

東京外かく環状道路 三郷南 IC～高谷 JCT 開通による NO_x 濃度の変化

千葉工業大学 学生会員 ○藤本 隆弘
 千葉工業大学 正会員 小田 僚子
 千葉工業大学 正会員 赤羽 弘和

1. 目的

大気汚染物質の一つである窒素酸化物(以下、NO_x)は、ヒトの呼吸器に影響を与えることから、国内ではその濃度を24時間監視している¹⁾。NO_xは主に工場や自動車の排出ガスに含まれる物質であり、交通量が多い首都圏ではNO_x濃度が高い傾向にあることが指摘されている²⁾。2018年6月2日に東京外かく環状道路(以下、外環道)三郷南 IC～高谷 JCT 間が開通し、特に朝夕の交通渋滞が緩和されたとの報告がされている³⁾。本研究では高速道路が新規開通することにより、NO_x濃度がどのように変化するかを評価する。

2. 解析概要

図-1 に解析対象区間(橙線)とその半径2km以内に所在する7地点の大気汚染測定局の場所を示す。本研究では、環境省大気汚染物質広域監視システム(AEROS)で観測された NO_x 濃度 1 時間値を使用した。交通量データは外環道千葉区間開通に伴う交通量調査データ(国土交通省/東日本高速道路株式会社提供)を使用した。本論では外環道市川中央 IC～京葉 JCT 間と市川南 IC～高谷 JCT 間(図-1 緑線)を平均した時間交通量データに着目する。

解析対象日時は交通量調査を実施した日のうち降雨の無い日を選択し、開通前は2017年4月26日、9月26日、開通後は2018年6月5日、7月3日の午前7時から翌日午前7時までとした。対象日の4日間は、いずれも弱風で南寄りの風であった。

3. 対象区間周辺の NO_x 濃度分布変化

開通前後の NO_x 濃度と開通後の交通量の時間変化を図-2 に示す。解析対象時刻は当日7時～翌日7時であるが、ここでは日変化の傾向を見るために、0時～24時と繋げて図示する。NO_x 濃度の24時間平均は、開通前は16.6ppbであったが開通後には13.8ppbと減少していた。開通前には周辺の一般道を



図-1 解析対象区間・測定局

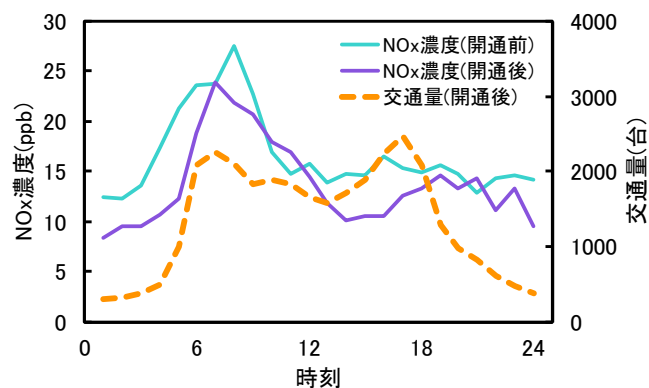


図-2 開通前後の NO_x 濃度と開通後の交通量

利用していた車両が、開通後に対象区間を経由するようになり、松戸市・市川市内の慢性的な交通渋滞が改善されたことが報告されている³⁾。一般道を走る車両が高速道路を利用するようになり、信号による停止～始動の回数が減少したことが考えられる。加速回数の減少に伴い排出ガスの放出量が低下し²⁾、開通後の NO_x 濃度が減少したと考えられる。また、開通後の NO_x 濃度 1 時間値の 1 日平均値は 0.02ppm であり、環境基準(NO₂ 濃度 1 時間値の 1 日平均値 0.04～0.06ppm 以内かそれ以下)を満たしている。

キーワード 窒素酸化物、首都圏、交通量、外環道

連絡先 〒275-8588 千葉県習志野市津田沼 2-17-1 千葉工業大学 創造工学部 都市環境工学科

開通後の NOx 濃度と交通量の関係に着目すると、両者の時間変動には約 1 時間の時間ずれが生じている傾向が見られる (図-2)。このことを考慮し、2 時～13 時の交通量と 1 時～12 時の NOx 濃度の関係を見ると、相関係数は 0.82 と強い正の相関であり、交通量の増加に伴い大気中の NOx 濃度が増加していることが示された。一方、13 時以降では交通量と NOx 濃度の変動に明瞭な対応は見られない。これには大気中の乱流状態が関係していると考えられる。一般的に、夜間は地表面付近が冷却され上空ほど気温が高い「逆転層」が形成されているが、日の出後に太陽放射により地表面が加熱されると、大気は下層から昇温し、強い乱流が発生して「混合層」が発達していく。日の入り後は再び地表面から「逆転層」が形成されていき、その上には日中に発達した混合層の名残である「残留層」(弱い乱流)が存在する。上記を踏まえると、混合層の形成過程(夜間から日中)においては交通量の増加につれて大気中の NOx 濃度も増加していくが、混合層が発達しきった時間帯である 12 時以降は既に大気の混合が盛んであるために午前と比較して NOx 濃度は顕著に増加していない。また、交通量が急激に減少してくる時間帯(18 時以降)は残留層内の乱流により NOx 濃度の減少は緩やかである。大気中 NOx 濃度を車両 1 台あたりの排出量と仮定して時間変化を確認すると、混合層が発達している日中に低濃度となり、大気擾乱が弱まり境界層高度が低くなる夜間に高濃度を示しており(図-3)、大気境界層の発達過程と NOx 濃度変動の関係性が見て取れる。

4. 解析対象測定局毎の差異

解析対象区間の近くに存在する大気汚染測定局 7 地点における NOx 濃度の変化割合を図-4 に示す。7 地点中 5 地点で開通後に減少しており、特に地点⑥⑦の減少割合が大きい。地点⑥・⑦は一般道・東関東道・湾岸線から対象区間に流入する地点付近にあるため、一般道から高速道路への転換に伴う NOx 濃度減少の効果が大きかったと考えられる。

5. まとめ

東京外かく環状道路三郷南 IC～高谷 JCT 間開通前後の NOx 濃度の変化を評価した結果、開通後に濃度は平均 2.8ppb 減少していた。特に一般道・東関東道・湾岸線から外環道に進入する地点付近である行

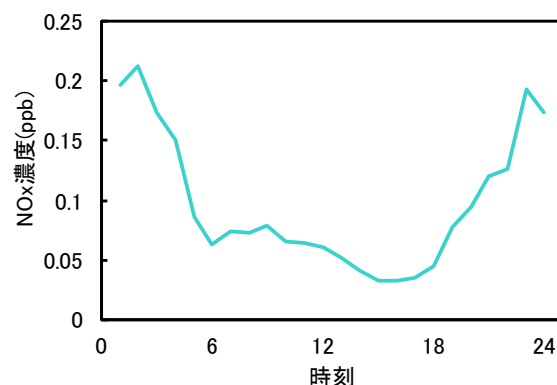


図-3 車両 1 台あたりに換算した大気中 NOx 濃度 (開通後)

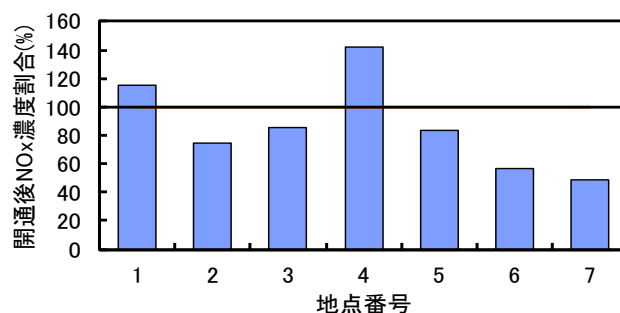


図-4 測定局間の差異

徳と二俣の測定局における NOx 濃度が開通前の 50%程度となっていた。これは、一般道を走行していた車両が高速道路を利用するようになり、信号減少による加速回数の減少に伴い排出ガスの放出量が低下したことが要因のひとつとして考えられる。以上より、高速道路の新規開通によって受ける効果は、周辺道路における交通渋滞の緩和のみならず、大気環境の改善も一部見られることがわかった。

一方、車両起因の大気中 NOx 濃度の変動は、交通量だけではなく車両の走行速度にも影響されるため²⁾、今後はこれらの関係の定量的分析を目指したい。

謝辞

本研究において、国土交通省関東地方整備局千葉国道事務所様、首都高速道路株式会社様、東日本高速道路株式会社様より、交通量データ及び移動速度データをご提供いただきました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 中島泰知,楠本繁子,織田肇:窒素酸化物による大気汚染と生体影響 生活衛生, 17, pp.32-43, 1973.
- 2) 横田久司,中村健,福岡三郎,舟島正直:車載計測システムによるディーゼル・トラックからの NOx 排出特性の把握(幹線道路走行時),大気汚染学会誌, 24(4), pp276-286, 1989.
- 3) (一社)日本道路建設業協会:外環千葉県区間の開通,道路建設, NO.770(9), pp33-40, 2018.