



UDC 621.771.237.016.3 : 669.012.5

# 熱間帯鋼圧延の歩留りの現状

松田 一 敏\*

## The Recent Yield of Hot Strip Mill in Japan

Kazutoshi MATSUDA

### 1. 緒 言

日本の鉄鋼業は、終戦直後の潰滅的状态から出発して30余年を経た現在、年間粗鋼生産量は1億tを越え、米国・ソ連と並んで世界のトップレベルの製鉄国へとめざましい発展を遂げた。

その発展過程を展望すると、1973年の石油危機までは急速な経済成長に支えられ、量的拡大をめざして近代的一貫製鉄所建設に代表されるように設備能力の拡大を発展の基盤として来た。

これに対して石油危機以降の日本の鉄鋼業は、原燃料価格の高騰・長期に低迷する低経済成長、並びに鉄鋼後進国の台頭に対応すべく、省エネルギー・省資源・高付加価値製品の指向へと邁進し、体質向上への質的転換を順調に図り、予想外の効果をあげた。

熱間圧延においても同様に量的拡大から質的向上へと推移し、ここ数年は省エネルギー・省資源をめざしてあらゆる努力を払った。その結果、歩留り・動力原単位は飛躍的に改善され、とりわけ熱間帯鋼圧延の歩留りは世界最高レベルに達し、日本鉄鋼業の国際競争力の維持に大きく貢献していると考えられる。

そこで以下に、熱間帯鋼圧延（以下熱延と称す）の歩留りの現状と将来展望を概説する。

### 2. 圧延歩留りの推移

熱延の歩留り（以下歩留りと略す）は、図1に示すごとく近年めざましい向上を遂げた。その特色は1960年後半から石油危機までの平均年0.05%の上昇率で、近代的多ミル建設及び連続鋳造（以下連鋳と称す）スラブの導入といったスラブ単重の大型化（図2）が大きく寄与してきた。

一方1973年の石油危機以降、歩留りの上昇率は前例がないほど驚異的なもので、年平均0.1%程度を維持し

続けている。これは冒頭に述べたごとく、資源エネルギーコストの高騰と低成長下の鉄鋼需要の低迷下の熱延において、歩留り向上を最重点課題のひとつとしてとらえ、設備・操業の改善並びに新技術開発と総力をあげてたゆまざる努力を払った結果である。

今日では、従来夢とされていた歩留り99%に挑戦し、既にこれを突破するミルも出現している。また、スラブ単重が小さく歩留り面でも不利な条件の旧来ミルにおいても懸命な努力を払い、大幅な歩留り向上を図っているのも特筆される。

### 3. 圧延歩留り向上対策<sup>5)~7)</sup>

歩留りを下げる要因としては、スケールロス・クロップロス・ミスロール並びにその他屑（これらを裏歩留りと総称する）がある。前述のごとき高歩留りを確保するには、以下のようなロス低減技術が必要である。

#### 3.1 スケールロス低減技術

スケールロスは1%前後と裏歩留り中で最も大きく、その低減は極めて重要である。

スケールとは素材が高温雰囲気中に暴露し、その接触部分の鉄が酸化されて生成されるものであり、加熱炉で発生する一次スケールと圧延段階で生成される二次スケールに区分される。

スケールロス低減の基本的対策は、雰囲気中の低温度化、暴露時間・面積の最小化、雰囲気中の酸素量低減であり、主な方策を以下に示す。

##### 3.1.1 低温加熱圧延

圧延に必要なスラブ抽出温度以上に加熱しないことはいうまでもないが、更に積極的に圧延ラインでの温度降下を粗バー厚アップ・保熱カバー・高速圧延等によつて防止し、その分加熱温度を下げてスケールロスの低減を図る。（図3の関係例参照）

##### 3.1.2 温片装入・直送圧延

昭和56年3月20日受付 (Received Mar. 20, 1981) (依頼解説)

\* 本会共同研究会鋼板部会ホットストリップ分科会主査 日本鋼管(株)京浜製鉄所 (Keihin Works, Nippon Kokan K. K., 1-1 Minamiwatarida-cho Kawasaki-ku Kawasaki 210)

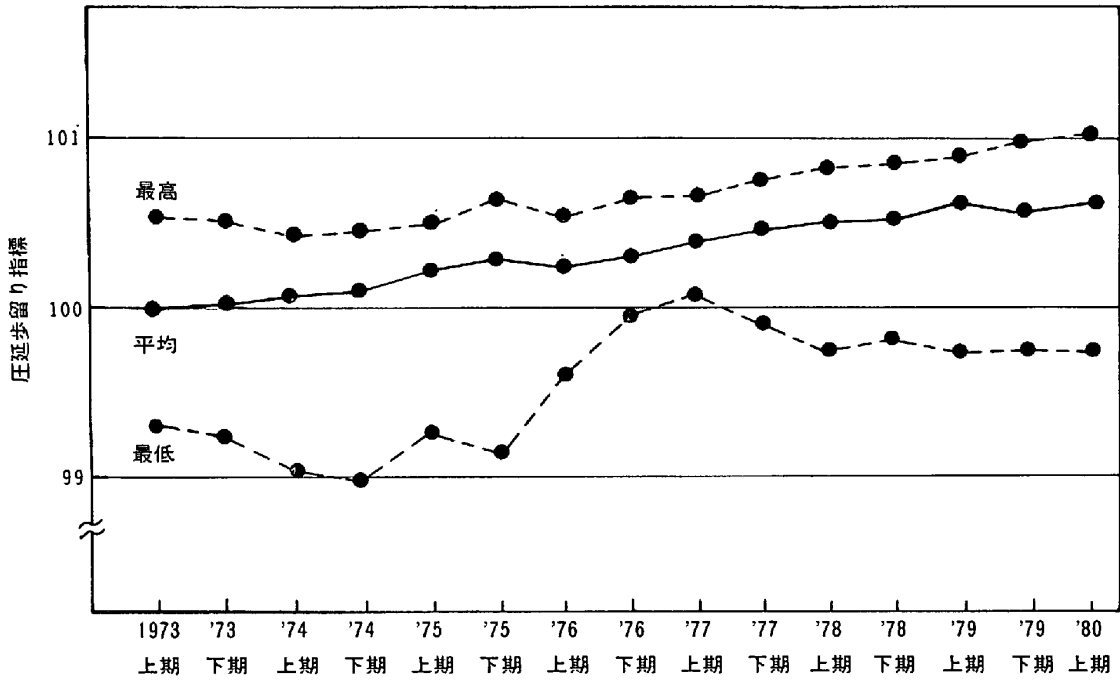


図 1 圧延歩留り (全国平均) の推移<sup>1)</sup>

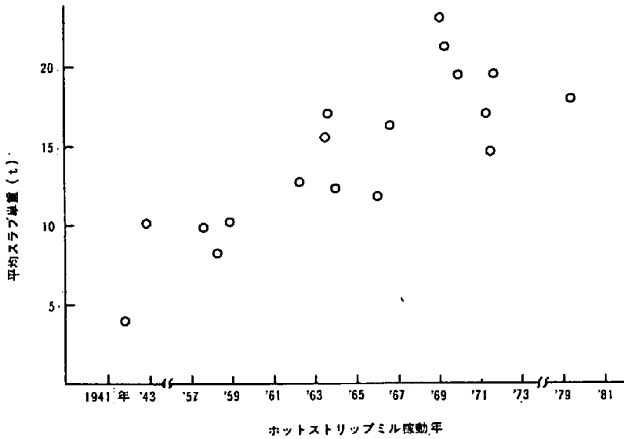


図 2 ホットストリップミル稼動年と平均スラブ単重の推移<sup>2)</sup>

連铸スラブまたは分塊スラブの顕熱を利用する圧延法であり、高温スラブのまま加熱炉に装入する方法を温片装入と呼び、加熱炉を経ずしてそのまま圧延される方法を直送圧延という。

これらは従来の加熱法に比べて投入熱量・在炉時間が少ない分だけスケールロスが小さく、特に直送圧延は、再加熱しないのでスケールロスは半減する。現在、これらの温片装入・直送圧延比率が 50% を越えるミルもある。

3.1.3 加熱炉低酸素制御

加熱炉内雰囲気酸素 (以下  $O_2$ ) メータを用いて低  $O_2$  に制御しスケールロスの低減を図る。また炉内への侵入空気防止にも努力が払われている。

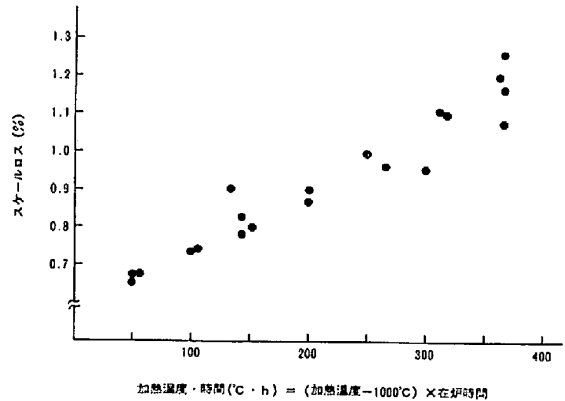


図 3 加熱温度・時間とスケールロスの関係例

以上のような諸技術の実施により、図 4 に示すごとくスケールロスは近年大幅に低下している。

3.2 クロップロス低減技術

クロップロススケールロスに次いで大きく、0.2~0.3% を占めている。

クロップとは、仕上げ圧延機前で切り捨てられる粗バーの先後端部分である。その切断理由として、先端部は仕上げ圧延時の通板性・コイラの巻き付け性の確保があり、後端部は戻り時の絞り込み防止といった作業面での条件が主体である。その他に粗圧延段階での幅殺しによる幅落ち部の除去など品質面での理由もある。

したがって、クロップロス低減の基本的な考え方は、設備改善並びに通板技術の向上と共に、端部の幅落ち非定常部分を減少させ最小限度の切断を可能とすることであり、万一の不具合部分は次工程で処置し、一貫歩留り

を向上させることである。

以下に具体的な方策を述べる。

3.2.1 ミニカット・ノーカットの拡大

通板性・巻き付け性の向上を図ることによつてこれらの支障のない範囲で積極的にミニカット・ノーカットを実施し、クロップロス低減を推進する。

3.2.2 クロップシャの切断精度・切れ味向上

クロップロス低減、とりわけミニカットの推進にはクロップシャの切断精度・切れ味向上が不可欠である。このため大半のミルでクロップシャの更新、または機械系・制御系を中心とした種々の改造がなされている。

3.2.3 端部の幅落ち防止技術

近年、粗圧延の幅殺し挙動の研究が精力的に行われ、端部の幅落ち量が最小となる最適幅圧下配分法が実施されている。

以上の施策の結果クロップロスは1960年後期と比較すると半減しており、最近では0.1%を割るミルも出現している。

3.3 ミスロールとその他屑の低減

ミスロールとその他屑は共にロスとしての割合は小さい。ミスロールの発生は、設備故障や材料のサイドガイド詰まりに代表される設備上の不具合・不良等の設備的原因とオペレータミス等の操業的原因に大別できる。したがつて低減対策としては、設備面での故障低減や設備の点検整備の強化・不具合箇所の改善(例：ガイド形状の改善)が重要であり、操業面ではオペレータの作業習熟・技能向上もさることながら、オペレータに替えての計算機運転・自動化もミス発生防止の観点から有効である。

図4に示すように、設備・操業関係者の地道な努力によりミスロール発生率はここ5年間で1/3~1/2に激減

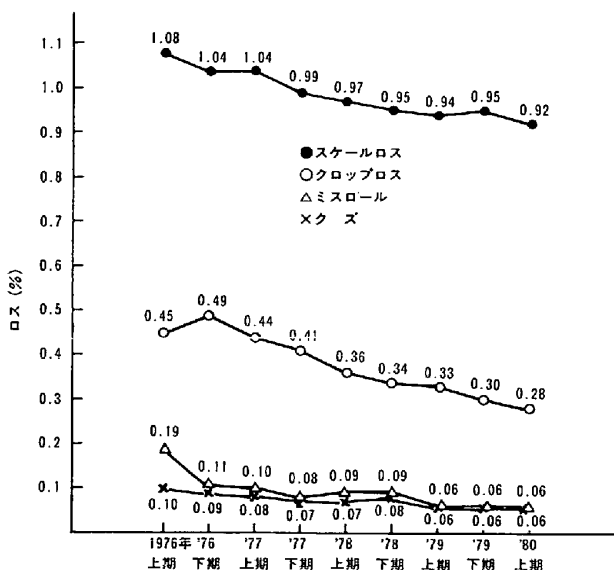


図4 裏歩留り(全国平均)内訳推移<sup>3)</sup>

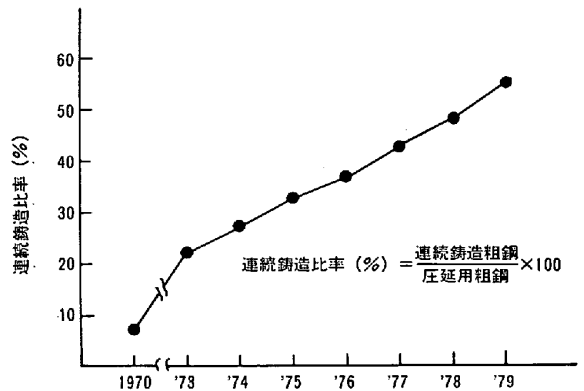


図5 連続鋳造比率の推移<sup>4)</sup>

表1 歩留り向上対策の事例と向上代<sup>5)</sup>

	歩留り向上対策の事例	向上代 (%)
スケールロス	1) 低温抽出操業	0.03 ~ 0.42
	2) 直送圧延比率増加	0.06 ~ 0.60
	3) O <sub>2</sub> 制御操業	0.01 ~ 0.11
	4) 在炉時間の適正化	0.18 (事例1件)
	5) スラブ単重アップ	0.02 ~ 0.10
	6) 加熱温度別のサイクル化	0.02 ~ 0.03
	7) ヒートパターン適正化等	0.03 ~ 0.10
クロップロス	1) ノーカットの推進	0.01 ~ 0.15
	2) ミニカットの推進	0.036 ~ 0.10
	3) コイル単重アップ	0.01 ~ 0.20
	4) クロップシャの更新あるいは改造による精度・切れ味の向上等	0.004 ~ 0.21
ミスロール	1) 各設備の保守・点検・調整の強化 (○サイドガイドセンタリング ○ホットランテーブルローレベル調整等)	0.01 ~ 0.05
	2) 各設備の改造 (○粗バー上反り防止ガイドの設置 ○仕上げサイドガイド形状変更等)	0.005 ~ 0.10
	3) その他の管理強化 (○スラブ形状、温度等)	0.05 ~ 0.10
その他屑	1) オンラインプロフィールメータ設置によるサンプル採取の廃止	0.01 ~ 0.03
	2) コイル単重アップ	0.01 ~ 0.02
	3) 巻き戻し頻度の見直し等	0.01 ~ 0.08

している。

一方、その他屑はコイルの巻き戻し時の寸法・表面検査やサンプル採取のために切り捨てられるものである。その低減対策としては、巻き戻し装置を改造して再巻き取りを可能にすることやオンラインプロフィールメータの設置によるサンプル採取の廃止、及び巻き戻し頻度の見直しあげられる。

これらの対策により着実に屑は低減してきた。

### 3.4 連铸比率の拡大とスラブ単重アップ

図5に示すごとく、熱延向を主体とする圧延用粗鋼の連铸比率は拡大の途をたどり、現在全国平均47%(ただし熱延向)に達し、中には比率100%のミルもある。

連铸スラブの拡大は製造コストの低減に寄与するのみならず、その特長である寸法・材質の均一性から一貫歩留りの向上にも貢献している。

スラブ単重の増大は熱延歩留り向上に極めて有効である。その理由として、スケールロスに前述のようにスラブ表面積に依存するためスラブ厚アップ(単重アップ)が有利であり、一方クロップ・屑もほぼ一定重量であるため大単重化すればロスとしての比率が下がることがあげられる。したがって各製鉄所においては、事情の許される限りスラブ単重の大型化に努めている。

以上述べてきた歩留り向上対策の過去の改善事例と歩留り向上代を表1にまとめた。

#### 4. 今後の歩留りの展望

今後の日本鉄鋼業を取りまく環境を予測するのは不確実な要素が多く困難であるが、低成長経済・鉄鋼需要の伸び悩み・後進国の台頭は引き続くものと思われる。

したがって、熱延においても継続して歩留り向上めざして限りなき努力が払われるであろう。

今後の歩留り向上技術としては、従来技術の極限を追求し、連铸比率の拡大・スラブ単重アップ・温片装入や直送圧延の拡大・低温加熱圧延等が継続的に推進されると考える。

また新規技術としては、製鋼→熱延の直結プロセス・低温加熱圧延を有利にするAIN非利用の新鋼種開発・幅落ちのない新幅圧延法・クロップ形状認識装置・一次スケール発生防止技術として酸化防止法(剤)の開発・二次スケール低減法として高速圧延・高圧下ミルの開発等々があり、強力な推進・挑戦が行われるであろう。

一方次工程歩留り・一貫歩留りの向上をめざして、板厚・板幅・プロファイル等の寸法が高精度な製品製造も更に強力に指向されると思われる。

いずれにせよ歩留り向上の限界への挑戦は継続される。今後とも一層の努力が期待されている。

#### 文 献

- 1) 日本鉄鋼協会共同研究会: 第33回鋼板部会ホットストリップ分科会(1980.11)(私信)
- 2) 同上
- 3) 日本鉄鋼協会共同研究会: 第25~33回鋼板部会ホットストリップ分科会(私信)
- 4) 鉄鋼年鑑(昭和55年度版)生産編 p.23 [鉄鋼新聞]
- 5) 日本鉄鋼協会: 鉄鋼製造法 加工(2) p.632 [丸善]
- 6) 日本鉄鋼協会: 特別報告書 No. 23 「わが国における最近のホットストリップ設備および製造技術の進歩」 p.282
- 7) 日本鉄鋼協会: 鉄鋼便覧Ⅲ(1) 圧延基礎・鋼板 p.468 [丸善]
- 8) 日本鉄鋼協会共同研究会: 第32回鋼板部会ホットストリップ分科会(1980.6)(私信)