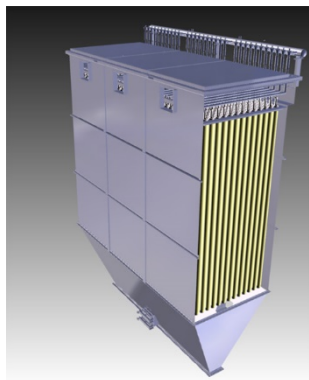


環境負荷低減に貢献するダイオキシン類分解機能を併せ持つ PTFE (ポリテトラフルオロエチレン) 製ハイブリッドバグフィルタ[®] の製品化

Productization of PTFE (Polytetrafluoroethylene) -HBF (Hybrid Bag Filter[®])
with the Function of Dioxins Decomposition Contributes to Reduce Their Impact
on the Environment



勝木 将利*¹
Masatoshi Katsuki

鈴木 匠*²
Takumi Suzuki

浅井 由季*³
Yuki Asai

内田 泰治*⁴
Taiji Uchida

實川 桂史郎*⁴
Keishiro Jitsukawa

櫻井 享平*⁴
Kyohei Sakurai

三菱重工業株式会社(以下、当社)及び三菱重工環境・化学エンジニアリング株式会社はバグフィルタにバナジウム-チタン系(V-Ti系)触媒を担持することで脱塩、脱硫、除塵、脱硝、及びダイオキシン類(DXNs)の除去(吸着、除塵、酸化分解)を同時に行うことのできるハイブリッドバグフィルタ[®](HBF)を他社に先駆けて開発、実用化^{(1)~(6)}している。今般、HBFにおいて、ろ布基材を従来のガラス繊維からポリテトラフルオロエチレン(PTFE)へ展開することに成功し、実機で良好な性能を示すことを確認した。

1. はじめに

触媒を担持するろ布基材として従来はガラス繊維を使用してきたが、これを化学的安定性、耐摩耗性に優れるPTFEとすることができれば耐久性向上を図ることができる。しかし、PTFEは撥水性が強いため、従来の触媒スラリー塗布技術では触媒をろ布に担持することが困難であった。

当社は今般、独自技術によりPTFE製ろ布に触媒を担持する技術を開発することに成功した。そしてこのPTFE製HBFを実機に適用し、良好な運用結果を得ることができたので、本報にて報告する。

2. ハイブリッドバグフィルタ[®](HBF)

HBFとは、当社独自技術によりろ布繊維に触媒をコーティングし、廃棄物焼却炉で用いられる一般的なバグフィルタの持つ有害物質除去機能を維持しつつ、ガス状DXNsやNOx分解(脱硝)機能を付加し高機能化したろ布である。HBFの顕微鏡写真を図1に、機能概念図を図2にそれぞれ示す。HBFは要求される排ガス除去性能によって条件や製法を調整し、DXNs除去専用のHBFと、脱硝も対応可能なHBFを使い分けている。

本報の対象は、近年適用事例の多いDXNs除去専用のHBFとする。

*1 三菱重工業株式会社 総合研究所 エコシステム研究推進部 次長

*2 三菱重工業株式会社 総合研究所 エコシステム研究推進部 主席研究員

*3 三菱重工業株式会社 総合研究所 化学研究部

*4 三菱重工環境・化学エンジニアリング株式会社 エンジニアリング統括部 設計部

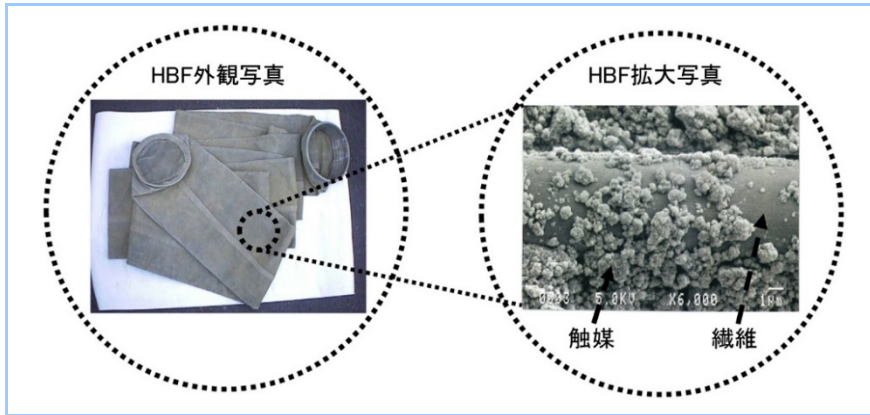


図1 HBF 顕微鏡写真

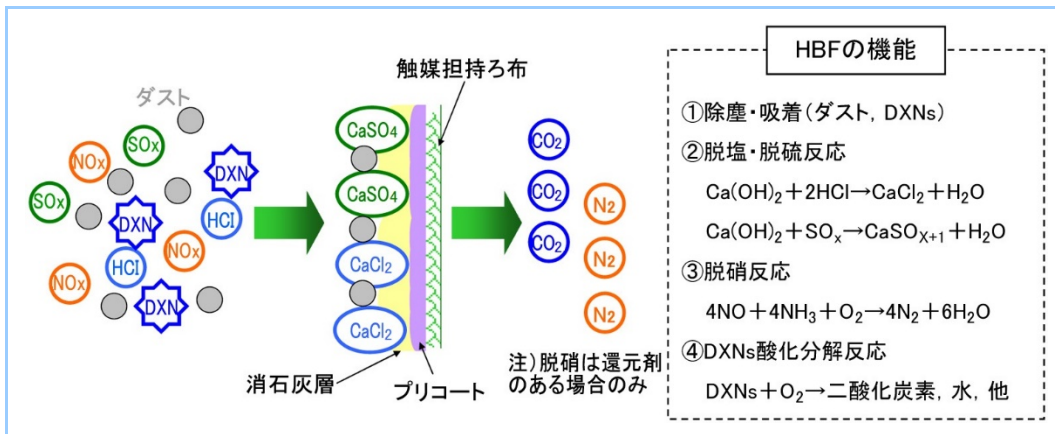


図2 HBF 概念図

3. 開発の経緯及び性能評価

3.1 ガラス繊維製ろ布に対する PTFE 製ろ布のメリット

廃棄物焼却炉の一般的なバグフィルタに使用されるろ布基材として、従来はガラス繊維を多く適用してきたが、近年は PTFE の適用が増加している。その理由の一つとして強度の違いが挙げられる。図3は実機において PTFE 製ろ布とガラス繊維製ろ布における経年後の各ろ布の引張強度試験結果を示したものである。PTFE 製ろ布の引張強度残存率は、ガラス繊維製ろ布と比較して良好な結果が得られている。HBF においても、PTFE 製ろ布の持つ良好な耐久性を最大限に活用すべく、PTFE 製 HBF の開発を進めることとした。

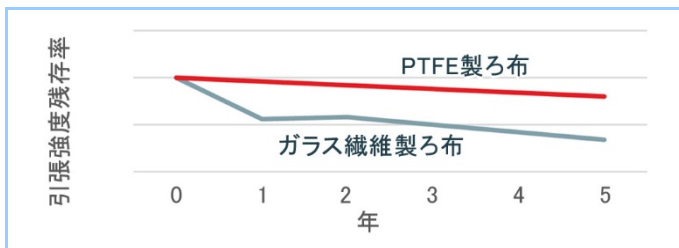


図3 実機ろ布の引張強度残存率

3.2 PTFE 製ろ布へ触媒担持する際の課題

PTFE には強い撥水性が有るため、ガラス繊維製 HBF のような水を媒体とする触媒スラリーを塗布する製法だと内部まで浸透せず、均一かつ十分な量の触媒担持ができなかった。

3.3 課題の解決方法

強い撥水性を持つ PTFE に触媒スラリーの塗布を可能とするにはろ布との親和性を向上させる必要が有るため、触媒スラリーの接触角に着目した(図4)。水をベースとする従来の触媒スラリー

では、ろ布に塗布しても触媒スラリーが浸透せずにろ布表面で凝集するため、均一かつ十分な量の触媒が担持できなかつた。

しかし、触媒スラリーに界面活性剤を添加することで、触媒スラリーの接触角を制御でき、また図5に示すように接触角を大幅に低減できることを見出した。この触媒スラリーを塗布すると、図6に示すように従来法と比べて5倍程度の深さまで触媒を担持させることが可能となった。

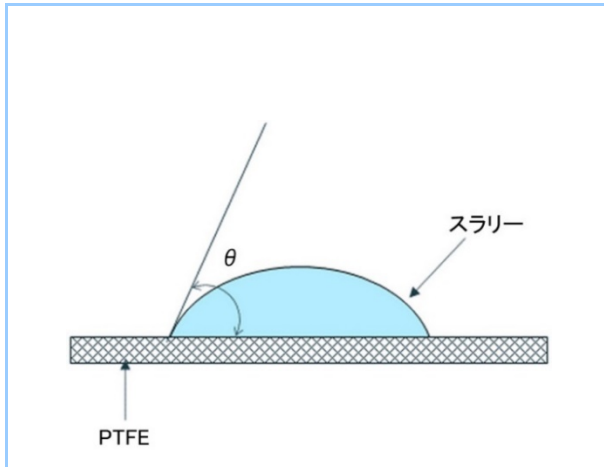


図4 接触角のイメージ

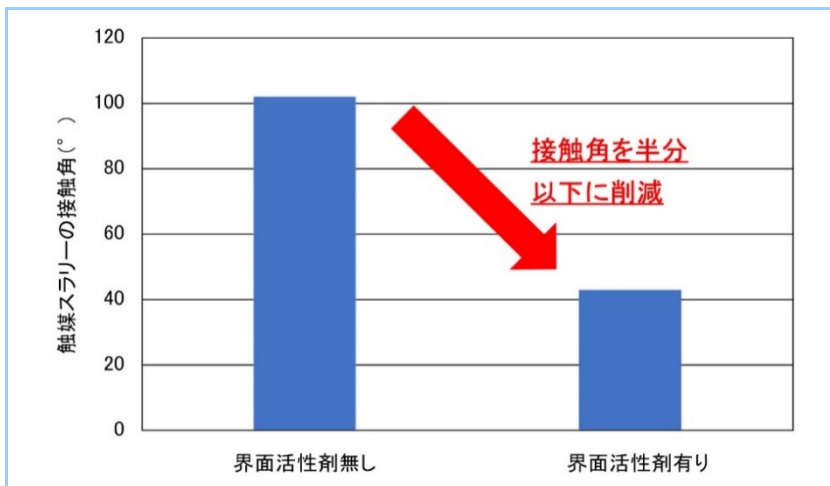


図5 界面活性剤濃度と触媒スラリー接触角の関係

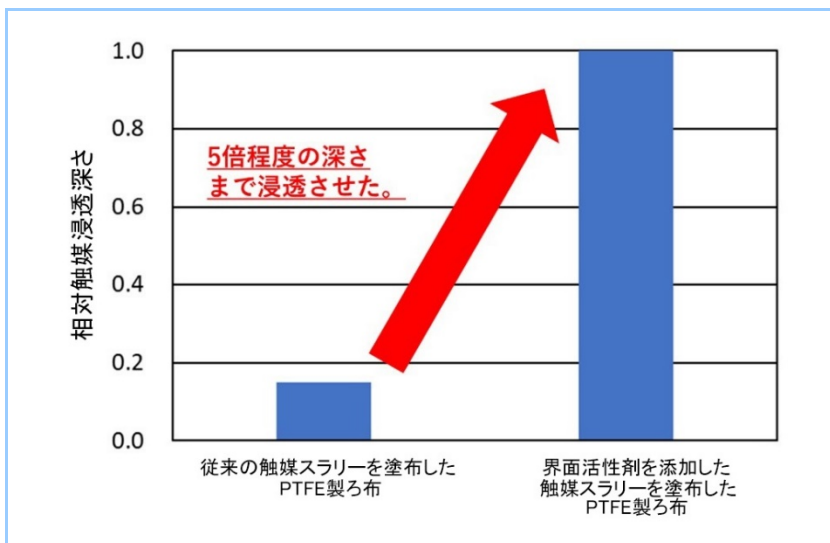


図6 新規開発した触媒担持手法と従来法で製作した HBF の相対触媒浸透深さ

3.4 PTFE 製 HBF の性能評価の方法

試作した PTFE 製 HBF を差圧、脱硝率にて評価することとした。本評価は、PTFE 製 HBF の一部を切り取り、廃棄物焼却炉の排ガスを模擬したガスを通気することで各種性能データを取得した。

3.5 性能評価試験の結果と評価

差圧、脱硝率を評価した結果を図7に示す。

差圧は当社従来品（ガラス繊維製 HBF）に対して 48% 低減できるという結果を得た。

脱硝率は当社従来品に対して 53% 向上できるという結果を得た。

以上より、いずれも当社従来品を上回る良好な結果を得た。なお、本製品は実運用では DXNs 除去用として使用するが、模擬ガスでは DXNs 除去率を測定できないため、脱硝率を評価項目とした。

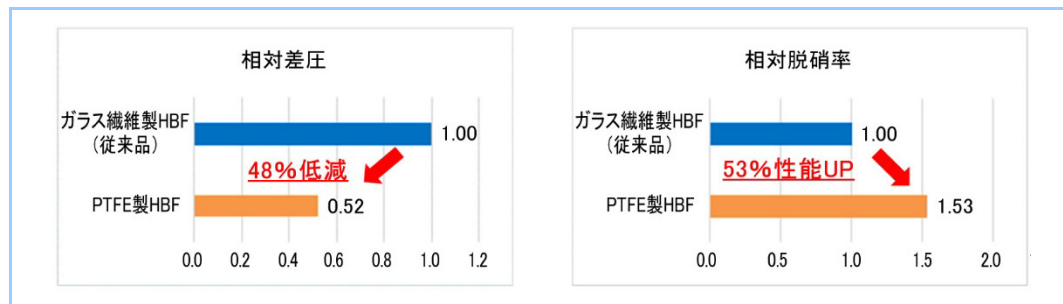


図7 模擬ガスによる差圧, 脱硝率の試験結果

4. 実機適用及び運転状況

4.1 適用プラント

PTFE 製 HBF を量産製造し、当社納入の国内A工場一般廃棄物焼却炉（処理能力 75t/24h・炉）及び海外B工場一般廃棄物焼却炉（処理能力 1050t/24h・炉）に対して DXNs 除去用として適用し、DXNs 除去性能や運転差圧の推移を評価した。

4.2 DXNs 除去性能

国内A工場において、バグフィルタ入出口にて同時計測を実施し、DXNs 除去率を評価した結果を表1に示す。DXNs は、粒子状、ガス状で分析を行い、粒子状 DXNs 除去率、ガス状 DXNs 除去率ともに 99% 以上と高い除去性能を有することを確認した。

表1 A工場にて測定した粒子状及びガス状 DXNs の除去率

場所	単位	粒子状 DXNs	ガス状 DXNs	計
バグフィルタ入口	[ng-TEQ/Nm ³]	0.79	1.1	1.89
バグフィルタ出口	[ng-TEQ/Nm ³]	0.00038	0.0027	0.00308
除去率	[%]	99.95	99.75	99.84

4.3 差圧の推移

(1) 国内A工場における差圧の推移

国内A工場のバグフィルタ入出口に設けた差圧計にて、運転開始から 140 日間計測した差圧の推移を当社従来品と PTFE 製 HBF をそれぞれプロットした結果を図8に示す。休炉期間を除くと、PTFE 製 HBF は当社従来品に比べて平均で約 20% 低い差圧で安定運転できている、という結果を得た。

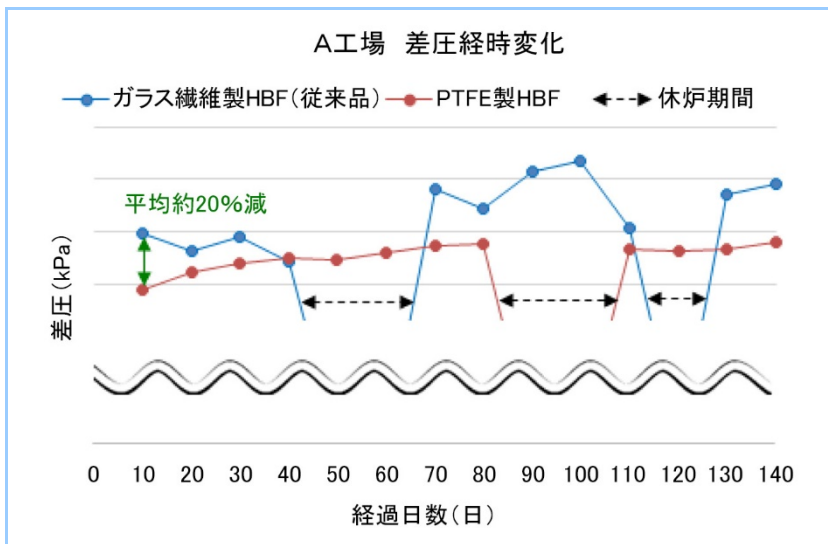


図8 国内A工場 差圧経時変化

(2) 海外B工場における差圧の推移

海外B工場のバグフィルタ入出口に設けた差圧計にて、運転開始から約 80 日間計測した差圧の推移を当社従来品と PTFE 製 HBF それぞれプロットした結果を図9に示す。PTFE 製 HBF は当社従来品と比較して平均で約 33%低い差圧で安定運転できている、という結果を得た。

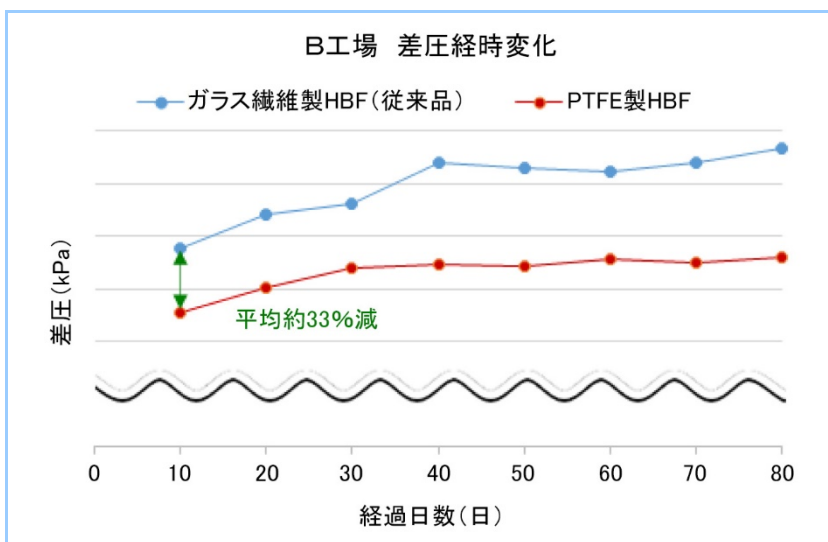


図9 海外B工場 差圧経時変化

(1), (2)より、PTFE 製 HBF 適用により実機でも差圧が改善される、という結果を得た。これによって、逆洗の頻度と逆洗空気の圧力を当社従来品と比べて低く維持することで、逆洗が終了し通ガスが再開される時に発生する HBF と形状保持具(リテーナ)の金属部との摩擦も抑えられるため、HBF の摩耗の抑制につながる。以上によって、当社従来品に対して耐久性の向上が期待できる。

5. ランニングコスト及び CO₂ 低減効果

5.1 ランニングコスト低減効果

現在、ガラス繊維製 HBF を使用している国内C工場一般廃棄物焼却炉(処理能力 175t/24h・炉)においては、PTFE 製 HBF に変更することで、以下 3 点について改善され、排ガス処理設備回りにおけるランニングコストが 57%低減できるという試算を得た。

- (1) HBF の耐久性が向上し、耐用年数が 2 倍となる見込み。
- (2) バグフィルタの運転差圧低減により、後段の誘引通風機の消費電力を 27%低減できる。

5.2 CO₂ 低減効果

4.3 項に記載のとおり、ガラス繊維製 HBF から PTFE 製 HBF への変更によって、差圧が低減され、誘引通風機の動力の低減につながる。よって、最終的には CO₂ 排出量の低減が期待できるため、その効果について試算した。

PTFE 製 HBF 適用前後の実機運転データや差圧低減率を基に排ガス処理設備回りにおける CO₂ 低減効果を試算した結果、国内A工場では 20%低減、海外B工場では 29%低減されるという見込みを得た。

6. まとめ

撥水性を有する PTFE に対しても触媒スラリーを塗布できる製造技術を開発し、以下の結果を得た。

- (1) 実機に適用した結果、DXNs 除去性能は粒子状、ガス状ともに 99%以上と高い除去性能を有することを確認した。
- (2) バグフィルタの運転差圧は、国内A工場にて運転開始からの 140 日間(休炉期間を除く)でガラス繊維製 HBF と比べて約 20%低く安定運転できている。また、海外B工場では運転開始から約 80 日間でガラス繊維製 HBF と比べて約 33%低く安定運転できている。
- (3) 排ガス処理設備回りにおけるランニングコストは、現在ガラス繊維製 HBF を使用している国内C工場をベースに試算した結果、PTFE 製 HBF への変更により 57%低減できるという結果を得た。
- (4) 排ガス処理設備回りにおける CO₂ 排出量は試算の結果、国内A工場では 20%低減、海外B工場では 29%低減できるという見込みを得た。

本開発により、PTFE 製 HBF が製品ラインナップに追加されたため、性能、耐久性、価格等のお客様のニーズに合わせて、通常バグフィルタ、ガラス繊維製 HBF、PTFE 製 HBF の中から適材適所で提案することが可能となった。なお、2024 年 3 月時点で PTFE 製 HBF を適用中の国内外 2 プラントでは、従来品のガラス繊維製 HBF より低い差圧で安定運転を継続中であるため、今後の更なる適用拡大が期待される。

“ハイブリッドバグフィルタ®”は三菱重工環境・化学エンジニアリング株式会社の日本における登録商標です。

参考文献

- (1) 魚屋、小瀬ほか、都市ごみ焼却炉排ガス中の微量有害成分の除去技術、三菱重工技報、Vol.28, No.6(1991-11), p623.
- (2) 魚屋、志田ほか、ごみ焼却施設のダイオキシン除去技術、三菱重工技報、Vol.29, No.4(1992-7), p327.
- (3) 洞口ほか、触媒バグフィルタの開発(第一報)、日本機械学会第 12 回環境工学総合シンポジウム 2002 講演論文集, p245(2002).
- (4) 魚屋ほか、“脱硝バグフィルタによる有害ガス処理”、第 14 回全国都市清掃研究報告会講演論文集, p160(1993).
- (5) 岡田ほか、低温バグフィルタによる都市ごみ焼却炉排ガス中ダイオキシン・水銀の高効率除去、第 2 回廃棄物学会研究発表会講演論文集, p473(1991).
- (6) 鈴木、勝木ほか、DXNs 分解・脱硝機能を併せ持つバグフィルタによる排ガス処理実績、三菱重工技報、Vol.49, No.1(2012), p103.