

技術図鑑

新日鉄住金グループの溶接ソリューション 社会基盤の強靭化に貢献するため

強度、耐食性、耐摩耗性などに優れた高機能な鉄ほど、溶接が難しくなります。船やビル、橋、自動車などは、鋼材を切断して溶接で組み立てて製品化されるため、新しい高機能鋼材開発に伴い、それを使いこなすための溶接技術が求められます。新日鉄住金グループは高機能鋼材開発に加え、その鋼材に適した溶接技術・溶接材料の開発・提供を通して、日本の社会基盤の強靭化に貢献しています。

建築

鉄骨構造の健全性を高める

高層建築で採用されている代表的な鉄骨構造(図1)として、柱部材に4面ボックス柱(図2)が使われています。4面ボックス柱は4枚のスキンプレート(厚板)と内部に設置されたダイアフラム(補強用の鋼板)で構成されています。

スキンプレートの組み立てではサブマージアーク溶接^{*1}、ダイアフラムとスキンプレートの組み立てではエレクトロスラグ溶接^{*2}が採用されています。厚さ50mm以上のスキンプレートを一回の溶接で効率的に組み立てるため、入熱量の大きい溶接(大入熱溶接)が行われています。このとき新日鉄住金のHTUFF[®]鋼とそれに適した溶接材料が威力を發揮し、建築鉄骨の健全性を高めます。

*1 サブマージアーク溶接：あらかじめ粒状のフランクスを溶接線に沿って散布しておき、フランクスに覆われた状態で母材とワイヤ間にアーケを発生させて母材を溶かし接合する。

*2 エレクトロスラグ溶接：立て向きの狭い開先内にノズルを入れ、ノズルの中空部から細径ワイヤを供給して開先にフランクスを添加し、母材とともに溶かし接合する。

溶接熱に対応する鉄

ビルや船、橋、海洋構造物などの構造物のトラブルは、人命や地球環境に直接影響を及ぼすため、どんな使われ方をされても溶接部が壊れない高い信頼性と安全性が求められます。

近年これらの構造物の大型化に伴って、溶接長さが増えました。従来の小入熱溶接(図3左)では、溶接金属を何層にもわたって積み上げ、鋼材が厚くなるほど何度も溶接作業が必要となり、作業効率の向上が大きな課題となりました。大きな熱量で一気に溶接する大入熱溶接(図3右)を行えば、作業効率は高まります。しかし厚板が1,400°C以上の高温で加熱されるため、もろく壊れやすくなり、韌性(粘り強く壊れにくい性質)が低下してしまいます。

こうしたなか、新日鉄住金は大きな熱的負荷のかかる溶接熱影響部(Heat Affected Zone : HAZ)の組織を制御したHTUFF[®]鋼を開発し、韌性確保の課題を克服しました。HTUFF鋼の誕生によって、構造物が使われる環境の温度と厚板の降伏強度に応じて、さまざまな入熱量で安心して溶接できるようになりました(図4)。ビルの柱や梁、船の外板や隔壁、橋の主桁や橋脚、石油や天然ガスを掘削する海洋構造物などに幅広く採用され、溶接施工の効率化とともに構造物の信頼性と安全性の維持に貢献しています。

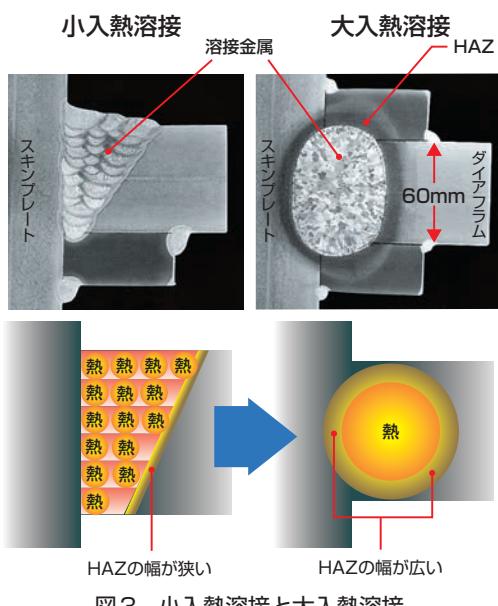


図3 小入熱溶接と大入熱溶接

小入熱溶接 少量の熱で何度も溶接を積み上げるため、熱影響が少ないものの低能率

大入熱溶接 一回で大量の溶接をするため、熱影響が大きいものの高能率

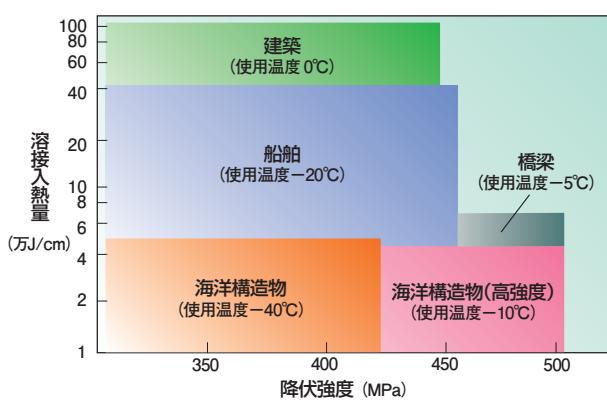


図4 鋼構造物の使用温度、強度と溶接入熱量の関係

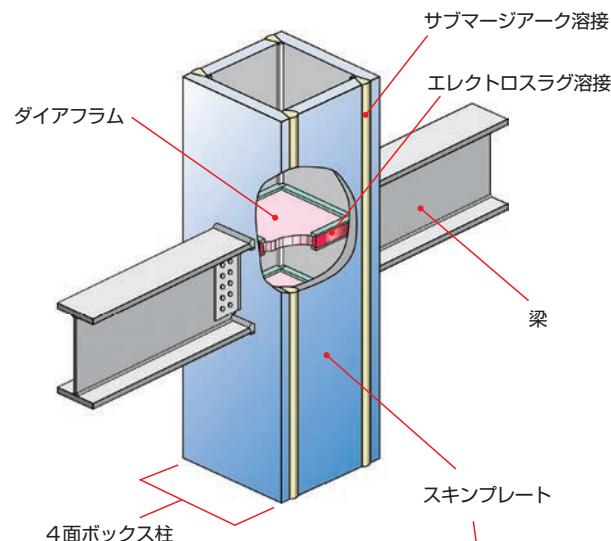


図1 鉄骨の構造例

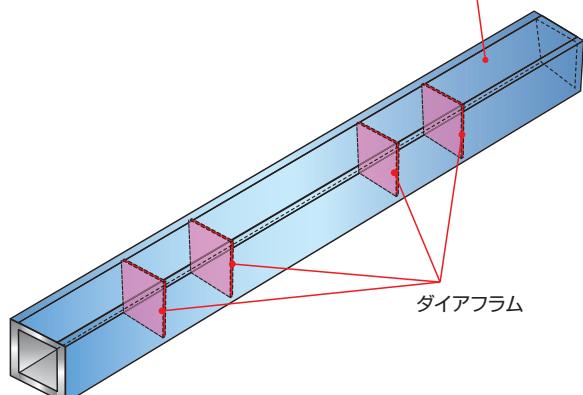


図2 4面ボックス柱

原油タンクの腐食を抑える

油漏れなどの重大事故につながる恐れのある原油タンカーの貨物タンクの底部や天井部の腐食を防ぐため、新日鉄住金は原油タンカー用高耐食性鋼板「NSGP[®]-1」「NSGP[®]-2」を開発しました(図5)。船舶分野で、塗装した鋼板から代替可能な耐食鋼として初めて認められ、これまで塗装による防食が義務付けられていた原油タンク内部において塗装を省略できる画期的な鋼板です。また、母材と同等の耐食性を持つ溶接材料もあわせて開発し(製造・販売は日鉄住金溶接工業(株))、原油タンカータンク全体の構造物としての耐食性向上に貢献しています。

船舶

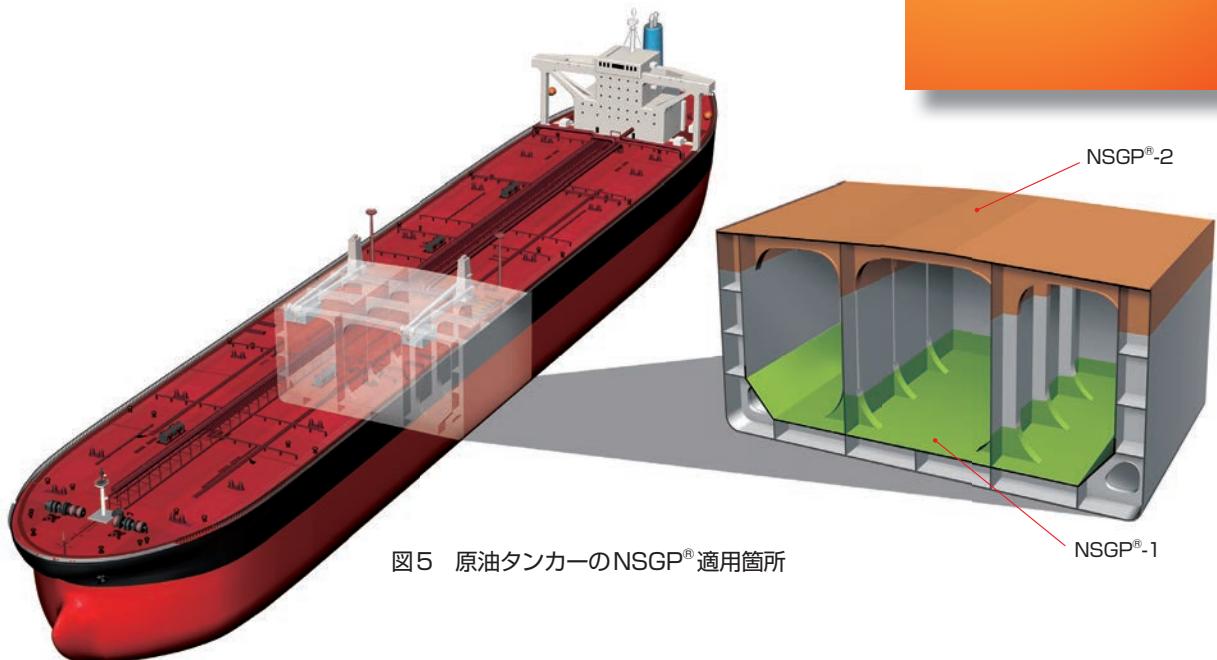


図5 原油タンカーのNSGP[®]適用箇所

自動溶接システムで高能率化

船の建造方法はブロック建造方式が採用され、パネルを組み合わせてブロックを工場内で組み立て、さらにブロック同士をつなぎ合わせて完成させています。海洋汚染防止の観点から、船体がダブルハリ(二重船殻)構造に変わり、溶接工程の効率化が課題となっています。

そこで新日鉄住金は日鉄住金溶接工業との共同研究により、2電極1プール方式の高速すみ肉溶接法(HS-MAG)を開発し、自動ロンジ^{※3}溶接装置(写真1)に搭載することで、従来方法と比べて2倍以上の飛躍的な高能率化を実現しました。

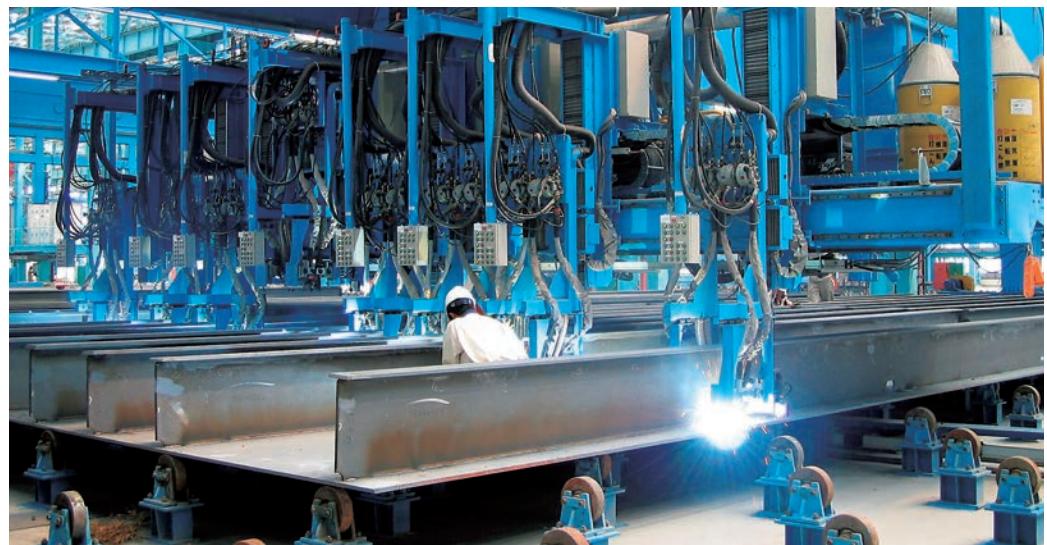


写真1 自動ロンジ溶接装置

※3 ロンジ：ブロックのベースとなる鋼板に縦方向に配置した部材。

橋 梁

スマートでシンプルな橋梁構造

東京ゲートブリッジ(写真2)には、新日鉄住金の橋梁用高降伏点鋼「SBHS500」が全面的に採用され、世界初となる全溶接の大型トラス・ボックス複合橋梁を支えています。海上橋のため高塩害環境となり防食的に弱点となり得るボルト接合を避け、全溶接構造が採用されました。高強度鋼使用時は溶接割れの防止のため、溶接前に予熱を必要としましたが、SBHS500は高強度でありながら溶接性が良く、予熱作業の省略が可能な高性能鋼材です。

溶接材料の開発も鋼材開発と並行して行い、東京ゲートブリッジ現地溶接作業の効率化・品質向上・作業環境改善などに大きく貢献するとともに、コンパクトでスマートな構造を実現しました(写真3)。



写真2 東京ゲートブリッジ



写真3 コンパクト格点^{※4}構造

※4 格点：部材と部材との交わる点。



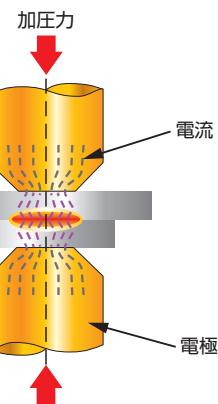
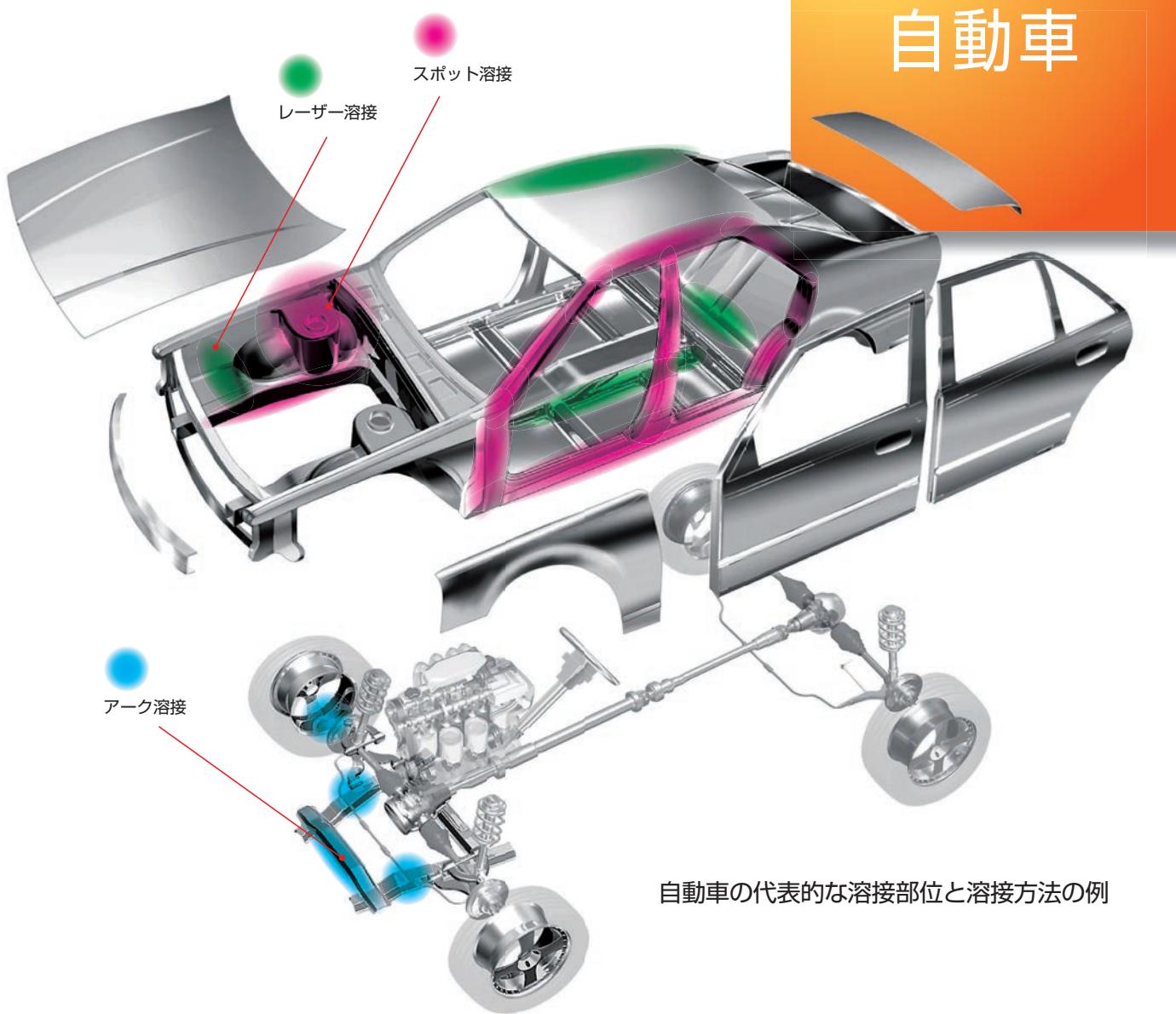
写真4 石油掘削用海洋構造物

海洋構造物

マイナス40℃でも高韧性を発揮する

海底油田採掘用のジャケットに代表される海洋構造物(写真4)は、オペレーターが生活をしながら生産を行うため、特に構造物に対する安全性が求められ、いかに溶接熱影響部(HAZ)の韌性を保ち、脆性破壊の発生を抑制するかが大きな課題となっています。そこで新日鉄住金は、溶接熱影響部韌性に優れた海洋構造物用TMCP厚鋼板(HTUFF[®])を開発しました。鋼材、溶接材料とともに、より韌性が低下しやすい－40℃という過酷な低温環境で操業されるサハリンプロジェクトなどに採用され、北極圏域にまで拡大するエネルギー開発に貢献しています。

車体の軽量化と衝突安全性の向上



■ 車体を効率良く組み立てる

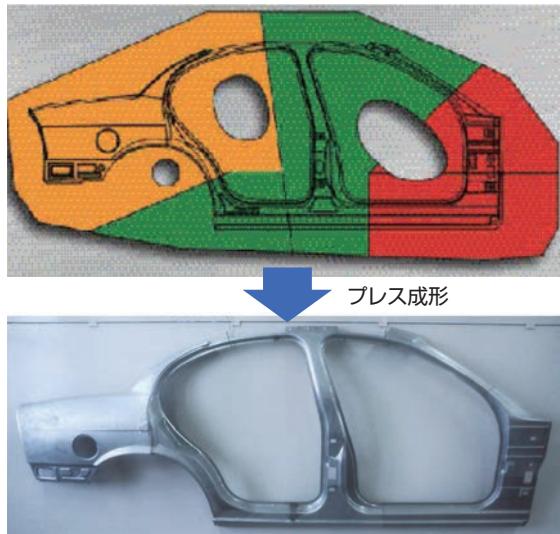
自動車は薄板をプレス成形した大小のパネル部品を溶接で組み立てて車体がつくれられています。その組み立て工程では、スポット溶接が主に使われています(図6)。1回の溶接では直径5mm前後の碁石状の溶接金属が形成されるだけですが、次々に溶接していくことでパネル同士を強固につなぐことができます。重ね合わせた鋼板に穴を開け、リベットでかしめるリベット接合に比べて軽量化でき、施工時間も短く、作業効率が良いというメリットがあります。

しかし防錆亜鉛めっき鋼板をスポット溶接すると、めっきの亜鉛と溶接電極の銅が反応し電極が傷み、続けて溶接できず非効率になるという課題がありました。新日鉄住金は、めっき層の組成を改良した合金化溶融亜鉛めっき鋼板を開発し、スポット溶接の連続打点性を向上させました。このように溶接性と耐食性を兼ね備え、さらには加工性など、さまざまな性能に優れた合金化溶融亜鉛めっき鋼板は、自動車用鋼板として現在広く使用されています。

図6 電気抵抗スポット溶接

2枚以上の鋼板を重ね合わせ、棒状電極ではさみ込んで電流を流し、電極間の鋼板を溶かし接合する。鋼板の表面は水冷電極で冷却されているため、鋼板の合わせ面だけを1秒以内に溶かすことができる。

板厚や強度の異なる鋼板を溶接



異なる原板から溶接でプレス用素材を仕立てる

自動車の骨格などにテーラードブランク工法が採用されています(図7)。テーラードブランクとは、板厚や強度の異なる鋼板をレーザー溶接(図8)してプレス用素材を仕立てたあとプレス成形する技術です。強度が必要な部位だけに高強度鋼板を適用することが可能となるため、成形品としての必要な強度を保ちつつ、強度が不要な部分の軽量化を図ることが可能です。まさに仕立て服を注文するように目的に合わせて、異なる原板を適材適所に配置することができます。

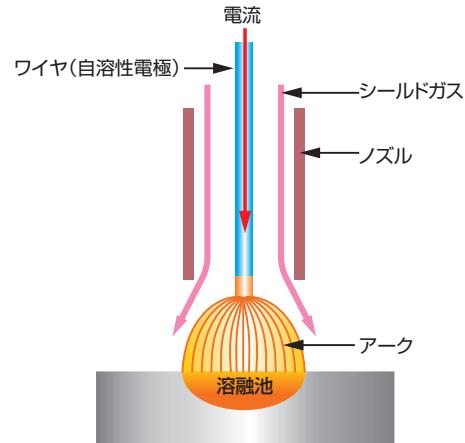
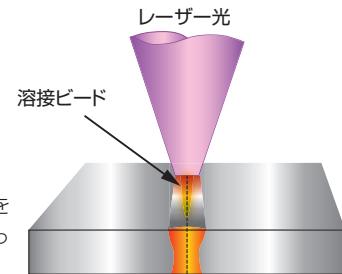


図9 ガスシールドアーク溶接

高温となった母材が酸素と反応しながら酸化するのを防ぐため、不活性ガスを噴射しながら溶接面を空気から遮断(シールド)し、母材を溶かし接合する。

ものづくりを支える溶接技術・材料の開発

溶接で組み立てられている製品の品質は、溶接する作業者の技能レベルやロボットの操作状態によって大きく変化してしまいます。溶接はものづくりの力技を握るキー技術の一つなのです。その溶接の品質を確保するためには、欠陥を抑える溶接方法や溶接条件の管理とともに、最適な溶接材料の選定が欠かせません。日鉄住金溶接工業(株)は、新日鉄住金の高機能鋼材に最適な溶接技術・材料を開発し、お客様のニーズに合わせた製品・機器装置の供給で日本のものづくりを支えています。



日鉄住金溶接工業(株)の新ブランド『WELDREAM®』

「お客様の理想の溶接を実現する」をコンセプトに製品改良・開発を行っています。