NICKEL MAGAZINE

ニッケルとその用途に関する専門誌

2021 年 第 36 号 第 1 巻

ニッケル
水の課題解決

高層階の二次給水システムで最上部まで水を届ける

再利用水の「不快な感じ」を克服

グリーン水素用新技術

ケーススタディ 21
国立陸軍博物館

DAVE BURK、国立米国陸軍博物館、SOM

***米国グリーンビルディング協会 (USGBC)** – LEED 銀賞*

賞
***米国建築家協会ニューヨーク (AIANY) 2021年デザイン賞**—優秀賞*

***メタルアーキテクチュアマガジン 2020年デザイン賞**—スムーズメタルウォールパネル部門*

周囲の環境を反映したニッケル含有オーステナイト系ステンレス鋼のパネルに包まれた新国立陸軍博物館は、2020年11月にオープンしました。国際的な建築事務所のSOMがデザインしたこの建物は、シンプルでエレガントなラインと長く途切れることなく磨き上げられたステンレス鋼によって、記念碑的な堅牢さと精密さを感じさせます。

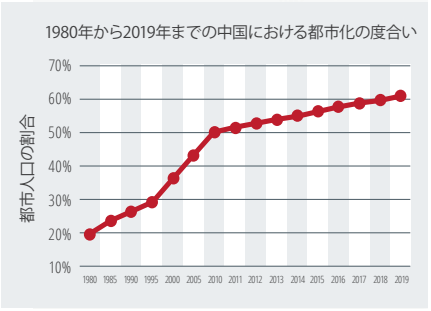
米軍最古の部隊の象徴的な表玄関として、この建物は軍隊生活の本質的な部分である規律、謙虚さ、厳しさという中核的価値観を伝えています。ステンレス鋼パネルは、時が経っても外観が変わることはありませんが、ワシントンDC郊外のフォート・ベルボアの森や光の変化を反映して、常に変化しています。

この外観は厚さ3 mmの316L (UNS S31603) ステンレス鋼を238トン使用した複合パネルで作られていますが、それは精密で均一なヘアライン仕上げで研磨されており、柔らかに反射する素晴らしいファサードを作り出しています。

リサイクル率の高いステンレス鋼を選択したこと、ステンレス鋼の寿命が長いことなどを考慮した結果、この博物館はUSGBC LEED銀賞に認定されました。この建物は国際的にも注目されており、完成したばかりにもかかわらず、すでに多くの賞を受けています。 Ni

社説
水の課題解決

2030年までに安全で安価な飲料水への普遍的かつ公平なアクセスを実現することは、国連の六つ目の持続可能な開発目標(SDG6)となっています。しかし、UN-Water[1]の最新の報告書によると、都市が成長した結果として、まだ恩恵を受けていない人があまりにも多くいます。2000年以降、清潔な水を利用できない都市人口が50%増加したと推定されています。SDG 6を達成するためには、世界全体で4倍もの努力と投資が必要です。



中国国家統計局 © STATISTA 2021

中国では、2000年には36%だった都市住民の割合が、現在では60%を超えています。そして、現在から2050年までの間に中国の都市人口はさらに2億2500万人増えると予測されています[2]。

人口が増え続ける都市に対して水を供給するという課題は非常に困難ですが、かつての都市化キャンペーンの頃からの老朽化したシステムを更新する必要もあるため、さらに困難な状況になっています。それに加えて、漏水をなくし、無駄遣いを削減し、水質を改善する必要もあるため、長期的には素材の性能が焦点となります。

都市部の新しい住宅は高層建築が多く、上層階への衛生的な水の供給を確保するために二次給水システムが導入されています。今回のニッケル誌では、中国がニッケル含有ステンレス鋼を使って、水の損失対策と高層マンションへのきれいな水の供給という2つの問題に取り組んでいる様子をご紹介します。

中国やその他の地域で、持続可能な未来のために安全な水を確保するという命題の中でニッケルの役割は、低炭素社会への移行における水の利用技術にも反映されています。ニッケルは再生可能エネルギーを電気分解して、副産物が水だけの燃料であるグリーン水素を製造する際に重要な役割を果たします。私たちが水を飲むときも、グリーンエネルギーを作るために使うときも、荷物を運ぶときも、水にはニッケルと密接に結びついたストーリーがあります。

クレア・リチャードソン
ニッケル誌　編集長

水と衛生のための革新的な実践と技術は、SDG6を達成するための重要な要素となります。

持続可能であり、技術的に成功している理由は、中国で導入されているニッケルを使ったシステムのように水漏れのない、弾力性と耐久性のあるシステムによってもたらされます。

[1]UN-Water, 2020: S進捗状況概要；2021年最新版－SDG 6－みんなの水と衛生。2021年3月1日版、スイス、ジュネーブ

[2]https://www.un.org/development/desa/en/news/population/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html

目次

02 **ケーススタディ 21**
ティンタジェル橋

03 **社説**
水の課題解決

04 **ニッケルの注目点**

06 **「不快な感じ」を克服**
排水の再利用

07 **中国の新たな水路**
長期間使用できるステンレス鋼

10 **グリーン水素**
環境にやさしい未来のための技術

12 **ニッケル合金**
ニハード

13 **ニッケルの教育**
知識の共有

14 **技術 Q&A**
塩化物の腐食性は？

15 **新刊案内**

15 **ステンレス鋼種の詳細**

16 **造船技工の製作**
ポートグラスゴーの新しい彫刻

Nickel magazine はニッケル協会が発行しています
www.nickelinstitute.org

Dr. Hudson Bates（会長）
Clare Richardson（編集発行人）
communications@nickelinstitute.org

寄稿者：Parul Chhabra, Gary Coates, Catherine Houska, Richard Matheson, Geir Moe, Kim Oakes, Ken Rudisuela, Philip Song, Odette Ziezold

デザイン： Constructive Communications

本誌は読者への一般情報提供を目的としており、しかるべき助言を確保せずして、如何なる特定の目的あるいは用途のために使用もしくは依拠されるべきではない。本誌は専門的に見て正確であると信じられるものではあるが、ニッケル協会とその会員、職員およびコンサルタントはあらゆる一般的なもしくは特定の目的のための適合性について何ら表明もしくは保証するものではなく、また本誌に示されている情報に関して如何なる種類の義務もしくは責任を負うものではない。

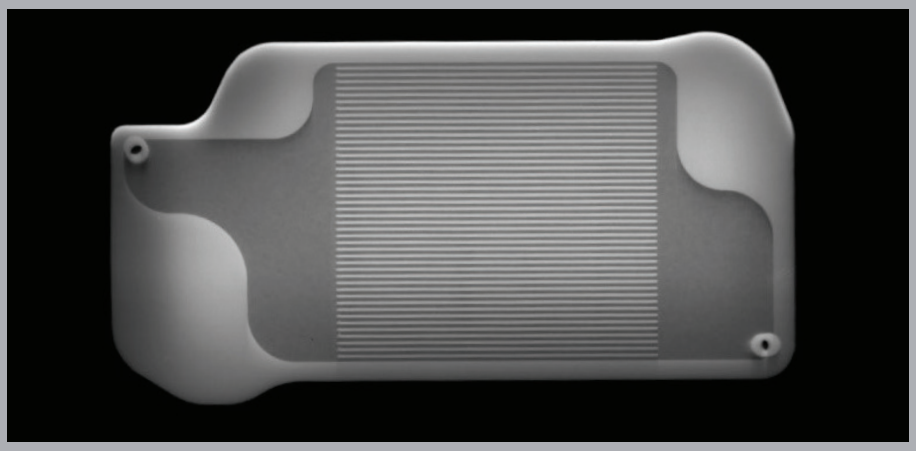
ISSN 0829-8351

印刷：Hayes Print Group（カナダ）、再生紙使用

Cover: iStock©chinaface
Stock image credits: pg. 3 iStock© Chunyip Wong, pg. 6 iStock©abadonian, pg. 8 iStock©chinaface, pg. 9 iStock©jxfzsy, pg. 10 iStock©Petmal, pg. 11 iStock©audioundwerbung
（上5行：使用画像の出典・提供者）

NICKEL NOTABLES
ニッケル・ニュース

火星の暑さ対策



（画像提供）NASA/ジェット推進研究所―カリフォルニア工科大学

NASAの探査機 パーサビアランス は3Dプリンターで作られた11個の金属パーツを積んで火星に着陸しました。そのうちの6パーツは手のひらサイズのニッケル合金板で、火星酸素現場資源活用実験 (MOXIE) と呼ばれる装置の主要部品を高温の影響から守るための熱交換器です。MOXIEのミッションは、宇宙飛行士が地球に帰還するためのロケット推進剤として必要な工業的に酸素を生産するための将来の技術をテストすることです。

酸素を作るために、MOXIEは火星の大気を800℃ (1,500 ° F) 近くまで加熱します。従来の機械加工による熱交換器は2つのパーツを溶接して作る必要がありました。積層造形プロセスにより、3Dプリントで一体化させ、ハードウェアの軽量化と強度の向上を実現させました。その後、プレートは熱間静水圧プレス（ガス破砕機）で処理されますが、このプレス機では、素材を 1,000 ° C (1,832 ° F)以上に加熱し、強い圧力をパーツに均等に加えます。

最後のステップは？微細構造が宇宙飛行に適したものであることを確認するために、エンジニアが検査し、厳しい機械的試験を行います。

つかまりの良いクラブ

(画像提供) COBRAGOLF.COM

MIMとは、ゴルフクラブの革新的な新技術を意味する単語です。コブラ社は従来の鍛造や鋳造のアイアンの代わりに、MIM（金属粉末射出成型法）技術を用いて、より精密な製品を作ることを目指しています。
304（UNS S30400）ステンレス鋼の金属粉を超高温（鍛造クラブの1200℃に対して1340℃）で加熱して金型に注入することで、一つ一つのアイアンヘッドは少ない工程で製造され、より安定した結果が得られます。
その違いは？コブラ社によると、より強い粒状構造を作り、プロはもちろん一般プレーヤーもゴルフの上達のために追い求めるスーパーソフトな感触を実現しています。最初に発売されたのはウェッジでしたが、今回はアイアンのフルセットが発売されましたから、ゴルフコースであなたの「メタル」を試すことができます。

晴れのCO_2解決策

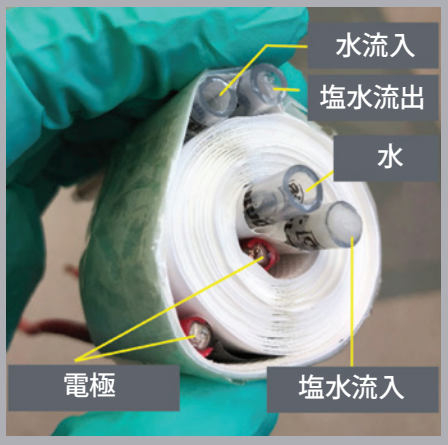
CO_2排出量の削減は究極の目標ですが、研究者たちは、CO_2と水素を有用な炭素系化学物質であるメタン（CH_4）に変換する革新的で効率的な方法も模索しています。そのメリットは？それによりメタンを燃料として燃焼させたときに発生するCO_2の排出を抑制します。

サウジアラビアのアブドラ国王科学技術大学（KAUST）で現在開発されていますが、ポスドクのDiego Mateo氏は、こう説明しています。「私たちのアプローチは、光熱効果として知られる光と熱の相乗効果に基づいています。他の工業的なアプローチでは、500°Cという高い温度を達成するために外部からの過熱が必要ですが、今回の研究では、太陽光の光熱効果と、チタン酸バリウム層上にニッケルナノ粒子を形成した触媒だけで、この反応が可能であることを実証しました」Mateo氏はさらに、「この触媒は、電子を "ホットエレクトロン "と呼ばれる高エネルギー状態へと導く方法で光をとらえます。そしてこの電子は、CO_2をメタンに戻す化学反応を起こします。これは、温室効果ガスを価値ある燃料に変換する、非常に有望で持続可能な方法です」と話しています。

アブドラ国王科学技術大学

塩を取って

海水の10倍もの塩分を含む高濃度塩水の脱塩は、真水が不足している国や、廃水を循環させたい産業界にとって、世界的に重要な課題となっています。
ライス大学材料科学部ナノエンジニアリング学科（MSNE）は、市販されている直径25μmのSUS316（UNS S31600）ニッケル含有ステンレス鋼メッシュに、二次元ナノ材料である六方晶窒化ホウ素（hBN）の保護膜を付けるという、革新的で効率的かつ費用効果の高い技術を開発しました。



KUICHANG ZUO/ライス大学

ライス大学の材料科学主任研究員のPulickel Ajayan氏とJun Lou氏は、このhBN保護 被膜を曲面の金属表面上に成長させることができることを証明しましたが、これは高温で高濃度の塩水が隙間に入り込んで細かい金属メッシュを侵食してしまうため、脱塩の用途では重要なポイントでした。
米国科学財団（NSF）で唯一、先進的な二次元コーティングの開発を専門とする原子層多機能コーティングセンター（別名ATOMIC）の画期的な研究成果を基に開発された、腐食性の高い大量の塩水を脱塩するためのレジリアントな発熱体は、分散型で目的に合った技術を可能にします。

水の再利用「不快な感じ」を克服

VILLAGEBREWERY.COM

あなたは、自治体の廃水処理施設　(WWTF)から出る水を飲みますか？ WWTFからの水は通常、川や湖、地下に流されます。それを別の場所からパイプで取り込み、処理をして、飲めるように、つまり完全に飲んでも安全であるようにしています。しかし、人々は その「不快な感じ 」を克服しようとするでしょうか？ ペンシルバニア大学の生命倫理学者であるArthur Caplan氏が作ったこの言葉は、新しい技術に対する本能的な反応の影響を表わしています。例えば、再生水を飲むことに対する多くの人々の反応などです。しかし当然のことながら、国際宇宙ステーションなどでは廃水の再利用を実践しなければなりません。

カルガリー大学とカルガリー市が運営管理する排水処理・水質改善研究施設のACWAは、Villageビール社およびXylem社と提携し、再利用水を使ったビールを製造し、廃水処理が水不足の解消に役立つことを実証しました。

Villageビール社の醸造責任者であるJeremy McLaughlin氏は、「もともとの気持ち悪いという感覚を乗り越えるべき精神的なハードルはあります」と言います。「しかし、私たちはこの水が安全であることをよく知っていますし、このプロセスを支持しています」

処理直後の廃水は、現在水が不足している地域において、あるいは度重なる干ばつの際に再利用するだけでなく、将来の成長のために持続可能な水源を提供する新たな方法としてもその再利用が検討されています。

最近のビルでは、洗面所からの水を少しだけきれいにして、主にトイレの洗浄などの衛生的な用途に再利用しているところもあります。しかし、病原菌などの汚染が懸念されるため、要求される品質に到達するためにはより高度な処理が必要な飲料水にはほとんど使われていません。

技術的には、限外ろ過、逆浸透（RO）、オゾンや紫外線あるいは標準的な殺菌剤の使用などがありますが、いずれもニッケルを含むステンレス鋼を使用することが必要となってきます。主に304L（UNS S30403）または316L（S31603）が使用されますが、RO設備では二相合金がよく使用されます。

廃水を再利用することは技術的には可能ですが、「不快な感じ」を克服するにはどうすればよいのでしょうか？　驚くべきことに、一部の地ビールメーカーは、廃水を使って特別にバッチ生産したビールを宣伝して、応援しています。スウェーデン、ドイツ、アメリカ、カナダなどのビールメーカーが、このようなバッチ生産のビールを作りましたが、すぐに売り切れてしまいました。水の再利用はまだ始まったばかりですが、世界のほとんどの地域で開発が行われています。みんなで、乾杯して成功を祈りましょう！ Ni

中国の新たな水路
長期的解決策に向けてステンレス鋼を活用

無収水と呼ばれる給水設備における漏水は世界の水道当局にとり大きな問題となってきました。飲料水の水質向上も発展途上国や数百年前のインフラ設備を使用する国にとっては特に重要な課題です。加えて急速に進行する都市化及び住居の高層化は最高層階の住居に対して効率的にきれいな水の供給を確保するための二次給水設備を設計する必要があり、これに関する技術的課題が出てきます。

中国では従来の水道管の素材は主にプラスチック(PE,PPR)または亜鉛メッキ鋼、及びダクタイル鋳鉄でした。老朽化または当初不適切な素材で作られた水道管の腐食による漏水及び水汚染は老朽給水設備にとり大きな問題となっております。

漏水の削減、飲料水の水質不良による健康被害の低減は中国中央政府及び地域水道当局にとり最優先課題となってきました。関係当局は以前にも増してステンレス鋼管及び継手により技術的解決を図るようになっています。

高品質、漏水減少

ニッケル含有ステンレス鋼製の管は世界各国での多くの給水設備に順調に取り入れられてきました。漏水と水質問題の解決に極めて有効であることが証明されています。

2011 年以来中国中央政府は5ヶ年計画において水質確保の意欲的計画を打ち出しました。目標は水源から蛇口までの大幅改良と、更には水処理と水道管設備のアップグレードに7千億元(US $1.120 億)近い予算を充てています。この予算は複数の省庁や政府機関、即ち、地方議会、国家発展改革委員会、中華人民共和国水利部、中華人民共和国生態環境部、中華人民共和国住宅都市農村建設部、中華人民共和国衛生部などに割り当てられました。

最も有望な素材

ここ数十年における中国の経済発展によりステンレス鋼の水利関係での使用は急速に伸びました。過去五年間においては各行政レベルにおける多額の投資及び（ステンレス鋼に）追い風となる政策や規制の実施により使用が増加しました。また水道管にステンレス鋼を使用する大きなメリットに付き一般人の理解が深まったことも影響しています。

東京は給水設備にステンレス鋼製の部分的波形管(SPCT)を有効的に利用することにつき先端を行ってきました。1980 年代以来、東京の水道当局は老朽化した給水設備をステンレス鋼管に取り替えてきた結果水質向上と漏水の大幅削減を実現しました。

© ZHENGTONG

二次給水設備の更新は大きなポテンシャルを持つ国家プロジェクトであり、中国は多額の投資を決定しています。

ステンレス鋼はもはや大規模な用途にも広く使用されています、即ち引き込み管や配水管から二次給水設備機材や給水設備全体の更新に使われています。最新の給水設備にとって最も有望な素材であることは広く認識されており、給水網の配管素材として主流となっています。このマーケットは急速に伸びており更に大きなポテンシャルを秘めています。

規制強化

もう一つの要素は、2007 年に導入された飲料水の全国水質基準(GB 5749-2006)ですがこれは他の国際的基準にほぼ即しています。中国政府は全国の都市がいずれはこの基準に達するものと見ています。この目標達成には絶え間ない努力が必要でありステンレス鋼の配管は極めて大きな貢献ができると見られます。

ここ 5 年間で中国のステンレス鋼水利関係産業への投資は飛躍的に伸びました。ステンレス鋼管の生産業者の数は3倍になりました。中国の大手鉄管生産会社の数社はこの用途に狙いをつけステンレス鋼管の生産ラインを新設しました。

これは老朽アパートの二次給水設備更新及び新築アパートへの設置に必要なステンレス鋼管及び継手の予測からして不思議なことではありません。一千世帯の典型的な地域社会においては直径 15mm から 160mm の 304 系(UNS S30400)管約 10,000－15,000 メートル及び種々の継手がおそらく必要です。一千世帯向けのステンレス鋼管及び継手の総重量は20－25トンと見られます。これに貯水タンクやバルブなどのステンレス鋼設備、更に二次給水設備更新が必要となる中国の2億世帯を加えるとステンレス鋼管及び継手合計で4-5百万トン使用される可能性があります。

全土にわたり大規模水利プロジェクトが推進されていますが、これは最終的目標－即ち中国全土の住宅地域にステンレス鋼を最も優良で持続可能なものとして利用することで良質の飲料水を供給する－を達成するための長期的プロジェクトです。

高層階への給水

浙江省の省都杭州では2020年に100の給水設備をステンレス鋼製品へ更新する作業が進められました。この巨大プロジェクトは5万5千世帯、21万人以上の住民を対象にしていますが彼らの水道水は以前は濁っていました。

このプログラムは高層ビルの最上階に給水する際に極めて重要となる二次給水施設の再建から始められました。SUS304 (UNS S30400)およびSUS316 (S31600)ニッケル含有ステンレス鋼の管、貯水槽、バルブ、ポンプが使用されています。ステンレス鋼貯水槽が二次給水ステーションに設置され、ステンレス鋼管によりポンプ及びバルブにつながり、その後ステンレス鋼の給水網に連なることで高層階に給水が可能となります。

この更新プロジェクトは非常にうまく成功しております。水圧は以前より安定し、水質は高水準を維持し、給水設備全体の浄化、メンテ及び消毒が以前より遥かに容易です。配管や継手の故障による修繕回数は大幅に削減されました。 Ni

© ZHENGTONG

当地のステンレス鋼管業者、浙江正同管業有限公司は広範囲のステンレス鋼製品の納入権を与えられました。このステンレス管及び継手のサプライヤーの SX Yang 会長はこの成果を非常に誇りに思っており、「このビズネスチャンスに興奮しており、この新興市場へ投資を続ける覚悟です」と述べました。

© ZHENGTONG

クリーングリーン
新たな技術がグリーン水素を作り出す

エネルギーは四大領域で消費されます：輸送、産業、住宅地域、及び商業施設

世界各国はグリーン水素の生産と使用を促すための積極的な施策を実施しています。ある予測によれば ニッケルを使用する二つの技術、即ち水素を発生させる電気分解装置、及び車輌の動力に水素を使用する燃料電池、これらの市場は今後10年間で二桁の成長が見込まれるとしています。

この変化を促すものは何か？

パリ協定の脱炭素目標及びその後の各国のカーボンニュートラル社会を目指す願望を実現するためには化石燃料の燃焼をカーボンニュートラルの代替物で置き換える必要があります。

水素は代替燃料として理想的な解決策となりえます。水素は気体でありエネルギーに転換されるとき二酸化炭素を発生させず、水蒸気のみを排出します。従って、これの採用は温室ガス発生を大幅に抑えます。

電解の役割

水素の最も効率的な生産方法は電解によるもので、これは水分子を水素と酸素に分解するものです。電場において水分子が電離されると、水素は陰極（—）、酸素は陽極（＋）に吸着しそれぞれ端子から別に回収されます。水素が再生可能エネルギー源を利用して作られる場合、これも二酸化炭素が発生しません。このかたちの水素は“グリーン水素”と呼ばれます。

アルカリ電解水(LA)の電解装置は大規模電解の標準となっており最も広く使

用され、確立された技術であり、費用対効果の高いものです。この電解装置では反応は水と電解液（30%水酸化カリウム）の混合溶液中の二つの電極間で起こります。この両電極は、電力変換効率により即座に触媒反応が起きます。

ここでニッケルが重要な役割を果たします。コスト、耐久性及び効率の点からニッケルが電極表面に使用されます。アルカリ電解装置で使用される純ニッケルの量は変換エネルギーベースでキロワットあたり約2kgです。

燃料電池の将来

燃料電池は化学エネルギーを電気エネルギーに変換する電気化学エネルギー発電機です。そして水素が燃料として使用される場合唯一の副産物は水です。

将来の炭素中立社会では多様な種類や大きさの電気自動車が標準となります。乗用車の多くはリチウムイオン電池を使用するのに対しトラック、バス、船舶など大型車両はおそらく燃料電池を使用すると思われます。

異なる種類の燃料電池の仕組み

電気分解装置と同様に燃料電池は電解液を間に挟み二つの電極があります。燃料電池の異なる種類は使用する電解質のタイプの違いによります。

プロトン交換膜燃料電池(PEMFC)が最も一般的に使用され、乗用車、トラック、バス、及びフォークリフトなど乗り物に広く使われていますがその理由は大きさの自由度、優れた出力対重量比率、及び起動の速さです。

このタイプの燃料電池は固体高分子電解質を使用し、空気から蓄えられた水素及び酸素と電気化学的に反応し電気を作り出しますが、比較的低温低圧で稼働し他の燃料電池に比較して高い電力密度が得られます。

各単電池は二枚のバイポーラ―板に挟まれ、これが水素燃料を陽極に酸素を陰極に伝え、更に生じた水を電極から排出口に運びます。一般的にプロトン交換膜燃料電池は低温(~80 ° C)での稼働のためニッケルの使用量はさほど多くありませんが、普及量の拡大によりニッケルの総使用量はかなりなものになり得ます。

固体酸化物形燃料電池 (SOFC) は二番目に使用頻度が高いものですが、主として発電所、小規模発電網及び単独大量ユーザー向けの一次電源として利用されています。このタイプの燃料電池はイオン導電性セラミック電解質を使用し、600℃から800℃ で稼働します。この高温のためこれの製造にはニッケル含有ステンレス鋼を幅広く使用する必要があります。

溶融炭酸塩型燃料電池(MCFC)は固体酸化物形と同様に高温使用の燃料電池ですが、セラミック母材中の溶融炭酸塩を電解質として使用しています。多くは使用されませんがこのタイプの燃料電池は稼働中に二酸化炭素を捕捉する機能があり、多くのオフ・ガス操業において温室ガス削減の面から極めて望ましいものとなります。かなりの量のニッケルがこれらのシステムに使用されています―1キロワット当たり約5kgが使用されます。

気候変動とその結果である環境の悪化は全世界にとり大きな脅威です。水素の燃料としての多くの新たな革新的な使途はより環境に優しい未来に大きな希望を与えます。 Ni

プロトン交換膜燃料電池(PEMFC)が最も一般的に使用され、乗用車、トラック、バス、及びフォークリフトなど乗り物に広く使われていますがその理由は大きさの自由度、優れた出力対重量比率、及び起動の速さです。

ニッケル合金：**ニハード**

ベンティクトン・ファウンドリー

フェライトは727 ° C (1,340 ° F) 以下で存在する軟鋼の原子構造で、オーステナイトはこの温度以上で存在する鋼の原子構造です。オーステナイトは鉄と炭素の非磁性固溶体で、フェライトはオーステナイトよりも炭素の溶解度が低い磁性体です。鋼が727 ° C以下に冷却されると、余分な炭素はセメンタイトと呼ばれる鉄と炭素の化合物として結びつきます。セメンタイトとフェライトはパーライトと呼ばれる多層構造を形成しており、フェライト相内に「島状」に存在します。

ニッケル生産量の約9%が合金鋼と鋳造品向けに消費されており、それらは特殊な、また多くの場合重要な用途にその固有の特性を供します。

そのような素材の一つがニハード鋳鉄です。ニハード鋳鉄は、ニッケルとクロムの合金元素を添加した白鋳鉄の総称で、ウェット、ドライいずれの環境下で低反発、滑り摩耗のに対応する用途に適しています。

ニハードにはタイプ1、タイプ2、タイプ4の3種類があります。それぞれ、ASTM とENの規格で組成が若干異なり、下表のようになっています。

ニッケルは、硬度を高めて耐摩耗性を向上させるのに不可欠な元素です。ニッケル含有量は、パーライト変態を抑制するため、鋳造品の断面積や冷却時間に応じて増加します。厚さ38～50mm の鋳造では、鋳型が冷えてできるパーライトの生成を抑えるために、3.4～4.2% のニッケルで十分です。重量のある部分では、パーライトの形成を避けるために、5.5%までのニッケルが必要になる場合があります。ニッケルが過剰になると、残留オーステナイトの量が増え、硬度が低下するため、ニッケルの含有量をパーライトの抑制に必要なレベルに抑えることが重要になります。 Ni

主要用途：

ニハード、タイプ1、2

- 金属加工用ローラー
- 粉砕機ライナー
- 粉砕機リング
- スラリーポンプ部品
- 粉砕媒体

ニハード、タイプ4

- スラリーポンプ部品
- インパクトブローバー

ニハード鋳鉄の組成

グレード	化学成分*（重量%）								
		C	Ni	Cr	Si	Mn	Mo	S	P
	ASTM A532								
ニハード1	クラス1	2.8–3.6	3.3–5.0	1.4–4.0	0.8	2.0	1.0	0.15	0.3
ニハード2	タイプA	2.4–3.0	3.3–5.0	1.4–4.0	0.8	2.0	1.0	0.15	0.3
ニハード4	クラス1	2.5–3.6	4.5–7.0	7.0–11.0	2.0	2.0	1.5	0.15	0.10
	タイプB								
ニハード1	クラス1	3.0–3.5	3.0–5.5	1.5–3.0	0.8	0.8	–	0.10	0.10
ニハード2	タイプD	2.5–3.0	3.0–5.5	1.5–3.0	0.8	0.8	–	0.10	0.10
ニハード4	EN-JN2049	2.5–3.5	4.5–6.5	8.0–10.0	1.5–2.5	0.3–0.8	–	0.08	0.08

* Single values are maximums

NI の教育
知識の共有

2020 年初頭からの Covid-19 による世界規模のロックダウンにより、ニッケル協会が得意とする対面式のワークショップや集会、セミナーなどの予定が一気に停止してしまいました。

これらの教育活動は、適切な用途でのニッケルの適正な使用を促進し、サポートするという私たちの重要な使命の一部です。配信方法を検討した結果、ニッケル合金やステンレス鋼などのニッケル含有製品のユーザーが必要とする技術情報を配信するには、ウェビナーが最も迅速かつ効果的であるという結論に達しました。それには協賛者が必要であり、対面式の会合の時と同じように、適切な参加者を集めるための鍵となります。従来からの協賛者も新しい協賛者も、ニッケル協会と協力する機会を歓迎してくれました。その中には、さまざまな腐食や溶接のグループ、ステンレス鋼開発協会、そして少数ながら大規模な最終用途企業や営利目的のプラットフォームも含まれていました。会議を開催しても、地元以外の講演者が移動することができない場合には、事前に録画された講演が効果的に利用されました。2020 年には、約 18,000 人の参加者に対して52件のユニークなプレゼンテーションが行われました。これは、対面でプレゼンテーションを行った場合よりも、より多くのプレゼンテーションが行われ、より多くの人が参加してもらえたことを意味しています。

2021 年にも、ウェビナーと録画されたプレゼンテーションが継続されます。今後は、映像の質と面白さを向上させることを目標としています。

一般公開される予定のウェビナーは、NI の LinkedIn のページとニッケル協会のウェブサイトに掲載されます。(Libraryにアクセスし、Eventsを選択してください。) Ni

ニッケル協会のウェビナーのトピック：

- 耐食性ニッケル合金入門
- ステンレス鋼入門
- 高温ステンレス鋼の特性
- クラッドステンレス鋼およびニッケル合金
- ステンレス鋼の酸洗、不動態化、洗浄
- ステンレス鋼：仕上げと仕様
- 耐食性ステンレス鋼の溶接・加工
- 二相ステンレス鋼の溶接と加工
- ニッケル合金の溶接・加工

業種別のウェビナーは以下の通りです。

- 電池
- 食品加工
- 医薬品
- 石油・ガス
- 水と下水
- 化学品
- 建築
- 船舶用スクラバー

詳細は
communications@nickelinstitute.org
までお問い合わせください。

専門家に聞く
技術サポートに寄せられる【よくある質問】

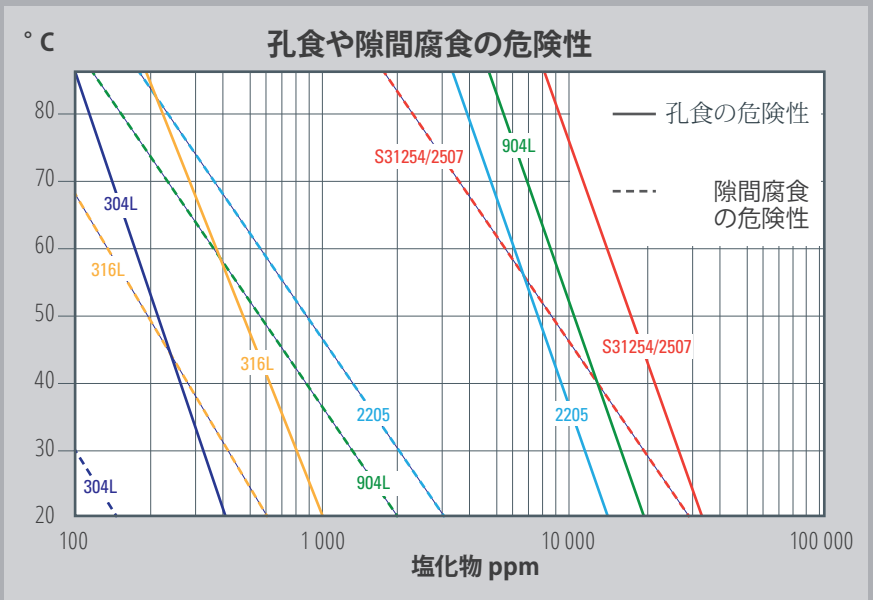
Geir Moeは専門技術士であり、ニッケル協会の技術サポート・サービスの責任者です。同氏は世界各地に配属された素材の専門家らと共に、技術的アドバイスを求めるニッケル含有材料のエンドユーザーや仕様を設定する方々のサポートをしています。同氏の専門家チームは、ステンレス鋼、ニッケル合金、ニッケルメッキなどの幅広い用途に関する技術的なアドバイスを無料で提供し、ニッケルを安心してご利用いただけるよう努めています。

Q: ステンレス鋼にとって塩化物溶液が問題になることは承知しています。塩化物の腐食性はどの程度なのか、また、適切なニッケル含有ステンレス鋼を選ぶにはどうすればよいのですか。

A:塩化物は、孔食や隙間腐食などの局所的な腐食の原因となります。クロム、モリブデン、窒素などの含有量を増やすことで、塩化物に対する抵抗力が増します。304L（UNS S30403）、316L（S31603）、2205（S32205）、904L（N08904）、6% Mo（S31254）、スーパー二相2507（S32750）の各グレードの塩化物に対する相対的な耐性を以下に示します。

この選定表は、ステンレス鋼のグレード別に、中性塩化物溶液中での長期接触を評価したものです。各線の右側は、浸食の危険性がある塩化物濃度と温度の条件です。しかし、これらの曲線はあくまでも目安であり、他にも多くの付加的な要因があり、それらが有益であったり有害であったりして、曲線を左右に動かすことがあるからです。具体的には、pH、酸化種の存在、溶液の撹拌（停滞している方が悪い）、溶存酸素量、表面の粗さ、接触時間、介在物含有量、熱による着色の有無などが挙げられます。

このテーマについては、年内に発行予定の「ステンレス鋼およびニッケル含有合金の水中での使用に関するガイドライン（11003）」で詳しく説明しています。 Ni



オートクレーブ

オンライン版ニッケル誌

WWW.NICKELINSTITUTE.ORG

ニッケル誌の無料購読とウェブサイト掲載のお知らせを希望する場合：www.nickelinstitute.org

ニッケル誌を7カ国語でウェブサイトに掲載
www.nickelinstitute.org/library/

ニッケル誌のバックナンバーの検索：2009年7月号以降のニッケル誌を掲載（英語版のみ）
www.nickelinstitute.org/library/

Twitterでフォローしてください
@NickelInstitute

LinkedInでつながって下さい
ニッケル協会のページをご覧ください

ニッケル協会You Tube チャンネルで
ニッケル関連のビデオが見られます
www.youtube.com/user/NickelInstitute

新刊案内

湿式リン酸における合金の選択（10015）は、純リン酸および汚染されたリン酸における様々なニッケル含有合金およびその他の金属の耐食性について論じています。リン酸は、ほぼすべての主要産業で使用されている主要な工業薬品です。主な用途は、農業用の肥料の生産と、動物飼料のミネラル補給です。本書は、材料技術者にとって有用なガイドとなります。

高温高強度ニッケル基合金（No.393）は、ニッケル基、コバルト-ニッケル、鉄-ニッケル超合金の鋳造品の室温および高温における機械的および物理的特性を示しています。これらの特性は、航空機、自動車、エネルギー生成などの用途を含むガスタービンの設計において一読に値するものです。

二相ステンレス鋼の使用に関する実用ガイド（10044）は、二相鋼の種類別、機械的・物理的特性、 耐食性、冶金学、加工、溶接についてまとめています。この本は、これらのステンレス鋼を様々な産業用途にうまく利用するためのガイダンスを提供します。

オーステナイト系ステンレス鋼の加工に関する実用的なガイドラインは、各種オーステナイト系ステンレス鋼の特性、性能、加工に関する情報を提供しています。ファブリケーターが高品質の設備や機器を製造し、エンジニアがこれらの材料を効果的に使用するための情報を提供するために、切断、加工、接合、仕上げに関する明確で実用的なガイドラインを提供しています。ニッケル協会は、IMOA（国際モリブデン協会）に協力してこの出版物を作成しました。

出版物は、www.nickelinstitute.org から無料でダウンロードできます。 Ni

UNS番号別詳細

本誌に記載されたニッケル含有合金およびステンレス鋼の化学的組成（重量パーセント）

UNS	C	Cr	Cu	Fe	Mn	Mo	N	Ni	P	S	Si
N08904 Pg 14	0.020 max.	19.0-23.0	1.00-2.00	bal.	2.00 max.	4.00-5.00	-	23.0-28.0	0.045 max.	0.035 max.	1.00 max.
S30400 Pg 5, 8, 9, 16	0.08 max.	18.0-20.0	-	bal.	2.00 max.	-	-	8.0-10.5	0.045 max.	0.030 max.	1.00 max.
S30403 Pg 6, 14	0.03 max.	18.0-20.0	-	bal.	2.00 max.	-	-	8.0-12.0	0.045 max.	0.030 max.	1.00 max.
S31600 Pg 5, 9	0.08 max.	16.0-18.0	-	bal.	2.00 max.	2.00-3.00	-	10.0-14.0	0.045 max.	0.030 max.	1.00 max.
S31603 Pg 2, 6, 14, 16	0.03 max.	16.0-18.0	-	bal.	2.00 max.	2.00-3.00	-	10.0-14.0	0.045 max.	0.030 max.	1.00 max.
S31254 Pg 14	0.020 max.	19.5-20.5	0.50-1.00	bal.	1.00 max.	6.0-6.5	0.18-0.22	17.5-18.5	0.030 max.	0.010 max.	0.80 max.
S32205 Pg 14	0.030 max.	22.0-23.0	-	bal.	2.00 max.	3.00-3.50	0.14-0.20	4.50-6.50	0.030 max.	0.020 max.	1.00 max.
S32750 Pg 14	0.030 max.	24.0-26.0	-	bal.	1.20 max.	3.0-5.0	0.24-0.32	6.0-8.0	0.035 max.	0.020 max.	0.80 max.

造船技工の製作

LOUISE GAULT PHOTOGRAPHY WWW.LOUISEGAULTPHOTOGRAPHY.CO.UK

仮設置中のJohn McKenna氏。アトリエ内で分割して作られた彫像は、クレーンやエレベーターを使って屋外で組み立てられました。

スコットランドのクライド川に面したポートグラスゴーでは、6年の歳月をかけて製作されたステンレス製の巨大な彫刻が、産業遺産を称えています。彫刻家のJohn McKenna氏は、仕事をしている人々の等身大の彫刻で知られており、町の再生プロジェクトの一環として、地元議会から「ポートグラスゴーの造船技工たち」の制作を依頼されたものです。

ハンマーを振り回す2人の造船技工の彫刻は、SUS304（UNS S30400）のチューブにSUS316L（S31603）の平板を2B仕上げで被覆しています。様々な大きさの平板をカット面を持たせ個々に成形し、エッジを折り曲げた後、プラグ/スポット溶接で何千ものリベットを打ったかのように溶接しています。溶接部は丁寧に電解研磨されており、熱による着色を取り除き、耐食性を高めています。この造船技工の彫像は、芸術作品であると同時に、構造工学的な挑戦でもありました。高さ11メートル、重さ約20トンのこの彫刻は、ポートグラスゴーの波止場跡地に近いコロネーション公園に設置され、スコットランド西海岸の風に耐えなければなりません。

ポートグラスゴーの造船技工彫像は、今年後半に設置され、新たな訪問者向けのアトラクションとなります。 Ni