

(Ⅳ－20) ロードヒーティングを利用した 沿道地域の大気汚染濃度低減方法の検討

(株) 長 大 正会員 幸田浩明、近江幸雄、小栗英和

1. 目的

我が国では、交通過密な大都市を中心に窒素酸化物による大気汚染の改善が遅れている。特に東京都特別区等地域、横浜市等地域、大阪市等地域においては、自動車交通量やディーゼル車の増加を背景に大気汚染は依然高い状況にあり、沿道地域における大気汚染の改善が急務となっている。沿道地域における局地的な高濃度汚染については従来から調査・研究が行われてきたが、具体的な対策方法についてはいまだ実用化に至っていないのが現状である。

沿道地域における窒素酸化物高濃度日の特徴は、①年間を通して冬季に高濃度日が出現している。②風速の低い時に高濃度になっていること等が挙げられる。したがって、沿道地域の大気汚染の改善は冬季の低風速時において有効な対策を施すことが重要であると考えられる。ここでは、これらの特徴を加味し積雪寒冷地域において路面凍結防止のために用いられているロードヒーティングにより沿道地域の大気汚染濃度を低減することを目的に検討を行った。

2. 道路沿道における窒素酸化物の現状

大気汚染防止法に基づき、昭和56年に窒素酸化物総量規制の対象地区となった東京都特別区等地域、横浜市等地域、大阪市等地域における二酸化窒素の環境基準(日平均値の年間98%値が0.06ppm以下)を超過した測定局数の経年変化を表-1に示す。これによれば、一般局、自排局ともに環境基準非達成率はほぼ横ばいであり平均非達成率は、それぞれ46%、87%である。平成4年度における一般局の状況は、118局中35局が環境基準非達成となっている。また、自排局においては、72局中53局が環境基準非達成と依然非達成局の割合が高い状況となっている。

表-1 年度別局数及び非達成局数

局 名	局数、非達成局数(局)				
	S63	H1	H2	H3	H4
一般局	102 (49)	104 (49)	109 (59)	112 (59)	118 (35)
自排局	71 (63)	72 (65)	72 (64)	72 (67)	72 (53)

上段：測定局数、下段：環境基準非達成局数

3. 対流について

陸地において局所的に熱せられた区域ができると、熱せられた空気は周辺の空気に比べて軽くなり、浮力を生じて上昇し加熱部に周辺から空気が吹き込む運動が生じる。この流れによる熱輸送はそこでの温度場に影響を与え、かつ、その温度分布によって新たな流れ場が生じる。図-1には(Kimura,1975)が行った温度差による対流の模型実験の様子を示したものである。



図-1 温度差による対流

加熱部の中心で上昇流が発生しており、加熱された空気が周辺密度と同一になるまで上昇する様子が確認されている。この現象を道路で発生させることにより大気汚染物質を上昇させて沿道地域の大気汚染濃度を低減させようと言うものである。道路にあてはめる方法としては、ロードヒーティングが現在、最も有用であると考えられる。

4. ロードヒーティングについて

ロードヒーティングとは、積雪寒冷地域における除雪作業の低減、スパイクタイヤ防止、車両・歩行者等の安全を目的として昭和40年以降に採用された路面凍結防止策である。

ロードヒーティングには幾つかの種類があり代表的な種類を以下に示す。「①発熱線式:発熱線を路面下に直接設置し、路面を暖める。」、「②燃焼式:灯油または都市ガスを燃焼させてボイラーで温水を作る温水式と燃焼ガスを直接利用する温風式がある。」、「③熱交換式:低温度熱源からヒートポンプにより高温水を作り、温水式と同じ要領でヒーティングを行う。」

5. シミュレーション

前述したロードヒーティングによる対流をシミュレーションにより確認する。シミュレーションは、連続の式及び熱流体量の保存則を輸送方程式により解くこととした。シミュレーションモデルの計算は、道路に対する垂直なXY平面を奥行き方向に無限速と仮定し、幅30mの道路に対して水平方向の両側に200m、鉛直方向に300mの領域内を表現する計算内容とした。計算メッシュは、図-2に示すとおり、430m×300mに対して120×90=10,800メッシュで計算した。大気の流れはランダムであり、このベクトル成分を時間平均すると全てが相殺され平均風速がゼロとなる状態を想定し、より現実に近いモデルを考えた。これはゼロ方程式モデルと呼ばれ、ここで形成された無風状態は風向の定まらない微小な風速の風が変動している状態で、これを流れ場における乱流と考える。この乱れによる拡散の効果を表すためにプラントルの混合距離理論をもとに乱流動粘性係数を算出し計算した。これによれば、垂直方向(Y)に影響の及ぶ範囲は約50mであり、最大速度ベクトルは0.142m/secであった。

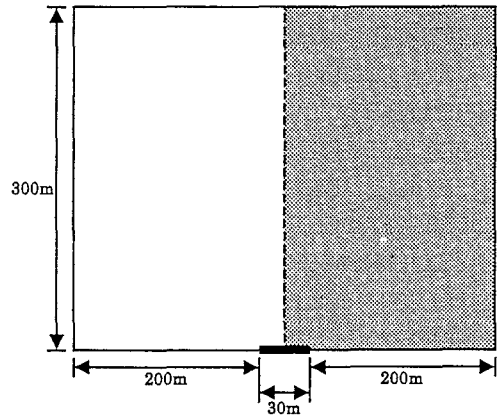


図-2 シミュレーションモデルの概要

6. 今後の検討課題

均質な空気中ではロードヒーティングにより十分な対流が起こることが確認でき、沿道地域の大気汚染改善策に有効的であると判断された。しかし、条件を限定した状態での結果であり、今後更に下記の事項について検討する必要があると考えられる。

- ① 高濃度日における沿道地域の大気汚染、気象の現地測定と解析
- ② ロードヒーティングの対流効果についての模型実験及び現地実験による検証
- ③ 拡散シミュレーションによる濃度低減効果の検討
- ④ 対流効果を増すためのロードヒーティングによる路面温度を更に上昇させるための技術的問題の解決
- ⑤ 新たな環境問題の発生防止の検討

7. おわりに

沿道地域における大気汚染状況の改善が急務であるが、現在まで有効的な手段がなかったために改善が遅れていた。本報告において紹介したロードヒーティングは積雪寒冷地域において一般的に用いられている路面凍結防止システムであるが、ロードヒーティングの特徴を沿道地域における大気汚染改善策に当てはめることは有効と考えられる。数値シミュレーションにより効果があるとの結果が得られたが、更に現場におけるフィールド実験等において実績を重ねることが重要であると考えられる。

参考文献 「流れの科学-自然現象からのアプローチ-」(木村竜治 1979年)、「環境白書」(環境庁平成2年～6年版)