

日本道路公団委託

ISSN 0386-5878

土研資料第1637号

Aero. 47/ST. Division

土 木 研 究 所 資 料

関門橋長期観測データ解析報告書（その7）

昭和56年 3月

建設省土木研究所
構造橋梁部構造研究室

Copyright © 1981 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

昭和48年秋に完成した、本州と九州を結ぶ関門橋はわが国最長の吊橋であり、強風および地震に対する本橋の応答を調べるため長期観測システムがとりつけられている。観測記録のうち風に対する本橋の応答解析は建設省土木研究所構造研究室が受託業務として担当することになり、昭和49年度より作業が開始された。

本年度は新たに収録されたデータを用いて、関門橋の風に対する応答の基礎的な特性を求めた。また、昭和54年3月までに得られたデータを用いて、自然風の空間相関特性の解析および当研究室で開発している鉛直たわみガスト応答の簡単な推定式の妥当性の検証を行った。以下に内容を取りまとめ報告する。

昭和56年 3 月

構造研究室 室 長 山 本 邦 夫

研究員 佐 藤 弘 史

湯 沢 聡

目 次

1. まえがき	1
1.1 長期観測の目的	1
1.2 調査の経緯	1
1.3 今年度の調査の概要	2
2. 昭和55年度収録データの解析	2
2.1 収録されたデータ	2
2.2 自然風の特徴および補剛桁対風応答の特徴のデータ整理	2
3. 自然風の空間相関特性	3
3.1 コヒーレンスの定義	3
3.2 解析の対象としたデータ	3
3.3 解 析	3
3.4 解析結果	4
3.5 結果の考察	4
4. 鉛直たわみガスト応答の簡単な推定式の検証	5
4.1 計算条件	5
4.2 計算結果	6
4.3 結果の考察	6
5. ま と め	7
6. おわりに	8
図	9
表	23

1. ま え が き

1.1 長期観測の目的

長大吊橋は風の影響を受け易い構造物であり、設計において耐風性の検討は重要な役割を占めている。そのため関門橋についても設計の当初から設計風速調査が実施されるとともに架橋地点での風の特長および風洞模型実験等を用いて設計案の耐風安定性が検討され、最終的に耐風性の良好な実施設計案が得られた。本橋の竣工以前にも、若戸大橋、尾道大橋など多くの長大橋が設計されていたが、海峡を横断し、中央径間長700 mを越す長大吊橋は関門橋のみであり、自然条件下での長大橋の挙動を観測し、耐風設計の妥当性を確認することは重要なことであると考えられた。

また長大橋梁の耐風性を検討するにあたっては、一様気流のもとで二次元剛体模型を用いて風洞実験を実施するのが現在のところ一般的であるが、実際の構造物は三次元のものであり、乱れを含んだ自然風中にさらされているため、長大橋梁の対風応答におよぼすこれらの影響を把握することが必要であり、その意味でも自然風中での長大橋梁の挙動を観測することは重要である。

以上のような考えに従って、長期観測システムが関門橋に設置され観測が行われている。観測システムに関しては、既に詳細な報告がなされており⁽¹⁾、その後システムに大幅な変更はないので、ここでは図-1、2、表-1～3にその資料を掲げるにとどめる。

1.2 調査の経緯^{(1)～(6)}

関門橋長期観測データの解析は昭和49年度より実施されているが、前年度までの調査により明らかとなった事項を要約すると以下のとおりである。

(1) 架橋地点の風速パワースペクトル、乱れ強さ、ガストファクターは従来からいわれている値⁽⁷⁾と大差ない。平均風速および風向は水平方向にはほぼ一様な傾向を示しているが、海峡部において風の収束効果があったかどうかは確認されていない。

(2) 風の傾斜角については未だ充分なデータが得られていない。

(3) 風速の空間相関を表わすために用いられる decay factor の k は、従来からいわれている値7よりも小さいものが得られた。

(4) 補剛桁の不規則振動が観測され、スペクトル解析を行ったところ、最低次の振動モードの寄与が大きいたことが明らかとなった。

(5) 補剛桁の対風応答について、実測値と計算値の比較を行ったところ、入力としての風速データおよびパラメータの値を適切に定めることにより、水平たわみおよび鉛直たわみのガスト応答の両者がほぼ一致することが明らかとなった。

(6) 昭和53年度までに補剛桁中央径間1/2点において橋軸直角方向水平成分の平均風速26 m/sまでのデータが蓄積されており、同点のガスト応答としては、変位の標準偏差で鉛直たわみモードが7 cmまで、ねじれモードが 7×10^{-4} rad までのデータが蓄積されている。これらのデータによりガスト応答は平均風速の増加および乱れ強さの増加にともない増加することがほぼ読み取れるが、これらの関係を定量的に記述するには、まだデータが不足していると思われる。

1.3 今年度の調査の概要

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補剛桁の応答について基礎的統計量のとりまとめを行った。また昭和53年度までに得られたデータを用いて、自然風の空間相関性を把握し、さらに、当研究室が開発している鉛直たわみガスト応答の簡単な推定式の妥当性の検証を行った。

2. 昭和55年度収録データの解析

2.1 収録されたデータ

今年度収録されたデータをまとめて表-4に示す。道路公団より送られた磁気テープはチェックデータを含めて11本であり、そのうち土木研究所の大型電算機で処理できたのは9本であった。解析できなかった磁気テープはパリティエラーによるものであり、また処理できた磁気テープにもパリティエラーは少なくなかった。

この問題については、以前より検討を進めているが今回は前年度収録されたエラーテープについて、本システムのサービスを担当している沖電気北九州サービスに調査依頼した。その報告を以下に示すと、

- 1) 目視した結果、BOT付近でテープ上にかなりの傷が生じている。
- 2) テープの磁化状態を可視化したところIRGの長さが長く、データ1ブロック長が他に比べて短い。

上記のことから、パリティエラーの原因として磁気テープの不良によるもの、またキャプスタンモーターのスタート/ストップ特性の異常等が考えられた。

このため、まず昭和55年11月以降新しい磁気テープを使用することにした。その後得られた2本のMT(チェックデータを含む)を処理した結果、以前よりパリティエラーの回数は減ったものの、まだ数ヶ所で発生している。

また、キャプスタンモーターのスタート/ストップ特性による影響を除くため2台設置されているMT装置のうち1台については昭和56年2月末にキャプスタンモーターの交換を予定している。

2.2 自然風の特徴および補剛桁対風応答の特性のデータ整理

自然風の特徴および補剛桁対風応答の特性に関する計算結果をまとめて表-5、表-6に示す。今年度はサーボ型加速度計アンプの電源用コネクタとコンセントの接触不良により加速度記録はほとんど得られていない。変位計より求めた中央径間1/2点の変位データは異常なものが多く、また、超音波風速計による観測データおよび風向風速計による中央径間1/4点の風向データも昭和55年10月以後異常と思われるデータが多い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。

解析結果のうち補剛桁加速度のパワースペクトルを図-3-1～図-3-10に、パワースペクトルのピーク値(固有振動数を与える)を表-7に示す。これらの固有振動数を本橋竣工直後の実測値と比較すると、両者はほぼ一致しており、現在のところ本橋の重量および剛性については竣工直後に比べほとんど変化していないと推定される。

3. 自然風の空間相関特性

自然風中におかれた構造物の風による振動を検討する場合には、自然風の時間的、空間的変動特性を考慮する必要がある。今年度は、このうちの空間的変動特性を明らかにするために、関門橋橋面上に設置された3台の風向風速計により得られた風速の水平成分を用いて、コヒーレンス $\text{coh}^2(f)$ を求めた。

3.1 コヒーレンスの定義

コヒーレンスは2つの変動量 x , y の相関性を調べるときに用いるものであり、その平方根を用いると、空間相関係数を各周波数 f ごとに見ることができる。コヒーレンスは2つの変動量のそれぞれのパワースペクトル $S_x(f)$, $S_y(f)$, および両者のクロススペクトル $S_{xy}(f)$ を用いて次式で定義される。

$$\text{coh}^2(f) = \frac{|S_{xy}(f)|^2}{S_x(f) S_y(f)} \quad \dots\dots\dots (1)$$

また、文献によれば変動量 x , y として同じ高さの2地点の水平風速を考えれば、 x , y のコヒーレンスの平方根は近似的に次の指数関数で示される。

$$\text{coh}(f) = \exp\left(\frac{-kf r}{U}\right) \quad \dots\dots\dots (2)$$

よって、

$$\text{coh}^2(f) = \exp\left(\frac{-2kf r}{U}\right) \quad \dots\dots\dots (3)$$

ここに、 k : ディケイファクター

r : 2地点の距離

U : 平均風速

3.2 解析の対象としたデータ

今年度解析の対象としたデータは昭和53年度までに関門橋に設置した3台の風速計より得られたデータのうち、次に示す34ケースの強風データである。

- | | |
|-------------------------------|---------|
| 昭和51年9月13日 1:57~4:31 (15ケース) | 台風時のデータ |
| 昭和53年2月28日 13:12~17:32 (7ケース) | 季節風のデータ |
| 昭和53年9月15日 15:30~16:54 (9ケース) | 台風時のデータ |
| 昭和54年1月13日 3:31~3:53 (3ケース) | 季節風のデータ |

風速計の設置位置は中央径間中央（以下風速計1と言う）、中央径間中央より20m下関寄りの位置（風速計2）および中央径間の下関寄り1/4点の位置（風速計3）であり、その相互の位置関係を図-4に示す。

3.3 解 析

コヒーレンスを求めるためのスペクトルの計算はFFT法によった。⁽⁶⁾ 1ケースのデータのサンプリングタイムは200ms、サンプリング数は1,024個である。スペクトルの計算にあたっては、スペクトルの

安定性を増すために、Hanning ウィンドーにより平滑化を行った。平滑化の回数は20である。

3.4 解析結果

(1)式より求めたコヒーレンス $\text{coh}^2(f)$ の代表例を図-5に示す。同図中には(3)式より求めたコヒーレンスの近似値も示した。近似式による計算は $2k = 3.5, 7, 14, 28$ のケースについて、また r, U はそれぞれ次のように定めておこなった。

r : 2点間の距離を主流方向に投影した長さ

U : 2点の平均風速の平均

図-5 はコヒーレンス関数を示す縦軸が対数になっているため、(3)式の関係は直線で示される。

今回解析したデータは、強風の成因（台風か季節風か）、橋に対する水平偏角（橋軸方向下関側から吹く風を 0° とし、時計まわりを正とする）により次の4つのグループに大別される。

台風による水平偏角約 $120^\circ \sim 140^\circ$ のデータ グループ1（昭和51年9月13日）

季節風による水平偏角約 $320^\circ \sim 340^\circ$ のデータ グループ2（昭和53年2月28日および昭和54年1月13日）

台風による水平偏角約 $260^\circ \sim 270^\circ$ のデータ グループ3（昭和53年9月15日）

台風による水平偏角約 $310^\circ \sim 350^\circ$ のデータ グループ4（昭和53年9月15日）

紙面の都合により、図-5には解析結果のうち各グループから典型的と思われる1つのケースをそれぞれ選び、示した。

3.5 結果の考察

図-5に示したようにコヒーレンス関数の計算値とその近似式である直線と比較することにより、指数近似の妥当性が検討でき、また妥当な場合にはディケイファクターの値を評価することができる。

図-5より明らかなように、上述のどのグループにおいても、風速計1および風速計2より得られたデータを使用して式(1)、式(3)より求めたそれぞれのコヒーレンスは周波数約 0.40 Hz までは同様の特性を示すが、3つの風速計のデータのうち他の組み合わせのデータを使用して式(1)、式(3)より求めたそれぞれのコヒーレンスはたかだか周波数 0.05 Hz までの範囲しか同様の特性を示していない。距離の離れた風速計のデータを使用して求めた2つのコヒーレンスがごく低い周波数の範囲内でしか同様な特性を示さない原因としては、(1)本来コヒーレンスの指数関数近似式がある低周波数領域しか成立しない式であること、(2)測器に測定誤差があること、(3)数値計算上累積誤差が生じることなどが考えられるが、どの要因が真の要因であるかは現在検討中である。

指数関数により比較的精度よく近似しうる風速計1と風速計2のデータから求められたコヒーレンスについて、ディケイファクター k の値を（同図中に示した数値が $2k$ の値であることを考慮に入れ）評価すると、

グループ1 $k \div 3.5$, グループ2 $k \div 7$

グループ3 $k \div 3.5$, グループ4 $k \div 7$

となる。同じグループ中の他のケースについても、2, 3の例外を除けば k の値は同様である。これらの

結果を各グループの風の成因および水平偏角をあわせて考えるならば、風の成因が異なっても水平偏角が同様ならば k の値はほぼ等しくなる（グループ 2 とグループ 4 より）こと、および橋軸直角方向から吹く風の方が橋軸方向より吹く風よりも k の値が小さい（グループ 1、グループ 3、およびグループ 4 より）ことが k の特性として挙げられよう。

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。

当研究室では数値計算により時間領域および周波数領域のガスト応答を推定するプログラムを開発し、本橋をはじめ既設の長大橋梁において観測されたデータを用いて計算に必要なパラメータの値を適切に設定する作業を続けてきた。⁽⁸⁾⁽⁹⁾ さらに最近、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(4)式を提案した。⁽¹⁰⁾

$$\sigma_{\eta}(L/2) = \text{const} \cdot \frac{dC_F}{d\alpha} \cdot \sigma_w \cdot V \cdot B^{1/2} \cdot f_1^{-2} \cdot L^{-1/2} \cdot (mg)^{-1} \quad \dots\dots\dots (4)$$

ここに、 σ : 標準偏差

η : 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

α : 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)

mg : 単位長さあたりの橋桁重量 (ton/m)

なお、(4)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。

今年度は、(4)式の妥当性を検証するために、本橋において昭和 54 年 3 月までに得られた 150 ケースのデータを用いて、(4)式の const の値を計算した。

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。

$\sigma_{\eta}(L/2)$: 関門橋中央径間 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。

σ_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 : 29.0 m

f_1 : 0.21 Hz

L : 712 m

mg : 24.7 ton/m

4.2 計算結果

計算結果を表-8に示す。同表中の θ は風の平均水平偏角であり、橋軸直角方向下関側を 0° とし時計まわりを正とした。 σ_φ は中央径間1/2点のねじれ振動変位の標準偏差である。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 および水平成分の平均風速 V_2 より求めた const 2 の両者を示した。

同表中※印を付したデータは異常と思われるデータである。このうち昭和51年4月23日のデータは、超音波風速計から計測された風速値 V_1 、 V_2 が異常に高いものであったため、中央径間1/2点に取付けた風向風速計から計測された風速値を用いて修正し、その結果を表-9に示した。また昭和53年9月15日のデータは片方の加速度計から計測された鉛直加速度が異常に高い値であるため、この加速度を無視し他方の加速度計からの計測値を鉛直たわみ加速度とみなして修正し、その結果を表-9に示した。

4.3 結果の考察

表-8および表-9より明らかなように、const の値は const 1, const 2とも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、150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-10に示した。計算にあたって、表-8に示した異常値については表-9の修正値を代わりに用いた。また、自然風の風向を次のように3つに分け、対応する水平偏角のケースごとにそれぞれ const 1 および const 2 の平均値および標準偏差を求め、表-10にあわせて示した。

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

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

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

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両者とも約 0.07 であり、標準偏差も平均値の約 1/3 であるが、橋軸方向の風向に対しては、標準偏差が平均値の約 3 倍であり、非常に変動が大きい。このことが全ケース含めた標準偏差を大きくした理由と考えられる。しかしながら、橋軸方向の風向のデータのうち、 $0^\circ \leq \theta < 10^\circ$, $170^\circ \leq \theta < 190^\circ$, $350^\circ \leq \theta \leq 360^\circ$ のデータを除き解析すると、橋軸方向の風向に対しても、平均値が約 0.06、標準偏差が平均値の約 1/2 と変動が減少する。したがって $\pm 10^\circ$ の範囲を除けば、const 1 は風向の影響をほとんど受けず、平均値およそ 0.07、標準偏差およそ 0.02 の範囲に分布している、といえよう。

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の平均値 V_2 で評価した const 2 は、平均値が風向によって変化し、風向が橋軸直角方向から橋軸方向になるに従ってその値は小さくなる。しかしながら全体として、標準偏差は平均値約 1/3 となり、一定のパラツキを示している。

const 1 も const 2 も標準偏差は平均値の約 1/3 であり、これは必ずしも小さい値とはいえないが、本式を提案した主旨、すなわち設計初期において鉛直たわみガスト応答の大きさの概略を容易に求める、という考えに照らし合わせれば、推定式の定数にこの程度のパラツキを含んでいても所要の目的は達せられると考える。

5. ま と め

本年度の調査成果をとりまとめると以下のとおりである。

- (1) 本年度得られた強風時のデータを解析し、資料の蓄積を行った。本年度の 9 月、10 月に観測されたデータにおいては、サーボ型加速度計の変換器に電源が供給されていなかったため、加速度データが一部欠落している。また正常に測定された加速度データよりパワースペクトルを計算し、固有振動数を求め、本橋竣工直後の実測振動数と比較したが、両者ともほぼ一致しており、本橋の重量および剛性は竣工直後とほぼ同じであると推定される。
- (2) 昭和53年度までに得られた強風データ 34 ケースの水平風速データを用いて、自然風の空間相関待性を示すコヒーレンスの計算を行った。その結果 20 m 離れた 2 地点の水平風速のコヒーレンスは、0 ~ 0.4 Hz まで、ほぼ指数関数で近似でき、ディケイファクターは、風向が橋軸方向から橋軸直角方向になるに従い 3.5 から 7.0 に増加することが明らかとなった。また 158 m および 178 m 離れた 2 地点のコヒーレンス関数は、指数関数で近似できる範囲が高々 0 ~ 0.05 Hz と小さいことが明らかとなった。
- (3) 昭和53年度までに得られた 150 ケースの自然風データおよびガスト応答データを用いて、提案した鉛直たわみガスト応答の簡単な推定式の妥当性の検証を行った。その結果、推定式中の平均風速として、橋軸直角方向水平成分の平均風速を用いれば、橋軸方向に近い風向を除けば推定式の定数は風向によらずほぼ一定となり、平均値約 0.07 標準偏差約 0.02 であることが明らかとなった。また、平均風速として、橋軸直角方向成分および橋軸方向成分をベクトル合成して求まる水平風速の平均値を用いると、推定式の定数パラツキは風向によらず一定であるが平均値は風向が橋軸直角方向から橋軸方向になるに従い小さくなるという傾向を示した。

6. おわりに

最後に、貴重なデータを提供された日本道路公団関係各位に深く謝意を表わす。特に、下関管理事務所の方々には、長期観測システムの調整、強風データの収録など特別の尽力をいただいた。記して感謝の意を表わす。

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），土木研究所資料№1015，昭和50年3月
2. 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2），土木研究所資料№1128，昭和51年3月
3. 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3），土木研究所資料№1214，昭和52年3月
4. 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4），土木研究所資料№1347，昭和53年3月
5. 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5），土木研究所資料№1470，昭和54年1月
6. 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6），土木研究所資料№1546，昭和55年1月
7. たとえば，岡内 功，伊藤 学，宮田利雄：耐風構造，第2章，丸善株式会社，昭和52年4月
8. 日野幹雄：スペクトル解析，朝倉書店，昭和52年10月
9. 成田信之，佐藤弘史：自然風による長大橋梁の不規則応答，日米天然会議，耐風耐震構造専門部会，第11回合同部会，筑波（日本），昭和54年9月
10. 成田信之，佐藤弘史：自然風による長大橋梁の不規則応答（その2），日米天然会議，耐風耐震構造専門部会，第12回合同部会，ワシントン，昭和55年5月

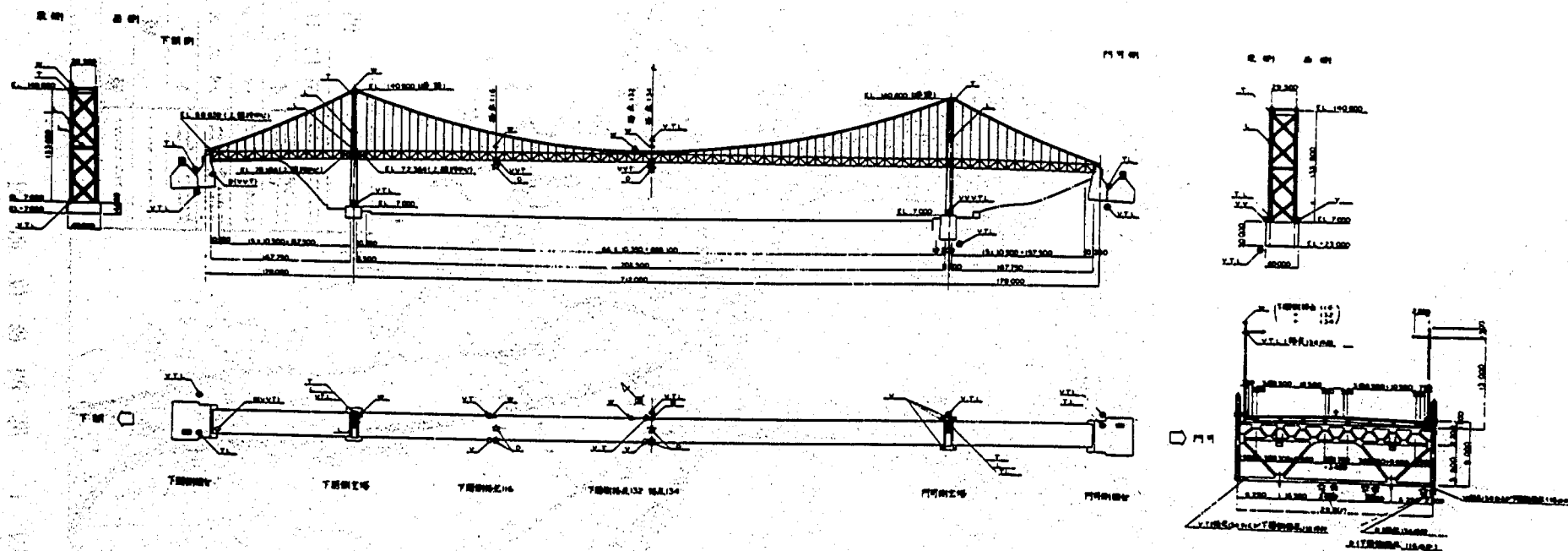


圖-2 観測機器配置図

POWER SPECTRUM OF RESPONSE

KANMON

P.S.D. BY MEM
55-01-07 1:53:30
DT=200MS
N= 201
CH 32

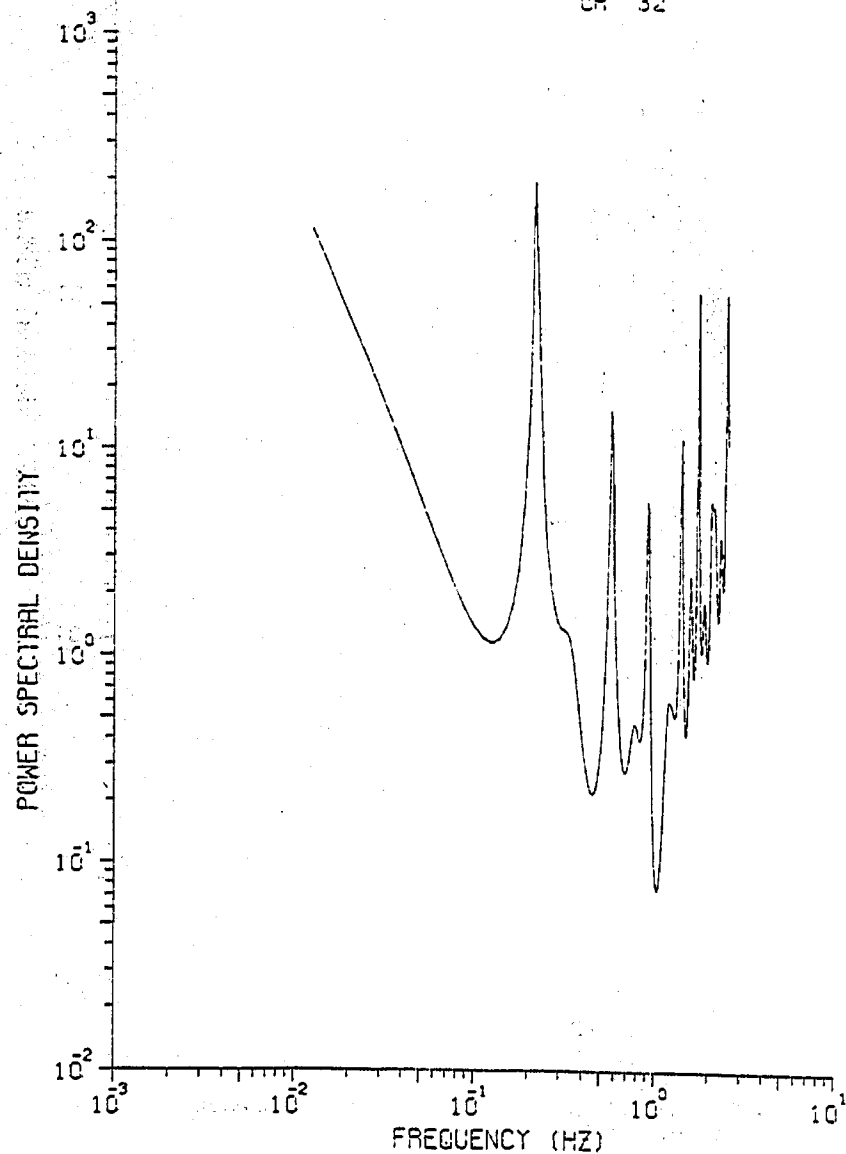


図-3-1 パワースペクトル (1/2鉛直たわみ加速度)

POWER SPECTRUM OF RESPONSE

KANMON

P.S.D. BY MEM
55-01-07 1:53:30
DT=200MS
N= 201
CH 34

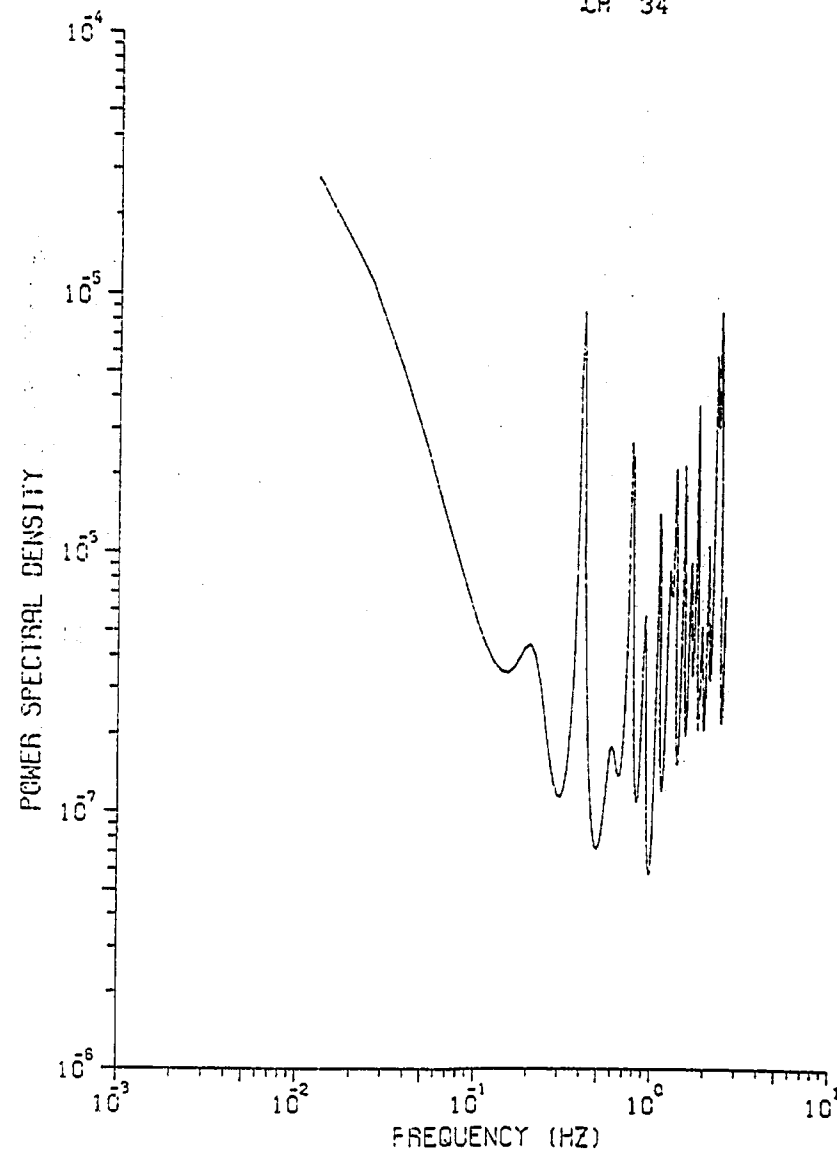


図-3-2 パワースペクトル (1/2ねじれ加速度)

POWER SPECTRUM OF RESPONSE

KANMON

P.S.D. BY MEM
55-01-07 1:53:30
DT=200MS
N= 201
CH 11

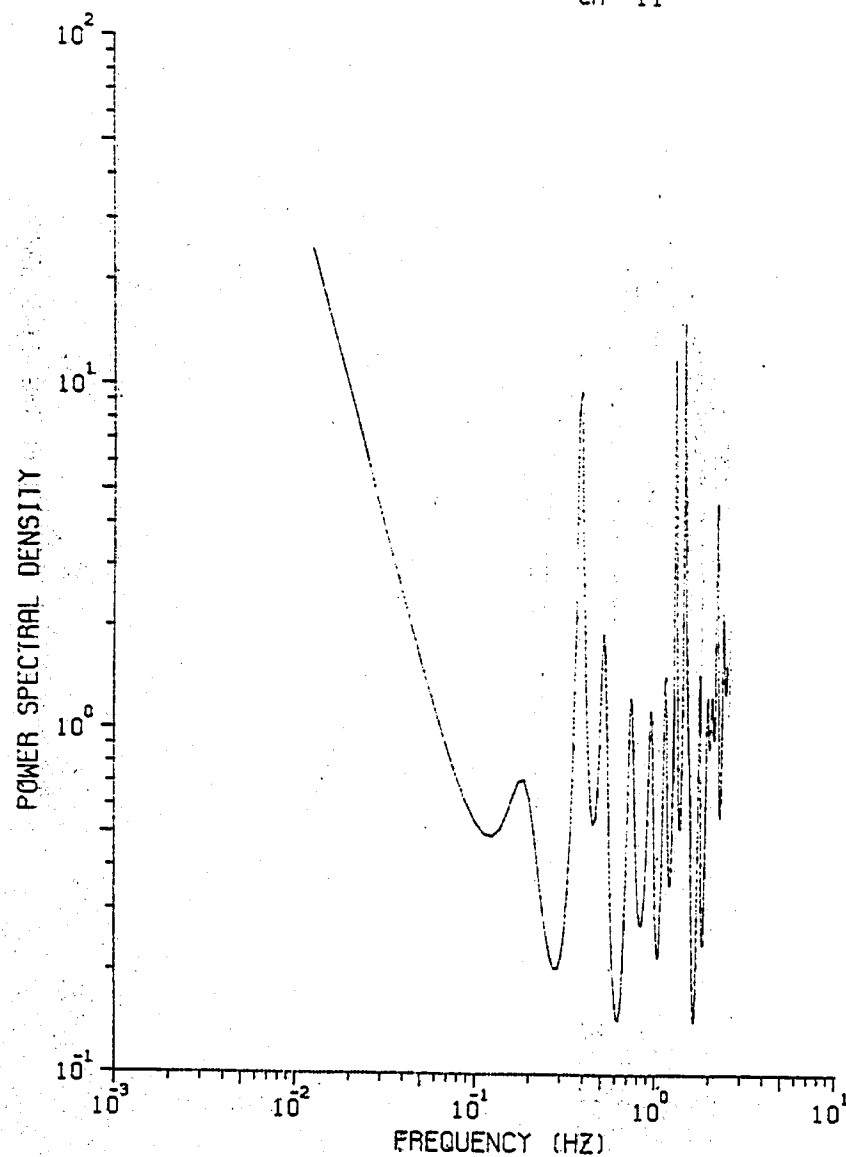


図-3-3 パワースペクトル (1/2 水平加速度)

POWER SPECTRUM OF RESPONSE

KANMON

P.S.D. BY MEM
55-01-07 1:53:30
DT=200MS
N= 201
CH 33

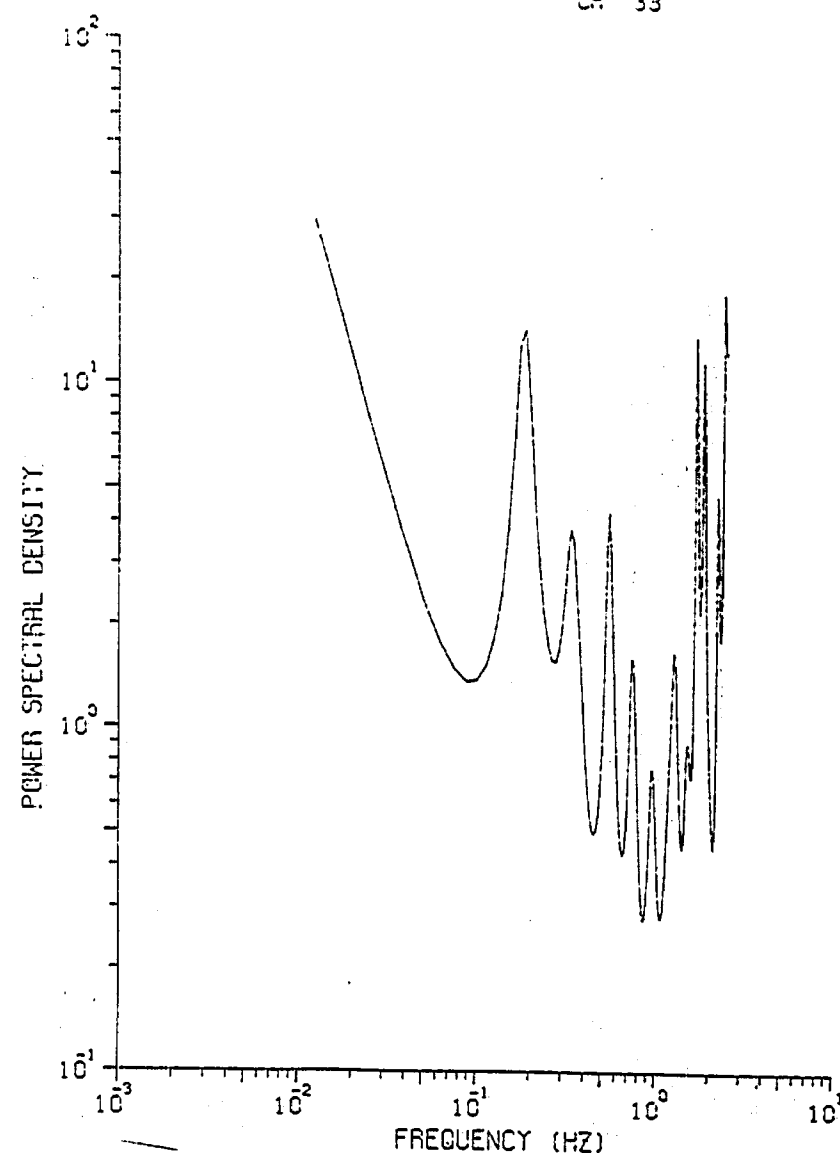


図-3-4 パワースペクトル (1/4 鉛直たわみ加速度)

POWER SPECTRUM OF RESPONSE

KANMON

P.S.D. BY MEM
55-01-07 1:53:30
DT=200MS
NL 201
CH 35

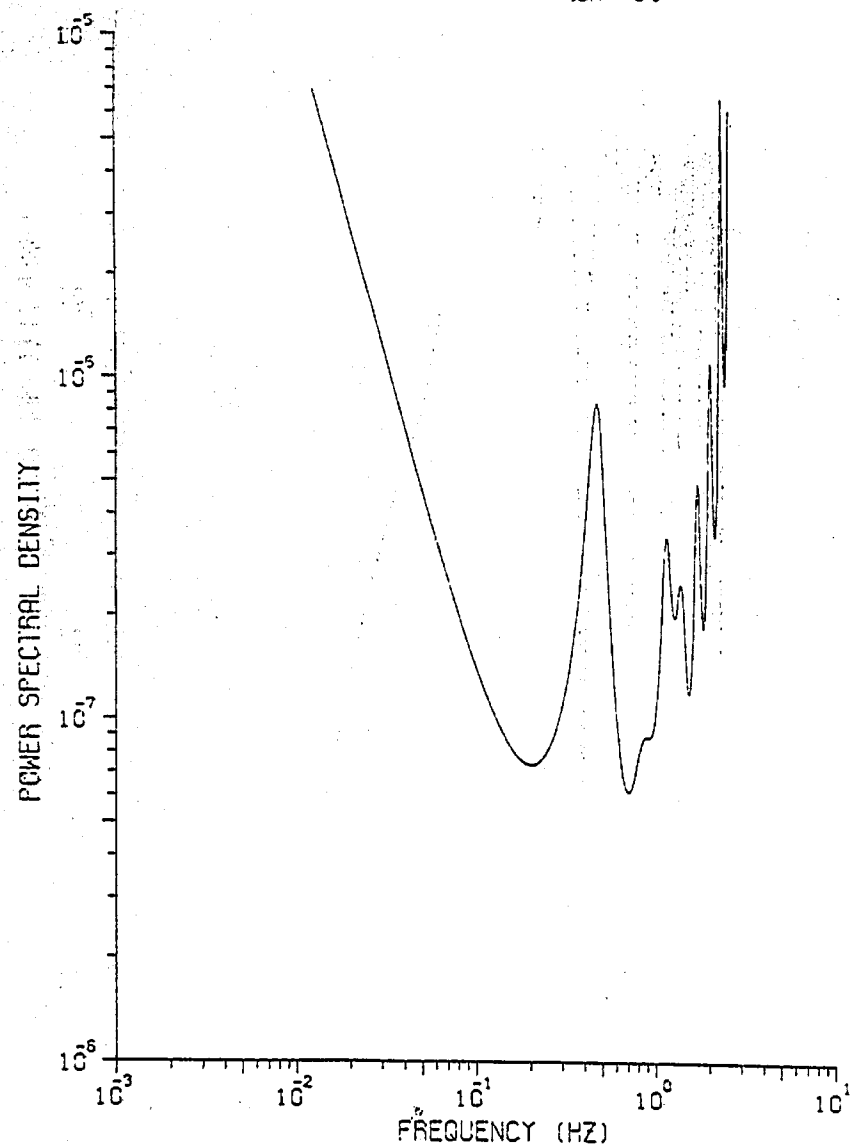


図-3-5 パワースペクトル (1/4 ねじれ加速度)

POWER SPECTRUM OF RESPONSE

KANMON

P.S.D. BY 9.T.
55-01-07 1:53:30
DT=200MS
NL 201
CH 32

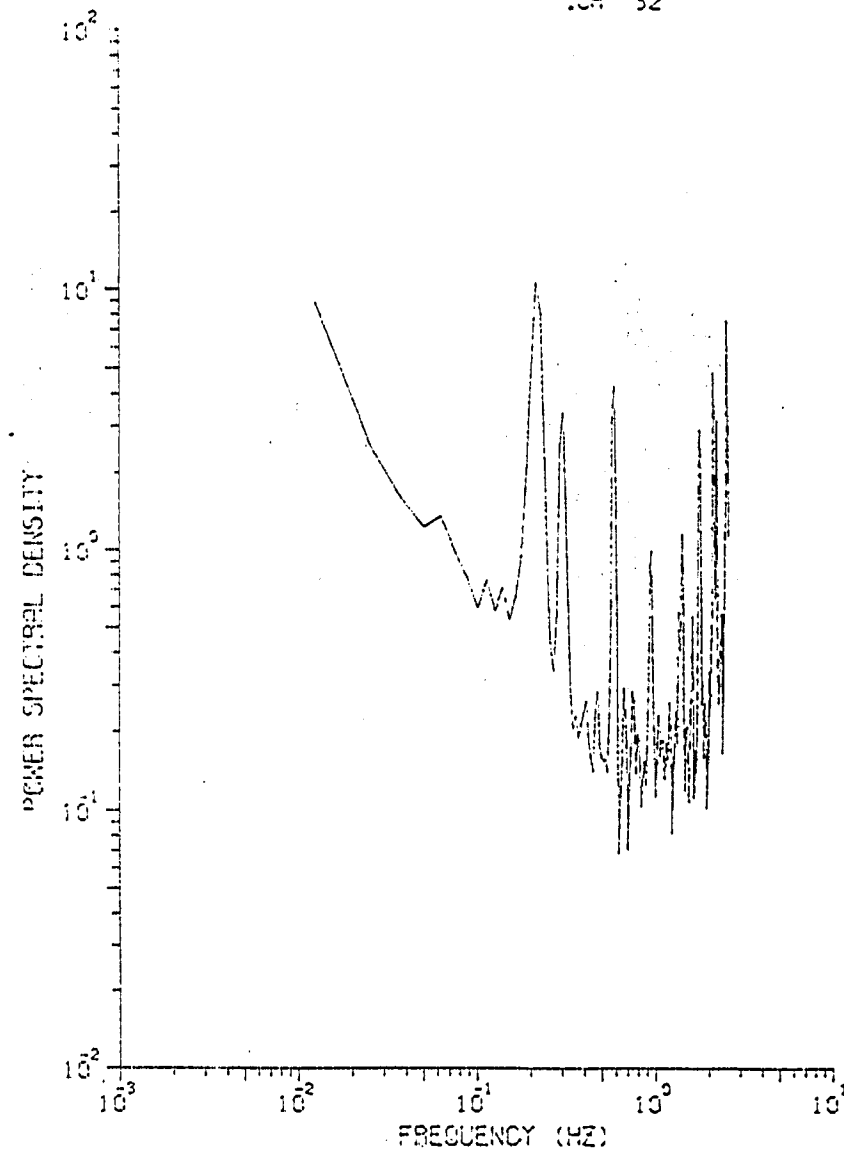


図-3-6 パワースペクトル (1/2 鉛直たわみ加速度)

POWER SPECTRUM OF RESPONSE

KANMON

P.S.D. BY S.T.
55-01-07 1:53:30
DT=200MS
N= 201
CH 34

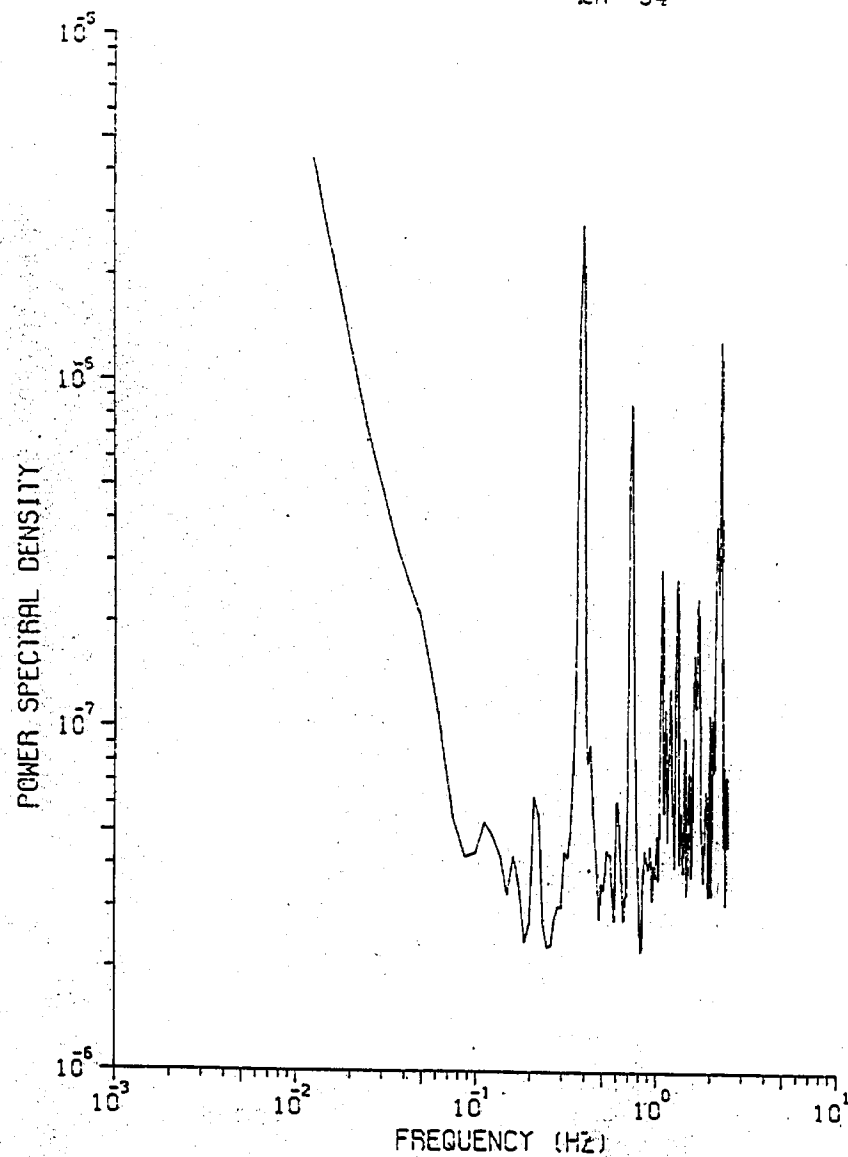


図-3-7 パワースペクトル (1/2 ねじれ加速度)

POWER SPECTRUM OF RESPONSE

KANMON

P.S.D. BY S.T.
55-01-07 1:53:30
DT=200MS
N= 201
CH 11

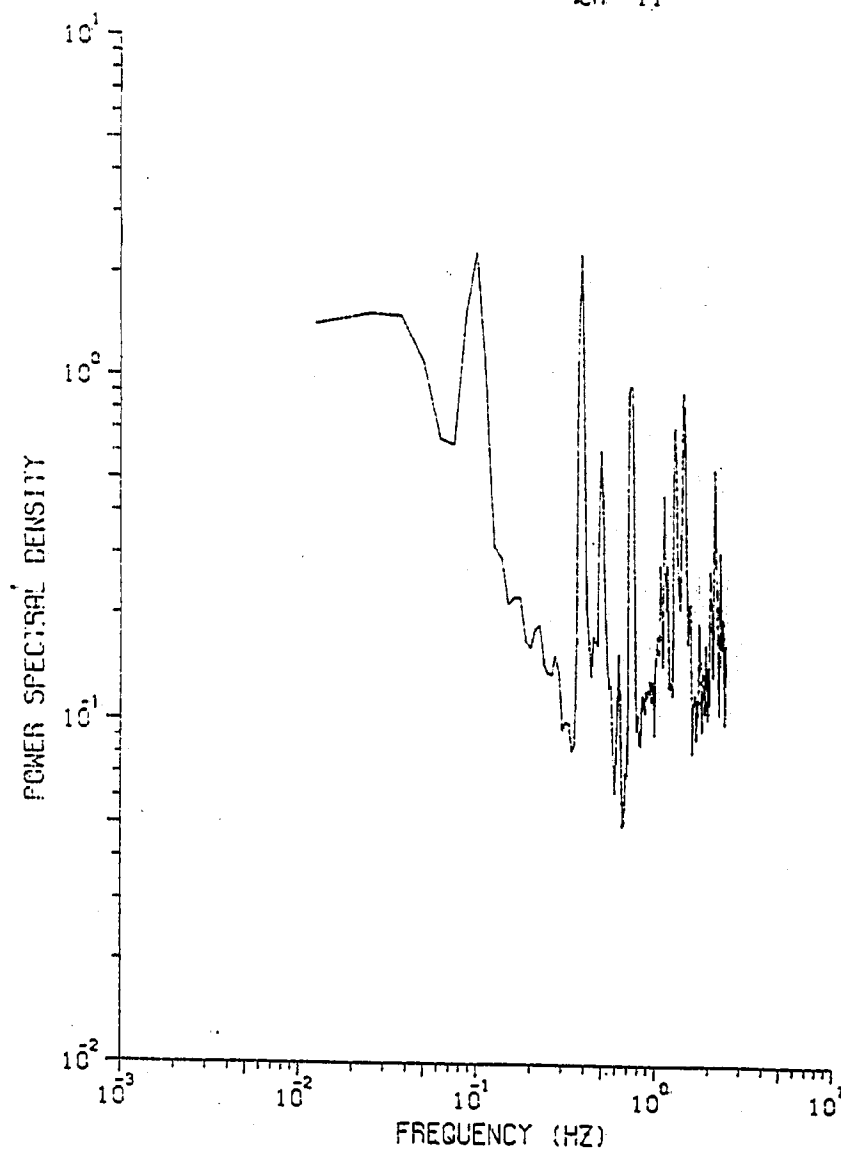


図-3-8 パワースペクトル (1/2 水平加速度)

POWER SPECTRUM OF RESPONSE

KANMON

P.S.D. BY B.T.
55-01-07 1:53:30
DT=200MS
N= 201
CH 33

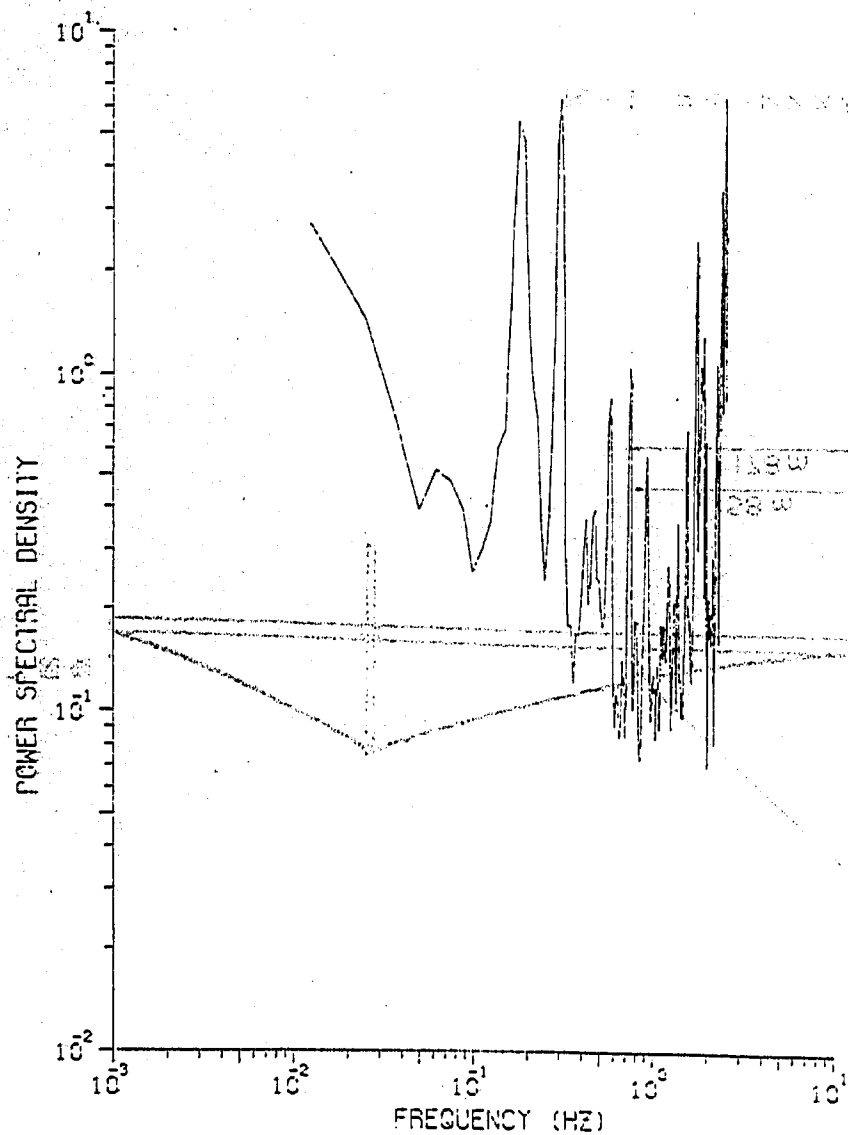


図-3-9 パワースペクトル (1/4 鉛直たわみ加速度)

POWER SPECTRUM OF RESPONSE

KANMON

P.S.D. BY B.T.
55-01-07 1:53:30
DT=200MS
N= 201
CH 35

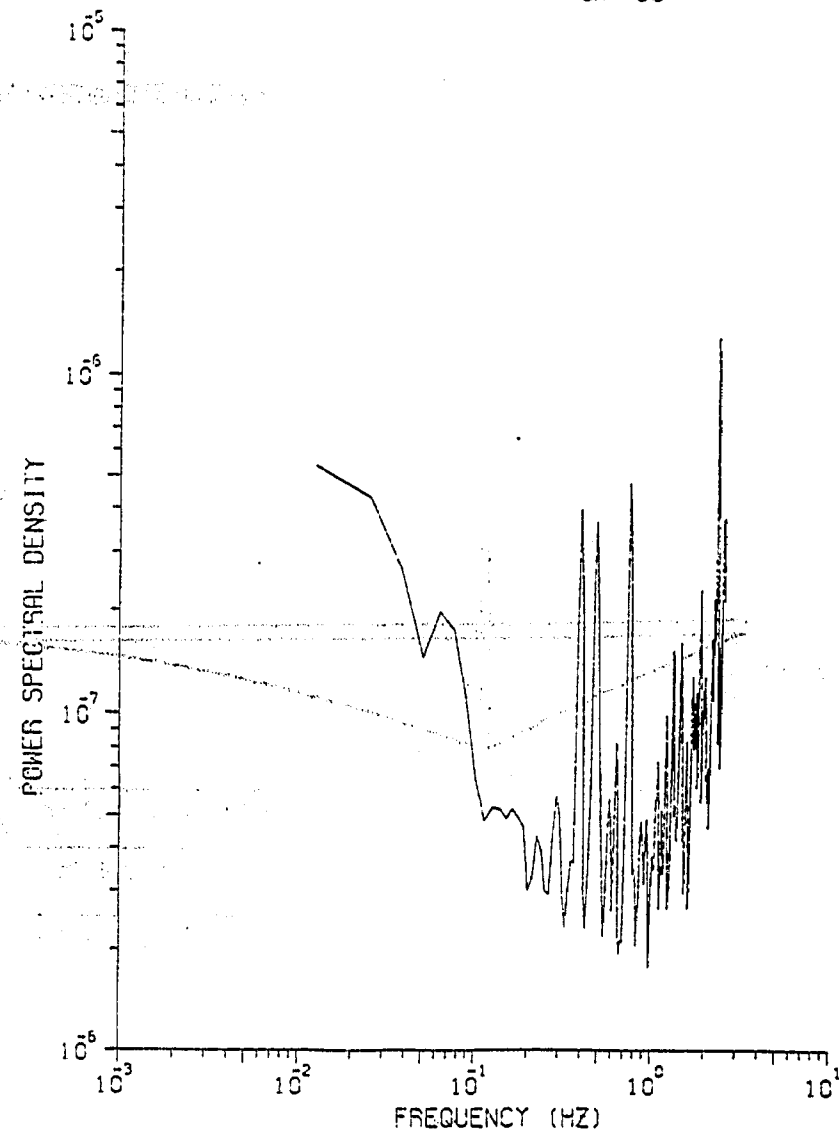


図-3-10 パワースペクトル (1/4 ねじれ加速度)

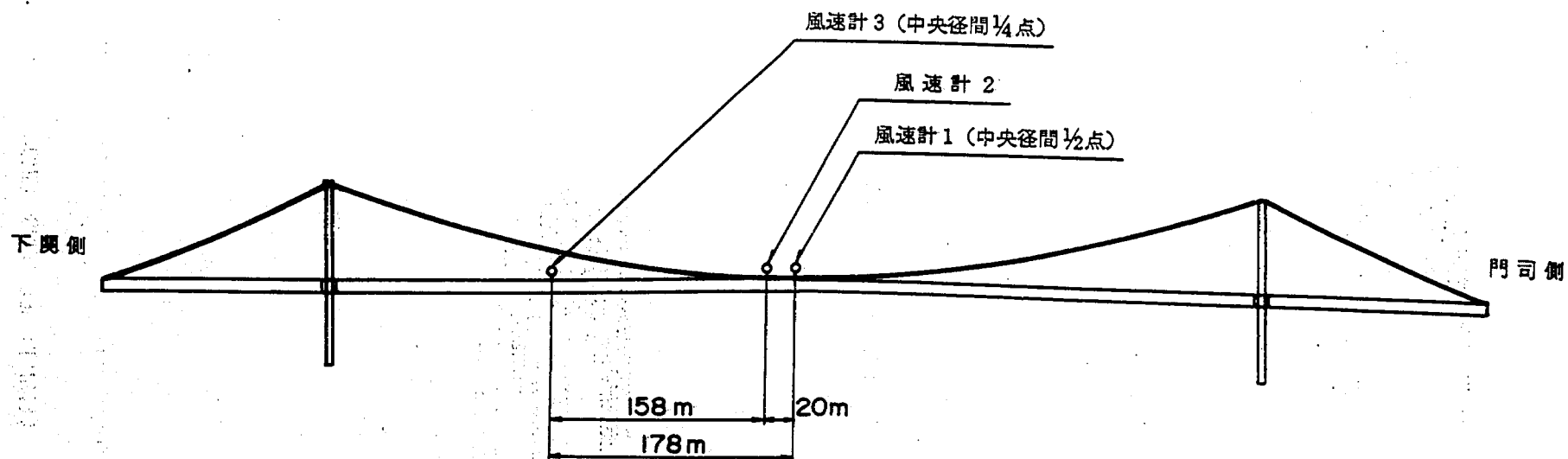


図-4 コヒーレンスの計算に用いた風向風速計位置図

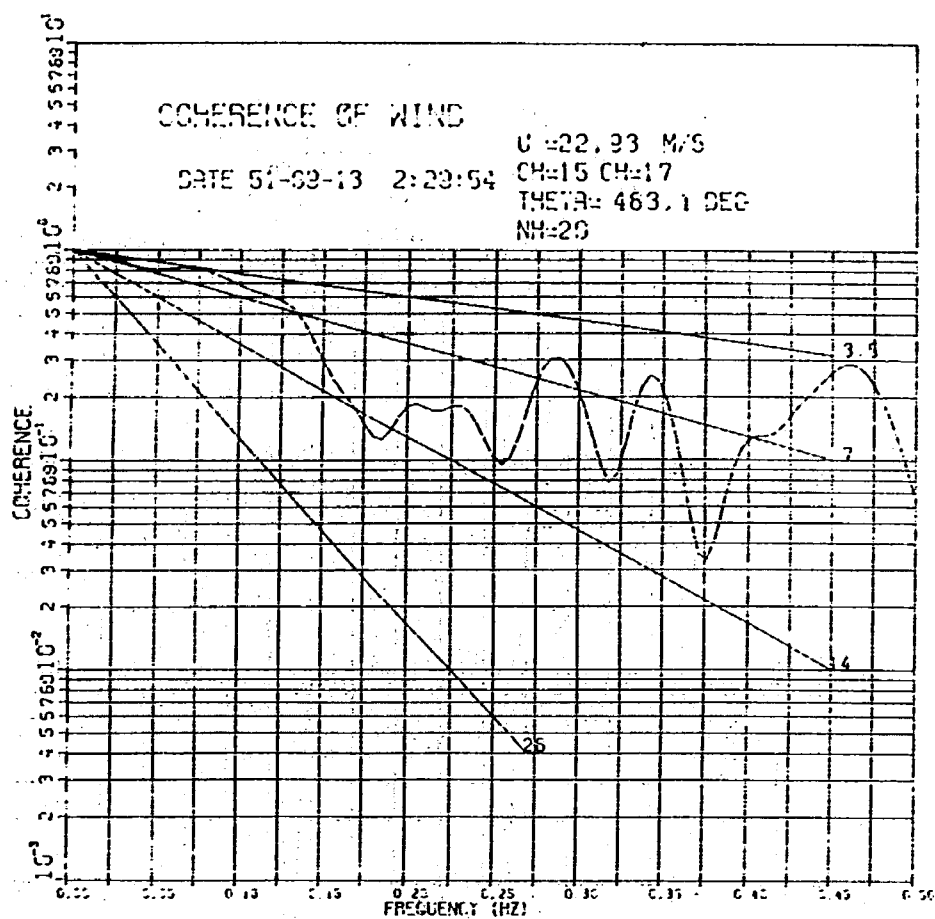
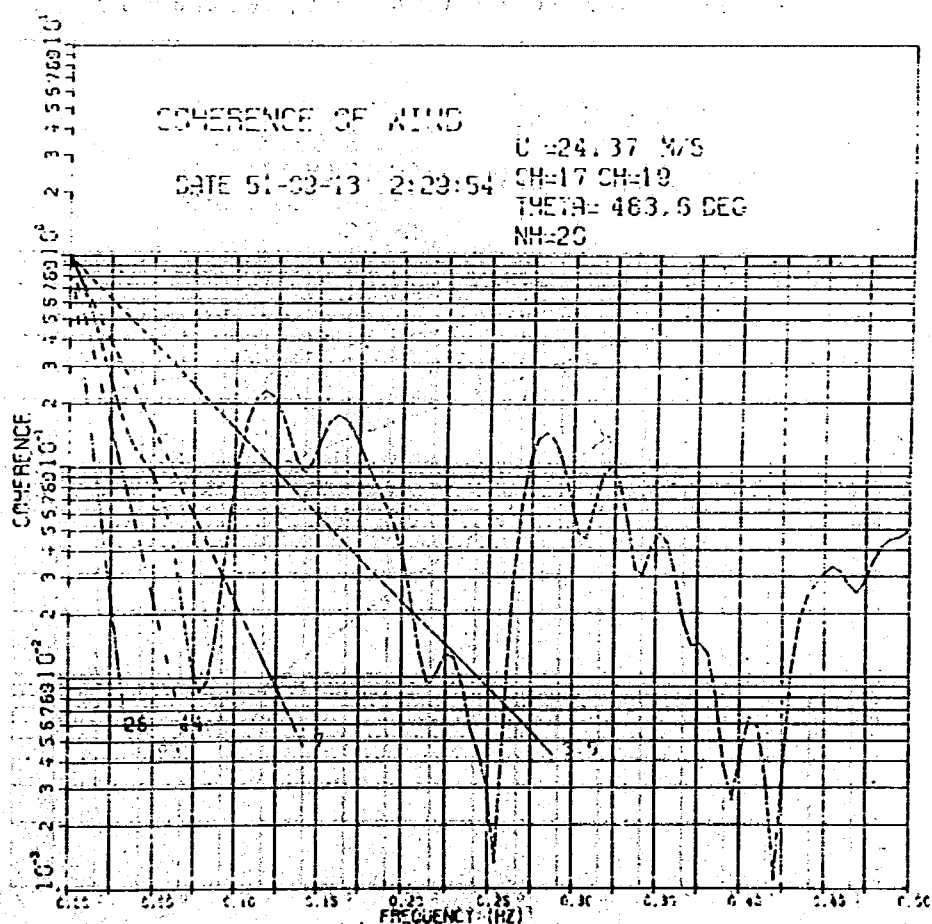


図-5-1 コヒーレンス (グループ1, 風速計1-2)



(図-5-2 コヒーレンス) (グループ1, 風速計2-3)

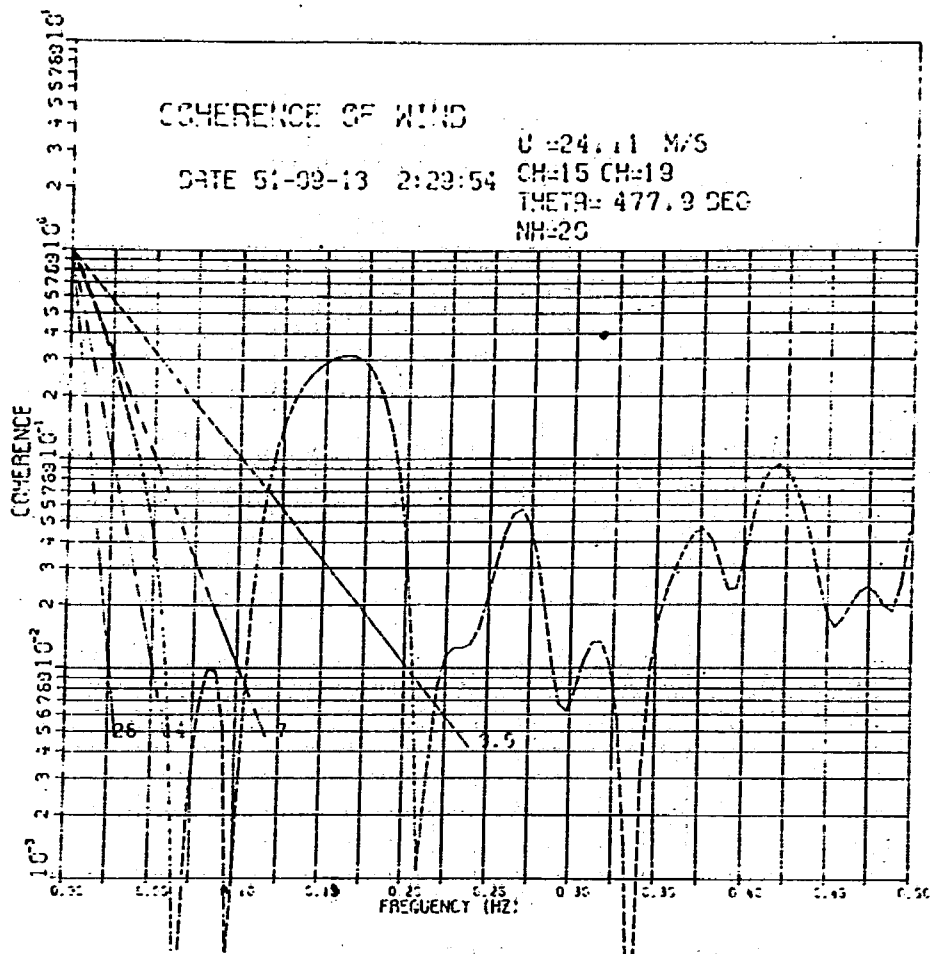


図-5-3 コヒーレンス (グループ1, 風速計3-1)

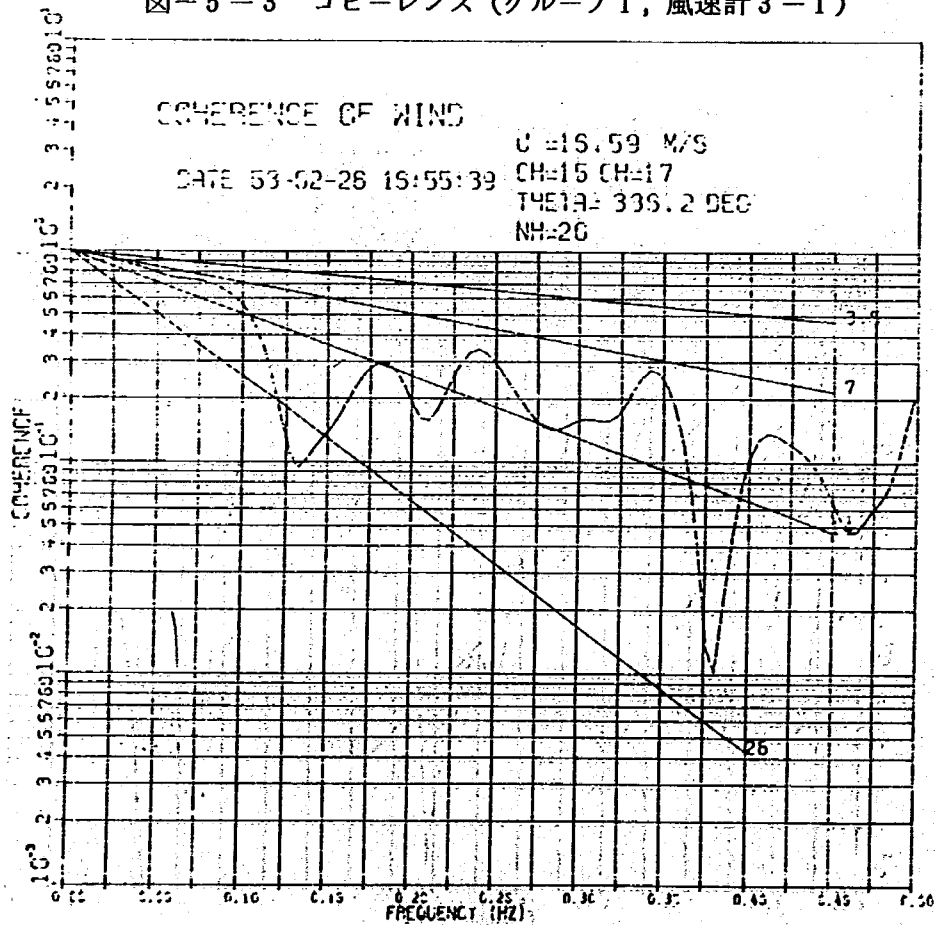


図-5-4 コヒーレンス (グループ2, 風速計1-2)

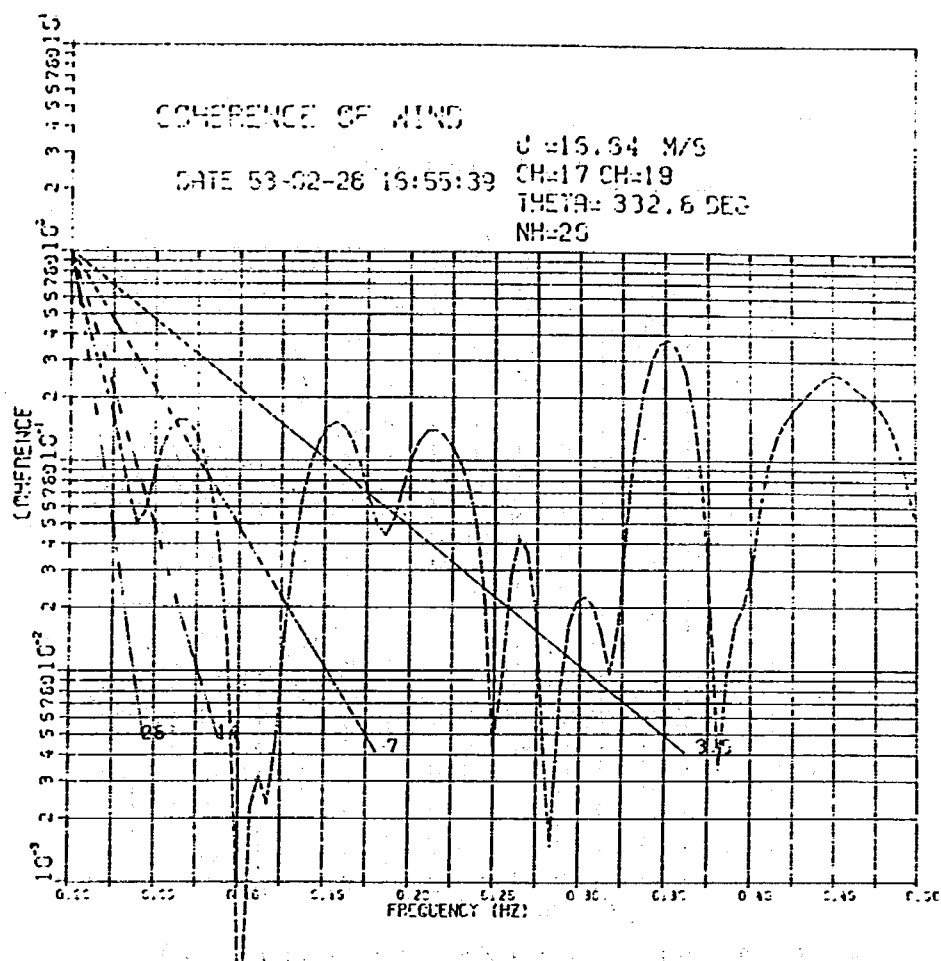


図-5-5 コヒーレンス (グループ2, 風速計2-3)

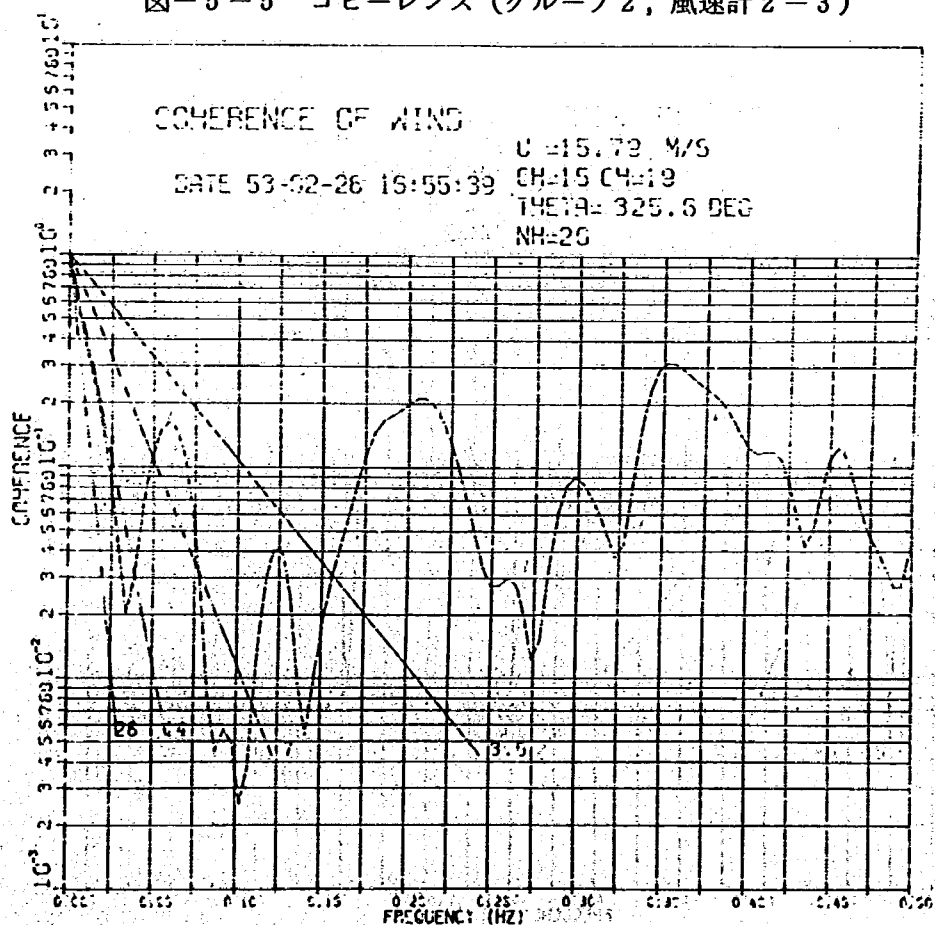


図-5-6 コヒーレンス (グループ2, 風速計3-1)

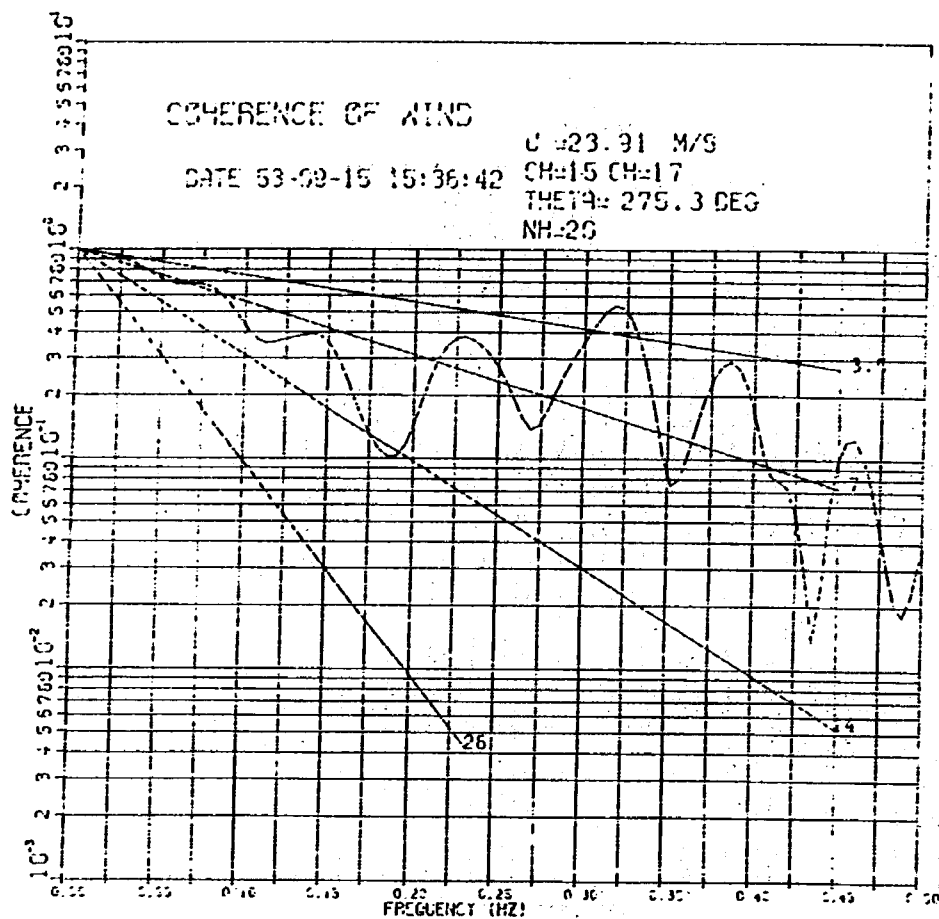


図-5-7 コヒーレンス (グループ3, 風速計1-2)

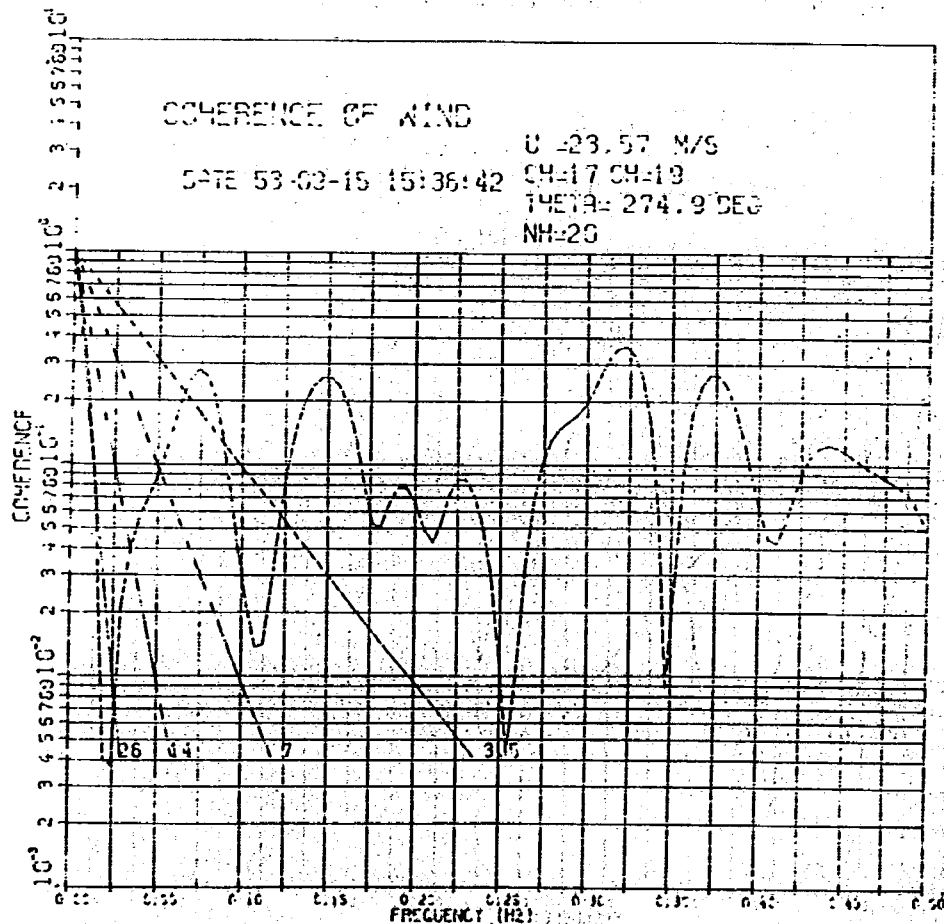


図-5-8 コヒーレンス (グループ3, 風速計2-3)

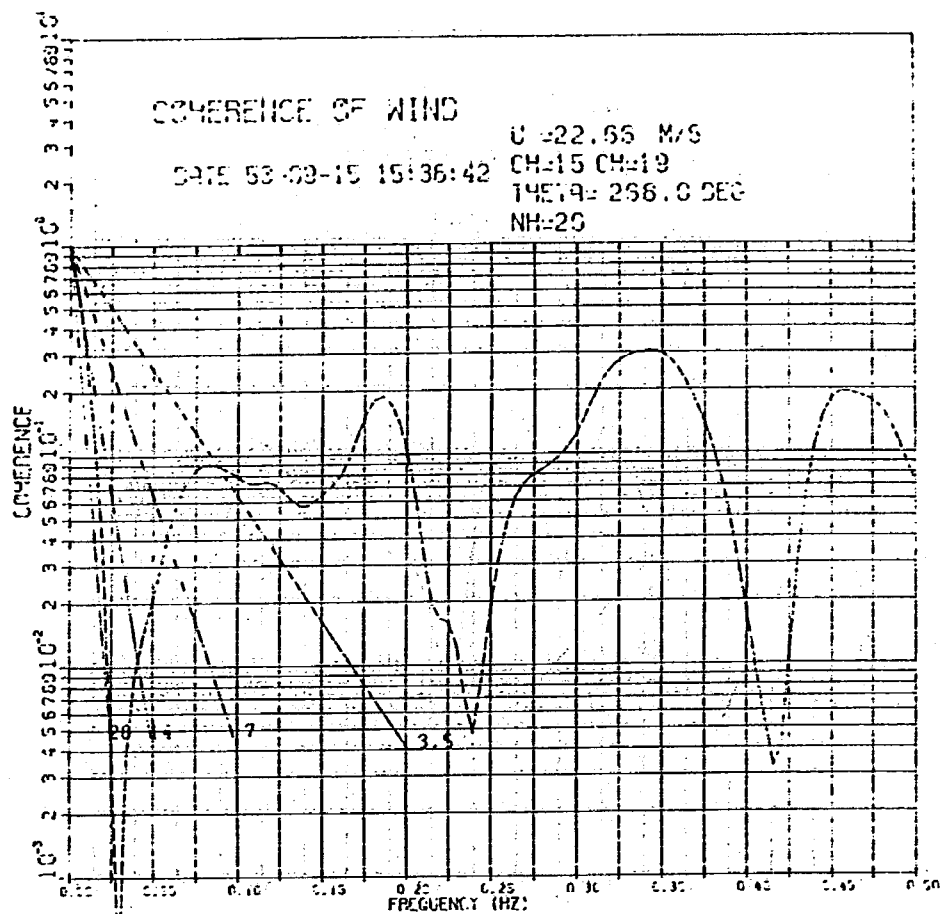


図-5-9 コヒーレンス (グループ3, 風速計3-1)

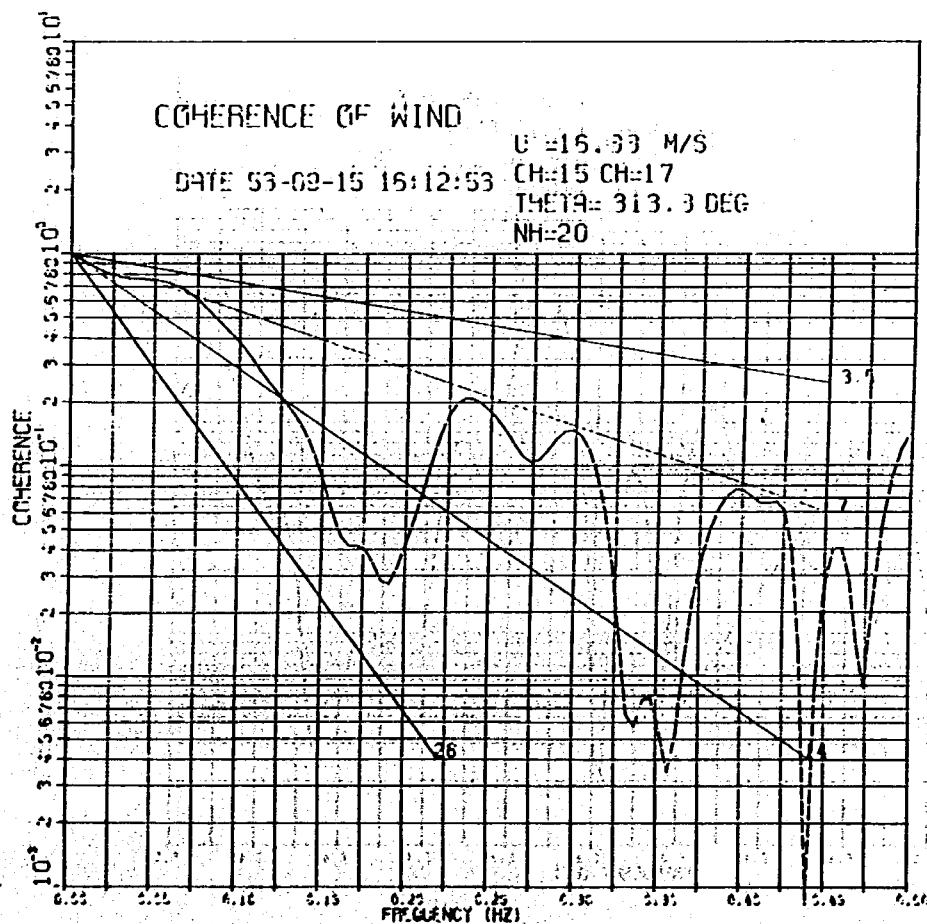


図-5-10 コヒーレンス (グループ4, 風速計1-2)

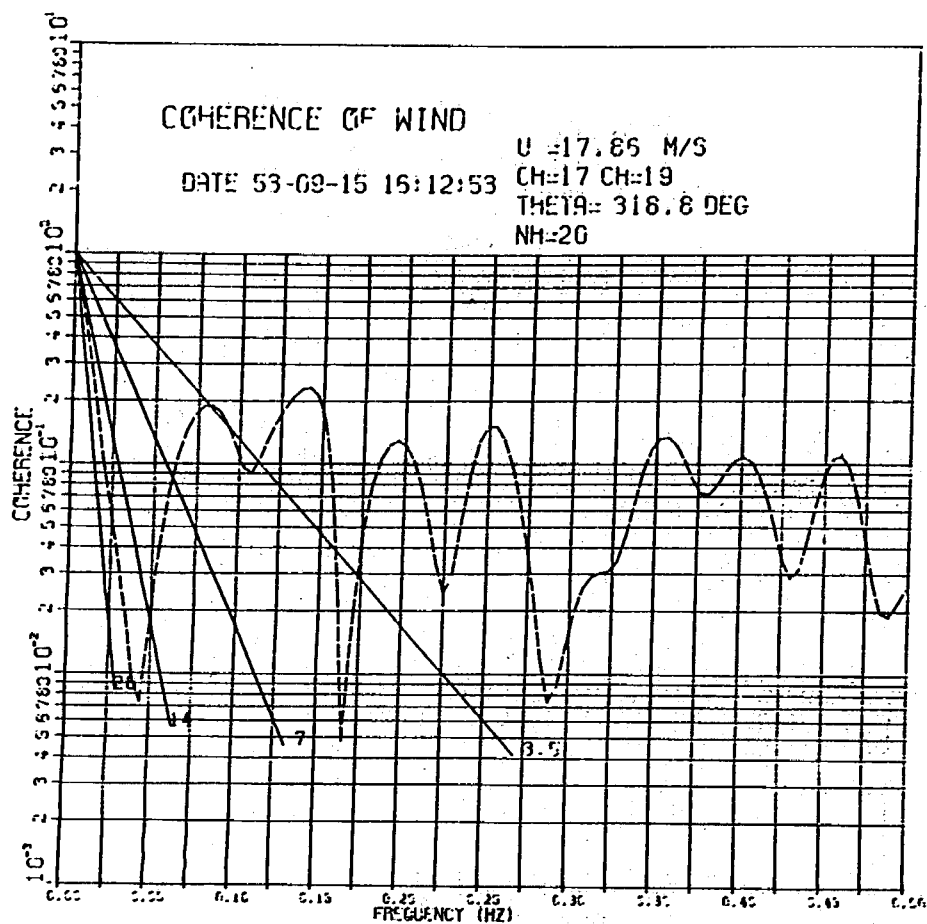


図-5-11 コヒーレンス (グループ4, 風速計2-3)

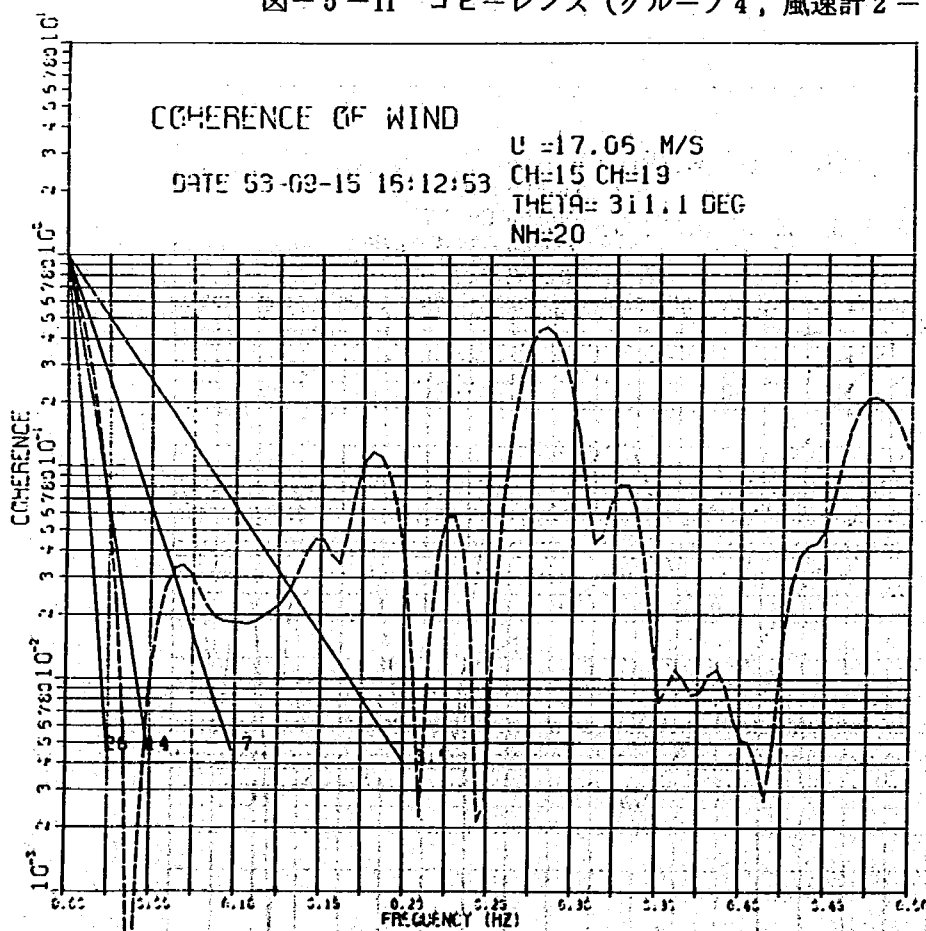


図-5-12 コヒーレンス (グループ4, 風速計3-1)

表-1 観測項目、観測計器、観測範囲等

観測項目	測定場所	最測定範囲	観測計器	数量	成分数		毎秒当り A/D変換 サンプリング 回数
					1台 当り	合計	
加 速 度	岩 盤	±500 Gal	地 中 地 震 計	3台	3	9	100
	橋 台	±500 Gal	電 磁 式 加 速 度 計	4台	1	4	50
	橋 脚	±500 Gal		8台	1	8	
	塔	±500 Gal		4台	1	4	
	補剛桁	±200 Gal	サ-ボ型加速度計	6台	1	6	25
変 位	補剛桁	水平±2 m 上下±2 m	変 位 計 1) ターゲット 2) ターゲット制御器 3) X-Y アナライザ 4) X-Y アナライザ 制御器	1式	3	3	25
		橋軸方向 ±25cm	橋軸方向変位計測装置1)	1式	1	1	25
風向・風速	補剛桁上	水平風速 60m/sec	超 音 波 風 速 計	1式	3	3	25
		上下風速 10m/sec					
		水平風速 60m/sec	風 向 風 速 計	3	2 (風向 風速)	6	25
		風 向 540°					
	下関側 塔 頂	水平風速 60m/sec 風 向 540°	風 向 風 速 計	1	2	2	25

注1) 橋軸方向変位計測装置は超音波風速計3成分のいずれか1成分と切換えて観測される。

— 24 —



表-3.1 強風指令に記録するデータ (40 m sec 分)

セ ン サ	セ ン サ 設 置 場 所	セ ン サ の 種 類	成 分	CH NO	強 風 指 令 開 始	風 速 の デ ジ タル 表 示
電 磁 式 加 速 度 計	門 司 側 塔 頂	M	T	1		
		"	"	2		
	門 司 側 塔 柱 $\frac{3}{4}$ 高	M	L	3		
		"	"	4		
	下 関 側 塔 頂	M	T	5		
		"	"	6		
	下 関 側 塔 柱 $\frac{3}{4}$ 高	M	L	7		
		"	"	8		
サ ー ボ 型 計 加 速 度	補 剛 桁 中 央 径 間 中 央	S	V	9		
		"	"	10		
		"	T	11		
	中 央 径 間 下 関 側 $\frac{1}{4}$	S	V	12		
		"	"	13		
		"	T	14		
風 向 風 速 計	補 剛 桁 中 央 径 間 中 央	W	S	15	○	○
		"	D	16		
	中 央 径 間 中 央 下 関 寄 20 m	W	S	17	○	
		"	D	18		
	中 央 径 間 下 関 寄 $\frac{1}{4}$	W	S	19	○	
		"	D	20		
	下 関 側 塔 頂	W	S	21	○	○
		"	D	22		
超 音 波 風 速 計	補 剛 桁 中 央 径 間 中 央	U	V	23		
		"	T	24		
		"	L	25		
		"	"	"		
変 位 計	下 関 側 橋 台	D	V	26		
		"	"	27		
		"	T	28		

成分 L : 橋軸方向成分
T : " 直角方向成分
V : 上下方向成分

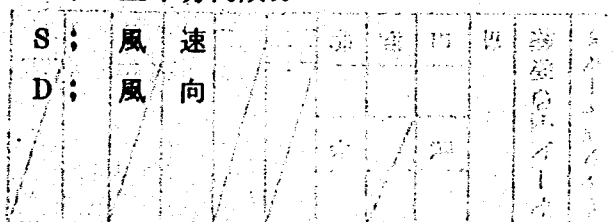
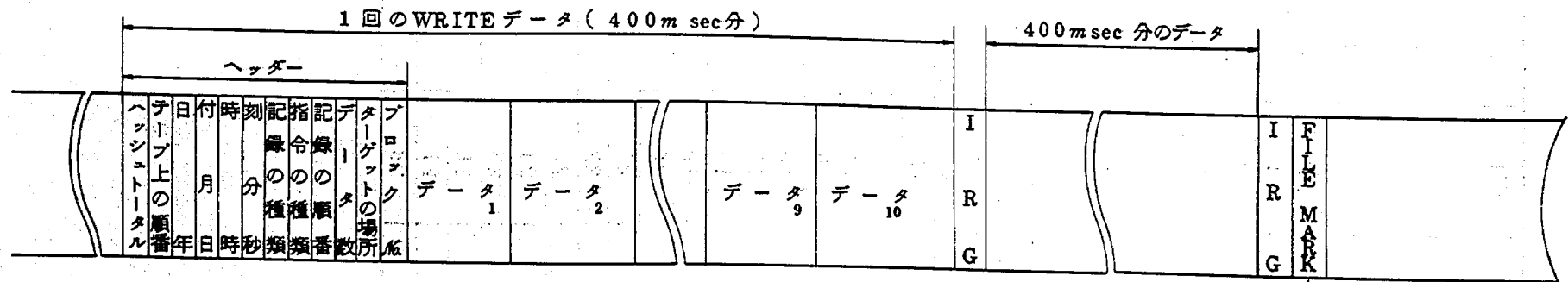


表-3.2 磁気テープの内容



↑ひとつの指令の最後を示す。

0	ヘッシュトータル
1	テープ上の順番
2	年
3	月
4	日
5	時
6	分
7	秒
8	記録の種類
9	指令の種類
10	記録の順番
11	ターゲットの場所

記録の種類

1	自動記録
2	手動記録
4	点検記録

指令の種類

0	点検
1	地震指令
2	強風指令

ターゲットの場所

0	無点灯
1	測定用ターゲット
2	検定用ターゲット
3	両ターゲット

ブロックNo

0	点検なし
1	制御ブロックNo.1が点検中
2	" No.2 "
3	" No.3 "
4	" No.4 "

入力データ型式

0	5	6	7	8	15
同期みだれ	P	A	R	R	データ
	A	R	A	A	
	R	I	N	I	
	T	I	G	T	
	E				

表-4 今年度収録されたデータ

№	日	時	備 考
65	54-12-30	1:31:28	
66	55-9-11	2:08:42	
67	9-11	5:51:21	
68	10-25		READ ERROR
69	10-25		"
70	10-25	21:25:18	
71	10-25	23:57:33	
72	10-26	2:50:46	
73	10-26	12:58:40	
74	11-7	11:25:05	チェックデータ
75	12-1	14:2:21	

表-5-1 風の測定結果

日 時		中央径間1/2		1/2より20% 下より		中央径間1/2		下側側塔頂		中 央 径 間 1/2				データ 数
		風速	風向	風速	風向	風速	風向	風速	風向	鉛直 方向	横軸直 角方向	横軸 方向	傾斜角	
55. 1. 7 01:16:40	1	143	270.1	15.4	296.0	14.7	276.3	23.2	262.9	-0.9	0.2	-16.0	-1.2	2,000
	2	3.0	10.3	3.5	11.6	3.0	9.9	2.2	6.0	1.5	0.1	3.8	6.1	
	3	0.21	0.04	0.23	0.04	0.20	0.04	0.10	0.02	-1.65	0.43	-0.24	-4.92	
	4	22.8	313.4	25.6	332.5	22.4	313.4	28.2	285.9	5.5	2.6	-4.0	29.5	
	5	5.9	220.2	7.3	249.9	6.8	241.4	15.8	235.1	-6.2	0.2	-28.0	-26.5	
01:25:06	1	14.7	272.1	16.0	298.7	13.8	277.7	22.4	263.9	-1.0	0.2	-16.6	-1.7	2,000
	2	2.8	9.1	3.1	10.4	2.9	11.0	2.6	6.3	1.6	0.1	3.5	6.1	
	3	0.19	0.03	0.19	0.03	0.21	0.04	0.12	0.02	-1.55	0.38	-0.21	-3.70	
	4	21.4	309.2	23.3	349.4	21.9	317.7	28.2	290.1	5.1	2.1	-5.9	29.5	
	5	6.8	232.9	7.3	245.7	7.5	228.7	14.6	237.2	-8.0	0.2	-25.6	-28.5	
01:35:22	1	14.4	273.2	15.6	299.7	13.7	278.1	24.0	264.6	-1.0	3.1	-16.0	-1.2	2,000
	2	3.4	10.5	3.8	11.6	2.9	11.1	2.4	5.4	1.6	3.1	4.3	6.8	
	3	0.23	0.04	0.24	0.04	0.21	0.04	0.10	0.02	-1.72	1.01	-0.27	-5.46	
	4	21.9	311.3	23.3	357.9	21.6	326.1	30.1	294.4	4.6	13.4	-5.9	39.4	
	5	6.1	235.1	7.1	249.9	6.6	230.8	15.3	232.9	-8.4	-6.4	-25.6	-29.0	
01:53:30	1	16.4	269.2	17.9	294.8	16.1	274.6	23.8	261.1	-0.9	5.1	-18.3	-0.9	2,000
	2	2.6	10.1	3.1	11.5	3.4	11.4	3.1	6.0	1.5	3.1	3.4	4.8	
	3	0.16	0.04	0.17	0.04	0.21	0.04	0.13	0.02	-1.68	-0.62	-0.19	-5.20	
	4	22.4	304.9	24.5	343.1	25.2	332.5	30.4	285.9	6.1	12.9	-9.2	24.0	
	5	10.4	222.4	9.4	249.9	5.9	237.2	16.5	235.1	-7.1	-8.2	-26.1	-19.6	
02:04:11	1	12.5	276.9	13.6	303.8	11.4	281.8	21.7	266.1	-0.7	2.1	-13.9	0.2	1,400
	2	3.4	15.6	3.7	17.2	3.6	16.1	3.5	7.2	1.8	3.1	4.1	10.3	
	3	0.27	0.06	0.27	0.06	0.03	0.06	0.16	0.03	-2.36	1.52	-0.30	43.1	
	4	19.5	360.0	20.5	372.7	19.1	349.4	27.8	294.4	4.0	9.6	-1.6	54.7	
	5	2.6	228.7	2.8	254.1	2.8	235.1	11.3	245.7	-6.0	-6.8	-23.8	-36.9	
02:17:13	1	12.8	276.7	13.7	303.2	11.6	280.6	22.4	266.4	-1.0	1.9	-14.3	-1.7	2,000
	2	3.2	12.0	3.6	13.4	3.8	13.8	3.1	5.9	1.7	3.0	3.9	7.6	
	3	0.25	0.04	0.26	0.04	0.33	0.05	0.14	0.02	-1.70	1.57	-0.27	-4.54	
	4	22.6	324.0	23.8	357.9	22.8	332.5	29.2	290.1	4.0	10.6	-4.9	26.6	
	5	4.9	230.8	5.2	260.5	2.6	186.4	14.4	239.3	-6.4	-9.2	-27.1	-30.5	
02:26:47	1	12.7	274.4	14.0	300.9	12.9	280.3	22.5	267.2	-1.0	2.2	-13.9	-1.1	2,000
	2	3.3	13.8	3.7	14.4	3.1	12.3	2.8	6.5	1.8	3.0	4.2	1.0	
	3	0.26	0.05	0.26	0.05	0.24	0.04	0.12	0.02	-1.82	1.38	-0.30	-9.26	
	4	20.7	334.6	23.1	364.2	22.8	332.5	30.4	296.5	5.3	13.9	-1.6	68.2	
	5	3.8	213.9	3.8	232.9	5.6	243.5	13.9	243.5	-8.8	-8.2	-25.2	-38.0	
03:04:05	1	13.1	276.9	14.3	303.2	13.1	280.1	23.0	266.2	-0.8	1.8	-14.6	-0.7	2,000
	2	3.3	12.3	3.6	13.4	3.3	12.9	2.6	6.4	1.8	3.2	4.3	8.3	
	3	0.25	0.04	0.25	0.04	0.25	0.05	0.11	0.02	-2.15	1.70	-0.29	-12.4	
	4	22.1	315.5	23.1	353.7	23.3	328.2	30.4	290.1	5.3	11.1	-3.1	43.5	
	5	5.6	232.9	6.1	243.5	4.9	241.4	10.6	196.9	-8.0	-8.2	-26.1	-33.7	
03:20:04	1	12.1	276.0	13.0	303.2	11.8	280.8	20.2	266.5	-0.9	1.9	-13.6	-1.1	1,100
	2	3.3	13.3	4.0	15.4	3.8	15.5	2.8	6.8	1.5	3.1	4.2	7.9	
	3	2.77	0.05	0.31	0.05	0.32	0.06	0.14	0.03	-1.71	1.62	-0.31	-7.42	
	4	18.6	326.1	20.9	353.7	20.0	347.3	27.1	290.1	4.5	9.2	-4.0	45.0	
	5	5.2	237.2	4.0	249.9	2.8	235.1	13.6	241.4	-5.5	-6.4	-22.4	-21.8	
03:38:00	1	13.3	278.2	14.5	304.7	12.5	281.5	21.1	267.8	-1.1	1.2	-14.8	-2.3	1,100
	2	2.2	8.8	2.4	10.2	2.9	10.7	2.5	4.8	1.5	2.3	3.0	6.5	
	3	0.16	0.03	0.17	0.03	0.23	0.04	0.12	0.02	-1.34	1.87	-0.21	-2.8	
	4	17.4	311.3	19.3	343.1	20.9	326.1	25.4	290.1	6.2	7.8	-6.8	32.4	
	5	7.5	247.8	7.3	271.1	5.6	249.9	12.0	241.4	-6.0	-6.4	-20.9	-21.6	
55. 9.11 02:43:14	1	13.6	408.0	15.8	441.2	16.2	409.8	17.9	404.9	1.3	-12.5	9.6	6.3	2,000
	2	0.7	3.2	0.7	3.3	0.9	3.5	0.8	3.0	0.6	0.8	0.8	2.6	
	3	5.05	0.01	0.04	0.01	0.05	0.01	0.04	0.01	0.50	-6.7	0.08	0.41	
	4	15.1	419.3	17.4	455.3	18.1	421.4	19.5	412.9	4.0	-5.4	12.5	15.1	
	5	11.8	398.1	13.9	429.9	13.6	398.1	14.8	393.9	-1.5	-15.3	7.3	-3.4	
02:55:00	1	13.5	407.0	15.6	440.4	15.7	409.2	17.6	404.2	1.3	-12.7	9.4	6.6	2,000
	2	0.6	3.4	0.7	3.4	0.9	3.4	0.7	2.9	0.5	0.6	0.8	2.3	
	3	0.05	0.01	0.04	0.01	0.06	0.01	0.04	0.01	0.41	-0.06	0.09	0.35	
	4	15.5	417.2	17.9	453.2	17.9	419.3	19.5	410.8	3.3	-7.8	12.0	17.3	
	5	11.5	396.0	13.6	429.9	13.6	398.1	15.8	396.0	-0.4	-15.3	6.8	0.0	

1: 平均値 2: 標準偏差 3: 標準偏差/平均値 4: 最大値 5: 最小値

風速の単位はm/s, 風向の単位は度であり, 真北を0度としている。

表-5-2 風の測定結果

日	時	中央径間1/2		1/2より20m 下関より		中央径間1/4		下関側塔頂		中央径間1/2				データ 数
		風速	風向	風速	風向	風速	風向	風速	風向	鉛直 方向	橋軸直 角方向	橋軸 方向	橋軸 斜角	
55. 9.11	03:03:00	1 13.1	404.3	15.2	437.7	15.4	406.3	17.4	400.7	1.4	-12.8	8.6	7.1	2,000
		2 0.6	2.7	0.7	2.8	0.7	2.5	0.6	2.1	0.5	-0.7	0.8	2.0	
		3 0.05	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.03	0.01	0.32	-0.06	0.09	0.28	
		4 15.3	412.9	17.4	446.8	17.4	412.9	19.8	408.7	2.9	-5.9	11.1	12.6	
		5 11.3	396.0	12.9	427.8	13.4	398.1	15.8	393.9	-3.6	-14.8	6.4	0.0	
	04:16:33	1 14.1	403.6	16.4	437.1	16.8	405.8	18.9	400.6	1.6	-13.6	9.3	7.3	2,000
		2 0.8	3.5	0.9	3.7	0.9	3.7	0.9	3.9	0.7	0.8	1.0	2.8	
		3 0.06	0.01	0.05	0.01	0.06	0.01	0.05	0.01	0.42	-0.06	0.11	0.38	
		4 16.7	417.2	19.3	448.9	19.1	417.2	21.4	417.2	3.6	-5.4	12.5	16.1	
		5 12.0	393.9	13.6	425.7	14.1	393.9	16.2	387.5	-0.7	-16.7	6.4	0.0	
	04:24:00	1 13.9	402.9	16.2	436.6	16.6	404.8	18.8	400.4	1.8	-13.6	9.0	8.2	2,000
		2 1.0	3.7	1.0	3.8	1.1	4.2	1.2	5.0	0.7	1.0	1.2	2.9	
		3 0.07	0.01	0.06	0.01	0.07	0.01	0.06	0.01	0.40	-0.07	0.13	0.36	
		4 17.2	415.1	19.3	453.2	20.2	417.2	23.1	419.3	4.2	0.2	14.4	18.3	
		5 11.3	391.8	13.9	423.5	13.6	393.9	15.8	381.2	-2.3	-16.7	5.9	-7.0	
	04:32:00	1 14.1	401.4	16.2	434.8	16.6	403.2	18.6	397.5	1.8	-13.4	8.8	8.1	2,000
		2 0.9	3.3	1.0	3.7	1.1	4.0	1.0	3.8	0.7	2.2	1.0	2.8	
		3 0.06	0.01	0.06	0.01	0.06	0.01	0.05	0.01	0.38	-0.16	0.11	0.35	
		4 16.7	417.2	19.1	448.9	19.5	419.3	20.9	408.7	4.1	0.2	12.5	20.4	
		5 11.8	391.8	13.6	419.3	13.2	391.8	16.0	387.5	-0.4	-16.7	5.4	0.0	
	04:40:00	1 14.0	399.7	16.4	433.4	16.4	401.7	18.6	395.9	1.8	-14.0	8.4	7.9	2,000
		2 0.7	3.4	0.8	3.5	1.3	3.3	1.2	3.8	0.6	1.4	1.0	2.5	
		3 0.05	0.01	0.03	0.01	0.08	0.01	0.06	0.01	0.36	-0.10	0.12	0.31	
		4 16.7	410.8	19.1	446.8	20.5	419.3	22.6	406.6	4.7	0.2	12.0	18.9	
		5 12.0	389.7	13.9	421.4	12.9	391.8	16.5	385.4	-0.4	-16.7	5.4	0.0	
	04:48:00	1 14.4	403.9	16.6	437.4	17.3	405.9	18.9	401.3	1.7	-13.6	9.5	7.6	2,000
		2 1.0	3.5	1.2	3.6	1.2	3.9	1.1	3.5	0.6	1.2	1.1	2.5	
		3 0.07	0.01	0.07	0.01	0.07	0.01	0.06	0.01	0.37	-0.09	0.12	0.34	
		4 17.4	412.9	20.2	453.2	21.6	419.3	21.6	419.3	4.0	-2.1	12.9	21.0	
		5 11.3	393.9	13.9	425.7	14.4	389.7	15.3	391.8	-1.1	-17.2	5.9	-3.5	
	04:56:00	1 14.1	408.0	16.3	441.2	17.4	408.7	19.1	405.1	1.9	-12.8	10.2	8.4	2,000
		2 1.0	4.3	1.1	4.5	1.3	4.5	1.2	4.3	0.8	1.1	1.3	3.3	
		3 0.07	0.01	0.07	0.01	0.07	0.01	0.06	0.01	0.44	-0.08	0.12	0.39	
		4 17.2	419.3	19.3	453.2	20.2	423.5	22.4	417.2	4.6	-4.0	13.9	19.4	
		5 11.5	393.9	12.9	427.8	13.4	393.9	16.2	391.8	-1.2	-16.2	5.9	-3.4	
	05:04:00	1 14.2	409.8	16.6	443.1	17.4	411.1	18.9	406.3	1.7	-11.7	10.5	8.1	2,000
		2 1.0	4.0	1.2	4.1	1.1	4.1	1.1	3.9	0.8	2.6	1.2	3.4	
		3 0.07	0.01	0.07	0.01	0.06	0.01	0.06	0.01	0.46	-0.23	0.11	0.43	
		4 17.9	421.4	19.5	459.5	20.5	423.5	21.9	421.4	4.4	0.2	15.3	26.4	
		5 11.8	398.1	13.9	429.9	14.1	396.0	16.5	391.8	-1.2	-15.8	6.8	-4.0	
	05:12:00	1 13.1	408.1	15.3	441.6	15.5	409.6	17.5	405.0	1.7	-11.9	9.3	8.2	2,000
		2 0.8	3.8	1.0	3.8	0.9	4.0	0.9	3.8	0.6	1.2	0.9	2.7	
		3 0.06	0.01	0.06	0.01	0.06	0.01	0.05	0.01	0.37	-0.10	0.10	0.33	
		4 15.3	419.3	17.9	455.3	17.9	423.5	19.5	417.2	4.4	0.2	11.5	18.4	
		5 10.8	396.0	12.7	427.8	13.4	398.1	14.8	393.9	-0.4	-15.3	5.9	0.0	
	05:20:00	1 13.7	406.5	15.9	440.0	16.5	408.8	18.0	404.4	1.6	-11.0	9.4	8.1	2,000
		2 0.9	4.0	1.0	4.3	1.3	3.9	1.1	3.9	0.7	3.4	1.0	3.1	
		3 0.06	0.01	0.06	0.01	0.08	0.01	0.06	0.01	0.43	-0.31	0.10	0.38	
		4 16.5	419.3	18.6	455.3	20.7	419.3	20.9	415.1	4.0	-0.7	12.5	23.8	
		5 11.3	393.9	12.9	427.8	12.7	396.0	14.8	393.9	-1.0	-14.8	6.4	0.0	
	05:28:00	1 14.9	408.3	17.4	441.6	17.8	410.2	19.6	405.6	1.7	-3.6	10.7	9.9	2,000
		2 1.1	4.1	1.1	4.1	1.2	3.9	1.0	4.2	0.8	5.9	1.1	4.4	
		3 0.07	0.01	0.07	0.01	0.07	0.01	0.05	0.01	0.47	-1.65	0.10	0.44	
		4 17.9	421.4	20.2	453.2	21.4	423.5	22.8	417.2	4.6	0.7	14.4	26.5	
		5 12.7	396.0	14.6	427.8	14.6	396.0	16.9	393.9	-2.1	-16.2	7.8	-11.3	
	05:36:00	1 14.7	410.6	17.0	443.8	18.2	412.1	20.1	407.5	1.3	0.2	10.9	9.1	2,000
		2 1.0	4.2	1.1	4.1	1.1	3.6	1.1	3.1	0.8	0.0	1.2	4.5	
		3 0.07	0.01	0.07	0.01	0.06	0.01	0.05	0.01	0.60	0.01	0.11	0.49	
		4 17.9	421.4	20.0	457.4	20.9	425.7	22.4	417.2	4.7	23.5	14.4	23.8	
		5 12.0	396.0	14.4	429.9	14.1	400.2	16.7	398.1	-1.5	-0.2	6.8	-5.7	

1: 平均値 2: 標準偏差 3: 標準偏差/平均値 4: 最大値 5: 最小値

風速の単位はm/s, 風向の単位は度であり, 真北を0度としている。

表-5-3 風の測定結果

日 時		中央径間1/2		1/2より20% 下側より		中央径間1/4		下側側塔頂		中 央 径 間 1/2				データ 数
		風速	風向	風速	風向	風速	風向	風速	風向	鉛直 方向	橋軸直 角方向	橋軸 方向	傾斜角	
55. 9.11 05:43:00	1	14.7	410.6	17.1	443.8	18.0	412.0	20.0	408.0	1.6	0.2	11.0	10.4	2,000
	2	1.0	4.9	1.1	4.9	1.3	3.9	1.1	4.3	1.0	0.1	1.3	5.5	
	3	0.07	0.06	0.06	0.01	0.07	0.01	0.05	0.01	0.64	0.40	0.11	0.53	
	4	18.1	432.0	21.4	468.0	21.4	423.5	23.1	425.7	5.1	0.7	15.3	28.5	
	5	12.2	393.9	14.6	429.9	13.9	396.0	17.4	398.1	-3.4	-1.6	7.3	14.0	
05:51:21	1	13.6	412.3	15.7	445.5	16.3	414.8	18.0	410.4	1.3	0.1	10.3	9.5	2,000
	2	1.3	5.5	1.3	5.7	1.5	4.7	1.4	5.0	1.2	0.2	1.4	6.8	
	3	0.10	0.09	0.09	0.01	0.10	0.01	0.08	0.01	0.90	2.57	0.14	0.71	
	4	17.9	429.9	20.5	463.8	21.2	429.9	22.6	429.9	5.0	0.7	14.4	35.6	
	5	10.4	393.9	12.7	429.9	13.2	400.2	14.8	391.8	-3.7	-1.2	5.9	-14.0	
06:40:41	1	15.4	422.4	17.9	456.0	18.5	424.1	19.9	422.7	1.1	0.2	13.3	6.6	2,000
	2	1.8	8.1	2.0	8.4	2.5	7.8	2.5	7.9	2.1	0.0	1.8	8.7	
	3	0.12	0.02	0.11	0.02	0.13	0.02	0.12	0.02	1.95	0.14	0.14	1.32	
	4	21.6	448.9	24.2	487.1	24.2	448.9	25.9	451.1	8.0	0.2	20.5	32.4	
	5	9.9	400.2	12.0	432.0	10.6	400.2	13.4	391.8	-5.5	-0.7	6.8	-19.9	
55.10.25 21:26:06	1	15.0	242.6	17.6	267.1	18.0	517.2	24.0	245.1		-14.3	-5.6	17.2	2,000
	2	3.0	10.8	3.2	11.0	2.4	35.6	2.6	5.7		12.9	3.1	10.7	
	3	0.20	0.04	0.18	0.04	0.14	0.07	0.11	0.02		-0.90	-0.56	0.62	
	4	21.4	294.4	25.9	315.5	24.7	540.0	30.8	260.5		0.7	-0.2	76.0	
	5	6.6	207.5	8.0	228.7	10.4	271.1	14.1	226.6		-30.4	-11.1	7.6	
21:37:25	1	15.6	254.0	18.0	280.0	17.3	456.2	23.7	254.5		-30.3	10.9	7.3	2,000
	2	3.4	10.1	3.6	11.0	3.6	107.1	2.6	6.2		4.0	2.5	1.7	
	3	0.22	0.04	0.20	0.04	0.21	0.23	0.11	0.02		-0.13	0.23	0.23	
	4	22.8	288.0	25.4	336.7	28.5	540.0	31.3	275.3		-0.2	15.3	29.7	
	5	5.6	194.8	9.6	230.8	7.1	271.1	16.2	232.9		-34.1	6.4	6.2	
21:45:00	1	15.6	260.0	17.9	282.7	16.8	470.6	22.6	252.4		-28.9	20.2	6.5	2,000
	2	2.6	9.7	3.2	10.3	3.0	99.0	2.6	6.3		3.6	2.2	0.6	
	3	0.17	0.04	0.18	0.04	0.18	0.21	0.11	0.03		-0.12	0.11	0.09	
	4	21.9	317.7	24.5	332.5	25.2	540.0	28.9	277.4		-4.0	23.8	11.0	
	5	7.1	211.8	7.3	243.5	8.9	271.1	15.5	222.4		-34.6	16.2	5.8	
22:03:12	1	14.6	245.1	17.1	269.9	17.6	514.5	22.4	247.4		0.2	8.2	25.9	1,700
	2	3.4	13.1	3.2	12.2	2.8	49.0	3.0	6.3		0.3	2.2	6.3	
	3	0.23	0.05	0.19	0.05	0.16	0.10	0.13	0.03		1.20	0.27	0.24	
	4	22.4	336.7	24.9	311.3	26.6	540.0	28.5	271.1		0.7	12.0	38.1	
	5	4.0	190.6	7.5	201.2	8.2	271.1	12.5	218.1		-7.3	4.5	18.4	
22:10:53	1	15.0	249.7	17.7	275.0	17.2	507.5	22.1	251.6		-10.9	16.5	11.6	1,100
	2	2.7	10.5	3.0	9.5	2.9	62.8	2.9	5.9		22.4	1.3	3.9	
	3	0.18	0.04	0.17	0.03	0.17	0.12	0.13	0.02		-2.1	0.08	0.34	
	4	20.2	300.7	23.8	302.8	23.3	540.0	28.0	279.5		0.71	18.6	14.9	
	5	5.6	218.1	9.4	241.4	9.4	271.1	14.4	230.1		-57.6	14.4	3.9	
22:16:44	1	13.6	245.9	16.4	271.4	15.9	510.5	21.6	249.3		-53.3	18.3	4.5	1,100
	2	2.7	9.6	2.6	10.1	2.6	56.9	2.7	5.1		14.5	2.2	2.5	
	3	0.20	0.04	0.16	0.04	0.16	0.11	0.12	0.02		-0.27	-0.12	0.56	
	4	21.2	279.5	23.8	304.9	22.8	540.0	27.1	273.2		0.7	20.9	14.0	
	5	8.7	213.9	10.8	235.1	10.6	271.1	13.2	230.8		-58.1	-21.9	3.7	
22:27:11	1	16.1	252.8	18.9	277.6	17.9	482.7	22.5	251.5		-56.2	-0.8	5.2	1,400
	2	3.4	12.3	3.6	12.4	3.2	88.7	3.2	7.3		8.3	1.9	7.9	
	3	0.21	0.05	0.19	0.04	0.18	0.18	0.14	0.03		-0.15	-2.34	1.53	
	4	23.5	300.7	25.9	309.2	24.2	540.0	28.7	281.7		0.2	2.6	63.4	
	5	2.8	201.2	7.1	199.1	8.7	271.1	6.8	205.4		-58.1	-4.0	3.9	
22:32:10	1	16.5	248.0	19.6	273.1	20.3	514.2	25.7	248.6		-51.5	7.2	5.7	2,000
	2	4.1	10.3	4.5	11.0	4.1	52.5	3.4	5.9		17.2	2.5	5.3	
	3	0.25	0.04	0.23	0.04	0.20	0.10	0.13	0.02		-0.33	0.34	0.92	
	4	24.5	283.8	28.7	313.4	28.0	540.0	31.8	268.9		0.2	11.5	24.0	
	5	6.2	209.7	8.9	216.0	10.6	271.1	15.8	220.2		-58.1	3.1	3.9	
22:39:30	1	17.5	245.0	20.2	270.4	19.3	516.4	24.2	246.4		-51.6	16.2	4.7	2,000
	2	3.0	9.5	3.2	9.6	3.3	43.2	4.1	6.6		15.9	2.2	2.5	
	3	0.17	0.04	0.16	0.04	0.17	0.08	0.17	0.02		-0.31	0.14	0.53	
	4	23.8	279.5	28.2	324.0	27.8	540.0	32.5	271.1		0.2	20.04	14.9	
	5	6.8	207.5	10.1	228.7	9.2	271.0	14.4	218.1		-58.6	12.5	3.7	

1: 平均値 2: 標準偏差 3: 標準偏差/平均値 4: 最大値 5: 最小値

風速の単位はm/s, 風向の単位は度であり、真北を0度としている。

表-5-4 風の測定結果

日	時	中央径間 1/2		1/2より20m 下関より		中央径間 1/2		下関側塔頂		中央径間 1/2				データ 数
		風速	風向	風速	風向	風速	風向	風速	風向	鉛直 方向	橋軸直 角方向	橋軸 方向	傾斜角	
55.10.25	22:49:12	1 15.3	245.6	18.0	270.1	18.0	515.7	23.0	247.9		-51.1	26.4	4.1	2,000
		2 3.7	11.9	4.0	12.1	3.6	47.1	3.3	6.2		17.7	1.8	1.4	
		3 0.24	0.05	0.22	0.04	0.20	0.10	0.14	0.02		-0.35	0.07	0.34	
		4 24.2	309.2	28.0	330.4	27.3	540.0	29.6	268.9		4.0	29.4	9.1	
		5 5.4	156.7	6.8	213.9	10.1	271.1	9.6	213.9		-58.6	23.3	3.6	
	22:56:00	1 17.4	245.3	20.3	270.4	19.9	499.5	24.9	248.0		-30.4	32.7	5.0	2,000
		2 3.8	11.1	4.0	11.3	3.4	72.4	3.7	7.33		27.9	1.7	1.5	
		3 0.22	0.05	0.20	0.04	0.17	0.14	0.15	0.03		-0.92	0.05	0.30	
		4 25.2	283.8	28.7	311.3	27.3	540.0	34.4	279.5		0.7	35.5	7.6	
		5 7.5	199.1	8.9	216.0	11.5	271.1	8.9	216.0		-58.1	29.4	3.4	
	23:08:16	1 15.3	249.0	18.3	274.9	19.2	513.5	24.1	250.3		-38.3	-2.2	16.2	2,000
		2 3.3	11.0	3.4	11.1	3.2	54.1	3.3	6.2		24.3	2.8	21.0	
		3 0.22	0.04	0.19	0.04	0.17	0.11	0.14	0.02		-0.63	-1.28	1.30	
		4 23.3	296.5	25.6	315.6	27.5	540.0	30.8	317.7		1.6	39.8	70.5	
		5 6.1	201.2	9.4	235.1	11.5	271.1	12.5	226.6		-58.1	-6.8	3.3	
	23:15:30	1 16.2	242.9	18.5	268.3	18.2	513.2	22.2	247.3		-7.3	7.1	25.8	2,000
		2 2.8	11.2	3.2	11.4	3.3	49.2	3.0	8.3		19.2	2.4	11.0	
		3 0.17	0.05	0.17	0.04	0.18	0.10	0.13	0.03		-2.6	0.33	0.43	
		4 21.9	275.3	26.1	300.7	26.4	540.0	28.5	311.3		1.2	11.1	44.1	
		5 9.2	199.1	11.3	228.7	8.7	271.1	10.8	216.0		-57.6	3.1	3.9	
	23:23:00	1 17.6	245.5	20.4	270.7	20.1	511.1	26.1	245.9		-14.3	15.8	11.4	2,000
		2 4.0	10.5	4.3	10.7	3.7	52.5	4.0	6.7		24.6	2.1	4.7	
		3 0.22	0.04	0.21	0.04	0.18	0.10	0.15	0.03		-1.72	0.13	0.41	
		4 27.3	277.4	30.8	313.4	29.9	540.0	33.6	268.9		1.2	19.5	17.1	
		5 6.4	207.5	8.7	230.8	10.4	273.2	13.6	201.2		-57.6	12.0	3.8	
	23:37:02	1 15.8	257.0	18.1	283.1	18.2	467.6	23.9	254.5		-1.2	-12.2	19.4	2,000
		2 2.3	9.1	2.6	9.6	2.7	100.6	3.1	6.2		3.1	3.0	5.0	
		3 0.15	0.04	0.15	0.03	0.15	0.22	0.13	0.02		-2.54	-0.25	0.26	
		4 21.6	298.6	25.4	336.7	25.4	540.0	29.9	290.0		0.2	26.6	29.5	
		5 7.8	220.2	9.9	243.5	10.8	271.1	14.6	235.1		-12.0	-17.6	8.4	
	23:45:00	1 17.7	240.7	20.1	265.4	19.4	514.8	24.1	243.0		-10.4	-1.1	30.1	2,000
		2 3.1	9.9	3.3	10.2	3.0	35.5	2.3	6.1		10.5	2.5	19.5	
		3 0.18	0.04	0.16	0.04	0.16	0.07	0.10	0.02		-1.01	-2.39	0.65	
		4 24.7	279.5	28.5	302.8	25.9	540.0	30.8	271.1		0.2	3.5	76.0	
		5 10.6	213.9	12.0	228.7	12.0	17.4	17.4	222.4		-27.1	-5.4	8.4	
	23:57:33	1 15.2	254.7	17.5	280.5	16.7	466.8	23.6	254.0		-7.4	13.9	14.3	2,000
		2 2.9	10.2	2.8	11.1	2.6	100.7	2.8	6.2		5.5	2.1	3.1	
		3 0.19	0.04	0.16	0.04	0.16	0.22	0.12	0.02		-0.74	0.15	0.22	
		4 23.1	296.5	26.1	326.1	24.9	540.0	31.3	275.3		0.2	17.6	19.9	
		5 8.0	218.1	10.1	241.4	9.6	271.1	14.8	228.7		-16.2	10.1	9.4	
55.10.26	00:05:00	1 14.9	257.2	17.3	283.6	16.1	444.8	23.1	255.5		-16.8	21.4	8.4	2,000
		2 3.3	10.6	3.9	11.2	4.2	111.1	3.3	6.8		4.1	1.9	0.9	
		3 0.22	0.04	0.23	0.04	0.26	0.25	0.14	0.03		-0.25	0.09	0.11	
		4 22.4	307.1	25.6	328.2	26.1	540.0	32.7	281.7		0.2	24.7	11.8	
		5 6.6	222.4	7.5	252.0	6.1	271.1	14.6	232.9		-24.7	18.1	6.6	
	00:13:00	1 17.4	260.1	19.9	285.9	17.4	445.0	23.9	256.2		-18.1	28.6	6.7	2,000
		2 2.8	7.6	3.1	8.3	3.2	109.1	3.0	6.3		5.0	1.7	0.4	
		3 0.16	0.03	0.16	0.03	0.19	0.25	0.13	0.02		-0.28	0.06	0.07	
		4 23.8	300.7	27.1	324.0	27.1	540.0	30.6	277.4		0.7	31.3	8.4	
		5 9.9	237.2	11.1	256.2	7.8	271.1	12.2	22.4		-24.2	25.6	5.9	
	00:21:00	1 15.3	243.0	17.8	267.6	18.8	519.7	24.3	245.6		-18.7	35.0	5.7	2,000
		2 2.9	11.6	3.2	11.9	2.7	29.9	2.5	4.5		6.6	1.4	0.4	
		3 0.19	0.05	0.18	0.04	0.14	0.06	0.10	0.02		-0.35	0.04	0.06	
		4 22.4	302.8	25.2	328.2	24.9	540.0	31.8	262.6		0.2	37.4	6.9	
		5 6.8	196.9	6.8	207.5	10.1	271.1	16.7	222.4		-24.2	32.7	5.1	
	00:46:44	1 16.8	240.6	19.3	265.4	19.2	515.0	23.7	243.9		-2.5	7.5	27.3	2,000
		2 2.8	12.3	3.3	13.3	3.3	35.4	4.4	7.7		11.6	2.4	8.9	
		3 0.17	0.05	0.17	0.05	0.17	0.07	0.19	0.03		-4.66	0.32	0.33	
		4 24.9	288.0	28.7	355.8	29.6	540.0	37.6	264.7		0.2	49.2	44.1	
		5 8.5	207.5	8.0	228.7	7.8	271.1	11.3	199.1		-52.9	3.5	4.3	

1: 平均値 2: 標準偏差 3: 標準偏差/平均値 4: 最大値 5: 最小値

風速の単位は m/s, 風向の単位は度であり, 真北を0度としている。

表-5-5 風の測定結果

日 時		中央径間 1/2		1/2より20m 下関より		中央径間 1/4		下関側塔頂		中 央 径 間 1/2				データ 数
		風速	風向	風速	風向	風速	風向	風速	風向	鉛直 方向	橋軸直 角方向	橋 軸 方 向	傾斜角	
55.10.26 00:58:29	1	16.7	249.3	19.7	274.5	20.2	514.4	24.8	250.0		-33.9	-20.1	6.2	2,000
	2	3.8	10.8	4.1	11.4	3.4	51.7	4.1	6.6		9.5	3.1	2.4	
	3	0.23	0.04	0.21	0.04	0.17	0.10	0.02	0.03		-0.28	-0.15	0.38	
	4	24.7	288.0	28.2	313.4	29.9	540.0	32.9	273.2		0.7	16.2	14.9	
	5	7.5	205.4	8.5	230.8	11.5	273.2	10.6	218.1		-44.0	-25.2	4.7	
01:18:43	1	14.5	240.1	16.4	265.7	18.2	517.3	22.4	244.1		-44.9	-5.6	13.6	1,100
	2	2.6	10.4	3.0	12.6	2.7	32.8	4.0	7.0		24.0	1.3	18.1	
	3	0.18	0.04	0.18	0.05	0.15	0.06	0.18	0.03		-0.53	-0.25	1.3	
	4	19.8	283.8	23.3	311.3	24.2	540.0	29.6	264.7		0.2	2.6	51.7	
	5	7.3	205.4	8.5	205.4	12.5	273.2	11.5	209.7		-57.6	-7.8	4.0	
01:35:35	1	17.6	254.4	20.6	280.3	19.5	486.4	26.2	253.5		0.2	-36.4	6.4	2,000
	2	3.6	8.8	4.3	9.1	4.3	87.6	3.3	5.9			3.6	0.9	
	3	0.20	0.03	0.21	0.03	0.22	0.18	0.13	0.02			-0.10	0.15	
	4	24.7	279.5	29.4	313.4	27.5	540.0	34.6	277.4			-5.4	38.1	
	5	8.9	220.2	8.0	218.1	7.8	271.1	14.6	232.9			-42.6	5.4	
03:07:57	1	15.1	249.6	17.4	275.4	17.0	483.1	23.2	252.8			-6.7	25.7	2,000
	2	2.6	10.5	2.9	10.4	3.5	91.5	2.6	6.7			2.4	19.8	
	3	0.17	0.04	0.16	0.04	0.21	0.19	0.11	0.03			-0.35	0.77	
	4	21.2	285.9	23.3	311.3	25.2	540.0	28.7	283.8			4.5	60.8	
	5	6.4	199.1	8.2	239.3	7.5	271.1	12.7	224.5			-10.6	3.9	
03:18:12	1	15.4	264.4	17.4	290.2	16.0	427.0	23.4	257.0			4.3	41.0	1,700
	2	2.7	10.7	3.1	10.7	3.2	115.0	3.5	6.1			1.7	9.9	
	3	0.18	0.04	0.18	0.04	0.20	0.27	0.15	0.02			0.40	0.24	
	4	21.4	326.1	24.5	345.2	23.8	540.0	28.7	283.8			7.3	60.8	
	5	7.5	228.7	6.6	252.0	6.4	271.1	9.6	220.2			1.2	26.4	
04:44:56	1	14.6	268.8	16.6	295.1	14.2	384.3	22.4	260.5		-58.3	-4.5	4.0	1,400
	2	2.9	8.9	3.2	9.8	3.0	113.1	2.7	5.1		2.0	1.9	0.4	
	3	0.20	0.03	0.19	0.03	0.21	0.29	0.12	0.20		-0.03	-0.43	0.10	
	4	20.0	315.6	22.8	345.2	21.2	540.0	28.5	277.4		-17.2	39.3	13.2	
	5	5.6	245.7	6.6	247.8	7.1	271.1	15.5	243.5		-58.6	-7.3	3.2	
04:54:46	1	16.3	260.7	18.5	286.7	17.4	444.7	23.3	257.1		-58.2	0.03	4.0	1,100
	2	2.3	8.0	2.4	9.0	3.0	108.4	3.2	6.0		1.4	1.1	0.2	
	3	0.14	0.03	0.13	0.03	0.17	0.24	0.14	0.02		-0.02	35.1	0.04	
	4	23.1	290.1	24.0	313.4	25.6	540.0	31.8	281.7		-28.9	3.5	8.1	
	5	11.3	235.0	12.0	256.2	9.6	271.1	15.8	235.1		-58.6	-2.1	3.9	
04:58:57	1	15.9	264.1	18.2	29.0	16.8	425.0	22.7	257.7		-58.4	5.4	3.9	1,700
	2	2.8	9.4	3.2	9.9	3.3	110.7	3.2	5.6		0.9	1.6	0.1	
	3	0.18	0.04	0.18	0.03	0.20	0.26	0.14	0.02		0.02	0.31	0.02	
	4	22.6	324.0	27.3	343.1	25.2	540.0	29.2	288.0		-37.9	8.2	6.2	
	5	8.7	228.7	9.6	252.0	5.9	271.1	14.6	237.2		-58.6	2.6	3.9	
05:26:32	1	15.3	242.4	17.3	268.1	16.0	509.1	20.9	243.7		-50.8	17.8	4.1	1,100
	2	2.3	13.3	2.6	14.0	2.5	49.9	2.2	7.5		18.3	0.8	1.4	
	3	0.15	0.05	0.15	0.05	0.15	0.10	0.11	0.03		-0.36	0.03	0.33	
	4	20.5	281.7	22.8	315.5	21.4	540.0	26.1	264.7		0.7	28.9	7.9	
	5	9.9	207.5	11.3	224.5	8.5	271.1	15.1	216.0		-58.1	26.6	3.5	
05:45:34	1	14.3	251.4	16.8	277.7	15.6	494.4	21.6	251.2		0.2	-2.6	58.8	1,400
	2	2.8	9.8	2.7	9.6	2.4	81.7	2.1	5.4		0.09	1.8	12.4	
	3	0.19	0.04	0.16	0.03	0.16	0.17	0.10	0.02		0.4	-0.7	0.21	
	4	19.5	283.8	22.4	311.3	20.2	540.0	26.4	268.9		0.7	38.8	76.0	
	5	6.1	192.7	10.4	232.9	9.2	271.1	14.4	224.5		-0.2	-5.4	-	
06:13:18	1	16.0	251.6	18.6	277.1	16.3	500.7	22.1	251.2			-19.7	11.7	1,100
	2	2.6	8.8	2.9	9.0	2.9	72.3	2.6	6.3			1.8	0.8	
	3	0.16	0.04	0.15	0.03	0.18	0.14	0.12	0.03			-0.09	0.06	
	4	21.4	279.5	26.1	311.3	23.1	540.0	26.6	281.2			20.5	14.0	
	5	7.3	222.4	11.1	243.5	9.2	271.1	13.4	213.9			-22.4	10.3	
06:17:37	1	15.3	259.7	17.6	285.8	16.2	466.7	21.0	257.0			-13.8	16.9	1,400
	2	2.5	6.9	2.8	7.5	2.9	99.8	2.2	5.1			-1.6	1.9	
	3	0.17	0.03	0.16	0.03	0.18	0.21	0.10	0.02			-0.12	0.11	
	4	20.7	290.1	23.8	311.3	22.4	540.0	25.9	273.2			-11.1	19.9	
	5	8.0	230.8	9.9	260.5	7.5	271.1	15.8	235.1			-16.7	14.0	

1:平均値 2:標準偏差 3:標準偏差/平均値 4:最大値 5:最小値

風速の単位はm/s, 風向の単位は度であり, 真北を0度としている。

表-5-6 風の測定結果

日 時		中央径間1/2		1/2より20m 下関より		中央径間1/4		下関側塔頂		中 央 径 間 1/2				データ 数
		風速	風向	風速	風向	風速	風向	風速	風向	鉛直 方向	橋軸直 角方向	橋軸 方向	傾斜角	
55.10.26 12:17:32	1	16.5	250.7	17.9	277.0	17.4	513.1	21.7	250.6		-55.0	0.18	4.0	1,400
	2	2.5	10.9	2.8	10.5	2.8	56.0	2.3	5.8		5.9	21.1	0.8	
	3	0.16	0.04	0.16	0.04	0.16	0.11	0.11	0.02		-0.11	120.1	0.21	
	4	20.9	296.5	23.1	307.1	23.8	540.0	25.6	275.3		-5.9	48.2	27.1	
	5	5.2	156.7	8.5	239.3	10.1	271.1	14.4	224.5		-58.6	-46.8	3.0	
12:33:08	1	13.3	247.0	15.5	272.6	16.4	511.1	22.0	248.1		-52.1	0.3	4.1	2,000
	2	2.6	11.7	3.1	13.2	2.6	54.5	2.0	5.4		5.3	25.6	0.6	
	3	0.19	0.05	0.20	0.05	0.16	0.11	0.09	0.02		-0.10	92.99	0.16	
	4	20.7	304.9	23.5	353.7	24.7	540.0	27.5	268.9		-1.6	56.2	13.6	
	5	4.9	207.5	6.1	224.5	10.1	271.1	15.1	216.0		-57.6	-56.7	2.9	
12:58:40	1	14.9	237.9	16.9	263.7	19.1	519.9	22.8	242.1		-17.8	0.5	8.5	1,800
	2	2.2	9.2	2.7	11.2	2.4	12.1	3.5	6.2		0.94	28.0	3.0	
	3	0.15	0.04	0.16	0.04	0.13	0.02	0.15	0.03		-0.05	56.27	0.35	
	4	21.4	277.4	23.3	334.6	25.2	540.0	28.7	264.7		-7.8	59.1	23.5	
	5	6.8	201.2	8.0	209.7	12.0	275.3	12.7	199.1		-19.5	-59.5	3.7	
13:04:56	1	15.6	237.0	18.0	261.8	18.2	517.9	21.1	242.3		-12.9	-2.8	10.6	1,710
	2	3.0	8.6	3.4	9.4	2.7	10.1	2.8	7.3		7.8	27.5	9.0	
	3	0.19	0.04	0.19	0.04	0.15	0.02	0.13	0.03		-0.61	-9.7	0.85	
	4	22.4	283.8	25.9	330.4	24.7	540.0	26.4	264.7		0.24	57.2	76.0	
	5	7.5	211.8	6.6	218.1	10.8	328.2	12.5	218.1		-20.0	-58.6	3.8	
13:35:12	1	13.8	235.1	15.6	260.6	15.8	517.1	20.7	241.4		-58.2	-0.2	3.7	1,100
	2	2.0	10.5	2.1	11.4	3.2	21.2	3.4	5.8		0.9	24.5	0.3	
	3	0.14	0.04	0.14	0.04	0.20	4.1	0.16	0.02		-0.02	145.2	0.08	
	4	20.0	268.9	23.1	298.6	21.9	540.0	26.4	262.6		-39.3	54.8	5.4	
	5	8.5	205.4	10.4	226.6	8.7	275.3	8.7	209.7		-58.6	-53.9	2.9	
13:45:01	1	18.2	242.5	20.7	267.3	19.1	514.1	24.6	245.5		-57.5	-0.5	3.7	2,000
	2	3.6	9.6	4.1	10.1	3.2	40.2	3.3	6.3		2.0	23.9	0.3	
	3	0.20	0.04	0.20	0.04	0.17	0.08	0.13	0.03		-0.04	-51.9	0.09	
	4	25.2	279.5	28.5	313.4	27.1	540.0	31.5	268.9		-20.9	54.8	8.2	
	5	6.6	201.2	9.6	230.8	11.5	271.1	16.9	222.4		-58.6	-56.2	2.8	
13:52:00	1	18.3	246.5	21.0	271.8	21.0	509.4	26.6	247.4		-58.4	0.1	3.8	2,000
	2	3.9	10.7	4.2	11.7	3.3	55.3	3.4	6.4		0.7	20.4	0.2	
	3	0.21	0.04	0.20	0.04	0.16	0.11	0.13	0.03		-0.01	154.3	0.06	
	4	26.6	281.2	29.2	307.1	29.6	540.0	32.7	298.6		-35.1	51.5	4.8	
	5	8.7	199.1	9.9	224.5	10.8	271.1	10.6	218.1		-58.6	-48.7	3.0	
13:59:00	1	19.1	246.9	22.0	272.6	20.8	509.7	25.7	247.8		-58.4	0.1	3.8	2,000
	2	4.0	9.9	4.3	10.6	3.9	55.7	4.0	7.4		2.4	18.8	0.5	
	3	0.21	0.04	0.19	0.04	0.19	0.11	0.16	0.03		-0.04	171.30	0.14	
	4	28.0	277.4	31.1	313.4	29.9	540.0	34.1	275.3		-0.7	42.6	24.0	
	5	7.3	209.7	10.8	226.6	9.6	273.2	11.5	216.0		-58.6	-43.1	3.2	
14:07:00	1	17.1	243.7	19.9	268.8	20.4	516.7	23.7	246.8		-57.6	-0.4	3.9	2,000
	2	3.9	10.2	4.3	10.6	3.4	39.7	3.3	6.6		2.2	16.4	0.3	
	3	0.23	0.04	0.22	0.04	0.17	0.08	0.14	0.03		-0.04	381.9	0.08	
	4	25.6	292.2	29.2	307.1	28.2	540.0	32.5	271.1		-20.0	43.5	11.3	
	5	5.2	205.4	8.7	216.0	10.8	273.2	14.4	224.5		-58.6	-43.1	3.1	
14:26:36	1	18.4	253.5	21.2	279.4	20.2	494.4	25.7	251.4		-58.0	-4.4	3.9	2,000
	2	3.0	8.5	3.3	9.7	3.8	80.6	2.5	6.1		2.8	12.0	0.6	
	3	0.16	0.03	0.16	0.04	0.19	0.16	0.10	0.02		-0.05	274.7	0.16	
	4	24.2	288.0	27.3	330.4	29.6	540.0	30.6	279.5		-11.1	38.4	20.0	
	5	10.4	216.0	8.7	230.8	8.0	271.1	16.9	224.5		-58.6	-35.5	3.3	
55.12.3 23:12:26	1	12.3	247.1	18.0	274.7	20.3	504.1	26.6	249.9					2,000
	2	3.5	11.5	3.8	12.3	3.1	13.4	2.9	6.0					
	3	0.20	0.05	0.19	0.04	0.15	0.13	0.11	0.02					
	4	24.0	326.1	29.2	334.6	28.5	540.0	33.2	288.0					
	5	4.7	207.5	7.3	226.6	11.5	271.1	15.8	226.6					

1: 平均値 2: 標準偏差 3: 標準偏差/平均値 4: 最大値 5: 最小値

風速の単位は m/s, 風向の単位は度であり, 真北を0度としている。

表-6-1 応答の測定結果

日	時	中央径間1/2加速度					中央径間1/4加速度				中央径間1/2点変位			
		鉛直成分 1	鉛直成分 2	鉛直成分 たわみ	水平成分	ねじれ	鉛直成分 1	鉛直成分 2	鉛直成分 たわみ	ねじれ	鉛直成分 1	鉛直成分 2	水平成分	
55. 1. 7	01:16:40	1	3.2	3.0	3.1	9.0		3.6	-0.8	1.4		39.7	49.1	-9.3
		2	1.8	1.5	1.4	0.9		1.7	1.4	1.3		42.8	2.2	18.4
		3	0.57	0.52	0.44	0.10		0.46	-1.74	0.92		1.08	0.04	-1.99
		4	8.8	8.8	8.8	10.8		10.8	4.9	5.9		51.0	52.5	91.8
		5	-2.9	-2.9	-2.0	4.9		-2.9	-6.9	-2.9		-152.9	-5.5	-109.0
	01:25:06	1	2.5	2.9	2.7	9.1		3.8	-0.8	1.5		44.2	46.6	-12.8
		2	1.8	1.5	1.3	1.0		1.5	1.3	1.1		22.2	18.4	5.5
		3	0.72	0.52	0.49	0.11		0.41	-1.6	0.78		0.50	0.40	-0.43
		4	8.8	8.8	8.8	12.7		10.8	2.9	5.9		51.0	54.1	-8.6
		5	-4.9	-2.9	-3.9	4.9		-2.9	-4.9	-2.9		-72.9	-74.5	-47.8
	01:35:22	1	2.1	2.9	2.5	9.2		3.8	-0.9	1.4		53.0	52.4	-10.2
		2	1.5	1.3	1.1	1.0		1.3	1.0	0.9		25.4	20.0	7.0
		3	0.71	0.46	0.45	0.10		0.35	-1.1	0.64		0.48	0.38	-0.68
		4	6.9	6.9	5.9	12.7		6.9	2.9	4.9		193.7	190.6	36.9
		5	-2.9	-1.0	-1.0	6.9		-1.0	-4.9	-2.0		44.7	46.3	-14.9
	01:53:30	1	2.2	2.8	2.5	9.2		3.3	-0.9	1.2		51.6	50.9	-9.1
		2	2.8	2.1	2.1	1.2		2.2	1.9	1.7		16.7	13.4	21.4
		3	1.29	0.76	1.84	0.13		0.67	-1.98	1.45		0.32	0.26	-2.35
		4	20.6	18.6	19.6	20.6		16.7	6.9	8.8		129.4	127.8	109.0
		5	-10.8	-2.9	-5.9	6.9		-4.9	-6.9	-5.9		43.1	44.7	-16.5
	02:04:11	1	1.6	2.4	2.0	9.0		3.7	-0.9	1.4		56.7	54.6	-1.9
		2	2.9	1.8	2.0	1.0		2.2	1.7	1.6		33.4	27.3	38.2
		3	1.85	0.76	0.98	0.11		0.61	-1.95	1.17		0.59	0.50	-20.39
		4	8.8	8.8	7.8	12.7		12.7	6.9	7.8		189.0	182.8	178.0
		5	-8.8	-4.9	-3.9	4.9		-2.9	-6.9	-4.9		43.1	43.1	-16.5
	02:17:13	1	2.2	2.7	2.4	9.0		3.8	-0.9	1.4		54.1	53.3	-3.0
		2	1.6	1.4	1.3	1.0		1.4	1.2	1.0		24.7	24.4	36.6
		3	0.73	0.53	0.51	0.11		0.36	-1.24	0.70		0.46	0.46	-12.31
		4	8.8	6.9	6.9	12.7		6.9	4.9	4.9		167.1	187.5	198.4
		5	-2.9	-2.9	-2.0	6.9		-2.9	-4.9	-2.9		43.1	41.6	-13.3
	02:26:47	1	1.1	2.7	1.9	9.0		3.6	-0.9	1.3		54.3	53.1	-13.8
		2	1.7	1.5	1.3	1.0		1.7	1.4	1.2		27.6	23.2	21.9
		3	1.60	0.56	0.68	0.11		0.46	-1.5	0.92		0.51	0.44	-1.59
		4	6.9	12.8	8.8	12.7		8.8	4.9	6.9		190.6	185.9	140.4
		5	-6.9	-4.9	-3.9	4.9		-2.9	-6.9	-3.9		44.7	44.7	-134.1
	03:04:05	1	4.0	3.5	3.7	9.2		3.1	-1.8	0.6		54.2	52.4	-7.8
		2	1.7	1.3	1.2	1.0		1.4	1.2	1.1		25.8	20.6	13.0
		3	0.43	0.37	0.32	0.11		0.47	-0.67	1.69		0.48	0.39	-1.67
		4	10.8	8.8	8.8	12.7		8.8	2.9	3.9		173.3	165.5	63.5
		5	-1.0	-2.9	-1.0	6.9		-2.9	-4.9	-2.9		44.7	44.7	-14.9
	03:20:04	1	2.6	3.5	3.1	9.0		3.0	-1.8	0.6		57.7	52.8	-21.0
		2	1.2	1.1	0.9	0.8		1.2	1.1	0.9		29.6	16.6	43.9
		3	0.46	0.30	0.29	0.08		0.41	-0.61	1.60		0.51	0.31	-2.1
		4	6.9	6.9	5.9	10.1		6.9	2.9	3.9		156.1	120.0	-5.5
		5	-2.9	-1.0	-1.0	6.9		-1.0	-4.9	-2.9		46.3	46.3	-196.9
	03:38:00	1	5.3	3.6	4.4	9.0		2.5	-2.0	0.2		58.4	54.7	-4.3
		2	1.5	1.2	1.1	0.8		1.4	1.2	1.1		30.9	25.3	22.3
		3	0.29	0.34	0.24	0.10		0.58	-0.63	4.41		0.53	0.46	-5.2
		4	10.8	6.9	8.8	12.7		6.9	2.9	4.9		159.8	154.5	83.9
		5	-1.0	-1.0	-1.0	6.9		-4.9	-6.9	-4.9		38.4	-137.3	-94.9
55.12. 3	23:12:26	1	8.3	1.0	4.6	6.3		3.8	2.2	3.0		28.0	36.1	-23.3
		2	4.3	3.6	3.5	1.6		3.4	3.1	2.8		5.9	31.0	18.8
		3	0.52	3.70	0.77	0.26		0.90	1.36	0.09		0.21	0.86	0.81
		4	22.5	10.8	15.7	12.7		14.7	12.7	12.7		35.3	190.6	10.2
		5	-4.9	-10.8	-6.8	1.0		-6.9	-6.9	6.9		-2.4	-116.9	-113.7

1: 平均値 2: 標準偏差 3: 標準偏差/平均値 4: 最大値 5: 最小値

鉛直たわみ・水平たわみの加速度の単位は gal, ねじれの加速度の単位は rad/s^2 , 変位の単位は cm である。

昭和55年9月11日から、昭和55年10月26日までのデータは、加速度データが欠落しているため、省略した。

表-6-2 応答の測定結果
(加速度データより求めた変位の標準偏差)

年 月 日	時 刻	中 央 径 間 $\frac{1}{2}$		中 央 径 間 $\frac{1}{4}$	
		鉛直たわみ (cm)	ねじれ (rad) $\times 10^{-3}$	鉛直たわみ (cm)	ねじれ (rad) $\times 10^{-3}$
55. 1. 7	01:16:40	0.772	0.114	0.718	0.098
	01:25:06	0.753	0.119	0.645	0.100
	01:35:22	0.630	0.100	0.507	0.089
	01:53:30	1.173	0.161	0.980	0.129
	02:04:11	1.102	0.166	0.923	0.131
	02:17:13	0.708	0.102	0.557	0.094
	02:26:47	0.731	0.117	0.698	0.106
	03:04:05	0.678	0.106	0.598	0.092
	03:20:04	0.495	0.083	0.532	0.079
	03:38:00	0.602	0.100	0.599	0.095
55. 12. 3	23:12:16	1.988	0.209	1.589	0.183

1: 平均値 2: 標準偏差 3: 標準偏差/平均値 4: 最大値 5: 最小値

鉛直たわみ・水平たわみの加速度の単位は gal, ねじれの加速度の単位は rad/s^2 , 変位の単位は cm である。

表-7 関門橋の固有振動数

振動モード	対称性	次数	固有振動数 (Hz)			
			理論値	測定値 ¹⁾	測定値 ²⁾	測定値 ³⁾
水平たわみ振動	対称	1	0.102	0.100	0.090	0.1000*
		2	0.418	0.390	0.385	0.3875
		3	0.639	0.625	—	—
		4	0.796	0.750	0.745	0.7375*
	逆対称	1	0.331	0.291	—	—
		2	0.430	0.475	—	—
		3	0.725	0.720	—	—
鉛直たわみ振動	対称	1	0.200	0.212	0.210	0.2125
		2	0.270	0.298	0.290	0.3000*
		3	0.429	—	—	—
		4	0.528	0.570	0.565	0.5625
		5	0.914	0.918	0.916	0.9250*
	逆対称	1	0.152	0.180	0.160	0.1875
		2	0.375	—	—	—
		3	0.705	0.740	0.735	0.7375
振れ	対称	1	0.384	0.387	0.385	0.3875
		2	0.766	0.717	0.720	0.7250
	逆対称	1	0.492	0.472	0.470	0.4625

1) 1974. 11. 21 4:05 (ガスト応答より)

2) 1976. 9. 13 4:00 (ガスト応答より)

3) 1980. 1. 7 1:53 (ガスト応答より)

スペクトルはMEM法により求めた。

ただし、*印のものはBT法より求めた固有振動数である。

表-8-1 解 析 結 果

DATE	TIME	$V_1(m/s)$	$V_2(m/s)$	$\delta V(m/s)$	$\alpha(deg)$	$\theta(deg)$	dCF/da	$\delta \eta(cm)$	$\delta \psi(rad) \times 10^{-3}$	Const 1 $\times 10^{-1}$	Const 2 $\times 10^{-1}$
49.	4.26 3:27:50	8.5	13.2	1.2	4.2	315.66	2.404	0.901	0.107	0.666	0.419
49.	4.26 9:38:16	8.8	13.6	1.2	3.5	315.36	2.404	1.123	0.112	0.602	0.519
49.	4.26 10:15:5	8.7	13.3	1.1	4.0	315.56	2.404	0.942	0.123	0.743	0.486
49.	4.26 10:25:19	8.5	13.1	1.5	3.7	315.86	2.404	0.898	0.114	0.613	0.398
49.	4.26 10:45:43	8.3	13.6	1.0	3.1	318.86	2.515	0.726	0.100	0.631	0.335
49.	4.26 11: 1:43	8.8	14.3	1.0	2.7	319.56	2.515	0.918	0.117	0.752	0.463
49.	4.26 11:45:34	9.1	14.5	1.2	3.0	317.66	2.515	0.768	0.139	0.587	0.318
49.	4.26 12: 0:18	9.4	15.2	1.1	3.3	319.06	2.515	0.763	0.135	0.532	0.329
49.	4.26 12: 8: 0	9.1	14.1	1.2	4.1	315.26	2.404	0.912	0.125	0.530	0.407
49.	7. 6 15:19:27	-7.1	12.5	1.9	6.1	148.56	2.600	0.865	0.135	0.447	0.254
49.	7. 6 15:30:58	-6.7	11.9	1.9	6.6	148.86	2.928	0.655	0.096	0.319	0.179
49.	7. 6 15:53:42	-6.6	12.8	2.4	4.8	152.26	2.311	0.774	0.104	0.334	0.198
49.	7. 6 16: 2:21	-7.2	14.0	2.3	3.9	151.76	2.404	1.333	0.125	0.607	0.312
49.	7. 6 16:10:21	-6.9	13.7	2.4	4.1	152.46	2.404	1.184	0.118	0.539	0.272
49.	7. 6 16:18:59	-6.0	12.2	2.3	6.1	153.46	2.600	0.807	0.102	0.408	0.201
49.	7. 6 16:27:59	-6.0	12.1	1.7	7.5	153.46	2.893	0.713	0.096	0.438	0.217
49.	7. 6 16:38:50	-5.3	11.6	1.7	8.5	156.16	2.849	1.096	0.101	0.774	0.354
49.	7. 6 16:46:50	-5.6	11.6	1.7	7.9	154.66	2.893	0.739	0.094	0.487	0.235
49.	7. 6 16:54:50	-5.1	11.4	1.8	7.4	156.26	2.928	0.887	0.090	0.539	0.268
49.	7. 6 17: 2:50	-5.8	11.5	2.0	8.8	153.16	2.849	0.706	0.089	0.387	0.195
49.	7. 6 17:52: 4	-6.3	12.5	2.1	6.0	152.76	2.600	0.793	0.099	0.418	0.211
49.	7. 6 18: 4:17	-6.8	14.3	2.2	4.1	154.06	2.404	1.416	0.119	0.714	0.340
49.	7. 6 18:12:17	-6.7	13.8	2.1	4.8	153.86	2.311	1.030	0.123	0.575	0.279
49.	7. 6 18:20:17	-6.9	14.7	2.2	3.6	154.46	2.404	1.328	0.124	0.660	0.310
49.	7. 6 18:28:17	-6.4	14.8	2.3	1.5	156.76	2.646	1.251	0.116	0.583	0.252
49.	7. 6 18:43: 0	-6.7	14.9	2.5	2.0	156.06	2.646	1.143	0.114	0.468	0.212
49.	7. 6 18:56:27	-5.3	12.8	2.7	4.4	159.26	2.404	1.251	0.113	0.660	0.273
49.	7. 6 19: 4:27	-5.8	13.1	2.3	8.1	158.66	2.893	0.715	0.095	0.336	0.149
49.	7. 6 19:12:27	-5.0	12.1	2.5	3.8	158.86	2.404	1.024	0.098	0.618	0.255
49.	7. 7 9:26:45	18.2	18.9	1.1	0.5	272.66	2.911	1.614	0.224	0.502	0.484

表-8-2 解 析 結 果

DATE	TIME	$V_1(m/s)$	$V_2(m/s)$	$\delta V(m/s)$	$\alpha(deg)$	$\theta(deg)$	dC_F/da	$\delta r(cm)$	$\delta \gamma(rad) \times 10^{-3}$	Const. 1 $\times 10^{-1}$	Const. 2 $\times 10^{-1}$	
49. 7. 7	9:34:45	18.5	19.1	1.2	4.7	272.56	2.311	1.957	0.198	0.692	0.670	
51. 2. 5	11:41:28	8.2	11.4	0.9	5.5	309.26	2.600	0.819	0.111	0.774	0.557	
51. 2. 5	11:50:56	8.7	14.1	1.3	3.8	318.36	2.404	1.069	0.120	0.713	0.440	
51. 2. 5	11:58:56	9.7	15.7	1.4	2.9	318.66	2.515	1.116	0.156	0.593	0.366	
51. 2. 5	12: 6:56	10.5	16.4	1.3	2.6	317.76	2.515	1.170	0.136	0.618	0.396	
51. 2. 5	12:14:56	10.4	16.3	1.3	3.0	317.86	2.515	1.177	0.143	0.628	0.401	
51. 2. 5	12:22:56	8.8	13.6	1.2	3.6	316.56	2.404	0.933	0.108	0.667	0.431	
51. 2. 5	12:35: 9	10.7	15.3	1.4	2.6	311.86	2.515	1.335	0.163	0.643	0.449	
51. 2. 5	12:46:13	10.2	14.2	1.1	4.5	310.66	2.311	0.971	0.166	0.679	0.488	
51. 2. 5	13: 9:35	9.1	12.7	1.1	4.5	310.36	2.311	0.937	0.104	0.735	0.526	
51. 2. 5	13:16:35	10.2	14.1	1.2	4.2	309.66	2.404	1.169	0.129	0.721	0.521	
51. 2. 5	13:23:35	10.1	13.7	1.1	5.5	308.56	2.600	1.010	0.124	0.634	0.468	
51. 2. 5	13:30:56	10.1	13.5	1.0	6.3	307.86	2.600	0.991	0.116	0.684	0.512	
51. 2. 28	2:39:33	9.0	12.2	1.0	6.0	307.56	2.600	0.716	0.116	0.555	0.409	
51. 2. 28	3:58:34	-4.9	9.4	2.4	3.2	152.36	2.515	0.612	0.087	0.375	0.196	
51. 2. 28	4: 6:29	-4.6	9.7	2.6	2.7	154.46	2.515	0.857	0.117	0.517	0.245	
51. 2. 28	4: 6:29	-4.3	9.4	2.3	2.0	156.26	2.646	0.607	0.089	0.421	0.192	
51. 4. 23	15:19: 8	26.1	36.0	1.2	1.1	275.76	2.911	1.179	0.139	0.235	0.170	*
51. 4. 23	15:28:17	45.5	50.4	1.2	1.1	278.16	2.911	1.269	0.115	0.145	0.131	*
51. 4. 23	15:38:14	41.9	47.9	1.1	1.0	277.26	2.911	0.908	0.107	0.123	0.107	*
51. 4. 23	16: 0:10	43.6	51.4	1.2	1.1	286.36	2.911	0.790	0.115	0.094	0.080	*
51. 9. 13	1:57:54	-20.5	24.7	1.1	7.8	126.06	2.893	2.677	0.267	0.744	0.618	
51. 9. 13	2: 5:54	-21.2	25.2	1.0	7.5	124.96	2.893	2.726	0.256	0.806	0.678	
51. 9. 13	2:13:54	-20.9	25.4	1.0	7.2	126.76	2.928	2.991	0.267	0.887	0.729	
51. 9. 13	2:21:54	-20.1	24.2	1.2	8.5	125.76	2.849	2.206	0.214	0.582	0.494	
51. 9. 13	2:29:54	-20.4	25.8	1.4	7.6	129.66	2.893	2.664	0.240	0.595	0.462	
51. 9. 13	2:37:54	-21.3	26.5	1.3	7.4	128.36	2.928	3.354	0.279	0.750	0.603	
51. 9. 13	2:45:54	-21.1	26.5	1.2	7.9	129.06	2.893	3.812	0.343	0.944	0.752	
51. 9. 13	3:35:44	-21.8	29.1	1.5	7.2	103.26	2.928	4.311	0.395	0.817	0.612	
51. 9. 13	3:43:44	-22.3	29.3	1.6	7.8	132.06	2.893	3.761	0.506	0.661	0.503	

表-8-3 解 析 結 果

DATE	TIME	$V_1(m/s)$	$V_2(m/s)$	$\delta W(m/s)$	$\alpha(deg)$	$\theta(deg)$	$dC_F/d\alpha$	$\delta\eta(cm)$	$\delta\psi^{(rad)} \times 10^{-4}$	Const 1 $\times 10^{-4}$	Const 2 $\times 10^{-4}$
51. 9.13	3:56:22	-21.6	28.8	1.8	8.0	133.06	2.893	5.881	0.458	0.948	0.711
51. 9.13	4:33:22	-19.5	27.4	2.4	7.6	136.26	2.893	4.877	0.410	0.653	0.465
51. 9.13	4:10:22	-19.3	27.4	2.0	7.8	136.56	2.893	4.819	0.538	0.783	0.551
51. 9.13	4:17:22	-19.4	28.1	2.2	7.3	137.26	2.311	5.867	0.492	1.079	0.745
51. 9.13	4:24:22	-16.8	25.2	2.5	7.9	140.56	2.893	4.678	0.393	0.698	0.466
51. 9.13	4:31:22	-12.1	22.6	2.9	6.3	148.66	2.600	4.282	0.289	0.851	0.456
51. 9.13	11:38:11	10.2	16.6	1.7	1.4	319.16	2.911	2.218	0.152	0.797	0.490
51. 9.13	11:49:45	9.1	15.3	1.6	2.0	320.36	2.646	1.659	0.199	0.781	0.465
51.10.28	7:49:43	8.5	16.0	1.4	1.4	325.56	2.911	1.083	0.144	0.567	0.301
51.10.28	7:52:43	10.7	18.3	1.4	0.9	322.06	2.911	1.950	0.166	0.811	0.474
51.10.28	8:11:10	8.8	16.7	1.4	0.7	326.16	2.911	1.414	0.136	0.715	0.377
51.10.28	8:19:10	8.6	15.7	1.4	1.2	324.66	2.911	1.111	0.139	0.575	0.315
51.10.28	8:33:28	9.2	17.1	1.3	1.1	325.16	2.911	1.356	0.186	0.706	0.380
51.10.28	8:41:28	8.7	15.9	1.4	1.5	324.86	2.646	1.442	0.135	0.812	0.444
51.10.28	8:56:36	9.2	16.5	1.5	1.6	323.26	2.646	1.621	0.206	0.805	0.449
51.10.28	9:14:36	9.5	16.7	1.5	1.0	322.06	2.911	1.818	0.151	0.795	0.452
51.10.28	9:12:36	10.9	17.5	1.5	0.9	319.46	2.911	1.552	0.188	0.591	0.368
53. 2.28	13:12:36	13.4	19.8	1.8	2.8	314.86	2.515	3.858	0.557	1.154	0.781
53. 2.28	14:20:24	10.3	16.5	1.7	3.4	318.56	2.515	1.975	0.181	0.813	0.508
53. 2.28	16:34:17	8.7	17.9	1.5	1.3	328.46	2.911	1.430	0.151	0.683	0.332
53. 2.28	16:55:39	10.4	19.6	1.7	1.1	325.96	2.911	1.411	0.197	0.497	0.264
53. 2.28	17:17:13	12.2	21.2	1.7	1.1	323.06	2.911	2.070	0.205	0.622	0.358
53. 2.28	17:15:13	11.8	20.5	1.6	1.5	322.76	2.646	3.065	0.271	1.113	0.641
53. 2.28	17:32:50	9.6	17.6	1.6	1.0	324.96	2.911	1.624	0.165	0.659	0.359
53. 2.28	17:40:50	8.2	16.6	1.4	1.9	328.16	2.646	1.494	0.144	0.892	0.441
53. 2.28	18:15:16	7.8	15.5	1.5	2.3	327.36	2.646	1.076	0.161	0.630	0.317
53. 4. 6	12:14:12	8.2	14.4	1.4	2.6	322.26	2.515	1.009	0.150	0.634	0.361
53. 4. 6	12:19:44	9.4	15.4	1.6	2.3	319.96	2.646	1.588	0.166	0.724	0.442
53. 4. 6	12:27:44	7.9	14.7	1.5	1.7	324.56	2.646	1.211	0.138	0.701	0.376
53. 4. 6	12:35:44	8.7	13.4	1.4	2.1	327.26	2.646	0.974	0.129	0.712	0.356

表-8-4 解析結果

DATE TIME	V1(m/s)	V2(m/s)	$\delta_W(m/s)$	α (deg)	θ (deg)	dC_F/da	$\delta\eta$ (cm)	$\delta\varphi$ (rad) $\times 10^{-3}$	Const 1 $\times 10^{-1}$	Const 2 $\times 10^{-1}$	
53. 4. 6 12:58:16	6.0	12.3	1.2	3.9	328.36	2.404	1.008	0.120	1.256	3.515	
53. 4. 6 12:58:16	7.0	14.8	1.3	1.3	329.56	2.911	1.212	0.147	3.370	3.392	
53. 4. 6 13:10:54	6.3	15.1	1.3	0.4	333.66	3.512	0.959	0.105	3.605	0.252	
53. 4. 6 13:18:54	8.3	18.6	1.3	-0.6	331.76	4.352	1.130	0.143	3.456	0.203	
53. 4. 6 13:34:58	9.3	19.6	1.3	0.1	330.76	3.512	1.413	0.155	3.604	0.286	
53. 4. 6 13:42:58	8.1	16.1	1.6	1.3	327.56	2.911	1.611	0.153	3.775	0.390	
53. 4. 6 13:50:58	8.9	16.4	1.5	2.0	324.66	2.646	1.473	0.138	3.756	0.410	
53. 4. 6 13:58:58	8.0	14.9	1.6	2.9	324.86	2.515	1.641	0.157	3.925	0.496	
53. 9.15 14:08:43	-2.9	16.9	4.1	4.5	170.56	2.311	24.448	5.190	16.138	2.769	※
53. 9.15 14:10:40	-2.1	17.1	3.5	5.2	173.16	2.311	24.936	5.273	26.627	3.270	※
53. 9.15 15:30:42	22.1	23.0	1.9	1.9	278.16	2.646	27.266	5.012	4.451	4.277	※
53. 9.15 15:38:42	19.9	21.6	1.4	-0.4	289.36	3.512	25.291	5.635	4.688	4.319	※
53. 9.15 16:12:53	10.3	19.8	2.0	1.4	325.96	2.911	28.744	5.662	3.694	4.523	※
53. 9.15 16:20:53	5.8	21.5	1.7	-2.1	343.86	4.897	22.343	4.772	8.393	2.264	※
53. 9.15 16:28:53	-1.4	14.1	2.8	1.2	6.16	2.911	21.748	4.551	34.568	3.432	※
53. 9.15 16:38:32	0.1	17.0	3.2	-0.8	0.26	4.352	24.059	5.141	313.343	1.843	※
53. 9.15 16:46:32	-0.2	18.3	3.1	0.4	2.16	3.512	25.305	5.532	210.786	2.304	※
53. 9.15 16:54:32	2.2	20.8	2.9	-1.9	355.36	4.897	24.634	5.246	14.301	1.513	※
53. 9.15 17:02:32	-5.5	24.0	3.0	-3.5	11.96	5.166	25.504	5.415	5.427	1.244	※
54. 1.13 2:56:12	11.0	16.5	1.6	2.5	315.36	2.515	1.864	0.146	0.764	0.509	
54. 1.13 3:09:22	9.2	17.6	1.6	1.3	325.76	2.911	2.006	0.142	0.849	0.444	
54. 1.13 3:19:16	9.5	17.1	1.6	0.8	323.66	2.911	2.583	0.185	1.059	0.588	
54. 1.13 3:31:17	8.4	18.1	1.4	0.3	330.76	3.512	1.740	0.209	0.764	0.355	
54. 1.13 3:43:06	8.3	18.5	1.3	0.3	331.46	3.512	1.359	0.112	0.650	0.292	
54. 1.13 3:53:12	10.7	20.6	1.3	0.1	327.46	3.512	4.678	0.300	1.737	0.902	
54. 1.13 4:07:54	1.7	12.6	1.7	-1.6	351.76	4.897	0.683	0.096	0.875	0.118	
54. 1.13 5:46:15	0.8	11.7	1.9	0.8	357.56	2.911	0.810	0.104	3.320	0.227	
54. 1.13 6:58:33	0.2	11.3	1.9	-0.4	0.26	3.512	0.689	0.109	9.364	0.166	
54. 1.15 14:41:06	6.0	15.9	1.2	-1.0	336.56	4.352	0.773	0.091	0.447	0.169	
54. 1.15 14:37:22	5.2	14.0	1.4	0.4	337.26	3.512	1.879	0.089	1.333	0.495	

表-8-5 解 析 結 果

DATA	TIME	V1 (m/s)	V2 (m/s)	$\dot{O}W$ (m/s)	α (deg)	θ (deg)	$dC_F/d\alpha$	$\dot{O}h$ (cm)	$\dot{O}v$ (rad) $\times 10^{-3}$	Const 1 $\times 10^{-1}$	Const 2 $\times 10^{-1}$	
54. 2. 1	12:50:42	9.9	17.47	1.5	1.1	322.66	2.911	1.371	0.131	0.575	0.326	
54. 2. 1	9:15:19	6.7	14.89	1.2	0.5	330.86	2.911	0.782	0.111	0.606	0.273	
54. 2. 1	10:11:37	4.7	14.95	1.5	-0.2	340.66	3.512	0.676	0.094	0.495	0.156	
54. 2. 1	10:24:43	6.2	15.86	1.4	0.	335.96	3.512	0.822	0.109	0.489	0.191	
54. 2. 1	10:42:10	9.4	20.3	1.3	-0.5	330.86	3.512	1.416	0.128	0.598	0.277	
54. 2. 1	10:53:29	8.5	17.85	1.3	0.1	329.96	3.512	1.062	0.125	0.496	0.236	
54. 2. 1	11:31:40	4.8	15.27	1.4	-1.2	340.56	4.352	0.765	0.107	0.474	0.149	
54. 2. 1	11:44:31	8.3	17.23	1.4	-0.1	328.46	3.512	0.971	0.130	0.432	0.208	
54. 2. 1	12: 4:55	6.8	17.38	1.4	-0.5	335.16	3.512	0.948	0.116	0.514	0.201	
54. 2. 1	13:26:15	10.0	19.29	1.3	0.2	326.86	3.512	1.070	0.130	0.425	0.220	
54. 2. 1	13:38:51	7.7	19.85	1.4	-1.2	335.56	4.352	1.054	0.110	0.407	0.158	
54. 2. 1	14:20:30	10.9	19.94	1.4	0.4	325.36	3.512	1.397	0.174	0.473	0.258	
54. 2. 1	15: 4: 3	11.3	17.99	1.5	1.7	318.96	2.646	1.282	0.125	0.518	0.326	
54. 2. 1	15:15:29	10.7	15.41	1.6	3.1	314.06	2.515	1.430	0.150	0.602	0.418	
54. 2. 1	15:29:13	9.7	15.66	1.5	2.1	319.06	2.646	1.402	0.152	0.661	0.409	
54. 2. 1	16:24: 7	4.6	15.21	1.5	-1.2	341.46	4.352	0.877	0.121	0.530	0.160	
54. 2. 1	17: 1:48	12.6	15.72	1.6	3.9	304.16	2.404	2.185	0.161	0.818	0.655	
54. 2. 1	18:19:36	4.0	15.33	1.3	-1.7	343.56	4.897	0.757	0.109	0.539	0.141	
54. 2. 1	20:54:12	10.0	18.19	1.3	0.	324.06	3.512	1.299	0.152	0.516	0.284	
54. 2. 18	0:37:44	8.9	15.34	1.7	2.9	321.56	2.515	1.152	0.136	0.549	0.318	
54. 2. 18	1:15:11	8.5	14.22	1.6	3.4	321.06	2.515	1.057	0.115	0.561	0.335	
54. 2. 18	1:48:24	8.5	16.46	1.4	1.3	326.36	2.911	1.101	0.126	0.576	0.298	
54. 2. 28	3:39:59	3.2	14.55	1.6	-1.0	347.06	4.352	0.834	0.117	0.679	0.149	
54. 2. 28	20:46:59	9.5	18.69	1.3	0.2	327.36	3.512	2.366	0.141	0.989	0.503	
54. 2. 28	21:49: 3	4.2	13.47	1.5	-0.9	340.66	4.352	0.857	0.114	0.567	0.177	
54. 2. 28	22: 6:15	2.0	11.18	1.4	-0.4	348.16	3.512	0.905	0.114	1.669	0.299	
54. 3. 30	16:39:53	10.8	15.99	1.5	2.8	315.86	2.515	2.052	0.164	0.913	0.617	
54. 3. 30	16:52:31	12.0	17.98	1.7	1.5	316.06	2.646	2.726	0.220	0.916	0.611	
54. 3. 30	17: 9: 3	8.8	19.4	1.3	0.2	331.56	3.512	1.618	0.151	0.730	0.331	
54. 3. 30	17:46:55	11.9	16.54	1.6	4.6	311.46	2.311	2.246	0.252	0.926	0.666	

表-9 解析結果の修正値

DATE TIME	V ₁ (m/s)	V ₂ (m/s)	δW (m/s)	α (deg)	θ (deg)	dC _F /d α	$\delta \eta$ (cm)	$\delta \varphi$ (rad) $\times 10^{-3}$	Const 1 $\times 10^{-3}$	Const 2 $\times 10^{-3}$	
51. 4:23 15:19:08	11.48	14.7	1.2	1.1	308.86	2.911	1.179	0.139	0.533	0.416	
51. 4:23 15:28:17	9.75	13.3	1.2	1.1	312.86	2.911	1.269	0.115	0.676	3.495	
51. 4:23 15:38:14	10.17	13.9	1.1	1.0	312.96	2.911	0.988	0.107	0.506	0.370	
51. 4:23 16:00:10	8.94	11.7	1.2	1.1	310.16	2.911	0.790	0.115	0.459	0.351	
53. 9:15 14:08:43	-2.9	16.9	4.1	4.5	170.56	2.311	1.780	5.190	1.175	0.202	
53. 9:15 14:10:40	-2.1	17.1	3.5	5.2	173.16	2.311	2.010	5.273	2.146	0.264	
53. 9:15 15:30:42	22.1	23.0	1.9	1.9	278.16	2.646	5.800	6.012	0.947	0.910	
53. 9:15 15:38:42	19.9	21.6	1.4	-0.4	289.36	3.512	4.190	5.635	0.777	0.716	
53. 9:15 16:12:53	10.3	19.8	2.0	1.4	325.96	2.911	4.130	6.662	1.249	0.650	
53. 9:15 16:20:53	5.8	21.5	1.7	-2.1	343.86	4.897	3.500	4.772	1.315	0.355	
53. 9:15 16:28:53	-1.4	14.1	2.8	-1.2	6.16	2.911	1.210	4.551	1.923	0.191	
53. 9:15 16:38:32	0.1	17.0	3.2	-0.8	2.16	4.352	1.900	5.141	24.746	0.146	
53. 9:15 16:46:32	-0.2	18.3	3.1	0.4	2.16	3.512	2.470	5.532	20.575	0.225	
53. 9:15 16:54:32	2.2	20.8	2.9	-1.9	355.36	4.897	2.300	5.246	1.335	0.141	
53. 9:15 17:02:32	-5.5	24.0	3.0	-3.5	11.96	5.166	2.130	5.415	0.453	0.104	

表-10 const 1 および const 2 の特性

	const 1			const 2		
	平均値	標準偏差	$\frac{\text{標準偏差}}{\text{平均値}}$	平均値	標準偏差	$\frac{\text{標準偏差}}{\text{平均値}}$
すべてのデータを用いる。 (150 ケース)	0.108	0.077	0.71	0.038	0.013	0.34
ほぼ橋軸方向の風向 $0^\circ \leq \theta < 30^\circ$, $150^\circ \leq \theta < 210^\circ$ $330^\circ \leq \theta \leq 360^\circ$ (50 ケース)	0.181 (0.061)*	0.452 (0.027)*	2.50 (0.44)*	0.023	0.008	0.35
斜めの風向 $30^\circ \leq \theta < 60^\circ$, $120^\circ \leq \theta < 150^\circ$ $210^\circ \leq \theta < 240^\circ$, $300^\circ \leq \theta < 330^\circ$ (95 ケース)	0.072	0.020	0.28	0.045	0.014	0.31
ほぼ橋軸直角方向の風向 $60^\circ \leq \theta < 120^\circ$ $240^\circ \leq \theta < 300^\circ$ (5 ケース)	0.075	0.017	0.23	0.068	0.016	0.24

* 橋軸方向±10°の範囲の風向のデータを除いて計算した値 (41 ケース)

関門橋長期観測データ
解析報告書(その7)

ISSN 0386-5878
土木研究所資料第1637号
昭和56年3月(1981)

山本邦夫・佐藤弘史

キーワード 吊橋, 現地観測, 不規則応答, 風の空間相関

要旨

関門橋に設置されている長期観測システムより得られた強風時のデータをを用いて, 自然風の特性と補剛桁の不規則応答特性について調査した。今年度は特に, 鉛直たわみガスト応答特性, および自然風の空間相関特性について解析した。

郵便はがき

四十川切手
をはって下
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

7

No. 7

配布先氏名

配布先住所

土木研究所資料第1637号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

印