

- 酸素水素混合ガス炎のガス圧接への適用可能性に関する検討 (第1報) -

(財) 鉄道総合技術研究所

○山本 隆一

深田 康人

寺下 善弘

Combustion conditions and fundamental characteristics of oxy-hydrogen flame

- Fundamental Investigation of the applicability of oxy-hydrogen gas

to gas pressure welding (1st report) -

by YAMAMOTO Ryu-ichi, FUKADA Yasuto and TERASHITA Yoshihiro

1. はじめに

ガス圧接法は、鉄筋・レールの接合に広く適用されている。しかし、燃料ガスとして適用されているアセチレンガスは炭化水素であり、酸素との燃焼反応で多量の炭酸ガスが発生するため、環境に対する負荷が生じる可能性がある。そこで、現在我々は、ガス圧接作業に伴う環境負荷を低減させる目的から、水を電気分解して得られる酸素水素混合ガスに着目し、ガス圧接への適用可能性について検討している。本報では、酸素水素混合ガス炎の燃焼条件と加熱能力、還元能力に代表される基本特性に関して検討した結果を示す。

2. 酸素水素混合ガス炎の特徴

事前検討により、水を電気分解して得られる酸素水素混合ガス単体では、加熱特性および還元特性に問題があり、ガス圧接の燃焼ガスとして有効でないと判断された。しかし、酸素水素混合ガスに炭素化合物を付加すると、火炎が安定形成されるとともに、還元作用域を拡大できることが明らかとなり、また、同時に酸素を追加供給することでコア（高温部）を有する火炎を実現でき、加熱能力も向上できることが分かった。そこで、本検討では、酸素水素混合ガスに炭素化合物および酸素を追加供給した混成ガスの燃焼炎特性に関する調査を実施した。この混成ガスをここでは、「ハイブリッドガス」と称する。

3. ハイブリッドガス炎発生システムおよび基本特性評価方法3.1 ガス炎発生システム

本検討で使用したハイブリッドガス炎発生システムの概略図をFig. 1に示す。適用する炭素化合物溶液の種類については、炭素価の大きい物質の方が、より効果的に還元作用域を拡張させることができると推測されるが、酸素水素混合ガスと混成させるために大掛かりな気化装置等が必要となる。したがって、本研究では、炭素化合物として、酸素水素混合ガスと比較的に簡単に混成可能なヘキサン(C_6H_{14})溶液を採用して試験を実施した。

3.2 基本特性評価方法

火炎の加熱特性を評価するため、熱電対を取付けた銅板を加熱し、その温度測定データを基に各燃焼条件毎の加熱能力を相対的に評価した。なお、具体的には、火口径1.3mmの酸素プロパン炎用単孔バーナを用い、Fig. 2に示すように銅板の中央部を火炎で加熱した。

一方、還元特性については、事前に実施した単孔バーナによる銅棒の加熱試験より、肉眼で認識される外炎の接触域が還元作用を受けることが分かった。よって、本検討では、外炎形成域を写真撮影することで、還元作用域の大きさを評価することにした。

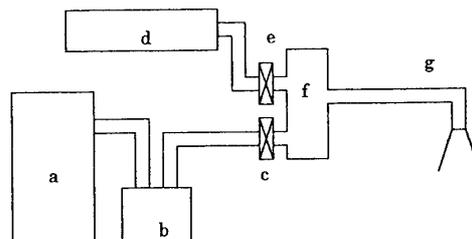
4. 実験結果および考察

Fig. 3は、酸素水素混合ガス発生量 $7.5\ell/\text{min}$ (酸素 $2.5\ell/\text{min}$ 、水素 $5.0\ell/\text{min}$)、ヘキサン溶液付加量 $4.8\text{ml}/\text{min}$ の条件下で、追加供給酸素量が火炎の加熱特性に与える影響を整理したものである。この図では、加熱特性を示す指標として、銅板加熱開始後50、100、200sそれぞれの経過時間における到達温度を採用した。なお、火口と加熱対象物間の距離

については、各燃焼条件毎に昇温能力が最大となるように変化させた。Fig. 3より、いずれの経過時間においても、追加供給酸素量が多いほど、昇温能力に優れていることが分かる。これは、追加供給酸素の増大に伴い、ヘキサンと追加供給酸素の燃焼反応による発熱量が増大するためであると考えられる。

Fig. 4は、Fig. 3の場合と同じ酸素水素混合ガス発生量7.5ℓ/min、ヘキサン溶液付加量4.8me/minの条件下で、追加供給酸素量と外炎域形成範囲(還元作用域)との関係を整理したものである。なお、ここでは外炎域の大きさを、外炎の長さおよび幅で表している。この結果より、追加供給酸素量の増加に伴い、外炎形成域が縮退することが分かる。これは、ヘキサンと追加供給酸素との燃焼率が高まるにつれ、コア長さが短くなり、それに伴い外炎形成域が縮小化するためであると考えられる。

以上の結果より、追加供給酸素量をパラメータとした場合、加熱特性と還元特性は相反すると判断される。一方、追加供給酸素の増量と同時にヘキサンの付加量も増大させれば、加熱特性と還元特性を併せて向上させることが可能であると推察される。しかし、ヘキサン付加量の増大は、炭酸ガス発生量の増加に直結するため、本検討の目的から大きく外れる。すなわち、ヘキサンの付加量を適量に抑えた条件下で、加熱特性と還元特性のバランスに優れた火炎を形成し得る燃焼条件を探索する必要があるものと考えられる。



a : Oxy-hydrogen gas generator b : Mixture apparatus of carbide c : Regulator of oxy-hydrogen gas d : Gas cylinder of additional oxygen gas e : Regulator of additional oxygen gas f : Gas mixture room g : Gas burner

Fig.1 Generating system of hybrid gas flame

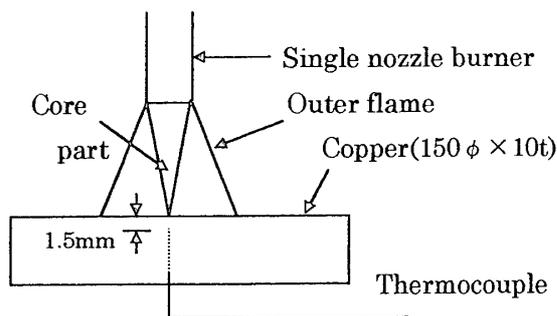


Fig.2 Heating test of copper plate

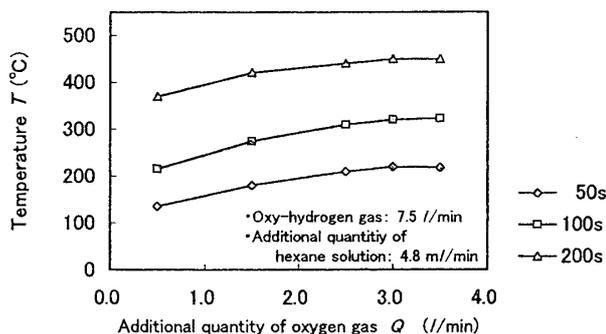
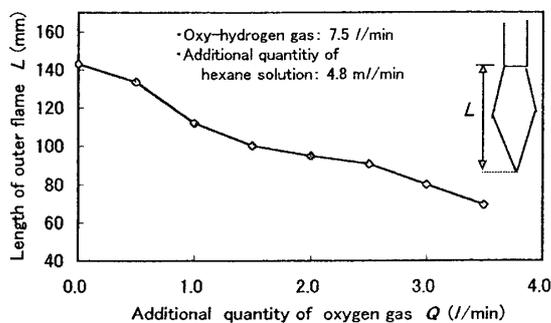
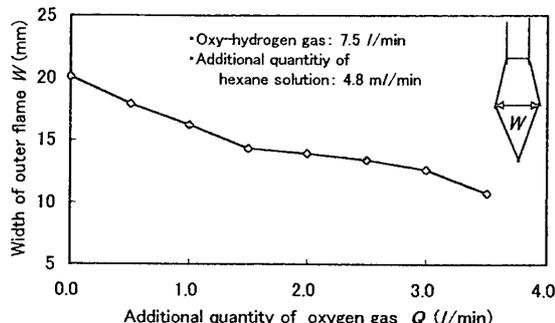


Fig.3 Relationship between additional quantity of oxygen gas and heating characteristic



(a) Length of outer flame



(b) Width of outer flame

Fig.4 Relationship between additional quantity of oxygen gas and formation area of flame