

=ティグ溶接に関する「アークの物理」(9)

.....溶接学会論文集*1) に見るタングステン電極の特性比較試験 (その2) =

前話の続きとして同じ論文*1) より引用させていただき、前話 2-2) 項で示した比較試験項目のうち、残りの2項目である ④電極溶断現象 & ⑤アーク放電と電極先端部の変化 について記します。

④電極溶断現象

■ アーク電流を非常に大きくするとタングステン電極は陰極部と冷却部 (コレットと接する部分) との中間で溶断する。これは陰極部では電子放出のために冷却効果があり、したがって、両端に冷却部を有する、ジュール加熱されているタングステン棒と同じ状況が生じるためと考えられる。したがってこの溶断電流は電極の電気伝導度と融点に最も強く依存するとかんがえられ、電極の最大許容電流値を決定する。

■ 1. 6 mm Φ の電極の溶断電流値の測定結果を

表 222-01 に示す。結果は 190~200 A であり、ほとんど差異がない。これは、これらの電極の高温抵抗に殆ど差異がないためであると思われる。

表 222-01 適正突き出し長さにおける最大許容電流値
タングステン電極径 1.6mm Φ, 電極先端径 4 5°

Electrode material	Current maximum
Pure - W	200 A
ThO ₂ (2%)-W	195 A
La ₂ O ₃ (1%)-W	200 A
La ₂ O ₃ (2%)-W	205 A
Y ₂ O ₃ (3%) -W	190-195 A
CeO ₂ (1%) -W	200 A
CeO ₂ (2%) - W	200 A

<筆者コメント>

■ ここでは限定された条件 (電極径 1.6 Φ, 先端径 4 5°, シールドガス; アルゴンなど) において最大許容電流値の測定がなされ、190~200 A の値が示された。実溶接においてはどのようにこれらの許容電流値を見ていけばよいだろうか。

上限値は、ここで示されるとおりであるが、電極の使用率も考慮すると最大適用電流は 160 A 程度か。つぎに下限値であるが、1.6 Φ の場合はほぼ 60~70 A 程度とされる。電流値が低い場合は、逆に電極径が太すぎるとも考えられ、良好なアーク起動性を得るために時間を要する、あるいは這い上がり、フラツキなどが生ずるなどの不適合も予測できる。

なおここでは電極マイナス時の直流であるが、極性がプラスの場合、あるいは交流になれば電極への電子の流入が生じ、その結果温度上昇し、最大許容電流を低く抑制しなければならない。因みに交流における適正電流範囲はほぼ 100 A ~ 25 A へと低下する。

⑤アーク放電と電極先端部の変化

⑤-1 動作中の形状変化と組織変化

■ 電極径 1. 6 mm Φ を用いて 180 A, 1 時間の放電を行なった後の電極先端の形状の一例を図 222-01 に示す。この電極径での溶断電流は 200 A であり、採用した条件はかなり苛酷な条件に相当する。また、図 222-02 には同様に電極内部の組織変化の一例を示す。

- 結果は、 $\text{La}_2\text{O}_3(2\%)\text{-W}$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3(2\%)\text{-W}$ 、 $\text{CeO}_2(1\%)\text{-W}$ などに殆ど形状の変化がみられないのに対し、 $\text{ThO}_2(2\%)\text{-W}$ 、 $\text{ZrO}_2(2\%)\text{-W}$ 、 $\text{MgO}(2\%)\text{-W}$ では先端部の熔融変形や内部の気孔の発生がみられる。また、三元系電極は、先端部の形状の変化もほとんどなく、 $\text{La}_2\text{O}_3(2\%)\text{-W}$ などと同様の形状を保っていた。

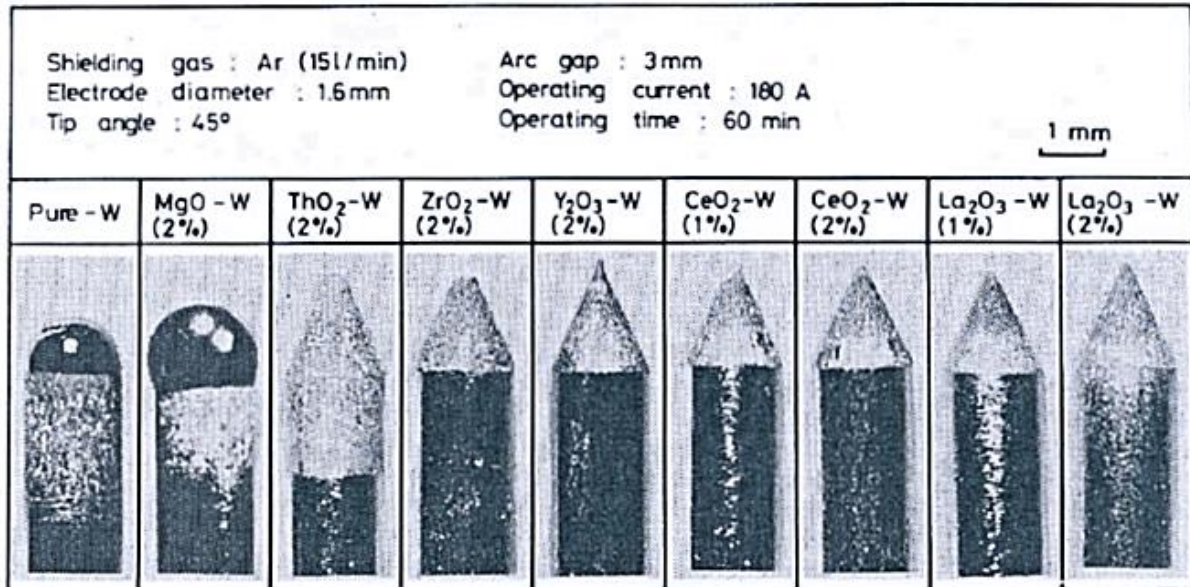


図 222-01 アーク放電後のタングステン電極の外観 (1.6mm径, 180 A, 1時間放電)

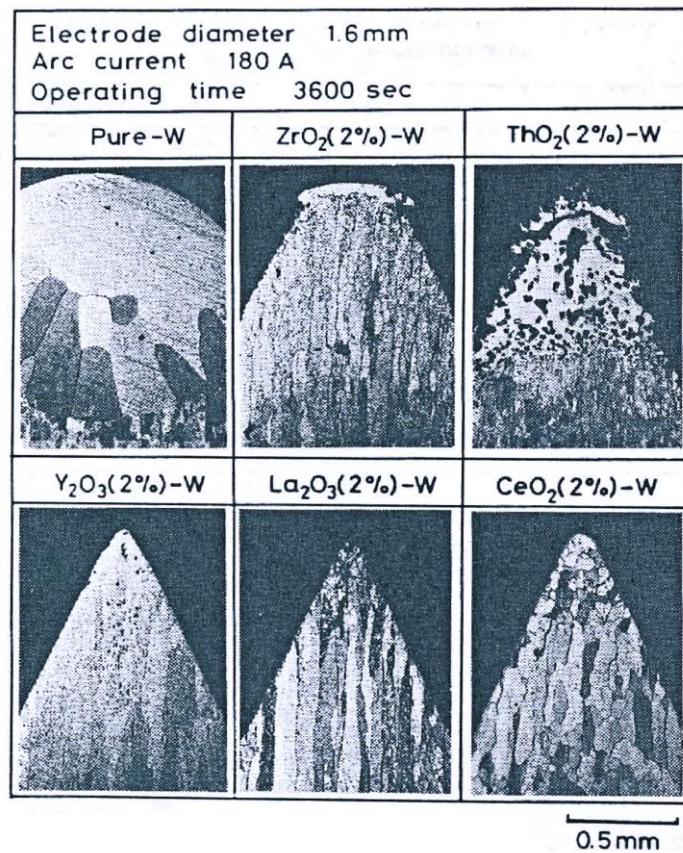


図 222-02 各種タングステン電極の内部組織 (1.6mm径, 180 A, 1時間放電)

⑤-2 電極温度

電極の動作温度の差を推定するために、熱電対によって陰極近傍の電極温度の測定を行った。その結果を 図 222-03 に示す。

あきらかに ThO₂(2%)-W に比較して、他の La₂O₃(2%)-W、Y₂O₃(2%)-W、CeO₂(1%)-W などの電極温度は低くなっている。陰極動作部の温度も同様の傾向を示すものと推定される。この動作温度の差は電極の溶融変形の差異に強い関連をもつものと考えられる。

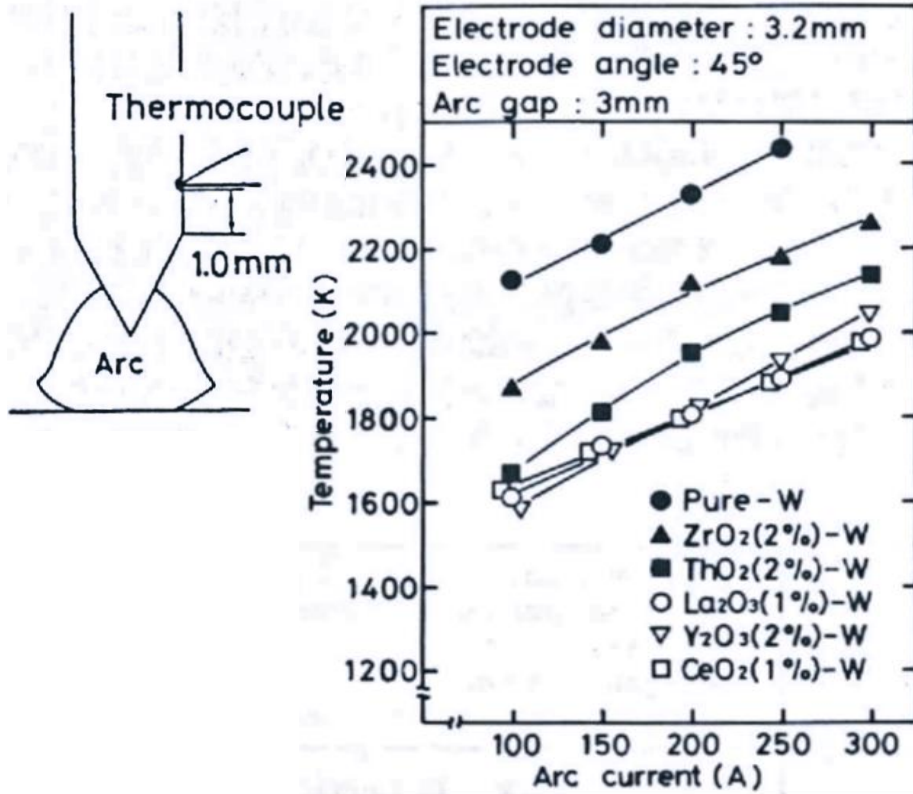


図 222-03 電極先端付近の温度 (1.6mm 径, 180 A, 1 時間放電)

<論文の結言>

各種タングステン電極によるアーク特性比較調査を 5 項目にわたって試験された結果、以下の結論を導きだされた。

- La₂O₃(2%)-W、Y₂O₃(2%)-W、CeO₂(1%)-W、三元系Wの各電極が他の P-W、MgO-W、ZrO₂-W、ThO₂-W 等の各電極よりもかなり優れた性能を有することを明らかにした。
- さらに、これらの優れた特性に陰極部の動作温度の低いことが強い関連性を有することを示唆した。

次話では、引き続き「酸化物入りタングステン電極の消耗変形、RIM 形成に関する研究論文」より引用し、紹介します。

以上。

*****参考文献*****

- *1) ;ランタン、イットリウム、セリウム入り各タングステン電極によるアーク特性の比較研究
ーガス・タングステン・アーク電極の研究(1)ー Vol.6 No.2 1988 5月号 p 3~8 溶接学会論文集；
松田福久 (大阪大学), 牛尾誠夫 (大阪大学), 熊谷達也 (大阪大学)