

沿道大気質多点測定に基づく CFD モデルの検証と 高架橋が沿道大気質に与える影響の数値解析

Validation of a CFD Model for Roadside Air Quality Based on Multipoint Measurement and
Numerical Analysis of the Impact of Viaduct Structures on Roadside Air Quality

指導教員 近藤明教授・共生環境評価領域

28H22037 高倉悠太郎 (Yutaro TAKAKURA)

Abstract: On main roads, there is a high traffic volume and thus a high level of road emissions, leading to localized air pollution. Viaducts can alleviate traffic congestion, but the shape of the structure may have a negative impact on roadside air quality. A CFD model is utilized to analyze the air quality on urban scale. However, there is little previous research of model validation based on measurements at multiple points. Moreover, there is still a lack of research analyzing the impact of viaducts in real cities. In this study, a CFD model was applied to an air quality simulation in an area along National Route 43 with heavy traffic volumes and viaduct structures, and validated with multipoint measurement data. The calculated NO and O₃ concentrations showed a reasonable agreement with the measured ones. In addition, the model was utilized to evaluate the impact of the viaduct structures on the roadside air quality. The viaduct prevented the dispersion process of pollutants on the road. However, emissions from the viaduct had little effect on the pedestrian breathing zone.

Keywords: CFD, Roadside air quality, Viaduct, Multipoint measurement

1. 背景・目的

幹線道路では、交通量が多く自動車由来の大気汚染が発生しやすい。また、高架橋は渋滞や歩道近傍での排出を緩和することができるが沿道大気質に悪影響を与える可能性がある。そこで沿道大気質を正確に解析するために CFD モデルが使用されているが、複数地点の測定による検証がほとんど行われていない。また、実際の都市に着目した高架橋の影響を解析する研究が不足している。そのため本研究では、高架橋を含み交通量の多い国道 43 号線に着目し、複数地点の測定による CFD モデルの検証と高架橋が沿道大気質に与える影響の数値解析を行った。

2. CFD モデルの検証

測定実験と CFD モデルによる再現計算を比較して検証を行った。いずれも対象期間は 2021/6/15 の 7 時～20 時とした。再現計算では実際の都市を再現した形状モデルを作成し、境界条件は対象地域近くの測定局のデータや気象モデルの結果を用いた。図 1 に実際の沿道を再現した解析領域と測定を行った地点を示す。図 2 に NO と O_x (O₃+NO₂) の測定結果と計算結果の比較を示す。決定係数がどちらも 0.7 を超えており、計算結果は実際の濃度分布を捉えられているため、本研究で使用した CFD モデルは高架橋のある幹線道路近傍の大気質を精度よく再現することが可能である。

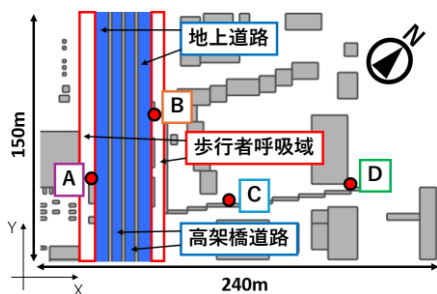


図 1 解析領域と測定地点

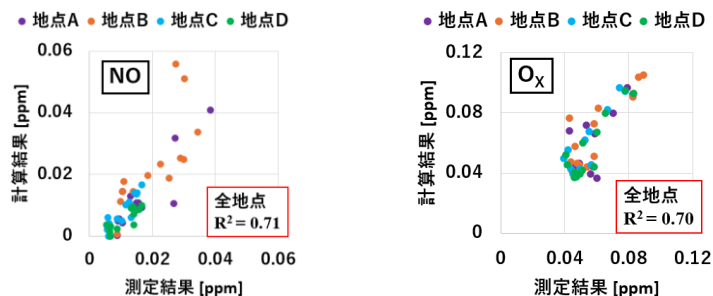


図 2 測定結果と計算結果の比較 (左: NO、右: O_x)

3. 高架橋が沿道大気質に与える影響の数値解析

高架橋の形状や排出が与える影響を解析するために図3に示す4ケースの計算を行った。なお、Baseケースは前述した再現計算と同じ計算である。沿道の歩行者への影響を想定し、国道43号線の歩道に該当する領域（歩行者呼吸域）におけるNO_x濃度でケース間の比較を行った。図4に歩行者呼吸域のNO_x濃度のBaseケースからの変化率を南西側と北東側それぞれ示す。SEケースはBaseケースよりわずかに小さいがほとんど差がなかった。これは高架橋の排出は歩行者呼吸域にほとんど影響を与えないことを示している。また、NV_SEケースはSEケースからさらに濃度が小さくなった。この結果から、高架橋がなくなると、汚染物質は拡散されやすくなることが分かった。NVケースはBaseケースよりNO_x濃度が大きくなった。これは高架橋道路分の排出を地上に移動させることで歩行者呼吸域のNO_x濃度が悪化したことを示している。つまり、高架橋は自動車排出を高所へ隔離することで歩行者呼吸域に届く汚染物質の量を減らすことができると分かった。図5に高架橋あり（Base、SE）と高架橋なし（NV、NV_SE）の11時の流れ場、図6に4ケースの11時のNO_x濃度分布をそれぞれ示す。高架橋の柱の間で風速が大きくなっている一方で、柱の風下では風速は小さくなり、高濃度帯が発生した。高架橋上に発生した渦の影響で高架橋からの排出は高架橋上に留まった。また、高架橋が存在することで汚染物質の上方への拡散が妨げられ歩行者呼吸域に悪影響を与えていた。

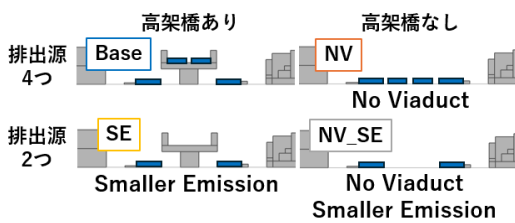


図3 計算ケース

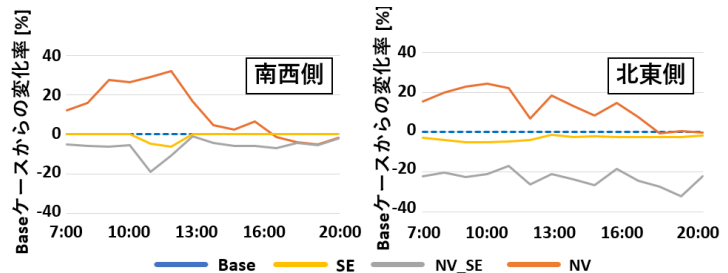


図4 歩行者呼吸域NO_x濃度のBaseケースからの変化率

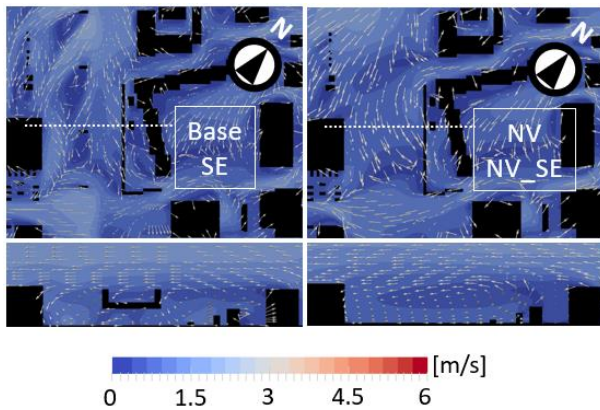


図5 流れ場 (11時 : z=1.3 m、y=73 m)

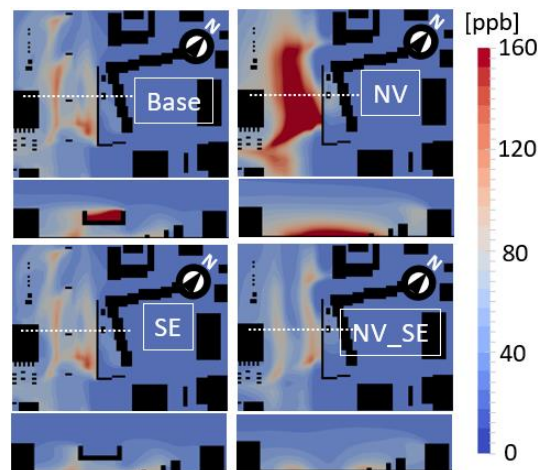


図6 NO_x濃度 (11時 : z=1.3 m、y=73 m)

4. 結論

本研究の結論を以下にまとめる。

- 本研究で使用したCFDモデルは高架橋のある幹線道路近傍の大気質を精度良く再現できた。
- 高架橋は道路上の汚染物質の拡散を妨げ、歩行者に悪影響を与えた。
- 高架橋からの排出は歩行者にほとんど影響を与えず、高架橋は汚染物質を隔離することで歩行者にとって良い影響を与えた。

本研究は実際の都市を対象にしているため一般性が足りないと考えられる。そのため、今後は他の都市を対象に研究を行うことがさらなる知見の獲得につながると考えられる。