

=ティグ溶接に関する「アークの物理」(10)

溶接学会論文集\*<sup>1)</sup>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1) =

第 221 話と第 222 話にわたって引用・紹介したガス・タングステン電極の研究(1) (前報と称す) は, 表題に示すとおりランタン, イットリウム, セリウム入りのタングステン電極によるアーク特性の比較研究でした。本話では, 前報に引き続きガス・タングステン電極の研究(2)として発表された論文にもとづき引用し, 紹介させていただきます。

ガス・タングステン電極の研究(2)の表題は「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」であり, 各種タングステン電極の特性比較, とくに消耗挙動に重点がおかれています。

1. 試作電極と電極先端の形状変化

1) 試作タングステン電極

- 純タングステン
- 酸化物入りタングステン
  - (二元系) (MgO 2%) 入り, (ZrO<sub>2</sub> 2%) 入り, (ThO<sub>2</sub> 2%) 入り, CeO<sub>2</sub> (1%, 2%) 入り (Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1%, 2%) 入り, La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1%, 2%) 入り
  - (三元系) (CeO<sub>2</sub> 1%+Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1%) 入り, (CeO<sub>2</sub> 1%+La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1%) 入り (Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1%+La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1%) 入り

2) 1 時間放電後の電極先端形状の変化 (例)

- 放電条件 :
  - タングステン電極径 1.6mmΦ, 電流 180A,
  - アークギャップ 3mm 電極先端角 45°
  - シールドガス Ar (15 l/min)

<結果> 図 223-01 参照

前報と同様に,

- La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(2%)-W, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(2%)-W, CeO<sub>2</sub>(1%)-Wなどに殆ど形状の変化がみられないのに対し, ThO<sub>2</sub>(2%)-W, ZrO<sub>2</sub>(2%)-W, MgO(2%)-Wでは先端部の熔融変形や消耗が著しい。
- また, 三元系電極は, 先端部の形状の変化もほとんどなく, La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(2%)-Wなどと同様の形状を保っていた。
- アーク起動性の劣化した電極の表面状態は著しく変化しており, 先端部の著しい熔融が観察できる。

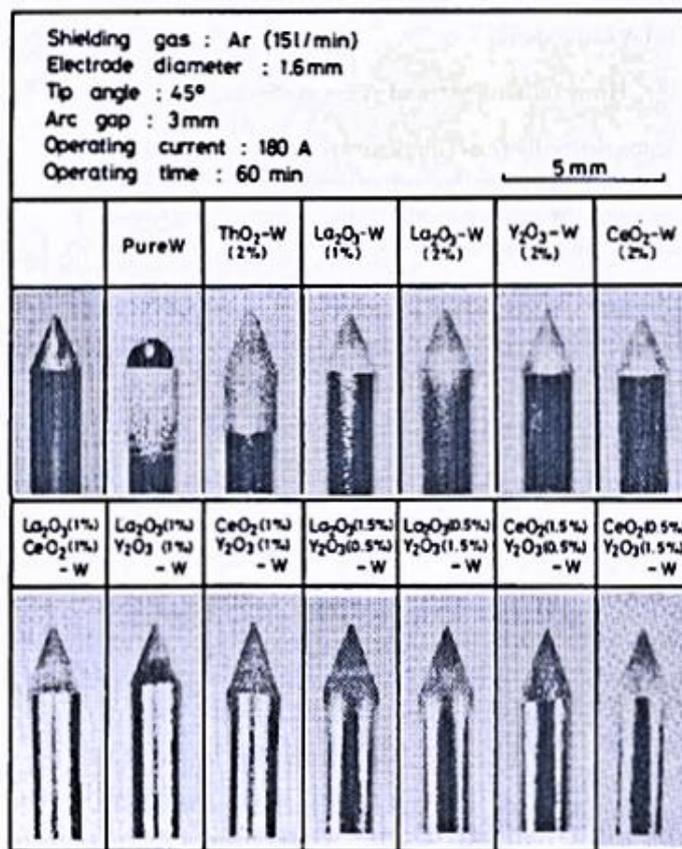


図 223-01 アーク放電後のタングステン電極の外観

- 酸化物入りタングステン電極の場合にはP-Wのように、巨視的な形状が全く変化してしまうような著しい溶融は生じていないが、表面の薄い層の溶融とともに表面近傍の酸化物の分布に変化が見られる。

## 2. 電極の表面および断面組織観察

### 1) 電極表面の観察例

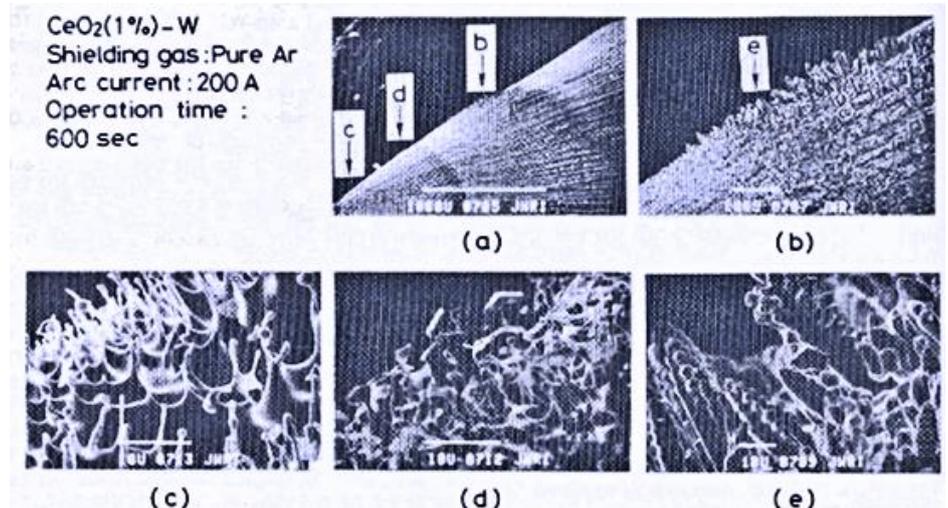


図 223-02 CeO<sub>2</sub> (1%) -W 電極の表面の顕微鏡写真

#### < 図 223-02 の説明 >

- 表面には先端部を中心とする同心円状の環状組織がいくつか生じ、それぞれが特徴のある表面状態を呈していることがわかる。
- 図 (c) ; 最先端部は薄く溶融しており、そのマイクロな形状を示す。
- 図 (d) ; この領域においてその表面形状は次第に初期の状態に近づく。つづいてほとんど変化を生じない領域がある。また、その領域は Core Arc の Roots の外縁部に相当するところである。
- 図 (b) ; Roots の外縁部のすぐその外側にタングステンの堆積成長しているのが観察される。

### 2) アーク放電前の各電極の断面組織観察

図 223-03 にアーク放電前の断面組織の一例を示す。

#### < 結果 >

- 白く写っている部分が酸化物で、その形状は大きく分けて針状のものと粒状のものに大別できる。
- < 針状のもの >  
La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CeO<sub>2</sub> など

< 粒状のもの >

ThO<sub>2</sub>, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> など

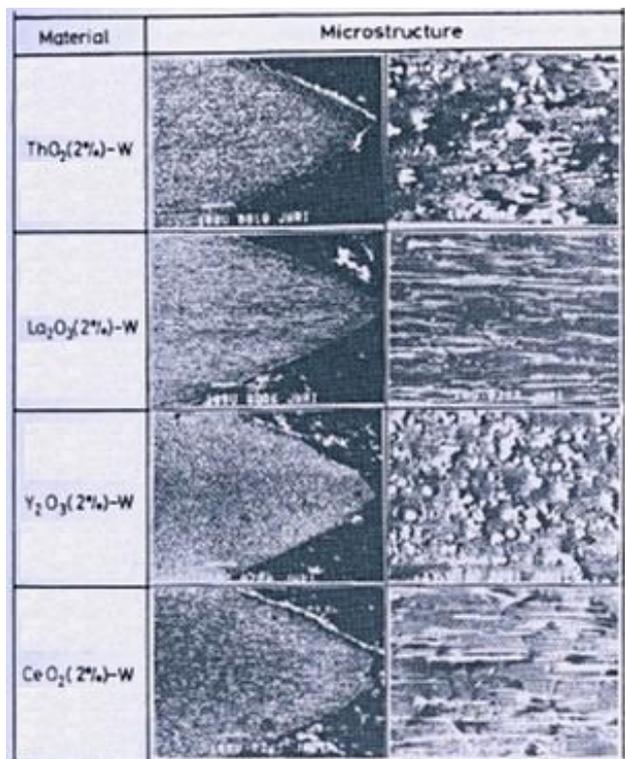


図 223-03 アーク放電前の各電極の断面組織観察

3) アーク放電後の各電極における酸化物の形状の変化および、その時間変化の例

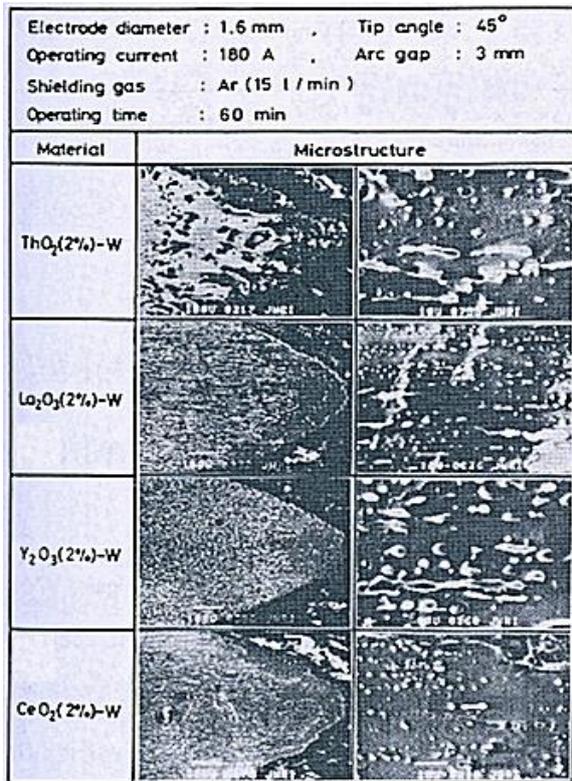


図 223-04 アーク放電後の酸化物の形状変化

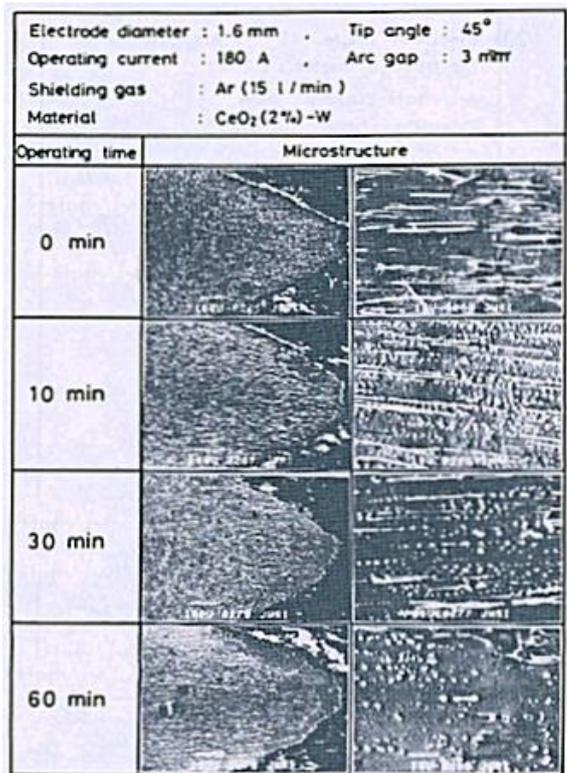


図 223-05 通電時間による酸化物の形状変化観察  
条件 ; CeO<sub>2</sub>(2%)-W, 電極径 1.6mm 先端角 45°  
アーク長 3mm, 通電電流 180A

<観察結果>

- 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。この変化は、溶融した酸化物の表面張力によるものであると考えられる。
- さらに、電極先端の表面部およびその近傍から、酸化物が消失していることがわかる。この**酸化物の消失**は、電極先端部が純タングステンと同様になることを意味し、**アーク起動性の劣化の原因**になっているものと考えられる。
- 図 223-06 に動作中の電極の直接撮影を示す。

ここでは、**タングステン堆積部**がアークルートの外縁部のすぐ外側に形成されていることがわかる。この領域は表面の薄い溶融層の境界である。

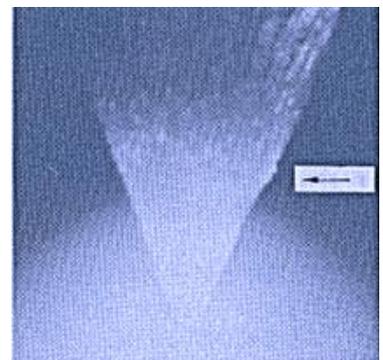


図 223-06 動作中の電極の直接撮影 (Th-W)

本話では**タングステン電極の消耗挙動**に関し、酸化物の挙動とアークルート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、および先端から堆積部を境界とする領域に薄い溶融層を形成することなどが示された。

引き続き、次話では**電極消耗に及ぼす作動ガスの影響**および先端に形成される“RIM”とその影響について、紹介の予定です。

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)