

=ティグ溶接に関する「アークの物理」(11)

溶接学会論文集*¹⁾に見る酸化物入りタングステン電極の消耗変形, RIM 形成について (その 2) =

前話では酸化物入りタングステン電極の消耗挙動について, アーク放電時間の増加に伴い電極に添加されている酸化物は溶融し, その形状は球状に変化するとともに, 動作中の電極先端から酸化物が消失する。さらに先端部からアークルート部にかけて表面の薄い溶融層を呈し, その外縁部のすぐ外側にタングステン堆積部が形成されることなどが示された。

本話では, 同一論文においてタングステン電極の消耗挙動におよぼす作動ガス (酸素, 窒素, 水素およびヘリウム) の影響について詳しく述べられているので, 引き続き, 引用し紹介させていただきます。筆者の考えでは, ティグ溶接にたずさわの方々にとってこれらのタングステン電極の消耗挙動について深く理解することはハード面を補い, 生産性を高める上からも大変重要と考え, このような基本的な事象を懇切丁寧に説明されている論文に接し, 大変ありがたく感じています。

3. 電極消耗とそれにおよぼす作動ガスの影響

図 224-01 に電極の重量の減少量を消耗量として測定したものを示す。

測定条件; Ar ガス中で 300 秒間アーク継続発生
タングステン電極径; 2.4mmΦ

<結果>

- P-W の消耗量は比較的大きい。
- 酸化物入り電極では消耗量は少ない。
- 電極径 2.4mmΦ 一定, 先端角 45° 条件ではアーク電流の増加とともに消耗量はやや増加する。

シールドガス中に微量の酸素あるいは窒素を混入した場合の消耗量の変化とその際の電極形状の変化を図 224-02, 図 224-03 に示す。

<窒素混入の影響>

- 窒素はここでの測定時間の程度では消耗量に殆ど影響せず, また先端の変形も起こさない。なお, 水素やヘリウムもその影響は窒素の場合と同様である。

<酸素混入の影響>

- 酸素は極微量でも消耗量を大きく増加させることがわかる。酸素量の多いほど電極全体にわたって表面の酸化が著しく, 図 224-03 に明らかなように電極径の現象が生じるとともに, 先端部に傘状の“R I M”が形成される。

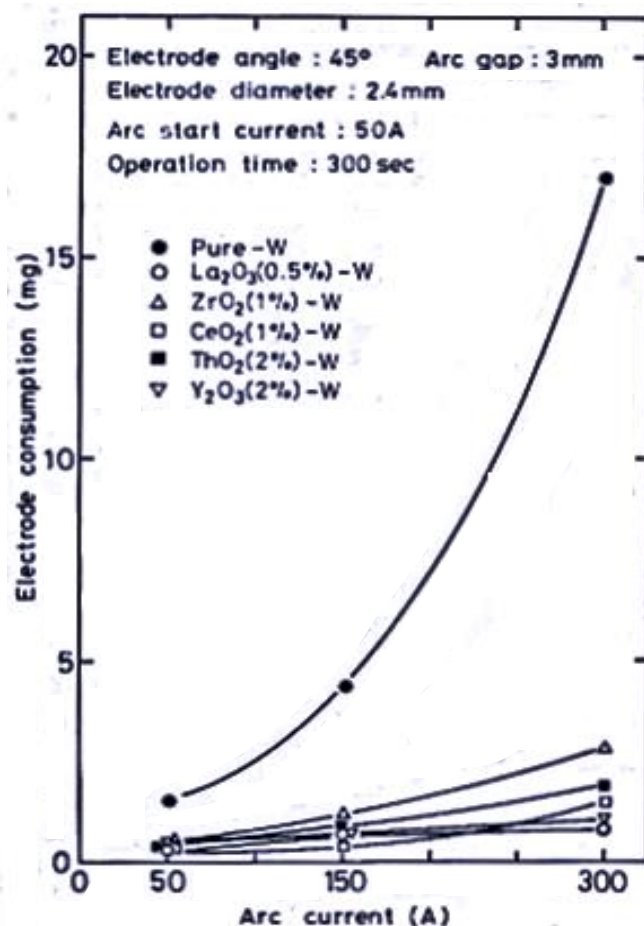


図 224-01 電極の消耗量におよぼすアーク電流の影響

■ 酸素がシールドガス中に混入すると消費量が著しく増加する理由 ■

- タングステンが極めて酸化されやすい金属であり、また WO_2 などの酸化タングステンが昇華しやすく、 $600^\circ C$ 程度で激しく昇華するからであると考えられる。

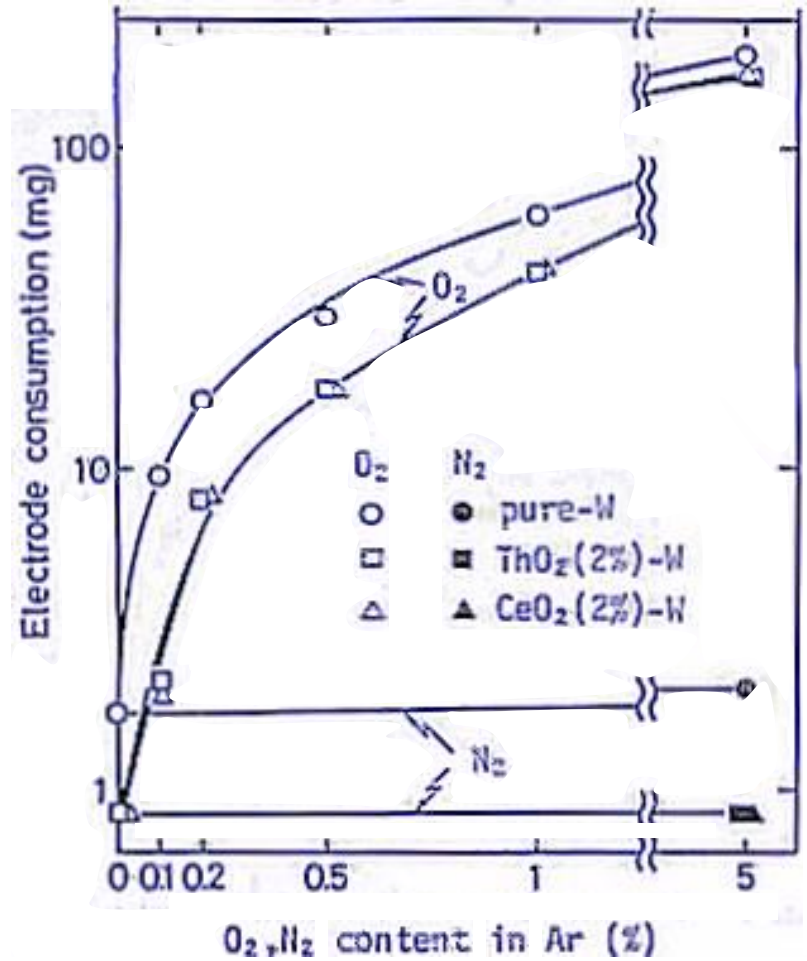


図 224-02 アルゴンガス中の O₂, N₂ の含有量がタングステン電極の消費量に及ぼす影響

4. “R I M”形成現象とアーク安定性

- 図 224-03 に、シールドガスへの酸素混入によって時間経過とともに傘状の“R I M”の成長する様子が明らかにされている。途中で“R I M”の大きさが減少しているようにみえるのは、実験中にその一部がちぎれて落下したためである。また、消耗が電極のかなり上方でも生じ、とくに“R I M”直後が非常に激しくえぐられているのが観察できる。

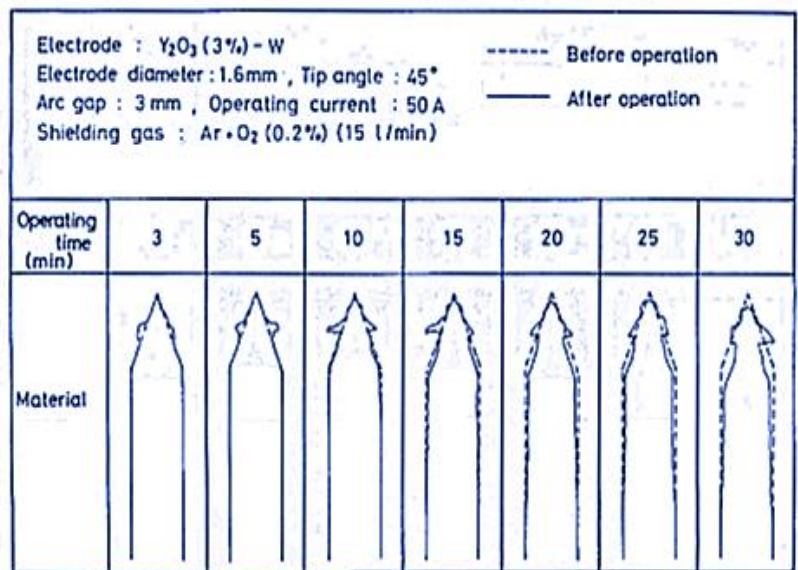


図 224-03 Ar-O₂ 混合ガスアークにおける電極消費量の時間変化と“R I M”の生成

■ “R I M”を構成する物質の調査：

<調査方法>

X線回折法による

<結果>

RIM はタングステンデンドライト

(図 224-04 の顕微鏡写真参照)

シールドガス中への酸素の混入とともに図 224-04 にみるように“RIM”が形成され、図 224-05 にみるようにその成長に伴ってアーク力が低下し、しかも極めて不安定になることがわかる。なお、両図に示す観察測定結果は同一の条件で測定されたものではないので、時間的変化に対応性はないとしている。

これは、プラズマ気流の陰極近傍の円滑で対称な流れが、この“RIM”で障害を受けること、および、陰極先端部の消耗変形等により、アーク形状が変化するためと考えられる。

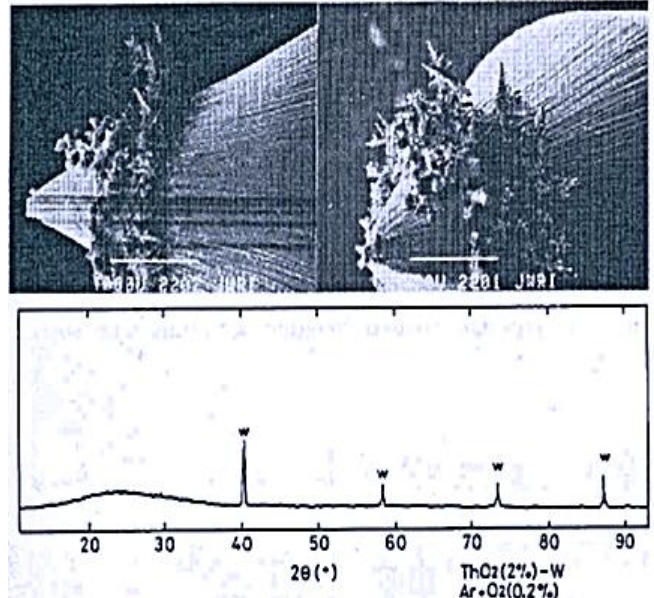


図 224-04 “RIM”とそのX線回折結果

■ 純タングステンドライフトが“RIM”として成長する理由 ■

- 電極上方でシールドガス中の酸素によってタングステンが酸化され昇華温度の低いWO₂等の酸化タングステンとなり、これがガス流によってアーク外縁部に入り、そこで再び解離してタングステンが電極上に堆積し、適当な温度を有する箇所成長が生じるためであると考えられる。

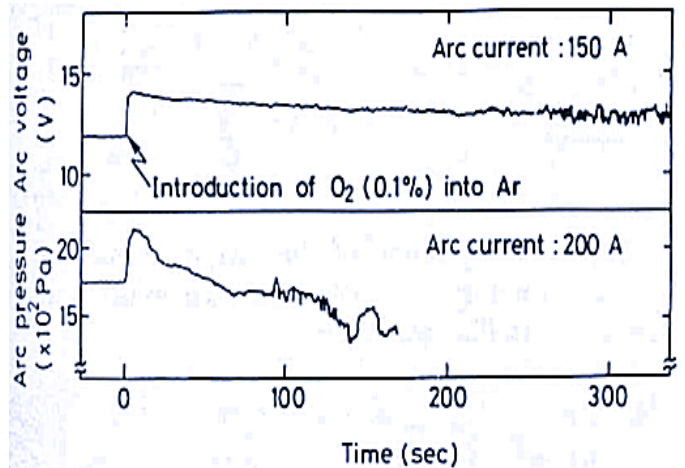


図 224-05 シールドガスとして Ar-O₂ 混合ガスを適用し“RIM”生成によるアーク電圧、および陽極でのアーク力に生じる変化

5. 論文の「結言」として強調されていること

- La₂O₃(2%)-W, Y₂O₃(2%)-W, CeO₂(1%)-W および三元系Wの各電極が他の P-W, ThO₂-W などよりも熔融変形の少ないことを明らかにした。
- 電極に含まれる酸化物の巨視的な挙動を組織学的にしらべ、電極の表面およびその近傍の酸化物の消失がアーク起動性劣化の一原因であることを示した。
- シールドガス中に混入する酸素は電極動作の安定性や電極消耗に強い影響を与える。とくに電極消耗に伴う現象として“RIM”の形成挙動を実験的にしらべた。
- この、酸化性ガス中における著しい消耗とそれに伴う“RIM”形成は全てのタングステン電極に共通する問題点であり、これを解決することが極めて重要であると考えられる。

次話では、一旦休憩も兼ねて、タングステン電極の適用と開発の歩みから始まった第 220 話より具体的な研究論文の紹介である第 224 話までを少々振り返っておきます。以上。

*****参考文献*****
 *1) ; 酸化物入りタングステン電極の消耗変形, RIM 形成について
 -ガス・タングステン・アーク電極の研究(2)- Vol.6 No.2 1988 5月号 p9~13 溶接学会論文集;
 松田福久(大阪大学), 牛尾誠夫(大阪大学), 藤井裕之(大阪大学), アルベールサデク(大阪大学)