

Q-15 アルミニウム合金の溶接時に発生するスマットの発生原因と溶接継手性能への影響は？

A-15 溶接継手性能について述べる前に、まずはスマットそのものについて説明します。アルミニウム合金のミグ溶接において、溶接ビード近傍に黒いスス状の付着物が生成することがあります。この付着物をスマットと呼んでおり、その典型例を Fig. 1 に示します。

ミグ溶接において発生するスマットは、アーク熱によって溶融蒸発した溶加材中の Mg (Al) などの元素が、シールドガス雰囲気外にさらされ酸化したものが降下して母材に付着したものと考えられています。Fig. 2 は母材 A5083P-O 材、溶接ワイヤ A5183 WY の組合せでミグ溶接した場合のクリーニング端部とスマット境界部の SEM 観察結果です。境界線のクリーニング側には、Fig. 2 (イ) のような溶融しかかったような塊が認められ、一方、スマット側には一面に $1\mu\text{m}$ 弱の塊（一部球状塊あり）が認められ、拡大すると Fig. 2 (ロ) のようにそれぞれの塊はさらに小さな $0.1\mu\text{m}$ 前後の粒が寄り集って形成されている

ことが分かります。また、スマットを面分析すると Fig. 3 のように蒸気圧の高い Mg, Al と、O が検出されます。

このスマットは、全ての溶接において生じるものではなく、ティグ溶接の場合は、母材ならびに溶加材に Mg が添加されていても、溶加棒は速やかに溶融プールに溶込み、アークのクリーニング作用とも相まって、スマットは発生しにくい。ミグ溶接におけるスマットの発生傾向は、母材と溶接ワイヤの組合せで異なる事が知られており、特に溶接ワイヤ中の Mg の量が関係していると言われています。スマットは、溶接ワイヤとして A5183-WY や A5356-WY の Al-Mg 系合金を用いた場合に発生し、その他の A1070-WY や A4043-WY の溶接ワイヤを用いた場合は、始末端部を除いて母材の種類が変わっても、スマットは発生しにくいのです。

さて、溶接条件とスマットとの関係ですが、まずは溶接電流の場合を Fig. 4 に示します。220～300 A の範囲では、溶接電流の増加と共にスマット幅が減少する傾向を示します。ミグ溶接では、溶接電流の増加は、溶接ワイヤ供給量の増加となり、したがって、スマット発生源である金属蒸気

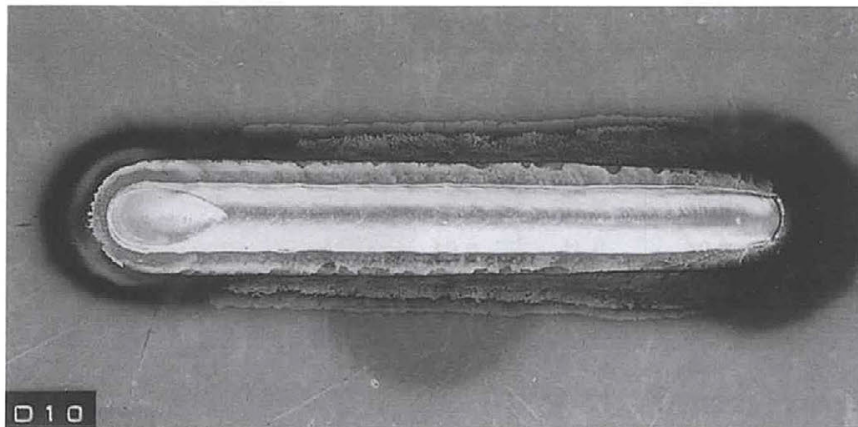


Fig. 1 スマットの典型例（母材：A5083 8 mmt, 溶加材 A5183WY-1.6 mmφ, ミグ溶接, 溶接電流：260 A, アーク電圧：27 V, 溶接速度：60 cm/min）

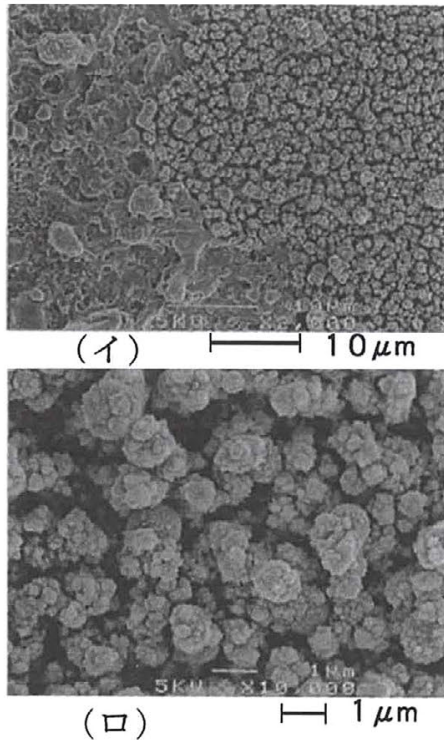


Fig. 2 SEM 観察結果
((イ) クリーニング端部
(ロ) スマット境界部)

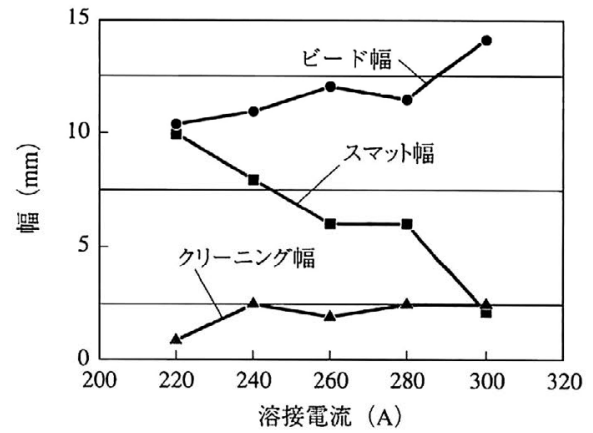


Fig. 4 溶接電流とスマットとの関係

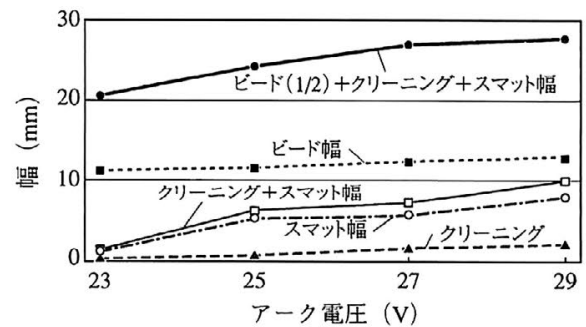


Fig. 5 アーク電圧とスマットとの関係

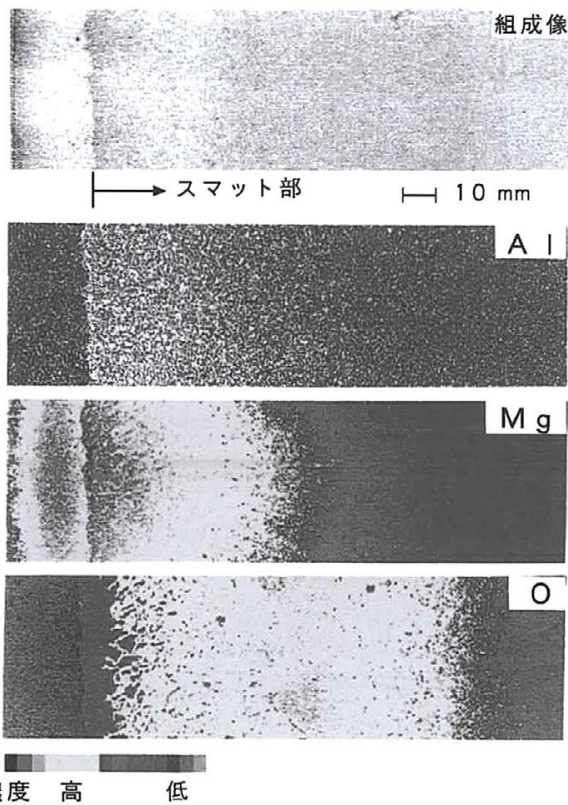


Fig. 3 スマット発生部のEPMA面分析

量の増加につながります。しかしながら、Fig. 4はこのこととは逆の傾向を示しています。スマットの発生には、シールドガスの効果や、溶滴の移行形態、クリーニング作用と言のような現象が関与していると考えられます。

次に、アーク電圧とスマット発生の関係をFig. 5に示します。ビード幅とクリーニング幅は、アーク電圧の増加に伴い少し増加する傾向を示します。また、スマット幅もアーク電圧の増加に伴い増加する傾向を示しますが、適正電圧領域である25~27Vでは有意差は認められません。なお、アーク電圧23Vと言うショートアーク領域では、スマット幅は狭くなりますが、スパッタの発生が認められるようになります。またアーク電圧29Vというロングアーク領域では、スマット幅の増加傾向が認められます。

最後にスマット付着の影響についてですが、先ず継手強度への影響は、2層溶接による試験にて

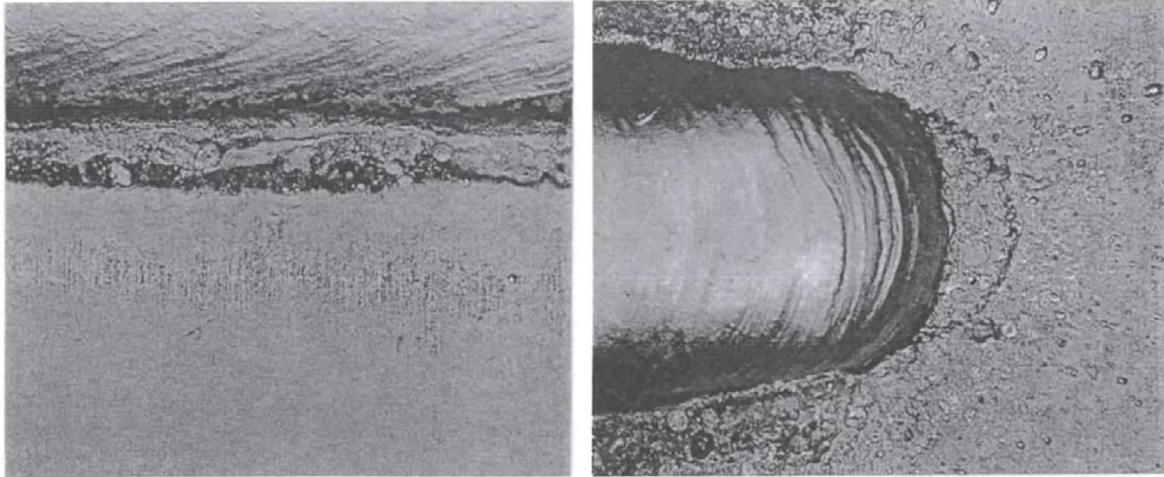


Fig. 6 塩水噴霧試験 1000 hr 試験の溶接部拡大写真 (スマット発生部位)
(左：溶接定常部のビード際 右：溶接開始端部のビード際)

Table 1 引張試験結果 (A5083-O, 8 mm 片面 2 パス溶接)

	資料 No.	引張強さ (N/mm ²)	耐力 (N/mm ²)	伸び (%)	破断位置
母材	—	312	156	24.4	—
1 パス目のスマット削除	1-1	293	138	20.4	溶接金属
	1-2	284	137	19.6	溶接金属
1 パス目のスマット有り	2-1	296	137	21.6	溶接金属
	2-2	281	135	18.4	溶接金属

調査されています。つまり、1層目に発生したスマットをそのままにして2層目を溶接した場合と、ワイヤブラッシングによりスマットを除去してから2層目を溶接した場合の継手強度を比較しています。その結果を Table 1 に示しますが、これから継手強度には影響しないことがわかります。次に、耐食性についても1000時間塩水噴霧試験で確認されており、Fig. 6 に示しますようにスマットが残存しても孔食や局所的な腐食は起こっていません。ただし溶接後、陽極酸化処理や塗装

等の表面処理を施す場合は密着性、色調に問題が起こるので、必ず取り除く必要があります。また、スマットのほとんどが黒色または灰黒色であるために溶接後スマットが付着したままでは商品価値や商品イメージが悪くなる場合には、ウエスやワイヤブラシ等で取除く必要があります。

ところで、前述の多層溶接では先行溶接のスマットをそのままにして次層溶接を行い、強度低下のないことを確認していますが、この場合の多層溶接は、先行溶接を行い、数分後直ちに次層溶接を行ったものです。先行溶接後、何らかの都合で次層溶接までの時間があく場合には、スマットの形態が微細粒であることから水分の吸着の悪影響が考えられるので取り除く必要があります。

参 考 文 献

- 1) 「アルミニウム合金の MIG 溶接時に発生するスマットの研究 (その 1)」: 本誌, Vol. 36, No. 9, p440~448
- 2) 同上 (その 2): 本誌, Vol. 36, No. 10, p479~486
- 3) 同上 (その 3): 本誌, Vol. 37, No. 3, p104~108