

NSSC FW series
New Standard! Ferritic!!

ステンレスの新スタンダード誕生 NSSC®FW シリーズ

—世界初の錫添加で省資源・高耐食性を実現—

新日鉄住金ステンレス(株)(NSSC)は、微量の錫を添加することで、ステンレスの耐食性を飛躍的に向上させるとともに省資源を実現する世界初の画期的技術を使い、「NSSC®FW (フォワード)シリーズ」を開発した。ステンレスの発明からほぼ100年が経過しようとしている現在、ステンレス需要全体の5割強を占める二大汎用鋼種に並ぶ第三の汎用鋼種として、FWシリーズは大きな期待を集めている。





新日鉄住金ステンレス(株) 営業本部 薄板営業部
薄板第一室長 **神村 純**



新日鉄住金ステンレス(株) 執行役員 製造本部 八幡製造所長
(前 商品開発部長) **平松 博之**

ステンレスの新たな歴史をつくる エコプロダクツ®

レアメタル含有量を大幅削減し 二大汎用鋼種の適用領域をカバ―

ステンレスは鉄に10・5%以上のクロムが入った合金鋼で、普通鋼に比べて「さびにくい」という大きな特性を持ち、建築から土木、家電、厨房、輸送機器、精密機器、産業機器まで、さまざまな用途に広く使われている。ステンレスの優れた耐食性のカギを握っているのがレアメタルのクロムだ。傷がつくと、鉄は傷口からさびていくのに対して、ステンレスはクロムが酸素と結合して表面に薄い保護皮膜(不動態皮膜)を生成し、さびの進行を防ぐ。不動態皮膜は1〜3ナノメートルと極めて薄いものの、大変強靱で壊れても酸素があれば自動的に再生する機能を持っている。

世界のステンレス生産量を見ると、クロム系(フェライト系)ステンレスSUS430が約10%、さらにニッケルを加えることで一層耐食性と加工性を向上させたニッケル系(オーステナイト系)ステンレスSUS304が約43%を占めている(図1)。ステンレスにはさまざまな鋼種があるものの、両商品はステンレスが発明されて以来、約1世紀にわたるロングセラーだ。

こうした中、NSSCはFWシリーズを開

発し、2010年7月に「NSSC®FW1(フォワード・ワン)」、12月に「NSSC®FW2(フォワード・ツー)」の販売を開始した。FWシリーズは錫を添加することで、ニッケルはもろろん、必須元素であるクロムを減らしても優れた耐食性を発揮する高純度フェライト系ステンレスだ。FW1はSUS430に比べ耐食性を改善するとともに加工性も向上させて、レアメタルのクロムの含有量を20%削減。FW2はFW1の技術をさらに発展させ、SUS304に相当する耐食性を実現するとともに、クロムやニッケルの含有量を40%削減することに成功した(図2)。FWシリーズ開発の狙いについて、執行役員の平松博之は次のように語る。

「SUS304は万能商品ですが、用途によってはオーバースペックになるケースがあります。二大汎用鋼種であるSUS304とSUS430の間には高純度フェライト系ステンレスの領域があります(図3)。この領域に汎用性のある新商品を投入できれば、第三の汎用鋼種に育つ可能性を秘めています。今回開発したFWシリーズは、この二大汎用鋼種が使用される広範な薄板用途のほとんどすべての領域に適用可能で、さらに徹底した省合金化によってレアメタルの節約に貢献すると同時に、原料価格変動の影響をミニマイズ

図1 世界のステンレス粗鋼生産実績

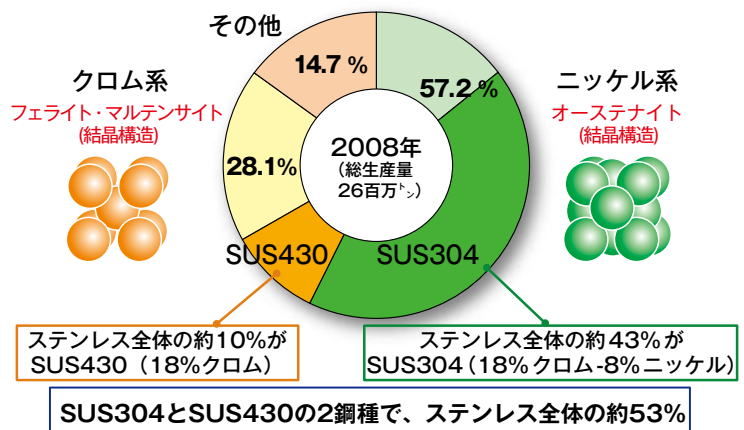
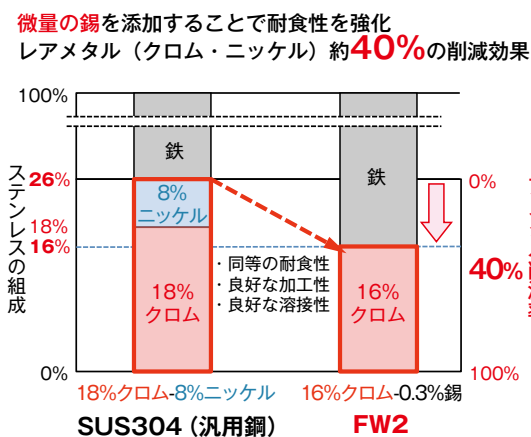


図2 NSSC®FW2のレアメタル削減効果



NSSCの推定(ベースデータ: International Stainless Steel Forum 統計値)



販売累計200万台の 大ヒット商品 圧力IHジャー炊飯器に FW1を採用

三洋電機コンシューマエレクトロニクス(株)
家電事業部 製造統括部 技術三部 技術一課長
保木本 明雄氏

圧力IHジャー炊飯器「おどり炊き®」は、圧力をかけて熱を閉じ込め米の一粒一粒の中心までしっかり熱と水を浸透させる加圧と、一気に圧力を抜いて米を攪拌する減圧を繰り返すことによって、米をふっくら炊き上げる商品で、2002年に販売を開始しました。

炊飯器の蓋と胴体の素材には、それまで樹脂を使っていたが、当社特許技術を導入したハイグレードな新商品であったことからデザインを一新し、クリア塗装ステンレス鋼板を採用しました。ステンレスの高級感、堅牢感、キッチンシンクに馴染む素材感といった特長が、おどり炊きの商品価値の向上に貢献し、販売累計台数200万台の大ヒット商品になっています。

昨年NSSCよりFW1をご提案いただきましたが、耐食性、加工性ともに問題なくスムーズに切り替えることができました。FW1を採用したおどり炊き(写真2)は、今年3月から家電量販店などで販売されています。(談)



写真2 圧力IHジャー炊飯器「おどり炊き®」

写真1 2010年日経優秀製品・サービス賞表彰式の様子



世界に打って出る フェライト系の世界戦略商品

した画期的な商品です。これまで二大鋼種が王者として君臨してきましたが、これからはFWシリーズでステンレスの新たな歴史をつくっていききたいと考えています」

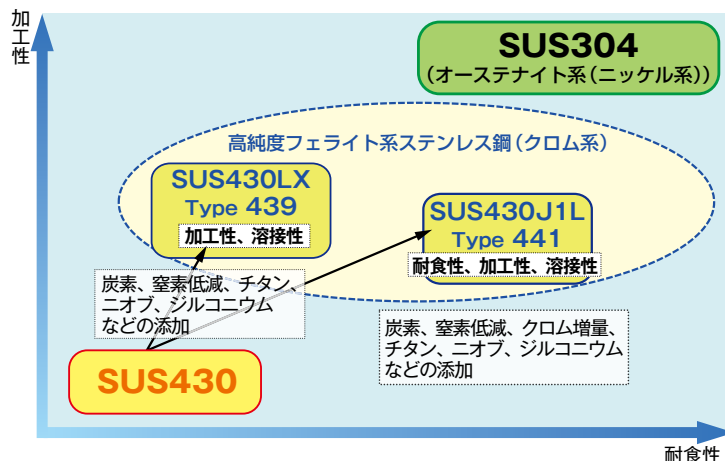
NSSCは2011年1月、FW1で「2010年日経優秀製品・サービス賞最優秀賞 日経産業新聞賞」を受賞した(写真1)。日経優秀製品・サービス賞は、日本経済新聞社が毎年1回、優れた新製品・サービスについて技術開発性、価格対効果性、業績寄与度、成長性、独自性、産業・社会へのインパクトを審査基準に、総合的に評価し表彰するもので、今回で29回目を迎えた。FW1は供給に不安がある希少資源の削減に着目して世界初の技術開発を実現したことに対して、審査委員か

ら高い評価を得た。

FWシリーズは国内外のお客様から発表以来3000件を超える問い合わせが寄せられ、取引実績も着実に増えている。お客様のニーズに迅速に応えるため、NSSCは2011年2月に「フォワード営業推進班(プロジェクトFWプロモーションチーム)」を設置した。フォワード営業推進班では研究・製造・営業各部門と新日鉄八幡製鉄所が連携し、FWシリーズのさらなる進化を加速させていく。FWの名付け親である薄板営業部の神村純は、次のように抱負を語る。

「ブランド名には前進(Forward)と、世界に打って出るフェライト系の世界戦略商品(Ferritic for the World)という2つの意味が込められています。国内はもとより海外での認知度向上を図るため、お客様の設計部門への材料提案や流通を対象とした勉強会などを積極的に行い、市場の開拓に挑んでいきます」

図3 ステンレスの主要鋼種の位置付け





新日鉄住金ステンレス(株) 研究センター 薄板・自動車材料研究部
上席研究員 工学博士 秦野 正治

新日鉄と住金のシナジー効果 材料開発の常識を覆す挑戦

NSSCは2003年10月に新日鉄と住友金属工業(株)のステンレス事業を分割・統合し、発足した日本最大の総合ステンレスメーカーだ。FWシリーズは住金時代から受け継いだ錫添加という技術シリーズと、新日鉄時代から長年蓄積した高純度フェライト系製造技術が融合して生まれた。その材料開発から新商品誕生に至るまでの軌跡を紹介する。

逆転の発想と執念で 世界初の錫添加技術を確立

FWシリーズは微量の錫を添加することで、ステンレスの耐食性や加工性を飛躍的に向上させる(図4~7)と共に省資源を実現する、世界初の画期的技術によって開発された。しかし鉄の材料開発において、錫は製造性を阻害するため添加しないことが常識とされていた。普通鋼やニッケル系ステンレスではタブーでも、クロム系ステンレスは違うのではないかと——そんな常識を覆す逆転の発想によってFWシリーズは誕生した。錫添加の発想の原点について、研究センターの秦野正治は次のように語る。

「住金時代の2000年、CO₂排出削減や廃棄物問題を背景に、鉄スクラップ再利用にかかわる調査研究に取り組んでいました。銅や錫は鉄スクラップに混入する分離困難な不

純物元素で、そのまま製鉄原料として使用すると鋼材の製造性が著しく損なわれてしまうという問題を抱えていました。銅や錫の影響を無害化するプロセス研究を通じて、クロム系ステンレス鋼では普通鋼と異なり、錫の阻害作用は極めて小さいことがわかりました。普通鋼の延長線上では考えられない新しい知見とブリキなどで知られる錫の耐食作用から、ステンレスで錫を活用する発想に至りました」

秦野が温めていたシリーズが芽生えたのは2007年だった。当時研究センター長を務めていた平松(前出・現執行役員)は、将来を見据えて研究自主テーマを社内公募していた。そのテーマに錫添加がエントリーされ、秦野は千載一遇のチャンスをつかんだ。錫の添加に関するデータを目的の当たりにした平松は次のように振り返る。

「ステンレスの表面皮膜を制御したり、何か微量元素を入れたりしたら画期的に耐食性が上がるのではないか。こんな夢のような探

図4 FWシリーズの基本技術(錫添加効果)

図5 FWシリーズの優れた耐食性

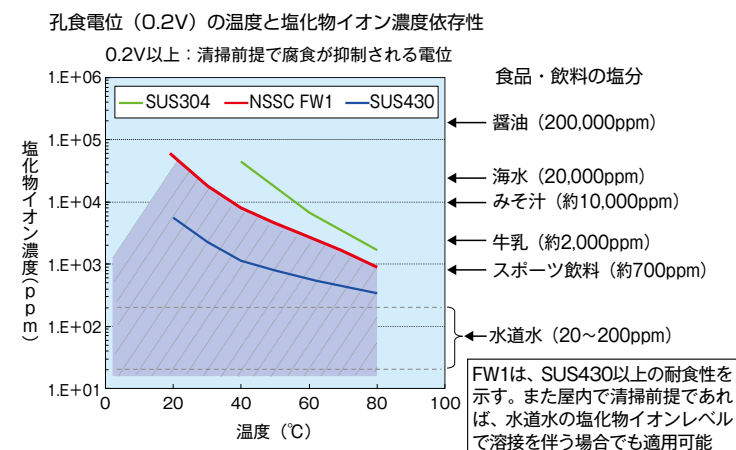


図6 FW1 加工後の表面性状



NSSC FW1
(14%クロム-0.1%錫-LC)



SUS430LX
(18%クロム-チタン-LC)

(※ 試験条件: 板厚0.6mm (1回冷延) 絞り比: 2.0)

FW1はSUS430LXと比較して年輪状の模様が抑制され、表面粗さも小さく良好

図7 FW2の多段深絞り性(多段絞り後の外観)



NSSC FW2
(16%クロム-錫)

SUS304
(18%クロム-8%ニッケル)

NSSC FW2は、割れなく多段深絞り加工ができる。
SUS304では時期割れが発生する



新日鉄 八幡製鉄所 製鋼部 銅片管理グループ
マネジャー 藤谷 真

索を始めたわけですが、そのテーマの一つに『錫添加』がありました。高純度クロム系に錫を入れてみると、確かに耐食性が飛躍的に向上する信じられないデータが出ました。錫は添加しないことが常識であり、0・数%でも添加した前例はありませんでしたから、これは面白いと思いました」

錫の微量添加研究は2008年に継続テーマとなり、メカニズムの解明を本格化させた。NSSC社内の一部には「耐食性は向上するかも知れないが、商品化は難しいだろう」と懐疑的な声があがったが、実用化に向け秦野は多くの追加調査と検証を重ね、世界初の錫添加技術を確認。そして2009年、錫添加鋼が商品開発テーマとなり、FWシリーズ誕生に向けた扉が開かれた。

ターゲットはポストSUS304

ステンレス業界では、その頃エポックメイキングな出来事が起こっていた。2007年に原料であるニッケル価格が高騰し、ニッケル系のSUS304代替としてクロム系のSUS430の需要が高まった。ところが2008年9月のリーマンショック以降はニッケル価格が暴落。クロム価格が遅れて高騰して相対的にクロム系の競争力が低下すると、需要は再びニッケル系のSUS304に戻った。

レアメタルの需要増加と供給懸念が続く中、NSSCは価格安定性があり省合金につながるポストSUS304の新鋼種候補として、錫添加鋼の商品開発を加速させた。本社の新商品開発戦略会議で、SUS430をはじめとする広い用途に適用可能な汎用タイプ(FW1)と、SUS304グレード相当タイプ(FW2)を商品化することが決まると、商品ターゲットに合わせ、研究センターで合金設計が行われた。

「省資源という商品コンセプトのもと、ステンレス鋼の主要構成元素であるクロムの削減と、耐食性・加工性という製品パフォーマンスの両立に注力しました」(秦野)。

長年培ってきた高純度化技術が原料製造に活かされる

合金設計が完了すると、製造ラインでの試作が新日鉄八幡製鉄所で始まった。八幡製鉄所では1957年に総合厚板工場の操業を開

始、1963年にステンレス厚板の生産を開始している。2004年にステンレス事業の分社化・NSSC発足に伴い、ステンレス工場はNSSC八幡製造所として移管されたが、八幡製鉄所はその後クロム系鉄源の生産を担うとともに、NSSCの薄板系熱間圧延を一手に引き受けている。

今回のFWシリーズ開発では、新日鉄が先駆者として長年培ってきた高純度フェライト系ステンレス鋼製造技術が大きな役割を果たした。八幡製鉄所製鋼部銅片管理グループの藤谷真は次のように解説する。

「ステンレスにとって不純物となる炭素を極限まで低減し、耐食性・加工性などを大幅に向上させたものが高純度フェライト系ステンレス鋼です。クロムを含むステンレスから炭素を効率的に除去するため、当所は1979年、当時としては世界最大の、真空中で酸素を吹き付けながら脱炭する装置(VOD)を設置するなど、これまでも高純化・高純度化・温度制御性などの製造実力を高める努力をしてきました。当所には長年の操業で培われたノウハウが蓄積されており、高純化レベルは世界最高水準にあると自負しています」

新日鉄の技術力は製鋼工程だけでなく、熱間圧延工程においても発揮された。同製鉄所ステンレス部の小林雅明は次のように話す。

「普通鋼に比べてステンレスは、圧延中にロールと材料が焼付きを起こしやすいという性質を持っています。これがホットコイルの表面傷の原因となるため、熱延の操業条件を厳しく規制し、品質向上を図っています。今回は



新日鉄住金ステンレス(株) 製造本部 鹿島製造所
薄板管理室 部長代理 山岸 昭仁



新日鉄 八幡製鉄所 ステンレス部
ステンレス管理グループリーダー 小林 雅明

開発期間が短く一発必中のつくり込みが求められましたので、研究センターとの連携を密にし、実験データを確実に実製造へ反映させることを心がけました」

こうした新日鉄の高純度フェライト系製造技術がベースとなって、FW1は2009年11月に実機での製造検討を開始して2010年1月には出鋼、FW2にいたっては同年6月の検討開始から1カ月で出鋼という短工期だった。

多様なニーズに応える加工技術力と多品種・短納期に対応する生産力

新日鉄八幡製鉄所で製造されたホットコイルは、NSSC鹿島製造所でFWシリーズのさまざまな薄板製品として仕上げられる。鹿島製造所は1968年に鹿島日本ステンレス(株)として創立以来、一貫してステンレス薄板の製造を行っており、2003年にNSSCが発足してからは光製造所薄板工場と共に薄板事業の一翼を担い、クロム系薄板の製造基地となっている。

冷延工程では、ホットコイル表面にできた酸化スケールを酸洗で取り除いてから冷間圧延するが、ステンレスは普通鋼に比べて脱スケール性が悪いことや溶解量が少ないため、酸洗のスピードが制限されたり、熱延時の肌荒れが酸洗後に残りやすいなどの課題がある。冷延では普通鋼に比べ硬質な鋼材を効率的に圧延しながら、高い板厚精度やステンレス特有の光沢付与、均一性の確保などに気を配り、仕上げ焼鈍では普通鋼に比べて高い温度で加工性と粒度コントロールを両立させるための

適正な条件への調整が重要になる。

鹿島製造所では、こうしたステンレス特有の課題を高度な製造技術と厳格な品質管理で克服し、お客様のさまざまなニーズに応える商品を提供してきた。FWシリーズの製造では、研究部門で得た基本データの活用、製造関連のデータや試験材の調整を所内で事前に進めたことにより、出鋼後1カ月あまりの短期間で製造体制を整えることができた。同製造所薄板管理室の山岸昭仁は次のように語る。

「クロム含有量を低減したメリットは製品の性能だけではありません。熱延時の肌荒れが軽減されたことや、従来材よりも軟質となったことで、生産性向上への寄与も期待しています。今後、FWシリーズが世界戦略商品として第三の汎用鋼種を目指すためには、特性を最大限引き出すことが重要と考えています。また普及に当たっては製造工程管理などきめ細かい調整も重要です。品質、性能や納期などお客様の多様な要望に対して、迅速な対応ができるよう製造所全体の実力をさらに向上させていきたいと考えています」

技術先進性とスピードでステンレスの可能性を追求

NSSCは2007年に錫添加鋼を研究テーマとして、2010年には商品化という非常に短い期間でFWシリーズの開発に成功した。「FW1のサンプルが完成したのが2010年4月末でした。世界初の商品でしたので、まず高純度フェライト系の加工法を熟知されているお客様に評価していただいた上で、7月に発表することができました。FW2も同様にお客

様にご協力いただき12月に発表できました。技術先進性とスピードをキーワードに製販技が一致団結し、FWシリーズを深化させていくとともにクロム系の優位性をアピールして、ステンレス全体の需要拡大を図っていきます(平松)。ステンレスは大きな可能性を秘めている。耐食性、耐久性、耐水素特性に優れた特徴を活かして、燃料電池・太陽光発電などの新エネルギー分野や、排煙脱硫装置などの環境分野、海水淡水化装置などの社会インフラ分野で有望視されている。NSSCはFWシリーズや二相ステンレス鋼など新材料の技術開発をベースに、ステンレスのさらなる進化への挑戦を続けていく。

FWシリーズの使用例

イメージ図



リチウムイオン電池ケース



大型バット



桶受け金具