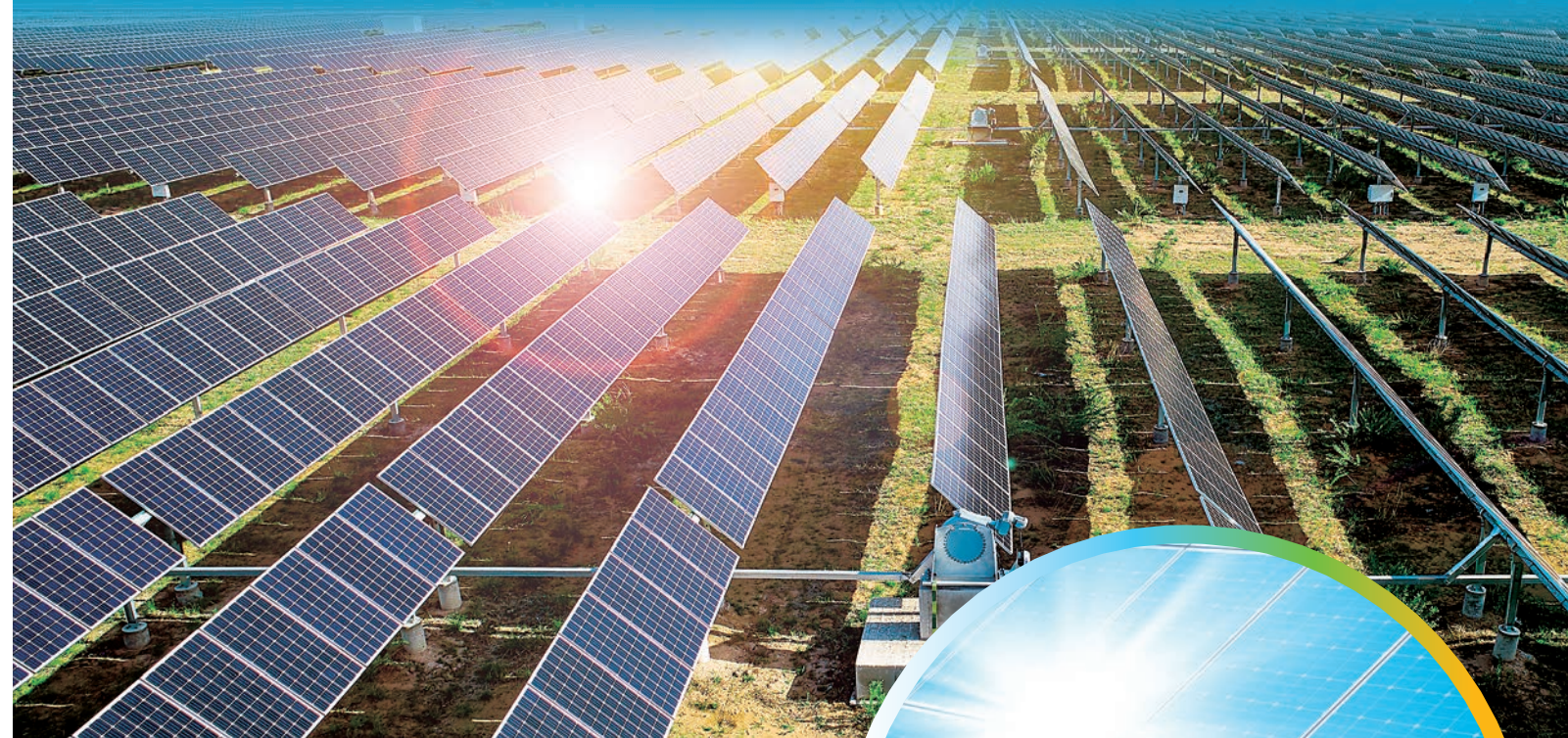


再エネを支える 日本製鉄のエコプロダクツ®



太陽光発電の普及を支える 高耐食めっき鋼板

太陽光発電を行うためには、発電パネルに加え、パネルを支えるための金属材料が必要です。

そこで、高耐食めっき鋼板が重要な役割を担っています。日本製鉄は高耐食めっき鋼板の供給を通じて、太陽光発電の普及を支えています。

世界中で加速する 太陽光発電の導入

「欧州をはじめ世界各国で太陽光発電の導入が加速しています。その勢いは、これまで過去に導入してきた設備容量と同じ容量をこの10年で導入しようとするほど積極的なものです」と太陽光発電がこれまで以上に急速に導入されていくことを、高耐食めっき開発室の齊藤祐介主幹は分析します。日本の太陽光発電の導入量が2019年時点で55・8ギガワットであることにに対し、政府は2030年に100ギガワット以上に増加させる目標を掲げています。

太陽光発電の設置方式は、屋根設置型や地上設置型、水上設置型などに大別されますが、太陽光発電に適した設置場所はあまり残されておらず、政府の目標を達成するためには、これまで設置が難しかった場所にも太陽光パネルを設置することが必要になってきています。

「沿岸などの腐食環境が厳しい地域などで太陽光発電を行うためには、腐食に強い



日本製鉄(株)
薄板事業部 薄板営業部
高耐食めっき開発室
齊藤 祐介 主幹

ゼフシード®では6%のマグネシウムを添加することが可能になり、耐食性を向上させることができました」と薄板商品技術室の中村文彰部長代理は開発経緯を振り返ります。

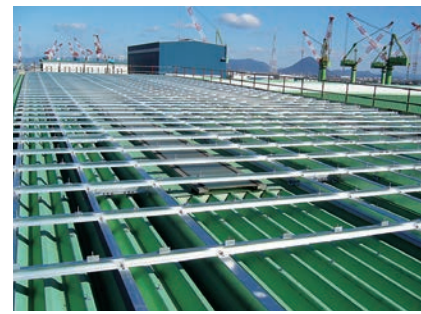
ゼフシード®のめっきには亜鉛とマグネシウムのほかにアルミニウムや微量のケイ素も添加されています。めっき研究室の徳田公平課長は、「マグネシウムの添加量を増やせば耐食性は向上しますが、めっきが硬くなり、加工性が低下します。そのほかの添加元素にもさまざまな役割があり、無限にある組み合わせから、個々の性能を引き出すベストな組成を見極める必要があります」と開発の苦労を打ち明けます。



日本製鉄(株)
薄板事業部 薄板営業部
薄板商品技術室
中村 文彰 部長代理



日本製鉄(株)
鉄鋼研究所 表面処理研究部
めっき研究室 研究第一課
徳田 公平 課長



屋根設置型



地上設置型



水上設置型

架台の種類と要求性能 架台のコスト低減だけでなく、耐積雪・耐風性能、施工性、メンテナンス性などが求められ、日本製鉄の高耐食めっき鋼板シリーズはそれらの要求性能にえています。

架台材料が必要です。また、屋根に設置する場合には軽量化が重要なポイントになります。同時に架台の材料や設置コストも低減していかなければなりません」(齊藤主幹) 太陽光発電パネルを設置する架台に求められる主な性能として、① 強風や積雪などに耐えることができる強度、② 現場での溶接が不要で部材が軽量であること、③ 現場で簡単に取り付け可能な形状にすることなどによる施工性やメンテナンスコスト低減のための高い耐食性の3つを指摘します。

溶融亜鉛めっき鋼板と比べ 5倍の耐食性を有する スーパーダイマ®とZAM®

メイン需要である地上設置型の太陽光発電パネルの架台には、これまで主に後めっきが使用されてきました。部材を加工したあとにめっきする後めっきは、成形した部品を高温の溶けた亜鉛に漬けてめっきしますが、めっき時に熱歪みが発生するため、形状など品質レベルを保つために必要とされる強度以上に鋼板の厚みが必要となり、重たく施工性も低い、さらにコストもかかる架台になっていました。

一方、日本製鉄開発鋼の高耐食めっき鋼板であるSuperDyna®(スーパーダイマ®)とZAM®(ザム)は、加工前にめっきした鋼板

を部品へと成形していくことから熱歪みが発生しません。そのため、必要とされる強度を担保する板厚で済み、加工後の後めっきに比べて軽量化することができます。また、後めっきに比べて耐食性が高く施工性の向上やメンテナンス周期の長期化も期待できることから、スーパーダイマ®とZAM®を広く供給してきました。今後、CO₂の排出削減に向けた取り組みが世界で加速していきますが、日本製鉄の高耐食めっき鋼板が大きく貢献していくことができますと考えています。

英知を結集し開発した ゼフシード®

さらに日本製鉄は、スーパーダイマ®とZAM®よりも2倍の耐食性を誇るNEXEED®(ゼフシード®)を開発し、2021年10月から販売を開始しています。

「めっき成分の亜鉛にマグネシウムを加えると耐食性が向上することはわかっていました。スーパーダイマ®とZAM®が開発された2000年ごろは酸化しやすいマグネシウムの添加量の上限は2〜5%でした。しかし、日本製鉄独自の技術開発により

ソーワイヤ

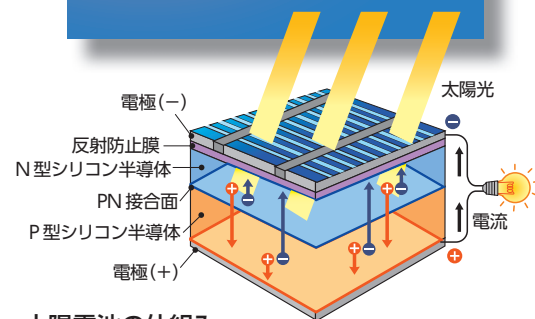
太陽電池のシリコンウエハを精密に切り出す

太陽光発電に欠かせない太陽電池の半導体に使われるシリコンウエハ。そのシリコンウエハを精密に切り出すソーワイヤに、日本製鉄の特殊線材が使われています。

ソーワイヤは固く切断しにくいシリコンを効率良く切断するために日々進化を続けています。歩留向上と切断工程の高速化を目指し、ワイヤ表面に微細なダイヤモンド粒を電着させたダイヤモンドソーワイヤが主流となりました。少しでも切断コストを低減するためにソーワイヤの細径化が進んだ結果、現在は直径40マイクロメートルに迫る極細サイズの製品が登場しています。また、シリコンを高速で切断する際、ワイヤに大きな抵抗荷重がかかることから高強度化が進み、素材成分は0.9%炭素が主流となっています。

極細で強いソーワイヤの製造には、高纯净度と高強度を両立した線材が求められます。日本製鉄は独自開発の介在物制御技術と偏析制御技術を適用したソーワイヤ用高炭素線材を供給し、市場から高い信頼と評価を得ています。

太陽光発電 の普及を 加速させる



太陽電池の仕組み

プラスを運びやすいP型シリコン半導体とマイナスを運びやすいN型シリコン半導体を貼り合わせてあります。この2つの半導体の境目に光エネルギーが加わると、乾電池と同じ状態になり、電線をつなげば電気が流れ、光エネルギーが当たり続ければ電気は発生し続けます。

カタマ[®]SP

草刈り負担を軽減する

カタマ[®]SPは、水と反応して自ら固まる鉄鋼スラグ特有の性質を活用したバラス舗装材です。適量の散水と重機による転圧を行うことにより、徐々に固化が進行します。固化による防草効果により、太陽光発電の架台足場での草刈り負担を軽減しています。



写真提供：日鉄スラグ製品(株)

集光型太陽熱発電



タワー式集光型太陽熱発電（CSP=Concentrating Solar Power）

発電プラント用鋼管 高温環境に耐える

太陽光を反射鏡で集めて、その熱エネルギーを利用して発電する集光型太陽熱発電が、サンベルト地帯と呼ばれる北緯37度以南の日照量の多いアフリカ北部、中東、アメリカの砂漠地帯などで実用化されています。受光部であるレシーバの伝熱管は高温強度と耐高温腐食性が求められるためニッケル基合金管が、また過熱器管/再熱器管には日本製鉄開発鋼であるボイラ用ステンレス鋼管 SUPER304H[®] が求められます。

蓄電池の安全性を確保する

高加工性Niめっき鋼板 スーパーニッケル[™]

蓄電池の導入により、昼間に発電した電力を貯めておくことができれば、夜間や悪天候時であっても電力を賄うことができるようになるだけでなく、災害時のバックアップ電源にもなります。その蓄電池セルケース材に日本製鉄のスーパーニッケル[™]が使われています。めっき鋼板の界面にFe-Ni拡散合金層を有することで、加工後のめっきの被覆性に優れ、電解液への金属の溶解を抑え、蓄電池の安全性を確保しています。



日本製鉄は海外のお客様によりわかりやすく当社の高耐食めっき鋼板を訴求するために、2021年4月に海外市場向けブランドZAM[®]-EX（ザムイーエックス）を立ち上げました。

「欧州などの海外で設計される架台用の鋼材には20〜25年の耐用年数保証が求められています。そこでZAM[®]-EXでは、お客様のご要望に応じて個別契約単位で、一定の腐食環境下において25年間、穴あきが発生しないことを保証しました。海外においても腐食環境の厳しい地域、および発電ポテンシャルが高い地域で太陽光発電の設置が積極的に進められています。現在、欧州や中近東、インドなどからZAM[®]-EXの問い合わせや引き合いが増加しており、今後ますます高耐食めっき鋼板の採用が広

日本製鉄は高耐食めっき鋼板について、20年以上のノウハウ・知見の蓄積があり、多彩な製品ラインナップを持っています。パートナー企業と連携することでさまざまなソリューションを提案でき、これからも高耐食めっき鋼板を通じて環境問題の解決に貢献してまいります。

さらに、高耐食めっき鋼板は、道路、鉄道、鋼製水路など、これまで後めっき鋼板が使用されていたところに使用することで、軽量化による使用材料の削減や長寿命化が実現でき、太陽光発電分野以外でも大きなCO₂削減効果が見込めます。

耐用年数25年を保証する 海外市場向けブランド ZAM[®]-EX

「ゼクシード[®]の開発では、単に鋼板表面耐食性を向上させるだけでなく、加工製品の端面耐食性や加工性なども考慮してベストな性能を実現できるめっきの組成を追求しました。今回の新しい高耐食性めっき鋼板の開発では、研究者が生み出した技術の種（シード）に、高耐食めっき鋼板のプロ集団（製造、品質管理、需要家対応、営業にかかわるすべての人の知恵と経験を結集したからこそ、ベストな組成（レシピ）にたどり着くことができました」（中村部長代理）

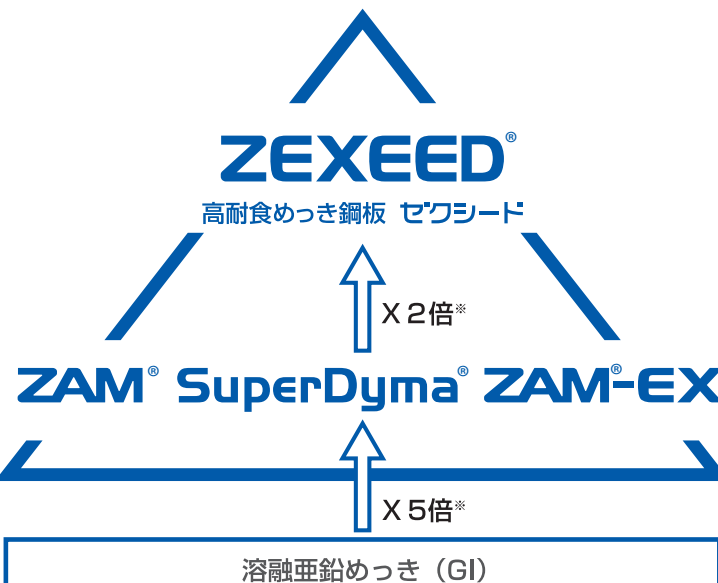
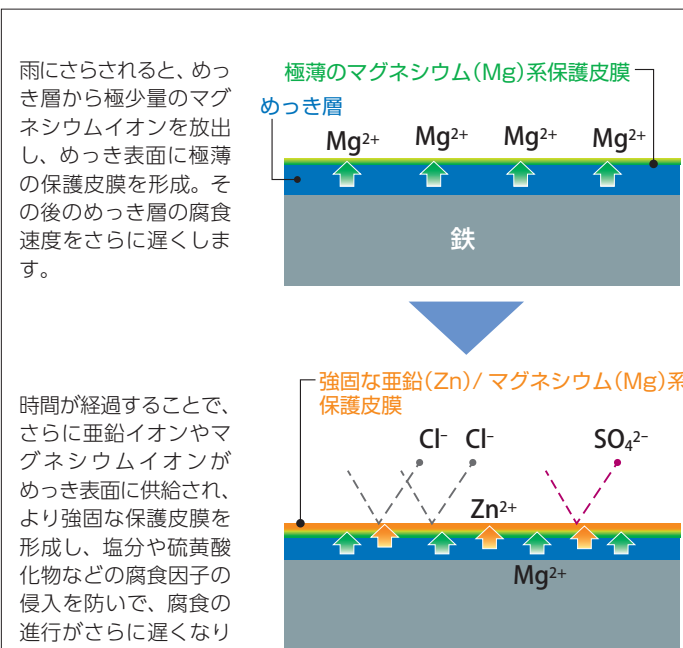
「それが予想されます」と冷延・表面処理鋼板輸出室の田川真優子主査は需要拡大に期待を寄せています。



日本製鉄(株)
薄板事業部 鋼板・形鋼輸出営業部
冷延・表面処理鋼板輸出室
田川 真優子 主査

ZEXEED[®]の防食メカニズム(平面部)

ZEXEED[®]は高耐食めっき鋼板の約2倍、溶融亜鉛めっき鋼板の約10倍の耐食性能を有しています。さらにSuperDyma[®]やZAM[®]が苦手としていた水に濡れたままの環境でも優れた耐食性能を示します。



※平面部めっき腐食減量を基に耐食性能を算定（複合サイクル腐食実験 JASO M609-91法、50サイクル）日本製鉄調べ。

日本製鉄の高耐食めっき鋼板シリーズ

多様な機能を備えた既存の高耐食めっき製品群に、さらなる高耐食ニーズに応えるため新しく開発したZEXEED[®]を加えた高耐食めっき鋼板シリーズを立ち上げました。



山葵沢地熱発電所 (秋田県湯沢市)

写真提供：湯沢地熱 (株)

地熱発電 高温高压の 蒸気や熱水に 負けない

優れた耐久性を発揮する 地熱蒸気回収用鋼管

地熱発電では地下深度300～3,000メートルで高温高压の熱水が蓄えられた貯留層を狙って生産井を掘削し、熱水を地上に噴出させることで蒸気を発生させ、蒸気タービン発電機に供給して発電しています。地熱蒸気には塩化物や硫化水素などさまざまな腐食性物質が多量に含まれています。この過酷な使用環境においても、日本製鉄の地熱蒸気回収用鋼管は、優れた耐久性を発揮し、地熱発電プラントの信頼性を向上させています。



傾斜機能材料 密着二重管

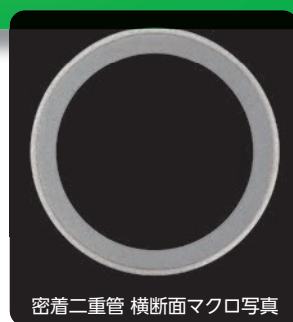
バイオマス発電は、成長の際にCO₂を吸収した樹木から発生する間伐材や廃材などを燃焼する際の熱を利用して電気を起こすことにより、カーボンオフセットとして実質CO₂を排出しない発電方式です。日本製鉄は厚板・建材製品やボイラ用鋼管などの供給を通じて、バイオマス発電所の建設に貢献しています。

日本製鉄のボイラ用鋼管は、使用条件に合わせて対応可能な炭素鋼鋼管、合金鋼鋼管、ステンレス鋼鋼管、ニッケル基合金管と豊富な製品群を取り揃えています。

近年のインターネット販売市場の拡大などにより板紙(ダンボール原紙)の世界需要が増加傾向にあります。そのため製紙工場ではパルプ製造工程から発生する黒液を回収して燃焼させ、エネルギーとして活用する黒液回収ボイラなどのバイオマス発電が増えていきます。黒液回収ボイラの水壁管は、管内面と管外面での要求性能が異なるため「密着二重管」と呼ばれる外面と内面で異なる材質を合わせた鋼管ニーズがあります。ボイラ内での腐食が懸念されることから、外面にはステンレスをはじめとする高合金、内面は炭素鋼という組み合わせが増えており、この密着二重管を製造できるのは日本製鉄を含め世界で2社となります。

日本製鉄では、グループ会社とも連携し需要捕捉にも対応しています。

バイオマス 発電 顧客ニーズに 応じた 製品ラインナップ



密着二重管 横断面マクロ写真

製鉄所の火力発電で未利用間伐材を活用

日本製鉄は東日本製鉄所釜石地区と九州製鉄所大分地区の火力発電施設で、木質バイオマス資源を石炭と混焼することにより、石炭使用量と温室効果ガスの削減を図っています。大分地区では、地域で発生する未利用材を破碎処理した木質チップの混焼を2014年から運用。釜石地区では2010年より運用開始し、地域の林業振興にも貢献しています。電力の安定供給に加え、木質バイオマス資源の利用を通じた温室効果ガス削減、森林整備や地域経済の活性化などにも貢献しています。



日本製鉄 東日本製鉄所 釜石地区 (岩手県釜石市) の発電施設

大入熱溶接用TMCP厚鋼板

建造効率を高める

日本製鉄の大入熱溶接用TMCP鋼は、洋上風力発電を支える基礎構造物の建造効率の向上に貢献しています。高い強度と優れた溶接性で、すでに船舶や建築の分野において多数の実績を持っており、洋上風力発電においても軽量化と溶接効率の向上を図ります。

疲労ソリューション

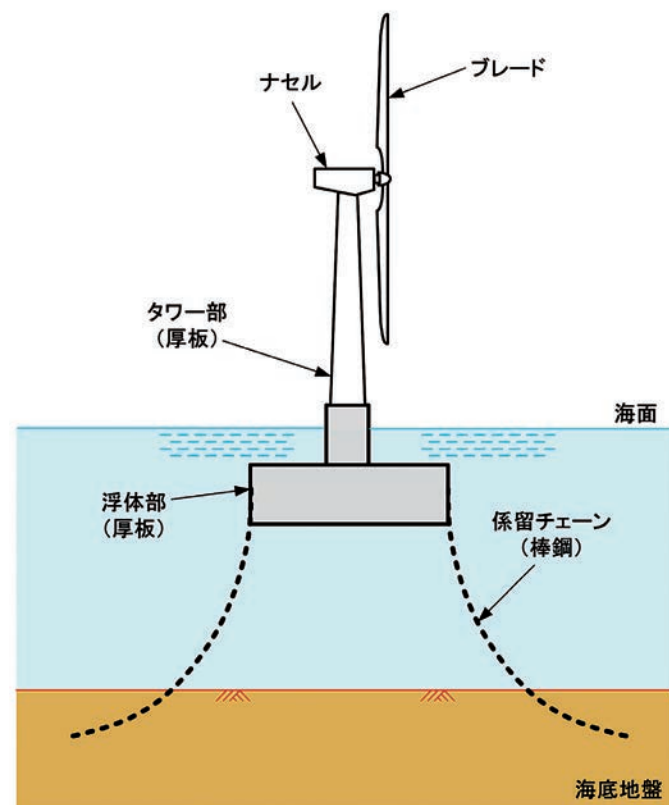
安全・安心を確保する

日本製鉄の疲労ソリューションは、風車ブレードの回転や波浪などから発生する繰り返し応力に起因する金属疲労を十分に考慮した設計の対策技術として、大型風力発電における安全・安心の確保、部材の軽量化、メンテナンスコストの低減を実現します。

係留システム

耐久性と長寿命化を実現する

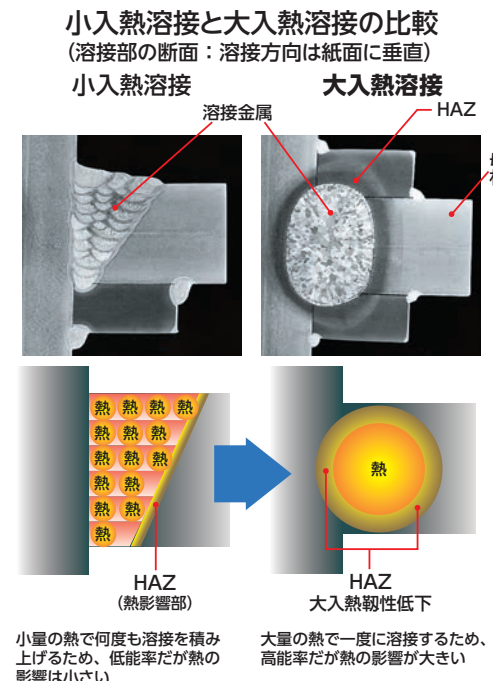
日本製鉄は浮体式係留に多くの実績を持つ日鉄エンジニアリング(株)と、チェーン製造に多くの実績を持つ濱中製鎖工業(株)と共同で、高強度鋼材(棒鋼)の適用により係留チェーンの耐摩耗性と耐疲労性の向上を図り、係留システムの耐久性・長寿命化を実現しています。



浮体式洋上風力発電設備の模式図

金属組織を制御して溶接部の靱性を向上

鋼製の基礎には着床式と浮体式があります。着床式と同様、浮体式もまた巨大な鋼製の構造物で、厚手の鋼材を数千トン用いますが、このような厚手鋼材を溶接するには数十回もの溶接を行うため効率が悪くなります。そこで建築や造船の分野で実績のある大入熱溶接を用いて効率的に溶接施工する方法が用いられますが、大入熱溶接の場合は高温からゆっくり冷えるため結晶粒が粗大化して靱性の低下をもたらす課題がありました。この課題を克服したのがHTUFF®技術です。HTUFF技術は微細なナノサイズ酸化物を鋼中に分散させることにより結晶粒の粗大化を抑制し大入熱溶接をしても靱性を維持できるため、健全な浮体構造物が高効率で製造可能となります。また、浮体式には波浪、風、風車の振動などにより変動する外力が作用するため、溶接部には疲労特性が求められます。疲労特性向上をもたらす技術として超音波衝撃処理(UIT)※を用いることで、特に大型浮体での使用が想定される高強度鋼(ハイテン鋼)に対して長疲労寿命への効果が期待されます。



※ 超音波衝撃処理(UIT) : Ultrasonic Impact Treatment. 超音波振動された鋼製ピンを押し当て打撃処理することで、被処理部の形状、組織、残留応力を改善するもの。