総 説

ガス焼き小型ボイラーの低 NO_x 対策

(キーワード ガス, 小型ボイラー, 低 NO_x)

—1989. 12. 11受理—

株式会社サムソン 石 川 芳 治

1. まえがき

ガス焼き小型ボイラーは、都市ガス、LPGなどの気体燃料を燃焼させ、その際発生する熱により、水または熱媒を加熱して温水または蒸気を発生し、暖房、給湯、加熱などに用いられる装置であり、温水ボイラーと蒸気ボイラーに分類される。さらにボイラーは、構造、形式によって水管式、炉筒煙管式、貫流式などに細分類されるが、以下では小型多管式貫流ボイラーを対象に説明する。

小型多管式貫流ボイラーの一般的な特長として、省スペース、低価格、高効率、無免許無検査、取扱い容易などがある。このような特長が顧客に評価され、ここ数十年飛躍的な発展を続けている。そして近年、中・大型のボイラーに替えて小型ボイラーを複数台設置する多缶設置システムが多数導入されている。

一方、大気汚染については関係者の努力にもかかわらず、とくに大都市地域の汚染物質濃度は、はかばかしく改善されず環境汚染は徐々に進行しているのが実情である。そうした中で昭和60年に大気汚染防止法施行令の一部が改正され、規制対象となるボイラーの範囲が従来の「伝熱面積 10 m^2 以上」から、「伝熱面積 10 m^2 以上かまたは燃料の燃焼能力が重油換算 50 l/h 以上」に変更された。このような情勢に対応して大都市地域の良質燃料への転換が急速に進展しているが、一方ではより一層の低公害燃焼が要求されている。さらに環境庁あるいは地方自治体に

よる優良低公害機器認定の動きに呼応して、メーカーも地域的環境改善のため有害物質の排出量を抑える努力を迫られている。

このような社会動向に基づいて、燃焼改善を実施したガス焼き小型貫流ボイラーの低 NO_x 対策事例のいくつかを紹介する。

2. 低 NO_x 対策

一般的にガス焼き小型ボイラーの低 NO_x 燃焼の方法として、低 NO_x バーナー、排ガス再循環、蒸気噴射、水噴射などがある。小型ボイラーに要求される低 NO_x 技術は、バーナー構造をシンプルにし、コンパクト、低価格、高信頼性が望ましい。蒸気噴射、水噴射による低 NO_x 技術は、排ガス保有熱量の増大により熱効率の低下が若干付随するため、採用されるケースが少ない。したがって低 NO_x 対策の主流を占める低 NO_x バーナーおよび排ガス再循環の方法について紹介する。

3. 低 NO_x バーナー

3.1 薄膜燃焼バーナー (LGX)

燃料ガスの供給圧力を利用して、燃焼火炎を薄膜状に形成し、表面積を大きくして、放熱を促進することにより高温域での滞留時間を短縮し、 NO_x を抑制する方法がある。

薄膜燃焼バーナーの構造原理を図1に示す。

円筒状に噴出する燃焼用空気に対し、複数のガスノズル孔から斜め方向にガスが噴出する構造で、ガス流の大きい噴出モーメントによって、空気を誘引し火炎は中空円錐状の薄膜炎を形成し、円錐中央部の燃焼ガスの巻き込みによ

図1 薄膜燃焼バーナーの構造原理

図2 薄膜燃焼バーナーの効果(1500型)

る自己循環と合わせ低 NO_x 特性が得られる。図2および図3に換算蒸発量1500kg/h, 2000kg/hのボイラーの標準バーナーとの比較データを示す。従来の標準バーナーでは、 NO_x 値(O_2 : 0%換算以下同じ)が100ppm程度であるのに対して、低 NO_x バーナーでは45~50ppmとなり、 NO_x 低減率は約50%となる。これらの数値はいずれも東京都の低 NO_x 機器認定基準の60ppmをクリアし、換算蒸発量500kg/hから2000kg/hのボイラーが現在製品化されている。

3.2 セラミックバーナー

多孔質のセラミックを使用し、火炎を複数の独立した小火炎に分割し、火炎温度の低下と滞留時間の短縮によって NO_x を抑制する方法がある。

図4にセラミックバーナーの1例を示す。

このバーナーは燃焼筒の先端に、厚さ約15mmの円形状の多孔質セラミックプレートを取付けた、元混合方式バーナーでシンプルな構造となっている。

図3 薄膜燃焼バーナーの効果(2000型)

図4 セラミックバーナー構造図

図5 セラミックバーナーの効果

燃料ガスは、ミキシング部で燃焼用空気と混合された後、プレートの表面および多数の小孔から噴出され燃焼する。そのため短炎で安定した分散火炎が形成され、低 NO_x 化が達成されるものと考えられる。

従来の先混合式標準バーナーとの NO_x 値の比較を図5に示す。従来標準バーナーの平均65

図6 金属製多炎孔円筒バーナーの構造原理

図7 金属製多炎孔円筒バーナーの効果

ppmに対して、セラミックバーナーは平均45 ppmとなり、約30%の低減率が得られる。セラミックバーナーを搭載したボイラーは、約3年の実績があり、東京都の低NO_x機器認定基準をクリアし、換算蒸発量120kg/h以下のボイラーが製品化されている。

3.3 金属製多炎孔円筒バーナー(MCX)

炎口面積を広くして、火炎表面積を大きくして、放熱を促進することにより高温域での滞留時間を短縮させて、NO_xの発生を抑制する方法がある。

図6に金属製多炎孔円筒バーナーの構造原理を示す。このバーナーは小・中容量のバーナーとして開発され、バーナー先端を円筒形にして火炎面積を大きくしたものである。構造的には、炎孔の配列およびピッチに特長を持つ金属製多孔板を円筒状に成形し、元混合方式を採用して

図8 排ガス再循環装置概略

いる。燃料ガスは、ミキシング部で燃焼用空気と混合された後、円筒表面の多数の小孔から噴出され燃焼する。火炎は微小な分散火炎となり、円筒周囲から放射状に形成され、低NO_x化が達成されるものと考えられる。従来の先混合式標準バーナーとのNO_x値の比較を図7に示す。標準バーナーのNO_x値が平均75ppmに対して、金属製多炎孔円筒バーナーのそれは、平均50ppmとなり低減率は約35%である。現在計画されているのは、換算蒸発量400kg/h以下の中容量クラスのボイラーである。

4. 排ガス再循環

低NO_xバーナー以外のNO_x抑制対策の一つに、燃焼空気に排ガスの一部を混入し、燃焼温度を低下させることによりNO_xの発生を抑制する、排ガス再循環燃焼方式がある。

図8に排ガス再循環装置の概略を示す。

燃焼室内で燃焼を完了した燃焼ガスは、煙道を通り給水予熱器で熱交換した後煙突から排出される。

排ガス再循環装置は、ボイラー本体出口の煙道部と送風機吸引部を接続し、送風機の吸引負圧を利用して燃焼排ガスを吸引し、燃焼用空気と混ぜてバーナーに送り込むものである。吸引管の途中に排ガス循環量を設定するオリフィスが挿入されている。

換算蒸発量1500kg/hのボイラーの排ガス循環率とNO_x値の変化を図9に示す。

排ガス再循環率が10%でNO_x値は60ppm、15

図 9 排ガス再循環率とNO_x値(1500型)

%で45ppmとなり、NO_x低減率はそれぞれ約40%および55%となる。

5. あとがき

以上、小型ボイラーの特性を活かした技術開発により、低公害燃焼を達成した最近のガス焼き小型ボイラーの、低NO_x対策事例のいくつかを紹介した。

近年地球環境保全の問題が大きくクローズアップされている中、低NO_x化を含めた低公害燃焼の問題については、ボイラーメーカーに籍を置く一員としてその責任の重大さを痛感している。

技術の歴史を振り返るとき、新技術が従来技術に代って育成発展され、時代の要求に応えてきた。

低公害燃焼技術についても、今後さらに進展すべきことを祈求し、たゆまぬ研鑽を積み重ねる所存である。

Measures of Low NO_x Combustion for Gas Burning-Small Boiler

Yoshiharu ISHIKAWA

(Samson Co., Ltd.)

SYNOPSIS : —This paper describes control measures for effective combustion process due to low NO_x combustion in gas burning boiler.

Measures of process are

- (1) Low NO_x burner combustion. (2) Exhaust gas recirculating combustion.

Low NO_x burner has three (3) types of burner.

- (a) Ceramic burner made of ceramics.
- (b) Cylindrical type burner made of metallic perforated plate.
- (c) Thin flame combustion burner utilizing gas blowing speed.

Ceramic burner has a premix chamber, and sprayed gas from small holes of ceramic spraying plate to form short & dispersed flame.

Cylindrical burner has also premix chamber to make good effect, and sprayed gas from small holes of end metallic plate, which enables sprayed gas to form short & dispersed flame.

Thin flame (combustion) burner utilizes blowing speed of gas to form hollow conical flame, in addition to involving effect of blowing gas at central part.

Exhaust gas circulating combustion enables low combustion temperature by mixing part of exhaust gas and combustion air, and is effective for low NO_x combustion.

Key Words

Gas, Small boiler, Low NO_x