

(2) ワニス槽から発生する有機溶剤の濃度分布の解析結果

まず、ワニス槽にワニスが入っている状態で、有機溶剤蒸気がどのような分布を示すかを CFD 解析で確認することにした。

ワニスには、キシレンが約 50%、トルエンが約 25%、その他の成分が約 25%含有されていた。工業用キシレンは、オルト、メタ、パラの 3 種類の異性体とエチルベンゼンが含まれており、今回の作業環境測定の実験結果でもこれらが気中から検出されていた。そこで、解析を単純化するために有機溶剤濃度はトルエンについてのみ解析を行うこととした。

作業場の気温の 20℃の時のトルエンの蒸気圧は、「第 1 章 国内の作業環境測定結果と EASE モデルに基づく露推定値の比較のためのデータベースの作成およびその比較」にある Antoine 式及び Antoine 定数から計算して、21.94mmHg を得た。ワニス中の揮発成分はトルエン及びキシレンのみであり、かつ、Raoult 則が成り立つとすると、トルエンの分圧は 8.03mmHg と算出された。

ワニス槽は、幅 55cm×長さ 95cm×高さ 56cm の容器が 2 槽設置されており、1 槽あたりのワニス液面積は、0.5225m² と算出された。

「第 5 章 有機溶剤の蒸発速度」にある有機溶剤の蒸発速度の推定式

$$\text{蒸発速度 (mol/m}^2\text{/min)} = 0.002 \times \text{蒸気圧 (mmHg)} + 0.039$$

にトルエンの分圧及びワニス液面積を入れ、1 槽あたりのトルエンの蒸発速度は 2.65g/min と算出された。

ワニス槽からのトルエンの蒸発速度を Flow Designer の気流の解析条件に追加し、定常解析を行った床上 0.9m におけるトルエンの濃度分布のシミュレーション結果を図 66 に示した。

ワニス槽から発生したトルエン蒸気は、局排に吸引され作業場内に広く拡散することがないというシミュレーション結果であった。

(3) 液きり・自然乾燥時に発生する有機溶剤の濃度分布の解析結果

コイル (表面積 302cm²) 60 個及びコイルが入ったかご (幅 46cm×長さ 86cm×20cm) の合計表面積は 2.06m² であったので、ワニス槽から上げたばかりのトルエンの蒸発速度を(2)と同様に推定すると、10.4g/min と算出された。

それぞれのワニス槽の上にコイルが入ったかごのモデルを置き、トルエンの蒸発速度を Flow Designer に入力して定常解析を行った床上 0.9m におけるトルエンの濃度分布のシミュレーション結果を図 67 に示した。

ワニス槽からトルエン蒸気が発生したときと同様に、トルエン蒸気は局排に吸引され、作業場内に広く拡散することがないというシミュレーション結果であった。

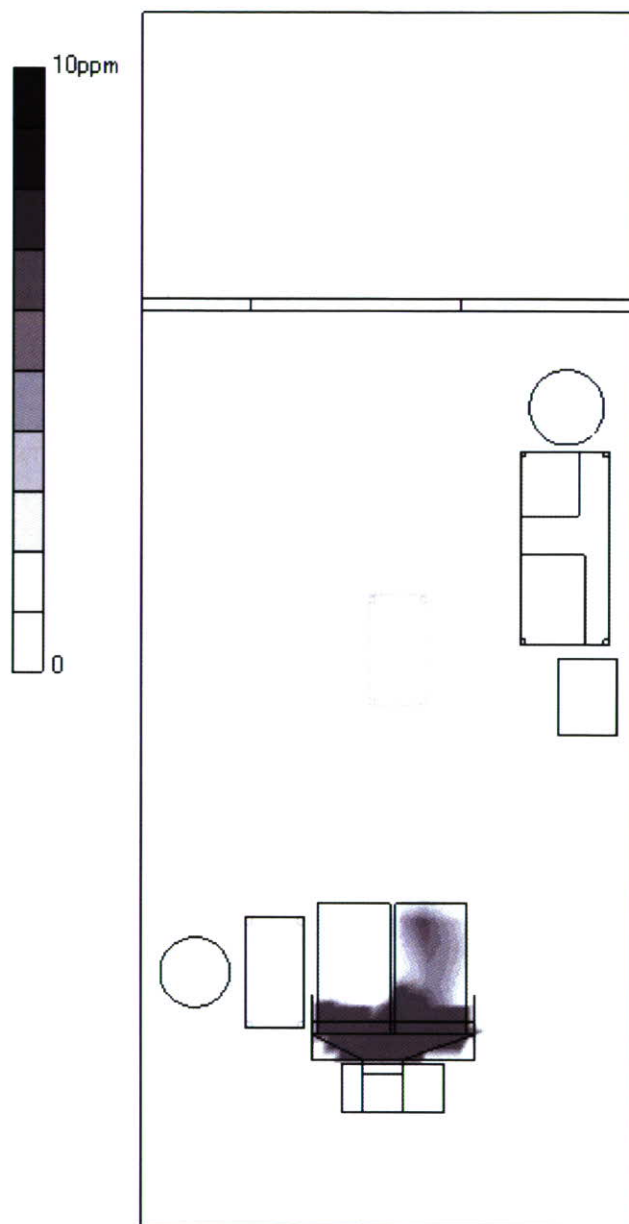


図 66 発生源がワニス槽のみのときの床上 0.9mにおけるトルエンの濃度分布のシミュレーション結果

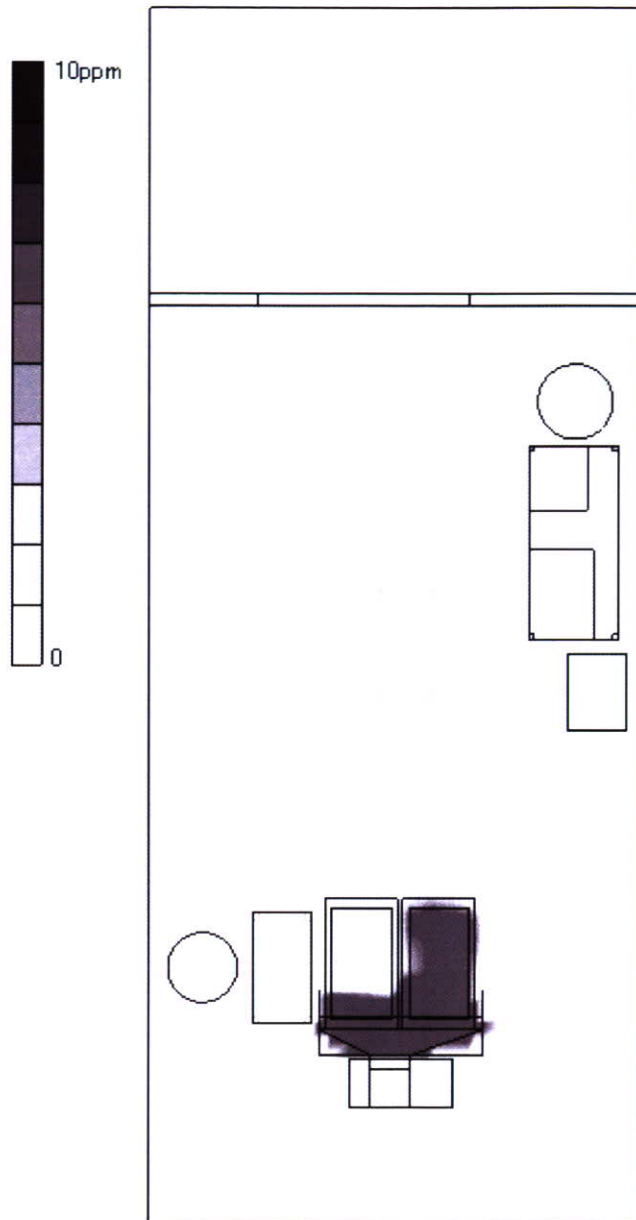


図 67 発生源がワニス槽及び液きり・自然乾燥中のコイルを入れたかごのときの
 床上 0.9mにおけるトルエンの濃度分布のシミュレーション結果

(4) コイルの入ったかごを作業場外に移動したときに発生する有機溶剤の濃度分布の解析結果

液きり・自然乾燥後のコイルが入ったかごを別の作業場に移動させるときに、約3分間作業場の中央付近に置いた。約30分間の液きり・自然乾燥後のトルエンの蒸発速度を推定するために(2)及び(3)で使用した推定式は、表面積が一定で対象溶剤のモル分率が変わらないことが前提条件であるため、使用することはできないが、厳しい条件となる液きり開始直後の蒸発速度 10.4g/min でトルエンが発生したとして気中トルエン濃度を CFD 解析により求め、実測値と比較することにより、トルエンの蒸発速度を推定することとした。

実測値は、VOC モニターによるリアルタイム連続測定により求めた液きり・自然乾燥後のコイルが入ったかごを作業場の中央付近に移動させたときのトルエン濃度平均 5.5ppm とそれ以外の時のトルエン濃度平均 1.1ppm との差の 4.4ppm と考えた。

気流について定常解析した後に、作業場の中央付近に置いた発生源からトルエンが 10.4g/min で3分間発生するとし非定常解析した VOC モニター位置におけるトルエン濃度の解析結果は、3分間の平均濃度で 139ppm であった。この結果からトルエンの蒸発速度を 0.33g/min (10.4g/min×4.4ppm/139ppm) として、コイルの入ったかごを作業場外に移動したときのトルエンの濃度を再度非定常解析した。かごを作業場中央付近に移動させて3分経過した後の床上 1.2m におけるトルエンの濃度分布のシミュレーション結果を図 68 に示した。

作業場中央に置かれた発生源であるかごから3分間トルエンが発生し、その後かごが作業場の外に移動された3分後までの VOC モニター位置におけるトルエン濃度の解析結果を経時的にプロットし、図 69 に示した。作業場中央付近のかごからトルエンが発生したおよそ1分後には、ほぼ一定の濃度に達し、作業場外に発生源を移動させると速やかにトルエン濃度が低下するという実測データに近いトルエン濃度の変動傾向が CFD 解析結果でも得られた。

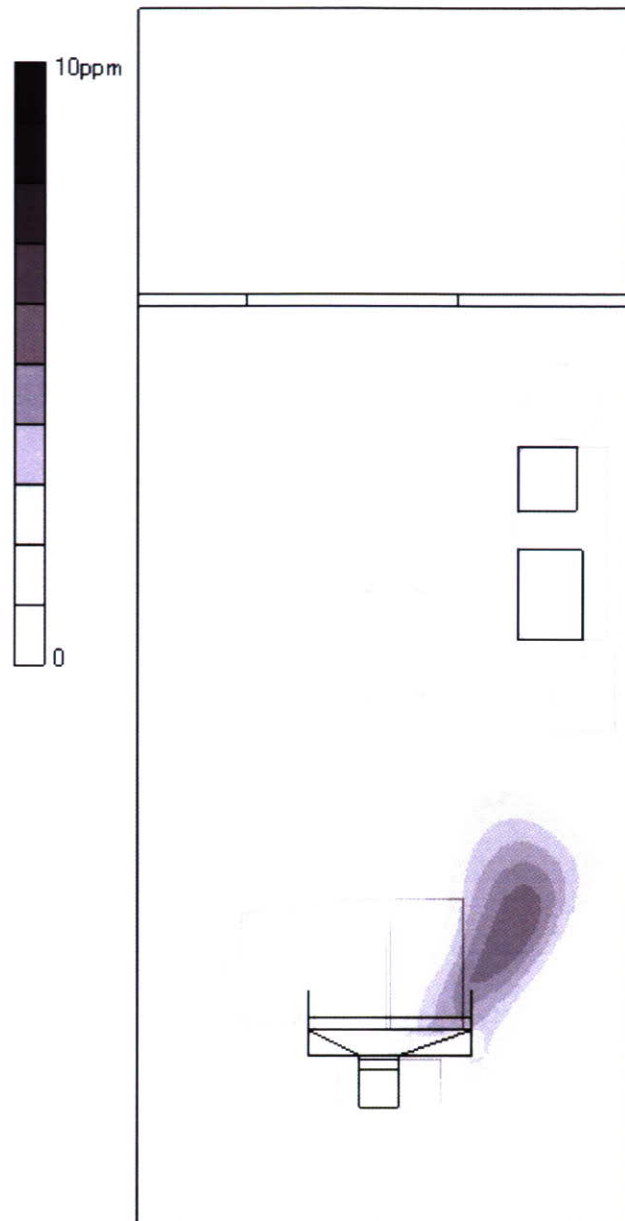


図 68 液きり・自然乾燥後のコイルを入れたかごを作業場の中央付近に置いたときの
 床上 1.2mにおけるトルエンの濃度分布のシミュレーション結果

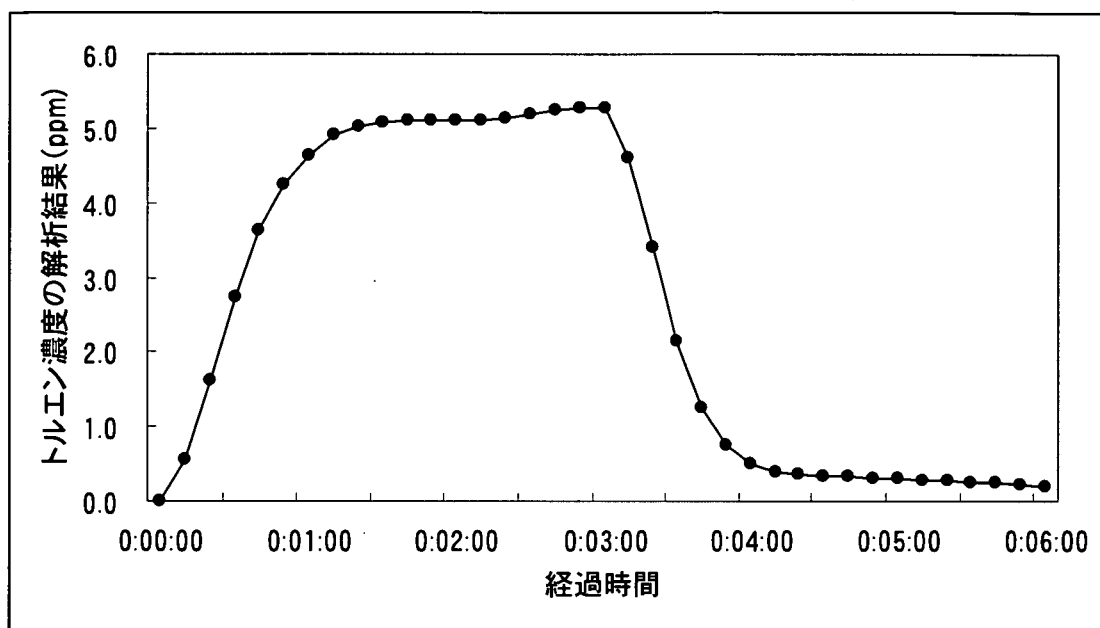


図 69 液きり・自然乾燥後のコイルを入れたかごを作業場の中央付近に 3 分間置いたときの VOC モニター位置におけるトルエンの濃度のシミュレーション結果

4 出入口を開放したモデル実験場での測定結果と CFD 解析結果

4.1 出入口を開放したモデル実験場のトルエン濃度の測定結果

モデル実験場の各測定点の測定結果及びトルエンの蒸発速度を表 12 に示した。

トルエンは、発生源から排気口に向かって広がる分布をしていたが、排気口に向かって左側に偏った分布をしていた。また、排気口の反対方向にも、わずかではあるが、トルエンが分布していた。

表 12 モデル実験場の各測定点のトルエン濃度の測定結果とトルエンの蒸発速度

測定点No. 高さ	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
1.5m	1.59ppm	0.64ppm	0.53ppm	2.66ppm	1.00ppm	0.72ppm
1.2m	1.91ppm	0.79ppm	0.59ppm	3.97ppm	1.09ppm	0.61ppm
0.9m	2.34ppm	1.15ppm	0.89ppm	4.56ppm	1.55ppm	0.87ppm
測定点No. 高さ	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11	蒸発速度
1.5m	2.30ppm	0.49ppm	0.49ppm	0.63ppm	0.54ppm	218mg /min
1.2m	2.89ppm	0.59ppm	0.50ppm	0.93ppm	0.74ppm	
0.9m	2.79ppm	0.86ppm	0.51ppm	0.87ppm	0.99ppm	

4.2 出入口を開放したモデル実験場の CFD 解析結果

(1) トルエン濃度の CFD 解析結果

モデル実験場内のみを解析範囲としたときの各測定点におけるトルエン濃度の解析結果のうち、濃度の高い 6 測定点における繰返し計算回数が 1000 回、2000 回、3000 回、4000 回でのトルエン濃度解析結果の変化を図 70 に示す。

繰返し計算回数 1000 回でトルエン濃度の解析結果は、ほぼ収束していた。

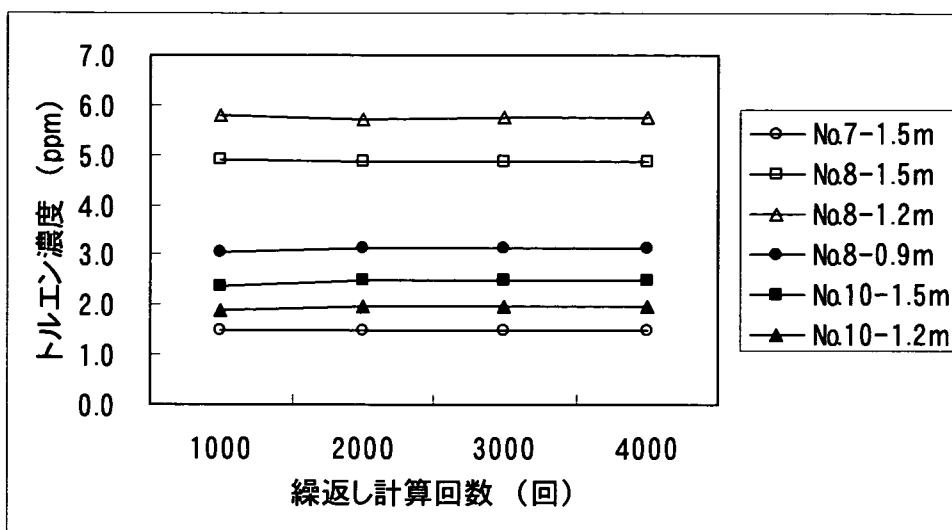


図 70 モデル実験場内のみを解析範囲としたときの繰返し計算回数とトルエン濃度の解析結果（濃度上位 6 測定点のみ）

モデル実験場の外側も含めて解析範囲としたときのモデル実験場の周囲に空気が自然流入する条件のときの各測定点におけるトルエン濃度の解析結果のうち、濃度の高い 6 測定点における繰返し計算回数が 1000 回、2000 回、3000 回、4000 回でのトルエン濃度解析結果の変化を図 71 に示す。

繰返し計算回数 3000 回でトルエン濃度の解析結果は、ほぼ収束していた。

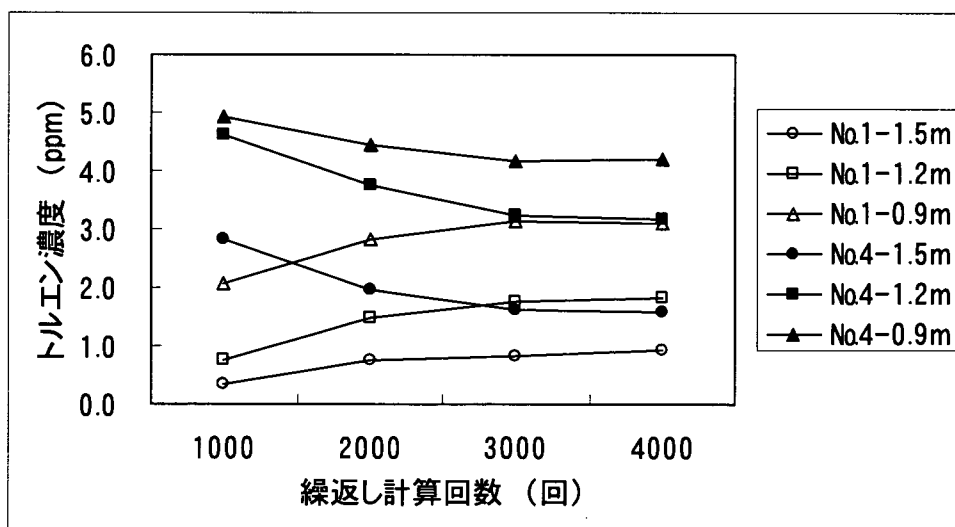


図 71 モデル実験場外も含めて解析範囲としたときの繰返し計算回数とトルエン濃度の解析結果（空気自然流入、濃度上位 6 測定点のみ）

モデル実験場の外側も含めて解析範囲としたときのモデル実験場の外側に強制的に給気する条件のときの各測定点におけるトルエン濃度の解析結果のうち、濃度の高い 6 測定点における繰返し計算回数が 1000 回、2000 回、3000 回、4000 回でのトルエン濃度解析結果の変化を図 72 に示す。

繰返し計算回数 2000 回でトルエン濃度の解析結果は、ほぼ収束していた。

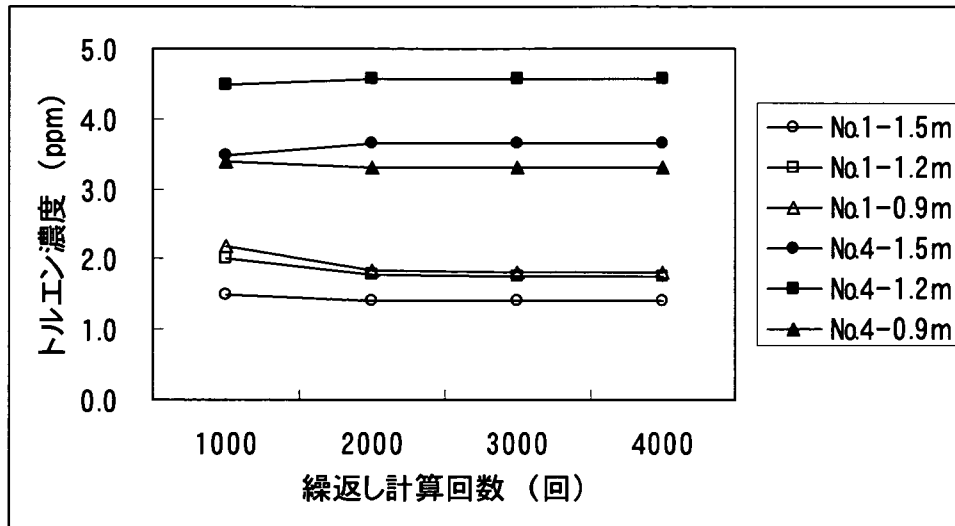


図 72 モデル実験場外も含めて解析範囲としたときの繰返し計算回数とトルエン濃度の解析結果（空気強制給気、濃度上位 6 測定点のみ）

3 種類のどの解析方法でも、繰返し計算回数 4000 回ではモデル実験場の各測定点におけるトルエン濃度の解析結果はほぼ収束していたので、これを CFD 解析のトルエン濃度の解析結果として、表 13 に繰返し計算回数 4000 回の際の各測定点の解析結果を示す。また、床上 1.5m、1.2m 及び 0.9m におけるトルエンの濃度分布の解析結果を解析方法の種類ごとに図 73 から図 81 に示す。

表 13 モデル実験場における各測定点の解析方法ごとのトルエン濃度の解析結果

		トルエン濃度解析結果(ppm)		
解析範囲		実験場内のみ	実験場外を含む	実験場外を含む
解析時の給気口		自然流入(出入口)	自然流入(周囲の壁)	強制給気(排気口の裏)
測定点No.	高さ(m)			
1	1.5	0.82	0.92	1.40
	1.2	0.85	1.81	1.75
	0.9	0.87	3.10	1.82
2	1.5	0.74	0.03	0.23
	1.2	0.77	0.02	0.21
	0.9	0.81	0.01	0.17
3	1.5	0.55	0.06	0.30
	1.2	0.57	0.06	0.31
	0.9	0.50	0.05	0.32
4	1.5	1.22	1.60	3.64
	1.2	1.91	3.18	4.57
	0.9	1.12	4.21	3.30
5	1.5	0.95	0.02	0.13
	1.2	1.02	0.03	0.09
	0.9	1.03	0.03	0.04
6	1.5	0.64	0.05	0.30
	1.2	0.57	0.05	0.30
	0.9	0.42	0.03	0.27
7	1.5	1.51	0.02	0.37
	1.2	1.38	0.01	0.18
	0.9	0.99	0.01	0.06
8	1.5	4.88	0.03	0.26
	1.2	5.75	0.01	0.18
	0.9	3.13	0.00	0.11
9	1.5	1.07	0.00	0.01
	1.2	0.90	0.00	0.00
	0.9	0.59	0.00	0.00
10	1.5	2.48	0.00	0.01
	1.2	1.98	0.00	0.00
	0.9	1.08	0.00	0.00
11	1.5	1.04	0.00	0.01
	1.2	0.77	0.00	0.01
	0.9	0.43	0.00	0.00

モデル実験場内のみを解析範囲とした場合には、図 73 から図 75 で分かるように、トルエンは発生源から出入口側に広がる分布をしていた。モデル実験場の外側も含めて解析範囲とした場合には、図 76 から図 81 で分かるように、トルエンは発生源から排気口に向かって広がる分布をしているが、発生源から排気口に向かって左側に偏った分布をしていた。モデル実験場の周囲に空気が自然流入する条件に比べて、モデル実験場の外側に空気を強制給気する条件の方が、より広くトルエンが分布していた。

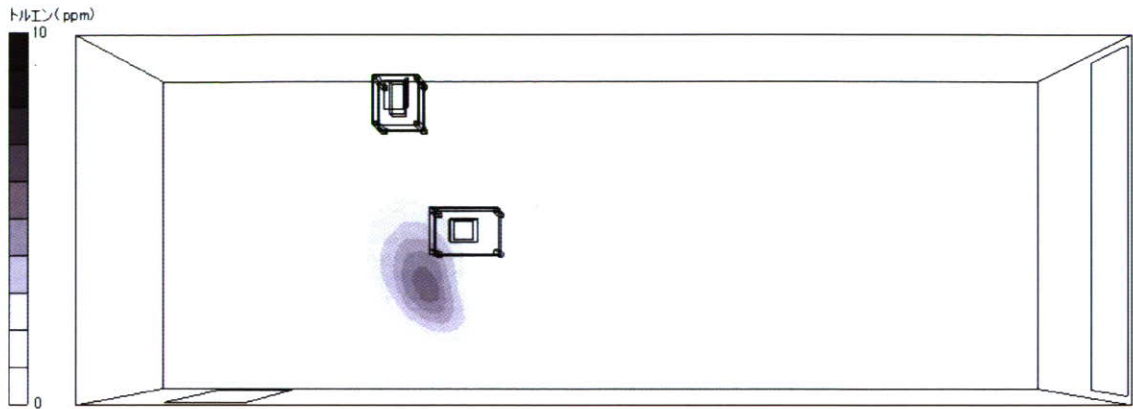


図 73 モデル実験場内のみを解析範囲としたときの床上 1.5m におけるトルエンの濃度分布の解析結果

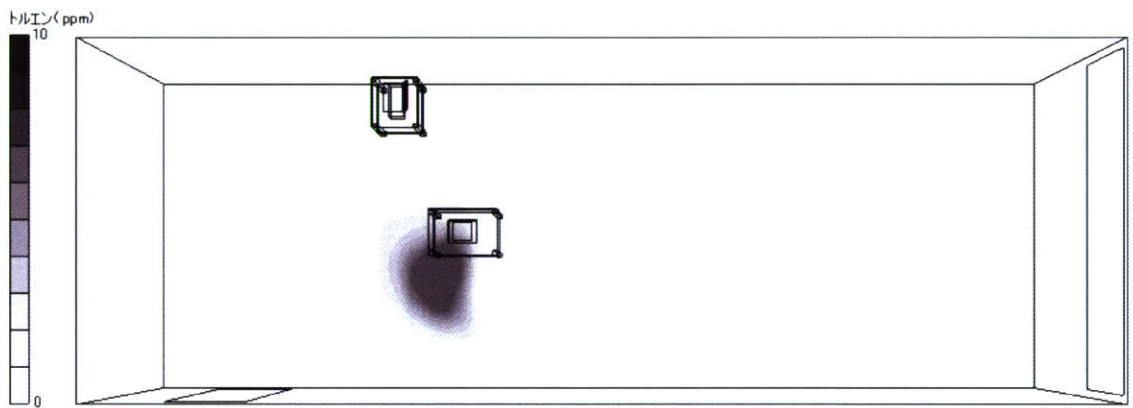


図 74 モデル実験場内のみを解析範囲としたときの床上 1.2m におけるトルエンの濃度分布の解析結果

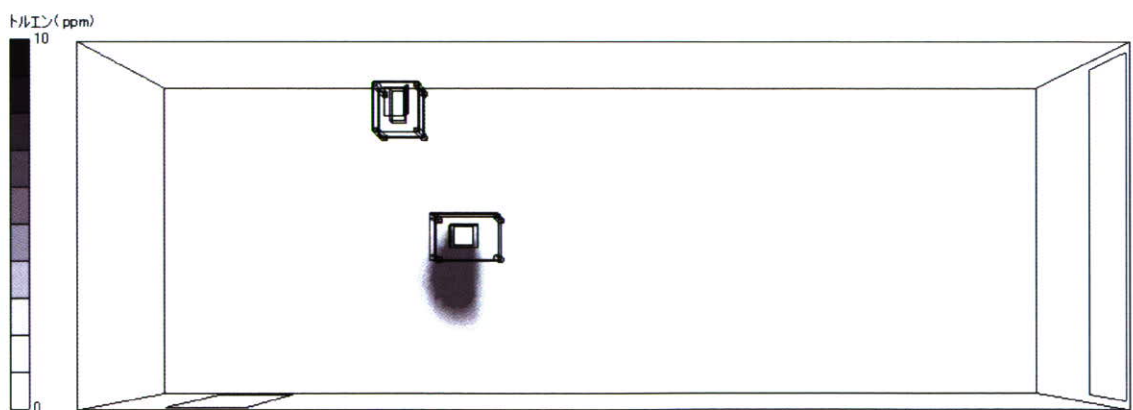


図 75 モデル実験場内のみを解析範囲としたときの床上 0.9m におけるトルエンの濃度分布の解析結果

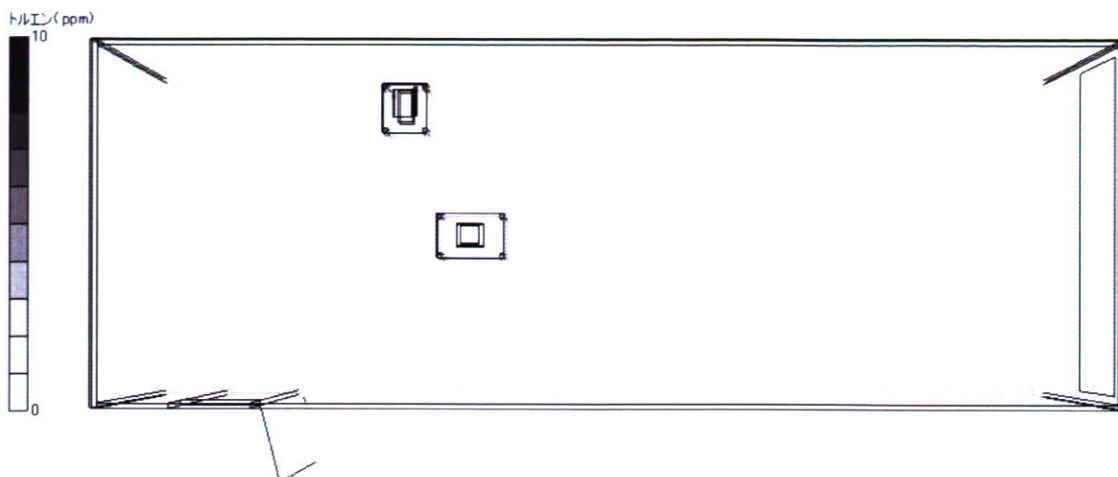


図 76 モデル実験外も含めて解析範囲としたときの床上 1.5m におけるトルエンの濃度分布の解析結果（空気自然流入）

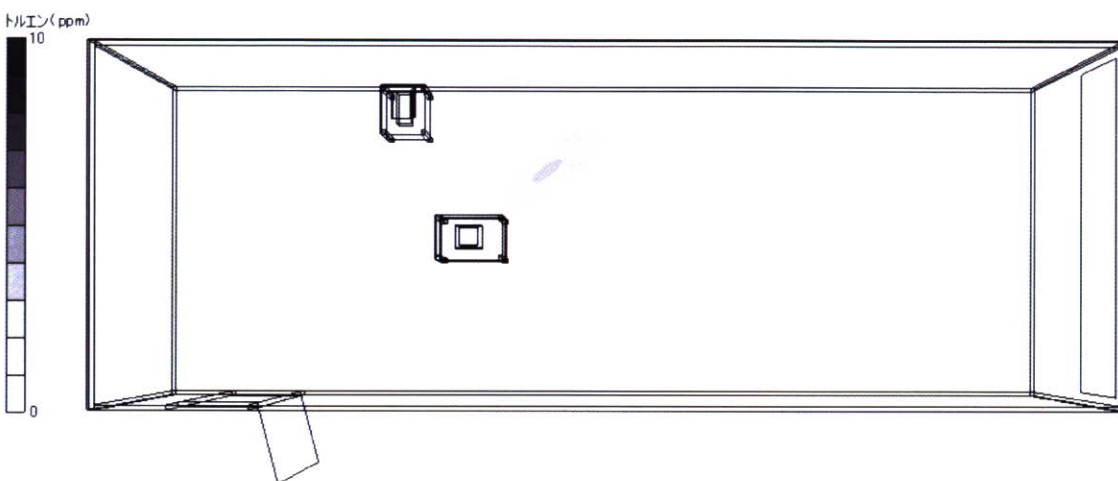


図 77 モデル実験外も含めて解析範囲としたときの床上 1.2m におけるトルエンの濃度分布の解析結果（空気自然流入）

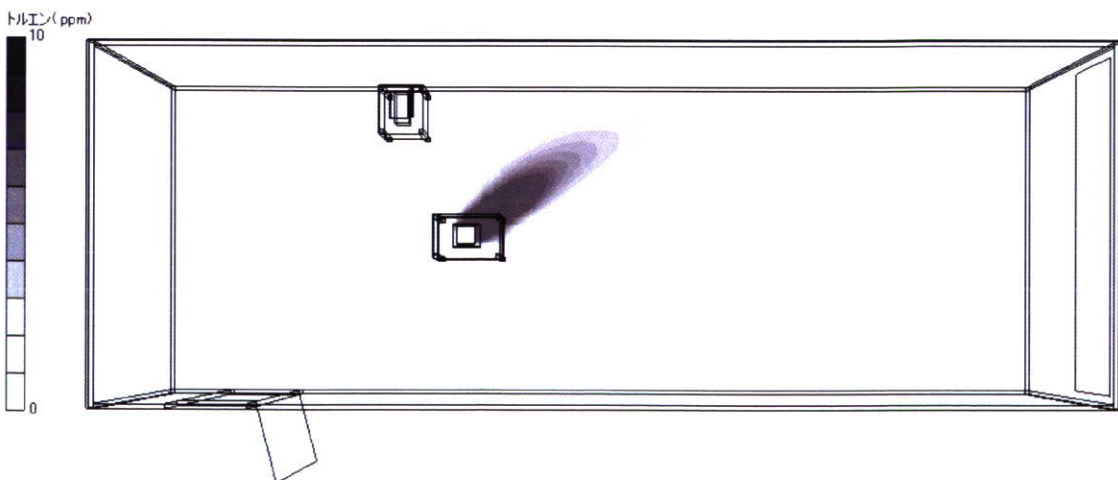


図 78 モデル実験外も含めて解析範囲としたときの床上 0.9m におけるトルエンの濃度分布の解析結果（空気自然流入）

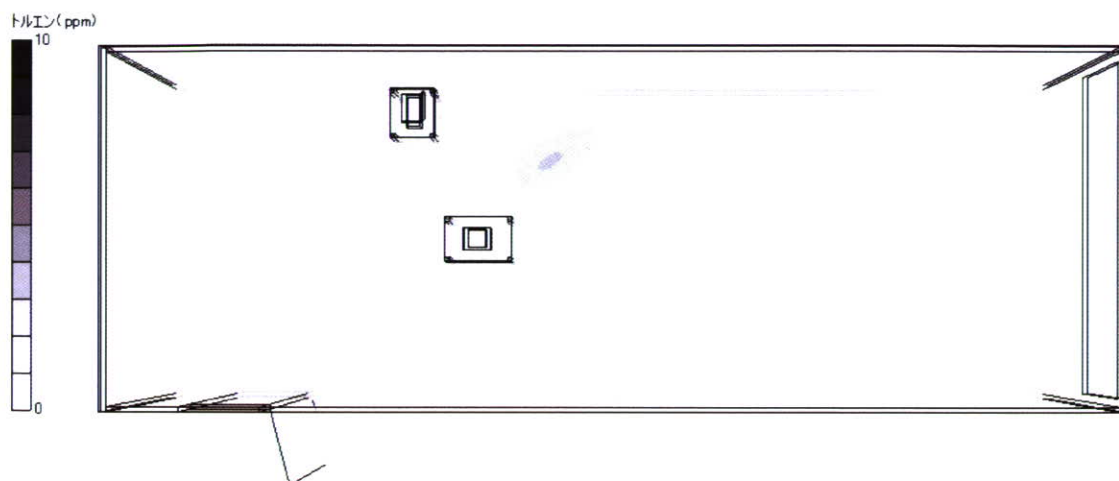


図 79 モデル実験外も含めて解析範囲としたときの床上 1.5m におけるトルエンの濃度分布の解析結果（空気強制給気）

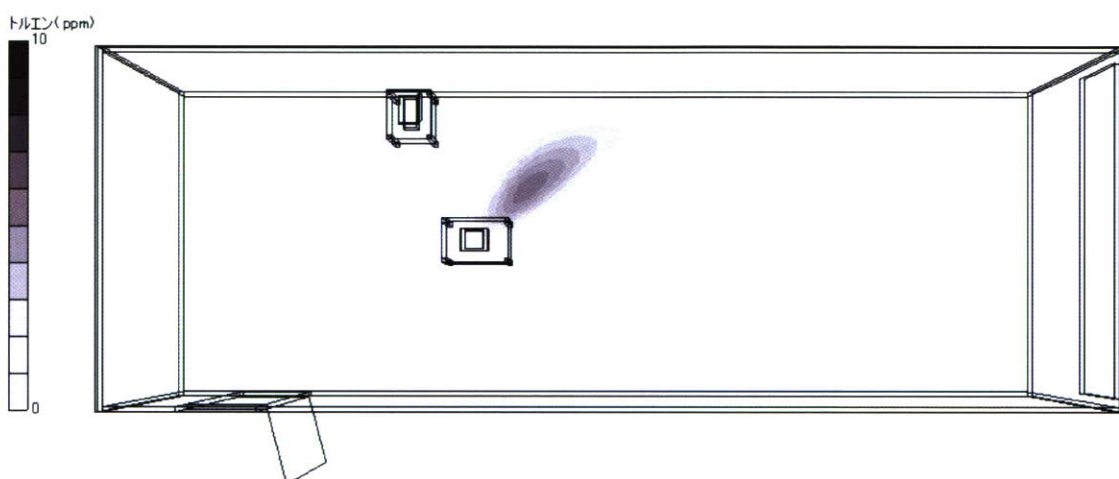


図 80 モデル実験外も含めて解析範囲としたときの床上 1.2m におけるトルエンの濃度分布の解析結果（空気強制給気）

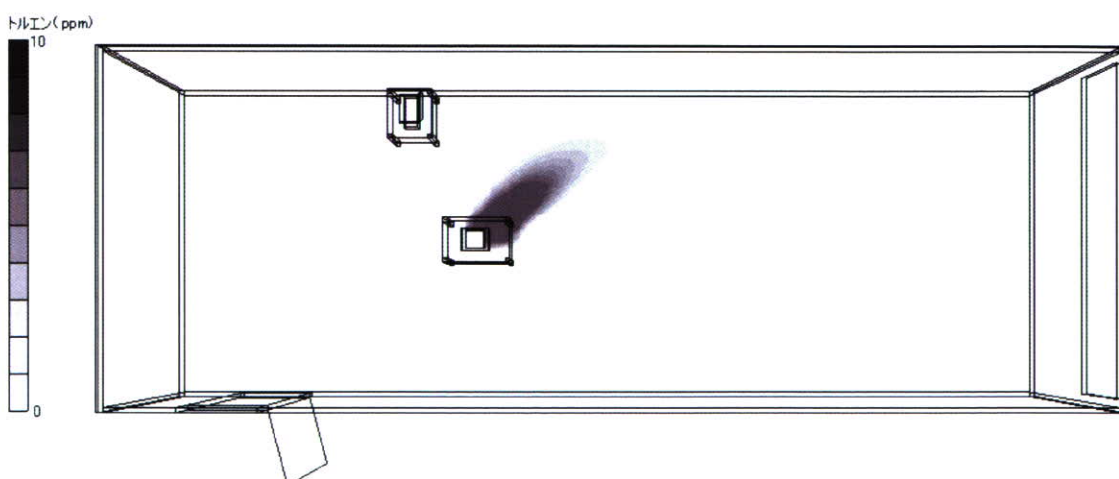


図 81 モデル実験外も含めて解析範囲としたときの床上 0.9m におけるトルエンの濃度分布の解析結果（空気強制給気）

(2) 気流のベクトルと速度分布の解析結果

モデル実験場内の気流のベクトルと速度分布の解析結果は、モデル実験場内のみを解析範囲とした場合でも、モデル実験場の外側も含めて解析範囲とした場合でも、トルエン濃度と同様に繰返し計算回数 4000 回までには収束していた。そこで、繰返し計算回数 4000 回を気流のベクトルと速度分布の解析結果として、床上 1.5m、1.2m 及び 0.9m における解析結果を解析方法の種類ごとに図 82 から図 90 に示す。

モデル実験場内のみを解析範囲とした場合には、気流は、図 82 から図 84 で分かるように、空気は出入口から入り込み、排気口とは反対方向にやや偏りながらまっすぐに進み、排気口とは反対側の壁に当たってから渦を巻きながら排気されるという解析結果であった。

モデル実験場の外側も含めて解析範囲とした場合には、トルエンは、図 85 から図 90 で分かるように、空気は出入口から入り込み、排気口の方にやや偏りながらまっすぐに進み、出入口正面の壁に当たってから渦を巻きながら排気されるという解析結果であった。モデル実験場の周囲に空気が自然流入する条件では、図 85 から 87 にあるとおり、空気の自然流入面から出入口付近まで中心部で約 0.5m/s のまっすぐな気流が発生しているという解析結果であった。一方、モデル実験場の外側に空気が強制給気する条件では、図 88 から図 90 にあるとおり、モデル実験場の外側の気流は、実験場の出入口付近を除いて、0.15m/s 未満であった。

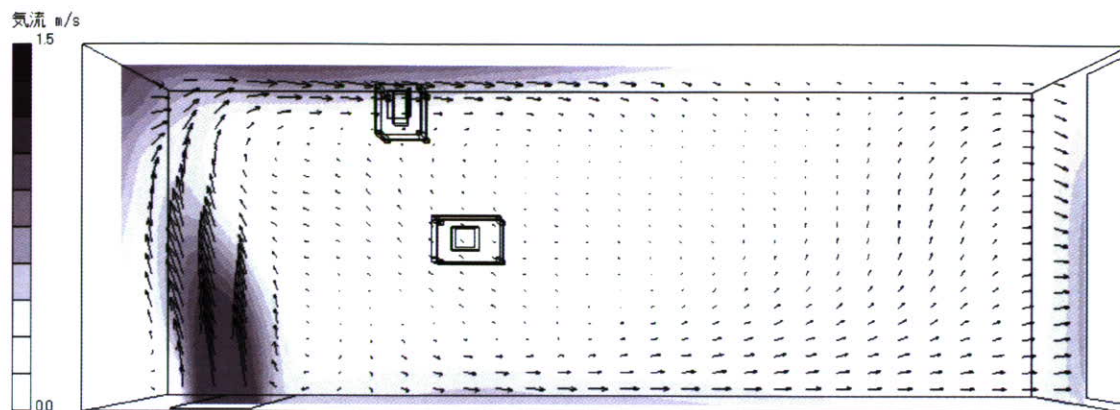


図 82 モデル実験場内のみを解析範囲としたときの床上 1.5m における気流のベクトルと速度分布の解析結果

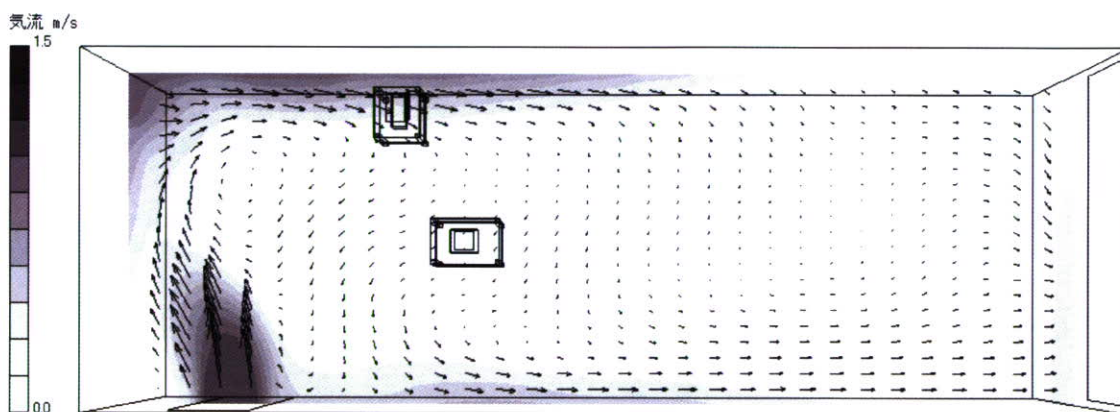


図 83 モデル実験場内のみを解析範囲としたときの床上 1.2m における気流のベクトルと速度分布の解析結果

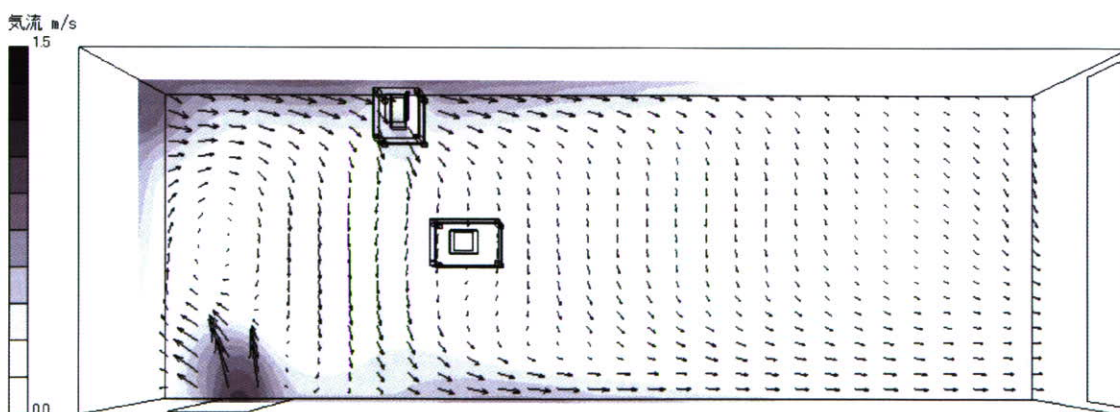


図 84 モデル実験場内のみを解析範囲としたときの床上 0.9m における気流のベクトルと速度分布の解析結果

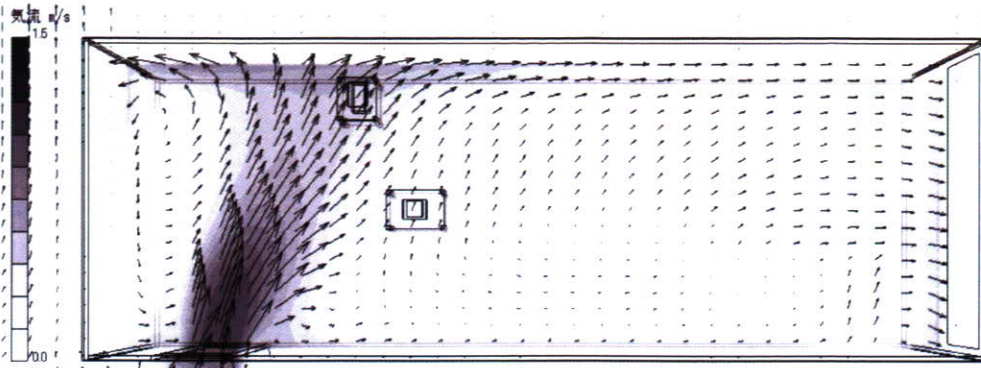


図 85 モデル実験場外も含めて解析範囲としたときの床上 1.5m における気流のベクトルと速度分布の解析結果（空気自然流入）

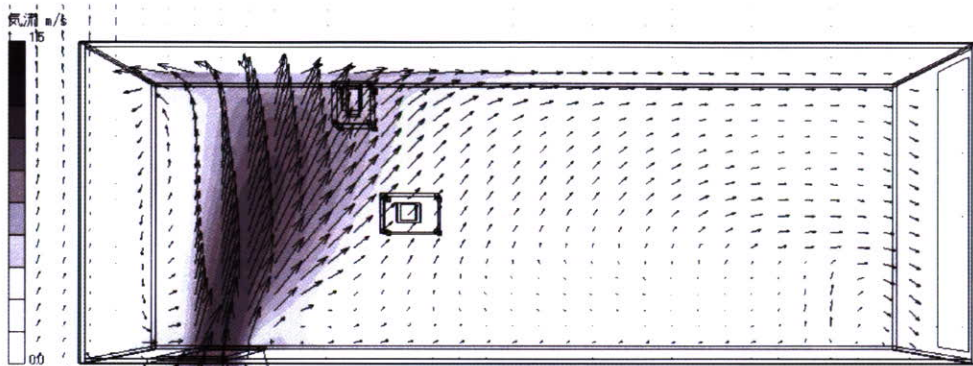


図 86 モデル実験場外も含めて解析範囲としたときの床上 1.2m における気流のベクトルと速度分布の解析結果（空気自然流入）

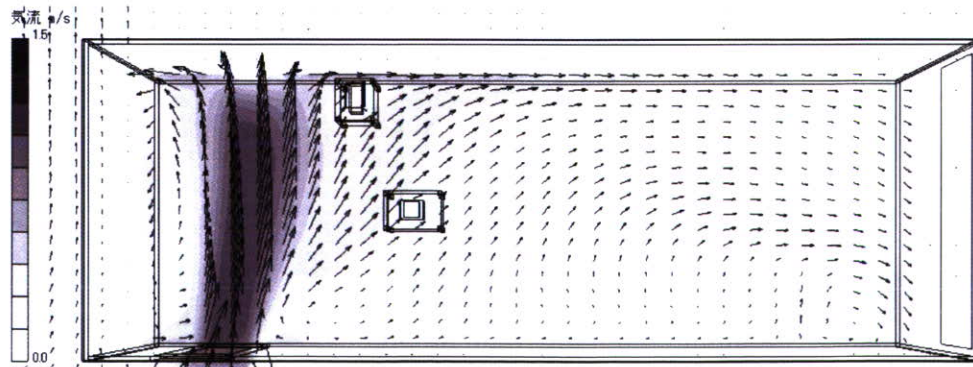


図 87 モデル実験場外も含めて解析範囲としたときの床上 0.9m における気流のベクトルと速度分布の解析結果（空気自然流入）

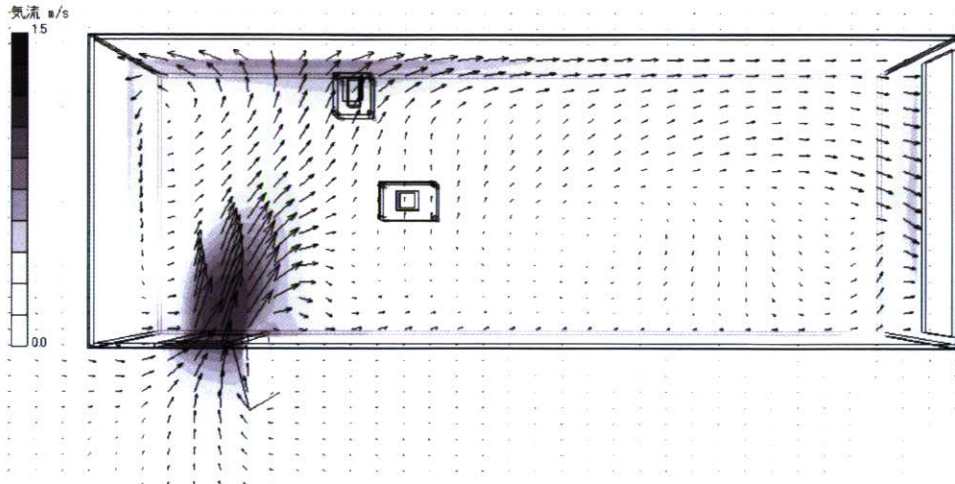


図 88 モデル実験場外も含めて解析範囲としたときの床上 1.5m における気流のベクトルと速度分布の解析結果（空気強制給気）

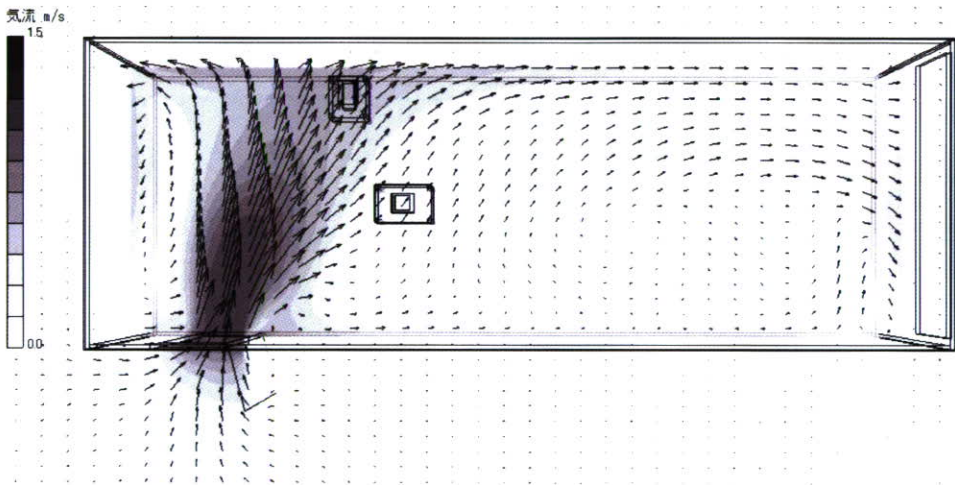


図 89 モデル実験場外も含めて解析範囲としたときの床上 1.2m における気流のベクトルと速度分布の解析結果（空気強制給気）

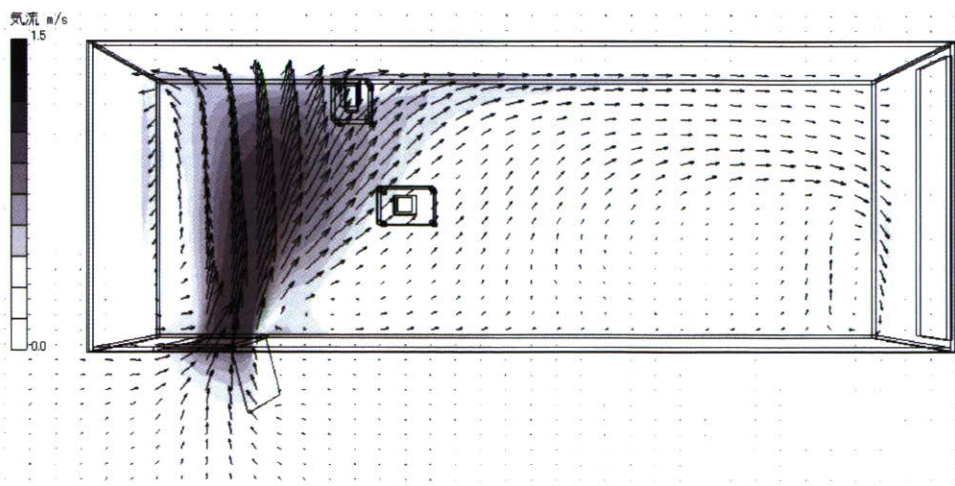


図 90 モデル実験場外も含めて解析範囲としたときの床上 0.9m における気流のベクトルと速度分布の解析結果（空気強制給気）

D. 考察

1 一様な気流を発生させたモデル実験場での測定結果と CFD 解析結果との比較

モデル実験場における発生源が 1ヶ所の実験の実測値と数値計算ソフトの計算結果を表 14 に示した。

数値計算ソフトの計算結果は、全ての測定点で実測値の分布の 95%の範囲内（平均値 $\pm 1.960 \times$ 標準偏差）であった。

表 14 発生源が 1ヶ所のとときの各測定点のトルエン濃度の実測値と数値計算ソフトによる計算結果

測定点No.	1	2	3	4	5	6	7	8
実測値 (平均値) (ppm)	21.7	38.6	4.6	0.0	37.8	6.2	0.1	26.3
実測値の 標準偏差 (ppm)	14.1	8.3	7.1	0.0	9.0	7.3	0.0	7.9
実測値の 変動係数	65%	22%	154%	0%	24%	118%	0%	30%
実測値の 95%の 範囲	0.0 ～ 49.4	22.3 ～ 55.0	0.0 ～ 18.6	0.0 ～ 0.1	20.2 ～ 55.4	0.0 ～ 20.5	0.0 ～ 0.1	10.9 ～ 41.7
ソフトの 計算結果 (ppm)	0.4	39.4	0.4	0.0	31.1	1.3	0.0	19.7

モデル実験場における発生源が 2ヶ所の実験の実測値と数値計算ソフトの計算結果を表 15 に示した。

数値計算ソフトの計算結果は、測定点No.5 及びNo.8 を除けば実測値の分布の 95%の範囲内（平均値 $\pm 1.960 \times$ 標準偏差）であった。実測値の分布の 95%の範囲を外れた測定点No.5 及びNo.8 についても、実測値の分布の 99%の範囲内（平均値 $\pm 2.576 \times$ 標準偏差）であった。

モデル実験場での実測値が 1ppm 以上の測定点を見ると、実験場の気流及びトルエンの蒸発速度が安定した実験開始約 1 時間経過後であっても、トルエン濃度実測値の変動係数が 19～154%と大きなばらつきを持っている。一方、数値計算ソフトでは、理想的な状態での計算が行われているため、一様な気流を発生させたこの実験場の計算結果は、3 分程度経過すれば、各測定点のトルエンの濃度は一定の濃度に収束している。実測値が大きなばらつきを持っていることを考慮すれば、数値計算ソフトによる気中濃度の計算結果のほとんどが実測値の分布の 95%の範囲内にあったことから、一定の条件下の作業場の発生源、気流、温度等のデータを入力することによって、数値計算ソフトによる計算によってその作業場の気中濃度の推定が可能であると考えられる。

表 15 発生源が2ヶ所の際の各測定点のトルエン濃度の実測値と数値計算ソフトによる計算結果

測定点No.	1	2	3	4	5	6	7	8
実測値 (平均値) (ppm)	13.0	38.8	42.0	14.0	45.1	40.6	12.9	31.5
実測値の 標準偏差 (ppm)	10.7	7.4	11.4	10.9	8.4	8.4	11.6	6.8
実測値の 変動係数	82%	19%	27%	78%	19%	21%	90%	22%
実測値の 95%の 範囲	0.0 ～ 33.9	24.4 ～ 53.3	19.6 ～ 64.5	0.0 ～ 35.4	28.5 ～ 61.6	24.0 ～ 57.1	0.0 ～ 35.7	18.2 ～ 44.9
ソフトの 計算結果 (ppm)	0.8	46.3	56.9	3.8	25.3	47.3	4.7	17.6

2 障害物を置いたモデル実験場での測定結果と CFD 解析結果との比較

モデル実験場での気中酢酸エチル濃度の実測値と乱流モデル及び層流モデルによる CFD 解析結果との比較を行うと、各測定点のデータは必ずしも一致していないが、層流モデル解析の方が実測値に近い解析結果であった。

作業場の気流や濃度分布を CFD 解析する場合には、通常乱流モデル解析を行うが、今回のモデル実験場のように一様な気流を発生させているプッシュプル型換気装置が設置された作業場について CFD 解析を行う場合には、層流モデル解析で行う方が適している可能性がある。

3 作業場での測定結果と CFD 解析結果との比較

コイルにワニスを含浸させる作業場で実施した加熱脱着分析用捕集管による連続測定の結果で作業場内の気中トルエン濃度分布はほぼ均一であり、VOC モニターによるリアルタイム連続測定の結果で液きり・乾燥後のコイルが入ったかごを作業場の中央付近に置いたとき以外は大きな濃度変動は無かったことから、作業場の出入口からほぼ一定濃度の有機溶剤蒸気が測定中を通して流入していたと考えられる。作業場に空気が流入する唯一の場所である作業場の出入口中央の床上 1.1m で、測定中に VOC モニターによる測定を行ったところ相対濃度が 4～5 が測定されており、かごを中央付近に置いたとき以外のリアルタイム連続測定の値と同程度であったことから、作業場の出入口から有機溶剤蒸気が流入していたことは裏付けられている。

VOC モニターによるリアルタイム連続測定の相対濃度は、液きり・乾燥後のコイルが入ったかごを作業場の中央付近に置いたとき以外は大きな濃度変動は無かったことから、ワニス槽からの有機溶剤蒸気及びワニス槽上での液きり・自然乾燥時の有機溶剤蒸気は局排の吸込み気流に吸引されたと考えられる。また、これらの発生源を数値計算ソフトに入力して気中トルエンの濃度分布を解析した結果は、トルエンが作業場に広く拡散することなく局排に吸引されるという結果であり、実際の状況と一致していた。

液きり・乾燥後のコイルが入ったかごを作業場の中央付近に置いたときに、VOC モニターによるリアルタイム連続測定の相対濃度が急に上昇し、作業場外にかごを搬出するとすぐに相対濃度がほぼもとの濃度まで戻った。液きり・乾燥後のコイルが入ったか

ごからのトルエンの蒸発速度を推定式から求めることができなかつたが、測定結果から逆算して求めたトルエンの蒸発速度を数値計算ソフトに入力して計算させた VOC モニターの位置におけるトルエン濃度の解析結果は、作業場中央付近のかごからトルエンが発生したおよそ 1 分後には、ほぼ一定の濃度に達し、作業場外にかごを移動させると速やかにトルエン濃度が低下するという実測データに近いトルエン濃度の変動傾向であった。VOC モニターによるリアルタイム連続測定では、相対濃度の高い状態が 4 分程度継続しているのに対して、CFD 解析結果ではトルエン濃度の高い状態が 3 分に満たないが、かごを作業場の中央に移動する間と作業場外に移動させる間にも有機溶剤蒸気の発生が続いていることを考慮すれば、実測値と CFD 解析結果との有機溶剤濃度の変動傾向は一致していると考えられる。

4 出入口を開放したモデル実験場での測定結果と CFD 解析結果との比較

4.1 CFD 解析の繰返し計算回数について

モデル実験内のみを解析範囲とした場合では繰返し計算回数 1000 でほぼ収束した解析結果が得られたのに対して、モデル実験場の外側も含めて解析範囲とした場合の給気条件を自然流入とした場合では繰返し計算回数 3000 回、給気条件を強制給気とした場合では繰返し計算回数 2000 回でほぼ収束した解析結果が得られている。

CFD 解析では、各要素体積ごとに入出入りする物質やエネルギーを流体力学の基礎方程式である運動量保存式、質量保存式、エネルギー保存式、成分保存式の要素体積の連立有限体積方程式の近似解を繰返し求めながら最終的な解析結果を求めていることから、繰返し計算回数を一律に決めることはできないので、繰返し計算回数を順次増やしながら解析結果が収束していることを確認した後に、収束した解析結果を CFD の解析結果とする必要があると考えられる。

4.2 出入口を開放したモデル実験場のトルエン濃度の測定結果と CFD 解析結果

モデル実験場でのトルエン濃度の測定結果及び CFD 解析結果をまとめて表 16 及び図 91 から図 93 に示す。

モデル実験場でのトルエン濃度の測定結果は、発生源から排気口に向かって広がる分布をしていたが、排気口に向かって左側に偏った分布をしていた。また、排気口の反対方向にも、わずかではあるが、トルエンが分布していた。

モデル実験場内のみを解析範囲とした場合は、CFD 解析結果では発生源から出入口方向に広く分布していると、測定結果とはまったく一致しなかつた。これは、実験時には出入り口から排気口の方向にやや偏りながら進むまっすぐな気流が確認されていたのに対して、気流の CFD 解析結果は出入口から排気口と反対方向に偏ってまっすぐ進んでおり、CFD 解析では、実験時の気流を再現できていなかったためと考えられる。

モデル実験場の外側も含めて解析範囲とした場合には、トルエンの濃度分布は測定結果と同じような傾向となったが、モデル実験場の外側に空気が強制給気する条件の方が測定結果により近い結果となった。これは、モデル実験場の周囲に空気が自然流入する条件とした気流の解析結果を見ると、出入口から入る気流の方向は強制給気する条件とほぼ同じであるが、モデル実験場の出入口に最も近い自然流入面から中心部で約 0.5m/s のまっすぐな気流が解析結果としてあり、これがトルエン濃度の解析結果に影響を及ぼし、強制給気する条件とは異なった結果が得られたと考えられる。

また、測定結果と最も近い解析結果であったモデル実験場の外側を解析範囲に含めたときのモデル実験場の外側に強制的に給気する条件の解析結果で、測定点 No.7 のトルエン濃度の解析結果は、測定結果よりも約 2ppm 以上低かつた。発生源と測定点 No.7 の間のトルエン濃度の解析結果を見ると、測定点 No.7 より 40cm 排気口側、20cm 発生源側の解析結果は、床上 1.5m では測定点 No.7 の測定値 2.30ppm に対して 2.59ppm、床上 1.2m

では測定点No.7の測定値 2.89ppm に対して 3.24ppm、床上 0.9m では測定点No.7の測定値 2.79ppm に対して 2.56ppm と、測定点No.7の比較的近い位置に、測定結果に近いトルエン濃度の解析結果が得られた場所があった。

これらのことから、排気が行われているが強制給気が行われていない部屋について CFD 解析を行う場合には、部屋の内側のみを解析範囲として給気条件を自然流入とするよりは、部屋の外側まで解析範囲を広げ、部屋の給気 airflow を妨げない場所に強制給気口を設け解析を行う方法が、実測値に近い解析結果を得ることができると考えられる。

表 16 モデル実験場におけるトルエン濃度の測定結果及び CFD 解析結果

解析範囲		トルエン濃度解析結果(ppm)			トルエン濃度の 実測値 (ppm)
		実験場内	実験場外 を含む	実験場外 を含む	
解析時の給気口		自然流入	自然流入	強制給気	
測定点No.	高さ(m)				
1	1.5	0.82	0.92	1.40	1.59
	1.2	0.85	1.81	1.75	1.91
	0.9	0.87	3.10	1.82	2.34
2	1.5	0.74	0.03	0.23	0.64
	1.2	0.77	0.02	0.21	0.79
	0.9	0.81	0.01	0.17	1.15
3	1.5	0.55	0.06	0.30	0.53
	1.2	0.57	0.06	0.31	0.59
	0.9	0.50	0.05	0.32	0.89
4	1.5	1.22	1.60	3.64	2.66
	1.2	1.91	3.18	4.57	3.97
	0.9	1.12	4.21	3.30	4.56
5	1.5	0.95	0.02	0.13	1.00
	1.2	1.02	0.03	0.09	1.09
	0.9	1.03	0.03	0.04	1.55
6	1.5	0.64	0.05	0.30	0.72
	1.2	0.57	0.05	0.30	0.61
	0.9	0.42	0.03	0.27	0.87
7	1.5	1.51	0.02	0.37	2.30
	1.2	1.38	0.01	0.18	2.89
	0.9	0.99	0.01	0.06	2.79
8	1.5	4.88	0.03	0.26	0.49
	1.2	5.75	0.01	0.18	0.59
	0.9	3.13	0.00	0.11	0.86
9	1.5	1.07	0.00	0.01	0.49
	1.2	0.90	0.00	0.00	0.50
	0.9	0.59	0.00	0.00	0.51
10	1.5	2.48	0.00	0.01	0.63
	1.2	1.98	0.00	0.00	0.93
	0.9	1.08	0.00	0.00	0.87
11	1.5	1.04	0.00	0.01	0.54
	1.2	0.77	0.00	0.01	0.74
	0.9	0.43	0.00	0.00	0.99