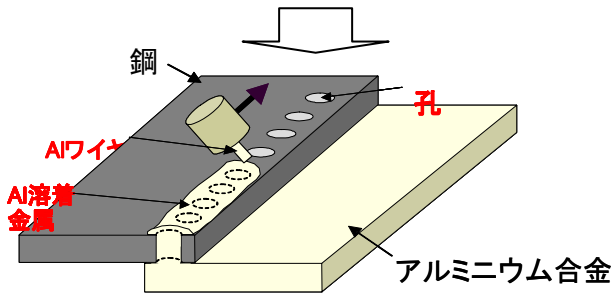


(42) 接合研究例-1 (鉄/アルミの異材 MIG 溶接技術)

<内容>

- 自動車へアルミニウム合金を適用するためには、鉄/アルミの異材接合技術の確立が必要と思われます。しかし、MIG溶接では接合界面に脆弱なFe-Al系金属間化合物が生成して十分な強度が得られません。この対応策として、重ね継手で上板の鉄に孔をあけてその孔の上からアルミワイヤでMIG溶接を行う「スクラムリベットMIG溶接法」を開発しました。
- 「スクラムリベットMIG溶接法」は、① MIG溶接をベースとしているため簡易な設備で溶接が可能である、② Fe-Al系の金属間化合物の生成を無視できる などの特長を有しており、他の異材溶接法に比較して優位性があります。引張強度は、アルミニウム合金母材の70%を確保できます。
- 本研究は、経済産業省からNEDOが平成16年度エネルギー使用合理化革新的温暖化対策技術開発（自動車軽量化のためのアルミニウム合金高度加工・形成技術の開発事業）として受託したものです。新溶接法の開発は、(株)神戸製鋼所 技術開発本部との共同研究です。

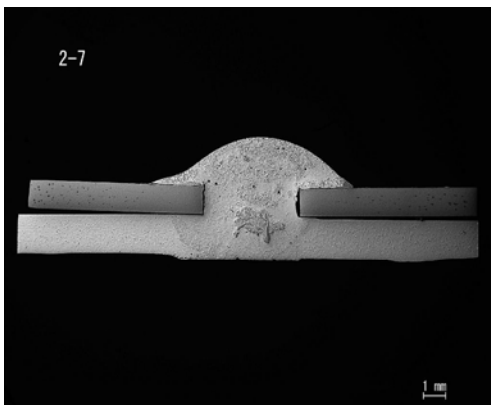
鋼板に孔を開け、アルミワイヤを用い、下板のアルミニウム合金板との溶込みで強度を得ます。



〔他の異材接合法との比較〕

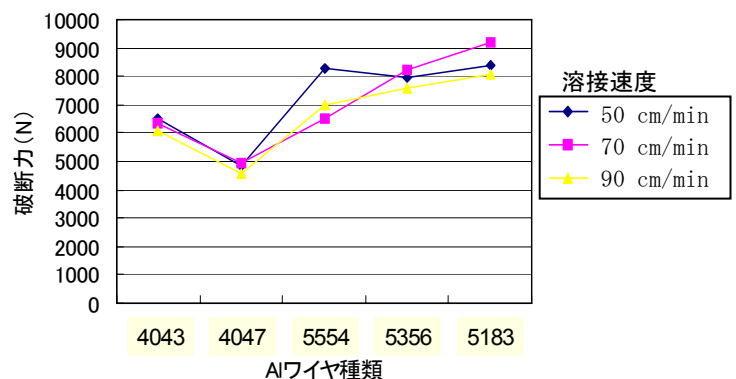
	リベット接合	固相接合	スクラムリベット
施工性	×	○	△
継手形状	板	円柱など	板
軽量化	×	○	○

〔スクラムリベットMIG溶接法〕



継手形状は、リベット接合と同種

〔断面マクロ組織〕



幅30 mmあたりの強度

継手効率は70%程度（母材の破断強度に対して）

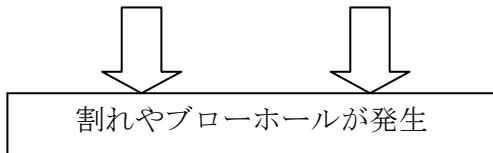
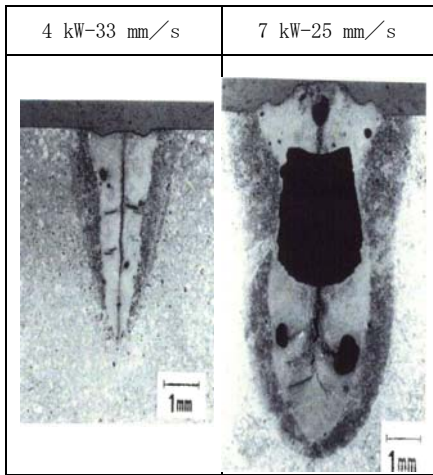
〔引張強度〕

(43) 接合研究例-2

(鉄粉焼結部品のレーザ溶接技術)

<内容>

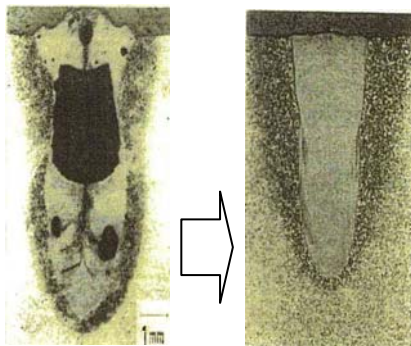
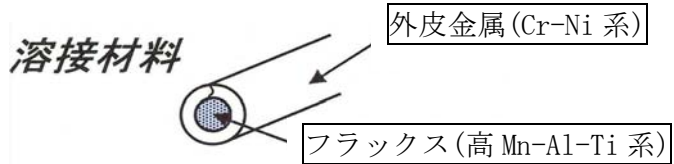
- 自動車で用いられる鉄粉焼結材は、形状的な制約のため一体成形できない場合があり、複雑な形状の部品については、焼結体同士を接合して製作する技術が検討されています。しかし、汎用性が高い従来溶接法の適用は、溶接欠陥発生のため技術的に困難であり、技術が確立されていないのが現状です。そこで、特殊フィラーワイヤを用いたレーザ溶接法を開発し、高能率で健全な溶接部を得ることを可能としました。
- 高炭素鉄粉焼結部品の通常のレーザ溶接では、溶接割れやブローホールの問題があります。ブローホールに対しては脱酸剤(Al、Ti、Mn)の添加を、割れについてはオーステナイト形成剤(Ni)の添加などを施した特殊フィラーワイヤ(高Mn-Al-Ti系)を用いて、溶接条件を適切化することで、深溶込み、低ひずみ、高能率を特徴とするレーザ溶接法を確立しました。また、引張強度の改善策として、「溶接後熱処理」の有効性も把握しました。



[通常のレーザ溶接]

[ワイヤ製作のコンセプト]

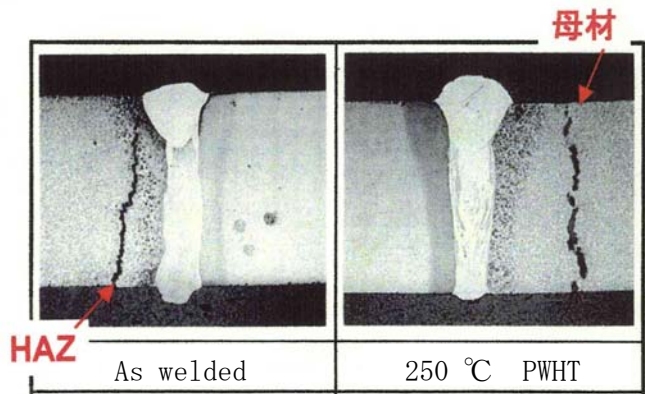
欠陥種類	ブローホール	低温割れ	高温割れ
発生原因	気孔が多い	C含有量：多	低融点化合物 粒界偏析
防止コンセプト	脱酸剤の添加	溶接金属のオーステナイト化	Sの固定
対策方法	Al, Ti, Mnの添加	Ni添加	Mn添加



ノーフィラーワイヤ フィラーワイヤ使用

溶接欠陥の防止に成功

[断面マクロ組織]



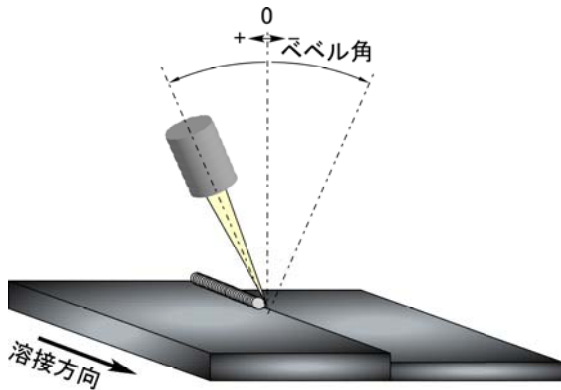
溶接後熱処理により、母材と同等の引張強度を確保 (母材破断)

[引張試験]

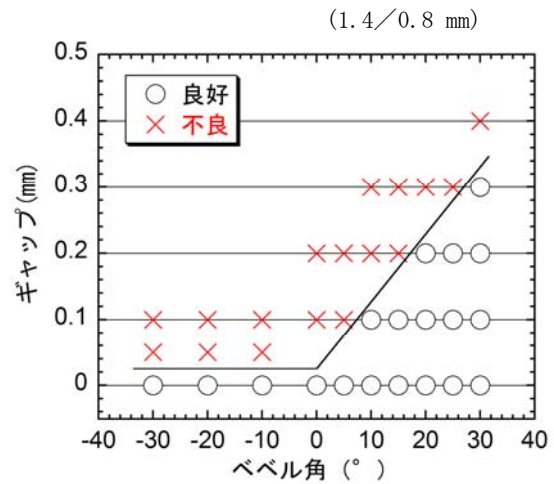
(44) 接合研究例-3 (薄鋼板のレーザー溶接技術)

＜内容＞

- レーザー溶接は、高密度エネルギー光を絞って狭い領域に当てることができるため、幅が狭く溶込みが深い溶接部を得ることができ、高能率で溶接ひずみが少ないことが特徴です。しかし、その反面レーザーが細く絞られているため、開先形状に高い寸法精度が必要となります。実施工では、開先の高い寸法精度を求めることは難しく、レーザー溶接における技術課題の一つとして挙げられます。その対策として、溶接突合せ面のギャップ（隙間）に対し裕度がある溶接施工法を開発しました。
- 本施工法は、自動車のテラードブランクなどに見られる異厚突合せ溶接を対象としており、厚板側にレーザーを傾け、レーザーの狙い位置を溶接線から厚板側にシフトすることによって、溶着金属量を増やし、ギャップに裕度を持たせることに成功しました。
- 本研究は、(株)神戸製鋼所 技術開発本部 機械研究所との共同研究です。



〔溶接方法〕



ベベル角がプラスになるほど耐ギャップ性は良好

(最大 0.3 mm)

〔耐ギャップ性試験結果〕

〔継手引張試験〕

継手引張試験では母材破断 (ベベル角 30°)

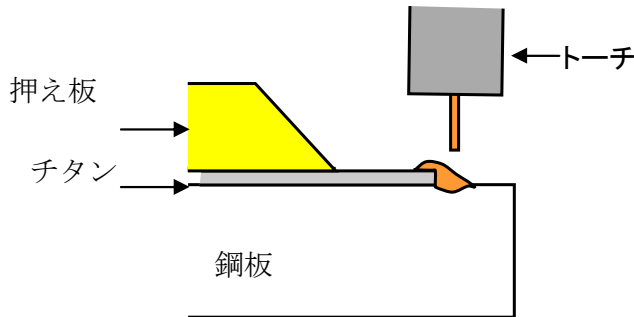
溶接条件	ギャップ (mm)	マクロ組織観察	継手引張試験
ベベル角 0°	0		 T. S: 412 MPa
ベベル角 30°	0.3		 T. S: 403 MPa

(45) 接合研究例-4 (チタンのライニング MIG 溶接技術)

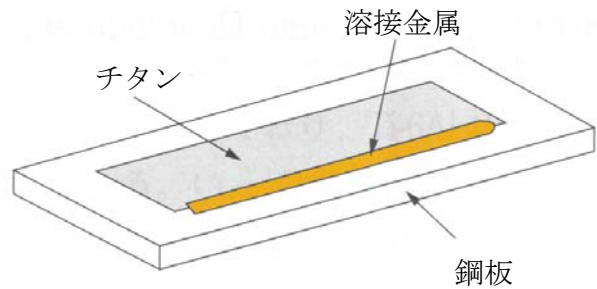
＜内容＞

○チタンは、優れた耐食性を有することから、化学プラント、発電プラントなどに適用されてきましたが、最近では海洋構造物への適用が試みられています。例えば、海における橋脚や超大型浮体式海洋構造物（メガフロート）の防食用ライニングなどがあげられます。これらのライニング工法は、チタンと鋼材を直接溶接することが難しいことから、コスト高のチタン・クラッド鋼を利用したものとなっています。これに対して、チタン板(1 mm程度)を鋼板に直接溶接するライニングとして、細径Cu合金ワイヤを用いたMIGブレイジング法を開発しました。

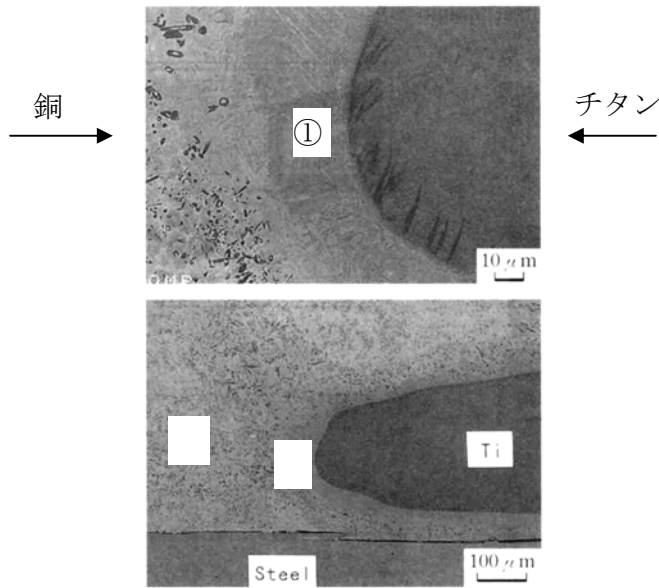
○溶接ワイヤとしては0.8 mmφのCu-3 %Si-1 %Mn系ワイヤを用いて、溶接条件(溶接電流、ワイヤ狙い位置)を調整することによって、脆弱な金属間化合物(Ti-Cu系)の生成を極力抑制し、溶接割れが発生しない施工方法を確立しました。継手強度は300 MPa以上であり、実用化の目処が立っています。



〔溶接方法〕

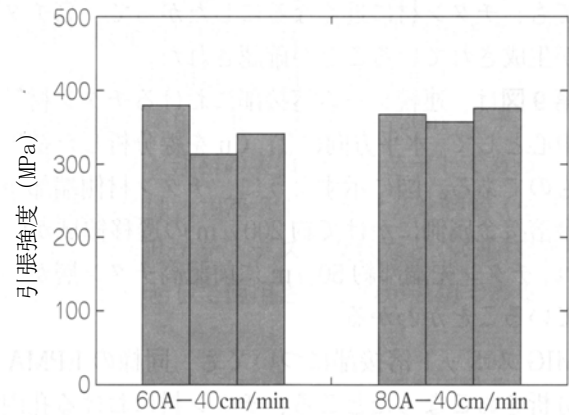


〔ライニング試験体〕



金属間化合物(写真の①)を極力抑制

〔接合界面の状態〕



溶接条件

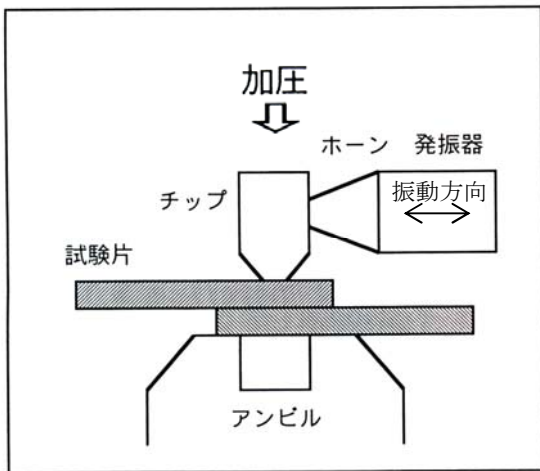
300 MPa以上の引張強度

〔引張強度〕

(46) 接合研究例-6 (非鉄金属薄板の超音波溶接技術)

<内容>

- 超音波溶接とは、加圧下で接合界面に超音波エネルギーを与えて接合部分をこすり合わせ、清浄な金属表面同士の密着面を得て圧接する溶接方法の一種です。実際の溶接は、チップとアンピルの間に被溶接材料を重ねて配置し、先端にチップを取付けたホーンを加圧下で振動させて行います。溶接に使用する超音波振動の周波数は15~20 kHz程度が一般的で、出力は500~4000 W程度のもので多いです。
- 超音波溶接の特徴は、冷却圧接に比べて低い加圧力で接合でき、接合部の変形が少ないことです。また、アーク溶接等の熔融溶接に比べて高温にさらされないので、高温による材質の劣化が少ないことです。非鉄金属銅板（アルミ、銅など）の接合に用いられますが、当社では接合条件の選定および接合部の評価を行います。



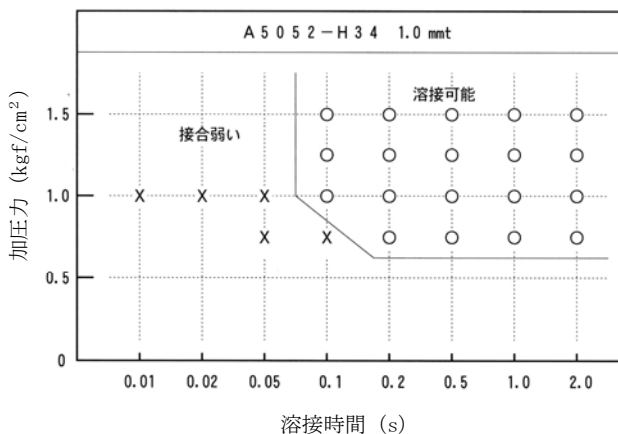
[超音波溶接装置の構成]

[弊社保有装置の主な仕様]

出力	: W	3300
周波数	: kHz	20
加圧力	: kgf/cm ²	1~3
溶接時間	: S	0.1~9.9



接観例 (銅板 1 mmt)]



[溶接可能条件範囲例]

[引張剪断例]

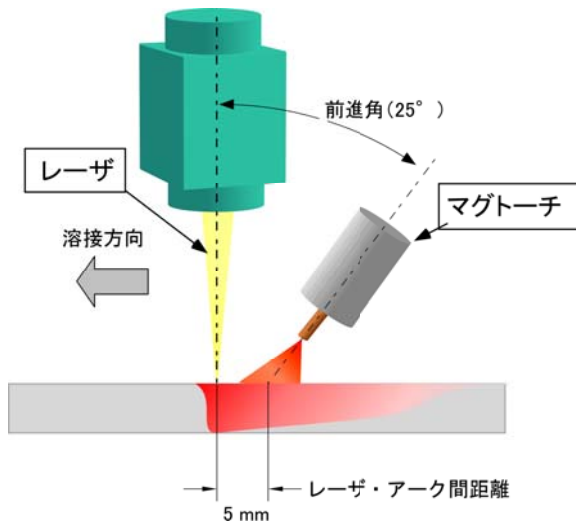
材 料	厚さ mm	強度 N
アルミニウム A1100	1	1000
アルミニウム合金 A5052	1	2100
銅 C1220	1	1200
アルミニウム/銅 異材	1	680

(47) 接合研究例-7

(高張力鋼のレーザ・アークハイブリッド溶接技術)

<内容>

- 産機，橋梁，パイプラインなどの産業では高張力鋼の適用が進んできていますが，その分野へのレーザ・アークハイブリッド溶接の実用化はこれからです。ここでは，中厚板の高張力鋼の施工条件の確立を検討し，高能率溶接施工法を開発しました。
- レーザ・アークハイブリッド溶接の条件（レーザとマグアークの配置，溶接電流など）を最適化することにより，通常のマグ溶接の約6倍の能率性を得ています。なお，溶接部の性能は，母材規格 {引張強さ ≥ 780 MPa，じん性 (-20℃) ≥ 24 J (5 mmサブサイズ)} を満足しています。



[ハイブリッド溶接]

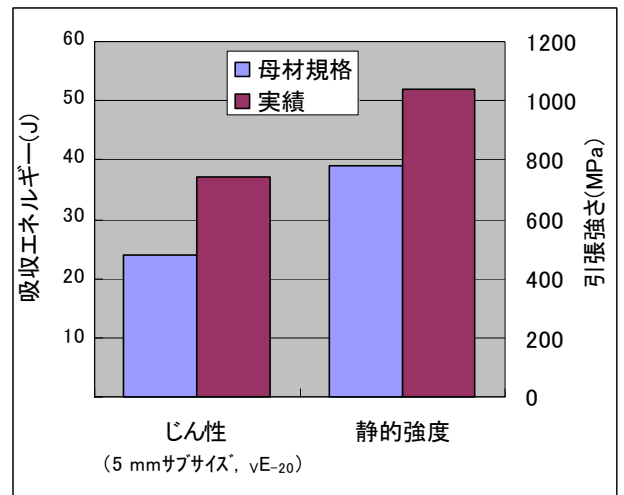


[ハイブリッド溶接装置]

マグ溶接 (従来)	ハイブリッド溶接
電流 : 250 A	レーザ出力 : 2.5 kW
溶接速度 : 50 cm/min	電流 : 270 A
積層法 : 2層3パス	溶接速度 : 100 cm/min
	積層法 : 1層1パス

約 6 倍の能率 (溶接速度約 2 倍, パス数 1/3 倍)

[高能率化]



ワイヤ : MG-S80

母材 : HT780

レーザ出力 : 2.5 kW

アーク電流 : 270 A

溶接速度 : 1 m/min

[継手性能]

(48) 接合研究例-8

(低合金鋼の波形制御サブマージアーク溶接技術)

<内容>

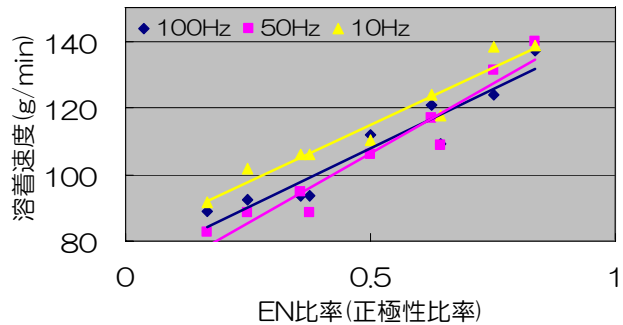
○最近、重電、造船、化工機分野などで用いられるサブマージアーク溶接電源において、デジタルで波形を制御できる電源が普及しつつあります。この電源の特徴は、直流はもちろん、矩形波の交流波形での正極性比率を自在に変えられ、溶接部品質を確保しながら溶接能率を向上できることです。

○シングルサブマージアーク溶接試験では、正極性比率を増加させることで、同じ溶接電流で約30%の溶着速度の増加が得られることを把握しました。

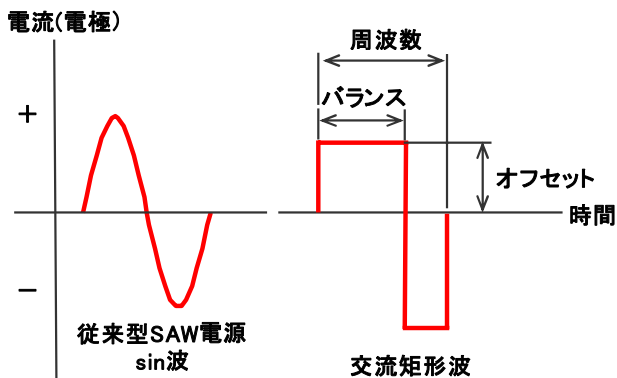
また、低合金鋼 (Cr-Mo 鋼) のタンデムサブマージアーク溶接試験において、先行および後行電極の波形を制御するとともに位相を適正化させることで、溶接能率が向上し、かつ溶接部品質 (機械的性能) を確保できることを確認しました。



[溶接装置外観]

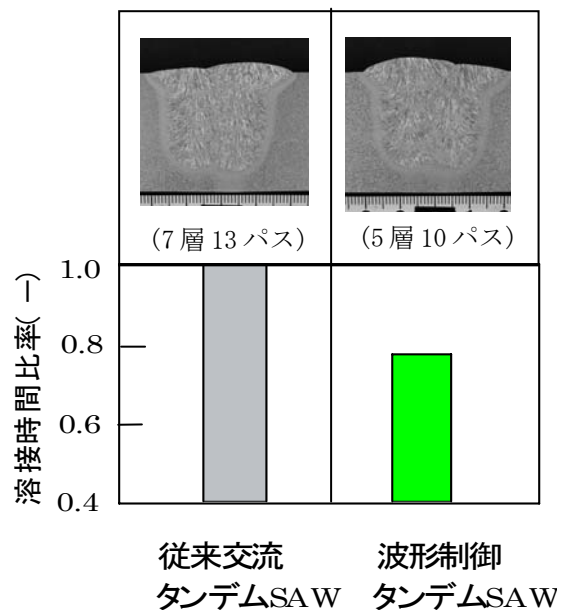


正極性比率増加により溶着速度大幅増加



交流矩形波波形制御パラメータ

- ・バランス : 電極+, -の時間比率
- ・オフセット : 電極+, -の電流値比率
- ・周波数 : 10~100Hz



(Cr-Mo 鋼 25 mmt、L/T : 600 A、80 cm/min)

波形制御により溶込み、溶着速度が自在に設定

波形制御により溶接時間短縮