

技術紹介

# ガス冷却における水噴霧ノズルの性能向上に関する研究

## Research on the Improvement of Water Atomizing Nozzle Performance in Gas Cooling

若林 敏彦\* 渋谷 和信\*  
 WAKABAYASHI Toshihiko SHIBUYA Kazunobu

### 1. はじめに

一般に、煙道ガスを代表とする高温の排気ガスを冷却する方法として、噴霧水を用いた方法が用いられている。このうち、水の蒸発潜熱を利用するものが最も効率的である。

図1に、水の液滴の粒子径を指標として被冷却ガスの温度と完全蒸発時間との関係を計算した結果を示す<sup>1)</sup>。この図からわかるとおり、液滴の粒子径は、装置の大きさを決定する重要な因子であり、特により高効率な冷却効果を得るためには、100～200 $\mu\text{m}$ 以下の液滴を得る方法が必要である。

微細な液滴を得る方法として、高速気流のエネルギーを利用した二流体式のノズルがあるが、気体の正確な制御が必要とされ、その構造も複雑である。

このため、より簡便な方法として、圧力微粒化法である一流体式のノズルを用い、適性の高い方法を検討した結果、噴霧ノズルに一定のカバーを取り付けることにより、粒子径を変更するとなく、高温ガスの冷却に適した流量密度分布を得ることができたので報告する。

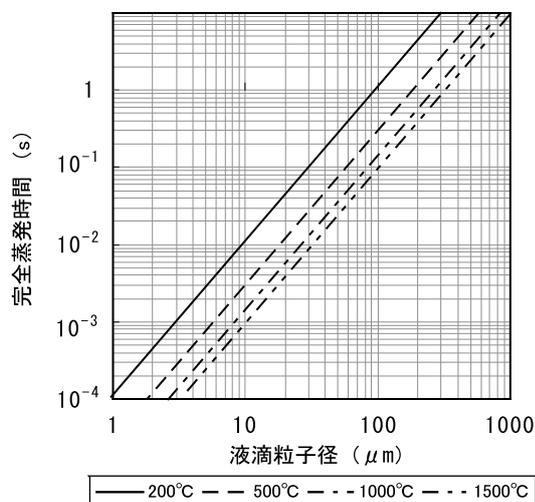


図1 水の液滴径と完全蒸発時間の関係

\*電子機材事業本部事業戦略推進部先端技術開発部

### 2. 圧力微粒化ノズルの噴霧特性

一流体式の噴霧ノズルには、単一噴孔式、噴流衝突式、渦巻き噴出式等があり、このうち、最も広範囲な分野で使用され、より微細な液滴を得ることができる方式は、渦巻き噴出式のノズルである<sup>2)</sup>。

いま、図2に一例として、市販の渦巻き噴出式の噴霧ノズルを用い、流体を水としスプレー距離Lを150mmにしたときの流量密度分布を測定した結果を示す。測定時の水の圧力は0.3kPaとした。液滴の粒子径は100 $\mu\text{m}$ 以下であったが、噴霧水量はノズルの中心から100mm付近に集中しており、中心部分に少ない中空円の噴霧状態であった。ガスの冷却においてはこの部分でガスのすり抜けの現象が生じやすく、冷却効率の改善に障害となっていた。

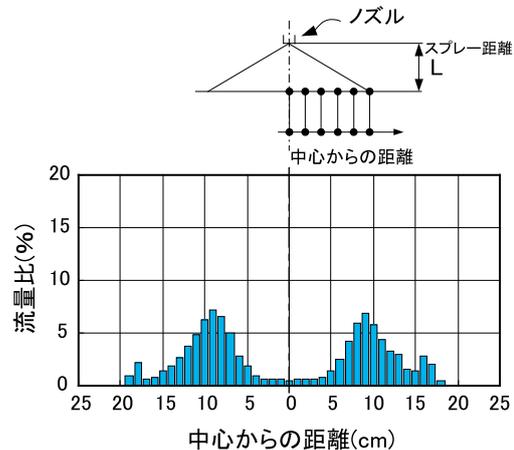


図2 渦巻き式噴霧ノズル流量密度分布測定結果

### 3. 噴霧特性の改善試験

#### 3.1 改善方法概要

噴霧ノズルは図3に示すように、ノズルからのスプレー距離L、スプレー角度A、スプレー幅Wに固有の特性があり、噴霧直後のスプレー角度に対して、距離とともにスプレー幅は外周付近の液滴の高速流れにより周囲の空気を巻き込むため、液滴のエネルギーが

失われて狭くなる傾向があるとされている。一方、この外周部分はノズルから噴出される液滴の全体流量に比べ、極めて少ない流量のため、この部分の流れを制御することにより全体の噴霧特性を制御することが可能と考えた。

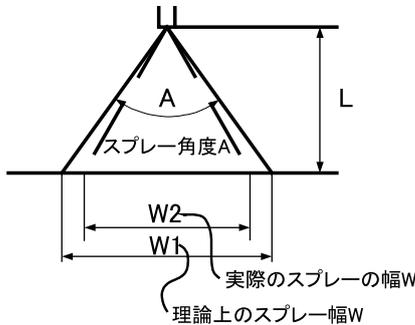


図3 ノズルの一般的な噴霧特性

3.2 試験方法

図2で測定結果を示した噴霧ノズルと測定装置を用い、噴霧ノズルの外周にノズル先端より噴霧方向に突出させたカバーを取り付け、ノズル先端からの距離を変化させたときの流量密度分布を測定した。測定条件を表1に、測定に用いたノズルカバーの概要を図4に示す。

試験水	圧力	0.3MPa
	測定方向	下向き
	ノズルカバー内径D	20mm
	ノズル先端からの距離T	① 4 mm ② 10mm

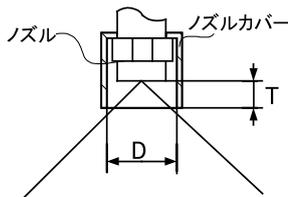


図4 ノズルカバー概念図

3.3 測定結果

図5にノズルカバーを取り付けたときの流量密度分布の測定結果を示す。ノズル先端からの距離を変化させ、カバーの突出度合いを変化させることにより、必要とする液滴の粒子径内で、流量密度分布を制御することが可能となった。また、測定を行った範囲では、ノズル先端からの距離を10mmに設定することによりガス冷却に有効な、充円錐状の噴霧状態を得ることができることを確認した。

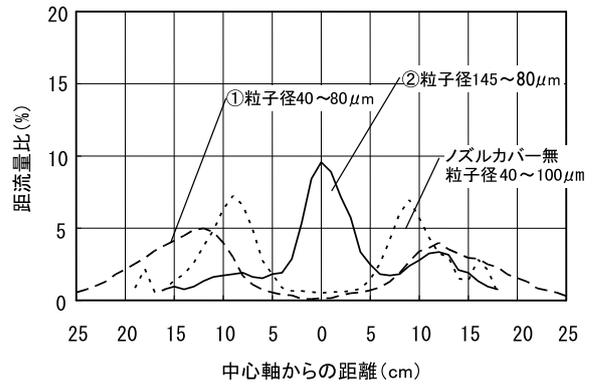


図5 ノズルカバーの流量密度分布への影響

本ノズルカバーを取り付けたノズルを、当社製の燃焼式排ガス処理装置に装着して、従来のノズルのみの場合と冷却性能を比較するため、燃料の供給量を変化させて排気温度を測定した。測定結果を図6に示す。図から、本方法によるノズル流量密度分布の改良により、水噴霧ノズルの冷却性能の向上が認められた。

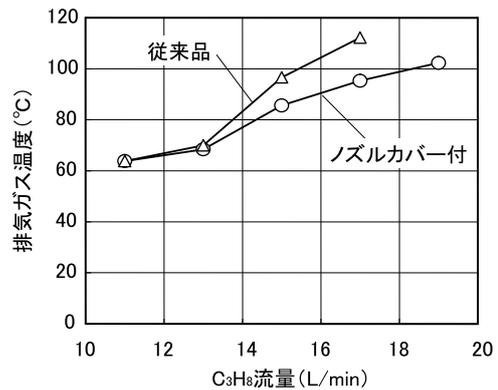


図6 冷却性能比較結果

4. まとめ

微細な液滴の噴霧方法において、特に、渦巻き噴出式の一流体式のノズルに関し、外周付近の空気の巻込みの影響を軽減するためにノズルカバーを設置し、その形状の最適化を図ることにより流量密度分布の制御が可能であることを見出した。特に、従来不可能であった100μm付近の粒子径の液滴で、充円錐状の噴霧状態を作り出すことが可能になり、ガスの冷却効率の改善に効果的であることを確認した。今後、環境分野等の高温排ガスの冷却に有効な手段と考える。

参考文献

- 1) 桐栄良三. 乾燥装置. 日刊工業新聞社, 1984, 28-30.
- 2) 倉林俊雄. 液体の微粒化技術. アイピーシー, 1995, 69-77.