

# 低NO<sub>x</sub>小型管巢<sup>かんそう</sup>燃焼ボイラの開発

松本 亮介：matumoto@kansai-u.ac.jp  
小澤 守  
石原 勲

## □ 研究目的

国内で1年間に生産される小型貫流ボイラの総蒸発トン数は約10,000t/hにも上り、これは全産業用ボイラの総蒸発トン数の約60%以上に達している。こうした小型ボイラの高い需要のもと、環境問題の観点から低NO<sub>x</sub>燃焼技術がますます重要となってきた。本研究は、燃焼火炎内に直接水管を配置して火炎の冷却、燃焼の促進によりサーマルNO<sub>x</sub>の発生抑制ならびにボイラの小型化が同時に実現できる管巢<sup>かんそう</sup>燃焼小型ボイラの開発を目的とする。ならびに管巢燃焼ボイラの燃焼室内での熱・流動特性の把握、燃焼特性の把握を目的とする。

## □ 従来の技術

図1(a)に従来型のボイラ燃焼室の概略を示す。従来は燃焼室内部の空虚な空間に巨大な火炎を形成させている。そのため、ボイラの小型化、高性能化に伴い高負荷燃焼となり、サーマルNO<sub>x</sub>発生抑制が困難となる。

低NO<sub>x</sub>規制値は近年の都市圏の行政指導値ではO<sub>2</sub>=0%換算で60ppm以下(ガス炊き)、80ppm以下(油炊き)と定められている。そのため様々なNO<sub>x</sub>低減技術が開発され、小型ボイラの燃焼器における従来の低NO<sub>x</sub>技術としては、以下の方法が挙げられる。

水・蒸気噴射、排ガス再循環、二段燃焼、部分予混合・濃淡燃焼、薄膜燃焼

## □ 従来技術の問題

小型ボイラの低NO<sub>x</sub>対策においては水・蒸気噴射がよく採用されている。しかし、対策実施が容易である反面NO<sub>x</sub>低減率が20~30%と低く、他の対策技術と併用することとなる。二段燃焼、濃淡燃焼ではNO<sub>x</sub>低減効果は高いもののバーナ構造が複雑になり、火炎も長くなることから炉の大型化が必要であり、小型ボイラには採用されにくい。よって、燃焼室負荷が約1000kW/m<sup>2</sup>以下の比較的大型のボイラに採用されている。排ガス再循環は対策実施が容易であり、NO<sub>x</sub>低減率も約50%と高いことから広く採用されている。しかし、循環率の調整が困難で

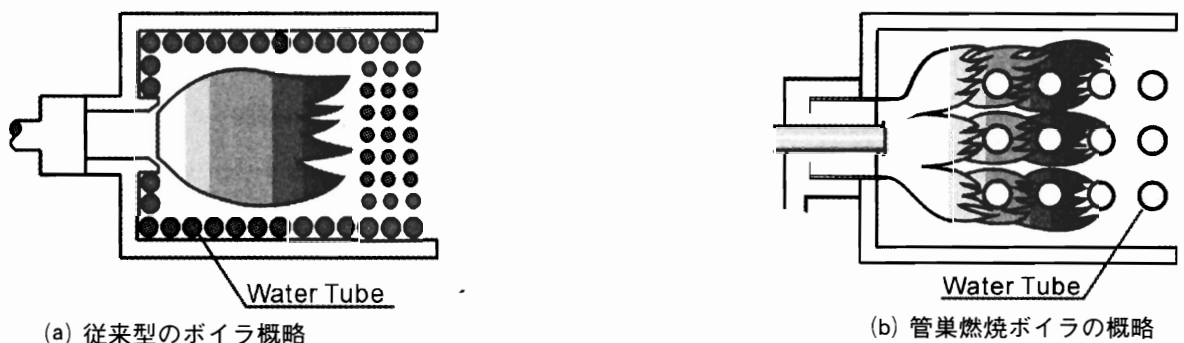


図1 ボイラ燃焼室の構造

あり、NO<sub>x</sub>低減率も不安定であることから信頼性に難がある。

## □ 新技術の特徴

図1(b)に管巢燃焼ボイラ概念を示す。燃焼室内に直接水管を配置して水管群中に火炎を形成し、積極的に火炎をかく乱して燃焼反応と水管群への伝熱を同時に促進させる燃焼方式である。火炎は水管群により細分化され、また直接冷却されることにより、低NO<sub>x</sub>燃焼（排ガス中NO<sub>x</sub>濃度O<sub>2</sub>=0%換算で35ppm）が実現できる。さらに従来型ではボイラ全容積中の燃焼室容積比率が大きいことから、管巢燃焼ボイラの小型化の効果（設置面積にして従来型の約1/3）は大きい。

管巢燃焼ボイラでは、火炎温度の抑制と火炎の細分化により輻射伝熱は減少し、管群への伝熱は火炉内の流動パターンに支配される対流熱伝達特性が重要となる。そこで本研究では、蒸発量0.5t/hの管巢燃焼ボイラ（図2）の燃焼特性の把握とともに、同スケールのコールドモデルを製作し、非燃焼場における流れの可視化、管群の熱伝達特性の測定を行い、熱・流動特性の把握を目指す。

## □ 新技術の応用法

次世代石油代替燃料DME（ジメチルエーテル）用燃焼器への応用

DME（ジメチルエーテル）はクリーンな次世代の石油代替燃料として、実用化が検討されている。しかし、その火炎温度の高さから低NO<sub>x</sub>化が重要な課題となる。特にガスタービンに適用した場合、DMEの自然発火点温度の低さから従来の低NO<sub>x</sub>予混合燃焼器を用いることができない。そこで、本研究で提案する拡散燃焼方式による管巢燃焼を用いた燃焼器を開発することによりDMEの発電用ガスタービンでの利用が可能となる。

## □ 新技術を利用すると考えられる業界または分野

・ボイラ業界 ・ガスタービン燃焼器



図2 JS-500G-Z管巢燃焼ボイラ（蒸発量0.5t/h）