

建物群落内における拡散現象に関する風洞実験
(その1 濃度場の測定)

正会員 ○ 老川進
孟 岩

建物密度、大気拡散、風洞実験

1.はじめに 近年、都市域の建物が密集した場合、高濃度の大气汚染物質(窒素酸化物:NOx)を排出するコージェネレーションシステム(熱電併給システム)の施設が建設され、建物近傍の大气汚染の問題が懸念されている。建物表面には空調の取入れ口があり、また、都市再開発ではホテル、オフィスビルや高層マンションなどが隣接して建設されている。このような場においては、高濃度の大气汚染物質が直接人体に取り込まれるのを避ける必要がある。しかし、こうした多くの建物が混在した都市域での拡散現象は十分に解明されていない。本研究は、都市域における建物近傍の拡散現象を明らかにするために、風洞にて建物密度を変化させ、濃度計測(その1)および流れ場の計測(その2)を行った。

2.実験方法 測定部が0.9H × 1.1W × 5.4 L(単位m)の大きさの風洞に一辺がH=8cmの立方体をダイヤモンド状に配置し、建物密度 ρ_z を4種(10,20,30,40%)変化させた(図1)。建物M1の屋根面中央にはトレーサガス放出口(内径:1/10H)を設けた。トレーサガスはエタンを排出し(排出速度6.5cm/s)、炭化水素計を用い120秒間のサンプリングを行った。濃度のデータは、建物高さの風速Uを用いた無次元化濃度 $C^*(=CUH^2/Q)$ で整理した。

3. 実験結果

3.1 濃度パターン 屋根面の拡散性状は、建物密度が小さな場合($\rho_z=10\%,20\%$)、排出源の上流側にもガスが輸送され上流点で濃度が検出されるのに対し、建物密度が大きくなると(30%以上)、上流側にはガスがほとんど検出されず、排出源の下流側に高濃度域が形成される(図2)。これは建物密度が小さい場合、建物前面に強い上昇流が形成され剥離が生じ、ガスは排出源の上流側に

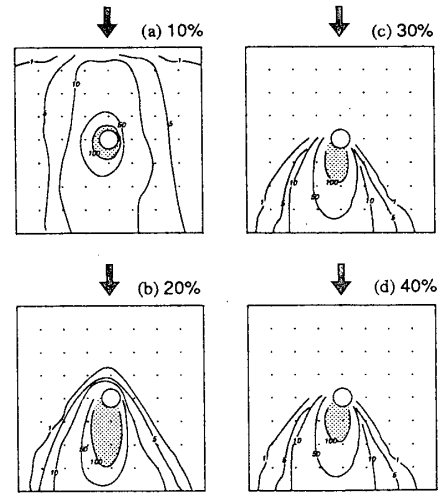


Fig.2 屋根面濃度分布

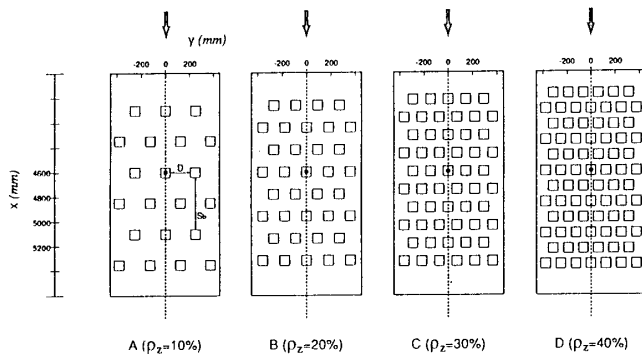


Fig.1 モデル建物の配置状況

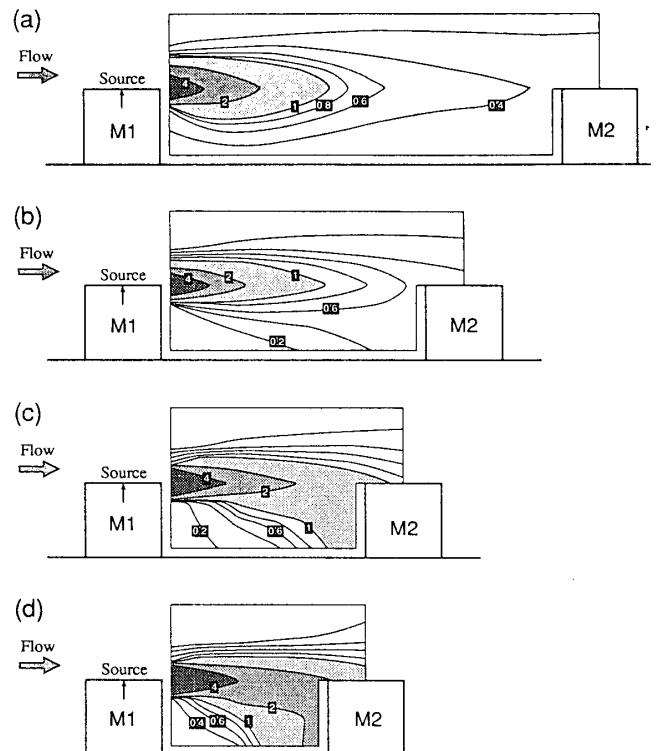


Fig.3 垂直断面濃度分布 (y/H=0)
(a)密度10% (b)密度20%(c)密度30% (d)密度40%

も輸送されるのに対し、建物密度が大きくなると、屋根面上に大きな剥離は生じず、ガスは直接排出源の下流側に流されそこで高濃度となることによる。図3には主流軸上の垂直断面濃度分布 ($y/H=0$)を示す。建物背後の高さ $z=H$ 近傍に高濃度域が形成されている。また、風下の建物M2の前面に高濃度域が現れる。これは、排出されたガスが風下の建物M2の前面に衝突することによる。

3.2 比較検討

(1)屋根面の濃度 図4には、屋根面上の濃度 ($y/H=0, z/H=1$)と風下距離との対応を示した。Wilson¹⁾の推定値(図中の太実線)は最大値を予測しているが、その近似度は低い。一方、屋根面のローカルな乱流強度を考慮し修正した²⁾Wilsonの式は、屋根面上の濃度性状をよく説明できる(図中の細実線)。

(2)排出源高さの濃度 図5には、排出源高さ ($z=H$)における中心軸上の濃度を示した。排出源建物直後の濃度性状は、初期拡散の影響を少し受けるが、その濃度は、Briggs³⁾の都市域の拡散パラメータを用いた正規型解析モデルにより近似的に推定(図中の実線)することができる。

(3)地表面濃度 図6には、立方体背後の中心軸上 ($y/H=0$)の地表面濃度 ($z=1/8H$)を示した。図中には建物による初期拡散効果を考慮したGifford⁴⁾の拡散パラメータを用いた値を示した(図中の実線)。建物密度10%は概ね合うが、密度が大きくなるとGiffordの値は過小評価となる。これは、建物群落内の流れパターンがGiffordの想定したものとは異なっていることによる。

地表面の最大濃度は、風下にある建物M2の前面に現れる(図6の矢印)。これは、排出されたガスが風下の建物M2の前面に衝突し、下降流により地表面へ向かって輸送されることによる。この場合、建物モデル前面の濃度分布は一様となり、地表面濃度が、上空の濃度

によって推定できる。このことにより地表面最大濃度は、Briggsの都市域の拡散パラメータを用いることによってほぼ評価することができる(図7)。

4. まとめ

都市域の拡散現象を検討するために、風洞にて建物密度を変化させ拡散場の測定を行った。その結果、建物密度の変化は、屋根面上の拡散性状および地表面ピーク濃度の出現位置を変化させることなどを明らかとし、それらの濃度は、簡易モデル式を用いて推定できることなどを示した。

参考文献

- 1)Wilson,D.J.: 1979, ASHRAE Trans., 85, 284-295.
- 2)老川、孟: 1995, 大気環境学会年会, 402.
- 3)Briggs, G.A.: 1973, ATDL Contribution File No.(Draft) 79
- 4)Gifford,F.A.: 1968, Meteorology and Atomic Energy

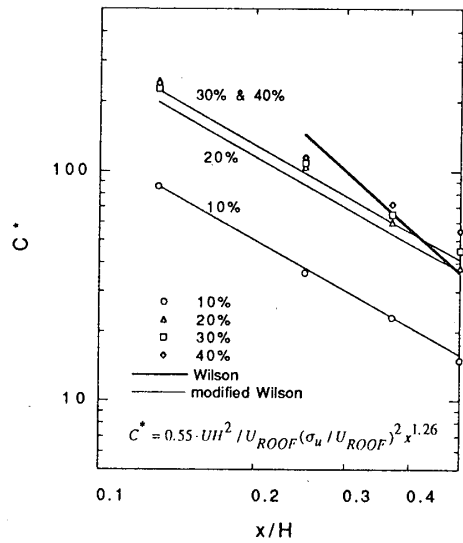


Fig.4 屋根面濃度($y/H=0, z/H=1$)

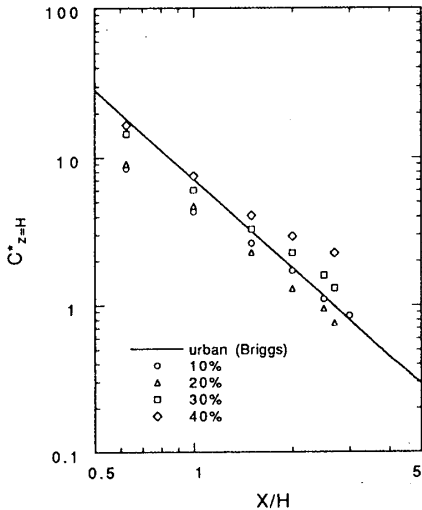


Fig.5 建物高さにおける風下濃度

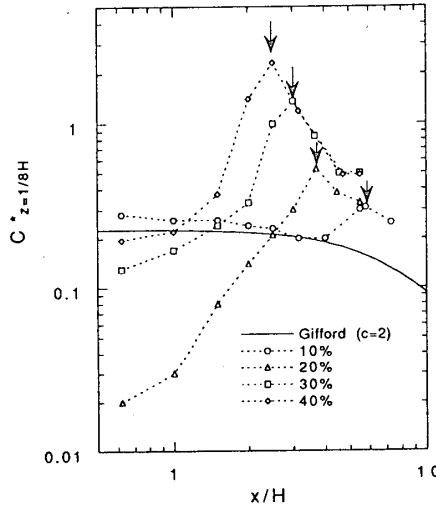


Fig.6 地表面高さにおける風下濃度

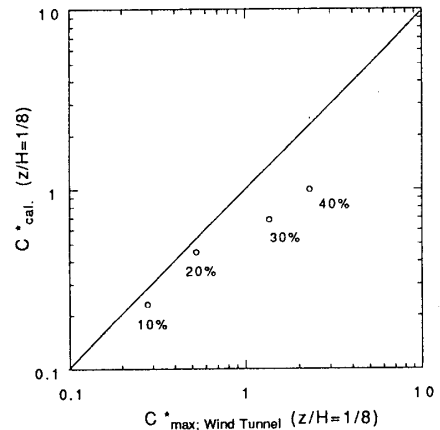


Fig.7 地表面最大濃度の比較