

光触媒を利用した大気浄化吹付型吸音工法

内田 季延・瀬田 恵之

現場で吹付け施工して吸音層を形成するという、まったく新しいタイプの吸音材である吹付型吸音工法は、従来の吸音パネルと同等以上の吸音性能であり、かつ下地形状によらずに施工可能という特徴がある。その表層部分に酸化チタンを含む層を吹付け施工することで、吸音と大気浄化及び防汚機能を併せ持たせた大気浄化吹付型吸音工法とすることができる。本報文では、この大気浄化吹付型吸音工法の施工概要と、その性能確認試験結果について述べる。

キーワード：吸音材，吹付け施工，酸化チタン，大気浄化，光触媒

1. はじめに

道路沿道周辺的环境保全においては、騒音及び排気ガスによる大気汚染が懸案事項となっている。

大気浄化吹付型吸音工法は、このような自動車騒音対策と窒素酸化物（ NO_x ）除去に寄与することを目的として、屋外暴露使用可能な吸音材の現場施工工法である吹付型吸音工法に、酸化チタンを用いた光触媒作用による大気浄化機能を付加したものである。

2. 大気浄化吹付け型吸音工法の施工方法

(1) 施工概要

大気浄化吹付け型吸音工法は、軽量人工骨材とセメントモルタルを混練した材料を吹付け施工することで、軽量多孔質な剛体吸音面を直接形成する吹付型吸音工法で形成される、30 mm～50 mm 厚の吹付型吸音層の表層吹付け材に酸化チタンを添加し、その光触媒作用を利用して、大気中の窒素酸化物（ NO_x ）除去に寄与するものである。

本工法で仕上げた部材表面に接触した排気ガス中の窒素酸化物は、酸化チタンの光触媒作用により、吸音材表層に吸着され、雨水等で洗い流されて、イオン化された形で溶出、除去される。

また特に騒音対策を必要としない場合は、吹付型吸音層を除いた表層分のみを吹付け施工し、大気浄化機能のみに特化させることも可能である。施工フロー図を図-1に示す。

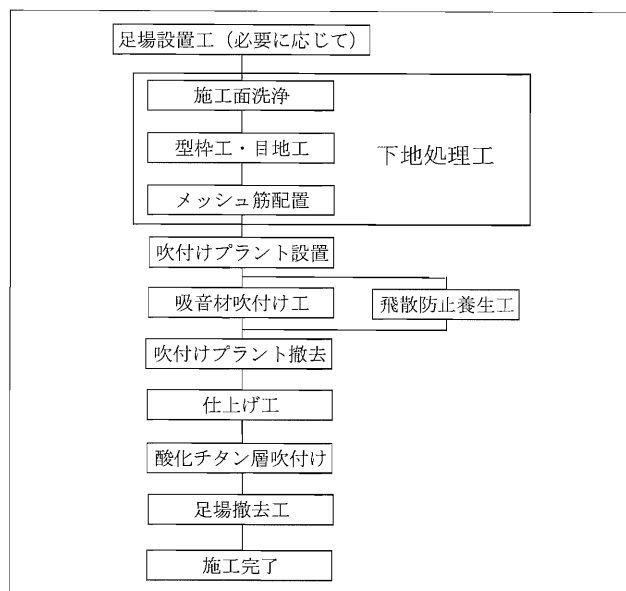


図-1 施工フロー図

(2) 下地処理工

下地となる壁面の汚れなどを洗浄し、アンカーを用いてステンレス製メッシュ筋を固定する。このとき開発した特殊なメッシュ筋固定金具（ステンレス製）を使用することで、従来の溶接によるメッシュ筋設置作業に比べて、施工コストを約20%低減することができた。この金具のスリット部にメッシュ筋を挟込み、金具自体をボルトで締付けることにより、メッシュ筋は下地コンクリートに機械的に固定される（写真-1、写真-2）。

(3) 吸音材吹付け工

繊維、混和材を添加したプレミックスセメントと再生人工軽量骨材を連続式混練ミキサに投入し、半湿式



写真-1 メッシュ筋固定金具



写真-4 吸音材吹付け作業状況

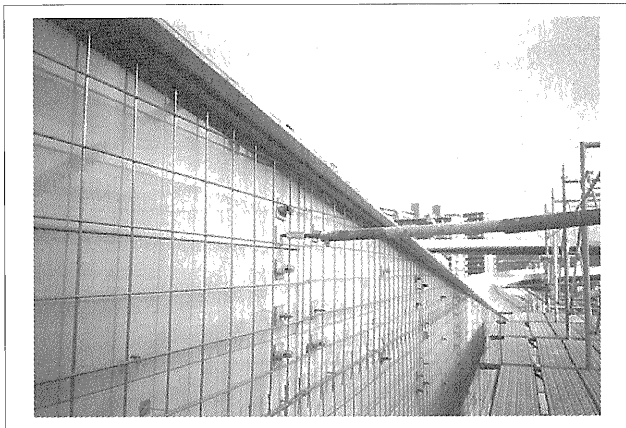


写真-2 メッシュ筋設置状況

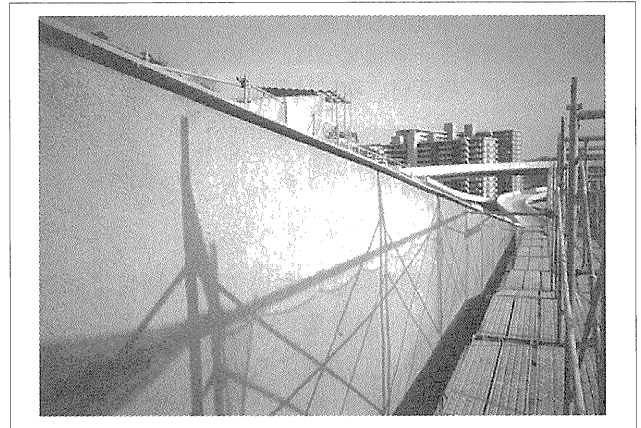


写真-5 吸音材仕上がり状況

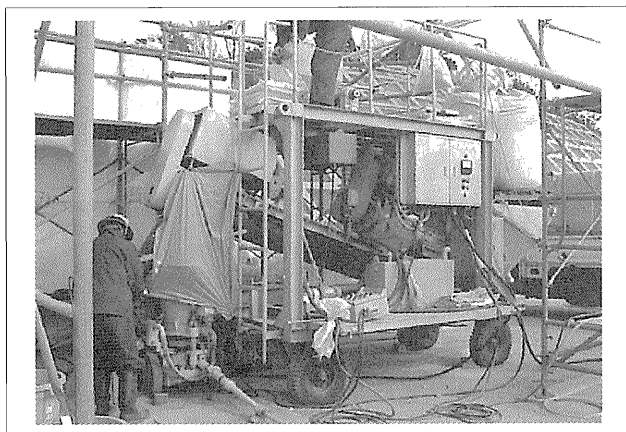


写真-3 吹付けプラント概観

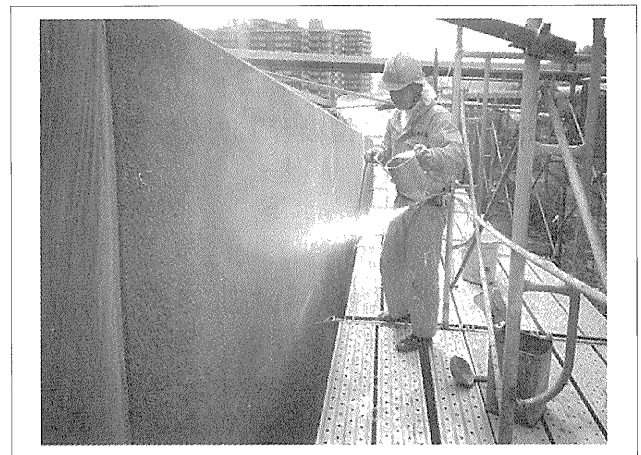


写真-6 酸化チタン層吹付け作業

で安定した状態になるまで混練する。混練した材料は、空気搬送装置によって、空気圧力で吹付け箇所までホース内を圧送する。材料の搬送距離は、水平方向で200m、高さ方向で16mまで可能である（写真-3）。

ノズル先端部で水を添加しながら混練した材料を吹付け施工し、多孔質な吸音材を形成する。吹付け施工された吸音材は、硬化に伴ってメッシュ筋と一体となり、壁面に強固に固定される（写真-4）。ここで吸音材表面の平滑性を確保するため、吹付け作業の手順と

して、まずメッシュ筋が隠れる程度までの一次吹きを行い、そのあと、二次吹き（仕上げ）を行っている（写真-5）。

（4）酸化チタン層の施工

酸化チタン層の施工は、セメント系特殊下塗材と、酸化チタンに添加剤を混合した上塗材を、吹付け施工して行う（写真-6）。

3. 性能確認試験結果

(1) 吸音性能

図-2に、残響室法吸音率の測定結果を示す。大気浄化機能付加のための酸化チタン層施工による吸音性能への影響は、ほとんど見られない。

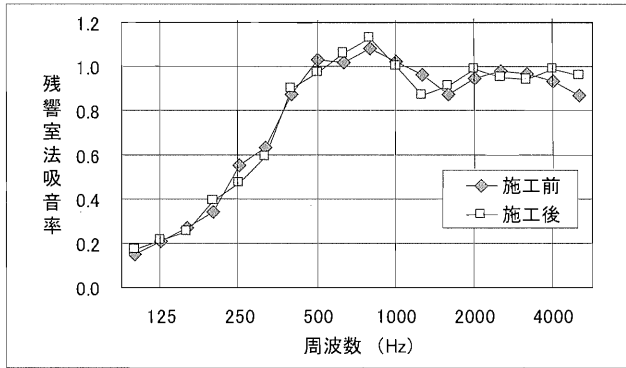


図-2 酸化チタン層施工前後の吸音材の残響室法吸音率

(2) 強度性能

吹付け成型される吸音材は、メッシュ筋によって下地コンクリートと一体化されているが、耐力部材ではないので、設計上の圧縮強度は2~3 N/mm²である。

(3) NO_x除去性能

千葉県環境部公募の「光触媒による大気浄化技術公開試験」では、交通量の多い道路の沿道に光触媒試験体を置いて長時間曝露し通気試験による評価を受けた。通気試験は、試験体をチャンバ通気試験装置に入れ、通気ガス(NO)を流し、試験体に紫外線を照射、入り口側濃度と出口側濃度の差から除去率を求めている。試験直後の除去率は94.5%であり5カ月経過時点でも約93%と高い除去率を示した(図-3)。

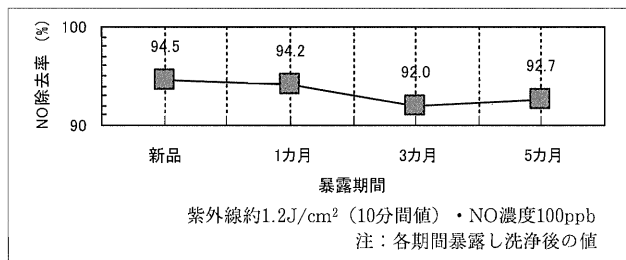


図-3 公開試験での試験結果

4. 施工事例

(1) 施工概要

新設の高速道路トンネル出口の擁壁部約900m²を

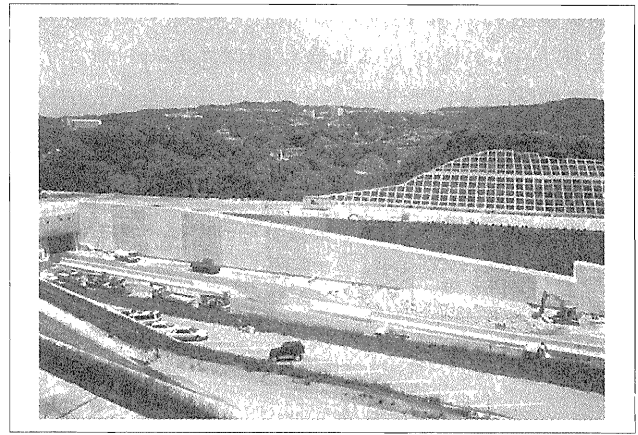


写真-7 車第2工区 吹付型吸音工法施工部全景

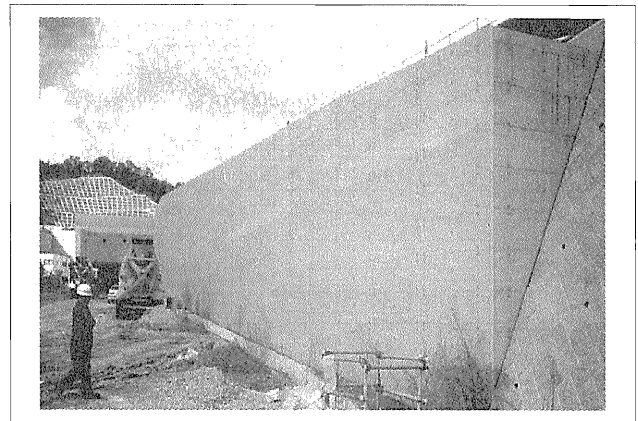


写真-8 軽量擁壁全景

吹付型吸音工法により吸音処理した際に、その一部に大気浄化機能を付加した(写真-7, 写真-8)。

(2) 吸音性能の管理方法

吸音性能は、「日本道路公団遮音壁設計要領」に準拠する残響室法吸音率(JIS A1409)、周波数400Hzで0.7以上、1,000Hzで0.8以上を基準とした。ただし残響室法吸音率は現場では測定できないので、サンプル採取による垂直入射吸音率(JIS A1405)試験により吸音性能を管理した。

本施工前に残響室法吸音率試験用に900mm×900

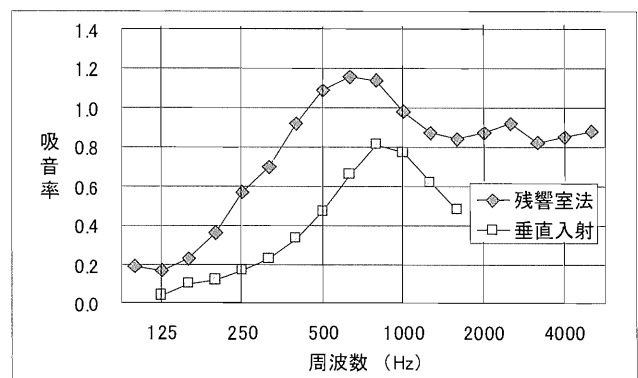


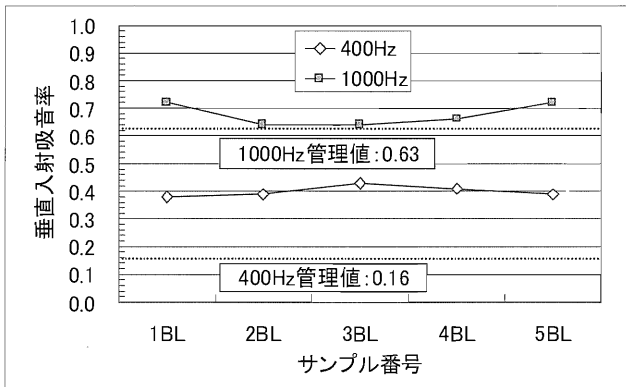
図-4 残響室法吸音率, 垂直入射吸音率確認試験結果

mm サイズのパネル 12 枚，垂直入射吸音率試験用の内径 10 cmφ の塩化ビニル管試験体を吹付け施工し，第三者機関において残響室法吸音率及び垂直入射吸音率試験を実施，基準性能を満足することを確認した。吸音率の測定結果を図—4 に示す。この際，残響室法吸音率と垂直入射吸音率の相互関係を確認し，吸音性

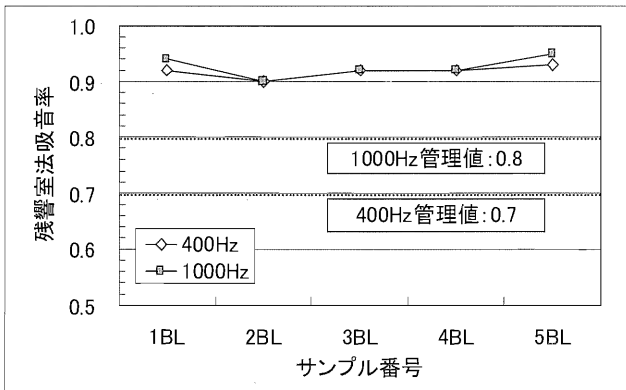
能の管理基準を表—1 に示す垂直入射吸音率とした。実施工では，施工区間全体を 5 ブロック (BL) に分けて，施工面積 200 m² 毎に試験体を採取した。各ブロックの吸音率測定結果は全て管理基準値を満足している (図—5，図—6)。

表—1 吸音材の吸音性能管理基準

試験項目	管理値	試験基準
垂直入射吸音率	<ul style="list-style-type: none"> 飛鳥建設(株)技術研究所における垂直入射吸音率試験 試験体 3 個の平均値で評価 400 Hz : 0.16 以上 1,000 Hz : 0.63 以上 	200 m ² につき 1 回



図—5 垂直入射吸音率 (測定結果)



図—6 残響室法吸音率 (推定結果)

(3) 圧縮強度の管理

圧縮強度試験は，「JIS R 5201 (セメントの物理試験方法)」に準拠して行った。試験体は，試験用型枠にはぼ垂直方向に吸音材を吹付け充填して成形し，プラスチックフィルムで 3 日間密閉した後脱型して，現場作業所敷地内にて外気環境下で材齢 28 日まで養生した。

試験の結果，各ブロックの吸音材圧縮強度は管理値を十分満足した (表—2，表—3)。

表—2 吸音材の圧縮強度管理基準

試験項目	管理値	試験基準
圧縮強度	試験体 3 個の平均値が 2.0 N/mm ² 以上	200 m ² につき 1 回

表—3 圧縮強度試験結果

試験パネル	採取ブロック				
	1 BL	2 BL	3 BL	4 BL	5 BL
2.73	2.71	3.46	3.14	2.83	2.65

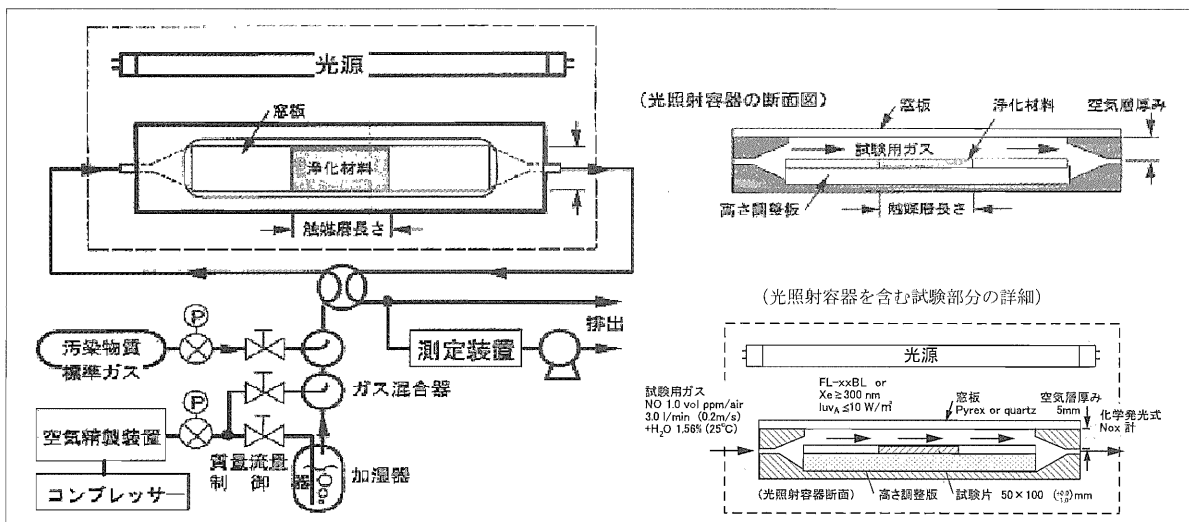
注：試験体 3 個の平均値 (N/mm²)

(4) NO_x 除去性能

酸化チタン層の大気浄化性能の確認試験は TR (原案)「光触媒材料の大気浄化性能試験方法」に準拠し

表—4 試験条件

項目	試験条件値
試験体面積	50 cm ²
模擬汚染空気流量	3 L/min
模擬汚染空気の相対湿度	50%
実験温度	25°C
試験時間	6 hr



図—7 大気浄化性能試験方法試験装置の概略図

て行った。試験方法は、光触媒材料の試験片（50×100 mm）に機能発現に必要な紫外線を照射しながら、大気汚染物質を連続的に供給し、試験片による汚染物質除去能力を測定するものである。表—4 に試験条件を、図—7 に試験装置概略図を示す。

NO_x 除去量の管理基準は、試験体 3 個の平均除去量 3.68 μmol 以上とした。表—5 に試験結果を示す。

表—5 NO_x 除去性能試験結果

試験項目	試験片の NO _x 除去量 (μmol)			平均
NO _x 除去量	4.82	4.52	5.07	4.82

試験体 3 個とも管理基準を上回り、平均で 4.82 μmol/50 cm²・5 h の除去性能を得た。これは、毎時 1,000 m² 当たり、5.78 g の NO_x 除去量と換算され、トラックバス類の時間当たり NO_x 排出量を 0.681 g/h・台とすれば、約 8.5 台分に相当する。

5. おわりに

大気浄化吹付型吸音工法は、コンクリート擁壁のように、環境保全対策上は騒音の反射面でしかない部位を、吸音処理による騒音対策と、酸化チタンの光触媒機能を利用した窒素酸化物（NO_x）除去効果を併せ持つ優れた対策部位とすることができる。

酸化チタン層の大気浄化性能は、初期性能では良好

な NO_x 除去性能を確保した。今後、吹付け施工時のリバウンド率の低減及びリバウンド材のリサイクル、有効利用などにより、さらなるコスト低減を図り、道路沿道周辺などの環境保全に寄与していく所存である。

JICMA

《参考文献》

- 1) 内田季延：阪公車作業所における吹付型吸音工法施工時の吸音性能管理に係る報告書、2002年4月
- 2) 旧通産省工業技術院資源環境技術総合研究所：TR（原案）「光触媒材料の大気浄化性能試験方法」
- 3) 常盤武史・瀬田恵之・田中 齊・内田季延・伊藤 淳：高速道路トンネル出口部擁壁への大気浄化吹付型吸音工法の施工について、とびしま技報（土木）、No. 52, 2003, pp. 75-82
- 4) 瀬田恵之・内田季延・常盤武史：高速道路トンネル出口部擁壁への大気浄化吹付型吸音工法の適用事例、電力土木、9, 2004, No. 313, pp. 102-106

【筆者紹介】



内田 季延（うちだ ひでのぶ）
飛鳥建設株式会社
防災 R&D センター
技術研究所
研究部長



瀬田 恵之（せた しげゆき）
飛鳥建設株式会社
防災 R&D センター
技術研究所
副所長

現場技術者のための

建設機械整備用工具ハンドブック

- ・建設機械整備用工具約 180 点の用語解説と約 70 点の使い方を収録。
- ・建設機械の整備に携わる初心者から熟練者まで幅広い方々の参考書として好適。

■ A 5 判 120 頁

■ 定 価：会 員 1,050 円（消費税込）、送料 420 円
非会員 1,260 円（消費税込）、送料 420 円

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館） Tel. 03(3433)1501 Fax. 03(3432)0289