NICKEL

ニッケルとその用途の情報誌

ステンレス鋼が漏水をストップする

海水を飲料水に—ニッケル合金がそれを可能にする

ニッケル含有のアーチがチェルノブイリの安全を保つ

2016年第31号第2巻

水問題

JOHANN KÖNIG, BERLIN AND 303 GALLERY, NEW YORK

△ ステンレス鋼が、パースの歴史あるフォレスト・プレイスに近代的で相互交流可能な水の彫刻で変化をもたらしました

ケーススタディ07
水の迷宮

オーストラリア・パースの「水の迷宮」は、パース市が長い歴史を持つフォレスト・プレイスを2012年に再開発した際にオープンしました。この水の彫刻は、何十万人の市民や観光客に刺激的な公共空間を提供しています。

この構造物のために選ばれたのはニッケル含有ステンレス鋼です。その理由は、耐久性と、設置に必要な化学処理に対する適合性でした。さらにその審美性と耐食性は、水の技術用途には理想的です。格子状の9個の正方形から成るデザインの中で、リサイクルした雨水が空中に噴出して高さ2.3mの水の壁を作り出し、壁の高さがランダムに変化します。水の壁が9個の「部屋」を作り出し、10秒ごとに部屋が現れたり消えたりして形を変えていきます。

訪れた人々は、水を飛び越えて部屋から部屋に移ったり、ただ水のしぶきを浴びたりして、あらゆる年代の人が楽しみます。水の迷宮は、重要な公共空間を利用して人々と芸術が交流することを可能にしました。

設計者は世界的に有名な芸術家Jeppe Hein氏です。氏はこうした交流こそ、芸術作品と人間が互いに不可欠の役割を果たす特徴的な要素だと述べています。「水の迷宮は空間を活性化し、市民が芸術作品を利用することを促します。それは隔離とリラックスの場所であると同時に、純粋な喜びと楽しみの場所でもあります」 Ni

△ ステンレス鋼格子のくさび形状が、大量の水の噴出を可能にしています

液体の建造物

12m×12mの水の迷宮で印象的な特徴は、179mのステンレス鋼の格子と排水です。Paige Stainlessが製造したこの水の彫刻は、Atlas SteelsとFagerstaが供給したType 304(UNS S30400)ステンレス鋼の約62m2のウェッジ・ワイヤーPaige Stainless Heelguard®と約160mの30×5mm平鋼を用いています。

ステンレス鋼の格子を目的に合わせて先進的なくさび形状にしたことで、大量の水の噴出を可能にすると共に、簡単に除去清掃できるようにゴミを捕獲して、排水に固有の問題を解決しました。

この格子構造物は水の迷宮のための特製で、ギャップサイズ5mm、ワイヤー頭幅4mmで、水流のために50%の開口部を確保しています。ステンレス鋼格子には、設置前にピクリングおよび表面安定化の処理を行いました。

当初Australian Stainless Magazine第53号に掲載された記事を要約

2016年第31号第2巻

NICKEL

ニッケルとその用途の情報誌

発行：ニッケル協会
www.nickelinstitute.org

プレジデント：David Butler
編集発行人：Clare Richardson
crichardson@nickelinstitute.org

投稿者：Tim Aiken, Les Boulton, Fausto Capelli, John Chapman, Parul Chhabra, Gary Coates, Isaline de Baré, Richard Matheson, Geir Moe, Kim Oakes, Thierry Pierard, Lissel Pilcher, Carol Powell, Nigel Ward

デザイン：Constructive Communications

住所：
Rue Belliard 12
Brussels 1040, Belgium
Tel. +32 2 290 3200
communications@nickelinstitute.org

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、いか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、スタッフ及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、また本書に示されている情報に関して、いか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：カナダ　再生紙使用
表紙：Constructive Communications
表紙写真：iStockPhoto.com © MoMorad, iStockPhoto.com © Krystian Nawrocki

目次

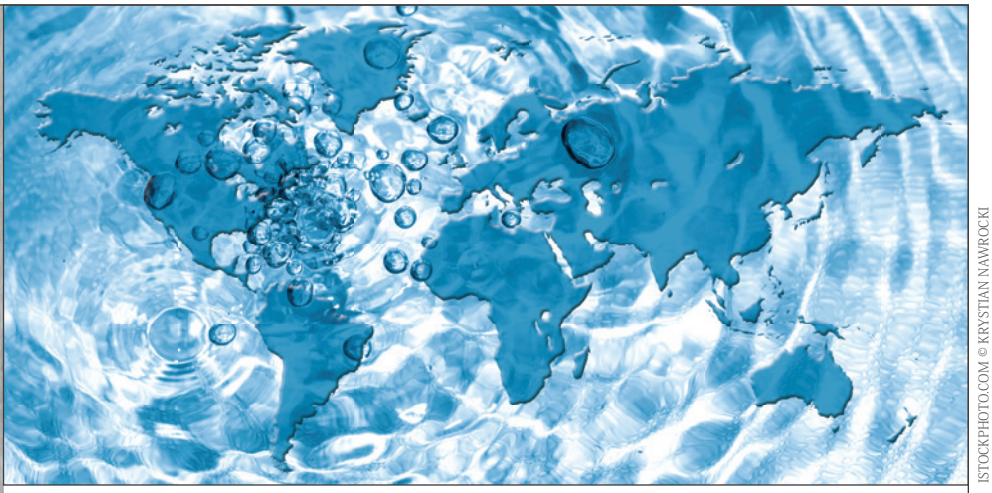
ケーススタディ
水の迷宮 2

焦点
編集者記 3

特集
水のムダ―世界的問題. 4-5
流れ出す水 6-7
ニッケルと水道 8
海水を飲料水に 9

注目される用途
下水処理 10-11
ステンレス鋼で十分にプレス. 11
チェルノブイリを封じ込める . . .12-13
メタルモルフォーシス 16

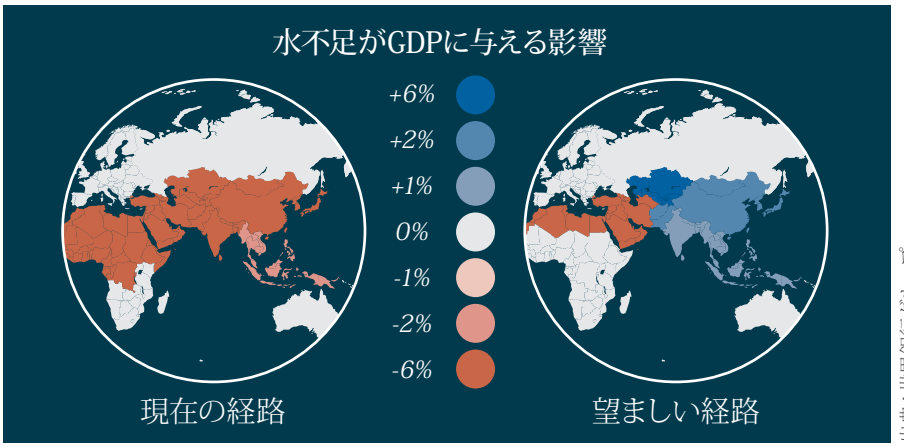
簡略に
貴金属をニッケルで代替する 14
UNS details. 14
タイプ316Lステンレス鋼 15
新刊行物 15
Web links 15



ISTOCKPHOTO.COM © KRYSTIAN NAWROCKI

すべての人に持続可能な水を

世界銀行が最近刊行した報告書「高温と乾燥：気候変動と水と経済」は、これから30年のうちに世界の食料システムは現在より40～50%多くの水を必要とすると予測しています。具体的には都市水道水と産業用水の需要が50～70%増加し、エネルギー部門の水需要が85%増加するとしています。さらに同報告書は、現在でもすでに16億の人々が水不足の国に暮らしていると述べています。そしてこの人数は今後20年で倍増するとしています。



出典：世界銀行グループ

こうしたすべては、人口増加、所得の増加、都市の拡張によって生まれるものです。ただし報告書は、水インフラの改善といった回復措置によってリスクの低減は可能だと指摘しています。全世界での水の損失量は持続不可能なレベルに達しています。発展途上国の多くで、水処理プラントから消費者に至るまでの間に水の50%が失われています。先進国でも水の損失が20%を超えることは珍しくありません。

重要な点は、水は今や世界開発アジェンダの一部だということです。国連の持続可能な開発目標はすべての国に適用されるものであり、これも具体的に水に言及しています。目標6は「すべての人に、水と衛生へのアクセスと持続可能な管理を確保する」であり、2030年までに世界中の人々が安全で手ごろな飲料水に公平にアクセスできることを目指しています。

飲料水を供給する上での二大問題は安全性と効率です。本号のNickel誌は、ニッケル含有ステンレス鋼がすでに果たしている重要な役割を取り上げます。P.6の記事は東京の物語です。東京はこれまでの30年でステンレス鋼の配管ネットワークを導入して鉛配管を排除し、水の損失レベルを15%超からほぼ2%にまで減少させ、しかも大幅な費用節減を実現しました。

ニッケル含有ステンレス鋼は安全な水の供給に役立つとともに、耐用年数が100年を超えることから真に持続可能な解決策です。

Clare Richardson *Nickel*誌編集長

[1] *世界銀行、2016年。「高温と乾燥：気候変動と水と経済」*

Nickel INSTITUTE
knowledge for a brighter future

水のムダを止める必要性は世界的問題

何が問題なのでしょう?

国連は、世界の人口が現在の74億人から2100年に112億人に増加すると推定しています。これはきわめて大きな問題です。というのも、医療はもちろんのこと、食料、住宅、エネルギー、輸送が十分かつ持続可能でなければならないからです。技術がそれに対し重要な役割を果たすことは当然ながら、こうした必要性すべての根幹にあるのは、安全な水を供給する必要性です。

世界の総人口の増加という推定を踏まえれば、世界で飲用水が不足するはずです。この厳しい現実は長期的にはすべての人に影響を及ぼします。政府、NGO、国連、世界銀行、その他金融機関のすべてが、飲用水不足という危機に対する解決策を必死に探し求めています。

世界銀行の推定によれば、水の需要は2025年までに水の供給を40%上回ります。世界銀行が最近刊行した報告書の一つは、水は国連の持続可能な開発目標のほとんどすべてに関係する共通の通貨です。つまり水は、食料生産、健康の維持、生産手段の保守、地球の生態系の維持のすべてに必須の要素です。

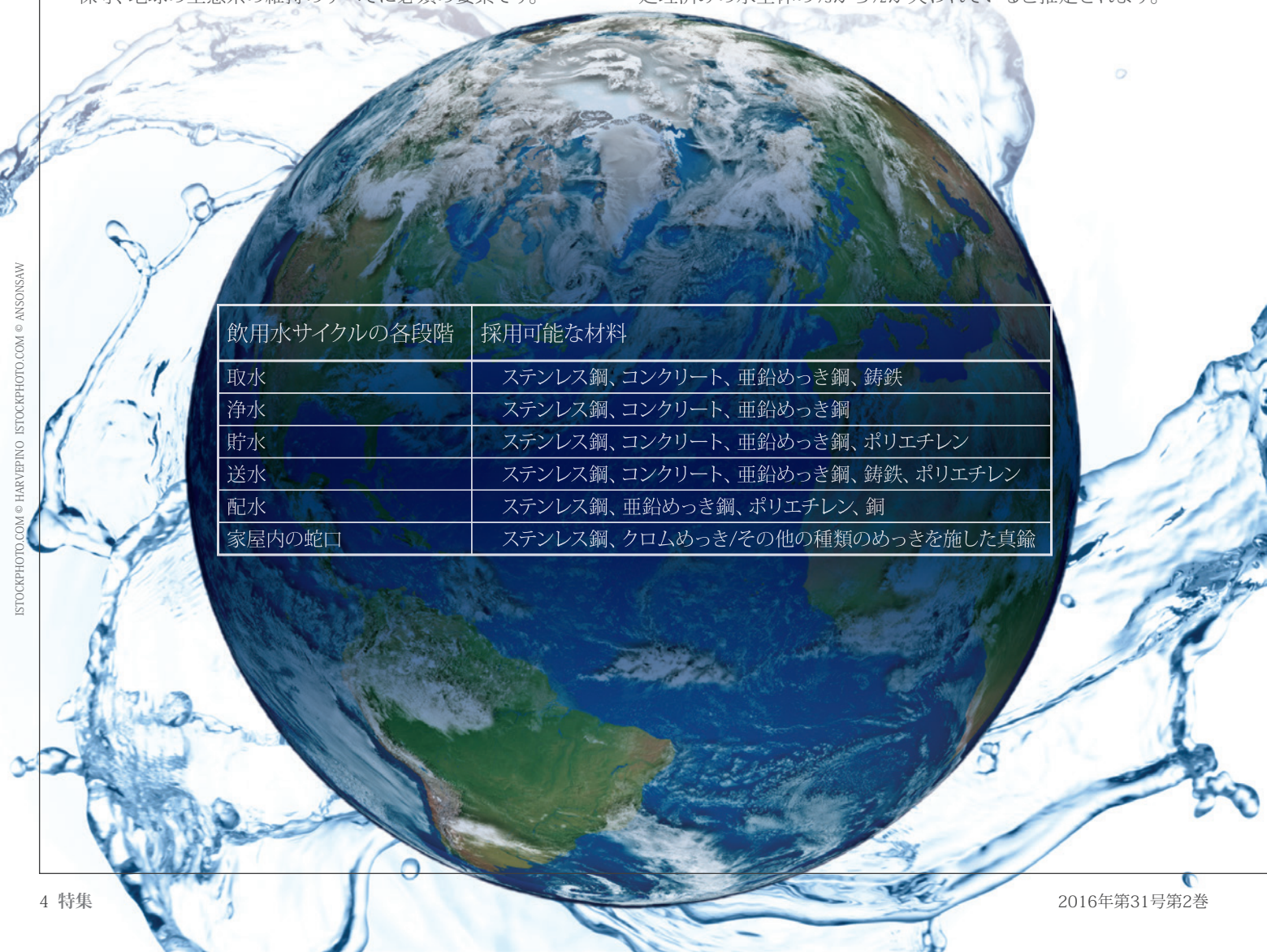
水はムダにされている

水不足の理由の一つに、インフラの保守が不十分なために起こる水の損失があり、これが顕著なのは大都市と発展途上国です。排水管からの漏水は至るところで起きています。たとえば、ムンバイの漏水率は報道によれば70%です。国際水協会(IWA)は、全世界で水の損失を減らし、既存インフラから利用可能な水の量を増やす方法として、試行と試験を経た方法を導入する取り組みを開始しています。

ただし漏水問題の解決のため、水道当局は長期の漏水を防ぐべく配管の交換にますます力を入れています。水道の管理者にとってニッケル含有のステンレス鋼管は、漏水を防ぎ安全な水を供給するための確実で長期的なソリューションとして信頼を得ています。

IWAの漏水専門家グループ(WLSG)は、水道本管や引込管など水供給ネットワークからの漏出で処理済みの水を失う問題に取り組んでいます。WLSGは、水供給システムに流入する水の量を計測する方法を開発しました。そのおかげで無収水(Non-Revenue Water、NRW)という用語が、漏出、盗難、計測ミスなどによってシステムから損失した水の量として認められるようになり、こうした損失が経済と持続可能性に及ぼす影響が注目されるようになりました。

水損失は大きな問題です。たとえばアジアでは、多くの都市で処理済みの水全体の⅓から½が失われていると推定されます。



飲用水サイクルの各段階	採用可能な材料
取水	ステンレス鋼、コンクリート、亜鉛めっき鋼、鋳鉄
浄水	ステンレス鋼、コンクリート、亜鉛めっき鋼
貯水	ステンレス鋼、コンクリート、亜鉛めっき鋼、ポリエチレン
送水	ステンレス鋼、コンクリート、亜鉛めっき鋼、鋳鉄、ポリエチレン
配水	ステンレス鋼、亜鉛めっき鋼、ポリエチレン、銅
家屋内の蛇口	ステンレス鋼、クロムめっき/その他の種類のめっきを施した真鍮

ISTOCKPHOTO.COM © HARVEPINO ISTOCKPHOTO.COM © ANSONSAW

「世界銀行の推定によれば、水の需要は2025年までに水の供給を40%上回ります」

これは毎日6,000万m3に相当する量で、2億3,000万人に水を供給するのに足ります。しかもこれはアジアだけのことではありません。世界の水損失の半分はヨーロッパと米国です。全世界の水道当局が負担するNRWのコストは、年間140億米ドルと推定されています。

処理済みで脱塩した水はなおさら高価な商品です。そうした水を損失するということは、そもそもその水を処理するために必要だった化学品、エネルギー、労働力というコストも失うことです。地球にとってのコストや水道当局にとってのコストは計り知れないほど膨大です。

漏水の解決策

IWAのウェブサイトにブログを書いているベルギーの理論家兼活動家であるMichel Bauwens氏を引用すると、「われわれは乏しい資源をまるでそれが豊富にあるかのように管理し、実際には豊富であるもの、すなわち知識、創造性、革新を、人為的に乏しいものと捉えている」

水の損失を防ぎ保全する革新的な取り組みを行うプロジェクトの多くは、ステンレス鋼を大々的に採用しています。実際、水の損失を減らすプロジェクトは数多く行われています。こうしたプロジェクトには技術的経済的に強力な根拠があります。たとえば東京では(P.6参照)、漏水率は15%超から2%強にまで減少し、年間2億米ドルを節約しています。台北ではステンレス鋼の配管を広く導入したのち、漏水率は27%から17%に低下しました。ニッケル協会と国際モリブデン協会はこうしたプロジェクトを世界の他の地域でも積極的に推進しています。

持続可能な水の供給を確保するという緊急の必要性から考え、世界の現行のインフラでムダを止める必要性は明確です。こうした認識が原動力となり、多くの国が配水管と水処理プラントでステンレス鋼の使用を増やしています。ステンレス鋼タイプ304(UNS S30400)と316(S31600)は、耐食性、強度、延性、耐久性を提供します。発展途上にある都市や大都市部の多くで一般的な漏水率とムダを考えれば、ステンレス鋼の使用は、コストを節減すると共に人類に利益をもたらす長期的なソリューションです。

▽ *持続可能な水の供給を確保するという緊急の必要性から考え、低水準のインフラでムダを止める必要性は明確です。* Ni

ISTOCKPHOTO.COM © TOA55

ISTOCKPHOTO.COM © GIOREZ

CENTRO INOX

ISTOCKPHOTO.COM © DEIMAGINE

コモ湖水処理プラント

飲用水の分野でステンレス鋼の利用は増加し続けており、それはステンレス鋼の耐食性、優れた耐久性、保守の必要性の少なさによるものです。イタリアのステンレス鋼開発団体であるCentro Inoxは、そうしたプロジェクトの多くに深く関係してきました。コモ湖の水処理プラントは2002年に建設されたものです。このプラントは従来の処理能力を2倍の1,600万m^3、すなわち毎秒600Lに高めました。このプロジェクトは、タイプ304(UNS S30400)と316(S31600)のステンレス鋼49トンを使用しました。配管の全長は985m、直径DN 400/550/700(16/22/28インチ 、厚さは3および4mmです。このプロジェクトは、なぜステンレス鋼が飲料水用途にきわめて適しているかをあますところなく示しています。 Ni

WWW.123RF.COM/PROFILE_JAROSLAV74>JAROSLAV74 / 123RF STOCK PHOTO

流れ出す水

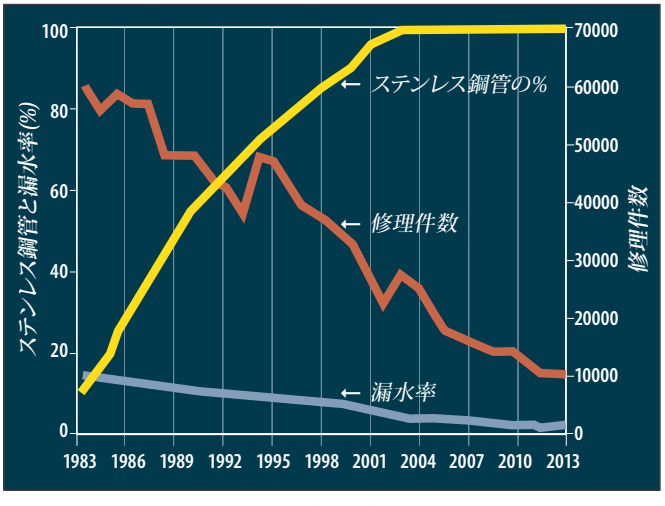
水道局はニッケル含有ステンレス鋼で水不足に取り組む

水は人間にとって基本的に必要なものです。飲むことに始まり、風呂や衣服の洗濯、そのほか無数の用途があり、私たちの生活の中心です。安全で汚れがなく美味しい水はかなりのコストで供給されていますが、配水システムで漏水が発生すれば、さらに多くの水を調達し処理するために余分なコストがかかります。水供給の確保は持続可能な成長の前提条件であり、漏水への対応はどの国にも共通する課題です。漏水問題と戦うため、全世界の多くの水道局はニッケル含有のステンレス鋼を使用するという低価格の解決策を実施しています。これによって資金を節約するだけでなく、水という貴重な資源も節約しています。

東京水道サービス㈱ / ㈱昭和螺旋管製作所

△ *波状管の設置*

▽ *東京における修理事例数、漏出率、ステンレス鋼管設置件数の相互関係*



東京水道局、東京都

日本　東京

1980年代以前、東京では水不足が慢性化し時には給水制限が必要になっていました。東京都の給水を担当している東京都水道局(TMGWB)が漏水の修理事例を分析したところ、修理事例の97%が直径50mm以下の配水管であることが明らかになりました。東京では水道本管から建築物の内部システムに水を供給するそうした接続個所が200万カ所以上あります。従来は配管にとって好ましい材料は鉛管でした。鉛は柔らかく、可鍛性があり、加工が容易だからです。特に本管から建築物に至る最後の数メートルについてはなおさらでした。ところが鉛管をいったん地中に埋設すると、様々な力がそこに作用します。交通や建設工事による振動、地盤沈下、地震などが、柔らかい鉛管を変形させ、継ぎ目を外し、場合によっては破損させる可能性があります。

1980年、東京都水道局は給水の接続個所すべてをタイプ316(UNS S31600)ニッケル含有ステンレス鋼管に交換する作業を大々的に開始しました。1998年には波状のタイプ316(S31600)ステンレス鋼管を、本管から家庭、事務所、工場に最終的に分配する配水管に導入しました。この鋼管は一定間隔で波状になっているため、設置時に曲げることができ、方向の変化にも対応でき、追加の継手なしで障害物を避けることができます。さらに地面の運動や地震などの際に鋼管が動くことも許容します。単一長の波状ステンレス鋼管を供給することにより、管継手の数も著しく減りました。ステンレス鋼管に替えた結果、水供給の信頼性は増し、漏水率は15.4%(1980年)から2.2%(2013年)へと86%も低下しました。これを言い換えると、東京都は1994年以来、年間漏水量を1億4,200万m3近く減少させたということです。これは1日にオリンピック規模の競泳用プール155杯分に相当し、節約額は年間2億米ドルを上回ります。また年間の漏水修理件数は6万件(1983年)から1万件(2013年)に減少しました。さらに東京都水道局はステンレス鋼の耐食性から耐用期間を100年以上と予測しています。

台湾　台北

2002年、台湾の首都台北は深刻な渇水のため49日間にわたり水供給が断続化しました。台北市の450の計測区域のうち40%で、水が消費者に届くまでに半分以上損失する状態でした。

修理事例の分析によって、配水管システムの全長でポリブチレン管は3%に過ぎないにもかかわらず、全漏水の28%がそこで発生していました。すべてのトラブルのうち約90%がプラスチック管で発生し、その大部分(83%)がひび割れによるものでした。

そこで2003年に、台北水道局は東京と類似したプログラムを開始し、配水管を波状のタイプ316L(S31603)ステンレス鋼管に交換する作業に着手しました。現在も進行中のこのプログラムでは、これまでのところ配水管の35%しか交換を完了していませんが、漏水が27%(2003年)から17%(2014年)に減少するという結果がすでに出ています。これは年間の水節約量で1億4,600万m3、1日にオリンピック規模の競泳用プール160杯分に相当します。

2014年、配管交換プログラムのきっかけとなった2002年の渇水時よりも降水量が少ない渇水が発生しました。しかし今回は2003年以降に達成した漏水率改善のおかげで、水の供給が中断することはありませんでした。

南アフリカ・ウエスタンケープ州

南アフリカはもともと半乾燥地域の国であり、年間降水量は世界平均の半分しかありません。人口は5,500万人でつねに水不足に悩んでいます。推定では、老朽化した頼りないインフラからの漏水により、清潔で飲用可能な水が少なくとも37%失われています。

グルート・ドラケンシュタイン峡谷は南アフリカの落葉果樹およびワイン産業の発祥地です。水は50のブドウ園を含む800以上の農園に供給されています。この地域では、炭素鋼と鋳鉄製の配管が非常に厳しい酸性土壌と高い地下水面のために、わずか1年で多くの場所で損傷した事例が無数にありました。「ドラケンシュタイン自治体では1992年に以前の配管をステンレス鋼に交換するプロジェクトを開始しました」とドラケンシュタイン自治体水道局の上級技師André Kowalewski氏は説明します。「それによって漏水率を、全国平均の37%に対しおよそ13%に下げることに成功しました。10年前、ステンレス鋼を使用しているのはドラケンシュタイン自治体だけでした。今ではウエスタンケープ州の自治体の80%がステンレス鋼を使用しています」

André氏とそのチームは耐用期間を50年以上と計画しています。ドラケンシュタイン自治体が使用しているステンレス鋼は主にタイプ316であり、目に見える場所など一部のケースでタイプ304(S30400)を使用しています。現在、プロジェクトの主眼は揚水、浄化、保管、配管、下水です。こうしたプロジェクトの一つに、すべてタイプ316ステンレス鋼で製造した500メガリットル/日の給水システムがあります。

未来への投資

東京、台北、ウエスタンケープの経験は水道局に、配管システムにニッケル含有ステンレス鋼を指定する自信を与えてくれます。競合材料に比べ初期費用は高いかもしれませんが、ステンレス鋼は耐用期間が長く、処理する水1L当たりの保守作業とコストを毎年低減してくれる好ましい投資であることが証明されています。 Ni

▽ *2002年の台湾の渇水が水不足を招いた*

台北水道局

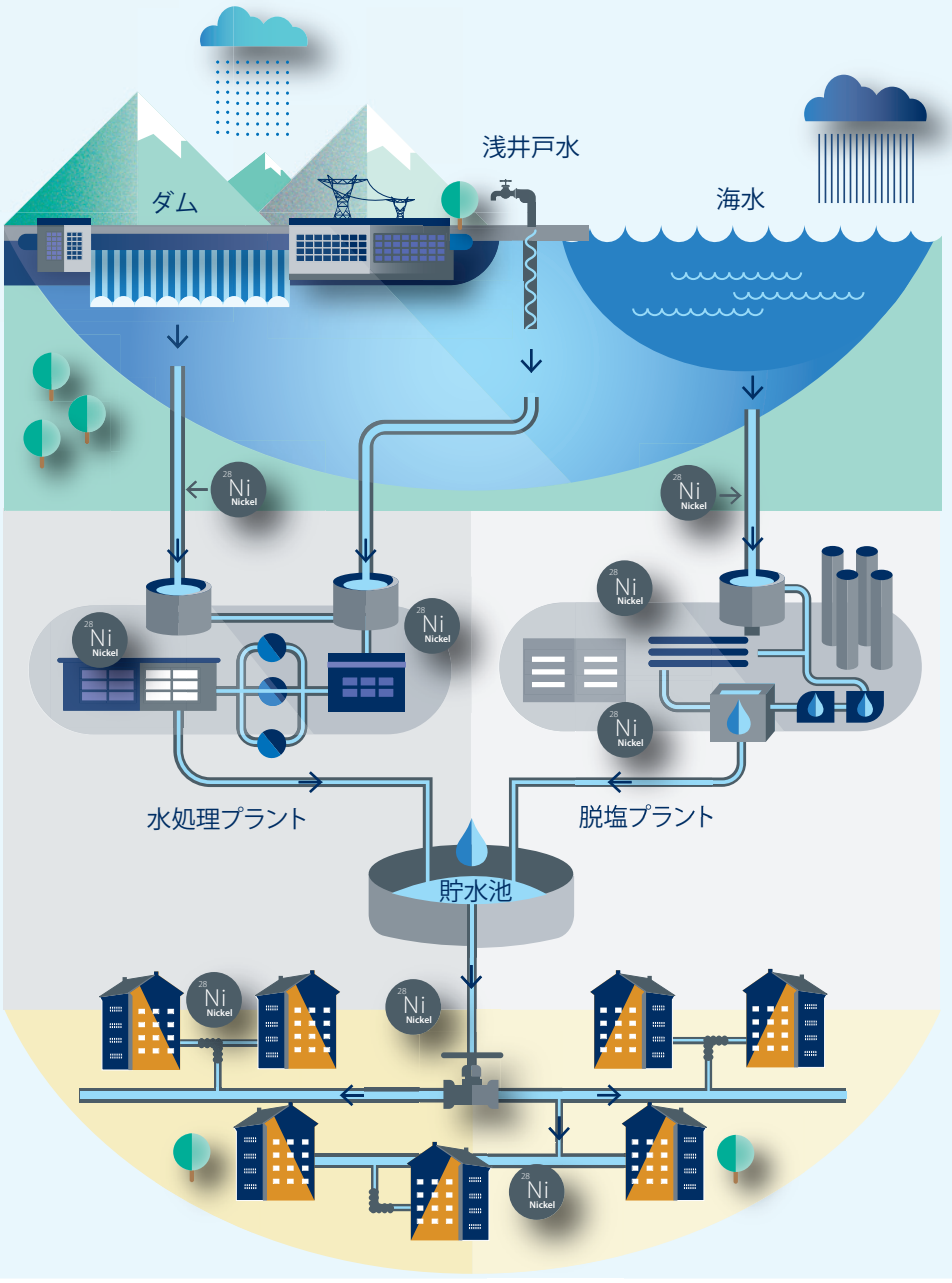
JOHAN VAN ZYL

▽ *ウエスタンケープ州のステンレス鋼管は厳しい酸性土壌という条件にも耐えることができます*

JOHAN VAN ZYL

一滴の水も無駄にしない
ニッケルの本質的役割

世界銀行は、世界の人口増加によって農業、産業、自家用で必要な水が増加するため、水の需要は2025年までに供給を40%上回ると推測しています。ニッケル含有材料はこの貴重な資源を確保するために欠くことができないものです。途上国と先進国を問わず、ほとんどすべての主要都市は老朽化し保守が不十分なインフラを共通の問題として抱えており、それが大量の水のムダを引き起こしています。ニッケル含有材料はそれに対する解決策を提供し、収集から分配に至る配水システムのあらゆる段階で役立ちます。



水の収集

ニッケル含有ステンレス鋼は水収集プロセス全体で利用されています。耐食性があるため、導水路、ダムのゲート、井戸フィルター、海中の取水口などに最適な材料です。

水処理

収集した水は処理を加えます。ステンレス鋼と高ニッケル合金は、高圧の配管、バルブ、導水路、ポンプ、その他の重要部品に理想的な材料です。海水の処理においても、脱塩プラントは腐食性がきわめて強いため、ニッケル含有材料が不可欠です。水処理プラントには何トンものニッケル合金とステンレス鋼が用いられ、安全な水を供給する上で欠かせない役割を果たしています。

給水

給水システムにおける漏水の多くは、本管から建築物に水を供給する引込管で起こります。ニッケル含有ステンレス鋼は耐食性、強度、延性で他の材料に大きく勝ることから、引込管の交換には最適の選択です。ステンレス鋼を使用すれば漏水率が大きく低下し、管内の汚染を予防して水の安全性を維持することができます。さらに地震や激しい交通、建設工事などある程度の地面の運動には耐えることができます。ニッケル含有ステンレス鋼は保守の手間が少なく、しかも耐用期間が非常に長いインフラを実現します。

LES BOULTON

LES BOULTON

ISTOCKPHOTO.COM © TERRY J ALCORN

ISTOCKPHOTO.COM © IRABELL

△ 背景写真：逆浸透モジュール
△ 中央上の写真：スーパー二相ステンレス鋼のフィルター付き海水管
△ 中央下の写真：スーパー二相ステンレス鋼の海水配管接続部

海水を飲料水に

世界的問題の解決にニッケル含有合金が果たす役割

世界人口の40%が飲用水の不足に影響を受けています。すべての国が飲用に安全な水だけでなく、農業を営むための淡水を必要としています。しかし地球の貯水池のほとんどは塩水か半塩水で、人間の消費に適していません。

では、どうすればいいのでしょう？　海から簡単に手に入る海水を脱塩する方法は、何十年も前に確立された技術です。今日、世界人口の着実な増加を反映して、この技術は目覚ましい発展を続けています。

そこで重要な役割を果たしているのがニッケル合金とニッケル含有高合金ステンレス鋼です。こうした合金は、脱塩プラントで一般的なきわめて腐食性の高い環境に耐える、一連の最適な特性を持っています。

脱塩の推進力

最新の脱塩プラントは、海水の蒸留か逆浸透を利用して操業します。

熱的蒸留プラントは海水を熱して蒸発させ、清潔で飲むのに安全な蒸留水を生産します。こうしたプラントで最も広く用いられる技術は多段フラッシュ(MSF)または多重効用法(MED)です。

逆浸透(RO)プラントは、清潔な脱塩水だけが通過でき、海水中に溶解した塩は通過できない膜に高圧ポンプで海水を通します。

どちらの脱塩技術も、プラントの建設材料には優れた強度と極めて高い耐食性が必要です。

合金は圧力下で答えを出す

古い海水蒸留プラントは、脱塩プラント部品の多くに90Cu-10Ni(UNS　C70600)や70Cu-30Ni(C71500)などの銅ニッケル合金を広く使用していました。

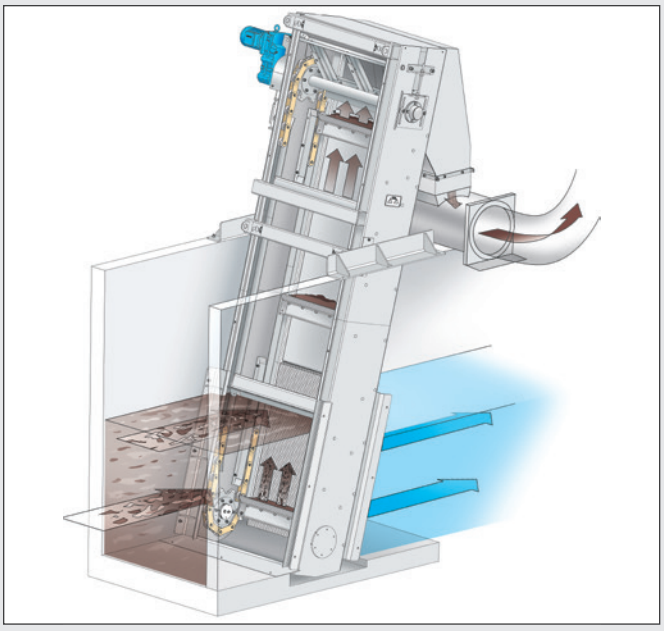
現在、世界では大型逆浸透プラントに対する関心が高まり、腐食性の海水と高圧に対して優れた性能を発揮し、40年の耐用期間を実現できる建設材料が求められています。逆浸透プラントが扱う海水は、最高与圧が90バール、温度も最高40℃、さらに生物的汚染物質と塩素添加物が最高で30ppmです。

こうした条件下では、標準的なオーステナイト系や二相系のステンレス鋼でも一部で局所的な腐食が生じ、特に与圧海水を扱うパイプフランジでは隙間腐食が生じます。

この問題を解決するため、最新の逆浸透プラントはニッケル含有のスーパーオーステナイト系およびスーパー二相系のステンレス鋼で建設しています。6Mo系統(たとえばN08367やS31254)とスーパー二相系統(S32750やS32760)の合金は、脱塩プラントの多様な環境における配管や製造部品に長い耐用期間を実現するのに特に適しています。

スーパー二相系の合金は6Moスーパーオーステナイト系ステンレス鋼と同等の耐食性を持ちますが、二相系合金はより高い強度と改善された耐疲労性という利点をあわせ持つため、高圧がかかる海水供給配管や塩水ポンプにはなおさら最適な材料です。

将来の飲用水不足を緩和しようとする努力の中で、こうした高合金ステンレス鋼は今や全世界の逆浸透脱塩プラントで広く用いられています。 Ni



△ *HUBERマルチレーキ・バー・スクリーンRakeMax®スクリーンを取水フロー内に配置してあり、スクリーンによる抽出を図示*

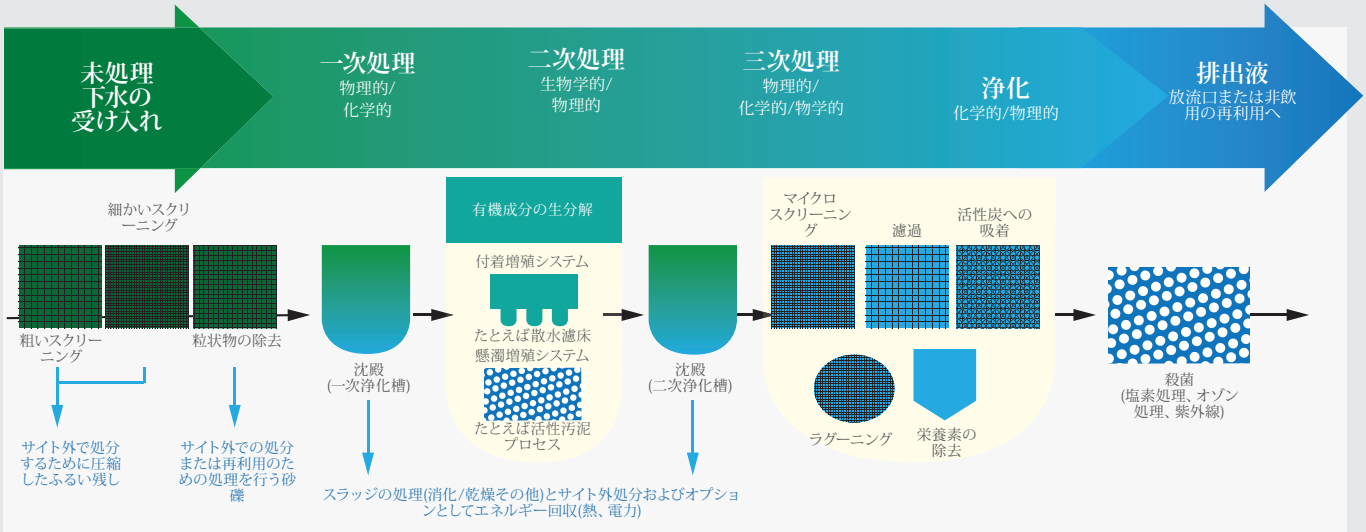
ステンレス鋼で下水処理

下水処理は、先進国ではほとんどの人にとって当たり前のプロセスです。なので私たちの多くは下水処理について深く考えることはありませんが、下水を効果的に処理することは人と環境の両方の健康に不可欠のことです。下水が下水処理場に到達する時、それは食品材料、人の排泄物、洗剤、脂肪、オイルとグリース、そのほかの廃棄化学物質や残骸などの入った不潔な液体混合物です。下水処理場(STW)は、自然環境に再び排出できるレベルに浄化できるまで、スクリーニング、沈殿、酸化、殺菌のプロセスを実施します。こうした下水処理場でニッケル含有ステンレス鋼はますます大きな役割を果たすようになっています(P.11の表参照)。主に使用される合金は、ステンレス鋼のタイプ304(UNS　S30400)および316(S31600)とその低炭素製品であり、また特に苛酷な環境が予測される部位や特別な強度や薄い厚みが必要な場合には二相系合金2205(S32205)です。スクリーニング、洗浄、圧縮、グリースおよびオイルの分離、様々な種類のふるい残りや汚泥の濃縮と脱水などを行う機械類や、ふるいによるろ過、オゾンやUV機器など、下水処理プロセス全体の無数の用途でステンレス鋼は理想的な材料です。

メドウヘッド下水処理場

スコットランドのメドウヘッド下水処理場は最近、取水処理設備にステンレス鋼を選択しました。取水スクリーンは、それ以降の下流プロセスの妨げになる固形物質を除去します。除去後、ふるい残りを多くの場合は洗浄および圧縮によって処理し、収集して処分します。メドウヘッド下水処理場は22万人の住民に役立っており、集水地域内にある6カ所の大型ポンプ場が1,000～5,500L/秒の流れを処理して同処理場に送ります。既存の処理場取水口には細かいものと粗いもの両方のスクリーニング区画があり、流入量の大幅な変動に対応する必要がありました。こうした古いスクリーンでは、必要とされる保守のレベルが容認できないほど上昇したため、新しい解決策が必要になりました。ふるい残しの高い除去率や設備の信頼性の改善といった問題を解決し、

▽ *自治体の下水処理プロセスの例*
下水処理場全体で様々な装置や配管系にステンレス鋼が利用可能です



HUBER TECHNOLOGY

国際ステンレスフォーラム

△ メドウヘッド下水処理場に設置したスクリーン

既存建築物の限られたスペースに新しい設備を設置して混乱を最小限に抑えるため、可能性のある解決策を詳細に検討しました。スコットランド水道局は、粗いスクリーニング装置である4台の大型HUBERマルチレーキ・バー・スクリーンRakeMax®と4台のHUBERふるい残し洗浄プレス機WAP-Lの設置を選択しました。どの装置もHuber Technologyがタイプ304ステンレス鋼で設計、製造したものです。粗いマルチレーキ・バー・スクリーンは長さ6,300mm、幅2,752mm、バー間隔19mmで、各スクリーンが2,200L/秒を処理します。この装置はふるい残しの除去能力が高く、既存の取水口に組み込むことが可能でした。

納期を短縮するため、マルチレーキ・スクリーンは分解して輸送し、現地で組み立て、建築物の屋根から配置作業を実施しました。「Huber　Technology社は下水処理用のステンレス鋼製機械メーカーとして多くの経験を積んでおり、設計上の強度と柔軟性から考え下水処理場で組み立てることは可能だと自信がありました」とHuber Technology社の社長Steve Morris氏は言います。「難しい課題ではありましたが、比較的軽量であったためスクリーンを持ち上げて建築物内に再配置するのは容易でした」

2014年の設置以来、大型の台風を数回経験しましたが、すべての装置が正常に作動を続けています。 Ni

下水処理場における ステンレス鋼の典型的用途	
ハンドレール	*通路*
スクリーン	*走行する橋*
粒状物除去装置	*スクレーパー*
スライドゲート	*ボルト*
エアレーション配管	*ポンプとバルブ*
汚泥輸送配管	*タンク*
汚泥消化ガス配管	*堰*
オゾン発生器と配管	*紫外線装置*
化学処理ライン	*はしご*
マンホールの蓋	*ダクト*
逆洗システム	*膜ハウジング*

ステンレス鋼で十分にプレス

ステンレス鋼配管システムのための スピーディーで耐久性のある機械的接続技法

圧入は、はんだ付けや溶接といった従来の配管接続技法に対してメリットがあります。接続がスピーディーで低温接続の便利さがあることから、金属配管用途にとって圧入がますます望ましい選択肢となっています。圧入技法はプレス装置を用いて行いますが、この装置はプレス機と、特殊な圧入接続部内のOリングを配管に対して圧縮し、完全なシールを形成するマッチングジョーまたはカラーで構成されています。圧入装置のジョーは狭いスペース内で回転できるため、このシステムは改修プロジェクトや複雑な設置作業には理想的です。

ステンレス鋼は圧入加工に適しており、飲用水などの給水システムの設置に用いられています。というのもステンレス鋼は、公共建築物と商業建築物のどちらであっても、飲用水を輸送するための厳しい要件と低い浸出レベルを実現できるからです。またステンレス鋼は耐食性、強度、延性に優れているため、腐食性や侵襲性の媒体を使用するその他広範な用途でも使用可能です。

ステンレス鋼圧入のメリットを生かした最近のプロジェクトに、クイーンズ大学ベルファストのWellcome-Wolfson研究所のものがあります。ベルファスト市民病院の健康科学キャンパスにあるこの研究所では、設置する数多くの建築設備が、化学物質や高温など、実験環境に特有な条件に対応しなければなりません。タイプ316(UNS S31600) ステンレス鋼で製造したこのプロジェクトのシステムは、研究所内の低温、熱水および冷水のシステム、ミストによる火災抑制システム、天然ガスに対応しています。 Ni

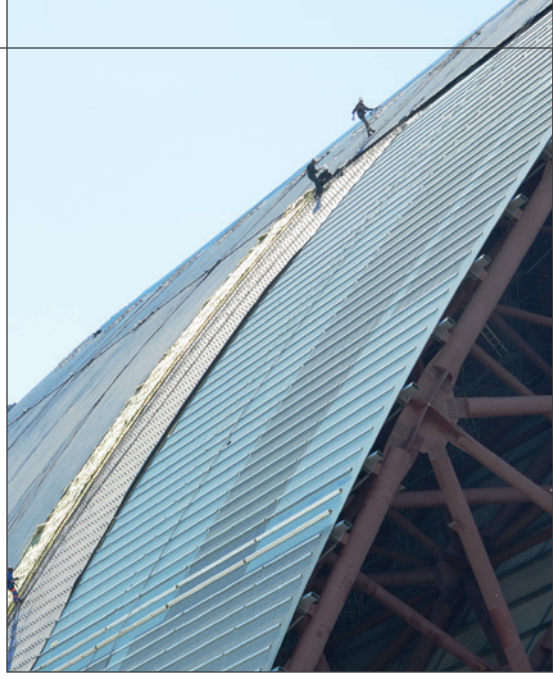
GEBERIT

▽ ベルファストのWellcome-Wolfson研究所に設置したステンレス鋼圧入システムGeberit Mapress

▽電気力学的なプレス装置を用いて配管を圧入してシールします。このシステムの場合、管とソケットの直径は15～108mmです。接続部分の特徴は青い圧入インジケータで、正しい圧入手順を遂行すればこのインジケータが除去されるため、接続のし忘れを簡単に見つけることができます。

THE HARVEY GROUP

△ *新安全閉じ込めシェルターは、1世紀以上防護を提供できる設計です*



△ *外側の被覆材を設置するには技術的に非常に高いスキルが必要でした*

チェルノブイリを封じ込める

ニッケル含有ステンレス鋼が、時間、気象災害、放射線に対抗する

©CHNPP

1986年の壊滅的な事故で破損したチェルノブイリ原子力発電所4号機では、新安全閉じ込め構造物(NSC)が完成すれば、事故後に設置したコンクリートと鉄鋼の石棺の憂慮すべき劣化にまもなく終止符を打つことができます。2017年以降は、極端な気象条件にも耐えられる巨大な気密式の耐震鉄鋼アーチが、時間、気象災害、放射能という目には見えないものの油断のならない長期的な脅威に対抗します。

この新しいシェルターにとって、ニッケル含有ステンレス鋼はなくてはならない要素です。このシェルターは、義務として課された100年の安全期間を経過したのち、損傷した原子炉を安全に解体し何トンもの放射性廃棄物を除去できる設計であると同時に、現場の保守作業の際も技術人員を有害な放射線曝露から保護することができます。

腐食の予防と対抗

シェルターは重量25,000トン、高さ108m、長さ162m、幅257mという巨大な構造物であり、自由の女神を収めるに足る高さを持ち、エッフェル塔の4倍の重さがあります。

このNSCは15の主要アーチフレームから成り、これが厚み12mの三次元の管状格子を形成して、最終的にはエレガントなアーチを形作ります。海洋石油リグと同等品質である直径813mmの炭素マンガン鋼円管400本で製造したこの格子は「環状空間」を形成し、この空間は内側も外側もステンレス鋼の被覆材で完全に覆われます。このアーチを損傷した原子炉上に配置したのち、両端は同じく二重構造の金属壁で覆われます。この金属壁は石棺の形状と正確にフィットしており、石棺を1世紀の間、密封状態に保ちます。

汚染ダストと放射性排出物の封じ込めを耐久性と信頼性をもって実現するため、永続的にわずかな過圧状態を維持し、その一方でアーチ下の空間に対しては負圧をかけ続けます。環状空間には除湿大気を継続的に吹き込み、金属格子の腐食を自然に予防できるよう、湿度レベルを40%未満の一定レベルに維持します。

非磁性ステンレスがダストの蓄積を防ぐ

ニッケル含有ステンレス鋼を選んだことは、耐久性、優れた耐食性、力学的強度、さらに露出した部位で保守の必要性がないという利点から考え、内外両側の被覆材として自然な選択です。

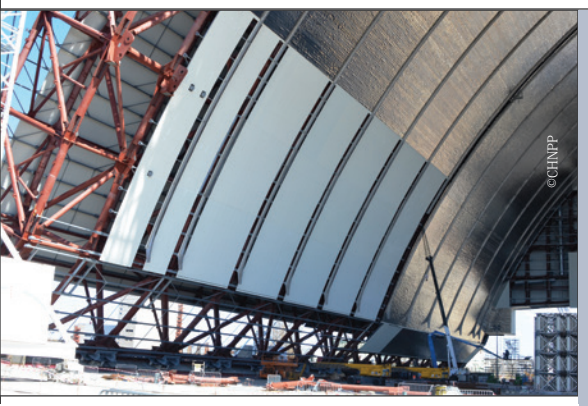
内側の被覆材はタイプ304(UNS S30400)ステンレス鋼で、少なくとも8.0%のニッケルを含む非磁性等級であるため、解体時期に至った際にアーチ内に有害な汚染ダストが蓄積している事態を防ぐことができます。アーチの天井の全表面は0.5mm厚のステンレス鋼板80,000m2を密に配置しており、ダストがたまらないように肋材は使っていません。

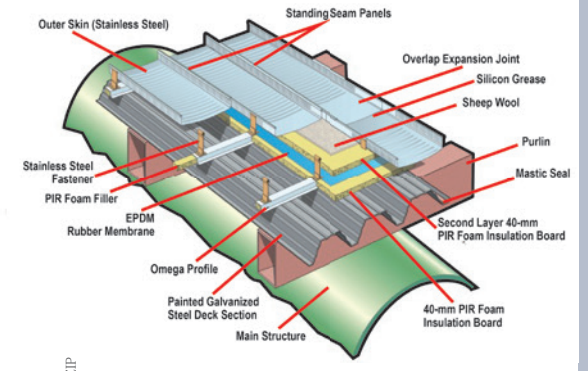
ステンレス鋼板は亜鉛めっき鋼のデッキ上に固定します。気密性を確保するのは非ポリ塩化ビニルのシールと耐火性のシリコン系マスチック樹脂であり、どちらも電離放射線に対して感受性を持ちません。さらにポリエステル塗料が鋼板とデッキ間の電解腐食を防ぎます。アーチ内側では自然な明るさを増すため、光輝焼きなましした高反射仕上げを用いています。

気象災害に耐える316L

外側の被覆材は、外部の気象災害による影響を遮るバリアです。被覆材にはさらに絶縁合成物も追加し、最も苛酷な気象条件に対応する厳しい耐性規格に適合しています。

こうした非常に効率的な絶縁サンドイッチの上層を、幅489mm、厚さ0.6mmで、少なくともニッケルを10.0%含むタイプ316L(S31603)の88,000m2のステンレス鋼の成形物が覆います。タイプ316L等級を選択したことは、気象災害に対して100年(以上)という前例のない長期間曝露する要件を完全に満たすためには決定的に重要なことでした。





©KALZIP

△ *内側被覆材の設置*

△ *外側被覆材：効率的な多層絶縁サンドイッチ*

アーチ足元でのロール成型

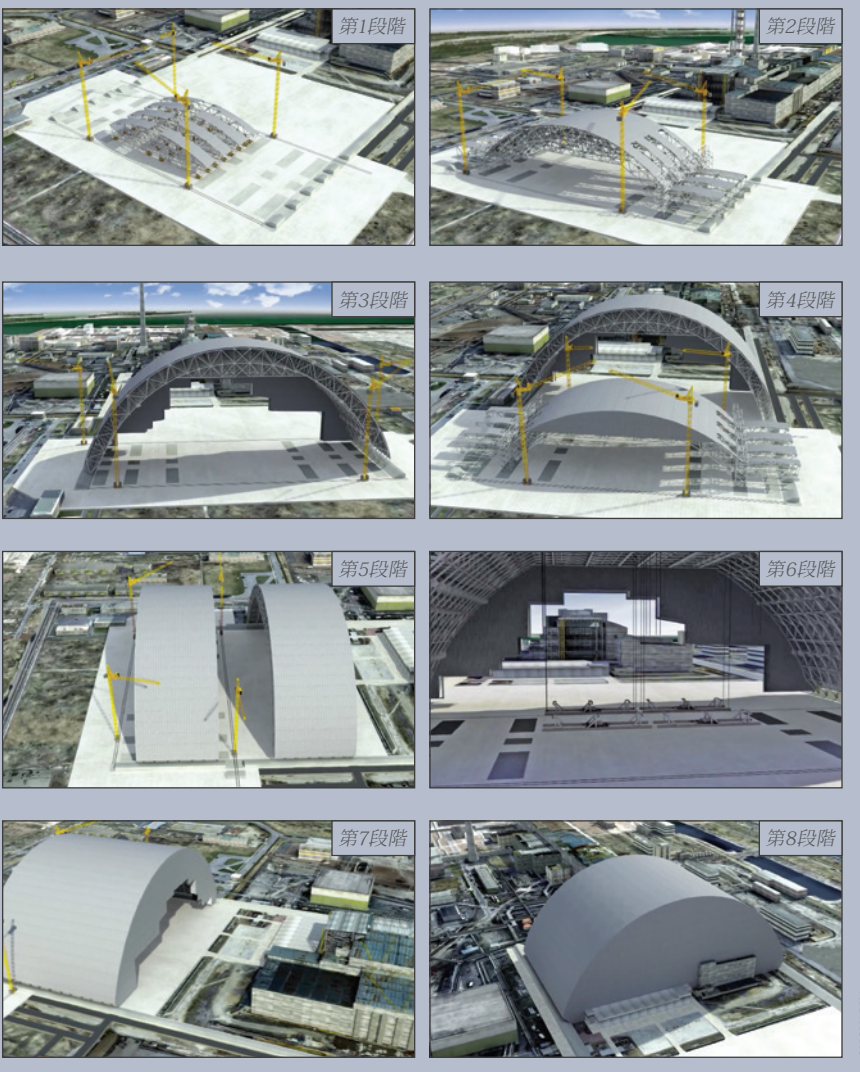
タイプ304と316Lのステンレス鋼はAperamが供給し、工事現場まで長さ1,000mのコイルKalzipとして輸送しました。輸送したステンレス鋼は、2台のコンテナ式の移動製造施設を使ってアーチの足元で加工しました。316Lコイルは冷間ロール成型を行い、アーチの屋根に用いる長さ100mのプロフィール（profile)と、壁の被覆材に用いる長さ50～70mのプロフィールを製造しました。

出来上がったプロフィールはクレーンで設置位置に運びました。スタンディングシームプロフィールを、すでに設置済みのタイプ304ステンレス鋼固定具(「ホールター」)内に配置し、形に合わせて切り取り、次にプロフィールを、大きいシームが小さいシームに重複するようにすぐに配置します。固定具は、316Lのタッピンねじを使い、ゴム膜を介してオメガプロフィールに取り付けます。最後に専用のシーミングマシンを使って、すべてのプロフィールを全長に合わせて丸めます。こうした取り付け技法により、外側の被覆材はクラス3の竜巻(重大な被害)、最高時速250kmの風、-45℃～45℃の温度に耐えることができます。

以上の工学技法により、ニッケル含有ステンレス鋼は労働者、地域住民、環境を1世紀以上にわたって守ることに役立ちます。 Ni

多段式の建設

放射性排出物があるため、アーチは損傷した原子炉建屋から200m離れた安全な地上であらかじめ組み立てる必要がありました。構造物全体の組み立てが完了すれば、コンクリート製の枕木の上に載った同期する「スキッド・シューズ」がアーチ上を300mにわたって滑り、原子炉4号機建屋の上の最終位置に移動します。



©NOVARKA

第1段階 第一のアーチ半体の上部の組み立て。

第2段階 下部を組み立て、それをヒンジシステムを使って上部に接続する。

第3段階 第一のアーチ半体を、数千トンの荷重を持ち上げることができるタワーを使って最終高(105m)に持ち上げる。原子炉建屋の形状に適合する形の東壁を設置する。完成した第一のアーチを待機位置に押し出し、第二のアーチ半体を組み立てるスペースを作り出す。

第4段階 第二のアーチ半体の組み立て。

第5段階 二つのアーチ半体を接続して完全なアーチを形成する。

第6段階 オーバーヘッド橋形クレーンを地上で組み立て、それを85m上方のアーチ構造物の位置まで持ち上げる。このクレーンを使って従来の石棺を解体し、損傷した原子炉の残骸を除去する。

第7段階 コンクリート製の枕木の上に載った同期する「スキッド・シューズ」がアーチ上を300mにわたって滑り、最終位置に移動する。

第8段階 アーチと側壁を既存の建屋にぴったりと接続する。西側ファサードに情報管理センターを置く。

貴金属をニッケルで代替する

化学合成は、一般的な化学物質を、生命を救う複雑な医薬品や家庭用品、先進素材へと変換することができます。しかしこの「錬金術」は膨大な量の有害廃棄物を生み出すこともあれば、苛酷で危険な条件を必要とすることもあり、反応を引き起こすため高価で希少な金属を頼ることもしばしばです。

Dalton Transactions誌とJournal of the American Chemical Society誌が最近掲載した報告書によれば、セントルイス・ワシントン大学人文科学部化学科のLiviu Mirica准教授の研究チームは、ニッケルを含む重要な合成物で建築用ブロックを製造する新しい方法を開発しました。

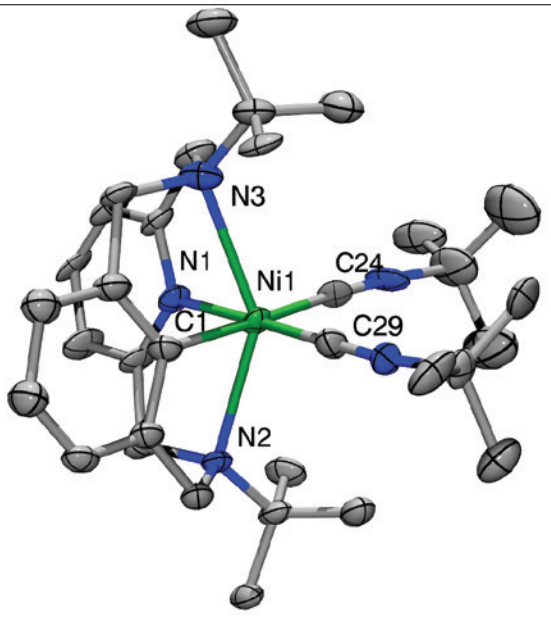
高効率

この研究はニッケル基の化学に関する科学者の道具箱を拡張しました。「環境にやさしい化学」を、持続可能な合成を行う21世紀に進歩させ、化学変換の効率を高め、生成する副産物を減らし、そして最も重要なこととして発生する廃棄物を減らすことに役立つ研究です。

Mirica准教授の研究室は、こうした新しい合成物をできる限り少ないステップで、しかもニッケルなど持続可能性が高い触媒を用いてどうすれば作り出せるかを研究しています。

炭素ー水素(C-H)結合は非反応性であると考えられており、これを誘導して新しい炭素ー炭素(C-C)結合を作り出すのは困難な場合があります。そこで最近の二つの報告書の第一著者であり博士課程修了の研究者であるWen　Zhou氏などの科学者は、金属を使って「結合を活性化」し、反応性を高めます。

何十年もの間、希少な金属であるパラジウムと白金が用いられてきましたが、こうした金属は高価です。同じ化学基であるニッケルは、その特性をもっと詳しく解明できれば同様の反応に利用できる可能性があります。



LIVIU MIRICA

△*新しい4叉分子は四座配位子と呼ばれています。新しいニッケル基の化学が化学合成のステップ数を減らし、金属触媒に代替物をもたらします。*

新しい4叉分子

研究を行った科学者らの開発の中核は、四座配位子と呼ばれる新しい4叉の分子を作り出したことであり、この分子は野球用グローブのポケットのように作用して、ニッケル原子を捕まえます。炭素を含む化合物も、それをニッケルの中心に結合すれば、電子が位置を変えて新しいC-C結合を作り出すことができます。

研究チームの科学者たちは、安定性と反応性の適切なバランスを実現したことで、安価で安全、しかも豊富なニトリルとの新しい結合を作り出しました。ニトリルは炭素含有の化合物群で、単純な合成ステップを経れば幅広い有用化学基を作り出すことができます。

今後の構想は、化学産業で長年用いられてきた高価な希少金属をニッケルによって代替することです。 Ni

UNSの詳細 本誌で示されているニッケル含有合金及びステンレス鋼の化学的組成(重量パーセント)

UNS No.	C	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Mo	N	Ni	P	S	Si	W	Zn
C70600 p. 9	-	-	-	bal.	1.0-1.8	1.00 max.	-	-	9.0-11.0	-	-	-	-	1.00 max.
C71500 p. 9	-	-	-	bal.	0.4-1.0	1.00 max.	-	-	29.0-33.0	-	-	-	-	1.00 max.
N08367 p. 9	0.030 max.	-	20.0-22.0	0.75 max.	bal.	2.00 max.	6.0-7.0	0.18-0.25	23.5-25.5	0.040 max.	0.030 max.	1.00 max.	-	-
S30400 p. 2,5,7,10,12,15	0.08 max.	-	18.0-20.0	-	bal.	2.00 max.	-	0.10 max.	8.0-10.0	0.045 max.	0.030 max.	0.75 max.	-	-
S30403 p. 15	0.03 max.	-	18.0-20.0	-	bal.	2.00 max.	-	0.10 max.	8.0-12.0	0.045 max.	0.030 max.	0.75 max.	-	-
S31254 p. 9	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.	-	-
S31600 p. 5,6,7,10,11	0.08 max.	-	16.0-18.0	-	bal.	2.00 max.	-	0.10 max.	10.0-14.0	0.045 max.	0.030 max.	0.75 max.	-	-
S31603 p. 7,12,15	0.030 max.	-	16.0-18.0	-	bal.	2.00 max.	2.00-3.00	0.10 max.	10.0-14.0	0.045 max.	0.030 max.	0.75 max.	-	-
S32205 p. 10	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 p. 9	0.030 max.	-	24.0-26.0	0.50-max	bal.	1.20 max.	3.3-5.0	0.24-0.32	6.0-8.0	0.35 max.	0.020 max.	0.80 max.	-	-
S32760 p. 9	0.030 max.	-	24.0-26.0	0.50-max	bal.	1.00 max.	3.0-4.0	0.20-0.30	6.0-8.0	0.030 max.	0.010 max.	1.00 max.	0.50-1.00	-

タイプ316L：耐食性と入手の容易さ

タイプ316L(UNS S31603)は、300シリーズの中ではタイプ304(S30400)およびその改良型に次いで二番目に多く生産されている合金です。

304またはその低炭素製品である304L(S30403)が不適切と判断される環境では、次に最初に検討される等級は316Lです。一般に316L等級は、塩化物が存在する環境(たとえば道路用塩や沿岸地域)で広く用いられるほか、酸性物や高温が必要とされるプロセス産業でも多用されています。316Lの古い名称には「海洋等級」や「耐酸性等級」などがあります。すべてのニッケル含有オーステナイト系ステンレス鋼と同様、316Lは溶接や成形の特性も優れています。

耐食性と成形性

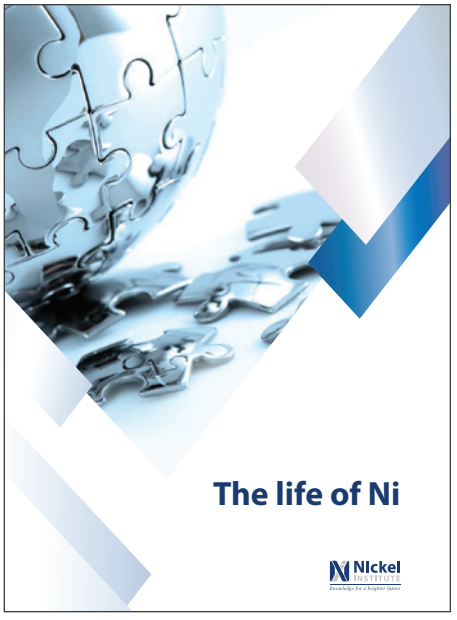
316Lは、クロム成分が304より若干少ないものの、モリブデン(Mo)を少なくとも2.0%含んでいるため、耐食性が大きく改善し、塩化物を含む溶液に対しても孔食や隙間腐食への耐性が優れています。正確な組成は各種の国際規格によって若干異なりますが、少なくとも10.0%のニッケル成分を含むため、完全なオーステナイト系のステンレス鋼であり、最適な耐食性と成形の容易性を備えています。

316Lの何千もの用途には、医薬品、化学および生化学処理、パルプおよび紙、海上陸上の石油および天然ガス、都市および沿岸地域での建築用途、食品加工、病院、飲用水および下水の処理、輸送用コンテナなどがあります。

タイプ316Lは成形が容易で、幅広い環境で優れた耐食性を示す多用途性があり、様々な用途で実績を残しているばかりでなく、あらゆる形状の製品が量の多少を問わず、工場からの直売でも株主からでも幅広く入手可能です。

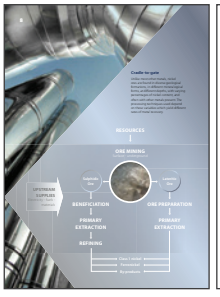
▷*芸術家Andy Scott氏のケルピーの塔。スコットランド中部のフォース・クライド運河で高さ30mにそびえるタイプ316L製の作品*

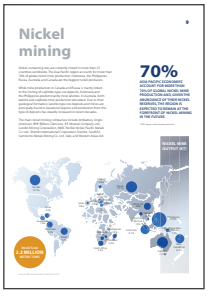
ニッケル協会の新刊行物「ニッケルの生涯」



「ニッケルの生涯」は、ニッケルやその起源、用途、ライフサイクルに関心があるならば誰でも読める手軽なパンフレットです。20ページの冊子でニッケルに関する世界の事実とデータを一目でわかるように簡潔に表示し、ニッケルがどこでどれだけ採取、生産、使用されているかや、利用可能なニッケル資源量、どのようにリサイクルしているかを伝えます。

nickelinstitute.orgからダウンロードするか、冊子形式はcommunications@nickelinstitute.orgに請求してください。





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/NickelMagazine/Subscription

ニッケル誌を7ヶ国語(英語、中国語、日本語、ロシア語、フランス語、ドイツ語、スペイン語)でウェブサイトに掲載
www.nickelinstitute.org/NickelMagazine/MagazineHome

ニッケル誌のバックナンバーの検索：2002年7月号以降のニッケル誌を掲載(英語版のみ)
www.nickelinstitute.org/en/NickelMagazine/MagazineHome/AllArchives

携帯　あなたの Apple® もしくはAndroid™の携帯にNickel Magazineのアプリをダウンロードして下さい

Twitterでフォローして下さい
@NickelInstitute

LinkedInでつながって下さい－
ニッケル協会のページをご覧下さい。

ニッケル協会　YouTube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

HELIX WWW.THEHELIX.CO.UK

メタルモルフォーシス

ダビド・チェルニーの生意気な側面を示す輝く実例

ノースカロライナ州シャーロットのホワイトホールテクノロジー公園に建設されたメタルモルフォーシスは、何かと話題に上ることが多いチェコの彫刻家ダビド・チェルニー氏が制作した鏡張りの噴水です。

チェルニー氏は、反体制的で、政治色が強く、大規模でインタラクティブな彫刻で有名な彫刻家であり、メタルモルフォーシスには、一見したところ素直でありながら野心的なメッセージがあります。この彫刻の積層を奥深くまで見るならば、メタルモルフォーシスはチェルニー氏の反体制的な面を垣間見せているかのようです。積層は独立的に回転するため、ほとんど不気味で、何かわからない形状を作り出します。そして積層が一つにまとまると、口から水を吹き出す顔が現れます。

高さ7.6m、重さ14トンのこの彫刻は大量のニッケル含有ステンレス鋼の積層でできており、耐久性と長寿命のため主にタイプ304(UNS S30400)を使用しています。彫刻は40個近いステンレス鋼部品を7のセグメントにグループ分けし、このセグメントが360度回転します。各セグメントのモーターは特注プログラムが制御し、このプログラムをチェルニー氏自身がインターネットを通じて演出し制御しています。非常に光沢のあるステンレス鋼の表面には、彫刻の下にある水のプールが映ります。内部の配管も多くがステンレス鋼製です。

チェルニー氏は自身のインスピレーションについて、自分自身の精神の「自画像的なもの」と表現しています。さらにメタルモルフォーシスは独自のライブ・ウェブカムも備えています。Ni

▽ *メタルモルフォーシスは、40個近い部品を、独立して回転する7のセグメントにグループ分けしています。*

WWW.123RF.COM/PROFILE_DIGIDREAMGRAFIX>DIGIDREAMGRAFIX / 123RF STOCK PHOTO