

建物ごく近傍の地表最大濃度の予測

○老川進*, 野津剛*, 嶋田健司*, 石原孟**

* 清水建設(株)技術研究所 ** 東京大学大学院工学系研究科

1. はじめに 建物近傍域のガス濃度拡散について、これまで建物からやや離れた風下域($3 < x/H < 10$; x : 風下距離, H : 建物高さ)では濃度予測式が提案¹⁾されている。しかしごく近傍域 ($x/H \leq 3$)については、これまでのところ定量的に評価できる適切な式はない。前報²⁾に続きごく近傍の地表の濃度について拡散に有効な容積を新たに提案し、これに基づく地表最大濃度の定式化を行った。

2. 風洞実験概要 実験は清水建設の回流式風洞を用いた($2.4\text{m}^H \times 2.6\text{m}^W \times 15.0\text{m}^L$)。建物モデルには高さ $H=8\text{cm}$ の直方体を用い建物の横幅 W を変化させた(奥行き $L=8\text{cm}$ 。横幅 $W=8, 16, 32, 48\text{cm}$ の4種)。建物模型は風に対して W が正対するように設置した(図1)。建物風下壁には内径 0.4cm のパイプを設置しエタンガス(C_2H_6)を窒素ガスと混合し排出した(排出源高さ hs : $0 \sim 16\text{cm}$)。エタン濃度の分析は炭化水素計を用いた(サンプリング時間 60秒)。流れは、縮尺 $1/400$ の気流を用い(べき指数 0.2 , 軒高の流れ方向乱流強度 17%)、建物高さの風速を $U=5.0\text{m/s}$ とした(排出速度比 $V/U=0.5$, V : 排出速度)。基本的なデータ整理には無次元化濃度 $C^*_{\text{H}_2}$ ($=CUH^2/Q$)を用いた (C : 測定点のガス濃度, Q : ガス排出量)。また、原点を建物風下壁面とし x 座標の正方向を流れ方向とした。

3. 実験結果 図2には、排出源高さ hs/H 変化による流れの中心軸上の地表濃度 $C^*_{\text{H}_2}$ ($W/H=2, z/H=1/8, y/H=0$)を示す。排出源高さが低くなるほど建物のすぐ風下に最大濃度が現れている。Gifford(1968)³⁾は、建物の影響を考慮した拡散パラメータを建物の正面投影面積 $A=(W \times H)$ に比例するとして $\sigma_y=(\sigma_y^2+cA/\pi)^{0.5}$ ($c=0.5 \sim 2$ の係数; σ_y は平坦地の拡散パラメータ; σ_z も同様)のように表した。図3に建物の近傍($0.5 \leq x/H \leq 3$)の地表濃度と排出源高さ hs/H との対応およびGiffordの拡散パラメータを正規型拡散式に代入した算定値を示した。図中の実線は $W/H=2$ (●印)のデータに対応するGiffordの予測式($c=0.5$)を示した。実験値より過小評価となる。他の W/H の算定値も同様に過小値となる。

ここで拡散に有効な容積 UA_e を新たに定義し無次元化濃度を $C^*_{A_e}$ ($=CUA_e/Q$)で表した。 A_e は、実験で得られた横方向と鉛直方向の拡散パラメータを乗じた値とした($A_e=\sigma_y\sigma_z$)。図4には、拡散パラメータと W/H の関係を示した。鉛直拡散パラメータ σ_z は建物下層データに対して正規分布を適合させるようにして求めた。図4を基に拡散パラメータを $\sigma_y=\sigma_z=0.4(W/H)^{0.5}$ で近似する($0.5 \leq hs/H \leq 1.25$)。図5には排出高さ hs/H と $C^*_{A_e}$ との関係を示す。 $C^*_{A_e}$ は排出高さ $hs=1.25H$ より低い場合、概ね一定の値となる。また、その値は W/H が大きいほど高い値を示す。この地表濃度($hs/H=0.5 \sim 1.25$)を W/H 毎に平均したものを図6の●印で示した(エラーバー: 最大値と最小値)。 $C^*_{A_e}$ の最大値は W/H の増加とともに増え、 $C^*_{A_e}=0.25+0.05(W/H)$ で表せる。図7には各 W/H における建物のごく近傍の地表最大濃度の実験値 $C^*_{\text{H}_2}$ (Wind Tunnel) と計算値 $C^*_{\text{H}_2}$ (Cal.) を比較した。図中の●印は本報告による予測値を、○印はGiffordのパラメータを用いた値を表す。Giffordの予測値は過小評価となるが、本予測式 ($C^*_{\text{H}_2}=1.5/(W/H)+0.3$)は概ね建物ごく近傍の地表最大濃度を予測している。

4. まとめ 排出高さ hs/H と建物の幅 W/H を変化させ建物風下のごく近傍における($0.5 \leq x/H \leq 3$)地表の濃度性状を風洞実験により検討した。その結果、新たに拡散有効容積 UA_e ($A_e=\sigma_y\sigma_z$)を定義することにより、低排出源($0.5 \leq hs/H \leq 1.25$)の無次元化濃度 $C^*_{A_e}$ ($=CUA_e/Q$)は建物幅 W/H 毎に一定値となることを示し地表最大濃度の予測式を提案した。

文献 (1)Huber, A.H. and Snyder, W.H. (1976) 3rd Symposium on Atmospheric Turbulence Diffusion and Air Quality (2)野津ら (2002) 大気環境学会年会 (3)Gifford, F.A. (1968) Meteorology and Atomic Energy, Chapter 3, in Slade, D.H. (Ed.)

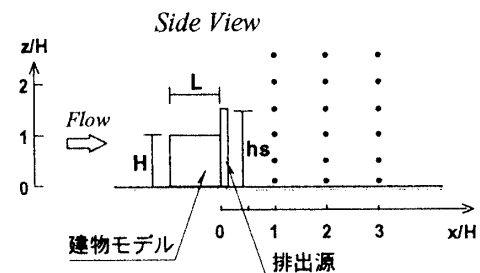
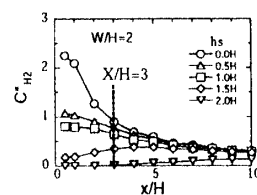
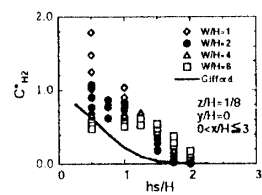
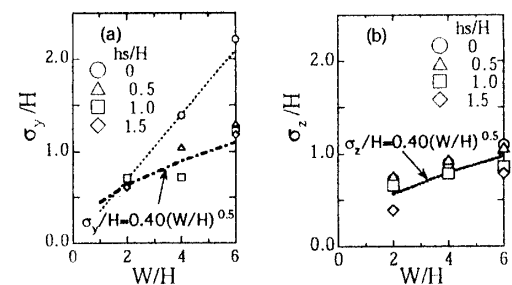
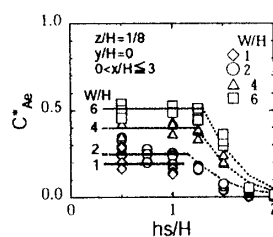
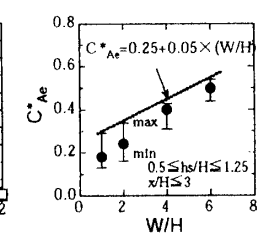
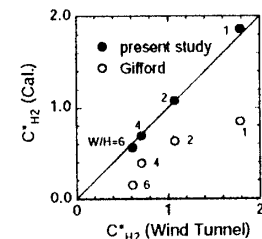


図1 建物モデルおよび排出源の配置

図2 排出源高さ変化と地表濃度 $C^*_{\text{H}_2}$ ($W/H=2$)図3 排出源高さ変化と地表濃度 $C^*_{\text{H}_2}$ の変化図4 拡散パラメータ ($x/H=2.0$)

(a) 横方向 (b) 鉛直方向

図5 地表濃度 $C^*_{A_e}$ と hs/H ($0.5 \leq x/H \leq 3$)図6 W/H 変化と地表最大濃度 ($x/H \leq 3, 0.5 \leq hs/H \leq 1.25$)図7 地表最大濃度の実験値と予測値 ($x/H \leq 3, 0.5 \leq hs/H \leq 1.25$)