

現行の J I S ではマグ溶接の中に CO₂ 溶接と Ar+CO₂ 系混合ガス溶接の双方が含まれ、CO₂ ガスは勿論、マグガスも活性ガス (Active Gas) に分類される。表 041-01 にガスの物理的性質を示す。N₂ についても物性を示していますが殆ど溶接用には適用されず参考値として見て下さい。

	Ar	CO ₂	O ₂	N ₂	He	H ₂
分子量	39.95	44.01	32.00	28.01	4.00	2.02
密度 kg/m ³ (0℃, 1atm)	1.783	1.977	1.429	1.251	0.1786	0.0899
熱伝導率 × 10 ⁻⁶ cal/cm · g℃ (0℃, 1atm)	38.4	35.2 55.8 (CO)	58	57.2	341.6	415.5
イオン化ポテンシャル eV	15.76	13.77 14.1 (CO)	12.07	15.6	24.587	15.43
解離熱 eV	—	5.5 10.0 (CO)	5.1	9.5	—	4.4

筆者コメント ; ここでは一般的なガスの物性を示す。アークという高温における物性ではなく 0℃、1atm における値です。N₂ ガスはアーク溶接では、ほんの一部で適用されるのみで一般的なシールドガスではありません。

ガスシールド溶接におけるガスの役割には以下の項目が考慮されます。

1) 溶融金属部の大気中からの保護

2) 溶接ワイヤとガスの適正な組合せによる清浄な溶接金属と良好な溶接部の確保

3) 溶接アーク、溶滴移行の改善

- a. アーク発生点 (陰極点) の形成、安定化
- b. アーク集中性の確保
- c. 溶滴移行性への影響

4) 溶接ビード、溶け込みへの影響、効果

- a. ビード形成性

b. 溶け込み形状

c. 亜鉛メッキ鋼板溶接における亜鉛蒸気化の防止とピット・ブローホール対策など

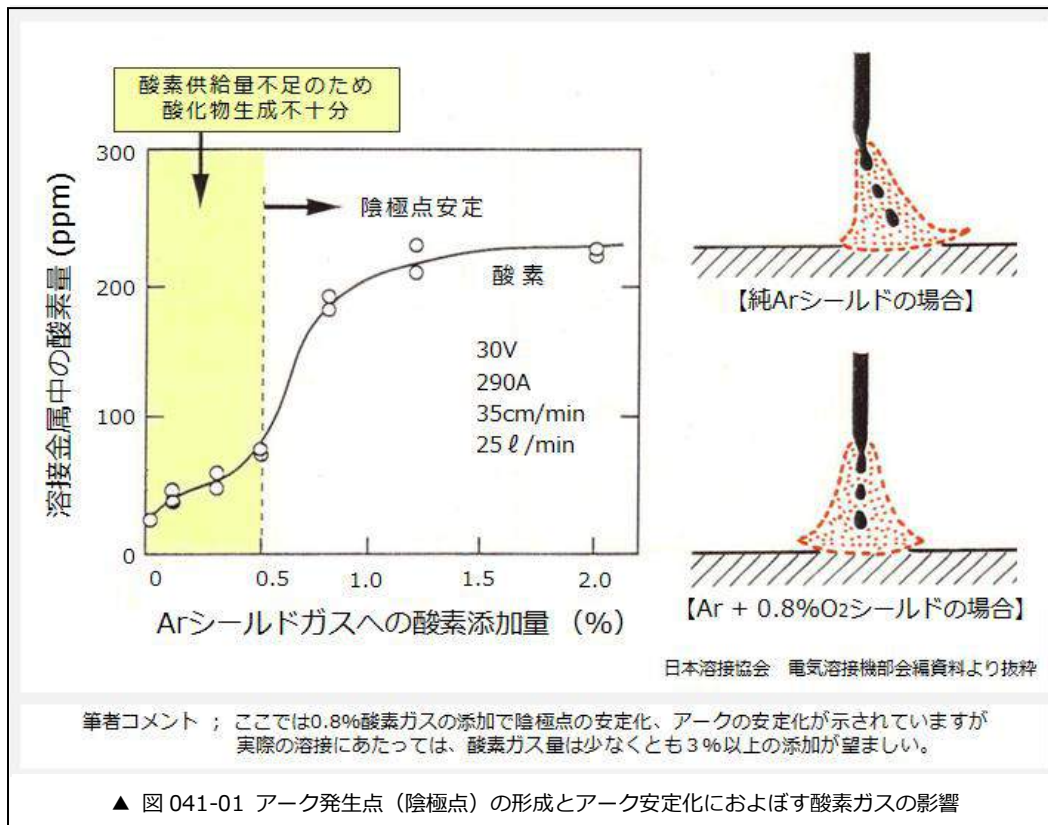
このようにガスは溶接金属のブローホール、機械的性質などの**溶接性**、アーク安定性、スパッターなどの**溶接作業性**およびビード外観、溶け込み形状などの**溶接品質**に深く関わっています。そのためガスの影響と効果を理解することが極めて重要になるのです。

上記 1) と 2) に関しては、**第 3 話「CO₂ アーク溶接法の開発と原理**」に詳細説明がありますので参照ください。4) に関しましては、次話で説明します。以下、3) について説明します。

3) 溶接アーク、溶滴移行の改善

a. アーク発生点（陰極点）の形成、安定化

ガスシールドメタルアーク溶接では一般的に溶接ワイヤが陽極（プラス）、母材側が陰極（マイナス）に接続されます。よってイオン（プラス）がプラス側から母材に向かい、母材からは電子（マイナス）が陽極であるワイヤに移動し溶接電流を形成します。この時**イオン（プラス）は母材に形成された酸化物を求めて発生します**。陰極点は酸化物のある個所に形成されやすく、陰極点は酸化物を求めて母材表面を動き回ります。このような理由でアルゴンガス中に数%の酸素（O₂）や炭酸ガス（CO₂）を添加して陰極点の安定化を計ると、安定なアーク状態が得られ、ビード形状も良好になります（**図 041-01 参照**）。



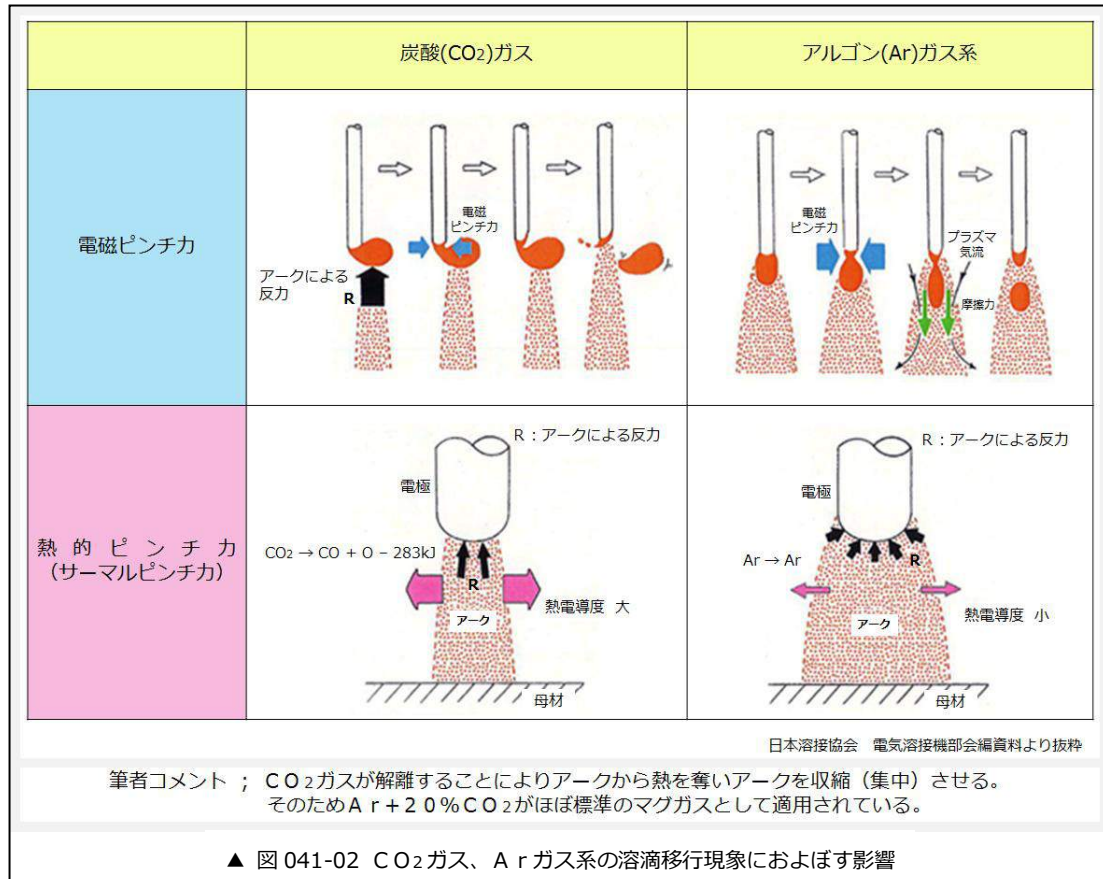
b.アーク集中性の確保

アークは電極ワイヤと母材間に発生するが周囲ガスの膨張などによるガス圧力、溶接電流により作られる電磁気などにより曲り、ふらつきやすくなります。これらの事象に対抗してアークの集中性を確保する働きがガスの解離熱による「**サーマルピンチ効果**」です。例えば CO₂ ガスはアークの高温下で解離して **CO₂ = CO+O-283KJ** に示されるようにアークから 283KJ のエネルギーを奪います。自然の摂理に従ってアークは熱を奪われまいとして表面積を極力小さくします。いわゆる収縮(集中) するのです。**O₂ ガスも CO₂ ガス同様に「サーマルピンチ効果」を発揮するので**周囲ガスに O₂ ガスを含めばアークは集中しやすくなります(図 041-01 参照)。この事実をしっかりと把握して下さい。とくに軟鋼系の溶接では、ステンレス鋼も含め陰極点の安定化とアークの集中性確保のためガス中に CO₂、O₂ あるいは CO₂+O₂ の酸素成分を混合させるのです。

c.溶滴移行性への影響

CO₂ 溶接では**グロービュール(塊状)移行**が 220-230A 程度の中電流以上で観察される。グロービュール移行はその名のとおり大きな溶滴となって移行することで知られている。なぜ塊状の溶滴になるか、

なぜ移行のスムーズ化を抑制されているのか。この要因は CO₂ ガス適用時に生ずる「**アークによる反力**」が溶滴を下から上に押し上げる結果であると考えられており、アルゴン系ガスの場合にはそれらの反力が小さいので溶滴の押し上げ力は小さくスムーズな**スプレー移行**が実現可能となります（**図 041-02 参照**）。



次話では引き続き **4) 溶接ビード、溶け込みへの影響、効果**について説明します。

以上。

No. A041

アーク溶接 第 42 話 シールドガスとその取扱い(3)





シールドガスの種類と選択(2)・・・ビード形成性への影響


担当 高木柳平

2016年 1月 25日

溶接ビード形成性に求められることは、ビード外観が美麗であり、ビード幅が適正に広く、スパッター付着が少ないことなどが挙げられる。これらの点に関し適用されるガスは、溶滴移行形態にも大きく影響を及ぼすためビード形成性への影響は大きくまた溶接コストも考慮して、CO₂ 100%、マグガス Ar+20%CO₂、ミグガス Ar+2~5%O₂ および三元系として Ar+CO₂+O₂ などが代表的である。

ビード形成性には周知のように溶接電源、溶接ワイヤおよび溶接条件などの諸要因の影響も大きいがこのここでは**ガスの種類がビード形成性に及ぼす影響について図 042-01 に従って概要を述べる。**

シールドガス条件など	溶接ビード外観 (ビードオンプレート法による)	外観観察とコメント
<p>No.1</p> <p>CO₂ 100%</p> <p>電流：205A</p> <p>電圧：22.2V</p> <p>YGW-12 Φ1.2</p>		<p>CO₂ 溶接特有のビード外観</p> <ul style="list-style-type: none"> *スラグ付着が多い。 *ビード幅両端部にビラビラが多い。 また、周囲へのスパッター飛散も多い。 *余盛が高く、外観が劣る。
<p>No.2</p> <p>CO₂ + 10% O₂</p> <p>電流：205A</p> <p>電圧：22.2V</p> <p>YGW-12 Φ1.2</p>		<p>CO₂+O₂ ガスによるビード外観</p> <ul style="list-style-type: none"> * CO₂+O₂の酸素リッチなガスにより溶接金属が強い酸化雰囲気さらされ、FeO-SiO₂-MnOの生成が進行し、台形型の平坦なビードを形成。
<p>No.3</p> <p>Ar + 20% CO₂</p> <p>電流：208A</p> <p>電圧：21.2V</p> <p>YGW-16 Φ1.2</p>		<p>通常マグガスによるビード外観</p> <ul style="list-style-type: none"> * CO₂ 100%に比べ、アークの集中度が緩和され、分散するので、穏やかな溶滴移行となる。 * 一方、溶融池の揺動も少なく、安定的なビードを形成する。
<p>No.4</p> <p>Ar + 2% O₂</p> <p>電流：225A</p> <p>電圧：20.3V</p> <p>YGW-16 Φ1.2</p>		<p>ミグガスの中でもO₂ (%) が比較的少ない混合ガスによるビード外観</p> <ul style="list-style-type: none"> * 酸素量が少ないためビード両端のクリーニングゾーンが形成され、かつアーク不安定によるビード波目の不連続がある。

<p style="text-align: center;">No.5</p> <p>Ar : CO₂ : O₂ (77 : 20 : 3)</p> <p>電流 : 209A 電圧 : 20.8V YGW-16 Φ1.2</p>		<p>三元ガスによるビード外観</p> <p>*O₂を3%混合しているので、アークの集中度はマグガスに比べアップ。一方、酸素効果でビード幅が広がる傾向。反面スパッターはやや発生しやすい。</p>
<p>溶接固定条件 :</p>	<p>マグ短絡移行 短絡移行用溶接電源 ワイヤ送給速度 5.9m/分 速度 80cm/min 普通鋼板 3.2 t</p>	

▲ 図 042-01 各種シールドガスがビード外観におよぼす影響

(1) 炭酸ガス (例 ; CO₂ 100%)

図 042-01 のNo.1 に CO₂ 100%条件のビード外観を示す。CO₂ 溶接特有のビード外観を呈し、必ずしも美しい外観ではない。スラグ付着が多く、ビード幅両端部にビラビラ状のものが認められる。これは CO₂ ガスによるアークの集中度が増大し、熔融池へのアーク力などが増加した結果と考えられ、周囲へのスパッター飛散も多くなる。また、余盛もやや高く、総合評価として劣るビード外観になっている。

(2) 炭酸ガス+酸素 (例 ; CO₂ + 10%O₂)

図 042-01 のNo.2 に CO₂+10%O₂ 条件のビード外観を示す。現行では CO₂+O₂ の混合ガスは殆ど使用されていないが、シールドガスのビード形成性への影響を理解する上で大変役立つと考え加えることにします。CO₂+O₂ の混合ガスでは、酸素リッチなため、溶接金属が強い酸化雰囲気さらされ **FeO-SiO₂-MnO** の生成が進行し、台形型の平坦なビード形成となる傾向にあります。CO₂ ガスと同様 O₂ ガスもアクティブガスとして作用するため、アークを冷却し、集中度をアップし、スパッター発生を増加させる傾向にありますが、10% O₂ 以下の混合比ではそんなにスパッター発生は顕著ではありません。CO₂+O₂ ガスは大変特長あるビード外観を形成することを記憶にとどめておいて下さい。

(3) アルゴン+炭酸ガスの混合ガス

図 042-01 のNo.3 に Ar+20%CO₂ 条件のビード外観を示す。CO₂ 100%に比べ、アークの集中力が緩和され、分散するので、穏やかな溶滴移行となる。一方、溶融池へのアーク力、その他の作用も小さくなるので揺動も少なく、安定的なビードを形成する。

(4) アルゴン+酸素の混合ガス

図 042-01 のNo.4 に Ar+2%O₂ 条件のビード外観を示す。ミグガスの中でも O₂(%)が比較的少ない混合ガスによるビード外観例です。酸素量が少ないためビード両端のクリーニングゾーンが形成されることが特長で、かつ部分的にアーク不安定によるビード波目の不整が発生している。

(5) アルゴン+炭酸ガス+酸素

図 042-01 のNo.5 に Ar+20%CO₂+3%O₂ の三元ガス条件によるビード外観を示す。酸素ガスを 3% 混合しているので、アークの集中度はミグガスに比べアップ。一方、酸素効果でビード幅が広がる傾向にありますが、反面スパッターはやや発生しやすくなる。なお、これらの三元ガスは主に垂鉛メッキ鋼板の溶接に適用されるが、通常の普通鋼板の溶接に対しても酸素添加の効果がビード形成性の改善をもたらす、溶接速度向上にもつながります。

次話では引き続きガスの及ぼす溶け込み形状への影響について説明します。

以上。

No. A042