

# 開口のある大規模空間における熱気流性状の実験的研究

名古屋大学 工学部 建築学科  
防災安全工学講座 辻本研究室  
堀江 記代美

1993年2月10日

# 目次

<b>1</b>	<b>はじめに</b>	<b>3</b>
1.1	研究の目的	3
1.2	研究の方法	4
<b>2</b>	<b>相似則についての考察と境界条件</b>	<b>5</b>
2.1	気流に関する相似則の考察	6
2.2	境界条件の相似	9
2.2.1	火炎形状の相似	9
2.2.2	壁面における熱収支の相似	9
2.3	まとめ	10
<b>3</b>	<b>予備実験（スクリーンを用いた境界層の作成）</b>	<b>11</b>
3.1	スクリーンを用いた境界層作成の必要性	11
3.2	スクリーンを用いた境界層作成の手法	12
3.3	スクリーンの設計	13
3.3.1	充実率	13
3.3.2	スクリーンのエレメント配置	14
3.4	実験方法	16
3.4.1	風洞	16
3.4.2	スクリーン	17
3.4.3	計測方法	18
3.4.4	計測点	19
3.5	実験条件	19
3.5.1	実験風速	19
3.6	実験結果及び考察	20
<b>4</b>	<b>外部風の熱気流性状に及ぼす影響</b>	<b>23</b>
4.1	実験概要	23
4.2	実験方法	23
4.2.1	模型	23

4.2.2	風洞 . . . . .	24
4.2.3	火源 . . . . .	24
4.2.4	計測方法 . . . . .	26
4.3	実験条件 . . . . .	27
4.4	実験結果 . . . . .	28
4.4.1	煙流動の様子 . . . . .	29
4.4.2	相似性 . . . . .	31
4.4.3	輻射よけの影響 . . . . .	33
4.4.4	トレーサーの影響 . . . . .	34
4.5	考察 . . . . .	35
4.5.1	スケール効果の検討 . . . . .	35
4.5.2	流入風速による影響 . . . . .	35
4.5.3	輻射よけの影響 . . . . .	35
5	おわりに . . . . .	36
	謝辞 . . . . .	39
資料 1	温度分布の時間変化による比較	
資料 2	平均温度上昇の時間変化による比較	

# 第 1 章

## はじめに

### 1.1 研究の目的

建築物内部のアトリウムやガレリアなど大規模空間で火災が発生した場合の安全性を考える上で、煙流動の予測は防災計画上最も重要であり、その予測手法の例として模型実験による検討の方法が有力な手法であることが既往の研究<sup>[1][2]</sup>によって示されている。

一方、建築物には人を外界から守るシェルターとしての機能があるため、建築物は外界と接触しているという絶対的な境界条件をもつ。そして建築物に影響を与える外界条件としては降雨、太陽の日射、気温等があげられるが、風もそのひとつである。このような外界条件は、常に建築物を取り巻いており、それは火災時においても例外ではなく、模型実験においてもそのような条件が反映されなければならない。

大規模空間では、一般にその空間の上部と下部に開口を設け、自然排煙および機械排煙を行うのが通例である。それらの開口部を介して、建物外部風が火災時の排煙に影響を与えることは容易に予想し得るだけでなく、実際に竣工前の建築物を用いた排煙実験で、外部風の影響によりその煙流動が予想もしない挙動を示した例も報告されている。このような影響を予測し、設計段階で検討できるような手法の確立が求められるが、これまでのところ外部風をパラメーターに加えた模型実験で、実大火災を再現できるかどうかは確認されていない。

そこで本研究では、外部風の影響を考慮した相似則を想定し、2つの異なったスケールの模型による実験でその相似性を確認することを目的とする。

## 1.2 研究の方法

本研究は模型実験により行われるが、これは次のような項目から構成される。

1. 風洞内に市街地風を想定した、風速分布がべき指数  $1/4$  の指数分布となる境界層を作成する。
2. 外部風の影響も取り入れた相似則のもとに模型実験を行い、無風時におけると同等の相似性を確認する。

外部風が煙流動に及ぼす影響については、既に関根らによって境界層の相似則を考慮しない場合で模型実験が行われ、その結果が報告されている<sup>[15]</sup>。本研究ではこの実験を踏まえ、実験結果の比較、検討もできるようにした。

## 第 2 章

# 相似則についての考察と境界条件

模型実験により煙流動を予測するためには、その基盤となる相似則を導き、その相似則に従って実験を行う必要がある。相似則とは、ある現象に重要な関係を持つ全ての物理量が縮尺の変化に対して相似になる条件を示すものである。この章では模型実験によって煙流動の予測をするための相似則を導く。

本研究では、上部の開放された大規模空間において、有風時にその底部で火災が発生したことを想定し、その火災により生じる熱気流が建物空間内、及び外部に拡散していく現象を検討する。図 2.1 に相似則の概念図を示す。

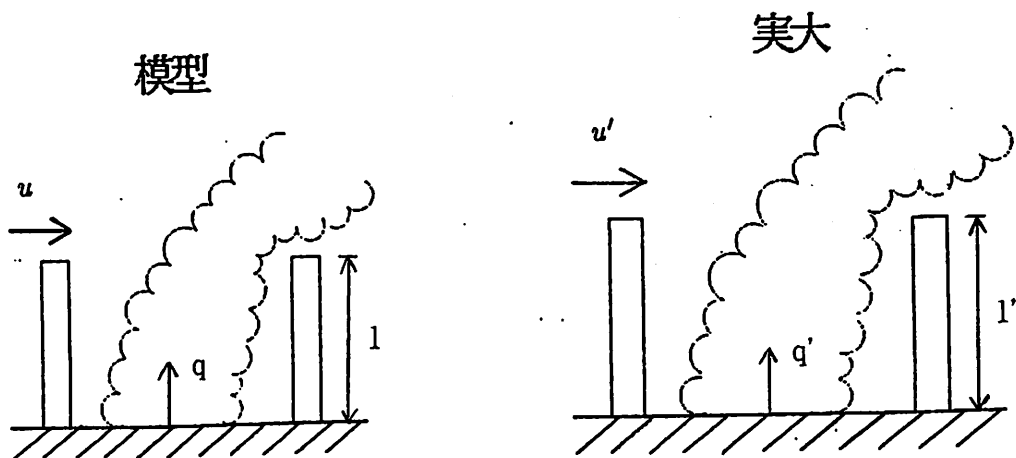


図 2.1 相似則の概念図

## 2.1 気流に関する相似則の考察

ここでは火炎周囲の気流に関する相似則を導出する。しかしながら気流についての相似則は、過去の研究でおおむね成立することが確認されているので、本研究では Quintiere、辻本、竹之内、長岡らによって示されている方法<sup>[4][5][6]</sup>をまとめておく。気流は粘性流体の運動量移送、熱移送、物質移送の方程式群、式(2.1)（連続方程式、運動方程式、エネルギー方程式、拡散方程式）で表される。これらの移動現象の支配方程式群から得られるπナンバー、及び境界条件より相似則を求める。

$$\left. \begin{aligned}
 &\bullet \text{連続方程式} \\
 &\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial \rho u_i}{\partial x_i} = 0 \\
 &\bullet \text{運動方程式} \\
 &\frac{\partial \rho u_i}{\partial t} + u_j \frac{\partial \rho u_i}{\partial x_j} \\
 &\quad = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + g_i(\rho - \rho_0) + \frac{\rho}{\rho x_j} \mu \left( \frac{\partial \rho u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial \rho u_j}{\partial x_i} \right) + \frac{\partial}{\partial x_i} \left( \frac{1}{3} \mu \frac{\partial u_j}{\partial x_j} \right) \\
 &\bullet \text{エネルギー方程式} \\
 &\rho c_p \left( \frac{\partial \theta}{\partial t} + u_i \frac{\partial \theta}{\partial x_i} \right) \\
 &\quad = \lambda \frac{\partial^2 \theta}{\partial x_i \partial x_i} + q - \theta \frac{1}{\rho} \left( \frac{\partial \rho}{\partial \theta} \right)_p \left( \frac{\partial p}{\partial t} + u_i \frac{\partial p}{\partial x_i} \right) - p \frac{\partial u_i}{\partial x_i} + \mu \Phi \\
 &\bullet \text{拡散方程式} \\
 &\frac{\partial C_A}{\partial t} + u_i \frac{\partial C_A}{\partial x_i} = D_A \frac{\partial^2 C_A}{\partial x_i \partial x_i} + R_A
 \end{aligned} \right\} \quad (2.1)$$

$p$  : 圧力

$g_i$  : 重力加速度ベクトル

$\rho$  : 密度

$\theta$  : 温度

$c_p$  : 定圧比熱

$q$  : 発生熱

$u_i, u_j$  : 速度ベクトル

$C_A$  : A種の濃度

$D_A$  : A種の拡散係数

$R_A$  : A種の発生

$\Phi = \frac{\partial u_i}{\partial x_i} \left( \frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right)$  : 逸散項

式(2.1)に以下の仮定を適用すると式(2.2)が得られる。

- 物質拡散現象の無視
- 非圧縮性の仮定と Bussinesq 近似
- 渦動粘性係数、渦熱拡散係数によるレイノルズ応力、熱輸送のモデル化
- エネルギー逸散の無視

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_i} &= 0 \\ \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial t} + \bar{u}_j \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} &= -\frac{1}{\rho} \frac{\partial \bar{p}}{\partial x_i} + g_i \beta (\bar{\theta} - \theta_0) + \nu_t \frac{\partial^2 \bar{u}_i}{\partial x_j \partial x_j} \\ \rho c_p \left( \frac{\partial \bar{\theta}}{\partial t} + \bar{u}_i \frac{\partial \bar{\theta}}{\partial x_i} \right) &= \rho c_p \alpha_t \frac{\partial^2 \bar{\theta}}{\partial x_i \partial x_i} + q \end{aligned} \right\} \quad (2.2)$$

$\beta$  : 熱膨張率

$\nu_t$  : 渦動粘性係数

$\alpha_t$  : 渦温度拡散係数

次に以下の6つの代表値  $L_0$ 、 $u_0$ 、 $Q_0$ 、 $t_0$ 、 $\Delta\theta_0$ 、 $\Delta p_0$  により上式を無次元化する。

$$L^* = L/L_0$$

$$u_i^* = \bar{u}_i/u_0$$

$$Q^* = qL_0^3/Q_0$$

$$t^* = t/t_0$$

$$\Delta\theta^* = \overline{\Delta\theta}/\Delta\theta_0 \quad \overline{\Delta\theta} = \bar{\theta} - \theta_a \quad \theta_a : \text{霧囲気の温度}$$

$$\Delta p^* = \overline{\Delta p}/\Delta p_0 \quad \overline{\Delta p} = \bar{p} - p_a \quad p_a : \text{霧囲気の圧力}$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial u_i^*}{\partial x_i^*} &= 0 \\ \frac{L_0}{t_0 u_0} \frac{\partial u_i^*}{\partial t^*} + u_j^* \frac{\partial u_i^*}{\partial x_j^*} &= -\frac{\Delta p_0}{\rho u_0^2} \frac{\partial p^*}{\partial x_i^*} + g_i \beta \frac{\Delta\theta_0 L_0}{u_0^2} \Delta\theta^* + \frac{\nu_t}{L_0 u_0} \frac{\partial^2 u_i^*}{\partial x_j^* \partial x_j^*} \\ \frac{L_0}{t_0 u_0} \frac{\partial \theta^*}{\partial t^*} + u_i^* \frac{\partial \theta^*}{\partial x_i^*} &= \frac{\alpha_t}{L_0 u_0} \frac{\partial^2 \theta^*}{\partial x_i^* \partial x_i^*} + \frac{Q_0}{\rho c_p u_0 \Delta\theta_0 L_0^2} Q^* \end{aligned} \right\} \quad (2.3)$$

相似の条件は上記の無次元化された方程式群が同じ解を持つことであり、そのためには式(2.3)の係数が等しくなることが必要であるが土屋らの研究<sup>[11]</sup>において流れが乱流であれば、 $\nu_t/L_0 u_0$ 、 $\alpha_t/L_0 u_0$  は一定であると判断されるため、結局以下の4つの  $\pi$  ナンバーが保存されることが条件となる。

$$\left. \begin{aligned} \pi_1 &= \frac{L_0}{t_0 u_0} \\ \pi_2 &= \frac{\Delta p_0}{\rho u_0^2} \\ \pi_3 &= g_i \beta \frac{\Delta\theta_0 L_0}{u_0^2} \\ \pi_4 &= \frac{Q_0}{\rho c_p u_0 \Delta\theta_0 L_0^2} \end{aligned} \right\} \quad (2.4)$$



6つの代表値に関して4つの関係式があるので、2つの代表値で他の4つの代表値を表現することができる。火災の縮小模型実験では、実験を計画するとき最初に縮尺比と火源の種類を決定することが一般的である。火源を決めると火炎温度も決まり雰囲気温度との差が温度の代表値として定まる。したがって縮尺比と温度差の代表値によって他の4つの代表値を表現することが模型実験上便利である。

ここで実大、模型に関するものをそれぞれ添字 $R, M$ で表すと、 $\pi_1 \sim \pi_4$ を保存する条件から以下に示す相似則が導かれる。

$$\left. \begin{aligned} \left[ \frac{Q_M}{Q_R} \right] &= \left[ \frac{\Delta\theta_M}{\Delta\theta_R} \right]^{3/2} \left[ \frac{L_M}{L_R} \right]^{5/2} \\ \left[ \frac{t_M}{t_R} \right] &= \left[ \frac{\Delta\theta_M}{\Delta\theta_R} \right]^{-1/2} \left[ \frac{L_M}{L_R} \right]^{1/2} \\ \left[ \frac{u_M}{u_R} \right] &= \left[ \frac{\Delta\theta_M}{\Delta\theta_R} \right]^{1/2} \left[ \frac{L_M}{L_R} \right]^{1/2} \\ \left[ \frac{\Delta p_M}{\Delta p_R} \right] &= \left[ \frac{\Delta\theta_M}{\Delta\theta_R} \right] \left[ \frac{L_M}{L_R} \right] \end{aligned} \right\} \quad (2.5)$$

実大と模型に関する代表値 $f_R, f_M$ の比 $f_R/f_M$ を $n(L)$ で表すと、式(2.5)は以下のよう  
に書き表せる。

$$\left. \begin{aligned} n(Q) &= n(\Delta\theta)^{3/2} n(L)^{5/2} \\ n(t) &= n(\Delta\theta)^{-1/2} n(L)^{1/2} \\ n(u) &= n(\Delta\theta)^{1/2} n(L)^{1/2} \\ n(\Delta p) &= n(\Delta\theta) n(L) \end{aligned} \right\} \quad (2.6)$$

式(2.6)の第1式は実験を行う際の発熱量を示している。式(2.6)の第2式は現象の時間変化の関係を示している。式(2.6)の第3式は外部風と風洞実験の際の風速を示している。式(2.6)の第4式は加圧排煙など圧力差が生じる際に必要となる条件を示しているが、今回の実験ではそのようなパラメーターは存在しないので、条件として用いない。この関係は、模型の中で自然に満たされるものと考えられる。

特に実大実験と模型実験とで同種の火源を用いた場合など、火炎温度が等しく雰囲気温度と火炎温度の温度差 $\Delta\theta$ が等しい場合には $n(\Delta\theta) = 1$ となり、式(2.6)は次のようになる。

$$\left. \begin{aligned} n(Q) &= n(L)^{5/2} \\ n(t) &= n(L)^{1/2} \\ n(u) &= n(L)^{1/2} \\ n(\Delta p) &= n(L) \end{aligned} \right\} \quad (2.7)$$

過去の研究<sup>[4][5]</sup>で、この相似則を用いて火災時の熱気流性状を縮小模型実験によって再現できることを確認しているので、本研究においてもこの相似則を用いる。

## 2.2 境界条件の相似

### 2.2.1 火炎形状の相似

火炎の輻射を考える際、厳密な話をすると炎の燃焼形態や、煙の透過率、ガス輻射などを考慮する必要があり、非常に複雑な議論が必要となる。しかしそのような議論は本論の目的からは外れてしまうので、本研究では火源における輻射の影響は詳細には考慮せず、形態係数のみを考えることにし、形態係数は火炎形状を相似にすることで相似性を満たされるものとした。このことは、火炎は一定温度の黒体輻射をすると判断していることになる。火炎の形状は文献によれば式(2.8)のように表され、

$$L_f/D = f(Q_f^*) \quad Q_f^* = Q/D^{5/2} \quad (2.8)$$

$L_f$  : 炎の高さ

$D$  : 火源の直径

$Q$  : 発熱量

仮に火炎温度が等しい場合の相似則、式(2.7)の第1式が満たされるときには

$$n(Q) = n(L)^{5/2}$$

従って、

$$n(Q_f^*) = \frac{n(L)^{5/2}}{n(D)^{5/2}}$$

よって、以下の式(2.9)が成り立つとき  $n(Q_f^*) = 1$  となり実大と模型の  $Q_f^*$  が等しくなる。 $Q_f^*$  が等しければ、火炎の縦横比が等しくなる。

$$n(D) = n(L) \quad (2.9)$$

いいかえれば式(2.7)の第1式のような発熱量で燃焼させた場合、縮尺比に火源の直径の比を合わせれば、火炎の形も自然に相似になる。

### 2.2.2 壁面における熱収支の相似

本研究では、上部の開放された大空間における有風時の火災実験であるため、火炎の燃焼熱は大半が気流によって伝播され、壁面を伝導により伝わる熱量は無視できると考えられる。そこで、境界面(壁面)における相似条件は特に考慮しなかった。

### 2.3 まとめ

2.1~2.4により表 2.1 にまとめるような相似則が導かれた。

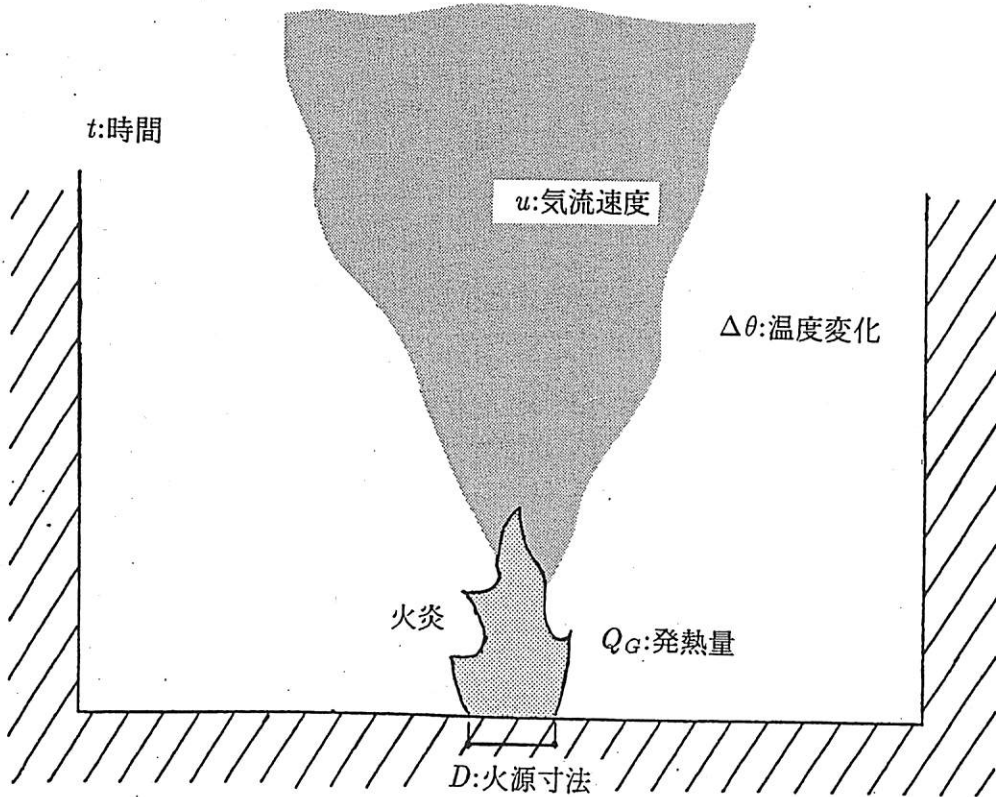


図 2.2 各物理量の相似則

表 2.1 : 各物理量の相似則

物理量 f	$n(f)$	= 模型の物理量 $f_m$ / 実大の物理量 $f_r$
代表長さ	$n(L)$	$= L_m / L_r$
温度変化	$n(\Delta\theta)$	$= \Delta\theta_m / \Delta\theta_r = 1$
時間	$n(t)$	$= t_m / t_r = n(L)^{1/2}$
発熱量	$n(Q_G)$	$= Q_{Gm} / Q_{Gr} = n(L)^{5/2}$
気流速度	$n(u)$	$= u_m / u_r = n(L)^{1/2}$
火源寸法	$n(D)$	$= D_m / D_r = n(L)$

## 第 3 章

# 予備実験（スクリーンを用いた境界層の作成）

### 3.1 スクリーンを用いた境界層作成の必要性

実際の建築物における火災においては、建物外部の自然風による影響が存在することは述べたが、このような外部風による影響を模型実験で確認、検証するためには、対象建築物の立地条件（市街地、臨海地等）に即した速度、乱れの高度分布を持つ風を実験風洞内に実現する必要がある。

また、風洞内の風の初期状態では、厳密にはその境界部（底面、壁面、天井面）では境界層が生じており、スケールを変えた模型実験を行う際に、その境界層厚さの相似性を合致させることは困難である。

ここで自然風の性状について少し考えてみることにする。自然風は地上を吹走する際、地表摩擦によって下層の風速が減衰される。従って、風速高度分布は常に地表表面で最も弱く、上層に向かうにつれて強くなる。この現象については、数多くの研究報告があり、いろいろな提案がなされているが、本研究では、地表から約 300m 付近までの風速分布として現在最も多く使用され、実測値に合値しているといわれている、べき法則を採用する。この法則は経験的に得られたもので、次式で表される。

$$U(z) = U_r \left( \frac{z}{z_r} \right)^{1/n} \quad (3.1)$$

$U(z)$ : スクリーン下流での風速

$U_r$ : 風洞自由風速

$z$ : 風洞床面からの高さ

$z_r$ : 基準高さ

指数  $1/n$  の値は地表の粗さによって異なるものであり、表 3.1 のような提案がなされている<sup>[13]</sup>。本研究では、この  $n$  の値を 4 として境界層作成を行った。なお、ここまで述べてきた風速とは平均風速のことである。これに対して、最大瞬間風速については、乱れ

表 3.1 : 地表状態とべき法則の指数 (1/n)

地表状態	測定の最高高度 (m)	指数 (1/n)	研究者
樹木のない開けた草原	13.1	1/7.7	Scrase
開けたやや起伏のある農地	76.2	1/7.0	Sherock
低い石垣と垣根で分割された平地	95.4	1/5.9	Heywood
林や畑のある住宅地	44.2	1/4.0	塩谷正雄
市街地 (東京)	253.0	1/3.0	相馬清二
市街地 (パリ)	274.3	1/2.0	Taylor

強さとの関係が深い、風洞において乱れ強さと平均風速分布の両方を同時に制御することは困難なので、今回は平均風速の高度分布のみをターゲットとし、乱れ強さは現実と大きく変わらないことが確認できれば良いものと考えた。

この提案式を使用すれば、スケールを変化させた模型実験を行う際、相似な速度の風を作れば、その風速高度分布形状も相似になることである。このことにより、模型のスケールによる相似則の確認を行う研究においては、非常に都合の良い提案式であるといえる。

一般に、上記のような境界層を実験風洞内に実現するには、境界層風洞という長い助走風路を持った風洞を使用し、スパイヤーと呼ばれる尖塔状の柱体と床面に並べたラフネスブロックによって境界層を形成している。

一方、プロパンバーナーを火源にみだてて行う模型実験では、バーナーを余り小さくすると、火炎が乱流拡散炎から層流炎に変化し、流れの性質そのものが変化してしまうため、あまり小さなスケールの模型を使うことができない。従って、模型による風洞の閉塞効果を考慮するとかなり大きな風路断面を持つ風洞が必要となる。ところが、現在用いられている標準的な構造物用風洞では、この点で不十分なものが多く、断面積の大きな風洞ではスペースや経済的な問題から、境界層を発達させるための助走距離が十分にとれないのが実状である。そこで本研究では、助走距離の短い風洞で境界層形成を実現する一手法として次節で述べるスクリーンを用いた境界層作成を試みる。

### 3.2 スクリーンを用いた境界層作成の手法

本論文でスクリーンと称しているものは、棒材を水平にして鉛直方向に並べ、その棒材と棒材との間隔を鉛直高度によって断続的に変化させた成層装置である。(以下スクリーンを構成する棒材をエレメントと称する。)このようなスクリーンを用いてべき法則に従う風速速度分布を形成する方法は西田、片山等によって示されており<sup>[8][9]</sup>、本研究ではこの報告をもとに境界層作成を試みることにする。この方法は、一様せん断流を風洞内に形成する P.R.Owen & H.K.Zienkiewicz<sup>[7]</sup>、の方法を発展させたものであり、目標とする速度プロフィールを形成するためにスクリーンの棒材間隔を計算し、スクリーンを作成する方法である。

この方法の利点としては、

1. ラフネスなどを置くことが困難な測定洞の短い風洞を用いて、接地境界層をアプローチフローとする建物模型実験が行える。
2. スクリーンの設計法に適用可能な計算式があり、その製作が簡単で且つ再現性が期待できる。

などが挙げられる。

### 3.3 スクリーンの設計

#### 3.3.1 充実率

スクリーンの鉛直方向の抵抗を決定するパラメーターとしてスクリーンの充実率  $S$  を次式のように定義する。

$$S = 1 - \beta \quad (3.2)$$

$\beta$ : スクリーンの鉛直方向微小区間の空隙率

文献 [7] によれば、風洞高さ  $H$  の全領域内で速度プロファイルが一次関数的に増加する形状を持つ場合、その充実率を計算する式は、次式で与えられる。

$$\frac{S}{(1-S)^2} = K_0 \left[ 1 - \frac{2H}{U_0} \left( \frac{dU}{dz} \right) \times \left( \frac{1}{K_0} + \frac{1}{1+a} \right) \left( \frac{z}{H} - \frac{1}{2} \right) \right] \quad (3.3)$$

$S$ : 充実率  $K_0$ : スクリーンの圧力損失係数

$$a = 1.1/\sqrt{1+K_0}$$

(3.1) 式は、風洞高さ  $H$  の全領域に対する式であるが、(3.1) 式を  $z$  方向に微小分割し、各微小区間 ( $\Delta H$ ) について局所的に一様せん断流を仮定し、(3.3) 式を微小部分に適用すれば指数分布曲線は直線の折れ線で近似できる (図 3.1)。

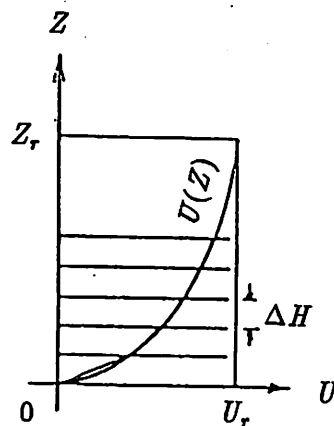


図 3.1 指数分布曲線

各区間の平均充実率を区間の中心の充実率で表すとすれば、(3.3)式の  $H$  を  $\Delta H$  で置換し、 $z/\Delta H = 1/2$  とおくことができるので(3.3)式は次式のように簡略化される<sup>10)</sup>。

$$\frac{S}{(1-S)^2} = K_0 \quad (3.4)$$

ここで  $K_0$  を求める。ある流線に沿う圧力の変化に着目すると、非粘性流体の仮定のもとでは次式の関係が成立する。

$$p_0 + \frac{1}{2}\rho U_\infty^2 = p_1 + \frac{1}{2}\rho U(z)^2 + \frac{1}{2}\rho U_\infty^2 K_0 \quad (3.5)$$

$p_0$ : スクリーン上流での静圧

$p_1$ : スクリーン下流での静圧

$\rho$ : 流体密度

$U_\infty$ : スクリーン上流での風速

これより

$$K_0 = \frac{p_0 - p_1}{\frac{1}{2}\rho U(z)^2} + \left(\frac{U_\infty}{U(z)}\right)^2 - 1 \quad (3.6)$$

ここで、速度プロファイルは(3.1)式より

$$\frac{U(z)}{U_r} = \left(\frac{z}{z_r}\right)^{1/n} \quad (3.7)$$

であるから、もし  $U_\infty = U_r$  とおくことができると仮定すると、(3.6)式は

$$K_0 = \left(\frac{z_r}{z}\right)^{2/n} + K_1 - 1 \quad (3.8)$$

ここに  $K_1 = \frac{p_0 - p_1}{\frac{1}{2}\rho U(z)^2}$

これより

$$\frac{S}{(1-S)^2} = \left(\frac{z_r}{z}\right)^{2/n} + K_1 - 1 \quad (3.9)$$

を導くことができる<sup>10)</sup>。 $K_1$  はスクリーンによる断面全体の平均的な圧力損失係数であり、スクリーンの形状、材質により異なる値になると考えることができる。しかし、この値をあらかじめ設定することは困難であり、充実率が、スクリーンを含む2次元的な平面内の面積比にすぎないので、その計算にはできるだけ簡略化した式を用い、スクリーンの形状、材質の問題は全て実際の試行段階で考慮するものと考えて、 $K_1 = 1$  とした。

### 3.3.2 スクリーンのエレメント配置

スクリーンを(3.9)式に基づいて製作する場合、(3.9)式が高さ  $z$  に対して連続関数であるのに対して実際のスクリーンの充実率は各スクリーンエレメントの厚さにより決まる離散値である。そこで図3.2に示すスクリーンにおいて、 $j$  番目のエレメントと  $j+1$

表 3.2: スクリーンエレメントの配列

$j$	$Z_j$	$I_j$	$j$	$Z_j$	$I_j$	$j$	$Z_j$	$I_j$
1	4.60	4.60	11	76.55	8.55	21	173.86	10.65
2	10.10	5.50	12	85.30	8.75	22	184.71	10.85
3	16.10	6.00	13	94.30	9.00	23	195.71	11.00
4	22.55	6.45	14	103.50	9.20	24	206.91	11.20
5	29.35	6.80	15	112.95	9.45	25	218.26	11.35
6	36.50	7.15	16	122.60	9.65			
7	43.95	7.45	17	132.45	9.85			
8	51.70	7.75	18	142.50	10.05			
9	59.70	8.00	19	152.76	10.25			
10	68.00	8.30	20	163.21	10.45			

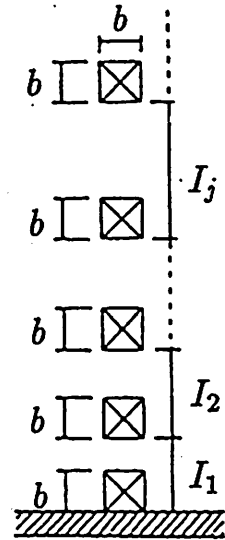


図 3.2 スクリーン

番目のエレメントの間隔を  $I_j$ 、エレメントの厚さを  $b$  とすると、 $j$  番目のエレメントに対する充実率は次式のようにになる。

$$S_j = \frac{b}{I_j} \quad (3.10)$$

一方、(3.9) 式の  $S(z)$  から区間  $I_j$  における平均充実率  $\bar{S}_j$  を次式により求める。

$$\bar{S}_j = \frac{1}{I_j} \int_{h_j}^{h_{j+1}} S(z) dz \quad (3.11)$$

ここで  $h_j = \sum_{i=1}^{j-1} I_i$ ,  $h_1 = 0$

(3.11) 式で求められる  $\bar{S}_j$  が (3.10) 式の  $S_j$  と一致するように  $I_j$  を決定する。表 3.2 に求められた値を示す。

今回は基本的に西田らが提案している上記の方法を用いているが、この方法でやればすべてうまくいくということではなく、実現象を理想化したものであるため、エレメント配置の目安を与えるにすぎない。すなわち、上記の計算方法によって導き出された充実率は、もともと非粘性流体の渦なし流れがスクリーンを通過するものという過程のもとにたてられた式から計算されているので、実在の粘性流体である空気を実験流体とすれば当然粘性による影響は表れる。しかし、彼らも述べているように、この充実率をそれ程厳密なものとして捉えるのではなく、試行錯誤的に目標とする速度プロファイルを形成するためのひとつのパラメータとして考え、1回の試行により得られた結果を考慮して次のスクリーン設計におけるパラメータの値をきめている。



### 3.4 実験方法

#### 3.4.1 風洞

実験は前田建設工業(株)技術研究所所有の風洞実験棟第2測定部において行った。図3.3に風洞の平面図、及び表3.3に性能諸元を示す。

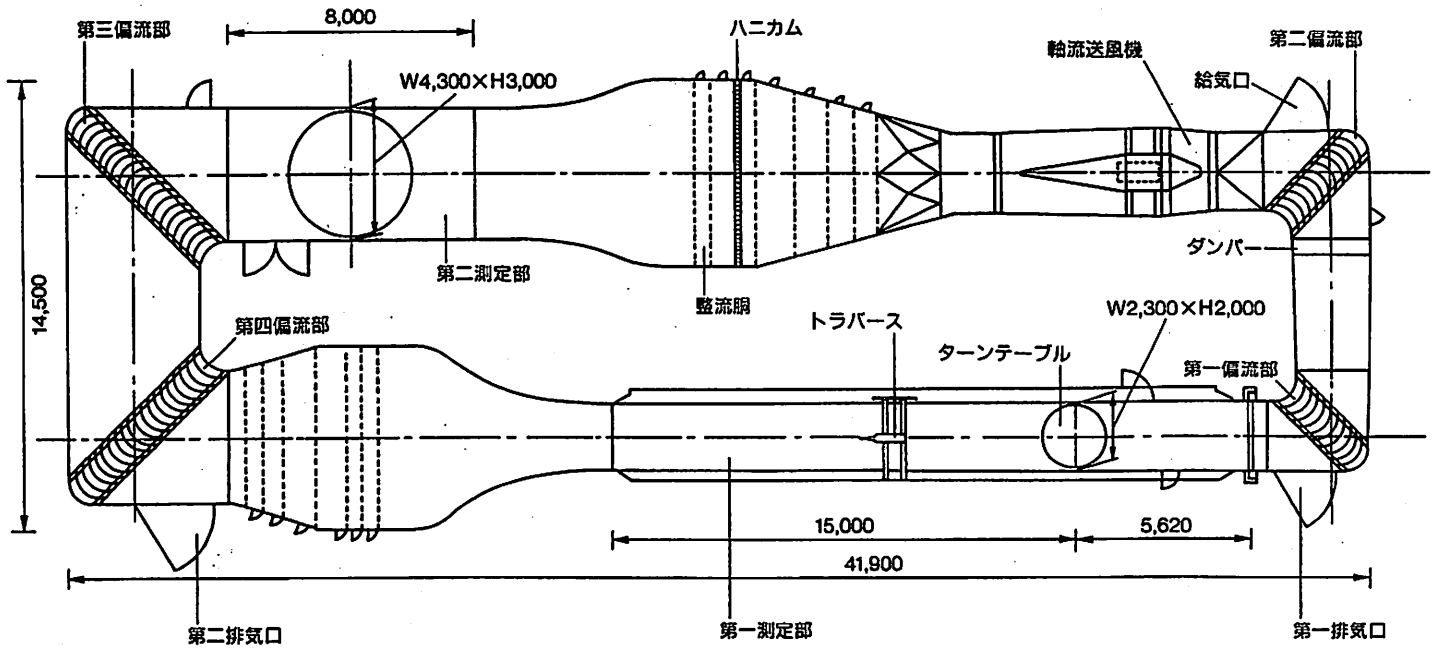


図 3.3 風洞平面図

表 3.3 : 風洞性能諸元

	項目	第一測定部	第二測定部
風洞本体	風速範囲	1~25m/SEC	0.5~8m/SEC
	風速分布	±1.0%(20m/SEC)	±5.0%(7m/SEC)
	乱れ強さ	0.2%以下(10m/SEC)	0.3%以下(7m/SEC)
	絞り比	7.6:1	2.8:1
	測定洞断面	2.3m×2m	4.3m×3m
	測定洞長さ	21.12m	8m
送風機	型式	一段軸流送風機	
	羽根径	φ2800	
	流量	5814m <sup>3</sup> /min	
	有効圧力	65mmH <sub>2</sub> O	
電動機	型式	直流分巻モータ	
	出力	90KW	
	回転数	10~510rpm	

### 3.4.2 スクリーン

充実率の計算式に基づいてスクリーンを製作する際、その横棒のエレメントとして3cm角の木材を使用した。これは、最終的なエレメント間隔が決定するまでの試行錯誤の段階において、エレメント間隔の調整が容易に行えるからである。

横棒の取り付け、支持材として横棒と同様の3cm角材を使用し、台座(70mm×70mm)で風洞床面に垂直に固定した。上部をワイヤーロープで風洞天井面と結びターンバックルで締めつけ、さらに、風によってスクリーンが後方に押し流されるのを防ぐために、各角材をワイヤーロープでつなぎ、ターンバックルで締めた。

横棒の取り付けには、最初両面テープとガムテープを使用した。これでは作業性が悪く、エレメント間隔を変更する際必要以上に時間がかかってしまうため、家庭用結束機を用いることにした。これによりエレメント間隔変更時の時間短縮だけでなく、スクリーン全体の強度も上がった。図3.4にスクリーンを示す。

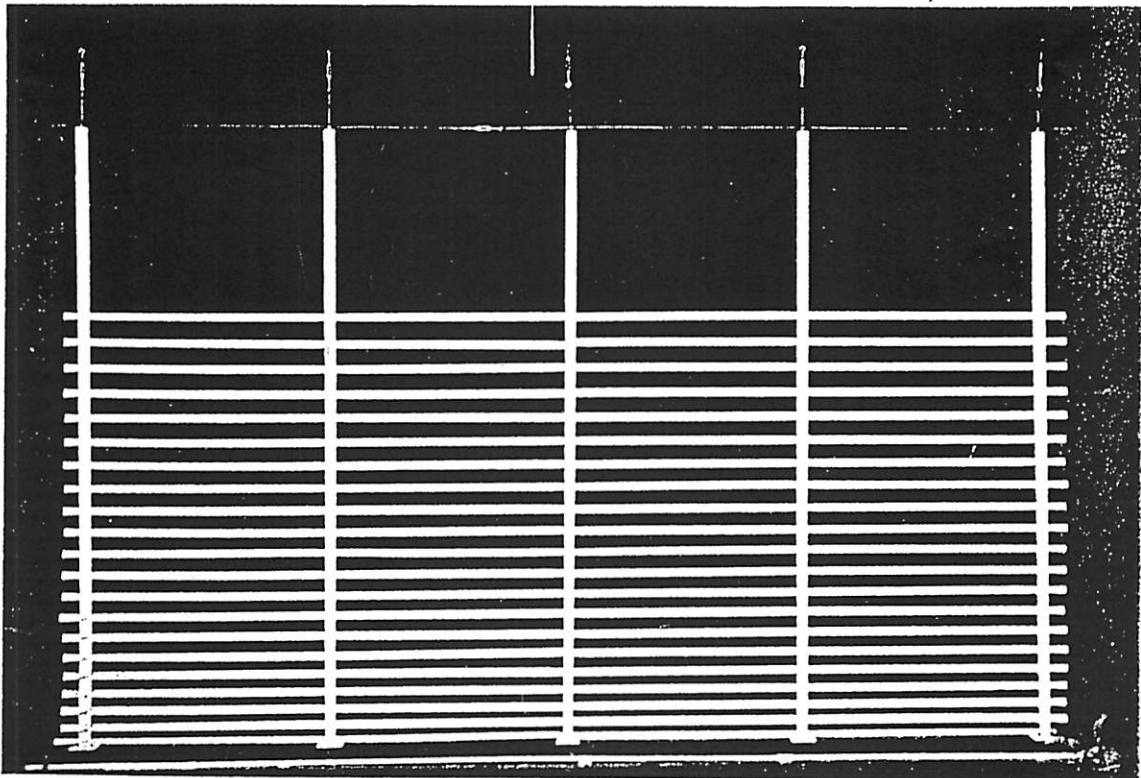


図 3.4 スクリーン全体図

### 3.4.3 計測方法

風速の測定には熱線風速計を用い、一軸トラバーサーによる風洞鉛直方向の移動測定を行っている。データの取り込みはA-Dコンバータを介してパソコンを用いて処理を行い、乱れ強さを求めた。

風速計 定温度型熱線流速計 MODEL HC-30 (株) 司測研

ピトー管 F-202 JIS型ピトー管

A-Dコンバーター ADC-150A (株) 共和電業 16ch マルチプレクサで順次切り替えて変換

風速データはサンプリングタイム0.1秒で30秒間測定した。

平均風速、及び乱れ強さは次式で計算した。

$$\bar{U} = \frac{\sum_{i=1}^n U_i}{N} \quad (3.12)$$

$\bar{U}$ : 平均風速

$$\frac{\sigma}{\bar{U}} = \frac{\sqrt{\frac{\sum (U_i - \bar{U})^2}{(N-1)}}}{\bar{U}} \quad (3.13)$$

$\sigma/\bar{U}$ : 乱れ強さ

本実験に用いた計測システムを図3.5に示す。

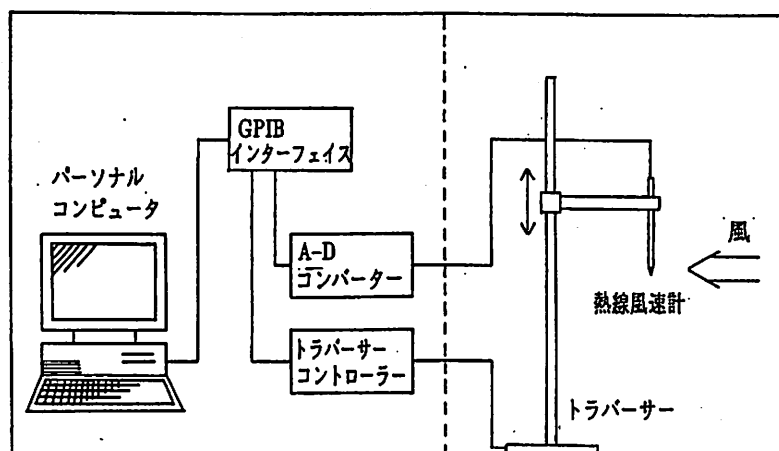


図 3.5 計測システム

表 3.4 : 鉛直方向測定点

測定点 番号	床面からの 高さ (mm)
14	1600
13	1200
12	900
11	600
10	420
9	290
8	200
7	140
6	95
5	65
4	45
3	32
2	22
1	15

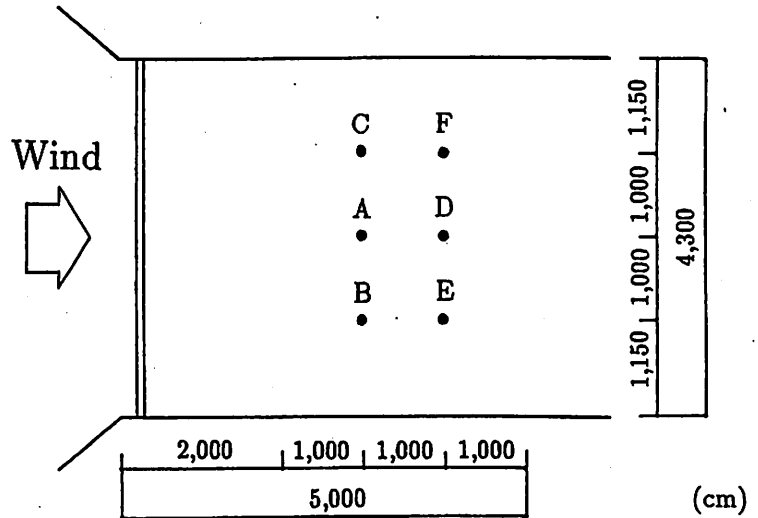


図 3.6 測定点平面図

### 3.4.4 計測点

測定点は、図 3.6 に示す通り風洞測定部中心部分で 2 点、中心部分から左右に 1m ずれた点で 4 点の計 6 点で鉛直方向の風速分布の測定を行った。風速の鉛直分布を測定する位置は、全ての平面上の測定点で同様のものを用いており、測定点の分割は高さ方向を対数軸で表した場合にほぼ等間隔となるように配置した。表 3.4 に鉛直方向の測定点を示す。

## 3.5 実験条件

### 3.5.1 実験風速

作成する境界層は実際の立地条件における市街地風を想定し、べき指数 1/4 の指数分布速度プロファイルとする。

本実験は比較的大きな空間における、火災時の煙拡散を確認することが目的である。この場合の現象は、気体の慣性力、浮力、気体に温度上昇を伴って蓄積される熱量、火源での発生熱量等により支配されている。従って、流体の慣性力と浮力の比として導出されたパイナンバー、フルード数の保存が必要となる。また、模型と原型の対応する点での温度上昇は等しいので、対応する点における気体の密度も等しくなる。このようにして、 $n(u) = n(L)^{1/2}$  が導き出された（2章参照）。実際の外部風速は 0~5m/s 程度、最大でも 15m/s 程度であり模型の縮尺は 1/10~1/40 であるから模型での風速は 0~5m/s、特に 0~3m/s が中心となる。そこで、本実験では基準高さ（風洞床面からの高さ 600mm 位置としている）での風速が 2~3m/s として行った。

### 3.6 実験結果及び考察

以下に実験結果を、試行錯誤の手順に従って示し、実験ケースと測定結果の対応を表 3.4 まとめる。

case-1

最初に理論式をそのまま用いたエレメントの配置をしたところ、下部での風速が著しく低いものとなった。

case-2

そこで、下部でのスクリーンの抵抗を下げるため、エレメントの密度を粗くする必要があったので、エレメントを一本除去して再配置を行った。変更した配置を表 3.5 に示す。

case-3

この結果から上部での風速の低下が目についたため、上部のエレメントを4本取り外すことによりスクリーンの高さを約 1,740mm とした。この操作により、上部での風速は  $1/4$  乗の分布に良く一致するようになった。つまり、上部での風速分布はスクリーン全高を変更することによってある程度調整可能だということが明らかになった。

case-4

次に、下部での風速が若干低いため、最下部のエレメント、つまり床面に接しているエレメントの位置を上・下流に移動することにより床面近傍のスクリーンの抵抗を変化させ、下部の風速分布の調整を試みた。この操作を何度か繰り返したが、あまりよい結果が得られなかった。

表 3.4 : 実験ケースと測定結果

No.	スクリーンの状態	測定結果
case-1	理論式	図 3.7
case-2	エレメント一本抜き	図 3.8
case-3	エレメント上部4本抜き	図 3.9
case-4.1	最下端の材を手前に移動	図 3.10
4.2	最下端の材を移動	
4.3	最下端の材を 20mm に変更	
case-5	最下端のエレメント幅変更	図 3.11
case-6	下流側床面に角材を配置	図 3.12

case-5

そこで最下端のエレメントの位置は元のままにして、エレメントの厚さ ( $b$ ) を 30mm から 20mm にしたところ、最も良い風速分布となった。この結果をみると、高さ 200mm より上方の風速分布は非常によい一致をしているが、200mm 以下での風速がやや大きめとなっている。

case-6

あとの風速分布の調整は、床面近傍だけでよいので、スクリーンは変化させずに下流側に角材を配置して床面に粗度をつけ、床面近傍の風速分布の調整を行った。

以上に述べた作業の手順により、低風速域での 1/4 乗則に一致した風速分布を得ることができた。ここに示した手順は、スクリーンエレメントの配置換えを最小限にとどめた非常に有効な調整法であると思われる。なお、以上の結果は A 点にて基準風速 (床面からの高さ 600mm の点) 2 ~ 3m/s について行ったものである。

図 3.13 に A 点より左右に 1m ずつ横に移動した点 (B,C 点) での風速分布を示す。この分布形をみると、多少の差異がみられるが、分布形はそれほど崩れておらず、測定部断面での 2 次元性も概ね良好である。

図 3.14 に A 点より 1m 下流の点 (D 点) 及びその左右 1m での点 (E,F 点) での風速分布を示す。下流での風速分布の変化はそれほどみられず、上・下流における風速分布形の保存性は非常に良いと思われる。

乱れの強さの分布であるが、この値も、流れ場に影響を与える度合いが大きいため、重要な要素となる。現状としては、荷重指針での提案式や東京タワーの実験結果を考慮している例が多いが、指標とすべき分布は確定していない。今までに行われてきた風洞実験例をみると、建物頂部での乱れ強さが 10% 強のものが多いが、本実験ではかなりの高さまで 10% を越えており、分布形自体も市街地風の傾向と似ているので、市街地風を風洞内で再現することができたと判断する。

最後に、以上述べてきた境界層の作成のために費やした試行錯誤の手順をフローチャートで図 3.15 に示す。

表 3.5 : 変更後のエレメント配列

$j$	$Z_j$	$I_j$	$j$	$Z_j$	$I_j$	$j$	$Z_j$	$I_j$
1	6.00	6.00	11	85.30	8.75	21	184.71	10.85
2	12.50	6.50	12	94.30	9.00	22	195.71	11.00
3	19.45	6.95	13	103.50	9.20	23	206.91	11.20
4	26.75	7.30	14	112.95	9.45	24	218.26	11.35
5	34.40	7.65	15	122.60	9.65			
6	42.35	7.95	16	132.45	9.85			
7	50.60	8.25	17	142.50	10.05			
8	59.10	8.50	18	152.76	10.26			
9	67.80	8.70	19	163.21	10.45			
10	76.55	8.75	20	173.86	10.65			

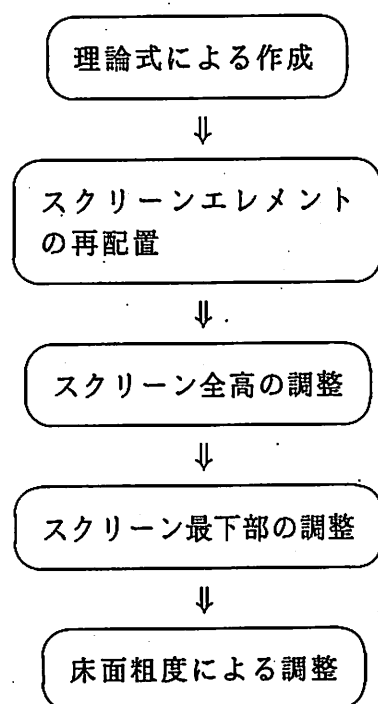
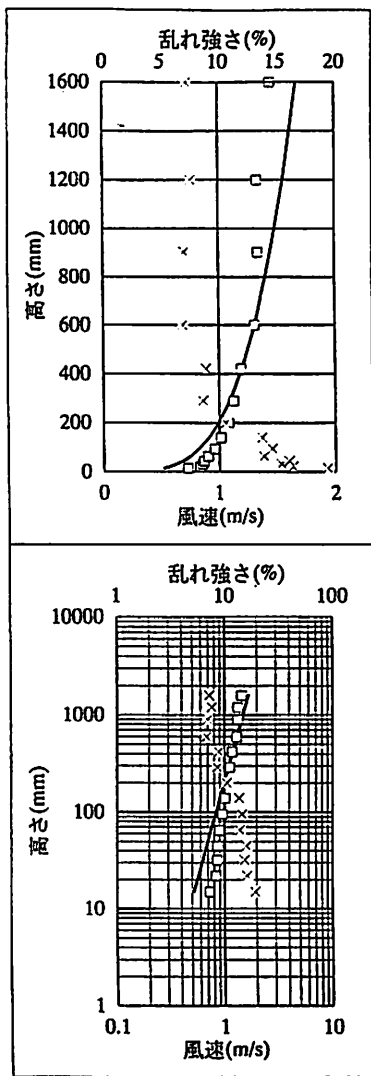
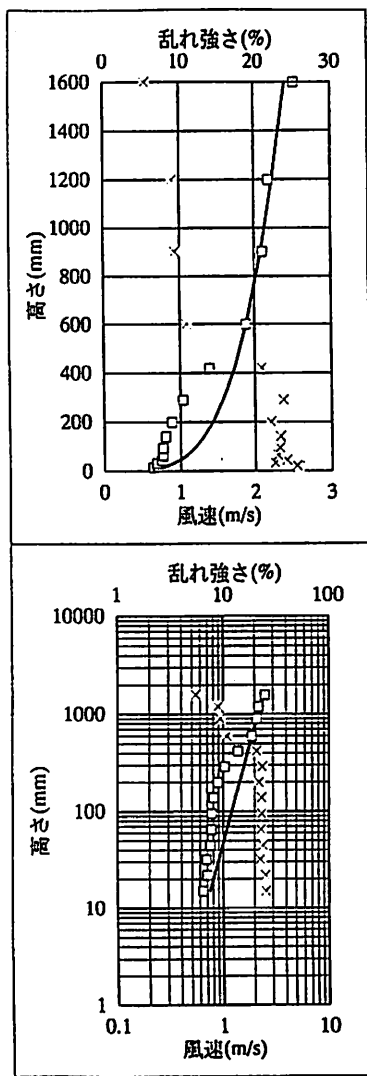


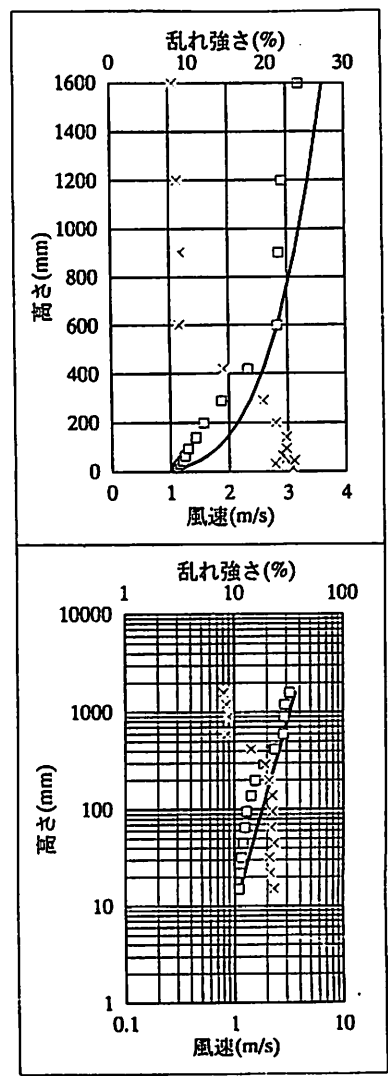
図 3.15 フローチャート



[100]



[150]



[200]

□ : 風速  
× : 乱れ強さ

高さ(mm)	風速(m/s)	乱れ強さ(%)	1/4PROF.
15	0.733	19.3478	0.5213
22	0.835	16.3611	0.573681
32	0.86	15.3795	0.630017
45	0.872	16.0588	0.686069
65	0.905	13.8824	0.752131
95	0.963	14.6152	0.826981
140	1.017	13.7367	0.911165
200	1.084	10.5782	0.996145
290	1.129	8.63453	1.093111
420	1.194	8.92193	1.19916
600	1.311	6.90032	1.311
900	1.343	7.06301	1.45086
1200	1.338	7.65554	1.559051
1600	1.451	7.2745	1.675309

基準高さ	基準風速
600	1.311

[100]

高さ(mm)	風速(m/s)	乱れ強さ(%)	1/4PROF.
15	0.647	25.7176	0.751531
22	0.704	25.552	0.827046
32	0.691	22.7106	0.908263
45	0.753	24.2128	0.98907
65	0.773	23.0779	1.084307
95	0.776	23.3213	1.192216
140	0.813	23.3875	1.313578
200	0.893	22.181	1.436089
290	1.039	23.8342	1.575881
420	1.396	20.9664	1.728766
600	1.89	10.9411	1.89
900	2.114	9.4259	2.091629
1200	2.196	8.99433	2.247601
1600	2.536	5.47285	2.415205

基準高さ	基準風速
600	1.89

[150]

高さ(mm)	風速(m/s)	乱れ強さ(%)	1/4PROF.
15	1.113	23.1272	1.126501
22	1.127	21.3294	1.239694
32	1.164	20.898	1.361433
45	1.211	23.3209	1.482559
65	1.256	21.8175	1.625313
95	1.306	22.3188	1.787062
140	1.439	22.2958	1.968978
200	1.569	20.969	2.152614
290	1.875	19.4089	2.362154
420	2.336	14.3611	2.59132
600	2.833	8.71933	2.833
900	2.866	8.88958	3.13523
1200	2.922	8.53148	3.369024
1600	3.218	8.03715	3.620252

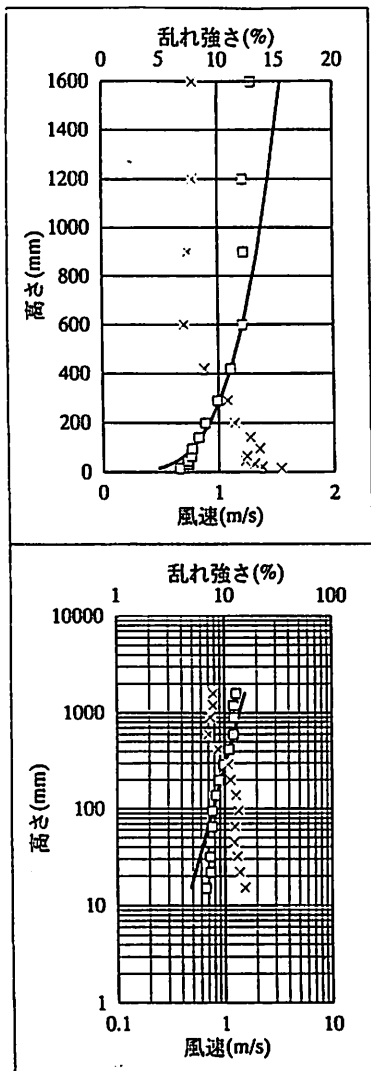
基準高さ	基準風速
600	2.833

[200]

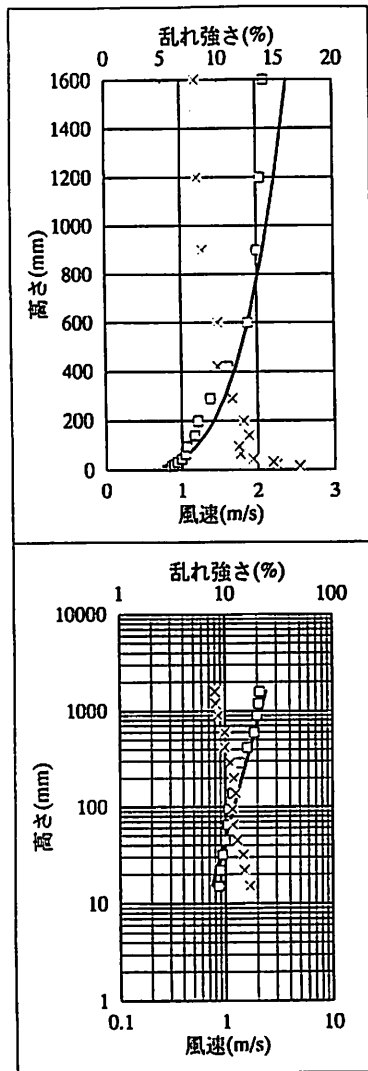
[ ] : 送風機ファン回転数

図 3.7 case-1:鉛直分布の検定

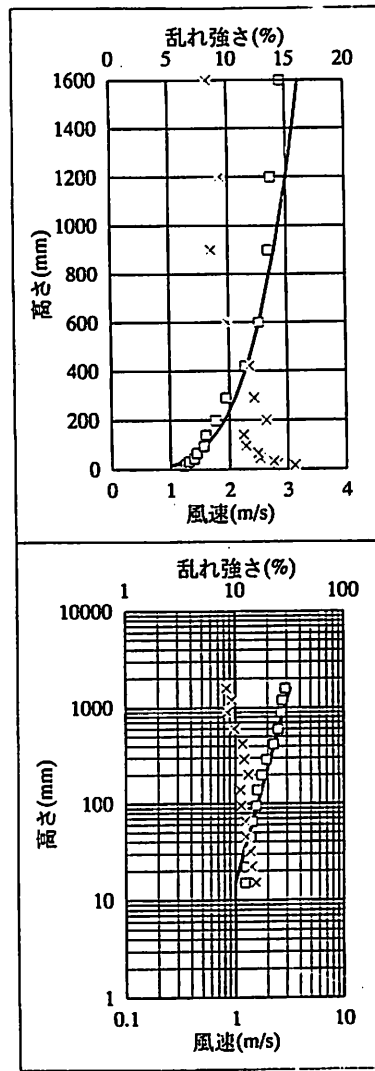




[100]



[150]



[200]

□: 風速  
×: 乱れ強さ

高さ(mm)	風速(m/s)	乱れ強さ(%)	1/4PROF.
15	0.665	15.4534	0.482729
22	0.739	13.8076	0.531235
32	0.733	13.1029	0.583403
45	0.733	12.29	0.635308
65	0.765	12.441	0.696481
95	0.768	13.5574	0.765794
140	0.828	12.7412	0.843748
200	0.885	11.3967	0.922441
290	0.991	10.795	1.012233
420	1.109	8.77125	1.110435
600	1.214	7.06451	1.214
900	1.227	7.40409	1.343512
1200	1.222	7.8329	1.443697
1600	1.292	7.86753	1.551354

基準高さ	基準風速
600	1.214

[100]

高さ(mm)	風速(m/s)	乱れ強さ(%)	1/4PROF.
15	0.866	16.9988	0.748747
22	0.897	15.0111	0.823983
32	0.945	14.6752	0.904899
45	1.002	12.943	0.985407
65	1.049	11.8274	1.080291
95	1.073	11.6876	1.1878
140	1.177	12.5957	1.308713
200	1.222	12.129	1.430771
290	1.387	11.1584	1.570045
420	1.623	9.92226	1.722364
600	1.883	9.92203	1.883
900	2.008	8.60617	2.083882
1200	2.056	8.18487	2.239277
1600	2.11	8.02233	2.40626

基準高さ	基準風速
600	1.883

[150]

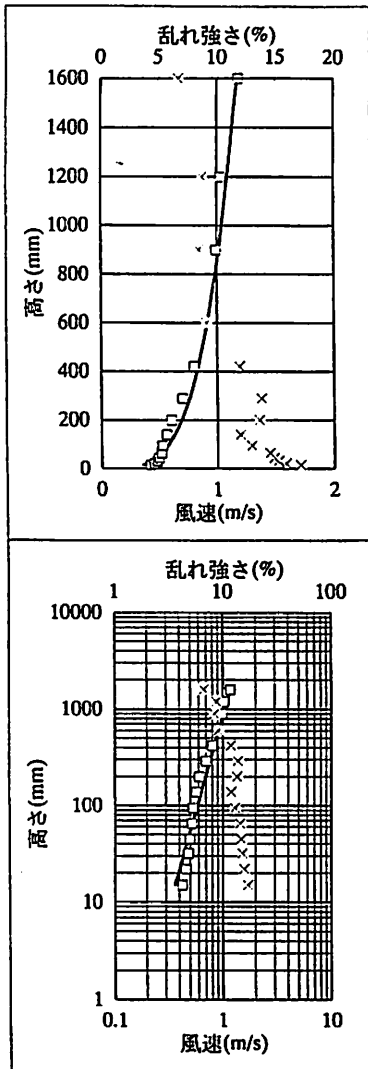
高さ(mm)	風速(m/s)	乱れ強さ(%)	1/4PROF.
15	1.241	15.6026	1.004029
22	1.268	14.1144	1.104916
32	1.319	13.7854	1.21342
45	1.408	12.6182	1.321377
65	1.454	12.4472	1.448611
95	1.572	11.4164	1.592775
140	1.604	11.2099	1.754913
200	1.768	13.1807	1.918585
290	1.947	12.14	2.105344
420	2.278	11.7644	2.309595
600	2.525	9.87895	2.525
900	2.687	8.58749	2.794372
1200	2.737	9.33582	3.002748
1600	2.923	8.34921	3.226663

基準高さ	基準風速
600	2.525

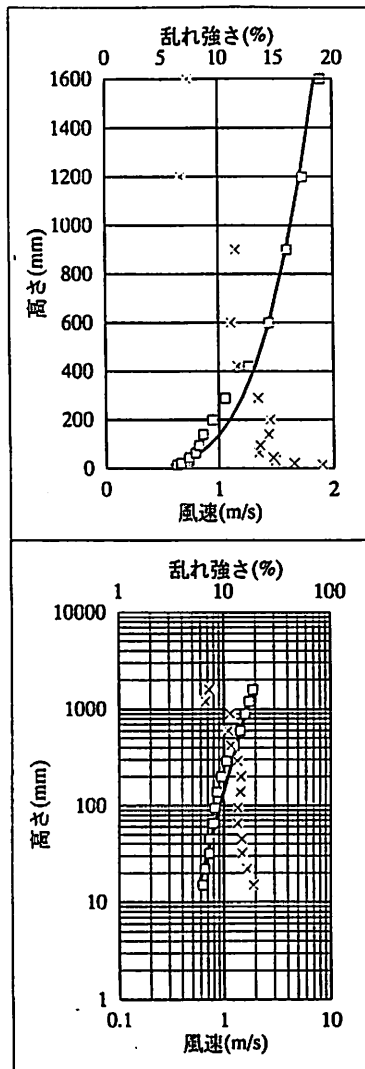
[200]

[ ]: 送風機ファン回転数

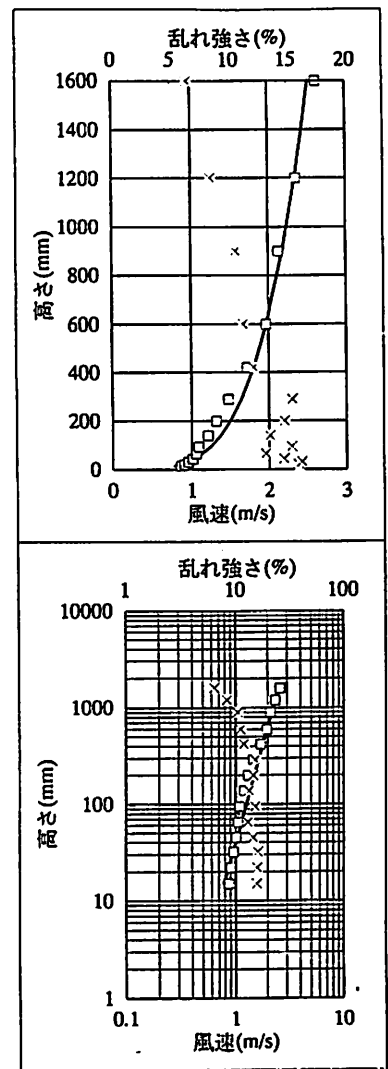
図 3.8 case-2:鉛直分布の検定



[100]



[150]



[200]

□ : 風速  
× : 乱れ強さ

高さ(mm)	風速(m/s)	乱れ強さ(%)	1/4PROF.
15	0.43	17.1265	0.365029
22	0.463	15.8555	0.401708
32	0.487	15.2158	0.441156
45	0.502	14.8326	0.480406
65	0.524	14.4805	0.526663
95	0.533	12.9482	0.579076
140	0.57	11.9769	0.638024
200	0.611	13.5921	0.697529
290	0.706	13.7786	0.765428
420	0.804	11.914	0.839687
600	0.918	9.11341	0.918
900	0.994	8.45344	1.015934
1200	1.037	8.77568	1.091692
1600	1.181	6.7215	1.1731

基準高さ	基準風速
600	0.918

[100]

高さ(mm)	風速(m/s)	乱れ強さ(%)	1/4PROF.
15	0.629	19.0671	0.575776
22	0.662	16.6597	0.633631
32	0.73	14.9948	0.695854
45	0.734	14.821	0.757764
65	0.79	13.5544	0.830728
95	0.825	13.6666	0.913401
140	0.861	14.4214	1.006382
200	0.946	14.5643	1.100242
290	1.063	13.4906	1.207342
420	1.269	11.6985	1.324473
600	1.448	11.131	1.448
900	1.61	11.5641	1.602475
1200	1.747	6.69362	1.721972
1600	1.903	7.27978	1.850379

基準高さ	基準風速
600	1.448

[150]

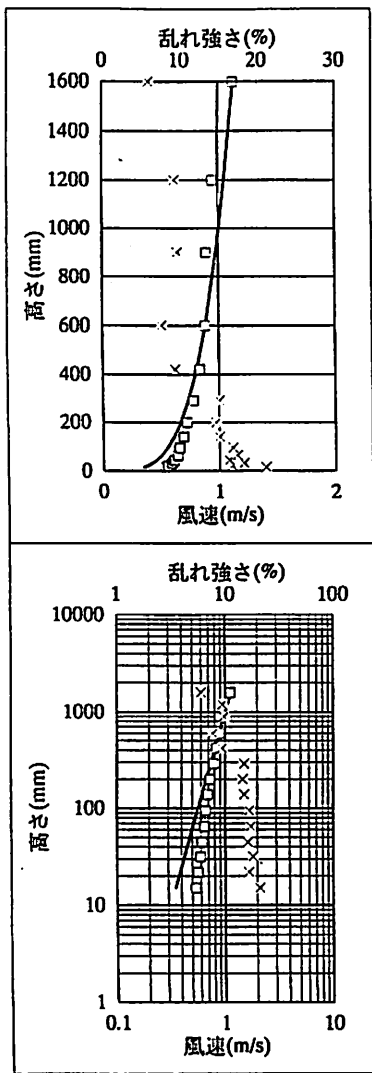
高さ(mm)	風速(m/s)	乱れ強さ(%)	1/4PROF.
15	0.87	15.8218	0.784932
22	0.911	15.8676	0.863804
32	0.96	16.1561	0.94863
45	1.018	14.609	1.033029
65	1.059	13.0777	1.132499
95	1.094	15.2871	1.245203
140	1.211	13.4549	1.37196
200	1.319	14.6845	1.499916
290	1.478	15.3506	1.64592
420	1.723	12.0509	1.8056
600	1.974	11.1414	1.974
900	2.138	10.5322	2.18459
1200	2.361	8.3738	2.347495
1600	2.621	6.4087	2.522547

基準高さ	基準風速
600	1.974

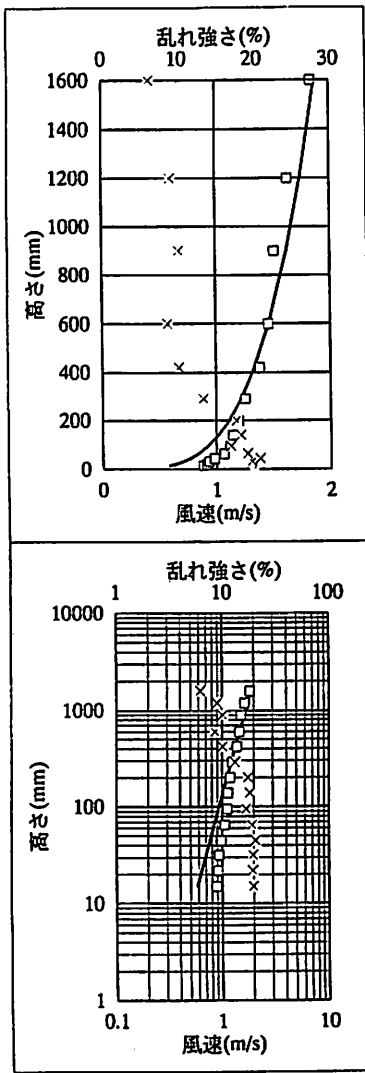
[200]

[ ] : 送風機ファン回転数

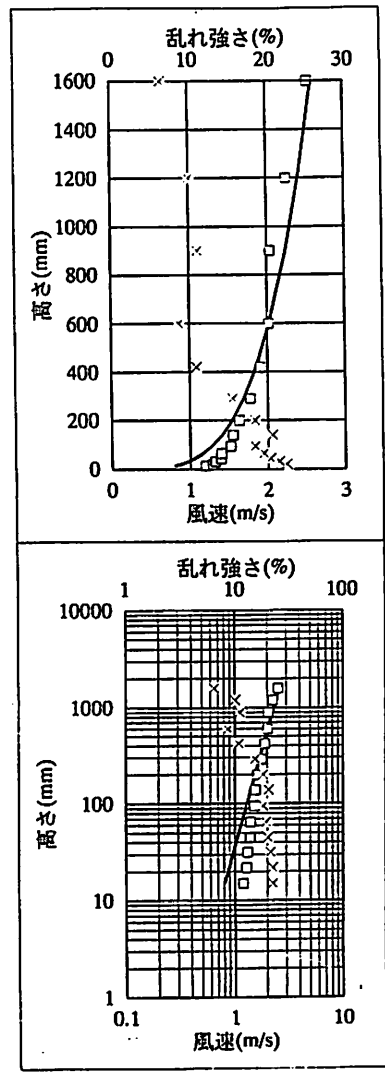
図 3.9 case-3:鉛直分布の検定



[100]



[150]



[200]

□: 風速

×: 乱れ強さ

高さ(mm)	風速(m/s)	乱れ強さ(%)	1/4PROF.
15	0.544	21.087	0.352305
22	0.564	16.6272	0.387705
32	0.597	18.2313	0.425778
45	0.616	16.3249	0.463659
65	0.648	17.3628	0.508305
95	0.664	16.7732	0.558891
140	0.7	15.07	0.615783
200	0.729	14.6186	0.673214
290	0.785	15.0531	0.738746
420	0.84	9.43693	0.810416
600	0.886	7.7474	0.886
900	0.895	9.792	0.98052
1200	0.954	9.46947	1.053638
1600	1.128	6.05403	1.132207

基準高さ	基準風速
600	0.886

[100]

高さ(mm)	風速(m/s)	乱れ強さ(%)	1/4PROF.
15	0.887	19.8685	0.583729
22	0.917	19.6243	0.642383
32	0.939	19.7513	0.705465
45	0.984	20.8217	0.76823
65	1.07	19.1562	0.842203
95	1.124	16.9604	0.926017
140	1.147	18.3056	1.020282
200	1.198	17.6962	1.115439
290	1.263	13.3347	1.224018
420	1.389	10.1377	1.342767
600	1.468	8.63144	1.468
900	1.518	10.1388	1.624609
1200	1.637	9.02286	1.745756
1600	1.844	6.24212	1.875937

基準高さ	基準風速
600	1.468

[150]

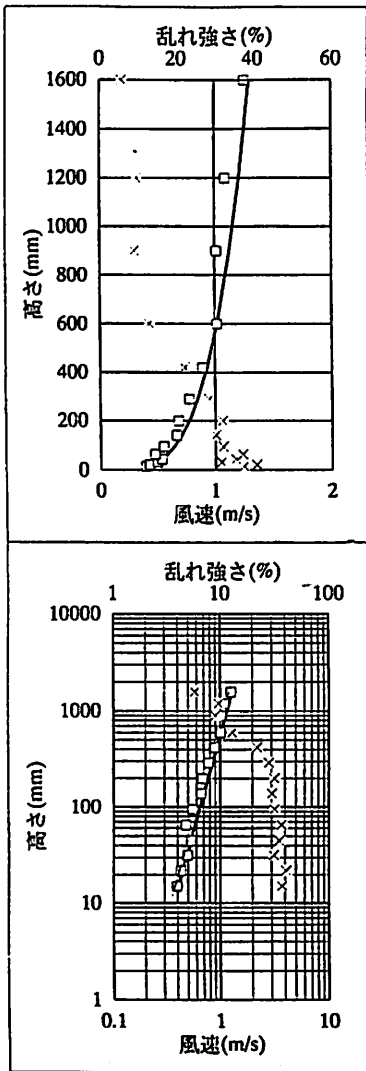
高さ(mm)	風速(m/s)	乱れ強さ(%)	1/4PROF.
15	1.203	22.5559	0.806405
22	1.294	22.4463	0.887433
32	1.324	21.4829	0.97458
45	1.397	20.3594	1.061288
65	1.406	19.4827	1.163479
95	1.523	18.3729	1.279267
140	1.555	20.6288	1.40949
200	1.635	18.3618	1.540947
290	1.778	15.4819	1.690946
420	1.911	10.948	1.854994
600	2.028	8.70484	2.028
900	2.048	11.1426	2.244351
1200	2.258	10.0713	2.411712
1600	2.541	6.49806	2.591553

基準高さ	基準風速
600	2.028

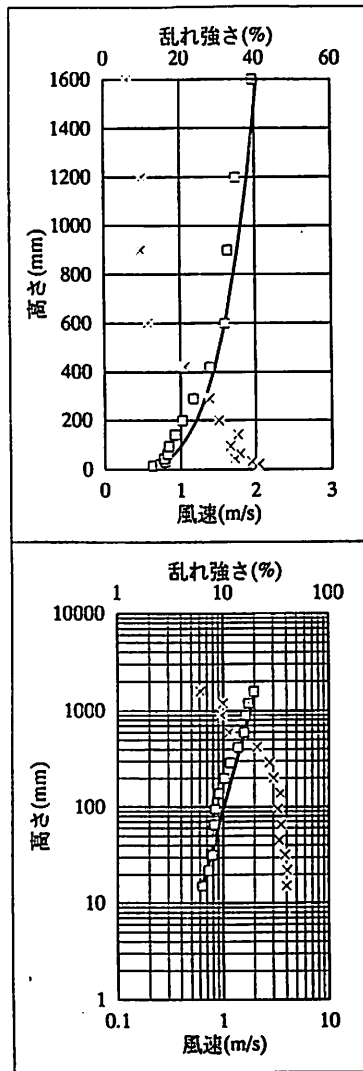
[200]

[ ]: 送風機ファン回転数

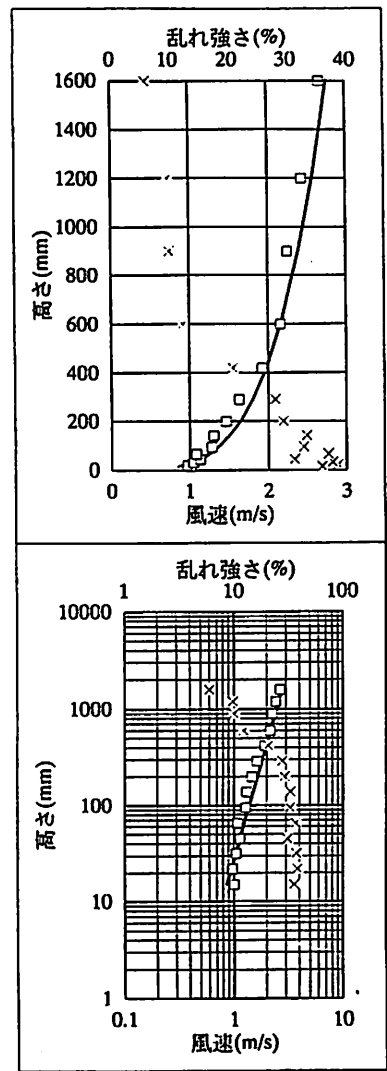
図 3.10.1 case-4.1:鉛直分布の検定



[100]



[150]



[200]

□: 風速  
×: 乱れ強さ

高さ(mm)	風速(m/s)	乱れ強さ(%)	1/4PROF.
15	0.397	37.4794	0.405588
22	0.431	40.8469	0.446342
32	0.5	31.6348	0.490174
45	0.538	35.4065	0.533784
65	0.478	37.1687	0.585182
95	0.553	32.1036	0.643418
140	0.666	30.275	0.708915
200	0.683	32.0672	0.775032
290	0.777	28.5557	0.850476
420	0.893	22.1023	0.932985
600	1.02	12.9811	1.02
900	1.017	9.05801	1.128816
1200	1.095	9.7194	1.212991
1600	1.263	5.76389	1.303444

基準高さ	基準風速
600	1.02

[100]

高さ(mm)	風速(m/s)	乱れ強さ(%)	1/4PROF.
15	0.634	40.3152	0.634228
22	0.731	40.9185	0.697957
32	0.79	38.9701	0.766497
45	0.78	34.4121	0.834692
65	0.827	35.8204	0.915063
95	0.844	33.2602	1.006129
140	0.922	35.2667	1.108549
200	1.028	30.2497	1.211938
290	1.172	27.7971	1.32991
420	1.395	21.143	1.458932
600	1.595	11.4516	1.595
900	1.639	9.68964	1.765158
1200	1.746	10.0325	1.896785
1600	1.977	6.09274	2.038229

基準高さ	基準風速
600	1.595

[150]

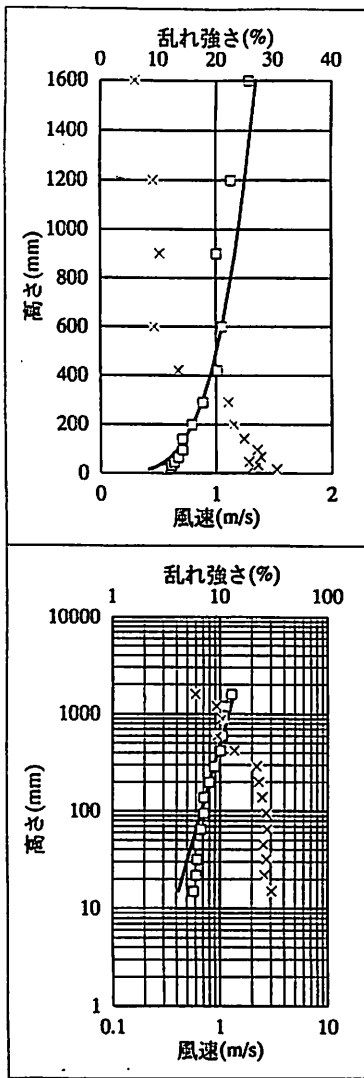
高さ(mm)	風速(m/s)	乱れ強さ(%)	1/4PROF.
15	1.012	35.8793	0.860483
22	0.978	38.5337	0.946946
32	1.051	37.6136	1.039937
45	1.135	31.1369	1.132459
65	1.086	36.9041	1.241503
95	1.285	32.7507	1.365056
140	1.308	33.2363	1.504013
200	1.465	29.2628	1.644284
290	1.63	27.9415	1.804342
420	1.925	20.6642	1.979392
600	2.164	12.3292	2.164
900	2.255	9.98927	2.39486
1200	2.441	9.76636	2.573444
1600	2.673	6.0042	2.765346

基準高さ	基準風速
600	2.164

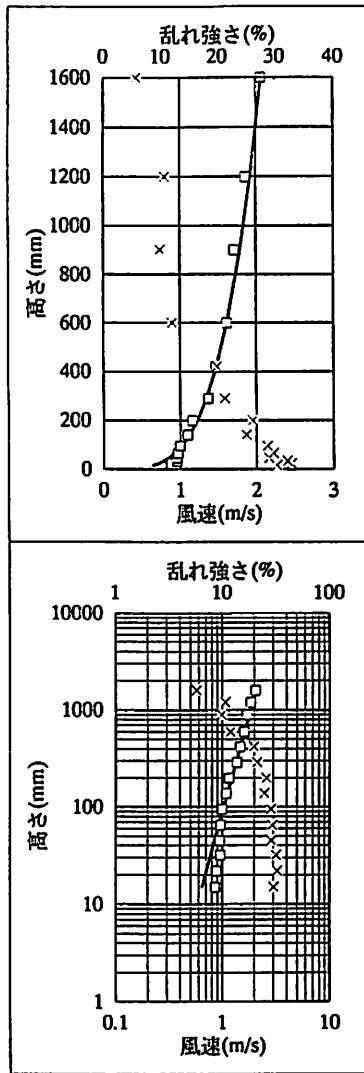
[200]

[ ]: 送風機ファン回転数

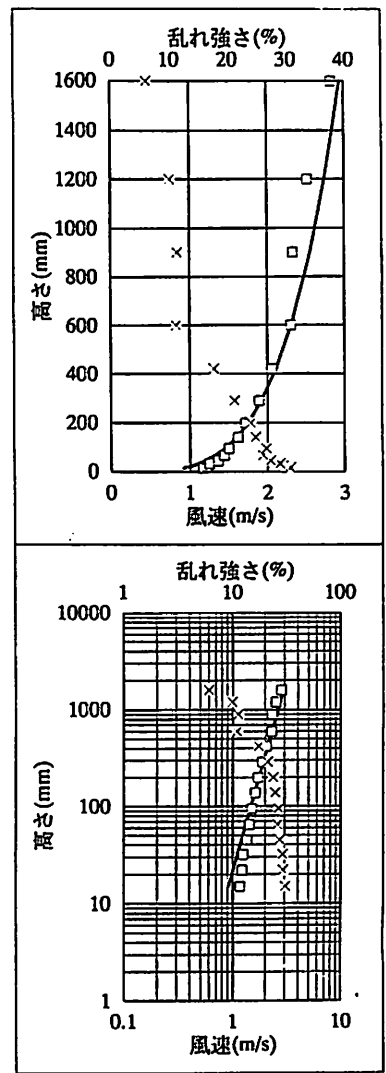
図 3.10.2 case-4.2:鉛直分布の検定



[100]



[150]



[200]

□ : 風速  
× : 乱れ強さ

高さ(mm)	風速(m/s)	乱れ強さ(%)	1/4PROF.
15	0.578	30.5853	0.419505
22	0.609	26.3994	0.461658
32	0.621	27.3119	0.506993
45	0.642	25.7331	0.5521
65	0.676	27.8515	0.605261
95	0.717	27.2193	0.665496
140	0.716	24.8996	0.733241
200	0.798	23.1524	0.801627
290	0.891	22.1995	0.879659
420	1.017	13.6115	0.964999
600	1.055	9.48882	1.055
900	1.008	10.4624	1.167549
1200	1.133	9.33713	1.254614
1600	1.289	5.98396	1.34817

基準高さ	基準風速
600	1.055

[100]

高さ(mm)	風速(m/s)	乱れ強さ(%)	1/4PROF.
15	0.862	30.2755	0.643772
22	0.881	32.8106	0.708459
32	0.96	32.0989	0.77803
45	0.955	28.936	0.847251
65	0.971	29.7109	0.928832
95	1.002	28.6913	1.021269
140	1.102	24.9698	1.125229
200	1.165	26.0616	1.230174
290	1.379	21.2543	1.349922
420	1.479	19.8862	1.480885
600	1.619	12.0083	1.619
900	1.714	9.96128	1.791718
1200	1.864	10.7408	1.925326
1600	2.07	5.74173	2.068898

基準高さ	基準風速
600	1.619

[150]

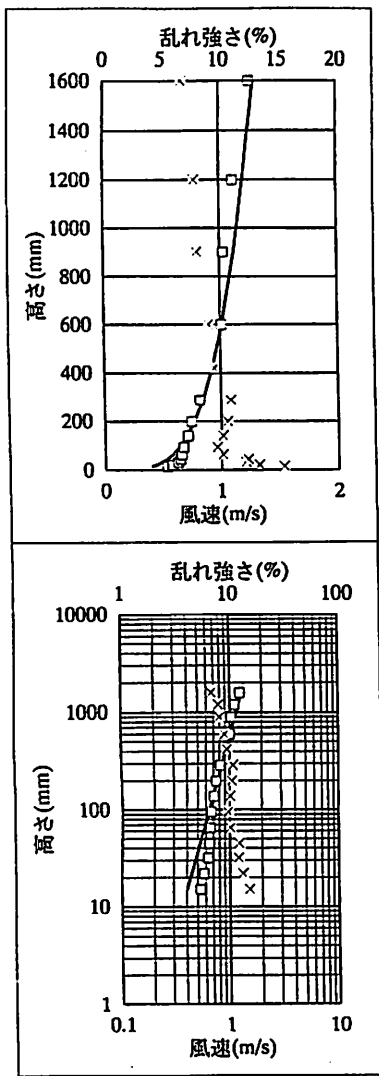
高さ(mm)	風速(m/s)	乱れ強さ(%)	1/4PROF.
15	1.174	30.5464	0.917345
22	1.225	29.241	1.009521
32	1.257	28.8305	1.108657
45	1.37	27.1959	1.207294
65	1.445	25.9413	1.323543
95	1.507	26.4961	1.45526
140	1.626	24.6989	1.6034
200	1.721	23.8361	1.752941
290	1.896	21.072	1.923576
420	2.061	17.5752	2.110193
600	2.307	11.0642	2.307
900	2.331	11.2588	2.553115
1200	2.523	9.97261	2.743501
1600	2.838	6.0787	2.948083

基準高さ	基準風速
600	2.307

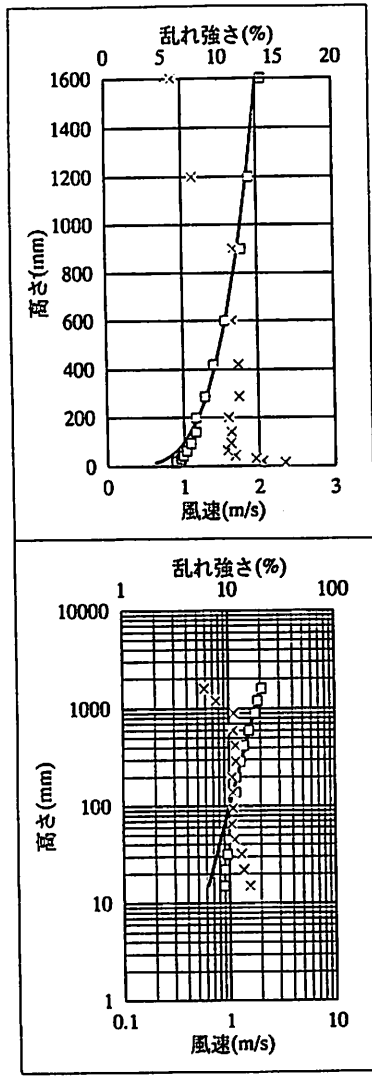
[200]

[ ] : 送風機ファン回転数

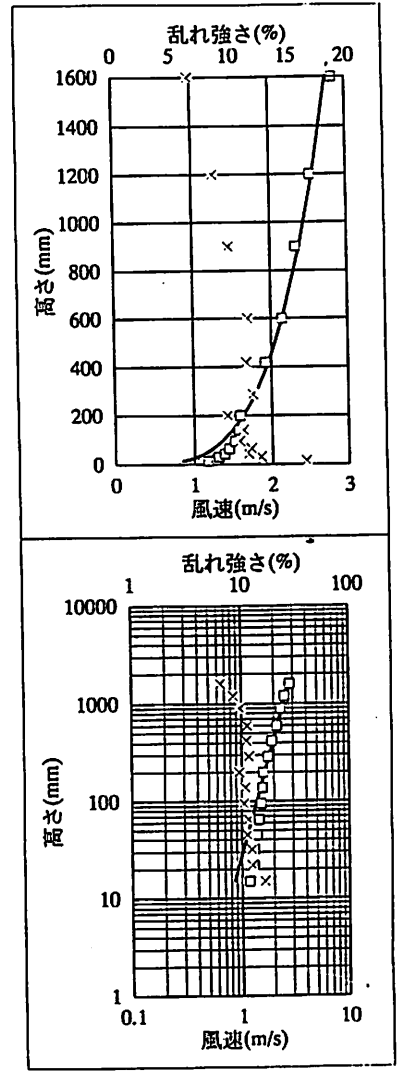
図 3.10.3 case-4.3:鉛直分布の検定



[100]



[150]



[200]

□: 風速  
×: 乱れ強さ

高さ(mm)	風速(m/s)	乱れ強さ(%)	1/4PROF.
15	0.537	15.3517	0.403202
22	0.579	13.2623	0.443717
32	0.63	12.1052	0.48729
45	0.649	12.3137	0.530644
65	0.662	10.1474	0.581739
95	0.678	9.67417	0.639633
140	0.715	10.1816	0.704745
200	0.747	10.5886	0.770473
290	0.819	10.8554	0.845473
420	0.949	9.46675	0.927497
600	1.014	9.00533	1.014
900	1.034	8.05333	1.122175
1200	1.12	7.85114	1.205856
1600	1.262	6.75453	1.295777

基準高さ	基準風速
600	1.014

[100]

高さ(mm)	風速(m/s)	乱れ強さ(%)	1/4PROF.
15	0.889	15.6256	0.624685
22	0.905	13.6736	0.687455
32	0.962	13.0492	0.754963
45	0.991	11.2483	0.822132
65	1.039	10.5819	0.901294
95	1.096	10.9079	0.990999
140	1.162	10.9242	1.091869
200	1.169	10.7195	1.193702
290	1.294	11.6827	1.309899
420	1.41	11.6244	1.43698
600	1.571	11.1097	1.571
900	1.798	11.2549	1.738597
1200	1.905	7.62518	1.868244
1600	2.074	5.86545	2.007559

基準高さ	基準風速
600	1.571

[150]

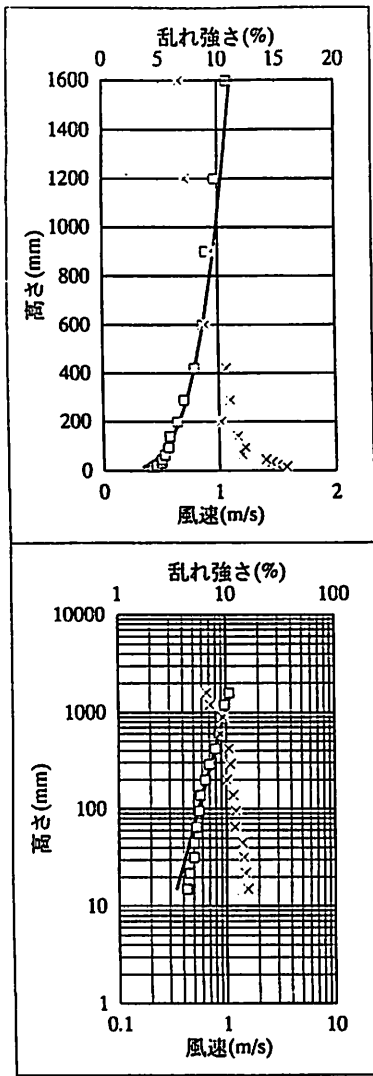
高さ(mm)	風速(m/s)	乱れ強さ(%)	1/4PROF.
15	1.178	16.2736	0.855314
22	1.286	12.5026	0.941257
32	1.311	12.377	1.033689
45	1.387	11.2927	1.125656
65	1.446	11.5513	1.234045
95	1.523	10.5431	1.356855
140	1.569	10.8875	1.494977
200	1.595	9.53445	1.634407
290	1.771	11.7189	1.793503
420	1.928	11.188	1.967501
600	2.151	11.3389	2.151
900	2.33	9.76561	2.380473
1200	2.531	8.50424	2.557985
1600	2.834	6.49723	2.748733

基準高さ	基準風速
600	2.151

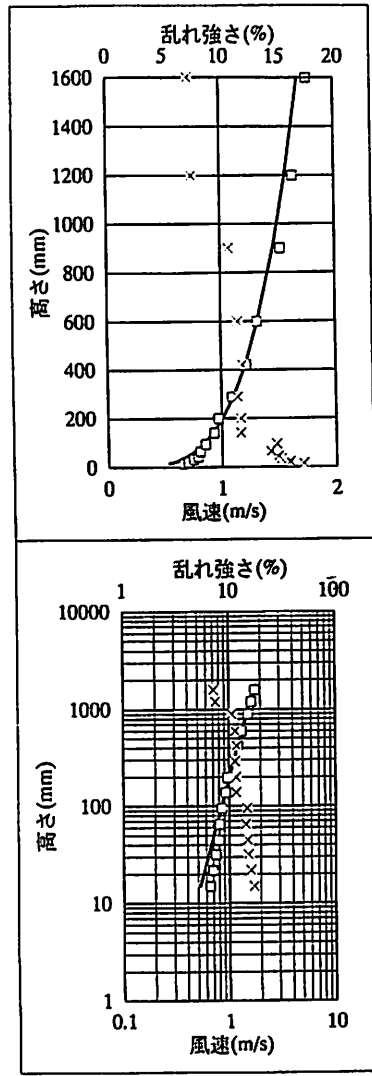
[200]

[ ]: 送風機ファン回転数

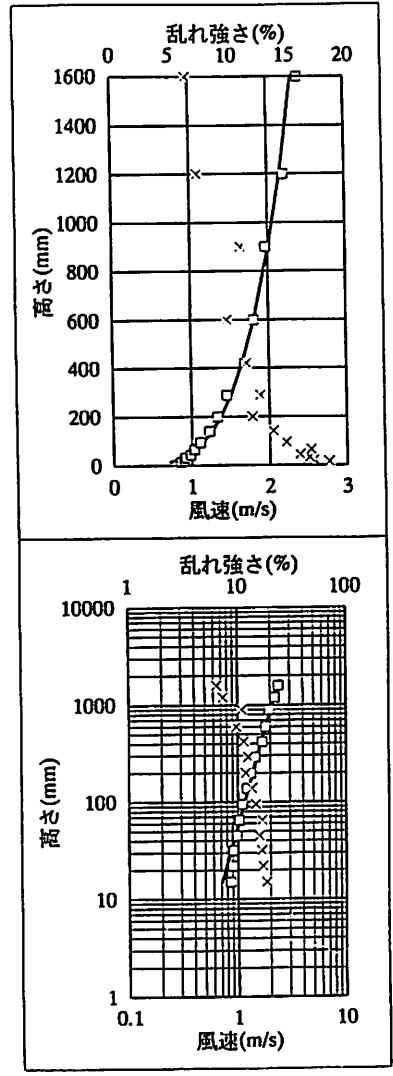
図 3.11 case-5:鉛直分布の検定



[100]



[150]



[200]

□: 風速  
×: 乱れ強さ

高さ(mm)	風速(m/s)	乱れ強さ(%)	1/4PROF.
15	0.435	15.7744	0.345943
22	0.462	14.9792	0.380704
32	0.505	14.5146	0.418089
45	0.511	14.0505	0.455286
65	0.536	12.0289	0.499126
95	0.567	12.2614	0.548798
140	0.579	11.6394	0.604663
200	0.645	10.2169	0.661057
290	0.703	10.9858	0.725406
420	0.795	10.6761	0.795781
600	0.87	8.90414	0.87
900	0.895	9.44641	0.962813
1200	0.975	7.21712	1.03461
1600	1.08	6.70368	1.111761

基準高さ	基準風速
600	0.87

[100]

高さ(mm)	風速(m/s)	乱れ強さ(%)	1/4PROF.
15	0.658	17.1929	0.527264
22	0.699	16.0084	0.580245
32	0.747	15.2227	0.637226
45	0.789	15.0031	0.693919
65	0.808	14.3819	0.760736
95	0.855	14.8801	0.836444
140	0.936	11.701	0.92159
200	0.972	11.715	1.007542
290	1.097	11.4448	1.105618
420	1.225	11.8972	1.212881
600	1.326	11.5065	1.326
900	1.536	10.7402	1.46746
1200	1.646	7.49002	1.576889
1600	1.772	7.1884	1.694477

基準高さ	基準風速
600	1.326

[150]

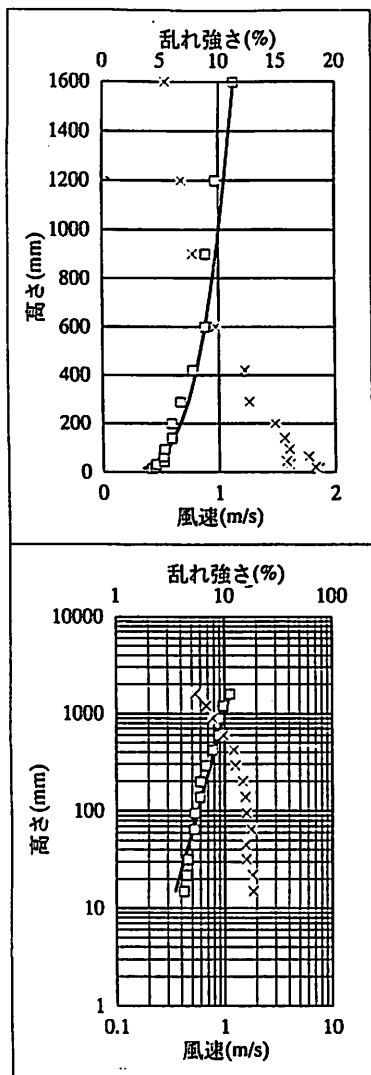
高さ(mm)	風速(m/s)	乱れ強さ(%)	1/4PROF.
15	0.863	18.4664	0.721708
22	0.909	17.1568	0.794227
32	0.922	16.7595	0.872221
45	0.987	15.913	0.949821
65	1.037	16.9022	1.041279
95	1.111	14.7627	1.144906
140	1.229	13.6693	1.261452
200	1.334	11.9349	1.379102
290	1.461	12.5806	1.513346
420	1.699	11.446	1.660165
600	1.815	9.79082	1.815
900	1.975	11.0252	2.008628
1200	2.209	7.3525	2.158411
1600	2.404	6.45712	2.319363

基準高さ	基準風速
600	1.815

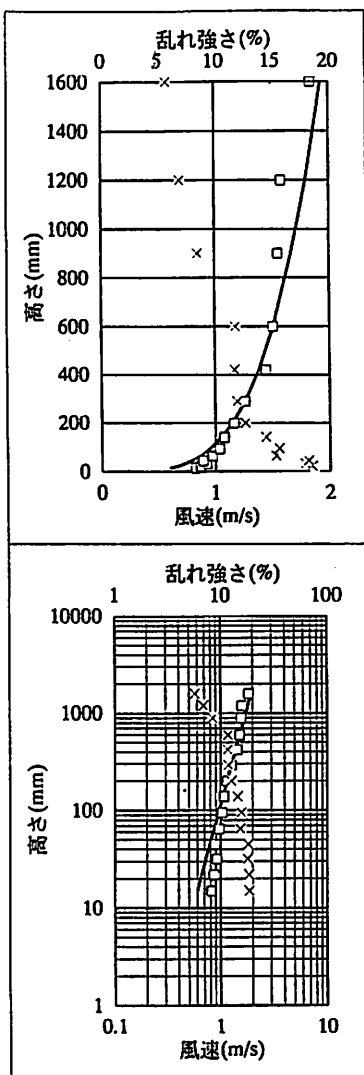
[200]

[ ]: 送風機ファン回転数

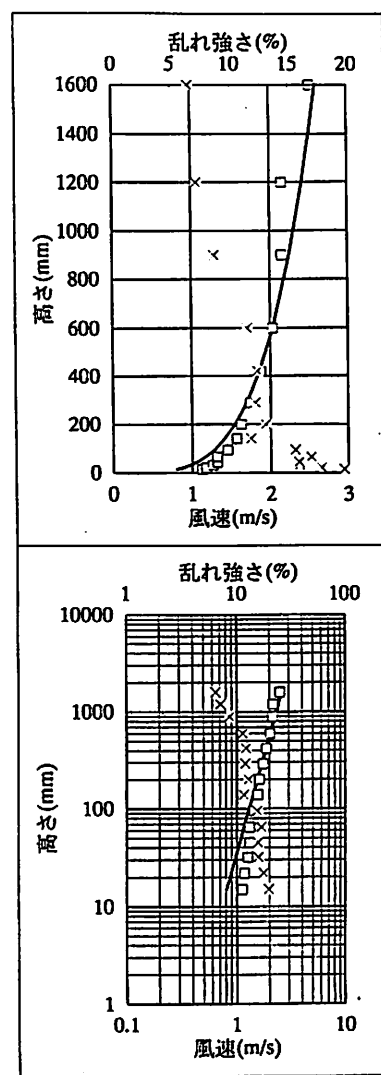
図 3.12 case-6:鉛直分布の検定



[100]



[150]



[200]

□: 風速  
×: 乱れ強さ

高さ(mm)	風速(m/s)	乱れ強さ(%)	1/4PROF.
15	0.424	18.5785	0.351907
22	0.45	18.2904	0.387268
32	0.462	16.0702	0.425298
45	0.529	15.8141	0.463136
65	0.525	17.7381	0.507731
95	0.534	16.0785	0.55826
140	0.597	15.673	0.615088
200	0.595	14.8641	0.672455
290	0.671	12.6626	0.737913
420	0.777	12.2772	0.809502
600	0.885	9.76693	0.885
900	0.892	7.80114	0.979413
1200	0.975	6.82918	1.052448
1600	1.132	5.40594	1.130929

基準高さ	基準風速
600	0.885

[100]

高さ(mm)	風速(m/s)	乱れ強さ(%)	1/4PROF.
15	0.827	18.6133	0.60202
22	0.871	18.4941	0.662512
32	0.928	17.8871	0.727571
45	0.894	18.1788	0.792303
65	0.976	15.3579	0.868593
95	1.041	15.6331	0.955034
140	1.082	14.4641	1.052253
200	1.166	12.6548	1.150391
290	1.266	11.939	1.262373
420	1.45	11.7146	1.384843
600	1.514	11.7783	1.514
900	1.561	8.50849	1.675516
1200	1.59	6.92142	1.80046
1600	1.851	5.72683	1.93472

基準高さ	基準風速
600	1.514

[150]

高さ(mm)	風速(m/s)	乱れ強さ(%)	1/4PROF.
15	1.13	19.646	0.80879
22	1.18	17.6965	0.890059
32	1.264	15.8054	0.977464
45	1.319	15.7489	1.064428
65	1.322	16.8207	1.166921
95	1.45	15.4451	1.283051
140	1.569	11.6779	1.413661
200	1.624	12.9432	1.545506
290	1.747	12.0361	1.695948
420	1.878	12.2405	1.860482
600	2.034	11.3813	2.034
900	2.157	8.60643	2.250991
1200	2.158	7.13446	2.418847
1600	2.52	6.47876	2.599221

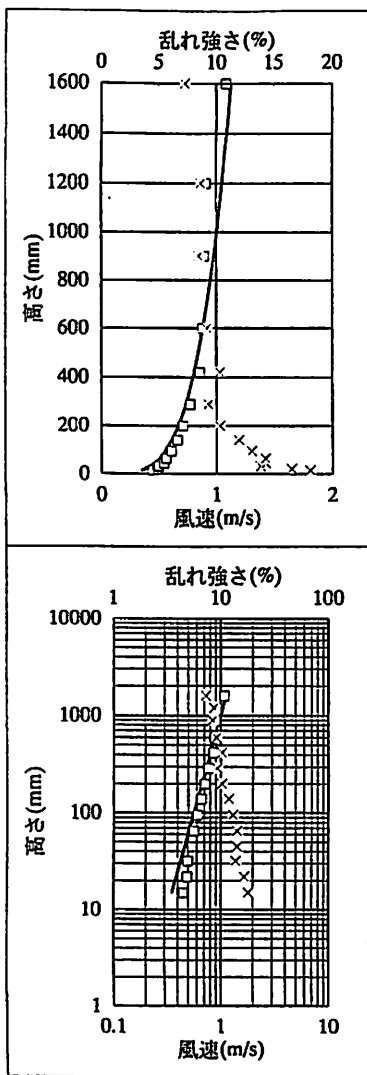
基準高さ	基準風速
600	2.034

[200]

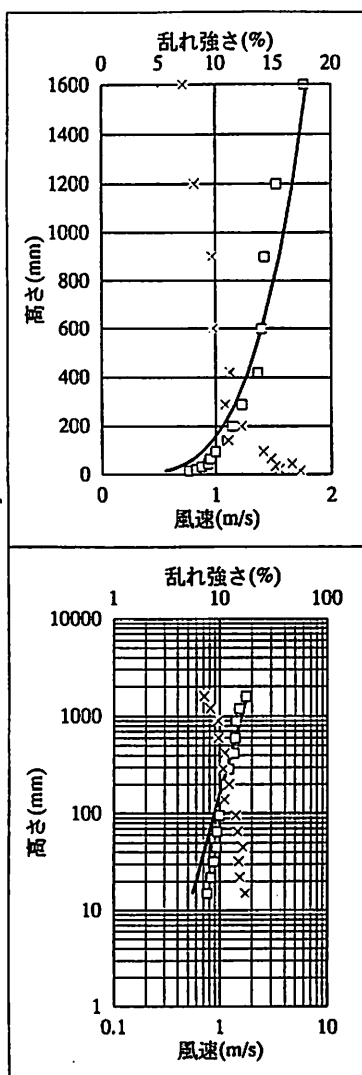
[ ]: 送風機ファン回転数

図 3.13.1:鉛直分布の検定 (B点)

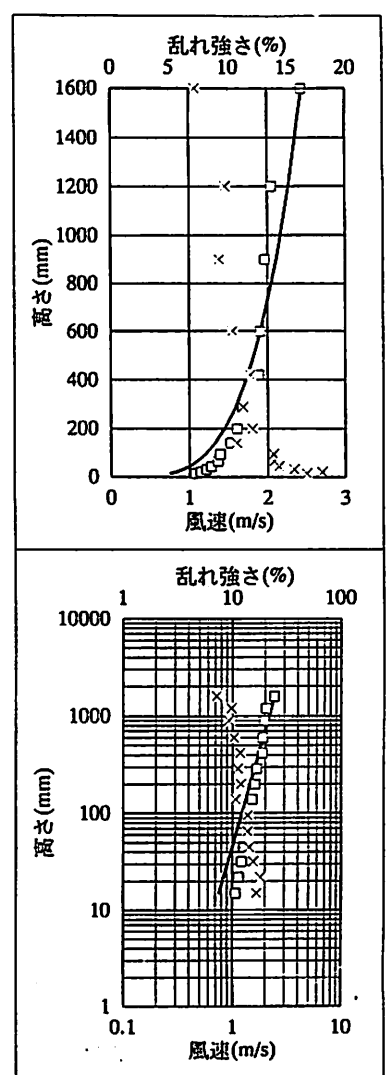




[100]



[150]



[200]

□: 風速  
×: 乱れ強さ

高さ(mm)	風速(m/s)	乱れ強さ(%)	1/4PROF.
15	0.449	18.0963	0.35151
22	0.49	16.5402	0.38683
32	0.5	13.8388	0.424817
45	0.547	14.3104	0.462613
65	0.567	14.2811	0.507157
95	0.611	13.0584	0.557629
140	0.665	11.9865	0.614393
200	0.714	10.342	0.671695
290	0.775	9.30355	0.737079
420	0.86	10.3211	0.808587
600	0.884	9.18454	0.884
900	0.896	8.45405	0.978307
1200	0.914	8.67142	1.051259
1600	1.088	7.28844	1.129651

基準高さ	基準風速
600	0.884

[100]

高さ(mm)	風速(m/s)	乱れ強さ(%)	1/4PROF.
15	0.768	17.3155	0.557485
22	0.829	15.4899	0.613502
32	0.877	15.1222	0.673748
45	0.935	16.5851	0.733691
65	0.952	14.7719	0.804338
95	1.001	14.135	0.884384
140	1.104	11.1364	0.974411
200	1.149	12.2839	1.06529
290	1.23	10.8604	1.168987
420	1.37	11.2941	1.282397
600	1.402	9.8183	1.402
900	1.428	9.72584	1.551568
1200	1.527	8.18857	1.667268
1600	1.77	7.16515	1.791596

基準高さ	基準風速
600	1.402

[150]

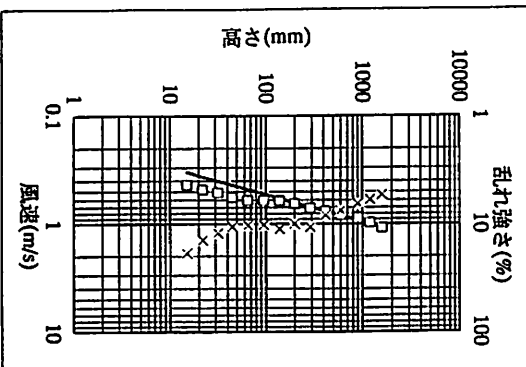
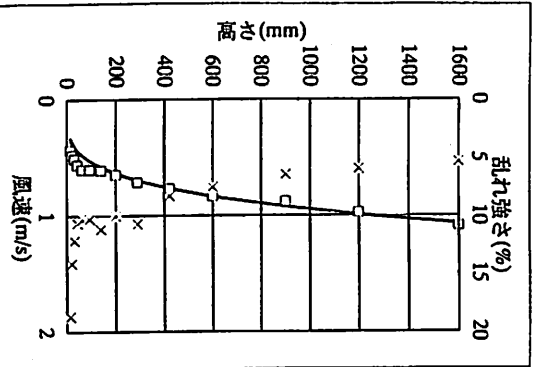
高さ(mm)	風速(m/s)	乱れ強さ(%)	1/4PROF.
15	1.072	16.691	0.760279
22	1.149	18.0261	0.836673
32	1.222	15.607	0.918835
45	1.284	14.293	1.000583
65	1.37	13.8796	1.096929
95	1.396	13.8459	1.206093
140	1.53	10.7129	1.328869
200	1.613	12.0369	1.452806
290	1.681	11.265	1.594225
420	1.892	11.867	1.74889
600	1.912	10.3778	1.912
900	1.969	9.24872	2.115976
1200	2.055	9.75988	2.273764
1600	2.441	7.19974	2.443318

基準高さ	基準風速
600	1.912

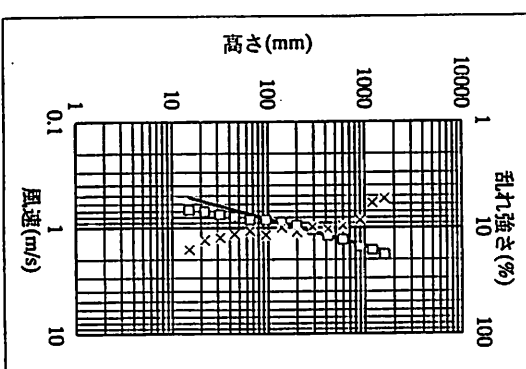
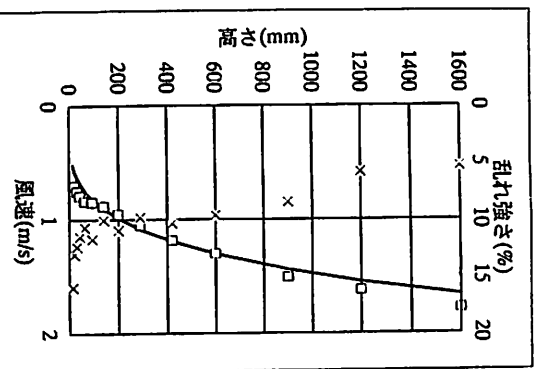
[200]

[ ]: 送風機ファン回転数

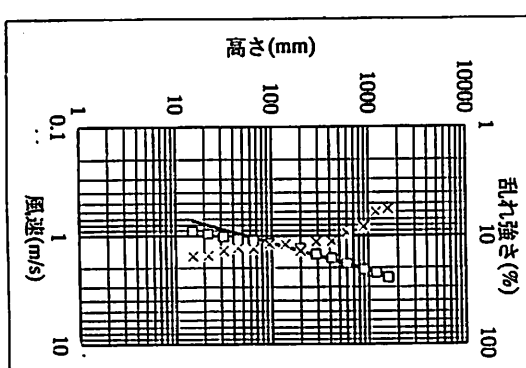
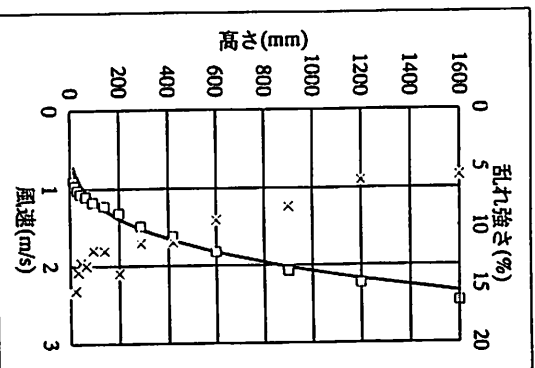
図 3.13.2: 鉛直分布の検定 (C 点)



[100]



[150]



[200]

□: 風速

×: 乱れ強さ

高さ(mm)	風速(m/s)	乱れ強さ(%)	1/4PROF.
15	0.437	18.7293	0.332026
22	0.481	14.157	0.365388
32	0.513	12.1739	0.401227
45	0.564	10.6468	0.43697
65	0.604	10.3627	0.479046
95	0.606	10.3072	0.52672
140	0.61	11.1926	0.580338
200	0.648	10.0527	0.634463
290	0.717	10.7318	0.696223
420	0.769	8.33493	0.763767
600	0.835	7.56179	0.835
900	0.88	6.48468	0.924079
1200	0.975	5.98214	0.992988
1600	1.091	5.37351	1.067035

基準高さ	基準風速
600	0.835

[100]

高さ(mm)	風速(m/s)	乱れ強さ(%)	1/4PROF.
15	0.689	16.0276	0.518119
22	0.706	13.102	0.57018
32	0.753	12.4072	0.626173
45	0.794	11.5064	0.681883
65	0.842	10.7174	0.747541
95	0.853	11.722	0.821935
140	0.888	10.0638	0.905605
200	0.958	10.9773	0.990066
290	1.053	9.84007	1.086441
420	1.186	10.3516	1.191843
600	1.303	9.6736	1.303
900	1.513	8.5523	1.442007
1200	1.628	5.84803	1.549537
1600	1.785	5.3339	1.665086

基準高さ	基準風速
600	1.303

[150]

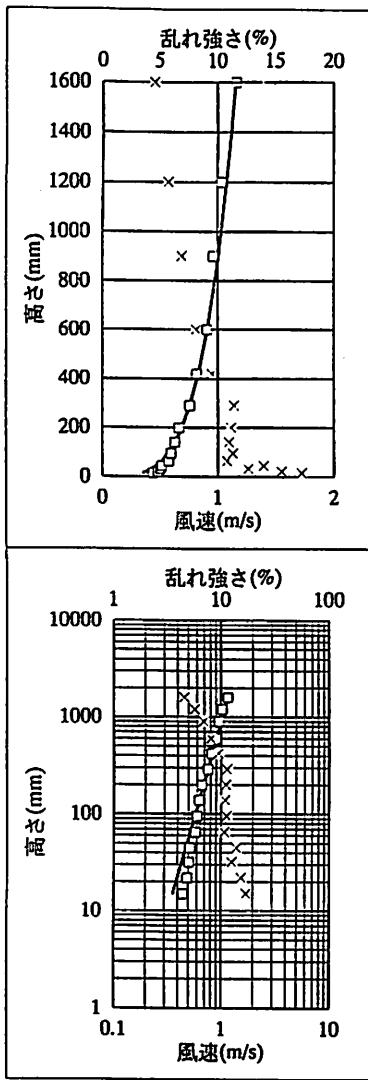
高さ(mm)	風速(m/s)	乱れ強さ(%)	1/4PROF.
15	0.91	15.567	0.72807
22	0.967	15.4903	0.801228
32	1.028	13.8848	0.87991
45	1.075	13.1013	0.958194
65	1.108	13.3414	1.050458
95	1.18	12.0167	1.154999
140	1.231	12.0853	1.272573
200	1.321	14.0044	1.391259
290	1.492	11.446	1.526687
420	1.627	11.3579	1.6748
600	1.831	9.43999	1.831
900	2.078	8.30661	2.026335
1200	2.234	6.05173	2.177438
1600	2.465	5.65222	2.33981

基準高さ	基準風速
600	1.831

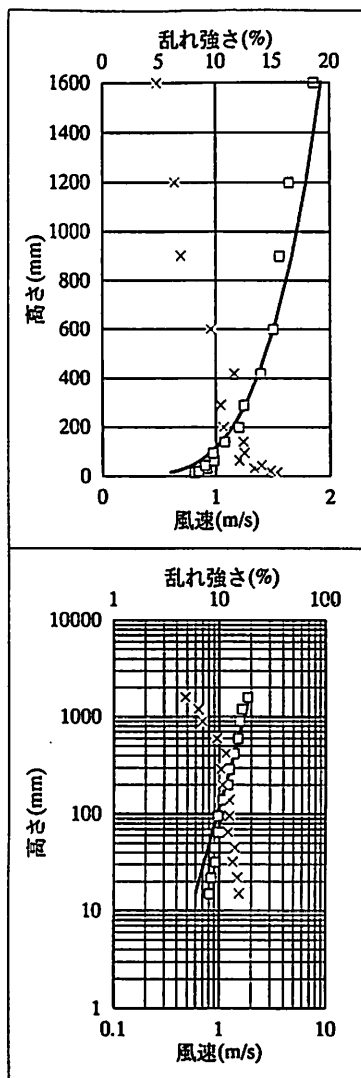
[200]

[ ]: 送風機ファン回転数

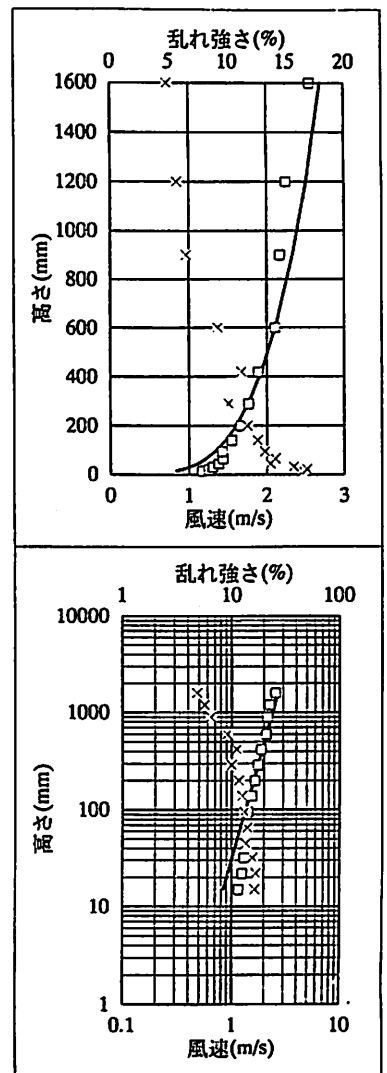
図 3.14.1:鉛直分布の検定 (D点)



[100]



[150]



[200]

□ : 風速  
 × : 乱れ強さ

高さ(mm)	風速(m/s)	乱れ強さ(%)	1/4PROF.
15	0.447	17.252	0.361451
22	0.491	15.5486	0.39777
32	0.51	12.6755	0.436831
45	0.522	14.0226	0.475696
65	0.582	10.8516	0.5215
95	0.602	11.3607	0.573399
140	0.633	11.0048	0.631769
200	0.669	11.1932	0.690691
290	0.761	11.459	0.757924
420	0.822	9.51234	0.831454
600	0.909	8.13427	0.909
900	0.963	6.91008	1.005974
1200	1.036	5.74834	1.080989
1600	1.171	4.60234	1.161599

基準高さ	基準風速
600	0.909

[100]

高さ(mm)	風速(m/s)	乱れ強さ(%)	1/4PROF.
15	0.816	15.3651	0.600032
22	0.852	14.8132	0.660324
32	0.929	13.3837	0.725168
45	0.911	14.0083	0.789686
65	0.99	12.0855	0.865725
95	0.979	12.5051	0.95188
140	1.081	12.4351	1.048778
200	1.206	10.7162	1.146592
290	1.248	10.4618	1.258204
420	1.398	11.6344	1.380269
600	1.509	9.59881	1.509
900	1.564	6.96994	1.669983
1200	1.648	6.37922	1.794514
1600	1.865	4.81476	1.92833

基準高さ	基準風速
600	1.509

[150]

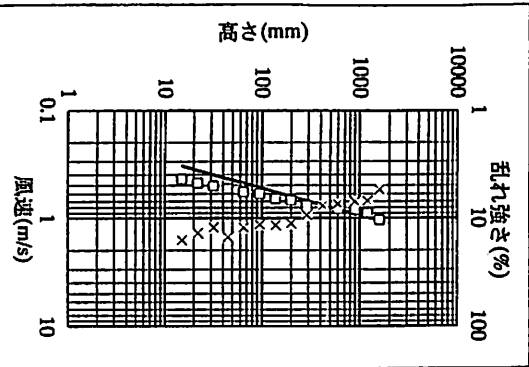
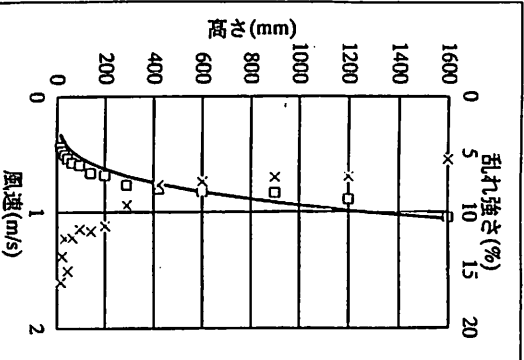
高さ(mm)	風速(m/s)	乱れ強さ(%)	1/4PROF.
15	1.168	16.4797	0.839408
22	1.255	16.8005	0.923753
32	1.304	15.6557	1.014467
45	1.378	13.6595	1.104723
65	1.434	14.0953	1.211097
95	1.429	13.1853	1.331623
140	1.552	12.5561	1.467177
200	1.663	11.6824	1.604013
290	1.769	10.0416	1.760151
420	1.892	11.1528	1.930913
600	2.111	9.11994	2.111
900	2.172	6.46381	2.336206
1200	2.249	5.64537	2.510416
1600	2.565	4.831	2.697618

基準高さ	基準風速
600	2.111

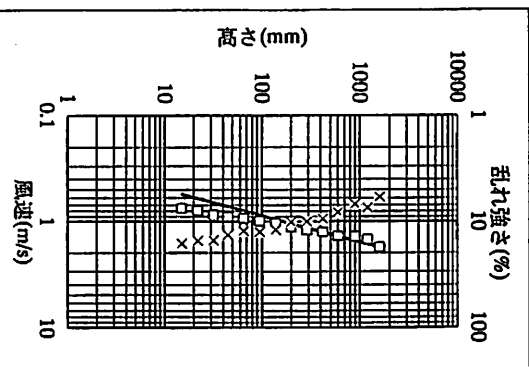
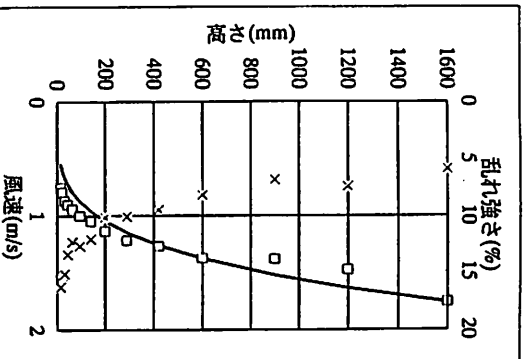
[200]

[ ] : 送風機ファン回転数

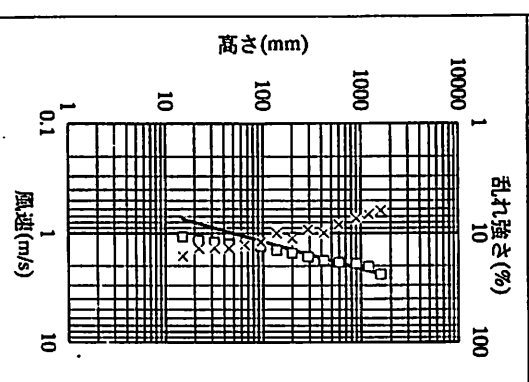
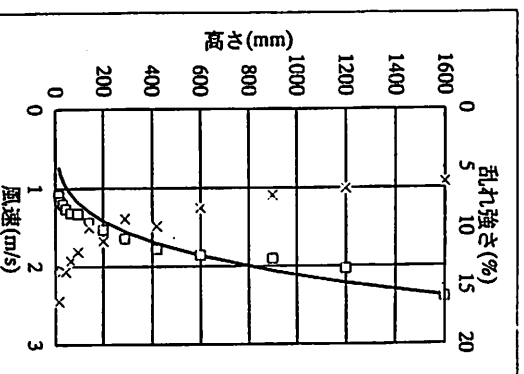
図 3.14.2: 鉛直分布の検定 (E 点)



[100]



[150]



[200]

□: 風速

×: 乱れ強さ

高さ(mm)	風速(m/s)	乱れ強さ(%)	1/4PROF.
15	0.438	16.0592	0.330435
22	0.479	13.8252	0.363638
32	0.51	12.2994	0.399347
45	0.541	15.1101	0.434877
65	0.58	12.2503	0.476751
95	0.599	11.5104	0.524196
140	0.669	11.6813	0.577557
200	0.688	11.2342	0.631423
290	0.772	9.43333	0.692887
420	0.809	7.73482	0.760108
600	0.831	7.45275	0.831
900	0.84	7.06555	0.919653
1200	0.894	6.99747	0.988231
1600	1.048	5.51867	1.061923

基準高さ	基準風速
600	0.831

[100]

高さ(mm)	風速(m/s)	乱れ強さ(%)	1/4PROF.
15	0.755	16.3311	0.549532
22	0.795	15.3265	0.60475
32	0.871	15.1897	0.664137
45	0.966	13.4833	0.723225
65	0.943	12.3615	0.792864
95	1.003	12.7176	0.871768
140	1.053	12.1043	0.960511
200	1.14	10.1568	1.050093
290	1.224	10.1183	1.152311
420	1.273	9.51191	1.264103
600	1.382	8.20667	1.382
900	1.388	6.84665	1.529434
1200	1.485	7.45118	1.643484
1600	1.765	5.88912	1.766039

基準高さ	基準風速
600	1.382

[150]

高さ(mm)	風速(m/s)	乱れ強さ(%)	1/4PROF.
15	1.087	16.2982	0.74159
22	1.172	13.8476	0.816106
32	1.206	13.6883	0.896249
45	1.271	13.8109	0.975987
65	1.321	12.8666	1.069964
95	1.329	12.1075	1.176446
140	1.446	10.0592	1.296203
200	1.535	11.1921	1.417094
290	1.651	9.28627	1.555036
420	1.788	9.93309	1.705899
600	1.865	8.39141	1.865
900	1.913	7.31702	2.063962
1200	2.038	6.72927	2.217871
1600	2.396	6.19607	2.383258

基準高さ	基準風速
600	1.865

[200]

[ ]: 送風機ファン回転数

図 3.14.3:鉛直分布の検定 (F点)

## 第 4 章

# 外部風の熱気流性状に及ぼす影響

### 4.1 実験概要

火災時の煙流動を模型実験により予測するためには、模型実験を行う際、諸条件について相似則の成立が必要である。それゆえ、外部風の影響を考慮するためには、外部風の相似則についても検討されなくてはならない。

本研究では、第3章で述べた方法でその相似則を想定し、一様風で行われた実験を踏まえた上で、2つの異なったスケールの模型による実験でスケール間の相似性を確認した。なお、模型は外部風の影響を最も大きく受ける形態として天井部分が完全に外気に開放された中庭のような空間を想定したもので、実際にはこの様な形状の建物は存在しない。

実験では熱気流の流動可視化と気流温度の測定により、その内部の熱気流性状の特徴を把握した。

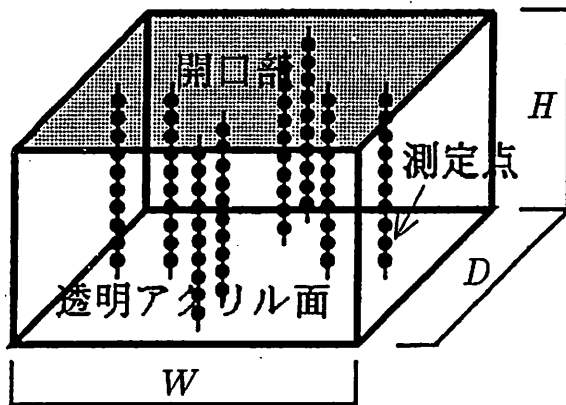
### 4.2 実験方法

#### 4.2.1 模型

実験に用いた模型は、既往の煙流動模型実験<sup>[15]</sup>に用いられた模型を流用した。

この模型は建築物内部の一部として、屋根面が開放された直方体の中庭のような空間を想定している。実大のスケールは  $W27m \times D27m \times H15m$  とし、模型のスケールはその  $1/20$ 、 $1/30$  とする。なお、模型底部には火源となるバーナーの設置及び熱電対の配線等のスペース確保のため  $H150mm$  ほど上げ底してあり、模型底部と風洞の底部のレベルは一致していない。

模型は厚さ  $10mm$  のベニヤ板で作成されており、可視化した際の視認性を考えて艶消しの黒色に塗装されている。正面となる1壁面は可視化観察が可能なように透明アクリルボードで作成されている。



	1/20	1/30
$W$	1,350	900
$D$	1,350	900
$H$	750	500

(mm)

図 4.1 模型図

#### 4.2.2 風洞

実験は前田建設工業(株)技術研究所の所有する風洞の、第2測定部(断面  $W4300 \times H3000$  図 3.3 参照)で行った。

#### 4.2.3 火源

実験用の模型火源には硬化ガラス製のロートに小石を詰めたものをバーナーとして使用した。火源の燃料にはプロパンガスを用い、発熱量の換算にはプロパンガスの低位発熱量  $22.35\text{kcal/Nl}$  を用いることとする。流量調整はマスフローコントローラー(大倉電気製、MF5000 シリーズ)で行った。又、マスフローコントローラーは流量ゼロの状態からは応答性が悪いため、三方弁を用いてあらかじめ設定した流量を他の場所に流しておき、実験開始のタイミングでバーナーの方に流す工夫がされている。また実大の火源を直径  $1.5\text{m}$  の円形火源で、発熱量  $2.5\text{MW}$  (一定) と設定した。図 4.2 に模型火源システムを示す。

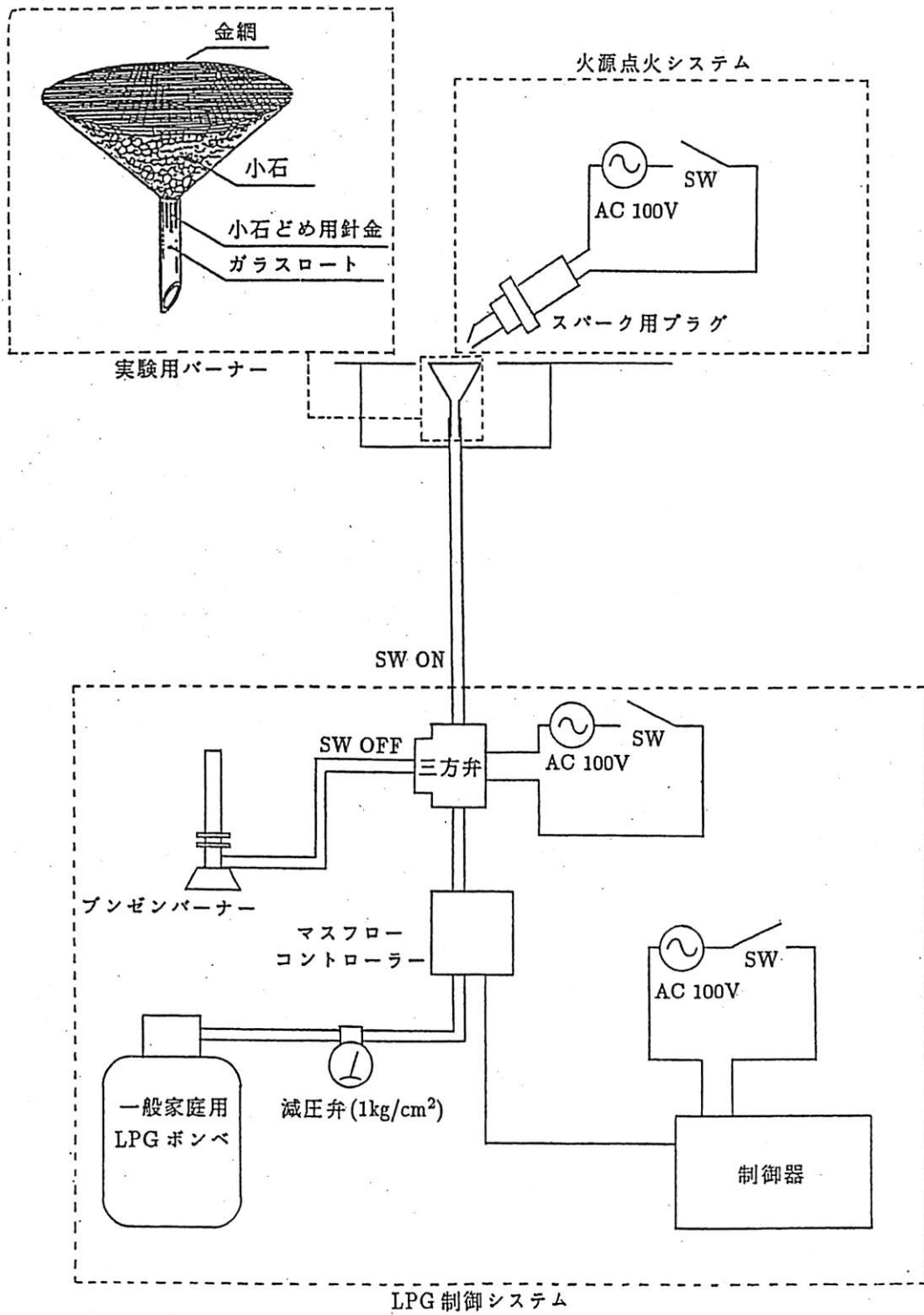


図 4.2 火源システム

#### 4.2.4 計測方法

##### 風速測定

風速測定は、模型を風洞の中にセッティングする前に、模型の風上側壁面上端位置が、風速測定の基準高さとなるように熱線風速計を設置、測定し、A-Dコンバータを用いて記録を行った。その際、ピトー管、風洞送風ファンの回転数との比較による調整も行い、模型を設置したときに、ファンの回転数によって風速を変える目安となるようにした。

##### 温度計測

温度計測にはT-Type熱電対を用い、データロガー（HR2500 横河電気）をパソコンで制御することにより多点同時測定を行った。図4.3に温度測定点を示す。

また、熱電対はアルミホイルの輻射よけをした場合と、輻射よけをしない場合とそれぞれ計測を行った。

##### 熱気流の可視化とその記録

トレーサーとして、スモークジェネレーターによって作成したオイルミストを用い、これをアルゴンレーザー発生装置（NEC GLG3000）で空間内鉛直断面にレーザーシートを作成し熱気流の可視化を行った。そして、その時間変化をビデオ撮影（SONY VIDEO Hi8）によって記録した。

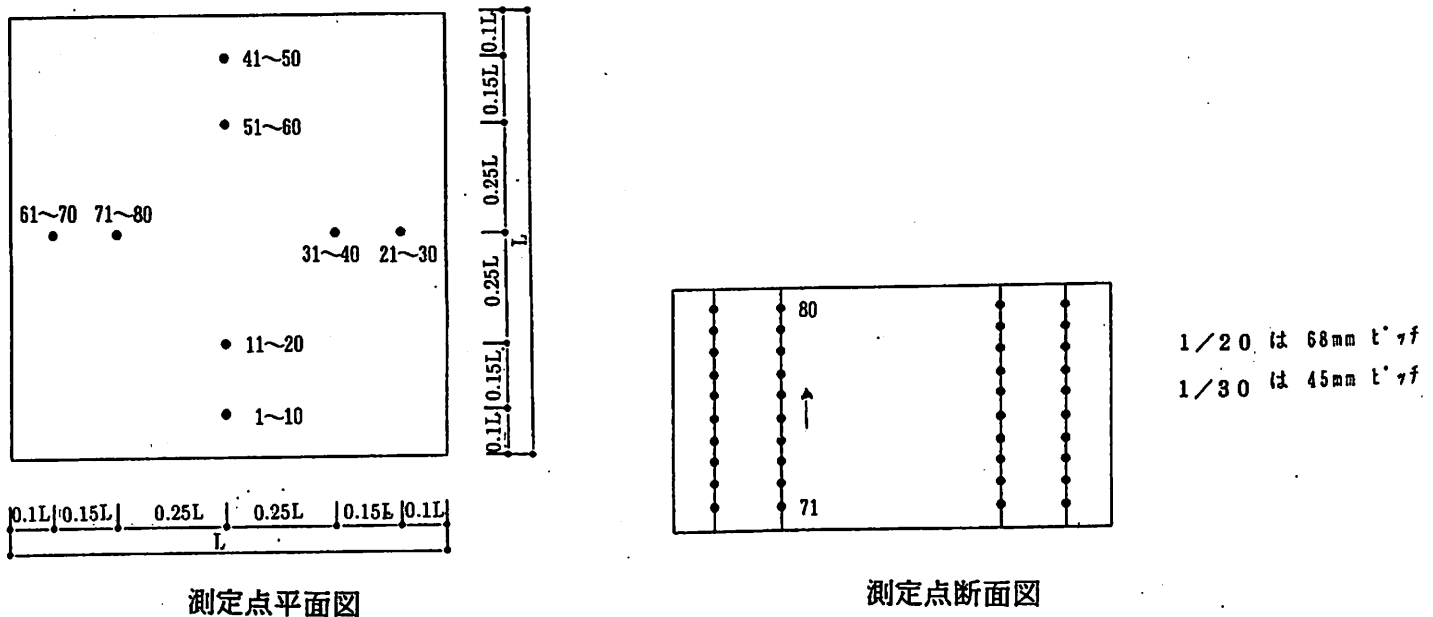


図4.3 温度測定点



### 4.3 実験条件

**風速** 風上側の模型上端を基準高さとし、実大風速に換算して、0、5.0、7.5、10.0、15.0 m/s とした。4.2.4 に述べたように、風洞送風ファンの回転数によって風速を調整した。

**計測時間** 模型内温度分布の計測は、1/20 模型では、6 秒毎に 6 分間、1/30 模型では、5 秒毎に 5 分間それぞれ計 60 回測定した。これは実大に換算して、およそ 27 秒毎に 27 分間測定したことになる。

模型のスケールは 1/20、1/30 であり、第 2 章 表 2.1 に示された相似条件を用いて、実験条件を表 4.1 のようにした。

表 4.1 : 実験条件

実験条件 (実大)	1/20 模型	1/30 模型
風速 ( 0,5,7.5,10,15 m/s )	0,1.1,1.7,2.2,3.4 m/s	0,0.9,1.4,1.8,2.7 m/s
発熱量 ( 2.5 MW )	1.4 kW	0.51 kW
火源直径 (1.5 m )	75 mm	50 mm
計測時間	6 秒毎 6 分間	5 秒毎 5 分間
風速測定基準高さ	850 mm	600 mm

## 4.4 実験結果

測定は各スケール、風速毎に、輻射よけのある場合、輻射よけのない場合、トレーサーを流入した場合を計測した。計測パターンは表4.2のようである。

結果は、予め実験開始前に取り込んだ模型内温度分布データ（ほぼ一様）を基準とし、それと実験開始後の各測定データとの温度差を計算した。

その計測結果をもとに、相似性、輻射よけの影響、可視化のためのトレーサーの影響を検討するため、計測点のみから得られる模型内平均温度上昇の時間変化を示し、また風方向の鉛直断面（図4.6）での温度分布図を示した。温度分布図は、実験開始後実大で1、2、3、5、15、25分後のもので、2.5degごとに等温線を作図した。

表4.2: 測定パターン

模型	実大風速 (m/s)	輻射よけの有無	トレーサー（可視化）の有無
1/20	0,5,7.5,10,15	あり	なし
		なし	なし
		あり	あり
1/30	0,5,7.5,10,15	あり	なし
		なし	なし
		あり	あり

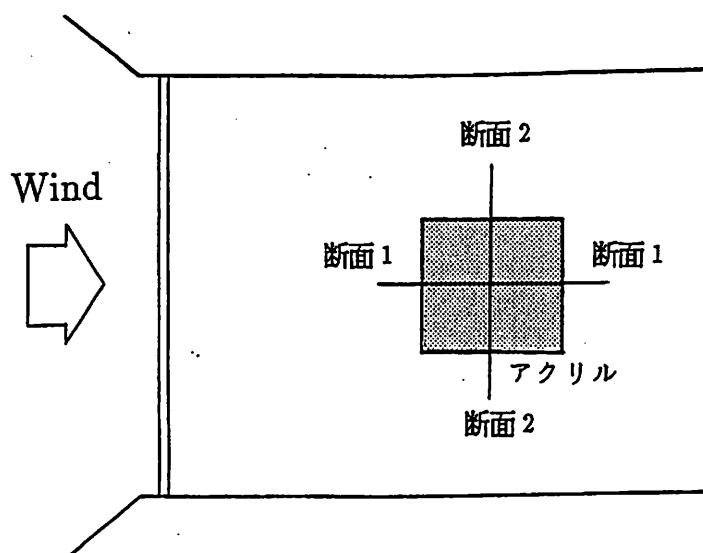


図4.6 測定断面図

#### 4.4.1 煙流動の様子

無風時では、天井面が完全に開放された模型のため、煙は完全に排出されてしまい、防災上特に問題はないと思われた。

外部風の影響を受けた場合には、図4.7の概念図に示すとおり火炎が風上側に傾く。この傾向は各風速について共通であるが、外部風速が大きいほど火源の傾きは大きくなり、断面1における模型内温度の上昇も、床面近くの方がより高い温度を示すようになる。このような傾向は、境界層を考慮しない場合の実験においても確認されたが、風の影響によって火炎がゆらいでしまい風下側に傾くこともあったのに対し、今回の実験では火炎の向きは常に風上側に傾き、そのゆらぎも比較的小さいものとなった。

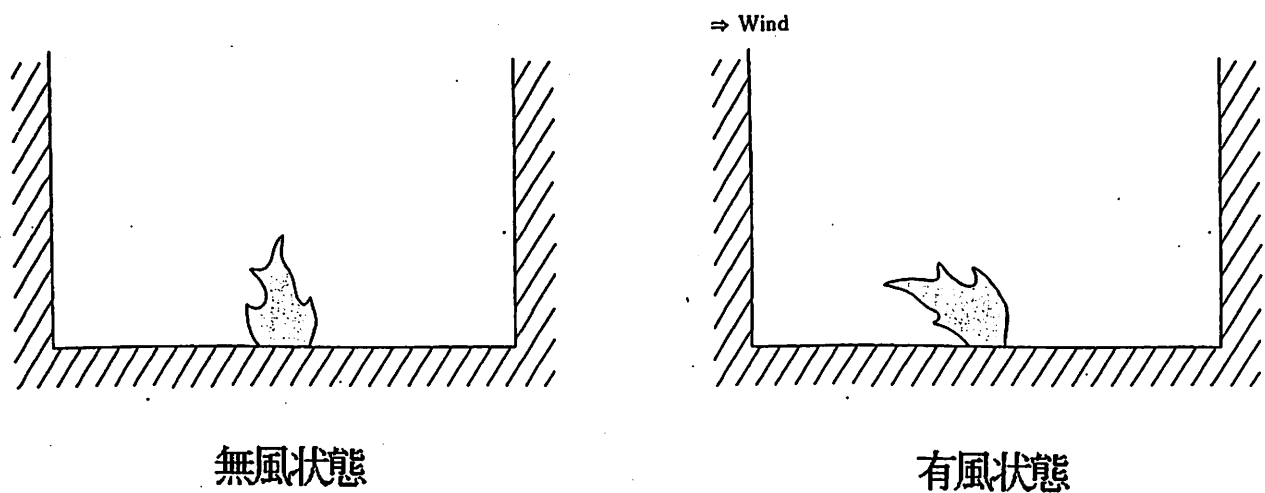


図 4.7 火炎概念図

次に、可視化によって明らかになった煙拡散の様子であるが、図4.8に示すように、天井開放面から流入した外部風が風下側の模型壁面を伝わるようにして火源に届き、そのまま模型内を回るようにして、火炎による熱気流とともに排出されていった。この傾向は、風速が低いほど吹き込む風の量も小さいため、模型内の煙濃度も大きくなり、逆に風速が高いほど吹き込む風の量も大きくなり、煙濃度も小さくなった。各風速においてこの傾向は、煙を出し始めてから計測が終了するまでほぼ一定であり、大きく変化することはなかった。

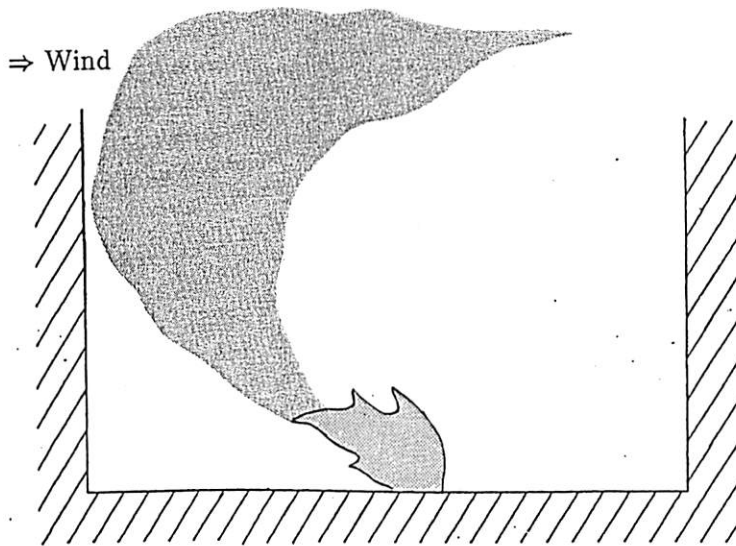


図 4.8 煙流動概念図

#### 4.4.2 相似性

1/20、1/30 模型の輻射よけあり、実大風速 10.0m/s、1、2、3、25 分後の温度分布図（図 4.9）を示す。時間変化の対応を含め、相似性が認められた。

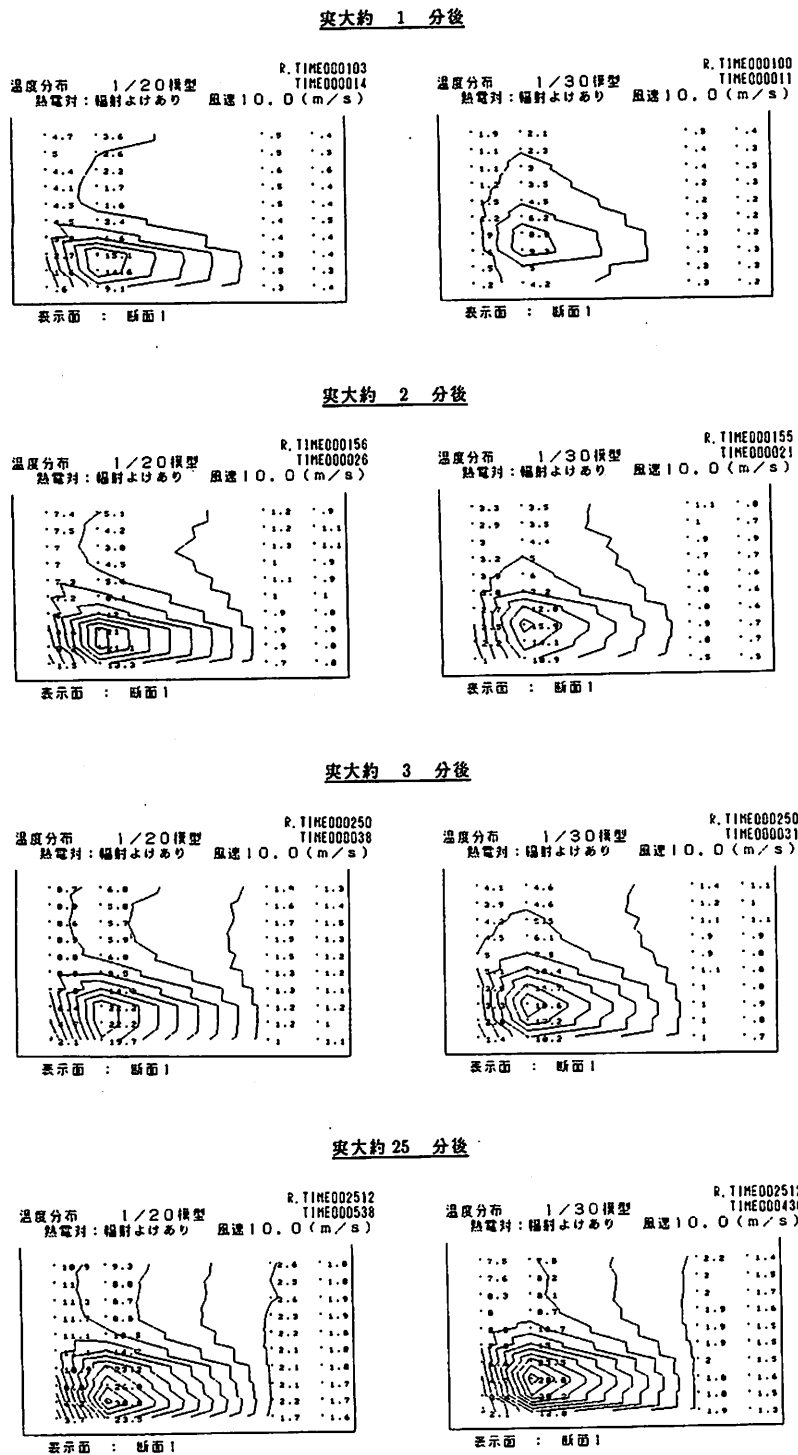


図 4.9 温度分布図の比較（相似性）

平均温度の時間変化（図 4.10）では、風速 5.0~15.0 で 1/20 模型の方が温度上昇がやや高めで、1/30 模型の 1.2 倍となっていた。1/30 模型の方を 1.2 倍とした場合を（図 4.11）に示す。

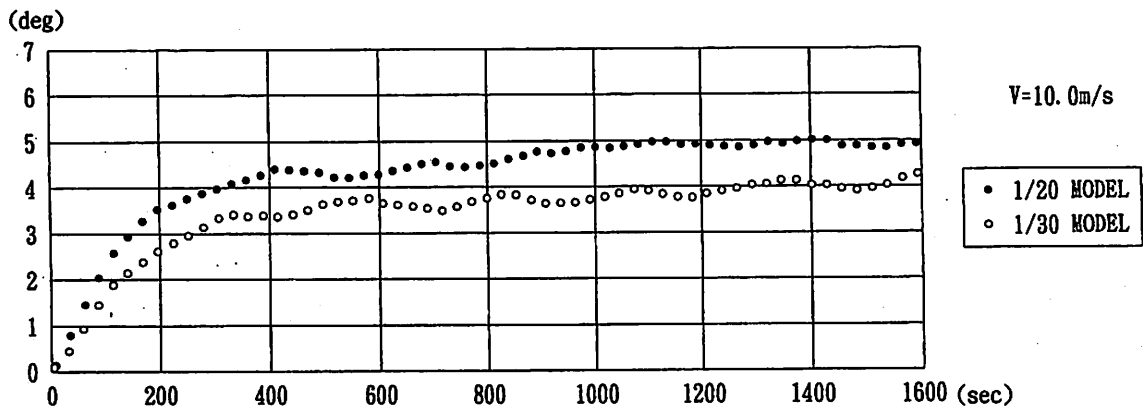


図 4.10 平均温度の時間変化（スケールの違いによる比較 輻射よけあり）

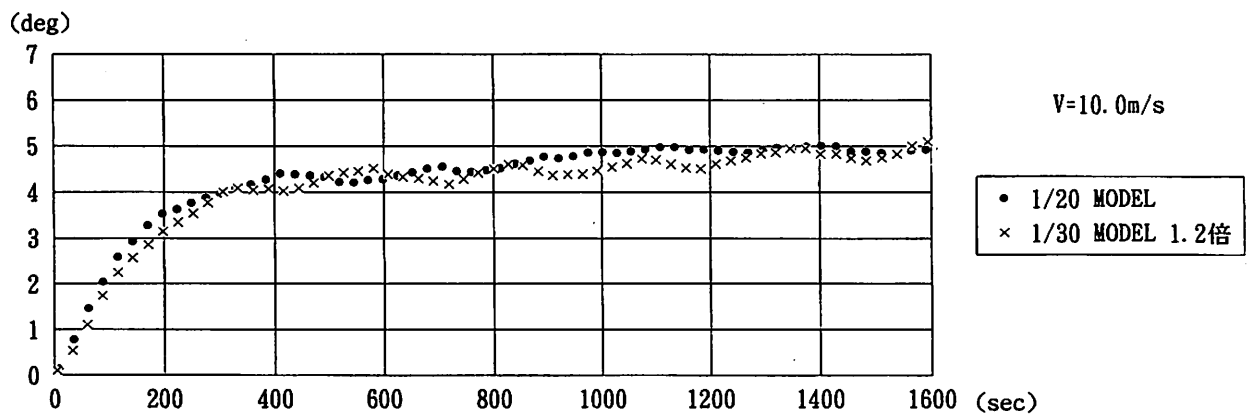


図 4.11 平均温度の時間変化（1/30 模型の温度上昇を 1.2 倍した場合）

### 4.4.3 輻射よけの影響

輻射よけあり、輻射よけなしの場合を1/20模型、実大風速10.0m/s、25分後の温度分布図(図4.12)と平均温度の時間変化(図4.13)を示す。

平均温度の時間変化では、輻射よけをしない場合ではばらつきがあり、輻射よけの影響が認められた。

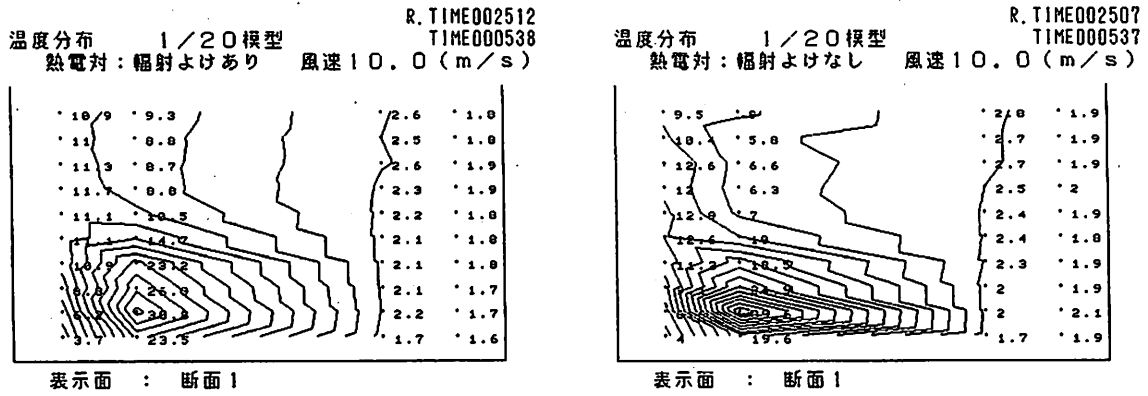


図4.12 温度分布図の比較(輻射よけの影響)

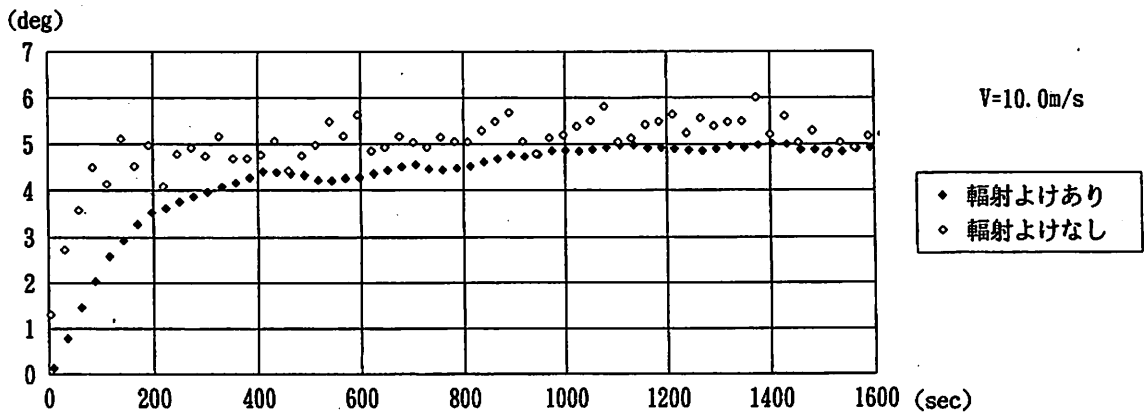


図4.13 平均温度の時間変化(輻射よけの影響 1/20模型)

#### 4.4.4 トレーサーの影響

トレーサーあり、トレーサーなしの場合を1/20模型、実大風速10.0m/s、25分後の温度分布図(図4.14)と平均温度の時間変化(図4.15)を示す。

風速0.0m/sでは平均温度の時間変化で違いがみられるが風速5.0m/s以上ではトレーサーの影響はほとんどないといって良い。

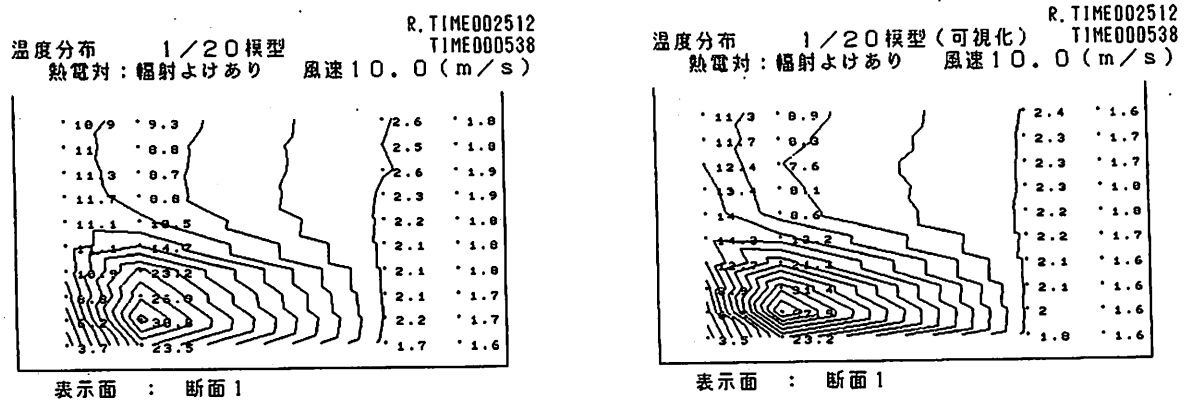


図4.14 温度分布図の比較(トレーサーの影響)

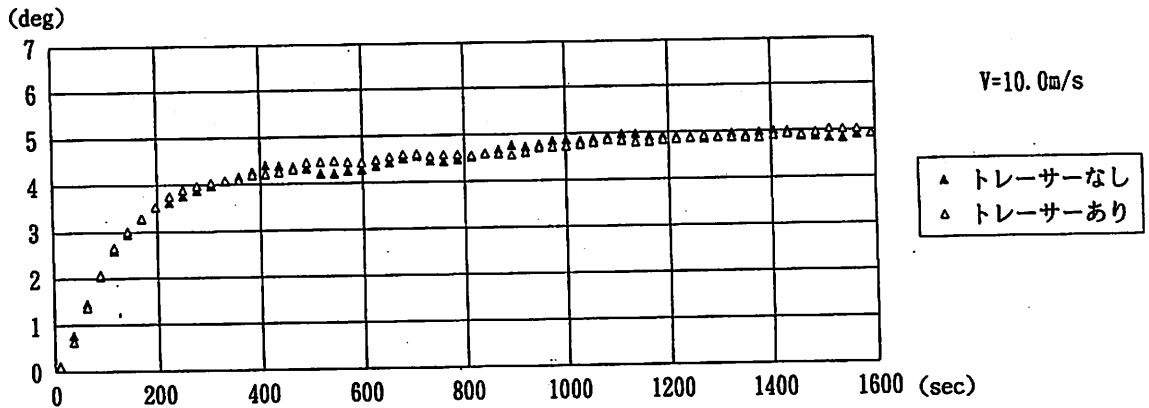


図4.15 平均温度の時間変化(トレーサーの影響 1/20模型)



## 4.5 考察

### 4.5.1 スケール効果の検討

平均温度の時間変化をみると傾向的には非常に相関が高いように思われるが、1/20 模型の方が1/30 模型よりも温度が高めになっている。1/30 模型の温度を1.2 倍程度にすると両者の対応は風速0 の場合を除いて、かなりの一致をみる。0m/s ではそれでも開きがあるが $T=1\text{deg}$  程度であるため計測誤差や輻射の影響と考えるのが妥当であろう。

温度のずれについては、発熱量を相似にしたが、その時の対流熱伝達量が相似であるかどうかの確認がされていないことが理由として考えられる。また、ビデオ撮影により火源高さの一致は確認されているが、形状が必ずしも一致しない。より大きなスケールの火源との比較が必要であると思われる。

### 4.5.2 流入風速による影響

室内の平均温度は5m/s~10m/s の間ではほとんど変化がみられないため、室内での換気回数にはあまり影響がないようである。(このように結論づけるのには、測定点が足りないのと、プルームの拡散の影響を把握していないことが問題であるが) 15m/s では他に比べて平均温度がやや低い。強風の影響が換気回数を増加しているようである。

プルームの経路は風が強いほど床面に近づくので、この近傍では居住者に対する影響が強いが、室内の大部分の場所では風速5m/s 以上の時、煙濃度がそれほど変わらないようである。

### 4.5.3 輻射よけの影響

模型内平均温度の時間変化からみると、無風状態では有意な差はほとんどみられなかったが、5m/s~15m/s の状態をみると、輻射よけのないものはあるものに比べて変動がかなり激しいことが分かる。逆に輻射よけをつけない場合は変動が激しいのでサンプリングタイムを小さくするか、同一の実験を何回か繰り返してアンサンブル平均する必要がある。また、温度は輻射よけなしの場合の方が大きめである。この傾向は1/20、1/30 模型に共通である。

輻射の影響度の把握、温度測定法については今後の検討課題である。

## 第 5 章

### おわりに

温度分布、火炎の形状等から 1/20、1/30 模型の間には、ほぼ相似則が成立していることが確認できた。また、境界層の相似則を考慮しなかった過去の実験結果と比較すると、異なる結果が得られており、境界層の相似性を考慮することは非常に重要である。構造用模型実験では、境界層を用いた風洞実験は既に常識となっているが、火災の模型実験においても風洞内に境界層が作成されることが望まれる。

今回の実験で温度計測の方法、対流及び輻射熱伝達量などについて検討が必要ではないかと考えられ、今後、外部風の影響が模型実験に反映されるためのさらなる研究、手法の確立が望まれる。

## 参考文献

- [1] 竹之内哲次，辻本誠，矢野斉：一部に開口のある閉空間での煙流動に関する相似則，日本火災学会研究発表会梗概集，1989年5月
- [2] 長岡勉，辻本誠，奥宮正哉，加藤仁久，山下秀樹：蔵前国技館火災実験での煙流動についての模型実験，日本火災学会研究発表会梗概集，1991年5月
- [3] 梶山隆史：大規模空間における熱気流性状の実験的研究－天井面，壁面からの放熱が煙流動に及ぼす影響の研究－，名古屋大学卒業論文，1992.2
- [4] 長岡勉：大規模空間における熱気流性状の実験的研究，名古屋大学修士学位論文，1991.2
- [5] 竹之内哲次：アトリウム火災の模型実験に関する研究－一部に開口部のある閉空間での煙流動に関する相似則－，名古屋大学修士学位論文，1990.2
- [6] J.G.Quintiere, "Scaling Applications in Fire Research", Proc. of the International Symposium on Scale Modeling, 1988
- [7] P.R.Owen , H.K.Zienkiewicz : The production of uniform shear flow in a wind tunnel, J.of Fluid Mechanics, vol.2, 1957
- [8] 西田勝，片山忠久，石井昭夫，堤純一郎：測定洞の短い風洞における不等間隔スクリーンによる指数分布速度プロファイルの形成，日本建築学会建築環境工学論文集，第5号，1983年11月
- [9] 西田勝，片山忠久，石井昭夫，堤純一郎，下家純一，沼田建一朗：大小2つの風洞における相似なスクリーンによる指数分布速度プロファイルの形成，日本風工学会誌，第19号，1984年4月
- [10] 本郷剛：「大小2つの風洞における相似なスクリーンによる指数分布速度プロファイルの形成」に対する討論，日本風工学会誌，第21号，1984年9月
- [11] 勝田高司，土屋喬雄：室内空気分布の模型実験法に関する研究-第1報～第3報，空気調和・衛生工学会論文集 No.17, 1981.10

- [12] R.L.Alpert, "Turbulent Ceiling-Jet Induced by Large-Scale Fires", Combustion Science and Technology, 1975
- [13] 日本火災学会：火災便覧，共立出版，1984
- [14] 坂本雄三：大空間施設及び地下空間における温熱環境予測
- [15] 前田建設工業（株）技術研究所：臨海部における大規模建築物の総合的防災安全に関する調査・検討-実験3 -アトリウムの煙流動に外気風が及ぼす影響に関する実験的研究-，財団法人日本建築防災協会臨海部防災安全委員会報告書，1992.4.15
- [16] 長谷見雄二：火事場のサイエンス，井上書院，1988
- [17] 江守一郎：模型実験の理論と応用，技報堂，1973
- [18] Richard Saxon, "ATRIUM BUILDINGS : DEVELOPMENT AND DESIGN", 1988

# 謝辞

本研究にあたり、始終熱心にご指導いただいた辻本 誠先生、奥宮正哉先生には心から感謝します。

また、一緒に実験、研究を行い、貴重な時間をさいていただいた梶山隆史さん、長谷部 弥さん、粕谷 透さん、さらに、実験を行うにあたりご指導、ご協力頂いた前田建設工業（株）技術研究所の関根章義さん、その他、ご協力頂いた大勢の方々に深く感謝します。

資料1

## 温度分布の時間変化による比較

1/20 模型

1/30 模型

温度分布の時間変化

実大約 1 分後

温度分布 1/20 模型  
熱電対：輻射よけあり 風速 0.0 (m/s)  
R. TIME000058  
TIME000013

.1	.1	.0	.2
.1	.0	.0	.2
.0	.1	.2	.1
.1	.1	.0	.2
.1	.3	.0	.2
.2	.3	.0	.2
.1	.2	.0	.3
.0	.3	.1	.2
.0	.3	.3	.3
.1	.6	.1	.3

表示面 : 断面1 H5.1.30  
D2%LV0A1.REF D2%LV0A1.DAT

温度分布 1/30 模型  
熱電対：輻射よけあり 風速 0.0 (m/s)  
R. TIME000049  
TIME000009

.4	.2	.1	.0
.2	.2	.0	.2
.1	.2	.0	.2
.1	.2	.0	.1
.0	.0	.0	.1
.1	.1	.1	.1
.6	.4	.1	.0
.1	.1	.0	.1
.0	.0	.0	.1
.1	.1	.3	.0

表示面 : 断面1 H5.1.30  
D2%SV0A1.REF D2%SV0A1.DAT

実大約 2 分後

温度分布 1/20 模型  
熱電対：輻射よけあり 風速 0.0 (m/s)  
R. TIME000152  
TIME000025

.1	.3	.0	.3
.2	.3	.1	.3
.1	.2	.3	.2
.1	.1	.2	.3
.1	.2	.2	.3
.2	.4	.2	.3
.2	.4	.2	.4
.1	.7	.4	.3
.2	.5	.7	.4
.2	.6	.6	.4

表示面 : 断面1 H5.1.30  
D2%LV0A1.REF D2%LV0A1.DAT

温度分布 1/30 模型  
熱電対：輻射よけあり 風速 0.0 (m/s)  
R. TIME000211  
TIME000024

.2	.1	.2	.2
.0	.1	.1	.2
.0	.1	.1	.1
.1	.1	.2	.1
.0	.2	.3	.1
.0	.2	.3	.2
.1	.2	.4	.1
.1	.4	.4	.2
.1	.1	.6	.2
.1	.2	1.2	.1

表示面 : 断面1 H5.1.30  
D2%SV0A1.REF D2%SV0A1.DAT

実大約 3 分後

温度分布 1/20 模型  
熱電対：輻射よけあり 風速 0.0 (m/s)  
R. TIME000312  
TIME000043

.2	.4	.2	.4
.3	.4	.3	.5
.2	.3	.6	.4
.3	.3	.5	.5
.2	.4	.6	.6
.3	.7	.6	.5
.4	.7	.6	.6
.3	1.1	.9	.5
.4	.8	1.1	.7
.3	.1	.9	.7

表示面 : 断面1 H5.1.30  
D2%LV0A1.REF D2%LV0A1.DAT

温度分布 1/30 模型  
熱電対：輻射よけあり 風速 0.0 (m/s)  
R. TIME000306  
TIME000034

.1	.2	.3	.1
.1	.0	.2	.2
.0	.2	.2	.3
.2	.5	.2	.2
.2	.6	.3	.1
.2	.3	.4	.2
.1	.0	.6	.2
.1	.6	.6	.3
.2	.5	.7	.3
.3	.3	.8	.2

表示面 : 断面1 H5.1.30  
D2%SV0A1.REF D2%SV0A1.DAT

# 温度分布の時間変化

## 実大 約 5 分後

温度分布 1/20 模型  
熱電対：輻射よけあり 風速 0.0 (m/s)

R.TIME000500  
TIME000107

*.4	*.4	*.5	*.6
*.4	*.5	*.6	*.7
*.3	*.5	*.1	*.6
*.4	*.4	*.8	*.7
*.4	*.7	*.9	*.8
*.5	*.9	*.8	*.8
*.6	*.9	*.9	*.9
*.4	*1.3	*1.1	*.7
*.5	*1.2	*1.4	*.9
*.4	*1.4	*1.1	*.8

表示面 : 断面1 H5.1.30  
D2%LV0A1.REF D2%LV0A1.DAT

温度分布 1/30 模型  
熱電対：輻射よけあり 風速 0.0 (m/s)

R.TIME000456  
TIME000054

*.2	*.2	*.2	*.3
*.2	*.2	*.2	*.3
*.1	*.1	*.3	*.3
*.2	*.4	*.4	*.3
*.2	*.7	*.5	*.2
*.3	*.6	*.6	*.3
*.2	*.5	*.8	*.3
*.2	*.9	*.7	*.4
*.2	*.5	*.1	*.3
*.3	*.4	*1.2	*.2

表示面 : 断面1 H5.1.30  
D2%SV0A1.REF D2%SV0A1.DAT

## 実大 約 15 分後

温度分布 1/20 模型  
熱電対：輻射よけあり 風速 0.0 (m/s)

R.TIME001450  
TIME000319

*.9	*.6	*.9	*1.1
*.8	*.7	*1.1	*1.1
*.7	*.8	*1.6	*.9
*.9	*.9	*1.3	*1.2
*.8	*1.2	*1.3	*1.2
*.1	*1.7	*1.4	*1.2
*1.2	*1.8	*1.7	*1.3
*.9	*2.2	*1.9	*1.1
*.9	*2.2	*2.2	*1.3
*.7	*1.7	*1.5	*.1

表示面 : 断面1 H5.1.30  
D2%LV0A1.REF D2%LV0A1.DAT

温度分布 1/30 模型  
熱電対：輻射よけあり 風速 0.0 (m/s)

R.TIME001458  
TIME000244

*.8	*.2	*.7	*.5
*.3	*.4	*.5	*.5
*.2	*.5	*.5	*.5
*.4	*.6	*.8	*.5
*.4	*.7	*1.1	*.4
*.4	*.9	*1.2	*.5
*.1	*.9	*1.6	*.6
*.4	*1.4	*1.2	*.7
*.3	*.5	*1.5	*.5
*.3	*.5	*1.8	*.4

表示面 : 断面1 H5.1.30  
D2%SV0A1.REF D2%SV0A1.DAT

## 実大 約 25 分後

温度分布 1/20 模型  
熱電対：輻射よけあり 風速 0.0 (m/s)

R.TIME002507  
TIME000537

*.9	*.8	*1.1	*1.1
*.1	*.1	*1.3	*1.1
*.9	*1.2	*1.4	*.8
*.1	*1.1	*1.3	*1.2
*.1	*1.4	*1.1	*1.1
*1.2	*.2	*1.2	*1.3
*1.4	*2.3	*1.5	*1.3
*1.1	*2.9	*1.6	*.1
*.1	*2.9	*1.8	*1.1
*.9	*1.9	*1.3	*.7

表示面 : 断面1 H5.1.30  
D2%LV0A1.REF D2%LV0A1.DAT

温度分布 1/30 模型  
熱電対：輻射よけあり 風速 0.0 (m/s)

R.TIME002501  
TIME000434

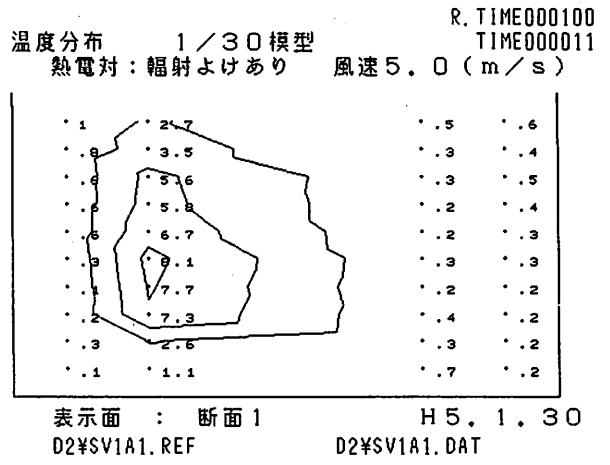
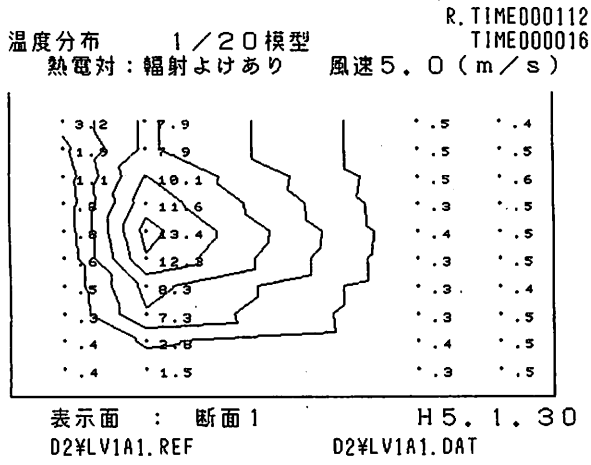
*.1	*.4	*.8	*.8
*.5	*.7	*.6	*.7
*.5	*.8	*.7	*.7
*.7	*.9	*.8	*.6
*.6	*.9	*1.1	*.6
*.6	*1.1	*1.2	*.8
*.3	*1.1	*1.7	*.8
*.7	*1.7	*1.4	*.8
*.6	*1.1	*1.7	*.6
*.5	*.8	*1.9	*.5

表示面 : 断面1 H5.1.30  
D2%SV0A1.REF D2%SV0A1.DAT

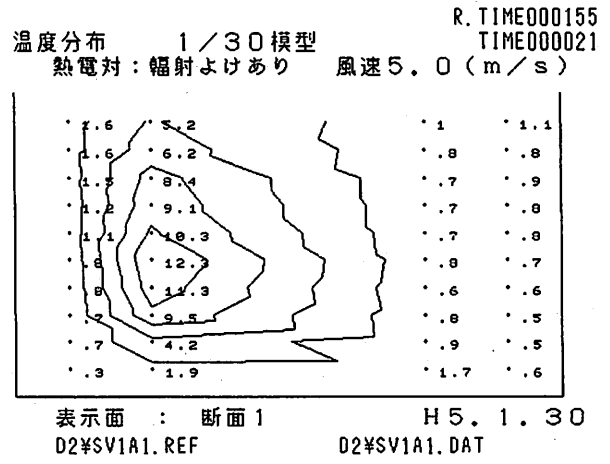
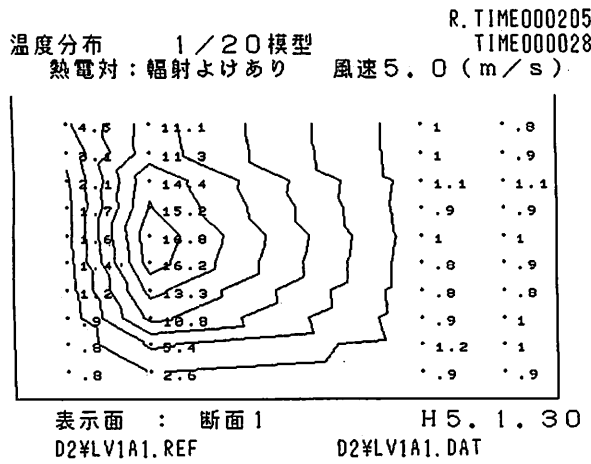


# 温度分布の時間変化

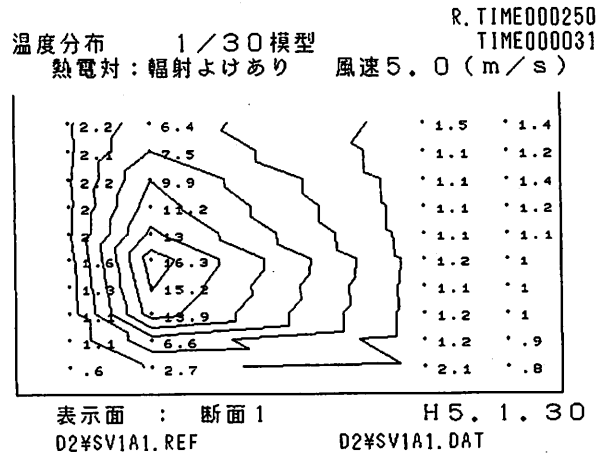
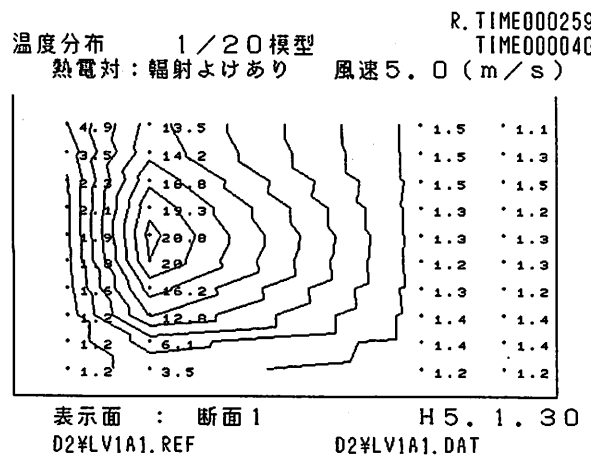
## 実大略 1 分後



## 実大略 2 分後



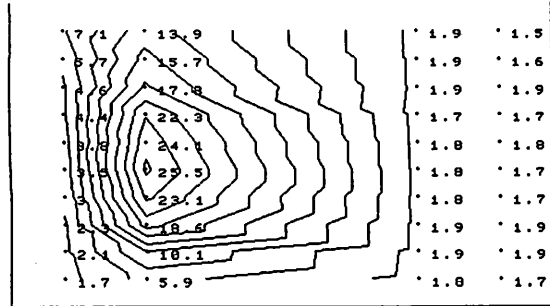
## 実大略 3 分後



# 温度分布の時間変化

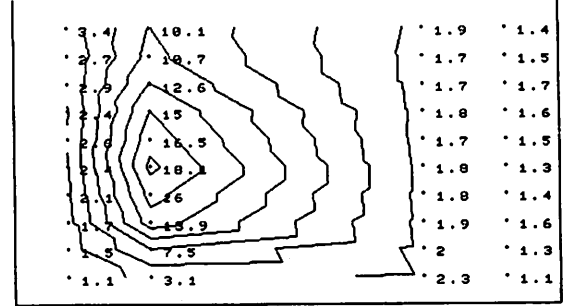
## 実大約 5 分後

温度分布 1/20 模型  
熱電対：輻射よけあり 風速 5.0 (m/s)  
R. TIME000513  
TIME000110



表示面：断面1 H5. 1. 30  
D2¥LV1A1. REF D2¥LV1A1. DAT

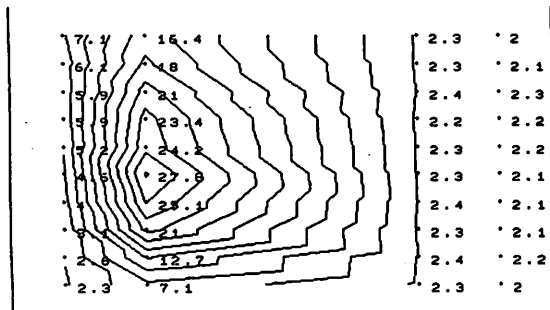
温度分布 1/30 模型  
熱電対：輻射よけあり 風速 5.0 (m/s)  
R. TIME000507  
TIME000056



表示面：断面1 H5. 1. 30  
D2¥SV1A1. REF D2¥SV1A1. DAT

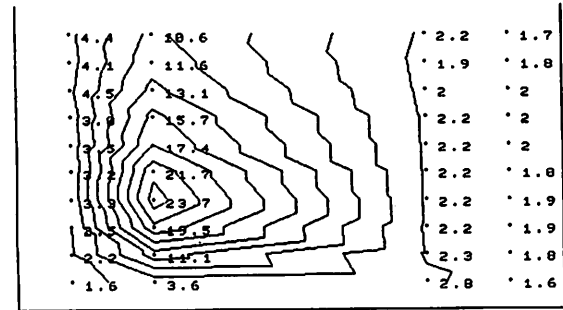
## 実大約 15 分後

温度分布 1/20 模型  
熱電対：輻射よけあり 風速 5.0 (m/s)  
R. TIME001503  
TIME000322



表示面：断面1 H5. 1. 30  
D2¥LV1A1. REF D2¥LV1A1. DAT

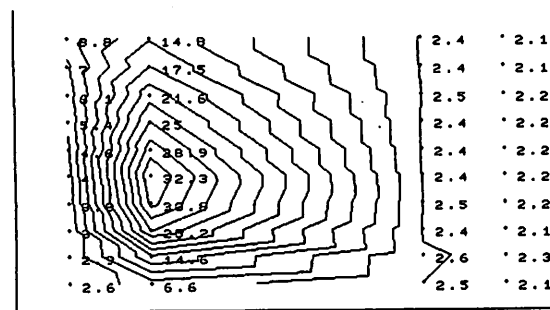
温度分布 1/30 模型  
熱電対：輻射よけあり 風速 5.0 (m/s)  
R. TIME001509  
TIME000246



表示面：断面1 H5. 1. 30  
D2¥SV1A1. REF D2¥SV1A1. DAT

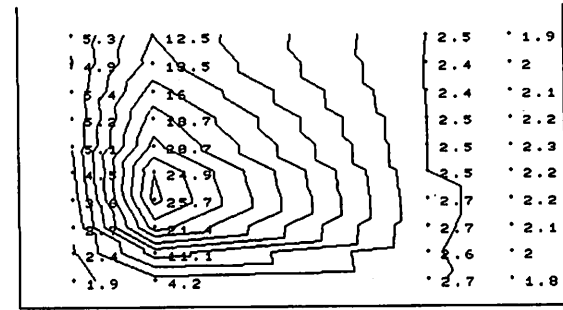
## 実大約 25 分後

温度分布 1/20 模型  
熱電対：輻射よけあり 風速 5.0 (m/s)  
R. TIME002454  
TIME000534



表示面：断面1 H5. 1. 30  
D2¥LV1A1. REF D2¥LV1A1. DAT

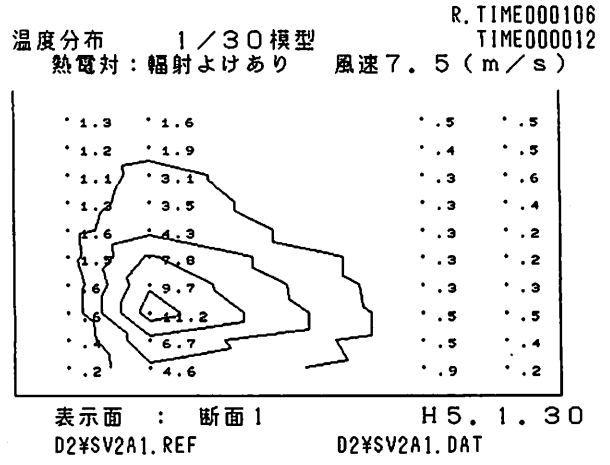
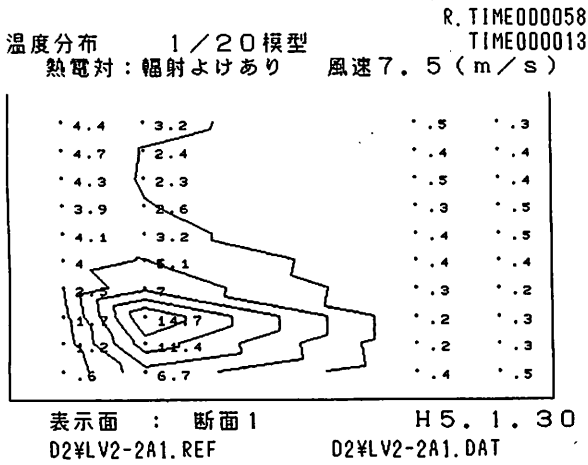
温度分布 1/30 模型  
熱電対：輻射よけあり 風速 5.0 (m/s)  
R. TIME002512  
TIME000436



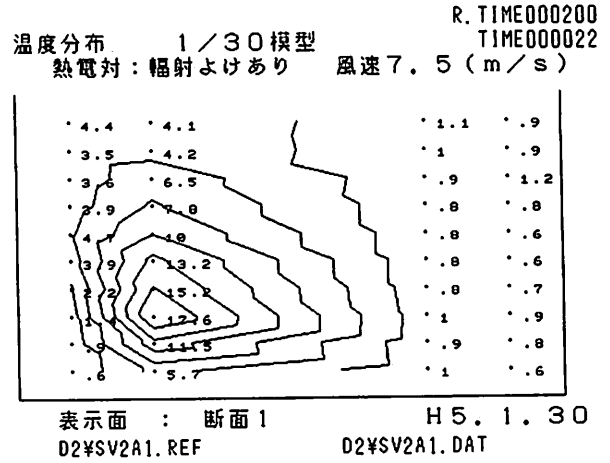
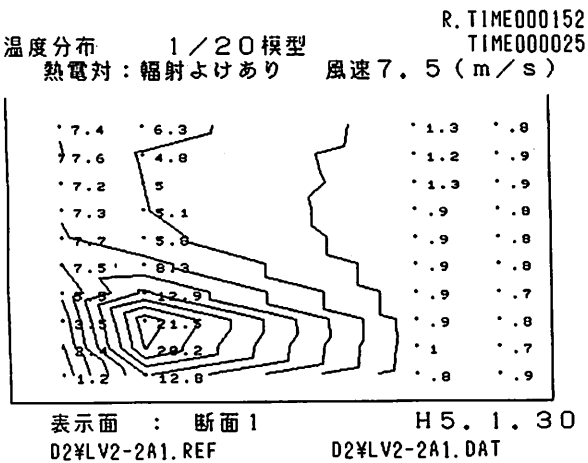
表示面：断面1 H5. 1. 30  
D2¥SV1A1. REF D2¥SV1A1. DAT

温度分布の時間変化

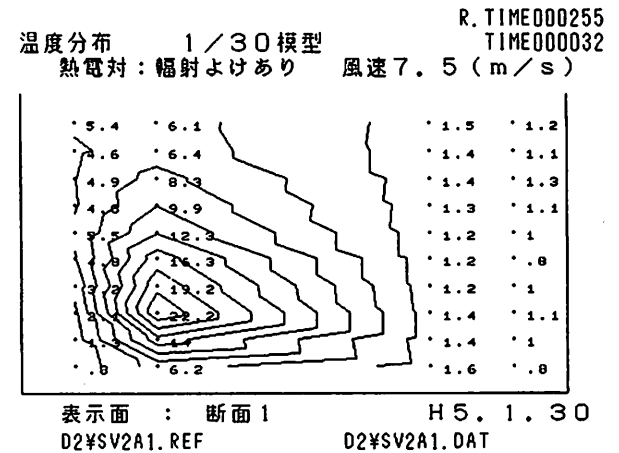
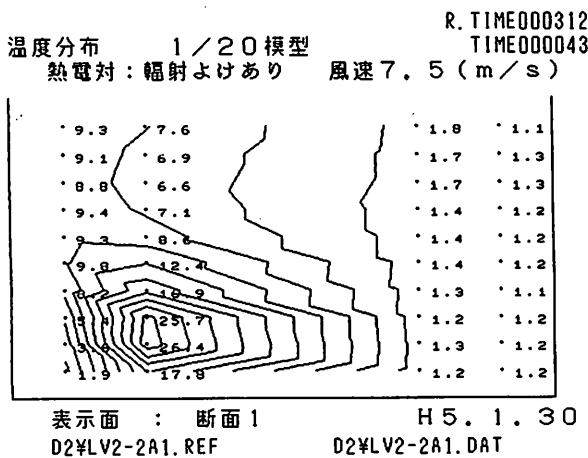
実大 約 1 分後



実大 約 2 分後



実大 約 3 分後

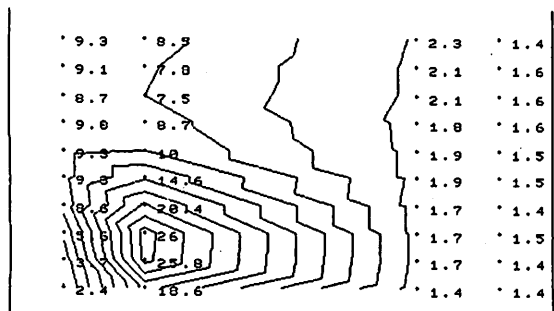


# 温度分布の時間変化

## 実大約 5 分後

温度分布 1/20 模型  
熱電対：輻射よけあり 風速 7.5 (m/s)

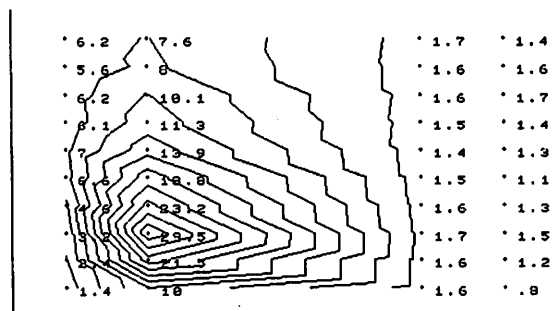
R. TIME000500  
TIME000107



表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
D2¥LV2-2A1. REF D2¥LV2-2A1. DAT

温度分布 1/30 模型  
熱電対：輻射よけあり 風速 7.5 (m/s)

R. TIME000512  
TIME000057

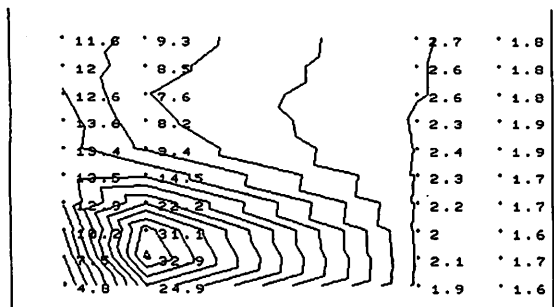


表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
D2¥SV2A1. REF D2¥SV2A1. DAT

## 実大約 15 分後

温度分布 1/20 模型  
熱電対：輻射よけあり 風速 7.5 (m/s)

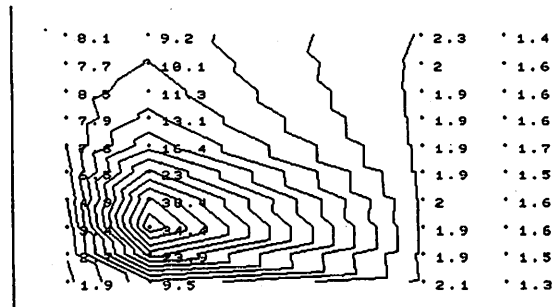
R. TIME001450  
TIME000319



表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
D2¥LV2-2A1. REF D2¥LV2-2A1. DAT

温度分布 1/30 模型  
熱電対：輻射よけあり 風速 7.5 (m/s)

R. TIME001447  
TIME000242

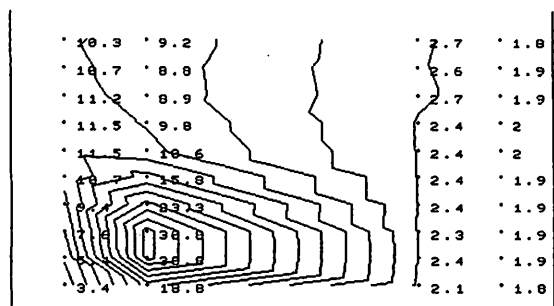


表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
D2¥SV2A1. REF D2¥SV2A1. DAT

## 実大約 25 分後

温度分布 1/20 模型  
熱電対：輻射よけあり 風速 7.5 (m/s)

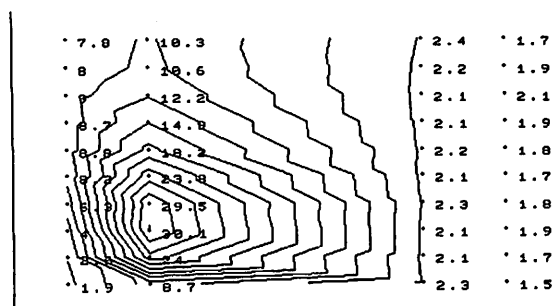
R. TIME002507  
TIME000537



表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
D2¥LV2-2A1. REF D2¥LV2-2A1. DAT

温度分布 1/30 模型  
熱電対：輻射よけあり 風速 7.5 (m/s)

R. TIME002450  
TIME000432



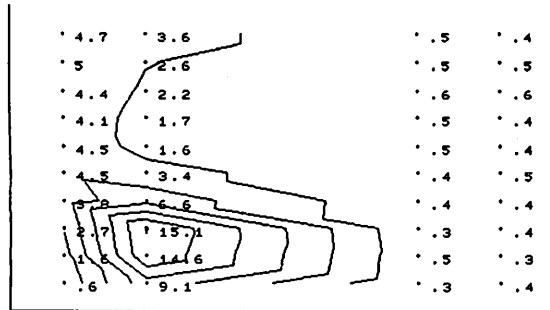
表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
D2¥SV2A1. REF D2¥SV2A1. DAT

温度分布の時間変化

実大 約 1 分後

温度分布 1/20 模型  
熱電対：輻射よけあり 風速 10.0 (m/s)

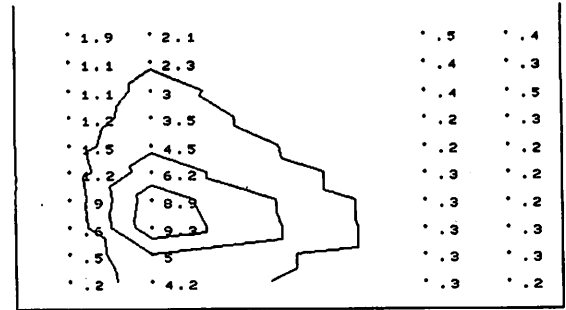
R. TIME000103  
TIME000014



表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
D2¥LV3A1. REF D2¥LV3A1. DAT

温度分布 1/30 模型  
熱電対：輻射よけあり 風速 10.0 (m/s)

R. TIME000100  
TIME000011

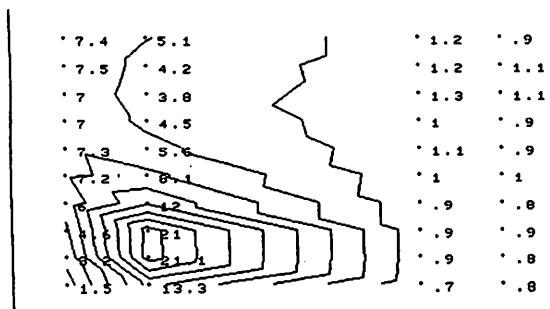


表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
D2¥SV3A1. REF D2¥SV3A1. DAT

実大 約 2 分後

温度分布 1/20 模型  
熱電対：輻射よけあり 風速 10.0 (m/s)

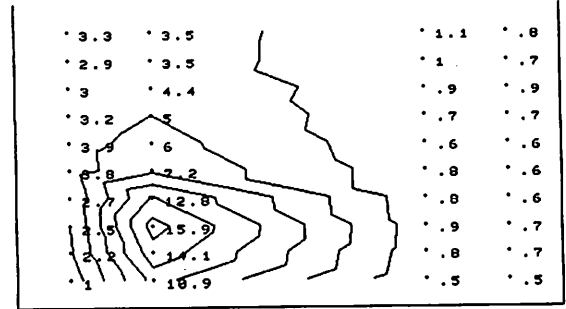
R. TIME000156  
TIME000026



表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
D2¥LV3A1. REF D2¥LV3A1. DAT

温度分布 1/30 模型  
熱電対：輻射よけあり 風速 10.0 (m/s)

R. TIME000155  
TIME000021

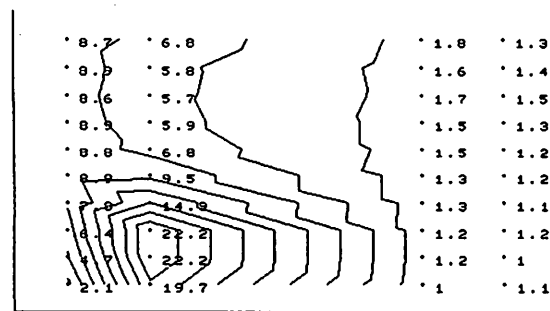


表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
D2¥SV3A1. REF D2¥SV3A1. DAT

実大 約 3 分後

温度分布 1/20 模型  
熱電対：輻射よけあり 風速 10.0 (m/s)

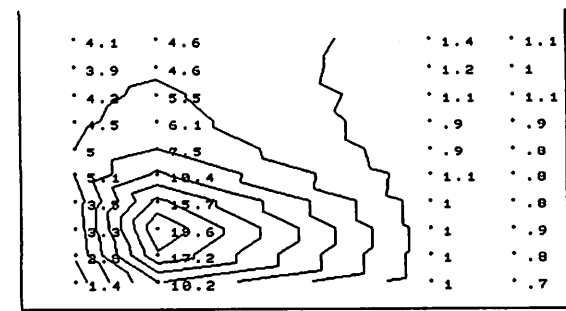
R. TIME000250  
TIME000038



表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
D2¥LV3A1. REF D2¥LV3A1. DAT

温度分布 1/30 模型  
熱電対：輻射よけあり 風速 10.0 (m/s)

R. TIME000250  
TIME000031



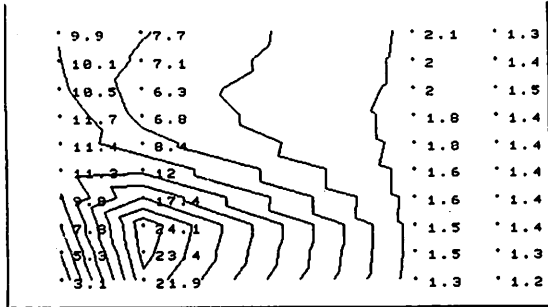
表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
D2¥SV3A1. REF D2¥SV3A1. DAT

温度分布の時間変化

実大 約 5 分後

温度分布 1/20 模型  
熱電対：輻射よけあり 風速 10.0 (m/s)

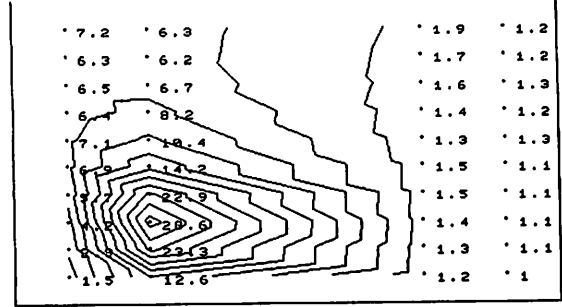
R. TIME000504  
TIME000108



表示面：断面1 H5.1.30  
D2¥LV3A1.REF D2¥LV3A1.DAT

温度分布 1/30 模型  
熱電対：輻射よけあり 風速 10.0 (m/s)

R. TIME000507  
TIME000056

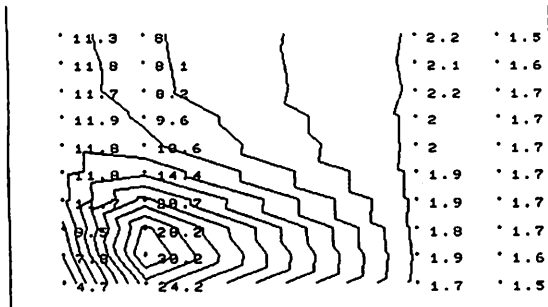


表示面：断面1 H5.1.30  
D2¥SV3A1.REF D2¥SV3A1.DAT

実大 約 15 分後

温度分布 1/20 模型  
熱電対：輻射よけあり 風速 10.0 (m/s)

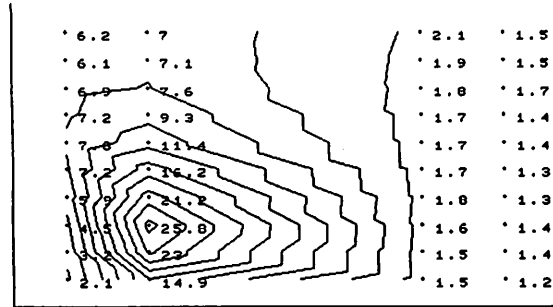
R. TIME001454  
TIME000320



表示面：断面1 H5.1.30  
D2¥LV3A1.REF D2¥LV3A1.DAT

温度分布 1/30 模型  
熱電対：輻射よけあり 風速 10.0 (m/s)

R. TIME001509  
TIME000246

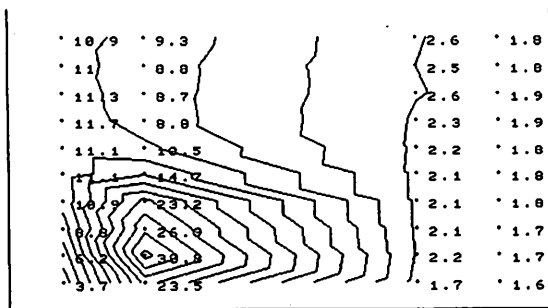


表示面：断面1 H5.1.30  
D2¥SV3A1.REF D2¥SV3A1.DAT

実大 約 25 分後

温度分布 1/20 模型  
熱電対：輻射よけあり 風速 10.0 (m/s)

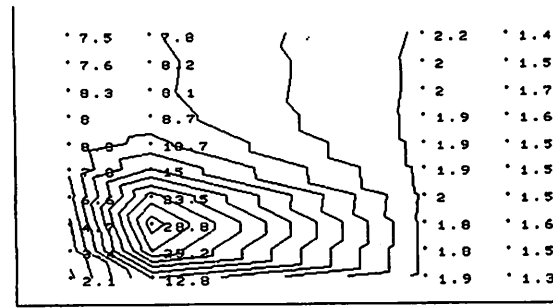
R. TIME002512  
TIME000538



表示面：断面1 H5.1.30  
D2¥LV3A1.REF D2¥LV3A1.DAT

温度分布 1/30 模型  
熱電対：輻射よけあり 風速 10.0 (m/s)

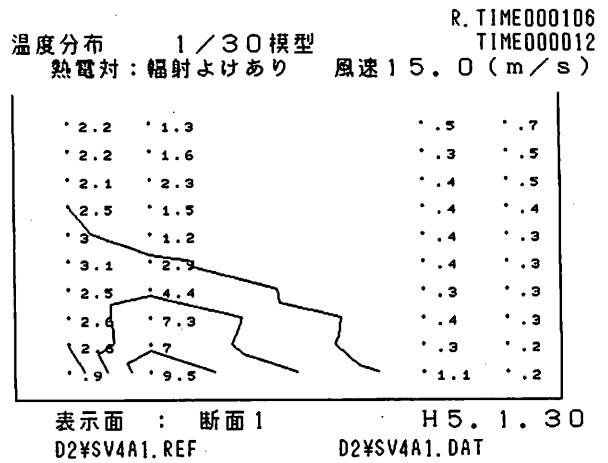
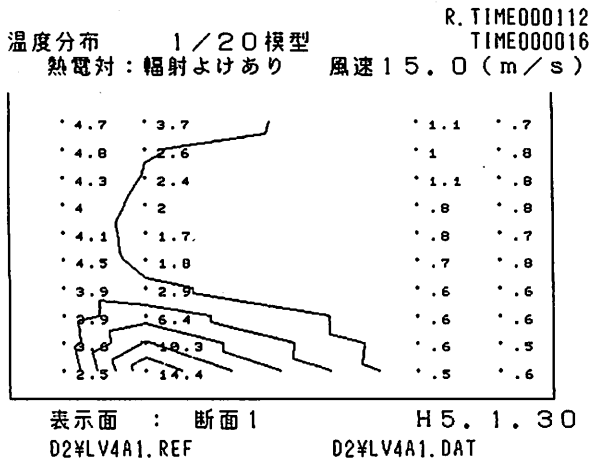
R. TIME002512  
TIME000436



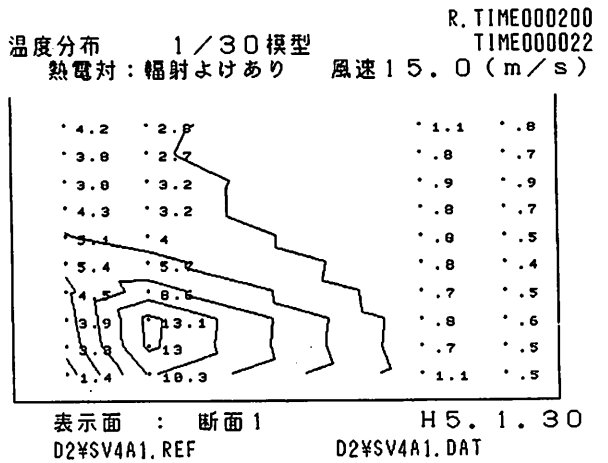
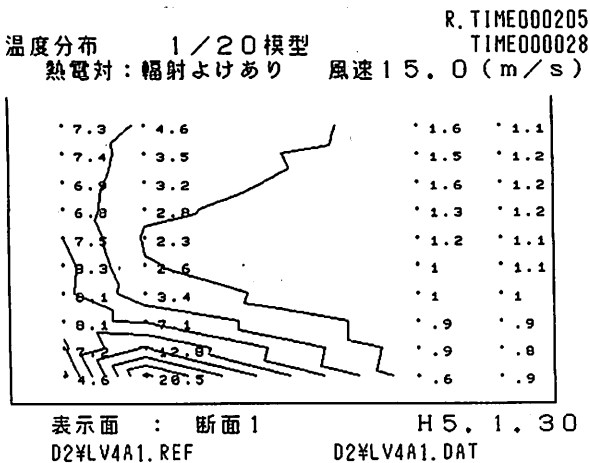
表示面：断面1 H5.1.30  
D2¥SV3A1.REF D2¥SV3A1.DAT

温度分布の時間変化

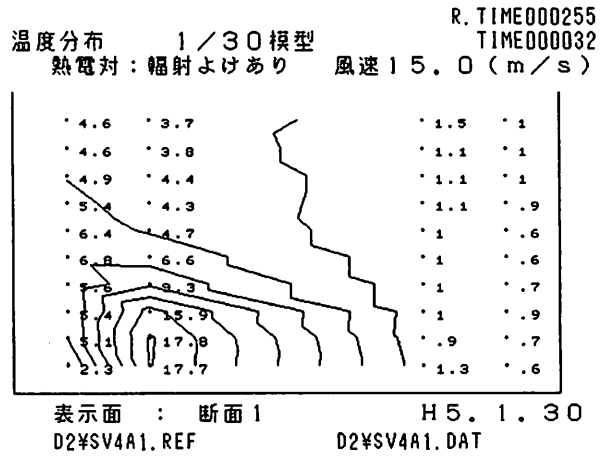
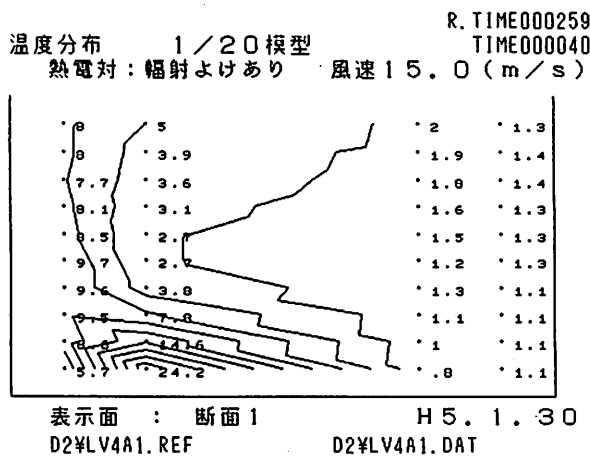
実大 約 1 分後



実大 約 2 分後



実大 約 3 分後

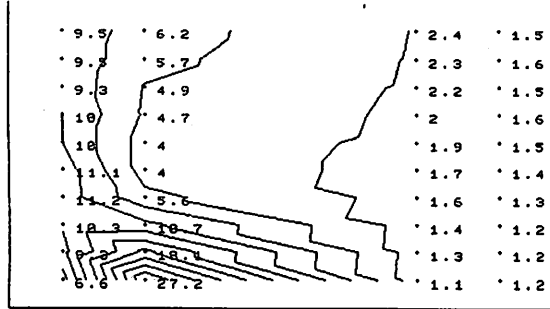


# 温度分布の時間変化

## 実大約 5 分後

温度分布 1/20 模型  
熱電対：輻射よけあり 風速 15.0 (m/s)

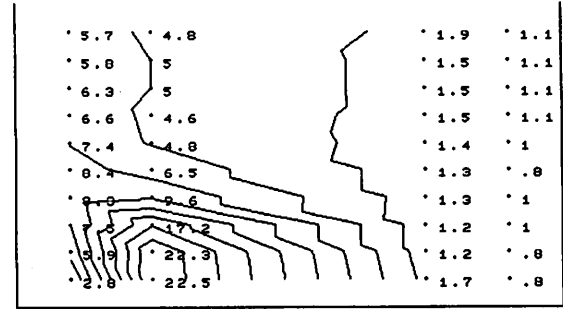
R.TIME000513  
TIME000110



表示面：断面1 H5.1.30  
D2¥LV4A1.REF D2¥LV4A1.DAT

温度分布 1/30 模型  
熱電対：輻射よけあり 風速 15.0 (m/s)

R.TIME000512  
TIME000057

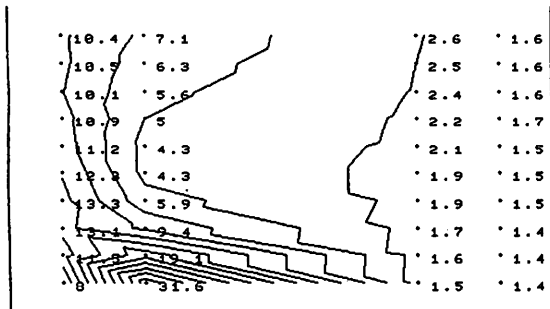


表示面：断面1 H5.1.30  
D2¥SV4A1.REF D2¥SV4A1.DAT

## 実大約 15 分後

温度分布 1/20 模型  
熱電対：輻射よけあり 風速 15.0 (m/s)

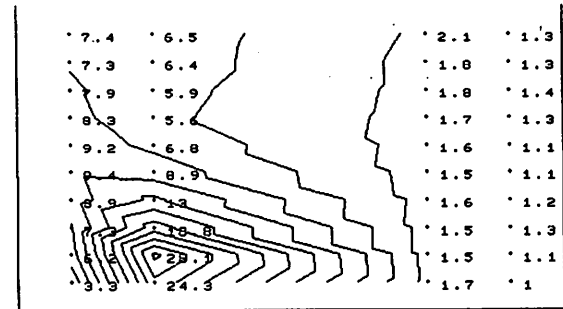
R.TIME001503  
TIME000322



表示面：断面1 H5.1.30  
D2¥LV4A1.REF D2¥LV4A1.DAT

温度分布 1/30 模型  
熱電対：輻射よけあり 風速 15.0 (m/s)

R.TIME001447  
TIME000242

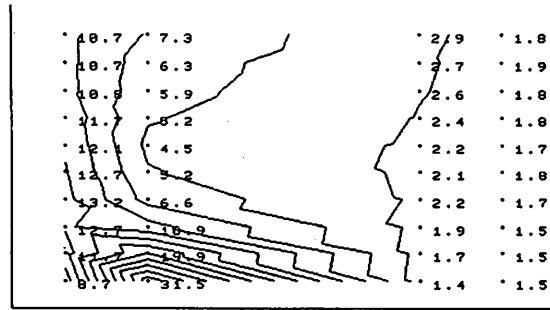


表示面：断面1 H5.1.30  
D2¥SV4A1.REF D2¥SV4A1.DAT

## 実大約 25 分後

温度分布 1/20 模型  
熱電対：輻射よけあり 風速 15.0 (m/s)

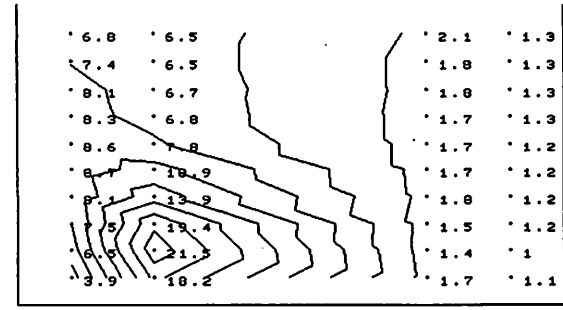
R.TIME002454  
TIME000534



表示面：断面1 H5.1.30  
D2¥LV4A1.REF D2¥LV4A1.DAT

温度分布 1/30 模型  
熱電対：輻射よけあり 風速 15.0 (m/s)

R.TIME002450  
TIME000432



表示面：断面1 H5.1.30  
D2¥SV4A1.REF D2¥SV4A1.DAT



# 温度分布の時間変化

## 実大約 1 分後

温度分布 1/20 模型  
熱電対：輻射よけなし 風速 0.0 (m/s)

R. TIME000112  
TIME000016

.5	.6	.2	.1
.3	.4	.4	.2
.3	.5	.4	.1
.6	.9	.3	.2
.5	.9	.4	.2
.6	.9	.6	.2
.6	.1	.7	.3
.6	.1	.4	.3
.7	.1	.4	.3
.8	1.9	.5	.4

表示面 : 断面1 H5.1.30  
D2%LVOA2-2.REF D2%LVOA2-2.DAT

温度分布 1/30 模型  
熱電対：輻射よけなし 風速 0.0 (m/s)

R. TIME000106  
TIME000012

.3	.2	.2	.1
.0	.0	.1	.2
.1	.2	.1	.2
.1	.2	.2	.1
.2	.6	.3	.3
.2	.3	.3	.2
.3	.2	.4	.1
.1	.4	.6	.2
.0	.5	.7	.4
.1	.0	.5	.2

表示面 : 断面1 H5.1.30  
D2%SVOA2.REF D2%SVOA2.DAT

## 実大約 2 分後

温度分布 1/20 模型  
熱電対：輻射よけなし 風速 0.0 (m/s)

R. TIME000205  
TIME000028

.6	1.3	.0	.2
.5	.9	.2	.2
.4	.7	.3	.2
.6	.7	.3	.3
.4	.7	.5	.3
.6	1.1	.7	.4
.8	1.4	.7	.4
.8	1.5	.4	.3
.8	1.3	.7	.3
.8	1.6	.7	.4

表示面 : 断面1 H5.1.30  
D2%LVOA2-2.REF D2%LVOA2-2.DAT

温度分布 1/30 模型  
熱電対：輻射よけなし 風速 0.0 (m/s)

R. TIME000200  
TIME000022

.2	.2	.2	.3
.1	.2	.2	.3
.0	.2	.2	.3
.2	.3	.2	.2
.3	.5	.5	.4
.3	.4	.5	.3
.2	.5	.7	.3
.3	.7	.8	.3
.3	.7	.8	.4
.2	.9	.7	.3

表示面 : 断面1 H5.1.30  
D2%SVOA2.REF D2%SVOA2.DAT

## 実大約 3 分後

温度分布 1/20 模型  
熱電対：輻射よけなし 風速 0.0 (m/s)

R. TIME000259  
TIME000040

.6	.0	.2	.2
.4	.3	.3	.2
.3	.6	.4	.2
.6	.9	.3	.2
.5	.9	.4	.1
.7	.9	.6	.2
.7	1.2	.7	.4
.7	.9	.4	.3
.9	1.4	.4	.3
.9	2.4	.4	.3

表示面 : 断面1 H5.1.30  
D2%LVOA2-2.REF D2%LVOA2-2.DAT

温度分布 1/30 模型  
熱電対：輻射よけなし 風速 0.0 (m/s)

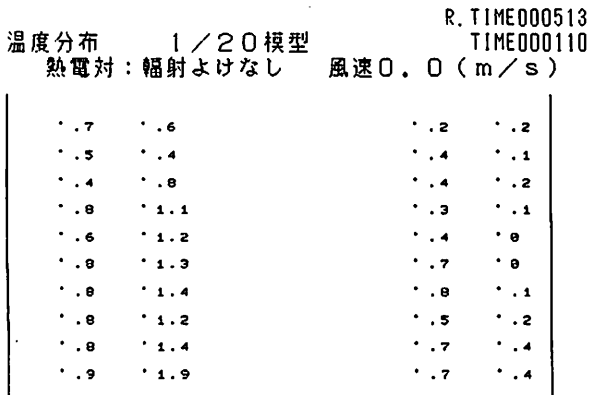
R. TIME000255  
TIME000032

.4	.4	.3	.4
.3	.5	.3	.3
.2	.1	.3	.4
.3	.2	.4	.3
.4	.6	.7	.6
.4	.5	.7	.4
.7	.0	.9	.3
.5	.7	1.1	.4
.4	.7	.1	.5
.2	.9	1.1	.3

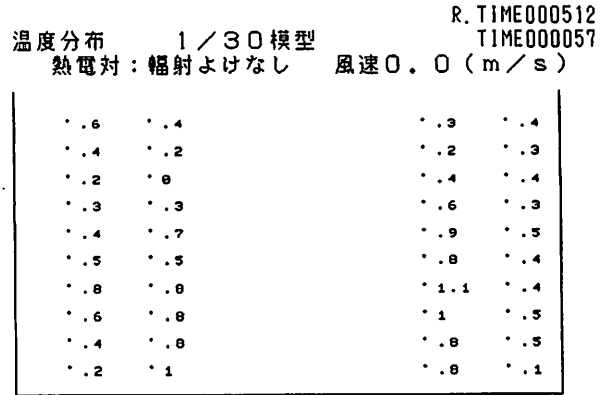
表示面 : 断面1 H5.1.30  
D2%SVOA2.REF D2%SVOA2.DAT

温度分布の時間変化

実大 約 5 分後

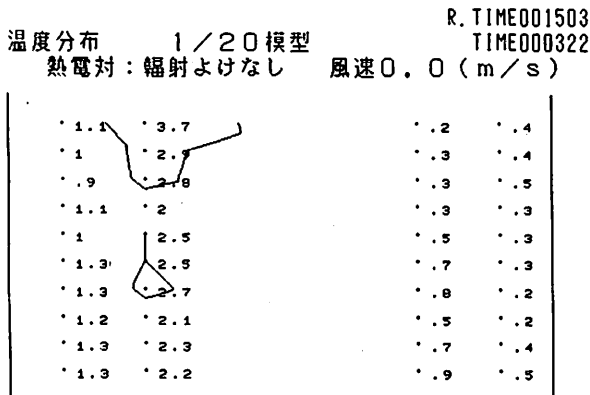


表示面 : 断面 1 H 5. 1. 30  
D2%LV0A2-2. REF D2%LV0A2-2. DAT

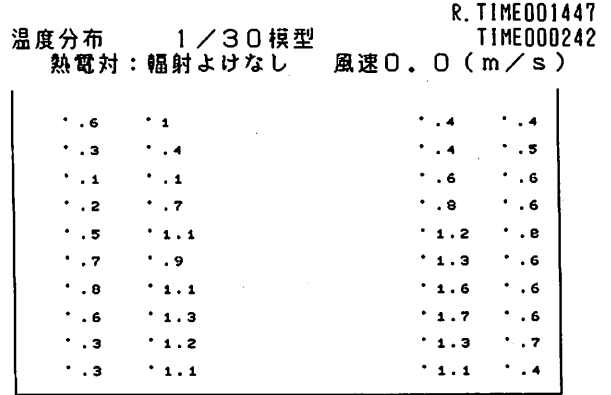


表示面 : 断面 1 H 5. 1. 30  
D2%SV0A2. REF D2%SV0A2. DAT

実大 約 15 分後

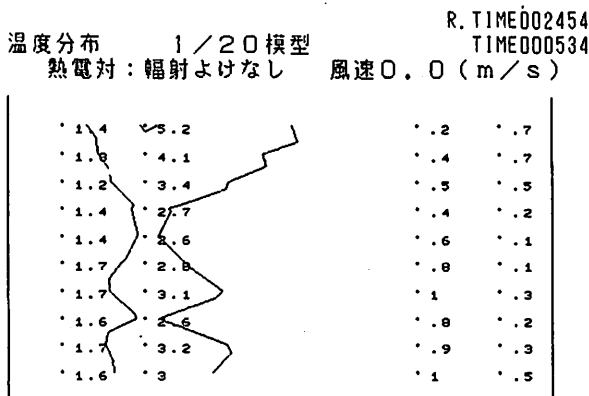


表示面 : 断面 1 H 5. 1. 30  
D2%LV0A2-2. REF D2%LV0A2-2. DAT

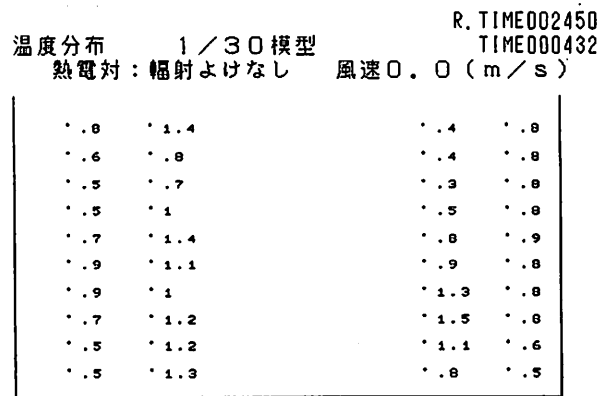


表示面 : 断面 1 H 5. 1. 30  
D2%SV0A2. REF D2%SV0A2. DAT

実大 約 25 分後



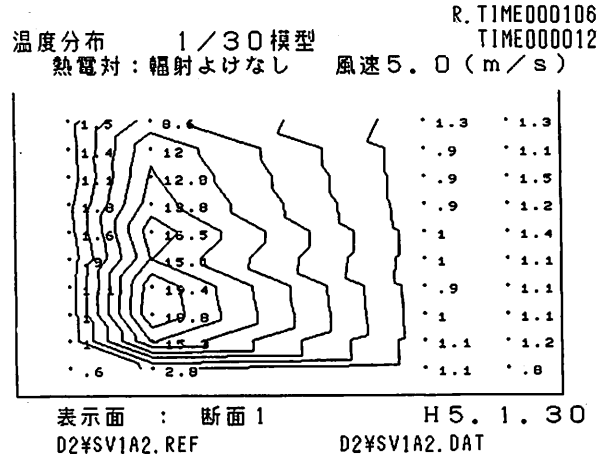
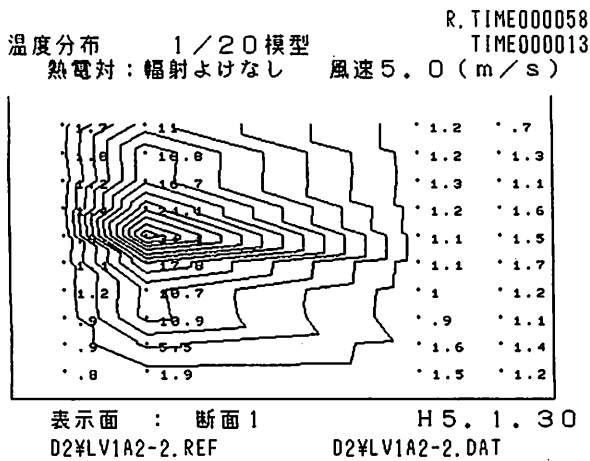
表示面 : 断面 1 H 5. 1. 30  
D2%LV0A2-2. REF D2%LV0A2-2. DAT



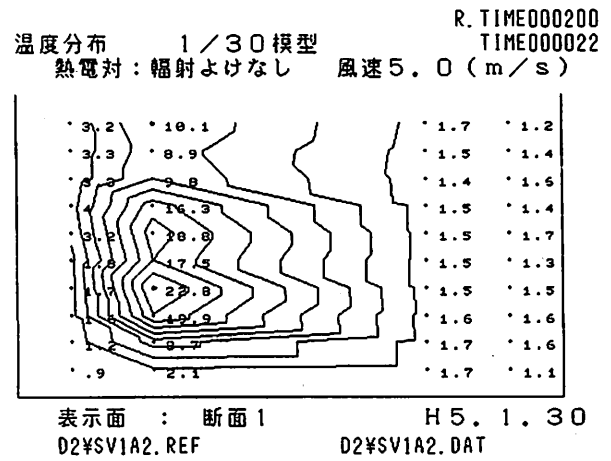
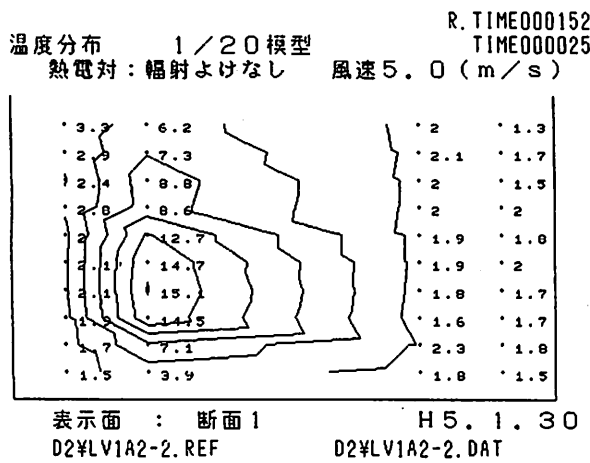
表示面 : 断面 1 H 5. 1. 30  
D2%SV0A2. REF D2%SV0A2. DAT

# 温度分布の時間変化

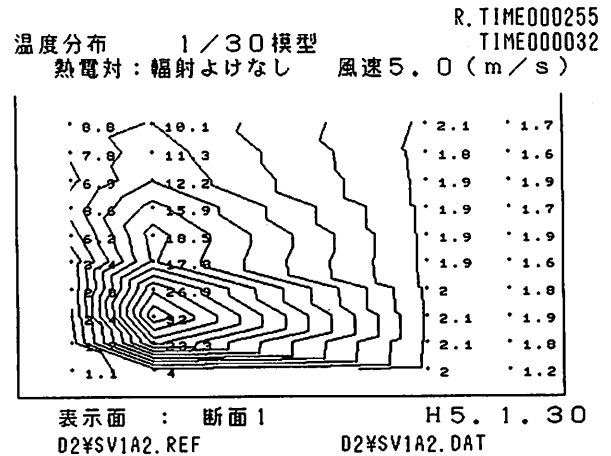
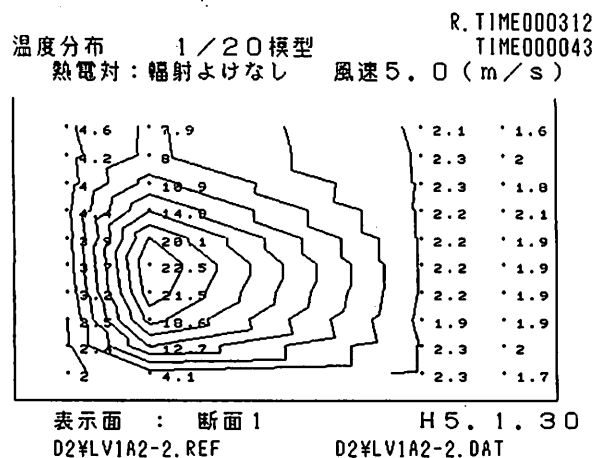
## 実大 約 1 分後



## 実大 約 2 分後



## 実大 約 3 分後

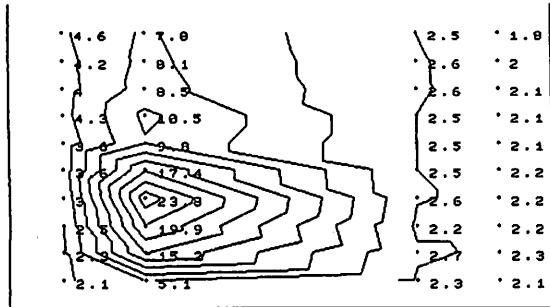


温度分布の時間変化

実大約 5 分後

温度分布 1/20 模型  
熱電対：輻射よけなし 風速 5.0 (m/s)

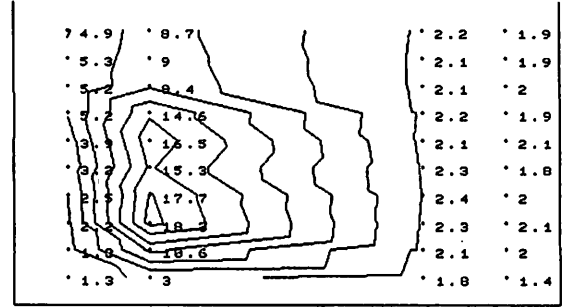
R. TIME000500  
TIME000107



表示面：断面1 H5.1.30  
D2¥LV1A2-2.REF D2¥LV1A2-2.DAT

温度分布 1/30 模型  
熱電対：輻射よけなし 風速 5.0 (m/s)

R. TIME000512  
TIME000057

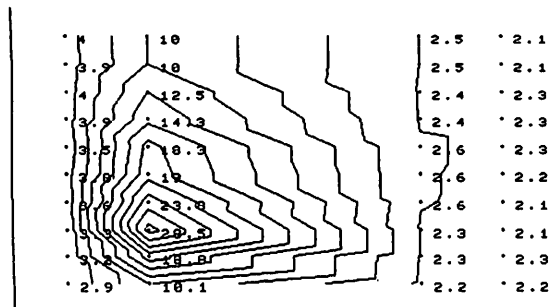


表示面：断面1 H5.1.30  
D2¥SV1A2.REF D2¥SV1A2.DAT

実大約 15 分後

温度分布 1/20 模型  
熱電対：輻射よけなし 風速 5.0 (m/s)

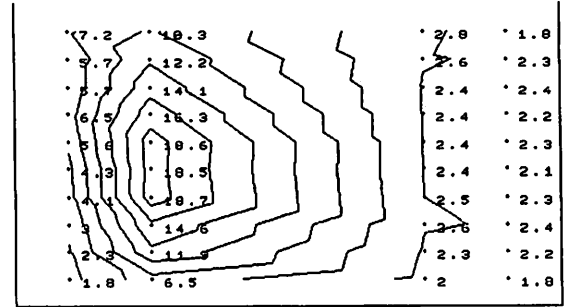
R. TIME001450  
TIME000319



表示面：断面1 H5.1.30  
D2¥LV1A2-2.REF D2¥LV1A2-2.DAT

温度分布 1/30 模型  
熱電対：輻射よけなし 風速 5.0 (m/s)

R. TIME001447  
TIME000242

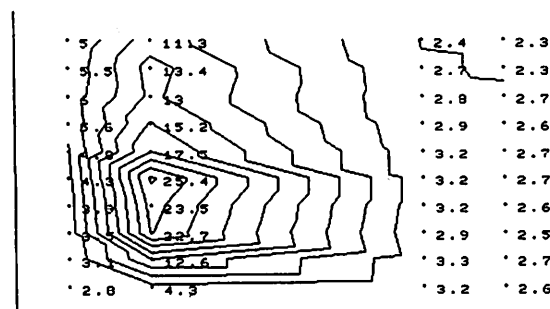


表示面：断面1 H5.1.30  
D2¥SV1A2.REF D2¥SV1A2.DAT

実大約 25 分後

温度分布 1/20 模型  
熱電対：輻射よけなし 風速 5.0 (m/s)

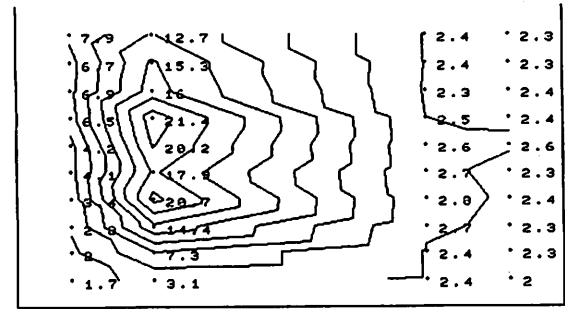
R. TIME002507  
TIME000537



表示面：断面1 H5.1.30  
D2¥LV1A2-2.REF D2¥LV1A2-2.DAT

温度分布 1/30 模型  
熱電対：輻射よけなし 風速 5.0 (m/s)

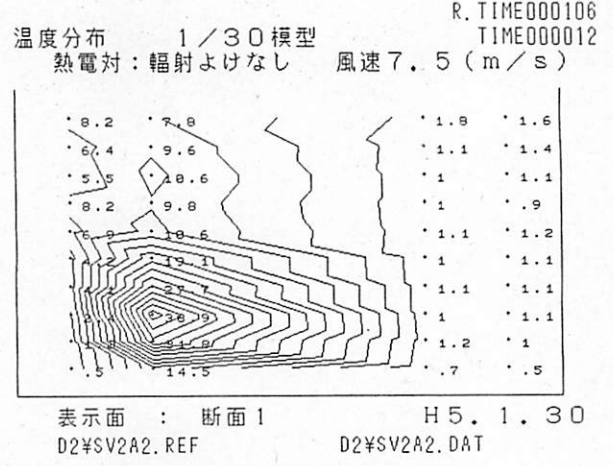
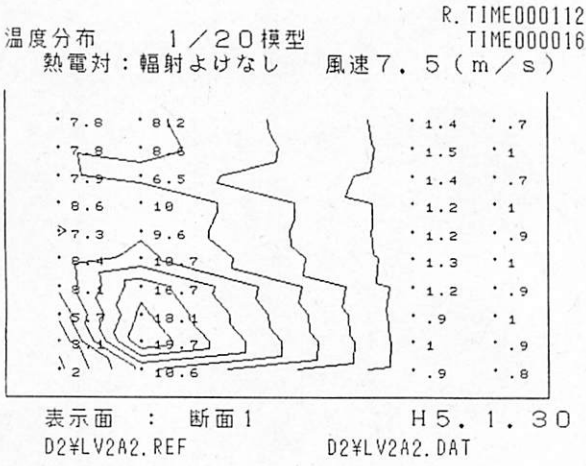
R. TIME002450  
TIME000432



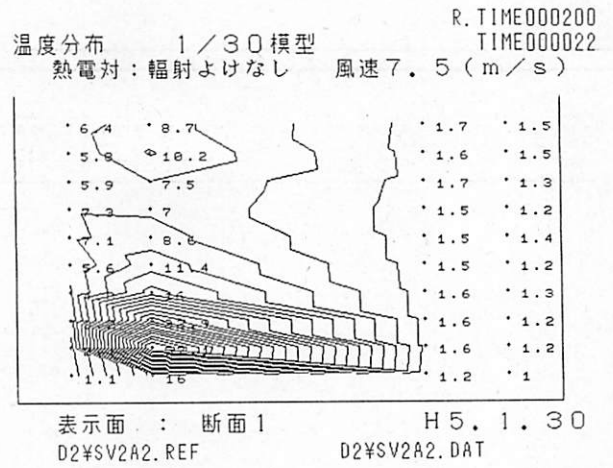
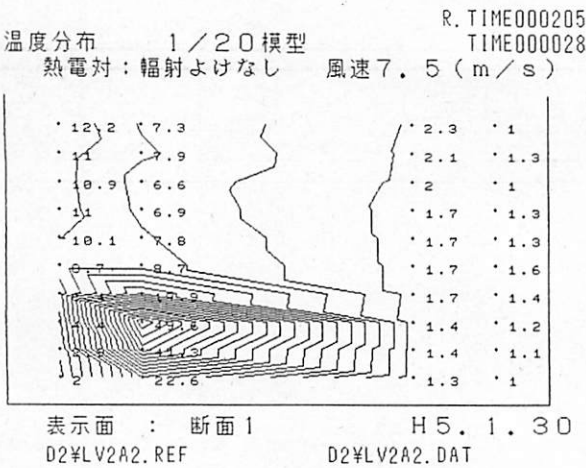
表示面：断面1 H5.1.30  
D2¥SV1A2.REF D2¥SV1A2.DAT

温度分布の時間変化

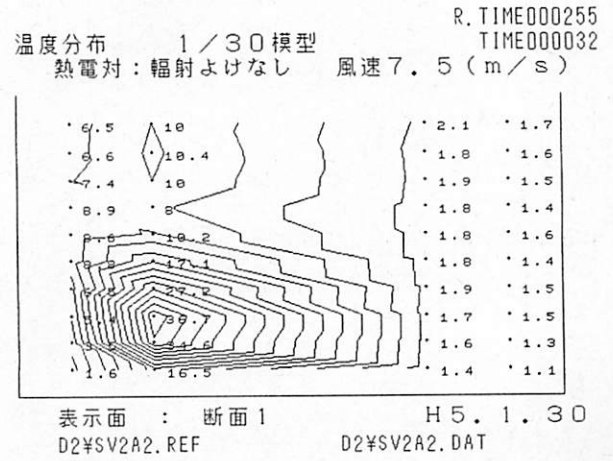
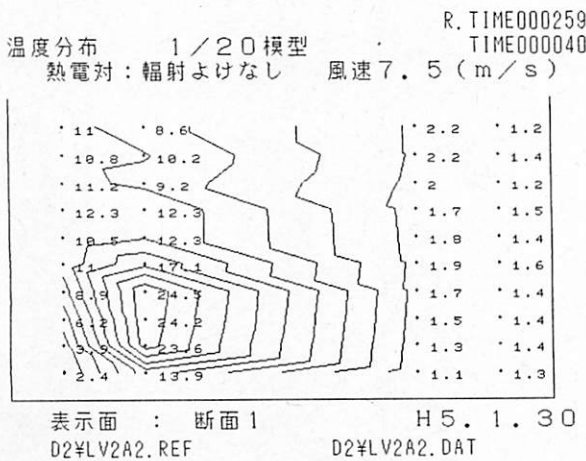
実大約 1 分後



実大約 2 分後

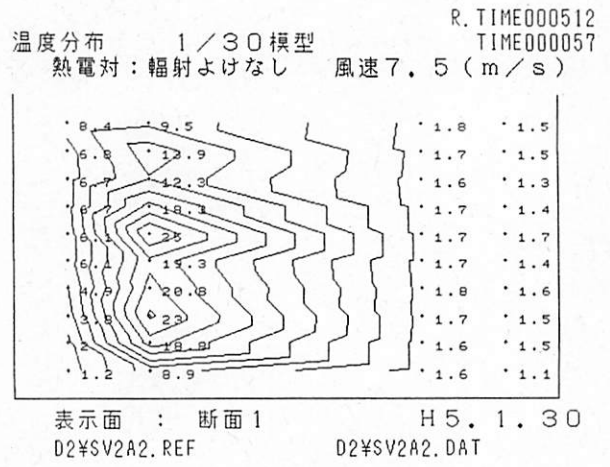
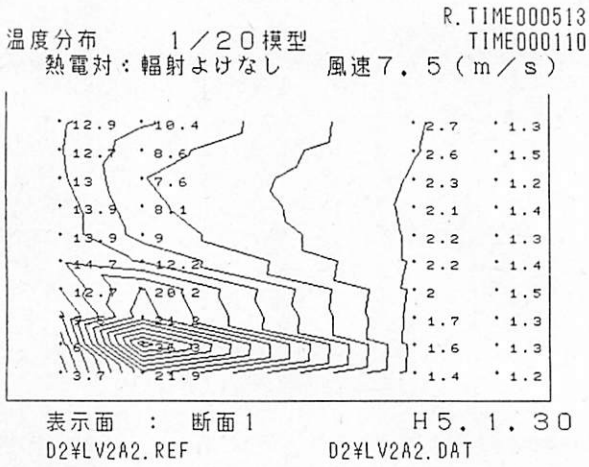


実大約 3 分後

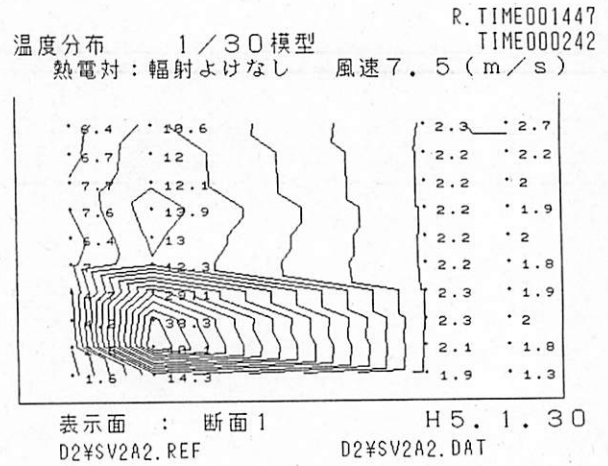
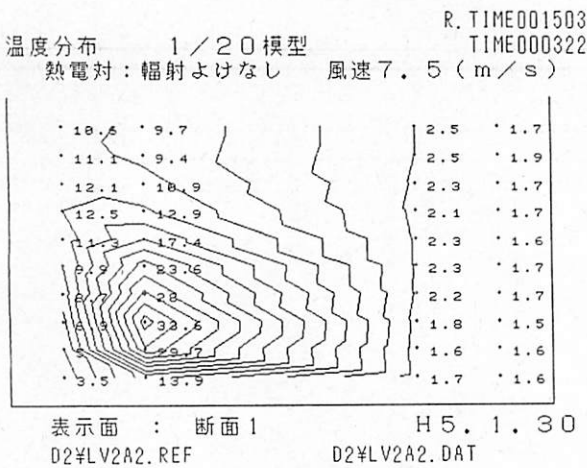


温度分布の時間変化

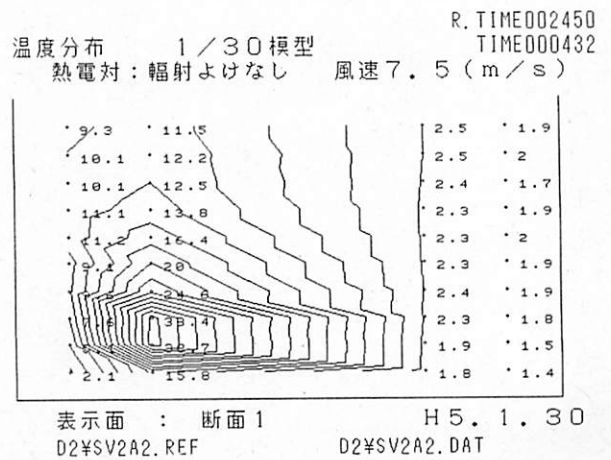
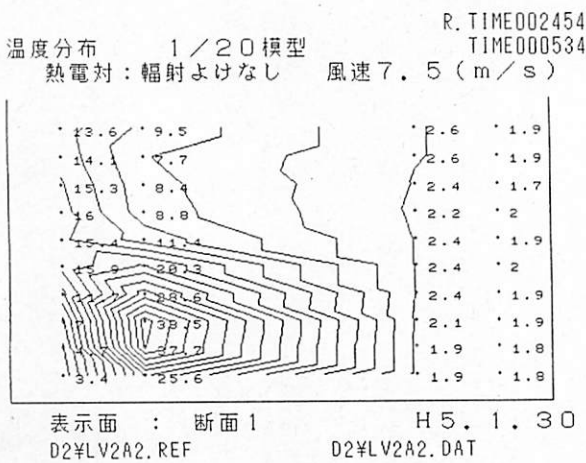
実大 約 5 分 後



実大 約 15 分 後



実大 約 25 分 後

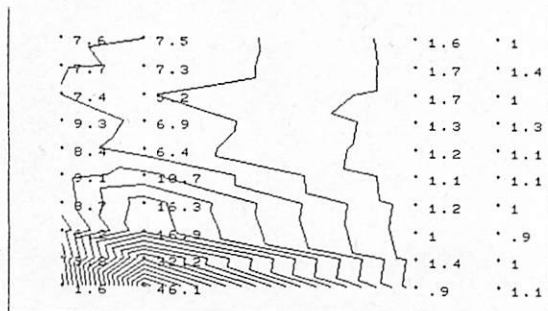


温度分布の時間変化

実大約 1 分後

温度分布 1/20 模型  
熱電対：輻射よけなし 風速 10.0 (m/s)

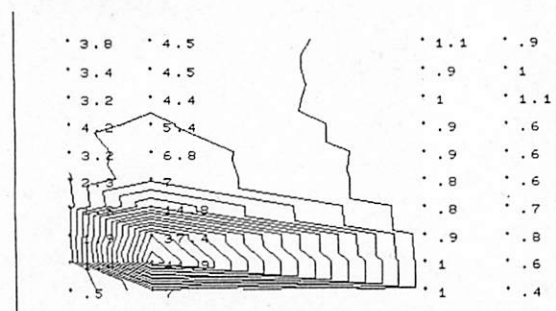
R. TIME000058  
TIME000013



表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
D2¥LV3A2. REF D2¥LV3A2. DAT

温度分布 1/30 模型  
熱電対：輻射よけなし 風速 10.0 (m/s)

R. TIME000049  
TIME000009

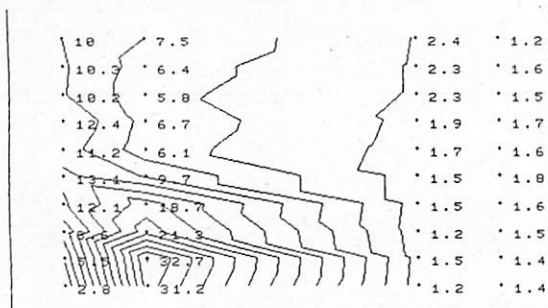


表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
D2¥SV3A2. REF D2¥SV3A2. DAT

実大約 2 分後

温度分布 1/20 模型  
熱電対：輻射よけなし 風速 10.0 (m/s)

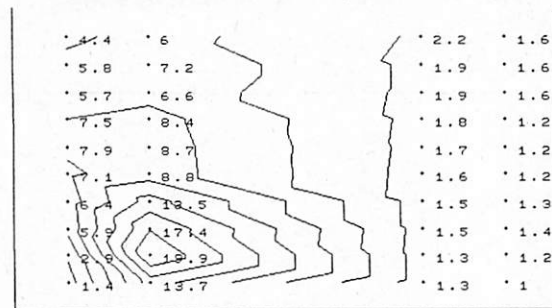
R. TIME000152  
TIME000025



表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
D2¥LV3A2. REF D2¥LV3A2. DAT

温度分布 1/30 模型  
熱電対：輻射よけなし 風速 10.0 (m/s)

R. TIME000211  
TIME000024

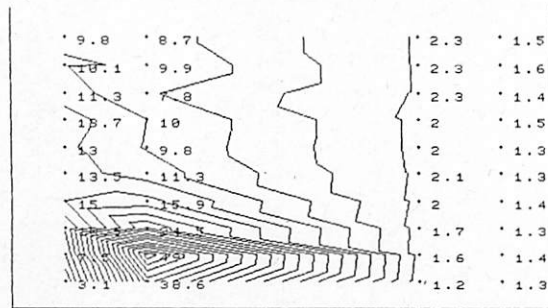


表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
D2¥SV3A2. REF D2¥SV3A2. DAT

実大約 3 分後

温度分布 1/20 模型  
熱電対：輻射よけなし 風速 10.0 (m/s)

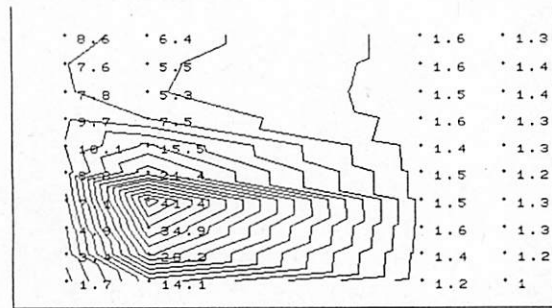
R. TIME000312  
TIME000043



表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
D2¥LV3A2. REF D2¥LV3A2. DAT

温度分布 1/30 模型  
熱電対：輻射よけなし 風速 10.0 (m/s)

R. TIME000306  
TIME000034

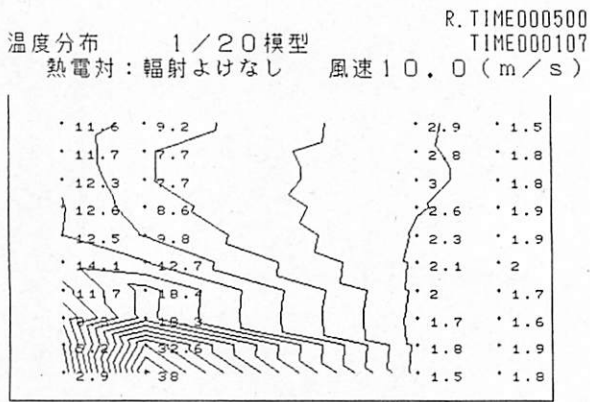


表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
D2¥SV3A2. REF D2¥SV3A2. DAT

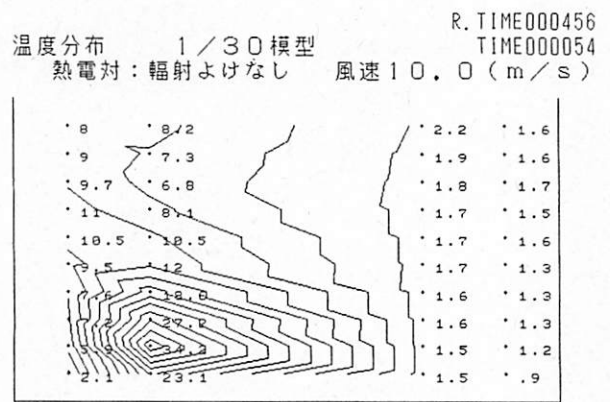


温度分布の時間変化

実大 約 5 分後

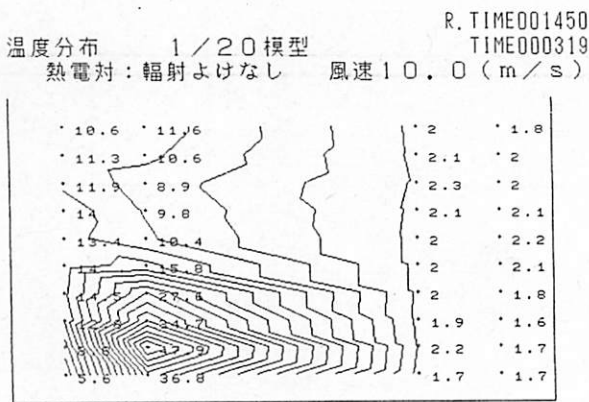


表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
D2¥LV3A2. REF D2¥LV3A2. DAT

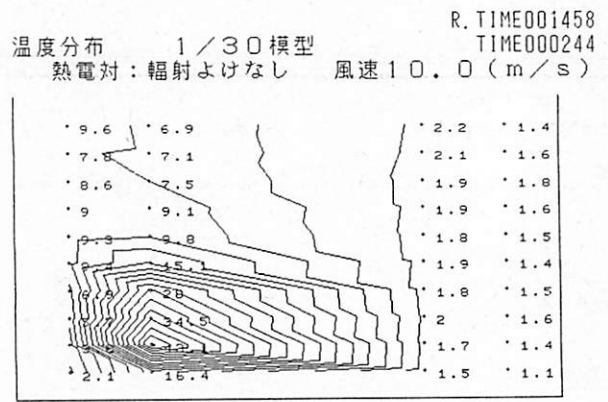


表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
D2¥SV3A2. REF D2¥SV3A2. DAT

実大 約 15 分後

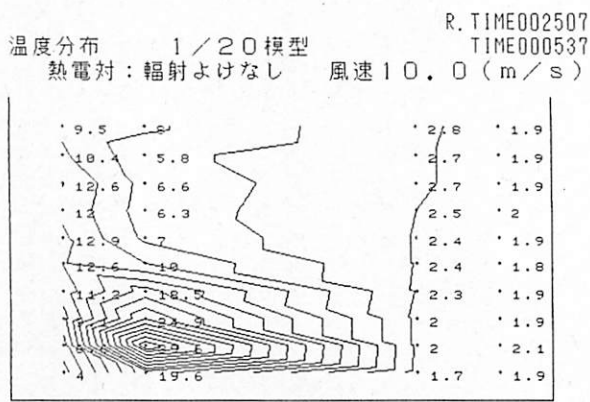


表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
D2¥LV3A2. REF D2¥LV3A2. DAT

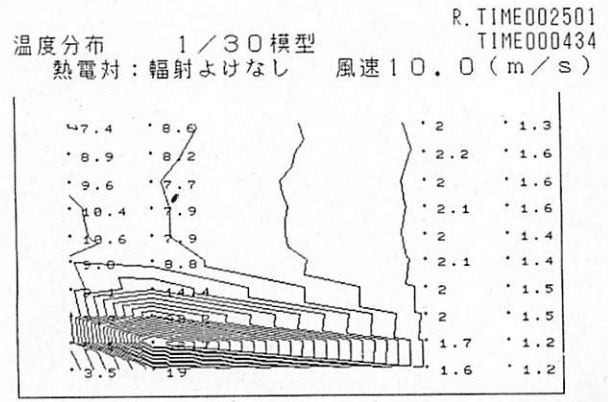


表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
D2¥SV3A2. REF D2¥SV3A2. DAT

実大 約 25 分後



表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
D2¥LV3A2. REF D2¥LV3A2. DAT



表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
D2¥SV3A2. REF D2¥SV3A2. DAT

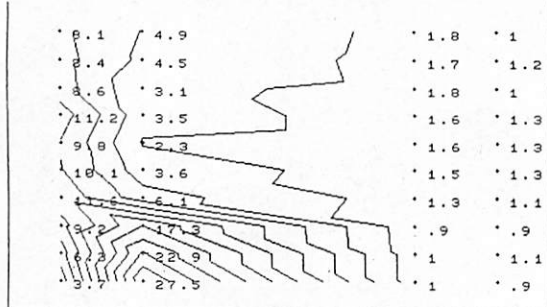


温度分布の時間変化

実大 約 1 分後

温度分布 1 / 20 模型  
熱電対：輻射よけなし 風速 15.0 (m/s)

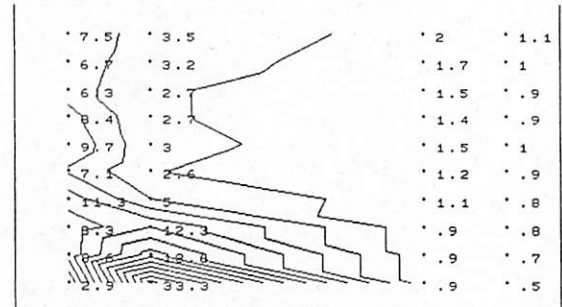
R.TIME000103  
TIME000014



表示面 : 断面1 H 5.1.30  
D2¥LV4A2.REF D2¥LV4A2.DAT

温度分布 1 / 30 模型  
熱電対：輻射よけなし 風速 15.0 (m/s)

R.TIME000100  
TIME000011

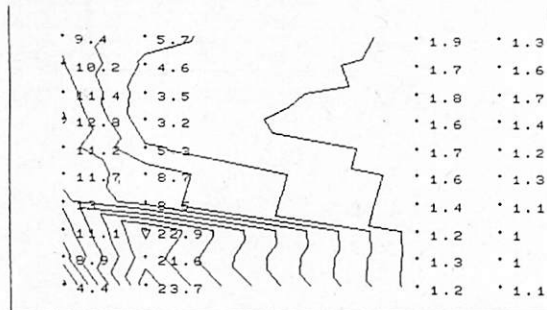


表示面 : 断面1 H 5.1.30  
D2¥SV4A2.REF D2¥SV4A2.DAT

実大 約 2 分後

温度分布 1 / 20 模型  
熱電対：輻射よけなし 風速 15.0 (m/s)

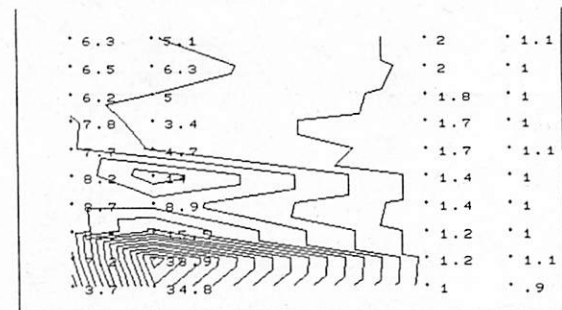
R.TIME000156  
TIME000026



表示面 : 断面1 H 5.1.30  
D2¥LV4A2.REF D2¥LV4A2.DAT

温度分布 1 / 30 模型  
熱電対：輻射よけなし 風速 15.0 (m/s)

R.TIME000155  
TIME000021

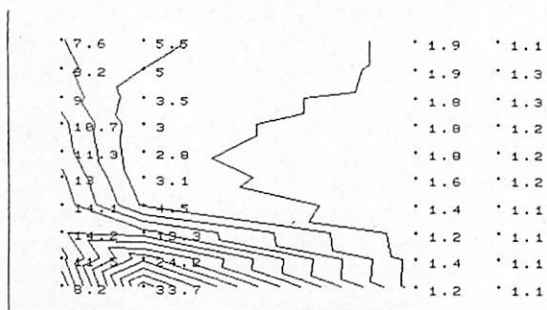


表示面 : 断面1 H 5.1.30  
D2¥SV4A2.REF D2¥SV4A2.DAT

実大 約 3 分後

温度分布 1 / 20 模型  
熱電対：輻射よけなし 風速 15.0 (m/s)

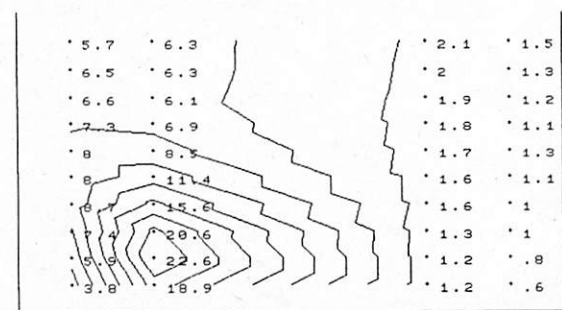
R.TIME000250  
TIME000038



表示面 : 断面1 H 5.1.30  
D2¥LV4A2.REF D2¥LV4A2.DAT

温度分布 1 / 30 模型  
熱電対：輻射よけなし 風速 15.0 (m/s)

R.TIME000250  
TIME000031



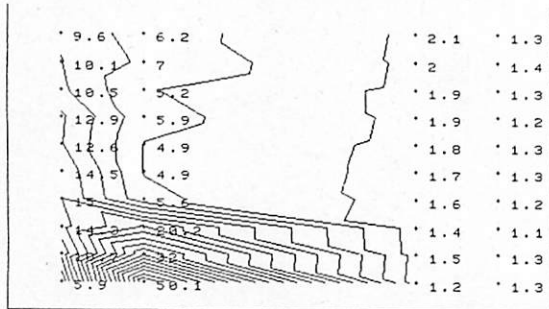
表示面 : 断面1 H 5.1.30  
D2¥SV4A2.REF D2¥SV4A2.DAT

温度分布の時間変化

実大 約 5 分後

温度分布 1/20 模型  
熱電対：輻射よけなし 風速 15.0 (m/s)

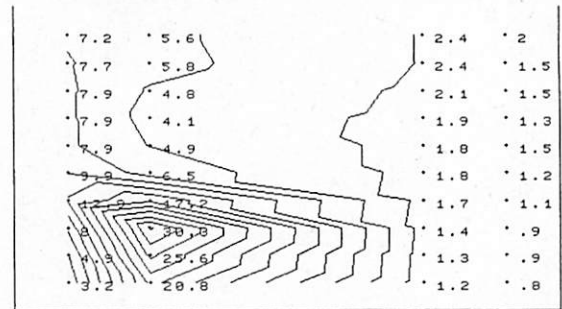
R.TIME000504  
TIME000108



表示面：断面1 H5.1.30  
D2¥LV4A2.REF D2¥LV4A2.DAT

温度分布 1/30 模型  
熱電対：輻射よけなし 風速 15.0 (m/s)

R.TIME000507  
TIME000056

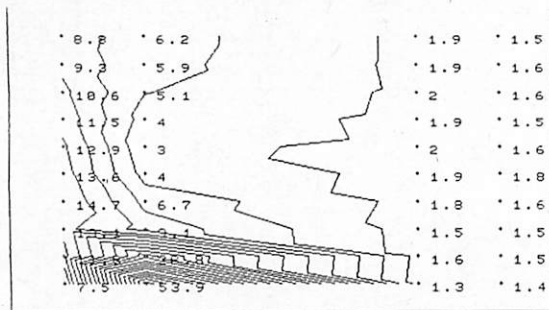


表示面：断面1 H5.1.30  
D2¥SV4A2.REF D2¥SV4A2.DAT

実大 約 15 分後

温度分布 1/20 模型  
熱電対：輻射よけなし 風速 15.0 (m/s)

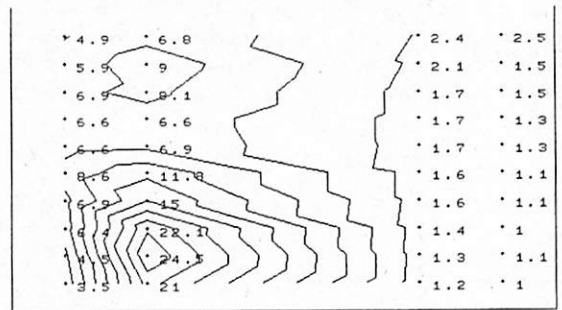
R.TIME001454  
TIME000320



表示面：断面1 H5.1.30  
D2¥LV4A2.REF D2¥LV4A2.DAT

温度分布 1/30 模型  
熱電対：輻射よけなし 風速 15.0 (m/s)

R.TIME001509  
TIME000246

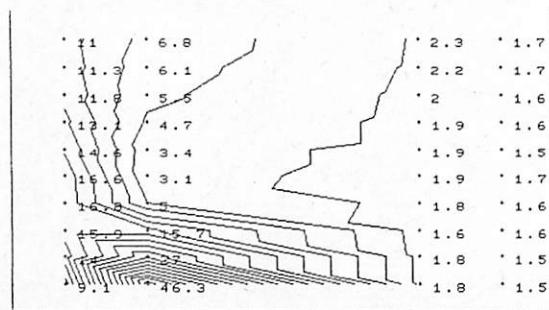


表示面：断面1 H5.1.30  
D2¥SV4A2.REF D2¥SV4A2.DAT

実大 約 25 分後

温度分布 1/20 模型  
熱電対：輻射よけなし 風速 15.0 (m/s)

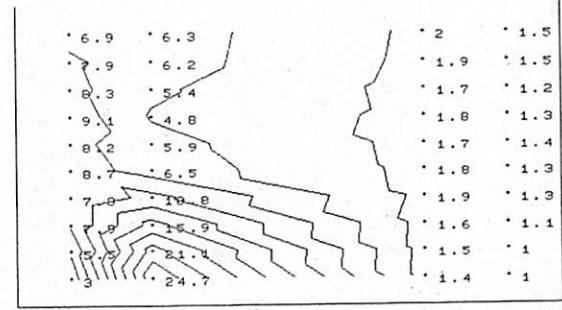
R.TIME002512  
TIME000538



表示面：断面1 H5.1.30  
D2¥LV4A2.REF D2¥LV4A2.DAT

温度分布 1/30 模型  
熱電対：輻射よけなし 風速 15.0 (m/s)

R.TIME002512  
TIME000436



表示面：断面1 H5.1.30  
D2¥SV4A2.REF D2¥SV4A2.DAT

温度分布の時間変化

実大約 1 分後

温度分布 1 / 20 模型 (可視化) R.TIME000058  
熱電対: 輻射よけあり 風速 0.0 (m/s) TIME000013

0	.2	.1	.1
.1	.1	.1	0
.1	.1	.1	0
0	.3	.1	0
.1	.1	.1	0
.1	0	0	0
.1	.2	0	0
.1	.7	0	.1
.1	.5	.1	0
0	.4	0	.1

表示面 : 断面1 H5.1.30  
D2#LV0A1-V. REF D2#LV0A1-V. DAT

温度分布 1 / 30 模型 (可視化) R.TIME000100  
熱電対: 輻射よけあり 風速 0.0 (m/s) TIME000011

0	.2	0	.1
.1	.4	.1	.1
.1	.3	0	0
0	0	.1	.1
.1	.1	.1	.1
0	.3	.1	.1
.3	.6	.1	.1
.1	.4	.1	.1
.1	0	.3	0
0	.2	.8	0

表示面 : 断面1 H5.1.30  
D2#SV0A1-V. REF D2#SV0A1-V. DAT

実大約 2 分後

温度分布 1 / 20 模型 (可視化) R.TIME000152  
熱電対: 輻射よけあり 風速 0.0 (m/s) TIME000025

.1	.5	0	.1
0	.1	0	.1
0	.2	.2	0
0	.3	0	.1
0	.4	0	.1
.1	.4	.1	.1
.1	.5	.2	.1
0	.8	.2	.1
0	.8	.3	.1
.1	.8	.1	0

表示面 : 断面1 H5.1.30  
D2#LV0A1-V. REF D2#LV0A1-V. DAT

温度分布 1 / 30 模型 (可視化) R.TIME000155  
熱電対: 輻射よけあり 風速 0.0 (m/s) TIME000021

.3	.3	0	0
.1	.4	.1	.1
.1	.8	0	.2
.3	.6	.1	.1
.2	.3	.2	0
.1	.6	.2	.1
.2	.3	.2	.2
.2	.7	.2	.3
.3	.6	.5	.1
.1	.3	1.3	.1

表示面 : 断面1 H5.1.30  
D2#SV0A1-V. REF D2#SV0A1-V. DAT

実大約 3 分後

温度分布 1 / 20 模型 (可視化) R.TIME000312  
熱電対: 輻射よけあり 風速 0.0 (m/s) TIME000043

.2	.5	.1	.2
.1	.3	0	.1
.1	.3	.2	0
.2	.4	.1	.1
.1	.5	0	.1
.2	.5	.1	.2
.3	.8	.2	.1
.2	1.3	.3	.1
.2	1	.4	.1
.1	.8	.2	0

表示面 : 断面1 H5.1.30  
D2#LV0A1-V. REF D2#LV0A1-V. DAT

温度分布 1 / 30 模型 (可視化) R.TIME000315  
熱電対: 輻射よけあり 風速 0.0 (m/s) TIME000031

.2	.5	.1	.1
.3	.5	0	.1
.2	.5	.1	.1
.2	.3	.2	.2
.3	.5	.3	.2
.3	.6	.3	.1
.3	.7	.4	.2
.3	.7	.3	.1
.3	.5	.6	.1
.2	.5	1.1	.1

表示面 : 断面1 H5.1.30  
D2#SV0A1-V. REF D2#SV0A1-V. DAT

温度分布の時間変化

実大 約 5 分後

温度分布 1/20 模型 (可視化) R.TIME000500  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 0.0 (m/s) TIME000107

.2	.5	.0	.2
.1	.2	.1	.3
.1	.3	.2	.1
.3	.6	.1	.2
.2	.7	.0	.1
.3	.8	.2	.3
.4	.9	.4	.3
.2	1.6	.4	.0
.3	1.4	.5	.3
.2	1.3	.3	.1

表示面 : 断面1 H5.1.30  
 D2%LV0A1-V. REF D2%LV0A1-V. DAT

温度分布 1/30 模型 (可視化) R.TIME000507  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 0.0 (m/s) TIME000056

.0	.8	.0	.2
.3	.7	.1	.3
.3	.1	.0	.3
.4	.8	.1	.2
.5	.6	.3	.1
.3	.0	.4	.2
.1	.6	.6	.3
.4	1.1	.5	.4
.5	.1	.9	.2
.3	.8	1.3	.1

表示面 : 断面1 H5.1.30  
 D2%SV0A1-V. REF D2%SV0A1-V. DAT

実大 約 15 分後

温度分布 1/20 模型 (可視化) R.TIME001450  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 0.0 (m/s) TIME000319

.3	1.2	.4	.5
.2	.7	.5	.5
.3	.5	.8	.4
.4	.5	.6	.6
.3	.5	.6	.6
.4	.8	.8	.8
.6	1.1	.1	.7
.4	1.9	1.1	.4
.5	.2	1.1	.6
.3	1.3	.9	.3

表示面 : 断面1 H5.1.30  
 D2%LV0A1-V. REF D2%LV0A1-V. DAT

温度分布 1/30 模型 (可視化) R.TIME001509  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 0.0 (m/s) TIME000246

.1	.4	.5	.3
.5	.7	.4	.4
.4	.1	.4	.4
.5	.8	.6	.4
.4	.5	.8	.4
.2	.8	.8	.5
.1	.9	1.1	.7
.4	1.3	.8	.7
.5	1.1	1.2	.4
.2	.5	1.8	.2

表示面 : 断面1 H5.1.30  
 D2%SV0A1-V. REF D2%SV0A1-V. DAT

実大 約 25 分後

温度分布 1/20 模型 (可視化) R.TIME002507  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 0.0 (m/s) TIME000537

.8	1.6	.4	.7
.6	1.2	.5	.7
.7	.1	.8	.5
.9	1.1	.7	.8
.8	1.1	.8	.7
.8	1.3	.1	.9
.1	1.9	1.2	.8
.8	2.5	1.2	.3
.9	2.6	1.1	.6
.6	1.5	1.1	.3

表示面 : 断面1 H5.1.30  
 D2%LV0A1-V. REF D2%LV0A1-V. DAT

温度分布 1/30 模型 (可視化) R.TIME002512  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 0.0 (m/s) TIME000436

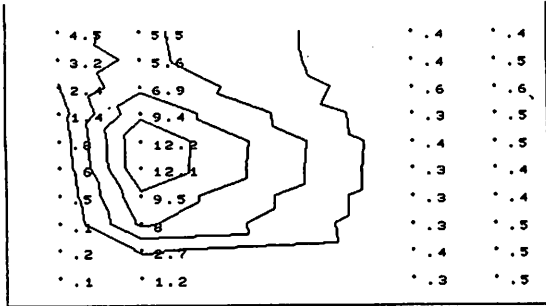
.4	.2	.4	.4
.6	.6	.3	.3
.4	.5	.4	.3
.4	.6	.5	.5
.4	.7	.8	.6
.4	1.1	.8	.6
.6	1.1	1.2	.8
.5	1.4	.9	.6
.4	1.3	1.2	.4
.2	.5	1.5	.3

表示面 : 断面1 H5.1.30  
 D2%SV0A1-V. REF D2%SV0A1-V. DAT

温度分布の時間変化

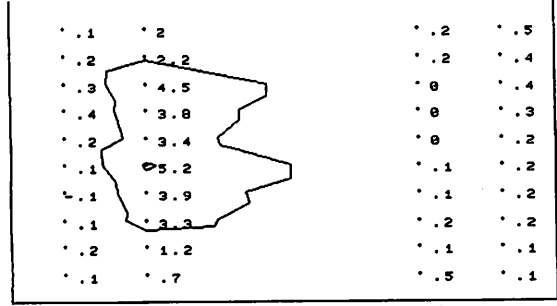
実大 約 1 分後

温度分布 1/20 模型 (可視化) R. TIME000107  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 5.0 (m/s) TIME000015



表示面 : 断面1 H 5.1.30  
 D2¥LV1A1-V. REF D2¥LV1A1-V. DAT

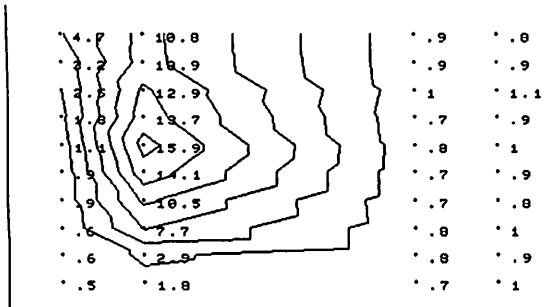
温度分布 1/30 模型 (可視化) R. TIME000049  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 5.0 (m/s) TIME000009



表示面 : 断面1 H 5.1.30  
 D2¥SV1A1-V. REF D2¥SV1A1-V. DAT

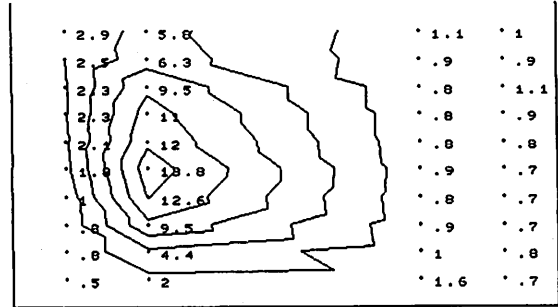
実大 約 2 分後

温度分布 1/20 模型 (可視化) R. TIME000201  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 5.0 (m/s) TIME000027



表示面 : 断面1 H 5.1.30  
 D2¥LV1A1-V. REF D2¥LV1A1-V. DAT

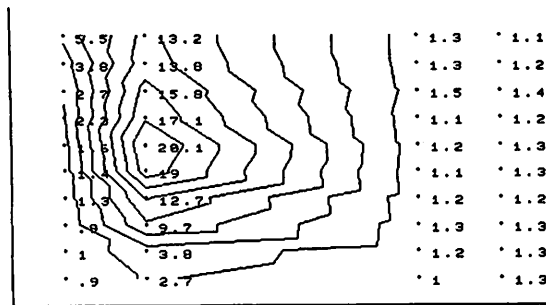
温度分布 1/30 模型 (可視化) R. TIME000211  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 5.0 (m/s) TIME000024



表示面 : 断面1 H 5.1.30  
 D2¥SV1A1-V. REF D2¥SV1A1-V. DAT

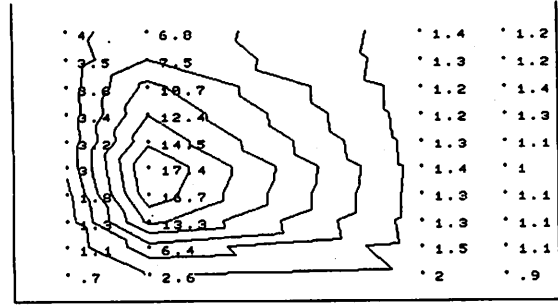
実大 約 3 分後

温度分布 1/20 模型 (可視化) R. TIME000254  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 5.0 (m/s) TIME000039



表示面 : 断面1 H 5.1.30  
 D2¥LV1A1-V. REF D2¥LV1A1-V. DAT

温度分布 1/30 模型 (可視化) R. TIME000306  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 5.0 (m/s) TIME000034

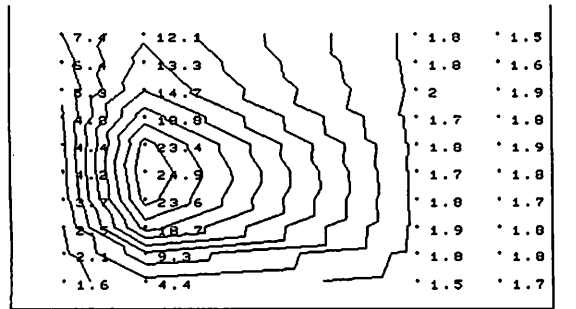


表示面 : 断面1 H 5.1.30  
 D2¥SV1A1-V. REF D2¥SV1A1-V. DAT

# 温度分布の時間変化

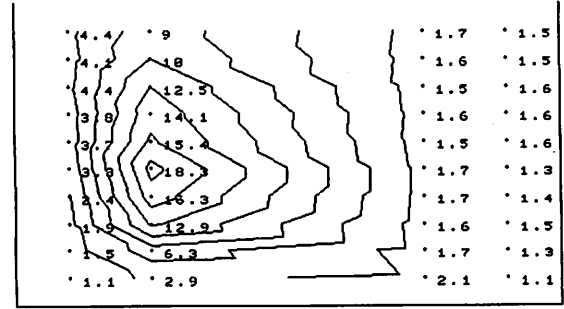
## 実大略 5 分後

温度分布 1/20 模型 (可視化) R. TIME000509  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 5.0 (m/s) TIME000109



表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
 D2¥LV1A1-V. REF D2¥LV1A1-V. DAT

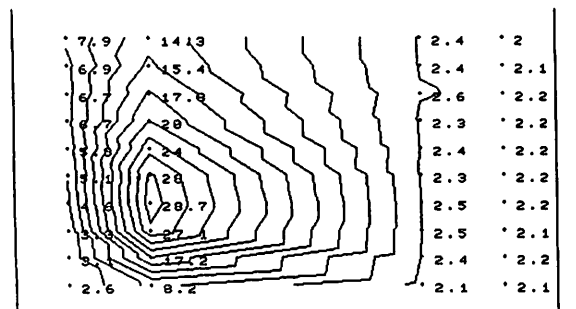
温度分布 1/30 模型 (可視化) R. TIME000456  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 5.0 (m/s) TIME000054



表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
 D2¥SV1A1-V. REF D2¥SV1A1-V. DAT

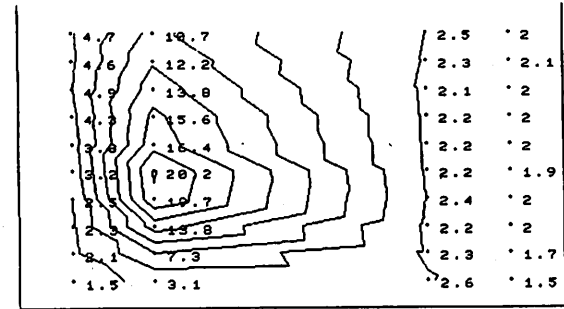
## 実大略 15 分後

温度分布 1/20 模型 (可視化) R. TIME001459  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 5.0 (m/s) TIME000321



表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
 D2¥LV1A1-V. REF D2¥LV1A1-V. DAT

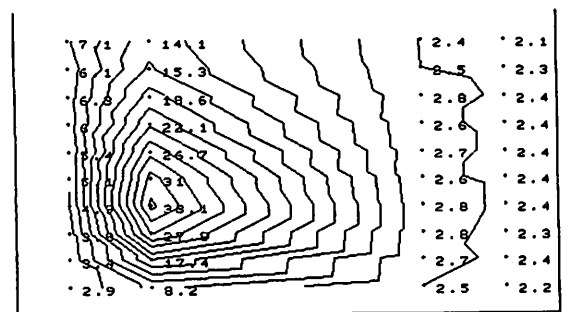
温度分布 1/30 模型 (可視化) R. TIME001458  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 5.0 (m/s) TIME000244



表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
 D2¥SV1A1-V. REF D2¥SV1A1-V. DAT

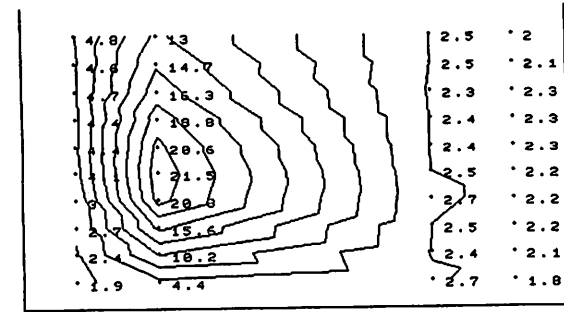
## 実大略 25 分後

温度分布 1/20 模型 (可視化) R. TIME002449  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 5.0 (m/s) TIME000533



表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
 D2¥LV1A1-V. REF D2¥LV1A1-V. DAT

温度分布 1/30 模型 (可視化) R. TIME002501  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 5.0 (m/s) TIME000434

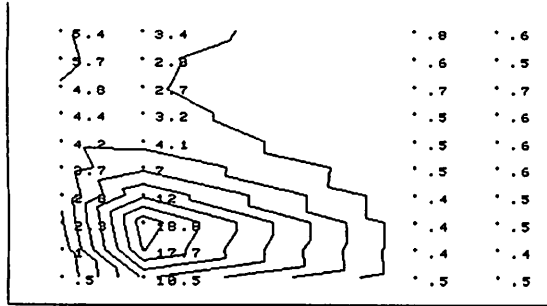


表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
 D2¥SV1A1-V. REF D2¥SV1A1-V. DAT

温度分布の時間変化

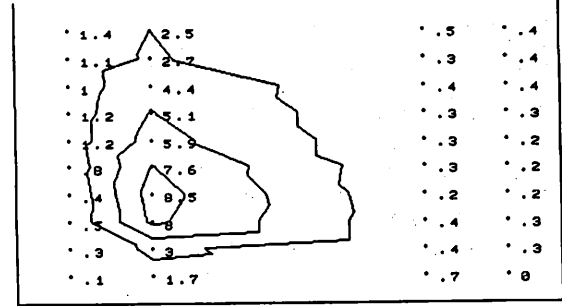
実大約 1 分後

温度分布 1/20 模型 (可視化) R. TIME000112  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 7.5 (m/s) TIME000016



表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
 D2¥LV2A1-V. REF D2¥LV2A1-V. DAT

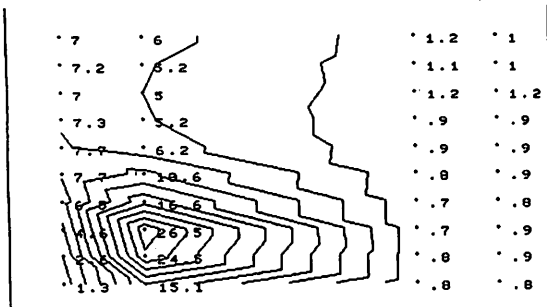
温度分布 1/30 模型 (可視化) R. TIME000100  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 7.5 (m/s) TIME000011



表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
 D2¥SV2A1-V. REF D2¥SV2A1-V. DAT

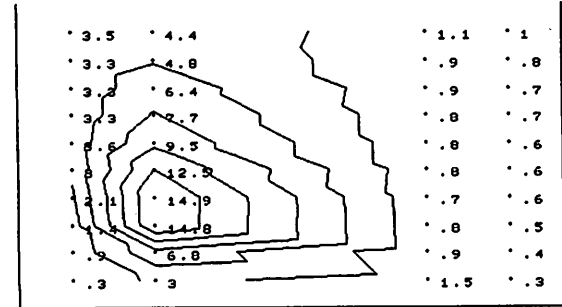
実大約 2 分後

温度分布 1/20 模型 (可視化) R. TIME000205  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 7.5 (m/s) TIME000028



表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
 D2¥LV2A1-V. REF D2¥LV2A1-V. DAT

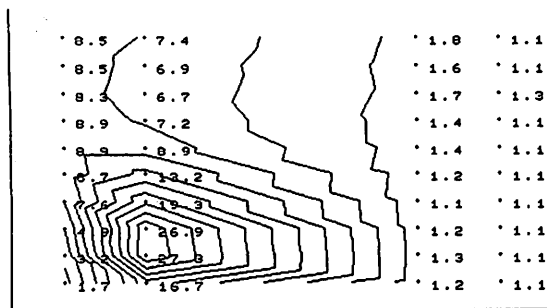
温度分布 1/30 模型 (可視化) R. TIME000155  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 7.5 (m/s) TIME000021



表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
 D2¥SV2A1-V. REF D2¥SV2A1-V. DAT

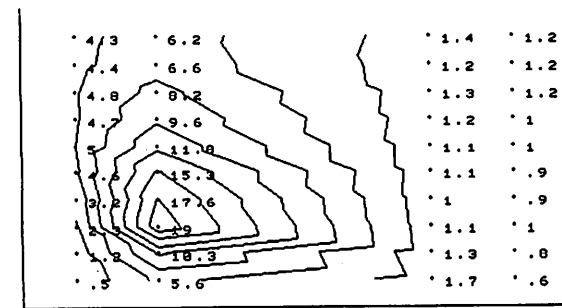
実大約 3 分後

温度分布 1/20 模型 (可視化) R. TIME000259  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 7.5 (m/s) TIME000040



表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
 D2¥LV2A1-V. REF D2¥LV2A1-V. DAT

温度分布 1/30 模型 (可視化) R. TIME000250  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 7.5 (m/s) TIME000031

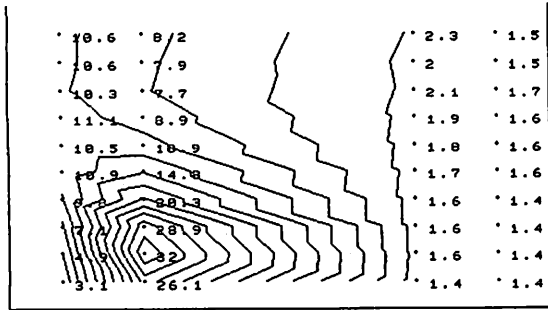


表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
 D2¥SV2A1-V. REF D2¥SV2A1-V. DAT

温度分布の時間変化

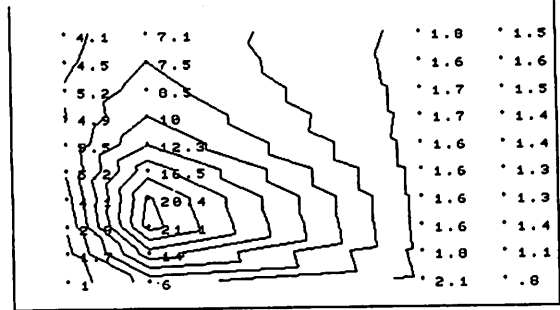
実大約 5 分後

温度分布 1/20 模型 (可視化) R.TIME000513 TIME000110  
熱電対: 輻射よけあり 風速 7.5 (m/s)



表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
D2¥LV2A1-V. REF D2¥LV2A1-V. DAT

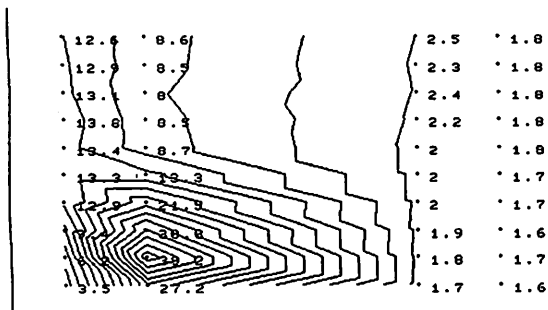
温度分布 1/30 模型 (可視化) R.TIME000507 TIME000056  
熱電対: 輻射よけあり 風速 7.5 (m/s)



表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
D2¥SV2A1-V. REF D2¥SV2A1-V. DAT

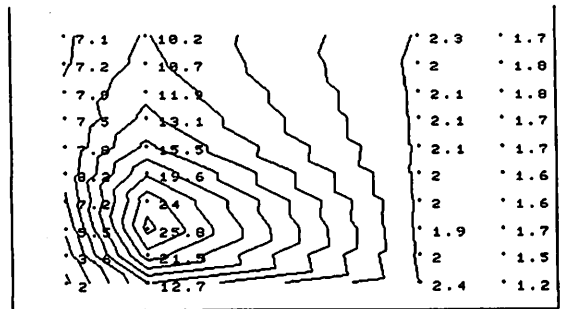
実大約 15 分後

温度分布 1/20 模型 (可視化) R.TIME001503 TIME000322  
熱電対: 輻射よけあり 風速 7.5 (m/s)



表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
D2¥LV2A1-V. REF D2¥LV2A1-V. DAT

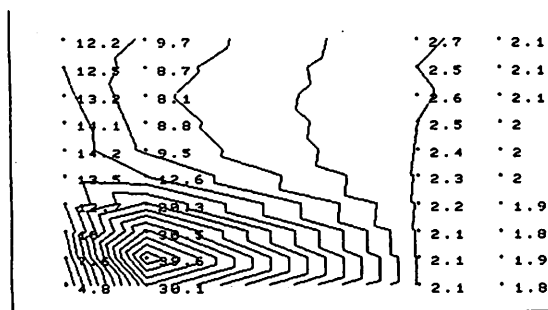
温度分布 1/30 模型 (可視化) R.TIME001509 TIME000246  
熱電対: 輻射よけあり 風速 7.5 (m/s)



表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
D2¥SV2A1-V. REF D2¥SV2A1-V. DAT

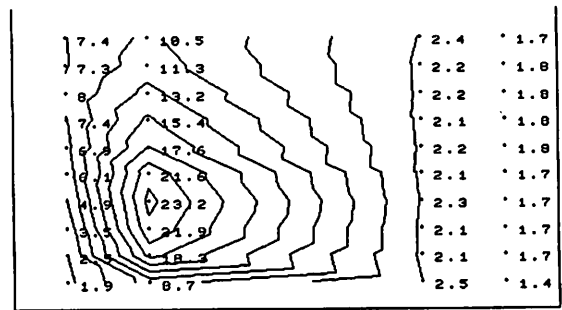
実大約 25 分後

温度分布 1/20 模型 (可視化) R.TIME002454 TIME000534  
熱電対: 輻射よけあり 風速 7.5 (m/s)



表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
D2¥LV2A1-V. REF D2¥LV2A1-V. DAT

温度分布 1/30 模型 (可視化) R.TIME002512 TIME000436  
熱電対: 輻射よけあり 風速 7.5 (m/s)



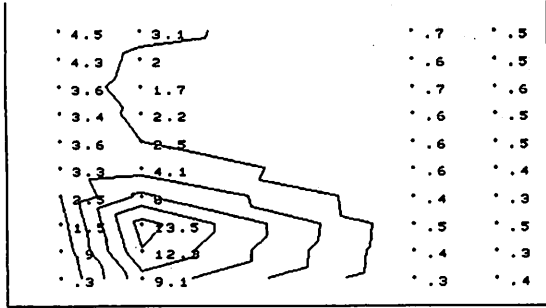
表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
D2¥SV2A1-V. REF D2¥SV2A1-V. DAT



温度分布の時間変化

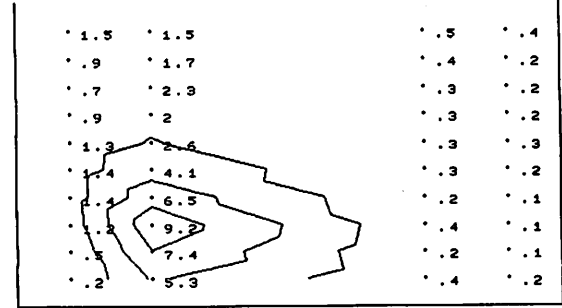
実大約 1 分後

温度分布 1/20 模型 (可視化) R.TIME000103  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 10.0 (m/s) TIME000014



表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
 D2¥LV3A1-V. REF D2¥LV3A1-V. DAT

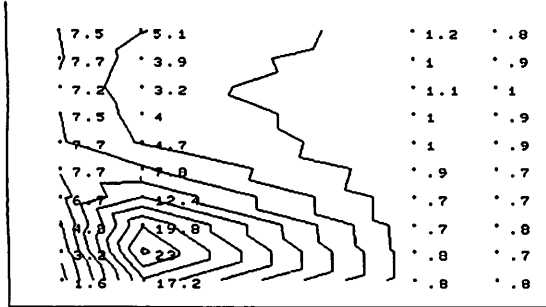
温度分布 1/30 模型 (可視化) R.TIME000049  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 10.0 (m/s) TIME000009



表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
 D2¥SV3A1-V. REF D2¥SV3A1-V. DAT

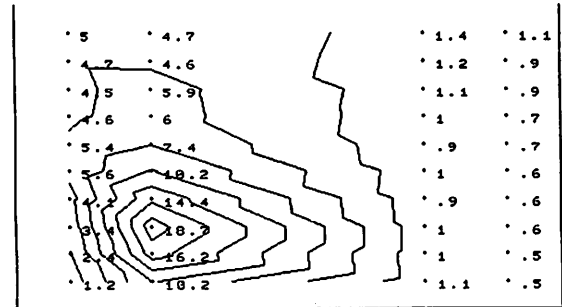
実大約 2 分後

温度分布 1/20 模型 (可視化) R.TIME000156  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 10.0 (m/s) TIME000026



表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
 D2¥LV3A1-V. REF D2¥LV3A1-V. DAT

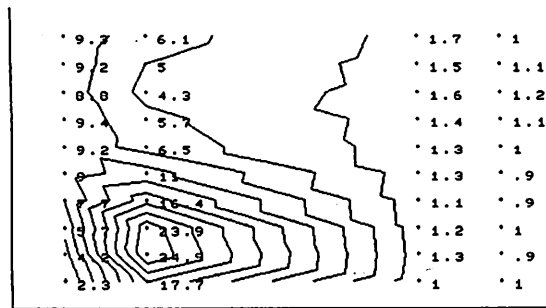
温度分布 1/30 模型 (可視化) R.TIME000211  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 10.0 (m/s) TIME000024



表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
 D2¥SV3A1-V. REF D2¥SV3A1-V. DAT

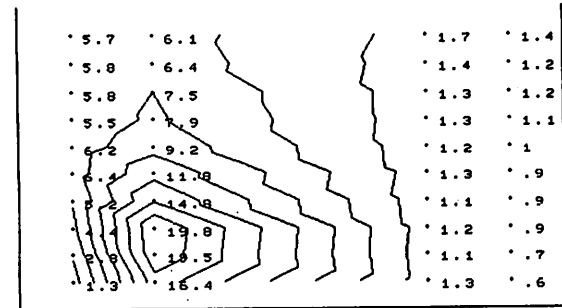
実大約 3 分後

温度分布 1/20 模型 (可視化) R.TIME000250  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 10.0 (m/s) TIME000038



表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
 D2¥LV3A1-V. REF D2¥LV3A1-V. DAT

温度分布 1/30 模型 (可視化) R.TIME000306  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 10.0 (m/s) TIME000034

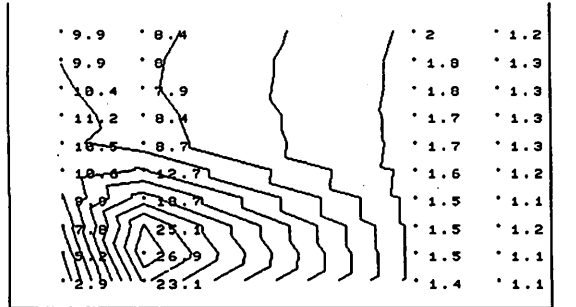


表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
 D2¥SV3A1-V. REF D2¥SV3A1-V. DAT

温度分布の時間変化

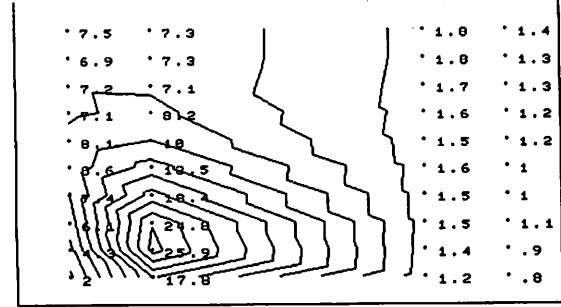
実大 約 5 分後

温度分布 1/20 模型 (可視化) R. TIME000504  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 10.0 (m/s) TIME000108



表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
 D2¥LV3A1-V. REF D2¥LV3A1-V. DAT

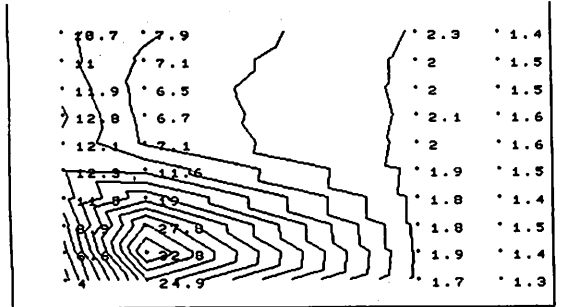
温度分布 1/30 模型 (可視化) R. TIME000456  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 10.0 (m/s) TIME000054



表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
 D2¥SV3A1-V. REF D2¥SV3A1-V. DAT

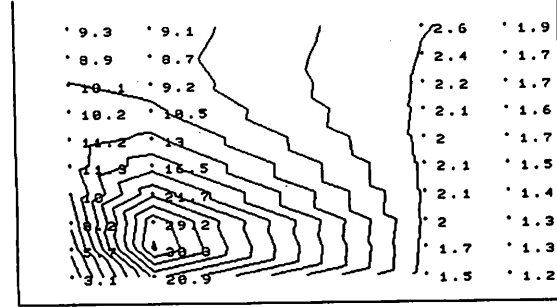
実大 約 15 分後

温度分布 1/20 模型 (可視化) R. TIME001454  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 10.0 (m/s) TIME000320



表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
 D2¥LV3A1-V. REF D2¥LV3A1-V. DAT

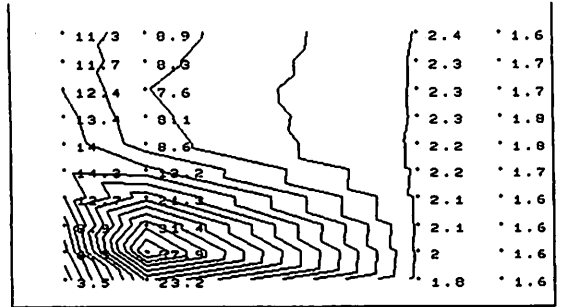
温度分布 1/30 模型 (可視化) R. TIME001458  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 10.0 (m/s) TIME000244



表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
 D2¥SV3A1-V. REF D2¥SV3A1-V. DAT

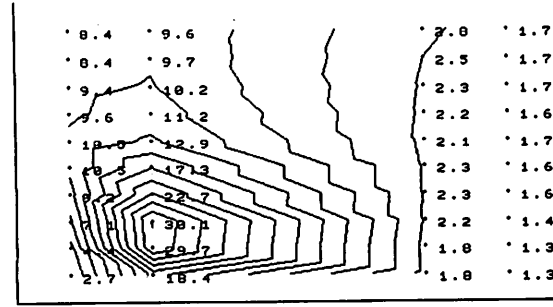
実大 約 25 分後

温度分布 1/20 模型 (可視化) R. TIME002512  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 10.0 (m/s) TIME000538



表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
 D2¥LV3A1-V. REF D2¥LV3A1-V. DAT

温度分布 1/30 模型 (可視化) R. TIME002501  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 10.0 (m/s) TIME000434

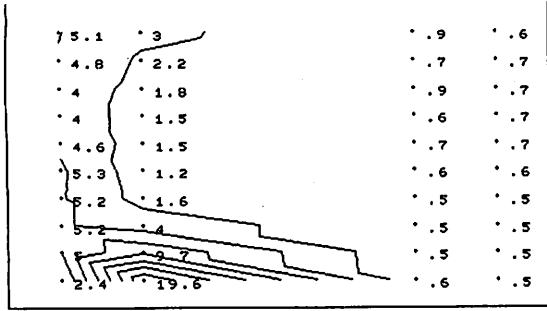


表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
 D2¥SV3A1-V. REF D2¥SV3A1-V. DAT

温度分布の時間変化

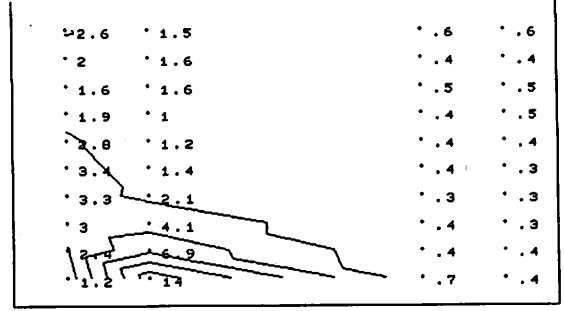
実大約 1 分後

温度分布 1/20 模型 (可視化) R.TIME000112  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 15.0 (m/s) TIME000016



表示面 : 断面1 H5.1.30  
 D2#LV4A1-V. REF D2#LV4A1-V. DAT

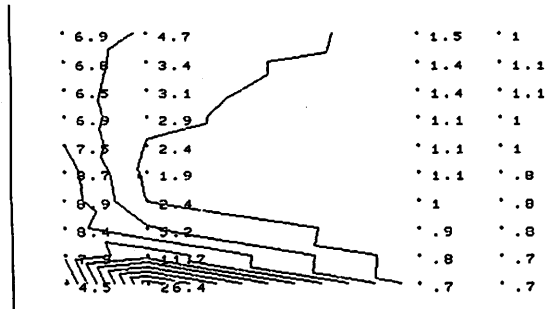
温度分布 1/30 模型 (可視化) R.TIME000100  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 15.0 (m/s) TIME000011



表示面 : 断面1 H5.1.30  
 D2#SV4A1-V. REF D2#SV4A1-V. DAT

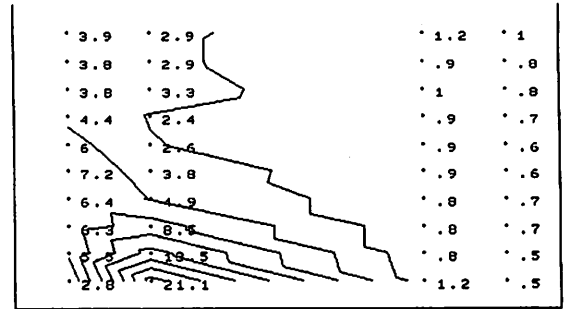
実大約 2 分後

温度分布 1/20 模型 (可視化) R.TIME000205  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 15.0 (m/s) TIME000028



表示面 : 断面1 H5.1.30  
 D2#LV4A1-V. REF D2#LV4A1-V. DAT

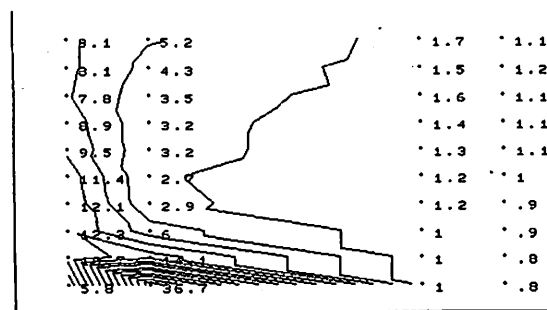
温度分布 1/30 模型 (可視化) R.TIME000155  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 15.0 (m/s) TIME000021



表示面 : 断面1 H5.1.30  
 D2#SV4A1-V. REF D2#SV4A1-V. DAT

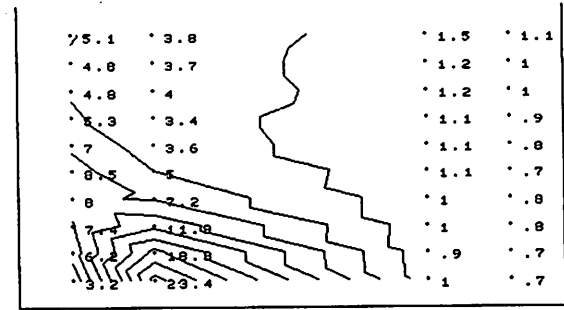
実大約 3 分後

温度分布 1/20 模型 (可視化) R.TIME000259  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 15.0 (m/s) TIME000040



表示面 : 断面1 H5.1.30  
 D2#LV4A1-V. REF D2#LV4A1-V. DAT

温度分布 1/30 模型 (可視化) R.TIME000250  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 15.0 (m/s) TIME000031

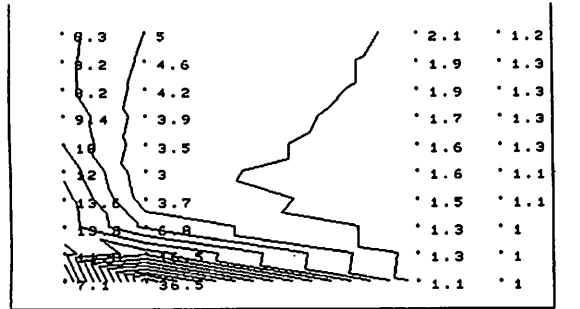


表示面 : 断面1 H5.1.30  
 D2#SV4A1-V. REF D2#SV4A1-V. DAT

温度分布の時間変化

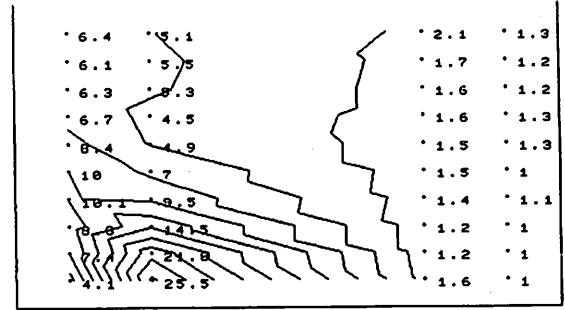
実大約 5 分後

温度分布 1/20 模型 (可視化) R. TIME000513  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 15.0 (m/s) TIME000110



表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
 D2¥LV4A1-V. REF D2¥LV4A1-V. DAT

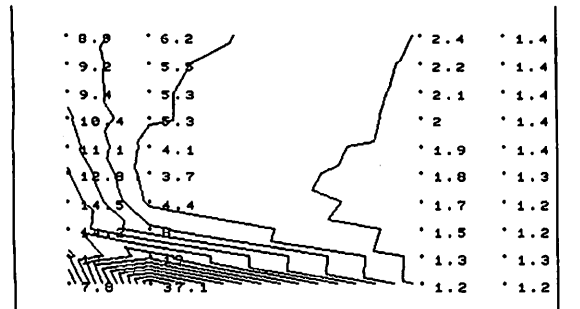
温度分布 1/30 模型 (可視化) R. TIME000507  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 15.0 (m/s) TIME000056



表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
 D2¥SV4A1-V. REF D2¥SV4A1-V. DAT

実大約 15 分後

温度分布 1/20 模型 (可視化) R. TIME001503  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 15.0 (m/s) TIME000322



表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
 D2¥LV4A1-V. REF D2¥LV4A1-V. DAT

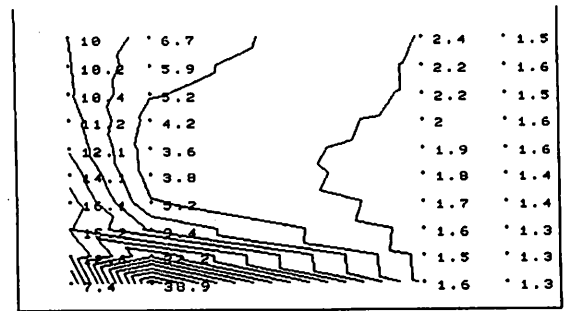
温度分布 1/30 模型 (可視化) R. TIME001509  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 15.0 (m/s) TIME000246



表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
 D2¥SV4A1-V. REF D2¥SV4A1-V. DAT

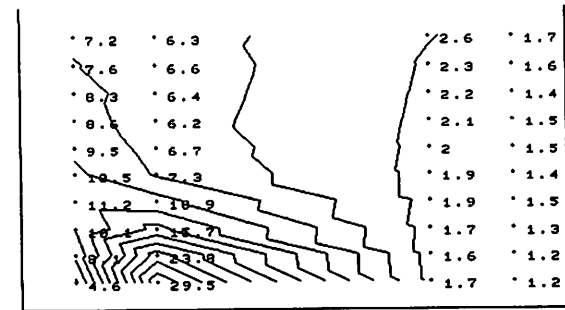
実大約 25 分後

温度分布 1/20 模型 (可視化) R. TIME002454  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 15.0 (m/s) TIME000534



表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
 D2¥LV4A1-V. REF D2¥LV4A1-V. DAT

温度分布 1/30 模型 (可視化) R. TIME002512  
 熱電対: 輻射よけあり 風速 15.0 (m/s) TIME000436



表示面 : 断面1 H5. 1. 30  
 D2¥SV4A1-V. REF D2¥SV4A1-V. DAT

資料 2

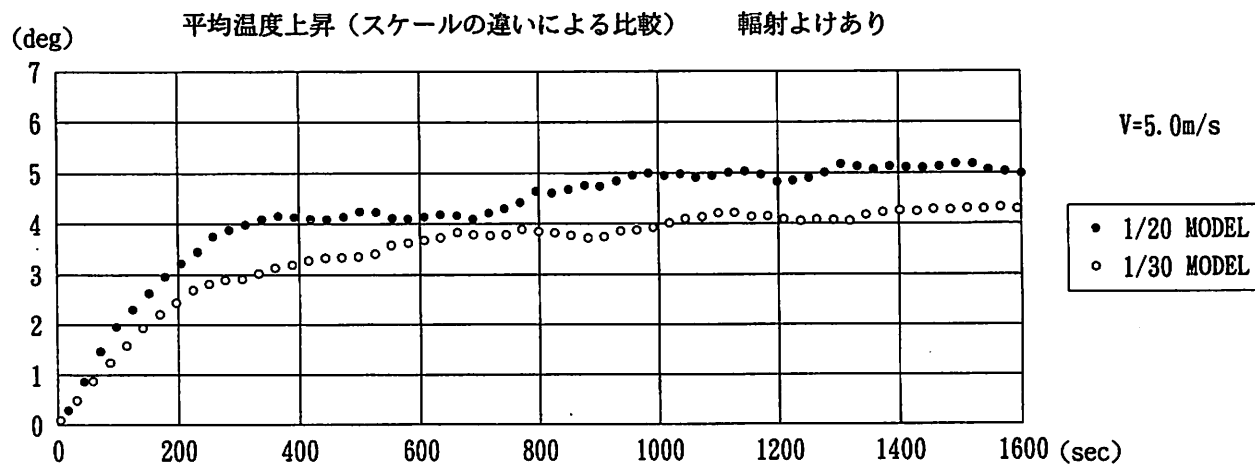
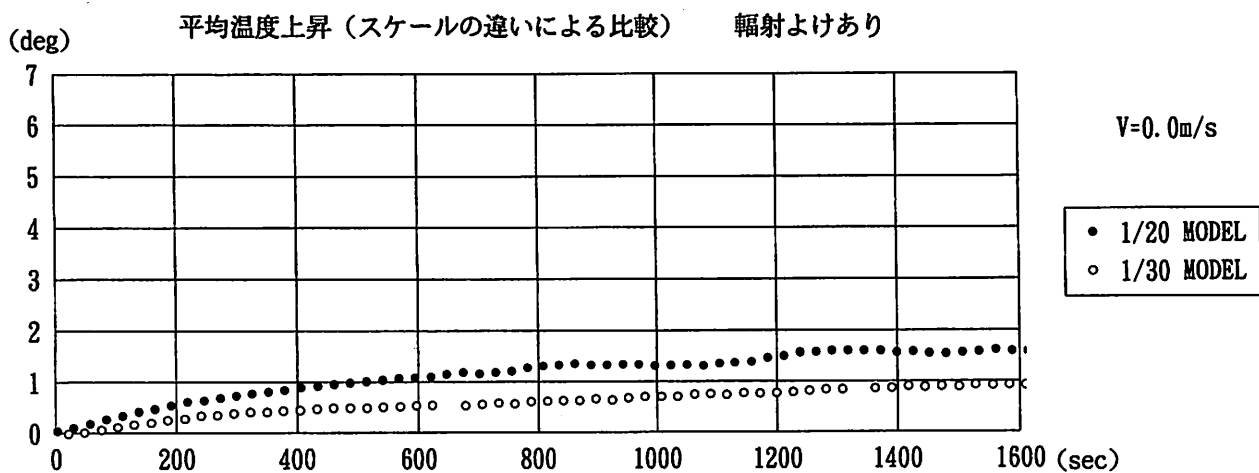
## 平均温度上昇の時間変化による比較

スケールの違いによる比較  
輻射よけの影響  
トレーサーの影響

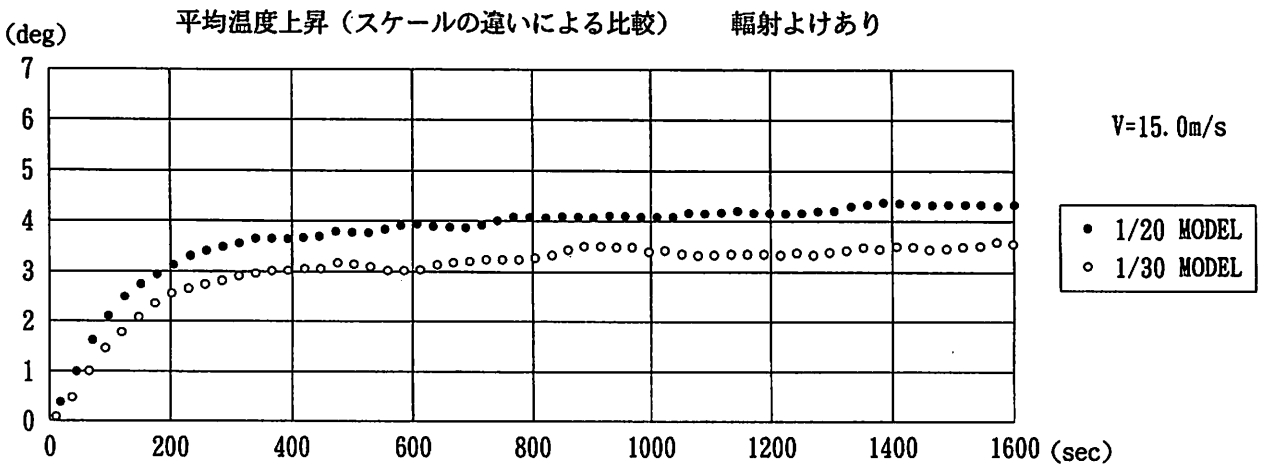
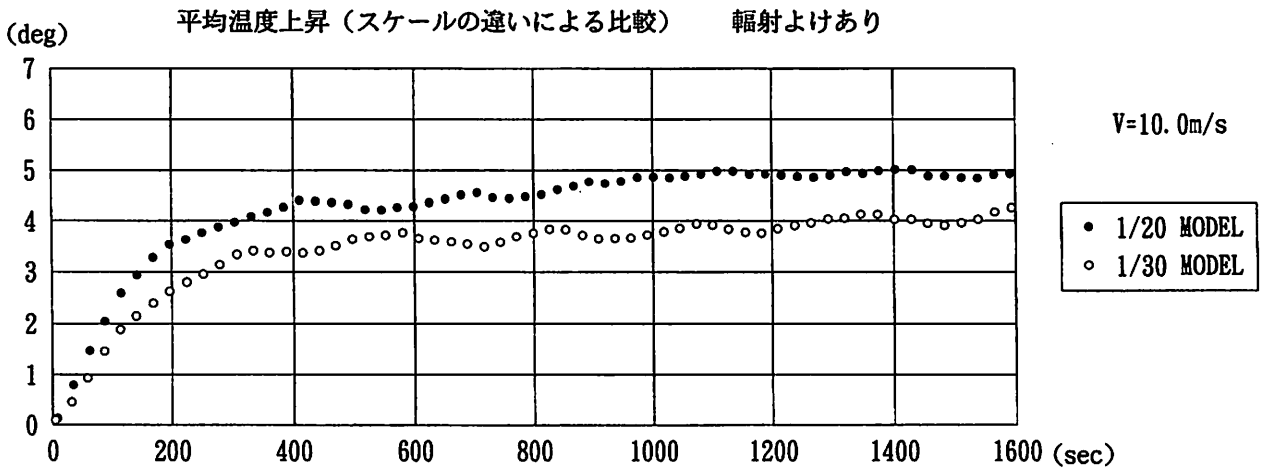
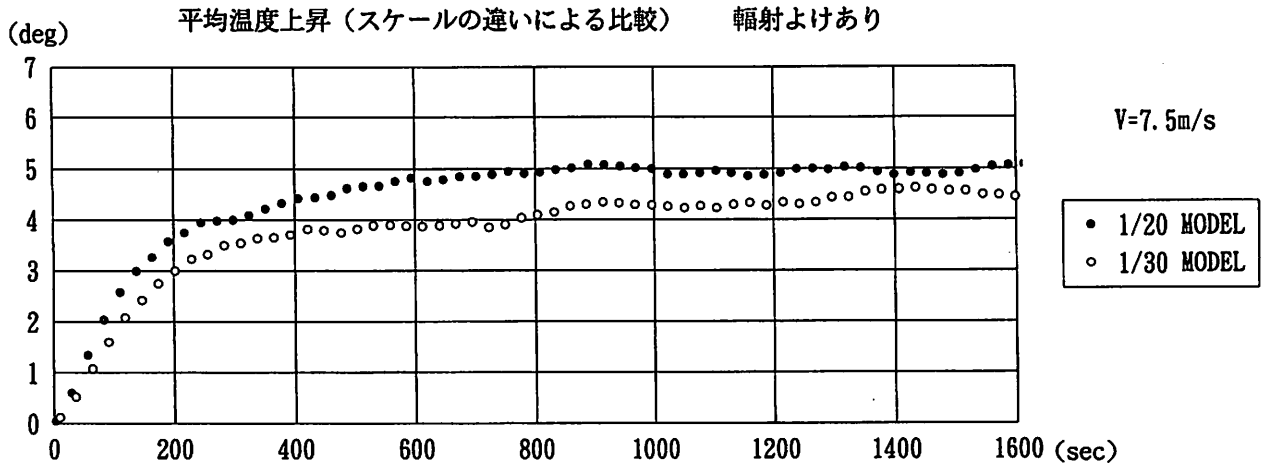
平均温度上昇の時間変化

スケールの違いによる比較

輻射よけあり



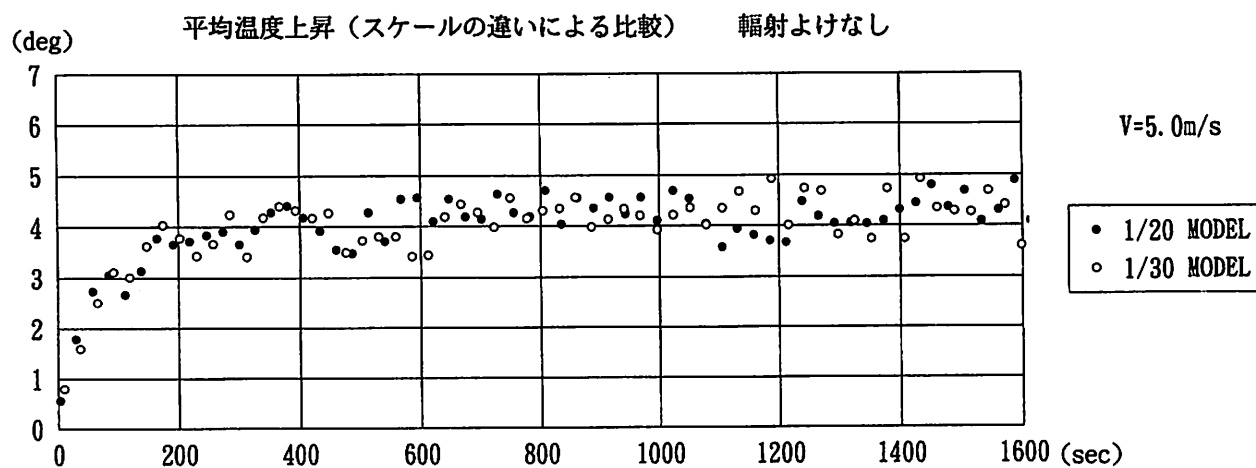
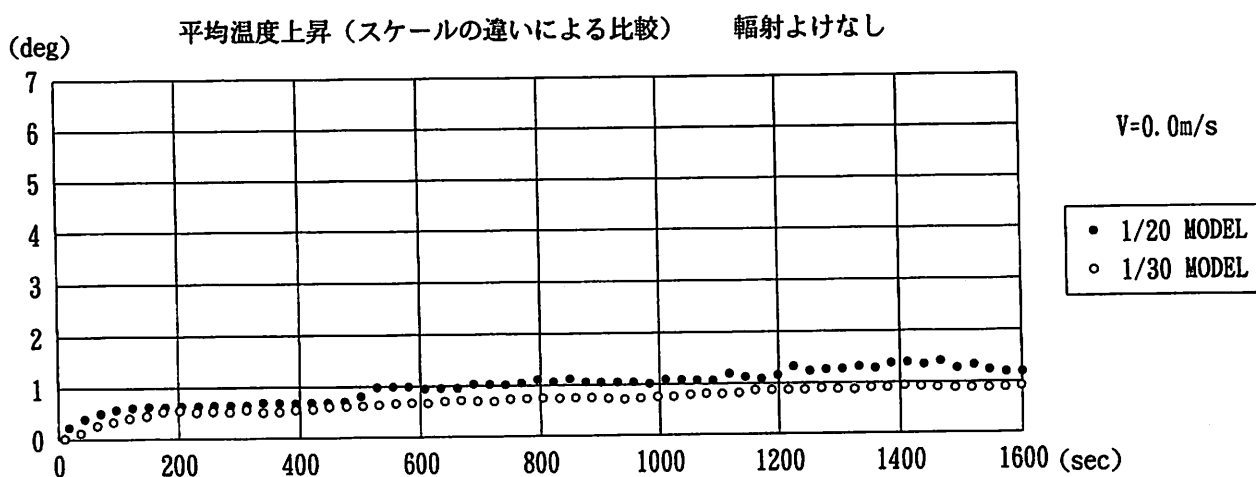
平均温度上昇の時間変化



# 平均温度上昇の時間変化

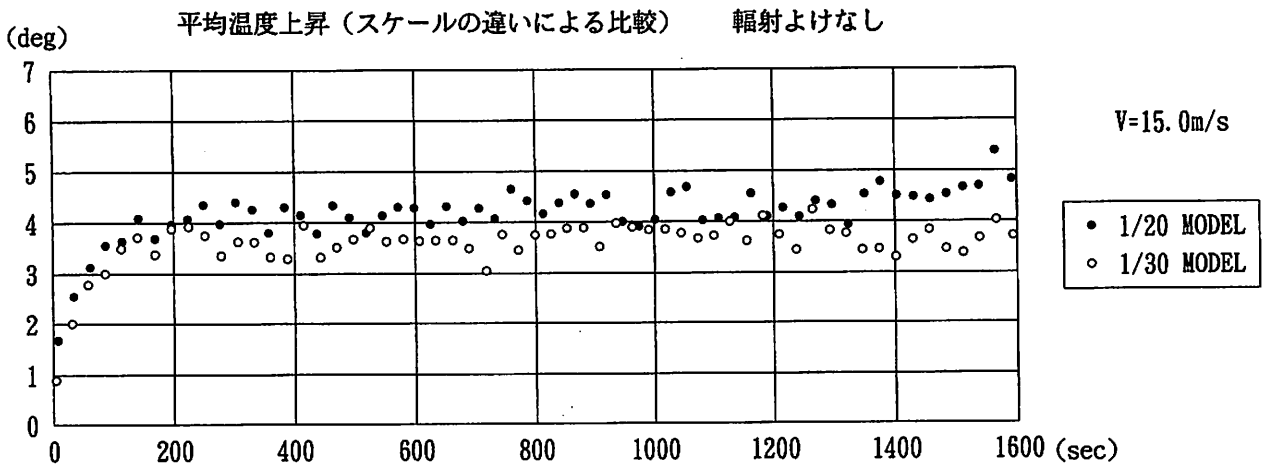
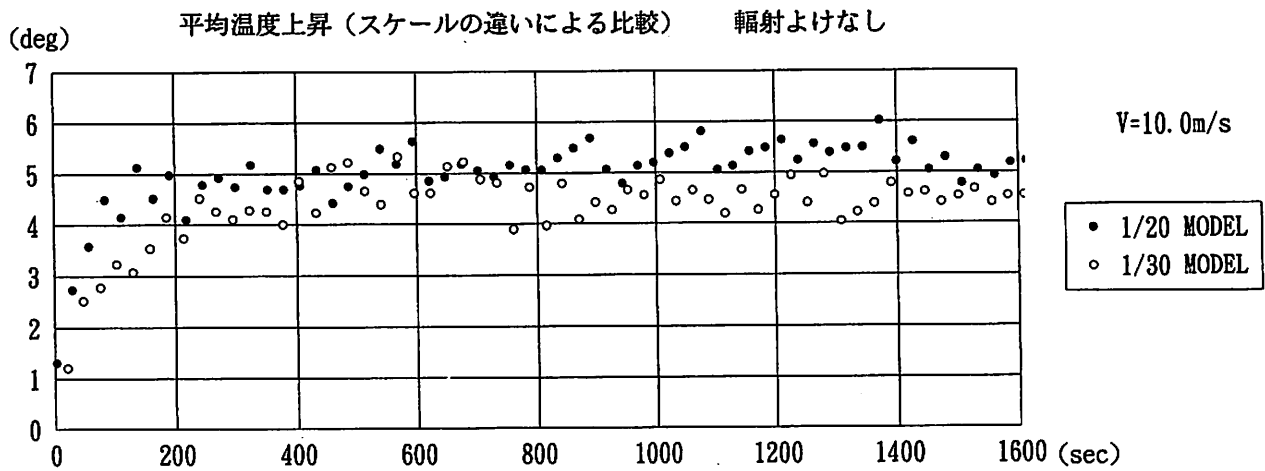
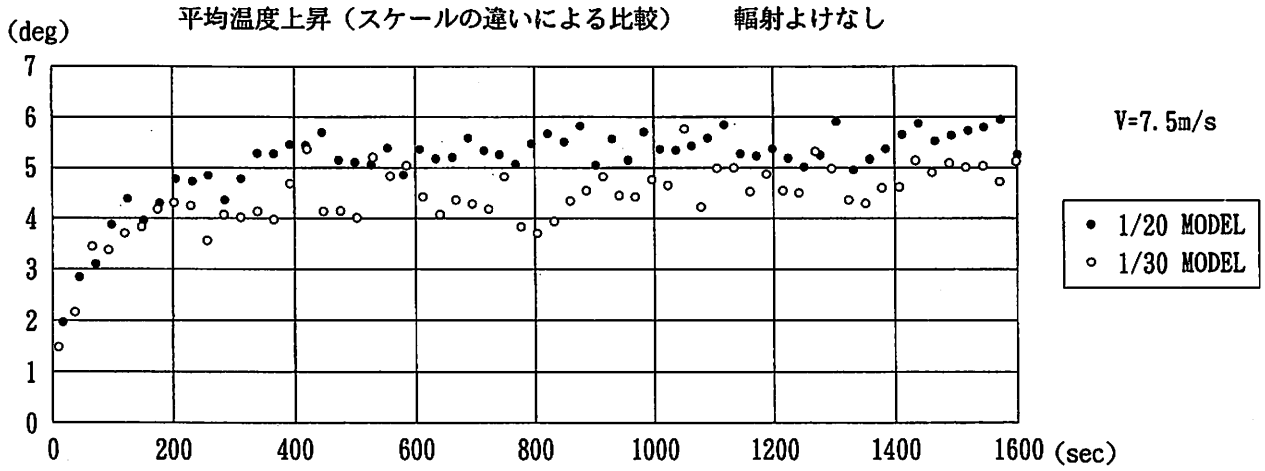
## スケールの違いによる比較

輻射よけなし





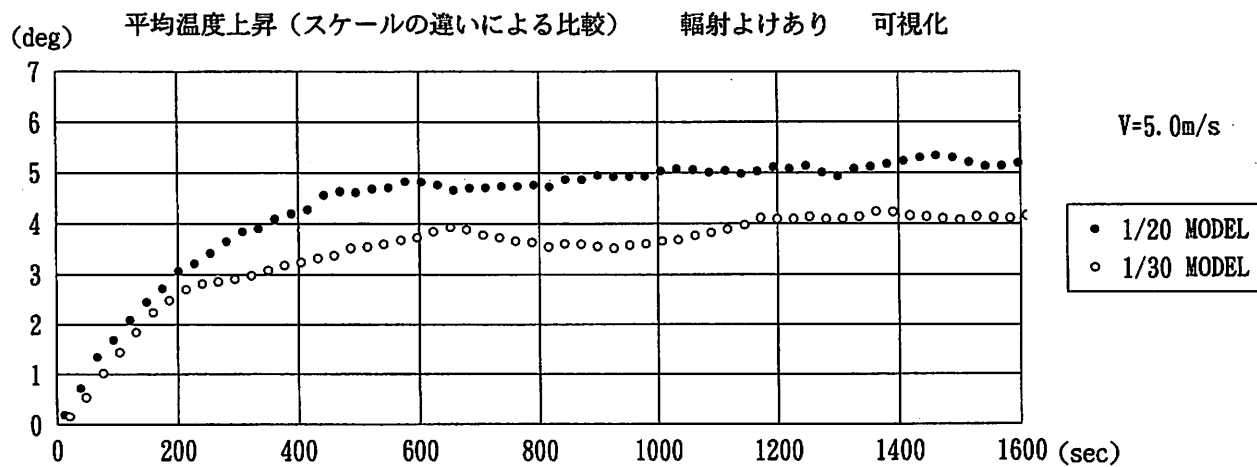
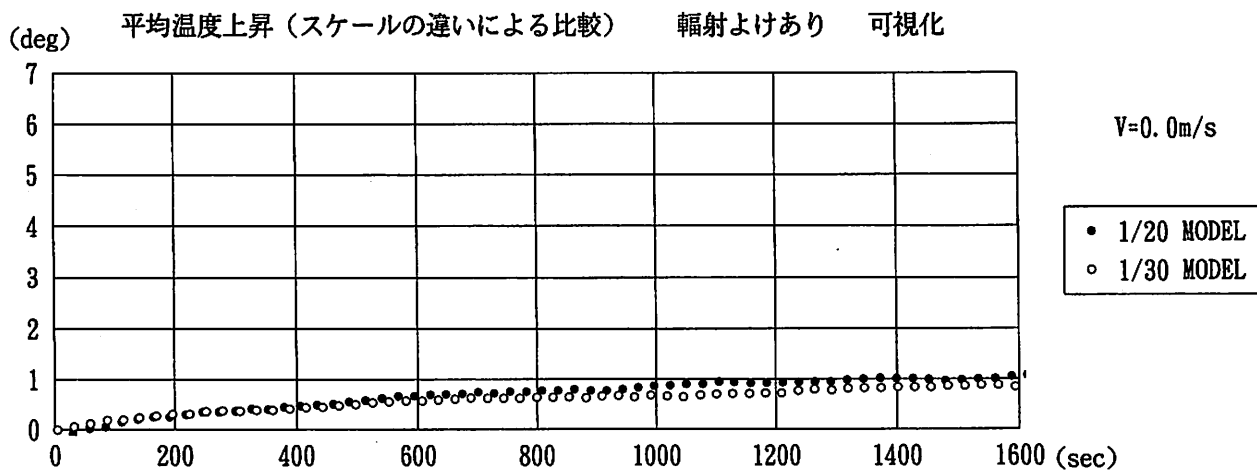
平均温度上昇の時間変化



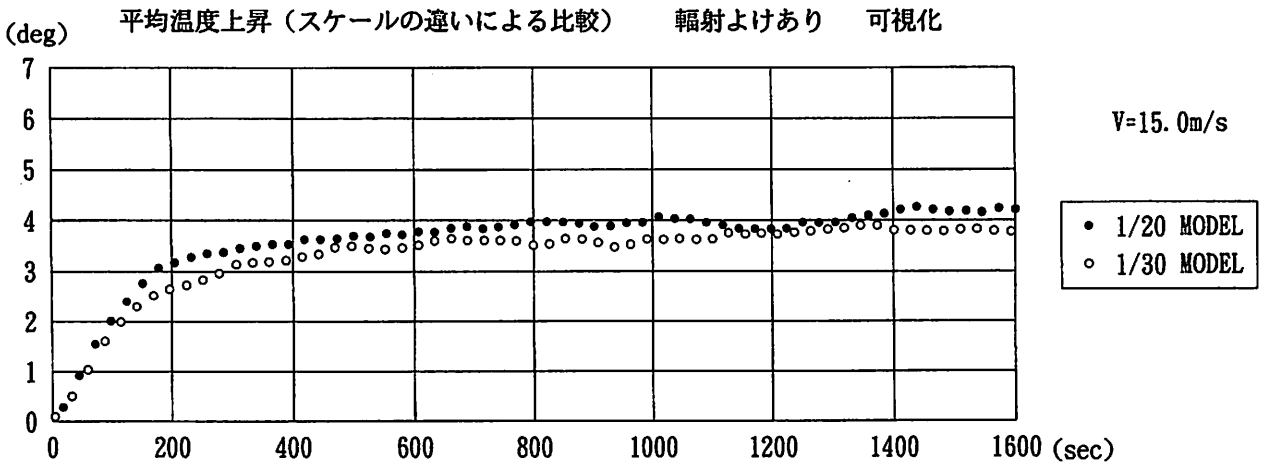
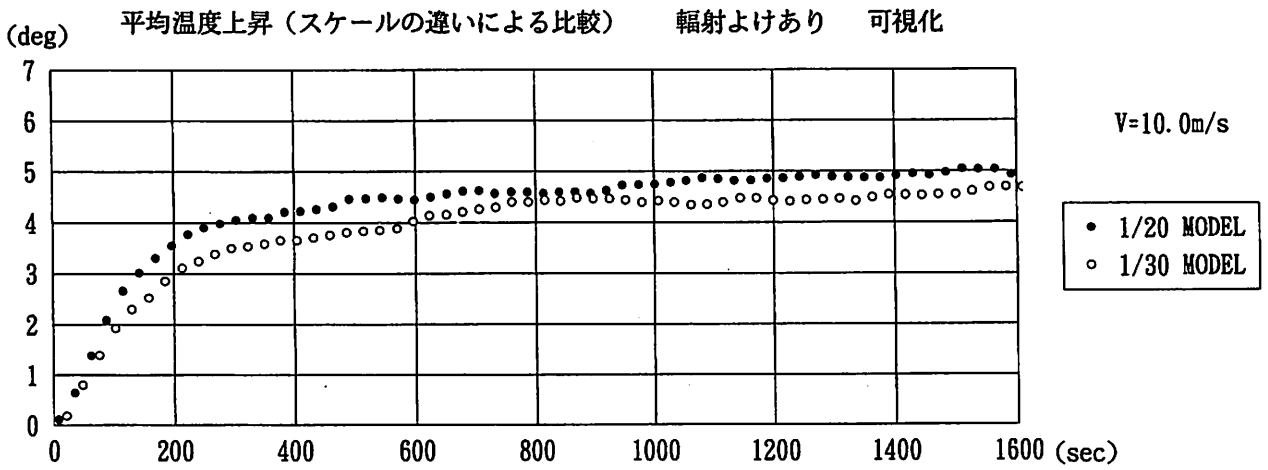
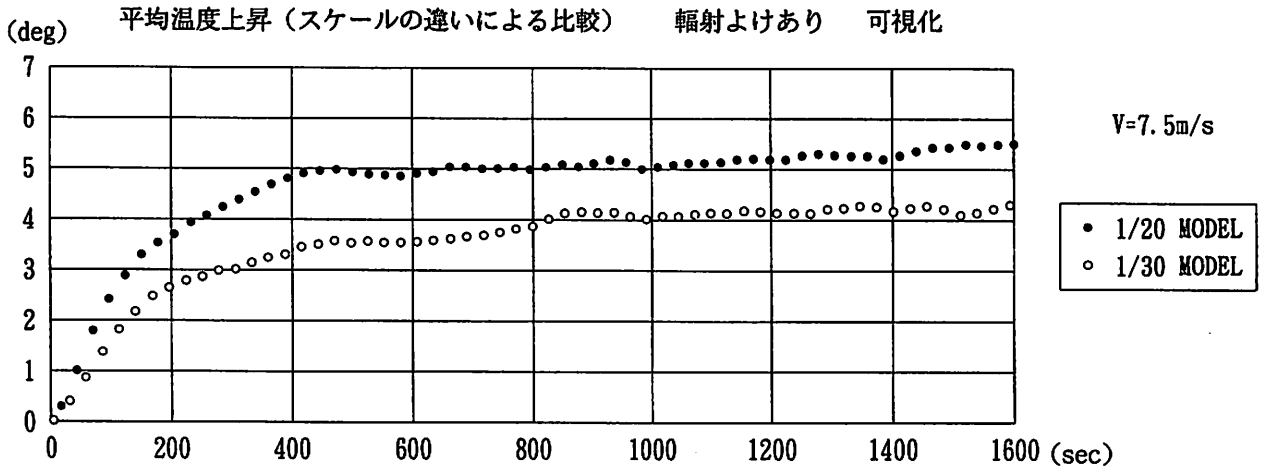
平均温度上昇の時間変化

スケールの違いによる比較

輻射よけあり・可視化



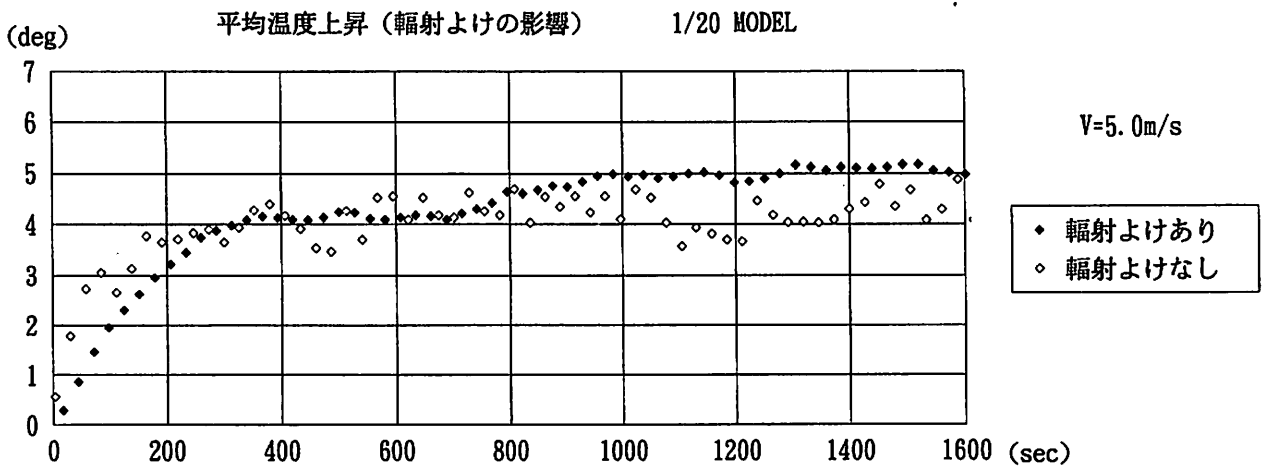
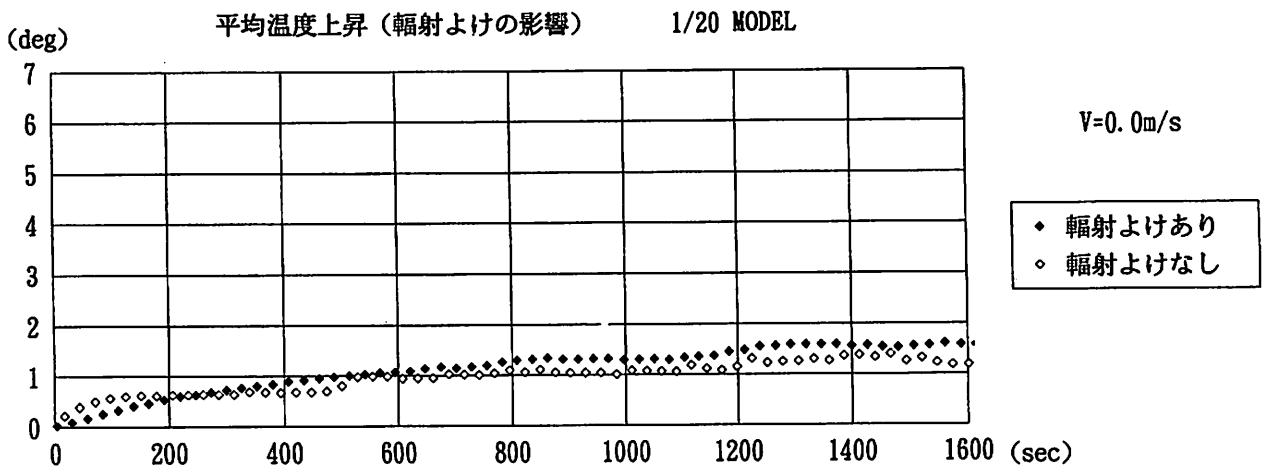
# 平均温度上昇の時間変化



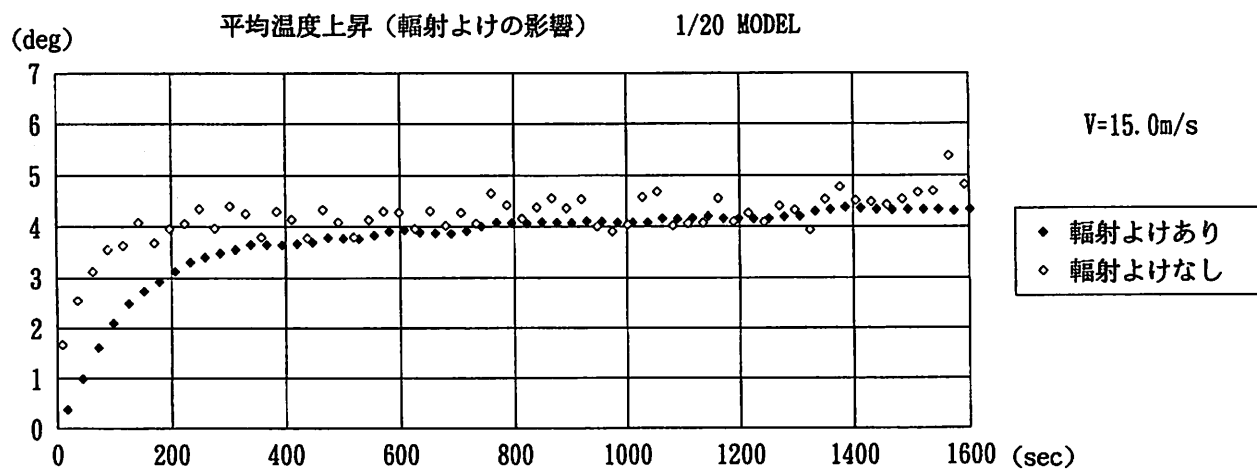
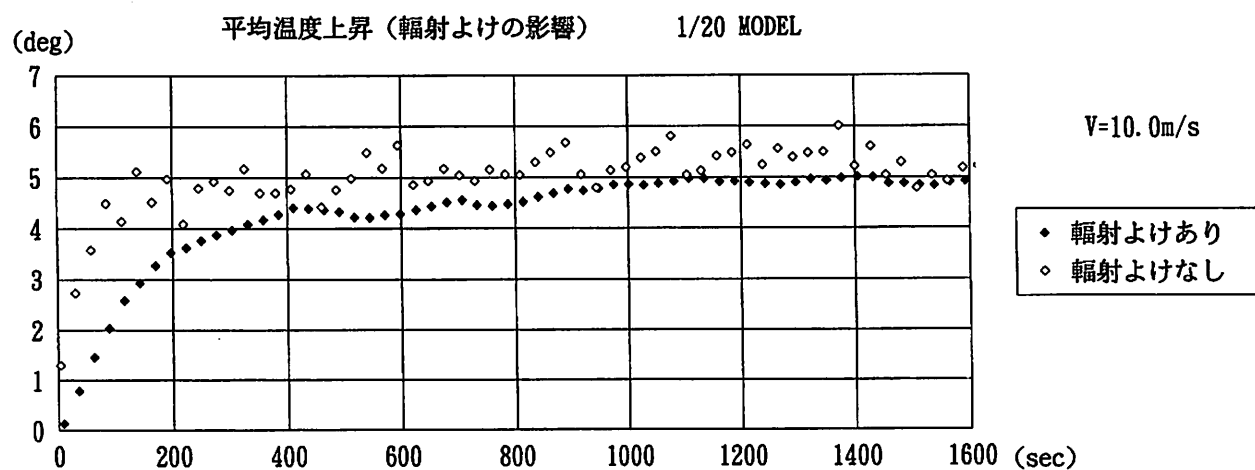
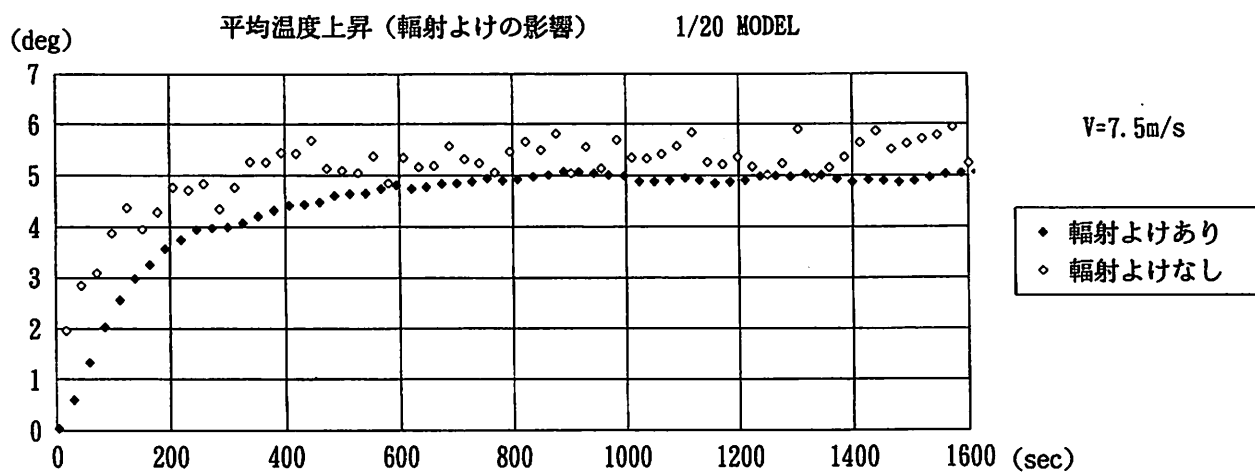
平均温度上昇の時間変化

輻射よけの影響

1/20 MODEL



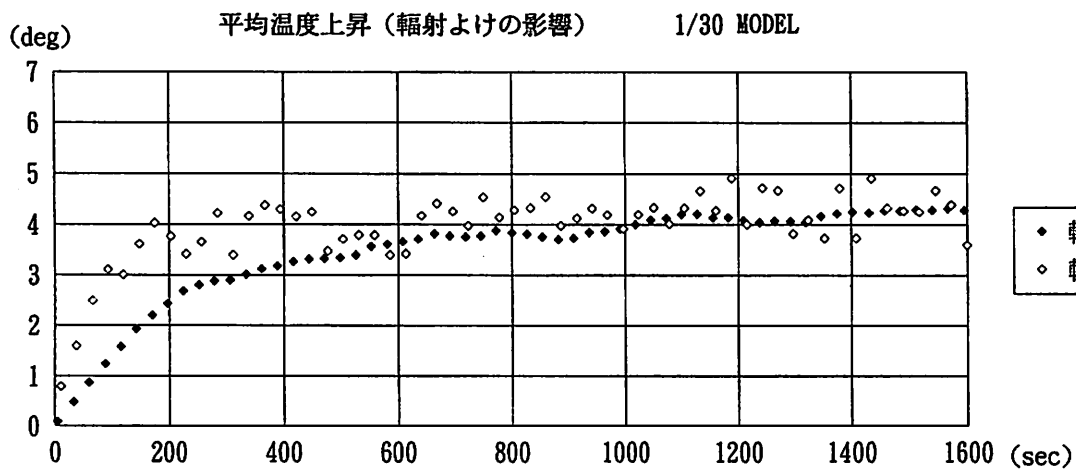
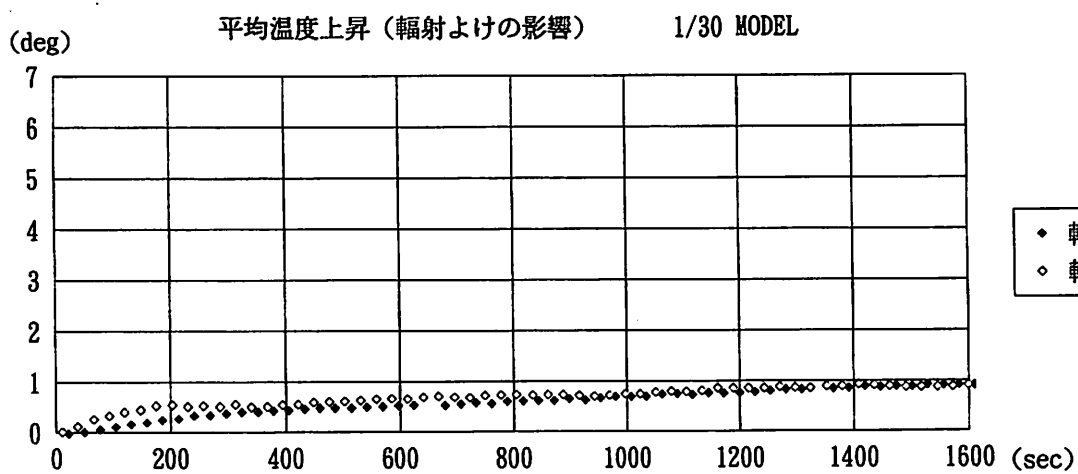
# 平均温度上昇の時間変化



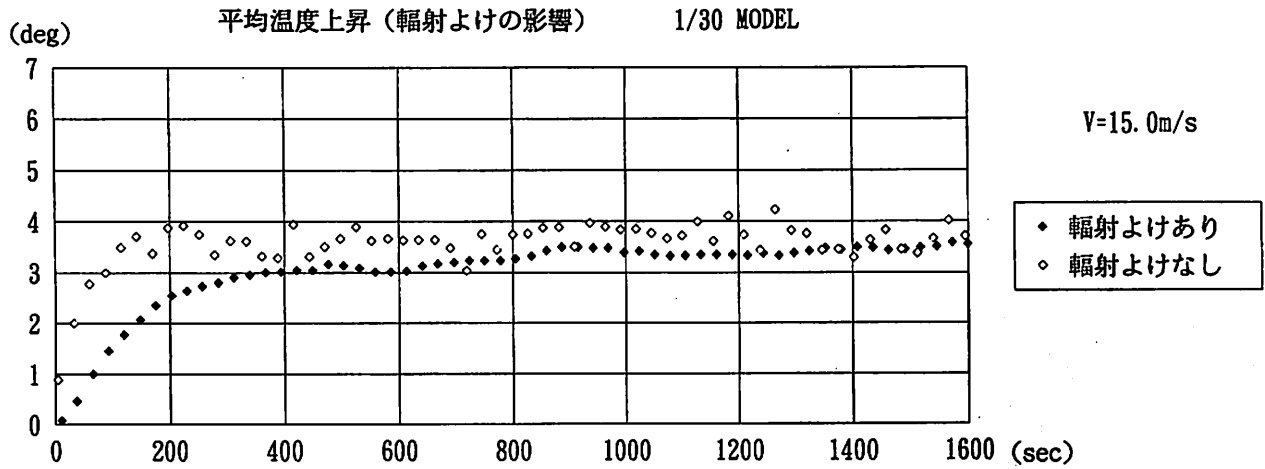
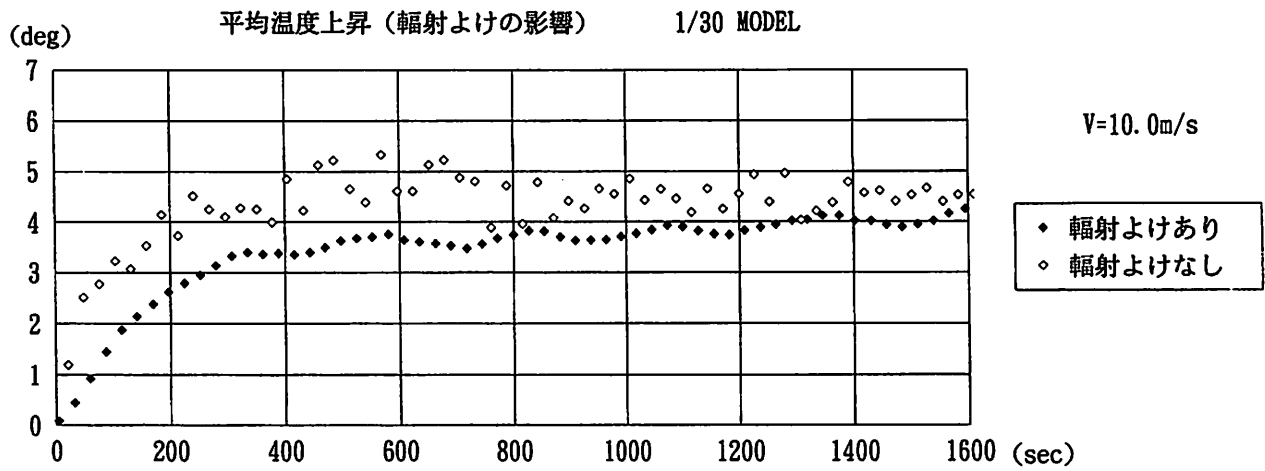
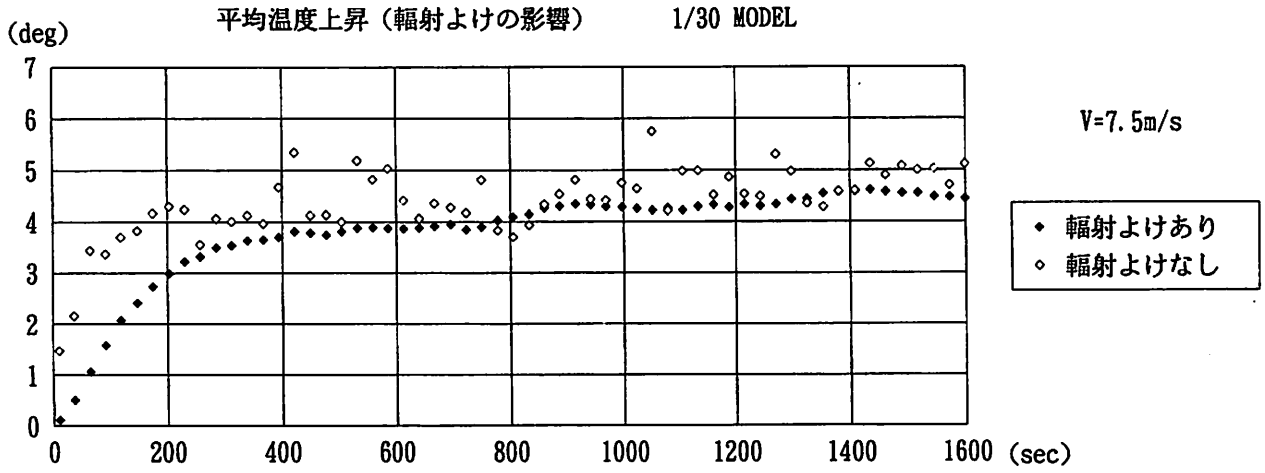
平均温度上昇の時間変化

輻射よけの影響

1/30 MODEL



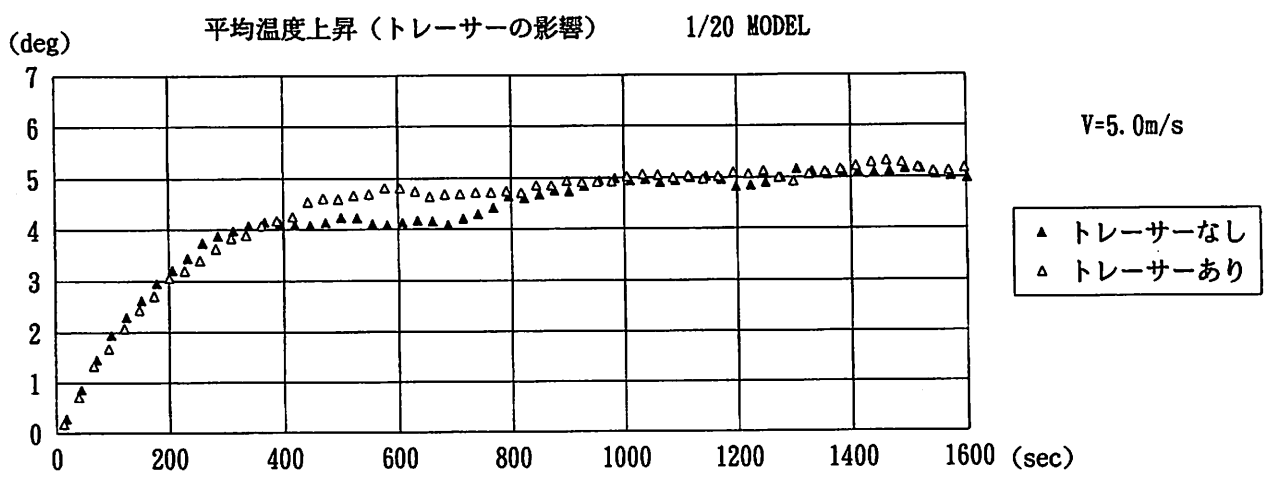
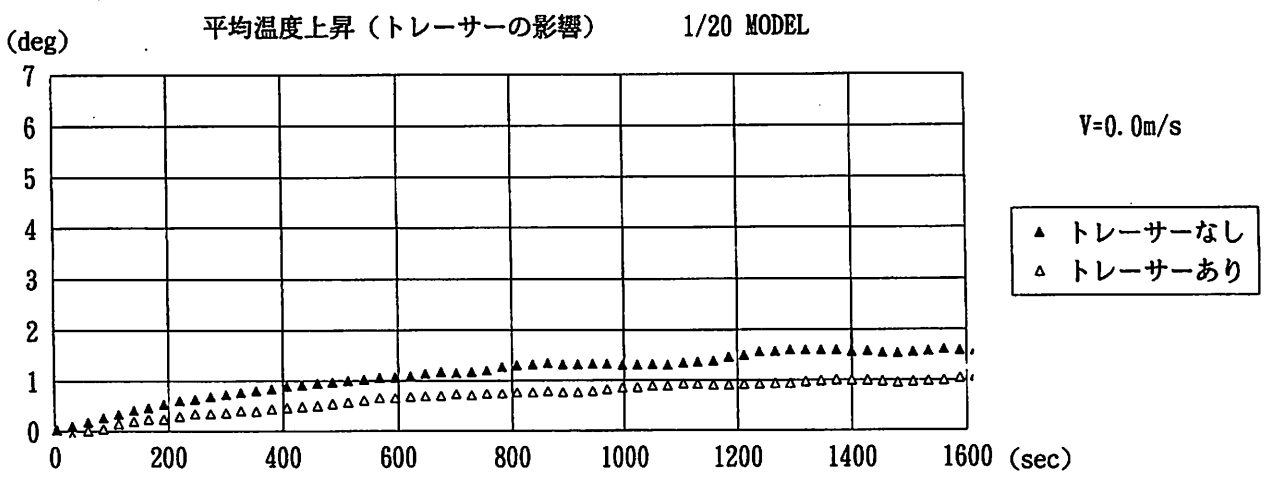
平均温度上昇の時間変化



平均温度上昇の時間変化

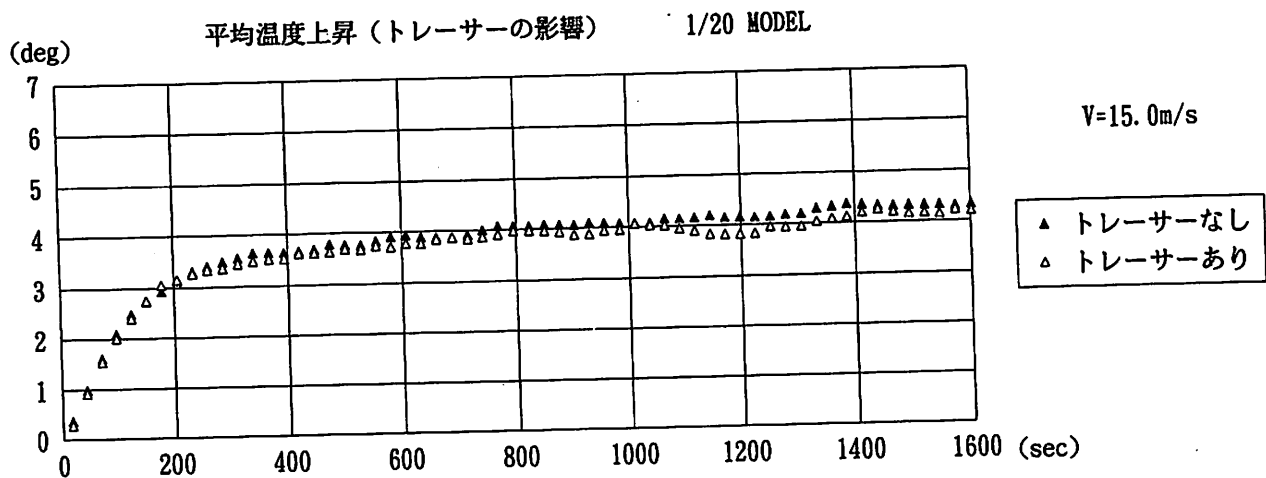
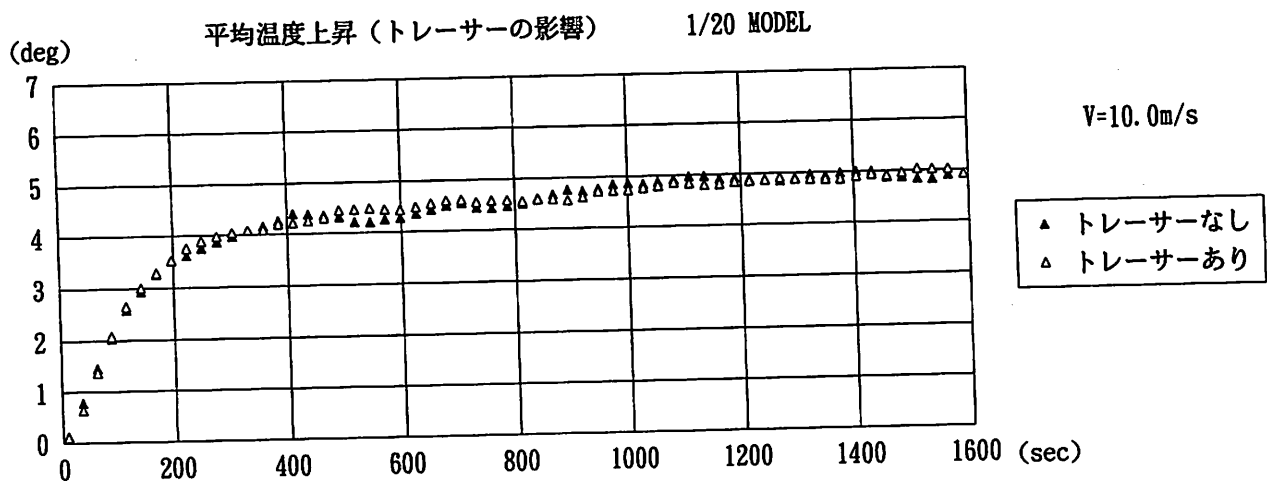
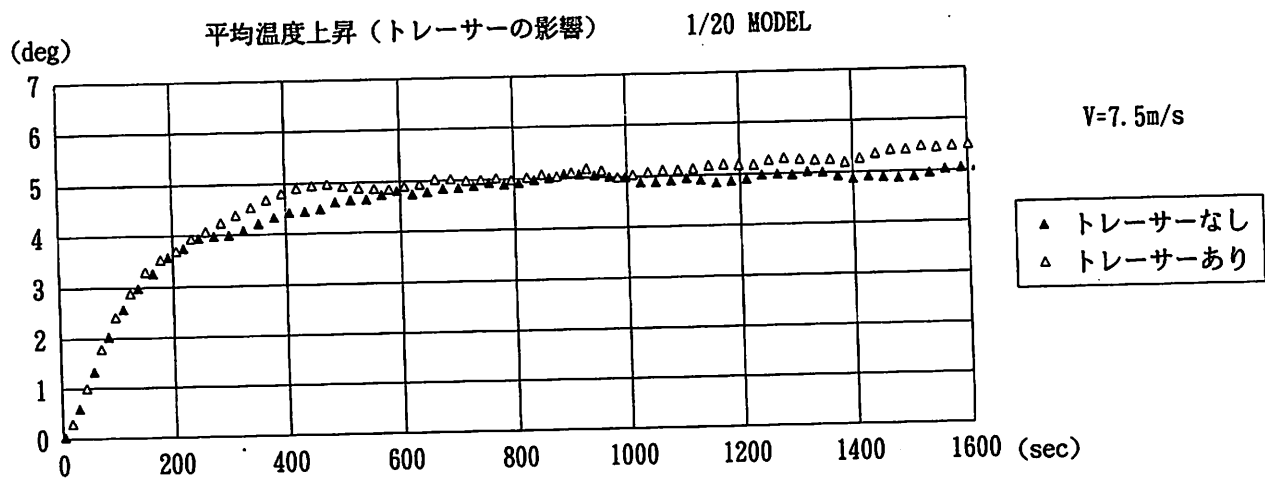
トレーサーの影響

1/20 MODEL





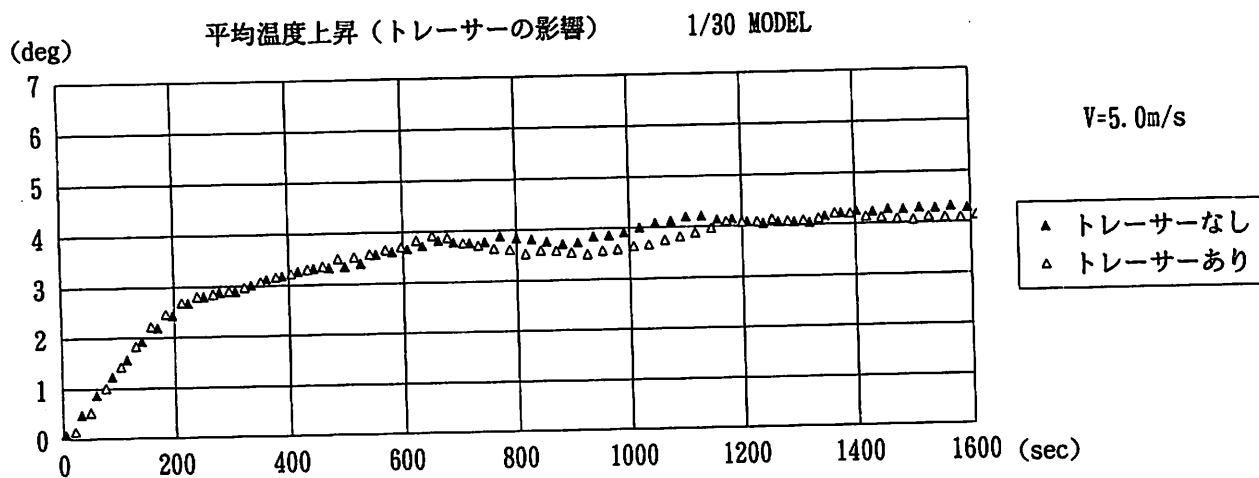
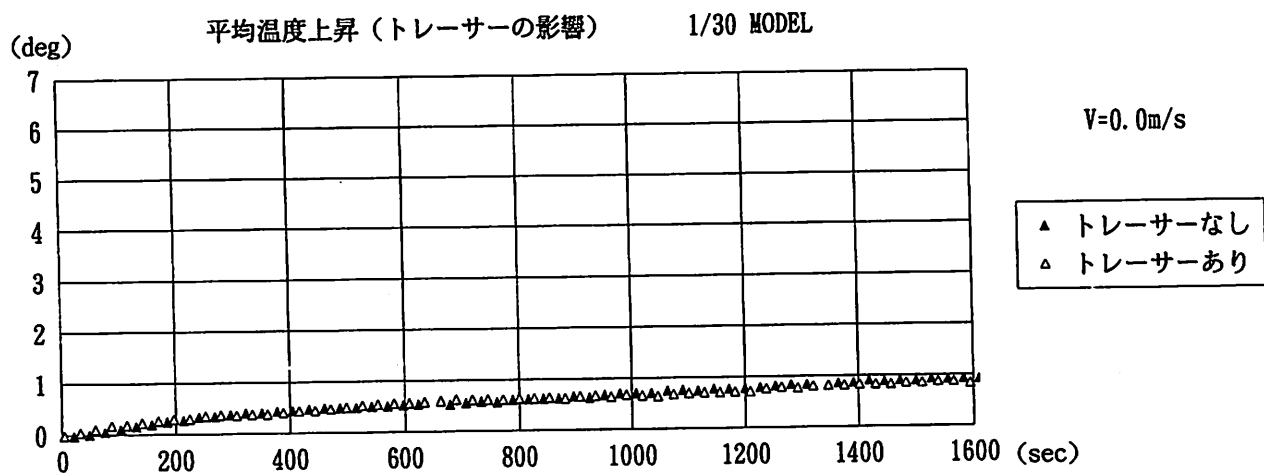
平均温度上昇の時間変化



平均温度上昇の時間変化

トレーサーの影響

1/30 MODEL



平均温度上昇の時間変化

