

# 大気浄化システムの開発と実施例

## Development and an Enforcement Example of the Nishimatsu Air Cleaning System

村上 薫*	森田 侃志*
Kaoru Murakami	Chikashi Morita
田中 勉*	西 保**
Tsutomu Tanaka	Tamotsu Nishi

### 要 約

自動車排出ガス等で汚染された大気を浄化するシステムを開発した。本システムは、汚染大気から浮遊粒子状物質 SPM を電気集塵機で、窒素酸化物 NO<sub>x</sub> を脱硝設備で常温・常圧技術で除去するものである。独自の脱硝技術を開発し、大規模交差点およびトンネル実ガス実験により、浄化能力の検証を実施、大気浄化装置の性能および安全性の検証を実施した。今回、道路トンネル換気ガスの浄化設備および大規模交差点大気浄化設備の2件の設備工事を受注したので、その技術および施工実績の概要を紹介する。

### 目 次

- § 1. はじめに
- § 2. 大気浄化システムの概要
- § 3. 本システムの特徴
- § 4. 開発経緯
- § 5. 除去原理
- § 6. 再生方法
- § 7. 装置の概要
- § 8. 施工実績
- § 9. おわりに

### § 1. はじめに

東京など大都市の沿道では、浮遊粒子状物質 SPM および窒素酸化物 NO<sub>x</sub> (一酸化窒素 NO, 二酸化窒素 NO<sub>2</sub>) をはじめ、大気環境に係る環境基準の達成状況が厳しい地域がある。対策としては、汚染発生源対策として、国の施策で自動車排出ガス規制を実施しているが、交通渋滞の多い幹線道路交差点では、環境基準の達成が困難と想定されるケースがある。また、大都市に高速道路を建設するにあたり、近年では、道路周辺への影響を考慮し、トンネル構造を採用する事例が多いが、トンネル換気所

では、トンネル内空気を集中的に排出するため、換気所近傍の大気環境への影響が懸念されるケースがある。これらのケースにおいて、局所的な大気環境対策として SPM および NO<sub>x</sub> の除去技術の確立が望まれている。

西松建設では、平成 12 年から脱硝技術の開発に取り組み、独自の脱硝技術を開発した後、実証実験を実施し、信頼性の高い西松独自の技術を確認し、2件の工事を受注した。現在1件は完成運転中、1件は施工中である。

以下、本技術の概要および実施例について述べる。

### § 2. 大気浄化システムの概要

本システムは、汚染大気を装置に通気させて、SPM と NO<sub>x</sub> を除去するシステムである。

道路トンネルの換気ガス浄化の場合は、トンネル内の汚染空気を換気所などに引き込み、その風路内に設置した本システムで浄化し、換気塔から排気する。大規模交差点の大気浄化の場合は、交差点近傍の汚染大気を、ファン等で吸引して本システムで浄化して周辺大気に放気する。

本システムには、NO<sub>2</sub> 除去タイプと NO<sub>x</sub> 除去タイプがある。NO<sub>2</sub> 除去タイプは、浮遊粒子状物質 SPM と窒素酸化物のうち毒性の高い NO<sub>2</sub> を浄化するタイプである。NO<sub>x</sub> 除去タイプは、これに加えて一酸化窒素 NO も除去するタイプである。

\* 関東（支）首都高大気浄化（出）

\*\*技術研究所

図-1にNO<sub>2</sub>除去タイプ、図-2にNO<sub>x</sub>除去タイプの浄化フローを示す。浄化フローは、集塵部でSPMを除去した後、脱硝部で湿度を調整し、NO<sub>2</sub>を吸着除去する仕組みである。NO<sub>x</sub>除去タイプでは、酸化工程を付加している。酸化装置はNOをNO<sub>2</sub>に変換するもので、NOをNO<sub>2</sub>に変換した後、脱硝装置でNO<sub>2</sub>を吸着除去する。

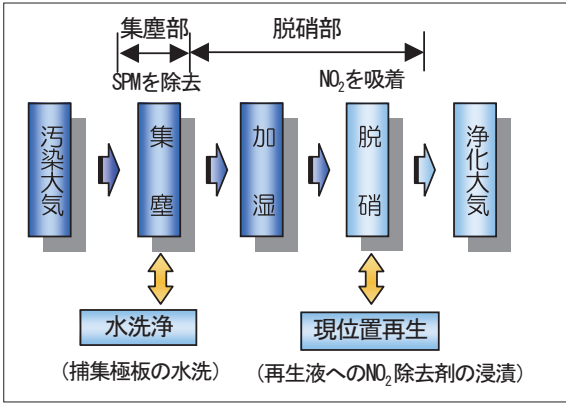


図-1 処理フロー (NO<sub>2</sub> 除去タイプ)

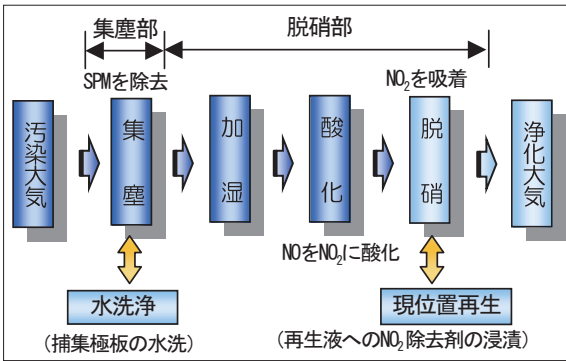


図-2 処理フロー (NO<sub>x</sub> 除去タイプ)

§ 3. 本システムの特徴

本システムの特徴を以下に示す。

- ① 人体に有害なNO<sub>2</sub>を装置内で無害な物質に分解する安全性の高い装置である。
- ② 脱硝装置は、ユニット化されており、スペースに併せた設置が可能である。
- ③ コンパクトな装置であり、設置コストを抑え、現地再生方式の採用により運転維持管理コストの低減を図っている。
- ④ NO<sub>2</sub>除去剤は定期的な再生および年次点検での補充により、半永久的に使用できる。
- ⑤ 用途に併せて、NO<sub>2</sub>除去タイプ、NO<sub>x</sub>除去タイプを選定することが可能である。

§ 4. 開発経緯

本技術は、平成12年に開発し、ラボ実験で基本原理の有効性を確認後、ベンチスケールでの促進実験を繰り返し、平成15年3月～平成16年2月にフィールド実験1（東京都公募実験：大規模交差点における大気浄化実験、NO<sub>x</sub>タイプ）、平成16年5月～平成17年1月にフィールド実験2（首都高速道路株式会社公募実験、NO<sub>2</sub>タイプ）を実施した。フィールド実験では、合計10,000時間以上の実ガス実験で長期性能を検証した。主な実験概要を表-1に示す。

§ 5. 除去原理

集塵原理：

処理ガス中のSPMに帯電部で電荷を与えた後、これを

表-1 主な実験概要

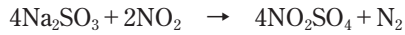
番号	実験名	NO <sub>2</sub> 除去タイプ	NO <sub>x</sub> 除去タイプ	概要
1	ラボ実験	○	○	処理風量：4 ℓ/min 実験期間：約3年
2	ベンチスケール (促進実験)	○	—	装置規模：6.5 m × 1.0 m × 1.5 m ~ 2.5 m (縦 × 横 × 高さ) 処理風量：0.07 m <sup>3</sup> /s 実験時間：839 時間 性能：NO <sub>2</sub> 除去率 98%、SPM 除去率 97%
3	ベンチスケール (模擬トンネルガス実験)	○	—	装置規模：6.5 m × 1.0 m × 1.5 m ~ 2.5 m (縦 × 横 × 高さ) 処理風量：0.5 ~ 1 m <sup>3</sup> /s 実験時間：814 時間 性能：NO <sub>2</sub> 除去率 99%、SPM 除去率 90%
4	フィールド実験-1	—	○	装置規模：6.5 m × 2.0 m × 1.5 m ~ 2.5 m (縦 × 横 × 高さ) 処理風量：1 ~ 2 m <sup>3</sup> /s 実験時間：6,046 時間 性能：NO <sub>2</sub> 除去率 98%、NO <sub>x</sub> 除去率 80%、SPM 除去率 93%
5	フィールド実験-2	○	—	装置規模：24.8 m × 2.0 m × 3.0 m (縦 × 横 × 高さ) 処理風量：5 m <sup>3</sup> /s 実験時間：5,074 時間 性能：NO <sub>2</sub> 除去率 99%、SPM 除去率 91%

集塵部の高圧電極板で吸着捕集する。捕集したSPMは、定期的に水で洗浄することによって、捕集性能を回復させる（図-3参照）。

脱硝原理：

処理ガス中のNO<sub>2</sub>を、NO<sub>2</sub>除去剤で吸着除去する。吸着したNO<sub>2</sub>は、定期的に再生剤で分解し、NO<sub>2</sub>除去剤の性能を回復させる（図-4参照）。

分解反応は次式による。



この反応で、二酸化窒素NO<sub>2</sub>は、元来のN<sub>2</sub>に分解されて空气中に放散される。再生剤は、亜硫酸ナトリウムNa<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>の水溶液である。Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>は、防腐剤などとして食品添加されている安全無害なものである。また、反応生成物の硫酸ナトリウムNa<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>は、中性塩類で食塩などに含まれるにがり成分である。

### §6. 再生方法

本システムの特徴である再生方法について述べる。

再生は、脱硝槽内のNO<sub>2</sub>除去剤を再生液に浸漬する方法をとっている。浸漬方法は、再生液を脱硝槽に注入するのみである（図-5参照）。

再生手順は、次のとおりである。

- ① 脱硝槽内に再生液を注入し、
- ② NO<sub>2</sub>除去剤を再生液に数分間浸漬させた後、
- ③ 再生液を排液する

この操作によってNO<sub>2</sub>除去剤に吸収されたNO<sub>2</sub>はN<sub>2</sub>に分解され、空气中に放出される。反応生成物Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>は再生液中に溶解されて蓄積される。この再生方法では、NO<sub>2</sub>除去剤は、脱硝槽内に静置した状態で再生可能であるため、装置からの出し入れや工場から設備間の搬入・運搬がなく、NO<sub>2</sub>除去剤の消耗が少ない利点がある。再生液は、Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>の溶解濃度が飽和量を超えない範囲で下水道へ放流し、新液に交換する。

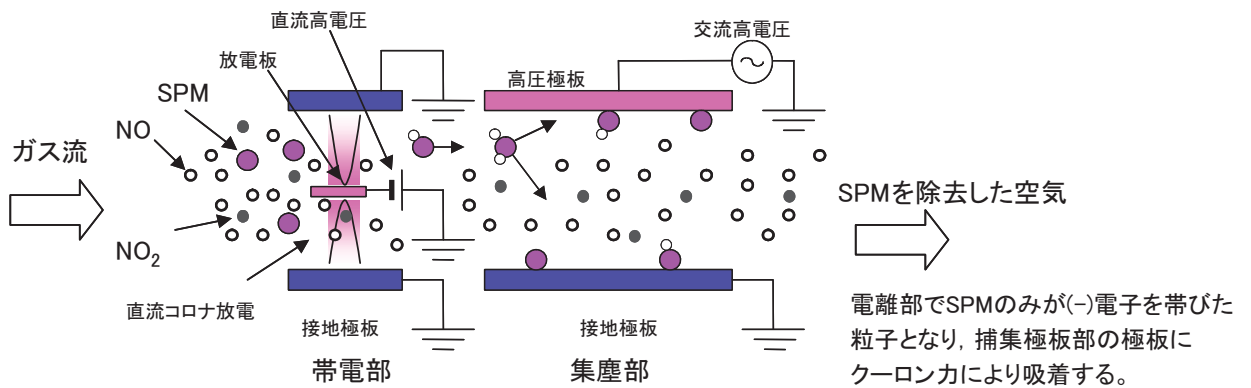


図-3 集塵の原理説明図

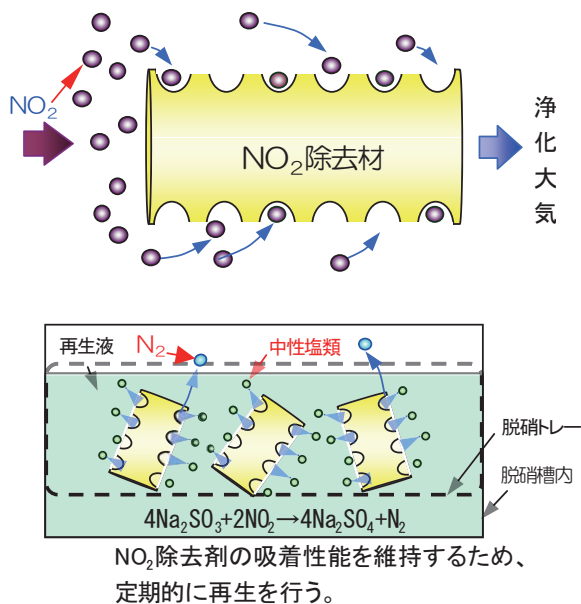


図-4 脱硝の原理説明図

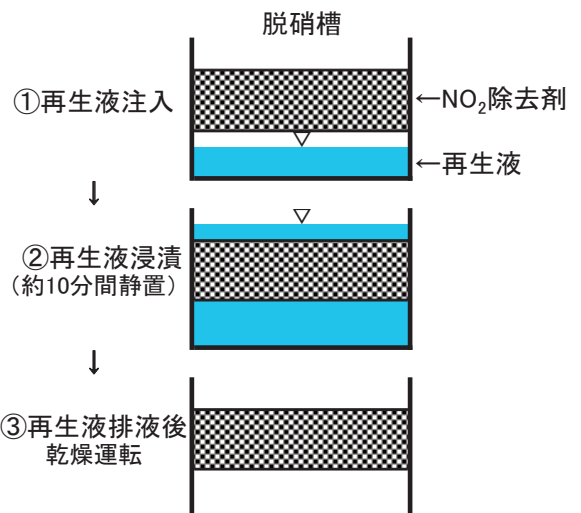


図-5 NO<sub>2</sub>除去剤の再生方法

§ 7. 装置の概要

図-6 に NO<sub>x</sub> 除去タイプのシステム全体図を示す。システムは、電気集塵機、加湿槽、脱硝槽、酸化装置、補機類（受水槽、原液槽、再生液循環槽ほか）で構成される。

脱硝槽は、処理風量および風路形状に合わせて脱硝トレイを数段積み重ねることにより構成する。脱硝トレイを4段積み重ねた脱硝槽ユニット図を図-7 に示す。

酸化装置は、処理風量および酸化反応スペースによって仕様が決定される。酸化装置で発生させた酸化剤を脱硝槽の上流側に注入することにより、NO を NO<sub>2</sub> に酸化する。

補機は、再生・加湿に必要な機能を持たせたもので、加湿用水、原液、希釈水などの補給や再生液の注排水、廃棄などの機能を有した機器からなる。

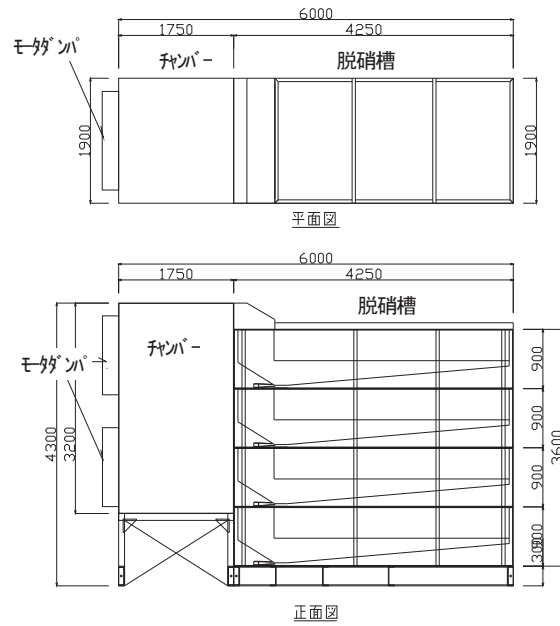


図-7 脱硝槽ユニット

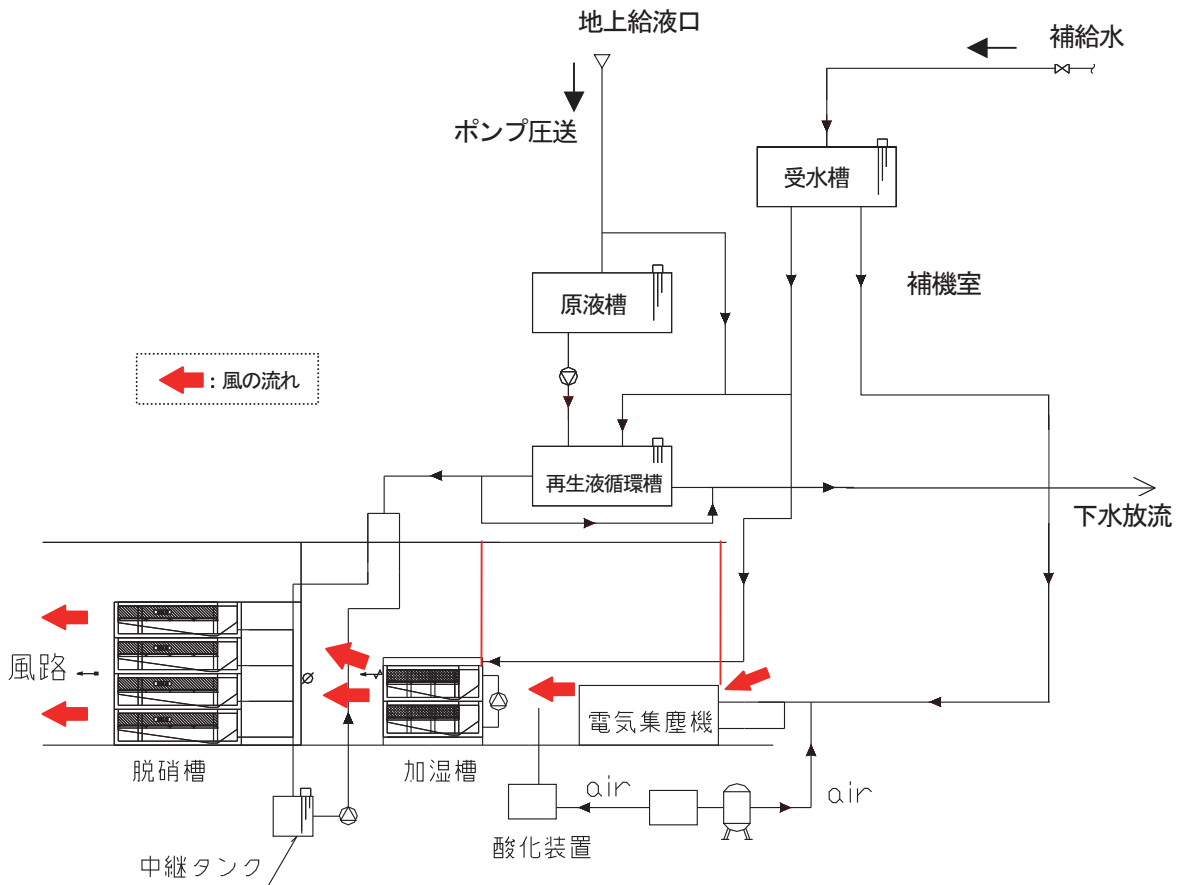


図-6 システム全体図

§ 8. 施工実績

8-1 東京都環状第八号線整備事業

板橋相生陸橋大気浄化設備工事

本工事は、東京都環状第8号線の板橋相生陸橋部のシェルター (L=140 m) 内空気を浄化するための大気浄化設備を設置する工事である。工事概要を以下に示す。

工事概要

- ・ 工事場所：東京都板橋区相生町地先
- ・ 工 期：平成 17 年 11 月～平成 18 年 5 月
- ・ 稼動開始日：平成 18 年 5 月 28 日
- ・ 工事内容：高架橋下の中央分離帯部に大気浄化設備、およびその建屋を設置する工事

・ 主な仕様

処理風量：最大 80 m<sup>3</sup>/s

運転時間：24 h/day

建屋規模：25 m×10 m×4.5 m (縦×横×高さ), 2 棟  
 除去性能：NO<sub>x</sub> 除去率 80% 以上, NO<sub>2</sub> 除去率 90% 以上, SPM 除去率 90% 以上 (一日平均値)

・ その他要求性能

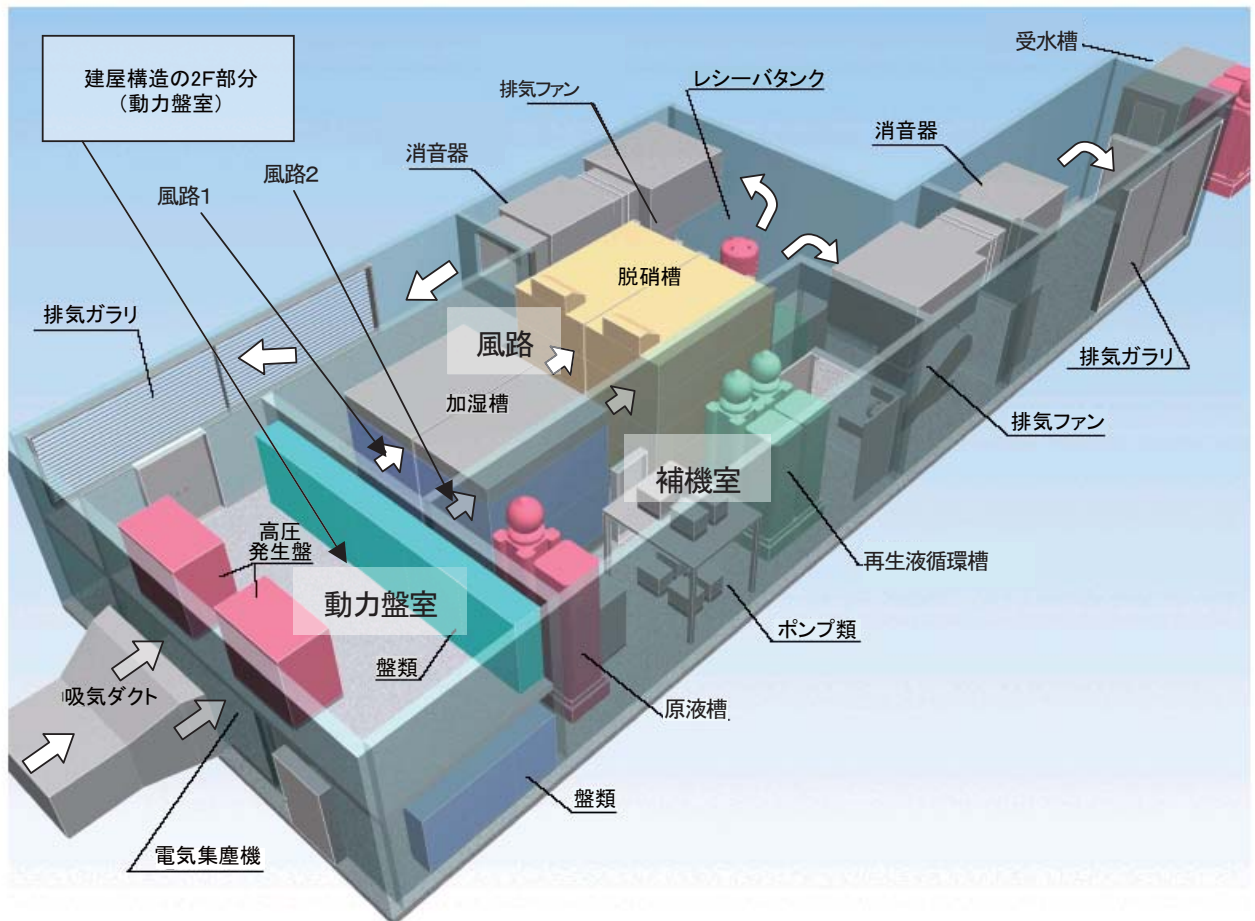
- ① 安全性：
 

潜在的危険要因や環境影響要因について、外部に及ぼす最大被害を想定し、その安全対策が適切である。
- ② 耐久性：
 

設備の耐久性が 20 年以上 (部品交換は可) である。
- ③ 維持管理の容易性：
 

搬出入作業は頻繁でなく、1 回当たり短時間である。
- ④ 設置スペース：
 

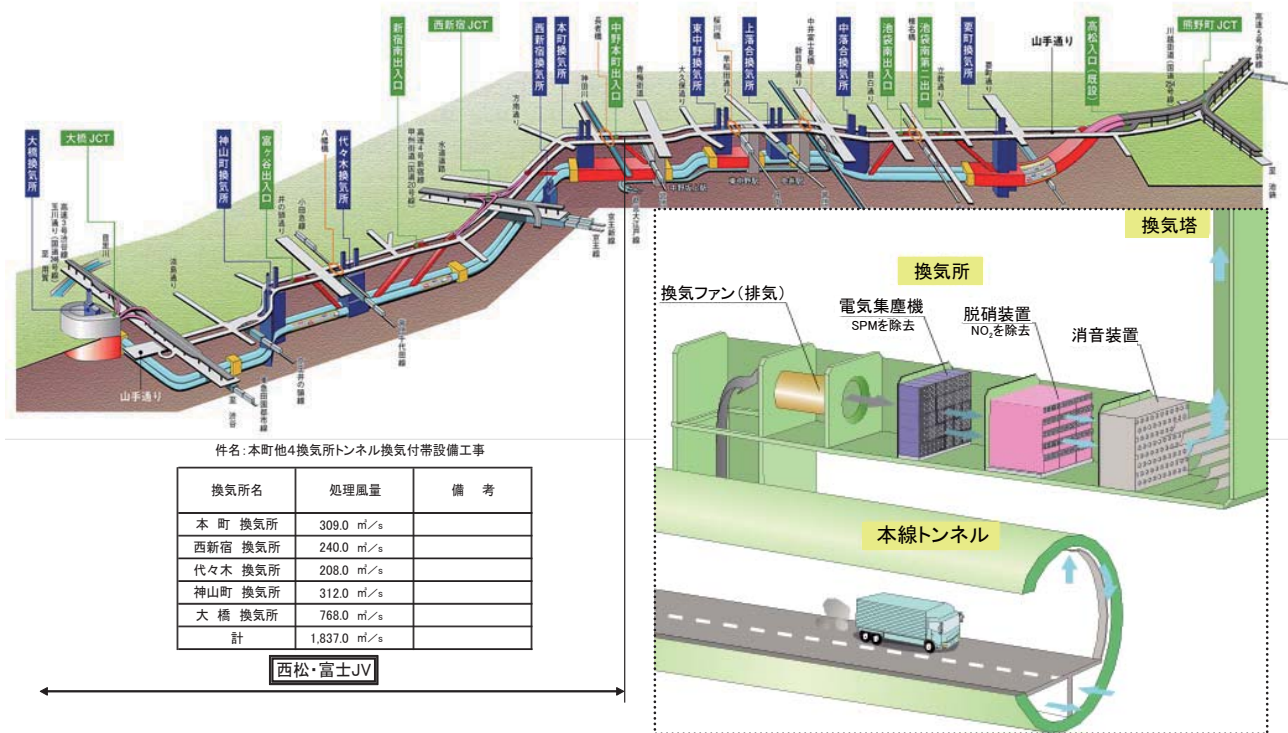
限られた狭隘なスペースに納まる。



図一8 相生大気浄化設備概要図



■首都高速中央環状新宿線 全体概要図



図一9 全体概要図 (右下は換気所内のイメージ図)

8-2 首都高速中央環状新宿線

本町他4換気所トンネル換気付帯設備工事

本工事は、世界初の本格的な大処理風量の低濃度脱硝設備工事である。工事概要を以下に示す。

工事概要

- ・ 工事場所：東京都渋谷区本町三丁目地先他4箇所（中央環状新宿線）
- ・ 工事期間：平成16年11月9日～平成22年3月31日まで
- ・ 工事内容：本町換気所、西新宿換気所、代々木換気所、神山町換気所、大橋換気所に、低濃度脱硝設備製作据付工事一式を行う工事
- ・ 主な仕様
  - 処理風量：1837 m<sup>3</sup>/s
  - 運転時間：14時間/日
  - 除去性能：SPM除去率80%以上，NO<sub>2</sub>除去率90%以上（一日平均値）
  - 圧力損失：900 Pa以下

§9. おわりに

今後は、維持管理業務と設備工事が同時に進行する状況が予想されるため、体制も徐々に変わるとされる。

本設備の開発、施工、維持管理にあたっては、社内外の多くの方々から、貴重なご意見、ご示唆、ご指導を頂戴しました。この紙面を借りて関係各位に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 伊藤：大気浄化システムの開発－沿道実ガスによる1年間の実証実験結果－，電力土木，No.314，pp.115-119，2004.11.
- 2) 森田，伊藤：我が国初の道路トンネル低濃度脱硝設備の設置について（首都高新宿線換気所，大気浄化システム），建設の施工企画，Vol.36，No.4，pp.14-17，2001.
- 3) 村上，西，伊藤，田中：西松式大気浄化システムの開発（その3），西松建設技報，Vol.28，pp.7-12，2005.6.