

O108

層流境界層内に形成される天然ガスハイドレート火炎の熱的構造

(慶應大理工)(学)香月 亮二

(三井造船) 高橋 正浩・岩崎 徹・内田 和男 (慶應大理工)(正)藤岡 沙都子・横森 剛・大村 亮・(正)植田 利久

1. 序論

本研究は、天然ガスハイドレート(以下 NGH)の工業的な利用に関して、安全面の知見を与えるものである。著者らは向流中を伝播する NGH 火炎について研究を行い、空気速度の増加により、火炎が伝播できる NGH 初期温度や火炎の伝播挙動の変化を明らかにした[1]。

本報では、NGH 火炎伝播中のハイドレートの熱的な構造を詳細に解明するために実験的研究を行った。

2. 実験装置および方法

Figure 1 にテストセクションの概略図を示す。NGH をテストセクション下部に水平に設置して、NGH の温度を $x = 60 \text{ mm}$, $y = -1, -3, -5, -7, -10, -20 \text{ mm}$ に配置した熱電対により測定した。 $y = -1 \text{ mm}$ の NGH 初期温度が $-50 \text{ }^\circ\text{C}$ となった時点をも $t = 0 \text{ s}$ として、下流端のパイロットバーナーにより NGH に火炎を形成させた。火炎の形成を確認したら、パイロットバーナーを消した。火炎の伝播の様子は、デジタルビデオカメラにより撮影された。空気速度 $U_\infty = 0.4, 0.7, 1.1 \text{ m/s}$ と変化させて NGH 火炎の燃焼挙動を観察した。

Figure 2 に容器内の NGH の写真を示す。0.5 mm 以下の粒子状の NGH を幅 40 mm, 長さ 120 mm, 深さ 20 mm の断熱容器に敷き詰めた。NGH は粒子であるため固体や液体燃料と異なり、上面に粗さが存在した。本研究で用いた NGH の組成は Table 1 に示す通りである。

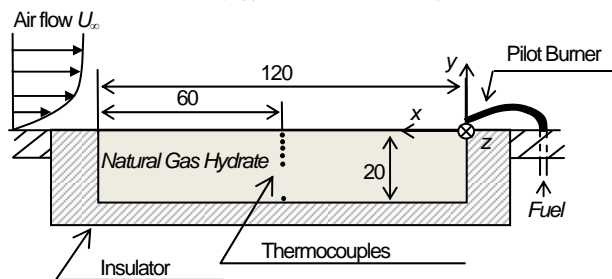


Figure 1 Schematic diagram of test section



Figure 2 Picture of hydrate surface before combustion

Table 1 Components of the guest gas (NGH)

Component	Mole fraction
Methane	0.8533
Ethane	0.0596
Propane	0.0692
i-Butane	0.0130
n-Butane	0.0049



Figure 3 Flame motion

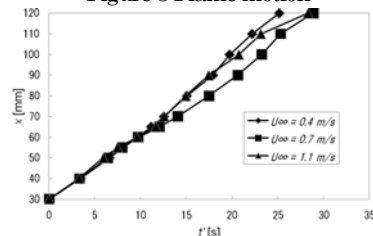


Figure 4 Variation in the leading edge

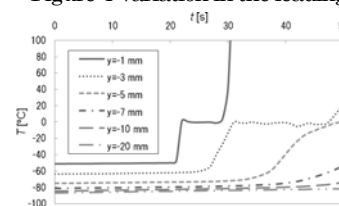


Figure 5 Temperature variation

3. 実験結果および考察

Figure 3 に空気速度 $U_\infty = 0.4 \text{ m/s}$ の火炎伝播の様子を示す。NGH 火炎は、空気流に対し上流方向に伝播していた。Figure 4 に火炎先端位置の時間変化を示す。パイロットバーナーの影響を回避するため、火炎先端位置が $x = 30 \text{ mm}$ となった地点を $t = 0 \text{ s}$ と定義する。火炎先端位置は定常的に変化していることが見て取れる。また、空気速度により火炎伝播速度が変化することはなかった。これは、空気速度により火炎から NGH への熱輸送に著しい変化がなかったことを示している。Figure 5 に空気速度 $U_\infty = 0.4 \text{ m/s}$ の温度履歴を示す。火炎が $x = 60 \text{ mm}$ に近づくと $y = -1 \text{ mm}$ の熱電対の温度が急速に上昇し、ほぼ $0 \text{ }^\circ\text{C}$ で一定となる。しばらくするとさらに上昇する。温度が一定の間は $y = -1 \text{ mm}$ 付近で解離が生じており、解離が終了すると熱電対がガス側に位置するため急速に上昇した。 $y = -3 \text{ mm}$ の温度履歴を見ると $y = -1 \text{ mm}$ の温度が $0 \text{ }^\circ\text{C}$ に保たれている間はほとんど温度上昇が見られなかった。これは火炎からの熱が $y = -1 \text{ mm}$ 付近で解離に用いられたためにより深い方向への熱移動が生じなかったためであると考えられる。

4. 結論

NGH 火炎の基本特性を明らかにすることができた。

[謝辞] 本研究の一部は文部科学省 G-COE 「環境共生・安全システムデザイン」の先導拠点に依る。ここに謝意を示す。

[参考文献]

[1]Katsuki, R. et. al. 第47回燃焼シンポジウム講演論文集, pp. 542-543 (2009)

植田利久* E-mail:ueda@mech.keio.ac.jp