

鋼/アルミニウム異材接合のための プラズマミグブレージングプロセス

大阪大学 接合科学研究所

助教 田代 真一

技術の概要

本研究開発では、アルミニウムと鋼の異材接合を簡便かつ安価で行うことが可能な、**プラズマミグブレージングプロセス**を開発した。本プロセスではろう材の高いぬれ性の確保と金属間化合物の生成の抑制が可能であり、**高品質な継手**を得やすいというメリットも期待できる。

想定される用途

- 本技術を、**軽量化を必要とする自動車等の輸送機器**のアルミニウムと鋼の異材接合に適用することで、簡便で安価な接合が可能となるものと期待される。

従来技術とその問題点1

アルミニウムと鋼の異材接合は、自動車等の輸送機器の軽量化の観点から極めて重要であり、種々の部品に対して異材継ぎ手が用いられている。しかしながら、これらの**直接接合**は**脆い金属間化合物の形成により困難**であるため、未だに**ボルト等の機械的接合方法**も多く用いられており、これに伴う**重量増は本来の軽量化のメリットを大きく損ねている**といえる。

従来技術とその問題点2

近年では、エネルギー制御性に優れたレーザー溶接や固相のまま接合が可能な摩擦攪拌接合(FSW)等も用いられているが、これらは装置が大型で導入や運用が容易でないことに加え、非常に高価であり多額の設備投資が必要とされることから、アーク溶接の様な簡便で安価な接合法によるアルミニウムと鋼の異材接合法の開発に対する期待は依然として大きいものがある。

従来技術とその問題点3

アークを用いたアルミニウムと鋼の異材接合法のひとつにミグブレージングがあるが、母材の溶融制御が難しく、脆い金属間化合物の形成の様な技術的な困難さや改善すべき点が多く残されているのが現状である。また、溶接ワイヤにはフラックスコアードワイヤを必要とし、ソリッドワイヤではろう材の鋼板へのぬれ性が極めて悪くなるため接合は難しいとされてきた。

新技術の特徴1

- プラズマミグブレージングプロセスでは、溶接ワイヤへの通電に用いる電源とは別系統の新たな電源を設け、これを用いて**プラズマ電極**を介して**アークの上流域**で**シールドガスを予めプラズマ化する**。

新技術の特徴2

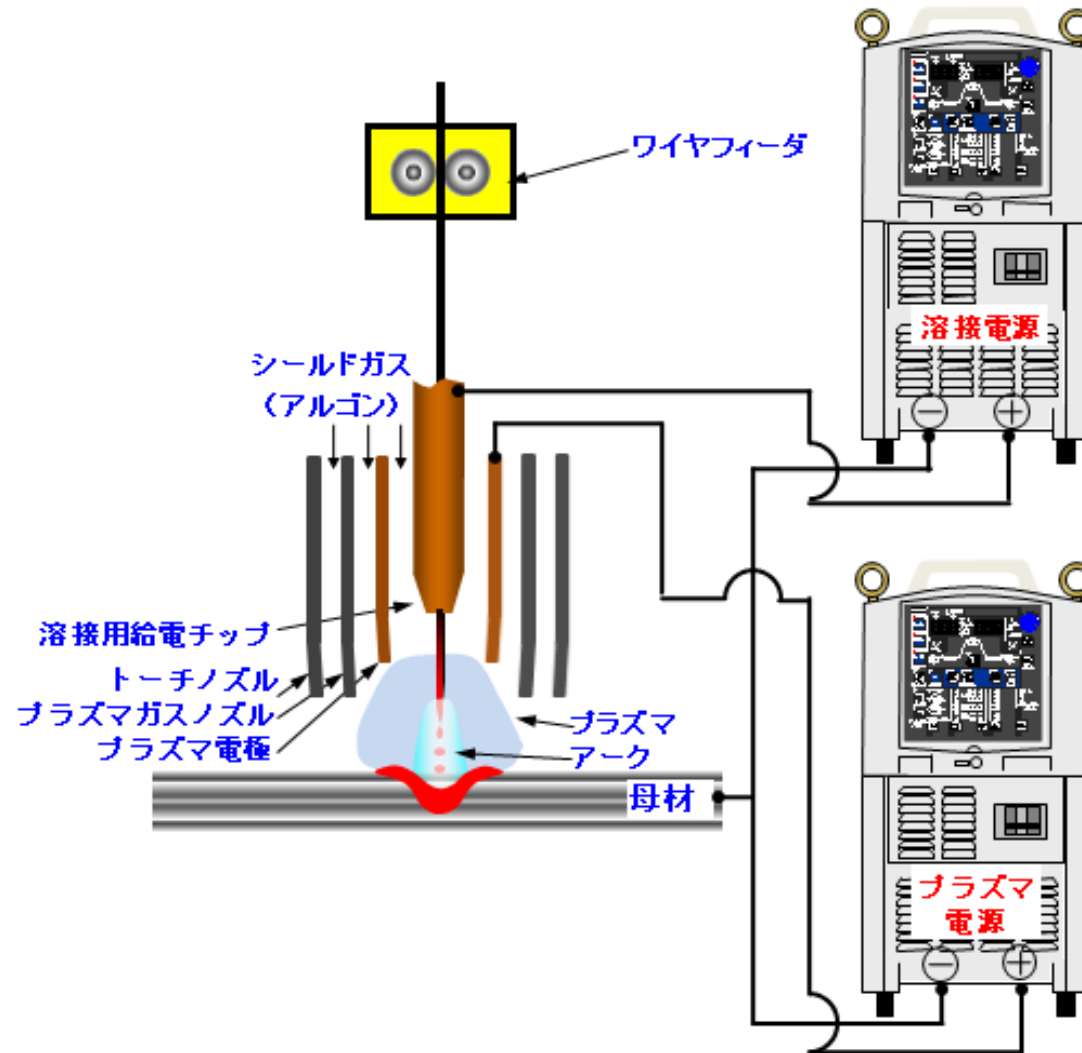
- プラズマ電極より流れる電流がもたらす電磁力による拘束効果により、溶接ワイヤの揺動が抑制され、**純不活性ガス雰囲気での溶接においても、従来のミグプロセスを用いた場合と比較して、安定性の高い溶滴移行を実現でき良好な溶接継手が得られる。**

新技術の特徴3

- プラズマ電極により作られたプラズマはエネルギー密度が低く、ソフトな熱源特性をもつため、母材を溶融させずに広範囲を均一に加熱することができ、ソリッドワイヤを用いた場合であっても、ろう材の高いぬれ性を確保できるものと考えられる。

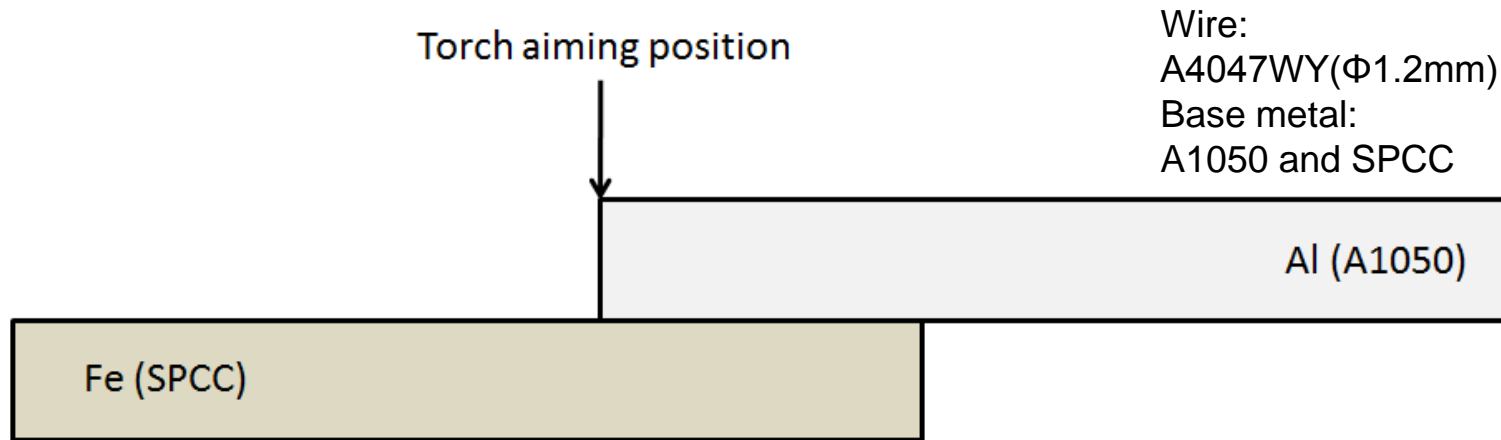
鋼/アルミニウム異材接合のための プラズマミグブレージング プロセスの実施例

装置構成



プラズマミグブレージングシステム

実験条件



溶接試料:

厚さ2mmの一般工業用冷間圧延鋼板(SPCC)と工業用純アルミニウム板(A1050)

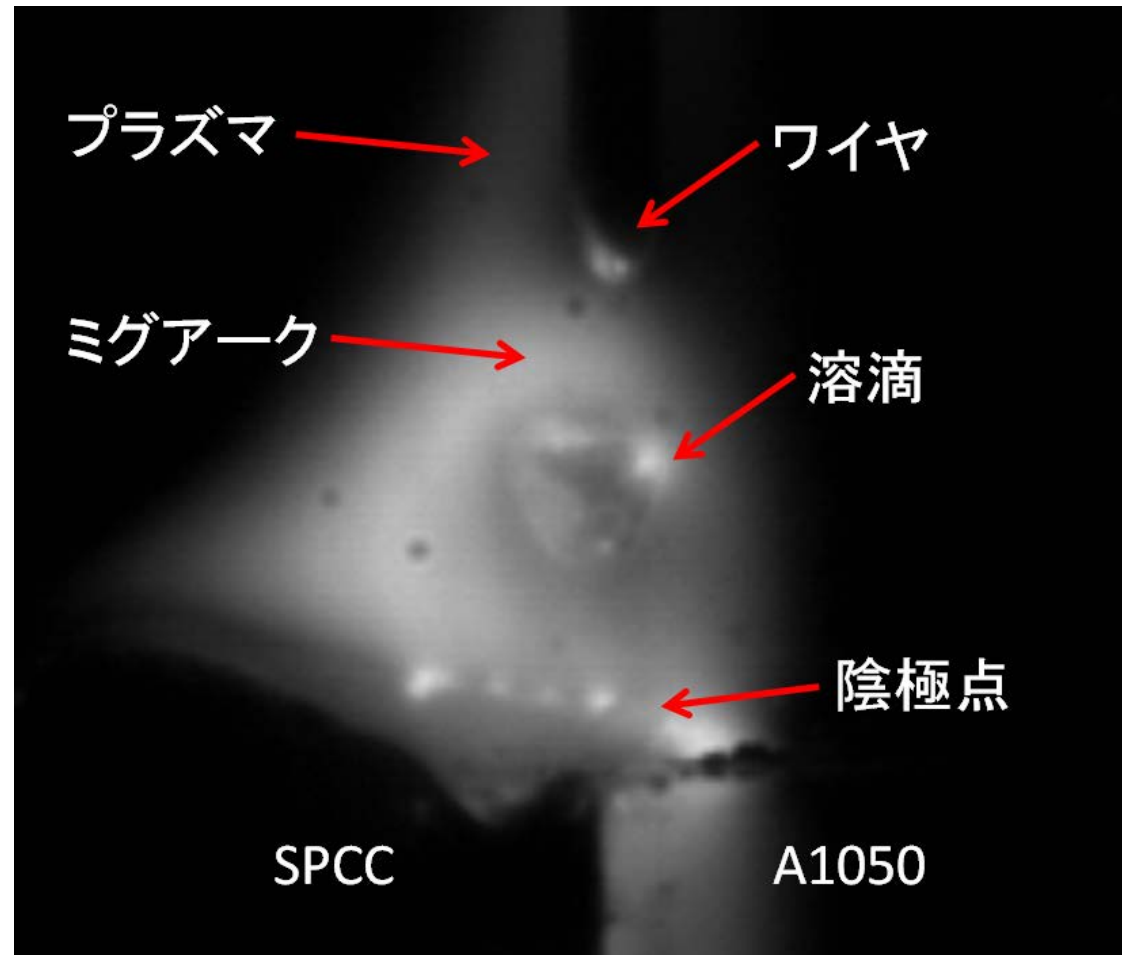
電極ワイヤ:

直径1.2mmのソリッドワイヤA4047WY(Al-12%Si)

Gas flow rate of center gas	Gas flow rate of plasma gas	Gas flow rate of shielding gas	Wire feed rate	Plasma current	Welding speed	Distance between torch and base metal
Ar	Ar	Ar				
5L/min	10L/min	10L/min	2m/min	20A	60cm/min	10mm

出力
ミグ電流: 105A
ミグ電圧: 13.2V
プラズマ電流: 20A
プラズマ電圧: 22V

高速度ビデオカメラにより 撮影された溶滴移行

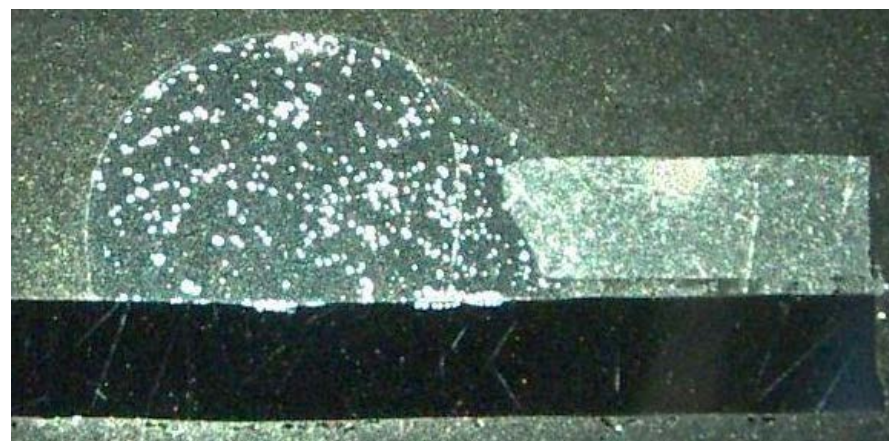


プラズマ中の電流がもたらす電磁力による拘束効果により、溶接ワイヤの揺動が抑制され、純アルゴン雰囲気下であっても溶滴移行が安定化することが確認された。

ビード外観および断面写真



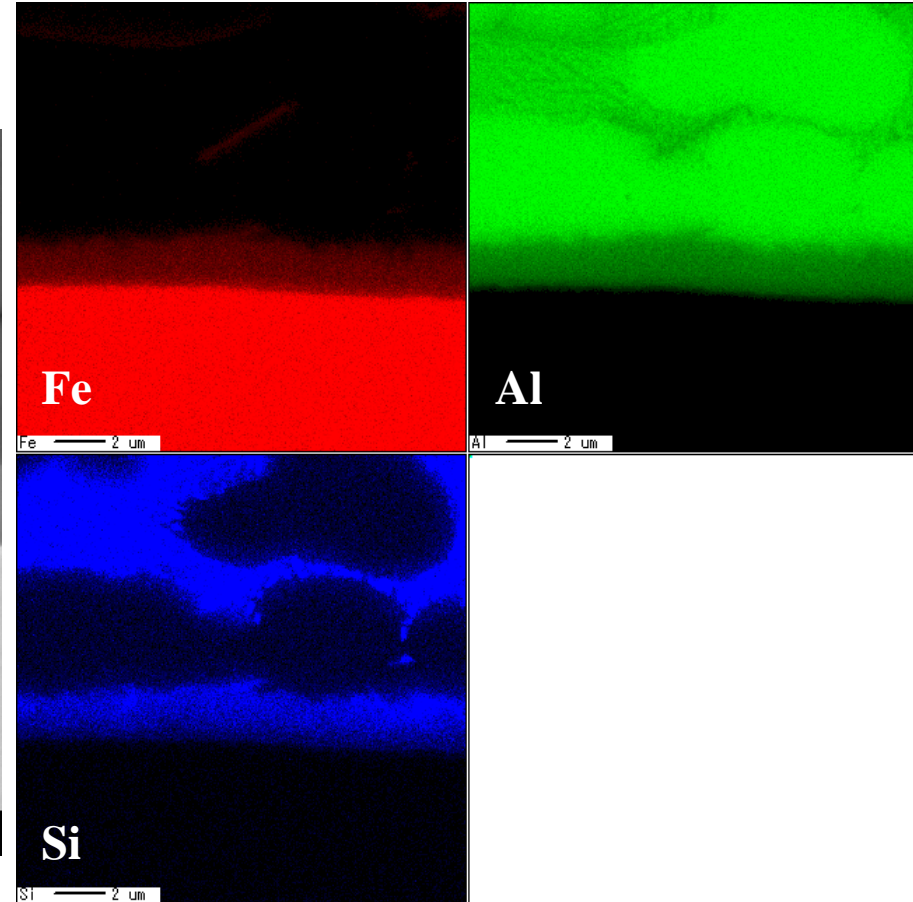
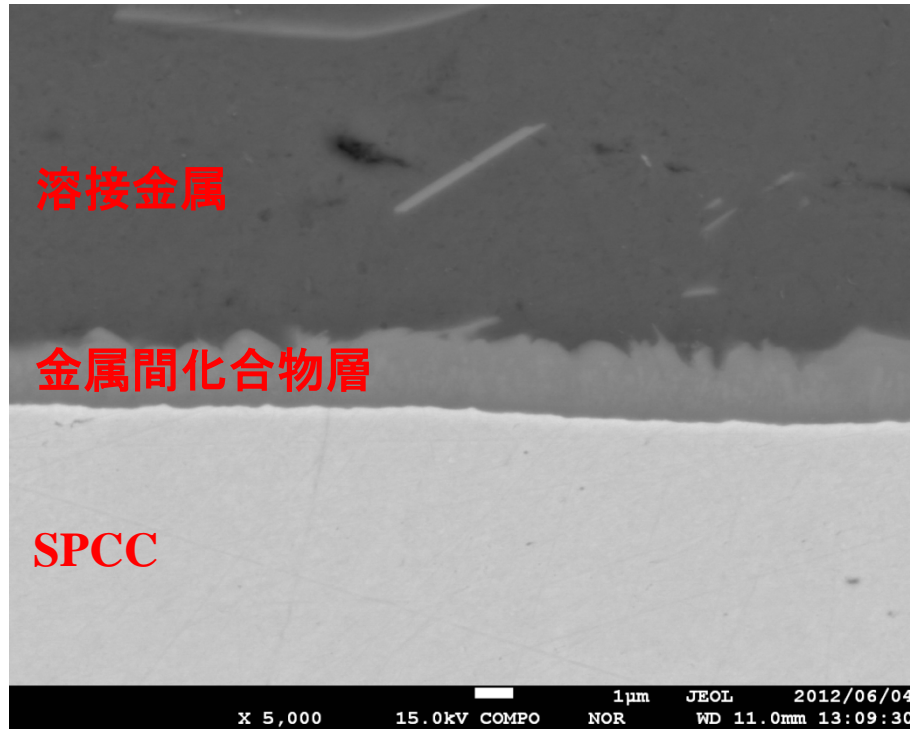
ビード外観



ビード断面写真

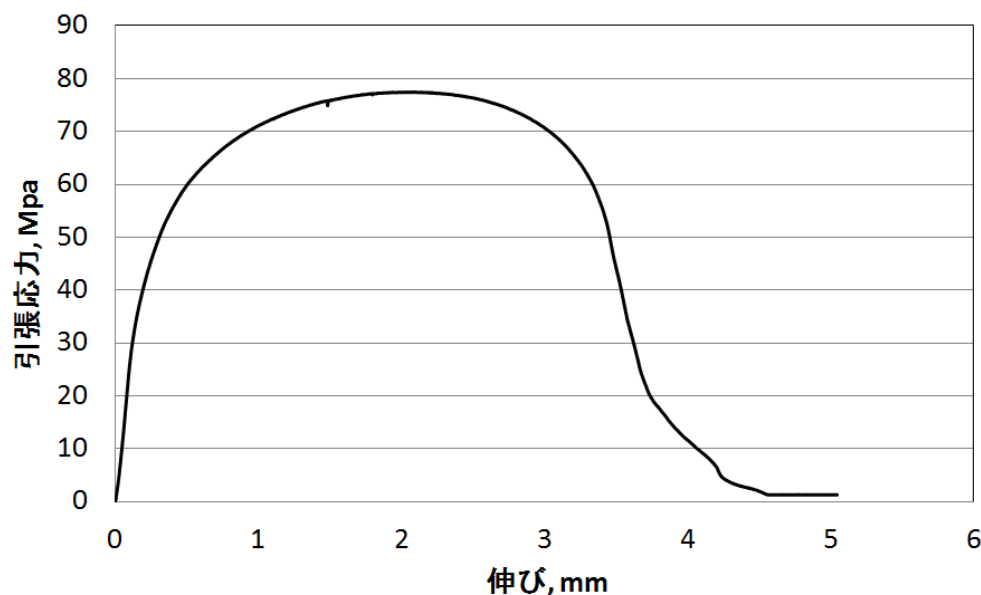
プラズマによるSPCCの予熱効果により鋼板へのぬれ性が向上し、良好な溶接ビードが得られた。また、溶接ビードとSPCCとの接合界面での割れは発生しなかった。

接合部界面組織



溶接金属とSPCCとの界面の金属間化合物層の厚さは $3\mu\text{m}$ 程度に抑えられていることがわかる。

引張試験によりAI側HAZで破断した試験片の外観写真



継手強度の評価のために引っ張りせん断試験を行った結果、約80MPaでアルミニウム母材の熱影響部にて破断した。

従来技術との優位性・比較1

- 従来のミグブレージングプロセスの問題点であった、**母材への入熱の均一性を改良**することに成功した。
- 従来のミグブレージングプロセスでは、ぬれ性確保のため、フラックスコアードワイヤの使用に限られていたが、プラズマによる母材の予熱効果により、**ソリッドワイヤにより接合することが可能**となった。

従来技術との優位性・比較2

- 本プロセスを用いることにより、レーザー溶接や摩擦攪拌接合(FSW)等と比較して、簡便で安価なアルミニウムと鋼の異材接合が可能となった。

実用化に向けた課題

- アルミニウムと鋼の異材接合は可能となったが、アークや溶滴移行の更なる安定化をはじめ、母材の均一表面温度上昇のための予熱用プラズマの発生方法の工夫等、検討すべき課題は多く残されている。実用化に向けこれらの課題を克服し、プロセスとしての成熟を図りたい。
- また、需要の多いアルミニウム合金と鋼の異材接合についても実現していきたい。

お問い合わせ先

大阪大学

産学連携本部 総合企画推進部

TEL 06-6879-4206

FAX 06-6879-4208

e-mail contact@uic.osaka-u.ac.jp