

環境問題に対応した最新の酸洗設備

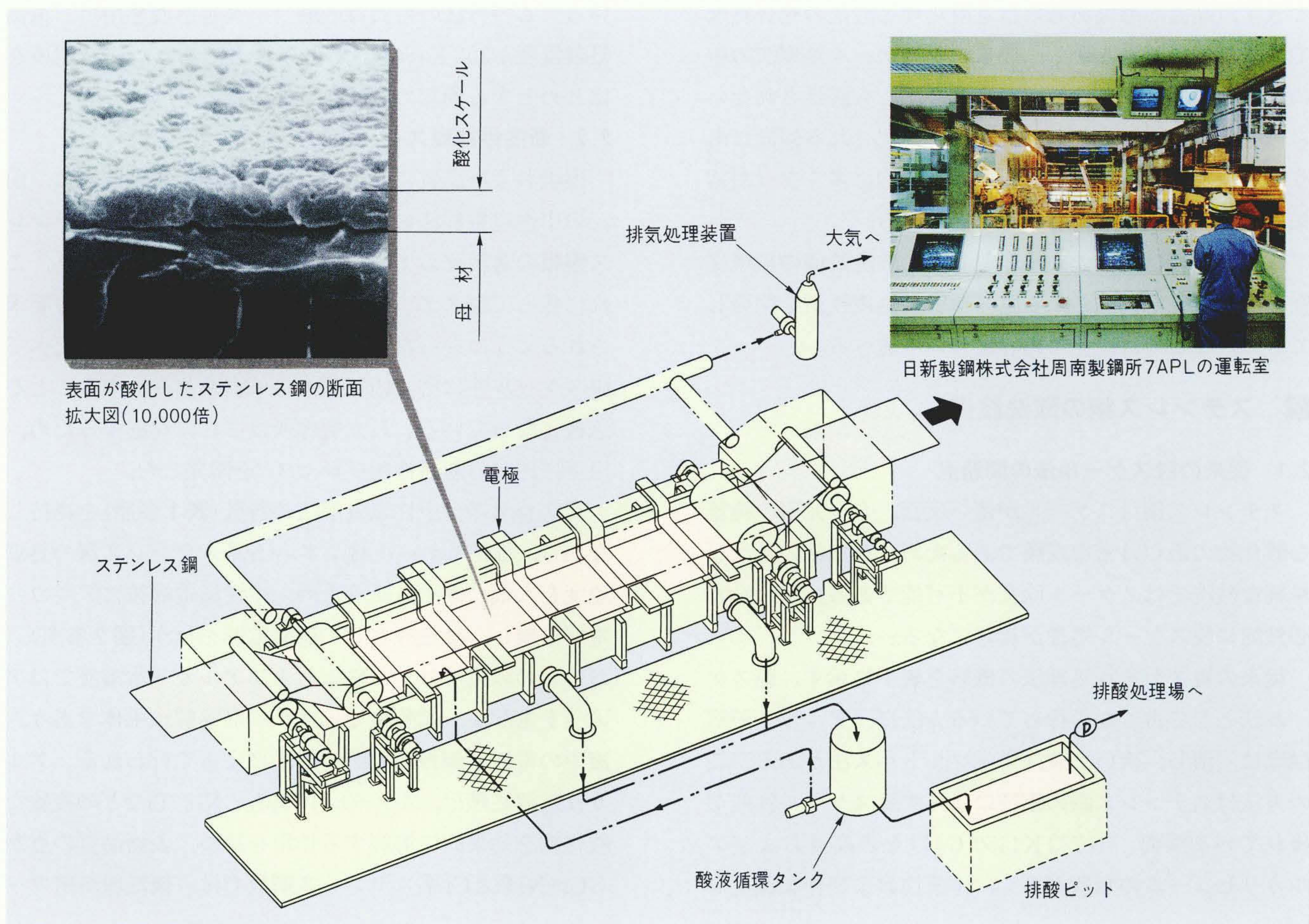
New Technologies for New High Quality Pickling Lines

可児保宣* Yasunobu Kani

菊池有二* Yûji Kikuchi

中村恒雄* Tsuneo Nakamura

伊藤雅彦** Masahiko Itô



最新のステンレス鋼酸洗設備の例 設備は完全に密封され、安全でクリーンである。また、全自動化された運転室から操業されている。

最近の酸洗設備は、社会環境の変化に対応して近代化が進められている。設備は完全に密封され、装置の周辺は安全でクリーンであり、環境問題の対策も十分に行われている。また、運転室からすべて遠隔制御で操業が行われ、設備の生産能力、製品の品質も大幅に向上している。

日立製作所は、酸洗設備でのさらにいっそうの進

歩と環境改善を求め数々の開発を行ってきた。ステンレス鋼の酸洗では、前処理に無害な中性塩電解液を用いた脱スケール法を採用し、環境の改善と設備の高性能化を図った。また、普通鋼では酸液を高速流動させる方式で酸洗効果を高めた酸洗装置を開発した。

* 日立製作所 日立工場 ** 日立製作所 日立研究所

1 はじめに

普通鋼およびステンレス鋼の製造過程でスケール(表面に生成する酸化物)は、化学的に安定であるため簡単には除去できず、強酸などを用いる、いわゆる酸洗で除去が行われる。さらに、ステンレス鋼のような耐食金属ではスケールが合金元素を含むため、単純な酸洗では除去できず、高温溶融塩あるいは電解処理と酸洗の複合処理で除去している。しかし、従来の脱スケール処理法の中には、環境保全という観点からは必ずしも満足されないものもあった。一方、銅板は年々薄肉化される傾向にあり、単位質量当たりの処理面積が飛躍的に多くなった結果、高速処理法が必要となってきた。

日立製作所は、このような背景から酸洗設備の環境保全と高性能化を両立させる脱スケール処理技術を開発してきた。ここでは、その内容について述べる。

2 ステンレス鋼の酸洗設備

2.1 従来の脱スケール法の問題点

ステンレス鋼はスケールが薄い反面、合金元素の複雑な酸化物の緻(ち)密な皮膜であるため、普通鋼のような単純な酸洗ではスケール除去が不可能である。このため、必然的に脱スケール処理が複雑になる。

従来の脱スケール処理法の概略を表1に示す。脱スケール法として古くから行っている方法に、アルカリの溶融塩に浸漬し、次いで酸洗するソルトバス法がある。この方法はステンレス鋼の鋼種によらず脱スケール性能が優れている反面、(1) 723 K (450℃)以上の高温およびアルカリヒュームの飛散が多く、作業性および作業環境が

悪いこと、(2) 鉄ロールを使用するため表面すりきずが発生しやすく高品質が得にくいこと、(3) 溶融塩の粘性が高いため、高速では塩の持ち出しが多く不経済であること、などの問題点があった。以上の(2)、(3)の制約では処理速度を遅くせざるを得ない状況であった。

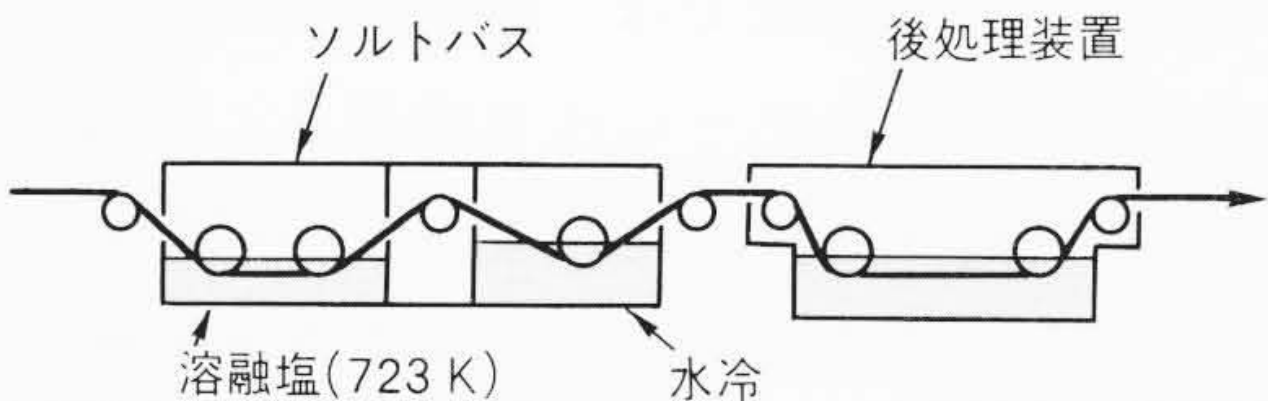
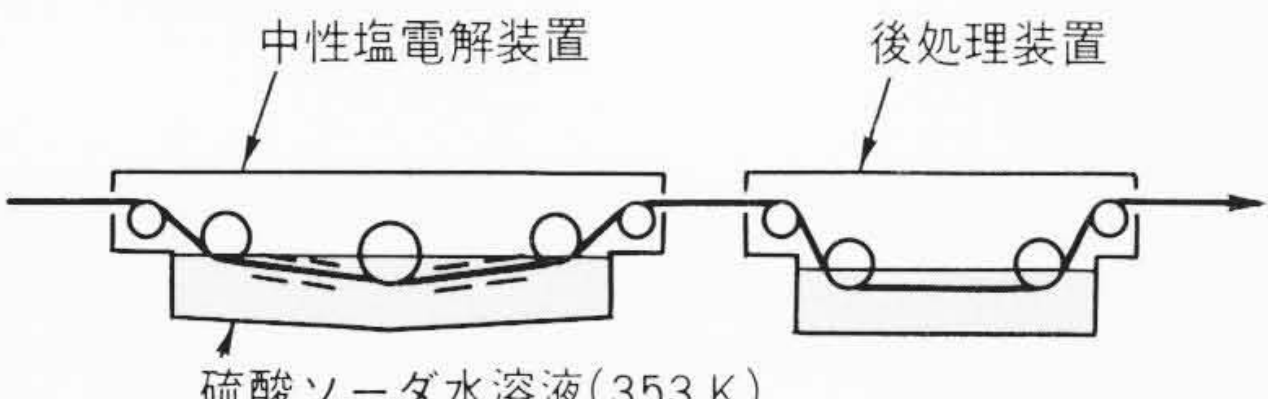
日立製作所はこれらの問題に対処するため、低温プロセス(表1の中性塩電解法)を開発し、多くの実績を得ている。この方法の特長は硫酸ソーダ水溶液を用い、最高処理温度が353 K (80℃)と低いことであり、作業環境をはじめとする前記の問題を解決した。

2.2 新高性能脱スケール法

環境および品質に対応する脱スケール処理技術は、前記の中性塩電解法によって解決したが、近年はステンレス鋼板の薄板化および多様化が急速に進展しており、これに伴って脱スケール性能のよりいっそうの向上が要求されるようになった(図1参照)。特にCr-Ni系に比べて脱スケール性に劣るCr系鋼をCr-Ni系並みにすることが急務となっている。日立製作所はこれに対応するため、以下に述べる新高性能プロセスを開発した。

新プロセスは中性塩電解法の特徴(表1参照)を維持しながら、難脱スケール材が多いCr系ステンレス鋼の処理速度を大幅に向上させるため、中性塩電解後にアルカリ電解を施し、後処理として硝酸電解を行う(図2参照)。おのこの電解は、中性塩およびアルカリ水溶液ではアノード電解が、硝酸中ではカソード電解が主体であり、液中の電極と銅板間の間接通電によって行われる。アルカリ電解処理は、スケール中のMo, Nb, Tiなどの複雑な酸化物を効果的に溶解する作用を持つ。表面品質の点からCr-Ni系とCr系ステンレス鋼板では、後処理が硝フッ

表1 従来の脱スケール方法の問題点 中性塩電解法は、作業環境が良く高品質な成品が得られるので近年多く採用されているが、Cr系鋼で処理速度が遅いという難点があった。

方法	基本構成	処理速度 (m/min)	特徴
ソルトバス法		Max. 60	● 高温プロセスで作業環境が悪い。 ● 表面にすりきずが発生しやすく高品質が得にくい。 ● 溶融塩の持ち出しが多く不経済である。 ● 鋼種によらず脱スケール性能が良い。
中性塩電解法		Max. 100 (難脱スケール材は50以下)	● 低温プロセスで作業環境が良い。 ● 電解液が無害である。 ● 難脱スケール材(Cr系鋼)で処理速度が遅い。 ● Cr-Ni系は100 m/minで処理できる。

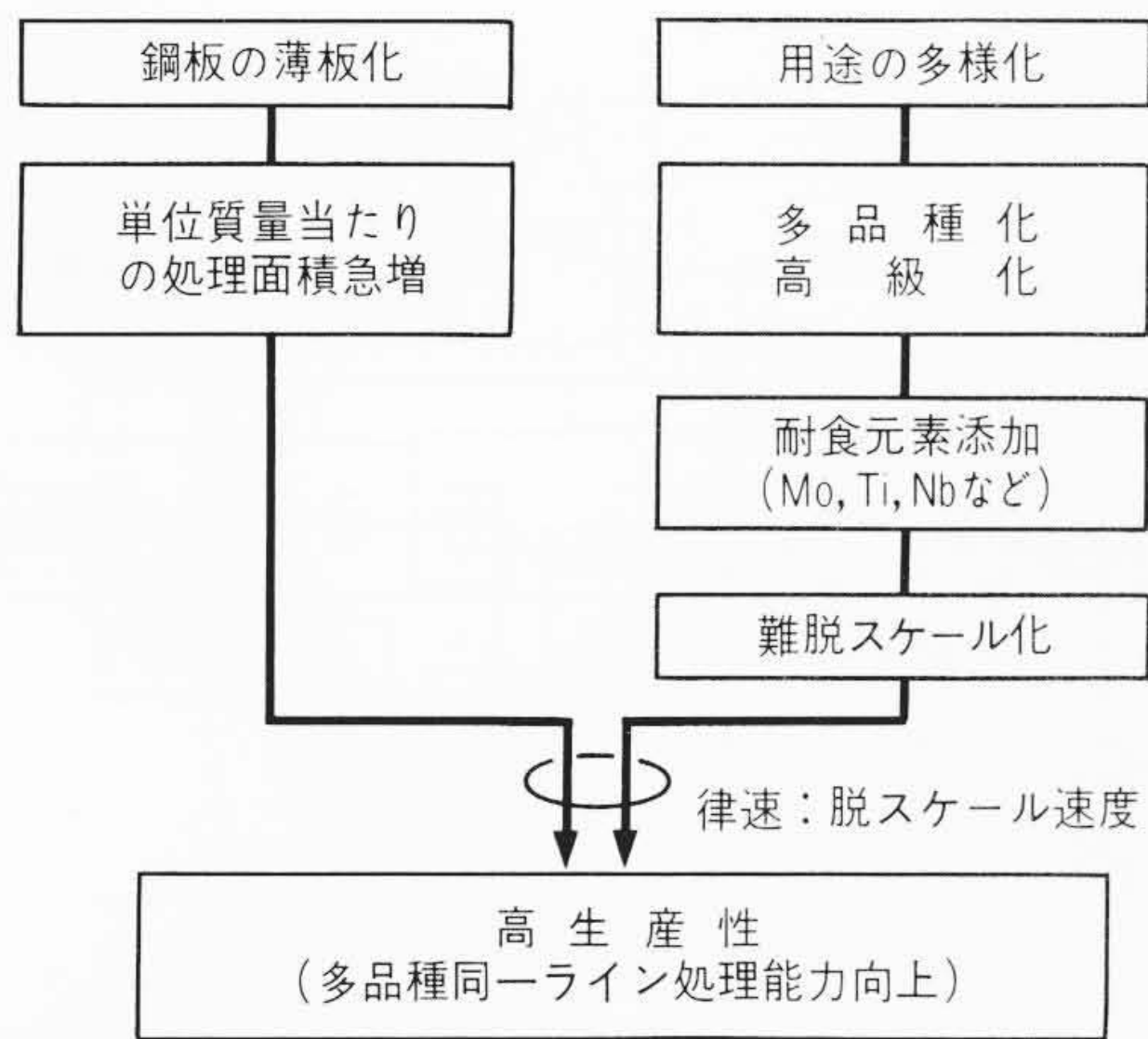


図1 ステンレス鋼板の高速脱スケールの必要性 ステンレス鋼板の薄板化および多様化が進み、脱スケール性能のよりいっそうの向上が要求されるようになった。

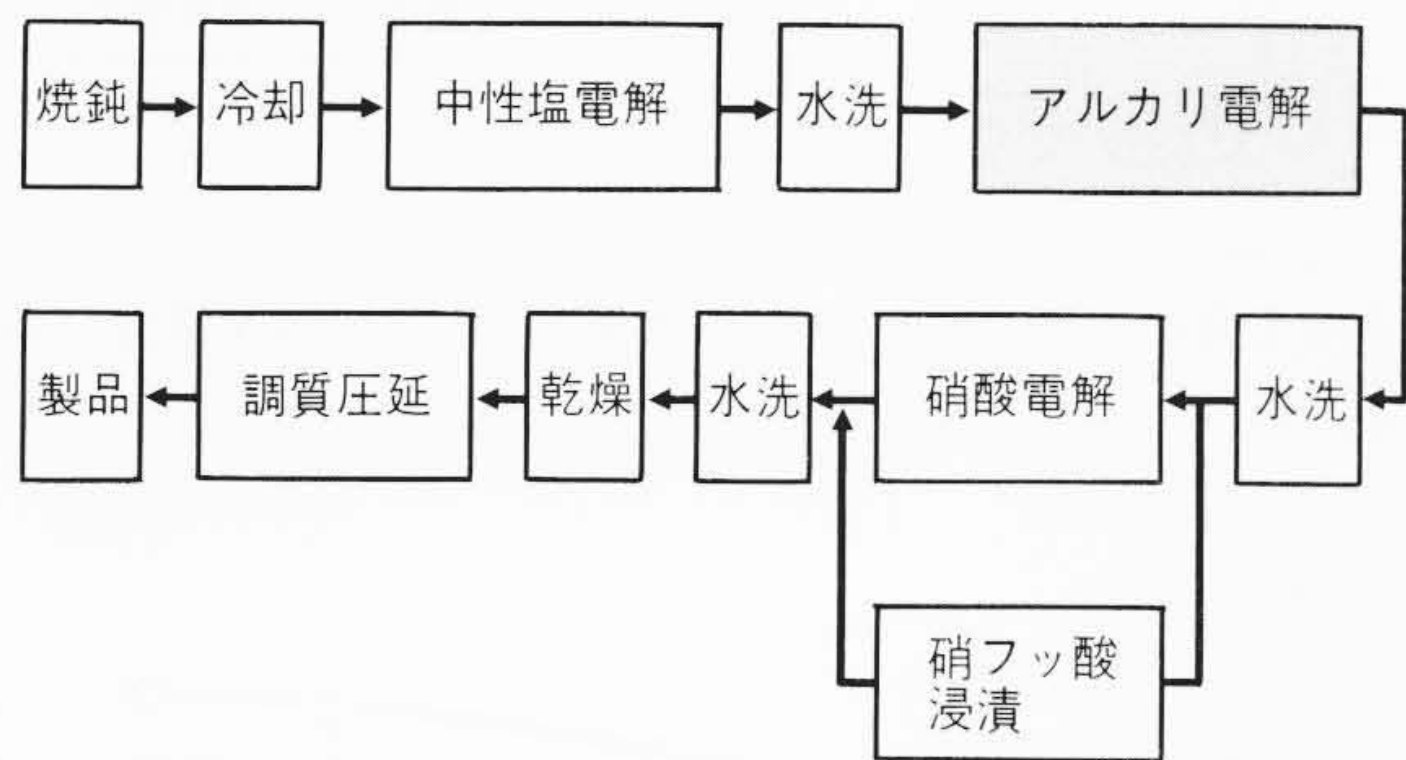


図2 新連続焼鈍脱スケールプロセスの概略 新プロセスは、中性塩電解後にアルカリ電解を施し、難脱スケール材の処理速度を大幅に向上させるものである。

酸浸漬と硝酸電解の違いがあるが基本的には同じでよい。
フェライト系およびマルテンサイト系ステンレス鋼板についての実績の $\frac{1}{2.5}$ モデルパイロットラインによる新プロセスのテスト結果を図3に示す。いずれの鋼種とも実機対応で100 m/minの速度を得た。すなわち、新プロセスは表2に示すように従来ではフェライト系80 m/minおよびマルテンサイト系では50～60 m/minの処理速度が限界であったものを、いずれに対しても従来法に比べて処理速度をCr-Ni系と同等の100 m/minに高性能化した。

3 普通鋼の酸洗設備

3.1 従来の脱スケール法の問題点

普通鋼のスケール除去は、ステンレス鋼と比べてその処理は単純であり、塩酸による脱スケールが主流を占めている。一方、近年は冷間圧延鋼板の生産性向上のために、脱スケール工程と冷間圧延工程の連続化が図られている。これには前段の脱スケール工程の高速化が鍵(かぎ)となる。

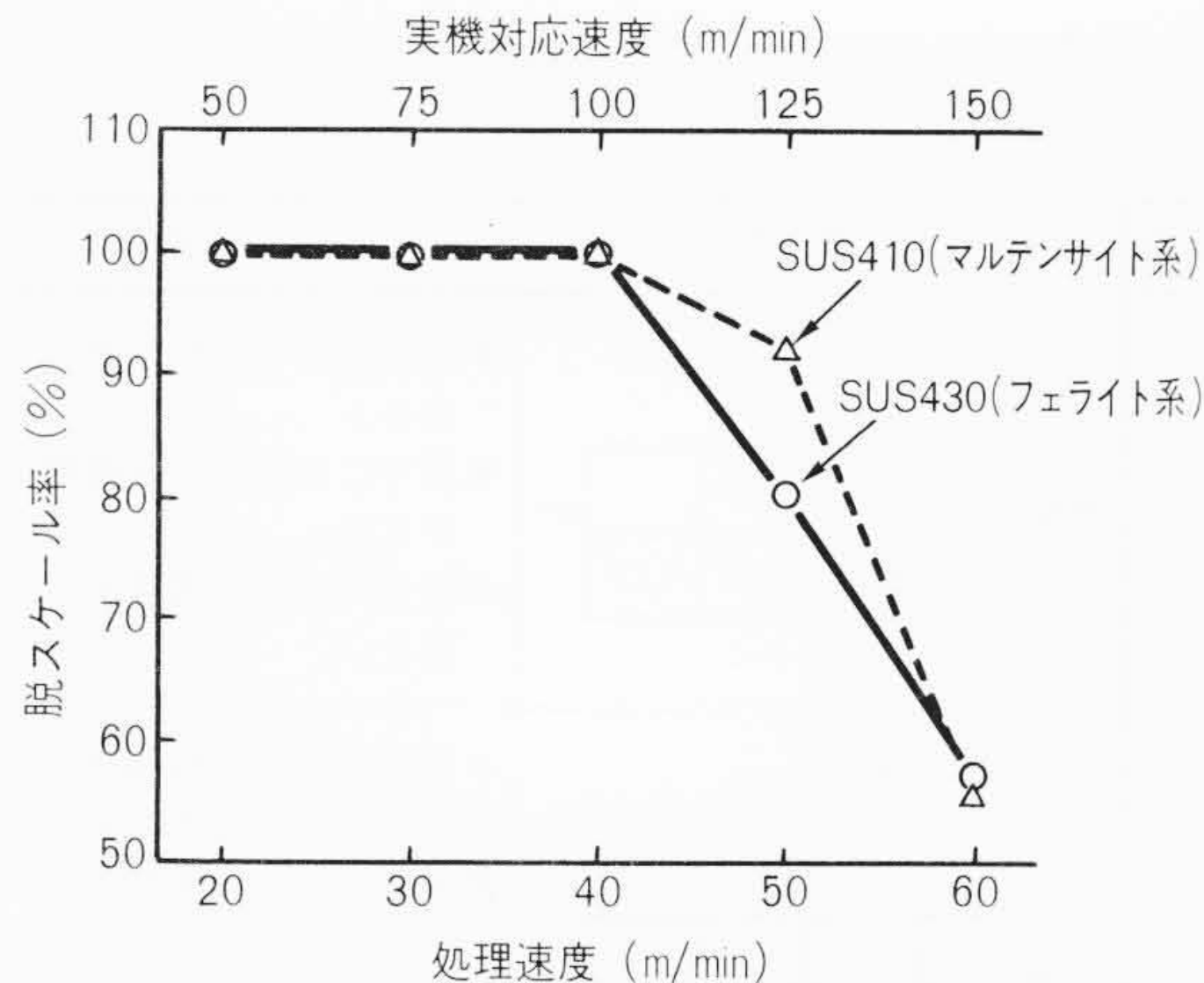


図3 新脱スケール法による脱スケール率と処理速度 アルカリ電解する新脱スケール法により、実機対応で100 m/minまで完全なスケール除去が可能になった。

表2 Cr系鋼に対する各種脱スケール法の性能比較 フェライト系およびマルテンサイト系のいずれに対しても、従来法に比較して大幅な高速化が可能になった。

鋼種	種類	処 理 工 程					処理速度 (m/min)	品質	備考
		ソルトバス (NaOHほか) 723 K	硫酸浸漬 (H ₂ SO ₄) 343 K	中性塩電解 (Na ₂ SO ₄) 353 K	アルカリ電解 (NaOH) 353 K	硫酸電解 (HNO ₃) 323～333 K			
フェライト系	SUS430			○●○			100	○	新方式
	ほか			○			80	○	従来法
		○	○				80	○	従来法
マルテンサイト系	SUS410			○●○			100	○	新方式
	ほか			○			50～60	○	従来法
		○	○				50～60	○	従来法

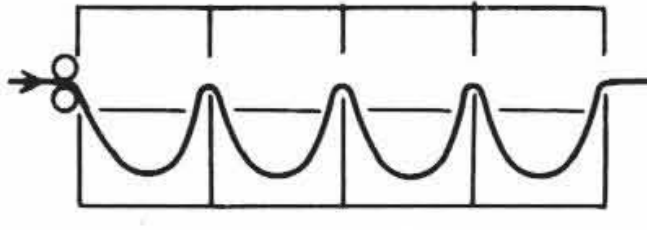
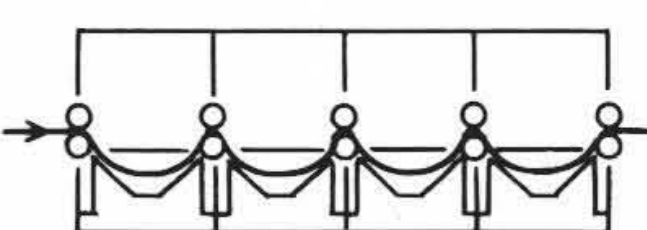
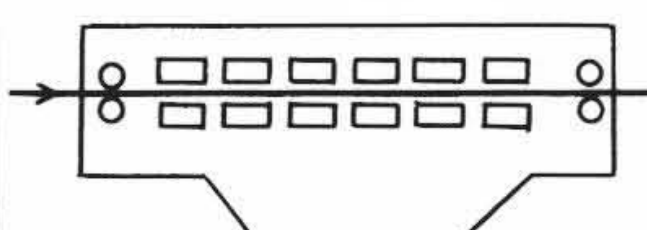
従来の脱スケール工程には、表3(a)に示すディープ式の酸洗タンクが用いられた。この酸洗タンクは構造はシンプルであるが、次のような問題点があった。(1) 高速時には各酸洗タンク間での酸液の移動があり、各タンク間の酸液の濃度制御が困難である。(2) 高速になるとストリップのばたつきが大きくなり、安定した運転が難しくなる。(3) 酸洗タンク長が長くなり、設備コストが大きくなる。

3.2 新高性能脱スケール法

3.2.1 シャロー式酸洗装置

シャロー式酸洗装置[表3(b)]は高速化の一段階として開発した装置であり、次の特長を持つ。(1) 各タンク間は水切りロールによって分割され、各タンクの酸濃度制御が容易である(図4参照)。(2) 各酸タンク間のロールにより、ストリップのばたつきが緩和され、運転がスムーズ

表3 酸洗槽型式比較 高速化および品質の安定化のため、(a)の型式から(c)の型式へと開発が進められてきた。

区分	酸洗槽の型式	特 徴
(a)	ディープ式 	● 構造は他に比較し簡単である。 ● 保守に注意すべき機器が少ない。 ● 酸洗槽間の酸濃度制御は難しい。
(b)	シャロー式 	● 各酸洗槽間の酸濃度制御は、比較的容易である。 ● 濃度制御の自動化が可能である。 ● ラインの高速化に対応可能である。 ● ポンプなどの保守に注意すべき部品が多い。
(c)	高速流式 	● 全酸洗槽長の短縮が可能である。 (条件によっては半減が可能) ● ラインの高速化に対応可能である。 ● 酸洗槽、ポンプなどの保守に注意すべき部品が多い。

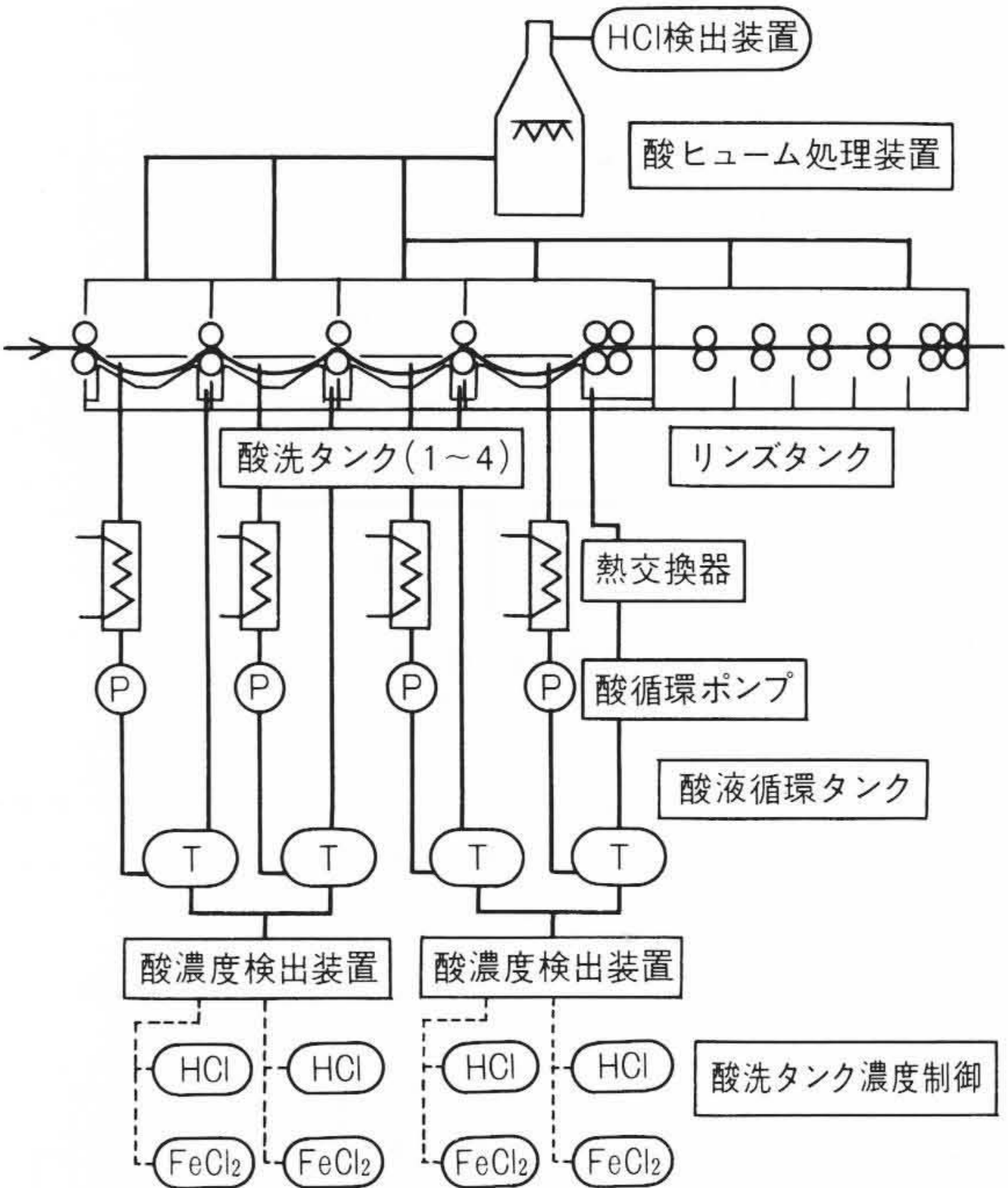


図4 シャロー式酸洗槽酸系統図 各タンク間は水切りロールによって分割され、各タンクの酸濃度制御および鉄分濃度制御が容易である。

になっている。(3)酸タンク、酸ヒューム処理装置は、酸漏れの少ない構造を採用している。

3.2.2 高速流酸洗装置

日立製作所は、酸洗効果をさらに高めた新しい酸洗装置²⁾を開発した。この方式は、ストリップと酸洗槽の間隔を狭くし、酸液を乱流状態で高速流動させることによって酸洗速度の向上を図った装置である。その構造を先の表3(c)に示す。この方式では酸洗時間が狭隙(げき)に流す酸液の流速によって影響される。その効果を示したグラフを図5に示す。流速を2 m/sにすることにより、酸洗時間が半減することがわかる。

4 おわりに

ここでは酸洗設備の脱スケール処理技術について述べた。

環境と品質を考慮した中性塩電解プロセスは、多くのステンレス鋼酸洗設備で運転実績を持っており、さらに

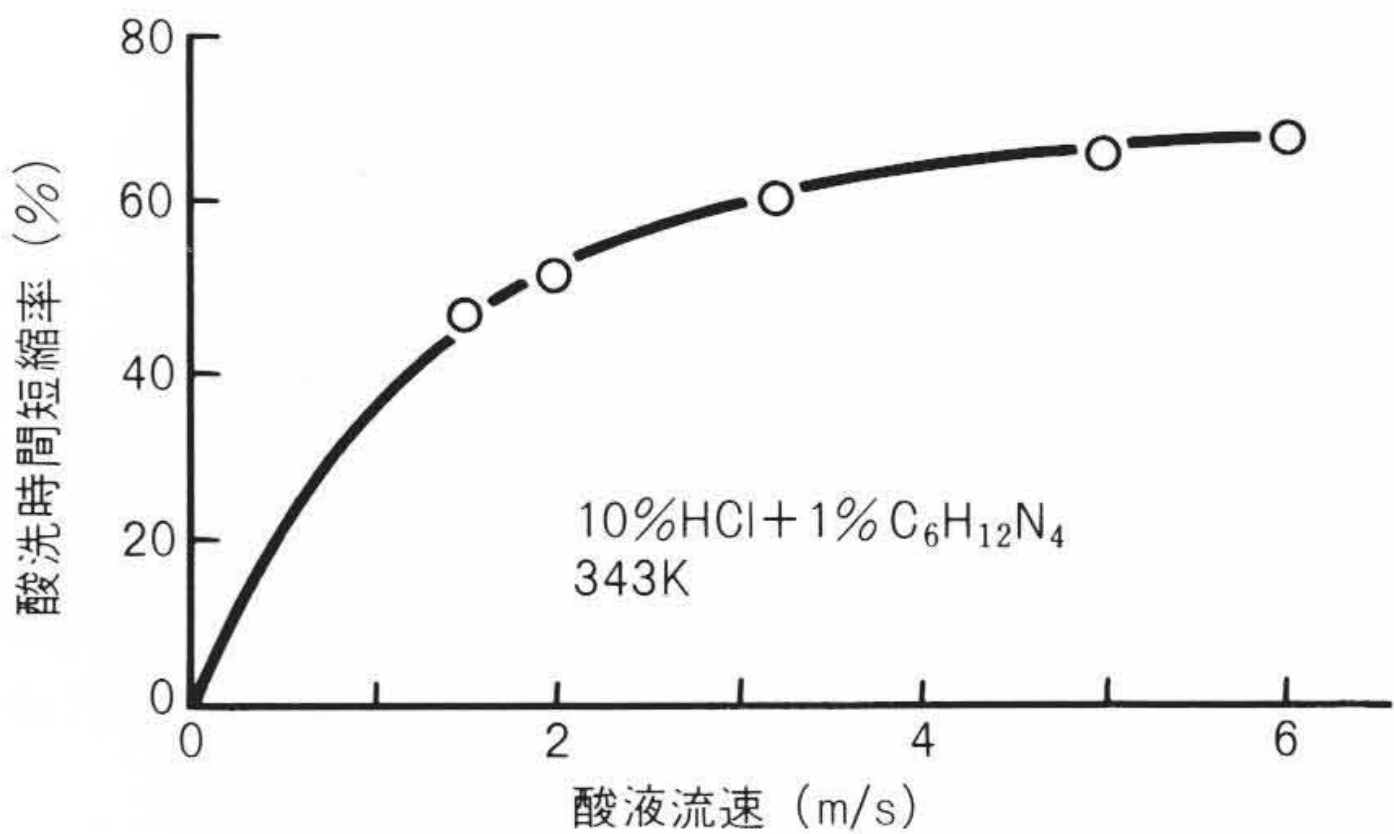


図5 酸液流速による酸洗時間短縮率 酸液の流速を2 m/sにすることにより、酸洗時間が半減する。

高性能化した新プロセスの1号機は日新製鋼株式会社周南製鋼所に設置され、平成4年4月から稼動を開始している。

酸洗設備は、今後もなおいっそうの高性能化が進められると考えるが、社会環境に対応した人に優しい新技術を開発していく考えである。

参考文献

1) 伊藤, 外: ステンレス鋼帯の新連続脱スケール方法, 日本金属学会会報, 31巻, 6号, 556~558(1992)
2) 伊藤, 外: 高速乱流酸洗液による熱間圧延鋼板の高速酸洗の可能性, 鉄と鋼, 第75巻, 第12号, 136~138(1989)