

Q-29

アルゴンにヘリウムを添加したシールドガスを適用した場合の溶け込みやポロシティなどへの影響は？

A-29

アルミニウムは、軟鋼と比べて熱伝導率が大きいため、アーク熱の集中性が悪く、結果的に溶込みが不十分となる例がしばしば見られます。一般的に用いられるシールドガスは、アルゴン (Ar) がほとんどですが、この溶込み改善を主目的として、アルゴンにヘリウム (He) を混合させたシールドガスが用いられています。

Fig. 1 に静止ティグ溶接の溶込みに及ぼすアルゴンとヘリウムとの混合ガス割合の影響を示します。板厚 8 mm

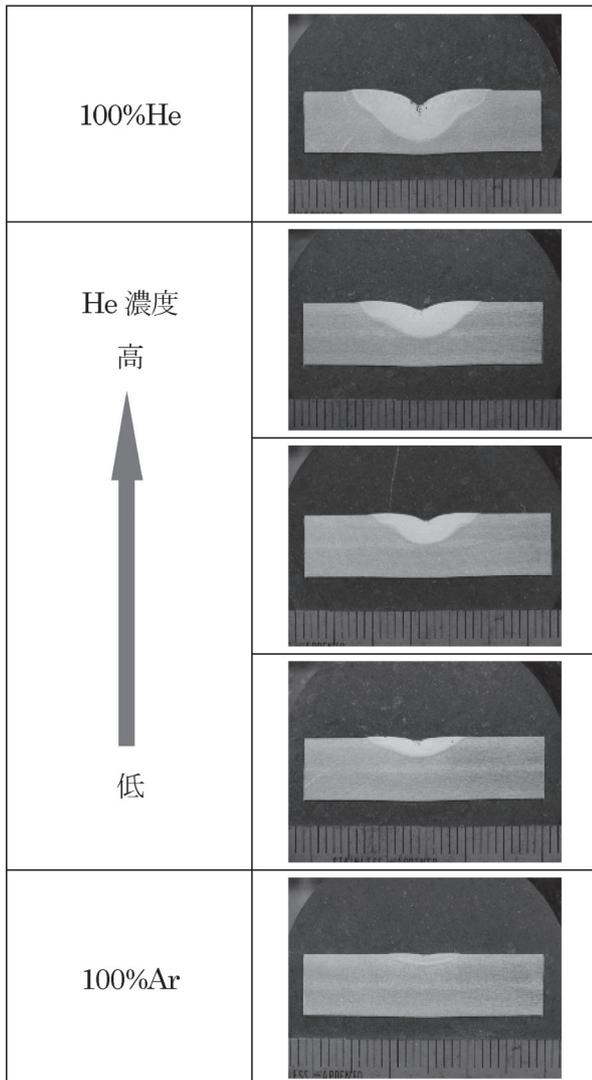


Fig. 1 静止ティグ溶接の溶込みに及ぼすシールドガスの影響

の A5083-O 材に交流ティグ溶接、溶接電流 150 A、シールドガス流量 25 l/min にて、10秒間アークを保持した結果ですが、He 濃度が高いほど、溶込みが大きくなっているのがわかります。100%He において最も大きな溶込みが得られていますが、実際の溶接施工においては、ヘリウムの比重が大変小さい (アルゴンの約10分の1) ことや、プラズマ気流がアルゴンに比べて弱いことなどから、大気からのシールド性が劣っており、汎用的な交流ティグ溶接では、やや実用性は低いといえます。ただし、厚板の DCEN ティグ溶接においては、その溶け込みの大きさなどの特長により、ヘリウムが利用されています。ヘリウムの添加により溶込みが大きくなるのは、アルゴンに比べて、主にヘリウムの電位傾度が大きく、結果的に入熱が大きくなることと、熱伝導率が大きいため、母材への熱効率が高いことが挙げられます。

ヘリウムの溶込み改善効果は、ミグ溶接においても同様に期待でき、Fig. 2 に、重ね隅肉ミグ溶接のビード断面形状に及ぼす影響例を示します。

板厚 3 mm の A5052-O 材に直流ミグ溶接、溶接電流 150 A、溶接速度 120 cm/min、シールドガス流量 30 l/min でのビード断面ですが、アルゴンでは下板及びコーナー部分の溶込みが不十分であるのに対して、ヘリウムとの混合ガスでは、溶込みが十分確保されていることに加えて、余盛形状もなめらかに仕上がっています。ミグ溶接では、当然ながらアーク発生時には必ずワイヤが供給されるため、特にアークスタート部に溶込み不足や欠陥が発生し易く、ヘリウムの添加効果が大きいといえます。

次に、アルミニウムの溶接の特徴的な欠陥であるブローホールなどのポロシティに及ぼすシールドガスの影響について紹介します。アルミニウムは、熔融池の冷却過程及び凝固時の水素の溶解度変化が大きく、凝固時に水素が過剰に含まれ易いこと、高熱伝導率により急冷凝固し易いこ

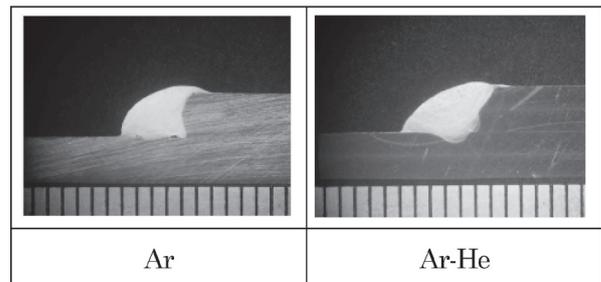


Fig. 2 重ね隅肉ミグ溶接断面形状に及ぼすシールドガスの影響の傾向例

と、また比重が小さく生成した気体状の水素が浮上しにくいことなどにより、他の材質と比較して、ポロシティが大変発生し易い材料です。アルミニウムにおけるポロシティの主原因は水素ですが、表面の酸化膜に含まれる結晶水や大気中の水分が巻き込むなどして、熔融金属中に固溶すると考えられています。従って、まずは主原因となる水素の発生源を抑制することが第一であり、表面の酸化膜除去や、大気からの遮蔽性（シールド性）の確保が重要です。シールドガスに含まれる水分も大きな影響を及ぼすため、水分の少ない高純度なシールドガスを利用することや、供給過程で水分の混入が無いような適切な供給方法も検討する必要があります。

しかしながら、現場施工においては、完全に水素因子を排除するのは困難であり、一旦熔融池内に溶解した水素分を如何に排出するかが、ポロシティ防止の次なるポイントとなります。ここで、シールドガスによる効果として、アルゴン及びアルゴンとヘリウムとの混合ガスによる比較結果を示します。Fig. 3に、ミグビードオン溶接におけるブローホール発生量（体積）に及ぼすシールドガスの影響を示します。これは、板厚10 mmのA5083-O材に直流ミグ溶接、溶接電流300 A、溶接速度50 cm/min、シールドガス流量30 l/minにて、溶接長210 mmでのビードオン溶接において、故意にブローホール源である水素をシールドガス中に0.5%添加し、発生したブローホールの体積総計を比較した結果です。

アルゴンに比較して、アルゴンとヘリウムとの混合ガスは、著しくブローホール発生量が減少していますが、これは、ヘリウムの添加により、熔融池の温度が上昇し、凝固するまでの時間が長くなったことや、アーク圧力の減少、また熔融プールの幅も広がって、結果的にガスが逸散し易くなったと考えられます。

この傾向は、ミグ溶接のスタート部での急冷凝固し易い部分で顕著な差となります。Fig. 4にミグ溶接スタート部での放射線透過写真の比較を示しますが、ヘリウムの添加により、スタート部での大きなブローホールがほとんど消失しているのがわかります。

参 考 文 献

① 軽金属溶接構造協会気孔防止研究委員会編：アルミニウム及びアルミニウム合金溶接部の気孔発生のメカニズム。

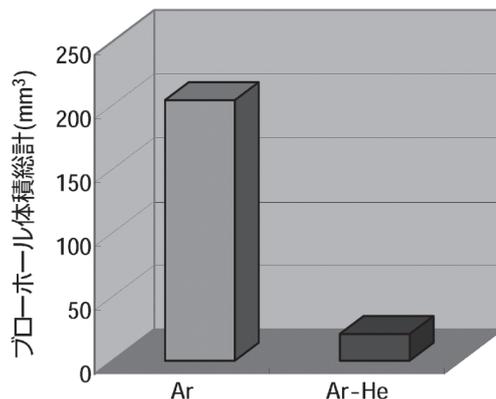


Fig. 3 ミグ溶接のブローホール発生量に及ぼすシールドガスの影響（ブローホール源であるH₂を0.5%添加した場合の比較例）

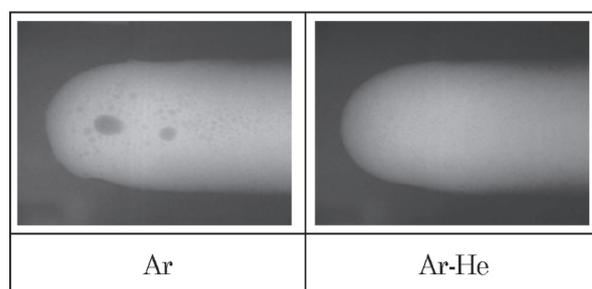


Fig. 4 ミグ溶接スタート部のブローホール発生量に及ぼすシールドガスの影響（0.5% H₂添加時）