

ISSN 0386-5878

土木研究所資料 第1595号

マイクロフィルム 第 号

土木研究所資料

一様風中の障害物周辺における風速分布

昭和 55 年 5 月

建設省土木研究所
トンネル研究室

目 次

1. まえがき	1
2. 計測装置	2
3. 計測手順	4
4. 計測計画	5
5. 計測結果	6
6. まとめ	7
別 表	35

1. ま え が き

トンネル坑口周辺の大気汚染を予測するため、トンネル研究室では現地拡散実験、風洞模型実験および電子計算機による流れの数値解析を行っている。

本計測は、一様風中に置かれた障害物周辺における流れの数値解析結果の検証データを得ることを目的として、風洞実験を行ったものである。

実験には土木研究所大気汚染実験施設（拡散風洞）を使用し、障害物周辺の風向風速および乱流強度を測定した。また流れを視覚的にとらえるため、タフト試験、煙流し試験により気流の可視化を行い計測の定性的な信頼性を高めた。

昭和 55 年 5 月

トンネル型究室	今	田	徹
	猪	熊	明
	秋	山	清

2. 計測装置

2-1 風洞

本実験を行った風洞は、主として自動車排出ガスの大気拡散模型実験を行うために作られた拡散風洞である。拡散風洞は、風洞内にトレーサガスを放出してガス濃度を計測するという実験の性質上、ガスの集積を避けるために吸込式エッフェル型を採用している。測定胴寸法は、幅 6 m、高さ 3 m、長さ 24 m である。障害物は測定胴のほぼ中央床面に設置した。

風洞全体図を図 2-1 に、性能諸言を表 2-1 に示す。

2-2 障害物

風洞中に設置した障害物を図 2-2 に示す。障害物は合板製で表面をつや消しの黒色塗装粗面仕上げとし、白色線で縁どりをして視認性を高めた。

障害物の構成は、1 種類の平板部に対して 4 種類の整流板部があり、実験目的に応じ整流板部を取り換えて使用した。(写真 2-1)

2-3 風洞風速計

風洞風速の測定は、ピトー管とベッツ型差圧計により計測した。(写真 2-2) ピトー管は測定胴上流側天井部に設置している。

2-4 タフト(気流糸)

障害物近傍の流れは複雑に変化するため、熱線風速計による風速測定の前に、各測定点の気流の向きをあらかじめとらえておく必要がある。タフトは、細い糸または布切れを気流中に置きその動きから流れを観察するための、最も簡単な風向計である。本実験では、風速範囲が微風域であるため図 2-3 のような軽く視認性の良いタフトを試作し、それを伸縮アンテナ先端に取付けて各測定点上に置き、目視あるいは写真撮影により、水平風向および垂直風向を観測した。これをタフトスティック法という。

2-5 熱線風速計および熱線プローブ

障害物周辺の風速測定点では、熱線風速計により風速および乱流速度を測定した。熱線風速計のセンサーは、5 $\mu\phi$ のタングステン線の I 型、X 型プローブを使用した。

図 2-4 に I 型プローブの指向特性を示す。この図からわかるように、熱線プローブは指向性が強いいため、気流方向にプローブを合わせないと正確な測定ができない、そのため本実験では後述するプローブ回転装置(図 2-7、写真 2-4)により各測定点ごとにプローブ先端を回転させ、熱線出力が最大になる位置を主風向として水平角度を記録する方法をとった。

図 2-5、2-6 に X 型プローブの指向特性を示す。X 型プローブは、2 本の熱線が気流方向に対して 45° になるように取付けられており、この両熱線の出力差を演算することにより風向風速を測定すること

ができる。X型プローブは床面に対して垂直に取付け垂直角の測定を行った。X型プローブもI型と同様に指向性が強いため、プローブをI型で測定した水平方向に設定し、またタフト法によって測定されている垂直角に垂直角設定器により設定することにより測定精度を高めた。熱線風速計を写真2-3に示す。

2-6 プローブ回転装置、垂直角設定器

プローブ回転装置および垂直角設定器、(図2-7, 写真2-4, 2-5)は、熱線プローブを気流方向に設定するために用いた。

プローブ回転装置は、サーボモーターとその制御部からなり、I型プローブを水平方向に回転させ主風向を検索するもので、回転角度がデジタルで表示される。

垂直角設定器は、タフトにより観測した垂直角にX型プローブの向きを合わせるもので、各測点ごとに設定器の角度目盛により設定した。

2-7 流れの可視化

本実験に用いた計測システムでは、気流中に置かれた障害物周辺の複雑で非定常となる流れを、正確に定量することは不可能に近い。そこで流れを可視化しそれを観測することにより、気流計測の参考資料を得て測定精度の向上をはかることとした。

ここでは、煙およびタフトにより流れの可視化を行った。

2-7-1 煙による可視化

煙による流れの可視化は、気流中に煙を注入しその流脈を観察するものである。

煙発生装置として、図2-8のような発煙筒を用いた。発煙筒より得られる煙は白色でかつ濃厚でありまた気流中に長く保存されるため長い風洞での観察に便利である。

煙発生装置は障害物の上流側約3mの床面に設置して煙を発生させ目視観察した。また写真およびビデオにより流れの状態を記録した。(写真2-6, 2-7)

2-7-2 タフトによる可視化

タフトによる流れの可視化は、観測断面内に多数のタフトを配置しその動きから気流の状態を観察するものである。

本実験では、細い針金に2-4と同様のタフトを10cm間隔に取付けたタフトワイヤーを観測断面内に設置した。このタフトの水平方向の動きは、タフト直上の風洞天井付近から写真撮影し、垂直方向の動きは、風洞壁にそって撮影した。

これを図化したものが、図2-9～図2-16である。タフトが直線になっていない所あるいはタフトワイヤーに絡みついている所は、気流が非定常に乱れて風向が定まらない所である。

3. 計測手順

障害物周辺の流れを計測するために熱線風速計を用いたが先に述べた通り熱線風速計は強い指向特性がある。このため各測定点の風向に熱線の向きを合わせないと正確な計測値が得られない。また気流が非定常に乱れている測点の計測は非常に困難である。したがって本実験では、測定精度を上げるため次のような手順により計測を行った。計測手順の概要を図3-1に示す。

3-1 流れの可視化

2-7に述べた方法により流れを可視化して観察することにより、障害物周辺の流れの概要をつかみ、計測計画の参考資料を得た。また解析時の参考資料とするため、写真およびビデオにより可視化した流れを記録した。

3-2 タフト試験

各測定点上にタフトを置き、そのタフトの動きから水平角と垂直角を観測した。

3-3 I型プローブによる水平方向および風速の計測

タフト試験によって得られた水平風向に、I型プローブの向きを合わせる。ここでプローブ回転装置により、 $x-y$ 本面上にプローブを回転させ、指示風速が最大となる方向を検索しそれを水平方向 $\angle gfh$ (図3-2)とし記録した。この状態での熱線出力を1分間データレコーダーに収録した。この熱線出力から風速 $|bh|$ がもとまる。

3-4 X型プローブによる垂直風向および風速の計測

各測点の垂直風向は、X型プローブによって計測した。X型プローブは平面 bhf 内に置き、さらにプローブの垂直角をタフト試験により得られた垂直角に垂直角設定器により合わせる。この状態での熱線出力を1分間データレコーダーに収録した。X型プローブの熱線出力差から垂直角 $\angle bhf$ と風速 $|bh|$ がもとまる。

3-5 データの処理

データレコーダーに収録したアナログデータは、A/D変換器によりデジタル化しMTに収録した。サンプリングは、1milisec間隔で20秒間である。

MTに収録したデータを、電子計算機により、平均風向、平均風速および風向変動の標準偏差を演算し、作表出力した。

4. 計測計画

4-1 計測ケース数

実験はパラメーターを変えて、10 ケース行われた。それを表 4-1 に示す。

このうち E_{XP} №1~3 を数値解析の対象とした。 E_{XP} №4~9 は整流板がどの程度のなだらかな勾配をもたなければいけないかを調べるために行った。 E_{XP} №10 は直方体障害物の風下直近の風の流れを調べるために行った補足実験である。

4-2 計測位置

計測位置は図 4-1, 4-2, 4-3, 4-4 に示す。

5. 計測結果

5-1 タフト計測

タストスティック法によるタフト計測結果を別表1-1~1-10に示した。

垂直角は、水平を 0° として、その延長線とタフトのなす角度であり、タフトが下向きの場合を $+$ 、上向きの場合を $-$ とした。

水平角は、風洞気流方向を 0° としてタフトがその方向となす角度であり、タフトが風洞上流より見て左に振れた場合を $+$ 、右に振れた場合を $-$ とした。(図5-1)

表中で $a^\circ \sim b^\circ$ と表示しているのは、乱れた気流中のタフトが振動している時の振動範囲である。またさらに振動回転していて風向が定まらないタフトは 360° と表示した。

5-2 熱線風速計による風向風速の計測

熱線風速計による風向風速の測定値を別表2-1~2-12に示した。測定値の符号はタフト計測の場合と同様である。

I型プローブの水平角は、プローブ回転装置の指示値である。

X型プローブの合成風速および垂直角は、1ch, 2chの両熱線出力より演算したものである。標準偏差は、その点における風向変動の強さを示すものである。

実験 $\#$ 10は、直方体断面後方部のみの計算値である。この部分は、流れの可視化試験でも明らかなように、流れが非定常に乱れて風向が定まらず、流れの定量は不可能に近い。従ってここでは、I型プローブの水平角を 0° , -45° , -90° , -135° に固定して測定し、その点における主たる風向を探ろうとした。

図5-2~5-9は、熱線風速計により測定された各測点の風向風速を図化したものである。また図5-10~5-12は各測点の標準偏差の分布図である。

90° 断面では、障害物上流側上辺付近から気流が上向きにはく離し、障害物上面では標準偏差が大きく気流が乱れていることがわかる。障害物後方では、風速が低く気流が乱れ、風速 4 m では気流が逆転しているところもある。

障害物上方($Z = 0.7\text{ m}$)の気流も、障害物による影響が表われている。

S incurve断面では、障害物上流付近に気流のはく離現象がみられるが、障害物上面での気流の乱れは非常に少なく、整流板により気流がよく整流されていることがわかる。

障害物後方の乱れも 90° 断面に比較して小さい。

これらの結果は、事前に行ったタフトワイヤー試験ともよく整合している。

6. ま と め

今回の実験で次のようなことがわかった。

- 1) 障害物の後方での乱れは、直方体の場合がもっとも大きく、次いで傾斜板を直方体の前後に付けた場合、もっとも小さいのは SIN-CURVE の整流板を前後に付けた場合である。
- 2) 流れの乱れの強さは今回の実験ではほぼ平均風速に比例した。
- 3) 風速の測定に関して、乱れの非常に大きいところ（例えば障害物の直上付近）では、タフト計測と熱線風速計による計測結果が異なっている。これは熱線風速計は乱れの大きい場所での計測には適さないことを示している。

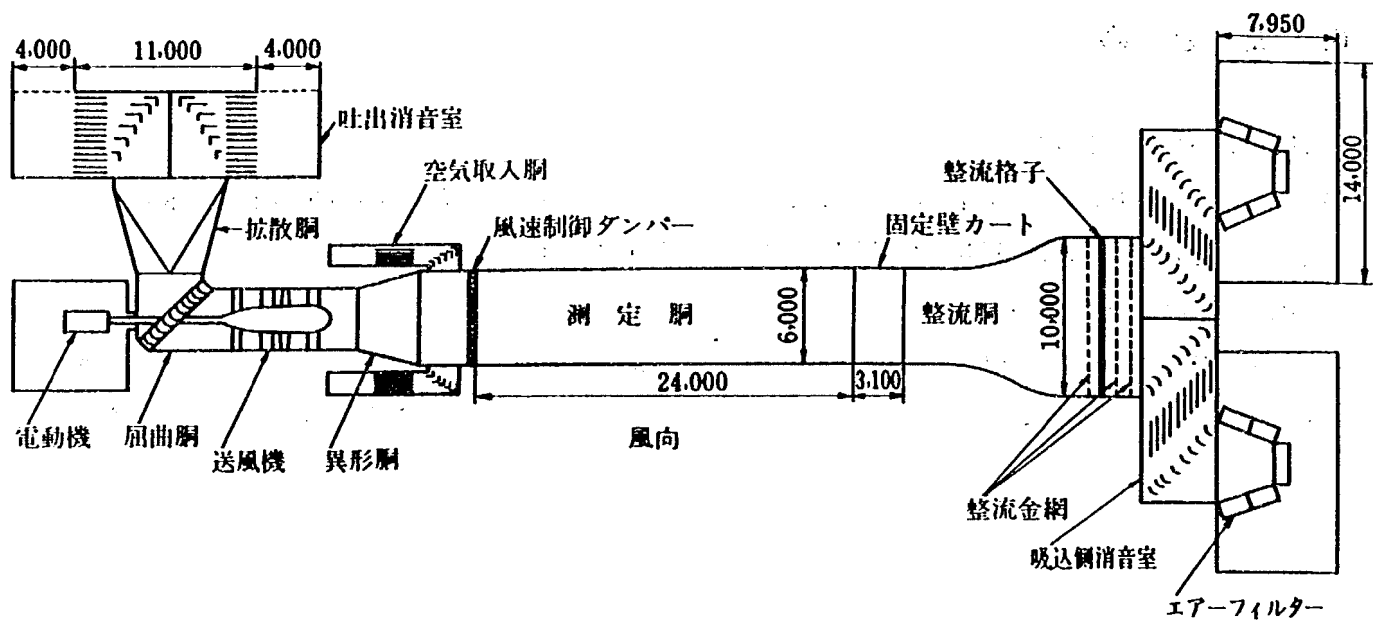
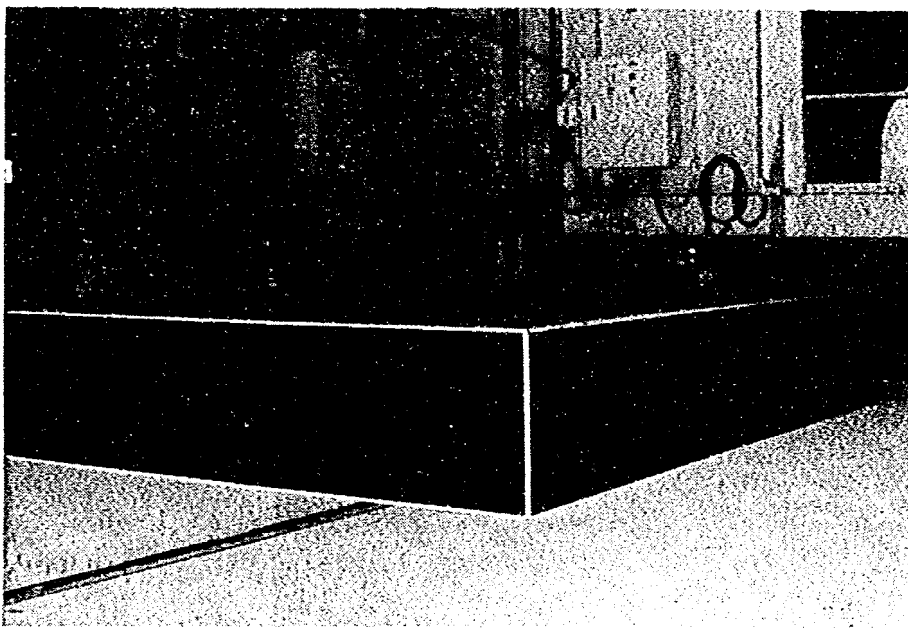


図2-1 風洞全体配置図

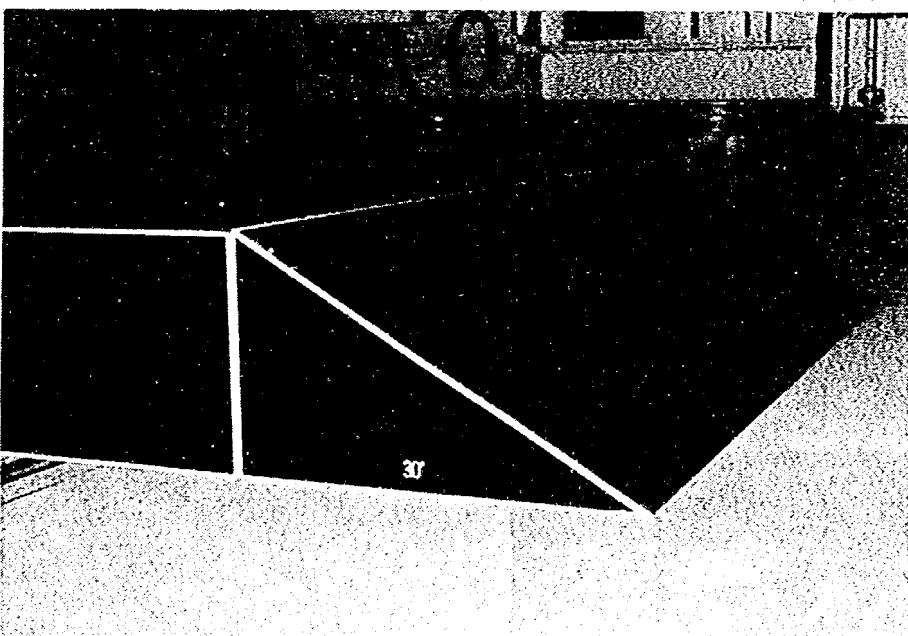
表2-1 拡散風洞の性能諸元

風洞形式	吸込式エッフェル型
測定胴寸法	W: 6 m × H: 3 m × L: 24 m
風速設定範囲	0.2 ~ 15 m/s
縮流比	3.89
送風機形式	軸流1段動翼可変ピッチ型 直径 4000 mm
回転数	360 rpm
動翼枚数	10枚 (後置静翼9枚)
風量	270 m ³ /s
有効全圧	80 mmAq
電動機出力	320 kw
風速分布偏差	1%以内
風速変動	2%以内 (外乱風速 5 m/s時)
乱流強度	1%以内
風速制御方式	1. 定速回転 空気取入扉開度, 風速制御ダンパー 開度, 動翼開度による制御 2. 回転数制御

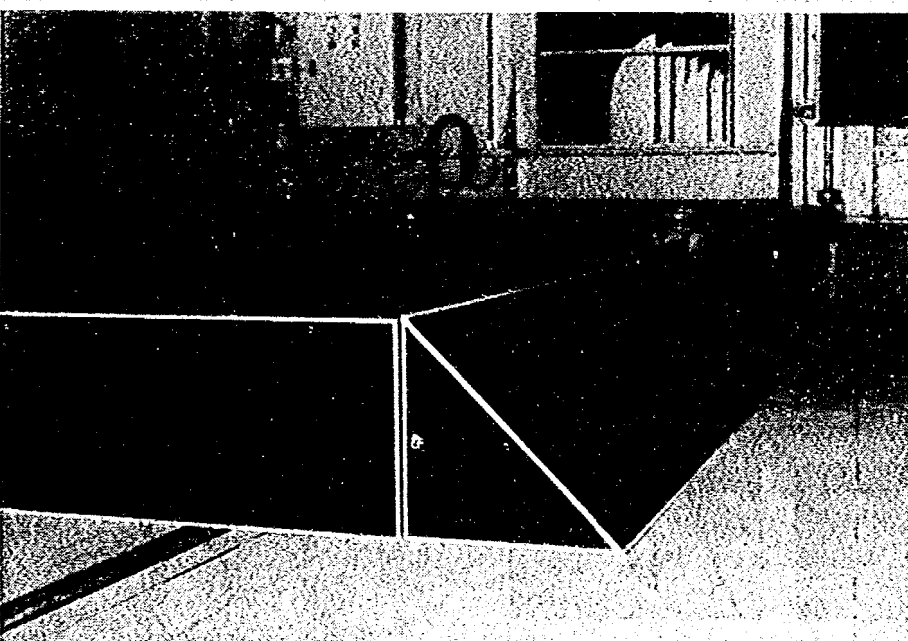
写真2-1 障害物



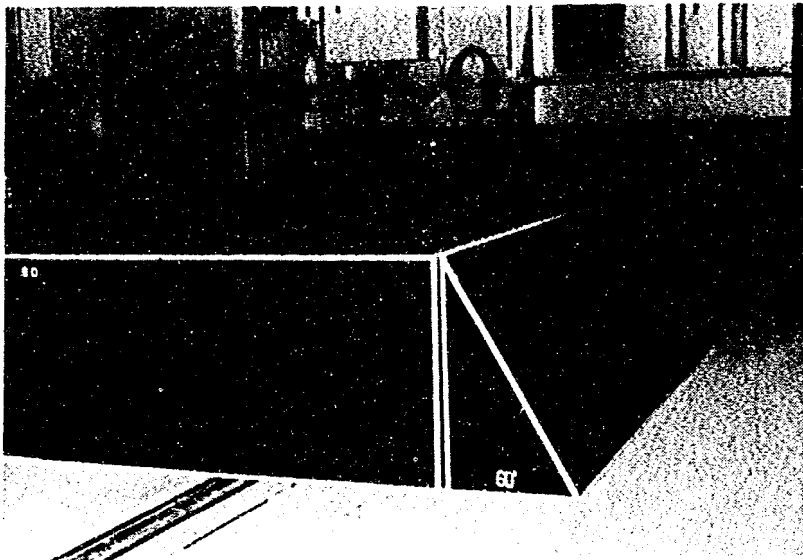
2-1-1
90° 断面



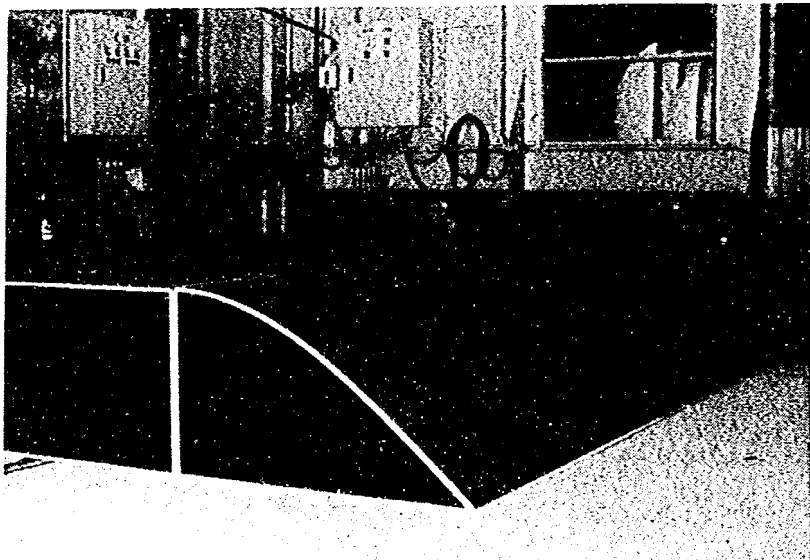
2-1-2
30°



2-1-3
45°



2-1-4
60°



2-1-5
sin curve

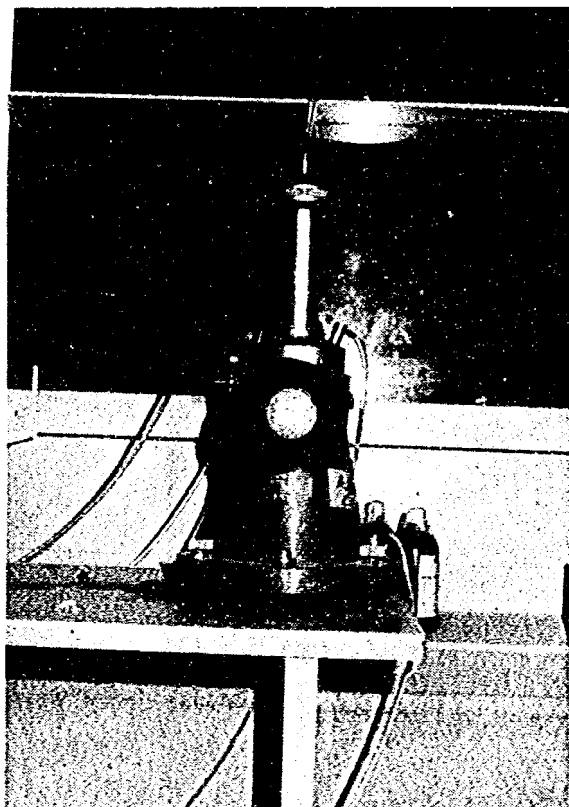


写真2-2 ベッツ型差圧計

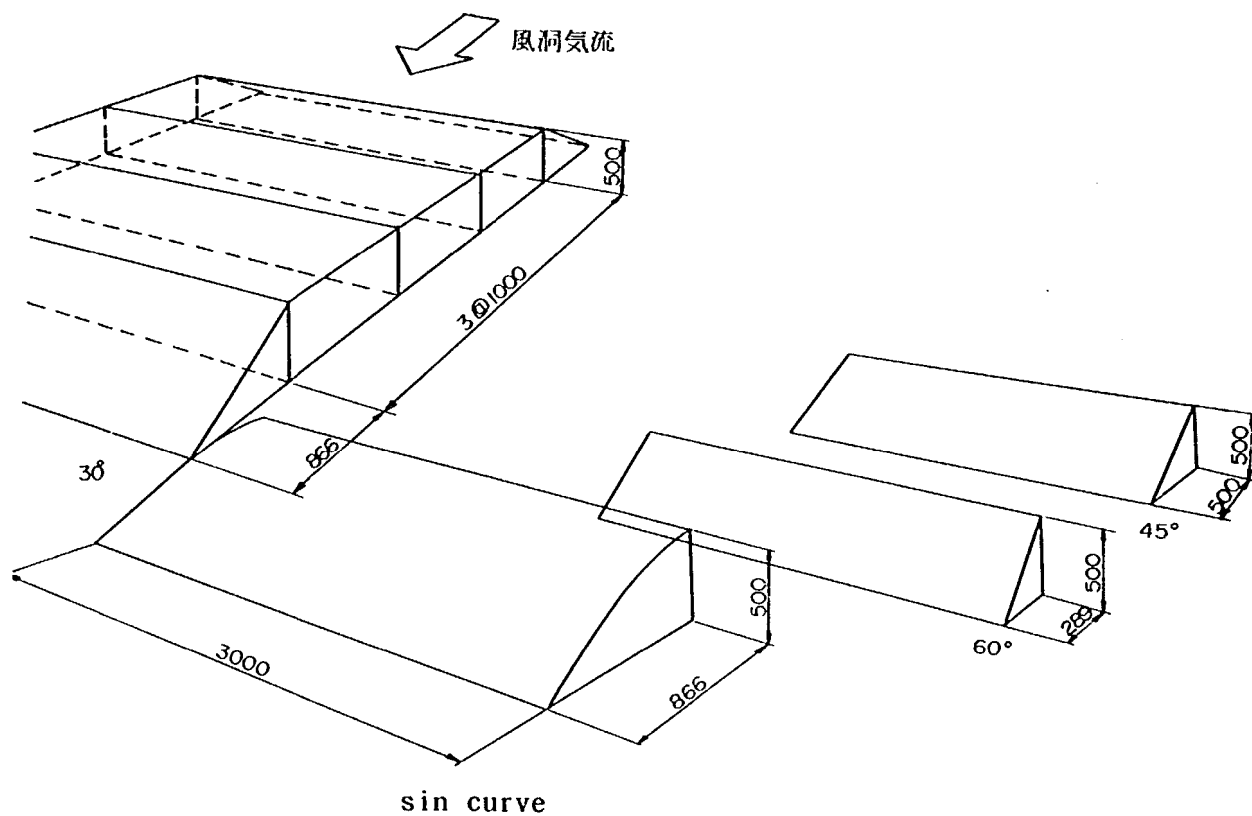


図2-2 障害物組立図

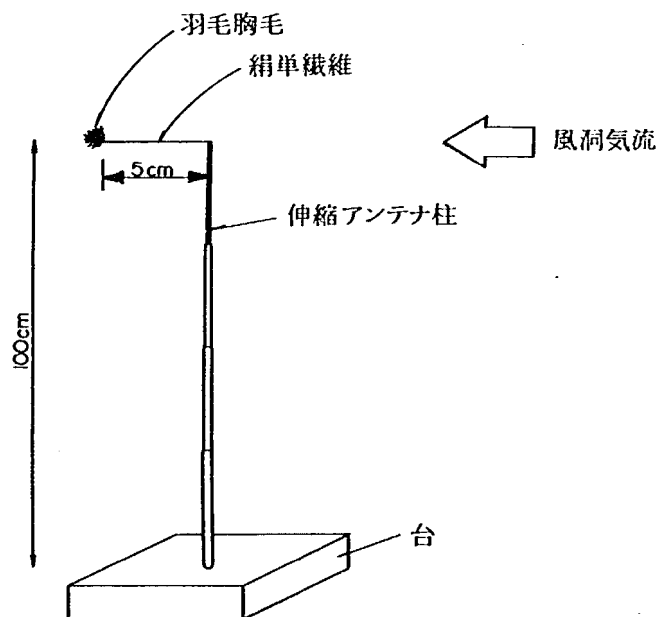


図2-3 タフトスティック

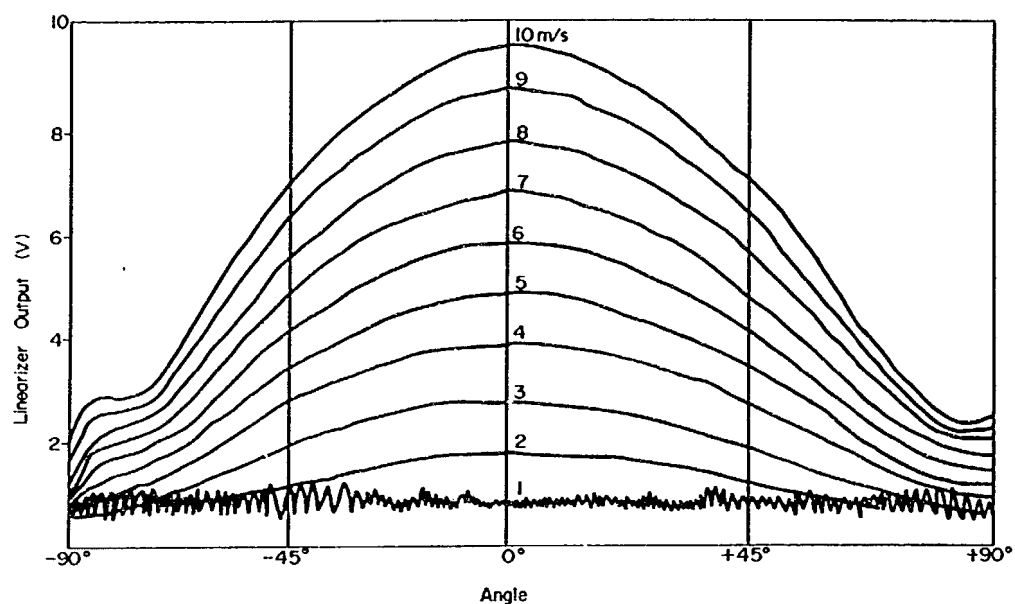


図 2-4 I 型プローブ指向特性

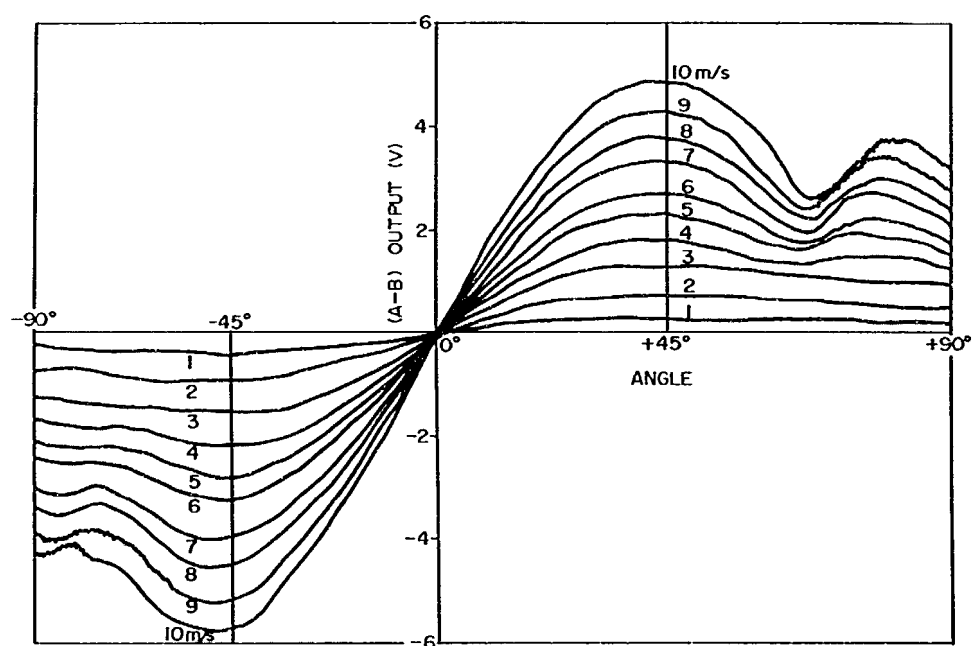


図 2-5 X型プローブ (A-B) 出力特性

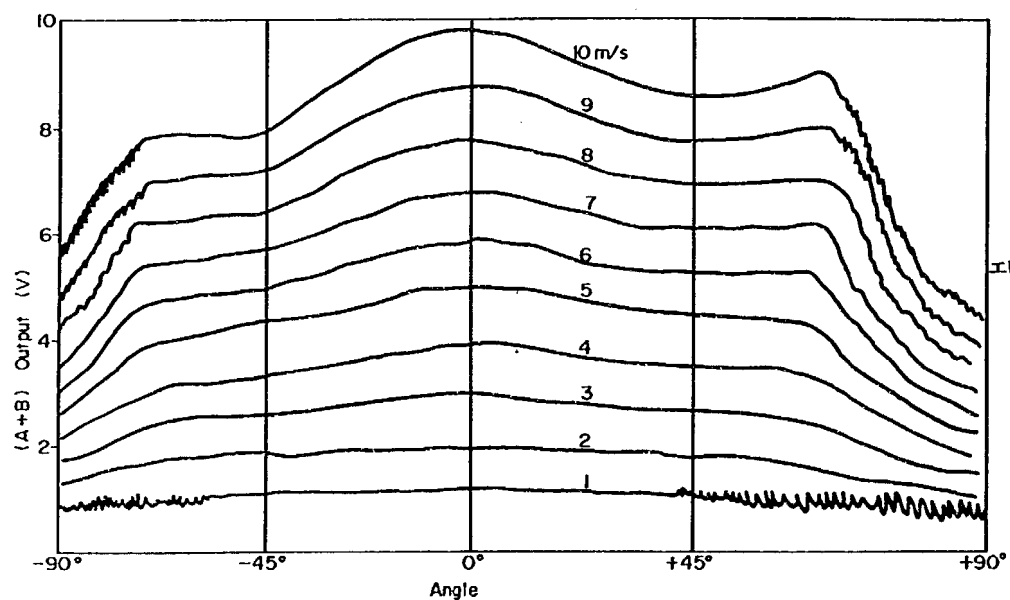


図 2-6 X型プローブ (A+B) 出力特性

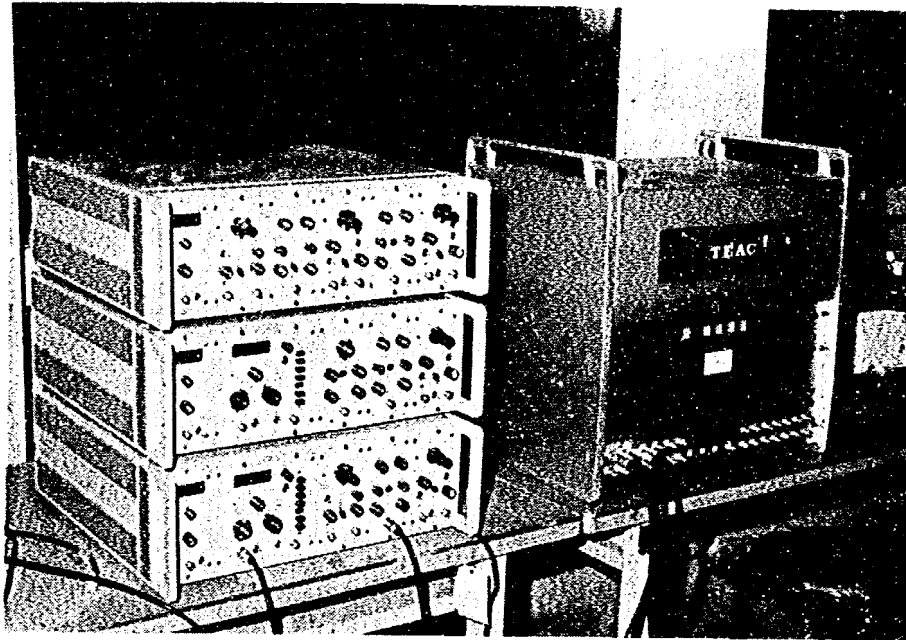


写真 2 - 3 熱線風速計計測装置

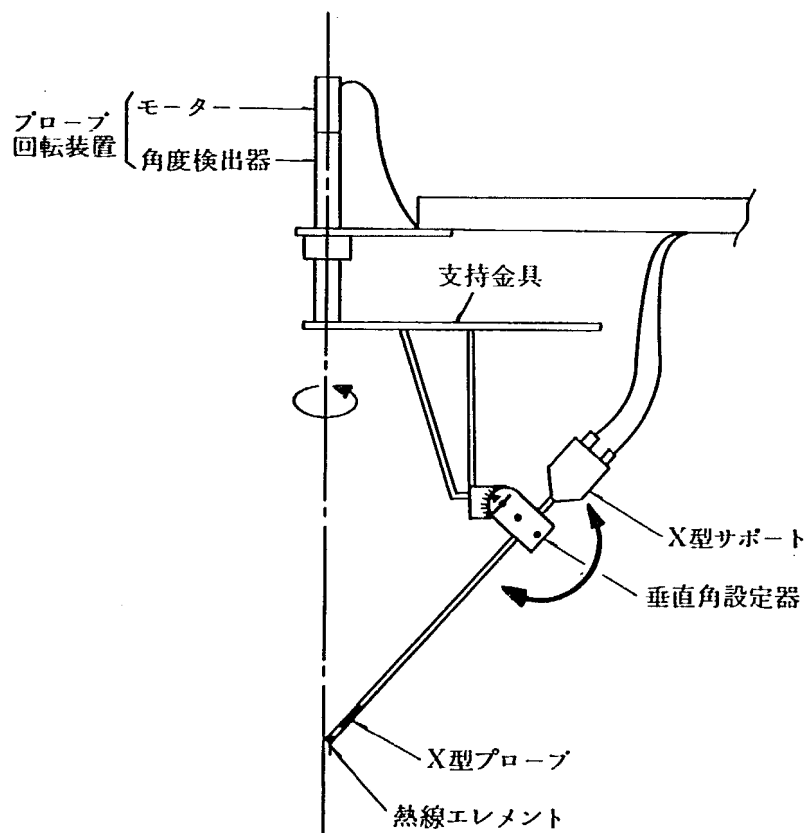


図 2 - 7 プローブ回転装置
垂直角設定器

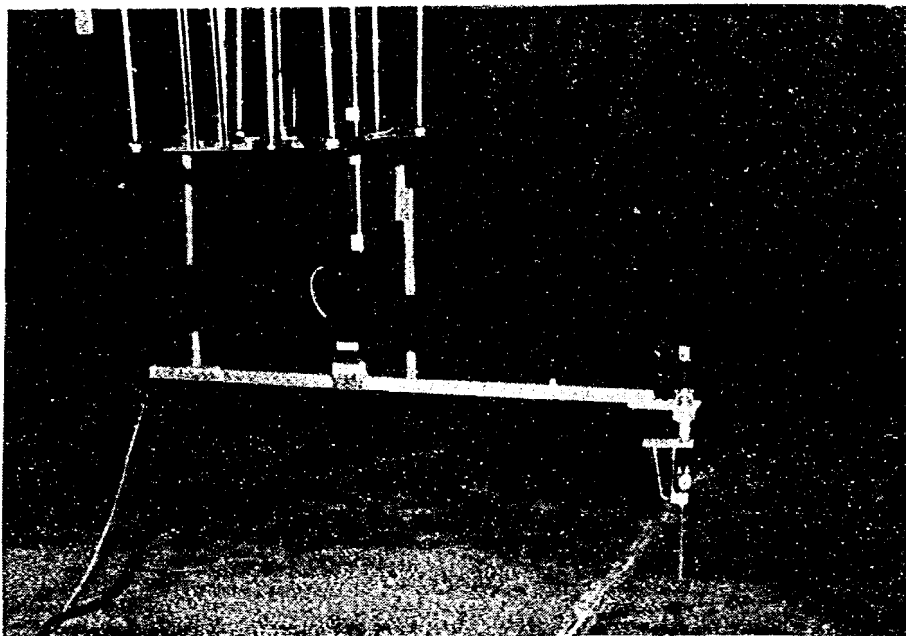


写真 2 - 4 トラバース装置, プロブ回転装置

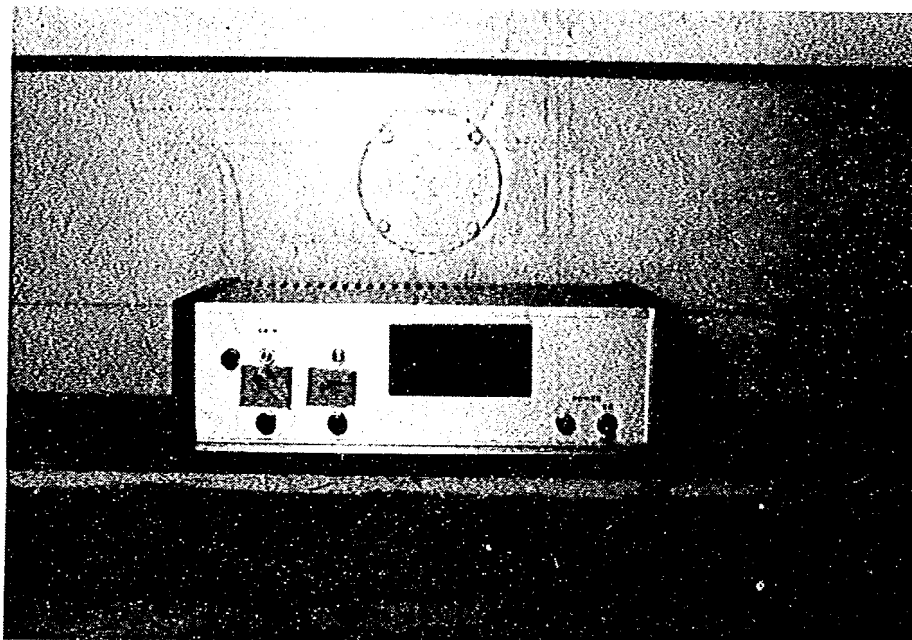
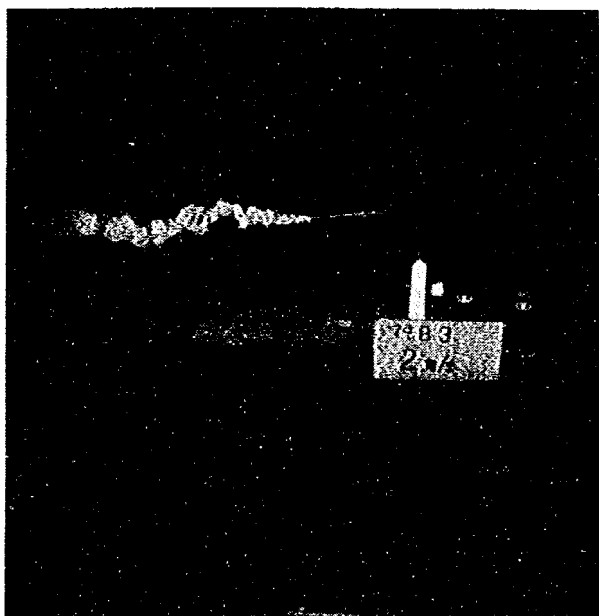


写真 2 - 5 プロブ回転装置制御部



1979. 8. 3

風速 2 m/sec

写真 2-6 煙発生装置

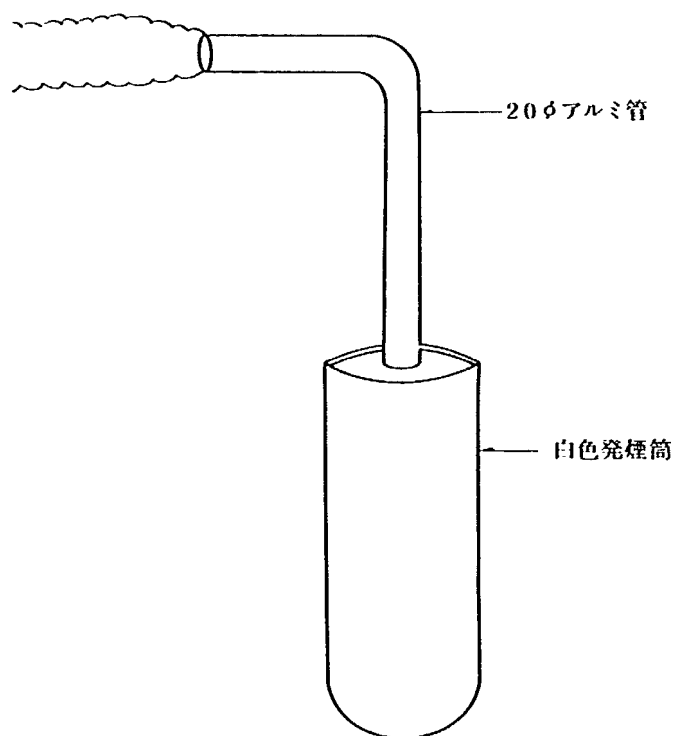
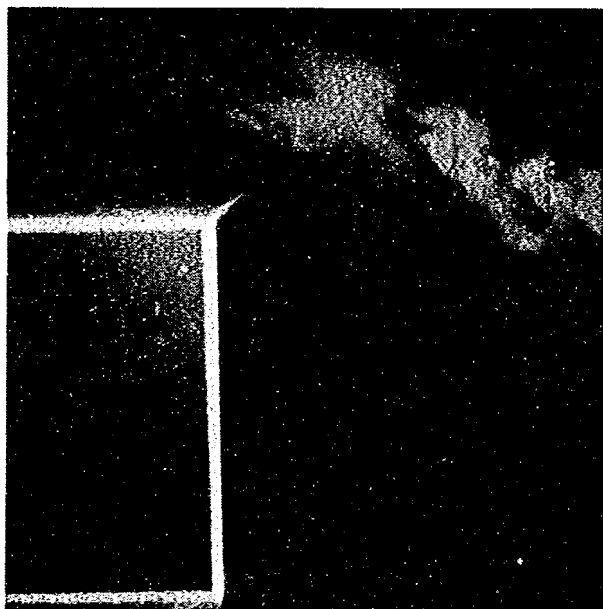


図 2-8 煙発生装置



1979. 8. 3

風速 2 m/sec

写真 2-7 可視化された障害物前方の流れ

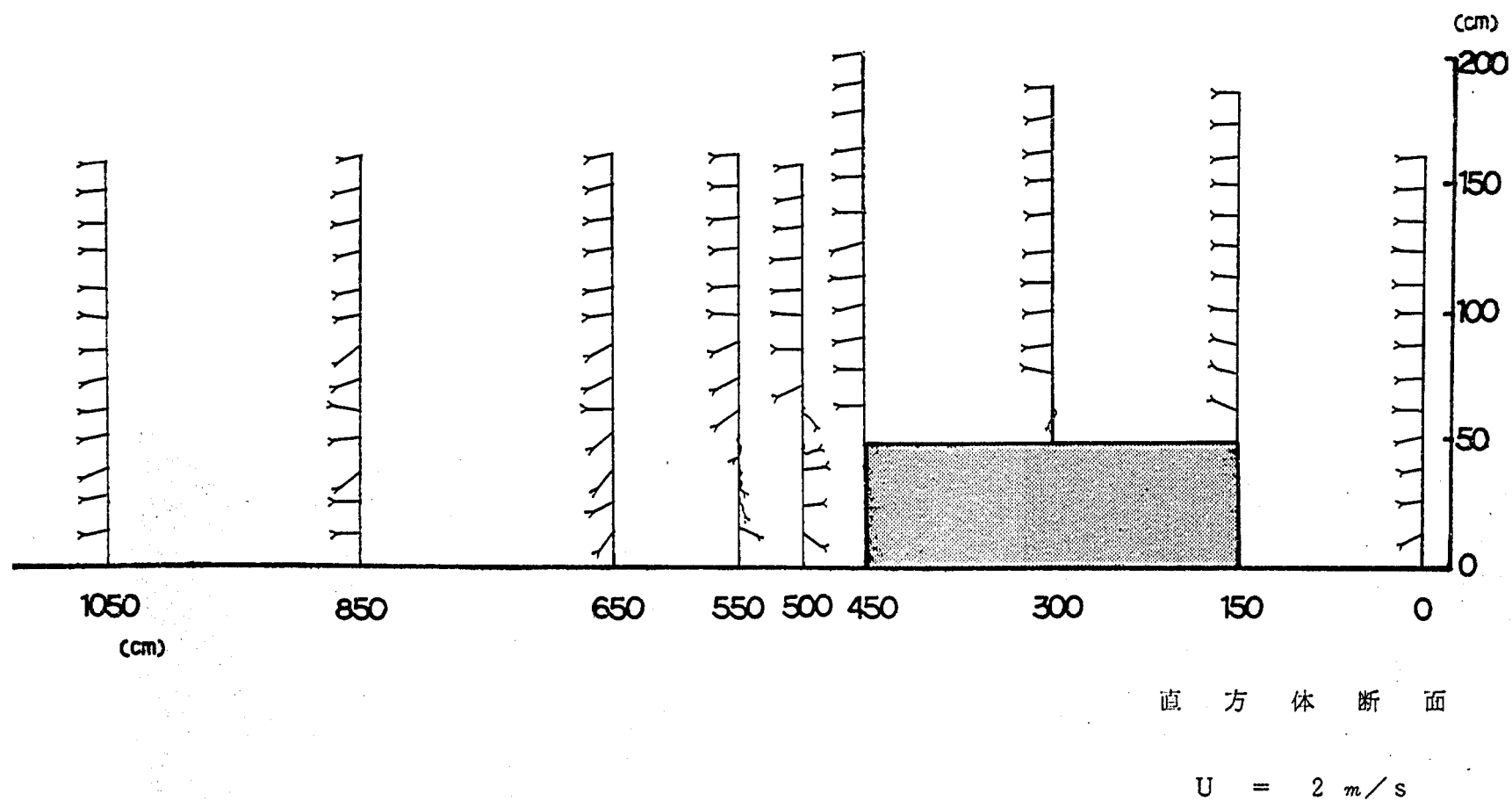


図 2-9 タフト実験結果 直方体断面

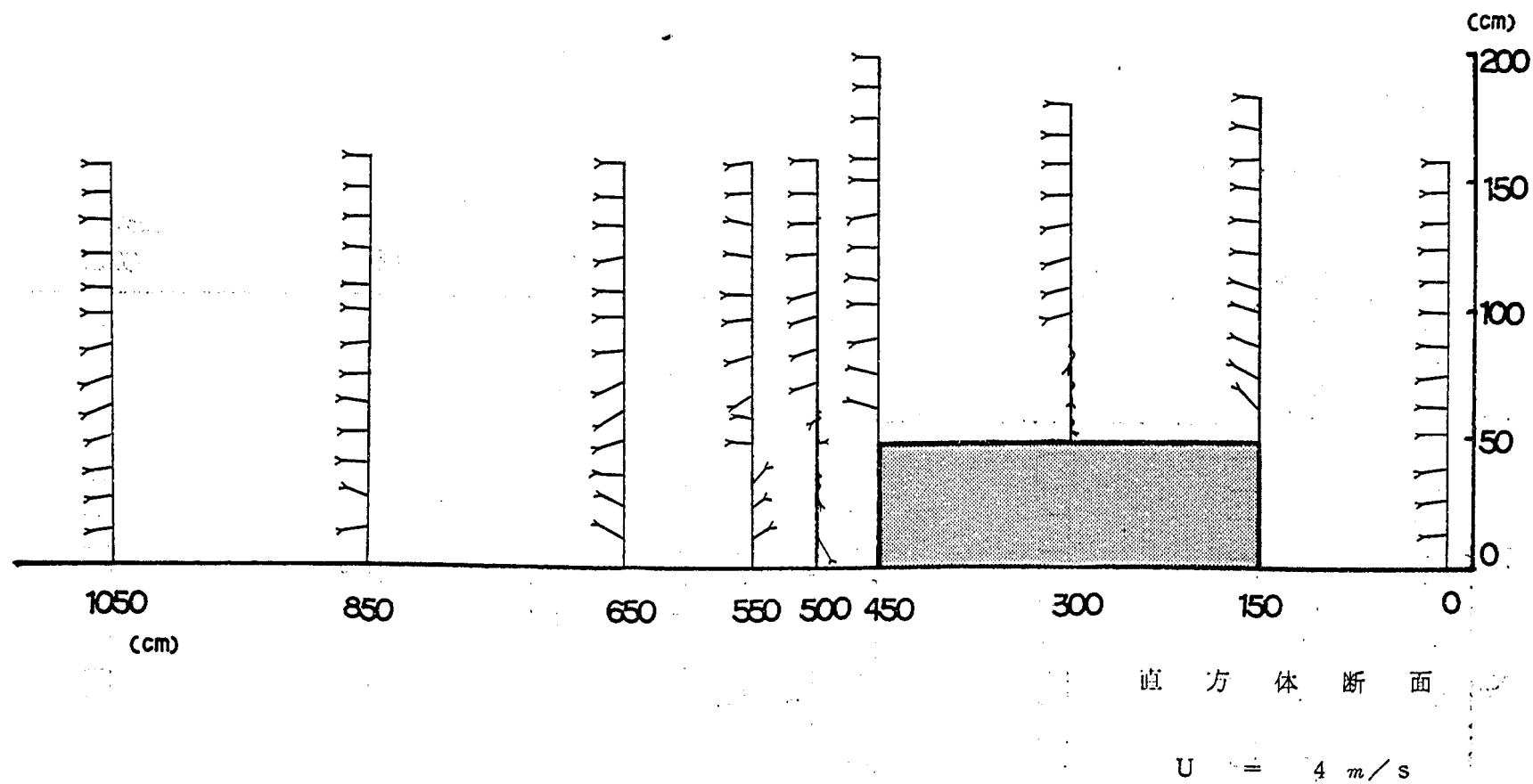


図2-10 タフト実験結果

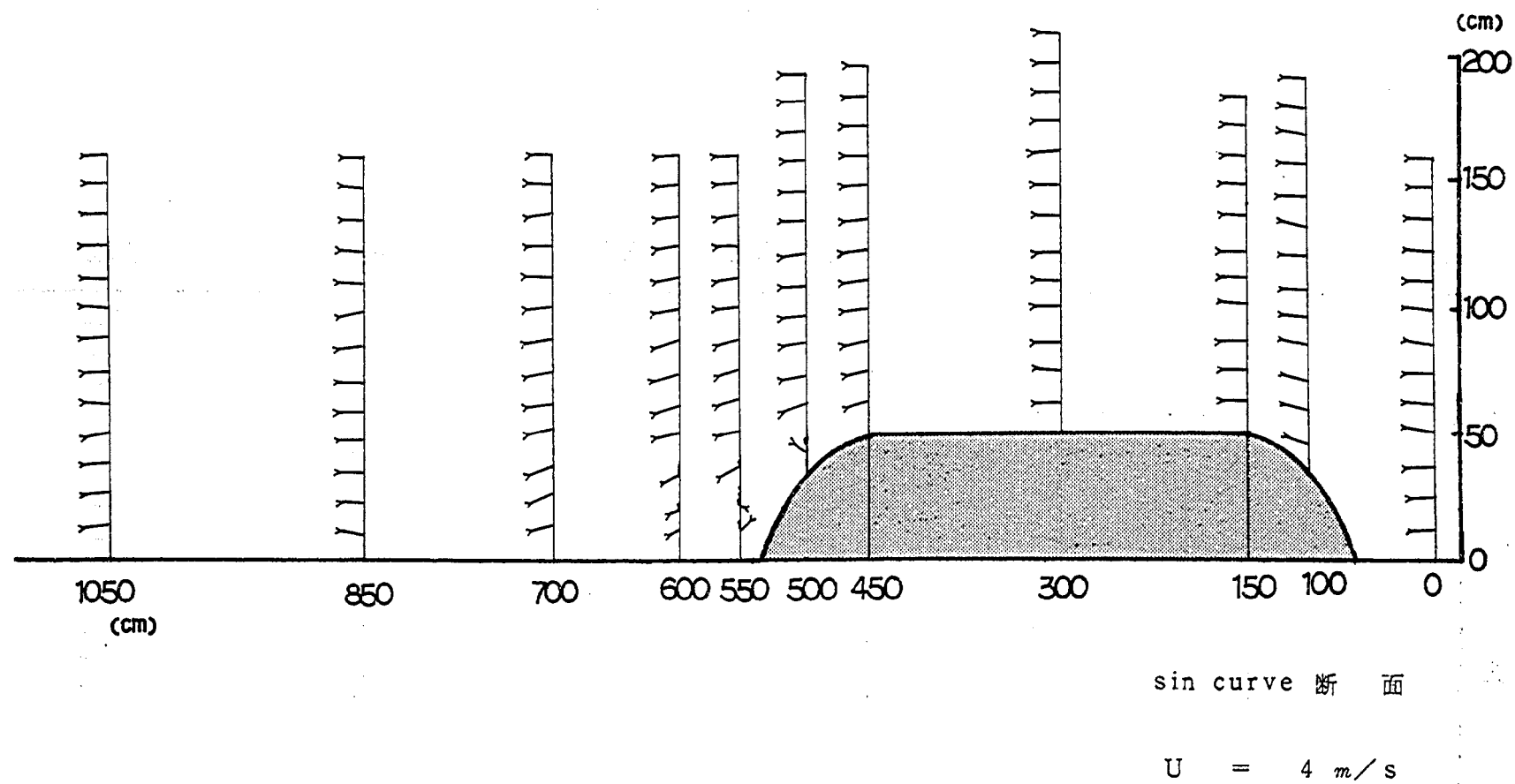


図 2-11 タフト実験結果

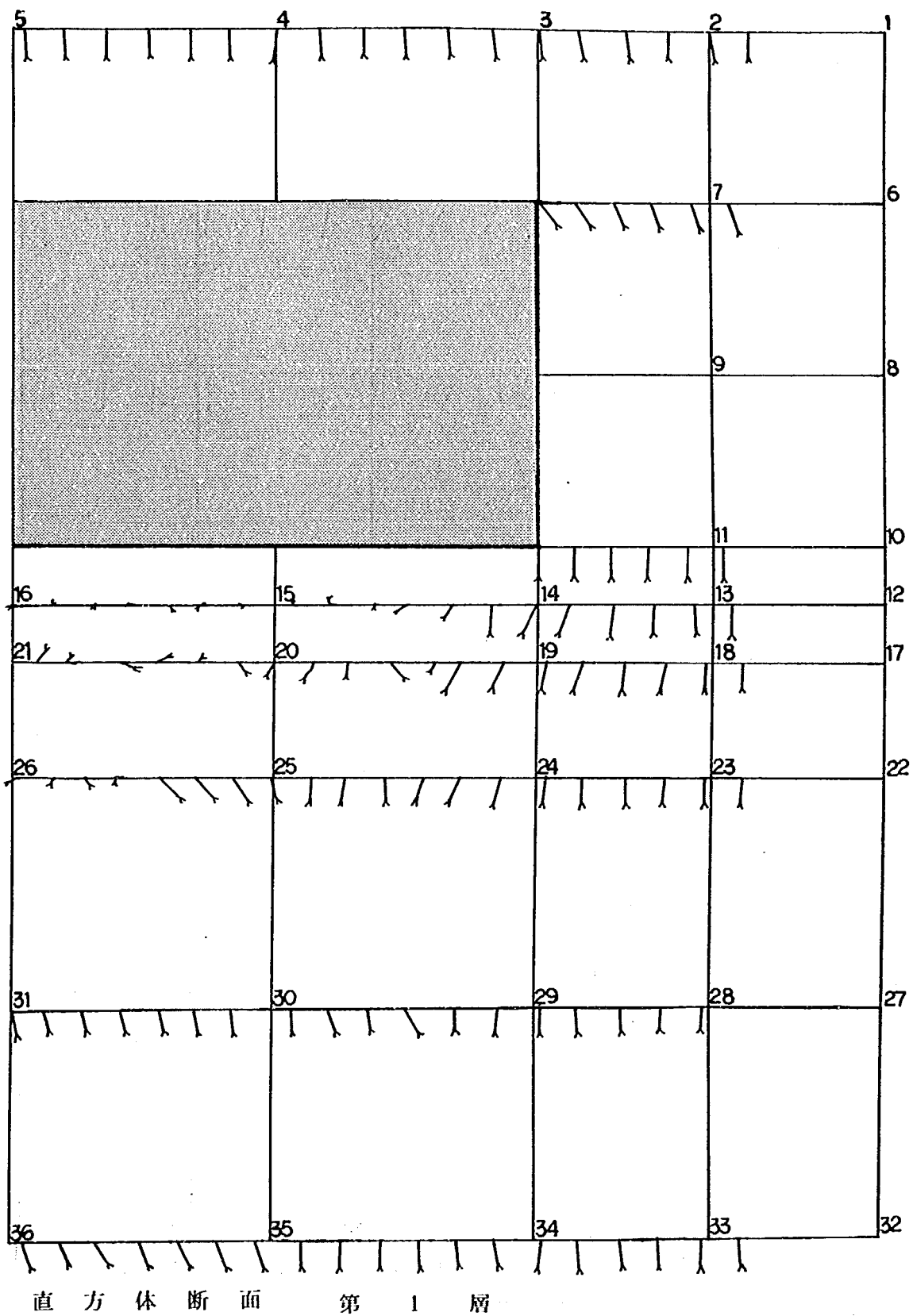
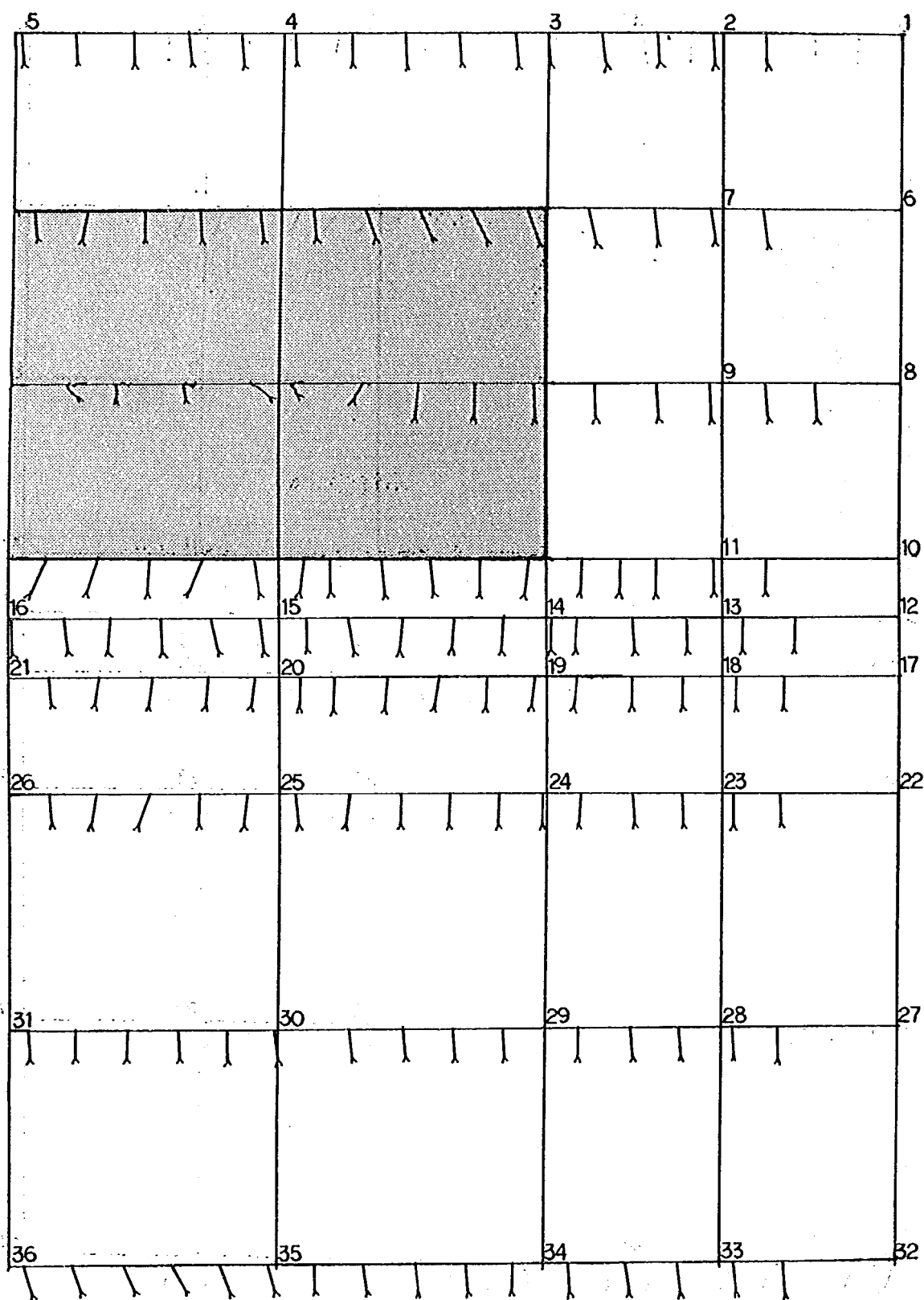


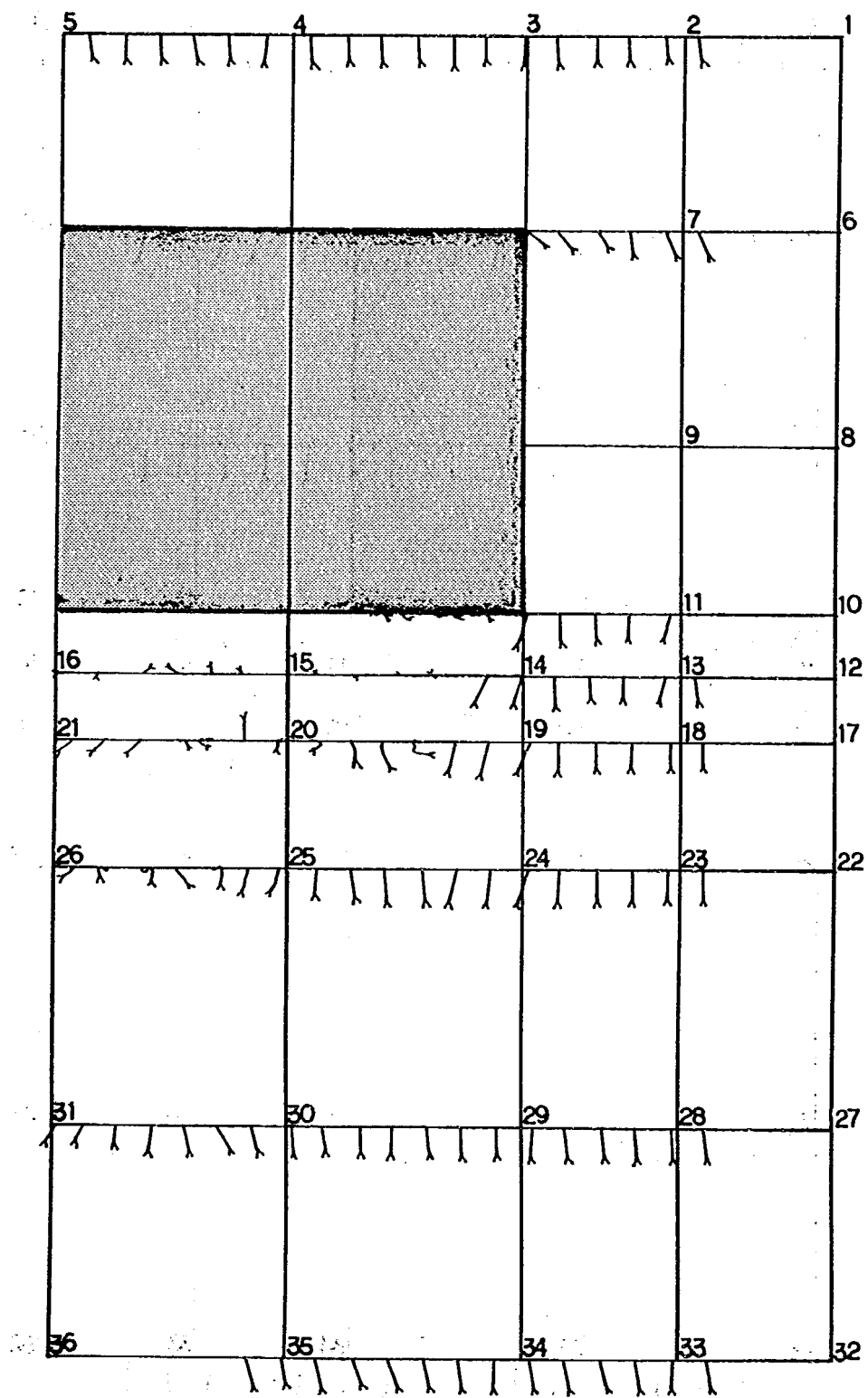
図 2-12 タフト実験結果



直 方 体 断 面 第 2 層

$$U = 2 \text{ m/s} \quad (70 \text{ cm})$$

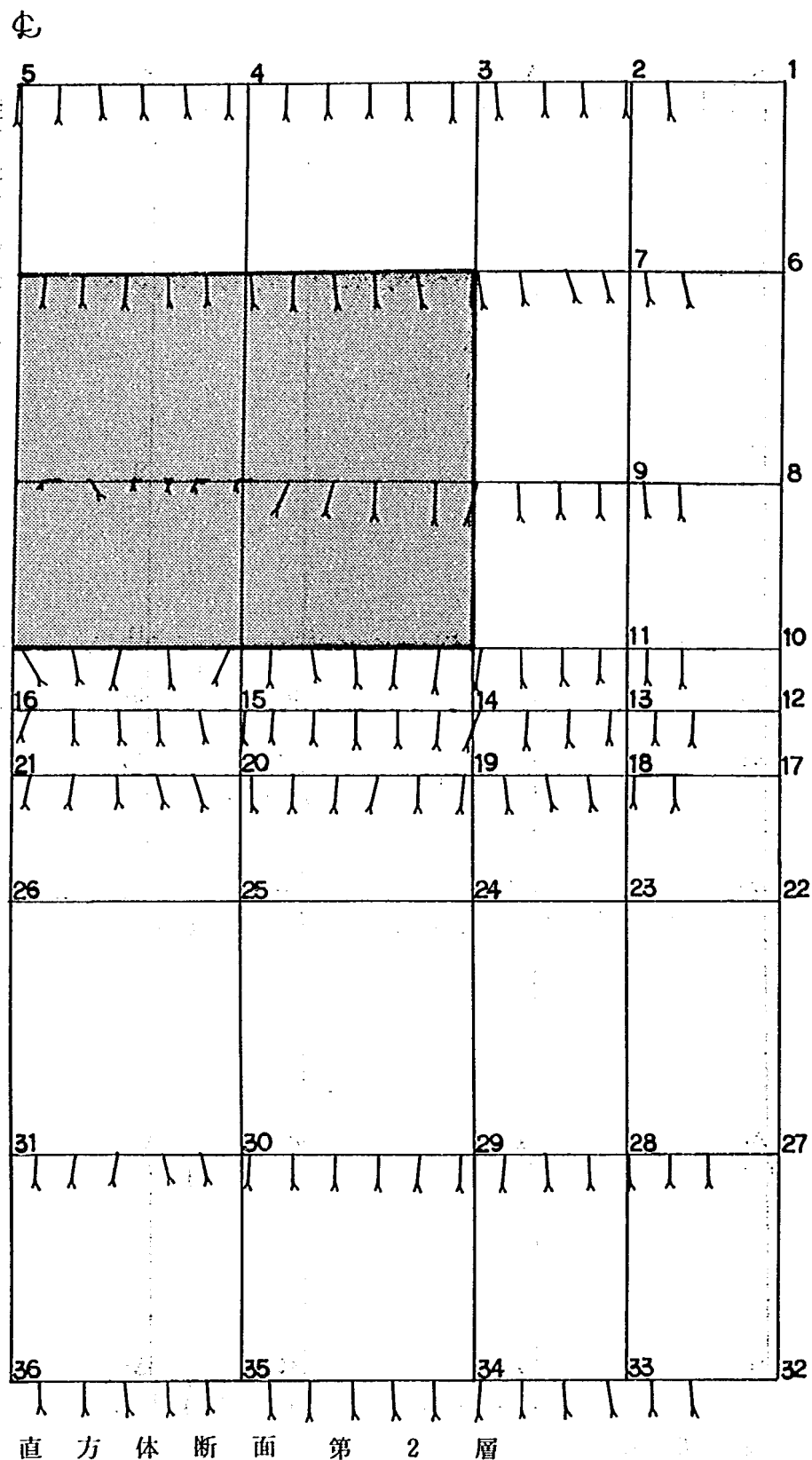
図 2-13 タフト実験結果



直 方 体 断 面 第 1 層

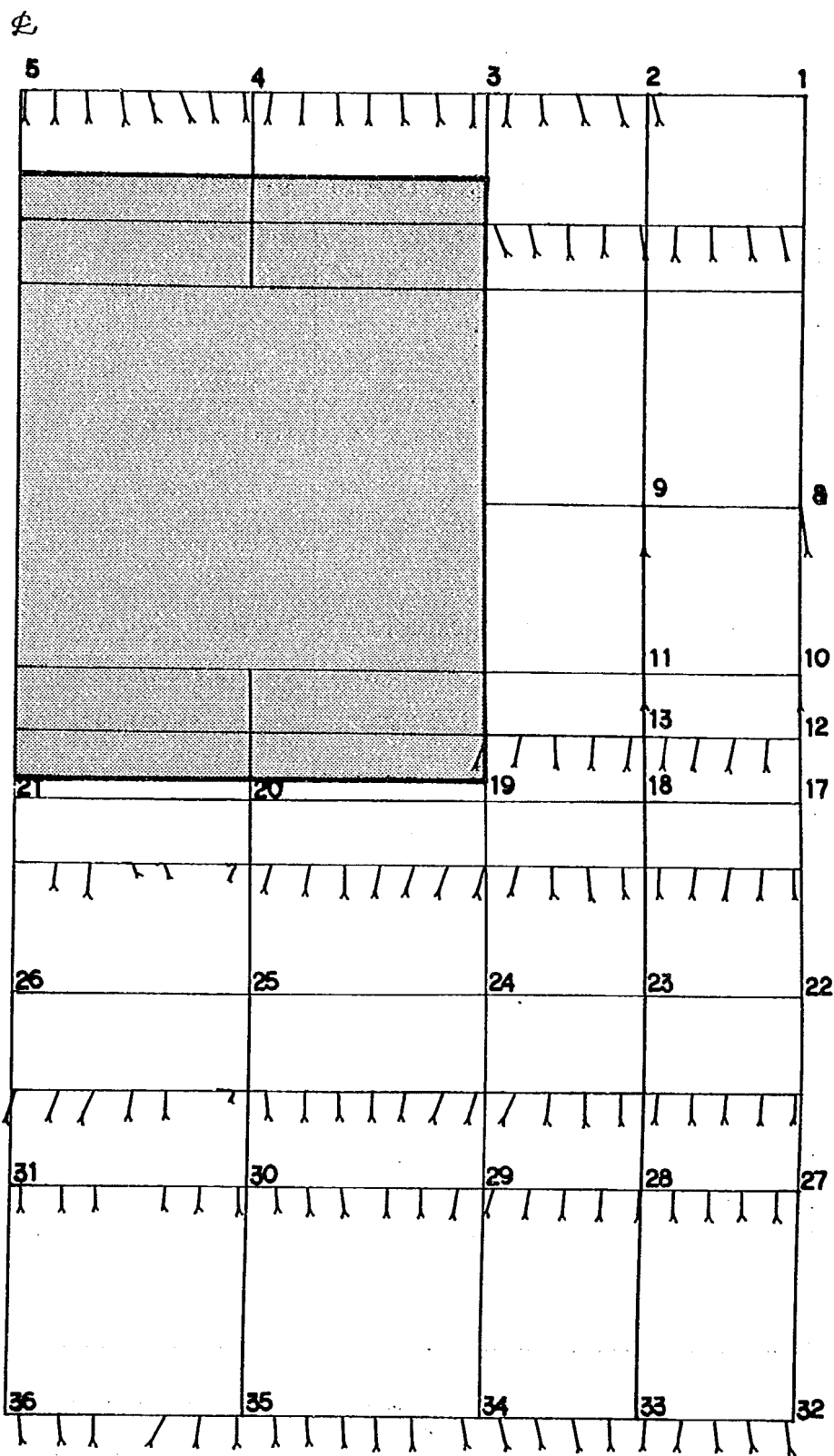
$$U = 4 \text{ m/s} \quad (25 \text{ cm})$$

図 2-14 タフト実験結果



$$U = 4 \text{ m/s} \quad (70 \text{ cm})$$

図2-15 タフト実験結果



sin curve 断面 第 1 層

$$U = 4 \text{ m/s} \quad (25 \text{ cm})$$

図 2-16 タフト実験結果

図 3-1 計測手順

計測項目と手順	実験装置	備考
流れの可視化 ↓ 水平風向, 垂直風向 の観測 ↓ 水平風向, 風速 ↓ 垂直風向, 風速 ↓ データのデジタル化 ↓ 平均風速 平均風向 標準偏差	○煙発生装置 (発煙筒) ○タフトワイヤー ○カメラ ○VTR ○タフトスティック法 ○I型熱線風速計 ○プローブ回転装置 ○データレコーダー ○X型熱線風速計 ○プローブ回転装置 ○垂直角設定器 ○データレコーダー ○A/D変換器 ○大型電子計算機	障害物周りの流れの概要を知る 目視により観測する 熱線風速計出力は各測点ごとに約1分間データレコーダーに収録した。 A/D変換器のサンプリングは, 1milisec 間隔で約20秒間とした。

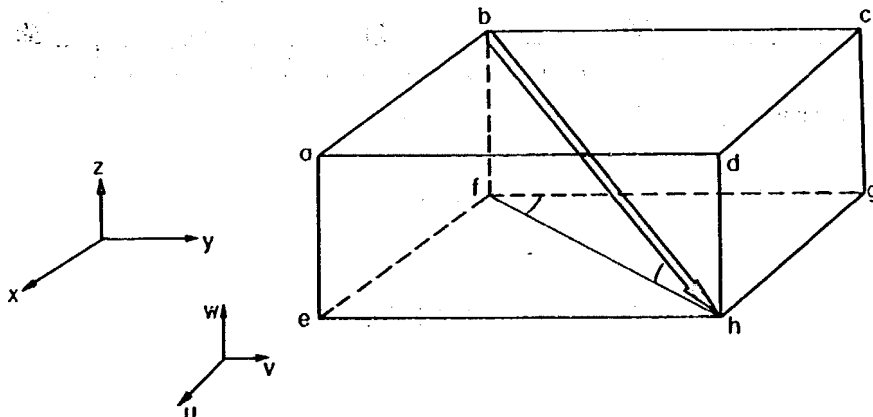
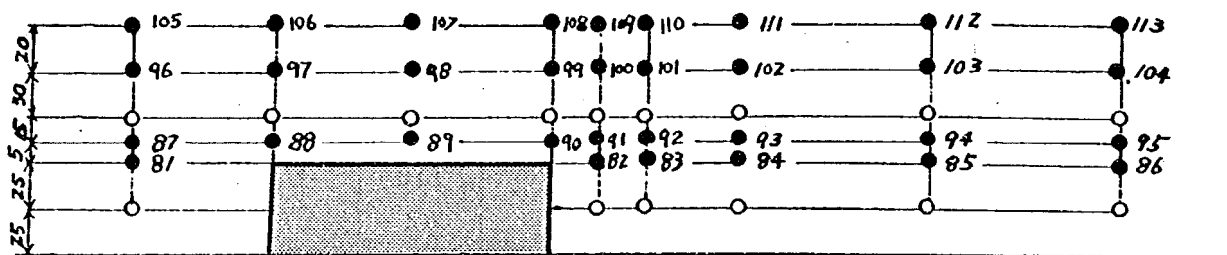


図 3-2 風向, 風速と計測項目

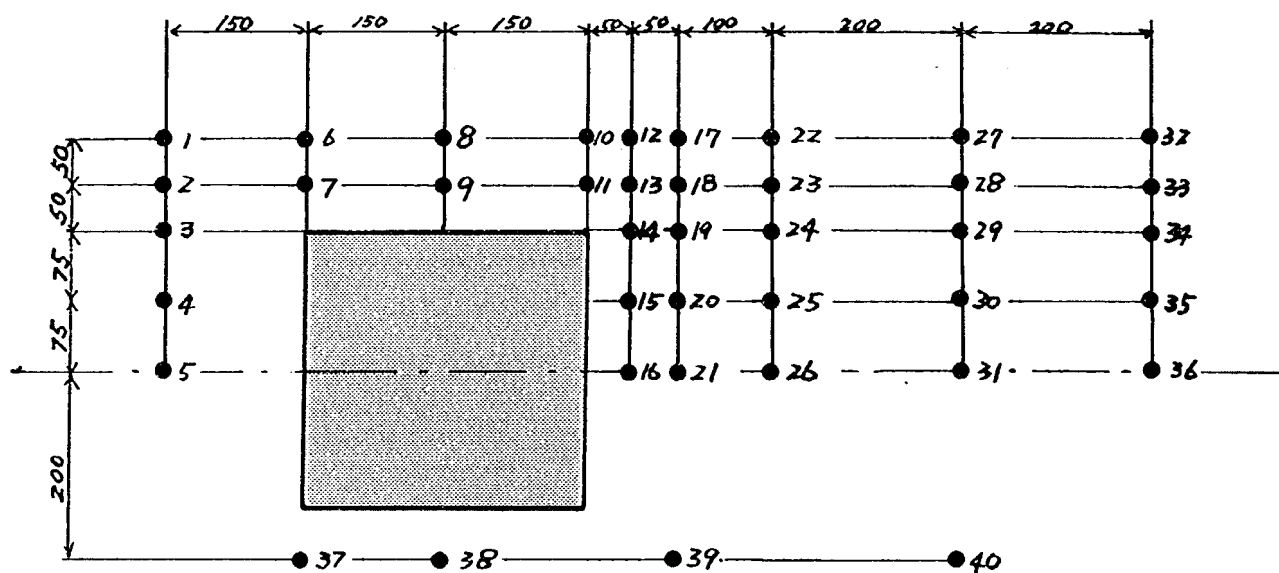
表 4 - 1 計 測 ケ ー ス

実験ケース番号 (E_{xp} No)	障害物の斜面形状	風速	計測点数	計測位置
1	90° (の斜面)	2 m/s	113	図 4 - 1
2	90°	4	113	"
3	sin カーブ	4	82	図 4 - 2
4	30°	2	6	図 4 - 3
5	40°	2	6	"
6	60°	2	6	"
7	30°	4	6	"
8	40°	4	6	"
9	60°	4	6	"
10	90°	2	27	図 4 - 4

鉛直断面 33 点



水平断面 ($Z = 25 \text{ cm}$) 40 点



水平断面 ($Z = 70 \text{ cm}$) 40 点

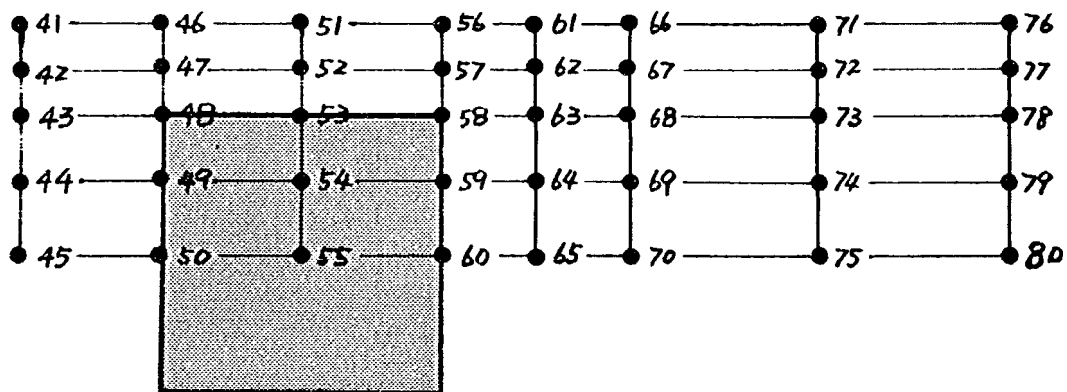
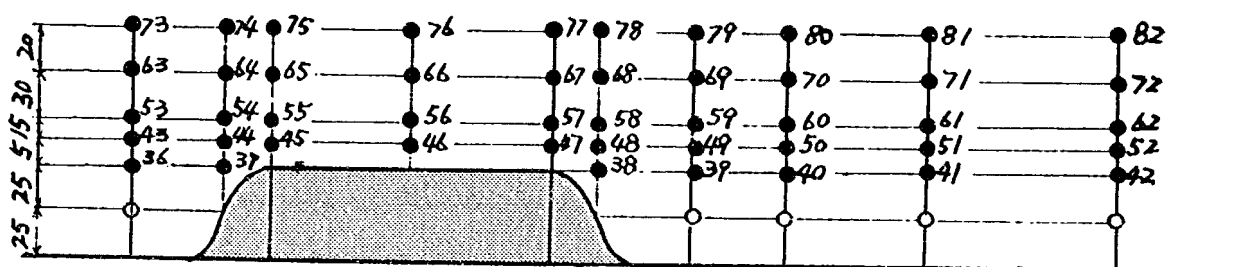


図 4-1 計測位置

鉛直断面 47 点



水平断面 ($Z = 25 \text{ cm}$) 35 点

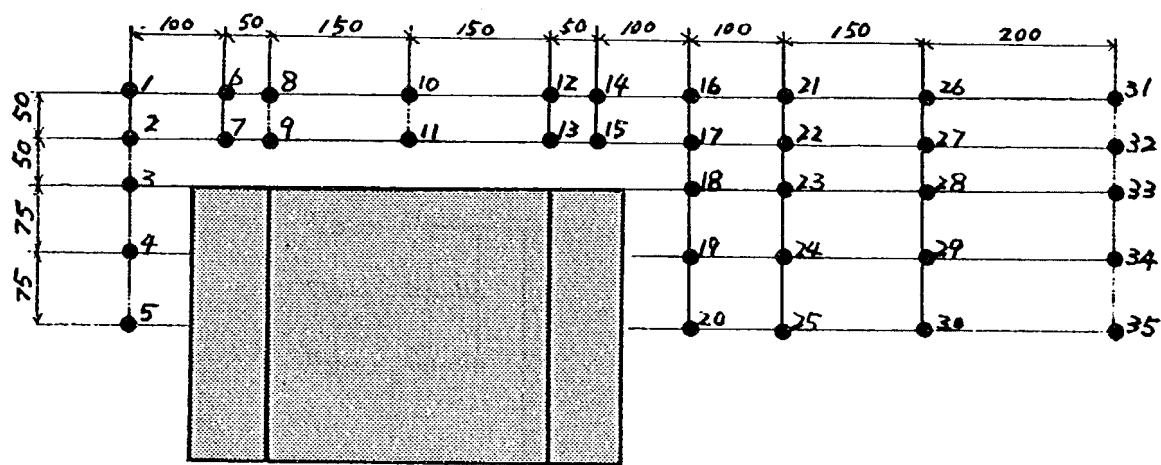


図 4-2 計測位置

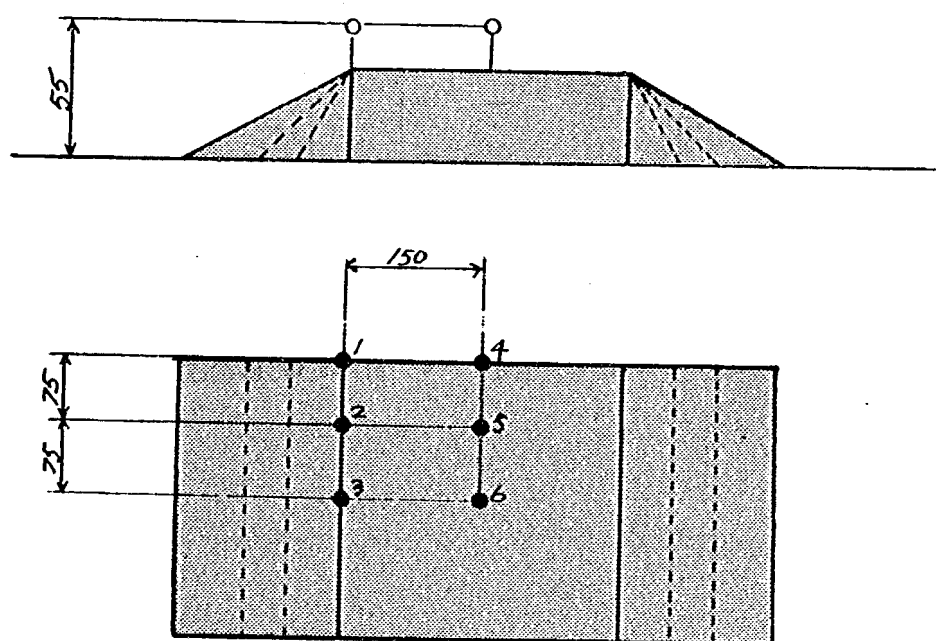
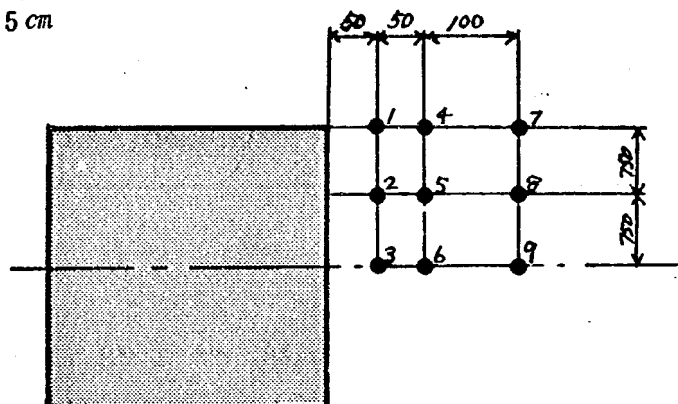
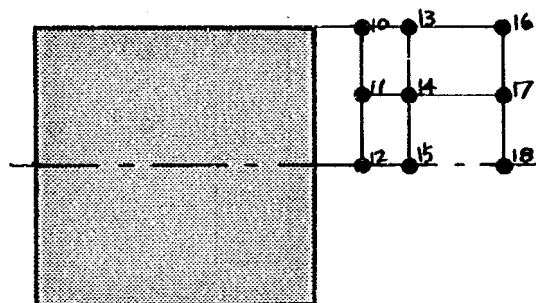


図 4-3 計測位置

$Z = 12.5 \text{ cm}$



$Z = 25.0 \text{ cm}$



$Z = 37.5 \text{ cm}$

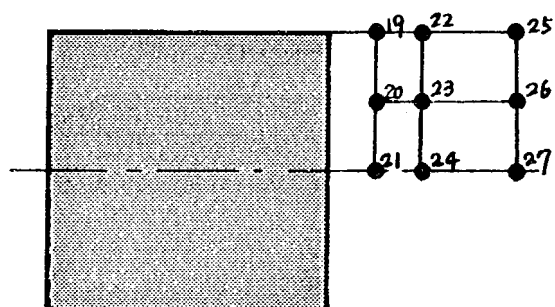


图4-4 计测位置

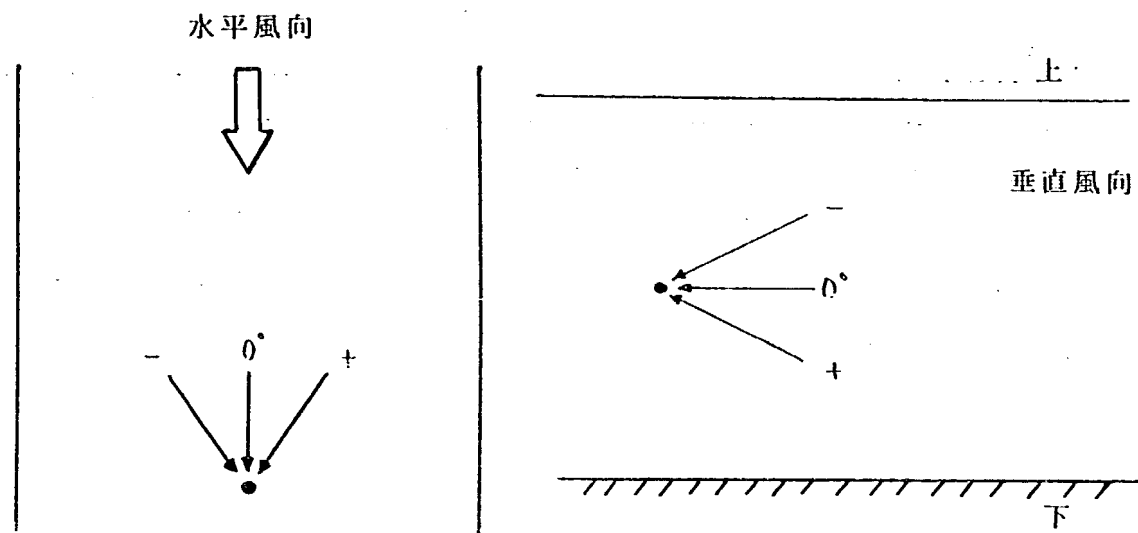


図5-1 風向の表示

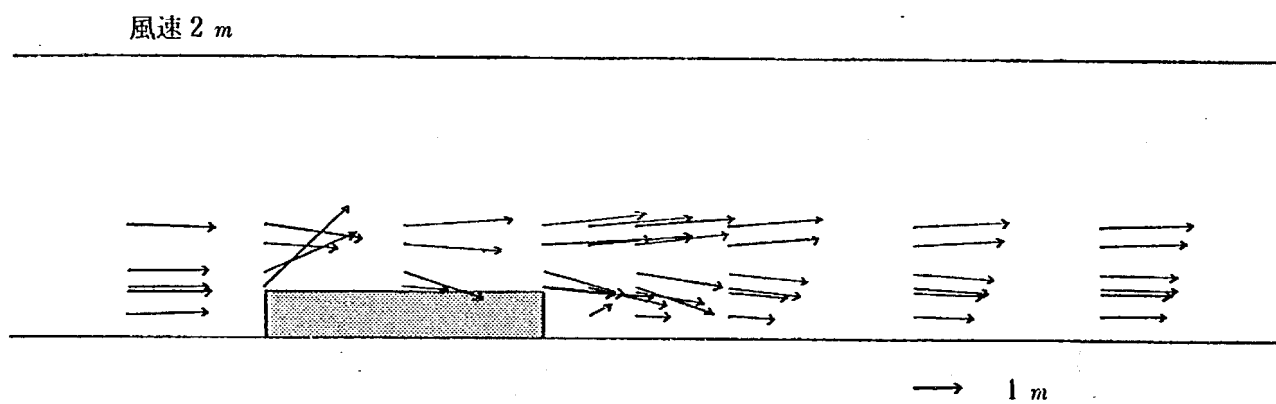


図5-2 風速ベクトル

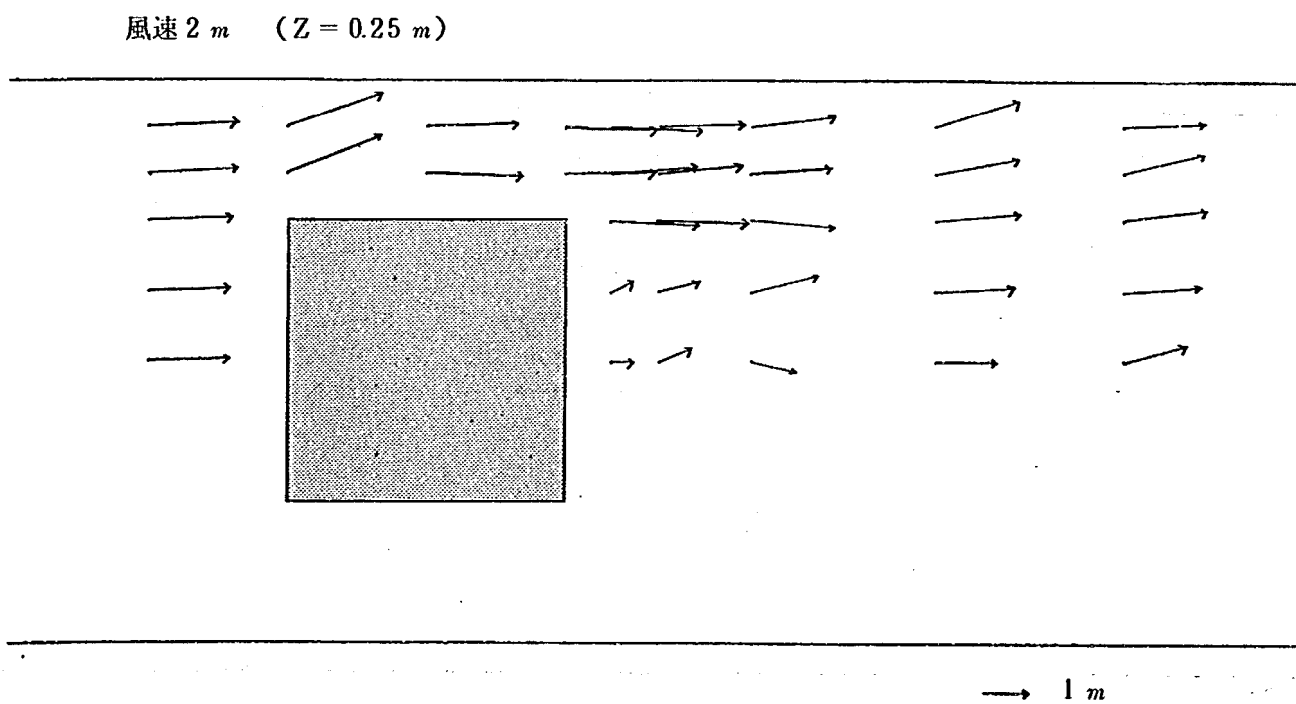


図5-3 風速ベクトル

風速 2 m ($Z = 0.7\text{ m}$)

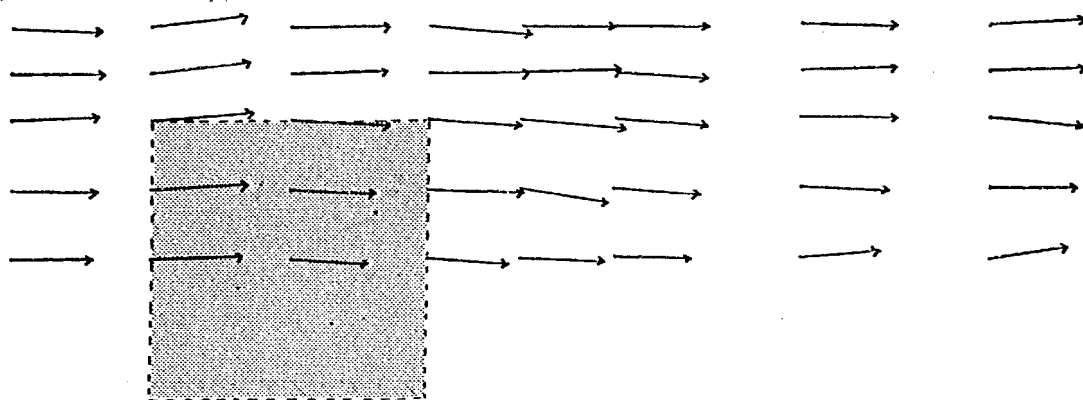


図5-4 風速ベクトル

風速 4 m

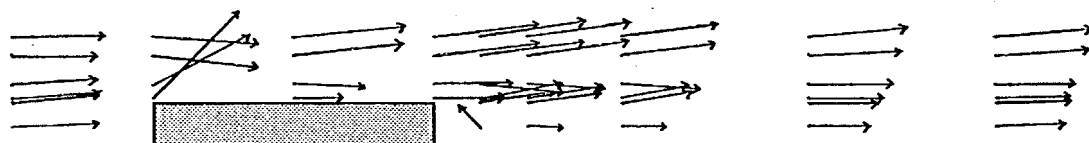


図5-5 風速ベクトル

風速 4 m ($Z = 0.25\text{ m}$)

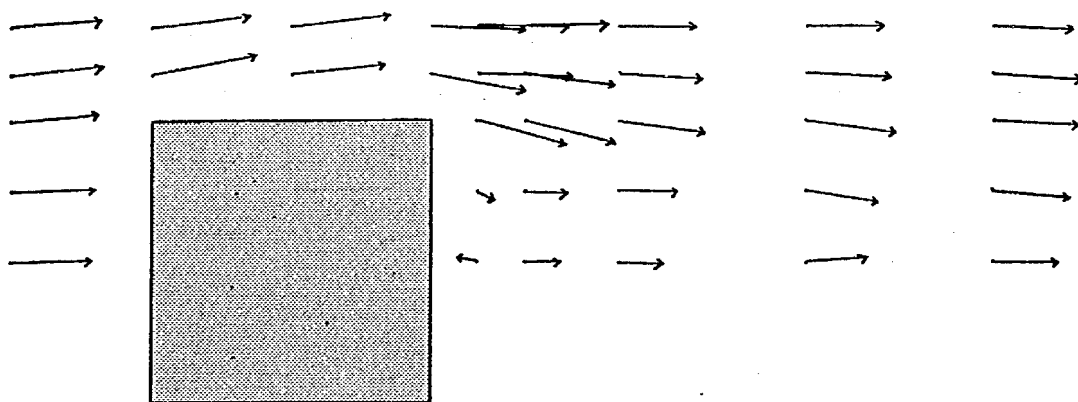
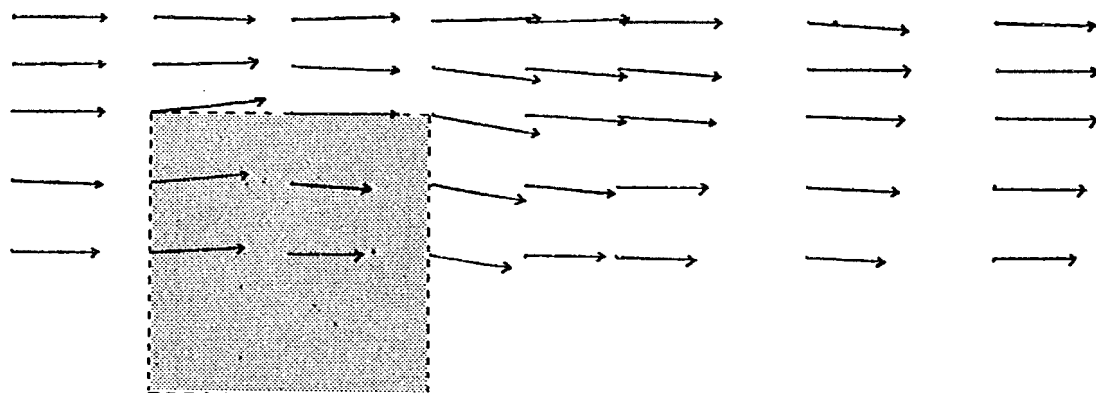


図5-6 風速ベクトル

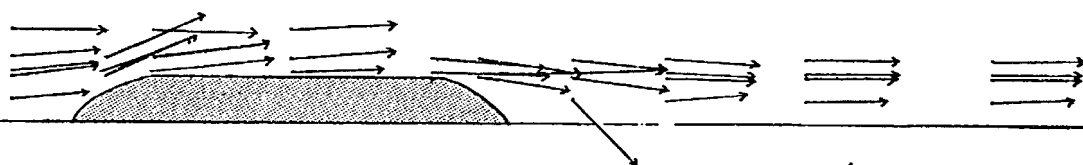
風速 4 m ($Z = 0.7\text{ m}$)



→ 1 m

図5-7 風速ベクトル

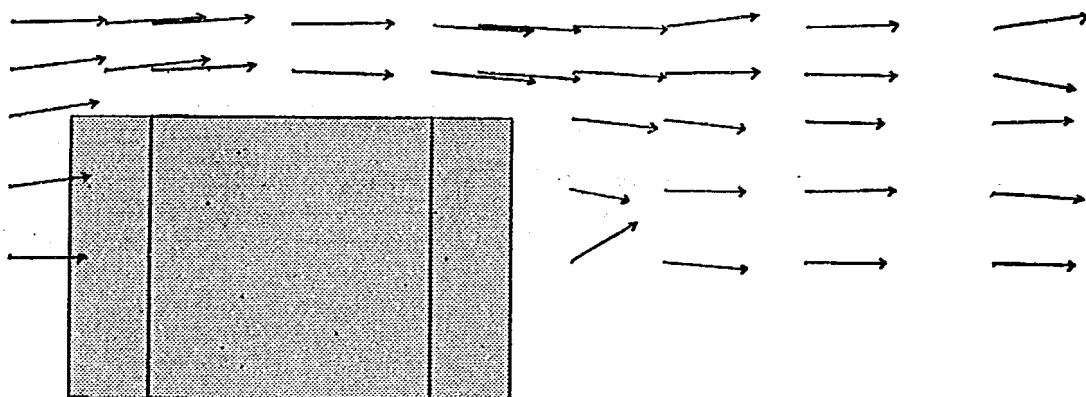
風速 4 m



→ 1 m

図5-8 風速ベクトル

風速 4 m ($Z = 0.25\text{ m}$)

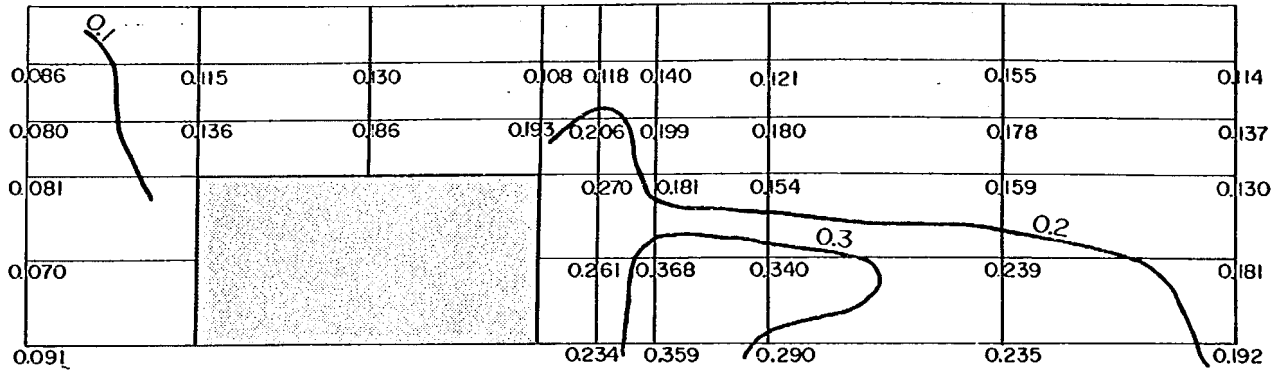


→ 1 m

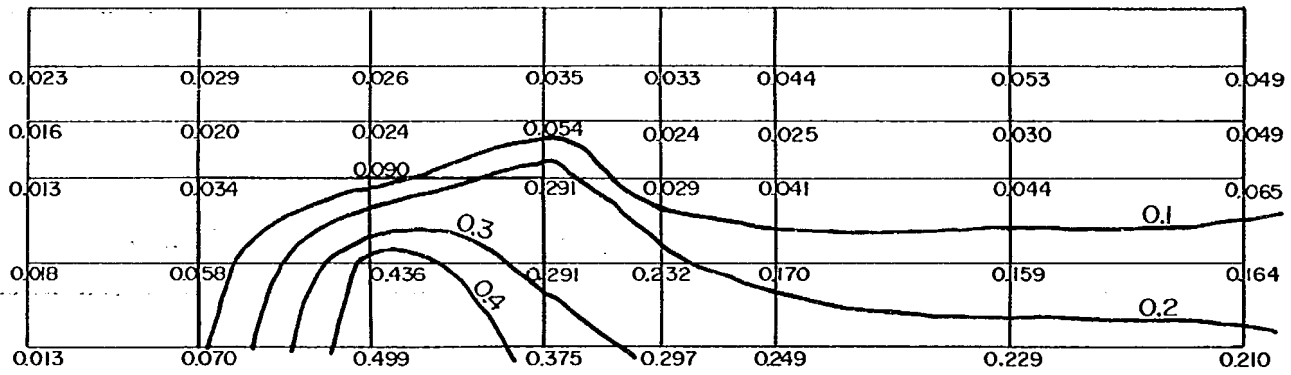
図5-9 風速ベクトル

風速 2m

Z=0.25m



Z=0.7m



Y=3.0m

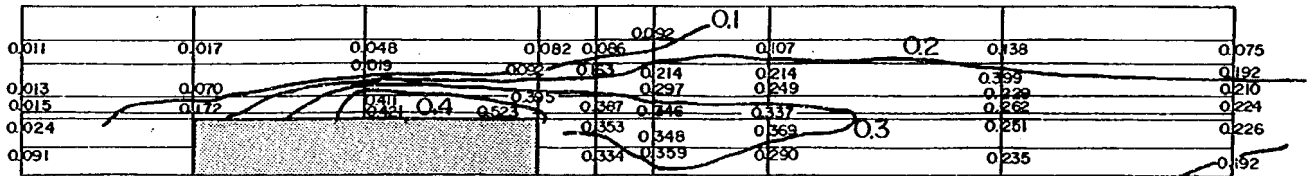
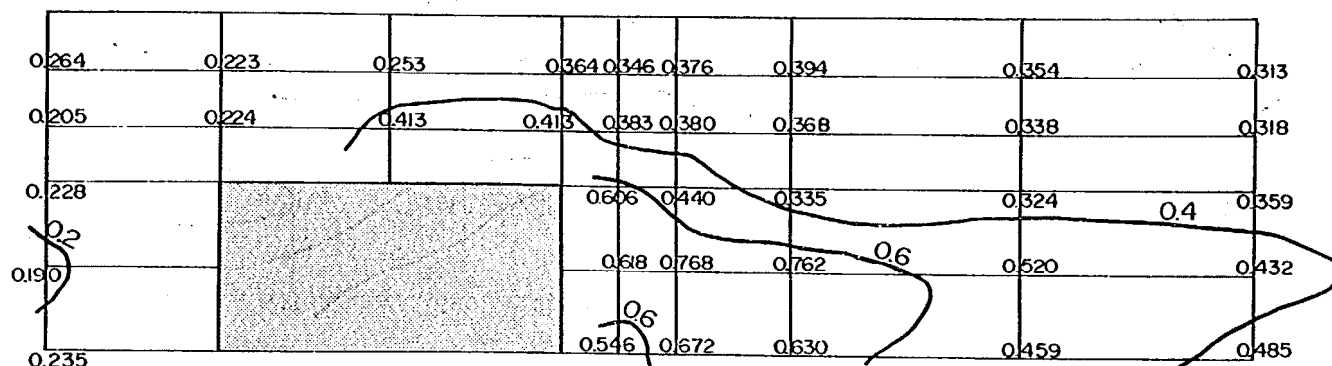


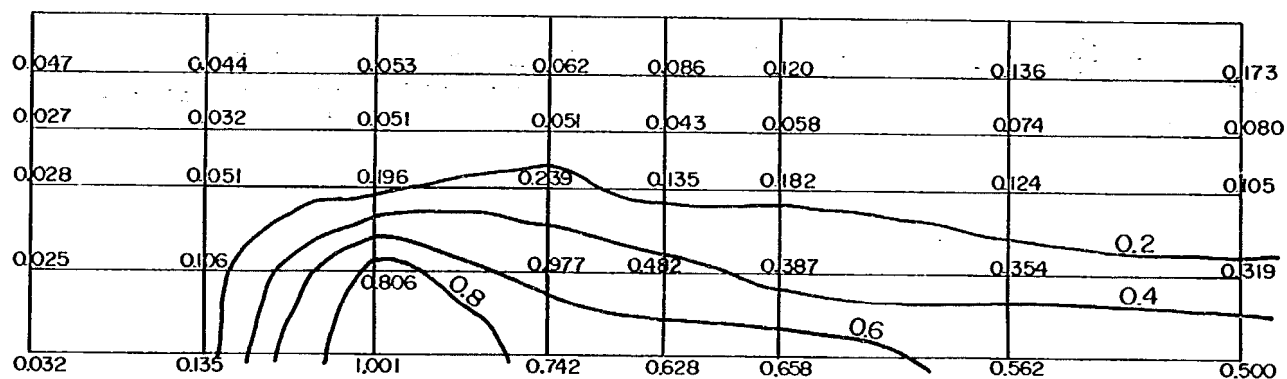
図5-10 乱れの強さ

風速 4m

Z = 0.25m



Z = 0.7 m



Y = 3.0 m

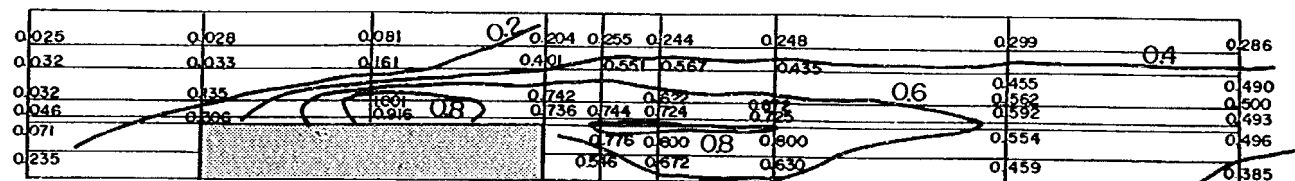
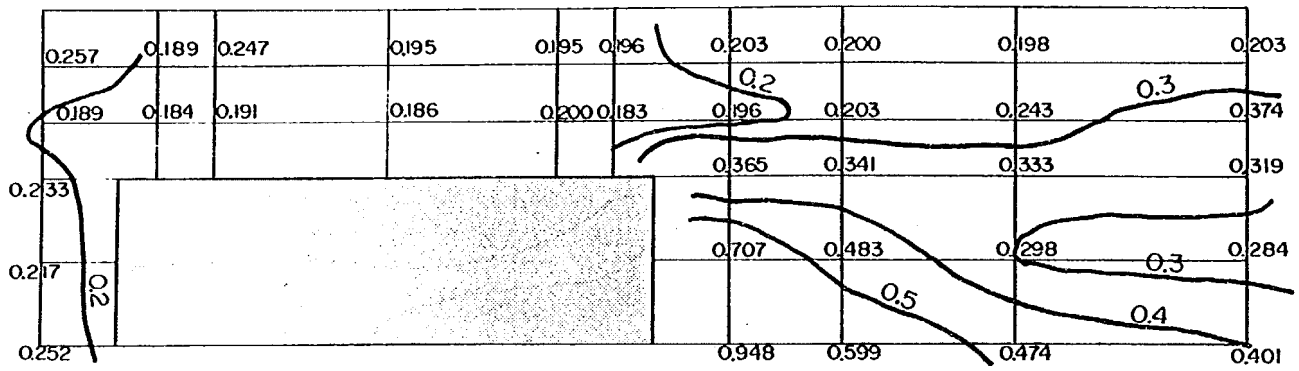


図5-11 乱れの強さ

Z = 0.25 m



Y = 3 m

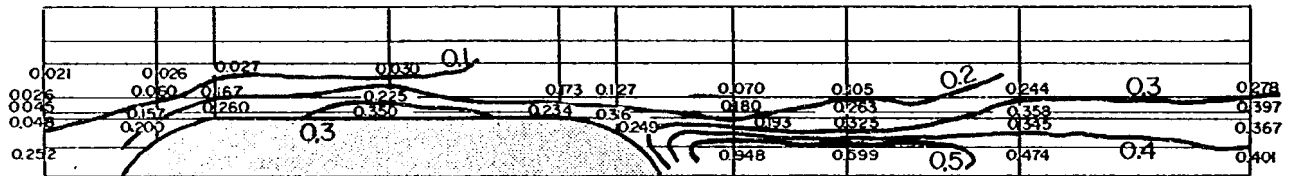


図 5-12 乱れの強さ

別表 1-1 タフト試験結果 90°断面 2 /sec

測点 番号	垂 直 角	水 平 角	測点 番号	垂 直 角	水 平 角
1	-3° ~ -5°	0°	36	0° ~ -5°	-15° ~ +15°
2	-3° ~ -5°	0°	37	0°	+10°
3	-3° ~ -5°	0°	38	0° ~ -5°	+15° ~ +20°
4	-3° ~ -5°	0°	39	0° ~ -5°	+15° ~ +20°
5	-3° ~ -5°	0°	40	0° ~ -5°	0° ~ -10°
6	-3°	-30°	41	0°	0°
7	0°	-30°	42	0°	0°
8	0° ~ -2°	-5°	43	0°	0°
9	0° ~ -2°	0°	44	+3° ~ +5°	0°
10	-2°	0°	45	+5°	+5°
11	-3° ~ -5°	0°	46	0°	-5°
12	-3° ~ -5°	0° ~ 5°	47	0°	-5°
13	-5° ~ -10°	-5° ~ +5°	48	+20° ~ +30°	-5°
14	+5° ~ -10°	+5°	49	+30°	0°
15	+20° ~ +30°	-135° ~ +60°	50	+20° ~ +30°	0°
16	+30°	+160° ~ -170°	51	+2° ~ +3°	0°
17	0°	0°	52	0°	0°
18	-5° ~ 0	0° ~ -5°	53	0°	+5°
19	-10° ~ +20°	+10°	54	-20° ~ -30°	+5° ~ -5°
20	-10° ~ +20°	+150° ~ -158°	55	乱れ大 主に -30°	+20° ~ -20°
21	0° ~ +45° (ときおり -20°)	-150° ~ +150°	56	0°	0°
22	-3° ~ -5°	0° ~ -10°	57	0°	0°
23	-3° ~ -5°	-5° ~ +5°	58	-20° ~ -30°	+5°
24	-5° ~ -10°	+5°	59	-20° ~ -30°	0°
25	-20° ~ +20°	+45° ~ -45°	60	-20° ~ -30°	0°
26	-5° ~ +15°	+50° ~ -60°	61	0°	0°
27	-5° ~ +10°	-5° ~ -10°	62	-3° ~ -5°	+5°
28	-5°	0° ~ -10°	63	-5°	+5°
29	0° ~ -5°	0°	64	-5° ~ -10°	-5° ~ +10°
30	0° ~ -5°	+10° ~ -30°	65	+5° ~ -20°	0° ~ +20°
31	0° ~ -5°	+10° ~ -10°	66	0°	0°
32	0°	0°	67	0°	0°
33	0°	-15° ~ +15°	68	-5°	+5°
34	0°	-5°	69	-5° ~ -10°	+5°
35	0° ~ -5°	-5° ~ +5°	70	0° ~ -15°	+20° ~ -20°

別表 1-2 タフト試験結果 90°断面 2 /sec

測点 番号	垂 直 角	水 平 角	測点 番号	垂 直 角	水 平 角
71	0°	0°	106		
72	0°	0°	107		
73	0° ~ -5°	0°	108		
74	-5° ~ -10°	0° ~ +5°	109		
75	-5° ~ -10°	-5° ~ +5°	110		
76	0°	0°	111		
77	-5°	0°	112		
78	0° ~ -5°	0°	113		
79	0° ~ -5°	0°	114		
80	0° ~ -5°	0°	115		
81	0° ~ +3°	0°	116		
82	+20° ~ -40°	+20° ~ -20°	117		
83	+20° ~ -40°	+20° ~ -60°	118		
84	+15° ~ -40°	-30° ~ +30°	119		
85	0° ~ -10°	-20° ~ +20°	120		
86	-5°	-10° ~ +10°	121		
87	0°	0°	122		
88	+30°	-5° ~ +10°	123		
89	+5° ~ -10°	+20° ~ -20°	124		
90	-25°	+180° ~ -180°	125		
91	+10° ~ -30°	+30° ~ -10°	126		
92	-10° ~ -30°	-40° ~ +40°	127		
93	0° ~ -30°	-20° ~ +20°	128		
94	-5° ~ +5°	-10° ~ +10°	129		
95	-5°	-10° ~ +10°	130		
96		0°	131		
97		0°	132		
98	+5° ~ -5°	0° ~ -5°	133		
99		0°	134		
100			135		
101			136		
102			137		
103			138		
104			139		
105			140		

別表 1-3 タフト試験結果 90°断面 4 /sec

測点 番号	垂 直 角	水 平 角	測点 番号	垂 直 角	水 平 角
1	0°	0°	36	+5° ~ -10°	+10° ~ -10°
2	0°	0°	37	+10°	+10°
3	0°	0°	38	+10°	+10° ~ -10°
4	0°	0°	39	-5°	-10°
5	0°	0°	40	-5°	0°
6	0° ~ +5°	-5°	41	0°	0°
7	+5°	-5°	42	0°	0°
8	0° ~ +5°	0°	43	0°	0°
9	+5° ~ -5°	+5°	44	+5°	0°
10	0°	0°	45	+5°	0°
11	0°	0° ~ +5°	46	0°	0°
12	0° ~ +5°	0°	47	+3°	-5°
13	0° ~ +5°	+5° ~ +10°	48	+5°	-10°
14	0° ~ -5°	+15°	49	+30°	-10°
15	+30° ~ +45°	0° ~ +30°	50	+30°	0°
16	+45°	-20° ~ +30°	51	0°	0°
17	0° ~ +5°	+5° ~ -5°	52	0°	0°
18	-5°	+5°	53	+5° ~ -5°	+5° ~ -5°
19	-5° ~ -15°	+10° ~ +20°	54	+20° ~ -20°	+45° ~ -45°
20	-60° ~ +60°	+180° ~ -180°	55	+30° ~ -30°	360°
21	-60° ~ +60°	+180° ~ -180°	56	0°	0°
22	0°	+5° ~ -5°	57	-3°	+5°
23	0° ~ -5°	+5° ~ -5°	58	-3° ~ -5°	+10°
24	-5°	+5°	59	-5°	-5° ~ +20°
25	-20°	+20° ~ -20°	60	+10° ~ -10°	+20° ~ -20°
26	+30° ~ -30°	+30° ~ -30°	61	-3°	0°
27	0°	0°	62	-3°	+5°
28	0° ~ -5°	0°	63	-5°	+5°
29	-5°	+5°	64	-10° ~ -15°	0° ~ +15°
30	-5° ~ -10°	+5° ~ +20°	65	-15°	+20° ~ -20°
31	-10° ~ +10°	+30° ~ -30°	66	0°	0°
32	0°	0°	67	-3°	+5°
33	0°	0°	68	-3°	+5°
34	0°	+5° ~ -5°	69	-5°	0° ~ +10°
35	+5° ~ -5°	+5° ~ -5°	70	-5°	+10° ~ -10°

別表 1-4 タフト試験結果 90°断面 4 /sec

測点 番号	垂 直 角	水 平 角	測点 番号	垂 直 角	水 平 角
71	-3°	0°	106	+15°	0°
72	-3°	0°	107	+5° ~ -5°	
73	-3°	0°	108	-5°	
74	-5°	+5° ~ -5°			
75	-5°	+10° ~ -10°			
76	-3°	0°			
77	-3°	0°			
78	-5°	0°			
79	-3° ~ -5°	+5° ~ -5°			
80	-5°	+5° ~ -5°			
81	+3°	0°			
82	-15° ~ -20°	+20° ~ -20°			
83	-20° ~ -30°	+30° ~ -30°			
84	-15°	+30° ~ -30°			
85	-5° ~ -10°	+10° ~ -10°			
86	+5° ~ -5°	+10° ~ -10°			
87	+3°	0°			
88	+45°	0°			
89	+30° ~ -30°	360°			
90	+10° ~ -10°	+20° ~ -20°			
91	-20°	+20° ~ -20°			
92	-20° ~ -30°	+20° ~ -20°			
93	-20°	+30° ~ -30°			
94	+10° ~ -10°	+20° ~ -20°			
95	+5° ~ -5°	+10° ~ -10°			
96	+3°	0°			
97	+25°	0°			
98	-15°	+10° ~ -10°			
99	-15° ~ -10°	+10° ~ -10°			
100					
101					
102					
103					
104					
105					

別表 1-5 タフト試験結果 サインカーブ断面 4 /sec

測点 番号	垂 直 角	水 平 角	測点 番号	垂 直 角	水 平 角
1	+3° ~ -3°	+3° ~ -3°	36	+3° ~ +5°	0°
2	0° ~ +3°	-5° ~ -7°	37	+15° ~ +20°	0°
3	0° ~ +5°	-10°	38	-10° ~ 0°	-5° ~ +5°
4	+5° ~ +10°	-5° ~ -10°	39	乱れ大 -20° ~ 0°	乱れ大 -20° ~ +20°
5	+5° ~ +10°	-5° ~ +5°	40	乱れ大 -5° ~ -10°	-10° ~ +10°
6	0° ~ -3°	0° ~ -5°	41	-10° ~ +20°	-10° ~ +10°
7	0° ~ -5°	-5° ~ -8°	42	-10° ~ +15°	-10° ~ +10°
8	0°	0° ~ -5°	43	+3° ~ +7°	0°
9	0°	0° ~ -3°	44	+15° ~ +20°	-5° ~ +5°
10	0°	-5° ~ +5°	45	0° ~ +10°	-5° ~ +5°
11	0°	0° ~ +3°	46	-3° ~ 0°	-10° ~ +10°
12	0°	0° ~ +5°	47	-10°	-5° ~ +5°
13	0°	+5°	48	-10° ~ -5°	-10° ~ +10°
14	0° ~ -3°	+3° ~ +7°	49	-10° ~ 0°	-10° ~ +10°
15	-3° ~ +3°	+5° ~ +7°	50	-5° ~ -7°	-15° ~ +15°
16	0° ~ -4°	0° ~ -5°	51	-5° ~ +15°	-15° ~ +15°
17	-3° ~ +3°	0° ~ -7°	52	-5° ~ +10°	-15° ~ +15°
18	+5° ~ -5°	+10° ~ +20°	53	+5°	0°
19	乱れ大 主に -30°	乱れ大 主に -15° ~ +30°	54	+10° ~ +15°	0°
20	乱れ大 主に -45°	乱れ大 0° ~ -90°	55	+3° ~ +5°	-5° ~ +5°
21	0° ~ -3°	-3° ~ +3°	56	-3° ~ +3°	-10° ~ +10°
22	-3° ~ +5°	-3° ~ +5°	57	-8° ~ -5°	-5° ~ +5°
23	0° ~ -5°	+7° ~ +15°	58	-8° ~ -3°	-5° ~ +5°
24	乱れ大 -15° ~ +20°	乱れ大 0° ~ +7°	59	-7° ~ -3°	-5° ~ +5°
25	乱れ大 -20° ~ +45°	-30° ~ +30°	60	-5° ~ 0°	-10° ~ +10°
26	0°	-3° ~ 0°	61	-3° ~ +10°	-5° ~ +5°
27	0° ~ +10°	-5° ~ +5°	62	-5° ~ +10°	-10° ~ +10°
28	-5° ~ -8°	0° ~ +10°			
29	-5°	0° ~ +5°			
30	-10° ~ +20°	-20° ~ +20°			
31	-3° ~ 0°	-3° ~ 0°			
32	-3° ~ +5°	-5° ~ +5°			
33	-5° ~ -10°	-5° ~ +2°			
34	-3° ~ -7°	0° ~ +5°			
35	-10° ~ +15°	-15° ~ +15°			

別表 1-6 タフト試験結果 30°断面 2 /sec

測点 番号	垂 直 角	水 平 角	測点 番号	垂 直 角	水 平 角
1	+10°	+5° ~ -5°	4	+15° ~ +20°	+10°
2	+10°	0° ~ -5°	5	-5° ~ -10°	+10° ~ -10°
3	+10° ~ +15°	+5° ~ -5°	6	-10° ~ -20°	0° ~ -20°

30°断面 4 /sec

1	+15° ~ +20°	+5° ~ -5°	4	+15° ~ +20°	+10° ~ +15°
2	+15° ~ +20°	0° ~ -10°	5	0° ~ -10°	+15° ~ -15°
3	+20°	+5° ~ -5°	6	+5° ~ -10°	+5° ~ -15°

45°断面 2 /sec

1	+15° ~ +20°	0° ~ -10°	4	+10° ~ +15°	0° ~ +20°
2	+20°	+5° ~ -5°	5	-10° ~ -20°	+10° ~ +30°
3	+20°	+5° ~ -10°	6	-20°	+45° ~ -45°

45°断面 4 /sec

1	+20°	+5° ~ -5°	4	+10° ~ +20°	0° ~ +20°
2	+20°	0° ~ +5°	5	+20° ~ -20°	0° ~ +60°
3	+20° ~ +30°	+5° ~ -5°	6	-30° ~ +30°	+60° ~ -60°

60°断面 2 /sec

1	+20°	-10° ~ -30°	4	0° ~ +20°	0° ~ +20°
2	+30° ~ +45°	+10° ~ -30°	5	0° ~ -20°	0° ~ +30°
3	+30° ~ +45°	+20° ~ -20°	6	-45° ~ +45°	+90° ~ -60°

60°断面 4 /sec

1	+20° ~ +30°	+10° ~ -20°	4	0° ~ +20°	0° ~ +15°
2	+30°	+10° ~ -10°	5	+30° ~ -30°	+60° ~ -60° たまたま 360°
3	+30°	0° ~ +10°	6	360°	360°

別表 2-1 実験 No. 1 障害物形状 90° 風洞風速 2.0 m/sec

測点番号	I 型 プ ロ ー プ 計 算 値			実験 No. 1 障害物形状		風洞風速	m / sec 標準偏差
				X 型 プ ロ ー プ 計 算 値			
	風 速 (m/sec)	標準偏差	水平風向 (度)	合成風速 (m/sec)	標準偏差	垂 直 角 (度)	
1	2.166	0.113	-2.6	1.936	0.086	0.00	2.390
2	2.106	0.116	-3.0	1.939	0.080	0.56	2.140
3	1.999	0.121	-2.6	1.860	0.081	1.17	2.220
4	1.895	0.124	-2.4	1.784	0.070	1.14	2.130
5	1.874	0.117	-1.7	1.763	0.091	1.07	2.275
6	2.243	0.111	-19.6	2.129	0.115	0.82	2.594
7	2.291	0.136	-21.6	2.181	0.136	4.78	2.951
8	2.346	0.123	-2.2	1.967	0.130	2.11	3.294
9	2.151	0.262	1.7	2.025	0.186	0.04	4.411
10	2.201	0.180	1.3	1.975	0.108	0.94	2.696
11	2.107	0.232	-1.4	1.939	0.193	-0.96	4.325
12	2.169	0.193	2.0	1.919	0.118	0.64	3.071
13	2.067	0.218	-3.9	1.874	0.206	-1.38	4.516
14	1.992	0.286	3.3	1.860	0.270	-2.84	6.397
15	0.520	0.208	-26.7	0.559	0.261	26.94	10.214
16	0.507	0.232	0.6	0.550	0.234	27.29	11.208
17	2.128	0.185	-1.0	1.893	0.140	0.18	2.881
18	2.011	0.212	-5.5	1.842	0.199	-1.20	4.218
19	2.014	0.247	-12.6	1.952	0.181	-3.31	4.211
20	0.838	0.397	-12.6	0.904	0.368	-3.65	10.809
21	0.658	0.299	-21.3	0.767	0.359	-3.21	10.786
22	1.971	0.205	-6.5	1.839	0.121	-0.31	2.723
23	1.996	0.202	-4.1	1.766	0.180	-0.75	4.026
24	2.035	0.210	4.9	1.824	0.154	-1.43	4.105
25	1.292	0.387	-14.7	1.466	0.340	-4.11	8.456
26	0.965	0.447	11.7	0.983	0.290	-4.32	10.270
27	1.849	0.193	-17.8	1.843	0.155	-0.05	2.704
28	2.023	0.193	-10.1	1.778	0.178	-0.25	3.790
29	2.106	0.182	-4.6	1.809	0.159	-0.43	4.017
30	1.508	0.254	-3.2	1.644	0.239	-3.12	6.295
31	1.475	0.277	-0.8	1.277	0.235	-1.82	7.686
32	1.915	0.165	-2.6	1.780	0.114	-0.30	2.664
33	2.057	0.175	-15.0	1.753	0.137	-0.71	3.443
34	2.125	0.204	-7.8	1.850	0.130	-0.24	3.169
35	1.889	0.229	-3.8	1.702	0.181	-2.25	4.420
36	1.522	0.235	-15.2	1.468	0.192	0.65	6.002
37	2.337	0.161	6.5	2.029	0.117	6.33	3.397
38	2.247	0.237	14.2	2.079	0.221	-0.97	3.987
39	2.173	0.218	6.0	1.870	0.160	-1.33	3.507
40	2.119	0.176	12.0	1.796	0.125	-0.49	2.839
41	2.360	0.023	3.5	1.939	0.023	-1.26	0.613
42	2.319	0.021	0.1	1.898	0.016	-0.11	0.500
43	2.256	0.021	-2.1	1.872	0.013	1.99	0.341
44	2.190	0.019	0.6	1.842	0.018	3.73	0.487
45	2.146	0.020	-0.9	1.777	0.013	1.48	0.419
46	2.539	0.018	-6.9	2.025	0.029	-0.04	0.608
47	2.602	0.024	-6.7	2.099	0.020	2.82	0.333
48	2.722	0.029	-4.9	2.256	0.034	15.28	1.058
49	2.663	0.092	-3.6	2.230	0.058	23.36	2.326
50	2.603	0.100	-2.5	2.156	0.070	24.29	2.768

別表 2-2 実験Ⅱ 障害物形状 90° 風洞風速 2.0 m/sec

測点番号	I 型 プ ロ ー ブ 計 算 値			実験Ⅱ 障害物形状 風洞風速			m/sec 標準偏差
	風 速 (m/sec)	標準偏差	水平風向 (度)	X 型 プ ロ ー ブ 計 算 値			
				合成風速 (m/sec)	標準偏差	垂 直 角 (度)	
51	2.629	0.024	-0.3	2.130	0.026	-1.52	0.643
52	2.621	0.028	-1.8	2.108	0.024	-2.18	0.577
53	2.597	0.114	3.5	2.125	0.070	-1.91	2.373
54	1.790	0.543	2.7	1.924	0.436	-14.73	6.614
55	1.434	0.567	3.5	1.783	0.499	-18.29	8.278
56	2.633	0.029	4.9	2.196	0.035	-1.23	0.726
57	2.641	0.029	0.2	2.359	0.054	23.31	0.811
58	2.642	0.146	4.1	2.080	0.291	-10.74	4.259
59	2.202	0.351	2.7				
60	1.851	0.422	4.1	2.093	0.291	-10.68	4.100
61	2.585	0.032	0.5	1.804	0.375	-14.22	6.913
62	2.557	0.029	-1.3	2.083	0.033	-3.28	0.859
63	2.565	0.085	6.3	2.116	0.024	-4.15	0.548
64	2.247	0.347	9.3	2.111	0.029	-5.89	0.879
65	1.971	0.419	3.0	1.885	0.232	-7.33	5.675
66	2.545	0.031	2.4	1.826	0.297	-8.46	6.370
67	2.537	0.029	5.3	2.025	0.044	-2.79	1.030
68	2.494	0.102	5.7	2.022	0.025	-3.40	0.713
69	2.233	0.234	5.7	2.009	0.041	-3.85	1.398
70	1.944	0.397	1.1	1.869	0.170	-6.27	4.337
71	2.526	0.047	2.0	1.661	0.249	-6.12	6.398
72	2.506	0.035	-2.3	1.979	0.053	-2.00	1.293
73	2.456	0.108	0.5	2.030	0.030	-2.69	0.709
74	2.259	0.259	2.0	2.016	0.044	-2.43	1.336
75	1.909	0.292	-4.6	1.855	0.159	-3.75	3.942
76	2.517	0.059	-3.5	1.698	0.229	-3.39	6.640
77	2.527	0.030	-2.5	1.994	0.049	-2.21	1.252
78	2.514	0.059	4.9	2.033	0.049	-2.11	1.447
79	2.304	0.231	-0.6	1.998	0.065	-1.59	2.012
80	1.895	0.290	-9.2	1.869	0.164	-3.09	4.098
81	2.201	0.060	-1.2	1.690	0.210	-1.26	6.482
82	1.557	0.448	-1.4	1.794	0.024	0.60	0.799
83	1.585	0.497	-7.0	1.348	0.353	-4.29	10.158
84	1.638	0.414	1.7	1.455	0.348	-8.50	8.951
85	1.749	0.348	-5.8	1.258	0.369	-5.17	9.666
86	1.826	0.238	4.4	1.486	0.251	-2.64	7.604
87	2.216	0.040	-3.8	1.536	0.226	-0.95	6.058
88	2.543	0.160	0.3	1.792	0.015	-0.09	0.452
89	0.845	0.380	-3.0	2.334	0.172	43.23	5.837
90	1.708	0.372	-4.8	0.956	0.421	-2.26	10.401
91	1.811	0.434	14.1	1.661	0.403	-15.30	6.641
92	1.802	0.451	2.2	1.774	0.387	-15.64	6.581
93	1.696	0.402	2.9	1.738	0.346	-18.00	7.112
94	1.678	0.322	0.7	1.529	0.337	-6.74	7.329
95	1.830	0.250	-6.4	1.568	0.262	-3.77	7.297
96	2.311	0.020	3.5	1.646	0.224	-2.15	6.192
97	2.707	0.022	2.9	1.568	0.517	14.00	36.541
98	2.746	0.077	-3.5	2.145	0.019	-8.70	0.351
99	2.645	0.157	0.8	2.276	0.092	4.09	2.509
100	2.464	0.318	1.5	2.153	0.163	4.93	5.162

別表 2 - 3 実験Ⅱ 1 障害物形状 90° 風洞風速 2.0 m/sec

測点番号	I 型プローブ計算値			実験Ⅱ	障害物形状	風洞風速	m/sec 標準偏差
				X 型プローブ計算値			
	風速 (m/sec)	標準偏差	水平風向 (度)	合成風速 (m/sec)	標準偏差	垂直角 (度)	
101	2.405	0.286	2.6	2.047	0.214	6.50	6.407
102	2.245	0.282	- 3.7	1.944	0.214	5.20	5.349
103	2.269	0.301	5.5	1.930	0.199	2.98	5.510
104	2.170	0.276	0.5	1.882	0.192	2.13	5.687
105	2.326	0.020	3.2	1.859	0.011	- 1.51	0.320
106	2.679	0.022	1.7	2.129	0.017	- 7.55	0.343
107	2.751	0.072	- 1.6	2.249	0.048	3.63	1.309
108	2.657	0.153	1.6	2.193	0.082	5.38	2.301
109	2.624	0.130	0	2.196	0.086	6.07	2.571
110	2.534	0.189	- 2.0	2.161	0.092	6.14	2.756
111	2.475	0.146	- 0.2	2.059	0.107	5.42	2.806
112	2.396	0.205	1.5	1.994	0.138	2.96	3.270
113	2.363	0.219	5.5	2.019	0.075	2.79	2.674

別表 2-4 実験 No. 2 障害物形状 90° 風洞風速 4.0 m/sec

測点番号	I 型プローブ計算値			実験 No. 2 障害物形状 90° 風洞風速 4.0 m/sec			m/sec 標準偏差
	風速 (m/sec)	標準偏差	水平風向 (度)	X 型プローブ計算値			
				合成風速 (m/sec)	標準偏差	垂直角 (度)	
1	4.000	0.254	- 4.7	3.947	0.264	2.20	3.308
2	3.916	0.199	- 5.4	3.948	0.205	2.65	2.488
3	3.691	0.249	- 5.1	3.759	0.228	2.74	2.773
4	3.567	0.206	- 2.0	3.675	0.190	3.17	2.277
5	3.445	0.243	- 1.7	3.540	0.235	2.95	3.065
6	4.322	0.250	- 7.5	4.289	0.223	3.53	2.710
7	4.448	0.259	+ 10.3	4.553	0.224	6.98	2.750
8	4.322	0.281	- 6.5	4.264	0.253	4.26	3.222
9	4.100	0.474	- 5.9	4.102	0.413	- 0.59	4.836
10	4.075	0.397	+ 1.9	4.032	0.364	4.17	3.890
11	4.076	0.433	+ 10.9	4.141	0.413	1.08	3.904
12	3.991	0.388	+ 0.3	3.902	0.346	3.40	3.645
13	4.065	0.428	+ 1.2	3.977	0.383	- 0.29	4.092
14	3.559	0.667	15.6	3.865	0.606	- 0.15	6.278
15	0.854	0.387	+ 27.8	1.257	0.618	47.47	11.600
16	1.065	0.417	- 174.3	1.333	0.546	46.69	10.729
17	3.794	0.419	- 1.6	3.706	0.376	2.65	4.060
18	3.828	0.410	+ 6.7	3.869	0.380	- 0.28	3.859
19	3.751	0.556	+ 13.2	3.867	0.440	- 13.92	4.994
20	1.515	0.769	+ 2.5	1.814	0.768	- 4.33	12.349
21	1.127	0.525	- 1.1	1.479	0.672	- 1.39	12.557
22	3.649	0.408	+ 0.8	3.388	0.394	3.63	4.418
23	3.681	0.423	+ 3.6	3.606	0.368	1.09	4.254
24	3.743	0.406	+ 7.4	3.733	0.335	0.38	4.473
25	2.380	0.634	- 1.5	2.600	0.762	- 31.39	9.286
26	1.701	0.668	+ 3.5	1.881	0.630	0.29	12.360
27	3.427	0.359	+ 0.5	3.277	0.354	2.45	4.141
28	3.759	0.383	+ 2.4	3.687	0.338	1.33	3.842
29	3.849	0.435	+ 7.2	3.857	0.324	1.70	3.598
30	2.996	0.540	+ 8.7	3.064	0.520	1.84	7.669
31	2.590	0.508	- 4.4	2.584	0.459	0.80	9.168
32	3.456	0.373	+ 2.3	3.398	0.313	2.40	3.812
33	3.874	0.317	+ 4.0	3.813	0.318	1.82	3.320
34	3.800	0.397	+ 3.1	3.714	0.359	2.05	3.885
35	3.251	0.479	+ 5.8	3.346	0.432	1.38	5.747
36	2.761	0.373	+ 0.2	2.847	0.385	3.02	7.017
37	4.229	0.342	+ 9.1	4.176	0.272	18.35	4.187
38	4.103	0.425	+ 4.9	3.930	0.440	12.69	5.573
39	3.810	0.391	- 5.4	3.584	0.351	- 20.63	5.044
40	3.662	0.319	+ 1.7	3.586	0.329	1.13	3.697
41	4.215	0.060	+ 0.4	3.982	0.047	1.54	0.438
42	4.061	0.051	- 1.2	3.948	0.027	2.43	0.251
43	3.928	0.038	- 0.6	3.879	0.028	2.92	0.260
44	3.802	0.043	+ 1.4	3.759	0.025	3.87	0.292
45	3.708	0.037	+ 0.6	3.666	0.032	3.27	0.310
46	4.521	0.055	+ 0.7	4.357	0.044	2.60	0.387
47	4.638	0.064	- 1.4	4.515	0.032	4.64	0.322
48	4.966	0.067	- 6.9	4.928	0.051	12.45	0.689
49	4.800	0.134	- 5.8	4.596	0.106	26.02	2.103
50	4.631	0.173	- 3.1	4.561	0.135	27.55	2.520

別表 2-5 実験 No.2 障害物形状 90° 風洞風速 4.0 m/sec

測点番号	I 型プローブ計算値			実験版 障害物形状 風洞風速			m/sec 標準偏差
	風速 (m/sec)	標準偏差	水平風向 (度)	X 型プローブ計算値			
				合成風速 (m/sec)	標準偏差	垂直角 (度)	
51	4.676	0.066	-1.3	4.504	0.053	1.46	0.641
52	4.684	0.057	+2.2	4.549	0.051	0.92	0.565
53	4.616	0.221	-0.8	4.478	0.196	-1.02	2.986
54	3.221	1.003	+3.5	3.365	0.876	-2.72	11.668
55	2.668	1.015	-0.7	3.029	1.001	-2.53	12.481
56	4.599	0.091	-1.4	4.493	0.062	0.69	0.741
57	4.655	0.053	+7.0	4.551	0.051	0.28	0.546
58	4.718	0.263	+10.0	4.563	0.235	0.10	2.630
59	3.989	0.685	+8.8	4.006	0.577	-0.63	7.365
60	3.346	0.836	+7.1	3.431	0.742	0.46	9.580
61	4.513	0.116	-1.5	4.353	0.086	0.24	0.974
62	4.589	0.065	+3.5	4.366	0.043	-0.93	0.432
63	4.526	0.215	+8.0	4.340	0.135	-3.25	1.845
64	4.144	0.560	+4.6	3.909	0.482	-25.38	6.415
65	3.510	0.737	-0.9	3.505	0.628	-25.63	8.357
66	4.377	0.175	+0.5	4.296	0.120	0.60	1.306
67	4.459	0.070	+4.3	4.279	0.058	-0.21	0.712
68	4.383	0.094	+3.5	4.138	0.182	-1.52	2.707
69	4.081	0.436	+1.1	3.857	0.387	-4.19	4.512
70	3.196	0.653	+1.9	3.333	0.658	-3.58	8.310
71	4.655	0.151	+4.1	4.281	0.136	1.24	1.502
72	4.608	0.065	+0.6	4.270	0.074	0.48	0.886
73	4.576	0.145	+1.6	4.176	0.124	-0.05	1.606
74	4.268	0.449	+2.5	3.918	0.354	-1.03	4.140
75	3.434	0.690	+2.2	3.392	0.562	-0.31	7.719
76	4.595	0.175	+2.0	4.173	0.175	1.12	1.798
77	4.672	0.071	+0.6	4.269	0.080	0.61	1.215
78	4.663	0.186	+1.1	4.247	0.105	0.41	1.424
79	4.257	0.499	+0.9	3.944	0.319	-0.26	4.154
80	3.383	0.524	+0.7	3.463	0.500	0.81	6.394
81	4.009	0.092	-1.1	3.778	0.071	4.76	1.234
82	2.773	0.859	+0.5	3.246	0.836	50.18	8.901
83	2.808	0.921	+0.2	3.125	0.800	47.53	8.891
84	2.843	0.761	-0.1	3.060	0.800	29.33	8.181
85	3.056	0.680	+0.1	2.918	0.554	21.77	8.794
86	3.222	0.546	+0.5	3.215	0.496	2.07	7.325
87	4.136	0.062	+1.5	3.780	0.046	4.10	0.609
88	5.090	0.363	+0.4	5.127	0.306	44.91	5.717
89	1.584	0.796	+2.0	2.146	0.916	-0.03	11.682
90	3.195	0.790	-1.3	3.088	0.736	0.33	8.169
91	3.327	0.794	-0.1	3.495	0.744	11.23	7.710
92	3.332	0.797	+1.9	3.228	0.784	7.86	8.400
93	3.005	0.842	+1.2	3.039	0.725	11.13	7.367
94	3.229	0.637	+0.1	3.085	0.592	0.35	8.653
95	3.374	0.556	-0.5	3.209	0.493	1.85	7.274
96	4.307	0.032	-0.6	3.791	0.032	1.26	0.245
97	5.165	0.040	-0.1	4.420	0.033	-6.04	0.340
98	5.273	0.187	+0.5	4.761	0.161	5.98	1.927
99	4.994	0.409	0.0	4.551	0.401	6.82	4.475
100	4.845	0.553	+0.2	4.429	0.551	8.02	5.832

別表 2 - 6 実験 No. 2 障害物形状 90° 風洞風速 4.0 m/sec

測点番号	I 型プローブ計算値			実験 No. 2 障害物形状 90° 風洞風速			m/sec 標準偏差
	風速 (m/sec)	標準偏差	水平風向 (度)	X 型プローブ計算値			
				合成風速 (m/sec)	標準偏差	垂直角 (度)	
101	4.751	0.458	+ 0.4	4.329	0.567	8.96	5.863
102	4.391	0.573	- 1.1	4.116	0.435	8.07	5.140
103	4.372	0.506	- 0.3	3.943	0.535	5.48	5.931
104	4.260	0.508	+ 0.5	3.902	0.490	4.66	5.302
105	4.362	0.038	- 0.4	3.928	0.025	0.98	0.213
106	5.141	0.039	+ 0.4	4.459	0.028	- 4.29	0.303
107	5.280	0.140	+ 0.8	4.729	0.081	5.38	0.938
108	5.050	0.309	- 0.1	4.604	0.294	6.68	3.347
109	4.994	0.375	+ 0.2	4.576	0.255	7.68	3.614
110	4.882	0.326	+ 0.5	4.485	0.244	8.33	3.513
111	4.685	0.355	+ 0.4	4.322	0.243	7.92	3.251
112	4.504	0.449	+ 0.1	4.177	0.299	5.67	3.751
113	4.409	0.494	+ 0.2	4.175	0.286	5.17	3.798

別表 2-7 実験 No. 3 障害物形状 sin curve 風洞風速 4.0 m/sec

測点番号	I 型 プ ロ ー プ 計 算 値			実験 No. 障害物形状 風洞風速			m/sec 標準偏差
	風速 (m/sec)	標準偏差	水平風向 (度)	X 型 プ ロ ー プ 計 算 値			
				合成風速 (m/sec)	標準偏差	垂直角 (度)	
1	3.940	0.223	-1.7	4.040	0.257	2.96	2.880
2	3.884	0.177	-8.2	4.067	0.189	3.59	2.102
3	3.616	0.218	-9.2	3.762	0.233	4.30	2.595
4	3.355	0.215	-7.7	3.497	0.217	5.34	2.672
5	3.249	0.232	+1.2	3.388	0.252	5.08	2.909
6	4.040	0.228	-3.5	4.324	0.189	3.08	2.212
7	4.152	0.204	-7.0	4.445	0.194	3.19	1.890
8	4.049	0.234	-5.1	4.313	0.247	2.86	2.423
9	4.249	0.206	-3.0	4.428	0.191	2.44	1.960
10	4.100	0.212	-1.1	4.332	0.195	2.34	2.130
11	4.168	0.201	+2.1	4.332	0.186	2.92	2.029
12	4.113	0.198	+3.0	4.290	0.195	2.21	2.043
13	4.176	0.198	+5.5	4.386	0.200	3.30	1.928
14	3.965	0.204	+2.9	4.194	0.196	2.03	2.138
15	4.061	0.199	+3.9	4.233	0.183	3.54	1.983
16	3.828	0.201	+1.6	4.013	0.203	2.09	2.162
17	3.807	0.184	+2.4	3.999	0.196	3.29	1.978
18	3.343	0.313	+5.9	3.690	0.365	6.41	4.179
19	3.201	0.411	+9.0	2.698	0.707	38.15	7.511
20	2.470	0.805	-31.3	4.129	0.948	51.43	4.693
21	3.815	0.186	-7.7	3.976	0.200	3.45	1.866
22	3.700	0.209	-1.6	4.024	0.203	3.97	1.811
23	3.292	0.333	+6.0	3.487	0.341	4.53	4.012
24	3.684	0.227	+1.0	3.452	0.483	-2.11	5.923
25	2.901	0.710	-5.0	3.564	0.599	4.93	5.996
26	3.723	0.185	+2.4	3.883	0.198	2.78	2.162
27	3.447	0.335	-0.6	3.884	0.243	4.56	2.166
28	3.363	0.314	-1.4	3.349	0.333	2.05	3.746
29	3.915	0.139	+2.7	3.800	0.298	1.28	3.437
30	3.572	0.431	+0.1	3.446	0.474	1.96	6.958
31	3.733	0.216	-9.5	4.118	0.203	3.73	1.635
32	3.115	0.278	+4.1	3.559	0.374	5.21	3.596
33	3.719	0.239	-2.5	3.483	0.319	0.61	3.587
34	3.960	0.155	+3.0	3.833	0.284	2.14	3.271
35	3.701	0.325	+0.4	3.556	0.401	2.76	5.228
36	3.598	0.049	0.0	3.735	0.048	6.51	0.640
37	3.908	0.203	+0.3	4.103	0.200	-34.60	3.072
38	3.987	0.271	0.0	3.941	0.249	-7.87	2.015
39	4.004	0.178	+0.1	4.083	0.198	22.80	1.925
40	3.787	0.300	-1.6	3.857	0.235	-1.81	3.469
41	3.721	0.507	+1.0	3.900	0.345	0.51	4.462
42	3.863	0.354	+0.3	3.824	0.367	1.19	4.668
43	3.659	0.044	0.0	3.760	0.045	5.94	0.741
44	4.048	0.192	-0.2	4.206	0.157	-38.22	2.534
45	5.003	0.269	0.0	5.254	0.260	6.44	2.727
46	3.911	0.321	+0.2	3.958	0.358	1.96	2.523
47	4.812	0.292	+1.8	5.024	0.284	28.76	1.678
48	4.234	0.237	-1.4	4.353	0.216	1.08	1.638
49	3.998	0.217	+1.3	4.115	0.180	3.21	1.728
50	3.924	0.196	+0.8	3.897	0.263	-2.16	4.260

別表 2-8 実験Ⅱ-3 障害物形状 sin curve 風洞風速 4.0 m/sec

測点番号	I 型プローブ計算値			実験Ⅱ-3 障害物形状 風洞風速 X 型プローブ計算値			m/sec 標準偏差
	風速 (m/sec)	標準偏差	水平風向 (度)	合成風速 (m/sec)	標準偏差	垂直角 (度)	
51	3.938	0.449	-4.5	4.006	0.358	0.12	4.395
52	3.904	0.397	-1.2	3.887	0.397	0.06	4.639
53	3.835	0.024	0.0	3.791	0.026	4.74	0.332
54	4.379	0.083	0.0	4.605	0.060	-6.35	0.861
55	4.923	0.180	0.0	5.094	0.167	7.05	1.856
56	4.430	0.227	+0.8	4.449	0.225	1.43	2.115
57	4.856	0.221	+2.1	4.825	0.173	-3.33	1.461
58	4.586	0.164	-0.1	4.402	0.127	-6.94	1.176
59	4.313	0.092	-0.3	4.127	0.070	-5.86	0.968
60	4.154	0.117	+2.8	3.988	0.105	-3.19	1.590
61	4.205	0.221	-1.3	4.080	0.244	-0.15	3.698
62	4.123	0.331	0.0	4.046	0.278	-0.22	4.176
63	3.928	0.031	0.0	3.845	0.021	-0.99	0.210
64	4.389	0.027	0.0	4.246	0.026	-5.67	0.253
65	4.602	0.032	0.0	4.538	0.027	-1.68	0.246
66	4.519	0.032	0.0	4.550	0.030	3.00	0.278

別表 2-9 実験Ⅱa 4 障害物形状 30° 風洞風速 2.0 m/sec

測点番号	I 型プローブ計算値			実験Ⅱa 障害物形状 風洞風速			m/sec 標準偏差
	風速 (m/sec)	標準偏差	水平風向 (度)	X 型プローブ計算値			
				合成風速 (m/sec)	標準偏差	垂直角 (度)	
1	2.484	0.122	- 2.9	2.461	0.124	22.11	2.539
2	2.593	0.137	- 3.1	2.667	0.124	29.17	2.782
3	2.657	0.125	- 1.4	2.771	0.120	28.42	2.736
4	1.797	0.239	+ 9.1	1.929	0.230	33.76	6.984
5	1.636	0.301	- 2.6	1.631	0.318	0.57	6.927
6	1.562	0.320	- 9.4	1.775	0.290	- 25.46	4.719

実験Ⅱa 5 障害物形状 45° 風洞風速 2.0 m/sec

7	2.700	0.101	-10.5	2.541	0.104	38.21	2.268
8	2.529	0.137	+0.7	2.604	0.135	49.97	3.464
9	2.450	0.145	-5.1	2.602	0.127	50.32	3.591
10	1.565	0.296	+17.0	1.685	0.320	10.79	6.889
11	1.369	0.415	+2.5	1.474	0.436	-28.45	8.626
12	1.025	0.405	-9.5	1.196	0.459	-33.12	8.604

実験Ⅱa 6 障害物形状 60° 風洞風速 2.0 m/sec

13	2.780	0.092	-22.2	2.684	0.101	41.86	1.964
14	2.546	0.156	-3.7	2.587	0.149	43.76	5.170
15	2.428	0.155	-0.5	2.530	0.153	43.50	6.096
16	1.737	0.355	+19.5	1.864	0.346	17.50	7.882
17	1.285	0.426	+25.8	1.269	0.428	-15.41	9.583
18	0.686	0.338	+9.5	0.966	0.491	0.59	8.931

別表 2 - 10 実験 № 7 障害物形状 30° 風洞風速 4.0 m/sec

測点番号	I 型プローブ計算値			実験№ 障害物形状 風洞風速			m/sec 標準偏差
	風速 (m/sec)	標準偏差	水平風向 (度)	X 型プローブ計算値			
				合成風速 (m/sec)	標準偏差	垂直角 (度)	
1	4.832	0.219	- 1.5	4.611	0.237	32.98	2.774
2	5.094	0.243	- 7.3	5.028	0.211	42.36	2.891
3	5.116	0.238	+ 1.4	5.115	0.210	41.37	3.142
4	3.597	0.478	+ 11.7	3.519	0.460	27.74	4.944
5	3.313	0.582	+ 2.9	3.056	0.553	0.68	7.187
6	3.104	0.644	- 2.9	3.236	0.534	1.02	6.697

実験 № 8 障害物形状 45° 風洞風速 4.0 m/sec

7	5.118	0.180	-0.6	5.061	0.217	38.37	2.277
8	4.773	0.262	+4.2	5.181	0.247	49.39	3.487
9	4.624	0.272	+3.7	4.987	0.241	40.43	3.833
10	3.107	0.640	+20.9	3.362	0.609	32.49	7.790
11	2.057	0.772	+45.1	3.056	0.920	2.42	7.454
12	2.039	0.830	+5.7	2.181	0.823	-0.32	11.817

実験 № 9 障害物形状 60° 風洞風速 4.0 m/sec

13	5.047	0.192	-20.7	4.833	0.187	23.19	2.398
14	4.684	0.288	-3.7	4.990	0.252	36.85	4.533
15	4.574	0.302	-0.2	4.918	0.254	38.20	5.449
16	3.347	0.713	+12.2	3.411	0.622	14.36	8.968
17	2.323	0.824	+22.3	2.478	0.865	-0.39	11.497
18	1.338	0.694	0	1.858	0.901	-0.32	11.927

別表 2-11 実験 No. 10 障害物形状 90° 風洞風速 2.0 m/sec

測点番号	I 型 プ ロ ー ブ 計 算 値			実験 No.	障害物形状	風洞風速	m / sec 標準偏差
	風 速 (m/sec)	標準偏差	水平風向 (度)	X 型 プ ロ ー ブ 計 算 値			
				合成風速 (m/sec)	標準偏差	垂 直 角 (度)	
1	1.738	0.277	0				
	1.082	0.231	-45				
	0.597	0.099	-90				
	1.244	0.272	-135				
2	0.490	0.176	0				
3	0.439	0.193	-45				
	0.407	0.138	-90				
	0.443	0.170	-135				
	0.464	0.193	0				
	0.536	0.174	-45				
4	0.403	0.139	-90				
	0.443	0.149	-135				
	1.733	0.208	0				
	0.896	0.161	-45				
	0.665	0.105	-90				
5	1.436	0.200	-135				
	0.550	0.229	0				
	0.577	0.226	-45				
	0.541	0.224	-90				
	0.535	0.233	-135				
6	0.559	0.195	0				
	0.586	0.244	-45				
	0.504	0.190	-90				
	0.507	0.215	-135				
7	1.731	0.201	0				
8	1.188	0.176	-45				
	0.540	0.065	-90				
	1.192	0.200	-135				
	0.819	0.320	0				
	0.643	0.234	-45				
9	0.548	0.167	-90				
	0.810	0.300	-135				
	0.675	0.233	0				
	0.589	0.257	-45				
	0.474	0.171	-90				
10	0.603	0.255	-135				
	1.789	0.296	0				
	1.272	0.201	-45				
	0.571	0.106	-90				
	1.146	0.293	-135				
11	0.429	0.188	0				
	0.356	0.125	-45				
	0.367	0.160	-90				
	0.406	0.193	-135				
12	0.450	0.203	0				
13	0.394	0.164	-45				
	0.472	0.173	-90				
	0.420	0.179	-135				
	1.705	0.554	0				
	1.306	0.276	-45				

別表 2 - 12 実験 No 10 障害物形状 90° 風洞風速 2.0 m/sec

測点番号	I 型プローブ計算値			実験No	障害物形状	風洞風速	m/sec 標準偏差
				X 型プローブ計算値			
	風速 (m/sec)	標準偏差	水平風向 (度)	合成風速 (m/sec)	標準偏差	垂直角 (度)	
13	0.546	0.061	-90				
	1.357	0.214	-135				
14	0.674	0.328	0				
	0.560	0.268	-45				
	0.596	0.250	-90				
15	0.657	0.261	-135				
	0.577	0.264	0				
	0.603	0.296	-45				
	0.544	0.241	-90				
	0.591	0.252	-135				
16	1.902	0.164	0				
	1.429	0.145	-45				
17	0.548	0.053	-90				
	1.247	0.155	-135				
	1.268	0.383	0				
	0.887	0.306	-45				
	0.658	0.235	-90				
18	0.798	0.301	-135				
	0.926	0.351	0				
	0.665	0.274	-45				
19	0.594	0.211	-90				
	0.678	0.240	-135				
	1.777	0.309	0				
	1.279	0.216	-45				
	0.562	0.089	-90				
20	1.234	0.349	-135				
	0.613	0.267	0				
	0.669	0.291	-45				
	0.600	0.243	-90				
	0.573	0.217	-135				
21	0.662	0.295	0				
	0.571	0.242	-45				
	0.542	0.195	-90				
	0.586	0.250	-135				
22	2.002	0.247	0				
23	1.384	0.175	-45				
	0.552	0.061	-90				
	1.456	0.226	-135				
	1.346	0.434	0				
	0.985	0.374	-45				
24	0.624	0.203	-90				
	0.862	0.304	-135				
	0.940	0.410	0				
	0.791	0.327	-45				
	0.611	0.183	-90				
25	0.739	0.315	-135				
	2.019	0.175	0				
	1.525	0.137	-45				
	0.567	0.064	-90				
	1.342	0.168	-135				

別表 2-13 実験 No. 10 障害物形状 90° 風洞風速 2.0 m/sec [illegible]

一様風中の障害物周辺における
風速分布

土研資料第1595号
昭 55・ 5 (1980)

今田 徹・猪熊 明
秋山 清

キーワード 風速分布, 流れ, 乱れ

要旨

本資料は、一様風中におかれた障害物の周辺の風向、風速を風洞実験により実際に計測した結果をまとめたものである。

郵便はがき

305-□□

二十四切手
をはって下
さい

茨城県筑波郡

豊里町大字旭一番地

建設省土木研究所

トンネル研究室 御中

No. _____

配布先氏名

配布先住所

土木研究所資料第1595号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

印