

日本道路公団委託

ISSN 0386-5878
土研資料 第1781号
Aero.56/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8)

昭和57年2月

建設省 土木研究所
構造橋梁部構造研究室

Copyright ©1981 fiscal year by P.W.R.I

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor transland 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、関門橋周辺の自然風の特徴および風に対する補剛桁の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について検討を加えるとともに当研究室で開発している水平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57年2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56年度収録データの解析	3
2.1 収録されたデータ	3
2.2 自然風および補剛桁対風応答のデータ整理	3
3. 自然風の空間相関特性	4
3.1 コヒーレンスの定義	4
3.2 解析の対象としたデータ	5
3.3 解 析	5
3.4 解析結果	5
3.5 結果の考察	5
4. 水平たわみガスト応答の簡単な推定式の検証	7
4.1 水平たわみガスト応答の簡単な推定式	7
4.2 計算条件	8
4.3 計算結果	9
4.4 結果の考察	9
5. ま と め	11
6. おわりに	11
図	13
表	30

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、架橋地点での風の特性調査などの設計風速調査が実施されるとともに風洞模型実験等により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決定された。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)～(7)}

関門橋より得られた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) 昭和55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2.6 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。
- (2) 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⁽⁸⁾と大差ない。平均風速および風向は水平方向に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。
- (3) 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。
- (4) 補剛桁の水平たわみおよび鉛直たわみのガスト応答について、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、両者がほぼ一致することが明らかとなった。
- (5) 昭和55年度の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はほぼ同じであると推定される。

- (6) 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、自然風の空間相関特性を示すコヒーレンスの計算を行った。その結果20m離れた2地点の水平風速のコヒーレンスは、 $0 \sim 0.4 H_z$ 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158mおよび178m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 $0 \sim 0.05 H_z$ と小さいことが明らかとなった。
- (7) 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める水平風速の平均値を用いると、推定式の定数バ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。

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、自然風の空間相関の計算方法およびその特性について検討を加え、さらに、水平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56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13本であり、多少のパリティエラーはあるものの、どのテープも土木研究所の大型電算機で処理することができた。

2.2 自然風および補剛桁対風応答のデータ整理

自然風および補剛桁対風応答に関する基礎的統計量を取りまとめて表-5、表-6に示す。今年度は、昭和55年度以前に得られた強風データより強い風の記録は収録されていない。

昭和56年10月7日以降の超音波風速計のデータ値は異常に小さく、また対風応答データについても、変位計のデータ値は全般に異常であり、一部の加速度計のデータは風速に比べ異常に大きな値を示している。これらの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。

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。昨年度、空間的変動特性を明らかにするために、本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資料のうち風速の水平成分を用いて、各観測値間のコヒーレンスを求めた。その結果1.2の(6)に述べた特性が明らかとなったが、比較的是なれて設置された風速計より得られた各観測値間のコヒーレンスを指数関数で近似できる周波数範囲がなぜせまいかについて、あるいは指数近似式の適合性がよい場合のディケイファクターの値が風向によりなぜ変化するのかについては必ずしも明確にはならなかった。

自然風の水平成分が水平方向にどのように変動しているかを把握するためには、風速計を風の主流直角方向に配置し、風速測定線と風向のなす角度を 90° にすることが望ましいが、本観測システムにおいては風速測定線は固定させているため前述のような測定は不可能である。このためデータ解析において何らかの補正が必要となる。1つは主流方向から見た場合の各風速計間のみかけの距離が風向により異なることに対する補正であり、他の1つは、変動特性が主流風速に乗って伝わると仮定した場合の変動の到着時刻が、風向が橋軸直角方向でない場合には風速計により異なることに対する補正である。昨年度はこのうち前者に対する補正を実施したが、今年度は後者に対しても補正を実施し、自然風の空間相関特性について検討を加えた。

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。

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

よって、

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

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-3に示す。

3.3 解 析

風速測定線が風向に直角でないために生ずる変動の到着時刻の差は、対象とする2つの風速計のデータのスタート時刻を図-4のようにずらすことにより補正した。

計算方法は昨年と同様であり、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、スペクトルはFFT法⁽⁹⁾により求め、Hanningウィンドーにより平滑化を行った。

3.4 解析結果

(1)式より求めたコヒーレンス $\text{coh}^2(f)$ を図-5、図-6および図-7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

図ではコヒーレンス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。

図-5はスタート時刻の補正を行ったコヒーレンスであり、図-6は補正を行っていないものである。比較のため両者を並べて配置した。また図-7は、スタート時刻の補正を施したコヒーレンスのうち、風速計1および風速計2より得られたものを全ケースにわたり示したものである。とくに図-7は、風向と風速測定線とのなす鋭角が大きいものから順に、つまり風向が橋軸直角方向から橋軸方向となるように各図を配置している。

3.5 結果の考察

図-5および図-6を比較することによりスタート時刻の補正がコヒーレンス特性におよぼす影響が把握できる。図-4に示した補正式より明らかなように、風速計の距離が近い場合や風向がほぼ橋軸直角方向の場合には補正すべき時間差が小さいためその影響は小さいが、時間差が比較的大きい場合にも、コヒー

レンスの形状は若干変化するものの、特性の変化は小さい。すなわち、昨年度報告した特性は変動の到着時間差を補正してもほぼ成立する。

変動風速の鉛直方向のコヒーレンスについて、Davenport⁽¹⁰⁾は、有意な相関のみられる領域では指数で近似され、高さの間隔が波長の半分以上になると両観測値間の相関関係はほとんどなくなる、と主張しているが、水平方向のコヒーレンスについても同様のことが言えよう。すなわち、水平方向のコヒーレンスは、水平方向の間隔が波長のある割合（定量的な数値を述べるのは困難であるが、いくつかのデータより計算してみると、およそ20～40%程度）まではほぼ指数関数で近似され、それより大きな領域では指数近似はできなくなるが、コヒーレンスの値自体も小さくなり、両観測値間の相関関係はほとんどなくなる。

図-7より、風向が橋軸直角方向から橋軸方向になるに従い、コヒーレンスを近似させた指数関数のディケイファクター k は徐々に大きくなる傾向を示しているが、この結果が測定における風向の影響をほぼ補正して得られたものであることを考慮すれば、地形の影響により自然風の空間変動特性が風向ごとに異なり k の値を変化させていると考えられよう。

4. 水平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、ガスト応答の推定については検討すべき点が多い。

昨年度は、鉛直たわみガスト応答の大きさを容易に推定するための式について、本橋のデータを用いてその妥当性の検証を行った。今年度も同様に水平たわみガスト応答について簡単な推定式を提案し、その妥当性を検証した。

4.1 水平たわみガスト応答の簡単な推定式

鉛直たわみガスト応答の算定式は以下のとおりである。

$$\sigma_y(L/2) = \text{const} \cdot \underbrace{\frac{dC_F}{d\alpha} \cdot \sigma_w \cdot V \cdot B^{1/2}}_{\text{空気力特性}} \cdot \underbrace{f_1^{-2} \cdot L^{-1/3} \cdot (mg)^{-1}}_{\text{構造特性}} \dots\dots\dots (4)$$

ガスト応答は、接近流の乱れに起因する変動空気力が構造物に作用することにより生ずる不規則振動であり、この特性は鉛直たわみガスト応答も水平たわみガスト応答も同じであるため、水平たわみのガスト応答も(4)式と同様の式で推定できると考えられる。(4)式は、空気力特性を反映する量と構造特性を反映する量との積という形になっているが、このうち空気力特性に関する量を決めた過程を以下に概述する。

構造物に作用する定常揚力 F_L は(5)式で表わされる。

$$F_L = \frac{1}{2} \rho V^2 B C_F \dots\dots\dots (5)$$

ここに、 F_L ：定常揚力、 ρ ：空気密度、 V ：水平方向の平均風速、 B ：橋桁幅員、 C_F ：構造軸に関する揚力係数。

気流の変動を考慮すると、(5)式は(6)式のように書ける。

$$F_L + \Delta F_L = \frac{1}{2} \rho (V + u)^2 B \left(C_F + \frac{dC_F}{d\alpha} \Delta\alpha \right) \dots\dots\dots (6)$$

ここに、 ΔF_L ：変動揚力、 u ：水平方向の変動風速、 α ：迎角、 $\Delta\alpha$ ：変動迎角。

(5)式および(6)式より、2次の微小量を見捨てるならば、 ΔF_L が(7)式のように求まる。

$$\Delta F_L = \rho V u B C_F + \frac{1}{2} \rho V^2 B \frac{dC_F}{d\alpha} \Delta\alpha \dots\dots\dots (7)$$

ここで、一般に気流の平均迎角は 0° に近く、多くの構造物は迎角 0° 付近では C_F は $\frac{dC_F}{d\alpha}$ に比べて小さいこと、さらに鉛直方向の気流の変動に起因する迎角の変動は(8)式で表わされること、

$$\Delta\alpha = -\frac{w}{V} \quad \dots\dots\dots (8)$$

ここに、 w ：鉛直方向の変動風速。

より、(7)式は近似的に(9)式に書き改められる。

$$\Delta F_L = -\frac{1}{2} \rho V w B \frac{dC_F}{d\alpha} \quad \dots\dots\dots (9)$$

(9)式を基本とし、 ρ の変動は小さいこと、 w は標準偏差 σ_w により評価できること、 B は空力減衰に影響することなどを考慮して、式(4)の空気力特性に関する量を決定した。

水平たわみのガスト応答については、空気力として変動抗力 ΔF_D を考慮すればよい。(5)式、(6)式、(9)式に対応する抗力の式としては、

$$F_D = \frac{1}{2} \rho V^2 A C_D \quad \dots\dots\dots (10)$$

$$F_D + \Delta F_D = \frac{1}{2} \rho (V + u)^2 A C_D \quad \dots\dots\dots (11)$$

$$\Delta F_D = \rho V u A C_D \quad \dots\dots\dots (12)$$

ここに、 F_D ：定常抗力、 A ：構造物の単位長さあたりの投影面積、 C_D ：抗力係数、 ΔF_D ：変動抗力。

したがって、(9)式と(4)式の関係より、次の関係が成立すると推定される。

$$\sigma_\xi(L/2) \propto C_D \cdot \sigma_u \cdot V \cdot A^{1/2} \quad \dots\dots\dots (13)$$

一方構造特性の量については、振動数 f_1 として水平たわみモードのものをういれればよいと考えられるため、(4)式に対応する水平たわみガスト応答の推定式は(14)式となる。

$$\sigma_\xi(L/2) = \text{const} \cdot C_D \cdot \sigma_u \cdot V \cdot A^{1/2} \cdot f_1^{-2} \cdot L^{-1/2} \cdot (\text{mg})^{-1} \quad \dots\dots\dots (14)$$

ここに、 $\sigma_\xi(L/2)$ ：径間 1/2 点における水平たわみガスト応答の標準偏差 (cm)、 σ_u ：(m/s)、 V ：(m/s)、 A ：(m)、 f_1 ：水平たわみ振動の対称 1 次モードに対応する固有振動数 (Hz)、 L ：橋桁スパン長 (m)、 mg ：単位長さあたりの橋桁重量 (ton/m)。

なお、(14)式は、対称 1 次モードが卓越するような水平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り、他のモードが卓越する場合には適用できないことに注意されたい。

4.2 計算条件

本橋において昭和 54 年 3 月までに得られた 150 ケースの強風時のデータを用いて、式(14)の const の値を計算した。このために必要な各変数の値は、それぞれ次のように求めた。

$\sigma_\xi(L/2)$ ：関門橋中央径間 1/2 点に設置したサーボ型加速度計により得られた橋軸直角方向水平加速度データより、この標準偏差を計算する。次に、水平たわみ振動を、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。

C_D : 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抗力係数を求める。

σ_v : 中央径間 1/2 点に設置した超音波風速計より橋軸直角方向水平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。

A : 4.105 m

f_1 : 0.10 Hz

L : 712 m

mg : 24.7 ton/m

4.3 計算結果

計算結果を表-7に示す。同表中の θ は風の平均水平偏角であり、橋軸方向下関側を 0° 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 $\text{const } 1$ および水平成分の平均風速 V_2 より求めた $\text{const } 2$ 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-8に示した。

4.4 結果の考察

表-7 および表-8 より明らかなように、 const の値は $\text{const } 1$ 、 $\text{const } 2$ 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、150 ケースの $\text{const } 1$ および $\text{const } 2$ についてその平均値および標準偏差を計算し、結果を表-9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つ分け、対応する水平偏角のケースごとにそれぞれ $\text{const } 1$ および $\text{const } 2$ の平均値および標準偏差を求め、表-9にあわせて示した。

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

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 $\text{const } 1$ 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 0.7 であり、標準偏差も平均値の約 1/4 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

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 0.8, 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 0.7, 標準偏差およそ 0.3 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。しかしながらどの場合も、標準偏差は平均値の約 1/4 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水平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。
- (2) 本橋で観測された水平方向風速の空間的な変動特性を調べた。測定における風向の影響を補正して得られたコヒーレンスは、2点の水平方向の間隔が波長より小さなある範囲において、指数関数で近似され、間隔がそれ以上になると相関性はほぼ無視できること、および指数近似が成立する場合のディケイファクターは、風向が橋軸直角方向になるに従い大きくなること、が明らかとなった。
- (3) 水平たわみガスト応答の簡単な推定式を提案し、本橋において観測されたデータを用いて式中の定数の値を求め、推定式の妥当性を検討した。定数の値は若干のバラツキを含むが、ガスト応答の概略の大きさを推定するという目的に対しては、本式は十分な精度を有することが明らかとなった。

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No 1015，昭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No 1128，昭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No 1214，昭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No 1347，昭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No 1470，昭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No 1546，昭55年1月
7. 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7），土木研究所資料No 1637，昭56年3月
8. 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
9. 日野幹雄：スペクトル解析，朝倉書店，昭和52年10月
10. A. G. Davenport : The spectrum of horizontal gustiness near the ground in high winds, Q. J. Roy. Met. Soc., Vol. 87, 1961

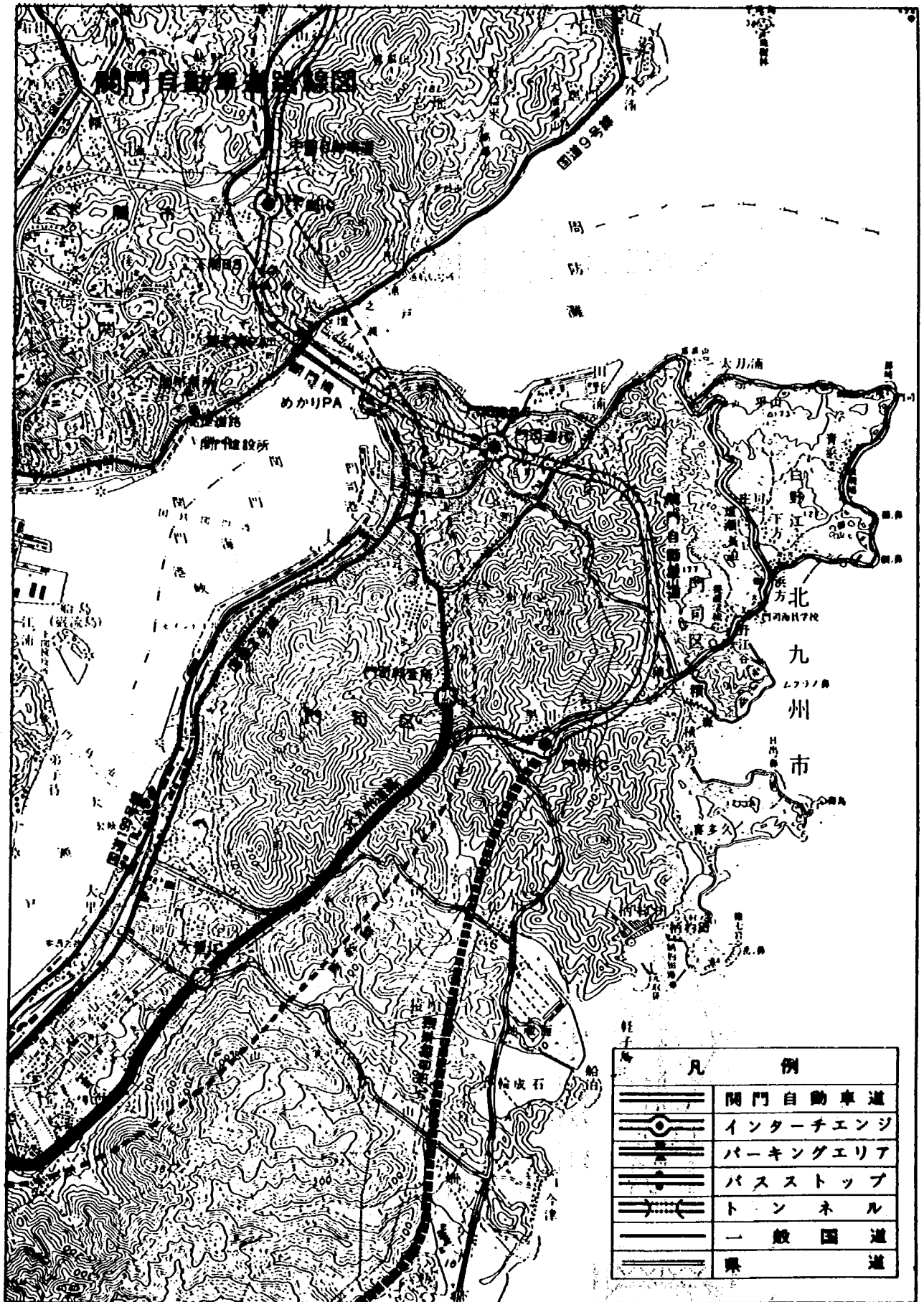


図-1 関門橋位置図

圖-2 觀測機器配置圖

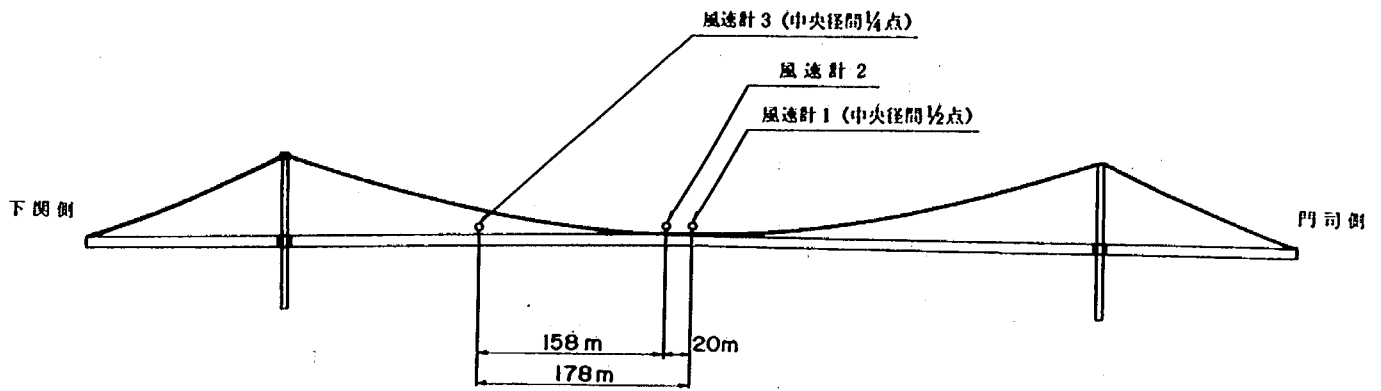
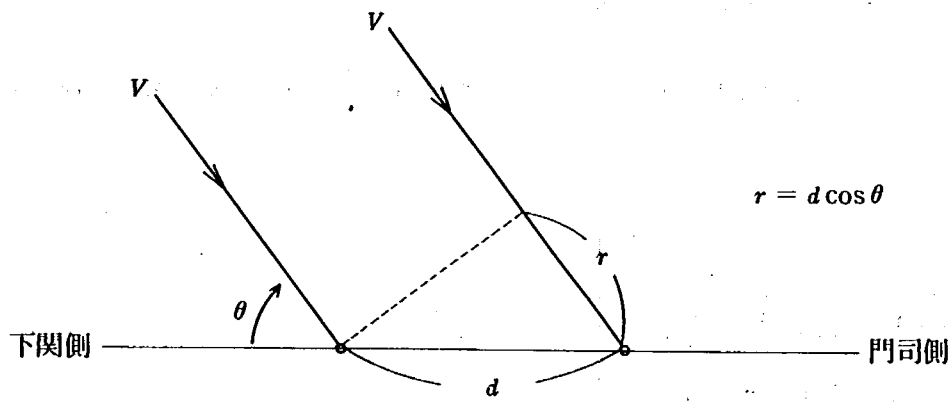


図-3 コヒーレンスの計算に用いた風向風速計位置図



θ が $0^\circ \sim 90^\circ$, $270^\circ \sim 360^\circ$ のときは, 門司側のデータを $\frac{d \cos \theta}{V}$ だけ遅らせる。

θ が $90^\circ \sim 270^\circ$ のときは, 下関側のデータを $\frac{d \cos \theta}{V}$ だけ遅らせる。

図-4 データのスタート時刻に対する補正

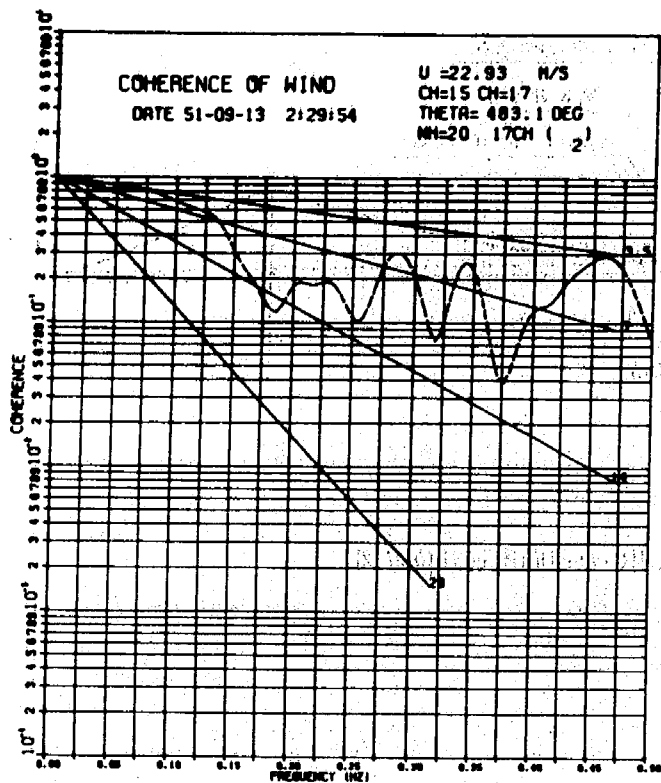


図-5-1 コヒーレンス(風速計1-2)

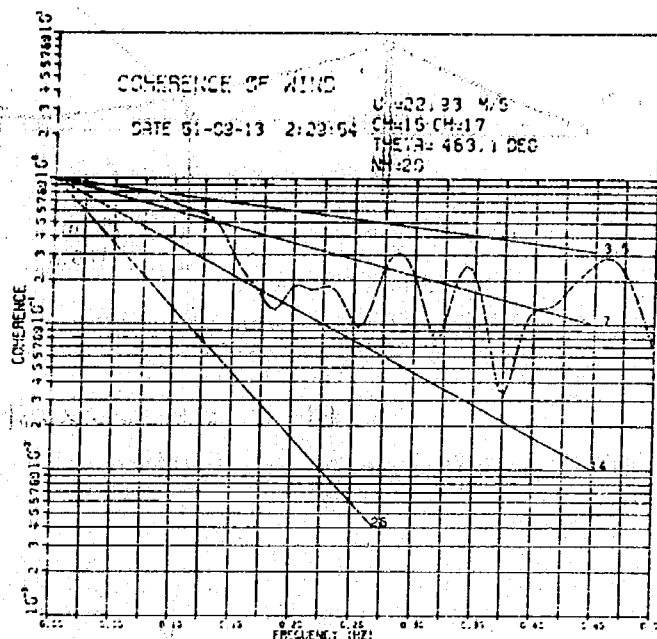


図-6-1 コヒーレンス(風速計1-2)

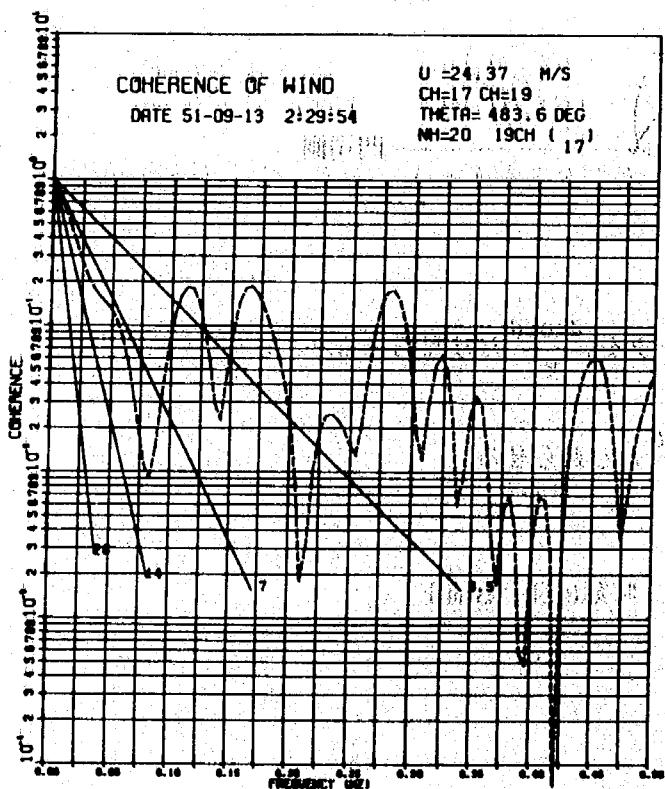


図-5-2 コヒーレンス(風速計2-3)

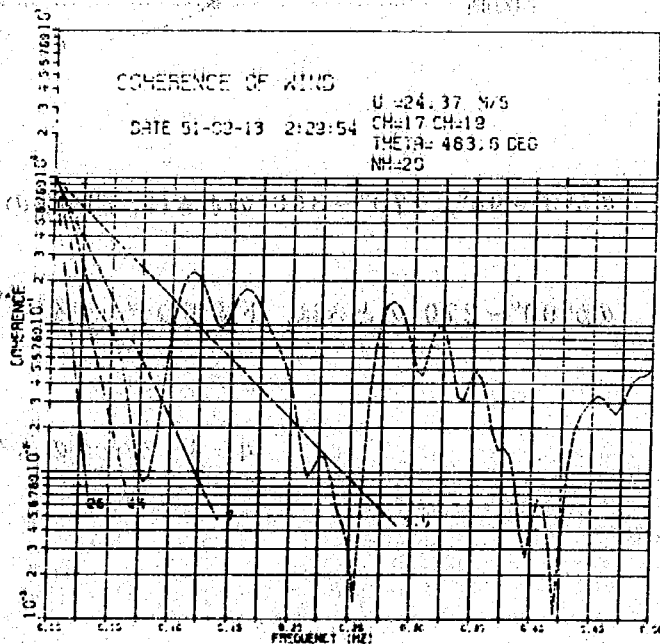


図-6-2 コヒーレンス(風速計2-3)

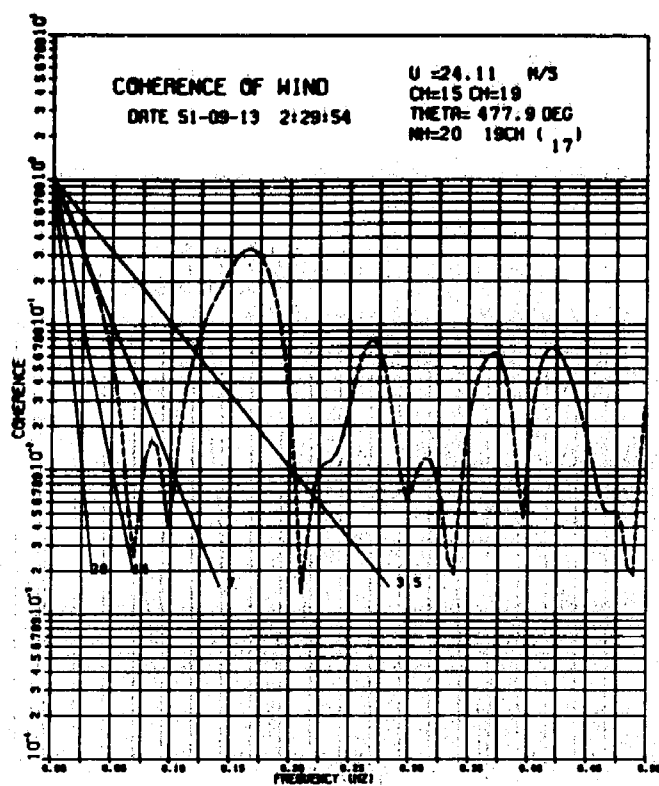


図-5-3 コヒーレンス(風速計3-1)

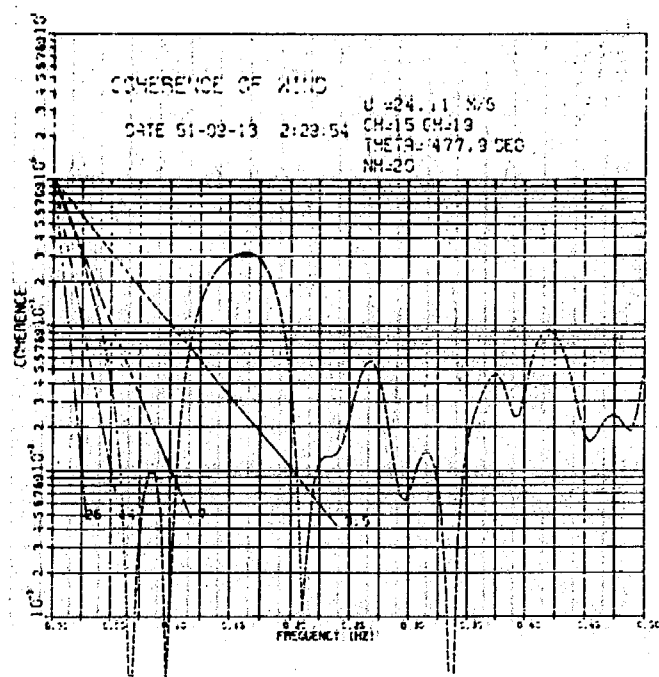


図-6-3 コヒーレンス(風速計3-1)

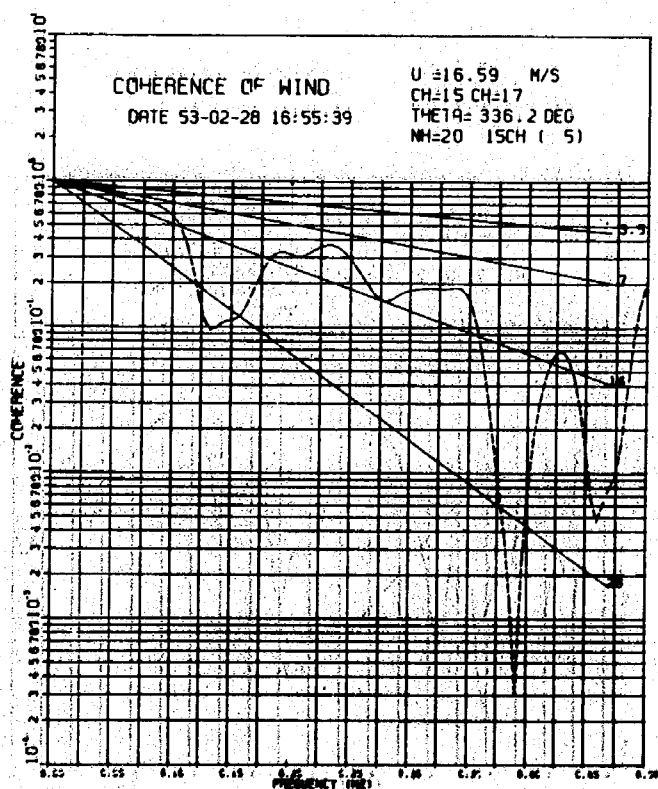


図-5-4 コヒーレンス(風速計1-2)

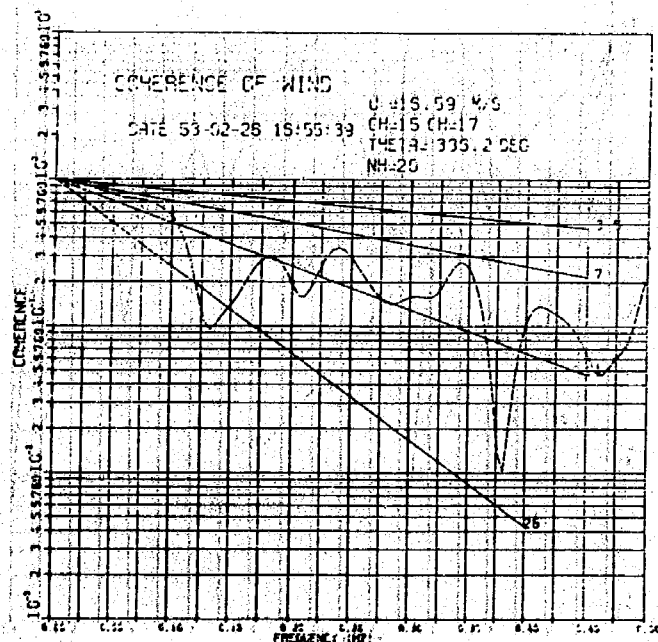


図-6-4 コヒーレンス(風速計1-2)

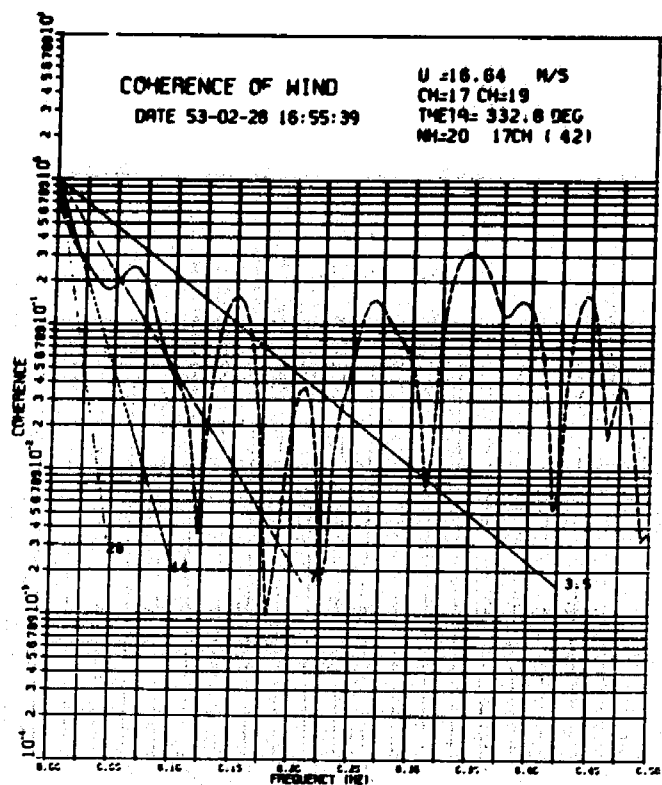


図-5-5 コヒーレンス(風速計2-3)

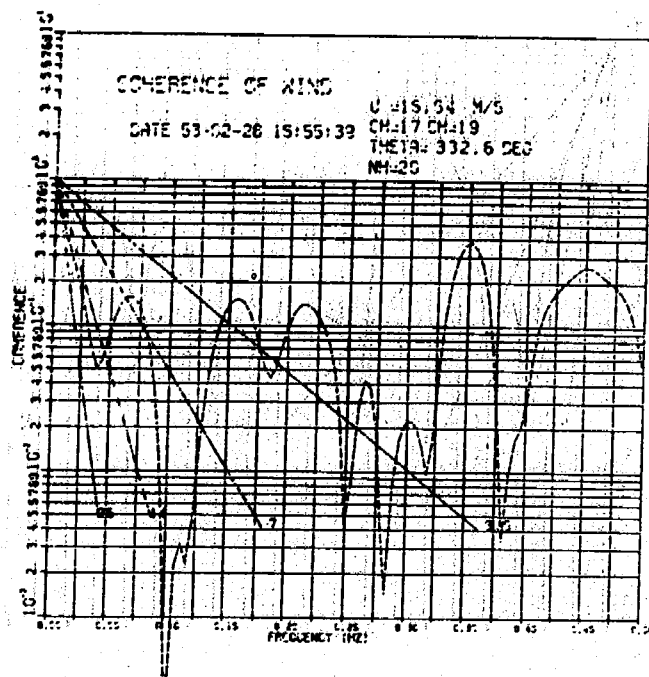


図-6-5 コヒーレンス(風速計2-3)

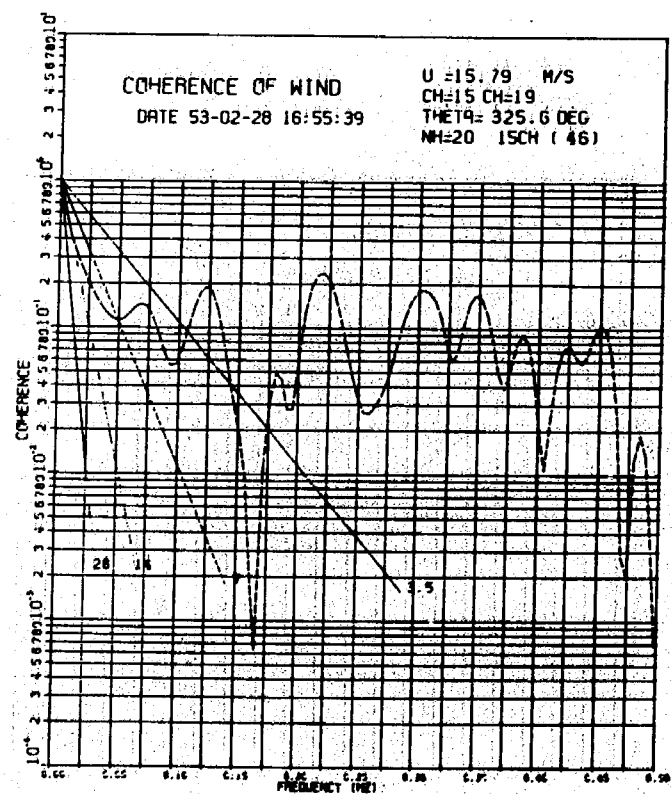


図-5-6 コヒーレンス(風速計3-1)

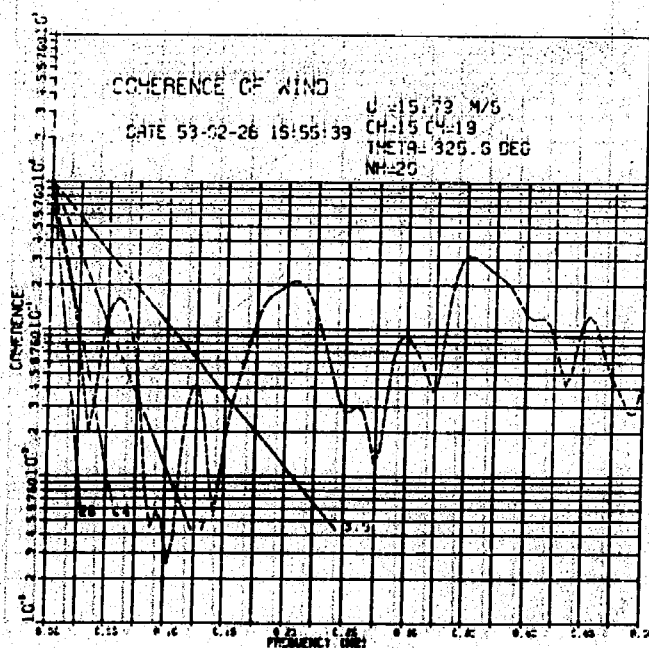


図-6-6 コヒーレンス(風速計3-1)

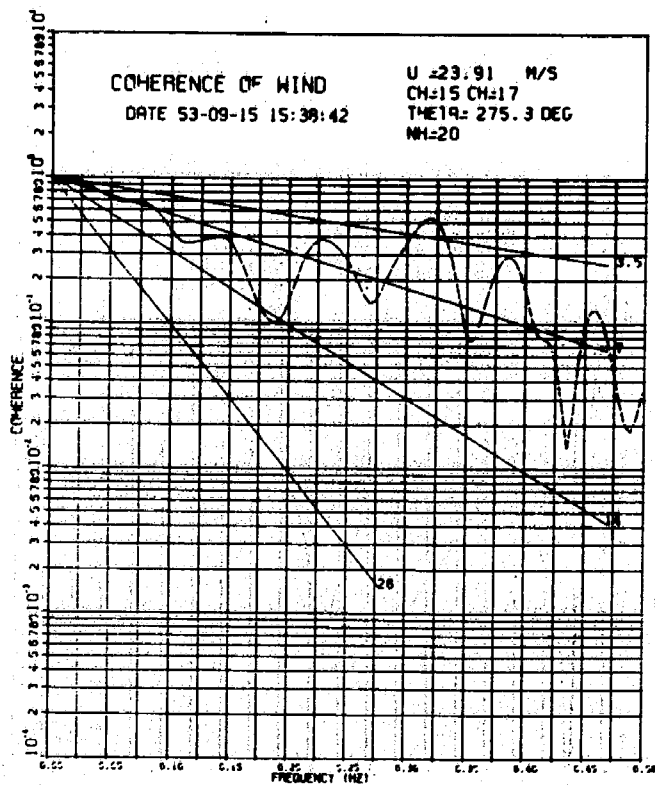


図-5-7 コヒーレンス(風速計1-2)

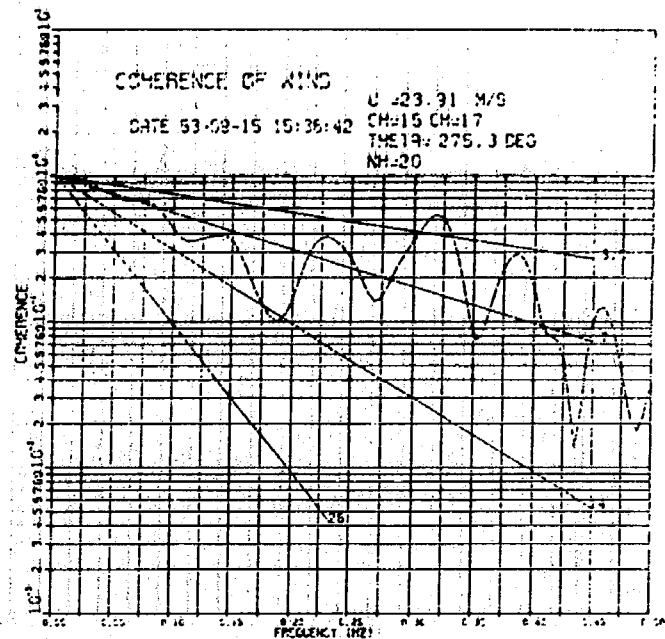


図-6-7 コヒーレンス(風速計1-2)

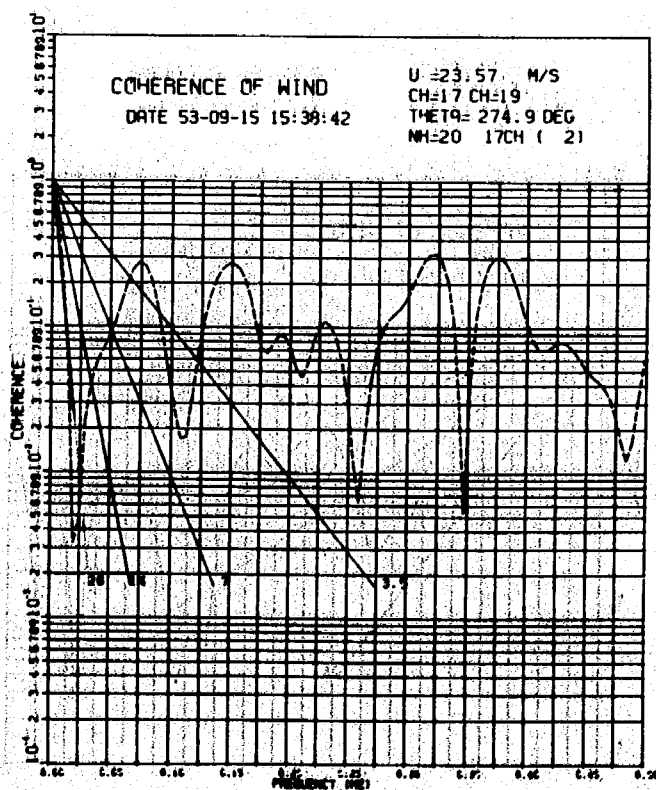


図-5-8 コヒーレンス(風速計2-3)

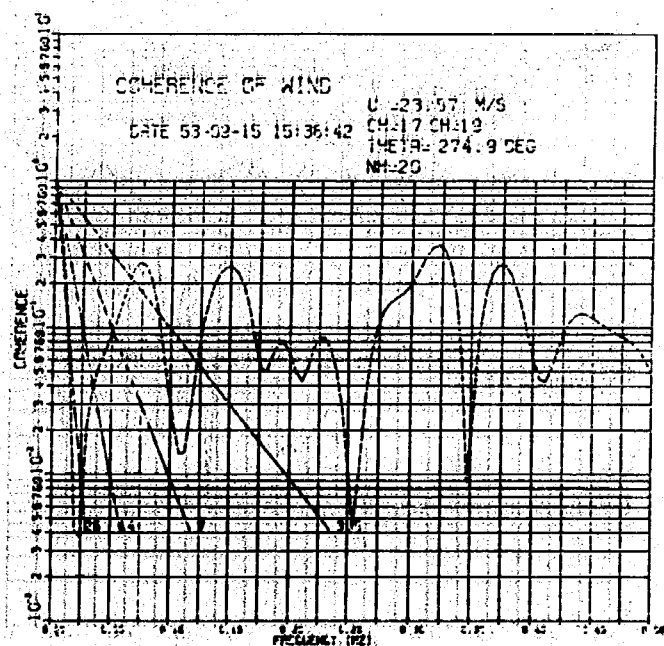


図-6-8 コヒーレンス(風速計2-3)

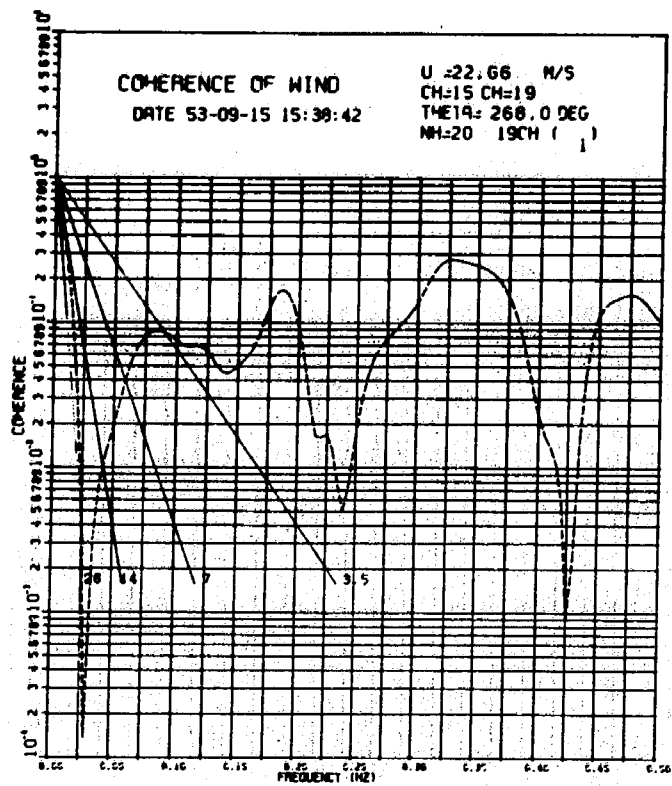


図-5-9 コヒーレンス (風速計 3-1)

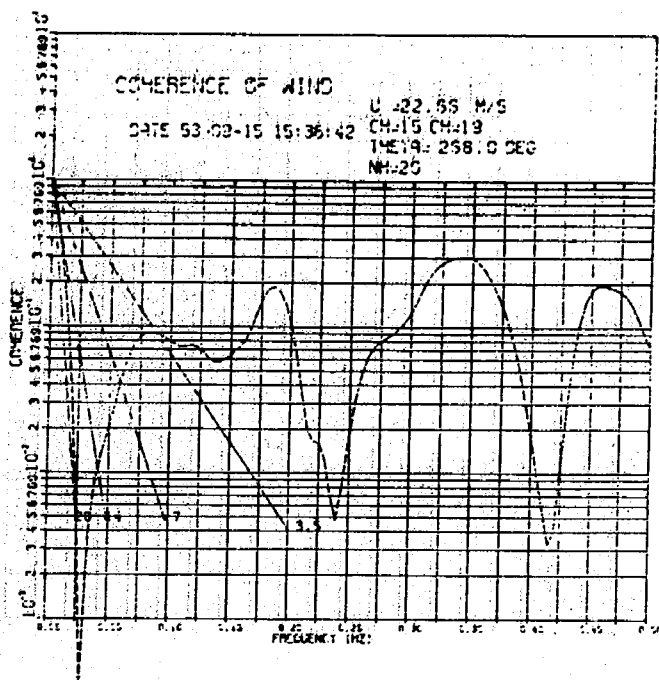


図-6-9 コヒーレンス (風速計 3-1)

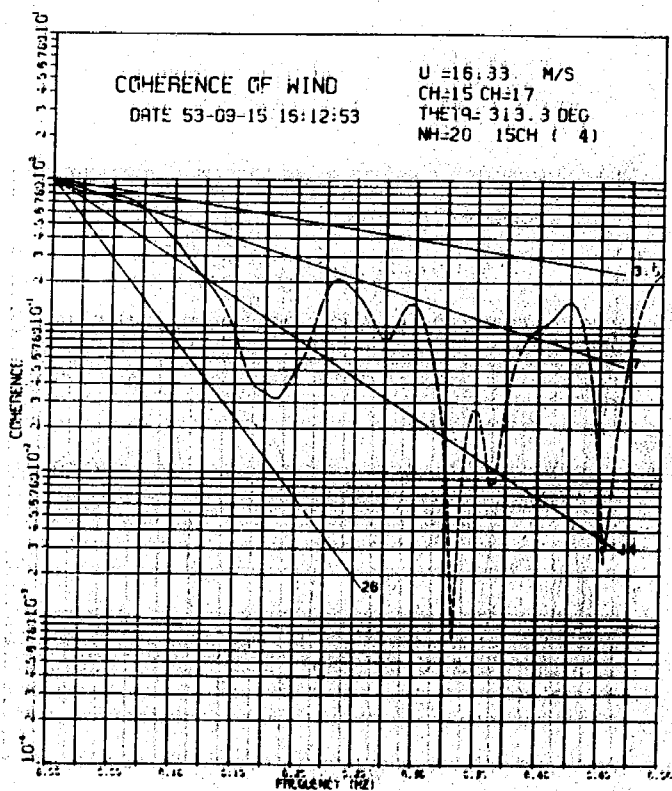


図-5-10 コヒーレンス (風速計 1-2)

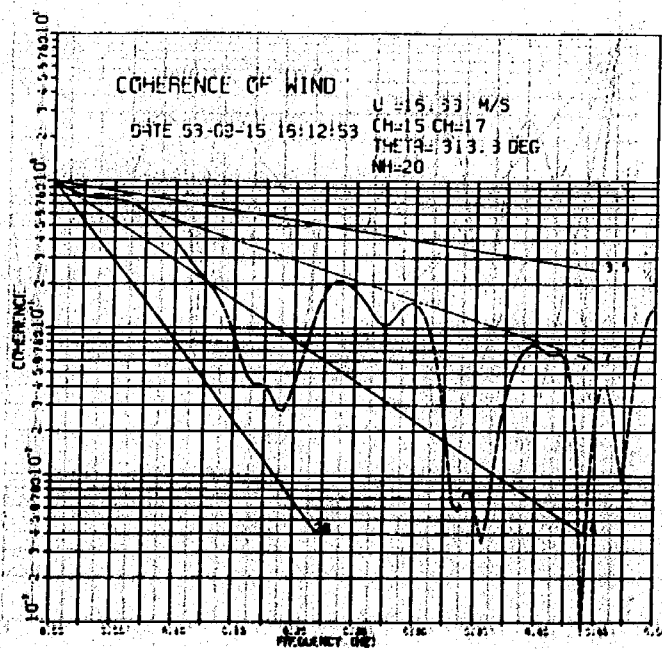


図-6-10 コヒーレンス (風速計 1-2)

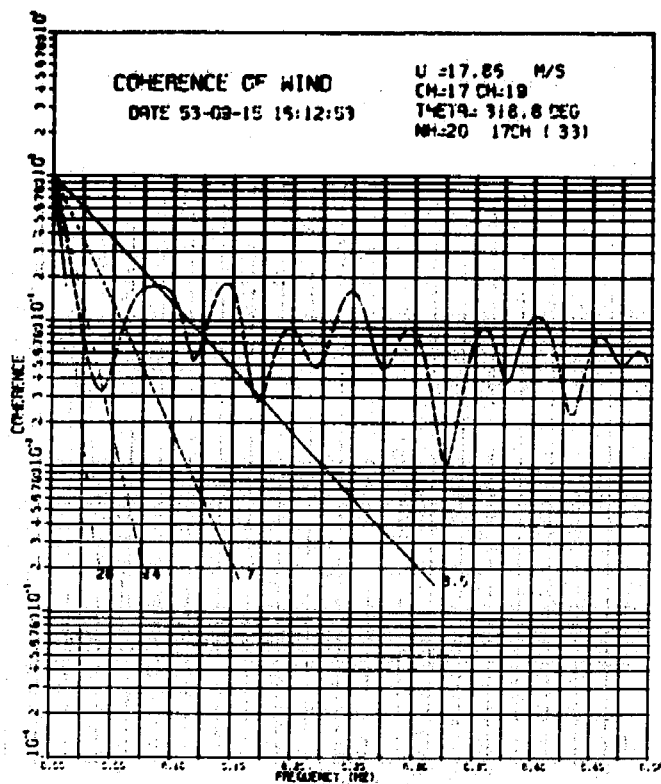


図-5-11 コヒーレンス (風速計2-3)

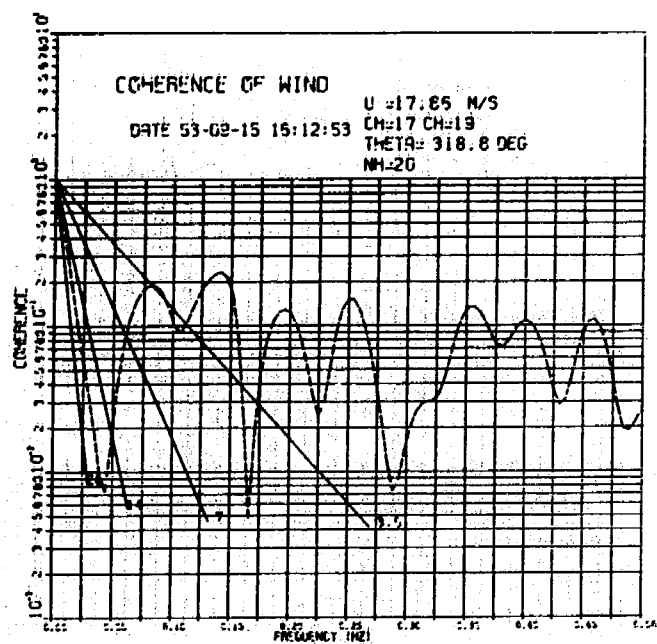


図-6-11 コヒーレンス (風速計2-3)

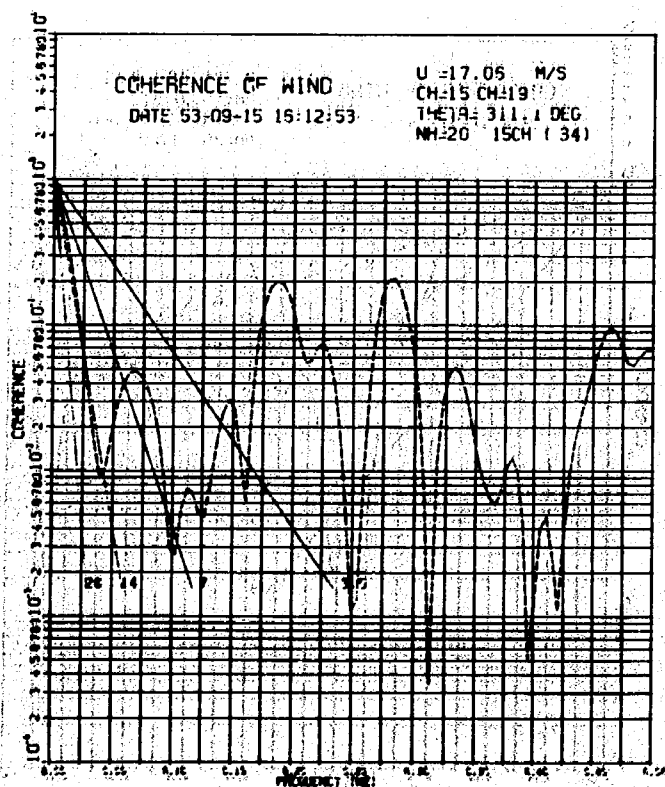


図-5-12 コヒーレンス (風速計3-1)

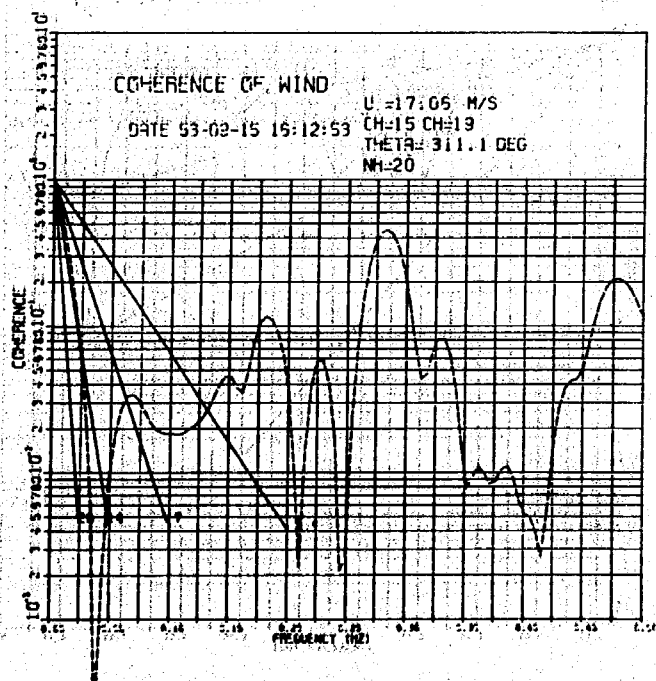


図-6-12 コヒーレンス (風速計3-1)

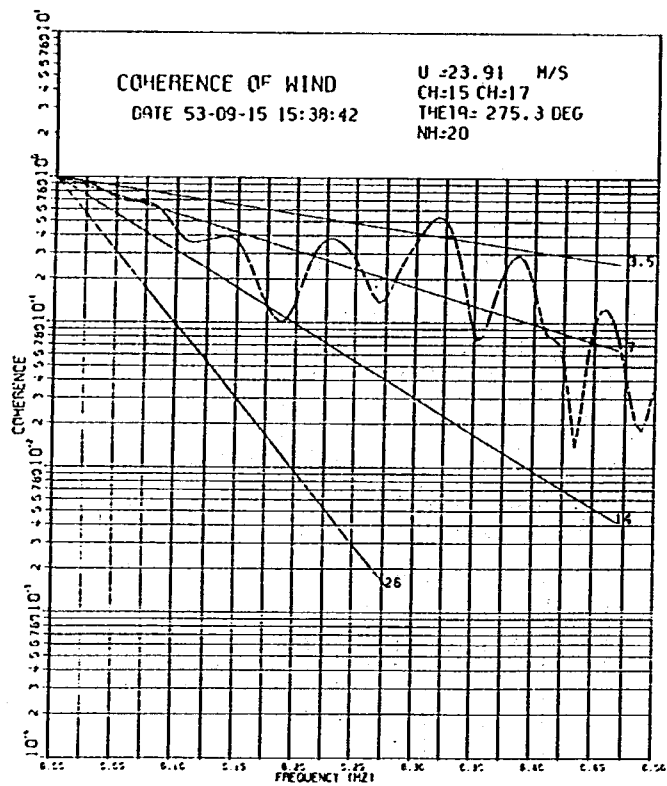


図-7-1 コヒーレンス (風速計1-2)

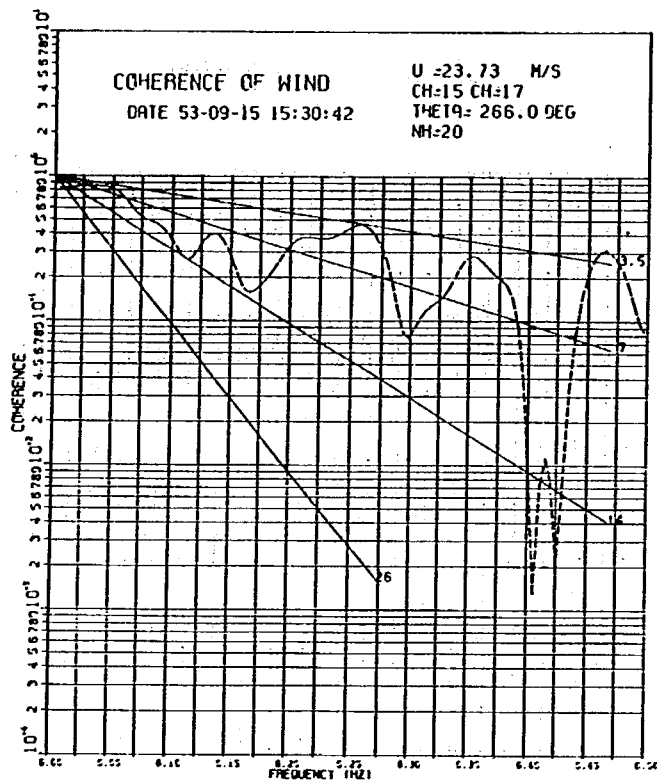


図-7-2 コヒーレンス (風速計1-2)

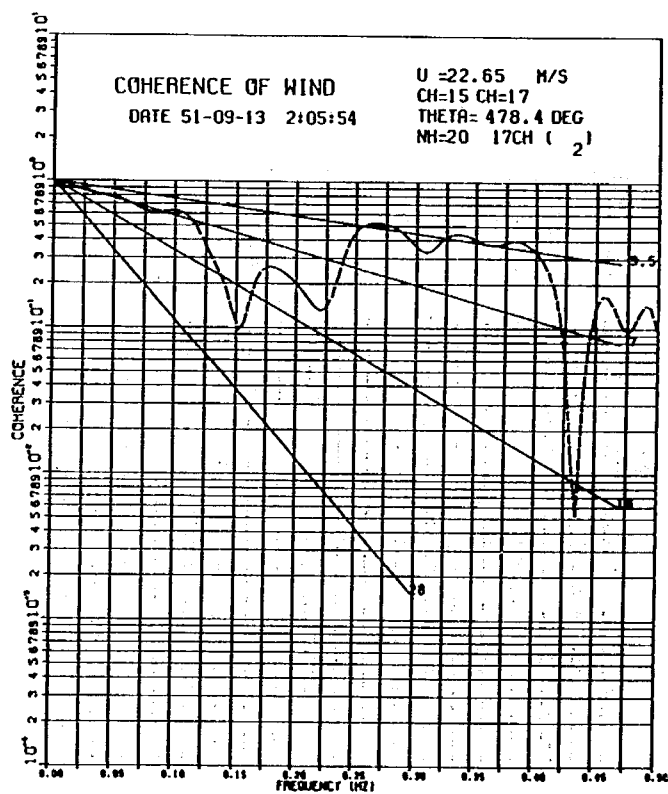


図-7-3 コヒーレンス (風速計1-2)

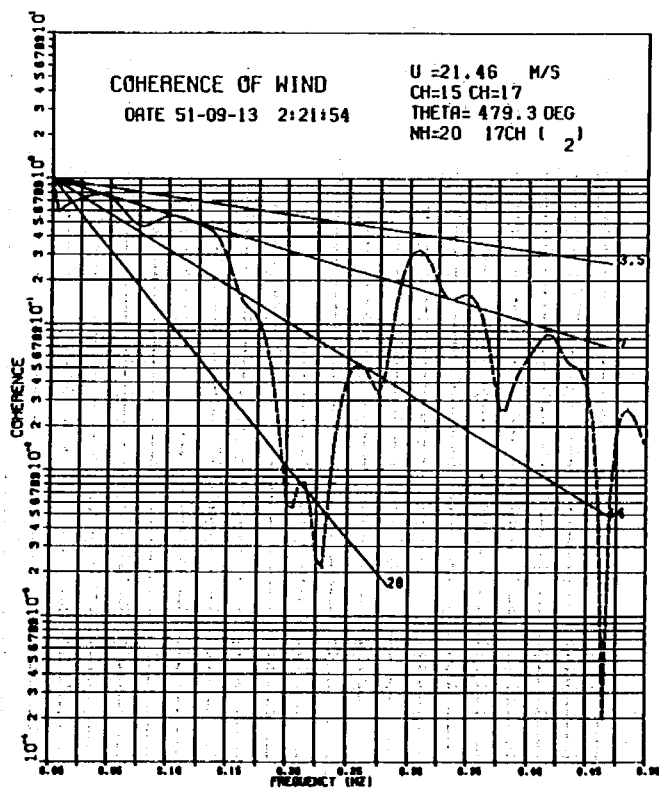


図-7-4 コヒーレンス (風速計1-2)

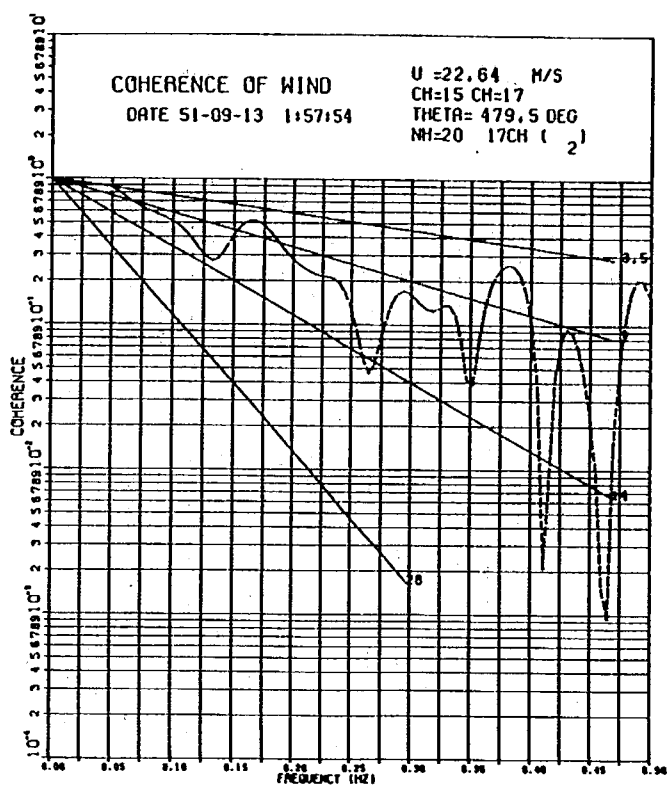


図-7-5 コヒーレンス (風速計1-2)

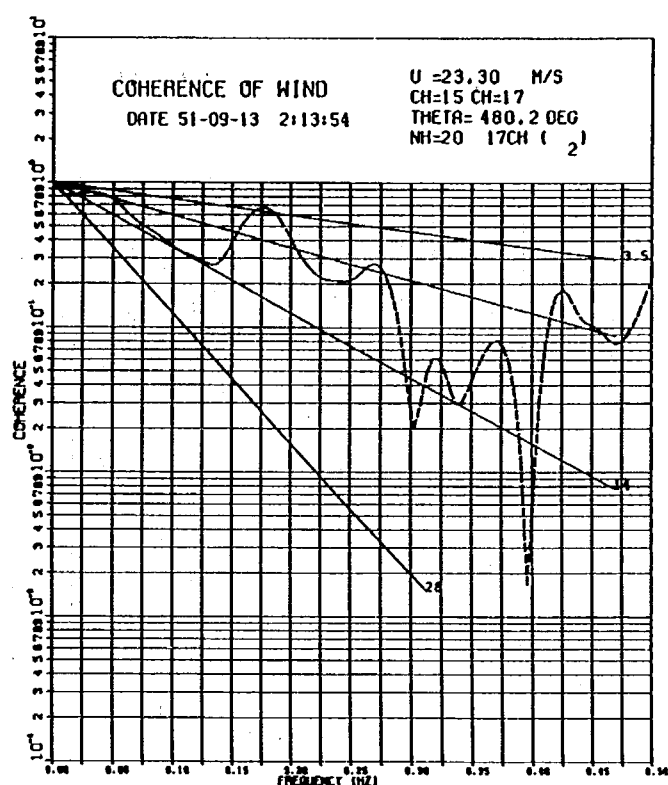


図-7-6 コヒーレンス (風速計1-2)

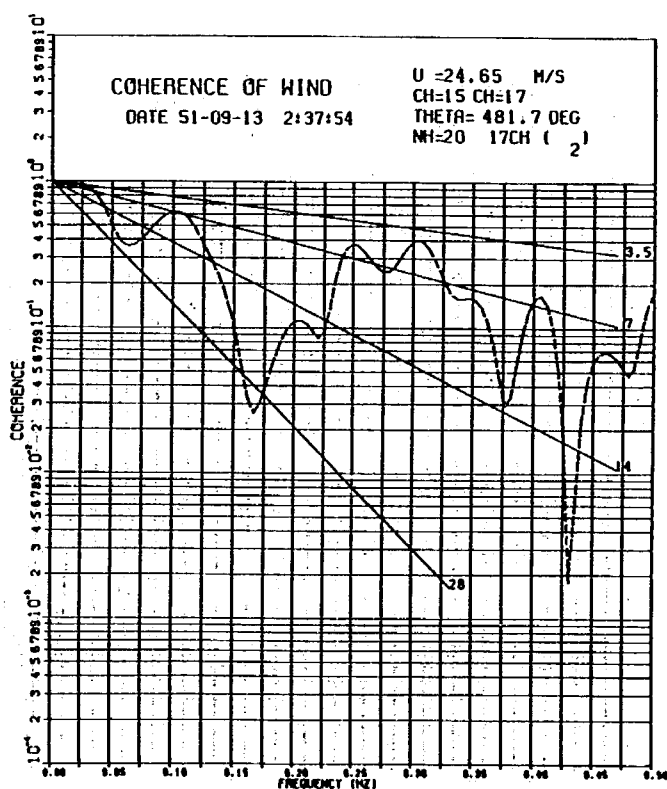


図-7-7 コヒーレンス (風速計1-2)

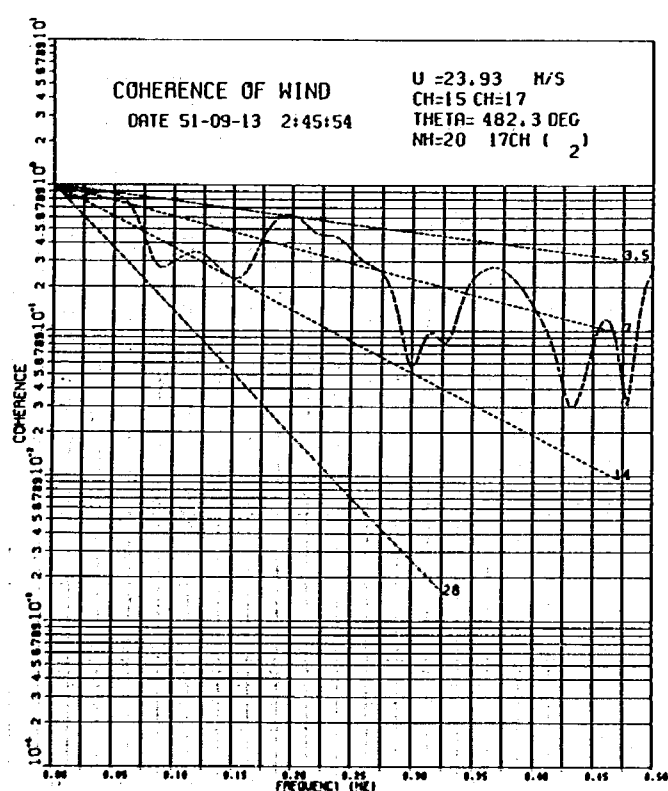


図-7-8 コヒーレンス (風速計1-2)

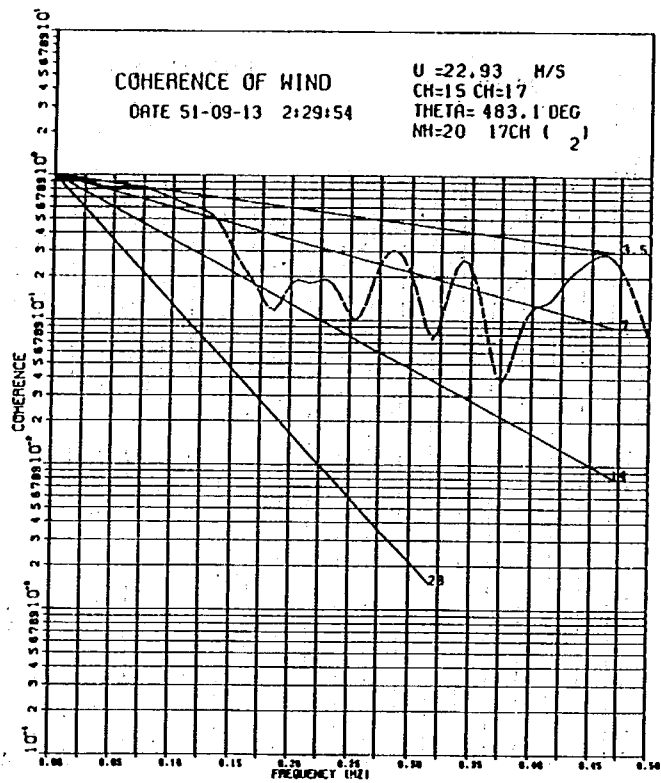


図-7-9 コヒーレンス (風速計 1-2)

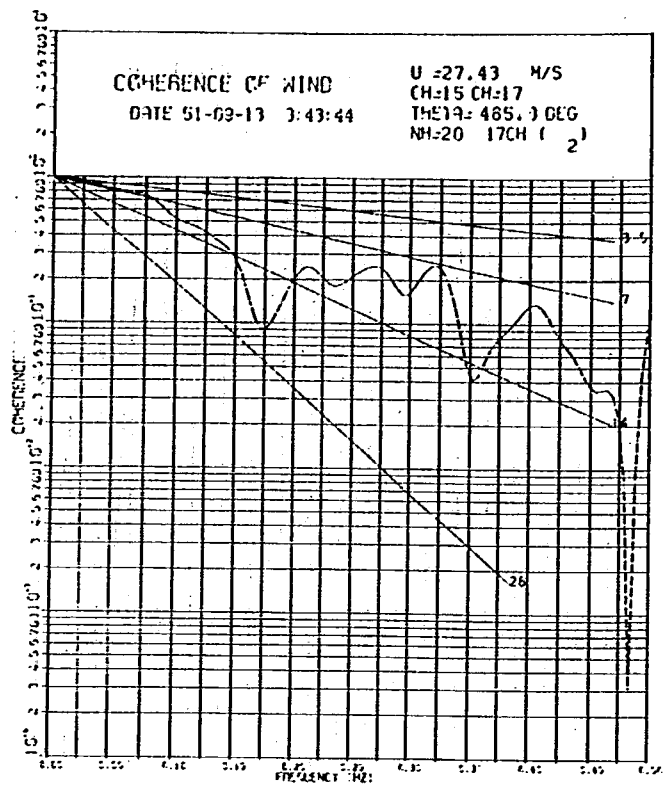


図-7-10 コヒーレンス (風速計 1-2)

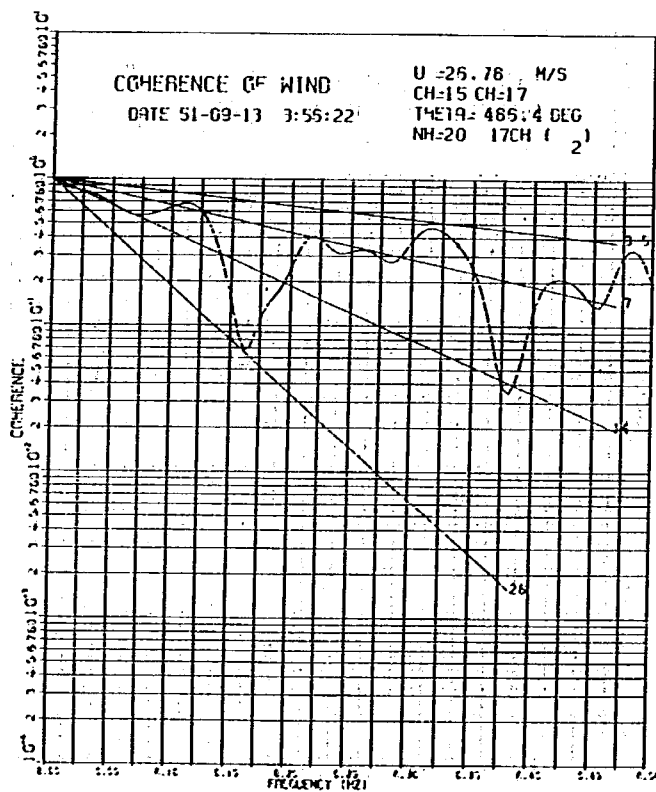


図-7-11 コヒーレンス (風速計 1-2)

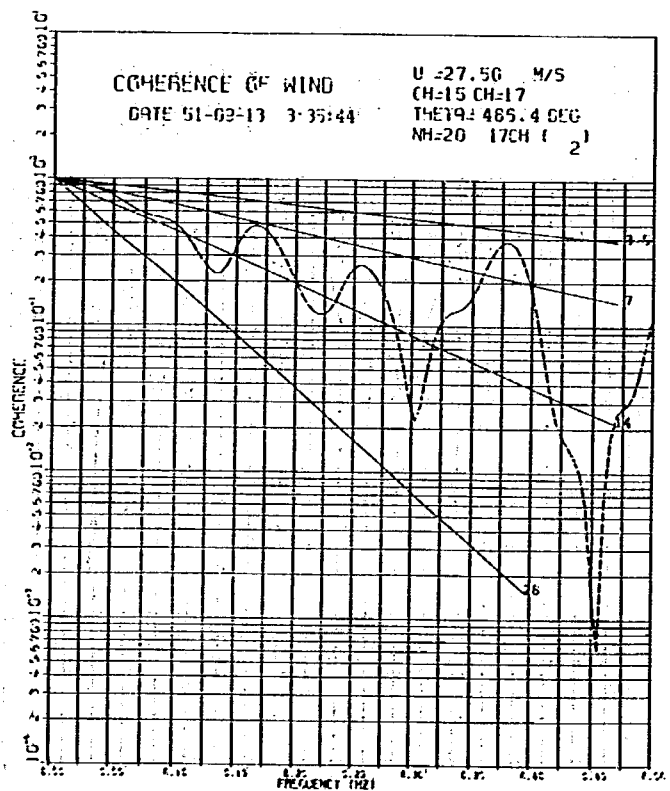


図-7-12 コヒーレンス (風速計 1-2)

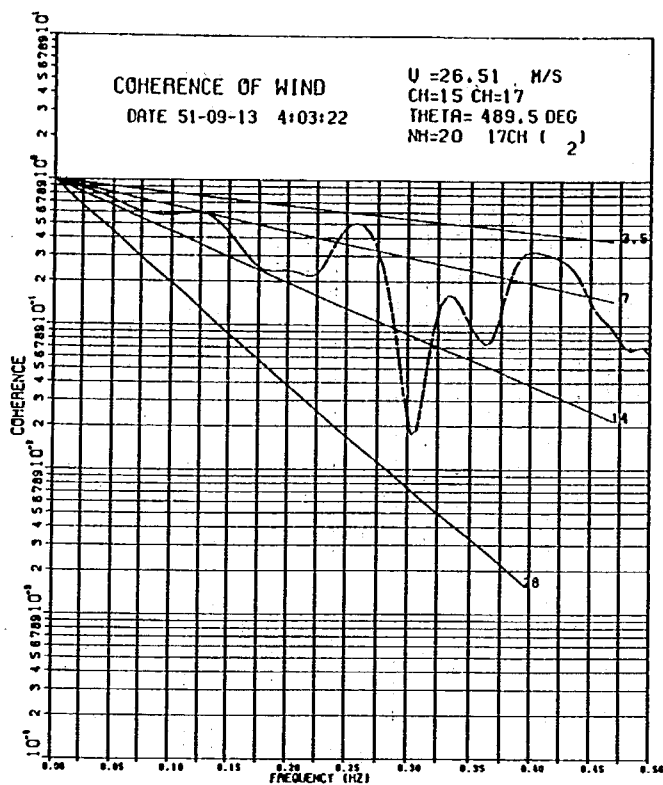


図-7-13 コヒーレンス (風速計1-2)

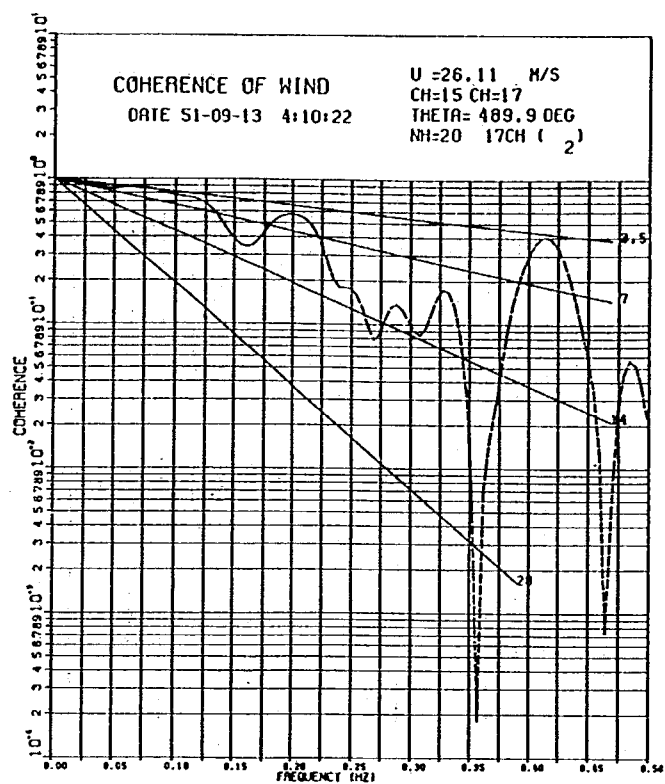


図-7-14 コヒーレンス (風速計1-2)

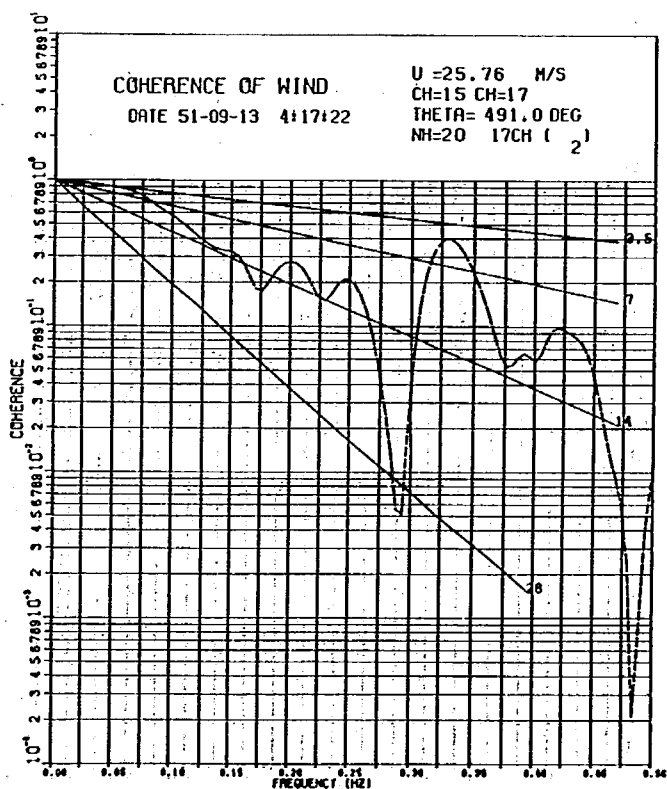


図-7-15 コヒーレンス (風速計1-2)

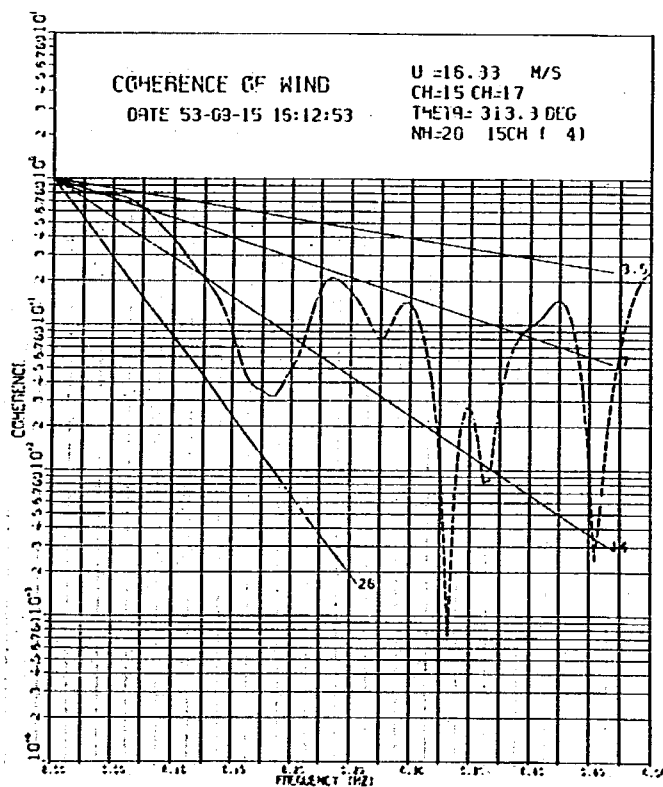


図-7-16 コヒーレンス (風速計1-2)

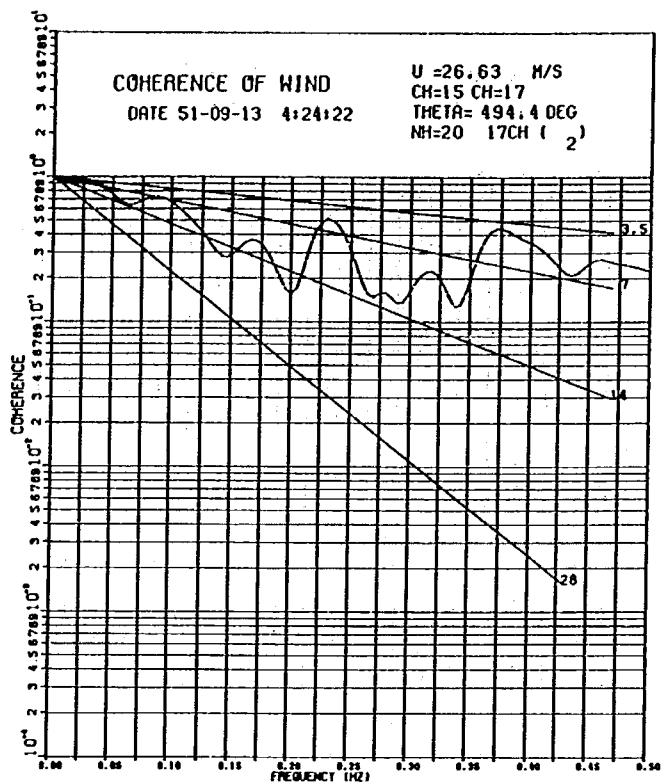


図-7-17 コヒーレンス (風速計 1-2)

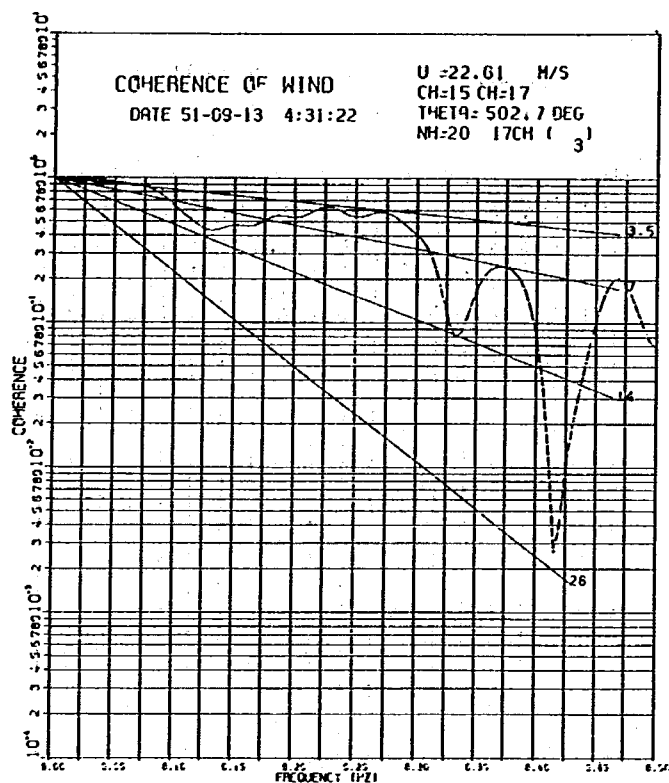


図-7-18 コヒーレンス (風速計 1-2)

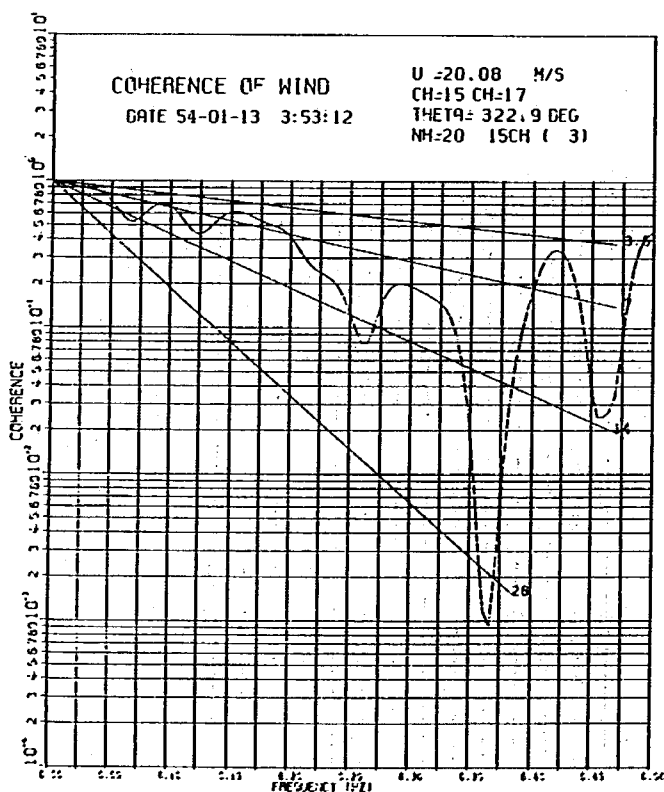


図-7-19 コヒーレンス (風速計 1-2)

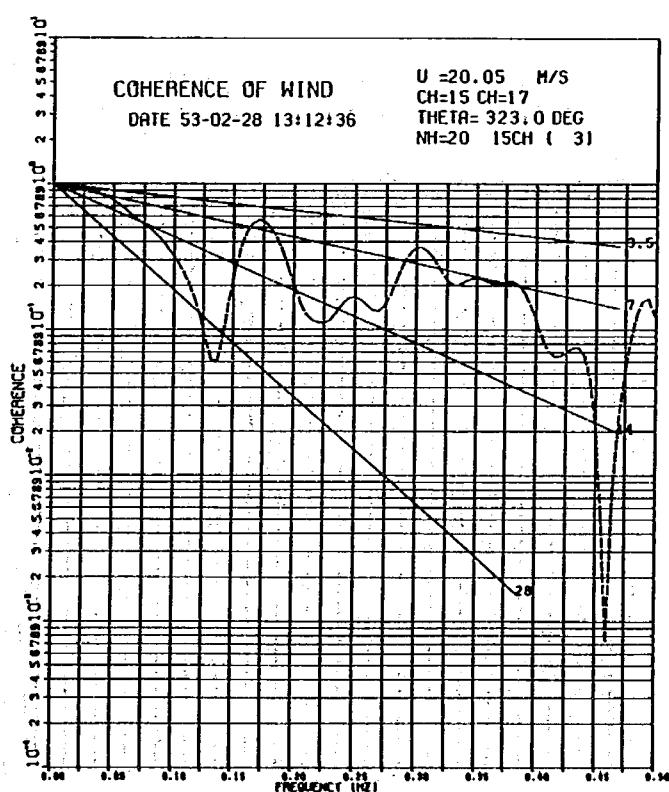


図-7-20 コヒーレンス (風速計 1-2)

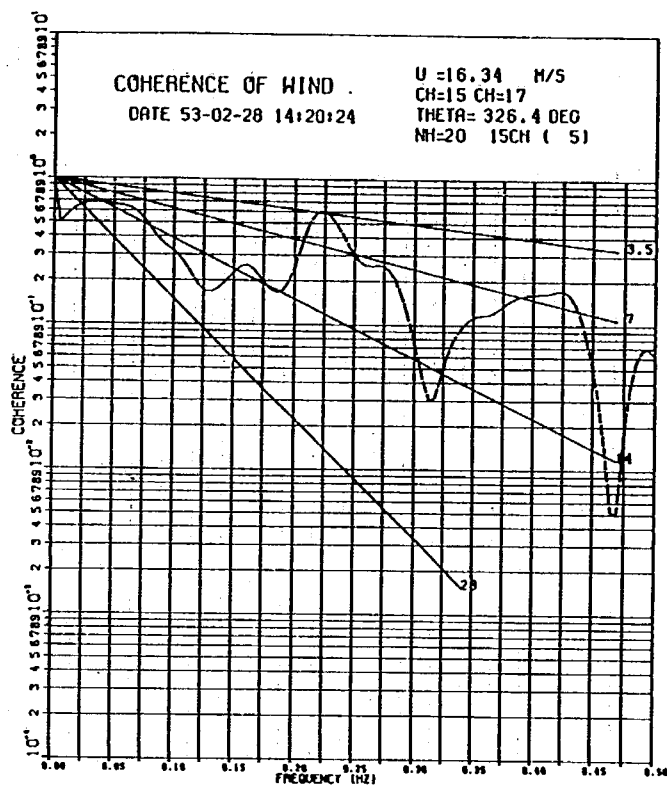


図-7-21 コヒーレンス (風速計 1-2)

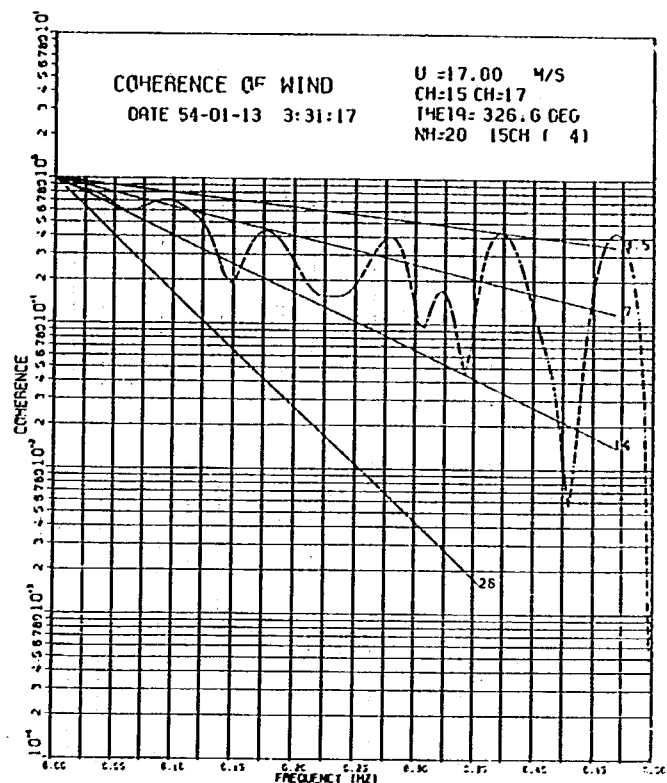


図-7-22 コヒーレンス (風速計 1-2)

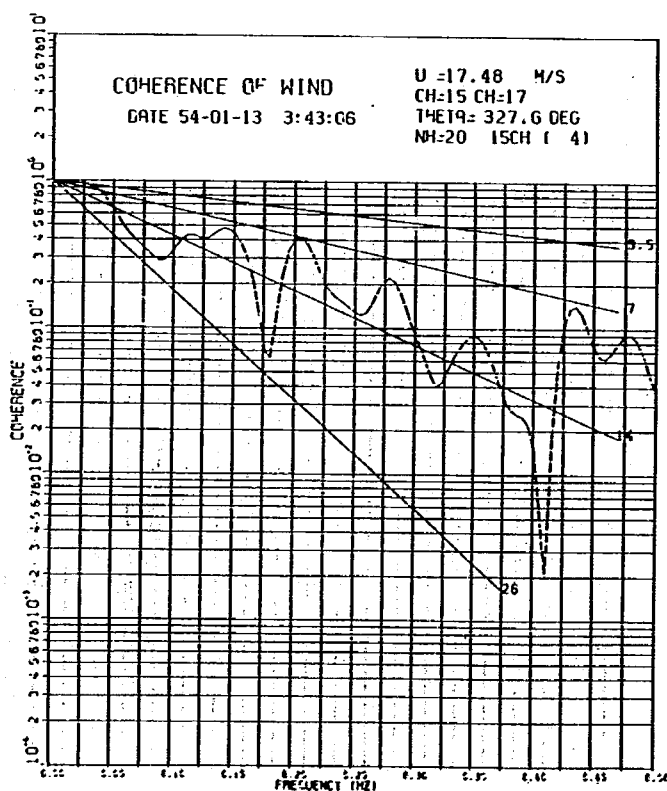


図-7-23 コヒーレンス (風速計 1-2)

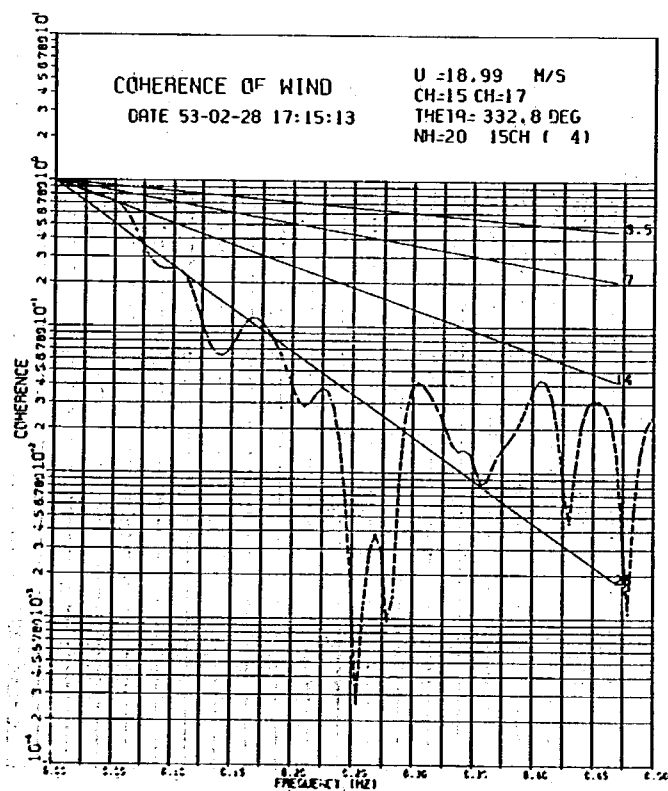


図-7-24 コヒーレンス (風速計 1-2)

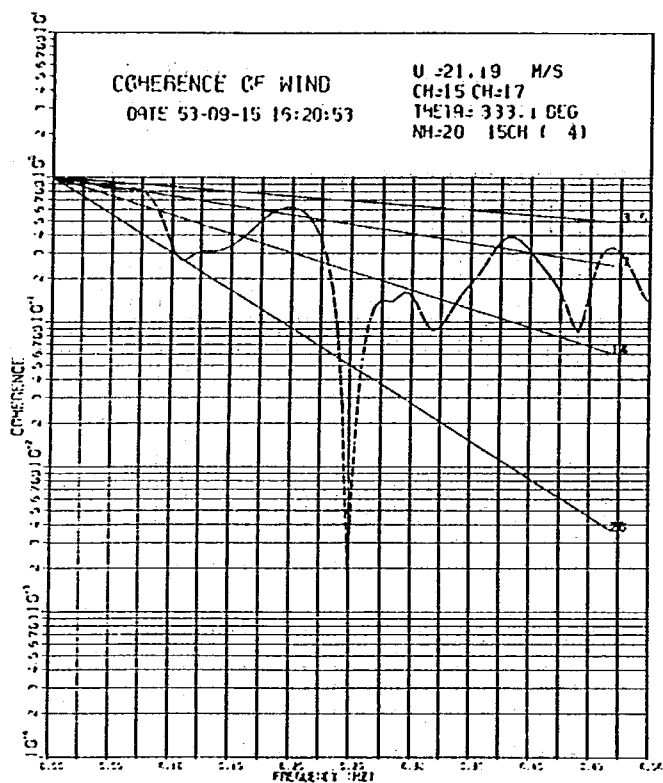


図-7-25 コヒーレンス (風速計1-2)

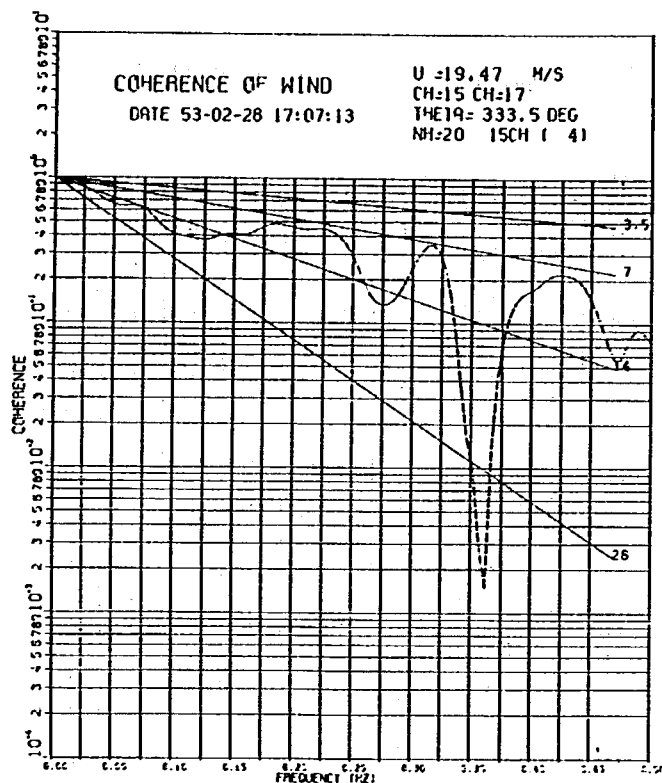


図-7-26 コヒーレンス (風速計1-2)

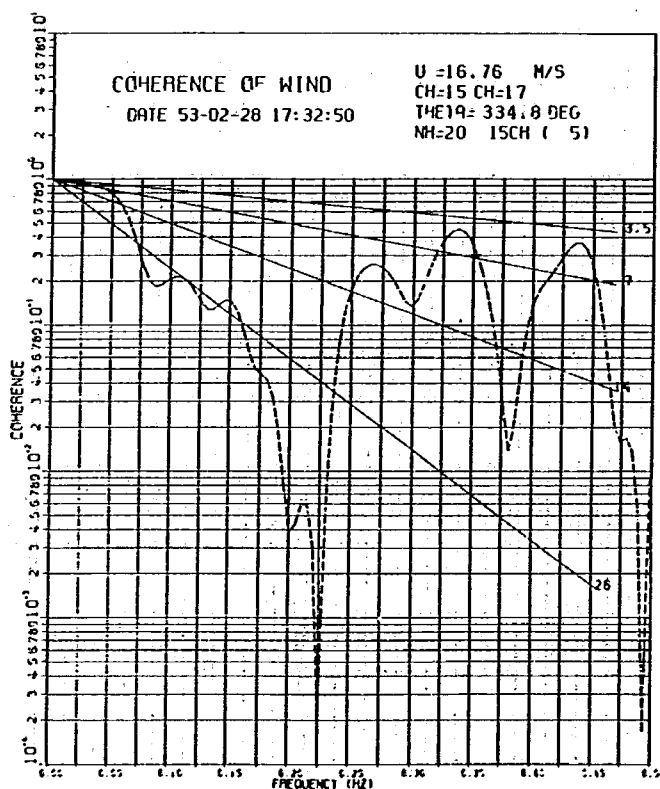


図-7-27 コヒーレンス (風速計1-2)

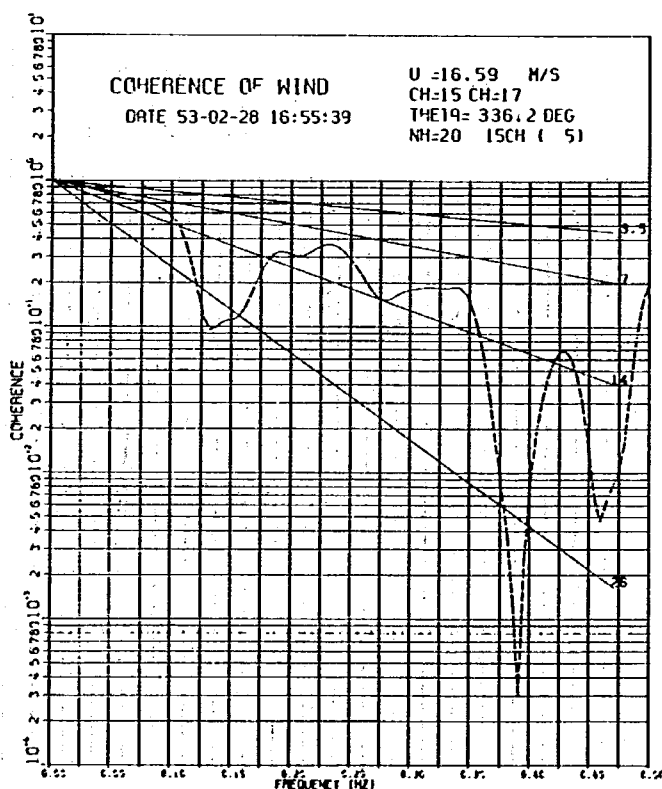


図-7-28 コヒーレンス (風速計1-2)

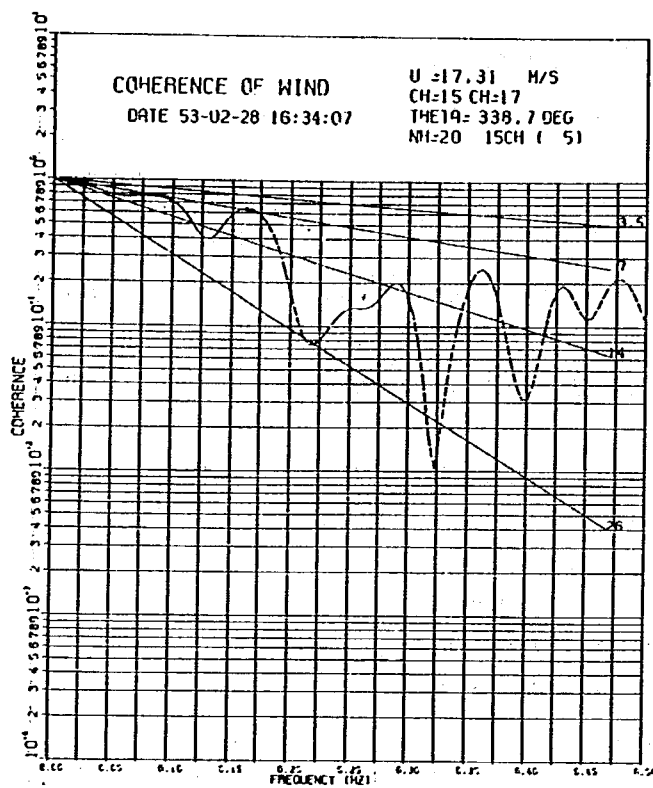


図-7-29 コヒーレンス (風速計1-2)

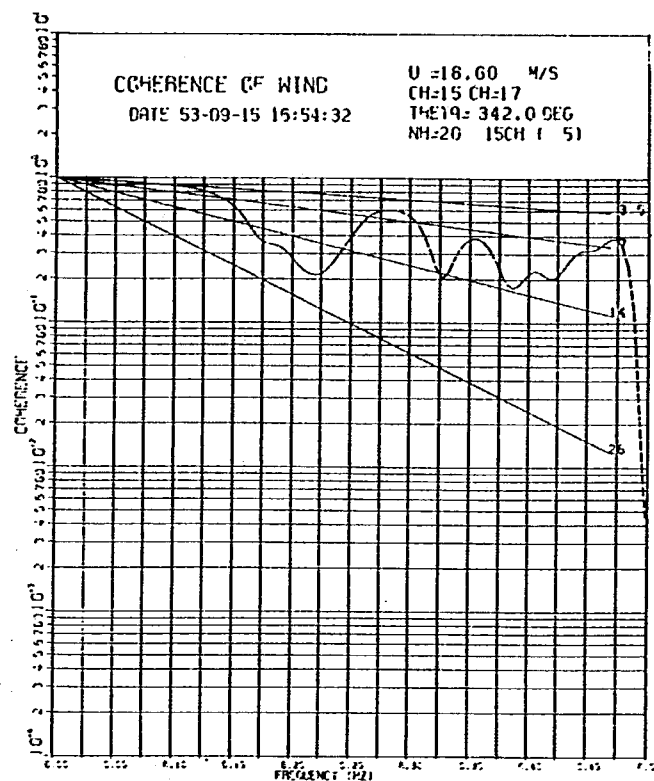


図-7-30 コヒーレンス (風速計1-2)

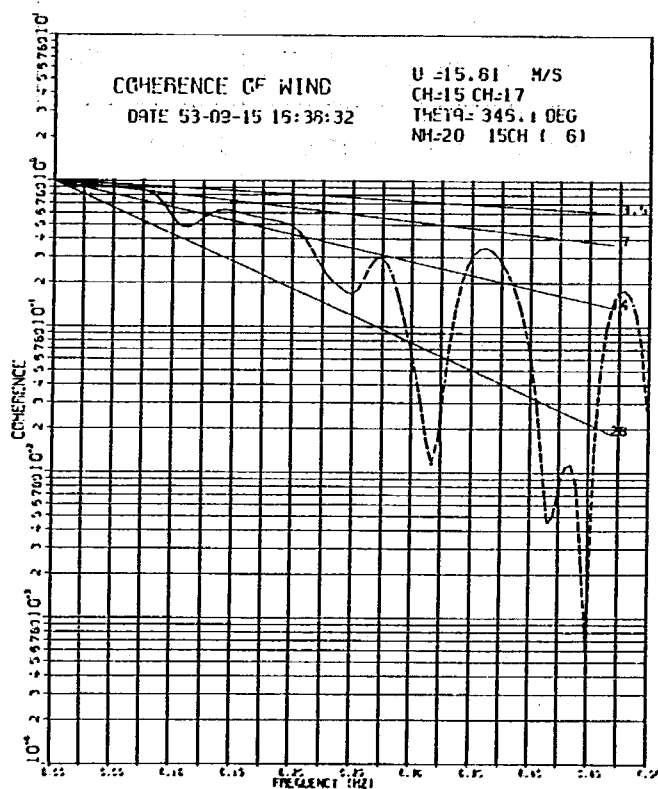


図-7-31 コヒーレンス (風速計1-2)

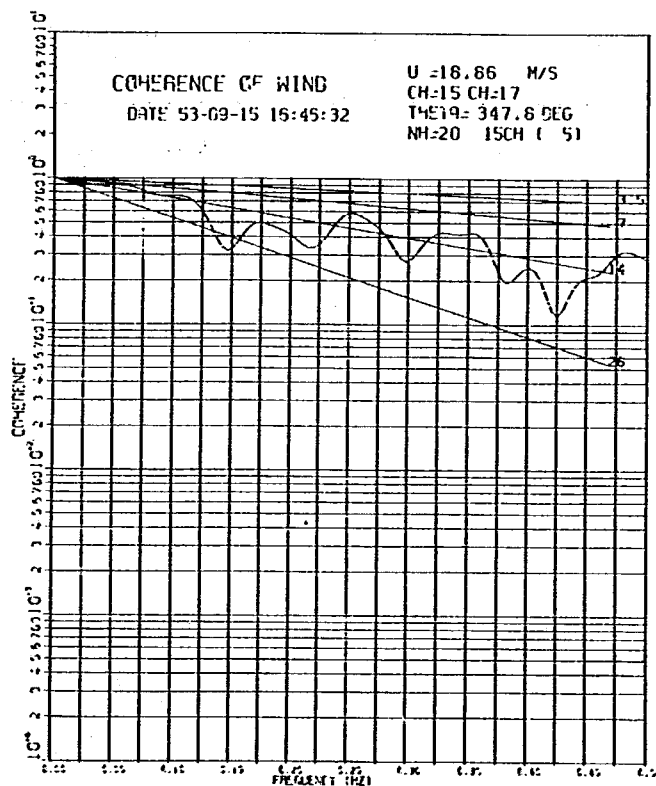


図-7-32 コヒーレンス (風速計1-2)

表-1 観測項目、観測計器、観測範囲等

観測項目	測定場所	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	サーボ型加速度計	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)	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。

表-2 観測機器配置図

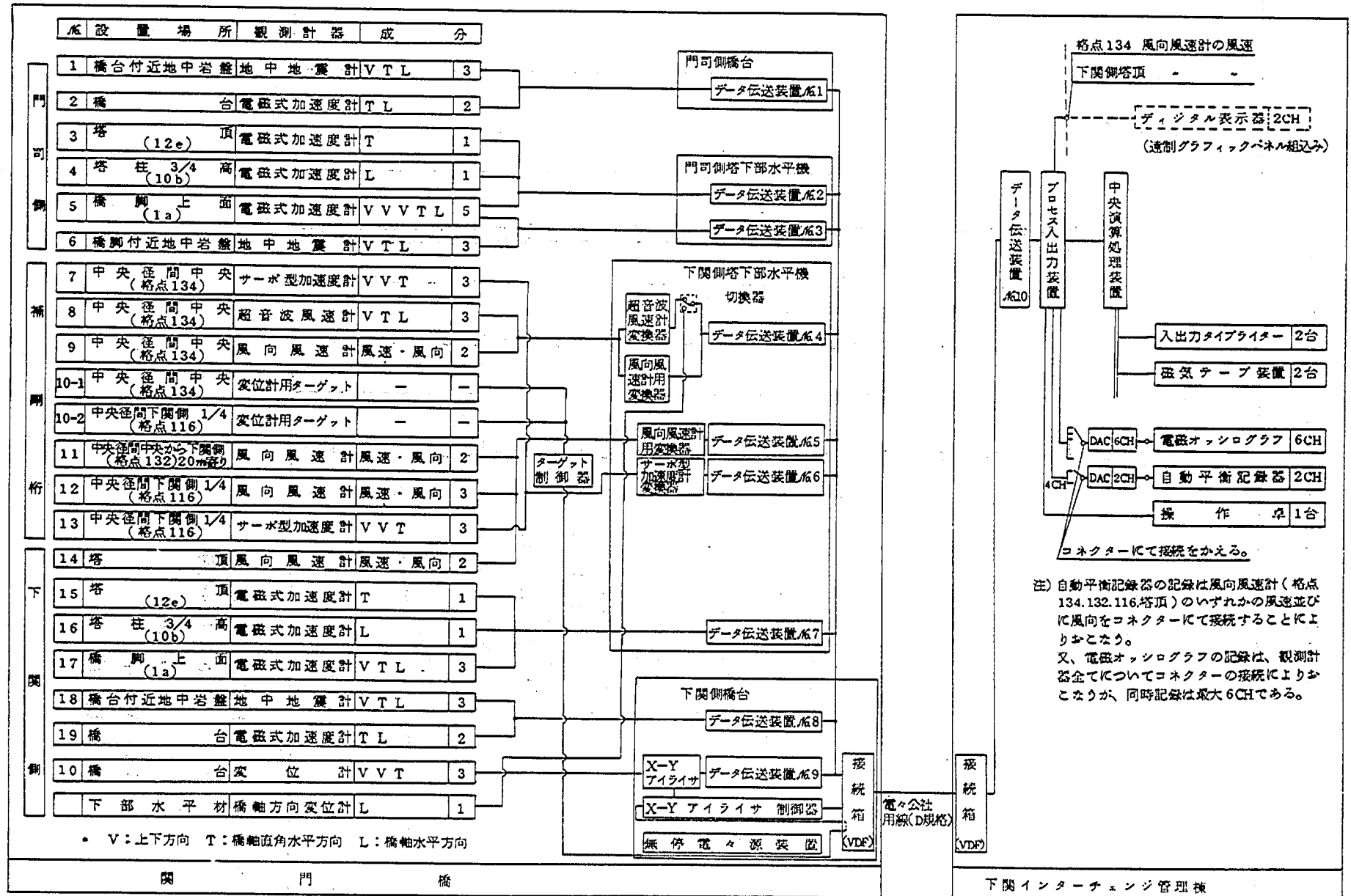
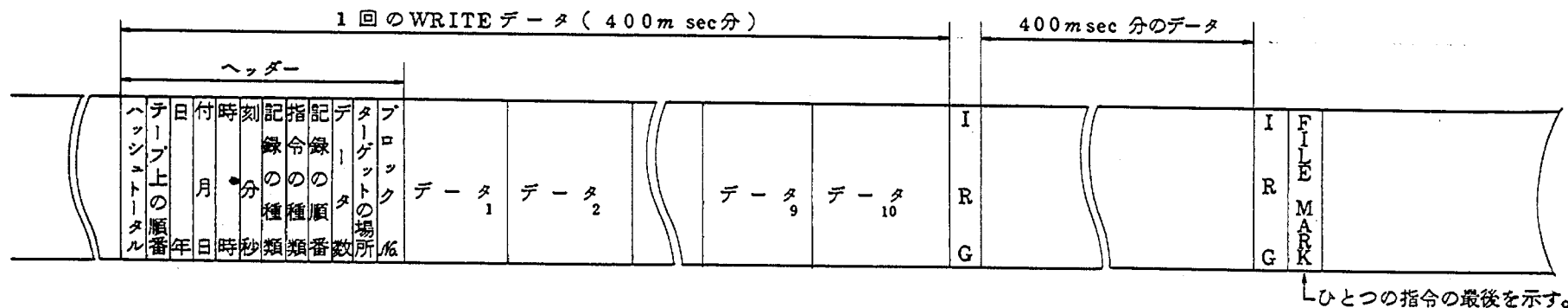


表-3.1 強風指令に記録するデータ (40 m sec 分)

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 加 速 度 計	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
S ; 風 速
D ; 風 向

表-3.2 磁気テープの内容



↳ひとつの指令の最後を示す。

0	ハッシュトータル			
1	テープ上の順番			
2				年
3	月		日	
4			時	
5	分		秒	
6				
7				
8				
9				
10				
11				

記録の種類	1	2	4
自動記録			
手動記録			
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 №	0	点検なし
	1	制御ブロック № 1. が点検中
	2	" № 2. "
	3	" № 3. "
	4	" № 4. "

入力データ型式

0	5	6	7	8	15
		同	P	R	テ - タ
		期	A	A	
		み	R	R	テ - タ
		だ	A	A	
		れ	E	E	テ - タ

表-4 今年度収録されたデータ

No	日	時	備 考
76	56-03-09	15:51:24	
77	3-16	15:17:02	
78	3-27	13:10:43	
79	3-27	14:09:26	
80	3-27	14:37:13	
81	3-27	15:14:36	
82	10-07	16:36:52	チェックデータ
83	10-23	16:29:45	
84	11-02	17:32:50	
85	11-11	10:31:25	チェックデータ
86	12-19	16:13:22	
87	12-20	0:18:03	
88	12-20	2:44:47	

表-5-1 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	横軸 直前方向	横軸方向	傾斜角	
56- 3-14 11:49:58	1	3.31	63.37	4.47	73.65	4.38	346.16	5.16	75.88	0.15	-5.51	1.37	6.06	2000
	2	0.35	7.61	0.37	8.32	0.63	1.06	0.39	5.22	0.47	0.52	0.48	6.27	
	3	0.11	0.12	0.08	0.11	0.14	0.00	0.08	0.07	3.24	-0.09	0.35	1.04	
	4	9.18	122.82	5.65	68.94	5.41	347.29	5.88	88.94	2.16	1.65	5.41	41.81	
	5	2.12	44.47	3.29	55.06	1.88	345.18	3.76	50.82	-1.22	-6.82	0.24	-12.60	
56- 3-27 14: 9:26	1	3.75	271.96	5.01	315.60	4.53	328.22	6.66	271.04	-0.48	-1.74	-4.75	0.42	2000
	2	1.05	60.95	1.26	15.70	0.94	89.91	0.89	9.50	0.86	1.19	1.25	11.32	
	3	0.28	0.22	0.25	0.05	0.21	0.27	0.13	0.04	-1.79	-0.68	-0.26	26.70	
	4	5.88	465.88	7.76	374.82	7.06	540.00	8.71	298.59	2.08	1.18	-1.18	41.81	
	5	0.94	101.65	1.41	264.71	1.41	271.06	4.47	224.47	-2.63	-4.94	-8.24	-26.57	
56- 3-27 14:16:46	1	3.83	272.46	4.98	323.76	4.31	329.13	6.56	275.33	-0.25	-2.61	-4.74	2.28	2000
	2	0.96	61.62	1.17	13.16	1.17	87.06	0.82	11.04	1.37	1.25	1.07	14.96	
	3	0.25	0.23	0.24	0.04	0.26	0.26	0.13	0.04	-5.60	-0.48	-0.23	6.56	
	4	5.65	453.18	7.06	357.88	7.06	540.00	8.71	332.47	4.12	0.71	-1.18	46.69	
	5	1.18	91.06	1.65	273.18	1.18	271.06	3.29	226.59	-2.31	-6.35	-7.29	-25.88	
56- 3-27 14:24: 6	1	2.37	271.03	3.43	318.54	3.69	378.27	5.16	272.76	0.50	-2.24	-3.44	13.25	2000
	2	0.92	66.30	1.03	32.09	1.09	113.29	1.39	18.85	1.17	1.64	1.28	18.59	
	3	0.39	0.24	0.30	0.10	0.30	0.30	0.27	0.07	2.32	-0.74	-0.37	1.40	
	4	5.16	438.35	6.12	379.06	6.35	540.00	8.00	324.00	4.12	1.18	-0.24	74.21	
	5	0.24	88.94	1.18	182.12	1.41	271.06	1.18	186.35	-2.39	-6.82	-7.29	-63.43	
56- 3-27 14:37:13	1	3.05	269.92	4.32	329.71	4.00	316.44	5.08	290.52	0.49	-3.07	-4.08	10.71	2000
	2	0.97	72.45	1.13	22.37	1.42	44.76	1.80	34.38	1.37	1.59	1.12	14.52	
	3	0.32	0.27	0.26	0.07	0.35	0.14	0.36	0.12	2.81	-0.52	-0.27	1.36	
	4	5.88	446.94	7.06	374.62	7.53	540.00	8.47	487.06	4.43	0.71	-0.71	63.43	
	5	0.47	93.18	1.41	260.47	1.18	271.06	1.16	10.59	-2.78	-8.24	-7.76	-26.57	
56- 3-27 14:44: 0	1	2.01	270.54	3.09	317.38	3.05	341.87	4.23	270.04	-0.13	-2.46	-2.86	6.67	2000
	2	1.02	74.11	1.12	42.94	1.25	108.74	1.41	32.84	0.85	1.21	1.33	16.12	
	3	0.51	0.27	0.36	0.14	0.41	0.28	0.33	0.12	-6.55	-0.49	-0.46	2.42	
	4	4.47	444.71	5.88	396.00	7.06	540.00	7.76	343.06	3.41	1.18	0.71	71.57	
	5	0.24	93.18	1.18	8.47	1.18	271.06	1.18	127.06	-2.39	-5.88	-6.35	-45.00	
56- 3-27 14:51: 0	1	3.07	269.30	4.04	313.59	4.13	366.44	5.64	269.31	0.02	-1.99	-4.09	7.63	2000
	2	1.29	61.38	1.44	24.12	1.57	103.62	1.81	24.61	1.21	1.70	1.55	15.95	
	3	0.42	0.30	0.31	0.09	0.38	0.28	0.32	0.09	58.32	-0.85	-0.38	2.09	
	4	6.12	442.59	6.00	414.29	7.06	540.00	9.15	374.82	4.20	2.12	-0.24	71.57	
	5	0.24	101.65	1.18	252.00	1.18	271.06	1.18	165.18	-3.25	-6.82	-8.71	-35.26	
56- 3-27 14:58: 0	1	4.82	270.46	6.20	297.17	6.16	419.11	6.83	261.50	-0.58	0.18	-6.18	-0.86	2000
	2	1.11	61.51	1.24	12.40	1.63	120.70	0.99	10.65	0.63	1.13	1.37	7.82	
	3	3.23	0.30	0.25	0.04	3.17	0.29	0.14	0.04	-1.09	6.36	-0.22	-9.09	
	4	6.62	444.71	6.71	353.65	8.71	540.00	8.94	321.88	1.45	2.59	-2.12	26.57	
	5	1.65	93.18	2.32	260.47	3.06	271.06	3.53	207.53	-2.31	-4.90	-9.18	-33.69	
56- 3-27 15: 5: 0	1	5.76	267.91	7.11	299.82	5.56	325.60	7.28	271.43	-0.93	0.28	-7.27	-3.56	1000
	2	0.47	82.01	0.56	9.55	0.92	84.63	0.59	8.43	0.53	1.11	0.71	5.39	
	3	0.06	0.31	0.06	0.03	0.17	0.26	0.06	0.03	-0.57	3.91	-0.10	-1.51	
	4	6.62	444.71	6.71	336.71	8.00	540.00	8.71	292.24	0.51	2.59	-4.94	11.31	
	5	4.47	95.29	5.18	271.06	3.76	271.06	5.88	235.06	-2.63	-2.59	-9.18	-21.42	
56- 3-27 15:14:36	1	2.94	271.22	4.10	330.29	3.20	358.58	5.29	275.31	0.20	-3.24	-3.92	9.06	2000
	2	1.46	69.03	1.60	25.74	1.58	100.92	1.27	24.80	1.09	1.65	1.65	13.28	
	3	0.50	0.33	0.39	0.08	0.49	0.28	0.24	0.09	5.54	-0.51	-0.42	1.47	
	4	5.65	470.12	6.00	376.94	7.06	540.00	7.76	484.94	3.49	1.65	0.24	54.74	
	5	0.24	69.86	1.18	262.59	1.18	271.06	1.65	27.53	-2.63	-6.82	-8.24	-25.88	

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	横軸 直前方向	横軸方向	傾斜角	
56- 3-27 15:22: 0	1	3.65	270.24	5.05	327.41	5.18	301.66	5.71	287.73	-0.59	-2.92	-4.78	-0.75	2000
	2	0.84	94.61	0.97	8.91	0.82	26.56	0.71	8.87	0.88	0.77	1.05	11.07	
	3	0.23	0.35	0.19	3.03	0.16	0.09	0.13	0.03	-1.50	-0.26	-0.22	-14.70	
	4	5.41	472.24	6.82	384.24	7.06	540.00	7.53	313.41	2.16	0.24	-1.65	39.76	
	5	1.18	67.76	1.88	281.65	2.82	271.06	3.53	249.88	-3.33	-5.41	-7.76	-36.04	
56- 3-27 15:29: 0	1	4.06	270.83	5.29	323.44	4.99	302.87	5.84	284.63	-0.92	-2.76	-5.15	-4.31	2000
	2	0.58	91.23	0.71	12.52	1.03	32.03	0.48	9.31	0.68	1.01	0.71	8.29	
	3	0.14	0.34	0.13	3.04	0.21	0.11	0.08	0.03	-0.74	-0.37	-0.14	-1.92	
	4	5.41	470.12	6.59	357.88	7.06	540.00	7.53	302.82	1.92	0.24	-2.12	32.31	
	5	1.65	65.65	2.35	268.94	2.12	271.06	4.71	243.53	-2.31	-5.41	-7.29	-24.09	
56- 3-27 15:36: 0	1	3.34	270.54	4.49	320.61	4.77	305.25	6.09	279.12	-0.54	-2.32	-4.36	0.46	2000
	2	1.01	95.57	1.29	17.58	1.18	46.09	0.93	14.82	0.91	1.29	1.21	12.80	
	3	0.30	0.35	0.29	0.05	0.25	0.15	0.15	0.05	-1.60	-0.56	-0.28	27.56	
	4	5.88	484.94	7.53	372.71	8.24	540.00	8.47	302.82	3.25	0.71	-1.18	64.76	
	5	0.94	61.41	1.41	266.82	1.88	273.18	1.65	146.12	-2.78	-6.82	-7.76	-25.88	
56-10- 7 16:36:52	1	4.30	415.27	5.62	451.26	5.86	414.42	6.47	407.56	0.03	0.24	0.42	4.09	1100
	2	0.27	2.92	0.31	3.59	0.36	4.06	0.36	3.03	0.45	0.45	13.17	8.29	
	3	0.06	0.01	0.06	0.01	0.06	0.01	0.06	0.01	13.22	0.0	31.38	2.03	
	4	4.94	425.65	6.35	459.53	6.82	423.53	7.06	419.29	1.61	0.24	37.41	63.43	
	5	3.53	404.47	4.94	442.59	4.94	404.47	5.65	398.12	-0.75	0.24	-38.82	0.0	
56-10-23 16:29:45	1	12.25	257.48	13.44	261.76	13.37	263.27	18.12	252.04	-0.90	1.18	0.33	-3.62	2000
	2	2.02	10.56	2.35	11.61	2.34	9.40	2.33	7.73	1.34	11.26	16.07	16.07	
	3	0.16	0.04	0.18	0.04	0.17	0.04	0.13	0.03	-1.49	1.50	33.79	-4.44	
	4	16.94	294.35	18.59	334.59	19.53	307.06	25.18	283.76	3.96	10.12	39.29	71.57	
	5	6.82	220.24	5.41	235.06	6.59	230.82	6.82	211.76	-5.92	-2.59	-31.76	-71.57	
56-10-23 16:37:54	1	13.54	264.96	14.67	269.31	13.22	268.75	18.90	256.17	-1.17	0.24	0.14	-7.61	1400
	2	2.41	9.08	2.53	9.73	2.20	8.30	2.42	5.31	1.34	0.10	10.80	16.13	
	3	0.18	0.03	0.17	0.03	0.17	0.03	0.13	0.02	-1.14	0.43	75.98	-2.38	
	4	17.65	296.47	19.53	334.59	17.41	314.94	23.76	275.29	3.80	2.59	36.00	71.57	
	5	6.82	224.47	6.00	254.12	6.82	243.53	10.52	224.47	-5.37	0.24	-35.06	-75.96	
56-10-23 16:48:36	1	12.94	271.23	14.23	295.78	12.12	272.58	18.32	259.73	-1.06	0.24	0.16	-5.79	1100
	2	3.14	9.41	3.43	9.92	3.02	10.35	3.46	5.84	1.25	1.25	10.72	17.47	
	3	0.24	0.03	0.24	0.03	0.25	0.04	0.19	0.02	-1.18	0.0	68.47	-3.02	
	4	20.00	321.86	19.53	334.59	19.53	315.53	23.76	279.53	5.22	0.24	35.53	64.76	
	5	3.76	239.29	4.47	247.76	4.24	241.41	10.59	239.29	-5.22	0.24	-37.86	-74.21	
56-10-23 16:55:14	1	11.14	273.81	12.22	298.65	10.56	275.17	18.38	261.24	-1.19	0.24	-0.16	-6.40	1400
	2	2.53	14.83	2.37	15.15	2.82	12.90	2.57	7.20	1.70	0.00	10.94	20.82	
	3	0.23	0.05	0.23	0.05	0.27	0.05	0.14	0.03	-1.44	0.00	-69.22	-3.25	
	4	16.71	338.82	18.35	368.47	17.41	328.24	23.53	285.86	3.33	0.24	38.82	71.57	
	5	4.00	216.12	4.24	239.29	4.00	230.82	11.29	232.94	-7.49	0.24	-31.76	-80.54	
56-10-23 17: 9:47	1	11.65	269.52	13.01	294.62	11.56	271.77	16.80	258.47	-0.95	0.24	0.08	-4.22	2000
	2	2.88	12.41	3.23	13.22	2.41	10.54	2.21	6.29	1.46	0.06	11.00	19.16	
	3	0.24	0.05	0.25	0.04	0.21	0.04	0.12	0.02	-1.55	0.24	132.01	-4.54	
	4	18.82	336.71	20.71	368.47	19.29	309.18	23.53	268.00	3.49	2.59	37.88	71.57	
	5	2.59	216.00	3.29	226.59	4.94	232.94	11.53	232.94	-7.10	0.24	-35.53	-74.21	
56-10-23 17:18: 8	1	13.16	269.74	14.51	294.55	12.36	273.24	20.65	258.27	-1.10	0.24	0.03	-5.74	2000
	2	2.64	10.67	2.95	11.30	3.27	12.25	2.14	5.09	1.47	0.00	11.55	18.77	
	3	0.20	0.04	0.20	0.04	0.26	0.04	0.10	0.02	-1.34	0.00	331.59	-3.27	
	4	19.53	313.41	21.18	343.06	20.71	319.76	25.41	283.76	4.59	0.24	42.12	71.57	
	5	4.47	192.71	6.59	256.24	5.41	207.53	12.71	232.94	-6.55	0.24	-39.26	-75.96	

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	横軸 直角方向	横軸方向	傾斜角	
56-10-23 17:25:27	1	12.84	261.66	14.44	285.85	14.47	265.63	18.12	253.53	-0.96	0.24	0.25	-4.40	1300
	2	2.69	11.64	3.16	10.50	2.59	7.87	2.53	6.63	1.39	0.00	12.51	18.13	
	3	0.21	0.04	0.22	0.04	0.18	0.03	0.14	0.03	-1.44	0.00	50.51	-4.12	
	4	18.35	309.16	21.65	324.00	20.24	294.35	23.76	275.29	5.69	0.24	36.94	75.96	
	5	6.54	216.00	7.53	252.00	7.06	235.06	10.62	228.71	-6.08	0.24	-39.29	-71.57	
56-10-23 17:34:12	1	12.06	271.16	13.35	296.30	12.07	273.10	19.48	259.72	-1.29	0.24	-0.05	-6.66	2000
	2	2.92	11.89	2.97	11.94	2.63	10.73	2.02	5.62	1.49	0.04	13.64	17.50	
	3	0.23	0.04	0.22	0.04	0.22	0.04	0.10	0.02	-1.16	0.17	-285.62	-2.63	
	4	17.18	336.71	19.06	343.06	19.06	347.29	24.71	309.18	3.25	1.65	39.76	64.76	
	5	4.94	222.35	6.12	249.86	5.65	245.65	12.47	239.29	-6.86	0.24	-35.06	-75.96	
56-10-23 17:55:44	1	12.92	268.21	14.03	292.79	12.23	272.09	18.50	257.70	-1.11	0.24	-0.04	-4.64	2000
	2	2.34	9.57	2.63	10.06	2.67	9.00	2.16	4.83	1.30	0.02	14.87	15.31	
	3	0.18	0.04	0.19	0.03	0.22	0.03	0.12	0.02	-1.18	0.09	-376.28	-3.16	
	4	15.52	309.16	20.24	334.59	17.86	311.29	22.52	275.29	5.69	0.71	36.35	71.57	
	5	6.12	220.24	7.29	254.12	4.47	232.94	11.29	235.06	-5.37	0.24	-41.18	-74.21	
56-10-23 18: 3: 3	1	12.43	268.62	13.73	293.44	12.81	271.83	19.28	257.69	-1.09	0.24	0.49	-4.72	1100
	2	2.30	11.34	2.63	11.69	2.71	9.12	2.28	4.91	1.26	1.26	14.86	14.95	
	3	0.18	0.04	0.20	0.04	0.21	0.03	0.12	0.02	-1.16	0.0	30.02	-3.17	
	4	15.12	334.59	19.76	345.18	18.82	311.29	23.06	277.41	3.96	0.24	42.59	71.57	
	5	5.88	226.59	4.94	264.71	6.59	241.41	12.24	239.29	-4.98	0.24	-38.62	-70.53	
56-10-23 19:37:22	1	9.80	275.01	10.66	299.92	9.42	278.90	17.64	262.19	-0.83	0.24	-0.01	-2.42	1100
	2	3.42	15.10	3.77	16.63	2.58	15.13	2.58	7.09	1.81	1.81	14.29	19.51	
	3	0.35	0.07	0.35	0.06	0.27	0.05	0.15	0.03	-2.18	0.0	-982.54	-8.08	
	4	15.29	332.47	17.13	360.00	16.71	343.06	22.32	294.35	6.00	0.24	35.53	80.54	
	5	2.59	194.62	1.65	245.65	4.00	235.06	7.76	218.12	-6.16	0.24	-40.71	-75.96	
56-11- 2 18:35:56	1	11.66	246.50	13.10	270.24	13.57	256.55	18.01	244.69	-0.53	0.24	0.34	-1.61	1100
	2	2.45	11.14	2.51	11.50	1.95	8.90	3.09	6.45	1.38	1.38	12.39	17.17	
	3	0.21	0.05	0.19	0.04	0.14	0.03	0.17	0.03	-2.63	0.0	36.33	-10.64	
	4	17.65	273.18	19.53	300.71	17.65	294.35	24.94	268.94	4.82	0.24	37.88	63.43	
	5	3.76	180.00	6.35	226.59	7.53	228.71	8.71	224.47	-4.82	0.24	-38.82	-75.96	
56-11- 2 18:44:36	1	10.74	251.06	12.58	275.68	15.16	261.22	18.96	248.99	-0.18	0.24	0.28	2.56	1100
	2	2.31	13.17	2.55	11.09	2.45	7.07	3.02	6.13	1.44	1.44	12.62	17.49	
	3	0.23	0.05	0.20	0.04	0.16	0.03	0.16	0.02	-7.80	0.0	44.62	6.82	
	4	15.53	302.62	18.12	311.29	20.00	288.00	23.06	268.94	4.51	0.24	36.00	71.57	
	5	4.71	203.29	6.35	243.53	8.00	235.06	10.82	213.66	-4.98	0.24	-35.53	-63.43	
56-11- 2 19:40:45	1	13.11	243.27	14.73	267.22	14.46	253.74	17.49	242.75	-0.22	0.24	0.32	0.86	1100
	2	2.14	6.16	2.22	6.35	1.67	6.55	1.80	5.55	1.42	1.42	19.20	12.41	
	3	0.16	0.03	0.15	0.03	0.12	0.03	0.10	0.02	-6.59	0.0	59.78	14.10	
	4	17.56	264.71	19.29	298.59	18.59	275.29	21.41	268.94	4.27	0.24	46.82	63.43	
	5	7.29	211.76	9.55	232.94	9.18	228.71	7.06	216.00	-3.88	0.24	-44.47	-54.74	
56-11- 2 19:45: 0	1	11.69	245.06	12.93	268.10	14.32	254.55	18.06	244.05	-0.28	0.24	0.63	1.03	1700
	2	1.72	10.00	1.99	10.69	2.18	7.17	1.75	5.50	1.35	0.00	19.93	12.13	
	3	0.16	0.04	0.15	0.04	0.15	0.03	0.10	0.02	-4.61	0.00	31.62	11.30	
	4	16.94	261.65	20.00	302.62	19.29	294.35	23.29	264.71	5.37	0.24	45.88	71.57	
	5	7.06	216.12	7.76	235.06	8.24	224.47	11.76	220.24	-4.90	0.24	-46.35	-63.43	
56-11- 2 19:54:51	1	12.14	244.22	13.23	266.10	14.54	254.62	19.82	243.56	-0.36	0.24	0.40	0.59	1400
	2	2.21	6.99	2.13	6.96	1.87	7.69	2.20	4.67	1.42	0.00	19.53	12.76	
	3	0.16	0.04	0.16	0.03	0.13	0.03	0.11	0.02	-3.68	0.00	48.67	21.56	
	4	17.16	279.53	19.29	302.62	19.29	291.65	24.71	262.59	3.16	0.24	45.41	64.76	
	5	7.29	216.12	8.71	235.06	10.35	230.82	11.06	216.12	-5.92	0.24	-45.98	-75.96	

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 1/4		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	横軸 直方向	横軸方向	横軸角	
56-11- 2	20:15:34	13.06	248.28	15.45	271.90	16.60	256.95	19.95	245.50	-0.33	0.24	0.06	0.78	2000
		2.75	9.90	3.09	9.64	2.06	6.05	2.03	5.00	1.50	0.00	21.74	12.77	
		0.20	0.04	0.20	0.04	0.12	0.02	0.13	0.02	-4.57	0.00	275.81	16.27	
		19.33	281.65	22.35	311.29	22.12	235.88	25.65	266.62	7.88	0.24	50.59	71.57	
		6.12	166.35	6.82	228.71	11.29	237.18	12.24	224.47	-7.25	0.24	-48.24	-72.28	
56-11- 2	20:23: 0	14.26	248.36	16.06	271.57	15.31	256.18	19.66	245.06	-0.58	0.24	0.28	-0.60	2000
		2.59	9.32	2.69	9.78	2.21	7.03	1.94	4.96	1.44	0.01	22.82	12.04	
		0.16	0.04	0.17	0.04	0.14	0.03	0.10	0.02	-2.50	0.06	82.34	-20.09	
		19.53	265.88	21.65	374.82	21.18	288.00	24.94	262.59	5.76	0.71	52.94	80.54	
		6.32	203.29	5.18	224.47	9.41	232.94	12.71	224.47	-6.00	0.24	-54.35	-71.57	
56-11- 2	20:42:34	12.69	244.40	13.97	267.99	13.04	254.15	17.72	244.65	-0.29	0.24	0.26	0.57	1400
		2.06	9.34	2.18	9.47	2.13	7.51	2.39	5.32	1.47	0.00	22.43	12.29	
		0.16	0.04	0.16	0.04	0.16	0.03	0.13	0.02	-5.06	0.00	87.90	21.73	
		17.65	277.41	18.59	302.82	17.65	277.41	21.88	266.82	4.82	0.24	50.59	71.57	
		6.59	211.76	6.94	237.18	8.00	218.12	9.88	222.35	-6.08	0.24	-51.53	-71.57	
56-11-11	10:31:25	3.68	289.89	4.15	316.92	4.35	292.51	8.79	279.11	-0.55	-1.42	-0.39	-0.39	2000
		1.02	20.40	2.09	22.53	1.93	19.82	1.98	8.67	1.11	1.34	11.46	13.11	
		0.50	0.07	0.50	0.07	0.44	0.07	0.23	0.03	-2.01	-0.95	-29.65	-33.74	
		8.24	345.18	9.15	364.24	9.18	364.24	14.12	304.94	3.18	3.53	41.65	56.31	
		0.24	237.18	0.24	247.76	0.71	239.29	3.76	243.53	-4.82	-6.35	-44.00	-63.43	
56-12-19	21:13:53	14.36	261.48	15.66	289.52	13.76	269.74	17.18	256.16	0.04	0.24	0.71	35.26	2000
		2.72	8.27	3.27	9.23	3.29	8.92	2.89	7.42	0.00	0.00	0.00	0.00	
		0.19	0.03	0.21	0.03	0.24	0.03	0.17	0.03	0.06	0.00	0.0	0.0	
		19.76	294.35	22.32	321.88	21.88	300.71	24.24	285.88	0.12	0.24	0.71	35.26	
		6.35	235.06	7.53	254.12	5.41	228.71	9.88	222.35	0.04	0.24	0.71	35.26	
56-12-19	21:21:12	10.95	263.46	12.14	291.70	10.51	270.28	14.43	257.20	0.04	0.24	0.71	35.26	2000
		1.91	8.08	2.04	9.77	2.00	9.30	2.87	6.81	6.81	0.00	0.00	0.00	
		0.17	0.03	0.17	0.03	0.19	0.03	0.20	0.03	0.0	0.00	0.0	0.0	
		14.52	298.59	17.13	338.82	16.24	304.94	19.76	292.24	0.04	0.24	0.71	35.26	
		5.65	228.71	7.29	262.59	5.88	232.94	7.53	226.59	0.04	0.24	0.71	35.26	
56-12-19	21:28:32	8.93	266.03	9.95	294.72	9.62	273.69	14.49	257.95	0.04	0.24	0.71	35.26	1500
		1.82	11.70	2.02	12.89	2.41	11.28	1.56	5.17	5.17	0.00	0.00	0.00	
		0.20	0.04	0.20	0.04	0.25	0.04	0.11	0.02	0.0	0.00	0.0	0.0	
		12.71	307.05	14.32	345.18	15.53	321.88	18.35	277.41	0.04	0.24	0.71	35.26	
		4.00	216.00	4.71	245.65	4.47	245.65	9.88	239.29	0.04	0.24	0.71	35.26	
56-12-19	22:15:17	11.20	253.83	12.21	281.25	11.58	265.11	16.29	252.87	0.04	0.24	0.71	35.26	2000
		2.39	14.46	2.77	14.83	2.81	9.92	3.22	8.56	0.00	0.01	0.01	0.00	
		0.21	0.06	0.23	0.05	0.24	0.04	0.20	0.03	0.08	0.04	0.0	0.0	
		17.65	309.18	18.82	328.24	19.29	315.53	22.82	334.59	0.12	0.71	0.71	35.26	
		4.94	201.18	4.00	218.12	4.47	232.94	3.76	230.82	0.04	0.24	0.71	35.26	
56-12-19	22:22:36	12.53	249.78	14.17	276.82	13.28	261.35	18.05	249.90	0.04	0.24	0.71	35.26	2000
		3.00	12.75	3.14	13.25	2.65	11.81	2.63	7.33	7.33	0.00	0.00	0.00	
		0.24	0.05	0.22	0.05	0.20	0.05	0.15	0.03	0.0	0.00	0.0	0.0	
		19.76	302.82	23.06	324.00	20.00	302.82	23.53	275.29	0.04	0.24	0.71	35.26	
		5.41	184.24	6.82	237.18	5.88	205.41	11.53	222.35	0.04	0.24	0.71	35.26	
56-12-19	22:29:56	12.67	253.78	14.32	281.67	14.63	263.89	19.68	250.14	0.04	0.24	0.71	35.26	2000
		2.55	12.23	2.64	12.36	2.77	9.10	2.24	5.87	0.00	0.00	0.00	0.00	
		0.20	0.05	0.18	0.04	0.19	0.03	0.11	0.02	0.08	0.00	0.0	0.0	
		18.35	292.24	19.53	328.24	20.71	302.82	25.18	271.06	0.12	0.24	0.71	35.26	
		4.47	205.41	7.29	243.53	7.06	232.94	8.94	220.24	0.04	0.24	0.71	35.26	

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下間より		中央径間 1/4		下間側塔頂		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	
56-12-19	22:37:16	1 13.53	254.04	14.77	282.07	12.33	263.76	15.48	252.19	0.04	0.24	0.71	35.26	2000
		2 2.36	11.00	2.84	11.77	2.28	9.38	2.93	8.19	0.02	0.03	0.03	0.25	
		3 0.17	0.04	0.19	0.04	0.18	0.04	0.19	0.03	0.44	0.15	0.0	0.01	
		4 19.53	292.24	21.18	326.12	19.76	298.59	22.12	309.18	0.51	1.18	0.71	35.26	
		5 7.29	201.18	5.18	211.76	5.18	226.59	6.35	213.88	0.04	0.24	0.71	24.09	
56-12-20	0:18:3	1 15.19	252.81	16.85	280.82	14.62	262.61	17.86	251.42	0.04	0.24	0.71	35.26	2000
		2 2.83	9.59	3.28	9.57	3.05	9.42	3.15	7.15	0.02	0.03	0.03	0.25	
		3 0.19	0.04	0.19	0.03	0.21	0.04	0.18	0.03	0.44	0.12	0.0	0.01	
		4 21.88	285.88	23.06	309.18	22.59	298.59	26.82	288.00	0.51	1.18	0.71	35.26	
		5 7.53	203.29	8.71	239.29	5.65	232.94	9.88	211.76	0.04	0.24	0.71	24.09	
56-12-20	0:25:23	1 13.20	259.32	14.55	287.60	12.84	268.99	19.49	254.52	0.04	0.24	0.71	35.26	2000
		2 2.41	11.31	2.86	12.94	2.60	10.09	2.70	7.75	7.75	0.00	0.00	0.00	
		3 0.18	0.04	0.20	0.04	0.22	0.04	0.15	0.03	0.0	0.00	0.0	0.0	
		4 20.24	304.94	23.53	351.53	21.41	313.41	24.47	288.00	0.04	0.24	0.71	35.26	
		5 7.53	220.24	7.53	226.59	5.65	230.62	10.82	218.12	0.04	0.24	0.71	35.26	
56-12-20	0:32:43	1 14.65	253.01	16.59	281.31	15.71	262.92	15.17	251.29	0.04	0.24	0.71	35.26	2000
		2 2.96	10.31	3.15	9.59	2.71	8.73	3.05	7.36	7.36	0.00	0.00	0.00	
		3 0.20	0.04	0.19	0.03	0.17	0.03	0.17	0.03	0.0	0.00	0.0	0.0	
		4 21.18	296.47	23.53	352.47	22.82	304.94	25.18	273.18	0.04	0.24	0.71	35.26	
		5 6.59	211.76	9.18	243.53	7.53	224.47	9.65	226.59	0.04	0.24	0.71	35.26	
56-12-20	0:40:3	1 13.80	257.76	15.33	265.62	14.89	266.37	20.55	254.00	0.04	0.24	0.71	35.26	2000
		2 2.90	10.79	3.21	11.16	2.54	8.43	2.13	5.74	5.74	0.00	0.00	0.00	
		3 0.21	0.04	0.21	0.04	0.17	0.03	0.10	0.02	0.0	0.00	0.0	0.0	
		4 19.29	294.35	21.65	321.88	22.35	309.18	26.35	277.41	0.04	0.24	0.71	35.26	
		5 4.71	222.35	4.71	249.88	8.47	228.71	14.35	226.59	0.04	0.24	0.71	35.26	
56-12-20	1:37:25	1 14.66	250.70	16.44	277.79	15.46	260.52	20.44	249.67	0.04	0.24	0.71	35.26	2000
		2 3.16	11.66	3.52	11.84	3.07	8.66	3.72	6.47	0.00	0.00	0.00	0.00	
		3 0.22	0.05	0.21	0.04	0.20	0.03	0.18	0.03	0.12	0.00	0.0	0.0	
		4 21.88	324.00	24.71	313.41	24.24	290.12	28.00	279.53	0.12	0.24	0.71	35.26	
		5 4.94	196.94	6.82	211.76	8.71	230.82	8.94	218.12	0.04	0.24	0.71	35.26	
56-12-20	1:44:44	1 12.72	255.28	13.94	283.14	12.20	264.73	17.47	253.49	0.04	0.24	0.71	35.26	2000
		2 2.05	10.39	2.26	11.01	2.25	9.60	3.09	6.84	6.84	0.00	0.00	0.00	
		3 0.16	0.04	0.16	0.04	0.18	0.04	0.18	0.03	0.0	0.00	0.0	0.0	
		4 17.65	300.71	19.29	334.59	17.65	302.82	24.24	279.53	0.04	0.24	0.71	35.26	
		5 6.82	209.65	7.06	247.76	6.59	232.94	9.41	220.24	0.04	0.24	0.71	35.26	
56-12-20	1:52:4	1 11.54	269.11	12.57	297.82	10.09	274.61	16.73	259.19	0.04	0.24	0.71	35.26	1500
		2 1.99	12.56	2.23	12.99	2.00	12.20	3.44	8.16	8.16	0.00	0.00	0.00	
		3 0.17	0.05	0.18	0.04	0.20	0.04	0.21	0.03	0.0	0.00	0.0	0.0	
		4 16.71	334.59	17.65	357.88	14.59	319.76	22.35	302.82	0.04	0.24	0.71	35.26	
		5 5.41	235.06	5.18	264.71	4.94	232.94	7.53	224.47	0.04	0.24	0.71	35.26	
56-12-20	2:44:47	1 10.50	276.21	11.60	306.74	9.72	279.60	17.43	265.19	0.04	0.24	0.71	35.26	2000
		2 3.18	14.83	3.64	16.25	3.26	19.07	3.24	8.33	0.01	0.03	0.03	0.00	
		3 0.30	0.05	0.31	0.05	0.33	0.07	0.19	0.03	0.31	0.11	0.0	0.0	
		4 18.59	343.06	20.24	366.47	18.82	345.18	25.65	294.35	0.35	0.71	0.71	35.26	
		5 1.41	224.47	1.66	266.82	1.41	165.18	9.88	232.94	0.04	0.24	0.71	35.26	
56-12-20	2:52:0	1 11.13	280.69	12.11	310.10	9.55	284.41	18.77	266.00	0.04	0.24	0.71	35.26	2000
		2 3.31	15.73	3.72	18.74	2.82	17.98	3.09	8.03	8.03	0.00	0.00	0.00	
		3 0.30	0.06	0.31	0.06	0.30	0.06	0.16	0.03	0.0	0.00	0.0	0.0	
		4 18.12	340.94	19.53	406.59	16.47	360.00	25.83	296.59	0.04	0.24	0.71	35.26	
		5 3.53	235.06	3.29	235.06	2.35	229.71	8.94	226.59	0.04	0.24	0.71	35.26	

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 直交方向	橋軸方向	傾斜角	
56-12-20	2:59:26	1 3.40	280.38	9.29	310.66	7.73	231.08	16.60	264.51	0.04	0.24	0.71	35.26	2000
		2 2.84	18.51	2.95	19.93	3.06	26.83	3.17	9.43	9.43	0.00	0.00	0.00	
		3 0.34	0.07	0.32	0.06	0.40	0.10	0.19	0.04	0.0	0.00	0.0	0.0	
		4 14.82	336.71	16.71	398.12	15.06	368.47	24.00	300.71	0.04	0.24	0.71	35.26	
		5 2.12	192.71	2.59	235.06	1.18	19.06	8.71	226.59	0.04	0.24	0.71	35.26	
56-12-20	3: 6:46	1 8.06	281.28	8.87	311.67	8.05	235.73	16.12	267.88	0.04	0.24	0.71	35.26	2000
		2 2.72	20.28	3.11	21.02	2.36	25.07	3.72	10.89	10.89	0.00	0.00	0.00	
		3 0.34	0.07	0.35	0.07	0.29	0.09	0.23	0.04	0.0	0.00	0.0	0.0	
		4 14.82	345.18	16.71	389.65	14.12	504.00	26.59	315.53	0.04	0.24	0.71	35.26	
		5 2.59	209.65	1.88	207.53	2.35	173.65	7.53	211.76	0.04	0.24	0.71	35.26	
56-12-20	3:55:26	1 11.64	274.36	12.26	302.79	11.04	277.74	18.41	262.88	0.04	0.24	0.71	35.26	2000
		2 2.77	14.14	3.19	15.12	3.47	11.69	2.40	5.62	5.62	0.00	0.00	0.00	
		3 0.25	0.05	0.26	0.05	0.31	0.04	0.13	0.02	0.0	0.00	0.0	0.0	
		4 16.94	357.88	20.47	364.24	19.76	338.82	23.53	290.12	0.04	0.24	0.71	35.26	
		5 3.29	222.35	3.53	252.00	2.59	226.59	11.76	237.18	0.04	0.24	0.71	35.26	
56-12-20	4: 2:45	1 9.11	279.33	9.75	311.98	8.22	284.10	15.21	264.00	0.04	0.24	0.71	35.26	2000
		2 3.10	15.85	3.61	25.12	2.77	16.71	2.85	8.60	8.60	0.00	0.00	0.00	
		3 0.34	0.06	0.37	0.08	0.34	0.06	0.19	0.03	0.0	0.00	0.0	0.0	
		4 15.76	330.35	16.94	533.65	15.29	332.47	21.41	296.47	0.04	0.24	0.71	35.26	
		5 0.64	220.24	0.47	203.29	2.12	237.18	5.41	201.18	0.04	0.24	0.71	35.26	
56-12-20	4:10: 5	1 8.97	276.57	9.98	304.57	8.62	279.26	15.35	265.67	0.04	0.24	0.71	35.26	1500
		2 2.62	15.13	2.84	16.33	2.74	14.00	3.47	8.94	8.94	0.00	0.00	0.00	
		3 0.29	0.05	0.28	0.05	0.32	0.05	0.22	0.03	0.0	0.00	0.0	0.0	
		4 16.00	330.35	17.65	351.53	16.47	343.06	23.76	296.47	0.04	0.24	0.71	35.26	
		5 4.00	222.35	4.08	245.65	3.29	232.94	5.41	190.59	0.04	0.24	0.71	35.26	

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 点 加速度					中央径間 1/4 点 加速度					中央径間 1/2 点 変位		
		鉛直成分1	鉛直成分2	鉛直たわみ	水平成分	ねじれ	鉛直成分1	鉛直成分2	鉛直たわみ	水平成分	ねじれ	鉛直成分1	鉛直成分2	水平成分
56- 3-14 11:44:58	1	6.44	3.34	4.33	9.31	0.00107	6.64	2.29	4.47	0.98	0.00150	-24.0	-0.1	0.8
	2	1.70	1.42	1.34	0.89	0.00056	1.66	1.50	1.34	0.00	0.00059	65.5	41.7	48.5
	3	0.25	0.42	0.28	0.10	0.52004	0.25	0.65	0.30	0.00	0.39062	-2.7	-316.7	64.4
	4	12.75	8.32	10.78	12.75	0.00338	14.71	6.86	9.80	0.98	0.00338	179.6	121.6	145.1
	5	-0.98	-2.94	-1.96	6.86	-0.00135	-0.98	-2.94	-0.98	0.98	-0.00135	-178.0	-149.8	-156.1
56- 3-27 14: 9:26	1	3.40	2.74	3.07	2.60	0.00023	5.88	1.24	3.56	0.98	0.00160	-29.0	0.7	-0.3
	2	1.80	1.53	1.35	0.84	0.00068	1.75	1.51	1.38	0.00	0.00061	1.3	44.0	45.6
	3	0.53	0.56	0.44	0.32	3.01834	0.30	1.22	0.39	0.00	0.38031	0.0	63.5	-149.3
	4	12.75	8.82	7.84	6.86	0.00338	16.67	6.86	9.80	0.98	0.00541	-29.0	142.0	140.4
	5	-4.90	-4.90	-3.92	-0.98	-0.00270	-4.90	-4.90	-2.94	0.98	-0.00135	-29.0	-157.6	-134.1
56- 3-27 14:16:46	1	3.39	2.82	3.10	2.74	0.00020	6.03	1.29	3.66	0.98	0.00164	-29.0	0.6	-1.6
	2	2.34	2.02	1.96	1.28	0.00067	2.00	1.58	1.48	0.00	0.00071	0.2	42.6	43.0
	3	0.69	0.72	0.63	0.47	3.37960	0.33	1.23	0.40	0.00	0.43395	-0.0	68.1	-27.4
	4	50.00	42.16	46.06	38.24	0.00406	40.20	8.82	23.53	0.98	0.01149	-29.0	118.4	137.3
	5	-6.86	-4.90	-4.90	-0.98	-0.00473	-4.90	-4.90	-3.92	0.98	-0.00135	-30.6	-143.5	-142.0
56- 3-27 14:24: 0	1	3.10	2.72	2.91	2.58	0.00013	6.09	1.34	3.71	0.98	0.00164	-30.5	0.7	1.0
	2	2.51	2.21	2.07	1.01	0.00078	2.26	1.98	1.80	0.00	0.00078	0.4	44.5	45.1
	3	0.81	0.82	0.71	0.39	5.94512	0.37	1.48	0.49	0.00	0.47391	-0.0	67.2	45.8
	4	20.59	16.67	16.63	8.82	0.00338	16.67	8.82	11.76	0.98	0.00473	-29.0	146.2	137.3
	5	-8.82	-6.86	-5.88	-0.98	-0.00270	-2.94	-4.90	-2.94	0.98	-0.00135	-30.6	-137.3	-140.4
56- 3-27 14:37:13	1	3.39	3.33	3.36	2.72	0.00002	6.62	1.40	4.11	0.98	0.00187	-32.2	1.2	0.7
	2	7.97	6.26	6.00	5.14	0.00093	6.71	1.74	3.79	0.00	0.00214	1.1	43.1	43.9
	3	2.35	2.46	2.38	1.89	42.84757	0.98	1.25	0.92	0.00	1.14681	0.0	34.5	65.8
	4	202.94	226.43	215.69	130.39	0.01217	140.20	24.51	82.35	0.98	0.04395	-32.2	129.4	137.3
	5	-4.90	-4.90	-4.90	-0.98	-0.02231	-0.98	-6.36	-2.94	0.98	-0.00135	-32.2	-137.3	-132.5
56- 3-27 14:44: 0	1	3.44	3.41	3.42	2.69	0.00001	6.64	1.43	4.04	0.98	0.00180	-33.3	1.0	0.2
	2	4.21	6.05	6.86	4.65	0.00079	4.25	1.59	2.70	0.00	0.00166	0.7	43.5	42.5
	3	2.56	2.54	2.59	1.73	67.18099	0.73	1.11	0.67	0.00	0.92156	-0.0	42.2	194.7
	4	161.37	212.75	197.36	132.35	0.01467	130.39	6.86	67.65	0.98	0.04327	-32.2	146.7	143.5
	5	-4.90	-4.90	-2.94	-0.98	-0.01082	-0.98	-4.90	-1.96	0.98	-0.00068	-33.7	-154.5	-138.8
56- 3-27 14:51: 0	1	4.56	4.44	4.55	4.31	0.00008	7.79	1.65	4.72	0.98	0.00212	-33.7	1.2	-0.1
	2	16.53	17.33	15.43	16.64	0.00473	15.12	2.45	7.91	0.00	0.00510	0.0	43.7	44.2
	3	3.54	3.91	3.40	3.66	60.62656	1.94	1.48	1.66	0.00	2.41040	-0.0	35.1	-320.1
	4	195.10	214.71	200.00	197.06	0.13928	169.22	24.51	103.92	0.98	0.05862	-33.7	127.8	148.2
	5	-22.55	-222.55	-69.61	-0.98	-0.05003	-199.02	-4.90	-87.25	0.98	-0.07708	-33.7	-137.3	-145.1
56- 3-27 14:58: 0	1	3.36	2.40	2.39	2.62	0.00006	6.62	1.51	4.09	0.98	0.00178	-34.2	0.3	0.2
	2	2.42	2.06	2.11	1.98	0.00055	2.34	1.43	1.50	0.00	0.00065	0.7	41.3	44.0
	3	6.76	0.72	0.71	0.72	8.67129	0.35	0.95	0.37	0.00	0.47602	-0.0	122.7	187.5
	4	32.35	26.43	30.39	30.39	0.00270	38.24	8.82	20.59	0.98	0.01217	-33.7	127.8	142.0
	5	-4.90	-2.94	-2.94	-0.98	-0.00270	-2.94	-4.90	-0.96	0.98	-0.00203	-35.3	-127.8	-129.4
56- 3-27 15: 5: 0	1	3.01	2.54	2.30	2.57	0.00014	6.48	1.60	4.04	0.98	0.00168	-35.3	0.5	1.0
	2	2.07	1.75	1.57	0.93	0.00074	2.01	1.83	1.61	0.00	0.00073	0.7	42.4	42.6
	3	0.69	0.67	0.56	0.36	5.16516	0.31	1.14	0.40	0.00	0.43269	0.0	83.9	43.2
	4	10.76	8.82	7.84	4.90	0.00270	14.71	6.86	8.82	0.98	0.00406	-35.3	116.9	142.0
	5	-4.90	-4.90	-1.96	0.98	-0.00203	-2.94	-4.90	-1.96	0.98	-0.00203	-35.3	-120.0	-124.7
56- 3-27 15:14:36	1	2.34	2.22	2.28	2.45	0.00004	5.60	1.57	3.66	0.98	0.00146	-36.9	0.4	0.1
	2	2.73	1.25	1.65	0.88	0.00092	2.02	1.32	1.30	0.00	0.00077	0.0	41.9	42.1
	3	1.17	0.56	0.72	0.36	21.30338	0.35	0.84	0.35	0.00	0.52561	-0.0	111.9	624.1
	4	6.82	6.86	6.36	4.90	0.00203	10.78	6.86	8.82	0.98	0.00406	-36.9	115.3	142.0
	5	-16.63	-0.98	-8.82	-0.98	-0.00744	-2.94	-4.90	-1.96	0.98	-0.00135	-36.9	-135.7	-137.3

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
鉛直たわみ・水平たわみの加速度の単位は gal, ねじれ加速度の単位は rad/s², 変位の単位は cm である。

表-6-2 応答の測定結果

日	時	中央径間 1/2 点 加速度					中央径間 1/4 点 加速度					中央径間 1/2 点 変位		
		鉛直成分1	鉛直成分2	鉛直たわみ	水平成分	ねじれ	鉛直成分1	鉛直成分2	鉛直たわみ	水平成分	ねじれ	鉛直成分1	鉛直成分2	水平成分
56- 3-27 15:22: 0	1	1.17	2.33	1.75	2.18	-0.00040	6.69	1.54	4.12	0.98	0.00177	-37.1	0.7	-0.9
	2	0.39	1.90	3.67	1.03	0.00204	2.17	1.89	1.75	0.00	0.00072	0.6	41.0	41.4
	3	5.46	0.82	2.09	0.47	-5.10726	0.32	1.22	0.43	0.00	0.40461	-0.0	61.9	-47.7
	4	10.78	10.78	8.82	4.90	0.00270	14.71	8.82	10.78	0.98	0.00473	-36.9	143.5	124.7
	5	-48.04	-4.90	-22.55	-0.98	-0.01758	-0.98	-4.90	-2.94	0.98	-0.00203	-38.4	-124.7	-140.4
56- 3-27 15:29: 0	1	4.48	2.52	3.50	2.20	0.00068	6.30	1.60	3.05	0.98	0.00162	-38.4	0.8	-0.2
	2	2.00	1.65	1.58	1.02	0.00064	1.89	1.68	1.50	0.00	0.00067	0.0	42.5	46.0
	3	0.45	0.66	0.45	0.46	0.94351	0.30	1.05	0.38	0.00	0.41107	-0.0	51.0	-200.4
	4	12.75	8.82	10.78	4.90	0.00338	12.75	8.82	10.78	0.98	0.00473	-38.4	131.0	149.8
	5	-2.94	-4.90	-2.94	-0.98	-0.00203	-0.98	-4.90	-1.96	0.98	-0.00270	-38.4	-143.5	-142.0
56- 3-27 15:36: 0	1	4.50	2.65	3.57	2.39	0.00064	6.61	1.65	4.13	0.98	0.00171	-38.4	0.4	1.4
	2	2.07	1.79	1.68	1.07	0.00065	1.93	1.79	1.57	0.00	0.00069	0.0	42.7	45.4
	3	0.46	0.68	0.47	0.45	1.02636	0.29	1.09	0.36	0.00	0.40280	-0.0	116.0	32.4
	4	14.71	14.71	14.71	16.67	0.00338	24.51	8.82	13.73	0.98	0.00744	-38.4	116.9	131.0
	5	-10.70	2.30	-4.17	3.42	-0.00451	3.76	3.53	3.64	0.98	0.00008	5.5	39.2	-3.3
56-10- 7 16:36:52	2	1.81	1.35	1.37	0.95	0.00056	1.81	1.42	1.35	0.00	0.00063	35.0	36.4	25.2
	3	-0.17	0.57	-0.33	0.28	-0.12486	0.48	0.40	0.37	0.00	7.84955	6.4	0.9	-7.7
	4	-4.90	8.82	0.98	6.86	-0.00270	10.78	8.82	8.82	0.98	0.00270	54.1	200.0	41.6
	5	-18.63	-2.94	-8.82	-0.98	-0.00744	-4.90	-0.98	-0.98	0.98	-0.00270	-140.4	-47.8	-134.1
	1	-12.97	2.46	-5.26	2.75	-0.00532	3.20	1.71	2.46	0.98	0.00051	19.6	36.0	-3.1
56-10-23 16:29:45	2	1.72	1.40	1.25	0.94	0.00065	2.00	1.63	1.51	0.98	0.00071	1.6	1.6	2.2
	3	-0.13	0.57	-0.24	0.34	-0.12198	0.63	0.95	0.61	0.08	1.38617	0.1	0.0	-0.7
	4	-4.90	8.82	-0.98	6.86	-0.00270	10.78	8.82	8.82	2.94	0.00270	22.7	40.0	22.7
	5	-20.59	-2.94	-10.78	-2.94	-0.00811	-6.86	-4.90	-4.90	0.98	-0.00270	13.3	29.0	-10.2
	1	-13.10	2.21	-5.44	2.86	-0.00528	2.07	1.85	1.96	0.99	0.00008	23.1	34.6	-4.6
56-10-23 16:37:54	2	1.81	1.48	1.39	0.91	0.00061	1.79	1.39	1.27	0.17	0.00068	21.2	3.1	21.9
	3	-0.14	0.67	-0.26	0.32	-0.11638	0.86	0.75	0.65	0.17	8.96351	0.9	0.2	-4.7
	4	-6.86	6.86	-0.98	6.86	-0.00270	8.82	6.86	6.86	2.94	0.00270	200.0	87.1	13.3
	5	-20.59	-2.94	-10.78	-0.98	-0.00811	-4.90	-2.94	-1.96	0.98	-0.00270	-44.7	-58.8	-196.9
	1	-12.95	2.37	-5.29	2.22	-0.00528	2.09	2.10	2.09	1.03	-0.00000	12.2	34.3	-5.3
56-10-23 16:48:38	2	3.85	3.46	3.56	3.27	0.00060	3.90	1.20	2.13	0.31	0.00136	35.6	14.6	27.6
	3	-0.30	1.46	-0.67	1.47	-0.11266	1.27	0.61	1.02	0.30	-316.66795	2.9	0.4	-5.2
	4	44.12	53.92	49.02	42.16	-0.00338	46.08	6.86	24.51	2.94	0.01487	24.3	113.7	157.6
	5	-18.63	-2.94	-10.78	-0.98	-0.00744	-4.90	-0.98	-1.96	0.98	-0.00338	-138.8	-88.6	-171.8
	1	-13.11	1.82	-5.65	1.97	-0.00515	1.23	2.17	1.70	1.10	-0.00033	21.0	36.5	1.1
56-10-23 16:55:14	2	2.28	1.94	1.88	1.26	0.00068	2.22	1.77	1.61	0.46	0.00083	8.9	2.0	1.7
	3	-0.17	1.06	-0.33	0.64	-0.13151	1.81	0.82	0.95	0.42	-2.55108	0.4	0.1	1.5
	4	2.94	18.63	10.78	8.82	-0.00270	12.75	8.82	7.84	2.94	0.00338	198.4	43.1	13.3
	5	-20.59	-2.94	-10.78	-0.98	-0.00811	-8.82	-2.94	-3.92	0.98	-0.00406	13.3	29.0	-3.9
	1	-11.77	3.13	-4.32	4.00	-0.00514	3.14	2.40	2.77	1.27	0.00026	33.7	34.5	-4.1
56-10-23 17: 9:47	2	10.90	9.72	9.91	10.25	0.00202	10.39	2.51	5.93	0.70	0.00324	0.7	12.8	20.0
	3	-0.93	3.11	-2.29	2.56	-0.39268	3.31	1.05	2.14	0.55	12.61207	0.0	0.4	-4.9
	4	136.27	136.24	137.25	202.94	0.04192	193.14	38.24	106.86	2.94	0.05950	35.3	129.4	18.0
	5	-79.41	-59.80	-27.45	-12.75	-0.05003	-10.78	-4.90	-6.86	0.98	-0.00473	5.5	-124.7	-157.6
	1	-13.24	1.78	-5.73	2.32	-0.00518	2.05	2.24	2.15	1.31	-0.00007	15.9	35.5	-3.2
56-10-23 17:18: 8	2	2.11	1.76	1.74	1.33	0.00060	2.06	1.41	1.42	0.74	0.00073	29.7	10.7	17.6
	3	-0.16	0.99	-0.30	0.57	-0.11668	1.00	0.63	0.66	0.56	-11.16668	1.9	0.3	-5.6
	4	-0.98	12.75	4.90	12.75	-0.00338	14.71	8.82	8.82	2.94	0.00406	24.3	120.0	38.4
	5	-22.55	-4.90	-12.75	-0.98	-0.00811	-6.86	-2.94	-2.94	0.98	-0.00338	-165.5	-96.5	-134.1

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, ねじれ加速度の単位は rad/s², 変位の単位は cmである。

表-6-3 応答の測定結果

日 時		中央径間 1/2 点 加 速 度					中央径間 1/4 点 加 速 度					中央径間 1/2 点 変 位		
		鉛直成分1	鉛直成分2	鉛直たわみ	水平成分	ね じ れ	鉛直成分1	鉛直成分2	鉛直たわみ	水平成分	ね じ れ	鉛直成分1	鉛直成分2	水平成分
56-10-23 17:25:27	1	-13.52	1.46	-6.03	2.14	-0.00517	1.57	2.29	1.93	1.29	-0.00025	20.2	36.3	-2.6
	2	2.65	2.15	2.12	1.13	0.00079	2.45	1.97	1.83	0.72	0.00098	2.4	2.4	2.6
	3	-0.20	1.47	-0.35	0.53	-0.15271	1.56	0.86	0.95	0.56	-3.53893	0.1	0.1	-1.0
	4	-4.90	8.82	0.98	4.90	-0.00203	10.78	8.82	7.84	2.94	0.00270	24.3	41.6	25.9
	5	-22.55	-4.90	-13.73	-0.98	-0.00811	-6.66	-2.94	-3.92	0.98	-0.00473	11.8	27.5	-10.2
56-10-23 17:34:12	1	-11.75	2.83	-4.46	4.09	-0.00503	2.63	2.51	2.57	1.29	0.00004	128.4	36.1	-2.5
	2	11.21	11.29	10.71	10.65	0.00238	11.11	1.99	5.94	0.72	0.00367	0.7	10.6	17.8
	3	-0.95	3.99	-2.40	2.61	-0.47307	4.22	0.79	2.31	0.55	88.31337	0.0	0.3	-7.2
	4	146.06	148.04	147.06	161.76	0.04395	153.92	28.43	80.39	2.94	0.05071	129.4	148.2	22.7
	5	-24.51	-95.29	-24.51	-51.96	-0.03448	-36.27	-2.94	-5.88	0.98	-0.02096	127.8	-85.5	-129.4
56-10-23 17:55:44	1	-10.86	3.40	-3.69	5.14	-0.00495	3.93	2.42	3.17	1.27	0.00052	198.5	36.4	-4.0
	2	14.66	13.07	13.77	14.94	0.00125	14.86	1.57	7.67	0.70	0.00501	0.7	10.4	19.3
	3	-1.35	3.74	-3.74	2.90	-0.25145	3.78	0.65	2.42	0.55	9.63971	0.0	0.3	-4.8
	4	224.51	218.63	212.75	191.18	0.04057	185.29	14.71	95.10	2.94	0.06220	200.0	134.1	18.0
	5	-22.55	-2.94	-11.76	-0.98	-0.00744	-8.82	-4.90	-3.92	0.98	-0.00473	196.9	-94.9	-149.8
56-10-23 18: 3: 3	1	-13.47	1.18	-6.14	2.88	-0.00505	1.01	2.39	1.70	1.28	-0.00048	87.1	34.9	-4.1
	2	1.93	1.67	1.52	1.04	0.00067	2.16	1.71	1.59	0.70	0.00078	0.1	11.8	21.5
	3	-0.14	1.41	-0.25	0.36	-0.13327	2.14	0.72	0.94	0.55	-1.62204	0.0	0.3	-5.2
	4	-6.86	6.86	-1.96	8.82	-0.00270	6.86	8.82	6.86	2.94	0.00203	88.6	132.5	87.1
	5	-20.59	-4.90	-10.78	-0.98	-0.00744	-8.82	-2.94	-2.94	0.98	-0.00406	87.1	-74.5	-135.7
56-10-23 19:37:22	1	-12.91	1.27	-5.82	1.84	-0.00489	0.61	1.87	1.24	1.13	-0.00043	-179.6	35.7	-4.9
	2	1.88	1.58	1.41	1.03	0.00070	1.99	1.55	1.40	0.52	0.00076	0.0	11.1	26.5
	3	-0.15	1.23	-0.24	0.56	-0.14400	3.25	0.83	1.13	0.46	-1.75341	-0.0	0.3	-5.4
	4	-6.86	6.86	-0.98	4.90	-0.00270	6.86	8.82	5.88	2.94	0.00203	-179.6	94.9	115.3
	5	-20.59	-2.94	-10.78	-0.98	-0.00744	-8.82	-2.94	-4.90	0.98	-0.00406	-179.6	-87.1	-163.9
56-11- 2 18:35:56	1	-11.78	1.65	-5.07	6.47	-0.00463	8.82	4.85	6.84	0.98	0.00137	60.8	36.4	-15.7
	2	2.84	2.33	2.36	0.98	0.00075	2.55	1.88	1.94	0.00	0.00078	7.2	16.1	26.8
	3	-0.24	1.42	-0.47	0.15	-0.16282	0.29	0.39	0.28	0.00	0.57174	0.1	0.4	-1.7
	4	-2.94	8.82	2.94	8.82	-0.00203	16.67	10.78	12.75	0.98	0.00406	63.5	178.0	16.5
	5	-20.59	-6.86	-13.73	2.94	-0.00744	-2.94	-0.98	-0.98	0.98	-0.00338	-171.8	-76.1	-190.6
56-11- 2 18:44:36	1	-11.86	1.67	-5.10	6.61	-0.00466	8.82	4.85	6.73	0.98	0.00130	70.0	36.3	-12.4
	2	2.61	2.08	2.11	1.06	0.00073	2.77	2.12	2.08	0.00	0.00091	3.2	18.1	23.8
	3	-0.22	1.25	-0.41	0.16	-0.15586	0.32	0.44	0.31	0.00	0.70229	0.0	0.5	-1.9
	4	-6.98	8.82	2.94	12.75	-0.00203	18.63	12.75	12.75	0.98	0.00473	173.3	192.2	18.0
	5	-20.59	-4.90	-11.76	2.94	-0.00744	-4.90	-4.90	0.0	0.98	-0.00406	68.2	-71.4	-137.3
56-11- 2 19:40:48	1	-11.51	2.24	-4.64	6.36	-0.00474	8.75	4.78	6.76	0.98	0.00137	-92.0	37.4	-18.0
	2	3.69	3.13	2.97	1.47	0.00117	2.60	1.97	1.91	0.00	0.00089	2.1	13.0	24.5
	3	-0.32	1.40	-0.54	0.23	-0.24698	0.30	0.41	0.28	0.00	0.65087	-0.0	0.3	-1.4
	4	46.08	55.88	50.98	18.63	-0.00135	26.47	10.78	15.69	0.98	0.00744	-27.5	123.1	14.9
	5	-20.59	-4.90	-11.76	2.94	-0.00811	-0.98	-0.98	-0.98	0.98	-0.00135	-93.3	-58.8	-195.3
56-11- 2 19:48: 0	1	-11.80	2.01	-4.39	6.50	-0.00476	8.49	4.83	6.66	0.98	0.00126	60.4	36.5	-12.8
	2	2.47	2.01	2.06	0.94	0.00062	2.17	1.77	1.70	0.00	0.00070	1.1	15.1	21.1
	3	-0.21	1.00	-0.42	0.15	-0.13124	0.26	0.37	0.25	0.00	0.55452	0.0	0.4	-1.7
	4	-2.94	6.82	2.94	8.82	-0.00270	14.71	10.78	11.76	0.98	0.00406	62.0	140.4	160.8
	5	-20.59	-4.90	-10.78	2.94	-0.00744	0.98	0.98	0.98	0.98	-0.00135	40.0	-118.4	-135.7
56-11- 2 19:54:51	1	-11.75	2.11	-4.32	6.44	-0.00478	8.61	4.81	6.71	0.98	0.00131	94.8	37.9	-13.4
	2	3.22	2.54	2.68	1.08	0.00077	2.73	2.17	2.16	0.00	0.00082	28.5	17.0	21.3
	3	-0.27	1.21	-0.56	0.17	-0.16125	0.32	0.45	0.32	0.00	0.62358	0.3	0.4	-1.6
	4	4.90	18.63	11.76	18.67	-0.00135	22.55	14.71	14.71	0.98	0.00541	107.5	193.7	93.3
	5	-22.55	-6.36	-13.73	2.94	-0.00811	-2.94	-4.90	-0.98	0.98	-0.00270	-22.7	-132.5	-182.7

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, ねじれ加速度の単位は rad/s², 変位の単位は cm である。

表-6-4 応答の測定結果

日 時		中央径間 1/2 点 加速度					中央径間 1/4 点 加速度					中央径間 1/2 点 変位		
		鉛直成分1	鉛直成分2	鉛直たわみ	水平成分	ねじれ	鉛直成分1	鉛直成分2	鉛直たわみ	水平成分	ねじれ	鉛直成分1	鉛直成分2	水平成分
56-11- 2 20:15:34	1	-11.75	2.02	-4.37	6.27	-0.00475	8.43	4.80	6.62	0.98	0.00125	16.0	37.7	-12.3
	2	2.97	2.37	2.35	1.13	0.00069	2.59	2.01	1.97	0.00	0.00094	24.5	11.9	15.2
	3	-0.25	1.17	-1.44	0.18	-0.18791	0.31	0.42	0.30	0.00	0.67214	1.5	0.3	-1.2
	4	-0.90	10.70	2.94	10.78	-0.00203	16.67	10.78	13.73	0.98	0.00406	25.6	176.0	14.9
	5	-20.59	-4.90	-11.76	2.94	-0.00811	-0.98	-0.98	0.0	0.98	-0.00203	-146.7	-54.2	-184.3
56-11- 2 20:23: 0	1	-10.88	2.27	-4.01	6.85	-0.00474	9.31	4.86	7.08	0.98	0.00154	20.1	36.7	-10.9
	2	7.31	7.35	7.21	4.43	0.00090	5.30	2.29	3.32	0.00	0.00153	2.2	2.3	2.6
	3	-0.67	2.56	-1.30	0.05	-0.18993	0.57	0.47	0.47	0.00	1.06295	0.1	0.1	-0.2
	4	130.39	177.45	140.09	102.94	0.00066	99.02	20.56	54.90	0.98	0.03245	24.3	43.1	15.0
	5	-22.55	-6.80	-14.71	2.94	-0.02164	-0.98	-2.94	0.0	0.98	-0.00270	13.3	32.2	-15.0
56-11- 2 20:42:34	1	-11.65	2.02	-4.32	6.37	-0.00472	8.40	4.72	6.56	0.98	0.00127	11.5	36.7	-14.7
	2	2.90	2.34	2.35	1.04	0.00082	2.58	2.09	2.10	0.00	0.00073	41.3	12.2	21.1
	3	-0.25	1.16	-0.49	0.16	-0.17349	0.31	0.44	0.32	0.00	0.57391	3.5	0.3	-1.4
	4	-2.94	8.02	2.94	8.82	-0.00203	16.67	10.78	12.75	0.98	0.00406	25.6	82.4	13.3
	5	-24.51	-4.90	-13.73	2.94	-0.00744	0.98	-0.98	0.0	0.98	-0.00203	-192.2	-87.1	-135.7
56-11-11 10:31:25	1	-8.60	1.34	-3.63	6.17	-0.00343	4.20	3.66	3.94	2.65	0.00018	-27.0	-1.0	-109.3
	2	12.18	19.17	19.60	11.16	0.00238	10.96	2.23	5.04	0.41	0.00368	53.0	65.0	14.9
	3	-1.42	7.55	-2.94	1.31	-0.69301	2.51	0.61	1.46	0.14	20.49151	-1.9	-66.1	-9.1
	4	193.14	141.37	171.57	200.98	0.00650	153.33	34.31	94.04	2.94	0.00153	140.4	162.4	-3.0
	5	-93.14	-46.00	-62.75	-59.22	-0.00361	-61.76	-4.90	-16.67	0.98	-0.00311	-156.6	-170.2	-160.8
56-12-19 21:13:53	1	-10.57	0.10	-5.13	2.11	-0.00361	-0.23	3.69	1.73	0.98	-0.00135	-57.0	53.8	-6.8
	2	2.96	2.26	2.15	1.15	0.00079	2.07	1.96	1.70	0.00	0.00075	0.6	13.2	20.6
	3	-0.26	21.55	-0.43	0.54	-0.21990	-9.11	0.53	0.98	0.00	-0.55443	-0.0	0.2	-3.0
	4	8.62	20.59	14.71	12.75	0.00068	10.78	10.78	7.84	0.98	0.00270	-54.1	179.6	18.0
	5	-18.63	-6.82	-12.75	-0.98	-0.00744	-6.82	-2.94	-4.90	0.98	-0.00473	-57.3	-83.6	-168.6
56-12-19 21:21:12	1	-10.09	0.04	-5.02	1.39	-0.00349	-0.34	3.64	1.65	0.98	-0.00137	-57.8	56.3	1.2
	2	2.01	1.69	1.56	1.06	0.00059	1.73	1.72	1.39	0.00	0.00070	0.8	2.0	1.4
	3	-0.70	40.98	-0.31	0.56	-0.19869	-5.05	0.47	0.85	0.00	-0.50960	-0.0	0.0	1.2
	4	-0.98	6.86	2.94	6.86	-0.00068	6.86	10.78	8.82	0.98	0.00135	-57.3	62.0	16.6
	5	-18.63	-8.82	-12.75	-0.98	-0.00676	-8.82	-4.90	-4.90	0.98	-0.00473	-58.8	49.4	-3.9
56-12-19 21:26:32	1	-9.63	0.11	-4.36	1.89	-0.00342	-0.41	3.75	1.67	0.98	-0.00143	-58.3	56.4	2.8
	2	1.65	1.49	1.43	1.02	0.00091	1.56	1.51	1.23	0.00	0.00064	0.0	1.7	1.3
	3	-0.19	14.11	-0.29	0.54	-0.17889	-3.79	0.40	0.74	0.00	-0.44387	0.0	0.0	0.5
	4	-2.94	4.90	0.98	4.90	-0.00068	4.90	8.82	5.88	0.98	0.00068	-58.8	60.4	19.6
	5	-18.63	-6.86	-10.78	-0.98	-0.00609	-6.86	-2.94	-3.92	0.98	-0.00406	-58.8	51.0	-2.4
56-12-19 22:15:17	1	-10.33	-0.63	-5.59	2.36	-0.00328	-0.40	3.12	1.36	0.98	-0.00121	100.9	55.1	-4.9
	2	3.79	3.50	3.43	1.62	0.00086	2.30	1.87	1.64	0.00	0.00090	0.6	10.8	19.5
	3	-0.37	-4.21	-0.62	0.68	-0.26159	-5.78	0.60	1.20	0.00	-0.73908	0.0	0.2	-4.0
	4	55.88	71.57	63.73	38.24	0.0	34.31	12.75	17.65	0.98	0.01149	102.7	131.0	3.9
	5	-26.47	-8.82	-14.71	-0.98	-0.00811	-10.78	-4.90	-5.88	0.98	-0.00541	99.6	-68.2	-192.2
56-12-19 22:22:36	1	-10.61	-1.16	-5.89	2.34	-0.00326	-1.11	3.07	0.98	0.98	-0.00144	99.6	56.6	-4.0
	2	2.63	2.18	2.07	1.19	0.00086	2.14	2.09	1.70	0.00	0.00087	0.0	2.7	1.9
	3	-0.25	-1.87	-0.35	0.51	-0.26293	-1.93	0.66	1.73	0.00	-0.60417	0.0	0.0	-0.5
	4	-2.94	4.90	0.0	6.86	0.0	6.86	10.78	7.84	0.98	0.00270	99.6	72.9	7.1
	5	-20.59	-8.82	-12.75	-0.98	-0.00676	-10.78	-4.90	-5.88	0.98	-0.00541	99.6	44.7	-24.3
56-12-19 22:29:56	1	-10.45	-1.13	-5.79	2.32	-0.00322	-0.95	3.06	1.05	0.98	-0.00138	99.0	57.1	-2.9
	2	3.10	2.86	2.83	1.29	0.00065	2.01	1.98	1.68	0.00	0.00074	0.8	2.2	2.6
	3	-0.30	-2.53	-0.49	0.56	-0.20171	-2.11	0.65	1.60	0.00	-0.53346	0.0	0.0	-0.9
	4	32.35	48.04	40.20	26.47	0.0	22.55	8.82	12.75	0.98	0.00676	99.6	63.5	3.9
	5	-20.59	-8.82	-13.73	-0.98	-0.00609	-8.82	-4.90	-3.92	0.98	-0.00406	98.0	49.4	-10.2

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, ねじれ加速度の単位は rad/s², 変位の単位は cm である。

表-6-5 応答の測定結果

日 時		中央径間 1/2 点 加速度					中央径間 1/4 点 加速度					中央径間 1/2 点 変位		
		鉛直成分1	鉛直成分2	鉛直たわみ	水平成分	ねじれ	鉛直成分1	鉛直成分2	鉛直たわみ	水平成分	ねじれ	鉛直成分1	鉛直成分2	水平成分
56-12-19 22:37:16	1	-8.82	0.16	-4.33	3.28	-0.00310	0.43	3.03	1.73	0.98	-0.00090	98.0	56.6	-2.7
	2	11.89	10.31	10.68	8.48	0.00215	8.35	2.21	4.79	0.00	0.00261	0.0	2.3	2.6
	3	-1.35	62.95	-2.47	2.59	-0.69518	19.54	0.73	2.77	0.00	-2.91158	0.0	0.0	-0.9
	4	165.69	177.45	171.57	200.98	0.03178	187.25	30.39	100.98	0.98	0.05950	98.0	63.5	25.9
	5	-67.65	-40.20	-18.63	-0.98	-0.04327	-6.66	-2.94	-3.92	0.98	-0.00338	98.0	49.4	-11.8
56-12-20 0:18: 3	1	-9.89	-1.33	-5.61	2.93	-0.00295	-0.04	2.60	1.28	0.98	-0.00091	162.3	56.6	-5.2
	2	7.72	6.56	6.83	4.49	0.00150	4.59	2.34	2.91	0.00	0.00151	0.2	2.3	2.6
	3	-0.78	-4.05	-1.22	1.53	-0.50665	-117.02	0.90	2.27	0.00	-1.66108	0.0	0.0	-0.5
	4	108.82	87.25	79.41	112.75	0.02975	104.90	26.47	65.69	0.98	0.02705	162.4	62.0	2.4
	5	-24.51	-10.78	-15.69	-0.98	-0.01217	-12.75	-4.90	-6.86	0.98	-0.00473	160.8	49.4	-13.3
56-12-20 0:25:23	1	-10.96	-2.29	-6.63	2.31	-0.00299	-0.99	2.56	0.79	0.98	-0.00122	160.8	56.6	-1.4
	2	2.69	2.52	2.51	1.15	0.00069	2.04	1.92	1.62	0.00	0.00079	0.1	2.6	2.9
	3	-0.26	-1.10	-0.38	0.50	-0.23238	-2.06	0.75	2.06	0.00	-0.64241	0.0	0.0	-2.2
	4	-2.94	4.90	0.0	6.66	0.0	4.90	8.82	5.88	0.98	0.00135	162.4	62.0	5.5
	5	-18.63	-8.82	-13.73	-0.98	-0.00609	-12.75	-2.94	-6.86	0.98	-0.00541	160.8	47.8	-11.8
56-12-20 0:32:43	1	-11.07	-2.31	-6.69	2.24	-0.00302	-1.23	2.56	0.67	0.98	-0.00131	160.5	56.5	-5.6
	2	3.39	2.67	2.52	1.28	0.00095	2.47	2.57	2.19	0.00	0.00086	0.6	2.4	3.1
	3	-0.31	-1.24	-0.42	0.57	-0.31269	-2.01	1.00	3.28	0.00	-0.65469	0.0	0.0	-0.5
	4	-0.98	6.86	0.93	4.90	0.0	6.86	10.78	7.84	0.98	0.00135	160.8	65.1	2.4
	5	-22.55	-10.78	-15.69	-0.98	-0.00609	-10.78	-6.86	-6.86	0.98	-0.00541	159.2	49.4	-16.5
56-12-20 0:40: 3	1	-11.01	-2.42	-6.72	2.19	-0.00296	-0.63	2.57	0.97	0.98	-0.00110	159.2	56.7	-2.2
	2	2.51	2.09	2.10	1.03	0.00066	1.76	1.74	1.39	0.00	0.00073	0.0	1.9	2.1
	3	-0.23	-0.86	-0.31	0.47	-0.22153	-2.79	0.68	1.44	0.00	-0.66339	0.0	0.0	-0.9
	4	-0.96	4.90	1.96	4.90	-0.00068	4.90	10.78	6.86	0.98	0.00135	159.2	62.0	3.9
	5	-20.59	-10.78	-14.71	-0.98	-0.00541	-6.86	-2.94	-3.92	0.98	-0.00406	159.2	49.4	-7.1
56-12-20 1:37:25	1	-10.66	-2.16	-6.42	2.27	-0.00292	-1.40	2.71	0.65	0.98	-0.00142	-58.7	55.7	-10.0
	2	4.42	4.03	4.07	1.39	0.00078	2.53	2.48	2.16	0.00	0.00083	3.5	13.6	17.6
	3	-0.41	-1.84	-0.63	0.61	-0.26679	-1.80	0.92	3.30	0.00	-0.62015	-0.1	0.2	-1.6
	4	87.25	95.10	91.19	16.67	0.0	16.67	10.78	9.80	0.98	0.00473	96.5	187.5	63.5
	5	-22.55	-12.75	-16.67	-0.98	-0.00609	-10.78	-6.86	-7.84	0.98	-0.00609	-58.8	-65.1	-152.9
56-12-20 1:44:44	1	-10.68	-2.27	-6.48	2.04	-0.00290	0.18	2.50	1.34	0.98	-0.00090	-58.8	57.0	-1.3
	2	1.81	1.57	1.45	1.11	0.00061	1.71	1.54	1.22	0.00	0.00074	0.0	2.2	2.0
	3	-0.17	-0.69	-0.22	0.54	-0.20887	9.39	0.61	0.91	0.00	-0.92976	0.0	0.0	-1.5
	4	-4.90	2.94	0.98	6.86	-0.00135	4.90	8.82	4.90	0.98	0.00135	-58.8	62.0	3.9
	5	-20.59	-8.82	-12.75	-0.98	-0.00609	-8.82	-4.90	-5.88	0.98	-0.00473	-58.8	46.3	-7.1
56-12-20 1:52: 4	1	-10.77	-2.07	-6.42	2.01	-0.00300	-1.15	2.65	0.75	0.98	-0.00131	-58.8	57.3	3.0
	2	1.66	1.46	1.31	1.01	0.00055	1.42	1.34	1.08	0.00	0.00059	0.0	1.2	1.9
	3	-0.15	-0.68	-0.20	0.50	-0.18268	-1.24	0.50	1.44	0.00	-0.44836	0.0	0.0	0.6
	4	-4.90	2.94	-1.96	4.90	-0.00135	4.90	6.86	4.90	0.98	0.0	-58.8	62.0	13.3
	5	-16.67	-6.86	-11.76	-0.98	-0.00541	-8.82	-2.94	-3.92	0.98	-0.00406	-58.8	52.5	-2.4
56-12-20 2:44:47	1	-11.63	-2.18	-6.91	2.80	-0.00326	-1.66	2.63	0.49	0.98	-0.00148	167.1	57.2	4.3
	2	7.38	5.61	6.24	4.53	0.00139	4.33	1.73	2.66	0.00	0.00134	0.1	1.6	1.4
	3	-0.63	-2.57	-0.90	1.62	-0.42639	-2.61	0.66	5.45	0.00	-0.90555	0.0	0.0	0.3
	4	187.25	108.82	130.39	163.73	0.03922	138.24	26.47	82.35	0.98	0.03854	167.1	62.0	7.1
	5	-67.65	-8.82	-15.69	-0.98	-0.03584	-8.82	-4.90	-4.90	0.98	-0.00473	165.5	51.0	-0.8
56-12-20 2:52: 6	1	-12.27	-2.66	-7.47	2.35	-0.00332	-1.66	2.55	0.45	0.98	-0.00145	165.6	57.8	4.7
	2	1.50	1.23	1.12	0.96	0.00054	1.51	1.34	1.12	0.00	0.00061	0.3	1.4	1.4
	3	-0.12	-0.46	-0.15	0.41	-0.16246	-0.91	0.53	2.52	0.00	-0.41984	0.0	0.0	0.3
	4	-6.86	0.98	-3.92	4.90	-0.00135	4.90	8.82	5.88	0.98	0.00135	167.1	60.4	8.6
	5	-20.59	-6.86	-13.73	-0.98	-0.00609	-8.82	-2.94	-4.90	0.98	-0.00338	165.5	51.0	-0.8

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、ねじれ加速度の単位は rad/s²、変位の単位は cmである。

表-6-6 応答の測定結果

日	時	中央径間 1/2 点 加速度					中央径間 1/4 点 加速度					中央径間 1/2 点 変位		
		鉛直成分1	鉛直成分2	鉛直たわみ	水平成分	ねじれ	鉛直成分1	鉛直成分2	鉛直たわみ	水平成分	ねじれ	鉛直成分1	鉛直成分2	水平成分
56-12-20	2:59:26	1 -12.25	-2.57	-7.41	2.39	-0.00334	-2.06	2.65	0.29	0.98	-0.00163	165.2	57.7	5.1
		2 1.32	1.11	0.99	0.92	0.00050	1.26	1.10	0.86	0.00	0.00056	0.6	1.1	1.4
		3 -0.11	-0.43	-3.13	0.39	-0.14871	-0.61	0.42	2.94	0.00	-0.34322	0.0	0.0	0.3
		4 -8.82	0.98	-3.92	4.90	-0.00203	0.98	6.86	2.94	0.98	0.0	165.5	60.4	16.5
		5 -22.55	-6.86	-12.75	0.98	-0.00676	-12.75	-2.94	-4.90	0.98	-0.00541	163.9	54.1	0.8
56-12-20	3: 6:46	1 -12.45	-2.70	-7.57	2.14	-0.00336	-2.65	2.53	-0.06	0.98	-0.00179	163.9	58.2	5.3
		2 1.06	0.92	0.61	1.03	0.00040	1.04	1.06	0.81	0.00	0.00046	0.0	1.2	1.5
		3 -0.09	-0.34	-0.11	0.48	-0.11889	-0.39	0.42	-13.75	0.00	-0.25641	0.0	0.0	0.3
		4 -6.86	2.94	-3.92	6.86	-0.00135	4.90	8.82	3.92	0.98	0.00068	163.6	60.4	33.7
		5 -16.67	-0.86	-10.78	0.98	-0.00541	-8.82	-2.94	-3.92	0.98	-0.00473	163.9	54.1	0.8
56-12-20	3:55:25	1 -12.47	-2.22	-7.34	2.48	-0.00354	-1.42	2.79	0.68	0.98	-0.00145	-179.7	55.7	-0.8
		2 1.43	1.37	1.14	0.89	0.00059	1.67	1.29	1.13	0.00	0.00067	7.0	14.0	21.1
		3 -0.12	-0.62	-0.15	0.36	-0.16809	-1.18	0.46	1.65	0.00	-0.46466	-0.0	0.3	-26.7
		4 -6.86	2.94	-1.96	4.90	-0.00068	4.90	6.86	4.90	0.98	0.00068	109.0	93.3	27.5
		5 -20.59	-8.82	-11.76	0.98	-0.00676	-10.78	-2.94	-5.68	0.98	-0.00541	-181.2	-94.9	-174.9
56-12-20	4: 2:45	1 -12.62	-2.57	-7.50	2.36	-0.00347	1.08	2.66	1.87	0.98	-0.00055	-180.1	58.1	4.3
		2 1.43	1.20	1.10	0.92	0.00051	1.69	1.23	1.10	0.00	0.00068	0.7	1.6	1.3
		3 -0.11	-0.47	-0.14	0.39	-0.14593	1.57	0.46	0.59	0.00	-1.24265	-0.0	0.0	0.3
		4 -6.86	4.90	-1.96	4.90	-0.00135	6.86	8.82	6.86	0.98	0.00068	-179.6	62.0	25.9
		5 -20.59	-8.82	-13.73	-0.98	-0.00609	-6.86	-2.94	-3.92	0.98	-0.00406	-181.2	49.4	0.8
56-12-20	4:10: 5	1 -12.66	-2.31	-7.49	2.52	-0.00357	0.68	2.68	1.68	0.98	-0.00069	-181.2	58.3	4.8
		2 1.44	1.21	1.00	0.89	0.00054	1.69	1.16	1.05	0.00	0.00069	0.1	1.2	1.1
		3 -0.11	-0.52	-0.14	0.35	-0.15018	2.47	0.43	0.62	0.00	-0.99576	-0.0	0.0	0.2
		4 -6.86	2.94	-2.94	4.90	-0.00203	4.90	6.86	4.90	0.98	0.00068	-179.6	60.4	7.1
		5 -20.59	-8.86	-12.75	0.98	-0.00744	-8.82	-0.98	-3.92	0.98	-0.00473	-181.2	54.1	0.8

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, ねじれ加速度の単位は rad/s², 変位の単位は cm である

表-7-1 解析結果の整理

DATE	TIME	U_1 (m/s)	U_2 (m/s)	σ_u (m/s)	α (deg)	θ (deg)	C_D	σ_L (cm)	Const 1	Const 2
49. 4.26	8:27:50	8.5	13.2	1.8	4.2	315.7	2.194	1.702	0.552	0.355
49. 4.26	9:38:16	8.8	13.6	2.1	3.5	315.4	2.163	1.847	0.503	0.325
49. 4.26	10:15: 5	8.7	13.3	2.0	4.0	315.6	2.191	2.291	0.654	0.428
49. 4.26	10:25:19	8.5	13.1	1.9	3.7	315.9	2.174	1.966	0.609	0.395
49. 4.26	10:45:43	8.3	13.6	1.8	3.1	318.9	2.141	1.472	0.501	0.306
49. 4.26	11: 1:43	8.8	14.3	1.7	2.7	319.6	2.125	1.905	0.653	0.402
49. 4.26	11:45:34	9.1	14.5	1.6	3.0	317.7	2.136	1.703	0.596	0.374
49. 4.26	12: 0:18	9.4	15.2	1.7	3.3	319.1	2.152	2.146	0.679	0.420
49. 4.26	12: 8: 0	9.1	14.1	2.3	4.1	315.3	2.192	2.129	0.505	0.326
49. 7. 6	15:19:27	-7.1	12.5	2.1	6.1	148.6	2.239	2.163	0.705	0.400
49. 7. 6	15:30:58	-6.7	11.9	2.1	6.6	148.9	2.268	1.874	0.639	0.360
49. 7. 6	15:53:42	-6.6	12.8	2.8	4.8	152.3	2.204	2.037	0.544	0.281
49. 7. 6	16: 2:21	-7.2	14.0	2.9	3.9	151.8	2.185	2.378	0.567	0.292
49. 7. 6	16:10:21	-6.9	13.7	3.0	4.1	152.5	2.192	2.348	0.563	0.284
49. 7. 6	16:18:59	-6.0	12.2	2.5	6.1	153.5	2.239	1.995	0.647	0.318
49. 7. 6	16:27:59	-6.0	12.1	2.5	7.5	153.5	2.309	2.138	0.672	0.333
49. 7. 6	16:38:50	-5.3	11.6	2.4	8.5	156.2	2.340	1.929	0.706	0.322
49. 7. 6	16:46:50	-5.6	11.6	2.3	7.9	154.7	2.323	2.020	0.735	0.355
49. 7. 6	16:54:16	-5.1	11.4	2.1	7.4	156.3	2.305	1.881	0.829	0.371
49. 7. 6	17: 2:50	-5.8	11.5	2.4	8.8	153.2	2.348	2.016	0.671	0.339
49. 7. 6	17:52: 4	-6.3	12.5	2.0	6.0	152.8	2.234	2.057	0.796	0.401
49. 7. 6	18: 4:17	-6.8	14.3	2.8	4.1	154.1	2.192	2.513	0.655	0.312
49. 7. 6	18:12:17	-6.7	13.8	3.2	4.8	153.9	2.204	2.463	0.567	0.276
49. 7. 6	18:20:17	-6.9	14.7	3.0	3.6	154.5	2.169	2.460	0.596	0.280
49. 7. 6	18:28:17	-6.4	14.8	2.6	1.5	156.8	2.090	2.322	0.727	0.314
49. 7. 6	18:43: 0	-6.7	14.8	3.0	2.0	156.1	2.099	2.399	0.619	0.280
49. 7. 6	18:56:27	-5.3	12.8	3.8	4.4	159.3	2.197	2.286	0.562	0.233
49. 7. 6	19: 4:27	-5.8	13.1	3.8	8.1	158.7	2.330	2.193	0.465	0.206
49. 7. 6	19:12:27	-5.0	12.1	3.0	3.8	158.9	2.180	1.871	0.623	0.257
49. 7. 7	9:26:45	18.2	18.9	1.5	0.5	272.7	2.080	3.789	0.726	0.699

表-7-2 解析結果の整理

DATE	TIME	U_1 (m/s)	U_2 (m/s)	σ_u (m/s)	α (deg)	θ (deg)	C_D	σ_ε (cm)	Const 1	Const 2
49. 7. 7	9:34:45	18.5	19.1	1.9	4.7	272.6	2.202	3.665	0.515	0.499
51. 2. 5	11:41:28	8.2	11.4	1.5	5.5	309.3	2.220	2.475	0.986	0.710
51. 2. 5	11:50:56	8.7	14.1	1.9	3.8	318.4	2.180	2.521	0.762	0.470
51. 2. 5	11:58:56	9.7	15.7	2.0	2.9	318.7	2.132	2.678	0.705	0.435
51. 2. 5	12: 6:56	10.5	16.4	2.3	2.6	317.8	2.121	2.688	0.571	0.366
51. 2. 5	12:14:56	10.4	16.3	2.2	3.0	317.9	2.136	2.666	0.594	0.379
51. 2. 5	12:22:56	8.8	13.6	2.0	3.6	316.6	2.169	2.513	0.717	0.464
51. 2. 5	12:35: 9	10.7	15.3	2.1	2.6	311.9	2.121	2.895	0.661	0.462
51. 2. 5	12:46:13	10.2	14.2	1.5	4.5	310.7	2.199	2.858	0.925	0.664
51. 2. 5	13: 9:35	9.1	12.7	1.5	4.5	310.4	2.199	2.611	0.947	0.679
51. 2. 5	13:16:35	10.2	14.1	1.4	4.2	309.7	2.194	2.628	0.913	0.661
51. 2. 5	13:23:35	10.1	13.7	1.8	5.5	308.6	2.220	2.609	0.704	0.519
51. 2. 5	13:30:56	10.1	13.5	2.1	6.3	307.9	2.251	2.569	0.586	0.438
51. 2. 5	13:57:42	9.0	12.2	1.4	6.0	307.6	2.234	2.563	0.991	0.731
51. 2.28	2:39:33	-4.9	9.4	2.9	3.2	152.4	2.147	1.575	0.562	0.293
51. 2.28	3:58:34	-4.6	9.7	2.9	2.7	154.5	2.125	2.433	0.934	0.443
51. 2.28	4: 6:29	-4.3	9.4	3.2	2.0	156.3	2.099	2.249	0.847	0.388
51. 4.23	15:19: 8	26.1	36.0	27.5	1.1	275.8	2.083	2.622	0.019	0.014
51. 4.23	15:28:17	45.5	50.4	17.6	1.1	278.2	2.083	2.289	0.015	0.013
51. 4.23	15:38:14	41.9	47.9	21.9	1.0	277.3	2.081	1.984	0.011	0.010
51. 4.23	16: 0:10	43.6	51.4	17.2	1.1	286.4	2.083	2.410	0.017	0.014
51. 9.13	1:57:54	20.5	24.7	1.7	7.8	126.1	2.320	4.259	0.573	0.476
51. 9.13	2: 5:54	21.2	25.2	1.5	7.5	125.0	2.309	4.496	0.667	0.561
51. 9.13	2:13:54	20.9	25.4	1.5	7.2	126.8	2.298	4.096	0.619	0.509
51. 9.13	2:21:54	20.1	24.2	1.7	8.5	125.8	2.340	4.090	0.557	0.462
51. 9.13	2:29:54	20.4	25.8	2.0	7.6	129.7	2.312	4.214	0.486	0.384
51. 9.13	2:37:54	21.3	26.5	1.9	7.4	128.4	2.305	4.901	0.572	0.460
51. 9.13	2:45:54	21.1	26.5	1.7	7.9	129.1	2.323	5.250	0.686	0.546
51. 9.13	3:35:44	21.0	29.1	2.4	7.2	103.3	2.298	6.764	0.613	0.459
51. 9.13	3:43:44	22.3	29.3	2.2	7.8	132.1	2.320	7.696	0.736	0.560

※
※
※
※

表-7-3 解析結果の整理

DATE	TIME	U_1 (m/s)	U_2 (m/s)	σ_u (m/s)	α (deg)	θ (deg)	C_D	σ_ε (cm)	Const 1	Const 2
51. 9.13	3:56:22	-21.6	28.8	2.2	8.0	133.1	2.327	6.873	0.677	0.507
51. 9.13	4: 3:22	-19.5	27.4	3.0	7.6	136.3	2.312	8.082	0.650	0.463
51. 9.13	4:10:22	-19.3	27.4	2.5	7.8	136.6	2.320	8.633	0.840	0.591
51. 9.13	4:17:22	-19.4	28.1	2.8	7.3	137.3	2.301	8.148	0.710	0.490
51. 9.13	4:24:22	-16.8	25.2	5.0	7.9	140.6	2.323	6.963	0.388	0.259
51. 9.13	4:31:22	-12.1	22.6	3.2	6.3	148.7	2.251	5.043	0.630	0.337
51. 9.13	11:38:11	10.2	16.6	2.5	1.4	319.2	2.088	3.076	0.629	0.386
51. 9.13	11:49:45	9.1	15.3	2.9	2.0	320.4	2.099	3.349	0.658	0.391
51.10.28	7:49:43	8.5	16.0	2.3	1.4	325.6	2.088	2.724	0.726	0.386
51.10.28	7:57:43	10.7	18.3	2.4	0.9	322.1	2.081	2.980	0.607	0.355
51.10.28	8:11:10	8.8	16.7	2.3	0.7	326.2	2.080	2.814	0.727	0.383
51.10.28	8:19:10	8.6	15.7	2.4	1.2	324.7	2.084	2.768	0.700	0.384
51.10.28	8:33:28	9.2	17.1	2.4	1.1	325.2	2.083	3.060	0.724	0.390
51.10.28	8:41:28	8.7	15.9	2.8	1.5	324.9	2.090	2.514	0.538	0.294
51.10.28	8:56:36	9.2	16.5	2.4	1.6	323.3	2.092	3.527	0.831	0.463
51.10.28	9: 4:36	9.5	16.7	2.2	1.0	322.1	2.081	2.896	0.725	0.412
51.10.28	9:12:36	10.9	17.5	2.5	0.9	319.5	2.081	3.092	0.594	0.370
53. 2.28	13:12:36	13.4	19.8	3.7	2.8	314.9	2.128	7.392	0.763	0.516
53. 2.28	14:20:24	10.3	16.5	3.0	3.4	318.6	2.158	3.280	0.535	0.334
53. 2.28	16:34: 7	8.7	17.9	2.3	1.3	328.5	2.086	2.884	0.752	0.366
53. 2.28	16:55:39	10.4	19.6	2.6	1.1	326.0	2.083	3.672	0.710	0.377
53. 2.28	17: 7:13	12.2	21.2	2.5	1.1	323.1	2.083	3.953	0.677	0.390
53. 2.28	17:15:13	11.8	20.5	2.9	1.5	322.8	2.090	4.362	0.664	0.382
53. 2.28	17:32:50	9.6	17.6	3.5	1.0	325.0	2.081	3.204	0.499	0.272
53. 2.28	17:40:50	8.2	16.6	2.9	1.9	328.2	2.097	2.983	0.651	0.322
53. 2.28	18:15: 6	7.8	15.5	2.8	2.3	327.4	2.110	2.974	0.703	0.354
53. 4. 6	12: 4: 2	8.2	14.4	2.4	2.6	322.3	2.121	2.657	0.693	0.395
53. 4. 6	12:19:44	9.4	15.4	2.8	2.3	320.0	2.110	2.978	0.584	0.356
53. 4. 6	12:27:44	7.9	14.7	2.9	1.7	324.6	2.094	2.717	0.617	0.331
53. 4. 6	12:35:44	6.7	13.4	2.5	2.1	327.3	2.103	2.419	0.748	0.374

表-7-4 解析結果の整理

DATE	TIME	U_1 (m/s)	U_2 (m/s)	σ_u (m/s)	α (deg)	θ (deg)	C_D	σ_z (cm)	Const 1	Const 2
53. 4. 6	12:50:16	6.0	12.3	2.7	3.9	328.4	2.185	2.465	0.758	0.370
53. 4. 6	12:58:16	7.0	14.8	2.0	1.3	329.6	2.086	2.546	0.949	0.449
53. 4. 6	13:10:54	6.3	15.1	2.2	0.4	333.7	2.080	1.970	0.744	0.310
53. 4. 6	13:18:54	8.3	18.6	2.6	-0.6	331.8	2.081	2.799	0.678	0.303
53. 4. 6	13:34:58	9.3	19.6	3.0	0.0	330.8	2.080	3.049	0.572	0.271
53. 4. 6	13:42:58	8.1	16.1	2.5	1.3	327.6	2.086	2.984	0.769	0.387
53. 4. 6	13:50:58	8.9	16.4	2.7	2.0	324.7	2.099	2.635	0.569	0.309
53. 4. 6	13:58:58	8.0	14.9	3.1	2.9	324.9	2.132	3.040	0.626	0.336
53. 9.15	14: 0:43	-2.9	16.9	6.7	4.5	170.6	2.199	4.563	1.163	0.199
53. 9.15	14:10:40	-2.1	17.1	6.1	5.2	173.2	2.212	4.746	1.823	0.224
53. 9.15	15:30:42	22.1	23.0	3.0	1.9	278.2	2.097	8.348	0.653	0.628
53. 9.15	15:38:42	19.9	21.6	3.2	-0.4	289.4	2.081	8.020	0.659	0.607
53. 9.15	16:12:53	10.3	19.8	3.1	1.4	326.0	2.088	4.179	0.682	0.355
53. 9.15	16:20:53	5.8	21.5	3.6	-2.1	343.9	2.124	3.332	0.818	0.221
53. 9.15	16:28:53	-1.4	14.1	4.9	1.2	6.2	2.084	3.429	2.611	0.259
53. 9.15	16:38:32	0.1	17.0	5.9	-0.8	0.3	2.081	4.473	39.651	0.233
53. 9.15	16:46:32	-0.2	18.3	6.2	0.4	2.2	2.080	4.236	17.877	0.195
53. 9.15	16:54:32	2.2	20.8	5.3	-1.8	355.4	2.113	6.309	2.788	0.295
53. 9.15	17: 2:32	-5.5	24.0	5.1	-3.5	12.0	2.170	5.147	0.920	0.211
54. 1.13	2:56:12	11.0	16.5	3.1	2.5	315.4	2.117	2.977	0.449	0.299
54. 1.13	3: 9:22	9.2	17.6	2.4	1.3	325.8	2.086	2.782	0.657	0.344
54. 1.13	3:19:16	9.5	17.1	2.5	0.8	323.7	2.081	7.233	1.593	0.885
54. 1.13	3:31:17	8.4	18.1	2.8	0.3	330.8	2.080	3.625	0.807	0.374
54. 1.13	3:43: 6	8.3	18.5	2.7	0.3	331.5	2.080	2.637	0.616	0.276
54. 1.13	3:53:12	10.7	20.6	2.7	0.0	327.5	2.080	2.918	0.529	0.275
54. 1.13	4: 7:54	1.7	12.6	2.8	-1.6	351.8	2.105	2.109	2.291	0.309
54. 1.13	5:46:15	0.8	11.7	3.6	0.8	357.6	2.081	2.291	4.162	0.285
54. 1.13	6:58:33	0.2	11.3	3.5	-0.4	0.3	2.081	2.506	8.731	0.332
54. 1.15	14: 4: 6	6.0	15.9	2.2	-1.0	336.6	2.082	1.977	0.783	0.296
54. 1.15	14:37:22	5.2	14.0	3.2	0.4	337.3	2.080	5.407	1.700	0.632

表-7-5 解析結果の整理

DATE	TIME	U_1 (m/s)	U_2 (m/s)	σ_u (m/s)	α (deg)	θ (deg)	C_D	σ_L (cm)	Const 1	Const 2
54. 2. 1	12:50:42	9.9	17.4	2.5	1.1	322.7	2.083	2.589	0.547	0.310
54. 2. 1	9:15:19	6.7	14.8	2.5	0.5	330.9	2.080	2.280	0.712	0.320
54. 2. 1	10:11:37	4.7	14.9	2.9	-0.2	340.7	2.080	2.165	0.831	0.261
54. 2. 1	10:24:43	6.2	15.8	3.0	0.0	336.0	2.080	2.651	0.746	0.292
54. 2. 1	10:42:10	9.4	20.3	2.1	-0.5	330.9	2.081	2.649	0.702	0.325
54. 2. 1	10:53:29	8.5	17.8	2.7	0.1	330.0	2.080	2.659	0.606	0.289
54. 2. 1	11:31:40	4.8	15.2	2.9	-1.2	340.6	2.089	2.281	0.854	0.268
54. 2. 1	11:44:31	8.3	17.2	2.3	-0.1	328.5	2.080	2.616	0.717	0.345
54. 2. 1	12: 4:55	6.8	17.3	2.4	-0.5	335.2	2.081	2.424	0.777	0.304
54. 2. 1	13:26:15	10.0	19.2	2.1	0.2	326.9	2.080	2.533	0.631	0.327
54. 2. 1	13:38:51	7.7	19.8	2.1	-1.2	335.6	2.089	2.468	0.795	0.309
54. 2. 1	14:20:30	10.9	19.9	2.4	0.4	325.4	2.080	3.169	0.634	0.347
54. 2. 1	15: 4: 3	11.3	17.9	3.1	1.7	319.0	2.094	2.519	0.374	0.235
54. 2. 1	15:15:29	10.7	15.4	3.0	3.1	314.1	2.141	2.804	0.444	0.308
54. 2. 1	15:29:13	9.7	15.6	2.3	2.1	319.1	2.103	3.101	0.719	0.446
54. 2. 1	16:24: 7	4.6	15.2	3.3	-1.2	341.5	2.089	2.586	0.888	0.268
54. 2. 1	17: 1:48	12.6	15.7	2.3	3.9	304.2	2.185	3.082	0.530	0.425
54. 2. 1	18:19:36	4.0	15.3	2.7	-1.7	343.6	2.109	2.011	0.961	0.251
54. 2. 1	20:54:12	10.0	18.1	2.5	0.0	324.1	2.080	2.834	0.593	0.326
54. 2.18	0:37:44	8.9	15.3	2.6	2.9	321.6	2.132	2.785	0.615	0.357
54. 2.18	1:15:11	8.5	14.2	3.1	3.4	321.1	2.158	2.679	0.513	0.307
54. 2.18	1:48:24	8.5	16.4	2.6	1.3	326.4	2.086	2.452	0.579	0.299
54. 2.28	3:39:59	3.2	14.5	2.8	-1.0	347.1	2.082	2.262	1.320	0.290
54. 2.28	20:46:59	9.5	18.6	2.0	0.2	327.4	2.080	5.678	1.564	0.795
54. 2.28	21:49: 3	4.2	13.4	3.2	-0.9	340.7	2.081	2.580	1.004	0.313
54. 2.28	22: 6:15	2.0	11.1	2.5	-0.4	348.2	2.081	2.548	2.666	0.477
54. 3.30	16:39:53	10.8	15.9	3.1	2.8	315.9	2.128	3.187	0.487	0.329
54. 3.30	16:52:31	12.0	17.9	2.7	1.5	316.1	2.090	3.998	0.643	0.429
54. 3.30	17: 9: 3	8.8	19.4	2.2	0.2	331.6	2.080	3.162	0.855	0.388
54. 3.30	17:46:55	11.9	16.5	2.5	4.6	311.5	2.200	4.478	0.745	0.536

表 - 8 風速を修正した解析結果

DATE	TIME	$U_1(\text{m/s})$	$U_2(\text{m/s})$	$\sigma_u(\text{m/s})$	α (deg)	θ (deg)	C_D	$\sigma_z(\text{cm})$	Const 1	Const 2
51. 4.23	15:19: 8	11.4	14.7	1.6	1.1	275.8	2.083	2.622	0.746	0.583
51. 4.23	15:28:17	9.7	13.3	2.2	1.1	278.2	2.083	2.289	0.558	0.409
51. 4.23	15:38:14	10.1	13.9	2.3	1.0	277.3	2.081	1.984	0.444	0.325
51. 4.23	16: 0:10	8.9	11.7	1.7	1.1	286.4	2.083	2.410	0.829	0.633

表-9 Const 1 及び Const 2 の特性

()内はケース数	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	$\frac{\text{標準偏差}}{\text{平均値}}$
全データを用いる。 (150)	1.277 (0.712)**	3.773 (0.255)**	2.955 (0.358)**	0.385	0.124	0.322
ほぼ橋軸方向の風向(53) $0^\circ \leq \theta < 30^\circ$ $150^\circ \leq \theta < 210^\circ$ $330^\circ \leq \theta < 360^\circ$	2.384 (0.801)*	6.228 (0.358)*	2.612 (0.447)*	0.305	0.0732	0.240
斜めの風向(88) $30^\circ \leq \theta < 60^\circ$, $120^\circ \leq \theta < 150^\circ$ $210^\circ \leq \theta < 240^\circ$, $300^\circ \leq \theta < 330^\circ$	0.675	0.185	0.274	0.418	0.120	0.287
ほぼ橋軸直角方向の風向(9) $60^\circ \leq \theta < 120^\circ$ $240^\circ \leq \theta < 300^\circ$	0.640	0.121	0.189	0.538	0.122	0.227

* 橋軸方向±10°の範囲の風向のデータを除いて計算した値(44 ケース)

** " (141 ケース)

関門橋長期観測データ
解析報告書(その8)

ISSN 0386 - 5878
土木研究所資料 第1781号
昭和57年2月(1982)
山本邦夫・佐藤弘史・湯沢 聡

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用いて, 自然風の特徴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, 水平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

3 0 5 - □ □

四十円切手
をはって下
さい

茨城県筑波郡

豊里町大字旭一番地

建設省土木研究所

構造研究室 御中

No. 2

No. 2

配布先氏名

配布先住所



土木研究所資料第 1781 号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

印

