

すばらしい可能性

ニッケル、ニッケル含有ステンレスおよび合金の使用は、世界的に増加し続けている。新しい応用もあるし、ありふれた普通の用途もある。しかし、古くからのニッケルの利用といえども需要の伸びに貢献している。というのは、それらが以前は使われていなかった世界の各地で使われているからである。世界で経済が最も発展しつつある中国をみると、ニッケルの使用量は1997年から2002までの5年間で3倍になっている。

世界の発展途上地域でのニッケルの需要は、それらの国々の政府が丈夫で、持続性のあるインフラストラクチャーに関心を持っていることから増加し続けている。化学、石油、ガス、水処理、食品加工及びその他の分野の企業は発展途上国の各地で最新かつ耐食性のある資本的設備を使用している。

そして、そこに住んでいる人々は衛生的で魅力的な調理器具、食器、家庭用電気器具や日常品に関心を持っている。それらは全てニッケル需要の拡大に寄与している。それらは全てニッケル需要の拡大に寄与している。

一方、先進社会では、例えば米国における廃水処理施設のコントロールゲートへのステンレスの適用が示すように、一見ありふれているようにみえるが、しかし斬新なニッケルの応用例は、十分に機能していないコストのかかる、より重量のある材料が、どのようにステンレスに置き換えられているかということを示している。

これは、ニッケルの使用を増加させるための重要なポイントを提起している。ニッケルおよびニッケルを含む材料の応用は、米国の廃水処理の例のように、多くの場合、特定地域でのものではあるが、同時に、世界中にポジティブな影響を与えている。

エアコンディショニングをより効率的にすることで電気需要を削減し、ディーゼル燃料車やトラックから大気中に放出される煤の量を削減することは、全ての人々に対して、より清浄な空気を提供するという結果をもたらしている。同様に、化学プロセス容器の溶接の健全性を改善することは、環境に有毒な化学品を放出する危険を低減する。従来にない溶接技術により超合金を接合することは、飛行機旅行が自然環境に与える影響を減少することを約束するものである。また、配電網の一つの中央施設に数千個のニッケルカドミウム電池を設置することにより、地域社会の人々の日常生活に混乱を引き起こす停電の機会を減少することができる。ニッケルおよびニッケルを含む材料のこれらの応用はある特定地域の人々の生活を改善するだけでなく、我々全てが住む地球環境の改善にもなる。

ニッケルのもう一つの利点として、製品の使用ライフの最後で、金属が完全に、リサイクルできるということがある。それにより、リサイクルされた「新しい」ニッケルを活用することができ、将来の世代の利益が減少することはない。しかし、分野によっては、リサイクル可能なのにリサイクルされていないものがある。例をあげれば、TVセット、コンピューター、台所製品、その他数百種類もの消費財がある。幸いにも、日本の研究者は、化学薬品を使わずに製品寿命の終わったプラスチックからニッケルめっきを分離する技術を考案した。もし、この技術の商業化に成功すれば、このような少量のニッケルでも、将来の世代による再利用が可能となる。



クールな解決手段

ステンレス製熱交換器はエネルギー効率の良いエアコンの鍵である

オーステナイトステンレスは、市街のオフィスビルが従来型のエアコンをリプレイスする場合に中心的な役割を演じている。新しい「より環境にやさしい」システムは、冷却媒体として湖水を使用しており、従来のエアコンで通常必要な電気の25%ですむ。トロントの湖水冷却プロジェクトはこの種のプロジェクトでは世界最大規模である。オンタリオ湖のおよそ83メートルの深さから、冷たい水を汲み上げ地下パイプネットワークによりオフィスビルを循環させる。低温水は、APV Solution & Services 社製熱交換器により顧客の冷却システムで使用される。

APVはEnwave District Energy Ltd. と4百万カナダ\$の契約を結び、プロジェクトに36台のS31600ステンレス製熱交換器を供給している。

北アメリカ最大の地域エネルギー供給者の一つであるEnwaveはこのプロジェクトでAPV社の並流プレート熱交換器を選定した。APVのプロセス技術者 Osama Shenoudaによると、回復率(recuperation rate)は93%に達している。(冷気の7%が水中に残留する。優れた回収を意味している) また、国家公衆衛生協会の飲料水システムの要求条件に適合している。

併流ユニット(プレート両サイドの流体がお互いに平行になっている)は、問題の多い化学環境や産業環境のなかで運転できるように設計されている。プロセス流体の種類、過酷さにより、いろいろな材料と形式がある。典型的な適用環境として、製鉄工場、ボーキサイトからアルミナ製造、コークス炉工場などがある。S31600は、ユニットの期待される操業期間である40-50年の終わりにおいて完全にリサイクルすることができる。

Enwaveによると、トロントの年間冷却負荷の半分は人間、照明、オフィスビルの機器により発生する熱量で消費されている。しかし、トロントは市街地のビル群のすぐそばに大きな深い水源があり、従来型のエネルギーを大量に消費するエアコンを高深度水クーリングシステムで置き換えることが出来るという独特の立地に存在している。

プロジェクトにかかる費用は165百万カナダ\$で、長さ5キロメートルの取水パイプにより陸上のポンプ場に4℃の水を運び、180万平方メートル以上のオフィス・スペース(およそ100棟のタワーに相当)を冷却することが出来る。

水の冷気を使用したあとは、トロント市の水供給システムの一部として利用される。

「これは、世界最大の湖水冷却サービスであり、カナダで初めてのものである」とEnwave社長兼CEOのDenis Fotinosは述べている。「トロントのダウンタウン中心部が必要とするエアコン需要の40%になるであろう。また従来のエアコンにくらべ75%少ない使用エネルギーなので、4万トンの二酸化炭素を削減でき、公害を低減することができる」

このような豊富で再生できるエアコン資源の優位性を持つ地域エネルギーシステムは数が少ない。2002年に、ニューヨークのコネル大学は、中央キャンパスの冷却装置を、近くにあるカユーガ湖の低温の高深度水を源とするものに置き換えた。これはアメリカ加熱・冷蔵・空調学会(ASHRAE)技術賞を受賞した。その他の高深度水による冷却システムはストックホルムにある。そこではバルト海からの塩分を含んだ水にチタン製プレート熱交換器を使用している。カナダ・ノヴァスコシア州ハリファックスでは海浜にある2棟の商業ビルや米国ハワイ州ケホールにある国立エネルギー研究所では海水冷却を利用している。

プラスチックにメッキをされたニッケルのリサイクル

日本で開発された新しいプラズマ技術が、金属めっきプラスチックのリサイクルを可能にする

プラスチックにメッキをされた金属は、使用後に問題を引き起こす。プラスチックが焼却されるか、下流にリサイクルされるか、埋立に使われるとき、金属の回収はできない。金属をプラスチックから取り除くこの新しい技術は現在、廃棄物処理場に捨てられている家庭用器具、自動車部品のリサイクルを促進かもしれない。

日本最大の電子機器メーカーでパナソニックの商品名でよく知られている松下電器産業は、最近、化学薬品を使わずに金属膜をプラスチックから分離する技術を開発した。日本の熊本大学の研究者と協同開発されたこのプロセスは金属とプラスチック両方を回収するので、新しい部品を再生産することが出来る。

ニッケルは密着性がよく、簡単にクリーンにすることができ、腐食と磨耗に対して良好な耐性があることからプラスチックのめっきに最も普通に使われる金属の一つである。ニッケルクロムめっきされたプラスチックは、小型トラックやスポーツ用車両の装飾的なものからシャワー部品にいたるまでいろいろな製品の中に見ることができる。

松下の技術は、瞬間的な放電を使って、ニッケルを含む金属メッキされたプラスチックを物理的に金属とプラスチック成分に分離する。会社のスポークスマンは、この技術はシンプルで安価な機械を使用、エネルギー効率が良く、化学品を使用しないので経済的で環境的に安全であると述べている。

現在、金属メッキされたプラスチックはリサイクルされるよりはむしろ、ほとんど全て廃棄されている。酸で表面被覆を溶かすなど、二つの物質を分離する方法はいくつもあるが、松下の技術のように製品の最終リサイクルの解決法を探索しているメーカーに採用されたものはなかった。

しかし、日本で、2001年4月に導入された新しい法律はテレビ、エアコン、洗濯機、冷蔵庫の家庭用器具、最近ではコンピューターは50-60%リサイクル可能でなければならないと規定している。回収された金属とプラスチックの99%がニュープロセスを使ってリサイクルされることが出来るため、松下の技術は日本企業が法律を遵守するうえで大いに役にたつであろう。

松下はテレビのキャビネットについても技術を開発した。この技術はコンピューター、プロジェクター、ゲーム機やスロットマシンのケース、そして、自動車部品にも応用することができる。同社はめっき除去機械の生産開始を2006年に計画しているが、同年には200トンの自動車部品、2010年には750トンのテレビにこの技術が使われるだろうと予測している。

しかし、松下は2、3の欠点、すなわち分離能力が低いなど解決する必要があると述べている。現在、この機械は毎時約15Kgしか処理できないが、速度が改善することができれば、日本内外での潜在的市場は巨大なものになるであろう。

松下は金属膜とプラスチックを分離するためにプラズマ放電を使うというコンセプトによる被覆除去技術の開発を2002年11月に開始した。同社は共同開発のためのプラズマ放電の専門家である熊本大学秋山教授にアプローチし共同開発を行い、このコンセプトによる技術を開花させた。

築地市場 品質と清潔

東京の築地市場は、混沌とし、混雑し、騒がしく、湿気があり海の香りがする。2003年には450種類もの魚介類約615,000トンが、築地市場で販売された。

東京中央卸売り市場として知られる築地は深夜に鮮魚や冷凍魚介類の搬入が始まる。午前3時には、午前5時30分から始まるセリの準備が終わっている。その後、午後の早い時間にかけて、忙しい小売り市場になる。そして市場全体はホースで洗われ、翌日のサイクルに備える。

ビンナガマグロのような製品を保存する必要がある場合は、巨大なオーブントップの冷蔵庫に保管される。冷蔵庫の本体とマグロを乗せるよろい板はS30400ステンレス製である。数日間生かしておくことが必要な貝類や他の商品を入れる容器も同様である。

築地市場は最適な材料としてニッケル含有ステンレスを使用している。品質と清潔を評価することで有名なこの国において、衛生的で、耐久性があり、洗浄しやすい表面を提供している。

有害なディーゼル排気物を削減

日本ステンレス協会賞を獲得した装置は、ディーゼル排気排出物を85%削減する

西日本にある尼崎の市民のグループが行政を相手に勝訴した裁判は首都東京にも影響を与えた。訴訟で原告は、行政が尼崎居住者を、彼らの住居近傍を通る高速道路を走行するトラックが排出するディーゼル排気から保護することができなかったと主張した。これは東京メトロポリタン地域にある都・県・市の首長たちにディーゼル排気排出物に関する厳しい規制を導入するよう促すこととなった。

レーシングカーやその他自動車用高性能部品の日本のメーカーである A' PEX ADS 社にとっては、ディーゼル駆動のトラック、バス、車からの排ガスの煤を除去するための軽量の部品を設計することは大きな挑戦であり、その成果が A' PEX DPF (ディーゼル車粒子物質減少装置) システムである。コンパクトなユニットは従来のマフラーに比べほぼ同寸法で、ステンレス製のフレーム、ケーシングおよび未燃焼物質を捕集・燃焼する炭化珪素のファイバーフィルターから構成されている。この製品で A' PEX 社は 2004 年 4 月に日本ステンレス協会賞優秀賞を受賞した。

このシステムは新車およびすでに使用中の車両に取り付けることができ、ディーゼルエンジンから発生する黒煙の 95%、煤の 85% を除くことができる。オンボード・コンピュータにより温度、圧力、エンジン速度をモニターし最適燃焼を確実にすることにより、停止発進を繰り返す市街地での運転も高速道路での運行と同様の結果を得ることが可能である。

ユニットはフィルター・チャンバー(室)の一つで煤を含んだ排出物を捕集する。そのチャンバーが満杯になると、チャンバーは閉じられ、排気ガスは並行してあるチャンバーに導入される。捕集された煤の燃焼には電気放電が使用される。チャンバーが再生される間、すでに再生されたチャンバーに排気ガスが導入される。このサイクルが繰り返される。

筒状の DPF および 3 組の円筒形フィルターハウジングは各ユニットのおよそ 90% を占め、ステンレスが使われている。外部ケースには S30403、内部部品は S30200 である。ステンレス材料は、日本の主要ステンレスメーカーの一つである日新製鋼によって供給されている。

DPF の重量は 23~43 Kg、サイズは 4 種類あり、最も大きなものは 10 トン・トラックやバスに小型のものは 4 トン・トラックや 2 トン・トラックに装着するよう設計されている。大都市のバス用に設計された 38 Kg ユニットは 7,000 US\$ で販売されている。

A' PEX 社によると、5 年または 250,000 Km 毎にフィルターを交換することにより、ユニットは 8~10 年使用できるとのこと。横浜市のバスでフィールドテストがおこなわれ、2003 年末現在、およそ 8,000 台が使用されている。

ニッケルにもう一つのギネスブック第一位

米国アラスカ州に設置された世界で最も強力な電池エネルギー貯蔵システム(BESS)で、ニッケルは世界第一位の座を占めた。(まもなくギネスブックの世界記録に記録される)

約90トンのニッケルが、フェアバンクス市近くの巨大な(40×160m)建物に配列される13,760個のSaft社製ニッケルカドミウム電池に、ニッケル水素電池(NiMH)として使われる。アラスカでは冬期にはマイナス50℃に下がるが、バッテリーを保護するためビル内の温度は年間通じて21℃に保たれている。

30百万US\$、ターンキー方式のBESS設備は27メガワット(MW)の電力を15分間、あるいは40MWの電力を7分間供給出来る。それによって、アラスカの供給網で発生するかもしれない停電を防ぐか、最小にすることが可能になる。設備のスタートした2003年秋から2004年3月31日の間にBESSは15回の放電を行い、推定約62,400人の顧客の停電を防いだ。

BESSは、Asea Brown Boveri社(ABB)、Saft社からなるコンソーシアムによって、Golden Valley電気協会のために設計・建設された。ABB SwitzerlandがDC/ACコンバータおよび制御装置、Saft Swedenがニッケルカドミウム電池、ABB U.S.がプロジェクト管理、建設と補助システムを担当した。

BESSシステムはアラスカ州民の利益になっているが、このような電力貯蔵施設建設は他の地域社会においても利益になることを示している。BESSはディーゼルまたは他の補助発電設備が起動するまでに必要な時間の間、非常用電力を提供し停電を防ぐことができる。

ニッケルは、エネルギー貯蔵システムで重要な役割を演じており、この環境に優しい金属(eco-meta I)に対し潜在的な大きな新マーケットがあることが示されている。

ナノ結晶ニッケルの新しい用途

超微粒サイズは防衛産業や大衆スポーツ用品市場におけるニッケルの新しい応用の鍵となる

ナノ技術研究の開発成果のおかげで、ニッケルは航空宇宙部品、スポーツ用品、防衛用武器システムなど軽量の応用分野で他の材料と競合できるようになるかもしれない。

カナダのナノテク会社である Integran Technologies 社はチタンやアルミニウムで作られる最高強度の軽量合金よりも高い強度対重量比を持つナノ結晶の板や条の製造が出来る比較的 low コストな電鍍プロセスを開発した。

たとえば、ニッケル-鉄 (50%のニッケル) の装甲めっきは米軍用車両に要求される仕様より 2.5 倍強い。一方、防護服は兵士や警察官が現在着用しているものに比べ 7 倍も強度がある。この強さの増加は、重量の減少を伴う。

Integran 社は、これらの特性に基づく新製品を設計するために米国国防総省と提携している。

大衆消費市場では金属成形技術による軽量ヘルメット、テニスラケット、ゴルフクラブに硬度を与えたり、スケート、スキー、スノーボードなどのエッジに耐食性、耐久性を付加する軽量コーティングなどの潜在的応用が考えられる。

テクノロジーの鍵は、延性を犠牲にすることなく従来の合金の 1000 分の 1 の粒径を持つナノ材料を製造する単一ステップのプロセスである。粒径を小さくすることにより、金属をより強く、磨耗により耐えることができる。

1980 年代初期に研究室で初めてテストされて以来、この技術が市場での応用を見出すまで 10 年かかった。

1990 年代になり大きな進展があった。カナダの官営電力会社 Ontario Hydro 社は原子力発電所の蒸気発生器の劣化したチューブを現場で補修する技術を捜していた。ニッケルが理想的な選択のように見えたが、原子炉内での腐食および応力腐食割れ抵抗、機械的強度が劣るため使用は制限されていた。

ナノ結晶ニッケルはこの金属が持っている他の特性を保ちながら、かつ従来のニッケルより 4 倍の強度があることからこの問題を解決した。ナノ結晶の「電鍍スリーブ」が、チューブ上に取り付けられた。これにより孔食、へこみ、割れやその他の劣化に対して耐性を与えることができ、今日まで無傷のままである。

最近、Integran 社は、市場に新しい製品の投入に取り組んでいる。プロセスの多様性は、粉体、泡状、複雑な網状部品など広い範囲にわたる製品に対して応用が出来る。

「電鍍スリーブ・プロセスは、ナノ構造材料の最初の大規模な応用例の 1 つである」と、Integran 社の社長兼 CEO Gino Palumbo は述べている。「しかし、我々はまだナノ・ニッケル製品の応用に関して表面をひっかいているにすぎすぎない。ニッケル・コミュニティのなかで、我々の技術を販売促進していくうえで、大きな制約は、我々の材料が最も利益をあげられる分野がどこにあるか識別することにある」

ナノ結晶ニッケルの最近の進展は、優れた磁気特性によるニッケル-鉄コーティングや、優れた強度、反発力、電気伝導度をもつニッケル-ベリリウム合金の環境的に害のない代替品としての用途がある。同様に価値のあるものとして、テレビやコンピューター・モニターのシャドーマスクで使われる低熱膨張係数のニッケル-鉄合金のナノ構造類似体がある。

Palumbo は、電着によるマイクロ電子機械装置の製造において、ナノ結晶ニッケル-鉄合金についての将来を見据えている。現在の電着物は、予測できない特性のため信頼性が不足している。電着物のナノ構造は、デバイス全体に均一な微細粒子構造を提供することでこの課題を乗り越えることが出来ると期待している。

会議報告

腐食との戦い

9人の腐食専門家が、世界の化学プロセス産業が直面している技術的な課題について各々の展望を発表した。化学プロセス技術者が、腐食、溶接および新しい合金の利用について討議するために参集した。会場は米国ルイジアナ州ニューオリンズで「新しい千年紀におけるプロセス産業における腐食」と題するセッションに世界中からおおよそ200名の化学プロセス技術者が出席した。このセッションは世界の腐食専門家による最大の大会であるNACE国際年次大会の一部である。以下はイベントからのハイライトであるが、ニッケルを含有する材料がいかに化学プロセス産業で主要な役割を演じているかについて示している。

ラボレベルのアイデアから完全な商業化までの開発のいろいろな段階を通して新しい合金の開発を追うことは興味あることである。ニューオリンズでは4種類のニッケル基合金について発表された。

高温の塩化物含有リン酸は、特に磨耗性の固体を含むときは非常に攻撃的な媒体であるが、リン灰岩からリン酸を生産する場合、不可欠なものである。リン酸生産者は、常に設備寿命を改善するための合金を求めている。Martin Carusoはこの目的のためにHaynes International社がアロイN06035、高クロム・高モリブデン・ニッケル基合金を開発したことを説明した。オートクレーブ試験により適合性が確認され、現在工場が建設されている。この合金は、その他の酸での応用が見出されるかもしれない。

Thyssen Krupp VDM社のLarry Paulは、R20033についてのフィールド試験結果について論じた。硝酸やある種の硫酸の使用により発生する厳しい酸化条件に対して33%クロム、33%ニッケル、0.5%窒素、1%モリブデン合金が開発された。しかし、この合金は開発当初考えられていなかったボイラー・チューブの溶接オーバーレイや高温での応用に使用され成功している。

同じくThyssen Krupp VDM社のHelen Alvesによる報告は、ビタミンC生産の事例研究である。それは化学品の混合物を含んでおり、最適な合金選択を支援するためにラボ試験が必要であった。彼らのテストでは、N06059、“C-type合金”の上端にあるニッケル-クロミウム・モリブデン合金が最も適当であることを示した。N06059は、現在、完全な商業化段階に至っている。

Haynes InternationalのLee PikeとDwayne Klastormは、C-22HSTMと呼ばれる新しい高強度合金について述べている。これは腐食抵抗に関してはN06022と同等であるが、時効硬化により降伏応力を2倍近くすることができる。

■高レベルな標準 対 低コスト

化学プロセス会社は、様々な腐食に対して必要なすべての範囲をカバーする多種類の消耗品を持つかわりに、わずか1種類の溶接消耗品のみをストックすることにより、コストを節約することができるか？

これは、UTP Schweissmaterial社のJosefが解決しようとして試みたところの疑問ではない。しかし、彼は多種多様な母材料を溶接した場合、一つのニッケル合金(Alloy 59)が一連のテストで最高の腐食試験結果を与えることを示した。

ニューオリンズで、Heinenmannは、C22溶接溶加材(N06022、W86022)およびAlloy 59溶接溶加材(N06059、W86059)を用いて溶接された2つの異なるC-typeの母材について行った一連のASTM腐食テストの結果を報告し、Alloy 59が母材の個々の組合せに対して最良の溶接金属であると結論した。さらに、「N06059とW86059は、その他、全てのC-typeの母材および高合金オーステナイトステンレスに適用出来る」と述べている。

明らかに、これら溶接用溶加材の選択は腐食にたいする最良の結果を与えるかもしれないし、いずれにしても、もしそれが大会社で使用される唯一の材料になるのであれば、コスト削減になるであろう。もちろん、各社は、種々の母材の組合せに利用するには、この溶加材を認定するための新しい溶接手順が必要となるであろう。

■2 倍早く溶接

GMAW/MAG プロセスを使用したニッケル基合金の溶接は、純アルゴンのような純粋なシールドガスよりもむしろ多成分系ガスを用いることにより劇的に改善することが出来る。

この結論は、Linde AG 社によって最近行われた仕事で明らかになった。

Linde AG の Thomas Ammann は、同社が安定したアークをつくり、優れた濡れ特性を示し、高速溶接を可能にする多成分系シールドガスをいかに設計し試験したかを説明した。

このガスは、ヨーロッパで市販され、米国でも特注で入手できる。ガスはアルゴンがベースで、アーク安定化のため 0.05%の二酸化炭素と熱効果および優れた濡れ特性を与えるために 30%のヘリウムから構成されている。さらに毎分 50 cm まで溶接速度を上げるために 2%の水素を含んでいる。これにより純アルゴンを使用するときと比べ 2 倍の速度で溶接が可能になる。アルゴン-ヘリウム混合ガスは通常ニッケル合金の溶接に使用されるが、さらに改善されていくであろう。

ただし、ステンレスの溶接には推奨されていない。

■熱変色については未だ確かでないのか？

熱変色（金属が溶接の熱に影響を受けて溶接部のまわりでわずかに変色すること）がステンレスやニッケル合金の腐食抵抗に好ましくない影響を及ぼすか否かは、多くの腐食技術者の間でも完全に明らかにはなっていない。

熱変色を除去するには簡単で、一般に利用可能な方法があるが（例えばピッキング液に浸したり、スプレーをする、ピッキングペーストなど）それらは危険な化学品を使用する。しかし、そうすることが必要なのか？ それを取り除く必要性は、コスト的に価値があるのか？ 不働態層が乱されているか否かどのように調べることができるのか？

現在、熱変色の除去は必要であると確信している腐食技術者の一人が Giba Specialty Chemicals の Rudolf Morach である。Morach は熱変色による溶接部周りの腐食抵抗力の局所的な減少を測ることができる簡単なペン型の電気化学的センサーを開発した。ステンレスおよびニッケル合金を溶接した試験片上の熱変色について大規模な試験プログラムを行うためにこのセンサーを使用した。

試験結果は、議論の余地の無いものであった：酸洗いは、大きな改善を与える。

ニッケル協会では、サービスという点では利益があるという以外は、熱変色の酸洗いが必要であるとは、これまで主張してきていなかった。Rudolf Monarch に感謝する。

従来にない溶接

異なる超合金の接合には微細クラックを避けるために慣性溶接(inertia welding)を必要とする

航空宇宙産業がエンジンからの排出を減少し、環境への負荷を少なくするというゴールに到達するのであれば、次世代ジェットエンジンは燃料をさらに効率的かつ高温で燃焼することが必要である。しかし、それが可能なエンジン部品を造るためには多くの技術的課題がある。ニッケル基超合金は要求される耐熱性を提供するが、従来の溶接技術でそれらを接合するのは困難である。

マンチェスター大学と世界最大の航空機用ガスタービンエンジン製造会社の一つである Rolls Royce 社の技術者達は、ジェットエンジン用圧縮器ドラム、タービン・ディスク、シャフトの製造に、慣性溶接技術を応用することでこの問題に協力して取り組んでいる。「慣性溶接は、すでに存在している」と、大学材料科学センターの Philip Withers 教授は述べている。「新しいことは慣性溶接が航空機エンジンへ適用されたということである」

慣性溶接は、金属部品を融合させるために摩擦により発生する熱を使う。加工品をはずみ車の上のせ高速で回転し、固定された部品に接触させる。接触部分は数秒で鍛造温度 (forging temperature) に達し、溶融または溶融金属の添加なしで融合する。

「はずみ車が大きいので、運動エネルギーが大量に保存されている」と、Withers は説明する。「そして、お互いに表面が摩擦しあうに従って、その運動エネルギーは徐々に失われていく。熱が発生し、金属が軟化し、そして、二つのものが熱間鍛造 (hot -forge) されて一つになる。回転速度と二個の部品が接触するので部品にかかる圧力は溶融が生ぜず、固体溶接が確実に行われるよう厳密に管理される」

Withers のマンチェスター同僚、Dr. Michae Preuss と Rolls-Royce の冶金学者 Gavin Baxter は Rolls-Royce がタービン用途に特別に開発した超合金である RR1000 製の管構造物を接合するために慣性溶接を利用した。RR1000 は、50-60%ニッケル、14-15%クロム、14-19%コバルト、4-5%モリブデン、3%アルミニウム、4%チタンからなる合金である。粉末冶金で製造された合金は非常に高熱に曝されたときに、腐食および酸化に対して抵抗力を有するが、従来の溶接では金属が凝固するにつれ微細な割れが発生する傾向が認められている。マンチェスター・チームは、試験溶接面の微細構造を研究し、慣性溶接が金属融体を使う融合技術より優れた特性を生むことを見出した。「溶接部分の硬度を高めることができる」と、Withers は報告している。「表面を清浄にできるので高品質金属から溶接ができるという利点がある」通常の熱処理温度より 50°C 高い温度での接合部の溶接後熱処理は溶接時に発生する残留応力を減少することが見出されている。

研究者達は、慣性溶接が RR1000 を航空機エンジンに使用されているその他 2 種類の超合金と接合するのに使うことができることも発見した。一つは 870°C まで耐える N07001 で、他は N07720 である。

「彼らには異なる特性があり、そして、異なる金属を元の状態を保ちながら接合することはしばしば困難を伴う」と Withers は言う。「この接合技術により、ディスク組み立て品のある部品を一つの合金からつくり、他の部品は他の合金から作ることができるかもしれない」

研究者達はまた、関連した溶接プロセスで、接合するのに十分な熱が発生するまで部品同士をお互いに前後にこすり合わせて行う線形摩擦溶接 (linear friction welding) の航空宇宙技術への応用を探索している。「この技術はタービンブレードとディスクへの応用のために開発されている」と Withers は言う。「タービンブレードを接合するのに使用されている通常のありつぎ (dovetail join) を使うことなくタービンブレードをディスクに同様な溶接により接合することができるであろう」

研究は ADAM (Advanced Aero-engine Materials: 先進的航空エンジン材料) として知られている約 470 万の研究プログラムの一部でマンチェスター大学をはじめ、英国の 5 つの大学に科学者を集め Rolls Royce が主導している。ゴールは、軽量かつ高温で使用できる材料および航空宇宙アプリケーションのための新しい製造技術の開発にある。デモンストレーション用のエンジンは、早くて 2008 年に完成するであろう。

ロールスロイスは、民生用航空機に使用されているエンジンからの窒素酸化物の放出を 50%削減すると約束

している。また、2010年までに、同社は新しいエンジンが1998年に生産された同等のモデルに比べ燃料を10%低減すると予測している。ニッケルをベースにしたエンジン部品の慣性溶接は、これらの非常に高いゴールに到達するための鍵の1つを持つと見なされている。

「航空宇宙産業は、排出物を改善する方向に進まなければならない」と、Withersは主張する。「そうする方法は、より効率的にすることにある。そして、もしエンジンをより高温で運転できればより効率的になり大きい環境利益を得ることができる」

ステンレス製の水門

アラバマの廃水プロジェクトで520トンのステンレスが使用された

大雨の後のピーク水量が処理できるよう設計された近代的な廃水処理工場は、貯水池間の廃水の動きをコントロールするためにスルースゲートを必要としている。米国アラバマ州ジェファーソン郡では老朽化した汚水溝を修繕し、廃水処理能力を向上させるため多額の費用を費やしてプログラムを進めているが、ゲート材料として伝統的な鋳鉄やF47006(Ni-Resist D-2)の代わりにS30400、S31600およびS31603ステンレスを選定した。

製作されたステンレス製ゲートの使用は、まだ僅かな期間であるが、低コスト、軽量、設置容易で漏水が少ないことを早くも実績で示している。また、硫化水素の存在下で腐食に対してより耐性がありメンテナンスの必要性も減少している。

「鋳鉄製ゲートは、70~80年の間、集水システムで使用していた」と、ジェファーソン郡委員会環境サービス部門のアシスタントディレクター Harry Chandler は話している。「我々は、20年以上前にNi-Resistを使い始めた。価格が問題になってきたので、Ni-Resistより安いコストで、ステンレス製のゲートができるかどうかを検討してきた。ここ5~6年前から真剣に選択肢を探し始めた。」

郡最大の処理工場は、ビレッジクリークとバレークリークである。ビレッジは、通常1日あたり5億5000万リットル(LPD)、ピーク時で18億2000万LPDの処理能力があり、バレーには、通常8億4000万LPD、ピーク時15億9000万LPDの能力がある。

2つの工場には少なくとも200個のサイズ1×1m~4×4mのステンレス製ゲートがある。これらのゲートはWhipps社、H. Fontaine社など数社の製造業者により製作されている。

Whipps社はバレークリーク用に95mm厚のS30400板から111個のゲートを製造しており、小さなもので0.3×0.3m、重量200kgから4.6×4.6m、重量7,300kgまでである。同社はまた、S31603から580kg~3,700kgのゲートを製造した。

「ステンレスの選択は、腐食性の状況や、溶接を多く必要とするかどうか依存している」とWhipps社米国南東部地域販売マネージャーのFred Perryは話している。

ジェファーソン郡は6~7年前に、ステンレス製ゲートを標準として採用したが、Whipps社は1977年から製造している。「我が社は、1977~2003年の間に鉄製ゲートはわずか300個しか製造してないが、同時期に6000個以上のステンレス製ゲートを生産した」とPerryは話している。Perryによると、ステンレス鋼は未だ廃水処理産業全体では標準とはなっていないが、市場の少なくとも40%を占めており、年々成長しているとのこと。アメリカ水道協会(AWAA)は、最近ステンレス製スライドゲートための標準(C-561)を発行した。

一方、Fontaine社はビレッジクリーク処理工場に72個のフランジ・バックのゲートを供給している。サイズは1.22×1.22m~3.05×3.05m、ゲート重量は820kg~4,130kgである。

ステンレス製ゲートはジェファーソン郡に出荷される前に、完全に組み立てられテストされた。現場では、建設中にコンクリー製池の壁に設置されたシンプルにボルトで取り付けられた。シンプルも S31603 製で重量は 420kg~885kg であった。

ゲートを製作する板は厚さ 6.5mm~9.5mm で、曲げ加工、溶接の組合せにより加工される。各ゲートは、工場出荷の前に不働態化され、現場でさらに不働態化される。

他方、鋳鉄製のゲートは、確実に設置するためには現場で最終組み立ておよび調整が要求される。ステンレス製ゲートに対する基準は鋳鉄製ゲートに対するのと同様であるが、ゲートからの漏れは AWAAC560 の推奨漏出率のわずか半分にすぎないと Fontaine 社は報告している。ゲートでの漏水が少なければ少ないほど、工場から環境への未処理水の放出は少なくなる。

「Ni-Resist は腐食に対しては適しているが、二、三の問題がある。鋳造ゲートは非常に重く、黄銅製フレーム内で上下にスライドさせる。ゲートが使われなければ、錆付いてしまう。我々は、重くない、簡単に動かせるゲートがほしかった。ステンレス製ゲートは腐食とか動かなくなることはないし、容易に上下に移動できるシールがある」と Chandler は、ステンレス製ゲートを選ぶその他の理由として説明している。

Chandler によると、鋳鉄製ゲートに関する問題は、広範囲にわたっている。「我々には、4,800 キロメートルの汚水溝と 100 近くの制御機構がある。過去一年半に、我々はそれらを見てきたが多くは操作できなかった。ステンレス製ゲートは作動したが、鋳鉄製ゲートは作動しなかった。これらは、20~40 年間、使用していくもので止めことが出来ないため、メンテナンスは重要な問題である。鋳造品では、くさび部が真鍮ブッシングを磨耗しメンテナンスや取替えに大きな費用がかかる」

「ステンレス製ゲートでは、ゲートを上げ下げする電気装置のメンテナンスが減少する。ステンレス製ゲートのシールはあまり磨耗しないし、取替えも鋳造品のシールに比べれば簡単である」「4 箇所の処理工場があるが、過去 6~7 年の間ですべて拡張工事を行った。その全てでステンレス製ゲートを設置した。ステンレス製ゲートは、我々の処理工場の標準になりつつある」

ピーク時の水量を処理するためのビレッジクリークの流路は 2003 年 6 月に稼働した。処理流路を結合させる工事は、2004 年 9 月に完成する。バレークリークは 2005 年 6 月に完成の予定である。

中国のニッケル

「もし中国、あるいは中国により活性化されている世界的な経済が後退しなければ、中国におけるニッケルの使用パターンは、恐らく他の先進経済で見られるところと非常に類似していくであろう」と、アイバー・カーマン博士（ニッケル協会理事長）は述べている。

上海で 5 月開催された China Nickel Outlook 2004 で、カーマン氏はその報告の中で「中国におけるニッケルの使用パターンの変化と展望」についてコメントを発表した。中国でのニッケル総使用量（ニッケル地金、スクラップおよび輸入された製品の中のニッケルの合計）は、1997 年から 2002 年までの 5 年間で 3 倍になった。即ち、総使用量は、1997 年に 86,000 トンから 2002 年に 290,000 トンまで増加したと推定されている。

しかしながら、価格高騰に起因する代替が、ステンレスの品質に対する評価に有害な影響を与えるかもしれない危険性がある。従って、特定のアプリケーションに対しては、適切なグレードのステンレスを選択することが基本である。しかし、カーマンは、例えば屋外の海浜環境で S31600 の代わりに S30400 の使用や、クロム・ニッケルめっきの厚み仕様などのように、妥協が許されてはならない領域があると話している。

「もし代替品が、品質の悪い製品と見なされるならば、代替品は、恐らく長続きせず、速やかに元に戻るであろう」とカーマンは述べている。

造幣局長会議 コインとニッケル

非常に長時間使用できること、優れたリサイクル性、偽造に対する高いセキュリティー性はニッケルを硬貨に使うことの大きな利点である。しかし、ニッケルがユーロ・コインの材料として選ばれたとき、EUではアレルギー性接触皮膚炎が政治問題となった。

ニッケル産業界は、アレルギー性接触皮膚炎の発生を減少するために政府によってとられた措置を支援し、ニッケルやニッケル合金を硬貨に引き続き使用することが、この目標と一致していると確信している。

米国サンフランシスコで2004年3月23日に開催された第23回造幣局長会議で、ニッケル協会理事長アイバー・カーマン博士はニッケル産業界の見解につき詳細に説明した。

カーマン博士は、人々がニッケルに(直接的かつ長期間の接触により)感作されるプロセスにつきレビューし、ニッケルへの暴露がすでに感作されている個々人のあいだで、どのように反応を誘発するかについて説明した。

宝飾類により引き起こされる危険性について説明し、一般の人々の感作、誘発という流れを抑制するためのEU規制につき報告した。なお、コインは皮膚と長時間、連続的に接触するものではないため、これら規制はユーロ・コインとは関係ない。

ポール・ディロン(1921-2004)への追悼

C. P. Paul Dillonが2004年4月7日に逝去されたことを謹んで報告いたします。ポールは、腐食の世界で非常に尊敬され、ニッケル協会設立当初からの貴重なコンサルタントでした。

我々は、彼の心の寛大さ、技術的な知識と経験を他人と共有したいという意欲を持ちつづけたポールを忘れません。彼は、確固たる意見を持ち、大きな信念をもっていたが、常に彼の仲間の意見を聞く準備ができていました。

ニッケル開発協会(NiDI)は1985年に発足したが、ポールがコンサルタントとして参加してくれたことは大変幸運でした。彼は、健康を害し旅行ができなくなる1995年までアメリカ、カナダ、英国で開催されたニッケル開発協会(NiDI)の材料工学ワークショップに講師として参加しました。

ポールは、最後の日まで、質問に応えニッケル協会の技術サービスを提供しつづけました。正確で役に立つ技術情報を提供するというニッケル協会の高い評価は、ポールの知識と能力に拠るところが多くあります。

ポールはNACE、MTIおよびニッケル開発協会(NiDI)により出版された数多くの書籍や技術文献の著者でありました。彼は、その組織の結成への多大な貢献が認められ、2001年にMTIフェローに推薦されました。彼は、また、NACEフェロー(公認NACE腐食スペシャリスト)でもあり、長年NACE腐食基本コースを教えました。

腐食と同様に化学についての知識とユニオン・カーバイドにおける材料工学での34年間の仕事がいまって、いかに腐食性環境のなかで材料が機能するのかということについて独特の識見を生み出してきました。腐食コミュニティに彼がいなくなることは大きな損失です。

めっきロスの防止

大気、水中、ゴミ廃棄場へのニッケルの排出はニッケルめっき操業管理者の注目を集める話題である。ニッケル協会は、めっき工場からのロス防止の一助とするために、実用的なプロセス技術ガイドラインを出版した。

この分野で40年の経験を持つ英国のコンサルタント、ブライアン・フィッシャーは、「ニッケルめっきのロス防止—環境保護および収益改善」という本を著した。この本はニッケル協会の技術シリーズ No. 10 089 として、協会のウェブサイトから入手できる(無料)。

オリンピックニッケル

ギリシャ銀行は、2004年オリンピックがアテネへ戻ることを祝い2ユーロ硬貨を発行したが、それには約100トンのニッケルが使われた。

硬貨の様子は紀元前5世紀のギリシャの彫刻家 Myron による像のコピーで、円盤投げの選手が円盤を投げようと体を回転している姿を表している。円盤投げの力強さと躍動を表わすローマ時代の Myron のブロンズ像のコピーは、ロンドンにある大英博物館に収蔵されている。

硬貨は合計5000万個で重量は8.5グラムである。2ユーロ硬貨の外周は25重量%ニッケルのキュプロニッケルのリング、その内側に3層からなる黄色の部分、2層のニッケル真鍮(5%のニッケル)の間に純ニッケル単層があるというサンドイッチ構造からなっている。