

中部電力（株）電気利用技術研究所
 大阪大学大学院（現 神戸製鋼所）
 大阪大学 溶接工学研究所

○田中和士
 泉 学
 牛尾誠夫

Erosion of Tungsten electrode at high current arc discharge

by Kazushi Tanaka, Manabu Izumi and Masao Ushio

1. 緒言 近年、熱プラズマの利用は大容量加熱や物質の合成、廃棄物の分解処理などさまざまな分野で注目されている。しかしこれらの技術を実用化する上で電極の寿命の短いことが大きな問題となっている。この電極材料としてタングステンが使用されているが、このタングステン電極の研究は溶接に使用されるような比較的小電流での研究が主で大電流での研究はそれほど多くないのが現状である¹⁾。さらに、著者らのこれまでの研究で電流値の大きさによって消耗の様子が急激に変化することが分かっている²⁾。本研究では実用化において必要不可欠である大電流放電におけるタングステン電極の消耗現象について調べ、この結果を基にして新しい電極材料について検討を行ったので報告する。

2. 実験方法および供試材料 電極消耗実験は溶接用TIGトーチを用い、直流放電を発生しその放電前後の電極材料の重量変化と電極断面の組織変化を調べるといった方法によった。電極径2.4, 3.2mm ϕ のものを実験に応じて使用した。なお、溶接用トーチは基本的にはそれほど大電力に耐えうる構造になっていないため本実験では電極径を小さくし、大電流密度放電として評価した。また電極温度測定には赤外線放射温度計を用いた。またそれぞれの電極の放射率は1000℃における値をもちいて校正し、その値を採用した。

3. 結果と考察 消耗試験の結果をFig.1に示す。この結果によると比較的大電流の領域でLaB₆-Wの消耗量が低下しており、200 A付近の電流の小さい領域では他の電極に比べ若干消耗量が多くなっているのが分かる。この原因は電流値の小さな領域では電極全体の温度がそれほど上昇せず、電極の高温領域は狭く局所化される。そのため低仕事関数の酸化物を十分に供給できる電極の方が容易に熱電子放出を維持でき、かつ消耗量も小さくなる。しかし電流値が大きくなり電極全体が充分加熱されると放電領域が拡大され先端部での電流密度が低減され、そのため局所的な酸化物の消失や、それに伴う熱は生じず消耗量が低下するものと考えられる。

消耗試験後の電極断面の写真をFig. 2に示す。写真中の白い部分が酸化物である。写真から分かるように小電流では酸化物は均一に分布しているが、300A以上では電極内部に空孔が形成されたり、酸化物の分布が著しく非一様な消耗状況を呈しているのが分かる。これは大電流によって電極内部のジュール発熱が大きくなり、電極内部が高温に加熱され溶融した酸化物が温度の低い方から高い方へ移動し、ある温

度領域に濃化し、濃化した酸化物が分解するためガス化し空孔を形成するものと考えられる。しかし、 $\text{LaB}_6(0.1\%)\text{-W}$ 電極では添加元素が少量であるため、このような濃化がほとんど起こらず、従って空孔発生の原因にならないと考えられる。

さらに比較的的空孔形成が多く見られた $\text{Y}_2\text{O}_3\text{-W}$ 電極について電極先端の形状を変化させ放電実験を行った後の電極内部の様子を観察するとFig. 3のようになる。この結果、style 1~3では電極先端に空孔の発生が見られるが、style 4~6では空孔の発生は見られない。これは電極先端部の形状によって陰極領域部分の実効的な電流密度が支配され、style 4~6では電流密度が減少したため温度分布に変化が生じ先端部の温度が低下していたためであると考えられる。

- 文献 1) Alber A. Sadek et al., Metallurgical Trans., vol. 21A, December 1990
 2) Proc.6th Symp. Plasma Science for Materials, June 1993

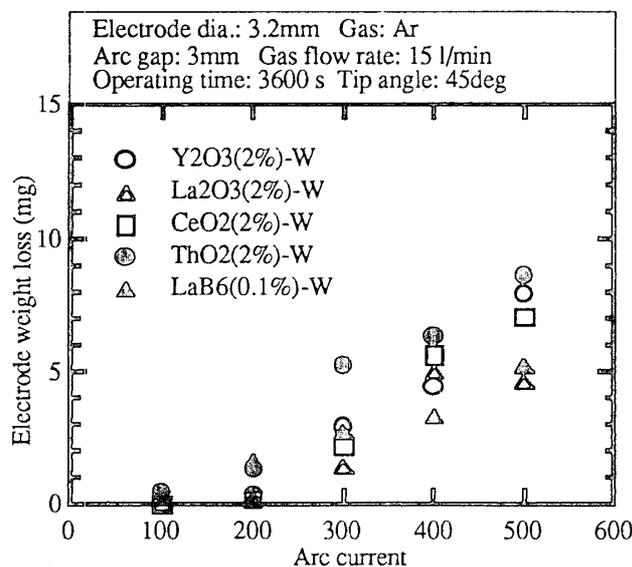


Fig.1 Electrode consumption as a function of arc current after arc discharge.

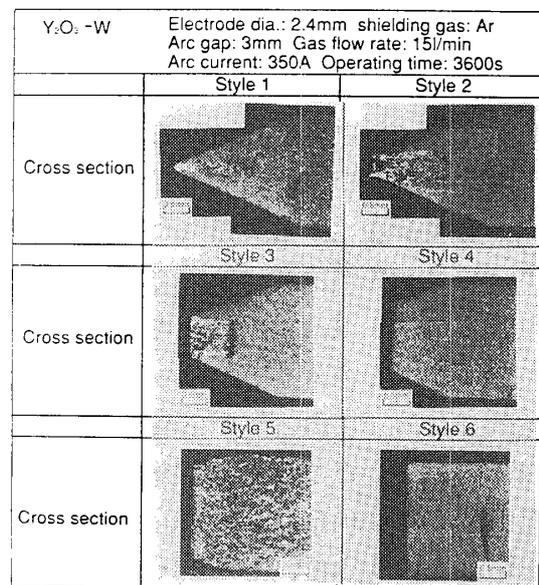


Fig.3 Cross section of various electrodes tip shape after arc discharge.

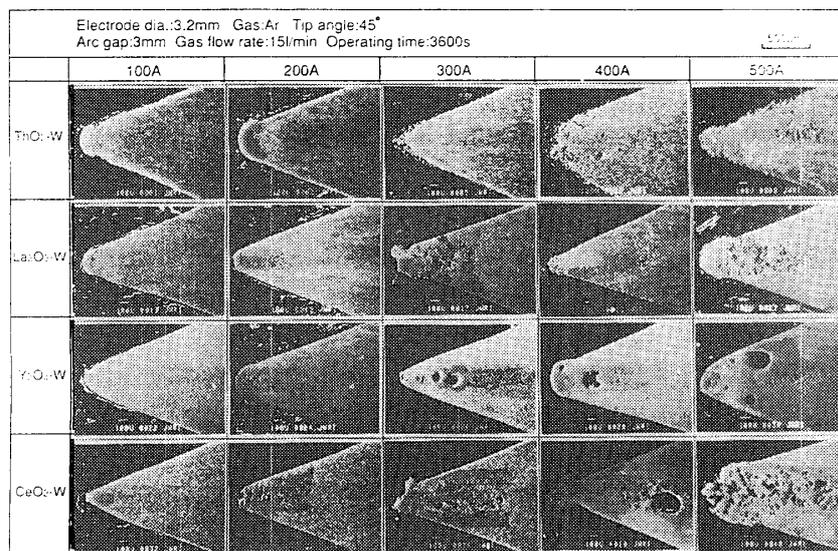


Fig.2 Cross section of several electrodes after arc discharge for 3600 s.