

Ⅲ-3 NO_x分解建材による 環境改善効果の推定

1. 予測方法

光触媒建材による改善効果は、対象道路から排出される窒素酸化物量に対する光触媒建材により除去可能な窒素酸化物量の割合として推定を行うこととした。

推定の条件として、光触媒建材の施工面積¹⁾及び国道43号からの窒素酸化物量については、表3.28の車種別の原単位式と表3.29の交通量から算定し、光触媒建材による窒素酸化物の浄化係数は $30\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ (NO_x濃度1ppm当たり)、光触媒建材による浄化が可能な時間は8時間/1日(9～17時)、光触媒建材表面における窒素酸化物濃度は出来島小学校局の年平均値(0.104ppm)及び年間98%値(0.222ppm)の2通りとした。

(1)光触媒建材施工面積は、建物等の壁面については高さ8m(2階建の屋根の高さ程度)、学校等外壁がある部分は高さ3mまで建材を施工するものとして算出した $6,910\text{m}^2$ 〔光触媒建材施工区間の道路延長距離300m(図3.27)〕

(2)国道43号からの窒素酸化物排出量は、平成6年11月に実測した8車種別交通量、走行速度及び排出原単位(表3.28)を基に算出した $2.171\sim 3.226\text{kg}/\text{km}\cdot\text{h}$ (9～17時)及び $3.572\text{kg}/\text{km}$ (1日)



図3.27 光触媒建材の施工想定場所

表 3.28 窒素酸化物排出原単位

車種	近似式 (g/km)
軽乗用車	$0.03695V - 0.3764V^{0.5} + 1.186$
乗用車	$0.02506V - 0.2604V^{0.5} + 0.4795/V + 0.8971$
軽貨物	$0.01615V - 0.2003V^{0.5} + 1.148$
小型貨物	$0.009487V - 0.1013V^{0.5} + 9.664/V + 1.133$
貨客車	$0.01126V - 0.1147V^{0.5} + 2.265/V + 0.7413$
普通貨物	$0.000139V - 0.001987V^{0.5} + 38.47/V + 2.42$
特殊(種)車	$0.00168V - 0.01808V^{0.5} + 56.58/V + 3.635$
バス	$47.51/V + 3.112$

V:平均走行速度

2. 予測結果

光触媒建材を調査実施場所である出来島小学校周辺に施工した場合における改善効果の推定を行った。表 3.29に示す条件で改善効果の試算を行った結果を表 3.30に示した。

光触媒建材によるNO_x浄化量は、建材表面におけるNO_x濃度を出来島小学校局における年平均値(0.104ppm)とした場合で0.022kg/h、年間98%値とした場合で0.046kg/hとなり、より高濃度となる場合に浄化量が増加している。

また、昼間(9～17時)の光触媒稼動時間帯における光触媒建材による浄化量の排出量に対する割合は、年平均値の場合で2.2～3.3%、年間98%値の場合で4.8～7.1%であり、高濃度時における改善効果は平面道路から排出されるNO_xの5%を超える結果となった。

表 3.29 改善効果試算の条件

項 目		条 件	備 考
光触媒建材による NO _x 浄化量の試算	施工面積	6,910m ²	沿道建物 8m, 既存の外壁等 3m まで施工 ¹⁾
	浄化係数	30mg/m ² ・h (NO _x 1ppm 当り)	試作建材の通気曝露試験結果を参考に設定
	光触媒稼動時間	8 時間/1 日 (9～17 時)	
	建材表面における NO _x 濃度	0.104ppm	出来島小学校局における年平均値
		0.222ppm	出来島小学校局における日平均値の年間 98% 値
国道 43 号平面からの NO _x 排出量の試算	道路延長	300m	光触媒施工想定区間を地図上で読み取り
	道路交通量	29,575 台/日 (大型車混入率 26.3%)	平成 6 年 11 月 8 日から 11 日までの実測値 ¹⁾
	自動車走行速度	43.6km/h (平均値)	平成 6 年 11 月 8 日から 11 日までの実測値 ¹⁾
	窒素酸化物排出原単位	8 車種別の速度近似式として設定	表 2.10 ¹⁾

表 3.30 改善効果の試算結果

時刻	道路からの NO _x 排出量 (kg/300m)	光触媒建材による浄化量 (kg)		浄化量/排出量 (%)	
		年平均値	98% 値	年平均値	98% 値
9～10 時	0.893	0.022	0.046	2.4	5.2
10～11 時	0.790			2.8	5.8
11～12 時	0.727			3.0	6.3
12～13 時	0.651			3.3	7.1
13～14 時	0.961			2.3	4.8
14～15 時	0.951			2.3	4.8
15～16 時	0.968			2.2	4.8
16～17 時	0.768			2.8	6.0
9～17 時計	6.710	0.176	0.368	2.6	5.5
24 時間計	11.572	0.176	0.368	1.5	3.2

Ⅲ-4 NO_x分解建材の 経済性の評価

1. 評価方法

光触媒建材の経済性等の評価方法については、建材の試作に協力した企業に対する材料費等のヒアリング結果（表 3.31）と本調査における通気曝露試験結果〔処理ガス量21.6m³/m²・h、昼間（6～18時）の平均除去率〕から光触媒建材の除去NO_x当たりの材料費

を算出し、他の低濃度脱硝法の試算例と比較を行った。また、他の低濃度脱硝法の試算例として、土壤脱硝については「土壤を用いた大気浄化システムの実用性に関する調査報告書」：公健協会（平成7年）より引用し、低濃度脱硝（電子ビーム照射法）については「低濃度脱硝技術実用化調査報告書」：東京都低濃度脱硝技術評価委員会（平成6年）より引用した。

表 3.31 光触媒建材の単価等（施工費除く）

建材種類	m ² 当たり単価(円)
セメント吹き付け材	2,000
無機系塗料(スレート板)	2,700
無機系塗料(アルミ板)	5,000
コーティングガラス	7,000
無機系塗料(ALC板)	15,800
インターロッキングブロック	12,000

表 3.32 光触媒建材の経済性評価の一例条件

条件	処理装置						
	光触媒建材			土壌脱硝 ¹⁾		低濃度脱硝 ²⁾	
	セメント吹付け材	ALC 板	インターロッキング ブロック	(沿道)	(トンネル)	(沿道)	(トンネル)
NO _x 濃度	0.5ppm			0.5ppm	3ppm	0.5ppm	3ppm
除去率 (%)	36	39	44	80			
処理ガス量	150 万 m ³ /h						
材料費 (建設費)	1.4 億	11 億	8.3 億	40 億	32.8 億	54 億	
ガス量当たり の建設費 (円/m ³ /h)	93	731	556	2700 (植栽等 を含む)	2200 (植栽等 を含む)	3,600	
運転費 (円/m ³)	0 @0.0015	0 @0.0116	0 @0.0088	0.016 @0.056	0.009 @0.041	(0.038) @0.091	0.038 @0.091
除去NO _x 当たり の運転費 (円/kg)	0 @4.059	0 @2.9 万	0 @2.0 万	18,300 @6.8 万	1,900 @0.84 万	(46,300) @11.1 万	7,800 @1.8 万
備考	・ 処理ガス量 (21.6m ³ /m ² ・h) 及び除去率は改良建材通気曝露試験時の昼間 (6～18 時) の平均除去率を利用			・ 一酸化炭素、浮遊粒子状物質の処理も可能 ・ トンネルは換気施設の運転費を含まない		・ 一酸化炭素は除去できない ・ () は推計額で沿道大気を吸引する電気代は含まない	

注) ※1: 「土壤を用いた大気浄化システムの実用性に関する調査報告書」：公健協会（平成7年）より引用

※2: 低濃度脱硝は電子ビーム照射法とし、「低濃度脱硝技術実用化調査報告書」：東京都低濃度脱硝技術評価委員会（平成6年）より引用。

※3: 電気代は17円/kWh、水道代は300円/m³として推計。

※4: @は管理費に、年利5%、10年で元利均等返済した場合の施設建設費を加えた金額。

2. 評価結果

光触媒建材によるNO_xの高濃度汚染対策の経済性について検討するため、調査を行った試作建材の中から、セメント吹付け材、無機系塗料及びインターロッキング材の3種についてその費用等を土壌脱硝等の低濃度脱硝法の試算例と対比し、表3.32に示した。

他の低濃度脱硝法と同規模（処理ガス量150万m³/h）で光触媒建材を施工する場合、その材料費（施工費を含まない）は1.4～11億円と他の低濃度脱硝設備の建設費に比べ1/4～1/40程度と安価になっている。

また、施設建設費を考慮した除去NO_x当たりの運

転費で比較した場合においても、光触媒建材はkg当たり4千円から3万円程度までと建材により10倍近い差がみられたが、他の沿道型脱硝システムと比較するといずれも安価となっている。

さらに、光触媒建材によるNO_x浄化法は、他の低濃度脱硝法のように装置化する必要がないため施工後に関しては運転費や維持費が発生せず長期的にみるとさらに割安となることや、既存の構造物等の利用もしくは更新等により導入が可能のため新たな設置スペースが不要であり、既存の構造物の更新時では光触媒建材と従来建材の差額のみでの導入が可能であること等多くの利点がある。

表3.33 光触媒建材の改良状況

建材	性能劣化の原因	平成9年度の改良点	現在の開発状況	今後の課題	備考
A	・硝酸による被毒 ・塗膜性状の変化 ・汚れ	・硝酸発生量の抑制 ・硝酸の被毒を受けにくい設計 ・夜間でもNO _x 除去性能を発現する設計	・施工性の向上 ・経時安定性の向上	・担持体としての性能向上のためNO _x 吸着剤の探索 ・用途拡大のための下地材探索	現状タイプの改良はほぼ完了
B	・試験片の塗膜剥離（P.W.C*が高すぎる、塗膜の柔軟性が低い） ・塗膜膜厚の減少（有機樹脂添加量が多かった）	・NO _x 浄化能力の向上（P.W.Cの増加…性能劣化速度が速まる結果となった）	・P.W.Cを若干低く設定（酸化チタン量は一定） ・硬化剤をより柔軟タイプに変更 ・高耐久性の有機樹脂を使用 ・有機樹脂の減量		改良済みの塗料で試験塗装を実施中
C	・硝酸による被毒（塗膜が薄いため被毒の影響が大きかった）	・NO _x 浄化性能の向上（塗膜の厚膜化・多孔質化、吸着剤の添加） ・塗布作業性の向上（溶剤系から水系・中性に変更）	・光触媒担持方法の改良（担持量の増加） ・透明な光触媒膜の開発 ・常温硬化可能な塗料の開発		
D	・膜厚の薄さ ・吸着剤の無添加	・施工法の改良 ・吸着剤の添加 ・厚膜化	・白色塗料タイプの開発中（NO _x 浄化性能の経時劣化原因の究明及び改良、金属等の添加）	同左	ガラス建材の開発は中断
E	・バインダーの劣化による光触媒粒子の脱落 ・表面形状に起因する汚れの付着	・NO _x 浄化性能の向上（光触媒の変更）	・防水処理方法の検討 ・表面凹凸形状の緩和 ・光触媒の改良	・防水処理方法の検討 ・表面凹凸形状の緩和 ・光触媒の改良 ・バインダーの見直し	
F	・コンクリートから析出する塩類による触媒の被覆	・持続性の改善（コンクリート配合の変更）	・低コスト化による普及タイプの開発中	・防音板、壁材料等の開発（施工面積の拡大）	改良建材においてかなりの効果があった

注）*P.W.C＝塗料中の顔料成分量

3. 光触媒建材に関する企業の取り組み状況

(1) 調査方法

光触媒建材に対する企業の取り組み状況については、本調査に協力した企業6社に対して本調査の調査データを提供し、試作建材の問題点や現在の開発状況、今後の課題等についてヒアリングによる調査を行った。

ヒアリング調査の項目は、以下に示すとおりである。

- ①本調査結果及び企業独自の研究結果から試作建材の性能劣化原因として想定される事項
- ②上記の性能劣化原因の改善方法
- ③改良建材において施した改良点
- ④改良建材の作成後、現在までに行っている改良点
- ⑤今後の改良予定及び現在の開発状況

(2) 調査結果

本調査では、平成8年11月より光触媒建材を道路沿道に試験施工し、建材による窒素酸化物の除去効率や耐久性等について調査を実施してきたが、平成8、9年度の調査結果や企業内での試験結果等により得られた知見等を踏まえて、各企業により光触媒建材は現在までに実用化に向けた多くの改良がなされている。そこで、協力企業における現在までの取り組み状況について聞き取り調査を行い、その概要を表3.33にまとめた。

平成8年度及び9年度に試作した光触媒建材の性能劣化については、現在までに企業により概ね原因が究明されており、ガラス系のものを除いては改良中もしくは改良が完了している。

さらに、一部の企業ではより広範な普及を目的とした用途の拡大・低コスト化を今後の課題として開発が続けられている。

Ⅲ-5 調査結果のまとめ

本調査の結果をまとめると以下のとおりであり、建材別の概要を表3.34にまとめた。

- ①平成8年度に試作した施工建材及び平成9年度に試作した改良建材の一部で1年間以上にわたり、ほぼ初期の窒素酸化物分解性能を維持していることが確認され、性能劣化が起こった建材においても概ねその原因が究明されている。
- ②道路沿道に施工した建材の表面では、建材から50cm離れた点に比べ約10%程度低いNO_x濃度となっており、その傾向は施工から23～26ヶ月経過した後も確認することができた。
- ③施工建材の白色度は、一部を除いて道路沿道に施工してから2年以上経過後においても施工当初とほとんど変化がみられず、塩ビ板に比べ優れた防汚性が確認された。
- ④光触媒建材は、1,3-ブタジエン、クロロホルム等NO_x以外の大気汚染物質に対しても除去効果を有していることが確認された。
- ⑤光触媒建材による改善効果を試算すると、光触媒により浄化されるNO_x量が道路からの排出量に占める割合は、NO_x濃度が年平均値の場合で2～3%、NO_x濃度が年間98%値の場合で5～7%であり、NO_xが高濃度時により効果が大きくなった。
- ⑥光触媒建材による窒素酸化物高濃度汚染対策の費用を試算すると、土壌脱硝等の他の対策に比べて安価であり、施工後に関しては運転費や維持費が発生しない。また、既存の構造物等の利用もしくは更新等により導入が可能なため新たな設置スペース等を必要としない等の利点がある。
- ⑦現在の光触媒建材については、平成8、9年度に試作した建材に調査結果等を踏まえて、性能劣化原因の究明・改良等の更なる技術開発が進められており、

表 3.34 建材別の調査結果概要

建材番号		通気曝露試験結果	防汚性調査	他の大気汚染物質 浄化試験	劣化原因 究明 の有無	改良の 有無	備考
施工 建材	A	19ヶ月後に浄化係数低下	白色度維持	—	有	有	
	B	15ヶ月後に浄化係数低下	白色度維持	—	有	有	
	C	浄化係数小、ほとんど除去 されない場合有り	白色度維持	—	有	有	
	D	NOをNO ₂ に酸化、NO _x 除去さ れず	—	—	有	有	
	E	浄化係数が徐々に低下	白色度低下	—	有	有	
	F	浄化係数が徐々に低下	—	—	有	有	
改良 建材	A1	12ヶ月後に浄化係数低下	—	アルデヒド類を除けば 有効	有	無	良好（現状タイプ [*] の改良 はほぼ完了）
	B1	12ヶ月後に浄化係数低下	—	アルデヒド類・炭化水 素類増加	有	有	高耐久性、浄化性能向 上タイプを開発済
	C1	ほとんどNO _x を除去しない 場合有り	—	—	有	有	光触媒担持量増に成功
	D1	ほとんどNO _x を除去しない 場合があった。	—	アルデヒド類を除けば 有効	有	無	ガラス建材の開発は中 断。
	E1	浄化係数が徐々に低下	—	アルデヒド類を除けば 有効	有	有	防水処理方法等を検討 中
	F1	浄化係数徐々に低下も、高 い性能示す	—	アルデヒド類を除けば 有効	有	無	良好（低コスト化による普 及タイプを開発中）
触媒改良 建材	E2-1	8ヶ月後に浄化係数が大き く低下	—	—	有	無	現時点では未改良
	E2-2	11ヶ月後に浄化係数低下	—	—	有	無	現時点では未改良
	E2-3	11ヶ月後に浄化係数低下	—	アルデヒド類を除けば 有効	有	無	現時点では未改良

多様な沿道構造物に利用できるように材料開発が進
められている。

IV-1 光触媒を用いた新型遮音壁開発の目的

大阪府では、交通量の多い幹線道路沿道や交差点などの高濃度汚染地域における自動車排ガス対策の手法の一つとして、環境庁や公害健康被害補償予防協会の協力を得て、平成7年度より「光触媒による窒素酸化物分解建材の実用化に関する調査」に取り組むとともに、平成8年度からは光触媒を用いた建材の耐久性や浄化性能の持続性等の実証試験を大阪市西淀川区の国道43号沿道で進めてきたところである。

その結果、光触媒を利用した建材は、沿道で9ヶ月以上曝露してもほぼ初期の浄化性能（一定の太陽光があれば、1時間に1m²当たり約20m³の沿道大気を浄

化。）が維持され、さらに、汚れを防ぐ効果などが確認されている。

これらの成果を踏まえ、太陽の光で汚れた大気を浄化する「光触媒」を用いた新型遮音壁を開発、道路沿道における自動車排ガスや騒音等の低減効果について調査するため、これを泉大津市臨海町の府道大阪臨海線沿道に実用規模で設置（図4.1）した。

今後、府域の幹線道路沿道における環境対策としての実用化に資するため、窒素酸化物濃度の低減や遮音効果、さらには防汚効果等について総合的な調査を進めることとしている。

・参考

例えば、浄化係数 33mg/h・m²の光触媒が浄化できる大気量を試算する。NO₂の分子量は 46 であることから、標準状態での体積は、

$$33\text{mg}/46\text{mg} \times 22.4\text{ml} \approx 16\text{ml}$$

これを 1 ppm の大気濃度に換算すると、16m³の大気に含まれる NO_x量に相当する。さらに、80%の除去率とすると、16m³/0.8=20m³に相当することになる。

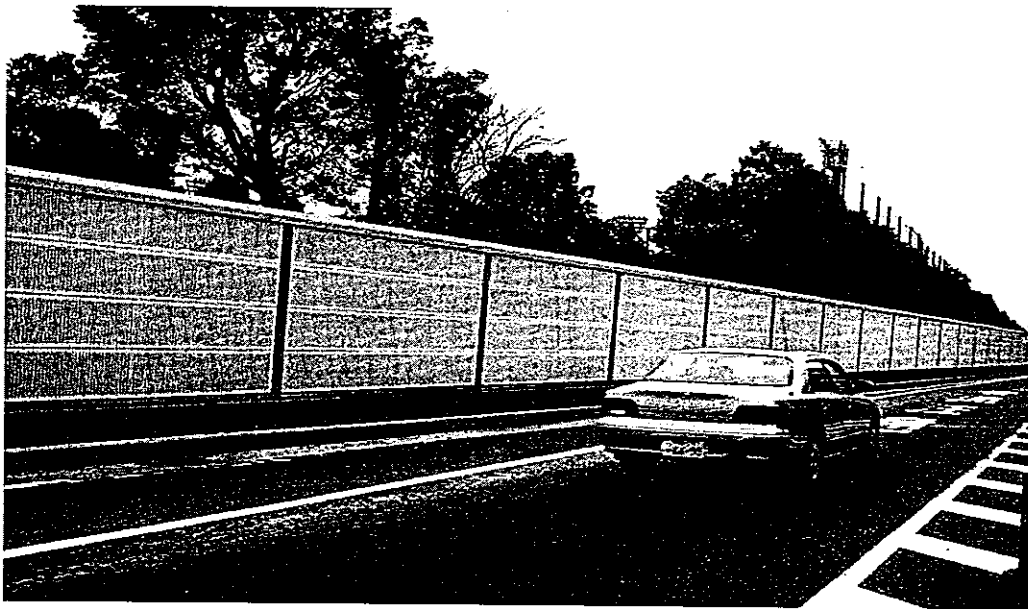


図4.1 泉大津市臨海町府道大阪臨海線沿道に設置した新型遮音壁

IV-2 新型遮音壁の概要

1. 設置場所

大阪府泉大津市臨海町1丁目、府道大阪臨海線沿道

(助松公園沿いの緑地) (図4.2)

2. 新型遮音壁の概要

この遮音壁には、大阪府と公害健康被害補償予防協会がこれまで取り組んできた実用化調査の成果を踏まえ、改良した高活性な光触媒を使用するとともに、パンチング加工した波板を用いるなど、自動車排ガスが光触媒と効率よく接触できるように工夫している。

したがって、この遮音壁は、本来の遮音機能に加えて、窒素酸化物などの大気汚染物質を分解する機能を備えており、また、自動車排ガスなどによる壁面の汚れを防ぐ効果も期待されている。



図4.2 新型遮音壁の設置場所(泉大津市臨海町)

3. 新型遮音壁の諸元

設置規模：高さ2m（道路面からの高さ2.5m）×延べ500m

（湾岸線助松出路より南側282m，北側218m）

光触媒：シリカとチタニアの共重合体を使用。

本体：亜鉛鍍金鋼板製（1ユニットは0.5m×4m，厚さ10cm，重量32～35kg/m²）吸音材にはグラスウールを使用。（図4.3）

外装板：パンチング（径4mm）加工アルミ製波板（厚さ1mm）（図4.4）

その他：雨水受け用笠木（笠木部分は15cm）

4. 新型遮音壁の特徴

従来の遮音壁と同様，自動車の走行騒音を低減させるとともに，自動車排ガス中に含まれる窒素酸化物を太陽の光だけで分解するとともに，汚れにも強い防汚機能を持つ全く新しいタイプの遮音壁となっている。

また，パンチング加工した波板（アルミ製）を使用し，自動車排ガスが遮音壁表面で煙突効果等により光触媒と効率良く接触できるようにするとともに，雨水が笠木から遮音壁の外装板を洗浄できるようにするなど，浄化効率を高めるように設計されている。

5. 総事業費

6千万円

環境庁の平成10年度環境基本計画推進事業費補助事業として設置した。

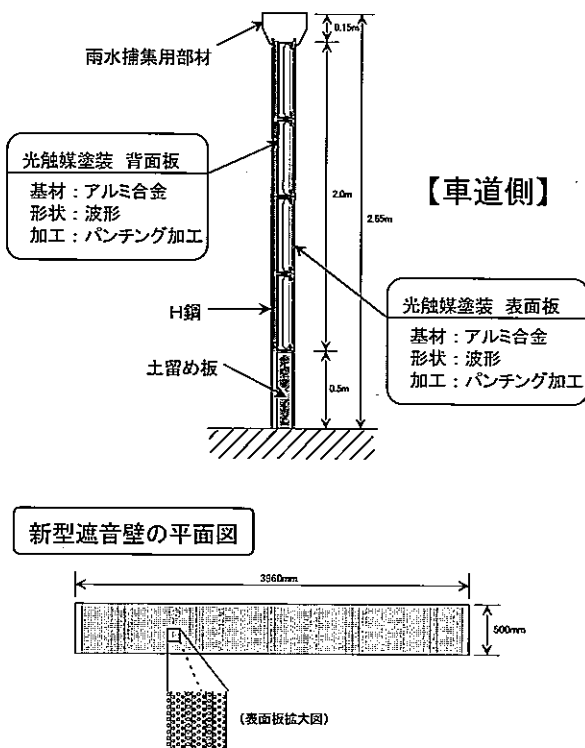


図4.3 新型遮音壁の概略図

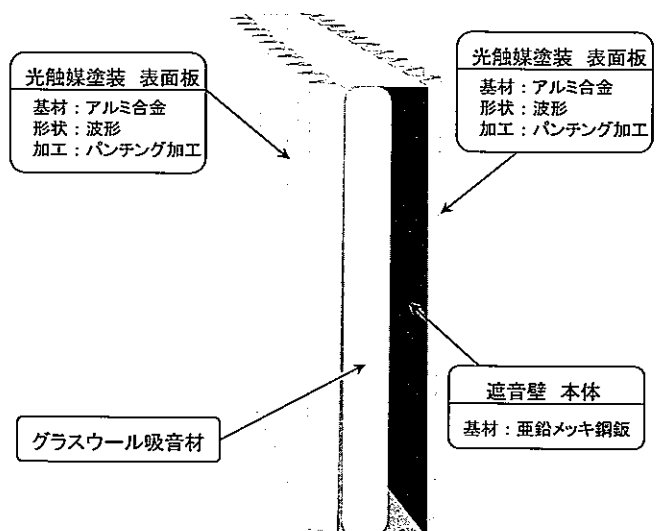


図4.4 新型遮音壁本体の概略図

6. 受託業者

古河機械金属株式会社

(協力企業：古河電気工業株式会社，株式会社トゥ
ペ，古河アルテック株式会社)

IV-3 今後の予定

平成11年度以降には，自動車排ガスや騒音に関する環境改善効果や防汚効果等についての調査を行い，道路沿道の環境対策の一手法としての本格的な実用化と普及に向けた知見の収集を行うこととしている。



図4.5 調査のため工事中の遮音壁

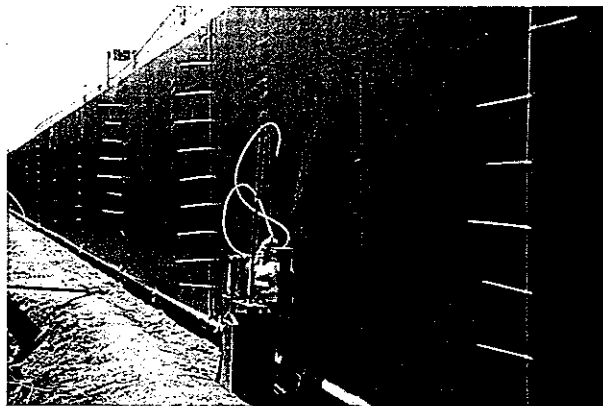


図4.6 環境改善効果についての調査

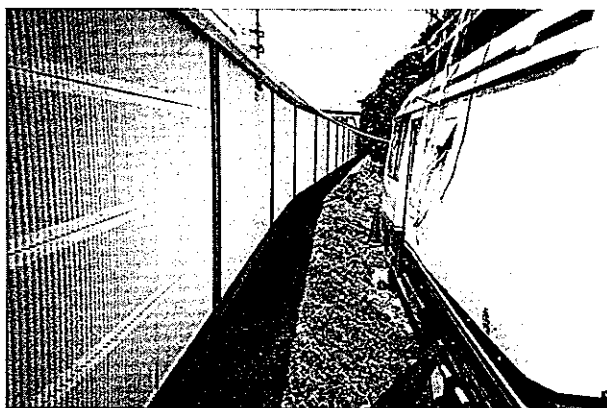


図4.7 大気測定車で調査中の遮音壁