

## (5)

## モデルエレメントによる火焰形状の解析

## (熱風炉の最適燃焼に関する研究-2)

日本鋼管(株)技術研究所 佐野和夫 ○宮崎孝雄

1. 緒言 大型熱風炉におけるセラミックバーナの燃焼特性を把握するために、実バーナの $\frac{1}{10}$ スケールのモデルエレメントバーナを用いて燃焼実験を行った結果、いくつかの知見を得たので報告する。

2. 実験方法 本実験で用いたバーナは、図1に示すように実炉バーナにおける70~100個のノズルのうち1組のエレメントを取り出したものである。燃焼室は、石英ガラス管とし目視観察が可能とした。使用Mガスの物性値は表1に示した通りである。また、火焰に影響を与えるパラメータとして表2に示した5項目を取りあげた。火焰長さの測定については、一つの条件に対して撮影した10枚の写真を解析し、それらの平均値を代表値とした。

3. 実験結果 1) 空気とガスの流速比( $V_a/V_g$ )を増加させた場合、バーナ面から火焰先端までの長さはほとんど変化しない。また、着火点は下降する。

2) 予混合距離( $t$ )を増加させることにより、バーナ面から火焰先端までの長さは減少する。また、着火点も下降する。

3) 合流部間隔( $d$ )を増加することにより、バーナ面から火焰先端までの長さは僅かに減少し、着火点は僅かに上昇する傾向が見られた。しかし、火焰は不安定であり、着火点の変動が大きい。

4) 空気過剰率( $A/A_s$ )を増加することにより、バーナ面から火焰先端までの長さは減少し、着火点は上昇する。

5) ノズル出速度( $V$ )を大きくした場合、バーナ面から火焰先端までの長さはほとんど変化しない。着火点は僅かに上昇する。

以上の結果から、各パラメータを無次元化し火焰長さ $L$ 、着火点 $\beta$ に対する効果を整理し、以下の二式を得た。

$$L/D = 3.42 \left( \frac{V_a}{V_g} \right)^{0.08} \left( \frac{t}{t_0} \right)^{-0.33} \left( 1 + \frac{d}{t_0} \right)^{-0.24} \left( \frac{A}{A_s} \right)^{-1.06} \dots (1)$$

(火焰長さモデル実験式、精度5%)

$$\beta/D = 0.52 \left( \frac{V_a}{V_g} \right)^{-1.97} \left( \frac{t}{t_0} \right)^{-1.34} \left( 1 + \frac{d}{t_0} \right)^{2.62} \left( \frac{A}{A_s} \right)^{3.03} \left( \frac{V}{V_0} \right)^{0.68} \dots (2)$$

(着火点モデル実験式 精度30%)

D: 燃焼室径(120φ)

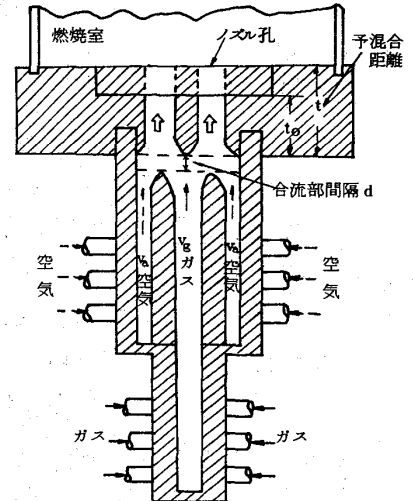


図1. モデルエレメントバーナ

表1. Mガス物性値

発熱量	1310 kcal/Nm <sup>3</sup>
密度	1.24 Kg/Nm <sup>3</sup>
理論空気量	1.19 Nm <sup>3</sup> /Nm <sup>3</sup>
理論燃焼温度	1558°C
流量	480 NL/min

表2. 実験パラメータと水準値

因子	水準数	1	2	3	4
流速比( $v_a/v_g$ )		0.9	1.2	1.5	1.9
予混合距離( $t/t_0$ )		1.0	1.2	1.5	
合流部間隔( $1+d/t_0$ )		1.0	1.2	1.5	
空気過剰率( $A/A_s$ )		1.0	1.2	1.3	
ノズル流速( $V/V_0$ )		0.9	1.5	1.8	

$t_0 = 22 \text{ mm}$ ,  $V_0 = 16.7 \text{ Nm/sec}$

4. 結言 空気過剰率( $A/A_s$ )を増すことは、火焰長さの減少に対して最も効果が大いだが、バーナの予混合距離( $t$ )を大きくすることにより、火焰を安定にかつ短くできることが言える。他方、空気とガスの流速比( $V_a/V_g$ )を大きくしても火焰長さに及ぼす効果は小さく、合流部間隔( $d$ )を大きくすることは、火焰の不安定をきたし好ましくないことが言える。当社の熱風炉セラミックバーナの改修、新設において、これらの知見を設計面に逐次導入し、改良を行っている。

文献 1) R. Günther, B. Lenze: Arch. Eisenhüttenwesen 40, 2, (1970) P173

2) B. Lenze, R. Günther: Gaswärme 15, 11, (1966) P376

3) 鉄と鋼 64(1977) // S476