

中国の重要性

1980年代、私の大学同級生のおよそ10パーセントは中国人であった。彼らにとり、Wolfville (Nova Scotia) は故国から遠く離れた地であったが、エンジニアリングの学士を得るために5年間カナダに勇敢にも来ていた。カナダの食事やカナダで盛んなホッケーに親しみながら、彼らは真面目に授業に出席し、英語の教科書を読むという難題に取り組んだ。教室には確かに若干のコミュニケーションの障壁があったが大部分の学生は学位を取得していった。

今日、私は中国の技術者や建築家に技術情報を伝える仕事に従事している。ニッケル協会情報部門のマネージャーとして、私は新しい中国語ウェブサイト www.ni-china.org を担当している。ウェブサイトはニッケル協会が提供する中国語のページであり、情報を無料で公開している。

ニッケル協会は協会が所有している資源の中から、非英語国の技術者や建築家たちに彼らの母国語で多くの情報を提供することを進めていく。私は中国語が堪能でないので、ニッケル協会北京事務所、カナダの大学の冶金専門家が技術情報の翻訳を行う。

なぜ、これが重要なのか？ 中国は世界で最も人口の多い国であり、先進国に住む我々が享受している新鮮な水、食物、空気、環境にクリーンなエネルギーを中国の人々は同じように受けることができるのである。多くの場面でニッケル含有材料は、生活必需品を提供するうえで必要な役割を演じている。ニッケル含有材料の適切な利用と再利用のために必要とされる技術情報を伝えることによって、我々は中国で進行している開発に貢献することを望んでいる。

我々のウェブサイトユーザーは、水道水処理および配水、廃水処理に使用されるステンレスに強い関心を示している。また、建築、排ガス脱硫、化学プロセスにも関心を持っている。ニッケル誌当月号の二つの記事にあるように、2相ステンレスが香港のいくつかの大きな高速道路橋計画に必要とされている。

1980年代は非常に裕福な中国学生のみがカナダのエンジニアリングスクールに通学することができたが、今日の学生たちはインターネット上で豊かな知識を得ることができる。我々は、www.ni-china.org を立ち上げることで、技術や建築を学ぶ多くの学生達がニッケル含有材料の利点を認識することを期待している。



老朽化した焼却場の寿命延長

廃棄物中のプラスチックの増加により、老朽化した焼却場の操業ライフ延長にニッケル合金を使用

ごみ焼却エネルギー転換工場(WTE)の腐食環境がますます厳しくなっているが、これに立ち向かうにはN06625(ニッケル-クロ-モリブデン合金)が最良の選択であることをデンマークの大学で進行中の研究が示している。

ごみ埋め立て処分はデンマークでは困難になっており、発生する都市廃棄物のほとんど全ては低合金炭素鋼で作られたWTE工場では処理されている。しかし、焼却時に塩化水素を生成するポリ塩化ビニルの含有量の増加によるものと思われるが、廃棄物がより腐食性となり、耐食性合金の需要が伸びている。

一方、ヨーロッパの工場はより厳しいEU規制を遵守するだけでなく、共同市場で競争力を持つため効率を上げ、メンテナンスや操業コストを下げるため近代化を進めている。

10年以上前からN06625はヨーロッパのWTE工場での腐食に対するよく知られた解決策となっており、既設構造物の肉盛溶接で使われている。N06625は、高温強度、優れた耐食性、耐粒間腐食および耐応力腐食割れで知られている。

デンマークに拠点を置く設備メーカー、Babcock & Wilson Volud社は2004年までに30箇所のWTE工場に約5,000平方メートルのニッケルで保護をした伝熱面を販売したと報告している。

しかし、NACE国際年次大会で発表された最近の研究によると、デンマーク工科大学の研究者はN06625に類似したニッケル基合金のパフォーマンスについて試験を行った。彼らの目的は1993年デンマークで操業を開始したHaderslev WTE工場で、ますます増加する腐食性廃棄物を取り扱うことが可能なより優れた代替材料があるかどうか調べるためであった。

Haderslevは2ラインの炉とボイラーを所有している。ボイラーは、2つの放射部と1つの対流部の3パスからなる。第1パスの四分の三は、腐食から管壁を保護するため耐火物ライニングされている。残り四分の一は腐食速度が容認できないほど高くなった1998年にN06625で肉盛溶接された。

N06625は予想通りのパフォーマンスを示したが、研究者たちは類似した合金、N06022とN06686に興味を持ち試験を行った。彼らはボイラー後部壁に溶接合金からなる壁パネルを設置し1-2年の間経過を見た。

結論は、N06625はN06686と耐食性は同等で、N06022ほどデンドライト・アタックに対する影響を受けないということであった。N06625は3種の合金で最も安価であり、WTE工場の耐食性のために最も現実的な選択であることが認められた。

「NACEで報告された結果から、N06625がこの用途には最良の合金であると思う」と、プロジェクト主任研究員で生産工学科の科学者であるMelanie Montgomeryは話す。「N06022やN06686に比べて容易に利用できるし、高価ではない」

Haderslevの環境はあまり厳しくないためMontgomeryは研究プロジェクトをより環境の厳しいWTE工場であるMabjergへ移した。今回は耐腐食性における合金添加元素(例えばMo, Nb)の役割についての情報を多く集めることができると彼女は考えている。

短工期・低メンテナンス ステンレス製プールが北米で勢いを増す

世界のトップ・スイマー達がゴールにタッチするとき、多くの選手が被覆ステンレスの表面を触っている。

モジュラー式ステンレスパネルで作られるプールが大きな国際競技で重要な位置を占めるようになってきている。2005年7月、フェデレーション国際チャンピオンシップ、世界最高のアマチュア競技大会用にオリンピック級のステンレス製プールが Montreal に7つ作られた。

Myrtha Pools 社 (Italy) のカナダ販売代理店の Keith Richardson は、この大会を「プール・ビジネスにとって大きな挑戦」と呼んでいる。

彼の会社、Nationwide Commercial Aquatics 社は1998年以来カナダ全域に45のステンレス製プールを作った。ヨーロッパでは金属表面のプールが長く使われている。世界中には10,000もの商業規模の Myrtha Pools 社製プールがあり、個人用ではその10倍になる。競争力のある価格設定と維持費がかなり安くなることから顧客は伝統的なコンクリートとセラミックタイルのプールよりも、ますますステンレスを選ぶようになってきている。

ステンレスでプールを作ることは他の材料に比べて安くはないと Richardson は言う。しかし公営プールサイズであれば運営および維持費が年間約 \$15,000 節減できる。「それが、ステンレス製プールの売れる理由だ」

プールは、通常厚さ2mm、幅90cmのS30400ステンレスパネル製の垂直な壁によりコンクリートスラブ上に作られる。パネル同士をボルトで止め、同じくS30400製の水平および垂直なブレースの中に設置する。プールが海浜環境または酸性土に曝されるような場合はS31600ステンレスが使用される。

S30400はプールのフィッティング用に一般的に用いられており、Richardsonによると「実績証明記録がある」とのこと。顧客はコンクリート建造物から別れることに慎重な傾向があるが、しかし「この環境で証明されたグレードを使用することにより、そのような懸念を和らげている」

公営プールは通常約15m×25mであり、おおよそ200㎡のステンレス、ボルトや他のハードウェアでさらに200キログラムが必要である。オリンピック・プールは倍のサイズがあり、建設には2倍の金属が必要となる。

平滑で不浸透性仕上げをするために、パネルを組み立てたあとパネル内面はポリ塩化ビニル層でコートする。PVCは溶剤で溶着する。プールのマーキングも容易に塗装できる。コーティングすることによりパネルを溶接無しで組み立てることができ、また品質を保証し、組み立て費用を低減できる。

その他にもこのプールには2つの利点がある。

第1はオリンピックサイズでも数ヶ月かからず数週間で建設できることである。「大きな Meccano の金属建築模型のように、パネル同士をボルトで接合する」と Richardson は話す。第2に大きなイベントが終わったあと不必要なプールの運営コストを主催都市に負担させないために解体する。Montreal 大会で作られた7つの屋外プールのうち4つは一時的なものであった。

塩素処理水からの湿気、水分、蒸気に常に曝されているにもかかわらずステンレス製プールには耐久性がある。ヨーロッパに建設された最も古いものは40年以上経過している。Myrtha 社は炭素鋼でもいくつかのプールを作っているが、有害環境で腐食に耐えるステンレスの能力にはかなわないと Richardson は言う。

Electronics ナノスケール電子機器のアッセンブリング ニッケル・ナノワイヤーが磁氣的に容易に操作できることが判明

ナノスケール物質を使って作業する場合の大きな課題のひとつは、それらを目的を実行するための位置に動かすことである。しかし、アメリカ Wisconsin-Madison 大学の研究チームは、ニッケルを使用してナノスケール物質を操作する新しい方法を見出した。

チームはワイヤーをニッケル電気めっきすることにより磁場を利用してナノワイヤーを動かすことができることを発見した。初めの目的はナノワイヤーの機械的性質を研究することであった。しかし、小型電子システムでのワイヤーのポジショニングに、この研究が商業的に役立つことがいつか証明されるであろう。

「我々はニッケルには磁性があるので使用した。それによりナノワイヤーを移動し位置決めのために磁場を使うことが可能だった」とチームメンバーである Anne Bentley は話す。「他の磁性金属を使うこともできたが、ニッケルは電析が非常に容易である」

ナノワイヤーを操作する他の方法には、電界もしくはマイクロ流体チャネルの利用がある。

Bentley と彼女の同僚はアルミナ膜の小孔に厚さ 3 ミクロンのニッケル層を電析し、次いで 7 ミクロンのブロンズ合金層（錫と銅の合金）をつくり、最後に 3 ミクロンのニッケルコーティングをした。アルミナを溶解するとニッケルでコートされた直径 200nm のブロンズワイヤーが得られた。

ニッケル-銅-錫ナノワイヤーをエチレングリコール中に浮遊させ回転磁場をかけ回転させた。この技術は電着可能などんな種類のナノワイヤー材料でも操作するのに利用することができるであろうと Bentley は話す。

いつかは純ニッケルナノワイヤーを磁気データ記憶装置で使うことができるであろう。彼女はナノ技術（少なくとも一つの方向が 100nm より小さい材料の研究）を利用する数多くの製品が向こう 5~10 年のうちに市場に現れるだろうと信じている。

世界を安全な場所に

アメリカが神経ガスを作るのに使用した化学薬品処理をニッケルが可能にする

米陸軍が神経ガス生産に使われた化学薬品を破棄する際に発生する廃水の処理プロセスを米国の会社が開発した。このプロセスには工業用純ニッケルの板と管が使われている。

Pennsylvania に拠点を持つ U. S. Filter 社は湿式空気酸化プロセスにおける7種類の合金のパフォーマンスを調べるためテストを行った。このプロセスは焼却に代わる方法として化合物を分解し破壊するのに適していると認められている廃水処理システムである。

無毒化された化学薬品に曝したとき、N02200 と N02201 のみが非常に腐食性のあるプロセスに耐えることができた。両グレードともニッケル 99% で微量の銅、マンガン、シリコン、カーボンおよび鉄を含有する。

「我々はいろいろな種類の材料をテストしたが、純ニッケル以外のほとんどすべてで失敗した」と U. S. Filter 子会社の Zimpro Products 社 (Rothschild, Wisconsin, U. S. A.) の熱水研究専門家のト Clay Maugans が話す。

第一段階として、DF および QL (化学兵器を作るのに使用された前駆物質) を水中で無毒化して兵器製造に利用できないようにする。またこの結果、安全な輸送が可能となる。化学兵器物質を処分するための国際条約「化学兵器禁止条約」に定められた責務を果たすための米陸軍計画の一部として無毒化作業が行われる。Zimpro プロセスは残留する有機汚染物質を分解するため、また放流するのに十分にきれいな水とするため溶解酸素を使う。

温度範囲 150°C~320°C、圧力 10~220 bar で酸化が起きる。Zimpro の課題はこれら条件下で少なくとも1年間、これは廃棄物処理に必要な時間であるが、耐える金属を見つけることであった。

「熱水プロセスは信じられないほど腐食性が強い」と Maugans は言う。「高温になればなるほど腐食性が強まる。熱水は化学物質の分子をばらばらにするが、同時に金属もばらばらにしてしまう」

パイロット・プロジェクト用に7種類の金属試料を試験反応器に挿入し、無毒化した材料内に300時間、最高温度 300°C、圧力 160bar で浸漬した。Zimpro の試験結果では、ニッケル合金3種類にクラックが生じ、チタンでは水素脆化の徴候を示した。ニッケルでは若干のマイルドな点食が見られたが、問題はテストで使用されたスタートアップ時の水の pH であることが判明した。「それを調整したあとは、ニッケルは大成功であった」と Maugans は言う。

同社は、N02201 よりわずかに多くのカーボンを含む N02200 を選択した。(N02201 の max. 0.02% に対し N02200 は max. 0.15%)

商業的な処理・貯蔵・廃棄施設である Texas Molecular LLC (Deer Park, Texas) に設置する処理工場の設計とエンジニアリングが進められている。ニッケルは加圧・加熱水に曝される全ての部分で使われ、配管と熱交換器はむくのニッケルで作られる。2基ある円筒形リアクターはそれぞれ直径約 1.2m、高さ 15m で炭素鋼に 3.2mm 厚のニッケルを爆発成形でコートする。工場全体で 18 トンの N02200 を使用すると Maugans は見積もっている。

2007 年末までには工場の運転に入る予定である。Maugans は、純ニッケルが高 PH の廃水処理で工業的に使用できる材料として選択できることをこのプロジェクトは示していると話す。「我々は今まで純ニッケルを余り使用してこなかったが、これからはどんどん使っていく」

信頼を得る

自動車メーカーは、ボンネット内部のリーク、錆び防止にステンレスを指向

重要な燃料系統部品の腐食を減少したいという自動車メーカーの願望は、炭素鋼からステンレス部品への急激な置き換えをもたらしている。

S30400 および S30403 を自動車用アプリケーションに使用した」と Associated Tube Industries (Markham, Ontario, Canada)の技術担当役員 Paul Evers は語る。

「自動車メーカーは車の寿命延長に努力しており、重要な燃料系統部品については燃料リークをなくしたいと願っている」と Evers は話す。「腐食性がより強い傾向にある代替燃料が使用されることを予測して、また全般的な寿命延長のため、特定の部品をより耐食性のある材料で製作することを決定している」

ガソリタンクへの給油管は従来から炭素鋼で製作、防食のためコートしていた。しかし、2002年に Associated Tube 社は S30403 製給油管の加工を受注した。現在、月間約 128,400 ユニット (S30403 45⁺) だが、2005年第3四半期には 192,500 ユニットまで増加するであろう。

給油管は長さ 23cm~114cm、外径 2.7cm および 2.6cm の 2 種類があり、フラットコイルからロール加工、シーム溶接により製作される。板厚は 0.889mm、0.508mm の 2 種類がある。

Associated 社は燃料システムのエンジンエンド用に 5 種類の S30403 製燃料レールを加工し完成部品メーカーへ販売している。0.889mm 厚のフラットコイルからロールで長さ 30cm~46cm の円形チューブを製造し、シーム溶接を行い、さらに角、台形、その他の形状に加工する。

例えば S30403 製台形状の燃料レールを現在月間 70,000 個製造している。2005年12月には2倍、2007年までにさらに2倍の月間 300,000 ユニットになると予測している。Evers によると「燃料系統メーカーに供給されるステンレスの量は、この5年間でテークオフした。自動車メーカーは顧客に2年後にエンジンを見て、そこにさびがないことを見て欲しいと願っている。エンジンが視覚的に魅力があり、信頼感を与えるように見えることを望んでいる。すなわち、それは錆びがないことを意味している」

効率的な鋼の硬化方法

高ニッケル合金使用で高温での自動車部品の硬化を可能に

自動車ギアは耐摩耗性向上のためアセチレンのような炭化水素ガスで浸炭を行う。浸炭はカーボンが金属中に拡散し、約0.8~1.0% Cのオーステナイト表面層を形成する温度で行われる。焼入れすると高カーボン・オーステナイトはマルテンサイトとなりギア表面に硬化層を生成する。

自動車ギアの浸炭は従来から行われているが、ほとんどの場合、温度は約900℃である。しかし、浸炭時間の短縮、歪みによるロスを減少するため940-1040℃のより高温で行う傾向になっており、それにより処理量、生産、収益を増やすことが可能となる。

「当分の間、N08330は浸炭プロセスでギアを保持するバスケットや取り付け具の主要材料として使われるであろう」とRolled Alloys Incの技術マーケットマネージャーJason Wilsonは話す。しかし、操業上の問題点の1つは、バスケット自身が時間とともに浸炭され変形し、ついには取り替えが必要になることである。

N06025 (62% Ni, 25% Cr) はN08330 (35% Ni, 19% Cr) よりも真空浸炭に対する抵抗力、高温強度が大きいなどパフォーマンスが優れている。

N08330のバスケットは900℃でも浸炭の問題があり、8ヶ月程度でクラックや歪みが生じる。一方、N06025はテストランを行っているが12ヶ月後の現在でも、歪みは生じていない。

しかし、現時点ではN06025のコストはN08330の5倍で、ライフサイクルコストを基準に比較するとN08330と競合するためには数倍の使用寿命がなければならないが、まだ実証試験中である。

ALD Thermal Treatment Inc (Blythewood, South Carolina) の操業担当役員Robert Petersは、「浸炭温度が900℃以上、940-1040℃範囲、恐らくさらに高温になっていくので、N06025がN08330を凌駕するようになる」と自信を持って語っている。

N06025はここ10年来、多くの高温での、また他の挑戦的な用途に広く使われるようになってきているが、浸炭用バスケット、取り付け具に対するテストはまだ進行中である。N06025は浸炭用バスケットや取り付け具に適した棒形状やサイズが商業的な量でまだ利用されていないため高価であるが、その優れた高温特性が示され、産業界で認められれば、浸炭バスケット用のN06025の生産量は増加し、自動車ギア真空浸炭用ニッケル合金としてN08330合金に競合できる価格まで低下していくであろう。

高エネルギー密度が必要 厳しい競争に直面するニッケル二次電池

ニッケル電池の将来はホビー用電池、通信、電気自転車などの用途と並んで電気自動車に依存していると New York の調査サービス会社 Frost & Sullivan のニッケル電池の世界市場に関するレポートは述べている。

高放電レート、比較的安価、悪環境や温度の変動に対し抵抗力持つことから伝統的に産業界はニッケル・カドミウム(ニッカド)、ニッケル金属水素化物(NiMH)などのニッケル電池の主要なエンドユーザーであった。最近のラップトップや携帯電話のような携帯機器の増加は市場を多様化している。

しかし、レポートはニッケル電池メーカーがかなりの研究開発投資をしなければ長寿命、軽量、コンパクトサイズなど特徴を強化した新型電池に市場シェアを奪われる危険があると警告している。これら新しい電池にはリチウムイオン(Li-イオン)、リチウムイオンポリマー(Li-イオン ポリ)、リチウム・硫黄などがある。

「新型電池による代替の脅威に対し小型化、携帯性、高エネルギー密度などの特徴を付加し具体化する必要に迫られている」と World Nickel Battery Markets の著者は言う。

「さらに、市場拡大を確かなものにするため大胆に新しいアプリケーションや地域を見出すことが将来の成長のための大きな課題として残っている」

新しい市場として、レポートはニッケル電池が減少しているヨーロッパや北アメリカ市場以外の国々をターゲットにすることを提案している。安価な労働力、優れたインフラ、豊富な原料、高い利幅が得られるアジア太平洋地域を成長する可能性のある地域として選定している。現在のように物価が高い環境においては、低生産コストはこれらの国々に特に影響力を与える。

ニッケル電池市場は2004年には17億7000万ドルの収入を生み出した。しかし新しい市場を速やかに開発しないと2011年には16億9000万ドルに減少すると研究者は予測している。

海峡に橋を架ける

コンクリートの「がん」から深圳西部幹線道路橋を保護する2相ステンレス鉄筋

約1,250トンのステンレス S31600 (12%Ni) と2相ステンレス (5.5%Ni) が香港の3車線主要高速道路橋の補強に用いられる。

長さ3.2Kmの橋はDeep Bay (深圳湾) として知られている海上に架けられ Ngau Hom Shek と香港深圳西部幹線道路を結ぶ。

海洋環境は炭素鋼鉄筋で補強されたコンクリート構造体に厳しい。湿った、塩分を含んだ空気がコンクリート内に侵入し塩化物が鉄筋を攻撃する。発生するさびの体積は鋼の3~7倍となり、コンクリートと金属間の結合を弱めコンクリートにクラックが入る原因となる。そのため、大規模メンテナンスが15~20年程度で必要になることがある。

このような場合、設計者は通常 S31600 ステンレスを推奨する。しかし、香港ハイウェイ公社はさらに一歩進んで S32205 2相ステンレスを選択した。S32205 の使用で少なくとも120年間は大規模メンテナンスの必要がなくなる。

S30400 ステンレス鉄筋を使用した建設されたコンクリート構造体は海洋環境で60年以上持つことが知られているが、塩化物の量がかかなり多い場合は、ほとんどの人が S31600 を推奨する。このプロジェクトでステンレスを使用することは、メンテナンス・フリー期間を考えれば、高い初期投資を十分に正当化できる賢明な決定である。

香港ハイウェイ公社によると深圳西部幹線道路橋の建設費はUS\$27億と予想している。

16~40mm径の S31600 および S32205 鉄筋は Arminox Australia 社が供給する。建設は Gammon Construction Ltd. (Australia) が行う。Arminox 社は特注のプロセス機器、建設期間中にステンレスが汚染されないことを保証するためのトレーニングも提供する。

中国の大橋

万里の長城ほど長くはないが香港の新しい斜張橋の設計寿命は120年

香港の Kwai Chung コンテナ港入り口の75m上空にデッキがそびえ2本の主塔高さは290mに達する。2008年完成予定の長さ1,600メートルの Stonecutter s 橋は中国のグローバルな貿易活動の重要な構成物になるであろう。

主塔上部へのアクセスやメンテナンス作業が困難なことから、Arup Hong Kong の設計陣に要求されたのはメンテナンスフリーで120年間使用可能なことであった。厳しい構造および表面仕上げ要求条件を満たすため Arup Materials Consulting (London, England) は S32205 2相ステンレス (Ni 4.5 - 6.5%) 熱間圧延板で主塔上部120m部分を作ることにした。約2,000トンの S32205 が使用される。

また、Arup 社は橋の寿命に悪影響を与える塩化物による腐食を防ぐため、コンクリート橋脚および主塔のしぶきのかかる部分に S30400 ステンレス鉄筋 (Ni 8.0-10.5%含有) を指定した。直径50mmまでの鉄筋2,882本は Cogna (Italy) が供給する。

Arup Hong Kong がエンジニアリング業務全体 (交通、風、海に関することも含め土木、構造、機械、電気、地質) を取りまとめ、4年間にわたる建設工事を管理し、COWI Consulting Engineers および BMT Asia Pacific Ltd. が ARUP をサポートする。国際コンソーシアム 前田-日立-横河-Hsin Chong J/V が US\$350百万で建設請

負契約を獲得した。S32205 と溶接消耗品は Outokumpu (Sweden) が供給する。

曲げ加工した S32205 鋼板(大部分が 20mm 厚)を溶接しボルトで接合して外被を作る。鋼板を溶接して吊り上げるのに適当なサイズのセクションとする。各々のセクションの天井と底には厚さ 25mm、幅 130mm のフランジを取り付け隣接したセクションとボルトで接合する。

ボルトで接合して組み立てられたセクションを吊り上げ定位置にセットし、コンクリートを流し込む「缶」構造を作る。コンクリートを接合するため鋼板裏面に 300 mm 間隔で長さ 300 mm、直径 16 mm のスタッド約 4 万本を溶接する。荷重はコンクリートから外被およびフランジへ伝えられる。

設計陣は最適な外被材料を探したが、炭素鋼は必要な強度 450 N/mm^2 は満たすものの要求されるゼロ・メンテナンスは達成できないと結論した。「オーステナイト・ステンレスは設計強度 300 N/mm^2 で要求されている強度がない」と Graham Gedge (Arup 社プロジェクトの材料専門家) は説明する。「厚みを持たせねばならず、重量が増え高価になってしまう。我々は S32205 熱間圧延鋼板を使えば 450 N/mm^2 の強度を達成できることを知った」

もうひとつの理由として、標準的なオーステナイト・ステンレスより割安になることがあげられる。この汚染された海洋環境での長期にわたるパフォーマンスのためには表面を入念に管理し準備する必要がある。これらの材料に対する環境の耐久性評価は、C5M (ISO 環境分類法の中で最も厳しい大気曝露) である。

S32205 は設計陣が指定した仕上げを行うのに理想的であったと Gedge は説明する。S32205 は候補に挙げられた他の合金に比べ点食や油焼けに影響され難く、最終表面仕上げの選択に柔軟性がある。「ほこりや塩分をトラップするにしても、最終表面粗度の管理はそれほど重要でなくなる」

美観への配慮、加工が簡単であることからつや消し、指向性のない仕上げが選択された。「我々は香港の港に二本の巨大な鏡が出現することを望んでいない」と Gedge は言う。「溶接部分が多いため、加工した後に修復が可能な仕上げを選ぶことも重要だった」

Outokumpu が標準的な仕上げまで板を研磨する。出来上がったセクションは酸化アルミニウム研磨材でブラストし、てかりを和らげるためにガラスビーズで仕上げる。

設計段階で問題が生じないようにするため、Arup 社はセクション外板のフルサイズ試作品を製作する契約を Ancon Building Products (Sheffield, England) と結んだ。Branshaw Bending (Glasgow, Scotland) が鋼板のロール加工、Metal Improvement Company (Derby, England) が表面仕上げを行った。

試作品は 2 つ割とし、各々高さ 1.75m、長さ 7m の鋼板を曲げ加工、突合せ溶接し、実際の構造で使用するのと同じのボルト締めフランジで接合された。

鋼板は円錐形(外被が S32205 となるところで塔径 30m、頂上部では塔径 27m のテーパ状)にロール加工された。溶接、フランジ、スタッド、ケーブル管路孔等の詳細部分が入念に加工された。

「試作品では溶接部分が多いため歪を生じたのでフランジ接合を再考することにした」と Gedge は言う。「歪を大幅に減少するために溶接部を変更して小型のモデルを作った。最大の課題は最少の歪と最高の構造強度をいかに達成するかであった」

「試作をして得られたその他の点としては、要求されている仕上げが可能であること、溶接がけばけばしく見えないこと、また重量のある、熱間圧延鋼板に仕上げを行うことが可能であることを確認できたことである」

2 相ステンレの主塔とステンレス鉄筋の組合せが 120 年の寿命を持つ橋という結果をもたらした。

THE MAGAZINE DEVOTED TO NICKEL AND ITS APPLICATIONS

BP社の最新石油ガス生産プラットホームには銅・ニッケル合金が不可欠

海洋石油プラットホーム用としては過去最大量の銅・ニッケル合金 C70600 (90%銅、10%ニッケル) が Texas 沿岸沖の巨大プラットホーム Thunder Horse で任務を果たしている。

KM Europa Metal社は全長11,000m、約700トンの直径2.54~91.54cm、肉厚1.5~19mmのシームレスおよびシーム溶接管とフィッティングを供給した。用途は消防設備、コンプレッサー・タービン・ポンプの冷却水用、ビルジ、バラストシステムなどである。

New Orleans 南東200kmのメキシコ湾の掘削サイト、水深1,800mのThunder Horse油田でセミサブリグ(Thunder Horseと命名)は10~30億バレルと推定される資源の開発にあたる。リグは長さ156m、幅114m、高さ132m、排水量130,000トン、日量250,000バレルの石油と2億立方フィートの天然ガスを生産する。

メキシコ湾の海水温度はスーパー・デュプレックスや6% Mo ステンレスに推奨されている使用温度および塩素濃度(10°C、最大遊離塩素200ppm~40°C、最大遊離塩素0.7ppm)を上回っている。

C70600は他の合金より加工が容易であるとKM Europa Metal社の技術アドバイザーWilhelm Schleichは話す。「より高級な合金材料では、熱を厳密に管理しなければならない。溶接に欠陥があった場合、補修は大変むずかしく、その部分を取り除き再溶接しなければならない場合もある」

韓国のDaewoo Shipbuilding & Marine Engineering(DSME)でプラットホームを建造中にガラス強化プラスチック(GRP)チューブに関する問題点(例えば、機械的損傷、パイプの漏洩や破裂)が認められた。このため、BPに対し海水での用途にはC70600の使用がリコメンドされた。BPはリグの75%を所有するオーナーであり、オペレーターである。残り25%はパートナーのExxonが所有している。「Thunder Horseの多くの部分にGRPが装置されていたが、それらを引きはがし銅ニッケル合金に置き換えなければならなかった」とKME America社長のJohn Shayは話す。

「我々はパイプ、フィッティング、フランジについての仕様を一冊の本にまとめており、各社でガイドとして使用している」

C70600の選択したのは他にも理由がある。すなわち耐腐食性に非常に優れており、その結果、腐れ代を少なくすることができる。Engineering Equipment & Materials Users' Associationは配管システムの場合、20年間の使用ライフに対し0.5mmの腐れ代を提案している。

銅・ニッケル合金(キュプロニッケルとも呼ばれるが)は大気温度での全面腐食に対しても優れた耐食性を示す。点食の侵入平均深さは時間とともに連続的に増加することはない。キュプロニッケルは海水速度が速いところでは、他の材料に比べエロージョンやコロージョンに対する耐食性は劣る。しかし、耐コロージョン、耐エロージョン材料は静止した海水中での局部腐食に対して往々にして影響を受けやすい。キュプロニッケルは応力腐食割れにも耐性がある。

加えて、キュプロニッケルは、他のほとんど全ての工業材料よりも耐生物付着性がある。海洋生物はキュプロニッケルが放出する第一銅イオンに耐えることができず、また生物付着は金属上の不動態膜に弱く付着しているため剥がれ落ちてしまう。

ビルジやバラストシステムのような塩素処理を行わない場合は、生物付着は腐食を増大させ、パイプの内部表面をラフにするため圧力損失を生じ、(メキシコ湾にある1隻のリグでは生物付着のため外形20.32cmのパイプの内径が19.37cmから13.97cmに減少した)また熱交換器の伝熱も減少させる。

塩素処理のような生物付着防止対策は局部腐食に対するステンレスの感受性を増加する。キュプロニッケルのメンテナンスコストは鋼の場合に比べると低く、その多くは休止時間低減による。さらにプラットホームの寿命が尽きると銅・ニッケル合金はその組成から高い価値を持つ魅力あるスクラップとなる

水道実証プロジェクト

水道配水システムにオーステナイト・ステンレスの使用を促進する組織 SPLASH Inc. は、Green Bay (Wisconsin, U. S. A.) の地域水道プロジェクトでステンレス管を埋設する計画を持っている。

SPLASH は「Stop Pipe Leaks, Ask for Stainless Help」の頭文字から北名前である。

「Green Bay はオゾン水処理技術が米国で導入された初期の時代に採用し、埋設ステンレス管およびメカニカルフィッティングを評価する最初の自治体の一つであることに興味がある」と、SPLASH 会長 Steve Lamb は話す。

約 330m の 20mm 径 S31600 パイプと 150m の 2 相ステンレス管 (グレードは未定) が実証プロジェクトのために検討されている。

SPLASH が直面している問題に非常に低い埋設ステンレス管の腐食速度のモニター法がある。ひとつは高価な方法ではあるが、二、三年ごとにパイプを掘り出して外観検査を行う。その他の方法として多電極配列センサー (MAS) により遠隔でパイプをモニターする方法がある。Southwest Research Institute のディレクター Narasi Sridhar 博士によると、この電気化学的技術は、腐食で非常に少ない量を計るのに十分に鋭敏であるとのこと。

MAS は、腐食速度が $0.01 \mu\text{m}/\text{年}$ 程度の冷却水処理に使われているニッケル合金の腐食をモニターするのに使用されている。

埋設管の場合、MAS は同一の土壌および地下水条件に曝されるように管に並べて埋設した同じ材料から作られた試料サンプルの腐食を測定するためにセンサーを使用する。「試料サンプルは多分 2 年後には定常状態になるであろう」と Sridhar は言う。

SPLASH は Denver 市、North Carolina 大学、Phoenix、Arizona と協力して他の実証プロジェクトを検討している。ステンレスの耐腐食特性を示すことで、ユーザーが自信を持ってステンレスを指定することができるようにすることが目的である。

SPLASH は、12 のサプライヤー、製造者、機器メーカーとニッケル協会含む金属関連協会による非営利組織である。配水業界でステンレスをプロモートするために 2004 年に結成された。新しいメンバーの参加を歓迎している。