

脱硝触媒の耐摩耗性評価方法の検討

(株)四国総合研究所 化学バイオ技術部 山本 松平
(株)四国総合研究所 化学バイオ技術部 山地 豪
(株)四国総合研究所 化学バイオ技術部 横田 晃
(株)四国総合研究所 化学バイオ技術部 難波 正徳

キーワード： 脱硝触媒
排煙脱硝装置
摩耗
サンドブラスト
フライアッシュ

Key Words : De-NOx catalyst
Selective Catalytic Reduction
Abrasion
Sandblasting
Fly Ash

Study on evaluation method of resistance to abrasion for De-NOx catalyst

Shikoku Research Institute, Inc., Department of Chemical and Biological Technologies
Shohei Yamamoto, Tsuyoshi Yamaji, Akira Yokota and Seitoku Namba

Abstract

In coal-fired power plants, the selective catalytic reduction (SCR) has been used to reduce NOx in exhaust gas. De-NOx catalysts in SCR are abraded by fly ash (FA) in exhaust gas. For the reason, when exchanging De-NOx catalysts from old to new, it is desirable to select new catalysts in consideration of not only catalysts performance but also abrasion resistance to FA. However, there is no official method to evaluate resistance to abrasion for De-NOx catalysts.

In this study, in order to evaluate the abrasion resistance to FA of De-NOx catalysts, we have developed equipment applying sandblast. Using that equipment, it was found that the abrasion resistance of De-NOx catalysts to FA could be compared in a relatively high accuracy and short time. And, it was able to compare the abrasion resistance to FA of De-NOx catalysts with different types or compression strengths by using that equipment.

1. はじめに

石炭火力発電所では排ガス中の窒素酸化物(NOx)を除去するため、排煙脱硝装置(SCR)を設置している¹⁾。装置内に装填された脱硝触媒は、長期間の使用に伴って性能低下するとともに、排ガスに含まれるフライアッシュ(FA)の衝突により摩耗・損傷するため、定期的な交換が必要となる²⁾。そのため、脱硝触媒の交換時には、触媒性能のみならず耐摩耗性も考慮した触媒選定を行う必要があるが、脱硝触媒の耐摩耗性を評価する公定法がない。そこで、自社で比較的容易に脱硝触媒の耐摩耗性を評価できる試験方法を検討した。

2. 耐摩耗性評価試験方法の検討

摩耗現象には様々な種類があり、脱硝触媒では主にFAが高速で衝突して触媒表面が削られるアブレシブ摩耗が生じていると考えられる。耐摩耗性の評価方法は、JISなどで対象物に応じた試験方法が規定されているが³⁾、脱硝触媒に応じた公定法はないため、微細な研磨剤を高速で衝突させるサンドブラストを応用した摩耗試験方法を検討した(図1,2)。

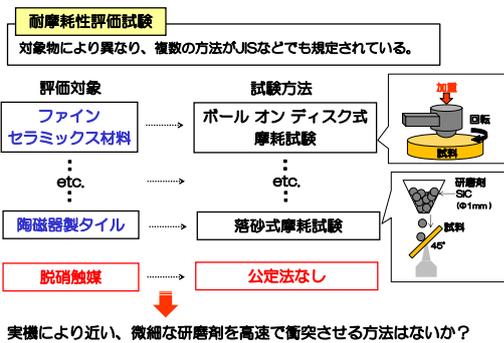


図1 耐摩耗性に関する各種評価方法

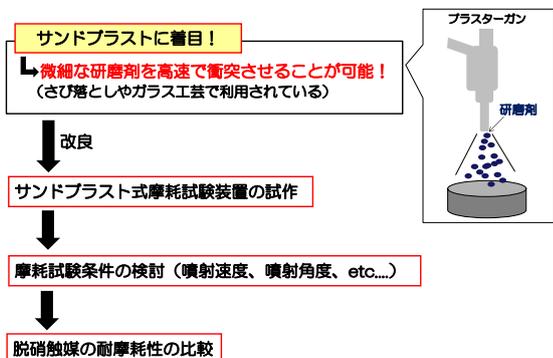


図2 サンドブラストを応用した評価方法の検討概要

3. サンドブラスト式摩耗試験装置の試作

試作したサンドブラスト式摩耗試験装置の外観を写真1、その概要を図3に示した。サンドブラスト式摩耗試験装置は、市販の小型サンドブラストを活用し、圧縮空気をを用いてブラスターガンから触媒試料に研磨剤を噴射して所定条件での摩耗減量を評価する。なお、ブラスターガンから触媒試料片への噴射距離や噴射角度を任意に調整出来る構造とした。

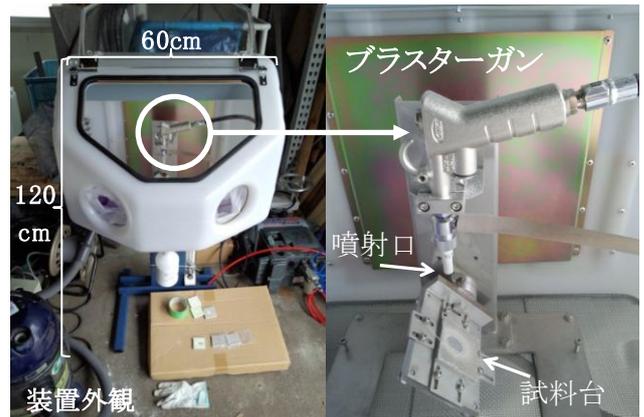


写真1 サンドブラスト式摩耗試験装置の外観

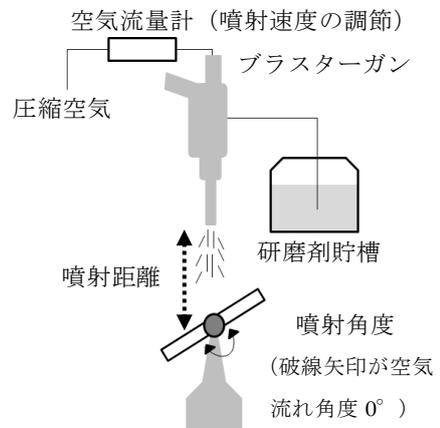


図3 サンドブラスト式摩耗試験装置の概要

4. 脱硝触媒の耐摩耗性評価条件の検討

4.1 試験方法

脱硝触媒の耐摩耗性評価条件の検討概要を図4、試験に用いた触媒試料の外観を写真2に示した。評価条件の検討は、サンドブラスト摩耗試験装置の装置条件(研磨剤、噴射時間など)を様々なに変化させ、摩耗減量や外観変化への影響を調査して脱硝触媒の耐摩耗性が安定的に評価できる条件を探索した。なお、触媒試料は塩化ビニル板(50mm×50mm)に張り付けたものを使用した。

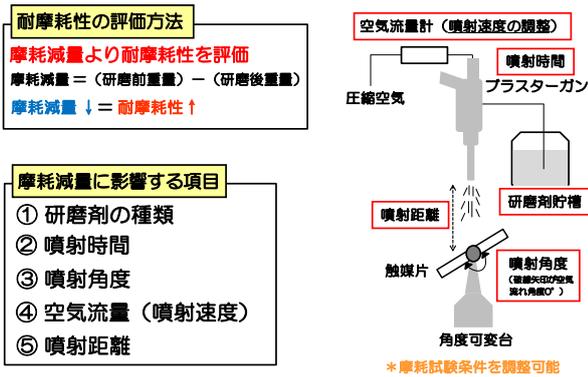


図4 脱硝触媒の耐摩耗性評価条件の検討概要

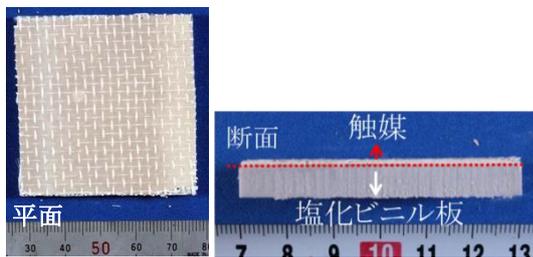


写真2 試験に用いた触媒試料の外観

4.2 試験結果

(1) 研磨剤の選定

脱硝触媒への摩耗は、FA粒子の中でも高粒径粒子による影響が大きいと考えられる。試験に用いたガラスビーズの粒度分布をFAと比較して図5に示した。ガラスビーズの粒度分布は、FAの粒度分布範囲にあり、目的とする粒子径であることが判る。また、ガラスビーズとFAの電子顕微鏡写真を図6、主要な化学成分を表1に示した。ガラスビーズはFAと同様の球状粒子であり、シリカが主成分で化学組成も比較的近いことが確認された。

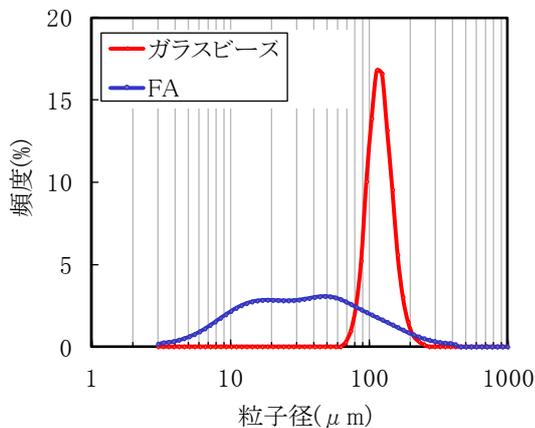


図5 ガラスビーズおよびFAの粒度分布

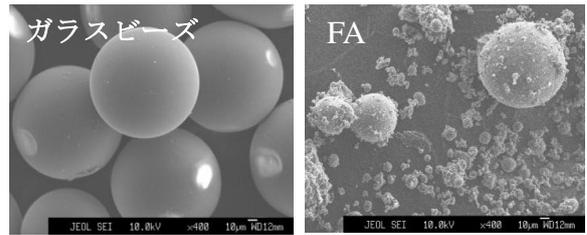


図6 ガラスビーズおよびFAの電子顕微鏡写真

表1 ガラスビーズおよびFAの主要な化学成分

	ガラスビーズ	FA
SiO ₂ (%)	60.3	65.3
Al ₂ O ₃ (%)	1.9	25.2
MgO (%)	5.3	1.4
Na ₂ O (%)	25.1	0.8

(2) 噴射時間

噴射時間を変化させた摩耗試験における噴射時間と摩耗減量との関係および試験後の試料外観を図7に示した。摩耗減量は、噴射時間に対して直線的に増加しており、噴射時間を調整すれば、脱硝触媒の耐摩耗性評価試験に適した摩耗量に調整できると考えられる。

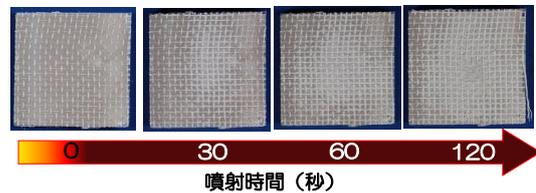
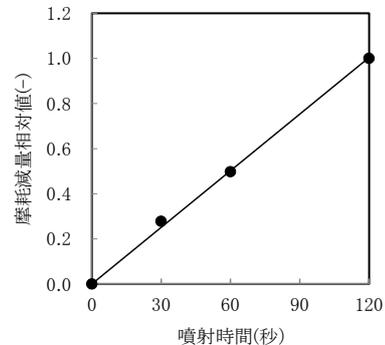


図7 噴射時間と摩耗減量との関係

(3) 噴射角度

噴射角度を変化させた摩耗試験における、噴射角度と摩耗減量との関係および試験後の試料外観を図8に示した。噴射角度を小さくすると研磨材が衝突する面積は減少し、摩耗減量も低下した。実機の脱硝触媒では、FAは触媒に0°程度で衝突するため、可

能な限り噴射角度は小さい方が望ましい。しかし、30°以下では研磨剤の一部が塩化ビニル板の側面に衝突し、触媒試料に適正に衝突しなかったため、脱硝触媒の耐摩耗性評価試験における噴射角度条件は30°とした。

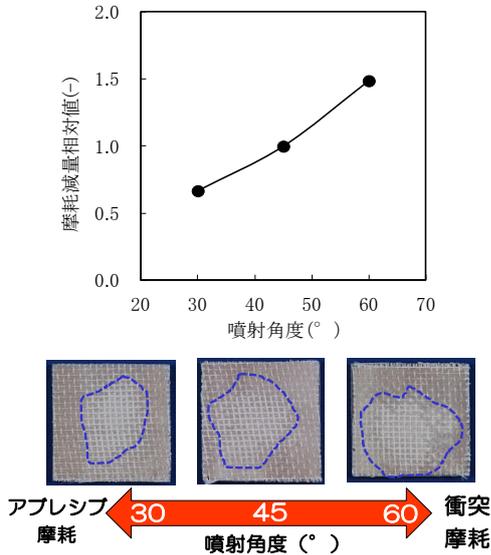


図8 噴射角度と摩耗減量との関係

(4) 空気流量(噴射速度)

空気流量を変化させた摩耗試験における、空気流量と摩耗減量の関係および試験後の試料外観を図9に示した。空気流量10L/minではほとんど摩耗が生じず、20L/minでは研磨剤が触媒試料の領域を超えて噴射されたため、脱硝触媒の耐摩耗性評価試験における空気流量条件は15L/minとした。

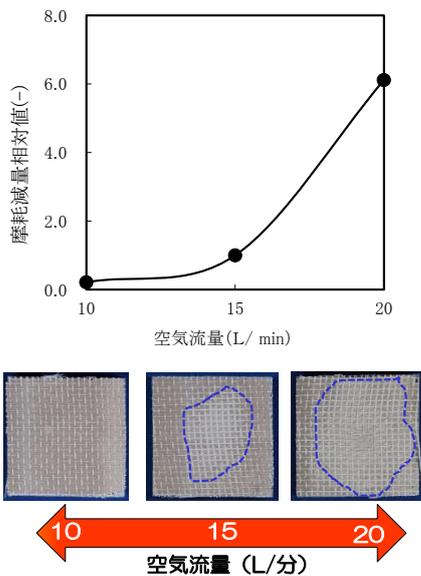


図9 空気流量と摩耗減量の関係

(5) 噴射距離

噴射距離を変化させた摩耗試験における、噴射距離と摩耗減量の関係および試験後の試料外観を図10に示した。噴射距離4.5cmでは狭く深い摩耗となった。一方、噴射距離14.5cmでは広く浅い摩耗となり、研磨剤が触媒試料の領域を超えて噴射された。噴射距離9.5cmでは比較的広い領域で摩耗し、摩耗減量も噴射距離4.5cmと同程度であることからバラツキが少ない試験値が得られると考え、脱硝触媒の耐摩耗性評価試験における噴射距離条件は9.5cmとした。

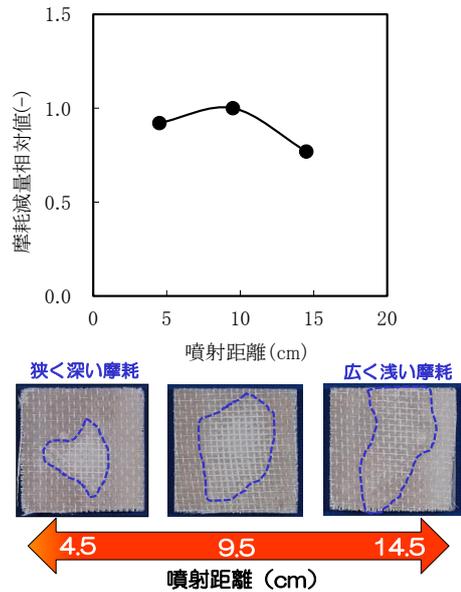


図10 噴射距離と摩耗減量との関係

(6) 脱硝触媒の耐摩耗性評価条件の決定

各種装置条件の検討結果から、サンドブラスト式摩耗試験装置を用いた脱硝触媒の耐摩耗性評価試験は、図11に示した装置条件で行うこととした。

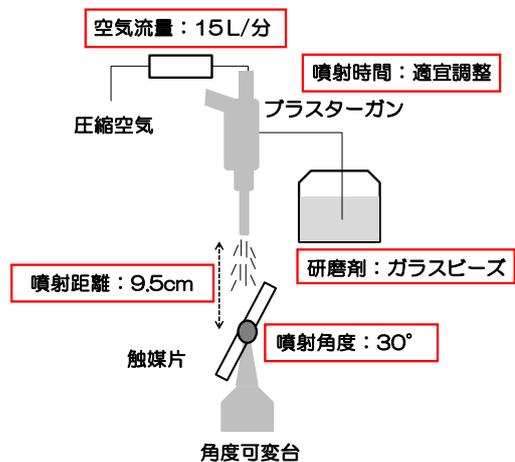


図11 サンドブラスト式摩耗試験装置の概略図

5. FA に対する脱硝触媒の摩耗性評価

(1) 試験方法

実機の脱硝触媒は、排ガス中の FA によって摩耗するため、サンドブラスト式摩耗試験装置を前述の装置条件に調整し、研磨剤に FA を用いた摩耗試験を行った。なお、バラツキ確認のため、FA およびガラスビーズを用いて同一条件で繰り返し測定を行った。

(2) 試験結果

研磨剤に FA およびガラスビーズを用いた脱硝触媒の摩耗試験結果を図 12 に示した。摩耗減量はいずれも噴射時間に対して直線的に増加することが確認された。また、いずれも触媒試料の中央部が摩耗するが、FA はより狭い領域でのみ摩耗しており、摩耗減量も少なく測定値のバラツキも増加する傾向が見られた。これは、FA 粒子は粒度分布幅が広く、脱硝触媒の摩耗への影響が大きいと考えられる高粒径粒子の割合がガラスビーズより少ないためと推定される。

従って、今回開発したサンドブラスト式摩耗試験装置を用いて、ガラスビーズで摩耗試験を行えば、バラツキが少なく比較的短時間で FA に対する脱硝触媒の耐摩耗性の評価が行える見通しが得られた。

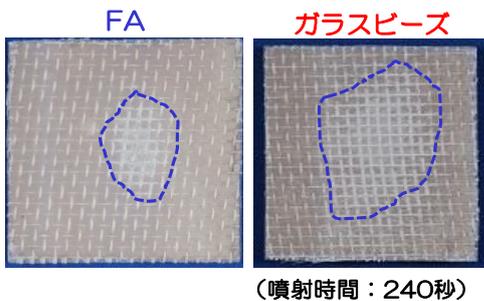
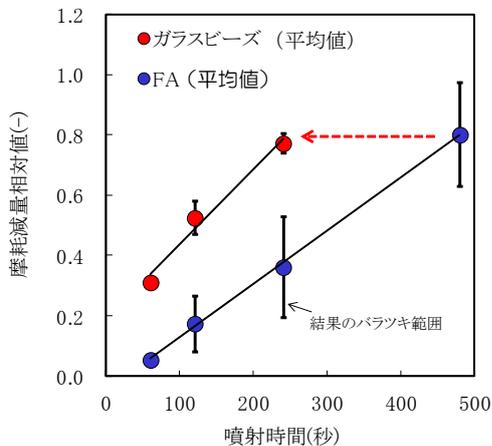


図 12 FA とガラスビーズを用いた摩耗試験結果

6. 触媒性状による耐摩耗性の評価

6.1 試験方法

(1) 触媒銘柄による耐摩耗性の相対評価

脱硝触媒は銘柄により耐摩耗性が異なることが知られている⁴⁾。そこで、サンドブラスト式摩耗試験装置を用いて、銘柄が異なる脱硝触媒の耐摩耗性の違いを評価した。

(2) 圧縮強度と耐摩耗性の関係

脱硝触媒は実機での使用に伴って焼結し、圧縮強度が変化することが知られている。そこで、実機使用した同一銘柄の脱硝触媒の圧縮強度を調査し、サンドブラスト式摩耗試験装置を用いて摩耗減量を測定し、圧縮強度との関係を調査した。

6.2 試験結果

(1) 触媒銘柄による耐摩耗性の相対評価

銘柄が異なる 4 種類の未使用の脱硝触媒の摩耗減量相対値を図 13 に示した。その結果、銘柄により脱硝触媒の耐摩耗性は異なることが確認され、サンドブラスト式摩耗試験装置を用いることで、銘柄の異なる脱硝触媒の耐摩耗性を相対評価できることが判った。

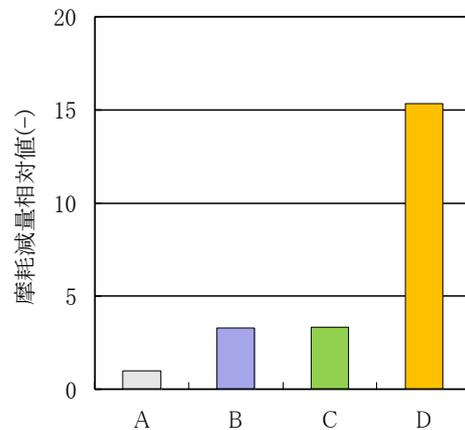


図 13 銘柄が異なる触媒における摩耗試験結果

(2) 圧縮強度と耐摩耗性の関係

サンドブラスト式摩耗試験装置を用いて同一銘柄の実機使用触媒の摩耗減量を測定し、圧縮強度との関係を調査した結果を図 14 に示した。脱硝触媒は実機での使用に伴って焼結するため、圧縮強度が上昇することが知られているが、圧縮強度の高い触媒ほど摩耗減量が小さくなることが判った。

媒の製造方法”, 2007-296449 (2007年11月15日公開)

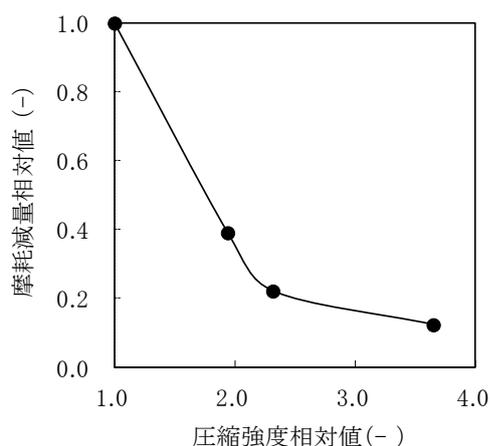


図 14 圧縮強度と摩耗減量の関係

7. まとめ

石炭火力発電所の排ガス中の NO_x 除去に用いられる脱硝触媒は、排ガス中に含まれる FA の衝突により摩耗・損傷する。そのため、脱硝触媒の交換時には、触媒性能のみならず耐摩耗性も考慮し触媒選定を行う必要があるが、脱硝触媒の耐摩耗性を評価する公定法はない。

本研究では、自社で脱硝触媒の耐摩耗性を評価するために、サンドブラストを応用した摩耗試験装置を開発した。開発したサンドブラスト式摩耗試験装置を用いれば、バラツキが少なく比較的短時間で FA に対する脱硝触媒の耐摩耗性の評価が行える見通しが得られた。また、本装置により、銘柄や圧縮強度が異なる脱硝触媒の耐摩耗性を相対評価できることが判った。

今後は、脱硝触媒取り換え時の触媒銘柄の選定の参考となるようにデータの蓄積を行う予定である。

【謝辞】

本研究は、四国電力(株)火力部殿の委託により実施したものであり、関係各位に深く感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 環境機器活用辞典編集委員会 編集, ”大気汚染防止の技術と機器”, 65- 81 (1988)
- 2) 増田具承, 野地勝己, ”脱硝触媒およびその製造方法”, 2014-213307 (2014年11月17日公開)
- 3) JIS R 1613
- 4) 永井良憲, 伊藤和典, 山田晃広, ”板状脱硝触