

ドライエリアにおける風速分布、ガス拡散性状に関する風洞実験

正会員 ○高橋岳生^{*1} 同 加藤信介^{*2}
同 ト 震^{*3} 同 黄 弘^{*4}

風洞実験 ドライエリア 風速分布 ガス拡散

1. 序

ドライエリア (空堀) は地下室面の開口部に面して設けられ、地下室の採光、通風、換気の為に重要な空間である。近年、地下室の役割が多様化するとともに、地下室は居室としての快適性、安全性が求められるようになった^{文1)}。

空堀のような上部が開放された空間の換気性状には不明点が多く、換気性状の明確な判断基準や評価手法についての研究はあまりされていない。そこで、本報では風洞実験により空堀内の風速分布と地下居室からガスが放出された場合を想定した空堀内の汚染質拡散性状について検討した。次報その2では、空堀および地下居室内部の換気性状について検討した。

2. 実測概要

2.1 実験方法 1) 風洞 幅2.2m、高さ1.8m、長さ16.5mの境界層風洞。2) 境界層 $U \propto Z^{1/4}$ とする (図1)。3) 実験模型 空堀の深さ(H)100mm、幅(W)100mm、奥行き(L)200mmを基本形状とする。模型を図2に示す。4) 測定器 風速測定はSplit-fiber型の熱線風速計、ガス濃度測定はFIDによる。5) ガス発生点 エチレン (11900ppm) をトレーサーガスとし、空堀壁面の4点より総量4.0 cc/sを供給する。6) 風洞風速 建物高さに相当する位置(Z=200mm)の風速を基準とする。風速測定時5.7m/s、濃度測定時1.3 m/sである。7) 実験種類 表1に示す。

3. 実験結果

3.1 風速分布 3.1.1 空堀幅(W)に関する検討(図3、4)

中央鉛直断面について検討する。Case1、Case2では主流に沿って大きな循環流が一つ存在するが、Case3、Case4にはそれとは別に右下側に循環流とは逆向きの大きな渦が存在する。Case1、Case2では壁面に沿った風速は0.7前後と大きい。空堀幅が小さくなるに従い風速は小さくなり Case4では空堀上部でも0.2程度、底部では極めて小さくなる。乱流エネルギーはいずれのCaseも地上との混合層近くで0.5程度を示し、勾配も大きい。空堀中心では0.03程度を示す。

3.1.2 地上建物の影響に関する検討 (図5、6、7) 建物の前面に空堀がある Case5では建物に当たった風が空堀内に吹き下ろし、空堀内に強い循環流を引き起こす。また、建物側方に吹き下ろす流れに吸い込まれるように空堀内の風は流出する。空堀が建物の後流域にある Case6では建物頂部を越えた流れと側方を回り込んだ流れが逆流となり、空堀内に反時計回りの循環流を作り出す。風速はCase5がCase6の約2倍となる。乱流エネルギーはCase5では地上との混合層で1.0前後、空堀

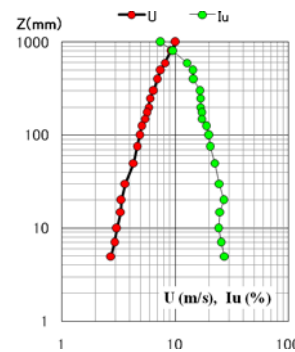


図1 鉛直風速分布、乱れの強さ

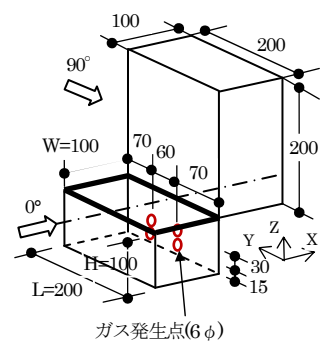


図2 模型

表1 実験種類

Case	空堀寸法	風向	測定項目		備考
			風速	濃度	
1	W=H=100, L=200	0°	○	○	建物なし
2	W=0.7H, H=100, L=200	"	○	○	"
3	W=0.5H, H=100, L=200	"	○	○	"
4	W=0.3H, H=100, L=200	"	○	○	"
5	W=H=100, L=200	"	○	○	風下側に建物
6	"	180°	○	○	風上側に建物
7	W=H=100, L=200	90°	○	○	建物なし
8	W=H=L=100	0°	○	○	"

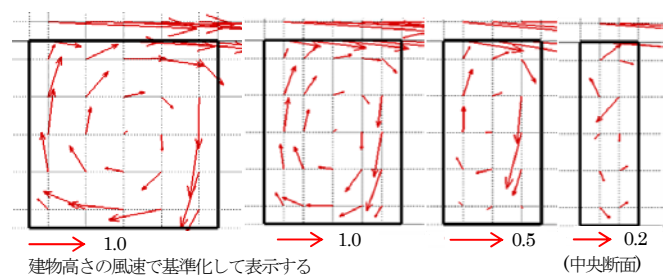


図3 風向・風速ベクトル分布 (空堀のみの場合)
各図の単位ベクトルの長さは異なる。

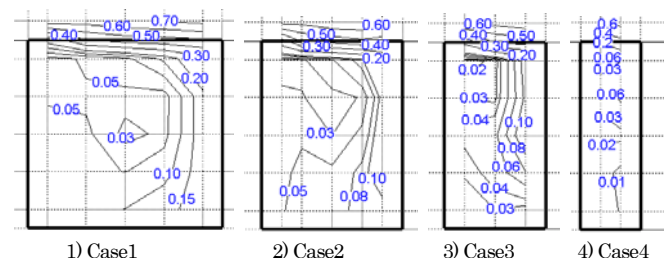
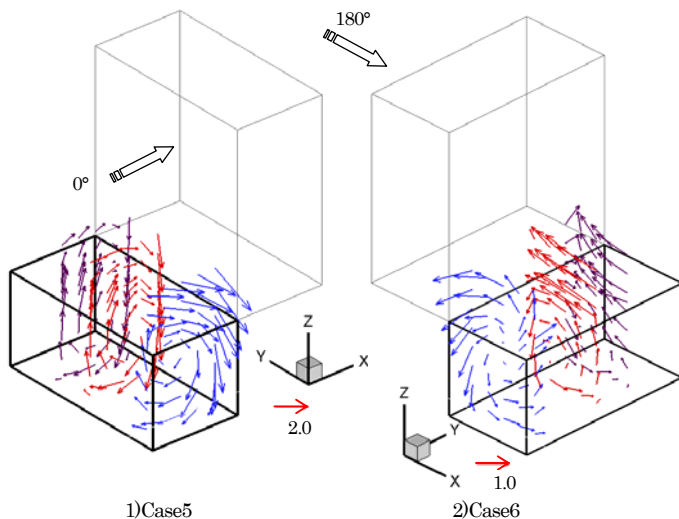


図4 乱流エネルギー分布 (空堀のみの場合)



1) Case5
図5 風向・風速ベクトル分布 (建物あり)
なお、各図の単位ベクトルの長さは異なる。

内中央で 0.8 と大きく、建物なしに比べ、20～30 倍大きい。
Case6 では地上との混合層で 1.0～2.0 を示すが、空堀中央では 0.3 程度となる。

3.1.3 風向に関する検討 (図4、8) Case7 と Case1 では風速分布に差はないが (図省略)、主流に沿う混合層が発達し、Case7 の乱流エネルギーは Case1 の 2 倍程度となる。

3.1.4 空堀の奥行き (L) に関する検討 (図8) Case1 と Case8 (Case1 の 1/2 の奥行き) では風速、乱流エネルギーとも差はなく、奥行きの影響は中央断面では殆どない。

3.2 濃度分布 3.2.1 空堀幅に関する検討

Case1 では循環流によって、ガスは風上側に運ばれ、空堀中央の濃度が高い^{注1)}。Case2、3 では発生口下部の濃度が高い。空堀幅が小さくなるほど無次元濃度は高くなり、風速が最も小さい Case4 では Case1 の約 10 倍の無次元濃度を示す。

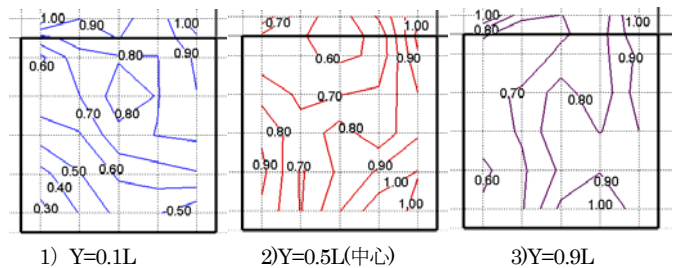
3.2.2 地上建物の影響に関する検討 建物があるとガスの拡散性が高くなる。Case5 は Case1 の約 1/5 の濃度になる。Case6 ではガスが発生口の下に溜まりやすい。Case6 は Case5 の 3 倍程度の濃度となった。

4. 結論

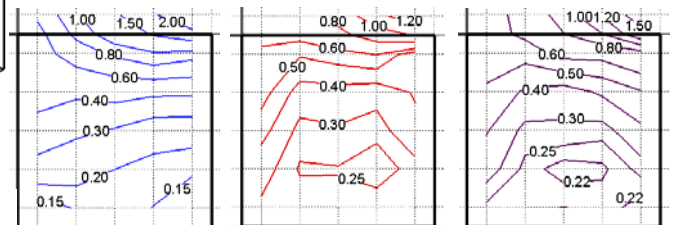
1) 空堀幅が減少するに従い渦運動が弱くなり、それによって空堀内部の平均濃度が高くなる。空堀の換気性状には空堀の幅が大きく影響することが分かった。2) 中央断面の風速分布には空堀の奥行きの影響は殆どない。3) 地上建物が空堀の風速分布、換気性状に及ぼす影響は大きい。

参考文献 1) 伊藤、奥田「住宅地下室の現状分析—ドライエリアの特性と役割—」、日本建築学会大会学術講演梗概集、1994 年 9 月

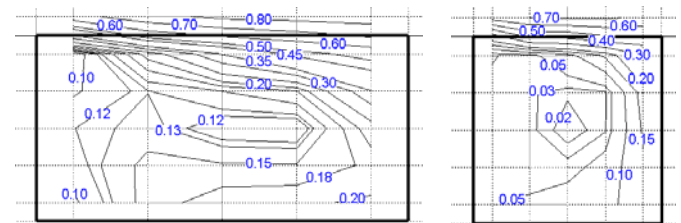
注 1) 表示している中央断面にガス発生口は含まれない。そのため発生口近くが高濃度表示にはなっていない。



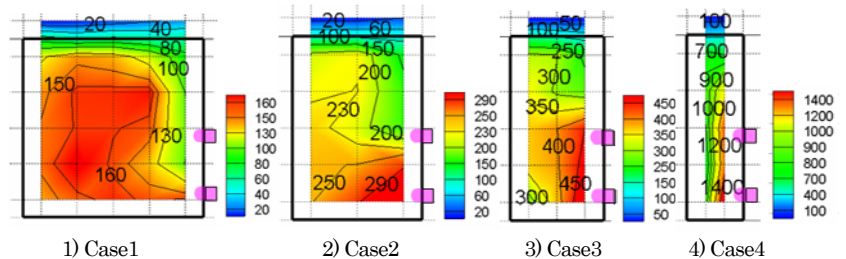
1) Y=0.1L 2) Y=0.5L(中心) 3) Y=0.9L
図6 乱流エネルギーの分布 (Case5)



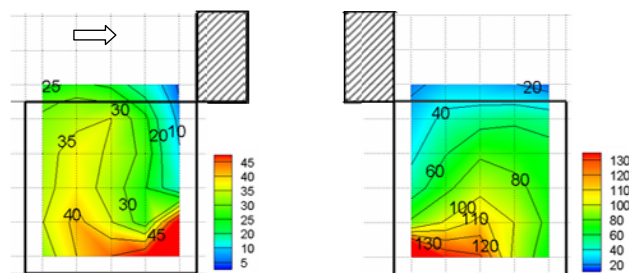
1) Y=0.1L 2) Y=0.5L(中心) 3) Y=0.9L
図7 乱流エネルギーの分布 (Case6)



1) Case7 2) Case8
図8 乱流エネルギーの分布



1) Case1 2) Case2 3) Case3 4) Case4



5) Case5 6) Case6

図9 無次元濃度 C^* の分布

$$C^* = C/C_0 = C/(Q/(U_{Hb} \times H_b^2))$$

ここで、 C^* : 無次元濃度、 C : 測定濃度(ppm)
 C_0 : 代表濃度(ppm)、 U_{Hb} : 建物高さの風速(m/s)
 Q : ガス発生量(m³/s)、 H_b : 建物高さ(m)

謝辞 本研究は、文部科学省の安全・安心科学技術プロジェクト「有害危険物質の拡散被害予測減災対策研究」(研究代表 加藤信介) の一環として実施した。関係各位に対し、ここに記して謝意を表します。

* 1 東大生研 技術専門員
* 2 東大生研 教授、工博
* 3 東大 大学院
* 4 東大生研 助教、博(工)

* 1 Senior Technical Support Specialist, Institute of Industrial Science, Univ. of Tokyo
* 2 Professor, Institute of Industrial Science, Univ. of Tokyo, Dr. Eng.
* 3 Graduate Student, Univ. of Tokyo
* 4 Research Associate, Institute of Industrial Science, Univ. of Tokyo, Dr. Eng.