

大気浄化におけるSDGsへの取組

内場 弘毅*
Kouki Uchiba
菅野 暁斗*
Kanno Akito
手塚 裕紀**
Yuki Tezuka

村上 薫*
Kaoru Murakami
岡田 浩義*
Hiroyoshi Okada
浅井 靖史***
Yasufumi Asai

1. はじめに

当社の大気浄化（脱硝）装置は19ヵ所の換気所へ納入済みであり、現在は維持管理を中心に実施中である。維持管理に当たっては、使用済み脱硝材（廃脱硝材）の廃棄、新材の価格高騰、生産地が海外であるために納期が不安定で需給バランスが難しい等の課題がある。このため、廃脱硝材の再生利用は上記課題の解決に繋がり、またSDGsへの取組みに大いに貢献できると考える。以上から、廃脱硝材を再生利用して活用する中古材に関する研究開発の概要を今回報告する。

2. 脱硝材について

脱硝材は写真-1に示すような活性炭系のものである。写真右上の青丸を拡大すると、図-1の模式図になる。表面の凹凸を拡大（青丸）すると、大きな孔と、細かい孔があり、二酸化窒素（以下NO₂）は細かい孔（細孔）に多く吸着される（図-2）。なお、ここで言う細孔とは、直



写真-1 脱硝材の外観

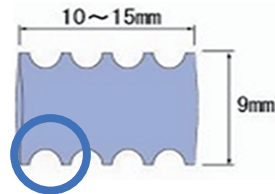


図-1 脱硝材拡大図

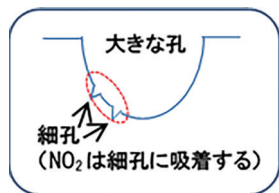


図-2 大きな孔と細孔

径2nm未満のマイクロポアのことであり、NO₂を効率よく吸着するのに最適な孔である。

3. 脱硝材の再生方法に関する検討

事前に当り試験を実施した結果を反映した上で、細孔に溜まった汚れ（油分等）を取り除く方法として、表-1に示す3種類の再生方法を検討した。

表-1 細孔の再生方法検討案

再生方法	技術的な特徴
温水浸漬	<ul style="list-style-type: none"> 水洗浄よりも油分・汚れが落ち易い 温水にするためにコストがかかる 脱離した油分が再吸着する場合がある
過酸化水素（H ₂ O ₂ ） 浸漬 + エアレーション	<ul style="list-style-type: none"> 有機物（油分含む）を酸化分解できる 常温で対応可能 H₂O₂自身の発泡効果およびエアレーションにより、高い洗浄効果が期待できる 有機物を分解するため、油分の再吸着が起りにくい エネルギー投入量の少ない湿式再生法
再焼成	<ul style="list-style-type: none"> 通常は炉で再焼成し、高温で油分を揮発させる 再焼成の過程で硬度が低くなり割れに繋がる 細孔が減少する 再生後の取率は0.6程度と低い

(1) 温水浸漬

温水のみを使用する湿式再生方法であり、水温が上がる程に油分等の汚れ落ちは良くなるものの、加温するために処理コストも上昇する。また、脱硝材から脱離した油分が再吸着する場合があるため、浸漬時間に留意する必要がある。なお、再生処理後の回収率は0.8程度である。ここで言う回収率とは、元の廃脱硝材量から再生処理してどれだけ回収できるかの指標であり、例えば回収率0.8の場合、1kgの廃脱硝材を処理すると、0.8kgの再生脱硝材（中古材）が回収出来た事を意味する。

(2) 過酸化水素（H₂O₂）浸漬+エアレーション

過酸化水素水（以下H₂O₂）は1~5%に希釈した溶液を浸漬液として使用する。なお、一般的には2~3%希釈溶液は消毒液（オキシドール）として広く利用されている。強力な酸化力により、有機物（油分含む）を分解することが可能である。その際に発泡を伴うが、これにより細孔に詰まった油分を物理的に剥がす効果も期待される。なお、この酸化分解反応は敢えて加温する必要がないため常温水のまま処理が可能であることから、温水浸漬よりもエネルギー投入量の少ない湿式再生方法である。

また、エアレーション処理を追加することで、浸漬液中の溶存酸素濃度高めることによる酸化分解反応の促進と更なる洗浄効果が期待できる。なお、回収率は温水浸漬と同様の0.8程度である。

* 機材部大気浄化維持課

** 土木技術部

*** 技術研究所環境技術グループ

(3) 再焼成

一般的には、活性炭を主成分とする脱硝材のような使用済み活性炭は炉で再焼成し、高温で油分を揮発ないし分解させて再生利用されることが多い。なお、通常は約900℃の高温で再焼成処理が行われる。使用済みの廃脱硝材に同様な焼成を行うと、材自体の硬度が減少して割れが発生し、回収率が著しく目減りしてしまう事が事前試験で確認された。具体的には、再焼成の過程で細孔が大きき孔へ拡大し、これが割れに繋がるため、この回収率は0.6程度となり、温水又はH₂O₂処理の様な湿式再生処理の方が回収率が良い結果となった。また、焼成処理はキルン等の焼成炉を使用することからインシヤルコストが最も大きく、かつランニングコストの観点からも投入エネルギーが湿式処理と比較して膨大であり、発生するCO₂量も増大することになる。

4. 再生方法の選定と実験結果

(1) 再生方法の選定

上記の各種再生方法の特徴及び処理コストを考慮した結果、エネルギー投入量およびCO₂発生量が少なく、材の再生効率・回収率が最も高いと想定されるH₂O₂浸漬+エアレーションをベースに再生方法を検討することとした(写真-2, 写真-3)。なお、湿式処理後の水分除去が必要であるため、乾燥処理(350℃)を追加することとした。低温での熱処理であるため、焼成の様に硬度や細孔を極力減らさず、細孔に吸着していると考えられる低沸点の油分(主に<350℃までの沸点範囲)の除去も期待できると考えられた。最適な処理条件を探るため、H₂O₂の浸漬時間および回数の項目で検討を実施した。



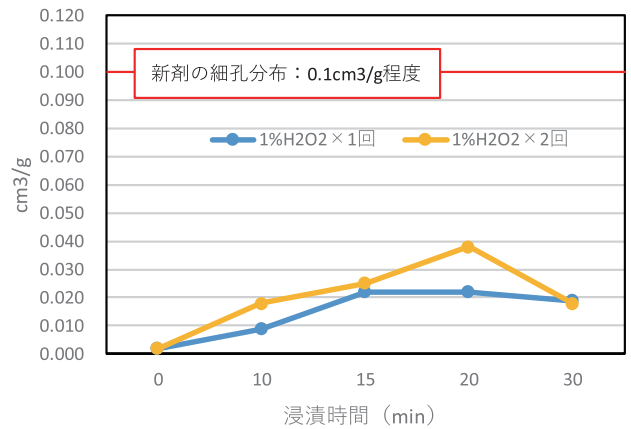
写真-2 エアレーション装置(散気管)



写真-3 廃脱硝材+H₂O₂添加+エアレーション処理状況

(2) 実験結果

採算が取れる処理コストを考慮した結果、H₂O₂添加濃度を1%に設定した。H₂O₂の浸漬時間を0, 10, 15, 20, 30 min, 浸漬回数を1回および2回とした場合、および乾燥(350℃)処理した場合の細孔分布値(<2 nm, cm³/g)の変化を図-3に示す。1%H₂O₂×1回浸漬では浸漬



細孔分布(cm^3/g) ($<2nm$)	浸漬時間 (min)					回復量 ^{※3}
	0	10	15	20	30	
1% H ₂ O ₂ × 1回	0.002	0.009	0.022	0.022	0.019	※1
1% H ₂ O ₂ × 2回	0.002	0.018	0.025	0.038	0.018	※2
乾燥 (350℃)	0.002	0.022				0.020

※1: 1回のH₂O₂浸漬のみ(常温水(20℃前後)にて実施)

※2: 1回目を常温(20℃)でH₂O₂浸漬(15分間)後に続けて2回目のH₂O₂浸漬を30分間実施(15分(1回目)+30分(2回目))

※3: 回復量=細孔分布最大値-初期値(無処理)

参考: 5% H₂O₂ × 2回においては回復量が0.018、900℃焼成では0.011

図-3 各種処理条件における細孔分布値の変化

処理の15分後に最大回復量値は0.020 cm³/gを示した。一方、1%H₂O₂×2回浸漬では1回目の浸漬15分後に2回目を浸漬した20分後(1回目15分+2回目20分=合計35分の浸漬時間)に最大回復量0.036 cm³/gを示した。また、乾燥工程において350℃程度の低温処理によって、細孔分布値は0.02程度まで回復することを確認した。つまり、1%H₂O₂×1回処理に低温(350℃)の乾燥処理を組み合わせることで回復量として約40%程度(1%H₂O₂×2回の回復量に相当)が期待できる。なお、廃脱硝材を1%H₂O₂×1回および1%H₂O₂×2回で再生した中古材のNO₂除去性能試験(カラム通気試験)を実施したところ、新剤の除去性能(除去率100%)まで回復したことを確認した。

以上から、今回の実験において、1%H₂O₂浸漬(15~20 min)×1回+エアレーション+乾燥処理が処理コストを勘案して最適な再生条件であることを見出した。

5. おわりに

今後は、SDGsに貢献できる本手法の導入が進む可能性が高いと考えられる。コスト面等を考慮した上で維持管理における各客先へ展開する予定であり、新規案件についても新設工事段階から提案をして行く予定である。

謝辞. 本技術開発では、日栄薬品興業(株)の多羅洋平氏および(株)フレックスの安河内武志氏に多くの助言、ご協力をいただいた。深く感謝し、お礼申し上げます。