

## NiDI は NiPERA と合併し Nickel Institute となった

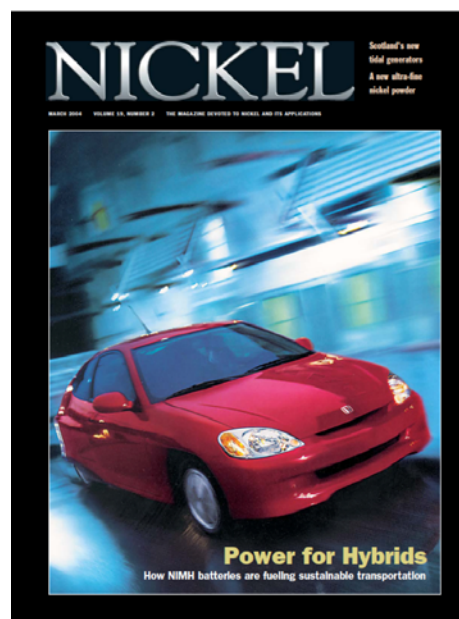
持続可能な将来はエネルギー効率を上げ、公害を減少し、食物をより安全に作り、水と空気をよりクリーンにする材料と技術を必要とするだろう。

これらの材料と技術は人間の健康に受け入れることができない危険が存在してはならない。それらは天然資源を賢明にかつ効率的に利用しなければならない。

それらが排出する廃棄物は最少量でなければならない。そしてそれらはリサイクルが可能でなければならない。

Ni 及び Ni を含む (含有量はしばしば少量だが) 材料は、現在何千ものこのような応用に用いられつつあり、かつ再利用されつつある。そしてより多くの材料が将来の用途のために開発中である。

Ni 協会はこの重要な天然資源の世界生産の 70%以上を生産する生産者を代表している。それは新しく出てくる知識をまとめ、これまで NiPERA (Ni 生産者環境研究協会) と NiDI により独立してなされてきた活動を集約する。



Ni 生産者の唯一の世界的組織である Ni 協会は、以下の事項を運営方針とする：Ni の持続可能な生産及び利用と再利用を維持すること；Ni 含有合金関連の継続した科学的研究・工学的研究及び知識の移転による Ni の責任ある使用を増加する世界的な努力を先導すること；生産者・メーカー・使用者・リサイクル業者・規制者及びその他の関係者が関連産業及び製品の適切な情報の所有を確実にすること；人間の健康と環境科学への Ni の貢献及び Ni・Ni 系ステンレス鋼・Ni 合金の技術的及び工学的性質に関し使用者とメーカーを教育すること。

## 飛躍的進歩

本号の Ni 誌の発行は全世界の Ni 生産業界の大部分を代表する 2 協会の合併と一致する。

Ni 協会は単一の会員と管理組織の下で、NiDI と NiPERA の知識を産み出す能力と知識を普及させる能力と合体した。合併は Ni 生産業界を予期される将来のニーズにより良く対応できるような態勢にするので、合併結果は大きく躍進する。世界の Ni 生産の 70%を代表するこの単一の協会の会員は、今や統合された方法で一つにまとまって行動できる。その目的は、一つの共通の戦略を示すことにより、Ni 業界は科学的のみならず政治的な発言をする公平な聴聞機会を得ることである。

これは NiDI の会長 Chris Pointon と理事長 Dr. Ivor Kirman のリーダーシップにより、長い間考えられてきたが、やっと最近達成された重要な発展である。

二つの協会の合併再編は Ni 誌の読者にとって何を意味するだろうか？多くはない。変化は捕捉し難いが発展的だろう。しかし多分、貴方は次の二・三の問題について拡大する指令に気づくだろう。例えば貴方は我々全ての生活を豊かにするユニークな天然資源である Ni の持続的使用に関する問題のより多くの議論を読み出すだろう。これらはエネルギー効率・環境影響・有害同定・リスク評価・資源効率・廃棄物最少化及びリサイクルのような話題を含む。

例えば本号では Cr-Ni めっきの代替である環境的にやさしい無電解 Ni めっきについて記述している(本文 16 頁)。輸送分野から我々はエアバスとボーイングのために、より軽く、より燃費の良い商用航空機の製造を求めて、Ni が演じている Ni 使用で可能になる役割について報告している(本文 12 頁)。我々は又、ホンダとトヨタの自動車技術者がいかにして通常の内燃機関自動車よりも著しく高い効率を有する商用ハイブリッド電気自動車の製造を可能にしているかについて報告している(本文 8 頁)。これら両方の応用は、より高い持続可能な輸送分野の実現に貢献している。

世界経済のエネルギー分野は、Ni のユニークな性質のもう一つの恩恵を受ける分野であり、本号では我々は海中に潜り潮流の無限の力を取り込む巨大な機械を用いる開発中の技術について報告している(本文 4 頁)。Ni と Mo を含むステンレス鋼はしばしばこれらの応用において耐海水腐食性の理想的な選択材料であり、もしこの技術が進歩すれば不可欠な材料になるだろう。

我々はあなた方がこれらの最近の応用について楽しく読み続けられることを希望し、この不可欠な天然資源が果すより持続可能な将来を可能にする重要な役割について考えられるように望む。Ni 協会は Ni を効率良く、適切にかつ持続的に利用するのに必要な知識の伝達に努力する。我々はこの知識を伝達する将来の記事のために、あなた方の示唆をいただくことを期待する。より明るい未来を祝して。

## 潮流から再生エネルギー

### 潮流からエネルギーを得る装置はステンレス鋼の構成部品が必要

スコットランド本土と Orkney 島とを隔ててかつ北海を北大西洋に連結している Pentland Firth は長さ 23km の海峡である。幅は僅か 10km であり、潮流が最高の時はいかなる油井の瞬間産出量よりも多いエネルギーを発生する。

科学者と技術者は Pentland Firth のような水路からエネルギーを取り出すことができる水中タービンの開発を競争中で、これはクリーンで再生可能な殆んど無限の電気供給の実現に近づく方法を提供する。そして Ni 合金は革新的装置が何年間も海水の暴露に耐えられることを保証することで、重要な役割を演ずるであろう。

“材料選定の基準は明らかに腐食性の海中環境である。我々は重要な品目には耐食性材料の使用を考慮中である。長期間の信頼性のためにその他の材料は使用できない”と Marine Current Turbines Ltd. (MCT) の工務部長 George Gibberd は言う。

この英国の会社は水中風車のように見えかつ作動する 130 t の原型タービンを製造した。長さ 11m の動翼が海底に埋められた杭構造物につけられている。Seaflo Project と名づけられたこのプロジェクトの 300kW タービンは 2003 年 6 月にイングランド南岸沖に設置された。ロータとギャボックスは海水中に下げられるカラーにつけられており、支柱の頂部だけが波の上に突き出ている。

その原型はそれらの使用が極めて重要である選定された部分にステンレス鋼の構成部品とクラディングが用いられている。約 1t のステンレス鋼クラディングがローター式を上げたり水中に沈めるのに用いられるガイドと羽根車を保護している。ステンレスのプラグ・アクセスハッチ及び軸封は腐食が問題であるところに用いられた。

MCT は二・三年以内にこの技術を実用化するのに努力しており、より大きなメガワット級のものを設計中である。“我々は各種のステンレス鋼及び Ni 基の高強度ファスナを可能性のある品目として考慮している。耐疲労目的のために高度にプリテンションを与えたボルトを必要としており、標準鋼はその環境では脆化し易い。吊り揚げ機構にステンレスワイヤロープを使用するかもしれない。しかし我々は大量の普通構造用炭素鋼を有する工場において高級金属を用いる意味を考えねばならない”と Gibberd は言う。

AberdeenにあるRobert Gordon大学の技術者は、海底で発電するもっと小さい移動可能なタービンを開発中である。Sea Snailとして知られる150kWまで発電可能な22tの原型は、今年の春にOrkney島沖の速い潮流で試験されるだろう。

制限された予算と短期間の試験用に作られたSea Snailはステンレスを含まない。しかし将来の製品は確実にNi合金を含むと大学の持続可能エネルギー・環境研究所の技師Alan Owenは言う。“この段階では腐食は大きな問題ではない。しかし、このアイデアが実現可能であると証明されたならば、我々は真剣に材料研究をするつもりだ。何故ならこれらの装置は可動寿命(15~20年)を持つように期待され、耐食材料で建造される必要があるからである。”

Sea Snailの管状鋼フレームは昆虫のように海底に隠れている。中央タービンを取り囲んでいるのは水中翼で潮流が上を通ると下向きの力を生じ、レーシングカーのスポイラに非常によく似ている。“潮流の流速が速ければ速い程、それはより力強く海底に押される”とOwenは説明する。

水中翼は潮流が逆の時はひっくり返らなければならない。これが起り得るように可逆ハブは問題のない作動を確実にするために、ステンレス鋼で製造されるだろう。設計者は閉鎖ギヤボックスの考えを退けた。“工学的観点から単純さが常に優先される考え方である。それ故、私は機構はオープンにしたい考えだが、耐食性材料はそうはしない”と彼は言う。

現在ガラス繊維製の水中翼は浮力を維持するために、ポンプで海水を出し入れできるようにステンレス表皮に作り変えられるかもしれない。“明らかにステンレス鋼は第一の候補材料である。それはいかなる方法でも処置のために手が届かない空洞をつくることがあるので、材料が内部腐食しないことを確かめなければならない”とOwenは言う。耐食鋼も海中での使用に問題がないためタービンの選択材料になり得るだろうと彼はつけ加える。

MCTの原型と同様にSea Snailは保全のために海面上に吊り揚げられるように設計されている。潮流タービンは潮流が最も強いところに設置されるだろう。そしてダイバーを送ることは余りにも危険でできない。構造物は部分的又は完全に海水中に沈められるので、沖合いの風力発電のように風景を邪魔することはない。水中タービンの可能性は大きい。Owenのチームは世界中で次の20年間に大規模潮流利用発電は或は水精製工場や海水淡水化工場へ動力供給する100,000単位以上の水中タービンの設置を予測する。

“それは巨大で予測可能なクリーンエネルギー源を開発する。公害も或はいかなる大きな環境問題を起すことなく、将来のエネルギー需要に大きな貢献をする可能性を持っている”とMCT常務Martin Wrightはその技術について言う。

## より硬いステンレス鋼

### 新プラズマ滲炭法がオーステナイト系ステンレス鋼を硬化

大阪の(株)田中はオーステナイト系ステンレス鋼のナットとボルトの表面を硬化するプラズマ滲炭処理を開発した。

オーステナイト系ステンレス鋼の滲炭は典型的な挑戦である: 550~850°Cの高温で炭化クロムが金属内部に生成し、これらは次に結晶粒界に析出し粒界腐食を引き起す。

しかし田中により開発された方法は500°C以下のずっと低音で実施され、クロム炭化物が生成せずに固溶強化カーボンが生成する。

“S31600 と S31700 のようなオーステナイト安定材料に対し、この方法は有利な効果がある”と田中の村上恒成所長は言う。

新しい滲炭法はナット・ボルトに応用したステンレス鋼の耐摩耗・剥摩・焼付きの性質を改善する。

この方法によるより硬いナットとボルトは潤滑油が使用できない食物・飲料の製造設備、衛生状態が最も重要である医療設備に利用できると村上は言う。

滲炭ステンレス鋼は主要メーカーにより飲料加工容器のねじを切った蓋に実用化されている。硬化蓋は容器内で処理中の製品ロス来す剥摩や焼付けを防止する。

S31600 の陽極分極曲線を図示した。

## Ni 被覆は工具寿命を改善する より良い耐摩耗性は岩石切断工具の寿命を長くする鍵である

ダイヤモンドに対する新しい Ni 基被覆は岩石切断工具の性能を改善し寿命を長くしている。

岩石とコンクリートを切断するのに用いられるダイヤモンド工具のユニークな設計条件は摩耗と引裂きが生じ易い。この工具は自由切断のために軟かい結合金属を必要とするが、高い含有率の Cu 又は Cu 合金を含むこれらの結合材が浸食を受け易くダイヤモンド付着力が弱くなり易い。ダイヤモンドの多くは工具が使用寿命に達する前になくなる。

オハイオ州にある GE Superabrasives によって開発された MBS SB ダイヤモンドは、Ni 合金と中間層より成る革新的二重被覆設計によってこの欠点を克服した。合金被覆はダイヤモンドと軟かい金属基地との間の付着力を改善し、中間層は被覆とダイヤモンドとの間の膠の役をする。

“歴史的にソフト結合ダイヤモンド工具は研摩材として被覆しない MBS ダイヤモンドに依存してきた。しかし被覆しないダイヤモンドは基地の Cu 合金と製造中に相互反応せず、早々にダイヤモンドは飛び散り易い。SB 被覆は結合材中の MBS SB ダイヤモンドの保持力を強化し、ダイヤモンドの最適な使用が確実にできるようにする”と GE Superabrasives の技師 Shridar Kompella は言う。

GE は Ni 合金と中間層の特許組成を考慮している。改善された性能にするための被覆ダイヤモンドは、より良いダイヤモンド保持力とより長い工具寿命に対する産業界の要望に応えるために設計された比較的最近の技術的進歩である。被覆が開発される前はダイヤモンドの飛び散りは、ダイヤモンドと金属基地との間の弱い化学結合、焼結の間の化学的侵食及び／又はダイヤモンドにおける固有の弱さに由来する割れによって生じた日常の出来事であった。

ダイヤモンドに対する最も普通の金属被覆は Cr と Ti である。これら金属は化学的侵食に抵抗力があり、ダイヤモンドの強度と表面を保護する。これらは又、多くのダイヤモンド工具に用いられる Co のような普通の結合材と高レベルの冶金的両立性がある。

Ni 合金被覆は自由切断能力（例えば大理石・花崗岩或はセラミックタイルのトリミング）を強めるために用いられるソフト金属結合材と明らかに作用する点で異なる。この応用に対し Ni は Cu 基地との強い冶金的両立性及びダイヤモンド近傍の耐摩耗性を与える。GE Superabrasives はダイヤモンド保持力の著しい増加の結果、非常に工具寿命を伸ばし、電力消費を下げ、優れた切断能力を与えると主張する。

## 新しい粉末冶金の応用が増加中

### コスト競争力のある自動車への応用が微細 Ni 粉末の需要を増大している

2種の新しいNi粉末が強度があり密度の高い自動車部品を鍛造された鋼やステンレス鋼よりもより経済的に製造することを可能にしつつある。これらの新しい粉末は、1960年代より工業標準となったType123Ni粉末と比較して、密度を増し、柔軟性を改善し、より大きな強度と硬度を粉末冶金製部品に与える。

Inco Ltd.の一部門であるInco Special Products (ISP)は、Type110とType270として知られるNi粉末を開発した。

Type110粉末は超微細で分離している粒度1~2mm範囲のNi球状粒子である。粉末冶金の応用に商業的に利用できる最も微細なNi粉末は、高性能な応用向けに企画された。超微細粒度の粉末はより大きな収縮を生じ、粉末冶金製部品の密度を著しく増す。又、より微細な粉末はより大きなNiの拡散が可能となり、その結果、より大きな靱性と柔軟性を有するより均一なマイクロ組織が得られる。

Type270粉末は厳しい物理的公差の製品用に製造された微細なNi粒子で、チェーンのようなネットワークをなしている。加圧された或は焼結された粉末冶金製部品の製造に用いられると、Type270はNi鋼の強度・焼入れ性・耐疲労性を増加させ、又、低合金鋼の寸法制御と拡散を増し、その結果、より高い展延性と靱性を与える。

粉末冶金における最近の発展の結果として粉末冶金製部品の使用は劇的に上昇した。殆んどいかなる高い応力がかかり、又、高度の機械加工を必要とする高容量で複雑に加工された部品でも粉末冶金の対象となる。粉末冶金製自動車部品はギヤ・ギヤキャリア・クラッチ板ホルダ・ロータ・シンクロナイザハブ及びブレーキ部品が含まれる。平均的な北米産SUVは約20kgの粉末冶金製部品が用いられ、いくつかのモデルは30kgにもなる。自動車産業における応用は非常に多く、製造された全鉄粉の約70%が用いられる。粉末冶金製品は自動車業界の変化に対応して約50年前に初めて現われた。メーカーは自動車部門の競争が増し利幅が減少したので、製造コストを減少する方法を見出さねばならなかった。

1950年代後期まで全ての鋼製自動車部品は鋳鉄又は塑性加工鋼の何れかを用いて機械仕上げされた。これらの部品は完全に高密度のような優れた性能を有していたが、それらの製造は労働費の上昇と機械加工で発生する廃棄物のためにコスト高であった。自動車部品メーカーは加圧・焼結する粉末冶金法を用いることで対応した。これは一度に大量の部品製造ができ、資本コストは従来の方法によるものよりも非常に低かったために、経済的であることが証明された。

初期には粉末冶金製部品はFe粉製だった。しかし応用は多種に拡がり、Ni・Cu・Moを含む他の金属粉末が開発され特殊な用途に添加された。現在、粉末冶金製部品は典型的に96~98%Fe粉に2~4%Ni・Cu及び/又はMo粉を含む粉末で製造される。

ISPは1960年代にInco Type123Ni粉末の製造を始めた。それは3.5~4.5mmの範囲の分離粒子でIncoのカーボニル法で製造された微細で高純度な粉末である。Type123粉末はFe粉と混合されて低密度な自動車部品を製造するために加圧・焼結される。それは又ダイヤモンド工具の製造で炭化タングステンと良く結合し、又、広範囲なその他の部品を製造するためにタングステンとの結合材として用いられる。粉末冶金製部品の合金元素として用いられると、Type123は強度・焼入れ性・疲労の特性を改善する。

改善された展延性と増大した靱性は、Ni粉が鋼中に拡散してNi分の高い相を形成するために達成される。それは又、焼結過程の間に収縮を促進するために、Type123はFe粉及びCu粉と共に用いられるとCu粉の膨張を打消す。このようにNi粉は焼結過程の間に寸法制御を与えることができる。

## 燃料消費を減少

### Ni合金製中空エンジンバルブは第一位革新賞を獲得

Ni合金製軽量バルブは2003年鋼革新賞の研究開発部門において第一位を獲得した。ドイツ鉄鋼業界は鋼関連の革新的応用とアイデアを促進するために、1989年に年間賞を導入した。昨年は678件の応募があったが、各種の部門において12件だけが受賞した。部門には鋼製品・研究開発・建設用鋼及びデザインが含まれる。

60%Ni含有N06601製の受賞バルブは、内燃エンジンにおける軽量で費用対効果の良いバルブへの要望に応えるために、StuttgartにあるMahl Ventiltriebにより設計された。

材料の選択はいくつかのしばしば対立する要求に基づいたとプロジェクトマネージャーMarcus Abeleは言う。その材料は冷間成形とレーザビーム溶接に適し、同時にエンジンの腐食雰囲気内で極端な熱的及び機械的応力に耐えなければならない。平均的エンジン速度と950°Cまでの温度において、バルブは1秒間に30回開閉する。

その新しいバルブは通常モデルよりも30~50%軽量であり、バルブの作動機械装置内で動く質量を減少し、エンジン内の摩擦抵抗を少なくしている。より少ない摩擦とより軽量であることは、その結果、燃料消費と排ガスがより少なく、許容エンジン速度はより高くなり、エンジンの摩耗は減少する。“顧客は既に軽量バルブに興味を示しつつある。最初の製品は2005年に量産されることになっている”とAbeleは言う。

過去において、より軽いバルブを開発する試みはセラミックス・Ti及びチタンアルミ化物でなされた。しかしセラミックスは高い荷重下では割れ易く、チタン材料はバルブの他の構成部品と摩擦学的に両立できるように被覆されねばならない。製造と試験の高コストと共に高い材料コストはこれらの材料のさらなる開発の意欲を失わせた。

新しいバルブと従来のバルブとのもう一つの相違は構造である。Mahleバルブは高精度Ni合金軸と共に中空である。バルブボールとプレートは厚さ0.8~1.8mmのN06601板を用いて多段成形法により製造される。個々の構成部品は相互にレーザビーム溶接で接合され、高い熱応力に耐えねばならない排気バルブの中空部分は熱伝導を保証するためにNaを満たしている。高精度構成部品を用いることによって必要とされる機械加工量は鍛造によって製造されるバルブに必要とされる加工量の約1/4である。

1998年に受賞したバルブの発達を触発したのは、内燃機関に適しかつ手ごろな価格のバルブに対する需要であった。主要な革新は金属薄板の使用であったとAbeleは言う。

原型を開発後、Mahlはバルブのドイツ及び国際特許申請した。それから80,500km以上の走行試験を含めて、厳しい設計と試験計画を始めた。

2001年にMahleは新バルブを米国デトロイトのSAE世界会議及びオーストリアウィーンにおけるエンジンシンポジウムにおいて業界に提出した。

## NiMH 電池はハイブリッドカーで重要な役割を演じている

NiMH 電池はハイブリッドカーで重要な役割を演じている by Barry Waters 技術開発はハイブリッド電気自動車 (HEVs) に用いられる Ni 金属水素化物 (NiMH) 電池パックの大きさ・重量・コストを減少した。NiMH 電池は現在その大きさは比較的コンパクトで十分な出力と信頼性及び寿命を有しており、ホンダの Insight と Civic 及びトヨタの Prius のような量産された HEVs の大部分に選定された。

さらなる改善で HEVs の数は現在使用されている何十万台から将来何百万台に増えるだろう。NiMH 電池は自動車の汚染物質の大きな減少と乏しいエネルギー資源の利用の改善を可能にした。将来燃料電池用水素の発生に再生エネルギーが用いられる時は、NiMH 電池を用いるハイブリッド設計は効率の良いエネルギー使用の達成と持続可能な輸送動力供給の鍵となるだろう。

これらは 2003 年 11 月にカリフォルニア州ロングビーチで開催された第 20 回国際電気自動車シンポジウム・展示大会 (EVS20) で出された二・三の結論である。この催しは電気自動車業界にとって最も重要な国際会議であり、2003 年シンポジウムのテーマは“持続可能な輸送能力供給”であった。EVS20 は 100 以上の国際電気自動車関係業界からの展示と 60 台の電池・ハイブリッド及び燃料電池の自動車の試験が可能なこと及びビジネス・技術・政策に関する世界をリードする権威による 200 以上の講演が呼び物であった。

内燃機関から電気動力への転換を究極的に動かすことのできる技術について詳細に論評された。減少した自動車排出物のほかに、このような技術は大きく改善された燃料効率及び最終的には水素燃料の使用の可能性を切り開く。

技術の環境コストを評価する尺度の一つは“油井から車輪までの効率である。これは地球から自動車の車輪を回転させるまでのエネルギー源の総合効率を表わす。通常の近代的な自動車の総合効率は、トヨタによれば僅か 14% である。第一世代 Prius HEV は 28% を達成し、第二世代の 2004 モデルは 32% である。これをトヨタの燃料電池ハイブリッドカーの原型の目標効率 42% と比較する (水素燃料は圧縮天然ガスから誘導すると仮定)。

全てこれらの自動車は、通常のブレーキをかけることにより摩擦に失われたエネルギーを回生制動と言われる方法によって取り戻すことにより効率を上げている。そしてこのエネルギーを捕える各種の択一的方法があるが、量産 HEVs を市場に供給しているホンダとトヨタは NiMH 二次電池を選択した。

NiMH 電池は各種の特許の元素を添加したニッケルオキシ水酸化物を陽極として用いる。電解液は通常 KOH 水溶液である。陰極は Ni 合金の水素化物として含まれている水素である。この合金のその他の金属は La 又は V・Ti・Zr を含むある種の遷移金属である。水素は充電の間に陰極に吸収されて Ni 金属水素化物を形成する。放電の間は水素は放出され酸化されて水になる。

パナソニックとトヨタによってシンポジウムで発表された報告は最新世代の NiMH 電池の進歩を詳述した。この新しい電池のプリズム状のモジュール構造は優れた放熱性能を有し設置し易い。2004 トヨタ Prius に用いられたこの電池は 30kg でその前の電池より 25% 軽い。8 年間の保証があるが 15 年間はもっと期待される。

南カリフォルニアエジソンによって試験された全ての電気自動車は NiMH 電池が動力源であった。320 台の自動車から 5 台の試験車を詳細な試験をするために選んだ。そしてその結果は 21~24 万 km の NiMH 寿命が期待できた。5 年で 320 台の電気自動車は 110×106km 以上を走行し、約 915t の空気汚染物質を除去し、4,100t 以上のテールパイプ排出物をなくした。

## ステンレス鋼バルブはニューヨーク市の配水系の基礎である

1837年に遡る給水プロジェクトをもつN.Y.市は水に対する大きな渴望がある。水トンネルNo.3として知られるUS\$60億の大プロジェクトである最近の工事は、1970年に始まり2020年に完了する予定である。それは大量のNi含有ステンレス鋼を使用する。

このプロジェクトを管理するN.Y.市環境局は100%相対湿度の状態の下で100年間殆んど或は全く保守サービスを不要とするバルブを必要とした。1960年代に実施された浸漬腐食試験結果に基づき、S30403とS31600のステンレス鋼が飲料水を通すのに適した材料の中で最良の耐食性、最低の維持費用及び最良のライフサイクルコストを示した。

“我々はN.Y.市民に給水しているため、これらのシステムを休止させることはできない。我々はこのシステムを非常に強くかつ耐食性があるようにして、保守のための計画的休止ができるように設計しなければならない。大きな破損は破局的で、その取り替え費用は非常に高い”と水道設計部機械/電気第一課のグループ次長Jessy Jamesは言う。

ステンレス鋼の耐食性と長いサービス寿命は、空気や水の存在下で生成し、もしかき傷ができて再生する薄い酸化クロム膜のお陰である。炭素鋼に非常な損傷を与える激しい攪拌・乱流及び高速の水が、この酸化膜によるステンレス鋼の耐久性と性能に及ぼす悪影響は通常ない。

全部ステンレス鋼で組み立てられたバルブは1987年プロジェクトの第一段階でトンネルNo.3配水系に設置された。追加のバルブは2003年第二段階で設置された。日本のクボタが第一段階の10tでスロート径1.22mのステンレスバルブを製造した。オーストリアのVolst-Alpineが6.4tの似たサイズのもの製造した。第二段階で設置されたステンレス鋼バルブはアルゼンチンのMendoza製である。

No.3トンネルプロジェクトの鳥瞰図は99kmの計画された長さのトンネルを示す。ブロンクスの地下の北部N.Y.市ラインから始まり、マンハッタン島の地下を端から端まで通り、イースト川の地下、クイーン区とブルックリン区の地下を通り、再び川を渡ってスタテン島に至る。No.3トンネルは地下約90mで始まり、市北部の貯水池からトンネルの中に水を取り入れる。それは南に進むにつれ240m以上の深さまで傾斜する。前長に沿って配水のために水を地上に出す20以上の立上りシャフトがある。これらはそれぞれ径1.2mのシャフトで厚さ5mmのステンレス鋼板でライニングされている。

典型的な立上りシャフトは各配水室内に4ヶの1.2m立上りバルブがある。Jamesによれば、全部で20のステンレス鋼立上りバルブと34のステンレス鋼配水バルブが2020年までに設置されるだろう。

各立上りシャフトにはバルブ室があるが、ブロンクスの地下のVan Cortland公園バルブ制御室はその大きさで機能が異なり、巨大なバルブがある。その制御室は1998年に稼働を始め、地下60mに在り、長さ37mで幅17mである。

17のパイプラインが市の異なる行政区に送水している。水は各パイプラインを通過して逆送でき、それぞれに水流を上流及び下流に向ける互いに直角の位置にくるターン蝶形バルブがついている。32のバルブはそれぞれ重量22t、高さ2.82m、長さ約5.08m、スロート径2.44mである。各バルブは契約送水量14億l/dで、緊急時には60億l/dの能力がある。

この場合のバルブ本体は鋳造品を機械加工された炭素鋼で、クローヂアの材質はS30403のステンレス鋼製である。クローヂア材は厚さ17.8mm、径2.44mの円板より成り、ステンレス鋼シャフトを軸に回転する。

バルブは1975年日本のクボタで製造され、材料選定はN.Y.州のRoundout貯水場における腐食浸漬試験結果に基づいた。これらの試験はどの合金が100年の予想サービス寿命があるかを決定するために計画された。Al及びマンガンブロンズ合金・黄銅・青銅・Cu-Ni合金を含むいくつかの合金が10~13年間水に漬けられた。僅かにステンレス鋼試料と若干のNi基合金が実質的に腐食がなかったが、ステンレス鋼が最も費用対効果の良い選択であった。No.3トンネルの新しいステンレスバルブはステンレス鋼の水道への応用におけるめざましい例である。



Van Cortland 公園バルブ室の183mmスロートと最大内径2.44mで長さ4.6m以上の17のベンチュリ水量計は、それらを支える棒やボルトを含む全ての付属品と共に、完全に S30403 製である。他の立上りシャフトは炭素鋼本体の914mmバルブがある。

ステンレス鋼バルブを用いた No. 3 トンネルは少くとも今後 100 年間 N. Y. 市全体の配水を助けると期待される。

## 軽量への追求

**電鑄製 Ni 鑄型はエアバスとボーイングがより燃料効率の良い航空機製造を助けている**

大西洋の両側の航空機メーカーは商用機の重量を減らして燃料効率を高めるために、Al 合金よりも非金属複合材料の使用を増やしつつある。これは Al 産業にとって悪いニュースかもしれないが、Ni 産業にとっては良いニュースである。

その理由は主要な炭素繊維及びその他の複合材料の構成部品の製造に用いられる鑄型は、K93600(インバー)か或は金属基地に電鑄として知られている方法で電着させた純 Ni 薄層で作られているからである。インバーと Ni はそれぞれユニークな応用をもっている。

例えばイングランドのノーフォークにある Ex-Press Plastics Ltd. はエアバス A380 の着陸ギヤドアの製造に用いられる Ni 電鑄製鑄型を作っている。この会社はボーイング 777 の尾翼昇降舵用に長さ 12.5m の電鑄製鑄型を製造した。この会社は年間約 8t の Ni を用いる。

36%Ni-64%Fe 合金のインバーは熱膨張係数がゼロに近く、一般に溶接された薄板或は工作されたブロックで鑄型を作るのに用いられる。しかし電鑄製 Ni 鑄型は航空機部品の大きさと形状に一致したエポキシの型であるプラスチック“bathmaster”に Ni を電着させることにより製造される。

電鑄製薄板鑄型は軽量であり、むらのない厚さのためオートクレーブ中で一様かつ迅速に加熱することが可能である。“もし貴方が例えば 1 時間 60 のコストでオートクレーブを操業している場合、鑄型の加熱にどれだけ時間がかかるかを知ることは重要である。貴方はより高価な資産の一つであるオートクレーブにおける単位時間の処理量をもっと上げられる。製造のボトルネックは普通オートクレーブである。貴方が忙しい時、オートクレーブは 1 日 24 時間操業できる”と Ex-Press Plastics の技術営業部長 Michael Shead は説明する。

電気めっきの人々にはよく知られている方法だが、bathmaster の表面に硝酸銀溶液を噴霧して 2~3mm の厚さにした後、スルファミン酸ニッケル溶液に入れる。Ag は Ni がその上に電着する初期導電層として作用する。“次に Ni 自身が導電体となり、通電電流を増すことができる”と Shead は言う。

仕上げられた厚さは普通 5mm であるが、“我々は 4~6mm の電着を目標にする”と Shead は言う。どんな厚さの鑄型でもオートクレーブでの加熱は非常に時間がかかる。その上、その公称厚さで、仕上げられた部品が適正な寸法になるように、鑄型表面は座標測定器 (CMM) で調節できる。

通常、1 ヶの Ni 電鑄製鑄型でメーカーが部品製造するのに必要な時間もつだろう。もし製造速度が高いならば 1 ヶ以上の鑄型が必要である。エアバスの着陸ドアギヤの場合、4 ヶの鑄型が発注された。

Shead は鑄型製造過程において、溶接鑄型で時々見出される真空漏れを除くと言う。その上、鑄型表面はもし構成部品を鑄型から外した時に容認できないスプリングバックを示すなら、容易に調整できる。

“インバーでは、もし構成部品にスプリングバックがあるなら、貴方は時には容認できるが、そうでなければ鋳型を再度機械加工しなければならぬ。電鋳製 Ni 鋳型は炭素繊維部品のスプリングバックを相殺するために調整できる。シェルは鋼構造物に植込みボルトでつけられており、Ni シェルを正しい位置に引張ったり押し下ったりして調整できる。我々は鋳型表面のどこでも探ることのできる CMM5 軸ヘッドを用い、その測定値を CAD データと比較する”と Shead は説明する。そうして技術員が植込みボルトを調整してシェル形状を目的通りのものにする。

設計者はシェル鋳型と複合材料との間の熱膨張係数の差を相殺するために、CAD ファイルの補正ファクタを用いる。

インバーは深絞り鋳型、例えば殆んど 90°の角のある U 字形ボックスに応用される。“それは電鋳製鋳型にとって最悪のケースだろう。その鋳型は冷却につれて部品を潰すだろう。電鋳製鋳型の理想的形状は、側面は抜け勾配で底面は大きな半径のある J 形状である。翼の前縁と昇降舵及びエンジンノードルは良い例である。達成できる最小半径はシェルの厚さである。より小さな内径はシェル厚さを減らすだろう”と Shead は言う。

エンジン収容部のような形はインバー鋳型メーカーの挑戦だろう。しかし電鋳製シェル鋳型は 3-D 曲線の構成部品用にぴったりである。

## この世界から外へ

### 国際宇宙ステーションでの光学実験は導電性で非反射材料を必要とした

国際宇宙ステーションの仕様書は光学実験を行う科学者のための研究場所を含んでいる。光学ベンチの設計者は彼等が必要とするものを知ったけれども、彼等の挑戦の全てを満足する材料は文字通りにこの世には無いように思はれた。

“彼等は迷走光が器具の中に入ってこないこと並びに器具の一部を溝をすべらせて別の位置に押しつけて固定する時に被覆が摩耗しないことの確認を望んだ。そして最後は器具を損傷する少しの迷走チャージも無いようにするためにアースできるよう導電性でなければならぬことであった”と N. J. 州トレントンにある Surface Technology, Inc. の社長 Michael Feldstein は思ひ出す。

NASA の技術者は持ち合わせている被覆が彼等の要求する仕様を満足することを見出して驚いた。“彼等は既に存在するのを知らずに何とかして要求の品を再発明しなければならぬと考えた”と Feldstein は言う。答えは Surface Technology が 20 年間製造してきた無電解ニッケルめっきでクラッドした Al ベンチであった。NiPlate700 は非常に硬さと導電性のある耐摩耗性表面をつくる超微細な SiC 粒子を含む無電解 Ni めっきであり、後で判明したようにつや消し仕上げは光を吸収する。

NiPlate700 は Surface Technology が 1973 年創立以来開発してきた Ni 基被覆グループの一部である。会社は無電解 Ni 複合めっきの世界的な指導的メーカーであり、Ni とダイヤモンド・SiC・Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 及びその他の材料との複合めっき方法に関する 90 以上の特許を所有している。

## EU は食物接触材料の規制を提案

2003年11月にECは食物と接触するようになる材料と物品に関する規制の新提案を採択した。この規制はEU指令89/109/EECの代替を意図したものである。指令と異なり規制は一旦通過してEU法となったら直ちにEU全体に施行できる。この規制は現在EUの審議会と議会を通過し、2004年第一四半期の間に最初の読会を通ると考えられる。

現在の指令と同様にその規制は多量の食物と接触するようになるいかなる材料や物品からも、人の健康を危険にする或は食物の性質や品質に影響を及ぼす移行物質が存在してはならない根本原則を施行する。

その規定には以下が含まれる。

- ・ 欧州食品標準局によって選定され、公衆に利用できるものとして認可された材料のリスト。
- ・ 認可が求められる新材料はメンバー国から提出された申請により評価されるだろう。
- ・ 法令順守を示し、製造・加工・流通の各段階におけるトレーサビリティを証明するラベリングシステム。
- ・ 特殊な尺度によってカバーされる固定された金属・合金を含む物質グループ。

## 建築家のためのオンラインによるステンレス鋼の解説

建築・建設におけるNi含有ステンレス鋼の応用に関する解説がスライドを利用してオンラインで始まった。NiDIコンサルタントであるGeoff Stoneにより英国ステンレス協会のために企画された。無料だが特に継続職業能力開発(CPD)覆修証明を求める英国の建築・建設の職業専門家を対象としている。詳細は本文参照のこと。