

土木研究所資料第1971号

耐風調査報告書  
(XI-1982)

昭和58年3月

建設省土木研究所  
構造橋梁部構造研究室

Copyright © 1983 by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複写は土木研究所長の承認を得ずしてこれを行ってはならない。

## 序

現在、東京湾、伊勢湾、大阪湾の各湾岸道路において数多くの長大橋梁の建設が実施および計画されている。吊橋、斜張橋などの比較的たわみやすい橋梁の建設にあたっては耐風性の検討が不可欠であるが、解析によりその検討を行うことは現在のところ極めて困難であるため、個々の設計案について乱れのほとんどない一様気流中で2次元剛体模型を用いた風洞実験を実施し、耐風性の良好な断面を選定している。設計案の耐風安定性が充分でない場合は、既往の実験結果を参考にし経験的に断面変更を施し、その効果を実験的に調べながら耐風安定性の良好な断面を見出すという方法をとっている。しかしながら現在のところ断面形状と空力特性の関係を示すデータは必ずしも充分でないため、これらのデータの蓄積が望まれている。また実際の長大橋梁は3次元構造物であり、これに作用する風は時間的にも空間的にも変動する乱流であるが、現在のところこれらの影響の評価方法も定まっていない。したがって自然風の乱れや構造物の3次元性が、構造物の耐風安定性におよぼす影響についても明らかにする必要がある。このため、当研究室では、より合理的な耐風設計法を確立すること、および長大橋梁建設の可能性を耐風設計の面から明らかにすることを目的として、「耐風調査」を昭和47年度から実施している。

本報告書は昨年度および今年度の「耐風調査」の結果をとりまとめたものであり、以下の項目により構成される。

- (1) 長大箱桁橋の耐風性調査
- (2) スパイアー・ブロックによって発生された乱流の特性調査
- (3) 平戸大橋における自然風および対風応答の長期観測データ解析
- (4) 末广大橋における自然風および対風応答の長期観測データ解析
- (5) 水郷大橋における自然風および対風応答の長期観測データ解析

|         |   |   |   |   |
|---------|---|---|---|---|
| 構造研究室室長 | 山 | 本 | 邦 | 夫 |
| 研究員     | 中 | 神 | 陽 | 一 |
|         | 湯 | 沢 |   | 聡 |
|         | 神 | 寄 | 一 | 夫 |
|         | 福 | 田 |   | 誠 |

# 目 次

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| 1. 長大箱桁橋の耐風性調査 .....                  | 1   |
| 1-1 まえがき .....                        | 1   |
| 1-2 三次元弾性模型実験 .....                   | 1   |
| 1-2-1 実験方法および実験条件 .....               | 1   |
| 1-2-2 実験ケースおよび実験結果 .....              | 1   |
| 1-2-3 結果の考察 .....                     | 2   |
| 1-3 二次元剛体模型実験 .....                   | 3   |
| 1-3-1 実験方法および実験条件 .....               | 3   |
| 1-3-2 実験ケースおよび実験結果 .....              | 3   |
| 1-3-3 結果の考察 .....                     | 4   |
| 1-4 まとめ .....                         | 4   |
| 2. スパイヤー・ブロックにより発生させた乱流の特性調査 .....    | 117 |
| 2-1 まえがき .....                        | 117 |
| 2-2 実験方法 .....                        | 117 |
| 2-2-1 風洞 .....                        | 117 |
| 2-2-2 乱流の測定方法 .....                   | 117 |
| 2-2-3 乱流の発生方法 .....                   | 117 |
| 2-2-4 実験ケース .....                     | 117 |
| 2-2-5 座標 .....                        | 118 |
| 2-3 解析方法 .....                        | 118 |
| 2-4 実験結果 .....                        | 119 |
| 2-5 考察 .....                          | 120 |
| 2-5-1 風速の鉛直分布 .....                   | 120 |
| 2-5-2 水平分布 .....                      | 120 |
| 2-5-3 乱れのスケール .....                   | 120 |
| 2-5-4 乱れ強さ .....                      | 121 |
| 2-5-5 パワースペクトル .....                  | 121 |
| 2-6 まとめ .....                         | 121 |
| 参考文献 .....                            | 121 |
| 3. 平戸大橋における自然風および対風応答の長期観測データ解析 ..... | 143 |
| 3-1 まえがき .....                        | 143 |

|       |                              |     |
|-------|------------------------------|-----|
| 3-2   | 観測記録                         | 143 |
| 3-3   | 自然風の特徴                       | 143 |
| 3-4   | 補剛桁応答の特徴                     | 144 |
| 3-5   | まとめ                          | 144 |
|       | 参考文献                         | 144 |
| 4     | 末広大橋における自然風および対風応答の長期観測データ解析 | 163 |
| 4-1   | まえがき                         | 163 |
| 4-2   | 収録されたデータ                     | 163 |
| 4-3   | 自然風の特徴および橋桁対風応答の特徴           | 163 |
| 4-4   | 鉛直たわみガスト応答の簡単な推定式の検証         | 163 |
| 4-4-1 | 計算条件                         | 164 |
| 4-4-2 | 計算結果                         | 165 |
| 4-4-3 | 結果の考察                        | 165 |
| 4-5   | まとめ                          | 166 |
|       | 参考文献                         | 166 |
| 5     | 水郷大橋における自然風の長期観測データ解析        | 173 |
| 5-1   | まえがき                         | 173 |
| 5-2   | 調査方法                         | 173 |
| 5-2-1 | 観測システムの概要                    | 173 |
| 5-2-2 | データの解析方法                     | 173 |
| 5-3   | 調査結果                         | 173 |
| 5-3-1 | 得られたデータ                      | 173 |
| 5-3-2 | 解析結果                         | 174 |
| 5-4   | 考察                           | 174 |
| 5-5   | まとめ                          | 174 |
|       | 参考文献                         | 174 |

## 1. 長大箱桁橋の耐風性調査

### 1-1 まえがき

吊橋、斜張橋といった一般に長大で剛性の低い構造物の耐風安定性は、従来から検討、実験されてきたが箱桁橋もスパン長が増大するに従い、鉛直たわみ振動数が吊構造を持つ橋梁と比較しても同程度のものとなる為、耐風性の検討が必要となってきた。

そこで本研究ではスパン150m～200mの箱桁橋を想定し、断面を選定し、3次元及び2次元の風洞実験を行い、典型的な箱桁橋断面の持つ、耐風安定性を調査した。

### 1-2 三次元弾性模型実験

#### 1-2-1 実験方法および実験条件

実験に用いた風洞は土木研究所の大気汚染風洞（測定部高さ3.0m、幅6.0m、長さ24.0m、エッフェル型）で、風洞諸元は表-1-2に示した。本実験で対象とした橋梁は、スパン構成が149m+189m+189m+149mの4径間連続である曲線箱桁橋である。縮尺は、風洞測定部幅の制約等から1:120とした。また、模型の製作を容易にする為、各スパンが実橋と等価な振動特性を持つような仮想断面橋を想定しこの仮想橋と模型とで以下の3つの無次元量を一致させた。

$$m/\rho B^2, V/NB, \delta$$

ここで  $m$ ；単位長さ当りの橋桁重量

$\rho$ ；空気密度

$B$ ；橋桁の代表長

$N$ ；鉛直たわみ振動数

$\delta$ ；対数減衰率

なお、模型の外形は、実橋と同一のものである。模型諸元は図-1-1に示した。使用した気流は、乱れがほとんど無い一様流と、スパイアーを用いて発生させた乱流である。スパイアーは高さが2.5mのものを5体、模型設置点より上流側20mの地点にセットした。乱流の気流特性は、表-1-3に示した。

また、対象とした橋梁の背後に岬が存在し、気流に迎角が加えられる可能性があるため岬の3次元地形模型を模型下流側に設置し、影響も調査した。

#### 1-2-2 実験ケースおよび実験結果

実験ケースと実験結果概略を表-1-3に整理した。実橋換算風速で6.6m/secおよび7.7m/secに於て、たわみ振幅が有限なものについては、パフェッティングと定義し振幅を記した。それ以下の風速で発散振動が生じた場合は、ギャロッピングとしその時点での実橋換算風速を示した。渦励振については1次、2次、3次、5次（4次は水平たわみ振動なので除外した。）の4振動について、最大振幅と標準偏差、それに最大振幅時の実橋換算風速を併せて整理した。

風速～振幅・標準偏差曲線の代表的なものを図－1－2に示した。また、他のケースは付録に掲載した。模型の持つ各次の振動数比と実橋での振動数比が異なるため、各モードに於て、風速の実橋換算比が異なる。そのため横軸には各モード毎に、実橋風速を標示した。

模型下流側で桁による風の乱れを評価した。解析したのは乱れ強さと主流方向及び鉛直方向の平均風速で、結果を図－1－3に示した。

### 1－2－3 結果の考察

#### (1) 基本断面の対風応答特性

実験の結果、本橋は風速が17, 27, 32, 41 m/sec前後の風が作用したときに、それぞれ1次, 2次, 3次, 5次の渦励振が発見する可能性が極めて高く、その振巾も1 m強になる可能性が認められた。また、36 m/sec前後の風が作用するとギャロッピングが発現する可能性があることも確認された。(case1)

この実験結果では、ギャロッピングの発現風速の方が高いという結果になっているが、これは前述したように、模型製作の都合上各振動モード毎に換算風速が異なるためこのようになったのであり、実際には風速が36 m/sec以上になった場合にはギャロッピングが発現するものと思われる。乱流中に於ては、渦励振の発現風速は一様流中における値とほぼ等しい。しかし、振幅は約1/3に減少し、また高風速における振動現象も緩和される。背後に岬が無い場合も、桁の定性的な振動特性はほとんど変化しないが、渦励振の振幅はほぼ1/2～1/3に減少し、高風速域における振幅はほぼ同程度である。

#### (2) 乱流による効果

一様流中でギャロッピングを生じた全てのケースで、気流を乱流に変えることによってギャロッピングの発現が抑えられた。渦励振においても、気流の乱れによる振動の低減効果は大きく、ほとんどのケースで振幅が1/2～1/3と抑えられ、渦励振が全く発現しなくなるケースも観測された。

#### (3) 制振装置の効果

本研究では、制振装置としてシングルフラップ、ダブルフラップ、下部スカートの三種を主に用いた。そこで、これらの制振装置の単独での効果を調べる為に、地形模型無しの状態で行った実験と比較した。(case 38～45)

これによると下部スカートはギャロッピング発現風速が多少上がるだけで、渦励振振幅には改善はほとんど見られなく、単独での効果は期待できない。

一方フラップはシングル、ダブルともにギャロッピングを抑制し、渦励振に関しても大巾に改善され、特にダブルフラップでは、渦励振が発現しなくなる。

次に地形模型を設置し、制振装置も複数のアタッチメントを組み合わせ、又新たにフェアリングを加えた。下部スカートとフェアリング、シングルフラップの組合せ、および下部スカートの幅を倍にした場合(case 3～17)では、フェアリング付加の場合を除き、ギャロッピングに対しての効果は認められたが、渦励振に関する限りほとんど効果がなく、シングルフラップ付加の場合のみ振幅を半減させる。地形模型無での比較とも併せて、これはフラップによる低減効果と見るべきで、フラップを中心とした制振対策が効果的であろうと予測される。

case16, 17, 31でシングルフラップ+フェアリング, ダブルフラップの応答を調べたが, 渦励振の振幅は下部スカートに比べ約 $1/2$ に低減されるが, ギャロッピングが発現する可能性が大きいので, ダブルフラップに下部スカートを付加しその効果を実験したのが case18~30, 32~35 である。

ギャロッピングはほとんど発現しなくなるが, 渦励振の改善を図るため下部スカートの配置を変化させ最も効果の高いケースを調べた。

### 1-3 二次元剛体模型実験

#### 1-3-1 実験方法および実験条件

実験に用いた風洞は, 土木研究所の非定常空気力風洞(測定部高さ2.0 m, 幅1.0 m, 長さ3.0 m, ゲッチングン型)で, 風洞諸元は表-1-1に示した。

使用した模型は, 三次元実験で対象とした箱桁の1スパンの $1/2$ ,  $1/3$ ,  $1/6$ 点の断面を取り出したものである。模型諸元は図-1-4に示した。二次元実験としては, 三分力実験, バネ支持実験, 非定常空気力実験の三実験を行った。

##### (1) 三分力実験

本実験は, 三分力天秤を用いて定常的な揚力, 抗力およびモーメントを測定した。

実験に使用した気流は一樣流であり, 風速を $5\text{ m/sec}$ と $10\text{ m/sec}$ にセットし迎角を $-15^\circ$ から $15^\circ$ まで1度刻みで測定した。

##### (2) バネ支持実験

風洞内に模型をコイルバネで支持した。風速は無次元風速で $0 \sim 10$ の範囲について実験を行った。自由度は1自由度であり発現する振動は鉛直たわみのみ制限されている。減衰率は対数減衰率で $0.02$ である。

##### (3) 非定常空気力実験

通風時に模型を強制振動させ, 非定常空気力を測定する方法を用いた。

この方法による場合には, 空気力の他に慣性力が振動時の模型に作用するため, 模型および空気力検出器の外側に付加重錘をのせ, その大きさおよび位置を無風時に調整することにより慣性力を機械的に差し引き, 模型に作用する空気力のみを検出するようにする必要がある。得られた空気力は, 同時に計測した模型振動変位を用いて模型の変位と同位相の成分および速度と同位相の成分に分解し, 非定常空気力係数を求める。

#### 1-3-2 実験ケースおよび実験結果

三分力実験, バネ支持実験については気流は一樣流を用い $1/2$ ,  $1/3$ ,  $1/6$ 断面それぞれについて, 高欄のみのものとフラップを付加したもののケースずつ合計6ケース行った。非定常空気力実験については, 表-1-4に実験ケースを示した。

三分力実験結果は, 図-1-5に三分力曲線を示した。バネ支持実験結果は, 風速, 振幅それに対数減衰率の関係, すなわち $V-A-\delta$ 図を図-1-6にギャロッピング・パフェッティングに関する係数 $\alpha_1$ ,  $\beta_1$ および $\beta_2$ を図-1-7に示した。

非定常空気力実験では、非定常空気力係数( $C_{LHI}$ ,  $C_{LHR}$ ,  $C_{MHI}$ ,  $C_{MHR}$ )と、無次元風速( $V/NB$ ,  $V$ ; 風速,  $N$ ; 振動数,  $B$ ; 橋桁幅員)との関係を図-1-8にギャロッピング・パフエッティングに関する係数 $\alpha_1$ ,  $\beta_1$ および $\beta_2$ を図-1-9~1-10に示した。また、空力アドミッタンスを求め、付録に掲載した。

### 1-3-3 結果の考察

図-1-6のパネ支持実験によるV-A-8図を見ると1/2, 1/3, 1/6断面ともに、高欄のみのケースではかなり大きな振幅の渦励振の発現が確認された。

渦励振による最大倍振幅は、1/2断面で10.5mm, 1/3断面で13.5mm, 1/6断面で10.3mmである。幅員と桁高との比である $B/D$ は1/2断面で約3.0, 1/3断面で約3.3, 1/6断面で約4.0であり、一般にはこの $B/D$ 比が大きい程空力的には安定とされているが、本実験では1/3断面( $B/D \div 3.3$ )が渦励振による振幅が最も大きく、1/2断面( $B/D \div 3.0$ ), 1/6断面( $B/D \div 4.0$ )では、30%ほど振幅が小さくなっている。一方、ギャロッピングは1/6断面でのみ発現し、1/2, 1/3断面では認められなかった。フラップ(ダブルフラップ)を付加した場合には、空力特性は、大幅に改善されギャロッピングは全てのケースで現れなくなる。渦励振についても1/2断面において倍振幅4mm程度の振動が見られるだけで1/3, 1/6両断面では極微小な振動しか現れない。

### 1-4 まとめ

本年度は、3次元弾性模型実験を行い、その空力安定化対策について調査し、合わせて2次元実験を行ったが、次年度は今年度測定された2次元データに元づいてストリップ理論を用い、3次元実験と2次元実験との整合性を確認する予定である。

## 付録 I バネ支持実験と非定常空気力との関係

ここでは、鉛直たわみモードの振動とねじれモードの振動との連成がほぼ無視できる空力現象（ギャロッピング、ねじれフラッター、渦励振）について、非定常空気力係数と通風中自由振動時の振動特性（振動数、対数減衰率）の関係を考える。鉛直たわみ振動もねじれ振動も考え方は同じであるため、ねじれ振動について関係式の導き方を示し、鉛直たわみ振動については結果のみを示す。

強制振動法により非定常空気力を求める場合には、振幅は一定であるため、非定常空気力係数は次のように定義される。

$$\theta = \theta_0 e^{i\omega t} \quad (\theta_0 \text{ は一定}) \quad \dots\dots\dots (1-1)$$

のとき

$$M = \frac{1}{2} \rho U^2 B^2 (C_{MT}^R + i C_{MT}^I) e^{i\omega t} \quad \dots\dots\dots (1-2)$$

ここに、 $\theta$ ；ねじれ振動変位、 $\theta_0$ ；ねじれ振動振幅、 $\omega$ ；円振動数、 $t$ ；時間、 $M$ ；非定常空力モーメント、 $\rho$ ；空気密度、 $U$ ；風速、 $B$ ；橋桁幅員、 $C_{MT}^R$ ；振動変位と同位相のねじれ加振時空力モーメント係数、 $C_{MT}^I$ ；振動速度と同位相のねじれ加振時空力モーメント係数。

一方、通風中のねじれ 1 自由度自由振動時の運動方程式は次のようになる。

$$I \ddot{\theta} + K (1 + i \frac{\delta_0}{\pi}) \theta = M \quad \dots\dots\dots (1-3)$$

ここに、 $I$ ；単位長さあたり極慣性モーメント、 $K$ ；ねじれ剛性、 $\delta_0$ ；無風時の対数減衰率。  
自由振動時には振幅は時間とともに変化するため、

$$\theta = \theta_0 e^{-\frac{\delta}{2\pi} \omega t} e^{i\omega t} \quad \dots\dots\dots (1-4)$$

ここに、 $\delta$ ；通風時の対数減衰率。

となる。一般に  $\delta$  は振幅の関数であるため、強制振動時に作用する非定常空気力と自由振動時に作用する空気力とは、厳密には異なるが、振幅変化  $\Delta\theta_0$  が十分小さい次式の範囲では、

$$\theta_0 - \Delta\theta_0 < \theta_0 e^{-\frac{\delta}{2\pi} \omega t} < \theta_0 + \Delta\theta_0 \quad \dots\dots\dots (1-5)$$

自由振動時の空気力は振幅  $\theta_0$  における強制振動時の空気力で近似されと考えられる。さらに、(5)式の振幅範囲で  $\delta$  を時間に関して一定とみなし、(2)式を(3)式に代入すると  $\delta$ 、 $\omega$  と  $C_{MT}^R$ 、 $C_{MT}^I$  の関係が求まる。すなわち、

$$C_{MT}^R = \frac{I \theta_0}{\frac{1}{2} \rho U^2 B^2} \left( \frac{\delta^2 \omega^2}{4 \pi^2} + \omega_0^2 - \omega^2 \right) \quad (1-6)$$

$$C_{MT}^I = \frac{I \theta_0}{\frac{1}{2} \rho U^2 B^2} \left( \frac{\omega_0^2 \delta_0}{\pi} - \frac{\omega^2 \delta}{\pi} \right) \quad (1-7)$$

ここに、 $\omega_0$ ；無風時の円振動数、 $\omega$ 、 $\delta$ ；それぞれ振幅が $\theta_0$ における通風時の円振動数、対数減衰率。  
逆に、非定常空気力係数より $\omega$ 、 $\delta$ を推定する場合には、

$$\omega^2 = \frac{1}{2} \left\{ \omega_0^2 - X + \sqrt{(X - \omega_0^2)^2 + \left( -Y + \frac{\omega_0^2 \delta_0}{\pi} \right)^2} \right\} \quad (1-8)$$

$$\delta = \left( -Y + \frac{\omega_0^2 \delta_0}{\pi} \right) \frac{\pi}{\omega^2} \quad (1-9)$$

ここに、

$$X = \frac{\frac{1}{2} \rho U^2 B^2}{I \theta_0} C_{MT}^R \quad (1-10)$$

$$Y = \frac{\frac{1}{2} \rho U^2 B^2}{I \theta_0} C_{MT}^I \quad (1-11)$$

振動数が無風時と通風時で同じと考えられる場合、すなわち、

$$\omega = \omega_0 \quad (1-12)$$

のときは、

$$C_{MT}^R = \frac{I \theta_0}{\frac{1}{2} \rho U^2 B^2} \cdot \frac{\delta^2}{4 \pi^2} \omega_0^2 \quad (1-13)$$

$$C_{MT}^I = \frac{I \theta_0}{\frac{1}{2} \rho U^2 B^2} \cdot \omega_0^2 \cdot \frac{\delta_0 - \delta}{\pi} \quad (1-14)$$

$$\delta = \delta_0 - \frac{\frac{1}{2} \rho U^2 B^2 \pi C_{MT}^I}{\omega_0^2 I \theta_0} \quad (1-15)$$

定常振動を続ける場合、すなわち

$$\delta = 0 \quad (1-16)$$

のときは、

$$C_{MT}^R = \frac{I \theta_0}{\frac{1}{2} \rho U^2 B^2} (\omega_0^2 - \omega^2) \quad \dots\dots\dots (1-17)$$

$$C_{MT}^I = \frac{I \theta_0}{\frac{1}{2} \rho U^2 B^2} \cdot \omega_0^2 \frac{\delta_0}{\pi} \quad \dots\dots\dots (1-18)$$

$$\omega^2 = \omega_0^2 - \frac{\frac{1}{2} \rho U^2 B^2}{I \theta_0} C_{MT}^R \quad \dots\dots\dots (1-19)$$

(12)式, (16)式が同時に仮定されるときは,

$$C_{MT}^R = 0 \quad \dots\dots\dots (1-20)$$

$$C_{MT}^I = \frac{I \theta_0}{\frac{1}{2} \rho U^2 B^2} \cdot \omega_0^2 \cdot \frac{\delta_0}{\pi} \quad \dots\dots\dots (1-21)$$

鉛直たわみ振動の場合の関係式を以下に示す。なお、ねじれ振動との対応を明らかにするため、仮定が同じ式は、ねじれ振動の場合の式番号に' を付けて、その式番号とする。

$$C_{LH}^R = \frac{m \eta_0}{\frac{1}{2} \rho U^2 B} \left( \frac{\delta^2 \omega^2}{4 \pi^2} + \omega_0^2 - \omega^2 \right) \quad \dots\dots\dots (1-6')$$

$$C_{LH}^I = \frac{m \eta_0}{\frac{1}{2} \rho U^2 B} \left( \frac{\omega_0^2 \delta_0}{\pi} - \frac{\omega^2 \delta}{\pi} \right) \quad \dots\dots\dots (1-7')$$

ここに、 $C_{LH}^R$ ；振動変位と同位相のたわみ加振時の非定常揚力係数、 $C_{LH}^I$ ；振動速度と同位相のたわみ加振時の非定常揚力係数、 $m$ ；単位長さあたりの質量、 $\eta_0$ ；鉛直たわみ振動振幅。

$$\omega^2 = \frac{1}{2} \left\{ \omega_0^2 - Q + \sqrt{(Q - \omega_0^2)^2 + \left( -R + \frac{\omega_0^2 \delta_0}{\pi} \right)^2} \right\} \quad \dots\dots\dots (1-8')$$

$$\delta = \left( -R + \frac{\omega_0^2 \delta_0}{\pi} \right) \frac{\pi}{\omega^2} \quad \dots\dots\dots (1-9')$$

ここに

$$Q = \frac{\frac{1}{2} \rho U^2 B}{m \eta_0} C_{LH}^R \quad \dots\dots\dots (1-10')$$

$$R = \frac{\frac{1}{2} \rho U^2 B}{m \eta_0} C_{LH}^I \quad \dots\dots\dots (1-11')$$

また,

$$C_{LH}^R = \frac{m \eta_0}{\frac{1}{2} \rho U^2 B} \cdot \frac{\delta^2}{4 \pi^2} \omega_0^2 \quad \dots\dots\dots (1-13')$$

$$C_{LH}^I = \frac{m \eta_0}{\frac{1}{2} \rho U^2 B} \cdot \omega_0^2 \cdot \frac{\delta_0 - \delta}{\pi} \dots\dots\dots (I-14')$$

$$\delta = \delta_0 - \frac{\frac{1}{2} \rho U^2 B \pi C_{LH}^I}{\omega_0^2 m \eta_0} \dots\dots\dots (I-15')$$

$$C_{LH}^R = \frac{m \eta_0}{\frac{1}{2} \rho U^2 B} (\omega_0^2 - \omega^2) \dots\dots\dots (I-17')$$

$$C_{LH}^I = \frac{m \eta_0}{\frac{1}{2} \rho U^2 B} \cdot \omega_0^2 \cdot \frac{\delta_0}{\pi} \dots\dots\dots (I-18')$$

$$\omega^2 = \omega_0^2 - \frac{\frac{1}{2} \rho U^2 B}{m \eta_0} C_{LH}^R \dots\dots\dots (I-19')$$

$$C_{LH}^R = 0 \dots\dots\dots (I-20')$$

$$C_{LH}^I = \frac{m \eta_0}{\frac{1}{2} \rho U^2 B} \cdot \omega_0^2 \cdot \frac{\delta_0}{\pi} \dots\dots\dots (I-21')$$

## 付録Ⅱ ギャロッピング、渦励振とバフエッティングに関する係数

$\omega = \omega_0$  のとき、式(Ⅰ-14')から

$$C_{LH}^1 = \frac{m \eta_0}{\frac{1}{2} \rho U^2 B} \cdot \omega_0^2 \cdot \frac{\delta_0 - \delta}{\pi}$$

$$= \frac{m}{\frac{1}{2} \rho B^2} \cdot \left( \frac{\omega_0 B}{U} \right)^2 \left( \frac{\eta_0}{B} \right) \frac{\delta_0 - \delta}{\pi} \quad \dots\dots\dots (Ⅱ-1)$$

通風時の対数減衰率 $\delta$ は、付図-1のような場合、風速を $V/fB = a, b$ とした時 $\delta$ は'付図-2のようにほぼ一次曲線で近似できる。

そこで、式(Ⅱ-1)のように $\alpha, \beta$ を定義する。

$$\delta = \alpha (\eta_0 / B) + \beta \quad \dots\dots\dots (Ⅱ-2)$$

この時、

$$\begin{aligned} \delta_0 - \delta &= \delta_0 - \beta - \alpha (\eta_0 / B) \\ &= -\alpha (\eta_0 / B) + (\delta_0 - \beta) \quad \dots\dots\dots (Ⅱ-3) \end{aligned}$$

ここで、改めて $\alpha = \alpha', \delta_0 - \beta = \beta'$ と定義すると

$$C_{LH}^1 = \frac{m}{\frac{1}{2} \rho B^2} \left( \frac{\omega_0 B}{U} \right)^2 \left( \frac{\eta_0}{B} \right) \frac{1}{\pi} (-\alpha' (\eta_0 / B) + \beta') \quad \dots\dots\dots (Ⅱ-4)$$

よって

$$\frac{C_{LH}^1}{\eta_0 / B} \cdot \frac{U}{\omega_0 B} = \frac{m}{\frac{1}{2} \rho B^2} \frac{\omega_0 B}{U} \frac{1}{\pi} (-\alpha' (\eta_0 / B) + \beta') \quad \dots\dots\dots (Ⅱ-5)$$

$$= -\alpha'_1 (\eta_0 / B) + \beta' \quad \dots\dots\dots (Ⅱ-6)$$

ここで

$$\alpha'_1 = \frac{m}{\frac{1}{2} \rho B^2} \frac{\omega_0 B}{U} \frac{\alpha'}{\pi} \quad \dots\dots\dots (Ⅱ-7)$$

$$\beta_1 = \frac{m}{\frac{1}{2} \rho B^2} \frac{\omega_0 B}{U} \frac{\beta'}{\pi} \quad \dots\dots\dots (Ⅱ-8)$$

本実験では、バネ支持実験により、 $\delta$ を導き $\alpha', \beta'$ を決定し(Ⅱ-7)(Ⅱ-8)によって $\alpha_1, \beta_1$ を決定する方法と、強制振動法により $C_{LH}^1$ を求め(Ⅱ-6)によって $\alpha_1, \beta_1$ を決定する方法を用いた。

### 付録Ⅲ 空力アドミッタンス

$$\widehat{F} = \rho V B C_F \widehat{u} \widehat{h}_u + \frac{1}{2} \rho V B \frac{d C_F}{d a} \widehat{w} \widehat{h}_w \quad \cdots \cdots \cdots (Ⅲ-1)$$

但し,  $\widehat{F}$ : 空気のフーリエ変換

$\widehat{u}$ : 風軸方向風速変動成分のフーリエ変換

$\widehat{w}$ : 鉛直方向 //

$\widehat{h}_u$ : 風軸方向風速成分に関する空力アドミッタンス

$\widehat{h}_w$ : 鉛直方向 //

式(Ⅲ-1)により各空力アドミッタンスは次式で表わされる。

$$\widehat{h}_u = \frac{1}{\rho V B C_F} \times \frac{S_{uF} (1 - \frac{S_{uw} S_{wF}}{S_{ww} S_{uF}})}{S_{uu} (1 - r_{uw}^2)} \quad \cdots \cdots \cdots (Ⅲ-2)$$

$$\widehat{h}_w = \frac{1}{\frac{1}{2} \rho V B \frac{d C_F}{d a}} \times \frac{S_{uF} (1 - \frac{S_{uw} S_{wF}}{S_{ww} S_{uF}})}{S_{ww} (1 - r_{uw}^2)} \quad \cdots \cdots \cdots (Ⅲ-3)$$

ここで,  $r_{uw}^2$ はコヒーレンスであり次式で表わせる。

$$r_{uw}^2 = \frac{|S_{uw}|^2}{S_{uu} S_{ww}}$$

但し,  $S_{uu}, S_{ww}$ : 風速の u 方向, w 方向成分のパワースペクトル

$S_{uw}, S_{wu}, S_{uF}$ : 風速の u 方向, w 方向および空気のそれぞれのクロススペクトル

次に, 式(Ⅲ-2), (Ⅲ-3)において  $r_{uw} = 0$  ( $S_{uw} = S_{wu} = 0$ )と仮定すると次式のようになる。

$$\widehat{h}_u = \frac{1}{\rho V B C_F} \times \frac{S_{uF}}{S_{uu}} \quad \cdots \cdots \cdots (Ⅲ-4)$$

$$\widehat{h}_w = \frac{1}{\frac{1}{2} \rho V B (\frac{d C_F}{d a})} \times \frac{S_{wF}}{S_{ww}} \quad \cdots \cdots \cdots (Ⅲ-5)$$

式(Ⅲ-4)を変形してフーリエ逆変換を行なうと

$$\int_{-\infty}^{\infty} \widehat{S}_{uu} \cdot \widehat{h}_u \, df = \frac{1}{\rho V B C_F} \int_{-\infty}^{\infty} S_{uF} \, df \quad \cdots \cdots \cdots (Ⅲ-6)$$

となる。ここで  $\widehat{h}_u$  のフーリエ逆変換を

$$\overline{h}_u = \int_{-\infty}^{\infty} \widehat{h}_u \, df$$

とすると

$$\overline{h_u} \int_{-\infty}^{\infty} S_{uu} df = \frac{1}{\rho V B C_F} \int_{-\infty}^{\infty} S_{uF} df \quad \cdots \cdots \cdots (III-7)$$

$$\overline{h_u} C_{uu}(0) = \frac{1}{\rho V B C_F} C_{uF}(0) \quad \cdots \cdots \cdots (III-8)$$

$$\overline{h_u} = \frac{1}{\rho V B C_F} \frac{C_{uF}(0)}{C_{uu}(0)} = \frac{1}{\rho V B C_F} \frac{\overline{u(t)F(t)}}{\overline{u^2(t)}} \quad \cdots \cdots \cdots (III-9)$$

となる。同様に式(III-5)より

$$\overline{h_u} = \frac{1}{\frac{1}{2} \rho V B \frac{d C_F}{d a}} \frac{\overline{w(t)F(t)}}{\overline{w^2(t)}} \quad \cdots \cdots \cdots (III-10)$$

となる。

但し,  $\overline{u^2(t)}$ ,  $\overline{w^2(t)}$  : 自己相関

$\overline{u(t)F(t)}$ ,  $\overline{w(t)F(t)}$  : 相互相関

表-1-1 フラッター風洞主要諸元

|                  | 風 洞 形 式                                                                                   |                                   | 単 回 路 還 流 式                                           |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 主<br>要<br>寸<br>法 | 測<br>定<br>胴                                                                               | 幅 (mm)<br>高 (mm)<br>長 (mm)        | 2500<br>4000<br>10000                                 |
|                  | 縮<br>流<br>胴                                                                               | 入 口 (mm×mm)<br>出 口 (mm×mm)<br>縮流比 | 7000×8500<br>2500×4000<br>5.95                        |
|                  | 風 路 全 長 (mm)                                                                              |                                   | 115000                                                |
| 送<br>風<br>機      | 形 式<br>動翼直径 (mm)<br>有効全圧 (mmAq)<br>風 量 (m <sup>3</sup> /s)<br>回 転 数 (r. p. m)<br>容 量 (kw) |                                   | 固定ピッチ動翼軸流式<br>4000<br>40.0<br>247.0<br>400.0<br>250.0 |
| 気<br>流           | 最大風速 (m/s)<br>乱れ率 (%)                                                                     |                                   | 25.0<br>0.5%以下                                        |

表-1-2 大気汚染風洞主要諸元

|           |                                                                     |
|-----------|---------------------------------------------------------------------|
| 風 洞 形 式   | 吸込式エッフェル型                                                           |
| 測 定 胴 寸 法 | W ÷ 6m × H ÷ 3m × L ÷ 24m                                           |
| 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<br>直径 4000mm                                           |
| 回 転 数     | 360 rpm                                                             |
| 動 翼 枚 数   | 10枚 (後置静翼9枚)                                                        |
| 風 量       | 270 m <sup>3</sup> /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 (360 rpm)<br>空気取入扉開度, 風速制御ダンパー<br>開度, 動翼開度による制御<br>2. 回転数制御 |

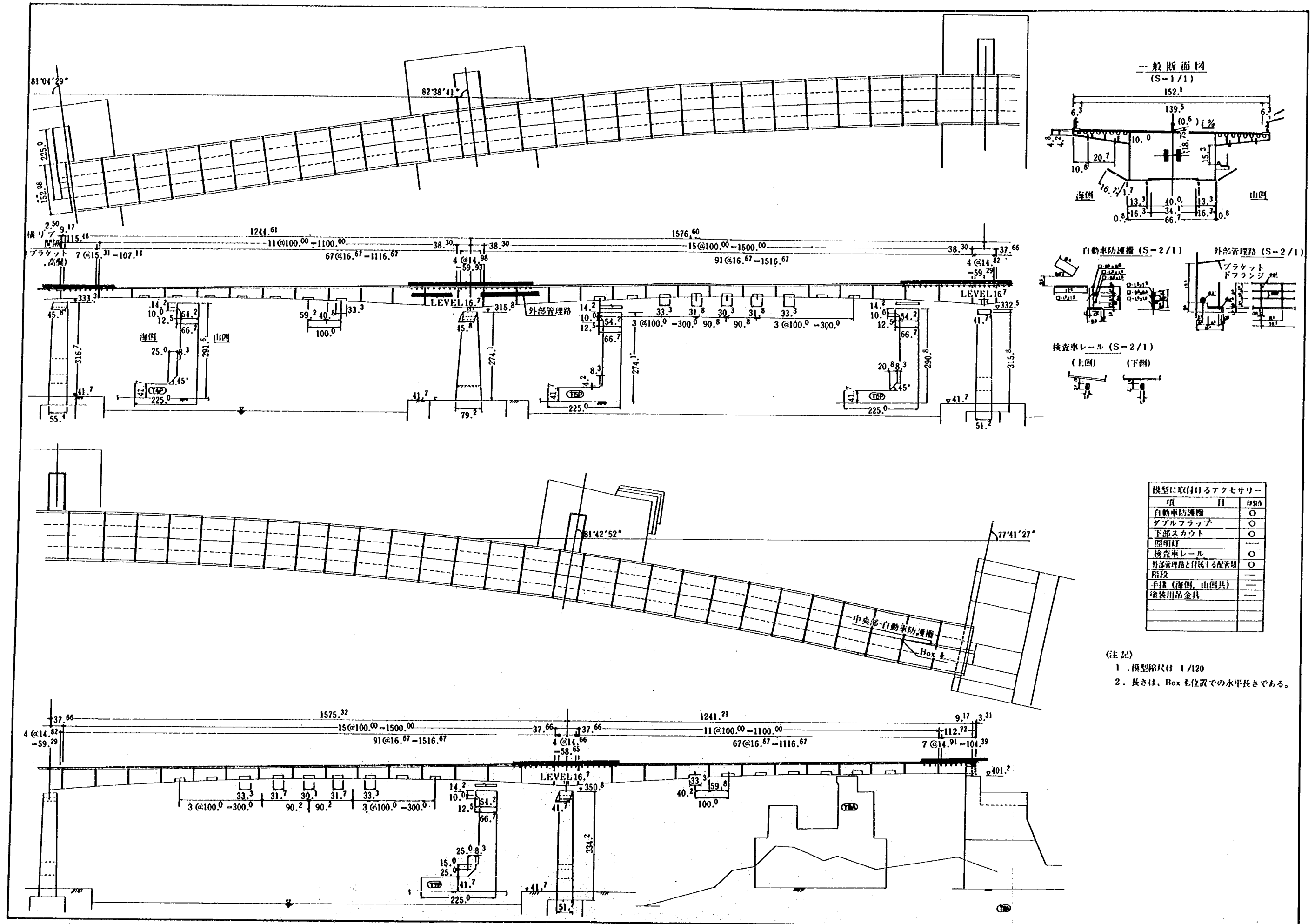


図-1-1 三次元弾性模型諸元



表-1-3-1 実験ケース一覧表

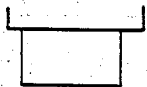
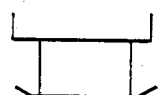
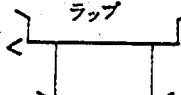
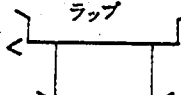
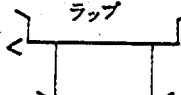
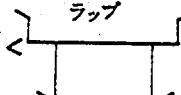
| 実験番号                                                     | 1                                                                                         | 2                          | 3                                                                                                                                                  | 4                          | 5              | 6                          | 7                | 8             | 9                          | 10                                                                                                                                                                    | 11                                                                                                            | 12                                                                                                            | 13                                                                                                                        | 14                                                                                                                        | 15                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------|----------------------------|------------------|---------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 橋桁形状                                                     | 基本断面<br> |                            | 基本断面+下部スカート<br><br>下部<br>下部スカート(幅2m)<br>断続取付<br>12m間隔に4mのスカートを取付 |                            |                |                            |                  |               |                            | 基本断面+下部スカート<br><br>下部スカート<br>(幅4m, ウェブ角度60°)<br>連続取付<br>中央径間中央108m取付<br>側径間中央84m取付 | 基本断面+下部スカート<br>+フェアリング<br> | 基本断面+下部スカート<br>+フェアリング<br> | 基本断面+下部スカート<br>+フェアリング+シングル<br>ラップ<br> | 基本断面+下部スカート<br>+フェアリング+シングル<br>ラップ<br> | 基本断面+下部スカート<br>+フェアリング+シングル<br>ラップ<br> |
| 山模型の有無                                                   | 有                                                                                         |                            | 有                                                                                                                                                  |                            |                |                            |                  |               |                            | 有                                                                                                                                                                     | 有                                                                                                             | 有                                                                                                             | 有                                                                                                                         | 有                                                                                                                         | 有                                                                                                                         |
| 無風時対数減衰率<br>(1次モード)                                      | 0.02                                                                                      |                            | 0.02                                                                                                                                               |                            | 0.04           |                            | 0.10             | 0.18          |                            | 0.02                                                                                                                                                                  |                                                                                                               | 0.02                                                                                                          |                                                                                                                           | 0.02                                                                                                                      |                                                                                                                           |
| 気流<br>Iu: 水平風速の乱れ強さ<br>Iw: 鉛直風速の乱れ強さ                     | 一様流                                                                                       | 乱流<br>Iu=9~14%<br>Iw=6~10% | 一様流                                                                                                                                                | 乱流<br>Iu=9~14%<br>Iw=6~10% | 一様流            | 乱流<br>Iu=9~14%<br>Iw=6~10% | 一様流              | 一様流           | 乱流<br>Iu=9~14%<br>Iw=6~10% | 一様流                                                                                                                                                                   | 乱流<br>Iu=9~14%<br>Iw=6~10%                                                                                    | 一様流                                                                                                           | 乱流<br>Iu=9~14%<br>Iw=6~10%                                                                                                | 一様流                                                                                                                       | 乱流<br>Iu=9~14%<br>Iw=6~10%                                                                                                |
| ギャロッピング<br>発現風速(m/s)<br>振幅が幅員の1%<br>=19cm                | 36                                                                                        | 発現せず                       | 37                                                                                                                                                 | 発現せず                       | 38             | 発現せず                       | 発現せず             | 発現せず          | 発現せず                       | 発現せず                                                                                                                                                                  | 発現せず                                                                                                          | 37                                                                                                            | 発現せず                                                                                                                      | 発現せず                                                                                                                      | 発現せず                                                                                                                      |
| バフニング<br>最大振幅<br>(cm)                                    | V=63m/s<br>発現せず                                                                           | 110*<br>170*               | 発現せず                                                                                                                                               | 110*<br>150*               | 発現せず           | 110*<br>160*               | 20<br>30         | 14<br>16      | 75*<br>113*                | 16<br>29                                                                                                                                                              | 79<br>120*                                                                                                    | 発現せず                                                                                                          | 115*<br>170*                                                                                                              | 16<br>23                                                                                                                  | 100*<br>150*                                                                                                              |
| 渦励振<br>上段: 最大振幅<br>標準偏差<br>(cm)<br>下段: 最大振幅時<br>の風速(m/s) | 1次                                                                                        | 110<br>75<br>17            | 40<br>20<br>16                                                                                                                                     | 121<br>82<br>17            | 68<br>39<br>16 | 75<br>50<br>17             | 発現せず<br>10<br>15 | 20<br>5<br>15 | 9<br>発現せず<br>15            | 90<br>50<br>18                                                                                                                                                        | 44<br>23<br>16                                                                                                | 110<br>75<br>18                                                                                               | 36<br>21<br>17                                                                                                            | 43<br>28<br>16                                                                                                            | 発現せず                                                                                                                      |
|                                                          | 2次                                                                                        | 110<br>55<br>27            | 30<br>10<br>25                                                                                                                                     | 102<br>70<br>24            | 44<br>24<br>23 | 25<br>15<br>22             | 発現せず<br>8<br>22  | 15<br>4<br>21 | 10<br>発現せず<br>21           | 70<br>50<br>24                                                                                                                                                        | 15<br>5<br>25                                                                                                 | 89<br>61<br>26                                                                                                | 20<br>7<br>24                                                                                                             | 28<br>18<br>22                                                                                                            | 発現せず                                                                                                                      |
|                                                          | 3次                                                                                        | 120<br>75<br>32            | 70<br>35<br>33                                                                                                                                     | 113<br>76<br>31            | 62<br>30<br>30 | 10<br>2<br>30              | 発現せず<br>9<br>31  | 9<br>2<br>31  | 発現せず<br>発現せず<br>31         | 67<br>43<br>31                                                                                                                                                        | 21<br>5<br>30                                                                                                 | 106<br>70<br>33                                                                                               | 46<br>21<br>33                                                                                                            | 11<br>4<br>30                                                                                                             | 発現せず                                                                                                                      |
|                                                          | 5次                                                                                        | 100<br>65<br>41            | 65<br>25<br>40                                                                                                                                     | 97<br>64<br>40             | 58<br>27<br>40 | 30<br>20<br>38             | 発現せず<br>15<br>37 | 10<br>4<br>37 | 発現せず<br>発現せず<br>37         | 60<br>40<br>39                                                                                                                                                        | 60<br>24<br>40                                                                                                | 85<br>53<br>43                                                                                                | 54<br>19<br>42                                                                                                            | 34<br>21<br>39                                                                                                            | 発現せず                                                                                                                      |
|                                                          |                                                                                           |                            |                                                                                                                                                    |                            |                |                            |                  |               |                            |                                                                                                                                                                       |                                                                                                               |                                                                                                               |                                                                                                                           |                                                                                                                           |                                                                                                                           |
|                                                          |                                                                                           |                            |                                                                                                                                                    |                            |                |                            |                  |               |                            |                                                                                                                                                                       |                                                                                                               |                                                                                                               |                                                                                                                           |                                                                                                                           |                                                                                                                           |
|                                                          |                                                                                           |                            |                                                                                                                                                    |                            |                |                            |                  |               |                            |                                                                                                                                                                       |                                                                                                               |                                                                                                               |                                                                                                                           |                                                                                                                           |                                                                                                                           |
|                                                          |                                                                                           |                            |                                                                                                                                                    |                            |                |                            |                  |               |                            |                                                                                                                                                                       |                                                                                                               |                                                                                                               |                                                                                                                           |                                                                                                                           |                                                                                                                           |
|                                                          |                                                                                           |                            |                                                                                                                                                    |                            |                |                            |                  |               |                            |                                                                                                                                                                       |                                                                                                               |                                                                                                               |                                                                                                                           |                                                                                                                           |                                                                                                                           |
|                                                          |                                                                                           |                            |                                                                                                                                                    |                            |                |                            |                  |               |                            |                                                                                                                                                                       |                                                                                                               |                                                                                                               |                                                                                                                           |                                                                                                                           |                                                                                                                           |
|                                                          |                                                                                           |                            |                                                                                                                                                    |                            |                |                            |                  |               |                            |                                                                                                                                                                       |                                                                                                               |                                                                                                               |                                                                                                                           |                                                                                                                           |                                                                                                                           |

表-1-3-2 実験ケース一覧表

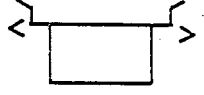
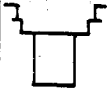
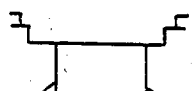
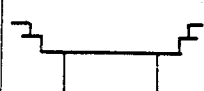
| 実験番号                                                       | 16                                                                                                            | 17                         | 18                                                                                                                                                                                                                                                                              | 19                         | 20      | 21                         | 22   | 23                         | 24               | 25             | 26             | 27               | 28               | 29             |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------|----------------------------|------|----------------------------|------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|----------------|
| 橋桁形状                                                       | 基本断面+フェアリング<br>+シングルフラップ<br> |                            | 基本断面+下部スカート+ダブルフラップ<br><br>ダブルフラップ<br>(上段:幅1m, 30°<br>下段:幅1.5m, 0°)<br> 下部スカート<br>(幅2m<br>ウェブとの角度60°)<br> |                            |         |                            |      |                            |                  |                |                |                  |                  |                |
| 山模型の有無                                                     | 有                                                                                                             |                            | 有                                                                                                                                                                                                                                                                               |                            | 有       |                            | 有    |                            | 有                | 有              | 有              | 有                | 有                | 有              |
| 無風時対数減衰率<br>(1次モード)                                        | 0.02                                                                                                          |                            | 0.02                                                                                                                                                                                                                                                                            |                            | 0.02    |                            | 0.02 |                            | 0.02             | 0.02           | 0.02           | 0.02             | 0.02             | 0.02           |
| 気流<br>Iu: 水平風速の乱れ強さ<br>Iw: 鉛直風速の乱れ強さ                       | 一様流                                                                                                           | 乱流<br>Iu=9~14%<br>Iw=6~10% | 一様流                                                                                                                                                                                                                                                                             | 乱流<br>Iu=9~14%<br>Iw=6~10% | 一様流     | 乱流<br>Iu=9~14%<br>Iw=6~10% | 一様流  | 乱流<br>Iu=9~14%<br>Iw=6~10% | 一様流              | 一様流            | 一様流            | 一様流              | 一様流              | 一様流            |
| ギャロッピング<br>発現風速(m/s)<br>振幅が幅員の1%<br>=19cm                  | 4.6                                                                                                           | 発現せず                       | 発現せず                                                                                                                                                                                                                                                                            | 発現せず                       | 発現せず    | 発現せず                       | 4.4  | 発現せず                       | 発現せず             | 発現せず           | 発現せず           | 発現せず             | 発現せず             | 発現せず           |
| バフエッティング<br>最大振幅<br>(cm)                                   | V63m/s<br>V77m/s<br>(設計風速)<br>発現せず                                                                            | 110米<br>160米               | 20<br>25                                                                                                                                                                                                                                                                        | 90米<br>135米                | 8<br>12 | 70<br>105米                 | 発現せず | 100米<br>150米               | 16<br>23         | 16<br>20       | 16<br>23       | 24<br>33         | 22<br>53         | 68<br>100米     |
| 渦励振<br>上段:最大振幅<br>標準偏差<br>(cm)<br><br>下段:最大振幅時<br>の風速(m/s) | 1次                                                                                                            | 50<br>30<br>15             | 発現せず                                                                                                                                                                                                                                                                            | 25<br>15<br>17             | 発現せず    | 70<br>50<br>17             | 発現せず | 40<br>26<br>16             | 34<br>20<br>17   | 35<br>23<br>17 | 31<br>19<br>17 | 31<br>19<br>16   | 40<br>25<br>15   | 36<br>23<br>17 |
|                                                            | 2次                                                                                                            | 30<br>20<br>21             | 発現せず                                                                                                                                                                                                                                                                            | 10<br>3<br>26              | 発現せず    | 25<br>10<br>23             | 発現せず | 13<br>6<br>25              | 25<br>14<br>24   | 10<br>2<br>27  | 9<br>1<br>25   | 12<br>6<br>25    | 20<br>11<br>24   | 11<br>5<br>25  |
|                                                            | 3次                                                                                                            | 30<br>20<br>29             | 発現せず                                                                                                                                                                                                                                                                            | 発現せず                       | 発現せず    | 発現せず                       | 発現せず | 12<br>5<br>30              | 発現せず             | 発現せず           | 発現せず           | 発現せず             | 20<br>9<br>29    | 15<br>6<br>28  |
|                                                            | 5次                                                                                                            | 40<br>2.5<br>3.8           | 発現せず                                                                                                                                                                                                                                                                            | 25<br>1.5<br>4.2           | 発現せず    | 30<br>2.0<br>3.9           | 発現せず | 29<br>1.8<br>4.0           | 26<br>1.5<br>4.1 | 発現せず           | 15<br>7<br>4.4 | 21<br>1.2<br>4.0 | 30<br>1.8<br>3.8 | 15<br>8<br>4.2 |
|                                                            |                                                                                                               |                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                            |         |                            |      |                            |                  |                |                |                  |                  |                |
|                                                            |                                                                                                               |                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                            |         |                            |      |                            |                  |                |                |                  |                  |                |
|                                                            |                                                                                                               |                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                            |         |                            |      |                            |                  |                |                |                  |                  |                |
|                                                            |                                                                                                               |                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                            |         |                            |      |                            |                  |                |                |                  |                  |                |
|                                                            |                                                                                                               |                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                            |         |                            |      |                            |                  |                |                |                  |                  |                |
|                                                            |                                                                                                               |                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                            |         |                            |      |                            |                  |                |                |                  |                  |                |
|                                                            |                                                                                                               |                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                            |         |                            |      |                            |                  |                |                |                  |                  |                |

表-1-3-3 実験ケース一覧表

| 実験番号                                                    | 30                                                                                                        | 31                                                                                                                 | 32                         | 33      | 34                         | 35                                                                                                               | 36                         | 37                                                                                          | 38                         | 39                                                                                                                                  | 40                         | 41                                                                                                                                              | 42                         | 43                                                                                                                                                                                          | 44                         |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 橋桁形状                                                    | 基本断面<br>+<br>ダブルフラップ<br> | 基本断面+下部スカート<br>+ダブルフラップ<br><br>4m |                            |         |                            | 基本断面+ダブルフラップ<br>+丸形フェアリング<br> |                            | 基本断面<br> |                            | 基本断面+シングルフラップ<br><br>シングルフラップ<br>(幅1.5m, 傾斜角10°) |                            | 基本断面+ダブルフラップ<br><br>ダブルフラップ<br>上段: 幅1m, 30°<br>下段: 幅1.5m, 0° |                            | 基本断面+下部スカート<br><br>下部スカート<br>(幅2m, ウェブとの角度60°)<br>断続12m間隔に4m<br>のスカートを取付<br>中央径間片側あたり<br>9枚<br>側径間<br>7枚 |                            |
| 山模型の有無                                                  | 有                                                                                                         | 有                                                                                                                  |                            |         |                            | 有                                                                                                                |                            | 無                                                                                           |                            | 無                                                                                                                                   |                            | 無                                                                                                                                               |                            | 無                                                                                                                                                                                           |                            |
| 無風時対数減衰率<br>(1次モード)                                     | 0.02                                                                                                      | 0.02                                                                                                               |                            |         |                            | 0.02                                                                                                             |                            | 0.02                                                                                        |                            | 0.02                                                                                                                                |                            | 0.02                                                                                                                                            |                            | 0.02                                                                                                                                                                                        |                            |
| 気流<br>lu: 水平風速の乱れ強さ<br>lw: 鉛直風速の乱れ強さ                    | 一様流                                                                                                       | 一様流                                                                                                                | 乱流<br>lu=9~14%<br>lw=6~10% | 一様流     | 乱流<br>lu=9~14%<br>lw=6~10% | 一様流                                                                                                              | 乱流<br>lu=9~14%<br>lw=6~10% | 一様流                                                                                         | 乱流<br>lu=9~14%<br>lw=6~10% | 一様流                                                                                                                                 | 乱流<br>lu=9~14%<br>lw=6~10% | 一様流                                                                                                                                             | 乱流<br>lu=9~14%<br>lw=6~10% | 一様流                                                                                                                                                                                         | 乱流<br>lu=9~14%<br>lw=6~10% |
| ギャロッピング<br>発現風速(m/s)<br>(振幅が幅員の1%)<br>=19cm             | 43                                                                                                        | 発現せず                                                                                                               | 発現せず                       | 発現せず    | 発現せず                       | 発現せず                                                                                                             | 発現せず                       | 37                                                                                          | 発現せず                       | 発現せず                                                                                                                                | 発現せず                       | 発現せず                                                                                                                                            | 発現せず                       | 44                                                                                                                                                                                          | 発現せず                       |
| ベフエッティング<br>最大振幅<br>(cm)                                | V=63m/s<br>V=77m/s<br>(設計風速)<br>発現せず                                                                      | 14<br>22                                                                                                           | 66<br>100*                 | 8<br>12 | 63<br>95*                  | 9<br>14                                                                                                          | 60<br>90*                  | 発現せず                                                                                        | 100*<br>160*               | 15<br>20                                                                                                                            | 100*<br>145*               | 9<br>15                                                                                                                                         | 87*<br>130*                | 発現せず                                                                                                                                                                                        | 93*<br>139*                |
| 渦励振<br>上段: 最大振幅<br>標偏差<br>(cm)<br>下段: 最大振幅時<br>の風速(m/s) | 1次                                                                                                        | 45<br>30<br>16                                                                                                     | 27<br>17                   | 発現せず    | 58<br>38                   | 発現せず                                                                                                             | 65<br>45                   | 発現せず                                                                                        | 50<br>35                   | 20<br>10                                                                                                                            | 10<br>5                    | 発現せず                                                                                                                                            | 発現せず                       | 55<br>35                                                                                                                                                                                    | 18<br>8                    |
|                                                         | 2次                                                                                                        | 25<br>10<br>23                                                                                                     | 14<br>7<br>24              | 発現せず    | 21<br>12<br>23             | 発現せず                                                                                                             | 30<br>20<br>22             | 発現せず                                                                                        | 50<br>30<br>19             | 10<br>3<br>23                                                                                                                       | 6<br>2<br>23               | 発現せず                                                                                                                                            | 発現せず                       | 45<br>30<br>20                                                                                                                                                                              | 14<br>発現せず                 |
|                                                         | 3次                                                                                                        | 30<br>15<br>31                                                                                                     | 発現せず                       | 発現せず    | 発現せず                       | 発現せず                                                                                                             | 9<br>3                     | 発現せず                                                                                        | 55<br>35                   | 30<br>15                                                                                                                            | 発現せず                       | 発現せず                                                                                                                                            | 発現せず                       | 55<br>35                                                                                                                                                                                    | 22<br>8                    |
|                                                         | 5次                                                                                                        | 35<br>20<br>38                                                                                                     | 15<br>8<br>42              | 発現せず    | 24<br>14<br>40             | 発現せず                                                                                                             | 30<br>20<br>39             | 発現せず                                                                                        | 50<br>35<br>33             | 50<br>10<br>40                                                                                                                      | 9<br>3<br>38               | 発現せず                                                                                                                                            | 発現せず                       | 50<br>30<br>34                                                                                                                                                                              | 34<br>14<br>35             |
|                                                         |                                                                                                           |                                                                                                                    |                            |         |                            |                                                                                                                  |                            |                                                                                             |                            |                                                                                                                                     |                            |                                                                                                                                                 |                            |                                                                                                                                                                                             |                            |
|                                                         |                                                                                                           |                                                                                                                    |                            |         |                            |                                                                                                                  |                            |                                                                                             |                            |                                                                                                                                     |                            |                                                                                                                                                 |                            |                                                                                                                                                                                             |                            |
|                                                         |                                                                                                           |                                                                                                                    |                            |         |                            |                                                                                                                  |                            |                                                                                             |                            |                                                                                                                                     |                            |                                                                                                                                                 |                            |                                                                                                                                                                                             |                            |
|                                                         |                                                                                                           |                                                                                                                    |                            |         |                            |                                                                                                                  |                            |                                                                                             |                            |                                                                                                                                     |                            |                                                                                                                                                 |                            |                                                                                                                                                                                             |                            |
|                                                         |                                                                                                           |                                                                                                                    |                            |         |                            |                                                                                                                  |                            |                                                                                             |                            |                                                                                                                                     |                            |                                                                                                                                                 |                            |                                                                                                                                                                                             |                            |
|                                                         |                                                                                                           |                                                                                                                    |                            |         |                            |                                                                                                                  |                            |                                                                                             |                            |                                                                                                                                     |                            |                                                                                                                                                 |                            |                                                                                                                                                                                             |                            |
|                                                         |                                                                                                           |                                                                                                                    |                            |         |                            |                                                                                                                  |                            |                                                                                             |                            |                                                                                                                                     |                            |                                                                                                                                                 |                            |                                                                                                                                                                                             |                            |

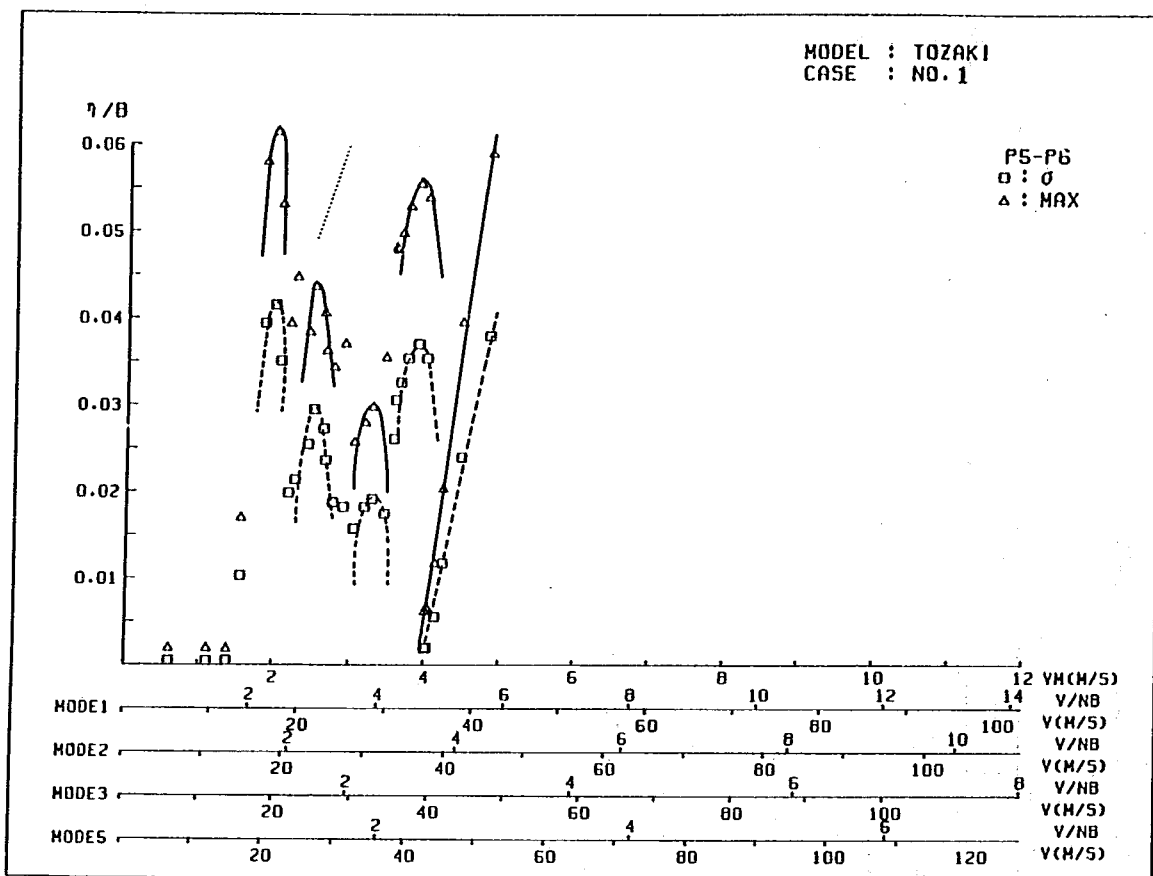


図-1-2-1 風速一振幅・標準偏差曲線

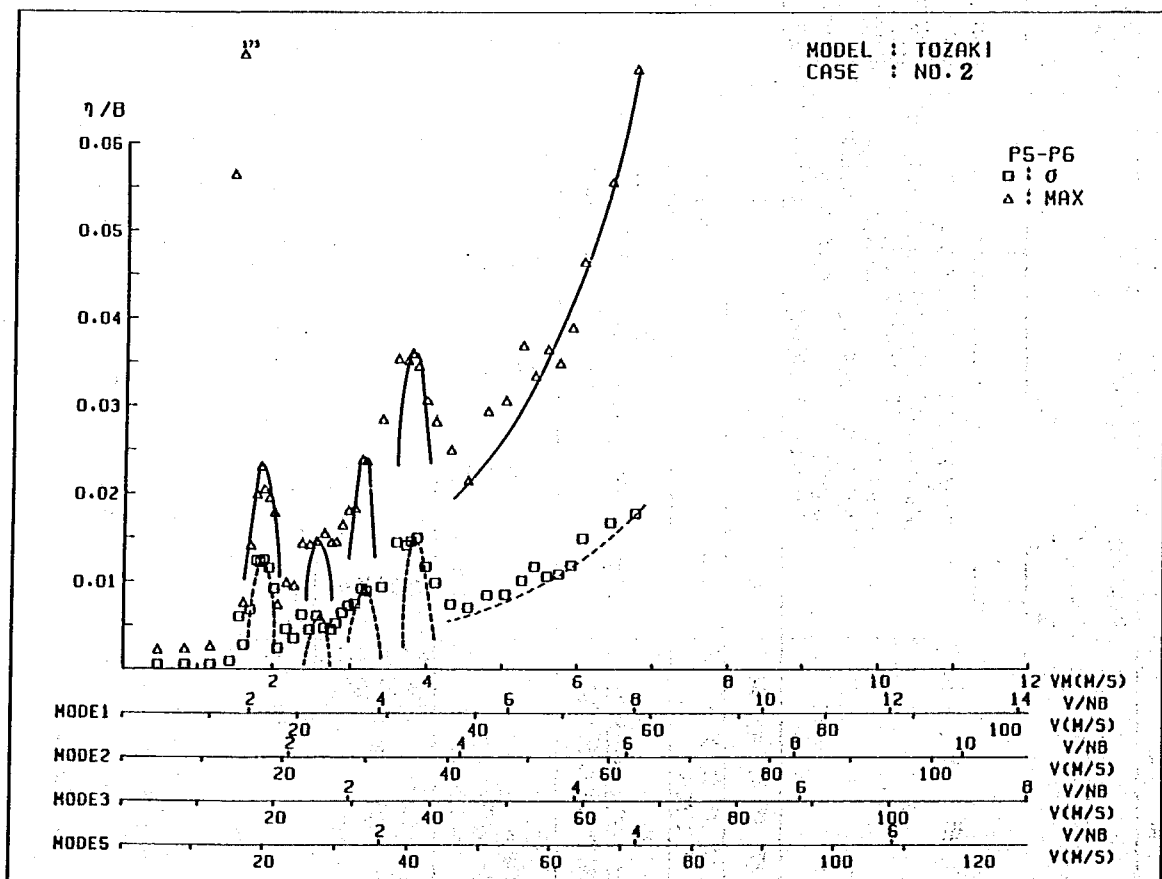


図-1-2-2 風速一振幅・標準偏差曲線



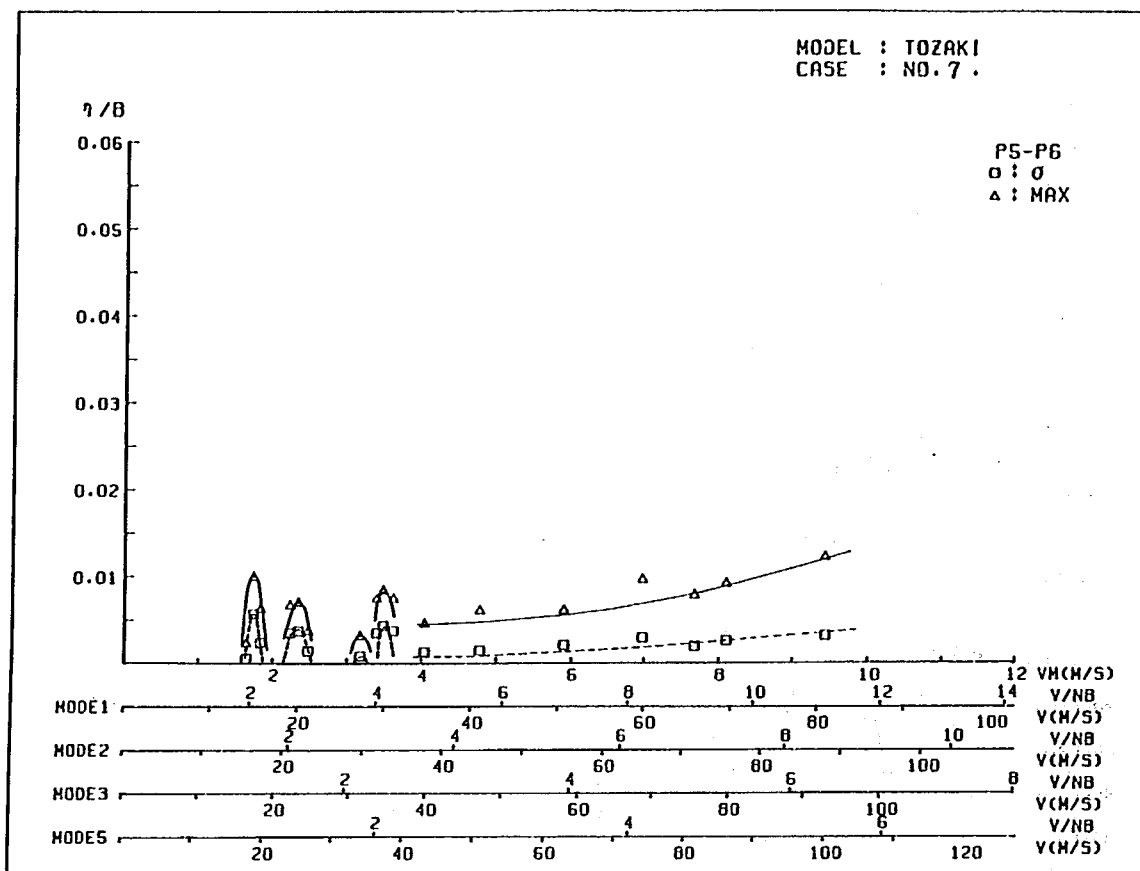


図-1-2-5 風速一振幅・標準偏差曲線

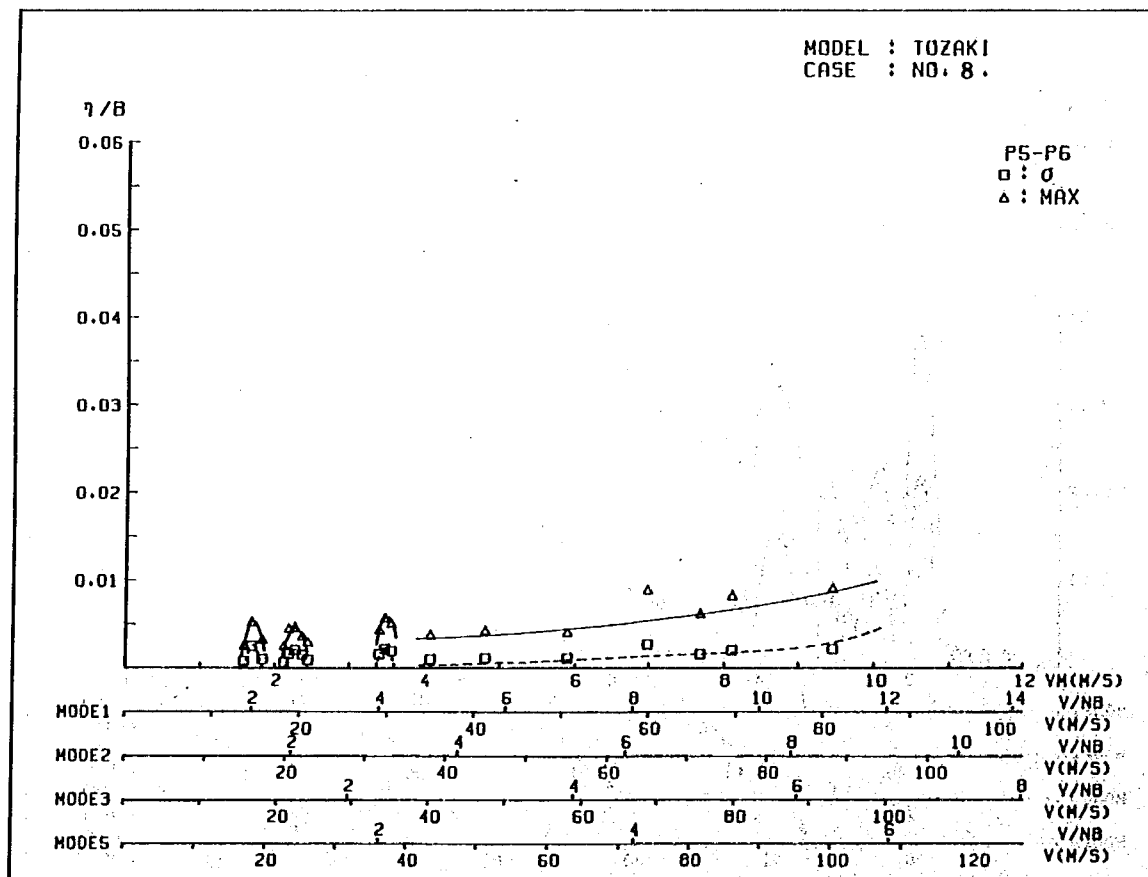


図-1-2-6 風速一振幅・標準偏差曲線

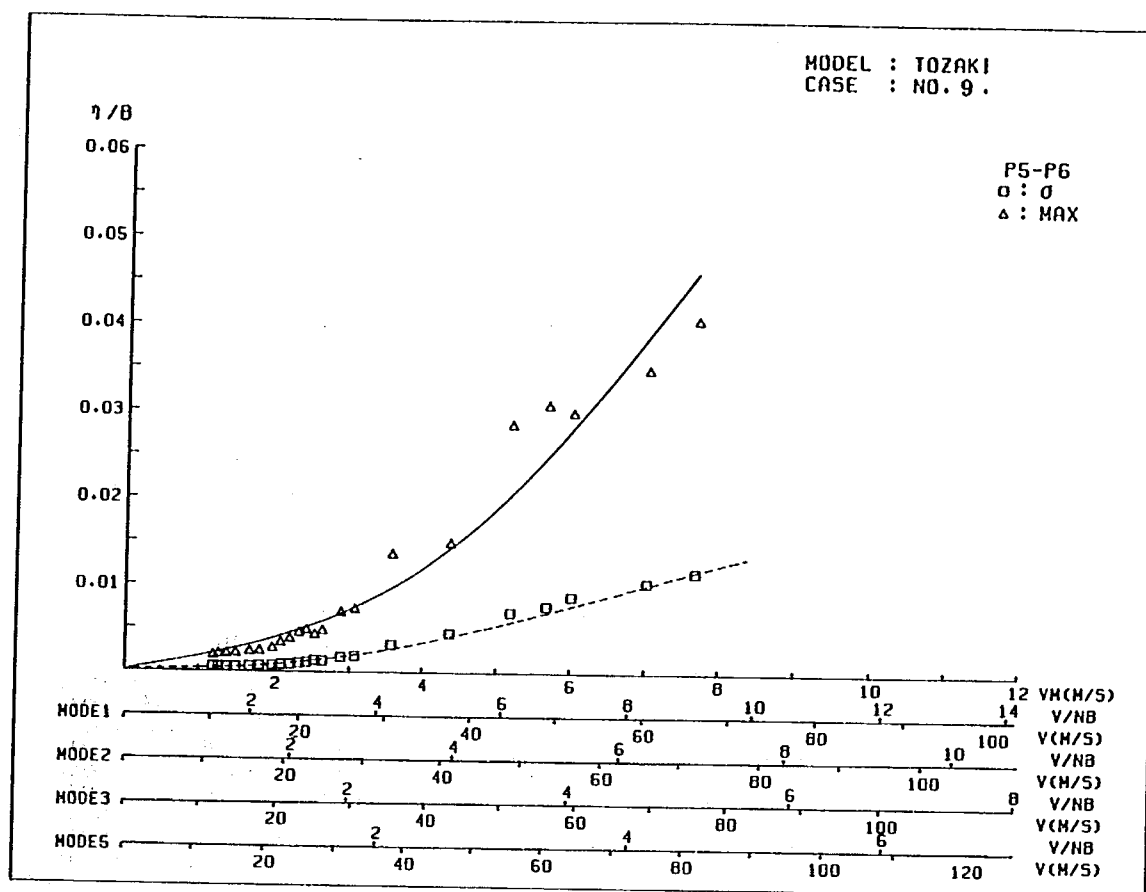


図-1-2-7 風速一振幅・標準偏差曲線

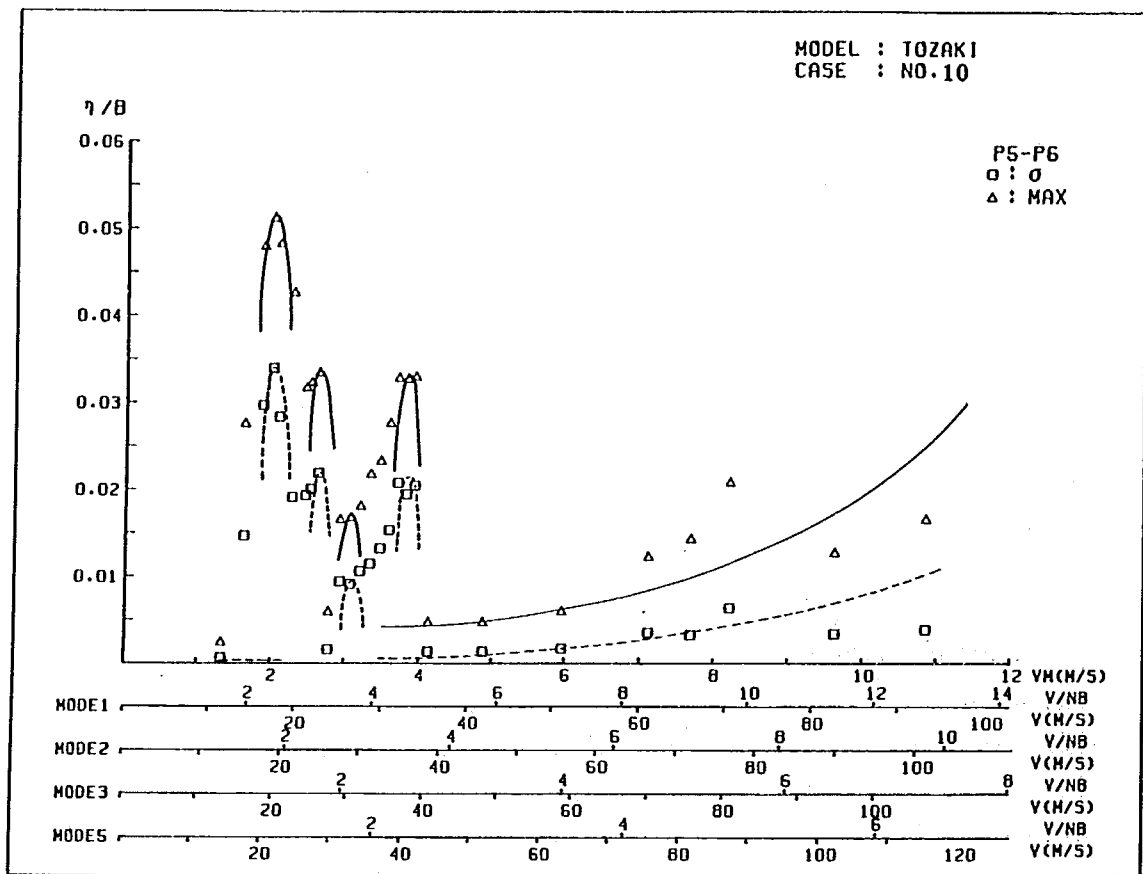


図-1-2-8 風速一振幅・標準偏差曲線

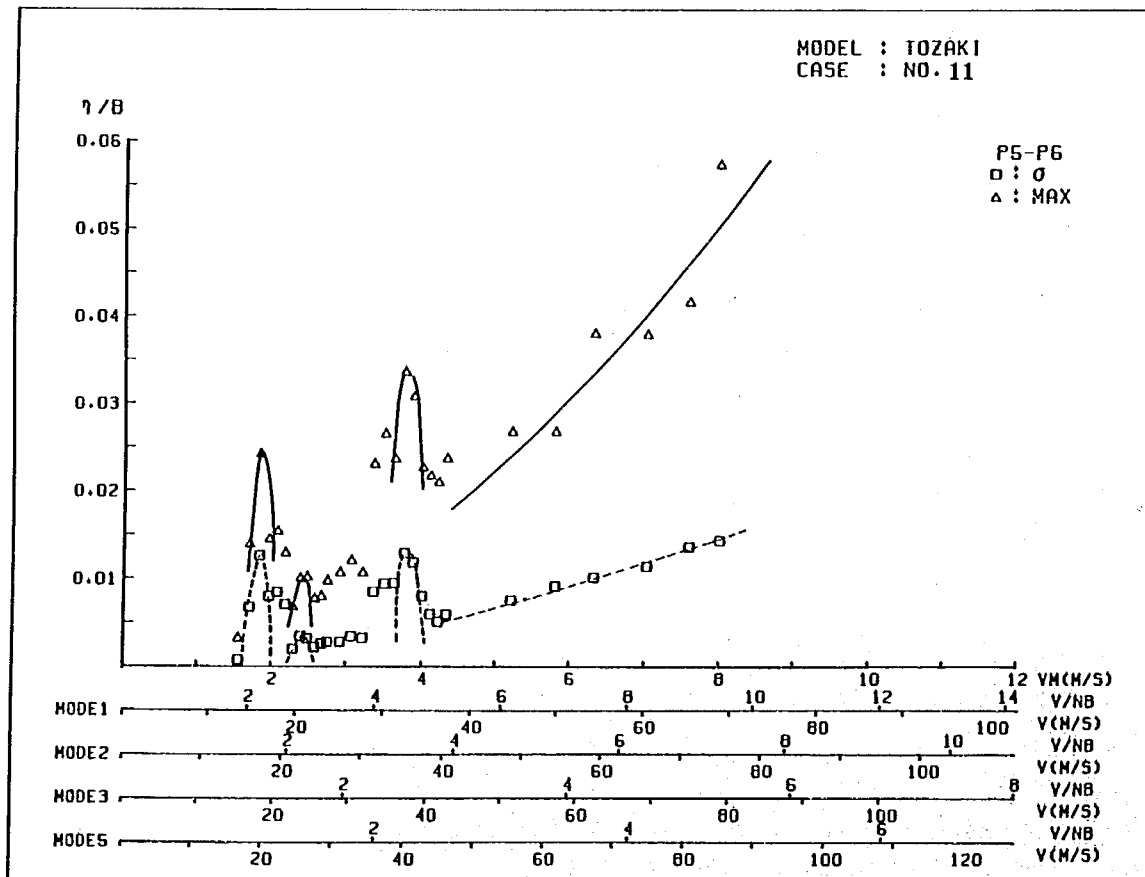


図-1-2-9 風速一振幅・標準偏差曲線

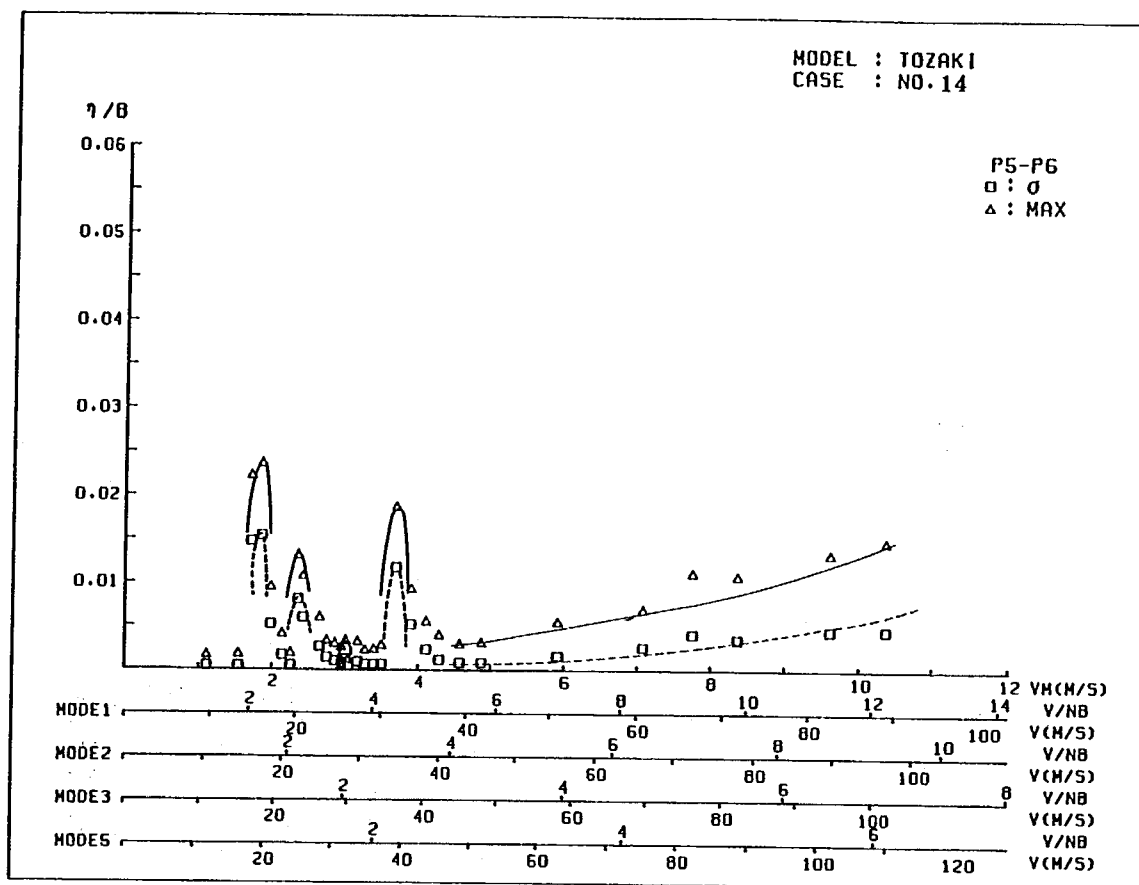


図-1-2-10 風速一振幅・標準偏差曲線

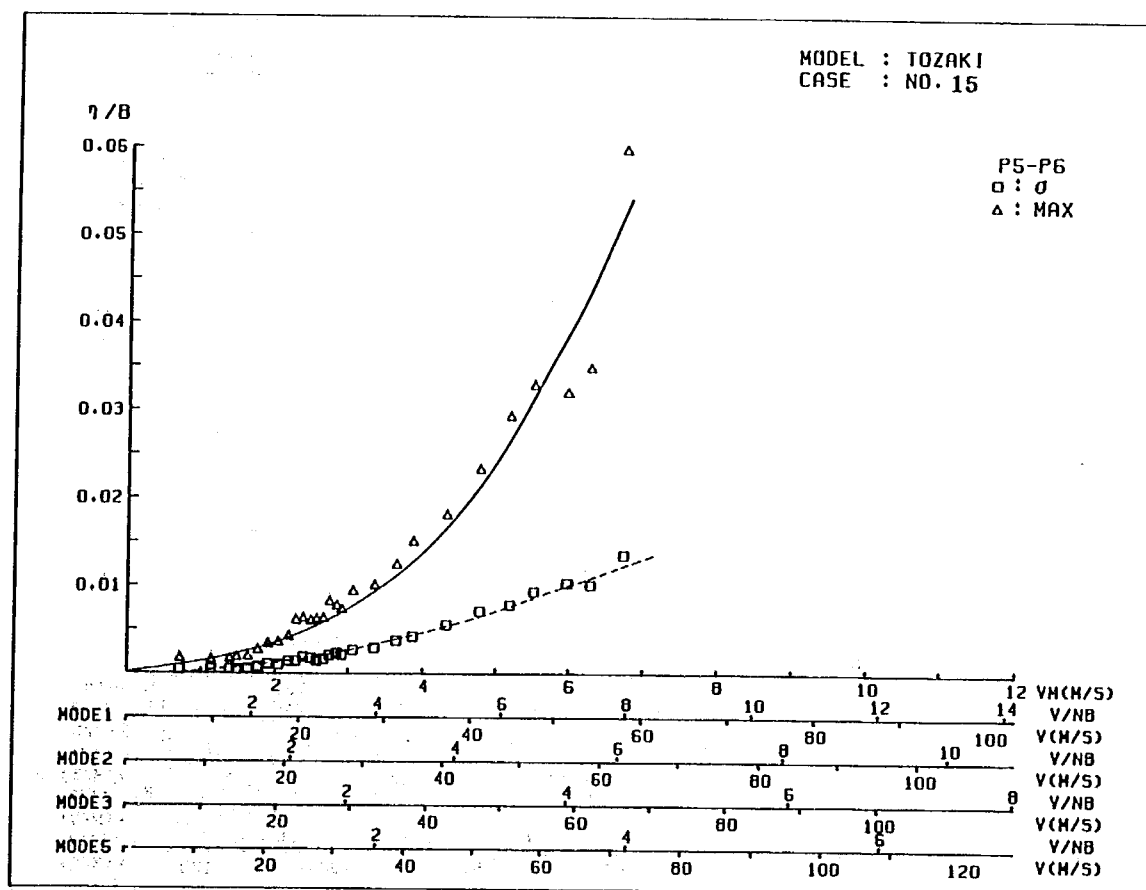


図-1-2-11 風速一振幅・標準偏差曲線

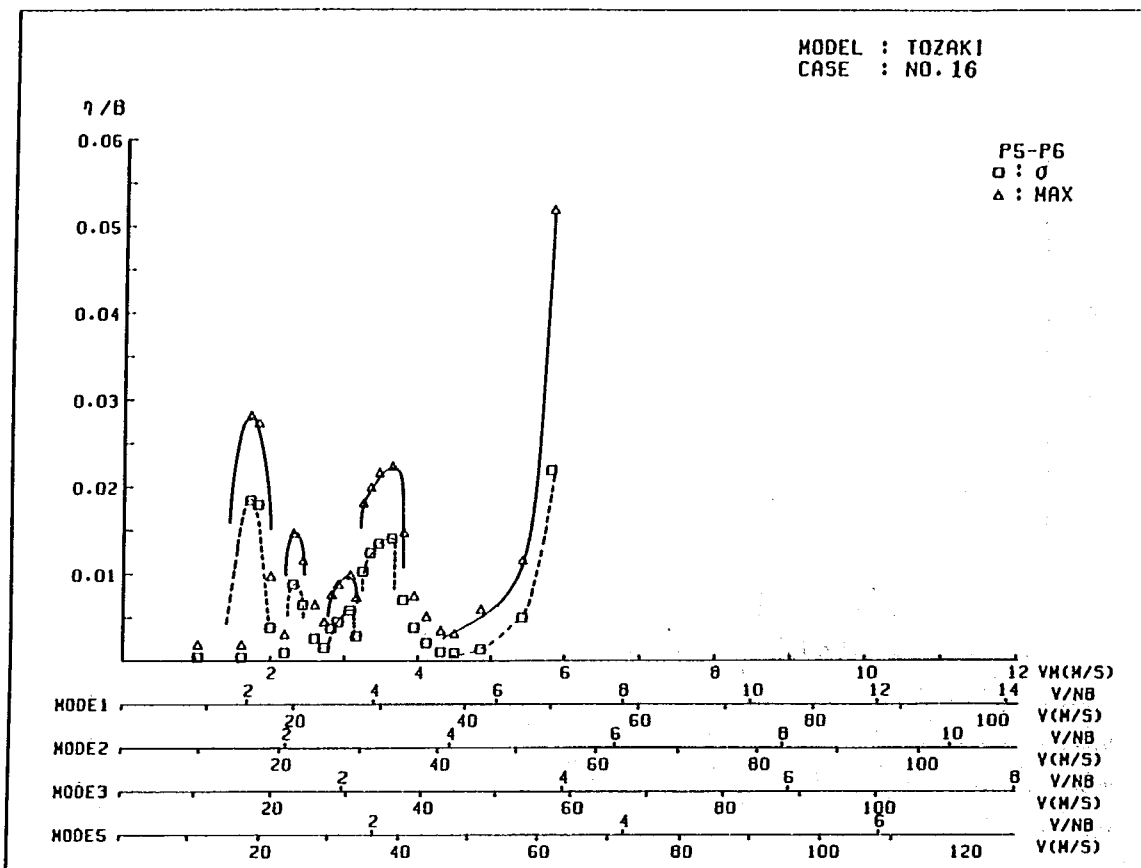


図-1-2-12 風速一振幅・標準偏差曲線

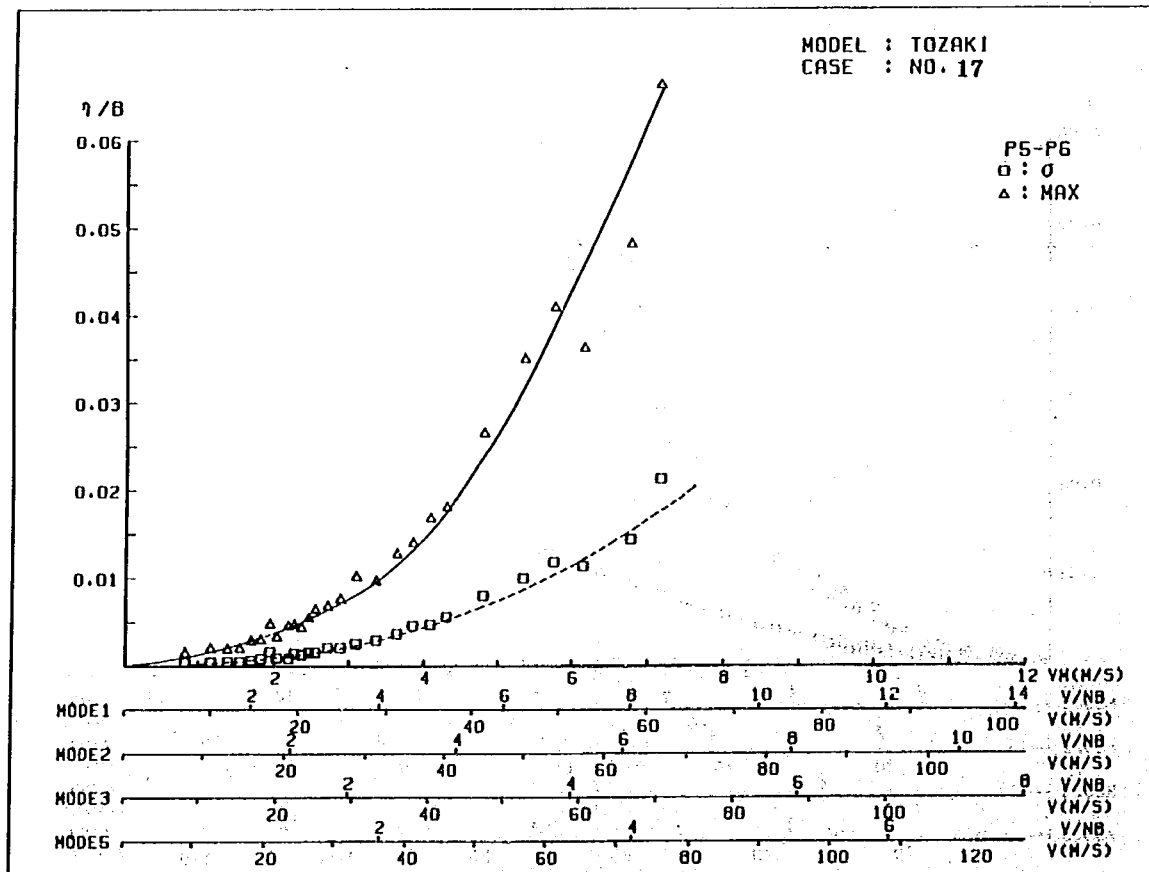


図-1-2-13 風速一振幅・標準偏差曲線

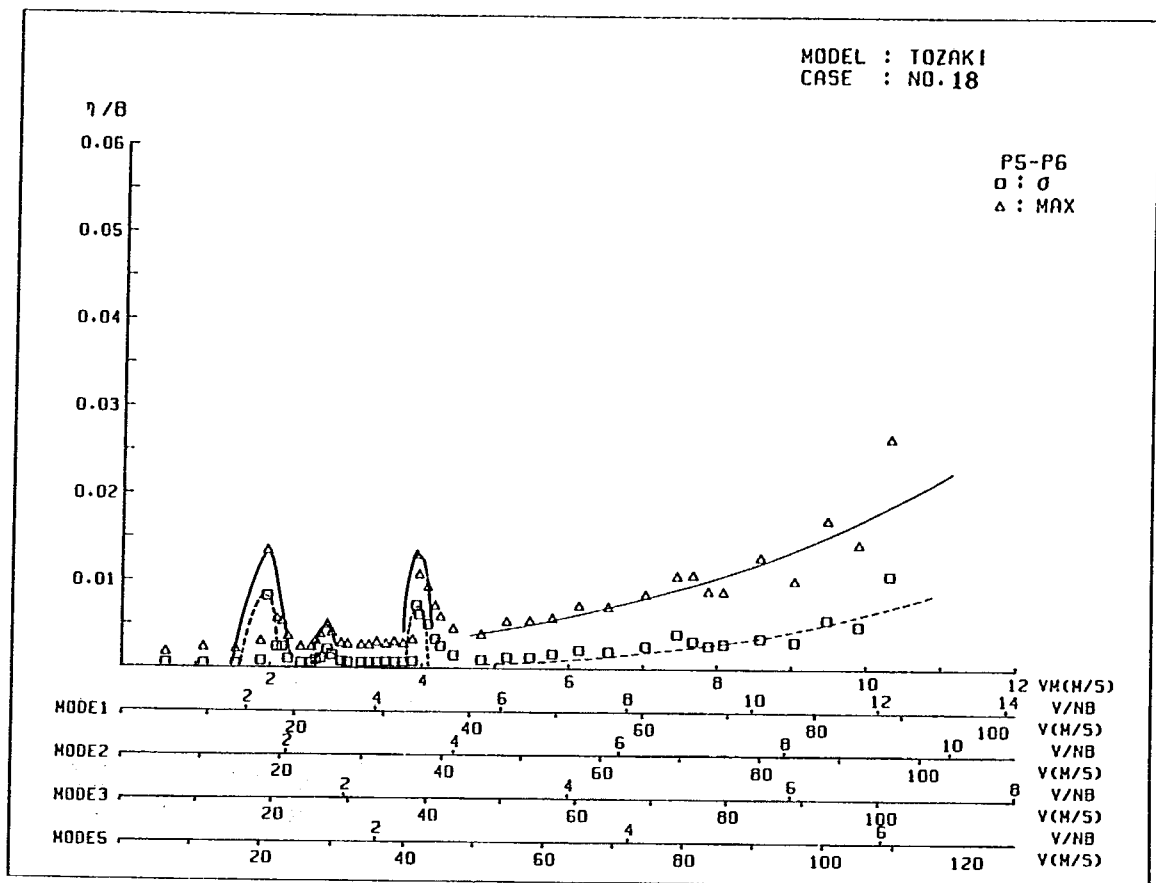


図-1-2-14 風速一振幅・標準偏差曲線

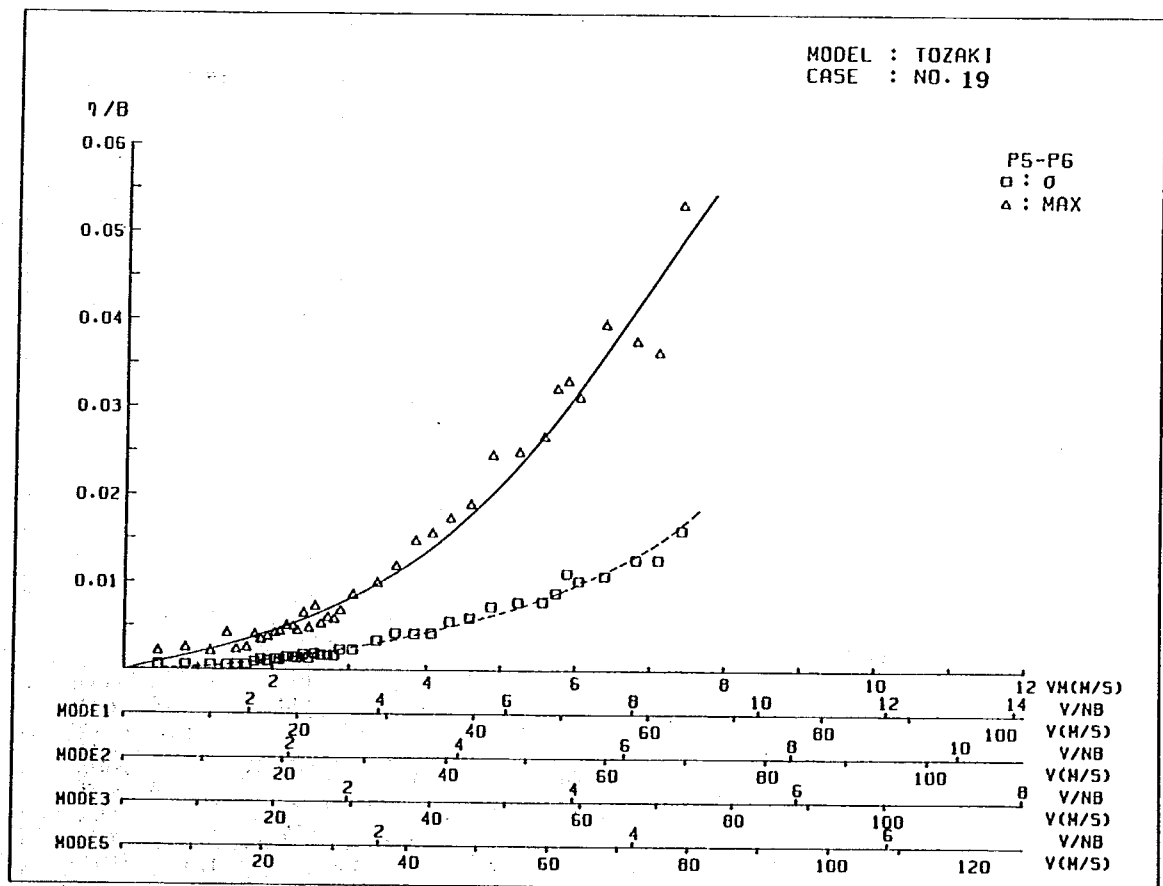


図-1-2-15 風速一振幅・標準偏差曲線

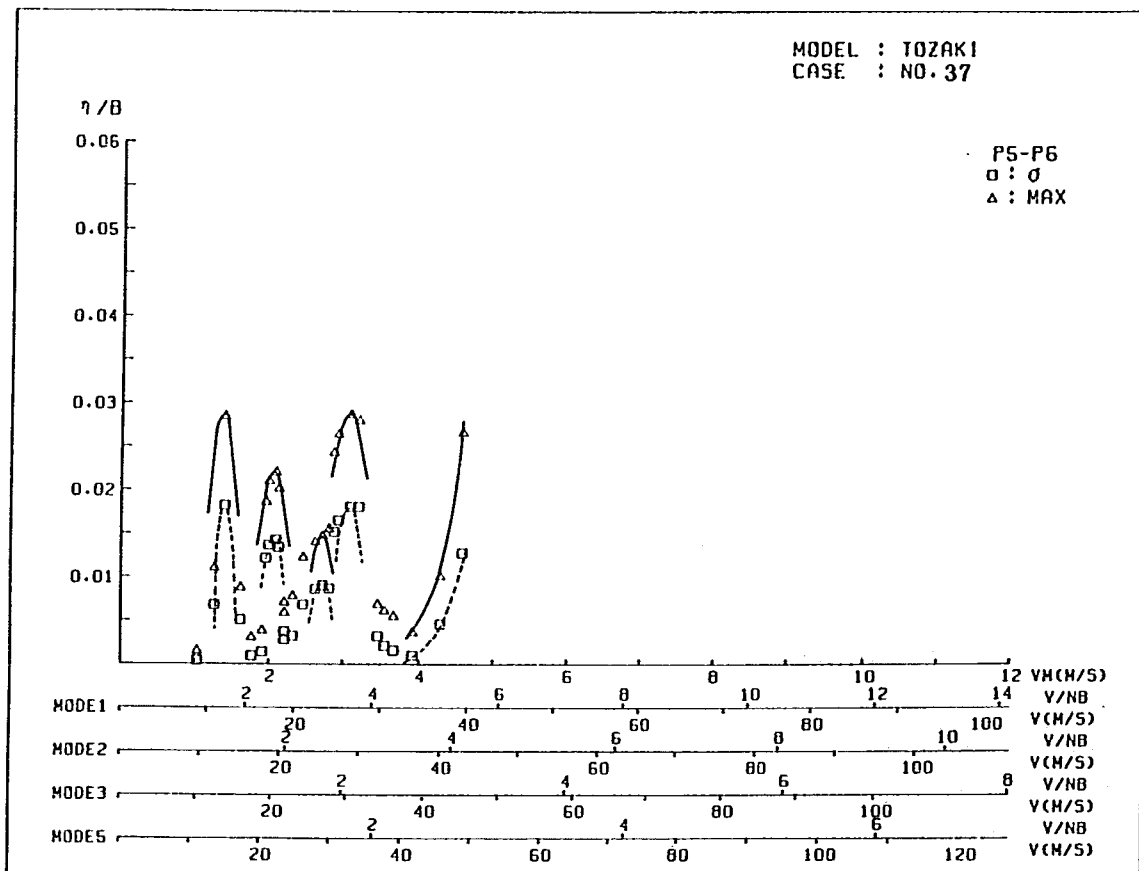


図-1-2-16 風速一振幅・標準偏差曲線

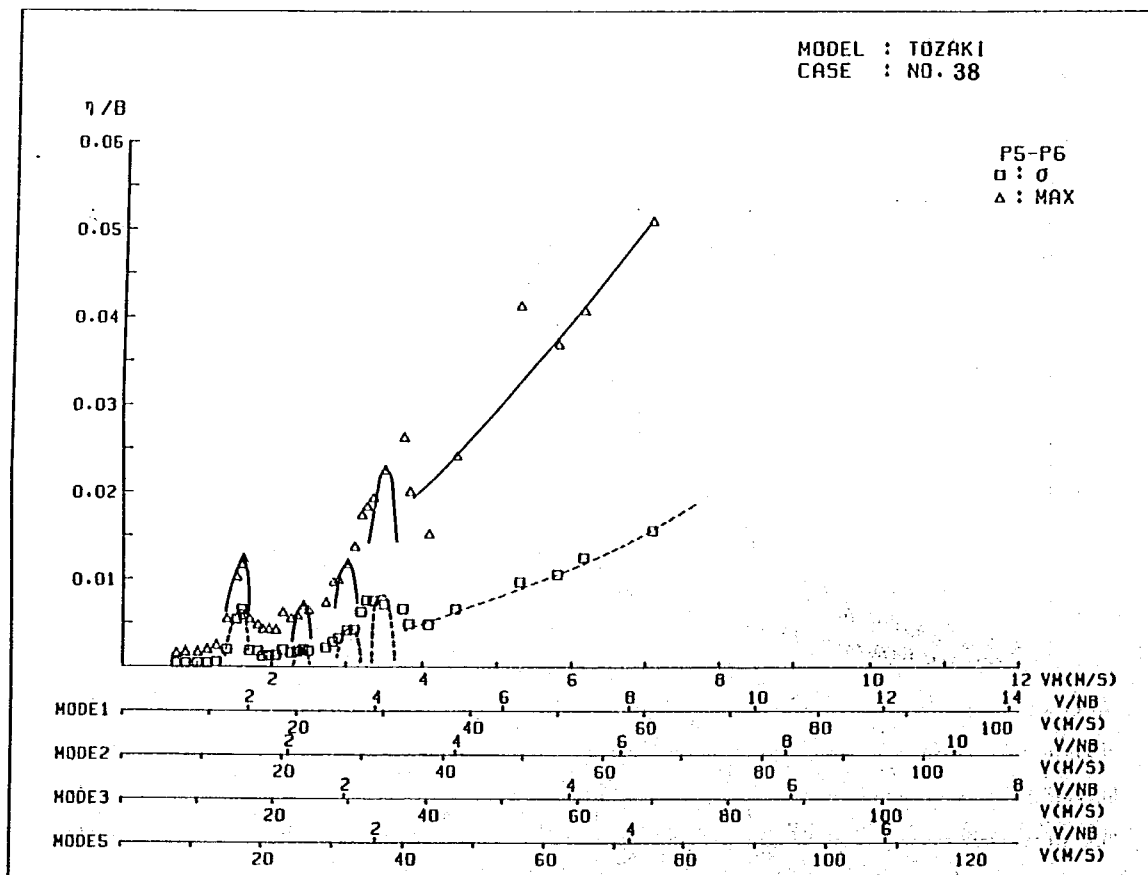


図-1-2-17 風速一振幅・標準偏差曲線

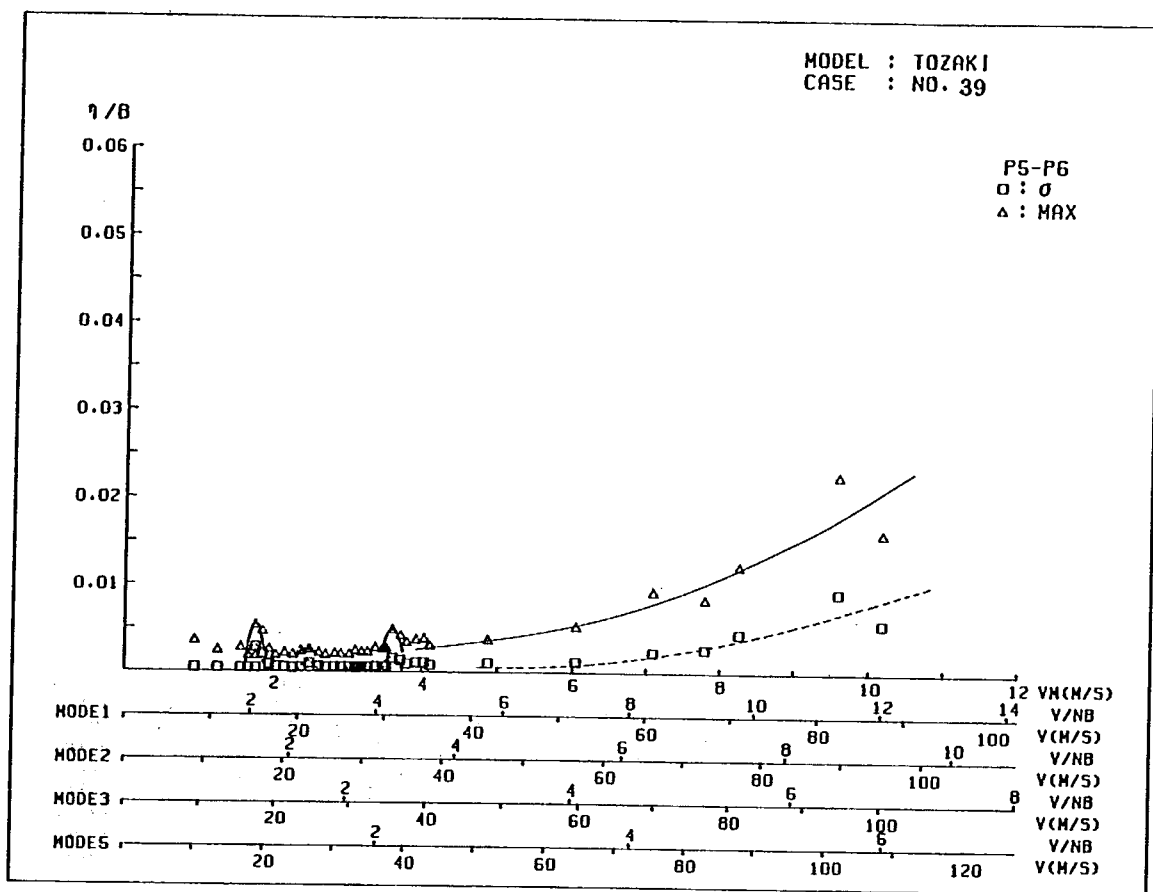


図-1-2-18 風速一振幅・標準偏差曲線

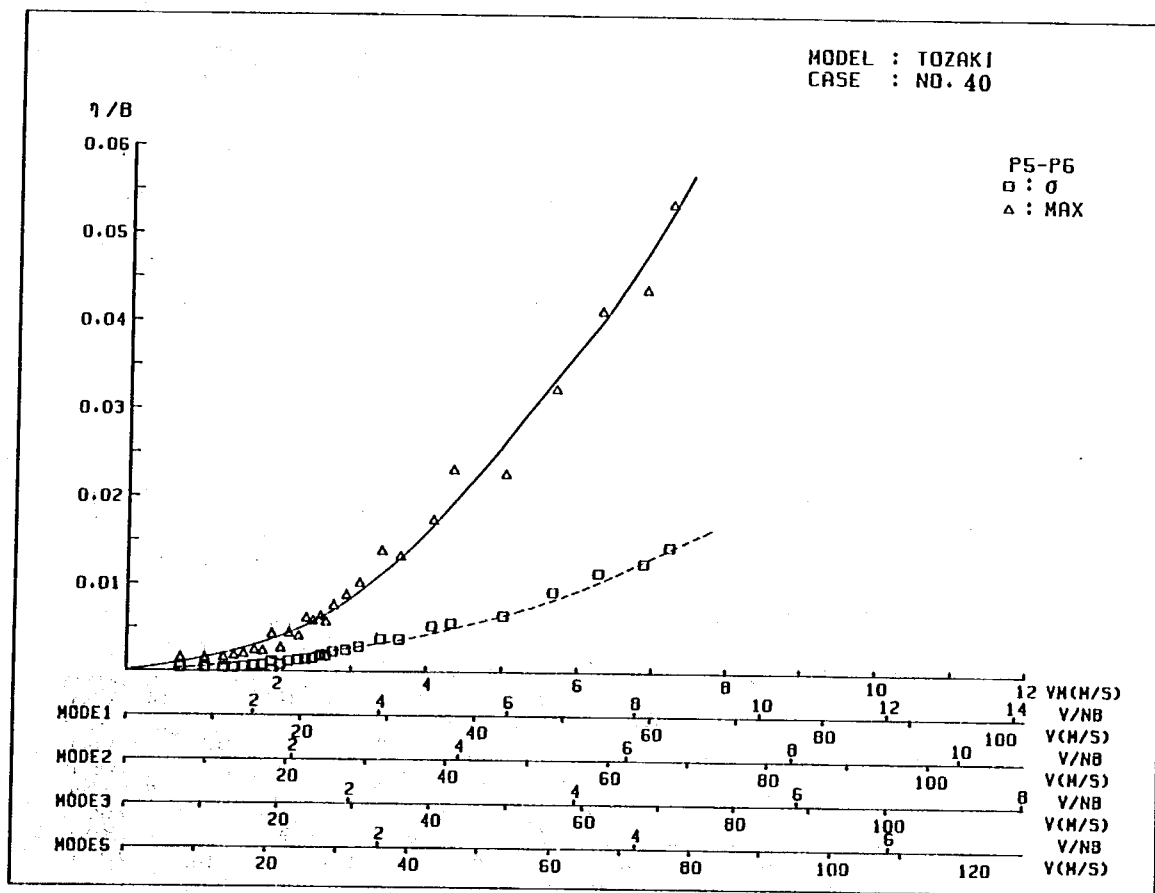


図-1-2-19 風速一振幅・標準偏差曲線

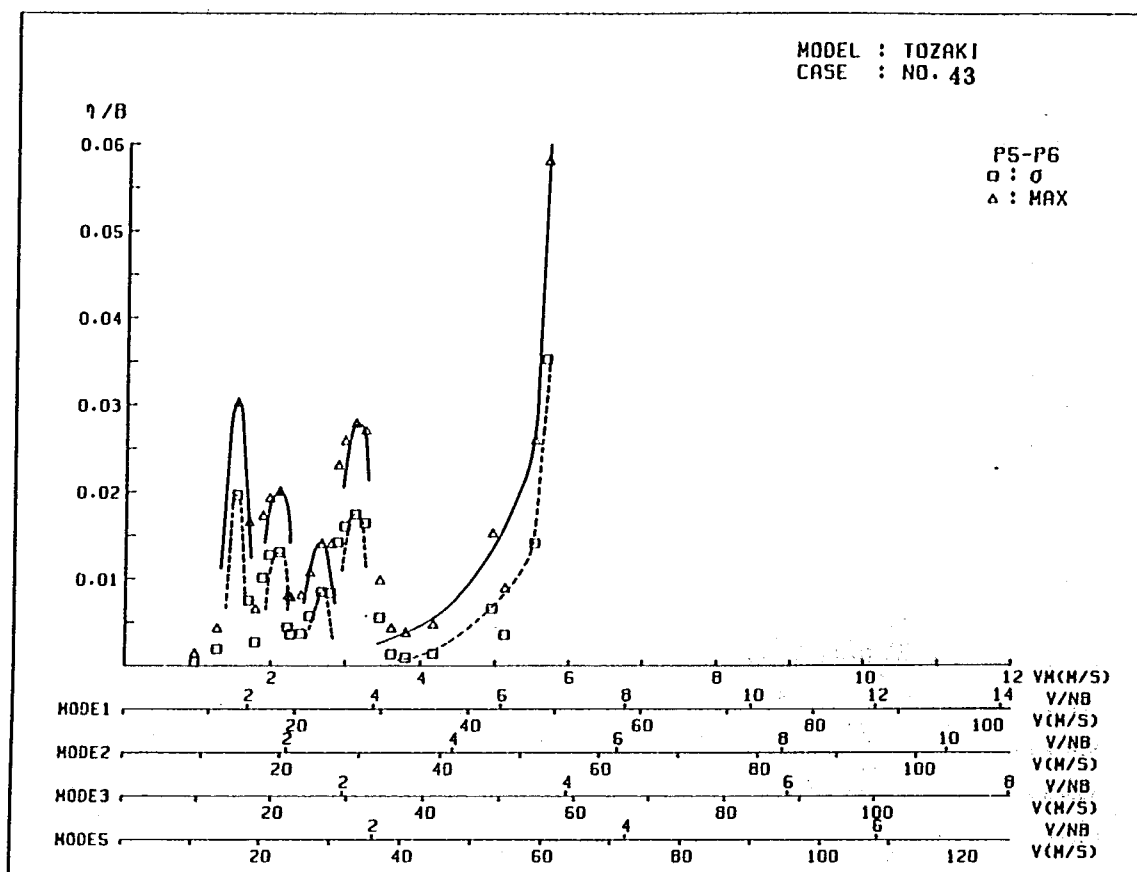


図-1-2-20 風速-振幅・標準偏差曲線

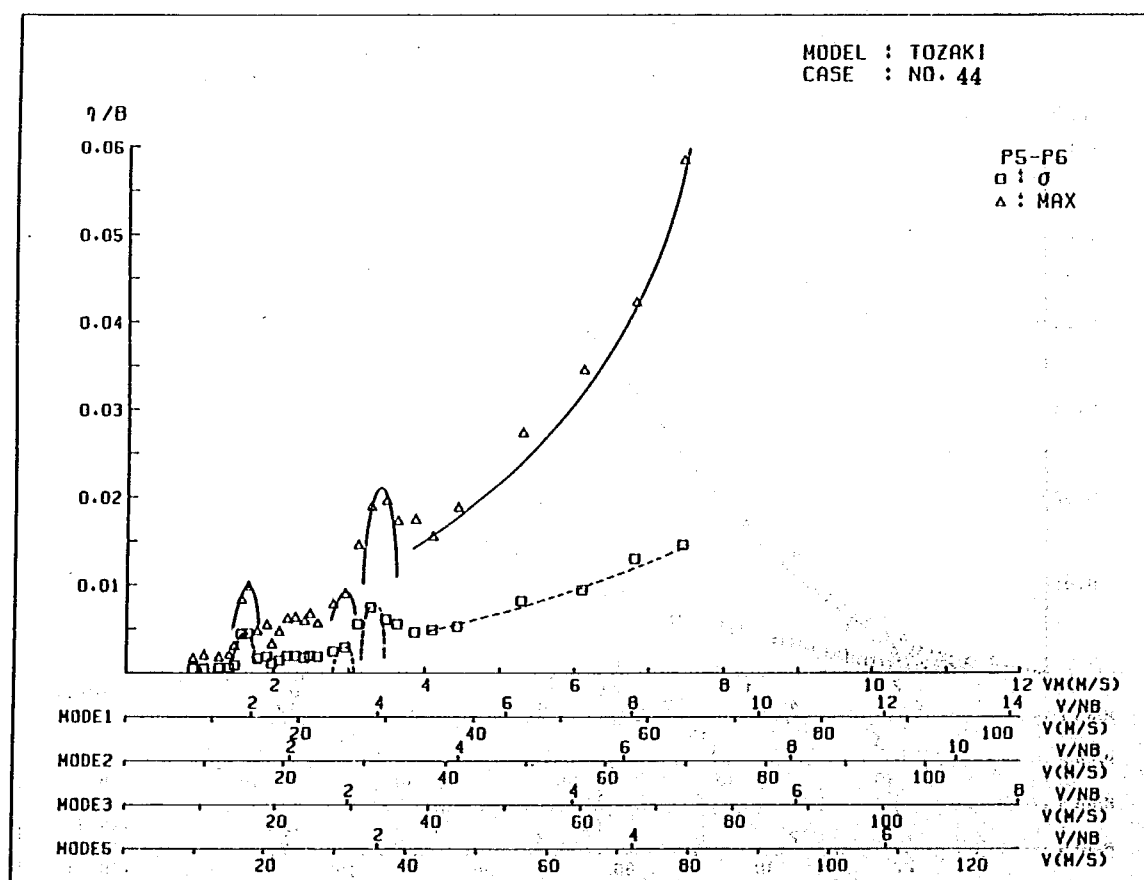


図-1-2-21 風速-振幅・標準偏差曲線

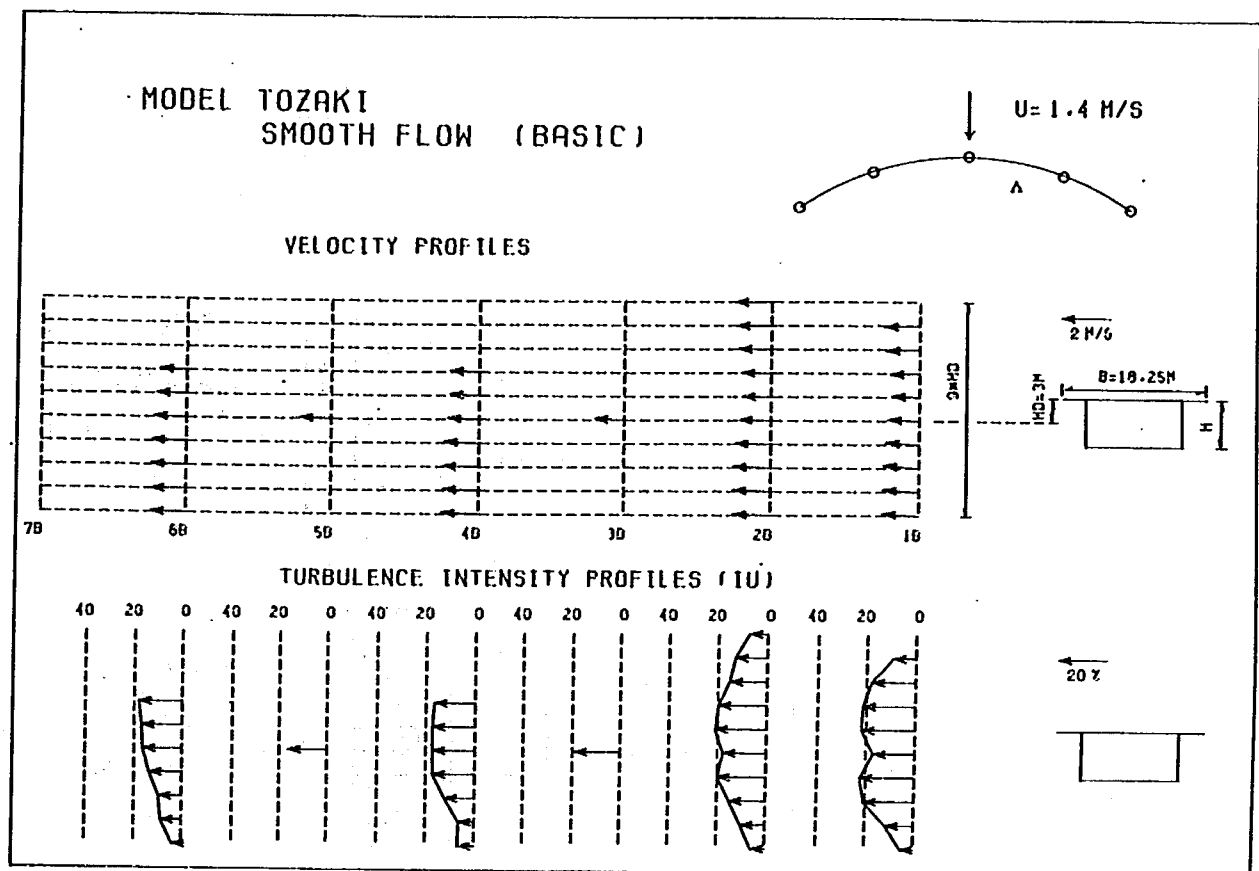


図-1-3-1 桁の後流特性

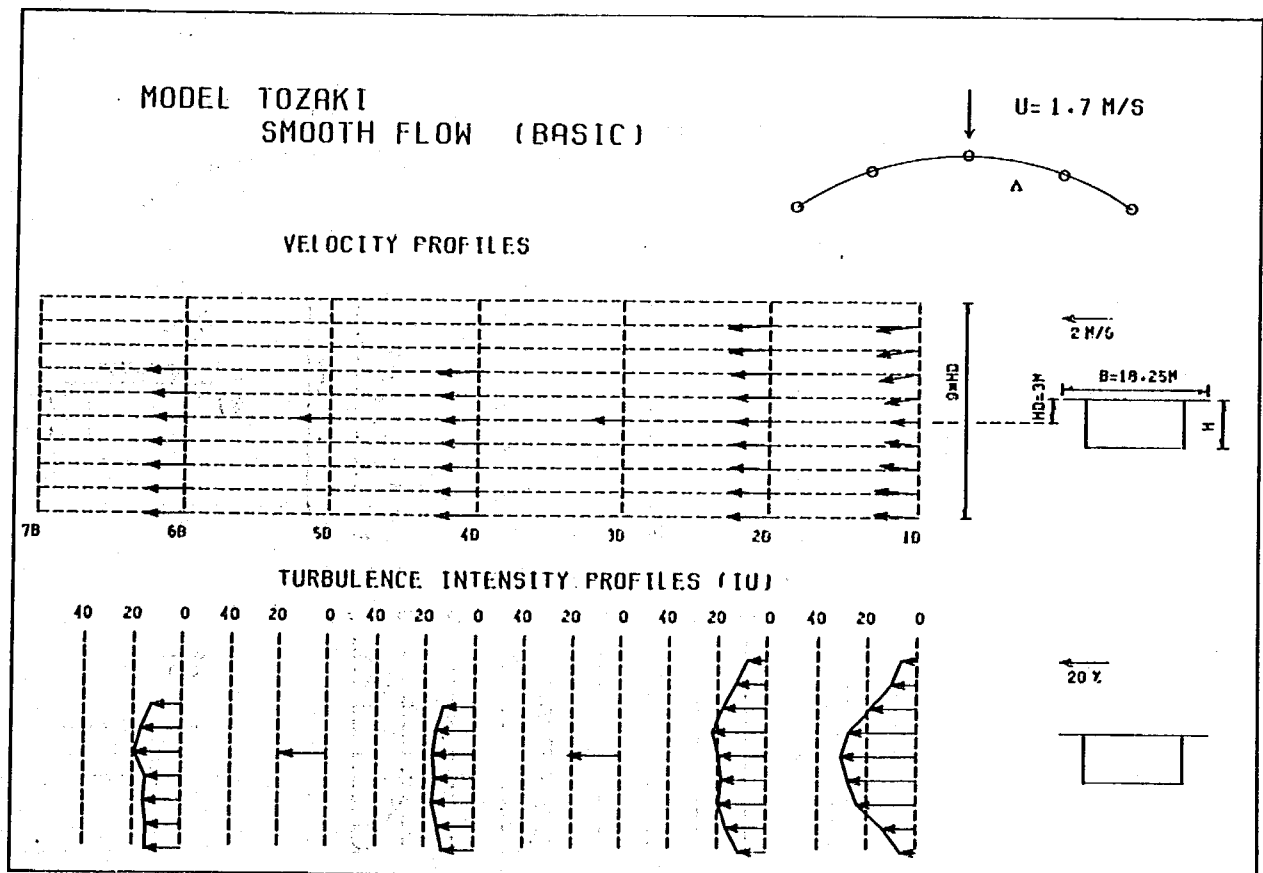


図-1-3-2 桁の後流特性

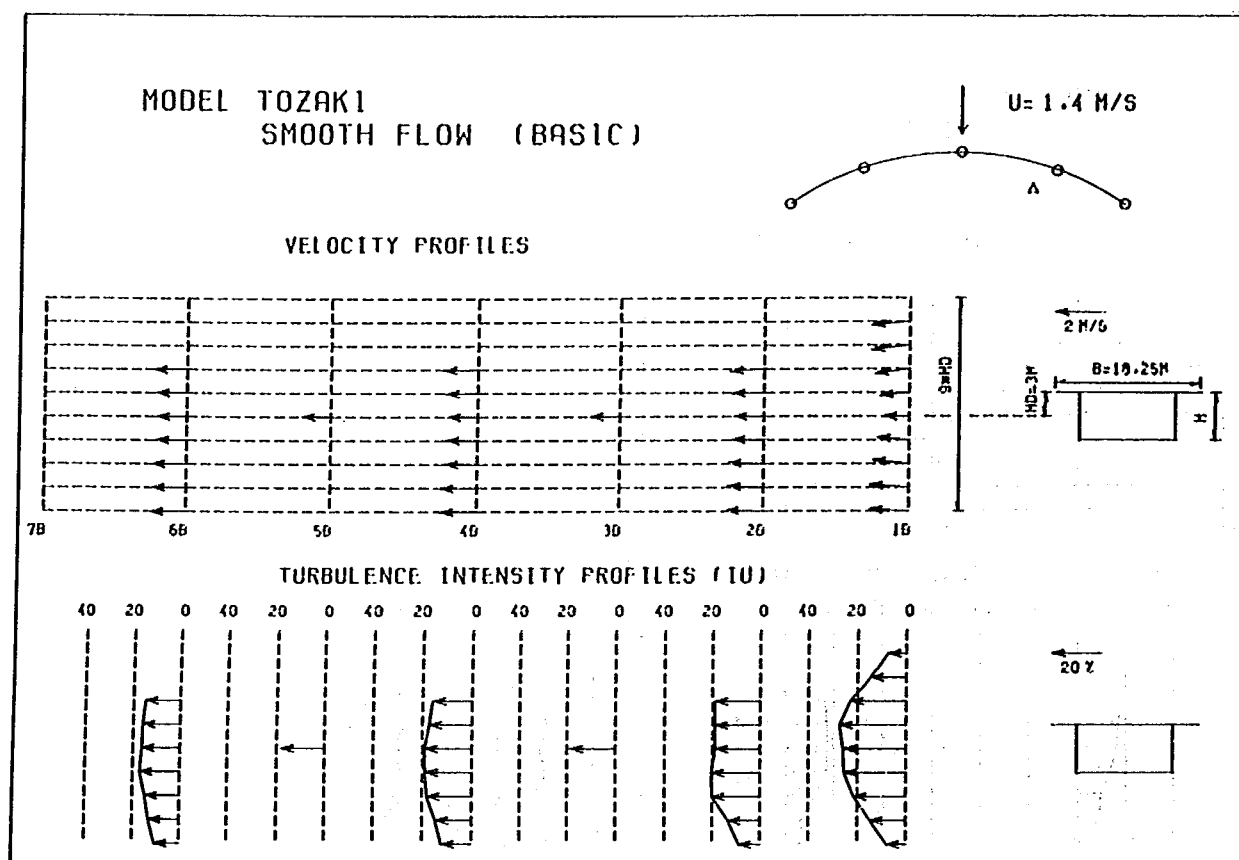


図-1-3-3 桁の後流特性

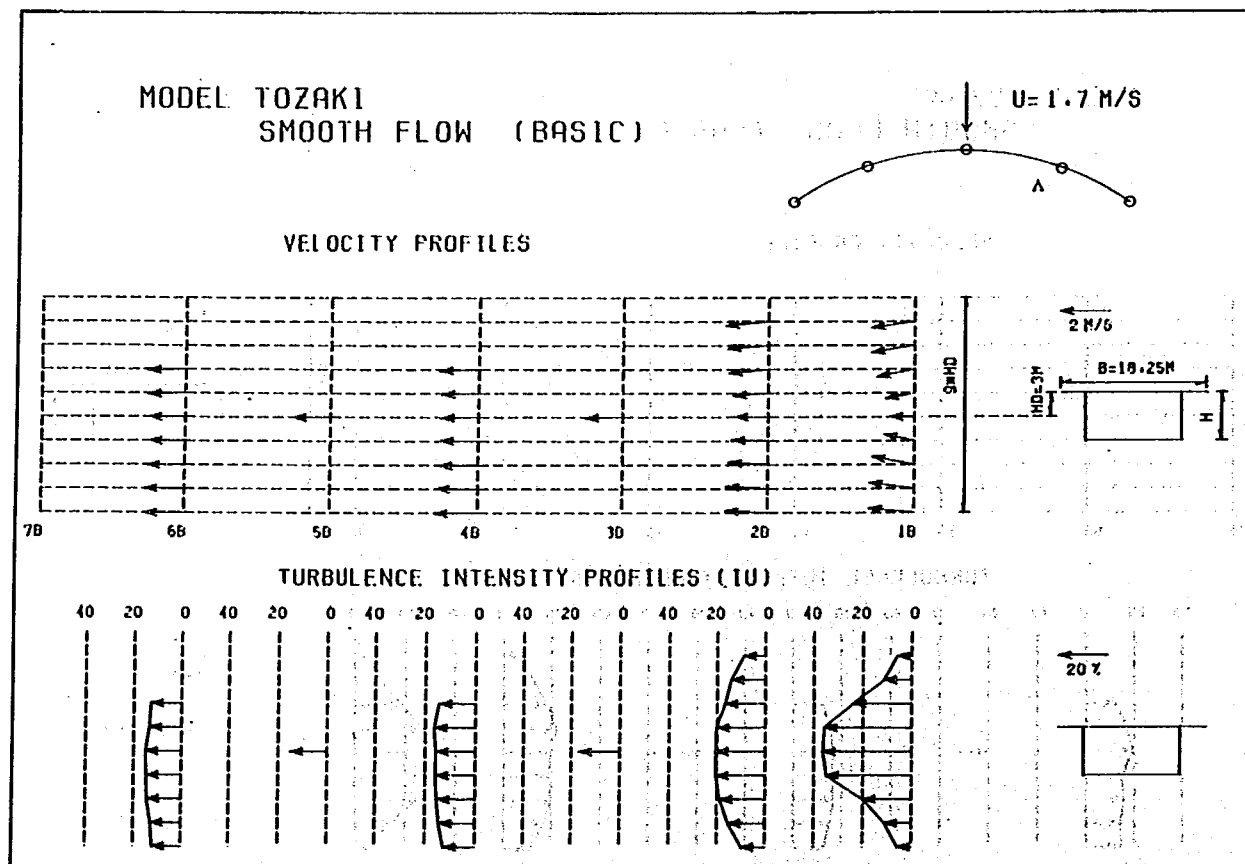


図-1-3-4 桁の後流特性

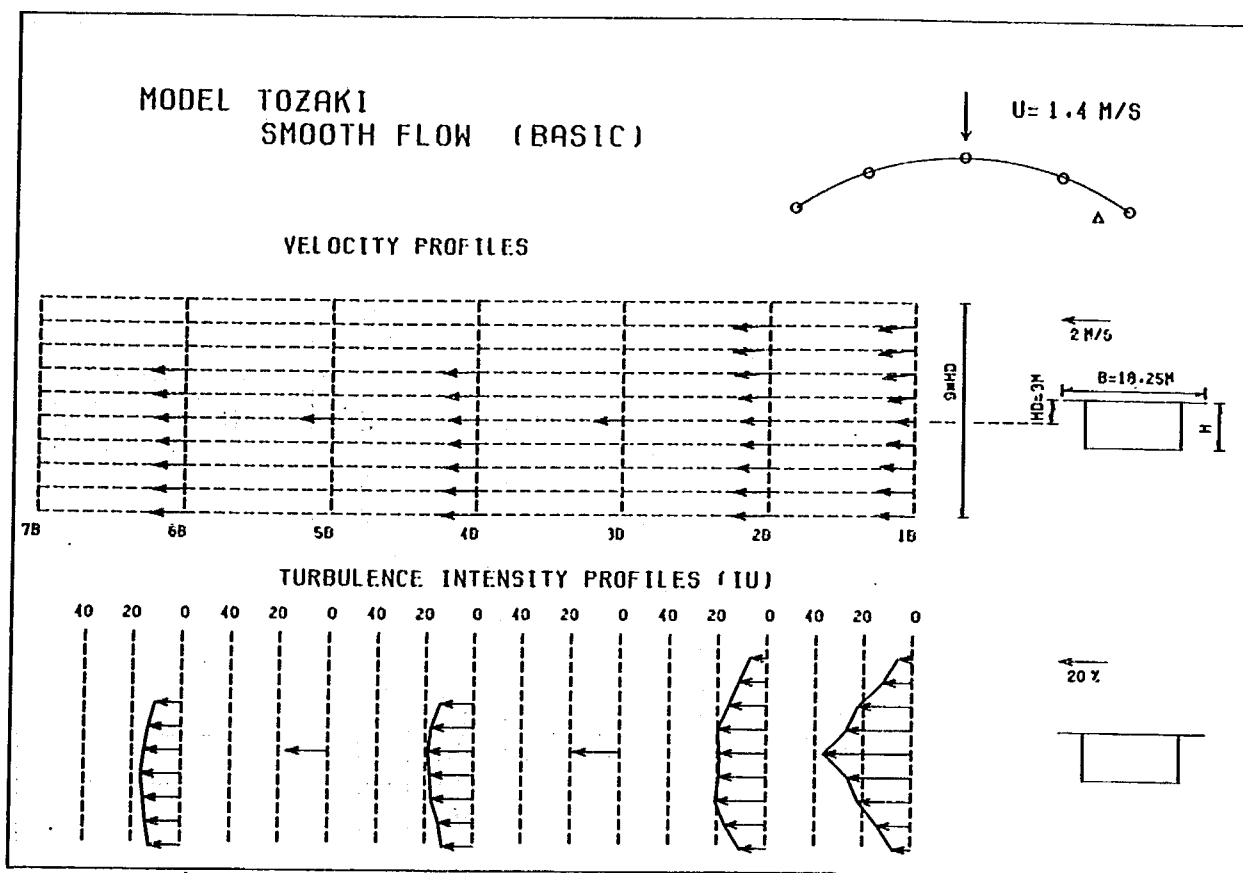


図-1-3-5 桁の後流特性

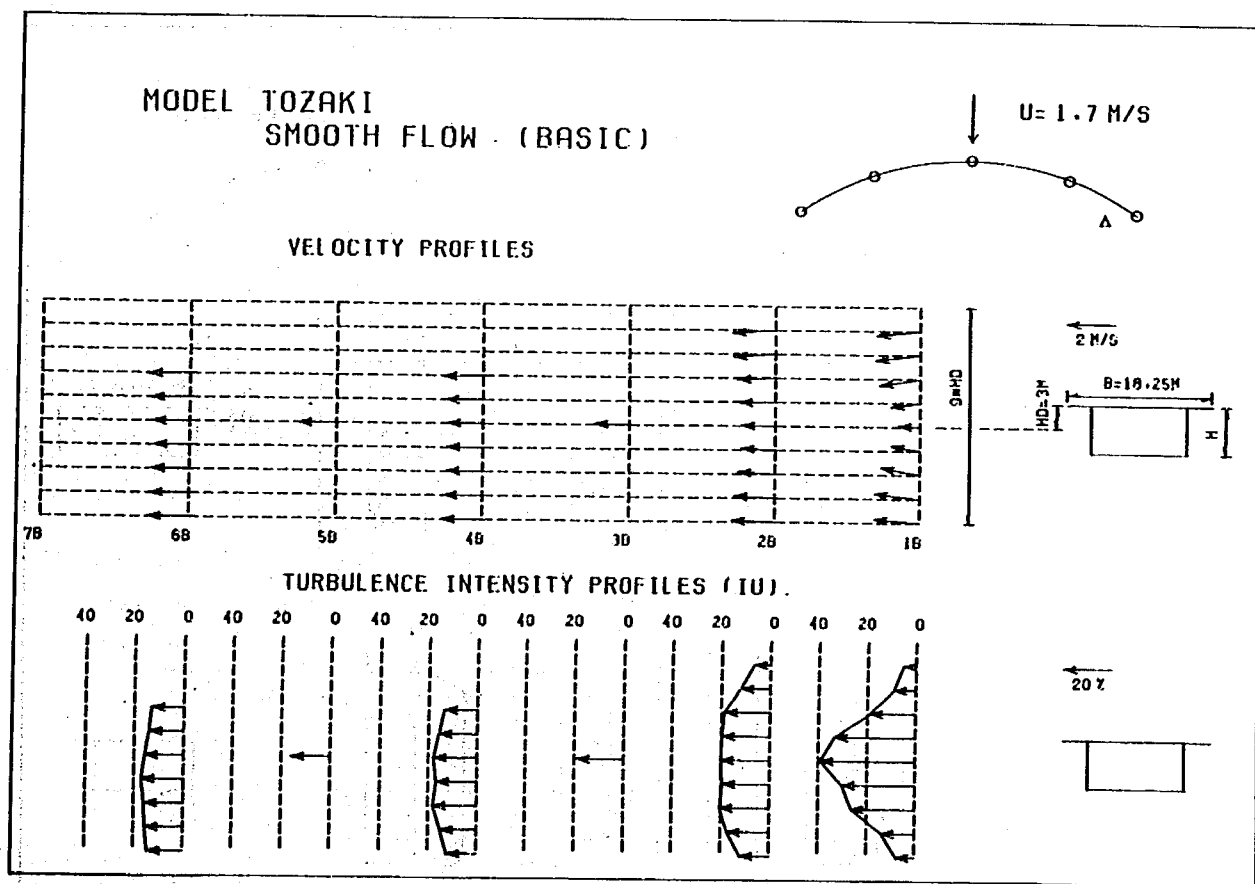


図-1-3-6 桁の後流特性

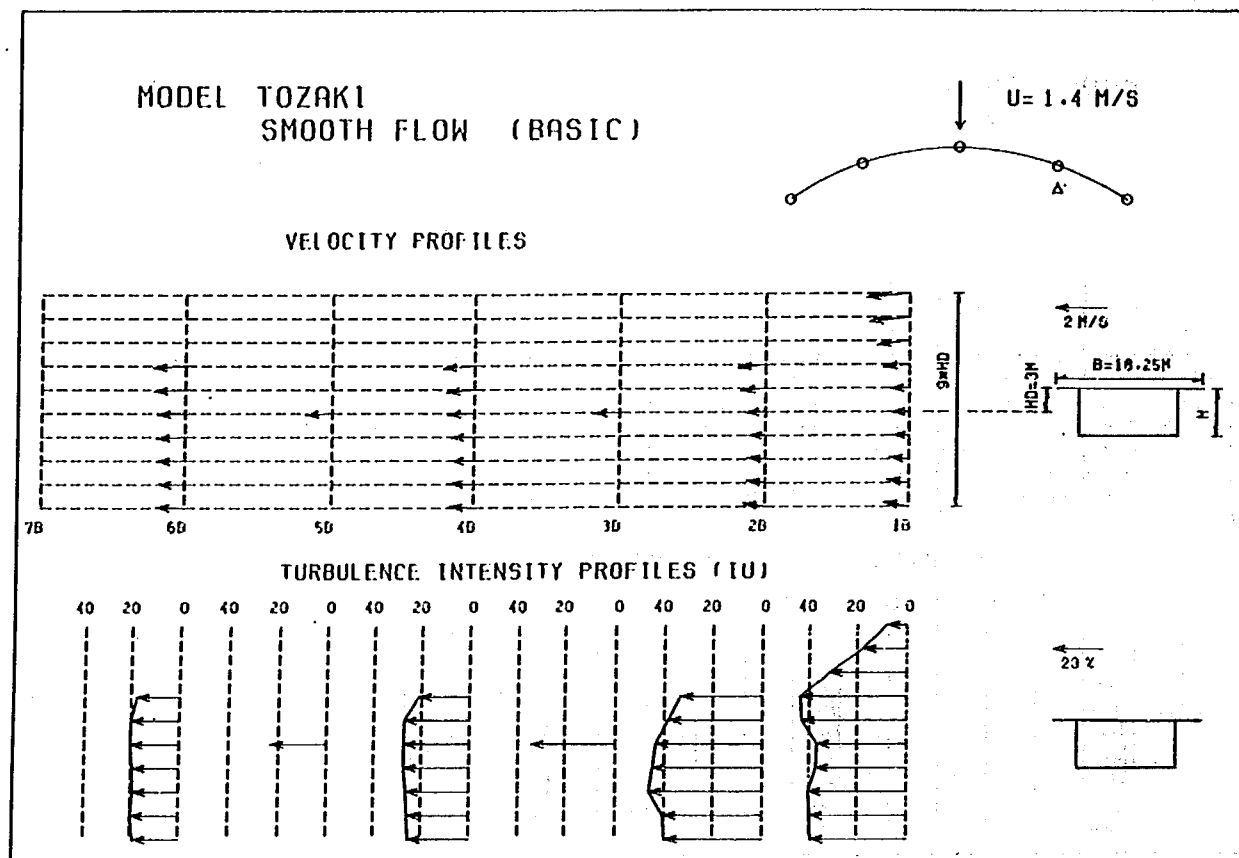


図-1-3-7 桁の後流特性

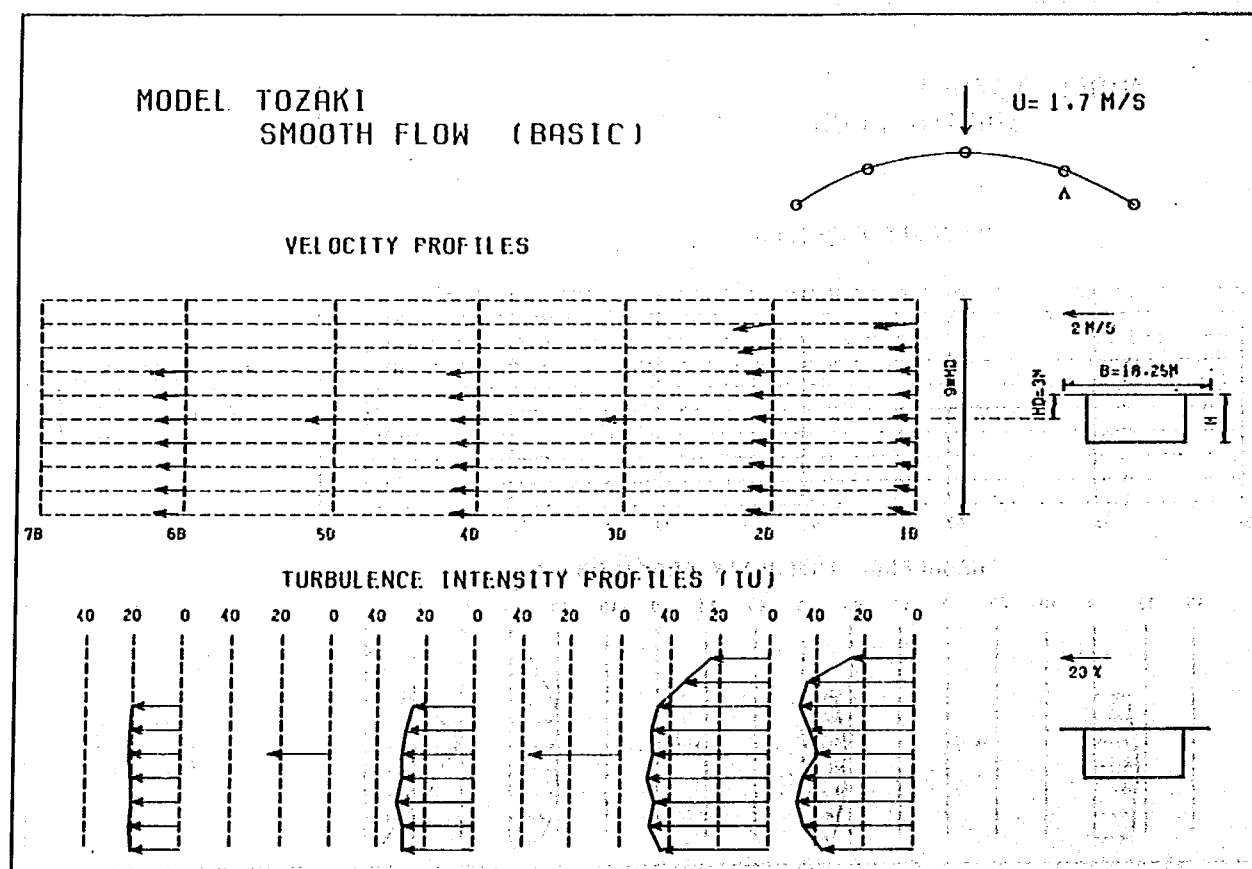


図-1-3-8 桁の後流特性

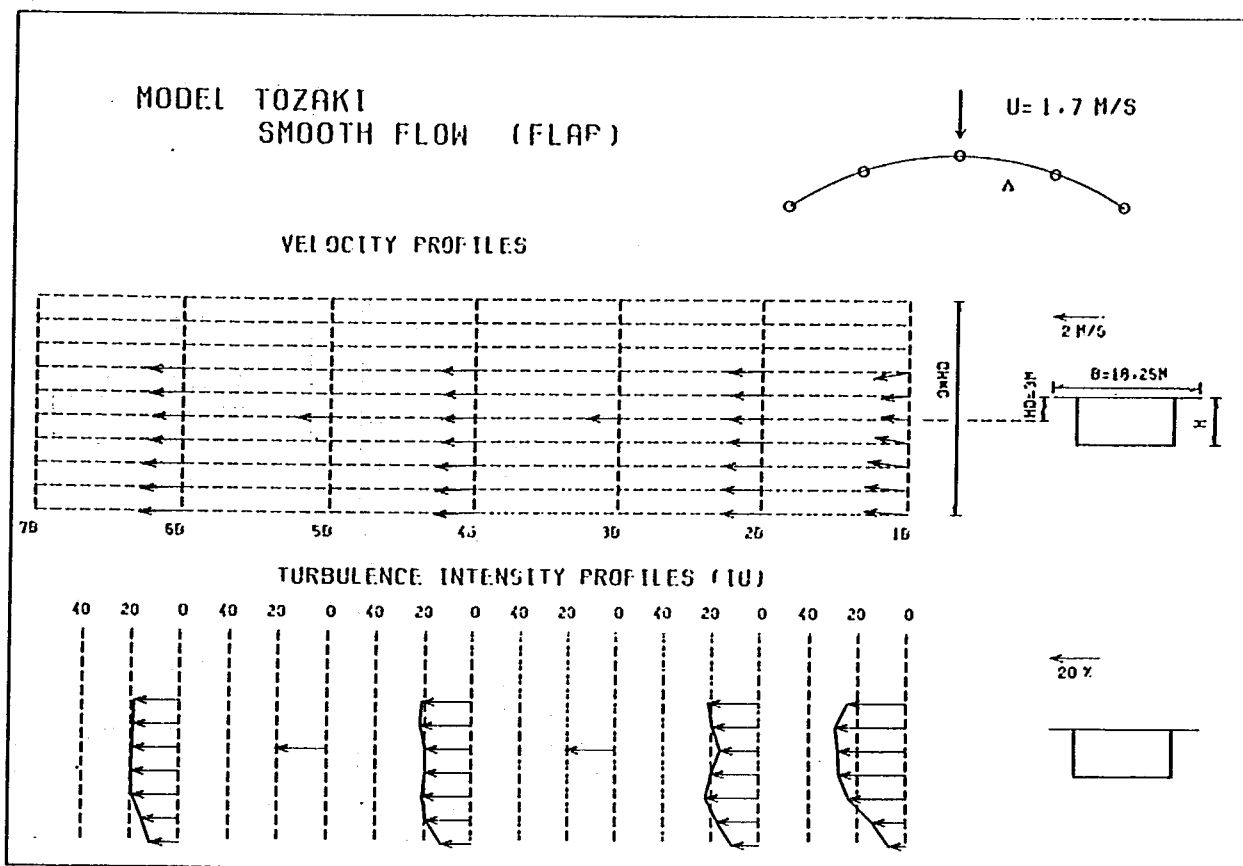


図-1-3-9 桁の後流特性

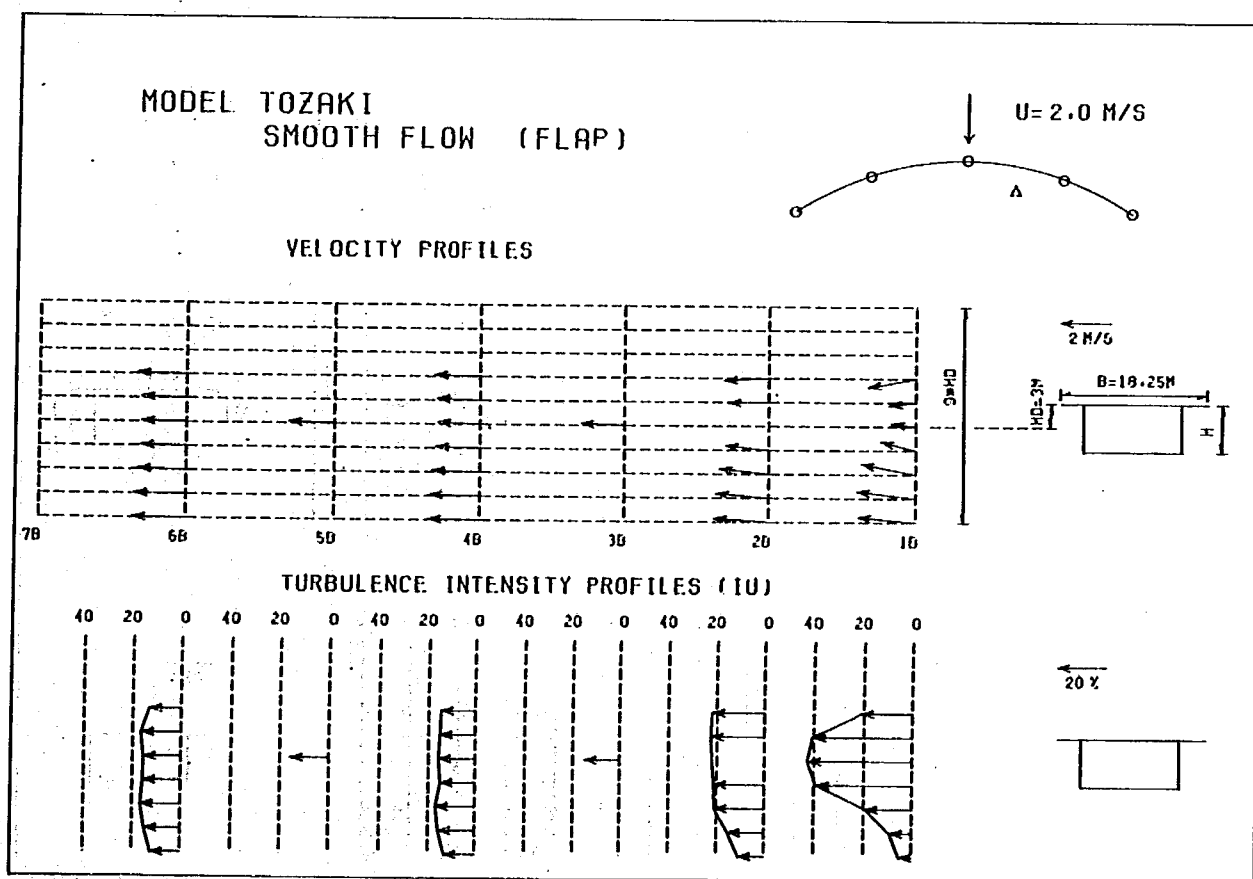


図-1-3-10 桁の後流特性

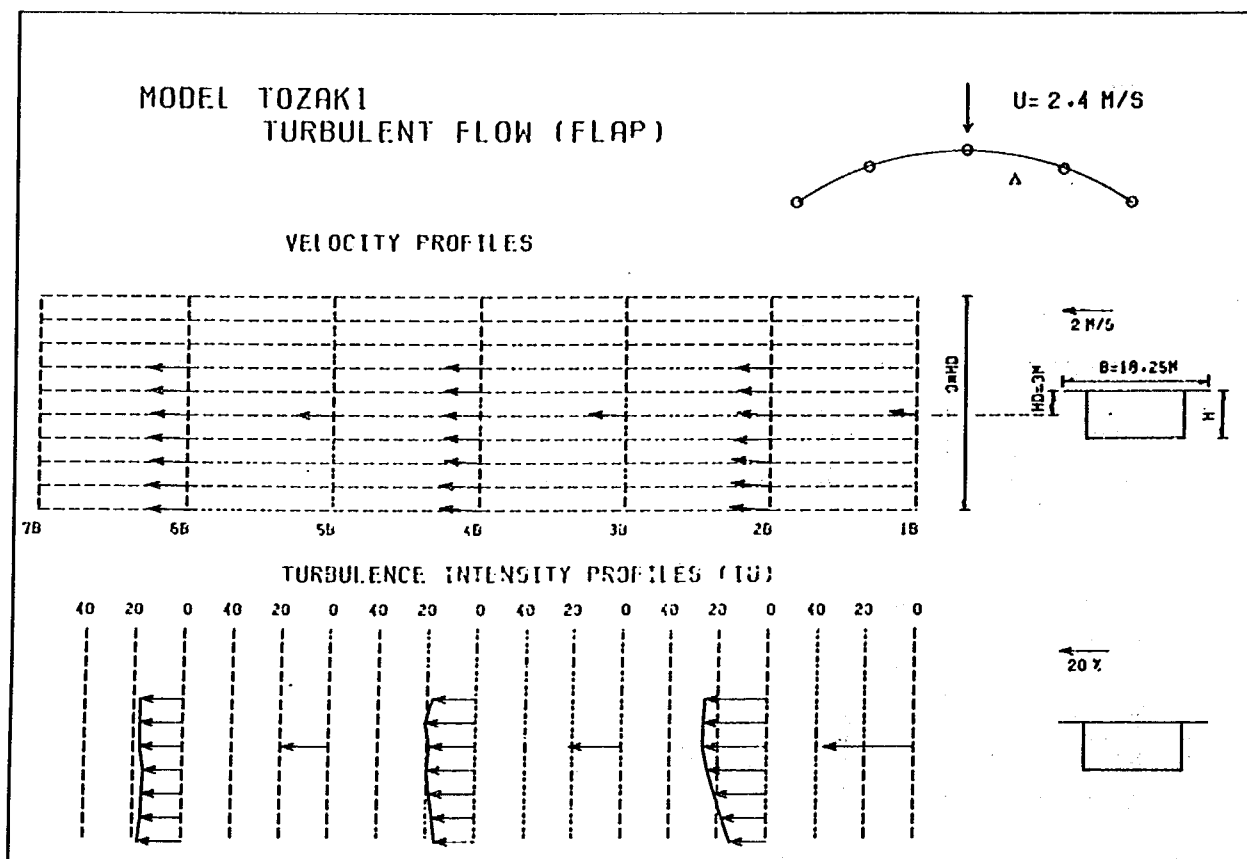


図-1-3-11 桁の後流特性

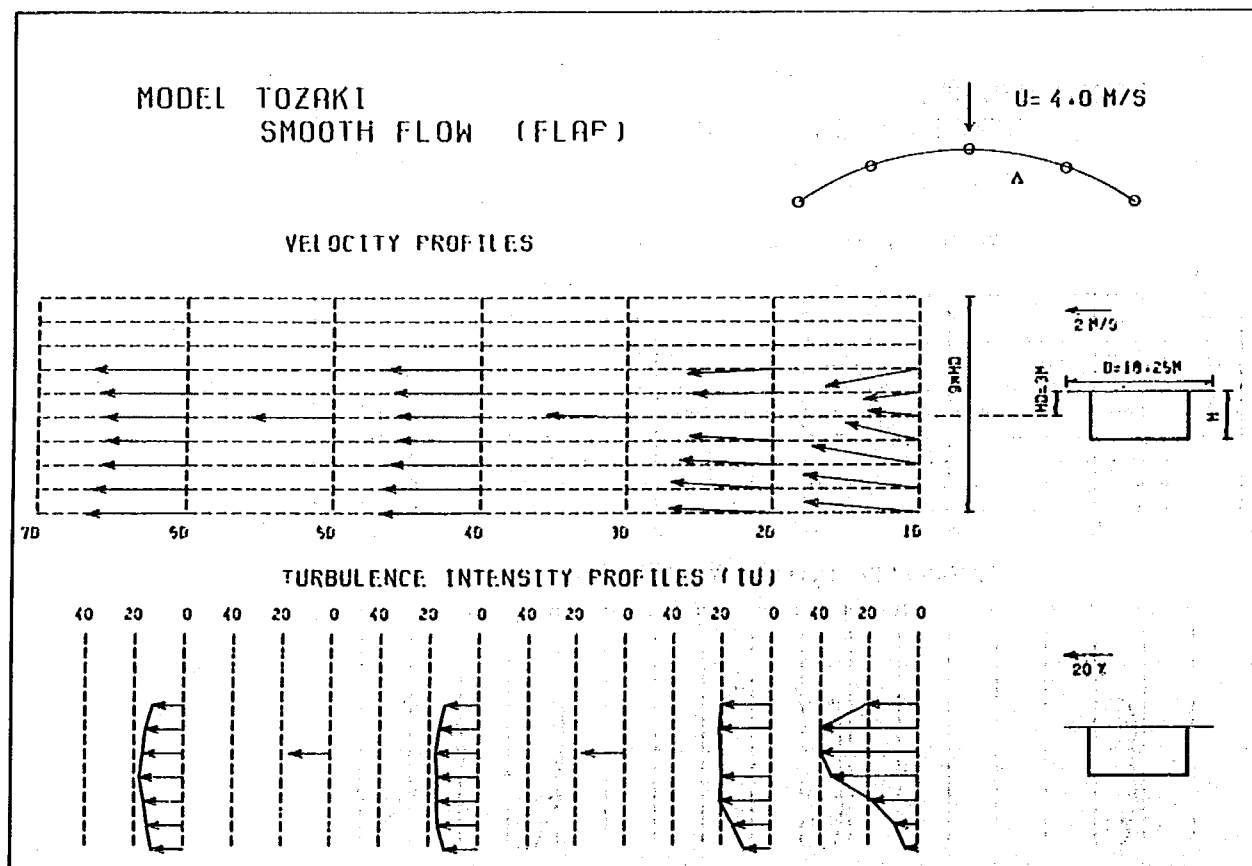


図-1-3-12 桁の後流特性

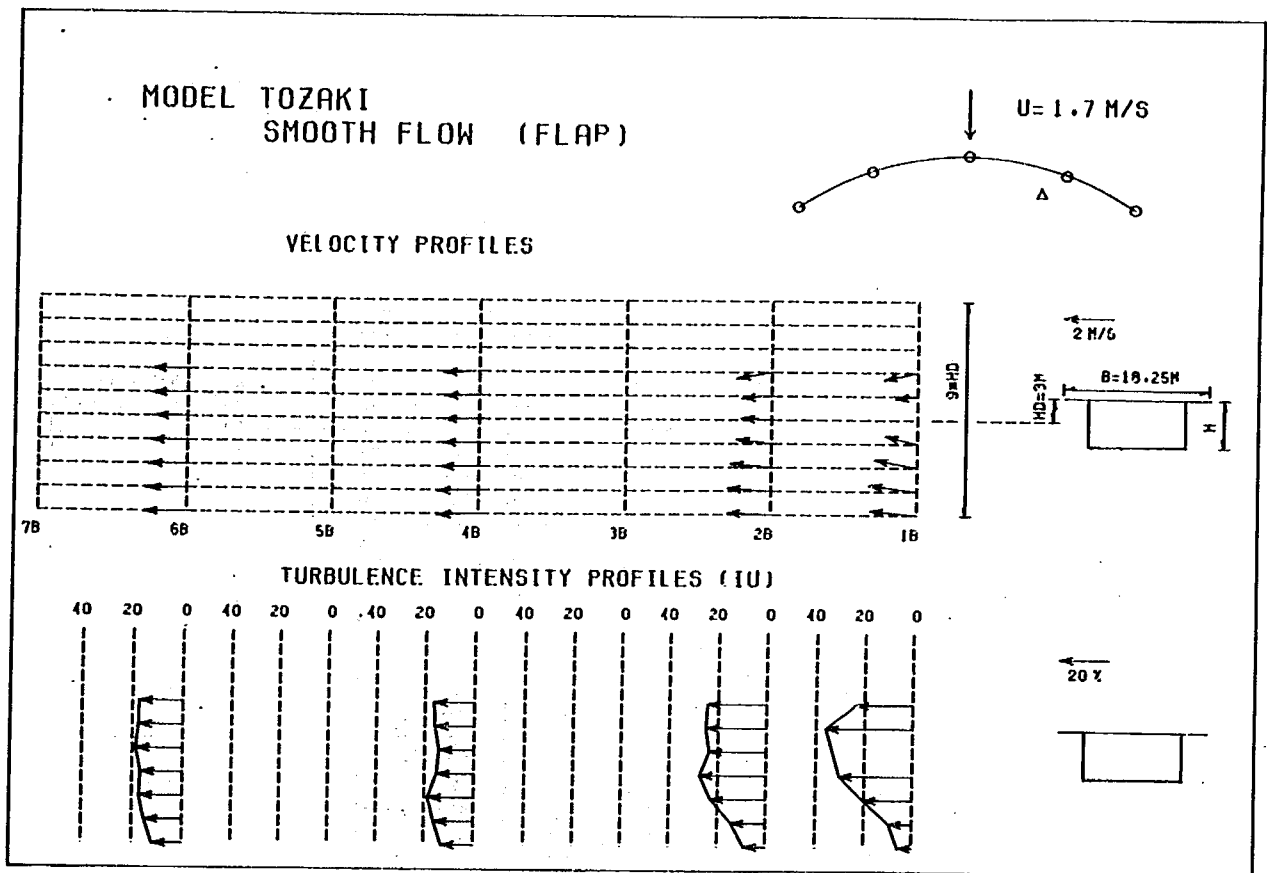


図-1-3-13 桁の後流特性

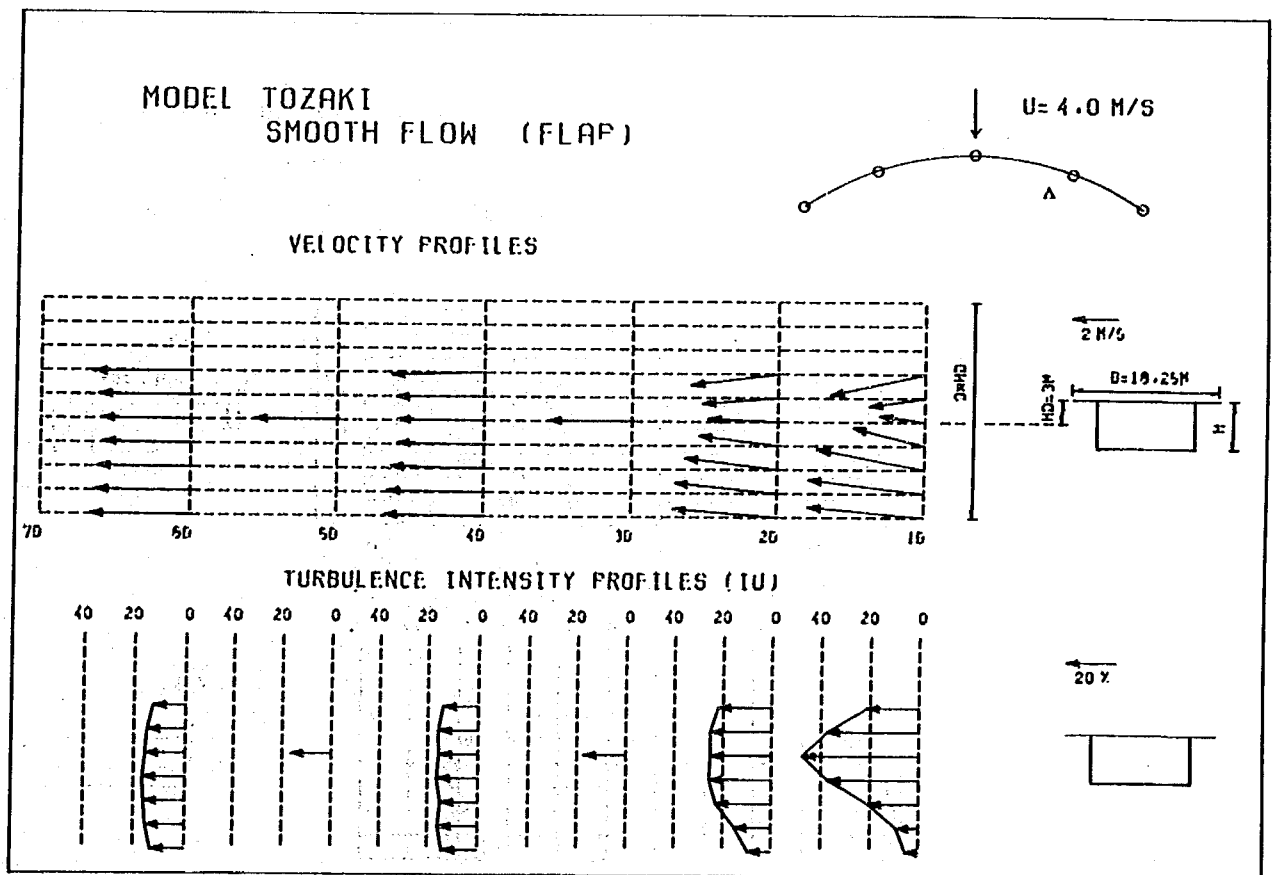


図-1-3-14 桁の後流特性

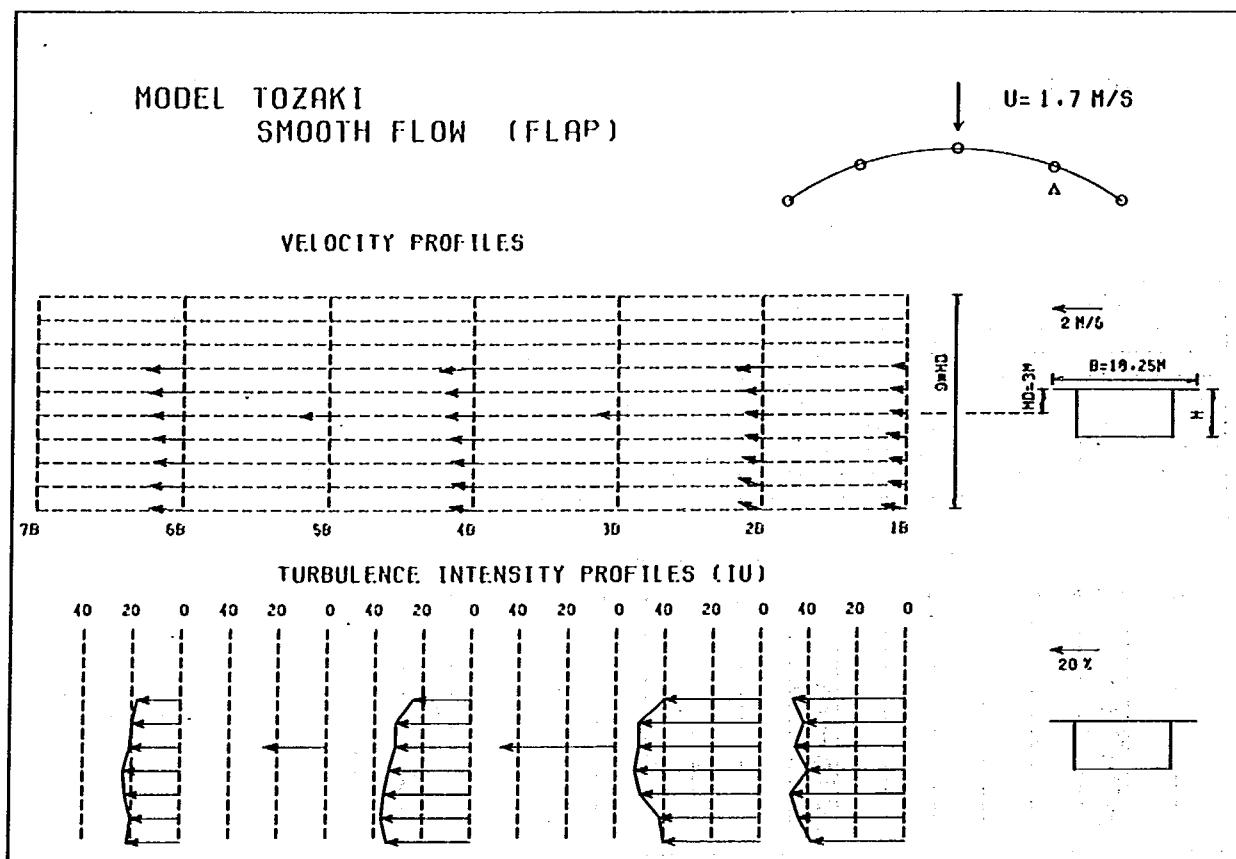


図-1-3-15 桁の後流特性

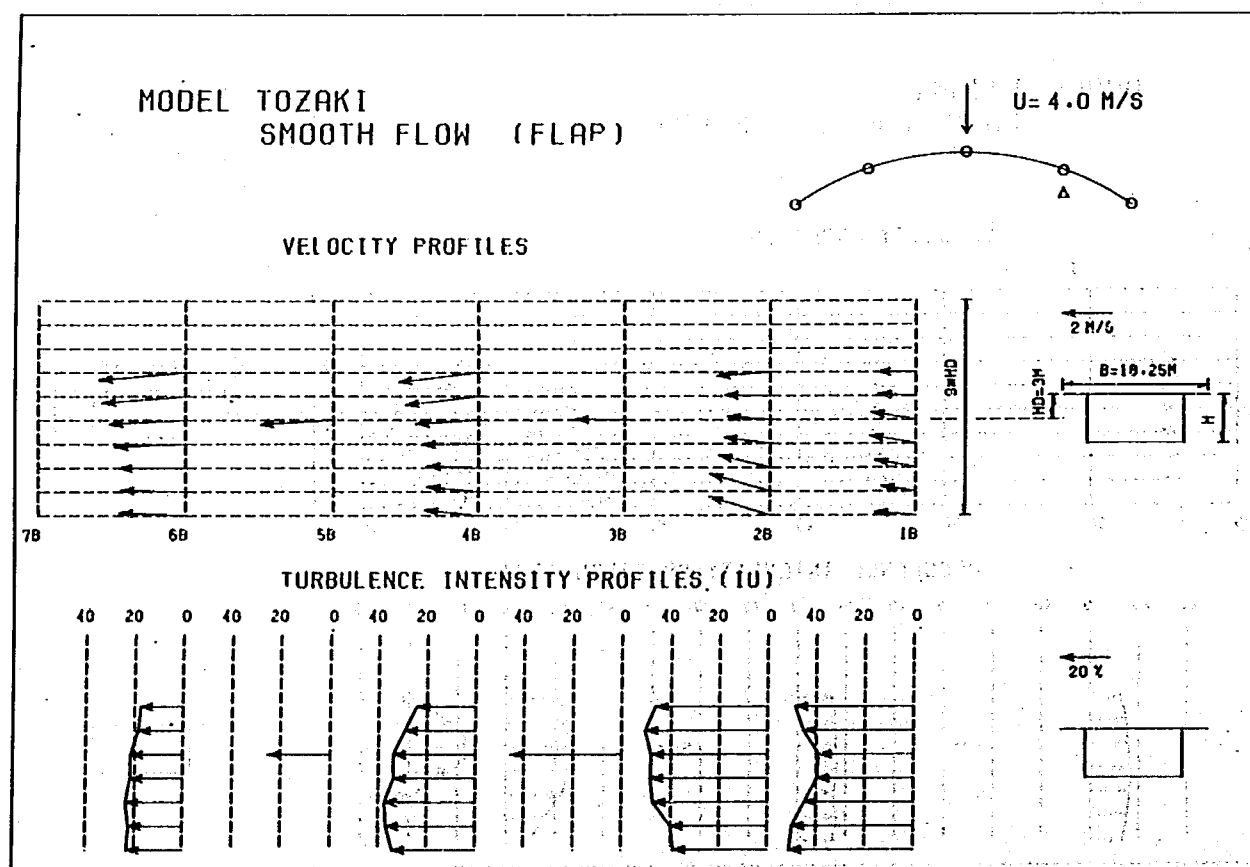


図-1-3-16 桁の後流特性

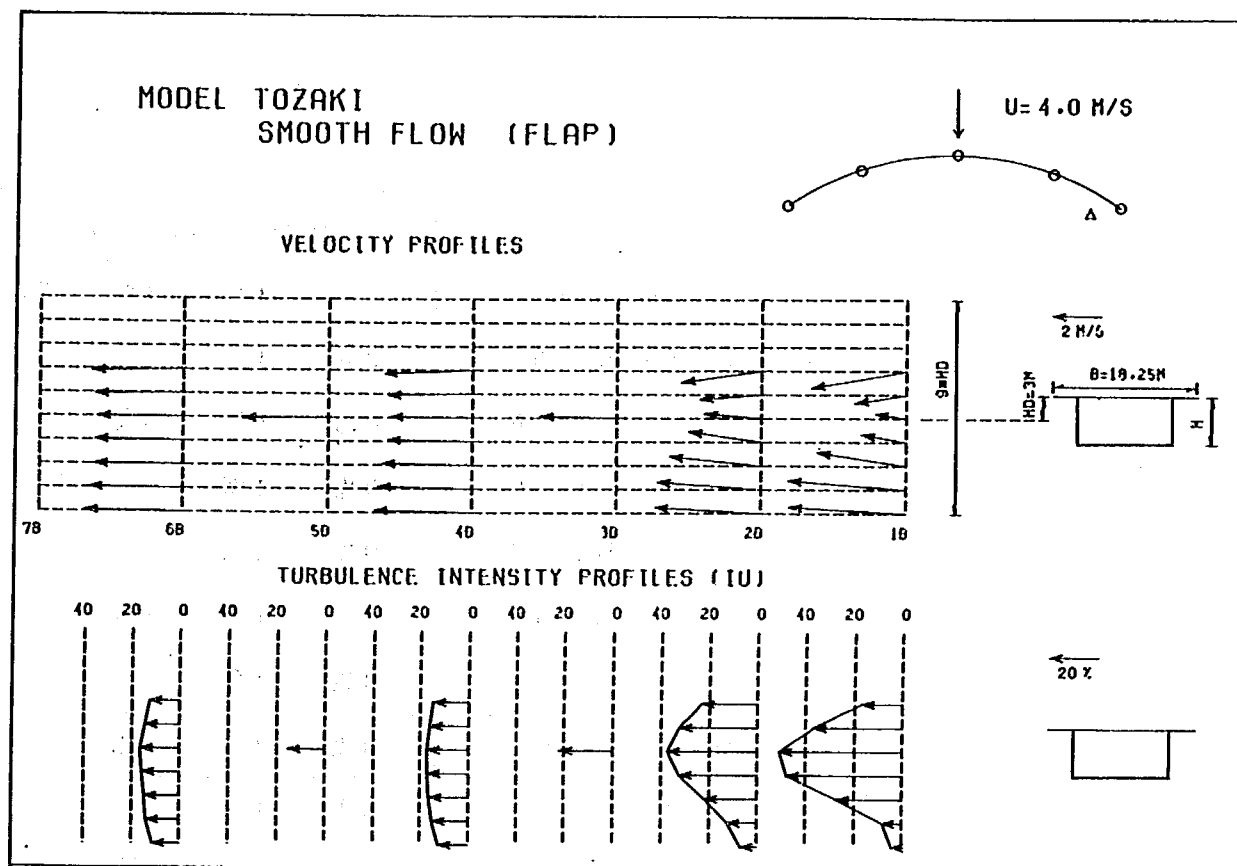


図-1-3-17 桁の後流特性

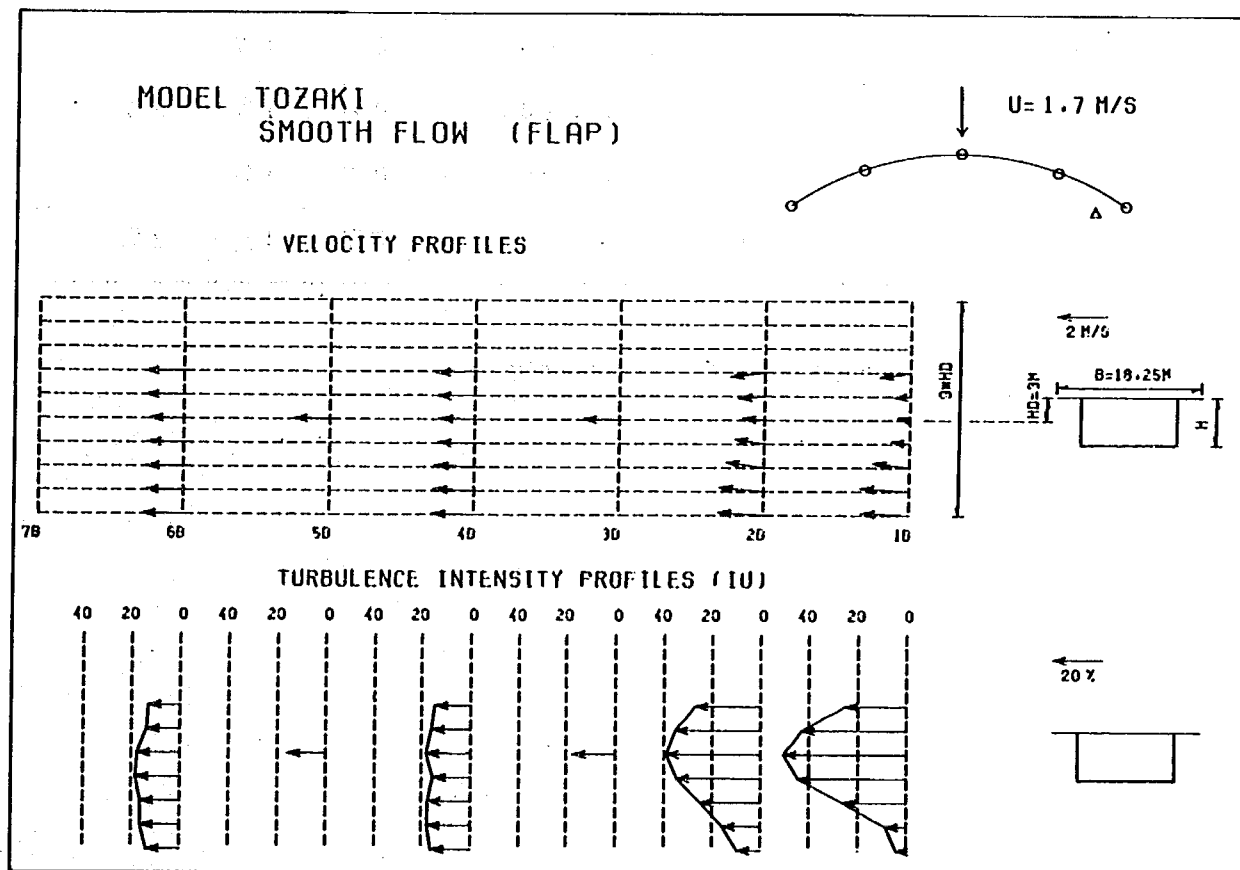


図-1-3-18 桁の後流特性

表-1-4 非定常空気力実験ケース

| 模 型 断 面                        | 気 流                            | 加振片振幅 ( $\gamma/B$ ) |    |    |
|--------------------------------|--------------------------------|----------------------|----|----|
|                                | 一 様 流                          | 1%                   | 3% | 5% |
| 1/2断面<br>+ 高欄<br>および<br>+ クラップ | 突 風 <sup>*</sup> (0.2Hz, 0.5°) | 0%                   | 1% |    |
|                                | (0.2Hz, 2.0°)                  | 0%                   | 1% | 3% |
|                                | (0.2Hz, 5.0°)                  | 0%                   | 1% |    |
|                                | (2 Hz, 0.5°)                   | 0%                   | 1% |    |
|                                | (2 Hz, 1.0°)                   | 0%                   | 1% | 3% |
|                                | (2 Hz, 2.0°)                   | 0%                   | 1% |    |
|                                | 格 子 乱 流                        | 0%                   | 1% | 3% |
| 1/6断面<br>+ 高欄<br>および<br>+ フラップ | 突 風 <sup>*</sup> (0.2Hz, 0.5°) | 0%                   | 1% |    |
|                                | (0.2Hz, 2.0°)                  | 0%                   | 1% | 3% |
|                                | (0.2Hz, 5.0°)                  | 0%                   | 1% |    |
|                                | (2 Hz, 0.5°)                   | 0%                   | 1% |    |
|                                | (2 Hz, 1.0°)                   | 0%                   | 1% | 3% |
|                                | (2 Hz, 2.0°)                   | 0%                   | 1% |    |
|                                | 格 子 乱 流                        | 0%                   | 1% | 3% |

※ ( )内は、突風発生装置翼列振動数、および片振幅

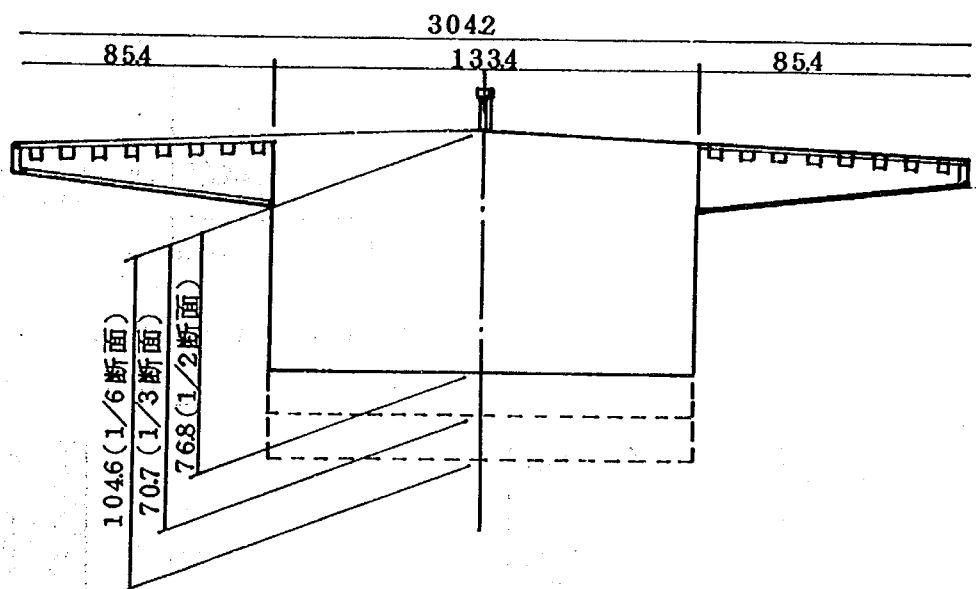


図-1-4-1 二次元模型断面図

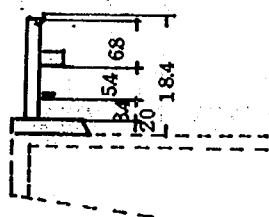


図-1-4-2 高欄断面図

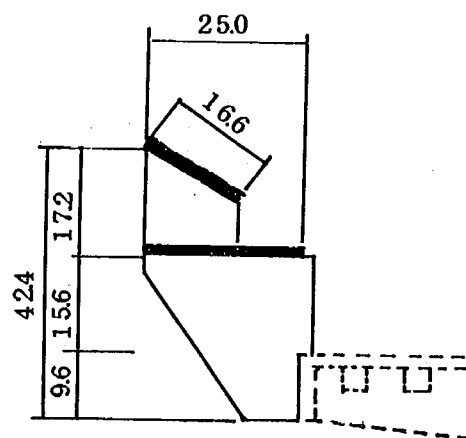


図-1-4-3 フラップ断面図

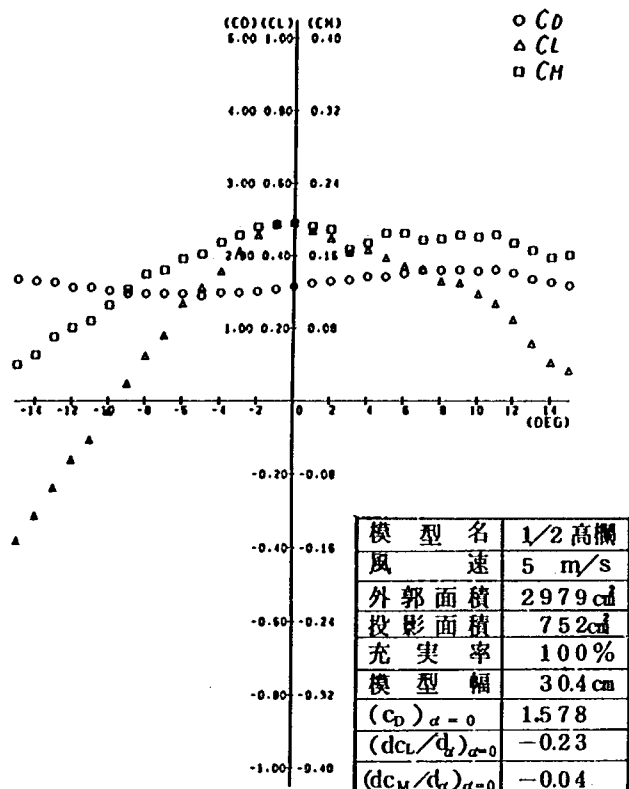


図-1-5-1 三分力曲線

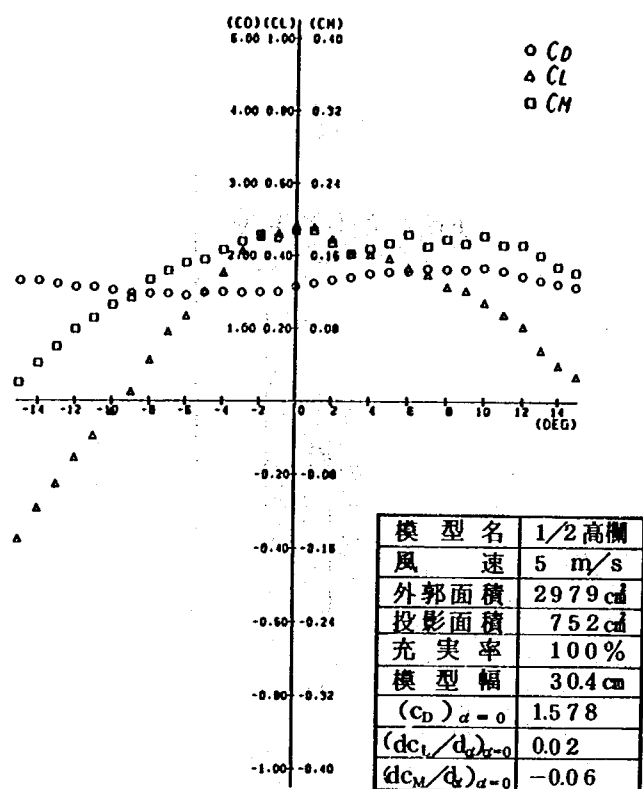


図-1-5-2 三分力曲線

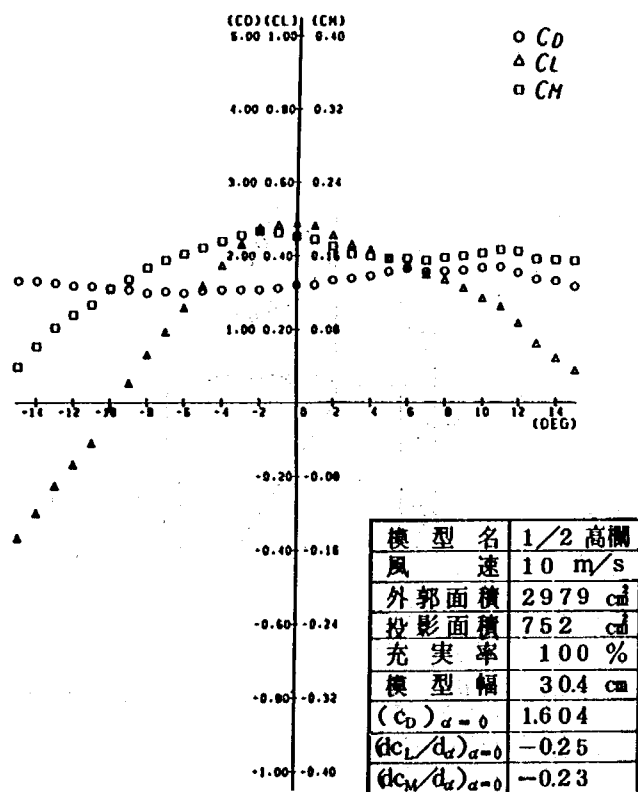


図-1-5-3 三分力曲線

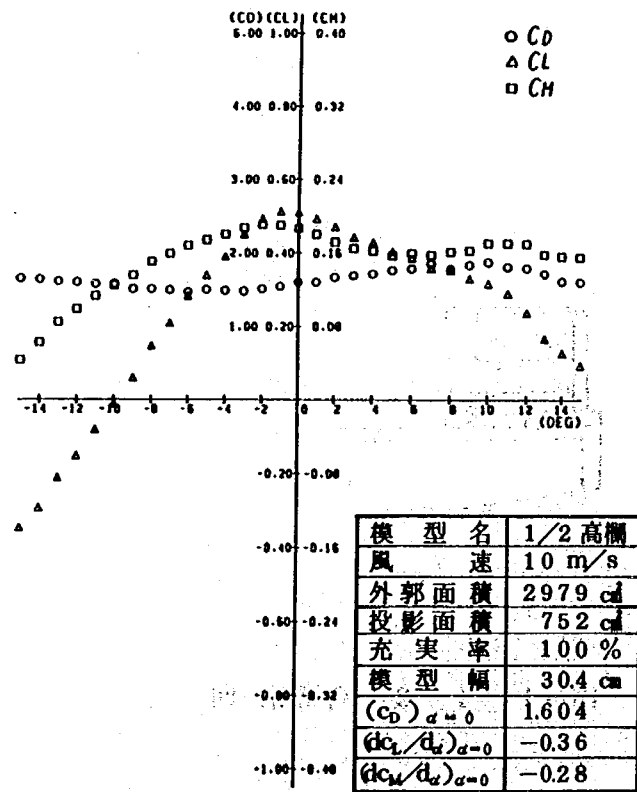


図-1-5-4 三分力曲線

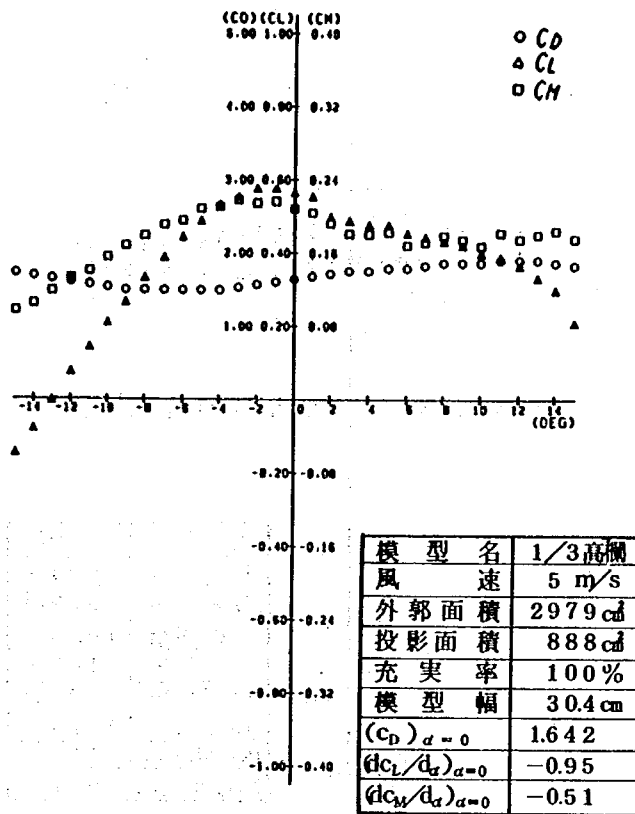


図-1-5-5 三分力曲線

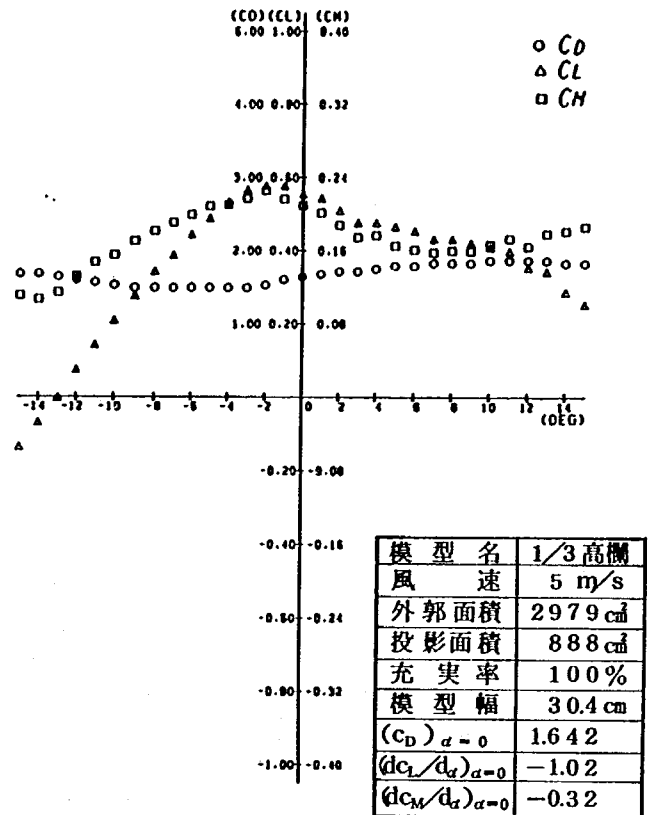


図-1-5-6 三分力曲線

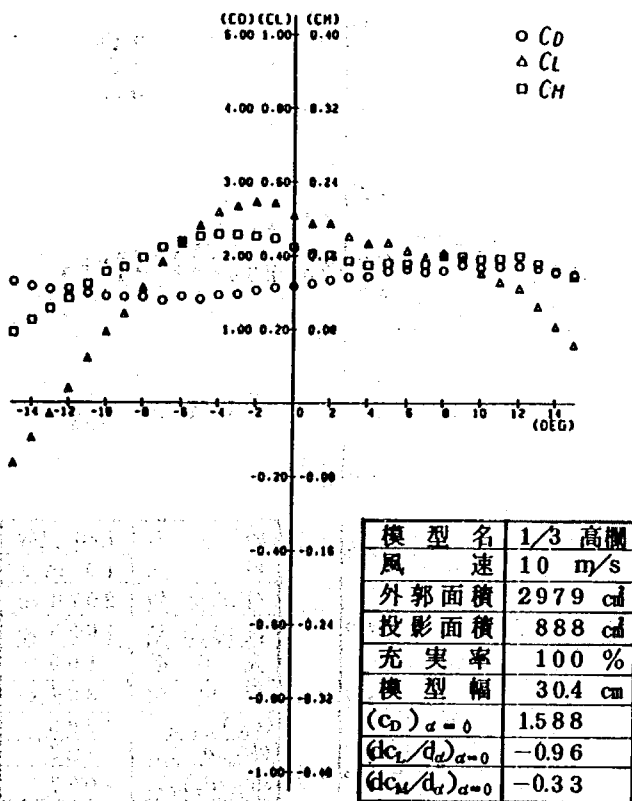


図-1-5-7 三分力曲線

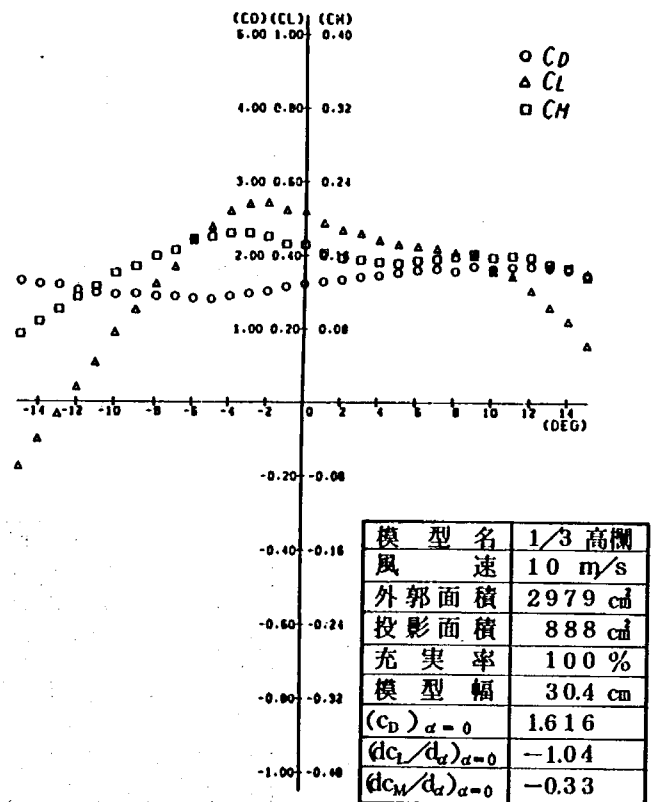


図-1-5-8 三分力曲線

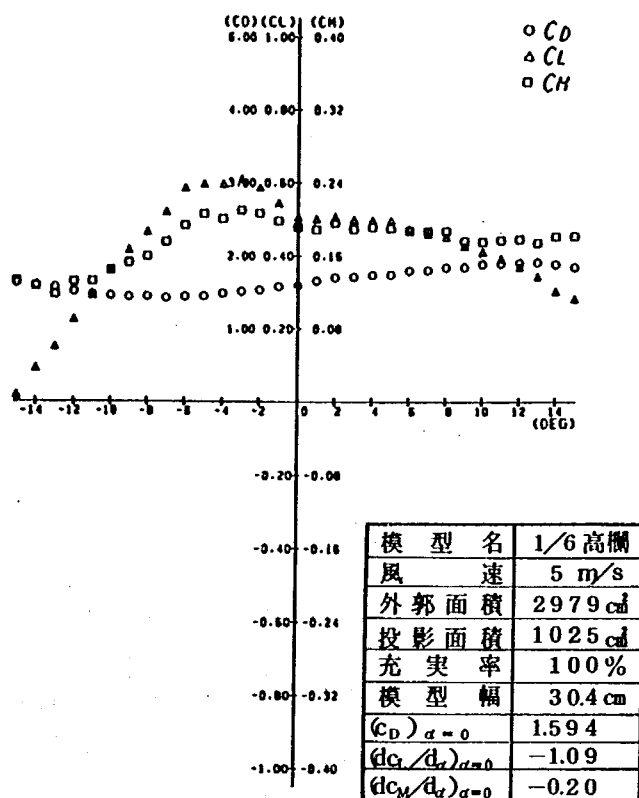


図-1-5-9 三分力曲線

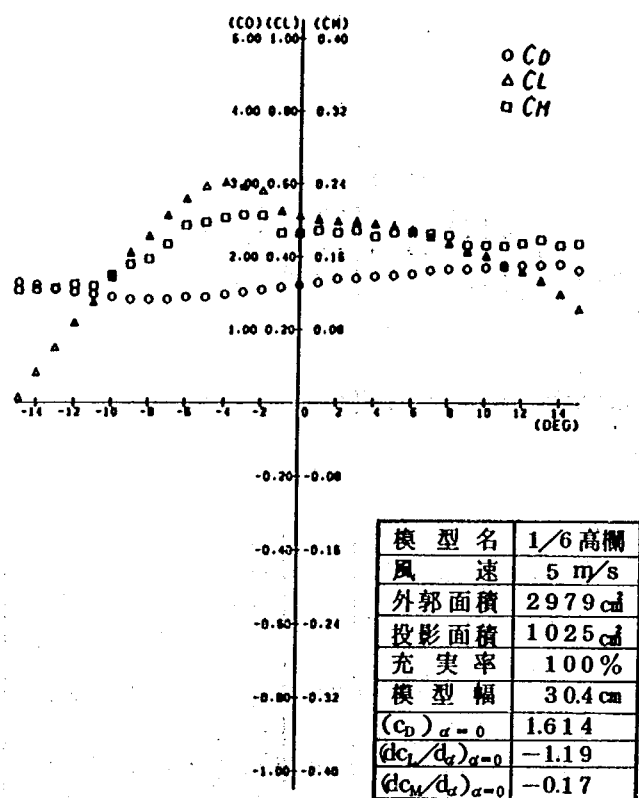


図-1-5-10 三分力曲線

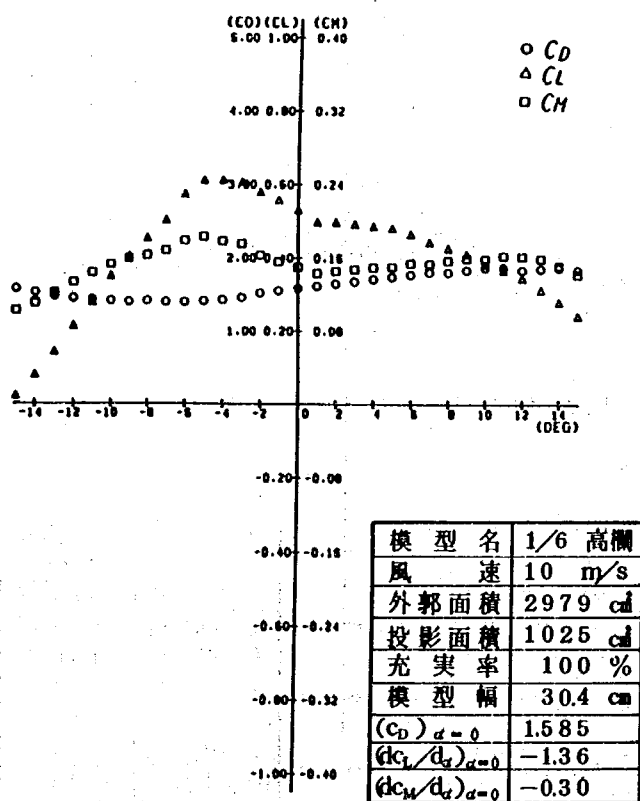


図-1-5-11 三分力曲線

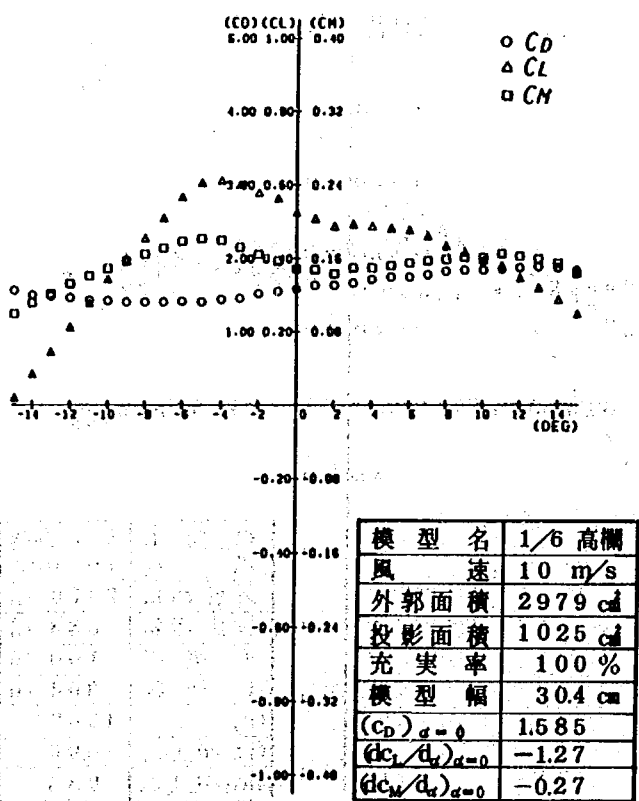


図-1-5-12 三分力曲線

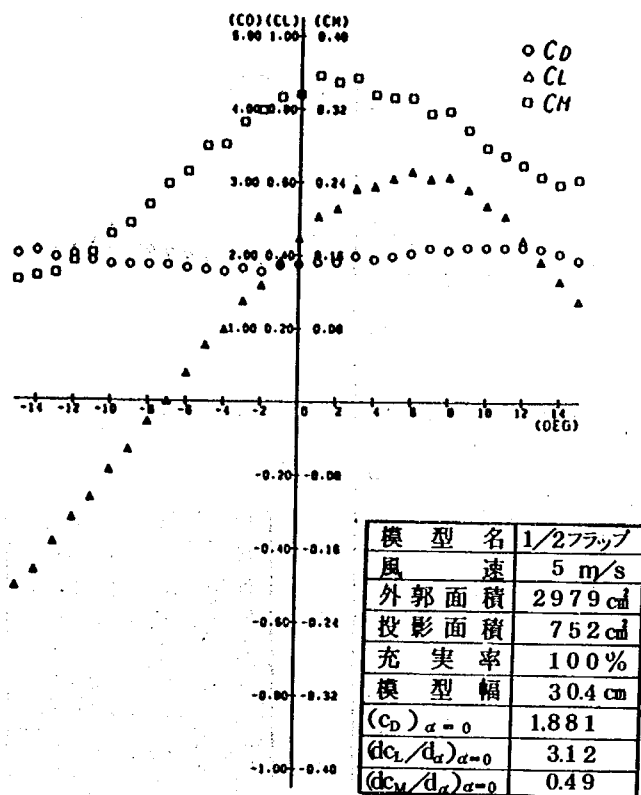


図-1-5-13 三分力曲線

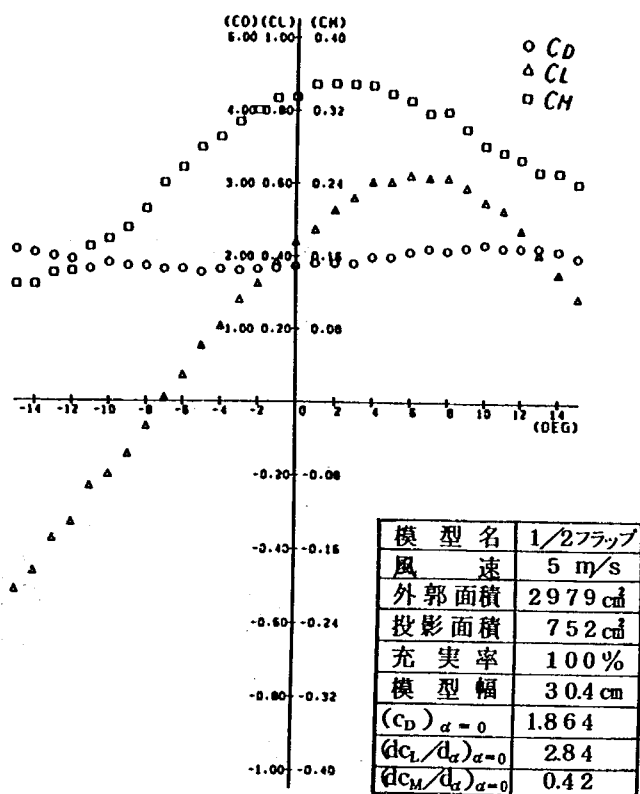


図-1-5-14 三分力曲線

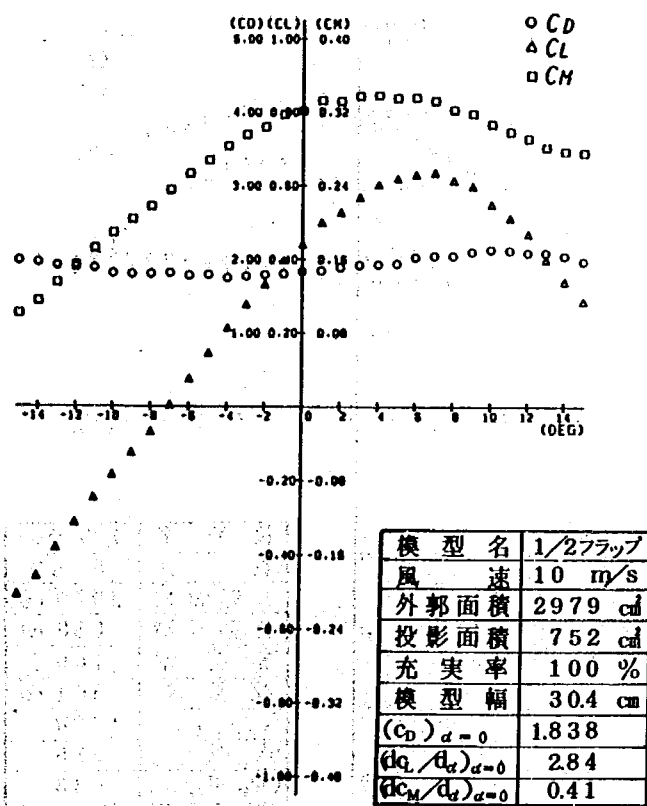


図-1-5-15 三分力曲線

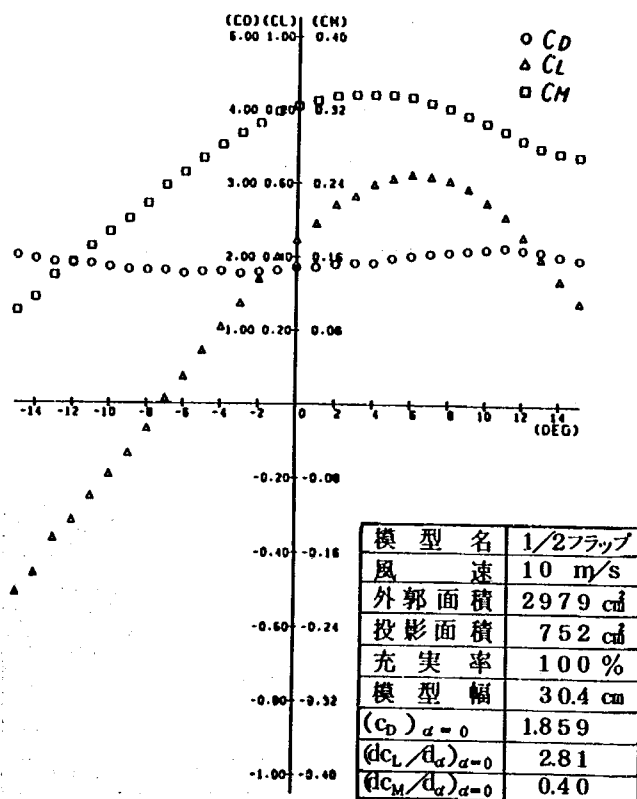


図-1-5-16 三分力曲線

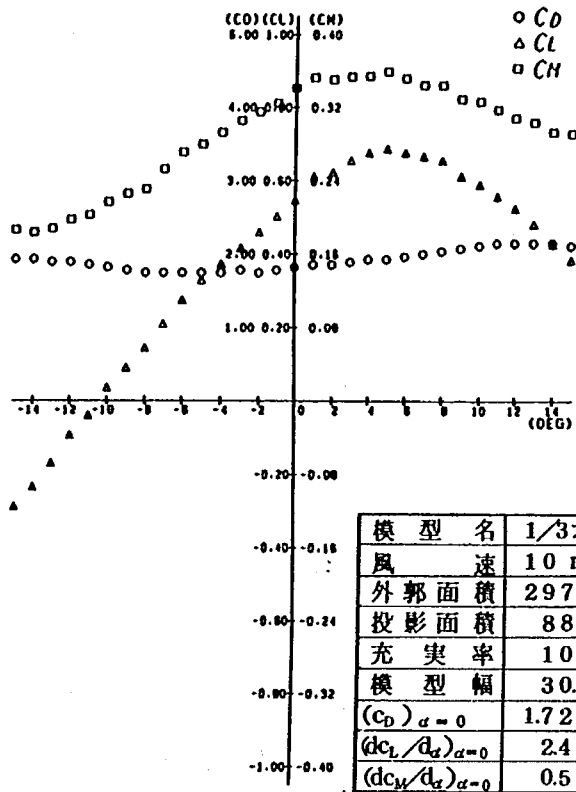


図-1-5-17 三分力曲線

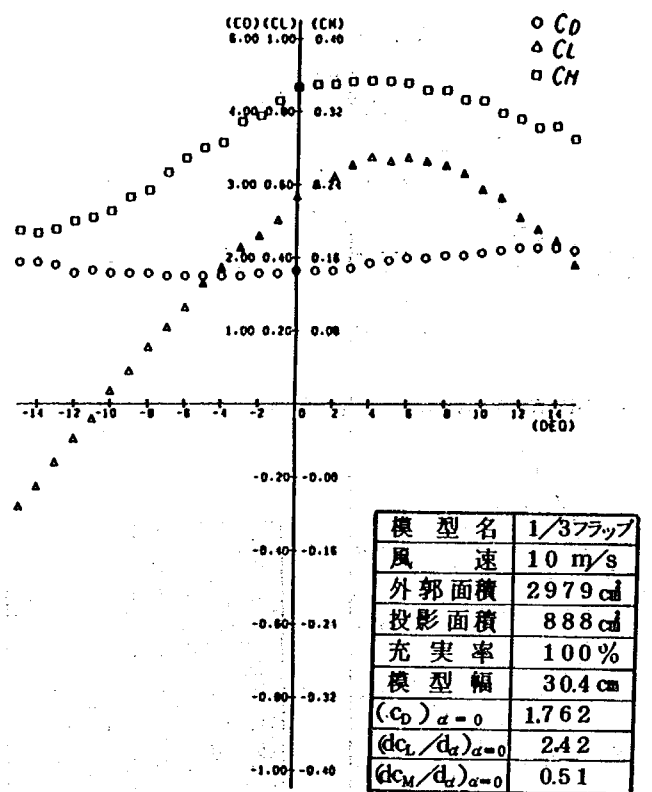


図-1-5-18 三分力曲線

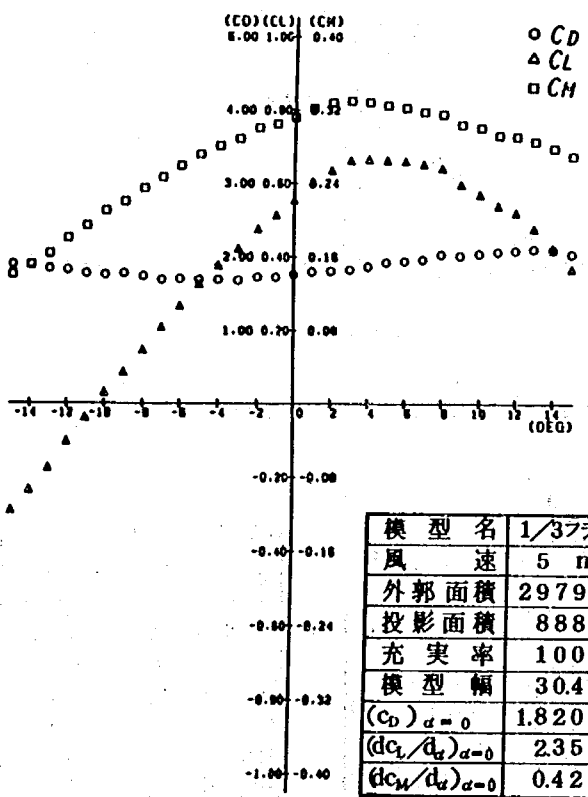


図-1-5-19 三分力曲線

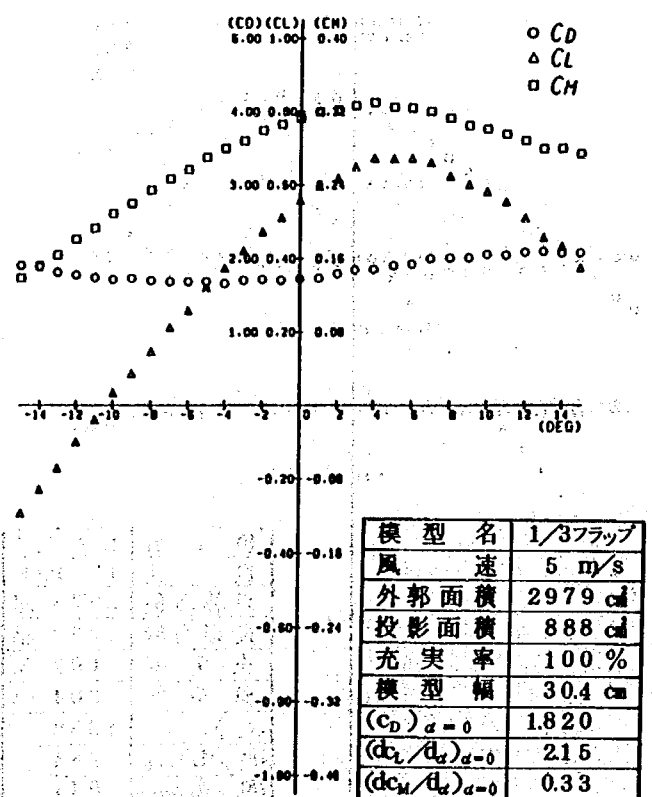
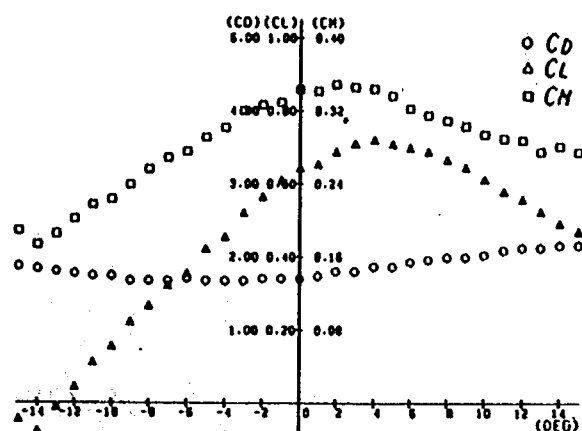


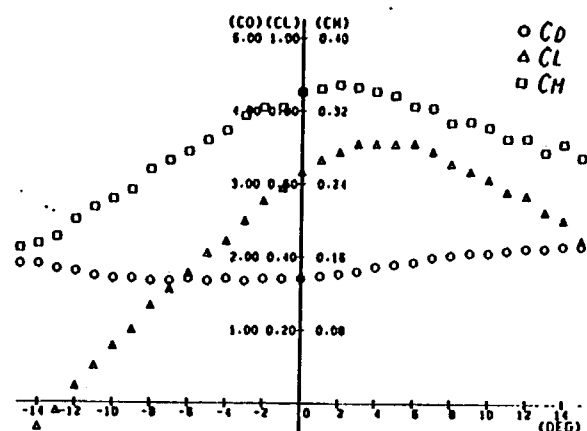
図-1-5-20 三分力曲線



-0.20 -0.08

| 模型名                         | 1/6フラップ              |
|-----------------------------|----------------------|
| 風速                          | 5 m/s                |
| 外郭面積                        | 2979 cm <sup>2</sup> |
| 投影面積                        | 1025 cm <sup>2</sup> |
| 充実率                         | 100 %                |
| 模型幅                         | 30.4 cm              |
| $(C_D)_{\alpha=0}$          | 1.704                |
| $(dC_L/d\alpha)_{\alpha=0}$ | 1.66                 |
| $(dC_M/d\alpha)_{\alpha=0}$ | 0.33                 |

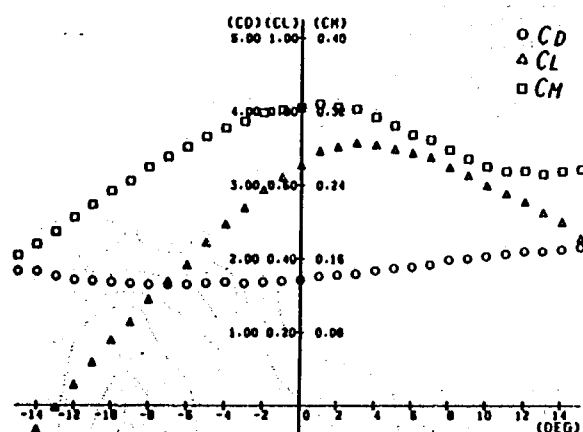
図-1-5-21 三分力曲線



-0.20 -0.08

| 模型名                         | 1/6フラップ              |
|-----------------------------|----------------------|
| 風速                          | 5 m/s                |
| 外郭面積                        | 2979 cm <sup>2</sup> |
| 投影面積                        | 1025 cm <sup>2</sup> |
| 充実率                         | 100 %                |
| 模型幅                         | 30.4 cm              |
| $(C_D)_{\alpha=0}$          | 1.704                |
| $(dC_L/d\alpha)_{\alpha=0}$ | 1.98                 |
| $(dC_M/d\alpha)_{\alpha=0}$ | 0.41                 |

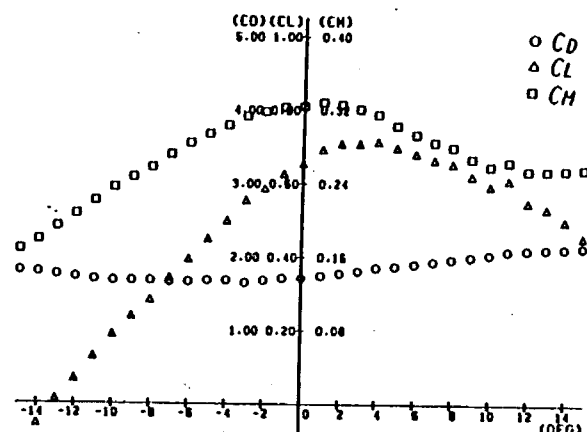
図-1-5-22 三分力曲線



-0.20 -0.08

| 模型名                         | 1/6フラップ              |
|-----------------------------|----------------------|
| 風速                          | 10 m/s               |
| 外郭面積                        | 2979 cm <sup>2</sup> |
| 投影面積                        | 1025 cm <sup>2</sup> |
| 充実率                         | 100 %                |
| 模型幅                         | 30.4 cm              |
| $(C_D)_{\alpha=0}$          | 1.716                |
| $(dC_L/d\alpha)_{\alpha=0}$ | 1.77                 |
| $(dC_M/d\alpha)_{\alpha=0}$ | 0.12                 |

図-1-5-23 三分力曲線



-0.20 -0.08

| 模型名                         | 1/6フラップ              |
|-----------------------------|----------------------|
| 風速                          | 10 m/s               |
| 外郭面積                        | 2979 cm <sup>2</sup> |
| 投影面積                        | 1025 cm <sup>2</sup> |
| 充実率                         | 100 %                |
| 模型幅                         | 30.4 cm              |
| $(C_D)_{\alpha=0}$          | 1.716                |
| $(dC_L/d\alpha)_{\alpha=0}$ | 1.74                 |
| $(dC_M/d\alpha)_{\alpha=0}$ | 0.11                 |

図-1-5-24 三分力曲線

振  
幅  
(mm)

|       |                              |
|-------|------------------------------|
| 模 型 名 | 1/2 高 欄                      |
| 質 量   | 3611 g . cm . s <sup>2</sup> |
| 振 動 數 | 283Hz                        |
| 構造減衰  | 0.02                         |

|       |         |
|-------|---------|
| 弦 長   | 30.4 cm |
| 模 型 厚 | 7.68 cm |
| 模 型 長 | 98 cm   |
| 閉塞比   | 1.00    |

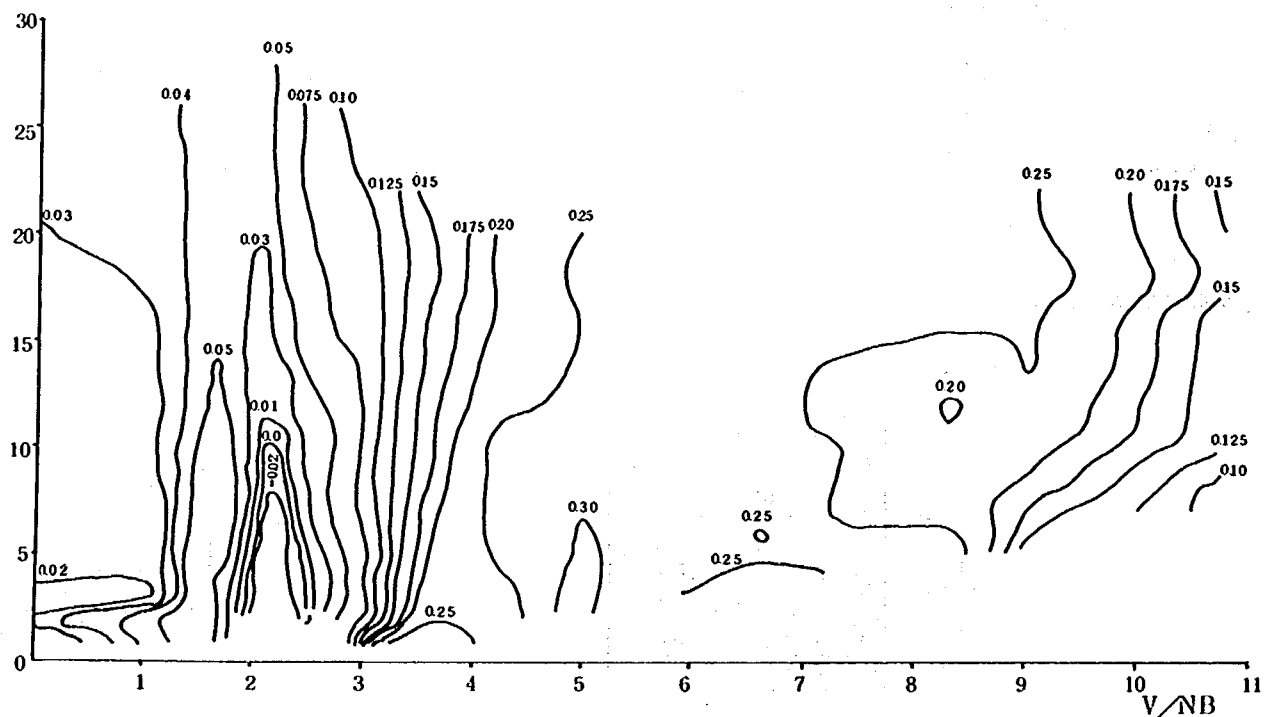


図-1-6-1 V-A-δ 図

振  
幅  
(mm)

|       |                              |
|-------|------------------------------|
| 模 型 名 | 1/3 高 欄                      |
| 質 量   | 3611 g . cm . s <sup>2</sup> |
| 振 動 數 | 283Hz                        |
| 構造減衰  | 0.02                         |

|       |         |
|-------|---------|
| 弦 長   | 30.4 cm |
| 模 型 厚 | 9.07 cm |
| 模 型 長 | 98 cm   |
| 閉塞比   | 1.00    |

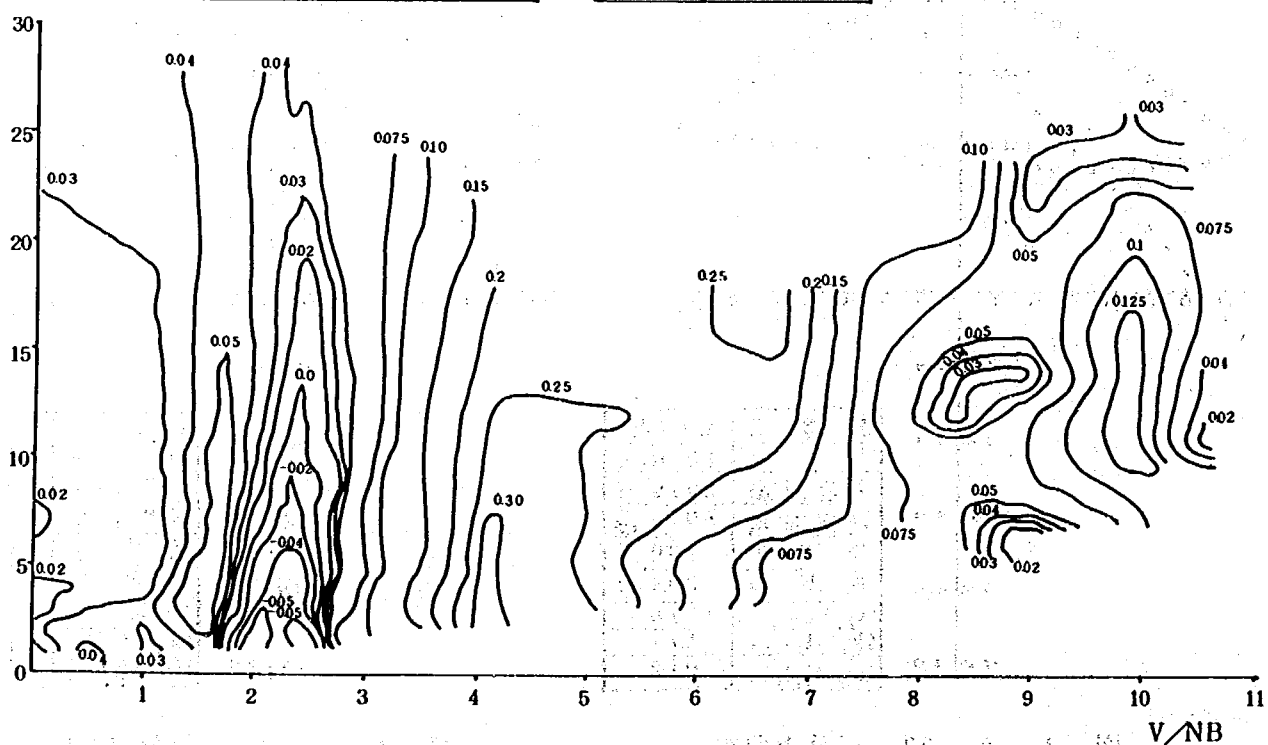


図-1-6-2 V-A-δ 図

振  
幅  
(mm)

|       |                                         |
|-------|-----------------------------------------|
| 模 型 名 | 1/6 高欄                                  |
| 質 量   | 3611g, cm <sup>3</sup> , s <sup>2</sup> |
| 振 動 数 | 283Hz                                   |
| 構造減衰  | 0.02                                    |

|     |          |
|-----|----------|
| 弦 長 | 30.4 cm  |
| 模型厚 | 10.46 cm |
| 模型長 | 98 cm    |
| 閉塞率 | 1.00     |

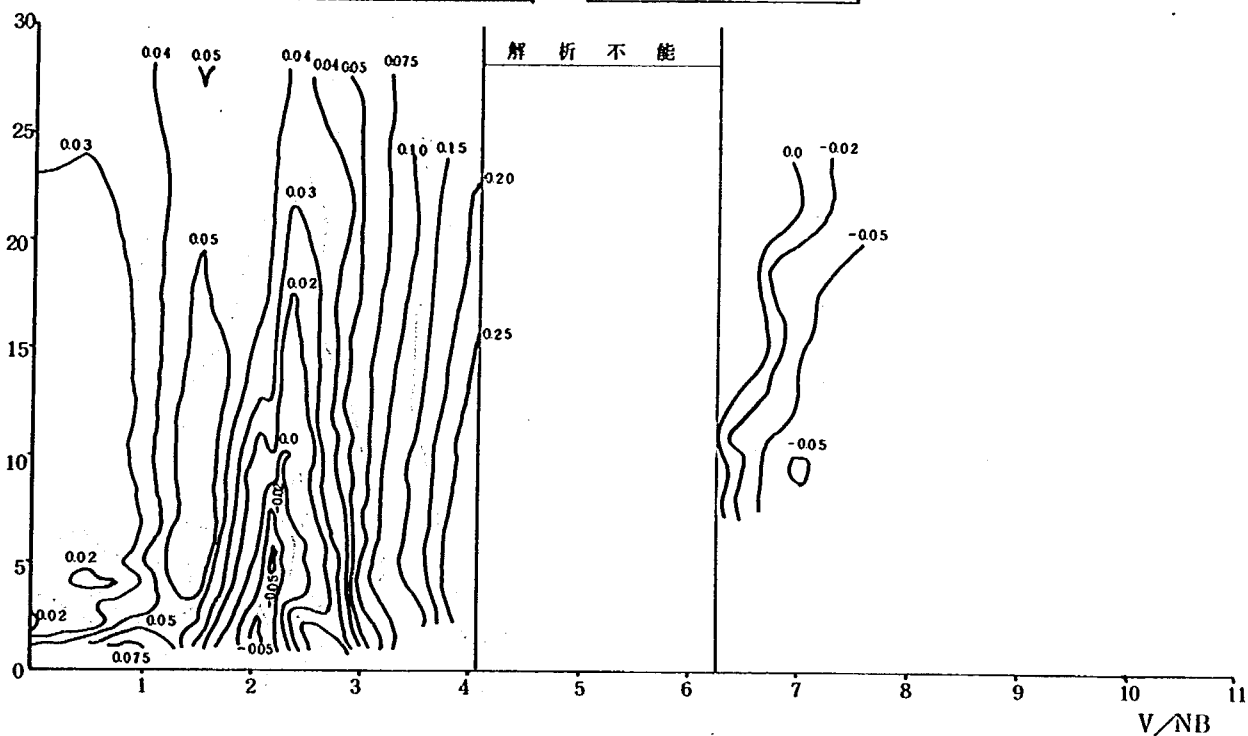


図-1-6-3 V-A-δ図

振  
幅  
(mm)

|       |                                         |
|-------|-----------------------------------------|
| 模 型 名 | 1/2 フラップ                                |
| 質 量   | 3611g, cm <sup>3</sup> , s <sup>2</sup> |
| 振 動 数 | 283Hz                                   |
| 構造減衰  | 0.02                                    |

|     |         |
|-----|---------|
| 弦 長 | 30.4 cm |
| 模型厚 | 7.68 cm |
| 模型長 | 98 cm   |
| 閉塞比 | 1.00    |

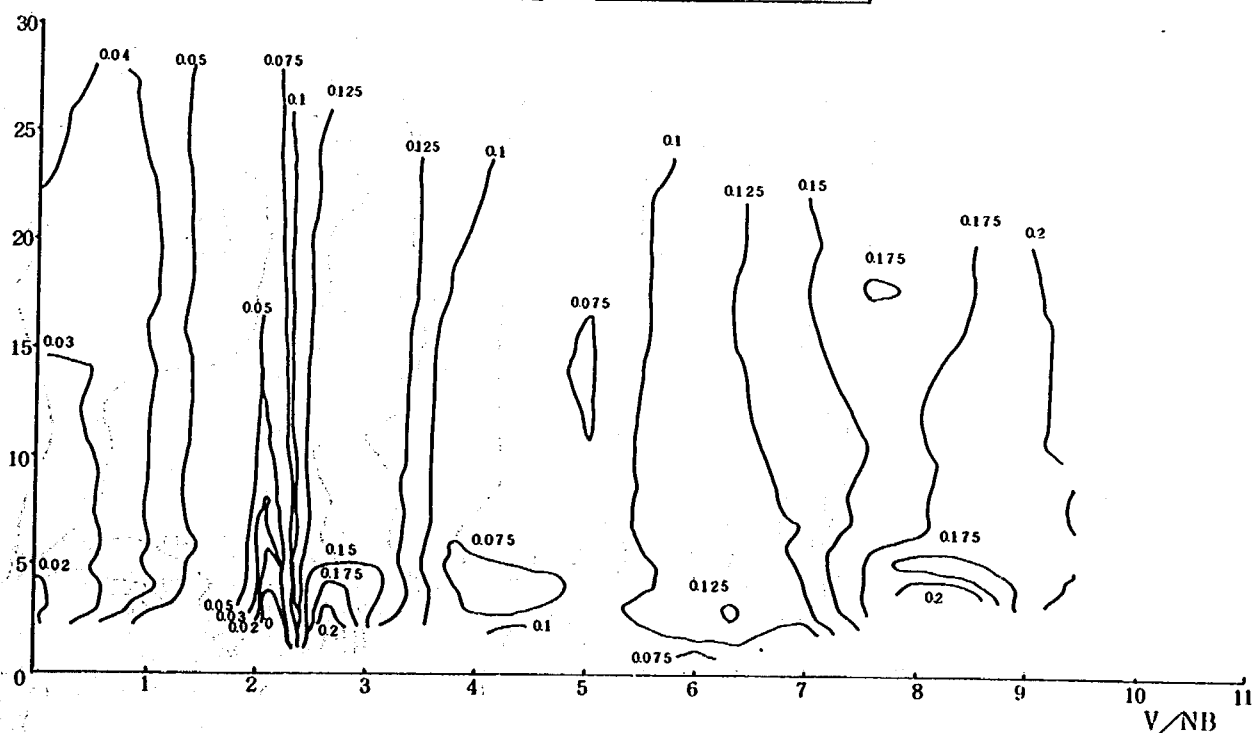


図-1-6-4 V-A-δ図

振  
幅  
(mm)

|       |                                           |
|-------|-------------------------------------------|
| 模 型 名 | 1/3 フラップ                                  |
| 質 量   | 3611 g. cm <sup>-3</sup> . g <sup>3</sup> |
| 振 動 数 | 283Hz                                     |
| 構造減衰  | 0.02                                      |

|       |         |
|-------|---------|
| 弦 長   | 30.4 cm |
| 模 型 厚 | 9.07 cm |
| 模 型 長 | 98 cm   |
| 閉塞率   | 1.00    |

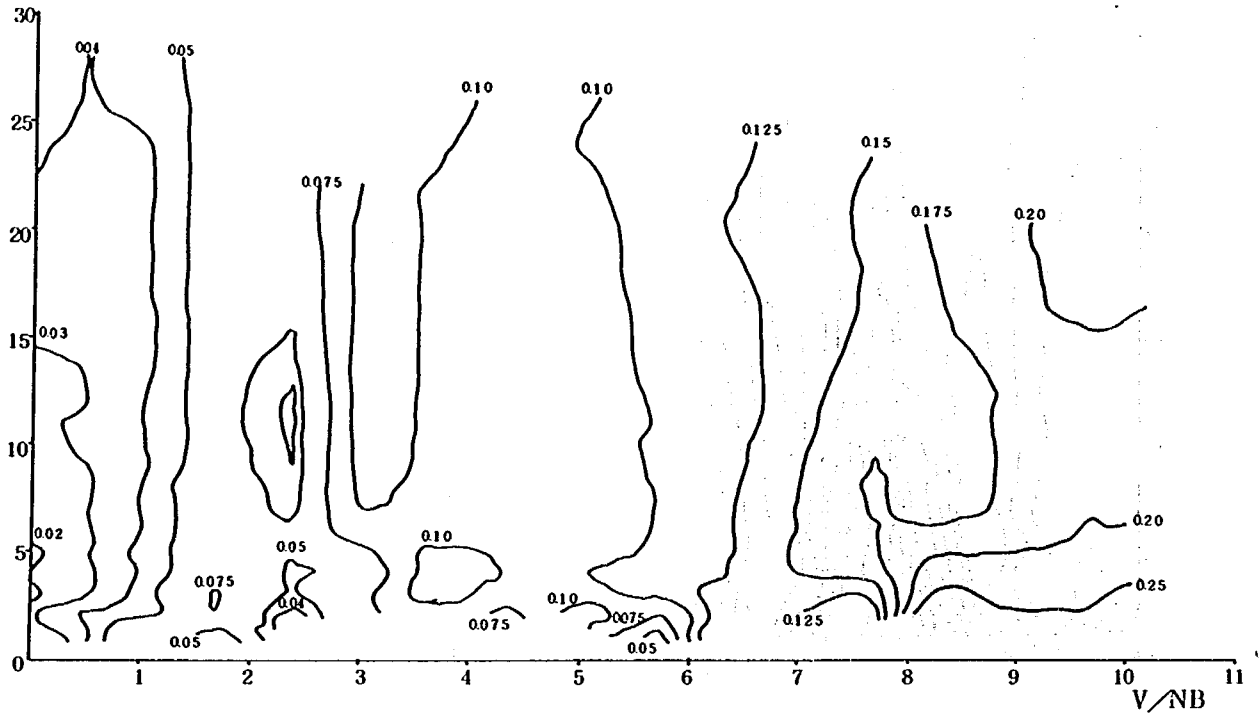


図-1-6-5 V-A- $\delta$ 図

振  
幅  
(mm)

|       |                                           |
|-------|-------------------------------------------|
| 模 型 名 | 1/6 フラップ                                  |
| 質 量   | 3611 g. cm <sup>-3</sup> . g <sup>3</sup> |
| 振 動 数 | 283Hz                                     |
| 構造減衰  | 0.02                                      |

|       |          |
|-------|----------|
| 弦 長   | 30.4 cm  |
| 模 型 厚 | 10.46 cm |
| 模 型 長 | 98 cm    |
| 閉塞率   | 1.00     |

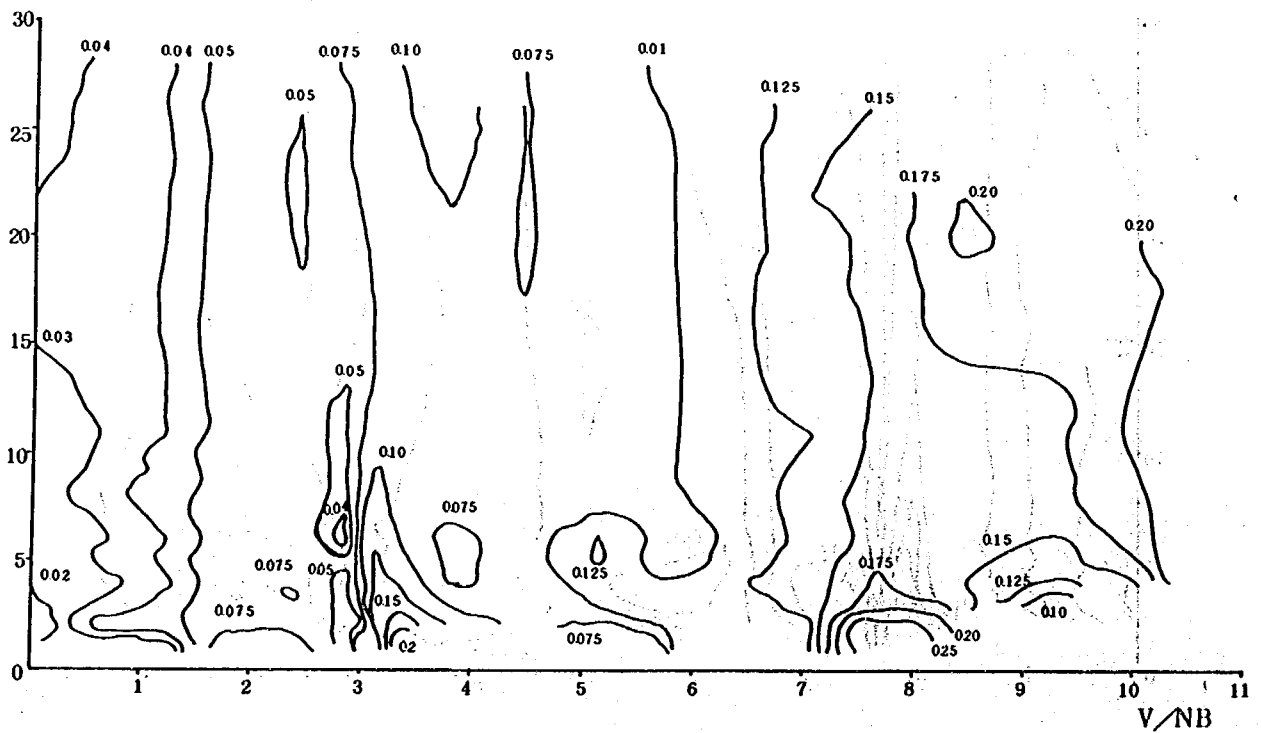


図-1-6-6 V-A- $\delta$ 図

振幅  
(mm)

|      |                                         |
|------|-----------------------------------------|
| 模型名  | 1/2 高欄                                  |
| 質量   | 3611 g·cm <sup>-1</sup> ·s <sup>2</sup> |
| 振動数  | 283Hz                                   |
| 構造減衰 | 0.02                                    |

|     |         |
|-----|---------|
| 弦長  | 30.4 cm |
| 模型厚 | 7.68 cm |
| 模型長 | 98 cm   |
| 閉塞比 | 1.00    |

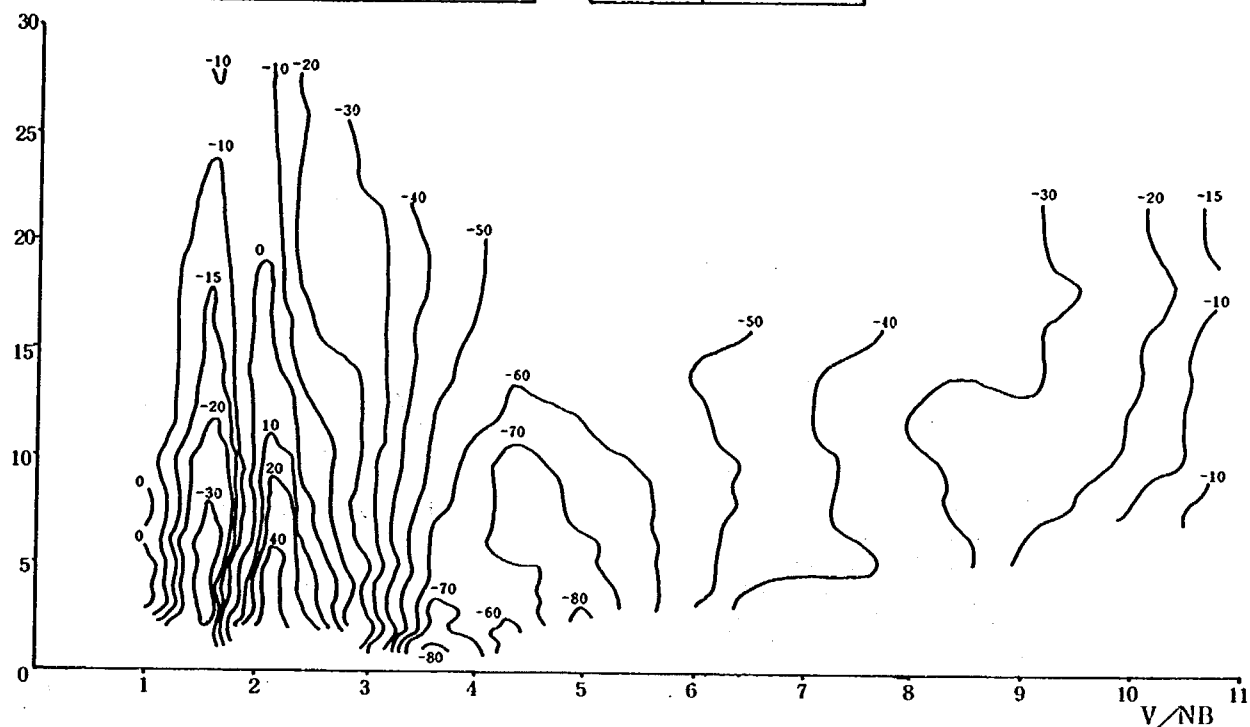


図-1-7-1 V-A- $\beta_2$

振幅  
(mm)

|      |                                         |
|------|-----------------------------------------|
| 模型名  | 1/3 高欄                                  |
| 質量   | 3611 g·cm <sup>-1</sup> ·s <sup>2</sup> |
| 振動数  | 283Hz                                   |
| 構造減衰 | 0.02                                    |

|     |         |
|-----|---------|
| 弦長  | 30.4 cm |
| 模型厚 | 9.07 cm |
| 模型長 | 98 cm   |
| 閉塞比 | 1.00    |

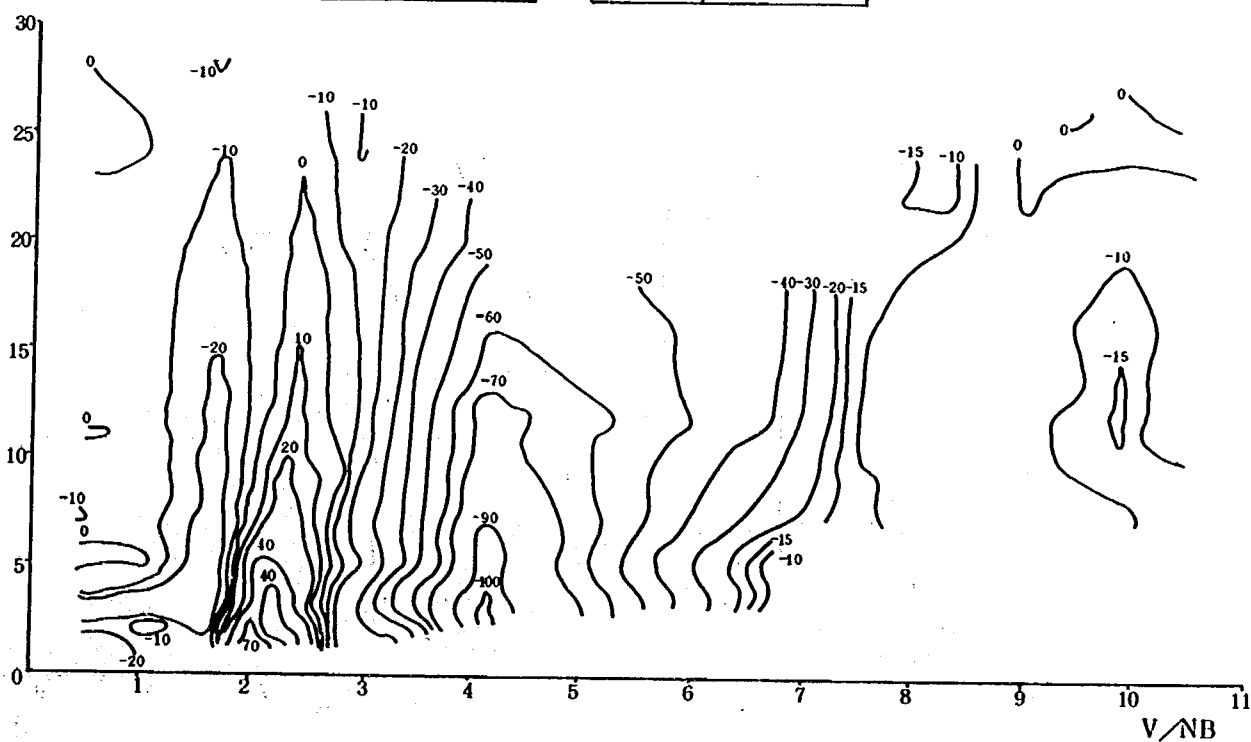


図-1-7-2 V-A- $\beta_2$

振幅  
(mm)

|      |                                            |
|------|--------------------------------------------|
| 模型名  | 1/6 高制                                     |
| 質量   | 3611 g · cm <sup>-1</sup> · s <sup>2</sup> |
| 振動数  | 283 Hz                                     |
| 構造減衰 | 0.02                                       |

|     |          |
|-----|----------|
| 弦長  | 30.4 cm  |
| 模型厚 | 10.46 cm |
| 模型長 | 98 cm    |
| 閉塞比 | 1.00     |

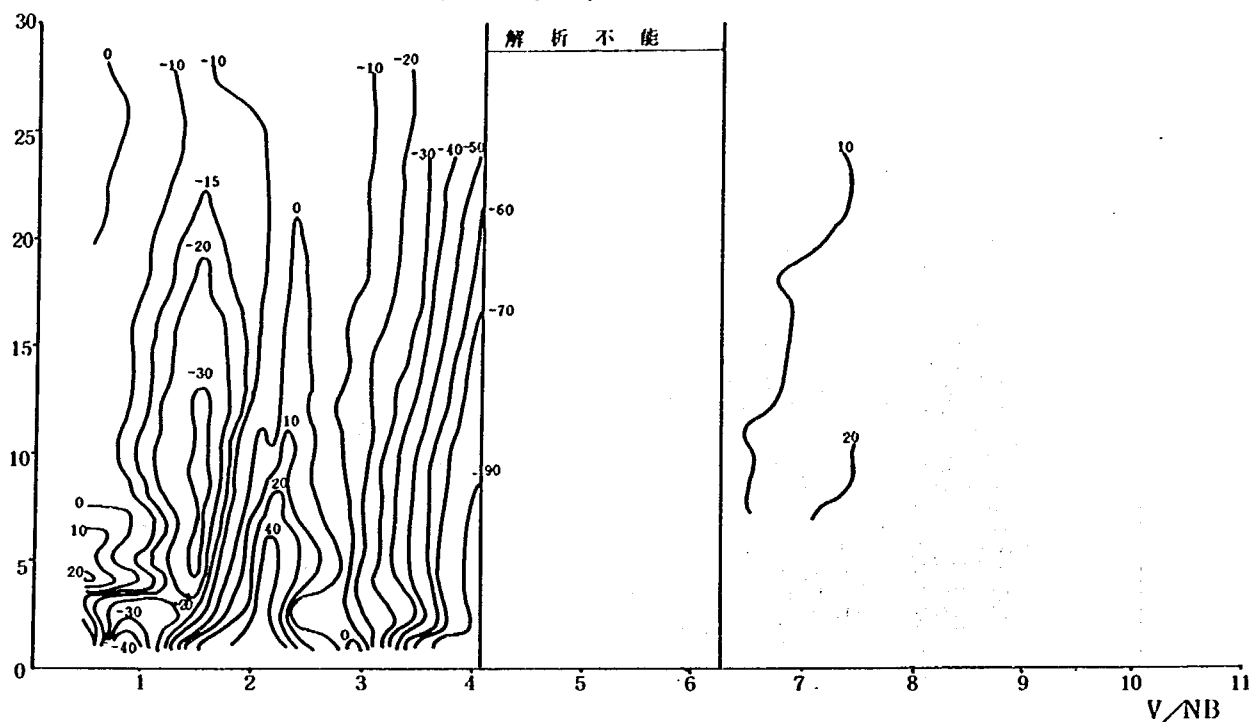


図-1-7-3 V-A- $\beta$

振幅  
(mm)

|      |                                            |
|------|--------------------------------------------|
| 模型名  | 1/2 フラップ                                   |
| 質量   | 3611 g · cm <sup>-1</sup> · s <sup>2</sup> |
| 振動数  | 283 Hz                                     |
| 構造減衰 | 0.02                                       |

|     |         |
|-----|---------|
| 弦長  | 30.4 cm |
| 模型厚 | 7.68 cm |
| 模型長 | 98 cm   |
| 閉塞率 | 1.00    |

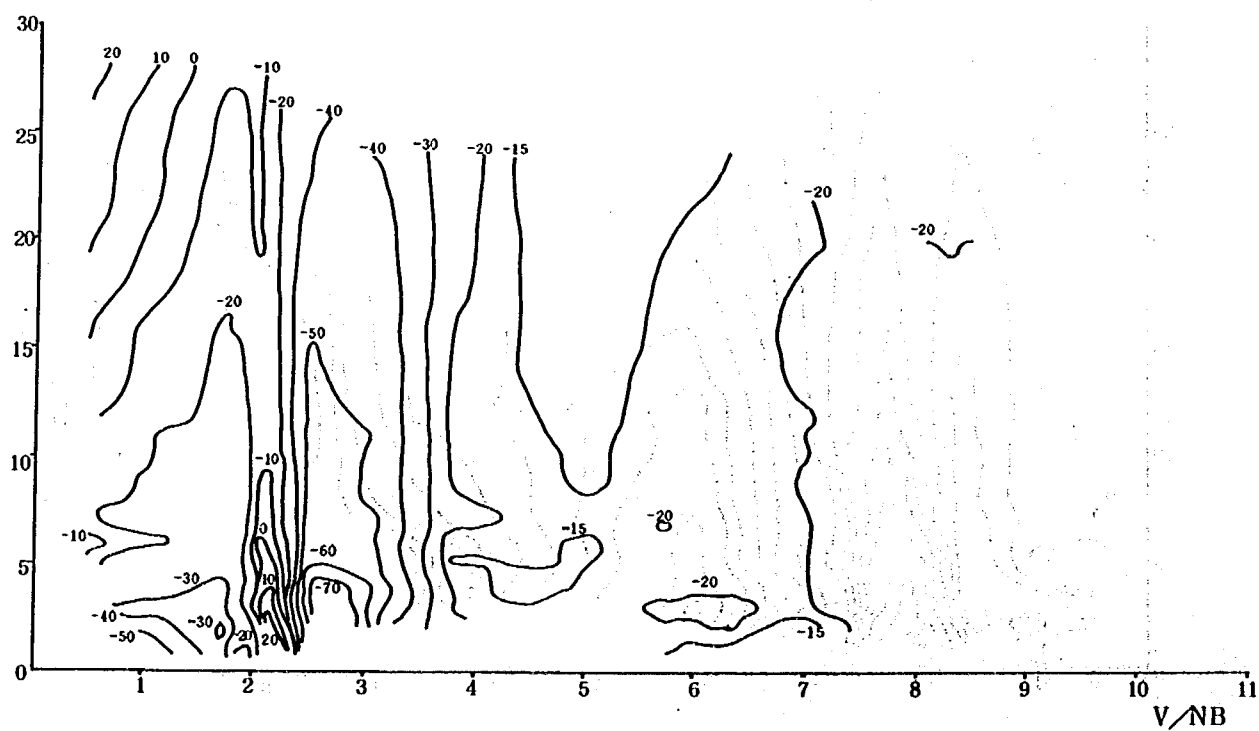


図-1-7-4 V-A- $\beta$

振幅  
(mm)

|       |                                           |
|-------|-------------------------------------------|
| 機 型 名 | 1/3 フラップ                                  |
| 質 量   | 3611 g, cm <sup>-1</sup> , s <sup>2</sup> |
| 振 動 数 | 283 Hz                                    |
| 構造減衰  | 0.02                                      |

|       |         |
|-------|---------|
| 弦 長   | 30.4 cm |
| 機 型 厚 | 9.07 cm |
| 機 型 長 | 98 cm   |
| 閉塞比   | 1.00    |

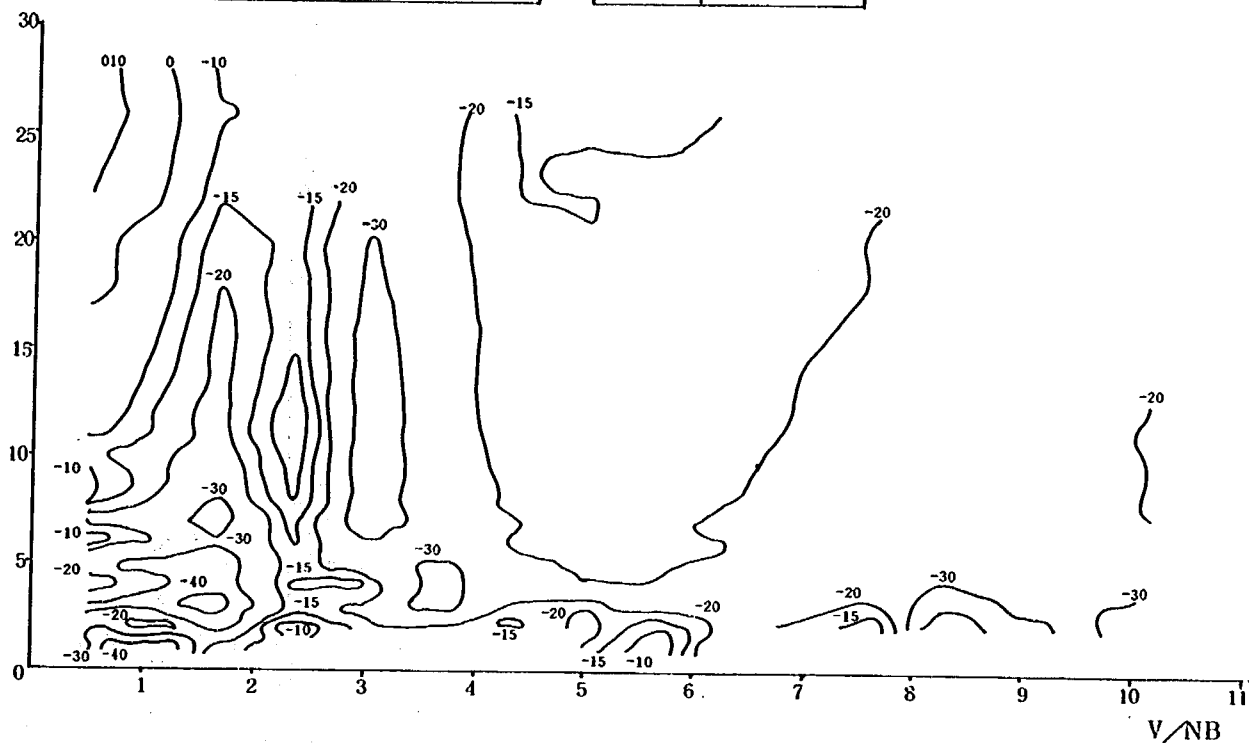


図-1-7-5 V-A- $\beta_2$

振幅  
(mm)

|       |                                           |
|-------|-------------------------------------------|
| 機 型 名 | 1/6 フラップ                                  |
| 質 量   | 3611 g, cm <sup>-1</sup> , s <sup>2</sup> |
| 振 動 数 | 283 Hz                                    |
| 構造減衰  | 0.02                                      |

|       |          |
|-------|----------|
| 弦 長   | 30.4 cm  |
| 機 型 厚 | 10.46 cm |
| 機 型 長 | 98 cm    |
| 閉塞比   | 1.00     |

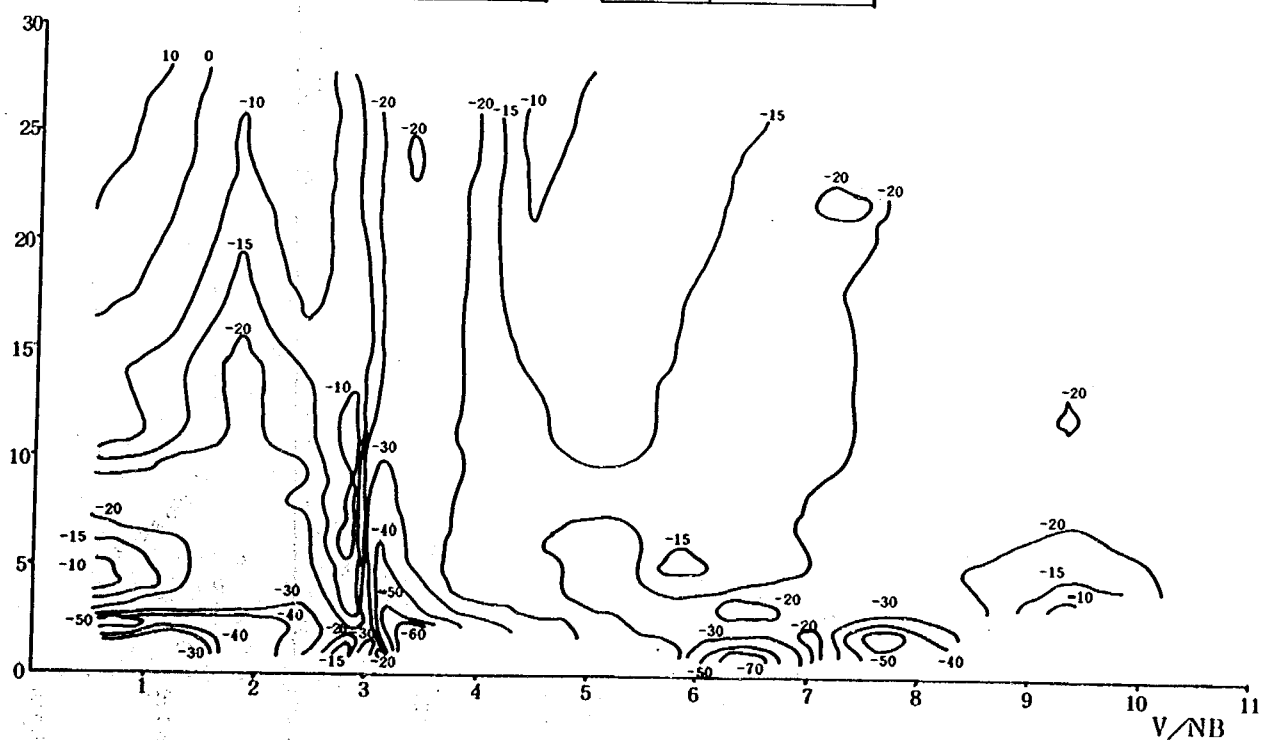
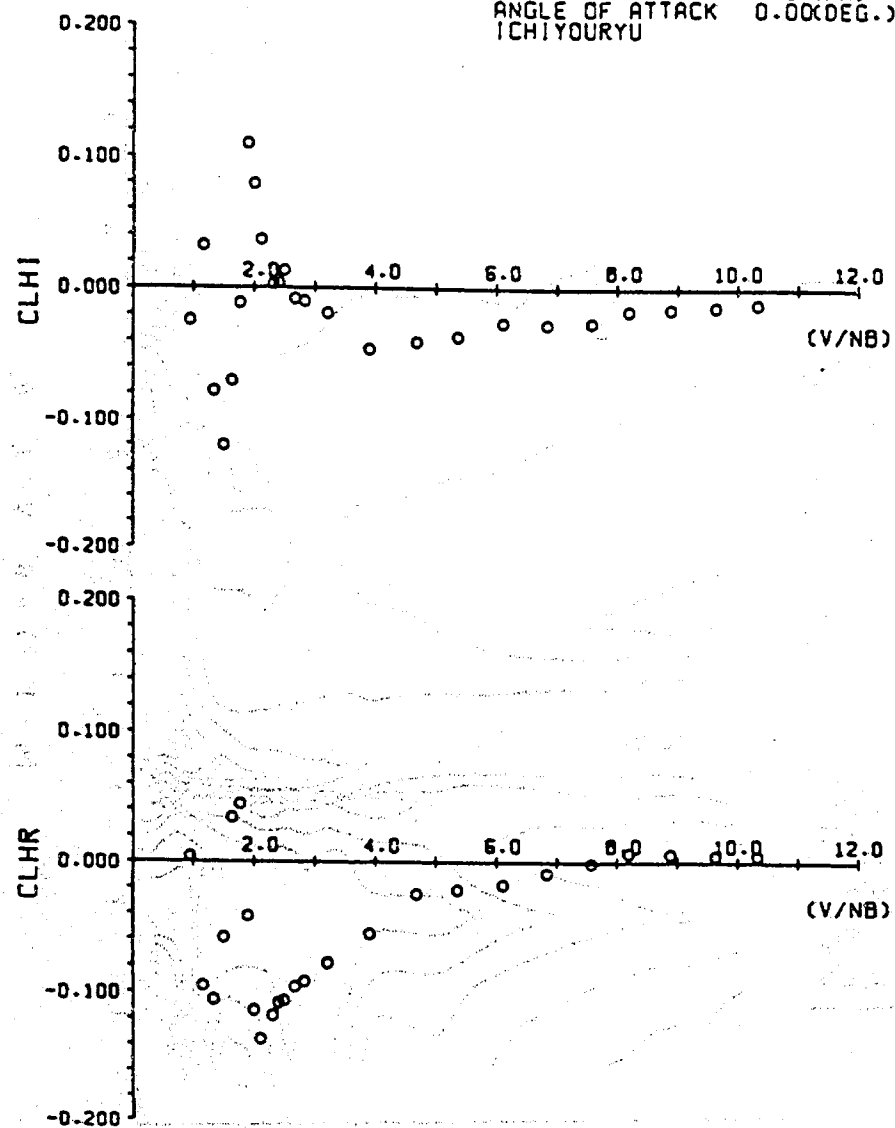


図-1-7-6 V-A- $\beta_2$

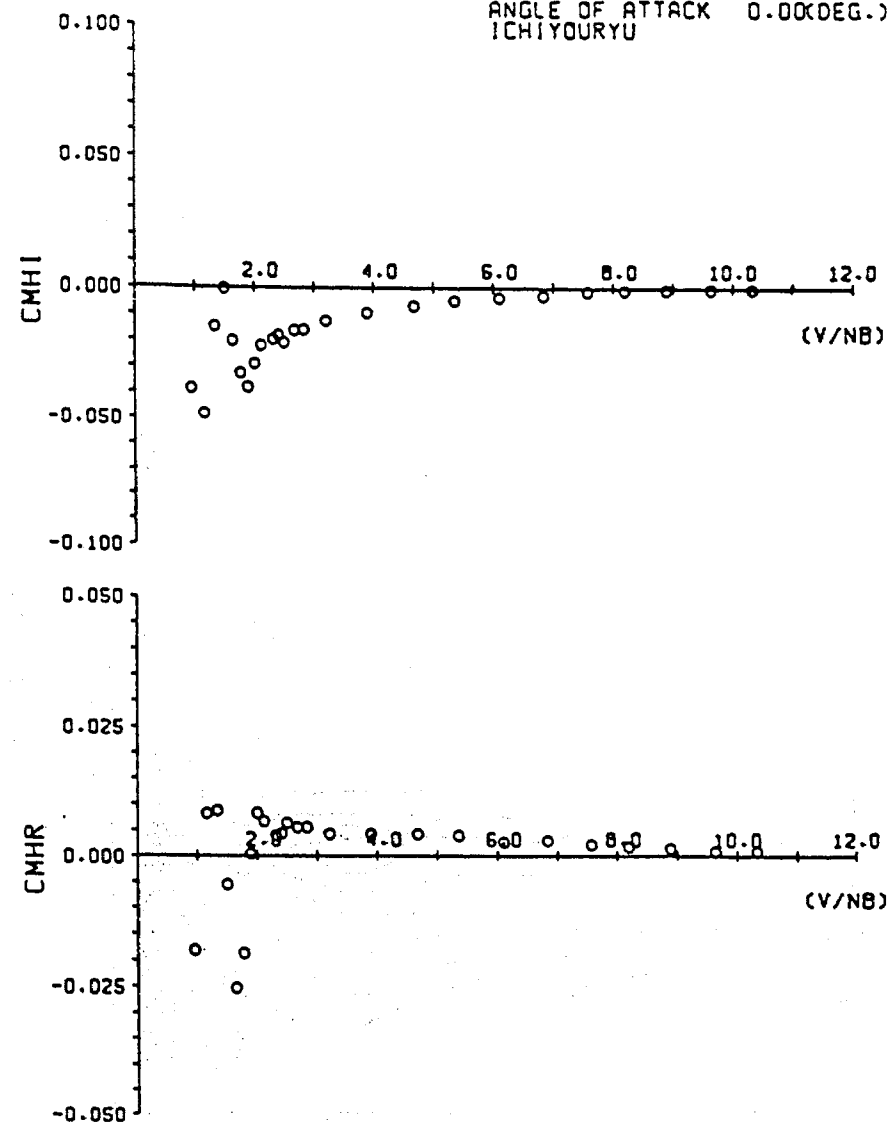
MODEL NAME 1/2 KOURAN

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 3.04(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
ICHIYORYU



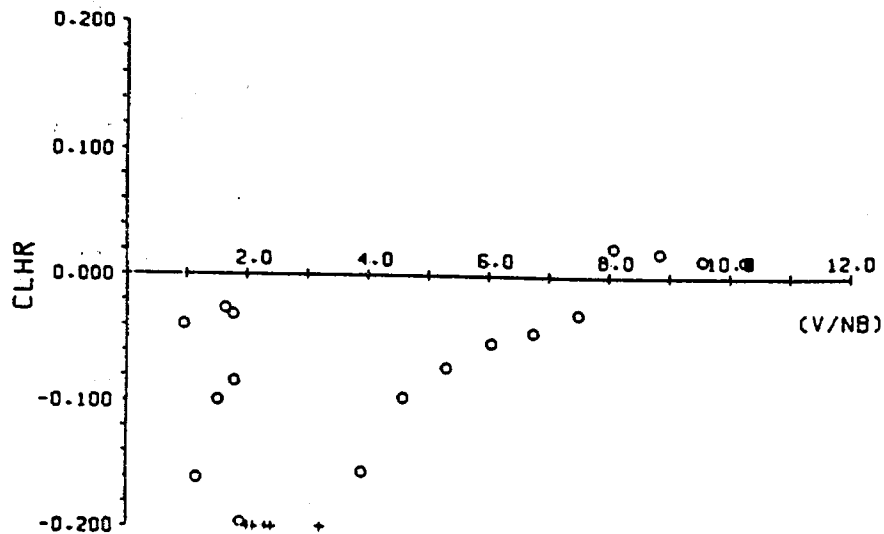
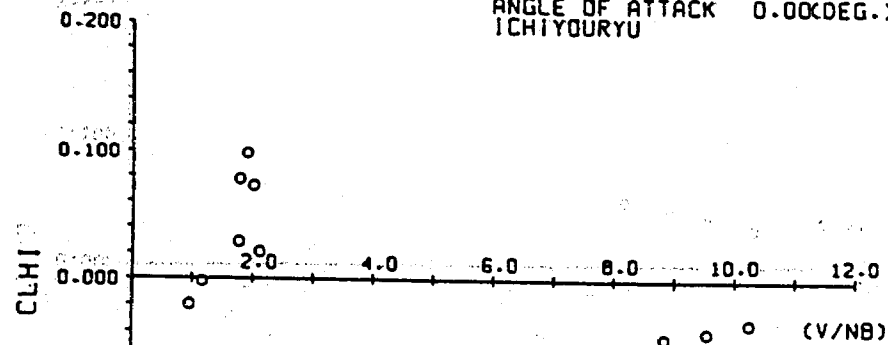
MODEL NAME 1/2 KOURAN

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 3.04(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
ICHIYORYU



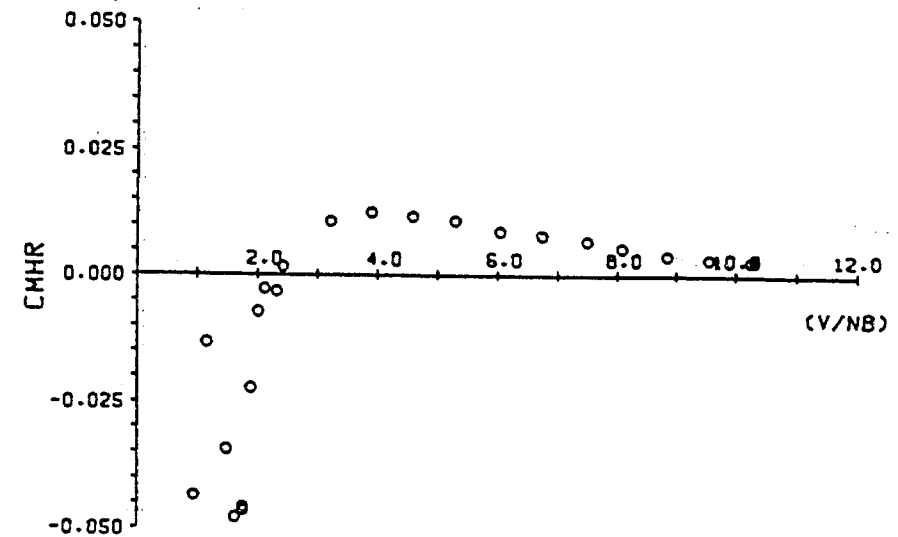
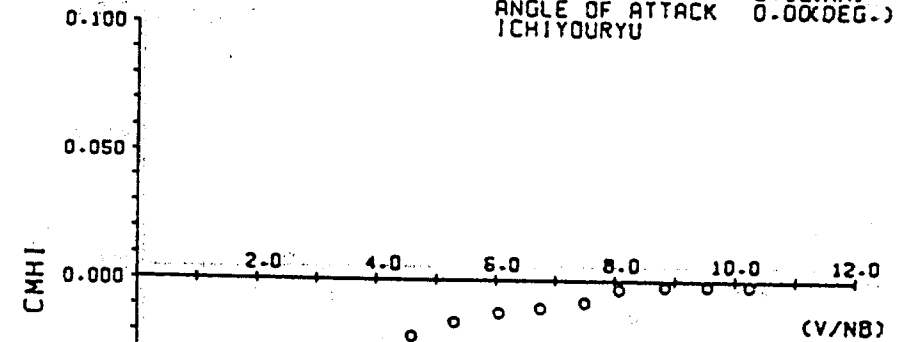
MODEL NAME 1/2 KOURAN

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(KHZ)  
AMPLITUDE 9.12(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
ICHIYORYU



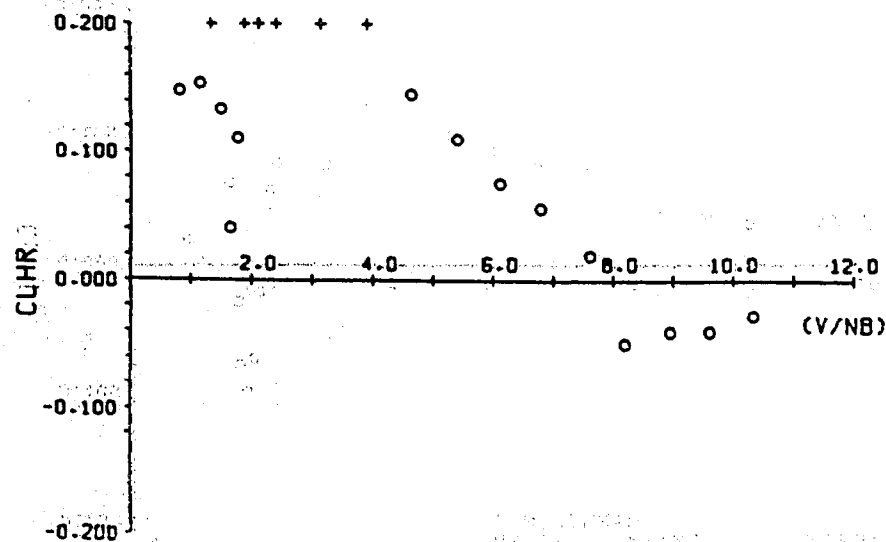
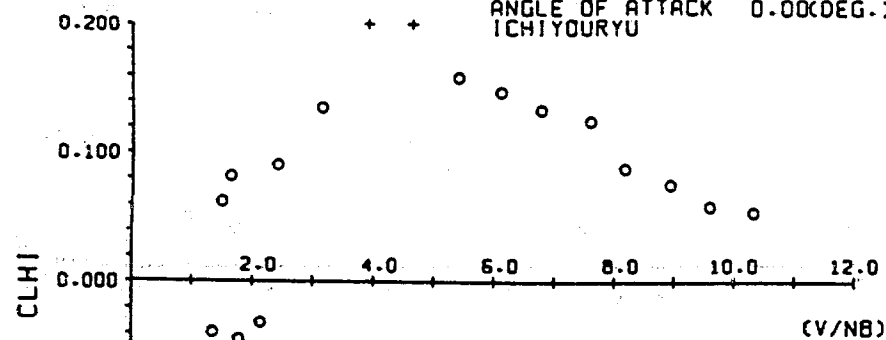
MODEL NAME 1/2 KOURAN

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(KHZ)  
AMPLITUDE 9.12(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
ICHIYORYU



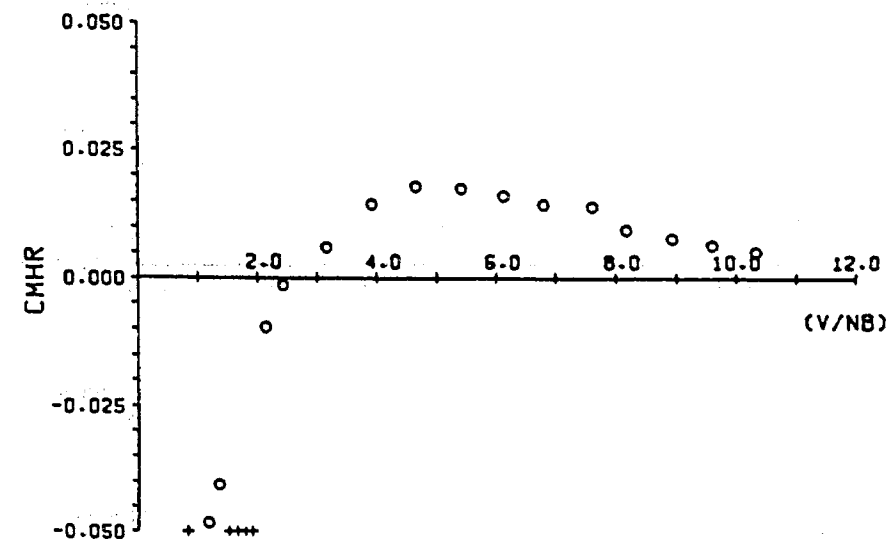
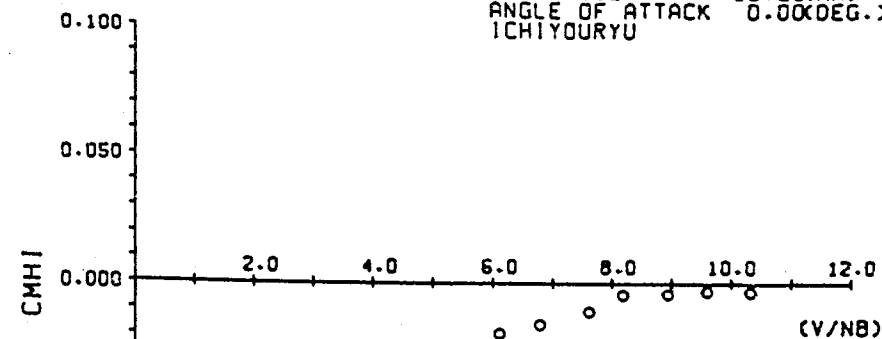
MODEL NAME 1/2 KOURAN

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 15.20(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
ICHIYOURYU



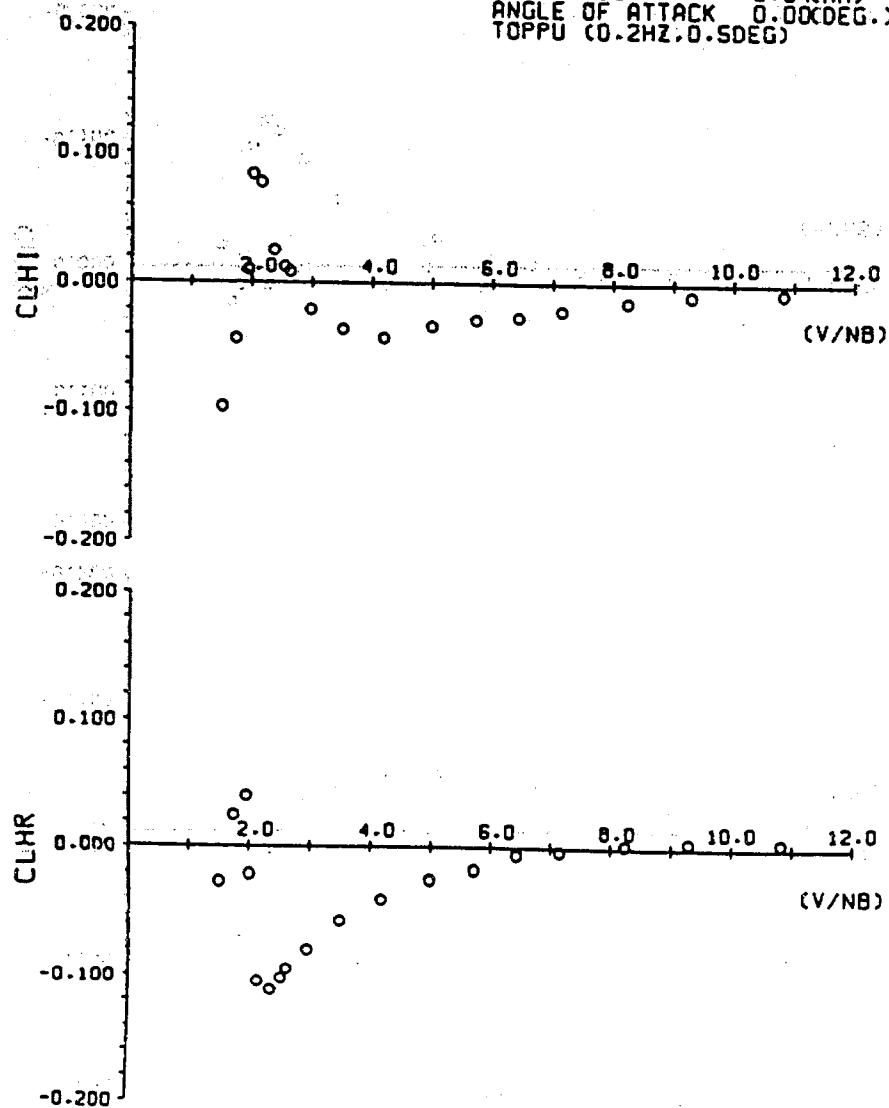
MODEL NAME 1/2 KOURAN

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 15.20(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
ICHIYOURYU



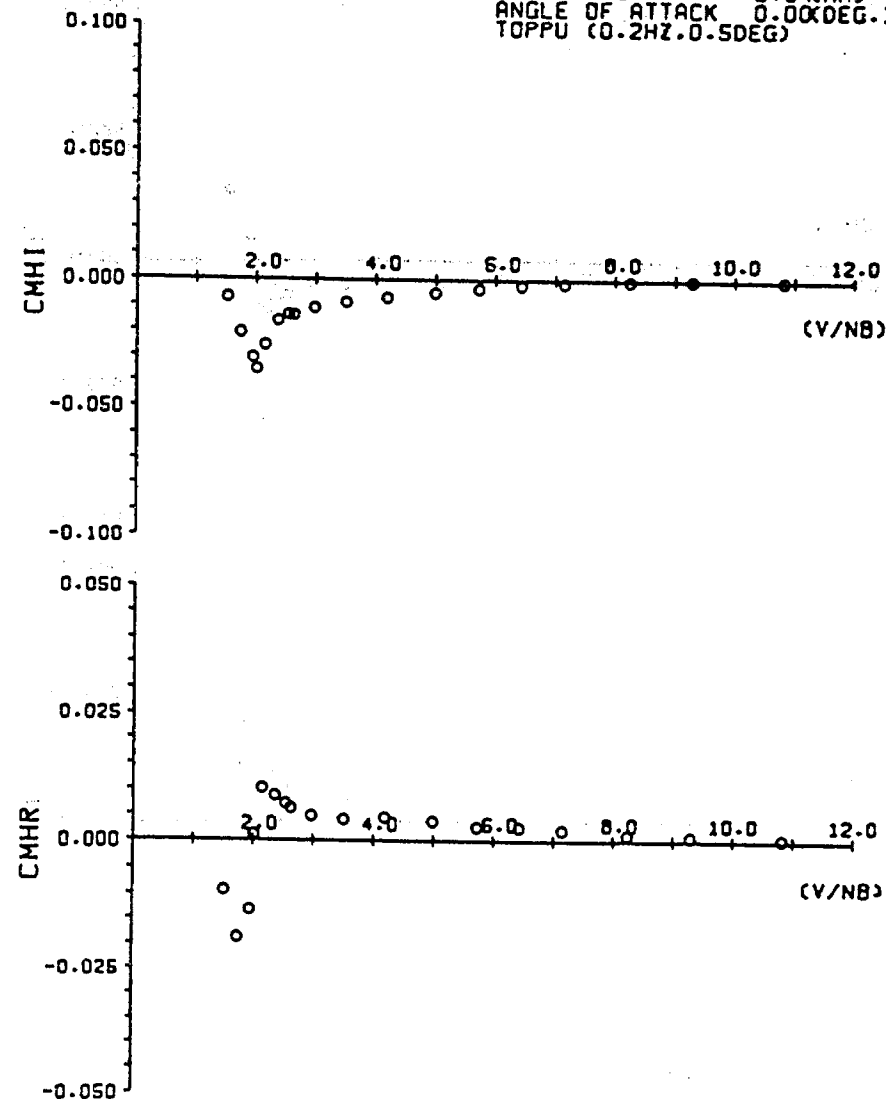
MODEL NAME 1/2 KOURAN

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 3.04(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
TOPPU (0.2HZ,0.5DEG)



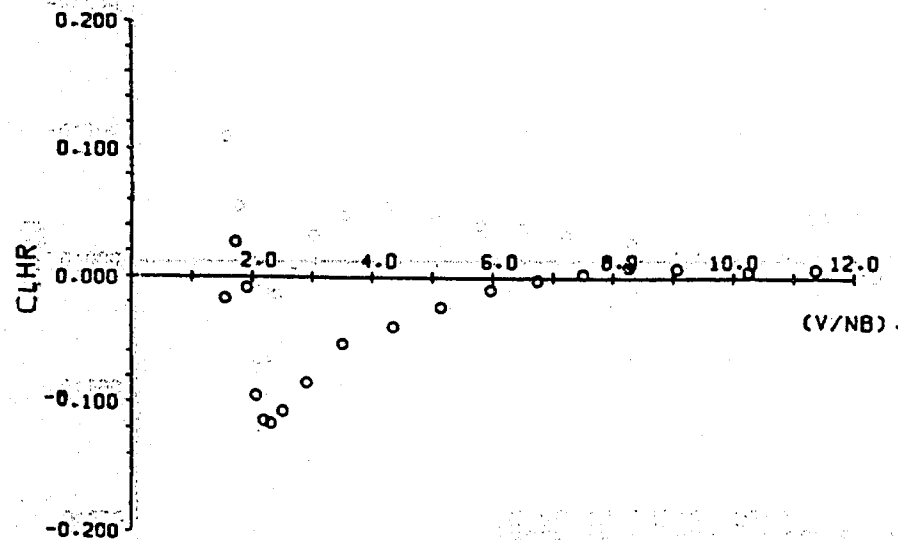
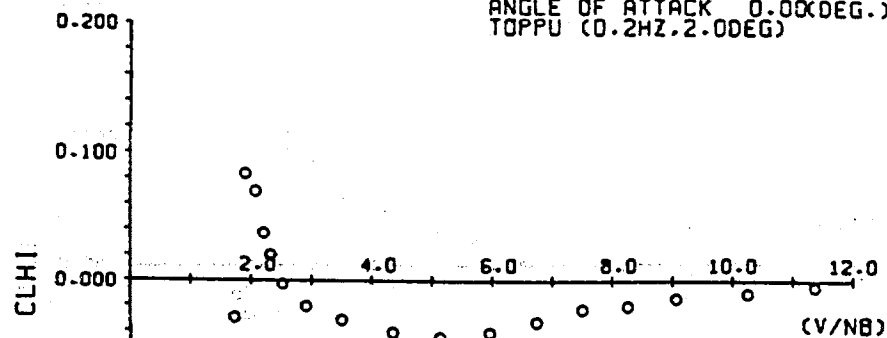
MODEL NAME 1/2 KOURAN

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 3.04(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
TOPPU (0.2HZ,0.5DEG)



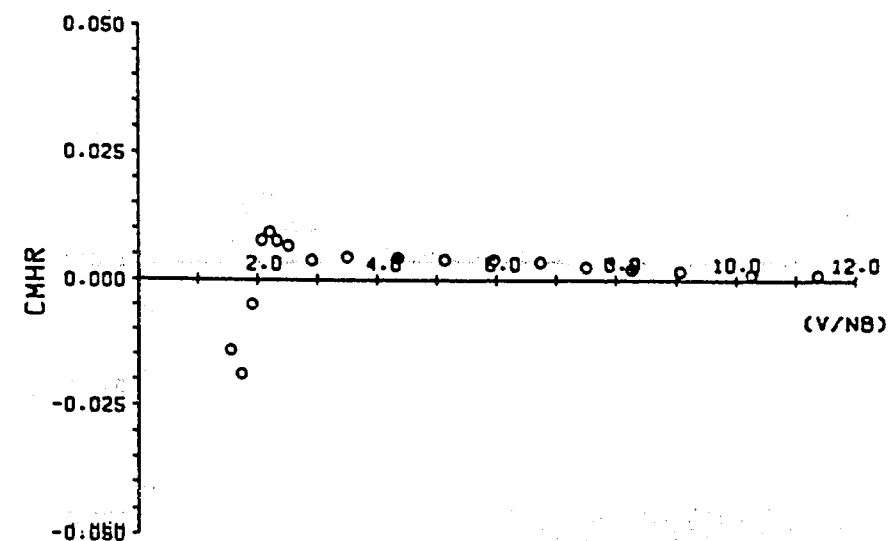
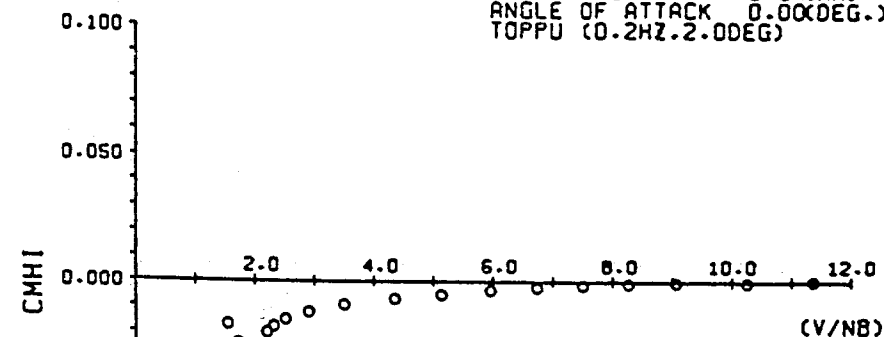
MODEL NAME 1/2 KOURAN

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(KHZ)  
AMPLITUDE 3.04(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
TOPPU (0.2HZ,2.00DEG)



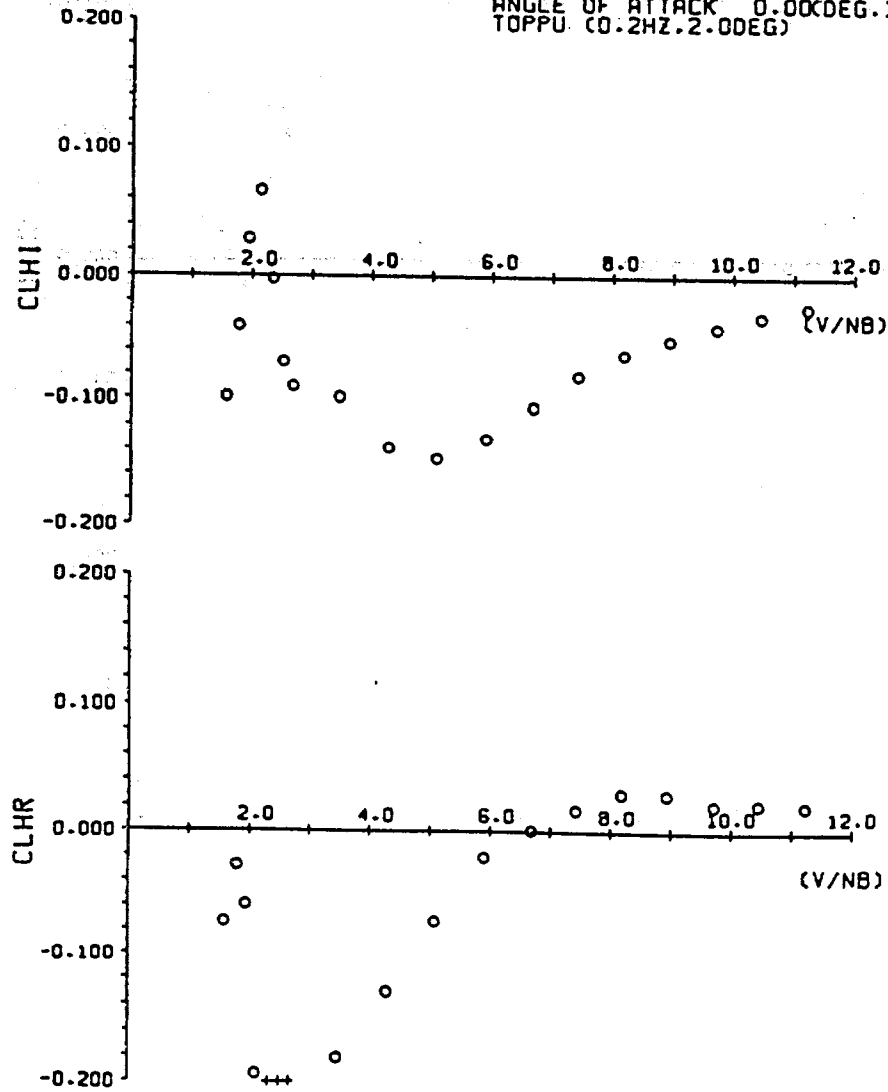
MODEL NAME 1/2 KOURAN

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(KHZ)  
AMPLITUDE 3.04(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
TOPPU (0.2HZ,2.00DEG)



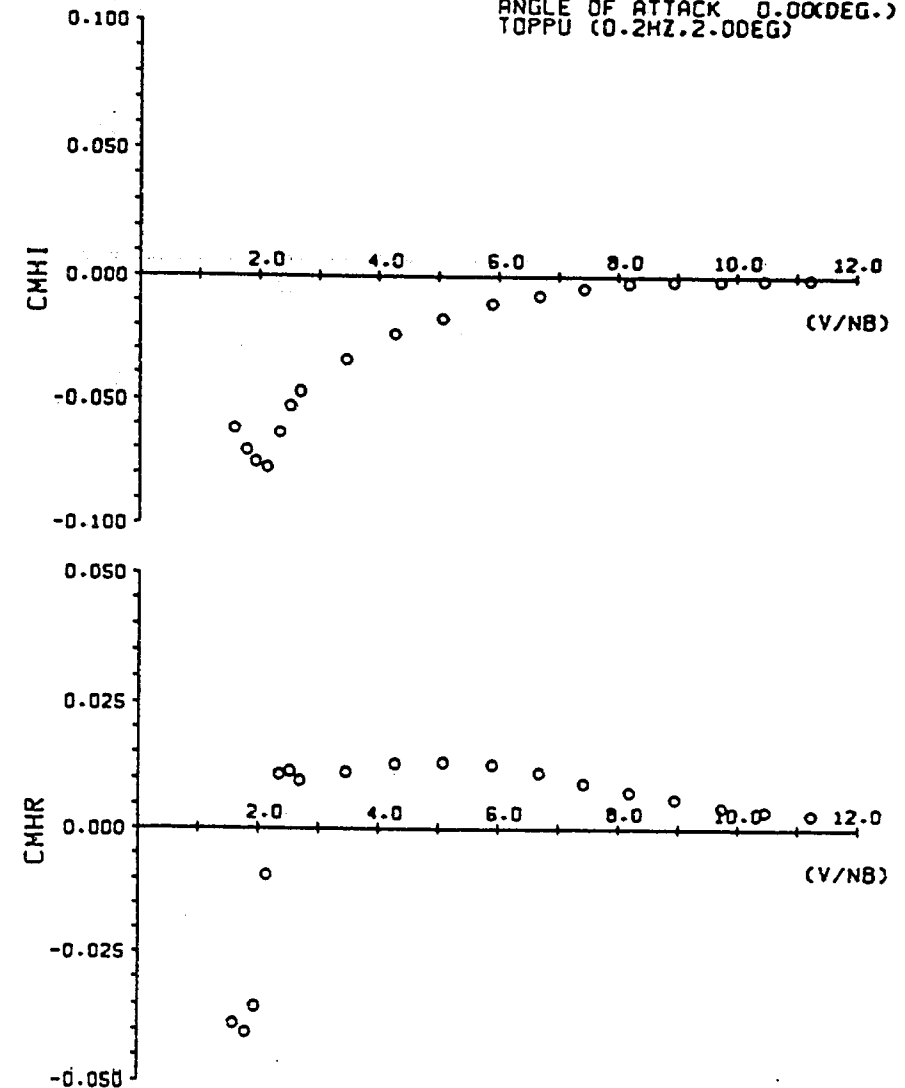
MODEL NAME 1/2 KOURAN

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 9.12(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
TOPPU (0.2HZ,2.00DEG)



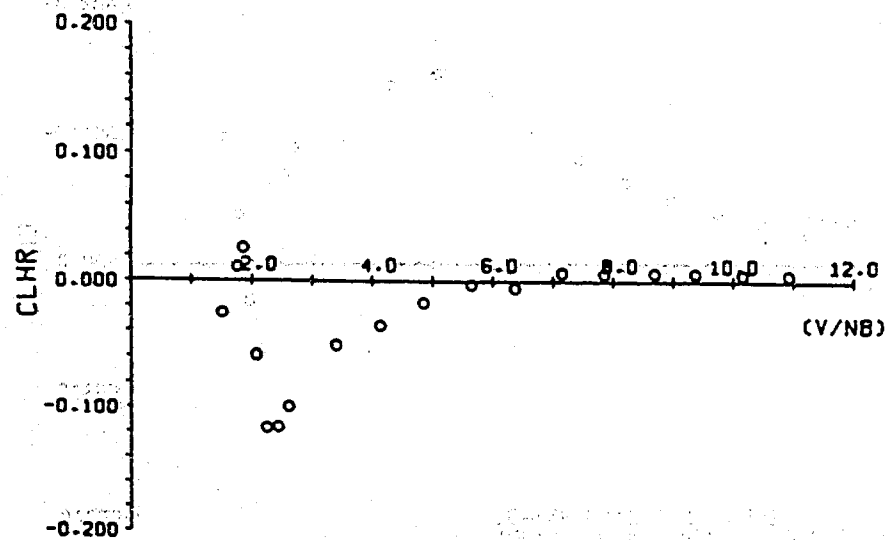
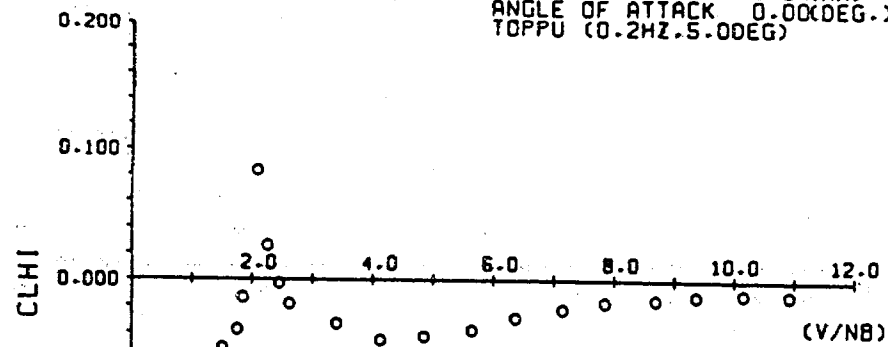
MODEL NAME 1/2 KOURAN

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 9.12(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
TOPPU (0.2HZ,2.00DEG)



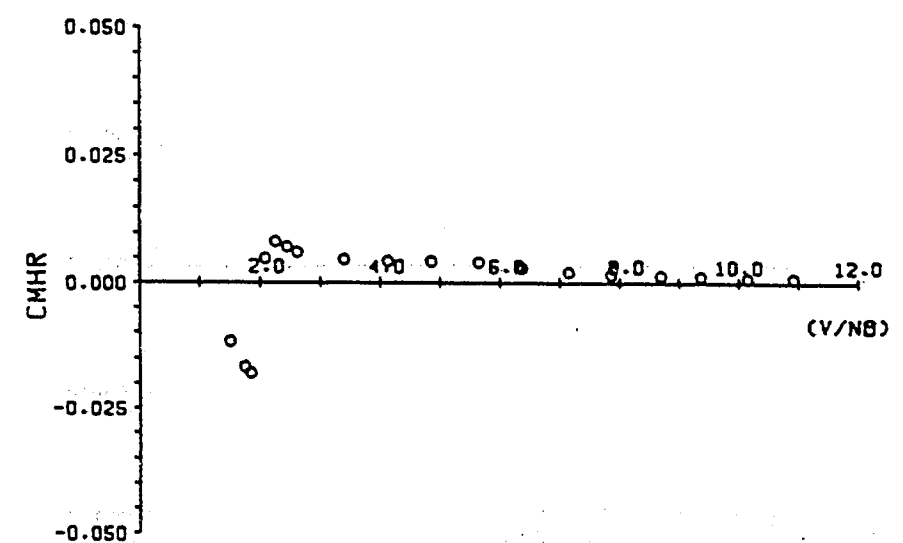
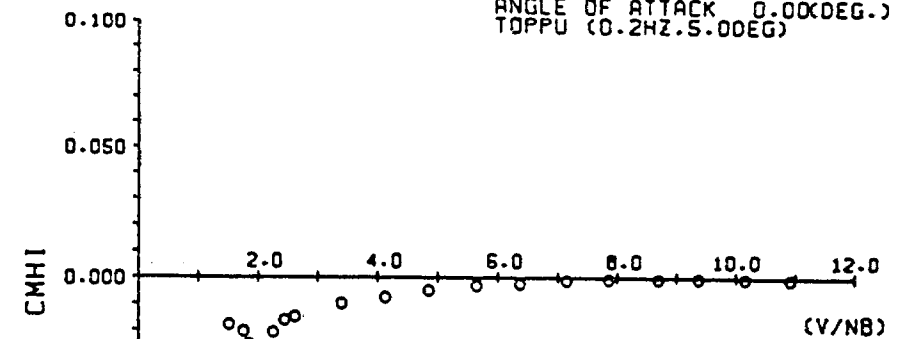
MODEL NAME 1/2 KOURAN

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 3.04(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
TOPPU (0.2HZ.5.00EG)



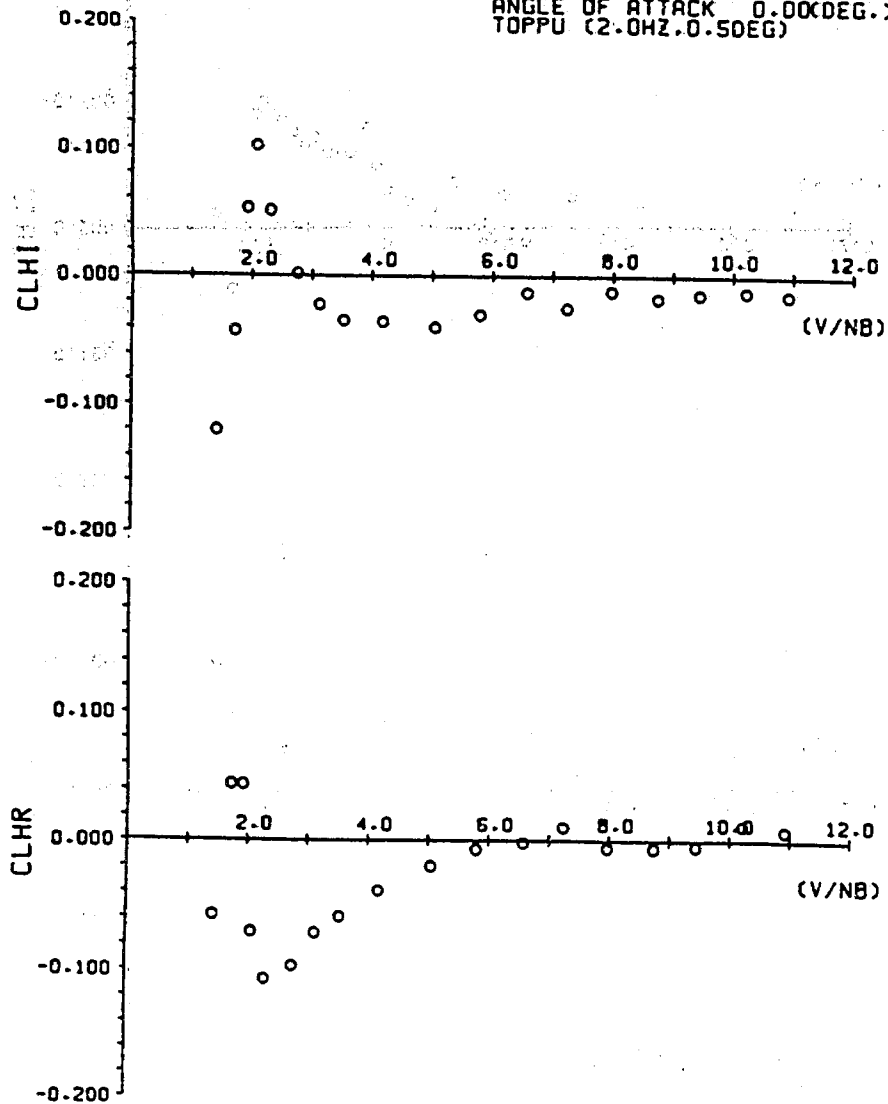
MODEL NAME 1/2 KOURAN

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 3.04(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
TOPPU (0.2HZ.5.00EG)



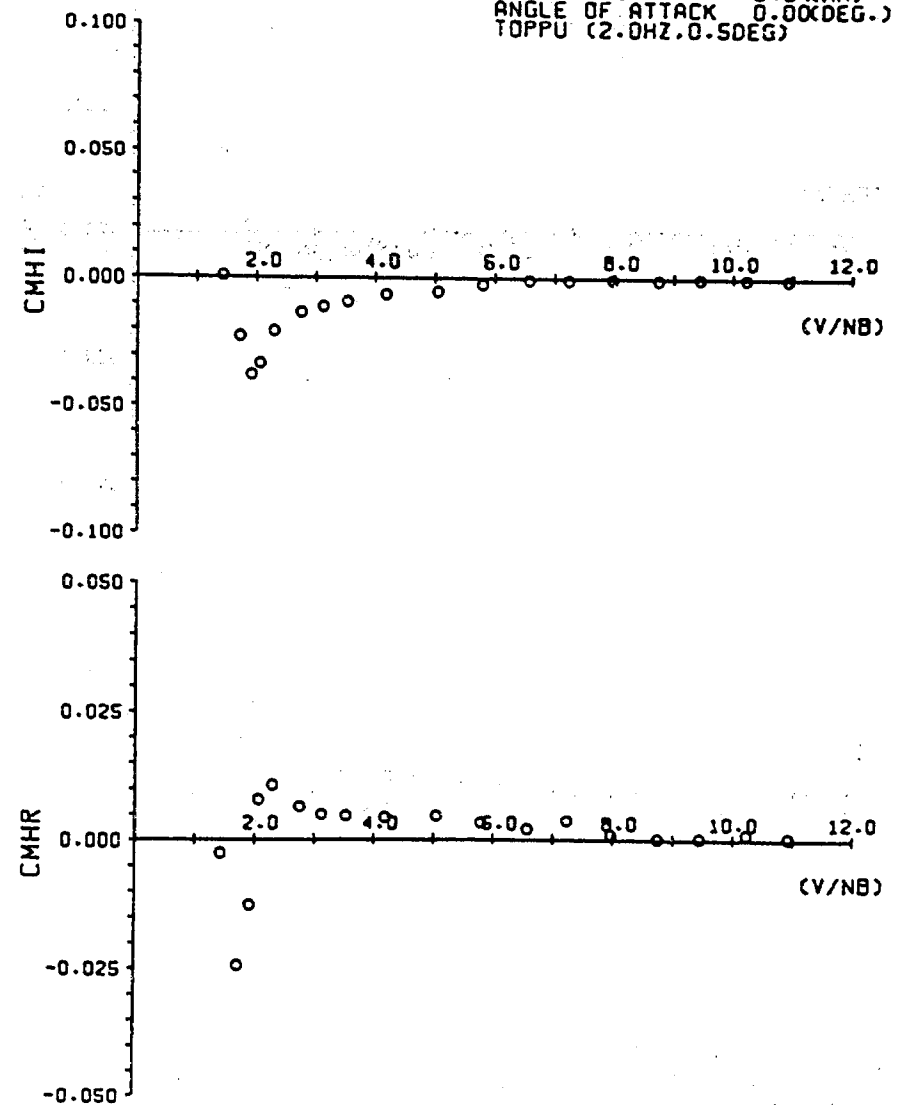
MODEL NAME 1/2 KOURAN

BEN. UNI.  
 FREQUENCY 2.00(HZ)  
 AMPLITUDE 3.04(MM)  
 ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
 TOPPU (2.0HZ,0.50EG)



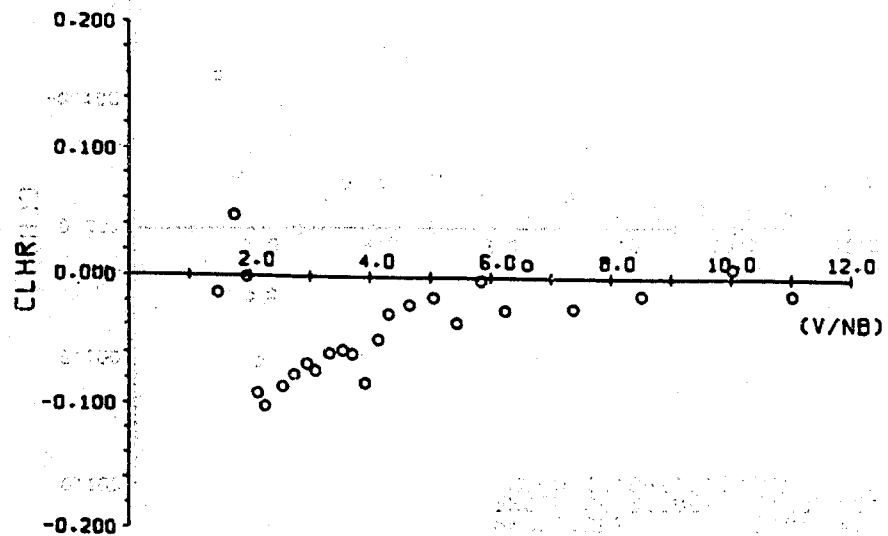
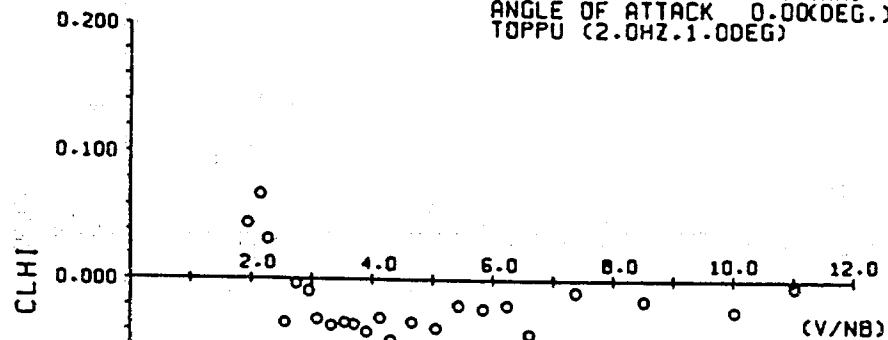
MODEL NAME 1/2 KOURAN

BEN. UNI.  
 FREQUENCY 2.00(HZ)  
 AMPLITUDE 3.04(MM)  
 ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
 TOPPU (2.0HZ,0.50EG)



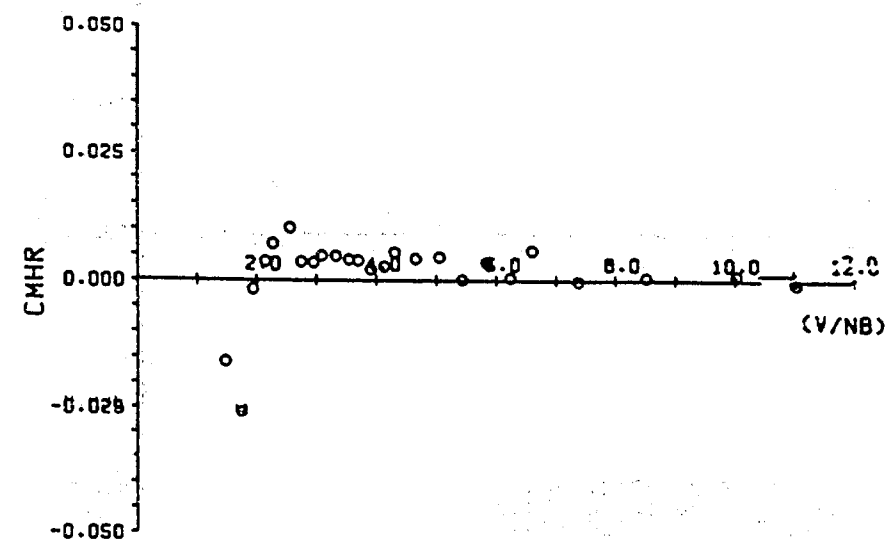
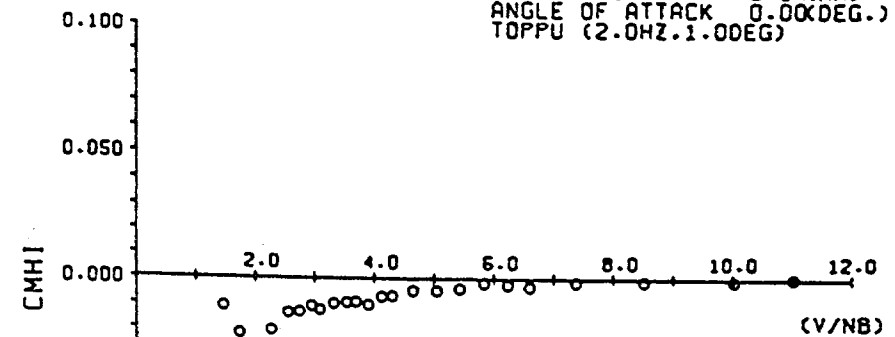
MODEL NAME 1/2 KOURAN

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 3.04(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
TOPPU (2.0HZ.1.0DEG)



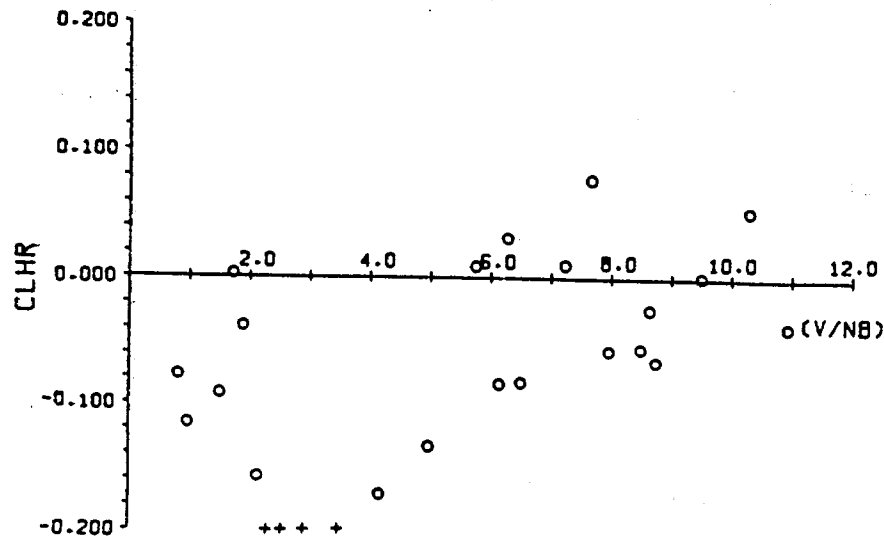
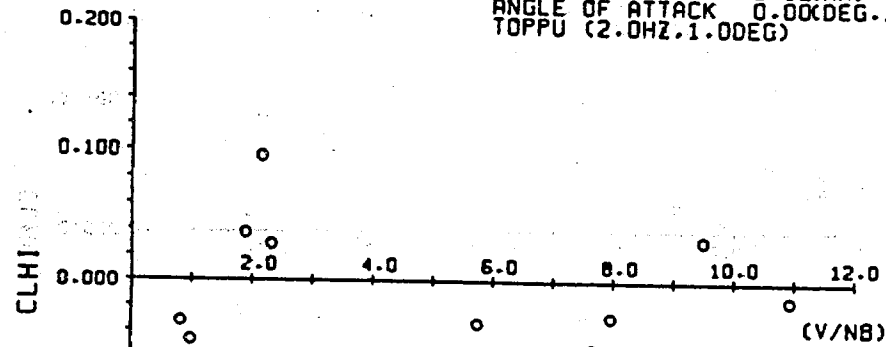
MODEL NAME 1/2 KOURAN

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 3.04(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
TOPPU (2.0HZ.1.0DEG)



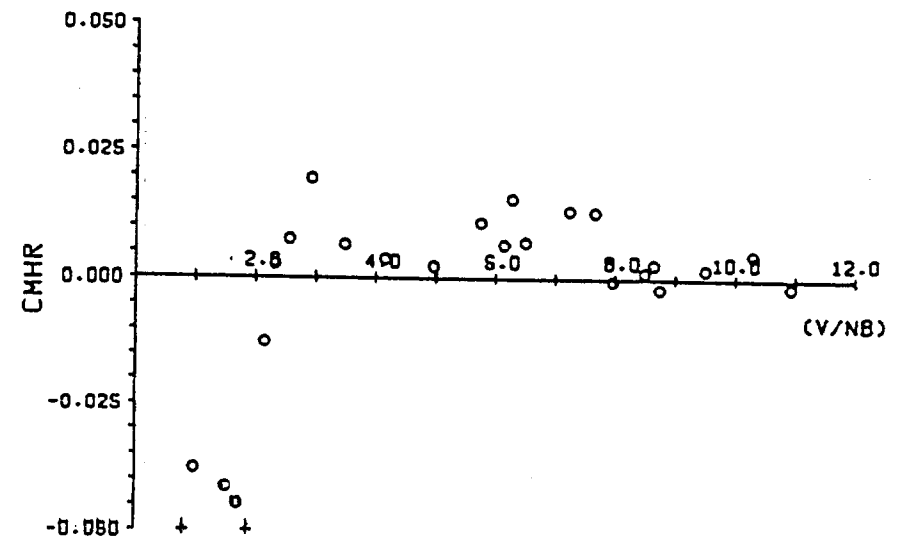
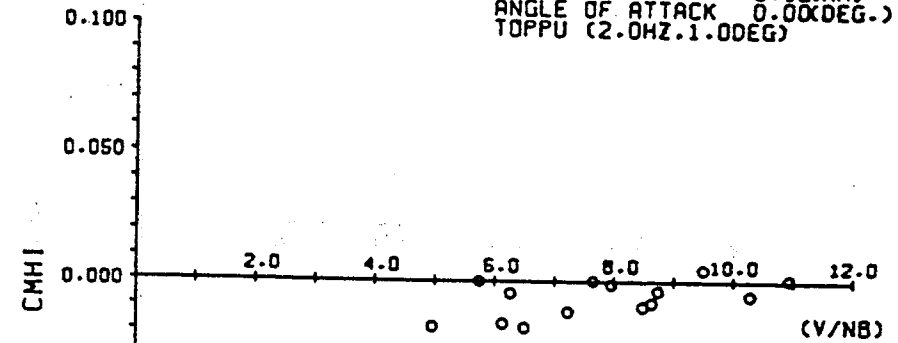
MODEL NAME 1/2 KOURAN

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(KHZ)  
AMPLITUDE 9.12(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
TOPPU (2.0HZ,1.0DEG)



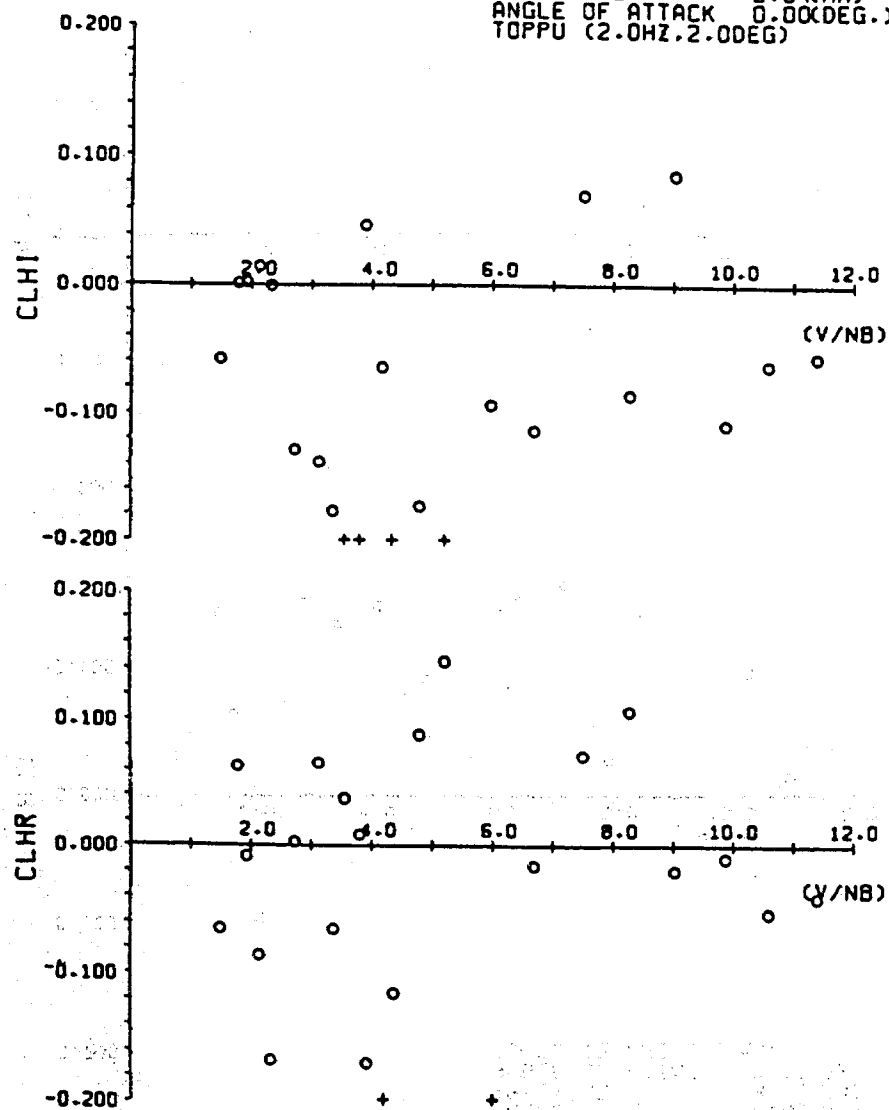
MODEL NAME 1/2 KOURAN

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(KHZ)  
AMPLITUDE 9.12(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
TOPPU (2.0HZ,1.0DEG)



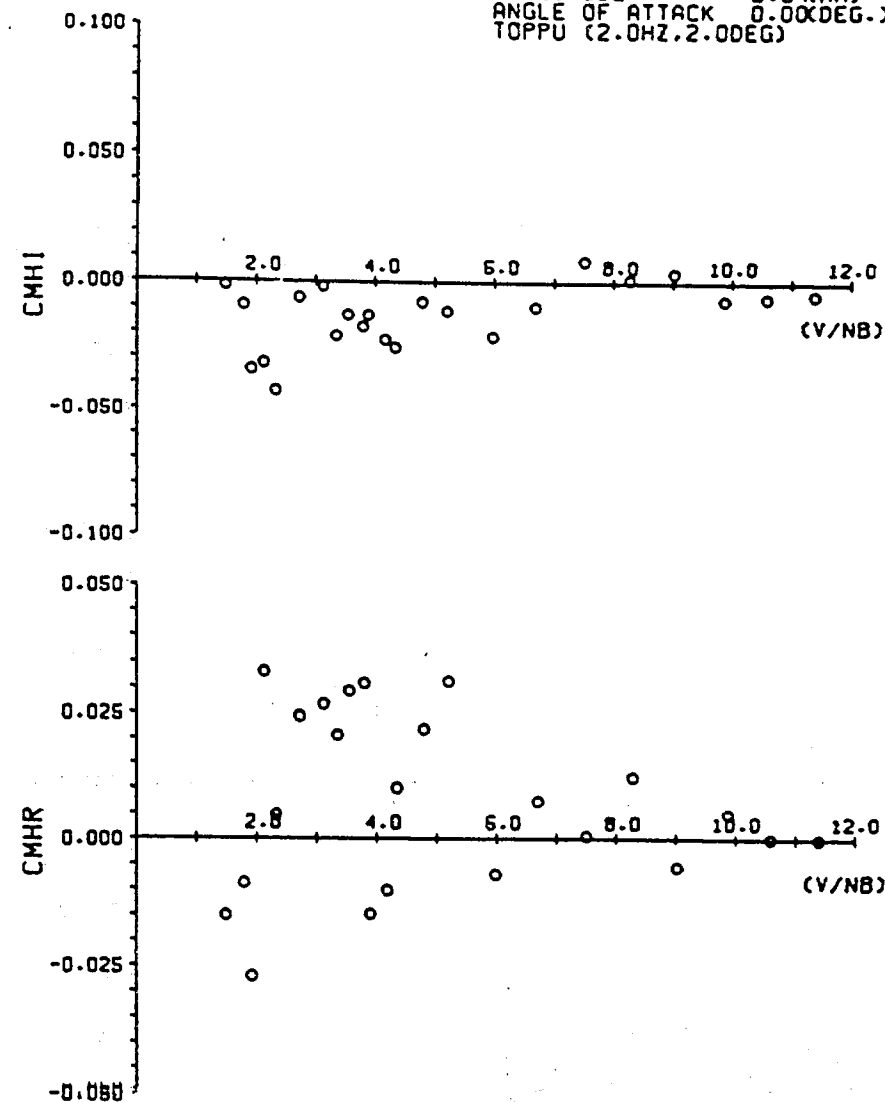
MODEL NAME 1/2 KOURAN

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(KHZ)  
AMPLITUDE 3.04(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
TOPPU (2.0HZ,2.0DEG)



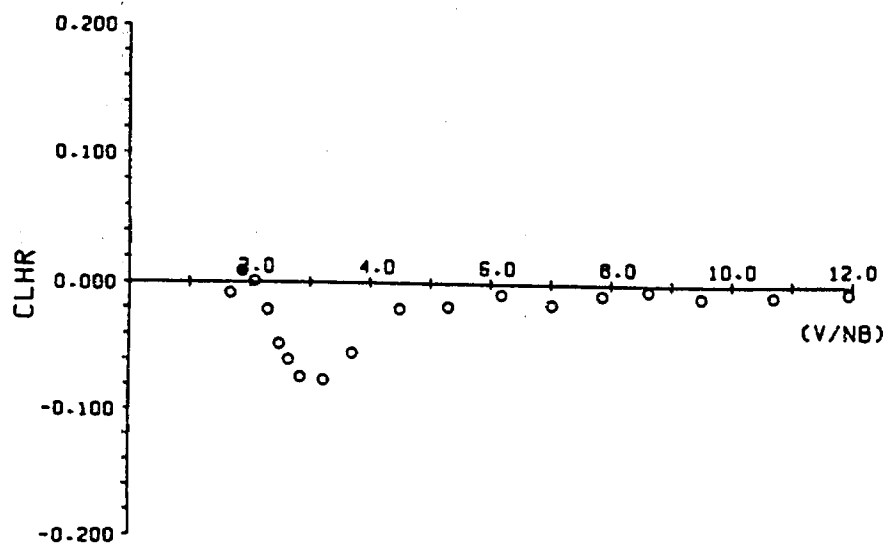
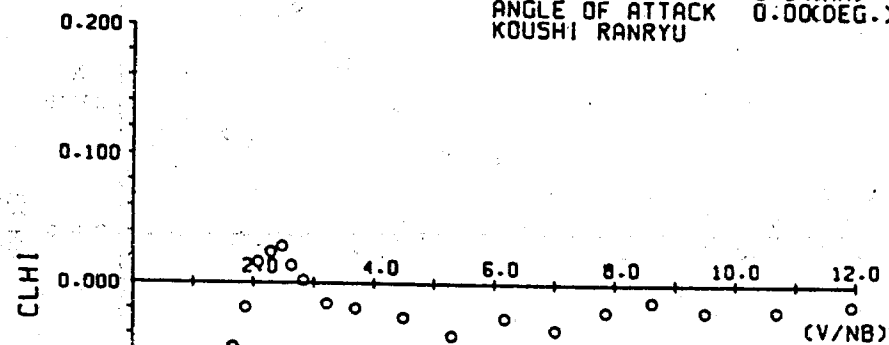
MODEL NAME 1/2 KOURAN

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(KHZ)  
AMPLITUDE 3.04(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
TOPPU (2.0HZ,2.0DEG)



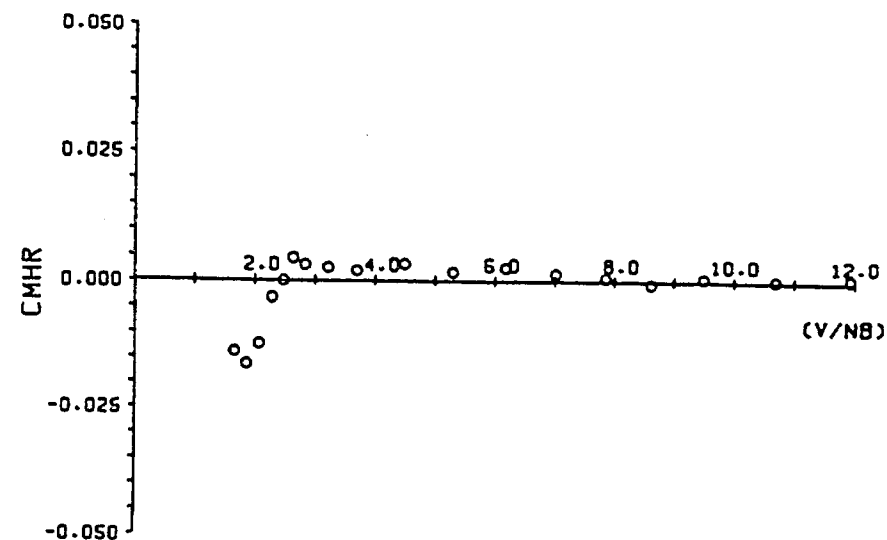
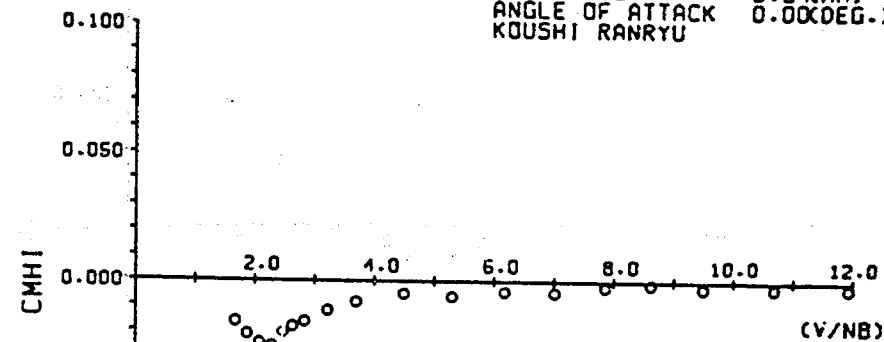
MODEL NAME 1/2 KOURAN

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 3.04(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
KOUSHI RANRYU



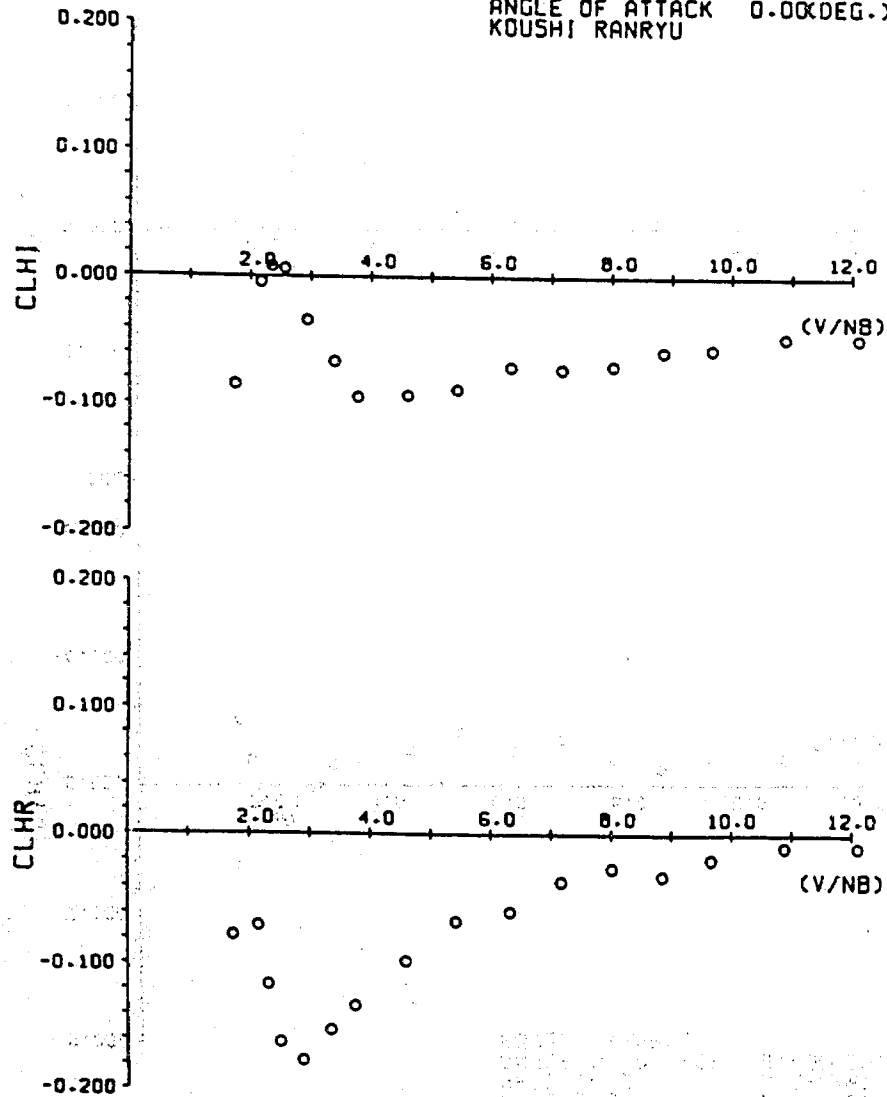
MODEL NAME 1/2 KOURAN

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 3.04(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
KOUSHI RANRYU



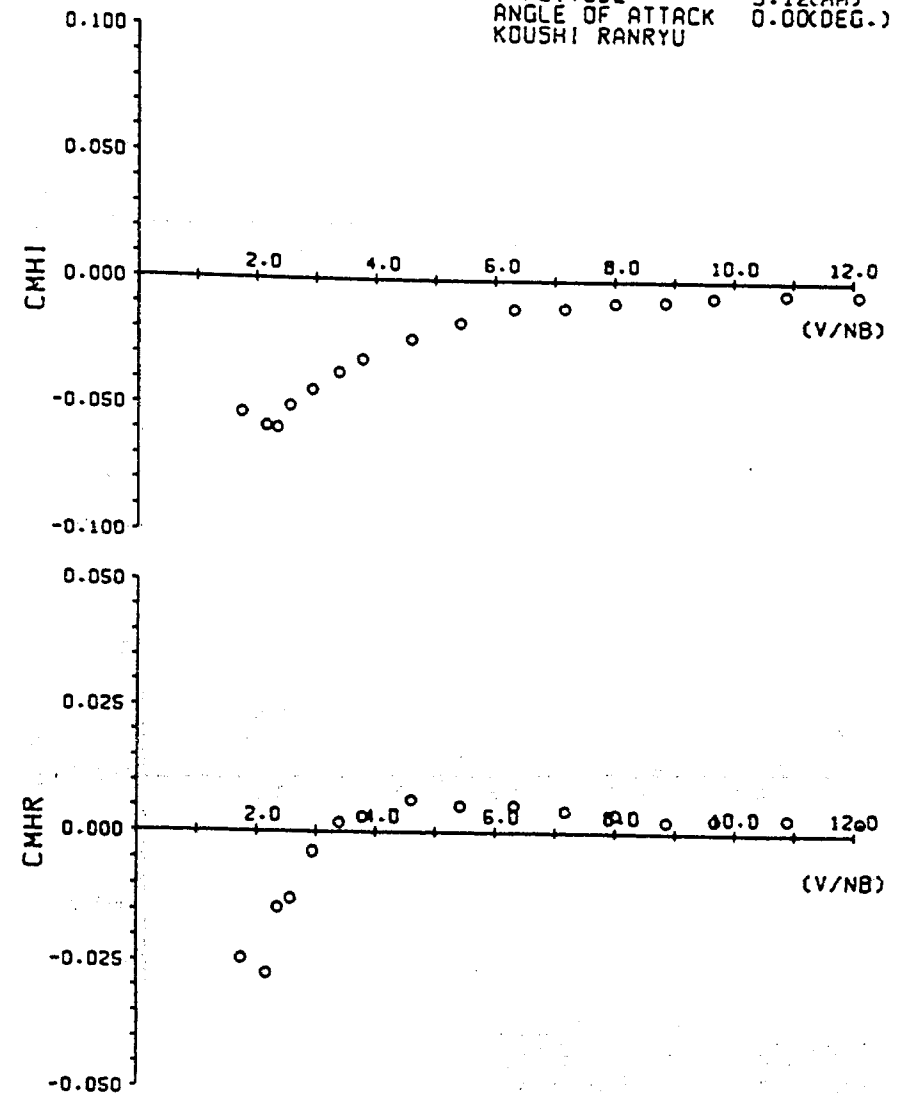
MODEL NAME 1/2 KOURAN

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 9.12(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
KOUSHI RANRYU



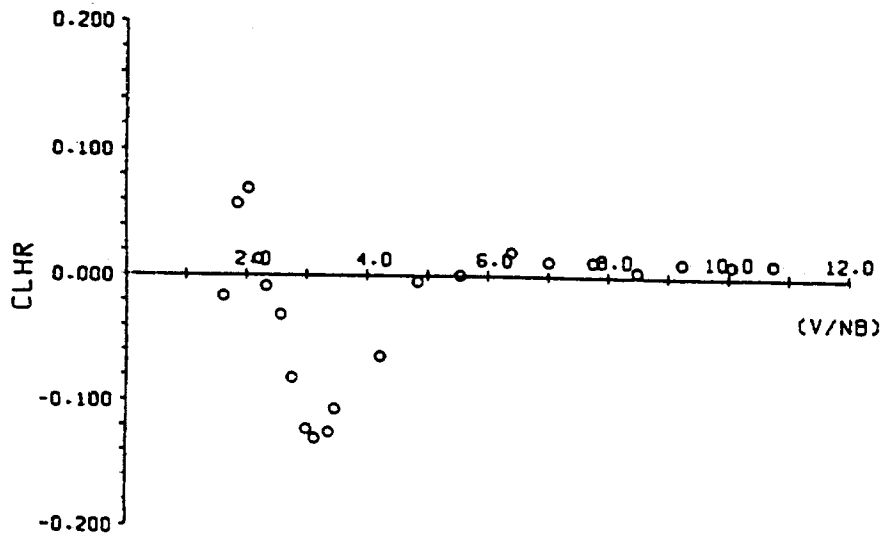
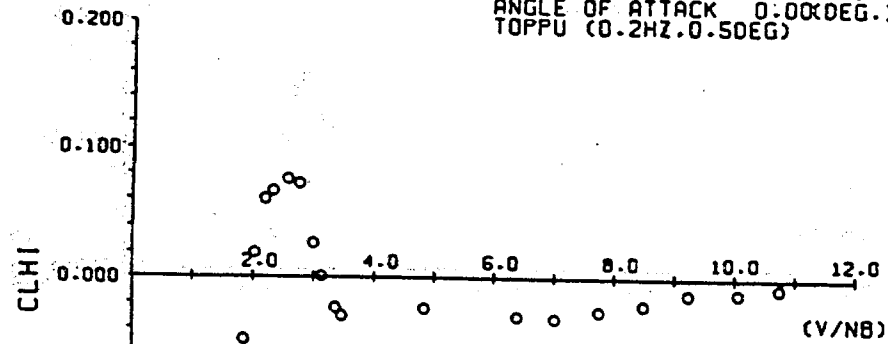
MODEL NAME 1/2 KOURAN

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 9.12(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
KOUSHI RANRYU



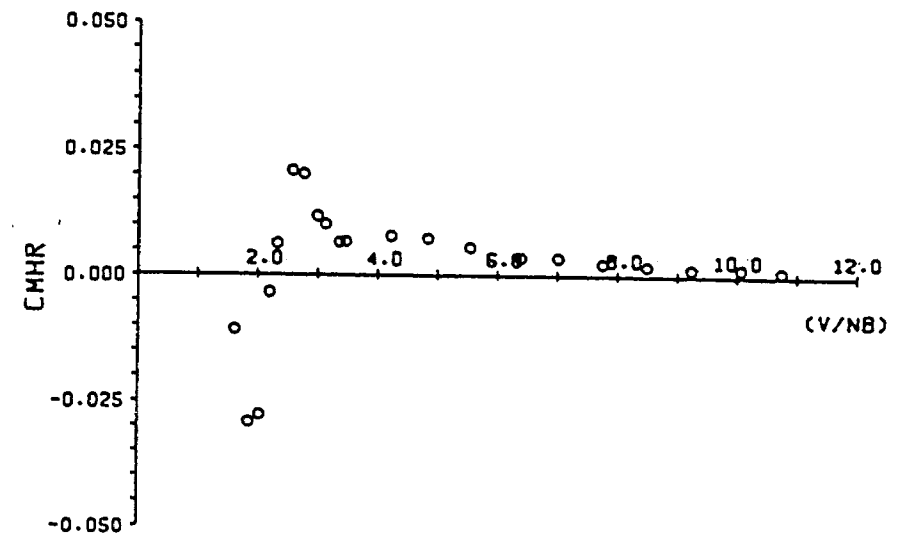
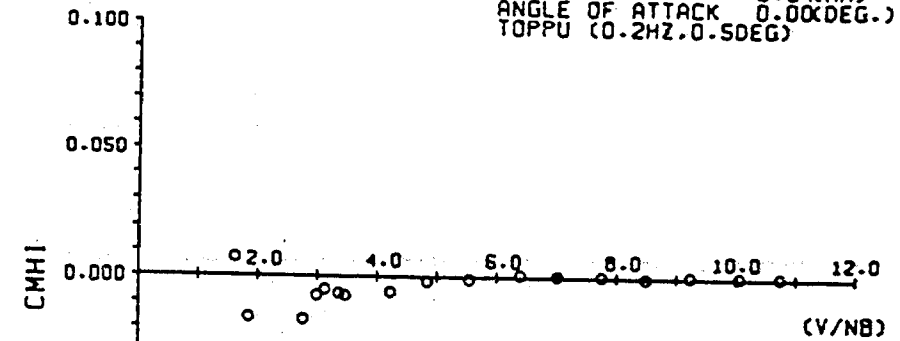
MODEL NAME 1/6 KOURAN

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 3.04(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
TOPPU (0.2HZ,0.5DEG)



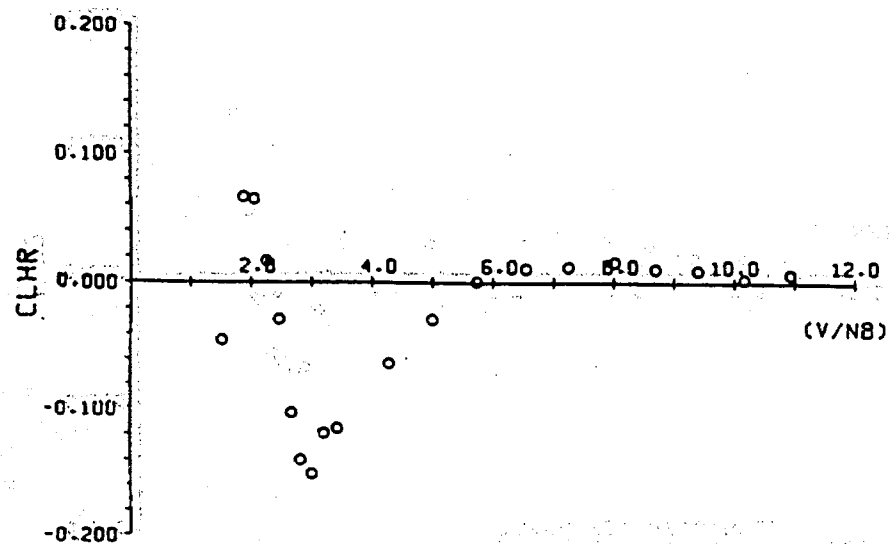
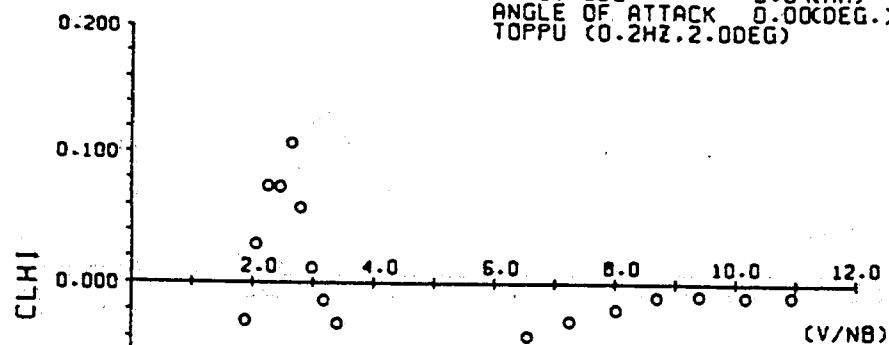
MODEL NAME 1/6 KOURAN

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 3.04(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
TOPPU (0.2HZ,0.5DEG)



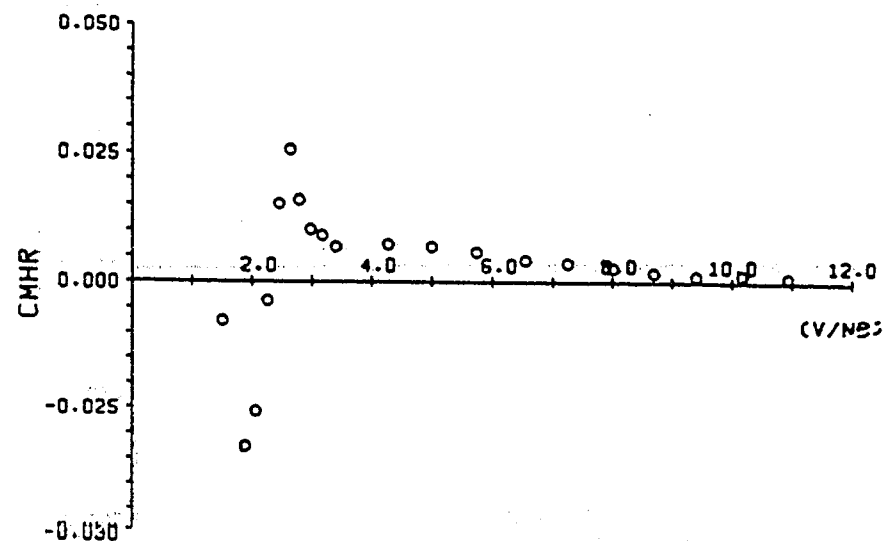
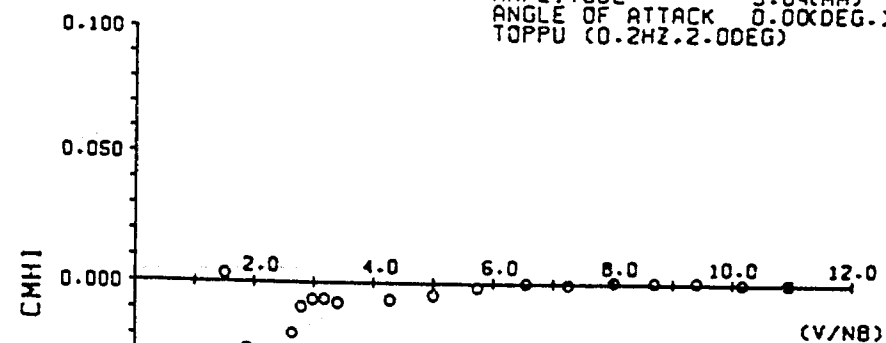
MODEL NAME 1/6 KOURAN

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 3.04(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
TOPPU (0.2HZ,2.00DEG)



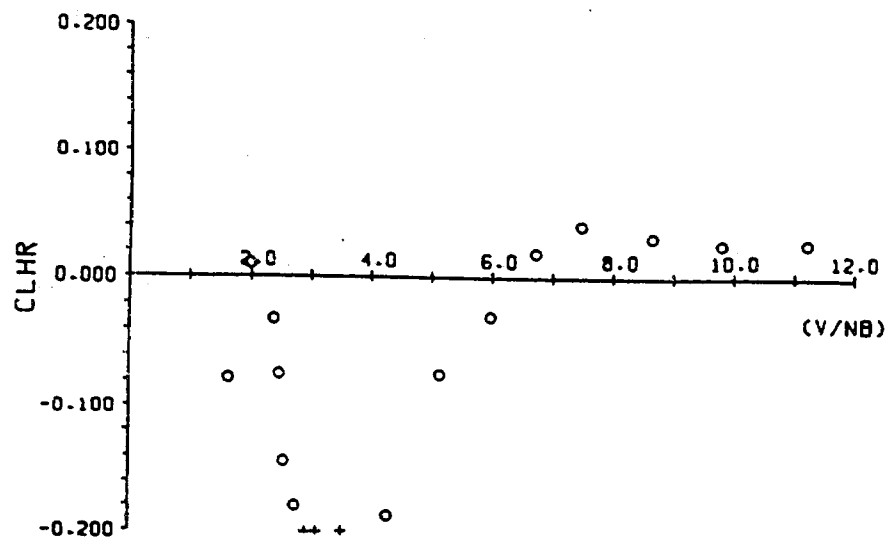
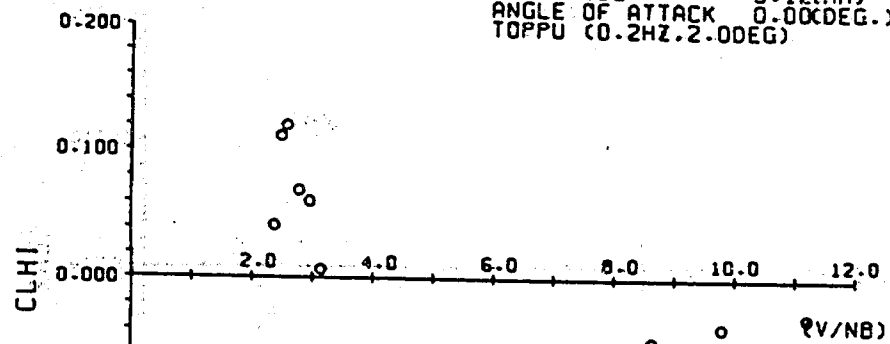
MODEL NAME 1/6 KOURAN

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 3.04(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
TOPPU (0.2HZ,2.00DEG)



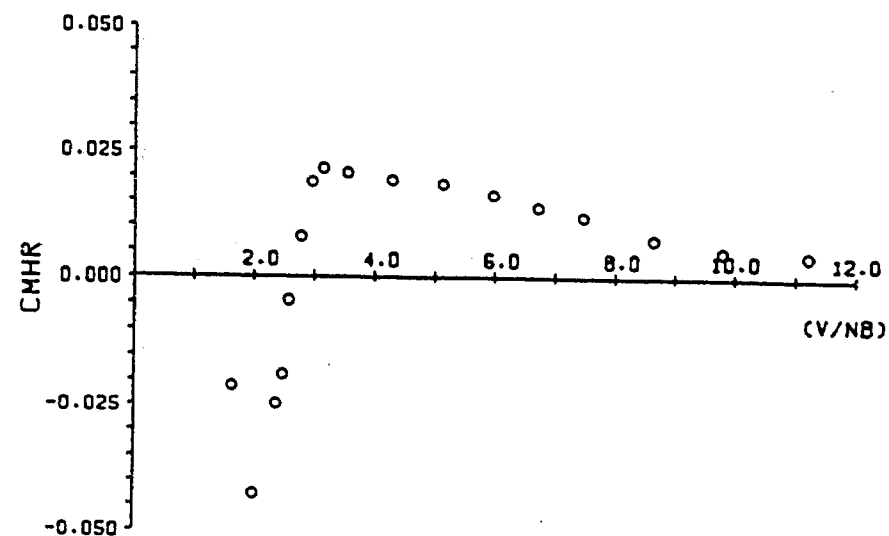
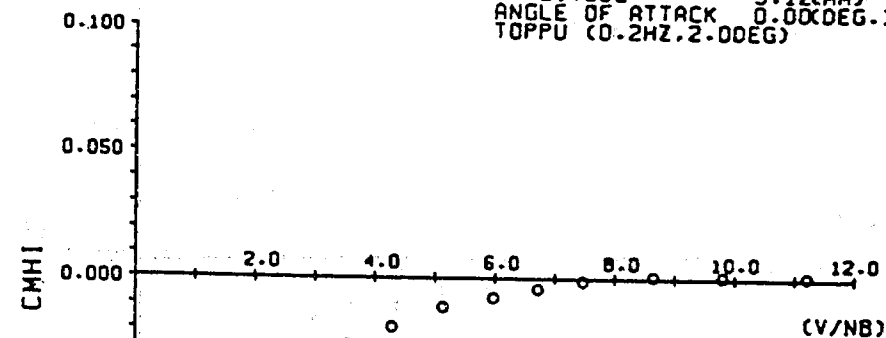
MODEL NAME 1/6 KOURAN

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 9.12(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
TOPPU (0.2HZ,2.00DEG)



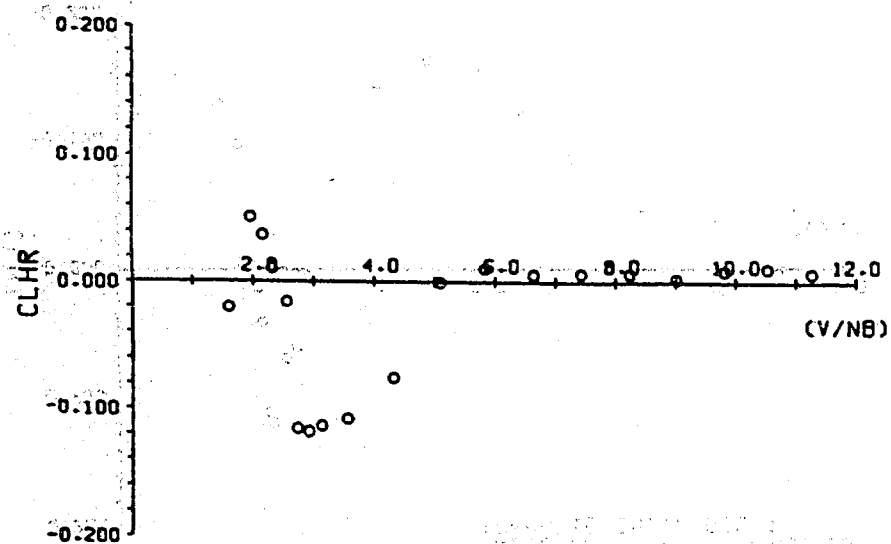
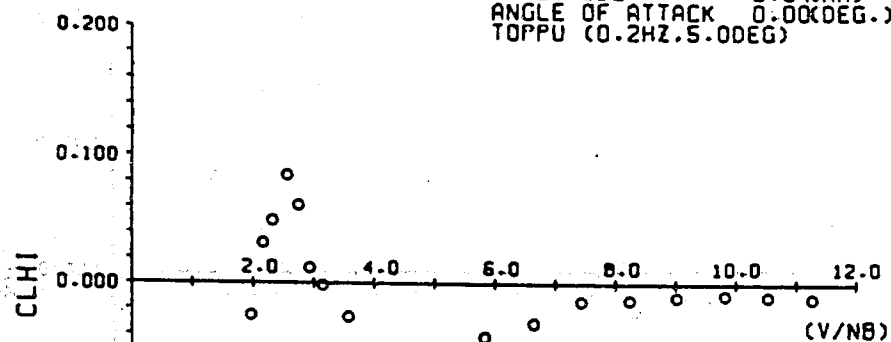
MODEL NAME 1/6 KOURAN

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 9.12(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
TOPPU (0.2HZ,2.00DEG)



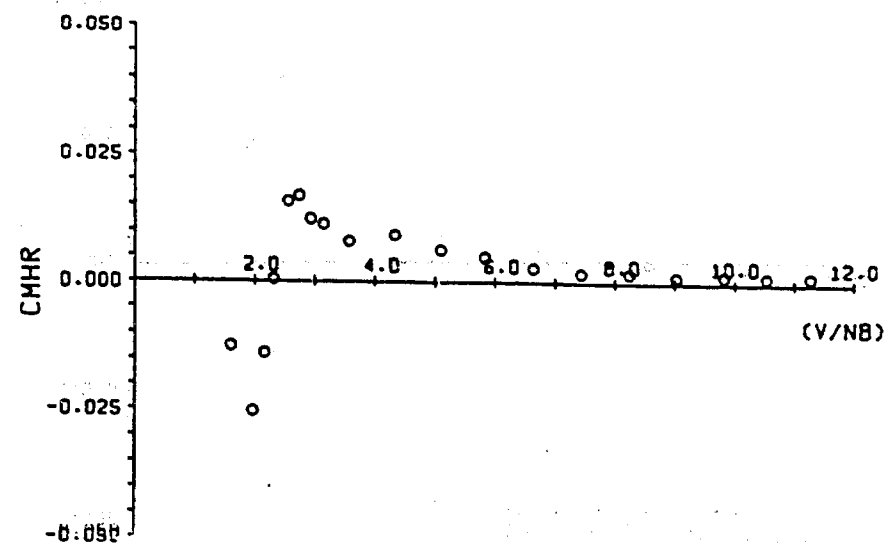
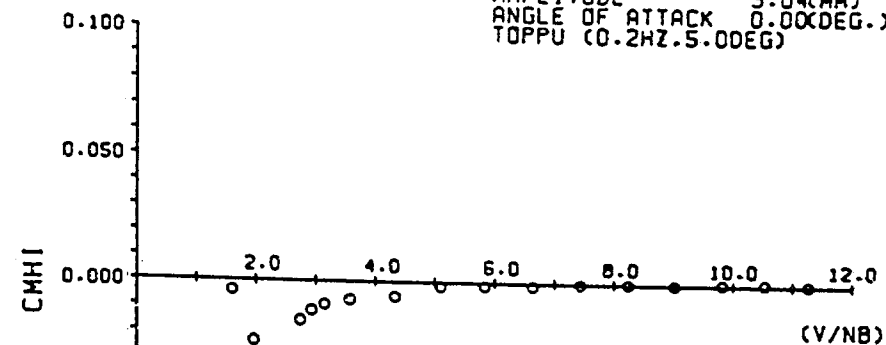
MODEL NAME 1/6 KOURAN

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 3.04(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
TOPPU (0.2HZ,5.0DEG)



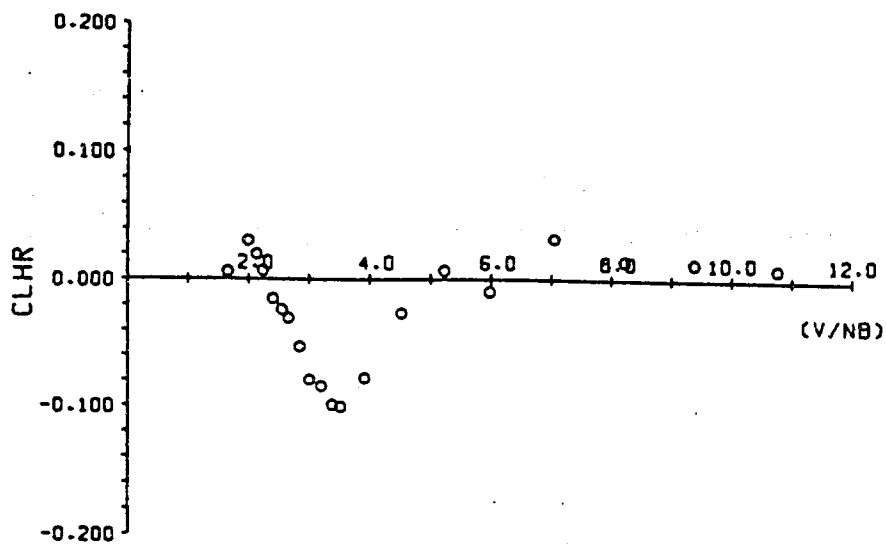
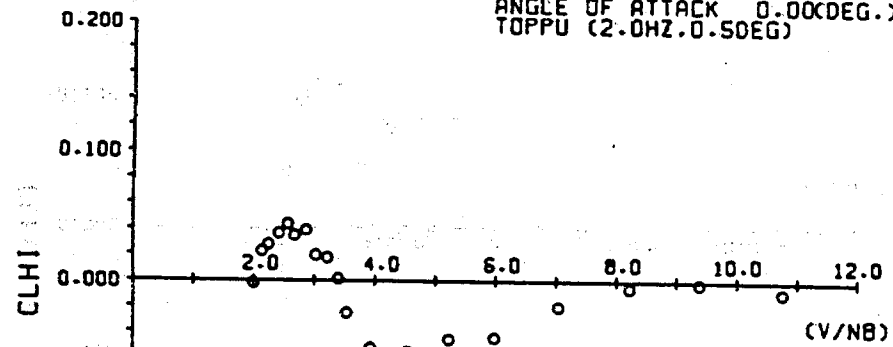
MODEL NAME 1/6 KOURAN

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 3.04(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
TOPPU (0.2HZ,5.0DEG)



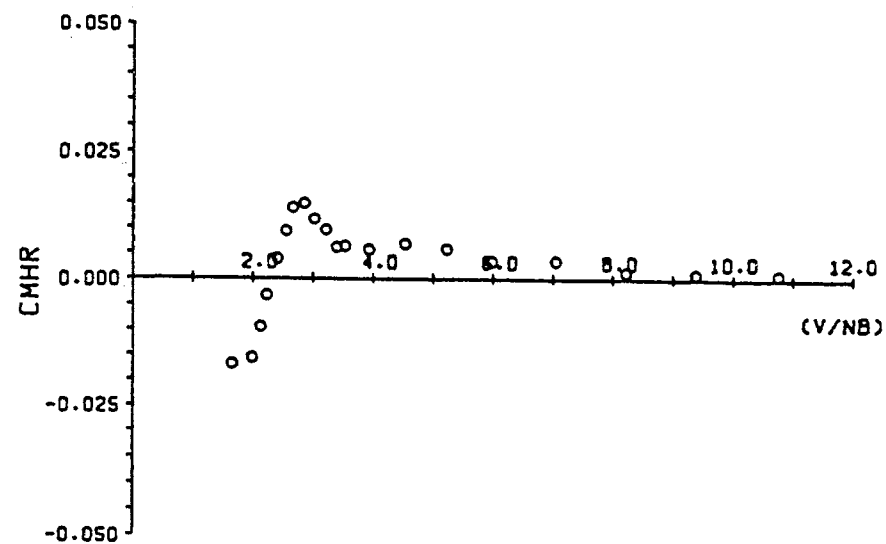
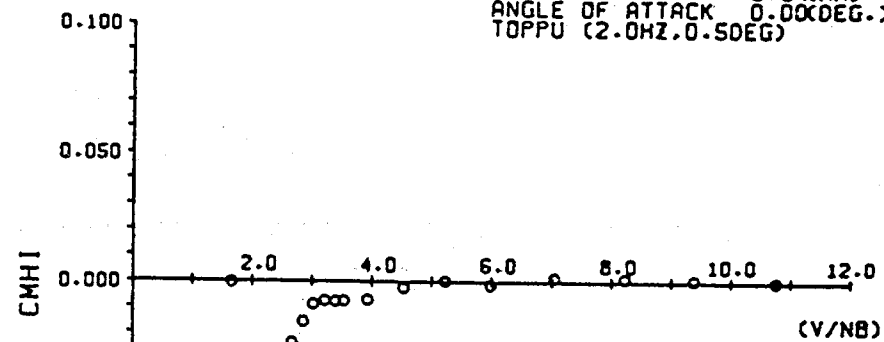
MODEL NAME 1/6 KOURAN

BEN. UNI.  
 FREQUENCY 2.00(HZ)  
 AMPLITUDE 3.04(MM)  
 ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
 TOPPU (2.0HZ,0.5DEG)



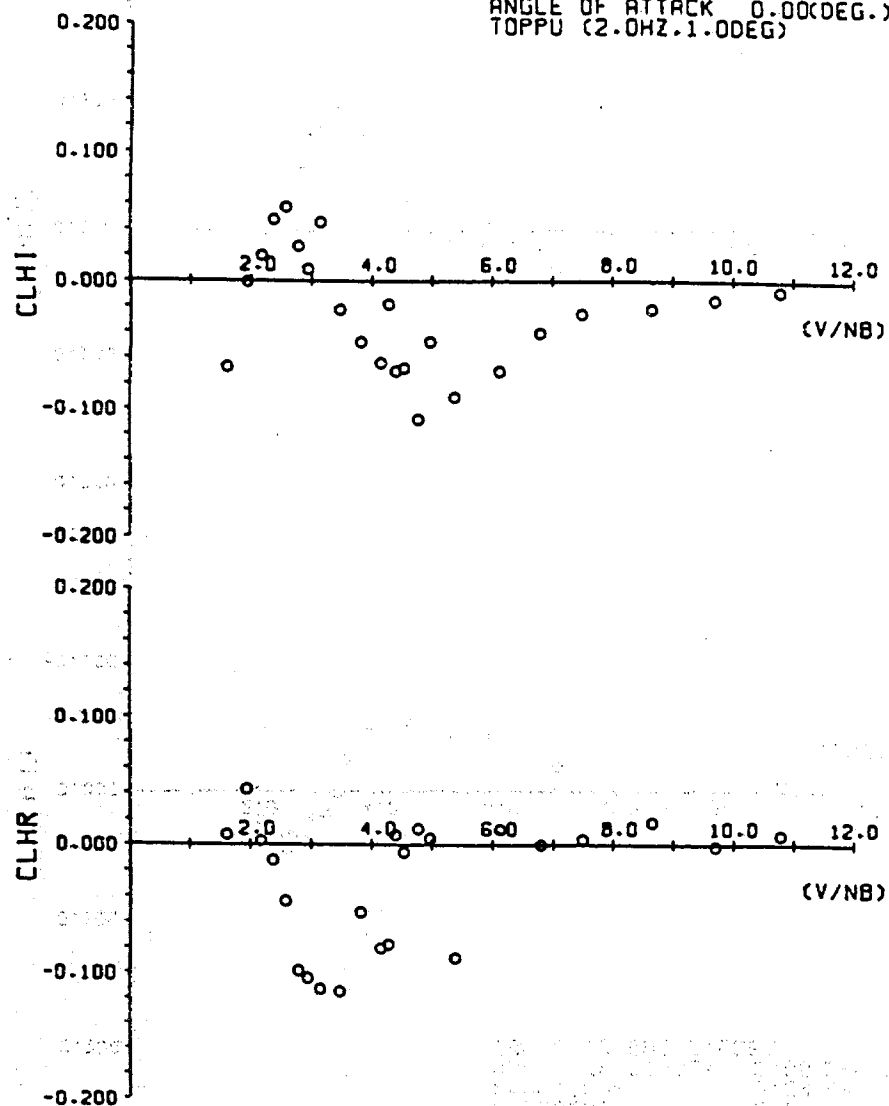
MODEL NAME 1/6 KOURAN

BEN. UNI.  
 FREQUENCY 2.00(HZ)  
 AMPLITUDE 3.04(MM)  
 ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
 TOPPU (2.0HZ,0.5DEG)



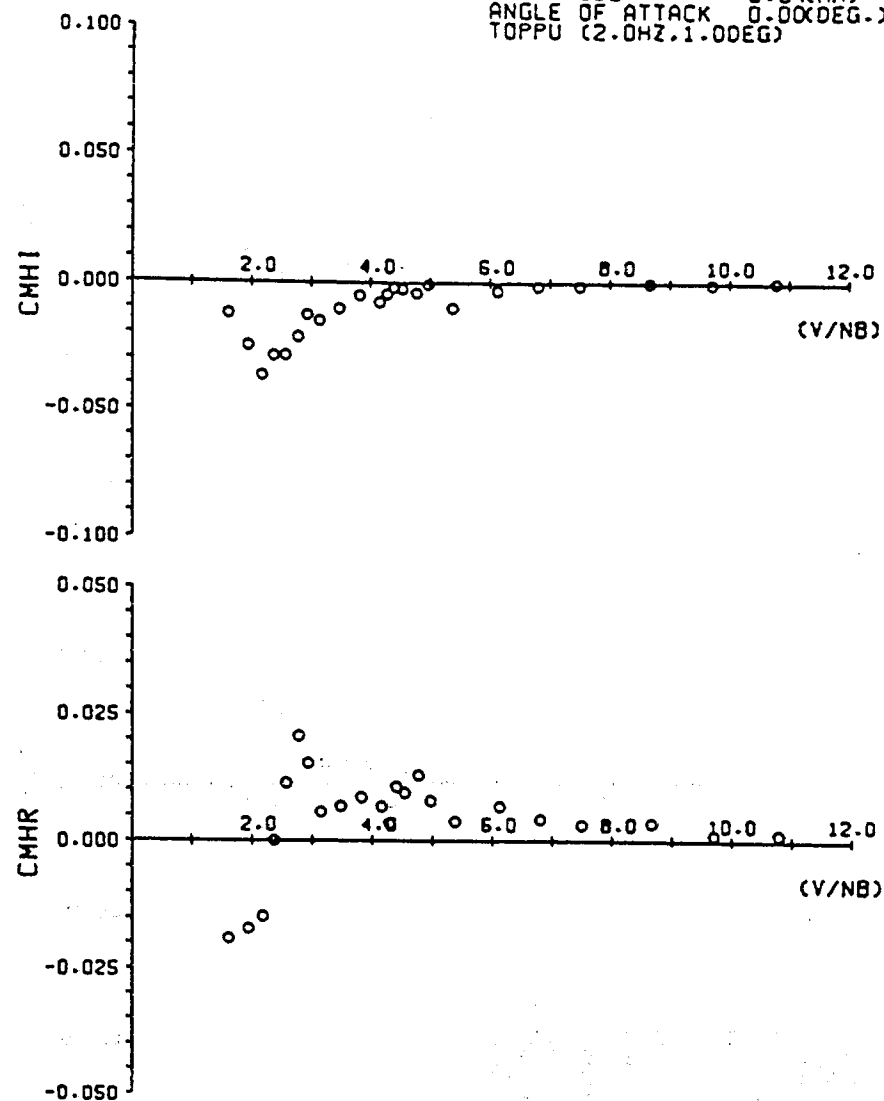
MODEL NAME 1/6 KOURAN

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 3.04(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
TOPPU (2.0HZ,1.0DEG)



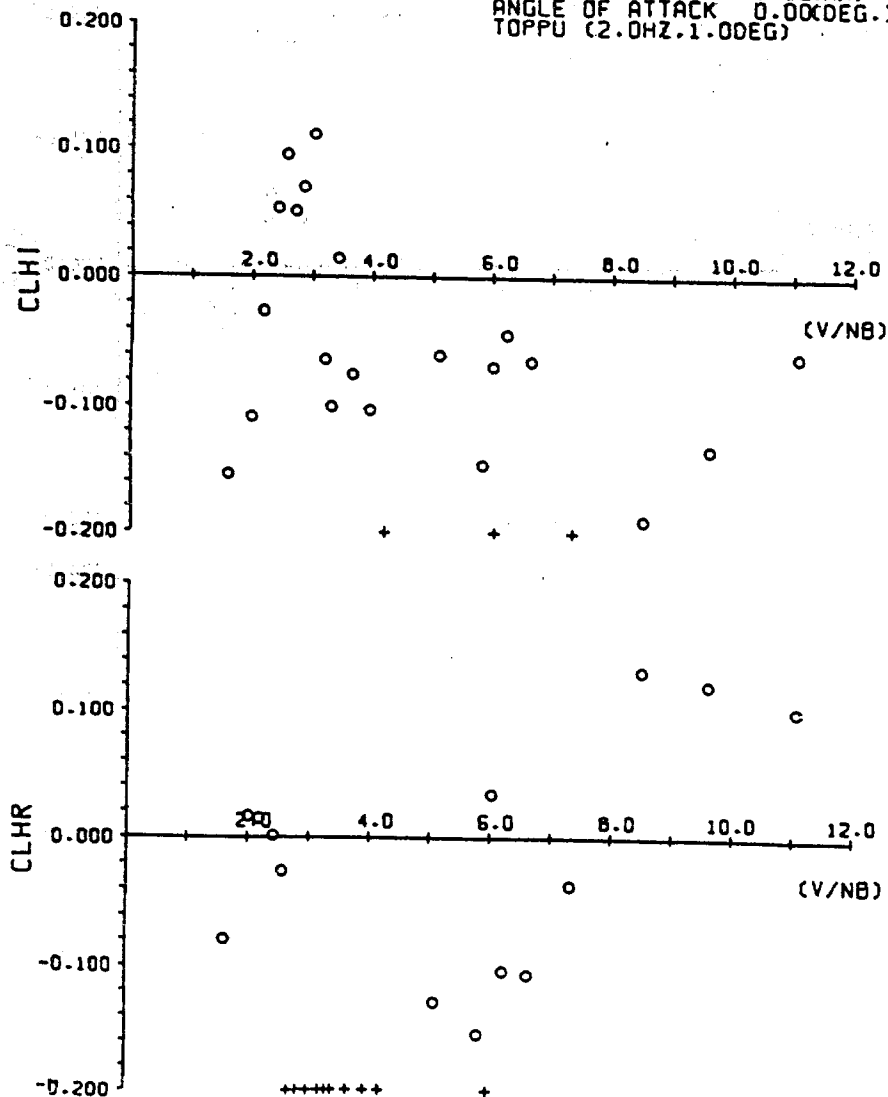
MODEL NAME 1/6 KOURAN

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 3.04(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
TOPPU (2.0HZ,1.0DEG)



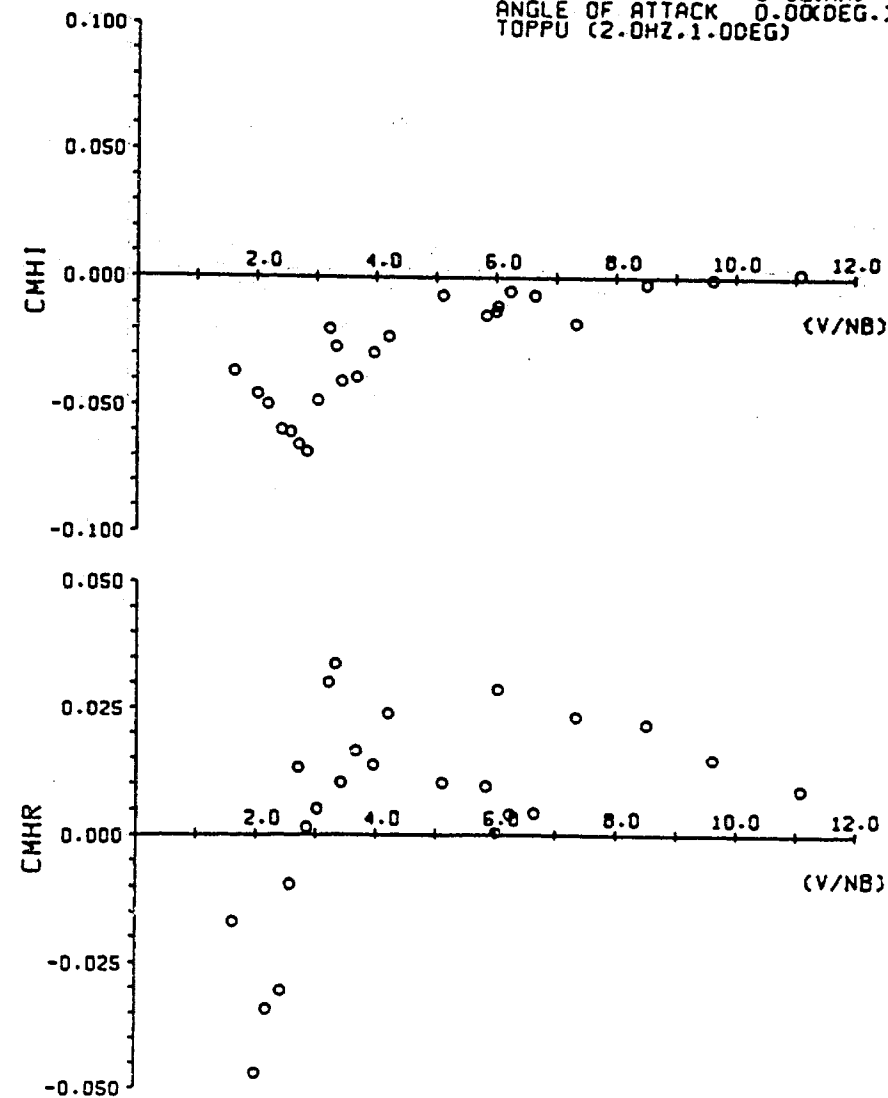
MODEL NAME 1/6 KOURAN

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 9.12(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
TOPPU (2.0HZ,1.0DEG)



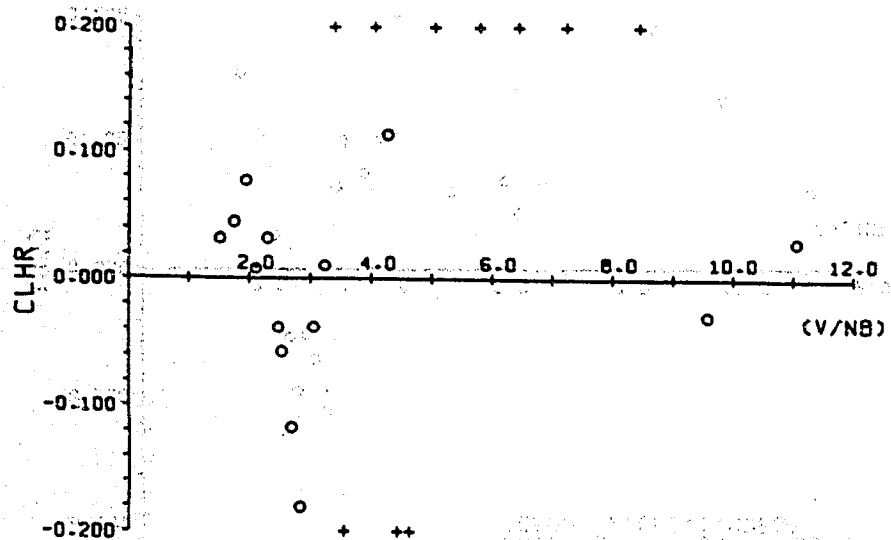
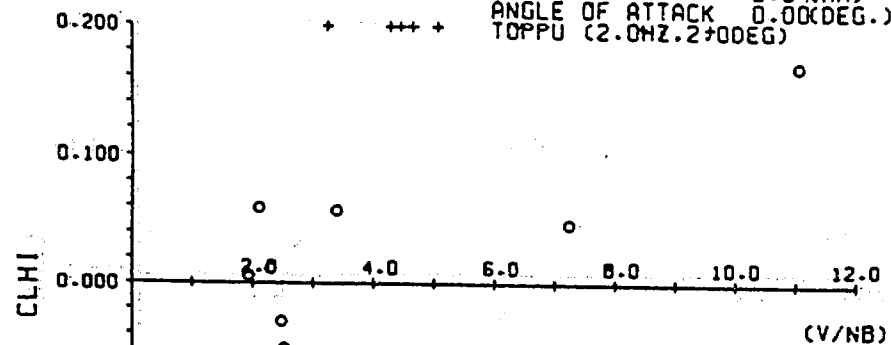
MODEL NAME 1/6 KOURAN

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 9.12(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
TOPPU (2.0HZ,1.0DEG)



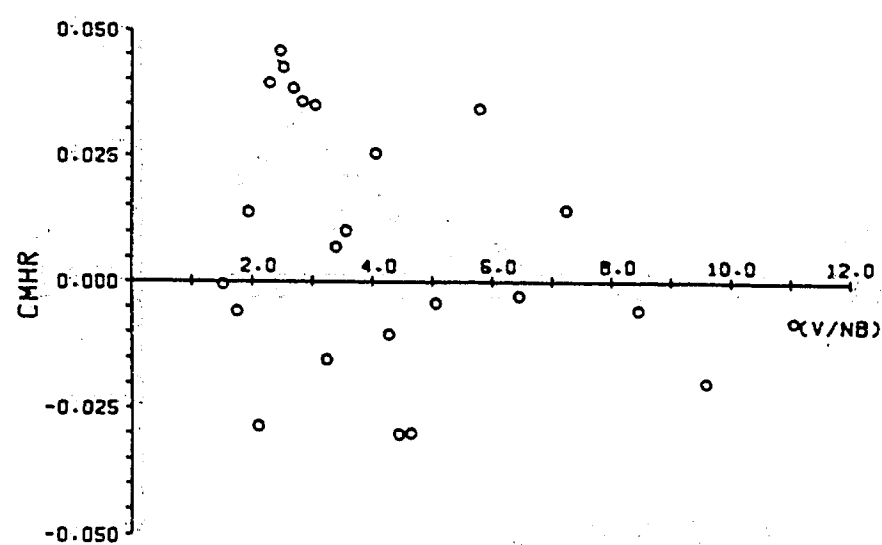
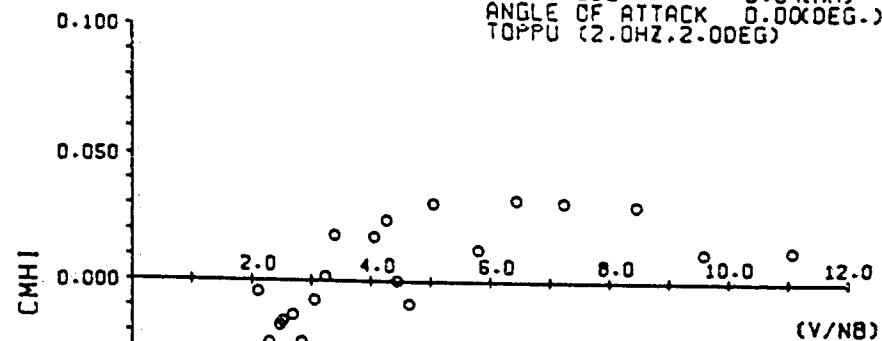
MODEL NAME 1/6 KOURAN

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 3.04(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
TOPPU (2.0HZ,2.0DEG)



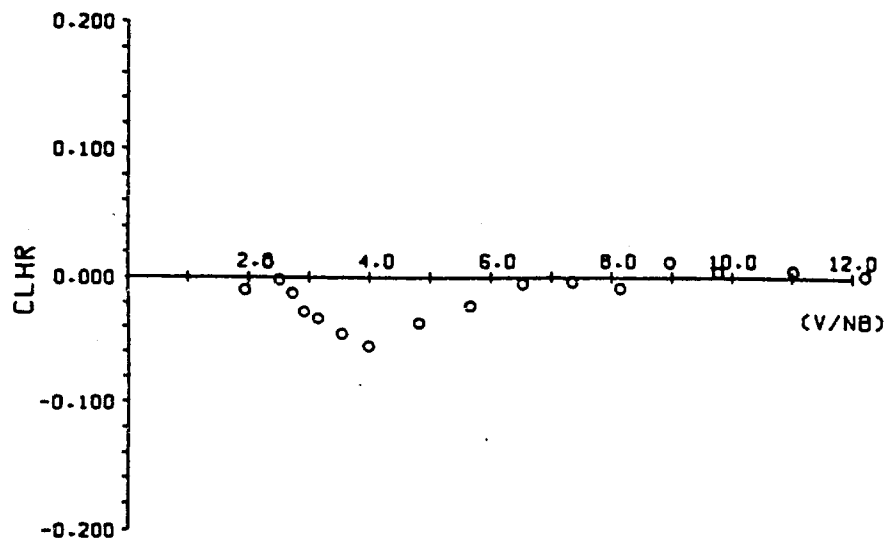
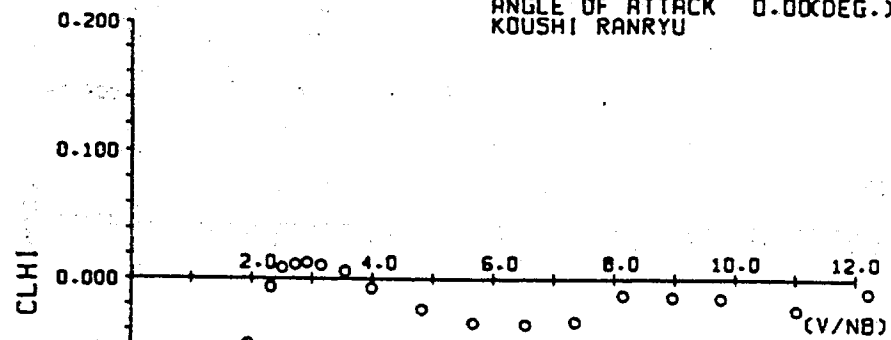
MODEL NAME 1/6 KOURAN

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 3.04(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
TOPPU (2.0HZ,2.0DEG)



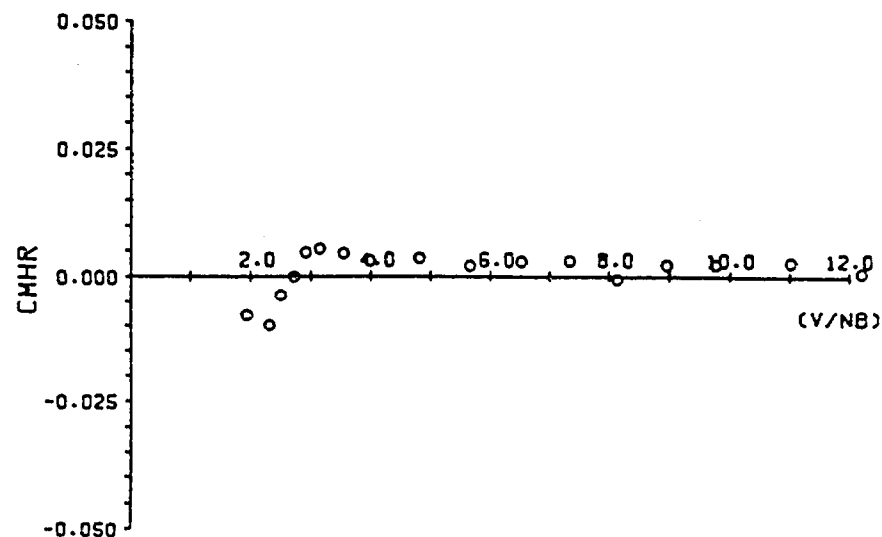
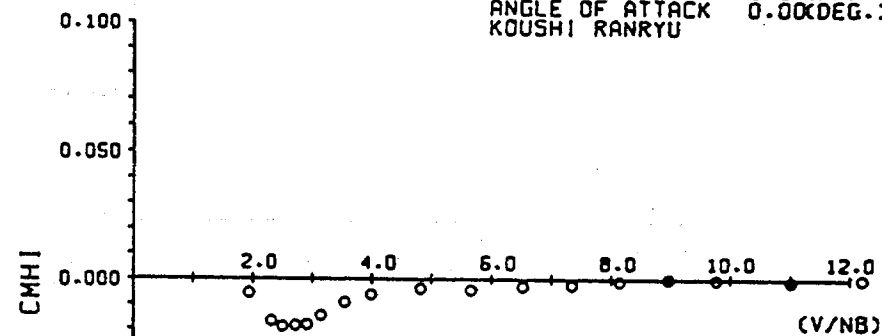
MODEL NAME 1/6 KOURAN

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(KHZ)  
AMPLITUDE 3.04(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
KOUSHI RANRYU

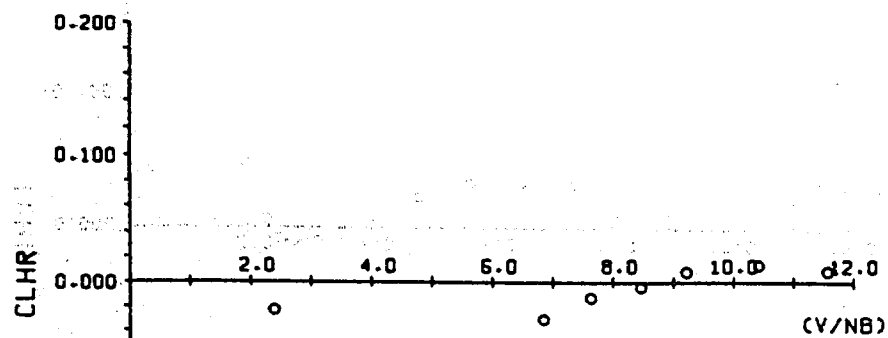
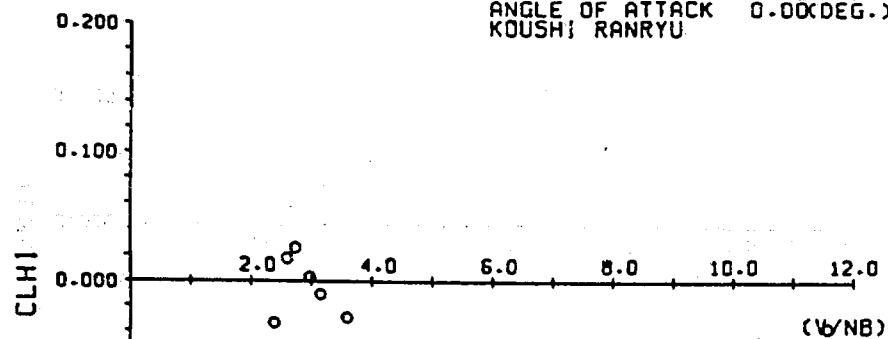


MODEL NAME 1/6 KOURAN

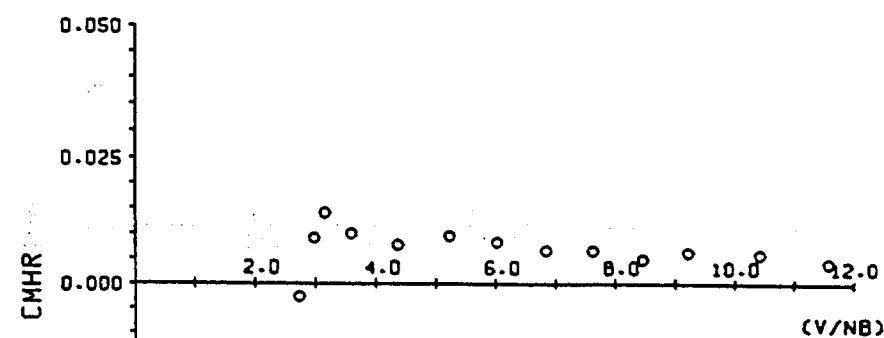
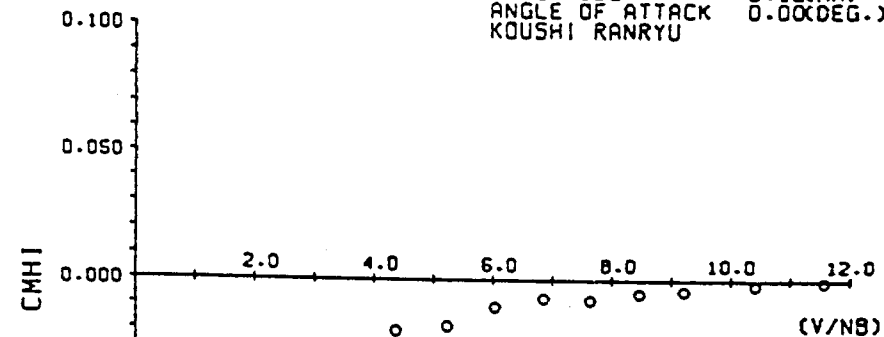
BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(KHZ)  
AMPLITUDE 3.04(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
KOUSHI RANRYU



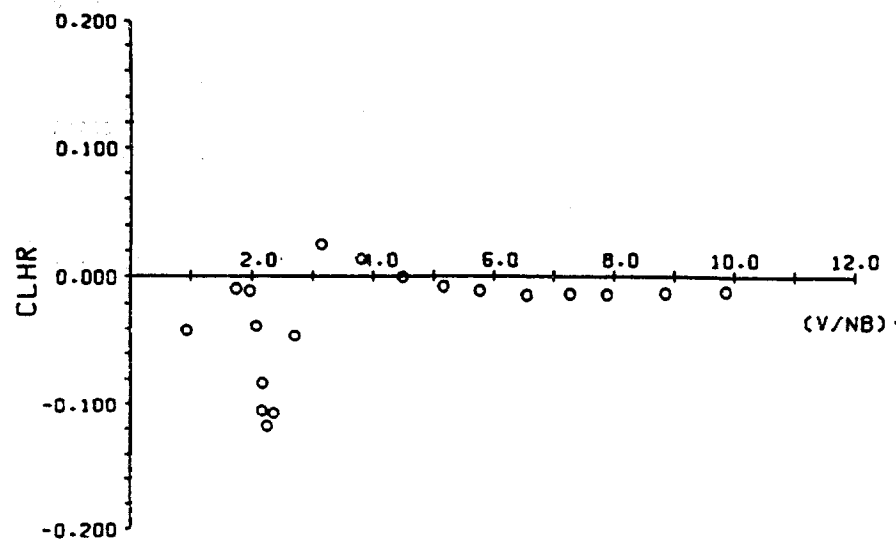
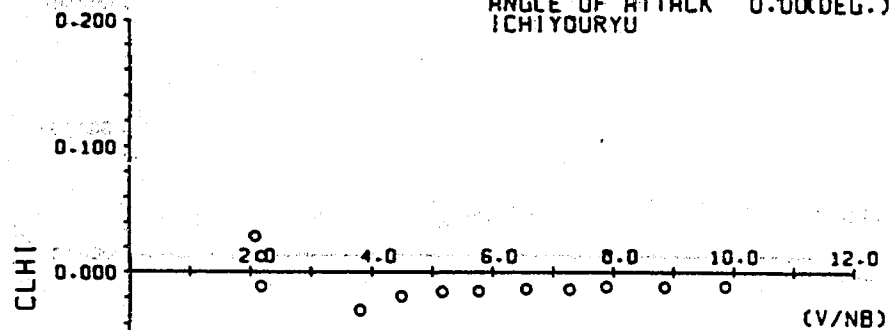
MODEL NAME 1/6 KOURAN  
 BEN. UNI.  
 FREQUENCY 2.00(HZ)  
 AMPLITUDE 9.12(MM)  
 ANGLE OF ATTACK 0.00( DEG.)  
 KOUSHI RANRYU



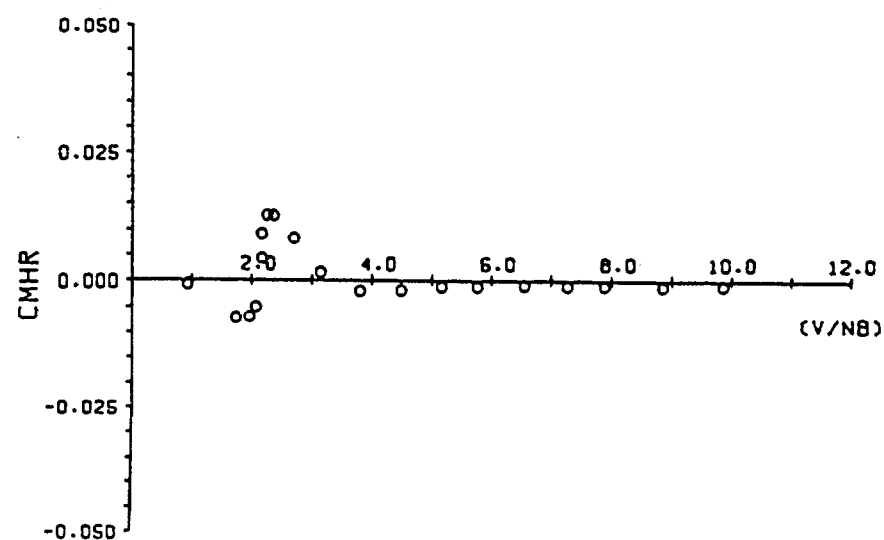
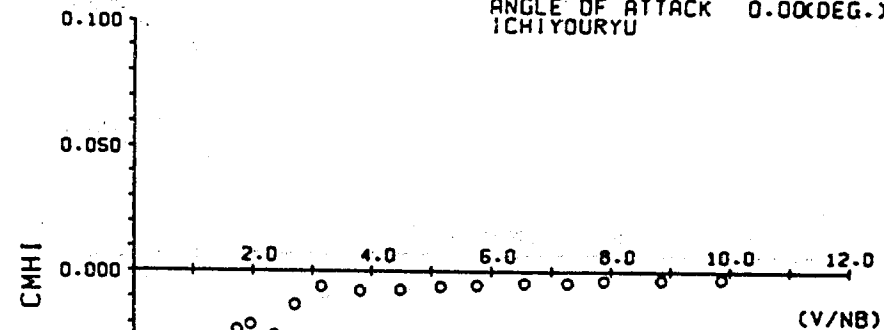
MODEL NAME 1/6 KOURAN  
 BEN. UNI.  
 FREQUENCY 2.00(HZ)  
 AMPLITUDE 9.12(MM)  
 ANGLE OF ATTACK 0.00( DEG.)  
 KOUSHI RANRYU



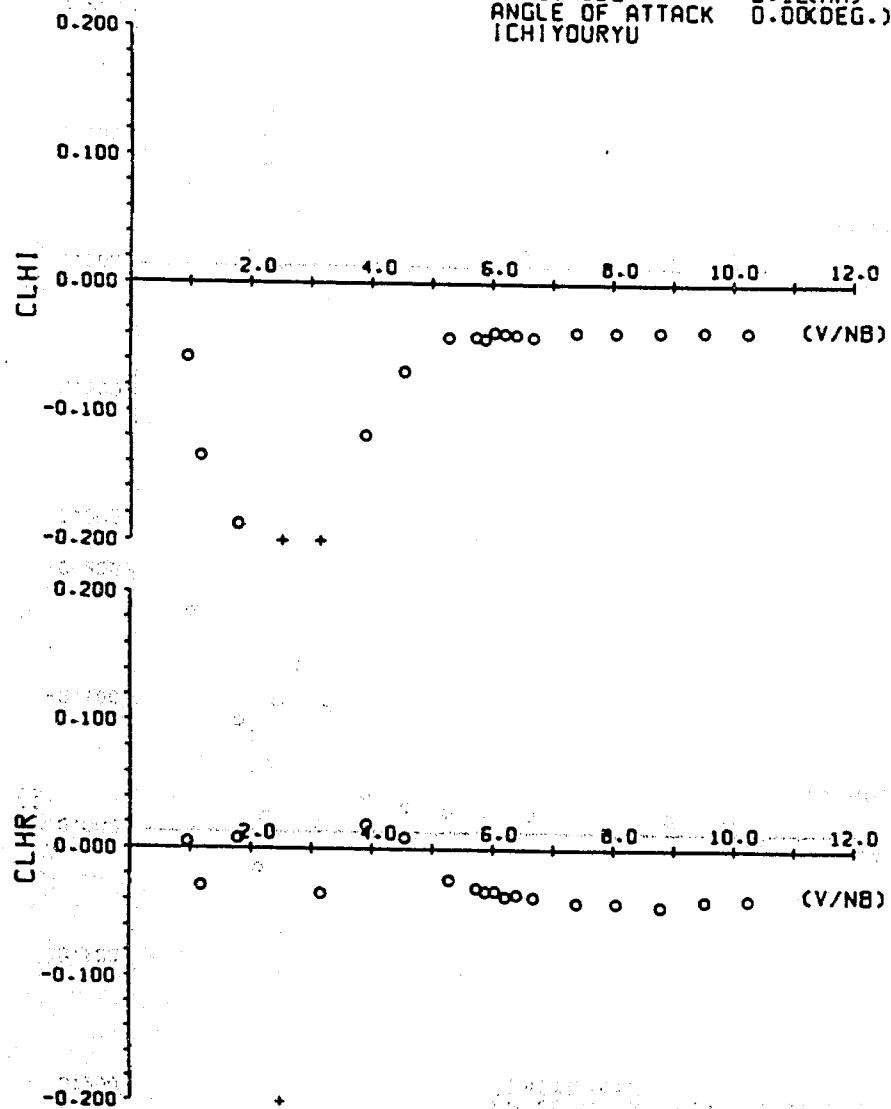
MODEL NAME 1/2 FLAP  
 BEN. UNI.  
 FREQUENCY 2.00(HZ)  
 AMPLITUDE 3.04(MM)  
 ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
 ICHIYORYU



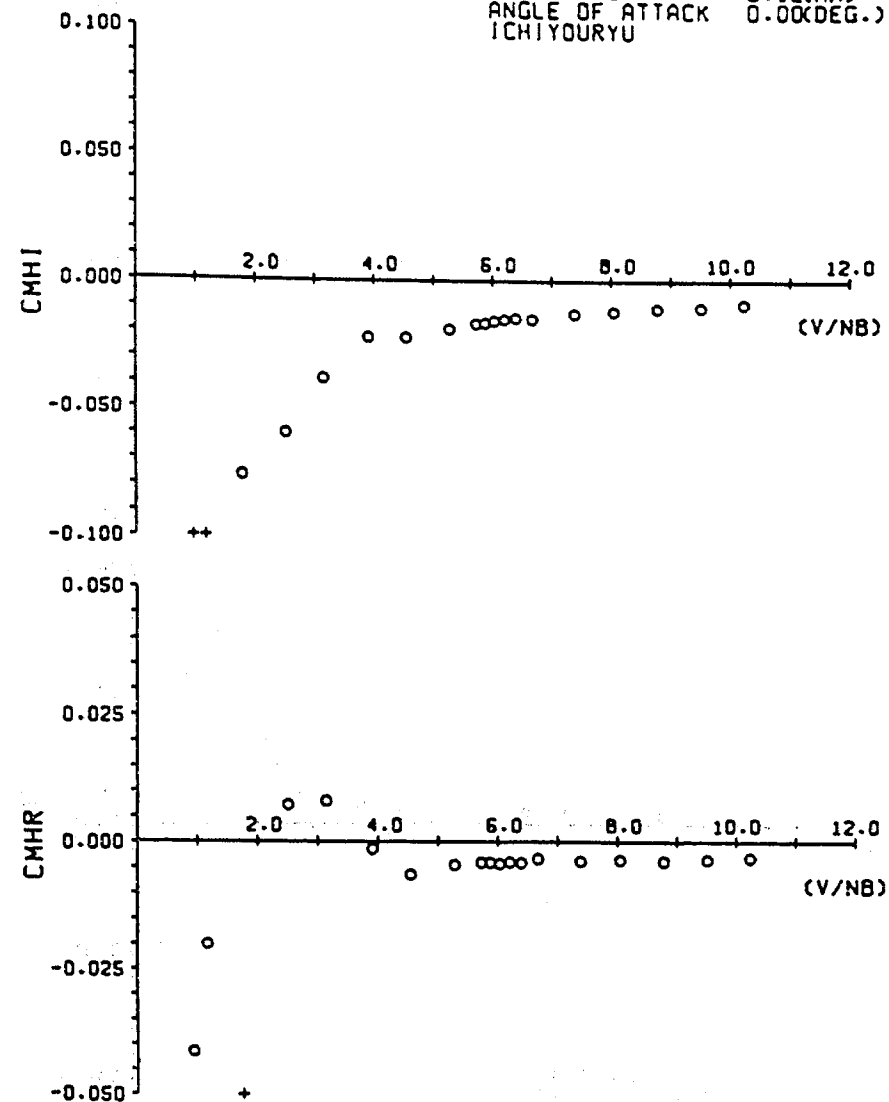
MODEL NAME 1/2 FLAP  
 BEN. UNI.  
 FREQUENCY 2.00(HZ)  
 AMPLITUDE 3.04(MM)  
 ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
 ICHIYORYU



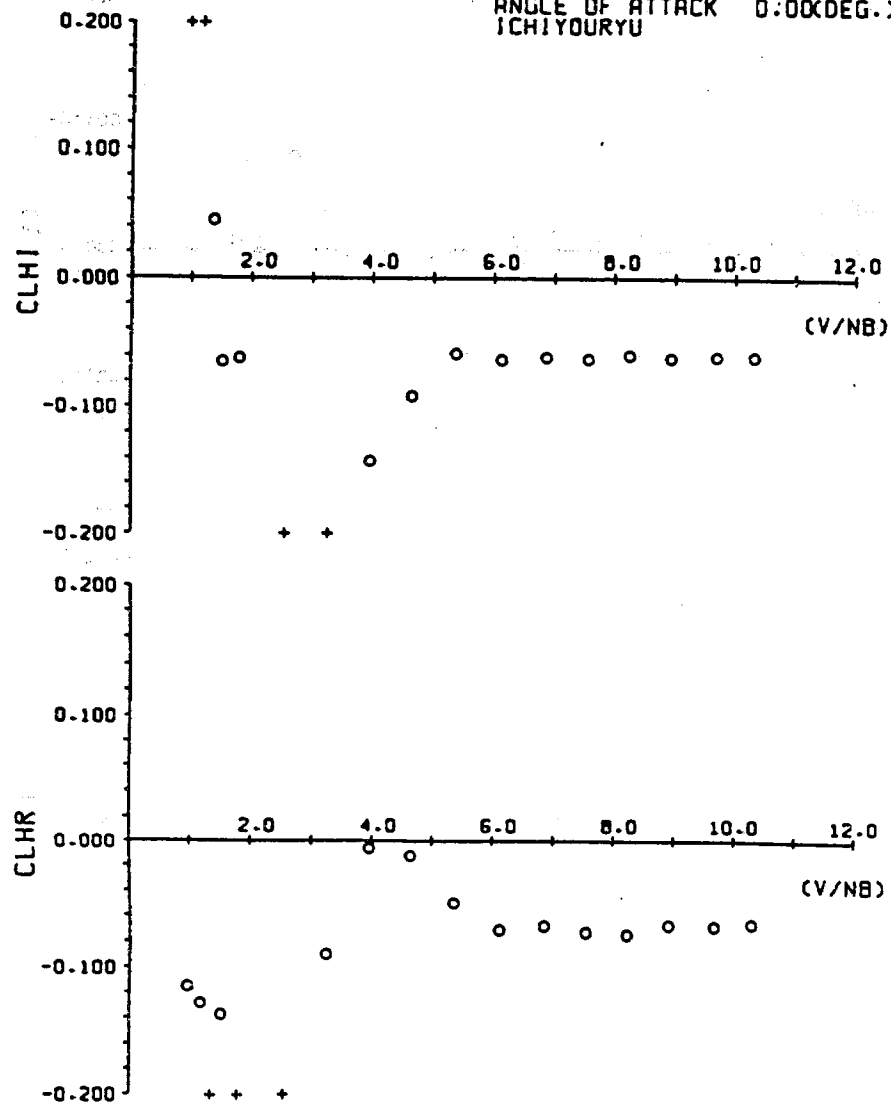
MODEL NAME 1/2 FLAP  
 BEN. UNI.  
 FREQUENCY 2.00(KHZ)  
 AMPLITUDE 9.12(MM)  
 ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
 ICHIYORYU



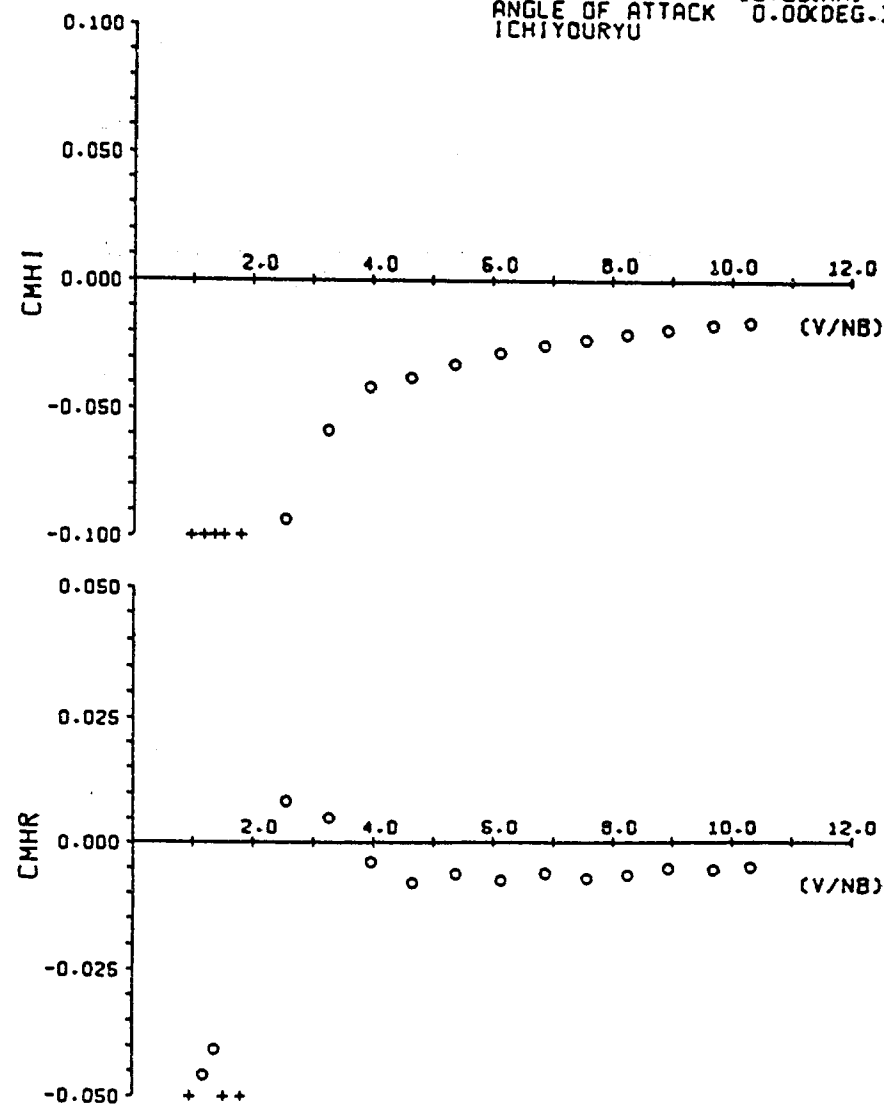
MODEL NAME 1/2 FLAP  
 BEN. UNI.  
 FREQUENCY 2.00(KHZ)  
 AMPLITUDE 9.12(MM)  
 ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
 ICHIYORYU



MODEL NAME 1/2 FLAP  
 BEN. UNI.  
 FREQUENCY 2.00(HZ)  
 AMPLITUDE 15.20(MM)  
 ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
 ICHIYORYU

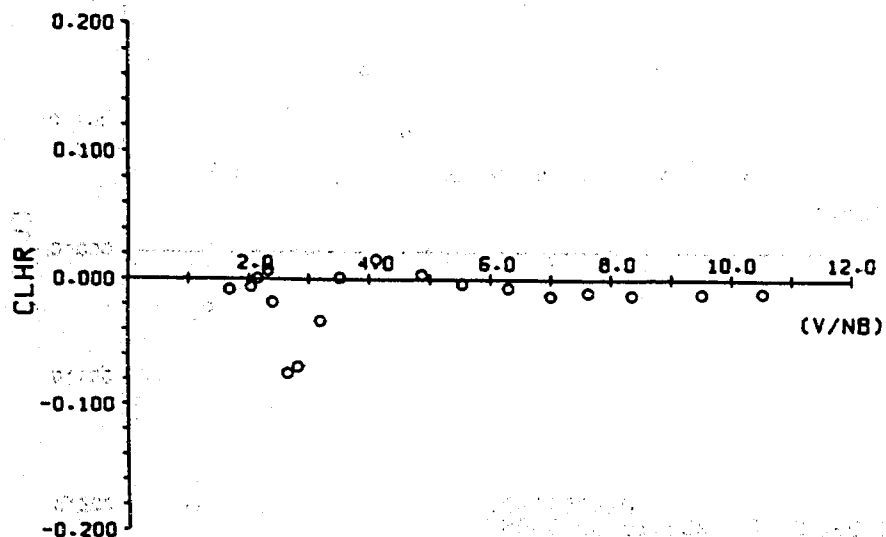
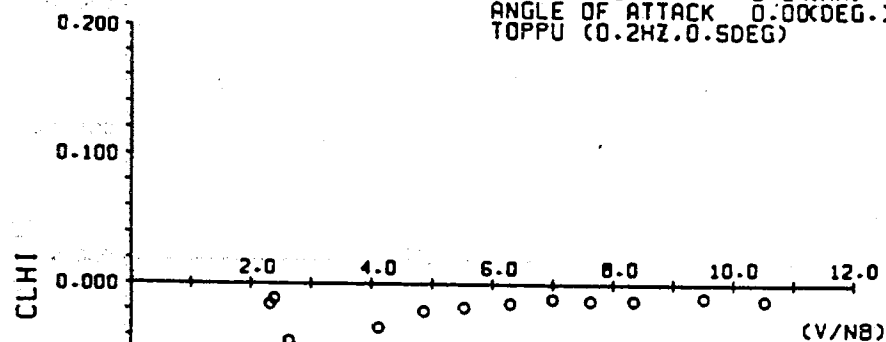


MODEL NAME 1/2 FLAP  
 BEN. UNI.  
 FREQUENCY 2.00(HZ)  
 AMPLITUDE 15.20(MM)  
 ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
 ICHIYORYU



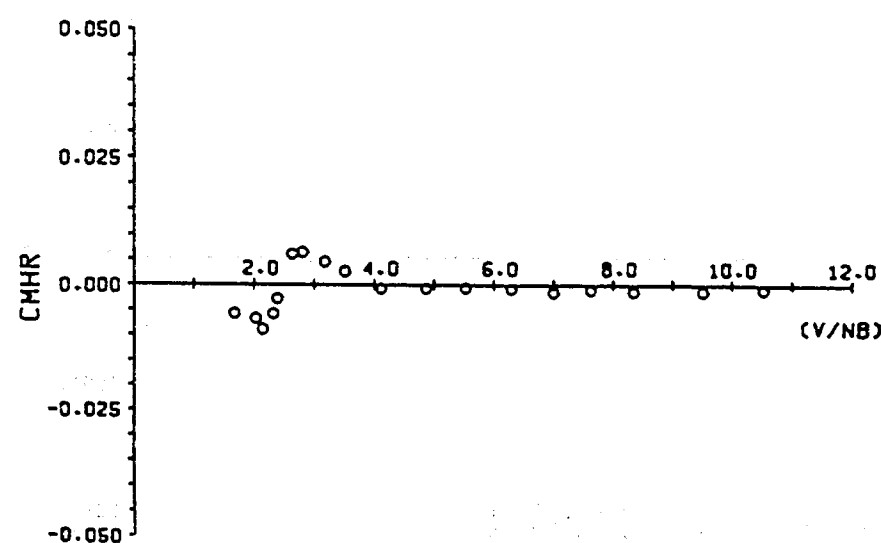
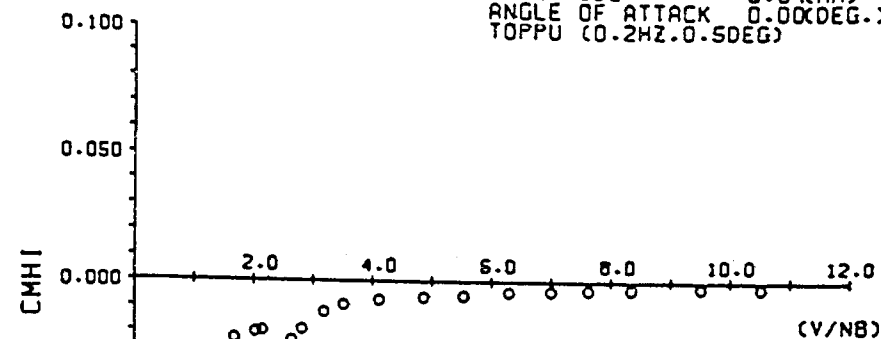
MODEL NAME 1/2 FLAP

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 3.04(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
TOPPU (0.2HZ.0.5DEG)

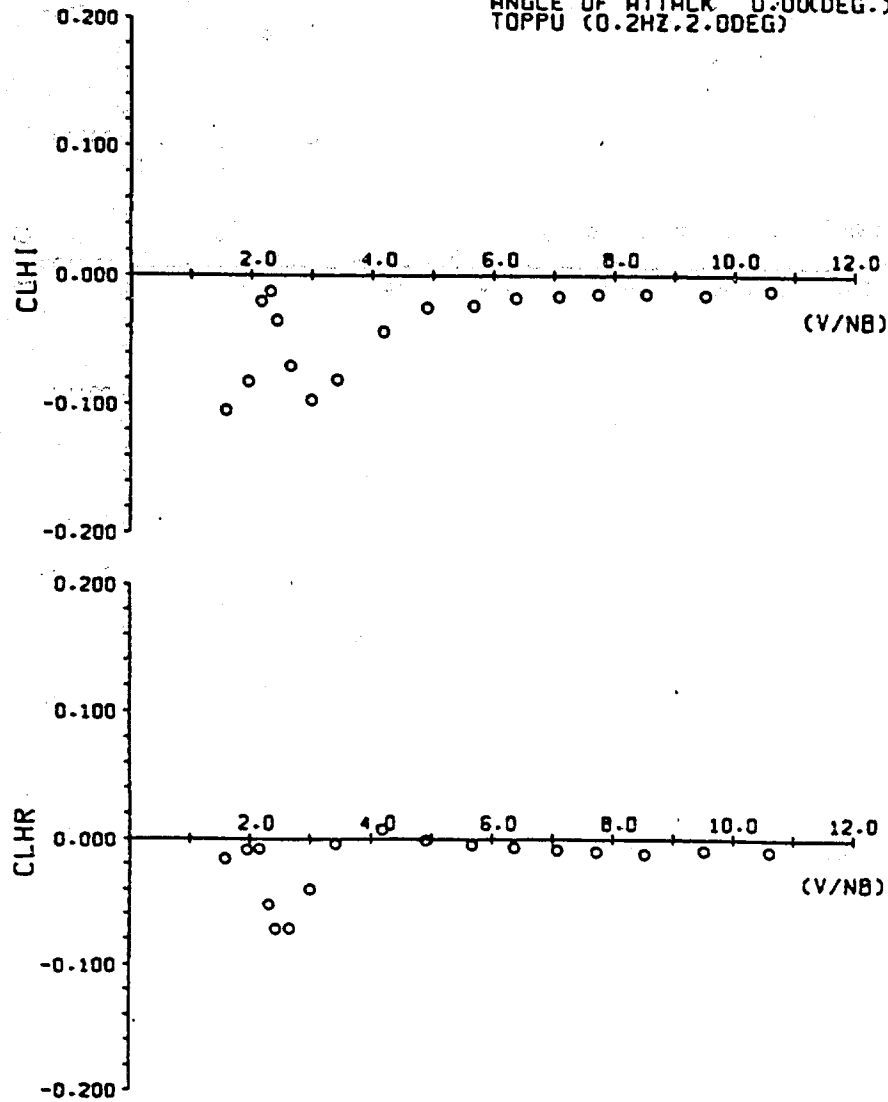


MODEL NAME 1/2 FLAP

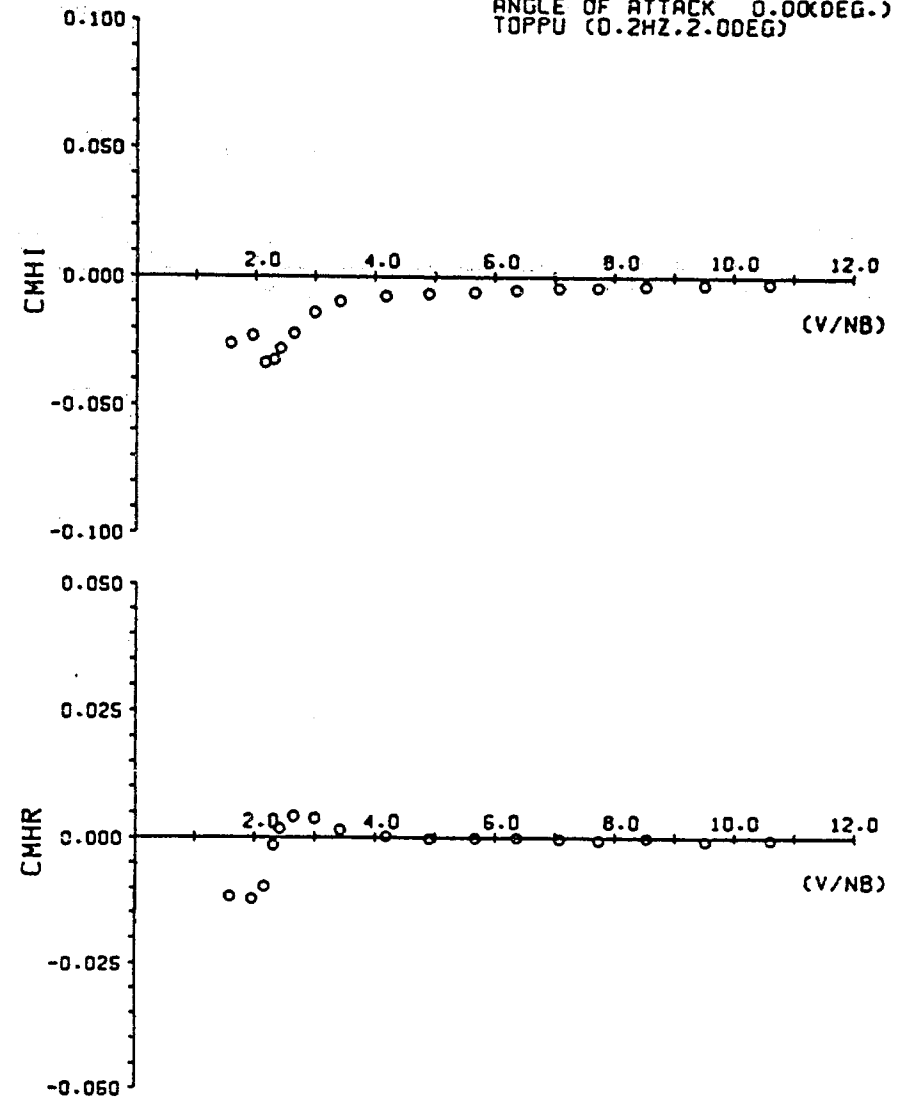
BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 3.04(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
TOPPU (0.2HZ.0.5DEG)



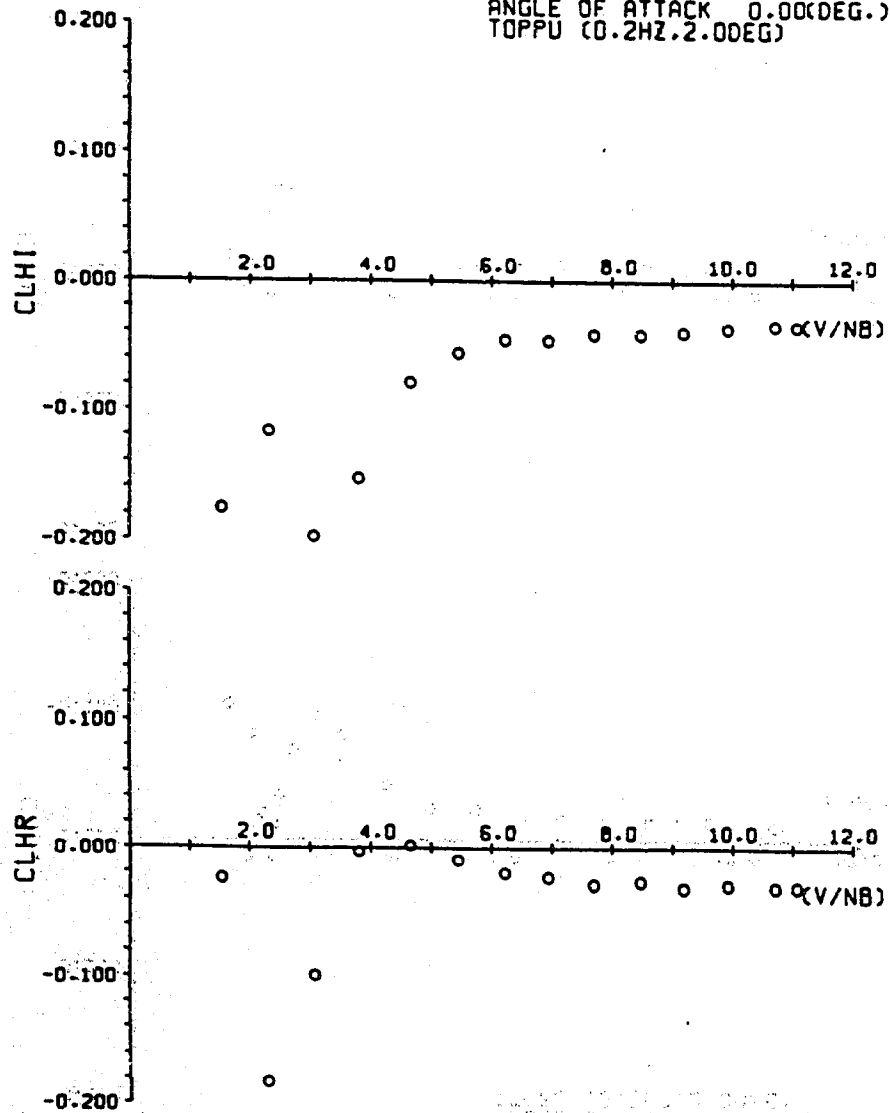
MODEL NAME 1/2 FLAP  
 BEN. UNI.  
 FREQUENCY 2.00(HZ)  
 AMPLITUDE 3.04(MM)  
 ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
 TOPPU (0.2HZ,2.00DEG)



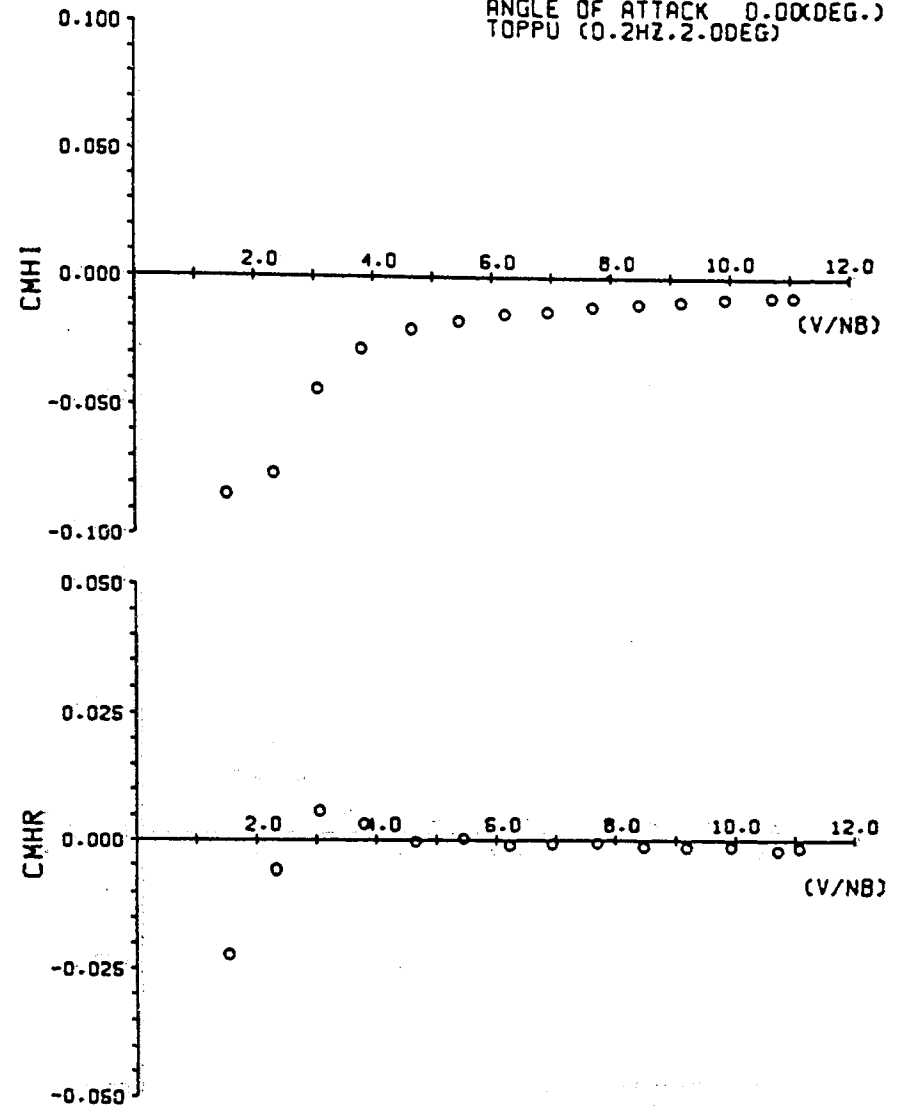
MODEL NAME 1/2 FLAP  
 BEN. UNI.  
 FREQUENCY 2.00(HZ)  
 AMPLITUDE 3.04(MM)  
 ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
 TOPPU (0.2HZ,2.00DEG)



MODEL NAME 1/2 FLAP  
 BEN. UNI.  
 FREQUENCY 2.00(HZ)  
 AMPLITUDE 9.12(MM)  
 ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
 TOPPU (0.2HZ,2.00DEG)

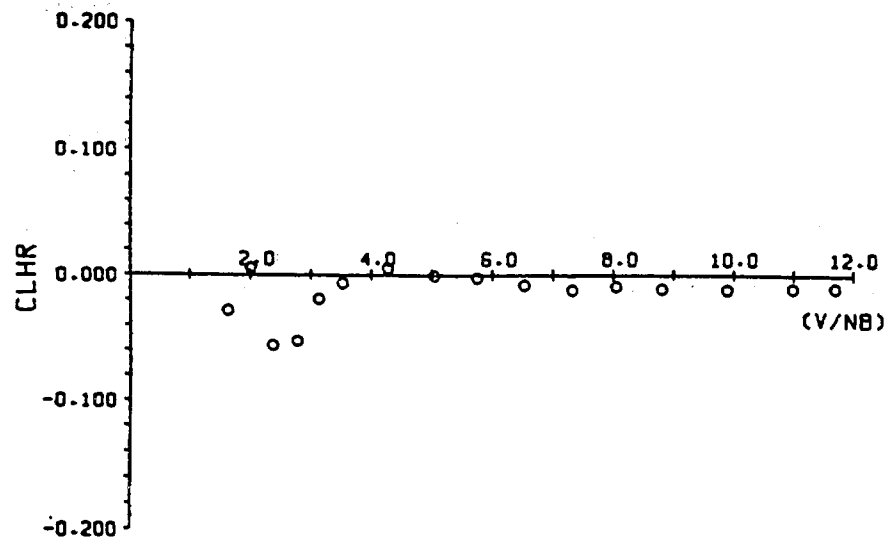
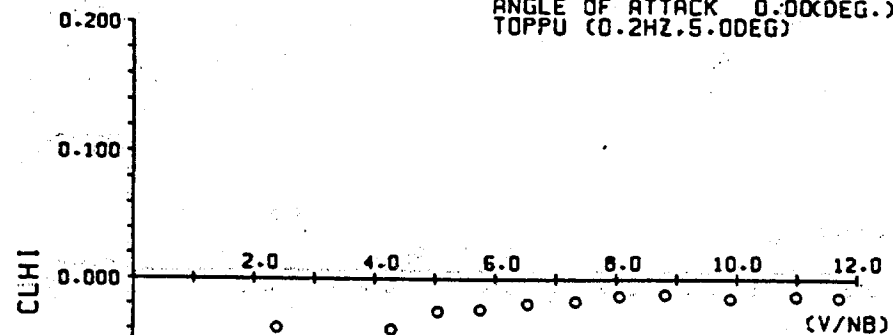


MODEL NAME 1/2 FLAP  
 BEN. UNI.  
 FREQUENCY 2.00(HZ)  
 AMPLITUDE 9.12(MM)  
 ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
 TOPPU (0.2HZ,2.00DEG)



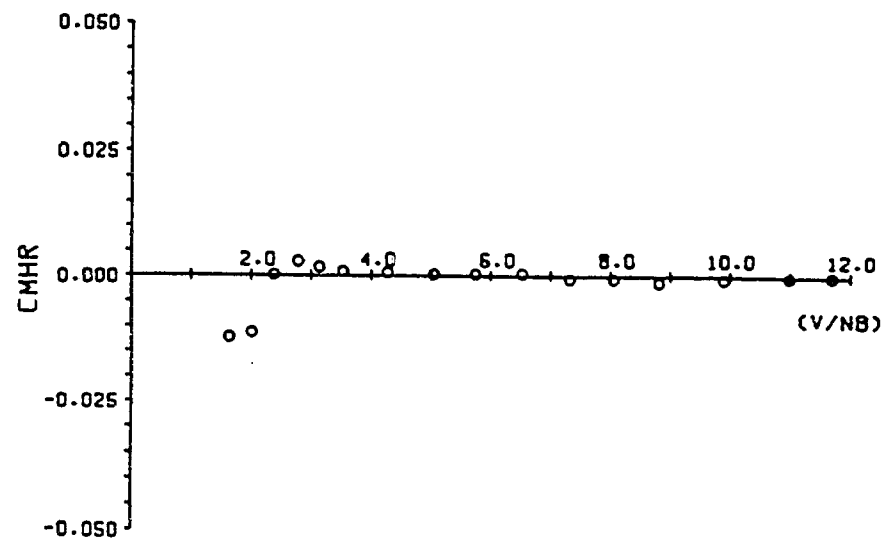
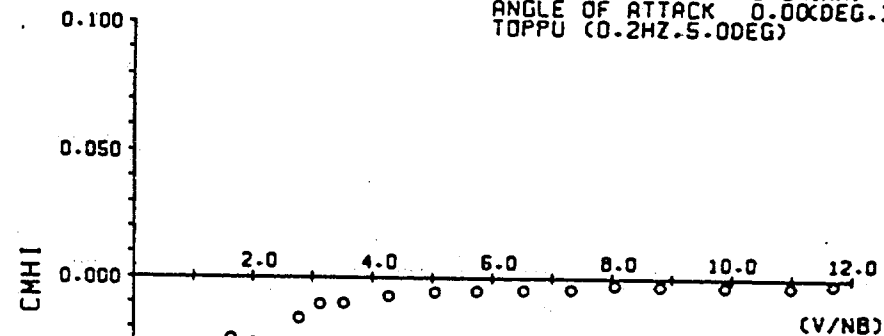
MODEL NAME 1/2 FLAP

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 3.04(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
TOPPU (0.2HZ.5.0DEG)



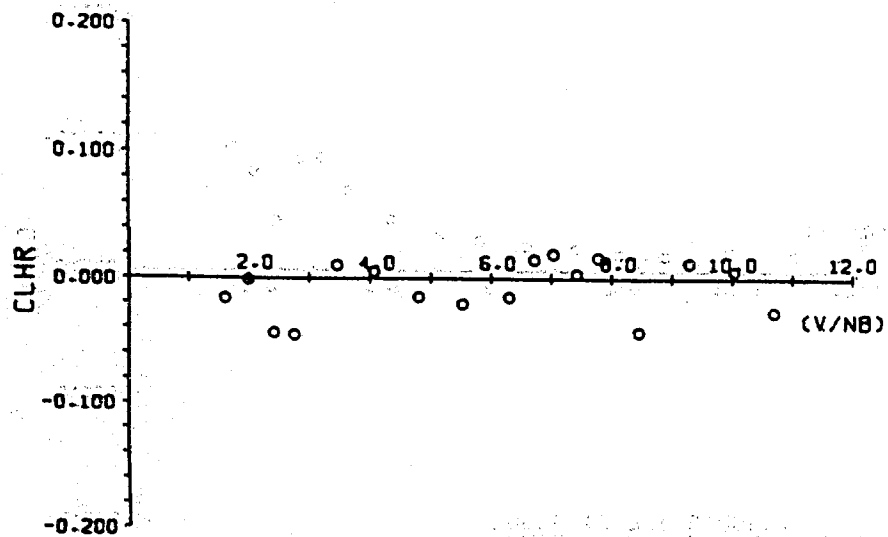
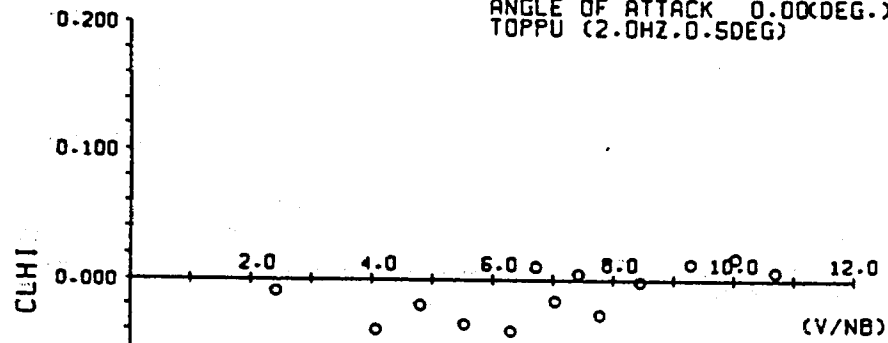
MODEL NAME 1/2 FLAP

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 3.04(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
TOPPU (0.2HZ.5.0DEG)



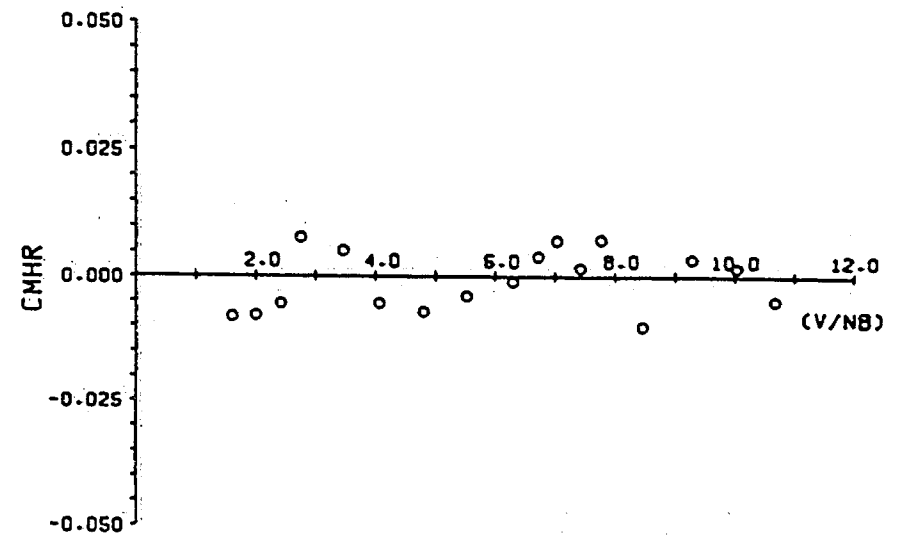
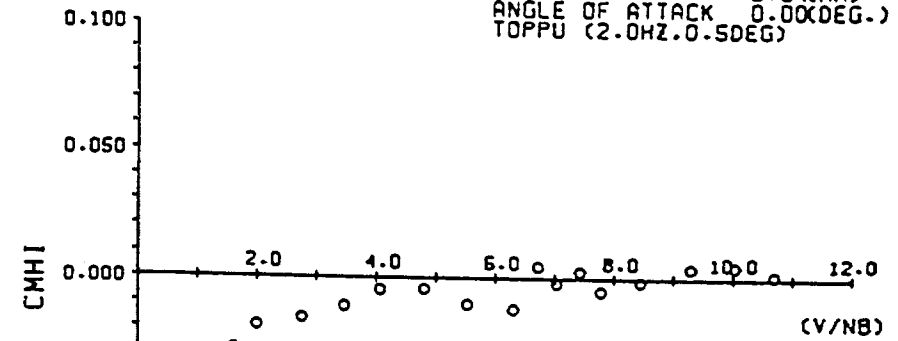
MODEL NAME 1/2 FLAP

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 3.04(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
TOPPU (2.0HZ.0.5DEG)



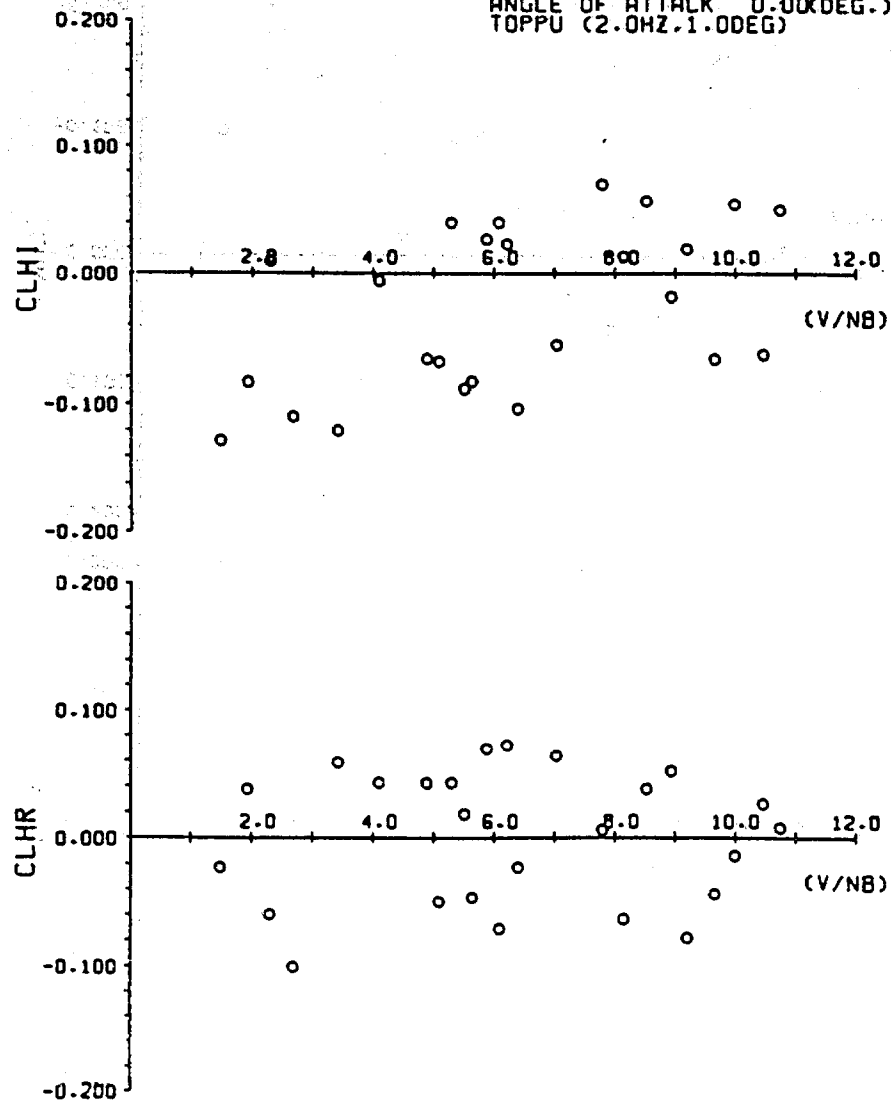
MODEL NAME 1/2 FLAP

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 3.04(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
TOPPU (2.0HZ.0.5DEG)



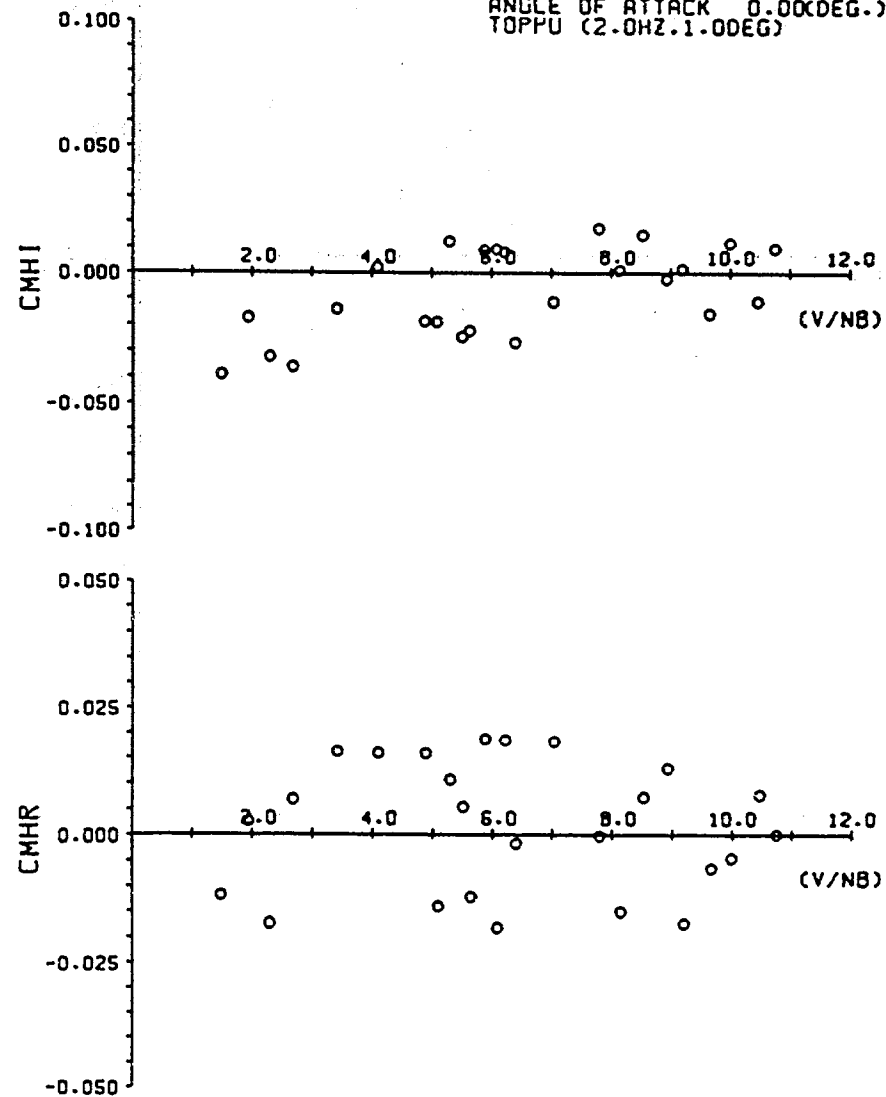
MODEL NAME 1/2 FLAP

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 3.04(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
TOPPU (2.0HZ,1.0DEG)



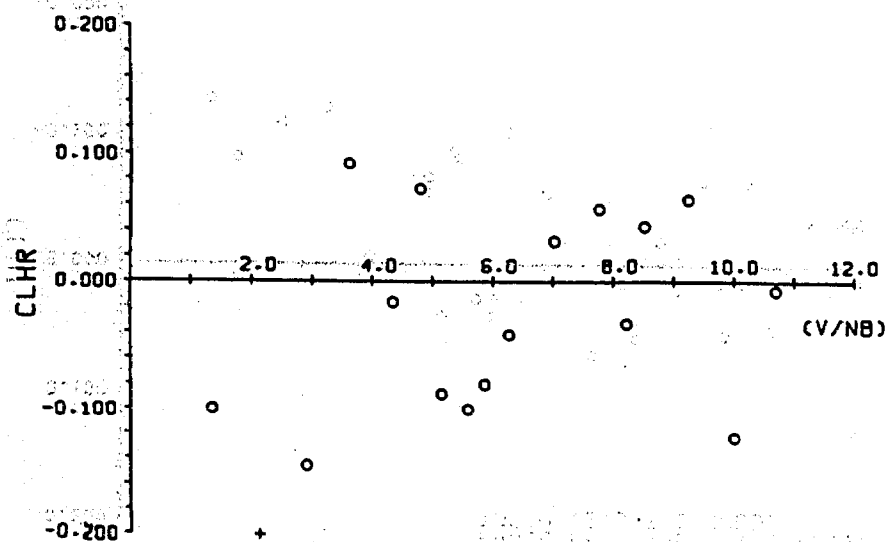
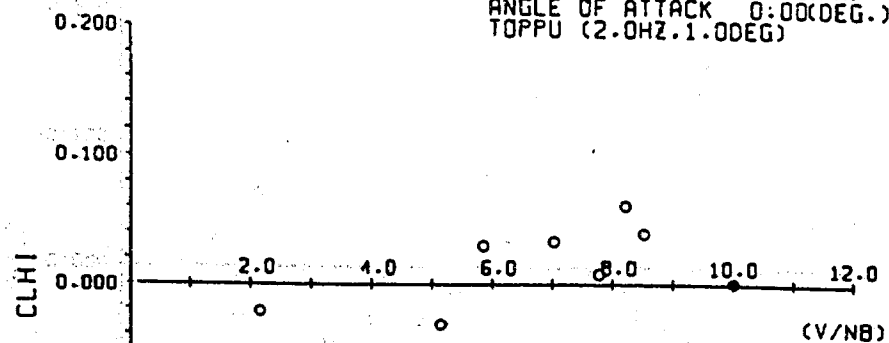
MODEL NAME 1/2 FLAP

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 3.04(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
TOPPU (2.0HZ,1.0DEG)



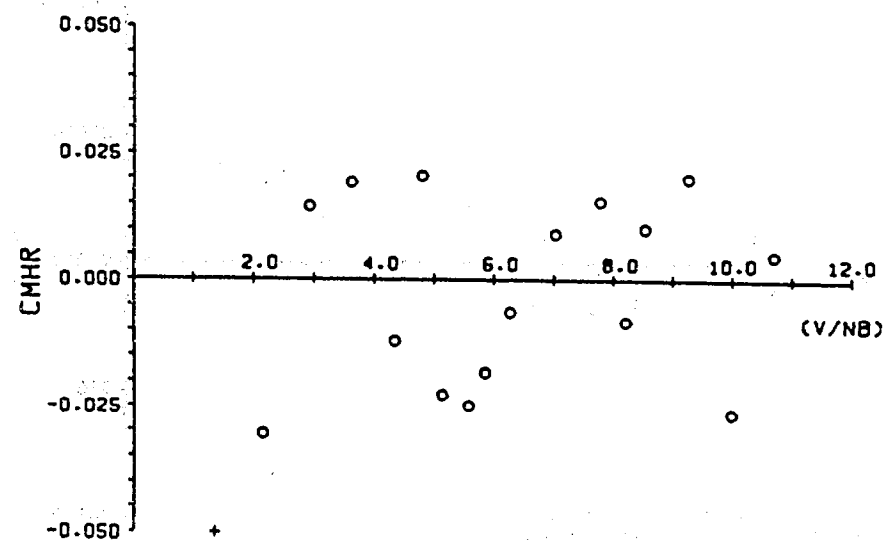
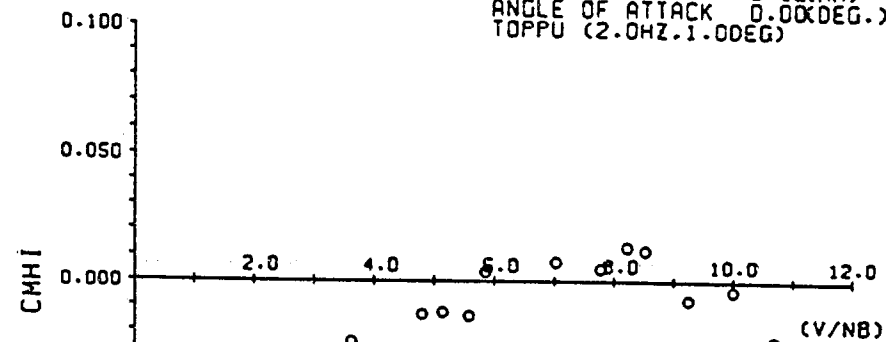
MODEL NAME 1/2 FLAP

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 9.12(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
TOPPU (2.0HZ,1.0DEG)



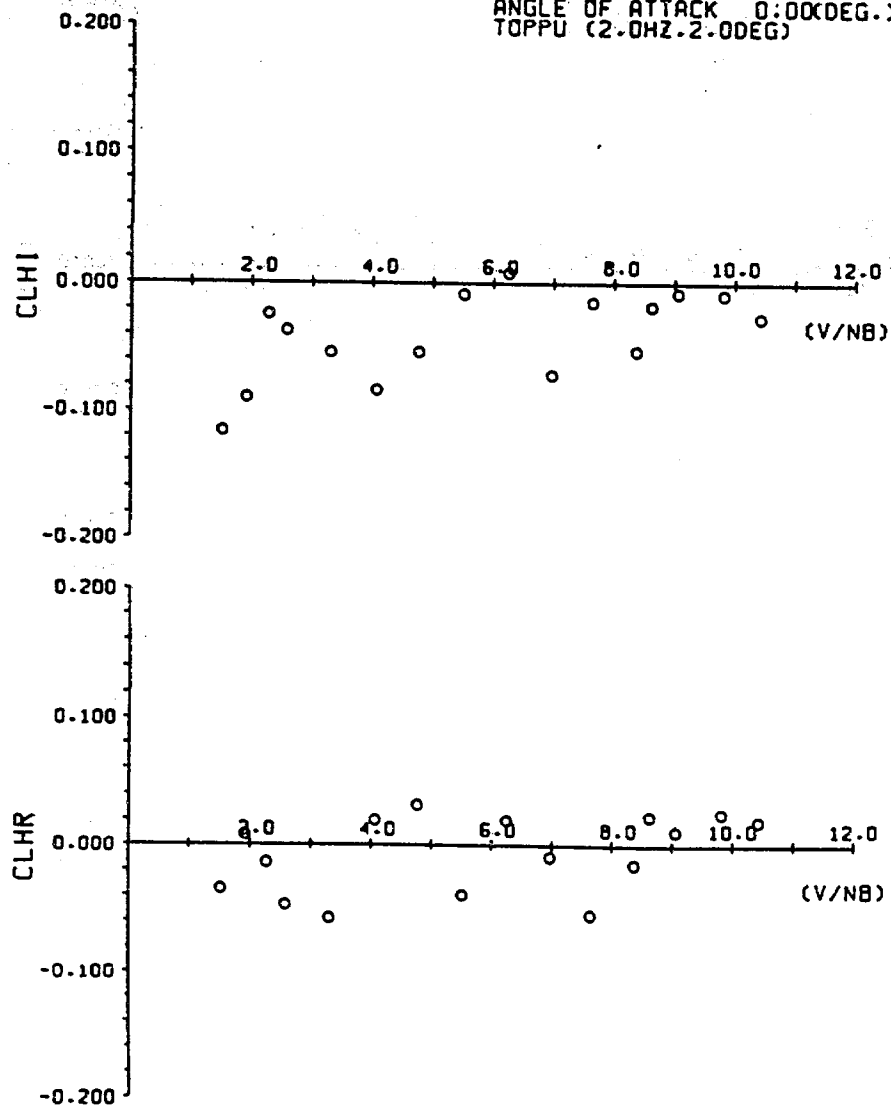
MODEL NAME 1/2 FLAP

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 9.12(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
TOPPU (2.0HZ,1.0DEG)



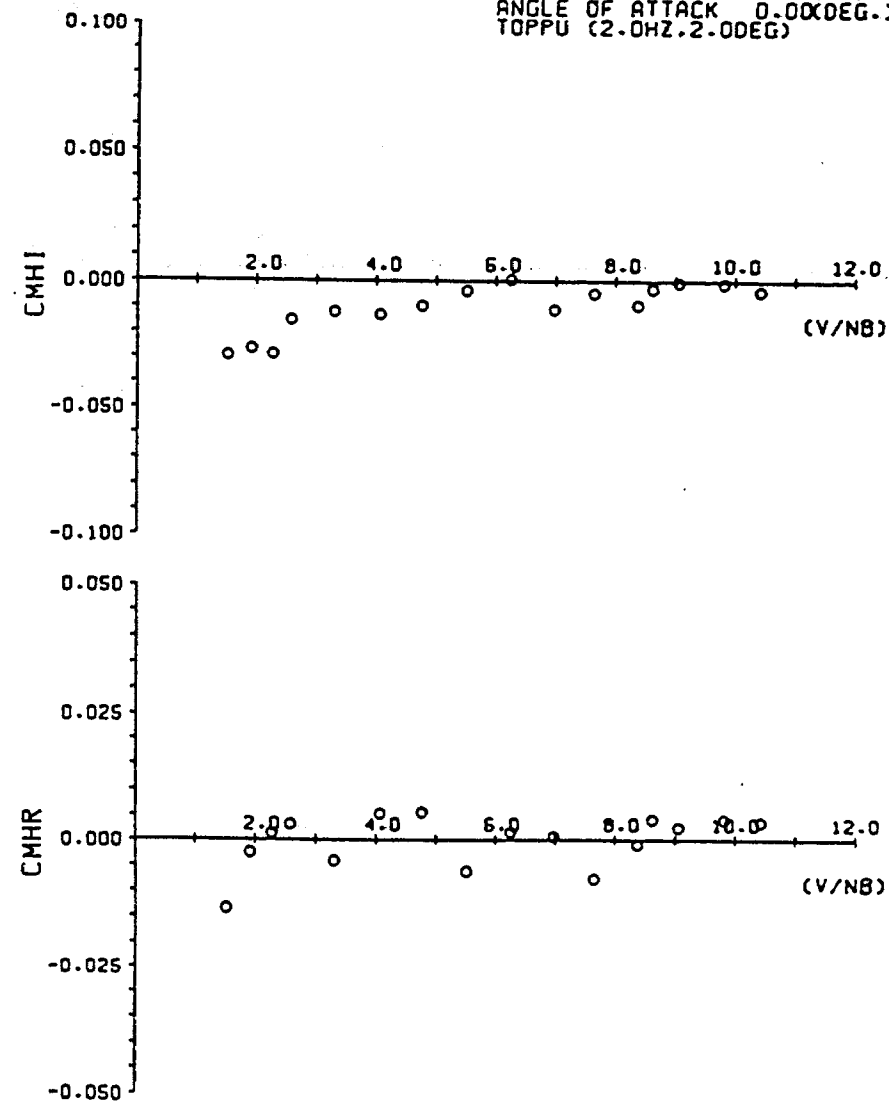
MODEL NAME 1/2 FLAP

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 3.04(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
TOPPU (2.0HZ.2.0DEG)



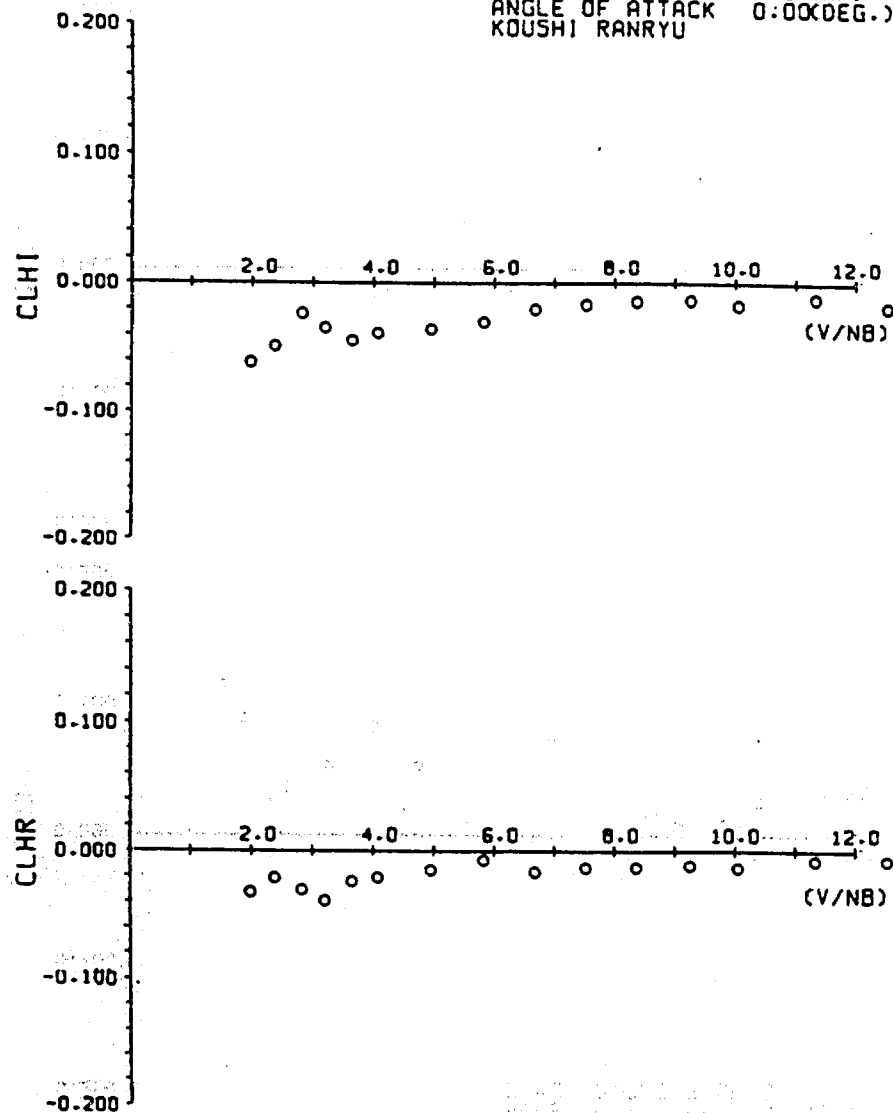
MODEL NAME 1/2 FLAP

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 3.04(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
TOPPU (2.0HZ.2.0DEG)



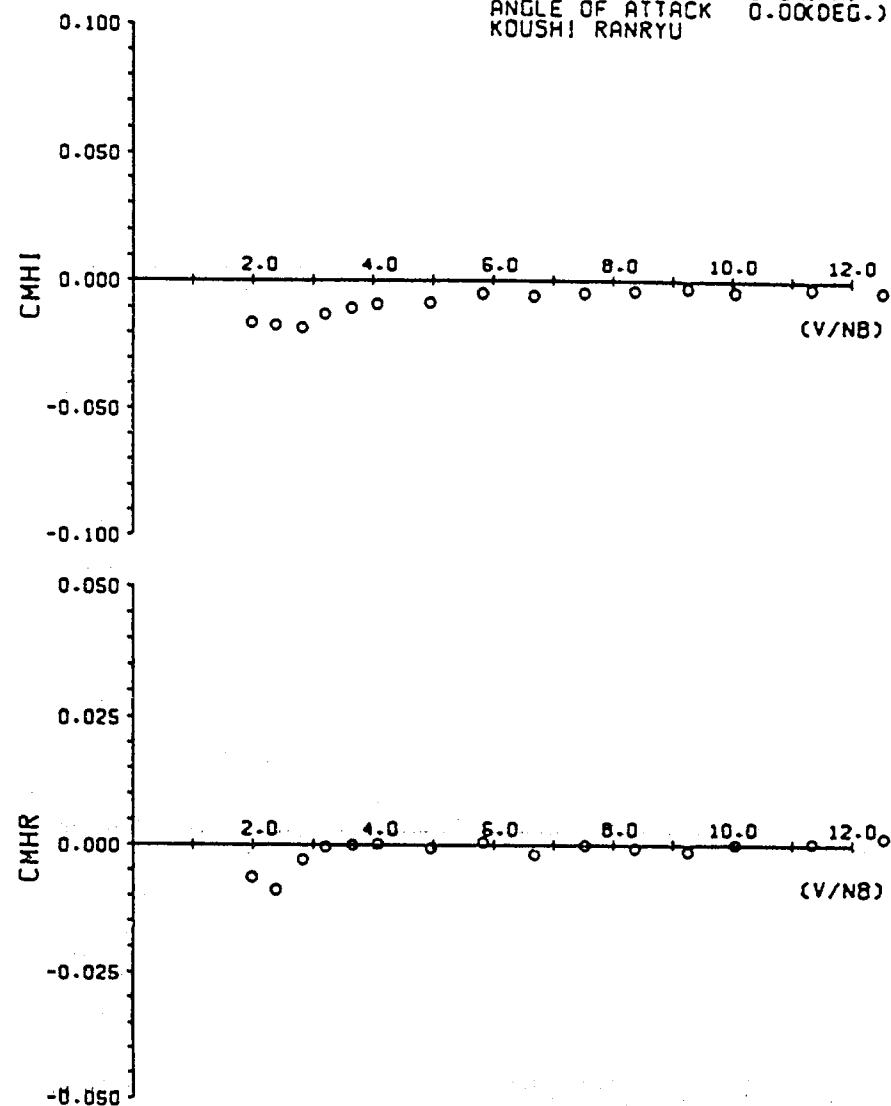
MODEL NAME 1/2 FLAP

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 3.04(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
KOSH! RANRYU

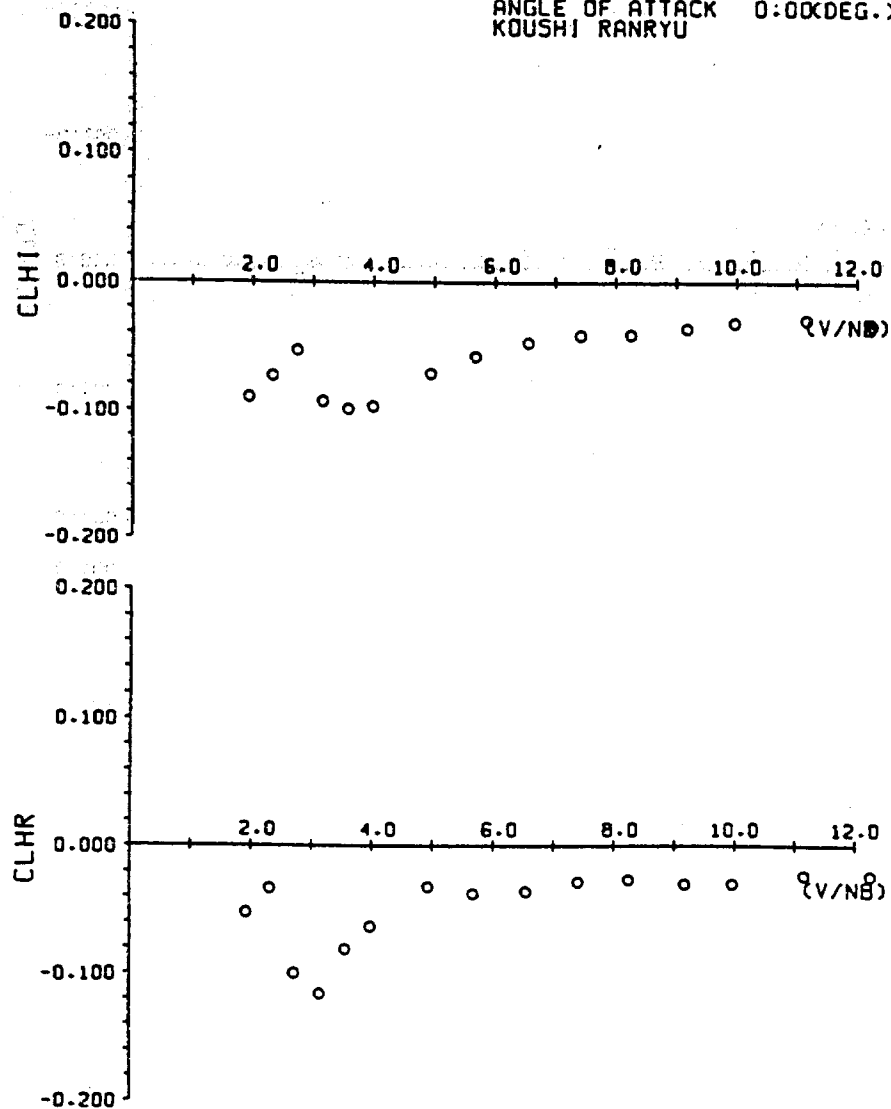


MODEL NAME 1/2 FLAP

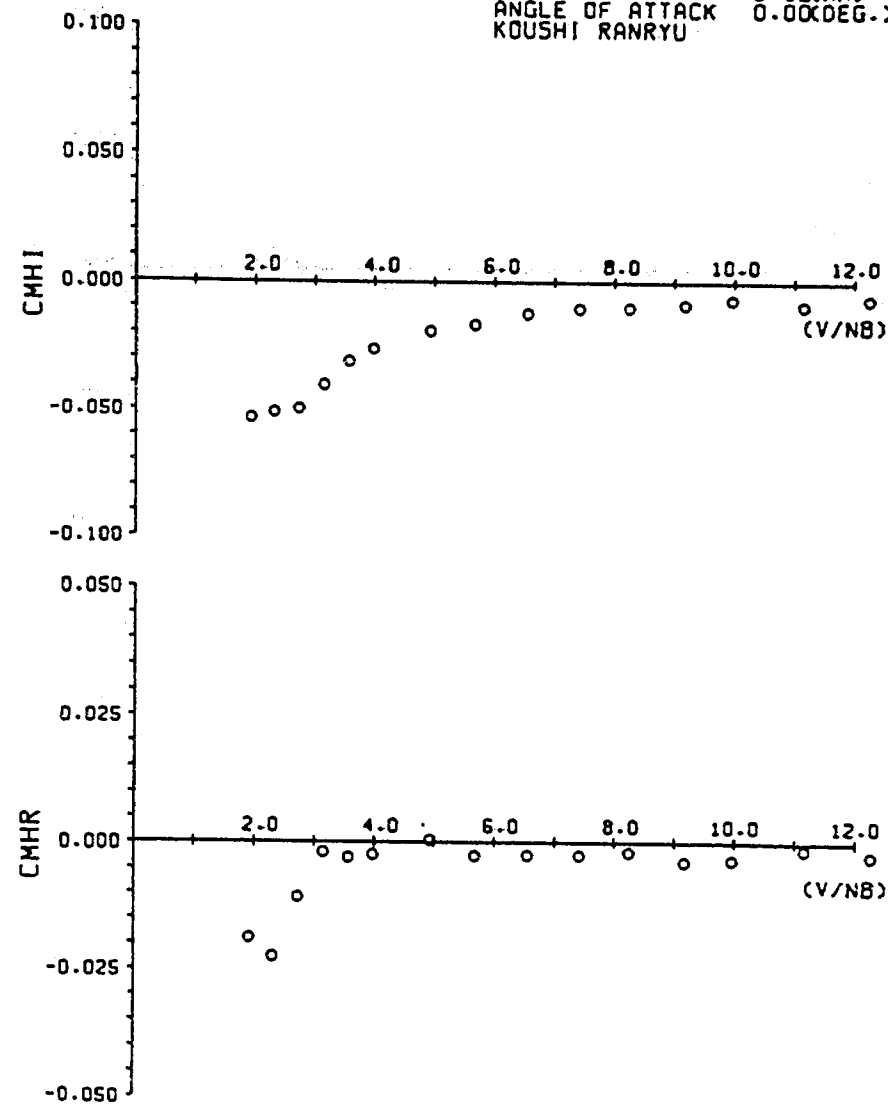
BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 3.04(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
KOSH! RANRYU



MODEL NAME 1/2 FLAP  
 BEN. UNI.  
 FREQUENCY 2.00(KHZ)  
 AMPLITUDE 9.12(MM)  
 ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
 KOUCHI RANRYU

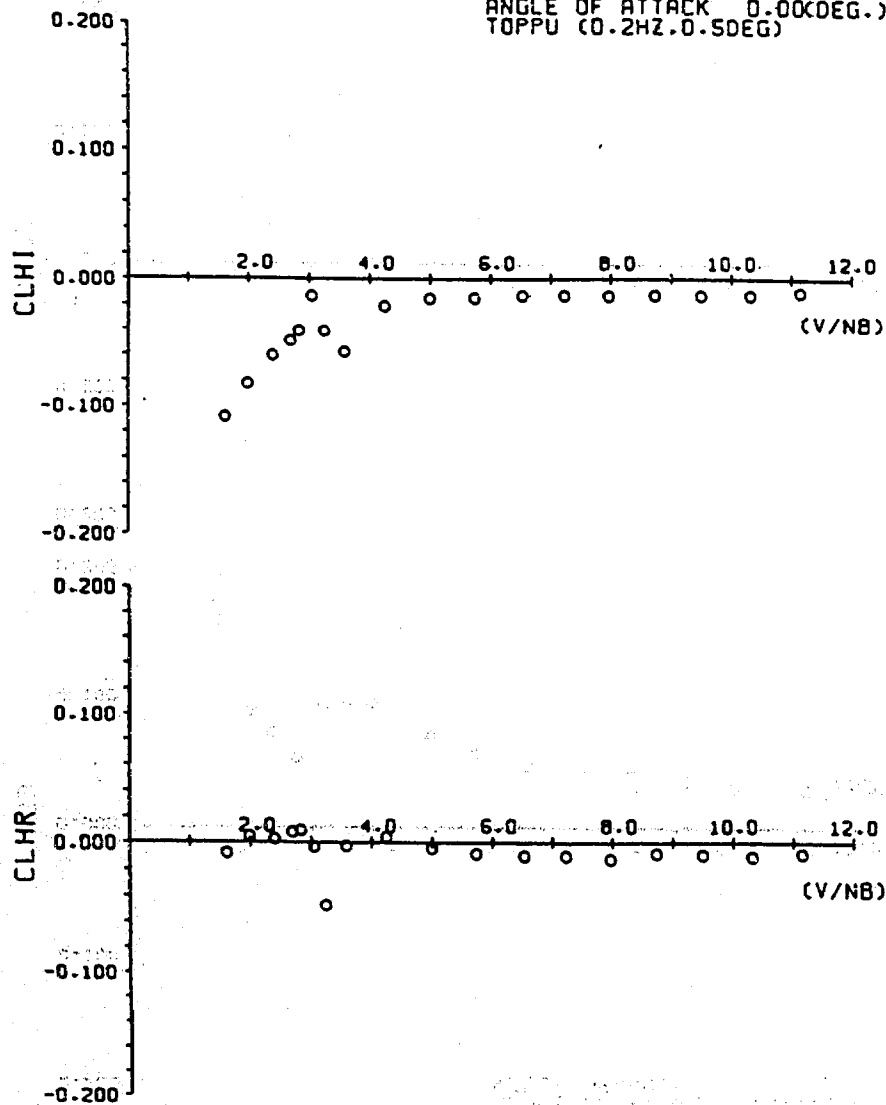


MODEL NAME 1/2 FLAP  
 BEN. UNI.  
 FREQUENCY 2.00(KHZ)  
 AMPLITUDE 9.12(MM)  
 ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
 KOUCHI RANRYU



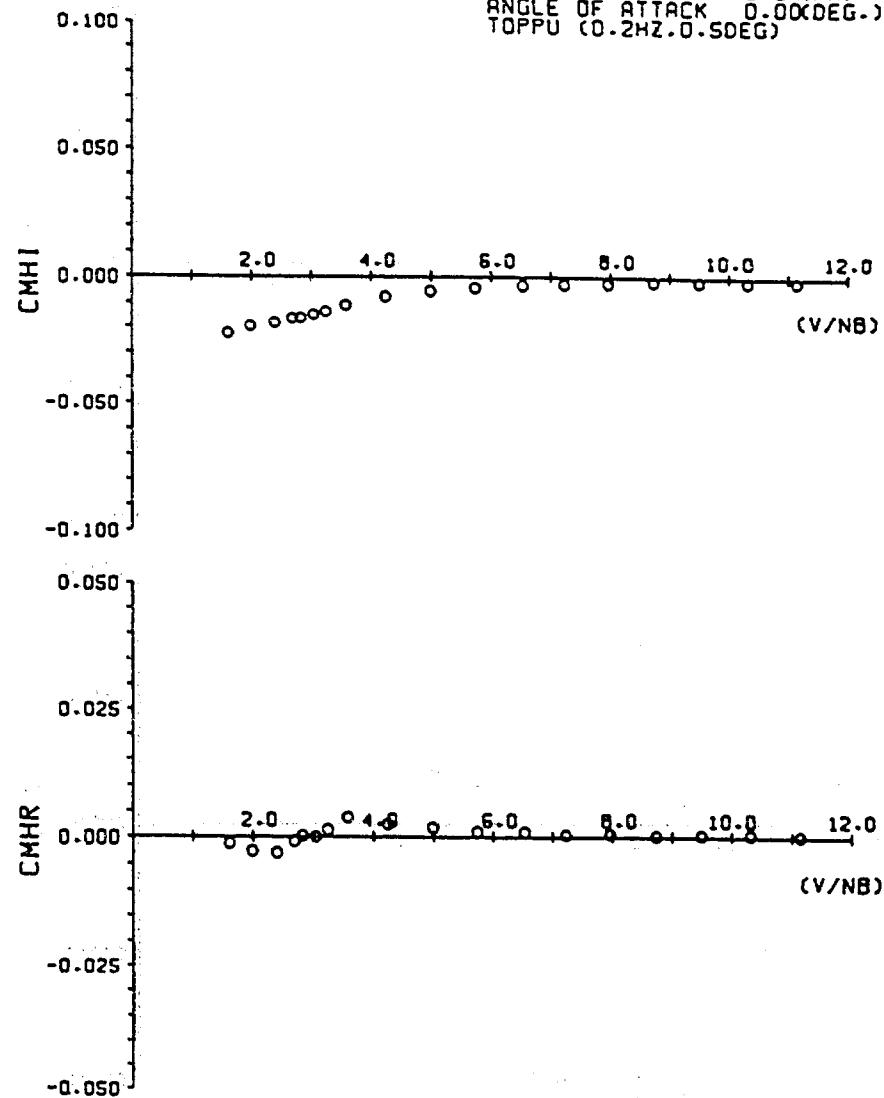
MODEL NAME 1/6 FLAP

BEN. UNI.  
 FREQUENCY 2.00(HZ)  
 AMPLITUDE 3.04(MM)  
 ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
 TOPPU (0.2HZ,0.5DEG)

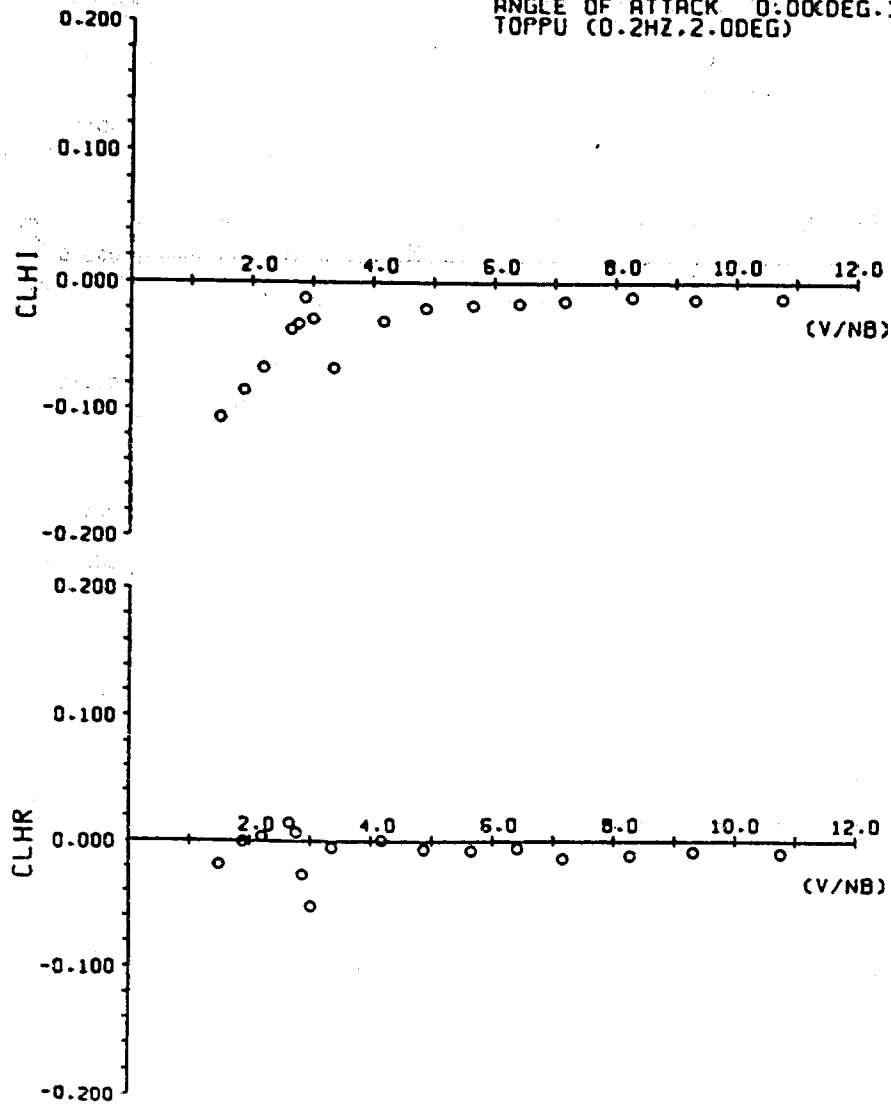


MODEL NAME 1/6 FLAP

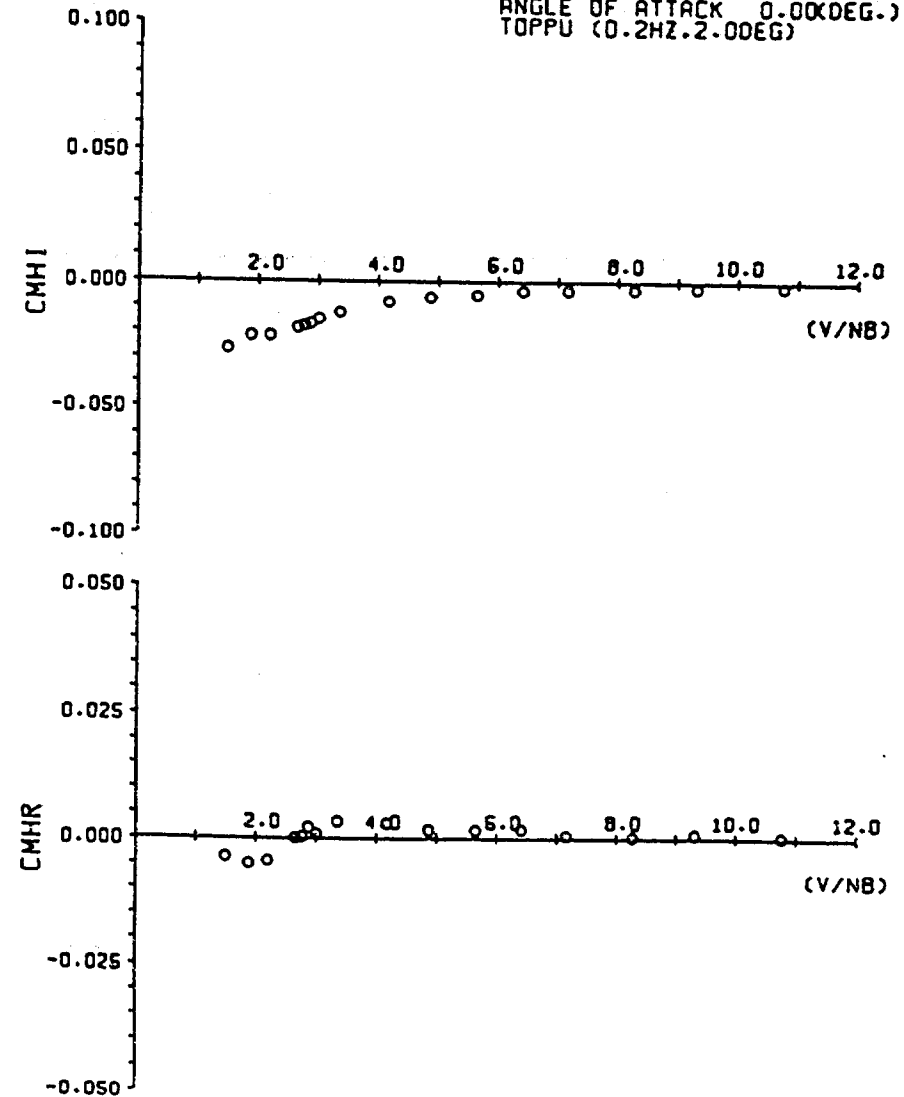
BEN. UNI.  
 FREQUENCY 2.00(HZ)  
 AMPLITUDE 3.04(MM)  
 ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
 TOPPU (0.2HZ,0.5DEG)



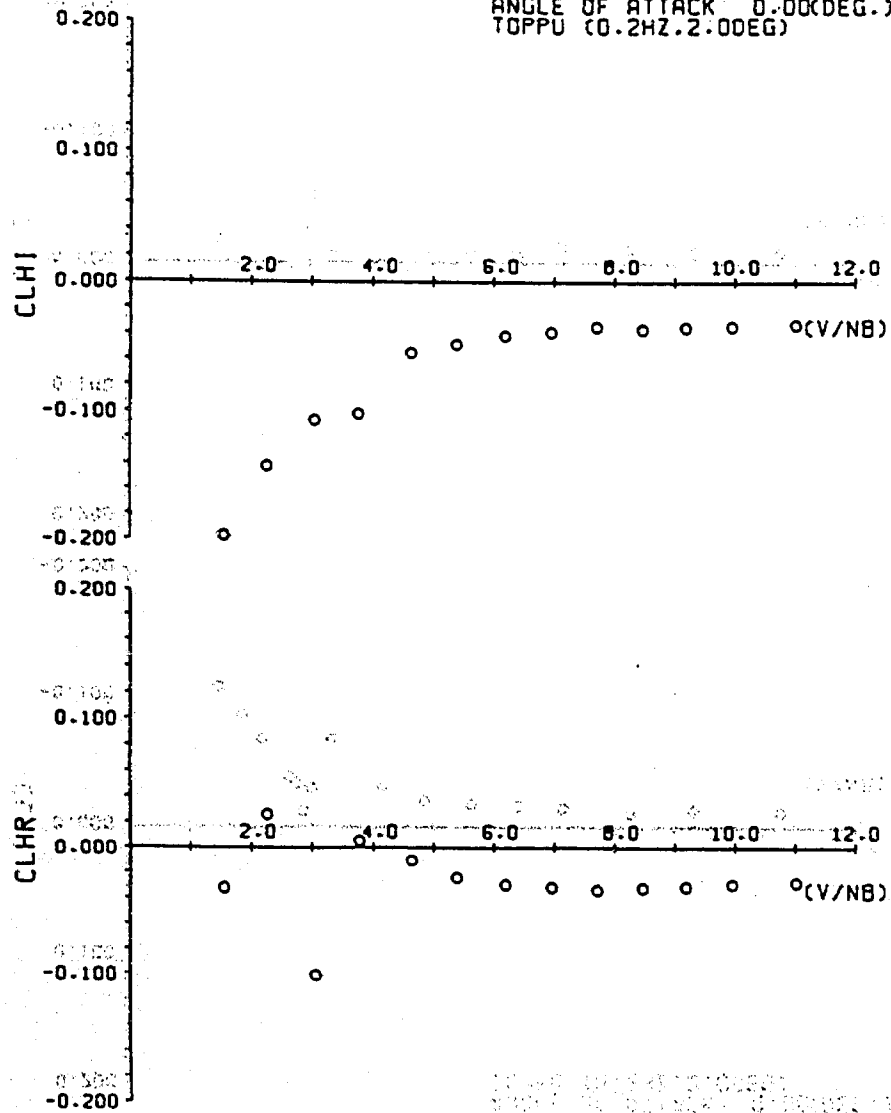
MODEL NAME 1/6 FLAP  
 BEN. UNI.  
 FREQUENCY 2.00(HZ)  
 AMPLITUDE 3.04(MM)  
 ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
 TOPPU (0.2HZ,2.00DEG.)



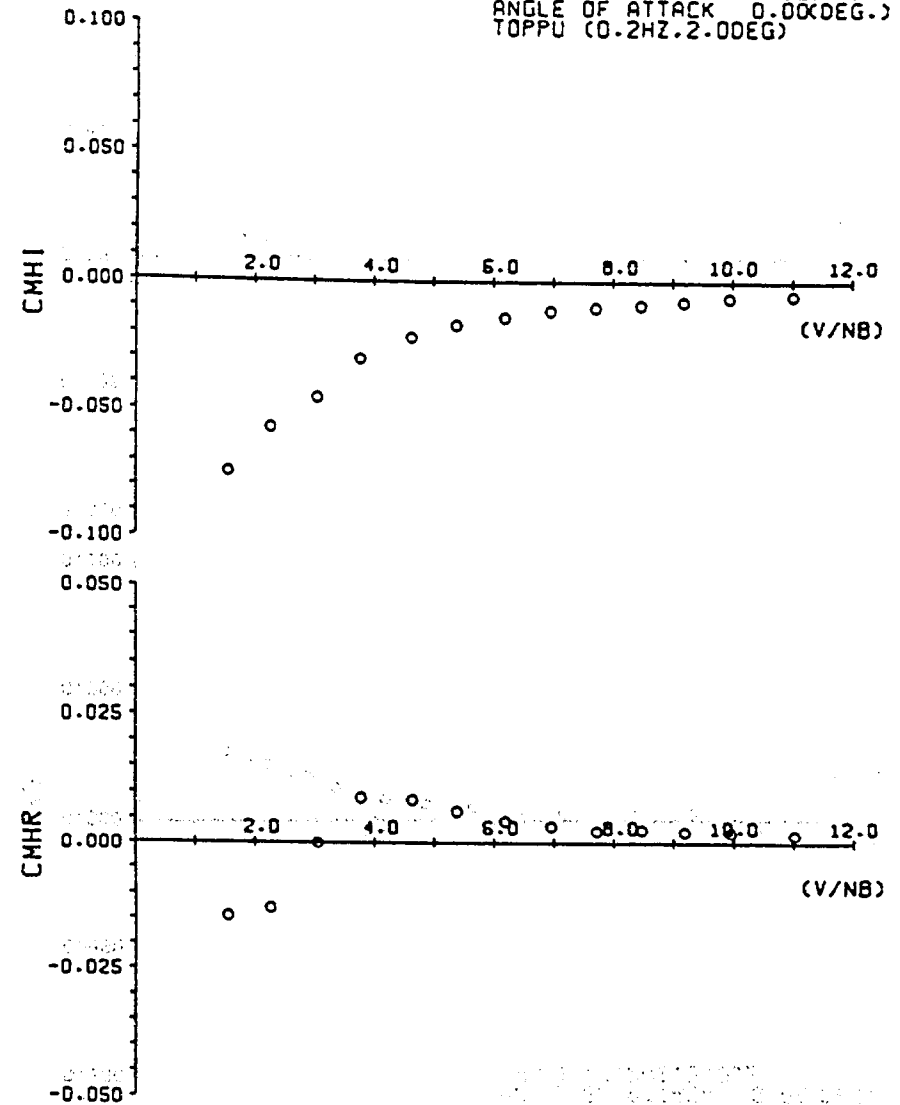
MODEL NAME 1/6 FLAP  
 BEN. UNI.  
 FREQUENCY 2.00(HZ)  
 AMPLITUDE 3.04(MM)  
 ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
 TOPPU (0.2HZ,2.00DEG.)



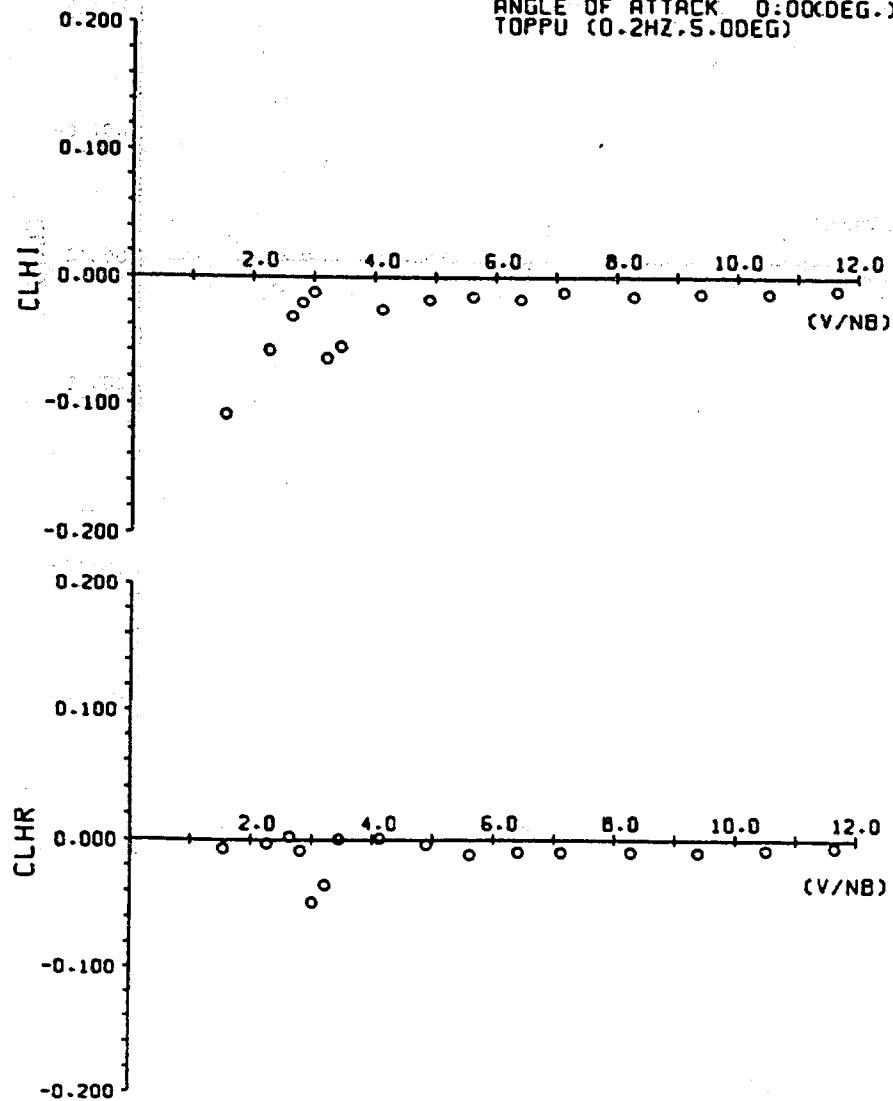
MODEL NAME 1/6 FLAP  
 BEN. UNI.  
 FREQUENCY 2.00(HZ)  
 AMPLITUDE 9.12(MM)  
 ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
 TOPPU (0.2HZ,2.00DEG)



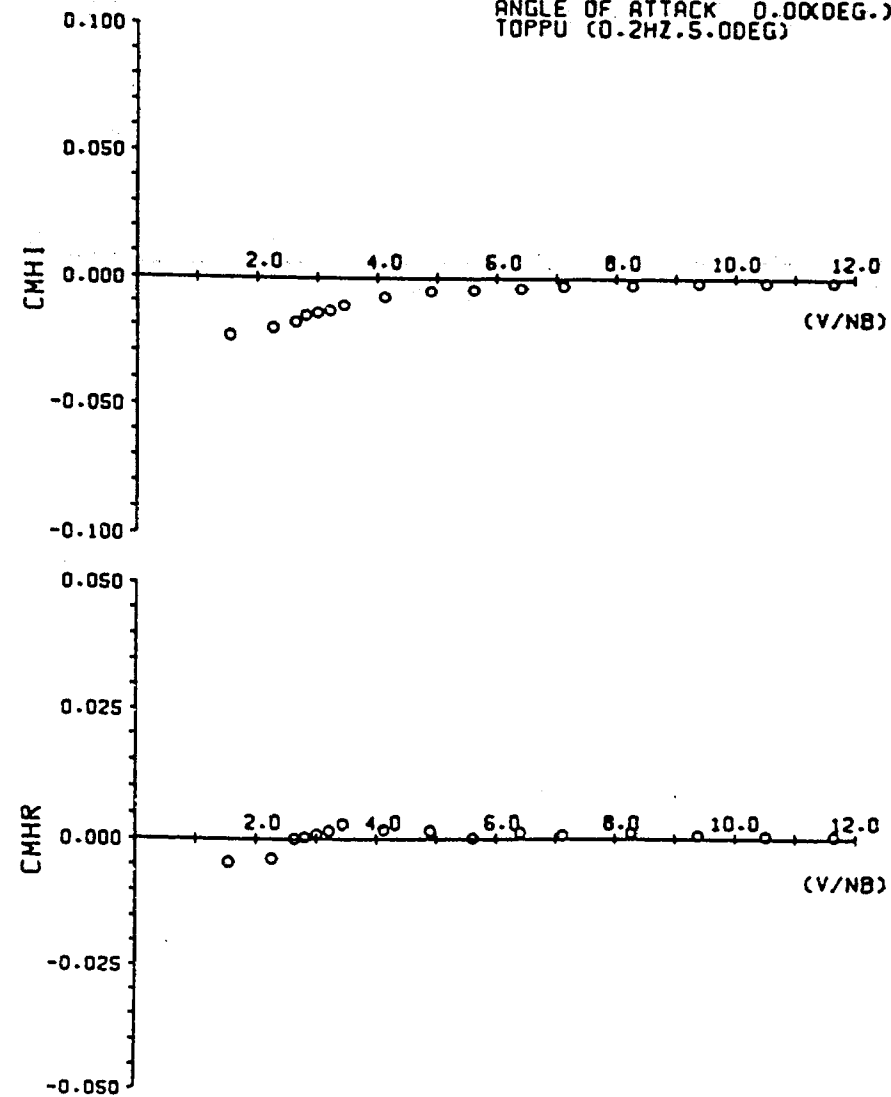
MODEL NAME 1/6 FLAP  
 BEN. UNI.  
 FREQUENCY 2.00(HZ)  
 AMPLITUDE 9.12(MM)  
 ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
 TOPPU (0.2HZ,2.00DEG)



MODEL NAME 1/6 FLAP  
 BEN. UNI.  
 FREQUENCY 2.00(HZ)  
 AMPLITUDE 3.04(MM)  
 ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
 TOPPU (0.2HZ,5.0DEG)

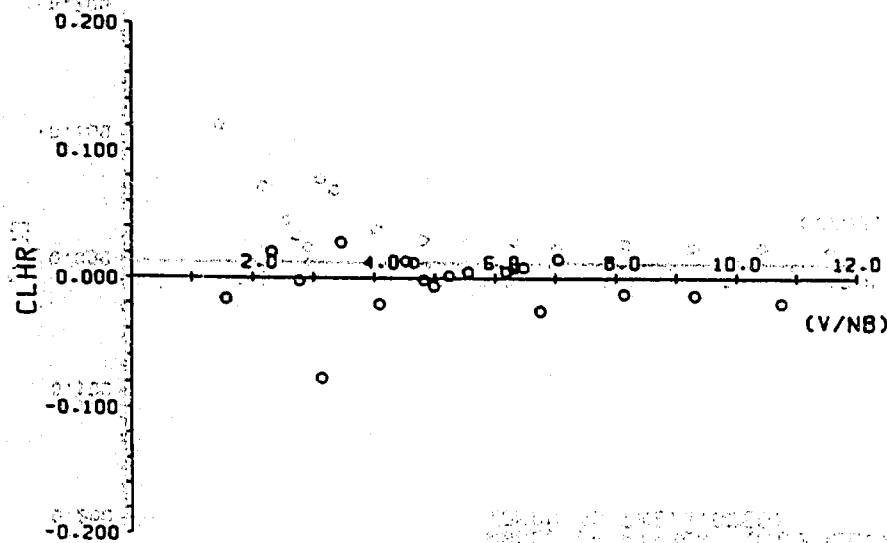
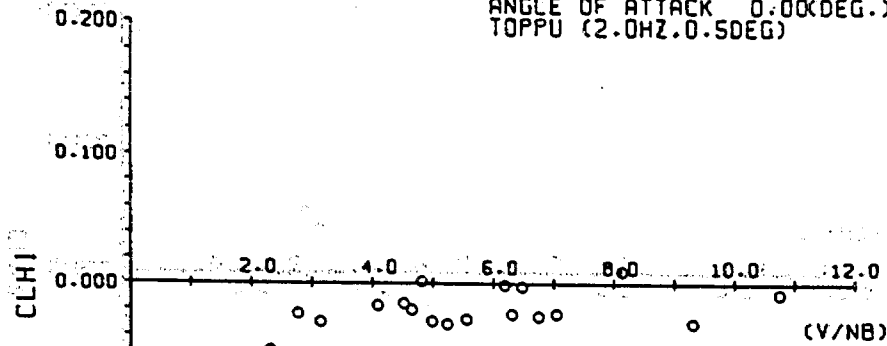


MODEL NAME 1/6 FLAP  
 BEN. UNI.  
 FREQUENCY 2.00(HZ)  
 AMPLITUDE 3.04(MM)  
 ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
 TOPPU (0.2HZ,5.0DEG)



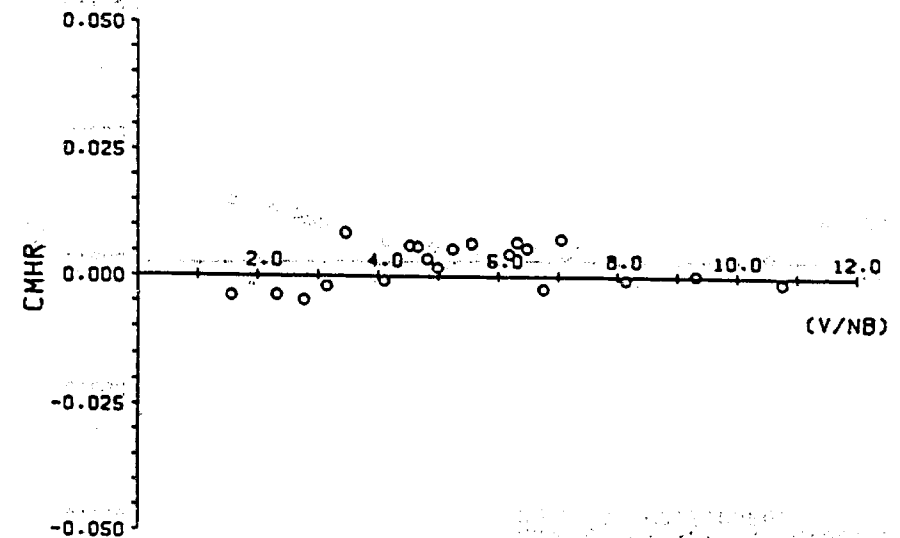
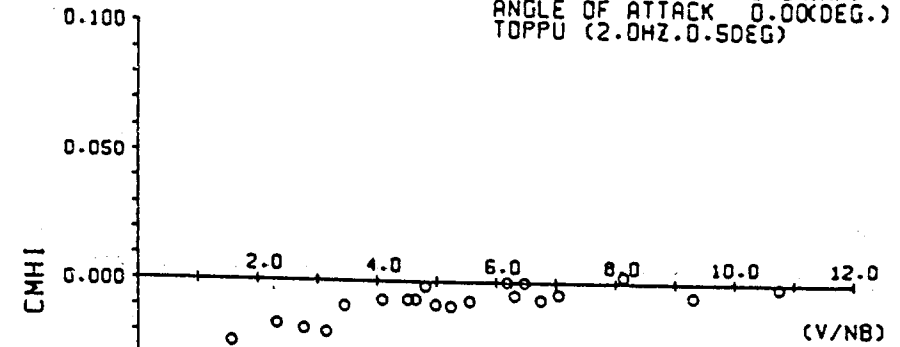
MODEL NAME 1/6 FLAP

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 3.04(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
TOPPU (2.0HZ.0.50DEG)

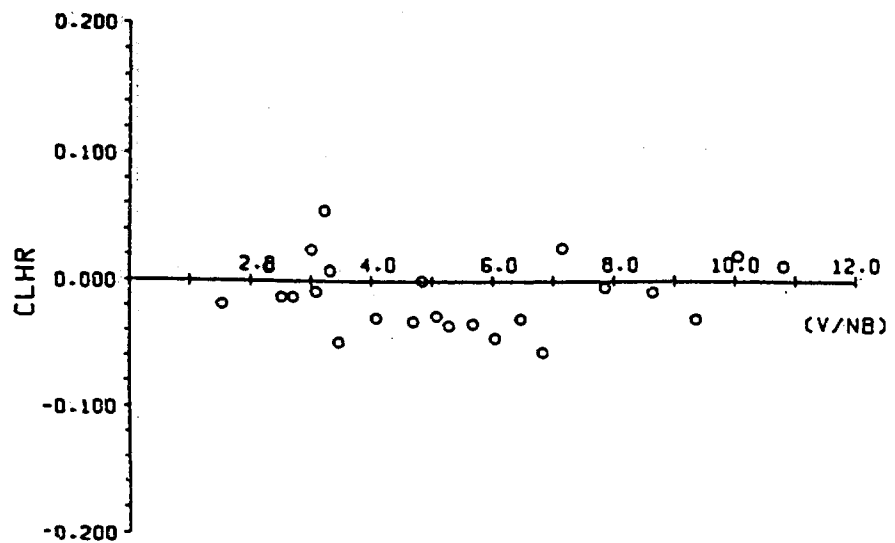
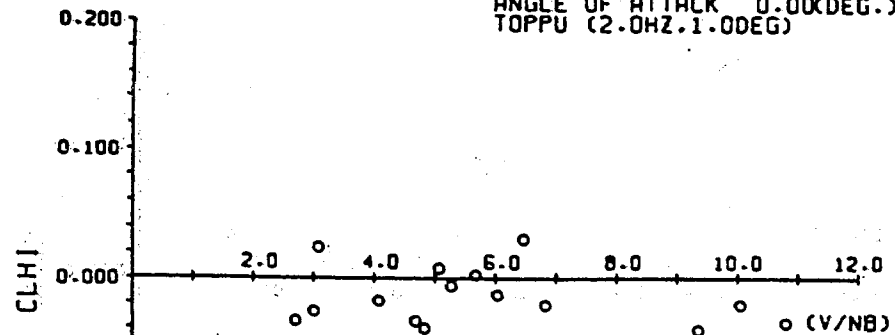


MODEL NAME 1/6 FLAP

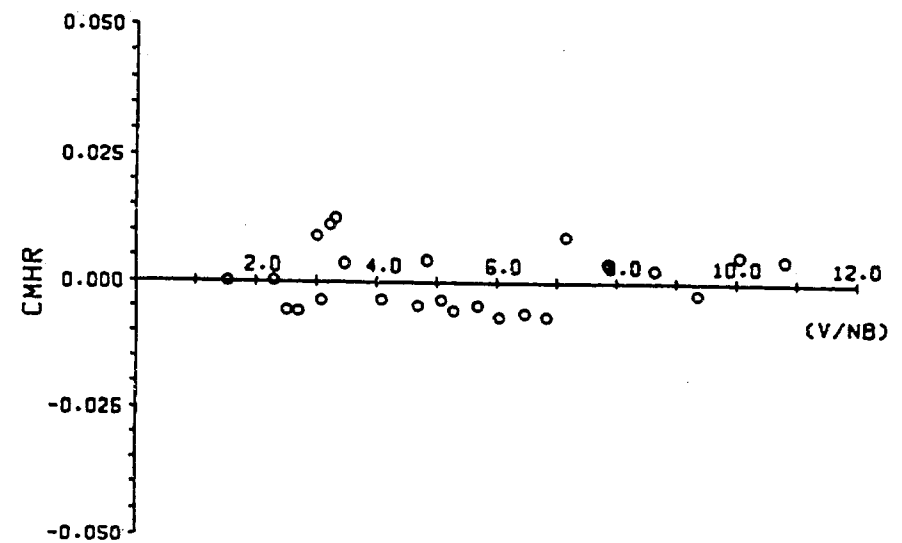
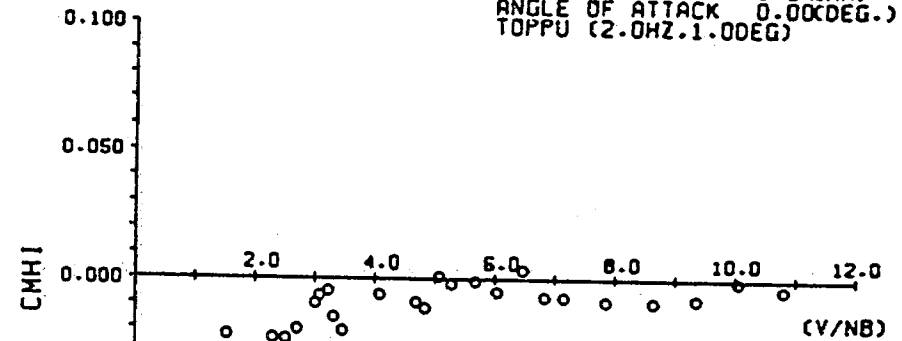
BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 3.04(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
TOPPU (2.0HZ.0.50DEG)



MODEL NAME 1/6 FLAP  
 BEN. UNI.  
 FREQUENCY 2.00(HZ)  
 AMPLITUDE 3.04(MM)  
 ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
 TOPPU (2.0HZ,1.0DEG)

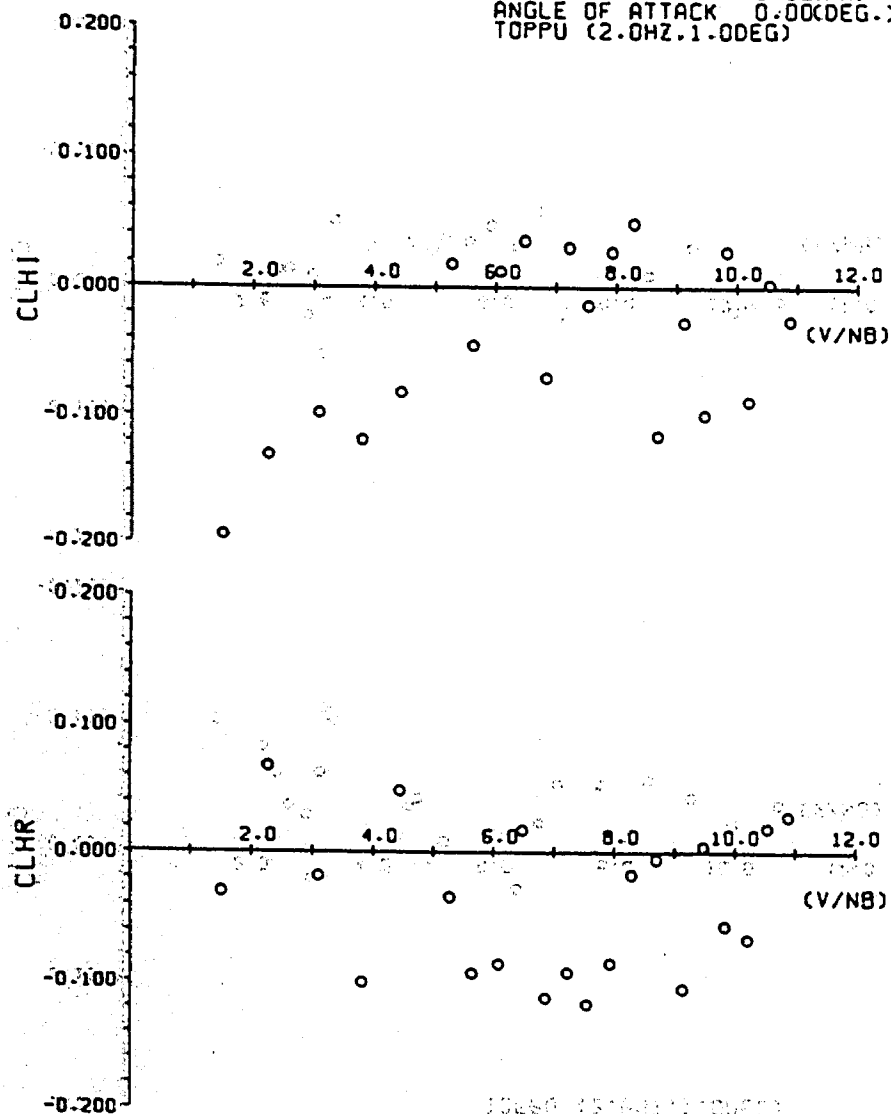


MODEL NAME 1/6 FLAP  
 BEN. UNI.  
 FREQUENCY 2.00(HZ)  
 AMPLITUDE 3.04(MM)  
 ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
 TOPPU (2.0HZ,1.0DEG)



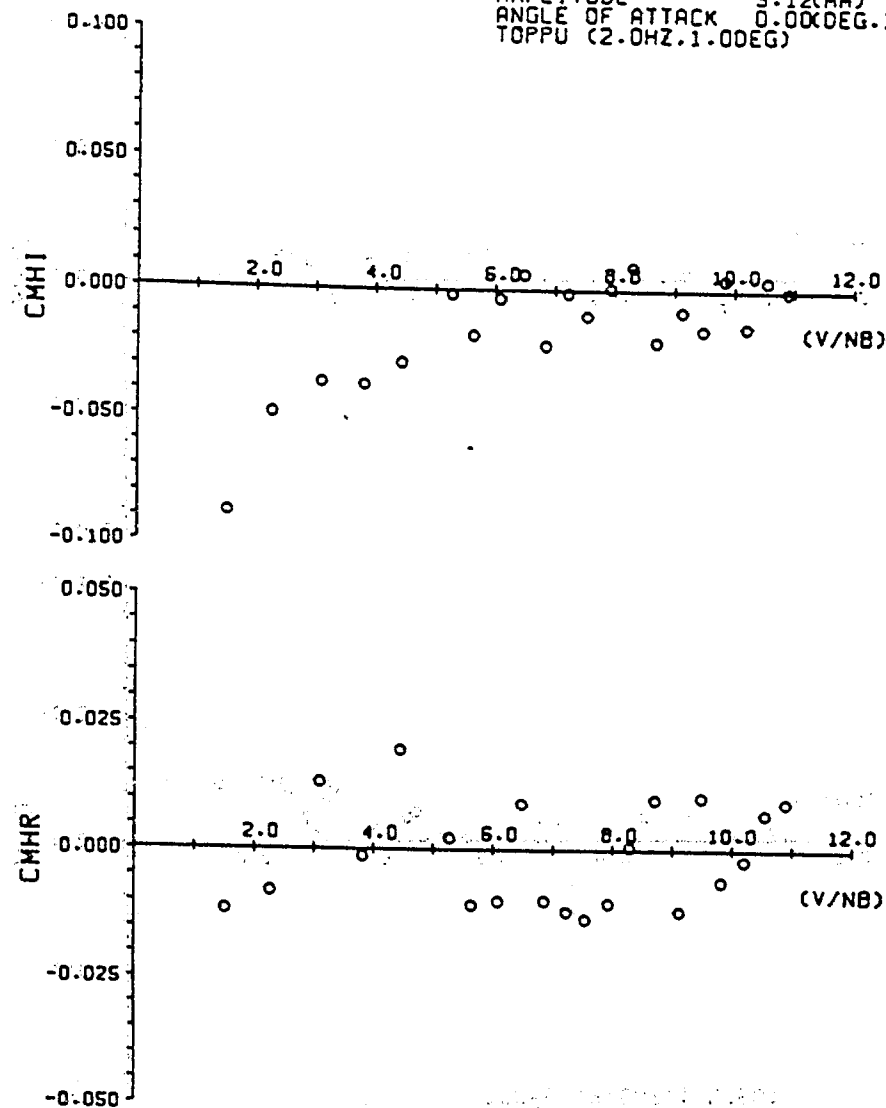
MODEL NAME 1/6 FLAP

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 9.12(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
TOPPU (2.0HZ,1.0DEG)

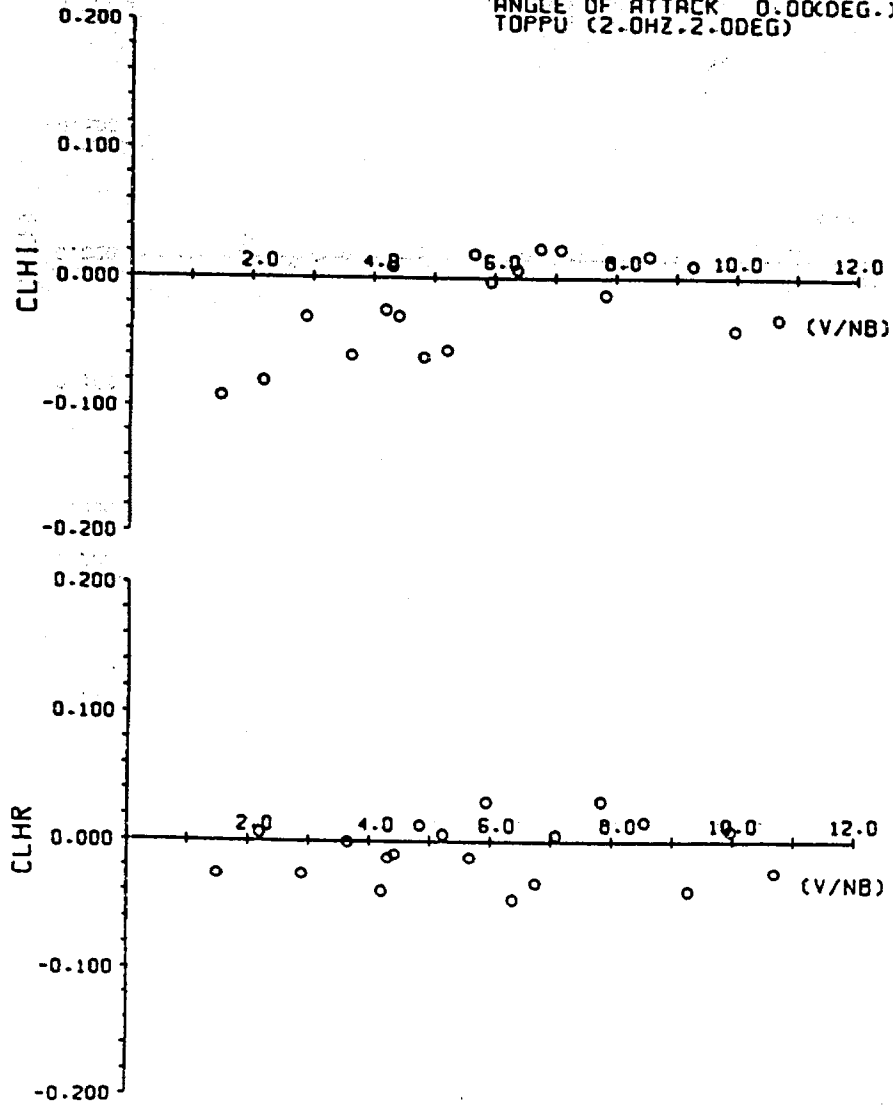


MODEL NAME 1/6 FLAP

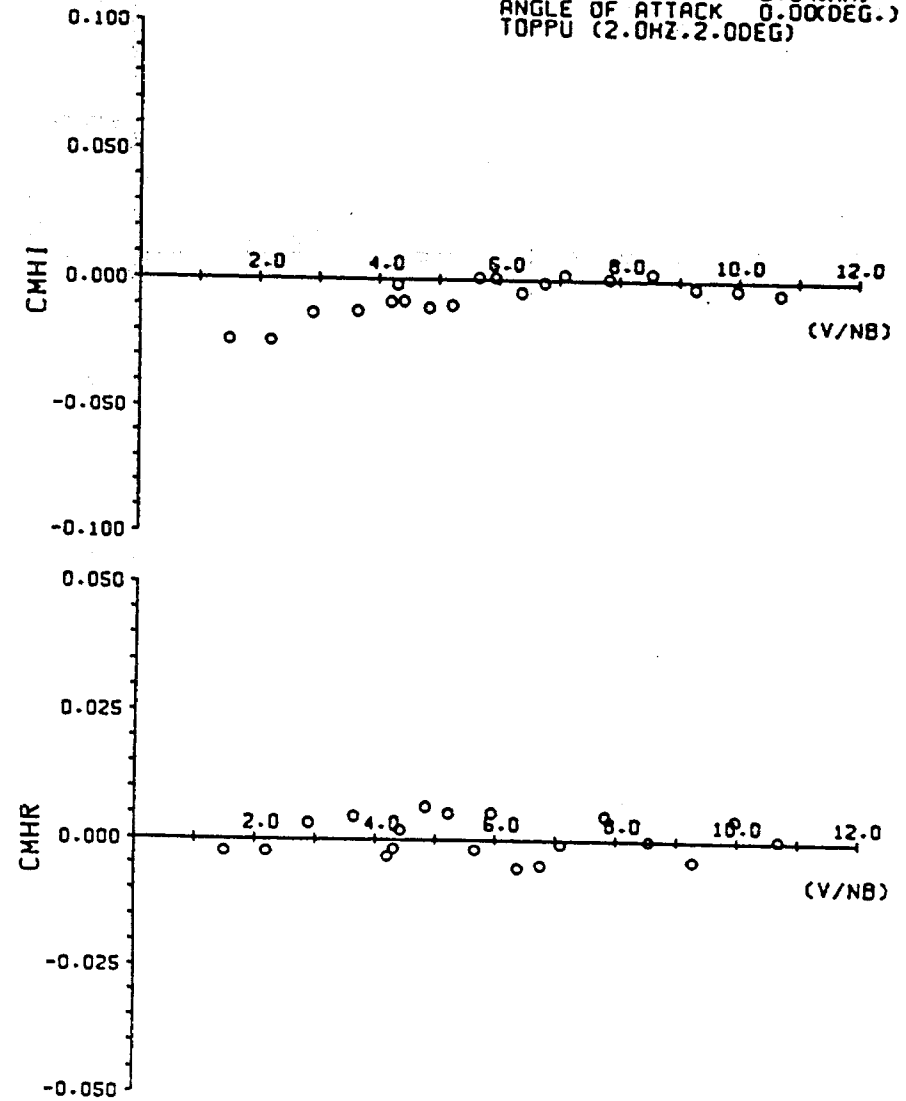
BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 9.12(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
TOPPU (2.0HZ,1.0DEG)



MODEL NAME 1/6 FLAP  
 BEN. UNI.  
 FREQUENCY 2.00(HZ)  
 AMPLITUDE 3.04(MM)  
 ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
 TOPPU (2.0HZ,2.0DEG)

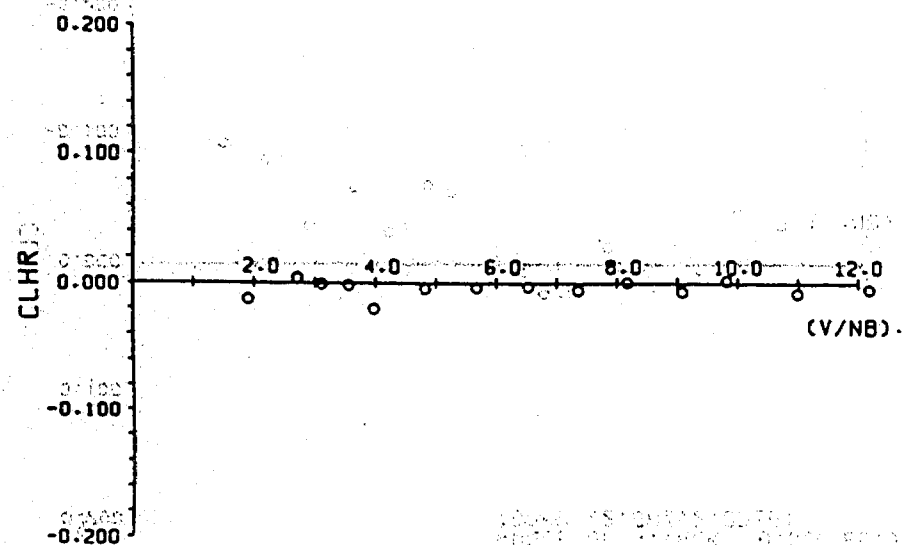
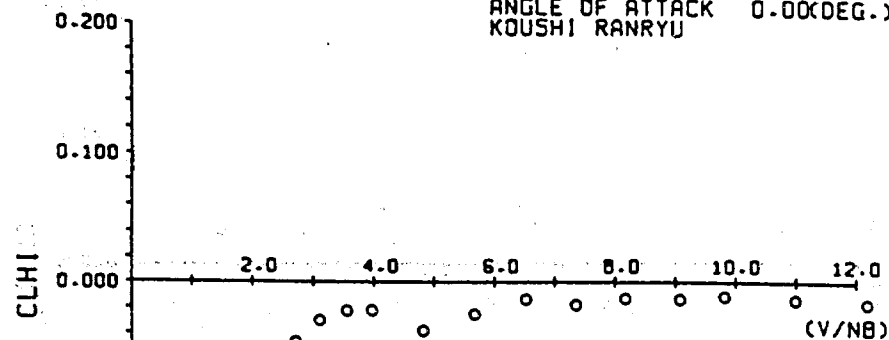


MODEL NAME 1/6 FLAP  
 BEN. UNI.  
 FREQUENCY 2.00(HZ)  
 AMPLITUDE 3.04(MM)  
 ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
 TOPPU (2.0HZ,2.0DEG)



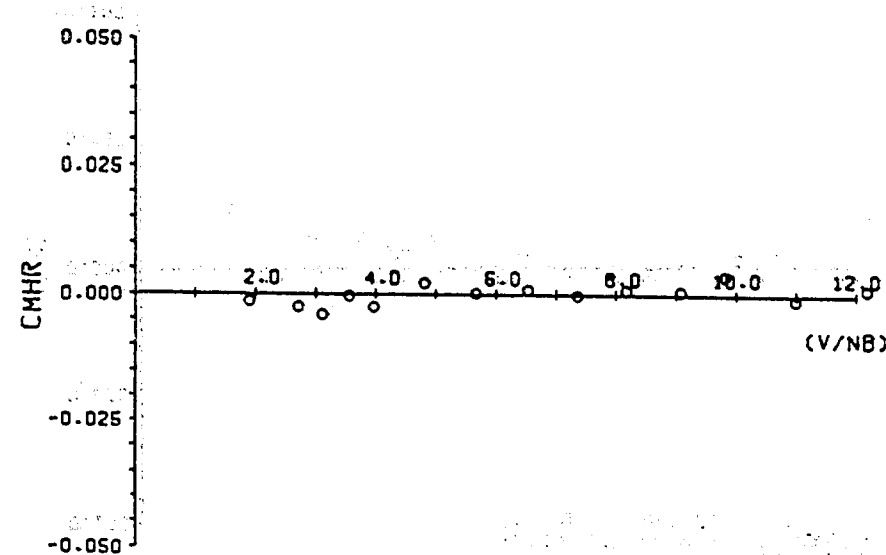
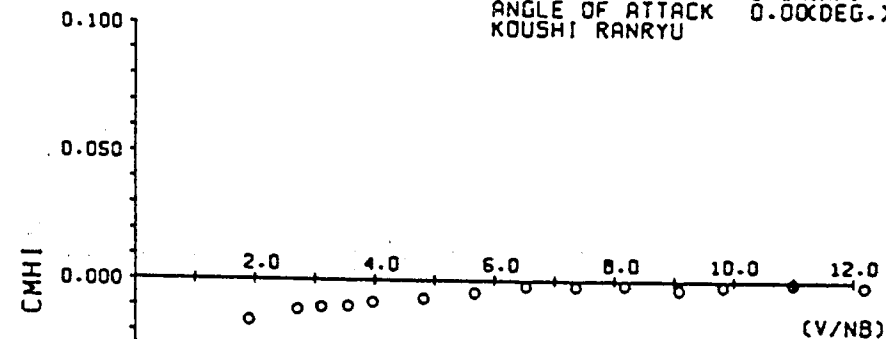
MODEL NAME 1/6 FLAP

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 3.04(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
KOSHII RANRYU



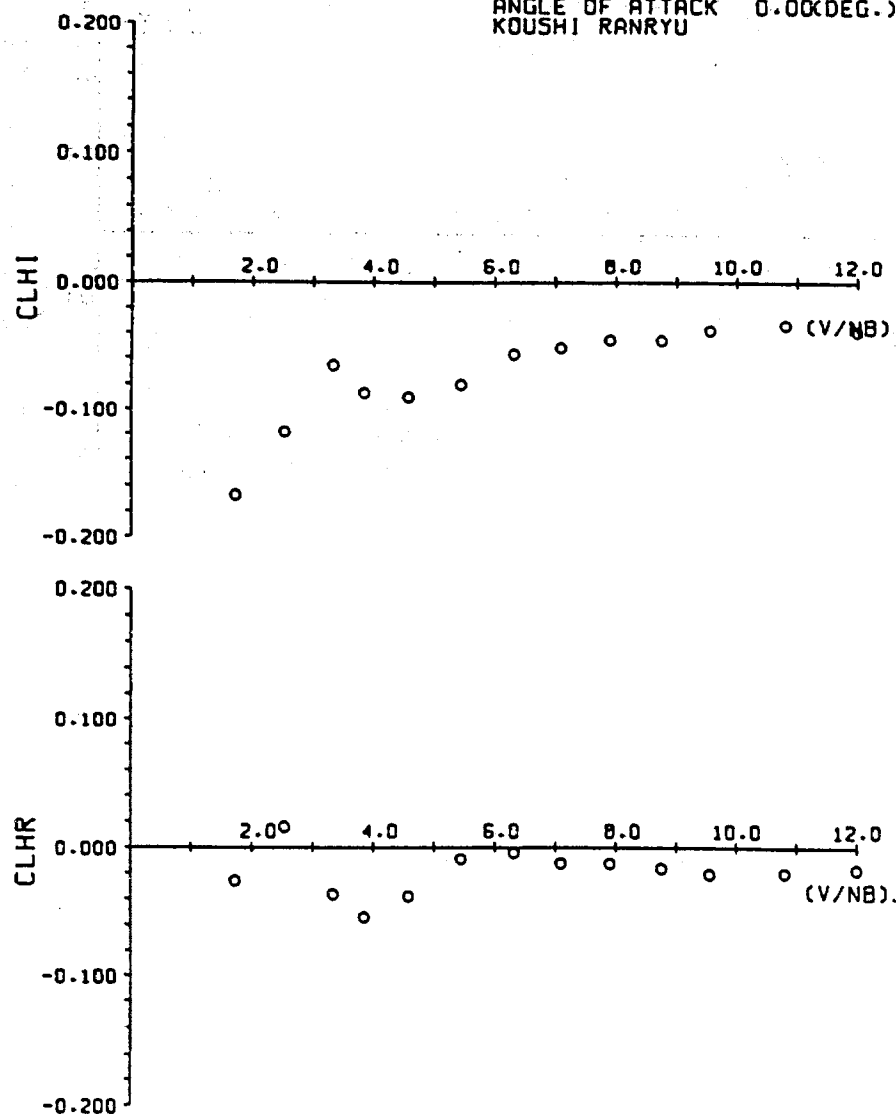
MODEL NAME 1/6 FLAP

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 3.04(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
KOSHII RANRYU



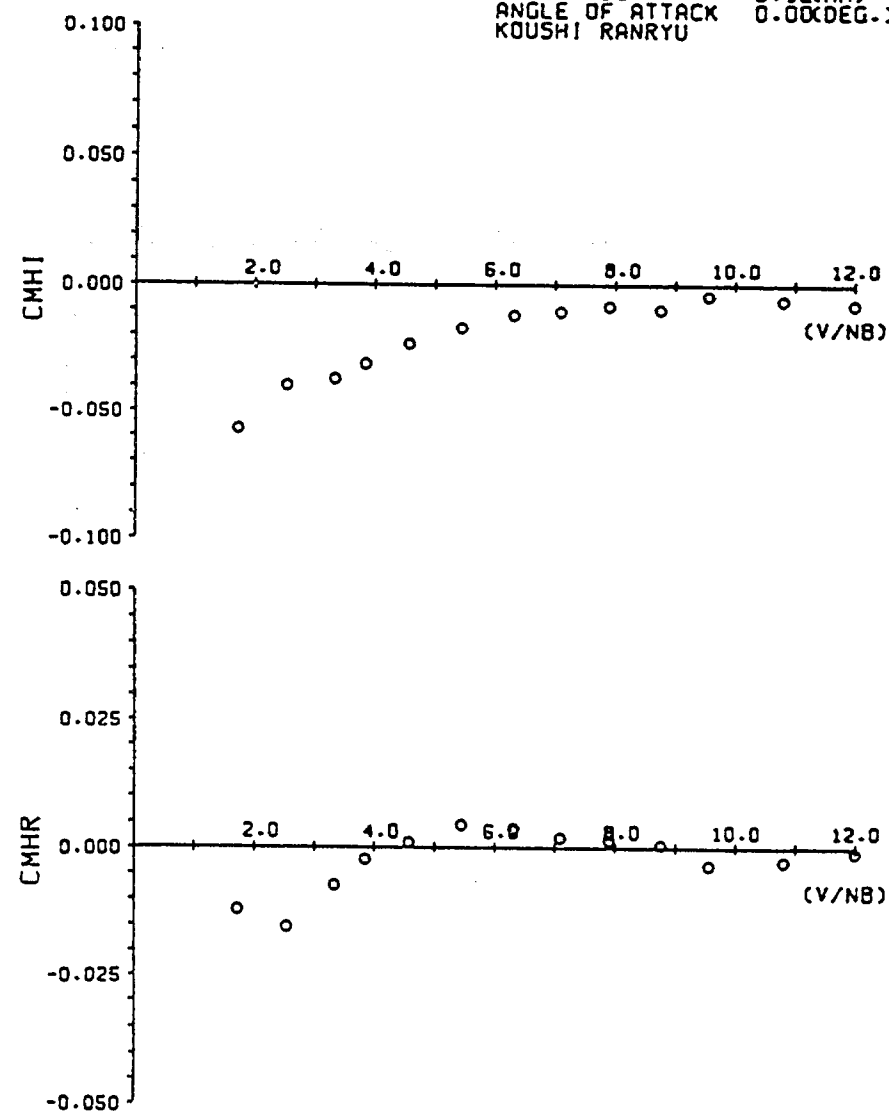
MODEL NAME 1/6 FLAP

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 9.12(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
KOUSHI RANRYU



MODEL NAME 1/6 FLAP

BEN. UNI.  
FREQUENCY 2.00(HZ)  
AMPLITUDE 9.12(MM)  
ANGLE OF ATTACK 0.00(DEG.)  
KOUSHI RANRYU



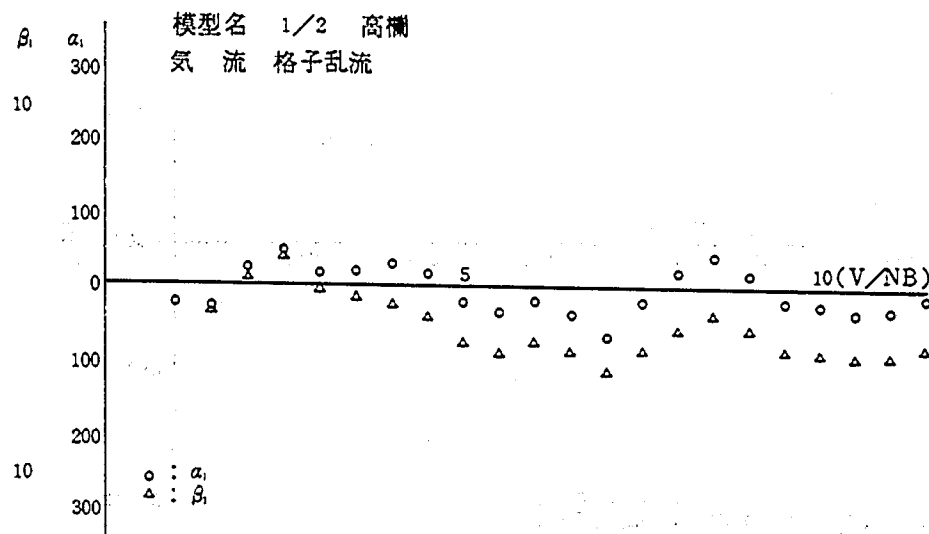
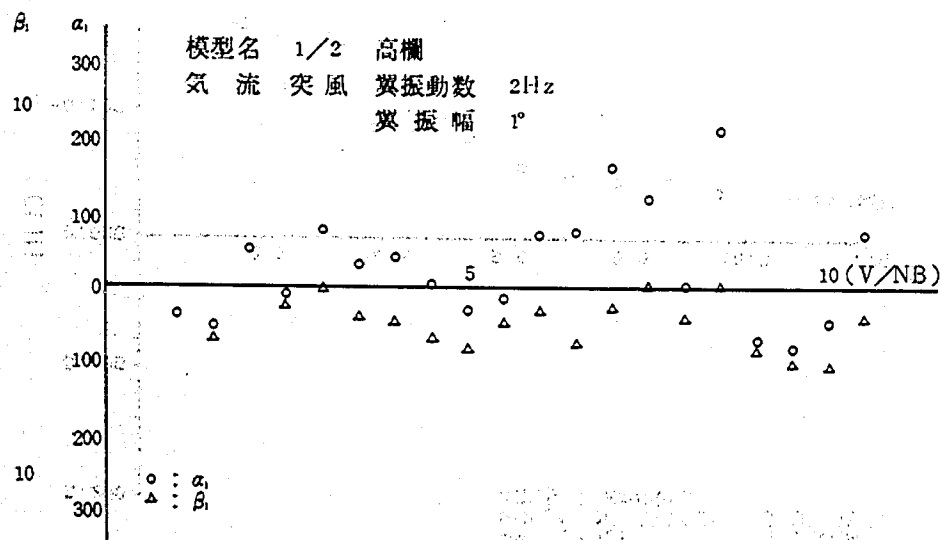
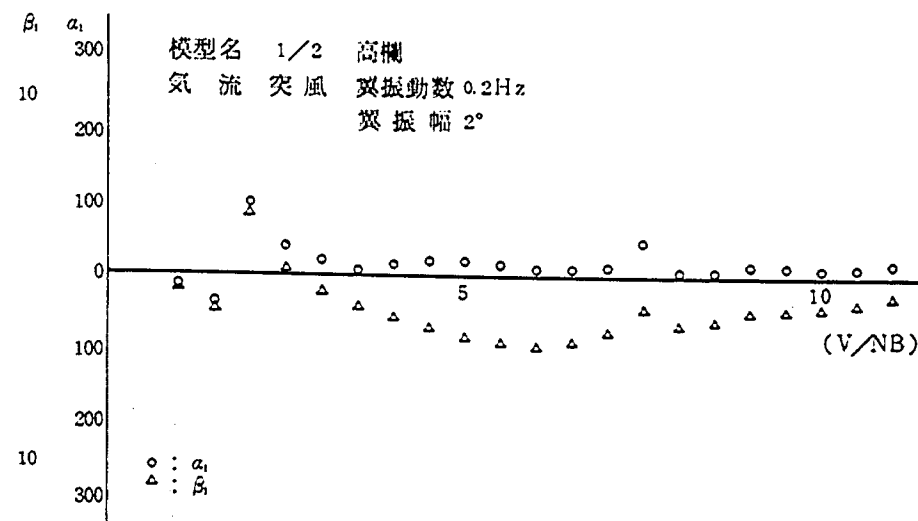
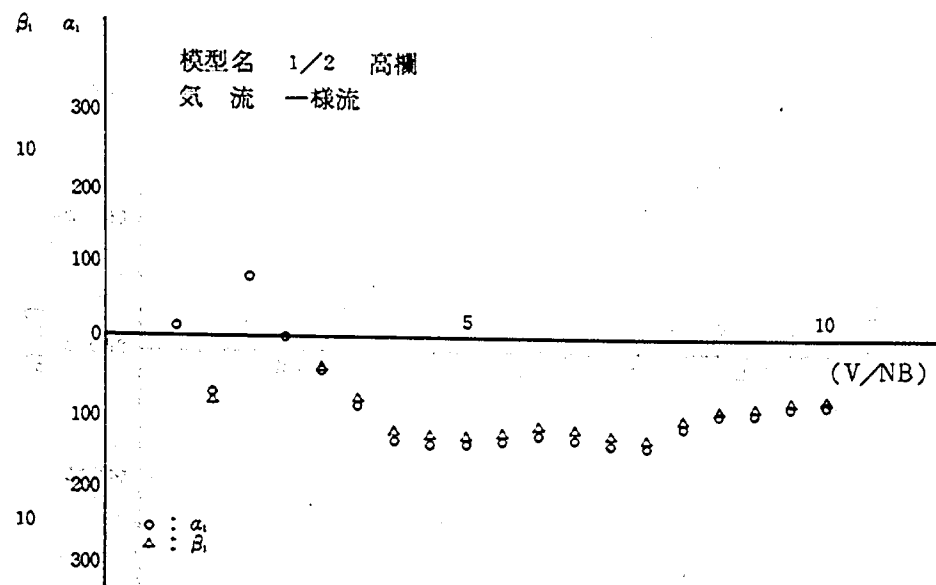


図-1-9-1

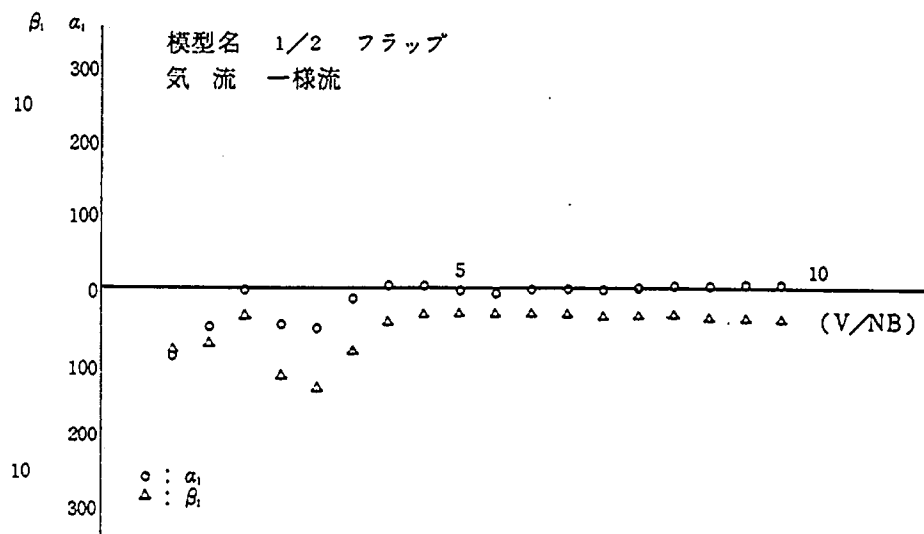
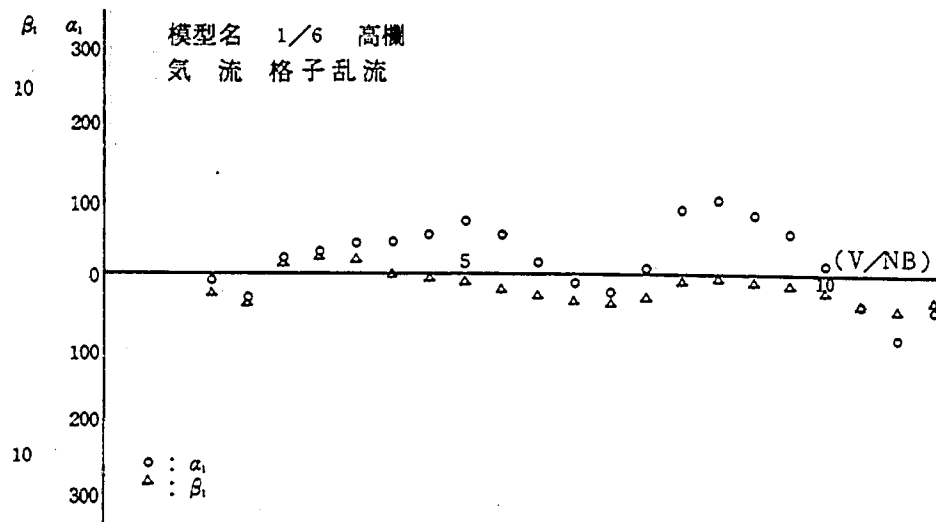
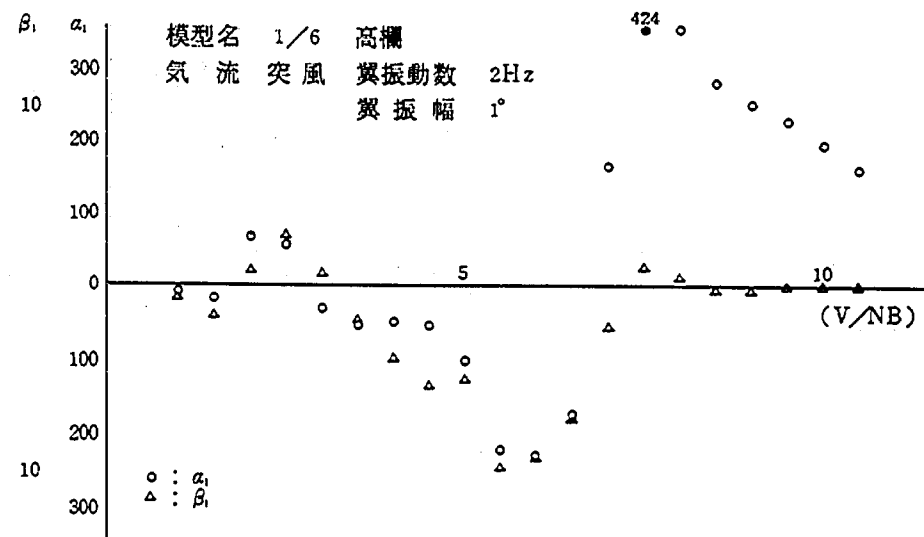
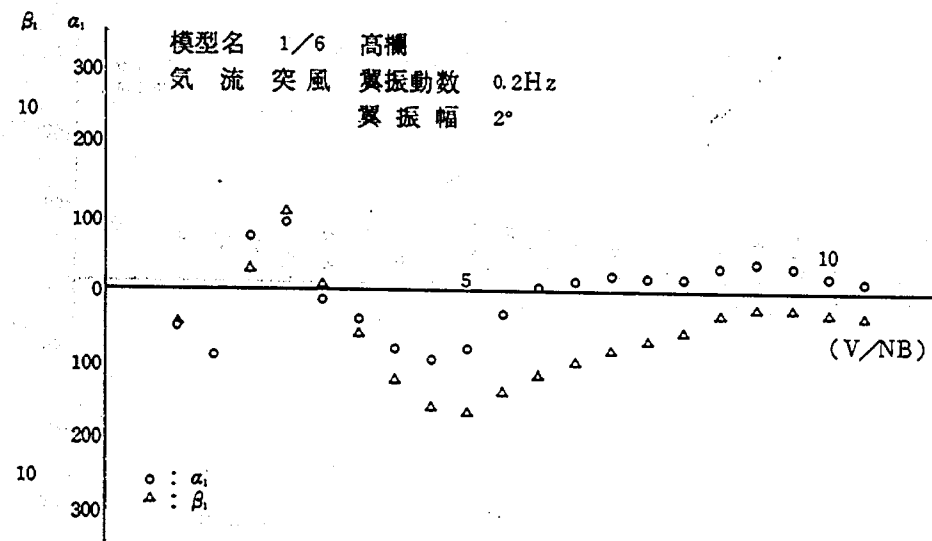
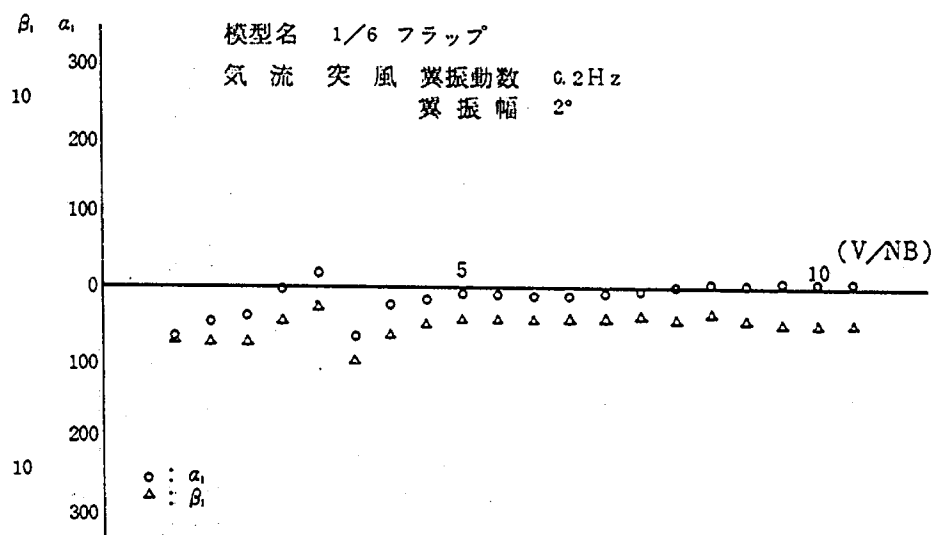
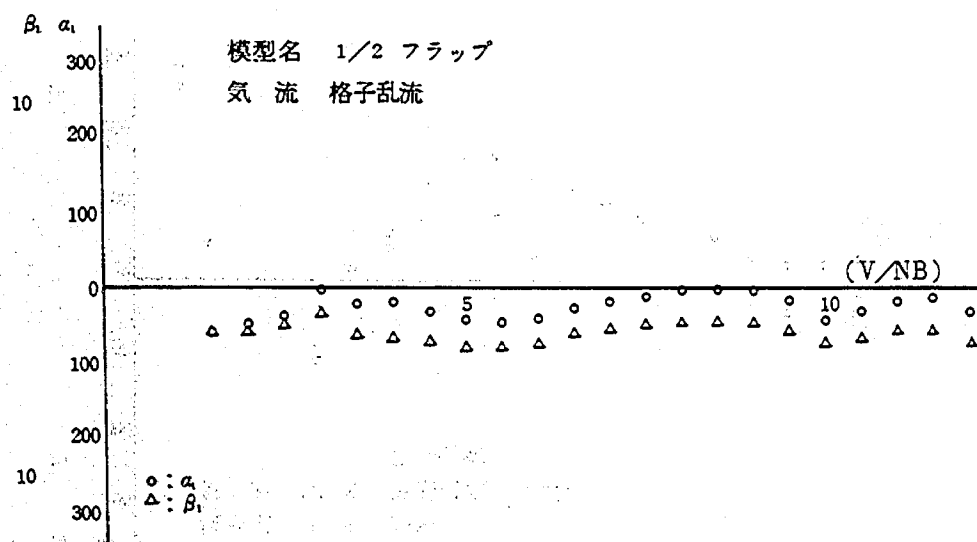
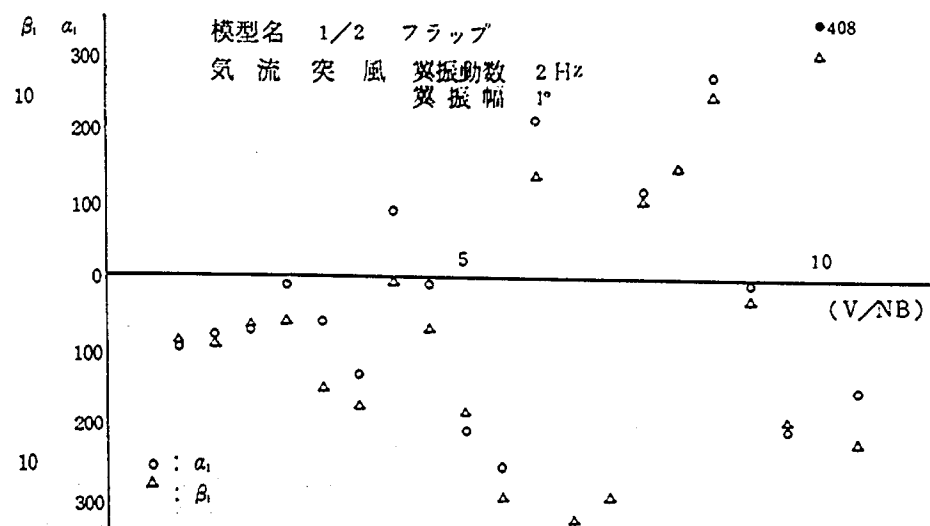
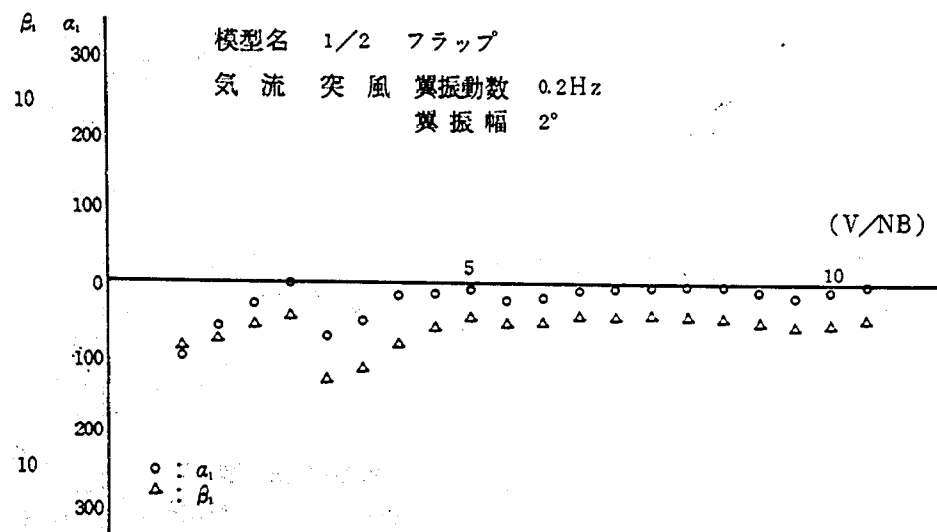


図-1-9-2



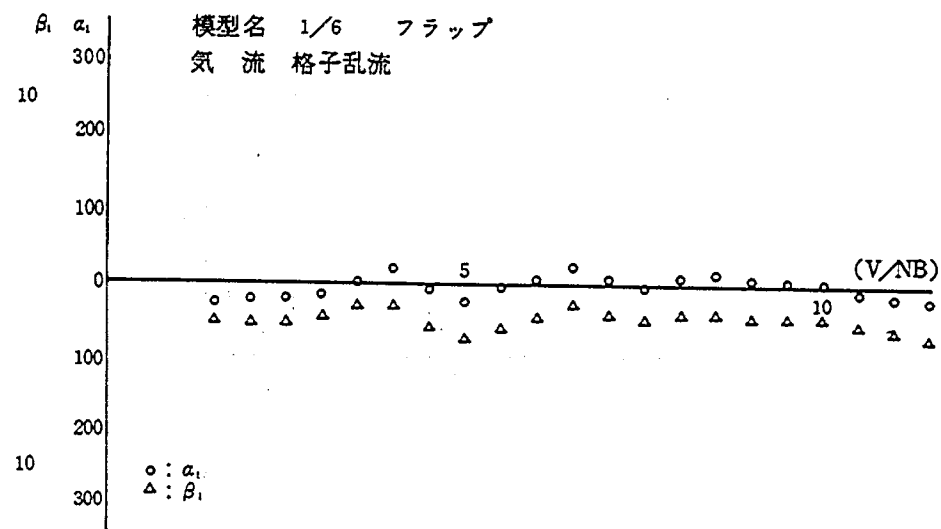
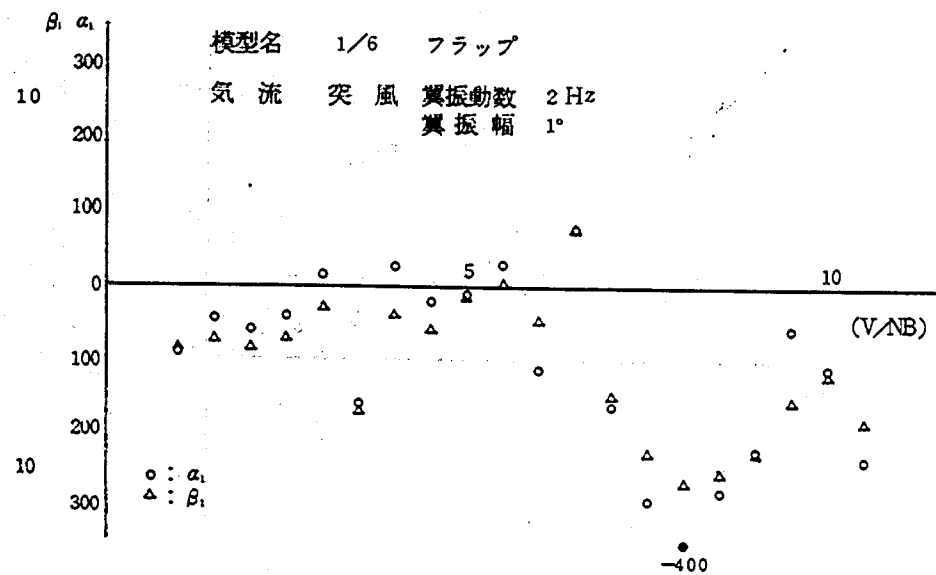
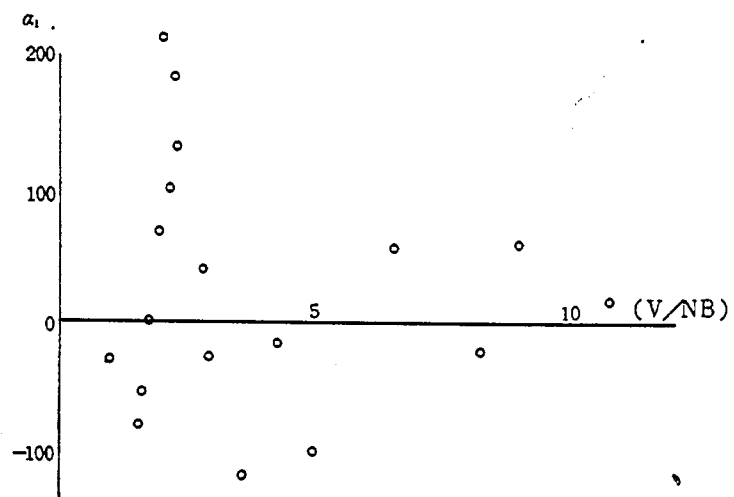
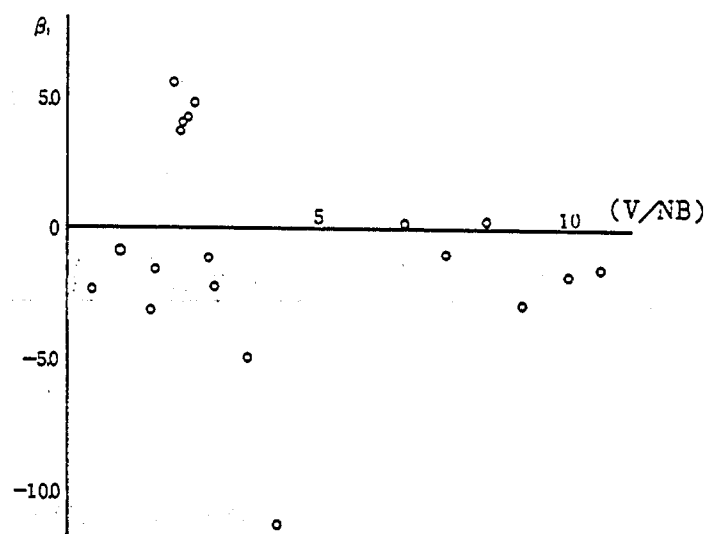
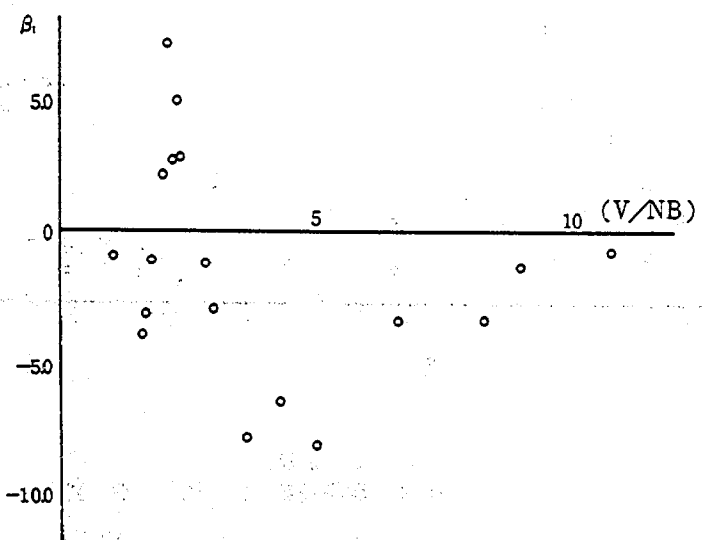
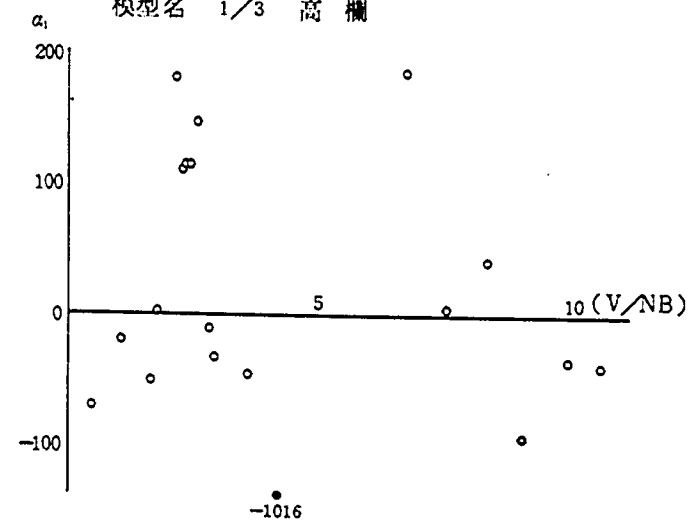


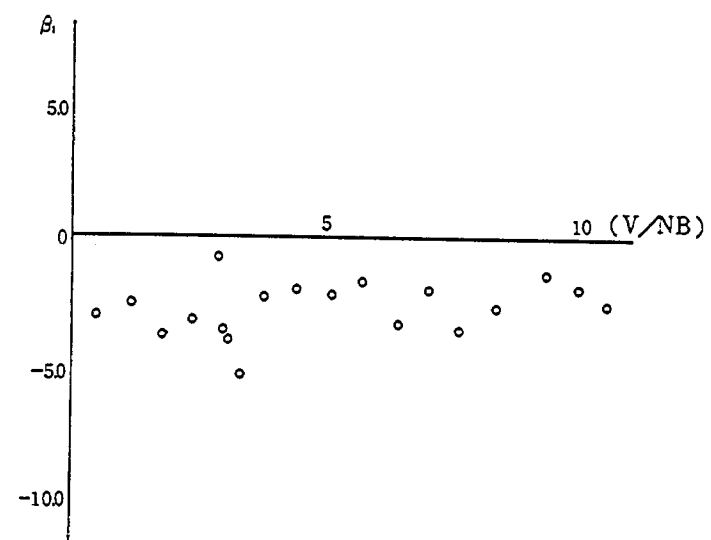
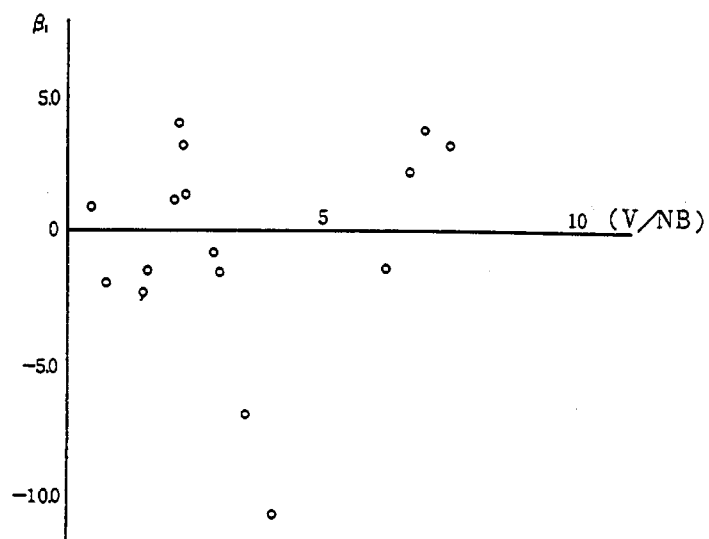
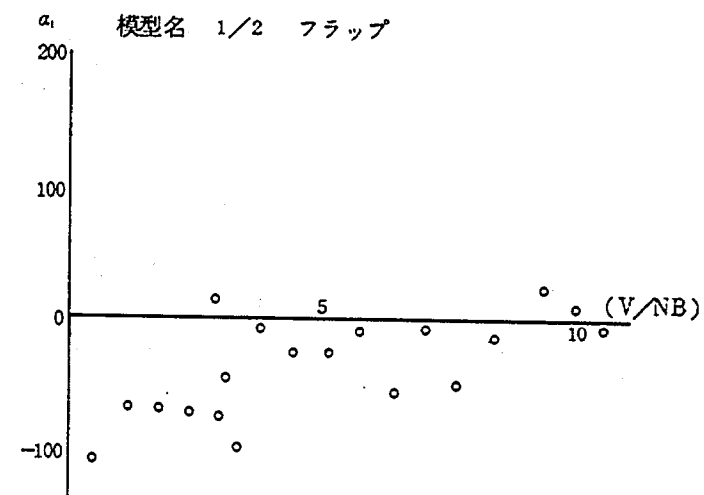
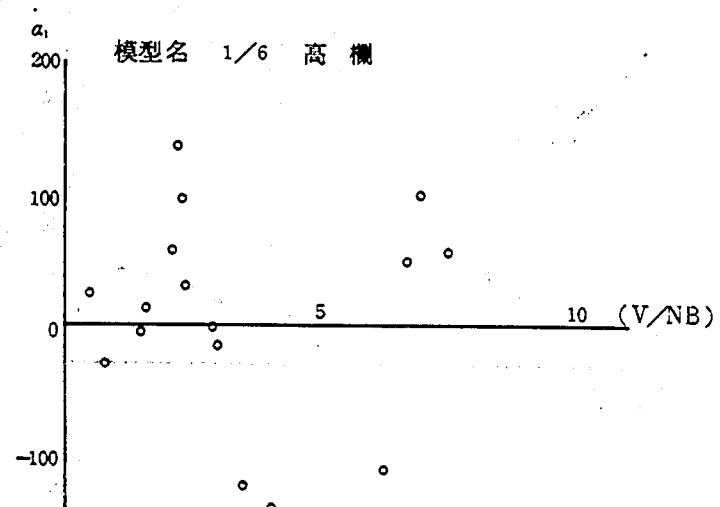
図-1-9-4

模型名 1/2 高 欄



模型名 1/3 高 欄





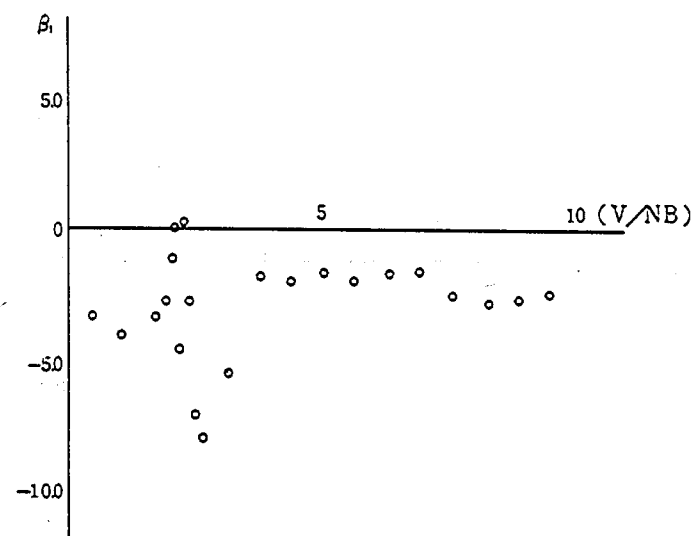
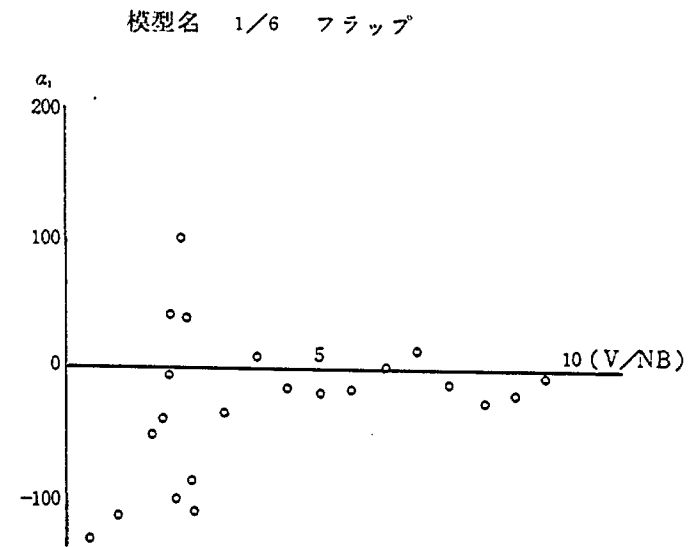
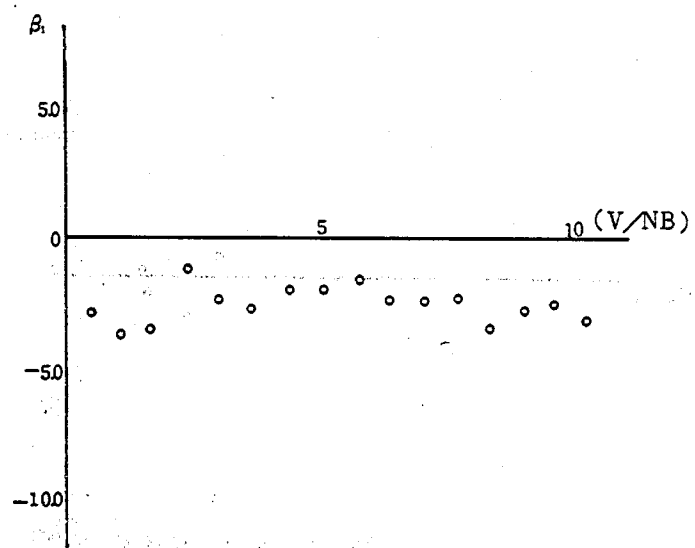
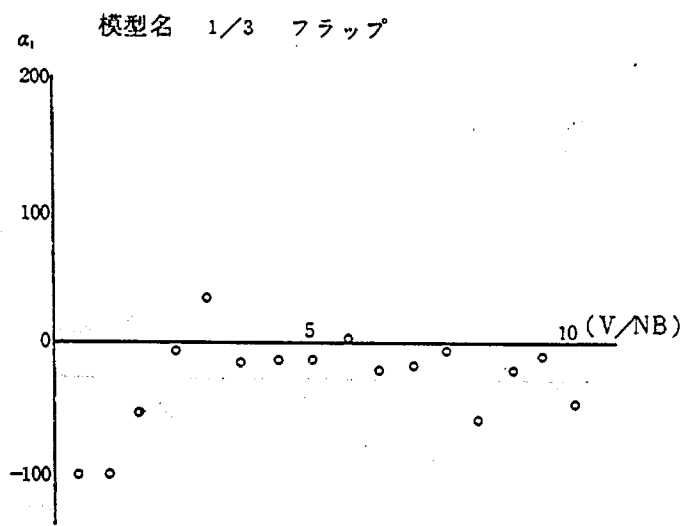
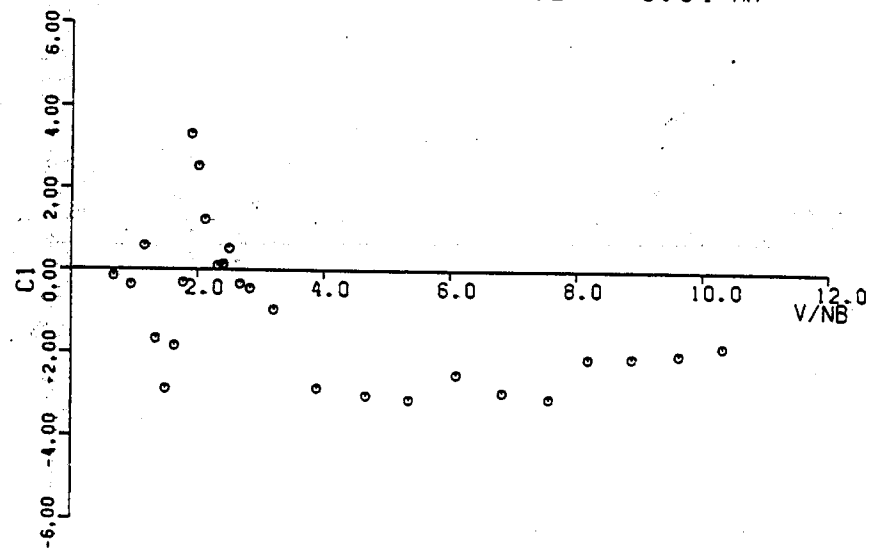


図-1-9-7

1/2 KOURAN

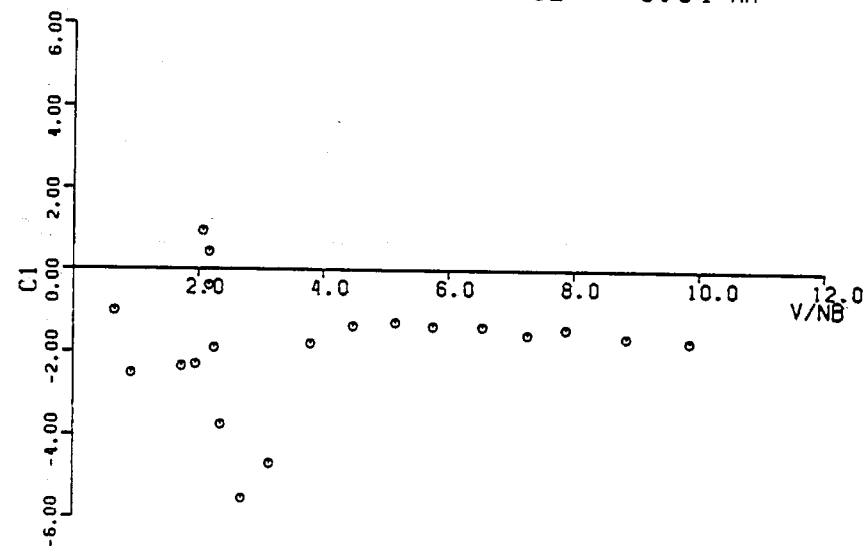
ICHIYOURYU  
SETY= 3.04 MM



☒-1-10-1

1/2 FLAP

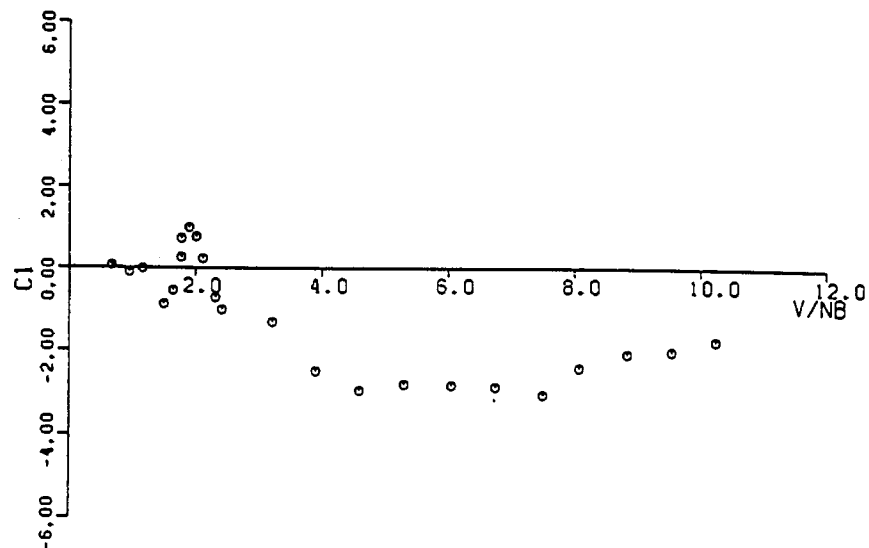
ICHIYOURYU  
SETY= 3.04 MM



☒-1-10-2

1/2 KOURAN

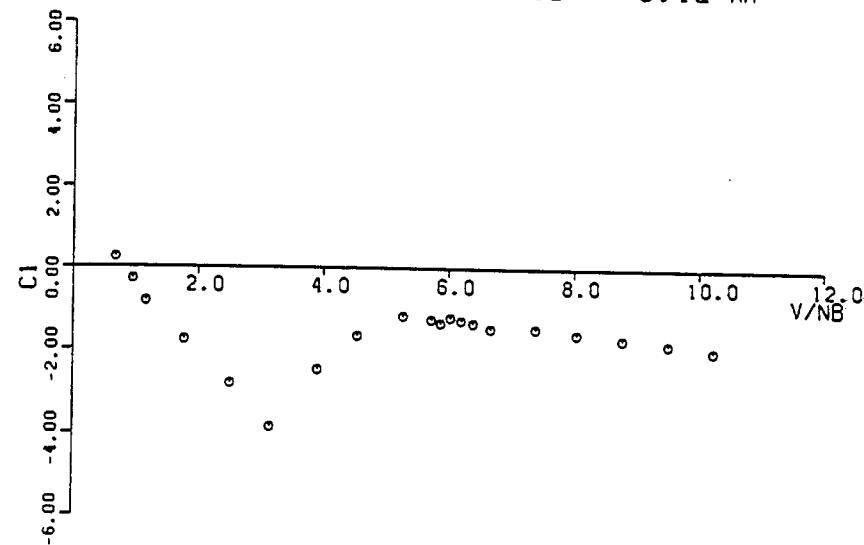
ICHIYOURYU  
SETY= 9.12 MM



☒-1-10-3

1/2 FLAP

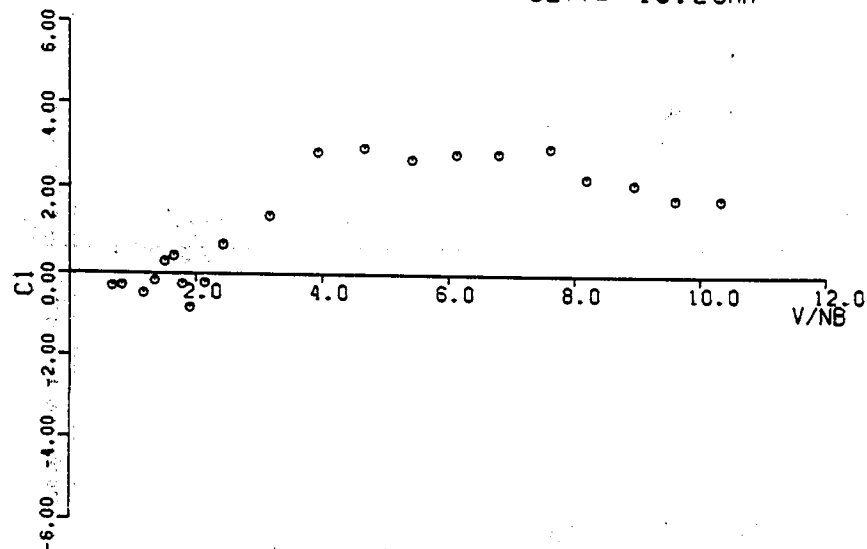
ICHIYOURYU  
SETY= 9.12 MM



☒-1-10-4

1/2 KOURAN

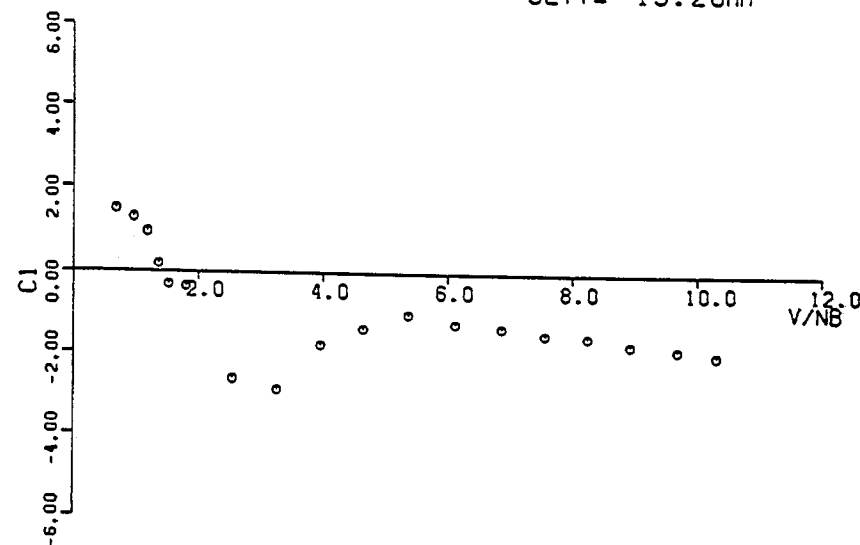
ICHIYOURYU  
SETY= 15.20MM



☒-1-10-5

1/2 FLAP

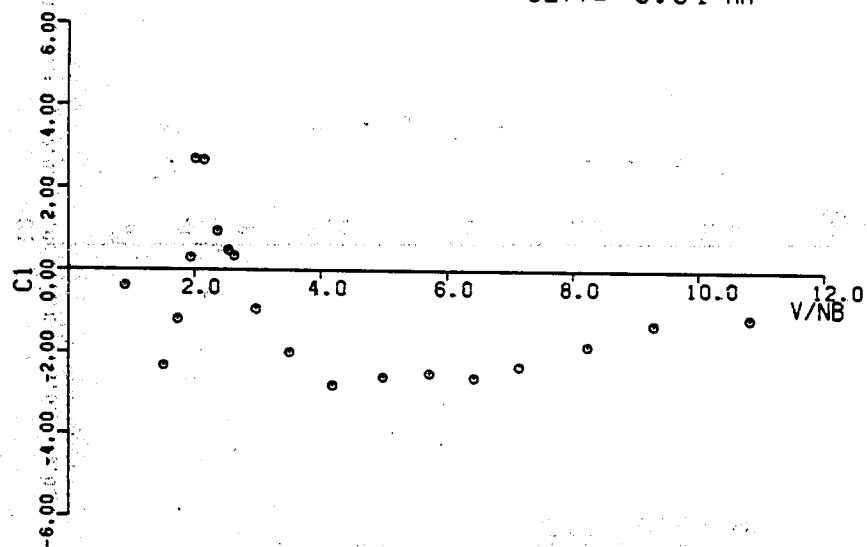
ICHIYOURYU  
SETY= 15.20MM



☒-1-10-6

1/2 KOURAN

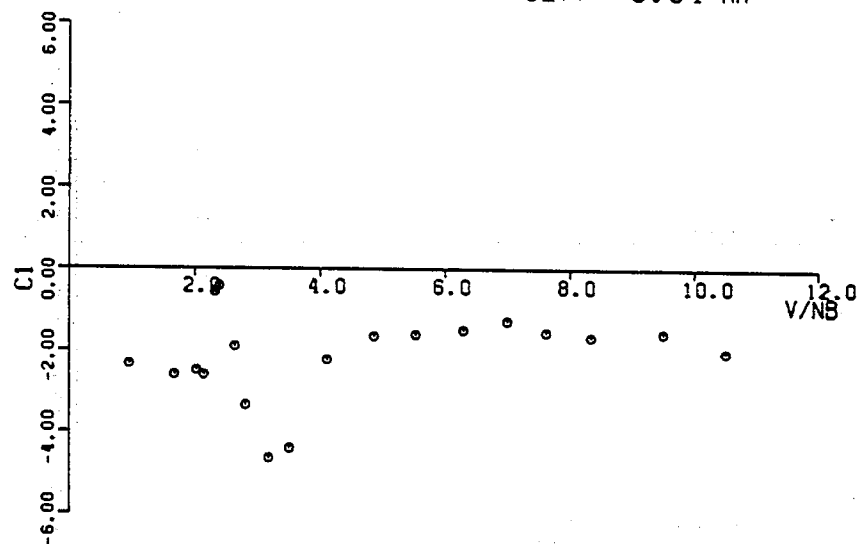
TOPPU (0.2HZ,0.5DEG)  
SETY= 3.04 MM



☒-1-10-7

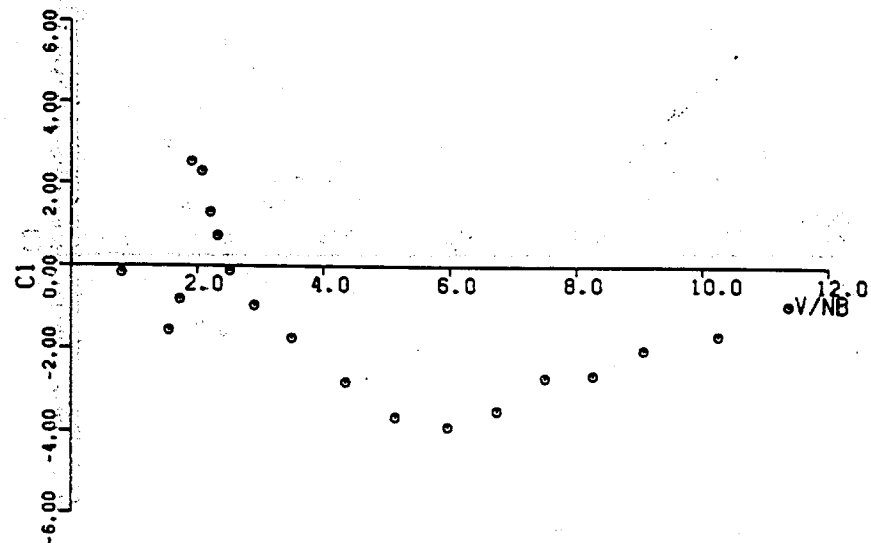
1/2 FLAP

TOPPU (0.2HZ,0.5DEG)  
SETY= 3.04 MM



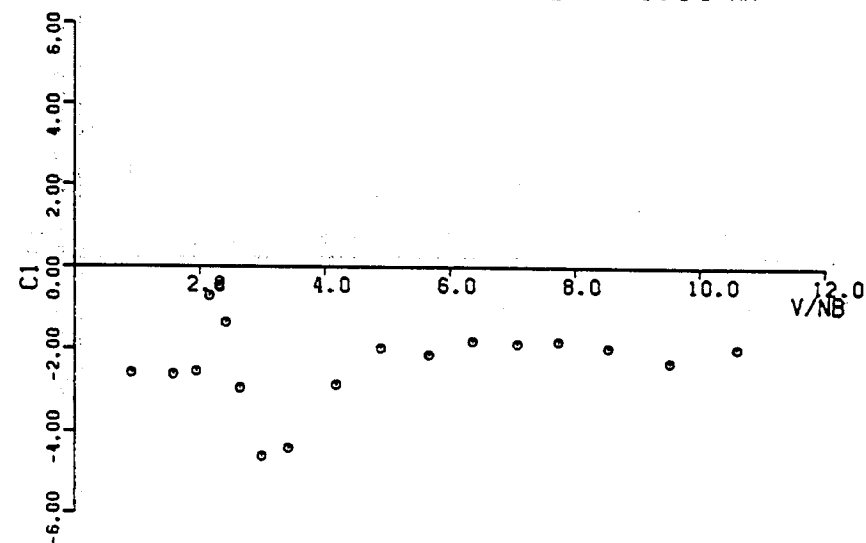
☒-1-10-8

1/2 KOURAN TOPPU (0.2HZ,2.0DEG)  
SETY= 3.04 MM



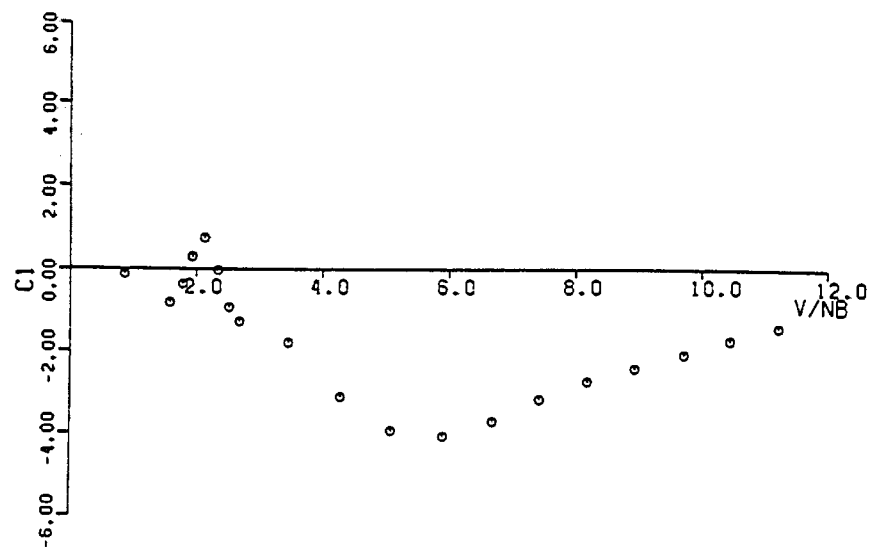
☒-1-10-9

1/2 FLAP TOPPU (0.2HZ,2.0DEG)  
SETY= 3.04 MM



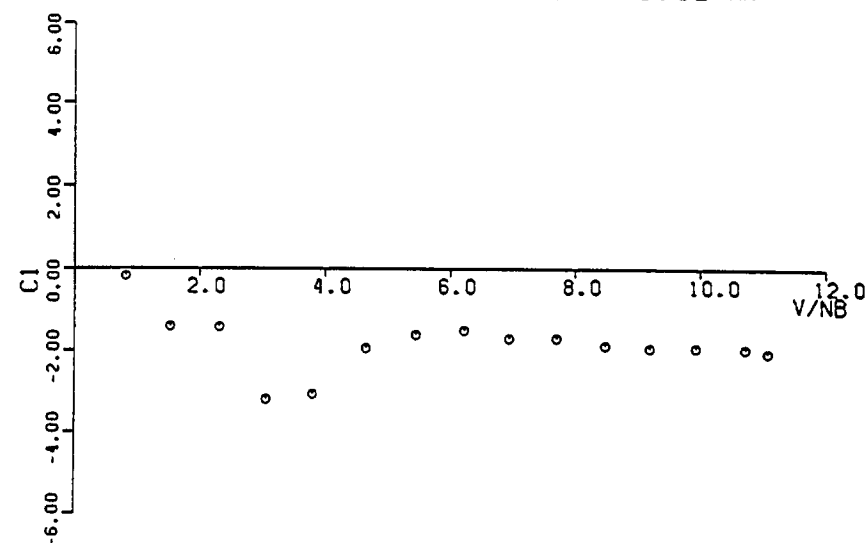
☒-1-10-10

1/2 KOURAN TOPPU (0.2HZ,2.0DEG)  
SETY= 9.12 MM



☒-1-10-11

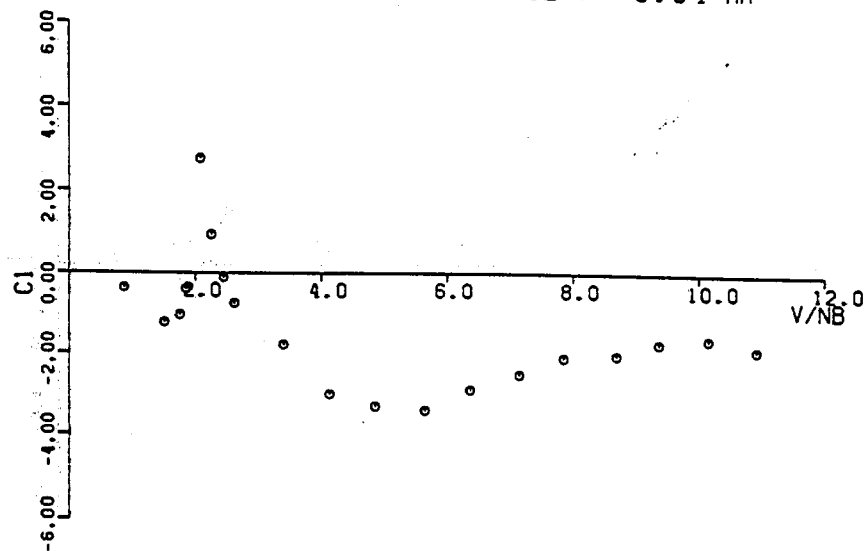
1/2 FLAP TOPPU (0.2HZ,2.0DEG)  
SETY= 9.12 MM



☒-1-10-12

1/2 KOURAN

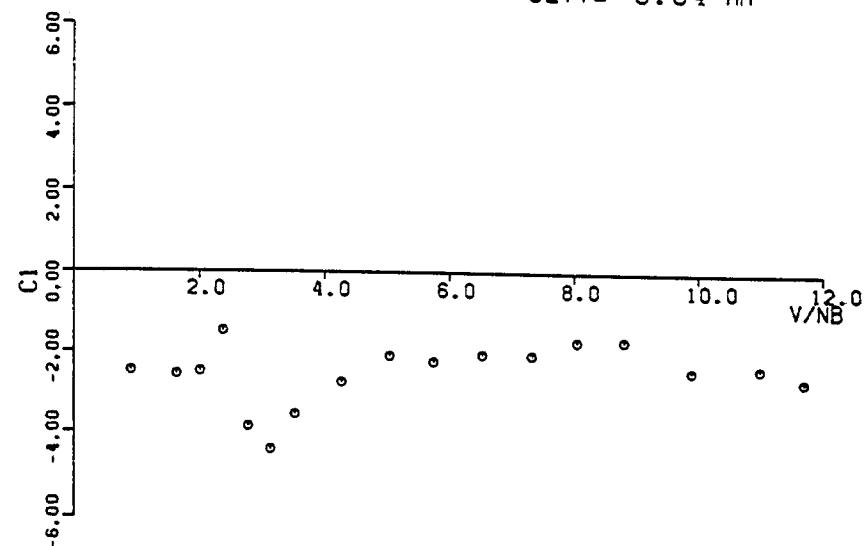
TOPPU (0.2HZ,5.0DEG)  
SETY= 3.04 MM



☒-1-10-13

1/2 FLAP

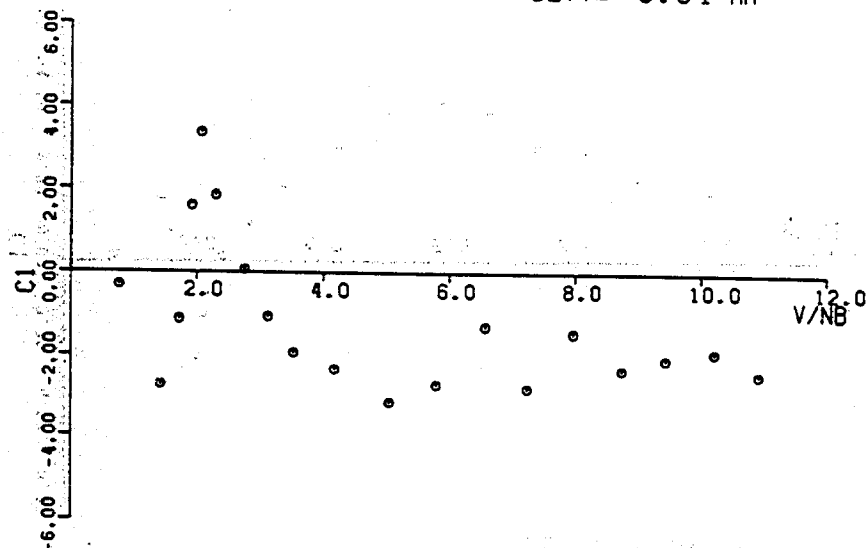
TOPPU (0.2HZ,5.0DEG)  
SETY= 3.04 MM



☒-1-10-14

1/2 KOURAN

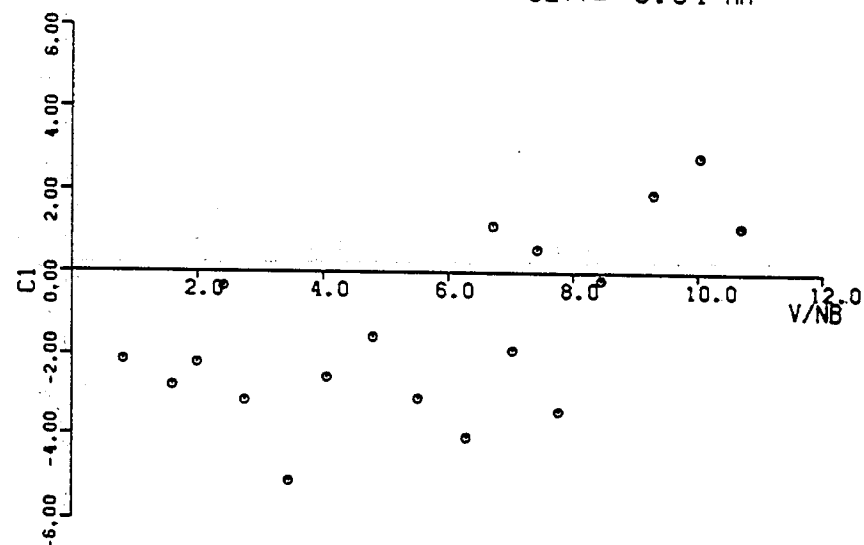
TOPPU (2.0HZ,0.5DEG)  
SETY= 3.04 MM



☒-1-10-15

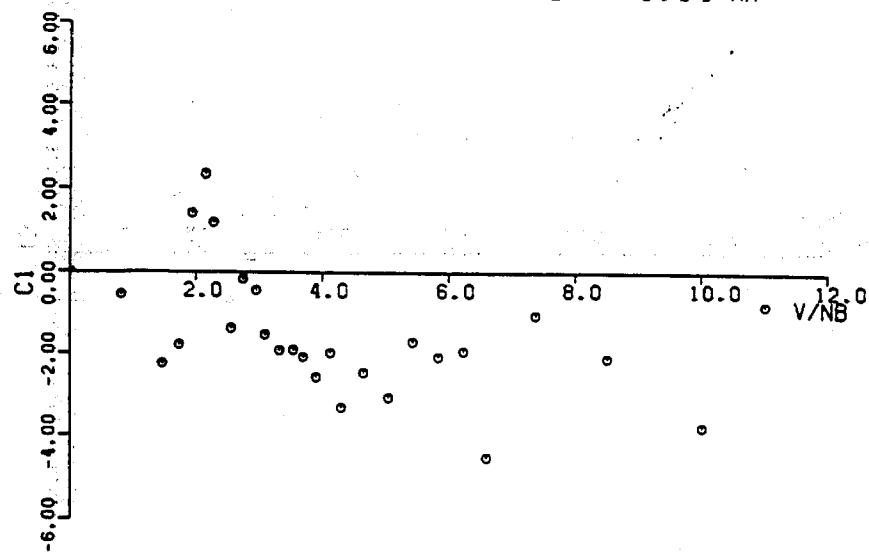
1/2 FLAP

TOPPU (2.0HZ,0.5DEG)  
SETY= 3.04 MM



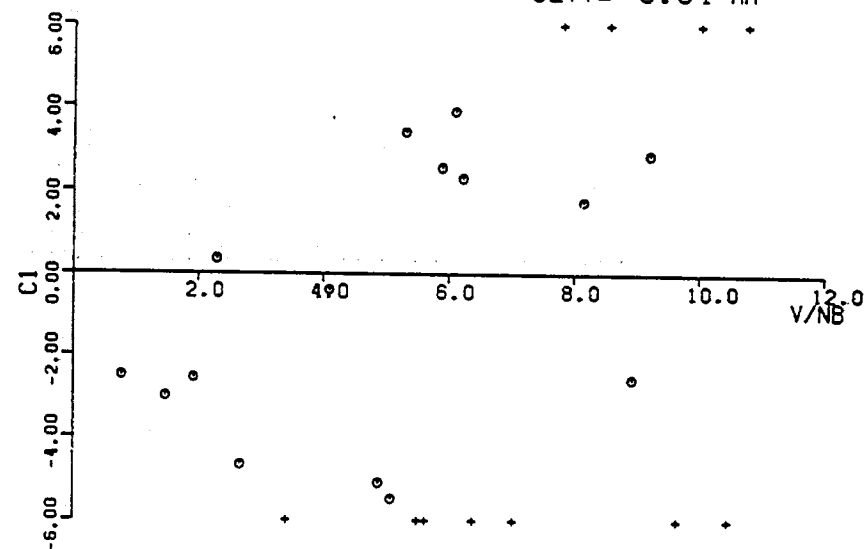
☒-1-10-16

1/2 KOURAN TOPPU (2.0HZ,1.0DEG)  
SETY= 3.04 MM



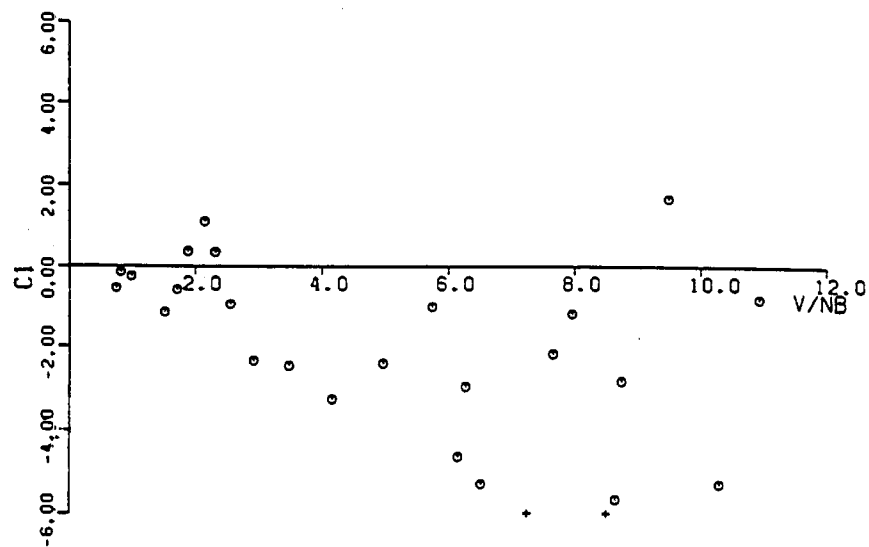
☒-1-10-17

1/2 FLAP TOPPU (2.0HZ,1.0DEG)  
SETY= 3.04 MM



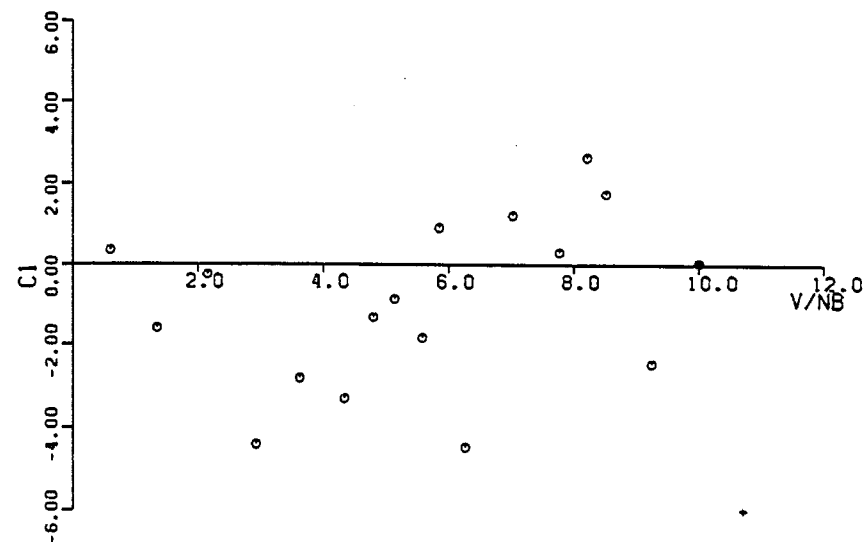
☒-1-10-18

1/2 KOURAN TOPPU (2.0HZ,1.0DEG)  
SETY= 9.12 MM

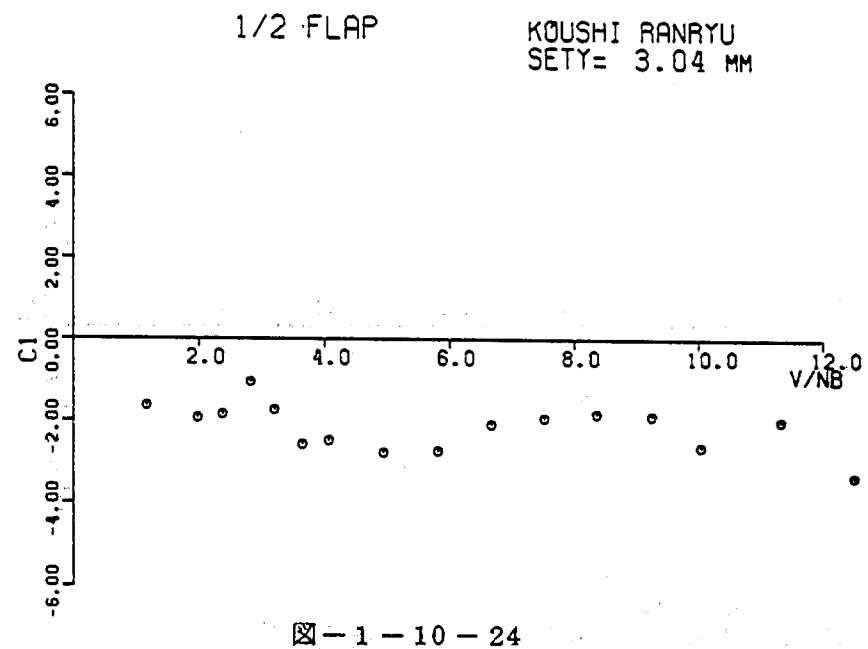
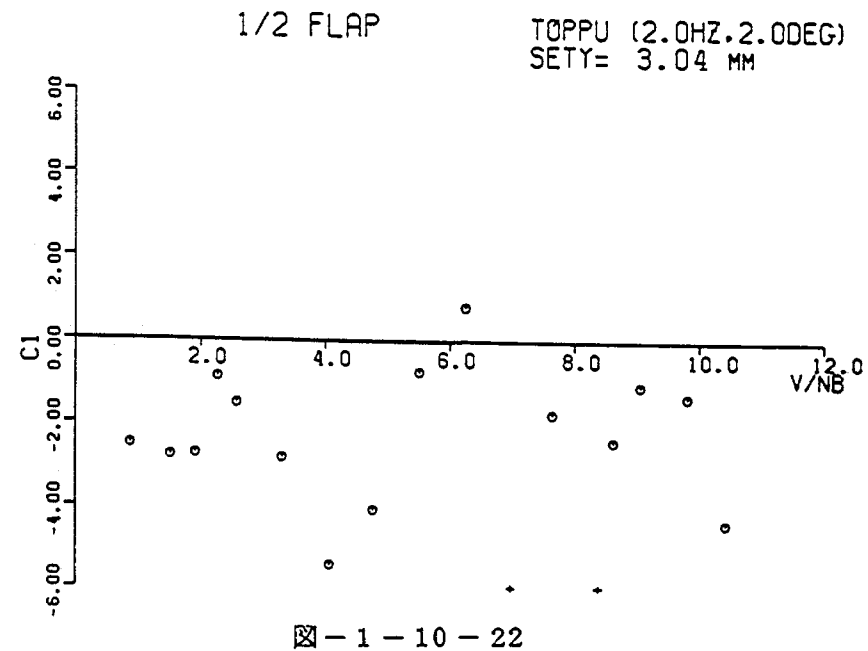
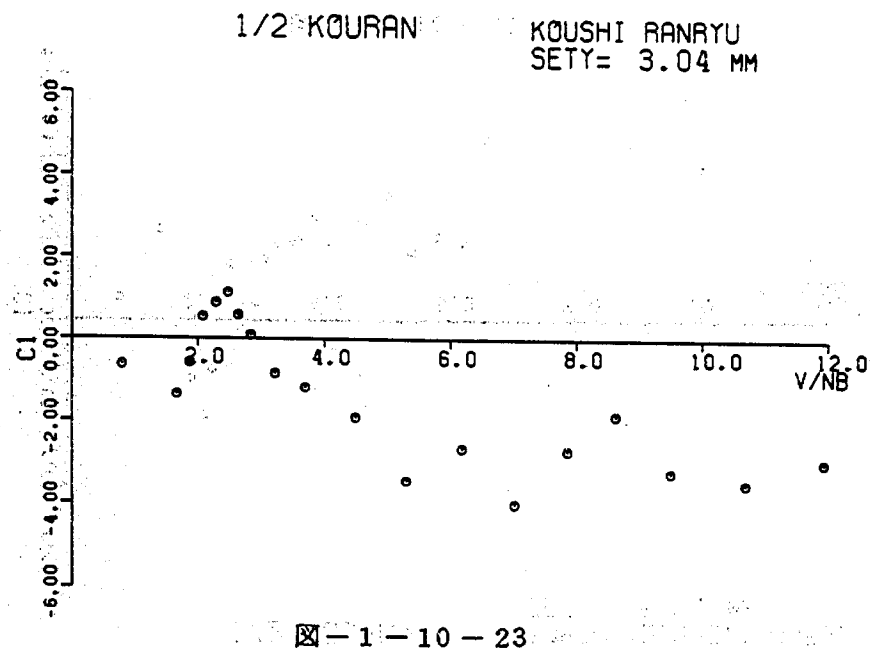
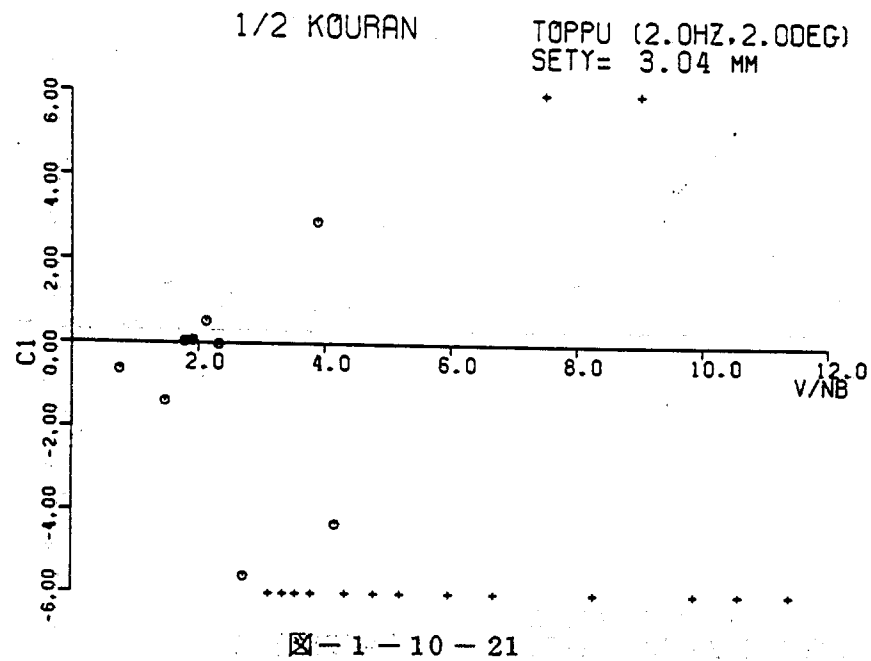


☒-1-10-19

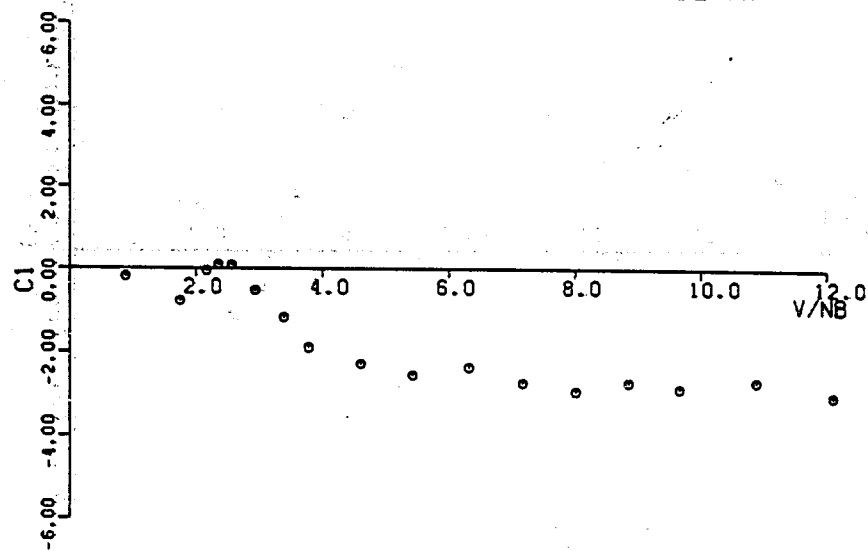
1/2 FLAP TOPPU (2.0HZ,1.0DEG)  
SETY= 9.12 MM



☒-1-10-20

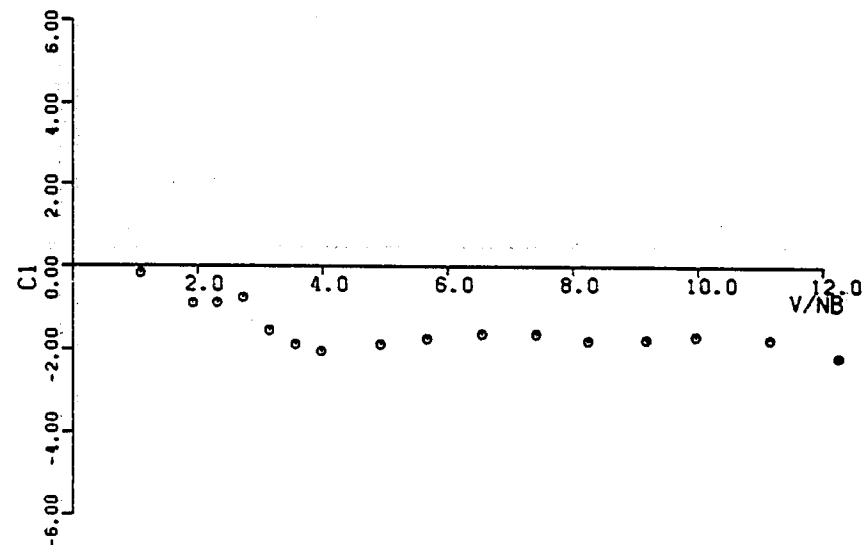


1/2 KOURAN KOUISHI RANRYU  
SETY= 9.12 MM



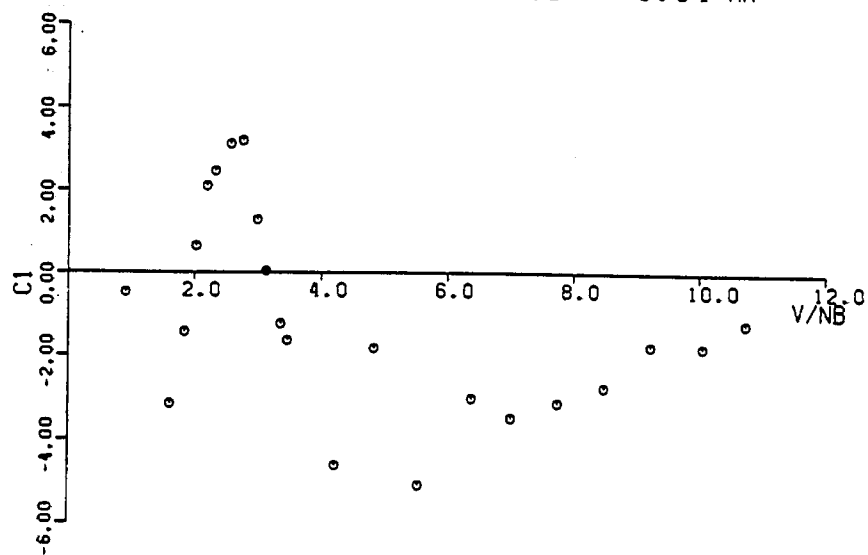
☒-1-10-25

1/2 FLAP KOUISHI RANRYU  
SETY= 9.12 MM



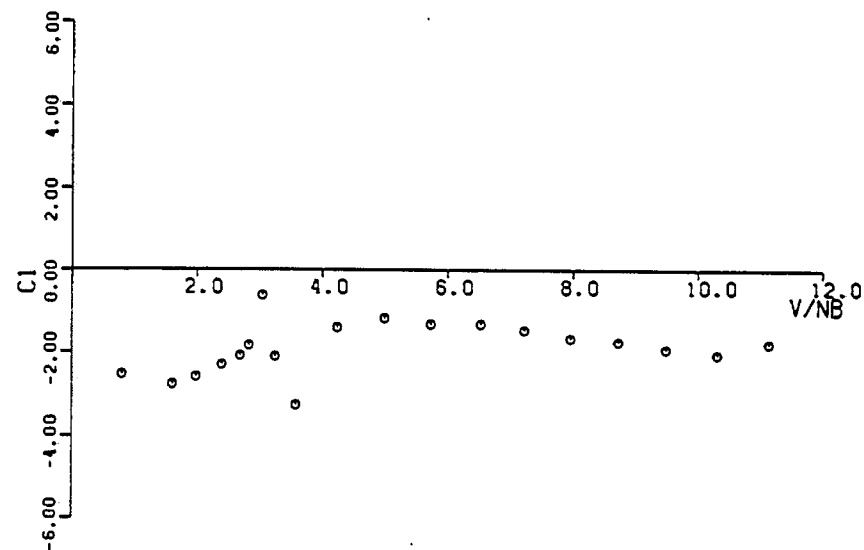
☒-1-10-26

1/6 KOURAN TOPPU (0.2HZ,0.5DEG)  
SETY= 3.04 MM



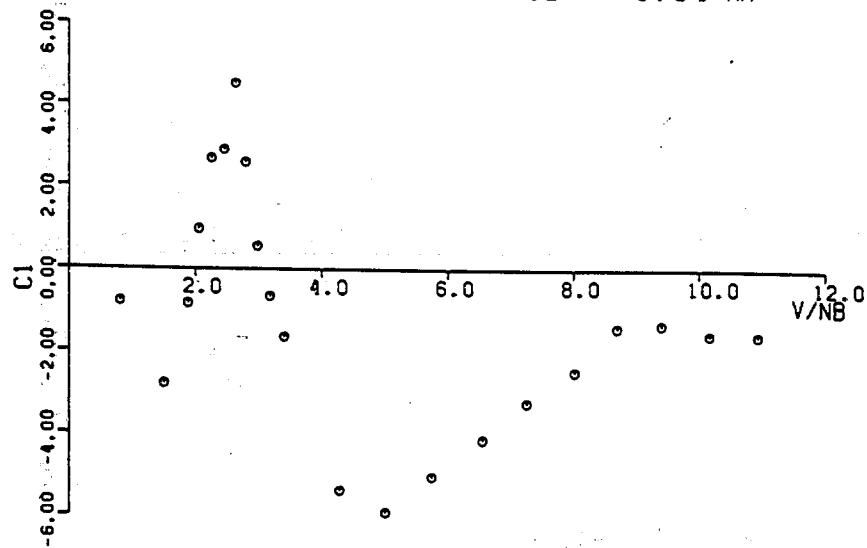
☒-1-10-27

1/6 FLAP TOPPU (0.2HZ,0.5DEG)  
SETY= 3.04 MM



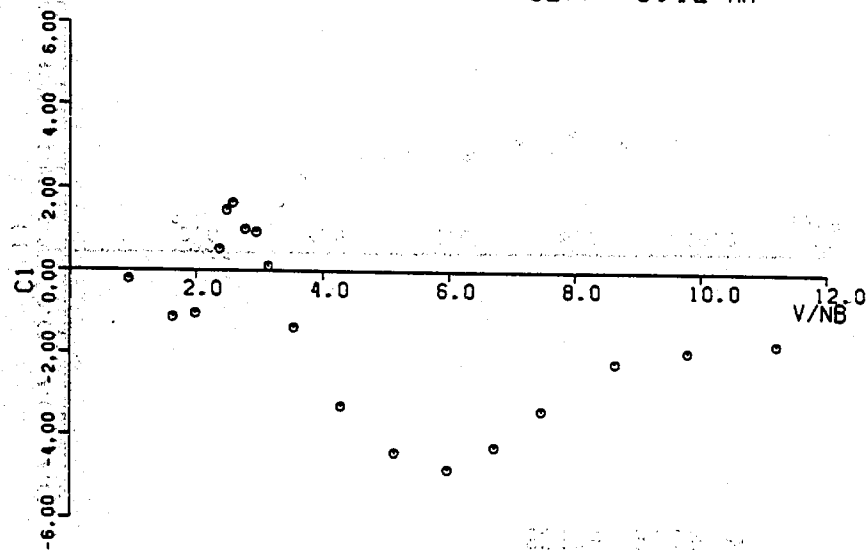
☒-1-10-28

1/6 KOURAN TOPPU (0.2HZ,2.0DEG)  
SETY= 3.04 MM



☒-1-10-29

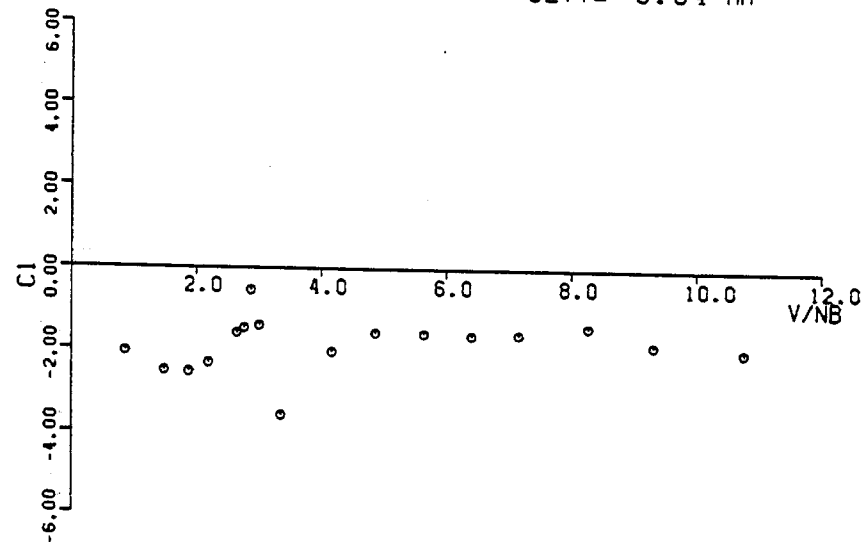
1/6 KOURAN TOPPU (0.2HZ,2.0DEG)  
SETY= 9.12 MM



☒-1-10-31

1/6 FLAP

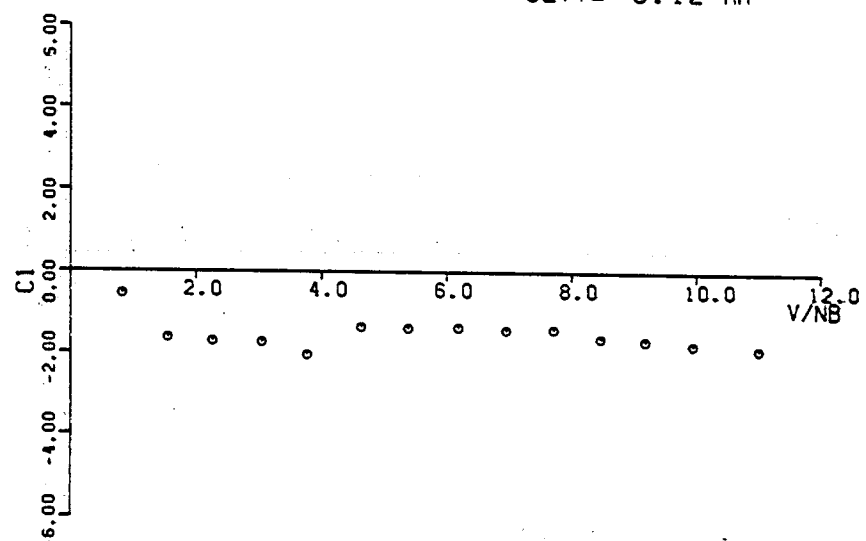
TOPPU (0.2HZ,2.0DEG)  
SETY= 3.04 MM



☒-1-10-30

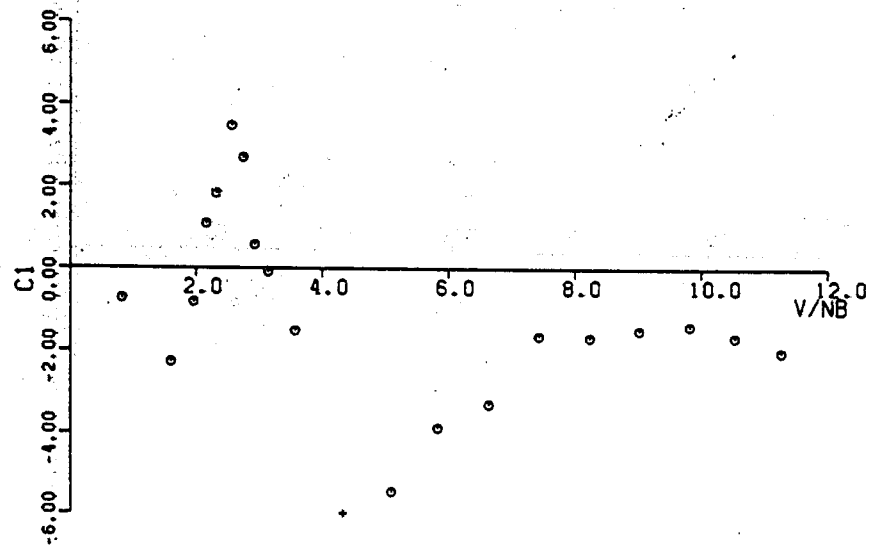
1/6 FLAP

TOPPU (0.2HZ,2.0DEG)  
SETY= 9.12 MM



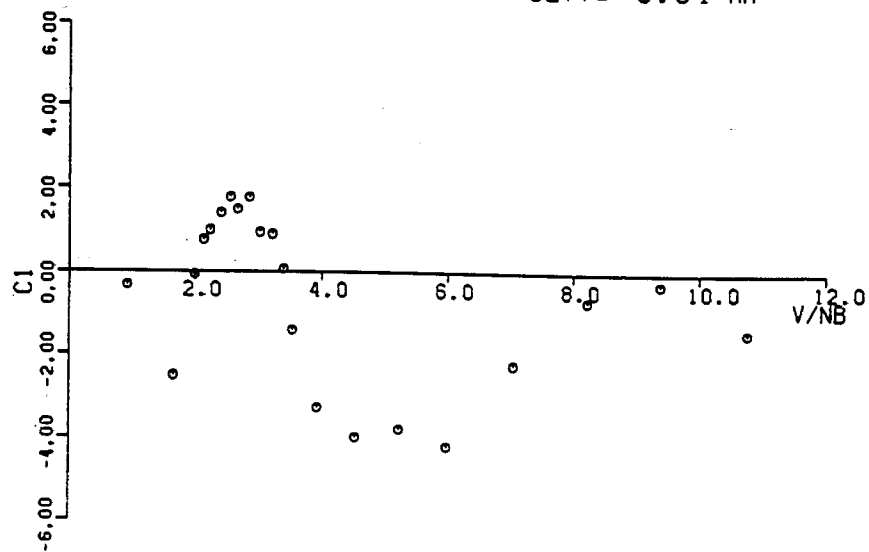
☒-1-10-32

1/6 KOURAN TOPPU (0.2HZ.5.0DEG)  
SETY= 3.04 MM



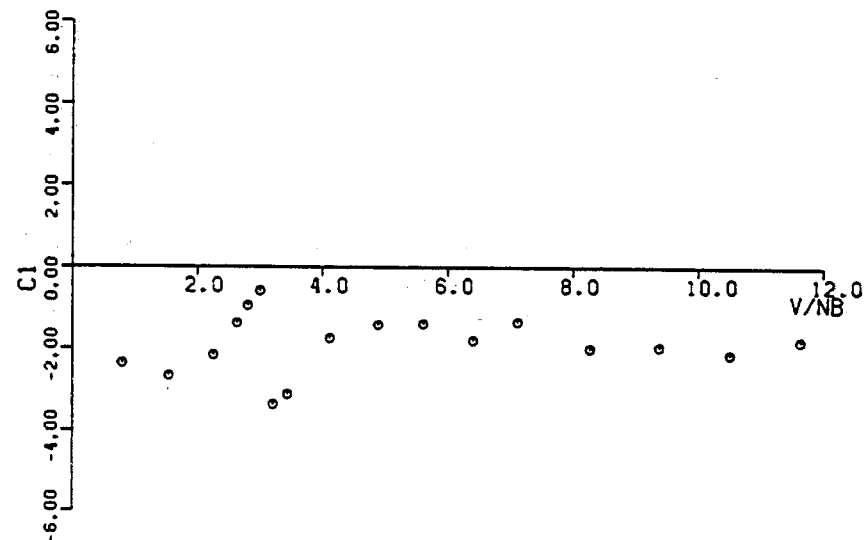
☒-1-10-33

1/6 KOURAN TOPPU (2.0HZ.0.5DEG)  
SETY= 3.04 MM



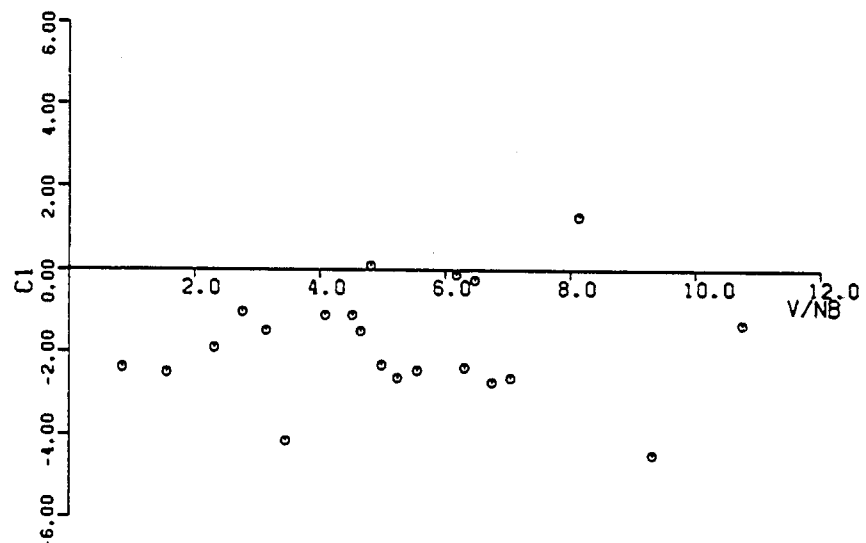
☒-1-10-35

1/6 FLAP TOPPU (0.2HZ.5.0DEG)  
SETY= 3.04 MM



☒-1-10-34

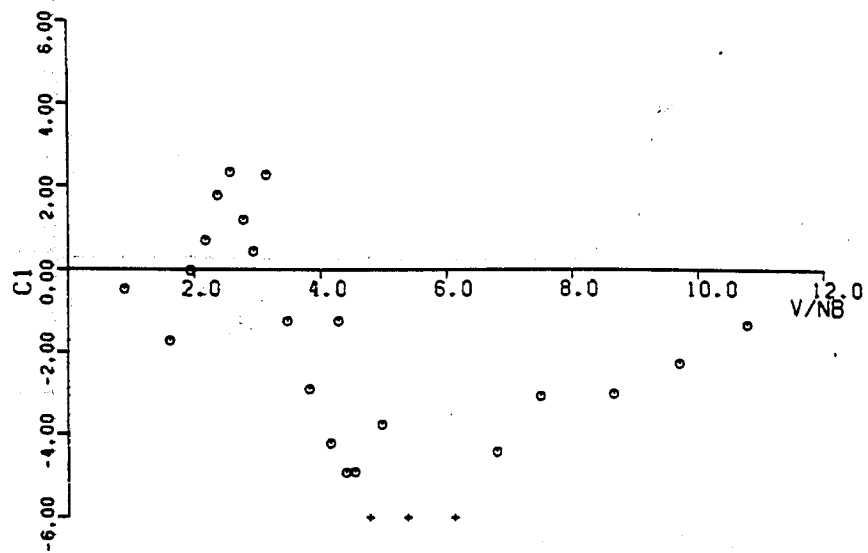
1/6 FLAP TOPPU (2.0HZ.0.5DEG)  
SETY= 3.04 MM



☒-1-10-36

1/6 KOURAN

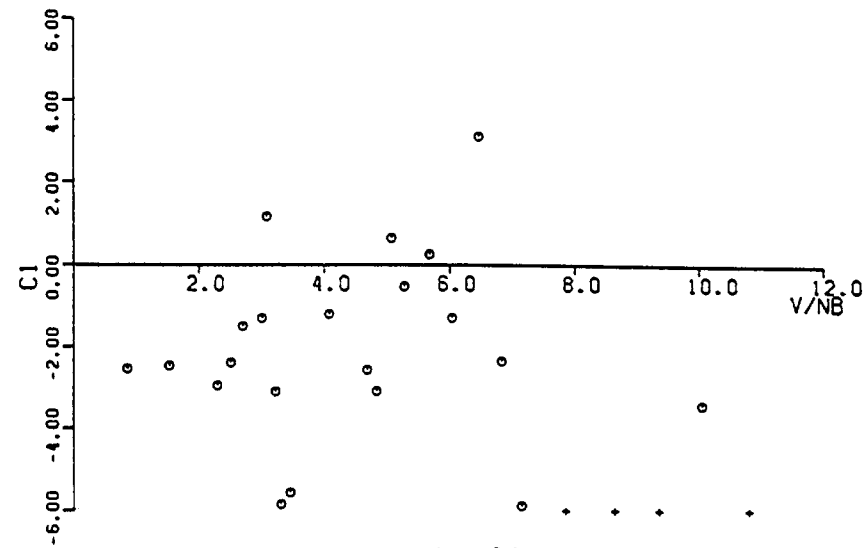
TOPPU (2.0HZ,1.0DEG)  
SETY= 3.04 MM



☒-1-10-37

1/6 FLAP

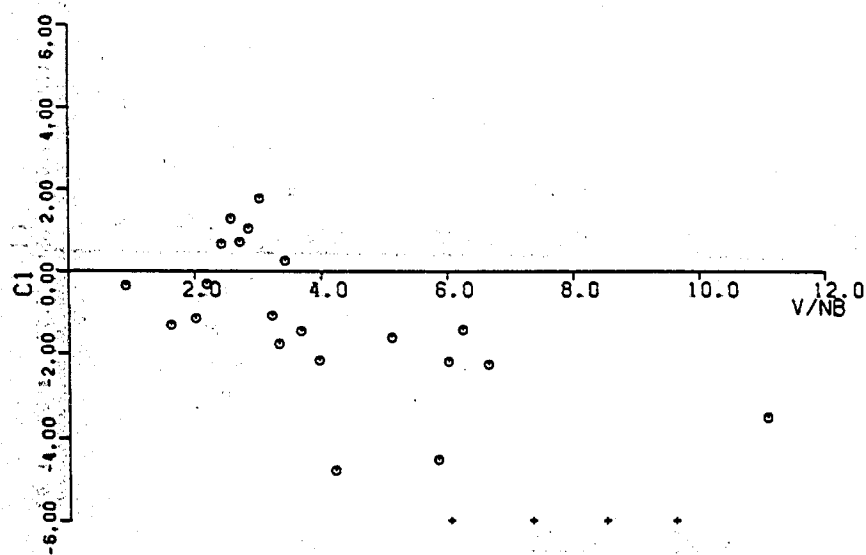
TOPPU (2.0HZ,1.0DEG)  
SETY= 3.04 MM



☒-1-10-38

1/6 KOURAN

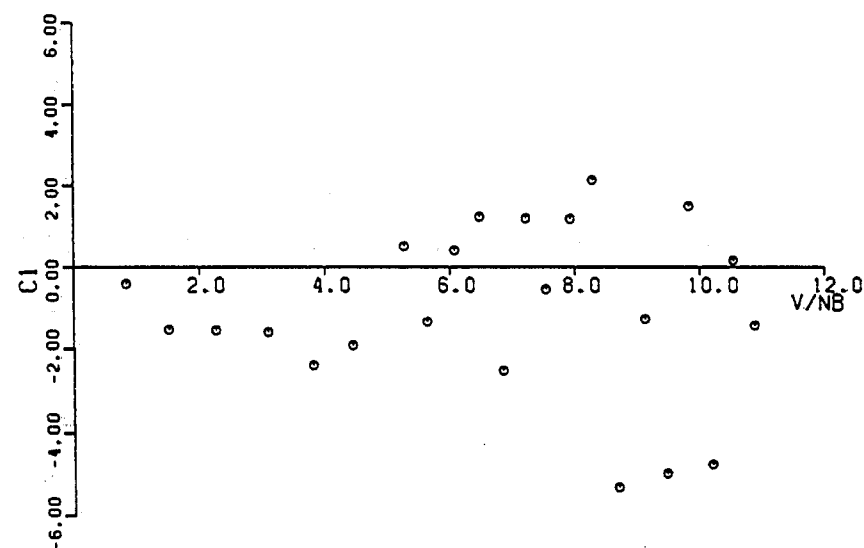
TOPPU (2.0HZ,1.0DEG)  
SETY= 9.12 MM



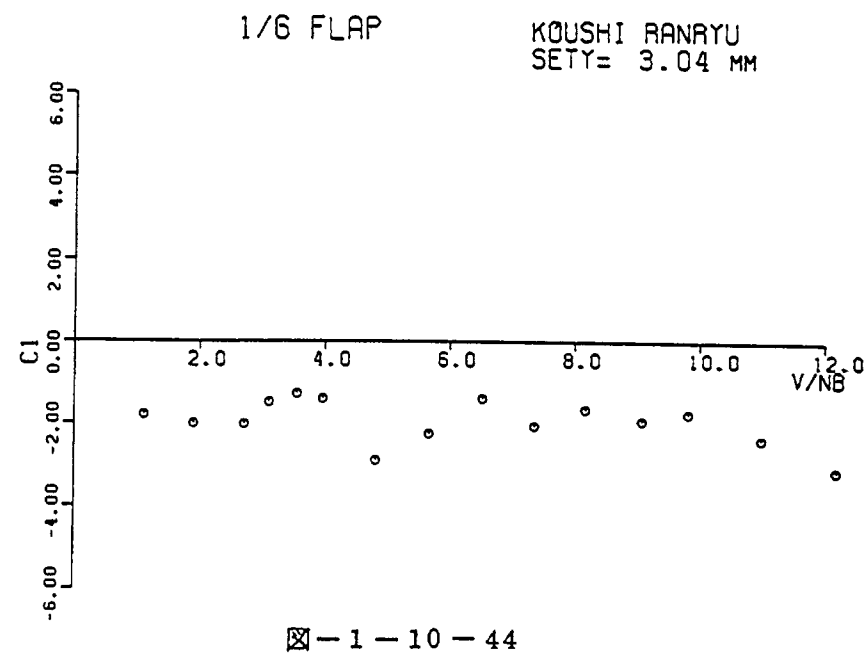
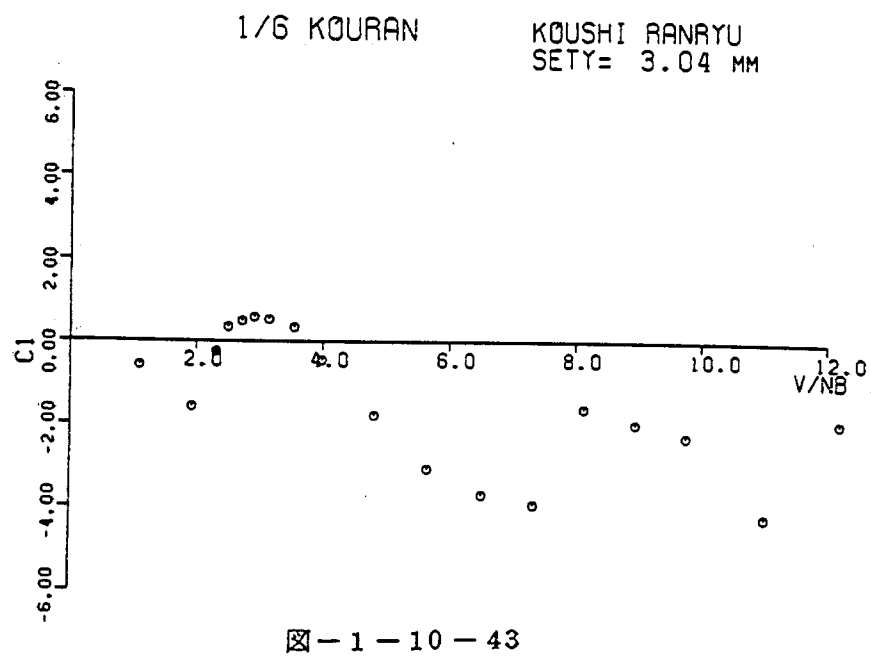
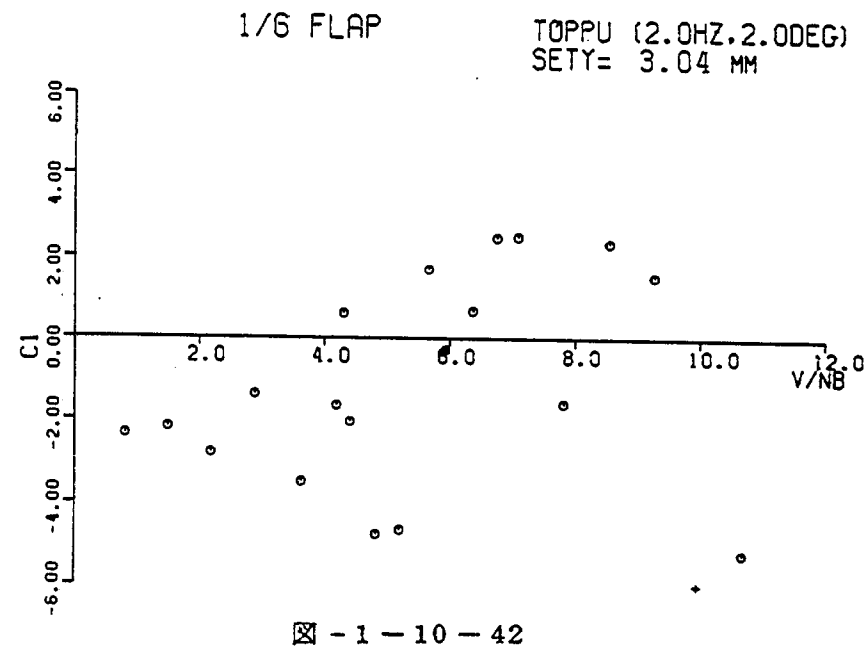
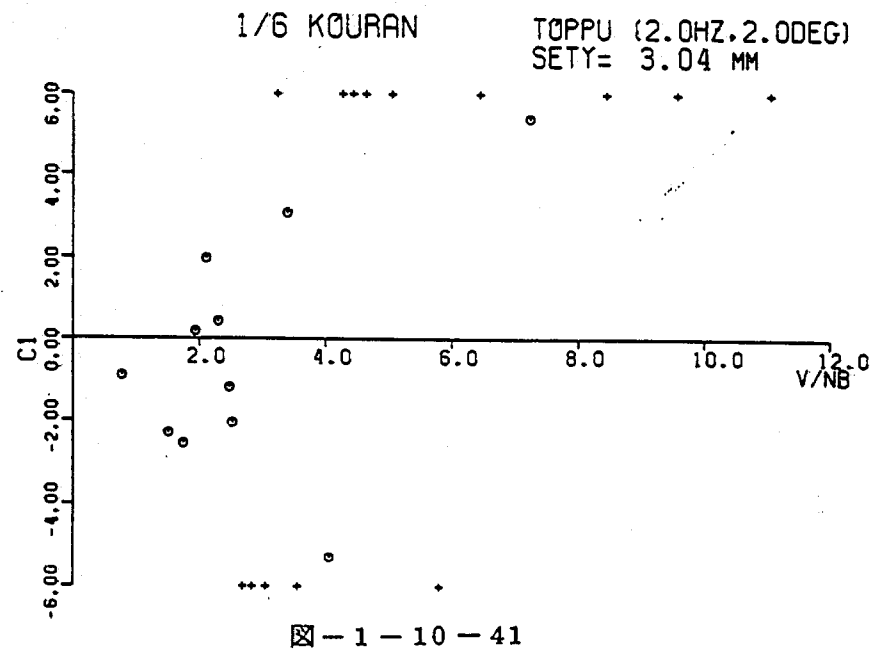
☒-1-10-39

1/6 FLAP

TOPPU (2.0HZ,1.0DEG)  
SETY= 9.12 MM

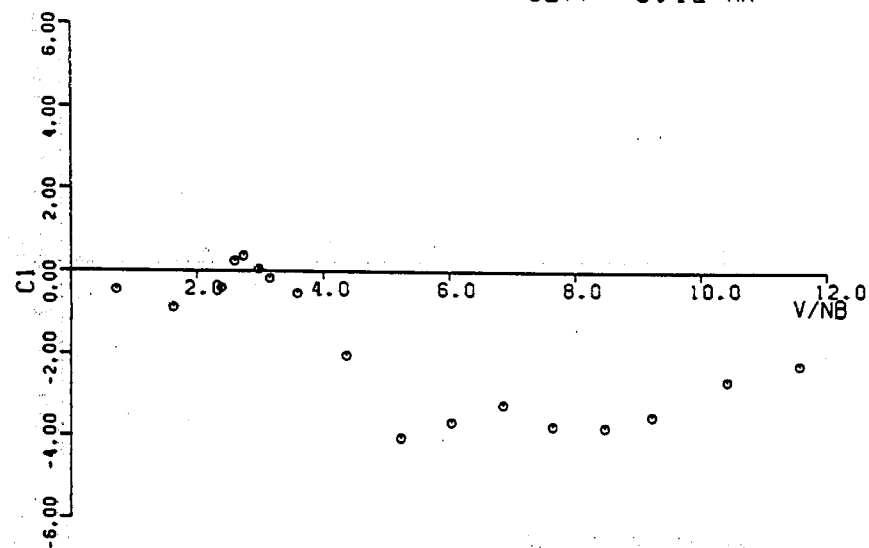


☒-1-10-40



1/6 KOURAN

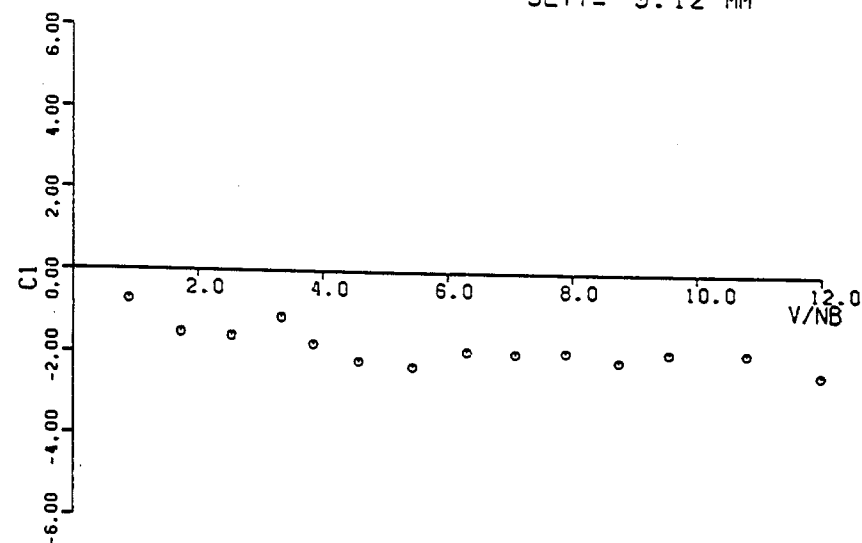
KOUSHI RANRYU  
SETY= 9.12 MM



☒ - 1 - 10 - 45

1/6 FLAP

KOUSHI RANRYU  
SETY= 9.12 MM



☒ - 1 - 10 - 46

## 2. スパイアー・ブロックにより発生させた乱流の特性調査

### 2-1 まえがき

自然風の乱れが構造物の耐風性におよぼす影響を実験的に調べるためには、その特性が自然風と相似な乱流を風洞内に発生させる必要がある。

気流の変動特性は、時間的な変動特性と空間的な変動特性に大別される。1つの地点におけるある時間長さ $T$ の風速データは、鉛直方向を含む互いに直角な方向の3つの成分 $u$ ,  $v$ ,  $w$  ( $u$ ,  $v$ は水平成分,  $w$ は鉛直成分)に分解され、各成分は時間 $T$ により平均化した平均風速 $U$ ,  $V$ ,  $W$ と変動風速 $\Delta u$ ,  $\Delta v$ ,  $\Delta w$ にそれぞれ分けて考えられる。時間的な変動特性とはこの $\Delta u$ ,  $\Delta v$ ,  $\Delta w$ の特性であり、平均風速に対するこれらの大きさは乱れ強さと呼ばれ、どの周波数成分のパワーが卓越しているかはパワースペクトルにより知ることができる。空間的な変動特性は、平均風速に関するものと変動風速に関するものがある。水平方向平均風速の鉛直方向の各地点における変化は鉛直プロファイルと呼ばれ、多くの場合高さのべき乗で近似される。2地点の風速の変動の関連を示すものが空間相関であり、相関の度合いが強い領域の大きさを示すものが乱れのスケールである。

今年度は、前年度使用したスパイアーに加え、立方体(ブロック)を、規則的に並べて境界層乱流を発生させた。

### 2-2 実験方法

#### 2-2-1 風洞

実験には、建設省土木研究所のフラッター風洞及び大気拡散風洞を用いた。使用風洞の諸元を表-2-1及び表-2-2に示す。尚、フラッター風洞に於ては、四隅に隅切りがしてあるので、ベニア板によって床を上げ、下の隅切りの影響を無くした。

#### 2-2-2 乱流の測定方法

乱流は、X型プローブを用いて、熱線風速計で測定した。測定した風速成分は、主流方向成分 $u$ 、並びに鉛直成分 $w$ である。多数の測定点で計測を行う為に、大気拡散風洞での実験には、トラヴェース装置を用いた。

#### 2-2-3 乱流の発生方法

図-2-1-1, 図-2-1-13に於て、各種乱流発生装置の形状・寸法・設定方法を示す。

スパイアーのサイズは高さが2.5 m, 1.6 m, 1.2 m, 0.8 mの四種類で、いずれも幅と高さの比は1:2で相似形となっている。尚大気拡散風洞で高さ2.5 mのスパイアーを、フラッター風洞では高さ1.6 m, 1.2 m, 0.8 mの三種類のスパイアーを使用した。

ブロックも同様に、一辺の長さが300 mm, 200 mm, 150 mm, 100 mmの立方体のものを4サイズ用意し、大気拡散風洞では300 mmのものを使用し、フラッター風洞では、200 mm以下の3サイズのブロックを使用した。

#### 2-2-4 実験ケース

本実験では、乱流の発生方法を、スパイアー、ブロック、及びスパイアー+ブロックの3種類とし、以下の項目について計測を行った。

- (1) 風速変化の影響
- (2) 鉛直方向分布
- (3) 水平方向分布
- (4) 主流方向分布

表-2-3-1に本実験に於て行った実験ケースを示す。

## 2-2-5 座 標

実験に於ける座標軸は、主流水平方向にX軸、主流横断方向にY軸、鉛直方向にZ軸とした。また同座標に於ける基準点（零点）は、大気拡散風洞、フラッター風洞いずれの場合もスパイアー取付位置に於ける中央床面上とした。

## 2-3 解析方法

アナログテープに記録されたデータはミニコンピュータを用いてA/D変換し、大型電算機により処理した。A/D変換のサンプリングタイムは10msで、データ数は1チャンネル当たり約3000個とした。大型電算機では、表-2-4の諸値について処理した。

尚、諸数値を求めるに当り、用いた手法は以下の通りである。

### ◦乱れ強さ

$\Delta u$ の標準偏差 $\sigma_u$ 、あるいは $\Delta w$ の標準偏差 $\sigma_w$ を平均風速 $u$ で除することにより求めた。

### ◦パワースペクトル

MEM法<sup>(1)</sup>及びBT法により求めた。

### ◦乱れのスケール

本実験では、Y方向（水平方向）の乱れのスケール $L_y^u$ 、 $L_y^w$ は以下の式により求めた。

$$L_y^u = \int_0^\infty \tilde{R}_{xx}(ry) dy \quad (2)$$

$$L_y^w = \int_0^\infty \tilde{R}_{zz}(ry) dy$$

$$(\text{ここに } \tilde{R}_{ij}(r) = R_{ij} / \sqrt{U_i^2} \sqrt{U_j^2})$$

X方向の乱れのスケール $L_x^u$ 、 $L_x^w$ は、以下の2つの方法により求めた。

### (i) $rx = Ur$ <sup>(2)</sup>の関係から

$$L_x^u = \int_0^\infty \tilde{R}_{xx}(rx) drx = \int_0^\infty \tilde{R}_{xx}(r) d(Ur) = U T_x^u \quad (1)$$

$$L_x^w = \int_0^\infty \tilde{R}_{zz}(rx) drx = \int_0^\infty \tilde{R}_{zz}(r) d(Ur) = U T_x^w \quad (1')$$

一方、パワースペクトル密度関数は、一般に

$$S_{ij}(f) = \int_{-\infty}^{\infty} R_{ij}(\tau) e^{-i2\pi f\tau} d\tau$$

$f=0$ を代入して

$$S_{ij}(0) = \int_{-\infty}^{\infty} R_{ij}(\tau) d\tau$$

$$\text{よって } S_{u(0)} = \int_{-\infty}^{\infty} R_{xx}(\tau) d\tau$$

$$= 2\sigma u^2 \int_0^{\infty} \widetilde{R}_{xx}(\tau) d\tau$$

$$= 2\sigma u^2 T_x^u$$

(2)

$$S_w(0) = \int_{-\infty}^{\infty} R_{zz}(\tau) d\tau$$

$$= 2\sigma w^2 \int_0^{\infty} \widetilde{R}_{zz}(\tau) d\tau$$

$$= 2\sigma w^2 T_z^w$$

(2)'

(1)(2)及び(1)'(2)'より

$$L_x^u = U \cdot S_{u(0)} / (2\sigma u^2)$$

$$L_z^w = U \cdot S_w(0) / (2\sigma w^2)$$

(ii) パワースペクトル関数を以下のように定義する。<sup>(2)</sup>

$$f \cdot S_{ii}(f) / \overline{u_i^2} = A \frac{Lf/U}{\{1 + (Lf/U)^2\}^{5/6}} \quad (A = 0.24)$$

$Lf/U = \sqrt{1.5}$  のとき基準化パワースペクトルが最大となるから、このときの  $U/f$  を  $SH_i$  とすると

$$L_x^u = U S_{u(0)} / (2\sigma u^2)$$

$$= AL/2$$

$$= L/8.4$$

$$= \frac{\sqrt{1.5}}{8.4} SH_u$$

$$= \frac{1}{6.9} SH_u$$

$$L_z^w = \frac{1}{6.9} SH_w$$

## 2-4 実験結果

実験結果と図表ナンバーは、表-2-3-2に示した。

## 2-5 考 察

### 2-5-1 風速の鉛直分布

境界層内での鉛直分布を、高度Zのベキ指数で表わすとする。パラメータとして、乱流発生装置の種類及び大きさ、乱流発生装置からの距離が挙げられる。

乱流発生装置に依る指数( $1/\beta$ )の変化は、図-2-2に示した。条件は、乱流発生装置からの距離が6H(Hはスパイアー高さ、ブロックの場合は、100mmブロックの場合は、0.8mスパイアー、150mmブロックの場合は1.2mスパイアーというように対応するスパイアーの高さをHとした)、風速が6m/sとした。これによると、ブロックは、大きさが減ずるに従い、 $\beta$ の値は増大し、逆にスパイアーでは減少する。又スパイアーとブロックを併用した場合は、特性は大きくブロック寄りになると言える。スパイアー後方(BEHIND)とスパイアー間隔後方(BETWEEN)とを比較すると、スパイアーでは、バラツキが大きい、ブロックと併用することにより、安定させることができる。総じて、ブロックは、幾何的なサイズの変化に対して、比較的安定であり、スパイアーは、水平方向の位置や、スパイアーの大小によって、多少の変動が認められる。

乱流発生装置からの距離による影響は、表-2-12に示されているように、概ね、距離の増加に従って、 $\beta$ の値も増加する。これは境界層厚が、徐々に発達する為と思われる。尚、境界層厚は表-2-5に示した。

### 2-5-2 水平分布

水平方向分布の良否を評価する為に、水平方向の風速・及びに、乱れ強さ(u方向とw方向)の3ファクターについて、一水平分布の最大値 $U_{max}$ (又は $\sigma_u, max, \sigma_w, max$ )と最小値 $U_{min}$ (又は $\sigma_u, min, \sigma_w, min$ )を用いた。評価は次の式を用いて、行った。

$$\sigma = (U_{max} - U_{min}) / \left( \frac{U_{max} + U_{min}}{2} \right)$$

$\sigma$ の値は、U,  $\sigma_u$ ,  $\sigma_w$ について表-2-6~表-2-8に示した。各X(3H, 6H, 8Hの3ケース)についての平均値を見ると、乱れ強度のバラツキはX方向の距離が増加するに従い減少し、安定してくる。乱れが次第に拡散され一様になってくるからと考えられる。一方、風速は距離が変化しても一様な傾向は見られなかった。尚、風速の水平分布は付図-2-1に示した。

### 2-5-3 乱れのスケール

乱れのスケールの解析には4つの手方を用いたが、これらを比較する為に、スパイアー2.5m, X=6H, Z=0.5m, 0.9m, Y=BET, BEHに於けるu方向の乱れのスケールを図-2-3-1~図-2-3-4に示した。解析法1及び2による差は、傾向的に見て、殆んど変わらないと判断できる。MEM法とBT法によるスケールの違いは、かなり明らかであり、BT法によるものは、風速の増加に従ってゆるやかに増加するが、MEM法によるものは、かなりの変動が見られる。

概ね $L_u^*$ は0.3~0.7m,  $L_w^*$ は0.1~0.3m,  $L_v^*$ ,  $L_{\theta}^*$ は0.1~0.9m程度である。尚、乱れのスケールはY方向のものは表-2-9-1と表-2-9-2に、X方向のものは付表-2-1に他の諸データ

と供に、一括して示してある。

#### 2-5-4 乱れ強さ

風速変化による乱れ強さの変化を付図-2-4に、鉛直方向の乱れ強さの分布を付図-2-3にそれぞれ示した。

##### (1) 風速変化による乱れ強さの変動

$X = 6H$ ,  $Z = 0.5m$ に於ける、乱れ強さの最大値と最小値とを表-2-11に示した。これによると、風速の変化に伴う乱れ強さの変化は、概ね、5~10%である。乱流発生装置により、鉛直分布や、境界層の発達程度が、大きく異なるので、乱れ強さの絶対値については、バラツキが見られるが、乱れ強さの平均値±5%の範囲に収まるとしてよいと考えられる。また、低風速領域では、殊に、乱れ強さのバラツキが大きい為使用する風速の領域を決定する際には、注意が必要であろう。

##### (2) 乱れ強さの鉛直分布

付図-2-3に明らかなように、ブロックでは、下側では乱れ強さが20~40%と大きく、上に行くに従って、急激に乱れ強さが減少し  $Z = 500m \sim 1000mm$ の間で0~2%程度にまで変化し、境界層厚がはっきりと確認できるケースが多い。スパイアーでは、鉛直方向への乱れの拡散が充分に進んでいてほぼ10~20%程度のところに分布している。ブロックを用いた場合でも、X方向の距離が大きくなるにつれて乱れの拡散も進行し、境界層厚も増大してくる。

#### 2-5-5 パワースペクトル

付図-2-5によれば、MEM法によって求めたものも、BT法によるものも、u成分、w成分どちらも、低風速では、高周波数領域におけるパワーの低減は顕著であるが、高風速では、ゆるやかに低減していることがわかる。無次元化したスペクトルのピーク値に対応する $f/U$ は、風速が変化しても殆んど変化しない。

#### 2-6 ま と め

橋梁の耐風安定性に対する検討という主旨で進められる実験は、その殆んどが、一様な気流を用いてのものであり、乱流のもとでの実験は、全く行われないか、又は参考実験程度の位置付けでしかない。一様流は乱れを全く含まない自然界には存在しない特殊な流れであるから、自然風と相似した流れを人工的に作り出し、実験を行う必要がある。乱流での実験結果では、安全側であるもの、逆に一様流での結果よりも大きめにできるものどちらの例も、報告されているが、乱流の構造物に与える影響は、乱れ強さをパラメータとして示されるのか、乱れのスケールによるのか、又は使用した乱流のパワースペクトルの形状に左右されるのかは、未だ、判明していないのが実状である。今後は、これらのパラメータを変化させ、タウトモデル等の高縮尺の模型を用いて、検証を進める方針である。

#### 参 考 文 献

- (1) 日野 幹雄；スペクトル解析，朝倉書店，昭和52年10月
- (2) 岡内功，伊藤学，宮田利雄；耐風構造，丸善株式会社，昭和52年5月

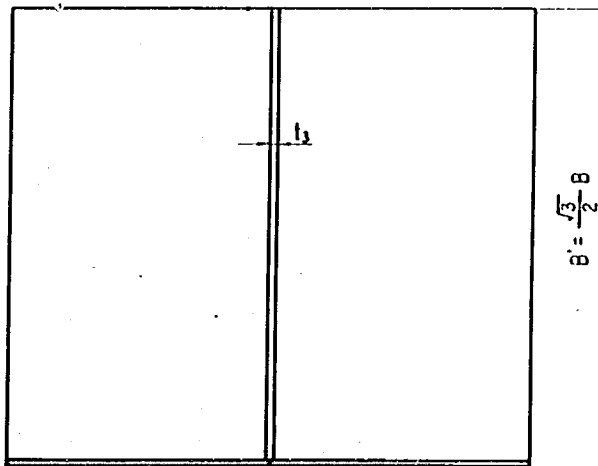
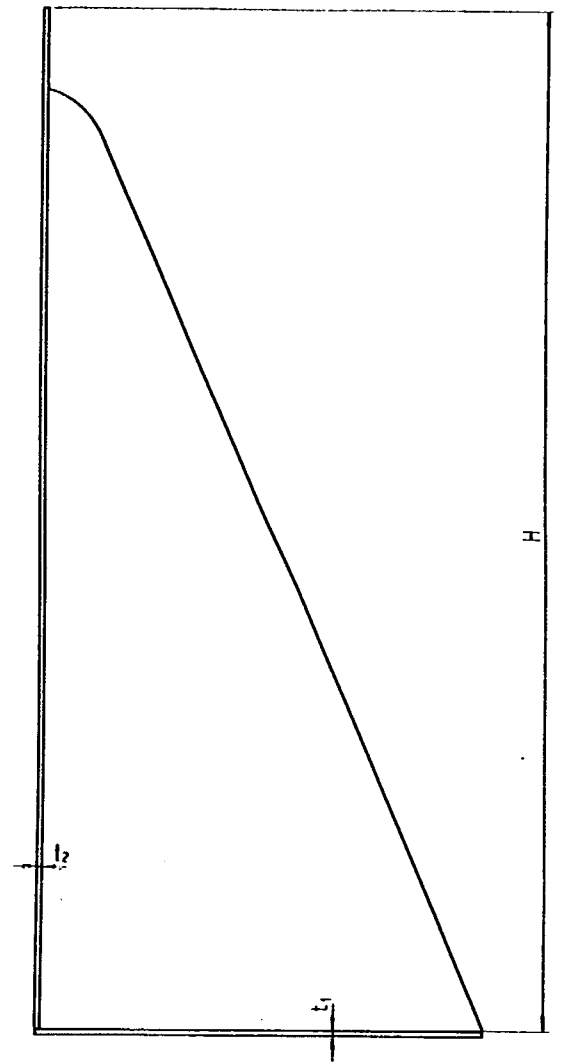
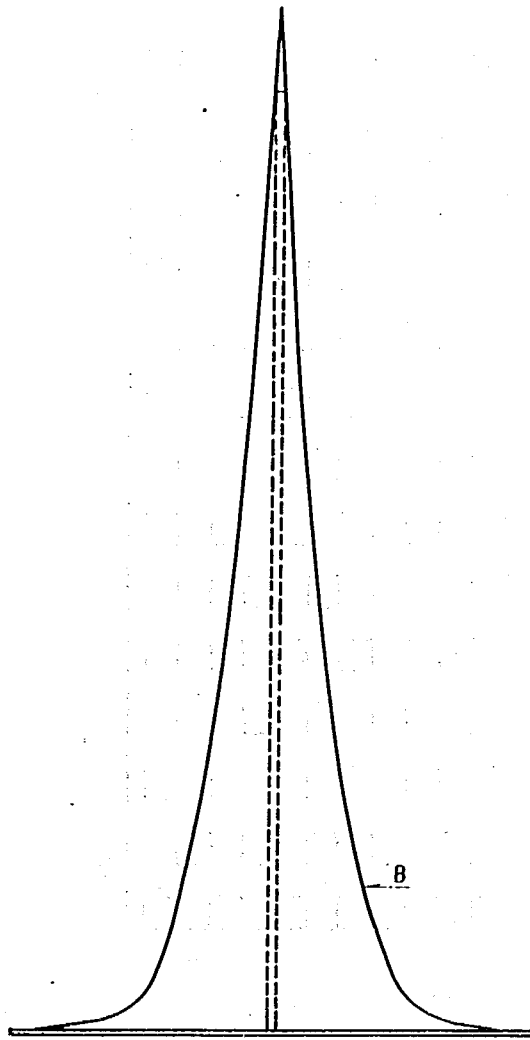
表-2-1 フラッター風洞主要諸元

|                  | 風 洞 形 式                                                                                   |                                   | 単 回 路 還 流 式                                           |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 主<br>要<br>寸<br>法 | 測定胴                                                                                       | 幅 (mm)<br>高 (mm)<br>長 (mm)        | 2500<br>4000<br>10000                                 |
|                  | 縮流胴                                                                                       | 入 口 (mm×mm)<br>出 口 (mm×mm)<br>縮流比 | 7000×8500<br>2500×4000<br>5.95                        |
|                  | 風路全長 (mm)                                                                                 |                                   | 115000                                                |
| 送<br>風<br>機      | 形 式<br>動翼直径 (mm)<br>有効全圧 (mmAq)<br>風 量 (m <sup>3</sup> /s)<br>回 転 数 (r. p. m)<br>容 量 (kw) |                                   | 固定ピッチ動翼軸流式<br>4000<br>40.0<br>247.0<br>400.0<br>250.0 |
| 気<br>流           | 最大風速 (m/s)<br>乱れ率 (%)                                                                     |                                   | 25.0<br>0.5%以下                                        |

表-2-2 大気汚染風洞主要諸元

|           |                                                                    |
|-----------|--------------------------------------------------------------------|
| 風 洞 形 式   | 吸込式エッフェル型                                                          |
| 測定胴寸法     | W: 6m×H: 3m×L: 24m                                                 |
| 風速設定範囲    | 0.2～15m/s                                                          |
| 縮 流 比     | 3.89                                                               |
| 送 風 機 形 式 | 軸流1段動翼可変ピッチ型<br>直径 4000mm                                          |
| 回 転 数     | 360rpm                                                             |
| 動 翼 枚 数   | 10枚 (後置静翼9枚)                                                       |
| 風 量       | 270m <sup>3</sup> /s                                               |
| 有 効 全 圧   | 80mmAq                                                             |
| 電動機出力     | 320kw                                                              |
| 風速分布偏査    | ±1%以内                                                              |
| 風速変動      | ±2%以内 (外乱風速5m/s時)                                                  |
| 乱流強度      | 1%以内                                                               |
| 風速制御方式    | 1. 定速回転 (360rpm)<br>空気取入扉開度, 風速制御ダンパー<br>開度, 動翼開度による制御<br>2. 回転数制御 |

乱流発生装置（スパイヤー）

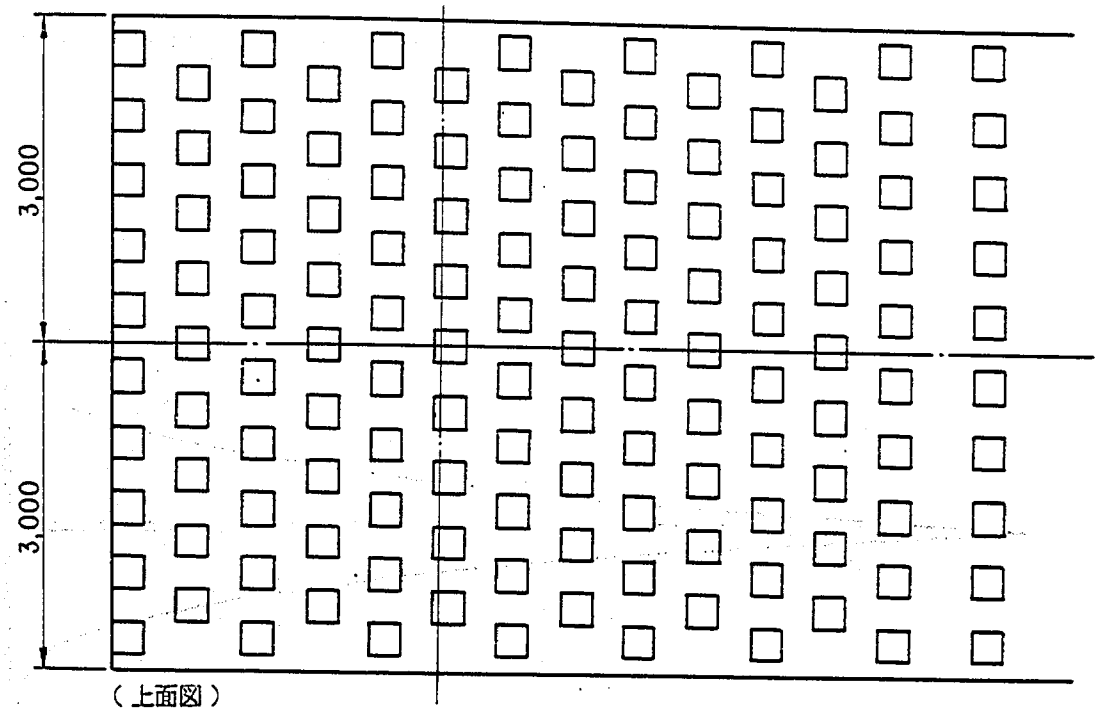
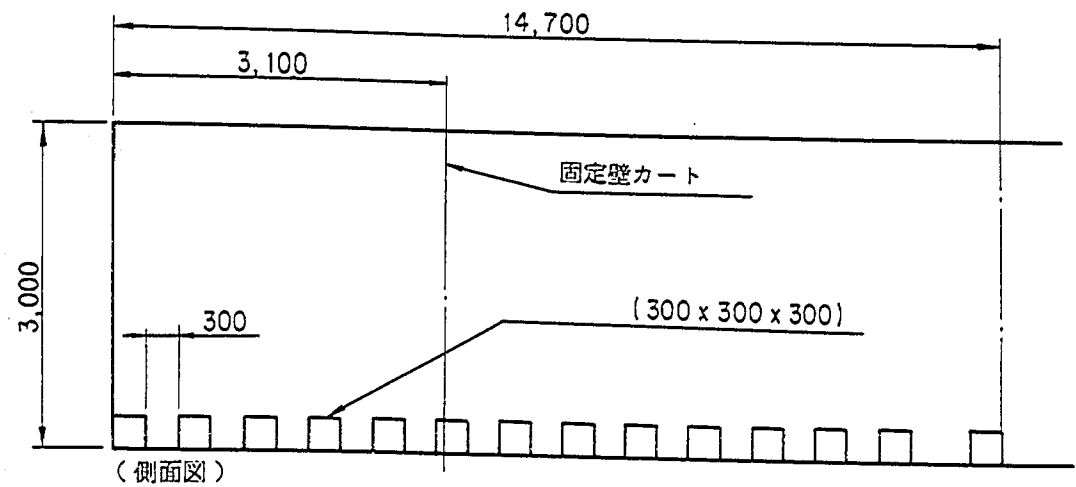
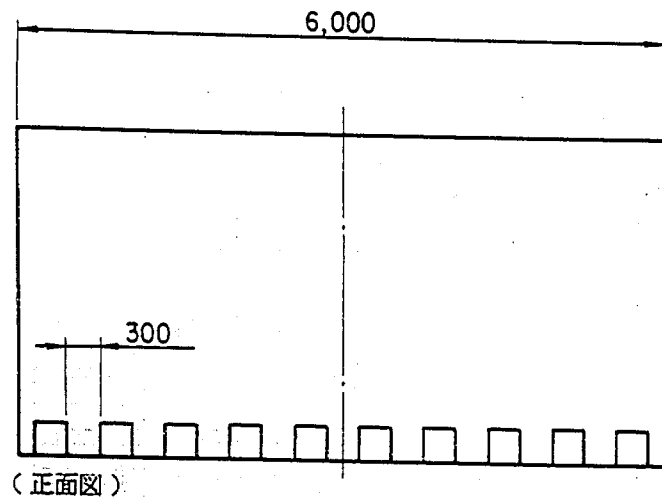


|    | TYPE 1 |      | TYPE 2 |     | TYPE 3 |     | TYPE 4 |        | 単位 (cm) |
|----|--------|------|--------|-----|--------|-----|--------|--------|---------|
|    | H      | B    | H      | B   | H      | B   | H      | B (CM) |         |
| 1  | 00     | 1250 | 00     | 800 | 00     | 600 | 00     | 400    |         |
| 2  | 04     | 938  | 03     | 600 | 02     | 450 | 01     | 300    |         |
| 3  | 28     | 775  | 18     | 496 | 13     | 372 | 09     | 248    |         |
| 4  | 12     | 733  | 27     | 469 | 20     | 352 | 13     | 235    |         |
| 5  | 62     | 683  | 10     | 437 | 30     | 328 | 20     | 219    |         |
| 6  | 104    | 621  | 67     | 397 | 50     | 298 | 33     | 199    |         |
| 7  | 208    | 525  | 133    | 336 | 100    | 252 | 67     | 168    |         |
| 8  | 313    | 463  | 200    | 296 | 150    | 222 | 100    | 148    |         |
| 9  | 417    | 413  | 267    | 264 | 200    | 198 | 133    | 132    |         |
| 10 | 625    | 337  | 400    | 216 | 300    | 162 | 200    | 108    |         |
| 11 | 833    | 279  | 533    | 179 | 400    | 134 | 267    | 89     |         |
| 12 | 1042   | 229  | 667    | 147 | 500    | 110 | 333    | 73     |         |
| 13 | 1250   | 187  | 800    | 120 | 600    | 90  | 400    | 60     |         |
| 14 | 1458   | 150  | 933    | 96  | 700    | 72  | 467    | 48     |         |
| 15 | 1667   | 113  | 1067   | 72  | 800    | 54  | 533    | 36     |         |
| 16 | 1875   | 83   | 1200   | 53  | 900    | 40  | 600    | 27     |         |
| 17 | 2083   | 54   | 1333   | 35  | 1000   | 26  | 667    | 17     |         |
| 18 | 2292   | 29   | 1467   | 19  | 1100   | 14  | 733    | 09     |         |
| 19 | 2500   | 00   | 1600   | 00  | 1200   | 00  | 800    | 00     |         |

|        | t <sub>1</sub> | t <sub>2</sub> | t <sub>3</sub> | 単位 (mm) |
|--------|----------------|----------------|----------------|---------|
| TYPE 1 | 24             | 15             | 15             |         |
| TYPE 2 | 21             | 15             | 15             |         |
| TYPE 3 | 21             | 15             | 15             |         |
| TYPE 4 | 15             | 12             | 12             |         |

注) 今回の実験ではTYPE 1を用いた。

図-2-1-1 大気汚染風洞用スパイヤー



(単位: mm)

図-2-1-2 大気汚染風洞用ブロック配置図

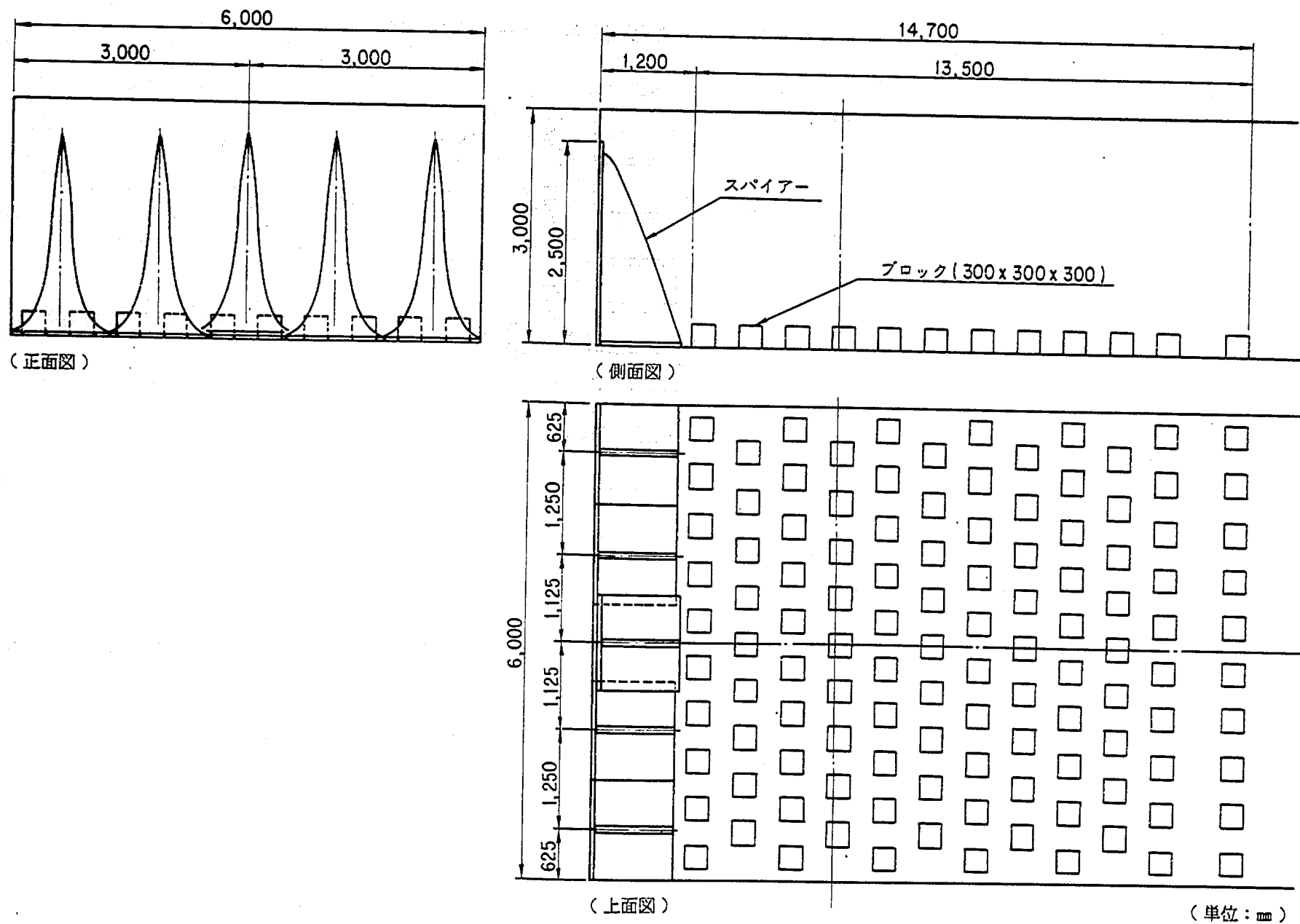


図-2-1-3 大気汚染風洞用スパイアー・ブロック配置図

Technical drawing of a fixed wall cart (固定壁カート). The drawing shows a side view of the cart with the following dimensions and components:

- Overall width: 27,100
- Distance from wall to the start of the cart body: 1,082
- Distance from the start of the cart body to the end of the cart body: 2,018
- Overall height: 3,000
- Height of the cart body: 2,500
- Component labels:
  - 固定壁カート (Fixed Wall Cart)
  - スパイアー (Spire)

Technical drawing of a building facade showing a series of vertical elements (columns or panels) with dimensions. The total width is 6,000. The spacing between the elements is 1,250. The height of the elements is 1,250. The drawing includes a vertical centerline and a horizontal line indicating the base of the elements.

図-2-1-4 大気汚染風洞用スパイア配置図

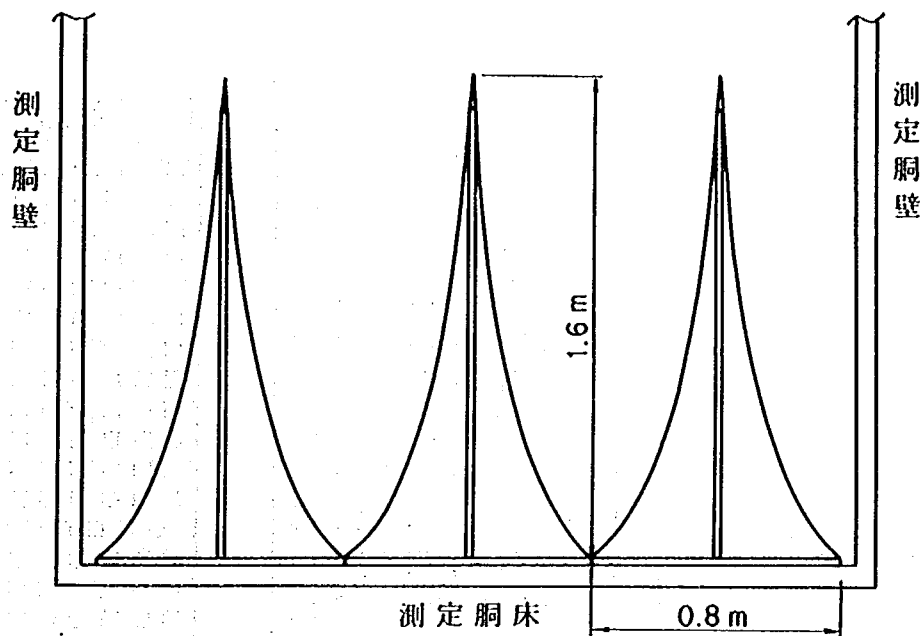


図-2-1-5 フラッター風洞用スパイアー 1.6 m 配置図

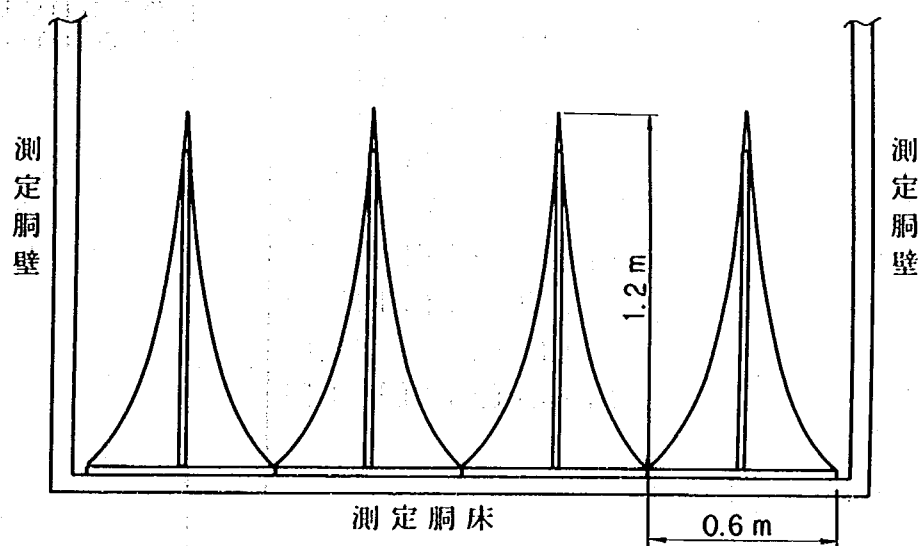


図-2-1-6 フラッター風洞用スパイアー 1.2 m 配置図

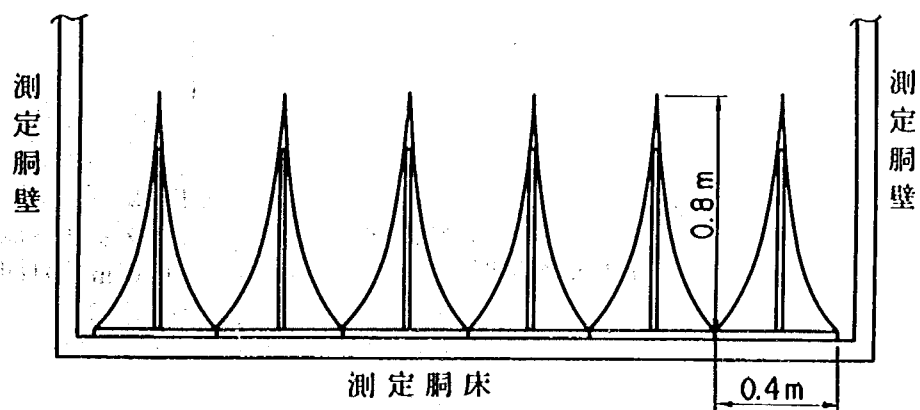


図-2-1-7 フラッター風洞用スパイアー 0.8 m 配置図

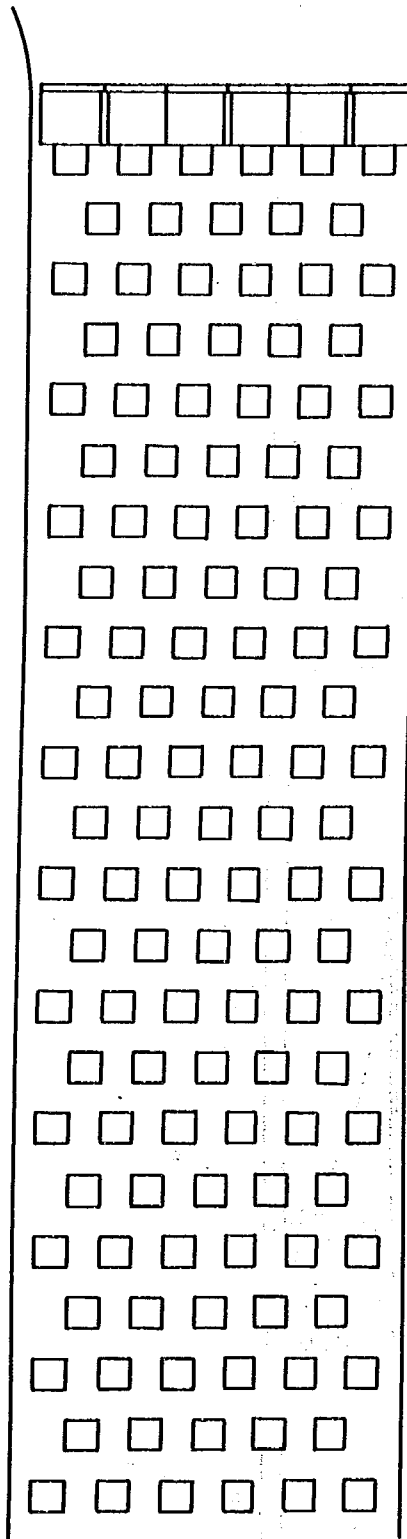


図-2-1-8  
フラッター風洞用スパイアー  
1.6 m配置図

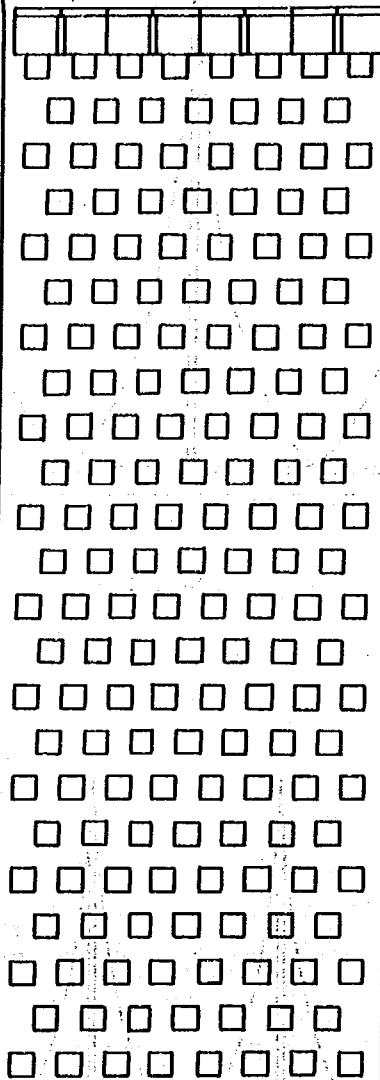


図-2-1-9  
フラッター風洞用スパイアー  
1.2 m配置図

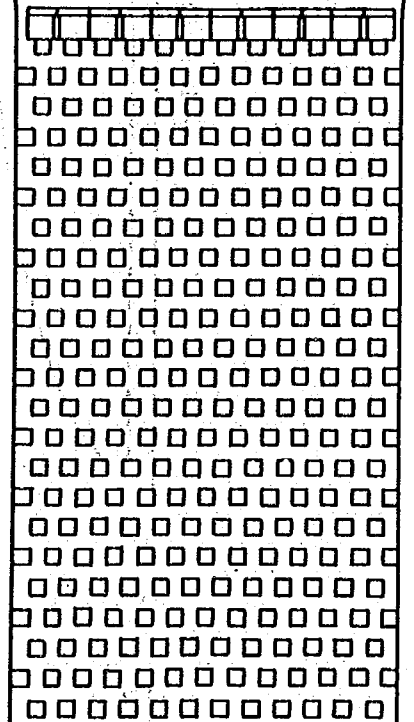


図-2-1-10  
フラッター風洞用スパイアー  
0.8 m配置図

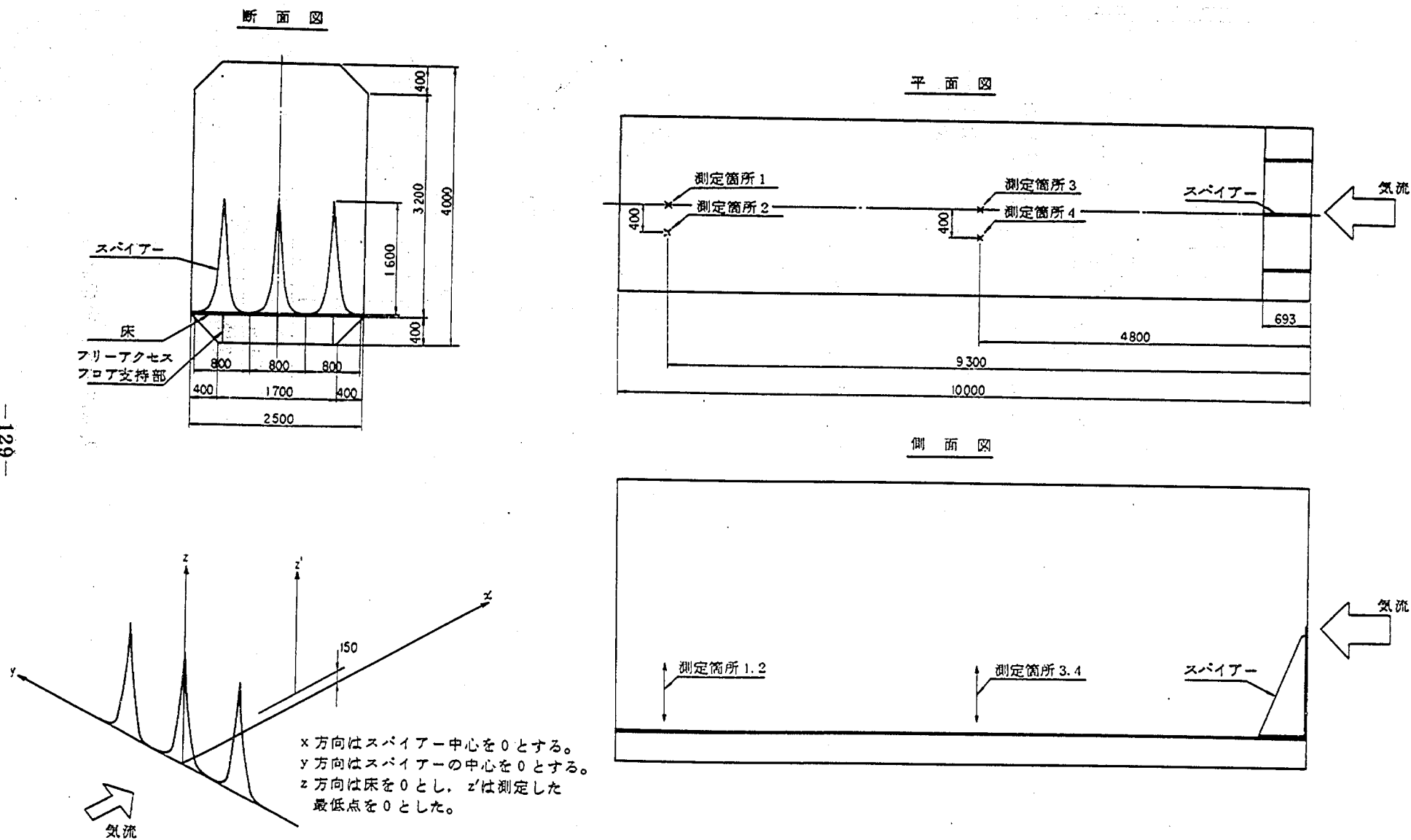


図-2-1-11 フラッター風洞座標設定, 測定地点

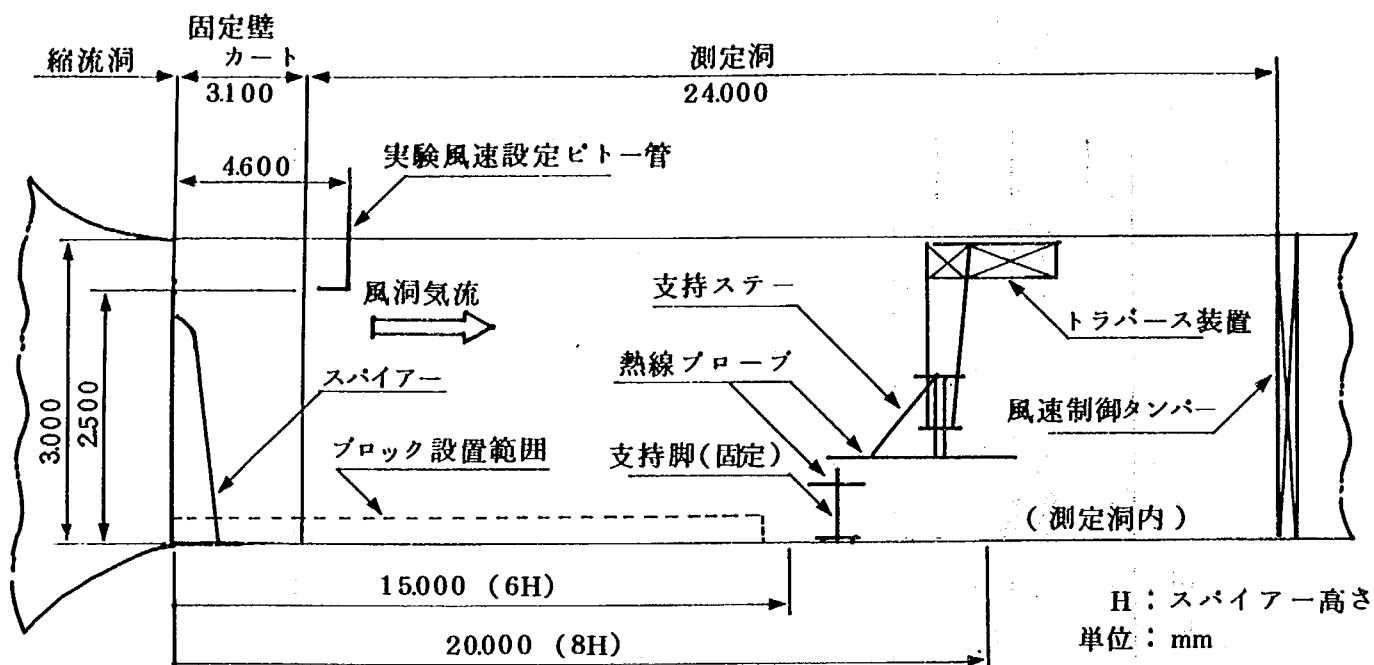


図-2-1-12 大気汚染風洞測定概要

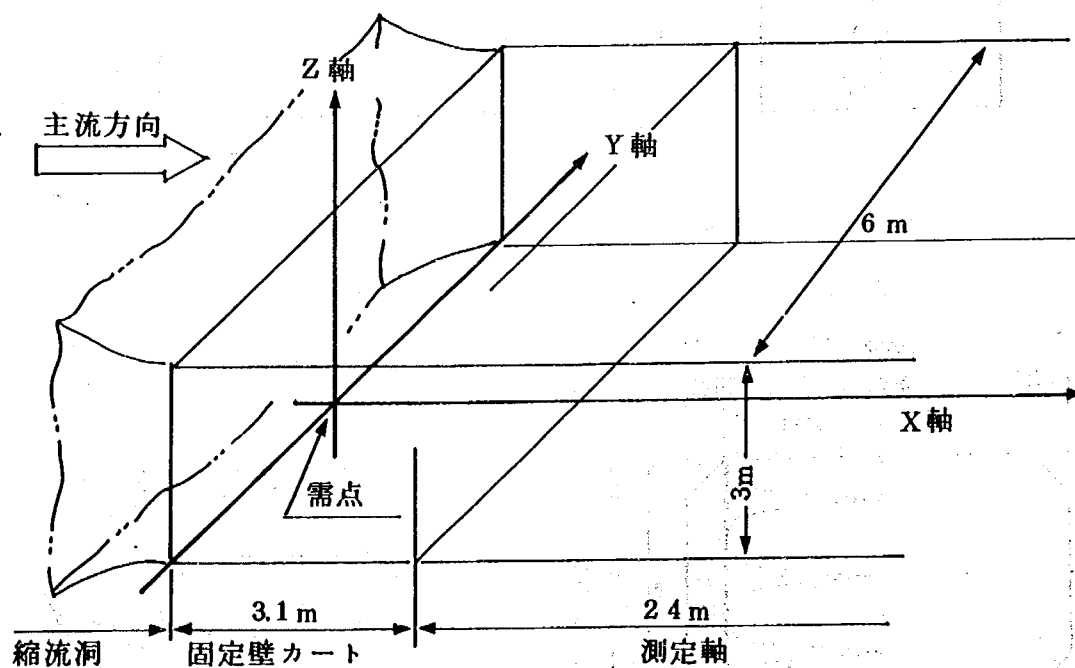


図-2-1-13 大気汚染風洞座標設定

表-2-3-1 実 験 ケ ー ス

| 使用風洞    | 乱流発生装置                   | 使用組合せ                          | 鉛 直 分 布                                                                                                           | 水 平 分 布                                                                                              | 風 速 分 布                                                                              |
|---------|--------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| フラッター風洞 | スパイアー 0.8m<br>ブロック 100mm | スパイアー<br>スパイアー&ブロック<br>ブ ロ ッ ク | X=3H, 6H<br>Y=BET, BEH<br>BET;スパイアー間隔<br>(<br>BEH;スパイアー後方                                                         | X=3H, 6H<br>Z=0.5m<br>U=1m/s, 6m/s<br>Y=-0.75m~0.75m<br>(0.15mピッチ<br>但し, -0.6mは測定不能<br>なので-0.53mとした) | X=3H, 6H<br>Z=0.5m<br>Y=BET, BEH<br>U=1m/s, 10m/s<br>(1m/sピッチ)                       |
|         | スパイアー 1.2m<br>ブロック 150mm | スパイアー<br>スパイアー&ブロック<br>ブ ロ ッ ク | Z=0.15m~0.95m<br>(0.10mピッチ)                                                                                       |                                                                                                      |                                                                                      |
|         | スパイアー 1.6m<br>ブロック 200mm | スパイアー<br>スパイアー&ブロック<br>ブ ロ ッ ク | U=1m/s, 6m/s<br>各々 2×2×2=8ケース                                                                                     | 各々 2×2=4ケース                                                                                          | 各々 2×2=4ケース                                                                          |
| 大気汚染風洞  | スパイアー 2.5m<br>ブロック 300mm | スパイアー<br>スパイアー&ブロック<br>ブ ロ ッ ク | X=6H, 8H<br>Y=BET, BEH<br>U=2m/s, 6m/s<br>Z=0.12m, 0.15m, 0.20m<br>0.25m, 0.3m~1.0m<br>(0.1mピッチ)<br>各々 2×2×2=8ケース | X=6H, 8H<br>Z=0.5m, 0.9m<br>U=2m/s, 6m/s<br>Y=-2.5m~2.5m<br>(0.1mピッチ)<br>各々 2×2×2=8ケース               | X=6H, 8H<br>Y=BET, BEH<br>Z=0.5m, 0.9m<br>U=1m/s~10m/s<br>(1m/sピッチ)<br>各々 2×2×2=8ケース |

表-2-3-2 実験結果一覧

|   | 図表ナンバー | 内 容                             |
|---|--------|---------------------------------|
| 表 | 表-2-5  | 境界層厚                            |
|   | 表-2-6  | 風速の水平方向分布特性                     |
|   | 表-2-7  | 主流方向乱れ強さの水平方向分布特性               |
|   | 表-2-8  | 鉛直方向乱れ強さの水平方向分布特性               |
|   | 表-2-9  | 水平方向乱れのスケール                     |
|   | 表-2-10 | 風速の相関特性                         |
|   | 表-2-11 | 風速変化による乱れ強さ分布                   |
|   | 表-2-12 | ベキ指数 $\beta$                    |
|   | 付表-2-1 | 全データ一覧                          |
| 図 | 図-2-2  | 乱流発生装置の種類と距離によるベキ指数 $\beta$ の変化 |
|   | 図-2-3  | 水平・鉛直方向に関する主流方向乱れのスケール分布        |
|   | 付図-2-1 | 風速および乱れ強さの水平分布                  |
|   | 付図-2-2 | 鉛直方向の風速分布                       |
|   | 付図-2-3 | 鉛直方向の乱れ強さ分布                     |
|   | 付図-2-4 | 風速変化による風速・乱れ強さの変化               |
|   | 付図-2-5 | 風のパワースペクトル                      |

※付表・付図は、付録に掲載した。

表-2-4 解析 ケ ー ス

| 測 定 項 目              | 計 算 項 目                                                                                                            |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 風 速 変 化 の 影 響        | $U, W, \sigma_u/U, \sigma_w/U, \bar{\alpha}$<br>$f \cdot S_u / \sigma_u^2, f \cdot S_w / \sigma_w^2, L_u^x, L_w^x$ |
| 鉛 直 方 向 分 布<br>(Z方向) | $U, W, \bar{\alpha}, \sigma_u/U, \sigma_w/U, 1/\alpha, B^*$                                                        |
| 水 平 方 向 分 布<br>(Y方向) | $U, W, \bar{\alpha}, \sigma_u/U, \sigma_w/U$<br>$\tilde{R}_u, \tilde{R}_w, L_u^y, L_w^y$                           |

※ フラッター風洞で行った実験のみ、求めた。

$U$  ; 熱線風速計で求めた主流方向平均風速

$W$  ; " 鉛直方向平均風速

$\sigma_u/U$  ; U方向乱れ強さ

$\sigma_w/U$  ; W " "

$\bar{\alpha}$  ; 平均傾斜角

$\tilde{R}_u$  ; U方向の相関係数

$\tilde{R}_w$  ; W " "

$L_u^x, L_w^x$  ; X方向の主流・鉛直成分の乱れスケール

$L_u^y, L_w^y$  ; y方向の " "

$f \cdot S_u / \sigma_u^2, f \cdot S_w / \sigma_w^2$  ; パワースペクトル

表-2-5 境界層厚

| CASE NAME                     | U.<br>(m/s) | X = 3 H |        | X = 6 H |       |
|-------------------------------|-------------|---------|--------|---------|-------|
|                               |             | BEH     | BET    | BEH     | BET   |
| SPIRE 1.6 m                   | 1           | *       | *      | *       | *     |
|                               | 6           | *       | *      | *       | *     |
| SPIRE 1.6 m &<br>BLOCK 200 mm | 1           | *       | *      | *       | *     |
|                               | 6           | *       | *      | *       | *     |
| BLOCK 200 mm                  | 1           | 0.5 m   | 0.5 m  | 0.7 m   | 0.8 m |
|                               | 6           | 0.6 m   | 0.6 m  | 1.0 m   | 0.8 m |
| SPIRE 1.2 m                   | 1           | *       | *      | 0.5 m   | 0.5 m |
|                               | 6           | *       | *      | *       | *     |
| SPIRE 1.2 m &<br>BLOCK 150 mm | 1           | *       | *      | 0.5 m   | 0.5 m |
|                               | 6           | *       | *      | *       | *     |
| BLOCK 150 mm                  | 1           | 0.45 m  | 0.5 m  | 0.55 m  | 0.5 m |
|                               | 6           | 0.5 m   | 0.6 m  | 0.6 m   | 0.7 m |
| SPIRE 0.8 m                   | 1           | *       | 0.7 m  | *       | *     |
|                               | 6           | *       | 0.7 m  | *       | *     |
| SPIRE 0.8 m<br>BLOCK 100 mm   | 1           | *       | 0.6 m  | *       | 0.7 m |
|                               | 6           | 0.8 m   | 0.7 m  | 0.9 m   | 0.7 m |
| BLOCK 100 mm                  | 1           | 0.35 m  | 0.35 m | 0.5 m   | 0.5 m |
|                               | 6           | 0.35 m  | 0.35 m | 0.5 m   | 0.5 m |

\*は、境界層の厚さが1 m以上で測定点の上まで続くことを示す。

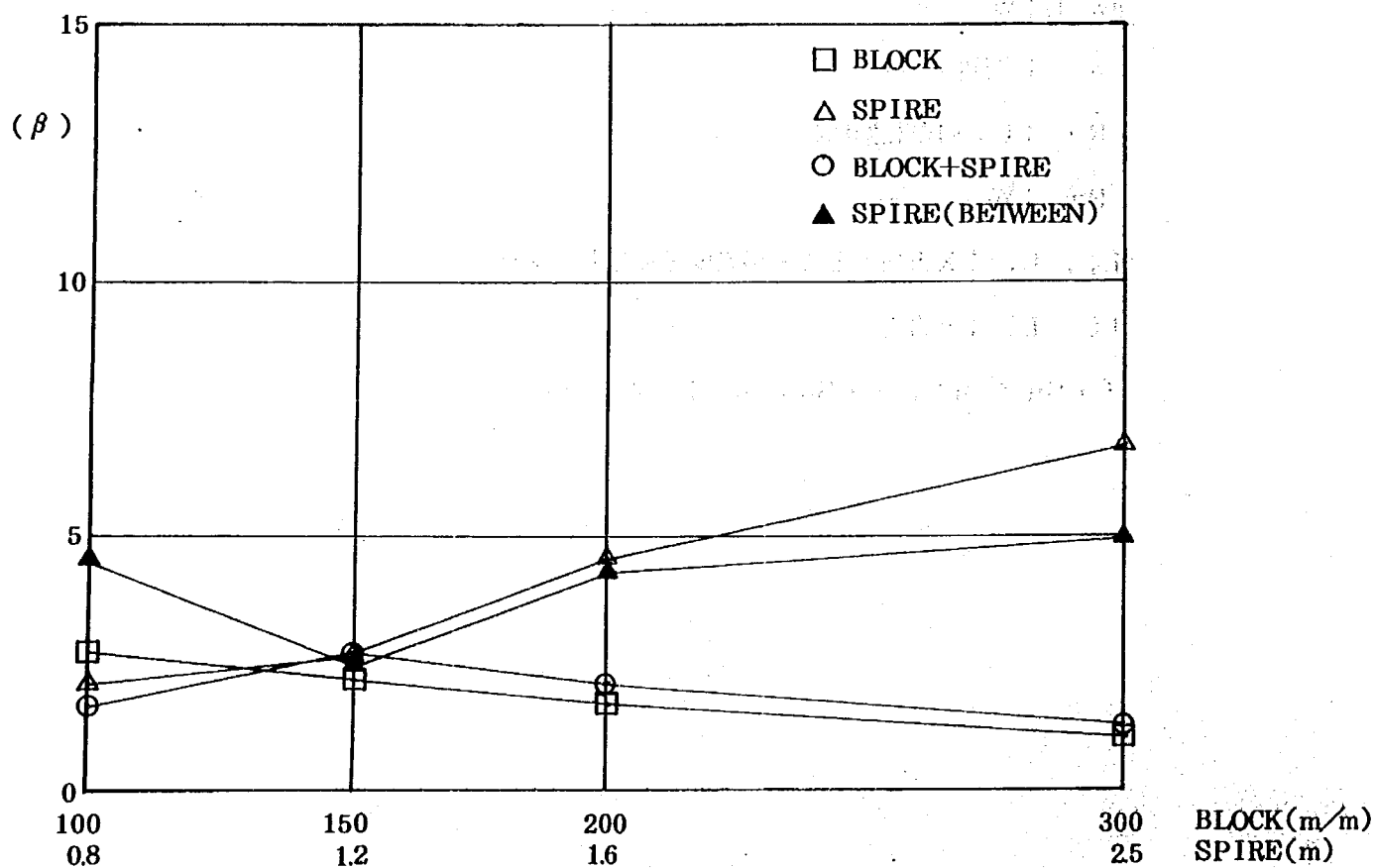


図-2-2 ベキ指数  $\beta$

表-2-6 風速の水平方向分布

| Z = 0.5 m |              | U <sub>o</sub><br>(m/s) | SPIRE |      |      | SPIRE+BLOCK |      |      | BLOCK |      |      |
|-----------|--------------|-------------------------|-------|------|------|-------------|------|------|-------|------|------|
|           |              |                         | 3 H   | 6 H  | 8 H  | 3 H         | 6 H  | 8 H  | 3 H   | 6 H  | 8 H  |
| U         | SPIRE 0.8m   | 1                       | 6.9   | 14.8 | —    | 20.7        | 29.6 | —    | 18.2  | 10.2 | —    |
|           | BLOCK 100 mm | 6                       | 4.5   | 15.4 | —    | 5.2         | 6.9  | —    | 5.4   | 2.6  | —    |
|           | SPIRE 1.2 m  | 1                       | 10.3  | 15.6 | —    | 33.3        | 18.9 | —    | 6.9   | 51.0 | —    |
|           | BLOCK 150 mm | 6                       | 14.5  | 14.3 | —    | 19.0        | 10.5 | —    | 0.6   | 30.0 | —    |
|           | SPIRE 1.6 m  | 1                       | 58.1  | 23.3 | —    | 54.6        | 36.4 | —    | 13.3  | 14.9 | —    |
|           | BLOCK 200 mm | 6                       | 41.7  | 3.6  | —    | 28.1        | 16.7 | —    | 11.7  | 14.6 | —    |
|           | SPIRE 2.5 m  | 2                       | —     | 35.2 | 27.0 | —           | 47.3 | 59.7 | —     | 55.0 | 30.0 |
|           | BLOCK 300 mm | 6                       | —     | 12.9 | 48.9 | —           | 26.7 | 24.8 | —     | 20.4 | 19.8 |
| Average   |              |                         | 22.7  | 16.9 | 38.0 | 26.8        | 24.1 | 42.3 | 9.4   | 24.8 | 24.9 |

表-2-7 主流方向乱れ強さの水平分布

|                |             | U <sub>o</sub><br>(m/s) | SPIRE |      |      | SPIRE+BLOCK |       |      | BLOCK |      |      |
|----------------|-------------|-------------------------|-------|------|------|-------------|-------|------|-------|------|------|
|                |             |                         | 3 H   | 6 H  | 8 H  | 3 H         | 6 H   | 8 H  | 3 H   | 6 H  | 8 H  |
| σ <sub>u</sub> | SPIRE 0.8   | 1                       | 86.1  | 85.7 | —    | 133.8       | 147.1 | —    | 46.8  | 41.9 | —    |
|                | BLOCK 100mm | 6                       | 31.4  | 80.9 | —    | 55.1        | 58.4  | —    | 18.2  | 40.0 | —    |
|                | SPIRE 1.2m  | 1                       | 90.6  | 32.4 | —    | 46.7        | 55.7  | —    | 58.8  | 42.4 | —    |
|                | BLOCK 150mm | 6                       | 51.6  | 52.4 | —    | 38.0        | 23.3  | —    | 36.8  | 1.3  | —    |
|                | SPIRE 1.6m  | 1                       | 76.5  | 34.4 | —    | 65.8        | 57.8  | —    | 59.2  | 79.0 | —    |
|                | BLOCK 200mm | 6                       | 34.4  | 11.6 | —    | 48.4        | 30.9  | —    | 78.4  | 51.8 | —    |
|                | SPIRE 2.5m  | 2                       | —     | 57.1 | 44.3 | —           | 58.1  | 63.3 | —     | 88.4 | 60.0 |
|                | BROCK 300mm | 6                       | —     | 49.1 | 28.1 | —           | 49.5  | 46.0 | —     | 62.5 | 38.0 |
| Average        |             |                         | 61.8  | 50.5 | 36.2 | 64.6        | 60.1  | 54.7 | 49.7  | 50.9 | 49.0 |

表-2-8 鉛直方向乱れ強さの水平分布

|                |             | U <sub>0</sub><br>(m/s) | SPIRE |      |      | SPIRE+BLOCK |       |      | LOCK |      |      |
|----------------|-------------|-------------------------|-------|------|------|-------------|-------|------|------|------|------|
|                |             |                         | 3 H   | 6 H  | 8 H  | 3 H         | 6 H   | 8 H  | 3 H  | 6 H  | 8 H  |
| σ <sub>w</sub> | SPIRE 0.8m  | 1                       | 67.9  | 61.3 | —    | 108.0       | 136.3 | —    | 95.2 | 73.7 | —    |
|                | BLOCK 100mm | 6                       | 29.4  | 71.5 | —    | 39.4        | 47.5  | —    | 50.0 | 58.8 | —    |
|                | SPIRE 1.2m  | 1                       | 49.7  | 28.6 | —    | 44.6        | 51.4  | —    | 57.1 | 74.3 | —    |
|                | BLOCK 150mm | 6                       | 48.4  | 32.1 | —    | 33.3        | 23.3  | —    | 43.5 | 48.2 | —    |
|                | SPIRE 1.6m  | 1                       | 41.0  | 31.6 | —    | 55.0        | 62.5  | —    | 64.0 | 59.1 | —    |
|                | BLOCK 200mm | 6                       | 42.5  | 9.5  | —    | 34.4        | 27.5  | —    | 80.9 | 58.8 | —    |
|                | SPIRE 2.5m  | 2                       | —     | 55.2 | 36.7 | —           | 49.1  | 53.9 | —    | 88.5 | 63.0 |
|                | BLOCK 300mm | 6                       | —     | 32.6 | 28.6 | —           | 45.7  | 51.3 | —    | 45.4 | 45.8 |
| Average        |             |                         | 46.5  | 40.2 | 32.7 | 52.5        | 55.4  | 52.6 | 65.1 | 64.4 | 54.4 |

表-2-9-1 Y方向乱れスケール(I)

| CASE NAME                   | U = 1.0 m / s |         |         |         | U = 6.0 m / s |         |         |         |
|-----------------------------|---------------|---------|---------|---------|---------------|---------|---------|---------|
|                             | X = 3 H       |         | X = 6 H |         | X = 3 H       |         | X = 6 H |         |
|                             | $L_u^y$       | $L_w^y$ | $L_u^y$ | $L_w^y$ | $L_u^y$       | $L_w^y$ | $L_u^y$ | $L_w^y$ |
| SPIRE 1.6m                  | 0.2359        | 0.1772  | 0.5391  | 0.1918  | 0.0924        | 0.1441  | 0.0791  | 0.1386  |
| SPIRE 1.6m<br>& BLOCK 200mm | 0.5632        | 0.2088  | 0.5403  | 0.2423  | 0.0942        | 0.1039  | 0.1523  | 0.1528  |
| BLOCK 200mm                 | 0.4176        | 0.2000  | 0.1628  | 0.1640  | 0.1586        | 0.1952  | 0.0724  | 0.1100  |
| SPIRE 1.2m                  | 0.2665        | 0.1798  | 0.0817  | 0.0994  | 0.1083        | 0.1601  | 0.0747  | 0.1618  |
| SPIRE 1.2m<br>& BLOCK 150mm | 0.1327        | 0.1621  | 0.0139  | 0.0998  | 0.1273        | 0.1309  | 0.0453  | 0.1070  |
| BLOCK 150mm                 | 0.8509        | 0.2500  | 0.5375  | 0.2545  | 0.6361        | 0.3462  | 0.1548  | 0.1529  |
| SPIRE 0.8m                  | 0.2967        | 0.1473  | 0.1116  | 0.1974  | 0.1062        | 0.1469  | 0.0819  | 0.1807  |
| SPIRE 0.8m<br>& BLOCK 100mm | 0.3847        | 0.2309  | 0.3168  | 0.1872  | 0.1256        | 0.1104  | 0.0607  | 0.1131  |
| BLOCK 100mm                 | 0.7570        | 0.1746  | 0.7416  | 0.1972  | 1.0476        | 0.4783  | 0.8077  | 0.3938  |

表-2-9-2 Y方向乱れスケール(II)

| CASE NAME                   | Z    | U = 2.0 m / s |         |         |         | U = 6.0 m / s |         |         |         |
|-----------------------------|------|---------------|---------|---------|---------|---------------|---------|---------|---------|
|                             |      | X = 6 H       |         | X = 8 H |         | X = 6 H       |         | X = 8 H |         |
|                             |      | $L_u^y$       | $L_w^y$ | $L_u^y$ | $L_w^y$ | $L_u^y$       | $L_w^y$ | $L_u^y$ | $L_w^y$ |
| SPIRE 2.5m                  | 0.5m | 0.8486        | 0.1194  | 0.0006  | 0.140   | 0.1039        | 0.0265  | 0.1403  | 0.0265  |
|                             | 0.9m | 0.6043        | 0.0966  | —       | 0.0464  | 0.0152        | 0.1133  | 0.0689  | 0.1133  |
| SPIRE 2.5m<br>& BLOCK 300mm | 0.5m | 0.4819        | 0.0541  | 0.4941  | 0.0168  | —             | 0.0683  | 0.0376  | 0.0444  |
|                             | 0.9m | 0.8845        | 0.0564  | 0.7906  | 0.1241  | —             | 0.0639  | 0.0204  | 0.1248  |
| BLOCK 300mm                 | 0.5m | 0.5342        | —       | 0.7713  | 0.0291  | 0.1546        | 0.0422  | 0.0707  | 0.0513  |
|                             | 0.9m | 0.4533        | —       | 0.7979  | 0.0632  | 0.0730        | 0.0562  | 0.0041  | 0.0736  |

表-2-10-1 主流方向風速の相関特性  $R_u$  (  $1 \text{ m/s}$  )

| CASE NAME                  | $\frac{Y}{X}$ | -0.53  | -0.45   | -0.30   | -0.15   | 0.00    | 0.15    | 0.30    | 0.45    | 0.60     | 0.75    |
|----------------------------|---------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|
| SPIRE 1.6m                 | 3 H           | 0.200  | 0.108   | 0.0190  | 0.155   | 0.160   | 0.0525  | 0.102   | -0.0419 | -0.00273 | 0.0877  |
|                            | 6 H           | 0.565  | 0.333   | 0.388   | 0.201   | 0.475   | 0.268   | 0.157   | 0.274   | 0.0365   | 0.163   |
| SPIRE 1.6m<br>&BLOCK 200mm | 3 H           | 0.547  | 0.283   | 0.403   | 0.294   | 0.237   | 0.359   | 0.226   | 0.282   | 0.164    | 0.225   |
|                            | 6 H           | 0.334  | 0.360   | 0.277   | 0.360   | 0.371   | 0.364   | 0.101   | 0.293   | 0.163    | 0.245   |
| BLOCK 200mm                | 3 H           | 0.388  | 0.322   | 0.140   | 0.0608  | 0.219   | 0.191   | 0.249   | 0.275   | 0.109    | 0.0976  |
|                            | 6 H           | 0.0913 | -0.0476 | -0.136  | 0.00686 | 0.00242 | 0.175   | 0.0794  | 0.110   | -0.0135  | 0.0842  |
| SPIRE 1.2m                 | 3 H           | 0.137  | -0.104  | 0.175   | 0.780   | -0.302  | 0.0466  | 0.258   | -0.0620 | 0.0515   | 0.0639  |
|                            | 6 H           | 0.144  | 0.175   | -0.0658 | -0.189  | 0.0534  | -0.0568 | -0.208  | -0.180  | -0.00826 | 0.145   |
| SPIRE 1.2m<br>&BLOCK 150mm | 3 H           | 0.203  | -0.124  | 0.0349  | 0.235   | 0.0412  | -0.0428 | 0.00680 | -0.162  | -0.0107  | -0.0280 |
|                            | 6 H           | 0.0392 | -0.132  | -0.229  | -0.217  | -0.0493 | -0.0664 | -0.0555 | -0.165  | 0.176    | 0.0584  |
| BLOCK 150mm                | 3 H           | 0.817  | 0.467   | 0.445   | 0.548   | 0.393   | 0.462   | 0.526   | 0.510   | 0.563    | 0.206   |
|                            | 6 H           | 0.643  | 0.173   | 0.441   | 0.127   | 0.307   | 0.297   | 0.165   | 0.332   | 0.304    | 0.0605  |
| SPIRE 0.8m                 | 3 H           | 0.186  | 0.253   | 0.136   | 0.0940  | 0.0694  | 0.136   | 0.116   | 0.0839  | 0.146    | 0.0249  |
|                            | 6 H           | 0.127  | 0.0404  | 0.0480  | -0.246  | -0.0683 | -0.0150 | 0.169   | 0.0576  | -0.0226  | -0.0794 |
| SPIRE 0.8m<br>&BLOCK 100mm | 3 H           | 0.605  | 0.0656  | 0.505   | 0.179   | 0.0940  | 0.00901 | 0.0393  | 0.0910  | 0.134    | 0.110   |
|                            | 6 H           | 0.544  | 0.334   | 0.169   | 0.0648  | 0.0260  | -0.0508 | -0.0377 | 0.0983  | 0.120    | 0.111   |
| BLOCK 100mm                | 3 H           | 0.567  | 0.439   | 0.497   | 0.508   | 0.0503  | 0.330   | 0.262   | 0.415   | 0.548    | 0.243   |
|                            | 6 H           | 0.507  | 0.489   | 0.434   | 0.537   | 0.570   | 0.342   | 0.484   | 0.313   | 0.365    | 0.170   |

表-2-10-2 鉛直方向風速の相関特性  $R_w$  (  $U = 1 \text{ m/s}$  )

| CASE NAME                  | $\frac{Y}{X}$ | -0.53 | -0.45   | -0.30    | -0.15    | 0.00    | 0.15     | 0.30    | 0.45     | 0.60     | 0.75     |
|----------------------------|---------------|-------|---------|----------|----------|---------|----------|---------|----------|----------|----------|
| SPIRE 1.6m                 | 3 H           | 0.113 | 0.159   | 0.0121   | -0.0732  | -0.0131 | 0.131    | 0.0847  | 0.00976  | 0.0148   | 0.177    |
|                            | 6 H           | 0.106 | 0.171   | 0.0602   | -0.0373  | 0.112   | 0.276    | -0.0681 | -0.103   | 0.0417   | 0.192    |
| SPIRE 1.6m<br>&BLOCK 200mm | 3 H           | 0.183 | 0.0653  | 0.0112   | 0.0409   | 0.0292  | 0.0943   | -0.0626 | 0.109    | 0.0828   | 0.209    |
|                            | 6 H           | 0.171 | 0.125   | -0.0179  | 0.0774   | 0.203   | 0.0860   | 0.0125  | 0.114    | 0.0347   | 0.0766   |
| BLOCK 200mm                | 3 H           | 0.251 | 0.109   | 0.145    | -0.00975 | -0.0101 | 0.0584   | 0.0510  | -0.00897 | 0.0128   | -0.00015 |
|                            | 6 H           | 0.210 | 0.0275  | -0.00456 | -0.00104 | 0.0816  | 0.0964   | 0.0684  | -0.133   | -0.0446  | 0.0596   |
| SPIRE 1.2m                 | 3 H           | 0.274 | 0.0472  | 0.114    | -0.0544  | -0.100  | 0.0148   | 0.118   | -0.145   | 0.208    | -0.00981 |
|                            | 6 H           | 0.212 | 0.0514  | -0.00257 | -0.0256  | -0.0535 | -0.254   | 0.126   | 0.0271   | -0.146   | -0.00578 |
| SPIRE 1.2m<br>&BLOCK 150mm | 3 H           | 0.198 | -0.0366 | 0.217    | 0.0614   | 0.00061 | -0.00155 | 0.0185  | -0.190   | 0.00292  | 0.0772   |
|                            | 6 H           | 0.220 | -0.0191 | 0.0426   | -0.121   | -0.139  | 0.0264   | -0.0256 | -0.0465  | 0.0266   | -0.0319  |
| BLOCK 150mm                | 3 H           | 0.181 | 0.181   | 0.122    | 0.117    | 0.0314  | 0.106    | 0.0389  | 0.0364   | 0.0625   | 0.0573   |
|                            | 6 H           | 0.309 | 0.206   | 0.134    | 0.0246   | 0.00792 | 0.0170   | -0.0208 | 0.176    | 0.102    | 0.00656  |
| SPIRE 0.8m                 | 3 H           | 0.154 | 0.141   | 0.0429   | -0.0130  | 0.0634  | -0.0506  | -0.0449 | -0.173   | -0.134   | -0.00595 |
|                            | 6 H           | 0.315 | 0.183   | 0.119    | 0.0776   | 0.0382  | -0.104   | -0.135  | -0.00849 | 0.0283   | 0.0680   |
| SPIRE 0.8m<br>&BLOCK 100mm | 3 H           | 0.294 | 0.00611 | 0.244    | 0.0335   | 0.0719  | 0.0141   | 0.0771  | 0.0160   | 0.0797   | -0.0303  |
|                            | 6 H           | 0.291 | 0.166   | 0.157    | -0.0540  | 0.0372  | -0.00570 | 0.0415  | -0.0368  | -0.0418  | -0.0394  |
| BLOCK 100mm                | 3 H           | 0.630 | 0.419   | 0.364    | 0.282    | 0.197   | 0.151    | 0.127   | 0.175    | 0.0775   | 0.0324   |
|                            | 6 H           | 0.228 | 0.117   | 0.0292   | 0.0611   | 0.0979  | 0.0186   | 0.0592  | -0.0237  | -0.00627 | -0.00061 |

表-2-10-3 主流方向風速の相関特性  $R_u$  (6 m/s)

| CASE NAME                  | $\frac{Y}{X}$ | -0.53    | -0.45    | -0.30    | -0.15   | 0.00    | 0.15     | 0.30     | 0.45     | 0.60     | 0.75     |
|----------------------------|---------------|----------|----------|----------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|
| SPIRE 1.6m                 | 3 H           | 0.170    | 0.0271   | -0.0844  | -0.118  | -0.0792 | 0.0245   | -0.00789 | 0.0633   | -0.0581  | -0.0537  |
|                            | 6 H           | 0.303    | 0.0798   | 0.0860   | -0.138  | -0.0325 | 0.0408   | -0.137   | -0.187   | -0.135   | -0.0873  |
| SPIRE 1.6m<br>&BLOCK 200mm | 3 H           | 0.295    | 0.0832   | -0.0508  | -0.109  | -0.133  | -0.107   | 0.0737   | -0.0503  | -0.0945  | -0.0140  |
|                            | 6 H           | 0.382    | 0.143    | -0.0552  | -0.0952 | -0.0422 | -0.862   | -0.0545  | 0.127    | -0.0263  | -0.0123  |
| BLOCK 200mm                | 3 H           | 0.0590   | 0.0599   | 0.0175   | 0.0278  | 0.00202 | 0.0436   | 0.0214   | -0.00407 | 0.0697   | 0.0313   |
|                            | 6 H           | 0.0126   | -0.0203  | -0.145   | -0.104  | -0.0104 | -0.161   | 0.0746   | 0.148    | -0.0666  | 0.0204   |
| SPIRE 1.2m                 | 3 H           | 0.0482   | 0.00577  | -0.0368  | -0.0459 | -0.0303 | 0.0247   | 0.0483   | -0.0230  | -0.00433 | 0.00158  |
|                            | 6 H           | 0.232    | 0.0923   | 0.125    | -0.194  | -0.0863 | -0.0821  | 0.00588  | -0.0862  | -0.200   | -0.0418  |
| SPIRE 1.2m<br>&BLOCK 150mm | 3 H           | 0.0777   | 0.0128   | -0.0199  | 0.0471  | -0.0133 | 0.00071  | -0.00829 | -0.0138  | 0.0205   | 0.0117   |
|                            | 6 H           | 0.0654   | -0.0233  | -0.111   | -0.0276 | -0.0170 | -0.0804  | -0.167   | 0.0521   | -0.118   | -0.00516 |
| BLOCK 150mm                | 3 H           | 0.755    | 0.523    | 0.520    | 0.325   | 0.226   | 0.334    | 0.231    | 0.297    | 0.165    | 0.131    |
|                            | 6 H           | 0.137    | -0.0409  | 0.0157   | 0.0343  | -0.0157 | 0.0173   | 0.0268   | 0.0652   | 0.0691   | -0.00996 |
| SPIRE 0.8m                 | 3 H           | -0.00318 | -0.00917 | 0.0631   | 0.0653  | -0.0679 | -0.0260  | -0.0460  | -0.0144  | 0.0348   | -0.0221  |
|                            | 6 H           | 0.0702   | -0.0155  | -0.0662  | -0.197  | 0.00368 | -0.0176  | 0.0102   | 0.0144   | 0.0252   | -0.0145  |
| SPIRE 0.8m<br>&BLOCK 100mm | 3 H           | 0.0731   | -0.00445 | 0.0296   | 0.0368  | -0.0239 | -0.00062 | 0.0259   | 0.0119   | -0.0250  | -0.0192  |
|                            | 6 H           | -0.0925  | -0.102   | -0.00875 | -0.0621 | -0.0571 | -0.0530  | 0.0536   | -0.0277  | 0.0199   | 0.00120  |
| BLOCK 100mm                | 3 H           | 0.775    | 0.589    | 0.732    | 0.664   | 0.704   | 0.625    | 0.617    | 0.648    | 0.616    | 0.280    |
|                            | 6 H           | 0.814    | 0.565    | 0.619    | 0.527   | 0.495   | 0.342    | 0.436    | 0.397    | 0.336    | 0.119    |

表-2-10-3 鉛直方向風速の相関特性  $R_w$  (6 m/s)

| CASE NAME                  | $\frac{Y}{X}$ | -0.53  | -0.45    | -0.30   | -0.15    | 0.00     | 0.15     | 0.30     | 0.45     | 0.60     | 0.75     |
|----------------------------|---------------|--------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| SPIRE 1.6m                 | 3 H           | 0.191  | 0.117    | -0.0332 | -0.0564  | -0.0258  | 0.0288   | -0.0474  | 0.0973   | -0.0600  | 0.0157   |
|                            | 6 H           | 0.131  | 0.0558   | 0.0184  | -0.0167  | 0.0855   | 0.0296   | -0.0179  | -0.0256  | -0.0597  | -0.00965 |
| SPIRE 1.6m<br>&BLOCK 200mm | 3 H           | 0.0820 | 0.0194   | -0.0156 | 0.0158   | -0.0781  | -0.0357  | 0.0498   | -0.00469 | -0.0816  | 0.00812  |
|                            | 6 H           | 0.156  | 0.0361   | -0.0407 | 0.0108   | 0.0276   | -0.0484  | -0.0110  | 0.0805   | 0.0586   | 0.0156   |
| BLOCK 200mm                | 3 H           | 0.243  | 0.0858   | 0.0637  | 0.0450   | -0.0242  | 0.0667   | 0.0270   | -0.0206  | 0.0673   | 0.0149   |
|                            | 6 H           | 0.0293 | 0.0191   | -0.0274 | 0.0424   | -0.0408  | -0.0359  | -0.00302 | -0.0324  | 0.0131   | 0.0357   |
| SPIRE 1.2m                 | 3 H           | 0.0819 | 0.0485   | 0.0430  | 0.0258   | -0.00443 | 0.00325  | 0.0651   | 0.0290   | 0.0452   | -0.00356 |
|                            | 6 H           | 0.161  | 0.0609   | 0.0728  | 0.0118   | -0.0114  | -0.0513  | 0.0913   | 0.00829  | 0.00963  | -0.00796 |
| SPIRE 1.2m<br>&BLOCK 150mm | 3 H           | 0.0973 | 0.0124   | 0.0437  | -0.00454 | -0.0166  | 0.0128   | 0.0163   | -0.00136 | -0.0107  | -0.0101  |
|                            | 6 H           | 0.0616 | 0.0278   | 0.0129  | -0.00127 | -0.00920 | -0.0329  | -0.0472  | -0.0101  | -0.0373  | -0.00274 |
| BLOCK 150mm                | 3 H           | 0.615  | 0.353    | 0.194   | 0.0557   | 0.130    | 0.0948   | 0.0390   | 0.0999   | -0.0303  | 0.0227   |
|                            | 6 H           | 0.181  | 0.0609   | 0.0977  | -0.0352  | 0.0526   | 0.00371  | -0.0242  | -0.0268  | -0.0127  | -0.0113  |
| SPIRE 0.8m                 | 3 H           | 0.137  | 0.0546   | 0.0596  | 0.00394  | 0.0412   | 0.0461   | -0.0231  | -0.0349  | -0.00087 | -0.0376  |
|                            | 6 H           | 0.216  | 0.207    | 0.170   | -0.0685  | -0.0133  | 0.0649   | -0.00766 | -0.0146  | -0.0636  | -0.0190  |
| SPIRE 0.8m<br>&BLOCK 100mm | 3 H           | 0.0162 | 0.0322   | 0.0454  | 0.0141   | -0.0316  | -0.00548 | 0.00453  | -0.0316  | -0.0268  | -0.0142  |
|                            | 6 H           | 0.100  | -0.00023 | 0.0372  | 0.00929  | 0.00775  | -0.0495  | 0.0153   | -0.0430  | -0.0500  | -0.00567 |
| BLOCK 100mm                | 3 H           | 0.195  | 0.0949   | -0.0432 | 0.0529   | 0.0312   | -0.103   | -0.0482  | 0.0895   | 0.126    | 0.0357   |
|                            | 6 H           | 0.641  | 0.379    | 0.306   | 0.203    | 0.187    | 0.0380   | 0.0367   | 0.0559   | 0.0269   | 0.0185   |

表-2-11 風速変化による乱れ強さ分布

| SYSTEM                    |             | SGMU(%)     | SGMN(%)     |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------|
| SPIRE 0.8m<br>BLOCK 100mm | SPIRE       | 13.2 ~ 15.2 | 7.0 ~ 11.0  |
|                           | SPIRE+BLOCK | 10.5 ~ 14.5 | 6.5 ~ 8.0   |
|                           | BLOCK       | 0.6 ~ 4.0   | 0.6 ~ 2.5   |
| SPIRE 1.2m<br>BLOCK 150mm | SPIRE       | 8.2 ~ 12.0  | 5.4 ~ 9.2   |
|                           | SPIRE+BLOCK | 13.4 ~ 16.2 | 8.5 ~ 11.5  |
|                           | BLOCK       | 4.2 ~ 9.6   | 4.0 ~ 7.0   |
| SPIRE 1.6m<br>BLOCK 200mm | SPIRE       | 10.0 ~ 13.1 | 6.5 ~ 10.4  |
|                           | SPIRE+BLOCK | 15.6 ~ 20.0 | 8.4 ~ 13.2  |
|                           | BLOCK       | 9.8 ~ 13.2  | 6.4 ~ 8.8   |
| SPIRE 2.5m<br>BLOCK 300mm | SPIRE       | 15.6 ~ 32.3 | 12.4 ~ 23.5 |
|                           | SPIRE+BLOCK | 17.5 ~ 24.7 | 11.1 ~ 15.7 |
|                           | BLOCK       | 14.1 ~ 21.4 | 10.1 ~ 15.0 |

表-2-12 ベキ指数  $\beta$ 

|                                            | X方向距離 | BEHIND                |                       | BETWEEN               |                       |
|--------------------------------------------|-------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                                            |       | $U_0 = 1 \text{ m/s}$ | $U_0 = 6 \text{ m/s}$ | $U_0 = 1 \text{ m/s}$ | $U_0 = 6 \text{ m/s}$ |
| SPIRE 0.8m                                 | 3 H   | 2.1                   | 1.5                   | 2.3                   | 1.8                   |
|                                            | 6 H   | 7.4                   | 2.0                   | 7.7                   | 4.4                   |
| SPIRE 0.8m<br>& BLOCK 100mm<br>BLOCK 100mm | 3 H   | 2.6                   | 1.2                   | 1.9                   | 1.4                   |
|                                            | 6 H   | 3.0                   | 1.7                   | 2.3                   | 2.1                   |
|                                            | 3 H   | 2.0                   | 2.2                   | 1.2                   | 1.5                   |
|                                            | 6 H   | 2.6                   | 2.7                   | 3.0                   | 2.6                   |
| SPIRE 1.2m                                 | 3 H   | 1.8                   | 1.6                   | 1.9                   | 1.8                   |
|                                            | 6 H   | 1.9                   | 2.3                   | 2.6                   | 2.1                   |
| SPIRE 1.2m<br>& BLOCK 150mm<br>BLOCK 150mm | 3 H   | 2.0                   | 1.6                   | 1.6                   | 1.6                   |
|                                            | 6 H   | 1.5                   | 2.3                   | 2.6                   | 2.3                   |
|                                            | 3 H   | 1.6                   | 1.9                   | 1.7                   | 1.9                   |
|                                            | 6 H   | 1.9                   | 2.2                   | 1.4                   | 1.9                   |
| SPIRE 1.6m                                 | 3 H   | 3.8                   | 2.9                   | 3.2                   | 2.8                   |
|                                            | 6 H   | 4.7                   | 4.3                   | 5.0                   | 4.1                   |
| SPIRE 1.6m<br>& BLOCK 200mm<br>BLOCK 200mm | 3 H   | 2.0                   | 1.5                   | 3.4                   | 1.8                   |
|                                            | 6 H   | 1.9                   | 2.0                   | 2.5                   | 2.1                   |
|                                            | 3 H   | 2.3                   | 1.1                   | 1.0                   | 1.4                   |
|                                            | 6 H   | 1.7                   | 1.7                   | 3.0                   | 1.6                   |
| SPIRE 2.5m                                 | 6 H   | 25.0*                 | 6.7                   | 33.0*                 | 4.8                   |
|                                            | 8 H   | 7.7*                  | 9.1                   | 12.5*                 | 10.0                  |
| SPIRE 2.5m<br>& BLOCK 300mm<br>BLOCK 300mm | 6 H   | 1.1*                  | 1.0                   | 0.9*                  | 1.1                   |
|                                            | 8 H   | 3.8*                  | 3.4                   | 3.8*                  | 3.7                   |
|                                            | 6 H   | 1.3*                  | 1.2                   | 1.1*                  | 1.2                   |
|                                            | 8 H   | 5.3*                  | 5.3                   | 9.1*                  | 5.3                   |

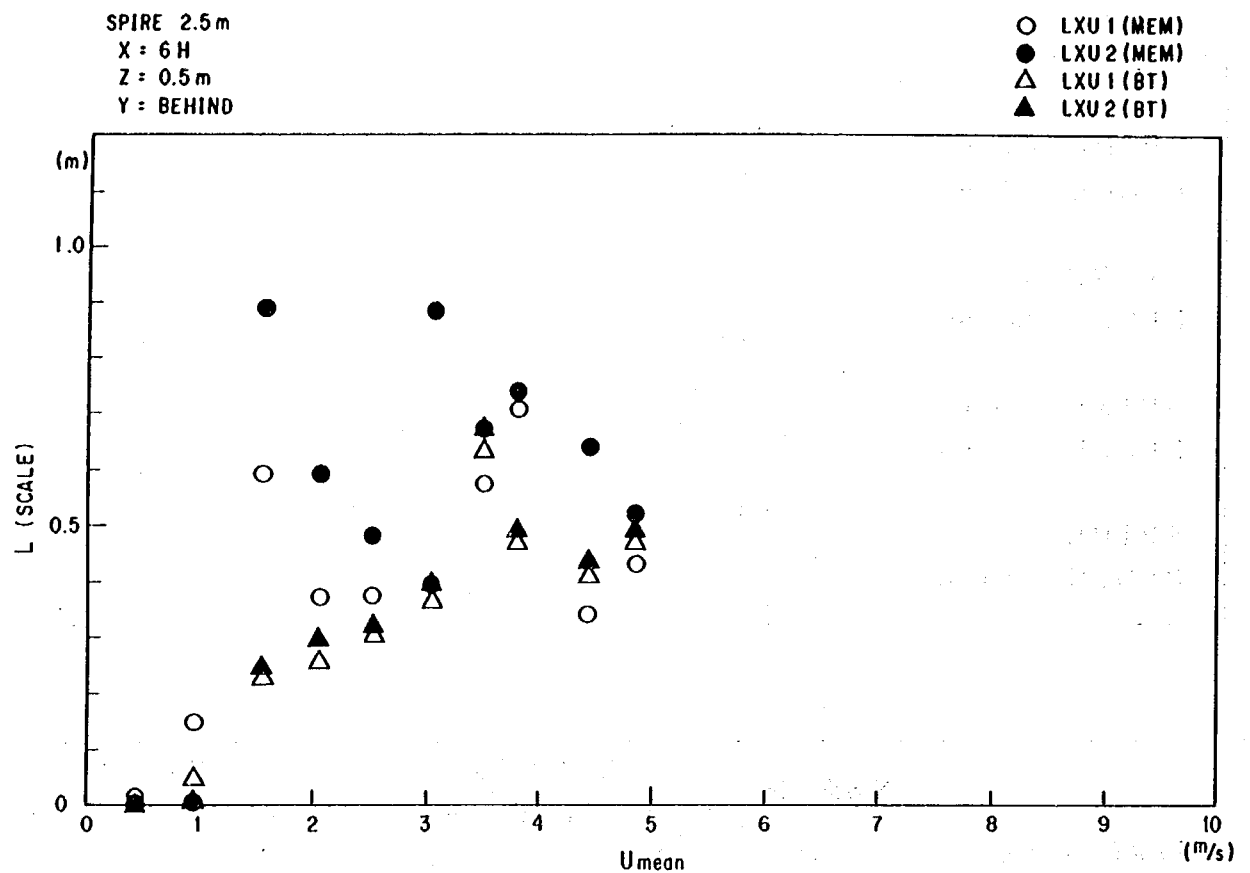


図-2-3-1 主流方向乱れのスケール (Z = 0.5 m, Y = BEHIND)

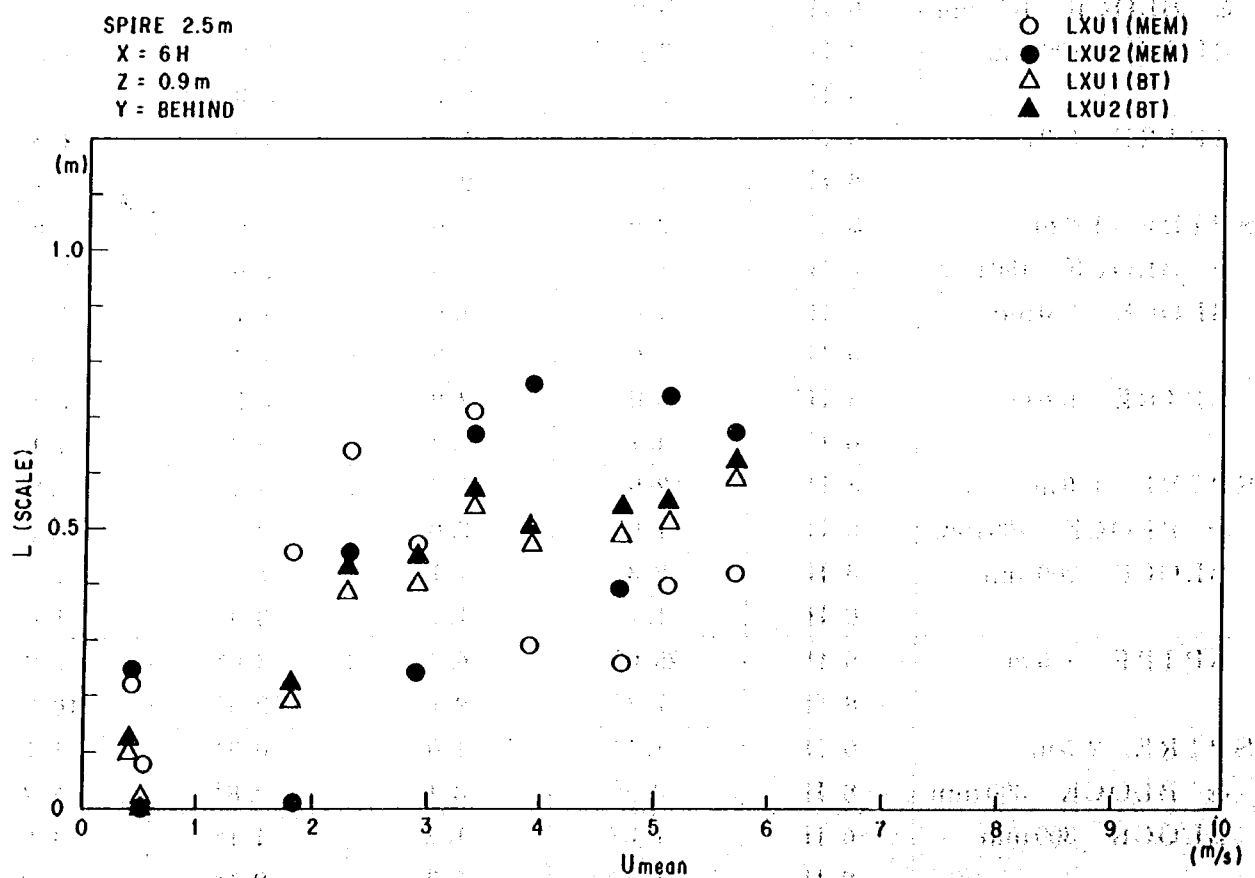


図-2-3-2 主流方向乱れのスケール (Z = 0.9 m, Y = BEHIND)

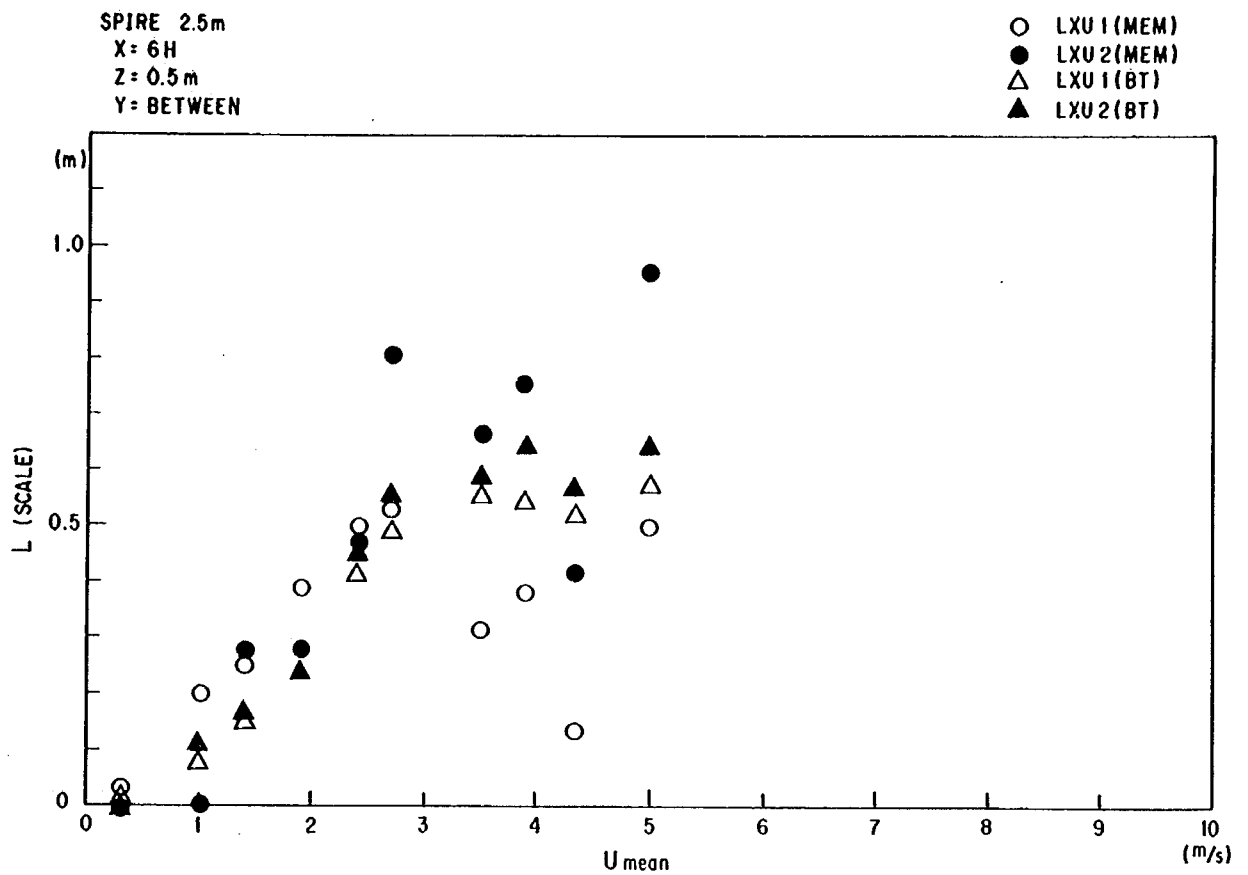


図-2-3-3 主流方向乱れのスケール ( $Z = 0.5m$ ,  $Y = \text{BETWEEN}$ )

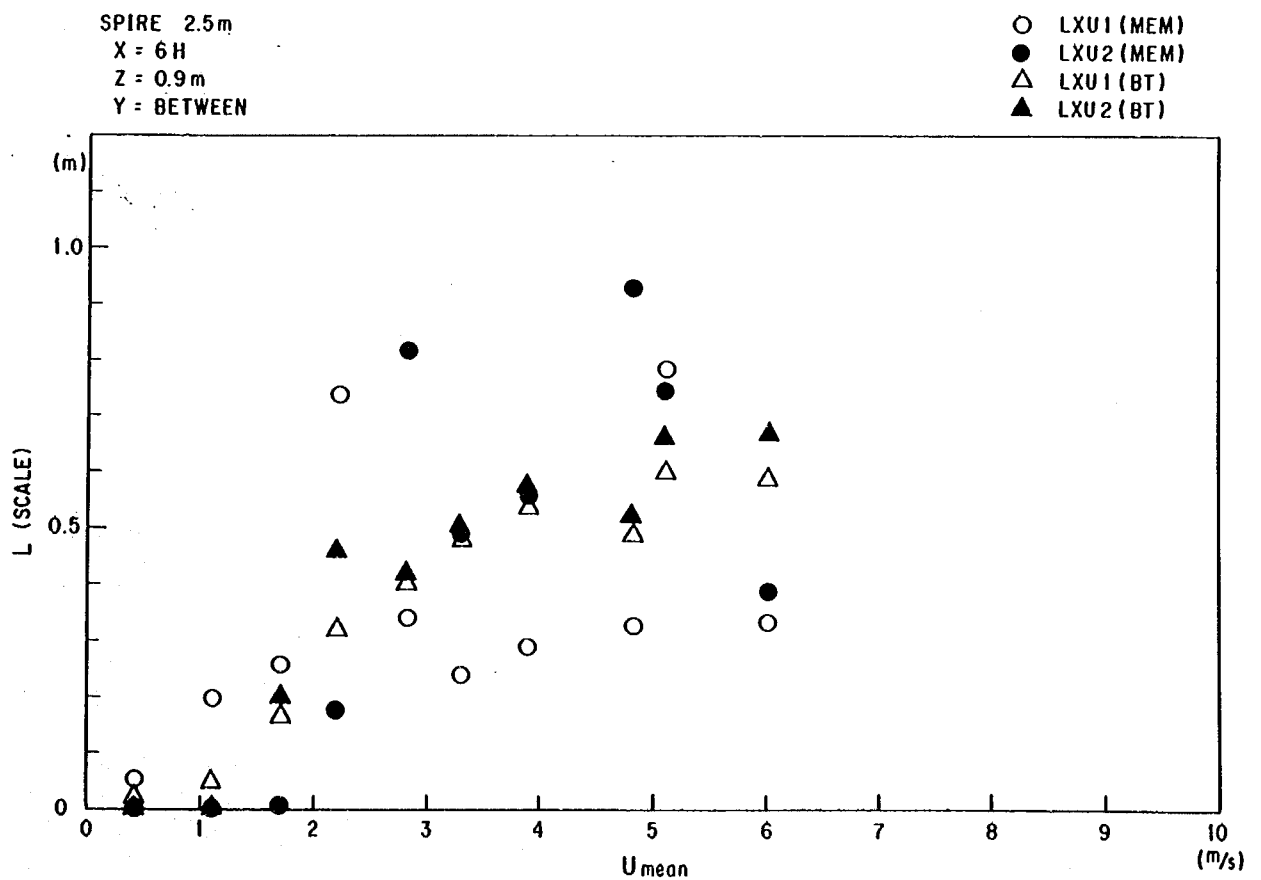


図-2-3-4 主流方向乱れのスケール ( $Z = 0.9m$ ,  $Y = \text{BETWEEN}$ )



### 3. 平戸大橋における自然風および対風応答の長期観測データ解析

#### 3-1 まえがき

構造物は自然風の中ではその乱れに起因する不規則な空気力を受け、これにより一種の強制振動が引き起こされる。この現象はガスト応答と呼ばれ、とくに水平方向のガスト応答については、設計風速および設計風荷重を算定する際にその影響を考慮するように定められている。一方、鉛直たわみモードおよびねじれモードのガスト応答については、水平方向のガスト応答に対する規定ほど詳細なものは定められていないが、その理由の1つにはこれらのガスト応答の大きさを推定する方法がまだ確立されていないことが挙げられよう。ガスト応答を推定する手法としては、自然風を相似した乱流のもとで三次元模型を用いた風洞実験を実施する方法、統計的手法を用いて数値計算により推定する方法および実際に建設された長大橋梁において自然風および対風応答を観測する方法などが挙げられるが、風洞実験においては種々の相似条件をすべて満足させることが困難なこと、数値計算においては適切なパラメータを設定することが困難なこと、現地観測においては平均風速  $20 \text{ m/s}$  を超える強風時のデータを観測する機会が少ないこと、などの問題があり、ガスト応答推定方法確立のためには、これらの手法を互いの欠点を補うよう総合させることが必要と考えられる。

以上の考えに従い、当研究室では関門橋、末広大橋、および平戸大橋において自然風と橋梁の対風応答の観測データの解析を実施しており、またガスト応答を周波数領域あるいは時間領域で推定計算するプログラムの開発につとめている。ここでは平戸大橋において観測された自然風と橋梁の対風応答の特性について報告する。

平戸大橋は長崎県北部にある平戸島を九州本島と結ぶため長崎県営有料道路として建設された単径間補剛トラス吊橋である。その架設位置を図-3-1に、一般図を図-3-2に示す。平戸大橋に設置された長期観測システムについては別の報告書<sup>1)</sup>に述べられており、今年度も変更はないのでここでは観測機器の構成を表-3-1に、総合系図を図-3-3に、計測器の配置を図-3-4に示すにとどめる。同様に解析方法も昨年度と変更ないのでその記述は省略する。

#### 3-2 観測記録

昭和52年度から現在までに得られた記録の一覧表を表-3-2に示す。今年度は停電の為にタイムコードが記録されていないテープと校正信号が記録されていないテープが各1巻あったが、7巻のテープが正常に稼動し、104 RUNのデータを得ることができた。

#### 3-3 自然風の特徴

今年度は昭和57年3月2日から9月4日までに得られたデータの解析を行ったが、その結果得られた平均風速および平均風向を表-3-3に、平均風速風向図を図-3-5-1~2に示す。なお、表-3-3にはデータレコーダより得られた記録の他に、データレコーダに記録されたタイムレコードに対応する風向風速記録器より読み取った平均風速、平均風向の値も併記した。

風向風速記録器より読み取った3月2日および3月3日の平均風速の値は異状に小さい値であり、データレコーダに記録されたタイムコードと対応していないと考えられ、前後の日付の平均風速を調べたが、対応する時刻に強風のデータが得られていないので、あえて同じ日付のデータを示した。したがって3月2日および3月3日の風向、風速データは信頼性が乏しいので、他のデータと区別する意味で●の記号を付した。

### 3-4 補剛桁応答の特性

補剛桁中央における鉛直たわみ応答、ねじれ応答、水平たわみ応答の加速度値とそれに対応する平均風速、平均風向とをあわせ表-3-3に示す。また、加速度応答の標準偏差とデータレコーダから計算した平均風速との関係を図-3-6-1~3に示し、加速度応答の標準偏差と風向風速記録器より読み取った平均風速との関係を図-3-6-4~6に示す。今年度も耐風設計の結果として当然ながら振幅の大きな自励振動は起こっておらず、図に示した振動はガスト応答と考えられる。ガスト応答振幅は風速の上昇に伴って大きくなる傾向を示し、振幅値は昨年度までに得られた同程度の風速範囲における値とはほぼ一致している。また、 $10\text{ m/s}$ 以下の風速領域において風速に比べ大きな応答が得られているが、この原因としてこのデータが3月2日および3月3日のものであり正しい風速が得られなかったためと思われる。

### 3-5 まとめ

今年度は台風接近時を含む平均風速 $20\text{ m/s}$ 以上の強風データを数多く蓄積することができた。しかしながら、平均風速および平均風向について、データレコーダに記録された値と風向風速記録器に記録された値との間には、単なる計算誤差以上の差がしばしば見られる。また現在のデータ収録システムでは風速および風向の平均的特性しか知ることができず、瞬間値のデータをデータレコーダに収録することが望まれる。今後これらの問題に検討を加えながら、耐風設計に有益なデータをさらに蓄積していきたいと考える。

### 参 考 文 献

- 1) 建設省土木研究所構造研究室；耐風調査報告書（M-1977），土研資料第1215号，昭和53年3月
- 2) 建設省土木研究所構造研究室；耐風調査報告書（K-1980），土研資料第1656号，昭和56年3月
- 3) 建設省土木研究所構造研究室；耐風調査報告書（X-1981），土研資料第1821号，昭和57年3月

表一 3 - 1 平戸大橋長期観測用機器の構成

|    | 名 称                                                                                                                  | 数 量                                           |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1. | セ ン サ 部<br>V F B 加 速 度 計 ( 上 下 )<br>" ( 水 平 )<br>風 向 、 風 速 発 信 部                                                     | 2 台<br>1 台<br>1 台                             |
| 2. | 受 信 部<br>時 計 盤<br>増 幅 盤<br>監 視 盤<br>記 録 制 制 盤<br>電 源 盤<br>端 子 盤                                                      | 1 架<br>1 台<br>1 台<br>1 台<br>1 台<br>1 台<br>1 台 |
| 3. | 記 録 部<br>電 磁 オ シ ロ グ ラ フ<br>平 均 風 向 、 風 速 記 録 器<br>デ ー タ レ コ ー ダ R 9 1 2<br>風 向 風 速 記 録 器 ( 瞬 時 値 用 )<br>風 速 警 報 装 置 | 1 台<br>1 台<br>1 台<br>1 台<br>1 台               |
| 4. | パ ッ ケ ー ジ 型 発 電 機<br>予 備 品 、 付 属 品                                                                                   | 1 台<br>1 式                                    |

表-3-2 平戸大橋長期観測で得られたデータ

| TAPE № | 記 録 期 間                       | 備 考     |
|--------|-------------------------------|---------|
| 1      | 5 2. 3. 3 ~ 5 2. 4. 2 7       | 解析せず    |
| 2      | 5 2. 6. 2 9 ~ 5 2. 6. 3 0     | 5 2年度解析 |
| 3      | 5 2. 6. 3 0 ~ 5 2. 8. 2 2     | "       |
| 4      | 5 2. 1 1. 1 6 ~ 5 2. 1 2. 1 6 | 解析せず    |
| 5      | 5 2. 1 2. 1 6                 | "       |
| 6      | 5 2. 1 2. 2 9 ~ 5 2. 1 2. 3 0 | 5 2年度解析 |
| 7      | 5 3. 2. 8 ~ 5 3. 2. 9         | 5 3年度解析 |
| 8      | 5 3. 2. 1 3 ~ 5 3. 2. 1 8     | "       |
| 9      | 5 3. 2. 1 9 ~ 5 3. 3. 9       | "       |
| 10     | 5 3. 3. 2 1 ~ 5 3. 4. 1 5     | "       |
| 11     | 5 3. 5. 3 0 ~ 5 3. 6. 9       | "       |
| 12     | 5 3. 6. 2 4 ~ 5 3. 9. 1       | "       |
| 13     | 5 3. 9. 1 5 ~ 5 3. 1 0. 1 3   | "       |
| 14     | 5 4. 8. 2 6 ~ 5 4. 9. 6       | 5 4年度解析 |
| 15     | 5 4. 9. 2 7                   | "       |
| 16     | 5 4. 1 1. 1 8 ~ 5 4. 1 2. 1 1 | "       |
| 17     | 5 4. 1 2. 2 3 ~ 5 5. 4. 5     | 解析せず    |
| 18     | 5 5. 4. 5                     | 5 5年度解析 |
| 19     | 5 5. 4. 9 ~ 5 5. 4. 1 0       | "       |
| 20     | 5 5. 4. 1 4 ~ 5 5. 4. 1 9     | "       |
| 21     | 5 5. 4. 1 9 ~ 5 5. 4. 2 4     | "       |
| 22     | 5 5. 4. 2 7 ~ 5 5. 5. 2 5     | "       |
| 23     | 5 5. 6. 1 7 ~ 5 5. 6. 3 1     | "       |
| 24     | 5 5. 7. 1 6 ~ 5 5. 9. 1 0     | "       |
| 25     | 5 5. 9. 1 0 ~ 5 5. 9. 1 1     | "       |
| 26     | 5 5. 9. 1 1 ~ 5 5. 1 0. 1 3   | "       |
| 27     | 5 5. 1 0. 1 3                 | 解析せず    |
| 28     | 5 5. 1 1. 2 1 ~ 5 5. 1 1. 2 1 | 5 5年度解析 |
| 29     | 5 5. 1 1. 2 2 ~ 5 6. 2. 1 6   | 5 6年度解析 |
| 30     | 5 6. 6. 2 2                   | "       |
| 31     | 5 6. 7. 3 1                   | "       |
| 32     | 5 6. 9. 3                     | "       |
| 33     | 5 6. 9. 3                     | "       |
| 34     | 5 6. 9. 2 8 ~ 5 6. 1 0. 5     | 解析せず    |
| 35     | 5 7. 3. 2                     | 5 7年度解析 |
| 36     | 5 7. 3. 1 2 ~ 5 7. 3. 3 0     | "       |
| 37     | 5 7. 4. 3                     | "       |
| 38     | 5 7. 4. 9 ~ 5 7. 6. 1 4       | "       |
| 39     | 5 7. 6. 1 4 ~ 5 7. 7. 1 1     | "       |
| 40     | 5 7. 7. 2 3 ~ 5 7. 8. 2 7     | "       |
| 41     | 5 7. 8. 2 7 ~ 5 7. 9. 4       | "       |

表-3-3 平戸大橋における風速, 風向と応答の関係

| 記録開始日時<br>(記録時間は15分) | 中央径間1/2での<br>平均風速 (m/s) |                | 中央径間1/2での<br>平均風向 (deg) |                  | 中央径間1/2加速度                                 |                                            |                                            |
|----------------------|-------------------------|----------------|-------------------------|------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|
|                      | データ<br>レコーダ             | 風向風速<br>記録器    | データ<br>レコーダ             | 風向風速<br>記録器      | 鉛直たわみ<br>( $\times 10^{-1} \text{m/s}^2$ ) | 水平たわみ<br>( $\times 10^{-1} \text{m/s}^2$ ) | ねじれ<br>( $\times 10^{-2} \text{rad/s}^2$ ) |
| 57-3-2 12:57         | 15.7<br>17.5<br>14.0    | 6.8<br>(13:10) | 189.2<br>345.0<br>181.9 | 345.0<br>(13:10) | 0.45<br>1.7<br>-2.7                        | 0.40<br>1.8<br>-2.1                        | 0.49<br>3.0<br>-2.7                        |
| 57-3-2 13:27         | 16.5<br>18.0<br>14.9    | 6.0<br>(13:40) | 187.6<br>195.4<br>178.9 | 322.5<br>(13:40) | 0.48<br>2.1<br>-2.0                        | 0.45<br>2.2<br>-2.4                        | 0.51<br>4.4<br>-2.5                        |
| 57-3-2 13:57         | 17.0<br>19.0<br>14.5    | 7.0<br>(14:10) | 196.8<br>204.9<br>190.4 | 333.8<br>(14:10) | 0.46<br>2.6<br>-1.6                        | 0.40<br>1.9<br>-2.2                        | 0.50<br>3.1<br>-1.9                        |
| 57-3-2 14:34         | 16.3<br>17.9<br>14.7    | 6.2<br>(14:40) | 191.7<br>199.4<br>181.9 | 326.3<br>(14:40) | 0.53<br>3.1<br>-1.8                        | 0.43<br>1.8<br>-2.2                        | 0.50<br>3.0<br>-4.2                        |
| 57-3-2 15:04         | 17.9<br>19.4<br>16.4    | 4.2<br>(15:10) | 193.5<br>201.9<br>185.9 | 326.3<br>(15:10) | 0.53<br>2.1<br>-2.5                        | 0.51<br>2.1<br>-2.5                        | 0.58<br>2.6<br>-2.2                        |
| 57-3-2 15:34         | 18.5<br>19.7<br>17.3    | 4.7<br>(15:40) | 192.0<br>199.4<br>185.9 | 330.0<br>(15:40) | 0.58<br>1.8<br>-2.3                        | 0.49<br>3.0<br>-1.6                        | 0.57<br>3.2<br>-2.3                        |
| 57-3-2 16:11         | 18.1<br>20.2<br>14.9    | 6.2<br>(16:20) | 190.5<br>196.9<br>182.9 | 322.5<br>(16:20) | 0.56<br>2.2<br>-2.3                        | 0.50<br>3.3<br>-2.0                        | 0.57<br>3.5<br>-3.6                        |
| 57-3-2 16:41         | 19.1<br>20.4<br>17.6    | 6.8<br>(16:50) | 190.0<br>197.9<br>183.4 | 333.8<br>(16:50) | 0.47<br>1.7<br>-1.7                        | 0.59<br>3.6<br>-4.3                        | 0.58<br>2.3<br>-3.5                        |
| 57-3-2 17:11         | 19.9<br>21.3<br>18.6    | 5.0<br>(17:20) | 190.6<br>197.9<br>183.4 | 326.3<br>(17:20) | 0.58<br>2.2<br>-2.2                        | 0.57<br>2.2<br>-2.4                        | 0.60<br>2.5<br>-2.3                        |
| 57-3-2 17:55         | 20.2<br>22.5<br>17.9    | 4.3<br>(18:00) | 186.1<br>195.4<br>178.9 | 330.0<br>(18:00) | 0.63<br>2.3<br>-2.1                        | 0.62<br>2.6<br>-2.8                        | 0.75<br>2.4<br>-2.8                        |
| 57-3-2 18:25         | 19.1<br>21.0<br>17.4    | 3.8<br>(18:30) | 189.4<br>197.9<br>181.9 | 322.5<br>(18:30) | 0.58<br>2.4<br>-2.3                        | 0.57<br>2.3<br>-4.0                        | 0.65<br>2.5<br>-2.9                        |
| 57-3-2 18:58         | 17.1<br>18.5<br>15.8    | 4.3<br>(19:10) | 188.4<br>195.9<br>179.9 | 337.5<br>(19:10) | 0.44<br>1.6<br>-1.4                        | 0.48<br>1.8<br>-1.7                        | 0.51<br>2.1<br>-2.0                        |
| 57-3-2 19:28         | 18.6<br>20.1<br>17.0    | 4.3<br>(19:40) | 184.0<br>191.9<br>176.4 | 326.3<br>(19:40) | 0.47<br>1.5<br>-1.4                        | 0.54<br>2.5<br>-2.6                        | 0.57<br>2.2<br>-2.3                        |

データレコーダからの平均風速及び平均風向は, それぞれ上から平均, 最大, 最小の値であり, 加速度は上から標準偏差, 最大, 最小である。

| 記録開始日時<br>(記録時間は15分) | 中央径間1/2での<br>平均風速 (m/s) |                | 中央径間1/2での<br>平均風向 (deg) |                  | 中央径間1/2加速度                                 |                                            |                                            |
|----------------------|-------------------------|----------------|-------------------------|------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|
|                      | データ<br>レコーダ             | 風向風速<br>記録器    | データ<br>レコーダ             | 風向風速<br>記録器      | 鉛直たわみ<br>( $\times 10^{-1} \text{m/s}^2$ ) | 水平たわみ<br>( $\times 10^{-1} \text{m/s}^2$ ) | ねじれ<br>( $\times 10^{-2} \text{rad/s}^2$ ) |
| 57-3-2 19:58         | 16.9<br>18.9<br>15.0    | 2.2<br>(20:10) | 192.5<br>201.4<br>185.9 | 322.5<br>(20:10) | 0.46<br>1.8<br>-1.5                        | 0.42<br>2.8<br>-2.2                        | 0.48<br>2.0<br>-2.9                        |
| 57-3-2 20:28         | 16.5<br>17.8<br>15.1    | 2.7<br>(20:40) | 189.0<br>196.9<br>181.4 | 330.0<br>(20:40) | 0.47<br>1.7<br>-3.1                        | 0.43<br>2.1<br>-3.7                        | 0.48<br>2.8<br>-2.1                        |
| 57-3-2 20:58         | 17.6<br>19.1<br>16.0    | 3.5<br>(21:10) | 188.8<br>196.4<br>181.9 | 322.5<br>(21:10) | 0.46<br>2.1<br>-1.8                        | 0.43<br>1.5<br>-1.8                        | 0.49<br>2.7<br>-2.1                        |
| 57-3-3 11:49         | 19.5<br>21.7<br>17.2    | 2.3<br>(12:00) | 395.2<br>406.9<br>383.8 | 198.8<br>(12:00) | 0.73<br>2.8<br>-2.6                        | 0.68<br>3.4<br>-4.1                        | 0.79<br>4.3<br>-4.0                        |
| 57-3-3 12:19         | 18.6<br>22.0<br>16.2    | 4.5<br>(12:30) | 347.3<br>409.9<br>389.6 | 195.0<br>(12:30) | 0.60<br>2.5<br>-2.0                        | 0.61<br>2.0<br>-2.9                        | 0.70<br>3.0<br>-3.4                        |
| 57-3-3 12:49         | 19.8<br>21.7<br>18.2    | 4.5<br>(13:00) | 399.8<br>413.4<br>387.8 | 206.3<br>(13:00) | 0.70<br>2.8<br>-2.0                        | 0.59<br>1.9<br>-2.7                        | 0.56<br>2.0<br>-1.9                        |
| 57-3-3 13:19         | 18.6<br>20.3<br>16.4    | 6.0<br>(13:30) | 401.1<br>411.4<br>390.9 | 195.0<br>(13:30) | 0.60<br>2.3<br>-2.5                        | 0.64<br>4.8<br>-4.2                        | 0.73<br>4.3<br>-3.2                        |
| 57-3-3 13:49         | 21.0<br>23.4<br>18.3    | 6.8<br>(14:00) | 400.7<br>410.4<br>391.4 | 198.8<br>(14:00) | 0.71<br>2.6<br>-2.1                        | 0.68<br>2.9<br>-2.9                        | 0.80<br>3.8<br>-4.1                        |
| 57-3-3 14:19         | 20.6<br>22.8<br>19.3    | 6.8<br>(14:30) | 400.8<br>413.9<br>388.8 | 198.8<br>(14:30) | 0.88<br>5.5<br>-2.5                        | 0.71<br>2.9<br>-3.5                        | 0.82<br>3.1<br>-3.0                        |
| 57-3-3 14:49         | 18.6<br>20.1<br>17.3    | 6.3<br>(15:00) | 403.2<br>414.4<br>392.4 | 191.3<br>(15:00) | 0.59<br>2.6<br>-2.3                        | 0.59<br>3.4<br>-2.5                        | 0.69<br>2.2<br>-2.3                        |
| 57-3-3 15:19         | 20.1<br>22.2<br>18.2    | 6.5<br>(15:30) | 404.8<br>417.4<br>395.9 | 187.5<br>(15:30) | 0.68<br>3.3<br>-2.4                        | 0.67<br>2.5<br>-3.3                        | 0.77<br>3.9<br>-2.7                        |
| 57-3-3 15:49         | 19.8<br>21.2<br>17.8    | 5.7<br>(16:00) | 406.6<br>416.4<br>395.4 | 187.5<br>(16:00) | 0.49<br>2.3<br>-2.0                        | 0.56<br>2.6<br>-2.7                        | 0.61<br>2.3<br>-2.8                        |
| 57-3-3 16:19         | 19.1<br>20.5<br>17.0    | 5.8<br>(16:30) | 404.5<br>419.4<br>392.9 | 195.0<br>(16:30) | 0.65<br>2.1<br>-2.4                        | 0.62<br>2.4<br>-4.2                        | 0.69<br>2.9<br>-3.4                        |

データレコーダからの平均風速及び平均風向は、それぞれ上から平均、最大、最小の値であり、加速度は上から標準偏差、最大、最小である。

| 記録開始日時<br>(記録時間は15分) | 中央径間1/2での<br>平均風速 (m/s) |                 | 中央径間1/2での<br>平均風向 (deg) |                  | 中央径間1/2加速度                                 |                                            |                                            |
|----------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|
|                      | データ<br>レコーダ             | 風向風速<br>記録器     | データ<br>レコーダ             | 風向風速<br>記録器      | 鉛直たわみ<br>( $\times 10^{-1} \text{m/s}^2$ ) | 水平たわみ<br>( $\times 10^{-1} \text{m/s}^2$ ) | ねじれ<br>( $\times 10^{-2} \text{rad/s}^2$ ) |
| 57-3-3 16:49         | 22.0<br>23.4<br>20.7    | 5.8<br>(17:00)  | 402.2<br>411.4<br>392.4 | 187.5<br>(17:00) | 0.87<br>3.5<br>-3.4                        | 0.75<br>3.6<br>-3.5                        | 0.90<br>4.4<br>-5.4                        |
| 57-3-3 17:19         | 20.4<br>22.8<br>18.2    | 5.0<br>(17:30)  | 404.6<br>417.4<br>394.4 | 195.0<br>(17:30) | 0.75<br>2.4<br>-2.3                        | 0.64<br>5.1<br>-2.9                        | 0.71<br>3.3<br>-3.4                        |
| 57-3-3 17:49         | 19.5<br>21.1<br>17.7    | 4.5<br>(18:00)  | 401.8<br>414.4<br>391.9 | 172.5<br>(18:00) | 0.51<br>1.8<br>-1.6                        | 0.56<br>2.8<br>-3.9                        | 0.61<br>3.1<br>-5.3                        |
| 57-3-3 18:19         | 18.5<br>20.0<br>17.3    | 5.7<br>(18:30)  | 399.4<br>409.9<br>387.8 | 172.5<br>(18:30) | 0.72<br>2.6<br>-2.4                        | 0.60<br>2.7<br>-3.1                        | 0.62<br>2.7<br>-3.0                        |
| 57-3-3 18:49         | 18.9<br>21.7<br>16.3    | 6.0<br>(19:00)  | 398.0<br>410.9<br>387.3 | 183.8<br>(19:00) | 0.94<br>3.3<br>-3.2                        | 0.64<br>2.9<br>-2.6                        | 0.79<br>3.2<br>-4.4                        |
| 57-3-12 21:06        | 17.3<br>19.4<br>15.8    | 12.3<br>(21:20) | 421.3<br>432.8<br>411.4 | 382.5<br>(21:20) | 0.33<br>9.6<br>-1.2                        | 0.33<br>1.4<br>-2.6                        | 0.34<br>1.3<br>-1.2                        |
| 57-3-24 8:38         | 16.6<br>18.0<br>15.5    | 14.3<br>(8:50)  | 408.2<br>421.1<br>393.6 | 378.8<br>(8:50)  | 0.47<br>1.8<br>-3.0                        | 0.46<br>3.3<br>-2.9                        | 0.55<br>3.0<br>-4.2                        |
| 57-3-24 9:09         | 17.2<br>18.9<br>15.2    | 15.8<br>(9:20)  | 404.3<br>416.0<br>393.1 | 378.8<br>(9:20)  | 0.57<br>2.6<br>-2.4                        | 0.46<br>4.0<br>-2.1                        | 0.57<br>2.6<br>-2.4                        |
| 57-3-24 9:39         | 18.6<br>20.9<br>16.6    | 13.0<br>(9:50)  | 405.1<br>415.5<br>394.7 | 378.8<br>(9:50)  | 0.54<br>2.2<br>-2.4                        | 0.57<br>3.9<br>-4.2                        | 0.60<br>4.2<br>-4.6                        |
| 57-3-24 11:14        | 16.0<br>17.5<br>14.3    | 13.4<br>(11:20) | 410.3<br>423.6<br>399.2 | 382.5<br>(11:20) | 0.45<br>3.2<br>-2.0                        | 0.48<br>3.1<br>-2.7                        | 0.52<br>4.7<br>-4.2                        |
| 57-3-24 11:44        | 16.2<br>18.3<br>14.4    | 11.8<br>(11:50) | 417.2<br>430.7<br>405.8 | 382.5<br>(11:50) | 0.37<br>2.4<br>-1.5                        | 0.42<br>4.6<br>-3.0                        | 0.48<br>4.4<br>-2.5                        |
| 57-3-24 13:46        | 17.8<br>20.1<br>16.4    | 12.3<br>(14:00) | 418.9<br>429.2<br>409.9 | 382.5<br>(14:00) | 0.47<br>1.5<br>-2.0                        | 0.41<br>5.3<br>-2.6                        | 0.47<br>2.1<br>-4.0                        |
| 57-3-24 18:23        | 17.6<br>19.7<br>15.8    | 11.5<br>(18:30) | 419.4<br>431.3<br>408.9 | 382.5<br>(18:30) | 0.42<br>3.1<br>-1.5                        | 0.51<br>3.2<br>-4.3                        | 0.53<br>3.0<br>-3.1                        |

データレコーダからの平均風速及び平均風向は、それぞれ上から平均、最大、最小の値であり、加速度は上から標準偏差、最大、最小である。

| 記録開始日時<br>(記録時間は15分) | 中央径間1/2での<br>平均風速(m/s)  |                  | 中央径間1/2での<br>平均風向(deg)        |                    | 中央径間1/2加速度                                 |                                            |                                            |
|----------------------|-------------------------|------------------|-------------------------------|--------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|
|                      | データ<br>レコーダ             | 風向風速<br>記録器      | データ<br>レコーダ                   | 風向風速<br>記録器        | 鉛直たわみ<br>( $\times 10^{-1} \text{m/s}^2$ ) | 水平たわみ<br>( $\times 10^{-1} \text{m/s}^2$ ) | ねじれ<br>( $\times 10^{-2} \text{rad/s}^2$ ) |
| 57-3-24 19:50        | 1 6.5<br>1 9.6<br>1 4.6 | 1 1.5<br>(20:00) | 4 2 8.7<br>4 4 0.4<br>4 1 7.0 | 3 8 6.3<br>(20:00) | 0.3 5<br>1.1<br>-1.2                       | 0.2 8<br>0.8<br>-1.5                       | 0.3 0<br>1.2<br>-1.2                       |
| 57-3-24 22:38        | 1 6.6<br>1 8.7<br>1 3.9 | 1 0.3<br>(22:50) | 4 2 0.5<br>4 3 1.3<br>4 0 8.4 | 3 8 2.5<br>(22:50) | 0.3 5<br>1.2<br>-1.1                       | 0.2 7<br>2.0<br>-1.4                       | 0.3 2<br>1.2<br>-1.2                       |
| 57-3-30 11:57        | 1 6.6<br>1 9.5<br>1 4.4 | 1 2.5<br>(12:10) | 1 9 1.4<br>1 9 9.0<br>1 7 9.1 | 1 6 8.8<br>(12:10) | 0.5 8<br>2.1<br>-2.0                       | 0.4 4<br>2.2<br>-2.0                       | 0.5 2<br>1.9<br>-4.0                       |
| 57-3-30 14:20        | 2 1.0<br>2 3.1<br>1 9.1 | 1 4.5<br>(14:30) | 2 0 2.3<br>2 1 0.1<br>1 9 1.3 | 1 6 8.8<br>(14:30) | 0.7 0<br>3.2<br>-2.0                       | 0.6 6<br>3.2<br>-3.1                       | 0.7 5<br>3.2<br>-2.9                       |
| 57-3-30 14:50        | 2 2.8<br>2 4.3<br>2 1.7 | 1 7.0<br>(15:00) | 2 0 3.1<br>2 1 2.2<br>1 9 3.9 | 1 6 8.8<br>(15:00) | 0.7 6<br>3.1<br>-2.4                       | 0.7 3<br>3.6<br>-3.9                       | 0.7 8<br>3.1<br>-2.7                       |
| 57-3-30 15:20        | 2 0.6<br>2 2.2<br>1 8.5 | 1 5.5<br>(15:30) | 2 0 3.3<br>2 1 2.2<br>1 9 5.9 | 1 6 8.8<br>(15:30) | 0.5 7<br>2.1<br>-2.8                       | 0.6 4<br>3.0<br>-2.7                       | 0.7 2<br>3.8<br>-3.5                       |
| 57-3-30 15:50        | 1 9.4<br>2 2.0<br>1 6.6 | 1 5.0<br>(16:00) | 2 0 2.4<br>2 1 2.2<br>1 9 3.9 | 1 6 8.8<br>(16:00) | 0.5 6<br>1.6<br>-1.7                       | 0.6 1<br>2.4<br>-2.2                       | 0.6 1<br>2.5<br>-2.0                       |
| 57-4-9 11:35         | 1 8.8<br>2 0.6<br>1 7.4 | 1 4.0<br>(11:40) | 3 6 0.6<br>3 7 0.8<br>3 5 0.1 | 3 2 6.3<br>(11:40) | 0.3 6<br>1.5<br>-1.5                       | 0.4 0<br>1.9<br>-1.8                       | 0.5 1<br>2.5<br>-2.2                       |
| 57-4-9 13:16         | 1 9.1<br>2 1.3<br>1 7.4 | 1 5.3<br>(13:30) | 3 7 1.0<br>3 8 9.4<br>3 5 7.2 | 3 4 1.2<br>(13:30) | 0.3 9<br>1.6<br>-2.0                       | 0.8 4<br>5.3<br>-4.3                       | 0.5 5<br>3.0<br>-2.6                       |
| 57-4-9 13:51         | 1 8.1<br>2 0.1<br>1 7.0 | 1 3.0<br>(14:00) | 3 8 3.2<br>3 9 4.5<br>3 6 9.8 | 3 4 8.8<br>(14:00) | 0.3 6<br>3.0<br>-1.7                       | 0.5 2<br>2.5<br>-3.2                       | 0.4 8<br>3.8<br>-2.9                       |
| 57-4-9 14:38         | 1 9.3<br>2 0.6<br>1 7.8 | 1 3.3<br>(14:50) | 3 9 4.3<br>4 0 6.5<br>3 7 8.3 | 3 4 5.0<br>(14:50) | 0.4 6<br>2.1<br>-2.5                       | 0.7 1<br>5.3<br>-4.1                       | 0.6 2<br>6.9<br>-4.4                       |
| 57-4-9 15:08         | 2 0.5<br>2 3.5<br>1 8.4 | 1 3.3<br>(15:20) | 3 9 5.7<br>4 0 7.0<br>3 8 1.9 | 3 5 2.5<br>(15:20) | 0.4 8<br>1.8<br>-1.7                       | 0.6 1<br>3.8<br>-3.5                       | 0.5 6<br>2.8<br>-2.5                       |
| 57-4-9 15:42         | 1 9.2<br>2 2.1<br>1 7.5 | 1 2.3<br>(15:50) | 3 9 8.4<br>4 1 2.6<br>3 8 5.4 | 3 4 8.8<br>(15:50) | 0.5 0<br>3.6<br>-2.0                       | 0.6 0<br>2.8<br>-3.2                       | 0.6 4<br>4.1<br>-5.2                       |

データレコーダからの平均風速及び平均風向は、それぞれ上から平均、最大、最小の値であり、加速度は上から標準偏差、最大、最小である。

| 記録開始日時<br>(記録時間は15分) | 中央径間1/2での<br>平均風速 (m/s) |                 | 中央径間1/2での<br>平均風向 (deg) |                  | 中央径間1/2加速度                                 |                                            |                                            |
|----------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|
|                      | データ<br>レコーダ             | 風向風速<br>記録器     | データ<br>レコーダ             | 風向風速<br>記録器      | 鉛直たわみ<br>( $\times 10^{-1} \text{m/s}^2$ ) | 水平たわみ<br>( $\times 10^{-1} \text{m/s}^2$ ) | ねじれ<br>( $\times 10^{-2} \text{rad/s}^2$ ) |
| 57-4-9 16:12         | 21.4<br>22.9<br>19.7    | 14.5<br>(16:20) | 403.5<br>415.1<br>390.4 | 450.0<br>(16:20) | 0.50<br>1.7<br>-1.6                        | 0.57<br>2.5<br>-2.5                        | 0.59<br>2.4<br>-2.7                        |
| 57-4-9 16:57         | 19.6<br>21.7<br>17.3    | 11.5<br>(17:10) | 409.5<br>422.7<br>398.5 | 363.8<br>(17:10) | 0.37<br>2.2<br>-1.9                        | 0.54<br>3.6<br>-4.4                        | 0.49<br>4.0<br>-2.3                        |
| 57-5-6 12:13         | 19.0<br>20.5<br>17.4    | 13.5<br>(12:20) | 198.5<br>205.1<br>191.0 | 168.8<br>(12:20) | 0.51<br>3.1<br>-1.7                        | 0.50<br>2.6<br>-3.1                        | 0.54<br>2.8<br>-6.0                        |
| 57-5-6 18:35         | 18.3<br>19.7<br>16.9    | 12.3<br>(18:40) | 216.5<br>225.3<br>207.1 | 191.3<br>(18:40) | 0.39<br>2.4<br>-1.7                        | 0.37<br>2.6<br>-4.3                        | 0.49<br>4.9<br>-3.9                        |
| 57-5-13 11:53        | 20.4<br>22.7<br>18.1    | 13.0<br>(12:00) | 228.9<br>240.4<br>220.7 | 101.3<br>(12:00) | 0.30<br>1.5<br>-2.1                        | 0.51<br>3.1<br>-3.2                        | 0.43<br>4.6<br>-3.0                        |
| 57-5-13 13:50        | 19.5<br>22.4<br>16.7    | 11.7<br>(14:00) | 225.3<br>236.3<br>217.0 | 191.3<br>(14:00) | 0.34<br>1.0<br>-2.6                        | 0.31<br>1.9<br>-1.4                        | 0.37<br>1.6<br>-2.0                        |
| 57-6-14 14:24        | 16.0<br>17.8<br>14.1    | 12.3<br>(14:30) | 368.7<br>382.4<br>356.9 | 450.0<br>(14:30) | 0.51<br>2.9<br>-3.9                        | 0.44<br>3.1<br>-3.9                        | 0.50<br>3.8<br>-2.8                        |
| 57-6-25 17:23        | 15.4<br>17.3<br>14.0    | 9.2<br>(17:30)  | 398.4<br>409.4<br>388.3 | 377.5<br>(17:30) | 0.35<br>1.8<br>-3.1                        | 0.34<br>2.1<br>-2.6                        | 0.45<br>3.3<br>-3.9                        |
| 57-7-10 18:51        | 18.8<br>20.3<br>17.6    | 15.3<br>(19:00) | 186.5<br>193.8<br>180.0 | 183.8<br>(19:00) | 0.74<br>3.7<br>-2.2                        | 0.58<br>2.2<br>-3.2                        | 0.79<br>3.8<br>-3.1                        |
| 57-7-10 20:10        | 17.5<br>19.1<br>16.1    | 13.0<br>(20:20) | 189.0<br>197.7<br>180.5 | 180.0<br>(20:20) | 0.42<br>1.7<br>-1.7                        | 0.32<br>1.5<br>-1.2                        | 0.42<br>1.5<br>-1.4                        |
| 57-7-10 22:32        | 15.4<br>17.9<br>14.1    | 13.3<br>(22:40) | 189.7<br>196.7<br>182.5 | 180.0<br>(22:40) | 0.40<br>1.6<br>-1.5                        | 0.29<br>1.3<br>-2.0                        | 0.37<br>1.8<br>-1.9                        |
| 57-7-10 23:02        | 18.6<br>20.0<br>16.9    | 14.7<br>(23:10) | 188.6<br>196.2<br>178.5 | 175.0<br>(23:10) | 0.61<br>2.3<br>-2.2                        | 0.44<br>1.9<br>-2.0                        | 0.58<br>2.8<br>-2.5                        |
| 57-7-10 23:32        | 18.6<br>20.4<br>16.8    | 15.2<br>(23:40) | 190.4<br>198.2<br>183.4 | 180.0<br>(23:40) | 0.60<br>1.9<br>-1.9                        | 0.41<br>1.5<br>-1.6                        | 0.53<br>1.8<br>-1.8                        |

データレコーダからの平均風速及び平均風向は、それぞれ上から平均、最大、最小の値であり、加速度は上から標準偏差、最大、最小である。

| 記録開始日時<br>(記録時間は15分) | 中央径間1/2での<br>平均風速 (m/s) |                 | 中央径間1/2での<br>平均風向 (deg) |                  | 中央径間1/2加速度                                 |                                            |                                            |
|----------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|
|                      | データ<br>レコーダ             | 風向風速<br>記録器     | データ<br>レコーダ             | 風向風速<br>記録器      | 鉛直たわみ<br>( $\times 10^{-4} \text{m/s}^2$ ) | 水平たわみ<br>( $\times 10^{-4} \text{m/s}^2$ ) | ねじれ<br>( $\times 10^{-2} \text{rad/s}^2$ ) |
| 57-7-11 0:02         | 18.8<br>20.1<br>16.0    | 12.0<br>(0:10)  | 195.9<br>205.5<br>188.8 | 180.0<br>(0:10)  | 0.55<br>2.0<br>-2.0                        | 0.38<br>1.5<br>-1.6                        | 0.53<br>2.2<br>-2.0                        |
| 57-7-11 0:32         | 16.5<br>19.2<br>14.0    | 14.0<br>(0:40)  | 184.5<br>192.3<br>176.6 | 172.5<br>(0:40)  | 0.44<br>1.3<br>-1.4                        | 0.27<br>1.2<br>-8.5                        | 0.36<br>1.1<br>-1.3                        |
| 57-7-11 1:03         | 17.2<br>19.0<br>14.6    | 14.3<br>(1:15)  | 180.5<br>189.8<br>171.6 | 168.7<br>(1:15)  | 0.53<br>2.4<br>-2.5                        | 0.33<br>1.9<br>-1.6                        | 0.42<br>1.9<br>-2.8                        |
| 57-7-11 1:33         | 16.2<br>18.6<br>14.5    | 12.5<br>(1:40)  | 184.8<br>191.8<br>179.5 | 165.0<br>(1:40)  | 0.38<br>1.6<br>-1.3                        | 0.26<br>1.2<br>-1.3                        | 0.40<br>2.4<br>-1.9                        |
| 57-7-11 4:54         | 18.2<br>19.8<br>16.1    | 14.5<br>(5:00)  | 198.3<br>206.5<br>189.8 | 183.5<br>(5:00)  | 0.47<br>1.7<br>-1.7                        | 0.36<br>1.6<br>-1.3                        | 0.48<br>2.0<br>-1.7                        |
| 57-7-11 5:24         | 18.9<br>20.2<br>16.0    | 15.5<br>(5:30)  | 197.7<br>221.3<br>189.8 | 183.5<br>(5:30)  | 0.48<br>1.4<br>-1.4                        | 0.40<br>1.3<br>-1.1                        | 0.57<br>1.7<br>-2.1                        |
| 57-7-11 5:54         | 18.1<br>19.4<br>16.7    | 14.5<br>(6:00)  | 202.3<br>213.4<br>193.8 | 191.3<br>(6:00)  | 0.38<br>1.2<br>-1.3                        | 0.32<br>1.2<br>-1.1                        | 0.41<br>1.2<br>-1.3                        |
| 57-7-11 6:24         | 20.4<br>22.1<br>18.2    | 13.5<br>(6:30)  | 197.4<br>207.5<br>187.4 | 180.0<br>(6:30)  | 0.66<br>2.0<br>-1.9                        | 0.52<br>1.8<br>-2.4                        | 0.68<br>2.9<br>-2.5                        |
| 57-7-23 14:44        | 16.4<br>18.5<br>14.6    | 12.5<br>(14:50) | 151.5<br>161.0<br>143.3 | 146.3<br>(14:50) | 0.36<br>1.6<br>-1.5                        | 0.36<br>2.1<br>-2.0                        | 0.48<br>1.9<br>-1.8                        |
| 57-7-23 15:26        | 15.3<br>18.8<br>13.0    | 13.5<br>(15:40) | 155.3<br>164.0<br>146.2 | 138.8<br>(15:40) | 0.51<br>1.7<br>-1.9                        | 0.32<br>1.9<br>-2.0                        | 0.48<br>2.6<br>-2.7                        |
| 57-7-23 15:55        | 18.1<br>20.0<br>15.0    | 10.0<br>(16:00) | 161.3<br>171.8<br>152.6 | 163.0<br>(16:00) | 0.55<br>2.6<br>-2.6                        | 0.47<br>2.8<br>-2.8                        | 0.60<br>3.3<br>-2.8                        |
| 57-8-26 19:44        | 16.7<br>18.5<br>14.4    | 10.8<br>(19:50) | 396.8<br>406.6<br>386.4 | 375.0<br>(19:50) | 0.39<br>1.1<br>-1.3                        | 0.25<br>9.2<br>-1.1                        | 0.33<br>1.5<br>-1.1                        |
| 57-8-26 23:19        | 18.1<br>19.7<br>16.4    | 13.8<br>(23:30) | 390.0<br>402.1<br>380.5 | 360.0<br>(23:30) | 0.57<br>2.1<br>-1.9                        | 0.37<br>1.8<br>-1.1                        | 0.55<br>2.3<br>-2.2                        |

データレコーダからの平均風速及び平均風向は、それぞれ上から平均、最大、最小の値であり、加速度は上から標準偏差、最大、最小である。

| 記録開始日時<br>(記録時間は15分) | 中央径間1/2での<br>平均風速 (m/s) |                          | 中央径間1/2での<br>平均風向 (deg)       |                            | 中央径間1/2加速度                                 |                                            |                                            |
|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|
|                      | データ<br>レコーダ             | 風向風速<br>記録器              | データ<br>レコーダ                   | 風向風速<br>記録器                | 鉛直たわみ<br>( $\times 10^{-1} \text{m/s}^2$ ) | 水平たわみ<br>( $\times 10^{-1} \text{m/s}^2$ ) | ねじれ<br>( $\times 10^{-2} \text{rad/s}^2$ ) |
| 57-8-26 23:49        | 1 9.1<br>2 0.5<br>1 7.9 | 1 5.7<br>(8-27,<br>0:00) | 3 8 3.1<br>3 9 3.2<br>3 7 4.6 | 3 6 0.0<br>(8-27,<br>0:00) | 0.6 6<br>2.5<br>-2.3                       | 0.4 9<br>1.9<br>-2.1                       | 0.6 3<br>2.9<br>-2.1                       |
| 57-8-27 0:19         | 2 1.6<br>2 3.0<br>2 0.3 | 1 6.0<br>( 0:30)         | 3 8 2.4<br>3 9 2.3<br>3 7 3.6 | 3 6 0.0<br>( 0:30)         | 0.7 9<br>2.5<br>-2.8                       | 0.6 2<br>2.3<br>-2.2                       | 0.8 7<br>3.2<br>-2.9                       |
| 57-8-27 0:49         | 2 2.1<br>2 3.9<br>2 0.8 | 1 6.5<br>( 1:00)         | 3 8 0.5<br>3 9 1.8<br>3 6 9.2 | 3 6 0.0<br>( 1:00)         | 0.9 6<br>3.3<br>-2.7                       | 0.6 5<br>2.1<br>-2.6                       | 0.8 9<br>3.1<br>-3.5                       |
| 57-8-27 1:19         | 2 3.9<br>2 5.4<br>2 2.7 | 1 8.0<br>( 1:30)         | 3 8 3.7<br>3 9 3.3<br>3 7 4.1 | 3 6 0.0<br>( 1:30)         | 0.1 0<br>3.7<br>-3.3                       | 0.8 0<br>3.0<br>-3.1                       | 0.1 1<br>5.8<br>-3.7                       |
| 57-8-27 1:49         | 2 2.7<br>2 4.1<br>2 1.6 | 1 9.5<br>( 2:00)         | 3 9 0.3<br>4 0 0.7<br>3 7 9.5 | 3 6 0.0<br>( 2:00)         | 0.9 0<br>3.6<br>-2.9                       | 0.7 2<br>2.9<br>-2.8                       | 0.9 3<br>3.2<br>-3.3                       |
| 57-8-27 2:00         | 2 4.4<br>2 5.7<br>2 2.8 | 1 8.0<br>( 2:10)         | 3 9 0.7<br>4 0 1.6<br>3 8 2.0 | 4 5 0.0<br>( 2:10)         | 0.1 0<br>4.1<br>-3.5                       | 0.7 8<br>5.3<br>-4.3                       | 0.1 0<br>3.7<br>-4.1                       |
| 57-8-27 2:30         | 2 6.8<br>2 8.6<br>2 5.1 | 2 0.5<br>( 2:40)         | 3 8 9.9<br>3 9 9.7<br>3 8 0.5 | 4 5 0.0<br>( 2:40)         | 0.8 8<br>3.2<br>-3.1                       | 0.8 8<br>3.3<br>-3.4                       | 0.1 1<br>4.1<br>-4.7                       |
| 57-8-27 3:00         | 2 4.7<br>2 6.1<br>2 3.2 | 1 9.5<br>( 3:10)         | 3 9 4.4<br>4 0 3.6<br>3 8 3.4 | 4 5 0.0<br>( 3:10)         | 0.9 4<br>3.0<br>-3.2                       | 0.7 9<br>2.5<br>-4.3                       | 0.9 7<br>3.7<br>-3.6                       |
| 57-8-27 3:34         | 2 7.7<br>2 9.6<br>2 6.4 | 2 2.0<br>( 3:40)         | 3 8 9.7<br>4 0 0.2<br>3 7 9.5 | 4 5 0.0<br>( 3:40)         | 0.1 0<br>3.4<br>-3.1                       | 0.9 2<br>3.7<br>-4.0                       | 0.1 2<br>4.6<br>-4.2                       |
| 57-8-27 4:00         | 2 8.5<br>3 0.8<br>2 6.8 | 2 2.8<br>( 4:10)         | 3 9 1.8<br>4 0 1.6<br>3 8 2.5 | 4 5 0.0<br>( 4:10)         | 0.1 1<br>4.6<br>-3.5                       | 0.9 7<br>3.9<br>-4.3                       | 0.1 3<br>5.0<br>-5.6                       |
| 57-8-27 4:30         | 2 3.5<br>2 5.3<br>2 1.5 | 1 7.3<br>( 4:40)         | 3 9 0.9<br>4 0 2.1<br>3 8 0.5 | 4 4 4.5<br>( 4:40)         | 0.8 0<br>2.6<br>-2.6                       | 0.5 9<br>1.9<br>-2.1                       | 0.7 5<br>2.7<br>-2.4                       |
| 57-8-27 5:30         | 1 8.3<br>2 0.2<br>1 6.1 | 1 5.3<br>( 5:40)         | 3 6 0.0<br>3 7 0.5<br>3 4 8.9 | 4 4 4.5<br>( 5:40)         | 0.5 8<br>1.8<br>-1.9                       | 0.5 0<br>2.3<br>-2.3                       | 0.6 8<br>4.1<br>-3.3                       |
| 57-8-27 6:00         | 1 8.5<br>1 9.9<br>1 7.0 | 1 6.0<br>( 6:10)         | 3 5 7.1<br>3 6 6.7<br>3 4 6.5 | 4 3 8.8<br>( 6:10)         | 0.7 3<br>2.1<br>-2.2                       | 0.5 2<br>2.5<br>-2.4                       | 0.7 0<br>3.5<br>-2.6                       |

データレコーダからの平均風速及び平均風向は、それぞれ上から平均、最大、最小の値であり、加速度は上から標準偏差、最大、最小である。

| 記録開始日時<br>(記録時間は15分) | 中央径間1/2での<br>平均風速 (m/s) |                     | 中央径間1/2での<br>平均風向 (deg) |                       | 中央径間1/2加速度                                 |                                            |                                            |
|----------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|
|                      | データ<br>レコーダ             | 風向風速<br>記録器         | データ<br>レコーダ             | 風向風速<br>記録器           | 鉛直たわみ<br>( $\times 10^{-1} \text{m/s}^2$ ) | 水平たわみ<br>( $\times 10^{-1} \text{m/s}^2$ ) | ねじれ<br>( $\times 10^{-2} \text{rad/s}^2$ ) |
| 57-8-27 6:31         | 20.6<br>22.4<br>19.2    | 19.0<br>(6:40)      | 355.0<br>363.3<br>346.9 | 438.8<br>(6:40)       | 0.64<br>2.4<br>-2.0                        | 0.59<br>2.5<br>-1.9                        | 0.80<br>2.9<br>-3.1                        |
| 57-8-27 7:01         | 22.4<br>24.9<br>20.9    | 21.0<br>(7:10)      | 353.6<br>364.3<br>343.6 | 438.8<br>(7:10)       | 0.79<br>2.5<br>-2.8                        | 0.72<br>3.5<br>-2.9                        | 0.95<br>4.0<br>-3.8                        |
| 57-8-27 7:31         | 22.7<br>24.4<br>20.9    | 20.3<br>(7:40)      | 353.0<br>361.9<br>345.0 | 438.8<br>(7:40)       | 0.80<br>2.8<br>-3.6                        | 0.77<br>3.3<br>-3.9                        | 0.11<br>4.2<br>-4.3                        |
| 57-8-27 8:00         | 21.8<br>24.1<br>20.4    | 20.0<br>(8:10)      | 351.8<br>359.9<br>343.1 | 438.8<br>(8:10)       | 0.67<br>2.7<br>-2.1                        | 0.62<br>2.3<br>-2.4                        | 0.84<br>4.5<br>-4.9                        |
| 57-8-27 8:30         | 18.7<br>20.7<br>17.1    | 17.2<br>(8:40)      | 351.2<br>359.9<br>340.2 | 427.5<br>(8:40)       | 0.53<br>3.5<br>-3.4                        | 0.50<br>5.2<br>-4.1                        | 0.59<br>3.1<br>-2.9                        |
| 57-8-27 9:00         | 18.1<br>19.4<br>16.2    | 13.3<br>(9:10)      | 337.2<br>345.5<br>329.6 | 326.3<br>(9:10)       | 0.38<br>1.9<br>-2.7                        | 0.44<br>2.2<br>-2.8                        | 0.48<br>2.8<br>-2.7                        |
| 57-8-27 21:49        | 13.7<br>16.0<br>12.2    | 10.0<br>(22:00)     | 378.5<br>388.8<br>370.1 | 213.8<br>(22:00)      | 0.30<br>9.0<br>-8.9                        | 0.21<br>9.3<br>-8.1                        | 0.31<br>1.3<br>-1.1                        |
| 57-8-27 22:23        | 13.5<br>17.3<br>12.9    | 9.7<br>(22:30)      | 379.3<br>395.1<br>370.1 | 213.8<br>(22:30)      | 0.37<br>1.3<br>-1.3                        | 0.25<br>1.0<br>-8.3                        | 0.32<br>1.1<br>-1.2                        |
| 57-8-27 22:59        | 15.9<br>18.1<br>13.0    | 8.8<br>(23:10)      | 384.2<br>394.6<br>375.3 | 213.8<br>(23:10)      | 0.33<br>1.3<br>-1.1                        | 0.24<br>8.6<br>-1.4                        | 0.29<br>9.3<br>-1.2                        |
| 57-8-27 23:29        | 16.4<br>18.3<br>14.9    | 8.3<br>(23:40)      | 380.8<br>390.8<br>372.5 | 213.8<br>(23:40)      | 0.44<br>1.5<br>-1.3                        | 0.32<br>1.2<br>-1.2                        | 0.41<br>1.6<br>-1.7                        |
| 57-8-27 23:59        | 16.7<br>18.6<br>15.2    | 7.5<br>(8-28, 0:10) | 382.5<br>392.2<br>372.0 | 198.8<br>(8-28, 0:10) | 0.53<br>1.9<br>-1.6                        | 0.32<br>1.2<br>-1.2                        | 0.37<br>1.1<br>-1.3                        |
| 57-9-4 0:31          | 17.5<br>19.0<br>16.3    | 14.2<br>(0:40)      | 383.7<br>394.6<br>373.9 | 382.5<br>(0:40)       | 0.38<br>1.4<br>-1.6                        | 0.35<br>1.3<br>-2.1                        | 0.46<br>2.4<br>-1.9                        |
| 57-9-4 1:10          | 15.4<br>17.3<br>13.5    | 13.2<br>(1:20)      | 386.9<br>396.5<br>378.2 | 382.5<br>(1:20)       | 0.37<br>1.4<br>-1.2                        | 0.27<br>9.2<br>-9.3                        | 0.32<br>1.3<br>-1.1                        |

データレコーダからの平均風速及び平均風向は、それぞれ上から平均、最大、最小の値であり、加速度は上から標準偏差、最大、最小である。

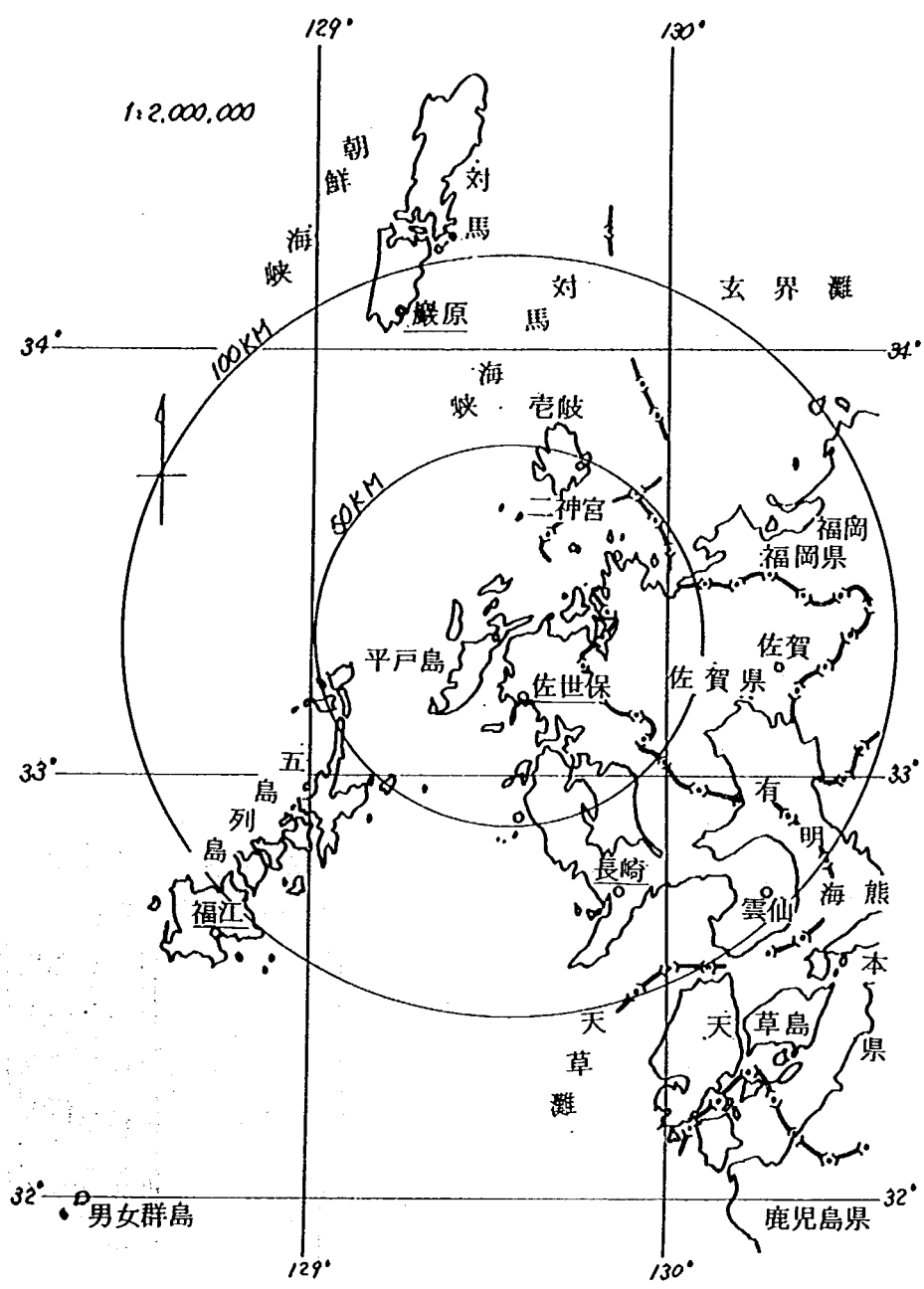


図-3-1 平戸大橋架設位置

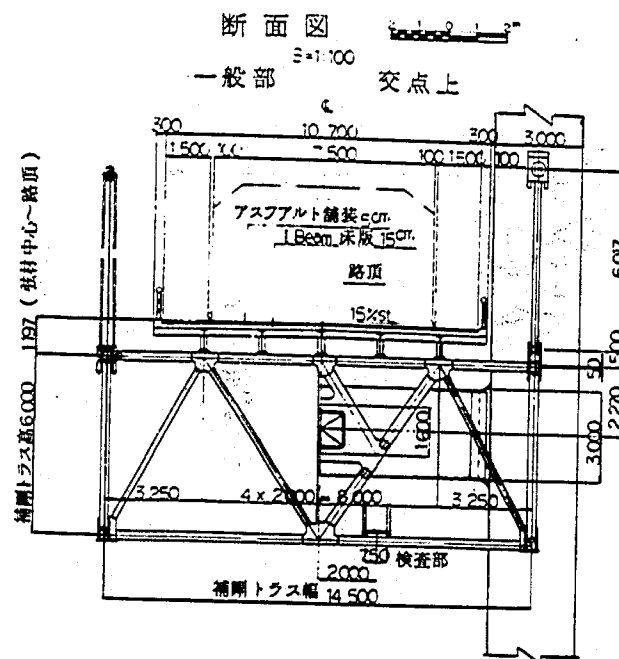
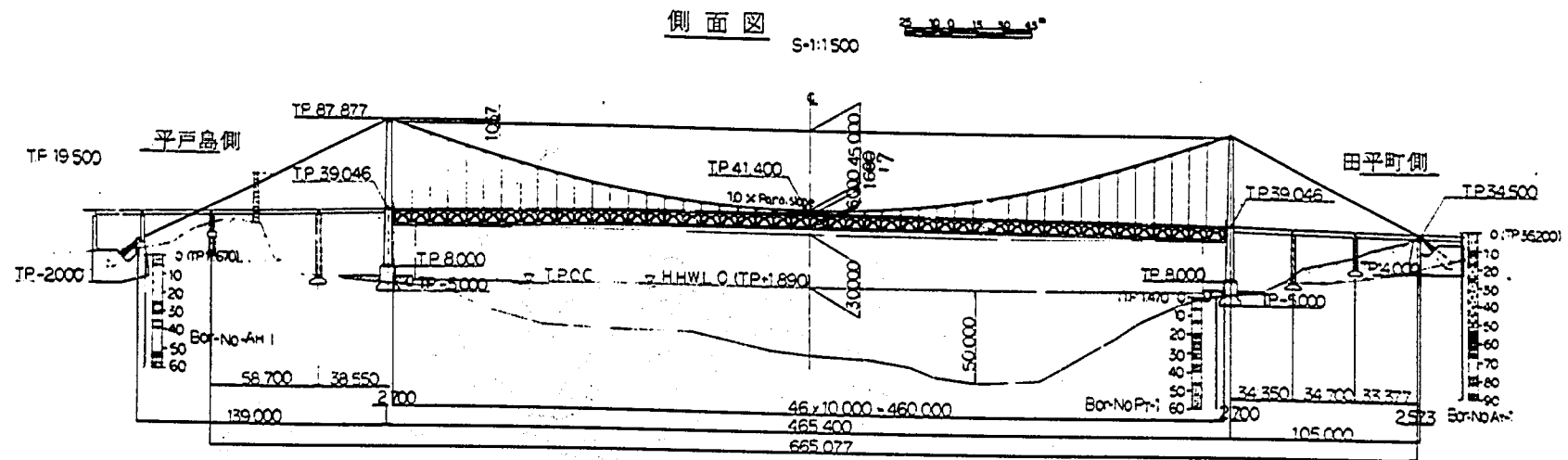
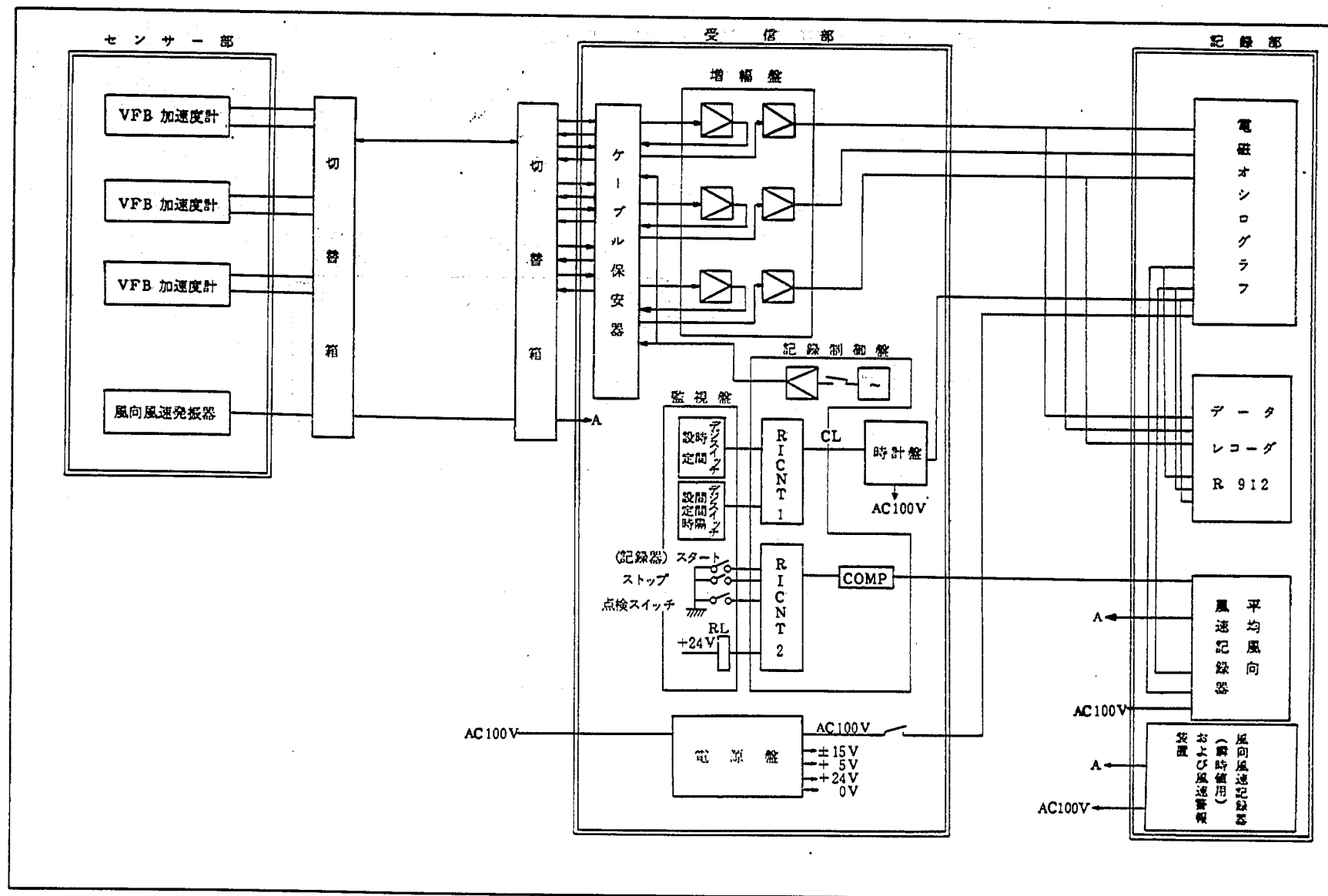


図-3-2 平戸大橋一般図



図—3—3 平戸大橋長期観測総合系統図

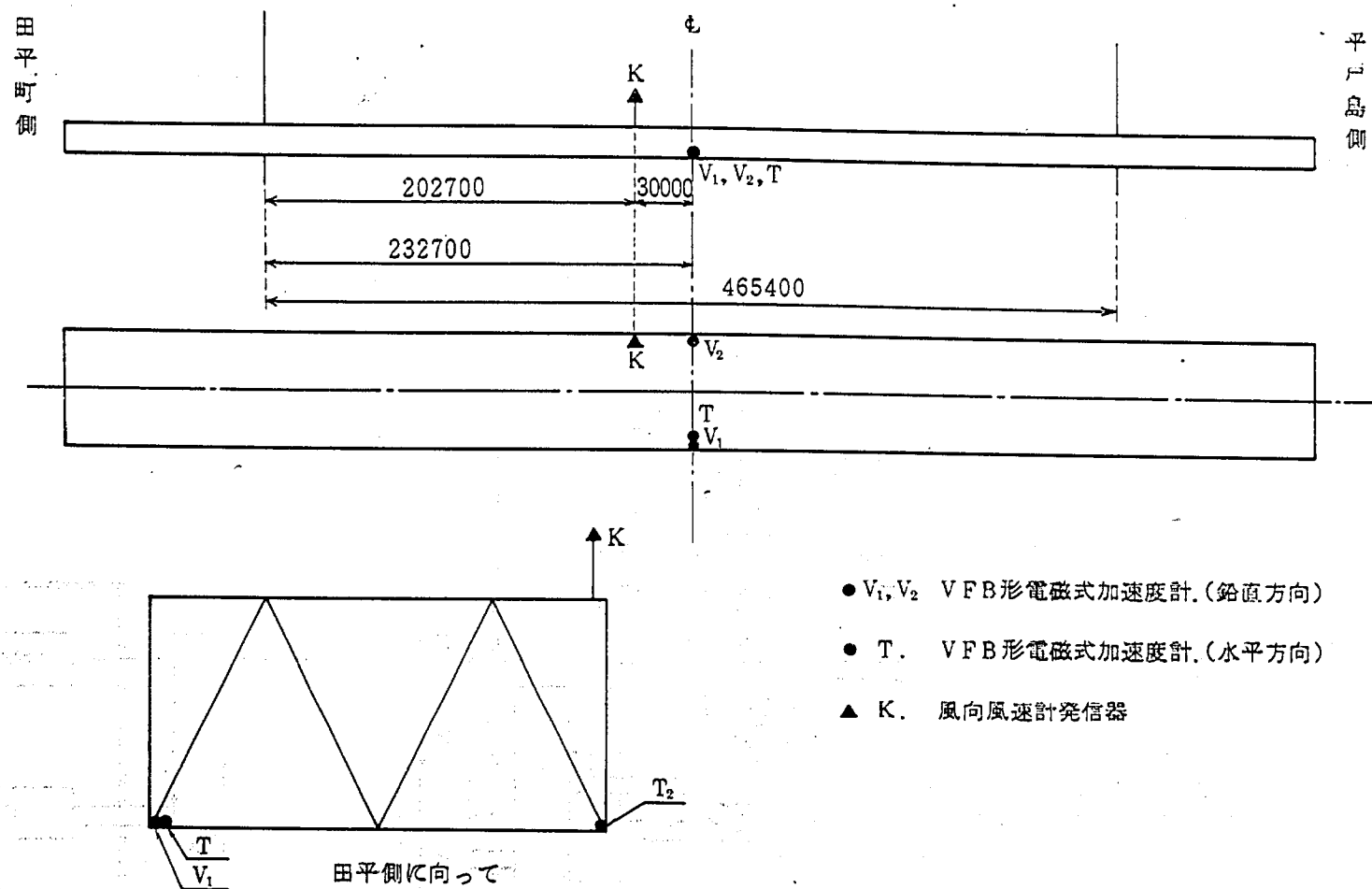


図-3-4 平戸大橋長期観測用計測器配置図

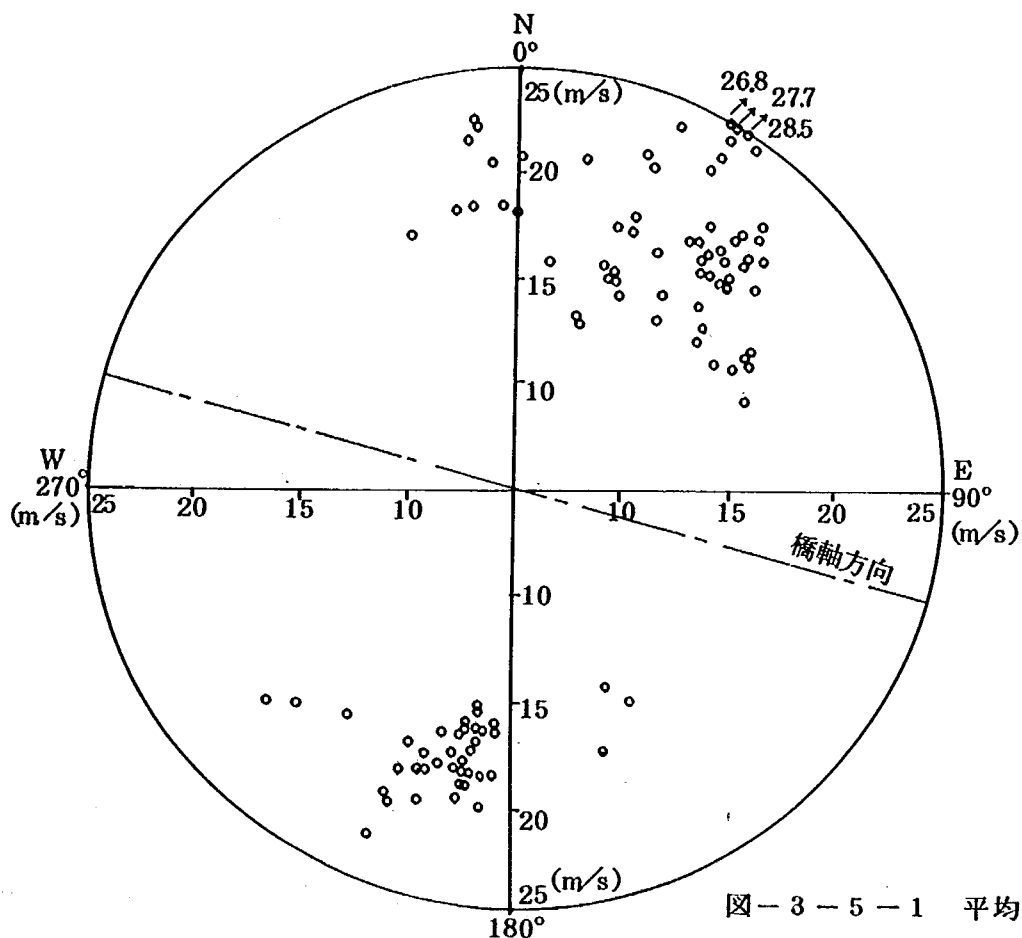


図-3-5-1 平均風速風向図  
(データレコーダより)

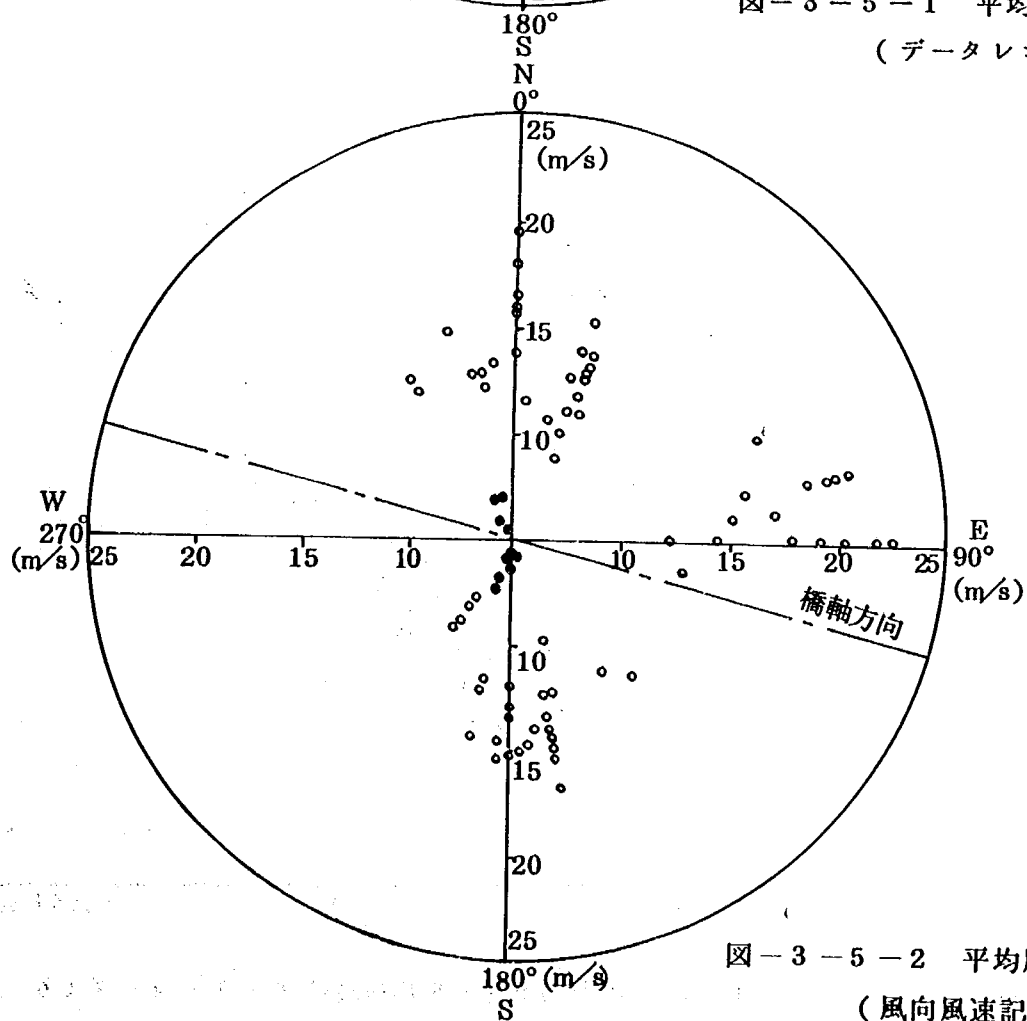


図-3-5-2 平均風速風向図  
(風向風速記録器より)

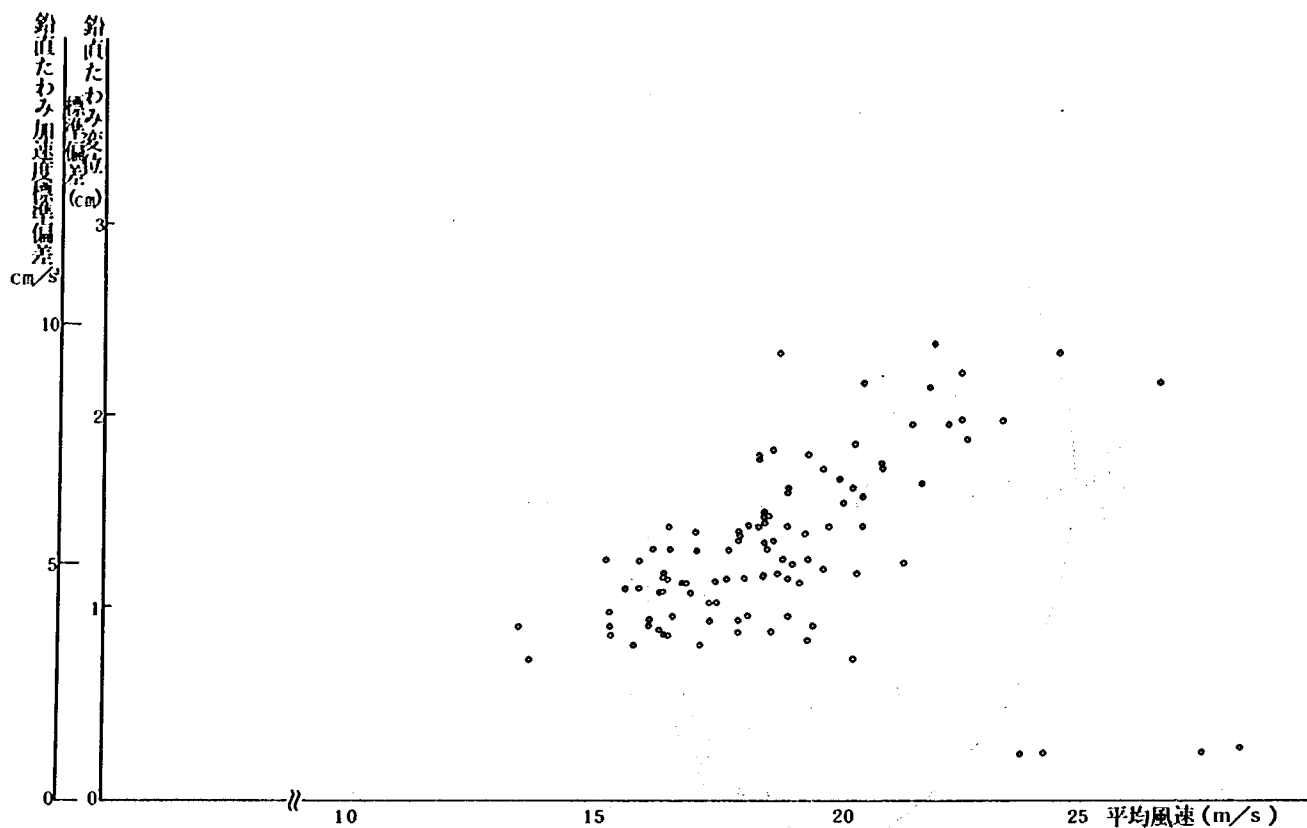


図-3-6-1 鉛直たわみ応答と平均風速 (平均風速はデータレコーダより)

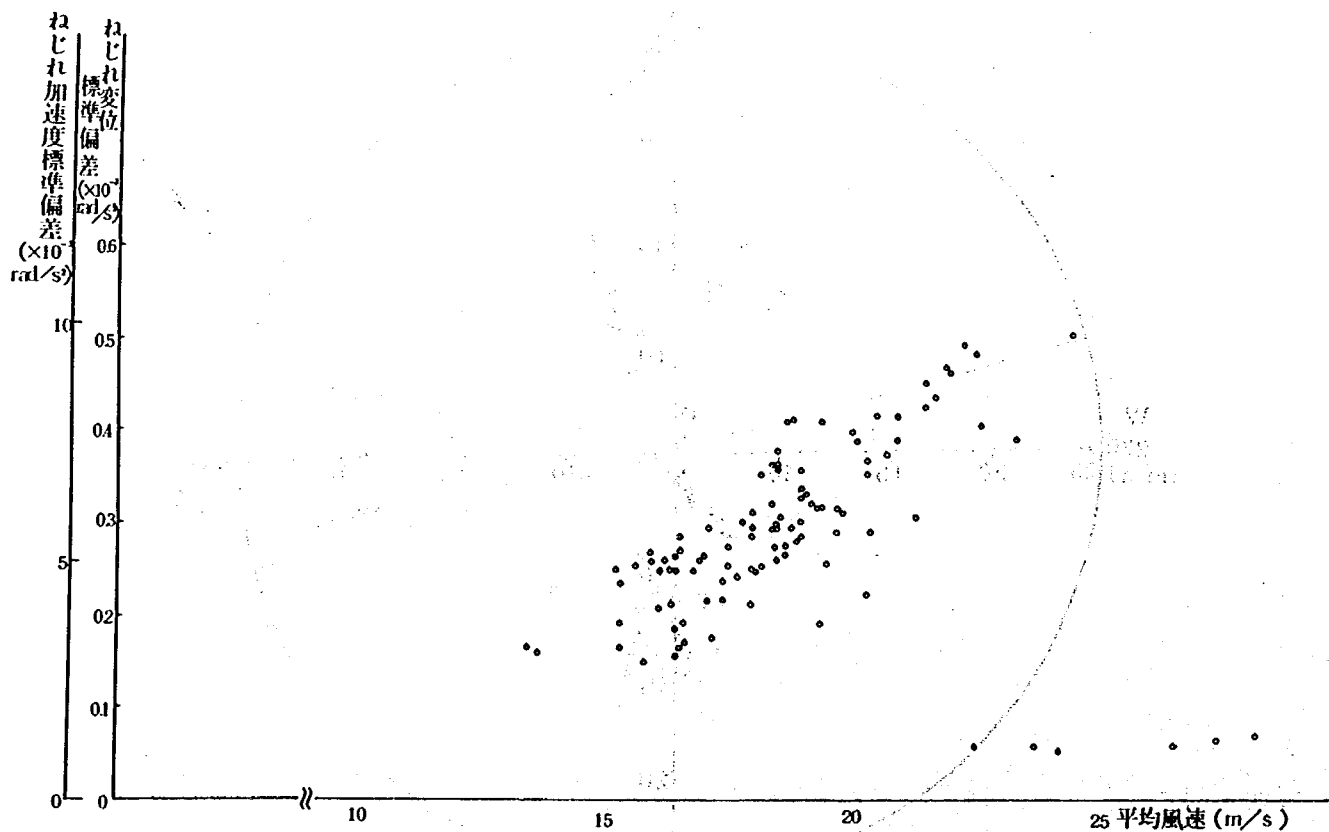


図-3-6-2 ねじれ応答と平均風速 (平均風速はデータレコーダより)

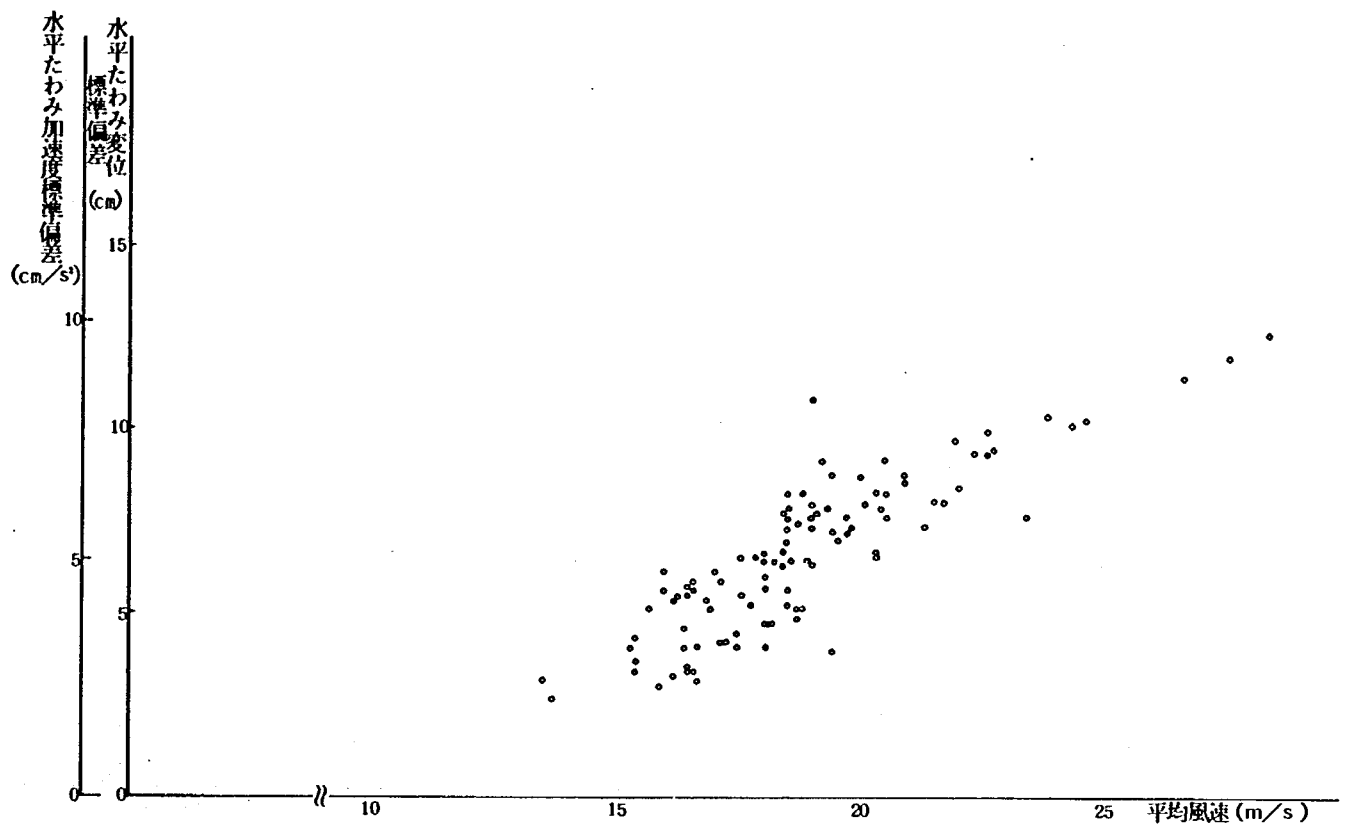


図-3-6-3 水平たわみ応答と平均風速（平均風速はデータレコーダより）

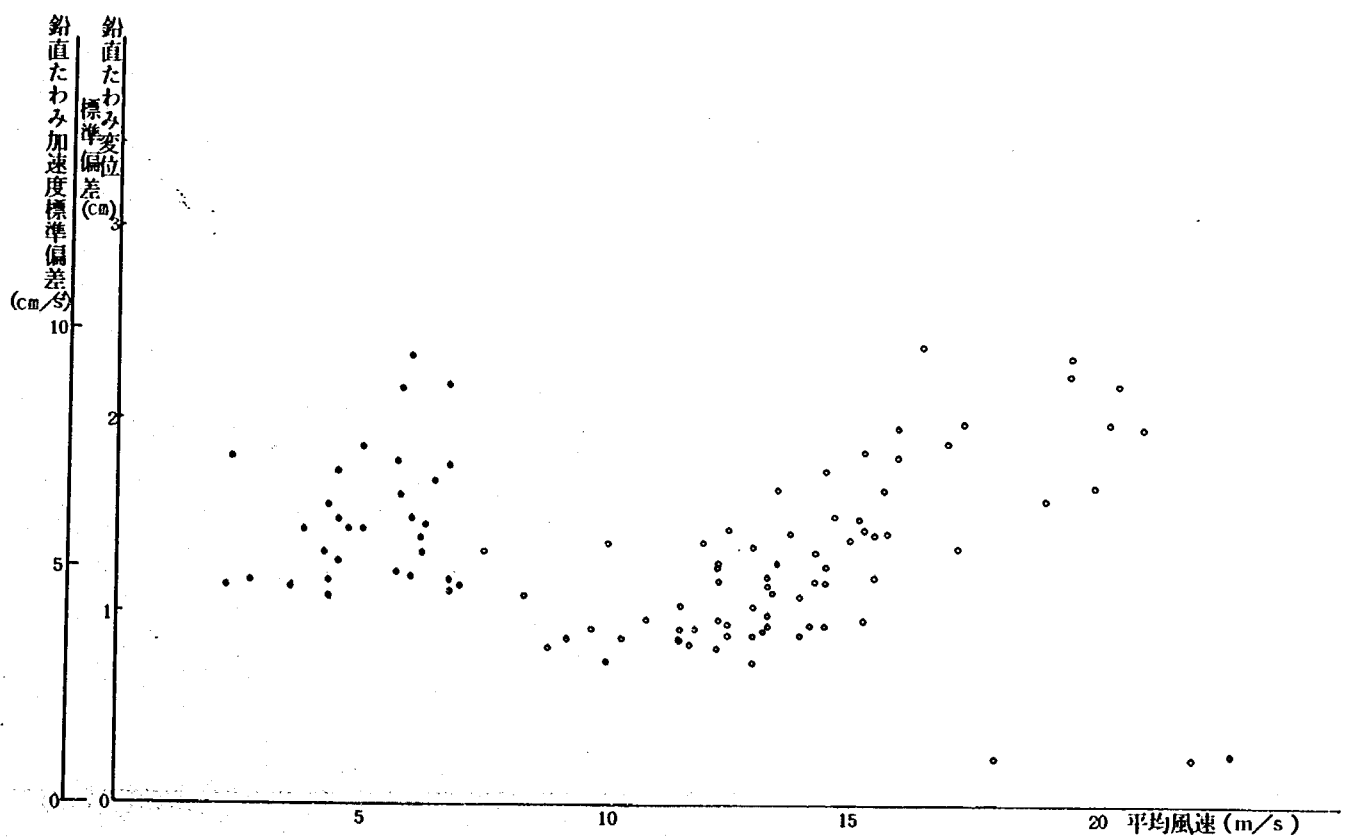


図-3-6-4 鉛直たわみ応答と平均風速（平均風速は風向風速記録器より）

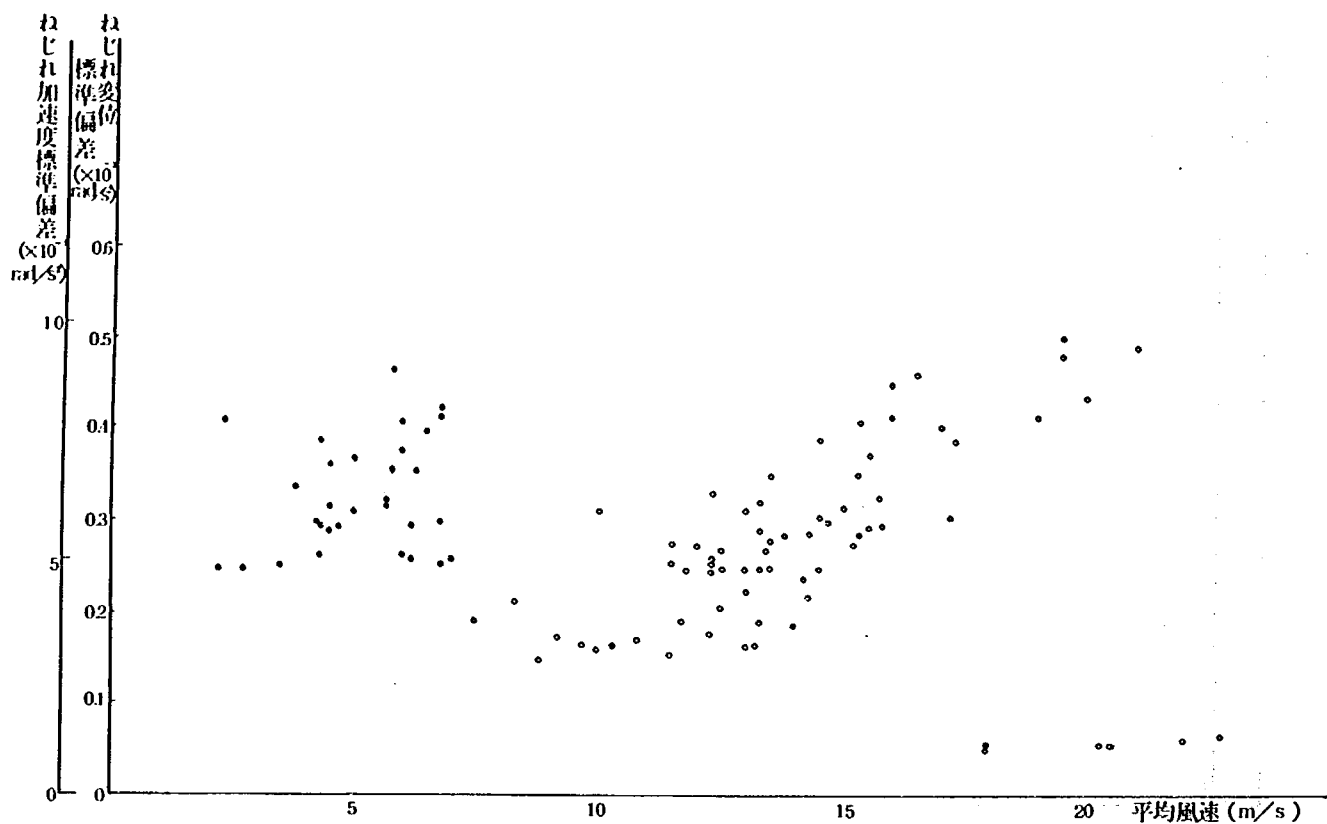


図-3-6-5 ねじれ応答と平均風速（平均風速は風向風速記録器より）

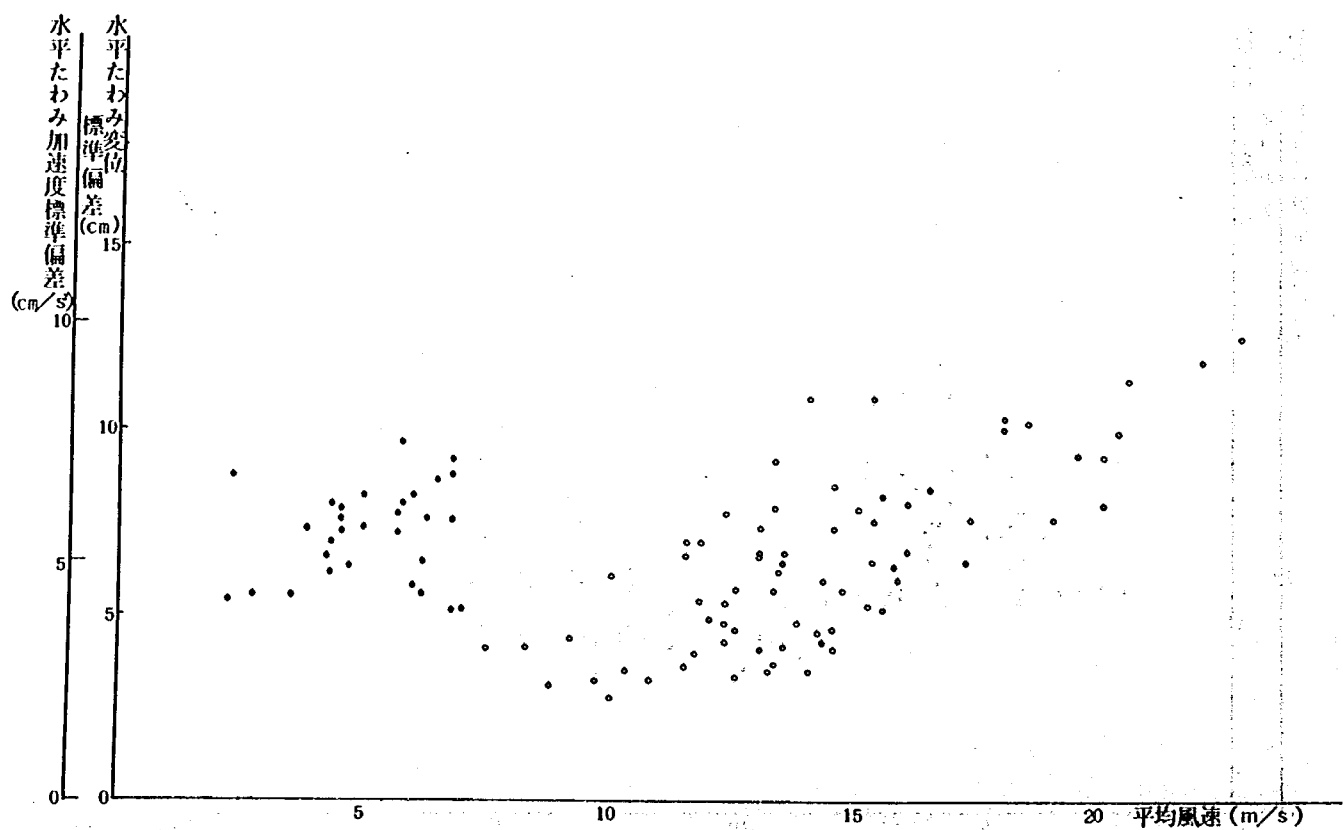


図-3-6-6 水平たわみ応答と平均風速（水平風速は風向風速記録器より）

## 4. 末広大橋における自然風および対風応答の長期観測データ解析

### 4-1 まえがき

末広大橋は、一般国道55号の徳島市内部に対するバイパスの機能を有する徳島県営末広有料道路の一環として新町川河口部に架設された三径間連続鋼床版箱桁斜張橋である。その架設位置を図-4-1に、一般図などを図-4-2および図-4-3に、また本橋の固有振動数を表-4-1に示す。末広大橋に設置された長期観測システムについては昭和51年度の本橋に関する報告書<sup>1)</sup>に詳細を述べてあるのでここでは観測機器の構成、総合系統図、計測器の配置をそれぞれ表-4-2、図-4-4および図-4-5に示すにとどめる。また解析方法および昨年度までの調査の内容については別の報告書<sup>1)2)3)4)5)6)</sup>を参照されたい。

今年度は新たに収録されたデータを用いて、自然風およびそれに起因する橋桁の応答について、基礎的統計量の計算を行った。また、昨年度は、昭和51～56年度にかけて得られたデータより鉛直たわみガスト応答の簡単な推定式の検証を行ったが、今年度も新たに57年度のデータを加え、推定式の精度の向上を図った。

### 4-2 収録されたデータ

MT. No 68～72の5巻が収録された。このうちMT. No 70には100Hz前後の高周波が乗っており、データ・レコーダーの修理をおこなった。MT. No 71, 72はチェックのため設定風速をさげて収録した。そのためMT. No 68, 69の2巻について解析を行った。又、記録システムの故障により日付時刻のデータが欠けている。

### 4-3 自然風の特徴および橋桁対風応答の特性

今年度得られたデータの自然風の特徴および橋桁対風応答の特性をまとめて表-4-2、表-4-3に示す。中央径間1/2点における鉛直たわみ振動変位の標準偏差は、平均風速15m/s前後で0.5cm程度であり前回までの解析結果とはほぼ一致していた。

### 4-4 鉛直たわみガスト応答の簡単な推定式の検証

自然風中におかれた構造物は、風の乱れにより不規則な振動(ガスト応答)をするが、このガスト応答の大きさを推定するには、自然風と相似した乱流のもとで三次元模型を用いた風洞実験を実施するか、あるいは数値計算により推定する、といった方法がとられる。しかしながらいずれの方法も、相似条件を満足させるのが困難なこと、あるいは適切なパラメータを設定することが困難なことなどの問題があり、ガスト応答の推定手法は未だ確立されたとは言い難い状況である。

当研究室では設計初期の段階で鉛直たわみガスト応答の概略の大きさを推定するための、簡単な算定式(1)式を提案した。

$$\sigma_y(L/2) = \text{const} \cdot \frac{dC_F}{d\alpha} \cdot \sigma_w \cdot V \cdot B^{\frac{1}{2}} \cdot f_1^{-2} \cdot L^{-\frac{1}{2}} \cdot (\text{mg})^{-1} \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 $\sigma$ ：標準偏差

$\eta$ ：鉛直たわみ振動

$L$ ：橋桁スパン長(m)

$C_F$ ：構造軸に関する揚力係数

$\alpha$ ：迎 角

$w$ ：鉛直方向風速(m/s)

$V$ ：水平方向の平均風速(m/s)

$B$ ：橋桁幅員(m)

$f_1$ ：鉛直たわみ振動の対称1次モードに対応する固有振動数(Hz)

$\text{mg}$ ：単位長さあたりの橋桁重量(ton/m)

なお、(1)式は、対称1次モードが卓越するような鉛直たわみモードのガスト応答のスパン中央における変位の標準偏差を推定するものである。今年度も昨年度に引き続き、(1)式の妥当性を検証するために、昨年度、新たに得られたデータを加え、過去7年間のデータ1130ケースを用いて、(1)式内の定数 const の値を計算した。また、平均風速の低いケースに於て、定数 const の値が、平均値の10倍程度になるものが散見されたので、今年度は、風速10m/sec以上の強風データに照準を合わせ、定数 const を求めてみた。

#### 4-4-1 計算条件

const の値の計算に必要な各変数の値は、それぞれ次のようにして求めた。

$\sigma_y(L/2)$ ：中央径間1/2点に設置した2台のサーボ型加速度計により得られた2つの鉛直方向加速度を平均して鉛直たわみ加速度を求め、この標準偏差を計算する。次に、鉛直たわみ振動を、対称1次の固有振動数をもつ単弦振動と仮定し、加速度の標準偏差より変位の標準偏差を求める。

$\frac{dC_F}{d\alpha}$ ：中央径間1/2点に設置した超音波風速計より自然風の平均迎角を求め、一様気流中の風洞実験より得られた迎角と三分力係数の関数よりこの平均迎角における構造軸に関する揚力傾斜を求める。

$\sigma_w$ ：中央径間1/2点に設置した超音波風速計より鉛直方向成分風速の標準偏差を求める。

$V$ ：中央径間1/2点に設置した超音波風速計より水平方向成分風速の平均値 $V$ を求める。なお $V$ としては、橋軸直角方向の水平成分のみを用いたもの $V_1$ および橋軸方向水平成分と橋軸直角方向水平成分をベクトル合成して用いたもの $V_2$ の両者について const を計算した。

$B$ ：18.5m

$f_1$ ：0.472Hz

$L$ ：250m

$\text{mg}$ ：9.261ton/m

#### 4-4-2 計算結果

昭和56, 57年度に得られた全ケースについての計算結果を表-4-5に示す。

同表中の $\theta$ は風の平均水平偏角であり、橋軸方向左岸側(方位角 $4.2^\circ$ )を $0^\circ$ とし時計まわりを正とした。  
const の値としては、橋軸直角方向水平成分の平均風速  $V_1$  より求めた const 1 および水平成分合成風速の平均風速  $V_2$  より求めた const 2 の両者を示した。

なお、昭和51年度から、昭和55年度までの解析結果は、参考文献(6)を参照されたい。

#### 4-4-3 結果の考察

(1) 全風速ケースの計算結果より、const の値は const 1, const 2 とともに若干のバラツキがある。このバラツキの状態を調べるために、1,130ケースの const 1 および const 2 についてその平均値および標準偏差を計算し、結果を表-4-6-1に示した。

また、自然風の風向を次のように3つに分け、対応する水平偏角ごとにそれぞれ const 1 および const 2 の平均値、標準偏差、最大、最小を求め、表-4-6-1にあわせて示した。

ほぼ橋軸方向の風向 :  $0^\circ < \theta < 30^\circ, 150^\circ < \theta < 210^\circ, 330^\circ < \theta < 360^\circ$

斜めの風向 :  $30^\circ \leq \theta \leq 60^\circ, 120^\circ \leq \theta \leq 150^\circ, 210^\circ \leq \theta \leq 240^\circ, 300^\circ \leq \theta \leq 330^\circ$

ほぼ橋軸直角方向の風向 :  $60^\circ < \theta < 120^\circ, 240^\circ < \theta < 300^\circ$

この結果によれば、橋軸直角方向水平成分平均風速  $V_1$  で評価した const 1 は、橋軸直角方向および斜め方向の風向に対して平均値が0.03前後であり、標準偏差も平均値の約 $1/4$ ,  $2/3$ であるが、橋軸方向の風向に対しては、標準偏差が平均値とほぼ同じであり、非常に変動が大きい。

一方、橋軸方向成分と橋軸直角方向成分の風速をベクトル合成した水平風速  $V_2$  で評価した const 2 は、橋軸方向の風向に対しての平均値、標準偏差は、その他の風向と比べ、ともに大きな値を示しているが、全体としての平均値は0.02程度であり、標準偏差は平均値の約 $1/2$ である。

(2) 計算結果によると、低風速のデータでは、定数 const の値が、平均値を大きく上回るケースが多く、平均値の10倍程度になるデータも確認された。

ガスト応答が問題となるのは、水平たわみ、鉛直たわみともに、高風速での応答であるから、推定式(1)は、高風速での妥当性が充たされればよい。低風速域のデータによって定数 const の平均値及び、標準偏差が乱される恐れがあるので、風速  $V_1$ ,  $V_2$  とともに風速  $10 \text{ m/sec}$  未満のケースを除き、再度定数 const 1, const 2 の値を計算し直すこととした。そこで得られた結果を、表-4-6-2に示した。

(1)の結果と同様に、風向を3領域に分け、対応する水平偏角のケース毎に、それぞれ const 1 および const 2 の平均値、標準偏差、最大値、最小値を求め表-4-6-1に併せて示した。その結果を見ると、const 2 は、低風速領域を除く前と同様に平均値のバラツキは大きい、標準偏差はかなり改善され、信頼性は向上していると言える。const 1 では、橋軸直角方向からのもの、橋軸斜め方向からのもののいずれも平均値0.025、標準偏差0.006~7と一致している。const 1 は風速として橋軸直角方向成分のみを取り出した場合の定数であるから、両者が一致するということは、ガスト応答値を評価する際に、風の橋軸直角成分を取り出し、推定式(1)によって計算を実施すれば、風向によらず推定値を得

ることができるということである。以上の観測解析結果からみれば、風をベクトルの的に二方向に分解して評価してかまわないと結論できる。これは本橋が、充復桁であり、トラス形式の橋梁に比較して斜め方向からの風による、抗力係数、揚力係数の変化が少いからだと考えられる。尚、測定データから得られた頻度分布を図-4-1に示した。正規分布に従うものとし、超過確率を20%とすると  $\text{const}$  を 0.030 とすればよい。

#### 4-5 まとめ

今年度も、昨年度に引き続き、データの蓄積とガスト応答推定式の検証を行ったが、ガスト応答推定式では、風速  $10 \text{ m/sec}$  以上のデータに於ては、橋軸直角成分による評価で、安定した定数値を得ることができた。

#### 参 考 文 献

- 1) 建設省土木研究所構造研究室；末広大橋長期観測データの解析報告書，土研資料第1215号，昭和52年3月
- 2) 建設省土木研究所構造研究室；末広大橋長期観測データの解析報告書（Ⅱ-1977），土研資料1348号，昭和53年3月
- 3) 建設省土木研究所構造研究室；末広大橋長期観測データの解析報告書（Ⅲ-1978），土研資料1471号，昭和54年1月
- 4) 建設省土木研究所構造研究室；耐風調査報告書（Ⅶ-1979），土研資料1561号，昭和55年3月
- 5) 建設省土木研究所構造研究室；耐風調査報告書（Ⅸ-1980），土研資料1656号，昭和56年3月
- 6) 建設省土木研究所構造研究室；耐風調査報告書（Ⅹ-1981），土研資料1821号，昭和57年3月

表-4-1 末広大橋固有振動数

| 振動モード | 対称性 | 次数 | 計算値(C/S) | 実測値 (C/S) |      | $\frac{B}{A}$ |
|-------|-----|----|----------|-----------|------|---------------|
|       |     |    | A        | B         | C    |               |
| 鉛直たわみ | 対称  | 1  | 0.468    | 0.472     | 0.48 | 1.009         |
|       |     | 2  | 1.116    | 1.069     | 1.09 | 0.958         |
|       |     | 3  | 1.722    | 1.616     | 1.64 | 0.938         |
|       | 逆対称 | 1  | 0.746    | 0.712     | 0.72 | 0.954         |
|       |     | 2  | 1.334    | 1.264     | 1.27 | 0.948         |
|       |     | 3  | 2.150    | 1.094     | —    | 0.974         |
| ねじれ   | 対称  | 1  | 1.537    | 1.446     | 1.46 | 0.941         |
|       |     | 2  | 4.482    | 4.444     | —    | 0.992         |
|       |     | 3  | 6.983    | 6.712     | —    | 0.961         |
|       | 逆対称 | 1  | 3.020    | 2.888     | 2.91 | 0.956         |

注 B: 起振機実験による実験値

C: 風による応答スペクトルより求めた値

表-4-2 末広大橋長期観測システム構成表

| 品名          | 数量 | 備考                              |
|-------------|----|---------------------------------|
| 風向風速発信器     | 1  | 光進電機株式会社製<br>KE-111型            |
| 〃 変換器       | 1  |                                 |
| 〃 記録器       | 1  |                                 |
| 風速警報器       | 1  | 光進電機株式会社製                       |
| 自動記録装置      | 1  | 〃                               |
| 超音波風速計発信器   | 1  | 海上電機株式会社製<br>PA-314-2型          |
| 〃 変換器       | 1  |                                 |
| サーボ型加速度計発信器 | 4  | 株式会社 明石製作所製<br>V-401BR, AVN-24S |
| 〃 変換器       | 1  |                                 |
| データレコーダ     | 1  | TEAC株式会社製 R-280                 |
| タイム・スタンプ    | 1  | アマノ株式会社製                        |

表-4-3 風の測定記録

| RUN NO. | DATE  |         |         | V (M/S) |       |       |      |      |          |       |       |       |      | $\theta (^{\circ})$ |      | $\alpha (^{\circ})$ |       |      |      |
|---------|-------|---------|---------|---------|-------|-------|------|------|----------|-------|-------|-------|------|---------------------|------|---------------------|-------|------|------|
|         |       |         |         | KE-111  |       |       |      |      | PA-314-2 |       |       |       |      | KE                  | PA   | MAX                 | MEAN  | MIN  | S.D. |
|         |       |         |         | MIN     | MEAN  | MAX   | G.F. | S.D. | MIN      | MEAN  | MAX   | G.F.  | S.D. |                     |      |                     |       |      |      |
| 82-001  | 08-01 | ***.*** | ***.*** | 6.52    | 14.02 | 21.59 | 0.18 | 1.54 | 2.50     | 7.67  | 21.44 | 31.82 | 0.15 | 1.48                | 3.12 | 290.0               | 280.3 | 25.4 | 5.2  |
| 82-002  | 08-02 | ***.*** | ***.*** | 4.99    | 11.19 | 18.26 | 0.21 | 1.63 | 2.32     | 6.37  | 14.92 | 22.61 | 0.17 | 1.52                | 2.56 | 273.9               | 270.8 | 30.0 | 2.1  |
| 82-003  | 08-03 | ***.*** | ***.*** | 7.40    | 13.09 | 23.08 | 0.18 | 1.66 | 2.56     | 9.67  | 21.63 | 32.40 | 0.15 | 1.50                | 3.19 | 299.3               | 288.4 | 18.4 | 1.0  |
| 82-004  | 08-04 | ***.*** | ***.*** | 5.72    | 11.58 | 17.76 | 0.18 | 1.53 | 2.06     | 7.83  | 15.56 | 24.37 | 0.18 | 1.57                | 2.82 | 302.8               | 295.5 | 25.0 | 0.7  |
| 82-005  | 08-05 | ***.*** | ***.*** | 5.31    | 12.79 | 19.56 | 0.19 | 1.53 | 2.40     | 10.75 | 20.31 | 28.53 | 0.14 | 1.40                | 2.85 | 304.1               | 292.8 | 19.5 | -0.2 |
| 82-006  | 08-06 | ***.*** | ***.*** | 6.23    | 12.04 | 20.79 | 0.17 | 1.73 | 2.04     | 5.57  | 15.65 | 26.04 | 0.17 | 1.66                | 2.60 | 300.4               | 292.1 | 26.0 | 0.5  |
| 82-007  | 08-07 | ***.*** | ***.*** | 3.04    | 9.64  | 19.37 | 0.28 | 2.01 | 2.66     | 6.11  | 16.18 | 29.19 | 0.19 | 1.60                | 3.02 | 284.6               | 277.7 | 29.6 | 1.4  |
| 82-008  | 08-08 | ***.*** | ***.*** | 4.29    | 10.26 | 17.09 | 0.26 | 1.66 | 2.65     | 1.53  | 13.74 | 21.08 | 0.19 | 1.53                | 2.85 | 311.4               | 304.0 | 20.2 | 0.9  |
| 82-009  | 08-09 | ***.*** | ***.*** | 5.08    | 12.31 | 20.00 | 0.20 | 1.63 | 2.49     | 6.14  | 13.62 | 22.14 | 0.17 | 1.63                | 2.34 | 321.1               | 319.7 | 23.9 | 0.6  |
| 82-010  | 08-10 | ***.*** | ***.*** | 7.36    | 12.53 | 18.15 | 0.15 | 1.45 | 1.83     | 5.17  | 15.32 | 24.21 | 0.16 | 1.58                | 2.47 | 322.9               | 315.4 | 25.3 | 0.1  |
| 82-011  | 08-11 | ***.*** | ***.*** | 5.90    | 11.09 | 18.09 | 0.18 | 1.52 | 2.13     | 6.37  | 14.69 | 23.34 | 0.19 | 1.59                | 2.74 | 326.7               | 316.6 | 25.3 | 0.1  |
| 82-012  | 08-12 | ***.*** | ***.*** | 2.63    | 11.04 | 18.11 | 0.21 | 1.64 | 2.30     | 2.23  | 13.94 | 22.54 | 0.16 | 1.62                | 2.54 | 291.9               | 280.7 | 27.5 | 1.5  |
| 82-013  | 08-13 | ***.*** | ***.*** | 0.95    | 4.05  | 7.70  | 0.30 | 1.90 | 1.23     | 0.61  | 3.96  | 6.95  | 0.29 | 1.76                | 1.15 | 61.4                | 52.4  | 49.2 | 1.5  |
| 82-014  | 08-14 | ***.*** | ***.*** | 4.44    | 10.86 | 19.29 | 0.25 | 1.79 | 2.69     | 3.99  | 13.88 | 22.81 | 0.20 | 1.64                | 2.81 | 142.2               | 156.6 | 35.8 | 1.5  |
| 82-015  | 08-15 | ***.*** | ***.*** | 1.78    | 9.63  | 19.97 | 0.30 | 2.03 | 2.93     | 3.57  | 12.90 | 22.96 | 0.25 | 1.76                | 3.17 | 160.6               | 159.4 | 34.9 | 1.0  |
| 82-016  | 09-01 | ***.*** | ***.*** | 4.57    | 13.00 | 21.27 | 0.21 | 1.64 | 2.66     | 1.80  | 16.15 | 24.03 | 0.17 | 1.49                | 2.76 | 283.2               | 280.2 | 51.2 | 1.1  |
| 82-017  | 09-02 | ***.*** | ***.*** | 4.81    | 11.79 | 20.68 | 0.23 | 1.77 | 2.69     | 0.69  | 15.49 | 24.15 | 0.19 | 1.56                | 2.99 | 280.8               | 276.4 | 53.6 | 2.1  |
| 82-018  | 09-03 | ***.*** | ***.*** | 4.41    | 12.38 | 20.56 | 0.22 | 1.66 | 2.78     | 1.50  | 16.52 | 26.80 | 0.21 | 1.62                | 3.46 | 283.0               | 278.5 | 46.4 | 0.9  |
| 82-019  | 09-04 | ***.*** | ***.*** | 6.75    | 13.68 | 21.71 | 0.21 | 1.59 | 2.87     | 0.79  | 17.55 | 27.82 | 0.20 | 1.59                | 3.50 | 280.7               | 277.8 | 60.6 | 0.9  |
| 82-020  | 09-05 | ***.*** | ***.*** | 6.29    | 14.23 | 23.42 | 0.19 | 1.65 | 2.65     | 1.19  | 17.29 | 26.35 | 0.17 | 1.52                | 3.01 | 283.3               | 280.7 | 30.6 | 1.2  |
| 82-021  | 09-06 | ***.*** | ***.*** | 6.62    | 13.82 | 21.57 | 0.19 | 1.56 | 2.63     | 0.69  | 18.01 | 27.51 | 0.16 | 1.53                | 2.89 | 282.5               | 279.1 | 66.6 | 0.3  |
| 82-022  | 09-07 | ***.*** | ***.*** | 4.32    | 10.99 | 18.76 | 0.23 | 1.71 | 2.49     | 1.07  | 13.19 | 23.44 | 0.23 | 1.78                | 3.05 | 273.3               | 271.6 | 58.2 | 2.1  |
| 82-023  | 09-08 | ***.*** | ***.*** | 4.53    | 11.70 | 20.60 | 0.23 | 1.76 | 2.71     | 2.92  | 13.90 | 24.79 | 0.20 | 1.78                | 2.71 | 274.0               | 272.4 | 44.3 | 2.3  |
| 82-024  | 09-09 | ***.*** | ***.*** | 0.51    | 10.27 | 20.77 | 0.24 | 2.02 | 2.48     | 0.92  | 12.61 | 29.59 | 0.22 | 2.35                | 2.81 | 284.7               | 285.0 | 43.5 | 2.5  |
| 82-025  | 09-10 | ***.*** | ***.*** | 6.30    | 12.86 | 19.60 | 0.17 | 1.54 | 2.13     | 1.85  | 15.58 | 35.89 | 0.16 | 2.30                | 2.51 | 303.6               | 299.9 | 30.9 | 0.6  |
| 82-026  | 09-11 | ***.*** | ***.*** | 6.34    | 12.82 | 19.73 | 0.18 | 1.56 | 2.26     | 1.66  | 16.31 | 24.41 | 0.20 | 1.50                | 3.21 | 302.1               | 297.1 | 50.3 | 0.5  |
| 82-027  | 09-12 | ***.*** | ***.*** | 3.57    | 10.73 | 17.10 | 0.19 | 1.59 | 1.99     | 1.24  | 13.96 | 21.65 | 0.16 | 1.55                | 2.18 | 305.9               | 303.2 | 19.2 | 0.1  |
| 82-028  | 09-13 | ***.*** | ***.*** | 4.80    | 11.18 | 19.02 | 0.23 | 1.70 | 2.53     | 1.01  | 14.64 | 23.36 | 0.18 | 1.60                | 2.67 | 309.7               | 306.4 | 34.2 | 0.3  |
| 82-029  | 09-14 | ***.*** | ***.*** | 4.41    | 12.52 | 20.58 | 0.21 | 1.64 | 2.61     | 1.63  | 16.92 | 27.50 | 0.20 | 1.63                | 3.36 | 281.4               | 286.3 | 73.2 | 2.0  |
| 82-030  | 09-15 | ***.*** | ***.*** | 6.28    | 13.48 | 21.85 | 0.20 | 1.62 | 2.72     | 1.71  | 17.24 | 28.97 | 0.21 | 1.68                | 3.66 | 282.3               | 281.2 | 28.1 | 1.8  |
| 82-031  | 09-16 | ***.*** | ***.*** | 3.50    | 10.86 | 19.41 | 0.21 | 1.79 | 2.32     | 1.63  | 14.22 | 22.51 | 0.19 | 1.58                | 2.75 | 277.4               | 276.1 | 25.9 | 1.7  |
| 82-032  | 09-17 | ***.*** | ***.*** | 4.40    | 12.62 | 20.56 | 0.20 | 1.60 | 2.55     | 7.23  | 15.98 | 27.17 | 0.18 | 1.70                | 2.93 | 277.2               | 275.2 | 22.3 | 0.7  |
| 82-033  | 09-18 | ***.*** | ***.*** | 4.09    | 10.86 | 22.40 | 0.23 | 2.06 | 2.55     | 5.54  | 13.93 | 24.59 | 0.18 | 1.77                | 2.53 | 279.5               | 278.6 | 27.3 | 1.3  |
| 82-034  | 09-19 | ***.*** | ***.*** | 3.94    | 10.34 | 19.37 | 0.24 | 1.87 | 2.49     | 4.23  | 12.88 | 19.85 | 0.16 | 1.54                | 2.09 | 282.6               | 281.1 | 32.2 | 1.9  |
| 82-035  | 09-20 | ***.*** | ***.*** | 6.07    | 11.70 | 19.40 | 0.21 | 1.66 | 2.41     | 5.13  | 15.44 | 23.40 | 0.16 | 1.52                | 2.45 | 305.6               | 301.8 | 34.5 | -0.2 |
| 82-036  | 09-21 | ***.*** | ***.*** | 6.32    | 12.87 | 20.67 | 0.21 | 1.61 | 2.70     | 9.14  | 16.65 | 26.20 | 0.19 | 1.57                | 3.12 | 300.7               | 298.9 | 19.4 | 1.3  |
| 82-037  | 09-22 | ***.*** | ***.*** | 5.23    | 13.01 | 20.54 | 0.17 | 1.58 | 2.18     | 8.26  | 16.38 | 25.36 | 0.17 | 1.55                | 2.75 | 301.0               | 297.9 | 23.2 | 0.9  |
| 82-038  | 09-23 | ***.*** | ***.*** | 6.18    | 12.66 | 21.74 | 0.21 | 1.72 | 2.71     | 9.21  | 16.47 | 25.55 | 0.17 | 1.55                | 2.78 | 303.2               | 300.5 | 19.3 | 0.5  |
| 82-039  | 09-24 | ***.*** | ***.*** | 6.64    | 13.71 | 22.06 | 0.21 | 1.61 | 2.85     | 7.10  | 16.96 | 33.17 | 0.20 | 1.96                | 3.43 | 296.5               | 293.2 | 28.6 | 1.0  |
| 82-040  | 09-25 | ***.*** | ***.*** | 3.91    | 13.09 | 21.75 | 0.20 | 1.66 | 2.67     | 2.22  | 16.87 | 27.42 | 0.18 | 1.63                | 2.96 | 293.5               | 290.6 | 58.9 | 0.7  |
| 82-041  | 09-26 | ***.*** | ***.*** | 5.14    | 10.94 | 16.95 | 0.20 | 1.55 | 2.23     | 5.47  | 14.66 | 23.32 | 0.21 | 1.59                | 3.01 | 296.6               | 294.4 | 55.2 | 0.8  |

記号 V : 風速  
 $\theta$  : 水平偏角 (真北が $0^{\circ}$ )  
 $\alpha$  : 迎角 (吹き上げが正)  
 KE-111 : プロベラ型風向風速計  
 PA-314-2 : 超音波風速計  
 MIN : 最小値  
 MEAN : 平均値  
 MAX : 最大値  
 G. F. : ガスト・ファクター  
 S. D. : 標準偏差

表-4-4 風および応答記録

| RUN NO. | DATE  |         |         | <A><br>V<br>(M/S) | <B><br>U<br>(M/S) | U-SD | B/A  | <N:0.><br>THEATA<br>(DEG) | <UP:++><br>ALPHA<br>(DEG) | ACC.(GAL) |      |      |      |       |       |       |       |
|---------|-------|---------|---------|-------------------|-------------------|------|------|---------------------------|---------------------------|-----------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
|         |       |         |         |                   |                   |      |      |                           |                           | S.D.      |      |      |      | MAX.  |       |       |       |
|         |       |         |         |                   |                   |      |      |                           |                           | A1        | A2   | A3   | A4   | A1    | A2    | A3    | A4    |
| 82-001  | 68-01 | ***.*** | ***.*** | 21.44             | -21.10            | 3.04 | 0.14 | 280.3                     | 5.18                      | 10.51     | 9.37 | 7.61 | 8.80 | 97.77 | 76.62 | 45.29 | 64.70 |
| 82-002  | 68-02 | ***.*** | ***.*** | 14.92             | -14.73            | 2.59 | 0.17 | 270.8                     | 2.08                      | 1.96      | 2.60 | 3.43 | 3.46 | 7.89  | 11.86 | 16.00 | 15.83 |
| 82-003  | 68-03 | ***.*** | ***.*** | 21.03             | -20.78            | 3.08 | 0.15 | 288.4                     | 1.03                      | 3.35      | 4.34 | 5.57 | 5.53 | 16.07 | 19.00 | 28.80 | 27.39 |
| 82-004  | 68-04 | ***.*** | ***.*** | 15.50             | -14.31            | 2.70 | 0.19 | 295.5                     | -0.73                     | 2.05      | 2.98 | 3.47 | 3.58 | 45.63 | 26.75 | 15.64 | 15.53 |
| 82-005  | 68-05 | ***.*** | ***.*** | 20.31             | -19.06            | 2.74 | 0.14 | 292.8                     | -0.22                     | 2.63      | 3.55 | 4.63 | 4.74 | 13.47 | 15.08 | 20.35 | 23.77 |
| 82-006  | 68-06 | ***.*** | ***.*** | 15.05             | -14.72            | 2.46 | 0.17 | 292.1                     | 0.47                      | 2.34      | 2.77 | 3.56 | 3.61 | 13.36 | 13.92 | 16.55 | 15.90 |
| 82-007  | 68-07 | ***.*** | ***.*** | 16.10             | -15.99            | 3.02 | 0.19 | 277.7                     | 1.36                      | 1.90      | 2.46 | 3.52 | 3.55 | 12.20 | 15.79 | 19.32 | 20.26 |
| 82-008  | 68-08 | ***.*** | ***.*** | 15.74             | -11.77            | 2.34 | 0.20 | 304.0                     | 0.89                      | 4.49      | 4.19 | 5.07 | 4.36 | 56.42 | 34.00 | 78.61 | 51.17 |
| 82-009  | 68-09 | ***.*** | ***.*** | 15.02             | -9.34             | 2.09 | 0.22 | 319.7                     | 0.78                      | 2.62      | 2.62 | 3.08 | 2.97 | 22.25 | 13.87 | 23.96 | 18.00 |
| 82-010  | 68-10 | ***.*** | ***.*** | 15.52             | -11.27            | 2.48 | 0.22 | 315.4                     | 0.08                      | 6.74      | 4.73 | 4.12 | 4.29 | 87.19 | 33.30 | 42.66 | 35.45 |
| 82-011  | 68-11 | ***.*** | ***.*** | 14.09             | -10.64            | 2.35 | 0.22 | 316.0                     | 0.12                      | 6.72      | 5.93 | 5.50 | 6.00 | 74.32 | 56.58 | 71.54 | 65.09 |
| 82-012  | 68-12 | ***.*** | ***.*** | 13.94             | -15.42            | 2.47 | 0.18 | 266.7                     | 1.53                      | 1.50      | 2.16 | 2.95 | 2.99 | 26.46 | 13.65 | 12.69 | 17.11 |
| 82-013  | 68-13 | ***.*** | ***.*** | 3.90              | 2.02              | 0.93 | 0.33 | 52.4                      | 1.54                      | 8.03      | 7.79 | 7.75 | 6.74 | 62.91 | 52.19 | 83.08 | 61.30 |
| 82-014  | 68-14 | ***.*** | ***.*** | 15.05             | 6.41              | 3.43 | 0.53 | 156.0                     | 1.45                      | 3.01      | 2.64 | 2.52 | 2.79 | 56.74 | 21.89 | 13.09 | 12.61 |
| 82-015  | 68-15 | ***.*** | ***.*** | 12.90             | 5.44              | 3.42 | 0.63 | 159.4                     | 1.03                      | 3.56      | 2.97 | 2.73 | 2.93 | 52.51 | 27.62 | 18.27 | 17.10 |
| 82-016  | 69-01 | ***.*** | ***.*** | 10.15             | -15.79            | 2.79 | 0.18 | 260.2                     | 1.13                      | 4.70      | 5.44 | 5.30 | 5.76 | 52.32 | 51.98 | 30.32 | 50.73 |
| 82-017  | 69-02 | ***.*** | ***.*** | 15.49             | -15.18            | 3.01 | 0.20 | 278.4                     | 2.10                      | 3.40      | 4.20 | 5.13 | 5.08 | 26.74 | 27.66 | 21.20 | 19.21 |
| 82-018  | 69-03 | ***.*** | ***.*** | 16.52             | -10.20            | 3.43 | 0.21 | 278.5                     | 0.89                      | 3.56      | 4.09 | 5.25 | 5.22 | 41.46 | 18.86 | 19.10 | 26.82 |
| 82-019  | 69-04 | ***.*** | ***.*** | 17.55             | -17.34            | 3.54 | 0.20 | 277.5                     | 0.90                      | 3.89      | 4.62 | 6.15 | 6.21 | 29.63 | 23.28 | 23.89 | 25.98 |
| 82-020  | 69-05 | ***.*** | ***.*** | 17.29             | -16.93            | 2.90 | 0.18 | 260.7                     | 1.18                      | 4.40      | 5.19 | 5.95 | 6.03 | 35.83 | 22.66 | 24.06 | 25.69 |
| 82-021  | 69-06 | ***.*** | ***.*** | 16.01             | -17.73            | 2.86 | 0.16 | 279.1                     | 0.29                      | 4.21      | 4.90 | 5.87 | 5.96 | 31.39 | 24.16 | 30.36 | 24.07 |
| 82-022  | 69-07 | ***.*** | ***.*** | 13.19             | -12.99            | 3.04 | 0.23 | 271.6                     | 2.10                      | 5.05      | 6.08 | 6.13 | 6.39 | 52.31 | 51.86 | 51.26 | 49.08 |
| 82-023  | 69-08 | ***.*** | ***.*** | 13.90             | -13.64            | 2.73 | 0.20 | 272.4                     | 2.33                      | 5.00      | 5.11 | 5.20 | 5.29 | 52.75 | 34.60 | 30.14 | 31.46 |
| 82-024  | 69-09 | ***.*** | ***.*** | 12.61             | -12.12            | 2.60 | 0.22 | 265.0                     | 2.50                      | 4.01      | 3.82 | 3.73 | 3.91 | 48.88 | 23.12 | 19.20 | 18.87 |
| 82-025  | 69-10 | ***.*** | ***.*** | 15.58             | -13.67            | 2.41 | 0.18 | 299.9                     | 0.62                      | 4.34      | 3.96 | 4.24 | 4.28 | 56.82 | 26.37 | 24.62 | 30.13 |
| 82-026  | 69-11 | ***.*** | ***.*** | 16.31             | -14.51            | 3.22 | 0.22 | 297.1                     | 0.47                      | 4.05      | 4.32 | 4.94 | 4.90 | 46.13 | 26.22 | 35.64 | 26.48 |
| 82-027  | 69-12 | ***.*** | ***.*** | 15.90             | -12.06            | 2.09 | 0.17 | 303.2                     | 0.15                      | 3.96      | 4.25 | 4.40 | 4.23 | 34.52 | 51.79 | 51.22 | 48.52 |
| 82-028  | 69-13 | ***.*** | ***.*** | 14.04             | -12.09            | 2.40 | 0.20 | 306.4                     | 0.25                      | 2.42      | 2.45 | 2.53 | 2.69 | 28.63 | 16.37 | 13.19 | 17.06 |
| 82-029  | 69-14 | ***.*** | ***.*** | 16.92             | -16.56            | 3.40 | 0.21 | 286.3                     | 2.03                      | 4.54      | 4.99 | 5.79 | 5.95 | 35.36 | 31.44 | 24.93 | 24.59 |
| 82-030  | 69-15 | ***.*** | ***.*** | 17.24             | -16.84            | 3.57 | 0.21 | 281.2                     | 1.82                      | 5.79      | 6.29 | 6.86 | 7.19 | 52.38 | 39.28 | 29.44 | 38.07 |
| 82-031  | 69-16 | ***.*** | ***.*** | 14.22             | -13.93            | 2.72 | 0.20 | 276.1                     | 1.74                      | 3.85      | 4.00 | 4.47 | 4.71 | 37.38 | 19.42 | 22.83 | 16.05 |
| 82-032  | 69-17 | ***.*** | ***.*** | 15.98             | -15.77            | 2.94 | 0.19 | 275.2                     | 0.73                      | 3.92      | 4.63 | 5.37 | 5.50 | 46.74 | 28.75 | 29.82 | 33.55 |
| 82-033  | 69-18 | ***.*** | ***.*** | 13.93             | -13.61            | 2.54 | 0.19 | 278.6                     | 1.25                      | 3.16      | 3.39 | 3.91 | 3.99 | 31.46 | 13.79 | 15.67 | 15.15 |
| 82-034  | 69-19 | ***.*** | ***.*** | 12.88             | -12.54            | 2.07 | 0.16 | 281.1                     | 1.87                      | 3.19      | 3.15 | 3.34 | 3.53 | 27.25 | 19.24 | 13.65 | 16.06 |
| 82-035  | 69-20 | ***.*** | ***.*** | 15.44             | -13.42            | 2.29 | 0.17 | 301.0                     | -0.19                     | 2.79      | 2.79 | 3.08 | 3.26 | 20.51 | 24.45 | 12.07 | 12.86 |
| 82-036  | 69-21 | ***.*** | ***.*** | 16.05             | -14.89            | 2.82 | 0.19 | 298.9                     | 1.26                      | 3.07      | 3.33 | 4.00 | 4.11 | 21.10 | 17.65 | 17.03 | 16.42 |
| 82-037  | 69-22 | ***.*** | ***.*** | 16.38             | -14.79            | 2.56 | 0.17 | 297.9                     | 0.87                      | 3.12      | 3.36 | 4.04 | 4.17 | 30.87 | 18.07 | 15.07 | 16.31 |
| 82-038  | 69-23 | ***.*** | ***.*** | 16.47             | -14.51            | 2.59 | 0.16 | 300.5                     | 0.50                      | 2.60      | 3.67 | 4.10 | 4.12 | 12.37 | 28.89 | 21.80 | 33.89 |
| 82-039  | 69-24 | ***.*** | ***.*** | 16.96             | -15.79            | 3.19 | 0.20 | 293.2                     | 1.04                      | 4.02      | 4.73 | 5.04 | 5.36 | 52.18 | 51.86 | 29.00 | 36.88 |
| 82-040  | 69-25 | ***.*** | ***.*** | 16.87             | -15.95            | 2.84 | 0.18 | 290.6                     | 0.74                      | 3.97      | 4.82 | 5.34 | 5.37 | 51.19 | 51.83 | 33.93 | 34.86 |
| 82-041  | 69-26 | ***.*** | ***.*** | 14.66             | -13.47            | 2.78 | 0.21 | 294.4                     | 0.79                      | 3.14      | 3.53 | 3.64 | 3.90 | 35.18 | 28.79 | 25.46 | 50.65 |

記号 V : 超音波風速計による10分間平均風速  
 U : 橋軸直角方向の風速の平均値  
 U-SD : 橋軸直角方向の風速の標準偏差  
 THEATA : 水平偏角(真北を0°)  
 ALPHA : 迎角(吹き上げを正)  
 ACC : 加速度

S. D. : 各加速度計による加速度値の標準偏差  
 MAX : 各加速度計による加速度値の最大値  
 A1 : サイド・スパン 1/2点  
 A2 : メインスパン 1/2点  
 A3 : メインスパン 1/2点上流側  
 A4 : メインスパン 1/2点下流側

表-4-5 const 1およびconst 2の計算結果

| TITLE  | UV    | U      | V     | SDW   | SDT  | ALPH  | THET  | CONST1 | CONST2 |
|--------|-------|--------|-------|-------|------|-------|-------|--------|--------|
| 81-003 | 4.04  | 0.80   | 6.05  | 0.617 | 0.19 | -0.22 | 169.7 | 0.3701 | 0.0489 |
| 81-004 | 11.91 | -14.91 | 15.18 | 1.408 | 0.34 | 1.11  | 273.2 | 0.0165 | 0.0162 |
| 81-005 | 12.44 | -16.07 | 16.78 | 1.429 | 0.52 | 0.84  | 280.8 | 0.0230 | 0.0220 |
| 81-006 | 11.97 | -14.69 | 15.10 | 1.287 | 0.38 | 0.74  | 277.3 | 0.0204 | 0.0199 |
| 81-007 | 10.33 | -13.42 | 13.80 | 1.245 | 0.27 | 1.49  | 276.5 | 0.0164 | 0.0160 |
| 81-008 | 14.17 | -16.91 | 17.73 | 1.443 | 0.61 | 1.09  | 281.5 | 0.0254 | 0.0242 |
| 81-009 | 13.70 | -15.49 | 16.90 | 1.699 | 0.55 | 1.55  | 287.9 | 0.0226 | 0.0207 |
| 81-010 | 14.48 | -16.19 | 18.12 | 1.735 | 0.57 | 1.68  | 291.2 | 0.0219 | 0.0196 |
| 81-011 | 12.05 | -13.46 | 15.81 | 1.245 | 0.37 | 1.08  | 296.6 | 0.0224 | 0.0191 |
| 81-012 | 12.26 | -14.40 | 15.75 | 1.360 | 0.36 | 1.00  | 288.7 | 0.0187 | 0.0171 |
| 82-001 | 14.01 | -20.87 | 21.42 | 1.517 | 0.74 | 5.18  | 276.1 | 0.0311 | 0.0303 |
| 82-002 | 11.18 | -14.75 | 14.91 | 1.381 | 0.33 | 2.08  | 266.6 | 0.0175 | 0.0173 |
| 82-003 | 13.88 | -20.36 | 21.61 | 1.574 | 0.57 | 1.03  | 284.2 | 0.0181 | 0.0170 |
| 82-004 | 11.57 | -13.89 | 15.55 | 1.319 | 0.35 | 0.73  | 291.4 | 0.0194 | 0.0173 |
| 82-005 | 12.78 | -18.56 | 20.29 | 1.508 | 0.48 | -0.22 | 288.6 | 0.0165 | 0.0151 |
| 82-006 | 12.03 | -14.35 | 15.64 | 1.409 | 0.36 | 0.47  | 287.9 | 0.0171 | 0.0157 |
| 82-007 | 9.64  | -15.87 | 16.17 | 1.404 | 0.37 | 1.36  | 273.6 | 0.0169 | 0.0166 |
| 82-008 | 10.28 | -11.28 | 13.73 | 1.134 | 0.37 | 0.89  | 299.7 | 0.0294 | 0.0242 |
| 82-009 | 12.30 | -8.67  | 13.61 | 1.211 | 0.27 | 0.78  | 315.6 | 0.0261 | 0.0167 |
| 82-010 | 12.53 | -10.57 | 15.31 | 1.266 | 0.36 | 0.08  | 311.3 | 0.0255 | 0.0176 |
| 82-011 | 11.89 | -9.95  | 14.68 | 1.099 | 0.48 | 0.12  | 312.4 | 0.0422 | 0.0286 |
| 82-012 | 11.03 | -13.18 | 13.93 | 1.301 | 0.30 | 1.53  | 282.6 | 0.0189 | 0.0179 |
| 82-013 | 4.05  | 3.00   | 3.95  | 0.591 | 0.64 | 1.54  | 48.1  | 0.3896 | 0.2959 |
| 82-014 | 10.80 | 5.55   | 13.87 | 1.441 | 0.23 | 1.45  | 152.5 | 0.0292 | 0.0117 |
| 82-015 | 9.83  | 4.62   | 12.90 | 1.486 | 0.23 | 1.03  | 155.3 | 0.0341 | 0.0122 |
| 82-016 | 12.99 | -15.62 | 16.14 | 1.560 | 0.52 | 1.13  | 276.1 | 0.0217 | 0.0210 |
| 82-017 | 11.79 | -15.06 | 15.48 | 1.625 | 0.52 | 2.10  | 274.4 | 0.0229 | 0.0223 |
| 82-018 | 12.37 | -16.11 | 16.51 | 1.484 | 0.52 | 0.89  | 274.3 | 0.0221 | 0.0216 |
| 82-019 | 13.67 | -17.20 | 17.53 | 1.494 | 0.62 | 0.90  | 273.9 | 0.0245 | 0.0241 |
| 82-020 | 14.22 | -16.74 | 17.27 | 1.576 | 0.59 | 1.18  | 276.6 | 0.0227 | 0.0220 |
| 82-021 | 13.81 | -17.56 | 17.99 | 1.418 | 0.59 | 0.29  | 275.0 | 0.0228 | 0.0222 |
| 82-022 | 10.99 | -12.99 | 13.18 | 1.506 | 0.55 | 2.10  | 267.4 | 0.0303 | 0.0299 |
| 82-023 | 11.70 | -13.62 | 13.89 | 1.448 | 0.51 | 2.34  | 268.3 | 0.0279 | 0.0274 |
| 82-024 | 10.27 | -11.94 | 12.60 | 1.508 | 0.36 | 2.51  | 279.9 | 0.0249 | 0.0236 |
| 82-025 | 12.85 | -13.18 | 15.57 | 1.396 | 0.40 | 0.62  | 295.7 | 0.0221 | 0.0187 |
| 82-026 | 12.61 | -14.34 | 16.30 | 1.300 | 0.45 | 0.47  | 293.1 | 0.0232 | 0.0204 |
| 82-027 | 10.73 | -11.60 | 13.95 | 1.108 | 0.38 | 0.15  | 298.5 | 0.0284 | 0.0236 |
| 82-028 | 11.18 | -11.53 | 14.63 | 1.116 | 0.23 | 0.25  | 302.3 | 0.0172 | 0.0135 |
| 82-029 | 12.51 | -16.37 | 16.91 | 1.630 | 0.58 | 2.03  | 277.1 | 0.0235 | 0.0227 |
| 82-030 | 13.47 | -16.64 | 17.23 | 1.618 | 0.70 | 1.82  | 277.1 | 0.0281 | 0.0271 |
| 82-031 | 10.85 | -13.85 | 14.21 | 1.488 | 0.45 | 1.74  | 272.0 | 0.0236 | 0.0230 |
| 82-032 | 12.81 | -15.70 | 15.97 | 1.518 | 0.53 | 0.73  | 271.0 | 0.0226 | 0.0222 |
| 82-033 | 10.86 | -13.49 | 13.92 | 1.476 | 0.39 | 1.26  | 274.4 | 0.0199 | 0.0193 |
| 82-034 | 10.33 | -12.40 | 12.88 | 1.240 | 0.33 | 1.87  | 276.9 | 0.0232 | 0.0223 |
| 82-035 | 11.69 | -12.91 | 15.43 | 1.393 | 0.30 | -0.19 | 297.7 | 0.0160 | 0.0134 |
| 82-036 | 12.86 | -14.37 | 16.64 | 1.478 | 0.39 | 1.27  | 294.7 | 0.0187 | 0.0161 |
| 82-037 | 13.00 | -14.30 | 16.37 | 1.460 | 0.40 | 0.87  | 293.8 | 0.0195 | 0.0170 |
| 82-038 | 12.66 | -13.98 | 16.46 | 1.411 | 0.39 | 0.50  | 296.4 | 0.0201 | 0.0171 |
| 82-039 | 13.70 | -15.37 | 16.95 | 1.542 | 0.49 | 1.04  | 289.1 | 0.0210 | 0.0191 |
| 82-040 | 13.08 | -15.58 | 16.86 | 1.496 | 0.54 | 0.74  | 286.5 | 0.0235 | 0.0218 |
| 82-041 | 10.94 | -13.09 | 14.65 | 1.352 | 0.37 | 0.79  | 290.3 | 0.0213 | 0.0190 |

表-4-6-1 const 1 および const 2 の特性

|                        | const 1 |       |       |       | const 2 |       |       |       |
|------------------------|---------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|
|                        | 平 均     | 標準偏差  | 最 大   | 最 小   | 平 均     | 標準偏差  | 最 大   | 最 小   |
| 全 ケ ー ス*               | 0.034   | 0.046 | 0.532 | 0.009 | 0.023   | 0.013 | 0.296 | 0.004 |
| 1,130 ケース              |         |       |       |       |         |       |       |       |
| ほぼ橋軸方向*                |         |       |       |       |         |       |       |       |
| 0° < $\theta$ < 30°    |         |       |       |       |         |       |       |       |
| 150° < $\theta$ < 210° | 0.128   | 0.136 | 0.532 | 0.010 | 0.027   | 0.021 | 0.104 | 0.004 |
| 330° < $\theta$ < 360° |         |       |       |       |         |       |       |       |
| 73 ケース                 |         |       |       |       |         |       |       |       |
| ほぼ橋軸直角方向               |         |       |       |       |         |       |       |       |
| 60° < $\theta$ < 120°  |         |       |       |       |         |       |       |       |
| 240° < $\theta$ < 300° | 0.025   | 0.007 | 0.076 | 0.009 | 0.023   | 0.006 | 0.069 | 0.008 |
| 675 ケース                |         |       |       |       |         |       |       |       |
| 橋軸斜め方向                 |         |       |       |       |         |       |       |       |
| 30° ≤ $\theta$ ≤ 60°   |         |       |       |       |         |       |       |       |
| 120° ≤ $\theta$ ≤ 150° | 0.033   | 0.026 | 0.390 | 0.009 | 0.021   | 0.018 | 0.296 | 0.006 |
| 210° ≤ $\theta$ ≤ 240° |         |       |       |       |         |       |       |       |
| 300° ≤ $\theta$ ≤ 330° |         |       |       |       |         |       |       |       |
| 386 ケース                |         |       |       |       |         |       |       |       |

\* 橋軸方向±10°の範囲の風向のデータを除いて計算。

表-4-6-2 const 1 および const 2 の特性 (V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>=10 m/sec未満のケースを除く)

|                          | const 1 |       |       |       | const 2 |       |       |       |
|--------------------------|---------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|
|                          | 平 均     | 標準偏差  | 最 大   | 最 小   | 平 均     | 標準偏差  | 最 大   | 最 小   |
| 全 ケ ー ス*                 |         |       |       |       |         |       |       |       |
| V <sub>1</sub> ; 555 ケース | 0.025   | 0.006 | 0.047 | 0.009 | 0.021   | 0.007 | 0.048 | 0.004 |
| V <sub>2</sub> ; 883 ケース |         |       |       |       |         |       |       |       |
| ほぼ橋軸方向*                  |         |       |       |       |         |       |       |       |
| 0° < $\theta$ < 30°      |         |       |       |       |         |       |       |       |
| 150° < $\theta$ < 210°   | —       | —     | —     | —     | 0.014   | 0.009 | 0.048 | 0.004 |
| 330° < $\theta$ < 360°   |         |       |       |       |         |       |       |       |
| V <sub>1</sub> ; 0 ケース   |         |       |       |       |         |       |       |       |
| V <sub>2</sub> ; 23 ケース  |         |       |       |       |         |       |       |       |
| ほぼ橋軸直角方向                 |         |       |       |       |         |       |       |       |
| 60° < $\theta$ < 120°    |         |       |       |       |         |       |       |       |
| 240° < $\theta$ < 300°   | 0.025   | 0.006 | 0.047 | 0.009 | 0.023   | 0.006 | 0.043 | 0.008 |
| V <sub>1</sub> ; 503 ケース |         |       |       |       |         |       |       |       |
| V <sub>2</sub> ; 585 ケース |         |       |       |       |         |       |       |       |
| 橋軸斜め方向                   |         |       |       |       |         |       |       |       |
| 30° ≤ $\theta$ ≤ 60°     |         |       |       |       |         |       |       |       |
| 120° ≤ $\theta$ ≤ 150°   | 0.025   | 0.007 | 0.042 | 0.009 | 0.017   | 0.007 | 0.047 | 0.008 |
| 210° ≤ $\theta$ ≤ 240°   |         |       |       |       |         |       |       |       |
| 300° ≤ $\theta$ ≤ 330°   |         |       |       |       |         |       |       |       |
| V <sub>1</sub> ; 52 ケース  |         |       |       |       |         |       |       |       |
| V <sub>2</sub> ; 278 ケース |         |       |       |       |         |       |       |       |

\* 橋軸方向±10°の範囲の風向のデータを除いて計算。

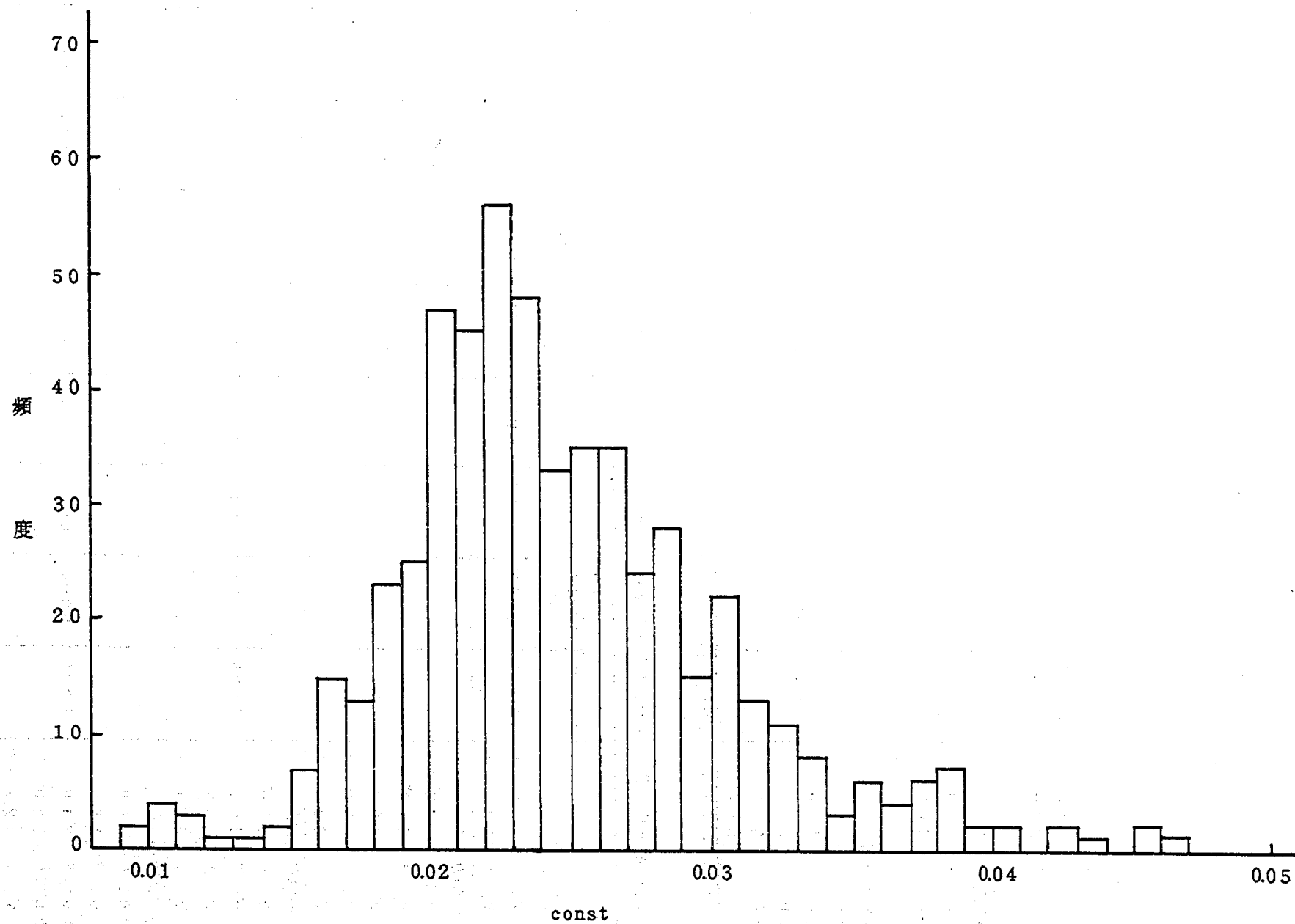


図-4-1

## 5. 水郷大橋における自然風の長期観測データ解析

### 5-1 まえがき

風速変動に起因する変動空気力により橋桁は不規則振動を起こすが、この不規則振動（ガスト応答）の大きさは、風の平均的特性の空間的分布のみならず、風の時間的変動特性が空間的にどのように変化するかにも依存する。風の空間的変動特性を明らかにするためには、異なる地点で同時に風速を測定することが必要であるが、このような観測は関門橋<sup>1)</sup>および多良間島<sup>2)</sup>などにおいて実施されているにすぎない。

しかもこれらの観測システムの多くは鉛直成分風速の空間変動特性を把握できるような観測機器を有していない。

このため、自然風の空間的変動性を把握することを目的として、昭和55年度水郷大橋に超音波風速計4台を増設した<sup>3)</sup>。今年度は、本観測システムを用いて風速データを収集し、基礎的統計量の計算を実施した。結果をとりまとめて以下に報告する。

### 5-2 調査方法

#### 5-2-1 観測システムの概要

観測システムについては既に詳細が報告されているので<sup>3)</sup>，ここでは超音波風速計の位置を図-5-1に、観測機器構成を表-5-1に示すに止める。

#### 5-2-2 データの解析方法

得られたアナログデータは、サンプリングタイム100ms，1チャンネルあたりのデータ数6000個でA/D変換し、大型電算機で処理した。

基礎的統計量として、平均風速，最大風速，最小風速，ガストファクター，変動風速の標準偏差，乱れ強さ，水平偏角の平均値，傾斜角，主流方向の乱れのスケールを考え，計算した。風速は，橋軸直角方向水平成分 $u$ ，橋軸方向水平成分 $v$ ，鉛直方向成分 $w$ に分解されるが，平均風速，最大風速，最小風速は，この3成分の他に，水平の2成分を合成した風速 $h_v$ ，3成分を合成した風速 $u_g$ についても計算を行った。

乱れの強さは，各変動風速の標準偏差を合成風速 $u_g$ の平均値で除したものと，橋軸直角方向水平成分 $u$ の平均値で除したものと2通りの計算により求めた。傾斜角としては，主流風向を含む鉛直面内における傾斜角と，橋軸に直角な鉛直面内における傾斜角を求めた。とくに主流風向を含む鉛直面内の傾斜角の平均値については，各時刻の風速データより傾斜角を求めて平均化するという方法と，平均化した風速より傾斜角を求めるという方法とで2種類求めた。乱れのスケールは，Taylorの仮説にもとづき，自己相関関数より求めた<sup>4)</sup>。

### 5-3 調査結果

#### 5-3-1 得られたデータ

今年度収録されたテープは18巻で56ケース（1ケースあたり15分間）であった。なお，超音波風速計の異常により，設定風速以下の風速で起動したケースや非常に大きな値を示すデータも少なくなかつ

た。

### 5-3-2 解析結果

自然風の基礎的統計量に関する計算結果のうち、比較的強風のデータ10ケースについて表-5-1~10に、また、平均風速と風向の関係を各超音波風速計毎に昨年度のデータも含め図-5-2-1~4に示した。

図中の数字は収録したケースの月別を表わしており、10月、11月、12月はそれぞれA、B、Cで昨年度のデータは90°傾けて示した。

### 5-4 考 察

今年度得られた風速データは、平均風速が10~15m/s前後であり、高風速の記録は収録できなかった。

また、平均風速10m/s以上のデータについてみると、風向は北北東、および南西に集中しているが、平均風速10m/s以下のデータについては特に傾向は見られない。しかし、これらの関係を評価するには、まだデータが不足していると思われるので、今後さらに多くのデータの蓄積が望まれる。なお、表-5-2において超音波風速計S<sub>2</sub>のu、v成分の標準偏差、乱れ強さ、および水平偏角に異常と思われるデータがあるので、本データを使用する場合には、その取扱いに充分注意する必要がある。

### 5-5 ま と め

本章における調査内容をまとめると以下の通りである。

1. 4台の超音波風速計から、今年度得られたテープは18巻(56ケース)であり、平均風速は10~15m/sであった。
2. 平均風速10m/s以上のデータの風向は、北北東および南西が多かった。

### 参 考 文 献

- 1) 建設省土木研究所構造研究室；関門橋長期観測データ解析報告書(その1)，土研資料第1015号，昭和50年3月
- 2) 台風研究委員会；多良間島における台風観測研究総合報告書，昭和55年1月
- 3) 建設省土木研究所構造研究室；耐風調査報告書(IX-1980)，土研資料第1656号，昭和56年3月
- 4) たとえば，岡内功，伊藤学，宮田利雄；耐風構造，丸善株式会社，昭和52年5月

表-5-1 観測機器構成

| 観測機器           | 観測項目                         | 最大測定範囲および出力                                                                                                                                                             | 取 付 位 置                                            | 備 考                                     |
|----------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 超 音 波<br>風 速 計 | 互いに直<br>角な3方<br>向の風速         | 各成分とも $0 \sim \pm 60 \text{ m/s}$<br>出力1<br>$0 \sim \pm 60 \text{ m/s} \rightarrow 0 \sim \pm 6 \text{ V}$<br>出力2<br>各レンジフルスケール<br>$\rightarrow 0 \sim \pm 1 \text{ V}$ | 千葉側径間<br>約1/4点<br>約3/4点<br>茨城側径間<br>約1/3点<br>約2/3点 | 海上電機株式会社<br>(DA-300,<br>TR-61B)         |
| 傾 度 計          | 互いに直<br>角な2つ<br>の軸まわ<br>りの傾き | 各成分とも $0 \sim \pm 5^\circ$<br>出力 $0 \sim \pm 5^\circ$<br>$\rightarrow 0 \sim \pm 1 \text{ V}$                                                                           | 同 上                                                | 海上電機株式会社<br>(CM-100,<br>IC-05D)         |
| 自 動<br>記録装置    |                              |                                                                                                                                                                         | 観測小屋内                                              |                                         |
| デ ー タ<br>レコーダ  |                              |                                                                                                                                                                         | 同 上                                                | ソニーマグネスケール<br>株式会社<br>(UFR-<br>31400AL) |

表-5-2-1 風の測定記録

| RUN NO. 12<br>57- 5-13 22:07 |      | 超音波風速計<br>S 1 | 超音波風速計<br>S 2 | 超音波風速計<br>S 3 | 超音波風速計<br>S 4 |
|------------------------------|------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| MEAN                         | UG   | 13.005        | 11.409        | 12.140        | 14.278        |
| VELOCITY                     | U    | 8.024         | 7.011         | 8.294         | 8.907         |
| (M/SEC)                      | V    | 9.884         | 8.603         | 8.562         | 10.912        |
|                              | W    | 0.832         | 0.487         | 0.366         | 0.216         |
|                              | HV   | 12.898        | 11.335        | 12.066        | 14.226        |
| MAX                          | UG   | 22.100        | 18.315        | 20.978        | 22.268        |
| VELOCITY                     | U    | 16.605        | 14.054        | 16.670        | 15.847        |
| (M/SEC)                      | V    | 19.145        | 16.074        | 17.846        | 19.532        |
|                              | W    | 5.264         | 4.839         | 4.734         | 5.247         |
|                              | HV   | 22.097        | 18.241        | 20.977        | 22.110        |
| MIN                          | UG   | 5.508         | 4.595         | 5.015         | 5.820         |
| VELOCITY                     | U    | 0.101         | 0.094         | 1.347         | 1.008         |
| (M/SEC)                      | V    | 3.073         | 1.822         | 2.149         | 4.420         |
|                              | W    | 0.002         | 0.001         | 0.003         | 0.000         |
|                              | HV   | 4.984         | 4.463         | 4.763         | 5.809         |
| GUST                         | UG   | 1.699         | 1.605         | 1.728         | 1.560         |
| FACTOR                       | U    | 2.069         | 2.005         | 2.010         | 1.779         |
|                              | V    | 1.937         | 1.869         | 2.084         | 1.790         |
|                              | W    | 6.325         | 9.946         | 12.931        | 24.264        |
|                              | HV   | 1.713         | 1.609         | 1.738         | 1.554         |
| STANDARD                     | U    | 2.352         | 2.275         | 2.231         | 2.238         |
| DEVIATION                    | V    | 2.432         | 2.227         | 2.030         | 2.211         |
| (M/SEC)                      | W    | 1.398         | 1.178         | 1.278         | 1.200         |
|                              | HV   | 2.663         | 2.192         | 2.359         | 2.399         |
| INTENSITY                    | U    | 0.181         | 0.199         | 0.184         | 0.157         |
| OF                           | V    | 0.187         | 0.195         | 0.167         | 0.155         |
| TURBULENCE                   | W    | 0.107         | 0.103         | 0.105         | 0.084         |
| (UG)                         | HV   | 0.205         | 0.192         | 0.194         | 0.168         |
| INTENSITY                    | U    | -0.293        | -0.325        | -0.269        | -0.251        |
| OF                           | V    | -0.303        | -0.318        | -0.245        | -0.248        |
| TURBULENCE                   | W    | -0.174        | -0.168        | -0.154        | -0.135        |
| ( U )                        | HV   | -0.332        | -0.313        | -0.284        | -0.269        |
| MEAN W.O.(DEG)               |      | 230.9         | 230.8         | 225.9         | 230.8         |
| INCLI. (HV)MEAN              |      | 4.0           | 2.8           | 2.0           | -0.8          |
| ANGLE. ( U)MEAN              |      | 77.2          | 53.8          | 49.7          | -25.2         |
| (DEG)                        | MEAN | 3.7           | 2.5           | 1.7           | -0.9          |
|                              | MAX  | 30.7          | 29.6          | 26.4          | 16.9          |
|                              | MIN  | -20.2         | -23.1         | -18.8         | -19.3         |
| SCALE                        | U    | 6.432         | 6.731         | 10.742        | 13.798        |
| OF                           | V    | 7.679         | 2.711         | 19.222        | 32.176        |
| TURBULENCE                   | W    | 14.770        | 11.124        | 24.077        | 11.414        |
| (M)                          |      |               |               |               |               |

表-5-2-2 風の測定記録

| RUN NO.<br>57-5-13                                            | 15<br>22:53             | 超音波風速計<br>S 1                                 | 超音波風速計<br>S 2                                 | 超音波風速計<br>S 3                                 | 超音波風速計<br>S 4                                 |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| MEAN<br>VELOCITY<br>(M/SEC)                                   | UG<br>U<br>V<br>W<br>HV | 13.478<br>7.593<br>10.842<br>0.893<br>13.381  | 11.818<br>6.305<br>9.669<br>0.363<br>11.737   | 12.009<br>6.847<br>9.539<br>0.318<br>11.931   | 13.301<br>6.712<br>11.227<br>0.308<br>13.244  |
| MAX.<br>VELOCITY<br>(M/SEC)                                   | UG<br>U<br>V<br>W<br>HV | 23.849<br>15.915<br>20.939<br>5.199<br>23.620 | 20.430<br>14.664<br>19.171<br>4.803<br>20.401 | 21.147<br>15.281<br>18.423<br>5.254<br>21.145 | 21.997<br>13.741<br>19.832<br>5.253<br>21.965 |
| MIN<br>VELOCITY<br>(M/SEC)                                    | UG<br>U<br>V<br>W<br>HV | 4.617<br>0.005<br>2.843<br>0.003<br>3.994     | 2.300<br>0.040<br>0.219<br>0.002<br>1.970     | 5.072<br>0.128<br>2.428<br>0.002<br>3.737     | 6.993<br>0.038<br>4.192<br>0.001<br>6.880     |
| GUST<br>FACTOR                                                | UG<br>U<br>V<br>W<br>HV | 1.769<br>2.096<br>1.931<br>5.819<br>1.765     | 1.729<br>2.326<br>1.983<br>13.246<br>1.738    | 1.761<br>2.232<br>1.931<br>16.521<br>1.772    | 1.654<br>2.047<br>1.766<br>17.076<br>1.653    |
| STANDARD<br>DEVIATION<br>(M/SEC)                              | U<br>V<br>W<br>HV       | 2.278<br>2.289<br>1.295<br>2.539              | 2.019<br>2.689<br>1.307<br>2.597              | 2.064<br>2.685<br>1.296<br>2.640              | 1.990<br>2.525<br>1.198<br>2.430              |
| INTENSITY<br>OF<br>TURBULENCE<br>(UG)                         | U<br>V<br>W<br>HV       | 0.169<br>0.170<br>0.096<br>0.188              | 0.171<br>0.227<br>0.111<br>0.220              | 0.172<br>0.224<br>0.108<br>0.220              | 0.150<br>0.190<br>0.090<br>0.183              |
| INTENSITY<br>OF<br>TURBULENCE<br>(U)                          | U<br>V<br>W<br>HV       | -0.300<br>-0.301<br>-0.171<br>-0.334          | -0.320<br>-0.426<br>-0.207<br>-0.412          | -0.301<br>-0.392<br>-0.189<br>-0.386          | -0.296<br>-0.376<br>-0.178<br>-0.362          |
| MEAN W.D.(DEG)                                                |                         | 235.0                                         | 236.9                                         | 234.3                                         | 239.1                                         |
| INCLI. (HV)MEAN<br>ANGLE. (U)MEAN<br>(DEG) MEAN<br>MAX<br>MIN |                         | 4.0<br>88.2<br>3.8<br>35.0<br>-13.5           | 2.2<br>45.7<br>1.8<br>40.7<br>-43.7           | 1.9<br>44.2<br>1.5<br>50.3<br>-36.2           | -1.2<br>-28.4<br>-1.3<br>21.7<br>-22.5        |
| SCALE<br>OF<br>TURBULENCE<br>(M)                              | U<br>V<br>W             | 17.797<br>12.552<br>5.465                     | 22.983<br>24.799<br>22.842                    | 33.301<br>20.311<br>19.320                    | 48.671<br>18.729<br>17.028                    |

表-5-2-3 風の測定記録

| RUN NO. 31<br>57-10- 8 22:32                |      | 超音波風速計<br>S 1 | 超音波風速計<br>S 2 | 超音波風速計<br>S 3 | 超音波風速計<br>S 4 |
|---------------------------------------------|------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| MEAN<br>VELOCITY<br>(M/SEC)                 | UG   | 13.557        | 13.034        | 13.096        | 11.801        |
|                                             | U    | 3.235         | 1.591         | 3.115         | 3.280         |
|                                             | V    | 12.827        | 12.448        | 12.545        | 11.105        |
|                                             | W    | 0.999         | 0.385         | 0.152         | 0.531         |
|                                             | HV   | 13.450        | 12.925        | 13.053        | 11.726        |
| MAX<br>VELOCITY<br>(M/SEC)                  | UG   | 22.848        | 28.383        | 22.162        | 23.433        |
|                                             | U    | 11.479        | 12.932        | 9.627         | 11.250        |
|                                             | V    | 22.724        | 26.752        | 21.718        | 23.078        |
|                                             | W    | 5.110         | 5.270         | 4.848         | 4.613         |
|                                             | HV   | 22.734        | 28.377        | 22.155        | 23.079        |
| MIN<br>VELOCITY<br>(M/SEC)                  | UG   | 5.687         | 4.502         | 5.713         | 2.521         |
|                                             | U    | 0.023         | 0.005         | 0.001         | 0.006         |
|                                             | V    | 5.022         | 3.883         | 5.699         | 1.696         |
|                                             | W    | 0.002         | 0.001         | 0.002         | 0.002         |
|                                             | HV   | 5.241         | 4.422         | 5.706         | 2.306         |
| GUST<br>FACTOR                              | UG   | 1.685         | 2.178         | 1.692         | 1.986         |
|                                             | U    | 3.549         | 8.130         | 3.090         | 3.430         |
|                                             | V    | 1.772         | 2.149         | 1.731         | 2.078         |
|                                             | W    | 5.114         | 13.674        | 31.951        | 8.682         |
|                                             | HV   | 1.690         | 2.196         | 1.697         | 1.968         |
| STANDARD<br>DEVIATION<br>(M/SEC)            | U    | 2.409         | 3.315         | 1.797         | 1.786         |
|                                             | V    | 2.494         | 3.687         | 2.456         | 2.715         |
|                                             | W    | 1.362         | 1.574         | 1.025         | 1.205         |
|                                             | HV   | 2.469         | 3.871         | 2.435         | 2.666         |
| INTENSITY<br>OF<br>TURBULENCE<br>(UG)       | U    | 0.178         | 0.254         | 0.137         | 0.151         |
|                                             | V    | 0.184         | 0.283         | 0.188         | 0.230         |
|                                             | W    | 0.100         | 0.121         | 0.078         | 0.102         |
|                                             | HV   | 0.182         | 0.297         | 0.186         | 0.226         |
| INTENSITY<br>OF<br>TURBULENCE<br>( U )      | U    | 0.745         | 2.084         | 0.577         | 0.545         |
|                                             | V    | 0.771         | 2.318         | 0.788         | 0.828         |
|                                             | W    | 0.421         | 0.989         | 0.329         | 0.367         |
|                                             | HV   | 0.763         | 2.433         | 0.781         | 0.813         |
| MEAN W.D.(DEG)                              |      | 75.8          | 82.7          | 76.1          | 73.5          |
| INCLI. (HV)MEAN<br>ANGLE. ( U)MEAN<br>(DEG) | MEAN | 4.4           | 2.1           | 0.9           | -2.3          |
|                                             | MAX  | 19.0          | 15.6          | 2.5           | -10.2         |
|                                             | MIN  | 4.2           | 1.7           | 0.7           | -2.6          |
|                                             | MAX  | 35.7          | 33.3          | 27.8          | 31.7          |
|                                             | MIN  | -13.7         | -24.9         | -18.6         | -34.6         |
| SCALE<br>OF<br>TURBULENCE<br>(M)            | U    | 12.983        | 5.100         | 16.257        | 5.969         |
|                                             | V    | 8.991         | 7.875         | 12.634        | 14.628        |
|                                             | W    | 21.748        | 4.721         | 13.147        | 16.604        |

表-5-2-4 風の測定記録

| RUN NO. 33<br>57-10- 8 23:02                                   |    | 超音波風速計<br>S 1 | 超音波風速計<br>S 2 | 超音波風速計<br>S 3 | 超音波風速計<br>S 4 |
|----------------------------------------------------------------|----|---------------|---------------|---------------|---------------|
| MEAN<br>VELOCITY<br>(M/SEC)                                    | UG | 13.425        | 16.092        | 12.828        | 11.701        |
|                                                                | U  | 3.914         | 2.377         | 3.628         | 3.992         |
|                                                                | V  | 12.537        | 12.282        | 12.010        | 10.606        |
|                                                                | W  | 0.862         | 0.603         | 0.261         | 0.849         |
|                                                                | HV | 13.336        | 15.921        | 12.777        | 11.533        |
| MAX<br>VELOCITY<br>(M/SEC)                                     | UG | 21.044        | 34.070        | 21.953        | 20.627        |
|                                                                | U  | 10.794        | 26.403        | 15.266        | 12.127        |
|                                                                | V  | 20.750        | 26.697        | 21.445        | 20.279        |
|                                                                | W  | 5.315         | 5.261         | 4.070         | 5.294         |
|                                                                | HV | 21.013        | 34.017        | 21.933        | 20.624        |
| MIN<br>VELOCITY<br>(M/SEC)                                     | UG | 6.181         | 3.575         | 5.408         | 1.501         |
|                                                                | U  | 0.010         | 0.003         | 0.001         | 0.011         |
|                                                                | V  | 6.045         | 0.639         | 4.284         | 0.771         |
|                                                                | W  | 0.002         | 0.001         | 0.002         | 0.002         |
|                                                                | HV | 6.179         | 1.170         | 5.241         | 1.310         |
| GUST<br>FACTOR                                                 | UG | 1.567         | 2.117         | 1.711         | 1.763         |
|                                                                | U  | 2.757         | 11.106        | 3.988         | 3.038         |
|                                                                | V  | 1.655         | 2.174         | 1.786         | 1.912         |
|                                                                | W  | 6.165         | 8.721         | 15.619        | 6.236         |
|                                                                | HV | 1.576         | 2.137         | 1.717         | 1.788         |
| STANDARD<br>DEVIATION<br>(M/SEC)                               | U  | 2.220         | 11.423        | 2.070         | 2.159         |
|                                                                | V  | 2.196         | 3.615         | 2.500         | 2.638         |
|                                                                | W  | 1.250         | 2.068         | 1.087         | 1.767         |
|                                                                | HV | 2.088         | 6.818         | 2.483         | 2.647         |
| INTENSITY<br>OF<br>TURBULENCE<br>(UG)                          | U  | 0.165         | 0.710         | 0.161         | 0.184         |
|                                                                | V  | 0.164         | 0.225         | 0.195         | 0.225         |
|                                                                | W  | 0.093         | 0.129         | 0.085         | 0.151         |
|                                                                | HV | 0.156         | 0.424         | 0.194         | 0.226         |
| INTENSITY<br>OF<br>TURBULENCE<br>(U)                           | U  | 0.567         | -4.805        | 0.541         | 0.541         |
|                                                                | V  | 0.561         | -1.521        | 0.653         | 0.661         |
|                                                                | W  | 0.319         | -0.870        | 0.284         | 0.443         |
|                                                                | HV | 0.533         | -2.868        | 0.649         | 0.663         |
| MEAN W.D. (DEG)                                                |    | 72.7          | 101.0         | 72.3          | 69.4          |
| INCL. (HV) MEAN<br>ANGLE. (U) MEAN<br>(DEG) MEAN<br>MAX<br>MIN |    | 3.9           | 2.8           | 1.4           | -3.9          |
|                                                                |    | 12.8          | 12.4          | 3.1           | -12.0         |
|                                                                |    | 3.7           | 2.2           | 1.2           | -4.2          |
|                                                                |    | 30.1          | 72.1          | 25.1          | 31.2          |
|                                                                |    | -15.1         | -32.7         | -18.1         | -40.9         |
| SCALE<br>OF<br>TURBULENCE<br>(M)                               | U  | 12.143        | 5.438         | 12.869        | 5.657         |
|                                                                | V  | 9.863         | 3.813         | 8.688         | 2.891         |
|                                                                | W  | 28.949        | 25.365        | 3.752         | 48.626        |

表-5-2-5 風の測定記録

| RUN NO. 34<br>57-10- 8 23:13               |      | 超音波風速計<br>S 1 | 超音波風速計<br>S 2 | 超音波風速計<br>S 3 | 超音波風速計<br>S 4 |
|--------------------------------------------|------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| MEAN<br>VELOCITY<br>(M/SEC)                | UG   | 14.719        | 21.311        | 14.062        | 12.741        |
|                                            | U    | 4.142         | 3.007         | 4.299         | 4.320         |
|                                            | V    | 13.719        | 10.927        | 13.103        | 11.655        |
|                                            | W    | 1.059         | 0.610         | 0.402         | 0.600         |
|                                            | HV   | 14.592        | 21.527        | 13.987        | 12.636        |
| MAX<br>VELOCITY<br>(M/SEC)                 | UG   | 25.020        | 30.828        | 22.345        | 21.816        |
|                                            | U    | 15.067        | 18.072        | 13.246        | 12.974        |
|                                            | V    | 24.322        | 26.697        | 21.832        | 21.535        |
|                                            | W    | 5.315         | 5.261         | 4.475         | 4.756         |
|                                            | HV   | 24.966        | 30.798        | 22.308        | 21.758        |
| MIN<br>VELOCITY<br>(M/SEC)                 | UG   | 6.352         | 1.532         | 6.715         | 3.968         |
|                                            | U    | 0.010         | 0.003         | 0.001         | 0.011         |
|                                            | V    | 5.523         | 0.094         | 4.413         | 2.898         |
|                                            | W    | 0.002         | 0.001         | 0.002         | 0.002         |
|                                            | HV   | 5.707         | 0.600         | 6.542         | 3.550         |
| GUST<br>FACTOR                             | UG   | 1.700         | 1.413         | 1.589         | 1.712         |
|                                            | U    | 3.637         | 6.011         | 3.081         | 3.003         |
|                                            | V    | 1.773         | 2.443         | 1.666         | 1.848         |
|                                            | W    | 5.021         | 8.628         | 11.145        | 7.934         |
|                                            | HV   | 1.711         | 1.431         | 1.595         | 1.722         |
| STANDARD<br>DEVIATION<br>(M/SEC)           | U    | 2.809         | 4.040         | 2.382         | 2.363         |
|                                            | V    | 2.725         | 19.189        | 2.742         | 2.954         |
|                                            | W    | 1.565         | 2.691         | 1.391         | 1.511         |
|                                            | HV   | 2.779         | 7.021         | 2.771         | 3.015         |
| INTENSITY<br>OF<br>TURBULENCE<br>(UG)      | U    | 0.191         | 0.185         | 0.169         | 0.185         |
|                                            | V    | 0.185         | 0.380         | 0.195         | 0.232         |
|                                            | W    | 0.106         | 0.123         | 0.099         | 0.119         |
|                                            | HV   | 0.189         | 0.322         | 0.197         | 0.237         |
| INTENSITY<br>OF<br>TURBULENCE<br>(U)       | U    | 0.678         | 1.344         | 0.554         | 0.547         |
|                                            | V    | 0.658         | 6.382         | 0.638         | 0.664         |
|                                            | W    | 0.378         | 0.895         | 0.324         | 0.350         |
|                                            | HV   | 0.671         | 2.335         | 0.645         | 0.698         |
| MEAN W.D.(DEG)                             |      | 73.2          | 285.4         | 71.8          | 69.7          |
| INCLI. (HV)MEAN<br>ANGLE. (U)MEAN<br>(DEG) | MEAN | 4.4           | 3.4           | 1.8           | -2.7          |
|                                            | MAX  | 15.3          | 4.2           | 4.6           | -9.7          |
|                                            | MIN  | 4.1           | 1.6           | 1.6           | -2.7          |
|                                            | MAX  | 32.8          | 83.5          | 26.0          | 30.4          |
|                                            | MIN  | -17.1         | -70.3         | -17.1         | -35.8         |
| SCALE<br>OF<br>TURBULENCE<br>(M)           | U    | 13.000        | 2.701         | 17.442        | 9.864         |
|                                            | V    | 8.651         | 3.080         | 4.869         | 2.162         |
|                                            | W    | 13.280        | 31.255        | 8.642         | 5.823         |

表-5-2-6 風の測定記録

| RUN NO. 35<br>57-10- 8 23:25               |      | 超音波風速計<br>S 1 | 超音波風速計<br>S 2 | 超音波風速計<br>S 3 | 超音波風速計<br>S 4 |
|--------------------------------------------|------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| MEAN<br>VELOCITY<br>(M/SEC)                | UG   | 13.769        | 13.465        | 13.293        | 12.005        |
|                                            | U    | 3.561         | 3.006         | 3.769         | 3.899         |
|                                            | V    | 12.953        | 12.634        | 12.523        | 11.046        |
|                                            | W    | 6.927         | 0.147         | 0.271         | 0.417         |
|                                            | HV   | 13.668        | 15.310        | 13.233        | 11.903        |
| MAX<br>VELOCITY<br>(M/SEC)                 | UG   | 22.358        | 27.959        | 22.789        | 22.735        |
|                                            | U    | 11.252        | 13.469        | 11.737        | 12.127        |
|                                            | V    | 22.314        | 26.697        | 21.935        | 21.228        |
|                                            | W    | 5.315         | 5.261         | 5.240         | 5.066         |
|                                            | HV   | 22.315        | 27.926        | 22.784        | 22.735        |
| MIN<br>VELOCITY<br>(M/SEC)                 | UG   | 6.098         | 2.201         | 5.823         | 2.603         |
|                                            | U    | 0.010         | 0.003         | 0.001         | 0.011         |
|                                            | V    | 4.481         | 0.270         | 5.263         | 2.591         |
|                                            | W    | 0.002         | 0.001         | 0.002         | 0.002         |
|                                            | HV   | 4.483         | 0.280         | 5.418         | 2.591         |
| GUST<br>FACTOR                             | UG   | 1.624         | 2.076         | 1.714         | 1.894         |
|                                            | U    | 3.159         | 4.481         | 3.114         | 3.110         |
|                                            | V    | 1.723         | 2.113         | 1.752         | 1.921         |
|                                            | W    | 5.733         | 35.801        | 19.352        | 12.137        |
|                                            | HV   | 1.633         | 2.098         | 1.722         | 1.910         |
| STANDARD<br>DEVIATION<br>(M/SEC)           | U    | 2.397         | 3.223         | 1.980         | 2.132         |
|                                            | V    | 2.661         | 3.666         | 2.556         | 2.741         |
|                                            | W    | 1.328         | 1.957         | 1.228         | 1.504         |
|                                            | HV   | 2.536         | 3.907         | 2.517         | 2.755         |
| INTENSITY<br>OF<br>TURBULENCE<br>(UG)      | U    | 0.174         | 0.239         | 0.149         | 0.173         |
|                                            | V    | 0.193         | 0.272         | 0.192         | 0.226         |
|                                            | W    | 0.096         | 0.145         | 0.092         | 0.125         |
|                                            | HV   | 0.184         | 0.290         | 0.189         | 0.229         |
| INTENSITY<br>OF<br>TURBULENCE<br>(U)       | U    | 0.673         | 1.072         | 0.525         | 0.547         |
|                                            | V    | 0.747         | 1.220         | 0.678         | 0.703         |
|                                            | W    | 0.373         | 0.651         | 0.326         | 0.386         |
|                                            | HV   | 0.712         | 1.300         | 0.668         | 0.707         |
| MEAN W.D.(DEG)                             |      | 74.6          | 76.6          | 73.2          | 70.6          |
| INCLI. (HV)MEAN<br>ANGLE. (U)MEAN<br>(DEG) | MEAN | 4.2           | 1.1           | 1.4           | -1.7          |
|                                            | MAX  | 15.0          | -1.9          | 3.4           | -6.2          |
|                                            | MIN  | 3.9           | 0.6           | 1.2           | -2.0          |
|                                            | MAX  | 42.7          | 84.7          | 25.6          | 28.8          |
|                                            | MIN  | -14.7         | -31.6         | -15.5         | -34.8         |
| SCALE<br>OF<br>TURBULENCE<br>(M)           | U    | 4.166         | 1.175         | 7.907         | 8.681         |
|                                            | V    | 14.377        | 5.239         | 4.301         | 3.104         |
|                                            | W    | 17.859        | 10.059        | 15.600        | 6.805         |

表-5-2-7 風の測定記録

| RUN NO. 36<br>57-10- 8 23:37                                    |                         | 超音波風速計<br>S 1                                 | 超音波風速計<br>S 2                                 | 超音波風速計<br>S 3                                 | 超音波風速計<br>S 4                                 |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| MEAN<br>VELOCITY<br>(M/SEC)                                     | UG<br>U<br>V<br>W<br>HV | 13.161<br>3.945<br>12.251<br>0.988<br>13.067  | 16.353<br>3.315<br>2.122<br>0.435<br>16.177   | 13.618<br>4.342<br>12.574<br>0.500<br>13.441  | 12.377<br>4.658<br>11.182<br>0.482<br>12.279  |
| MAX<br>VELOCITY<br>(M/SEC)                                      | UG<br>U<br>V<br>W<br>HV | 20.461<br>12.880<br>20.176<br>5.124<br>20.408 | 29.593<br>17.917<br>26.697<br>5.261<br>29.457 | 22.178<br>12.504<br>21.445<br>4.697<br>22.177 | 21.620<br>11.767<br>21.228<br>4.736<br>21.607 |
| MIN<br>VELOCITY<br>(M/SEC)                                      | UG<br>U<br>V<br>W<br>HV | 4.001<br>0.010<br>3.099<br>0.002<br>3.505     | 2.140<br>0.003<br>0.088<br>0.001<br>1.147     | 6.316<br>0.001<br>5.804<br>0.002<br>5.907     | 3.568<br>0.011<br>1.463<br>0.002<br>1.730     |
| GUST<br>FACTOR                                                  | UG<br>U<br>V<br>W<br>HV | 1.555<br>3.265<br>1.647<br>5.188<br>1.562     | 1.809<br>5.403<br>12.581<br>12.083<br>1.821   | 1.629<br>2.880<br>1.705<br>9.394<br>1.650     | 1.747<br>2.526<br>1.898<br>9.829<br>1.760     |
| STANDARD<br>DEVIATION<br>(M/SEC)                                | U<br>V<br>W<br>HV       | 2.172<br>2.717<br>1.164<br>2.642              | 3.395<br>16.865<br>2.466<br>7.047             | 2.005<br>2.704<br>2.092<br>2.757              | 2.064<br>2.687<br>1.385<br>2.736              |
| INTENSITY<br>OF<br>TURBULENCE<br>(UG)                           | U<br>V<br>W<br>HV       | 0.165<br>0.206<br>0.088<br>0.201              | 0.208<br>1.031<br>0.151<br>0.431              | 0.147<br>0.199<br>0.154<br>0.202              | 0.168<br>0.217<br>0.112<br>0.221              |
| INTENSITY<br>OF<br>TURBULENCE<br>(U)                            | U<br>V<br>W<br>HV       | 0.551<br>0.689<br>0.295<br>0.670              | 1.024<br>5.086<br>0.744<br>2.125              | 0.462<br>0.623<br>0.482<br>0.635              | 0.447<br>0.577<br>0.297<br>0.587              |
| MEAN W.D.(DEG)                                                  |                         | 72.2                                          | 32.6                                          | 70.9                                          | 67.4                                          |
| INCL1. (HV) MEAN<br>ANGLE. (U) MEAN<br>(DEG) MEAN<br>MAX<br>MIN |                         | 4.6<br>15.8<br>4.3<br>34.4<br>-12.3           | 1.9<br>6.1<br>1.5<br>69.9<br>-53.3            | -2.1<br>-4.1<br>-2.1<br>30.2<br>-31.3         | -2.3<br>-6.5<br>-2.2<br>31.1<br>-68.6         |
| SCALE<br>OF<br>TURBULENCE<br>(M)                                | U<br>V<br>W             | 10.762<br>26.026<br>1.930                     | 0.424<br>2.681<br>47.460                      | 33.549<br>25.791<br>78.276                    | 22.601<br>12.260<br>13.692                    |

表-5-2-8 風の測定記録

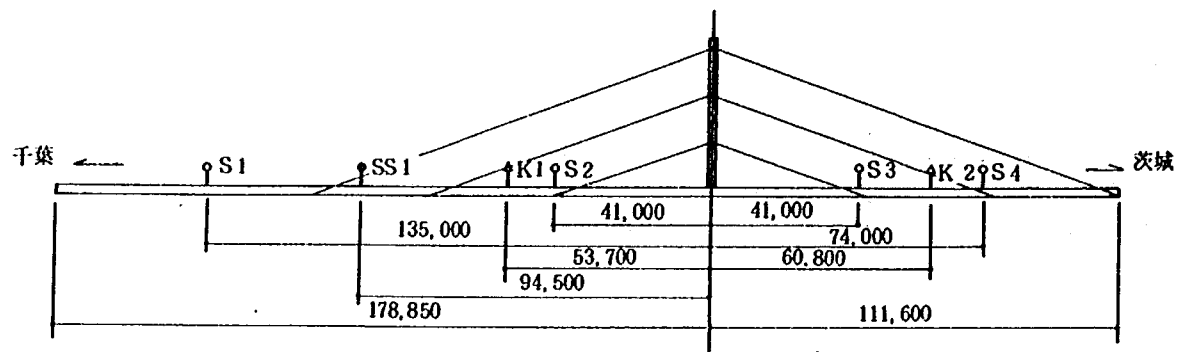
| RUN NO. 38<br>57-10- 9 00:01 |    | 超音波風速計<br>S 1 | 超音波風速計<br>S 2 | 超音波風速計<br>S 3 | 超音波風速計<br>S 4 |
|------------------------------|----|---------------|---------------|---------------|---------------|
| MEAN                         | UG | 13.634        | 15.549        | 14.196        | 12.748        |
| VELOCITY                     | U  | 4.454         | 3.694         | 4.690         | 4.867         |
| (M/SEC)                      | V  | 12.519        | 14.166        | 13.203        | 11.511        |
|                              | W  | 0.840         | 0.820         | 0.346         | 0.397         |
|                              | HV | 13.526        | 15.328        | 14.142        | 12.651        |
| MAX                          | UG | 23.096        | 29.928        | 22.035        | 21.268        |
| VELOCITY                     | U  | 13.185        | 14.297        | 13.374        | 12.152        |
| (M/SEC)                      | V  | 22.810        | 26.697        | 21.187        | 20.279        |
|                              | W  | 5.315         | 5.261         | 5.147         | 5.294         |
|                              | HV | 23.008        | 29.902        | 22.032        | 21.153        |
| MIN                          | UG | 6.066         | 2.042         | 6.015         | 2.481         |
| VELOCITY                     | U  | 0.010         | 0.003         | 0.001         | 0.011         |
| (M/SEC)                      | V  | 5.497         | 1.569         | 5.778         | 2.001         |
|                              | W  | 0.002         | 0.001         | 0.002         | 0.002         |
|                              | HV | 5.504         | 1.644         | 5.993         | 2.470         |
| GUST                         | UG | 1.694         | 1.925         | 1.552         | 1.668         |
| FACTOR                       | U  | 2.960         | 3.871         | 2.852         | 2.497         |
|                              | V  | 1.822         | 1.882         | 1.605         | 1.762         |
|                              | W  | 6.328         | 6.419         | 14.880        | 13.336        |
|                              | HV | 1.701         | 1.951         | 1.558         | 1.672         |
| STANDARD                     | U  | 2.367         | 4.453         | 1.969         | 1.923         |
| DEVIATION                    | V  | 2.568         | 4.854         | 2.336         | 2.603         |
| (M/SEC)                      | W  | 1.474         | 2.370         | 1.165         | 1.510         |
|                              | HV | 2.397         | 4.826         | 2.369         | 2.610         |
| INTENSITY                    | U  | 0.174         | 0.286         | 0.139         | 0.156         |
| OF                           | V  | 0.188         | 0.312         | 0.165         | 0.204         |
| TURBULENCE                   | W  | 0.108         | 0.152         | 0.082         | 0.118         |
| (UG)                         | HV | 0.176         | 0.310         | 0.167         | 0.205         |
| INTENSITY                    | U  | 0.531         | 1.205         | 0.420         | 0.408         |
| OF                           | V  | 0.577         | 1.314         | 0.498         | 0.535         |
| TURBULENCE                   | W  | 0.331         | 0.642         | 0.248         | 0.310         |
| ( U )                        | HV | 0.538         | 1.307         | 0.505         | 0.536         |
| MEAN W.D.(DEG)               |    | 70.4          | 75.4          | 70.4          | 67.1          |
| INCL. (HV)MEAN               |    | 3.8           | -3.0          | 1.6           | -1.6          |
| ANGLE. ( U )MEAN             |    | 11.3          | -12.0         | 4.4           | -6.4          |
| (DEG) MEAN                   |    | 3.6           | -3.1          | 1.4           | -1.8          |
| MAX                          |    | 29.4          | 59.8          | 23.9          | 43.2          |
| MIN                          |    | -17.7         | -64.3         | -19.5         | -33.9         |
| SCALE                        | U  | 5.553         | 2.884         | 5.705         | 5.356         |
| OF                           | V  | 4.111         | 1.060         | 18.243        | 14.541        |
| TURBULENCE                   | W  | 19.073        | 26.439        | 10.527        | 0.953         |
| (M)                          |    |               |               |               |               |

表-5-2-9 風の測定記録

| RUN NO. 39<br>57-10-9 00:13                                     |                         | 超音波風速計<br>S 1                                 | 超音波風速計<br>S 2                                 | 超音波風速計<br>S 3                                 | 超音波風速計<br>S 4                                 |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| MEAN VELOCITY<br>(M/SEC)                                        | UG<br>U<br>V<br>W<br>HV | 14.226<br>4.956<br>12.992<br>1.087<br>14.120  | 14.871<br>4.168<br>13.657<br>0.153<br>14.714  | 13.185<br>4.519<br>12.162<br>0.347<br>13.130  | 11.797<br>4.590<br>10.566<br>0.435<br>11.721  |
| MAX VELOCITY<br>(M/SEC)                                         | UG<br>U<br>V<br>W<br>HV | 24.191<br>13.897<br>24.166<br>5.315<br>24.190 | 30.658<br>16.081<br>26.697<br>5.261<br>30.658 | 21.323<br>11.558<br>20.517<br>4.589<br>21.097 | 20.593<br>12.460<br>19.356<br>5.294<br>20.579 |
| MIN VELOCITY<br>(M/SEC)                                         | UG<br>U<br>V<br>W<br>HV | 7.327<br>0.010<br>6.566<br>0.002<br>7.009     | 1.951<br>0.003<br>0.621<br>0.001<br>1.114     | 6.452<br>0.001<br>4.026<br>0.002<br>6.449     | 3.241<br>0.011<br>2.898<br>0.002<br>3.229     |
| GUST FACTOR                                                     | UG<br>U<br>V<br>W<br>HV | 1.700<br>2.804<br>1.860<br>4.889<br>1.713     | 2.062<br>3.858<br>1.955<br>34.342<br>2.084    | 1.617<br>2.558<br>1.687<br>13.230<br>1.607    | 1.746<br>2.714<br>1.828<br>12.176<br>1.756    |
| STANDARD DEVIATION<br>(M/SEC)                                   | U<br>V<br>W<br>HV       | 2.405<br>2.746<br>1.295<br>2.690              | 3.780<br>4.854<br>2.068<br>5.015              | 1.934<br>2.664<br>1.133<br>2.594              | 2.069<br>2.714<br>1.264<br>2.720              |
| INTENSITY OF<br>TURBULENCE<br>(UG)                              | U<br>V<br>W<br>HV       | 0.169<br>0.193<br>0.091<br>0.189              | 0.254<br>0.326<br>0.139<br>0.337              | 0.147<br>0.202<br>0.086<br>0.197              | 0.175<br>0.230<br>0.107<br>0.231              |
| INTENSITY OF<br>TURBULENCE<br>(U)                               | U<br>V<br>W<br>HV       | 0.485<br>0.554<br>0.261<br>0.543              | 0.907<br>1.165<br>0.496<br>1.203              | 0.428<br>0.589<br>0.251<br>0.574              | 0.451<br>0.591<br>0.275<br>0.593              |
| MEAN W.D. (DEG)                                                 |                         | 69.1                                          | 73.0                                          | 69.6                                          | 66.6                                          |
| INCLI. (HV) MEAN<br>ANGLE. (U) MEAN<br>(DEG) MEAN<br>MAX<br>MIN |                         | 4.7<br>12.8<br>4.4<br>31.1<br>-20.5           | 1.3<br>0.7<br>0.6<br>78.0<br>-56.8            | 1.7<br>4.0<br>1.5<br>25.8<br>-17.4            | -1.9<br>-6.1<br>-2.1<br>34.8<br>-35.5         |
| SCALE OF<br>TURBULENCE<br>(M)                                   | U<br>V<br>W             | 22.424<br>9.972<br>13.341                     | 1.922<br>4.183<br>2.509                       | 4.271<br>14.944<br>10.713                     | 2.932<br>6.935<br>9.432                       |

表-5-2-10 風の測定記録

| RUN NO. 42<br>57-10-9 00:49                                     |    | 超音波風速計<br>S 1 | 超音波風速計<br>S 2 | 超音波風速計<br>S 3 | 超音波風速計<br>S 4 |
|-----------------------------------------------------------------|----|---------------|---------------|---------------|---------------|
| MEAN<br>VELOCITY<br>(M/SEC)                                     | UG | 16.316        | 21.713        | 15.756        | 14.970        |
|                                                                 | U  | 6.805         | 9.760         | 6.587         | 6.942         |
|                                                                 | V  | 14.425        | 12.561        | 13.986        | 12.944        |
|                                                                 | W  | 1.174         | 0.301         | 0.064         | 0.390         |
|                                                                 | HV | 16.161        | 21.574        | 15.640        | 14.885        |
| MAX<br>VELOCITY<br>(M/SEC)                                      | UG | 27.738        | 37.915        | 27.640        | 24.910        |
|                                                                 | U  | 16.745        | 26.403        | 18.565        | 16.510        |
|                                                                 | V  | 26.695        | 26.697        | 26.418        | 23.740        |
|                                                                 | W  | 5.315         | 5.261         | 4.660         | 5.247         |
|                                                                 | HV | 27.725        | 37.548        | 27.531        | 24.845        |
| MIN<br>VELOCITY<br>(M/SEC)                                      | UG | 7.582         | 1.271         | 6.547         | 4.379         |
|                                                                 | U  | 0.010         | 0.003         | 0.001         | 0.011         |
|                                                                 | V  | 4.846         | 0.068         | 4.928         | 2.796         |
|                                                                 | W  | 0.002         | 0.005         | 0.002         | 0.002         |
|                                                                 | HV | 6.683         | 6.315         | 6.166         | 4.284         |
| GUST<br>FACTOR                                                  | UG | 1.700         | 1.746         | 1.754         | 1.664         |
|                                                                 | U  | 2.461         | 2.705         | 2.818         | 2.379         |
|                                                                 | V  | 1.851         | 2.125         | 1.889         | 1.834         |
|                                                                 | W  | 4.527         | 17.465        | 73.172        | 13.253        |
|                                                                 | HV | 1.713         | 1.740         | 1.760         | 1.669         |
| STANDARD<br>DEVIATION<br>(M/SEC)                                | U  | 2.723         | 15.278        | 2.516         | 2.452         |
|                                                                 | V  | 3.089         | 8.084         | 2.711         | 2.793         |
|                                                                 | W  | 1.701         | 2.266         | 1.826         | 1.543         |
|                                                                 | HV | 3.069         | 9.284         | 2.821         | 2.812         |
| INTENSITY<br>OF<br>TURBULENCE<br>(UG)                           | U  | 0.167         | 0.704         | 0.160         | 0.164         |
|                                                                 | V  | 0.189         | 0.372         | 0.172         | 0.187         |
|                                                                 | W  | 0.104         | 0.104         | 0.116         | 0.103         |
|                                                                 | HV | 0.188         | 0.428         | 0.179         | 0.188         |
| INTENSITY<br>OF<br>TURBULENCE<br>(U)                            | U  | 0.400         | -1.565        | 0.382         | 0.353         |
|                                                                 | V  | 0.454         | -0.628        | 0.411         | 0.402         |
|                                                                 | W  | 0.250         | -0.232        | 0.277         | 0.222         |
|                                                                 | HV | 0.451         | -0.951        | 0.428         | 0.405         |
| MEAN W.D. (DEG)                                                 |    | 64.7          | 127.8         | 64.8          | 61.8          |
| INCLI. (HV) MEAN<br>ANGLE. (U) MEAN<br>(DEG) MEAN<br>MAX<br>MIN |    | 4.4           | -0.7          | -0.3          | -1.4          |
|                                                                 |    | 11.2          | -40.2         | -0.3          | -3.7          |
|                                                                 |    | 4.1           | -0.8          | -0.2          | -1.5          |
|                                                                 |    | 30.8          | 57.7          | 28.2          | 34.2          |
|                                                                 |    | -17.1         | -76.0         | -27.0         | -23.9         |
| SCALE<br>OF<br>TURBULENCE<br>(M)                                | U  | 10.685        | 4.790         | 12.537        | 10.254        |
|                                                                 | V  | 21.472        | 4.315         | 19.176        | 19.459        |
|                                                                 | W  | 5.026         | 19.620        | 44.888        | 0.413         |



SS 1: 既設の超音波風速計  
 K 1, K 2: 既設の風向風速計  
 S 1 ~ S 4: 新設の超音波風速計

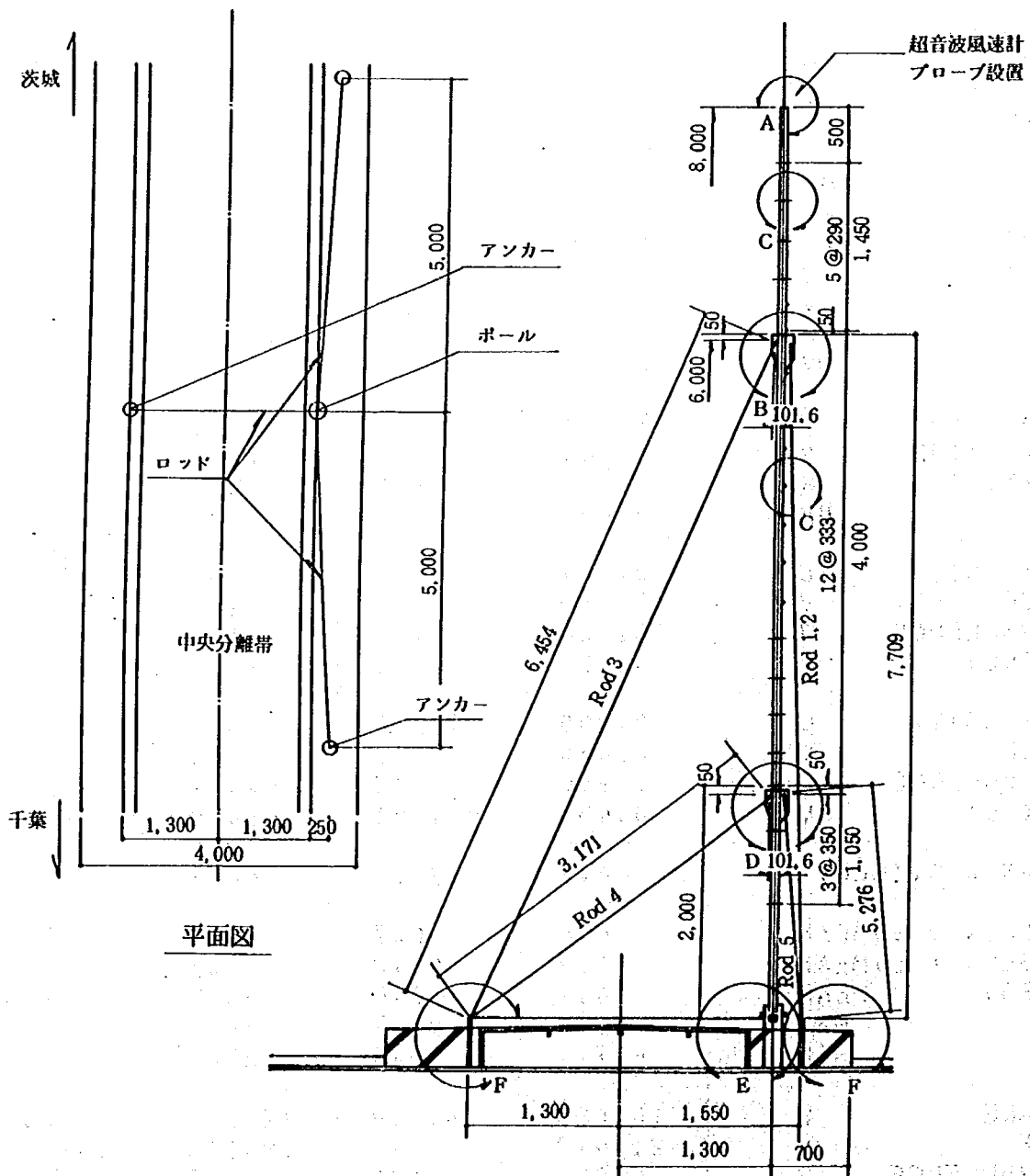
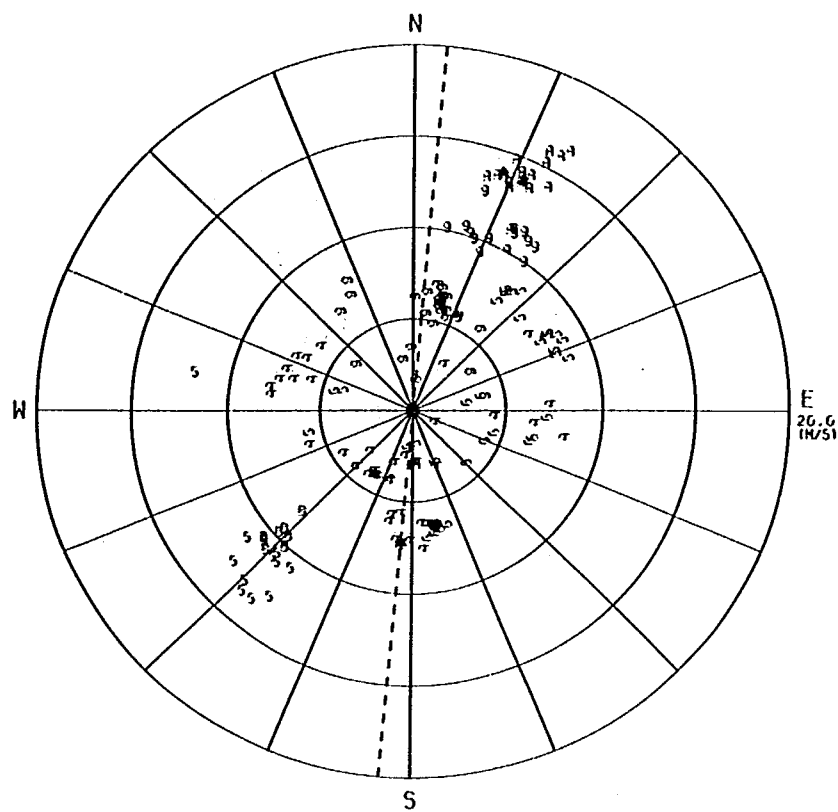
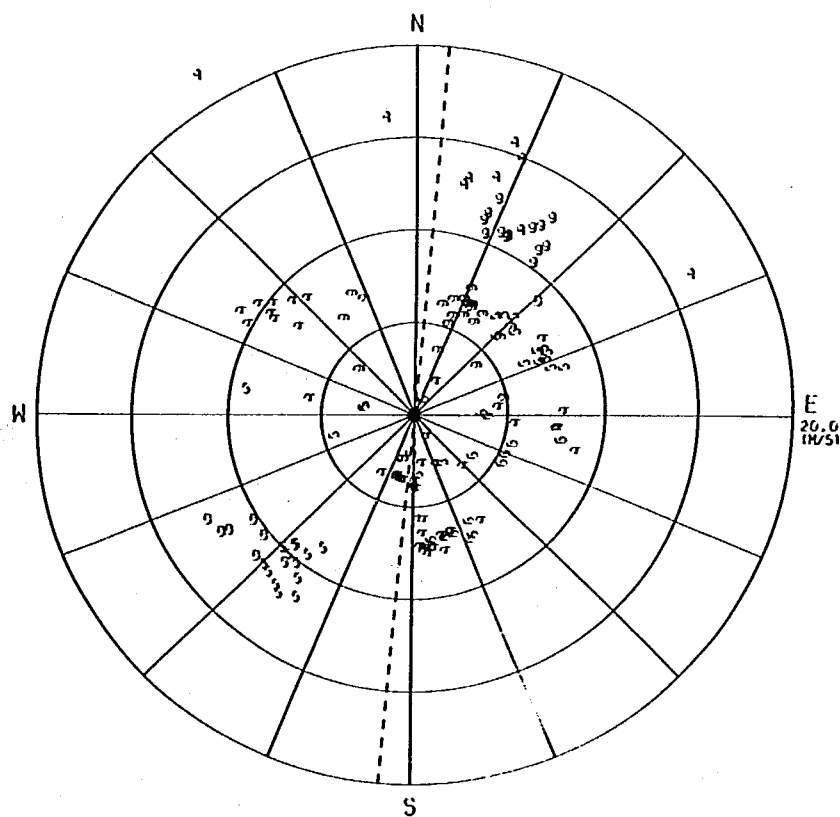


図-5-1 超音波風速計取付位置



☒-5-2-1 V- $\theta$  (UNIT 1)



☒-5-2-2 V- $\theta$  (UNIT 2)

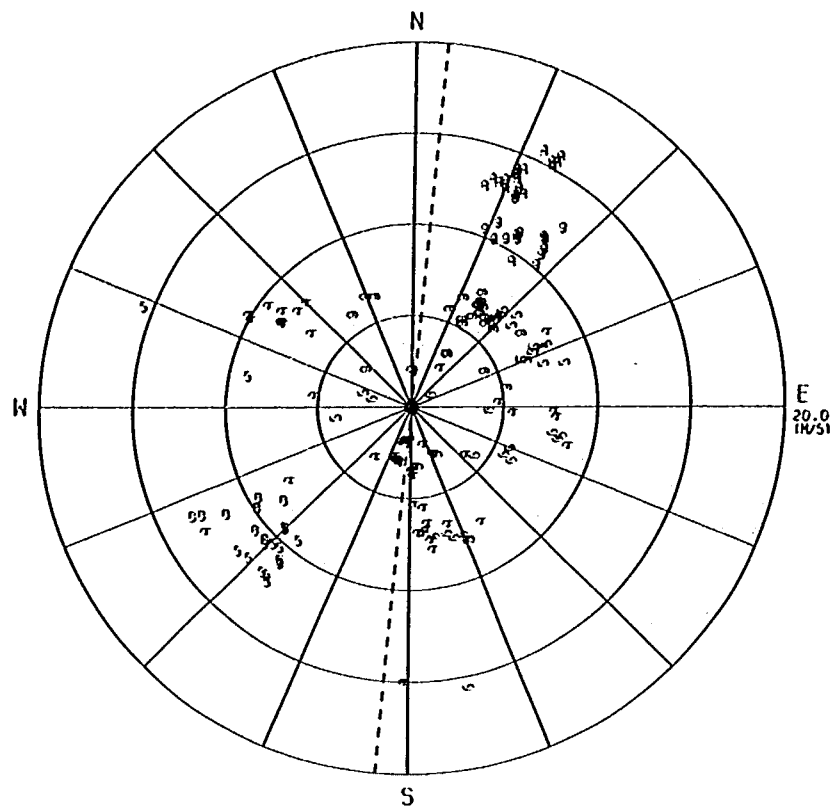


图-5-2-3 V- $\theta$  (UNIT 3)

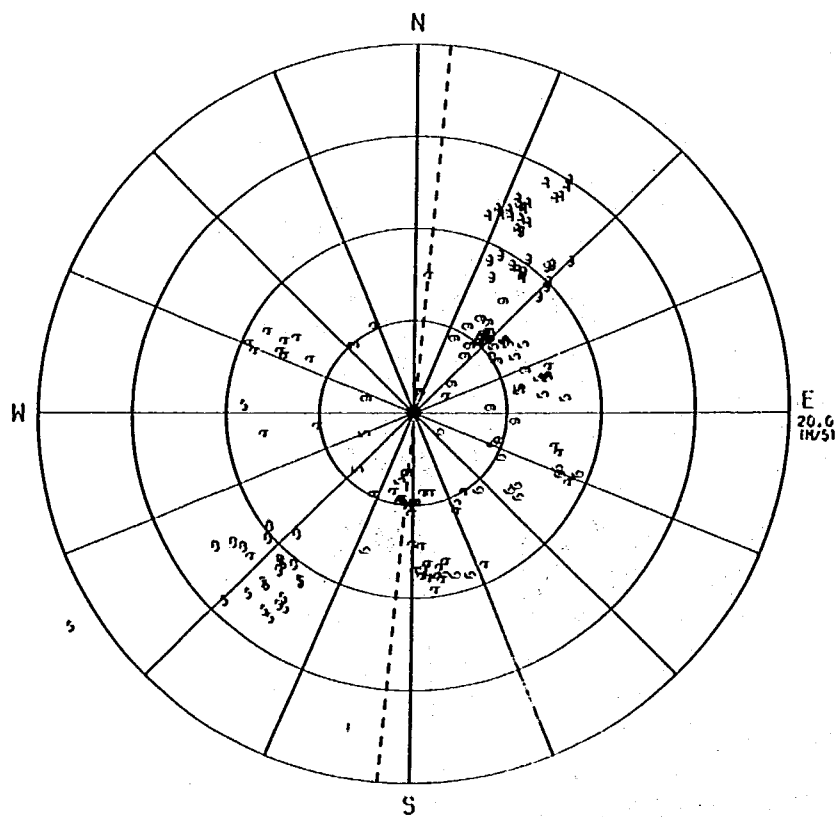


图-5-2-4 V- $\theta$  (UNIT 4)

# 耐風調査報告書 (XI-1982)

ISSN 0386-5878

土木研究所資料第1971号

昭和58年3月(1983)

山本邦夫・佐藤弘史・中神陽一

キーワード 耐風設計, 長大箱桁橋, 三次元弾性模型実験, 二次元剛体模型実験, スパイヤー・ブロック, 乱流, 乱水のスケール, 現地観測, 自然風, ガスト応答

要旨 以下の項目について報告した。

- 1) 長大箱桁橋の耐風性調査
- 2) スパイヤー・ブロックによって発生させた乱流の特性調査
- 3) 平戸大橋, 末広大橋および水郷大橋における長期観測データ解析

郵便はがき

40円切手  
をはいて  
下さい

3 0 5 - □ □

茨城県筑波郡豊里町大字旭一番地

建設省土木研究所

構造研究室 御中

No. 17

No. 17

配布先氏名

配布先住所



土木研究所資料第1971号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

