

6 - 4 ディーゼルエンジン排ガス除塵、脱臭用触媒フィルタ等の開発に関する共同研究（第1報）

施設管理部 施設保全課 吉楽 智之

1．共同研究の目的

東京都は、首都として成長を続け、急速に都市化が進んだ。当局では、都市化に合せ合流式下水道を主体として下水道の普及を進めた結果、平成7年度に普及率100%を達成した。

合流式下水道は、下水処理のほか、浸水防止のため雨水排除も行う。そのため、ポンプ所や処理場では、非常時でも確実に雨水を排除する必要があるため、非常用発電機や雨水ポンプが設置されている。これらの原動機としてディーゼルエンジンが多く用いられている。ディーゼルエンジンは雨水排除に大きく寄与してきたが、騒音、振動、排ガス中のばいじん、窒素酸化物（以下「 NO_x 」という。）が多いという短所もある。

当局では、従来から騒音、振動の対策は行ってきたが、大気汚染防止法の規制対象外となる非常時の使用であるため、ばいじん、 NO_x の対策はこれまで未着手であった。

しかし近年、地球環境保全の観点からこれらは汚染物質としてクローズアップされており、非常用とはいえ常用並みに排出基準を達成できることが望まれている。そこで施設管理部では、ディーゼルエンジンの排ガス中のばいじん、 NO_x を抑制することを研究課題とし、共同研究を実施している。本稿ではその中間結果について報告する。

2．共同研究の経緯

研究の実施場所は、当局の標準的なディーゼルエンジンを有している汐留ポンプ所と鮫洲ポンプ所である。汐留ポンプ所では雨水ポンプ駆動用のエンジンを対象とし、A社製の除塵・脱硝装置により、また、鮫洲ポンプ所では非常用発電機のエンジンを対象とし、B社製の除塵・脱硝装置により研究を行っている。対象としたディーゼルエンジンの仕様を表1に示す。

表1 ディーゼルエンジンの仕様

施設名	汐留ポンプ所	鮫洲ポンプ所
用途	雨水ポンプ駆動用	非常用発電機駆動用
出力	280PS	1,750PS
燃料	A重油	A重油
製造年	昭和36年製	昭和46年製

3．排ガスのフロー

3.1 現状のフロー

両ポンプ所における現状の排ガスのフローを図1に示す。ディーゼルエンジンから排出された排ガスは、サイレンサーで消音された後、排ガス処理されることなく煙突から大気に放出される。ディーゼルエンジンから排出されるばいじん、 NO_x 及び排ガス流量は常に一定ではなく、高濃度のばいじんは起動時に集中し黒煙あるいは白煙として排出される。一方、 NO_x は燃焼温度が高くなってから大量に排出される。また排ガス流量はガス温度に比例して増加していく。定格負荷時は、ばいじんは低濃度、 NO_x 濃度は高濃度で安定する。

この経時変化を図 2 に示す。

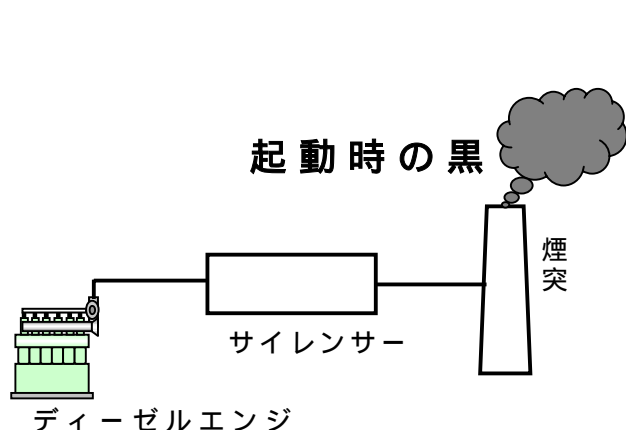


図 1 現状のフロー

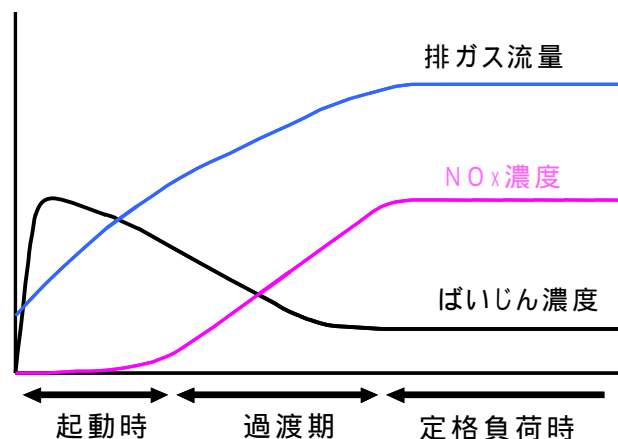


図 2 デーゼルエンジン排ガス特性

3.2 共同研究のフロー

現状を改善するため、共同研究では、起動時はばいじんを中心に除去し、定格負荷時に NO_x を中心に除去することを目的とした。本研究では、既設の排ガス煙道に除塵・脱硝装置を付加する構成とした。また、除塵・脱硝装置はその用途から、長期耐久性、省スペース性が求められるため、この点も研究課題とした。共同研究のフローを図 3 に示す。

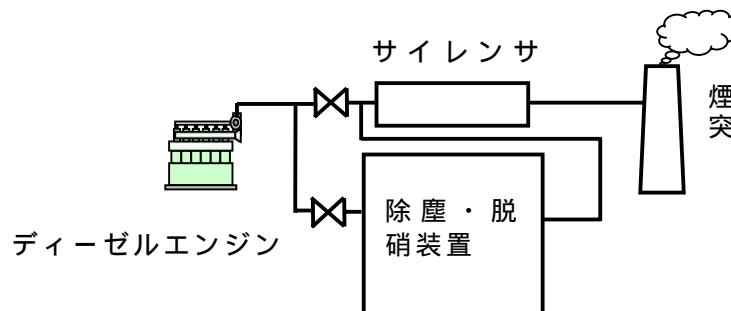


図 3 共同研究のフロー

3.3 2社の方式比較

除塵・脱硝装置の方式は、2社それぞれ特長があり異なる。A社の方式は、フィルタ部と触媒反応部が分離された構造となっている。これに対し、B社の方式は、フィルタ部と触媒反応部が一体構造となっている。いずれの方式も、ばいじんと NO_x の両方を除去することを目的としたものである。

この除塵・脱硝装置の外観を図 4 及び図 5 に、また、2社の方式比較を図 6 に示す。



図 4 汚留ポンプ所（A 社）



図 5 鯨洲ポンプ所（B 社）

	A 社	B 社
方 式	セラミックフィルタ	セラミックフィルタ + 触媒反応部
	フィルタ・触媒セパレート方式 除塵用フィルタと脱硝用フィルタは 別々に交換できる。	フィルタ・触媒一体方式 一体型のため装置の小型化が図れる
触媒の 材質	酸化チタン系 (反応温度 140 ~ 400)	五酸化バナジウム系 (反応温度 200 ~ 500)

図 6 2 社の方式比較

4．研究目標値と実証試験結果

本研究では、常用発電機並みの排出基準を達成することを研究課題としているため、集塵除去率 80%以上、ばいじん排出濃度 $0.08\text{mg}/\text{m}^3_{\text{N}}$ 以下、 NO_x 排出濃度 110ppm 以下を研究目標値とした。ただし、非常用の運転パターンの特徴を考慮し、集塵除去率とばいじん排出濃度は起動後 5 分以内の値、 NO_x 排出濃度は、起動後 5 ~ 15 分以内の値とした。

4．1 A 社方式の実証試験結果

集塵除去率は 97%、ばいじん排出濃度は $0.003\text{mg}/\text{m}^3_{\text{N}}$ 以下の結果が得られ、ともに目標値を達成することができた。しかし、通ガスを繰り返すと徐々にフィルタの圧力損失が上昇し、2 箇月という短期間で、フィルタの高温再生処理が必要となり、フィルタを交換しなければならなかった。これは、実証試験を行ったディーゼルエンジンが多量の白煙を排出する特性を有していたため、その中に含まれる油分等がフィルタに付着したことが原因と

考えられる。

NO_x 排出濃度に関しては、当初、脱硝装置入口排ガス温度が 320 で脱硝が始まるスケジュールで計画したが、排ガス温度が上昇せず、650～700ppm 程度と NO_x の除去が十分できなかった。そこで 270 に設定したところ、起動から約 6 分で脱硝装置入口排ガス温度が 270 に達して脱硝工程となり、その後 6 分程度で NO_x 濃度が約 130ppm となり、効果が現れた。

この結果を表 2、図 7 にタイムスケジュールを示す。

表 2 A 社方式の達成値

	目 標 値	達 成 値
集塵除去率	80%以上	97%
ばいじん排出濃度	0.08mg/m ³ _N 以下	0.003mg/m ³ _N 以下
NO _x 排出濃度	110ppm 以下	約 130ppm
長期耐久性	10 年以上	検証中

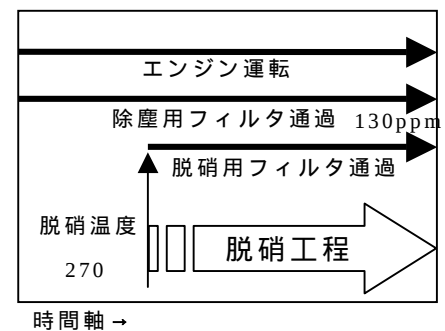


図 7 タイムスケジュール

4.2 B 社方式の実証試験結果

集塵除去率は 96%、ばいじん排出濃度は 0.001mg/m³_N 以下の結果が得られ、ともに目標値に達成することができた。また、約半年間経過後もフィルタの圧力損失上昇は見られず、目詰まりは生じていない。図 7 と図 8 にディーゼルエンジン起動直後における、除塵・脱硝装置適用前後の黒煙状況の比較を示す。

この方式での脱硝は、除塵・脱硝装置の入口温度が 200 になってから脱硝工程となる。しかし、入口温度が 200 に達するまで約 18 分要し、また、この時点での NO_x 濃度 600ppm 程度が約 117ppm にまで削減ができるのに、所要時間が約 55 分必要であった。このままでは当局の非常用の用途では効果が得られないため、今後、技術的な検討を要する。

この結果を表 3、図 10 にタイムスケジュールを示す。



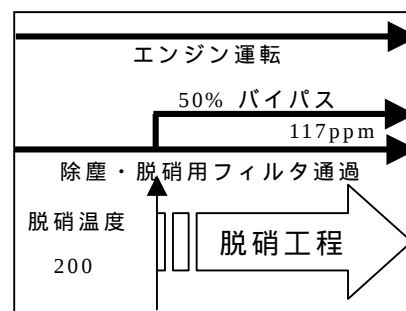
図 8 除塵・脱硝装置適用前



図 9 除塵・脱硝装置適用後

表 3 B 社方式の達成値

	目 標 値	達 成 値
集塵除去率	80%以上	96%
ばいじん排出濃度	0.08mg/m ³ _N 以下	0.001mg/m ³ _N 以下
NO _x 排出濃度	110ppm 以下	約 117ppm
長期耐久性	10 年以上	検証中



時間軸 →

図 10 タイムスケジュール

5. 考察

黒煙対策としては両社とも十分な効果が得られた。しかし、A 社の場合、実証試験の対象のディーゼルエンジンから排出される排ガス中の白煙分が多く、黒煙の成分より粒子が細かい油分により、フィルタの目詰まりが早くなる傾向があった。

脱硝運転にかかる所要時間は、B 社の場合、脱硝効果が得られるまで約 55 分間要した。これはディーゼルエンジンから除塵・脱硝装置までの距離が約 8m あり、排ガスの温度低下を招き、触媒の反応温度に達するのが遅いことが原因と考えられる。

6. 今後の研究課題

今後の研究課題を表 4 に示す。

表 4 研究課題

	集塵除去率 ばいじん排出濃度	NO _x の排出濃度	備 考
A 社	フィルタに対する白煙の影響	低温度で早期に効果がでる触媒の導入	起動・負荷試運転の前に機関を予熱し、白煙の発生を低下させフィルタの長寿命化を検証
B 社	長期耐久性の検証	低温度で早期に効果がでる触媒の導入	脱硝開始時間の短縮と目標値の時間短縮

7. おわりに

近年、東京における都市化は著しく進展している。当局のポンプ所、処理場等においても、建設当時その多くは周囲には民家も少なく閑散としていたが、急速に進む市街化により、敷地境界の直近にまで民家が隣接する状況となっている。こうした状況で、非常用発電機や雨水ポンプ駆動用のディーゼルエンジンから排出される排ガス対策は、緊急に解決すべき重要な課題となっている。そのため、本研究では、環境負荷の軽減を図るため早期に実機導入ができることを目指し、技術開発を進めていく意向である。

謝辞

本調査は、平成 13 年 11 月にインターネット等で公募をした結果、旭硝子株式会社と日本碍子株式会社の 2 社の応募を受け、平成 14 年 3 月から平成 16 年 3 月の 2 か年にわたり実用化に向けた公募型共同研究を行っているものである。関係者の多大なご協力に感謝する。