

技術解説

株式会社フジコー 技術開発センター
センター長
工学博士

永吉 英昭

Hideaki Nagayoshi



株式会社 フジコーのハードフェーシング (表面処理) 技術を利用した環境分野への取組み

FUJICO's Unique Hardfacing Technology in Environmental Application

1 はじめに

弊社(フジコー)は、昭和27年に鋼塊鑄型補修技術を中心にした創業を開始してから、これまでも独自技術を開発し、鉄鋼メーカを中心に事業展開が行われている。事業内容は、CPC・溶接・溶射・鑄かけ技術を駆使した各種機械部品の製造、耐熱耐摩耗用溶接材料の製造販売、産機設計・製作・据付、機械保全整備作業、生産工程の請負作業、機械加工・熱処理他多岐にわたる。これらのハードフェーシング技術の紹介をフジコー技報No.10に掲載させていただいた。

このハードフェーシング技術は、弊社の事業内容の内、近年では特に環境関連分野へも応用されている。

近年、地球環境やリサイクル資源関係の重要性が叫ばれ、ダイオキシン類が人体に悪影響を及ぼすことから国内では1997年にごみや廃棄物などの焼却温度800℃以上が義務付けられた。図-1にダイオキシン類生成の抑制に関する動向をまとめている。この図に示すように、1991年～の国内一般廃棄物の総排出量は、約5,000トン/年とほぼ横ばいであるが、この内約78%は焼却処理されている。そのためダイオキシン類の発生約90%は廃棄物の焼却施設から発生していると言われている。国内の廃棄物の焼却施設は約1800基あり、これらの施設の特に燃焼部は、高温燃焼に対応した耐熱・耐食性を加味した表面処

理が必要となっている。また、焼却時の廃熱を利用したボイラー発電の熱交換用ボイラー管などへの表面処理も発電効率向上による省エネルギー化の観点から重要な項目になっており、これら分野にも弊社の幅広いハードフェーシング技術が応用されており、今後もこれらの環境関連への表面処理技術が地球環境などを中心に展開されると期待されている。

今回の技報No.11に、代表的なハードフェーシング技術を利用した環境分野への取組みについて述べる。

2 ゴミ焼却施設の熱交換ボイラー管

図-2にゴミ焼却施設の例を示す。回収されたゴミなどの燃焼物は焼却施設の燃焼室へ投入され、ダイオキシン類生成を抑制するため800℃以上の温度で燃焼する。燃焼室内の1000℃以上の温度箇所は一般に耐火材が使用される。しかし、耐火材は熱保有量が大きいため燃焼ガスの冷却が遅く、そのため燃焼ガスの徐冷中にダイオキシン類の再発生が起ることからできるだけ水冷機能を有する水管パネル(図-3参照)の使用が必要である。この水管パネルは、STB(ボイラー管用)鋼管のみでは過酷なゴミ焼却雰囲気内では腐食などによる損耗が激しく、使用環境によっては1mm/年以上の損耗があり、膨大な費用が必要となるのが現状である。

また、ゴミ焼却による燃焼熱を省エネルギーの観点でボ

ダイオキシン類生成の抑制

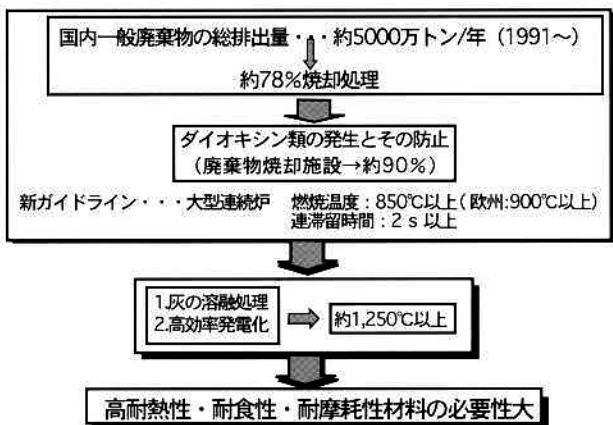


図-1 ダイオキシン類生成の抑制動向

ゴミ焼却施設の熱交換ボイラー管

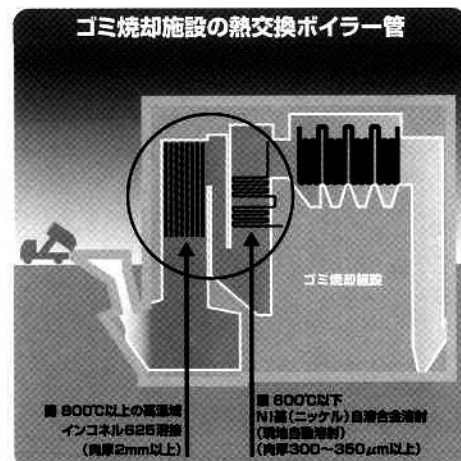


図-2 ゴミ焼却施設内の概略図

イラー発電に有効利用する傾向が強くなっている。ボイラー発電は、ゴミ燃焼熱をボイラー管内の水の蒸気への変換を行い、その発生水蒸気によりボイラーファンを稼働させ発電させる方式である。このゴミ燃焼熱の発電への変換効率は、発電効率と呼ばれ国内でも20数%台である。

発電効率30%以上が達成した場合、大幅な省エネルギーが可能となる。その条件達成のための数値は、ボイラー管表面温度500℃、管内蒸気圧100ata以上である。

ボイラーチューブ管表面温度と腐食速度の関係を図-4に示す。この図からも確認できるようにチューブ表面温度500℃以上では腐食速度が急速に上昇する。現状のゴミ施設内に使用されるボイラーチューブ管は、図-5に示す状況である。即ち、ボイラーチューブ管使用条件が管表面温度400℃以上、管内圧50ata以上では約1mm/年の損耗速度を示す。そのため、STBボイラーチューブ管を行う方法として溶接と溶射が広く行われている。現状での溶接による肉盛は、ゴミ燃焼施設内で800℃以上の箇所に主に使用され、主にNi元素を60%以上含有するインコネル625材が使用されている。また、溶射はチューブ管との密着性が溶接より劣るために高温域では剥離が発生するため、通常では800℃以下の低温域で使用されている。

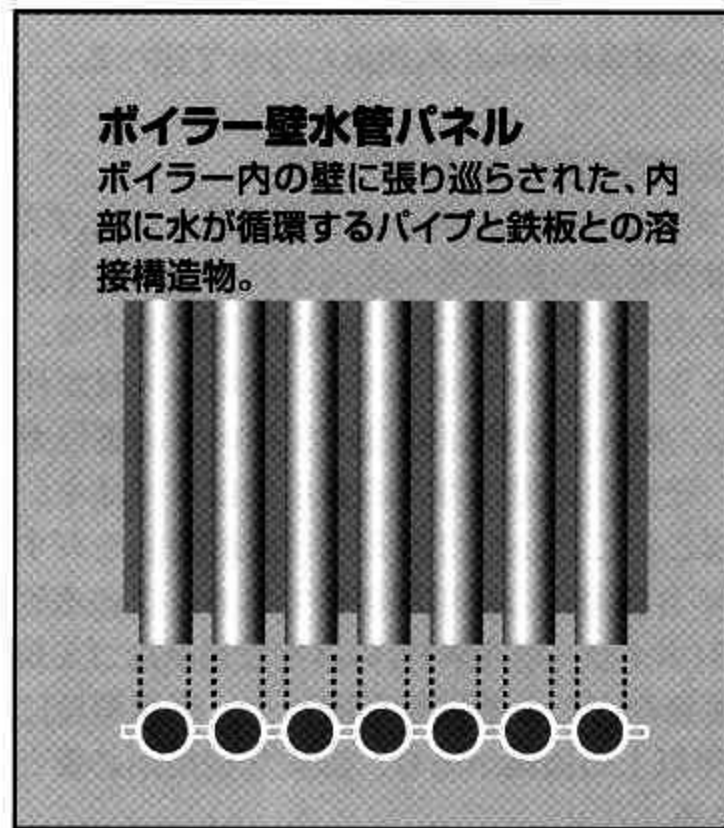


図-3 ボイラー壁水管パネル概略図

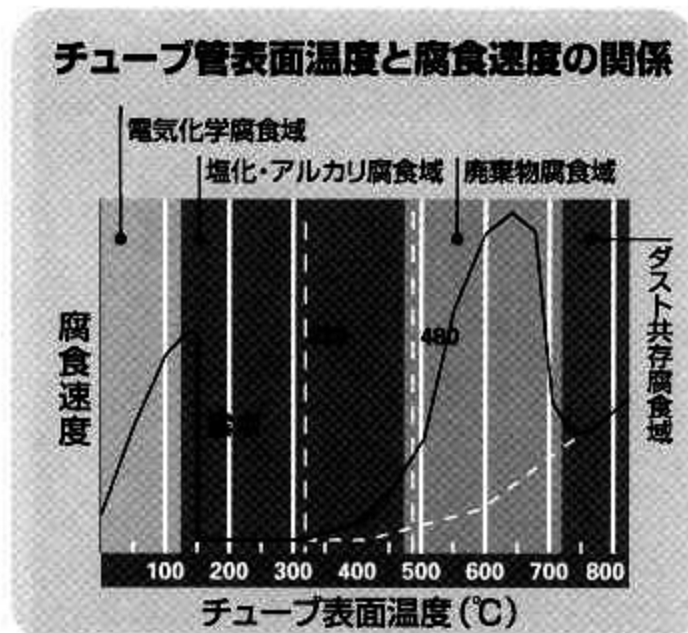


図-4 ボイラーチューブ表面温度と腐食速度の関係

3 溶接肉盛技術動向

ボイラーチューブ管の溶接による表面処理は、STB管の溶融を行いながら耐熱・耐食性の材料を肉盛する方法である。耐熱・耐食性の肉盛材料の主元素はCr、Ni、Moなどが挙げられる。これらの元素の合計と腐食減耗量との関係を図-6に示す。STB管表面に溶接肉盛する際に管の溶融量が増加するにつれ図6のCr+Ni+Mo量が減少するため、結果として腐食量が増加する。通常の溶接条件による約2mm厚の肉盛では、肉盛材料へFe元素量が希釈する値は10%以上ある。この希釈率を8%以下で制御した弊社独自の溶接技術については、本技報の技術論文をご参考いただき本文では詳細は割愛したい。

水管パネルの溶接は、5mに及ぶ高さのパネルも多くその表面を溶接肉盛する場合、溶接入熱により管自体の変形が起きる。その変形を抑制することは非常に重要であり、特殊な抑制治具を必要とする。また、溶接時の微妙な変形に対しても溶接装置が変形に順応する独自の食い装置を弊社は開発し、全自動溶接を完成した。その溶接状況写真を図-7に示す。

4. 溶射による表面処理技術動向

溶射による表面処理は、被写体の溶融を行わず表面処理材料を直接加熱した状態で被写体に積層で接着させる方法である。特に、ゴミ施設内の溶射は、高速フレイム溶射と

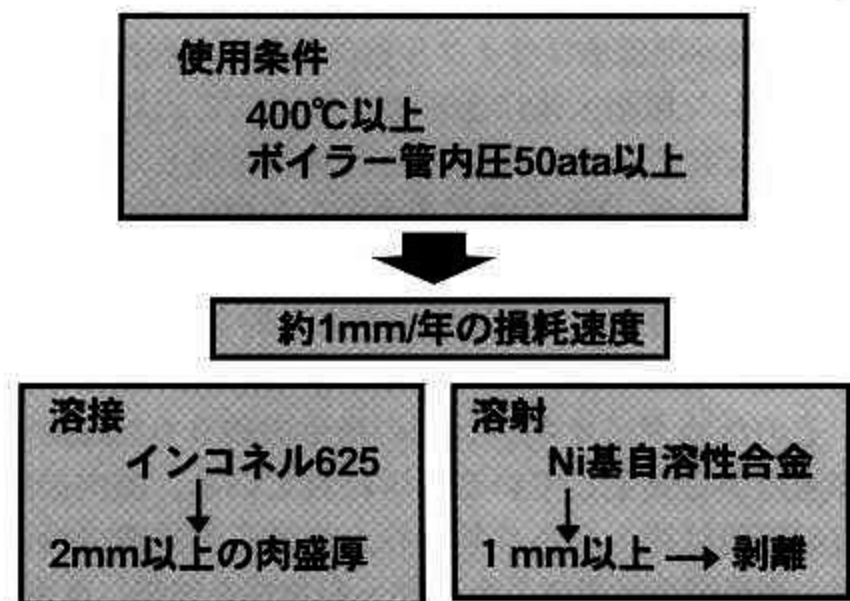


図-5 ゴミ焼却施設内のボイラー管表面処理状況

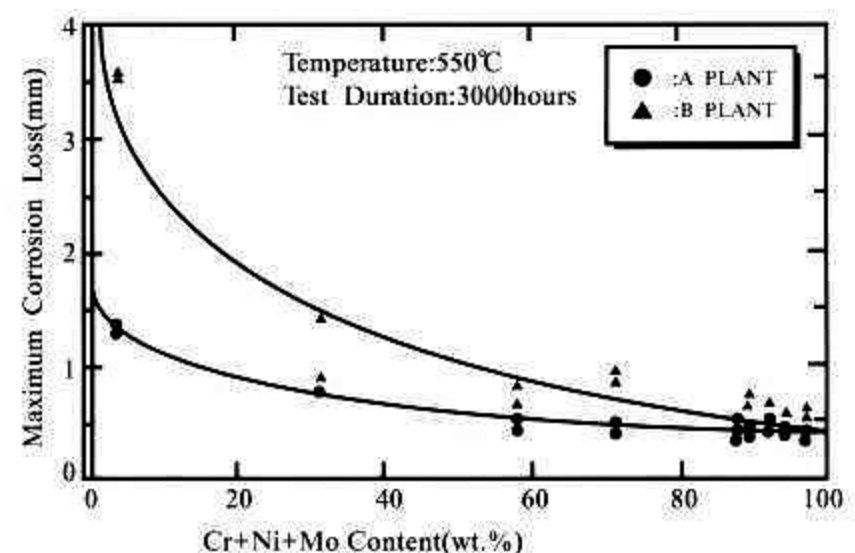


図-6 Cr+Ni+Mo量と腐食減摩耗量との関係

呼ばれる方法で施工している。図-8に高速フレイム溶射についての概要を説明している。また、図-9に高速フレイムの状況を示す。超音速時に見えるショックダイヤモンドの生成が確認できる。

この高速フレイム溶射は、溶接による表面処理と比較して被写体との密着強度が弱く、そのためボイラーチューブ管など、800℃以上の高温では管自体と表面処理材の膨張差により剥離傾向が強いことから、ゴミ焼却施設内では800℃以下の雰囲気での使用が多い。

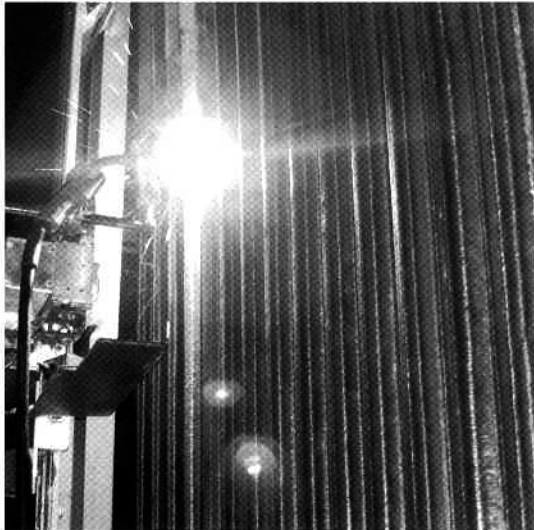


図-7 ボイラー壁水管パネルの自動肉盛溶接

高速フレイム溶射は、フレイム温度が2000℃以上と高く、また800m/sec以上と高速のため、溶射時の自動化が重要である。そこで、弊社はゴミ焼却施設などの現地でも使用可能な軽量型の分割型自動トラバース装置を開発し実用化した。パイラー設備の燃焼室内での高速フレイム溶射作業は、高速・高温などの条件から自動装置化が難しく、人による溶射作業が主に進められてきた。その悪環境下（騒音・暑い・暗い・不安定な足場）での作業を軽減するために開発した自動溶射装置である。この自動トラバース装置は、手動溶射の約1.5倍の処理能力を持ち、均一性や均質性にも優れた溶射皮膜の生成が可能となった。

5 環境関連会社としての位置付け

弊社は、北九州市内の企業の中での環境関連会社としても認知していただき、溶接や溶射などを駆使した表面処理により、リサイクルや「長寿命・メンテナンス」の応援をさせていただいている。

本技報にご投稿いただいた北九州市環境局環境推進室の垣迫室長の取り組みにも深く関係があり、ますます繋がりが深くなる傾向にある。

高速フレイム溶射とは？

燃料（水素、プロパンガス、白灯油）を高圧の酸素で燃焼させ、発生した高温・高速の燃焼ガス流に粉末を投入する。その溶射飛行粒子を、基材に衝突・付着させ、積層皮膜を形成させる技術です。

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| ■ ガス流速.....2000~2200m/sec | ■ 飛行粒子速度...800~1100m/sec |
| ■ フレイム温度...2300~2900℃ | ■ エンタルピ.....7500~10000J/L |

図-8 高速フレイム溶射について

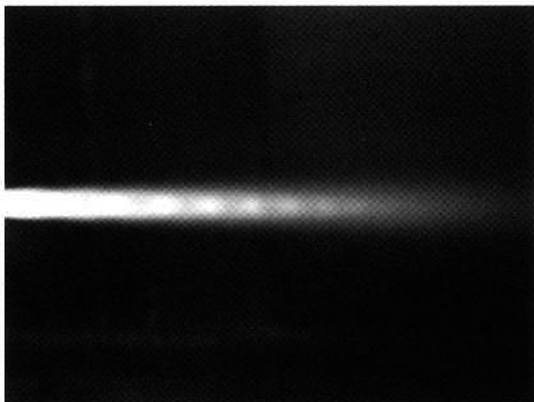


図-9 高速フレイムの状況



図-10 自動トラバース装置外観写真