(財)電力中央研究所	正会員	佐藤	步
(財)電力中央研究所		佐田国	≱—

1. はじめに

大気に係る環境影響評価においては,汚染物質の時間平均濃度が対象とされている。一方,可燃性ガスや 毒性ガスを取り扱う化学プラント等でのガス漏洩事故に対する安全対策の観点からは,時間平均値だけでな く瞬間的に生じる高濃度を評価することが重要である。また,プラントでの事故時においてはガス漏洩源周 辺に建物が存在する場合が多いと想定されるため,その影響を考慮することが必要となる。本研究では,従 来,建物影響を評価するための風洞実験で広く用いられてきた単純な形状の立方体模型に加え,より実プラ ントに近い配管が露出したような構造物を模擬した模型を用いた風洞実験を行い,その周辺におけるガス拡 散挙動や最大濃度の分布特性を明らかにした。

2. 実験方法と実験装置

実験は測定部長さ 20m,幅 3m,高さ 1.5mの拡散実験用 風洞を用いて行った。建物模型には一辺が H=0.2m の立方 体および配管系を模擬した模型を使用した。配管系を模擬 した模型は複数本の木製円柱により構成した。建物模型は テストセクション入口から 4m下流位置の風洞床面中央に 模型前面が流入気流に対して直角になるように設置した。 トレーサガスの放出源は建物屋根面中央に設置し,放出速 度は風洞主流風速(U=2.0m/s)と等速に設定した。濃度の測 定には,高応答性の全炭化水素分析計((株)テクニカ社製 THC-2A)を使用した。この装置は小型のサンプリングへ ッドを風洞内の測定点近傍に設置し,その先端に取り付け た微細な金属チューブを通じてサンプリングガスを高速で吸引 する仕組みとなっている。本装置により測定点から濃度を検出 する燃焼室までの距離を通常の FID 型濃度測定システムに比べ 格段に短くすることができ、かつ高周波成分に至るまでの瞬間 濃度の測定が可能となる。なお,データのサンプリングは測定 ごとに 2ms 間隔で 40 秒間行った。図-1 に濃度測定システムの 概要を示す。

3. 実験結果と考察

建物後流域におけるプルーム中心軸断面の平均濃度(平均濃 度は煙源強度と風速を用いて無次元化している)分布を図-2 に 示す。立方体建物後方では,風下近傍の逆流域にプルームが取 り込まれることにより鉛直方向に大きく拡散され,プルームは 地表付近まで広がっている。また,風下距離の増加に伴い,濃 度が最大となるプルーム中心軸高さが下降していることが分か



図-1 濃度測定システム



大気拡散,風洞実験,濃度変動,建物影響,確率分布関数

〒201-8511 東京都狛江市岩戸北 2-11-1, 電話:03-3488-0911, FAX:03-3488-1942

る。一方,配管系建物の風下近傍では濃度は上空のみで検出さ れており,建物後方へのプルームの巻き込みは見られない。ま た、プルームの広がり幅も立方体に比べて小さいことが分かる。 風下距離の増加に伴い,配管系建物後方でもプルームの着地が 見られるようになるが、プルーム中心軸は上空にとどまる。こ れは風上側の屋根面前縁での気流の剥離に伴う乱れが立方体建 物に比べて小さく、また内部を通過する気流の影響により建物 直後への気流の巻き込みが生じないため、漏洩ガスの地表方向 への移流・拡散が抑制されるためと考えられる。平均濃度に対 する濃度の標準偏差の比を濃度変動強度と定義し、その鉛直分 布を図-3 に示す。立方体建物風下の濃度変動強度は建物高さ以 下 z/H 1.0 で一定,上空に従い増加する分布を示す。一方,配 管系建物風下ではプルーム中心付近で最小,プルーム端で最大 となる逆ガウス分布を示す。立方体建物の建物高さ以下や配管 系建物のプルーム中心軸付近では,常に濃度が検出され平均濃 度の絶対値が大きいため濃度変動強度は小さくなる。立方体建 物高さ以下の濃度変動強度が1以下の一定値を示すことから, 建物後方に取り込まれたプルーム内の濃度が一様に混合されて いると推察される。これに対し,プルーム端では周囲の空気と の混合が活発になり濃度の標準偏差が相対的に増大するため濃 度変動強度は増加すると考えられる。次に、プルーム内におけ る濃度変動の出現頻度を検討するため確率分布関数 P(c)を求め た。図-4に x/H=2.5の建物高さにおける濃度の確率分布を示す。 横軸は平均濃度で無次元化した瞬間濃度、縦軸は高濃度域に着 目するため 1-P(c)を対数表示した。建物後方の分布はいずれも 良く似た分布を示し,図中に示した建物なしの分布と比較する と、建物影響により高濃度の出現頻度が減少し、また平均値の 3 倍以上となるような高い濃度は出現しないことが分かる。縦 軸が 1-P(c)=0.01 となる(すなわち高い方から時間割合にして 1%を占める)濃度を最大濃度と定義すると,その値はいずれも 凡例に記した濃度変動強度の値と良く対応しており,濃度変動 強度の増加に従い平均濃度に対する最大濃度の比も増加する。



1-P(c)

濃度変動強度と最大濃度比 図-5

プルーム内の他の測定点に関しても最大濃度を算出し,濃度変動強度に対する最大濃度/平均濃度をプロッ トしたものを図-5 に示す。建物の形状に係わらず,いずれの風下位置においても最大濃度/平均濃度は濃度 変動強度の5倍程度の値を示す結果が得られた。立方体後流域の濃度変動強度が約0.4~0.5の一定値を示す (図-3)ことと合わせると、この領域での最大濃度は平均濃度の2~3倍程度となることが分かる。 4. まとめ

立方体建物および配管系で構成される建物からのガス漏洩を模擬した風洞実験を行い,建物周辺のガス拡 散挙動を明らかにし,最大濃度を評価した。配管系建物では屋根面から漏洩したガスの建物直後の地表付近 への拡散は抑制され、またプルーム中心軸の下降もみられない。平均濃度に対する最大濃度の比は建物の形 状に関係なくプルーム内で常に濃度変動強度の約5倍の値を示すことから,立方体建物の後流域における最 大濃度は平均濃度の2~3倍程度となる。

-249-