

核燃料施設内気流解析結果集（Ⅱ）

— 重力沈降モデルの作成 —

1995年11月

動力炉・核燃料開発事業団
東海事業所

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村大字村松4番地49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technical Cooperation Section,
Technology Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1184
Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)
2001

核燃料施設内気流解析結果集 (II)

— 重力沈降モデルの作成 —

遠藤 邦明**, 井崎 賢二*, 江花 稔*

要 旨

プルトニウム燃料取扱施設内等の空気中における放射性物質の挙動を精度良く評価できるシステムを整備し、空気汚染発生時の放射線モニタリングの最適手法や新增施設における放射線管理設備設計等に反映し、放射線安全評価の向上に資することを目的として「放射性物質の閉じ込めに関する研究」を行っている。このうち、施設内における空気流線解析及び粒子挙動解析を計算コードを用いて行っている。本報告は汎用多次元熱流動解析コード(AQUA)に組み込む重力沈降モデルの調査、AQUAコードへの組み込み、種々の解析について得られた結果をとりまとめたものである。得られた知見は次のとおりである。

- (1) 半導体製造の生産技術の分野で粒子の重力沈降をモデル化した粒子拡散解析を行っていることがわかった。また、クリーンルーム内の換気回数は核燃料施設内の換気回数の10倍以上あるため、粒径10 μ m程度では拡散に影響を与えなかった。
- (2) 市販の解析コードにも、重力沈降をモデル化しているコードがあった。
- (3) AQUAコードへの重力沈降モデルの組み込みは、物質輸送モデルのz方向成分に重力沈降速度を加えることにより可能となった。
- (4) クリーンルーム内気流解析については、粒子拡散分布が文献に示す実験値と一致しなかった。この実験を模擬するにはAQUAコードの乱流モデル定数をパラメータとするチューニングを行う必要がある。
- (5) 核燃料施設内の気流解析については、換気回数がクリーンルームに比べ1/10以下であるため、粒径10 μ mでも拡散に影響することがわかった。

* : 東海事業所 安全管理部放射線管理第一課, ** : 人形峠事業所 安全管理課

目 次

第1章 緒 言	1
第2章 重力沈降モデルの調査	2
2.1 エアロゾル粒子の挙動	2
2.2 エアロゾルの定義及び基本的性質	3
2.3 エアロゾルの動力学	4
2.4 エアロゾルの拡散と沈着	9
2.5 重力沈降を考慮した解析例	11
2.6 市販コード内の重力沈降モデル	21
第3章 AQUAコードへの重力沈降モデルの組み込み	23
3.1 AQUAコードの現バージョンの解析モデル	23
3.2 重力沈降モデルの組み込み	24
3.3 入力方法	25
第4章 AQUAコードによる粒子拡散解析	26
4.1 クリーンルーム内解析	26
4.2 核燃料施設内解析	27
第5章 結 言	28
参考文献	29

表 目 次

表1.1	解析種類	12
表1.2	粒径ごとの重力沈降速度（想定値）	12
表1.3	粒径ごとの室内平均濃度と吸い込み口平均濃度	17
表2.1	入力データ	25

図 目 次

図1.1	解析対象クリーンルーム	30
図1.2	メッシュ分割図（Type 1）	30
図1.3	Type 1における気流分布	31
図1.4	Type 1における拡散性状（発塵位置が壁近傍にある場合）	32
図1.5	Type 1における拡散性状（発塵位置が吹き出し口直下にある場合） ..	32
図1.6	Type 1における拡散性状（発塵点の高さが異なる場合）	33
図1.7	Type 2における気流分布	34
図1.8	Type 2における拡散性状	34
図1.9	Type 1における拡散性状（（c）～（h）：重力沈降速度を考慮） ..	35
図1.10	Type 2における拡散性状（（c）～（h）：重力沈降速度を考慮） ..	36
図1.11	拡散係数と各種粒子の重力沈降速度	37
図1.12	塵埃粒子拡散状態の数値解析結果	37
図1.13	粒径の違いによる粒子拡散状態の違い	38
図1.14	フィルタおよびフィルタフレーム後流の解析結果	39
図1.15	フィルタフレーム後流における塵埃濃度の時間変化	39
図1.16	解析対象クリーンルームおよびメッシュ分割	40
図1.17	気流分布	41
図1.18	濃度分布比較	42

図2.1	AQUAコードの修正リスト	43
図3.1	クリーンルーム用解析体系	72
図3.2	クリーンルーム用メッシュ分割	73
図3.3	計算入力データ1	76
図3.4	計算入力データ2	78
図3.5	空気流線図	79
図3.6	漏洩後の濃度分布 (断面: J = 16, 時刻 0秒)	82
	}	
図3.6	漏洩後の濃度分布 (断面: J = 16, 時刻180秒)	100
図3.7	漏洩後の積算濃度分布 (断面: J = 16, 0~60秒積算)	101
図3.7	漏洩後の積算濃度分布 (断面: J = 16, 0~120秒積算)	102
図3.7	漏洩後の積算濃度分布 (断面: J = 16, 0~180秒積算)	103
図3.7	漏洩後の積算濃度分布 (断面: J = 16, 70~120秒積算)	104
図3.7	漏洩後の積算濃度分布 (断面: J = 16, 130~180秒積算)	105
図3.8	クリーンルーム内濃度の推移	106
図3.9	解析体系	109
図3.10	メッシュ分割図	110
図3.11	計算入力データ1	111
図3.12	計算入力データ2	116
図3.13	漏洩後の濃度分布 (断面: J = 23, 時刻 0秒)	117
	}	
図3.13	漏洩後の濃度分布 (断面: J = 23, 時刻600秒)	150
図3.14	漏洩後の濃度分布 (断面: k = 7, 時刻 0秒)	151
	}	
図3.14	漏洩後の濃度分布 (断面: k = 7, 時刻600秒)	184
図3.15	エアスニッファ採取口における濃度の推移	185

第 1 章 緒 言

東海事業所・安全管理部放射線管理第一課では、安全研究年次計画に基づき、プルトニウム燃料取扱施設内等の空気中における放射性物質の挙動を精度良く評価できるシステムを整備し、空気汚染発生時の放射線モニタリングの最適手法や新增施設における放射線管理設備設計等に反映し、放射線安全評価の向上に資することを目的として「放射性物質の閉じ込めに関する研究」を実施している。

この研究では空気流線、粒径の定量測定技術の開発を目的とした測定技術の開発及び放射性物質の漏洩時の粒子拡散解析を行うための解析コードの開発の 2 項目の研究を行っている。

解析コードの開発については、気流解析及び粒子挙動解析に関する既存の計算コードの調査を実施し、室内気流解析等の計算コードに要求されるスペック等について方向性を検討した。その結果、大洗工学センター・安全工学部原子炉工学室が所有する「单相多次元熱流動解析コード (AQUA)」が室内気流解析に適していることから、原子炉工学室の協力により、AQUAを用いた核燃料施設内気流解析を実施し、気流解析及び漏洩解析の適用性の確認を行った(PNC ZN9410 92-059)。次に、この解析モデルを基に、室内に障害物を追加した計算モデルによる解析 (PNC ZN8410 94-217)、粒子の重力による沈降に関する調査及び重力沈降モデルの計算コードへの組み込み作業、種々の解析を行った。

本報告は、このうち重力沈降モデルの調査、計算コードへの組み込み作業、種々の解析についてまとめたものである。

第2章 重力沈降モデルの調査

重力沈降モデルを調査するために、まずエアロゾル粒子の挙動を調査¹⁾し、次に重力沈降モデルを含む粒子拡散解析例^{3)、4)}を調査した。

粒子の拡散挙動の解析は、汚染の付着により製造の歩留りに大きく影響する半導体分野で多く行われていた。特にクリーンルーム内の粒子挙動は、重量沈降についても解析が行われていたため、これらの解析例を調査した。

2.1 エアロゾル粒子の挙動

エアロゾル挙動の主要なものとして以下に示すものがある。

① 熱泳動

気体中に温度勾配が生じると、気体中のエアロゾル粒子は温度が低下する方向に力を受ける。この力により生じるエアロゾル粒子の運動を熱泳動という。

② 拡散泳動

不均一な混合気体中にある粒子が、気体成分の温度勾配により受ける力で生じるエアロゾル粒子の運動を拡散泳動という。

③ 重力沈降

エアロゾル粒子が重力の作用を受けたときに生じる運動を重力沈降という。

④ 壁への付着及び再拡散

エアロゾル粒子が壁に到達したときに付着したり、はねかえりをおこしたり、壁に付着したものが再び飛散することをいう。

⑤ 凝縮

粒子間衝突により粒子が凝縮して粒径が大きくなることをいう。エアロゾル濃度が高い場合に重要となる。

⑥ 相変化

エアロゾルへの流体気体の凝縮と蒸発で、このときに粒径変化がおこる。

⑦ 化学変化

エアロゾルの化学変化。

2.2 エアロゾルの定義及び基本的性質

エアロゾルとは”分散相は固体または液体の粒子からなり、分散媒は気体からなるコロイド系である“と定義される。エアロゾルの粒径は小さく、全体としてかなりの時間、その状態が持続されるものを対象とし、発生過程やその性状に着目して一般的には次のような分類がされる。

① 粉塵(dust)

固形物が化学組成が変わらないまま、形、大きさが変わって粒状になり空気中に分散したもので、粉碎、研磨、爆破などの物理的破壊過程で生じる。形、大きさは不均一で、大きさは1 μm 以上のものが多い。

② フェーム(fume)

固体が蒸発しこれが凝縮して粒子になったもので、金属の加熱溶融、溶接、スパークなどの場合に生じる。生成過程では、物理的作用に化学的作用が加わり、空気中では多くの場合、酸化物となっており、球状か結晶状である。粒径は極めて小さく1 μm 以下のものが多い。

③ 煙(smoke)

燃焼の場合に生じ、一般に有機物の不完全燃焼物、灰分、水分などを含む有色性の粒子である。一つ一つの粒子は球形に近いが、これらが凝縮してフロック状をなすものが多い。

④ ミスト(mist)

一般には微小な液体粒子を総称している。液体が蒸発凝縮したもの、液面の破碎や噴霧などにより分散したものがすべて含まれ、形状は球形であるが粒径は生成過程の差異によってかなりの幅がある。

一般にコロイド系の性質はその分散相、分散媒それぞれの種類とその組み合わせとによって決まる。

分散相である粒子の性質は、粒子の形、大きさ、密度、粒子数濃度などの物理的因子とその化学的組成とによって決まるが、その物理的挙動に支配的な効果をおよぼすのは、粒径（または粒度分布）と粒子数濃度である。特に微小エアロゾル粒子において、形状に起因する特性は、凝縮粒子を問題とするような特別な場合を除いては問題とならず、

通常球形として取り扱ってよい。

粒径について見ると、 $0.001 \mu\text{m}$ 程度から $100 \mu\text{m}$ 程度までを取り扱う。特に $0.1 \mu\text{m}$ 前後の大きさのものは、分散媒である気体分子の平均自由行程や可視光線の波長とほぼ同等であるため、 $0.1 \mu\text{m}$ 程度を境界としてそれ以下の粒子とそれ以上の粒子とでは、その動力的取扱いや物理現象にかなりの差異がある。

密度は一般に $0.1 \sim 10 \text{g}/\text{cm}^3$ の範囲内にあつて、重力や慣性力のような粒子の質量に関連する問題を取り扱う場合にはかなり重要な因子であるが、分散媒である空気の密度に比べれば極めて大きく、密度の違いもさほど大きな問題とはならない。

2.3 エアロゾルの動力学

2.3.1 抵抗と運動方程式

(1) 抵抗

① 大きな粒子の場合

粒子が媒質気体分子の平均自由行程よりもかなり大きい場合には、気体は連続的な流体と考える。粒子と流体の相対速度を v とすると、抵抗力 F_D は次式で表される。

$$F_D = C_D A_P \rho v^2 / 2$$

C_D : 抵抗係数, A_P : 粒子の流れの方向での投影断面積,

ρ : 粒子密度

ここで、 C_D はレイノルズ数 $Re (= 2va/\nu)$ の関数として表される。

Stokesはナビエストークスの運動方程式において、粒子を球形、流体を非圧縮性とし、 v が小さく(すなわち Re が小さく)、定常流の場合の解を求め、

$$F_D = v/B$$

を与えた。ここで、 B は粒子の移動度であり、

$$B = 1/6\pi\mu a$$

である。この式は $Re < 1$ のいわゆる層流領域において実験値ともよく一致するが、これは前述の抵抗力の式で $C_D = 24/Re$ とした時に相当する。 C_D の値については多くの実験があるが、次の式がかなりの広範囲の Re について用いら

れている。

$$C_D = 0.63 + (4.8 / Re^{0.5})^2$$

この他に、次の近似式もよく用いられる。

$$\text{層流領域} : 10^{-4} < Re < 2, \quad C_D = 24 / Re$$

$$\text{遷移領域} : 2 < Re < 500, \quad C_D = 10 / Re^{0.5}$$

$$\text{乱流領域} : 500 < Re < 10^5, \quad C_D = 0.44$$

② 粒子が非常に小さい場合

粒子が非常に小さくて、気体分子平均自由行程よりも小さい時は、媒体気体は連続的な流体としてではなく、非連続的な分子の集合体として粒子に作用することになる。粒子が気体中を速度 v で移動しているとき、気体分子が粒子と衝突することによって粒子におよぼす力は、1次元方向については次式で表される。

$$F_D = 4\pi a^2 n_g m_g G_g \delta v$$

G_g : 気体分子の平均熱運動速度, n_g : 気体分子の分子数濃度,

m_g : 気体分子の質量

この式の δ は、気体分子と粒子との衝突の際の運動量交換効果に関連する値で、気体分子運動論より次式で与えられる。

$$\delta = 1 + \pi \alpha_m / 8$$

ここで、 α_m は運動量輸送に関する調整係数で、粒子から十分離れたところの気体分子の運動量を m^∞ 、粒子表面衝突時及び離脱時の運動量をそれぞれ m_s 、 m_s' とすると次式で定義される。

$$\alpha_m = (m_s' - m^\infty) / (m_s - m^\infty)$$

α_m は空気中の粒子については 0.89 ~ 1.0 の値が得られている。また気体の粘性係数は次式で与えられる。

$$\mu = \phi n_g m_g G_g \delta l$$

ただし、 ϕ は気体の種類によって決まる定数で、理想気体では $1/3$ 、空気では 0.499 とされている。また l は気体分子の平均自由行程で空気では次式で与えられる。

$$\begin{aligned} \ell &= \mu (\pi R T / 8 M)^{0.5} / 0.499 P \\ &= 0.709 \nu (\pi M / R T)^{0.5} \end{aligned}$$

P : 圧力, M : 分子量, T : 絶対温度

20°C, 1気圧では, $\ell = 0.65 \times 10^{-5}$ cmとなる。

上式を前述の粒子移動度の式に用いると,

$$\begin{aligned} B &= 4.5 (\phi / \delta) \cdot (\ell / a) / 6 \pi \mu a \\ &= C c / 6 \pi \mu a \end{aligned}$$

となり, C cだけの補正が必要となる。ここで, ℓ / a はクヌーセン数と呼ばれ, C cの大きさを決める重要な因子である。

③ カニンガムの補正項

クヌーセン数 K_n の値がかなり広い範囲に適用されるC cの値は次のように表され, これをカニンガムの補正項という。

$$C c = 1 + A \cdot K_n$$

Aの値は気体や粒子の種類によって異なり, 実験的に求められるが, DaviesはMillikanの実験値から次式を与えた。

$$A = 1.257 + 0.400 \exp(-1.10 / K_n)$$

同様にWahiらは気体圧力を変えた実験から常温空気に対しては

$$C c = 1 + (0.0815/Pa) + (0.0275/Pa) \exp(-13.31Pa)$$

P : 気圧, a : 粒径

とした。Fuchsらは理論的考察を行い, $\phi = 0.499$, $\alpha_m = 0.89$ として,

$$C c = 1 / (1 + 0.42 K_n) + 1.67 K_n$$

とした。

(2) 運動量方程式

流体中の球形粒子の運動量方程式は, Reが小さいとき1次元運動については次式で表される。

$$\begin{aligned} m(dv/dt) &= -F_D + m'(du/dt) - (m'/2) \cdot ((dv/dt) - (du/dt)) \\ &\quad - 6a^2(\pi \mu \rho)^{0.5} \int ((ddv/dt') - (du/dt')) \cdot dt' / (t-t')^{0.5} + F(t) \\ m &= 4 \pi a^3 \rho_p / 3, \quad m' = 4 \pi a^3 \rho / 3 \end{aligned}$$

上式の右辺第1項は粘性抵抗, 第2項は圧力勾配による力, 第3項は速度変動によって粒子に加わる反力, 第4項は表面摩擦によるエネルギー損失に伴う力であって, Basset項といわれるもの, 第5項は外力である。

粒子, 流体の運動がともに定常であれば, 上式は以下のように簡単になる。

$$F_D = F(t)$$

また, ブラウン運動のような運動に対しては, 上式にランダムな外力の項を加えた Langevin の方程式が用いられる。

(3) 終末沈降速度

粒子に加わる外力が重力のみの場合は, その初速度のいかんにかかわらず, 重力と媒質から受ける抵抗力とがやがてつりあって, ある平衡速度を得るようになる。この速度を終末沈降速度という。このときの運動方程式は前述の $F_D = F(t)$ で $F(t) = mg$ とおけばよく, これを球形粒子について表すと次式となる。

$$4\pi a^3 (\rho_p - \rho) g / 3 = C_D \rho v^2 \pi a^2 / 2$$

すなわち, 終末沈降速度は次式で与えられる。

$$V_s = \left((8/3) \cdot (\rho_p / \rho - 1) \cdot (a / C_D) \cdot g \right)^{0.5}$$

層流領域では $C_D = 24 / Re$ とおけば,

$$V_s = 2 (\rho_p - \rho) / 9\mu \cdot a^2 g = mg B = \tau g$$

となり, これはストークスの重力沈降速度式と呼ばれる。

乱流領域では $C_D = 0.44$ とおいて,

$$V_s = 2.46 \left((\rho_p / \rho - 1) a g \right)^{0.5}$$

となり, これはNewtonの重力沈降速度式と呼ばれる。

遷移領域では $C_D = 24 / Re^{0.5}$ とおけば,

$$V_s = 2 \left((1/18) \cdot (\rho_p / \rho - 1) g \right)^{2/3} \nu^{-1/3} a$$

となり, これはAllenの重力沈降速度式と呼ばれる。

以上は粒子の形状を球形としたものだが, エアロゾル粒子の動力的性質を問題にするとき, 多くの場合は粒子を球形として取り扱ってよい。事実, 微小粒子の多くは球形に近く, たとえ球形でない不整形粒子であっても, その大きさは動力的性質がこれと同等な球形粒子に換算した値で表せば十分である (ストークスの重力

沈降速度式から球形粒子として求めた動力的等価径（ストークス径），および空气中での動力的運動方程式を用い比重 1 の球形粒子に換算した径（空気力学的径）などを用いる）。

(4) ブラウン運動

粒子が小さくなると，媒質分子と粒子の衝突によって，粒子は分子の動きに似たランダムな運動をするようになる。これをブラウン運動といい，微小コロイド粒子に特有な動力的現象である。

ここで，ブラウン運動について次の仮定が成り立つものとする。

- ① それぞれの粒子の運動は全く独立で相互に無関係である。
- ② 場の力あるいは気体分子が粒子におよぼす力は各方向に均一である。
- ③ 一つの粒子の運動を微小時間間隔 Δt ごとにみると， $j \Delta t$ 間の運動は j のいかににかかわらずそれ以前の運動に全く無関係で，粒子の位置のみが $(j - 1) \Delta t$ ，すなわちその一つ前の時間区間の位置に影響する。

これらの仮定は，粒子が十分小さく，粒子数濃度が気体分子数濃度に比べて小さく，粒子が電荷を持たず，また媒質気体の温度，圧力などが均一な場合には一般に満足されると考えてよい。しかし，粒子がやや大きくなると，重力，慣性力などの効果により，特に③の仮定が十分に満足されなくなり，これに対する何らかの補正が必要となる。

(5) 粒子の平均自由行程

エアロゾル粒子の質量あるいは運動量は，粒子が微小であってもなお気体分子のそれらに比べればかなり大きい。従って，気体分子の 1 回の衝突による速度（方向も含めて）の変化は小さく，見かけ上，粒子が完全に速度を変えるまでには何回かの衝突が必要である。すなわち，粒子の運動経路は，前述の仮定③で述べたようにそれ以前の時間経歴に無関係ではなく，各時間の運動経路の時間的な集積として考えなければならない。このことは，媒質は非連続的な気体分子の集合として考えるのではなく，連続的な流体としての考慮が必要であることを示している。

(6) 熱泳動

エアロゾルに温度勾配が存在すると，粒子は高温側の媒質気体分子から，低温側

よりも大きな運動量を与えられ、その結果、高温側から低温側に向かって力を受け移動する。これを熱泳動という。このような現象により、高温物体表面のごく近傍にはエアロゾル粒子を含まない空間が生じ、冷たい物体の表面には粒子が沈着する。

温度勾配による運動速度（媒質との相対速度）を v_t とすると、

① 粒子が小さい ($K_n \gg 1$) の場合

$$v_t = - (3/4 / (1 + \pi \alpha_m / 8)) \cdot (\nu / T) \cdot (dT/dX)$$

② 粒子が大きい ($K_n \ll 1$) の場合

$$v_t = -3\nu(1 + AK_n)(\lambda_g + C_t K_n \lambda_p) / 2T(1 + 3C_m K_n)(2\lambda_g + \lambda_p + 2C_t K_n \lambda_p) \cdot (dT/dX)$$

$$C_t = (15/8) \cdot (2 - \alpha_t) / \alpha_t$$

$$C_m = (2 - \alpha_m) / \alpha_m$$

(7) 拡散泳動

媒質気体に濃度勾配があるとき、例えば2成分ガス系であれば、各成分はそれぞれ互いに逆方向の濃度勾配をもち、相互拡散係数Dで相互に拡散していくが、このような2成分ガス系の中におかれた粒子は、分子量の大きいガス成分の拡散方向に力を受けて移動することになる。このような現象を拡散泳動と呼ぶ。

通常、濃度勾配と温度勾配とは同時に存在し、拡散泳動と熱泳動とは同時に生じているものと考えてよく、その程度もほぼ同じである。

2.4 エアロゾルの拡散と沈着

2.4.1 拡散方程式

エアロゾル粒子は濃度勾配を推進力として、Fickの法則により高濃度側から低濃度側に向かって拡散移動する。この場合の粒子の輸送を表す式を拡散方程式といい、直角座標系では次式のように表される。

$$(\partial n / \partial t) = u(\partial n / \partial x) + v(\partial n / \partial y) + w(\partial n / \partial z) + D((\partial^2 n / \partial x^2) + (\partial^2 n / \partial y^2) + (\partial^2 n / \partial z^2))$$

n : 粒子数濃度, t : 時間, u, v, w : x, y, z 方向速度,

D : 粒子の拡散係数

2.4.2 拡散沈着

エアロゾル粒子は、前述のようなさまざまな現象によって移動するが、エアロゾルと他の物体表面との境界においては、粒子の気相中から脱離して他の相の境界面に移行する。これは気体分子の固体表面への吸着と同様の現象であるが、エアロゾル粒子の場合には一般にこれを沈着という。そして、沈着速度 v_z は次のように定義される。

粒子の輸送方向を z 方向、沈着面を $x-y$ 面とすると、

$$\begin{aligned} v_z &= (\text{沈着面に向かう粒子のフラックス}) / (\text{ある基準点における粒子の濃度}) \\ &= \phi / n(x, y, z_1, t) \end{aligned}$$

ここで、 z_1 は問題にしている位置の z の値である。

また、この式の時間積分値をもって平均的な v_z を定義することもできる。粒子の輸送方向は必ずしも一様である必要はなく、また粒子は付着するものと脱離するものとの両方があってもよい。ただし、この場合の沈着フラックスは各方向成分の合成値となる。

また、ある有限領域において、沈着によりエアロゾル粒子の濃度が現象する場合、その領域の粒子の平均濃度は、

$$dn/dt = -\beta n$$

で表され、 β は沈着定数 ($1/\text{sec}$) と呼ばれる。

沈着面における粒子の沈着フラックスは、Fickの法則により、

$$\phi_{z=0} = D (\partial n / \partial z)_{z=0}$$

一方、沈着面で失われる粒子の量は反応速度式に類似して考えると、

$$q = k_d (n')^m$$

ただし、 n' は境界条件としてとるべき粒子数濃度、 k_d 、 m はそれぞれ反応速度定数、反応次数に類似する定数である。いま、 $\phi = q$ とし、 $Z = z/z_1$ 、 $N' = n'/n_{z=z_1}$ として無次元化表示すると次式となる。

$$K_d (\partial n / \partial z)_{z=0} = (N')^m$$

ここで、

$$K_d = D / (k_d z_1 (n_{z=z_1})^{m-1})$$

であるが、エアロゾル粒子の場合は一般に K_d の値は微小になり、したがって N' は

實際上 0 とみなしてよい。すなわち、このときは $n_{z=0} = 0$ となる。このような沈着面を完全吸収という。

2.5 重力沈降を考慮した解析例

ここでは、1989年に空気調和・衛生工学会にて発表された東京大学生産工学研究所での解析例³⁾と1991年に(株)東芝が開発した塵埃挙動の数値解析技術と適用事例を報告した技術報告での解析例⁴⁾について紹介する。

2.5.1 解析例 1

東京大学生産工学研究所では、クリーンルーム内の浮遊粒子拡散性状を実験および数値シミュレーションにより予測、解析する研究を行っており、クリーンルーム内において重力沈降に着目した浮遊微粒子の拡散性状に関する実験に対して、数値シミュレーションを行ったものである。

(1) 解析対象クリーンルームおよび解析概要

解析対象クリーンルームを図1.1に、解析種類を表1.1に示す。対象クリーンルームは、幅3.29m、奥行き5.85m、高さ2.8m、吹き出し風速1.0m/s、換気回数43.4回/hである。重力沈降を考慮した浮遊微粒子拡散の解析では、浮遊微粒子の重力沈降速度として、表1.2に示すように実験と同じ密度1g/cm³（ポリスチレン標準粒子などを想定）の場合を仮定する。

(2) 数値シミュレーション

基礎方程式および数値定数、境界条件および差分スキームを以下に示す。ただし、数値定数は本解析のように比較的広い差分間隔やスカラー輸送方程式で一次精度風上差分スキームを用いた場合に実験結果と良い対応が得られるようにチューニングされた値である。

表1.1 解析種類

クリーンルーム のタイプ	吹出し 口数	吸込み 口数	吹き出し風速 [m/s]	発塵点高さ [m]	換気量 (m ³ /s)	気流障害物
type 1	2	4	1.0	0.25	0.64	なし
type 1	2	4	1.0	0.80	0.64	なし
type 1	2	4	1.0	1.60	0.64	なし
type 2	2	4	1.0	0.85	0.64	あり

表1.2 粒径ごとの重力沈降速度 (想定値)

粒径 (μm)	重力沈降速度 (m/s)
0.31	4.5×10^{-6}
1.0	3.5×10^{-5}
4.5	6.2×10^{-4}
10	3.0×10^{-3}
50	7.5×10^{-2}
100	3.0×10^{-1}

図1.2にType 1の場合のメッシュ分割を示す。

① k-ε型2方程式乱流モデル基礎方程式

[連続式]

$$\partial U_i / \partial X_i = 0$$

[平均流の輸送方程式]

$$\begin{aligned} \partial U_i / \partial t + \partial U_i U_j / \partial X_j = & -\partial (P/\rho + 2k/3) / \partial X_i \\ & + \partial (\nu_t (\partial U_i / \partial X_j + \partial U_j / \partial X_i)) / \partial X_j \end{aligned}$$

[乱流エネルギー k の輸送方程式]

$$\begin{aligned} & \partial k / \partial t + \partial k U_i / \partial X_i \\ & = -\partial \left((\nu_t / \sigma_1) \cdot (\partial k / \partial X_i) \right) / \partial X_i \\ & \quad + \nu_t \left(\partial U_i / \partial X_i + \partial U_i / \partial X_i \right)^2 - \varepsilon \end{aligned}$$

[乱流散逸 ε の輸送方程式]

$$\begin{aligned} & \partial \varepsilon / \partial t + \partial \varepsilon U_i / \partial X_i \\ & = -\partial \left((\nu_t / \sigma_2) \cdot (\partial \varepsilon / \partial X_i) \right) / \partial X_i \\ & \quad + C_1 (\varepsilon / k) (\nu_t / 2) \left(\partial U_i / \partial X_i + \partial U_i / \partial X_i \right)^2 \\ & \quad - C_2 \varepsilon^2 / k \end{aligned}$$

[渦動粘性係数の算出式]

$$\nu_t = C_0 k^2 / \varepsilon = C_0 k^{3/2} / \ell$$

[濃度 C の輸送方程式]

$$\begin{aligned} & \partial C / \partial t + \partial C U_i / \partial X_i + \partial C W / X_3 \\ & = \partial \left((\nu_t / \sigma_3) \cdot (\partial C / \partial X_i) \right) / \partial X_i + C_0 \end{aligned}$$

$$\sigma_1 : 1.0 \quad \sigma_2 : 1.3 \quad \sigma_3 : 1.0$$

$$C_0 : 0.09 \quad C_1 : 1.59 \quad C_2 : 2.0$$

W : 浮遊粒子の沈降速度 [m/s]

U_i : i 方向の気流速度 [m/s]

P : 圧力 [N/m³]

ν_t : 渦粘性係数 [m²/s]

k : 乱流エネルギー [m²/s²]

ε : 乱流散逸 [m²/s³]

ℓ : 流れの長さスケール [m]

C : 浮遊粒子の平均濃度 [kg/m³]

C_0 : 浮遊粒子の発生項 [kg/m³s]

② 境界条件および差分スキーム

[吹き出し口]

$$U_t = 0, U_n = U_{out}, k = 0.005, l = 0.285, C = C_{out}$$

添字 t, n : 吹き出し面に対しそれぞれ接線方向, 法線方向を示す。

U_{out} : 吹き出し風速 ($= 1.0 \text{ m/s}$)

C_{out} : 吹き出し空気濃度 ($= 0.0 \text{ kg/m}^3$)

[吸い込み口]

$$U_t = 0, U_n = U_{in}, \partial k / \partial n = 0, \partial \varepsilon / \partial n = 0,$$

$$\partial C / \partial n = 0$$

U_{in} : 吸い込み風速 ($= 1.0 \text{ m/s}$)

[壁面]

$$(\partial U_t / \partial t)_{n=0} = m (U_t)_{n=h} / h, U_n = 0$$

$$\partial k / \partial n = 0, \partial C / \partial n = 0,$$

$$(\varepsilon)_{n=h} = C_0 k_{n=h}^{3/2} / C_0^{1/4} \kappa h$$

h : 壁面から第1セルの差分定義点までの距離

m : U_t が壁近傍でべき乗分布するとみなした時のべき指数

$$(= 1/7)$$

κ : カルマン定数 ($= 0.4$)

[差分スキーム]

空間差分 : 運動方程式の移流項の吸い込み口周辺領域, および k, ε, C の輸送方程式の移留項は風上差分, 他はすべて中心差分

時間差分 : Adams-Bashforth による2次精度スキーム

(2) 数値シミュレーション結果

浮遊粒子拡散実験における発生初期粒子濃度は 10^8 個/ m^3 としており, 凝集などによる粒子損失は比較的小さい条件で行っている。

① 重力沈降速度を0と仮定した場合

[Type 1における気流性状]

シミュレーションを図1.3 (a), (c), (e) に, 実験結果を図1.3 (b), (d), (f) に示す。両者ともほぼ対称的な拡散性状が得られ, 平均流の様相もほぼ対応している。

吹き出し噴流は床面に達した後, 四方に広がり, 壁面に沿って上昇する。吹き

出し噴流の間では床面に沿う流れが衝突し、小さな上昇流が形成されている。室内中央では吹き出し噴流の影響により中央で下降流、壁面で上昇流となる循環流が形成されている。ただし、シミュレーションでは室中央上部で明確な下降流が生じるのに対し、実験ではその気流速度が小さくなっている。これは、シミュレーションと実験では吹き出し口での平均風速分布や乱れの性状を厳密に一致させられないことなども原因の一つと考えられる。なお、シミュレートされた気流分布の差異は、後述するように発塵点高さを変化させた場合の浮遊微粒子拡散性状のシミュレーション結果と実験結果との差として現れる。

[Type 1における気流性状]

実験による粒子濃度分布は、 $0.31\ \mu\text{m}$ の単分散浮遊粒子の拡散性状を示す。 $0.31\ \mu\text{m}$ 粒子の沈降速度は $4.5 \times 10^{-6}\ \text{m/s}$ であり、重力沈降の拡散性状に対する影響は小さい。

実験、シミュレーションとも、得られた濃度の空間分布は排気口での平均濃度で除した無次元濃度で示す。図1.4, 1.5に示す場合を除いて拡散性状はほぼ対称な結果を示すため、シミュレーション、実験結果とも各々対称面の片側のみを示す。

発塵位置が壁面近傍にある場合は、高濃度領域の分布形状に多少の差があるが、無次元濃度0.4以下の清浄領域の様相は、シミュレーションと実験でよく一致している。

発塵位置が吹き出し口直下にある場合は、無次元濃度等高線の分布形状が多少異なるが、無次元濃度0.4以上の領域の様相はシミュレーションと実験で良い対応を示す。

発塵点高さを変化させた場合(図1.6)、発塵点高さが0.25m, 0.8mの拡散性状は、吹き出し噴流部分に対応する無次元濃度0.4以下の領域および無次元濃度1.6以上の値を示す領域など、シミュレーションと実験はほぼ対応した結果を示す。

発塵点高さが1.6mの場合は、実験に比べてシミュレーションのほうが無次元濃度1.6以上の値を示す領域が広がっており、両者の対応は悪くなっている。

これは前述したように、発塵点高さが1.6 m付近では気流ベクトルの様相がシミュレーションと実験で異なっていたことによる。

〔Type 2における気流性状〕

室内中央吹き出し噴流間に気流障害物となる物体を置いた場合のシミュレーション結果と実験結果を図1.7 (a), (b)に示す。

物体上部における気流性状において、シミュレーションでは弱い下降流、実験ではほとんど風速0となることを除けば、シミュレーションと実験の様相は、吹き出し噴流が床面に衝突して四方に発散し、障害物側面や室壁面に沿う上昇流となることなど、ほぼ対応している。

〔Type 2における拡散性状〕

物体上面の弱風速域で発塵した場合は(図1.8)、その上部で浮遊粒子が滞留し高濃度領域を生じる点など、シミュレーションと実験はよく対応した結果を示す。これは気流性状が数値シミュレーションと実験結果で良い対応を示していることから裏付けられる。

〔解析結果に対する考察〕

時間平均された空間濃度分布に関し、 $0.3\ \mu\text{m}$ 程度の浮遊粒子は、空気と等密度のガス拡散とほぼ同一の拡散性状を示す。これは移流拡散の卓越した流れ場による拡散の時間スケールが重力沈降など、浮遊微粒子固有の性質に基づく運動の時間スケールに比べて十分に小さいことに対応する。したがって、空気と等密度のガスの拡散性状が数値シミュレーションによってよく再現されていることから予測されるように、 $0.31\ \mu\text{m}$ 程度の重力沈降が無視できるような小粒径の浮遊微粒子の空間濃度分布は、シミュレーションによってよく再現される。

② 重力沈降を考慮した場合

〔Type 1における拡散性状〕

図1.9に実大実験による粒径 $0.31\ \mu\text{m}$ の単分散ポリスチレン標準粒子の拡散性状を示す。拡散性状はほぼ対称な結果を示すため、シミュレーションおよび実験結果とも各々対称面の片側のみを示す。また、表1.3に粒径ごとの室内平均濃度と吸い込み口平均濃度を示す。

表 1. 3 粒径ごとの室内平均濃度と吸い込み口平均濃度

クリーンルーム のタイプ	気流 障害物	位 置	粒径 (μm)					
			0.31	1.0	4.5	10	50	100
Type1	な し	室内 吸い込み口	1.70	1.70	1.68	1.59	0.52	0.11
			0.99	0.99	0.98	0.91	0.11	0.00
Type2	あ り	室内 吸い込み口	1.84	1.84	1.77	1.47	0.05	0.01
			0.99	0.99	0.95	0.77	0.01	0.00

濃度は瞬時一様拡散濃度を1として基準化している。

重力沈降速度を0と仮定した場合を図1. 9 (b)に、重力沈降を考慮した場合を図1. 9 (c)～(h)に示す。

粒径が0.31～10 μm の場合は、重力沈降速度を0と仮定する場合とほとんど差異はない。しかし、粒径が50, 100 μm と大きい場合は浮遊微粒子はあまり拡散せず、無次元濃度0.4以下の清浄領域が室の大部分を占めるようになり、粒径が0.31 μm 粒子による実験結果と大幅に異なる。

また、表1. 3に示すように、浮遊微粒子の室内平均濃度は粒径4.5 μm 以下のとき約1.7であるのに対し、粒径50 μm のとき約0.5であり、明らかな差異が生じている。

吸い込み口平均濃度も粒径が大きくなるにつれて減少するが、これは減少分だけ床面に沈着した結果である。特に100 μm の場合は吸い込み口濃度が0となることから、発生した粒子のほとんどが室外へ除去されずに床面に沈着・堆積していくものと考えられる。なお、実験でも粒径4.5 μm までは重力による影響はみられないことが示されており、シミュレーションで観察された傾向と整合している。

[Type 2における拡散性状]

発塵は物体上面の弱風速域で生じるものとする。重力沈降速度を0と仮定した場合を図1. 10 (b)に、重力沈降速度を考慮した場合を図1. 10 (c)～(h)に示す。

粒径が4.5 μm 以下の場合は重力沈降速度を0と仮定する場合とほとんど差

異がない。粒径 $10 \mu\text{m}$ になるとわずかに影響が現れはじめ、粒径 50 、 $100 \mu\text{m}$ と大きい場合は、浮遊微粒子はあまり拡散せず、無次元濃度 0.4 以下の清浄領域が室の大部分を占めるようになる。

また、表 1. 3 に示すように、粒径 $50 \mu\text{m}$ の場合の吸い込み口平均濃度はほとんど 0 となっており、Type 1 の場合の約 0.1 に比べ更に小さくなっている。これは発塵点と物体表面の鉛直距離が小さいために、重力沈降による沈着作用が特に有効に働いて浮遊微粒子が物体表面に沈着し、空気中から除去された結果と考える。

[解析結果に対する考察]

今回の場合、室内気流による拡散の時間スケールは、室内の換気回数 (43.4 回/h) を考慮すると約 100 秒程度と見積もることができる。一方、Type 1 の場合、発塵点から床面までの高さ (0.8m) で、粒径 $10 \mu\text{m}$ の微粒子沈降速度から算出される重力沈降の時間スケールは約 300 秒となり、室内気流による拡散の時間スケールの約 3 倍となる。同様に、 $50 \mu\text{m}$ および $100 \mu\text{m}$ の沈降時間スケールは、それぞれ約 10 秒、 3 秒となり、室内気流拡散時間スケールに比べて著しく短い。すなわち、沈降および室内の拡散時間スケールを考えた場合、沈降の時間スケールが室内気流による拡散の時間スケールに比べて等オーダーもしくはワンオーダー小さくなると、重力沈降の影響が浮遊微粒子の空間分布に著しく現れる。

2.5.2 解析例 2

(株)東芝では、電子デバイスや精密部品、機能部品などの製造工程における汚染制御の取組みのひとつとして、クリーンルーム内気流と微粒子挙動の数値解析システムを開発している。ここではこの技術の概要と解析を紹介する。

(1) 数値解析手法

① 室内気流のモデル化

クリーンルーム内の気流を非圧縮性粘性流体の連続式と運動量方程式を連立することにより数値解析する。

$$\partial u_i / \partial x_i = 0$$

$$\partial u_i / \partial t + \partial u_i u_j / \partial x_j = - (1 / \rho_a) (\partial P / \partial x_i) + \partial [\nu (\partial u_i / \partial x_j + \partial u_j / \partial x_i)] / \partial x_j$$

u : 速度, t : 時間, x : 座標, P : 圧力, ρ_a : 空気の密度,

ν : 分子動粘性係数

一般にクリーンルーム内の気流は乱流であることが知られているため、これらの式を高次精度風上差分法などを用いて離散化し、非定常な流れを詳細に解析する必要があり、また流れの状態が定常であるとみなせる場合には、乱流モデルを採用して平均的な状態を検討することが可能である

乱流モデルとして多く採用されている $k - \varepsilon$ 2 方程式モデルを用いる場合は前述の運動方程式の ν を $(\nu + \nu_t)$ で置き換えて、次の諸式を連立する。

$$\begin{aligned} \partial k / \partial t + \partial k u_j / \partial x_j &= \partial [(\nu_t / \sigma_1) (\partial k / \partial x_j)] / \partial x_j \\ &\quad + \nu_t [\partial u_i / \partial x_j + \partial u_j / \partial x_i] (\partial u_i / \partial x_j) - \varepsilon \\ \partial \varepsilon / \partial t + \partial \varepsilon u_j / \partial x_j &= \partial [(\nu_t / \sigma_2) (\partial \varepsilon / \partial x_j)] / \partial x_j \\ &\quad + C_1 (\varepsilon / k) \nu_t [\partial u_i / \partial x_j + \partial u_j / \partial x_i] (\partial u_i / \partial x_j) \\ &\quad - \varepsilon C_2 (k \varepsilon / \nu_t) \end{aligned}$$

$$\nu_t = C_D K^2 / \varepsilon$$

ν_t : 乱流動粘性係数, k : 乱流エネルギー, ε : 乱流散逸率

$\sigma_1, \sigma_2, C_1, C_2, C_D$: モデル定数

② 塵埃挙動の数値解析

空気中を浮遊する微粒子の挙動は、室内気流のほかに、次のような要因に支配される。

- ・分子運動論的な要因 : ブラウン拡散, 熱泳動
- ・流体力学的な要因 : 気流による輸送, 乱流拡散
- ・外力 : 重力, 静電気力
- ・粒子間の相互作用 : 凝集, 凝縮

微粒子の挙動は、これらの効果をそれぞれモデル化することによって解析することができるが、温度勾配や帯電のない系における単一粒径粒子を仮定すると、

その挙動は重力、拡散、気流によって支配される。

粒径 d 、密度 ρ_p の粒子に対する重力沈降速度 u_t と、ブラウン拡散係数 D はそれぞれ次式で表される。

$$u_t = C_c (\rho_p - \rho_a) d^2 g / 18 \rho_a \nu$$

$$D = \kappa T C_c / 3 \pi \rho_a \nu d$$

g : 重力加速度, T : 温度, κ : ボルツマン定数,

C_c : カニングム係数

これらの値は着目する粒子の粒径と密度によって大きく変化する。図 1. 11 に示すように、粒径が小さい場合には拡散が支配的であり、逆に大きい粒子の場合には重力が支配的となる。これらの要因をまとめると、微粒子の挙動は次のような拡散方程式として表すことができる。

$$\begin{aligned} \partial n / \partial t + (u_i + \delta_{i,ia} u_t) (\partial n / \partial x_i) \\ = (D + D_t) (\partial^2 n / \partial x_i^2) \end{aligned}$$

n : 粒子の個数密度, D_t : 乱流拡散係数,

$i a$: 重力方向テンソル成分, δ : クロネッカのデルタ

なお、気流による輸送効果と乱流拡散を表す u , D_t は気流解析から求めることができる。

(2) 適用事例

① 粒径による微粒子挙動の違い

導出した微粒子挙動モデルは、動力的な現象を考慮して得られたもので、粒径や周囲の条件が異なるときの粒子の挙動の違いを再現することができる。

図 1. 12 は、装置の近傍で発生した塵埃の拡散状態を解析した結果である。対象とした装置は整流型のクリーンブースに設置されており、一方の壁面下方には排気口が設けられている。

解析結果は粒径 $1 \mu\text{m}$ の粒子を対象として 3 次元解析したもので、装置上面における粒子濃度や床面での沈着量を予測することができる。

図 1. 13 に粒径の異なる塵埃について同様の計算を行った結果を示す。粒径 $100 \mu\text{m}$ の場合、粒子は重力によって沈降し、ほとんど拡散しない。これに対

して粒径を小さくしていくと、粒子の移動は流れによく追従し、拡散が大きくなる。このときの粒子の拡散は、乱流の攪拌効果によるもので、粒径 $1 \mu\text{m}$ 以下の場合、空間的な拡散状態は大きく変化しなくなる。

また粒子の沈降速度は、その材質によっても変化するため、同じ粒径でも金属の摩擦粉とオイルミストなどでは汚染の範囲も違ってくる。

② 非定常な流れにおける塵埃濃度の変化

ダウンフロー方式のクリーンルームでは、天井全面にフィルタを配置し、床面をグレーチング構造とすることによって室内に垂直な下降流を形成する。しかし実際には、天井面にフィルタや照明を取り付けるための梁が設けられている。そのため、これらの障害物の下降流で流れが阻害され、塵埃の除去効率が極端に低下することが知られている。一般に、障害物の後方には非定常な渦列が発生する。このような流れ場における塵埃濃度の時間的な変化は、前述の連続式、運動量方程式、拡散方程式を連立し、非定常問題として解くことによって数値解析することができる。フィルタおよびフィルタフレーム近傍における気流の解析結果を図 1. 14 に、また各部における塵埃濃度の時間変化を図 1. 15 に示す。同図は粒径 $0.5 \mu\text{m}$ の粒子を対象として解析した結果を初期濃度で正規化し表している。フィルタの後方では、いずれも計算を開始した時点から 30 秒以内に塵埃が除去されるのに対し、フレームの後方では濃度変化が非常に穏やかである。特に剥離渦が発生するフレームの直下では、塵埃の除去効率がもっとも小さいことが分かる。製造工程では、このような障害物の直下に汚染制御の対象物を設置しないことが望ましい。なお、図 1. 15 には実際のクリーンルームを用いて実験した結果を併記したが、数値解析の結果は実際の現象をよく再現している。

2.6 市販コード内の重力沈降モデル

市販コードでは粒子の拡散挙動については対流拡散方程式を用いている。このコードにおける重力沈降に対する考慮は、重力沈降速度式を用いて、拡散方程式に重力沈降による項を加えた形をとっている。熱泳動、拡散泳動についても同様である。

前述したクリーンルーム内の浮遊微粒子の拡散問題に対し、富士総合研究所の汎用 3

次元流体解析システム α -FLOW の物質移動解析モジュールを使用した解析例を示す。

(1) 計算条件

解析対象のクリーンルームと、格子分割数を図 1. 16 (a), (b) に、気流分布を図 1. 17 に示す。計算は浮遊微粒子の重力沈降速度を 0 とし、浮遊微粒子は気流と完全に一体となって輸送されると仮定する場合と、重力沈降による床面への沈着を考慮する場合について行った。重力沈降速度は文献値を浮遊微粒子の大きさに応じて入力を与え、流速の重力方向成分に加えることで考慮している。

(2) 計算結果

前述の計算結果と α -FLOW の計算結果を図 1. 18 に示す。重力沈降を 0 とした場合、重力沈降を考慮した場合ともに濃度分布、室内平均濃度はよく一致している。

第3章 AQUAコードへの重力沈降モデルの組み込み

ここでは前章までに記述した調査を基に、AQUAコードにどのような重力沈降モデルを組み込むかを検討する。

3.1 AQUAコードの現バージョンの解析モデル

AQUAコードには、解析対象により幾つかのバージョンがあるが、今回の対象は物質輸送モデルを含むバージョン2である。このバージョン2について簡単に紹介する。

(1) 流れの基礎式

AQUAの流れに関する基礎式を以下に示す。

[質量保存式]

$$\partial \rho / \partial t + \partial (\rho u) / \partial x + \partial (\rho v) / \partial y + \partial (\rho w) / \partial z = 0$$

ρ : 密度, t : 時間, u, v, w : 速度の各成分

[運動量保存式]

$$\begin{aligned} & \partial (\rho u) / \partial t + \partial (\rho u u) / \partial x + \partial (\rho v u) / \partial y + \partial (\rho w u) / \partial z \\ & = -\partial P / \partial x + \partial [\mu \partial u / \partial x] / \partial x + \partial [\mu \partial u / \partial y] / \partial y \\ & + \partial [\mu \partial u / \partial z] / \partial z + \rho g_x + V_x \end{aligned}$$

P : 圧力, μ : 粘性係数, g_x : 重力加速度の x 方向成分,

V_x : x 成分粘性項の一部

$$\begin{aligned} & \partial (\rho v) / \partial t + \partial (\rho u v) / \partial x + \partial (\rho v v) / \partial y + \partial (\rho w v) / \partial z \\ & = -\partial P / \partial y + \partial [\mu \partial v / \partial x] / \partial x + \partial [\mu \partial v / \partial y] / \partial y \\ & + \partial [\mu \partial v / \partial z] / \partial z + \rho g_y + V_y \end{aligned}$$

g_y : 重力加速度の y 方向成分, V_y : y 成分粘性項の一部

$$\begin{aligned} & \partial (\rho w) / \partial t + \partial (\rho u w) / \partial x + \partial (\rho v w) / \partial y + \partial (\rho w w) / \partial z \\ & = -\partial P / \partial z + \partial [\mu \partial w / \partial x] / \partial x + \partial [\mu \partial w / \partial y] / \partial y \\ & + \partial [\mu \partial w / \partial z] / \partial z + \rho g_z + V_z \end{aligned}$$

g_z : 重力加速度の z 方向成分, V_z : z 成分粘性項の一部

[エネルギー保存式]

$$\begin{aligned} & \partial(\rho h) / \partial t + \partial(\rho u h) / \partial x + \partial(\rho v h) / \partial y + \partial(\rho w h) / \partial z \\ & = \partial P / \partial t + \partial[\Gamma_h \partial h / \partial x] / \partial x + \partial[\Gamma_h \partial h / \partial y] / \partial y \\ & \quad + \partial[\Gamma_h \partial h / \partial z] / \partial z + Q \end{aligned}$$

h : エンタルピー, Γ_h : 拡散係数, Q : 発生熱量

ただし, 運動量保存式の V_x , V_y , V_z は,

$$\begin{aligned} V_x &= \partial[\mu \partial u / \partial x] / \partial x + \partial[\mu \partial v / \partial x] / \partial y \\ & \quad + \partial[\mu \partial w / \partial x] / \partial z - (2/3) (\partial(\mu \nabla U) / \partial x) \\ V_y &= \partial[\mu \partial u / \partial y] / \partial x + \partial[\mu \partial v / \partial y] / \partial y \\ & \quad + \partial[\mu \partial w / \partial y] / \partial z - (2/3) (\partial(\mu \nabla U) / \partial y) \\ V_z &= \partial[\mu \partial u / \partial z] / \partial x + \partial[\mu \partial v / \partial z] / \partial y \\ & \quad + \partial[\mu \partial w / \partial z] / \partial z - (2/3) (\partial(\mu \nabla U) / \partial z) \end{aligned}$$

であるが, AQUAコードでは粘性項を単純化し, 次のように処理している。

$$V_x = V_y = V_z = 0$$

また, エネルギー保存式の圧力による仕事項 dP/dt は, 単相流解析では一般に小さいことから無視している。

(2) 物質輸送モデル

AQUAコードでは, 拡散溶質の濃度が重力の影響が無視できる程度に希薄であり, その密度は溶媒物質の密度と等しいと仮定して, 以下の対流拡散輸送方程式が定式化されている。

$$\begin{aligned} & \partial \rho \phi / \partial t + \partial \rho u \phi / \partial x + \partial \rho v \phi / \partial y + \partial \rho w \phi / \partial z \\ & = \partial(D \partial \phi / \partial x) / \partial x + \partial(D \partial \phi / \partial y) / \partial y \\ & \quad + \partial(D \partial \phi / \partial z) / \partial z \end{aligned}$$

ϕ : 拡散溶質濃度, ρ : 溶媒密度, u : 溶媒流速, D : 相互拡散係数

3.2 重力沈降モデルの組み込み

AQUAコードでは, 物質輸送計算は流速分布が計算された後に行われる。したがって, 粒子は球形でその粒径が単一と仮定して, 前述の拡散輸送方程式の z 方向流速 w に

重力沈降速度を付加することとする。

$$\begin{aligned} & \partial \rho \phi / \partial t + \partial \rho u \phi / \partial x + \partial \rho v \phi / \partial y + \partial \rho \underline{w'} \phi / \partial z \\ & = \partial (D \partial \phi / \partial x) / \partial x + \partial (D \partial \phi / \partial y) / \partial y + \partial (D \partial \phi / \partial z) / \partial z \\ & \quad \underline{w' = w - w_s} \end{aligned}$$

重力沈降速度 w_s は文献から次のように算出することとする。また、粒子は媒質物質(空気)分子の平均自由行程(約 0.65×10^{-5} cm)より大きいと考え、カニングガムの補正項は加えないこととする。

$$w_s = [(8/3) (\rho_p / \rho - 1) a g / C_D]^{1/2}$$

$$C_D = [0.63 + 4.8 / Re^{1/2}]^2$$

a : 粒径, C_D : 抵抗係数, g : 重力加速度, Re : レイノルズ数,

μ : 粘性係数, ν : 動粘性係数, ρ_p : 粒子の密度, ρ : 流体の密度

AQUAコードの修正リストを図2.1に示す。

3.3 入力方法

重力沈降モデルを組み込んだ物質輸送モデルを使用するには、通常の入力データの他に表2.1に示す入力データが必要となる。

表2.1 入力データ

変数名	内容
ISEDIM	重力沈降モデルの設定方法 = 0 : 重力沈降モデルを考慮しない。 = 1 : 重力沈降モデルを考慮し、重力沈降速度を入力する。 = 2 : 重力沈降モデルを考慮し、粒子径を入力する。
SETVEL	重力沈降速度 (m/s), ISEDIM=1の場合に設定
PARDIA	粒子直径 (m), ISEDIM=2の場合に設定

第4章 AQUAコードによる粒子拡散解析

第2章で調査した東京大学生産工学研究所で行われたクリーンルーム核燃料施設の気流解析および粒子拡散解析のために重力沈降モデルを付加したAQUAコードを用いて計算した。

4.1 クリーンルーム内解析

4.1.1 計算条件

- ① 放出条件：連続放出（1000 ppm）
- ② 拡散粒子の粒径：
 - ・ 0 μm （重力沈降速度：0 m/s）
 - ・ 0.31 μm （重力沈降速度： 4.5×10^{-6} m/s）
 - ・ 1.0 μm （重力沈降速度： 3.5×10^{-5} m/s）
 - ・ 10.0 μm （重力沈降速度： 3.0×10^{-3} m/s）
- ③ 解析体系およびメッシュ図

解析体系を図3.1、メッシュ分割図を図3.2に示す。メッシュ分割は $29 \times 21 \times 18$ とした。

また、計算入力データを図3.3、3.4に示す。

4.1.2 計算結果

空気流線図を図3.5に、各粒径について漏洩後180秒までの濃度分布をを図3.6に示す。また図3.7に0～60秒、0～120秒、0～180秒、70～120秒、130～180秒の時間で積算した濃度分布を示す。さらに図3.8にクリーンルーム内の濃度の推移を示す。

空気流線図については、壁面における上昇流と下降流が衝突する位置が、実験値と比較して下方にあるが、その他の位置については実験値と一致した。拡散濃度分布については特定の時間の濃度分布と積算時間の濃度分布を計算したが、文献に示す実験値と一致しなかった。

濃度の推移については重力沈降速度は大きくなるにつれて、出口の濃度が小さくな

る傾向を示した。

AQUAコードによる結果は空気流線分布図は文献とよく一致したが、拡散解析については一致しなかった。これは文献で示されている乱流モデルの定数項が実験値と合うようにチューニングされた値であり、AQUAコードの入力データだけでは対応できないことが明らかとなった。

4.2 核燃料施設内解析

核燃料施設内気流解析は「核燃料施設内気流解析結果集」(PNC ZN841094-217)で行った、障害物としてグローブボックス、制御盤、グレーチングを配置した解析体系を用いて行った。また以下に示す計算条件以外については「核燃料施設内気流解析結果集」と同じである。

4.2.1 計算条件

① 放出条件：1秒間，(1000ppm)

② 拡散粒子の粒径：

- ・ 0 μm (重力沈降速度：0 m/s)
- ・ 0.31 μm (重力沈降速度： 4.5×10^{-6} m/s)
- ・ 1.0 μm (重力沈降速度： 3.5×10^{-6} m/s)
- ・ 10.0 μm (重力沈降速度： 3.0×10^{-3} m/s)

③ 解析体系およびメッシュ図

解析体系を図3.9，メッシュ分割図を図3.10に示す。メッシュ分割は $45 \times 23 \times 31$ とした。

また，計算入力データを図3.11，3.12に示す。

4.2.2 計算結果

各粒径について，漏洩後600秒までの濃度分布を図3.13，3.14に，またエアスニッファ採取口における濃度推移を図3.15に示す。図より粒径10 μm については他の粒径と違い濃度の値が低くなる結果となった。過渡領域(0~100秒)では濃度に大きな差は生じなかった。

第 5 章 結 言

重力沈降モデルの調査。AQUAコードに重力沈降モデルの組み込みを行った結果と課題を以下に示す。

- (1) 半導体製造の生産技術の分野で粒子の重力沈降をモデル化した粒子拡散解析を行っていることがわかった。また、クリーンルーム内の換気回数は核燃料施設内の換気回数の10倍以上あるため、粒径10 μ m程度では拡散に影響を与えなかった。
- (2) 市販の解析コードにも、重力沈降をモデル化しているコードがあった。
- (3) AQUAコードへの重力沈降モデルの組み込みは、物質輸送モデルのz方向成分に重力沈降速度を加えることにより可能となった。
- (4) クリーンルーム内気流解析については、粒子拡散分布が文献に示す汚染発生源を室内中央の物体上面とした場合の汚染拡散についての実験値と一致しなかった。この実験を模擬するにはAQUAコードの乱流モデル定数をパラメータとするチューニングを行う必要がある。
- (5) 核燃料施設内の気流解析については、換気回数がクリーンルームに比べ1/10以下であるため、粒径10 μ mでも拡散に影響することがわかった。

参 考 文 献

- 1) 高橋幹二, 基礎エアロゾル工学, 養賢堂(1982)
- 2) 村上周三, 他, 移流の卓越する室内気流における沈降を伴う浮遊微粒子の拡散
第1報 実大クリーンルームにおける実測と模型実験, 空気調和衛生工学会論文集,
No. 39(1988)
- 3) 村上周三, 他, 移流の卓越する室内気流における沈降を伴う浮遊微粒子の拡散
第2報 数値シミュレーションと実大実験の比較, 空気調和衛生工学会論文集,
No. 40(1989)
- 4) 諏訪好英, 塵埃挙動解析とクリーンルームへの応用, 東芝レビュー
Vol. 46, No. 7(1991)

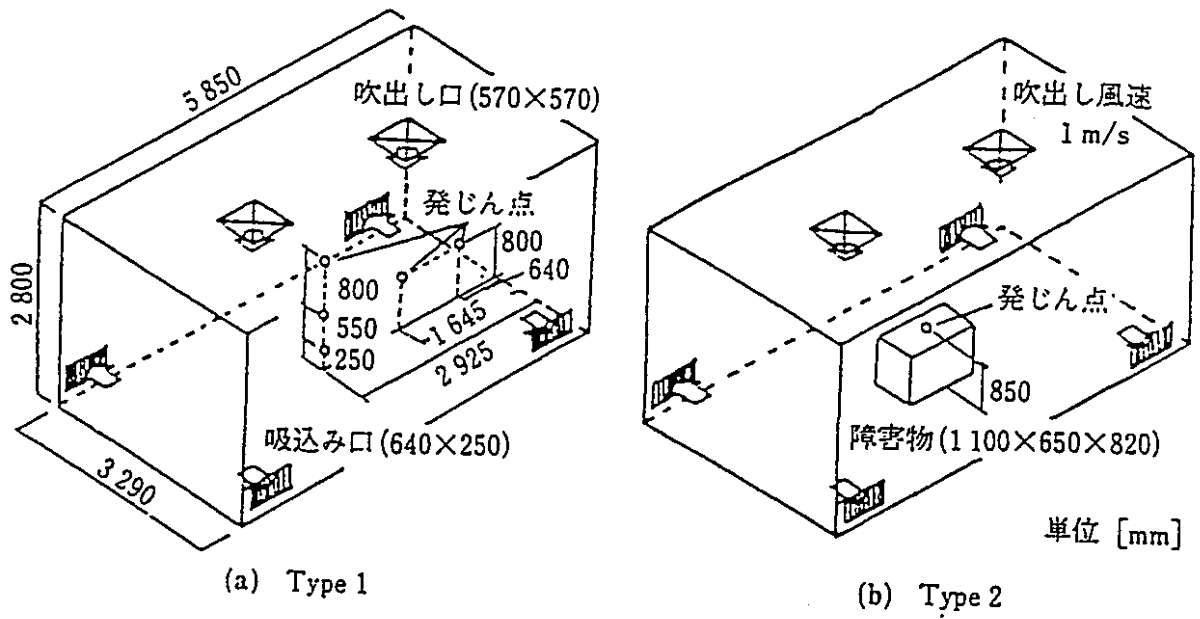


図1. 1 解析対象クリーンルーム

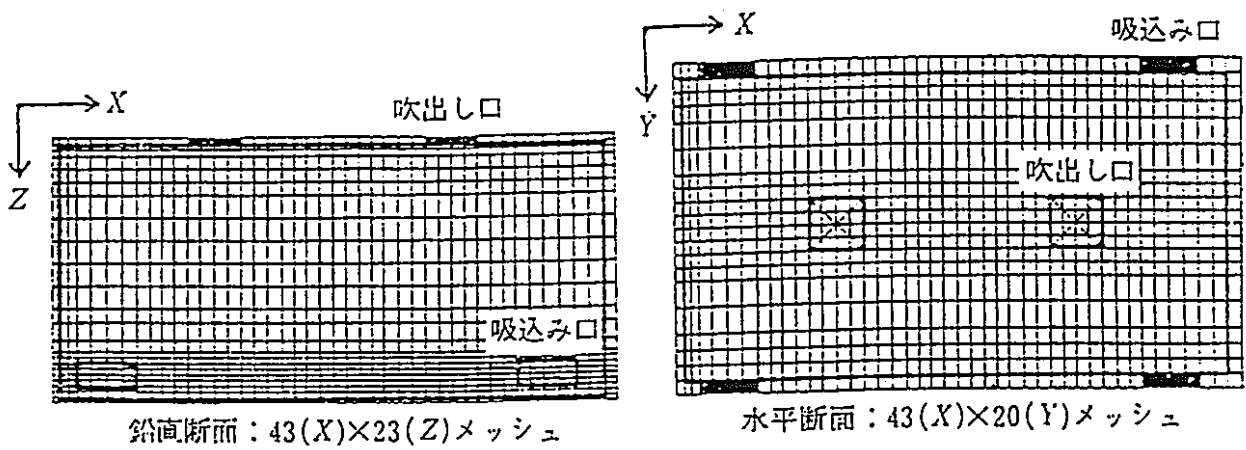
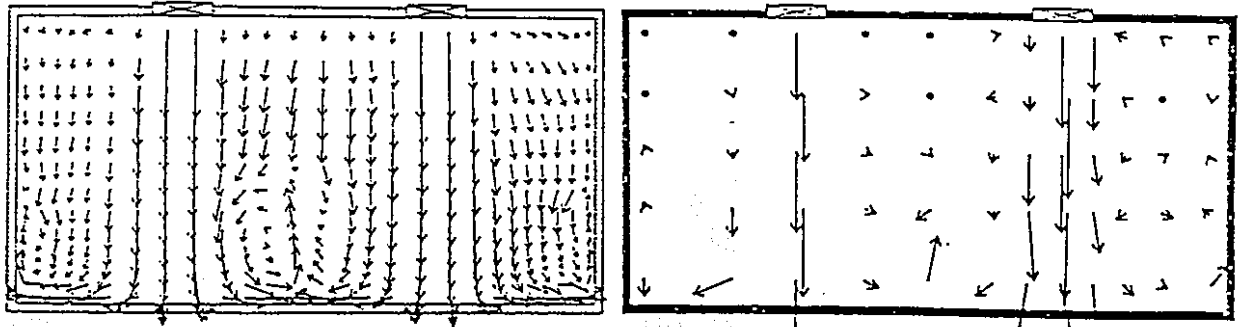
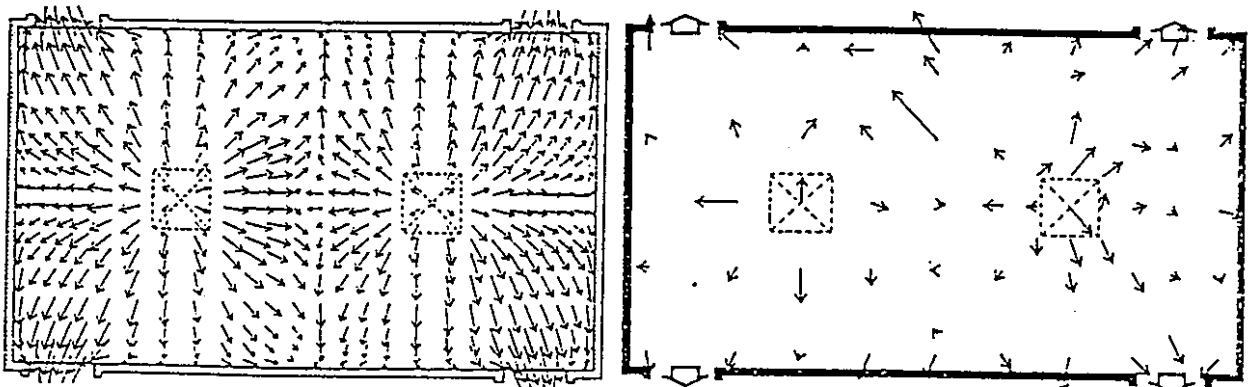


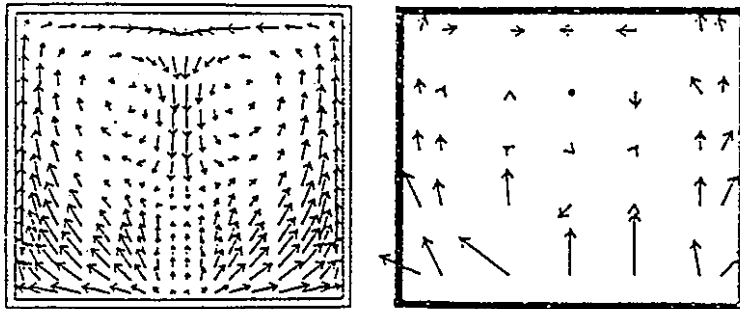
図1. 2 メッシュ分割図 (Type 1)



(a) 吹出し口を含む鉛直断面(数値シミュレーション) (b) 吹出し口を含む鉛直断面(実大実験)



(c) 吸込み口を含む水平断面(数値シミュレーション) (d) 吸込み口を含む水平断面(実大実験)



(e) 室中央の短辺方向鉛直断面(数値シミュレーション) (f) 室中央の短辺方向鉛直断面(実大実験)

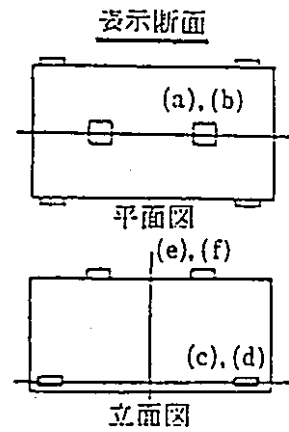


図1.3 Type 1における気流分布

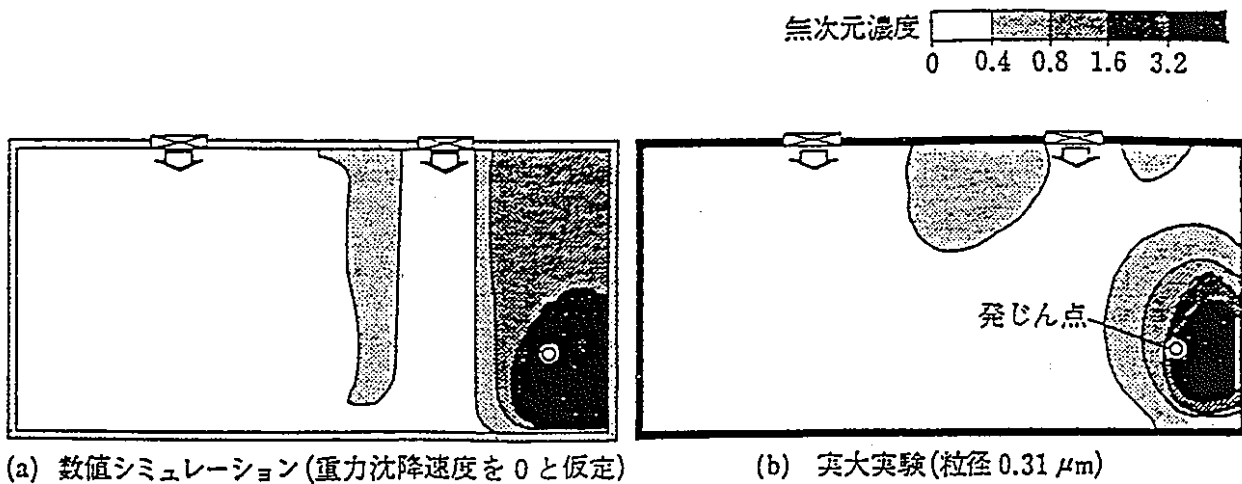


図1. 4 Type 1における拡散性状(発塵位置が壁近傍にある場合)

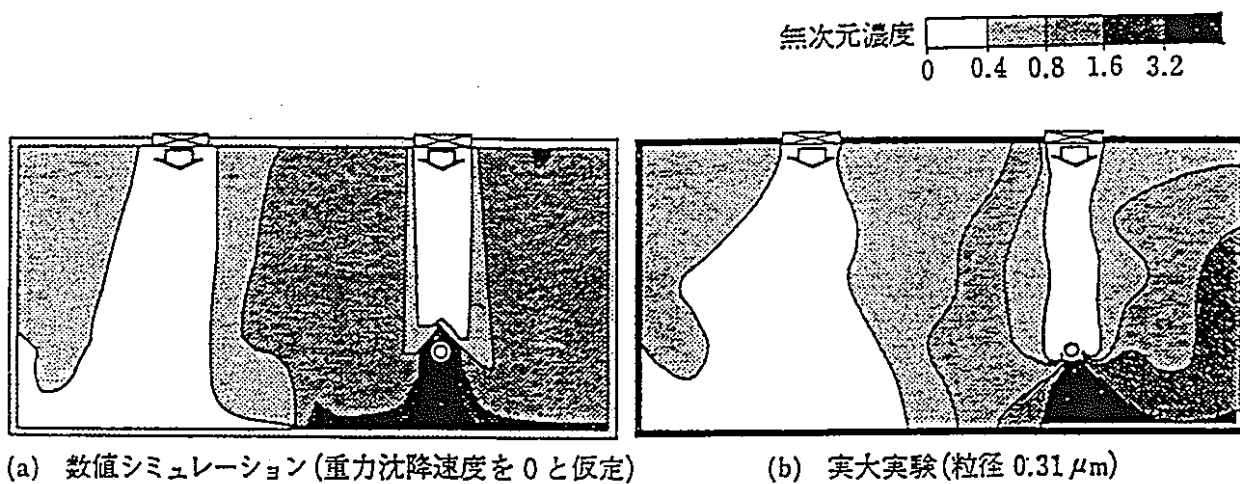


図1. 5 Type 1における拡散性状(発塵位置が吹き出し口直下にある場合)

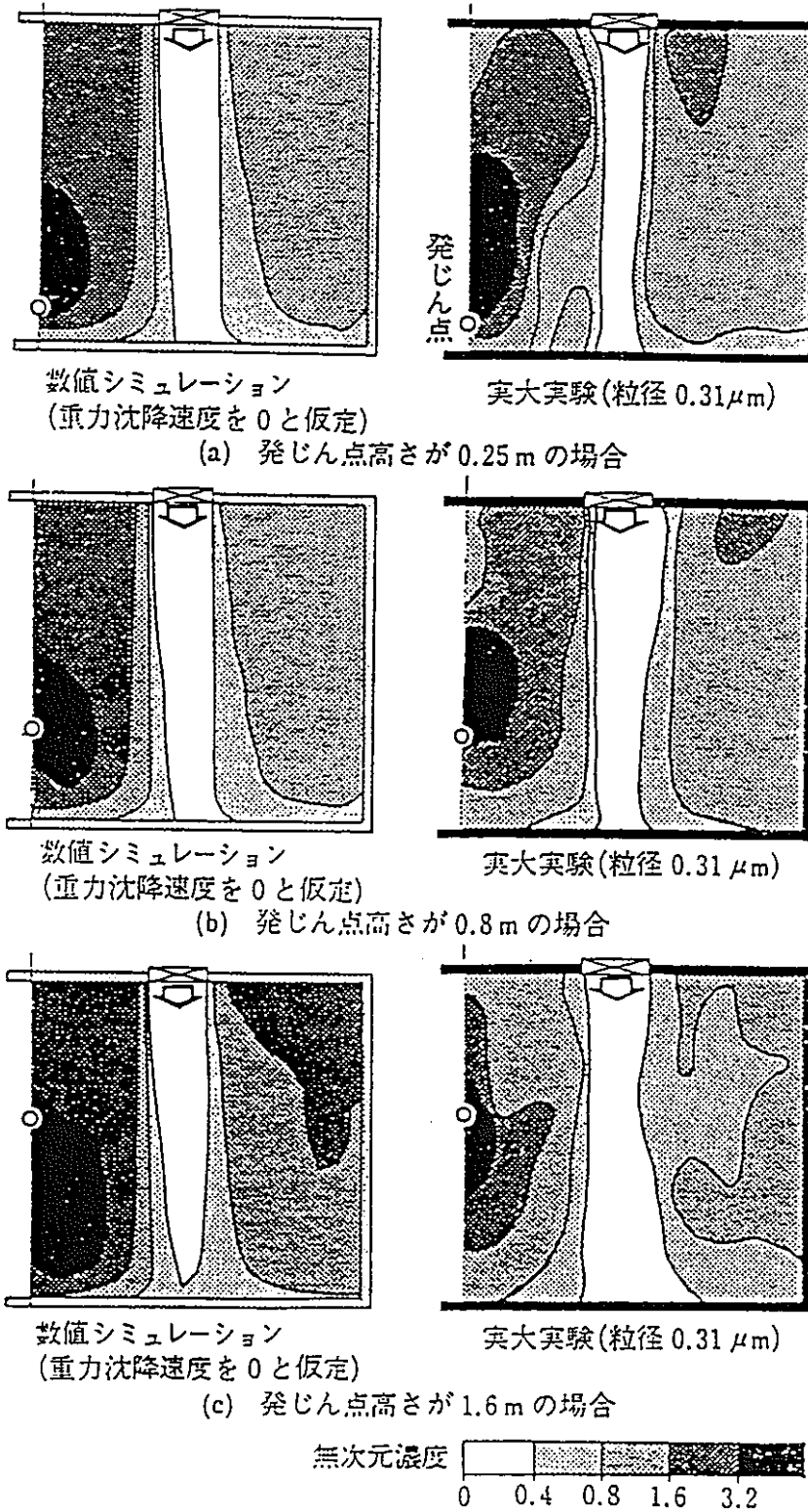


図1. 6 Type 1における拡散性状 (発塵点の高さが異なる場合)

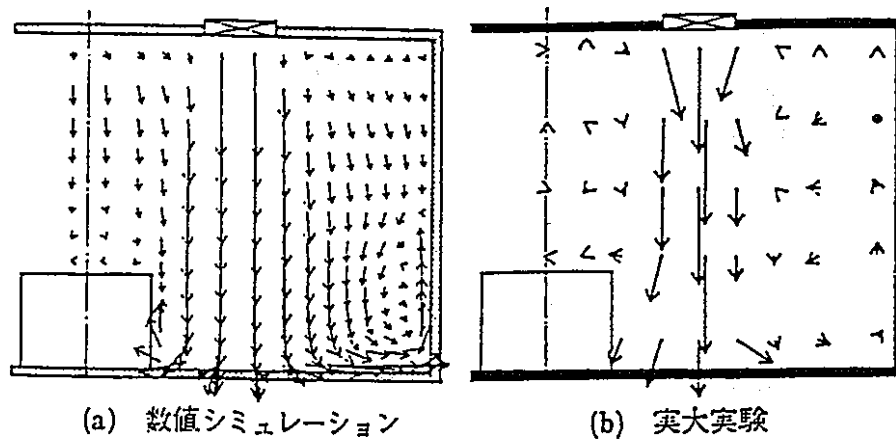


図1.7 Type 2における気流分布

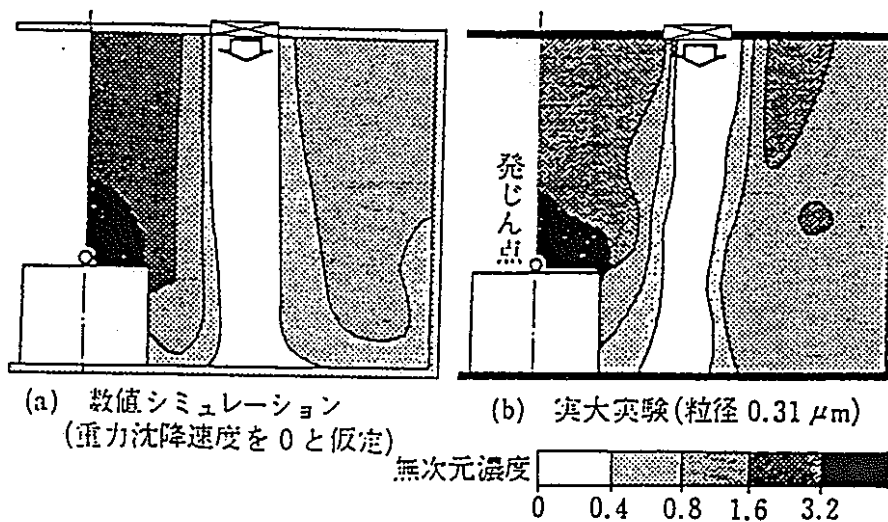


図1.8 Type 2における拡散性状

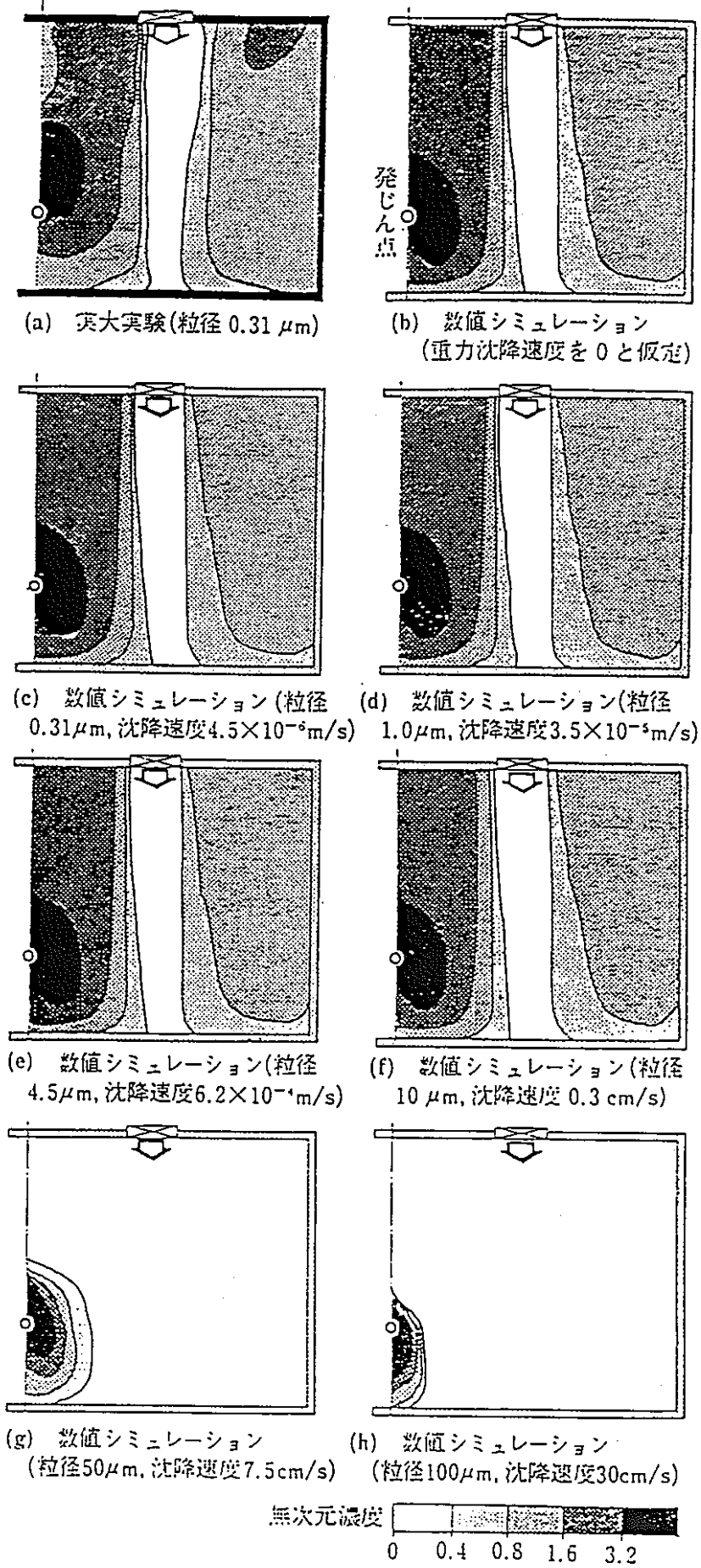


図1. 9 Type 1における拡散性状 ((c) ~ (h) : 重力沈降速度を考慮)

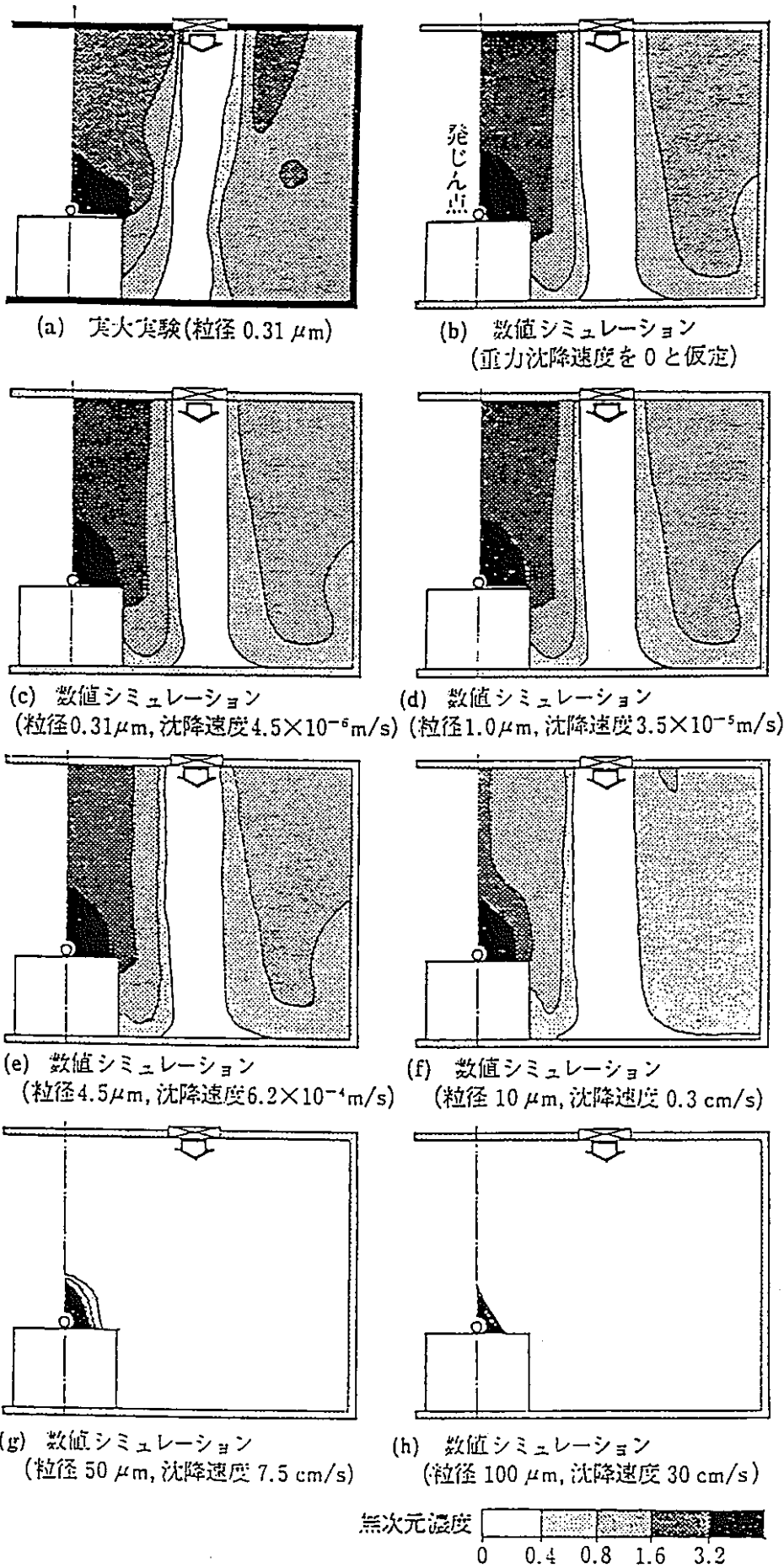


図1.10 Type 2における拡散性状 ((c) ~ (h) : 重力沈降速度を考慮)

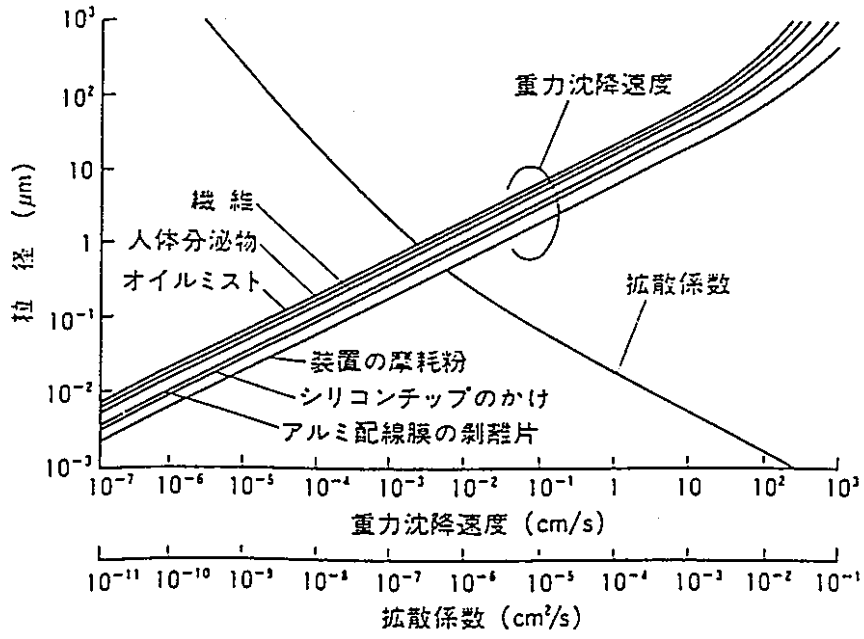


図 1. 1 1 拡散係数と各種粒子の重力沈降速度

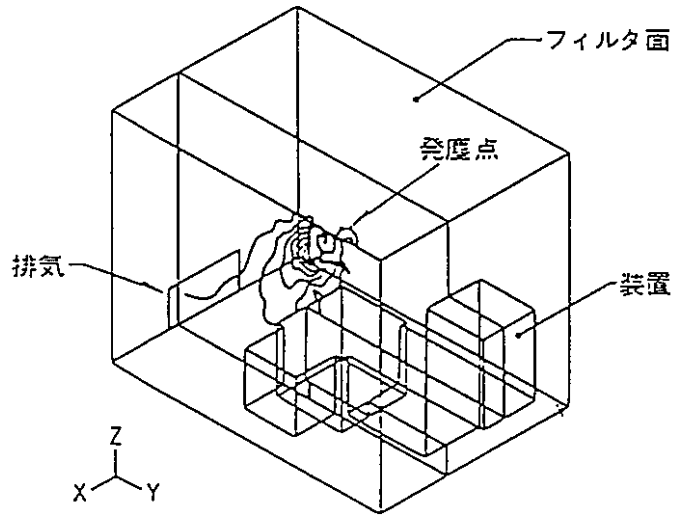
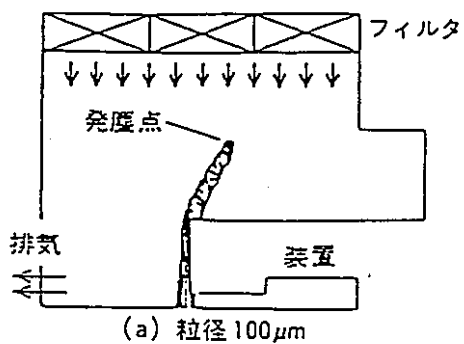
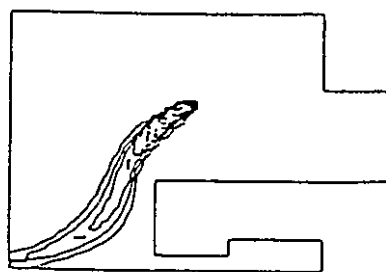


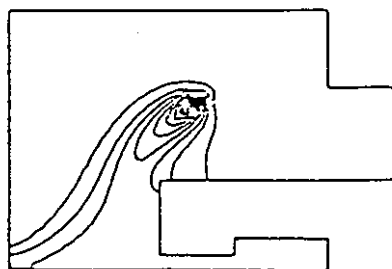
図 1. 1 2 塵埃粒子拡散状態の数値解析結果



(a) 粒径 100 μ m



(b) 粒径 10 μ m



(c) 粒径 1 μ m 以下

図 1. 13 粒径の違いによる粒子拡散状態の違い

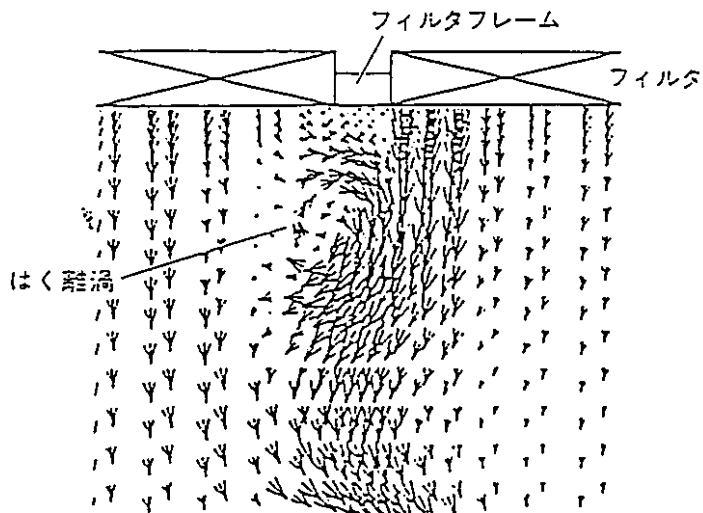
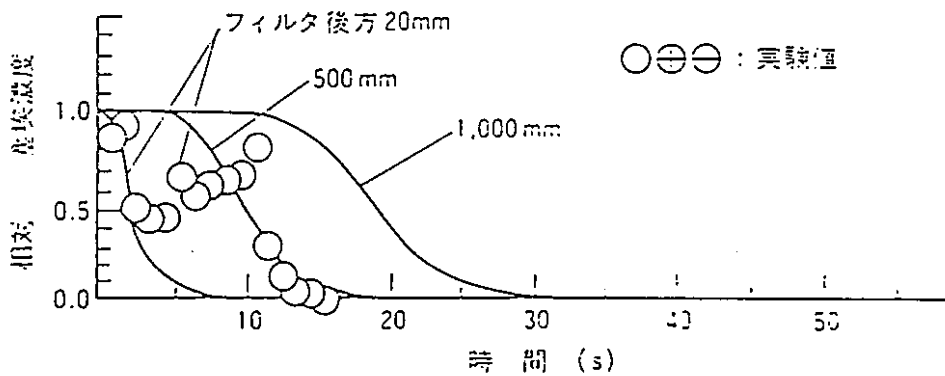
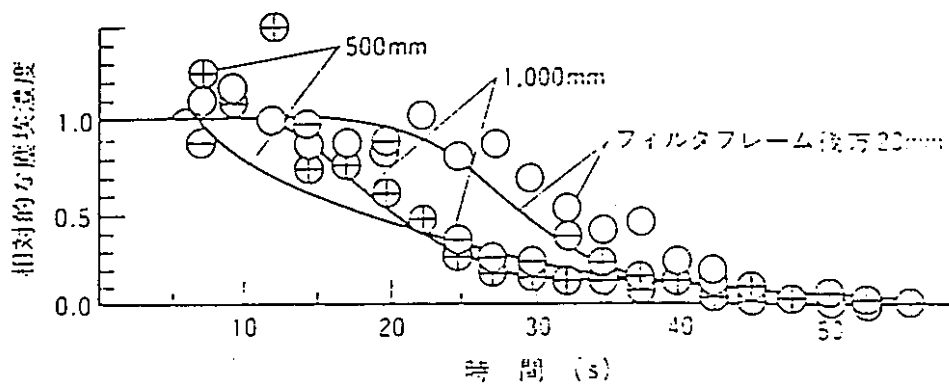


図1. 14 フィルタおよびフィルタフレーム後流の解析結果

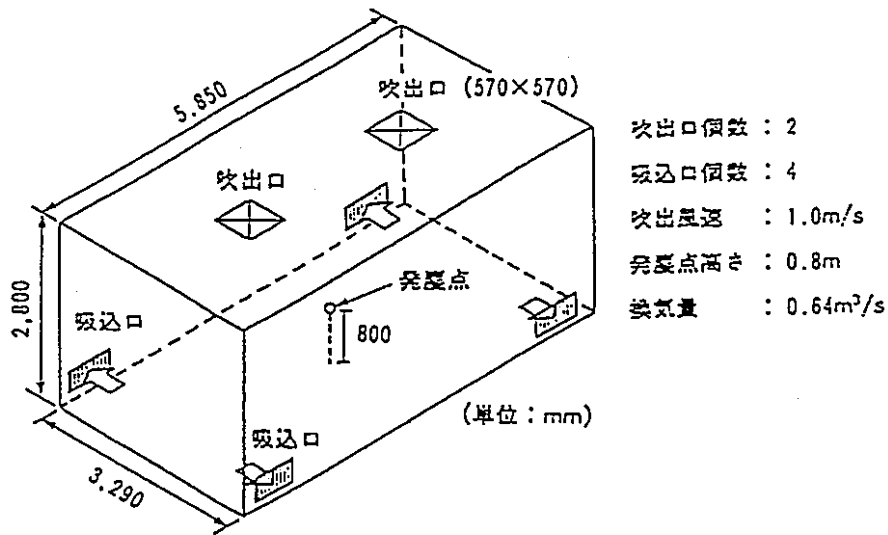


(a) フィルタ後方の塵埃濃度

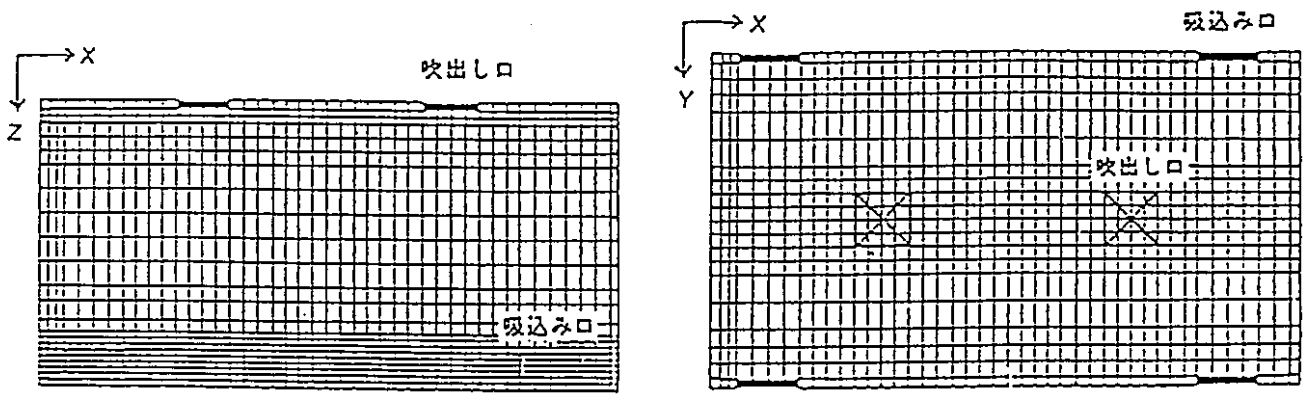


(b) フィルタフレーム後方の塵埃濃度

図1. 15 フィルタフレーム後流における塵埃濃度の時間変化



(a) 解析対象クリーンルーム



鉛直断面 : 43(X) × 23(Z)メッシュ

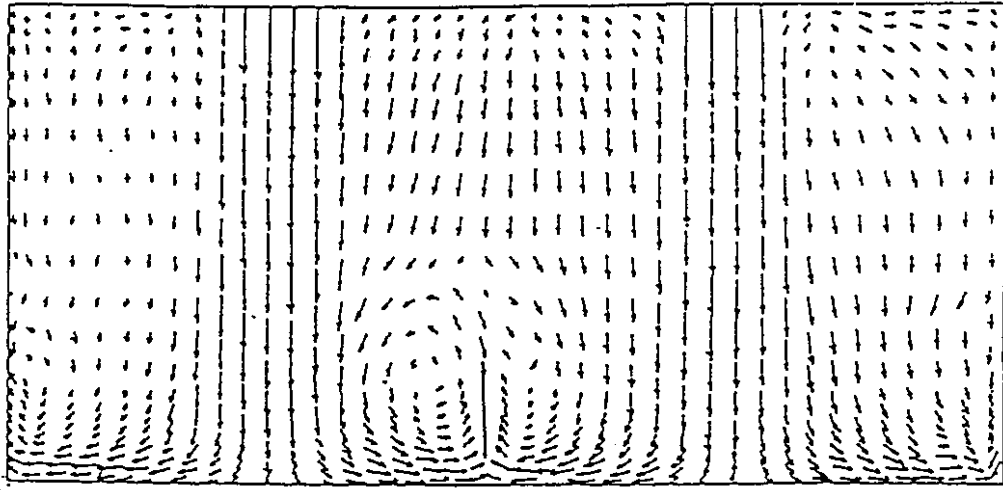
解析領域

水平断面 : 43(X) × 20(Y)メッシュ

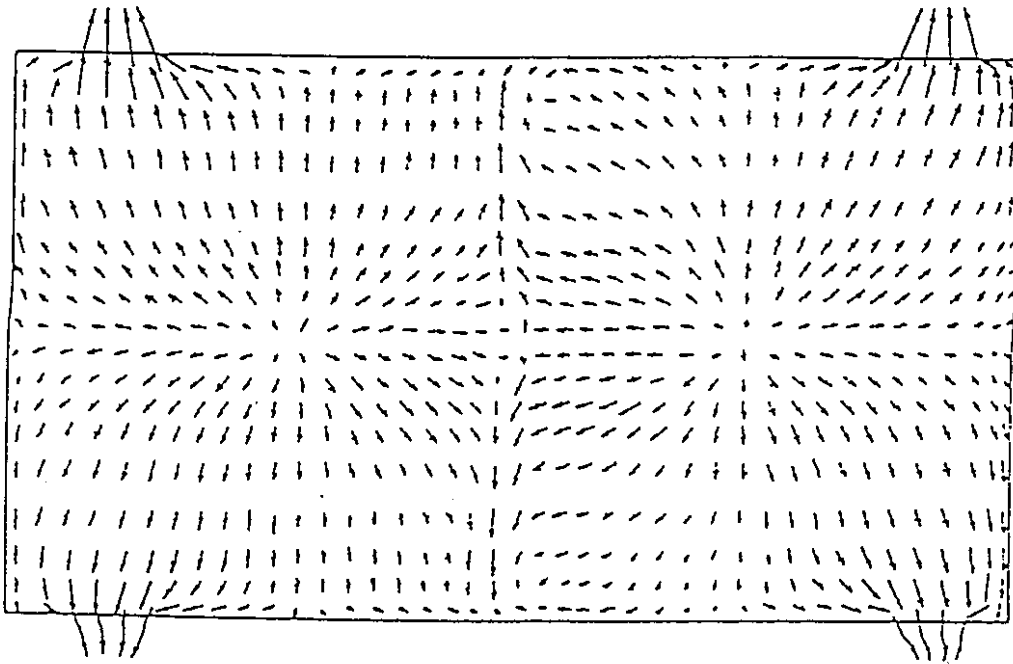
解析領域

(b) 格子分割数

図1. 16 解析対象クリーンルームおよびメッシュ分割

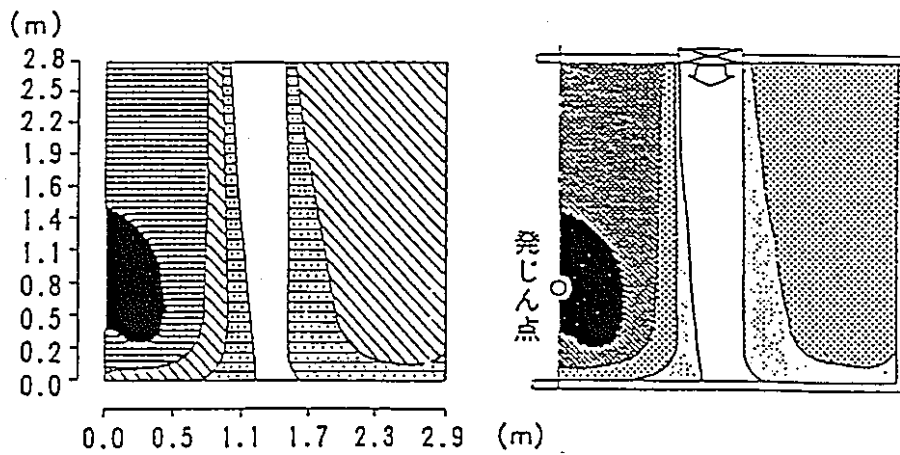


鉛直断面



水平断面

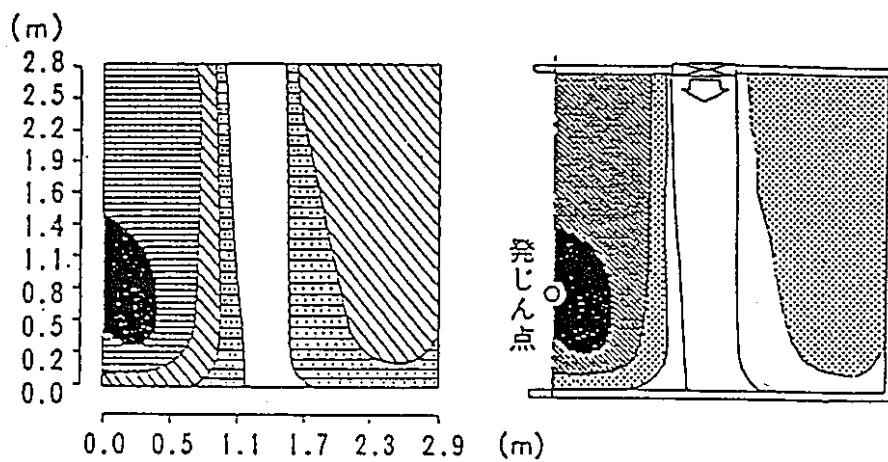
图 1. 17 气流分布



解析結果

文献(3)

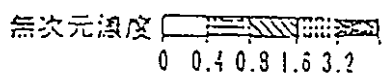
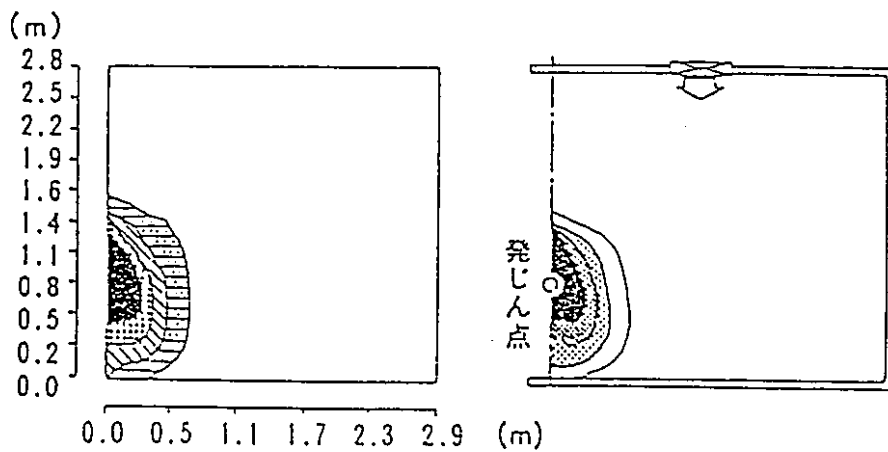
(a) 重力沈降速度を0と仮定



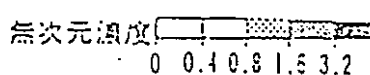
解析結果

文献(3)

(b) 粒径 $10\mu\text{m}$, 沈降速度 $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$



解析結果



文献(3)

(c) 粒径 $50\mu\text{m}$, 沈降速度 $7.5 \times 10^{-2} \text{m/s}$

図1.18 濃度分布比較


```

1: <<< AQUA重力沈降モデル修正 >>>
2: IDENT AQUANT
3: /   *** VER20 ---> VER20A (CHANGED TRANSIENT FUNCTION) ***
4: /   *** VER20 ---> VER20B (CAN USE ICONCE = 2 ) ***
5: /                                     FIRST RUN NOT CALCULATE THE MASS
6: /                                     TRANSPORT AND NEXT RUN DO IT.
7: /   ***** VER20B12 = VER20B + VER13 *****
8: /
9: / -----
10: / WRITE PLOT DATASET ABOUT LAST TIMESTEP INFORMATION
11: /                                     FOR NTPLOT = -9999
12: /                                     MARCH 8, 1989 MTS
13: / -----
14: /
15: /   ADDED "TPlot" OPTION
16: /   TPlot : UP TO 50 TIMES AT WHICH SUBROUTINE PLTAPE
17: /   IS TO BE CALLED
18: /                                     MARCH 9, 1989 MTS
19: / -----
20: /
21: /   THE MASS TRANSPORT VERSION FOR THE SINGLE-PHASE
22: /   THREE-DIMENSIONAL THERMAL-HYDRAULIC ANALYSIS CODE.
23: /
24: /   A Q U A - M T
25: /   *****
26: /
27: /                                     AUG. 06, '87   T. MURAMATSU
28: /   *** FEB. 13, '89   MTS
29: /   MAY. 31, '93     MUR
30: /
31: / -----
32: /
33: /   =====> T1077. AQUA. CSET. FORT(VERMT)
34: /   =====> T1077. AQUA. VERMT. DATA   FOR OVLY STRUCTURE
35: / -----
36: /
37: #D SHARED. 15
38:   AITMAX, ITMAXP, ITMCWX, ITENMX, IOUT14, NTSNRY, ICONCE, ICOBUG, IFPE, IFDE.
39: #D SHARED. 16
40:   BIFMNO, IFMEN, IFMTB, IFMCO, I4VEND
41: #D SHARED. 27
42:   + DCONV2, DKOHT, DEOHT, EPST, DIFFC, CONCO, FCOCO, FC1CO.
43: #D SHARED. 29
44:   IFCOCP, FC1CP, DCOH, DCOHT.
45: #D SHARED. 38
46:   4 ISTRP (50), NTHCON(11), NLAST (99), NEND (99), IT (2).
47: #D ADDCON. 3.4
48:   COMMON /ADDCON/ IS(150).
49:   LBL1, LBL2, LBL3, LBL4, LBL5, LBL6, LBL7, LBL8, LBL9
50: #D ALLOC. 8
51: C * *           A Q U A - M T           * *
52: #1 ALLOC. 26
53: C * *           VERSION 2.0 AUGUST, 1987   * *
54: /
55: #/ VELOCITY CORRECTION
56: /
57: #1 ALLOC. 37
58: C
59:   COMMON/CUBEDT/ISEDIM, SEDVEL, PARDIA
60: C
61: #D ALLOC. 56
62:   I1143, I1144, I1145, I1146, I1147, I1148, I1149, I1150.
63:   6LBL1, LBL2, LBL3, LBL4, LBL5, LBL6, LBL7, LBL8, LBL9
64: #D ALLOC. 57
65:   DIMENSION CARD(20), IS(150)
66: #D ALLOC. 78
67:   +20X, ' ***           A Q U A - M T           *** /
68: #1 ALLOC. 95
69:   +20X, ' ***           VERSION 2.0 AUGUST, 1987   *** /
70: #1 ALLOC. 136
71:   ICONCE=0
72: C VELOCITY CORRECTION
73:   ISEDIM=0
74:   SEDVEL=0.0
75:   PARDIA=0.0
76: #D ALLOC. 144
77:   2, IFPCG, ICONCE
78: #D ALLOC. 508
79: #1 ALLOC. 538
80:   IS(142)=NEEDED
81:   LBL8=NEEDED-IS(86)
82: C
83: C MASS TRANSPORT MODEL VARIABLES
84: C
85:   IF(ICONCE.GT.0) THEN
86:   IS(143)=NEEDED
87:   IS(144)=IS(143)+NM1 #NOWPS
88:   IS(145)=IS(144)+NM1 #NOWPS
89:   IS(146)=IS(145)+NM1 #NOWPS
90:   IS(147)=IS(146)+NM1 #NOWPS
91:   NEEDED=IS(147)+NL1 #NOWPS
92:   ELSE
93:   IS(143)=NEEDED

```

図 2. 1 AQUAコードの修正リスト

```

94:      IS(144)=NEEDED
95:      IS(145)=NEEDED
96:      IS(146)=NEEDED
97:      IS(147)=NEEDED
98:      NEEDED=IS(147)
99:      ENDF
100:     IS(150)=NEEDED
101:     LBL9=NEEDED-IS(143)
102: #I ALLOC. 598
103:     WRITE(6, 780) (1, IS(1), I=143, 147)
104: #I ALLOC. 600
105:     1, LBL9
106: #D ALLOC. 602
107:     1' (DETERMINED FROM INPUT) . 917)
108: #D ALLOC. 691
109:     2, IFPCG, ICONCE
110: #D ALLOC. 735
111:     4S(1136), S(1137), S(1138), S(1139), S(1140), S(1141),
112:     5S(1143), S(1144), S(1145), S(1146), S(1147))
113: #D NAMEL1. 7
114:     4IFPCG, ICONCE
115: #/
116: #/ VELOCITY CORRECTION
117: #/
118: #/ #I NAMEL1. 25
119: #/     8, DIFFC, ICOBUG, KCONCE, CONC, CONC0, FC0C0, FC1C0, IFMCO
120: #D AMAIN. 13
121:     +INCEE, INCEX, INCEY, INCEZ, CONCE, CONCET, CONCE0, DIFFCO, CONCEB)
122: #D AMAIN. 34
123:     2AID(1), CONCE(1), CONCET(1), CONCE0(1), DIFFCO(1), CONCEB(1),
124: #I AMAIN. 48
125: C     UNITC1=1. 0E+06
126: C     UNITC2=1. 0E-06
127: #D AMAIN. 85
128:     9 ICORR, CLENTH, REYLEN, FORCEF, ARUL, ARWL,
129:     A CONCE, CONCET, CONCE0, DIFFCO, CONCEB)
130: #I AMAIN. 239
131: C     CALL UNITC(12, NMI, IJK, DX, DY, DZ, IGEOM, X, AL, CONCE, CONCEB,
132: C     1 LB, LE, CBT, MB)
133: #D AMAIN. 245
134:     5IFRAM, CONCE, DIFFCO, CONCEB)
135: C     CALL UNITC(11, NMI, IJK, DX, DY, DZ, IGEOM, X, AL, CONCE, CONCEB,
136: C     1 LB, LE, CBT, MB)
137: #D AMAIN. 255
138:     4 TTS, QSOUR, ITSCB, LBL6, CONCE, CONCEB, LBL9)
139: #I AMAIN. 368
140:     DO 9001 N=1, NSURF
141:     IF(KCONCE(N), LT, 100) GO TO 9001
142:     UNITC2=1. 0E-6
143:     NFN=KCONCE(N)-100
144: CNTS   CBT=GETF(NFN, TIME)
145:     CBT=GETF(NFN, TIME)+CONC(N)
146:     LB=1
147:     IF(N, NE, 1) LB=LCI(N-1)+1
148:     LE=LCI(N)
149: 2200   IF(LE, LT, LB) GO TO 2220
150: C     CALL UNITC(21, NMI, IJK, DX, DY, DZ, IGEOM, X, AL, CONCE, CONCEB,
151: C     1 LB, LE, CBT, MB)
152: #/ //////////////////////////////////// ADDED BY MTS 88. 2. 23 ////////////////////////////////////
153: C     CALL UNITC(21, NMI, IJK, DX, DY, DZ, IGEOM, X, AL, CONCE, CONCEB,
154: C     1 LB, LE, CBT, MB)
155: #/ //////////////////////////////////// ////////////////////////////////////
156: 2220   IF(LE, EQ, LCZ(N)) GO TO 2240
157:     LB=LCI(NSURF)+1
158:     IF(N, NE, 1) LB=LCZ(N-1)+1
159:     LE=LCZ(N)
160:     GO TO 2200
161: 2240   CONTINUE
162: 9001   CONTINUE
163: #D AMAIN. 381
164:     2INCEE, INCEX, INCEY, INCEZ, CONCE, CONCET, CONCE0, DIFFCO, CONCEB)
165: #D AMAIN. 392
166:     4 TTS, QSOUR, ITSCB, LBL6, CONCE, CONCEB, LBL9)
167: #I AMAIN. 420
168:     +ABS(DCOH), GT, EPS3, OR.
169: #I AMAIN. 426
170:     2, DCOH
171: #/ #D AMAIN. 428
172: #/     1/1H . 30X, 15, 1P3E11. 2)
173: #I AMAIN. 443
174:     2, DCOH
175: #I AMAIN. 450
176: C     CALL UNITC(12, NMI, IJK, DX, DY, DZ, IGEOM, X, AL, CONCE, CONCEB,
177: C     1 LB, LE, CBT, MB)
178: #D AMAIN. 456
179:     5IFRAM, CONCE, DIFFCO, CONCEB)
180: C     CALL UNITC(11, NMI, IJK, DX, DY, DZ, IGEOM, X, AL, CONCE, CONCEB,
181: C     1 LB, LE, CBT, MB)
182: #I AMAIN. 463
183:     2, DCOH
184: #I AMAIN. 474
185:     2, DCOH
186: #D AMAIN. 495

```

図 2. 1 AQUAコードの修正リスト

```

187:CM 3 TTS, QSOUR, CONCE, DIFFCO, CONCEN)
188: 3 TTS, QSOUR, CONCE, DIFFCO, CONCEN, CONCET, CONCEO)
189:*/-----
190:*/ WRITE PLOT DATASET ABOUT LAST TIMESTEP INFORMATION
191:*/ FOR NTPLT = -9999
192:*/ MARCH 8, 1959 MTS
193:*/-----
194:C*/
195:C WRITE PLOT DATASET ABOUT LAST TIMESTEP INFORMATION
196:C*/
197: CALL WATSTP (NTIME, NTPLT, NPL, IFCALL, LASTNO, 2, NCOUNT)
198: IF (LASTNO, EQ, -9999) THEN
199: CALL PLTAPE (76, UL, VL, WL, TL, AL, ALX, ALY, ALZ,
200: + 1JK, MIP, MIM, MJP, MJM, MKP, MKM, VELBN, TLB,
201: + TURK, TURE, TURVIS, TURCON, TURKB, TUREB, MB, ISURF,
202: + AREA, TTS, QSOUR, SBL6, LBL6, CONCE, CONCEN, LBL9)
203: ENDF
204: IF(NTPLT(1), NE, 0) REWIND 76
205:#D AMAIN, 497
206:C IF(NTPLT(1), NE, 0) REWIND 76
207:#I AMAIN, 500
208:C CALL UNITC(12, NMI, 1JK, DX, DY, DZ, 1GECM, X, AL, CONCE, CONCEN,
209:C 1 LB, LE, CBT, MB)
210:#D AMAIN, 506
211: 5IFRAM, CONCE, DIFFCO, CONCEN)
212:C CALL UNITC(11, NMI, 1JK, DX, DY, DZ, 1GECM, X, AL, CONCE, CONCEN,
213:C 1 LB, LE, CBT, MB)
214:#I BARIN, 66
215: K=K+1
216: KOF(K)=IS(143)
217: K=K+1
218: KOF(K)=IS(147)
219:#D BARIN, 126
220: IF(IND, GE, 10, AND, IND, NE, 14, AND, IND, NE, 18, AND, IND, NE, 19) GO TO 280
221:#D BARIN, 157
222: IF(IND, LT, 10, OR, IND, EQ, 14, OR, IND, EQ, 18, OR, IND, EQ, 19) GO TO 330
223:#D BLOCKDA, 28
224: 2'HLB ' 'OBN ' 'HL ' 'CO ' 'COB ' /
225:#D BLOCKDA, 29
226: DATA KOM /1, 19+2/.
227:#D BLOCKDA, 30
228: 11END / END ' /, NVAR /20/, 1FORC / FORC ' /
229:#D INITAL, 12
230: 9 1CORRZ, CLENTZ, REYLEZ, FORCEZ, RDUM1, RDUM2,
231: A CONCE, CONCET, CONCEO, DIFFCO, CONCEN)
232:*/
233:*/ VELOCITY CORRECTION
234:*/
235:#I INITAL, 18
236:C
237: COMMON/CUBEDT/ISEDIM, SEDVEL, PARDIA
238:C
239:#I INITAL, 28
240: 9, CONCE(1), CONCET(1), CONCEO(1), DIFFCO(1), CONCEN(1)
241:#I INITAL, 47
242: IFMCO=0
243:#I INITAL, 136
244: IF (ICONCE, GT, 0) KCONCE(N)=0
245:#I INITAL, 146
246: IF (ICONCE, GT, 0) THEN
247: CONCE(M)=1.0E-03
248: CONCET(M)=1.0E-03
249: CONCEO(M)=1.0E-03
250: DIFFCO(M)=DIFFC
251: ENDF
252:#I INITAL, 204
253: IF (ICONCE, GT, 0) THEN
254: READ(5, DATA)
255: REWIND 5
256: ENDF
257:#I INITAL, 236
258:CM DO 123 M=1, NM1
259:CM DIFFCO(N)=DIFFC
260:CM123 CONTINUE
261:#D INITAL, 207
262:CM 2 TLB, TURKB, TUREB, TTS, QSOUR, CONCE, DIFFCO, CONCEN)
263: 2 TLB, TURKB, TUREB, TTS, QSOUR, CONCE, DIFFCO, CONCEN, CONCET, CONCEO)
264:#I INITAL, 78
265: DIFFC=0.1000
266:*/ //////////////// ADDED BY MTS 88.2.23 ////////////////
267:#I INITAL, 467
268:CMTS IF(ICONCE, EQ, 1) THEN
269: IF(ICONCE, GT, 0) THEN
270: *WRITE(6, 666) 1CONCE, 1FMCO, 1COBUG, CONCO, DIFFC, FCOCC, FC1CO
271: *WRITE(6, 667) (N, XCONCE(N), CONCO(N), N=1, NSURF)
272: ENDF
273: 666 FCRMAT(/////
274: 1 *****
275: 2 MASS TRANSPORT INFORMATIONS' /
276: 3 *****
277: 4 1CONCE = .16 /
278: 5 1FMCO = .16, 1COBUG = .16
279: 6 CONCO = .1PE13.6, DIFFC = .1PE13.5 /

```

図 2. 1 AQUAコードの修正リスト

```

280: 7      :          FCOCO =', 1PE13. 6.' FC1CO =', 1PE13. 6. //.
281: 8      :          SURFACE KCONCE      CONC', /)
282: 667    FORMAT(2X, 16, 2X, 17, 4X, 1PE11. 3)
283: #/ ///////////////////////////////////////////////////////////////////
284: #I     INITIAL 616
285:      CONCE(N)=CONCO
286: #I     INITIAL 617
287: C      CALL UNITC(11, NM1, 1JK, DX, DY, DZ, 1GEOM, X, AL, CONCE, CONCEB.
288: C      1      LB, LE, CBT, MB)
289: #I     INITIAL 630
290:      IF(1CONCE EQ. 0) GO TO 2002
291:      IF(1STATE NE. 0. AND. 1STATE NE. 2) GO TO 2001
292:      DO 2000 N=1, NSURF
293:      CB=CONC(N)
294:      IF(XCONC(N), EQ. 1) GO TO 2500
295:      CB=CONCO
296: 2500   CONTINUE
297:      LB=1
298:      IF(N, NE. 1) LB=LCI(N-1)+1
299:      LE=LCI(N)
300: 2200   IF(LE LT. LB) GO TO 2220
301:      DO 2600 L=LB, LE
302:      CONCEB(L)=CB
303: 2600   IF(1COBUG, EQ. 2) WRITE(6, 2241) N, L, CONCEB(L)
304: 2220   IF(LE EQ. LCZ(N)) GO TO 2240
305:      LB=LCI(NSURF)+1
306:      IF(N, NE. 1) LB=LCZ(N-1)+1
307:      LE=LCZ(N)
308:      GO TO 2200
309: 2240   CONTINUE
310: 2241   FORMAT(' ... INITIAL ... SURFACE INDEX=', 15,
311: 1      ' SURFACE ELEMENT=', 15,
312: 2      ' CONCEB(L)=' , 1PE13. 6)
313: 2000   CONTINUE
314: 2001   CONTINUE
315: C
316: 2002   CONTINUE
317: #D     RESTAR 8
318: CM     5 TTS, QSOUR, CONCE, DIFFCO, CONCEB)
319: C      5 TTS, QSOUR, CONCE, DIFFCO, CONCEB, CONCET, CONCEO)
320: #/
321: #/     VELOCITY CORRECTION
322: #/
323: #I     RESTAR 14
324: C
325:      COMMON/CUBEDT/ISEDIM, SEDVEL, PARDIA
326: C
327: #I     RESTAR 22
328: CM     4 , CONCE(1), DIFFCO(1), CONCEB(1)
329: C      4 , CONCE(1), DIFFCO(1), CONCEB(1), CONCET(1), CONCEO(1)
330: #I     RESTAR 30
331: C      UNIT1=1. 0E-06
332: C      UNIT2=1. 0E+06
333: C      DO 9600 I1=1, NM1
334: C9600  CONCE(I1)=CONCE(I1)*UNIT2
335: C      DO 1005 M0=1, NM1
336: C      X0=1. 0
337: C      1JKT=1JK(M0)
338: C      I=1JKT/1000000
339: C      J=(1JKT-1000000+1)/1000
340: C      K=(1JKT-1000000+1)-1000+J
341: C      DX0=DX(I)
342: C      DTH0=DY(J)
343: C      DZ0=DZ(K)
344: C      IF(1GEOM, EQ. -1) X0=X(1)
345: C      DY0=DTH0*X0
346: C      AX0=DTH0*DZ0
347: C      AY0=DX0*DZ0/X0
348: C      AZ0=DX0*DTH0
349: C      VCELL0=AL(M0)+AX0+DX0
350: C      M1=M1M(M0)
351: C      M2=M1P(M0)
352: C      M3=MJM(M0)
353: C      M4=MJP(M0)
354: C      M5=MKM(M0)
355: C      M6=MKP(M0)
356: C      IF(M1, LT. 0) THEN
357: C      CONCEB(-M1)=CONCEB(-M1)*UNIT2
358: C      ENDIF
359: C      IF(M2, LT. 0) THEN
360: C      CONCEB(-M2)=CONCEB(-M2)*UNIT2
361: C      ENDIF
362: C      IF(M3, LT. 0) THEN
363: C      CONCEB(-M3)=CONCEB(-M3)*UNIT2
364: C      ENDIF
365: C      IF(M4, LT. 0) THEN
366: C      CONCEB(-M4)=CONCEB(-M4)*UNIT2
367: C      ENDIF
368: C      IF(M5, LT. 0) THEN
369: C      CONCEB(-M5)=CONCEB(-M5)*UNIT2
370: C      ENDIF
371: C      IF(M6, LT. 0) THEN
372: C      CONCEB(-M6)=CONCEB(-M6)*UNIT2

```

図 2. 1 AQUAコードの修正リスト

```

373:C      ENDIF
374:C1005  CONTINUE
375:C
376:C      UNIT CONVERSION  (M**3) ---> (P. P. M.)
377:C
378: #D RESTAR 39
379:      NEEDED=IS(150)
380: #D RESTAR 46
381:      WRITE (1PL) LBL1, LBL2, LBL3, LBL4, LBL5, LBL6, LBL7, LBL8, LBL9
382: #I RESTAR 88
383:C
384:C      BLOCK 9: CONCENTRATION VARIABLES.
385:C
386:      LBEG=LEND+1+LBL8
387:      LEND=LBEG+LBL9-1
388:      IF (LBL9.GT. 0) WRITE (1PL) LBL9, (S(L), L=LBEG, LEND)
389:C      DO 9601 I=1, NM1
390:C9601  CONCE(11)=CONCE(11)*UNIT1
391:C      DO 1015 M0=1, NM1
392:C      X0=1. 0
393:C      IJKT=1JK(M0)
394:C      I=1JKT/1000000
395:C      J=(1JKT-1000000*I)/1000
396:C      X=(1JKT-1000000*I)-1000*J
397:C      DX0=DX(I)
398:C      DTH0=DY(J)
399:C      DZ0=DZ(K)
400:C      IF(IGECM.EQ. -1) X0=X(I)
401:C      OY0=DTH0*X0
402:C      AX0=DTH0*DZ0
403:C      AY0=DX0*DZ0/X0
404:C      AZ0=DX0*DTH0
405:C      VCELL0=AL(M0)*AX0+DX0
406:C      M1=M1M(M0)
407:C      M2=M1P(M0)
408:C      M3=MJM(M0)
409:C      M4=MJP(M0)
410:C      M5=MKM(M0)
411:C      M6=MKP(M0)
412:C      IF(M1.LT. 0) THEN
413:C      CONCE(-M1)=CONCE(-M1)*UNIT1
414:C      ENDIF
415:C      IF(M2.LT. 0) THEN
416:C      CONCE(-M2)=CONCE(-M2)*UNIT1
417:C      ENDIF
418:C      IF(M3.LT. 0) THEN
419:C      CONCE(-M3)=CONCE(-M3)*UNIT1
420:C      ENDIF
421:C      IF(M4.LT. 0) THEN
422:C      CONCE(-M4)=CONCE(-M4)*UNIT1
423:C      ENDIF
424:C      IF(M5.LT. 0) THEN
425:C      CONCE(-M5)=CONCE(-M5)*UNIT1
426:C      ENDIF
427:C      IF(M6.LT. 0) THEN
428:C      CONCE(-M6)=CONCE(-M6)*UNIT1
429:C      ENDIF
430:C1015  CONTINUE
431:C
432:C      UNIT CONVERSION  (P. P. M.) ---> (M**3)
433:C
434:C
435: #D RESTAR 93
436:      WRITE (6, 120) LBL1, LBL2, LBL3, LBL4, LBL5, LBL6, LBL7, LBL8, LBL9
437: #D RESTAR 103
438:      3 TTS, OSOUR, S(152), LBL6, CONCE, CONCEB, LBL9)
439: #I RESTAR 109
440:      ISTORE = 1CONCE
441: #I RESTAR 26
442: #CA NAMELI
443: #I RESTAR 113
444:      IF (1CONCE.EQ. 0.AND. ISTORE.GE. 2) THEN
445:      REWIND 5
446:      READ(5, DATA)
447:      REWIND 5
448:      DO 3298 M = 1, NM1
449:      CONCE(M)=1. 0E-03
450:      CONCEC(M)=1. 0E-03
451:      CONCEO(M)=1. 0E-03
452:      DIFFCO(M)=DIFFC
453: 3298  CCNTINUE
454:      ENDIF
455:      IF (ISTORE.GE. 2) 1CONCE = ISTORE
456: #D RESTAR 117
457:      READ (9) XBL1, XBL2, XBL3, XBL4, XBL5, XBL6, XBL7, XBL8, XBL9
458: #I RESTAR 195
459:C
460:C      BLOCK 9: CONCENTRATION VARIABLES.
461:C
462:      LBEG=LEND+1+LBL3
463:      LEND=LBEG+LBL9-1
464:C      IF (LBL9.NE. XBL9) GO TO 401
465:      IF (1CONCE.LT. 2.AND. LBL9.NE. XBL9) GO TO 401

```

図 2. 1 AQUAコードの修正リスト

```

466:      IF (KBL9.GT.0) READ (9) LBL9.(S(L),L=LSEG.LEND)
467:      GO TO 421
468: 401 IF (KBL9.GT.0) READ (9)
469:      WRITE(6,1234) ICONCE, LBL9, KBL9
470: 1234 FORMAT(5X, 'ICONCE = ',12,' LBL9 = ',19,' KBL9 = ',19)
471:      CALL ERRCHK (1,4,1)
472:      I' CONCENTRATION VARIABLES NOT READ FROM RESTART.'
473: 421 CONTINUE
474:C
475:C      DO 9612 I1=1,NM1
476:C9612 CONCE(11)=CONCE(11)+UNIT1
477:C      DO 1025 M0=1,NM1
478:C          X0=1.0
479:C          IJKT=IJK(M0)
480:C          I=IJKT/1000000
481:C          J=(IJKT-1000000+1)/1000
482:C          K=(IJKT-1000000+1)-1000+J
483:C          DX0=DX(I)
484:C          DTH0=DY(J)
485:C          DZ0=DZ(K)
486:C          IF(IGECM.EQ.-1) X0=X(1)
487:C          DY0=DTH0+X0
488:C          AX0=DTH0+DZ0
489:C          AY0=DX0+DZ0/X0
490:C          AZ0=DX0+DTH0
491:C          VCELL0=AL(M0)+AX0+DX0
492:C          M1=M1M(M0)
493:C          M2=M1P(M0)
494:C          M3=MJM(M0)
495:C          M4=MJP(M0)
496:C          M5=MKM(M0)
497:C          M6=MKP(M0)
498:C          IF(M1.LT.0) THEN
499:C              CONCEB(-M1)=CONCEB(-M1)+UNIT1
500:C          ENDIF
501:C          IF(M2.LT.0) THEN
502:C              CONCEB(-M2)=CONCEB(-M2)+UNIT1
503:C          ENDIF
504:C          IF(M3.LT.0) THEN
505:C              CONCEB(-M3)=CONCEB(-M3)+UNIT1
506:C          ENDIF
507:C          IF(M4.LT.0) THEN
508:C              CONCEB(-M4)=CONCEB(-M4)+UNIT1
509:C          ENDIF
510:C          IF(M5.LT.0) THEN
511:C              CONCEB(-M5)=CONCEB(-M5)+UNIT1
512:C          ENDIF
513:C          IF(M6.LT.0) THEN
514:C              CONCEB(-M6)=CONCEB(-M6)+UNIT1
515:C          ENDIF
516:C1025 CONTINUE
517:C
518:C          UNIT CONVERSION (P.P.M.) ---> (M**3)
519:C
520: #D RESTAR 200,202
521:      WRITE (6,460) LBL1,LBL2,LBL3,LBL4,LBL5,LBL6,LBL7,LSL5,LBL9
522: 460 FORMAT (' BLOCK LENGTHS OF COMMON /SPACE/
523: 1 ' (READ FROM RESTART) ,917)
524: #D PLTAPE 9
525:      6 TTS, QSOUR, SBL6, LBL6, CONCE, CONCEB, LBL9)
526: #I PLTAPE 18
527:      4 ,CONCE(1), CONCEB(1)
528: #I PLTAPE 39
529:      3 ,ICONCE
530: #I PLTAPE 49
531:C          UNIT1=1.0E-06
532:C          UNIT2=1.0E+06
533:C          DO 9600 I1=1,NM1
534:C9600 CONCE(11)=CONCE(11)+UNIT2
535:C          DO 1005 M0=1,NM1
536:C          X0=1.0
537:C          IJKT=IJK(M0)
538:C          I=IJKT/1000000
539:C          J=(IJKT-1000000+1)/1000
540:C          K=(IJKT-1000000+1)-1000+J
541:C          DX0=DX(I)
542:C          DTH0=DY(J)
543:C          DZ0=DZ(K)
544:C          IF(IGECM.EQ.-1) X0=X(1)
545:C          DY0=DTH0+X0
546:C          AX0=DTH0+DZ0
547:C          AY0=DX0+DZ0/X0
548:C          AZ0=DX0+DTH0
549:C          VCELL0=AL(M0)+AX0+DX0
550:C          M1=M1M(M0)
551:C          M2=M1P(M0)
552:C          M3=MJM(M0)
553:C          M4=MJP(M0)
554:C          M5=MKM(M0)
555:C          M6=MKP(M0)
556:C          IF(M1.LT.0) THEN
557:C              CONCEB(-M1)=CONCEB(-M1)+UNIT2
558:C          ENDIF

```

図 2. 1 AQUAコードの修正リスト

```

559:C      IF(M2.LT.0) THEN
560:C      CONCEB(-M2)=CONCEB(-M2)*UNIT2
561:C      ENDIF
562:C      IF(M3.LT.0) THEN
563:C      CONCEB(-M3)=CONCEB(-M3)*UNIT2
564:C      ENDIF
565:C      IF(M4.LT.0) THEN
566:C      CONCEB(-M4)=CONCEB(-M4)*UNIT2
567:C      ENDIF
568:C      IF(M5.LT.0) THEN
569:C      CONCEB(-M5)=CONCEB(-M5)*UNIT2
570:C      ENDIF
571:C      IF(M6.LT.0) THEN
572:C      CONCEB(-M6)=CONCEB(-M6)*UNIT2
573:C      ENDIF
574:C1005  CONTINUE
575:C
576:C      UNIT CONVERSION (M**3) ---> (P.P.M.)
577:C
578:C#D PLTAPE 50.62
579:      IF(1TURKE.EQ.0.AND.1CONCE.EQ.0)
580:      1WRITE(1PL) (UL(N),N=1,NM1),(VL(N),N=1,NM1),(WL(N),N=1,NM1).
581:      2(TL(N),N=1,NM1)
582:      IF(1TURKE.EQ.20.AND.1CONCE.EQ.0)
583:      1WRITE(1PL) (UL(N),N=1,NM1),(VL(N),N=1,NM1),(WL(N),N=1,NM1).
584:      2(TL(N),N=1,NM1),(TURK(N),N=1,NM1),(TURE(N),N=1,NM1).
585:      3(TURVIS(N),N=1,NM1),(TURCON(N),N=1,NM1)
586:      IF(1TURKE.EQ.0.AND.1CONCE.NE.0)
587:      1WRITE(1PL) (UL(N),N=1,NM1),(VL(N),N=1,NM1),(WL(N),N=1,NM1).
588:      2(TL(N),N=1,NM1),(CONCE(N),N=1,NM1)
589:      IF(1TURKE.EQ.20.AND.1CONCE.NE.0)
590:      1WRITE(1PL) (UL(N),N=1,NM1),(VL(N),N=1,NM1),(WL(N),N=1,NM1).
591:      2(TL(N),N=1,NM1),(TURK(N),N=1,NM1),(TURE(N),N=1,NM1).
592:      3(TURVIS(N),N=1,NM1),(TURCON(N),N=1,NM1),(CONCE(N),N=1,NM1)
593:C
594:      IF(1TURKE.EQ.0.AND.1CONCE.EQ.0)
595:      1WRITE(1PL) (VELBN(N),N=1,NL1),(TLB(N),N=1,NL1)
596:      IF(1TURKE.EQ.20.AND.1CONCE.EQ.0)
597:      1WRITE(1PL) (VELBN(N),N=1,NL1),(TLB(N),N=1,NL1).
598:      2 (TURKB(N),N=1,NL1),(TUREB(N),N=1,NL1)
599:      IF(1TURKE.EQ.0.AND.1CONCE.NE.0)
600:      1WRITE(1PL) (VELBN(N),N=1,NL1),(TLB(N),N=1,NL1).
601:      2 (CONCEB(N),N=1,NL1)
602:      IF(1TURKE.EQ.20.AND.1CONCE.NE.0)
603:      1WRITE(1PL) (VELBN(N),N=1,NL1),(TLB(N),N=1,NL1).
604:      2 (TURKB(N),N=1,NL1),(TUREB(N),N=1,NL1).
605:      3 (CONCEB(N),N=1,NL1)
606:C#I PLTAPE 63
607:C      DO 9601 I1=1,NM1
608:C9601  CONCE(11)=CONCE(11)*UNIT1
609:C      DO 1007 M0=1,NM1
610:C      X0=1.0
611:C      1JKT=1JX(M0)
612:C      I=1JKT/1000000
613:C      J=(1JKT-1000000*I)/1000
614:C      K=(1JKT-1000000*I)-1000*J
615:C      DX0=DX(1)
616:C      DTH0=DY(J)
617:C      OZ0=DZ(K)
618:C      IF(1GECM.EQ.-1) X0=X(1)
619:C      DY0=DTH0*X0
620:C      AX0=DTH0*OZ0
621:C      AY0=DX0*OZ0/X0
622:C      AZ0=DX0*DTH0
623:C      VCELL0=AL(M0)*AX0+DX0
624:C      M1=M1M(M0)
625:C      M2=M1P(M0)
626:C      M3=M1JX(M0)
627:C      M4=M1JP(M0)
628:C      M5=M1KM(M0)
629:C      M6=M1KP(M0)
630:C      IF(M1.LT.0) THEN
631:C      CONCEB(-M1)=CONCEB(-M1)*UNIT1
632:C      ENDIF
633:C      IF(M2.LT.0) THEN
634:C      CONCEB(-M2)=CONCEB(-M2)*UNIT1
635:C      ENDIF
636:C      IF(M3.LT.0) THEN
637:C      CONCEB(-M3)=CONCEB(-M3)*UNIT1
638:C      ENDIF
639:C      IF(M4.LT.0) THEN
640:C      CONCEB(-M4)=CONCEB(-M4)*UNIT1
641:C      ENDIF
642:C      IF(M5.LT.0) THEN
643:C      CONCEB(-M5)=CONCEB(-M5)*UNIT1
644:C      ENDIF
645:C      IF(M6.LT.0) THEN
646:C      CONCEB(-M6)=CONCEB(-M6)*UNIT1
647:C      ENDIF
648:C1007  CONTINUE
649:C
650:C      UNIT CONVERSION (P.P.M) ---> (M**3)
651:C

```

図 2. 1 AQUAコードの修正リスト

```

652: #D OUTPUT. 8
653: 51FRAM, CONCE, DIFFCO, CONCEB)
654: #I OUTPUT. 23
655: 6, CONCE(1), DIFFCO(1), CONCEB(1)
656: #D OUTPUT. 222
657: 1, 1300, 1340, 1380, 1440, 1480, 1520, 1560, 1590, 1561), N
658: #I OUTPUT. 374
659: GO TO 1600
660: 1561 IF (1CONCE GT. 0) THEN
661: WRITE(6, 1562) TIME
662: 1562 FORMAT(//, ' CONCENTRATION (PPM) :
663: 1 ' AT TIME=', 1PE10. 3, ' SECONDS' )
664: CALL RARRAY(CONCE, 11, JJ, KK, 1MAX, JMAX, KMAX, 1JK, NM1)
665: WRITE(6, 1563) TIME
666: 1563 FORMAT(//, ' DIFFUSIVITY (M**2/S) :
667: 1 ' AT TIME=', 1PE10. 3, ' SECONDS' )
668: CALL RARRAY(DIFFCO, 11, JJ, KK, 1MAX, JMAX, KMAX, 1JK, NM1)
669: ENDIF
670: GO TO 1600
671: #/ //////////////// ADDED BY MTS 88. 2. 23 ////////////////
672: #D OUTPUT. 398
673: GO TO (1680, 1720, 1760, 1800, 1840, 1880, 1920, 1960, 2000, 2060,
674: 2090), IVY
675: #I OUTPUT. 463
676: 2090 WRITE(6, 2095) TIME
677: 2095 FORMAT(//, ' SURFACE CONCENTRATION COB (PPM)
678: 1 ' AT TIME=', 1PE10. 3, ' SECONDS' )
679: CALL RSURFO (CONCEB, NSUR, 1JK, NB, RDUM1, 1DUM2, 1DUM3)
680: GO TO 2120
681: #/ ////////////////
682: #D TIMSTP. 15
683: 2INCEE, INCEX, INCEY, INCEZ, CONCE, CONCET,
684: 4 CONCEO, DIFFCO, CONCEB)
685: #I TIMSTP. 46
686: 8, CONCE(1), CONCET(1), CONCEO(1), DIFFCO(1), CONCEB(1)
687: #I TIMSTP. 71
688: IF(1CONCE NE. 0) THEN
689: CONCEO(N0)=CONCE(N0)
690: ENDIF
691: #I TIMSTP. 183
692: DO 241 N0=1, NM1
693: DIFFCO(N0)=FCOCO+FCICO+TL(N0)
694: IF (DIFFCO(N0), EQ. 0. ) DIFFCO(N0)=DIFFCO
695: 241 CONTINUE
696: #I TIMSTP. 185
697: CMTS IF(1CONCE EQ. 1) CALL COLOOP(
698: IF(1CONCE GT. 0) CALL COLOOP(
699: 1 ITK, NB,
700: 2 IJK, MIM, MIP, MJM, MJP, MKM, MKP,
701: 3 AREA, VELBN, RLB, TURKB, TUREB,
702: 4 ALX, ALY, ALZ, AL,
703: 5 TURK, RL, TL, QSOUR, CONCE, DIFFCO,
704: 6 UL, VL, WL, RL, HL, P, PSTATO, 1SLRF, CONCEB,
705: 7 ARUL, ARVL, TURKO, ARWL, TURVIS, CONCET, CONCEO,
706: 8 AC1, AC2, AC3, AC4, AC5, AC6,
707: 9 AC0, BC0)
708: #I TIMSTP. 198
709: C. AND. ABS(DCOHT), LE, EPS3
710: #I TIMSTP. 227
711: IF(1CONCE NE. 0) THEN
712: CONCEO(N0)=CONCE(N0)
713: ENDIF
714: #I TIMSTP. 328
715: DO 242 N0=1, NM1
716: DIFFCO(N0)=FCOCO+FCICO+TL(N0)
717: IF (DIFFCO(N0), EQ. 0. ) DIFFCO(N0)=DIFFCO
718: 242 CONTINUE
719: CMTS IF(1CONCE NE. 0) THEN
720: IF(1CONCE GT. 0) THEN
721: CALL COICE(
722: 1ITE, 1SURF, 1JK, MIM, MIP, MJM, MJP, MKM, MKP, AREA,
723: 2VELBN, RLB, QBN, HLB, ALX, ALY, ALZ, AL, HL, TL, RL, ARLL,
724: 3QSOUR, OARU, UL, VL, WL, RL, HOLD, ARVL, ARWL,
725: 4AC1, AC2, AC3, AC4, AC5, AC6, AC0, BC0, NB, OARV, TURK,
726: 5TURVIS, PSTATO, P, S(176), TL6, PB, ITSCB, ICEL, WATERL,
727: 6HYDRA1, HYDRA2, STAREA, STVOL, HEAT, SIZE, HSTREL,
728: 7TTS, RODFR, CONCE, CONCET, CONCEO, DIFFCO, CONCEB,
729: 8TUX, TVX, TWX, TUY, TVY, TWY, TUZ, TVZ, TWZ,
730: 9GRDX, GRDY, GRDZ, FOK, VF, FSXQ, FSYQ, FSZQ, FSXU,
731: AFSYU, FSZU, 1FRAM, INCEE, INCEX, INCEY, INCEZ)
732: ENDIF
733: #D TIMSTP. 353
734: 532X, ITP, DCOH, DEOH, DCOH /)
735: #D TIMSTP. 359, 360
736: WRITE(6, 9002) ITP, DCOH, DEOH, DCOH
737: 9002 FORMAT( 30X, 15, 1P3E11. 2 )
738: #DX UNITC
739: SUBROUTINE UNITC(1FG, NM1, 1JK, DX, DY, DZ, 1GECM, X, AL, CONCE, CONCEB
740: 1 LS, LE, CST, NB)
741: C
742: REAL*8 X, DX, DY, DZ
743: DIMENSION 1JK(1), DX(1), DY(1), DZ(1), X(1), AL(1), CONCE(1), CONCEB(1),
744: 1 NB(1)

```

図 2. 1 AQUAコードの修正リスト


```

745:C
746:CMTS UNITC1=1.0E+06
747:CMTS UNITC2=1.0E-06
748:C
749:      IF(IFG.LT.20) THEN
750:CMTS      IF(IFG.EQ.11) UNIT=UNITC2
751:CMTS      IF(IFG.EQ.12) UNIT=UNITC1
752:      DO 1000 M0=1,MM1
753:      X0=1.0
754:      IJKT=IJK(M0)
755:      I=IJKT/1000000
756:      J=(IJKT-1000000+1)/1000
757:      X=(IJKT-1000000+1)-1000+J
758:      DX0=DX(I)
759:      DTH0=DY(J)
760:      DZ0=DZ(K)
761:      IF(IGEOM.EQ.-1) X0=X(I)
762:      DY0=DTH0+X0
763:      AX0=DTH0+DZ0
764:      AY0=DX0+DZ0/X0
765:      AZ0=DX0+DTH0
766:      VCELL0=AL(M0)+AX0+DX0
767:CMTS      CONCE(M0)=CONCE(M0)+UNIT
768:      CONCE(M0)=CONCE(M0)
769: 1000      CONTINUE
770:      ELSE
771:CMTS      UNIT=UNITC2
772:      DO 2600 L=LB,LE
773:      CONCEB(L)=CBT
774:      M0=MB(L)
775:      X0=1.0
776:      IJKT=IJK(M0)
777:      I=IJKT/1000000
778:      J=(IJKT-1000000+1)/1000
779:      K=(IJKT-1000000+1)-1000+J
780:      DX0=DX(I)
781:      DTH0=DY(J)
782:      DZ0=DZ(K)
783:      IF(IGEOM.EQ.-1) X0=X(I)
784:      DY0=DTH0+X0
785:      AX0=DTH0+DZ0
786:      AY0=DX0+DZ0/X0
787:      AZ0=DX0+DTH0
788:      VCELL0=AL(M0)+AX0+DX0
789:CMTS      CONCEB(L)=CONCEB(L)+UNITC2
790:      CONCEB(L)=CONCEB(L)
791: 2600      CONTINUE
792:      ENDIF
793:      RETURN
794:      END
795: *DX CODIST
796: SUBROUTINE CODIST(
797: 1      IGEOM,MM1,IMAX,JMAX,IFENER,IC08UG,
798: 2      TURVIS,DTIME,
799: 3      IJK,MIM,MIP,MJM,MJP,MKM,MKP,
800: 4      AREA,VELBN,RLB,ISURF,KFLOW,KCONCE,
801: 5      DX,DY,DZ,X,
802: 6      ALX,ALY,ALZ,AL,
803: 7      TURKT,RLT,SCHL,CONCET,CONCEO,
804: 8      TURKO,
805: 9      UL,VL,WL,RL,TURK,OMEGAX,CONCE,
806: 10     DIFFH,RMU,DIFFCO,CONCEB,
807: 11     AT1,AT2,AT3,AT4,AT5,AT6,
808: 12     ATO,BTO,
809: 13     CDTURB,
810: 14     AKAPPA,EE,CDQTR,HYDIN,HYDOUT,CEL1,
811: 15     ONEPSI,C2E,SIGE)
-----
812:C
813:C
814: REAL*8 X,Y,Z,DX,DY,DZ,P
815: REAL*8 AT1,AT2,AT3,AT4,AT5,AT6,ATO,BTO
816: DIMENSION
817: 1 IJK(1),MIM(1),MIP(1),MJM(1),MJP(1),MKM(1),MKP(1),
818: 2 AREA(1),VELBN(1),RLB(1),ISURF(1),KFLOW(1),KCONCE(1),
819: 3 DX(1),DY(1),DZ(1),X(1),
820: 4 ALX(1),ALY(1),ALZ(1),AL(1),
821: 5 TURKT(1),RLT(1),SCHL(1),CONCET(1),CONCEO(1),
822: 6 UL(1),VL(1),WL(1),RL(1),TURK(1),CONCE(1),
823: 7 DIFFH(1),TURVIS(1),RMU(1),DIFFCO(1),
824: 8 AT1(1),AT2(1),AT3(1),AT4(1),AT5(1),AT6(1),
825: 9 ATO(1),BTO(1),CONCEB(1)
826:
827:C
828:C VELOCITY CORRECTION
829:C
830: COMMON/CUBEDT/ISEDIM,SEDVEL,PARDIA
831:C
832:C
833:C THIS SUBROUTINE CALCULATES THE COEFFICIENTS FOR THE
834:C MASS DIFFUSION EQUATION.
835:C
836:C
837: X0=1.0

```

図 2. 1 AQUAコードの修正リスト

```

838:C
839: DO 880 MO=1, NW1
840: IJKT=IJK(MO)
841: I=IJKT/1000000
842: JT=IJKT-1000000*I
843: J=JT/1000
844: K=JT-1000*J
845: M1=MIN(MO)
846: M2=MIP(MO)
847: M3=MJN(MO)
848: M4=MJP(MO)
849: M5=MKM(MO)
850: M6=MKP(MO)
851: DIFTHO=DIFFH(MO)
852: OSCURC=0.0
853: TKO=TURK(MO)
854: DXO=DX(I)
855: DTHO=DY(J)
856: DZO=DZ(K)
857: IF (IGEOM. EQ. -1) XO=X(I)
858: DYO=DTHO*XO
859: AXO=DTHO*DZO
860: AYO=DXO*DZO/XO
861: AZO=DXO*DTHO
862: AO=AL(MO)
863: RLV=RMJ(MO)
864: VCELL0=A0+AXO+DXO
865: IF (IGEOM. LE. 0) GO TO 120
866: MK=M1(MO), M2, M3, M4, M5, M6)
867: IF (MK. LE. Q. AND. MK. GT. -9999) DH=HYDOUT
868: 120 CONTINUE
869:C
870:C X-DIRECTION
871:C
872: IF (IMAX. EQ. 1) GO TO 220
873: M1=MIN(MO)
874:C
875:C -X FACE
876:C
877: IF (M1. EQ. -9999) GO TO 220
878: IF (M1. LT. 0) GO TO 200
879:C
880:C INTERNAL FACE
881:C
882: 141 RLI=RLT(M1)
883: IF(UL(M1). GT. 0.0) GO TO 140
884: RLI=RLT(MO)
885: 140 CONTINUE
886: AREAX1=ALX(M1)+AXO
887: FHIL=AREAX1+UL(M1)+RLI
888: AI=AL(M1)
889: DXI=DX(I-1)
890: XX1=0.5*(DXO+DIFFCO(M1)+DXI+DIFFCO(MO))
891: CONDI=DIFFCO(MO)+DIFFCO(M1)/XX1
892: DHIL=AREAX1+CONDI
893: GO TO 240
894:C
895:C REGULAR BOUNDARY
896:C
897: 200 CONTINUE
898: AREAX1=AREA(-M1)
899: ULI=VELBN(-M1)
900: FHIL=AREAX1+ULI+RLB(-M1)
901: DHIL=0.0
902: LLI=LSURF(-M1)
903: IF(KCONCE(LLI). EQ. 0) GO TO 201
904: RLC=RLT(MO)
905: AREAX1=ALX(MO)+AXO
906: ACO=AL(MO)
907: DXCO=DX(I)
908: XXCO=0.5*(DXO+DIFFCO(MO)+DXCO+DIFFCO(MO))
909: CONDCO=DIFFCO(MO)+DIFFCO(MO)/XXCO
910: DHIL=AREAX1+CONDCO
911: 201 CONTINUE
912:C
913: GO TO 240
914:C
915:C FACE ABSENT
916:C
917: 220 CONTINUE
918: FHIL=0.0
919: DHIL=0.0
920: 240 CONTINUE
921:C
922:C +X FACE
923:C
924: IF (IMAX. EQ. 1) GO TO 340
925: M2=MIP(MO)
926: IF (M2. EQ. -9999) GO TO 340
927: IF (M2. LT. 0) GO TO 320
928:C
929:C INTERNAL FACE
930:C

```

図 2. 1 AQUAコードの修正リスト

```

931: 251 RL2=RLT(M0)
932: IF(UL(M1).GT.0.0) GO TO 260
933: RL2=RLT(M2)
934: 260 CONTINUE
935: AREA2=ALX(M0)*AX0
936: FH2L=AREA2*UL(M0)*RL2
937: A2=AL(M2)
938: DX2=DX(1+1)
939: XK2=0.5*(DX0+DIFFCO(M2)+DX2+DIFFCO(M0))
940: COND2=DIFFCO(M0)+DIFFCO(M2)/XK2
941: DH2L=AREA2*COND2
942: GO TO 360
943:C
944:C REGULAR BOUNDARY
945:C
946: 320 CONTINUE
947: AREA2=AREA(-M2)
948: UL2=-VELBN(-M2)
949: FH2L=AREA2*UL2*RLB(-M2)
950: DH2L=0.0
951: LL2=1SURF(-M2)
952: IF(KCONCE(LL2).EQ.0) GO TO 321
953: RLC=RLT(M0)
954: AREA2=ALX(M0)*AX0
955: ACO=AL(M0)
956: DXCO=DX(1)
957: XKCO=0.5*(DX0+DIFFCO(M0)+DXCO+DIFFCO(M0))
958: CONDCO=DIFFCO(M0)+DIFFCO(M0)/XKCO
959: DH2L=AREA2*CONDCO
960: 321 CONTINUE
961:C
962: GO TO 360
963:C
964:C FACE ABSENT
965:C
966: 340 CONTINUE
967: FH2L=0.0
968: DH2L=0.0
969: 360 CONTINUE
970:C
971:C Y DIRECTION
972:C
973: IF (JMAX.EQ.1) GO TO 460
974: M3=MJK(M0)
975:C
976:C -Y FACE
977:C
978: IF (M3.EQ.-9999) GO TO 460
979: IF (M3.LT.0) GO TO 440
980:C
981:C INTERNAL FACE
982:C
983: 381 RL3=RLT(M3)
984: IF(VL(M3).GT.0.0) GO TO 330
985: RL3=RLT(M0)
986: 380 CONTINUE
987: AREAY3=ALY(M3)*AY0
988: J3=(1JK(M3)-1000000+1)/1000
989: DTH3=DY(J3)
990: DY3=DTH3*X0
991: FH3L=AREAY3*VL(M3)*RL3
992: A3=AL(M3)
993: XK3=0.5*(DY0+DIFFCO(M3)+DY3+DIFFCO(M0))
994: COND3=DIFFCO(M0)+DIFFCO(M3)/XK3
995: DH3L=AREAY3*COND3
996: GO TO 480
997:C
998:C REGULAR BOUNDARY
999:C
1000: 440 CONTINUE
1001: AREAY3=AREA(-M3)
1002: VL3=VELBN(-M3)
1003: FH3L=AREAY3*VL3*RLB(-M3)
1004: DH3L=0.0
1005: LL3=1SURF(-M3)
1006: IF(KCONCE(LL3).EQ.0) GO TO 441
1007: RLC=RLT(M0)
1008: AREAY3=ALY(M0)*AY0
1009: ACO=AL(M0)
1010: DYCO=DY(J)
1011: XKCO=0.5*(DY0+DIFFCO(M0)+DYCO+DIFFCO(M0))
1012: CONDCO=DIFFCO(M0)+DIFFCO(M0)/XKCO
1013: DH3L=AREAY3*CONDCO
1014: 441 CONTINUE
1015:C
1016: GO TO 460
1017:C
1018:C FACE ABSENT
1019:C
1020: 460 CONTINUE
1021: FH3L=0.0
1022: DH3L=0.0
1023: 460 CONTINUE

```

図 2. 1 AQUAコードの修正リスト

```

1024:C
1025:C +Y FACE
1026:C
1027: IF (JMAX.EQ.1) GO TO 580
1028: M4=MJP(M0)
1029: IF (M4.EQ.-9999) GO TO 580
1030: IF (M4.LT.0) GO TO 580
1031:C
1032:C INTERNAL FACE
1033:C
1034: 501 RL4=RLT(M4)
1035: IF(VL(M0).GT.0.0) GO TO 500
1036: RL4=RLT(M4)
1037: 500 CONTINUE
1038: AREAY4=ALY(M0)*AY0
1039: J4=(1JK(M4)-1000000*1)/1000
1040: DTH4=DY(J4)
1041: DY4=DTH4*X0
1042: FH4L=AREAY4+VL(M0)*RL4
1043: A4=AL(M4)
1044: XK4=0.5*(DY0+DIFFCO(M4)+DY4+DIFFCO(M0))
1045: COND4=DIFFCO(M0)+DIFFCO(M4)/XK4
1046: DH4L=AREAY4+COND4
1047: GO TO 600
1048:C
1049:C REGULAR BOUNDARY
1050:C
1051: 560 CONTINUE
1052: AREAY4=AREA(-M4)
1053: VL4=-VELBN(-M4)
1054: FH4L=AREAY4+VL4*RLB(-M4)
1055: DH4L=0.0
1056: LL4=1SURF(-M4)
1057: IF(XCONCE(LL4).EQ.0) GO TO 561
1058: RLC=RLT(M0)
1059: AREAY4=ALY(M0)*AY0
1060: ACO=AL(M0)
1061: DYCO=DY(J)
1062: XKCO=0.5*(DY0+DIFFCO(M0)+DYCO+DIFFCO(M0))
1063: CONDCO=DIFFCO(M0)+DIFFCO(M0)/XKCO
1064: DH4L=AREAY4+CONDCO
1065: 561 CONTINUE
1066:C
1067: GO TO 600
1068:C
1069:C FACE ABSENT
1070:C
1071: 580 CONTINUE
1072: FH4L=0.0
1073: DH4L=0.0
1074: 600 CONTINUE
1075:C
1076:C Z-DIRECTION
1077:C
1078: M5=MKM(M0)
1079:C
1080:C -Z FACE
1081:C
1082: IF (M5.EQ.-9999) GO TO 700
1083: IF (M5.LT.0) GO TO 680
1084:C
1085:C INTERNAL FACE
1086:C
1087: 621 RL5=RLT(M5)
1088: IF(WL(M5).GT.0.0) GO TO 620
1089: RL5=RLT(M0)
1090: 620 CONTINUE
1091: AREAZ5=ALZ(M5)*AZ0
1092:C FH5L=AREAZ5*WL(M5)*RL5
1093: FH5L=AREAZ5*(WL(M5)-SEVEL)*RL5
1094:C
1095: A5=AL(M5)
1096: DZ5=DZ(K-1)
1097: XK5=0.5*(DZ0+DIFFCO(M5)+DZ5+DIFFCO(M0))
1098: COND5=DIFFCO(M0)+DIFFCO(M5)/XK5
1099: DH5L=AREAZ5+COND5
1100:C
1101: GO TO 720
1102:C
1103:C REGULAR BOUNDARY
1104:C
1105: 680 CONTINUE
1106: AREAZ5=AREA(-M5)
1107: WL5=VELBN(-M5)
1108: FH5L=AREAZ5*WL5*RL5(-M5)
1109: DH5L=0.0
1110: LL5=1SURF(-M5)
1111: IF(XCONCE(LL5).EQ.0) GO TO 631
1112: RLC=RLT(M0)
1113: AREAZ5=ALZ(M0)*AZ0
1114: ACO=AL(M0)
1115: DZCO=DZ(K)
1116: XKCO=0.5*(DZ0+DIFFCO(M0)+DZCO+DIFFCO(M0))

```

図 2. 1 AQUAコードの修正リスト

```

1117: CONDCO=DIFFCO(MO)*DIFFCO(MO)/XXCO
1118: DH5L=AREA25*CONDCO
1119: 681 CONTINUE
1120:C
1121: GO TO 720
1122:C
1123:C FACE ABSENT
1124:C
1125: 700 CONTINUE
1126: FH5L=0.0
1127: DH5L=0.0
1128: 720 CONTINUE
1129:C
1130:C +Z FACE
1131:C
1132: MG=MKP(MO)
1133: IF (MG.EQ.-9999) GO TO 820
1134: IF (MG.LT.0) GO TO 800
1135:C
1136:C INTERNAL FACE
1137:C
1138: 741 RL6=RLT(MG)
1139: IF(WL(MO).GT.0.0) GO TO 740
1140: RL6=RLT(MG)
1141: 740 CONTINUE
1142: AREA26=ALZ(MO)*AZO
1143:C FH6L=AREA26*WL(MO)*RL6
1144: FH6L=AREA26*(WL(MO)-SEOVEL)*RL6
1145:C
1146:C
1147: A6=AL(MG)
1148: DZ6=DZ(K+1)
1149: XK6=0.5*(DZ0+DIFFCO(MG)+DZ6+DIFFCO(MO))
1150: CONDC6=DIFFCO(MO)*DIFFCO(MG)/XK6
1151: DH6L=AREA26*CONDC6
1152:C
1153: GO TO 840
1154:C
1155:C REGULAR BOUNDARY
1156:C
1157: 800 CONTINUE
1158: AREA26=AREA(-MG)
1159: WL6=-VELBN(-MG)
1160: FH6L=AREA26*WL6*RLB(-MG)
1161: DH6L=0.0
1162: LL6=1SURF(-MG)
1163: IF(KCONCE(LL6).EQ.0) GO TO 801
1164: RLC=RLT(MO)
1165: AREA26=ALZ(MO)*AZO
1166: ACC=AL(MO)
1167: DZCO=DZ(K)
1168: XKCO=0.5*(DZ0+DIFFCO(MO)+DZCO+DIFFCO(MO))
1169: CONDCO=DIFFCO(MO)*DIFFCO(MO)/XKCO
1170: DH6L=AREA26*CONDCO
1171: 801 CONTINUE
1172:C
1173: GO TO 840
1174:C
1175:C FACE ABSENT
1176:C
1177: 820 CONTINUE
1178: FH6L=0.0
1179: DH6L=0.0
1180: 840 CONTINUE
1181:C
1182: AHOLD=RL(MO)*VCELL0/DTIME
1183: AT1(MO)=AMAX1(0.0,FH1L)+DH1L
1184: AT2(MO)=AMAX1(0.0,-FH2L)+DH2L
1185: AT3(MO)=AMAX1(0.0,FH3L)+DH3L
1186: AT4(MO)=AMAX1(0.0,-FH4L)+DH4L
1187: AT5(MO)=AMAX1(0.0,FH5L)+DH5L
1188: AT6(MO)=AMAX1(0.0,-FH6L)+DH6L
1189:C
1190: AT0(MO)=AT1(MO)+AT2(MO)+AT3(MO)+AT4(MO)+AT5(MO)+
1191: AT6(MO)+AHOLD
1192: BT0(MO)=AHOLD*CONCEO(MO)
1193: BT0(MO)=BT0(MO)+(1.0-ONEPSI)*AT0(MO)+CONCET(MO)/ONEPSI
1194: AT0(MO)=AT0(MO)/ONEPSI
1195:C
1196: IF (ICOBUG.LT.2) GO TO 830
1197: WRITE(6,860) MO, IJK(MO), ONEPSI, AT0(MO), BT0(MO), AHOLD.
1198: 1 AT1(MO), AT2(MO), AT3(MO), AT4(MO), AT5(MO), AT6(MO).
1199: 2 CONCE(MO), VCELL0, DIFFCO(MO).
1200: 3 DH1L, DH2L, DH3L, DH4L, DH5L, DH6L.
1201: 4 FH1L, FH2L, FH3L, FH4L, FH5L, FH6L.
1202: 5 AREA26, WL6, AREA25, WL5, UL1, UL2, VL3, VL4.
1203: 680 FORNAT(' ... CODIST ... MO=', 14, 2X, ' IJK=', 19, ' ONEPSI=', 1PE13.6.
1204: 1 7X, ' AT0=', 1PE13.6, ' BT0=', 1PE13.6, ' AHOLD=', 1PE13.6, /
1205: 2 ' AT1=', 1PE13.6, ' AT2=', 1PE13.6, ' AT3=', 1PE13.6.
1206: 3 ' AT4=', 1PE13.6, ' AT5=', 1PE13.6, ' AT6=', 1PE13.6.
1207: 4 ' CONCE=', 1PE13.6, ' VCELL=', 1PE13.6, ' DIFFCO=', 1PE13.6, /
1208: 5 ' DH1L=', 1PE13.6, ' DH2L=', 1PE13.6, ' DH3L=', 1PE13.6.
1209: 6 ' CH4L=', 1PE13.6, ' DH5L=', 1PE13.6, ' DH6L=', 1PE13.6.

```

図2. 1 AQUAコードの修正リスト

```

1210: 8 * FH1L=' ,1PE13.6.' FH2L=' ,1PE13.6.' FH3L=' ,1PE13.6.
1211: 9 * FH4L=' ,1PE13.6.' FH5L=' ,1PE13.6.' FH6L=' ,1PE13.6./
1212: + * AREA26=' ,1PE13.6.' WL6=' ,1PE13.6.' AREA25=' ,1PE13.6./
1213: 1 * WL5=' ,1PE13.6.' UL1=' ,1PE13.6.' UL2=' ,1PE13.6./
1214: 2 * VL3=' ,1PE13.6.' VL4=' ,1PE13.6)
1215: 880 CONTINUE
1216: MFLAG=9999
1217: RETURN
1218: END
1219: *DX COLOOP
1220: SUBROUTINE COLOOP(
1221: 1 ITX, MB,
1222: 2 IJK, MIM, MIP, MJM, MJP, MKM, MKP,
1223: 3 AREA, VELBN, RLB, TURKB, TUREB,
1224: 4 ALX, ALY, ALZ, AL,
1225: 5 TURK, RLT, TL, SCHL, CONCE, DIFFCO,
1226: 6 UL, VL, WL, RL, HL, P, PSTATO, ISURF, CONCEB,
1227: 7 DIFFH, TURKT, TURKO, RMU, TURVIS, CONCET, CONCEO,
1228: 8 AT1, AT2, AT3, AT4, AT5, AT6,
1229: 9 ATO, BTO)
-----
1230: C
1231: C
1232: *CA SHARED
1233: REAL*8 AT1, AT2, AT3, AT4, AT5, AT6, ATO, BTO
1234: DIMENSION
1235: 1 IJK(1), MIM(1), MIP(1), MJM(1), MJP(1), MKM(1), MKP(1),
1236: 2 AREA(1), VELBN(1), RLB(1), TURKB(1), TUREB(1),
1237: 3 ALX(1), ALY(1), ALZ(1), AL(1),
1238: 4 TURK(1), RLT(1), TL(1), SCHL(1), CONCE(1), DIFFCO(1),
1239: 5 UL(1), VL(1), WL(1), RL(1), HL(1), P(1), PSTATO(1), ISURF(1),
1240: 6 DIFFH(1), TURKT(1), TURKO(1), RMU(1), TURVIS(1), CONCET(1),
1241: 7 AT1(1), AT2(1), AT3(1), AT4(1), AT5(1), AT6(1), CONCEO(1),
1242: 8 ATO(1), BTO(1), CONCEB(1), MB(1)
1243: C-BEGIN SIMPRO
-----
1244: C
1245: C SIMPLIFIED PROPERTIES
1246: C
1247: C FCOND(XXX) =FCOK +XXX*FC1K
1248: C FENTH(XXX) =FCOH +XXX*FC1H
1249: C FDENSE(XXX)=FCORO+XXX*FC1RO
1250: C FVISC(XXX) =FCOMU+XXX*FC1MU
1251: C FTEMP(HHH) =FCOT +HHH*FC1T
-----
1252: C
1253: C
1254: C-END SIMPRO
1255: C
1256: C
1257: DO 120 MO=1, NMI
1258: TC=TL(MO)
1259: IF (IFPROP.GT.0) GO TO 100
1260: PTOT=P(MO)+PSTATO(MO)
1261: RMU(MO)=VISLIO(TC, HL(MO), PTOT)
1262: GO TO 120
1263: 100 RMU(MO)=FVISC(TC)
1264: 120 CONTINUE
1265: DO 140 MO=1, NMI
1266: CONCET(MO)=CONCE(MO)
1267: 140 CONTINUE
1268: ITKMX=1
1269: PRNDLH=0.9
1270: ITMAXX=49
1271: DO 160 ICONC=1, ITKMX
1272: CALL CODIST(
1273: 1 IGEOM, NMI, IMAX, JMAX, IFENER, ICOBUG,
1274: 2 TURVIS, OTIME,
1275: 3 IJK, MIM, MIP, MJM, MJP, MKM, MKP,
1276: 4 AREA, VELBN, RLB, ISURF, KFLOW, XCONCE,
1277: 5 DX, DY, DZ, X,
1278: 6 ALX, ALY, ALZ, AL,
1279: 7 TURKT, RLT, SCHL, CONCET, CONCEO,
1280: 8 TURKO,
1281: 9 UL, VL, WL, RL, TURK, OMEGAX, CONCE,
1282: 10 DIFFH, RMU, DIFFCO, CONCEB,
1283: 11 AT1, AT2, AT3, AT4, AT5, AT6,
1284: 12 ATO, BTO,
1285: 13 COTURB,
1286: 14 AKAPPA, EE, CDQTR, HYDIN, HYDOUT, CELI, ONEPSI, C2E,
1287: 15 SIGE)
1288: IFL=2
1289: CALL SOLVEN( IFL, ISURF, VELBN,
1290: 1 KFLOW,
1291: 2 ITX, ITXBUG, MDMAX, KMAX, JMAX, IMAX, IGEOM,
1292: 3 CONCEB, CONCET,
1293: 4 MIM, MIP, MJM, MJP, MKM, MKP, IJK,
1294: 5 DX, DY, DZ,
1295: 6 AT1, AT2, AT3, AT4, AT5, AT6, ATO, BTO,
1296: 7 NMI, RELAXX, ITMAXX, EPS5, CKMAX)
1297: IFL=0
1298: 160 CONTINUE
1299: CALL BCCONC(IJK, MB, CONCE, CONCET, MIM, MIP, MJM, MJP, MKM, MKP)
1300: DCOH=0.0
1301: DCOHT=0.0
1302: MDCOH=1

```

図 2. 1 AQUAコードの修正リスト

```

1303: MDCOHT=1
1304: DO 220 M0=1, NM1
1305: DCOHTT=(CONCE(M0)-CONCET(M0))/CONCET(M0)
1306: IF (ABS(DCOHTT).LT.ABS(DCOHT)) GO TO 180
1307: DCOHT=DCOHTT
1308: MDCOHT=M0
1309: 180 CONTINUE
1310: DCO=(CONCE(M0)-CONCEO(M0))/CONCEO(M0)
1311: IF (ABS(DCO).LT.ABS(DCOH)) GO TO 220
1312: DCOH=DCO
1313: MDCOH=M0
1314: IF (ICOBUG.EQ.1) WRITE(6,200) M0,DCOHT,IJK(MDCOHT),CONCE(MDCOHT),
1315: 1 CONCET(MDCOHT),ITX
1316: 200 FORMAT('... CODIST.. M0=',I4,' DCOHT=',IPE12.5,' IJK=',I9,
1317: 1 ' CONCET=',IPE13.6,' CONCET=',IPE13.6,' ITX=',I4)
1318: 220 CONTINUE
1319: IF (ICOBUG.LT.3) RETURN
1320: DO 260 M0=1, NM1
1321: WRITE(6,240) M0,DCOH,IJK(M0),CONCE(M0),CONCET(M0),ITX
1322: 240 FORMAT('... CODIST.. M0=',I4,' DCOH=',IPE12.5,' IJK=',I9,
1323: 1 ' CONCET=',IPE13.6,' CONCET=',IPE13.6,' ITX=',I4)
1324: 260 CONTINUE
1325: RETURN
1326: END
1327: *OK COICE
1328: SUBROUTINE COICE (
1329: 1 ITE,ISURF,IJK,MIM,MIP,MJM,MJP,MKM,MKP,AREA,
1330: 2 VELBN,RLB,QBN,HLB,ALX,ALY,ALZ,AL,HL,TL,RLT,SCHL,
1331: 3 OSOUR,SPHL,UL,VL,WL,RL,HOLD,DIFFH,HLT,
1332: 4 AT1,AT2,AT3,AT4,AT5,AT6,ATQ,BTO,MB,RMU,TURK,
1333: 5 TURVIS,PSTATO,P,TURCON,TLB,PB,ITSCB,ICEL,MATERL,
1334: 6 HYDRA1,HYDRA2,STAREA,STVOL,HEAT,SIZE,HSTREL,
1335: 7 TTS,RODFR,CONCE,CONCET,CONCEO,DIFFCO,CONCEB,
1336: 8 TUX,TVX,TWX,TUY,TUY,TWY,TUZ,TVZ,TWZ,
1337: 9 GRDX,GRDY,GRDZ,FOK,VF,FSXQ,FSYQ,FSZQ,FSXU,
1338: 10 FSYU,FSZU,IFRAM,INCEE,INCEX,INCEY,INCEZ)
-----
1339:C
1340:C
1341: *CA SHARED
1342: REAL*8 AT1,AT2,AT3,AT4,AT5,AT6,ATO,BTO
1343: DIMENSION
1344: 1 IJK(1),MIM(1),MIP(1),MJM(1),MJP(1),MKM(1),MKP(1),AREA(1),
1345: 2 VELBN(1),RLB(1),QBN(1),HLB(1),ALX(1),ALY(1),ALZ(1),AL(1),
1346: 3 HLT(1),TL(1),RLT(1),SCHL(1),OSOUR(1),SPHL(1),UL(1),VL(1),WL(1),
1347: 4 RL(1),HL(1),DIFFH(1),HOLD(1),AT1(1),AT2(1),AT3(1),AT4(1),AT5(1),
1348: 5 AT6(1),ATQ(1),BTO(1),ISURF(1),RMU(1),TURK(1),TURVIS(1),MB(1),
1349: 6 PSTATO(1),P(1),TURCON(1),TLB(1),PB(1),ITSCB(1),ICEL(1),MATERL(1),
1350: 7 HYDRA1(1),HYDRA2(1),RODFR(1),STAREA(1),STVOL(1),HEAT(1),SIZE(1),
1351: 8 HSTREL(1),TTS(1),CONCE(1),CONCET(1),CONCEO(1),DIFFCO(1),
1352: 9 INCEE(1),INCEX(1),INCEY(1),INCEZ(1),FSXQ(1),FSYQ(1),CONCEB(1),
1353: 10 FFSZQ(1),FSXU(1),FSYU(1),FSZU(1),FOK(1),
1354: 11 IFRAM(1),VF(1),TUX(1),TVX(1),TUY(1),TUZ(1),TVY(1),TVZ(1),TWX(1),
1355: 12 TWY(1),TWZ(1),GRDX(1),GRDY(1),GRDZ(1)
-----
1356:C
1357:C-BEGIN SIMPRO
1358:C -----
1359:C SIMPLIFIED PROPERTIES
1360:C
1361: FCOND(XXX)=FCOK+XXX*FCIK
1362: FENTH(XXX)=FCOH+XXX*FCIH
1363: FDENSE(XXX)=FCORO+XXX*FCIRO
1364: FCP(XXX)=FCOCP+XXX*FCICP
1365: FVISC(XXX)=FCOMU+XXX*FCIMU
1366: FTEMP(HHH)=FCOT+HHH*FCIT
-----
1368:C
1369:C-END SIMPRO
1370:C
1371: DO 100 M0=1, NM1
1372: CONCET(M0)=CONCE(M0)
1373: 100 CONTINUE
1374:C
1375: CALL FSCALR(IJK,MIM,MIP,MJM,MJP,MKM,MKP,IGEQM,ISTATE,NM1,
1376: 1 IMAX,JMAX,KMAX,CONCET,CONCEB,
1377: 2 UL,VL,WL,DTIME,DX,DY,DZ,X,
1378: 3 TUX,TVX,TWX,TUY,TUY,TWY,TUZ,TVZ,TWZ,GRDX,GRDY,GRDZ,
1379: 4 FOK,VF,FSXQ,FSYQ,FSZQ,FSXU,FSYU,FSZU,IFRAM,
1380: 5 INCEE,INCEX,INCEY,INCEZ)
1381: IF( ICOBUG.EQ.10 ) CALL DEBUG (
1382: 1 IJK,IMAX,JMAX,KMAX,NM1,
1383: 2 TUX,TVX,TWX,TUY,TUY,TWY,TUZ,TVZ,TWZ,GRDX,GRDY,GRDZ,
1384: 3 GRDZ,FOK,VF,FSXQ,FSYQ,FSZQ,FSXU,FSYU,FSZU,
1385: 4 IFRAM,INCEE,INCEX,INCEY,INCEZ)
1386:C
1387: CALL CODICE(
1388: 1 IGEOM,NM1,IMAX,JMAX,KMAX,IFPROP,ICOBUG,IFENER,
1389: 2 TURBC,DTIME,OMEGAE,FCOK,FCIK,FCOH,FCIH,FCORO,FCIR,
1390: 3 FCOMU,FCIMU,FCOT,FCIT,IJK,MIM,MIP,MJM,MJP,MKM,MKP,
1391: 4 AREA,VELBN,RLB,QBN,DX,DY,DZ,X,ALX,ALY,ALZ,AL,
1392: 5 CONCET,TL,RLT,SCHL,SPHL,DIFFCO,
1393: 6 UL,VL,WL,RL,CONCEO,CONCE,DIFFH,PSTATO,
1394: 7 P,TURCON,ITURKE,RMU,TURK,TURVIS,IMFACH,AKAPPA,CMU1,EE,
1395: 8 CONCEB,KTEMP,ISURF,AT1,AT2,AT3,AT4,AT5,AT6,ATO,BTO,

```

図 2. 1 AQUAコードの修正リスト

```

1396:      8          FOK, VF, FSXQ, FSYQ, FSZQ, FSXU, FSYU, FSZU, IFRAM, IFMCO)
1397:      1F(IFMCO, NE, 2) THEN
1398:      CALL SOLVEE (
1399:      1          IFMEN, ISURF, VELBN, KFLOW, ITE, ITIBUG, MDMAX,
1400:      2          KMAX, JMAX, IMAX, IGEOM, CONCEB, CONCEO, CONCE,
1401:      3          MIM, MIP, MJM, MJP, MKM, MKP, IJK, DX, DY, DZ, AT1, AT2, AT3,
1402:      4          AT4, AT5, AT6, ATQ, BTO, NMI, RELAXE, ITHAXE, EPS5, DPMAX,
1403:      5          FOK, VF, FSXQ, FSYQ, FSZQ, FSXU, FSYU, FSZU, IFRAM)
1404:      ENDIF
1405: 220 CONTINUE
1406:      CALL BCCONC(IJK, MB, CONCE, CONCEB, MIM, MIP, MJM, MJP, MKM, MKP)
1407:      DCOH=0.0
1408:      DCOHT=0.0
1409:      MDHGH=1
1410:      MDHOHT=1
1411:      DO 260 MO=1, NMI
1412:      DCOHTT=(CONCE(MO)-CONCET(MO))/CONCET(MO)
1413:      IF(ABS(DCOHTT).LT.ABS(DCOHT)) GO TO 240
1414:      DCOHT=DCOHTT
1415:      MDHOHT=MO
1416: 240 CONTINUE
1417:      DCO=(CONCE(MO)-CONCEO(MO))/CONCEO(MO)
1418:      IF(ABS(DCO).LT.ABS(DCOH)) GO TO 260
1419:      DCOH=DCO
1420:      MDHOH=MO
1421: 260 CONTINUE
1422:      IF(ITIBUG, GE, 2)
1423:      1 WRITE(6, 280) DCOHT, IJK(MDHOHT), CONCE(MDHOHT), CONCET(MDHOHT),
1424:      2          DCOH, IJK(MDHOH), CONCE(MDHOH)
1425: 280 FORMAT(
1426:      1' .. COICE.. DCOHT= ', IPE10.3, ' IJKT= ', I9, ' CONCE= ', IPE10.3,
1427:      2' CONCET= ', IPE10.3, ' DCOH= ', IPE10.3, ' IJK= ', I9, ' CONCE= ', IPE10.3)
1428:      DCOHT=DCOHT/OMEGAE
1429:      RETURN
1430:      END
1431: *DK CODICE
1432:      SUBROUTINE CODICE (
1433:      1          IGEOM, NMI, IMAX, JMAX, KMAX, IFPROP, ICOBUG, IFENER, TURBC,
1434:      2          DTINE, OMEGAE, FCOX, FC1X, FCOH, FC1H, FCORO, FC1RO,
1435:      3          FCOMU, FC1MU, FCOT, FC1T, IJK, MIM, MIP, MJM, MJP, MKM, MKP,
1436:      4          AREA, VELBN, RLB, OBN, DX, DY, DZ, X, ALX, ALY, ALZ, AL,
1437:      5          CONCET, TL, RLT, SCHL, SPHL, DIFFCO,
1438:      6          UL, VL, WL, RL, CONCEO, CONCE, DIFFH, PSTATO,
1439:      7          P, TURCON, ITURKE, RMU, TURK, TURVIS, IWFNCH, AKAPPA, CMUJ, EE,
1440:      8          CONCEB, KTEMP, ISURF, AT1, AT2, AT3, AT4, AT5, AT6, ATQ, BTO,
1441:      9          FOK, VF, FSXQ, FSYQ, FSZQ, FSXU, FSYU, FSZU, IFRAM, IFMCO)
-----
1443:C
1444:      REAL*8 X, Y, Z, DX, DY, DZ, P
1445:      REAL*8 AT1, AT2, AT3, AT4, AT5, AT6, ATQ, BTO
1446:      DIMENSION
1447:      1 IJK(1), MIM(1), MIP(1), MJM(1), MJP(1), MKM(1), MKP(1), AREA(1),
1448:      2 VELBN(1), RLB(1), OBN(1), DX(1), DY(1), DZ(1), X(1), ALX(1), ALY(1),
1449:      3 ALZ(1), AL(1), CONCET(1), TL(1), RLT(1), SCHL(1), SPHL(1), UL(1), VL(1),
1450:      4 WL(1), RL(1), CONCE(1), DIFFH(1), PSTATO(1), P(1), TURCON(1), RMU(1),
1451:      5 TURK(1), TURVIS(1), CONCEB(1), CONCEO(1), KTEMP(1), ISURF(1),
1452:      6 AT1(1), AT2(1), AT3(1), AT4(1), AT5(1), AT6(1), ATQ(1), BTO(1),
1453:      7 FSXQ(1), FSYQ(1), FSZQ(1), FSXU(1), FSYU(1), DIFFCO(1),
1454:      8 FSYU(1), FSZU(1), FOK(1), IFRAM(1), VF(1)
-----
1455:C
1456:C VELOCITY CORRECTION
1457:C
1458:      COMMON/CUBEDT/ISEDIM, SEDVEL, PARDIA
1459:C
1460:C-BEGIN SIMPRO
1461:C =====
1462:C SIMPLIFIED PROPERTIES
1463:C
1464:      FCOND(XXX) =FCOX +XXX+FC1X
1465:      FENTH(XXX) =FCOH +XXX+FC1H
1466:      FDENSE(XXX) =FCORO+XXX+FC1RO
1467:      FCP(XXX) =FCOCP+XXX+FC1CP
1468:      FVISC(XXX) =FCOMU+XXX+FC1MU
1469:      FTEMP(HHH) =FCOT +HHH+FC1T
-----
1470:C
1471:C =====
1472:C-END SIMPRO
1473:C
1474:C
1475:      X0=1.0
1476:C
1477:      DO 900 MO=1, NMI
1478:      IS1 = 999
1479:      IS2 = 999
1480:      IS3 = 999
1481:      IS4 = 999
1482:      IS5 = 999
1483:      IS6 = 999
1484:      IJKT=IJK(MO)
1485:      I=IJKT/1000000
1486:      JT=IJKT-1000000*I
1487:      J=JT/1000
1488:      X=JT-1000*J

```

図 2. 1 AQUAコードの修正リスト


```

1489: DIFTH0=DIFFCO(M0)
1490:C QSOURC=SCHL(M0)
1491: QSOURC=0.0
1492: DX0=DX(1)
1493: DTH0=DY(J)
1494: DZ0=DZ(X)
1495: IF(1GEOM.EQ.-1) X0=X(1)
1496: DY0=DTH0*X0
1497: AX0=DTH0*DZ0
1498: AY0=DX0*DZ0/X0
1499: AZ0=DX0*DTH0
1500: A0=AL(M0)
1501: VCELL0=A0*AX0+DX0
1502: HLO=CONCET(M0)
1503: TC=TL(M0)
1504: R0=RL(M0)
1505:C*****
1506:C X SIDE (1)
1507:C*****
1508: IF (1MAX.EQ.1) GO TO 240
1509:C -X FACE
1510:C
1511:C
1512: M1=M1N(M0)
1513: IF (M1.EQ.-9999) GO TO 240
1514: IF (M1.LE.0) GO TO 220
1515: HL1=CONCET(M1)
1516: RL1=RLT(M1)
1517: IF (UL(M1).GT.0.0) GO TO 160
1518: RL1=RLT(M0)
1519: 160 CONTINUE
1520: AREAX1=ALX(M1)+AX0
1521: FH1L=AREAX1*UL(M1)*RL1
1522: DIFTH1=DIFFCO(M1)
1523: A1=AL(M1)
1524: DX1=DX(1-1)
1525: XK1=0.5*(DX0+DIFTH1+DX1+DIFTH0)
1526: COND1=DIFTH0+DIFTH1/XK1
1527: DH1L=AREAX1*COND1
1528: GO TO 260
1529:C FOR BOUNDARY (-)
1530: 220 CONTINUE
1531: DX1=0
1532: AREAX1=AREA(-M1)
1533: HL1=CONCEB(-M1)
1534: UL1=VELBN(-M1)
1535: FH1L=AREAX1*UL1*RLB(-M1)
1536: DH1L=0.0
1537: IS1=1SURF(-M1)
1538:C QSOURC=QSOURC+AREAX1*QBN(-M1)/VCELL0
1539: GO TO 260
1540: 240 CONTINUE
1541: FH1L=0.0
1542: DH1L=0.0
1543: 260 CONTINUE
1544: IF (1MAX.EQ.1) GO TO 360
1545:C +X FACE
1546:C
1547:C
1548: M2=M1P(M0)
1549: IF (M2.EQ.-9999) GO TO 360
1550: IF (M2.LE.0) GO TO 340
1551: HL2=CONCET(M2)
1552: RL2=RLT(M0)
1553: IF (UL(M2).GT.0.0) GO TO 280
1554: RL2=RLT(M2)
1555: 280 CONTINUE
1556: AREAX2=ALX(M0)+AX0
1557: FH2L=AREAX2*UL(M0)*RL2
1558: DIFTH2=DIFFCO(M2)
1559: A2=AL(M2)
1560: DX2=DX(1+1)
1561: XK2=0.5*(DX0+DIFTH2+DX2+DIFTH0)
1562: COND2=DIFTH0+DIFTH2/XK2
1563: DH2L=AREAX2*COND2
1564: GO TO 330
1565:C FOR BOUNDARY (+)
1566: 340 CONTINUE
1567: DX2=0
1568: HL2=CONCEB(-M2)
1569: AREAX2=AREA(-M2)
1570: UL2=-VELBN(-M2)
1571: FH2L=AREAX2*UL2*RLB(-M2)
1572: DH2L=0.0
1573: IS2=1SURF(-M2)
1574:C QSOURC=QSOURC+AREAX2*QBN(-M2)/VCELL0
1575: GO TO 380
1576: 360 CONTINUE
1577: FH2L=0.0
1578: DH2L=0.0
1579: 380 CONTINUE
1580:C*****
1581:C

```

図 2. 1 AQUAコードの修正リスト

```

1582:C ADDITIONAL DIFFUSION TERM FOR 2ND ORDER ACCURACY IN SPACE
1583:C
1584: IF (IS1.LT.200) THEN
1585: DH1L=D1FTH0/(DX0+0.5*DX2)*AREAX1+DH1L
1586: DH2L=D1FTH0*DX0/((DX0+DX2)*(DX0+0.5*DX2))+AREAX1+DH2L
1587: ENDF
1588: IF (IS2.LT.200) THEN
1589: DH2L=D1FTH0/(DX0+0.5*DX1)*AREAX2+DH2L
1590: DH1L=D1FTH0*DX0/((DX0+DX1)*(DX0+0.5*DX1))+AREAX2+DH1L
1591: ENDF
1592:C*****
1593:C*****
1594:C Y SIDE (J) *
1595:C*****
1596: IF (JMAX.EQ.1) GO TO 480
1597:C
1598:C -Y FACE
1599:C
1600: M3=MJM(M0)
1601: IF (M3.EQ.-9999) GO TO 480
1602: IF (M3.LE.0) GO TO 460
1603: HL3=CONCET(M3)
1604: RL3=RLT(M3)
1605: IF (VL(M3).GT.0.0) GO TO 400
1606: RL3=RLT(M0)
1607: 400 CONTINUE
1608: AREAY3=ALY(M3)*AY0
1609: J3=(1JK(M3)-1000000*1)/1000
1610: DTH3=DY(J3)
1611: DY3=DTH3*X0
1612: FH3L=AREAY3+VL(M3)*RL3
1613: D1FTH3=D1FFCO(M3)
1614: A3=AL(M3)
1615: XK3=0.5*(DY0+D1FTH3+DY3+D1FTH0)
1616: COND3=D1FTH0+D1FTH3/XK3
1617: DH3L=AREAY3+COND3
1618: GO TO 500
1619:C FOR BOUNDARY (-)
1620: 460 CONTINUE
1621: DY3=0
1622: AREAY3=AREA(-M3)
1623: HL3=CONCEB(-M3)
1624: VL3=VELBN(-M3)
1625: FH3L=AREAY3+VL3*RLB(-M3)
1626: DH3L=0.0
1627: IS3=ISURF(-M3)
1628:C OSOURC=OSOURC+AREAY3+OSBN(-M3)/VCELL0
1629: GO TO 500
1630: 480 CONTINUE
1631: FH3L=0.0
1632: DH3L=0.0
1633: 500 CONTINUE
1634: IF (JMAX.EQ.1) GO TO 600
1635:C
1636:C +Y FACE
1637:C
1638: M4=MJP(M0)
1639: IF (M4.EQ.-9999) GO TO 600
1640: IF (M4.LE.0) GO TO 580
1641: HL4=CONCET(M4)
1642: RL4=RLT(M0)
1643: IF (VL(M0).GT.0.0) GO TO 520
1644: RL4=RLT(M4)
1645: 520 CONTINUE
1646: AREAY4=ALY(M0)*AY0
1647: J4=(1JK(M4)-1000000*1)/1000
1648: DTH4=DY(J4)
1649: DY4=DTH4*X0
1650: FH4L=AREAY4+VL(M0)*RL4
1651: D1FTH4=D1FFCO(M4)
1652: A4=AL(M4)
1653: XK4=0.5*(DY0+D1FTH4+DY4+D1FTH0)
1654: COND4=D1FTH0+D1FTH4/XK4
1655: DH4L=AREAY4+COND4
1656: GO TO 620
1657:C FOR BOUNDARY (+)
1658: 580 CONTINUE
1659: DY4=0
1660: HL4=CONCEB(-M4)
1661: AREAY4=AREA(-M4)
1662: VL4=-VELBN(-M4)
1663: FH4L=AREAY4+VL4*RLB(-M4)
1664: DH4L=0.0
1665: IS4=ISURF(-M4)
1666:C OSOURC=OSOURC+AREAY4+OSBN(-M4)/VCELL0
1667: GO TO 620
1668: 600 CONTINUE
1669: FH4L=0.0
1670: DH4L=0.0
1671: 620 CONTINUE
1672:C*****
1673:C
1674:C ADDITIONAL DIFFUSION TERM FOR 2ND ORDER ACCURACY IN SPACE

```

図 2. 1 AQUAコードの修正リスト

```

1675:C
1676: IF (153. LT. 200) THEN
1677:   DH3L=D1FTH0/(DY0+0. 5*DY4)*AREAY3+DH3L
1678:   DH4L=D1FTH0*DY0/((DY0+DY4)*(DY0+0. 5*DY4))*AREAY3+DH4L
1679: ENDIF
1680: IF (154. LT. 200) THEN
1681:   DH4L=D1FTH0/(DY0+0. 5*DY3)*AREAY4+DH4L
1682:   DH3L=D1FTH0*DY0/((DY0+DY3)*(DY0+0. 5*DY3))*AREAY4+DH3L
1683: ENDIF
1684:C*****
1685:C*****
1686:C      Z SIDE (K)      *
1687:C*****
1688: IF(KMAX. EQ. 1) GO TO 720
1689:C
1690:C      -Z FACE
1691:C
1692: M5=MKN(M0)
1693: IF (M5. LE. 0) GO TO 700
1694: HL5=CONCET(M5)
1695: RL5=RLT(M5)
1696: IF (WL(M5). GT. 0. 0) GO TO 640
1697: RL5=RLT(M0)
1698: 640 CONTINUE
1699: AREAZ5=ALZ(M5)*AZ0
1700:C FH5L=AREAZ5*WL(M5)*RL5
1701: FH5L=AREAZ5*(WL(M5)-SEVEL)*RL5
1702:C
1703: D1FTH5=DIFFCO(M5)
1704: A5=AL(M5)
1705: DZ5=DZ(K-1)
1706: XK5=0. 5*(DZ0+D1FTH5+DZ5+D1FTH0)
1707: COND5=D1FTH0+D1FTH5/XK5
1708: DH5L=AREAZ5*COND5
1709: GO TO 740
1710:C      FOR BOUNDARY (-)
1711: 700 CONTINUE
1712: DZ5=0
1713: IF(M5. EQ. -9999) GO TO 720
1714: HL5=CONCEB(-M5)
1715: AREAZ5=AREA(-M5)
1716: WL5=VELBN(-M5)
1717: FH5L=AREAZ5*WL5*RLB(-M5)
1718: DH5L=0. 0
1719: ISS=ISURF(-M5)
1720:C QSCURC=QSOURC+AREAZ5*QBN(-M5)/VCELL0
1721: GO TO 740
1722: 720 CONTINUE
1723: FH5L=0. 0
1724: DH5L=0. 0
1725: 740 CONTINUE
1726: IF(KMAX. EQ. 1) GO TO 840
1727:C
1728:C      +Z FACE
1729:C
1730: M6=MXP(M0)
1731: IF (M6. LE. 0) GO TO 820
1732: HL6=CONCET(M6)
1733: RL6=RLT(M0)
1734: IF (WL(M6). GT. 0. 0) GO TO 760
1735: RL6=RLT(M6)
1736: 760 CONTINUE
1737: AREAZ6=ALZ(M6)*AZ0
1738:C FH6L=AREAZ6*WL(M6)*RL6
1739: FH6L=AREAZ6*(WL(M6)-SEVEL)*RL6
1740:C
1741: D1FTH6=DIFFCO(M6)
1742: A6=AL(M6)
1743: DZ6=DZ(K+1)
1744: XK6=0. 5*(DZ0+D1FTH6+DZ6+D1FTH0)
1745: COND6=D1FTH0+D1FTH6/XK6
1746: DH6L=AREAZ6*COND6
1747: GO TO 860
1748:C      FOR BOUNDARY (+)
1749: 820 CONTINUE
1750: DZ6=0
1751: IF(M6. EQ. -9999) GO TO 840
1752: HL6=CONCEB(-M6)
1753: AREAZ6=AREA(-M6)
1754: WL6=-VELBN(-M6)
1755: FH6L=AREAZ6*WL6*RLB(-M6)
1756: DH6L=0. 0
1757: ISS=ISURF(-M6)
1758:C QSCURC=QSOURC+AREAZ6*QBN(-M6)/VCELL0
1759: GO TO 860
1760: 840 CONTINUE
1761: FH6L=0. 0
1762: DH6L=0. 0
1763: 860 CONTINUE
1764:C*****
1765:C
1766:C      ADDITIONAL DIFFUSION TERM FOR 2ND ORDER ACCURACY IN SPACE
1767:C

```

図 2. 1 AQUAコードの修正リスト

```

1768:     IF (ISS.LT.200) THEN
1769:         DH5L=DIFTHO/(DZO+0.5*DZ6)*AREAZ5+DH5L
1770:         DH6L=DIFTHO+DZO/((DZO+DZ6)*(DZO+0.5*DZ6))*AREAZ5+DH6L
1771:     ENDIF
1772:     IF (IS6.LT.200) THEN
1773:         DH6L=DIFTHO/(DZO+0.5*DZ5)*AREAZ6+DH6L
1774:         DH5L=DIFTHO+DZO/((DZO+DZ5)*(DZO+0.5*DZ5))*AREAZ6+DH5L
1775:     ENDIF
1776:C *****
1777:C X
1778:     FX=FSXO(M1)
1779:     FE=FSXO(M0)
1780:C Y
1781:     FS=FSYQ(M3)
1782:     FN=FSYQ(M0)
1783:C Z
1784:     F8=FSZQ(M5)
1785:     FT=FSZQ(M0)
1786:C
1787:C     DIFFUSION TERM CALCULATION
1788:C
1789:     FDI1=-DH1L*(HL0-HL1)+DH2L*(HL2-HL0)
1790:     1     -DH3L*(HL0-HL3)+DH4L*(HL4-HL0)
1791:     2     -DH5L*(HL0-HL5)+DH6L*(HL6-HL0)
1792:C
1793:C
1794:C
1795:     AHOLD=RL(M0)*VCELL0/DTIME
1796:     AHIMP=SPHL(M0)*VCELL0
1797:     AT1(M0)=FH1L
1798:     AT2(M0)=FH2L
1799:     AT3(M0)=FH3L
1800:     AT4(M0)=FH4L
1801:     AT5(M0)=FH5L
1802:     AT6(M0)=FH6L
1803:     ATO(M0)=AHOLD+AHIMP
1804:     SCHLY=QSOURC*VCELL0
1805:     DLTH=(FH1L-FH2L+FH3L-FH4L+FH5L-FH6L)
1806:     BTO(M0)=SCHLY*(AHOLD-DLTH)*CONCEO(M0)+AHIMP*CONCET(M0)+FDIF
1807:     FOX(M0)=( FX*FH1L-FE*FH2L
1808:     1     +FS*FH3L-FN*FH4L
1809:     2     +F8*FH5L-FT*FH6L +BTO(M0) )/ATO(M0)
1810:     VF(M0)=BTO(M0)/ATO(M0)
1811:     IF (IFMCO.EQ.2) THEN
1812:         CONCE(M0)=FOX(M0)
1813:     ENDIF
1814:C
1815:     IF (ICOBUG.EQ.10) GO TO 870
1816:     IF (ICOBUG.LE.0) GO TO 900
1817:     IF (ICOBUG.NE.1JKT) GO TO 900
1818: 870 CONTINUE
1819:     WRITE(6,880) M0,1JK(M0),OMEGAE,ATO(M0),AT1(M0),AT2(M0),
1820:     1     AT3(M0),AT4(M0),AT5(M0),AT6(M0),BTO(M0),AHOLD,
1821:     2     CONCE(M0),CONCET(M0),AHIMP,SCHLY,QSOURC,VCELL0,
1822:     3     SCHL(M0),AREAZ5,WL5,AREAZ6,WL6,
1823:     4     FH1L,DH1L,FH2L,DH2L,FH3L,DH3L,
1824:     5     FH4L,DH4L,FH5L,DH5L,FH6L,DH6L
1825:     6     ,HL1,HL2,HL3,HL4,HL5,HL6
1826:     7     ,FX,FE,FS,FN,F8,FT,FDIF,FOX(M0)
1827: 880 FORMAT(
1828:     1     '... ENERGE...M0=',I6,' 1JK=',I9,7X,'OMEGAE=',IPE13.6,
1829:     2     ' ATO=',IPE13.6,' AT1=',IPE13.6,' AT2=',IPE13.6,/,
1830:     3     ' AT3=',IPE13.6,' AT4=',IPE13.6,' AT5=',IPE13.6,
1831:     4     ' AT6=',IPE13.6,' BTO=',IPE13.6,' AHOLD=',IPE13.6,/,
1832:     5     ' CONCE=',IPE13.6,' CONCET=',IPE13.6,' AHIMP=',IPE13.6,
1833:     6     ' SCHLY=',IPE13.6,' QSOURC=',IPE13.6,' VCELL=',IPE13.6,/,
1834:     7     ' SCHL=',IPE13.6,' AREAZ5=',IPE13.6,
1835:     8     ' WL5=',IPE13.6,' AREAZ6=',IPE13.6,' WL6=',IPE13.6,/,
1836:     9     ' FH1L=',IPE13.6,' DH1L=',IPE13.6,' FH2L=',IPE13.6,
1837:     1     ' DH2L=',IPE13.6,' FH3L=',IPE13.6,' DH3L=',IPE13.6,/,
1838:     2     ' FH4L=',IPE13.6,' DH4L=',IPE13.6,' FH5L=',IPE13.6,
1839:     3     ' DH5L=',IPE13.6,' FH6L=',IPE13.6,' DH6L=',IPE13.6,/,
1840:     4     ' HL1=',IPE13.6,' HL2=',IPE13.6,' HL3=',IPE13.6,/,
1841:     5     ' HL4=',IPE13.6,' HL5=',IPE13.6,' HL6=',IPE13.6,/,
1842:     6     ' FX=',IPE13.6,' FE=',IPE13.6,' FS=',IPE13.6,
1843:     7     ' FN=',IPE13.6,' F8=',IPE13.6,' FT=',IPE13.6,
1844:     8     ' FDIF=',IPE13.6,' FOX=',IPE13.6)
1845: 900 CONTINUE
1846:     RETURN
1847:     END
1848: *DK BCCONC
1849:     SUBROUTINE BCCONC (1JK,MB,CONCE,CONCES,M1M,M1P,M2M,M2P,M3M,M3P)
1850:C -----
1851:C     SET CONCENTRATION AT CELLS ADJACENT TO SURFACE
1852:C -----
1853:C *CA SHARED
1854:     DIMENSION 1JK(1),MB(1),CONCE(1),CONCES(1),
1855:     1     M1M(1),M1P(1),M2M(1),M2P(1),M3M(1),M3P(1)
1856:C
1857:     DO 180 N=1,NSURF
1858:         XF=XFLOW(N)
1859:         XN=XNORML(N)
1860:         YN=YNORML(N)

```

図 2. 1 AQUAコードの修正リスト

```

1861: ZN=ZNORML(N)
1862: IF(KF, GE, O, OR, KF, EO, -3) GO TO 180
1863: LB=LC1(NSURF)+1
1864: IF(N, GT, 1) LB=LCZ(N-1)+1
1865: LE=LCZ(N)
1866:C
1867:C KFLOW=-N : OUTLET BOUNDARY
1868:C
1869: DO 100 L=LB, LE
1870: MBL=MS(L)
1871: IF(XN, GT, 0) CONCE(MBL)=CONCE(MIP(MBL))
1872: IF(XN, LT, 0) CONCE(MBL)=CONCE(MIN(MBL))
1873: IF(YN, GT, 0) CONCE(MBL)=CONCE(MJP(MBL))
1874: IF(YN, LT, 0) CONCE(MBL)=CONCE(MJM(MBL))
1875: IF(ZN, GT, 0) CONCE(MBL)=CONCE(MKP(MBL))
1876: IF(ZN, LT, 0) CONCE(MBL)=CONCE(MKN(MBL))
1877: CONCEB(L)=CONCE(MBL)
1878: 100 CONTINUE
1879: 180 CONTINUE
1880: RETURN
1881: END
1882:*/ VER10 ::::::::::::::>> VER12
1883:*/
1884:*/ TO CREATE VERSION 1.2 WITH 'T107C. AQUA. VER10. OPL'
1885:*/ FIRST ..... DEC. 23, 1987
1886:*/ LAST ..... FEB. 06, 1989
1887:*/
1888:*/ *** COPY FROM 'T1077. AQUA. CSET. FORT(VERNTS)'
1889:*/
1890:*/ -----
1891:*/
1892:*/ ID VER12
1893:*/ #D SHARED. 15
1894:*/ AITMAX, ITMAXP, ITMCMX, ITENMX, IQUT14, NTSNRY, IFPE, IFDE
1895:*/ #D SHARED. 27
1896:*/ #DCONV2, DKOHT, DEOHT, EPS7,
1897:*/ #D SHARED. 33
1898:*/ EOMEPS1, CINK1, CINE1, CINK2, CINE2, DKOH, DEOH, SIGX, SIGE, TURBPR
1899:*/ FTKMIN, TEMIN, OMEGAT, TVIST, RAVEND
1900:*/ #D NAME1. 8, 25
1901:*/ NAMELIST /DATA/ TSTART, KFLOW, INIT, IBOIL, DTWALL, HYDALL
1902:*/ 1 HYDOUT, XTEMP, TEMP, VELOC, NTPLOT, QX, DT, NTMAX,
1903:*/ 2 NTMAX, LASTIT, TMAX, IT, KPRES, PRES, PRES0,
1904:*/ 3 XPRES0, YPRES0, ZPRES0, GRAVX, GRAVY, GRAVZ, OMEGA, IZREB, IXMBUG, IYMBUG,
1905:*/ 4 IZMBUG, IDLBUG, IHOBUG, IENBUG, IINBUG, ITLBUG, NEND, TVAL, FVAL, IFENER,
1906:*/ 5 EPS1, EPS2, IT1BUG, NTPRNT, ISTPR, NTHPR, HE,
1907:*/ 6 LASTDT, ISOBUG, ISSBUG, ISABUG, ISTATE, EPS3,
1908:*/ 7 TREST, TEMPO, WALLDX, WALLQS, TSINK, HSINK, MATWAL,
1909:*/ 8 INTWAL, HYOWAL, NTOTS, CLENTH, REYLEN, ICORR, NCCORR, FORCEP, ACCORR,
1910:*/ 9 AXWATER, FC0CP, FC1CP, BCORRL, CCORRL, ACORRT, BCORRT,
1911:*/ + CCORRT, REYTRN, IDTIME, RDTIME, NTHCON, TPRNT, IXREB, IYREB, TPLOT,
1912:*/ 1 IFPROP, FC0H, FC1H, FC0RO, FC1RO, FC0K, FC1K, FC0MU, FC1MU, FCTLO, FCTH1,
1913:*/ 2 NREBRT, NREBN, NREBX, NREBY, NREBZ, C01K, C02K, C0X, C1K, C2K, C3K, C0CP,
1914:*/ 3 C1CP, C2CP, C3CP, C0RO, C1RO, C2RO, C3RO, HEAT1L, HEAT2L, HEAT3L, HEAT4L,
1915:*/ 4 HEAT1T, HEAT2T, HEAT3T, HEAT4T, PETRN, NHEATC, ITMAXE, OMEGAE, EPS5,
1916:*/ 5 IREBIT, ITMAXS, ITMAXP, DCONV2, ITMCG, DCONV3, IDISP, ITMOMX,
1917:*/ 6 ITENMX, OMEGAV, RELAXE, NREBRS, NREBP, NTSNRY, IFMMD, IFMEN, IFMTB
1918:*/ 8, DIFFC, ICOBUG, KCONCE, CONC, CONCO, FC0CO, FC1CO, IFMCO,
1919:*/ A ISEDIM, SEDVEL, PARD1A
1920:C
1921:*/ NAMELIST /TURB/ CMU1, TURBV, TURBC, CINK1, CINK2, CINE1, CINE2,
1922:*/ 1 OMEGAX, RELAX, ITXBUG, AXAPPA, COTURB, EE, KEITER, TURBPR, OMEGAT,
1923:*/ 2 SIGX, SIGE, C1E, C2E, C3E, CMEPS1, EPS7, CHARRC, CHART, CEL1, HYDIN,
1924:*/ 3 IFPE, IFDE, TKMIN, TEMIN, TVIST
1925:*/ #I BARIN. 74
1926:*/ IF( IFPCG, EQ, 5, AND, (NAME, EQ, LABEL(6), OR, NAME, EQ, LABEL(7), OR,
1927:*/ 1 NAME, EQ, LABEL(8), OR, NAME, EQ, LABEL(9))) THEN
1928:*/ IF(RVAL, EQ, 0, 0) THEN
1929:*/ WRITE(6, 141)
1930:*/ STOP 555
1931:*/ ENDIF
1932:*/ ENDIF
1933:*/ 141 FORMAT(//,
1934:*/ 1 -----
1935:*/ 2 . . . BOUNDARY INITIALIZATION CARD ERROR . . .
1936:*/ 3 . . . VOLUME POROSITY AL AND SURFACE PERMEABILITY AL: . . .
1937:*/ 4 . . . ALY AND ALZ BE SET TO THE NONZERO VALLE . . .
1938:*/ 5 . . . WHEN IFPCG=5 . . .
1939:*/ 6 . . . *** STOP *** (USER-CODE = 555: . . .
1940:*/ 7 -----
1941:*/ #I BARIN. 142
1942:*/ IF( IFPCG, EQ, 5, AND, (NAME, EQ, LABEL(6), OR, NAME, EQ, LABEL(7), OR,
1943:*/ 1 NAME, EQ, LABEL(8), OR, NAME, EQ, LABEL(9))) THEN
1944:*/ IF(RVAL, EQ, 0, 0) THEN
1945:*/ WRITE(6, 141)
1946:*/ STOP 555
1947:*/ ENDIF
1948:*/ ENDIF
1949:*/ #I INITAL. 76
1950:*/ IFPE=1
1951:*/ IFCE=2
1952:*/ #D INITAL. 77
1953:*/ HYDIN=1. 0E+04

```

図 2. 1 AQUAコードの修正リスト

```

1954: #I INITIAL 79
1955: OMEGAT = 0.7
1956: TVIST=1.0E+05
1957: TKMIN=1.0E-10
1958: TEMIN=1.0E-10
1959: #D INITIAL 106
1960: IF(1FPCG.EQ.0) ITMAXP=99
1961: IF(1FPCG.EQ.5) ITMAXP=NM1
1962: IF(1FPCG.EQ.10) ITMAXP=1
1963: #I INITIAL 235
1964: READ(5,TURB)
1965: #I INITIAL 317
1966: IF(TURKE.EQ.20) THEN
1967: WRITE(6,321) ITURKE,SIGX,SIGE,C1E,C2E,C3E,CINK1,CINK2,CINE1,
1968: CINE2,IFPE,IFDE
1969: 1
1970: ENDIF
1971: 321 FORMAT(////,
1972: 1 *****' /,
1973: 2 'TURBULENCE MODEL INFORMATIONS' /,
1974: 3 *****' /,
1975: 4 ITURKE=.16 /,
1976: 5 SIGX=.1PE13.6. SIGE=.1PE13.6. /,
1977: 6 C1E=.1PE13.6. C2E=.1PE13.6. /,
1978: 7 C3E=.1PE13.6. /,
1979: 8 CINK1=.1PE13.6. CINK2=.1PE13.6. /,
1980: 9 CINE1=.1PE13.6. CINE2=.1PE13.6. /,
1981: A IFPE=.16. IFDE=.16. /,
1982: B *****')
1982: #D INTURB.154
1983: TURK(MO)=CINK2*(UO**2+VO**2+W0**2)+1.0E-15
1984: #D INTURB.156.158
1985: #I TIMSTP.115
1986: DO 9998 MO=1,NM1
1987: TURET(MO)=TURE(MO)
1988: 9998 CONTINUE
1989: #D AMAIN.238
1990: 3TURCON,TURE,ARLV,TURET.1)
1991: #D TIMSTP.138
1992: 4TURVIS,TURK,S(176),TURE,ARVL,TURET.2)
1993: #I TIMSTP.265
1994: DO 9997 MO=1,NM1
1995: TURET(MO)=TURE(MO)
1996: 9997 CONTINUE
1997: #D TIMSTP.289
1998: 4TURVIS,TURK,S(176),TURE,ARVL,TURET.3)
1999: #D TELOOP.70
2000: 4TURKO,IFPE,
2001: #D TELOOP.89.90
2002: 3 SIGE,IFDE,PTERM,GTERM)
2003: #D TEICE.70
2004: 4TURKO,IFPE,
2005: #D TEICE.81
2006: 8OMEPS1,C2E,SIGE,IFDE,PTERM,GTERM.
2007: #D TKSORC.204
2008: #D TEENEE.11
2009: 8CEL1,OMEPS1,C2E,SIGE,IFDE,PTERM,GTERM.
2010: #I TEENEE.27
2011: DIMENSION PTERM(1),GTERM(1)
2012: #D TEENEE.85
2013: IF(1FDE.EQ.1) TKVAL=TURKT(MO)
2014: IF(1FDE.EQ.2) TKVAL=TURK(MO)
2015: IF(1FDE.EQ.3) TKVAL=TURKO(MO)
2016: SPLM0=-C2E*TURE(MO)*RL(MO)/TKVAL
2017: #D TEENER.18
2018: 3OMEPS1,C2E,SIGE,IFDE,PTERM,GTERM)
2019: #I TEENER.33
2020: DIMENSION PTERM(1),GTERM(1)
2021: #D TEENER.90
2022: IF(1FDE.EQ.1) TKVAL=TURKT(MO)
2023: IF(1FDE.EQ.2) TKVAL=TURK(MO)
2024: IF(1FDE.EQ.3) TKVAL=TURKO(MO)
2025: SPLM0=-C2E*TURE(MO)*RL(MO)/TKVAL
2026: #D TEENER.425
2027: #D TESORC.8
2028: 4TURKO,IFPE,
2029: #D TESORC.27
2030: IF(1FPE.EQ.1) TKVAL=TURKT(MO)
2031: IF(1FPE.EQ.2) TKVAL=TURK(MO)
2032: IF(1FPE.EQ.3) TKVAL=TURKO(MO)
2033: SCHL(MO)=C1E*(PTERM(MO)+(1.-C3E)*GTERM(MO))*TURE(MO)-TKVAL
2034: #D TKENEE.80
2035: SPLM0=-TURET(MO)*RL(MO)/TURKT(MO)
2036: #D TKENEE.372
2037: SPLM1=SPLM1/ICALL
2038: #D TKENEE.375
2039: SPLM0=SPLM0+SPLM1
2040: #D TKENER.82
2041: SPLM0=-TURET(MO)*RL(MO)/TURKT(MO)
2042: #D TKENER.400
2043: SPLM1=SPLM1/ICALL
2044: #D TKENER.403
2045: SPLM0=SPLM0+SPLM1
2046: #D TURVII.7

```

図 2. 1 AQUAコードの修正リスト

```

2047:      4TL, HL, PSTATO, P, RL, TURVIS, TURK, TURCON, TURE, TURKT, TURET, NSEL)
2048: #D TURV11, 14
2049:      2TURVIS(1), TURK(1), TURCON(1), TURE(1), TURKT(1), TURET(1)
2050: #D TURV11, 33, 43
2051: #I TURV11, 254
2052:      IF (NSEL, EQ, 2) THEN
2053:          TURK(MO)=(TURK(MO)+TURKT(MO))/2, +1, 0E-15
2054:          TURE(MO)=(TURE(MO)+TURET(MO))/2, +1, 0E-15
2055:      ENDIF
2056: #D TURV11, 258
2057:      IF(TVIS, GT, RMU+TVIST) THEN
2058: #D TURV11, 262, 263
2059:      IF (NSEL, EQ, 2) THEN
2060:          TURVIS(MO)=OMEGAT+TVIS+(1, -OMEGAT)*TURVIS(MO)
2061:          IF (IFENER, GT, 0)
2062:              1 TURCON(MO)=(OMEGAT+CP*TURVIS(MO)/PRT)+(1, -OMEGAT)*TURCON(MO)
2063:          ELSE
2064:              TURVIS(MO)=TVIS
2065:              IF (IFENER, GT, 0)
2066:                  1 TURCON(MO)=CP*TURVIS(MO)/PRT
2067:          ENDIF
2068: #I INITIAL, 241
2069:      IF(IFITEN, EQ, 3, AND, IFENER, EQ, 1, AND, ISTATE, GE, 2, AND, IT(1), EQ, 1)THEN
2070:          WRITE(6, 777)
2071:          STOP 777
2072:      ENDIF
2073: 777 FORMAT(//,
2074: 1 -----)
2075: 2 - W A R N I N G !!! IT = 1 - - - - -)
2076: 3 - LARGER ITERATION NUMBER FLAG - - - - -)
2077: 4 - IT SHOULD BE MORE THAN 1. - - - - -)
2078: 5 - *** STOP *** (USER-CODE = 777) - - - - -)
2079: 6 -----)
2080: #I TEICE, 97
2081:      IF(TURE(MO), LT, TEMIN) TURE(MO) = TEMIN
2082: #I TKICE, 94
2083:      IF(TURK(MO), LT, TXMIN) TURK(MO) = TXMIN
2084: #/
2085: #/ ----- V E R I I A -----
2086: #/
2087: #D PSTRUC, 39
2088: 130 FORMAT (1X, 15, 110, 1P2E11.4, 1P8E11.4)
2089: #D PSTRUC, 61
2090: 230 FORMAT (1X, 15, 110, 1P2E11.4, 110, 1P2E11.4, 1P5E11.4)
2091: #D AMAIN, 427, 428
2092: 6001 FORMAT(' #', 16, 1PE12.4, 1PE11.2, 14, 1P5E11.2, -2PF9.2, 1P3E11.2,
2093: + /1H, 30X, 15, 1P2E11.2)
2094: #D TIMSTP, 359
2095: 460 FORMAT(' #', 16, 1PE12.4, 1PE11.2, 14, 1P5E11.2, -2PF9.2, 1P3E11.2)
2096: #/ #D TIMSTP, 360
2097: #/ 9002 FORMAT(30X, 15, 1P2E11.2)
2098: #D INITIAL, 531
2099: 900 FORMAT(' NP=', 13, ' TVAL=', 1PE10.3, ' FVAL=', 1PE10.3, ' YCCEF='
2100: #D RSURFO, 127
2101: 520 FORMAT(1H, 13, 7X, 1P10E12.5)
2102: #D OUTPUT, 115
2103: 260 FORMAT(2X, ' N=', 13, 1P7E17.6)
2104: #I SOLVIT, 34
2105:      DIMENSION BP(100), IP(100)
2106:      REAL*8 BP
2107: #I SOLVIT, 83
2108:      IPN=0
2109: #I SOLVIT, 85
2110:      IF(ATO(MO), EQ, 1, 0E+40) THEN
2111:          IPN=IPN+1
2112:          BP(IPN)=P(MO)
2113:          IP(IPN)=MO
2114:      ENDIF
2115: #D SOLVIT, 91
2116:      CALL PCGGO(1FPCG, 1TMAXP, DCONV2, 1MAT2, 1JK, BTO, N, XNI, ATO)
2117: #I SOLVIT, 109
2118:      IF(IPN, EQ, 0) GO TO 54
2119:      DO 53 IPNN=1, IPN
2120:          MO=IP(IPNN)
2121:          P(MO)=BP(IPNN)
2122:      53 CONTINUE
2123:      54 CONTINUE
2124: #D XMCMI, 714
2125:      NF=1FORCE(MO)/1000000
2126: #D XMCME, 618
2127:      NF=1FORCE(MO)/1000000
2128: #D ZMCMI, 650
2129:      IFT=1FFT/1000000
2130: #D XMCME, 283
2131:      AREAY4=0.5*(AREA4+AREA24)
2132:      DU4L=AREAY4/(DYQ/RMUQ+DY4/RMU4)
2133: #D XMCME, 379
2134:      AREAY3=0.5*(AREA3+AREA23)
2135:      DU3L=AREAY3/(DYQ/RMUQ+DY3/RMU3)
2136: #I XMCME, 381
2137: C
2138: C ADDITIONAL DIFFUSION TERM FOR 2ND ORDER ACCURACY IN SPACE
2139: C

```

図 2. 1 AQUAコードの修正リスト

```

2140:C..... -Y BOUNDARY .....
2141:      IF (DY3.EQ.0.0) THEN
2142:          HDY4=0.5*DY4
2143:          IF (DY4.EQ.1.0E40) HDY4=0.
2144:          DU3L=DU3L+AREAY3*RMU0/(DY0+HDY4)*0.5
2145:          DU4L=DU4L+AREAY3*RMU0*DY0/((DY0+2*HDY4)*(DY0+HDY4))*0.5
2146:      ENDIF
2147:C..... +Y BOUNDARY .....
2148:      IF (DY4.EQ.0.0) THEN
2149:          HDY3=0.5*DY3
2150:          IF (DY3.EQ.1.0E40) HDY3=0.
2151:          DU4L=DU4L+AREAY4*RMU0/(DY0+HDY3)*0.5
2152:          DU3L=DU3L+AREAY4*RMU0*DY0/((DY0+2*HDY3)*(DY0+HDY3))*0.5
2153:      ENDIF
2154:#D XMCHE.479
2155:      AREAZ6=0.5*(AREA6+AREA26)
2156:      DU6L=AREAZ6/(DZO/RMU0+DZ6/RMU6)
2157:#D XMCHE.567
2158:      AREAZ5=0.5*(AREA5+AREA25)
2159:      DU5L=AREAZ5/(DZO/RMU0+DZ5/RMU5)
2160:#I XMCHE.569
2161:C
2162:C ADDITIONAL DIFFUSION TERM FOR 2ND ORDER ACCURACY IN SPACE
2163:C
2164:C..... -Z BOUNDARY .....
2165:      IF (DZ5.EQ.0.0) THEN
2166:          HDZ6=0.5*DZ6
2167:          IF (DZ6.EQ.1.0E40) HDZ6=0.
2168:          DU5L=DU5L+AREAZ5*RMU0/(DZO+HDZ6)*0.5
2169:          DU6L=DU6L+AREAZ5*RMU0*DZO/((DZO+2*HDZ6)*(DZO+HDZ6))*0.5
2170:      ENDIF
2171:C..... +Z BOUNDARY .....
2172:      IF (DZ6.EQ.0.0) THEN
2173:          HDZ5=0.5*DZ5
2174:          IF (DZ5.EQ.1.0E40) HDZ5=0.
2175:          DU6L=DU6L+AREAZ6*RMU0/(DZO+HDZ5)*0.5
2176:          DU5L=DU5L+AREAZ6*RMU0*DZO/((DZO+2*HDZ5)*(DZO+HDZ5))*0.5
2177:      ENDIF
2178:#D XMCHE.283
2179:      AREAX2=0.5*(AREA2+AREA42)
2180:      DY2L=AREAX2/(DX0/RMU0+DX2/RMU2)
2181:#D XMCHE.371
2182:      AREAX1=0.5*(AREA1+AREA41)
2183:      DY1L=AREAX1/(DX0/RMU0+DX1/RMU1)
2184:#I XMCHE.373
2185:C
2186:C ADDITIONAL DIFFUSION TERM FOR 2ND ORDER ACCURACY IN SPACE
2187:C
2188:C..... -X BOUNDARY .....
2189:      IF (DX1.EQ.0.0) THEN
2190:          HDX2=0.5*DX2
2191:          IF (DX2.EQ.1.0E40) HDX2=0.
2192:          DV1L=DV1L+AREAX1*RMU0/(DX0+HDX2)*0.5
2193:          DV2L=DV2L+AREAX1*RMU0*DX0/((DX0+2*HDX2)*(DX0+HDX2))*0.5
2194:      ENDIF
2195:C..... +X BOUNDARY .....
2196:      IF (DX2.EQ.0.0) THEN
2197:          HDX1=0.5*DX1
2198:          IF (DX1.EQ.1.0E40) HDX1=0.
2199:          DV2L=DV2L+AREAX2*RMU0/(DX0+HDX1)*0.5
2200:          DV1L=DV1L+AREAX2*RMU0*DX0/((DX0+2*HDX1)*(DX0+HDX1))*0.5
2201:      ENDIF
2202:#D XMCHE.471
2203:      AREAZ6=0.5*(AREA6+AREA46)
2204:      DV6L=AREAZ6/(DZO/RMU0+DZ6/RMU6)
2205:#D XMCHE.559
2206:      AREAZ5=0.5*(AREA5+AREA45)
2207:      DV5L=AREAZ5/(DZO/RMU0+DZ5/RMU5)
2208:#I XMCHE.561
2209:C
2210:C ADDITIONAL DIFFUSION TERM FOR 2ND ORDER ACCURACY IN SPACE
2211:C
2212:C..... -Z BOUNDARY .....
2213:      IF (DZ5.EQ.0.0) THEN
2214:          HDZ6=0.5*DZ6
2215:          IF (DZ6.EQ.1.0E40) HDZ6=0.
2216:          DV5L=DV5L+AREAZ5*RMU0/(DZO+HDZ6)*0.5
2217:          DV6L=DV6L+AREAZ5*RMU0*DZO/((DZO+2*HDZ6)*(DZO+HDZ6))*0.5
2218:      ENDIF
2219:C..... +Z BOUNDARY .....
2220:      IF (DZ6.EQ.0.0) THEN
2221:          HDZ5=0.5*DZ5
2222:          IF (DZ5.EQ.1.0E40) HDZ5=0.
2223:          DV6L=DV6L+AREAZ6*RMU0/(DZO+HDZ5)*0.5
2224:          DV5L=DV5L+AREAZ6*RMU0*DZO/((DZO+2*HDZ5)*(DZO+HDZ5))*0.5
2225:      ENDIF
2226:#D XMCHE.275
2227:      AREAY4=0.5*(AREA4+AREA64)
2228:      DU4L=AREAY4/(DY0/RMU0+DY4/RMU4)
2229:#D XMCHE.366
2230:      AREAY3=0.5*(AREA3+AREA63)
2231:      DU3L=AREAY3/(DY0/RMU0+DY3/RMU3)
2232:#I XMCHE.368

```

図 2. 1 AQUAコードの修正リスト


```

2233:C
2234:C ADDITIONAL DIFFUSION TERM FOR 2ND ORDER ACCURACY IN SPACE
2235:C
2236:C ..... -Y BOUNDARY .....
2237: IF (DY3, EQ. 0. 0) THEN
2238: HDY4=0. 5*DY4
2239: IF (DY4, EQ. 1. 0E40) HDY4=0.
2240: DW3L=DW3L+AREAY3+RMUO/(DYO+HDY4)*0. 5
2241: DW4L=DW4L+AREAY3+RMUO+DYO/((DYO+2+HDY4)*(DYO+HDY4))*0. 5
2242: ENDIF
2243:C ..... +Y BOUNDARY .....
2244: IF (DY4, EQ. 0. 0) THEN
2245: HDY3=0. 5*DY3
2246: IF (DY3, EQ. 1. 0E40) HDY3=0.
2247: DW4L=DW4L+AREAY4+RMUO/(DYO+HDY3)*0. 5
2248: DW3L=DW3L+AREAY4+RMUO+DYO/((DYO+2+HDY3)*(DYO+HDY3))*0. 5
2249: ENDIF
2250:+D ZMOME. 466
2251: AREA2=0. 5*(AREA2+AREA62)
2252: DW2L=AREA2/(DXO/RMUO+DX2/RMU2)
2253:+D ZMOME. 554
2254: AREA1=0. 5*(AREA1+AREA61)
2255: DW1L=AREA1/(DXO/RMUO+DX1/RMU1)
2256:+I ZMOME. 556
2257:C
2258:C ADDITIONAL DIFFUSION TERM FOR 2ND ORDER ACCURACY IN SPACE
2259:C
2260:C ..... -X BOUNDARY .....
2261: IF (DX1, EQ. 0. 0) THEN
2262: HDX2=0. 5*DX2
2263: IF (DX2, EQ. 1. 0E40) HDX2=0.
2264: DW1L=DW1L+AREAX1+RMUO/(DXO+HDX2)*0. 5
2265: DW2L=DW2L+AREAX1+RMUO+DXO/((DXO+2+HDX2)*(DXO+HDX2))*0. 5
2266: ENDIF
2267:C ..... +X BOUNDARY .....
2268: IF (DX2, EQ. 0. 0) THEN
2269: HDX1=0. 5*DX1
2270: IF (DX1, EQ. 1. 0E40) HDX1=0.
2271: DW2L=DW2L+AREAX2+RMUO/(DXO+HDX1)*0. 5
2272: DW1L=DW1L+AREAX2+RMUO+DXO/((DXO+2+HDX1)*(DXO+HDX1))*0. 5
2273: ENDIF
2274:+D XMOM1. 263. 264
2275: DU4L=0. 5*(AREA4+AREA24)/(DYO/RMUO+DY4/RMU4)
2276:+D XMOM1. 355. 356
2277: DU3L=0. 5*(AREA3+AREA23)/(DYO/RMUO+DY3/RMU3)
2278:+D XMOM1. 359. 377
2279:+D XMOM1. 475. 476
2280: DU6L=0. 5*(AREA6+AREA26)/(DZO/RMUO+DZ6/RMU6)
2281:+D XMOM1. 564. 565
2282: DU5L=0. 5*(AREA5+AREA25)/(DZO/RMUO+DZ5/RMU5)
2283:+D XMOM1. 568. 586
2284:+D YMOM1. 263. 264
2285: DV2L=0. 5*(AREA2+AREA42)/(DXO/RMUO+DX2/RMU2)
2286:+D YMOM1. 352. 352
2287: DV1L=0. 5*(AREA1+AREA41)/(DXO/RMUO+DX1/RMU1)
2288:+D YMOM1. 356. 374
2289:+D YMOM1. 472. 473
2290: DV6L=0. 5*(AREA6+AREA46)/(DZO/RMUO+DZ6/RMU6)
2291:+D YMOM1. 561. 562
2292: DV5L=0. 5*(AREA5+AREA45)/(DZO/RMUO+DZ5/RMU5)
2293:+D YMOM1. 565. 583
2294:+D ZMOM1. 253. 254
2295: DW4L=0. 5*(AREA4+AREA64)/(DYO/RMUO+DY4/RMU4)
2296:+D ZMOM1. 345. 346
2297: DW3L=0. 5*(AREA3+AREA63)/(DYO/RMUO+DY3/RMU3)
2298:+D ZMOM1. 349. 367
2299:+D ZMOM1. 465. 466
2300: DW2L=0. 5*(AREA2+AREA62)/(DXO/RMUO+DX2/RMU2)
2301:+D ZMOM1. 554. 555
2302: DW1L=0. 5*(AREA1+AREA61)/(DXO/RMUO+DX1/RMU1)
2303:+D ZMOM1. 558. 576
2304:+D ENERG. 50. 55
2305: KTMP1=0
2306: KTMP2=0
2307: KTMP3=0
2308: KTMP4=0
2309: KTMP5=0
2310: KTMP6=0
2311:+I ENERG. 122
2312: KTMP1=KTEMP(1S1)
2313:+I ENERG. 163
2314: KTMP2=KTEMP(1S2)
2315:+D ENERG. 183
2316: IF (KTMP1, GT. 0. AND. KTMP1, LT. 200) THEN
2317:+D ENERG. 192
2318: IF (KTMP2, GT. 0. AND. KTMP2, LT. 200) THEN
2319:+I ENERG. 231
2320: KTMP3=KTEMP(1S3)
2321:+I ENERG. 277
2322: KTMP4=KTEMP(1S4)
2323:+D ENERG. 296
2324: IF (KTMP3, GT. 0. AND. KTMP3, LT. 200) THEN
2325:+D ENERG. 300

```

図 2. 1 AQUAコードの修正リスト

```

2326:         IF (KTMP4. GT. 0. AND. KTMP4. LT. 200) THEN
2327: #I ENERGE. 337
2328:         KTMP5=KTEMP(155)
2329: #I ENERGE. 381
2330:         KTMP6=KTEMP(156)
2331: #D ENERGE. 400
2332:         IF (KTMP5. GT. 0. AND. KTMP5. LT. 200) THEN
2333: #D ENERGE. 404
2334:         IF (KTMP6. GT. 0. AND. KTMP6. LT. 200) THEN
2335: #I ENERGE. 409
2336:         IF (IMAX. GT. 1) THEN
2337: #I ENERGE. 411
2338:         ENDF
2339: #I ENERGE. 412
2340:         IF (JMAX. GT. 1) THEN
2341: #I ENERGE. 414
2342:         ENDF
2343: #I ENERGE. 415
2344:         IF (KMAX. GT. 1) THEN
2345: #I ENERGE. 417
2346:         ENDF
2347: #I SOLVEE. 97
2348:         IF (JMAX. GT. 1) THEN
2349: #I SOLVEE. 102
2350:         ENDF
2351: #I AMAIN. 70
2352: C
2353: C     SET DEFAULT VALUES IN &GEOM
2354: C
2355:         I TURKE = 0
2356:         I PFG = 5
2357: C
2358: #I PCGGO. 127
2359:         IP1=1
2360:         IF (IP1. GT. N1) GO TO 130
2361:         MOAID=AID(IP1, J, K)
2362:         IF (MOAID. EQ. 0. OR. ATO(MOAID). EQ. 1.0E40) GO TO 130
2363: #I PCGGO. 130
2364:         KP1=K+1
2365:         IF (KP1. GT. N2) GO TO 140
2366:         MOAID=AID(I, J, KP1)
2367:         IF (MOAID. EQ. 0. OR. ATO(MOAID). EQ. 1.0E40) GO TO 140
2368: #I PCGGO. 192
2369:         IF (ITIBUG. EQ. -6) THEN
2370:         WRITE(6, 203) MO, PI(1+N1+(K+1-2)*N1+NL*(J-1))
2371: 203 FORMAT(' PCGGO NEW P M0=', I5, ' P1=', IPE13, 6)
2372:         ENDF
2373: #D PCGGO. 193
2374:         IF (ATO(M0). EQ. 1.0E40) GO TO 200
2375: #I FRONTX. 100
2376:         IF (ATO(M00). EQ. 1.0E40) GO TO 14
2377: #I FRONTX. 157
2378:         IF (ATO(M00). EQ. 1.0E40) GO TO 16
2379: #I FRONTX. 214
2380:         IF (ATO(M00). EQ. 1.0E40) GO TO 18
2381: #I FRONTX. 271
2382:         IF (ATO(M00). EQ. 1.0E40) GO TO 20
2383: #I FRONTX. 328
2384:         IF (ATO(M00). EQ. 1.0E40) GO TO 22
2385: #D ALLOC. 26
2386: C * *          VERSION 1.2      DEC . 1987      * *
2387: #D ALLOC. 95
2388:         +20X, ***          VERSION 1.2      DEC . 1987      *** /
2389: #D INITAL. 38.42
2390: #D TKENEE. 253
2391:         HL4=TLRKB(-M4)
2392: #D BCTEMO. 24
2393:         IF (KT. GE. 500) GO TO 820
2394: #D BCTEMP. 16
2395:         IF (KT. GE. 500) GO TO 160
2396: #D BCTEMO. 172
2397:         IF (XCOKR. NE. 0. 0) XCOK = 1. 0/XCOKR
2398: #D ODUCTX. 139
2399:         IF (XCOKR. NE. 0. 0) XCOK = 1. 0/XCOKR
2400: #D DUCTXA. 27
2401:         IF (NOTF. GE. 1. AND. NOTF. LT. 50) CFLUX = GETF(NOTF. TIME)
2402:         IF (NOTF. LT. 50) GO TO 110
2403:         NOTF = NOTF - 50
2404:         TS = GETF(NOTF. TIME) + TSINK(N)
2405: 110 CONTINUE
2406: #I DUCTXA. 134
2407: CCC         IF (HS. NE. 0. 0) HS = 1. 0/(RST+1. /HS)
2408:         IF (HS. NE. 0. 0) HS = 1. 0/(RST+1. /HSINK(N))
2409: #I DUCTXA. 137
2410:         IF (HS. LT. 0. 0) ALPHS = 1. 0/(DRC+RST)
2411: #D ODUCTX. 23
2412:         IF (NOTF. GE. 1. AND. NOTF. LT. 50) CFLUX = GETF(NOTF. TIME)
2413:         IF (NOTF. LT. 50) GO TO 110
2414:         NOTF = NOTF - 50
2415:         TS = GETF(NOTF. TIME) + TSINK(N)
2416: 110 CONTINUE
2417: #I ODUCTX. 145
2418:         IF (HS. LT. 0. 0) ALPHS = 1. 0/(DRC+RST)

```

図 2. 1 AQUAコードの修正リスト

```

2419: #1 ODUCTY. 142
2420: CCC IF(HS. NE. 0. 0) HS =1. 0/(RST+1. /HS)
2421: IF(HS. NE. 0. 0) HS =1. 0/(RST+1. /HSINK(N))
2422: #D FNCMI. 54. 114
2423: C-----
2424: C
2425: C X-MOMENTUM CONTROL VOLUME
2426: C
2427: C IF(IX. EQ. 2) THEN
2428: C I=I0
2429: C J=J0
2430: C K=K0
2431: C DX0=DX(I)
2432: C IF(I. LE. IMAX-2) DX22=DX(I+2)
2433: C IF(I. LE. IMAX-1) DX2 =DX(I+1)
2434: C IF(I. GE. 2 ) DX1 =DX(I-1)
2435: C DY0=DY(J)+X0
2436: C J44=J+2
2437: C J4=J+1
2438: C J3=J-1
2439: C IF(J44. GT. JMAX) J44=J44-JMAX
2440: C IF(J4. GT. JMAX) J4=1
2441: C IF(J3. LT. 1) J3=JMAX
2442: C DY44=DY(J44)+X0
2443: C DY4 =DY(J4 )+X0
2444: C DY3 =DY(J3 )+X0
2445: C DZ0=DZ(K)
2446: C IF(K. LE. KMAX-2) DZ66=DZ(K+2)
2447: C IF(K. LE. KMAX-1) DZ6 =DZ(K+1)
2448: C IF(K. GE. 2 ) DZ5 =DZ(K-1)
2449: C AX0=DZ0+DY(J)
2450: C
2451: C Y-MOMENTUM CONTROL VOLUME
2452: C
2453: C ELSEIF(IX. EQ. 4) THEN
2454: C I=J0
2455: C J=I0
2456: C K=K0
2457: C DX0=DX(I)+X0
2458: C I22=I+2
2459: C I2=I+1
2460: C I1=I-1
2461: C IF(I22. GT. IMAX) I22=I22-IMAX
2462: C IF(I2. GT. IMAX) I2=1
2463: C IF(I1. LT. 1) I1=IMAX
2464: C DX22=DX(I22)+X0
2465: C DX2 =DX(I2 )+X0
2466: C DX1 =DX(I1 )+X0
2467: C DY0=DY(J)
2468: C IF(J. LE. JMAX-2) DY44=DY(J+2)
2469: C IF(J. LE. JMAX-1) DY4 =DY(J+1)
2470: C IF(J. GE. 2 ) DY3 =DY(J-1)
2471: C DZ0=DZ(K)
2472: C IF(K. LE. KMAX-2) DZ66=DZ(K+2)
2473: C IF(K. LE. KMAX-1) DZ6 =DZ(K+1)
2474: C IF(K. GE. 2 ) DZ5 =DZ(K-1)
2475: C AX0=DY0+DZ0/X0
2476: C
2477: C Z-MOMENTUM CONTROL VOLUME
2478: C
2479: C ELSEIF(IX. EQ. 6) THEN
2480: C I=K0
2481: C J=I0
2482: C K=J0
2483: C DX0=DX(I)
2484: C IF(I. LE. IMAX-2) DX22=DX(I+2)
2485: C IF(I. LE. IMAX-1) DX2 =DX(I+1)
2486: C IF(I. GE. 2 ) DX1 =DX(I-1)
2487: C DY0=DY(J)
2488: C IF(J. LE. JMAX-2) DY44=DY(J+2)
2489: C IF(J. LE. JMAX-1) DY4 =DY(J+1)
2490: C IF(J. GE. 2 ) DY3 =DY(J-1)
2491: C DZ0=DZ(K)+X0
2492: C K66=K+2
2493: C K5=K+1
2494: C K5=K-1
2495: C IF(K66. GT. KMAX) K66=K66-KMAX
2496: C IF(K6. GT. KMAX) K6=1
2497: C IF(K5. LT. 1) K5=KMAX
2498: C DZ66=DZ(K66)+X0
2499: C DZ6 =DZ(K6 )+X0
2500: C DZ5 =DZ(K5 )+X0
2501: C AX0=DY0+DZ(K)
2502: C ENDIF
2503: C-----
2504: #D FNCMI. 467. 506
2505: C
2506: C X-MOMENTUM CONTROL VOLUME
2507: C
2508: C IF(IX. EQ. 2) THEN
2509: C I=I0
2510: C J=J0
2511: C K=K0

```

図 2. 1 AQUAコードの修正リスト

```

2512:      DX0=DX(I)
2513:      DY0=DY(J)*X0
2514:      IF(J.LE.JMAX-1) DY4 =DY(J+1)*X0
2515:      DZ0=DZ(K)
2516:      IF(K.LE.KMAX-1) DZ6 =DZ(K+1)
2517:      AX0=DZ0*DY(J)
2518:C
2519:C      Y-MOMENTUM CONTROL VOLUME
2520:C
2521:      ELSEIF(IX.EQ.4) THEN
2522:      I=J0
2523:      J=I0
2524:      K=K0
2525:      DX0=DX(I)*X0
2526:      DY0=DY(J)
2527:      IF(J.LE.JMAX-1) DY4 =DY(J+1)
2528:      DZ0=DZ(K)
2529:      IF(K.LE.KMAX-1) DZ6 =DZ(K+1)
2530:      AX0=DY0+DZ0/X0
2531:C
2532:C      Z-MOMENTUM CONTROL VOLUME
2533:C
2534:      ELSEIF(IX.EQ.6) THEN
2535:      I=K0
2536:      J=I0
2537:      K=J0
2538:      DX0=DX(I)
2539:      DY0=DY(J)
2540:      IF(J.LE.JMAX-1) DY4 =DY(J+1)
2541:      DZ0=DZ(K)*X0
2542:      IF(K.LE.KMAX-1) DZ6 =DZ(K+1)*X0
2543:      AX0=DY0+DZ(K)
2544:      ENDIF
2545: *D FNCMI.507.587
2546: *D WLFNCY.33.62
2547:      IF(BL.GE.3.165.AND.BL.LT.5.625) THEN
2548:      A=0.691057
2549:      B=3.200
2550:      BA=3.165
2551:      ENDIF
2552:      IF(BL.GE.5.625.AND.BL.LT.10.000) THEN
2553:      A=0.635429
2554:      B=4.90000022
2555:      BA=5.625
2556:      ENDIF
2557:      IF(BL.GE.10.000.AND.BL.LT.17.800) THEN
2558:      A=0.502564
2559:      B=7.680002095
2560:      BA=10.000
2561:      ENDIF
2562:      IF(BL.GE.17.800.AND.BL.LT.31.700) THEN
2563:      A=0.143885
2564:      B=11.6000013
2565:      BA=17.800
2566:      ENDIF
2567:      IF(BL.GE.31.700.AND.BL.LT.56.250) THEN
2568:      A=0.07332
2569:      B=13.60000028
2570:      BA=31.700
2571:      ENDIF
2572:      IF(BL.GE.56.250.AND.BL.LT.70.000) THEN
2573:      A=0.051948418
2574:      B=15.4000088
2575:      BA=56.250
2576:      ENDIF
2577: *D WLFNCK.14.100
2578:      ICALL=ICALL+1
2579:      YP=0.5+DX(I)*X00
2580:      V1P=V1(M0)
2581:      IF(MM1P.LE.0) V1P=-VELBN(-MM1P)
2582:      IF(MM1P.GT.0) THEN
2583:      V1M=V1(MM1)
2584:      ELSE
2585:      V1M=VELBN(-MM1)
2586:      ENDIF
2587:      V2P=V2(M0)
2588:      IF(MM2P.LE.0) V2P=-VELBN(-MM2P)
2589:      IF(MM2P.GT.0) THEN
2590:      V2M=V2(MM2)
2591:      ELSE
2592:      V2M=VELBN(-MM2)
2593:      ENDIF
2594:      V1AV=0.5*(V1P+V1M)
2595:      V2AV=0.5*(V2P+V2M)
2596:      URES=SQRT(V1AV*V1AV+V2AV*V2AV)
2597:C
2598:C      NON DIMENSIONAL THICKNESS OF BOUNDARY LAYER
2599:C
2600:      FRVEL=COCTR+SQRT(TURKT(M0))
2601:      BL=(RL(M0)*FRVEL*YP)/RMC0
2602:      IF(BL.LT.3.165) GO TO 100
2603:      IF(BL.GT.70) THEN
2604:C

```

図 2. 1 AQUAコードの修正リスト

```

2605:C      FOR FULLY TURBULENT REGION
2606:C
2607:      UPLS=ALOG(EE*BL)/AKAPPA
2608:C
2609:      ELSEIF(BL GE. 3. 165. AND. BL. LT. 5. 625) THEN
2610:C
2611:C      FOR TRANSITION REGION
2612:C
2613:      A=0. 691057
2614:      B=3. 200
2615:      BA=3. 165
2616:      UPLS=A*(BL-BA)+B
2617:      ELSEIF(BL GE. 5. 625. AND. BL. LT. 10. 000) THEN
2618:      A=0. 635429
2619:      B=4. 9000022
2620:      BA=5. 625
2621:      UPLS=A*(BL-BA)+B
2622:      ELSEIF(BL GE. 10. 000. AND. BL. LT. 17. 800) THEN
2623:      A=0. 502564
2624:      B=7. 680002905
2625:      BA=10. 000
2626:      UPLS=A*(BL-BA)+B
2627:      ELSEIF(BL GE. 17. 800. AND. BL. LT. 31. 700) THEN
2628:      A=0. 143395
2629:      B=11. 6000013
2630:      BA=17. 800
2631:      UPLS=A*(BL-BA)+B
2632:      ELSEIF(BL GE. 31. 700. AND. BL. LT. 56. 250) THEN
2633:      A=0. 07332
2634:      B=13. 6000028
2635:      BA=31. 700
2636:      UPLS=A*(BL-BA)+B
2637:      ELSEIF(BL GE. 56. 250. AND. BL. LT. 70. 000) THEN
2638:      A=0. 051943418
2639:      B=15. 4000088
2640:      BA=56. 250
2641:      UPLS=A*(BL-BA)+B
2642:      ENDIF
2643:C
2644:C      WALL SHEAR STRESS FOR TURBULENT REGION
2645:C
2646:      TAU=RL(MQ)*FRVEL*URES/UPLS
2647:      GO TO 300
2648:C
2649:C      FOR VISCOUS SUBLAYER REGION
2650:C
2651:      100 CONTINUE
2652:      TAU=(RMUQ+URES)/YP
2653:C
2654:C      PRODUCTION TERM
2655:C
2656:      300 CONTINUE
2657:      OSOURC=OSOURC+TAU*URES/YP
2658:C
2659:C      MEAN DISSIPATION RATE
2660:C
2661:      SPLM0=0.
2662:      SPLM1=SPLM1-RL(MQ)*FRVEL**3*UPLS/(YP*TURKT(MQ))
2663:C
2664:*/ ///////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
2665:*/
2666:*/          LP-TO-DATE B2 .....          24.03.1998
2667:*/
2668:*/          CHANGED STORAGE AREA (N-ICE)
2669:*/                   IS(127) --- IS(142)      ----- MTS
2670:*/
2671:*/O ALLOC. 532. 536
2672:CMTS      IS(138)=NEED1
2673:CMTS      IS(139)=NEED1
2674:CMTS      IS(140)=NEED1
2675:CMTS      IS(141)=NEED1
2676:CMTS      IS(142)=NEED1
2677:      IS(138)=NEED1 + NMI + 1
2678:      IS(139)=IS(138) + NMI
2679:      IS(140)=IS(139) + NMI
2680:      IS(141)=IS(140) + NMI
2681:      IS(142)=IS(141) + NMI
2682:      NEED1 = IS(142) + NMI
2683:*/ PLTAPE 19
2684:      INTEGER SBL5
2685:*/
2686:*/      ADDED "TPLOT" OPTION
2687:*/          TPLOT : UP TO 50 TIMES AT WHICH SUBROUTINE PLTAPE
2688:*/                   IS TO BE CALLED
2689:*/          MARCH 9, 1999 MTS
2690:*/
2691:*/O SHARED. 42
2692:      1 CONC (999). TPLOT(51).
2693:*/ AMAIN. 387
2694:      IF (IFCALL. EQ. 0) CALL YATTIN (TIME, DTIME, TPLOT, NTPR, IFCALL)
2695:*/ INITIAL. 277
2696:      TPLOT(51) = TSTART

```

図 2. 1 AQUAコードの修正リスト

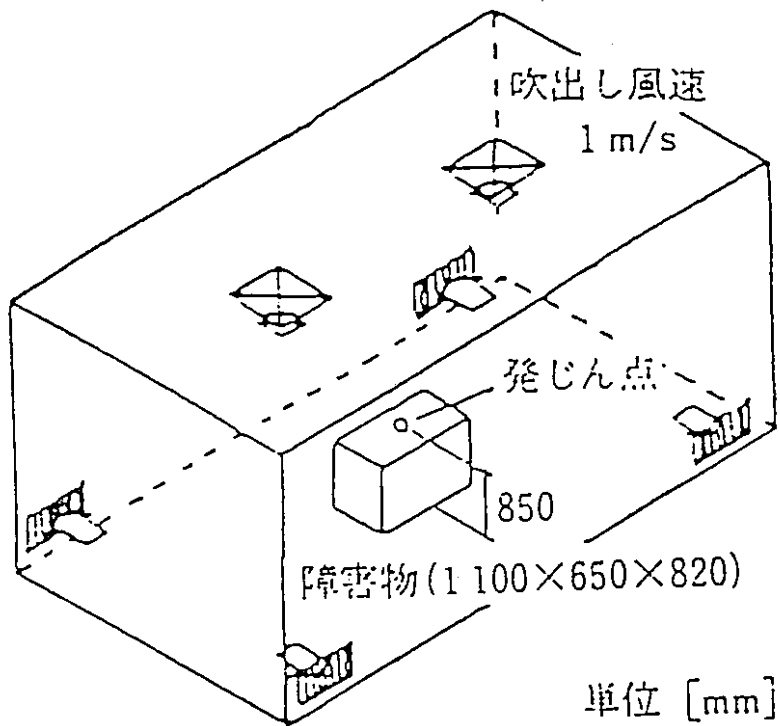


図 3. 1 クリーンルーム用解析体系

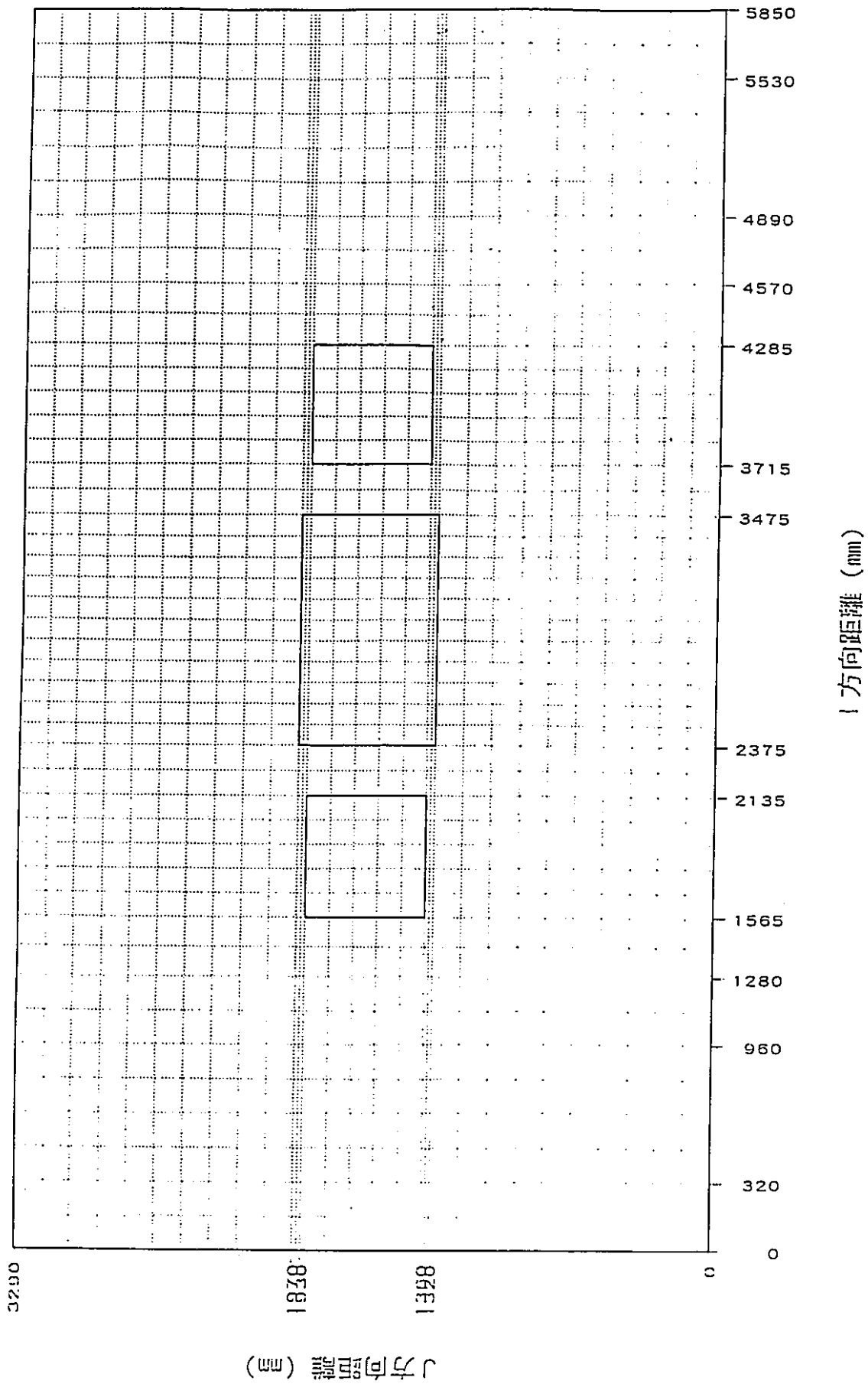


図 3. 2 クリーンルーム用メッシュ分割図

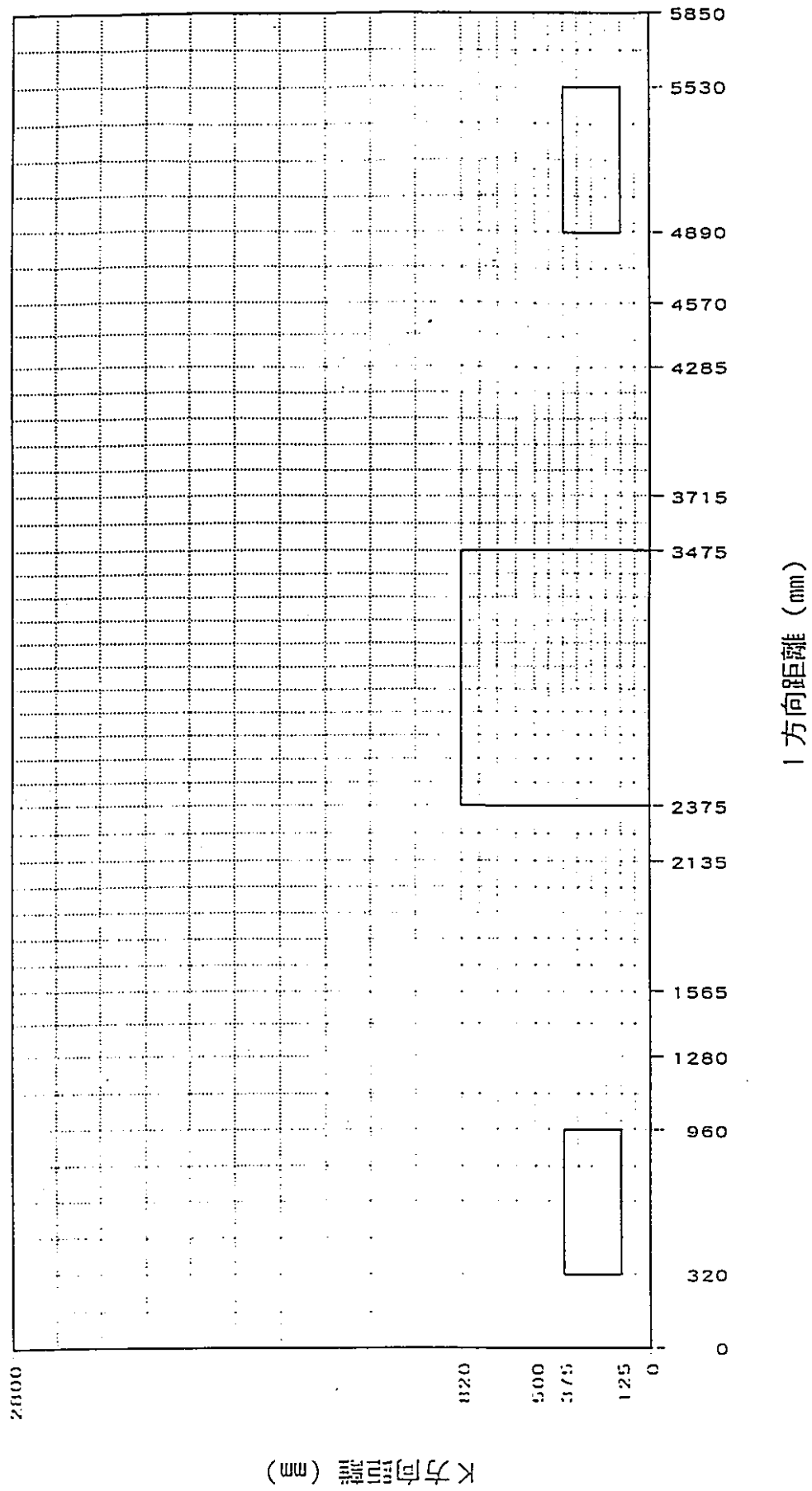


図3. 2 クリーンルーム用メッシュ分割図

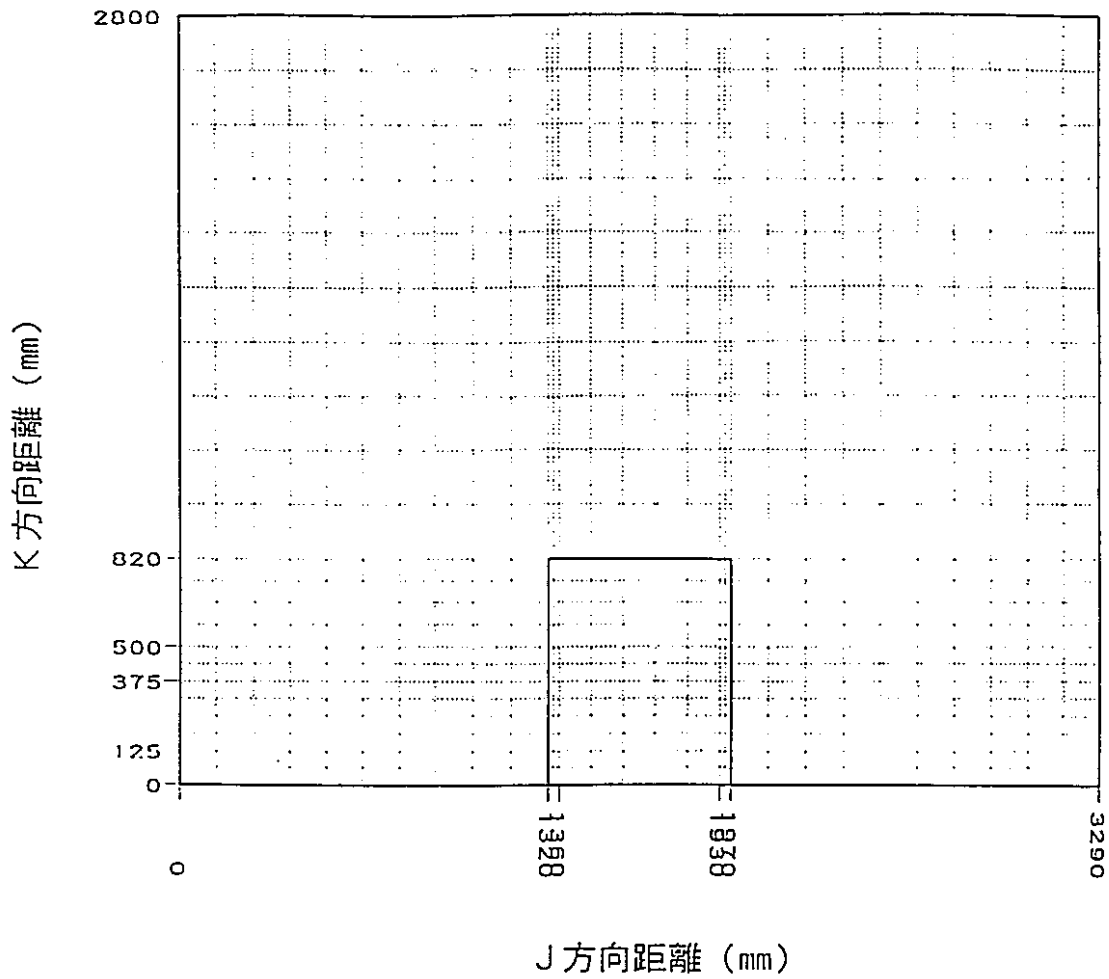


図3. 2 クリーンルーム用メッシュ分割図

```

1: << クリーンルーム定常計算入力データ (乱流モデル) >>
2:C*****
3:C* CASE-1 EXPERIMENT TYPE-11
4:C* X-Y-Z=45-31-22 K-E
5:C*****
6: 8GEOM IGEOM= 0.
7:      NL1 = 10000.
8:      NM1 = 30000.
9:      NSURF = 19.
10:     ISYMCH = 3.
11:     IFITEN = 3.
12:     IFRES = 1.
13:     IMAX = 45. JMAX = 31. KMAX = 22.
14:     DX= 2*0.16. 4*0.16. 2*0.16. 2*0.1425. 5*0.114. 2*0.120.
15:         11*0.10.
16:         2*0.120. 5*0.114. 2*0.1425. 2*0.16. 4*0.16. 2*0.16.
17:     DY= 11*0.132. 2*0.02. 5*0.114. 2*0.02. 11*0.132.
18:     DZ= 2*0.0625. 4*0.0625. 2*0.0625. 4*0.080. 10*0.198
19:     XNORML(1)= 0.0. 0.0. 0.0. 0.0. 0.0. 0.0. 0.0. 0.0. 1.0. -1.0. 0.0. 0.0.
20:     XNORML(11)= 0.0. -1.0. 1.0. 0.0. 0.0. 0.0. 1.0. -1.0. 0.0. 0.0. 0.0.
21:     YNORML(1)= 0.0. 1.0. -1.0. 0.0. 1.0. -1.0. 0.0. 0.0. 0.0. 0.0. 0.0.
22:     YNORML(11)= 0.0. 0.0. 0.0. -1.0. 1.0. 0.0. 0.0. 0.0. 0.0. 0.0.
23:     ZNORML(1)= -1.0. 0.0. 0.0. 0.0. 1.0. 0.0. 0.0. 0.0. 0.0. -1.0. 1.0.
24:     ZNORML(11)= 1.0. 0.0. 0.0. 0.0. 0.0. 0.0. 0.0. -1.0. 1.0.
25:     ITURKE=20. IFPCG= 0. ICONCE=2.
26: 8END
27:REG -1.0      11 15 14 18 22 22 1  INLET (-Z)
28:REG -1.0      31 35 14 18 22 22 1
29:REG -1.0       3 6 1 1 3 6 2  OUTLET-1 (+Y)
30:REG -1.0      40 43 1 1 3 6 2
31:REG -1.0       3 6 31 31 3 6 3  OUTLET-2 (-Y)
32:REG -1.0      40 43 31 31 3 6 3
33:REG -1.0      23 23 16 16 13 13 4  MASS INLET (+Z)
34:REG -1.0       1 45 2 2 1 2 5  WALL (+Y)
35:REG -1.0       1 2 2 2 3 22 5
36:REG -1.0       3 6 2 2 7 22 5
37:REG -1.0       7 39 2 2 2 22 5
38:REG -1.0      40 43 2 2 7 22 5
39:REG -1.0      44 45 2 2 2 22 5
40:REG -1.0       1 45 30 30 1 2 6  WALL (-Y)
41:REG -1.0       1 2 30 30 3 22 6
42:REG -1.0       3 6 30 30 7 22 6
43:REG -1.0       7 39 30 30 2 22 6
44:REG -1.0      40 43 30 30 7 22 6
45:REG -1.0      44 45 30 30 2 22 6
46:REG -1.0       1 1 2 30 1 22 7  WALL (+X)
47:REG -1.0      45 45 2 30 1 22 8  WALL (-X)
48:REG -1.0       1 45 2 13 22 22 9  WALL (-Z)
49:REG -1.0       1 10 14 30 22 22 9
50:REG -1.0      11 15 19 30 22 22 9
51:REG -1.0      16 30 14 30 22 22 9
52:REG -1.0      31 35 19 30 22 22 9
53:REG -1.0      36 45 14 30 22 22 9
54:REG -1.0       1 17 2 30 1 1 10  WALL (+Z)
55:REG -1.0      13 28 2 11 1 1 10
56:REG -1.0      18 28 21 30 1 1 10
57:REG -1.0      29 45 2 30 1 1 10
58:REG -1.0      18 22 12 20 13 13 11  BOX (+Z)
59:REG -1.0      23 23 12 15 13 13 11
60:REG -1.0      23 23 17 20 13 13 11
61:REG -1.0      24 28 12 20 13 13 11
62:REG -1.0      17 17 12 20 1 12 12  BOX (-X)
63:REG -1.0      29 29 12 20 1 12 13  BOX (+X)
64:REG -1.0      18 28 11 11 1 12 14  BOX (-Y)
65:REG -1.0      18 29 21 21 1 12 15  BOX (+Y)
66:REG -1.0       3 3 1 1 3 6 16  OUT FLOW WALL(+X)
67:REG -1.0      40 40 1 1 3 6 16
68:REG -1.0       3 3 31 31 3 6 16
69:REG -1.0      40 40 31 31 3 6 16
70:REG -1.0       6 6 1 1 3 6 17  OUT FLOW WALL(-X)
71:REG -1.0      43 43 1 1 3 6 17
72:REG -1.0       6 6 31 31 3 6 17
73:REG -1.0      43 43 31 31 3 6 17
74:REG -1.0       3 6 1 1 6 6 13  OUT FLOW WALL(-Z)
75:REG -1.0      40 43 1 1 6 6 13
76:REG -1.0       3 6 31 31 6 6 13
77:REG -1.0      40 43 31 31 6 6 13  OUT FLOW WALL(+Z)
78:REG -1.0       3 6 1 1 3 3 19
79:REG -1.0      40 43 1 1 3 3 19
80:REG -1.0       3 6 31 31 3 3 19
81:REG -1.0      40 43 31 31 3 3 19
82: 8END
83: 8DATA IFENER= 0. NTHCON=-1. NTMAX=99999.
84:      ISTATE= 0.
85:      EPS1=1.0E-3. EPS3=1.0E-3.
86:      IT(1)=1. IT(2)=1.
87:      ITMAXP=200.
88:      LASTOT=99999. LASTIT=99999.
89:      IDTIME= 0. RDTIME= 0.3.
90:      IDISP= 0. NTSMRY= 1.
91:      TREST= 130.0.
92:      IFPROP= 1.
93:      FCOH= 0.27397E+6. FC1H= 1014.0.

```

図 3. 3 計算入力データ 1

```
94: FCOR0= 1.166, FC1R0= -0.00249.  
95: FCOX= 0.07627, FC1X= 0.0.  
96: FCOMU= 1.819E-5, FC1MU= 0.0.  
97: FCTLO= 20.0, FCTHI= 50.0.  
98: DT(1)= 0.05, 0.05.  
99: DT(2)= 1.0.  
100: KFLOW(1) = 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1.  
101: KFLOW(11)= 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1.  
102: KTEMP= 19*400.  
103: KCONCE= 19*0.  
104: TEMPO= 20.0.  
105: GRAVZ= -9.806.  
106: CONCO= 1.0E-6.  
107: VELOC( 1)= 1.0., VELOC(2)=-1.0. VELOC(3)=-1.0.  
108: CONC= 19*1.0E-6.  
109: CONC(4) = 1000.0.  
110: DIFFC= 1.0E-10.  
111: NTPRNT= -9999.  
112: NTPLOT= -9999.  
113: NTHPR = 033013. 233013.  
114: 8END  
115: 8TURB  
116: OMEGAX=0.95, RELAXX=0.8, CNUI=0.09, AKAPPA=0.4.  
117: SIGX=1.0, SIGE=1.3, C1E=1.59, C2E=2.0, C3E=0.0.  
118: C1NK1=1.0E-3, C1NK2=1.0E-3.  
119: C1NE1=1.0E-1, C1NE2=1.0E-1.  
120: 8END  
121: END  
122: END
```

図 3. 3 計算入力データ 1

```

1:  << クリーンルーム過渡計算入力データ >>
2:C*****
3:C**      EXPERMENT TYPE=11      **
4:C**      TRANSIENT CON=1000.0 VEL=0.01 TIME 600.0      **
5:C*****
6: &GEOM  IFRES=3, ICONCE=1.
7: &END
8: &DATA  IDTIME=0.  TSTART=0.0.
9:         ISTATE=2.  TIMAX=190.
10:        DT=0.1,1.0. LASTDT=20.
11:        NTMAX=400, NTSMBY=1.
12:        IT=99,99.
13:        KFLOW(4)= 102.
14:        KCONCE(4)= 101.
15:        VELOC(4)=0.010.
16:        CONC(4)=1000.0.
17:        TVAL=0.0,1.0,1.0,2.0,2.0,5.0,5.0,10.0,10.0,600.0.
18:           600.0,1000.0.
19:           0.0,1.0,1.0,2.0,2.0,5.0,5.0,10.0,10.0,600.0.
20:           600.0,1000.0.
21:        FVAL=12*1.0,12*1.0.
22:        N&END=12,12.
23:        N&PLOT= 28,38,48,58,68, 78, 88, 98,108.
24:              118,128,138,148,158,168,178,188,198,208.
25:        N&PRNT= 28,38,48,58,68, 78, 88, 98,108.
26:              118,128,138,148,158,168,178,188,198,208.
27:        NTHPR = 032016, 232016.
28: &END
29: &TURB  &END
30: &END
31: &END

```

図 3. 4 計算入力データ 2

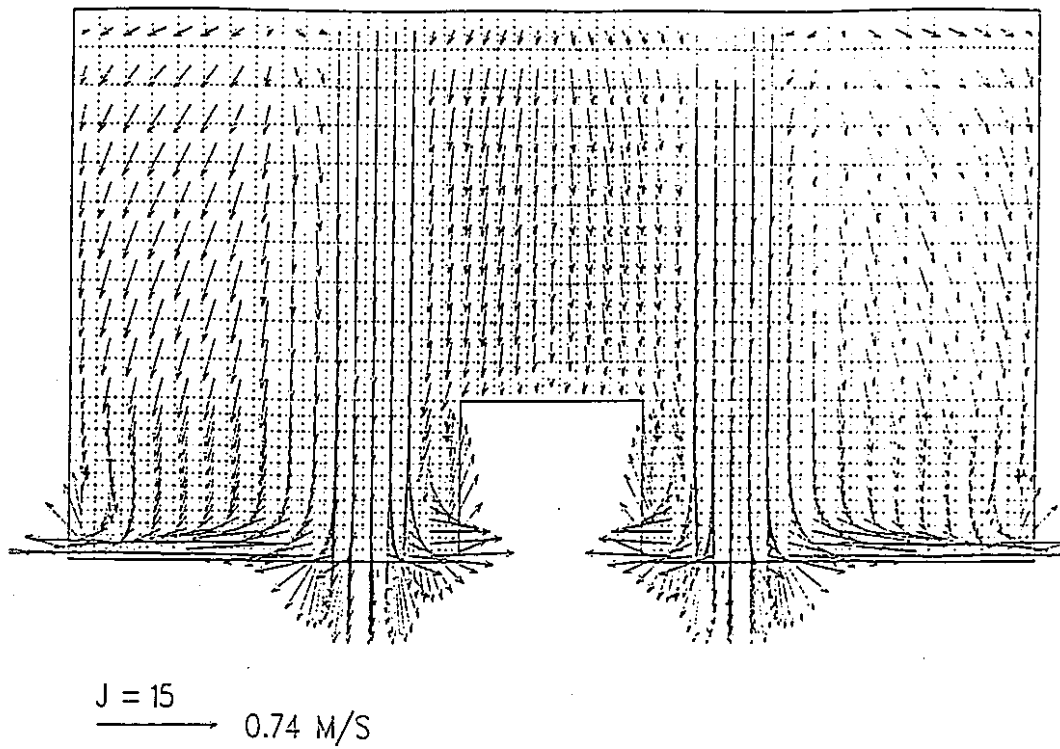


图 3. 5 空气流线图

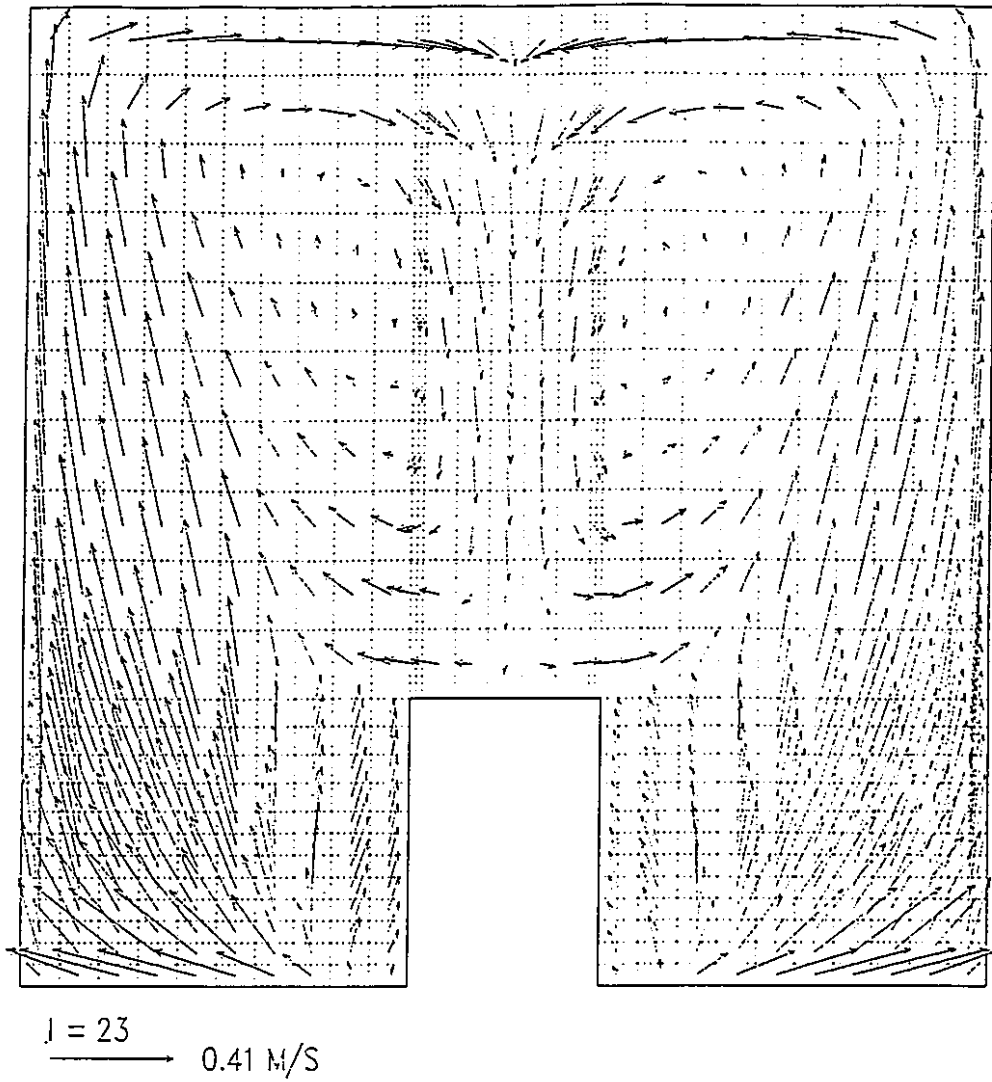
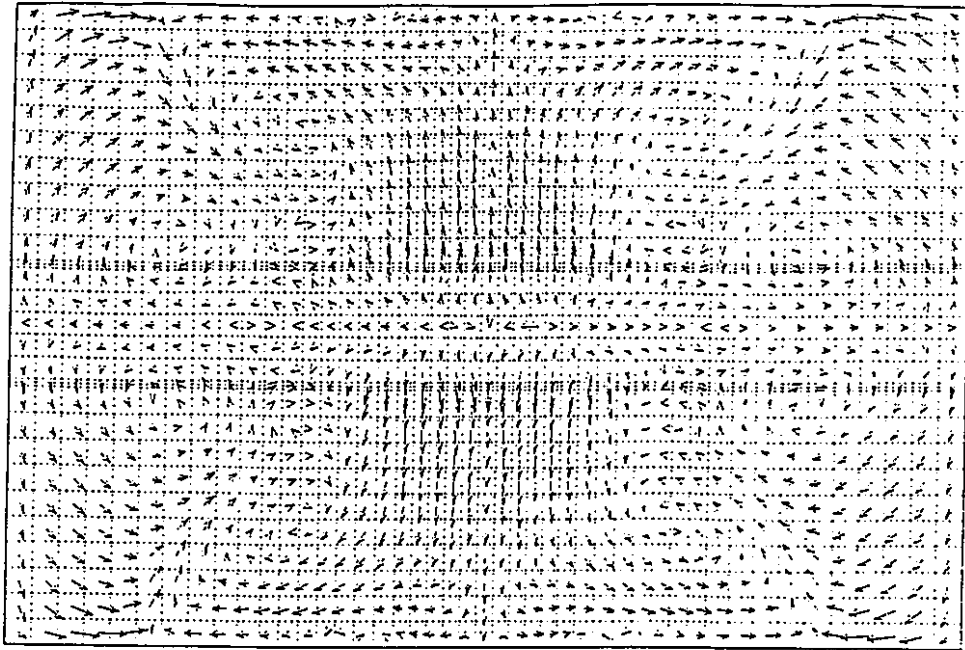
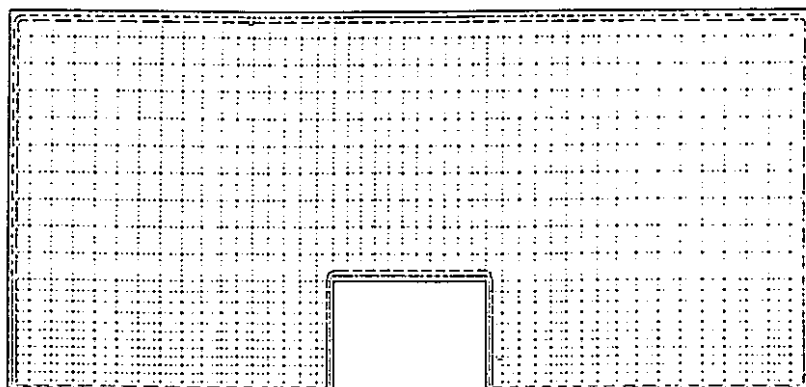


图 3. 5 空气流线图

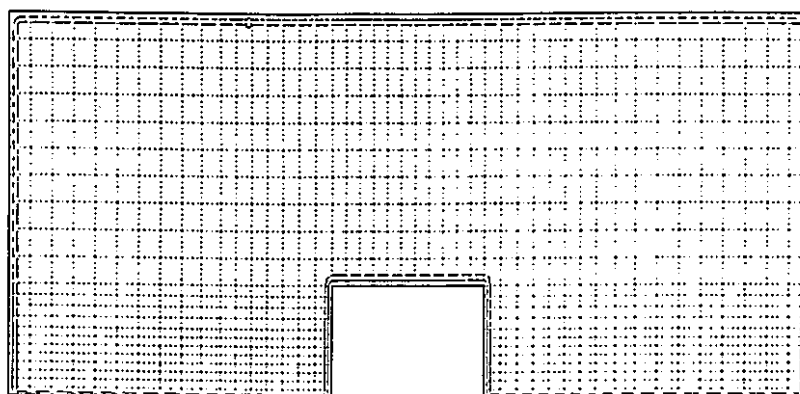


$K = 13$
→ 0.74 M/S

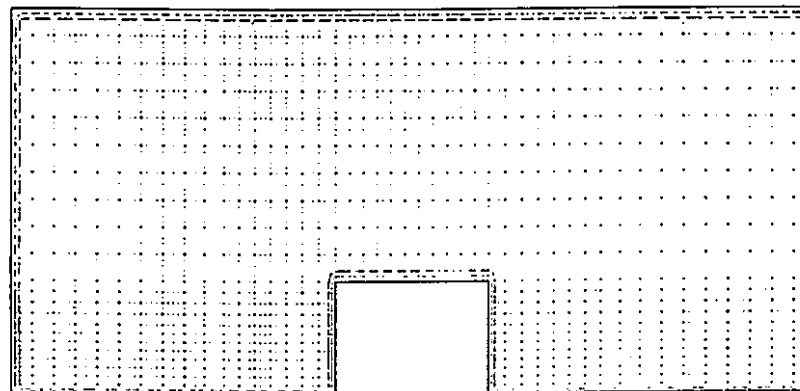
图 3. 5 空气流线图



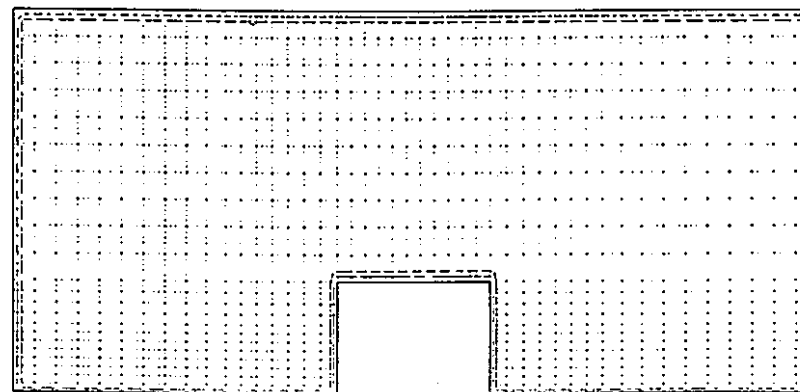
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： 4.5×10^{-6} m/s)

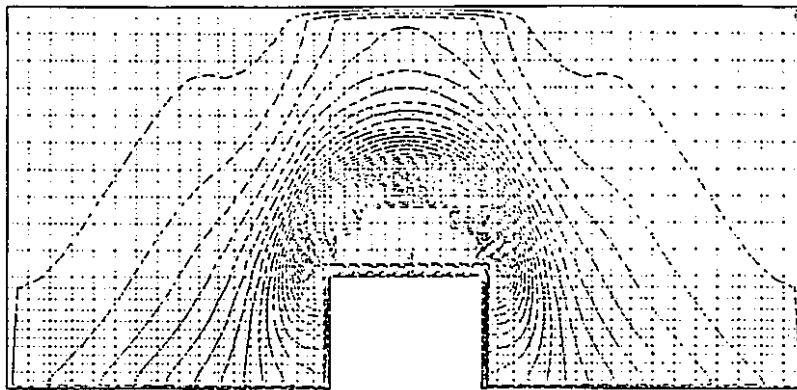


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： 3.5×10^{-5} m/s)

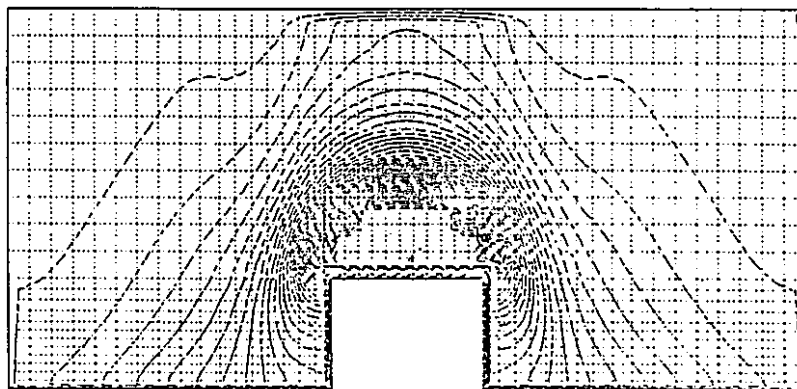


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： 3.0×10^{-3} m/s)

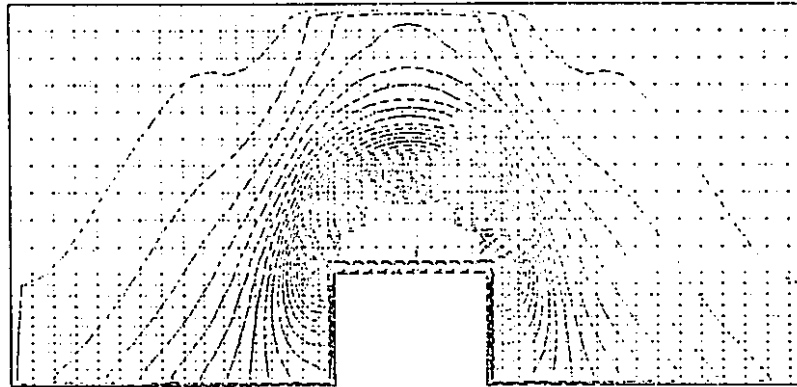
図3.6 漏洩後の濃度分布 (断面：J=16, 時刻： 0秒)



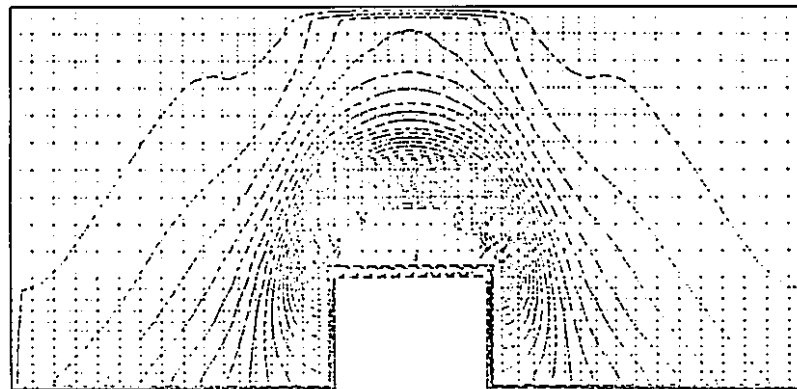
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： 4.5×10^{-6} m/s)

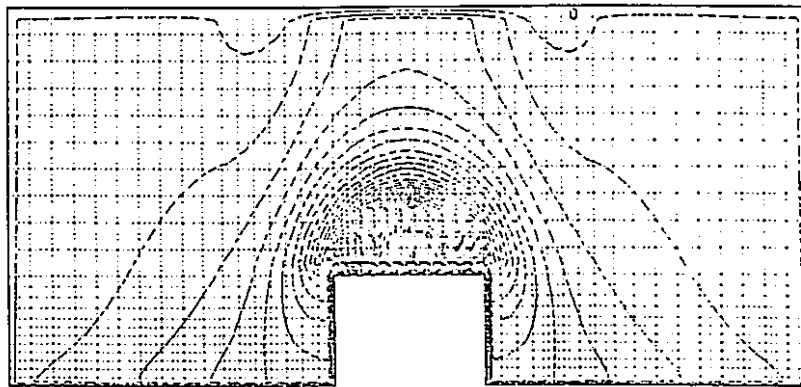


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： 3.5×10^{-5} m/s)

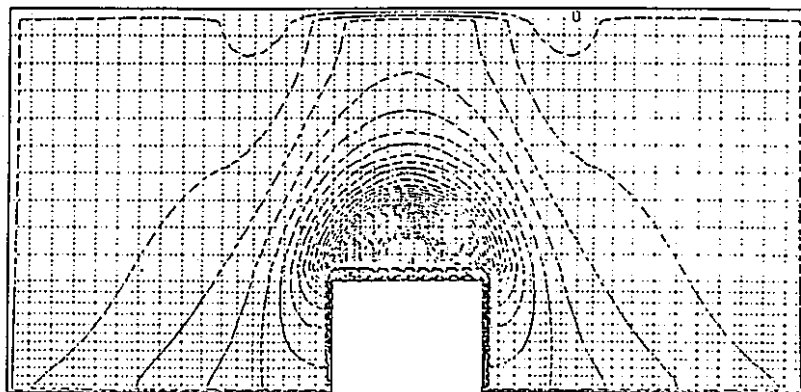


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： 3.0×10^{-3} m/s)

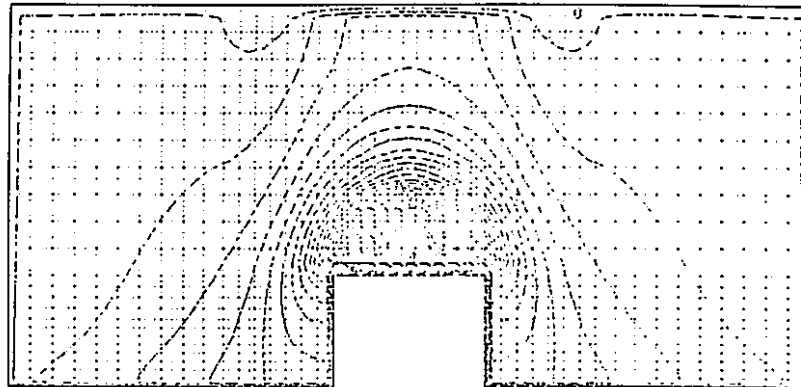
図3.6 漏洩後の濃度分布 (断面：J=16, 時刻：10秒)



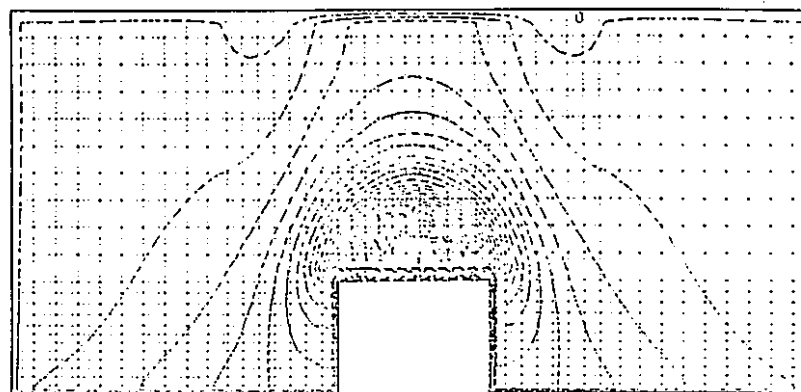
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： 4.5×10^{-6} m/s)

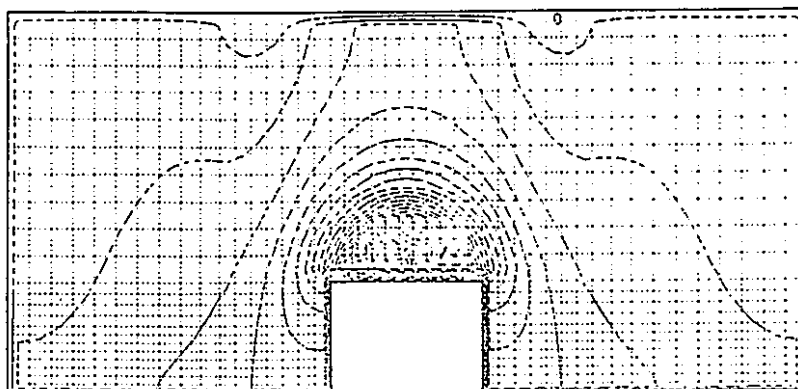


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： 3.5×10^{-5} m/s)

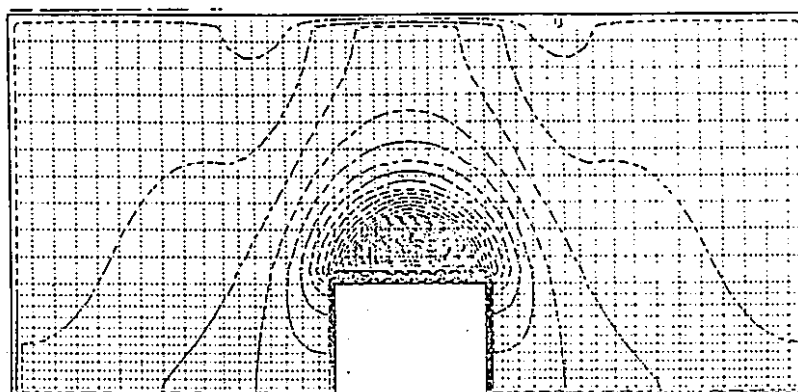


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： 3.0×10^{-3} m/s)

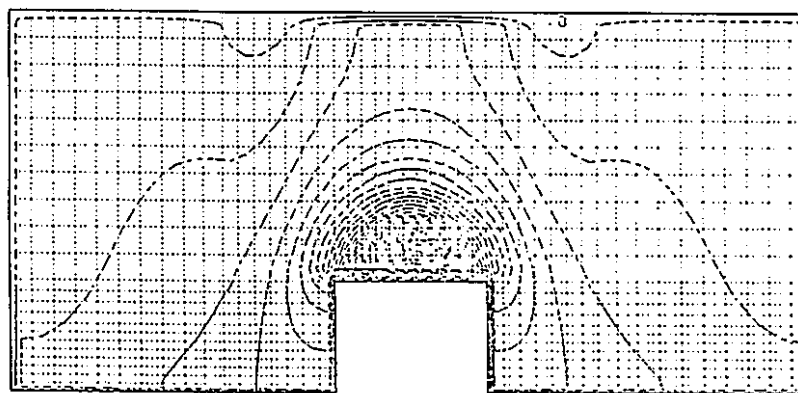
図 3. 6 漏洩後の濃度分布 (断面： J = 16, 時刻： 20 秒)



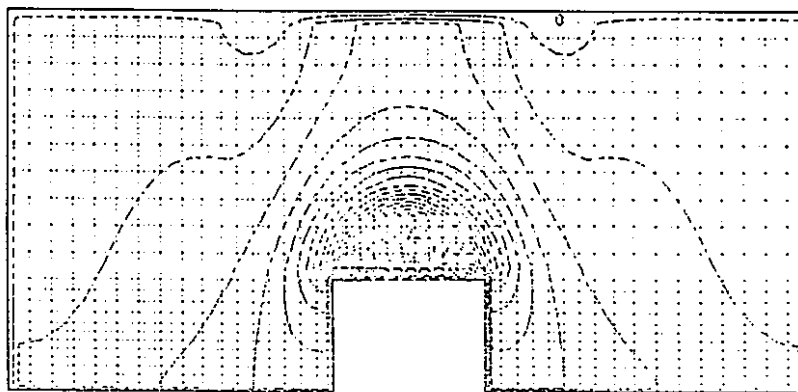
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： 4.5×10^{-6} m/s)

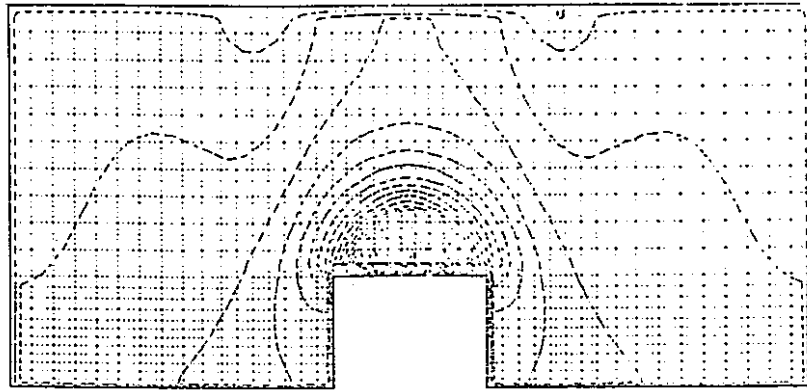


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： 3.5×10^{-5} m/s)

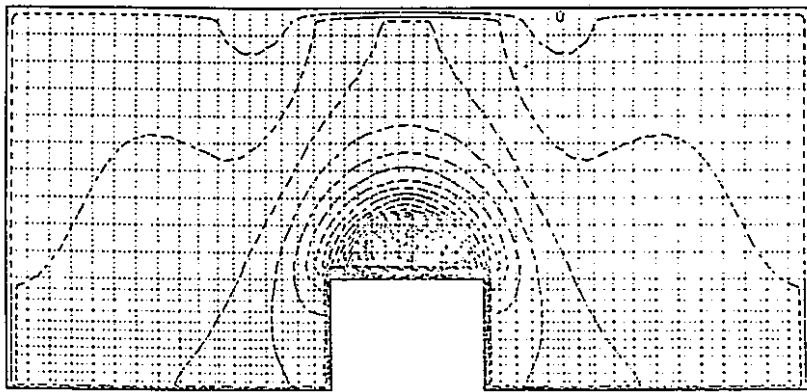


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： 3.0×10^{-3} m/s)

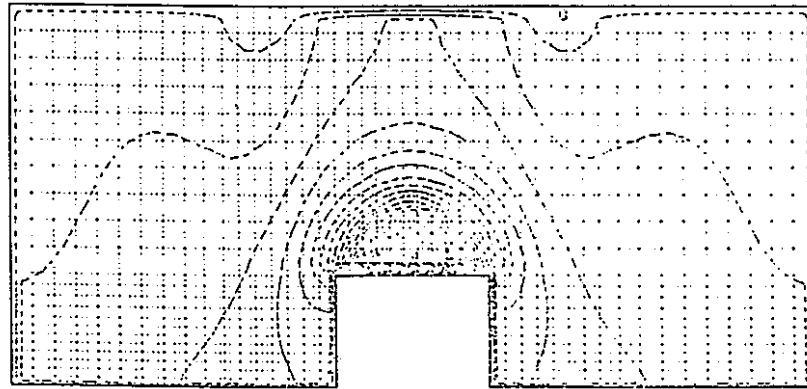
図 3. 6 漏洩後の濃度分布 (断面： J = 16, 時刻： 30 秒)



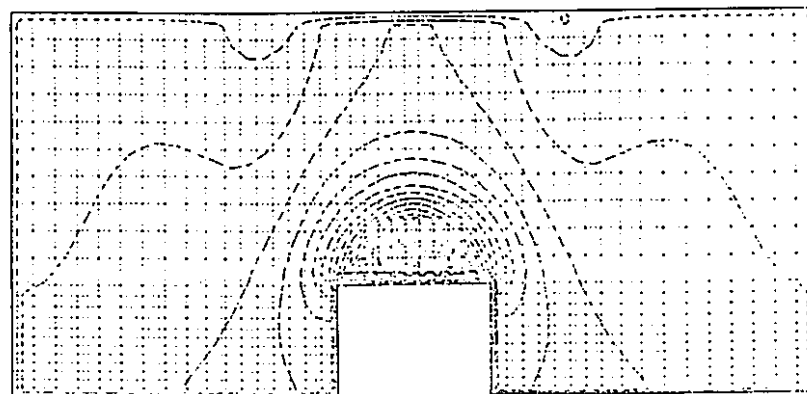
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

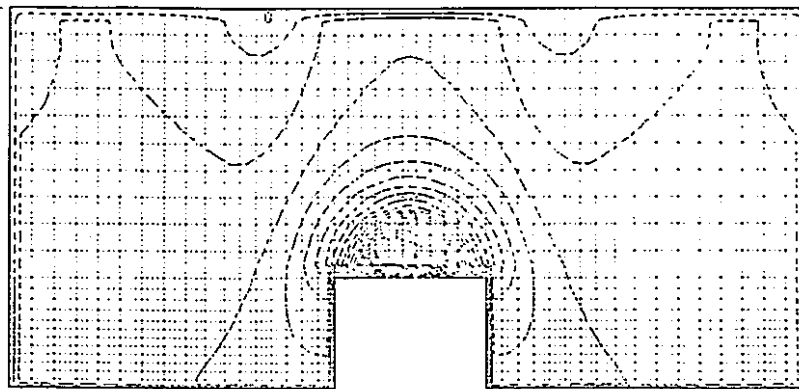


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)

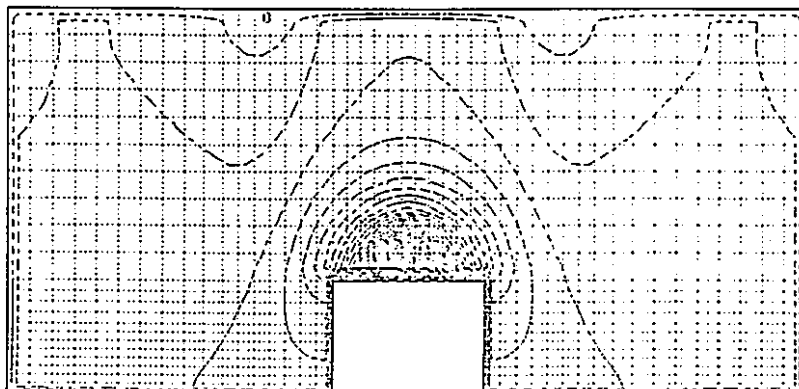


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

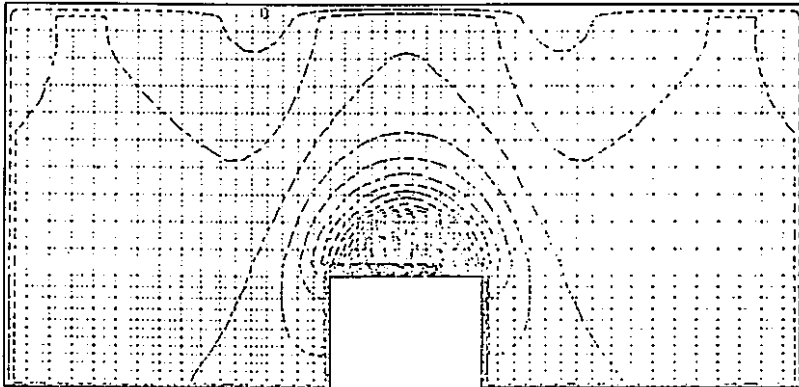
図3.6 漏洩後の濃度分布 (断面：J=16, 時刻：40秒)



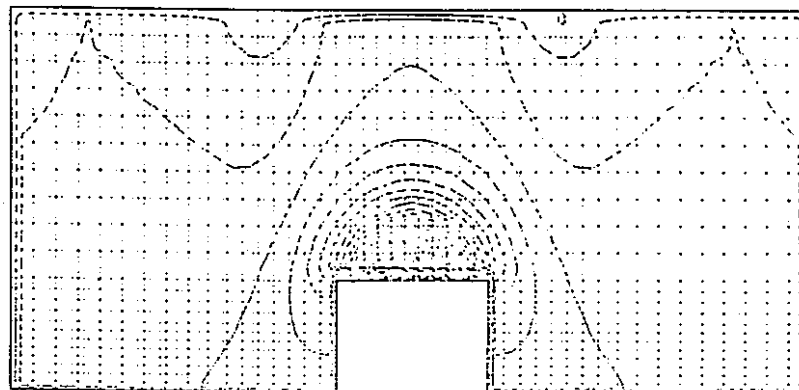
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： 4.5×10^{-6} m/s)

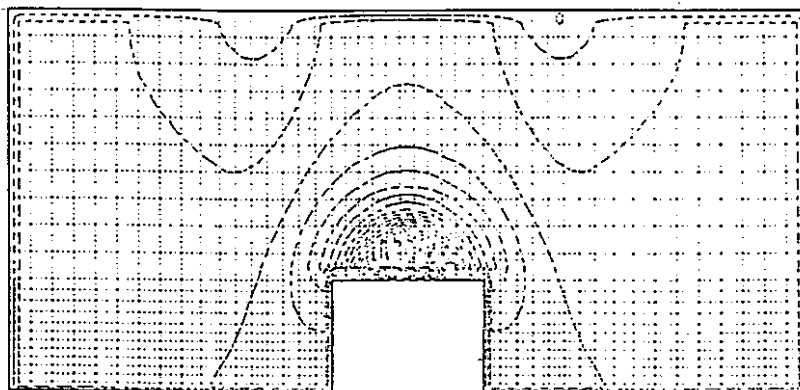


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： 3.5×10^{-5} m/s)

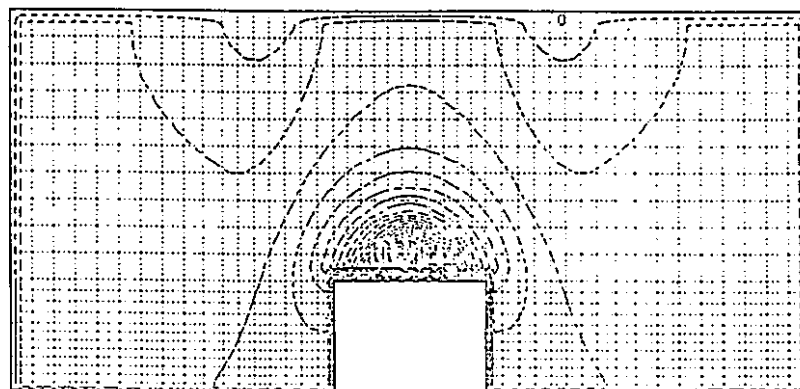


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： 3.0×10^{-3} m/s)

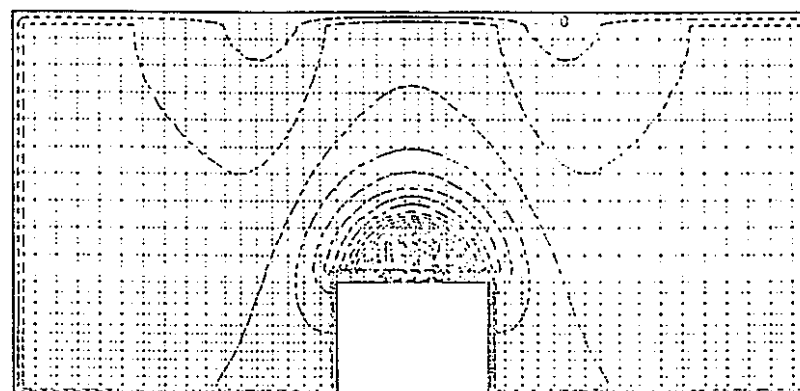
図3.6 漏洩後の濃度分布 (断面：J=16, 時刻：50秒)



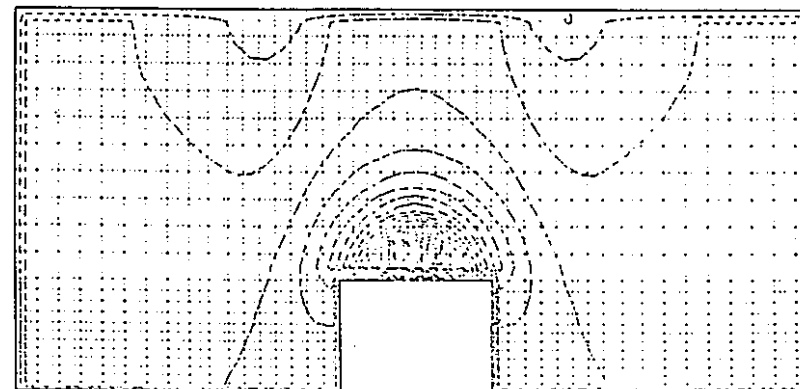
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

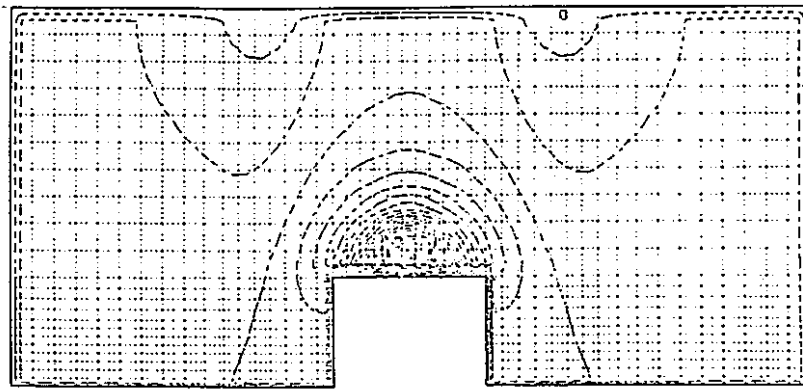


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)

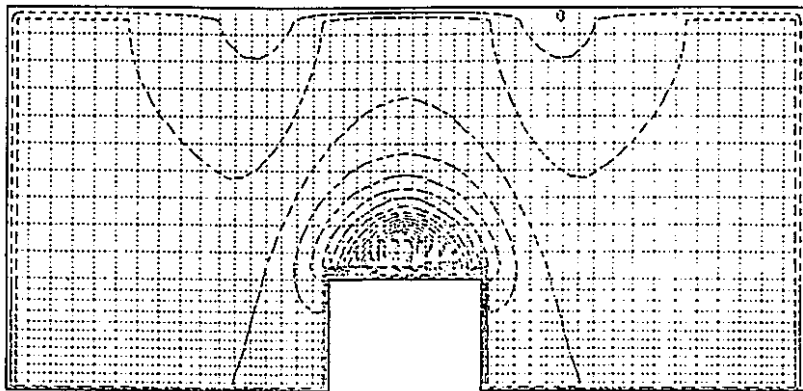


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

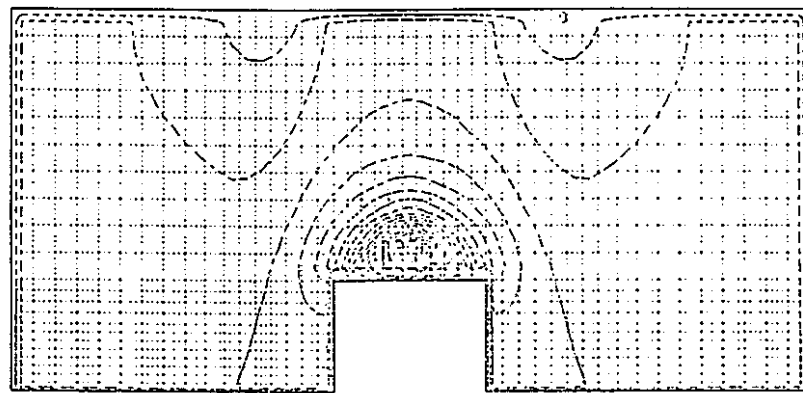
図3.6 漏洩後の濃度分布 (断面： J = 16, 時刻： 60秒)



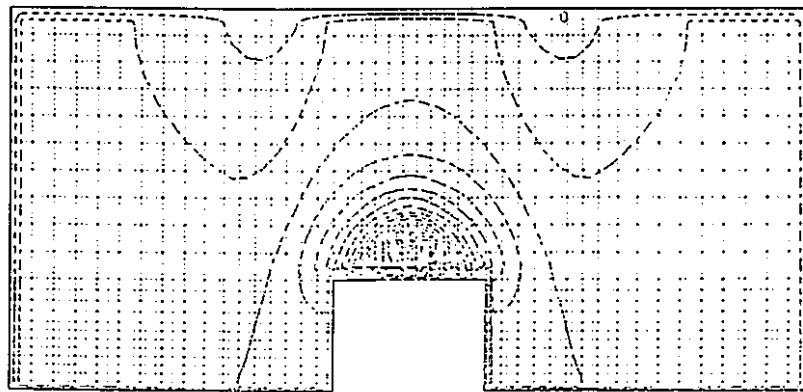
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

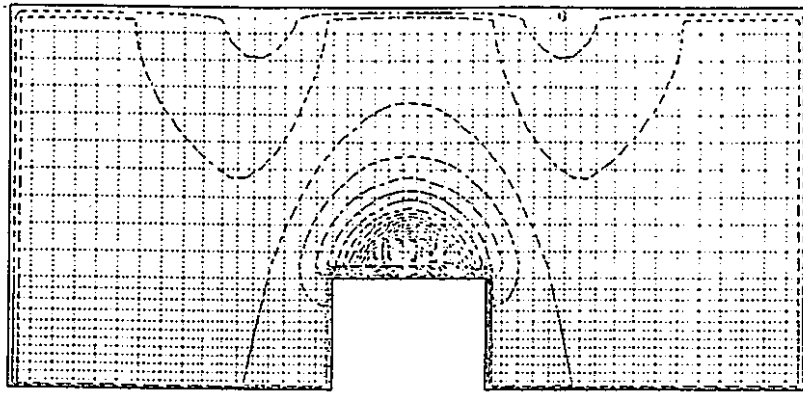


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)

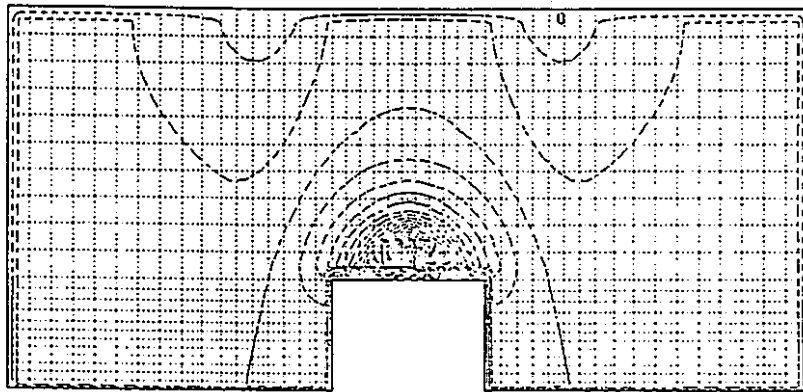


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

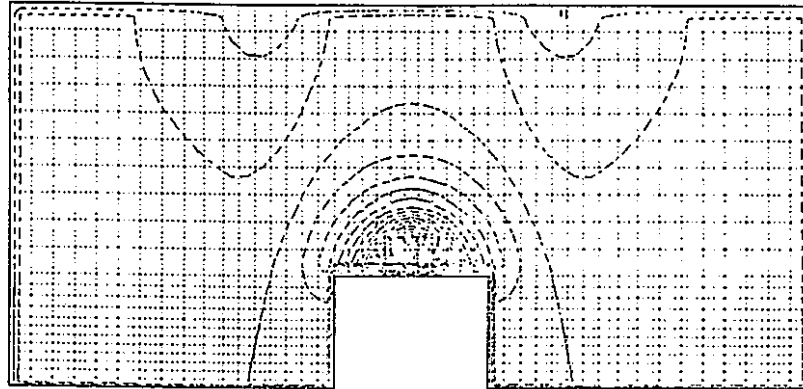
図3.6 漏洩後の濃度分布 (断面： J=16, 時刻： 70秒)



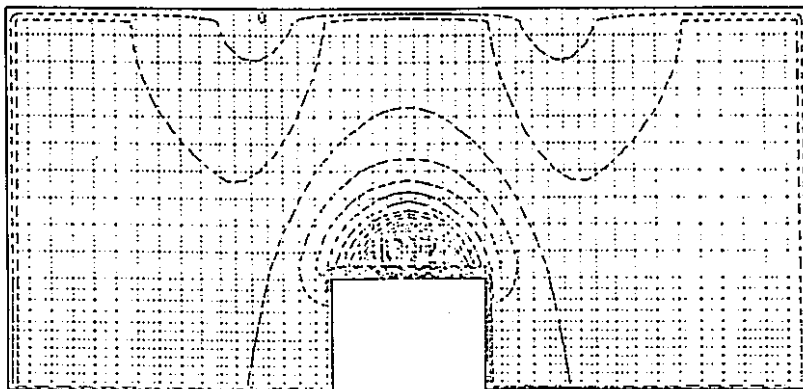
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

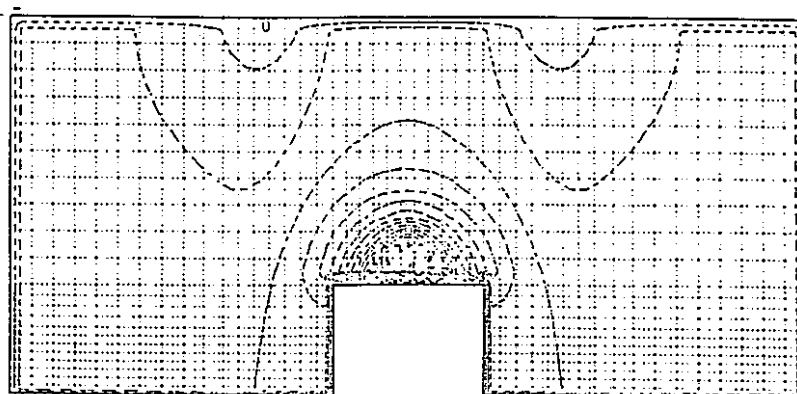


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)

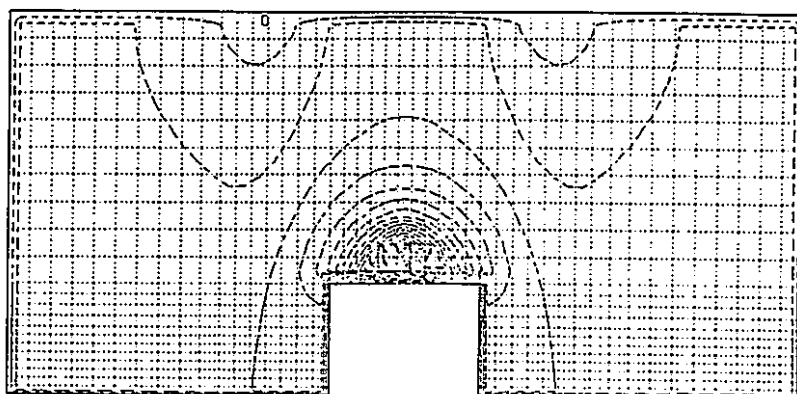


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

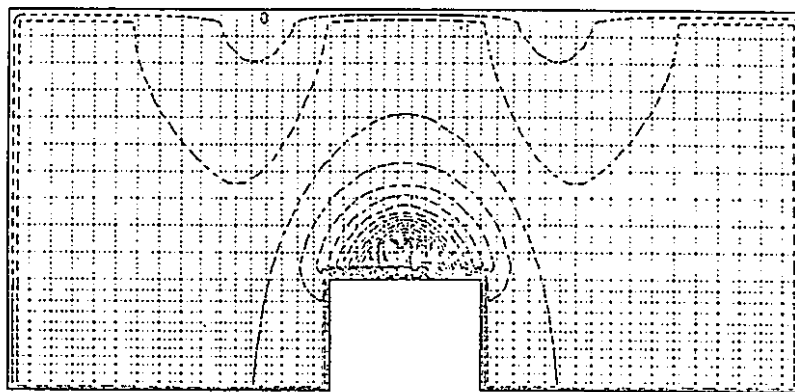
図 3. 6 漏洩後の濃度分布 (断面： J = 16, 時刻： 80 秒)



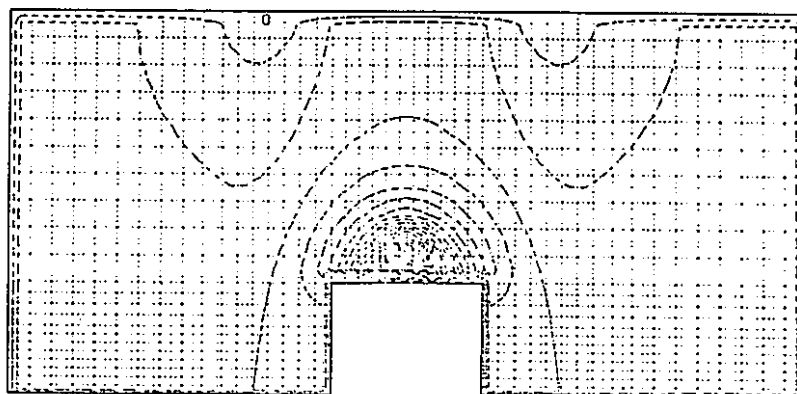
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

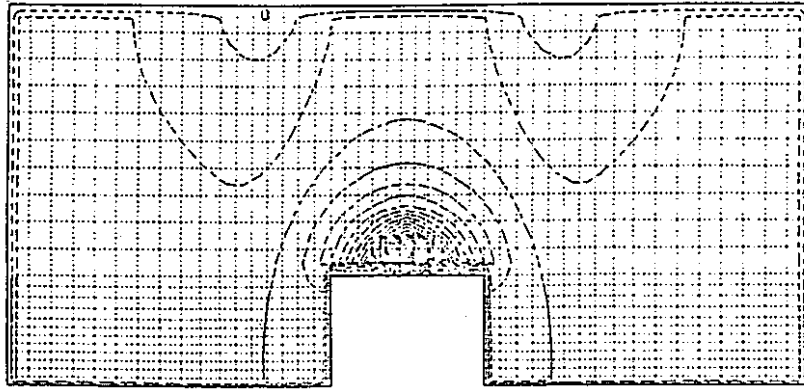


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)

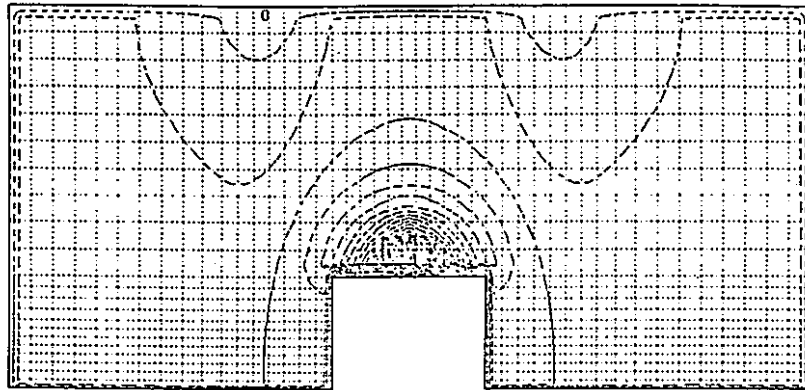


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

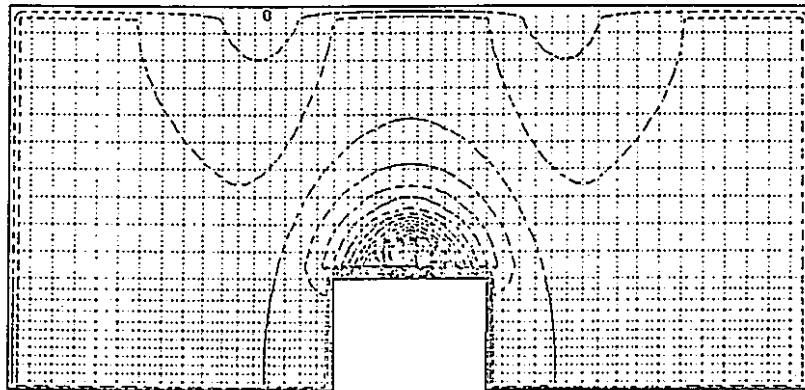
図3.6 漏洩後の濃度分布 (断面： J=16, 時刻： 90秒)



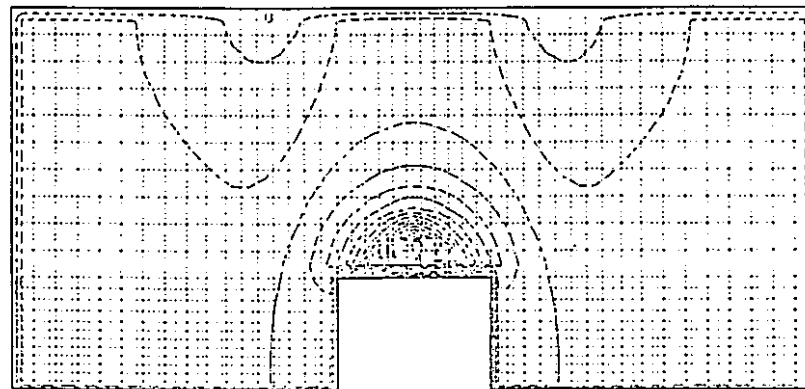
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

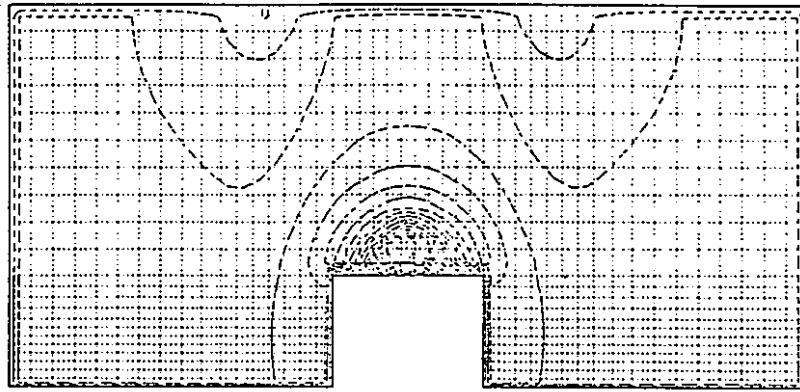


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)

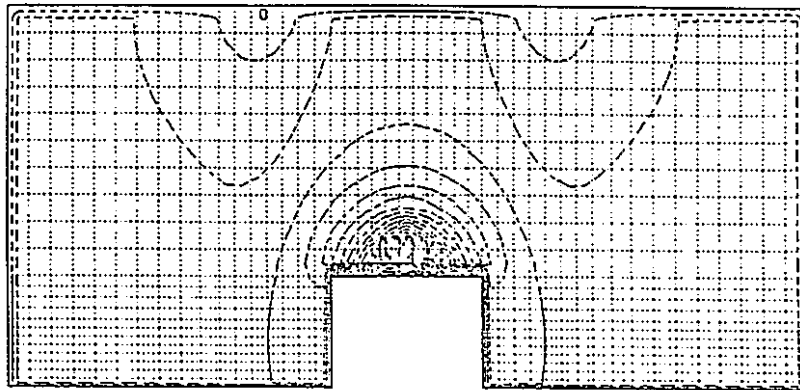


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

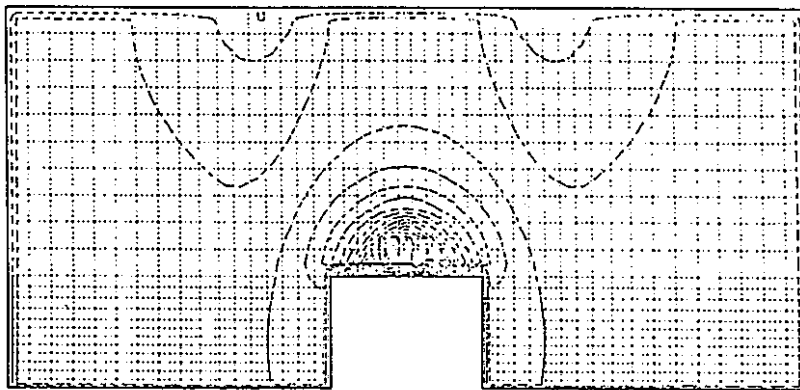
図 3. 6 漏洩後の濃度分布 (断面： J = 16, 時刻： 100 秒)



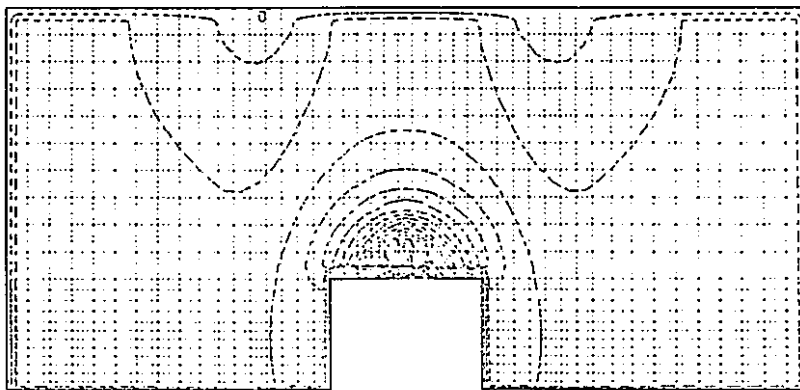
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

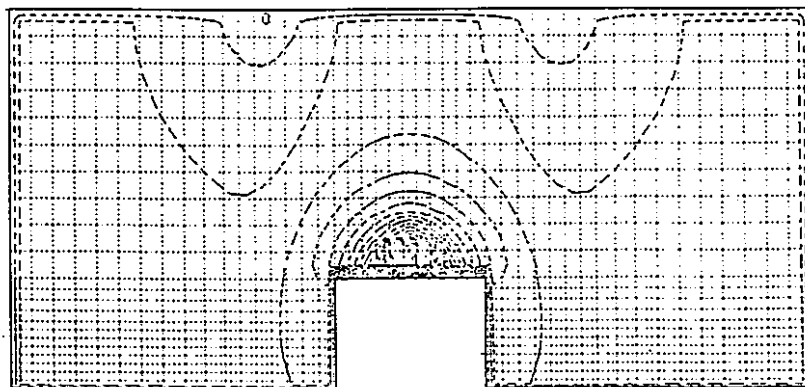


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)

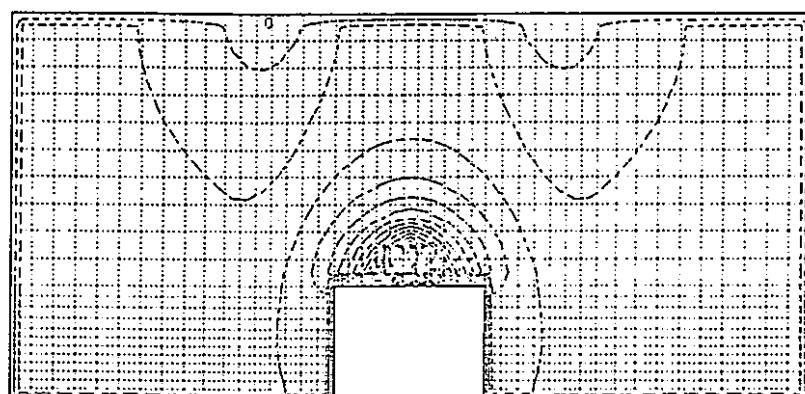


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

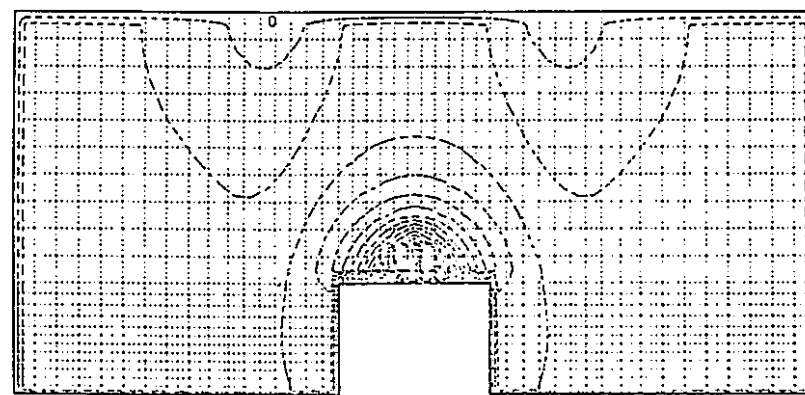
図 3. 6 漏洩後の濃度分布 (断面： J = 16, 時刻： 110 秒)



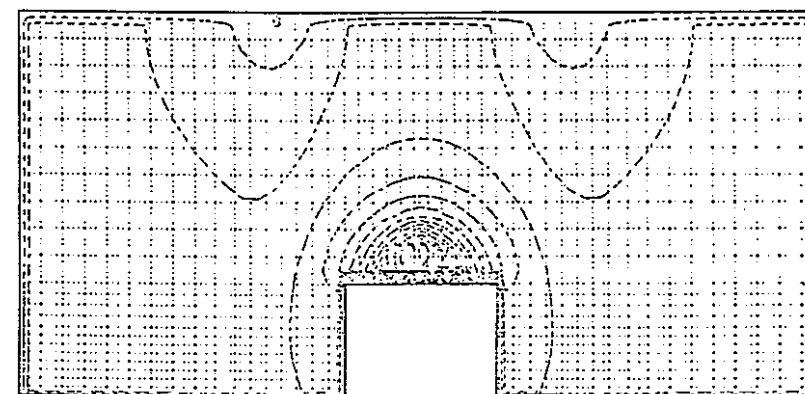
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

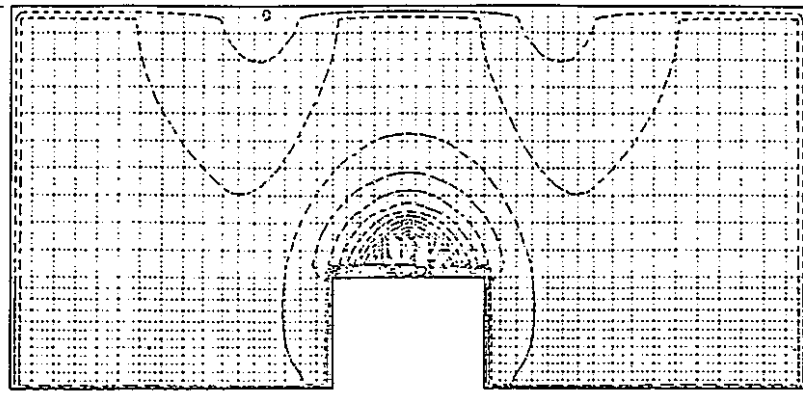


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)

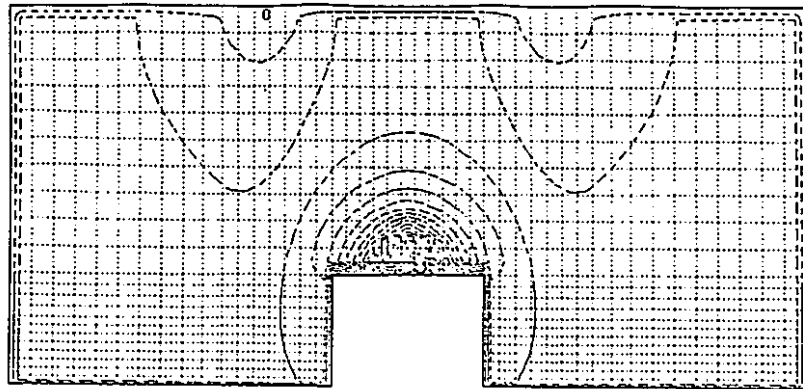


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

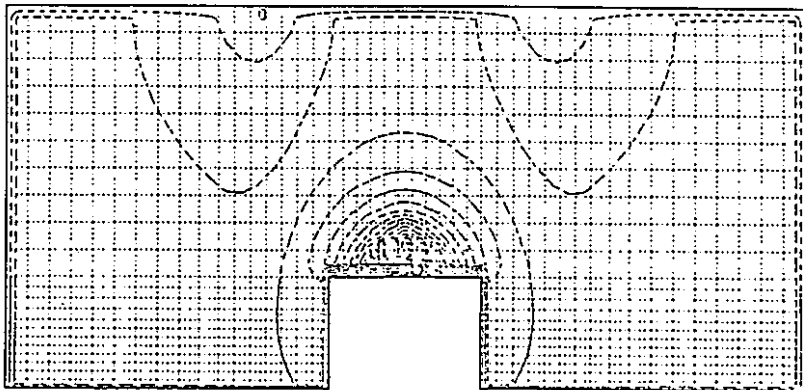
図3.6 漏洩後の濃度分布 (断面： J=16, 時刻： 120秒)



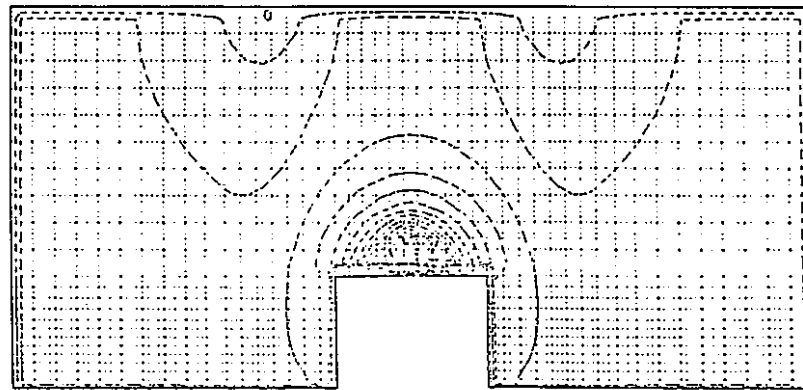
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

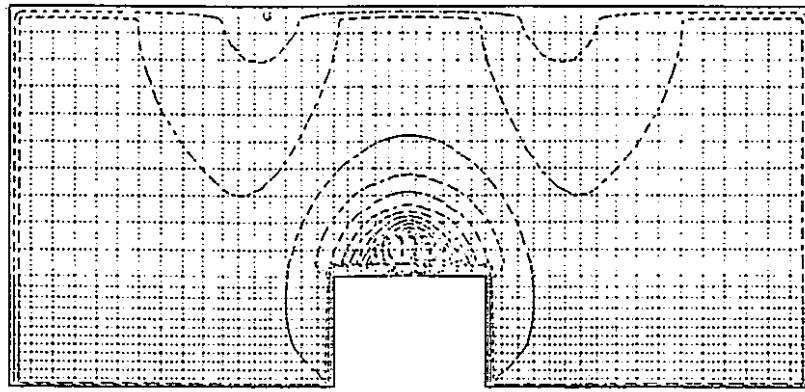


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)

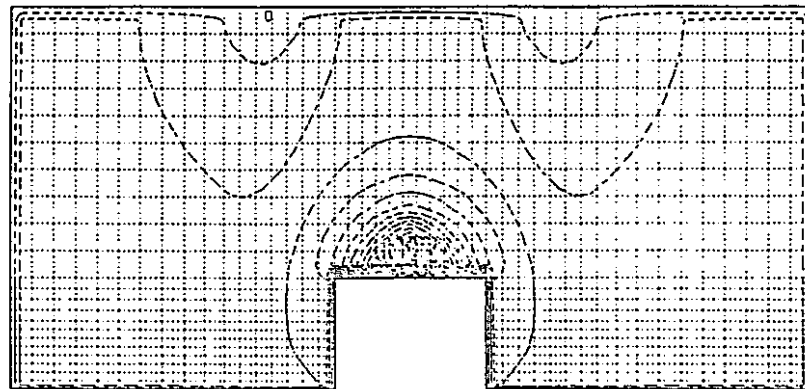


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

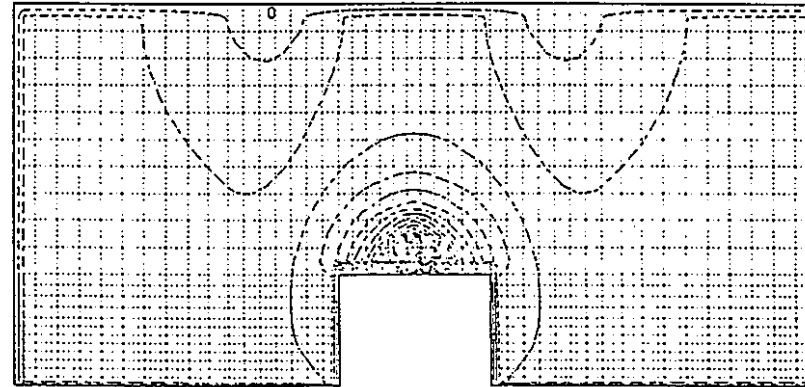
図3.6 漏洩後の濃度分布 (断面：J=16, 時刻：130秒)



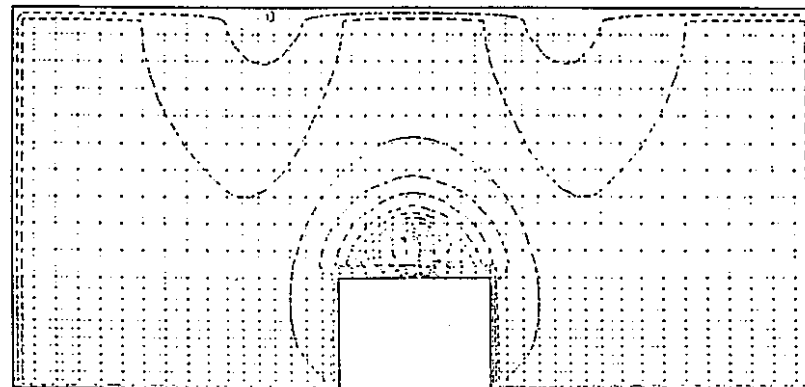
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

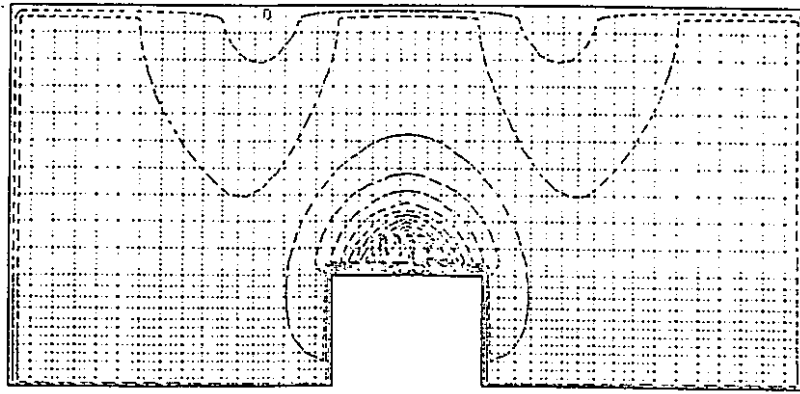


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)

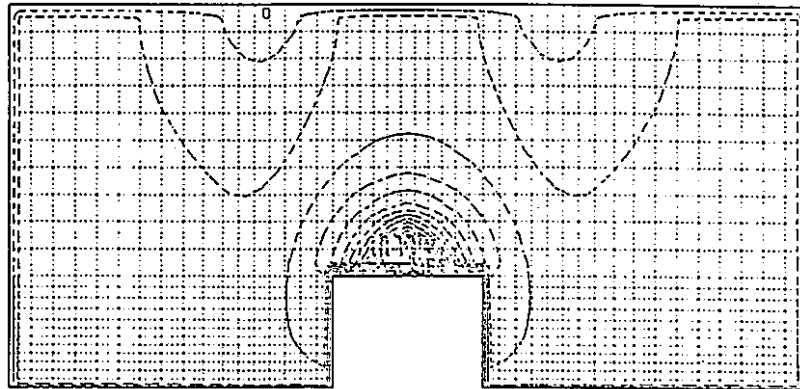


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

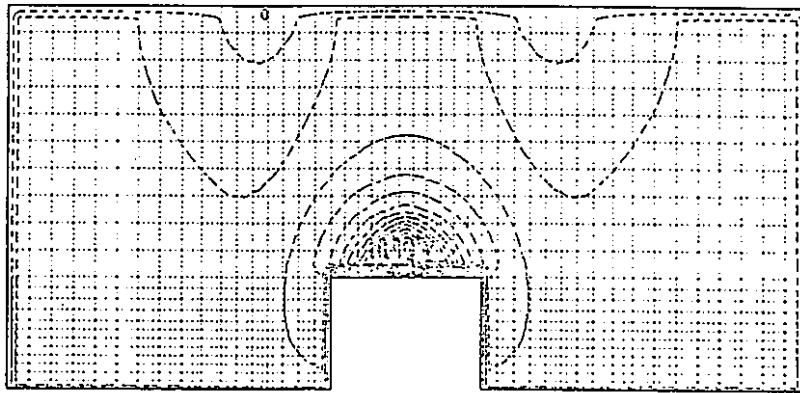
図 3. 6 漏洩後の濃度分布 (断面：J = 16, 時刻：140 秒)



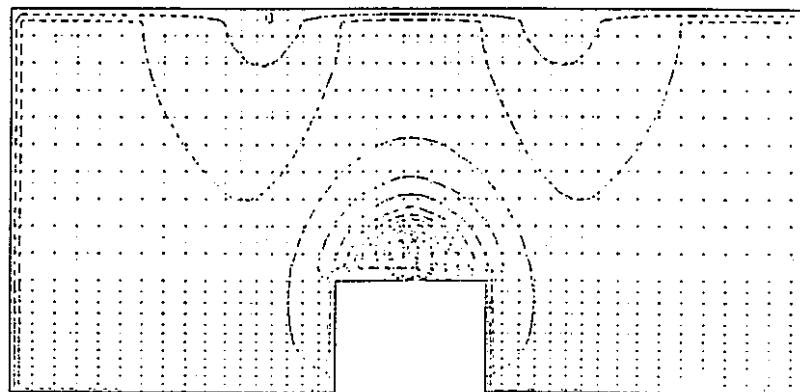
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

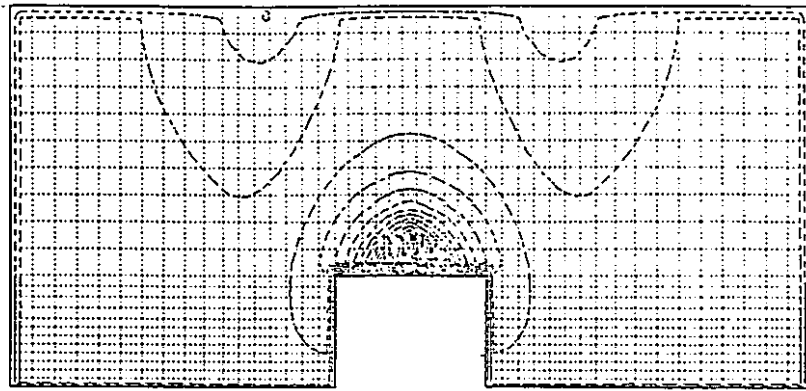


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)

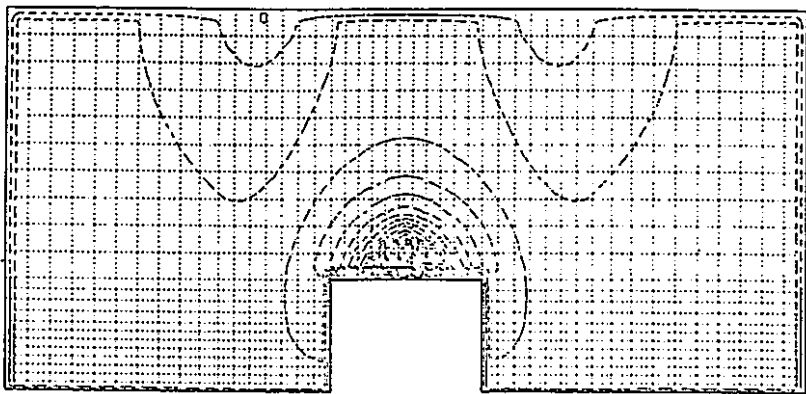


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

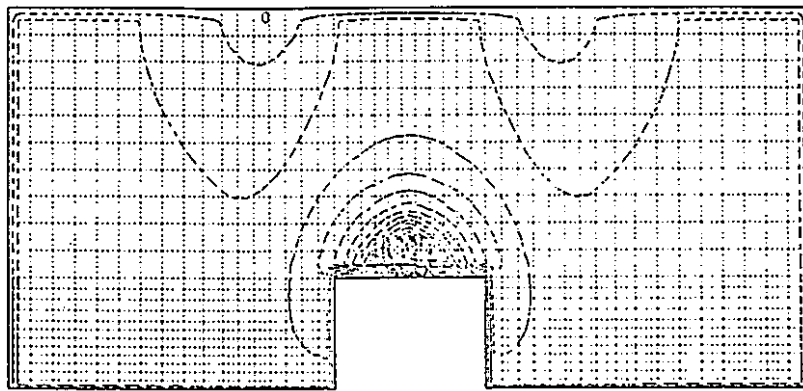
図3.6 漏洩後の濃度分布 (断面：J=16, 時刻：150秒)



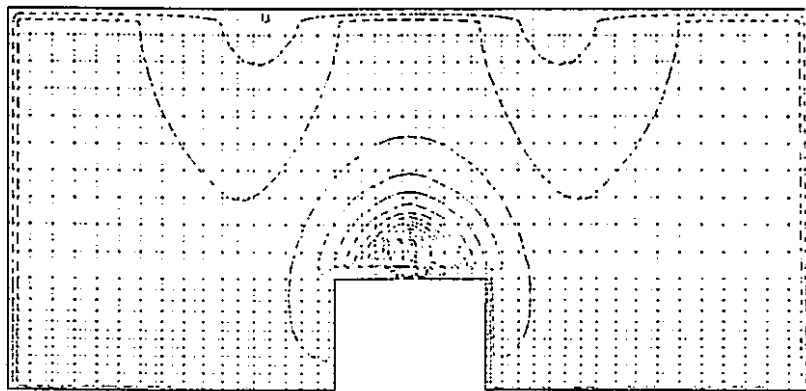
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

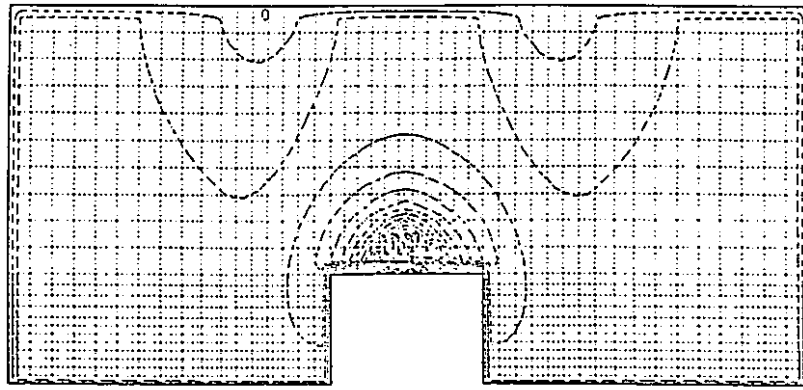


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)

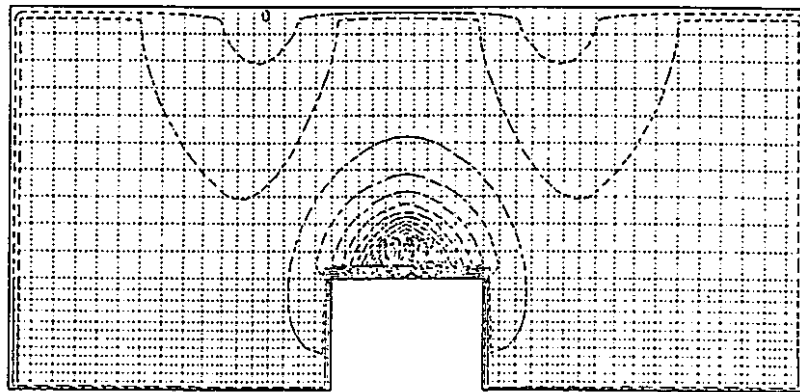


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

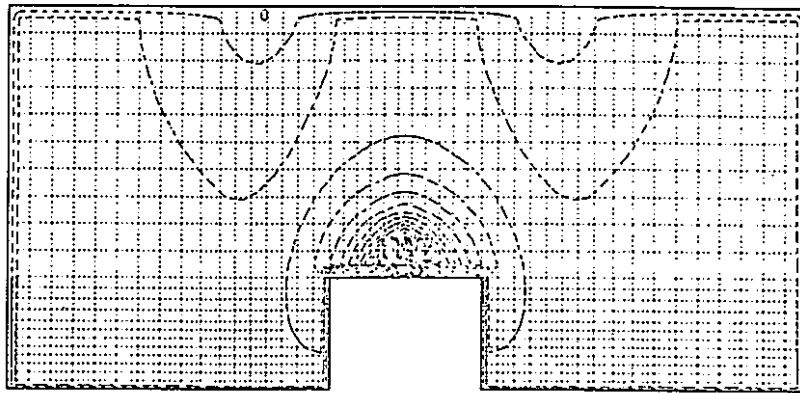
図3.6 漏洩後の濃度分布 (断面：J=16, 時刻：160秒)



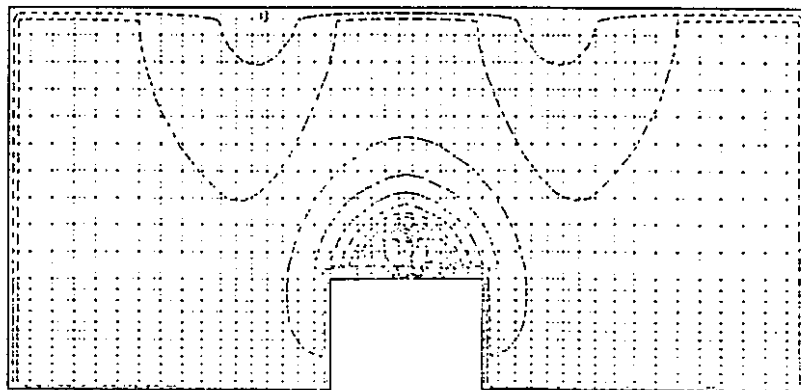
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

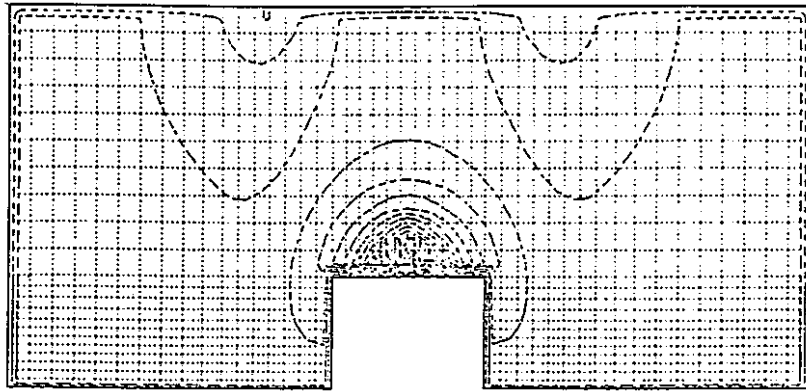


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)

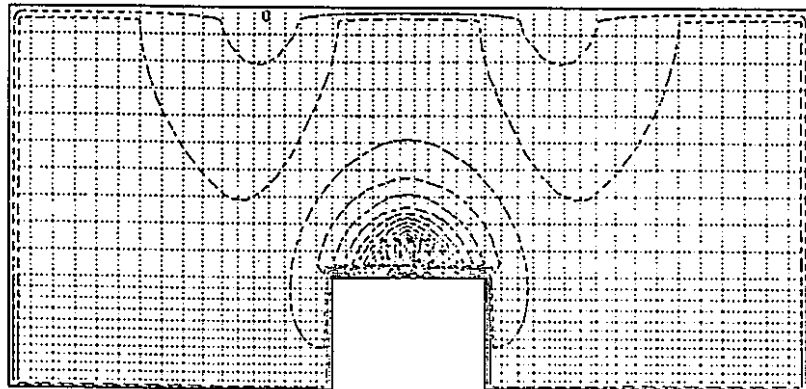


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

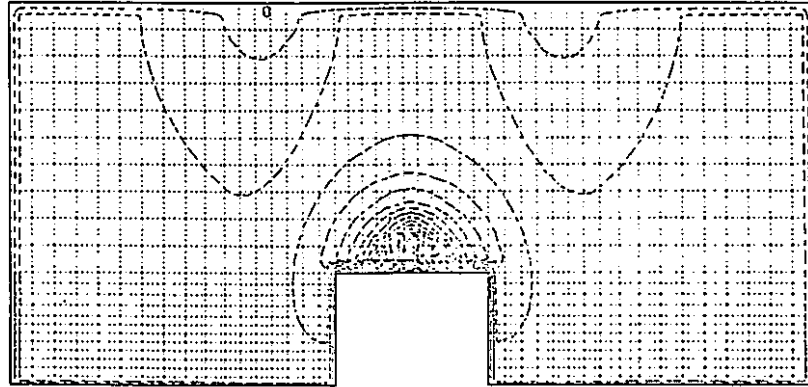
図3.6 漏洩後の濃度分布 (断面：J=16, 時刻：170秒)



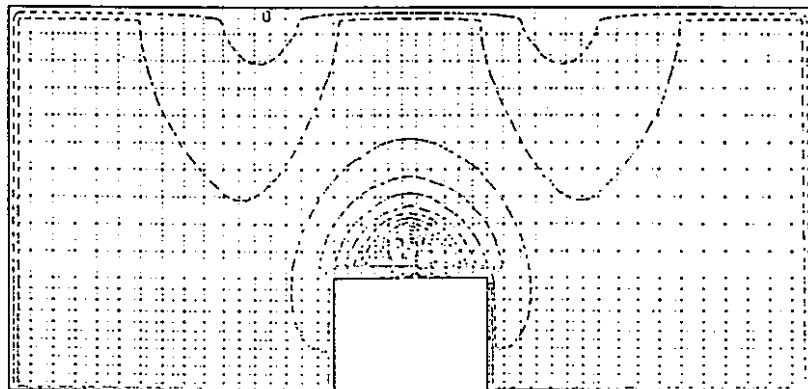
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

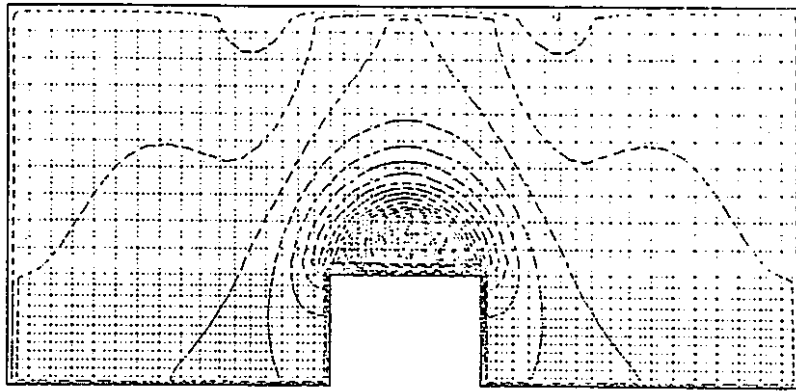


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)

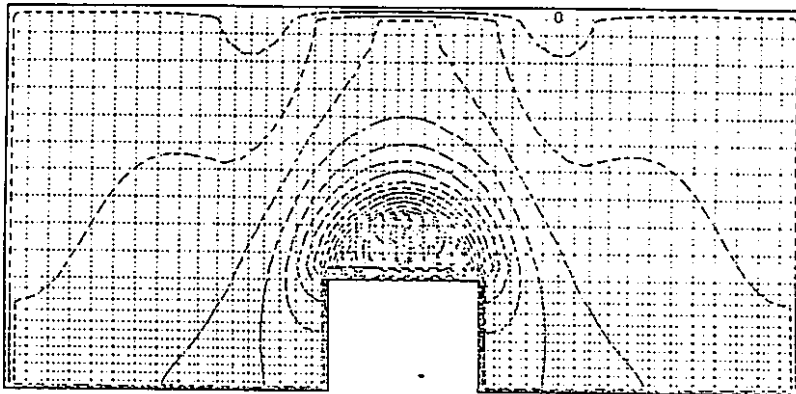


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

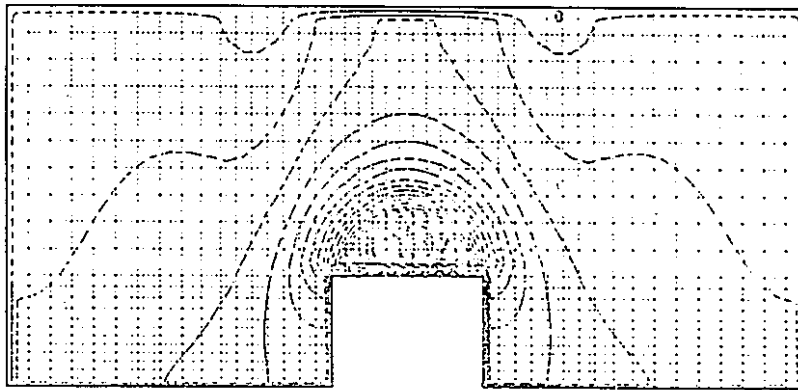
図 3.6 漏洩後の濃度分布 (断面： J = 16, 時刻： 180 秒)



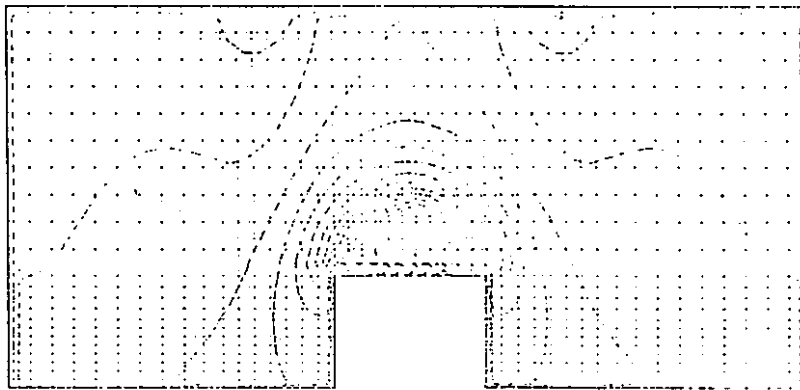
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： 4.5×10^{-6} m/s)

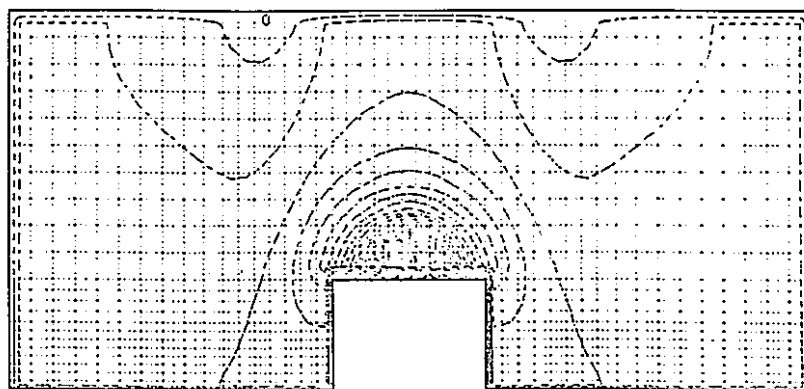


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： 3.5×10^{-5} m/s)

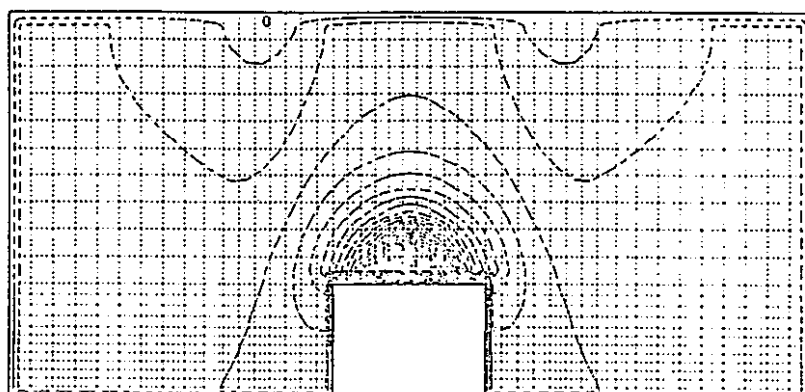


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： 3.0×10^{-3} m/s)

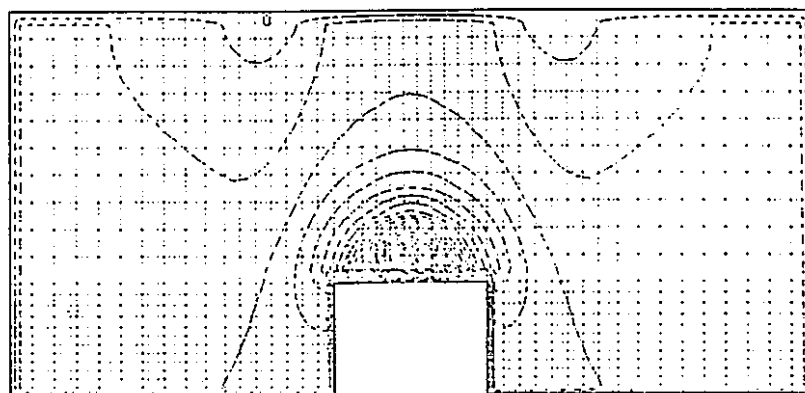
図 3. 7 漏洩後の積算濃度分布 (断面： J = 16, 0 ~ 60 秒積算)



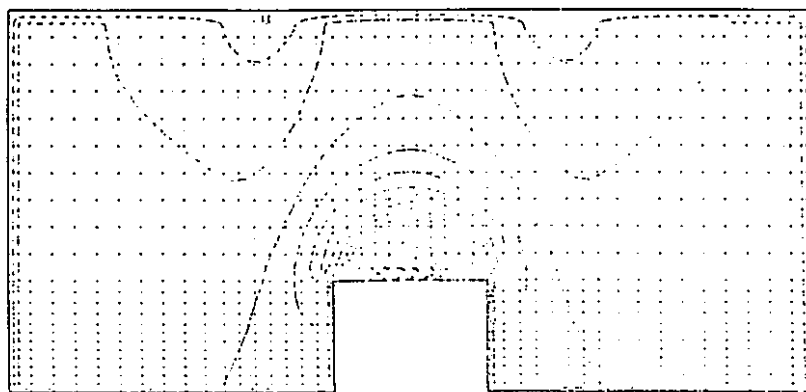
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

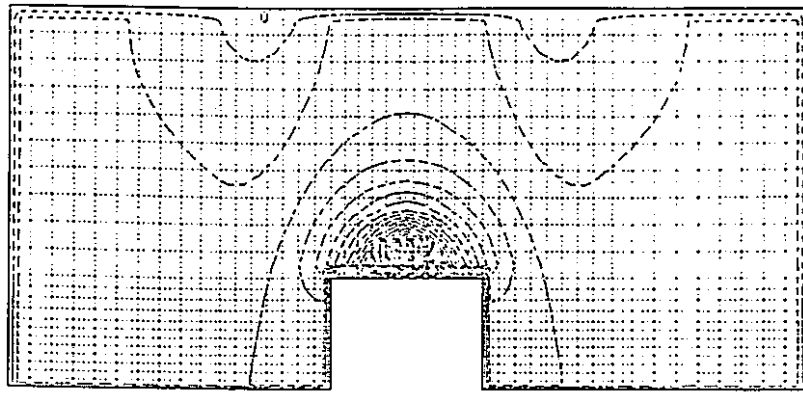


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)

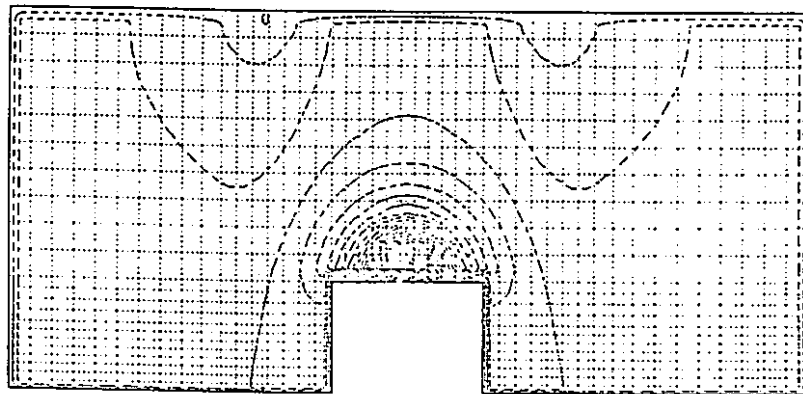


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

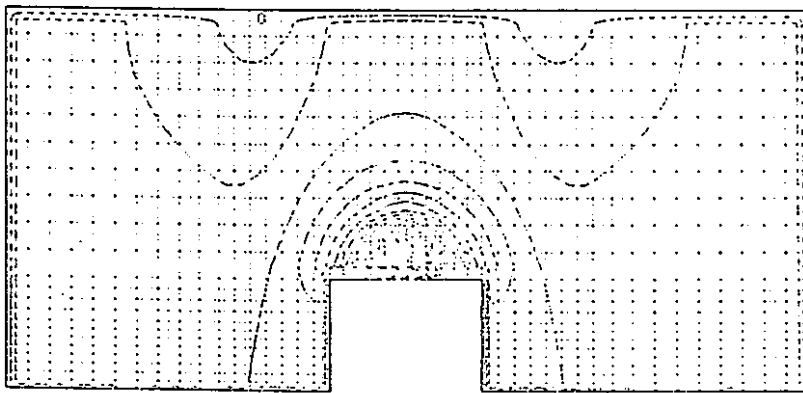
図3.7 漏洩後の積算濃度分布 (断面：J=16, 0~120秒積算)



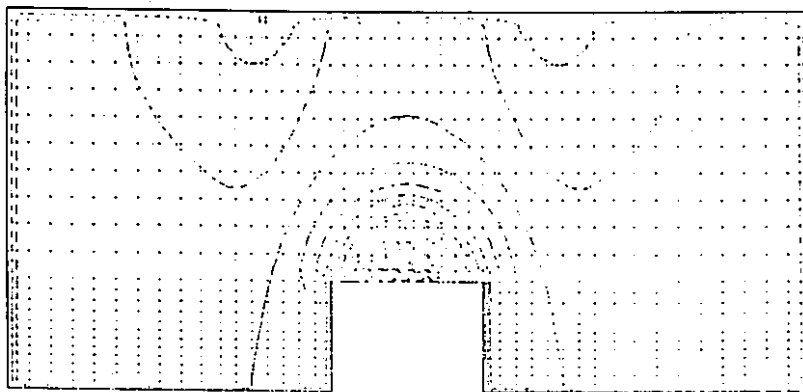
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： 4.5×10^{-6} m/s)

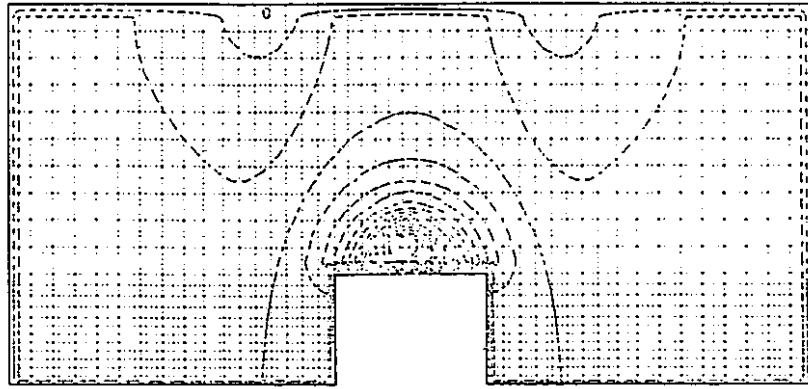


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： 3.5×10^{-5} m/s)

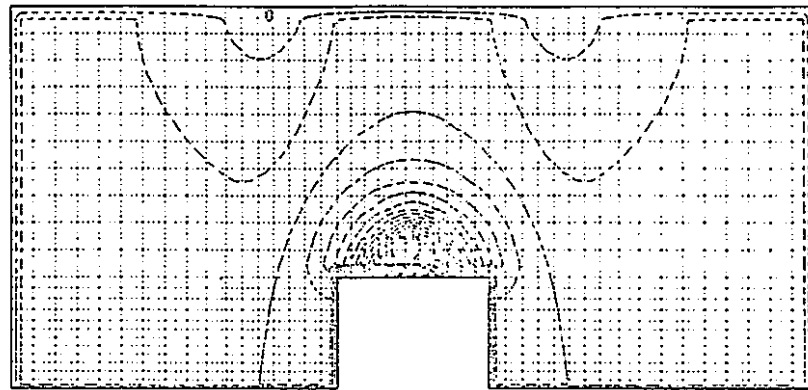


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： 3.0×10^{-3} m/s)

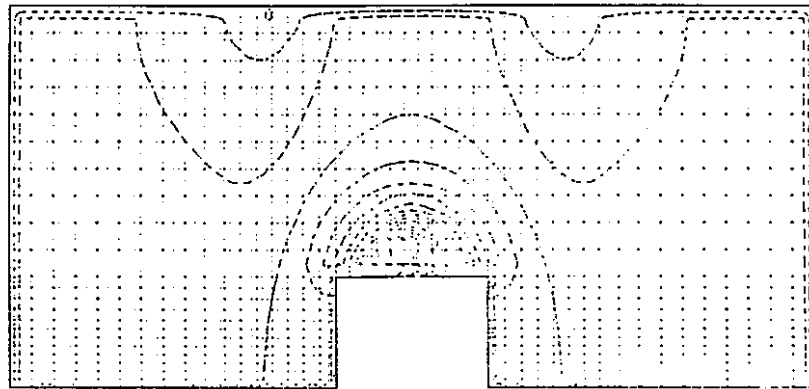
図3.7 漏洩後の積算濃度分布 (断面：J=16, 0~180秒積算)



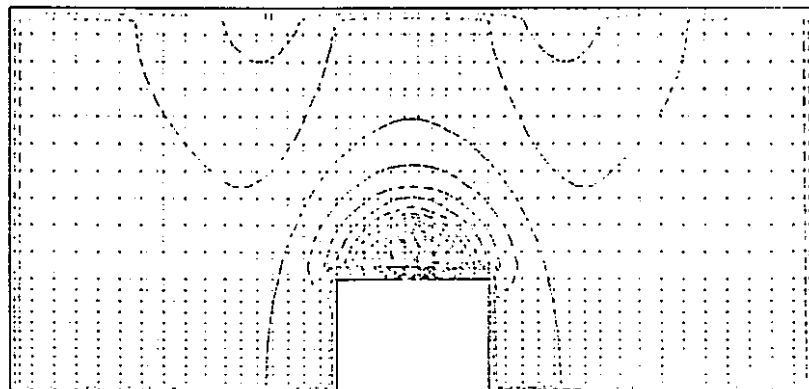
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： 4.5×10^{-6} m/s)

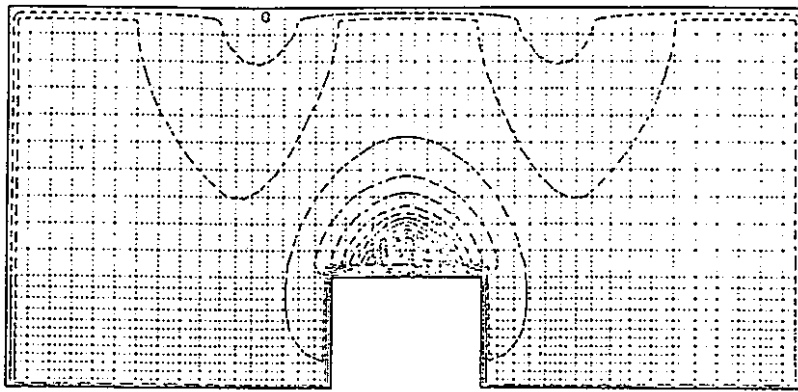


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： 3.5×10^{-5} m/s)

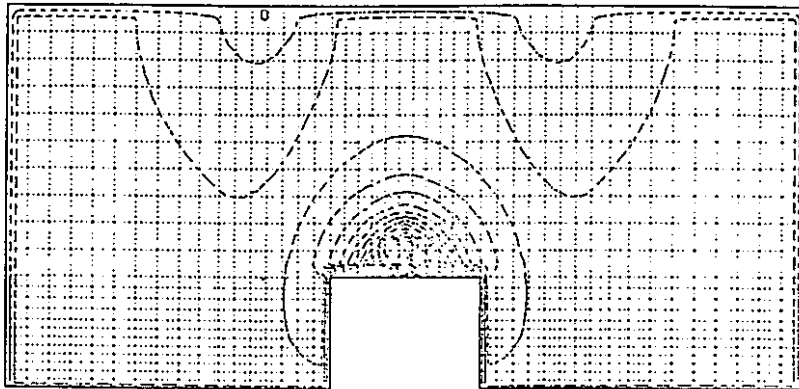


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： 3.0×10^{-3} m/s)

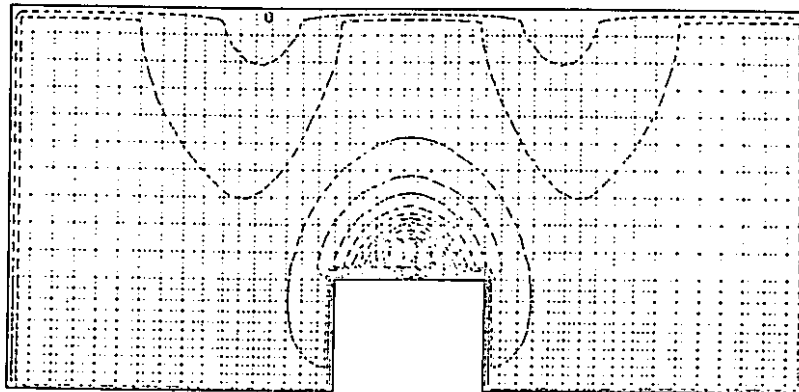
図3.7 漏洩後の積算濃度分布 (断面：J=16, 70~120秒積算)



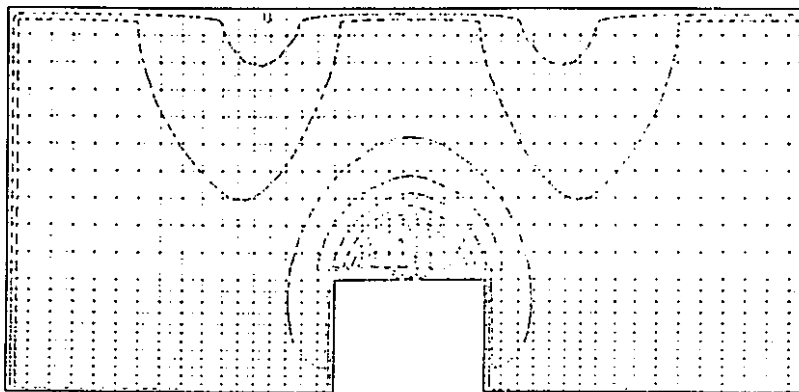
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)



粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)



粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

図 3. 7 漏洩後の積算濃度分布 (断面： J = 16, 130 ~ 180 秒積算)

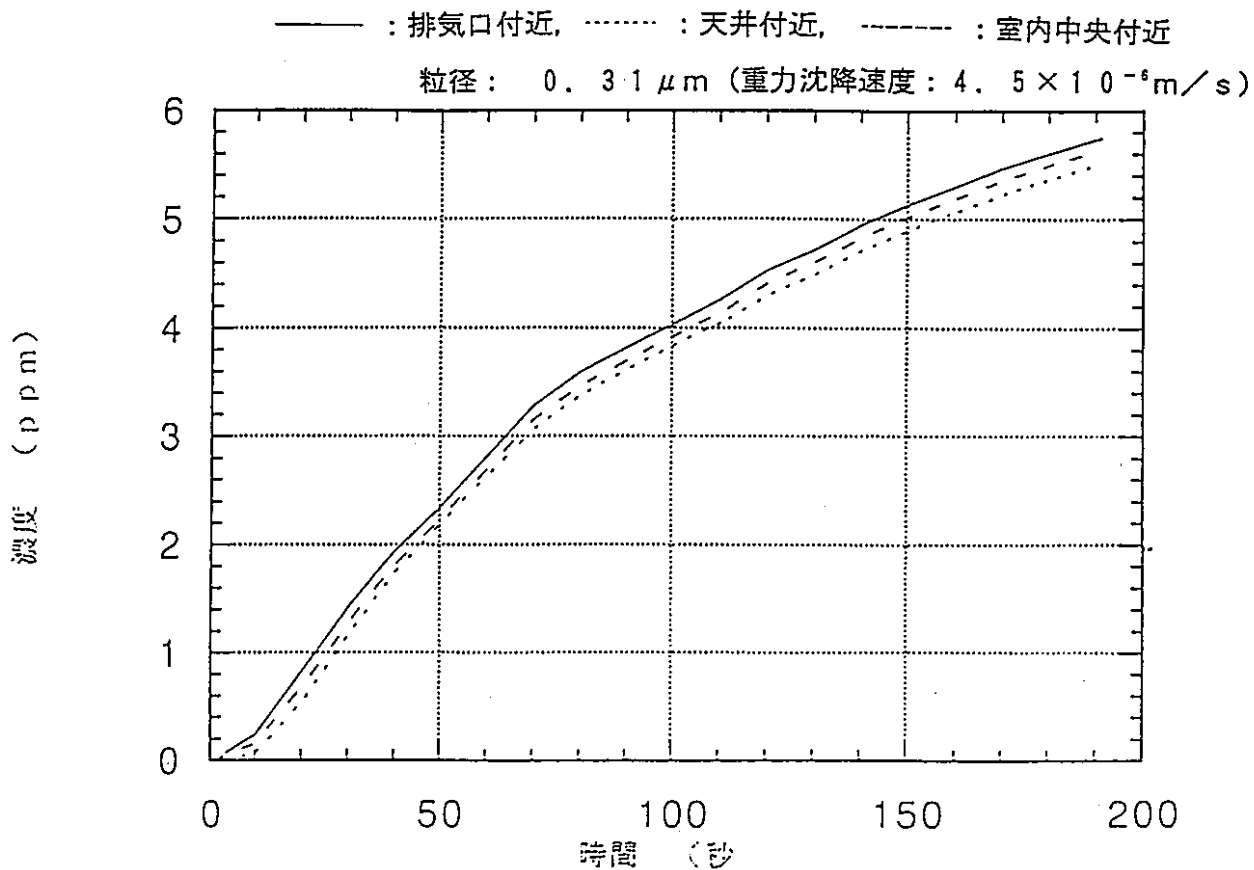
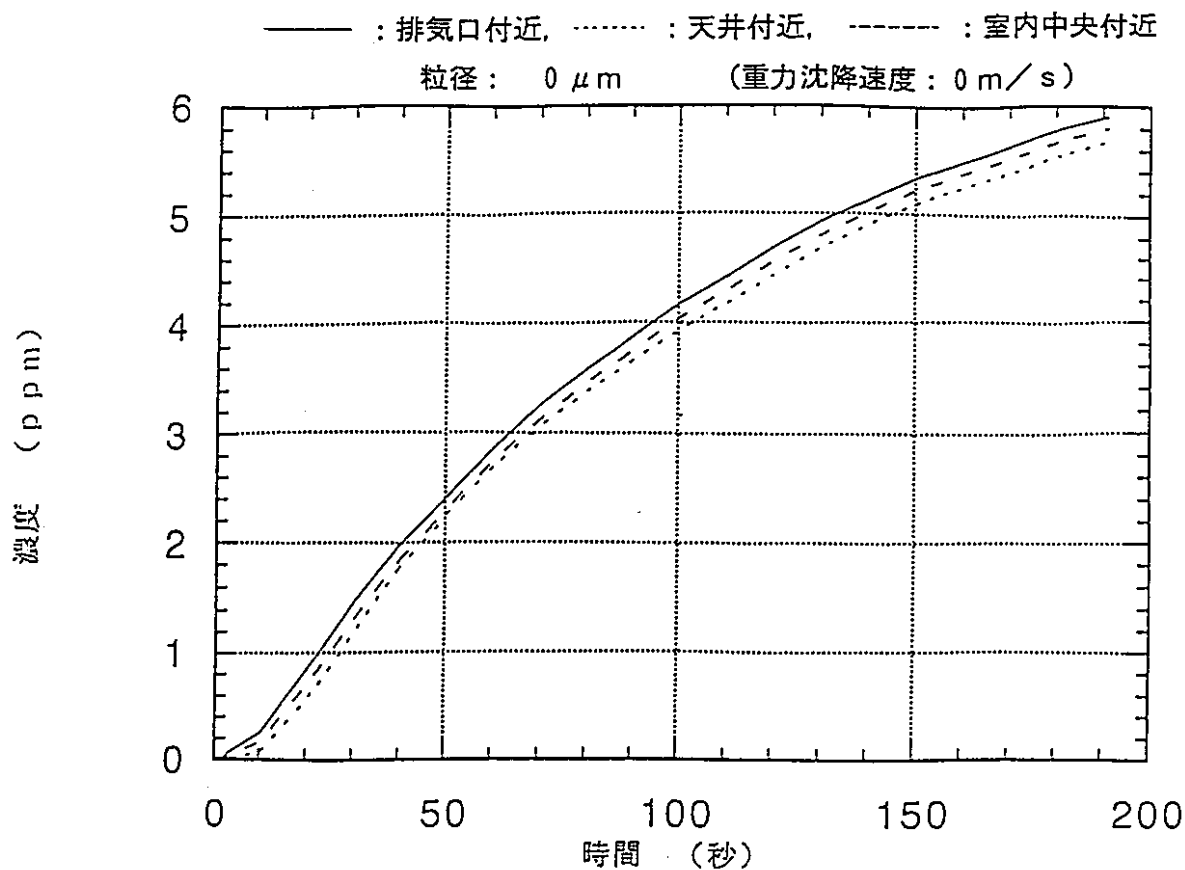


図 3. 8 クリーンルーム内濃度の推移

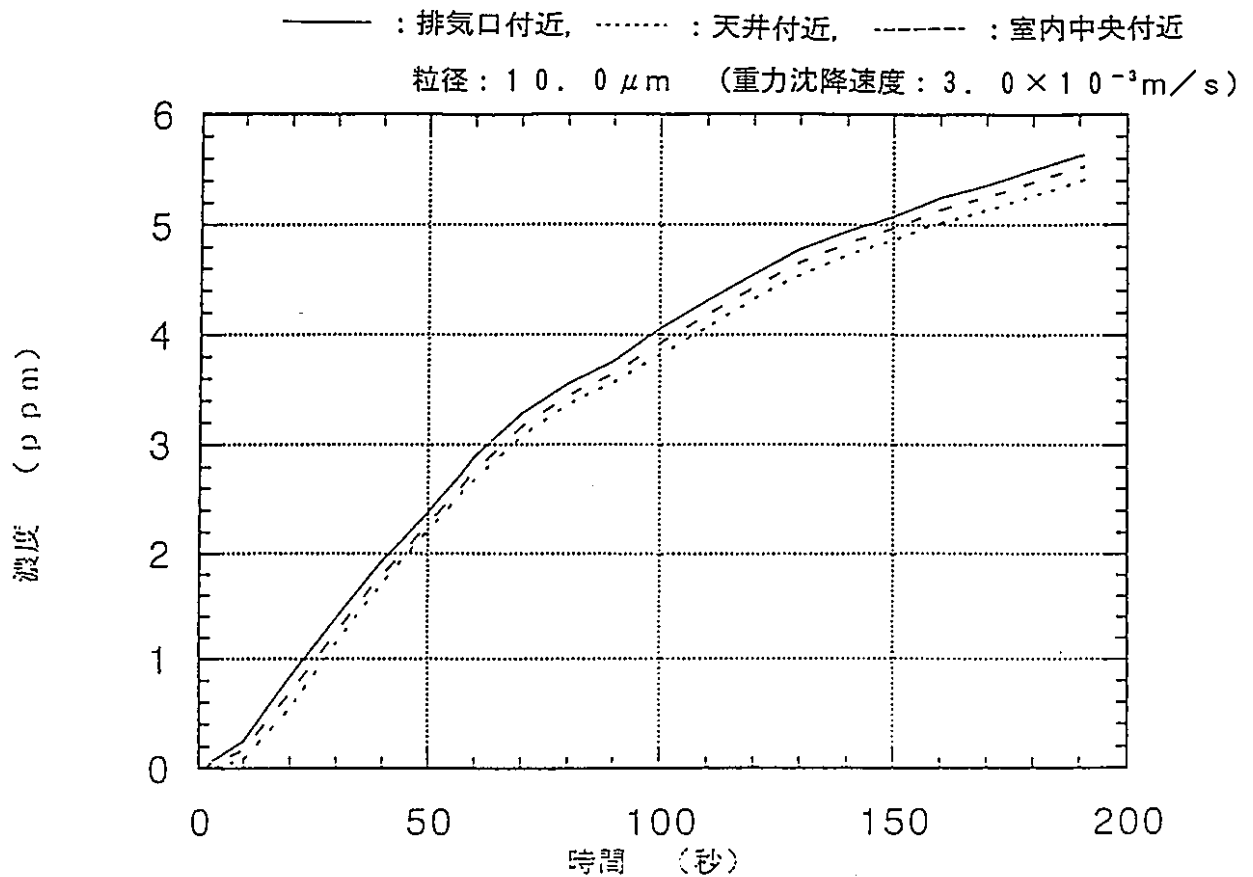
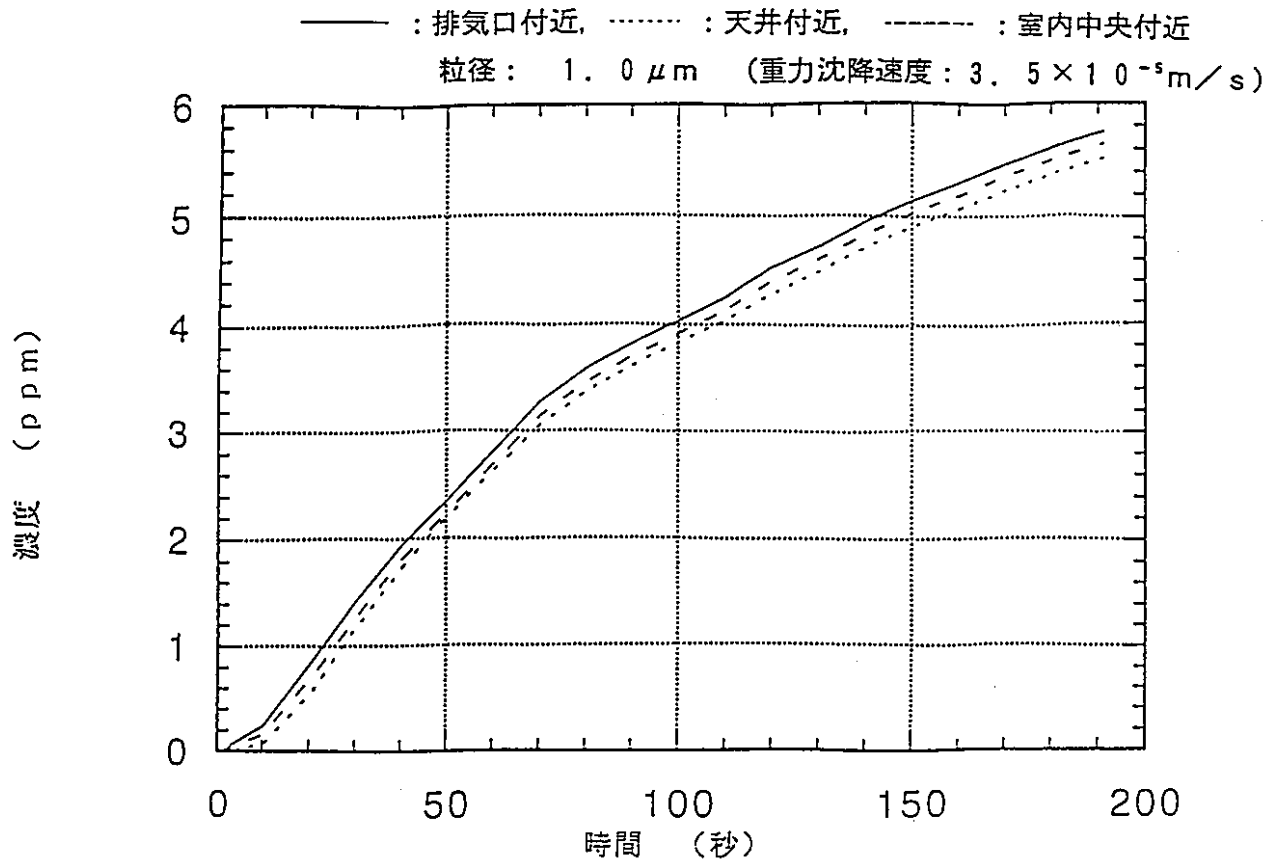


図3.8 クリーンルーム内濃度の推移

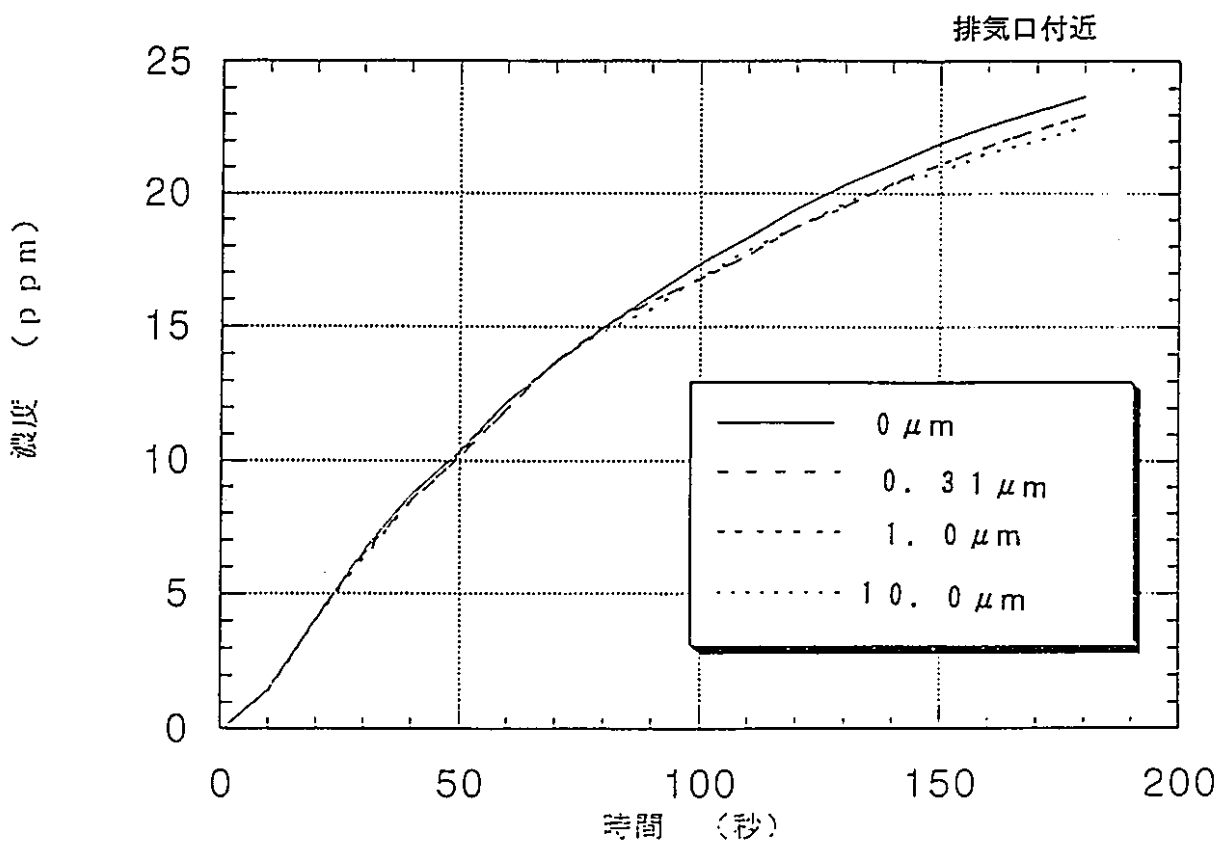
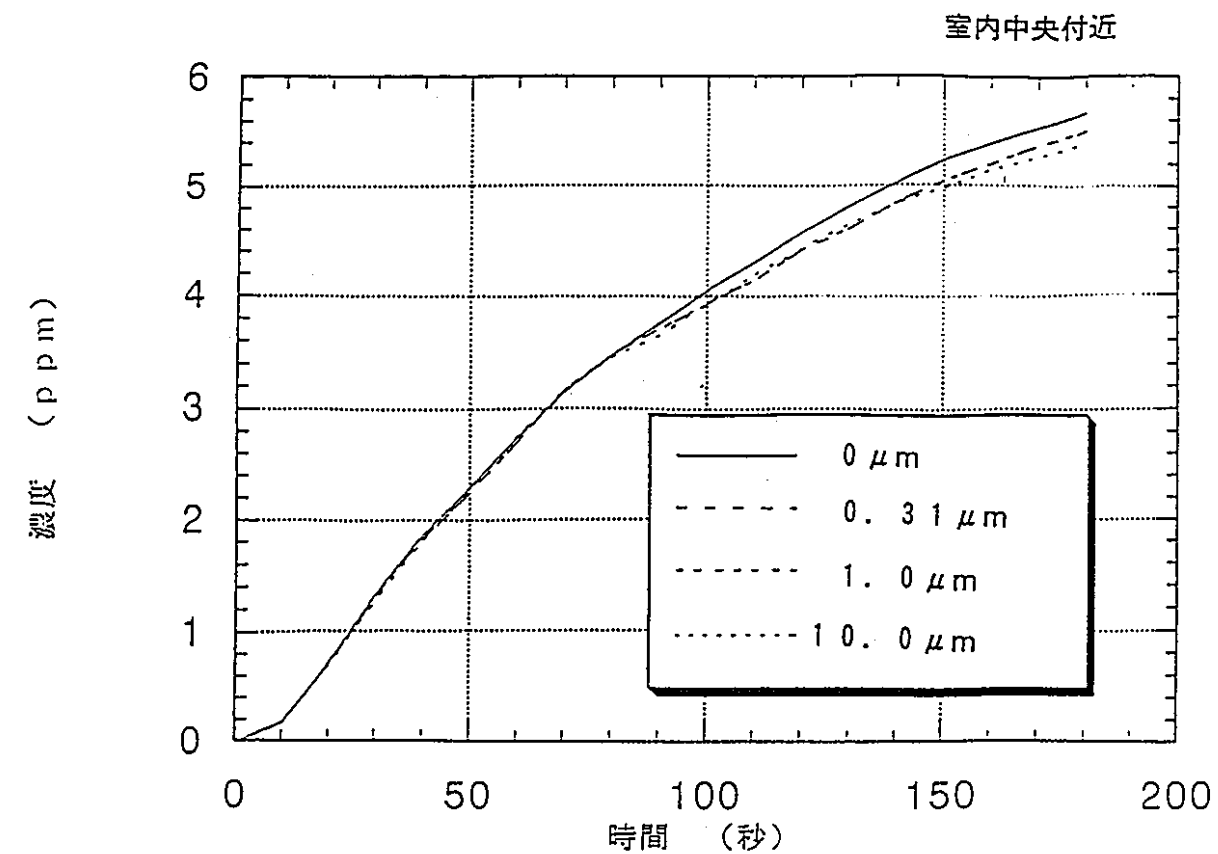


図 3. 8 クリーンルーム内濃度の推移

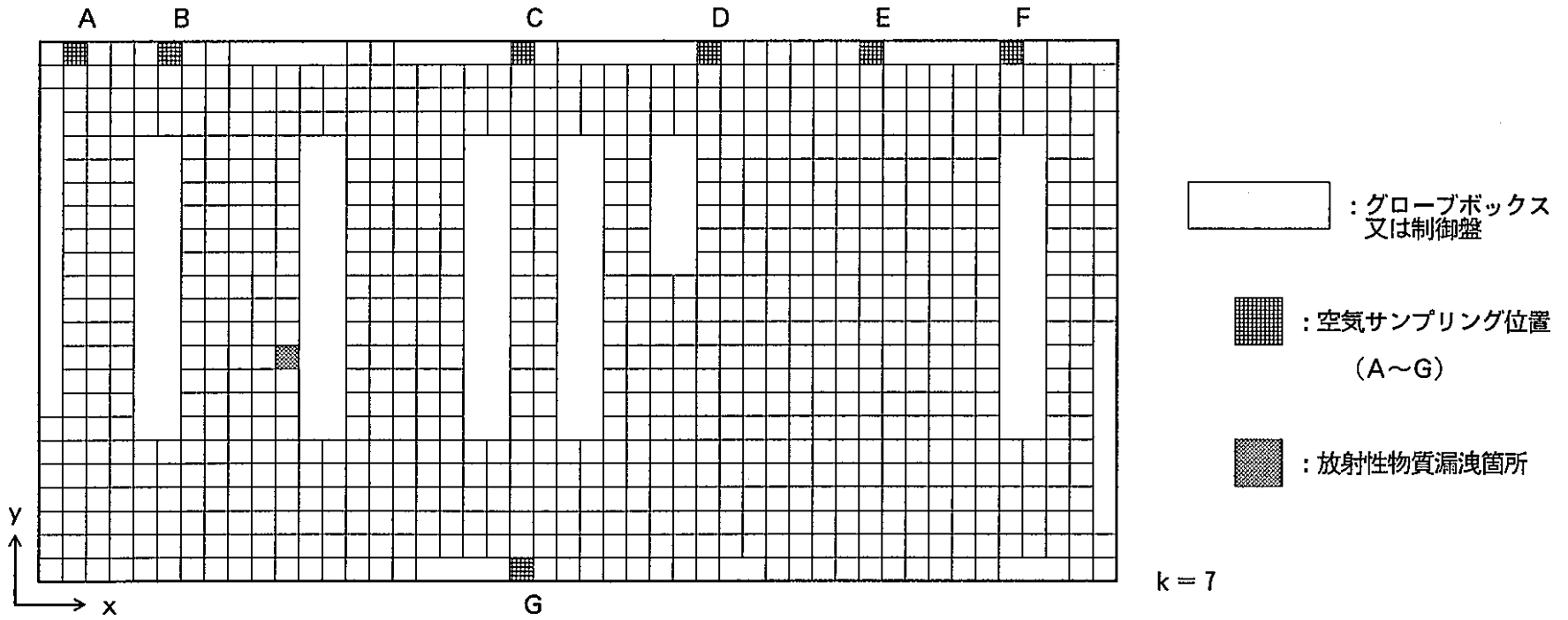


図3. 9 解析体系

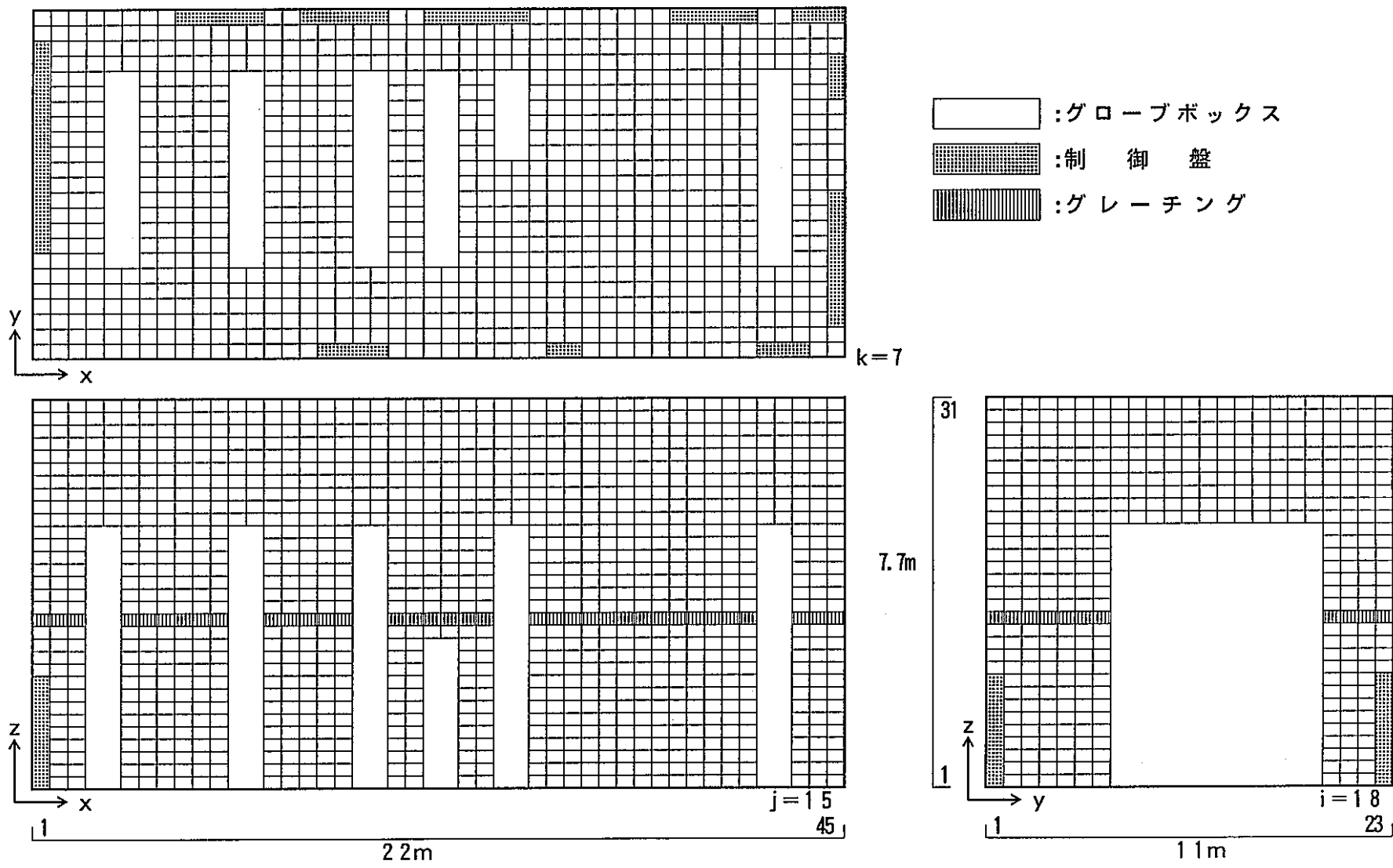


図 3. 1 0 メッシュ分割図

```

1: << 工程室定常計算入力データ >>
2:C*****
3:C**          ACCIDENT ANALYSIS IN GROVE BOX WITH GREACHINNG **
4:C****          HANDLING FBR FUEL PELLETT **
5:C*****
6:C*****          FOR MARICO BY AQUA VER. 2. 0 **
7:C*****
8:C**
9:C*****
10: 8GEOM      IGEOM= 0.
11:           MLI = 10000.
12:           NMI = 30000.
13:           NSURF = 239.
14:           ISYNCH = 3.
15:           IFITEN = 3.
16:           IFRES = 1.
17:           IMAX = 45. JMAX = 24. KMAX = 31.
18:           DX= 12*0.5, 5*0.45, 25*0.5, 3*0.41667.
19:           DY= 6*0.45833, 13*0.5, 5*0.4375.
20:           DZ= 30*0.25, 0.20.
21:           XNORML(1) = 0., 0., 0., 0., 0., 1., -1., 0., 0., 0., 0.,
22:           XNORML(12) = 24*-1., 24*1.,
23:           XNORML(60) = 24*-1., 24*1.,
24:           XNORML(108) = 24*-1., 24*1.,
25:           XNORML(156) = 18*-1., 18*1.,
26:           XNORML(192) = 24*-1., 24*1.,
27:           YNORML(1) = 0., 0., 0., 0., -1., 0., 0., 1., -1., 0., 0.,
28:           YNORML(12) = 228*0.,
29:           ZNORML(1) = -1., -1., -1., -1., 0., 0., 0., 0., 0., 1., -1.,
30:           ZNORML(12) = 228*0.,
31:           ITURKE= 0, IFPCG= 0, ICONCE=2.
32: 8END
33:REG 0.1      5 5 15 15 23 23 1
34:REG 0.1      18 18 15 15 23 23 2
35:REG 0.1      31 31 15 15 23 23 3
36:REG 0.1      41 41 15 15 23 23 4
37:REG -1.     13 13 24 24 15 18 5
38:REG -1.     32 32 24 24 15 18 5
39:REG -1.     1 1 1 23 1 31 6
40:REG -1.     6 6 13 13 1 20 6
41:REG -1.     13 13 13 13 1 20 6
42:REG -1.     20 20 13 13 1 20 6
43:REG -1.     24 24 7 19 1 11 6
44:REG -1.     28 28 13 13 11 20 6
45:REG -1.     43 43 13 13 1 20 6
46:REG -1.     13 13 24 24 15 18 6
47:REG -1.     32 32 24 24 15 18 6
48:REG -1.     3 3 13 13 1 20 7
49:REG -1.     10 10 13 13 1 20 7
50:REG -1.     17 17 13 13 1 20 7
51:REG -1.     21 21 7 19 1 11 7
52:REG -1.     25 25 13 13 11 20 7
53:REG -1.     40 40 13 13 1 20 7
54:REG -1.     45 45 1 23 1 31 7
55:REG -1.     13 13 24 24 15 18 7
56:REG -1.     32 32 24 24 15 18 7
57:REG -1.     1 45 1 1 1 31 8
58:REG -1.     4 5 20 20 1 20 8
59:REG -1.     11 12 20 20 1 20 8
60:REG -1.     18 19 20 20 1 20 8
61:REG -1.     22 23 20 20 1 11 8
62:REG -1.     26 27 20 20 1 20 8
63:REG -1.     41 42 20 20 1 20 8
64:REG -1.     4 5 6 6 1 20 9
65:REG -1.     11 12 6 6 1 20 9
66:REG -1.     18 19 6 6 1 20 9
67:REG -1.     22 23 6 6 1 11 9
68:REG -1.     26 27 13 13 1 10 9
69:REG -1.     26 27 6 6 11 20 9
70:REG -1.     41 42 6 6 1 20 9
71:REG -1.     1 45 23 23 1 14 9
72:REG -1.     1 12 23 23 15 18 9
73:REG -1.     14 31 23 23 15 18 9
74:REG -1.     33 45 23 23 15 18 9
75:REG -1.     1 45 23 23 19 31 9
76:REG -1.     1 45 1 6 1 1 10
77:REG -1.     1 3 7 19 1 1 10
78:REG -1.     6 10 7 19 1 1 10
79:REG -1.     13 17 7 19 1 1 10
80:REG -1.     20 21 7 19 1 1 10
81:REG -1.     24 40 7 13 1 1 10
82:REG -1.     24 25 14 19 1 1 10
83:REG -1.     28 40 14 19 1 1 10
84:REG -1.     43 45 7 19 1 1 10
85:REG -1.     1 45 20 23 1 1 10
86:REG -1.     4 5 7 19 21 21 10
87:REG -1.     11 12 7 19 21 21 10
88:REG -1.     18 19 7 19 21 21 10
89:REG -1.     22 23 7 19 12 12 10
90:REG -1.     26 27 7 19 21 21 10
91:REG -1.     41 42 7 19 21 21 10
92:REG -1.     13 13 24 24 15 15 10
93:REG -1.     32 32 24 24 15 15 10

```

図 3. 1 1 計算入力データ 1

94:REG -1.	5	5	15	15	24	24	10
95:REG -1.	18	18	15	15	24	24	10
96:REG -1.	31	31	15	15	24	24	10
97:REG -1.	41	41	15	15	24	24	10
98:REG -1.	1	45	1	23	31	31	11
99:REG -1.	26	27	7	13	10	10	11
100:REG -1.	13	13	24	24	18	18	11
101:REG -1.	32	32	24	24	18	18	11
102:REG -1.	3	3	7	8	1	5	12
103:REG -1.	3	3	9	10	1	5	13
104:REG -1.	3	3	11	12	1	5	14
105:REG -1.	3	3	14	15	1	5	15
106:REG -1.	3	3	16	17	1	5	16
107:REG -1.	3	3	18	19	1	5	17
108:REG -1.	3	3	7	8	6	10	18
109:REG -1.	3	3	9	10	6	10	19
110:REG -1.	3	3	11	12	6	10	20
111:REG -1.	3	3	14	15	6	10	21
112:REG -1.	3	3	16	17	6	10	22
113:REG -1.	3	3	18	19	6	10	23
114:REG -1.	3	3	7	8	11	15	24
115:REG -1.	3	3	9	10	11	15	25
116:REG -1.	3	3	11	12	11	15	26
117:REG -1.	3	3	14	15	11	15	27
118:REG -1.	3	3	16	17	11	15	28
119:REG -1.	3	3	18	19	11	15	29
120:REG -1.	3	3	7	8	16	20	30
121:REG -1.	3	3	9	10	16	20	31
122:REG -1.	3	3	11	12	16	20	32
123:REG -1.	3	3	14	15	16	20	33
124:REG -1.	3	3	16	17	16	20	34
125:REG -1.	3	3	18	19	16	20	35
126:REG -1.	6	6	7	8	1	5	36
127:REG -1.	6	6	9	10	1	5	37
128:REG -1.	6	6	11	12	1	5	38
129:REG -1.	6	6	14	15	1	5	39
130:REG -1.	6	6	16	17	1	5	40
131:REG -1.	6	6	18	19	1	5	41
132:REG -1.	6	6	7	8	6	10	42
133:REG -1.	6	6	9	10	6	10	43
134:REG -1.	6	6	11	12	6	10	44
135:REG -1.	6	6	14	15	6	10	45
136:REG -1.	6	6	16	17	6	10	46
137:REG -1.	6	6	18	19	6	10	47
138:REG -1.	6	6	7	8	11	15	48
139:REG -1.	6	6	9	10	11	15	49
140:REG -1.	6	6	11	12	11	15	50
141:REG -1.	6	6	14	15	11	15	51
142:REG -1.	6	6	16	17	11	15	52
143:REG -1.	6	6	18	19	11	15	53
144:REG -1.	6	6	7	8	16	20	54
145:REG -1.	6	6	9	10	16	20	55
146:REG -1.	6	6	11	12	16	20	56
147:REG -1.	6	6	14	15	16	20	57
148:REG -1.	6	6	16	17	16	20	58
149:REG -1.	6	6	18	19	16	20	59
150:REG -1.	10	10	7	8	1	5	60
151:REG -1.	10	10	9	10	1	5	61
152:REG -1.	10	10	11	12	1	5	62
153:REG -1.	10	10	14	15	1	5	63
154:REG -1.	10	10	16	17	1	5	64
155:REG -1.	10	10	18	19	1	5	65
156:REG -1.	10	10	7	8	6	10	66
157:REG -1.	10	10	9	10	6	10	67
158:REG -1.	10	10	11	12	6	10	68
159:REG -1.	10	10	14	15	6	10	69
160:REG -1.	10	10	16	17	6	10	70
161:REG -1.	10	10	18	19	6	10	71
162:REG -1.	10	10	7	8	11	15	72
163:REG -1.	10	10	9	10	11	15	73
164:REG -1.	10	10	11	12	11	15	74
165:REG -1.	10	10	14	15	11	15	75
166:REG -1.	10	10	16	17	11	15	76
167:REG -1.	10	10	18	19	11	15	77
168:REG -1.	10	10	7	8	16	20	78
169:REG -1.	10	10	9	10	16	20	79
170:REG -1.	10	10	11	12	16	20	80
171:REG -1.	10	10	14	15	16	20	81
172:REG -1.	10	10	16	17	16	20	82
173:REG -1.	10	10	18	19	16	20	83
174:REG -1.	13	13	7	8	1	5	84
175:REG -1.	13	13	9	10	1	5	85
176:REG -1.	13	13	11	12	1	5	86
177:REG -1.	13	13	14	15	1	5	87
178:REG -1.	13	13	16	17	1	5	88
179:REG -1.	13	13	18	19	1	5	89
180:REG -1.	13	13	7	8	6	10	90
181:REG -1.	13	13	9	10	6	10	91
182:REG -1.	13	13	11	12	6	10	92
183:REG -1.	13	13	14	15	6	10	93
184:REG -1.	13	13	16	17	6	10	94
185:REG -1.	13	13	18	19	6	10	95
186:REG -1.	13	13	7	8	11	15	96

図3. 11 計算入力データ1

187:REG -1.	13	13	9	10	11	15	97
188:REG -1.	13	13	11	12	11	15	98
189:REG -1.	13	13	14	15	11	15	99
190:REG -1.	13	13	16	17	11	15	100
191:REG -1.	13	13	18	19	11	15	101
192:REG -1.	13	13	7	8	16	20	102
193:REG -1.	13	13	9	10	16	20	103
194:REG -1.	13	13	11	12	16	20	104
195:REG -1.	13	13	14	15	16	20	105
196:REG -1.	13	13	16	17	16	20	106
197:REG -1.	13	13	18	19	16	20	107
198:REG -1.	17	17	7	8	1	5	108
199:REG -1.	17	17	9	10	1	5	109
200:REG -1.	17	17	11	12	1	5	110
201:REG -1.	17	17	14	15	1	5	111
202:REG -1.	17	17	16	17	1	5	112
203:REG -1.	17	17	18	19	1	5	113
204:REG -1.	17	17	7	8	6	10	114
205:REG -1.	17	17	9	10	6	10	115
206:REG -1.	17	17	11	12	6	10	116
207:REG -1.	17	17	14	15	6	10	117
208:REG -1.	17	17	16	17	6	10	118
209:REG -1.	17	17	18	19	6	10	119
210:REG -1.	17	17	7	8	11	15	120
211:REG -1.	17	17	9	10	11	15	121
212:REG -1.	17	17	11	12	11	15	122
213:REG -1.	17	17	14	15	11	15	123
214:REG -1.	17	17	16	17	11	15	124
215:REG -1.	17	17	18	19	11	15	125
216:REG -1.	17	17	7	8	16	20	126
217:REG -1.	17	17	9	10	16	20	127
218:REG -1.	17	17	11	12	16	20	128
219:REG -1.	17	17	14	15	16	20	129
220:REG -1.	17	17	16	17	16	20	130
221:REG -1.	17	17	18	19	16	20	131
222:REG -1.	20	20	7	8	1	5	132
223:REG -1.	20	20	9	10	1	5	133
224:REG -1.	20	20	11	12	1	5	134
225:REG -1.	20	20	14	15	1	5	135
226:REG -1.	20	20	16	17	1	5	136
227:REG -1.	20	20	18	19	1	5	137
228:REG -1.	20	20	7	8	6	10	138
229:REG -1.	20	20	9	10	6	10	139
230:REG -1.	20	20	11	12	6	10	140
231:REG -1.	20	20	14	15	6	10	141
232:REG -1.	20	20	16	17	6	10	142
233:REG -1.	20	20	18	19	6	10	143
234:REG -1.	20	20	7	8	11	15	144
235:REG -1.	20	20	9	10	11	15	145
236:REG -1.	20	20	11	12	11	15	146
237:REG -1.	20	20	14	15	11	15	147
238:REG -1.	20	20	16	17	11	15	148
239:REG -1.	20	20	18	19	11	15	149
240:REG -1.	20	20	7	8	16	20	150
241:REG -1.	20	20	9	10	16	20	151
242:REG -1.	20	20	11	12	16	20	152
243:REG -1.	20	20	14	15	16	20	153
244:REG -1.	20	20	16	17	16	20	154
245:REG -1.	20	20	18	19	16	20	155
246:REG -1.	25	25	14	15	1	5	156
247:REG -1.	25	25	16	17	1	5	157
248:REG -1.	25	25	18	19	1	5	158
249:REG -1.	25	25	14	15	6	10	159
250:REG -1.	25	25	16	17	6	10	160
251:REG -1.	25	25	18	19	6	10	161
252:REG -1.	25	25	7	8	11	15	162
253:REG -1.	25	25	9	10	11	15	163
254:REG -1.	25	25	11	12	11	15	164
255:REG -1.	25	25	14	15	11	15	165
256:REG -1.	25	25	16	17	11	15	166
257:REG -1.	25	25	18	19	11	15	167
258:REG -1.	25	25	7	8	16	20	168
259:REG -1.	25	25	9	10	16	20	169
260:REG -1.	25	25	11	12	16	20	170
261:REG -1.	25	25	14	15	16	20	171
262:REG -1.	25	25	16	17	16	20	172
263:REG -1.	25	25	18	19	16	20	173
264:REG -1.	28	28	14	15	1	5	174
265:REG -1.	28	28	16	17	1	5	175
266:REG -1.	28	28	18	19	1	5	176
267:REG -1.	28	28	14	15	6	10	177
268:REG -1.	28	28	16	17	6	10	178
269:REG -1.	28	28	18	19	6	10	179
270:REG -1.	28	28	7	8	11	15	180
271:REG -1.	28	28	9	10	11	15	181
272:REG -1.	28	28	11	12	11	15	182
273:REG -1.	28	28	14	15	11	15	183
274:REG -1.	28	28	16	17	11	15	184
275:REG -1.	28	28	18	19	11	15	185
276:REG -1.	28	28	7	8	16	20	186
277:REG -1.	28	28	9	10	16	20	187
278:REG -1.	28	28	11	12	16	20	188
279:REG -1.	28	28	14	15	16	20	189

図3. 1.1 計算入力データ1

```

280:REG -1.      28 28 16 17 16 20 190
281:REG -1.      28 28 18 19 16 20 191
282:REG -1.      40 40 7 8 1 5 192
283:REG -1.      40 40 9 10 1 5 193
284:REG -1.      40 40 11 12 1 5 194
285:REG -1.      40 40 14 15 1 5 195
286:REG -1.      40 40 16 17 1 5 196
287:REG -1.      40 40 18 19 1 5 197
288:REG -1.      40 40 7 8 6 10 198
289:REG -1.      40 40 9 10 6 10 199
290:REG -1.      40 40 11 12 6 10 200
291:REG -1.      40 40 14 15 6 10 201
292:REG -1.      40 40 16 17 6 10 202
293:REG -1.      40 40 18 19 6 10 203
294:REG -1.      40 40 7 8 11 15 204
295:REG -1.      40 40 9 10 11 15 205
296:REG -1.      40 40 11 12 11 15 206
297:REG -1.      40 40 14 15 11 15 207
298:REG -1.      40 40 16 17 11 15 208
299:REG -1.      40 40 18 19 11 15 209
300:REG -1.      40 40 7 8 16 20 210
301:REG -1.      40 40 9 10 16 20 211
302:REG -1.      40 40 11 12 16 20 212
303:REG -1.      40 40 14 15 16 20 213
304:REG -1.      40 40 16 17 16 20 214
305:REG -1.      40 40 18 19 16 20 215
306:REG -1.      43 43 7 8 1 5 216
307:REG -1.      43 43 9 10 1 5 217
308:REG -1.      43 43 11 12 1 5 218
309:REG -1.      43 43 14 15 1 5 219
310:REG -1.      43 43 16 17 1 5 220
311:REG -1.      43 43 18 19 1 5 221
312:REG -1.      43 43 7 8 6 10 222
313:REG -1.      43 43 9 10 6 10 223
314:REG -1.      43 43 11 12 6 10 224
315:REG -1.      43 43 14 15 6 10 225
316:REG -1.      43 43 16 17 6 10 226
317:REG -1.      43 43 18 19 6 10 227
318:REG -1.      43 43 7 8 11 15 228
319:REG -1.      43 43 9 10 11 15 229
320:REG -1.      43 43 11 12 11 15 230
321:REG -1.      43 43 14 15 11 15 231
322:REG -1.      43 43 16 17 11 15 232
323:REG -1.      43 43 18 19 11 15 233
324:REG -1.      43 43 7 8 16 20 234
325:REG -1.      43 43 9 10 16 20 235
326:REG -1.      43 43 11 12 16 20 236
327:REG -1.      43 43 14 15 16 20 237
328:REG -1.      43 43 16 17 16 20 238
329:REG -1.      43 43 18 19 16 20 239
330:END
331: &DATA IFENER= 0. NTHCON=-1. NTMAX=99999.
332: ISTATE= 0.
333: IT(1)=1. IT(2)=1.
334: ITMAXP=200.
335: LASTDT=99999. LASTIT=99999.
336: IDTIME= 0. ROTIME= 0.3.
337: IDISP= 0. NTSWRY= 1.
338: TREST= 180.0.
339: IFPROP= 1.
340: FCOH= 0.27697E+6.
341: FC1H= 1014.
342: FCOHO= 1.166.
343: FC1RO= -0.00248.
344: FCOK= 0.07627.
345: FC1K= 0.0.
346: FCOMU= 1.819E-5.
347: FC1MU= 0.0.
348: FCTLO= 20.0.
349: FCTHI= 50.0.
350: DT(1)= 0.05. 0.05.
351: DT(2)= 1.0.
352: KFLOW= 1.1. 1.1. -5.234+1.
353: KTEMP= 239+400.
354: KCONCE= 239+0.
355: TEMPO= 20.
356: GRAVZ= -9.806.
357: CONCO= 1.0E-6.
358: VELOC( 1)= 2.0833. VELOC( 2)= 2.0833.
359: VELOC( 3)= 2.0833. VELOC( 4)= 2.0833. CONC= 239+1.0E-5.
360: CONC(19)= 1000. CONC(22)= 1000. CONC(43)= 1000.
361: CONC(46)= 1000. CONC(67)= 1000. CONC(70)= 1000.
362: CONC(91)= 1000. CONC(94)= 1000. CONC(115)= 1000.
363: CONC(118)= 1000. CONC(139)= 1000. CONC(142)= 1000.
364: CONC(160)= 1000. CONC(178)= 1000. CONC(199)= 1000.
365: CONC(202)= 1000. CONC(223)= 1000. CONC(225)= 1000.
366: DIFFC= 1.0E-10.
367: NTFPRN= -9999.
368: NTFLOT= -9999.
369: NTFPR = 013007. 023007. 033007. 233007.
370: 013011. 023011. 013013. 023013.
371: 012015. 032015. 012003. 032003.
372: 3END

```

図3. 11 計算入力データ1

373: 2TURB 2END							
374:END							
375:ALX 0.0	1	45	1	24	13	13	
376:ALY 0.0	1	45	1	24	13	13	
377:ALX 0.0	15	15	1	1	1	8	:1
378:ALX 0.0	19	19	1	1	1	8	
379:ALY 0.0	16	19	1	1	1	8	
380:ALZ 0.0	16	19	1	1	1	8	
381:ALX 0.0	28	28	1	1	1	8	:2
382:ALX 0.0	30	30	1	1	1	8	
383:ALY 0.0	29	30	1	1	1	8	
384:ALZ 0.0	29	30	1	1	1	8	
385:ALX 0.0	40	40	1	1	1	8	:3
386:ALX 0.0	43	43	1	1	1	8	
387:ALY 0.0	41	43	1	1	1	8	
388:ALZ 0.0	41	43	1	1	1	8	
389:ALX 0.0	44	44	3	11	1	8	:4
390:ALY 0.0	45	45	2	2	1	8	
391:ALY 0.0	45	45	11	11	1	8	
392:ALZ 0.0	45	45	3	11	8	8	
393:ALX 0.0	1	1	1	8	21	1	:5
394:ALY 0.0	1	1	7	7	1	8	
395:ALY 0.0	1	1	21	21	1	8	
396:ALZ 0.0	1	1	8	21	8	8	:6
397:ALX 0.0	44	44	18	20	1	8	
398:ALY 0.0	45	45	17	17	1	8	
399:ALY 0.0	45	45	20	20	1	8	
400:ALZ 0.0	45	45	18	20	8	8	
401:ALX 0.0	7	7	23	23	1	8	:7
402:ALX 0.0	12	12	23	23	1	8	
403:ALY 0.0	8	12	22	22	1	8	
404:ALZ 0.0	8	12	23	23	8	8	
405:ALX 0.0	14	14	23	23	1	8	:8
406:ALX 0.0	19	19	23	23	1	8	
407:ALY 0.0	15	19	22	22	1	8	
408:ALZ 0.0	15	19	23	23	8	8	
409:ALX 0.0	21	21	23	23	1	8	:9
410:ALX 0.0	27	27	23	23	1	8	
411:ALY 0.0	22	27	22	22	1	8	
412:ALZ 0.0	22	27	23	23	8	8	:10
413:ALX 0.0	35	35	23	23	1	8	
414:ALX 0.0	40	40	23	23	1	8	
415:ALY 0.0	36	40	22	22	1	8	
416:ALZ 0.0	36	40	23	23	8	8	
417:ALX 0.0	42	42	23	23	1	8	:11
418:ALY 0.0	43	45	22	22	1	8	
419:ALZ 0.0	43	45	23	23	8	8	
420:END							

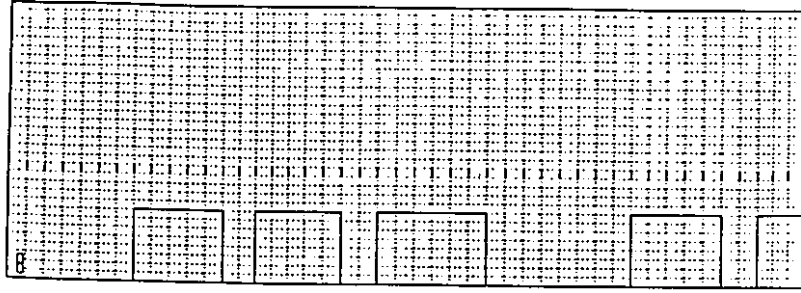
図3. 11 計算入力データ1

```

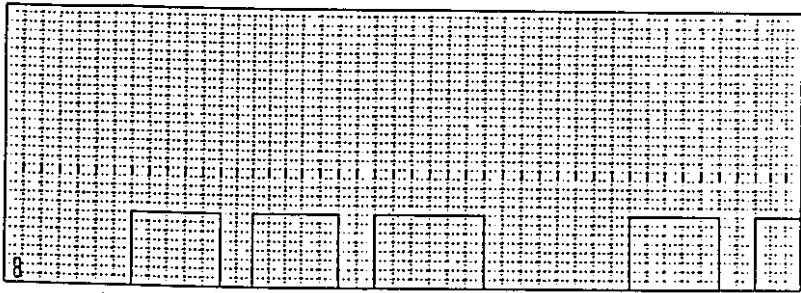
1: << 工程変遷流計算入力データ >>
2: -----
3: CASE-3
4: POS P3
5: TRANSIENT
6: -----
7: &GEOM IFRES=3. ICONCE=1.
8: &END
9: &DATA IDTIME=0. TSTART=0.0.
10: ISTATE=2. TIMAX=600.
11: DT=0.1. I. 0. LASTDT=20.
12: NTMAX=150. NTSNRY=1.
13: IT=99.99.
14: KFLOW(67)= 102.
15: KCONCE(67)= 101.
16: VELOC(67)=0.01.
17: CONC(67)=1000.
18: TVAL=0.0. 1.0. 1.0. 2.0. 2.0. 5.0. 5.0. 10.0. 10.0. 600.0.
19: 600.0. 1000.0.
20: 0.0. 1.0. 1.0. 2.0. 2.0. 5.0. 5.0. 10.0. 10.0. 600.0.
21: 600.0. 1000.0.
22: FVAL=1.0. 11*1.E-6. 1.0. 11*1.E-6.
23: NEND=12. 12.
24: NTPLOT= 10. 20. 30. 50. 70. 90. 110. 130. 150.
25: 170. 190. 210. 230. 250. 270. 290. 310. 330. 350.
26: NTPRNT= 10. 20. 30. 50. 70. 110. 150.
27: NTHPR =013007. 023007. 033007. 233007.
28: 012023. 022023. 032023. 232023.
29: &END
30: &TURB &END
31: END
32: END

```

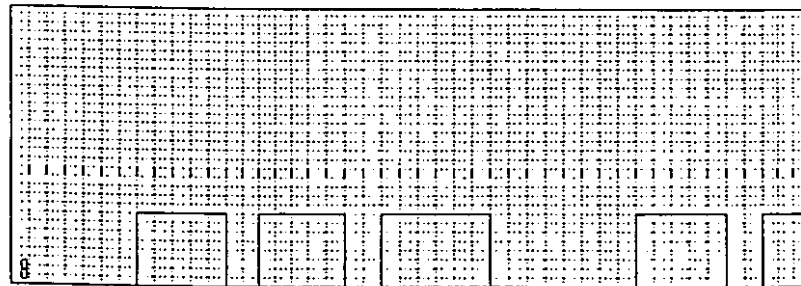
図 3. 1 2 計算入力データ 2



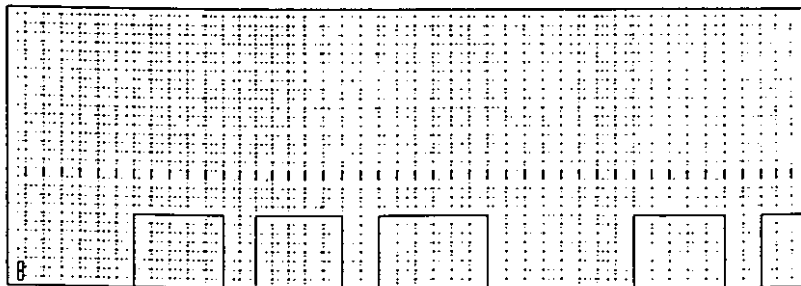
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0. 3 1 μm (重力沈降速度： 4. 5 $\times 10^{-6}$ m/s)

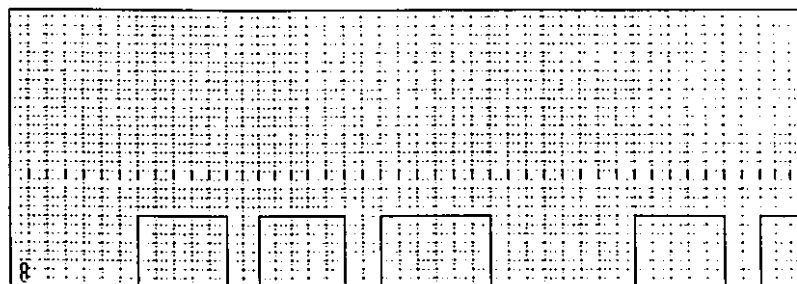


粒径： 1. 0 μm (重力沈降速度： 3. 5 $\times 10^{-5}$ m/s)

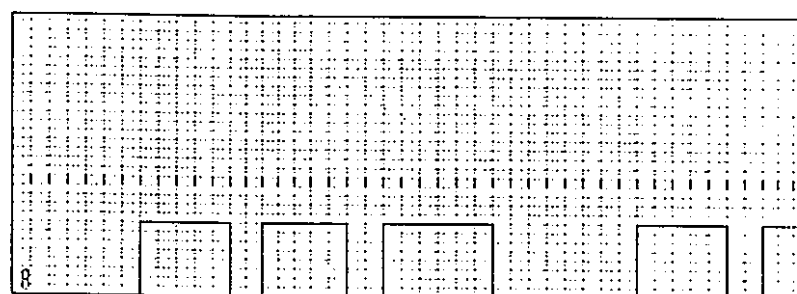


粒径： 1 0. 0 μm (重力沈降速度： 3. 0 $\times 10^{-3}$ m/s)

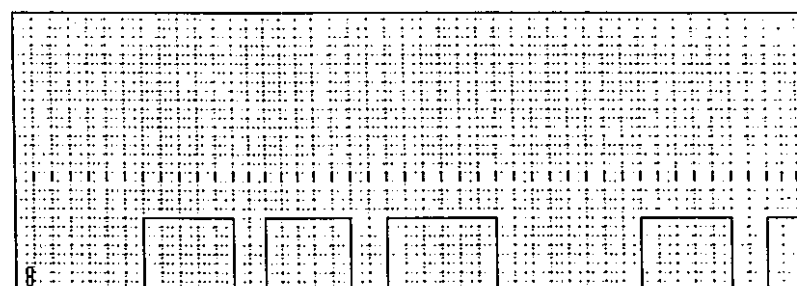
図 3. 1 3 漏洩後の濃度分布 (断面： J = 2 3, 時刻： 0 秒)



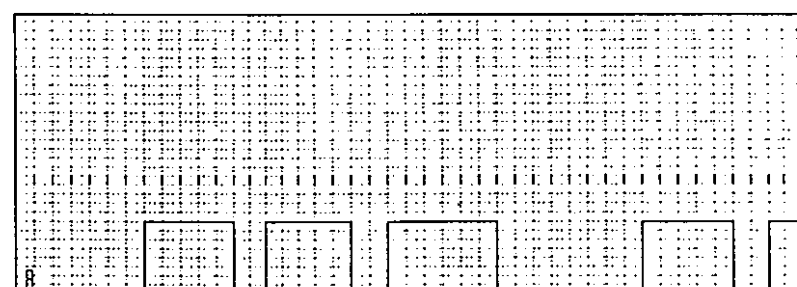
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： 4.5×10^{-6} m/s)

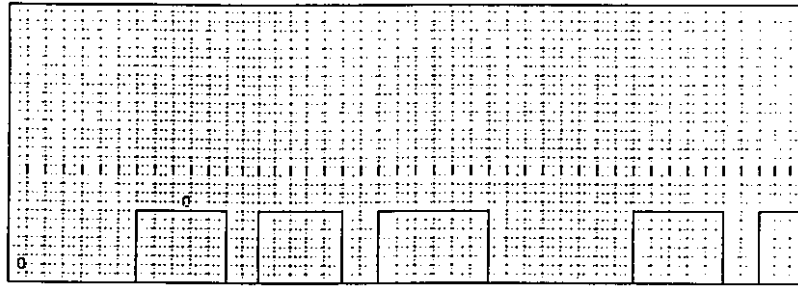


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： 3.5×10^{-5} m/s)

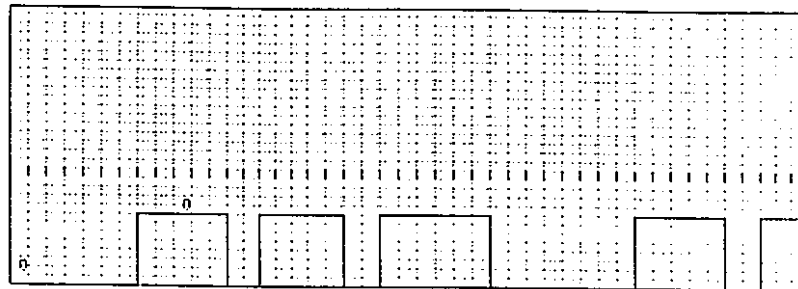


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： 3.0×10^{-3} m/s)

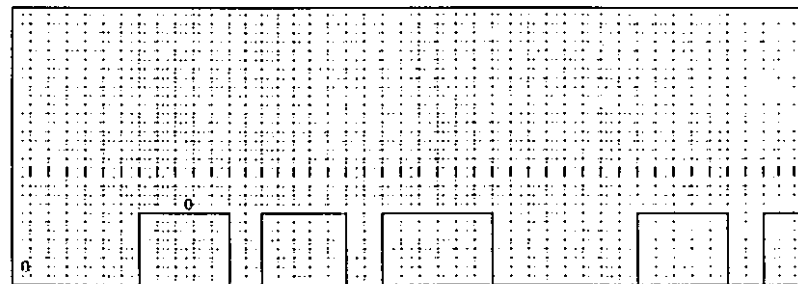
図3.13 漏洩後の濃度分布 (断面：J=23, 時刻：1.0秒)



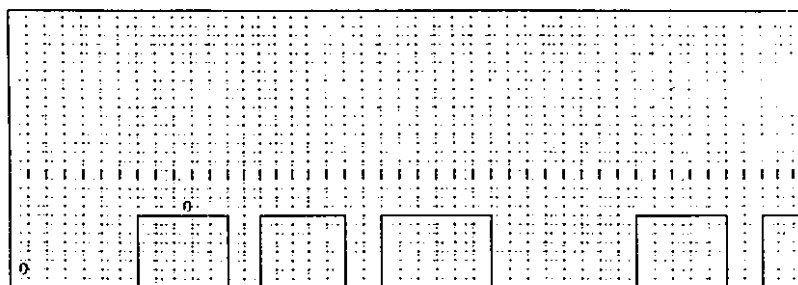
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

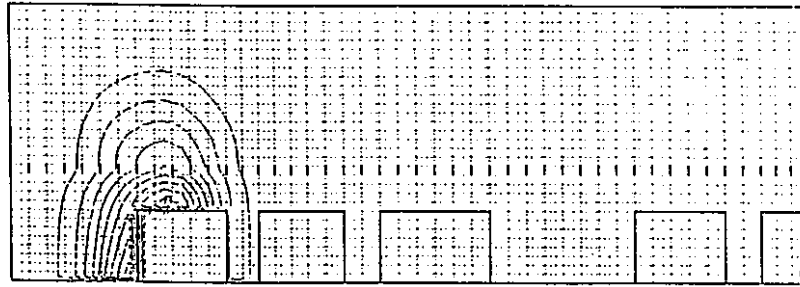


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)

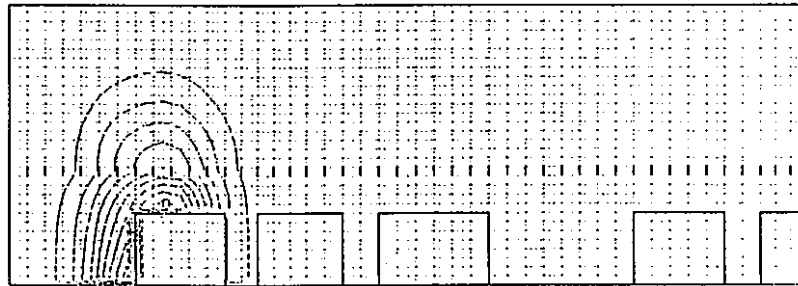


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

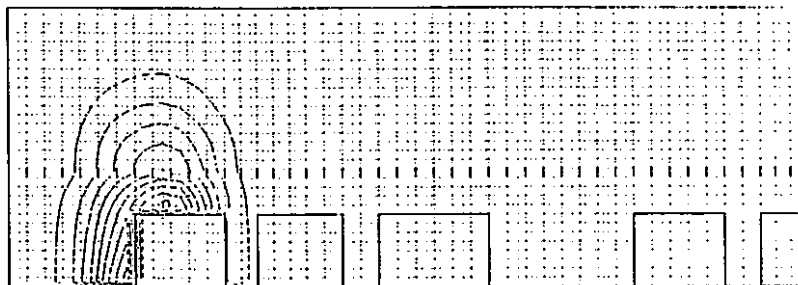
図3.13 漏洩後の濃度分布 (断面：J=23, 時刻：2.0秒)



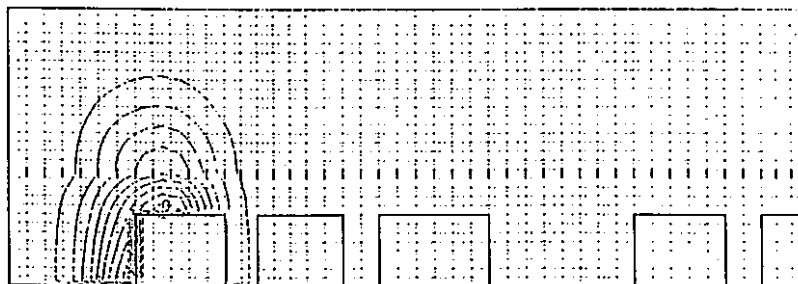
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： 4.5×10^{-6} m/s)

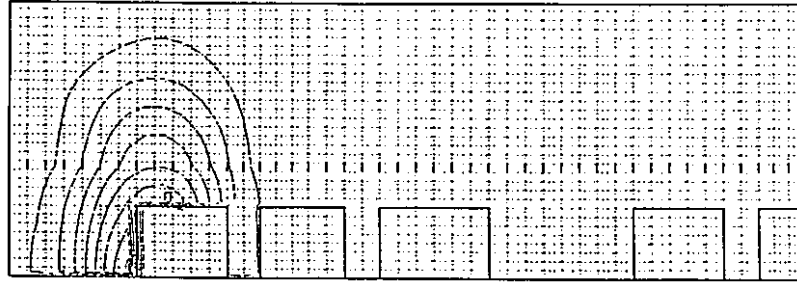


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： 3.5×10^{-5} m/s)

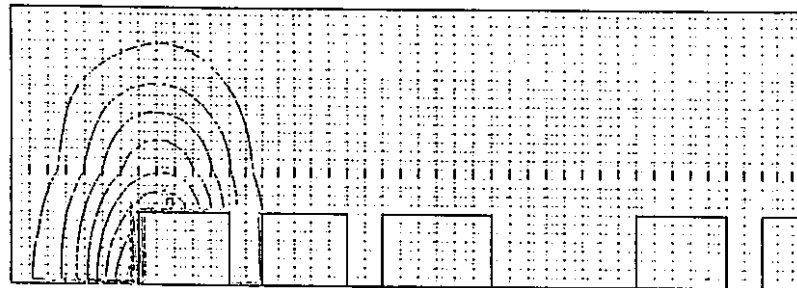


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： 3.0×10^{-3} m/s)

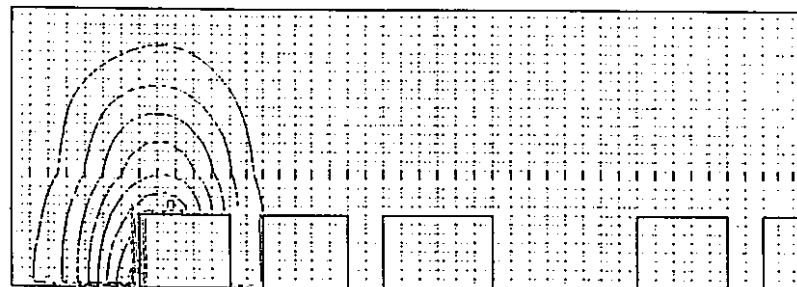
図3.13 漏洩後の濃度分布 (断面： J = 23, 時刻： 12秒)



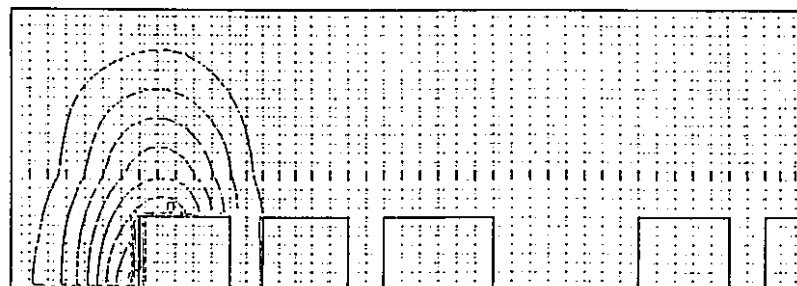
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： 4.5×10^{-6} m/s)

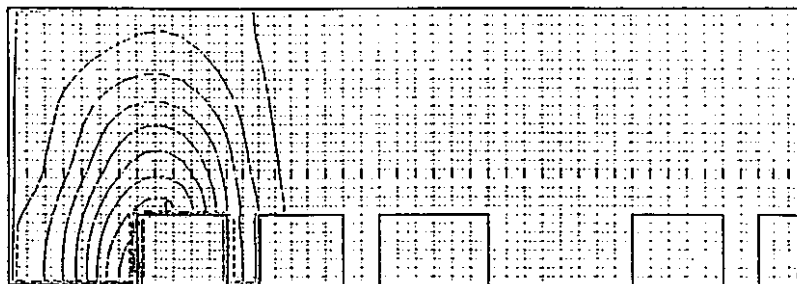


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： 3.5×10^{-5} m/s)

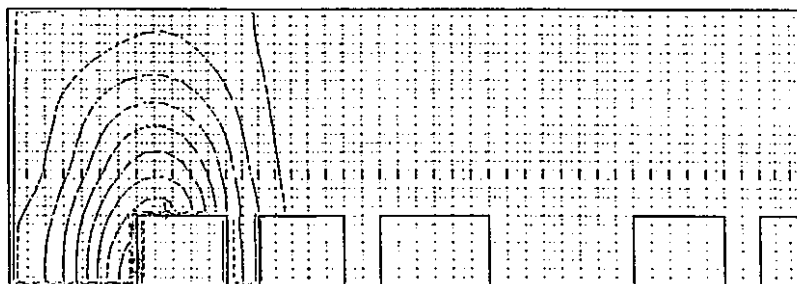


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： 3.0×10^{-3} m/s)

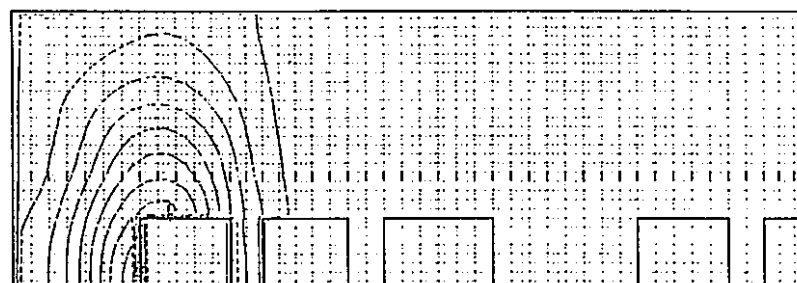
図3.13 漏洩後の濃度分布 (断面： J = 23, 時刻： 32秒)



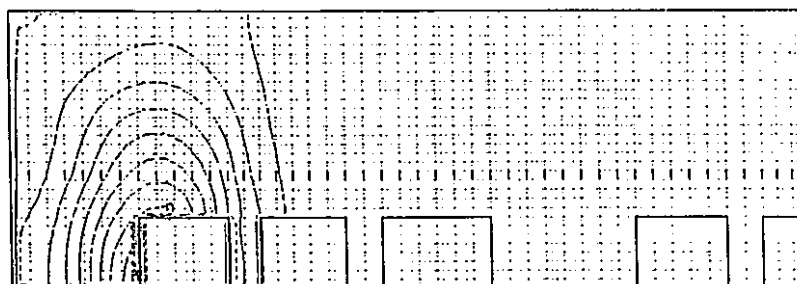
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： 4.5×10^{-6} m/s)

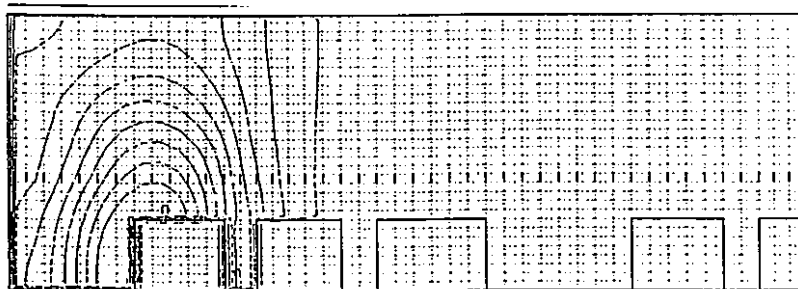


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： 3.5×10^{-5} m/s)

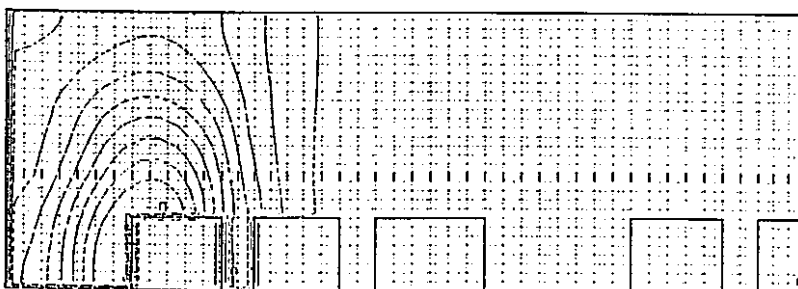


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： 3.0×10^{-3} m/s)

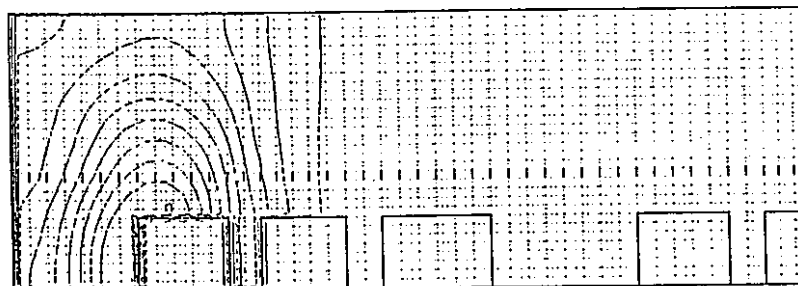
図3. 13 漏洩後の濃度分布 (断面： J = 23, 時刻： 52秒)



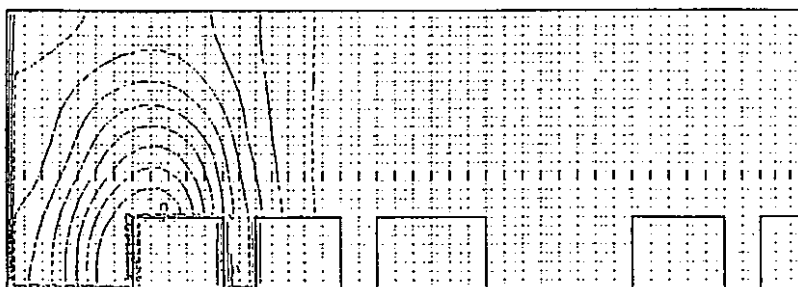
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： 4.5×10^{-6} m/s)

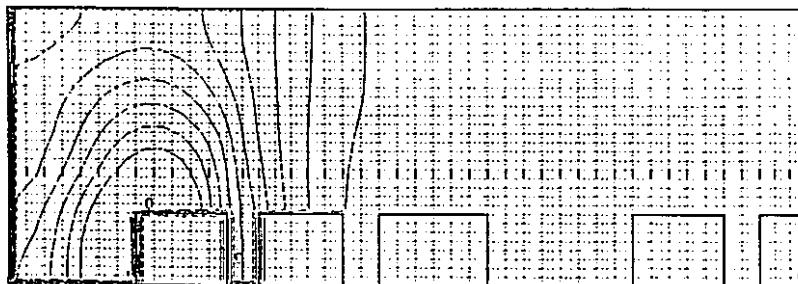


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： 3.5×10^{-5} m/s)

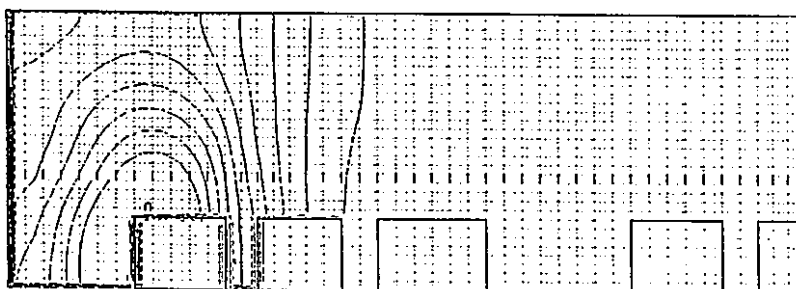


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： 3.0×10^{-3} m/s)

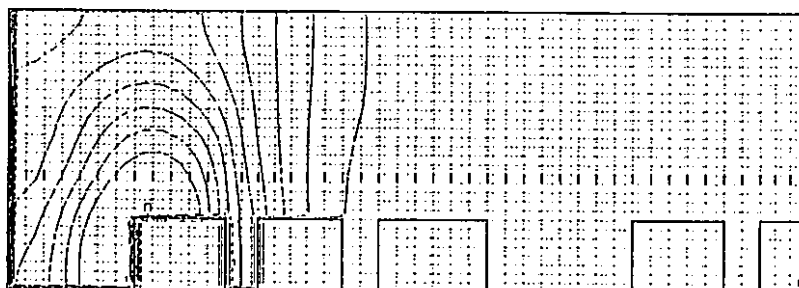
図3.13 漏洩後の濃度分布 (断面： J = 23, 時刻： 72秒)



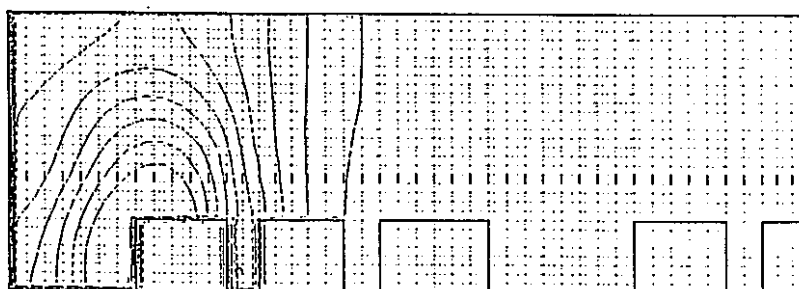
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： 4.5×10^{-6} m/s)

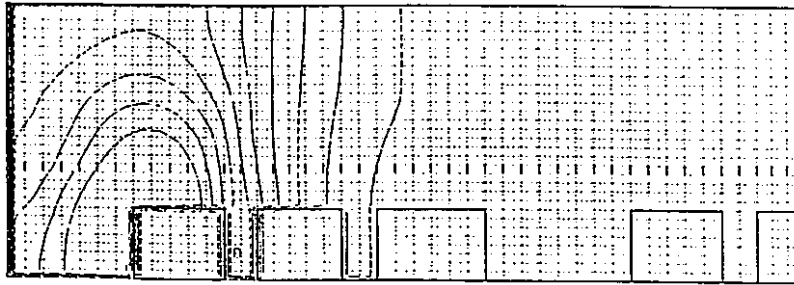


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： 3.5×10^{-5} m/s)

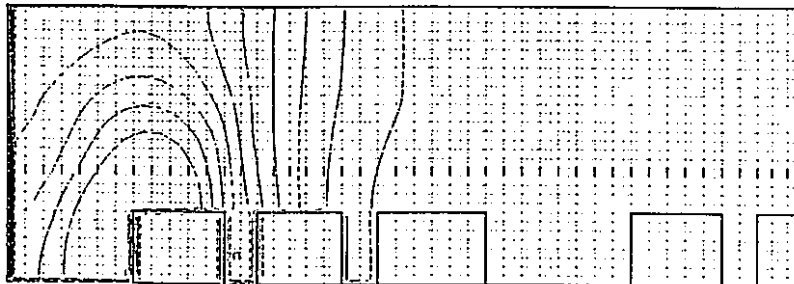


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： 3.0×10^{-3} m/s)

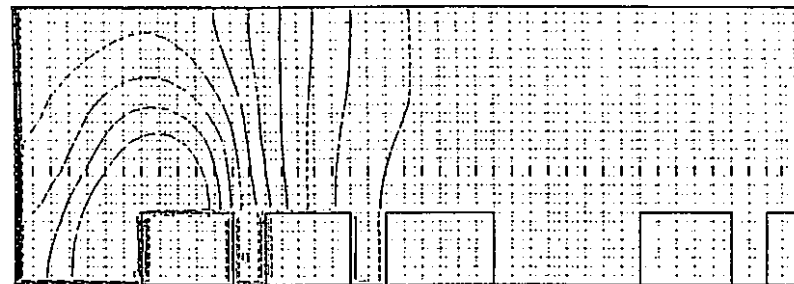
図 3. 13 漏洩後の濃度分布 (断面： J = 23, 時刻： 92秒)



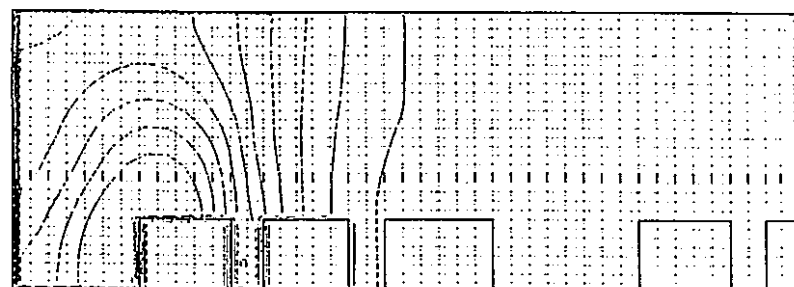
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： 4.5×10^{-6} m/s)

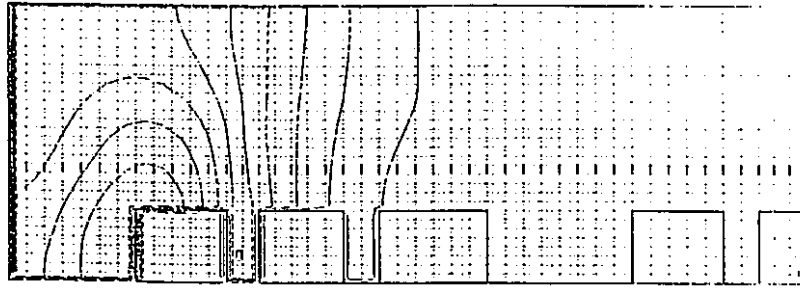


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： 3.5×10^{-5} m/s)

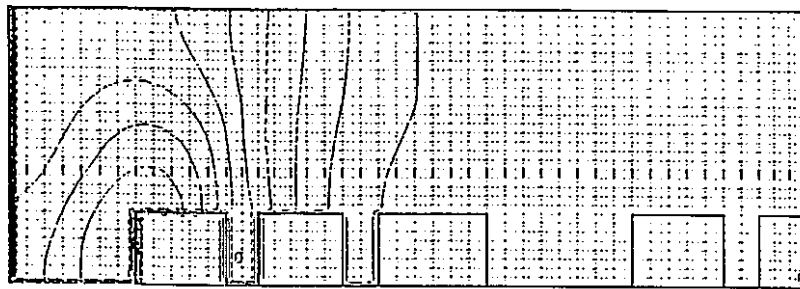


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： 3.0×10^{-3} m/s)

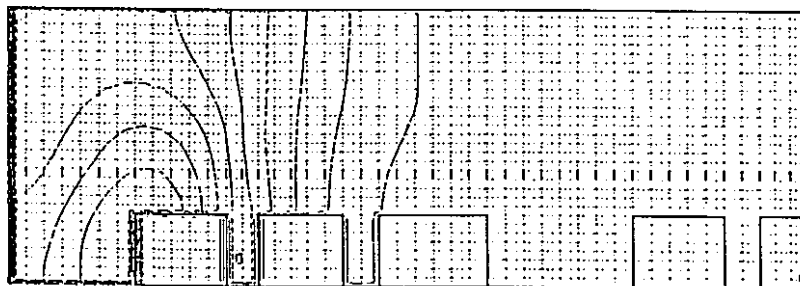
図3. 13 漏洩後の濃度分布 (断面： J = 2.3, 時刻： 112秒)



粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： 4.5×10^{-6} m/s)

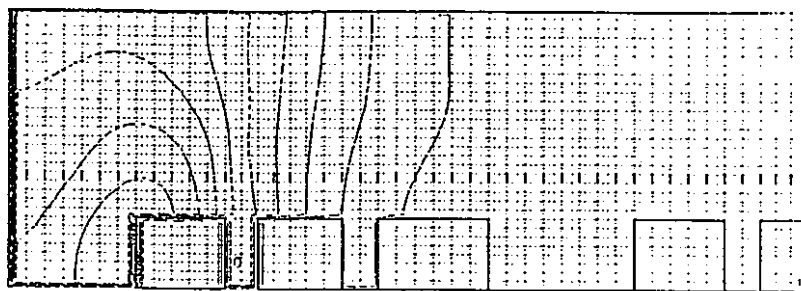


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： 3.5×10^{-5} m/s)

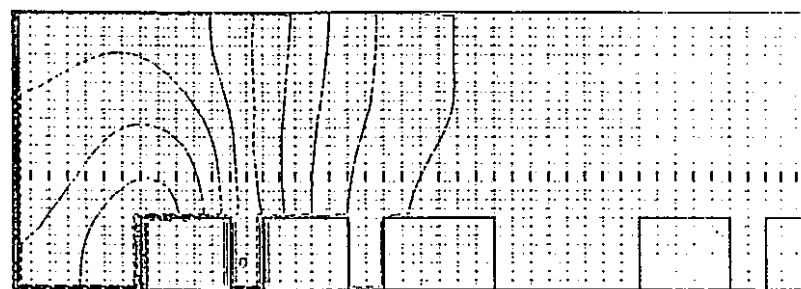


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： 3.0×10^{-3} m/s)

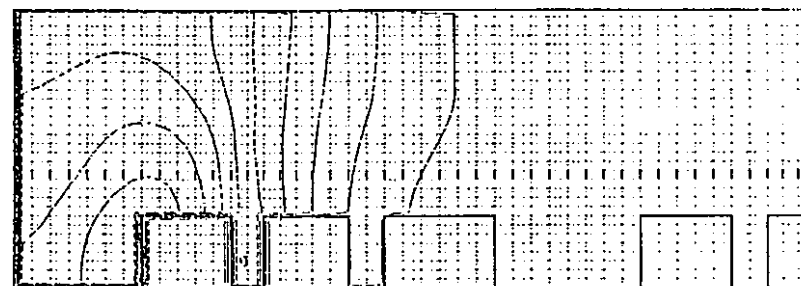
図3.13 漏洩後の濃度分布 (断面：J=23, 時刻：132秒)



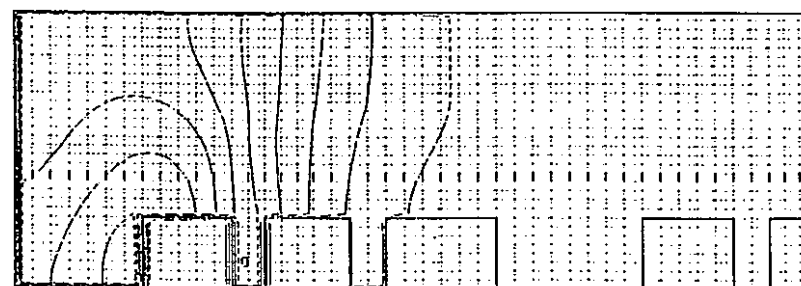
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

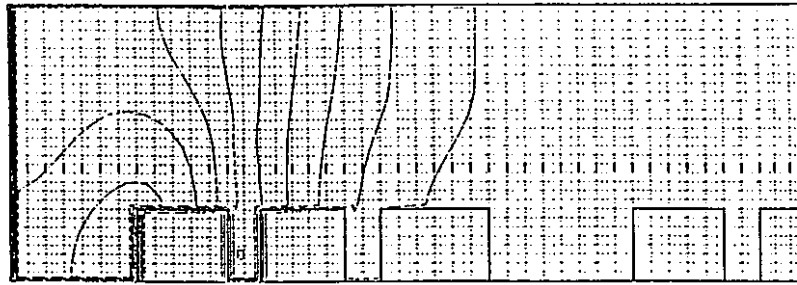


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)

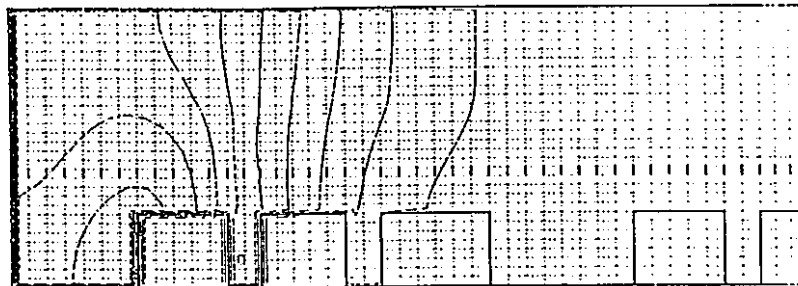


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

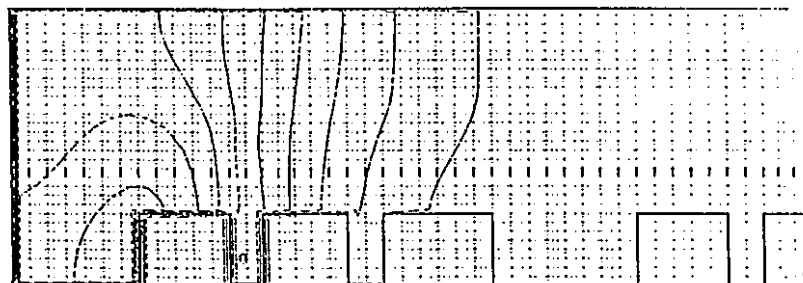
図3. 13 漏洩後の濃度分布 (断面： J = 23, 時刻： 152秒)



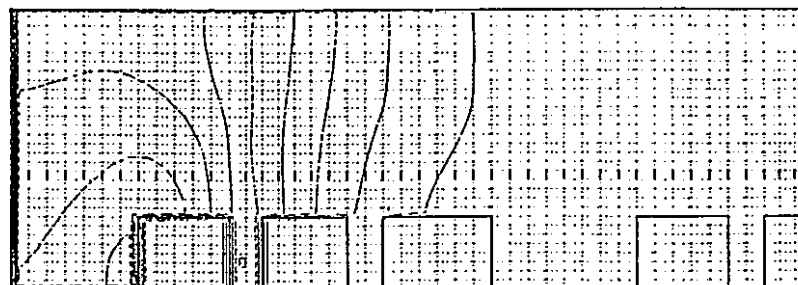
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： 4.5×10^{-6} m/s)

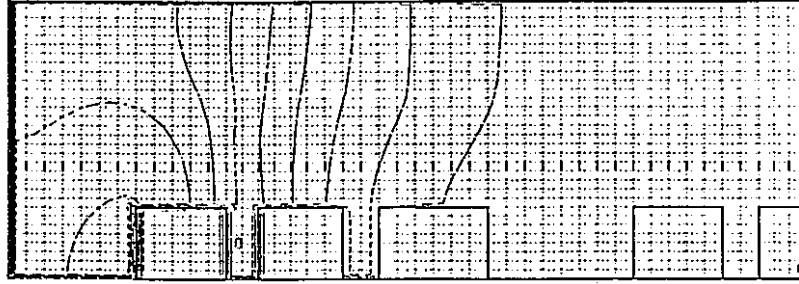


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： 3.5×10^{-5} m/s)

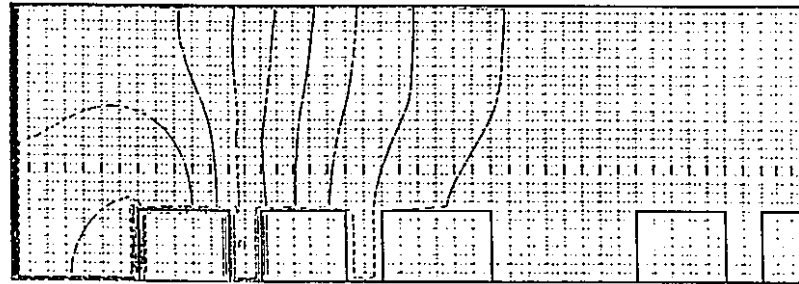


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： 3.0×10^{-3} m/s)

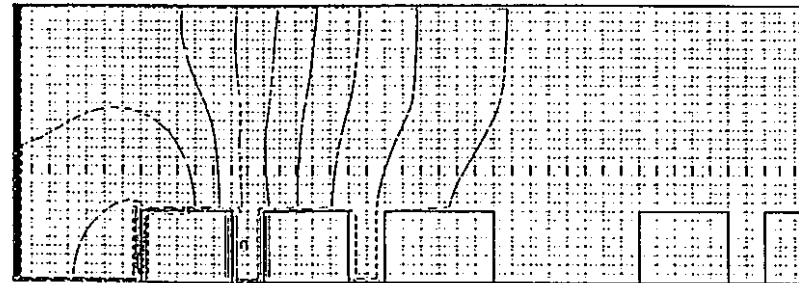
図3.13 漏洩後の濃度分布 (断面：J=23, 時刻：172秒)



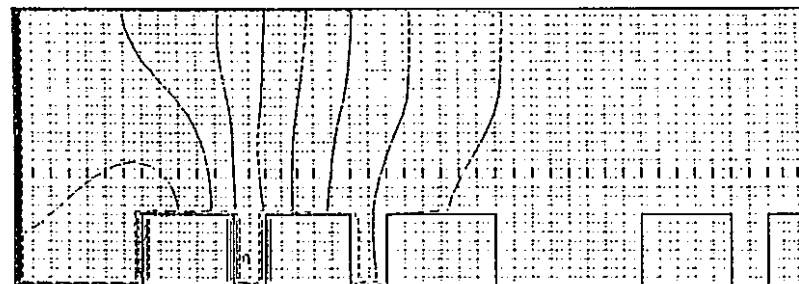
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

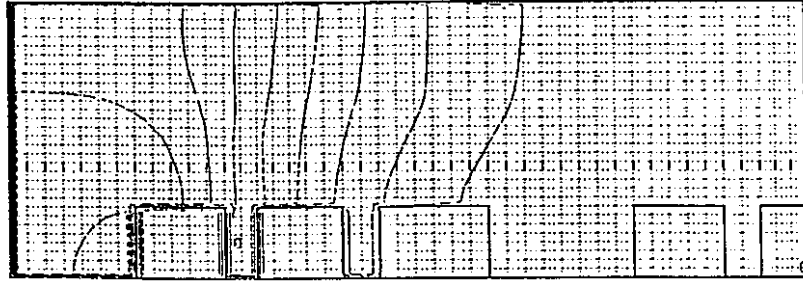


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)

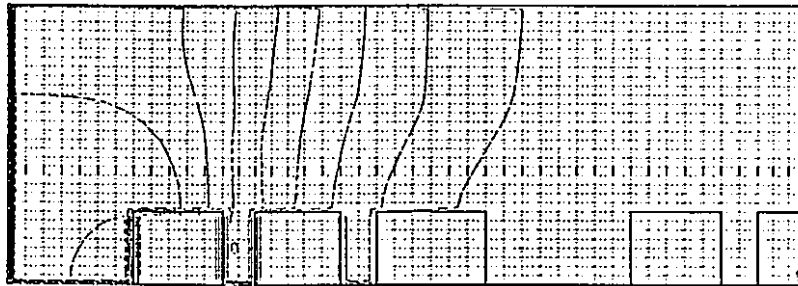


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

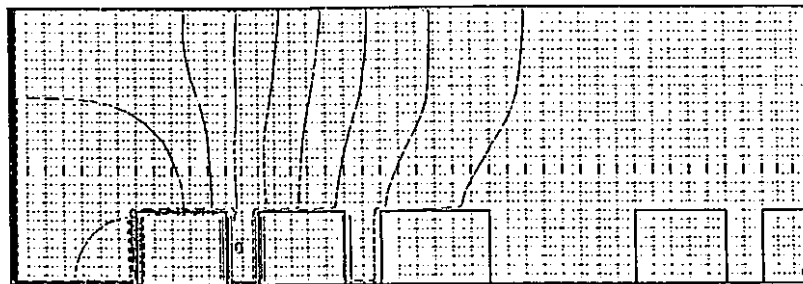
図 3. 13 漏洩後の濃度分布 (断面：J = 23, 時刻：192秒)



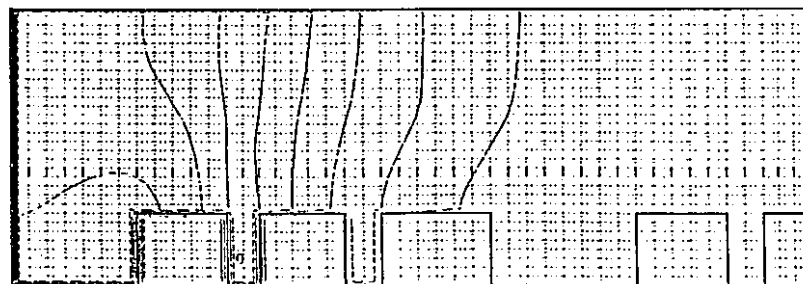
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

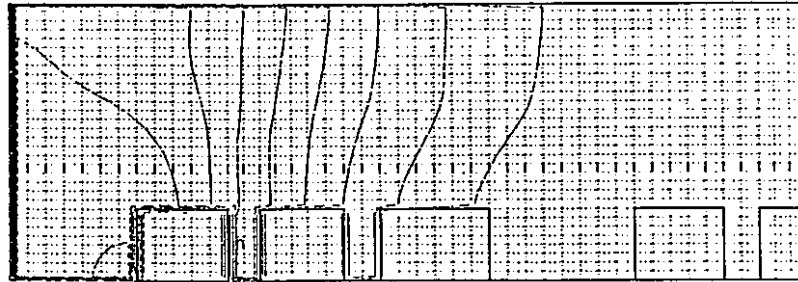


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)



粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

図3. 13 漏洩後の濃度分布 (断面： J = 23, 時刻： 212秒)



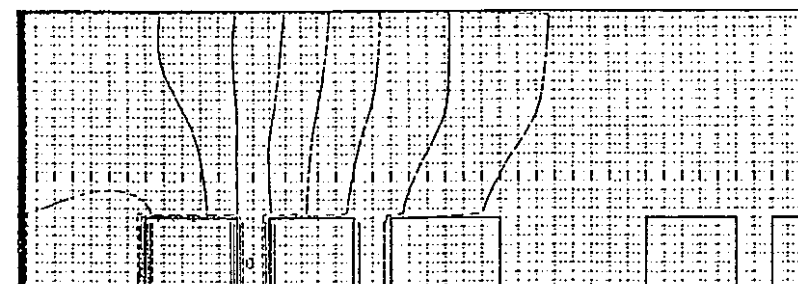
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： 4.5×10^{-6} m/s)

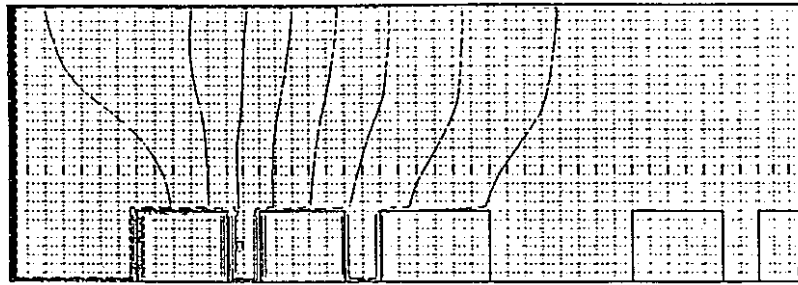


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： 3.5×10^{-5} m/s)

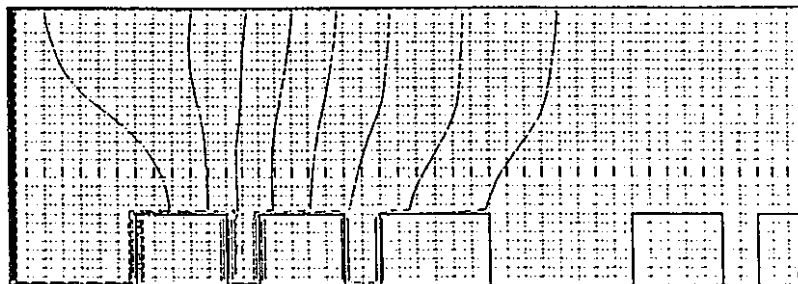


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： 3.0×10^{-3} m/s)

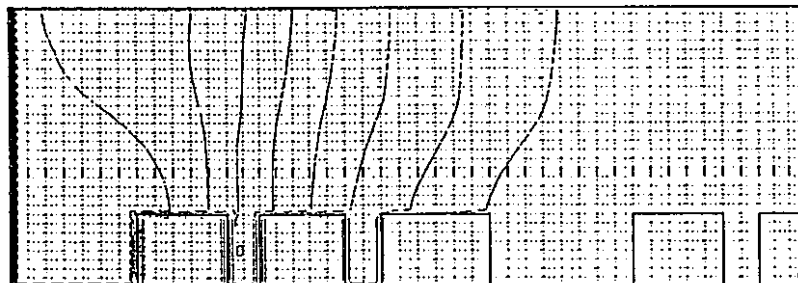
図3. 13 漏洩後の濃度分布 (断面：J = 23, 時刻：232秒)



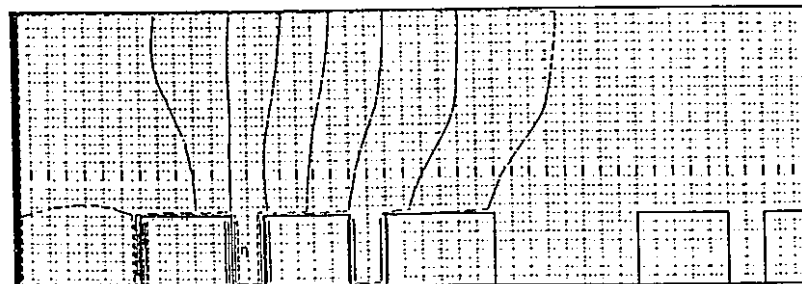
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： 4.5×10^{-6} m/s)

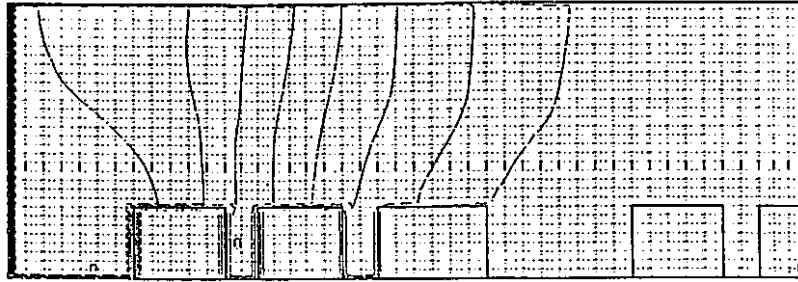


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： 3.5×10^{-5} m/s)

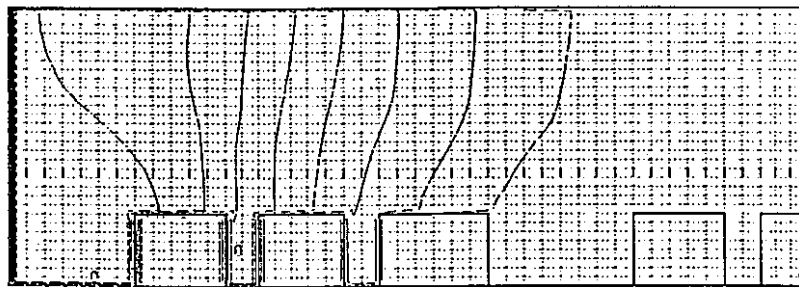


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： 3.0×10^{-3} m/s)

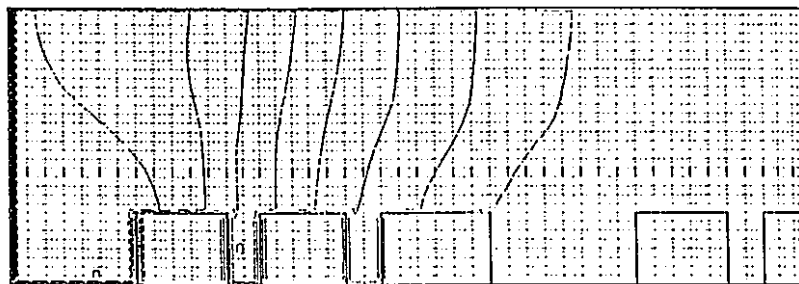
図3.13 漏洩後の濃度分布 (断面： J=23, 時刻： 252秒)



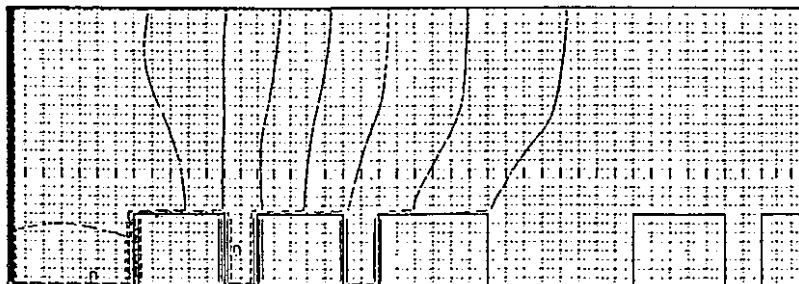
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

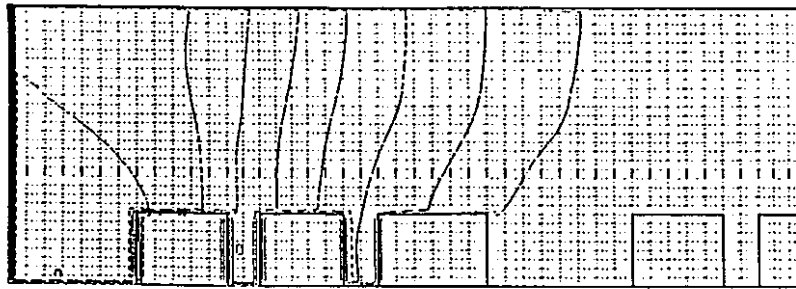


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)

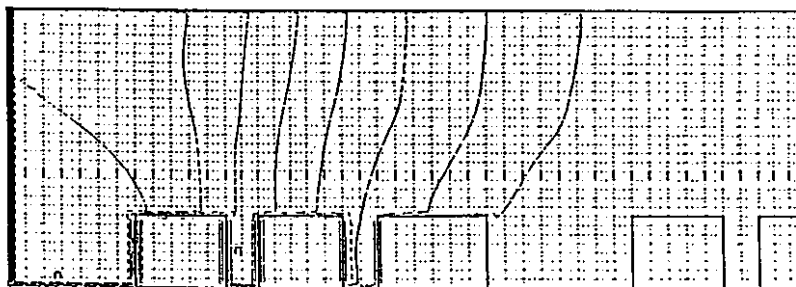


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

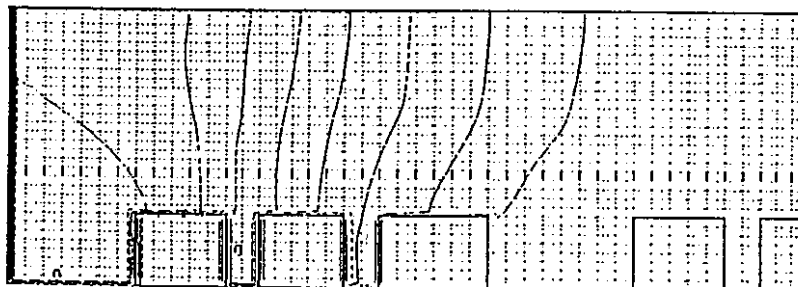
図 3. 13 漏洩後の濃度分布 (断面： J = 23, 時刻： 272 秒)



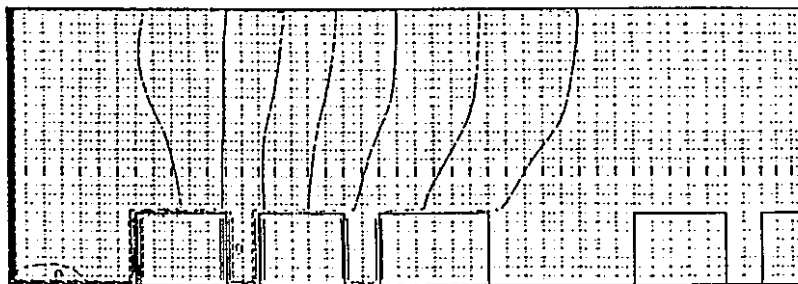
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： 4.5×10^{-6} m/s)

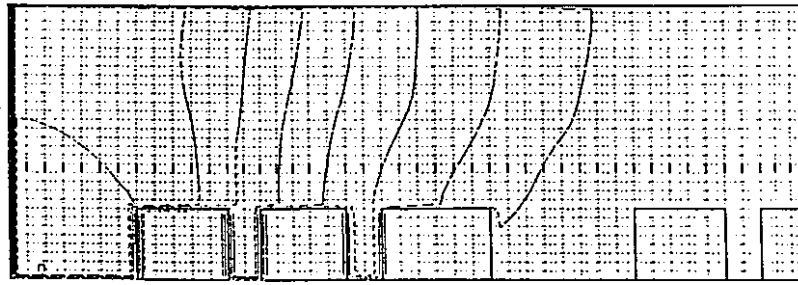


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： 3.5×10^{-5} m/s)

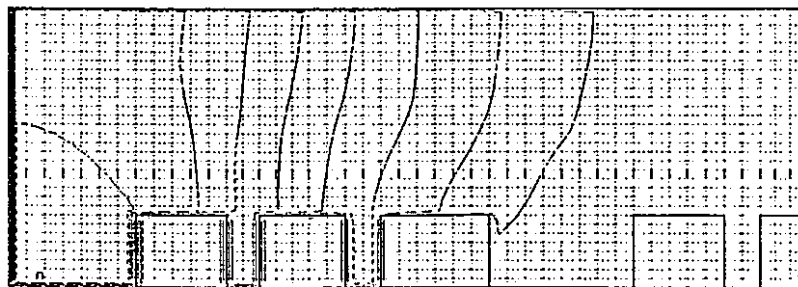


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： 3.0×10^{-3} m/s)

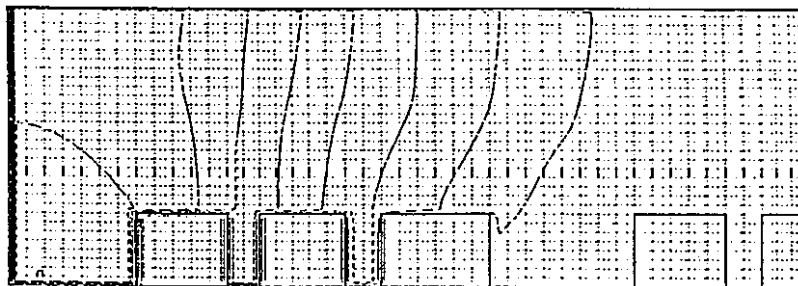
図3. 13 漏洩後の濃度分布 (断面：J=23, 時刻：292秒)



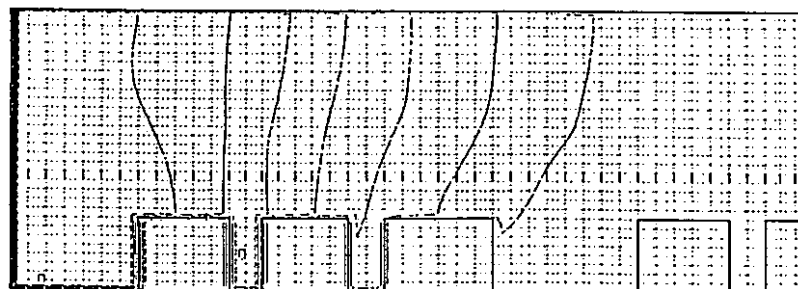
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0. 3 1 μm (重力沈降速度： $4. 5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

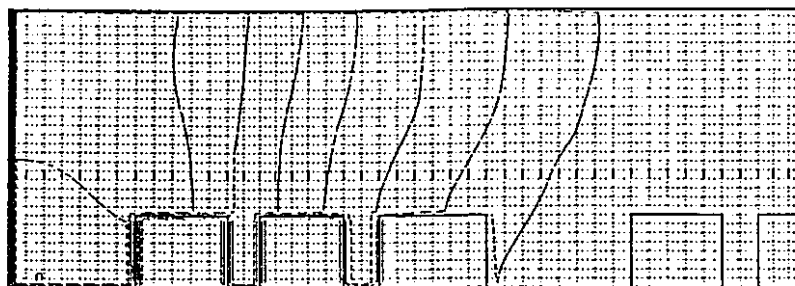


粒径： 1. 0 μm (重力沈降速度： $3. 5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)

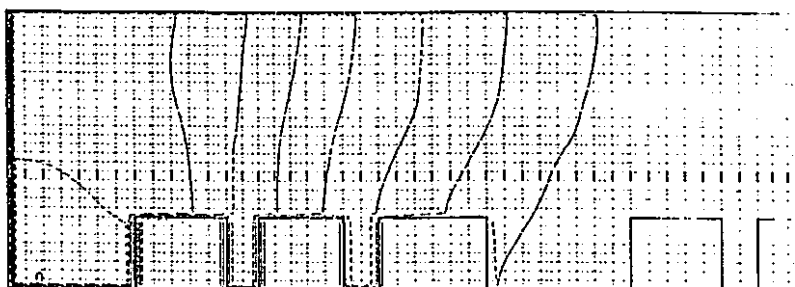


粒径： 1 0. 0 μm (重力沈降速度： $3. 0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

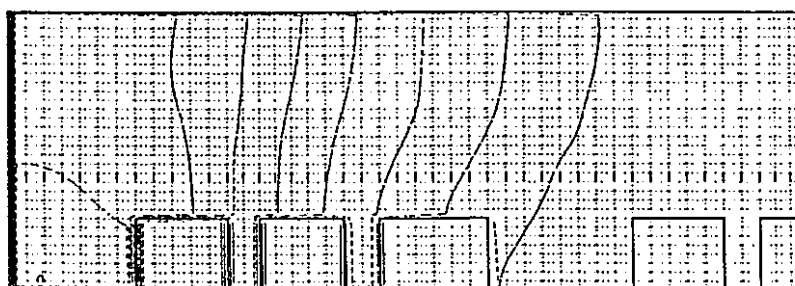
図3. 13 漏洩後の濃度分布 (断面： J = 2 3, 時刻： 3 1 2 秒)



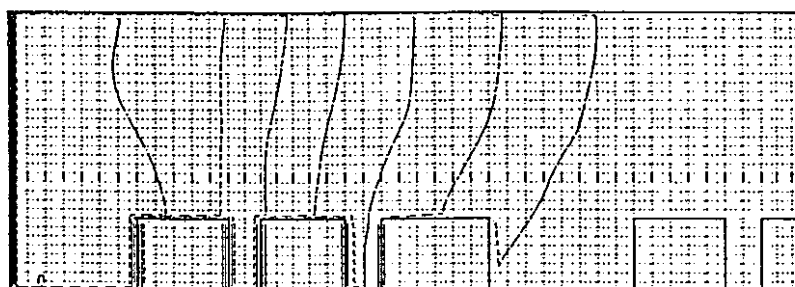
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： 4.5×10^{-6} m/s)

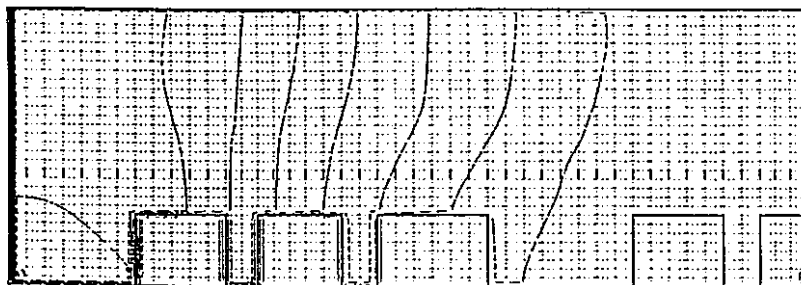


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： 3.5×10^{-5} m/s)



粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： 3.0×10^{-3} m/s)

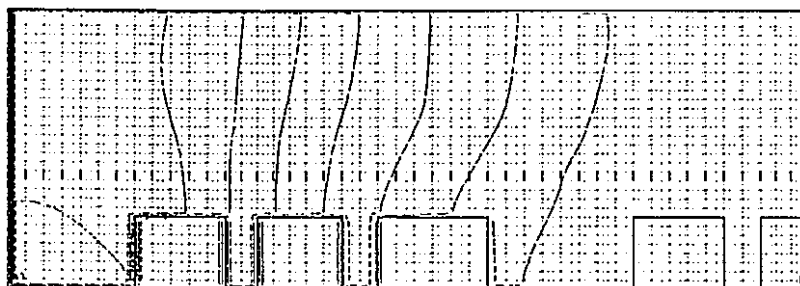
図3.13 漏洩後の濃度分布 (断面：J=23, 時刻：332秒)



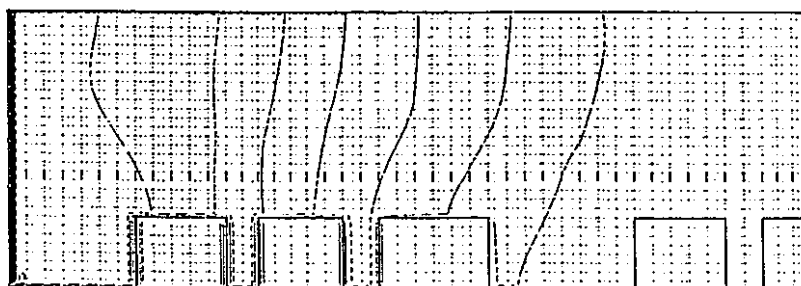
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0. 3 1 μm (重力沈降速度： 4. 5 $\times 10^{-6}$ m/s)

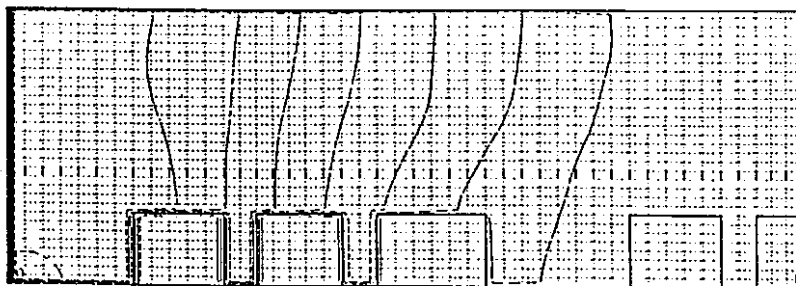


粒径： 1. 0 μm (重力沈降速度： 3. 5 $\times 10^{-5}$ m/s)

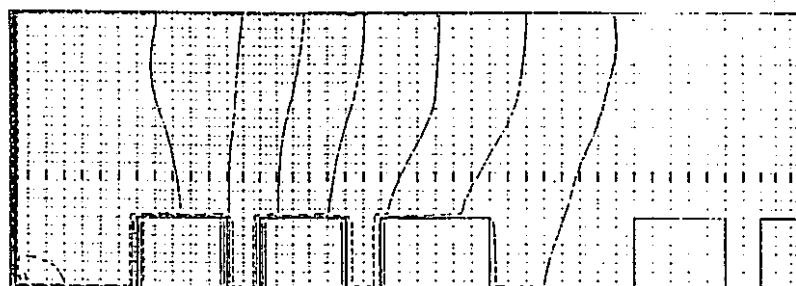


粒径： 1 0. 0 μm (重力沈降速度： 3. 0 $\times 10^{-3}$ m/s)

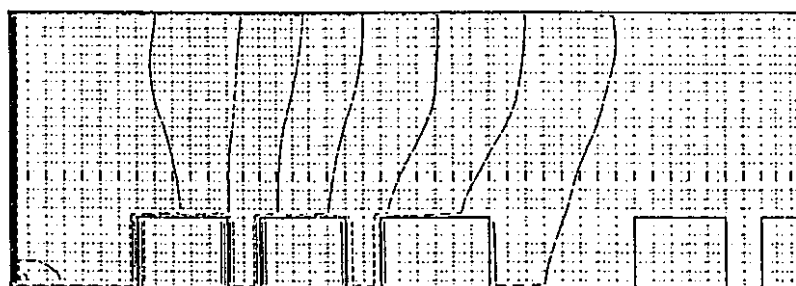
図 3. 1 3 漏洩後の濃度分布 (断面： J = 2 3, 時刻： 3 5 2 秒)



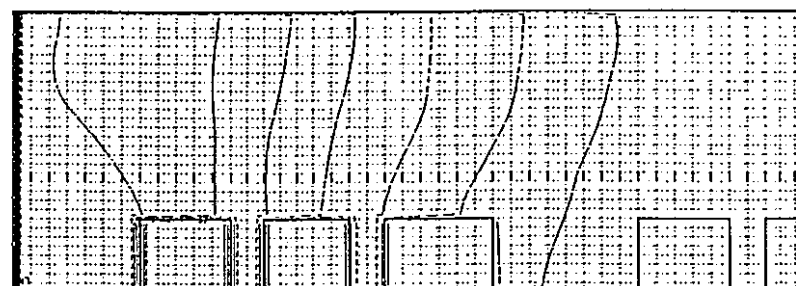
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： 4.5×10^{-6} m/s)

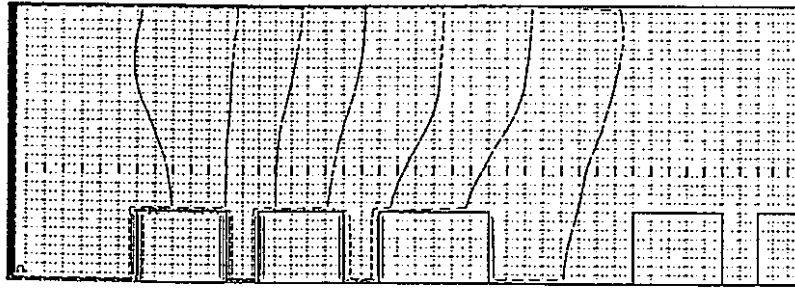


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： 3.5×10^{-5} m/s)

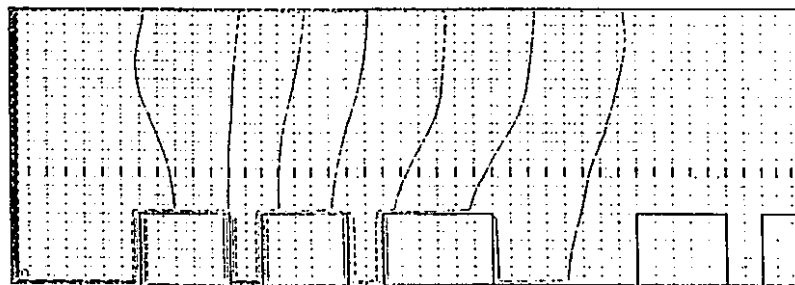


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： 3.0×10^{-3} m/s)

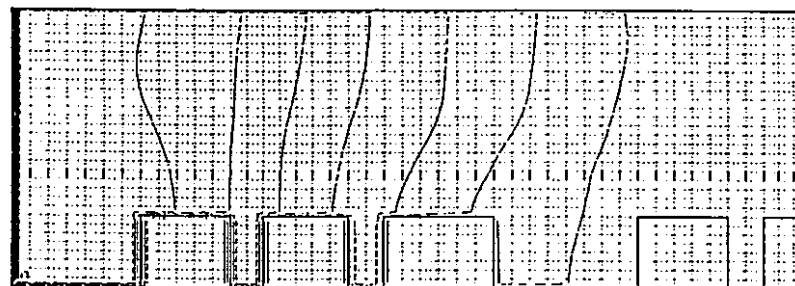
図 3. 13 漏洩後の濃度分布 (断面： J = 2 3, 時刻： 3 7 2 秒)



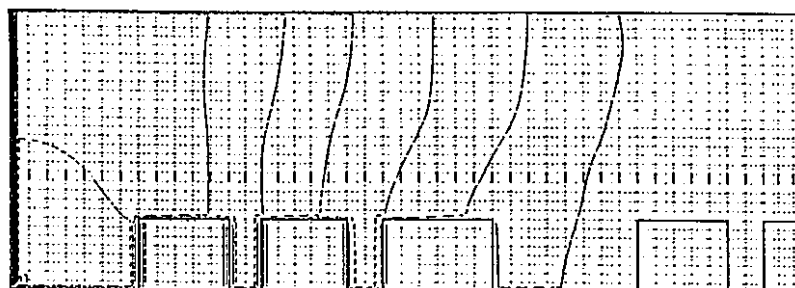
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0. 3 1 μm (重力沈降速度： 4. 5 $\times 10^{-6}$ m/s)

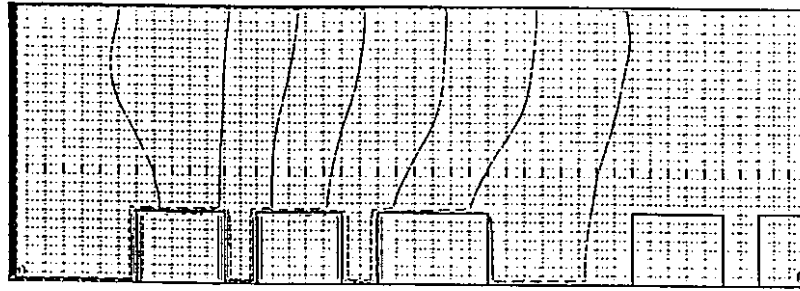


粒径： 1. 0 μm (重力沈降速度： 3. 5 $\times 10^{-5}$ m/s)

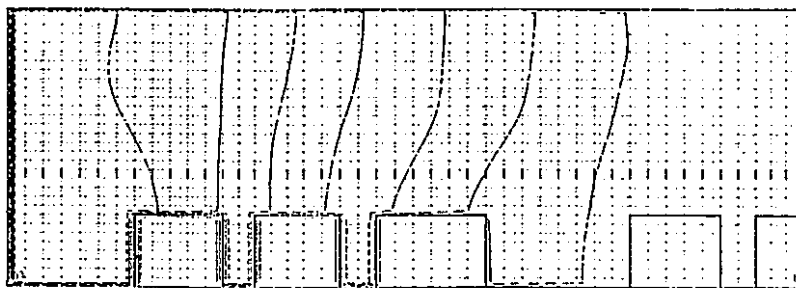


粒径： 1 0. 0 μm (重力沈降速度： 3. 0 $\times 10^{-3}$ m/s)

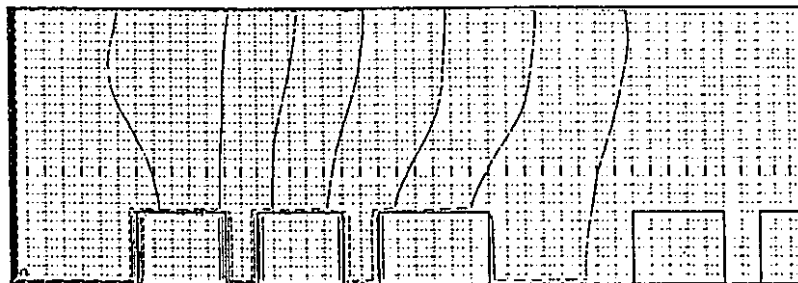
図 3. 1 3 漏洩後の濃度分布 (断面： J = 2 3, 時刻： 3 9 2 秒)



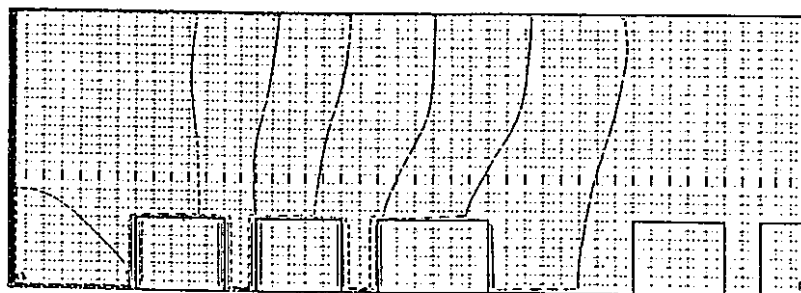
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

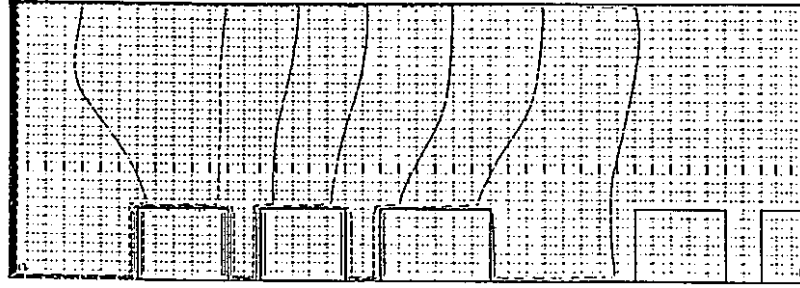


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)

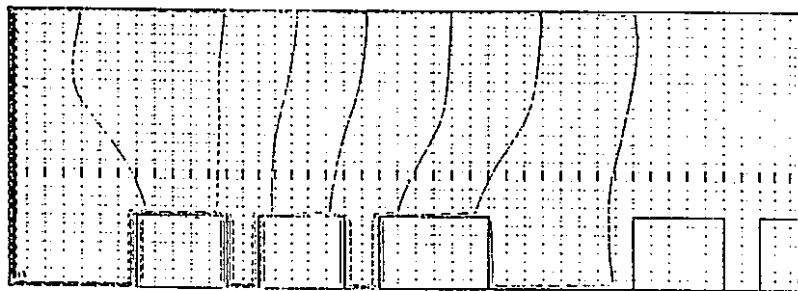


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

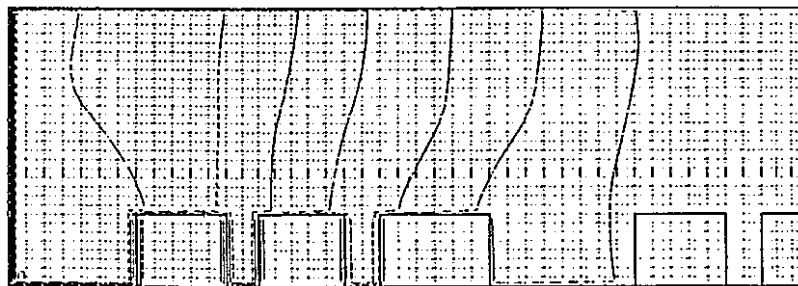
図3.13 漏洩後の濃度分布 (断面： J = 23, 時刻： 412秒)



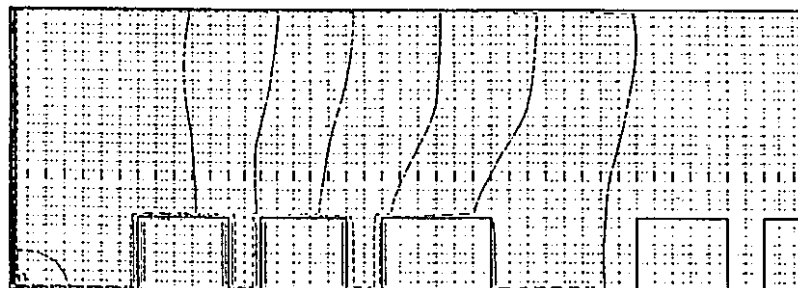
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

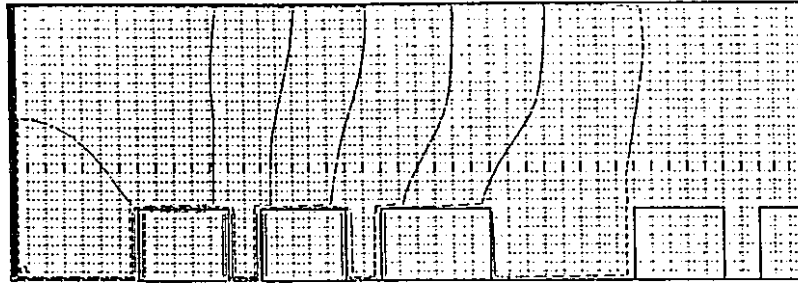


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)

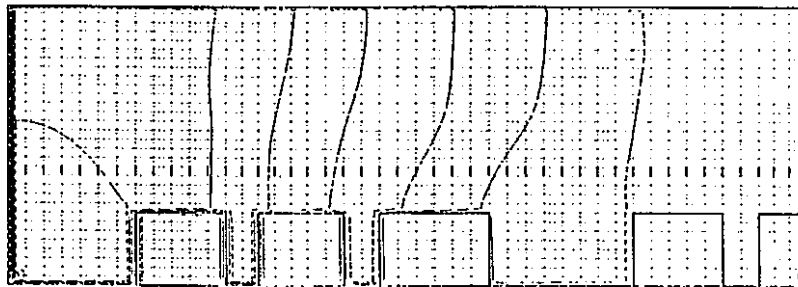


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

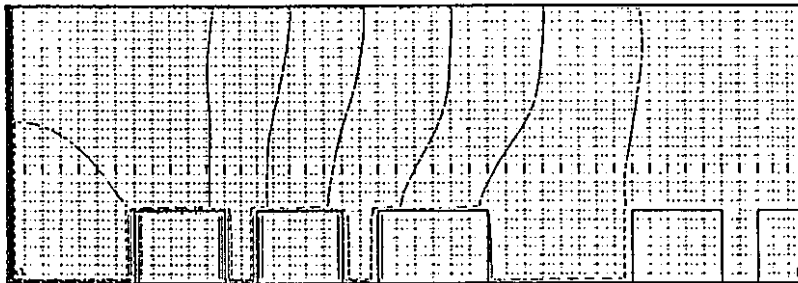
図3. 13 漏洩後の濃度分布 (断面： J = 23, 時刻： 432秒)



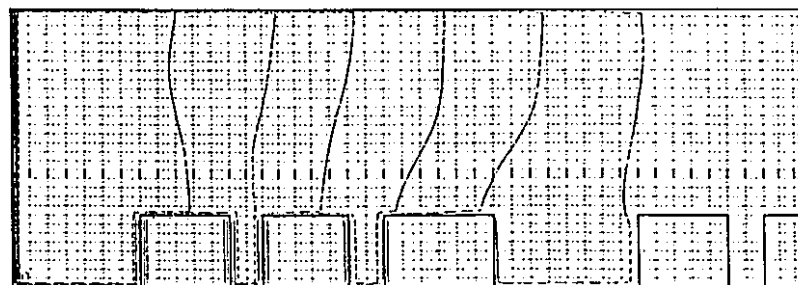
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

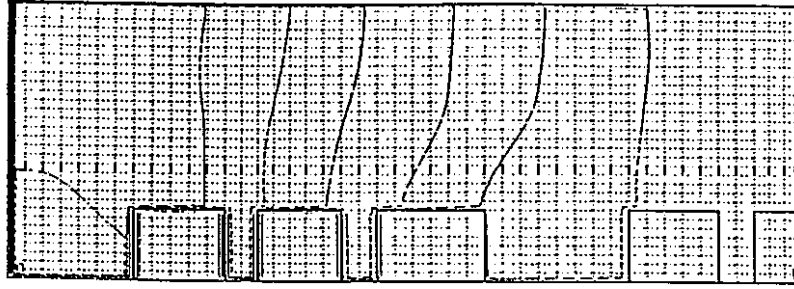


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)

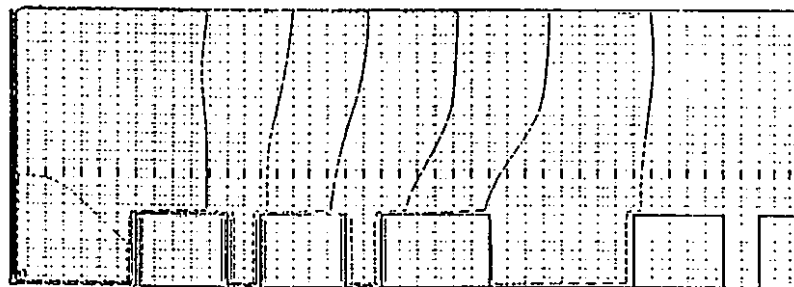


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

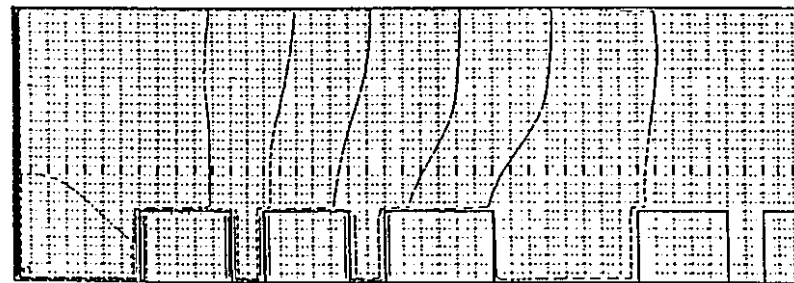
図3.13 漏洩後の濃度分布 (断面： J = 23, 時刻： 452秒)



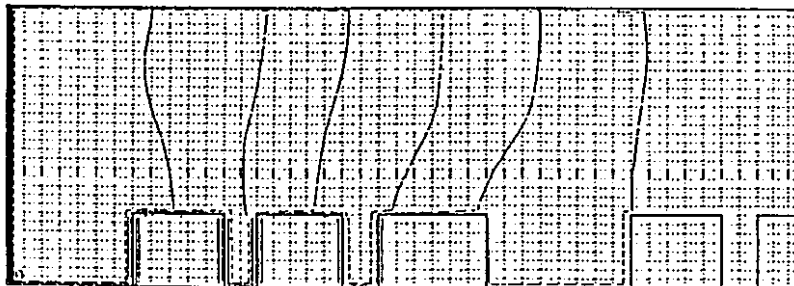
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： 4.5×10^{-6} m/s)



粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： 3.5×10^{-5} m/s)

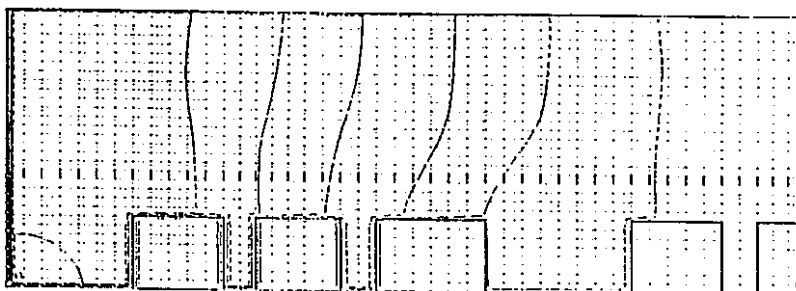


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： 3.0×10^{-3} m/s)

図3.13 漏洩後の濃度分布 (断面：J=23, 時刻：472秒)



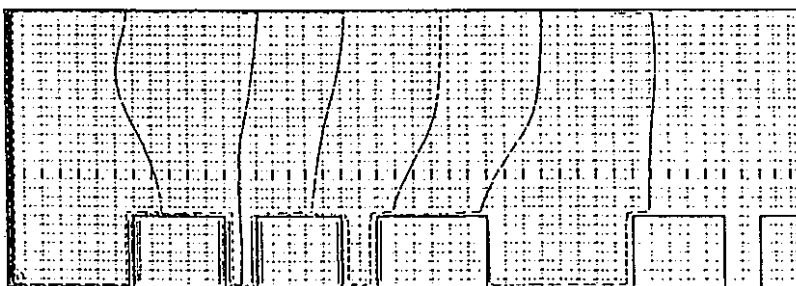
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

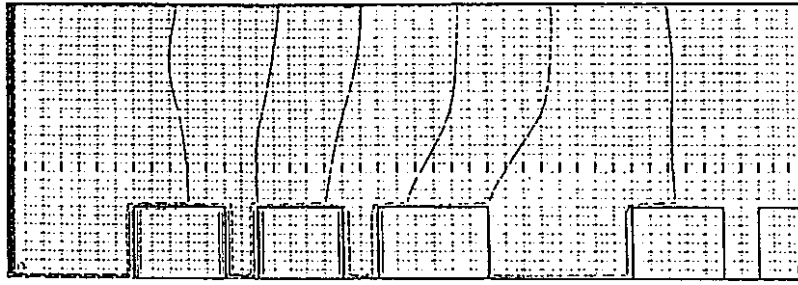


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)



粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

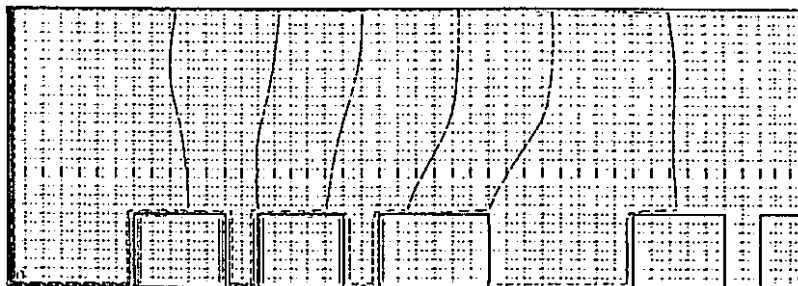
図3.13 漏洩後の濃度分布 (断面： J = 23, 時刻： 492秒)



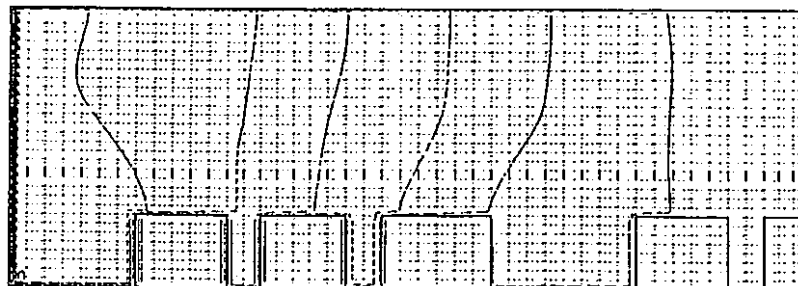
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： 4.5×10^{-6} m/s)

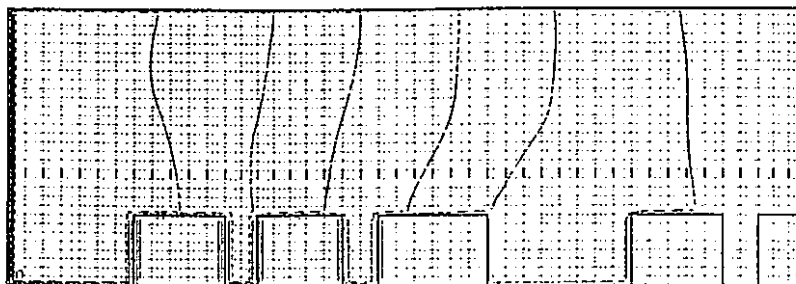


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： 3.5×10^{-5} m/s)

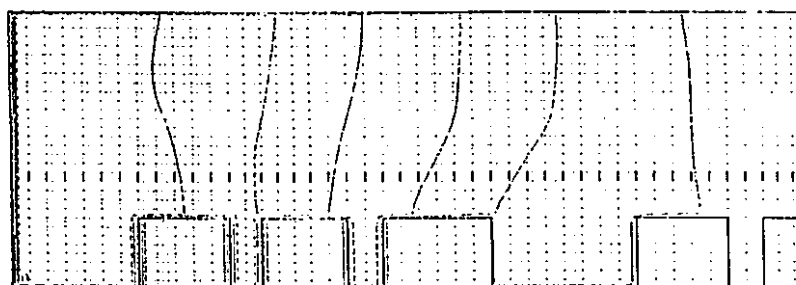


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： 3.0×10^{-3} m/s)

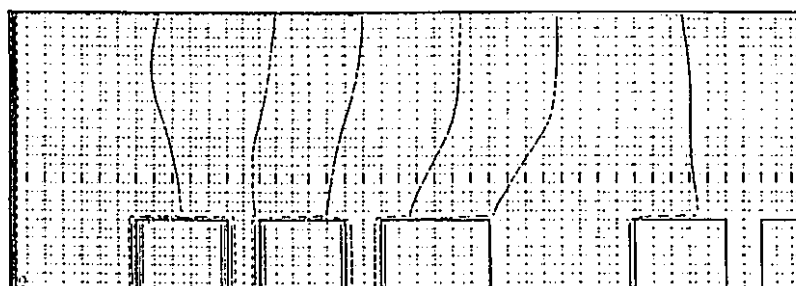
図3. 13 漏洩後の濃度分布 (断面： J = 23, 時刻： 512秒)



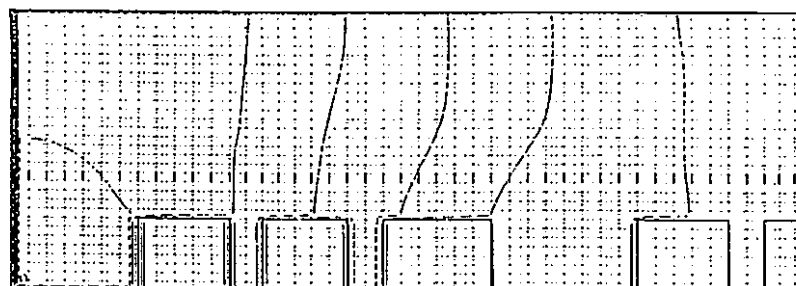
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

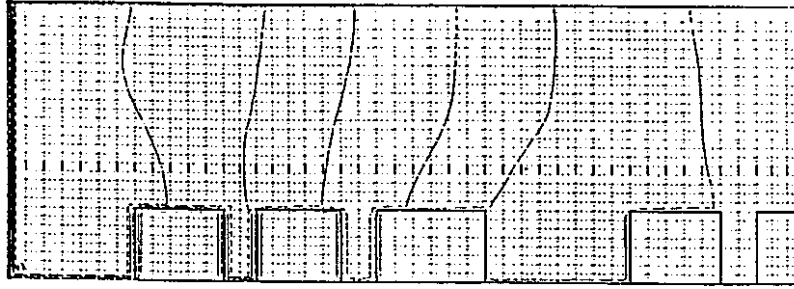


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)

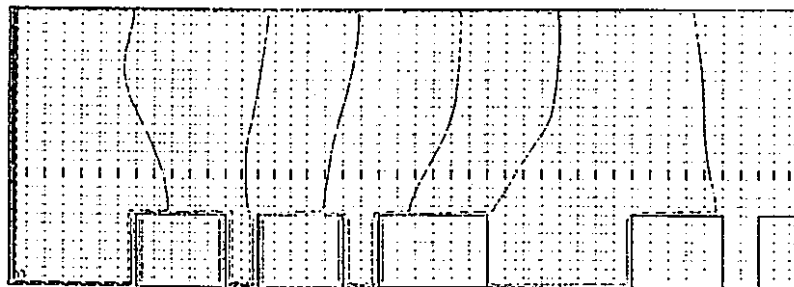


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

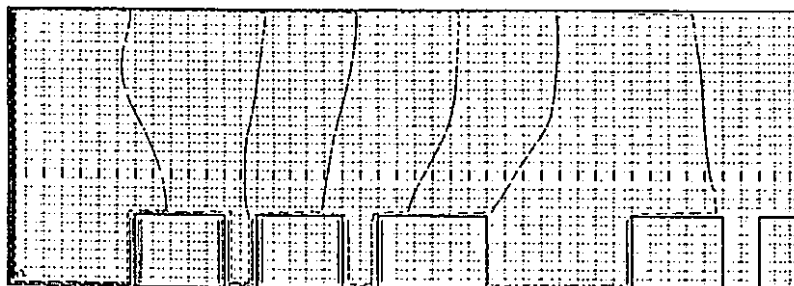
図 3. 1 3 漏洩後の濃度分布 (断面： J = 2 3, 時刻： 5 3 2 秒)



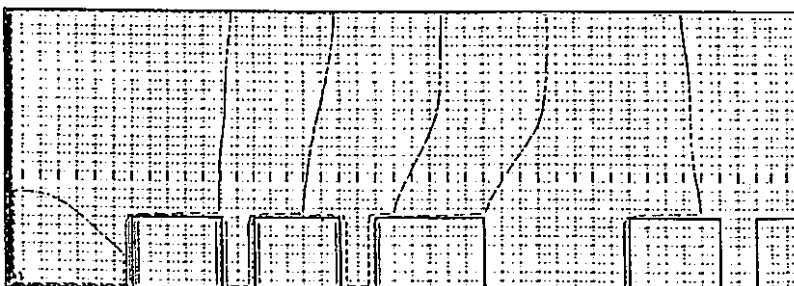
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

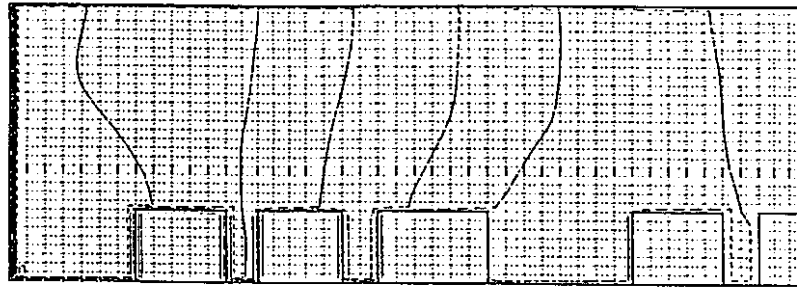


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)

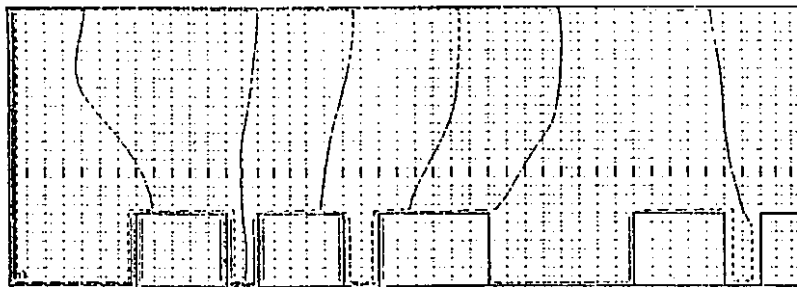


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

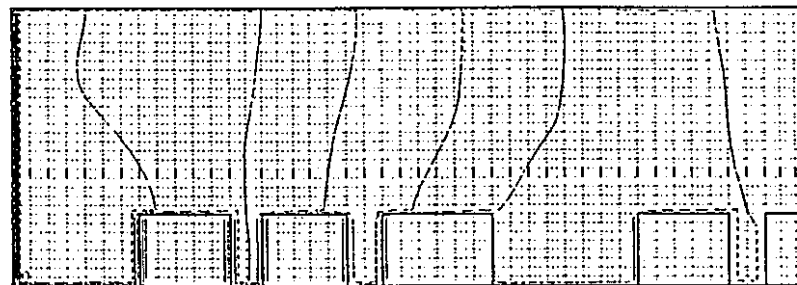
図3.13 漏洩後の濃度分布 (断面：J=23, 時刻：552秒)



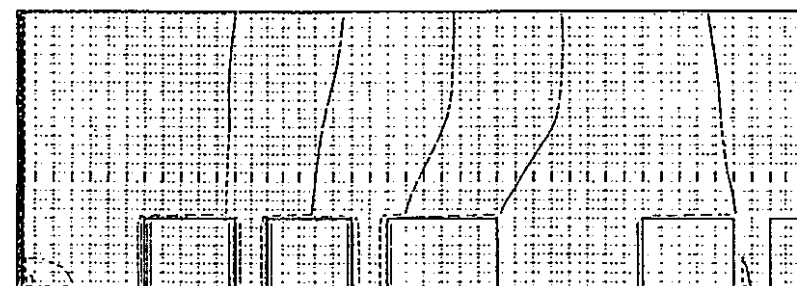
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： 4.5×10^{-6} m/s)

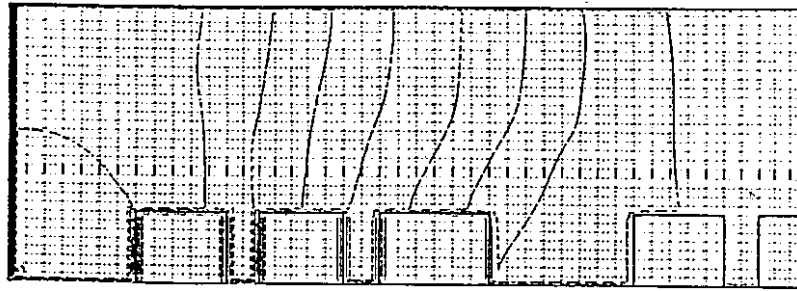


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： 3.5×10^{-5} m/s)

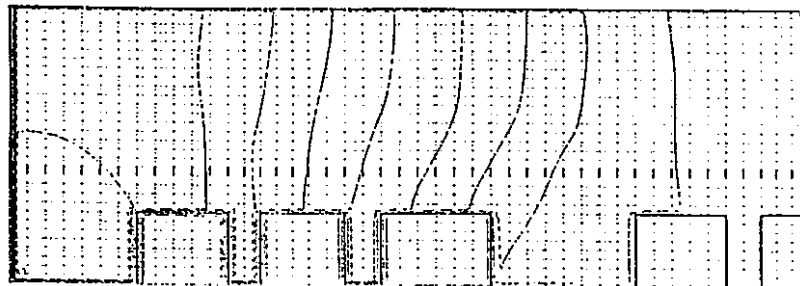


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： 3.0×10^{-3} m/s)

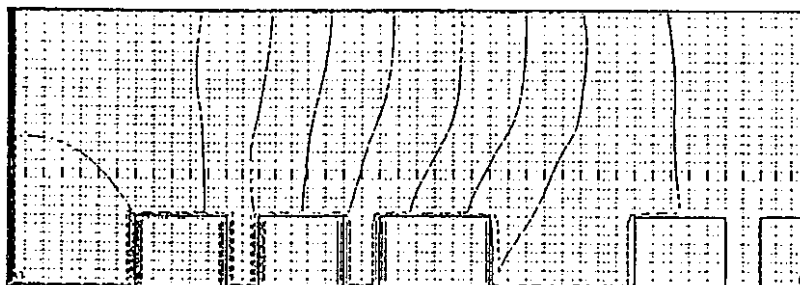
図3.13 漏洩後の濃度分布 (断面： J = 23, 時刻： 572秒)



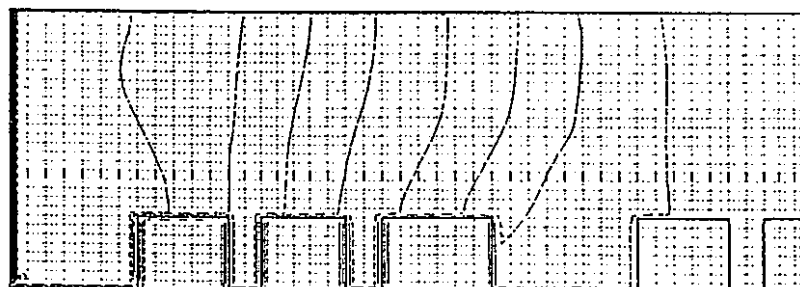
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

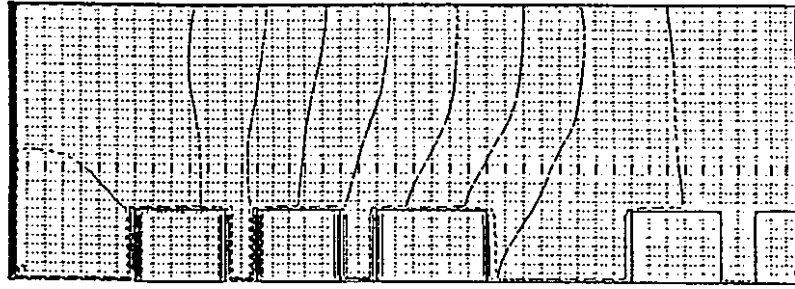


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)



粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

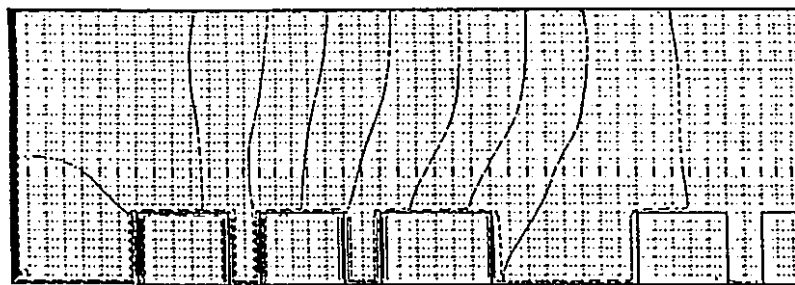
図3.13 漏洩後の濃度分布 (断面：J=23, 時刻：592秒)



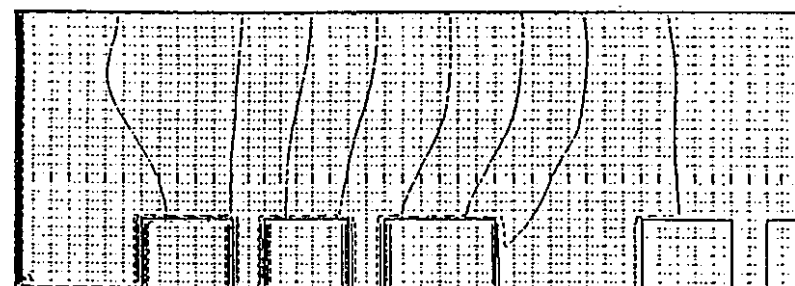
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： 4.5×10^{-6} m/s)

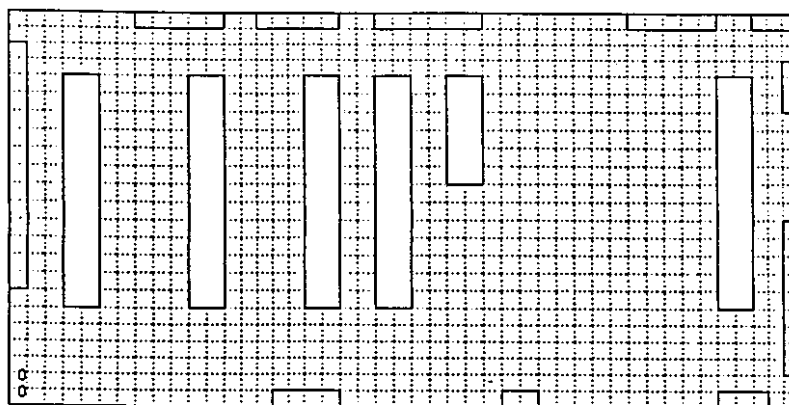


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： 3.5×10^{-5} m/s)

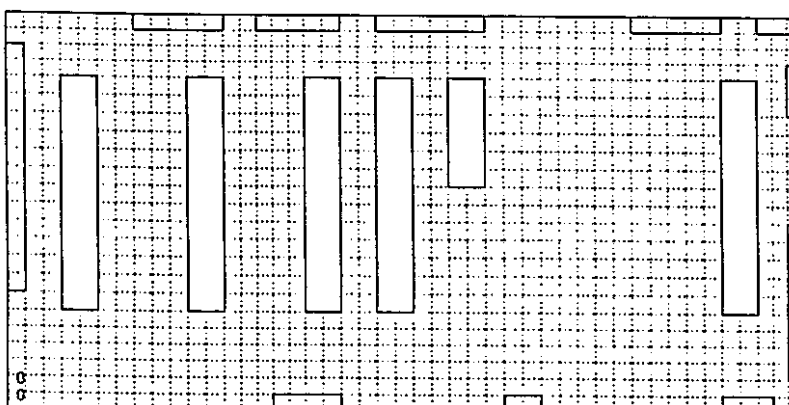


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： 3.0×10^{-3} m/s)

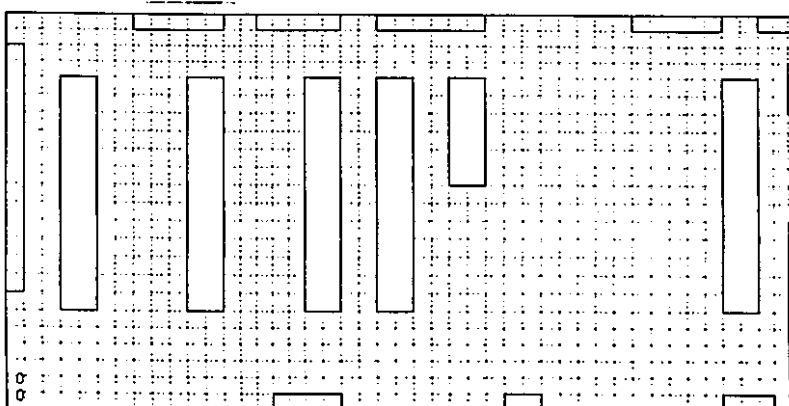
図3.13 漏洩後の濃度分布 (断面：J=23, 時刻：600秒)



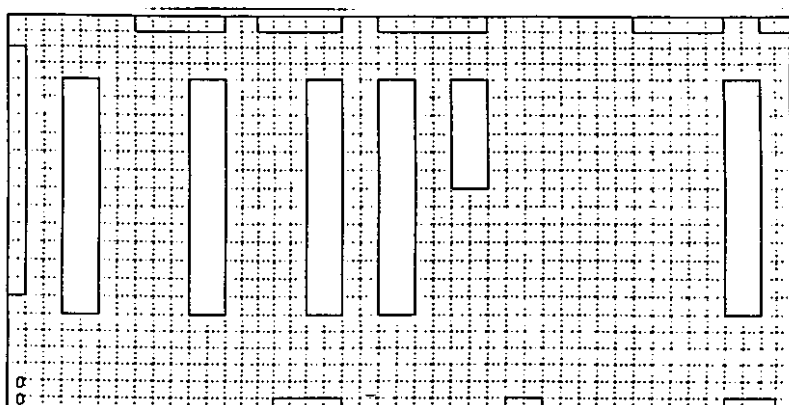
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

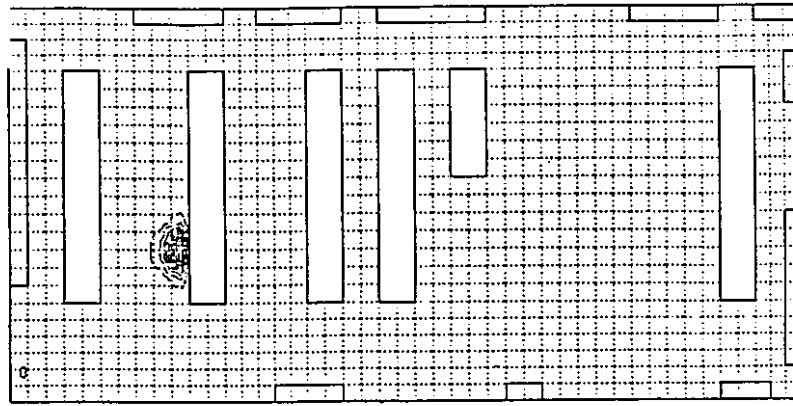


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)

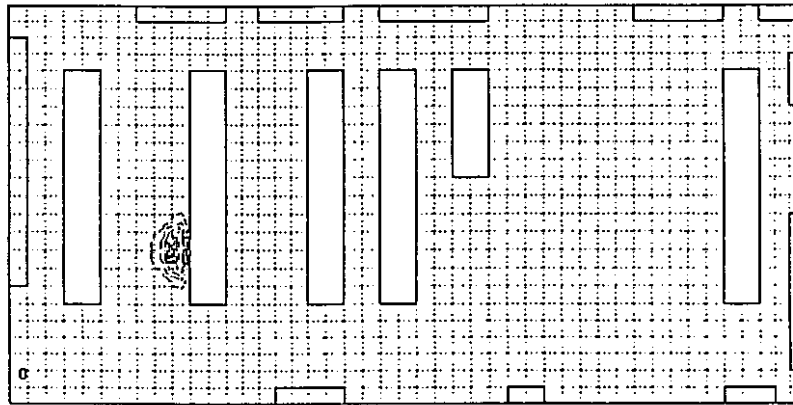


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

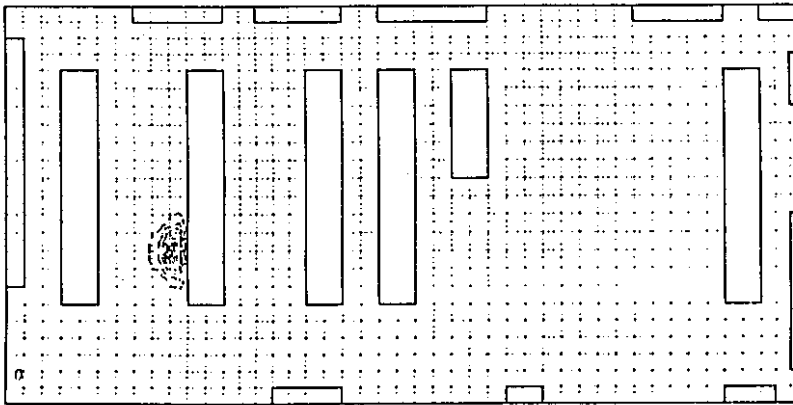
図3.14 漏洩後の濃度分布 (断面：k = 7, 時刻： 0秒)



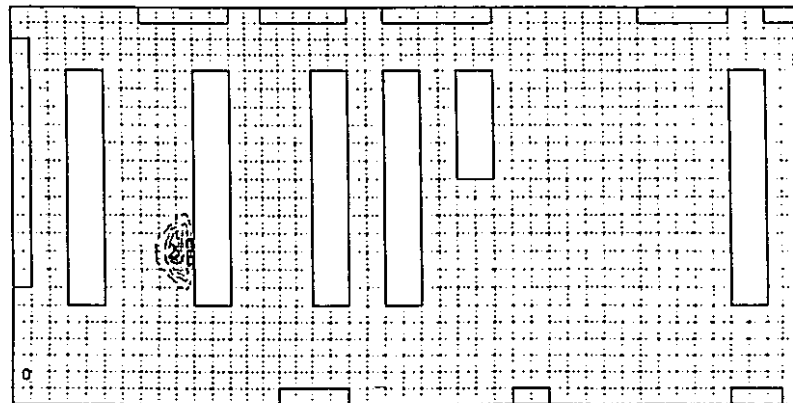
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0. 3 1 μm (重力沈降速度： 4. 5 $\times 10^{-6}$ m/s)

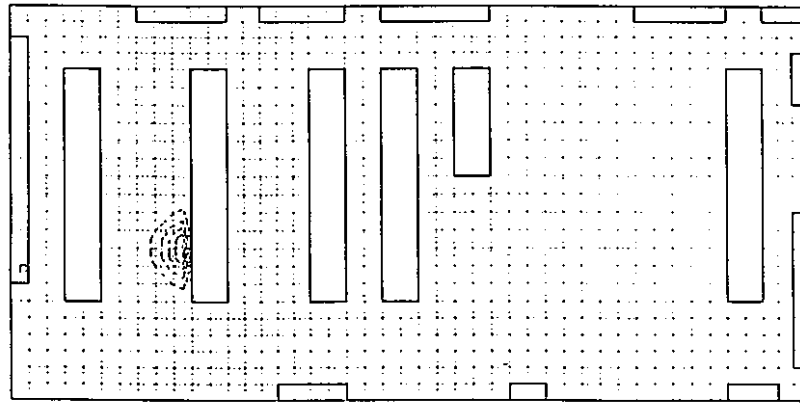


粒径： 1. 0 μm (重力沈降速度： 3. 5 $\times 10^{-5}$ m/s)

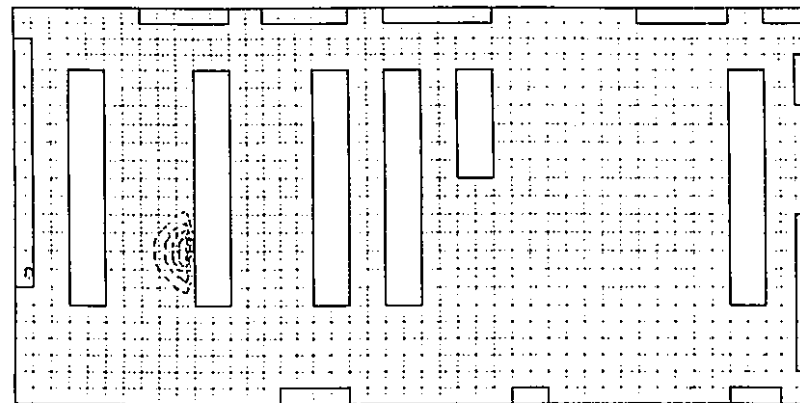


粒径： 1 0. 0 μm (重力沈降速度： 3. 0 $\times 10^{-3}$ m/s)

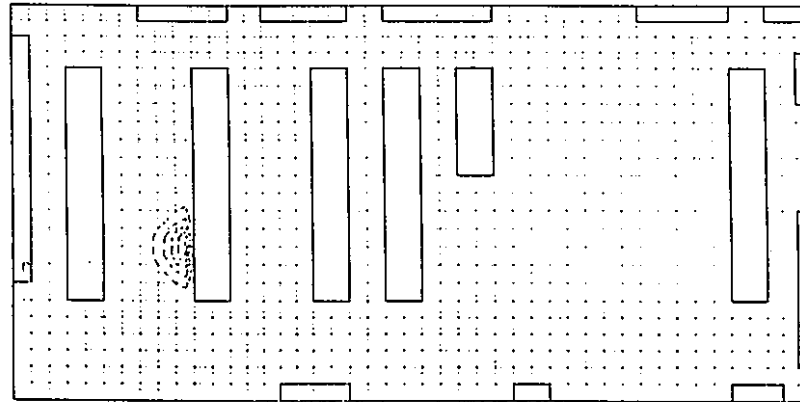
図 3. 1 4 漏洩後の濃度分布 (断面： $k = 7$ ，時刻： 1. 0 秒)



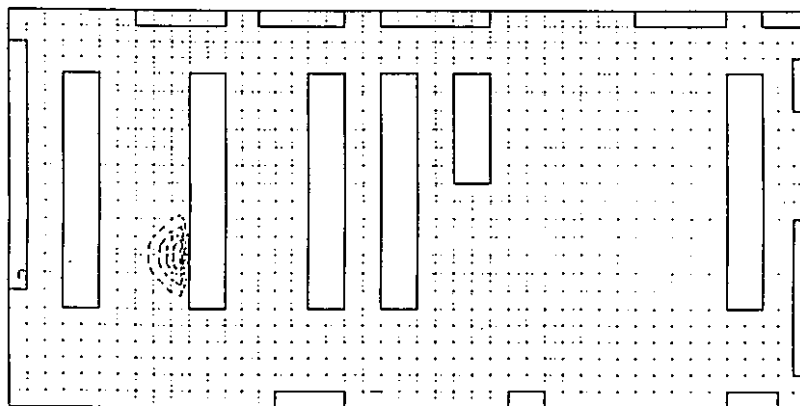
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0. 3 1 μm (重力沈降速度： $4. 5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

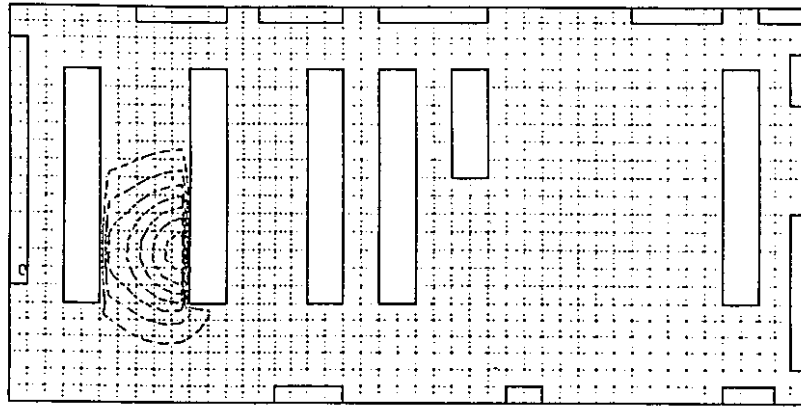


粒径： 1. 0 μm (重力沈降速度： $3. 5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)

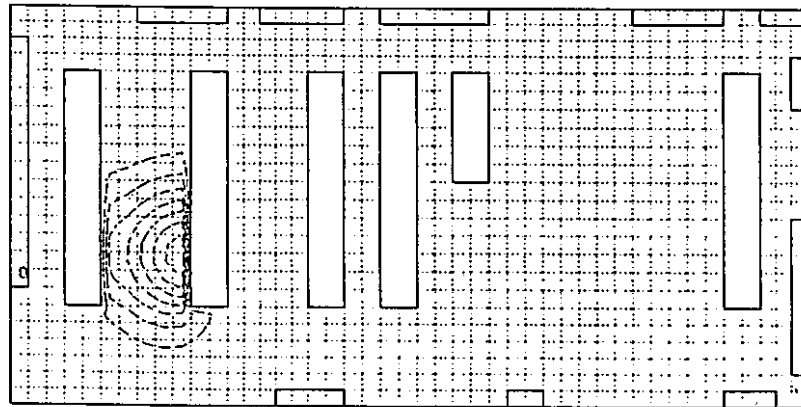


粒径： 1 0. 0 μm (重力沈降速度： $3. 0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

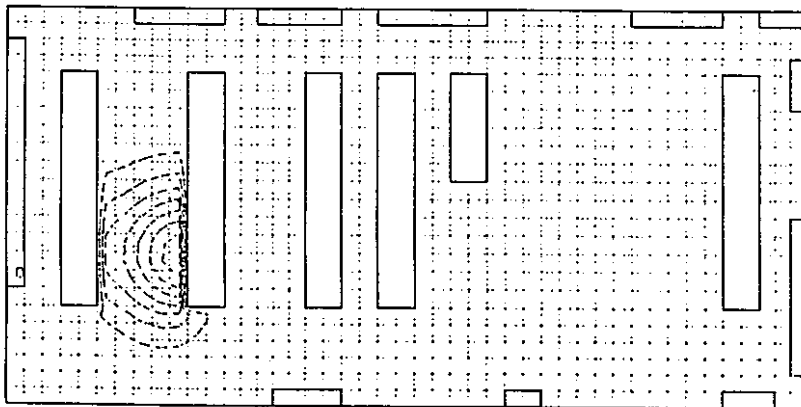
図 3. 1 4 漏洩後の濃度分布 (断面： $k = 7$, 時刻： 2. 0 秒)



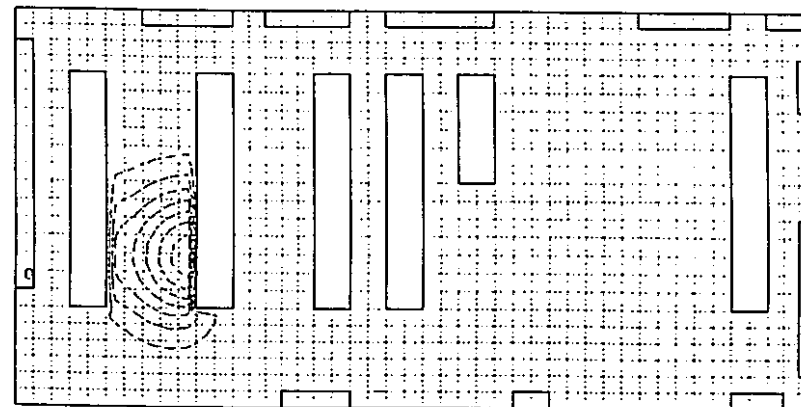
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

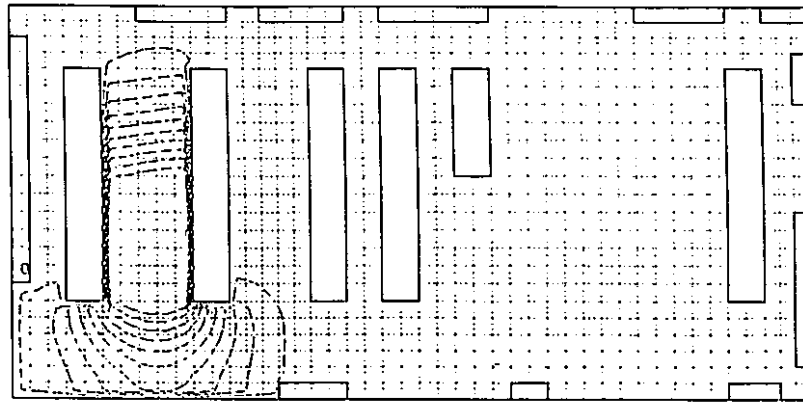


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)

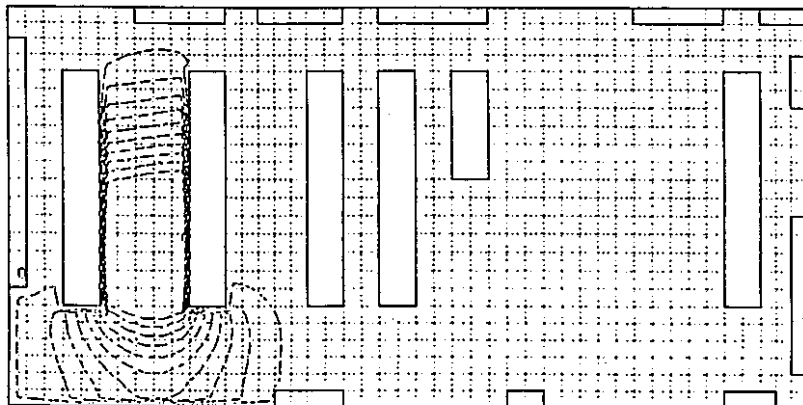


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

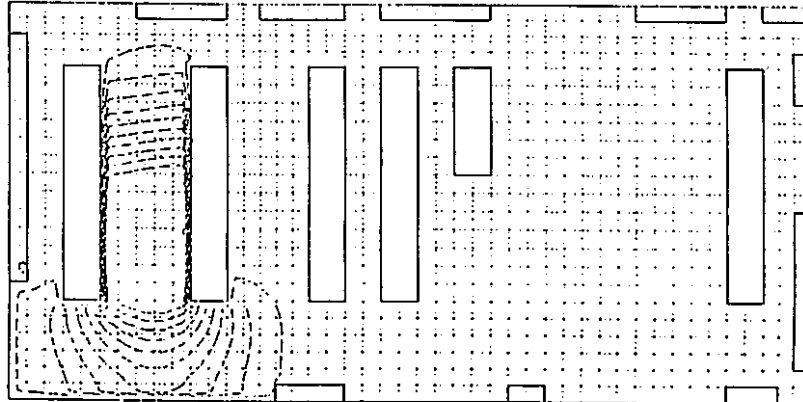
図3.14 漏洩後の濃度分布 (断面： $k = 7$, 時刻： 12秒)



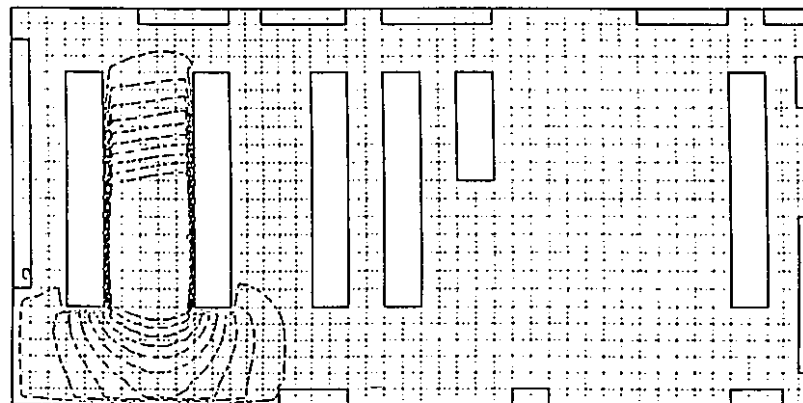
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

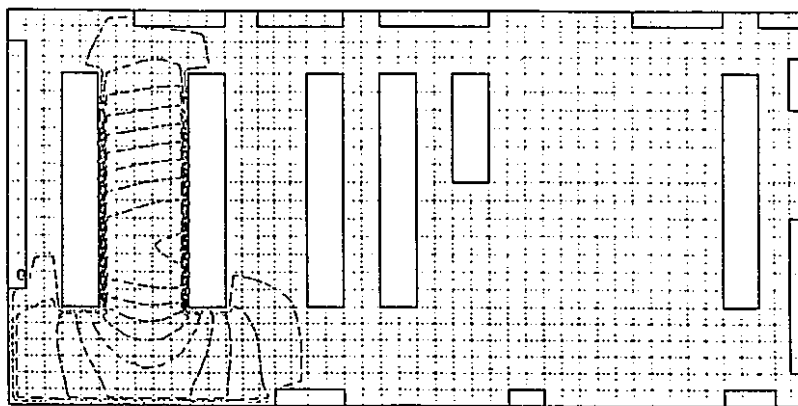


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)

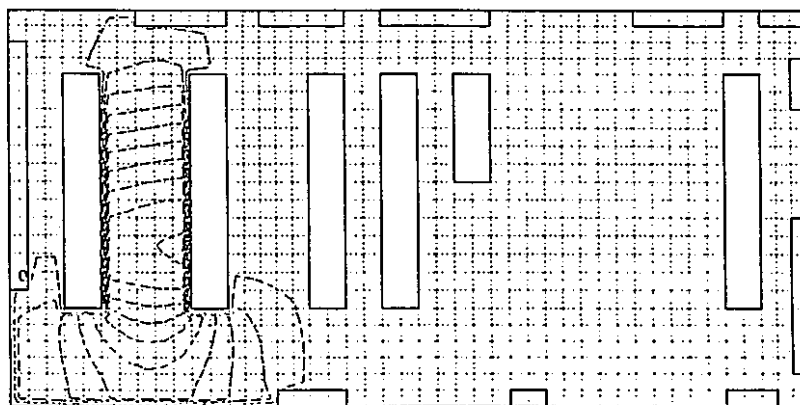


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

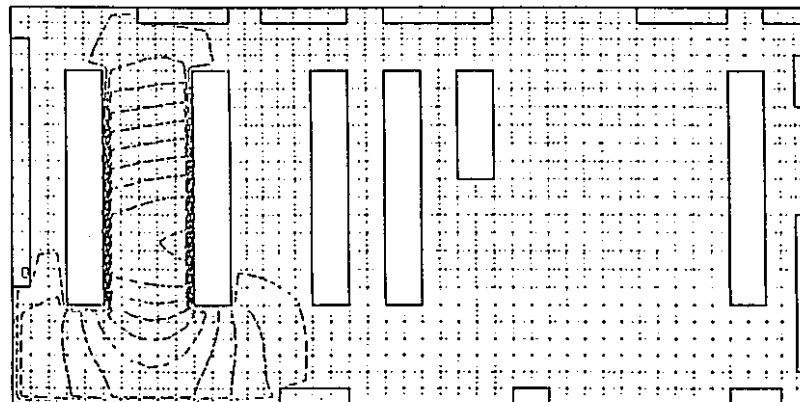
図3.14 漏洩後の濃度分布 (断面：k = 7, 時刻： 32秒)



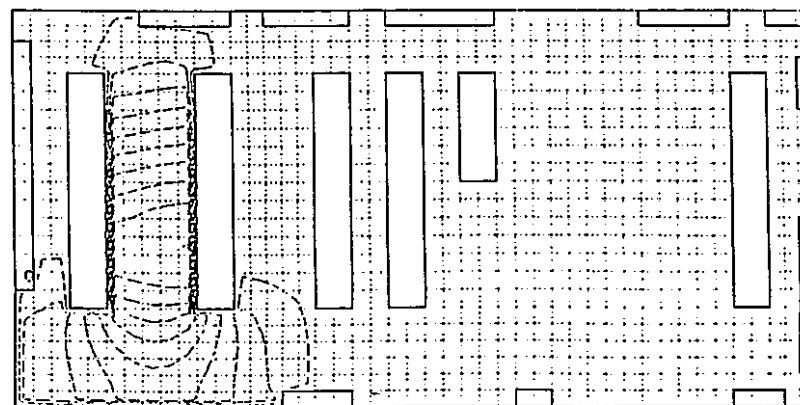
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： 4.5×10^{-6} m/s)

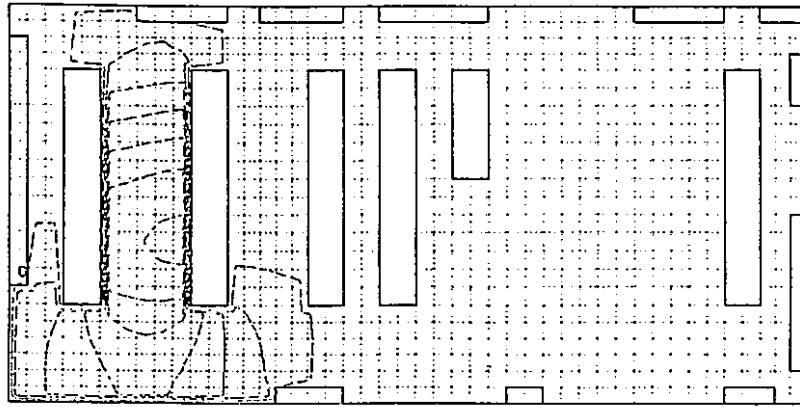


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： 3.5×10^{-5} m/s)

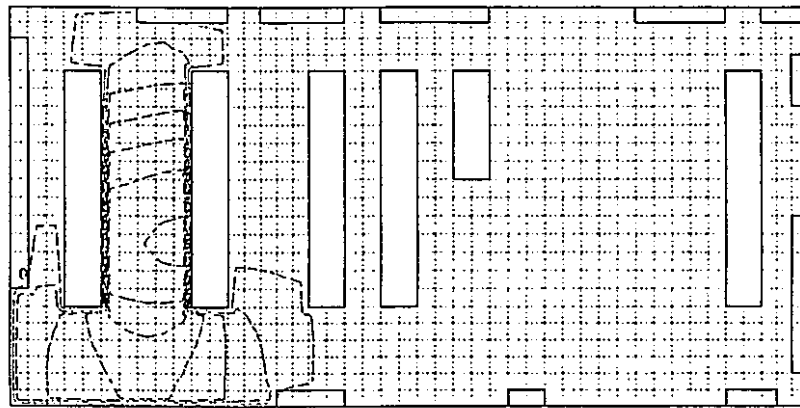


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： 3.0×10^{-3} m/s)

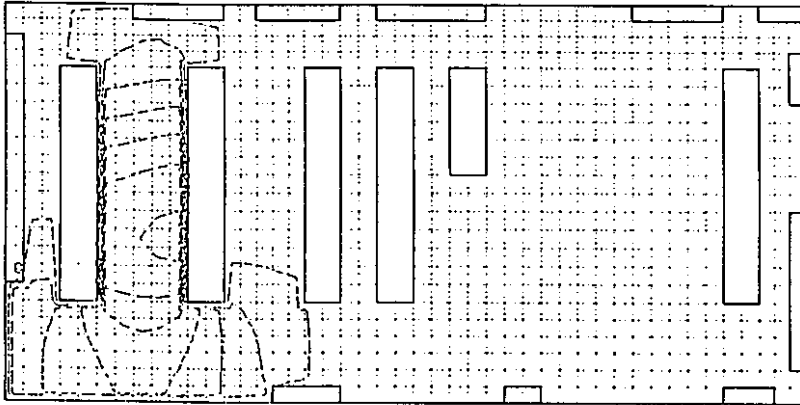
図3.14 漏洩後の濃度分布 (断面：k = 7, 時刻： 52秒)



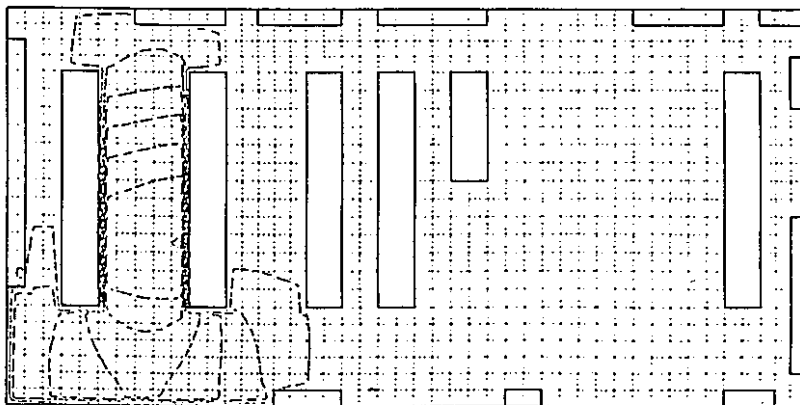
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： 4.5×10^{-6} m/s)

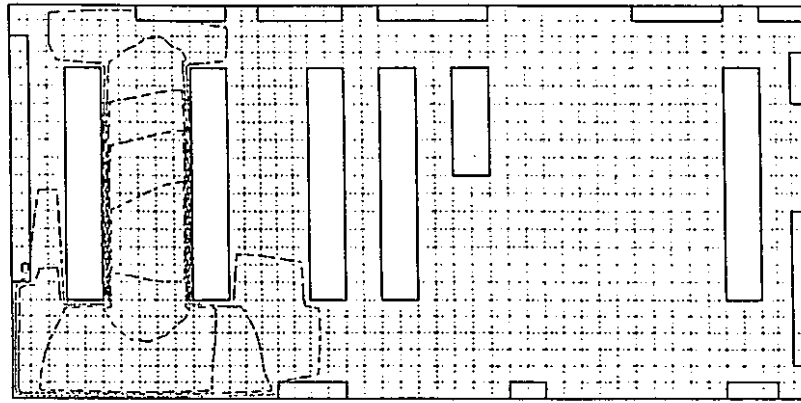


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： 3.5×10^{-5} m/s)

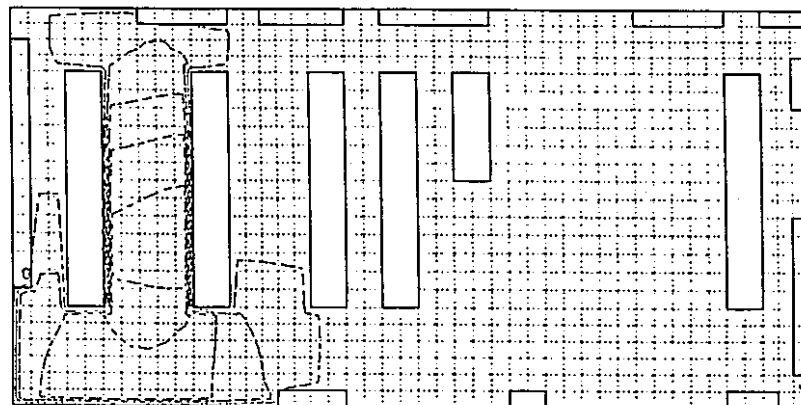


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： 3.0×10^{-3} m/s)

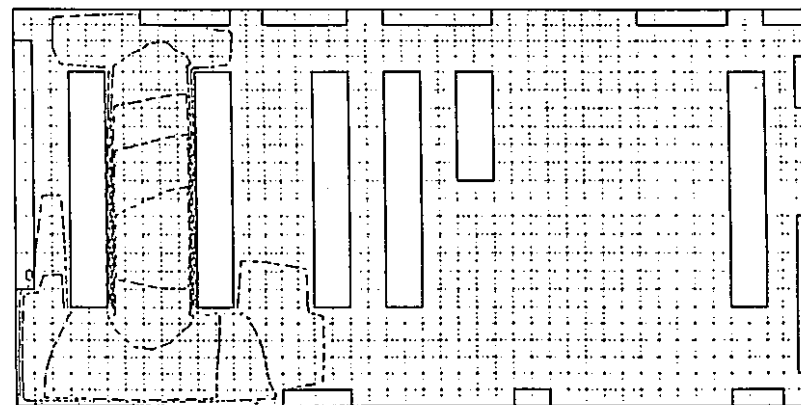
図3.14 漏洩後の濃度分布 (断面：k = 7, 時刻： 72秒)



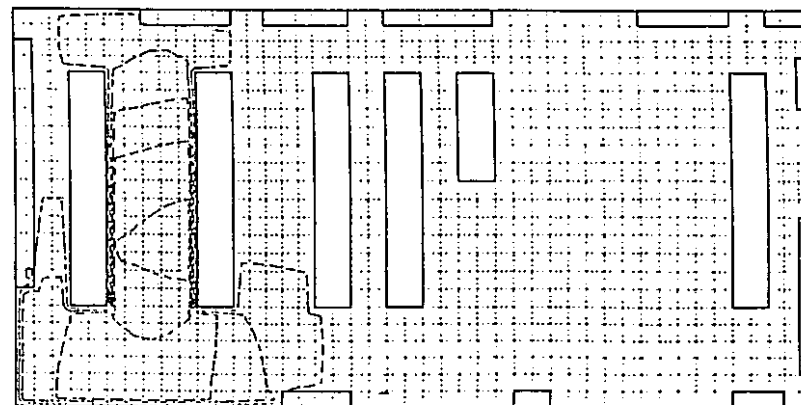
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： 4.5×10^{-6} m/s)

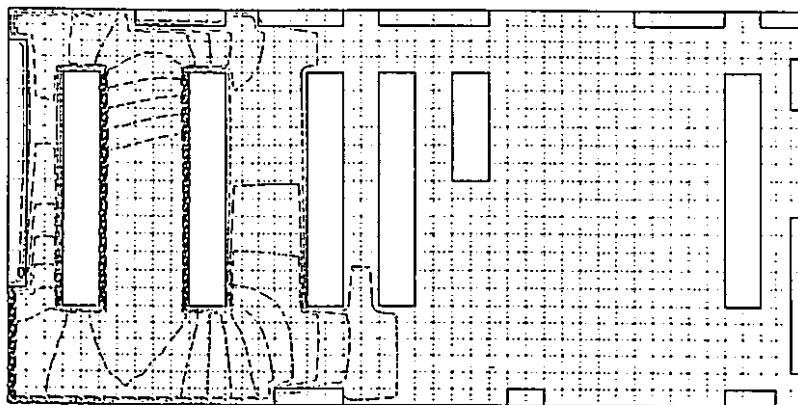


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： 3.5×10^{-5} m/s)

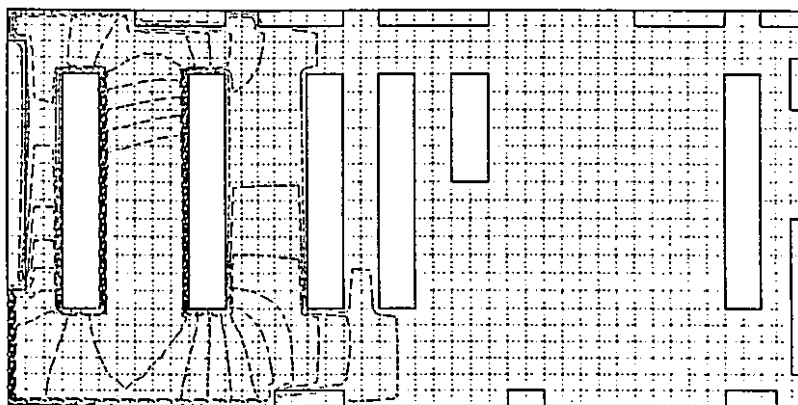


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： 3.0×10^{-3} m/s)

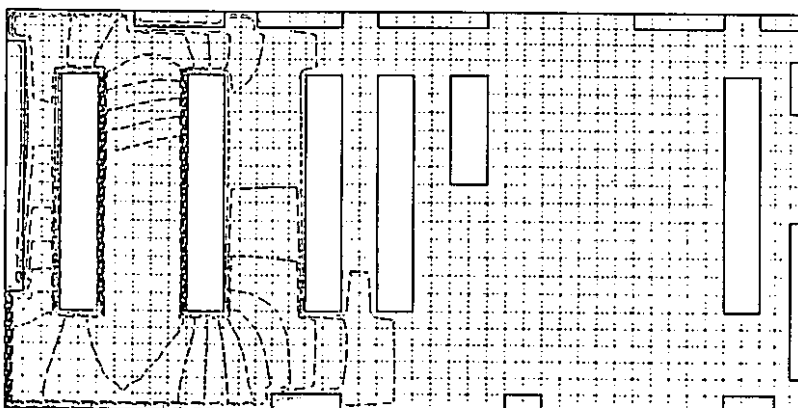
図 3. 14 漏洩後の濃度分布 (断面： k = 7, 時刻： 92秒)



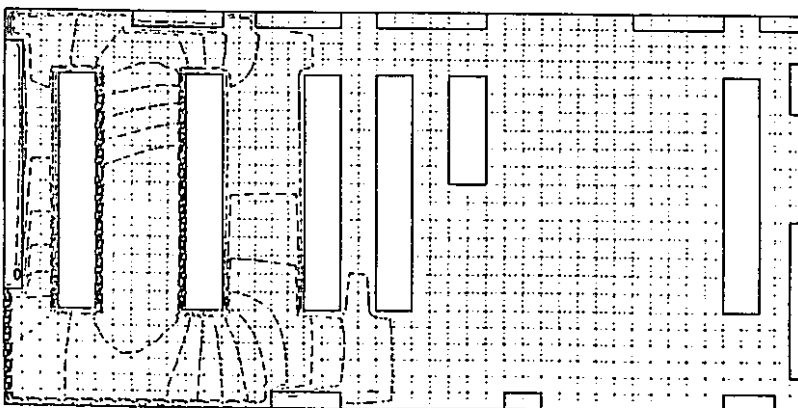
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0. 3 1 μm (重力沈降速度： $4. 5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

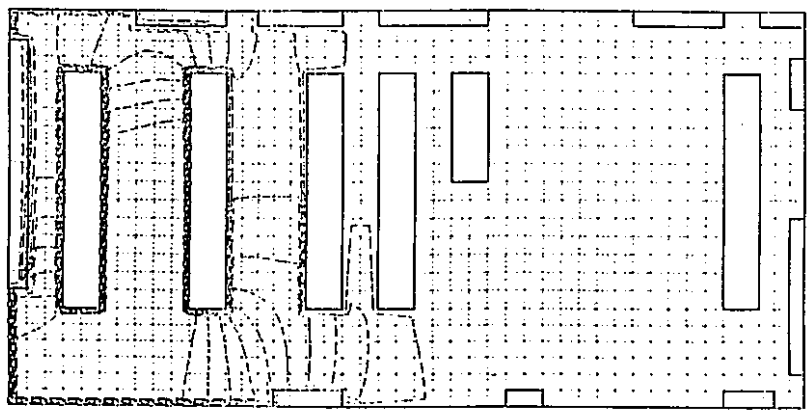


粒径： 1. 0 μm (重力沈降速度： $3. 5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)

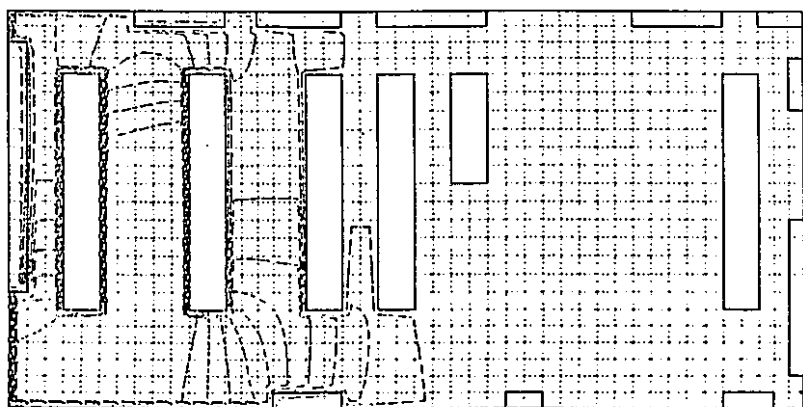


粒径： 1 0. 0 μm (重力沈降速度： $3. 0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

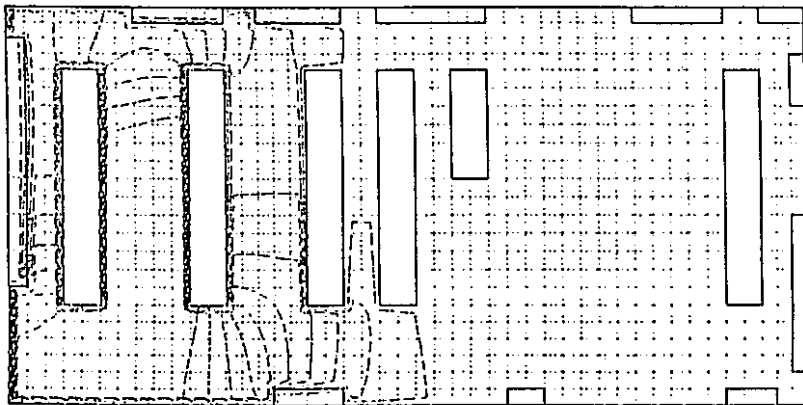
図 3. 1 4 漏洩後の濃度分布 (断面： $k = 7$, 時刻： 1 1 2 秒)



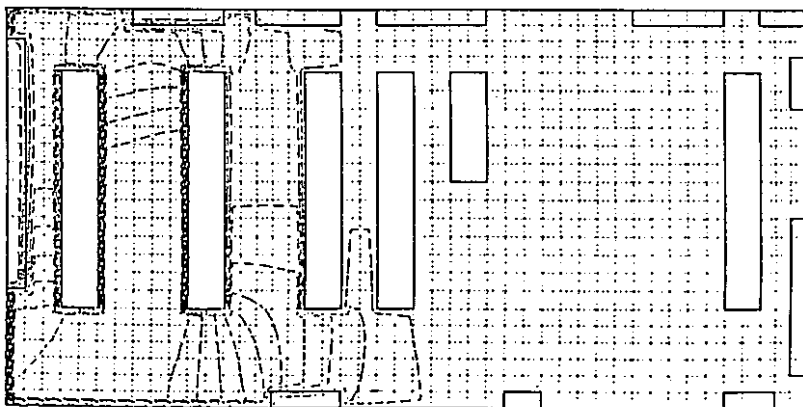
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0. 3 1 μm (重力沈降速度： 4. 5 $\times 10^{-6} \text{m/s}$)

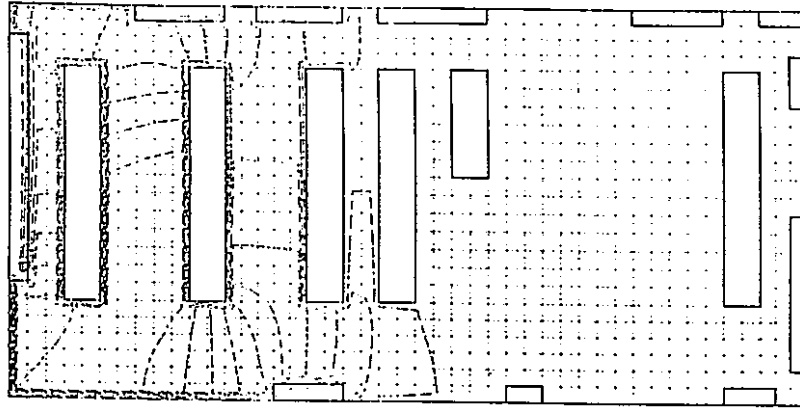


粒径： 1. 0 μm (重力沈降速度： 3. 5 $\times 10^{-5} \text{m/s}$)

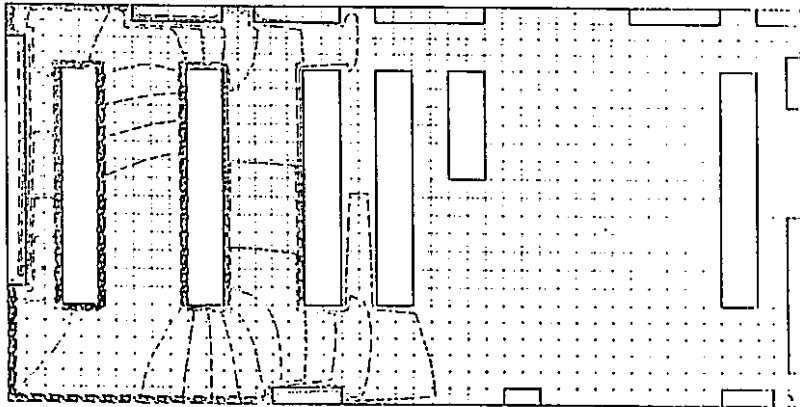


粒径： 1 0. 0 μm (重力沈降速度： 3. 0 $\times 10^{-3} \text{m/s}$)

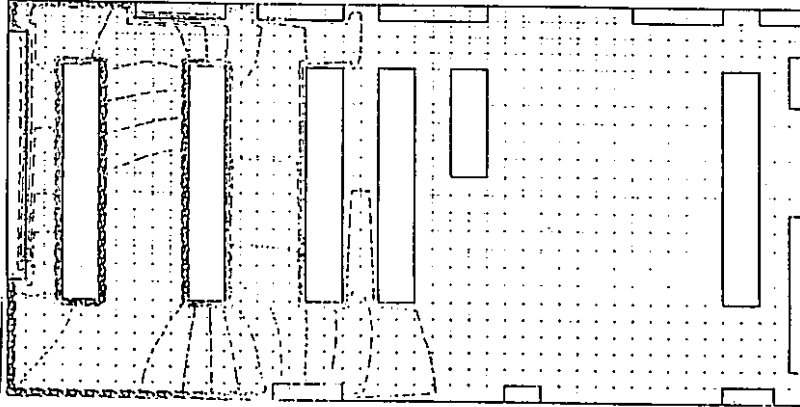
図 3. 1 4 漏洩後の濃度分布 (断面： k = 7, 時刻： 1 3 2 秒)



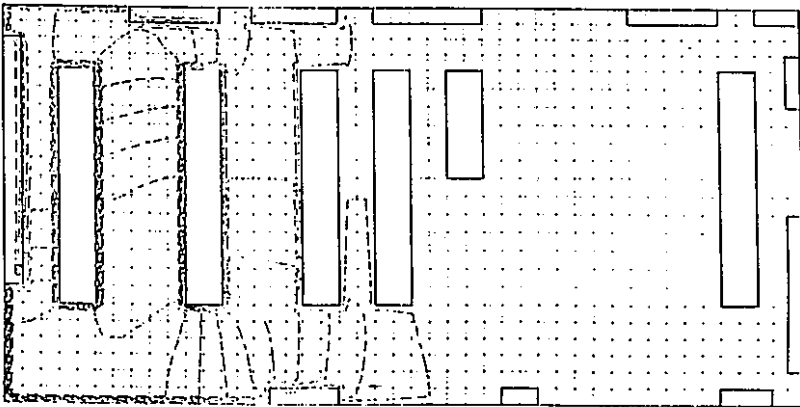
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： 4.5×10^{-6} m/s)

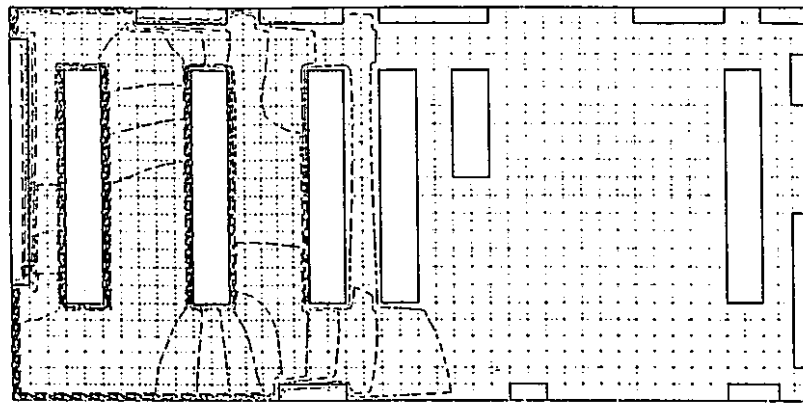


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： 3.5×10^{-5} m/s)

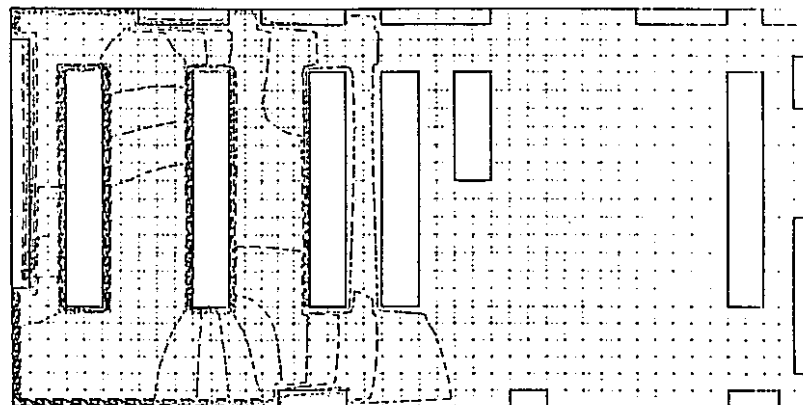


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： 3.0×10^{-3} m/s)

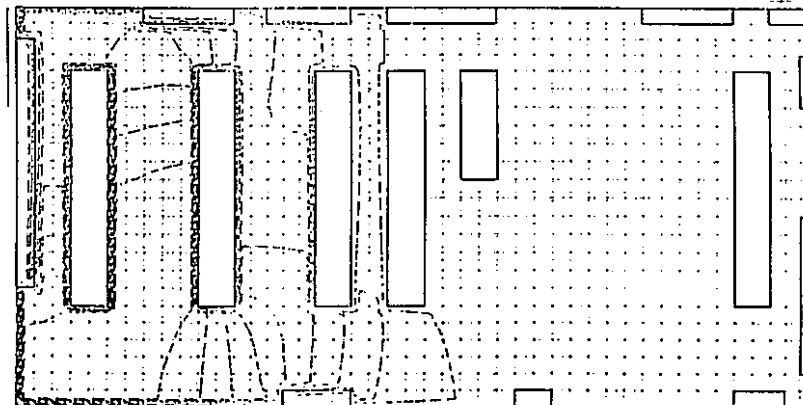
図3.14 漏洩後の濃度分布 (断面：k = 7, 時刻：152秒)



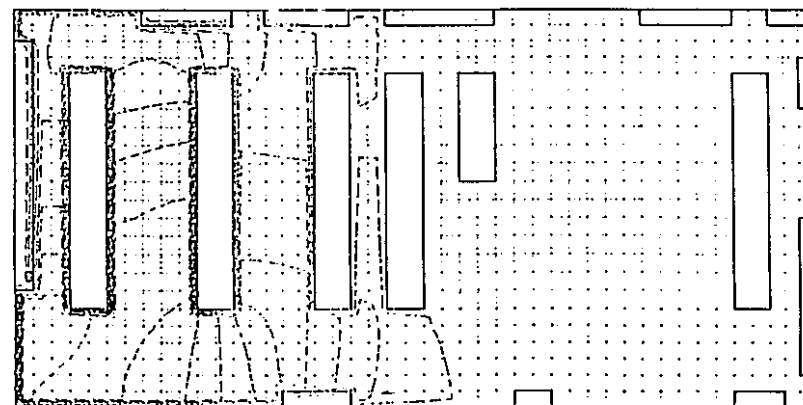
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0. 3 1 μm (重力沈降速度： 4. 5 $\times 10^{-6}$ m/s)

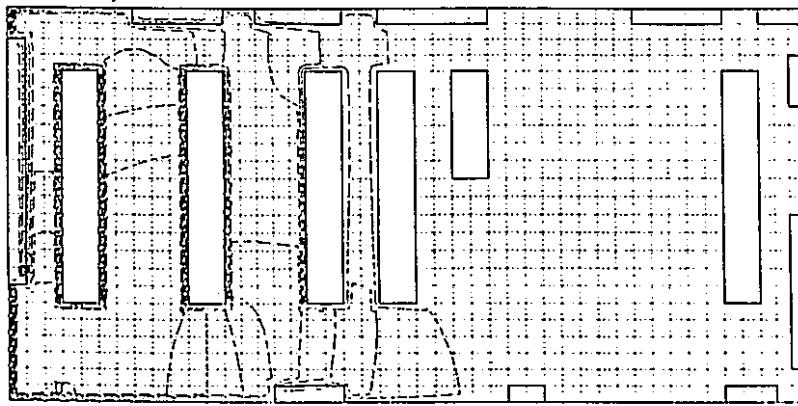


粒径： 1. 0 μm (重力沈降速度： 3. 5 $\times 10^{-5}$ m/s)

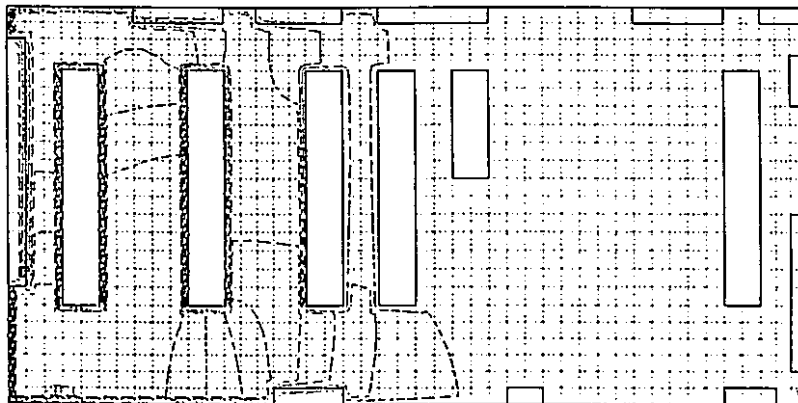


粒径： 1 0. 0 μm (重力沈降速度： 3. 0 $\times 10^{-3}$ m/s)

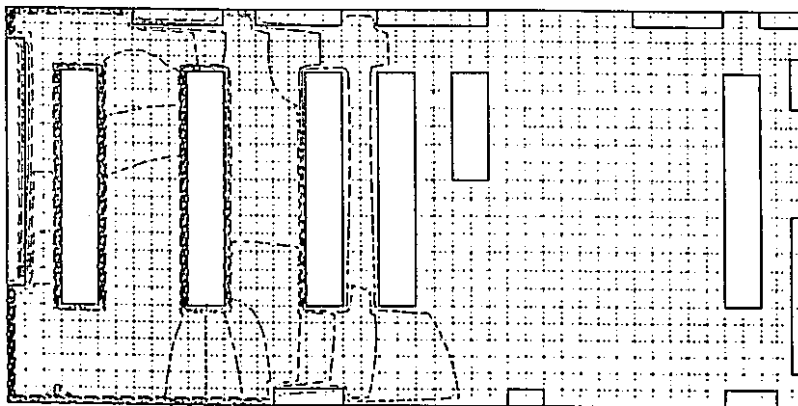
図3. 14 漏洩後の濃度分布 (断面： k = 7, 時刻： 172秒)



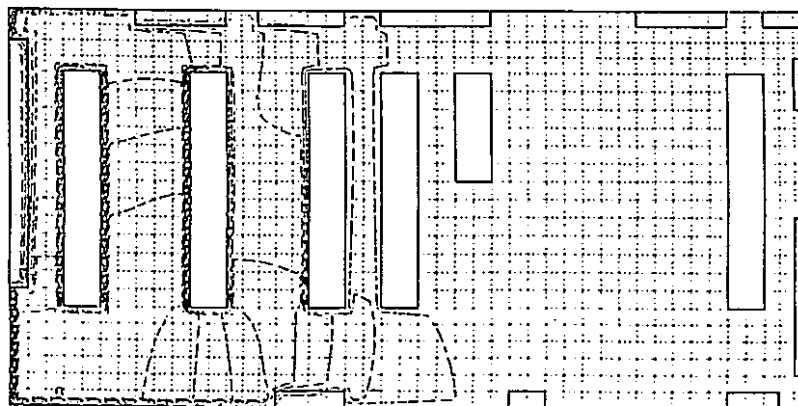
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

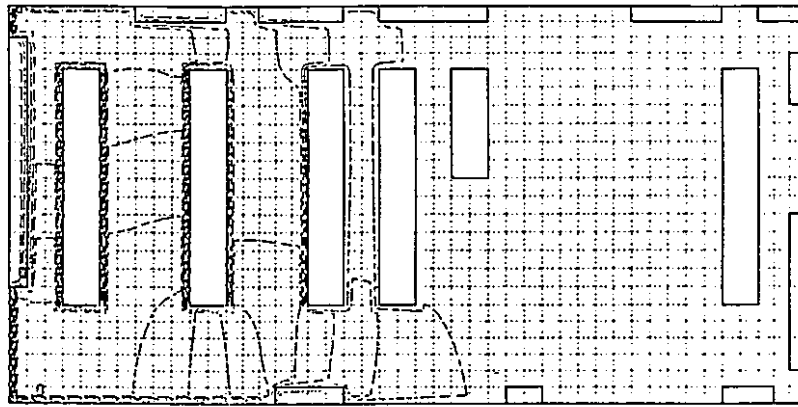


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)

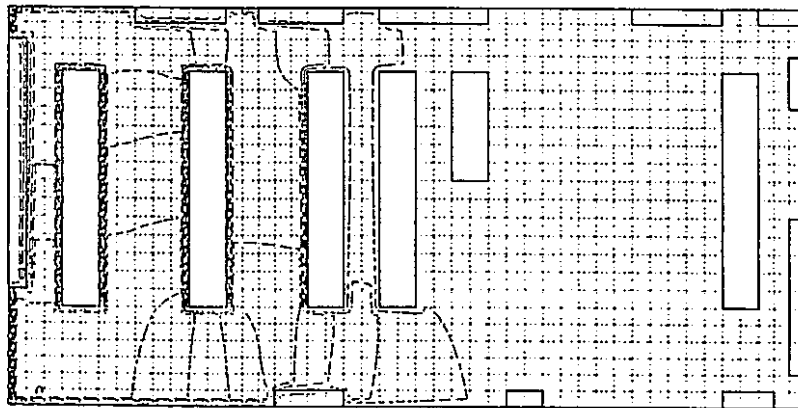


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

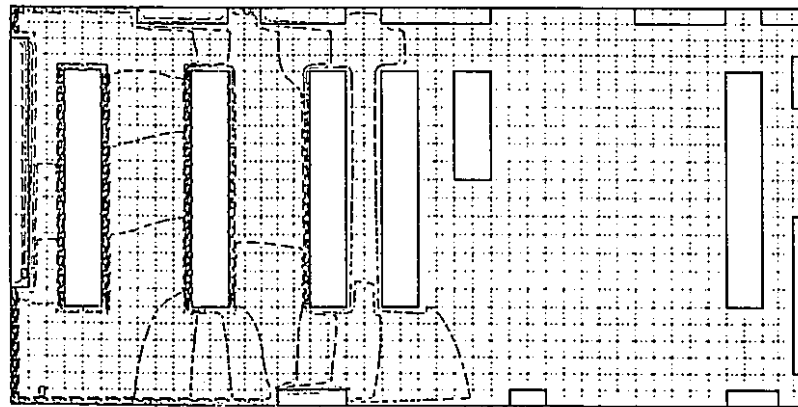
図 3. 14 漏洩後の濃度分布 (断面： $k = 7$, 時刻： 192 秒)



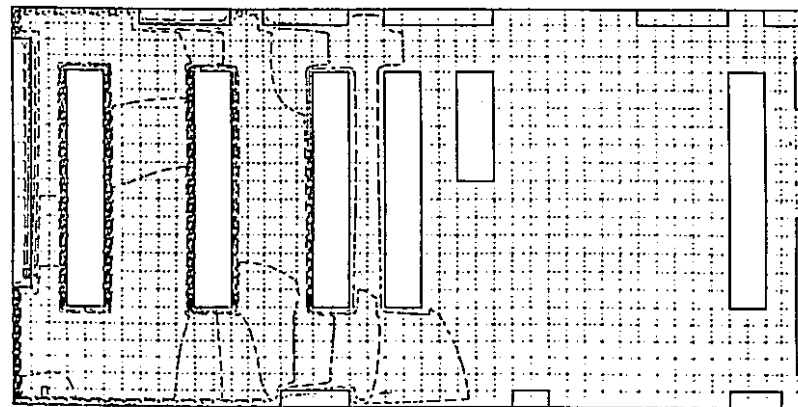
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0. 3 1 μm (重力沈降速度： 4. 5 $\times 10^{-6}$ m/s)

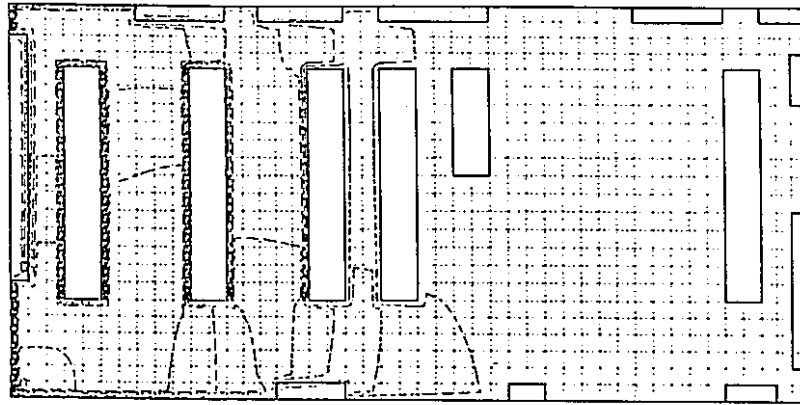


粒径： 1. 0 μm (重力沈降速度： 3. 5 $\times 10^{-5}$ m/s)

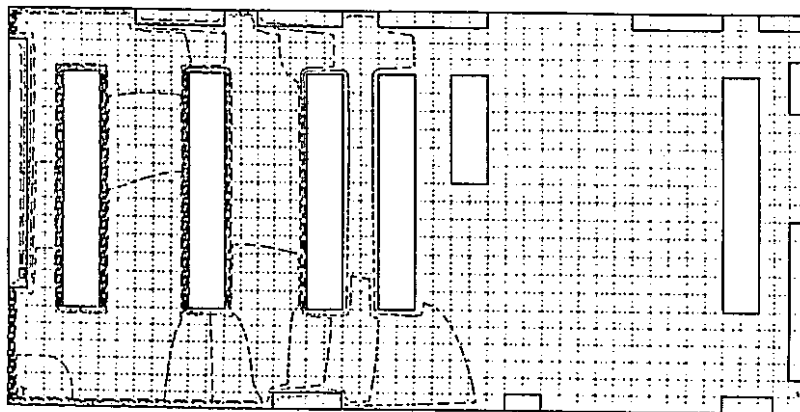


粒径： 1 0. 0 μm (重力沈降速度： 3. 0 $\times 10^{-3}$ m/s)

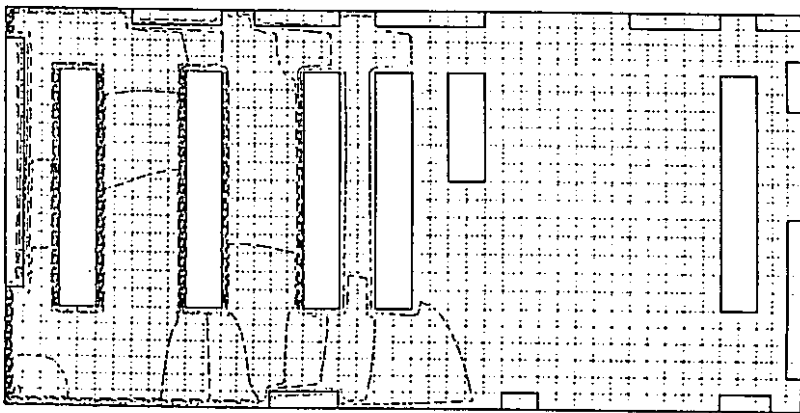
図 3. 1 4 漏洩後の濃度分布 (断面： $k = 7$, 時刻： 2 1 2 秒)



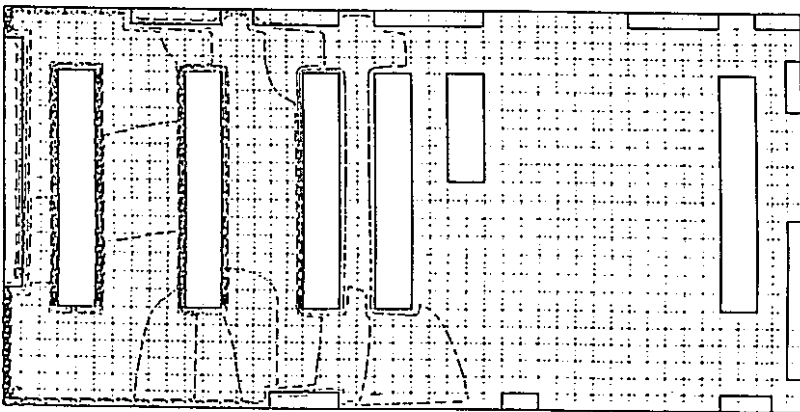
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

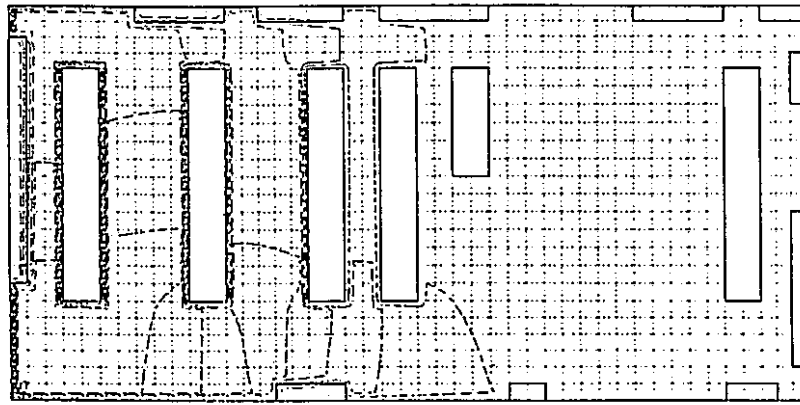


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)

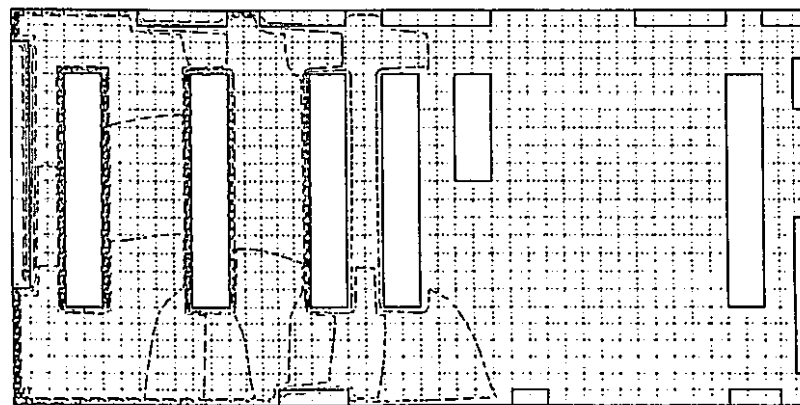


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

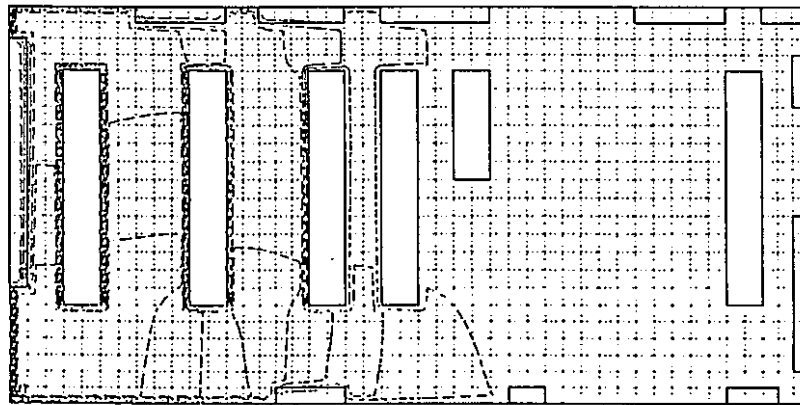
図3.14 漏洩後の濃度分布 (断面： $k = 7$, 時刻： 232秒)



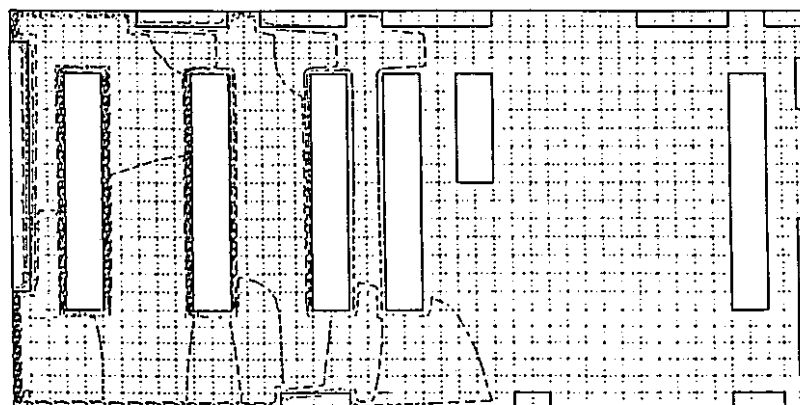
粒径： $0 \mu\text{m}$ (重力沈降速度： 0m/s)



粒径： $0.31 \mu\text{m}$ (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

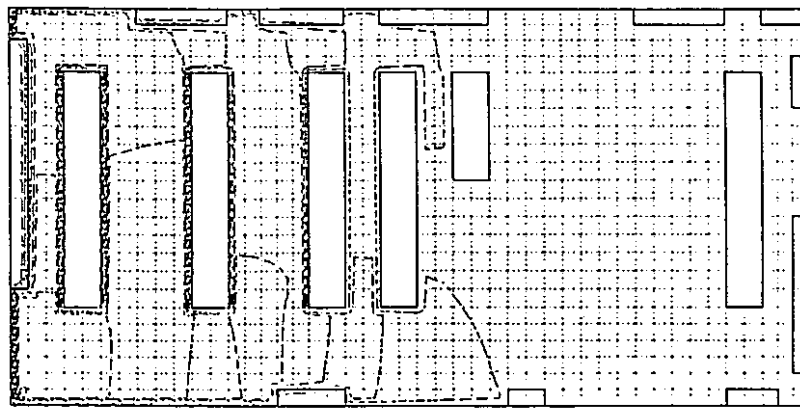


粒径： $1.0 \mu\text{m}$ (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)

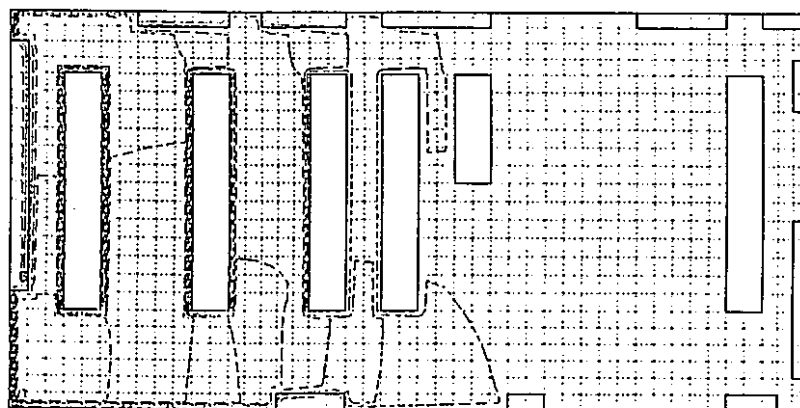


粒径： $10.0 \mu\text{m}$ (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

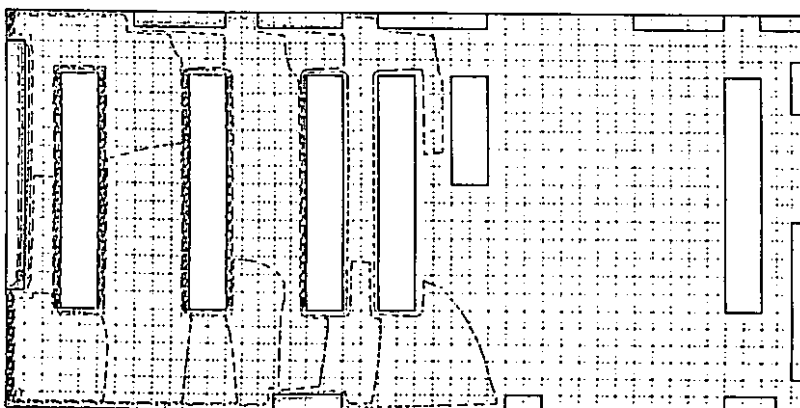
図3.14 漏洩後の濃度分布 (断面： $k = 7$, 時刻： 252秒)



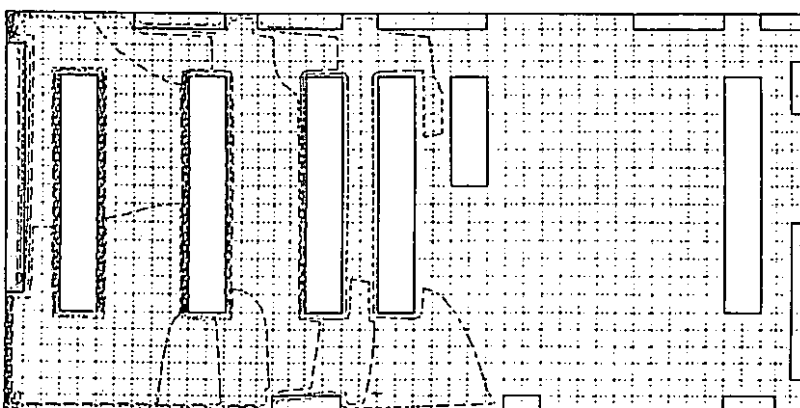
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

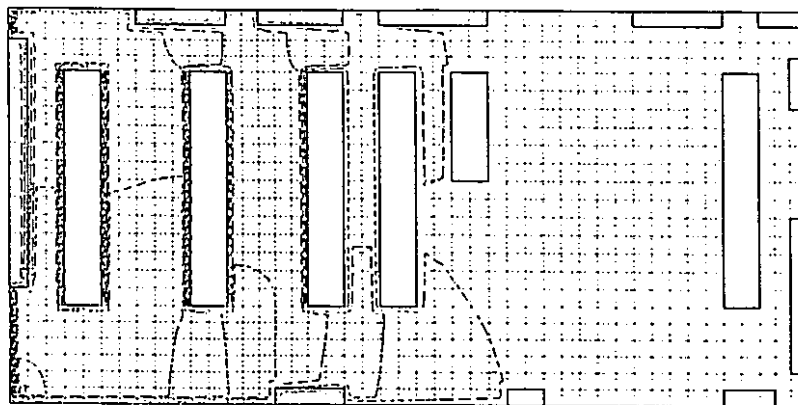


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)

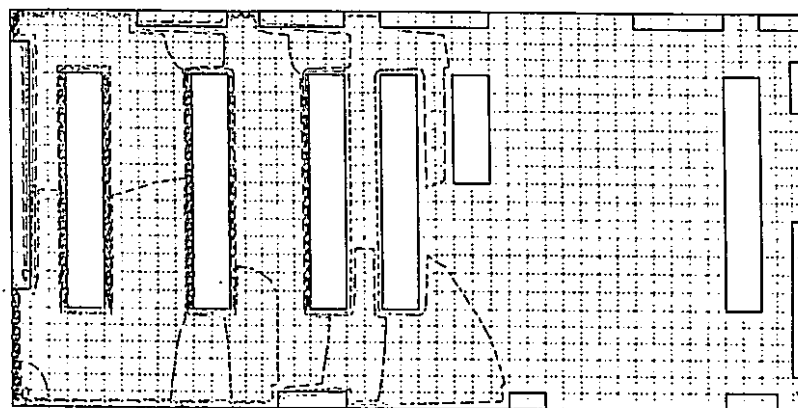


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

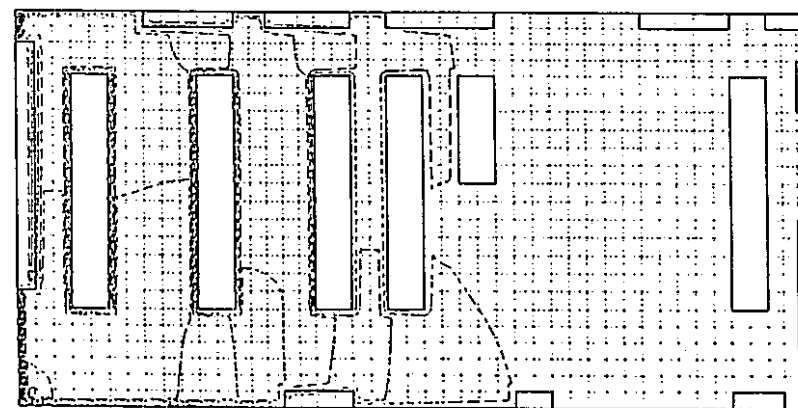
図 3. 14 漏洩後の濃度分布 (断面： $k = 7$, 時刻： 272 秒)



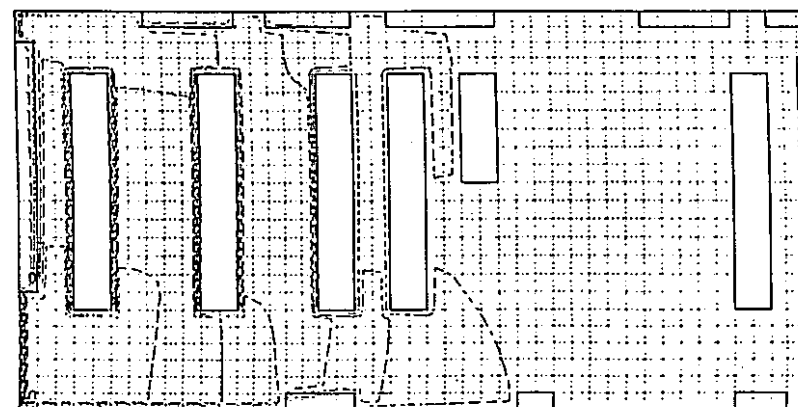
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0. 3 1 μm (重力沈降速度： 4. 5 $\times 10^{-6}$ m/s)

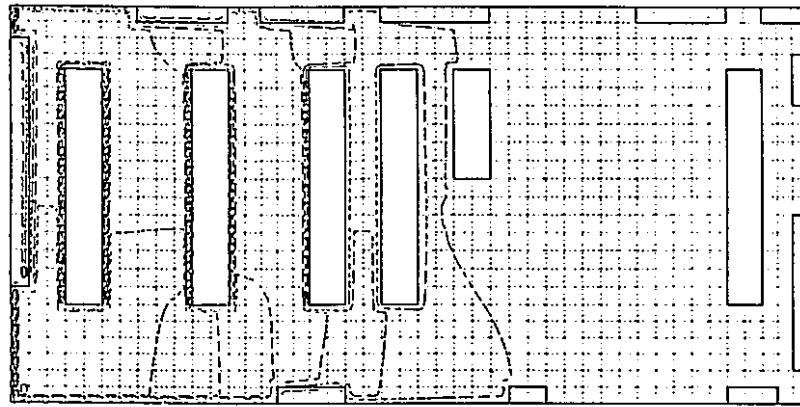


粒径： 1. 0 μm (重力沈降速度： 3. 5 $\times 10^{-5}$ m/s)

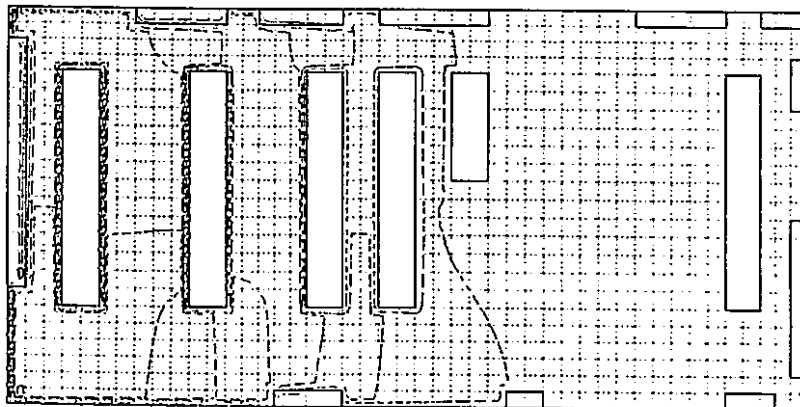


粒径： 1 0. 0 μm (重力沈降速度： 3. 0 $\times 10^{-3}$ m/s)

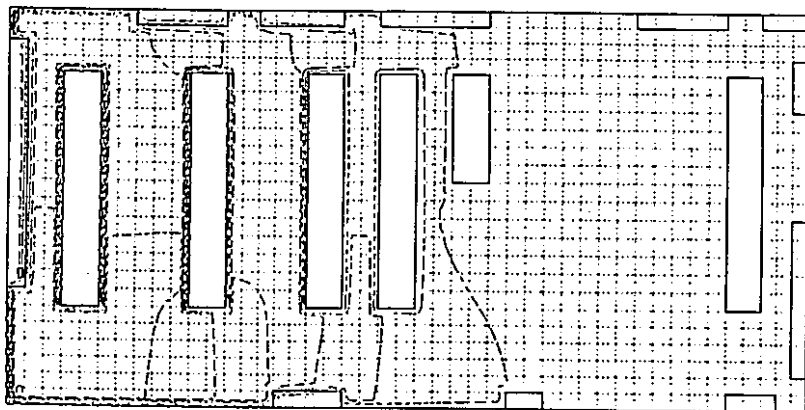
図3. 14 漏洩後の濃度分布 (断面：k = 7, 時刻：292秒)



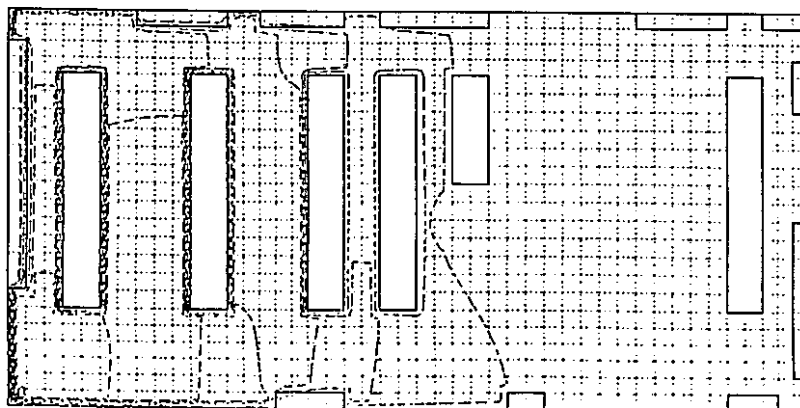
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

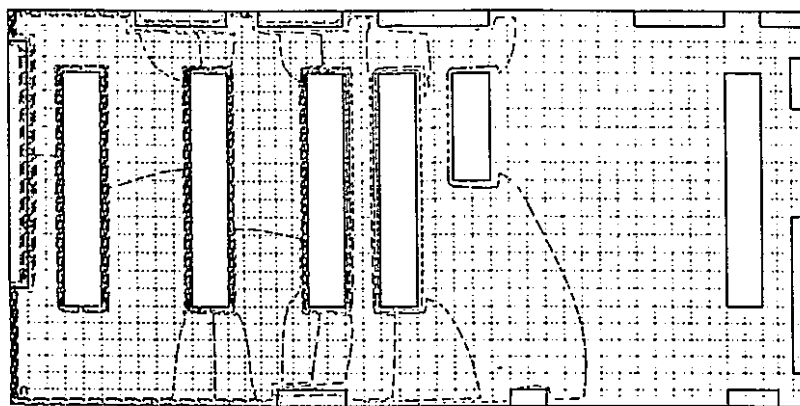


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)

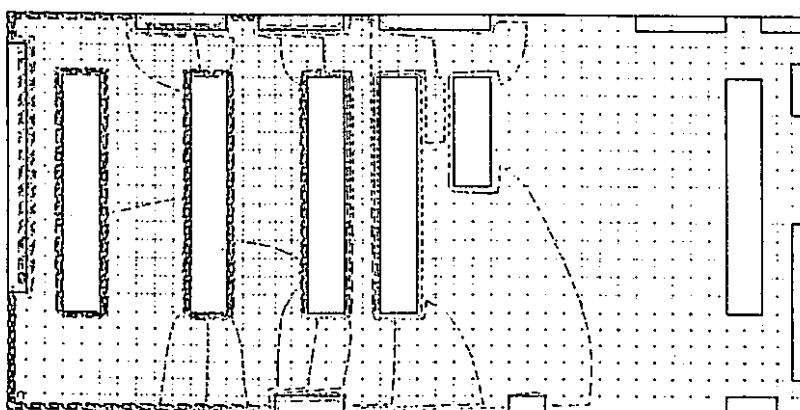


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

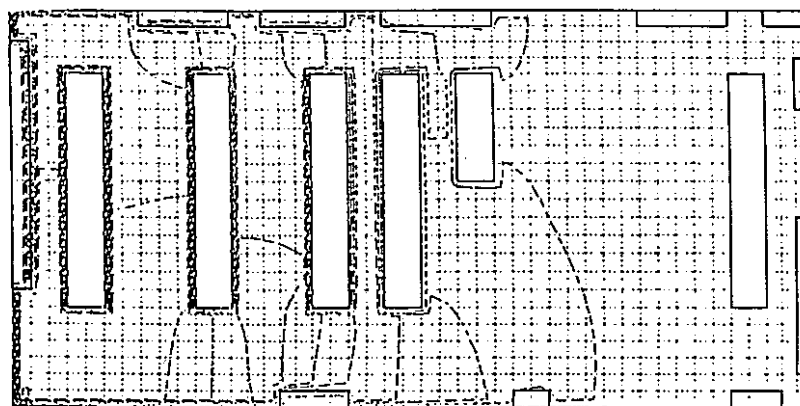
図3.14 漏洩後の濃度分布 (断面：k = 7, 時刻：312秒)



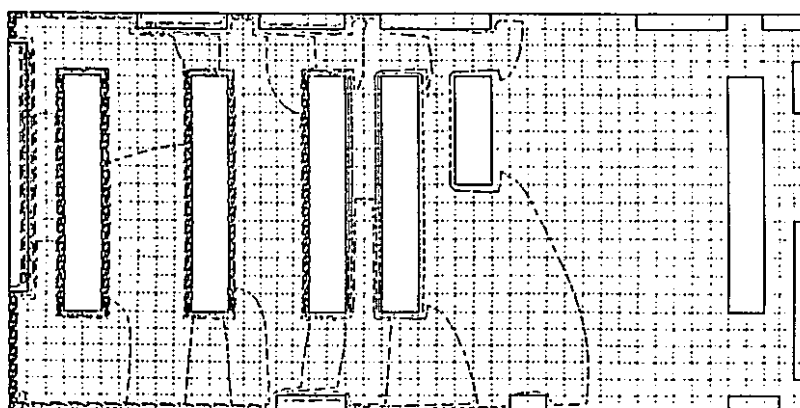
粒径： $0 \mu\text{m}$ (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： $0.31 \mu\text{m}$ (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{ m/s}$)

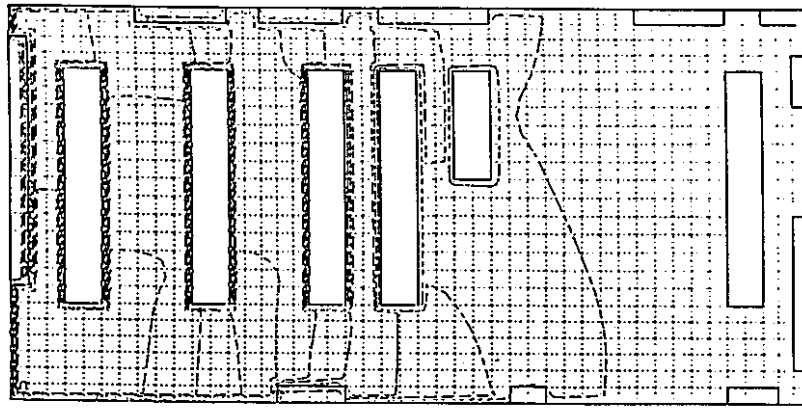


粒径： $1.0 \mu\text{m}$ (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$)

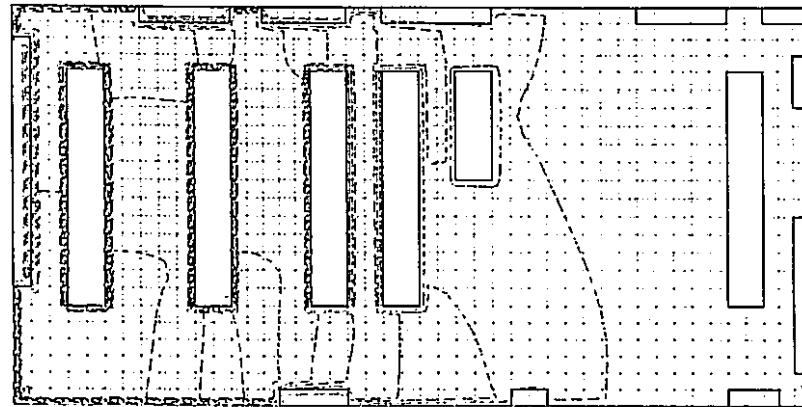


粒径： $10.0 \mu\text{m}$ (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{ m/s}$)

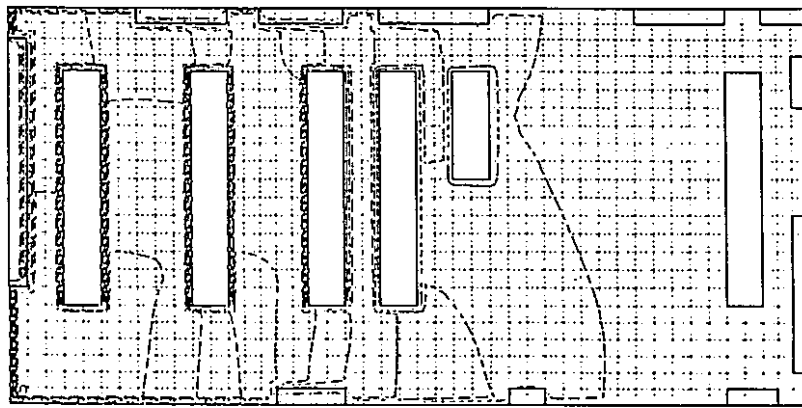
図3. 14 漏洩後の濃度分布 (断面： $k = 7$, 時刻： 332 秒)



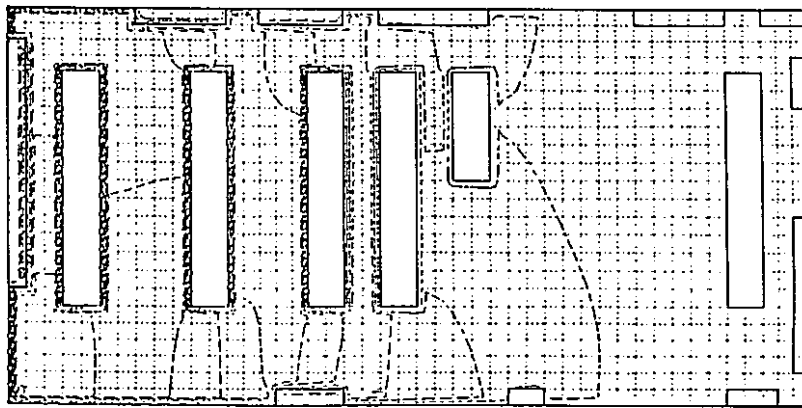
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

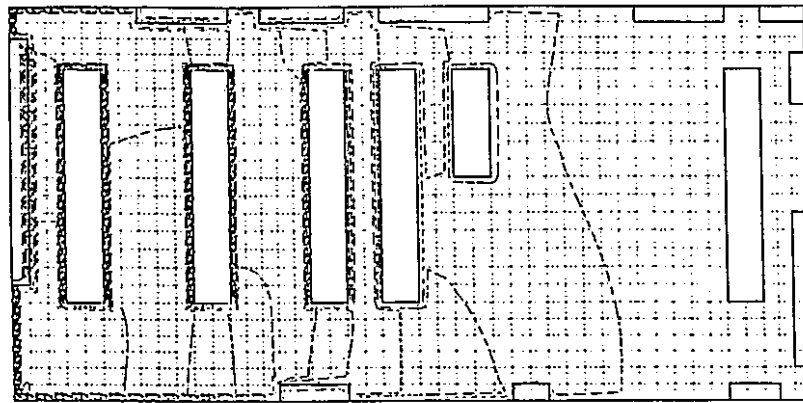


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)

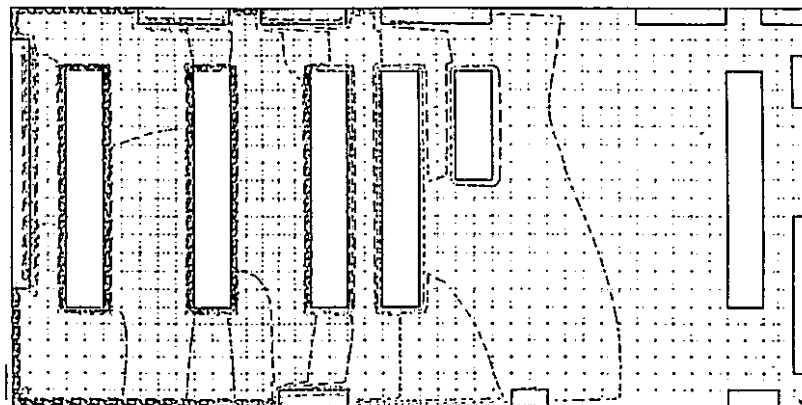


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

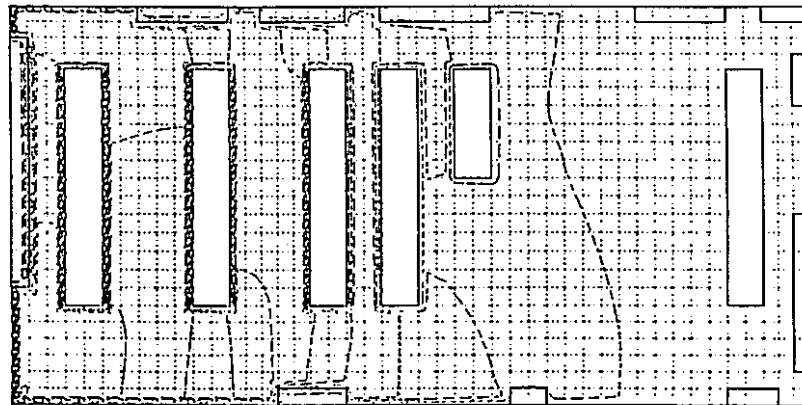
図3.14 漏洩後の濃度分布 (断面： $k = 7$, 時刻： 352秒)



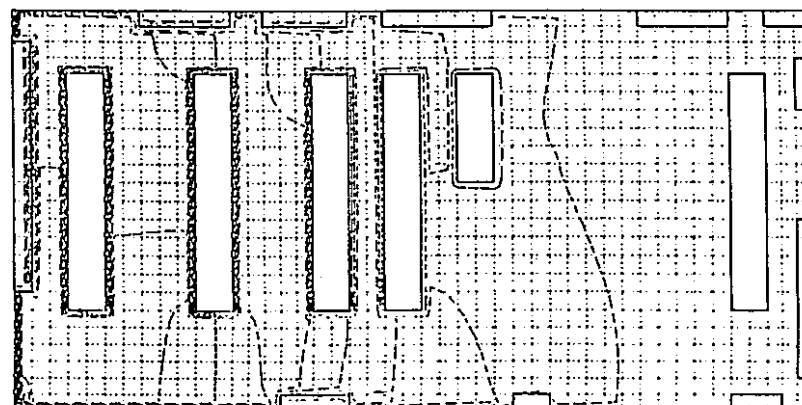
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

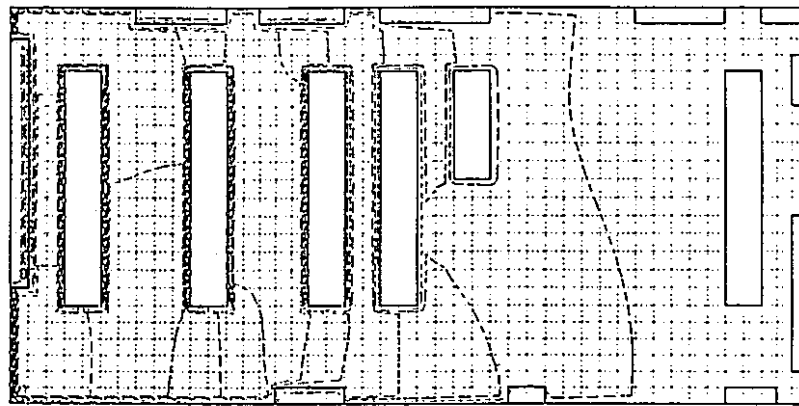


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)

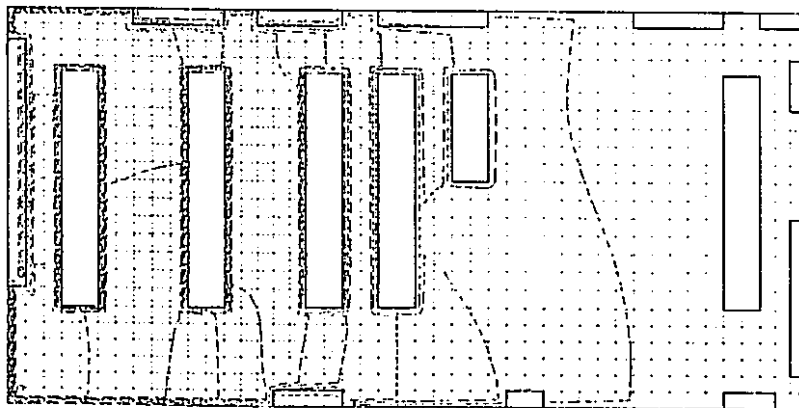


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

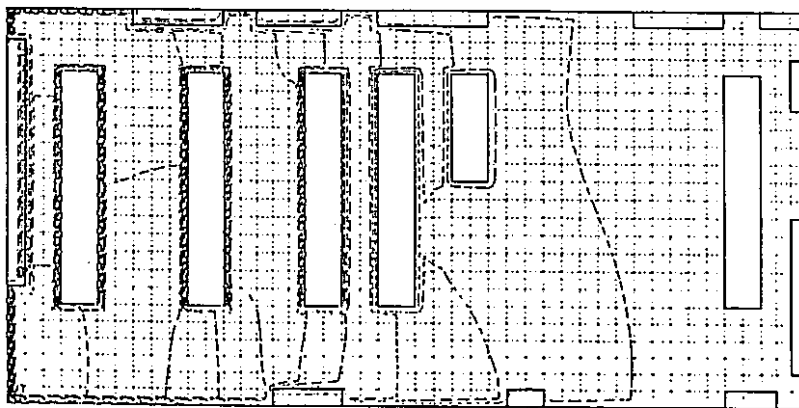
図3.14 漏洩後の濃度分布 (断面：k = 7, 時刻：372秒)



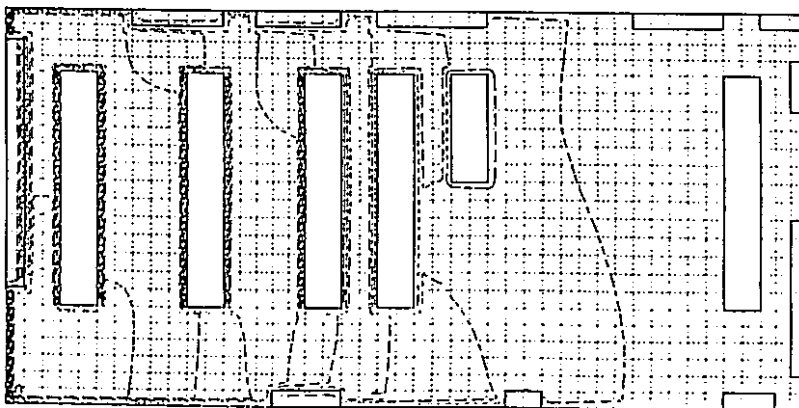
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0. 3 1 μm (重力沈降速度： 4. 5 $\times 10^{-6}$ m/s)

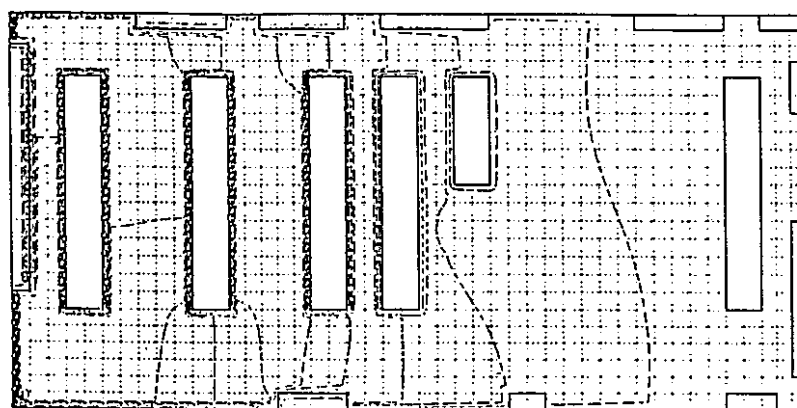


粒径： 1. 0 μm (重力沈降速度： 3. 5 $\times 10^{-5}$ m/s)

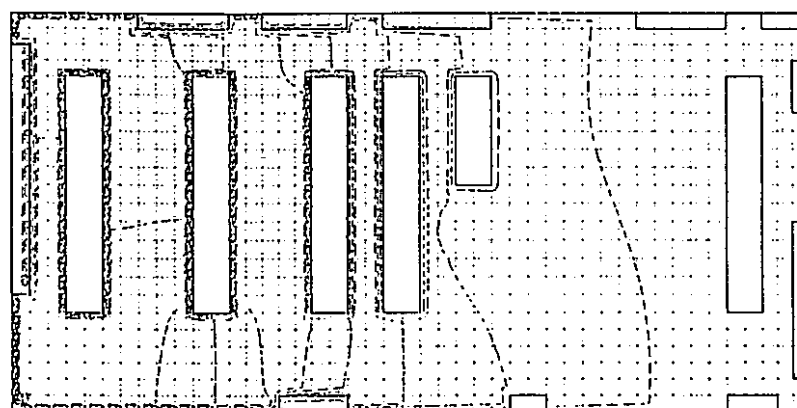


粒径： 1 0. 0 μm (重力沈降速度： 3. 0 $\times 10^{-3}$ m/s)

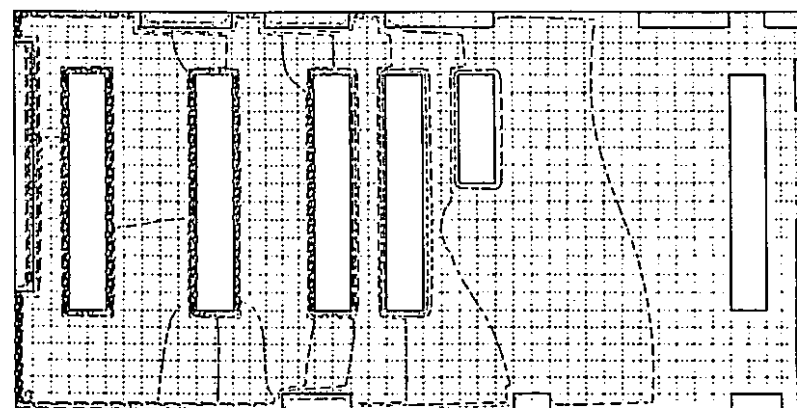
図 3. 14 漏洩後の濃度分布 (断面： $k = 7$, 時刻： 3 9 2 秒)



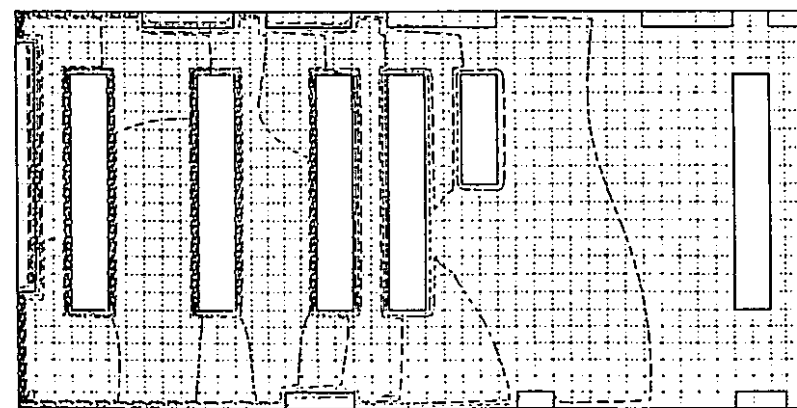
粒径： $0 \mu\text{m}$ (重力沈降速度： 0m/s)



粒径： $0.31 \mu\text{m}$ (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

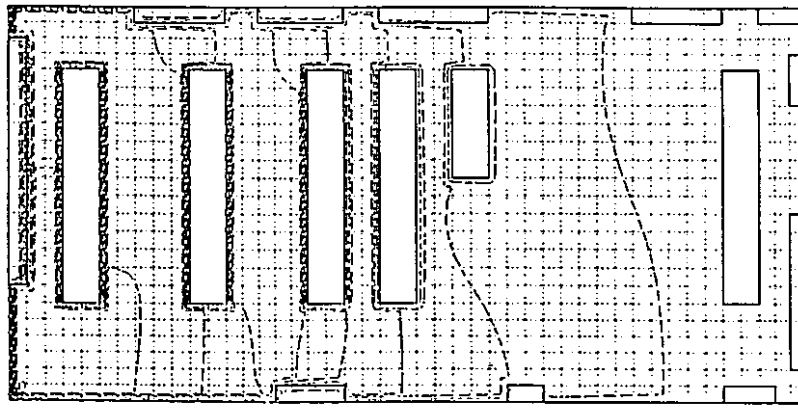


粒径： $1.0 \mu\text{m}$ (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)

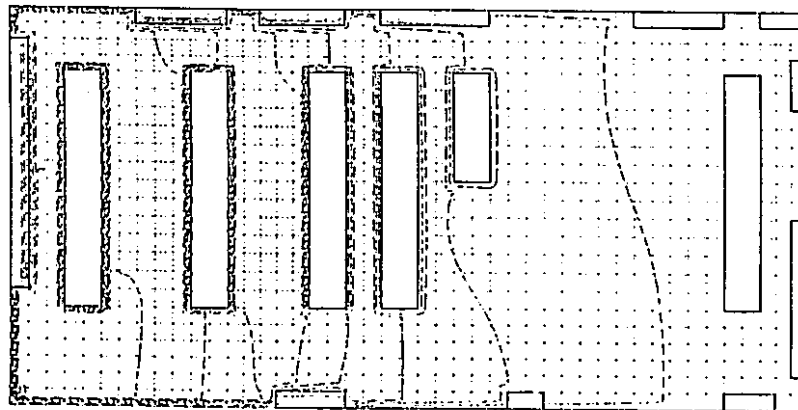


粒径： $10.0 \mu\text{m}$ (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

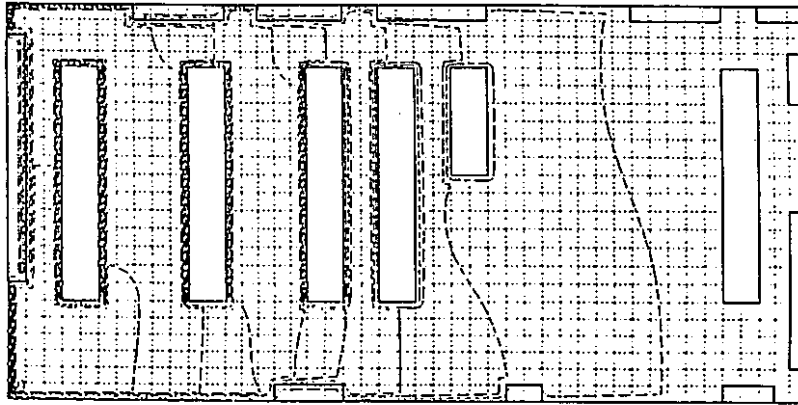
図3.14 漏洩後の濃度分布 (断面： $k = 7$, 時刻： 412秒)



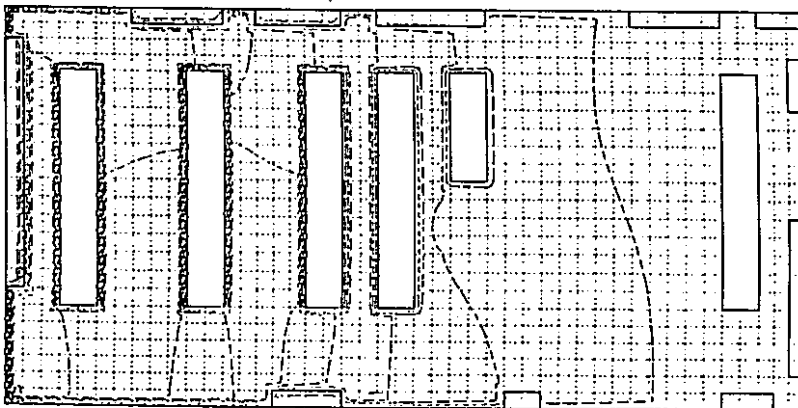
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0. 3 1 μm (重力沈降速度： 4. 5 $\times 10^{-6}$ m/s)

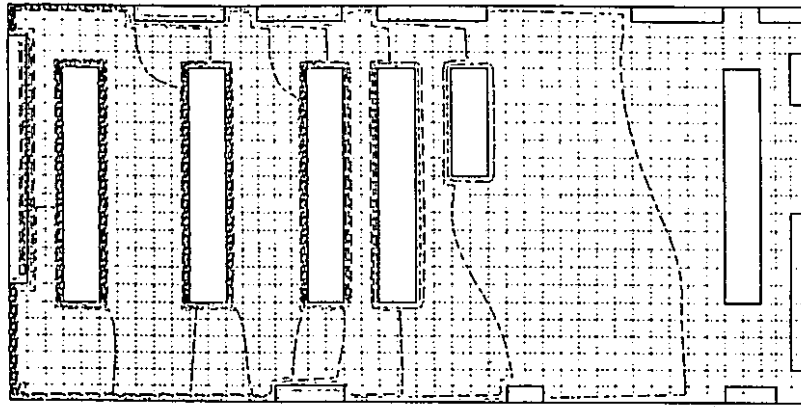


粒径： 1. 0 μm (重力沈降速度： 3. 5 $\times 10^{-5}$ m/s)

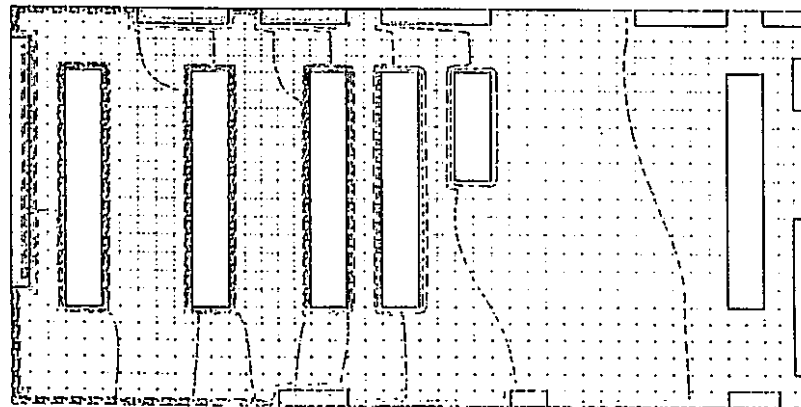


粒径： 1 0. 0 μm (重力沈降速度： 3. 0 $\times 10^{-3}$ m/s)

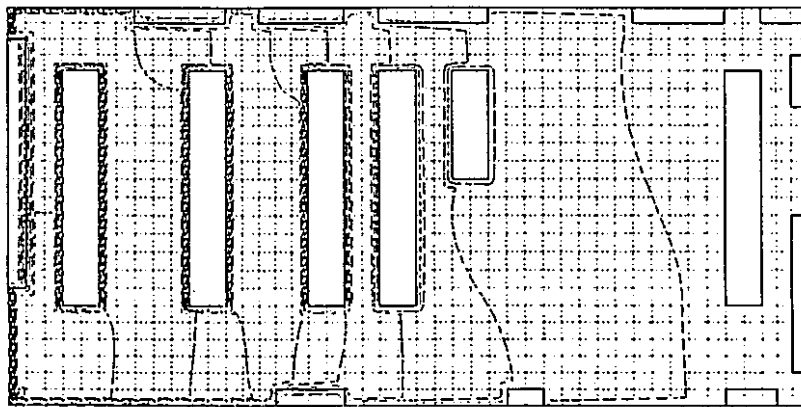
図 3. 1 4 漏洩後の濃度分布 (断面： $k = 7$, 時刻： 4 3 2 秒)



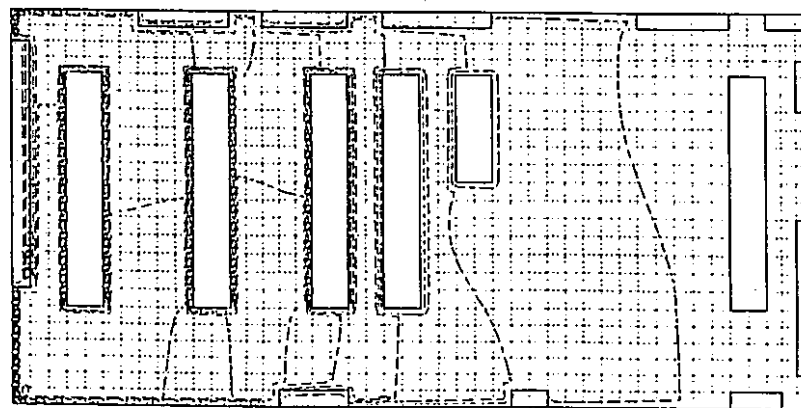
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0. 31 μm (重力沈降速度： 4. 5 $\times 10^{-6}$ m/s)

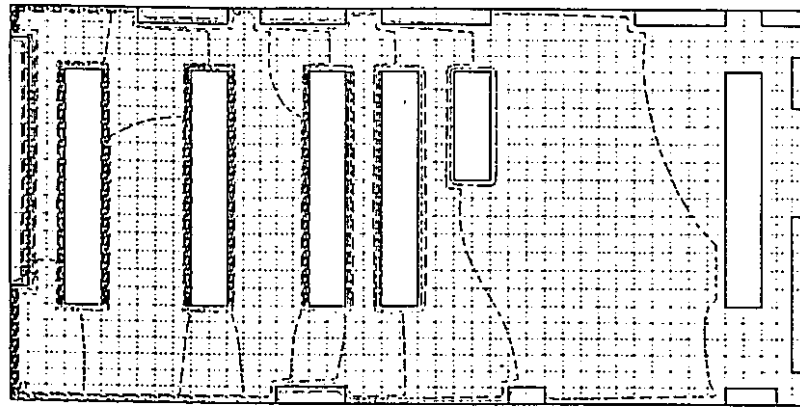


粒径： 1. 0 μm (重力沈降速度： 3. 5 $\times 10^{-5}$ m/s)

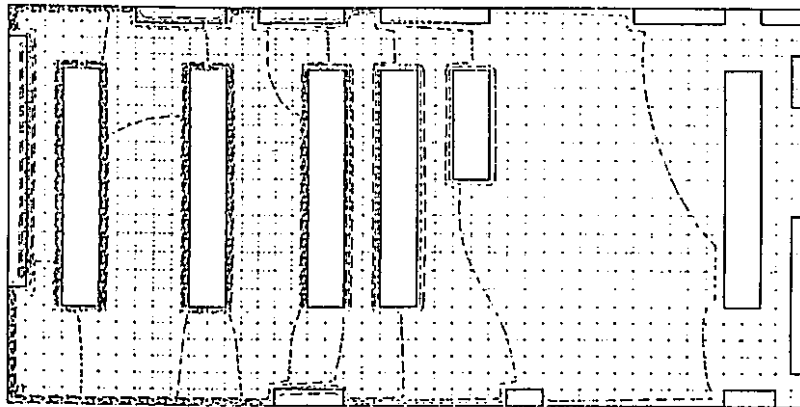


粒径： 10. 0 μm (重力沈降速度： 3. 0 $\times 10^{-3}$ m/s)

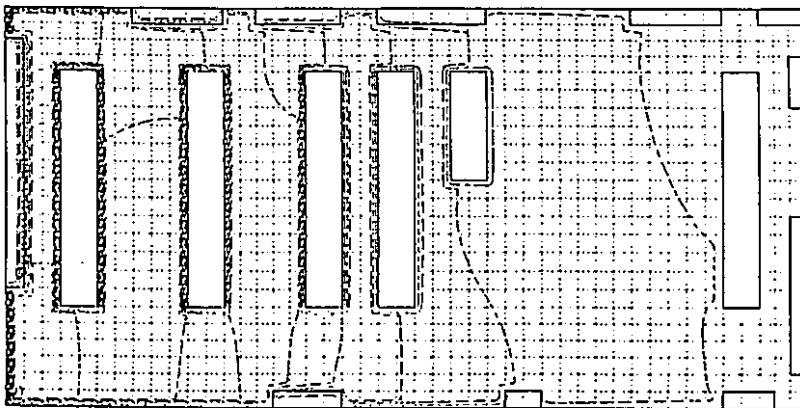
図3. 14 漏洩後の濃度分布 (断面：k = 7, 時刻：452秒)



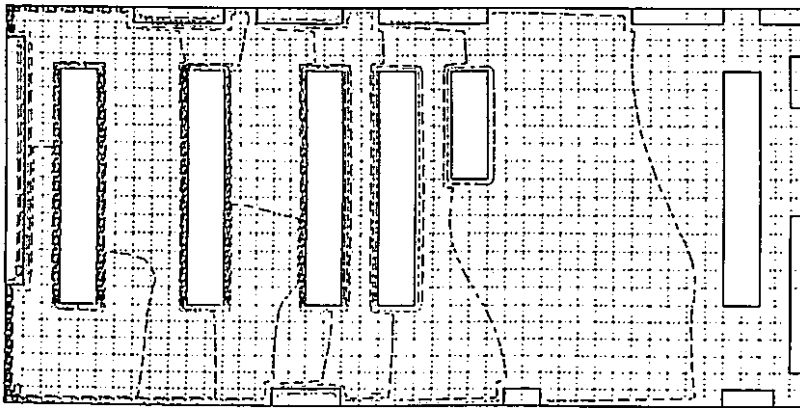
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

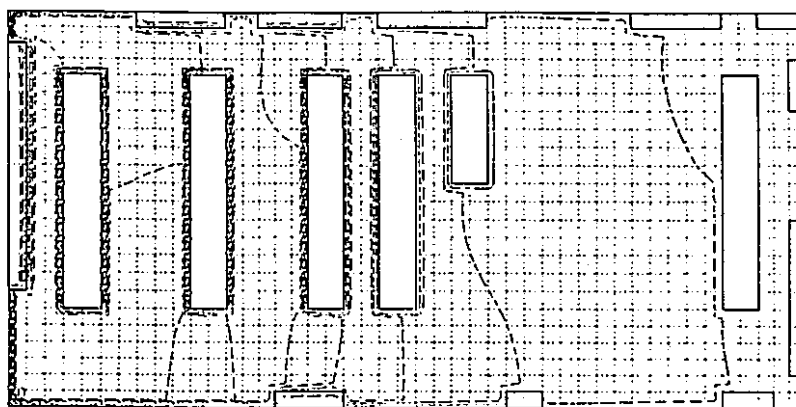


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)

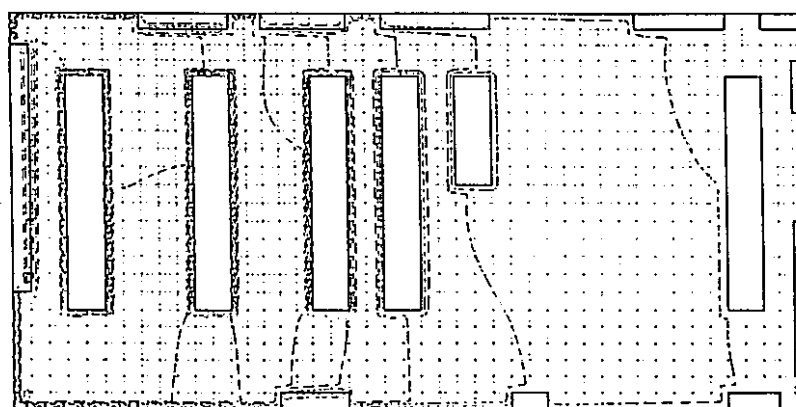


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

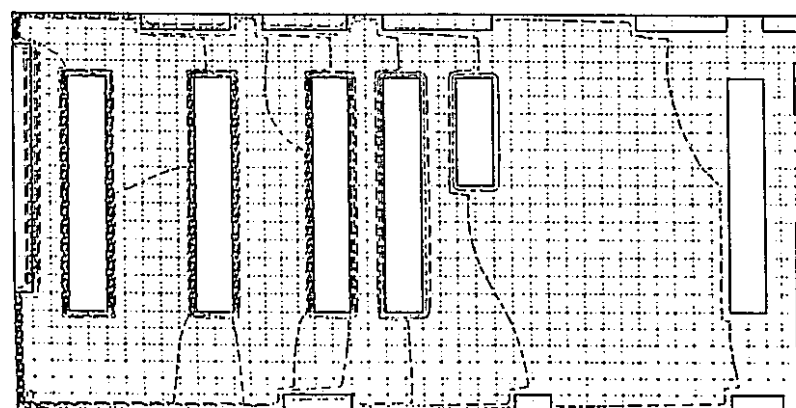
図3.14 漏洩後の濃度分布 (断面：k = 7, 時刻：472秒)



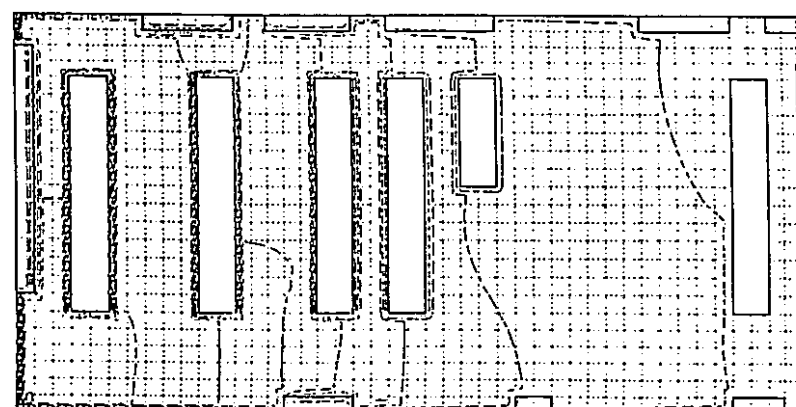
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

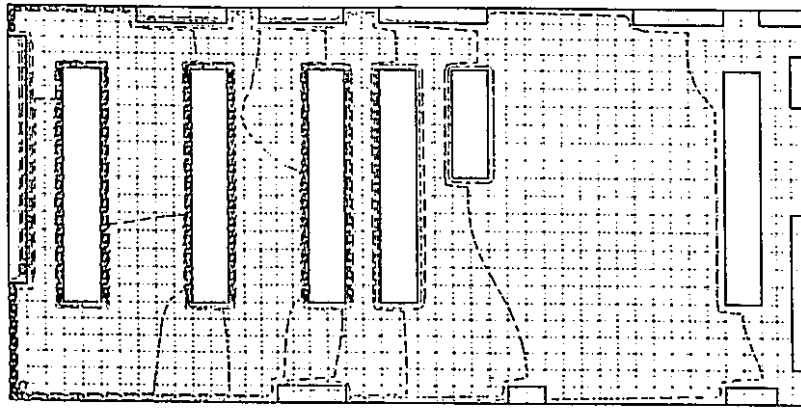


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)

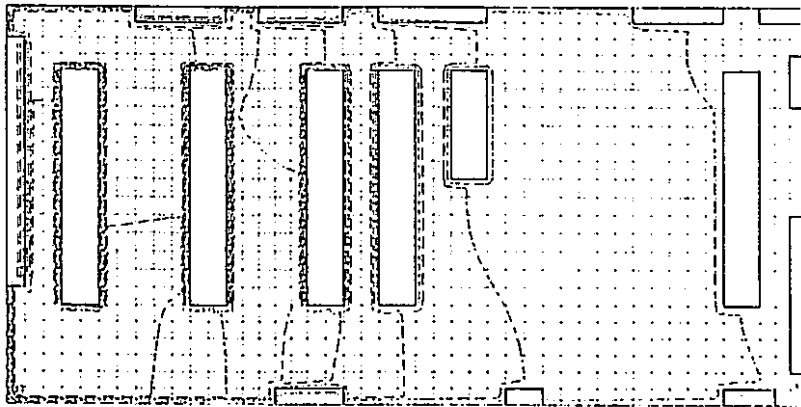


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

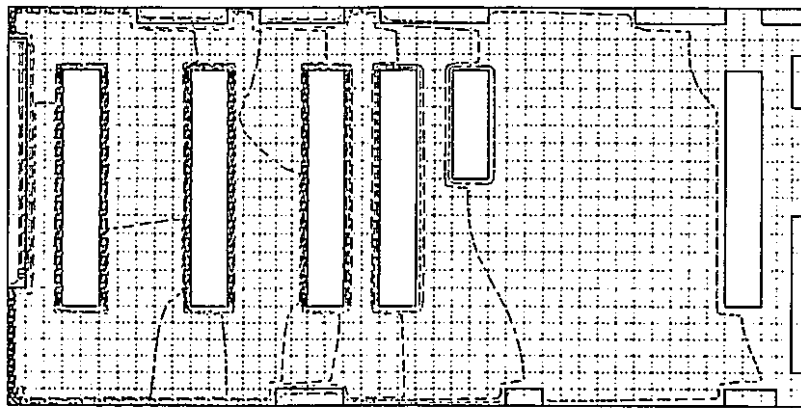
図3.14 漏洩後の濃度分布 (断面：k = 7, 時刻：492秒)



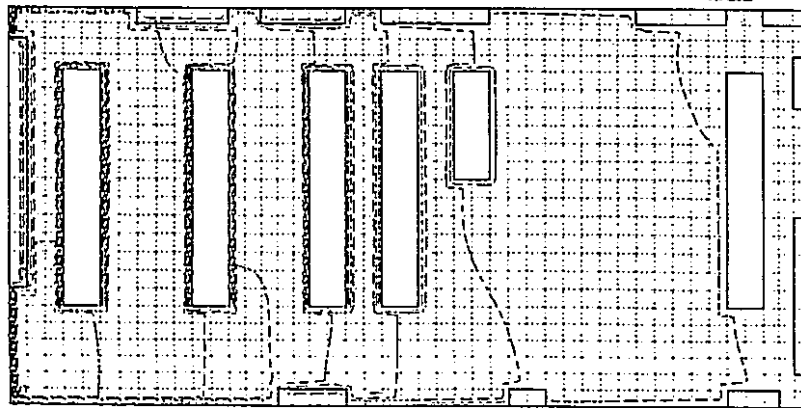
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

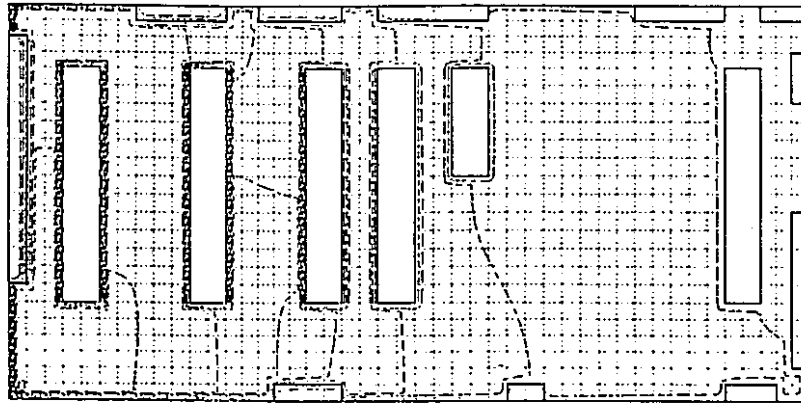


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)

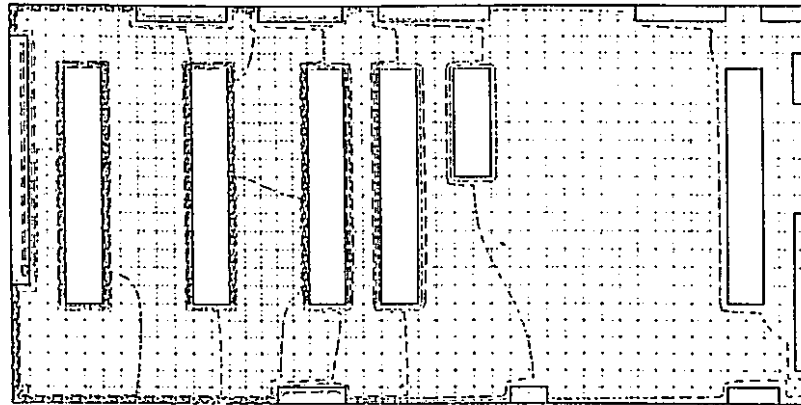


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

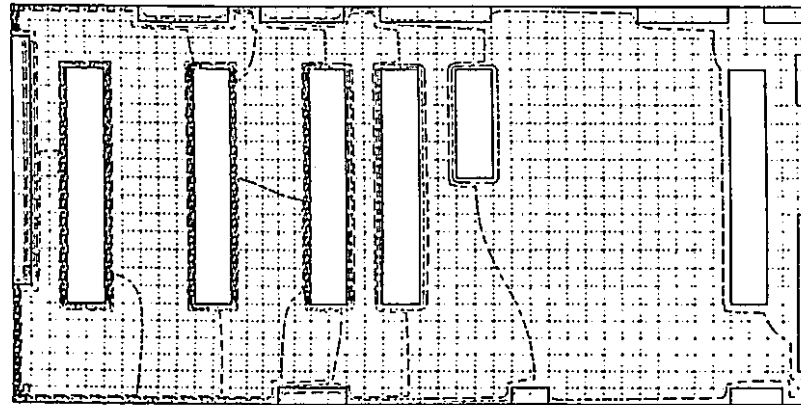
図3.14 漏洩後の濃度分布 (断面：k = 7, 時刻：512秒)



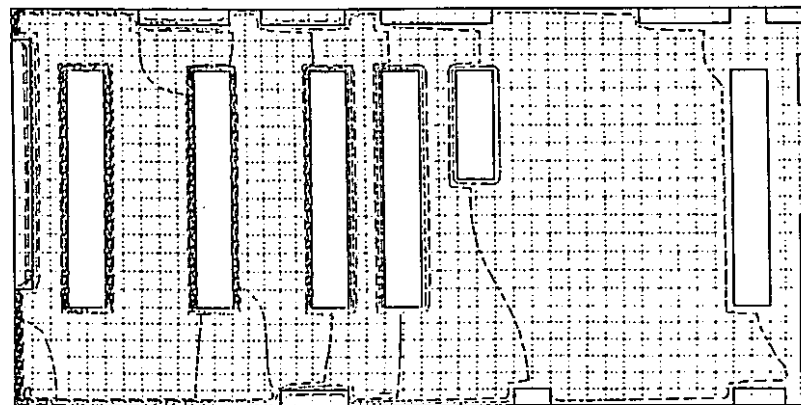
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： 4.5×10^{-6} m/s)

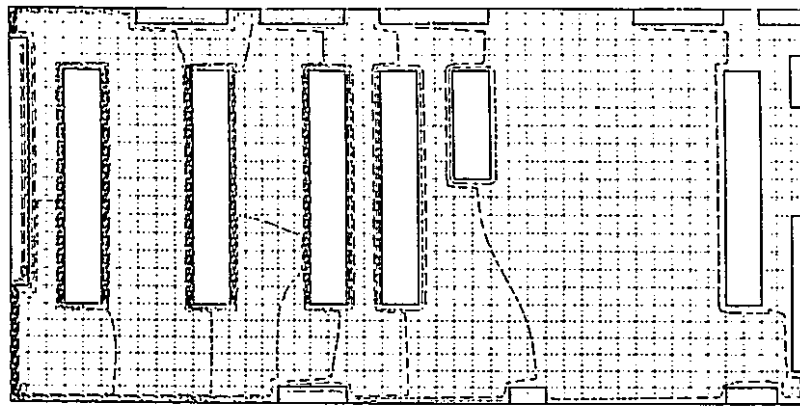


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： 3.5×10^{-5} m/s)

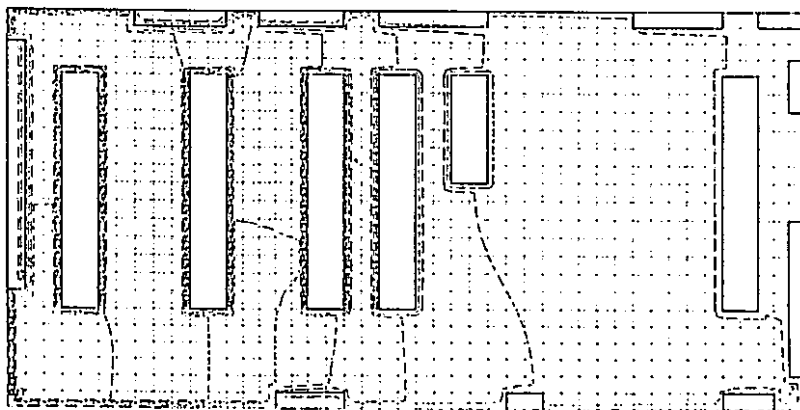


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： 3.0×10^{-3} m/s)

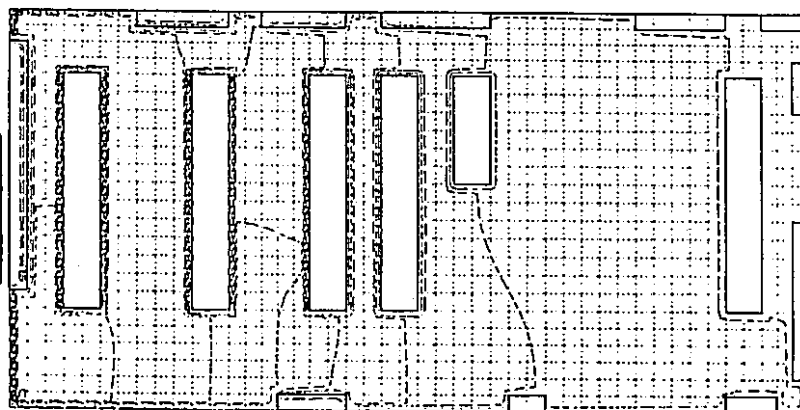
図3.14 漏洩後の濃度分布 (断面：k = 7, 時刻：532秒)



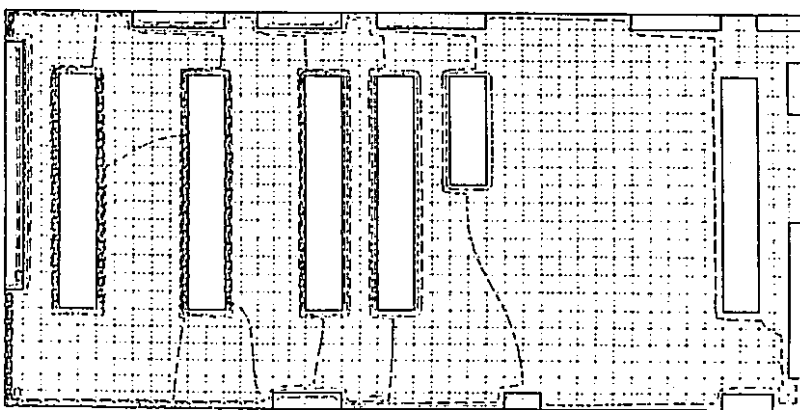
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)

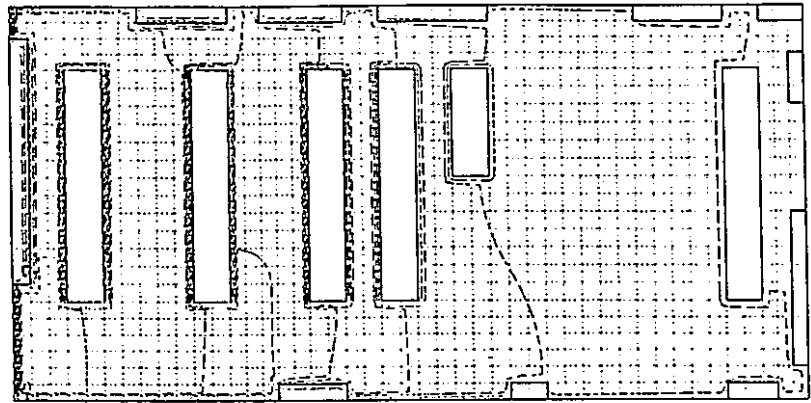


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)

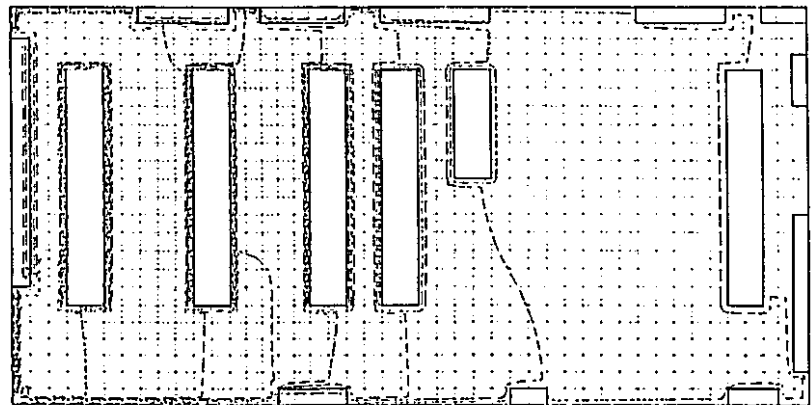


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

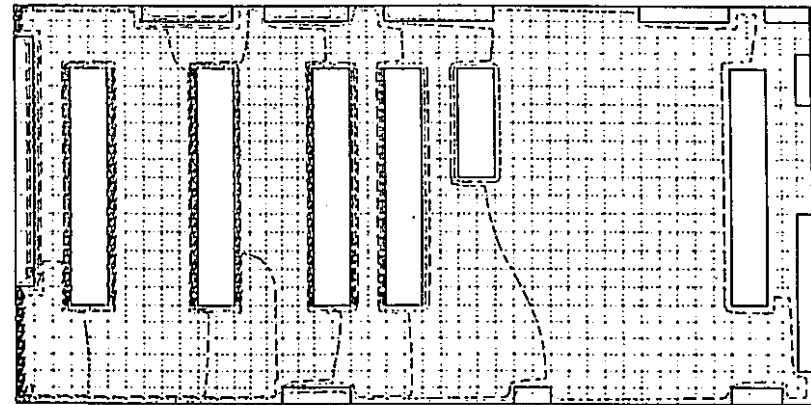
図 3. 14 漏洩後の濃度分布 (断面： $k = 7$, 時刻： 552 秒)



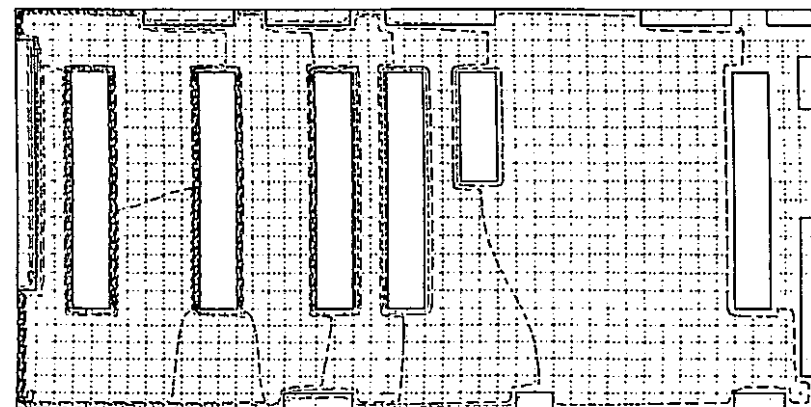
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： 4.5×10^{-6} m/s)

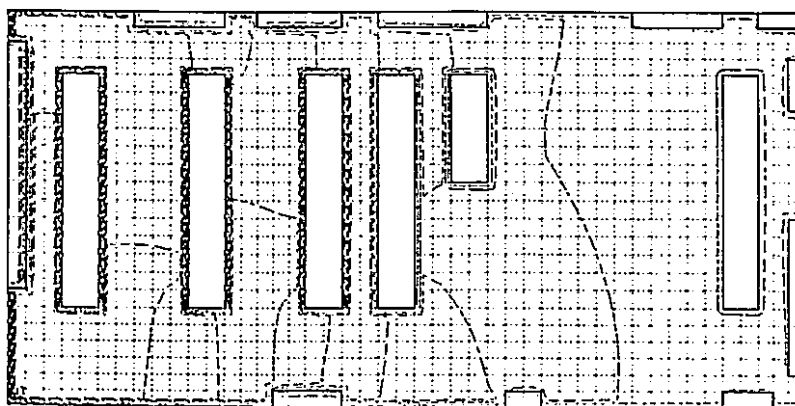


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： 3.5×10^{-5} m/s)

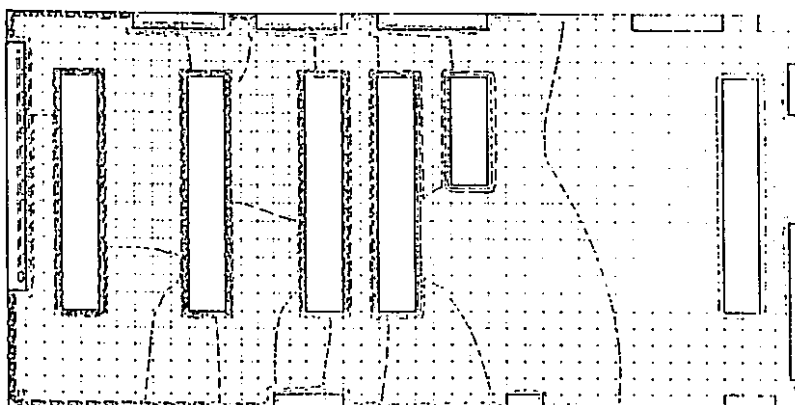


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： 3.0×10^{-3} m/s)

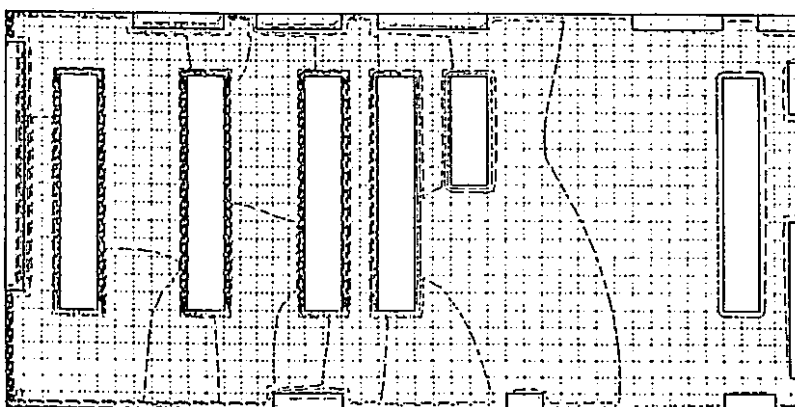
図 3. 14 漏洩後の濃度分布 (断面： k = 7, 時刻： 572 秒)



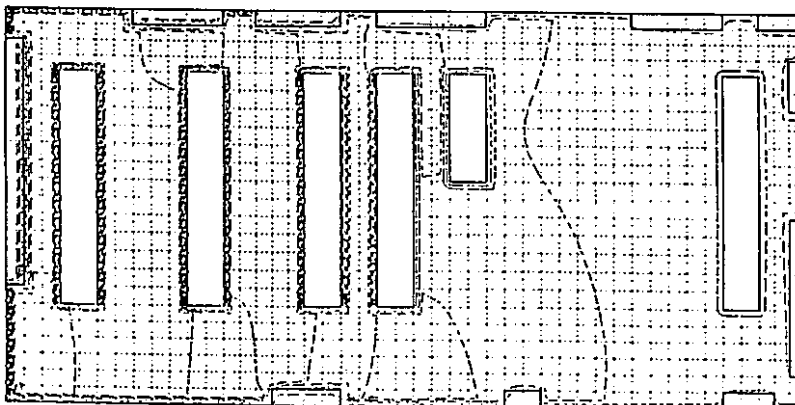
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： 4.5×10^{-6} m/s)

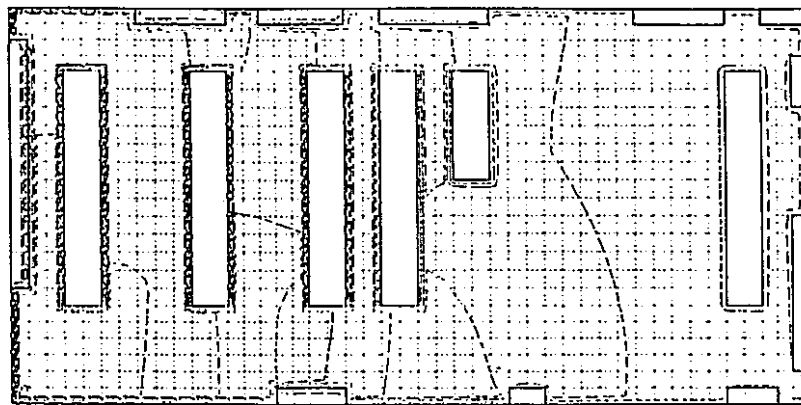


粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： 3.5×10^{-5} m/s)

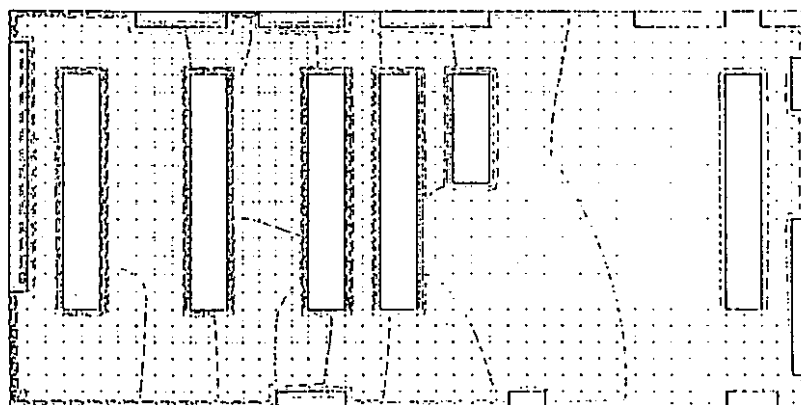


粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： 3.0×10^{-3} m/s)

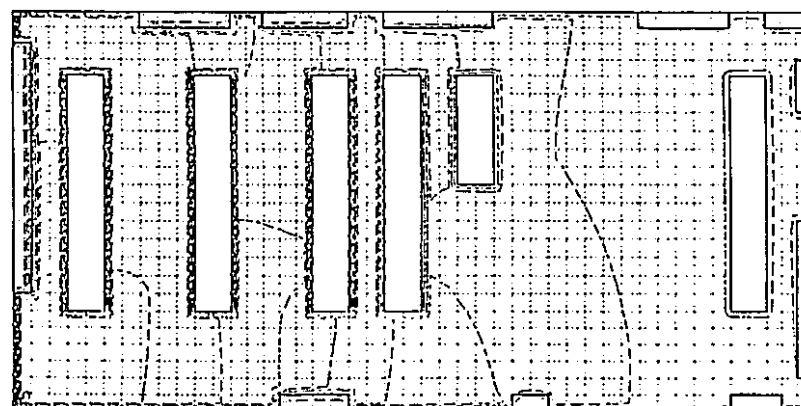
図3.14 漏洩後の濃度分布 (断面：k = 7, 時刻：592秒)



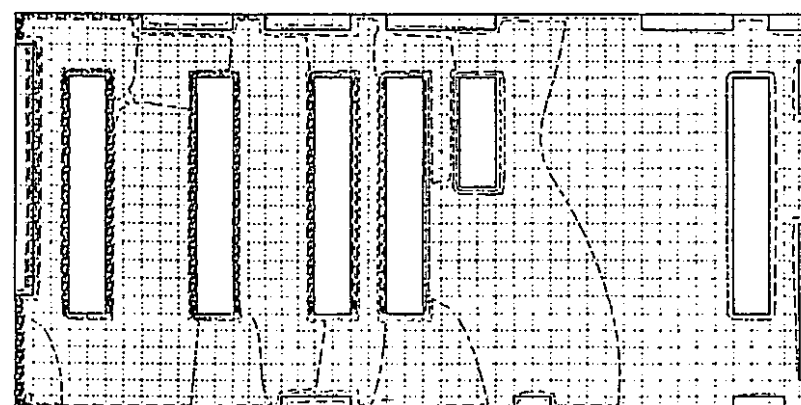
粒径： 0 μm (重力沈降速度： 0 m/s)



粒径： 0.31 μm (重力沈降速度： $4.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$)



粒径： 1.0 μm (重力沈降速度： $3.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$)



粒径： 10.0 μm (重力沈降速度： $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$)

図 3. 14 漏洩後の濃度分布 (断面： k = 7, 時刻： 600 秒)

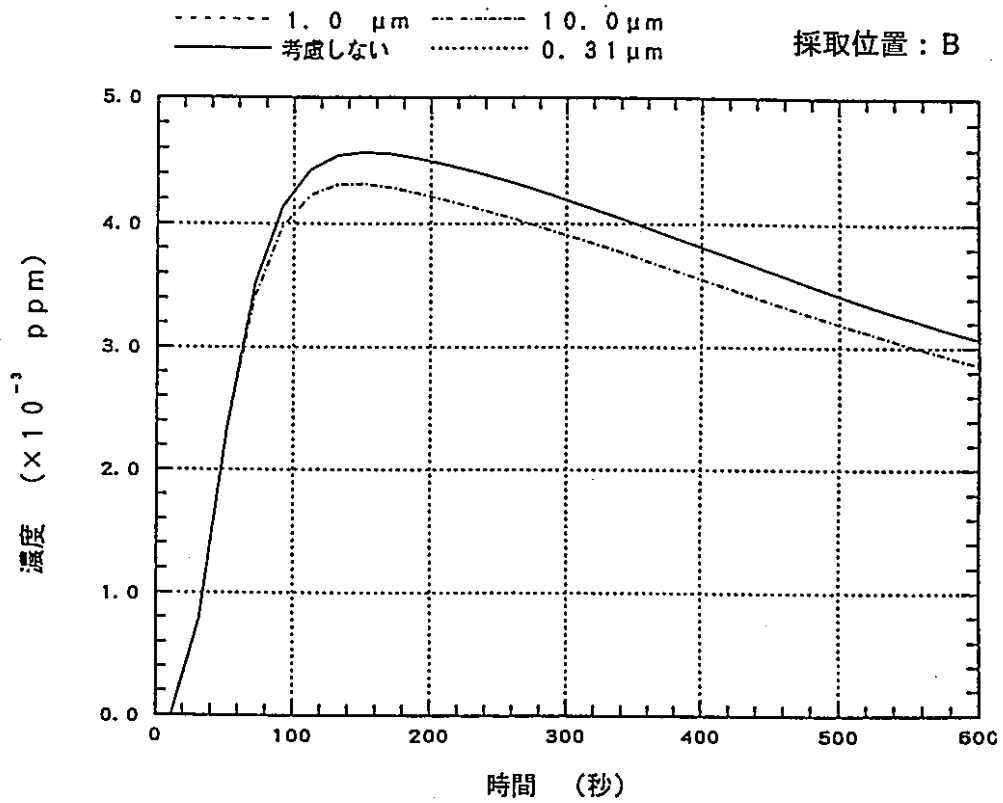
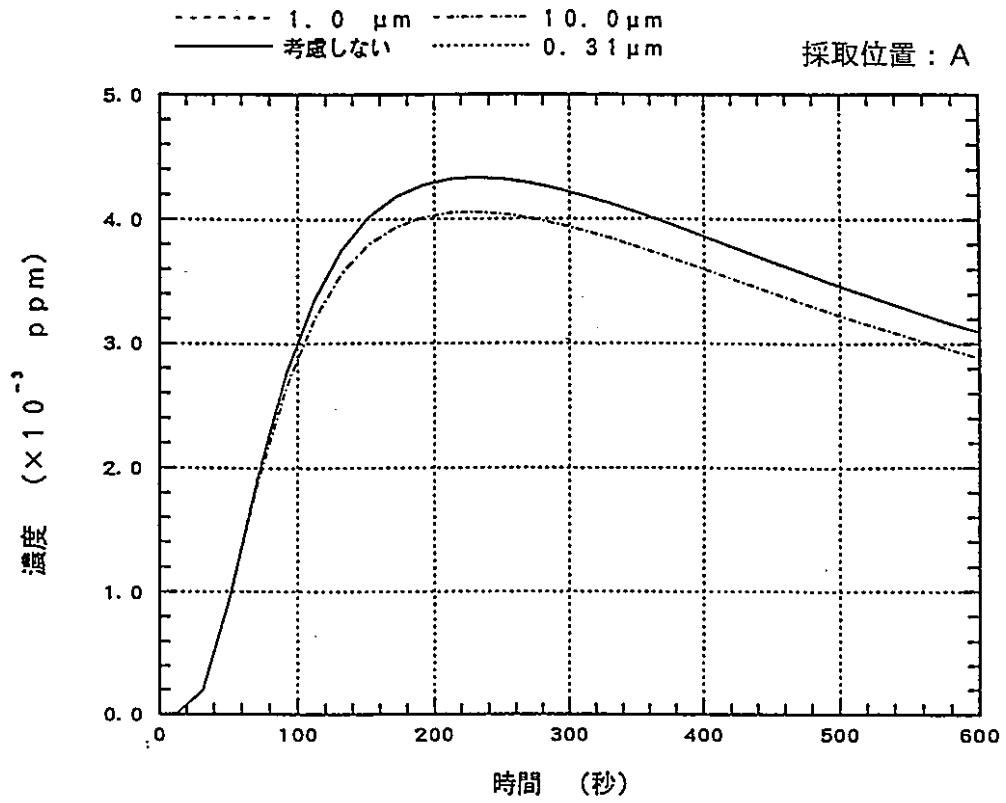


図 3. 15 エアスニッファ採取口における濃度の推移

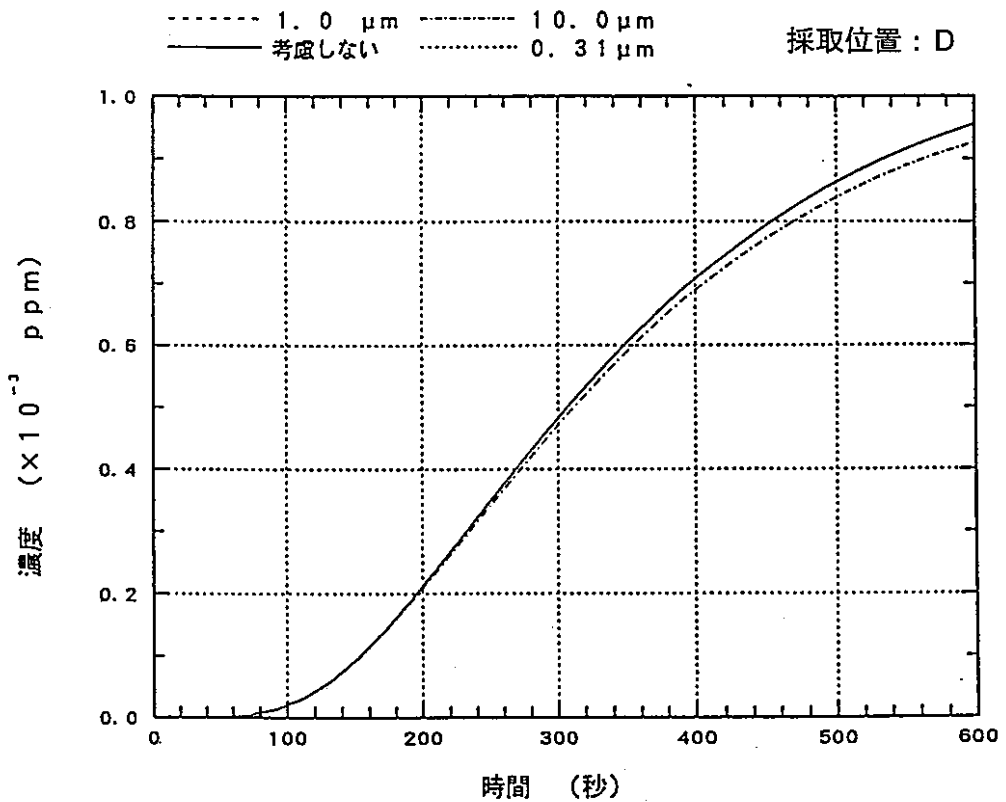
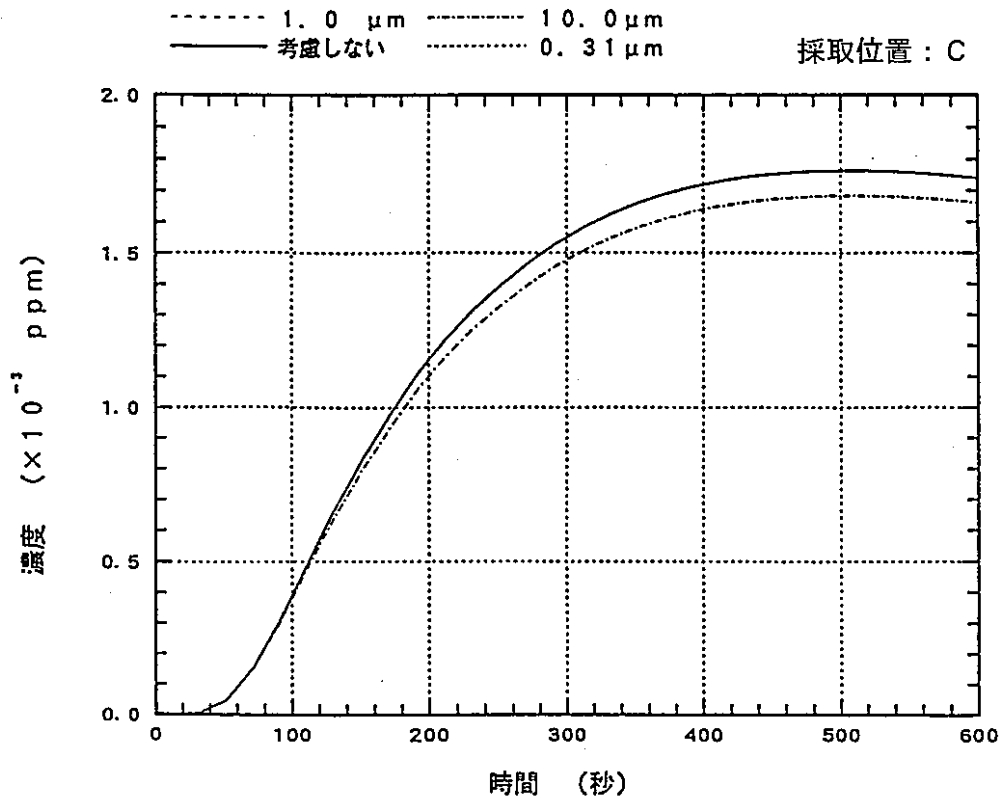


図3. 15 エアスニフア採取口における濃度の推移

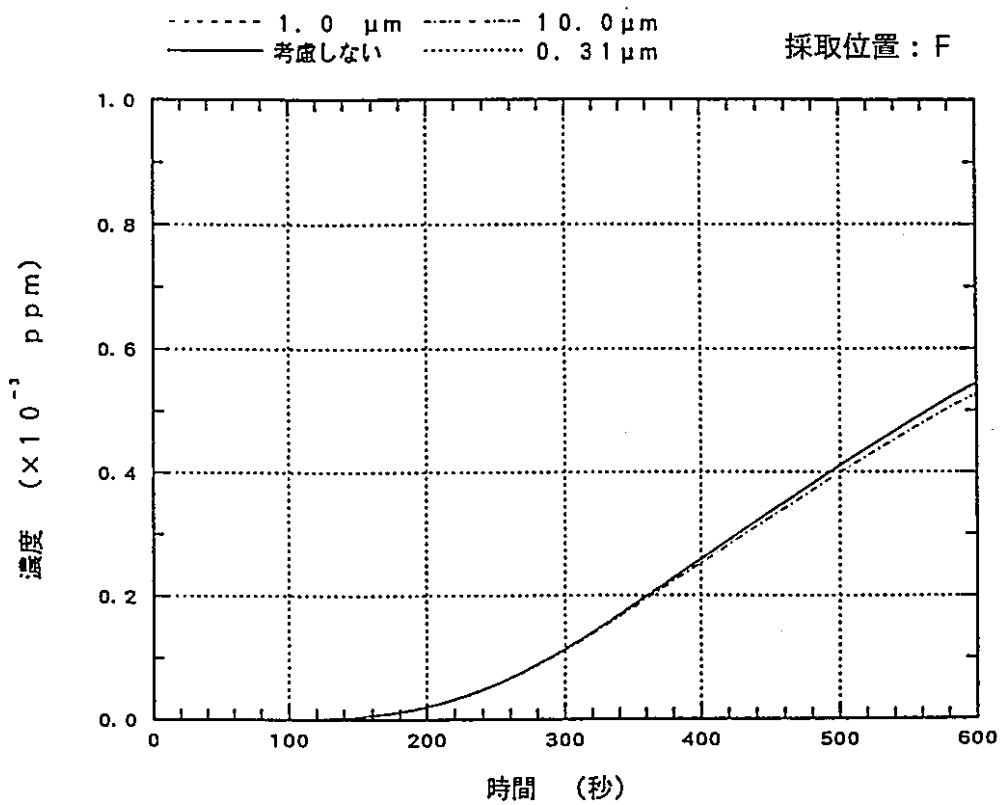
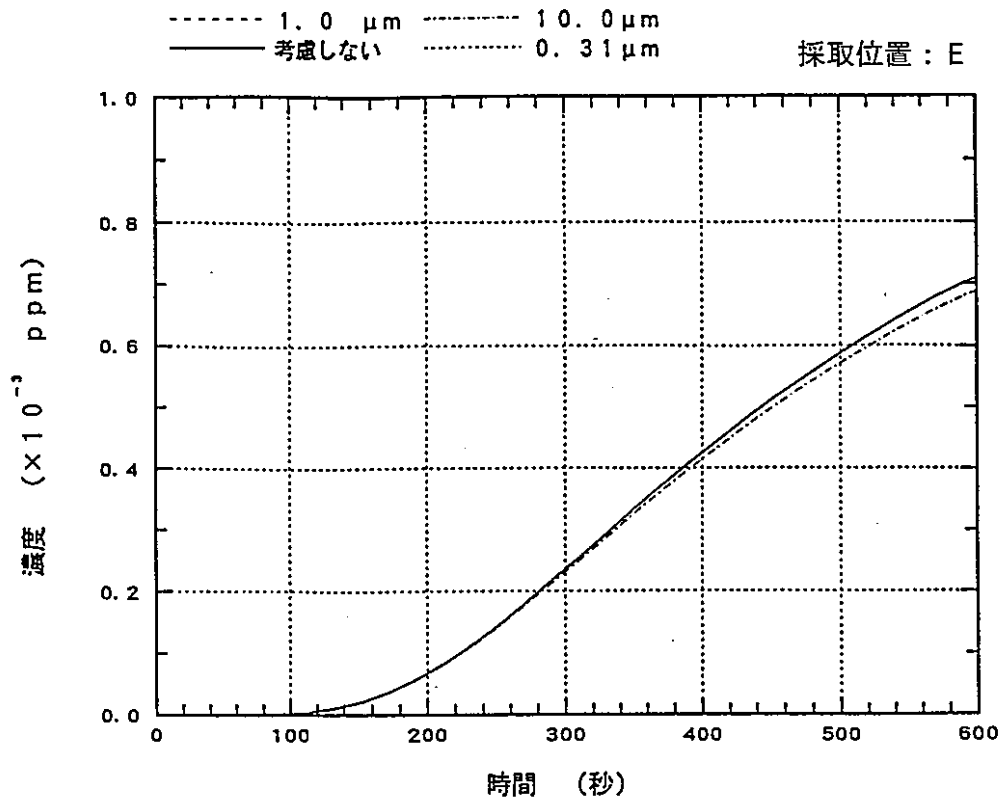


図 3. 15 エアスニッファ採取口における濃度の推移

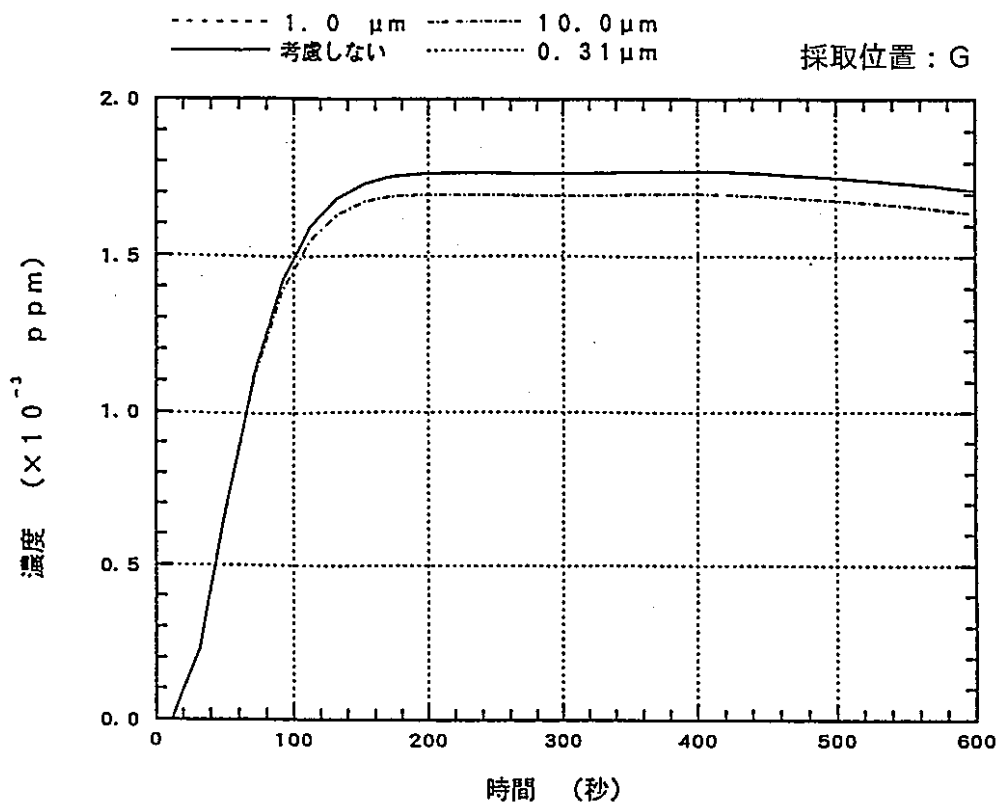


図3. 15 エアスニッフ採取口における濃度の推移