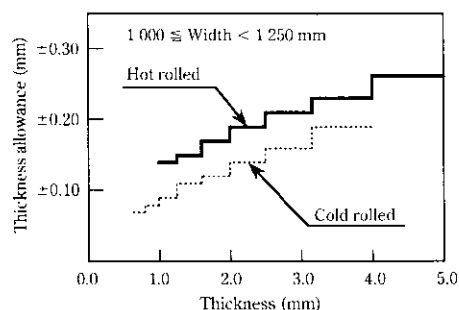


Fig. 2 Thickness allowance of hot and cold rolled coils (according to JIS)

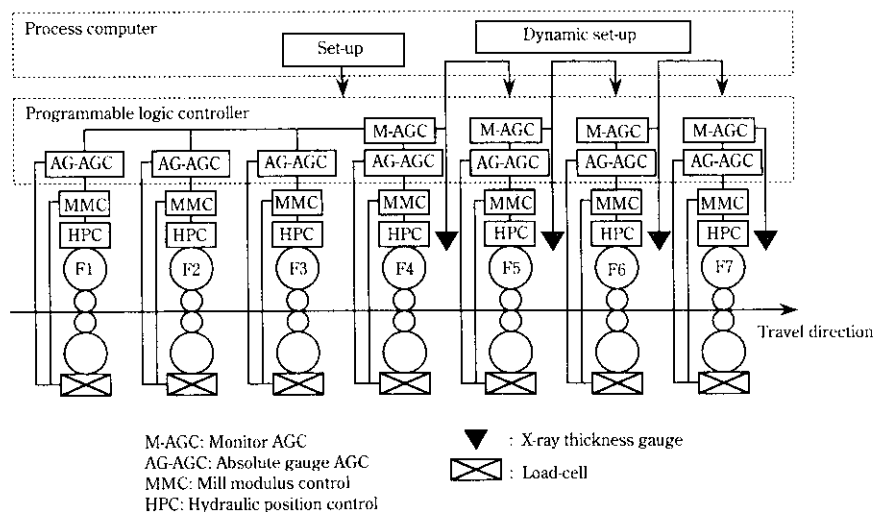


Fig. 3 Outline of automatic gauge control system in Chiba Works No. 3 hot strip mill

く、川崎製鉄では、千葉製鉄所第3熱間圧延工場の高度な制御機能を用い、寸法および材質の均質性が飛躍的に向上した熱延鋼板の開発を完了した。これにより、需要家は、冷延鋼板の使用を一部熱延鋼板に置き換えることによるコスト低減、あるいは寸法精度が向上した鋼板を用いることによる製品の軽量化が可能となった。さらに、冷間圧延での消費エネルギーを削減することにより地球環境保全へも寄与している。

3 熱延工場における寸法・材質制御の高度化

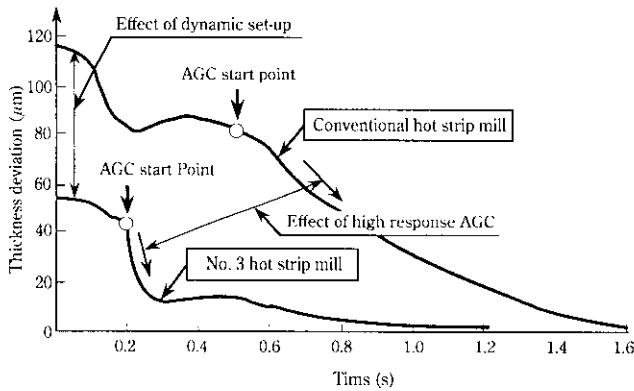


Fig. 5 Outline of thickness control at leading end of strip

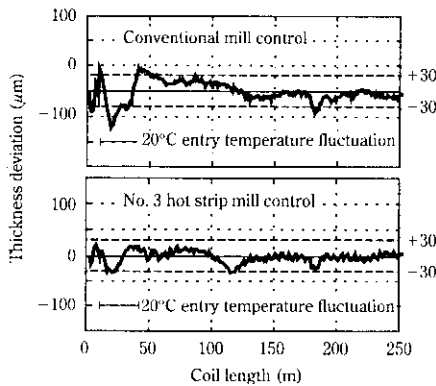


Fig. 6 Comparison of thickness accuracy

の厚みへの影響を示したものである。本ミルにおける新制御の適用により温度変動部でも $\pm 30 \mu\text{m}$ の範囲に変動を抑制できている。この結果、従来の第2熱間圧延工場では最先端部の板厚のバラツキが $\sigma = 35 \mu\text{m}$ 以上であったものが、本ミルでは約 1/2 の $17 \mu\text{m}$ に低減され、コイル先端から均一な板厚を実現することができた。

3.2 クラウン低減技術

板厚の均質性を議論する上では、板幅方向の板厚偏差であるクラウン（中心板厚ーエッジ部板厚）をいかにに低減するかがもう一つの課題である。Fig. 7 にクラウン制御の概要を示す。本ミルでは全スタンドにクラウン制御能力の高いペアクロスミルと強力なワークロールベンダーを採用し、クラウンを広範囲に制御することが可能である。また、従来ミルでは最終スタンド出側にしか設置されていなかったプロフィール計を F4, F5, F7 スタンドの出側に設置し、これをクラウン予測モデルの学習に用いることで制御精度の向上を図っている。さらに全スタンドでワークロールベンディング力の荷重連動制御を実施し、コイル長手方向のクラウンの均質性を確保している。Fig. 8 にこれら制御による改善効果を示す。エッジ 25mm 位置でのクラウン値で $25 \mu\text{m}$ という低クラウンを目標とした材料においても従

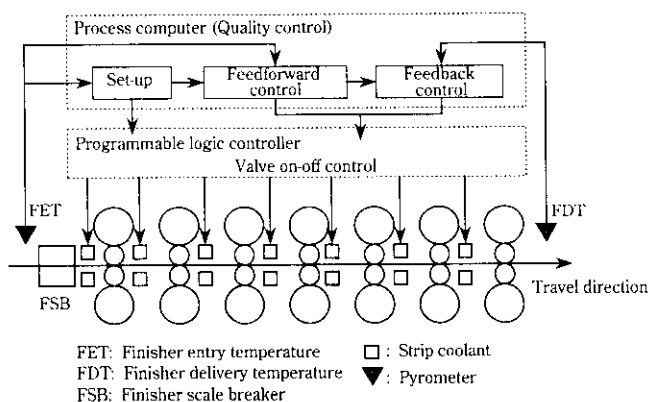


Fig. 9 Outline of FDT control system in No. 3 hot strip mill

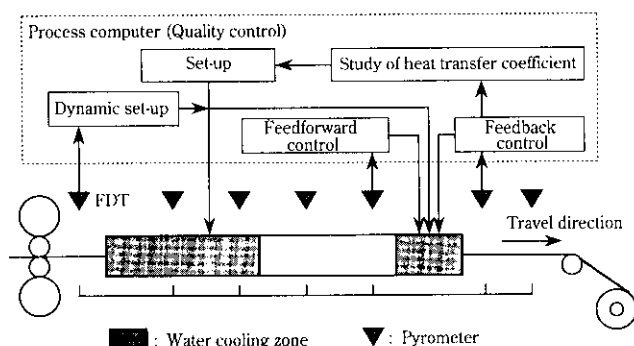


Fig. 10 Outline of coiling temperature (CT) control system in No. 3 hot strip mill

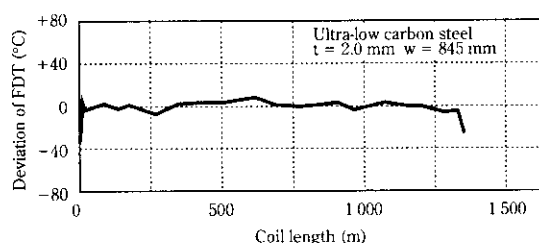


Fig. 11 Example of finisher delivery temperature

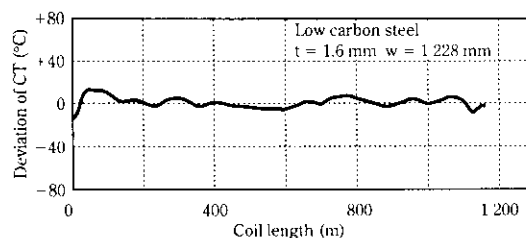


Fig. 12 Example of coiling temperature (CT)

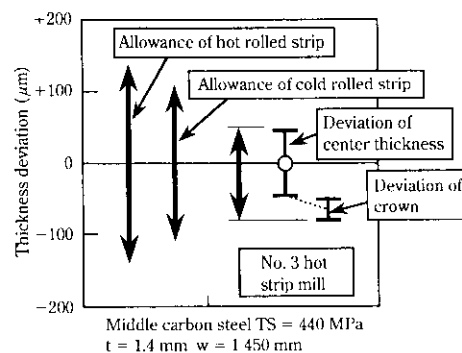
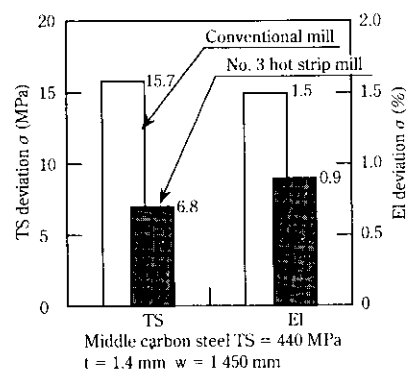


Fig. 13 Thickness deviation of 1.4 mm thickness product



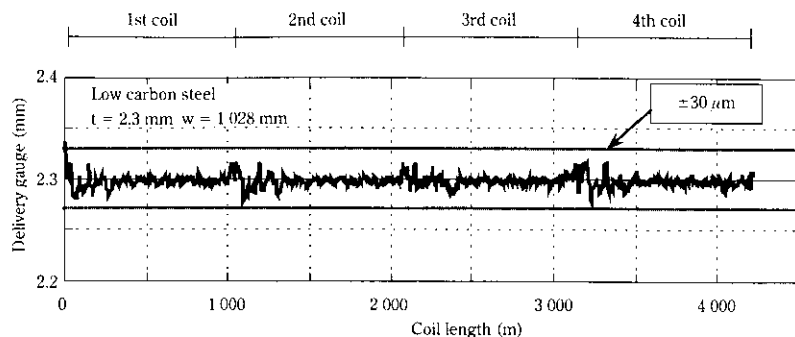


Fig. 16 Deviation of thickness by endless rolling

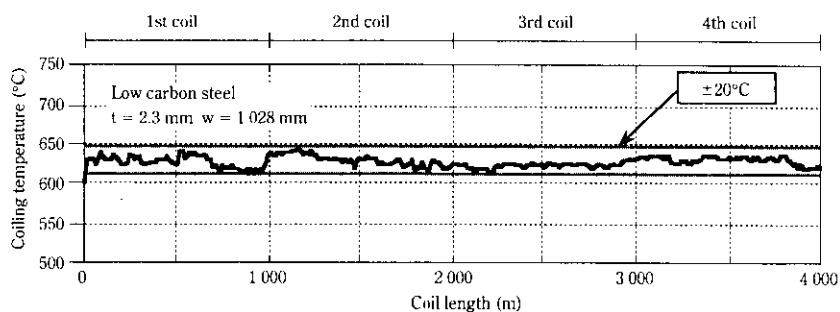


Fig. 17 Deviation of coiling temperature by endless rolling

Table 1 Comparison of on-gauge ratio

		Thickness deviation $\pm 30 \mu\text{m}$	FDT $\pm 20^\circ\text{C}$	CT $\pm 20^\circ\text{C}$
Conventional mill	Batch rolling	96.0%	83.5%	85.2%
No. 3 hot strip mill	Batch rolling	97.9%	99.3%	96.3%
	Endless rolling	99.6%	99.8%	99.0%

Low carbon steel: $t = 2.0 \sim 2.5 \text{ mm}$, $w = 1000 \sim 1200 \text{ mm}$

たコイルの厚み実績と巻取り温度 (CT) の実績を示す。シートバーの接合点においても定常的な圧延が継続されており、製品全長にわたる均質性が確保されていることがわかる。本プロセスの適用による板厚、温度のオンゲージ率向上の効果を Table 1 にまとめる。板厚、温度ともにオンゲージ率 99% 以上を達成しており、全長にわ

たり均質性をさらに向上させたコイルの供給が可能となった。

6 結 言