

1936年以来のステンレスカー展示及び最近のNi合金の輸送産業への応用例

ほとんど毎年、Allegheny Ludlumは米国のNACE国際会議年会のブースに他と異なる自動車を展示する。このモデル(そのうちの6ヶは1936年にアレゲーニイとフォードにより建造された)は全Niステンレス鋼で作られ“摩損しない自動車”と呼ばれた。

しかし燃費の点では、この自動車は今日の基準では非効率である。それが示しているのは低重量ではなくステンレス鋼の耐久性である。しかしNiステンレス鋼は燃費の良い自動車を作るのに決して使用されないだろうとは言えない。

現在の世界において、輸送産業が自然環境に及ぼす影響は利用できる技術を用いて人や物を移動するのに必要なエネルギー量と直接相関がある。もっとはっきり言うと、移動中の人-km当たり或は物のt-km当たり消費される化石燃料の量は、大気中に排出される温室効果ガスの量と消耗した非再生化石燃料資源量に正比例する。

これらの環境に及ぼす影響を最大に減らすために、輸送技術者は製品の燃料効率を改善する努力をしている。そのための最も簡単な方法は、安全性(即ち耐衝突性)を危うくすることなく飛行機・乗用車・トラック・列車・船の重量を減少することである。本号の一つの報文は新しい555人乗りエアバスA380の重量を複合材料を用いることによつて減らす努力について述べており(8頁)、一方、もう一つの報文は他の輸送車両の重量がポルポによって発明された新しいハイブリッドステンレス鋼材料の採用によっていかに減少できるかを論じている(10頁)。両方の技術はNi含有合金を必要とする。

技術者にとり輸送産業の環境面の影響を減少するもう一つのまだ十分には研究されていない方法がある。それは原材料から最終製品製造の結果として自然環境に及ぼす最低の起こり得る影響を有する材料を選択することが必要である。これを取り扱う方法はライフサイクル評価として知られており、輸送インフラの建設において重要な考慮すべきことである。

例としてコンクリート強化鉄筋をあげよう。5年以上前に若干の革新的技術者がハイウェイ橋と海の埠頭のようなコンクリート構造物にステンレス鋼強化鉄筋の指定を始めた。これらの応用にステンレス鋼を用いることは、塩化物にさらされたこの鉄筋は腐食しないことを意味する。それ故、ステンレス鋼鉄筋はもし炭素鋼鉄筋を用いると起るコンクリート構造物の構造的完全性を損なうことば起こらない。その結果、コンクリート橋はずっと長くもち、しばしば修理する必要はない。ステンレス鋼鉄筋は簡単に入れるだけで材料の必要量はより少ないため、最終製品に関連した環境への影響は大きく減少される。最近ますます多くの構造物はステンレス鋼鉄筋を用いて建造された。この一例を5頁に示した。

13頁に他の輸送関連の記事で例証したように、安全性も又、材料選定で重要な役割を演ずる。イタリアとフランスの間の重要な道路を結合するモンプラントネルの復旧について記述している。1999年の大火、災後のトンネルの安全系を改善するために、Niステンレス鋼が広く用いられた。

もしあなたが3月のNACE年会のためにカリフォルニア州サンディエゴに行かれるなら、損耗しない自動車を見るためにAllegheny Ludlumブースに立ち寄ってください。そして年会の間にブース1212のNiDIを訪ねてください。これら及びその他のNi関連の事項についてあなたと喜んで議論したい。



£1.2 百万の英国の日時計ピラミッドは鏡面仕上げで緑色の S31600 ステンレス鋼被覆を呼び物にするだろう

カラーステンレス鋼で被覆された世界最大のピラミッド状の作動日時計が 2004 年 6 月 21 日に動き始めるときは、その年の最長の日をマークすると期待される。

垂直の三角形の面が集まり接合している高さ 40m の日時計ピラミッドは、イングランドのダービーシャーの M1 高速自動車道路の隣接したスカイラインにそびえるであろう。ここは偶然にも 90 年前にシェアイルドの冶金技術者 Harry Brearley によってステンレス鋼が発明された場所から僅か 2~3km の距離にある。

設計は軟鋼で建造され互いに 53° の角度で傾斜してピラミッド形状を作っている 3 本の指柱、即ち面よりできている。50m 幅の石と煉瓦のピアツツアを横切る影を投影することによって時を告げる。

この日時計を多くの金属彫刻から際立たせているのは、金属仕上げの専門家でこのプロジェクトのスポンサーの一員である Rimex Metals により開発された、鏡面仕上げのカラー S31600 ステンレス鋼による被覆である。

この日時計の設計者 Adam Walkden と Richard Swain は、この材料を耐久性と融通性のために選択した。彼等は又、大地と空の絶え間のない変化を映す鏡面仕上げの方法を高く評価する。

“この方法によって創られた色のイリュージョンは我々の想像力を捕え、この状態に対し理想的であると思われた。又、材料の上にイメージとロゴをシルクスクリーンできることは重要であった”と Walkden は言う。

Rimex Metals の Colour Tex 法は塗料や染料を用いずにステンレス鋼に耐食性を与える不動態酸化物層を利用すると、Rimex 代表 Keith Wilson は言う。ステンレス鋼をクロム酸と硫酸の加温溶液に浸すことにより Rimex はこの酸化物層の厚さを増し、それによつて自然の光干渉現象を強めて発色させる。簡単な類推として、水に油が浮く時に発生する色を想像しなさい。

Rimex は酸化物層の厚さによりシヤンペン・黒・金・赤・緑の範囲の色を作り出す。会社は又、その表面組織を調節することにより、ステンレスの外観をつや消しから光沢まで調節できる。いかなる場合でも、風雨にさらされる時でさえも、カラーステンレスは色あせしない。

Colour Tex 法は電気ギターの明るい色合いに影響を受けた Frank Gehry の設計である米国シアトルの Experience Music Project を含め、世界中の数々の建築プロジェクトのステンレス被覆の魅力を高めている。この建物の赤と青の塗装アルミは、音楽のエネルギーと流動性を象徴するために設計された無数の色を創り出す 10,000 m² の赤と金のカラーステンレス鋼板がちりばめられている。

Walkden は日時計の建設は 2003 年 4 月に始まり 2004 年 6 月 21 日の夏至に間に合うように完了する計画であると言う。プロジェクトに必要な £1.2 百万の約 1/3 はスポンサーによりこれまでに寄付された。残りの募金は進行中であり、設計者は今もなおピラミッドに名前を載せることに関心がある主要なスポンサーを探している。

オレゴンのハイウェイ橋はステンレス鋼を使用

米国北西部のオレゴン州は太平洋岸に沿ったより古いいくつかの橋を劣化させている腐食問題の対策として、S32205 ステンレス鋼を用いつつある。

Coos 湾近くの河口にかかる現在建設中の US\$12 百万の橋は、北米の全ての橋に対して用いられた中で最大量のステンレス鋼であると考えられる 363t のステンレス鋼鉄筋を含むであろう。

オレゴンの海の環境は炭素鋼鉄筋により強化された橋に対しては厳しい。塩分と湿気を含んだ風を橋床下と T ビームに吹きつけ、そこで凝縮して腐食を引き起こす。その結果、鉄筋とコンクリートとの間の接触に沿って発生したクラックは、重い交通荷重により生じた引張クラックによって悪化する。遂に錆が生成し、コンクリートはぼろぼろになり始め、金属とコンクリートの間の結合を更に弱くする。構造的破損は僅か 17 年で発生するとこれまでに知られている。

普通、設計者はこれらの問題を防ぐために S31653 又は S30400 のステンレス鋼を勧める。しかしオレゴン州は更に一歩先を行った。オレゴン州はずっと耐食性の良い S32205 合金の選択により、又一方、潜在的に損害を与える地震活動に耐える十分な強度を構造に与えて、橋の保守フリーの寿命を 120 年まで延ばすことを希望している。

その S32205 ステンレス鋼はペンシルバニア州 Reading の Carpenter Technology Corp. によつて供給された。それは 22%Cr, 5.5%Ni, 3%Mo を含み、残りは Fe と少量の Si・C・P・S・N より成る。橋が重いトラック交通下の動きと応力に耐えられるために必要な伸びの値をこの合金は越えているために優れた耐疲労性を有する。その降伏強度は又、代表的な S31653 と S30400 ステンレス鋼の 410MPa よりもかなり高い。

州は S32205 を用いることによつて維持費をかなり節約できる立場にあるが、材料の選択によりプロジェクトの資本コストは著しく増加はしなかった。鉄筋は US\$12 百万予算の僅か約 13%に相当する。

“その設計者 James Bollman は全重量と従つてコストを減少するためにステンレス鋼の通常より強い強化鉄筋を使用することを決定した。520MPa の降伏強度で製鋼工場と契約者はこの特殊合金の使用について合意した”とオレゴン州運輸局橋梁工務課の Frank Nelson は言う。

もう一つのずっと大きな 614t の被覆しない炭素鋼鉄筋は腐食の問題のより少ない部分を支持するだろう。一連の 3 スパンのコンクリートアーチのこの 235m 長さの橋は、自動車約 14,000 台/日通すだろう。5 レーン構造のこの橋は、寿命に達して除去されつつある 2 レーンの木造橋を代替する。

スウェーデンの最初の全ステンレス橋 耐食性二相ステンレス鋼はストックホルムの最も新しい郊外の美化を助ける

ストックホルムの南部にある Hammarby Sjstad の新しい住宅地域の Sickla 運河にかかっているのは歩行者と自転車乗りのための光る新しい橋である。3人のスウェーデンの建築家 Erik Andersen, Jelena Mijanovic 及び Magnus Stah I によるこの設計は、ミラージュを意味するギリシャ語の Apate と呼ばれる。これは 1998 年国際設計コンペで首位入選した。

歩道橋は長さ 62m で 80t の二相ステンレス鋼 S32205 で建設され、下に弦がある弓やハーブに似ている。荷重支持部分は三角形の断面を有するアーチ形の中央箱形げたと橋の両端のコンクリート基礎に固定された引張りケーブルより成る。手すりは同じグレードのステンレス鋼管製であり、作りつけの照明がある。歩行通路だけがアスファルトで被覆され、その他は溶接されたステンレス鋼である。板厚は 8~20mm である。

設計者は周囲の建築物との調和感をつくるためにステンレス鋼を選択した。代表的な軟鋼と比較し、追加された材料費は非常に減少した維持費と塗装費によって少なくとも殆ど超過勤務手当を相殺することが期待される。

新しい超クリーンレーザー 世界最大で最も強力なレーザーとなるのに Ni ステンレス鋼は決定的に重要な材料である

A192-レーザー系はカリフォルニア州リバモアにあるリバモア国立研究所において設計中であり、2008年に完成すると近くの National Ignition Facility (NIF) に設置されるだろう。

核融合の複雑さを解明するために設計されたこのマンモスレーザーは又、米国エネルギー省の科学に基づくストックパイル管理計画において役割を演ずるだろう。この計画の命令は国の核兵器の安全性と信頼性を保証することである。NIF レーザーが参加する実験は天体物理学・流体力学及び材料の諸性質の分野における知識を前進させ、又一方、可能なエネルギー源として核融合の追求を前進させるだろう。

予算 US\$2.5 百万のレーザーは大体近代的なスポーツ競技場の大きさである約 200m 長さで 85m 幅になるだろう。11,500t 以上の Ni 含有ステンレス鋼が既に主としてターゲットを支えるために使用された。レーザーの最終目的は慣性核融合と高エネルギー密度物理を研究するために、118x106J の紫外線レーザーエネルギーを 20~30 億分の 1 秒内でターゲットにあてることである。

慣性核融合研究において、NIF はレーザービームを直径 10m で 118t の Al ターゲットチェンバー内に置かれた hohlraum (空洞) と呼ばれる中空の金のシリンダーに照射する。hohlraum には重水素-三重水素燃料で満たされている直径 2mm の核融合カプセルが入っている。強烈なレーザービームと hohlraum の内壁との相互作用から発生した X 線は、カプセルの表面を 10⁶ 以上に急速に加熱し外皮を吹き飛ばす。その反応の結果、核融合燃料を内側に押しつけ圧縮して燃料を点火し核融合反応を起こすと共に反応開始に必要なとされるエネルギーの約 10 倍以上のエネルギーを発生する。

1,000 人以上の科学者・技術者・設計者・技術員が 1997 年に始まったレーザーの建設で働いた。NIF レーザー系は単一レーザー・パルスとして 109J のオーダーで始まり、次に更に増幅されて 192 の 10J パルスに分裂する。パルスは主レーザー系に入り、ここで各レーザービームはミラー・レンズ・増幅器・スイッチ・空間フィルターを含む完全に囲まれたビームパス内を輸送される。最低 8%Ni を含む S30400 ステンレス鋼はレーザー内部のクリーン度を Class10, Level80 かそれより良い状態に維持するのに重要な役割を演ずる。

クリーンルームのクラスは現在 ISO 標準 14644 によって定義される。クラスの数値は特定の大きさの範囲の

空気中に浮遊する粒子数に関係する。Class10は1立方フィートの空気中に0.5 μm より大きい粒子が10ヶ以下存在することを意味し、半導体産業で用いられる最良のクリーンルームに比較できる。比較のために典型的なオフィスビル内の空気はClass100, だろう。

空気中に浮遊する粒子濃度が高ければ高い程、より早くそれらは表面に沈降する。Level80は表面上の粒子数の表示である。空気中に浮遊する濃度と同様に、表面のクリーン度のレベルは前述のサイズを越す大きさの粒子が表面の1平方フィート当たり存在する数として定義する。Level80は表面1平方フィート当たり1 μm 以上の粒子が約2,200存在し、優れた照明状態で肉眼で見ることができるクリーン表面よりももっとクリーンである。

NiFの機械技術者の一人であるLou Bertoliniは、レーザー系が汚れないように保持する点でS30400ステンレス鋼は極めて重要な構成部品であると強調する。“NIFの光学部品がクリーンであることは、各ビーム囲壁の内面を強いレーザーエネルギーの損傷から防ぐために極めて重要である”と彼は言う。

不動態化されたステンレス鋼は有機溶剤或は非常にクリーンな水と洗剤で洗浄できる。更に、レーザーグラスを損傷する鉄の酸化物は不動態化されたステンレス鋼には生成しない。

ステンレス鋼の囲壁とその構造支持を含むNIFとその各種の構成部品は30年もつように設計される。

中国は25年もつように設計された廃水処理工場用耐食ステンレス鋼の精密濾過を選択

世界の目はもうすぐ中国が主催国となって第29回オリンピックが開催される2008年に北京に向けられるだろう。そして人目につかないだろう日常生活の一局面は中国がどのように水資源を管理しているかである。

中国政府は多くの地域における水質を改善することを決定し、その目的に向かって地方の川・湖及び海に流入する廃水の浄化方法を改善するプロジェクトに資金を出してきた。多くの外国の会社が中国に各種の水処理技術を提供する競争をし、それらの中にニュージーランドのオークランドにある環境エンジニアリング会社Contra-Shear Separation Technologies Ltd.が含まれる。

この会社は最近、広東省深?市のNan Shan廃水処理工場に精密濾過機を供給するNZ\$1百万の契約を取った。この工場は450万人の市から出る下水を処理する。6mm以下の下水汚物の精密濾過は多くの国において比較的新しい考えである。第一段階において無機物質の大部分を除去することにより、精密濾過法は下流に放出される固形物の量を減少する。Contra Shearはこのような系を世界中の廃水処理工場に15年間以上供給してきた。

契約の一部としてContra .Shearは全S31600ステンレス鋼製の4台の特許Suboscreenと統合された固形物処理系を供給し稼働させるだろう。Suboscreenは半水没式回転ドラムである。Nan Shanの設備は細穴4.5mm、ドラム径1.75mである。各設備はピーク流速1,900l/秒に設計されている。全プラント容量は約500 \times 106l/日になるだろう。

“Suboscreenの下水への応用は一般により耐食性があるためS31600ステンレス鋼が必要である。我々は他の応用にはS30400を用いるが、pHの変動と硫化水素の存在のためにS31600の使用の方を好む。その上、スクリーンは約25年の設計寿命を有し、頑丈であることが必要だ”とContra Shearの地域マネージャーJohn Phmipsは言う。

Nan Shan工場の契約を取った鍵となる要因は、優れた濾過効率とS31600を用いる結果としてライフサイクルコストの節減との組み合わせられた精密濾過の考えであった。

ステンレスだけが役に立つ 耐食性 Ni ステンレス鋼は廃水処理工場の耐用年数を改善する

健康への関心が飲料水と廃水の処理を世界中の主要な環境問題にした。その結果、多くの市当局と地方産業界は環境技術会社に水質を改善する製品開発に精力的にとりかからせた。

一つのこのような会社がフロリダの Parkson Corp. であり、一連の浄水施設を供給し、完全な処理系と個々の構成部品を製造する。構成部品の多くは全て Ni 含有ステンレス鋼で製造される。

Parkson により製造されるより革新的製品のの一つは Z Complete Super Scraper 系である。Super Scraper 製品ラインは現在は Parkson Corp. の一部門である Waterlink により 1973 年に開発され、底部スクレーパー・表面スクレーパー・スラッジ除去機・スカムパイプ及び各種の付属部を含む。完全に S30400 或は S31600 のステンレス鋼で製造されたこれらの製品は長い耐用年数を有し、Parkson によれば初期の多くはまだ現在も使用されている。

Z Complete Super Scraper 系は 80m×11m までの寸法の長方形沈降槽の一次沈降工程で使用される。一次沈降槽は飲料水精製工程及び都市並びに工業廃水の処理工場で使用される。この系は底部スクレーパー・表面スクレーパー及び回転スカムパイプを含む。

Ni 含有ステンレス鋼はその耐食性と耐摩耗性は勿論だが、その強度と信頼性のために用いられる。そしてこれら全ての性質は構成部品が長時間もつことを保証することにより維持費を減少する。

スーパージャンボ K93600 合金を用いた型は新エアバス A380 スーパージャンボの約 40t の複合材料部品の成形に役立つだろう

1980 年代半ば以降、航空宇宙産業、特に防衛は航空機建造に繊維と樹脂の複合材料をますます多く用いてきた。目立つ旅客機への応用において、欧州の航空機メーカーエアバスは 2006 年に使用開始されることになっている、新しい 150t・2 階建・555 人乗り A380 スーパージャンボの重量と運航コストを減らすために、約 40t の複合材料部品を用いるだろう。

樹脂は約 177°C への加熱により硬化されるから、複合材料部品は一般に硬化した複合材料の熱膨張係数に合った合金製型で作られる。さもないと、加熱された型は部品をひずませて駄目にするか、或いは射出成形の場合は部品は膨張し、次に冷却するにつれて破壊する。

要件を満たす材料は 36%Ni を含む Fe 合金 K93600 である。よく知られているように、1986 年に Charles-Edouard Guillaume が Invar を発明した。そしてこの合金よりも適した性質をもつ合金はまだ発明されない。

“耐久性があり正しく合った熱膨張係数を有するその他の材料が無いために、Invar36 は航空宇宙産業に用いられる。価格は全く関係がない。利用できるのは Invar しかない”とカリフォルニア州 Irvine にある型と工具のメーカーである UCAR 社長 Jerry Anthony は言う。

エアバスは主翼が胴体に付いているところにある A380 のウイングボックスの外板用の 7 枚の組み合わせ型の設計と製作を UCAR と契約した。更に、UCAR はウイングボックス内側の I ビーム補強材を作るのに用いられる 2 枚の樹脂トランスファ型を作った。そして会社は 3 番目の製品を製作中である。

7ヶの型の平均サイズは3.2×7.4×0.8mである。それら個々の重量は平均12.2tで、K93600の合計重量は約86.5tになる。UCARは米国西バージニア州|ハンチントンのSpecial Metalsにより製造されたK93600と溶接線を利用した。1993年にK93600工具はUCARの事業の5%を占めていたが、現在それは60%である。より大きな航空機を設計し、独創によりもっと高い燃料効率を得る努力をしているメーカーとして、彼等はより多くの複合材料部品を用いるだろう。“重量が同じなら複合材料はAlよりもずっと強い。複合材料の部分はAlの部品よりもより薄くかつより複雑に作ることができる”とAnthonyは言う。単一の複合材料部品は伝統的にボルトやリベットで留められている多くのAl部品より成る組立品を代替できるので、重要なコスト節減を達成する。

UCARはレイアップ型を作るために、複合材料部品がレイアップされる支持構造物を作ることから始める。Egg crate base(卵を詰める容器、9頁の写真参照)と呼ばれる支持構造物は垂直に立っている厚さ6.35mmの多くの板で作られ、互いに溶接されて型構造を形成している。Egg crate baseの上端は表面仕上げされた表面が切られて25.4mmの段になっている。25.4mm厚さの面板は仕上がり表面の大体の形状にブレークプレスでバンプ成形され、次にegg crate baseの上端にGMAW(MIG)溶接される。それから面板表面は5~6軸フライス盤で5本の毛髪の太さである輪郭公差±0.19mmに機械加工される。次にそれは研磨されて型表面となる。

A380は先端・主着陸装置ドア・エンジン収容部・スポイラー・フラップ・中央ねじり箱及び垂直と水平の安定板を含む尾部の大部分に複合材料部品を用いるだろう。もし欧州で進行中の研究が成功すれば、将来の航空機への複合材料の使用は増大するだろう。

超軽量ステンレス

ポルポにより開発されたステンレス鋼サンドイッチ材料はより軽く、より安全で環境に優しく、自団章・トラック・列車・船の製造に応用されるだろう

Roland Gustafsson は光沢のある黒色ポルポのホイールの後で僅か重量 8.5kg のステンレス鋼ハードトップの下に腰かけている自分を見る。この自動車は良い外観以上のものが沢山ある—より安全で、ガソリン消費はより少なく、自動車が役目を終え廃車になってスクラップの山に積まれた時、光るフードは 100%リサイクルされるだろう。

スウェーデンの化学者が発明した複合材料のおかげで、超軽量ステンレス鋼の構成部品を含むこのような自動車並びにバス・トラック・列車・航空機及び船にさえも応用されることが、すぐに現実のものになるであろう。スウェーデンの Gothenburg にあるポルポ技術センターのコンセプトセンタープロジェクトマネージャーである Gustafsson は、その間は微小なステンレス繊維層の芯で結合されている 2 枚の薄いステンレス鋼板より成る、サンドイッチ構造の Ni ステンレス鋼を用いたハイブリッドステンレス鋼組立品 (HSSA) である有望な新材料を開発し、特許を取った。

HSSA は通常の金属薄板と同様に薄く、容易に成形でき、Al よりも軽くかつ剛性があり、騒音と振動に対し本質的に備わった絶縁性を示す材料である。Gustafsson の夢の自動車の光るハードトップは、Al 薄板から成形したものよりも 8 倍も剛性があり、プラスチック複合材で作った同じ構成部品の重量の 1/4 となるであろう。

それは超軽量で強度・剛性・延性においてユニークな性質を有する構造材料である。それが成形可能であることを信じることは難しい。我々はそれを鋼よりも良く深絞りできる”と Gustafsson は言う。

初期の一連のテストの間に得られた材料の優れた性能に基づき、英国と米国の科学者は HSSA の諸性質と潜在的用途を研究するために、徹底的な研究計画を始めた。材料を強化するためにサンドイッチ構造を用いる考えは、普通のボール箱を強化する段ボールの波形の芯を考えると何も新しい着想ではない。“サンドイッチのようなものにする”ことば、堅固なパネルを作る普通の方法である。私のしたことはその考えを微小化し、この場合、直径 8~20 μm のステンレス鋼繊維の芯にするレベルまで持ってきたことである”と Gustafsson は言う。

その考えは 6 年前ポルポの自動車部門でなされつつあった仕事から成長した。“我々は全ての異なる型の材料において軽量設計を探しつつあった。そしてその頃、特に Al についてそのことを考えていた。私は単にそれ自身が軽い材料の代りに、剛性があり軽量を創り出す構造を利用する試みは面白いと考えた。

“彼はその耐久性と耐食性のためにステンレス鋼に決め、各面板には S30400 の 0.2mm 厚の板を用いた。S31603 も用いた。市場で入手でき、フィルター - やコンピューターの電磁遮蔽を作るのに用いられる線引きされた細い S31603 ステンレス鋼線は、芯の繊維を作るために長さ 1mm に切断された。直径 20 μm 以下で繊維は非常に良い材料になると Gustafsson は言う。

繊維を取り付けるために、Gustafsson はビロードのような表面を作るために短繊維を布に付けるのに用いられるフロッキングとして知られている方法を改良する目的でドイツの織物メーカーと共同研究をした。基板はエポキシの薄層で被覆されており、ステンレス鋼繊維が板金に付くのを加速するために電磁場がかけられ、しっかりした結合とできるだけ多くの金属と金属の接触が確実に生ずるようにする。磁化された繊維は互いに反発し、それらの大部分は基板に垂直になるように保つ。電磁場を変えるために電流を変化することにより、繊維の表面密度の制御を可能にする。次に第二の基板にエポキシが付けられ、サンドイッチ板はプレスされ、加圧下で加熱される。

原型の複合板は全体の厚さは 1.4mm であり、自動車産業で用いられる 1.2mm ボディ Al と比較できる。しかし繊維の厚さ・長さ・角度・密度は HSSA の他の形のものを作るために変化でき、それらはそれぞれユニークな性質を有する。“異なる型の繊維を用いることにより、寸法を大きくも小さくもできる。我々は未だ異なる応用及び異なる組み合わせのための境界線を知らない”と Gustafsson は言う。

HSSA をいかに作り利用するのが最善かを理解するためにケンブリッジ大学と MIT のジョイントベンチャーで

ある Cambridge-MIT-Institute (CMI) は 3 年研究計画に資金を提供しつつある。MIT の研究はエネルギー吸収・耐衝突性・疲労衝撃に焦点を合わせるだろう。ケンブリッジの研究者は材料の構造・耐久性・溶接性を試験すると共に異なる芯の構成要素と繊維の配置の実験をするだろう。

“我々の研究プロジェクトで最も重要なのは芯の構造の最適化を計ることであり、それは性質の最善の組み合わせをあなたに与えるだろう。本当にそれは概念であり、正確にどんな性質が得られるかは正にその芯の構造に依存している”とケンブリッジの力学と材料の教授 William Clyne は言う。

その他のグレードのステンレスも面板と繊維の両方に使用できる。ケンブリッジのチームはその磁気的性質を利用するために、S44600 のようなより高い Cr のステンレス合金から作った繊維を用いる試験をしつつある。芯の多孔質の性質—容積の 80~95% を占める繊維の間のあいている空間—はステンレスがもっている耐食性が必要である。“単純に表面を塗装することは明らかに湿気や液体が隙間に入り、内部から外部へ腐食を起こす危険を排除しないだろう”と Clyne は言う。しかし、このような漆透性は、表面熱が問題である応用においてセンサーを埋め込んだり、冷却液を中空の芯を通して循環させることが可能であると証明できるであろう。

Clyne の HSSA の溶接性の研究は特に重要であろう。ケンブリッジで行われた予備試験で、自動車産業で普通の抵抗溶接技術を用いてこの材料を接合することは困難であることが分かった。‘‘接着剤で結合された HSSA の材料は、これらの初期の試験ではうまく溶接できなかつた。そして溶接欠陥と面板損傷が発生した’’と 2002 年 2 月に発表された報告書で述べている。

しかし、Clyne はその問題は克服できると楽観的である。“それは間違いなく溶接できるが、芯の構造に多く依存する。必要なのは板の厚さを通してかなり良い伝導性を有することであり、それ故、鋼繊維は 2 枚の面板に良く接触されておらなければならない”と彼はその材料について言う。

自動車メーカーは安全性を危うくすることなく、より軽くより燃料効率の良い車の設計を可能にするので、自動車産業は HSSA の応用に対し最も大きな可能性を有する。自動車のフェンダー・フード・屋根を作る金属板の代替として明らかな可能性の他に、HSSA は管状部材に成形でき構造部品として使用できる。この材料はアコーディオンの様な風につぶれ(研究者が“sheer folding 機構”と名づけた性質であると Gustafsson は言う)、衝突のクッションになる。

この材料の耐衝突性の予備研究から、それは通常の金属薄板よりもエネルギーを 50~60% 多く吸収することを見出したと MIT の衝撃及び耐衝突性研究所の所長である Tomasz Wierzbicki 教授は言う。“あなたはこの材料で作られた将来の多くの車が同じ重量だけれども、現在の車よりもより高い剛性とより耐衝突性があることを見ることができるだろう。或はあなたは剛性と耐衝突性の性能は維持したいが、むしろ重量を減らしたいとすることができる。”

HSSA 構成部品で作られた自動車は、最後には通常の車より重量を 50~70% 少なくできると Gustafsson は预言する。材料の中空の芯はそれを優れたダンパー及び騒音と振動に対する絶縁材にする。彼は自動車の上下続きの防火壁の設計に HSSA を用い、乗っている人を厚いゴムの絶縁層を必要とせずエンジン区画の熱と騒音から遮蔽した。

HSSA の環境上の利点は非常に有望である。Gustafsson はその生涯に亘り 20 万 km 走行したハードトップカーに対する材料の環境負荷—製品を作るのに用いられた資源とそれが出す全ての排出物を計測して求める—に基づくライフサイクル評価を行った。HSSA で作られたハードトップは製造段階で最高の環境負荷をもつ一方、使用中の燃料の節約と可リサイクル性は鋼・Al 或はプラスチック複合材で作られたハードトップよりも HSSA を環境に優しいものにする。

トンネル再開

Ni ステンレス鋼はトンネル壁の被覆と新しい火災抑止系に使用

フランスのスキーリゾート地シャモニーに近いモンブラントンネルはフランスとイタリアの間の重要な11.6kmの高速道路を結ぶトンネルである。1999年3月の致命的なトラック火災により生じた損傷を修理する3年間の広範な作業の後で2002年に交通は再開された。同様な悲劇が発生するのを防ぐために、安全基準は著しく引き上げられた。主な目的の一つはトンネルの閉じ込められた空間内の車火災と戦う能動的及び受動的な手段を改善することで、その目的のために Italian National Road Authority (ANAS) は復旧工事に対する新しい指令を出した。これらは重要な安全性の改善のための構造材として Ni ステンレス鋼を使用する仕様書を含んでいた。ステンレス鋼は耐食と耐熱の能力のために選定された。

Ni ステンレス鋼は煙と高温が存在する時でさえも作動する換気ファンを作るのに用いられた。それらは又、照明設備と天井被覆及び火災抑止系の配管と付属品に使用された。ステンレス鋼被覆は全面積 20,000 m²以上のトンネル壁のアンカー繊維セメントパネルに使用された。波形で 0.5mm 厚さの S31603 ステンレス板の被覆は防水・排水・及び耐火の機能を果たす。もう一つの重要な考慮は圧延・成形・溶接の加工がし易いことと、この材料は耐食性が良く維持費が殆ど必要ないだろうということであった。

モンブラントンネルの全長に沿った壁は繊維セメントパネルで被覆されており、その表面仕上げと色は ANAS 仕様を満たしている。被覆板は湾曲したステンレス鋼ストリップとステンレス鋼アンカーボルトでトンネル壁に固定されている。

アンカーボルトは S31603 の丸棒で作られている。それらは IS0834 仕様書に従って高温で試験された。その結果は固定系は 1000°C までの温度で少なくとも 2 時間変形に耐えることを証明した。より高温ではアンカーの破損によるよりむしろ岩石の熱的劣化の結果として破損が生ずる。ステンレス鋼の耐食性は又、もう一つの理由から重要である。鉄酸化物が生成しないから容積の増加がなく、それ故に固定効率の損失はない。

トンネルの新火災抑止系は安全性・信頼性及び効率を保証するように設計された。冬期間、多量の地下水の結果として送水管の水圧は高くなる。S31603 ステンレス鋼はこれらの圧力に耐える十分な強度がある。219.1、168.31 及び 14.3mm の 3 種の直径の管が使用されている。それらは GTAW (TIG) 或いはレーザー溶接によって接合され、差し込みフランジを用いて組み立てられている。

イタリアの地下の水処理工場

Ni ステンレス鋼は高容量水処理工場の耐食性と低維持費を保証する

約20年間、イタリアのコモの市民は飲料水の代替水源としてコモ湖から水を引いてきた。水の需要が増すと、市の水道組合 ASCM は 33,000m³/日の高容量の飲料水工場の建設を決定した。

この工場が他と異なっているのは、町を見下ろす Bardello 山の地下洞窟にあることである。この工場はコモ湖から取水し、増大した需要を満たす十分な量の水をオゾンと過酸化塩素の添加によって飲料水基準まで引き上げる。

この20百万 Euro の工場は2001年1月に操業を開始した。そしてコモ湖はそれ以来、全市の唯一の飲料水源となった。ACSM は市民はその変化を受け入れ、水質に満足していると言う。

工場は二つの理由から Bardello 山の内部に建設された。第一の理由はそれが眺望から隠されることで、これは非常に多くの観光客を引きつける市にとって重要なことであり、第二は貴重な市の不動産を占有しないことである。

洞窟内部の気候は非常に湿気がある。金属表面は容易に空気露点に達し、凝縮により濡れて腐食を受け易くなる。ACSM が配管・フランジ・付属品及びナット・ボルトに Ni 含有ステンレス鋼を選定したのはこれを防ぐためであった。パイプの直径は400~700mm で、肉厚は3~4mm である。全部で958m のパイプが使用された。

これらの部品の内面は水処理工程の全段階で耐食性があり、水質に影響を及ぼさない。外表面は常に湿っているけれども同様に耐食性がある。

Ni ステンレス鋼の使用により ACSM は維持費を最少にし、工場の操業休止を避けることを可能にした。S30400 と S31600 の2種のステンレス鋼が使用され、49t の S31600 ステンレス鋼が水処理工場のオゾン部分に用いられた。

Ni の誕生

Ni は地球の第5番目の量産普通金属元素である。しかし一体この Ni はどこから来たのか？

何十億年も前に Ni は超新星爆発で創られた。これが温度と圧力の条件が Ni 原子が生成するのに十分であった自然の唯一の場所である。

ローレンスリバモア国立研究所から贈られた、この偽カラー - 写真はそれが丁度このような超新星爆発で膨張する時に星から吐き出されつつある Ni 同位元素の濃縮を示す。

どのようにして星間の Ni が合体して固体物質になり、それから地球のような惑星になったのかは、宇宙論者と天文学者の領域である。しかしながら、それは起こった。そして Ni は地球に生命が始まるよりずっと以前である Ni の誕生以来、地球の重要な一部となってきた。

S30400 ステンレス鋼製模型飛行機

この玩具の模型飛行機と軽トラック・複葉飛行機・ヘリコプター・ジープのモデルが日本の豫洲短板産業(株)により市販中である。課題は S30400 ステンレス鋼板の 20 枚の不規則な切断片を説明書なしで継ぎ合わせて組み立てることである。接着剤を使用してはいけない。その代わりに、このパズルは最後のピンを差し込むことによって組み合わされ完成する。部品は互いに結合されていないから、切断片を手で触るとガタガタ音がする。この音は日本語ではガチャガチャと表現するので、この製品名は“ガチャビン”である。

NiDI e-学習モジュールについて

NiDI は特に建築技術者のために NiDI ウェブサイトから PDF ファイルをダウンロードできるステンレス鋼の腐食形態に関する 7 頁の e-学習モジュールのサービスを開始した。これは NiDI コンサルタント Catherine Houska が書き、NiDI 技術担当理事 Gary Coates が編集した。詳細は本文参照のこと。

Ni 及びステンレス鋼龔に関する会議

水処理におけるスクーリングと腐食に関する会議：国際水協会 (IWA) と英国の Granfield 大学水科学学部は標題に関する会議を 3 月 25~27 日 Granfield において開催する。この会議で NiDI コンサルタント Carol Powell は“水及び廃水系におけるステンレス鋼”を講演する。

英国ステンレス協会 (BSSA) のステンレス鋼発明 90 周年記念大会：今年は英国南ヨークシャー州シェフィールドの冶金技術者 Harry Brearley のステンレス鋼発明 90 周年の記念の年である。それ故、英国ステンレス協会は南ヨークシャー州 Rotherham で 4 月 3~4 日“持続可能な将来のためのステンレスの解答”に関する会議を開催する。NiDI 理事長 Dr. Ivor Kirman は“ステンレス鋼が将来の市場アクセスを保証”の題で講演する。

Ni/Co 会議 2003: 西豪州パースで 5 月 19~21 日 Ni ラテライト鉱の湿式製錬に関する国際会議が開催される。

海洋腐食会議：The Sea Horse Institute は米国ノースカロライナ州 Wrightsville Beach で 8 月 10~14 日 標題の会議を開催する。

以上の会議及びその他の会議の詳細は本文参照のこと。