

土 木 研 究 所 資 料

名港西大橋長期観測データの解析報告書 (II-1986)

昭和62年 2 月

建設省土木研究所
構造橋梁部構造研究室

Copyright ©(1987) 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 General 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。

名港西大橋長期観測データの解析報告書 (II-1986)

構造研究室	室	長	横山	功一
	主任研究員		佐藤	弘史
	室員		福田	誠
	室員		東久保	正徳

要 旨

本報告書は日本道路公団からの受託研究業務（名港西大橋の耐風調査）の内容をとりまとめたものであり、名港西大橋で観測された自然風および橋の対風応答データの解析結果が報告されている。今年度はとくに風速および橋の振動についてパワースペクトル密度関数を計算し、風速のパワースペクトル密度関数については既往の提案式と比較を行い、また振動のパワースペクトル密度関数については橋の固有振動モードとの関係を調べた。

キーワード：名港西大橋，長大斜張橋，自然風，対風応答，現地観測，
パワースペクトル密度関数

目 次

1. まえがき	1
2. 名港西大橋の概要と耐風性	2
2.1 名港西大橋の概要	2
2.2 名港西大橋の耐風性	2
2.3 名港西大橋の振動試験	2
3. 長期観測システムと解析方法	15
3.1 長期観測システムの構成	15
3.2 磁気テープの内容	16
3.3 解析方法	16
4. 観測経過	25
5. 解析結果	28
5.1 基本統計量	28
5.2 風速のパワースペクトル密度関数	28
5.3 橋の振動のパワースペクトル密度関数	29
6. ま と め	50
参考文献	51
付録 スペクトル解析プログラム	53

1. ま え が き

名港西大橋は昭和60年3月に完成した3径間連続鋼斜張橋であり、その中央径間長は完成時点で世界最大の長大鋼斜張橋である。このような長大橋においては、風による変形および振動の影響を十分に考慮して設計・施工を行う必要がある。

このため、名港西大橋についても設計の当初より設計風速調査および風洞試験にもとづく耐風安定性の検討が実施され、最終的に耐風性の良好な設計案が得られた。しかしながら、耐風設計にあたっては種々の仮定が用いられており、実橋においても自然風およびそれによる本橋の振動特性を観測し、これらの妥当性を確認することが重要であると考えられた。さらに、観測されたデータは将来の長大斜張橋の耐風設計のための貴重な資料になるものと考えられた。このような考えに従い、また本橋の維持・管理のために、名港西大橋には風および橋の振動を観測するためのシステムが設置され、観測が開始された。

観測データの解析は、日本道路公団からの受託研究業務（研究名：名港西大橋耐風性解析）として昭和60年度より建設省土木研究所構造研究室が担当することになった。観測システムの概要、データ解析方法、本年度観測されたデータの解析結果等を取りまとめて以下に報告する。

2. 名港西大橋の概要と耐風性

2.1 名港西大橋の概要

名港西大橋は名古屋環状2号線（一般国道302号）と伊勢湾岸道路とが重複する名古屋港地域の西部に位置する橋梁であり、主橋梁部は日本道路公団により建設され、取付部は建設省および日本道路公団により建設された。本橋は将来的には方向別に2橋並列して建設するよう計画されているが、当面は暫定的に北側の橋梁のみを建設し供用している。本橋の概要を表-2.1に、位置図を図-2.1に、一般図を図-2.2に、本橋周辺の航空写真を写真-2.1および2.2に、また本橋の全景を写真-2.3～2.5にそれぞれ示す。

2.2 名港西大橋の耐風性

当研究室において実施された名港西大橋の耐風性調査^{1)～5)}の概要をとりまとめて表-2.2に示す。表に示されたように、本橋については単独橋の場合および並列橋の場合について検討が実施されており、橋桁断面形状も建設省設計案および日本道路公団設計案について検討が実施されてきたが、ここでは日本道路公団設計案の単独橋としての耐風性について、既往の調査結果⁵⁾を用い説明する。

風による振動に関する耐風性調査は、縮尺1/37の2次元剛体模型を用いたバネ支持模型試験により実施された。試験において仮定した実橋の構造特性値は次のとおりである。

重量：11.21t/m，極慣性モーメント：24.84t s²，固有振動数：0.31 Hz（鉛直たわみ対称1次モード），1.49 Hz（ねじれ対称1次モード），無風時対数減衰率：両モードとも0.02

上記構造諸元のもとで断面形状を変更させ、風による振動を測定し、以下の結論を得た。

ウェブ角度としてA型（上部ウェブ角度；35°，下部ウェブ角度；28°），C型（35°，25°）あるいはD型（45°，28°）を用い、実橋寸法1mのフラップを取付け、地覆高さを8cm以内にすれば、本橋橋桁は自励振動に関しては充分安全であり、渦励振についてもねじれモードの振動については無視しうるほどに、実橋風速5～10 m/sで現するおそれのある鉛直たわみモードの振動については実橋振幅で1 cm程度に抑えることができる。この結果を考慮し、本橋橋桁のウェブ角度としてA型が採用され、中央径間部の高欄に長さ1mのフラップ（抑流板）が設置され、地覆高さは8cmに設定された。

静的設計において用いる風荷重には、抗力係数1.30が仮定されていたが、橋桁断面が決定されるに伴ない、三分力試験により抗力係数の確認が行われた。その結果、抗力係数値は0.95～0.97であり、設計に用いた値は十分安全であることが明らかとなった。

2.3 名港西大橋の振動試験

2.2の耐風調査で仮定した本橋構造特性値（固有振動数，対数減衰率など）の妥当性を確認するため、日本道路公団により実橋において振動試験が実施された⁶⁾。主要な結果は次のとおりである。

固有振動数および振動モードの計測結果を図-2.3に示す。図より鉛直たわみモードの固有振動数は

耐風設計で仮定した値より高く、ねじれモードの固有振動数は仮定値より小さいことがわかる。一般に断面形状が同じ場合には、風による振動の発現風速と橋の固有振動数とは比例するため、振動数が高いほど耐風安定性が高いといえる。したがって、鉛直たわみ振動については耐風設計が安全側であったものと考えられる。一方、ねじれ振動については振動数が12%程度低下しているが、風洞試験結果にすれば振動数を1.49 Hz と仮定した場合にはねじれフラッターは風速100 m/s までの範囲で発現しないため、本橋の振動数を考慮してもねじれフラッターの発現風速は88 m/s 以上と推定され、所要の風速（設計風速 $\times 1.2 = 66 \text{ m/s}$ ）に比べ十分高く安全であると考えられる。

対数減衰率の測定結果を表-2.3、2.4に示す。表-2.3は鉛直たわみ対称1次モードの対数減衰率と振幅との関係を示しており、振幅とともに対数減衰率が増加することがわかる。振幅の小さい場合でも対数減衰率は0.02以上あり、風洞試験結果は安全側の条件で実施されたものと考えられる。表-2.4は他のモードの対数減衰率の測定結果である。これらの振動では桁のみならずケーブルも共振しており、ケーブルを強制的に静止させると桁の減衰率が大きくなることが読み取れる。

表-2.1 名港西大橋の概要

事業概要

有料道路名	名港西大橋（自動車専用道路）	車線数、車線幅員	2車線（将来3車線）3.50m
路線名	一般国道302号（名古屋環状2号線）	設計速度	80km/h
工事区間	自）名古屋市港区金城ふ頭二丁目 至）愛知県海部郡飛島村本場二丁目	舗装の種類	アスファルトコンクリート舗装
道路延長	3.2km	事業費	185億円
構造規格	第二種第1級	供用開始日	昭和60年3月20日

構造概要

橋 長			758m
支 間 割			175m + 405m + 175m
幅 員			12.5m (1.25m + 3 @ 3.5m + 0.75m)
設 計 荷 重			TL20, TT43
横断・縦断勾配			1.5% 1.5% 3.0% 3.0%
橋 下 高			38m (TP + 39.4m)
下 部 工	P ₁ P ₃	橋体	扇形壁式
		基礎	場所打鉄筋コンクリート杭
	P ₂ P ₃	橋体	壁式
		基礎	ニューマチックケーソン
上 部 工	型 式		3径間連続鋼斜張橋
	主 桁		変形六角形箱桁
	ケ ー ブ ル		パラレルワイヤーストランド(φ5mm) 垂鉛メッキ線 12段
	塔		A型タワー

設計条件

活 荷 重	TL-20 TT-43
温 度 変 化	-10℃ ~ +50℃
温 度 差	15℃
支 点 沈 下	12cm
添 加 物 荷 重	1.0t/m
製作・架設誤差	塔頂部において10cm
設計水平震度	0.3 中央径間 0.15 側径間 0.3
橋軸方向 直角方向	
基 本 風 速	37m/sec
設 計 風 速	55m/sec
主 桁	60m/sec
塔	60m/sec
ケ ー ブ ル	60m/sec

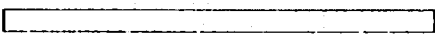
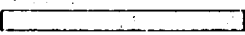
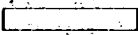
設計値

塔	曲げモーメント		20,974 t・m
	鉛直反力		4,197 t
	せん断力		653 t
	活荷重による塔頂変位		±221mm
主 ケ ー ブ ル	引張力		119~418 t
	引張応力度		35~57kg/mm ²
	許容応力度		64kg/mm ²
	破断強度		160kg/mm ²
支 承	端 支 承	鉛直反力(ペンデル沓)	+170 t, -890 t
		水平反力(ウインド沓)	±300 t
	中間支承	鉛直反力	+550 t, -120 t
		水平反力	±280 t
主 桁	水平変位	橋軸方向(地震時)	±362mm
		橋軸直角方向(風時)	中央径間±859mm 側径間±52mm
	鉛直変位	活荷重による変位	中央径間±751mm 側径間±338mm
弾 性 拘 束 ケ ー ブ ル	引張力(2本)		2,125 t
	引張応力度(地震時)		170kg/mm ²
	破断強度		175kg/mm ²

表— 2.2 土木研究所における名港西大橋の耐風調査

年度	内 容	報 告 書
昭和52年	建設省設計案の単独橋および並列橋に関する耐風調査 ……自励振動，渦励振，パフエッティングの推定	土研資料第1371号 ¹⁾
昭和53年	建設省設計案の単独橋および並列橋に関する耐風調査 ……渦励振の抑制	土研資料第1468号 ²⁾
昭和54年	日本道路公団設計案の単独橋に関する耐風調査 ……自励振動，渦励振，ガスト応答の推定	土研資料第1567号 ³⁾
昭和55年	日本道路公団設計案の単独橋に関する耐風調査 ……渦励振におよぼす地覆，高欄の影響	土研資料第1640号 ⁴⁾
昭和56年	日本道路公団設計案の単独橋の最終的な検証 ……自励振動，渦励振，設計風荷重の確認	土研資料第1741号 ⁵⁾

表— 2.3 対数減衰率と振幅との関係（鉛直たわみ対称1次モード）⁶⁾

	振幅範囲 (mm)	対 数 減衰率
	0 10 20 30	
垂錘起振		0.0270
		0.0290
		0.0276
		0.0239
		0.0236
15ton 2連起振		0.0201

表— 2.4 各モードの対数減衰率⁶⁾

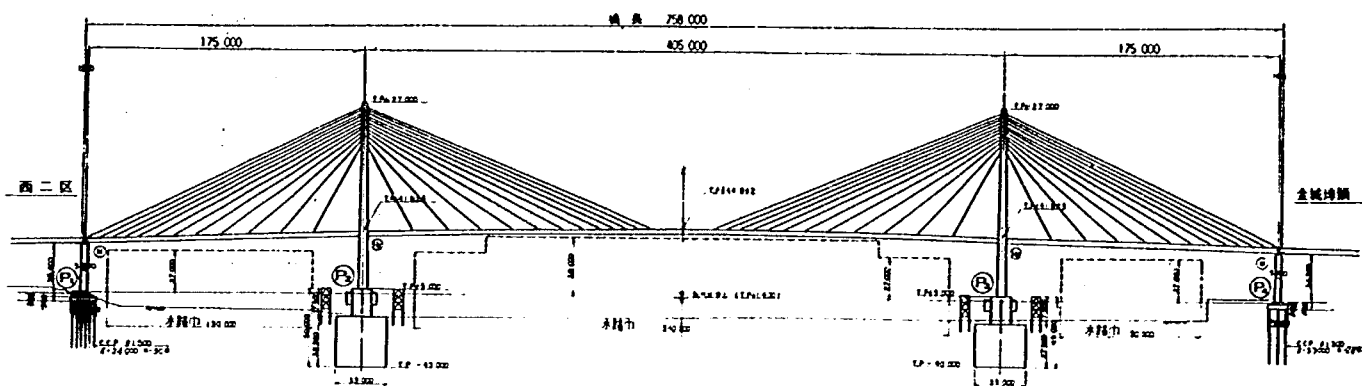
振 動 モ ー ド	対 振 減 衰 率	
	ケーブルが 共振する場合	ケーブルの共振を 止めた場合
鉛直たわみ対称2次モード	0.013～0.016	0.019～0.020
鉛直たわみ逆対称2次モード	0.014～0.017	0.023～0.025
ねじれ対称1次モード	0.018	0.041～0.044



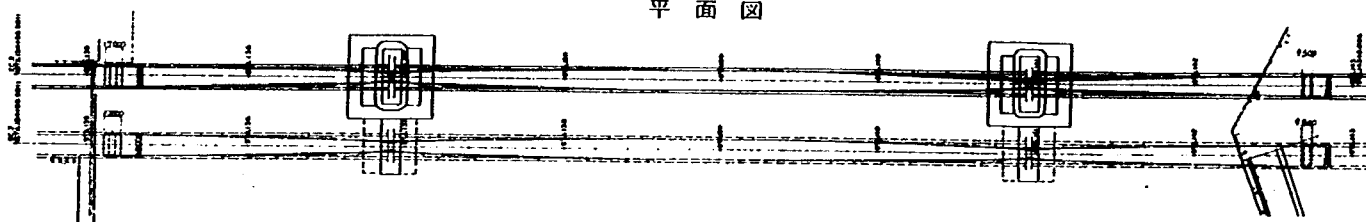
図-2.1 名港西大橋位置図

名港西大橋一般図

側面図



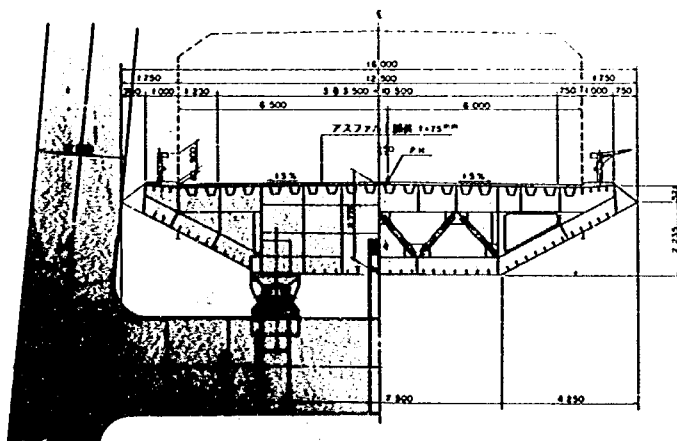
平面図



主桁

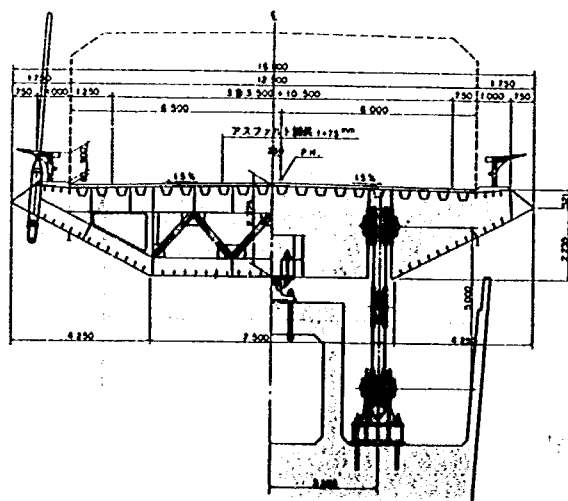
中間支点部

一般部



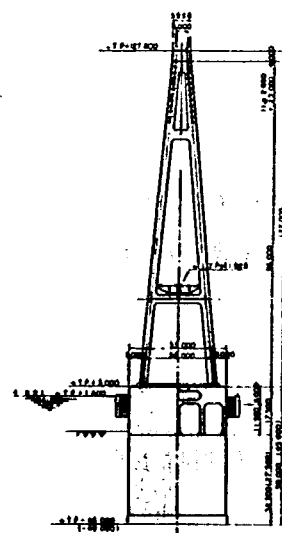
ケーブル定着部

端支点部

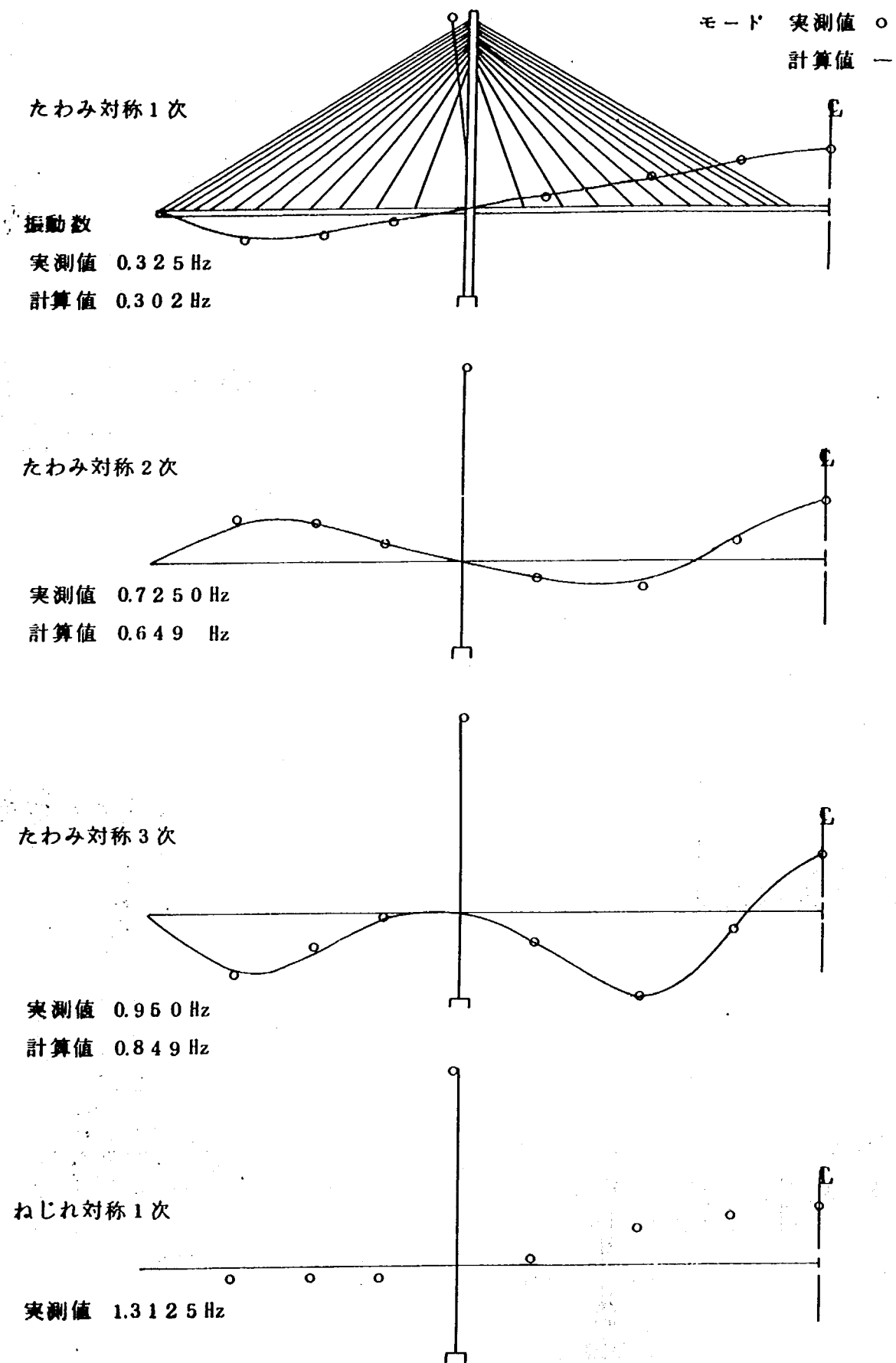


P₂, P₃ 橋脚及び塔

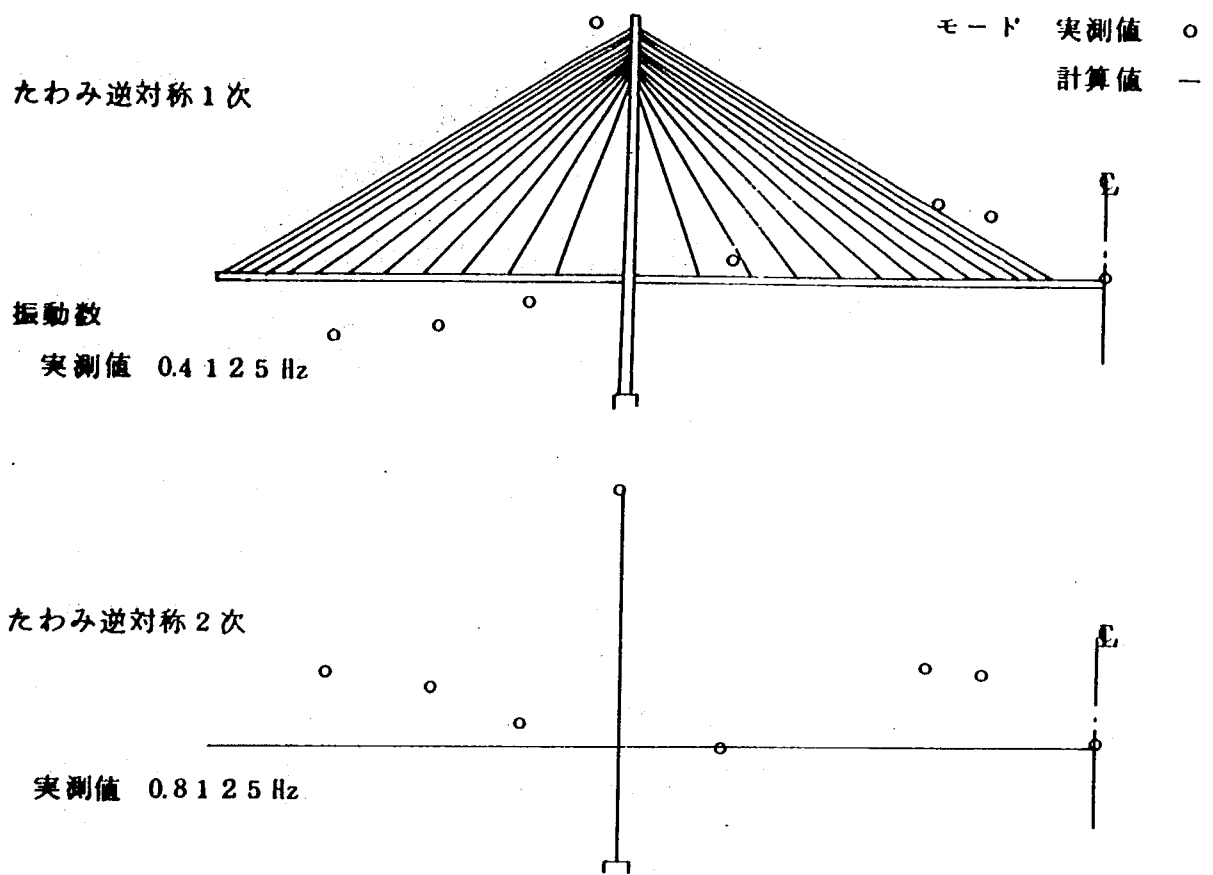
() 内寸法はP₂



図— 2.2 名港西大橋一般図



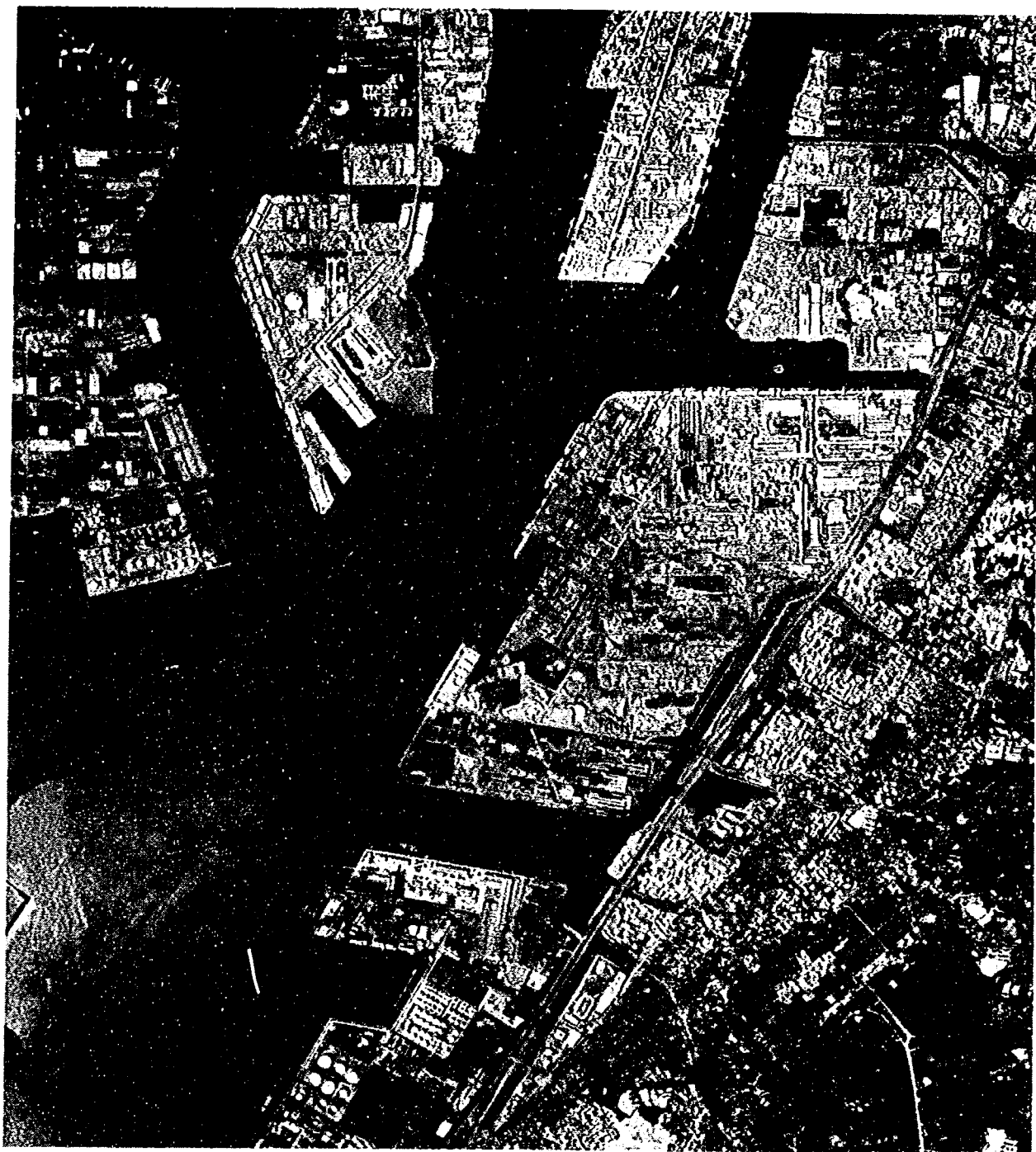
図一 2.3 名港西大橋の固有振動数および振動モード⁶⁾



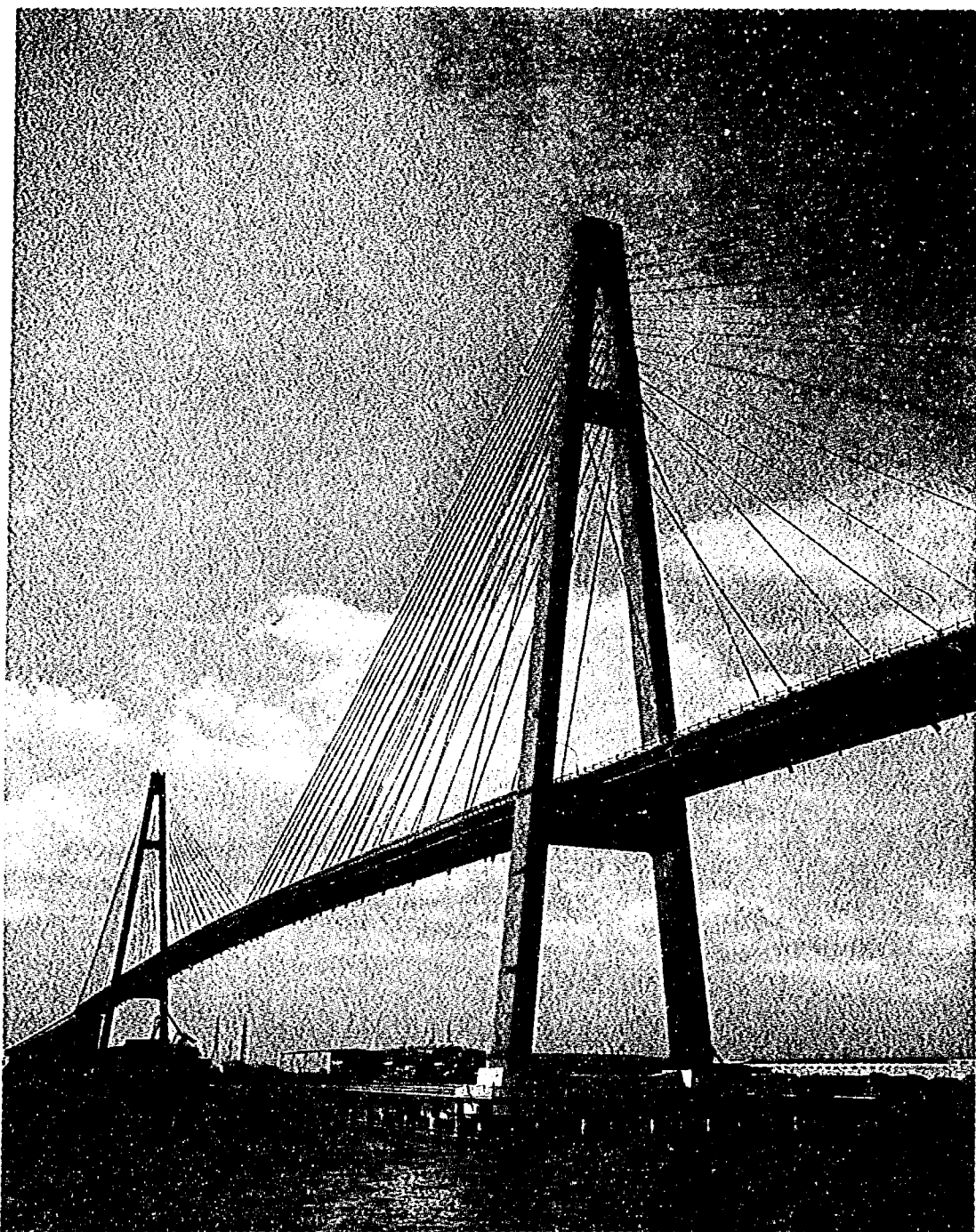
図一 2.3 名港西大橋の固有振動数および振動モード⁶⁾ (続き)



写真－2.1 名港西大橋周辺航空写真（その1）



写真－2.2 名港西大橋周辺航空写真（その2）



写真－2.3 名港西大橋全景（その1）



写真-2.4 名港西大橋全景（その2）

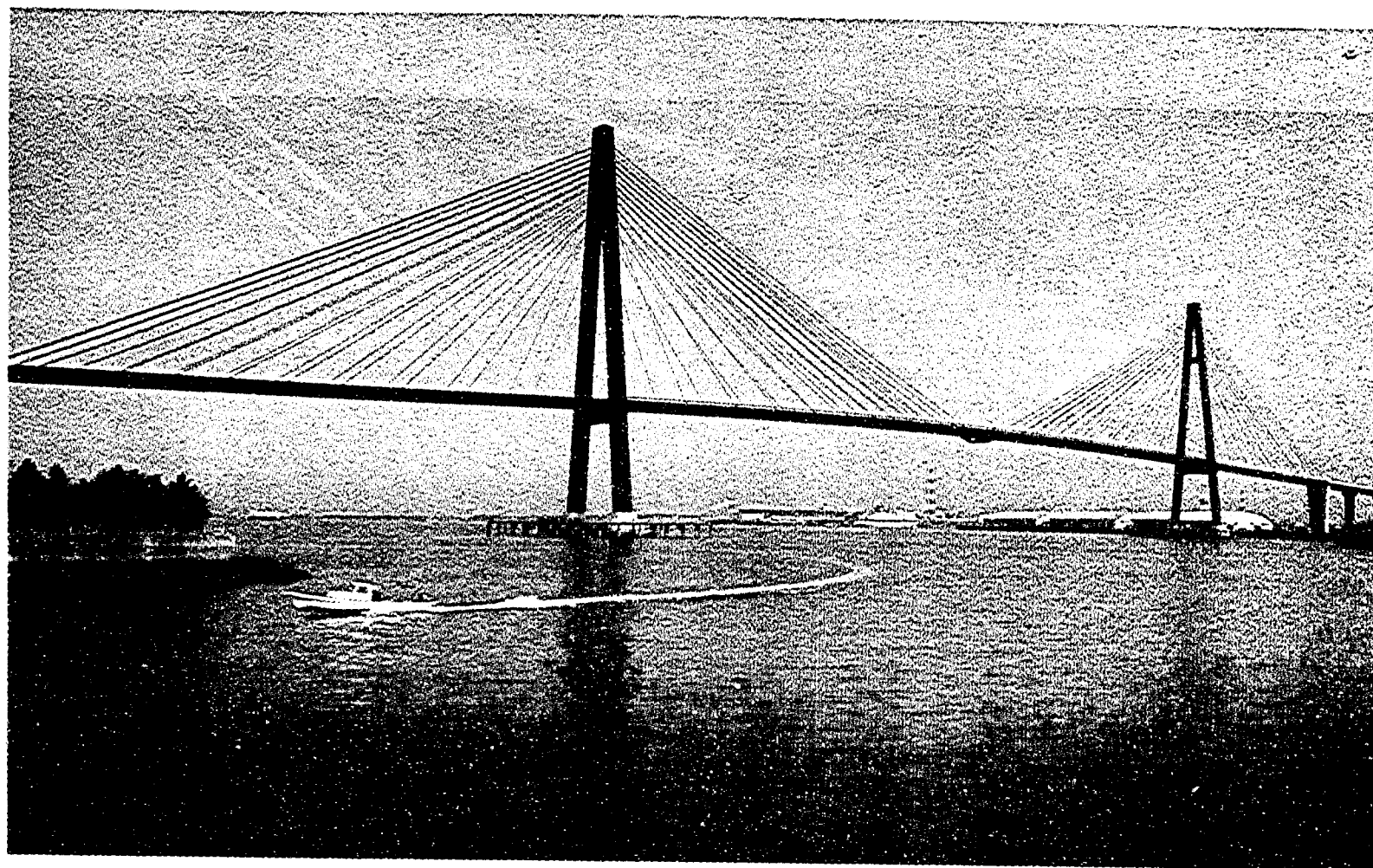


写真-2.5 名港西大橋全景(その3)

3. 長期観測システムと解析方法

名港西大橋に取りつけられた風および風による橋の振動を収録するための長期観測システムの構成と本システムで得られる記録の解析方法を紹介する。

3.1 長期観測システムの構成

本システムの構成表を表-3.1に示す。また超音波風速計、サーボ型加速度計およびプロペラ型風速計のシステム配置図を図-3.1に、ブロック線図を図-3.2に示す。

(1) 超音波風速測定装置 (DA-310型・DA-100型)

3方向超音波風速計 (DA-310型) は時分割送受切替型超音波パルス方式で水平2成分と鉛直成分の3成分を測定する。測定回数は20回/秒である。この風速計からは風速の3成分の瞬間風速と水平合成風速の10分平均風速が出力される。

1方向超音波風速計 (DA-100型) は同じく時分割送受切替型超音波パルス方式の風速計で鉛直成分を測定する。測定回数は20回/秒である。

超音波風速計 (DA-310型・DA-100型) は中央径間 $\frac{1}{2}$ 地点北側 (陸側) に取り付けられている (写真-3.1)。

(2) 加速度測定装置 (V401BR型)

サーボ型加速度計は内部にサーボ機構を持っているのでDCから高周波領域までの広い周波数特性を有した高感度の加速度計である。加速度計の取り付け位置は中央径間 $\frac{1}{2}$ 地点の北側と南側、そして中央径間金城埠頭側 $\frac{1}{4}$ 地点の中央部の3地点である。各加速度計は水平2成分および鉛直成分の3成分の加速度を計測する。

(3) 伝送装置

伝送装置は対向する送信側と受信側をモデムを介して接続し、送信側より受信側に各種データを伝送する装置である。

送信側では各種測定器よりアナログ信号を受け、その信号に増幅または減衰、高周波成分ノイズの除去等の処理を施し、伝送出力条件を統一し、A/D変換を行う。デジタル変換したデータを定められた伝送フォーマットに従って配列する。さらに同期信号、パリティ信号を付加し、PCM多重パルス列としてモデムを介して受信側に送信する。

受信側ではモデムを介して送信側から送られてくるPCM多重信号を受信し、このパルス列より同期信号を検出する。同期信号を基準として、各チャンネルごとの観測データ (超音波風速測定、加速度測定データ) と監視データ (変位測定、プロペラ型風速測定、路温測定データ) に分離すると共にパリティチェックが行われ、伝送上の誤りが検出されたデータは出力されない。外部機器とのインタフェース部にはアナログとデジタルの2タイプの出力があり、観測データはアナログで、監視データはデジタルで出力される。アナログ出力は受信したデジタルデータをD/A変換し、フィルターによ

る補間を行い出力する。

(4) 記録装置 (GP-1000 A型, MT-1000 型)

データ集録装置 (GP-1000 A型) は入力チャンネル数24であり、この内の1~14チャンネルに表-3.2に示す観測データが入っている。集録装置は、14チャンネルのアナログ入力 (-1~+1V) を操作パネル上の設定サンプリングタイム (0.05 sec) でサンプルし、A/D変換した後、固定長 (1132 byt) のブロック化を施して、EBCDICコードで磁気テープ記録装置 (MT-1000型) に記録する。記録モードにはAUTOモードとMANUALモードの2通りがある (写真-3.2)。

・AUTOモード

No.24チャンネル (3方向型超音波風速計の10分間平均水平合成風速) が設定風速値以上になった瞬間から集録を開始し、15分データの記録を行い停止する。その後、再びNo.24チャンネルが設定風速値以上になるまで待機する。

・MANUALモード

{END}, {STOP}, {PAUSE}

の指示があるまで、またはテープ終わりを検出するまで一定のサンプリング周期により連続的にデータ集録を行う。

以上が風および風による橋の振動を収録するためのシステムである。上記以外に変位測定装置、地震測定装置、プロペラ型風向風速測定装置、路温測定装置、気温測定装置、雨(雪)量測定装置が設置されている。

3.2 磁気テープの内容

磁気テープは、テープヘッド (BOT)、ソフトラベルブロック、1秒データブロック、テープマークより構成される。データ収録開始時にソフトラベルブロックが記録され、続いてデータが記録される。これがデータ収録回数だけ繰り返し記録されて最後にテープマークを2つ書き込まれて終了する。記録時間はAUTOモードで15分間、MANUALモードでは可変的である。なお、今回の解析はソフトラベルブロックと1秒データブロック10分間量を1ケースとした。磁気テープの書式形式を図-3.3に示し、入力チャンネルと各測定装置の位置、校正值等を表-3.2に示す。

3.3 解析方法

長期観測システムより得られた磁気テープは土木研究所の大型計算機 (HITAC-M-280M) を用いて解析した。解析に用いたプログラムの概要は以下のとおりである。

(1) 統計解析プログラム

本プログラムは最大、最小、平均、標準偏差、乱れ強さ、ガスト・ファクターなどの基本統計量を計算するプログラムである。このプログラムの流れ図を図-3.4に示す。内容は次のとおりである。

・得られた磁気テープからソフトラベルブロックの検出を行い、次の1秒データブロックから10分

間のデータブロックを配列に取り組む。

- ・ 超音波風速計の2成分を合成して水平風速，風向を求め，超音波の3成分を合成して傾斜角の計算を行い，加速度計からたわみ，ねじれを求める。
- ・ 各チャンネルからのデータおよび上記の計算を行ったデータを用いて統計計算を行う。

(2) 解析結果出力プログラム

統計解析プログラムより磁気ディスクに出力した解析結果をまとめて，定めた書式に書き出すプログラムである。

(3) 図化プログラム

磁気テープの記録データおよび統計解析結果を図化するプログラムである。

(4) パワースペクトル解析プログラム（付録）

自然風の風速およびこれによる橋梁の振動変位は時間的に変動する量である。パワースペクトル密度関数はこれらの変動量に対する各周波数成分の寄与度を表わしたものである。本解析ではFFT法によりパワースペクトル密度関数を計算したが，計算方法，プログラムの詳細は付録を参照されたい。

表-3.1 システム構成表

超音波風速測定装置		
3方向型超音波 風速計 (DA-310型)	構 成	プローブ TR-61B型 本 体 DA-310型
	測定方式	時分割送受切替型超音波パルス方式
	測定範囲	水平成分 - 60 ~ + 60 m/s 鉛直成分 - 30 ~ + 30 m/s
	出 力	- 1 ~ + 1 V.D.C
1方向型 超音波風速計 (DA-100型)	構 成	プローブ TR-41型 本 体 DA-100型
	測定方式	時分割送受切替型超音波パルス方式
	測定範囲	- 30 ~ + 30 m/s
	出 力	- 1 ~ + 1 V.D.C
加 速 度 測 定 装 置		
サーボ型 加速度計	構 成	振動検出器 V401BR型 振動増幅器 AVL-25型
	測定範囲	0.002 ~ 980.0 gal
	出 力	- 1 ~ + 1 V.D.C
記 録 装 置		
データ集録装置 GP- 1000A型	入力 チャンネル数	23チャンネル
		- 1 ~ + 1 V.D.C No.24chトリガ-用
	サンプリング時間	0.01 0.02 0.05 0.1 0.2 0.5 1.0 2.0 5.0 10 20 30 sec 1 2 10 30 60 min
	出力信号型形式	EBCDICコード
磁気テープ 記録装置 MT-1000型	記録密度	1600 BPI
	トラック数	9 トラック
	使用テープ	1200 ft 1/2インチ
変 位 測 定 装 置		地 震 測 定 装 置
動歪み測定器 DLT-B型 本 体 DPM-B型		強 震 計 SM-10A型 時刻校正器 SZ-30型
気 象 測 定 装 置		
プロベラ型風向風速計 雨(雪)量計測装置		路温測定装置

表-3.2 強風時に記録するデータ

セ ン サ	セ ン サ 設 置 場 所	CH No.	成 分	校 正 値 1V=	測 定 範 囲	備 考
超音波風速計 (DA-310)	中央径間 1 / 2	1	L	60 m/s	0~ 60m/s	
		2	T	60 m/s		
		3	V	30 m/s		
		4	U	60 m/s		
超音波風速計 (DA-100)	中央径間 1 / 2	5	V	30 m/s	0~ 30m/s	
加 速 度 計 (V401BR)	中央径間 1 / 2	6	L	100 gal	0.02~ 980.gal	昭和60年7月に 校正値が 980gal より100galに変更 する。
	南側	7	T	100 gal		
		8	V	100 gal		
	中央径間	9	L	100 gal		
	1 / 2	10	T	100 gal		
	北側	11	V	100 gal		
	中央径間	12	L	100 gal		
	1 / 4 金城側	13	T	100 gal		
	14	V	100 gal			

成分 L : 橋軸方向成分(超音波風速計は金城埠頭側を正とする。)

(加速度計は西二区側を正とする。)

T : 橋軸直角方向成分(超音波風速計は北側を正とする。)

(加速度計は南側を正とする。)

V : 上下方向成分 (超音波風速計は上側を正とする。)

(加速度計は下側を正とする。)

U : 10分平均風速

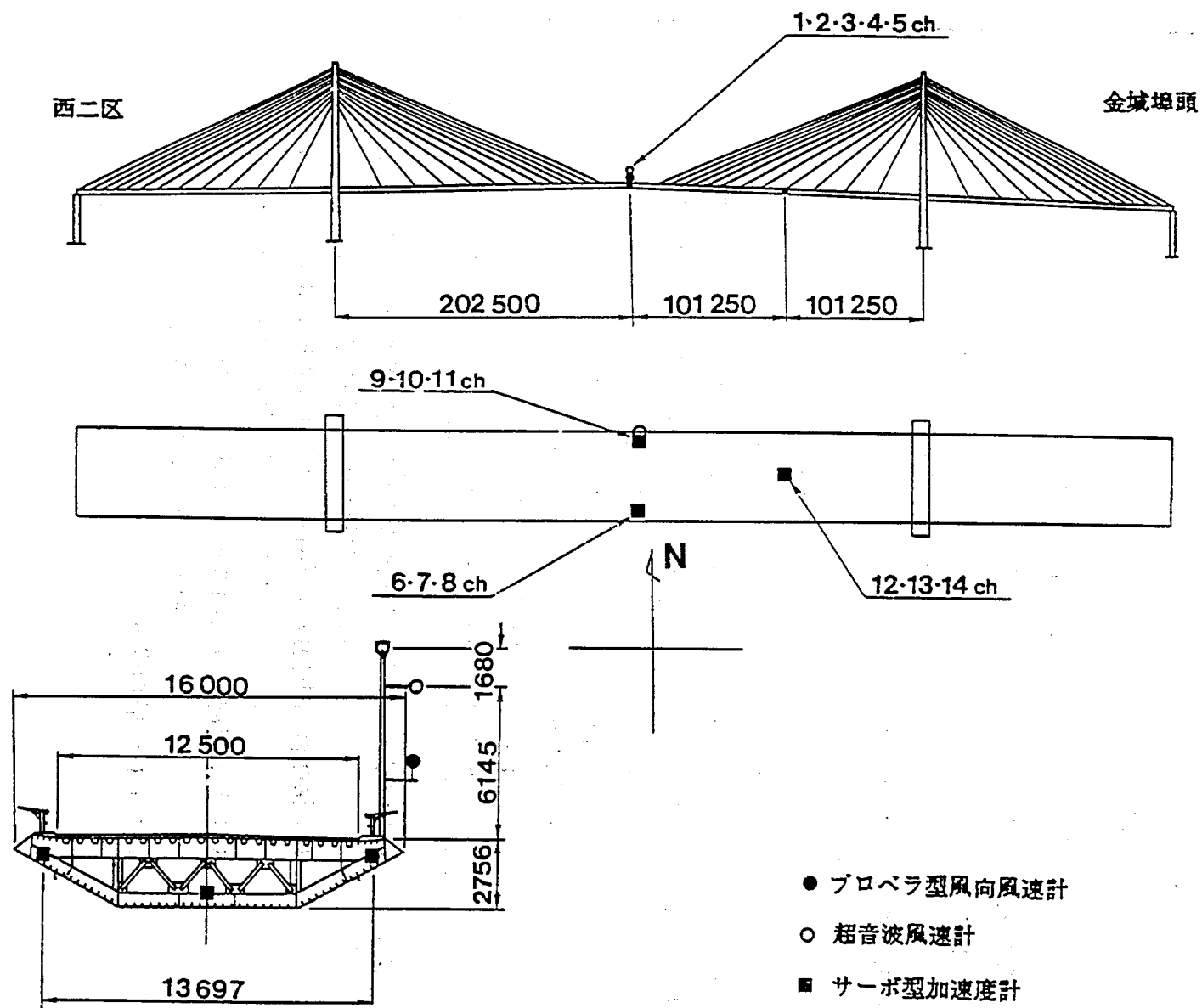


図-3.1 システム配置図

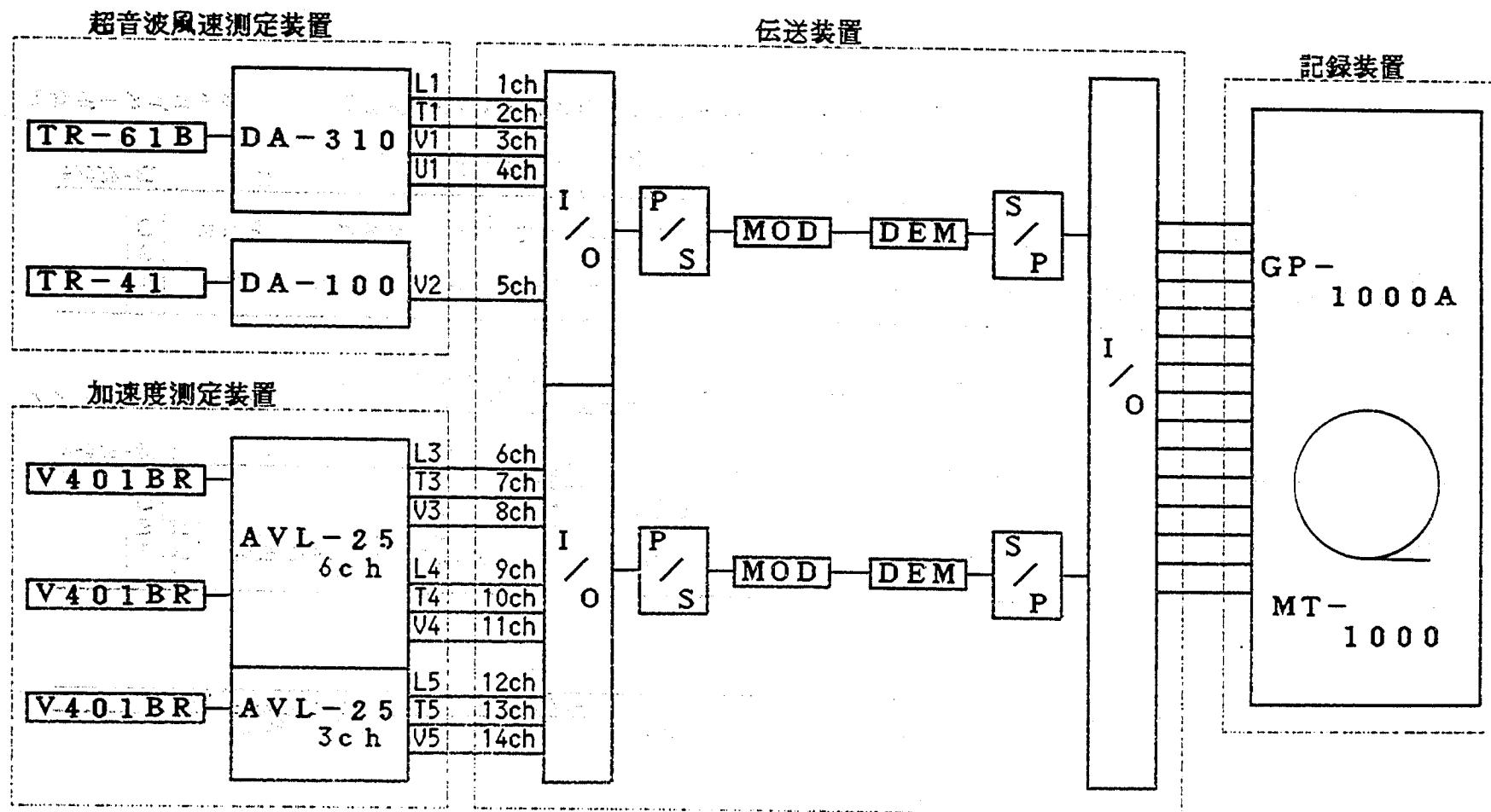


図-3.2 ブロック線図

17"ブロック	27"ブロック	37"ブロック	47"ブロック	57"ブロック	N-17"ブロック	N7"ブロック	N+17"ブロック	N+27"ブロック
BOT	ソフトラベル	1秒データ	1秒データ	1秒データ	1秒データ	ソフトラベル	1秒データ	1秒データ

I B G	ラ ベル マ ーク	ラベルコード	サンプリング 周 期	チ ャ ン ネ ル 数	時 刻 年月日 時分秒	ハディング 空白	I B G
1	6	6	2	12	1105		

ソフトラベルブロック ラベルマークは、'#'である。
 ソフトラベルブロックのキャラクター数は 1132 キャである。

I B G	時 刻 年月日 時分秒	データ 1ch	データ 2ch	データ 3ch	データ 4ch	データ 5ch	データ 13ch	データ 14ch	データ 1ch	データ 2ch	データ 3ch	データ 4ch	データ 12ch	データ 13ch	データ 14ch	I B G
12		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	

$$12 \text{ キャ} + 14 \text{ チャンネル} \times 4 \text{ キャ} \times 20 \text{ Hz} = 1132 \text{ キャ}$$

1秒データブロック 1秒データブロックのキャラクター数は 1132 キャである。

図-3.3 磁気テープの書式形式

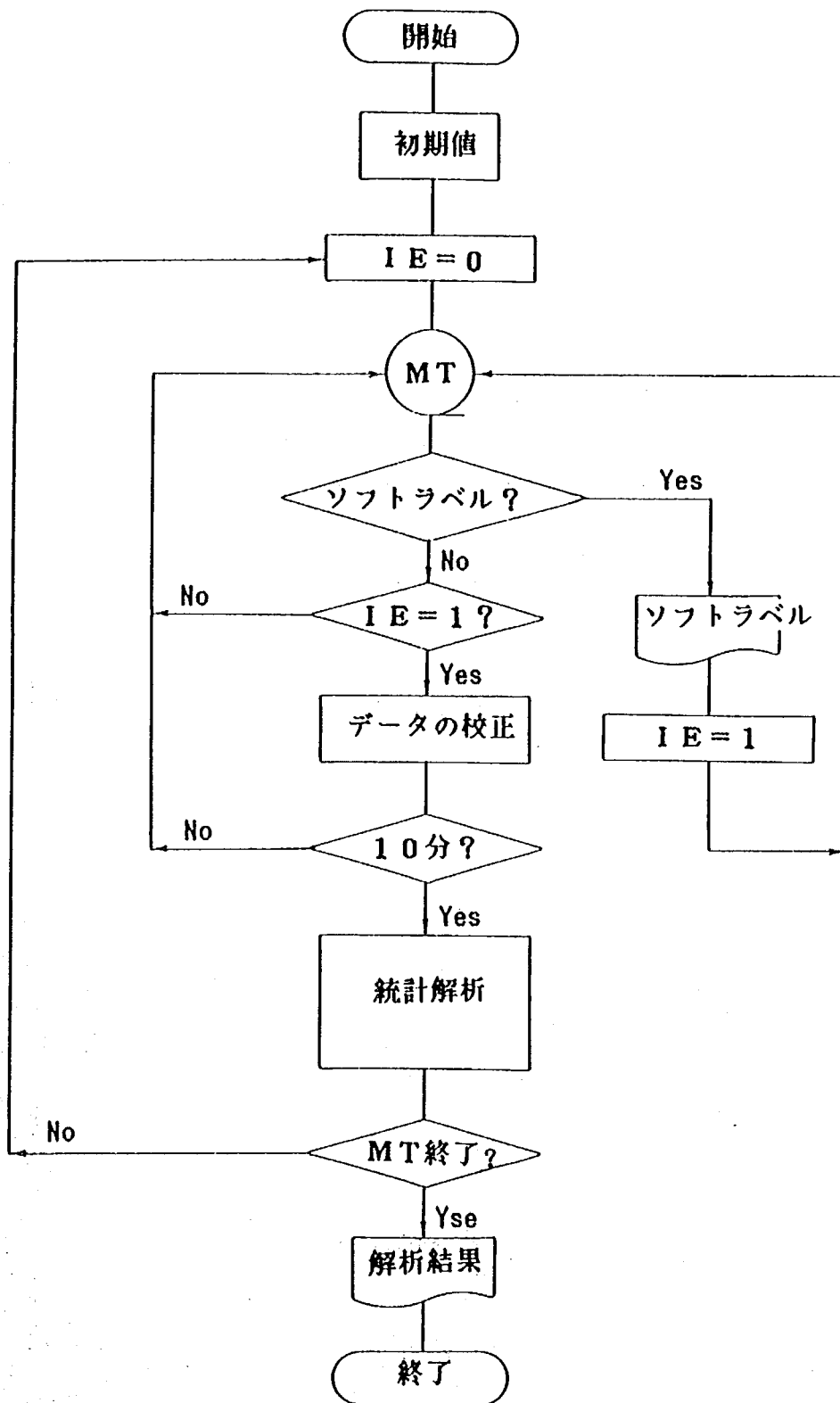


図-3.4 流れ図

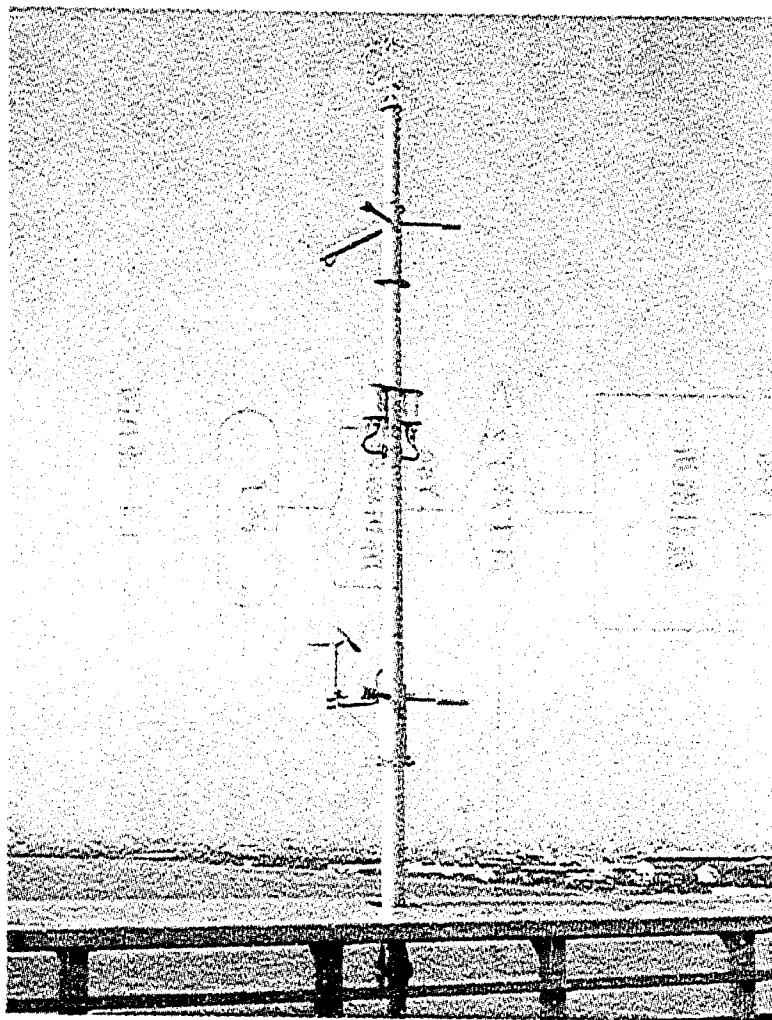


写真-3.1 風速計

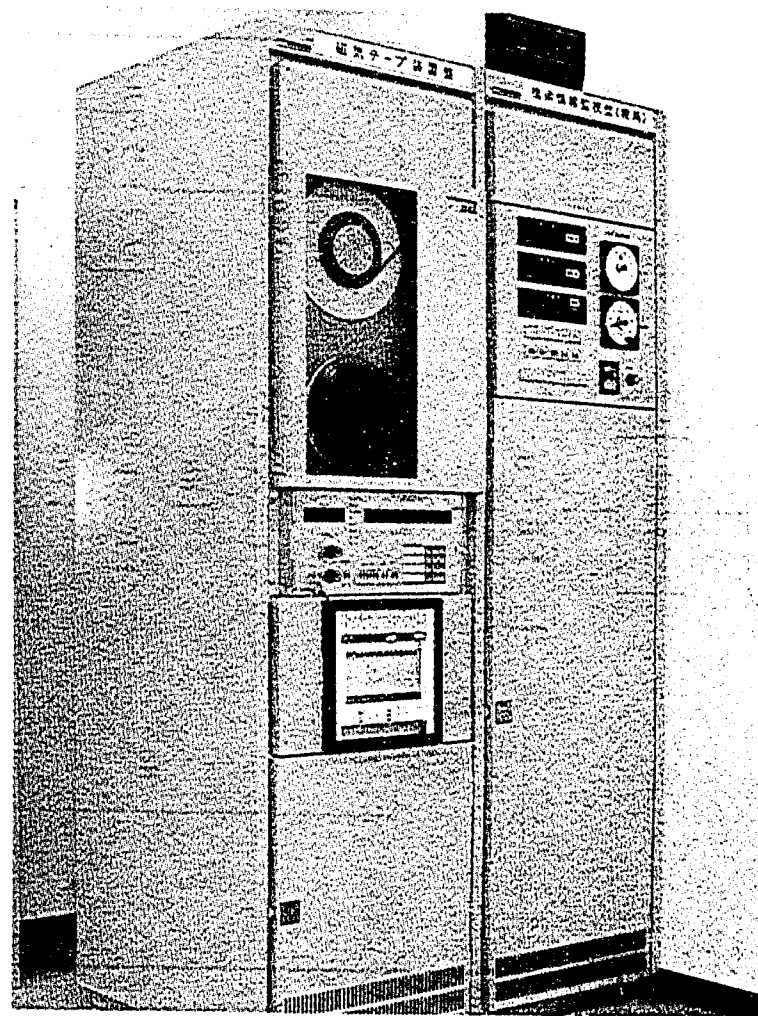


写真-3.2 記録装置

4. 観測経過

名港西大橋における観測で得られた磁気テープの状況および観測システムの状況を表－4.1に示す。
また、名古屋地方気象台（名古屋駅の東約5kmに位置している）の風観測結果を表－4.2に示す。

風の鉛直方向変動風速のみを計測するための超音波風速計（DA－100）のプロープ及びケーブルに接触不良箇所が生じ、この修理のため昭和61年10月～11月の間データの一部が欠けたが、これを除けば今年度、本観測システムは概ね正常に作動した。なお、表－4.1の備考欄に示した書き込みエラーとは、1ブロックの大きさが標準のものと異なることを意味しているが、データ収録時に記録装置が異常ブロックを検出し、そのデータのすぐ後に標準のブロックサイズで同じデータを書き込むため、解析に支障を来たすことはない。

表－4.2に示すように今年度も名古屋地方では、本橋の設計風速に相当するような強風は観測されておらず、また台風の影響による強風も観測されていない。

表-4.1 得られた強風データ

磁気テープ 番 号	最初のファイル時刻	最後のファイルの終了時刻	ケース数	備 考
10	昭和60年12月28日11時40分 (テープセット時刻)	昭和61年1月22日16時15分 (テープ取外し時刻)	0	読み込み不能
11	61- 2- 2 11:53	61- 2- 4 14:51	11	書き込みエラー2ヶ所
12	61- 2-11 23:16	61- 2-15 16:32	11	
13	61- 2-17 14:33	61- 2-19 15:24	11	
14	61- 2-19 17:16	61- 2-21 0:05	11	書き込みエラー1ヶ所
15	61- 2-24 15:56	61- 2-25 15:53	11	書き込みエラー3ヶ所
16	61- 3- 5 13:16	61- 3-12 0:54	11	
17	61- 3-16 13:46	61- 3-16 17:07	11	
18	61- 3-17 11:13	61- 3-20 10:17	11	
19	61- 3-20 11:31	61- 3-20 15:01	11	
20	61- 3-20 15:25	61- 3-23 7:26	11	書き込みエラー多発
21	61- 3-24 9:27	61- 3-24 12:16	11	
22	61- 3-24 14:56	61- 3-31 15:12	11	
23	61- 4- 7 9:9	61- 4-15 10:06	11	
24	61- 4-22 10:22	61- 4-22 15:44	11	書き込みエラー
25	61- 5-14 7:52	61- 5-14 12:30	11	
26	61- 5-14 12:47	61- 5-14 14:46	3	
27			0	データ短くテープマークなし 解析不能
28	61- 7-25 12:00	61- 7-25 17:01	9	チェックデータ (3~6m/sの風)
29	61- 8- 5 10:28	61- 8- 5 16:26	10	終了テープマークなし
30	61-10- 8 12:35	61-10-13 14:40	6	
以上合計 193ケース				

表-4.2 名古屋地方気象台の風観測結果(月別)

	瞬間最大風速		平均最大風速		備 考
	(m/s)		(m/s)		
昭和60年 12月	18.8 (27日)		10.5 (27日) NW		
昭和61年 1月	18.5 (2日) NW		9.8 (2日) NW		
2月	20.7 (16日) NNW		11.1 (16日) NNW		
3月	23.2 (24日) NNW		12.4 (24日) NNW		磁気テープ 21, 22に収録
4月	21.4 (7日) NNW		11.3 (7日) NW		磁気テープ 23に収録
5月	18.0 (14日) SE		9.6 (14日) SE		磁気テープ 25, 26に収録
6月	20.3 (26日) W		12.7 (26日) WNW		
7月	15.2 (18日) NNW		8.2 (18日) NNW		
8月	19.4 (5日) NW		11.5 (5日) WNW		磁気テープ 29に収録
9月	17.2 (3日) WNW		10.0 (3日) WNW		
10月	19.7 (8日) WNW		11.0 (8日) WNW		磁気テープ 30に収録
11月	20.0 (11日) NW		10.4 (16日) NNW		

5. 解析結果

5.1 基本統計量

自然風および橋の振動加速度に関する基本的統計量を計算し、表-5.1に示す。各統計量の定義式を表-5.2にとりまとめて示すが、その意味は以下のとおりである。

- 平均風速 U : 風速の水平成分を平均したもの。
- 平均風向 : 真北を 0° とし、時計まわりを正とした風向を平均したもの。
- 乱れ強さ : 風速の標準偏差を平均風速 U で除したもの。このうち I_U は水平成分の風速の乱れ強さを意味し、 I_W は鉛直成分の風速の乱れ強さを意味する。
- ガストファクター : 水平成分の風速の最大値を U で除したもの。
- 平均傾斜角 : 風の水平面に対してなす角度（吹き上げ正）を平均したもの。
- 橋の振動加速度 : 標準偏差で示す。中央径間 $\frac{1}{2}$ 点の各たわみ加速度は 2 台の加速度計の値を平均して用いている。また、ねじれの加速度は、2 つの加速度の差を加速度計の間隔で除して求めている。

表-5.1 に示されているように、昭和61年4月15日のデータおよび昭和61年4月22日の一部のデータで加速度標準偏差の値が異常に大きくなっている。生データを調べたところ、本橋の低次の固有振動数に比べ高い振動数（3～5 Hz）が卓越しており、振動変位は小さいものと考えられる。振動の原因については明らかではないが、風による振動よりむしろ走行車両による振動ではないかと思われる。

図-5.1 に風向と基本統計量との関係を示す。図では昭和60年度および昭和61年度に観測されたデータが示されており、現在までに平均風速 16 m/s までのデータが蓄積されていること、風向としては東南東～南南東および西南西～北北西のデータが蓄積していることがわかる。風の乱れ強さは、風向が東南東、南東および西北西～北北西の場合には南南東および西南西に比べて大きい。迎角は概ね 0° 付近にバラツキている。橋の加速度標準偏差は、風向が橋軸方向（西風の方向）の場合に小さくなる。

5.2 風速のパワースペクトル密度関数

風速の主流方向変動成分（ u 成分）および鉛直方向変動成分（ w 成分）についてパワースペクトル密度関数（P. S. D.）を計算し、結果を図-5.2 および 5.3 に示した。風向の影響を調べるため、東南東、南東、南南東、西南西、西北西、北西、北北西の各風向のデータより代表的なケースを選び計算を行った。結果の図化にあたっては、Engineering Science Data Unit (ESDU)⁷⁾で提案されている P. S. D. もあわせて示した。風の P. S. D. は地表面の粗度条件によって変化するが、図では都心（粗度長 $Z_0=1 \text{ m}$ ）、郊外（ $Z_0=0.4 \text{ m}$ ）、平らな草原（ $Z_0=0.01 \text{ m}$ ）、海上（ $Z_0=0.001 \text{ m}$ ）それぞれの粗度条件に対応した P. S. D. を ESDU により求め、本橋で観測された P. S. D. と比較している。

図-5.2 より、 u 成分の P. S. D. の形状は ESDU で提案されているものとほぼ同じであることがわかる。風向が東南東および南東の場合、P. S. D. は平らな草原からの風のそれと同程度であり、風向が南南

東および西南西の場合は海上の風、風向が西北西、北西、北北西の場合は平らな草原の風にそれぞれ対応していることがわかる。

図-5.3より、 w 成分のP.S.D.の形状は必ずしもESDUの提案式と同一ではないことがわかる。ESDUでは無次元振動数 fB/U (f :振動数, B :本橋の幅員, U :平均風速)が約0.1付近でP.S.D.がピークとなるが、風向が東南東、南東、南南東、西南西の場合、P.S.D.がピークとなる無次元振動数は0.1よりも高くなっている。西北西、北西、北北西の風の場合はP.S.D.の形状はESDUの提案式とはほぼ同じであり、平らな草原の風のP.S.D.と同じかそれよりやや大きな値を示している。 u 成分と同様に、風向が南南東および西南西の場合には他の風向に比べP.S.D.は小さくなっている。

5.3 橋の振動のパワースペクトル密度関数

橋の各方向の振動加速度のP.S.D.および振動変位のP.S.D.を計算して図-5.4に示す。振動変位のP.S.D.は振動加速度のP.S.D.を $(2\pi f)^4$ で除すことにより求めた。風による振動のP.S.D.では、橋の固有振動数に対応する振動数成分がピーク値をとるが、図ではこのピーク値に対応する振動数および振動モード^{6),8)}もあわせて示している。

中央径間1/2点の橋軸直角方向水平たわみ振動の加速度および変位のP.S.D.は対称1次モードが卓越する。1/4点の同振動の加速度のP.S.D.は逆対称1次モードが卓越するが、変位のP.S.D.はむしろ対称1次モードの方が卓越する。

中央径間1/2点の鉛直方向たわみ振動のP.S.D.も加速度および変位とも対称1次モードが卓越する。1/4点の同振動の加速度のP.S.D.は対称1次モードおよび逆対称1次モードが同程度に寄与しているが、変位のP.S.D.は対称1次モードの方が卓越している。

中央径間1/2点のねじれ振動加速度のP.S.D.では対称1次モードが卓越しているが、変位のP.S.D.では低周波成分のパワーに比べ無視し得る程度の大きさとなっている。

中央径間1/2点の鉛直たわみ振動に着目し、このP.S.D.におよぼす風向の影響を調べるため、風速のP.S.D.と同様に7つの風向についてP.S.D.を計算した。結果を図-5.5に示す。どの風向の場合も、対称1次モード成分が卓越している。各データの平均風速が異なるため風向のみの影響を検討することは困難であるが、乱れ強さおよび風のP.S.D.が小さく、風向が橋軸方向に近い西南西の風の場合には振動のP.S.D.が極端に小さくなることがわかる。

表-5.1 基本統計量の計算結果(その1)

データ記録 開始時刻	風							橋の振動加速度標準偏差				
	風速測器	平均風速 U (M/S)	平均風向 (°)	乱れ強さ I_u (%)	乱れ強さ I_w (%)	ガストファクター	平均傾斜角 α (°)	測器位置	橋軸方向 (GAL)	橋軸直角方向 (GAL)	鉛直方向 (GAL)	ねじれ (RAD/S ²)
86/02/02 11:53:20	DA-310	9.4	306.	21.0	12.1	1.75	3.1	1/2	0.11	0.30	0.73	0.00076
	DA-100				14.9		2.7	1/4	0.34	0.33	0.55	
86/02/02 12:08:20	DA-310	9.7	304.	20.8	11.2	1.60	2.8	1/2	0.11	0.30	4.01	0.00580
	DA-100				13.8		2.4	1/4	0.55	0.83	0.87	
86/02/02 12:23:20	DA-310	11.6	316.	13.8	7.4	1.34	0.6	1/2	0.16	0.38	1.23	0.00108
	DA-100				9.3		-0.6	1/4	0.58	0.38	0.83	
86/02/02 12:38:20	DA-310	10.9	311.	15.0	8.3	1.38	-0.3	1/2	0.13	0.37	1.01	0.00092
	DA-100				10.9		-1.5	1/4	0.46	0.36	0.68	
86/02/02 12:57:15	DA-310	9.4	308.	14.9	8.6	1.37	0.1	1/2	0.09	0.25	0.45	0.00063
	DA-100				11.1		-1.0	1/4	0.27	0.27	0.37	
86/02/03 15:10:54	DA-310	9.7	322.	16.4	9.5	1.49	2.4	1/2	0.18	0.48	1.65	0.00135
	DA-100				11.9		1.3	1/4	0.57	0.44	1.38	
86/02/03 15:28:43	DA-310	10.2	315.	19.4	9.7	1.53	2.2	1/2	0.17	0.44	1.23	0.00110
	DA-100				12.0		1.6	1/4	0.69	0.43	1.06	
86/02/03 15:43:43	DA-310	10.9	302.	13.5	7.8	1.42	-0.1	1/2	0.22	0.34	1.49	0.00137
	DA-100				10.0		-1.3	1/4	0.71	0.39	1.69	
86/02/03 15:58:44	DA-310	10.8	306.	14.8	6.5	1.32	-0.8	1/2	0.15	0.34	1.17	0.00102
	DA-100				8.8		-1.9	1/4	0.77	0.38	1.10	
86/02/03 16:13:44	DA-310	10.0	309.	17.4	8.3	1.50	0.2	1/2	0.14	0.33	1.28	0.00099
	DA-100				10.8		-0.8	1/4	0.59	0.35	0.88	
86/02/04 14:36:36	DA-310	9.0	309.	15.9	9.1	1.55	0.5	1/2	0.09	0.25	0.60	0.00069
	DA-100				11.7		-0.5	1/4	0.41	0.29	0.49	
86/02/11 23:16:21	DA-310	11.2	320.	10.8	5.7	1.32	0.1	1/2	0.19	0.40	1.01	0.00128
	DA-100				7.3		-1.4	1/4	0.64	0.41	0.78	
86/02/11 23:31:21	DA-310	10.3	318.	11.4	6.4	1.35	0.2	1/2	0.17	0.38	0.76	0.00117
	DA-100				8.4		-1.1	1/4	0.51	0.38	0.65	
86/02/12 12:10:06	DA-310	10.5	329.	17.3	11.6	1.50	3.5	1/2	0.18	0.45	1.69	0.00120
	DA-100				14.1		2.7	1/4	0.96	0.43	1.15	
86/02/12 12:25:06	DA-310	11.8	325.	13.2	8.1	1.48	1.0	1/2	0.18	0.47	1.40	0.00124
	DA-100				10.4		-0.8	1/4	0.91	0.44	1.01	
86/02/12 12:40:07	DA-310	10.2	336.	16.2	9.0	1.50	1.7	1/2	0.21	0.46	1.74	0.00145
	DA-100				11.0		0.5	1/4	1.10	0.49	1.50	
86/02/12 15:49:22	DA-310	11.2	315.	15.2	7.4	1.41	-0.1	1/2	0.14	0.40	1.07	0.00104
	DA-100				9.5		-1.3	1/4	0.50	0.39	0.83	
86/02/15 14:55:57	DA-310	9.6	285.	15.1	7.8	1.49	0.2	1/2	0.15	0.35	1.27	0.00092
	DA-100				9.6		-2.0	1/4	0.55	0.40	1.04	
86/02/15 15:22:16	DA-310	13.7	315.	15.2	5.7	1.46	-1.0	1/2	0.16	0.59	2.25	0.00117
	DA-100				7.3		-2.5	1/4	0.88	0.51	1.41	
86/02/15 15:37:16	DA-310	11.7	309.	17.9	8.7	1.46	0.5	1/2	0.19	0.59	1.35	0.00135
	DA-100				10.9		-0.5	1/4	0.78	0.54	1.12	
86/02/15 16:02:04	DA-310	12.5	334.	14.1	8.6	1.46	2.5	1/2	0.21	0.65	2.69	0.00160
	DA-100				10.4		1.5	1/4	1.74	0.62	2.12	
86/02/15 16:17:04	DA-310	15.3	336.	14.2	8.4	1.43	1.5	1/2	0.30	1.17	4.23	0.00188
	DA-100				10.1		0.3	1/4	2.63	1.03	3.07	
86/02/17 14:33:11	DA-310	10.3	310.	14.8	7.8	1.40	-0.1	1/2	0.13	0.34	1.01	0.00090
	DA-100				10.1		-1.2	1/4	0.48	0.34	0.77	
86/02/19 12:54:43	DA-310	10.9	312.	19.3	9.6	1.58	0.9	1/2	0.14	0.42	1.54	0.00095
	DA-100				11.9		-0.1	1/4	0.61	0.40	0.95	
86/02/19 13:09:43	DA-310	13.5	312.	15.7	8.3	1.40	-0.2	1/2	0.22	0.57	2.44	0.00149
	DA-100				10.4		-1.3	1/4	1.01	0.57	1.77	

表-5.1 基本統計量の計算結果(その2)

データ記録 開始時刻	風							橋の振動加速度標準偏差				
	風速測器	平均風速 U (M/S)	平均風向 (°)	乱れ強さ I_u (%)	乱れ強さ I_w (%)	ガストファクター	平均傾斜角 α (°)	測器位置	橋軸方向 (GAL)	橋軸直角方向 (GAL)	鉛直方向 (GAL)	ねじれ (RAD/S ²)
86/02/19 13:24:43	DA-310 DA-100	11.6	317.	15.3	9.2 11.6	1.56	0.5 -0.8	1/2 1/4	0.19 0.87	0.57 0.51	1.88 1.37	0.00135
86/02/19 13:39:43	DA-310 DA-100	14.0	315.	17.9	8.2 10.4	1.44	1.4 0.4	1/2 1/4	0.22 1.39	0.78 0.67	2.51 1.91	0.00159
86/02/19 13:54:44	DA-310 DA-100	13.8	307.	17.0	8.0 10.0	1.40	1.0 0.4	1/2 1/4	0.22 1.21	0.57 0.60	2.29 1.83	0.00159
86/02/19 14:09:44	DA-310 DA-100	13.1	312.	14.9	9.3 11.3	1.42	1.0 0.1	1/2 1/4	0.17 1.14	0.48 0.50	1.86 1.45	0.00125
86/02/19 14:24:44	DA-310 DA-100	12.4	316.	15.3	8.8 10.9	1.46	0.5 -0.7	1/2 1/4	0.19 1.00	0.58 0.54	1.92 1.36	0.00128
86/02/19 14:39:44	DA-310 DA-100	12.3	325.	18.2	9.9 12.3	1.61	1.6 0.3	1/2 1/4	0.24 1.43	0.66 0.61	2.95 2.00	0.00173
86/02/19 14:54:45	DA-310 DA-100	15.7	317.	16.9	7.5 9.4	1.47	0.3 -1.1	1/2 1/4	0.24 1.65	0.81 0.73	3.50 2.50	0.00192
86/02/19 15:09:45	DA-310 DA-100	15.0	312.	19.7	9.0 11.3	1.49	1.4 0.8	1/2 1/4	0.23 1.52	0.81 0.80	3.72 2.44	0.00151
86/02/19 17:16:55	DA-310 DA-100	10.9	311.	15.8	8.5 10.8	1.55	0.1 -0.9	1/2 1/4	0.16 0.59	0.42 0.40	1.07 0.80	0.00104
86/02/19 17:31:55	DA-310 DA-100	11.1	319.	16.0	7.5 9.4	1.48	0.0 -1.5	1/2 1/4	0.18 0.71	0.43 0.42	1.34 0.93	0.00116
86/02/20 15:55:26	DA-310 DA-100	7.8	296.	10.9	6.2 8.5	1.27	-1.4 -3.0	1/2 1/4	0.09 0.44	0.20 0.27	0.51 0.45	0.00050
86/02/20 16:10:26	DA-310 DA-100	6.9	293.	12.5	7.8 10.0	1.31	0.1 -1.6	1/2 1/4	0.11 0.46	0.26 0.29	1.43 1.14	0.00066
86/02/20 16:25:26	DA-310 DA-100	5.8	305.	14.0	7.9 10.3	1.47	-0.8 -2.4	1/2 1/4	0.17 0.44	0.21 0.28	0.95 1.12	0.00069
86/02/20 16:40:27	DA-310 DA-100	6.0	304.	13.0	6.8 9.1	1.35	-1.5 -3.3	1/2 1/4	0.21 0.74	0.27 0.32	1.36 1.47	0.00100
86/02/20 16:55:27	DA-310 DA-100	5.9	309.	13.5	5.7 7.8	1.30	-1.4 -3.2	1/2 1/4	0.10 0.41	0.17 0.25	0.65 0.64	0.00048
86/02/20 17:10:27	DA-310 DA-100	4.5	319.	13.7	10.1 12.7	1.41	2.1 0.4	1/2 1/4	0.09 0.33	0.16 0.24	0.49 0.50	0.00041
86/02/20 17:36:33	DA-310 DA-100	5.1	318.	16.2	8.3 10.4	1.41	-0.5 -2.5	1/2 1/4	0.08 0.28	0.15 0.23	0.40 0.36	0.00038
86/02/20 20:50:29	DA-310 DA-100	5.2	320.	7.7	3.5 4.2	1.23	-0.3 -2.9	1/2 1/4	0.07 0.16	0.16 0.22	0.21 0.22	0.00040
86/02/20 23:50:05	DA-310 DA-100	7.8	333.	14.9	8.2 10.0	1.39	0.5 -1.1	1/2 1/4	0.11 0.30	0.26 0.28	0.62 0.46	0.00086
86/02/24 15:56:58	DA-310 DA-100	11.2	308.	18.3	9.2 11.5	1.53	1.2 0.5	1/2 1/4	0.18 0.75	0.42 0.45	1.49 1.01	0.00109
86/02/24 16:16:21	DA-310 DA-100	14.0	312.	15.1	8.5 10.6	1.36	0.5 -0.4	1/2 1/4	0.18 1.13	0.59 0.60	2.52 1.64	0.00124
86/02/24 16:31:21	DA-310 DA-100	11.0	322.	18.6	9.3 11.6	1.62	1.6 0.4	1/2 1/4	0.24 1.17	0.55 0.51	2.08 1.66	0.00148
86/02/25 13:10:02	DA-310 DA-100	12.4	308.	12.5	7.8 10.0	1.40	-0.9 -2.0	1/2 1/4	0.21 0.83	0.48 0.49	1.98 1.46	0.00142
86/02/25 13:59:15	DA-310 DA-100	13.0	303.	19.1	7.6 9.9	1.58	-0.6 -1.6	1/2 1/4	0.19 0.84	0.52 0.56	1.73 1.35	0.00146
86/02/25 14:14:15	DA-310 DA-100	12.5	311.	16.7	9.8 12.1	1.51	0.6 -0.2	1/2 1/4	0.20 1.09	0.51 0.49	2.38 1.71	0.00128

表- 5.1 基本統計量の計算結果 (その3)

データ記録 開始時刻	風							橋の振動加速度標準偏差				
	風速測器	平均風速 U (M/S)	平均風向 (°)	乱れ強さ I_u (%)	乱れ強さ I_w (%)	ガストファクター	平均傾斜角 α (°)	測器位置	橋軸方向 (GAL)	橋軸直角方向 (GAL)	鉛直方向 (GAL)	ねじれ (RAD/S ²)
86/02/25 14:29:15	DA-310 DA-100	13.9	311.	15.0	9.2 11.7	1.50	0.5 -0.4	1/2 1/4	0.21 1.29	0.73 0.64	3.14 2.03	0.00147
86/02/25 14:50:09	DA-310 DA-100	12.6	310.	20.3	9.2 11.4	1.51	0.5 -0.6	1/2 1/4	0.20 1.08	0.59 0.52	1.99 1.57	0.00142
86/02/25 15:05:09	DA-310 DA-100	13.5	308.	19.0	9.1 11.3	1.47	1.4 0.9	1/2 1/4	0.24 1.24	0.65 0.62	2.37 1.73	0.00158
86/02/25 15:23:40	DA-310 DA-100	12.7	313.	19.1	8.2 10.5	1.47	0.2 -1.0	1/2 1/4	0.21 1.06	0.54 0.50	2.32 1.61	0.00145
86/02/25 15:38:40	DA-310 DA-100	12.2	313.	19.8	10.8 13.3	1.68	1.9 0.9	1/2 1/4	0.21 1.43	0.59 0.54	1.94 1.56	0.00146
86/03/05 13:16:20	DA-310 DA-100	14.4	312.	17.6	9.1 11.3	1.42	1.3 0.6	1/2 1/4	0.19 1.30	0.65 0.61	2.33 1.66	0.00133
86/03/05 13:31:20	DA-310 DA-100	14.2	303.	14.1	8.1 11.0	1.48	0.4 -0.5	1/2 1/4	0.16 0.92	0.45 0.61	1.44 1.05	0.00109
86/03/05 13:46:21	DA-310 DA-100	11.1	314.	12.8	9.8 12.3	1.58	0.9 -0.3	1/2 1/4	0.14 0.75	0.39 0.39	1.45 1.02	0.00100
86/03/05 14:01:21	DA-310 DA-100	13.8	310.	12.0	7.1 9.3	1.30	-0.3 -1.4	1/2 1/4	0.18 0.92	0.52 0.50	1.84 1.28	0.00124
86/03/05 14:16:21	DA-310 DA-100	13.3	317.	21.9	9.0 11.0	1.59	1.9 1.0	1/2 1/4	0.20 1.29	0.62 0.57	2.21 1.69	0.00135
86/03/05 14:31:21	DA-310 DA-100	13.4	304.	23.8	8.9 11.2	1.60	0.7 -0.0	1/2 1/4	0.16 0.87	0.47 0.57	1.64 1.12	0.00106
86/03/05 14:46:22	DA-310 DA-100	13.1	305.	15.5	9.7 12.0	1.43	1.2 0.6	1/2 1/4	0.15 0.73	0.50 0.49	1.27 0.96	0.00103
86/03/05 15:01:22	DA-310 DA-100	12.7	313.	18.9	8.4 10.4	1.41	1.0 -0.0	1/2 1/4	0.18 0.87	0.54 0.50	1.66 1.28	0.00124
86/03/05 15:16:22	DA-310 DA-100	12.3	324.	15.6	9.6 12.2	1.58	1.6 0.3	1/2 1/4	0.22 1.26	0.68 0.58	2.39 1.78	0.00148
86/03/12 00:24:44	DA-310 DA-100	13.2	298.	12.4	6.4 8.2	1.34	-0.3 -1.3	1/2 1/4	0.14 0.56	0.42 0.50	0.89 0.64	0.00097
86/03/12 00:39:45	DA-310 DA-100	11.7	309.	12.9	7.5 9.5	1.49	0.3 -0.5	1/2 1/4	0.17 0.69	0.39 0.45	0.93 0.73	0.00113
86/03/16 13:46:39	DA-310 DA-100	12.1	311.	14.3	9.2 11.6	1.50	0.8 -0.0	1/2 1/4	0.15 0.64	0.61 0.52	1.38 1.06	0.00099
86/03/16 14:01:39	DA-310 DA-100	12.0	314.	15.7	10.7 13.0	1.54	3.7 3.3	1/2 1/4	0.16 0.87	0.54 0.52	1.89 1.28	0.00109
86/03/16 14:29:05	DA-310 DA-100	11.3	312.	18.5	10.5 13.0	1.65	3.0 2.6	1/2 1/4	0.16 0.74	0.48 0.47	1.30 0.98	0.00104
86/03/16 15:03:40	DA-310 DA-100	14.4	301.	13.7	6.4 8.2	1.34	0.0 -0.8	1/2 1/4	0.15 0.69	0.48 0.57	0.94 0.74	0.00099
86/03/16 15:18:41	DA-310 DA-100	12.1	299.	12.8	6.7 8.5	1.35	0.5 -0.2	1/2 1/4	0.11 0.42	0.33 0.40	0.83 0.60	0.00073
86/03/16 15:37:50	DA-310 DA-100	13.1	300.	11.4	5.8 7.7	1.28	-1.4 -2.8	1/2 1/4	0.12 0.44	0.36 0.43	0.72 0.58	0.00082
86/03/16 15:52:51	DA-310 DA-100	12.7	305.	13.0	6.4 8.4	1.37	0.2 -0.5	1/2 1/4	0.14 0.57	0.43 0.43	1.12 0.73	0.00091
86/03/16 16:07:51	DA-310 DA-100	15.9	295.	9.4	5.3 7.1	1.37	-0.5 -1.7	1/2 1/4	0.15 0.64	0.48 0.69	1.13 0.75	0.00095
86/03/16 16:22:51	DA-310 DA-100	14.5	296.	11.9	5.6 7.3	1.36	-0.3 -1.4	1/2 1/4	0.14 0.57	0.43 0.51	0.77 0.59	0.00088

表-5.1 基本統計量の計算結果(その4)

データ記録 開始時刻	風							橋の振動加速度標準偏差				
	風速測器	平均風速 U (M/S)	平均風向 (°)	乱れ強さ I_u (%)	乱れ強さ I_w (%)	ガストファクター	平均傾斜角 α (°)	測器位置	橋軸方向 (GAL)	橋軸直角方向 (GAL)	鉛直方向 (GAL)	ねじれ (RAD/S ²)
86/03/16 16:37:51	DA-310	14.6	299.	13.1	5.5	1.27	0.3	1/2	0.16	0.43	1.01	0.00099
86/03/16 16:52:51	DA-100				7.3		-0.2	1/4	0.71	0.54	0.74	
86/03/17 11:13:58	DA-310	15.2	299.	9.7	5.3	1.24	-0.5	1/2	0.16	0.41	1.11	0.00100
86/03/17 13:01:50	DA-100				6.9		-1.3	1/4	0.71	0.56	0.81	
86/03/17 13:16:51	DA-310	12.3	329.	14.7	8.3	1.37	1.4	1/2	0.20	0.64	2.72	0.00148
86/03/17 13:38:51	DA-100				10.4		-0.1	1/4	1.47	0.56	1.81	
86/03/17 14:07:21	DA-310	12.5	337.	18.2	9.5	1.53	2.1	1/2	0.20	0.73	2.40	0.00156
86/03/17 22:57:30	DA-100				11.6		1.0	1/4	2.15	0.63	1.86	
86/03/19 07:46:12	DA-310	12.6	332.	15.1	8.2	1.47	0.5	1/2	0.19	0.74	2.21	0.00151
86/03/19 09:32:53	DA-100				10.1		-1.0	1/4	1.49	0.61	1.67	
86/03/19 09:47:53	DA-310	13.3	328.	14.5	8.3	1.46	1.0	1/2	0.23	0.77	2.97	0.00155
86/03/19 10:02:54	DA-100				10.5		-0.6	1/4	1.96	0.65	2.17	
86/03/20 07:46:12	DA-310	12.9	328.	12.7	8.6	1.41	1.3	1/2	0.21	0.61	2.57	0.00156
86/03/20 09:32:53	DA-100				10.6		-0.1	1/4	1.76	0.58	1.94	
86/03/20 10:02:54	DA-310	11.6	316.	13.5	6.1	1.40	0.4	1/2	0.16	0.41	1.24	0.00114
86/03/20 11:31:57	DA-100				7.8		-0.8	1/4	0.61	0.42	0.85	
86/03/20 13:31:57	DA-310	12.0	310.	11.6	7.4	1.39	-0.2	1/2	0.15	0.47	1.36	0.00106
86/03/20 13:46:57	DA-100				9.7		-1.3	1/4	0.64	0.45	0.88	
86/03/20 14:01:58	DA-310	13.0	317.	15.0	6.9	1.47	-0.1	1/2	0.19	0.50	2.40	0.00138
86/03/20 14:16:58	DA-100				9.0		-1.5	1/4	0.99	0.50	1.58	
86/03/20 14:31:58	DA-310	12.8	311.	17.4	8.8	1.44	0.5	1/2	0.17	0.52	1.58	0.00125
86/03/20 14:46:58	DA-100				11.0		-0.5	1/4	0.81	0.50	1.14	
86/03/20 15:01:58	DA-310	11.7	310.	20.2	8.5	1.55	1.4	1/2	0.17	0.44	1.30	0.00113
86/03/20 15:16:58	DA-100				10.8		0.8	1/4	0.80	0.45	1.05	
86/03/20 15:31:58	DA-310	13.8	313.	17.5	9.0	1.42	0.5	1/2	0.19	0.62	2.22	0.00134
86/03/20 15:46:58	DA-100				11.4		-0.4	1/4	1.18	0.57	1.63	
86/03/20 16:01:58	DA-310	11.5	302.	16.0	10.4	1.53	1.0	1/2	0.14	0.36	1.21	0.00095
86/03/20 16:16:58	DA-100				12.9		0.1	1/4	0.60	0.42	0.92	
86/03/20 16:31:58	DA-310	15.3	312.	16.0	8.2	1.49	-0.2	1/2	0.20	0.87	2.35	0.00137
86/03/20 16:46:58	DA-100				10.2		-1.3	1/4	1.32	0.72	1.83	
86/03/20 17:01:58	DA-310	15.1	305.	16.0	8.7	1.47	0.3	1/2	0.16	0.65	2.66	0.00117
86/03/20 17:16:58	DA-100				10.9		-0.6	1/4	1.08	0.69	1.66	
86/03/20 17:31:58	DA-310	15.2	311.	17.4	9.1	1.46	1.1	1/2	0.20	0.69	2.55	0.00144
86/03/20 17:46:58	DA-100				11.3		0.4	1/4	1.44	0.71	1.88	
86/03/20 18:01:58	DA-310	15.9	309.	16.6	8.1	1.43	0.9	1/2	0.19	0.90	3.04	0.00128
86/03/20 18:16:58	DA-100				10.2		0.1	1/4	1.29	0.79	1.96	
86/03/20 18:31:58	DA-310	15.6	307.	20.5	9.0	1.49	1.5	1/2	0.21	0.85	3.17	0.00139
86/03/20 18:46:58	DA-100				10.9		0.8	1/4	1.35	0.88	2.32	
86/03/20 19:01:58	DA-310	16.0	308.	14.1	7.4	1.41	0.1	1/2	0.21	0.70	3.35	0.00142
86/03/20 19:16:58	DA-100				9.4		-0.8	1/4	1.38	0.76	2.13	
86/03/20 19:31:58	DA-310	16.3	306.	17.0	7.6	1.52	-0.3	1/2	0.20	0.78	2.56	0.00126
86/03/20 19:46:58	DA-100				9.7		-1.2	1/4	1.25	0.79	2.06	
86/03/20 20:01:58	DA-310	16.2	302.	14.9	7.3	1.50	0.1	1/2	0.19	0.57	3.02	0.00129
86/03/20 20:16:58	DA-100				9.5		-0.6	1/4	1.10	0.77	2.03	
86/03/20 20:31:58	DA-310	15.6	306.	17.6	8.0	1.47	-0.2	1/2	0.18	0.70	2.41	0.00123
86/03/20 20:46:58	DA-100				10.2		-1.0	1/4	1.20	0.75	1.63	
86/03/20 21:01:58	DA-310	15.5	309.	14.3	7.1	1.39	-0.5	1/2	0.21	0.67	2.24	0.00142
86/03/20 21:16:58	DA-100				9.1		-1.7	1/4	1.31	0.64	1.77	
86/03/20 21:31:58	DA-310	13.1	297.	19.2	9.9	1.51	1.2	1/2	0.16	0.52	1.62	0.00111
86/03/20 21:46:58	DA-100				12.4		0.3	1/4	0.76	0.68	1.34	

表-5.1 基本統計量の計算結果(その5)

データ記録 開始時刻	風							橋の振動加速度標準偏差				
	風速測器	平均風速 U (M/S)	平均風向 (°)	乱れ強さ I_u (%)	乱れ強さ I_w (%)	ガストファクター	平均傾斜角 α (°)	測器位置	橋軸方向 (GAL)	橋軸直角方向 (GAL)	鉛直方向 (GAL)	ねじれ (RAD/S ²)
86/03/20 15:40:08	DA-310 DA-100	12.7	298.	18.8	9.7 12.2	1.59	0.4 -0.5	1/2 1/4	0.16 0.85	0.47 0.55	1.31 1.11	0.00116
86/03/20 15:55:08	DA-310 DA-100	13.4	300.	20.0	7.6 9.8	1.47	0.2 -0.5	1/2 1/4	0.20 0.92	0.56 0.72	1.57 1.22	0.00145
86/03/20 16:10:08	DA-310 DA-100	12.9	300.	20.5	9.5 12.0	1.51	1.5 0.9	1/2 1/4	0.22 1.22	0.66 0.72	2.08 1.83	0.00175
86/03/20 16:25:09	DA-310 DA-100	10.9	307.	16.4	9.7 12.5	1.48	0.9 0.2	1/2 1/4	0.21 1.10	0.55 0.53	2.24 1.86	0.00155
86/03/20 16:51:30	DA-310 DA-100	13.0	312.	14.9	8.6 10.8	1.34	0.4 -0.5	1/2 1/4	0.17 0.86	0.57 0.51	1.50 1.09	0.00125
86/03/20 17:06:31	DA-310 DA-100	12.0	312.	19.6	8.5 10.9	1.50	0.7 -0.1	1/2 1/4	0.16 0.86	0.44 0.46	1.52 1.10	0.00109
86/03/20 17:21:31	DA-310 DA-100	11.9	310.	16.3	9.0 11.6	1.52	0.8 0.1	1/2 1/4	0.18 0.86	0.45 0.47	1.81 1.30	0.00123
86/03/23 06:41:37	DA-310 DA-100	13.0	153.	8.4	4.8 19.3	1.30	3.7 3.2	1/2 1/4	0.18 1.52	0.46 0.56	1.75 1.53	0.00134
86/03/23 06:56:37	DA-310 DA-100	14.7	125.	9.6	4.9 7.6	1.29	3.6 2.4	1/2 1/4	0.20 1.84	0.65 0.68	2.23 1.94	0.00147
86/03/23 07:11:37	DA-310 DA-100	12.9	231.	10.3	4.6 55.7	1.27	2.9 6.5	1/2 1/4	0.17 1.34	0.47 0.52	2.31 1.63	0.00133
86/03/24 09:27:36	DA-310 DA-100	12.8	315.	15.7	8.3 10.3	1.50	0.6 -0.5	1/2 1/4	0.18 0.96	0.62 0.54	1.86 1.41	0.00132
86/03/24 09:42:36	DA-310 DA-100	13.1	315.	18.2	9.7 12.2	1.49	1.4 0.6	1/2 1/4	0.20 1.20	0.53 0.52	2.29 1.58	0.00146
86/03/24 09:57:36	DA-310 DA-100	13.3	317.	17.4	8.1 10.3	1.46	0.8 -0.4	1/2 1/4	0.20 1.29	0.73 0.63	2.09 1.69	0.00148
86/03/24 10:12:37	DA-310 DA-100	12.8	315.	17.7	9.3 11.4	1.49	0.9 -0.2	1/2 1/4	0.17 1.10	0.59 0.52	2.29 1.53	0.00122
86/03/24 10:27:37	DA-310 DA-100	12.2	313.	15.5	8.8 11.3	1.57	1.1 0.2	1/2 1/4	0.17 0.85	0.45 0.46	1.74 1.36	0.00120
86/03/24 10:46:15	DA-310 DA-100	13.0	315.	16.6	8.7 10.7	1.57	0.3 -1.0	1/2 1/4	0.16 0.89	0.61 0.53	1.78 1.19	0.00112
86/03/24 11:01:15	DA-310 DA-100	13.1	311.	14.9	8.1 10.2	1.41	0.3 -0.6	1/2 1/4	0.18 0.93	0.55 0.54	1.51 1.24	0.00127
86/03/24 11:16:16	DA-310 DA-100	13.8	312.	17.2	8.7 11.0	1.46	-0.3 -1.5	1/2 1/4	0.20 1.15	0.68 0.64	1.94 1.61	0.00138
86/03/24 11:31:16	DA-310 DA-100	14.5	322.	14.7	8.3 10.5	1.40	0.7 -0.6	1/2 1/4	0.20 1.52	0.81 0.69	3.13 2.18	0.00146
86/03/24 11:46:16	DA-310 DA-100	13.7	313.	17.9	8.4 10.6	1.48	0.7 -0.2	1/2 1/4	0.17 1.10	0.64 0.60	1.86 1.33	0.00121
86/03/24 12:01:16	DA-310 DA-100	13.1	311.	17.9	10.1 12.5	1.49	0.8 0.0	1/2 1/4	0.17 1.11	0.58 0.59	1.77 1.35	0.00117
86/03/24 14:56:16	DA-310 DA-100	14.1	325.	18.0	8.5 10.6	1.53	1.3 0.3	1/2 1/4	0.22 1.67	0.71 0.68	3.37 2.34	0.00154
86/03/24 15:11:16	DA-310 DA-100	13.9	321.	18.1	8.2 10.2	1.57	2.2 1.3	1/2 1/4	0.20 1.44	0.71 0.65	2.73 2.06	0.00140
86/03/24 15:28:38	DA-310 DA-100	12.6	331.	16.6	9.8 12.0	1.50	2.7 1.6	1/2 1/4	0.22 1.72	0.86 0.70	2.48 2.01	0.00150
86/03/24 15:43:38	DA-310 DA-100	12.5	331.	18.4	9.7 11.8	1.66	2.4 1.4	1/2 1/4	0.20 1.79	0.78 0.65	2.60 1.88	0.00155

表- 5.1 基本統計量の計算結果 (その6)

データ記録 開始時刻	風							橋の振動加速度標準偏差				
	風速測器	平均風速 U (M/S)	平均風向 (°)	乱れ強さ I_u (%)	乱れ強さ I_w (%)	ガストファクター	平均傾斜角 α (°)	測器位置	橋軸方向 (GAL)	橋軸直角方向 (GAL)	鉛直方向 (GAL)	ねじれ (RAD/S ²)
86/03/24 16:00:17	DA-310 DA-100	14.8	324.	14.2	7.5 9.6	1.41	0.8 -0.5	1/2 1/4	0.22 1.87	0.97 0.79	3.37 2.39	0.00157
86/03/24 16:15:17	DA-310 DA-100	14.4	322.	15.7	8.7 10.8	1.48	1.6 0.3	1/2 1/4	0.24 1.72	0.89 0.78	3.23 2.44	0.00166
86/03/24 16:30:17	DA-310 DA-100	12.9	326.	16.3	8.4 10.7	1.48	1.8 0.6	1/2 1/4	0.20 1.60	0.69 0.60	2.59 2.04	0.00148
86/03/24 17:18:04	DA-310 DA-100	12.2	316.	14.9	7.4 9.4	1.49	0.8 -0.3	1/2 1/4	0.17 0.88	0.51 0.47	1.56 1.11	0.00118
86/03/31 05:49:49	DA-310 DA-100	11.8	317.	16.8	7.8 10.0	1.57	0.8 -0.4	1/2 1/4	0.16 0.65	0.44 0.45	1.31 0.92	0.00117
86/03/31 10:03:21	DA-310 DA-100	12.9	322.	12.5	7.6 9.4	1.39	1.1 -0.3	1/2 1/4	0.18 1.22	0.63 0.56	2.00 1.52	0.00143
86/03/31 14:57:28	DA-310 DA-100	12.1	325.	17.0	8.6 10.9	1.48	2.3 1.3	1/2 1/4	0.21 1.07	0.57 0.54	2.30 1.83	0.00145
86/04/07 09:09:58	DA-310 DA-100	9.4	340.	15.7	8.9 11.1	1.53	2.4 1.1	1/2 1/4	0.19 0.86	0.46 0.45	1.49 1.30	0.00125
86/04/07 11:10:11	DA-310 DA-100	12.6	255.	10.1	6.0 8.0	1.27	2.0 0.0	1/2 1/4	0.20 1.63	0.64 0.64	1.98 1.80	0.00157
86/04/07 11:25:11	DA-310 DA-100	16.0	311.	10.5	6.1 8.2	1.34	2.2 0.3	1/2 1/4	0.27 2.50	1.11 1.03	4.08 2.95	0.00190
86/04/07 11:40:11	DA-310 DA-100	12.9	329.	16.2	8.9 11.1	1.46	1.5 0.1	1/2 1/4	0.20 1.87	0.78 0.64	2.77 2.03	0.00158
86/04/07 12:08:22	DA-310 DA-100	12.0	310.	15.1	9.0 11.5	1.56	-0.1 -1.0	1/2 1/4	0.14 0.70	0.46 0.46	1.75 1.13	0.00099
86/04/07 12:37:18	DA-310 DA-100	14.4	311.	15.8	8.8 11.0	1.42	0.5 -0.4	1/2 1/4	0.21 1.16	0.70 0.70	2.63 1.90	0.00157
86/04/07 12:52:18	DA-310 DA-100	12.8	304.	12.2	7.2 9.3	1.43	-1.1 -2.4	1/2 1/4	0.15 0.60	0.49 0.48	1.16 0.86	0.00099
86/04/07 14:09:51	DA-310 DA-100	11.6	335.	12.3	8.0 10.1	1.53	1.5 0.2	1/2 1/4	0.21 1.55	0.57 0.53	1.97 1.69	0.00155
86/04/11 14:28:02	DA-310 DA-100	13.1	317.	11.9	5.4 7.0	1.30	0.2 -1.0	1/2 1/4	0.08 0.84	0.59 0.53	1.60 1.13	0.00118
86/04/15 08:51:28	DA-310 DA-100	12.4	137.	14.2	5.0 5.3	1.38	1.4 0.8	1/2 1/4	1.81 8.01	5.82 8.94	8.79 6.56	0.01644
86/04/15 09:51:30	DA-310 DA-100	11.8	134.	13.4	5.9 6.3	1.36	1.2 0.3	1/2 1/4	1.62 7.09	5.42 8.23	6.89 5.26	0.01415
86/04/22 10:22:16	DA-310 DA-100	12.0	134.	14.7	6.2 6.6	1.44	1.2 0.1	1/2 1/4	0.07 0.53	0.46 0.47	1.20 0.83	0.00099
86/04/22 11:23:40	DA-310 DA-100	12.9	127.	13.8	6.3 6.8	1.39	1.5 0.1	1/2 1/4	0.08 0.72	0.48 0.54	1.19 0.97	0.00111
86/04/22 12:21:34	DA-310 DA-100	13.6	128.	19.6	6.1 6.5	1.44	2.0 0.6	1/2 1/4	0.07 0.64	0.48 0.53	1.76 1.06	0.00107
86/04/22 12:36:34	DA-310 DA-100	15.7	133.	14.8	5.4 5.6	1.48	1.5 0.6	1/2 1/4	0.09 0.98	0.73 0.67	2.16 1.53	0.00133
86/04/22 12:51:34	DA-310 DA-100	11.7	128.	18.1	8.2 8.9	1.75	2.9 1.3	1/2 1/4	0.90 3.79	3.05 4.68	3.57 2.68	0.00803
86/04/22 13:06:50	DA-310 DA-100	14.0	130.	19.4	7.2 7.9	1.46	2.1 0.6	1/2 1/4	1.01 5.13	4.51 5.29	7.57 4.66	0.01265
86/04/22 13:21:50	DA-310 DA-100	12.9	128.	16.2	6.4 6.8	1.43	2.7 1.2	1/2 1/4	0.71 3.64	2.96 3.45	5.17 3.46	0.00827

* 橋の振動加速度データが異常に大きい。

表-5.1 基本統計量の計算結果(その7)

データ記録 開始時刻	風							橋の振動加速度標準偏差				
	風速測器	平均風速 U (M/S)	平均風向 (°)	乱れ強さ I_u (%)	乱れ強さ I_w (%)	ガストファクター	平均傾斜角 α (°)	測器位置	橋軸方向 (GAL)	橋軸直角方向 (GAL)	鉛直方向 (GAL)	ねじれ (RAD/S ²)
86/04/22	DA-310	14.1	128.	14.0	5.7	1.40	2.2	1/2	0.10	0.48	1.95	0.00123
13:36:51	DA-100				6.1		0.9	1/4	0.79	0.54	1.44	
86/04/22	DA-310	15.1	128.	12.9	6.0	1.40	2.5	1/2	0.12	0.67	2.08	0.00152
13:51:51	DA-100				6.3		1.2	1/4	0.99	0.66	1.78	
86/04/22	DA-310	14.1	128.	14.1	5.6	1.38	2.4	1/2	0.10	0.60	1.78	0.00134
14:06:51	DA-100				6.1		1.0	1/4	0.79	0.63	1.36	
86/04/22	DA-310	13.3	124.	16.0	6.0	1.70	2.4	1/2	0.07	0.41	1.45	0.00108
15:29:51	DA-100				6.4		0.8	1/4	0.65	0.50	1.03	
86/05/14	DA-310	15.9	124.	16.6	5.4	1.51	3.1	1/2	0.16	0.58	2.26	0.00117
07:52:53	DA-100				5.8		1.6	1/4	0.90	0.72	1.46	
86/05/14	DA-310	13.4	123.	21.3	7.0	1.78	2.8	1/2	0.14	0.59	1.92	0.00104
08:07:53	DA-100				7.8		1.0	1/4	0.68	0.67	1.23	
86/05/14	DA-310	15.2	117.	15.1	5.4	1.42	2.6	1/2	0.13	0.51	1.40	0.00102
08:24:05	DA-100				5.9		0.7	1/4	0.74	0.66	1.08	
86/05/14	DA-310	14.3	118.	15.0	5.7	1.49	2.6	1/2	0.14	0.49	1.33	0.00095
08:39:06	DA-100				6.3		0.8	1/4	0.67	0.70	1.03	
86/05/14	DA-310	14.9	117.	19.3	5.5	1.53	2.0	1/2	0.25	0.91	2.06	0.00175
08:54:06	DA-100				6.2		0.2	1/4	1.59	0.70	1.41	
86/05/14	DA-310	14.5	115.	12.7	5.2	1.38	2.0	1/2	0.13	0.62	1.65	0.00129
09:40:46	DA-100				6.0		0.2	1/4	1.04	0.68	1.10	
86/05/14	DA-310	14.3	119.	15.1	5.4	1.38	2.2	1/2	0.11	0.61	1.24	0.00122
09:56:46	DA-100				6.0		0.4	1/4	0.95	0.70	0.96	
86/05/14	DA-310	14.0	120.	17.9	5.9	1.46	2.5	1/2	0.12	0.37	1.33	0.00087
10:55:27	DA-100				6.5		0.6	1/4	1.03	0.63	1.09	
86/05/14	DA-310	13.9	118.	16.7	6.3	1.54	1.8	1/2	0.14	0.44	1.25	0.00108
11:16:37	DA-100				7.0		-0.2	1/4	0.94	0.80	0.93	
86/05/14	DA-310	13.4	118.	12.3	5.6	1.38	2.5	1/2	0.15	0.47	0.96	0.00102
11:31:37	DA-100				6.4		0.5	1/4	0.64	0.66	0.98	
86/05/14	DA-310	14.7	117.	14.2	5.4	1.45	2.4	1/2	0.21	0.66	1.56	0.00167
12:15:06	DA-100				6.1		0.6	1/4	0.76	1.16	1.15	
86/05/14	DA-310	14.5	117.	15.4	5.8	1.50	2.0	1/2	0.23	0.76	1.48	0.00181
12:47:12	DA-100				6.7		0.1	1/4	0.74	1.43	1.09	
86/05/14	DA-310	13.4	115.	13.7	5.2	1.53	2.2	1/2	0.21	0.67	1.64	0.00201
13:02:12	DA-100				6.0		0.1	1/4	1.16	1.02	1.57	
86/05/14	DA-310	13.9	117.	16.1	5.6	1.47	2.1	1/2	0.10	0.43	0.92	0.00072
14:31:53	DA-100				6.6		-0.1	1/4	0.51	0.60	0.69	
86/08/05	DA-310	13.6	315.	14.6	8.1	1.38	1.1	1/2	0.21	0.98	2.21	0.00165
10:28:12	DA-100				10.4		0.2	1/4	1.04	0.76	1.68	
86/08/05	DA-310	13.2	316.	15.4	8.2	1.36	0.7	1/2	0.18	0.63	2.47	0.00146
10:59:00	DA-100				10.4		-0.6	1/4	1.00	0.58	1.70	
86/08/05	DA-310	13.7	308.	16.5	9.2	1.46	0.8	1/2	0.16	0.66	1.89	0.00137
13:48:02	DA-100				11.5		-0.1	1/4	0.85	0.70	1.44	
86/08/05	DA-310	13.9	308.	16.5	9.4	1.48	0.3	1/2	0.18	0.91	1.85	0.00148
14:15:21	DA-100				11.7		-0.8	1/4	0.90	0.78	1.57	
86/08/05	DA-310	14.9	306.	15.9	8.7	1.44	0.6	1/2	0.18	0.93	2.59	0.00152
14:35:22	DA-100				11.0		-0.4	1/4	1.09	0.88	1.81	
86/08/05	DA-310	14.2	307.	18.9	9.0	1.55	0.6	1/2	0.18	0.90	2.21	0.00150
14:50:22	DA-100				11.5		-0.2	1/4	1.09	0.79	1.80	
86/08/05	DA-310	14.1	309.	19.8	9.6	1.57	2.1	1/2	0.22	0.74	2.77	0.00163
15:05:22	DA-100				11.8		1.6	1/4	1.16	0.74	2.02	

表-5.1 基本統計量の計算結果(その8)

データ記録 開始時刻	風							橋の振動加速度標準偏差				
	風速測器	平均風速 U (M/S)	平均風向 (°)	乱れ強さ I_u (%)	乱れ強さ I_w (%)	ガストファクター	平均傾斜角 α (°)	測器位置	橋軸方向 (GAL)	橋軸直角方向 (GAL)	鉛直方向 (GAL)	ねじれ (RAD/S ²)
86/08/05	DA-310	16.2	302.	14.5	7.6	1.41	0.4	1/2	0.24	0.88	2.43	0.00173
15:20:23	DA-100				9.6		-0.3	1/4	1.19	0.89	2.06	
86/08/05	DA-310	13.8	308.	19.0	9.8	1.45	1.9	1/2	0.22	1.01	3.31	0.00163
15:35:23	DA-100				12.0		1.2	1/4	1.12	0.87	2.36	
86/08/05	DA-310	14.6	301.	17.4	8.8	1.49	0.8	1/2	0.33	0.77	3.26	0.00220
16:11:08	DA-100				11.0		-0.1	1/4	1.50	0.90	2.55	
86/10/08	DA-310	13.2	308.	16.4	7.9	1.46	0.0	1/2	0.12	0.51	1.44	0.00111
12:35:09	DA-100				10.1		-2.9	1/4	0.64	0.52	1.08	
86/10/08	DA-310	15.0	308.	12.4	7.2	1.38	-0.4	1/2	0.13	0.73	2.05	0.00124
13:55:45	DA-100				9.4		-7.5	1/4	0.83	0.64	1.38	
86/10/08	DA-310	14.5	309.	17.9	6.6	1.41	0.0	1/2	0.17	0.65	2.61	0.00152
14:14:48	DA-100				10.2		-5.6	1/4	0.95	0.63	1.78	
86/10/08	DA-310	14.0	306.	16.7	7.4	1.45	-0.9	1/2	0.17	0.68	1.87	0.00143
14:39:36	DA-100				9.5		-3.9	1/4	0.82	0.63	1.56	
86/10/13**	DA-310	8.1	302.	16.5	10.1	1.41	1.0	1/2	0.10	0.32	1.14	0.00090
14:09:41	DA-100							1/4	0.46	0.38	1.05	
86/10/13**	DA-310	8.6	293.	16.6	10.1	1.45	0.2	1/2	0.12	0.31	1.40	0.00085
14:25:29	DA-100							1/4	0.45	0.43	1.40	

** 修理のためDA-100を取り外す(86年10月13日~11月25日)

表-5.2 基本統計量の定義

統 計 量	定 義
平均風速 U	$U = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \sqrt{u_i^2 + v_i^2}$ u_i ; 橋軸方向風速 (東向き正) v_i ; 橋軸直角方向風速 (北向き正) N ; 12000 (=20Hz × 10分 × 60秒)
平均風向 $\bar{\theta}$	$\bar{\theta} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \tan^{-1} \{ (-u_i) / (-v_i) \}$
乱れ強さ I_u	$I_u = \sigma_u / U$ $\sigma_u = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\sqrt{u_i^2 + v_i^2} - U)^2}$ $I_w = \sigma_w / U$ $\sigma_w = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (w_i - W)^2}$ $W = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N w_i$ w_i ; 鉛直方向風速 (上向き正)
ガスファクター G	$G = U_{\max} / U$ $U_{\max}$; $\sqrt{u_i^2 + v_i^2}$ の最大値
平均傾斜角 $\bar{\alpha}$	$\bar{\alpha} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \tan^{-1} \left(\frac{w_i}{\sqrt{u_i^2 + v_i^2}} \right)$
振動加速度 の標準偏差 σ_a	$\sigma_a = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (a_i - \bar{a})^2}$ $\bar{a} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N a_i$ 中央径間 1 / 2 点の各たわみ加速度は 2 台の加速度計からの出力を平均している。ねじれ加速度は 2 台の加速度計の鉛直方向成分の差を間隔で除して求める。

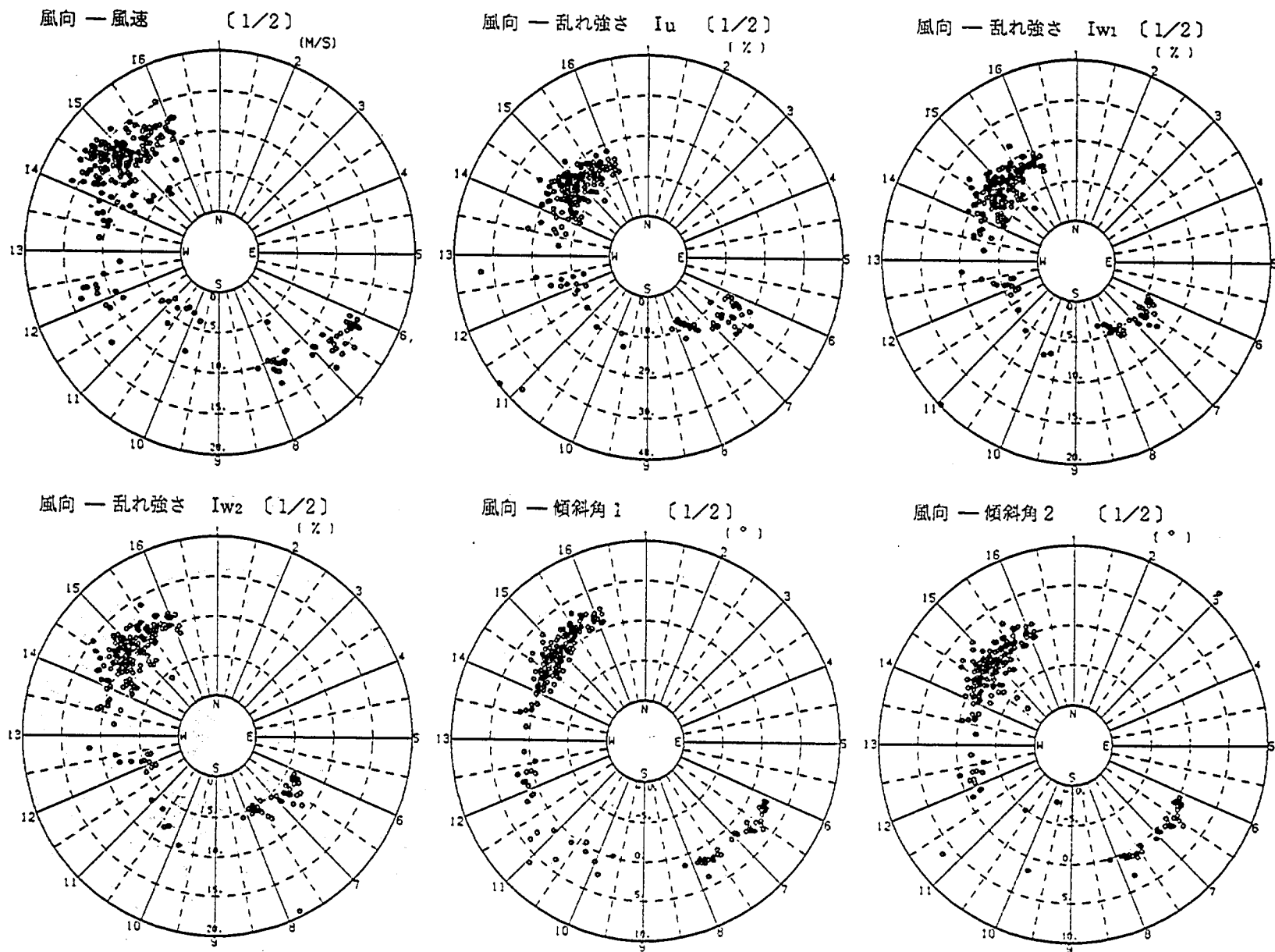
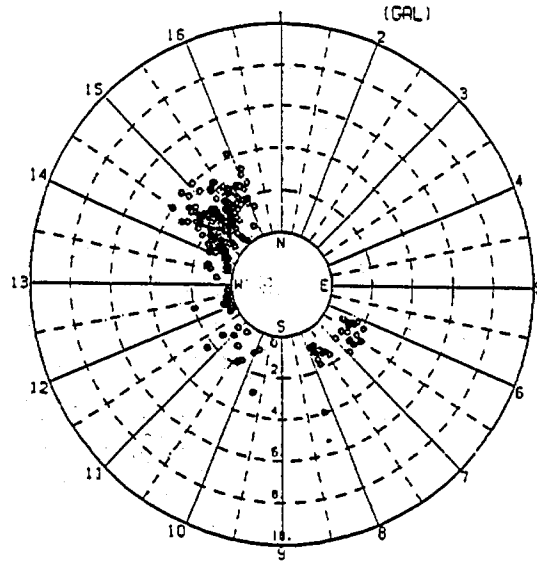


図- 5.1 風向と基本統計量との関係

風向 — 鉛直たわみ加速度標準偏差 [1/2]



風向 — ねじれ加速度標準偏差 [1/2]

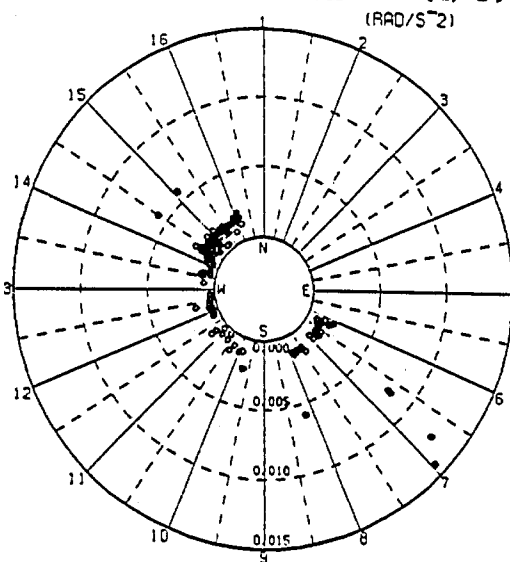


図-5.1 風向と基本統計量との関係 (続き)

U=14.1 M/S

U=16.2 M/S

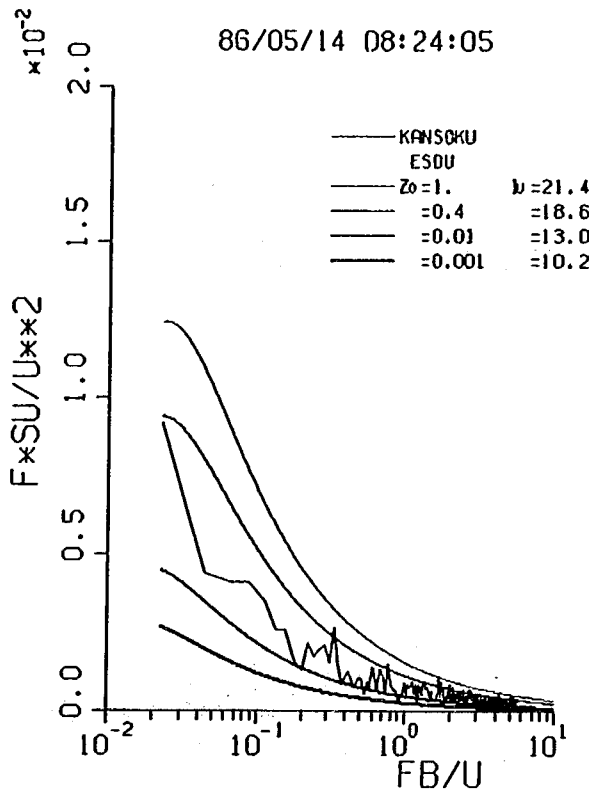


図- 5.2.1 P.S.D.(u成分, 東南東の風)

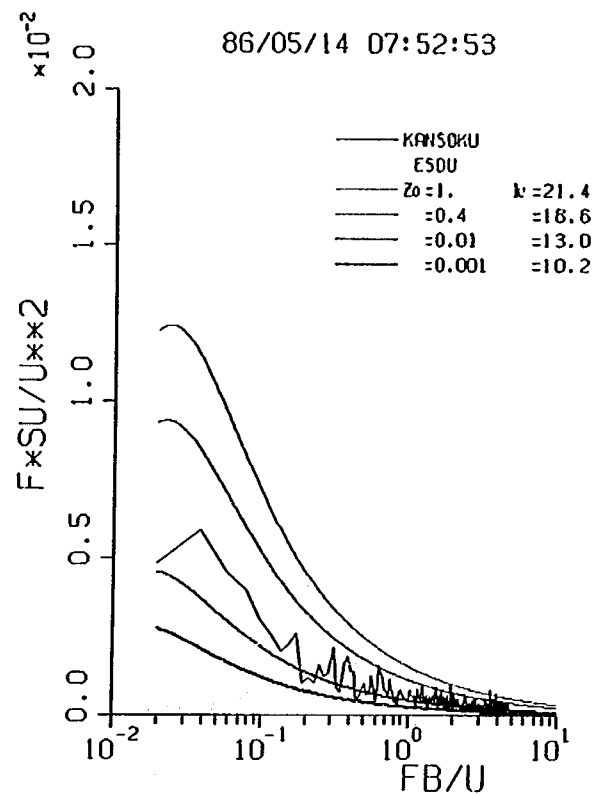


図- 5.2.2 P.S.D.(u成分, 南東の風)

U=12.0 M/S

U=14.4 M/S

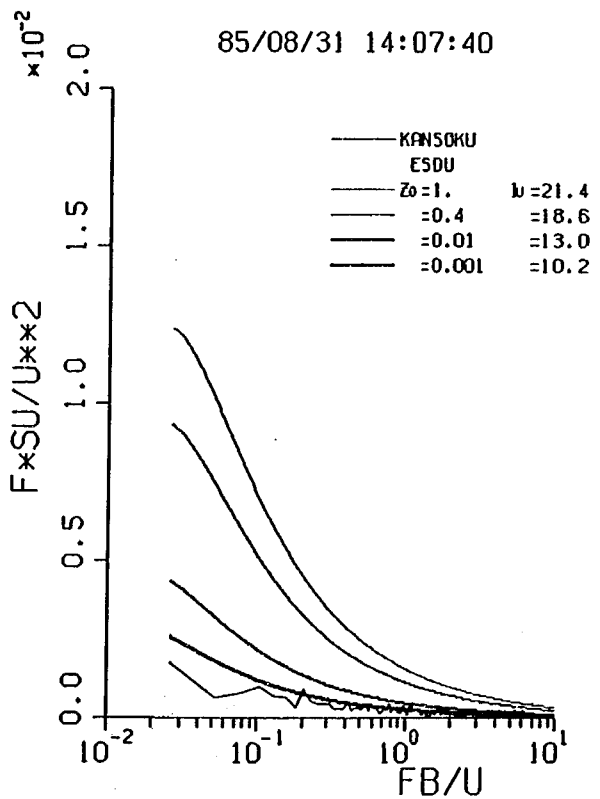


図- 5.2.3 P.S.D.(u成分, 南南東の風)

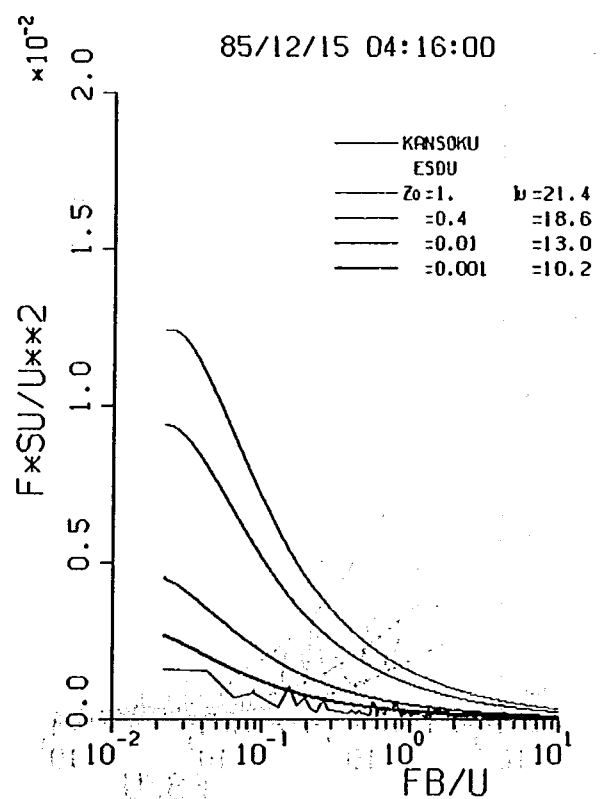


図- 5.2.4 P.S.D.(u成分, 西南西の風)

U=18.1 M/S

U=19.6 M/S

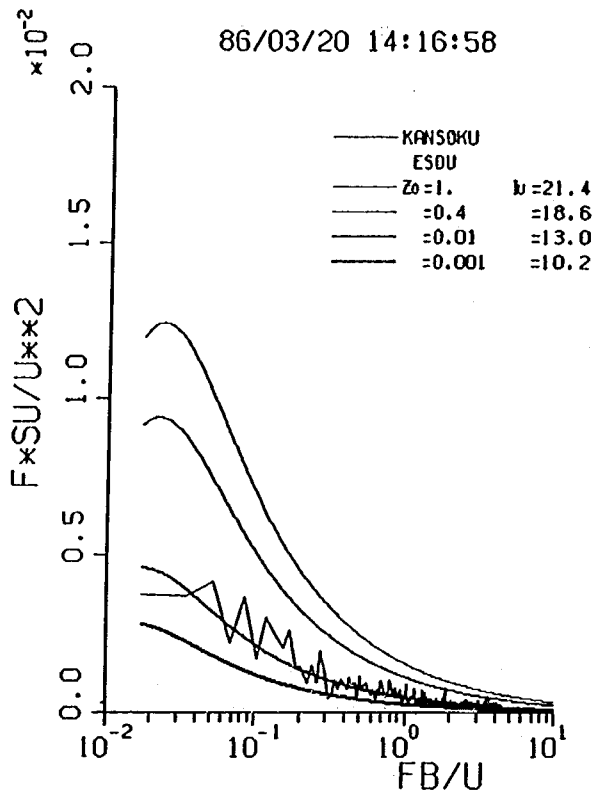


図-5.2.5 P.S.D.(u成分, 西北西の風)

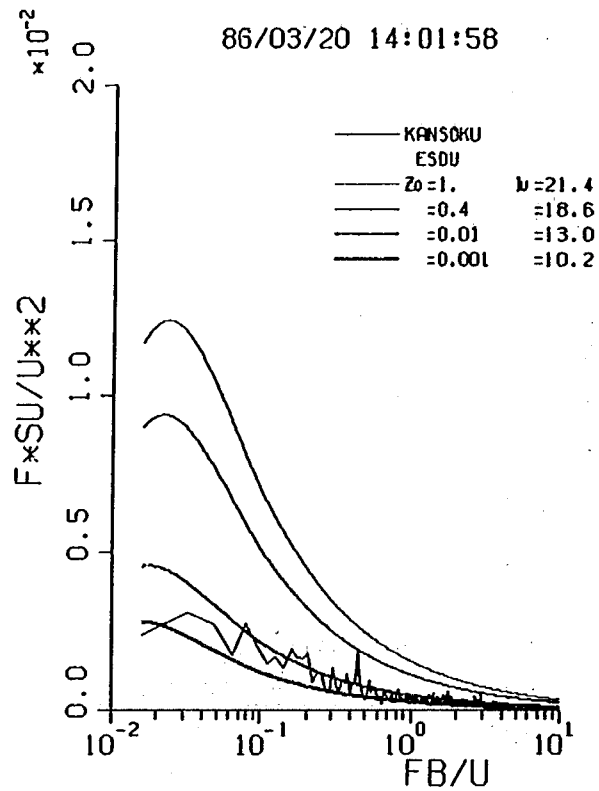


図-5.2.6 P.S.D.(u成分, 北西の風)

U=16.8 M/S

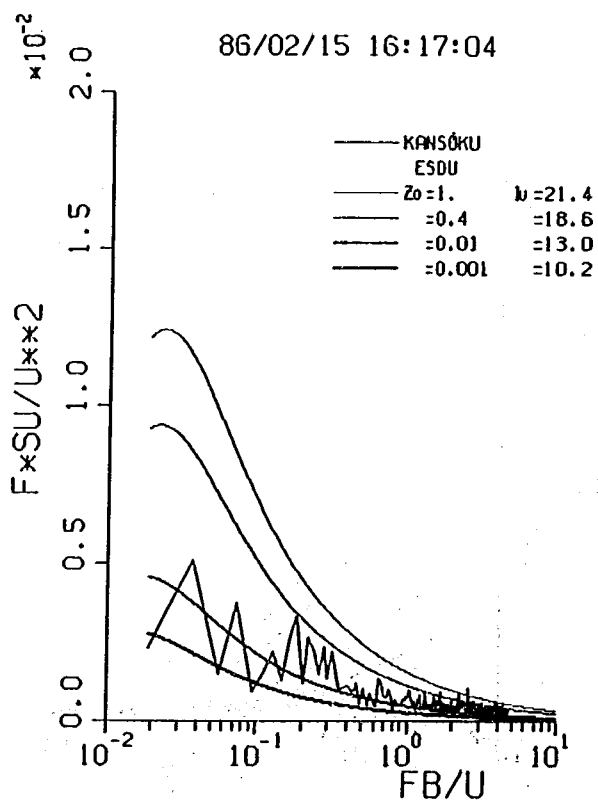


図-5.2.7 P.S.D.(u成分, 北北西の風)

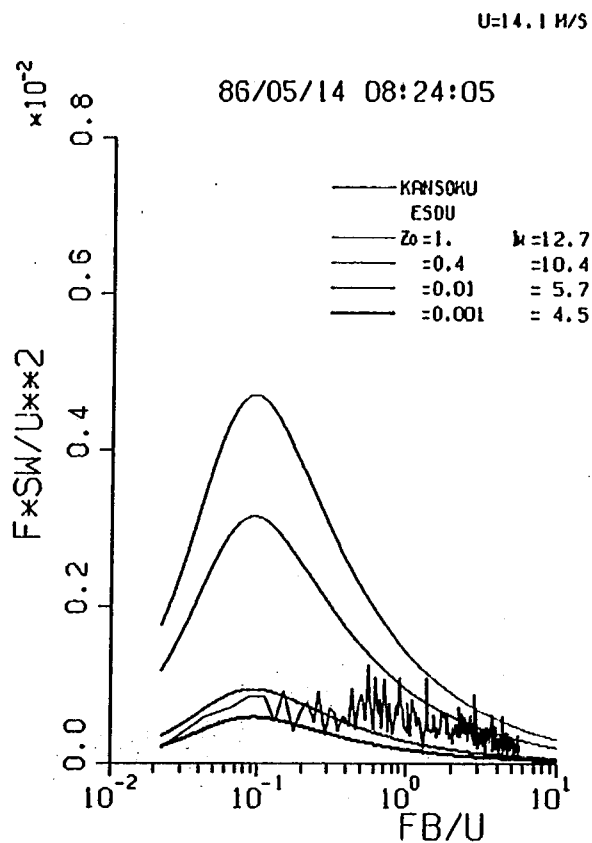


図-5.3.1 P.S.D.(w成分, 東南東の風)

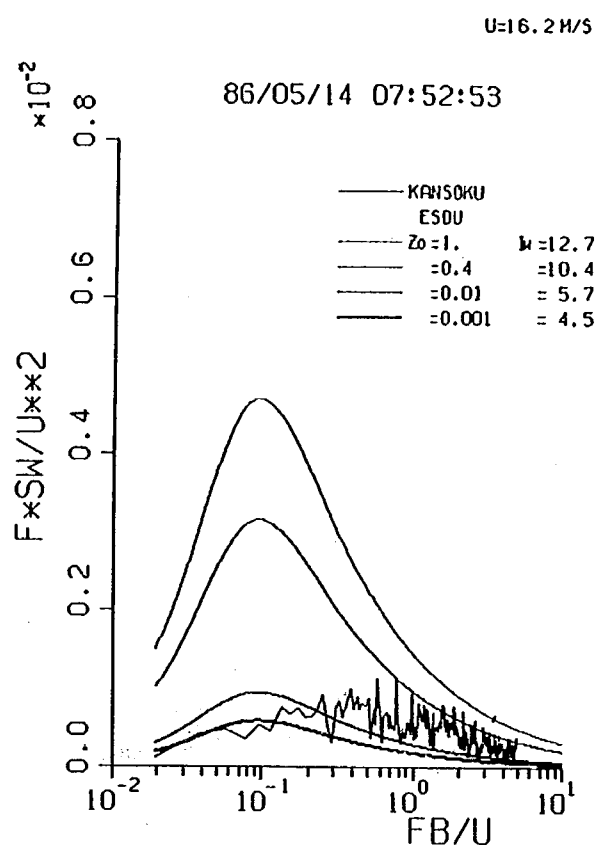


図-5.3.2 P.S.D.(w成分, 南東の風)

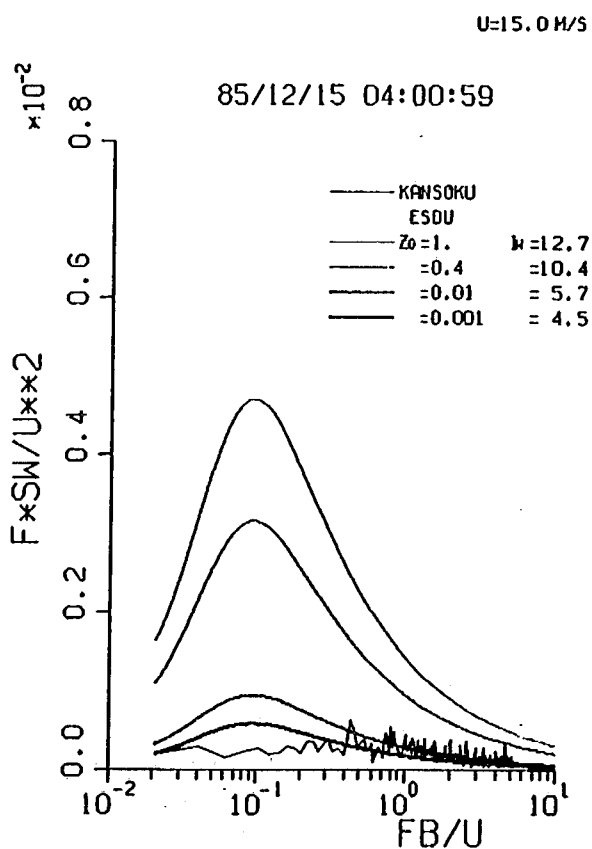


図-5.3.3 P.S.D.(w成分, 南南東の風)

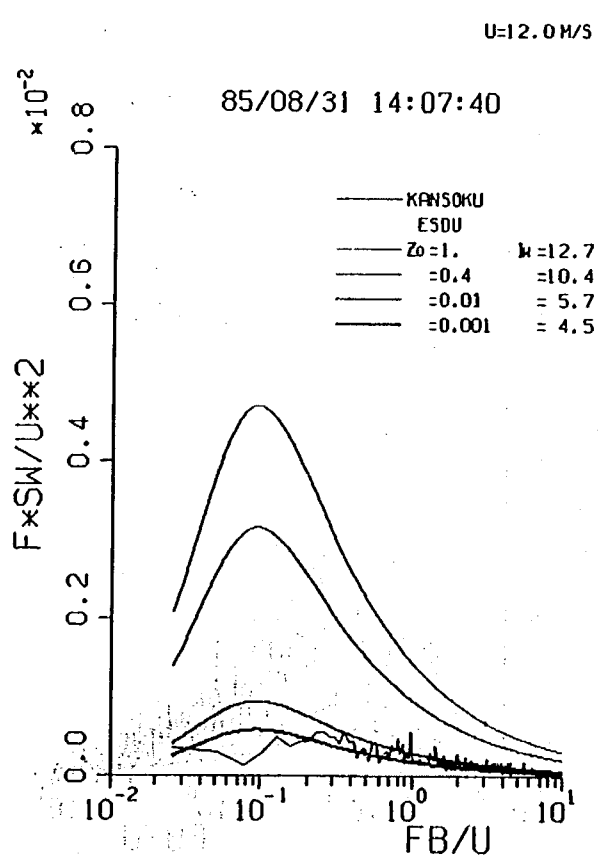


図-5.3.4 P.S.D.(w成分, 西南西の風)

U=18.1 M/S

U=19.6 M/S

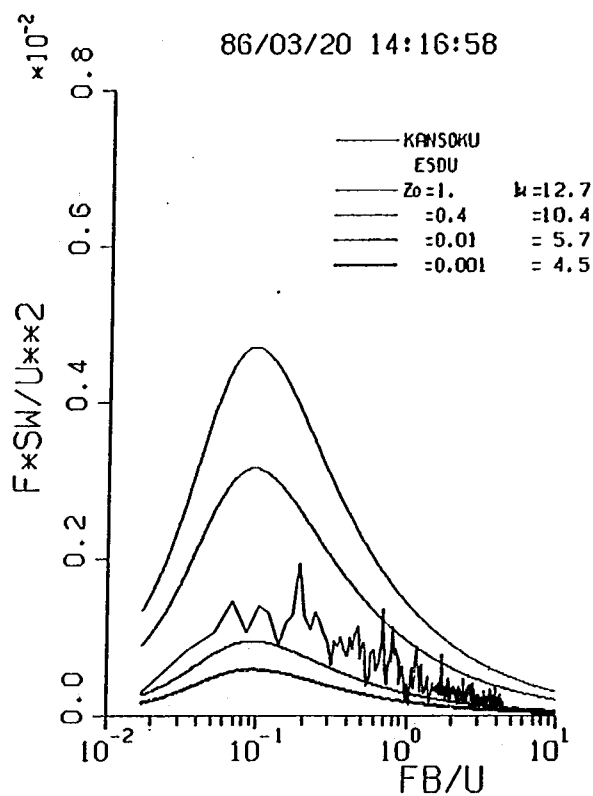


図- 5. 3. 5 P.S.D.(w成分, 西北西の風)

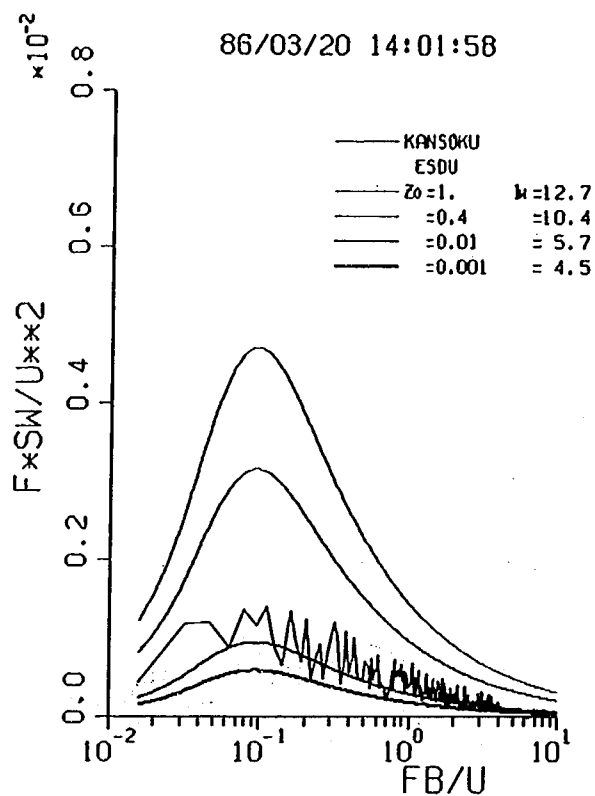


図- 5. 3. 6 P.S.D.(w成分, 北西の風)

U=16.8 M/S

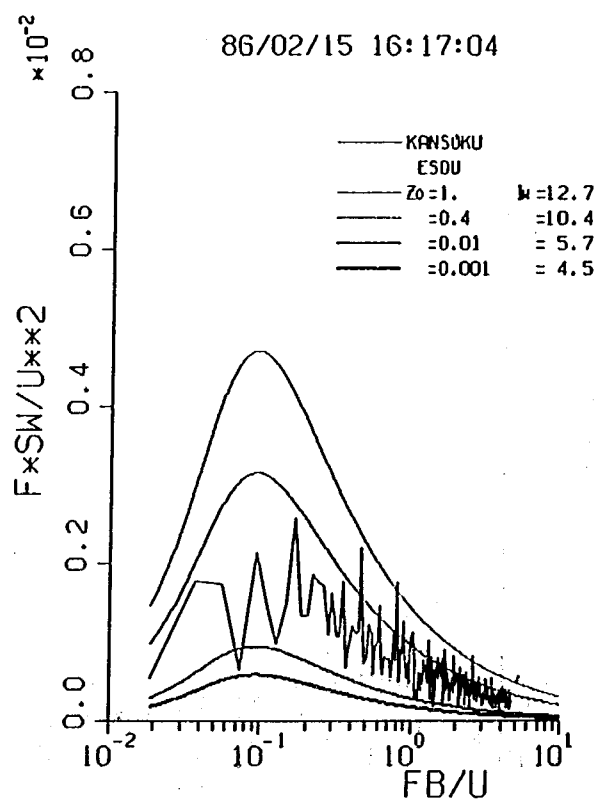


図- 5. 3. 7 P.S.D.(w成分, 北北西の風)

U=18.1 M/S

U=18.1 M/S

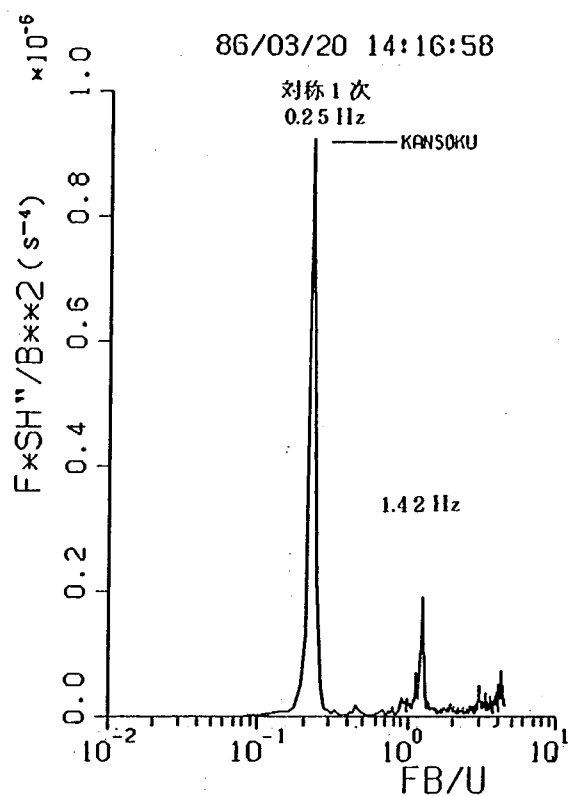


図-5.4.1 水平たわみ加速度 P.S.D.
(中央径間1/2点)

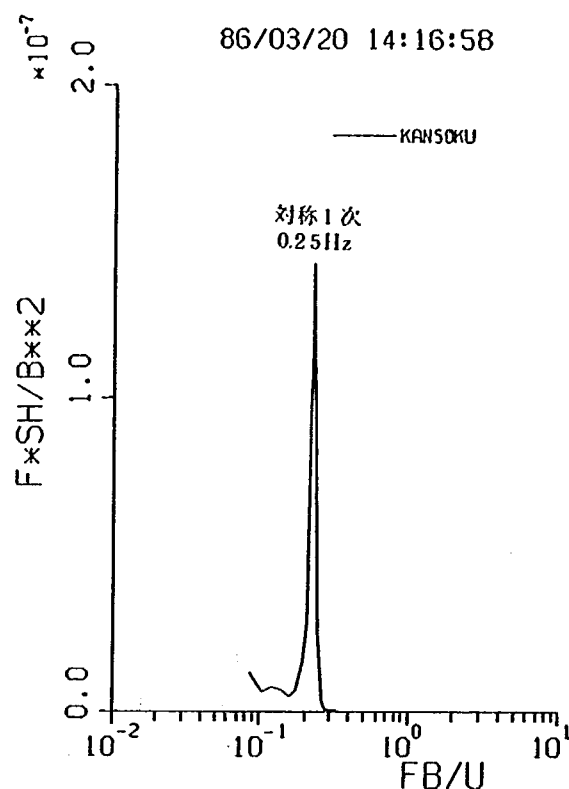


図-5.4.2 水平たわみ変位 P.S.D.
(中央径間1/2点)

U=18.1 M/S

U=18.1 M/S

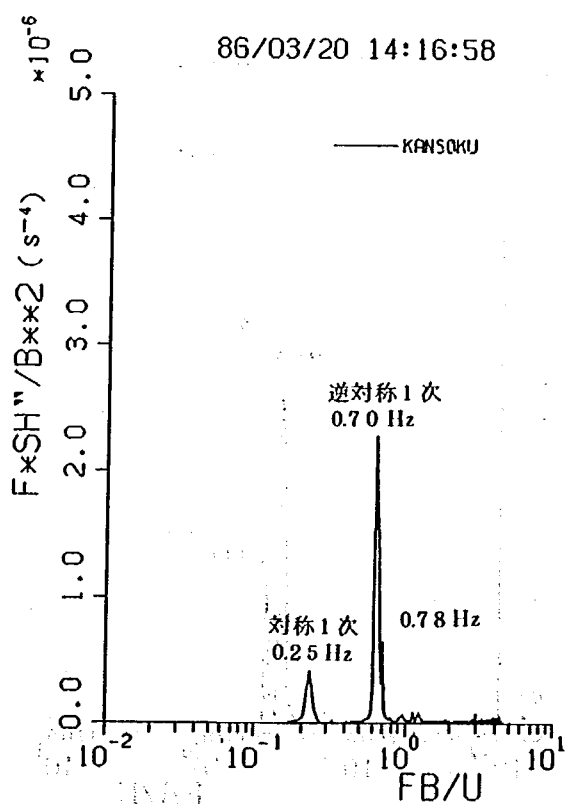


図-5.4.3 水平たわみ加速度 P.S.D.
(中央径間1/4点)

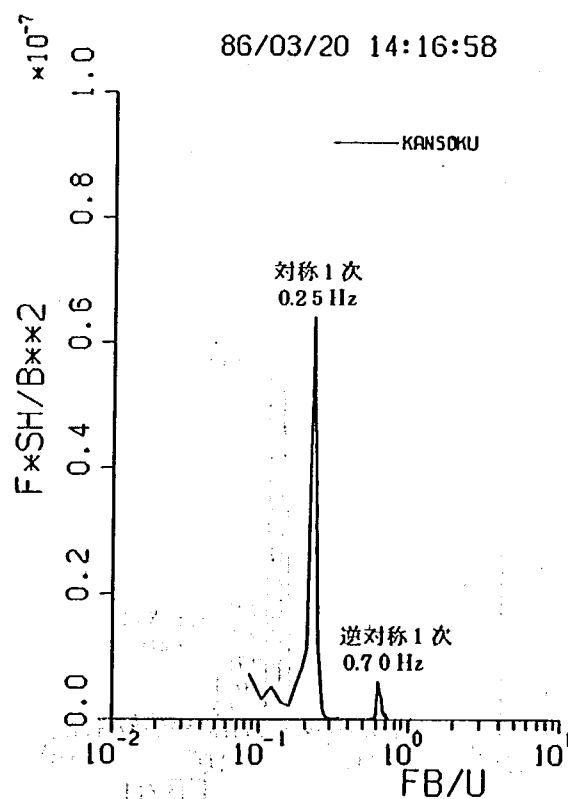


図-5.4.4 水平たわみ変位 P.S.D.
(中央径間1/4点)

U=18.1 M/S

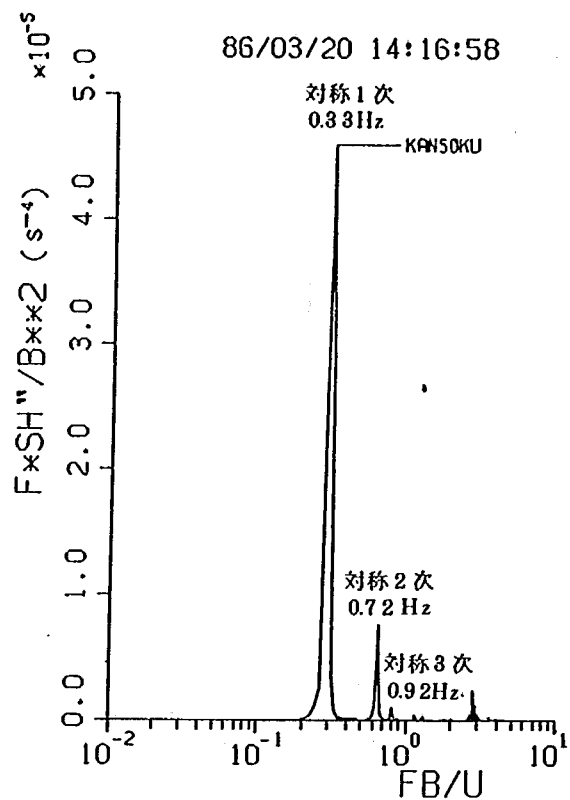


図-5.4.5 鉛直たわみ加速度 P.S.D.
(中央径間1/4点)

U=18.1 M/S

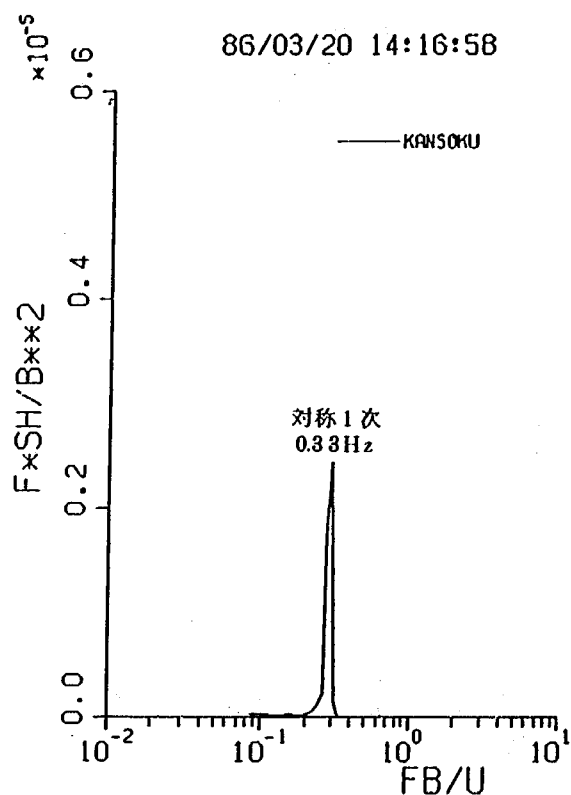


図-5.4.6 鉛直たわみ変位 P.S.D.
(中央径間1/4点)

U=18.1 M/S

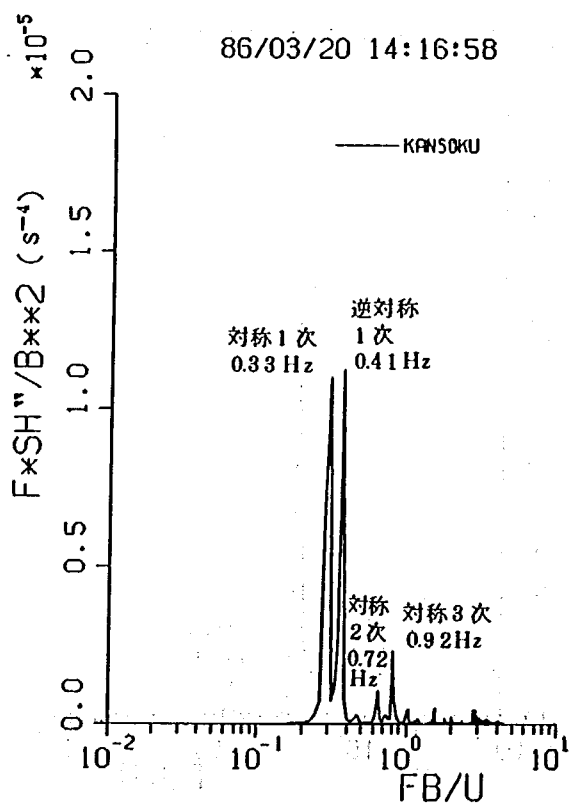


図-5.4.7 鉛直たわみ加速度 P.S.D.
(中央径間1/4点)

U=18.1 M/S

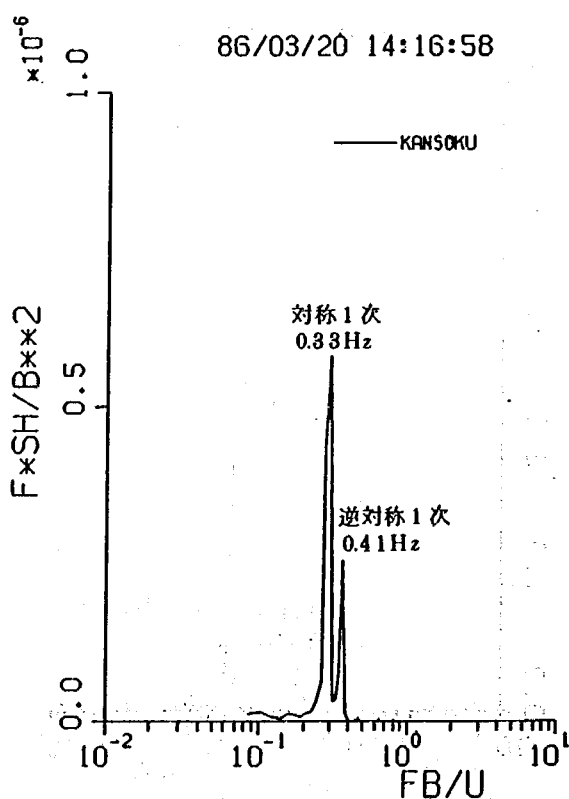


図-5.4.8 鉛直たわみ変位 P.S.D.
(中央径間1/4点)

U=18.1 H/S

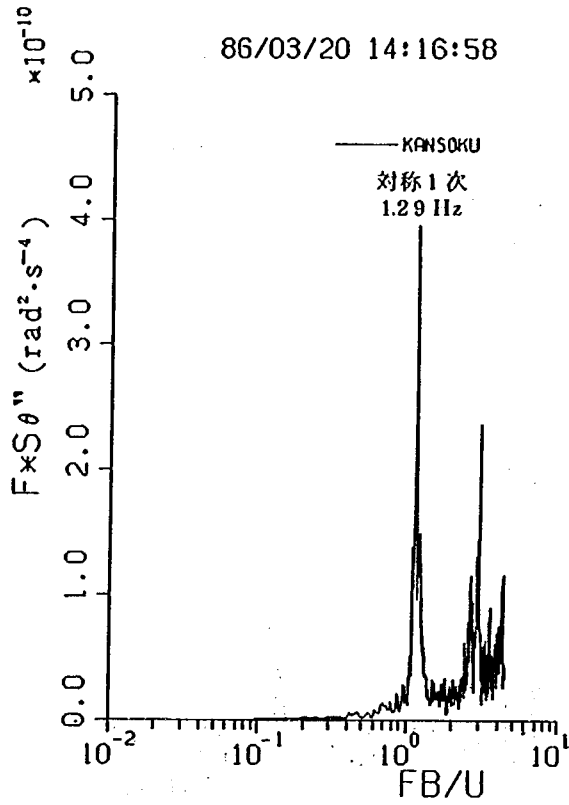


図-5.4.9 ねじれ加速度 P.S.D.
(中央径間1/2点)

U=18.1 H/S

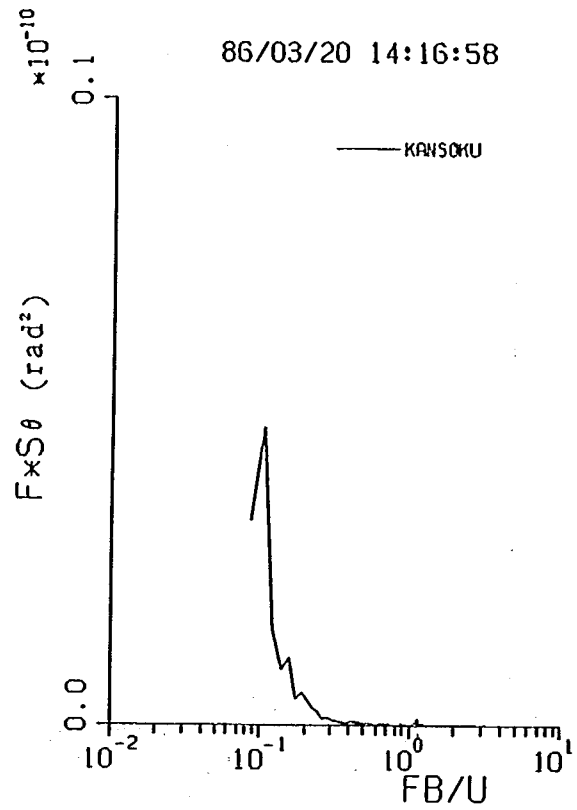


図-5.4.10 ねじれ変位 P.S.D.
(中央径間1/2点)

U=14.1 M/S

U=16.2 M/S

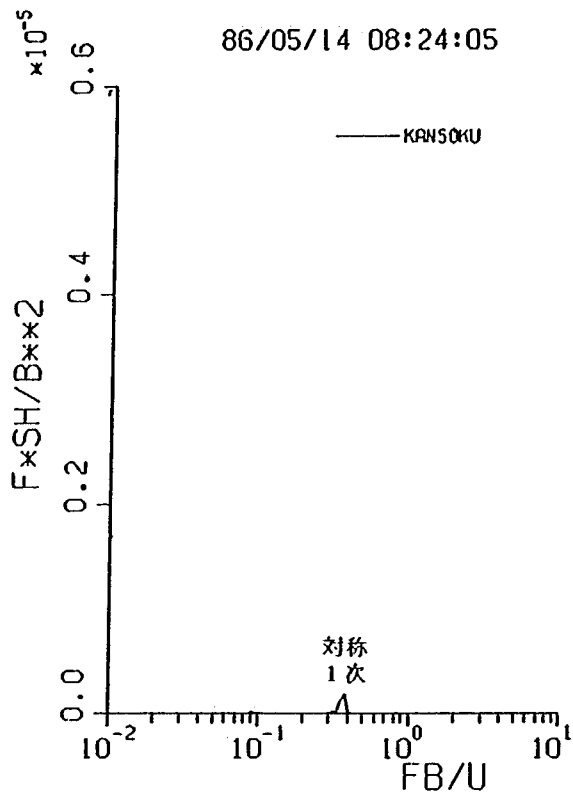


図- 5. 5. 1 鉛直たわみ変位 P.S.D.
(東南東の風)

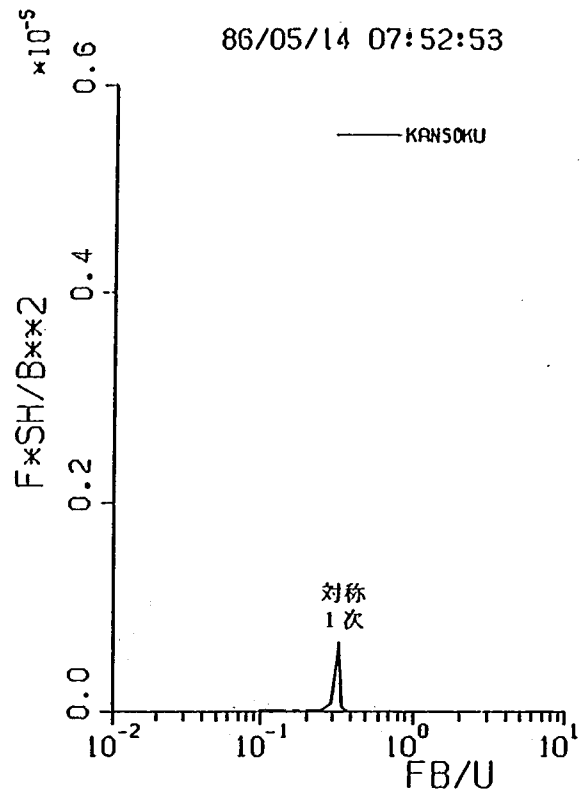


図- 5. 5. 2 鉛直たわみ変位 P.S.D.
(南東の風)

U=12.0 M/S

U=14.4 M/S

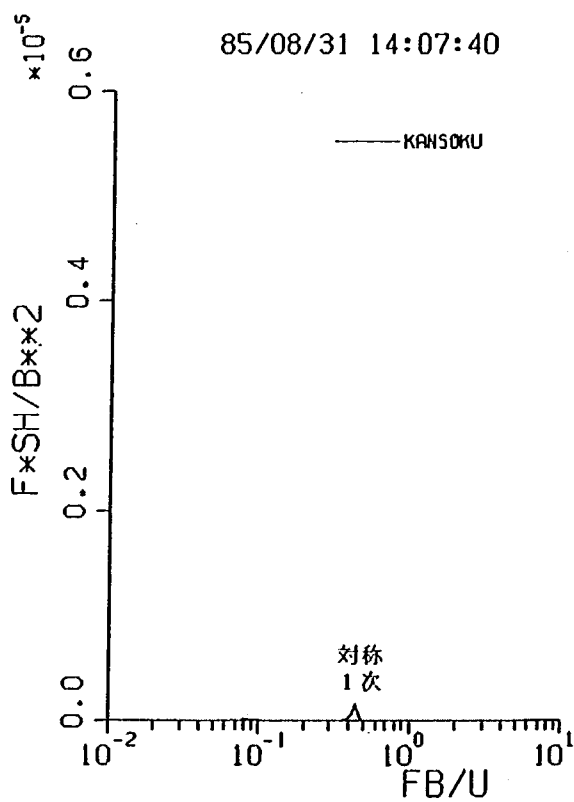


図- 5. 5. 3 鉛直たわみ変位 P.S.D.
(南南東の風)

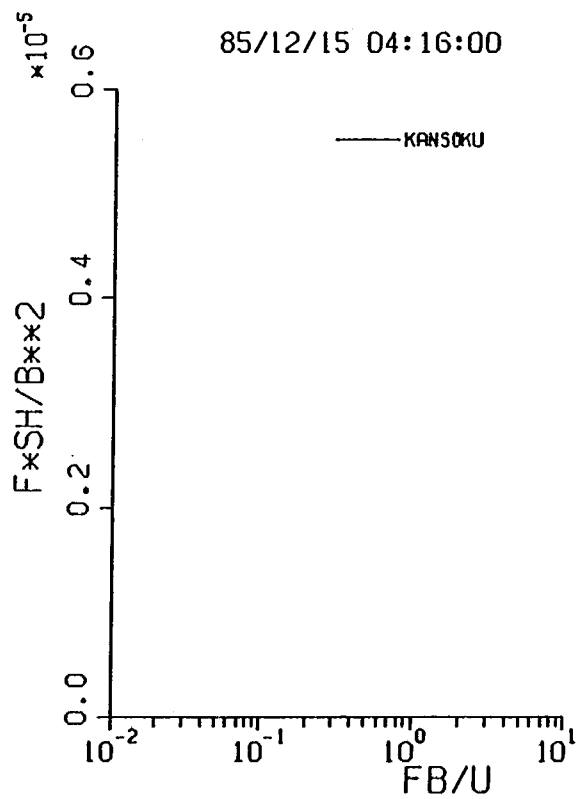


図- 5. 5. 4 鉛直たわみ変位 P.S.D.
(西南西の風)

U=18.1 W/S

U=19.6 W/S

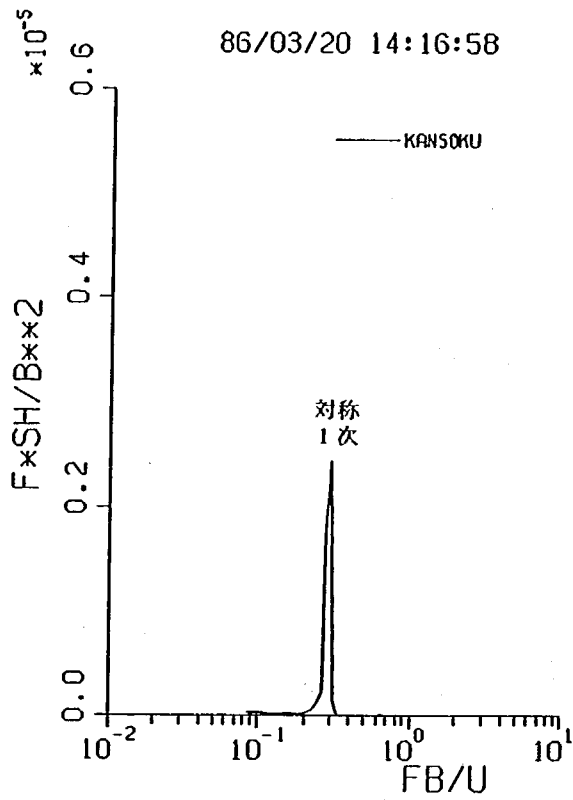


図- 5. 5. 5 鉛直たわみ変位 P.S.D.
(西北西の風)

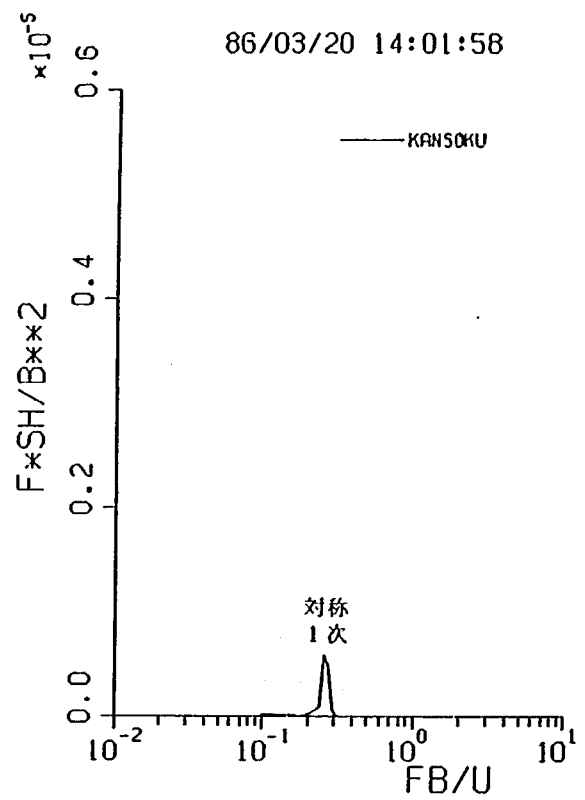


図- 5. 5. 6 鉛直たわみ変位 P.S.D.
(北西の風)

U=16.8 W/S

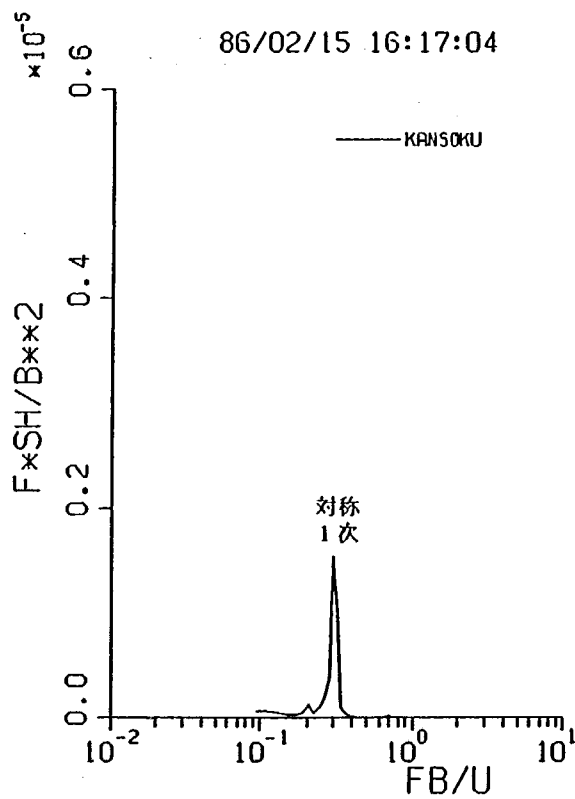


図- 5. 5. 7 鉛直たわみ変位 P.S.D.
(北北西の風)

6. ま と め

今年度の受託研究の内容をとりまとめると以下のとおりである。

- (1) 今年度は磁気テープ21本分、合計193ケースのデータが蓄積された。データの平均風速、平均風向は昨年度と同程度の範囲であり、本橋の設計風速に相当するような強風データは観測されていない。
- (2) 基本的な統計量（平均風速、平均風向、乱れ強さ、橋の振動加速度の標準偏差など）の他にパワースペクトル密度関数（P. S. D.）の計算を行った。
- (3) 主流方向変動風速のP. S. D.はEngineering Science Data Unit (ESDU)で提案されているものと同じ形状を示しており、風向が東南東、南東および西北西～北北西の場合にはESDUで提案された平らな草原からの風のP. S. D.と同程度であり、風向が南南東および西南西の場合には海上の風のP. S. D.と同程度であった。
- (4) 鉛直方向変動風速のP. S. D.は、風向が西北西～北北西の場合ESDUの提案式と同じ形状であり、平らな草原からの風のP. S. D.と同じかそれよりやや大きな値であったが、風向が東南東～南南東および西南西の場合、P. S. D.が極大となる無次元振動数はESDUのP. S. D.に比べ高い振動数となっており形状が異なっていた。
- (5) 橋の振動加速度および振動変位のP. S. D.を計算した。その結果、水平たわみ変位および鉛直たわみ変位のP. S. D.は、本橋中央径間1/2点および1/4点とも対称1次モードの固有振動数に対応する振動数成分が卓越していることが明らかとなった。

本研究を実施するにあたり、日本道路公団名古屋建設局構造技術課、名古屋管理局桑名管理事務所および試験所構造試験室の方々にお世話いただいた。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；耐風調査（IV－1977），土木研究所資料No 1371，昭和53年3月
2. 建設省土木研究所構造研究室；耐風調査（VII－1978），土木研究所資料No 1468，昭和53年12月
3. 建設省土木研究所構造研究室；名港西大橋の耐風性調査報告書（1979），土木研究所資料No 1567，昭和55年3月
4. 建設省土木研究所構造研究室；名港西大橋の耐風性調査報告書（1980），土木研究所資料No 1640，昭和56年3月
5. 建設省土木研究所構造研究室；名港西大橋の耐風性調査報告書（1981），土木研究所資料No 1741，昭和56年12月
6. 日本道路公団名古屋建設局名港西大橋工事事務所；名港西大橋（鋼上部工）工事振動実験概要書，昭和60年1月
7. ESDU；Engineering Science Data, Wind Engineering, Volume 1 Wind and turbulence data, Engineering Science Data Unit Ltd, 1982.
8. 日本道路公団名古屋建設局名港西大橋工事事務所；名港西大橋（鋼上部工）工事完成系常時微動試験（概要書），昭和60年1月

付 録

103

104

付録 スペクトル解析プログラム

(1) パワースペクトル密度関数の計算方法

P. S. D (パワースペクトル密度関数) あるいは C. S. D (クロススペクトル密度関数) の計算方法としては, BT 法, FFT 法および MEM 法などがあるが,¹⁾ BT 法は演算時間が長いこと, MEM 法では予測誤差フィルターの打ち切り項数を決定する基準が不確かなこと, などの理由により, 今回は FFT 法を採用した。FFT 法は時系列の信号をフーリエ変換し, P. S. D の場合はその複素共役を掛け合わせ, また C. S. D の場合は他の信号の複素共役を掛け合わせ, 平滑化することによりスペクトルを求めるものである。主要な関係式は以下のとおりである。

$$\hat{x}(f) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) e^{-i2\pi ft} dt \quad (\text{付. 1})$$

$$S_{xx}^{(2)}(f) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} E[\hat{x}(f) \hat{x}^*(f)] \quad (\text{付. 2})$$

$$S_{xy}^{(2)}(f) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} E[\hat{x}(f) \hat{y}^*(f)] \quad (\text{付. 3})$$

$$\hat{x}^2 = \int_{-\infty}^{\infty} S_{xx}^{(2)}(f) df \quad (\text{付. 4})$$

$$\hat{xy} = \int_{-\infty}^{\infty} S_{xy}^{(2)}(f) df \quad (\text{付. 5})$$

$$\text{coh}_{xy}(f) = \frac{|S_{xy}^{(2)}(f)|}{\sqrt{S_{xx}^{(2)}(f) \cdot S_{yy}^{(2)}(f)}} \quad (\text{付. 6})$$

$$\gamma_{xy} = \frac{\hat{xy}}{\sqrt{\hat{x}^2 \hat{y}^2}} \quad (\text{付. 7})$$

ここに, $i \equiv \sqrt{-1}$, $S_{xx}^{(2)}$ あるいは $S_{xy}^{(2)}$; $-\infty \sim \infty$ で定義された P. S. D あるいは C. S. D, $\hat{x}^2$; x の 2 乗平均, $\hat{xy}$; x と y の積を時間的に平均させたもの, x あるいは y ; 信号 X あるいは Y のうち平均成分を除いた変動成分, $||$; 絶対値。

ここでは P. S. D あるいは C. S. D として $0 \sim \infty$ で定義されたものを用いているが, この場合の諸関係式は以下のとおりである。

$$S_{xx}(f) = 2S_{xx}^{(2)}(f) \quad (\text{付. 8})$$

$$S_{xy}(f) = 2S_{xy}^{(2)}(f) \quad (\text{付. 9})$$

$$\hat{x}^2 = \int_0^{\infty} S_{xx}(f) df \quad (\text{付. 10})$$

$$\widetilde{xy} = \int_0^\infty \text{Real}(S_{xy}(f)) df \quad (\text{付. 11})$$

$$co-coh_{xy}(f) = \frac{\text{Real}(S_{xy}(f))}{\sqrt{S_{xx}(f)S_{yy}(f)}} \quad (\text{付. 12})$$

実際の計算にあたっては、データの定常性およびエルゴード性²⁾を仮定し、(付. 2), (付. 3)式のアンサンブル平均は時間平均を用いることとした。実際のデータは離散的であり、長さも有限であるため、フーリエ変換は大崎のプログラム³⁾に従い行った。大崎のプログラムによれば以下のようにフーリエ変換が与えられる。

$$C_n = \frac{1}{N} \sum_{m=0}^{N-1} x_m e^{-i2\pi nm/N} = \frac{\hat{x}(n\Delta f)}{T} \quad n=0, 1, \dots, N-1 \quad (\text{付. 13})$$

$$x_m = x(m\Delta t) \quad (\text{付. 14})$$

$$T = N\Delta t \quad (\text{付. 15})$$

$$\Delta f = 1/(N\Delta t) = 1/T \quad (\text{付. 16})$$

ここに、 T ：データの時間長、 Δt ：サンプリングタイム、 N ：データ総数（2のべき乗とする）、 Δf ：周波数のきざみ。

C_n と C_{N-n} は複素共役の関係にあるため、フーリエ変換される最大の周波数 f_{max} は $\Delta f \cdot N/2$ 、すなわち $1/(2\Delta t)$ となる。また、大崎のプログラムから直接計算されるのは $N \cdot C_n$ であり、ここではこれを C'_n と表わす。

スペクトルの安定性を高めるために、所要のデータ長 T に対し上述の方法でフーリエ変換を求め、生のスペクトルを計算し、さらに $K-1$ 個の他のデータに対しこのような計算を繰返し、それぞれの生のスペクトルを平均した。この場合のスペクトルの標準誤差²⁾は $\sqrt{1/K}$ となる。スペクトルの計算式は以下のとおりである。

$$S_{xx}(n\Delta f) = 2 \cdot \frac{T}{N^2} \cdot \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K C'_{x_k n} C'^*_{x_k n} \quad (\text{付. 17})$$

$$S_{xy}(n\Delta f) = 2 \cdot \frac{T}{N^2} \cdot \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K C'_{x_k n} C'^*_{y_k n} \quad (\text{付. 18})$$

$$\hat{x}^2 = \sum_{n=0}^{N/2} \frac{1}{T} S_{xx}(n\Delta f) \quad (\text{付. 19})$$

$$\widetilde{xy} = \sum_{n=0}^{N/2} \frac{1}{T} \text{Real}[S_{xy}(n\Delta f)] \quad (\text{付. 20})$$

また、データ長が有限であることによる誤差を小さくするため、各データの前後に $\cosine$ 型のテーパー²⁾を付け、得られたスペクトルの値を1.143倍（ $1/0.875$ ）した。さらに、データが離散的であり、高周波数成分が同一視される（Aliasing）こと²⁾を防ぐため、 f_{max} を所要の周波数の倍とした。

参 考 文 献

- 1) 日野幹雄；スペクトル解析，朝倉書店，1977
- 2) J. S. Bendat and A. G. Piersol；Random Data, Wiley-Interscience, 1971
- 3) 大崎順彦；地震動のスペクトル解析入門，鹿島出版会，1976

(2) 生データ前処理のためのプログラム (その1)

```

00010 C#####
00020 CH   メイコウ ニシ オハシ カセ  カンソク カイセキ フ°ロク°ラム      ( スハ°クトル )      #
00030 CH-----#
00040 CH   IMM( )      : テ-タ ヨミコミ ヨウ ハイレツ      | S.60.4~      #
00050 CH   CAL( )      : テ-タ コウセイ チ      |   ヒイタク S.61.9/10      #
00060 CH   AC( , )      : カイセキ テ-タ ヨウ ハイレツ      |   ハンコウ S.      #
00070 CH   IM( )      : シ°カン ヨミコミ ヨウ ハイレツ      |      #
00080 CH   A          : ファイル ノ ハシ°メ ノ キヤラクタ-      |      #
00090 CH          :      |      #
00100 CH          :      |   ヒイタク ヒカ°シクホ° マリノリ      #
00110 C#####
00120 C
00130      DIMENSION      IMM(280) , CAL(14)
00140      CHARACTER      A*2 ,IM(7)*2 ,WHEN*19 ,AT(3)*1
00150      COMMON      /INPUT/AC(14,12000)
00160      COMMON      /NEXT1/WHEN
00170 C          ### シヨキチ ###
00180      DATA A ,AT / 'H' , '/' , ':' , ' ' , /
00190 C          - コウセイ チ ヨミコミ -
00200      READ(5,8001) IQ
00210      READ(5,8000) CAL
00220      READ(5,8001) LRUN
00230 8000      FORMAT(7F10.1)
00240 8001      FORMAT(5X,15)
00250 C
00260      N = 0
00270 10      CONTINUE
00280 C          - IRUN :ファイルスウ -
00290      IRUN = 1
00300 1      CONTINUE
00310 C          - IE=1 :シ°ツコウ -
00320      IE = 0
00330 2      CONTINUE
00340 C          - ICOUNT:テ-タ レコ-ト° -
00350      IO      = 0
00360      ICOUNT = 0
00370 3      CONTINUE
00380 C          - N :レコ-ト° スウ -
00390      N = N + 1
00400 C          ### テ-フ° リ-ト° ###
00410      READ(1,100,END=999,ERR=998) IM , IMM
00420 100      FORMAT(2A1,5A2,2(14OI4))
00430      IF( IM(1) .NE. A ) GO TO 1000
00440 C          ### ファイル ラハ°ル ###
00450      IE = 1
00460      GO TO 2
00470 C          ### テ-タ ###
00480 1000      IF( IE .EQ. 0 ) GO TO 3
00490      ICOUNT = ICOUNT + 1
00500 C          == テ-タ ノ シ°カン ==
00510      IF( ICOUNT .NE. 1 ) GO TO 1040
00520      ENCODE(19,110,WHEN) IM(1),IM(2),AT(1),IM(3),AT(1),IM(4),
00530      +      AT(3),IM(5),AT(2),IM(6),AT(2),IM(7),AT(3),AT(3)
00540 110      FORMAT(3A1,A2,4(A1,A2),2A1)
00550 1040      CONTINUE
00560      IF(IRUN.NE.LRUN) GO TO 2000
00570 C          == ナマ テ-タ ==>ハイレツ AC = イレル ==
00580      DO 2010 I= 1,20
00590      DO 2010 J= 1,14
00600      ID=(ICOUNT-1)*20+I

```

(2) 生データ前処理のためのプログラム (その2)

```

00610      IJ=(I-1)*14+J
00620      AC(J,IO) = IMM(IJ)* CAL(J) / 1000.
00630 2010      CONTINUE
00640 C
00650 2000      IF( ICOUNT .EQ. 600 ) IRUN=IRUN+1
00660      IF( ICOUNT .EQ. 600 ) GO TO 1010
00670      GO TO 3
00680 C
00690 1010      IF(IRUN.NE.LRUN+1) GO TO 1
00700      CALL PSETDA( IQ )
00710      READ(5,8001,END=999) LRUN
00720      GO TO 1
00730 C
00740 998 WRITE(6,210) IM , N
00750 210 FORMAT(10X,2A1,5A2.18X,'イラ- フ"ロツク NO.',I5)
00760      WRITE(6,300) IMM
00770 300 FORMAT(10X,14I5)
00780      IO = IO + 1
00790      IF( IO .GT. 560 ) ICOUNT = 0
00800      GO TO 3
00810 999 CONTINUE
00820 STOP
00830 END
00840 C
00850 SUBROUTINE PSETDA( IQ )
00860 COMMON /INPUT/AC(14,12000)
00870 COMMON /NEXT2/SC( 7,12000)
00880 PAI=3.1415926 ; B= 1369.7
00890 C
00900 DO 1000 I=1,12000
00910 BT=AC( 2,I) ; BL=AC( 1,I) ; BV=AC( 3,I)
00920 A1=AC( 8,I) ; A2=AC(11,I) ; IF(IQ.EQ.1) BV=AC(5,I)
00930 C
00940      VH=SQRT(BT**2 +BL**2)
00950 C
00960      EW= 0.0 ; SN=0.0
00970      IF(BL.GT.0.0) EW=-1.0
00980      IF(BL.LT.0.0) EW= 1.0
00990      IF(BT.GT.0.0) SN=-1.0
01000      IF(BT.LT.0.0) SN= 1.0
01010      IF(EW.EQ.0.0.AND.SN.EQ.0.0) GO TO 82
01020      IF(EW.NE.0.0.AND.SN.NE.0.0) GO TO 81
01030      IF(SN.EQ.0.0) RAD=180-90*EW
01040      IF(EW.EQ.0.0) RAD= 90-90*SN
01050      GO TO 82
01060 81 RAD1=ATAN(BL/BT)*180.0/PAI
01070      IF(RAD1.LT.0.0) RAD=180.0-90*(EW-1.0)+RAD1
01080      IF(RAD1.GT.0.0) RAD= -90*(SN-1.0)+RAD1
01090 82 CIT=RAD
01100 C
01110      IF(VH.EQ.0.0) GO TO 83
01120      ALF=ATAN(BV/VH)*180.0/PAI
01130 83 CONTINUE
01140 C
01150      TWA=(A1+A2)/2.0
01160 C
01170      ANE=(A1-A2)/B
01180 C
01190      SC(1,I)=VH ; SC(2,I)=BT ; SC(3,I)=BV
01200      SC(4,I)=CIT ; SC(5,I)=ALF

```

(2) 生データ前処理のためのプログラム (その3)

```

01210      SC(6,I)=TWA      ; SC(7,I)=ANE
01220 1000 CONTINUE
01230 C
01240      CALL NEXT
01250      RETURN
01260      END
01270 C
01280      SUBROUTINE NEXT
01290      CHARACTER      WHEN*19
01300      COMMON      /NEXT1/WHEN
01310      COMMON      /NEXT2/SC(7,12000)
01320 C
01330      WRITE(2) WHEN
01340      WRITE(2) ((SC(I,J),J=1,12000),I=1,7)
01350      RETURN
01360      END

```

(3) パワースペクトル計算用 JCL

```

00010 //DWOSB15P JOB (DWOSB15,20M,2048K),CLASS=E,MSGCLASS=3,NOTIFY=DWOSB15
00020 //MEIKOU EXEC FORT7CLG
00030 /*FORT.SYSPRINT DD DUMMY
00040 //FORT.SYSIN DD DSN=MEIKOU.FORT(POWER1),DISP=SHR
00050 //LKED.SYSPRINT DD DUMMY
00060 //GO.FT01F001 DD LABEL=(1,NL,,IN),UNIT=MT,
00070 //      VOL=SER=MEIKOU,DISP=OLD,
00080 //      DCB=(RECFM=U,BLKSIZE=1132,LRECL=1132)
00090 //GO.FT02F001 DD DSN=&&MEIK,UNIT=WORK,DISP=(NEW,KEEP),
00100 //      DCB=(RECFM=VS,BLKSIZE=8000),SPACE=(TRK,(50,10))
00110 /*GO.FT02F001 DD DSN=@MEI00,UNIT=OPMT,DISP=(RNW,KEEP),
00120 /*      DCB=(RECFM=VS,BLKSIZE=8000),SPACE=(TRK,(50,5))
00130 //GO.SYSIN DD *
00140 1 0 # 0:100 3CH 1:100 5CH
00150 60.0 60.0 30.0 60.0 30.0 100.0 100.0
00160 100.0 100.0 100.0 100.0 100.0 100.0 100.0
00170 2
00180 4
00190 /*
00200 //DUMMY EXEC PGM=JDJDUMMY
00210 //A DD DSN=@FOM1,DISP=(RNW,CATLG),UNIT=OPMT,
00220 //      SPACE=(TRK,(90,50,5)),DCB=(RECFM=U,BLKSIZE=4096)
00230 //POWER2 EXEC FORT7CLG
00240 /*FORT.SYSPRINT DD DUMMY
00250 //FORT.SYSIN DD DSN=MEIKOU.FORT(POWER2),DISP=SHR
00260 //LKED.SYSPRINT DD DUMMY
00270 //GO.FT20F001 DD UNIT=OPMT,DISP=(RNW,CATLG),DSN=@SUE,
00280 //      DCB=(RECFM=VBS,LRECL=484,BLKSIZE=488),SPACE=(TRK,(50,10))
00290 //GO.FT01F001 DD DSN=&&MEIK,UNIT=WORK,DISP=(SHR,KEEP),
00300 //      DCB=(RECFM=VS,BLKSIZE=8000),SPACE=(TRK,(50,10))
00310 //GO.FT10F001 DD UNIT=WORK,DISP=NEW,DCB=(RECFM=F,BLKSIZE=512),
00320 //      SPACE=(TRK,(100,50))
00330 //GO.SYSIN DD *
00340 1 TAWA,ENEJI,B 0.325 1.313 16.00 4 4.0 #####
00350 LW,LU 18.0 99.3 105.2 132.7 153.4
00360 IU 0.214 0.186 0.130 0.102
00370 IW 0.127 0.104 0.057 0.045
00380 ND1,N2,ND,DT 1024 1024 12000 0.05
00390 /*
00400 //KPKA EXEC FOGINT,DSN=@SUE,FOM=@FOM1
00410 //PLOT EXEC DKNFWTR,FOM=@FOM1
00420 //
00430 //

```

(4) パワースペクトル計算プログラム (その1)

```

00010 C                                     S.61. 9.18
00020 C   パワースペクトル プログラム      ( カンモン・スエヒロ・オウナルト・メイコウニシ )
00030 C   カセ・カソクトン                  BY ヒカ・シクホ・マサノリ
00040   DIMENSION X(12000),B(7,12000),XX(1024),YY(1024),SM(7),SDD(7),
00050   * UNIT(3)
00060   CHARACTER*19 TLL
00070   COMMON /TOK/BB,ESDLU(4),ESDLW,ESDIU(4),ESDIW(4)
00080 C   タワミ・ネシ・レ・サクス・コウモク
00090   READ(5,600) TAWA,ENEJI,BB,J100,RE
00100   READ(5,601) ESDLW,ESDLU,ESDIU,ESDIW
00110   READ(5,602) ND1,N2,ND,DT
00120   600   FORMAT(20X,2F10.5,F10.2,I5,F5.1)
00130   601   FORMAT(20X,5F10.5,2(/,30X,4F10.5))
00140   602   FORMAT(20X,2I5,I10,F10.5)
00150   IF(J100.LE.2.OR.J100.EQ.4) THEN
00160       M1=1                      ; M2=3
00170   ELSE
00180       M1=1                      ; M2=6
00190   END IF
00200   PAI=3.141593                  ; OMGD=2.0*PAI*TAWA          ; OMGT=2.0*PAI*ENEJI
00210   OMD2=OMGD**2                  ; OMT2=OMGT**2            ; IMS=1
00220 C   IMSカ・1ノ トキ クリカエス。
00230   CALL PLOTS(ZA,ZB,ZC)
00240 C
00250   IC=0                          ; ND2=ND1/2
00260   LNM=ND1/512                  ; L=ND/ND1
00270   FMAX=1.0/(2.0*DT)           ; DF=FMAX/ND2
00280   T=DT*ND1                    ; NDF=25
00290 C
00300   WRITE(6,210)
00310 C
00320   1 IC=IC+1                    ; IDX=0
00330 C
00340   READ(1,END=99) TLL
00350   READ(1) ((B(I,J),J=1,ND),I=1,7)
00360 C   B(I,J) : I=1 ; フウソク コウセイ          I=5 ; ケイシヤカク
00370 C           2 ; ショクチヨク              6 ; エンチヨクタワミ
00380 C           3 ; インチヨク                7 ; ネシ・レ
00390 C           4 ; フウソク
00400   DEFINE FILE 10(50,5120,E,IDUM)
00410 C
00420   DO 130 I=1,L
00430       DO 135 J=1,ND1
00440           XX(J)=0.0              ; YY(J)=0.0
00450   135 CONTINUE
00460 C
00470       DO 140 K=1,ND1
00480           KK=(I-1)*ND1+K          ; XX(K)=ABS(B(M1,KK)) ; YY(K)=B(M2,KK)
00490   140 CONTINUE
00500 C
00510       IDX=IDX+LNM                  ; IDY=25+IDX
00520       WRITE(10'IDX,107) (XX(K),K=1,ND1)
00530       WRITE(10'IDY,107) (YY(K),K=1,ND1)
00540   130 CONTINUE
00550 C
00560 C   *ホソ トウケイ カイセキ
00570   DO 30 I=1,7
00580       DO 31 J=1,ND
00590           X(J)=B(I,J)
00600   31 CONTINUE

```

(4) パワースペクトル計算プログラム (その2)

```

00610 C      ハイキ  ヒヨウシ ヲンハンサ
00620      CALL MEANC (X,ND,SUM,SD)
00630      SM(I)=SUM                ; SDD(I)=SD
00640      IF(I.EQ.6) SDD(I)=SD/OMD2 ; IF(I.EQ.7) SDD(I)=SD/OMT2*1000.0
00650      30 CONTINUE
00660 C      ハストウ リツ      (IU IV IW)
00670      DO 32 I=1,3
00680      UNIT(I)=SDD(I)/SM(1)
00690      32 CONTINUE
00700      WRITE(6,300) TLL,SM
00710      WRITE(6,400) SDD,UNIT
00720 C      :
00730 C      J100 :      =1 :U      =2 :W      =3 :A      =4 :U,W      =5 :U,A
00740 C      :
00750      IF(J100.GE.4) LL2=2
00760      DO 1000 III=1,LL2
00770      I1=1                ; IF(J100.EQ.2) I1=3
00780      IF(J100.EQ.3) I1=6
00790      IF(III.EQ.2) THEN
00800      I1=3                ; IF(J100.EQ.5) I1=6
00810      END IF
00820      CALL DATA(ND1,DT,T,N2,DF,L,NDF,TLL,I1,RE)
00830 C
00840      1000 CONTINUE
00850      IF(IMS.EQ.1) GO TO 1
00860      99 CALL PLOTE
00870 C
00880      100 FORMAT(16I5)
00890      107 FORMAT(4(128F10.3))
00900      210 FORMAT(1H1,/)
00910      300 FORMAT(1H0,/,10X,A20,5X,'コウセイ',3X,'シクフョク',5X,'エンチョク',6X,'フウキ',
00920      +      4X,'サイヤカク',7X,'タツミ',6X,'キョリ',/30X,3(5X,'(M/S)',),2(5X,
00930      +      '( ° )'),5X,'(GAL)',3X,'(RAD/SS)',/25X,'ハイキ ',5(2X,F7.2,
00940      +      1X),2X,F7.3,3X,F7.5)
00950      400 FORMAT(1H ,84X,'( CM ) (RAD*1000)',/26X,'ハツ ',7(2X,F7.3,1X),//
00960      +      25X,'ミタ' ',3(2X,F7.4,1X),/)
00970      STOP
00980      END
00990      SUBROUTINE DATA(ND1,DT,T,N2,DF,L,NDF,TL,I1,RE)
01000      CHARACTER*19 TL
01010      COMPLEX FX(1024),FY(1024),YD,SXY(513),XD
01020      DIMENSION X(1024),Y(1024),SX(513),SY(513),A(2048),B(2048)
01030 C
01040 C      FOURIER TRANSFORM
01050      PAI=3.141593                ; ND2=ND1/2                ; ND3=ND1/RE+1
01060      X0=0.0                      ; Y0=0.0                ; ND4=ND1/10
01070      CX=1.0                      ; CY=1.0
01080      XMAX=-1000.0                ; XMIN=1000
01090      YMAX=-1000.0                ; YMIN=1000
01100      XM1=0.0                    ; YM1=0.0
01110      DO 35 J=1,ND2+1
01120      SX(J)=0.0                  ; SY(J)=0.0
01130      35 SXY(J)=0.0
01140 C
01150      DO 40 I3=1,L
01160      K1=N2*(I3-1)                ; K2=K1/ND1
01170      IDX=K2+ND1/512              ; K3=K1-K2*ND1
01180      MJQ=0                        ; IF(K3.EQ.0) MJQ=1
01190      IDY=NDF+IDX
01200 C

```

(4) パワースペクトル計算プログラム (その3)

```

01210      READ(10'IDX,107) (X(I),I=1,ND1)
01220      READ(10'IDY,107) (Y(I),I=1,ND1)
01230 C
01240      107 FORMAT(4(128F10.3))
01250      DO 45 J=1,ND1
01260          A(J)=X(J)                ; B(J)=Y(J)
01270      45 CONTINUE
01280          IDX=IDX+1                ; IDY=IDY+1
01290 C
01300      READ(10'IDX,107) (X(I),I=1,ND1)
01310      READ(10'IDY,107) (Y(I),I=1,ND1)
01320 C
01330      DO 50 J=1,ND1
01340          JJ=J+ND1
01350          A(JJ)=X(J)                ; B(JJ)=Y(J)
01360      50 CONTINUE
01370          I4=K3+1                ; IF(MJQ.EQ.1) I4=1
01380          I5=I4+ND1-1
01390          DO 55 J=I4,I5
01400              K=J-I4+1
01410              X(K)=A(J)            ; Y(K)=B(J)
01420      55 CONTINUE
01430          XM=0.0                ; YM=0.0
01440          DO 60 J1=1,ND1
01450              XM=XM+X(J1)/FLOAT(ND1) ; YM=YM+Y(J1)/FLOAT(ND1)
01460              XMIN=AMIN1(X(J1),XMIN) ; XMAX=AMAX1(X(J1),XMAX)
01470              YMIN=AMIN1(Y(J1),YMIN) ; YMAX=AMAX1(Y(J1),YMAX)
01480      60 CONTINUE
01490          DO 65 J1=1,ND1
01500              FX(J1)=X(J1)-XM        ; FY(J1)=Y(J1)-YM
01510      65 CONTINUE
01520 C          - COSINE TAPER ヲ カル -
01530      DO 66 J=1,ND1
01540          AJ=PAI                ; IF(J.LE.ND4) AJ=FLOAT(J)*PAI/FLOAT(ND4)
01550          IF(J.GE.ND1-ND4) AJ=FLOAT(ND1+1-J)*PAI/FLOAT(ND4)
01560          ATAP=0.5*(1-COS(AJ))
01570          FX(J)=FX(J)*ATAP        ; FY(J)=FY(J)*ATAP
01580      66 CONTINUE
01590 C
01600      CALL FAST(ND1,FX,ND1,-1) ; CALL FAST(ND1,FY,ND1,-1)
01610 C
01620      DO 70 J1=1,ND2+1
01630          XD=FX(J1)                ; YD=FY(J1)
01640          SX(J1)=SX(J1)+XD*CONJG(XD)/FLOAT(L)
01650          SY(J1)=SY(J1)+YD*CONJG(YD)/FLOAT(L)
01660          SXY(J1)=SXY(J1)+XD*CONJG(YD)/FLOAT(L)
01670      70 CONTINUE
01680          XM1=XM1+XM/FLOAT(L)        ; YM1=YM1+YM/FLOAT(L)
01690      40 CONTINUE
01700 C          - COSINE TAPER ノ 掛け -
01710      DO 71 J=1,ND2+1
01720          SX(J)=SX(J)/0.875        ; SY(J)=SY(J)/0.875
01730      71 SXY(J)=SXY(J)/0.875
01740 C ***** 掛け ヲ カタウ トキ ハ IAH ヲ 1 ニ スル
01750          IAH=0                    ; IF(IAH.EQ.0) GO TO 1
01760 C ***** - ALIASING ニ ヌル 掛け -
01770          FMAX=1./(2.*DT)          ; ASUMX=0.0                ; ASUMY=0.0
01780          DO 110 I=ND2+1-10,ND2+1
01790              ASUMX=ASUMX+SX(I)    ; ASUMY=ASUMY+SY(I)
01800      110 CONTINUE

```

(4) パワースペクトル計算プログラム (その4)

```

01810      SX0=ASUMX/11.          ; SY0=ASUMY/11.
01820      AE=-5./3.
01830      X1=-SX0/2.           ; Y1=-SY0/2.
01840      DO 120 I=1,ND2+1
01850      DFF=(I-1)*DF          ; H=((2.*FMAX-DFF)/FMAX)**AE
01860      SX(I)=X1*H+SX(I)      ; SY(I)=Y1*H+SY(I)
01870 120 CONTINUE
01880      1 CONTINUE
01890      XM1=(XM1-X0)*CX        ; YM1=(YM1-Y0)*CY
01900      XMAX=(XMAX-X0)*CX      ; YMAX=(YMAX-Y0)*CY
01910      XMIN=(XMIN-X0)*CX      ; YMIN=(YMIN-Y0)*CY
01920 C      P.S.D.,COH AND PHASE NO KEISAN
01930 C      ONE-SIDE
01940 C      SX/SIGMA**2,SY/SIGMA**2
01950 C      SXY=FX*CONJG(FY)
01960 C      COH=ABS(SXY)/SQRT(SX*SY)
01970 C      SXY=ABS(SXY)*EXP(I*PHASE)
01980 C      1.COH,PHASE NO KEISAN
01990 C      2.SX/SIGMA**2,SY/SIGMA**2 NO KEISAN
02000      SIX2=0.0              ; SIY2=0.0
02010      DO 80 J=1,ND3
02020      SIX2=SIX2+SX(J)        ; SIY2=SIY2+SY(J)
02030 80 CONTINUE
02040      SIX2=SIX2-0.5*(SX(1)+SX(ND3))
02050      SIY2=SIY2-0.5*(SY(1)+SY(ND3))
02060      DO 90 J=1,ND2+1
02070      SX(J)=SX(J)/SIX2*T      ; SY(J)=SY(J)/SIY2*T
02080 90 CONTINUE
02090      SIX=SQRT(SIX2)/FLOAT(ND1)*CX*SQRT(2.)
02100      SIY=SQRT(SIY2)/FLOAT(ND1)*CY*SQRT(2.)
02110 C      KIHON TOKEIRYO NO INSATSU
02120 C
02130      CALL PLOT(N,SX,SY,DF,DT,N2,TL,XM1,XMAX,XMIN,YM1,YMAX,YMIN,
02140      *      SIX,SIY,I13)
02150 C
02160      RETURN
02170      END
02180      SUBROUTINE PLOT(N,X,Y,DF,DT,N2,TL,XMEAN,XMAX,XMIN,YMEAN,YMAX,
02190      *      YMIN,SGX,SGY,I13)
02200      DIMENSION X(513),Y(513),FF1(513)
02210      CHARACTER*19 TL
02220      COMMON /TOK/BB,ESDLU(4),ESDLW,ESDIU(4),ESDIW(4)
02230 C
02240      XL=3.54 ; YL=5.0 ; Y0=2.0 ; YM=0.02 ; IF(I13.EQ.3)YM=0.008
02250      AM=0.20 ; BM=0.15 ; CM=0.10 ; MX= 3 ; MY=4 ; MY=4
02260 C
02270      CALL PLOT(0.0,0.0,-3) ; CALL NEWPEN(2)
02280      CALL PLOT(0.14,1.3,3) ; CALL PLOT(9.94,1.3,2)
02290      CALL PLOT(9.94,8.1,2) ; CALL PLOT(0.14,8.1,2)
02300      CALL PLOT(0.14,1.3,2) ; Y22= 8.1 ; M2=2
02310      CALL PLOT(5.04,8.1,3) ; CALL PLOT(5.04,1.3,2)
02320      FMAX=1.0/(2.0*DT) ; ND1=N2
02330 C
02340      DO 1000 III=1,M2
02350      X0=1.0 ; IF(III.EQ.2) X0=5.9
02360      X1=X0+XL ; CALL NEWPEN(2)
02370      IF(I13.EQ.6.AND.III.EQ.1) THEN
02380      YM= 0.5 ; MY=5
02390      END IF
02400      IF(I13.EQ.6.AND.III.EQ.2) THEN

```

(4) パワースペクトル計算プログラム (その5)

```

02410      YM= 0.06                      ; MY=3
02420      END IF
02430      Y1=Y0+YL                      ; YD=YM/FLOAT(MY)      ; YX=YL/FLOAT(MY)
02440 C
02450 C      - X - LOG
02460 C
02470      CALL PLOT(X1,Y0,3)             ; CALL PLOT(X0-0.1,Y0,2)
02480      GH=FMAX/XMEAN                  ; E=AIN(T(ALOG10(GH)))-2.
02490 C
02500      DO 10 I=1,MX
02510          NX=9                      ; IF(I.EQ.MX) NX=10
02520          AE=E+FLOAT(I-1)
02530 C
02540      DO 10 J=1,NX
02550          A=10.0**AE*FLOAT(J)         ; XT=(ALOG10(A)-E)*XL/MX+X0
02560          IF(I.EQ.1.AND.J.EQ.1) GO TO 1
02570          CALL PLOT(XT,Y0,3)          ; CALL PLOT(XT,Y0-0.07,2)
02580      1 CONTINUE
02590          IF(MOD(J,9).EQ.1.AND.I.NE.1) CALL PLOT(XT,Y0-0.10,2)
02600          IF(J.NE.1.AND.J.NE.10) GO TO 10
02610          CALL SYMBOL(XT-0.20,Y0-0.35,BM,'10',0.0,2)
02620          IF(J.EQ.10) AE=AE+1
02630          CALL NUMBER(XT+0.05,Y0-0.20,CM,AE,0.0,-1)
02640      10 CONTINUE
02650          CALL SYMBOL(X1-1.20,Y0-0.60,AM,'FB/U',0.0,4)
02660 C
02670          CALL PLOT(X0,Y0-0.1,3)       ; CALL PLOT(X0,Y1,2)
02680          IF(III.EQ.2.AND.I13.NE.6) GO TO 5
02690 C
02700 C      - Y -
02710 C
02720      DO 30 I=1,MY+1
02730          A=YD*FLOAT(I-1)*100. ; IF(I13.EQ.6) A=YD*FLOAT(I-1)*10.
02740          YT=YX*FLOAT(I-1)+Y0 ; IF(I.EQ.1) GO TO 2
02750          CALL PLOT(X0,YT,3)           ; CALL PLOT(X0-0.10,YT,2)
02760      2 CONTINUE
02770          CALL NUMBER(X0-0.20,YT-0.05,BM,A,90.0,1)
02780      30 CONTINUE
02790          CALL SYMBOL(X0-0.56,Y1+0.10,BM,'*10 ',90.0,5)
02800          IF(I13.NE.6) CALL SYMBOL(X0-0.68,Y1+0.46,CM,'-2',90.0,2)
02810          IF(I13.EQ.6.AND.III.EQ.1)
02820          + CALL SYMBOL(X0-0.68,Y1+0.46,CM,'-3',90.0,2)
02830          IF(I13.EQ.6.AND.III.EQ.2)
02840          + CALL SYMBOL(X0-0.68,Y1+0.46,CM,'-5',90.0,2)
02850          IF(I13.EQ.1)
02860          * CALL SYMBOL(X0-0.56,Y0+1.80,AM,'F*SU/U**2 ',90.0,11)
02870          IF(I13.EQ.3)
02880          * CALL SYMBOL(X0-0.56,Y0+1.80,AM,'F*SW/U**2 ',90.0,11)
02890          IF(I13.EQ.6.AND.III.EQ.1)
02900          * CALL SYMBOL(X0-0.56,Y0+1.80,AM,'F*SH"/B**2 ',90.0,11)
02910          IF(I13.EQ.6.AND.III.EQ.2)
02920          * CALL SYMBOL(X0-0.56,Y0+1.80,AM,'F*SH/B**2 ',90.0,11)
02930          GO TO 6
02940      5 CONTINUE
02950 C
02960 C      - Y - LOG
02970 C
02980      YE=-2
02990 C
03000      DO 31 I=1,MY

```

(4) パワースペクトル計算プログラム (その6)

```

03010      NY=9                      ; IF(I.EQ.MYY) NY=10
03020      YEE=YE+FLOAT(I-1)
03030 C
03040      DO 31 J=1,NY
03050      AA=10.0**YEE*FLOAT(J)      ; YTT=(ALOG10(AA)-YE)*YL/MYY+YO
03060      IF(I.EQ.1.AND.J.EQ.1) GO TO 4
03070      CALL PLOT(X0,YTT,3)        ; CALL PLOT(X0-0.07,YTT,2)
03080      4 CONTINUE
03090      IF(MOD(J,9).EQ.1.AND.I.NE.1) CALL PLOT(X0-0.10,YTT,2)
03100      IF(J.NE.1.AND.J.NE.10) GO TO 31
03110      CALL SYMBOL(X0-0.50,YTT-0.10,BM,'10',0.0,2)
03120      IF(J.EQ.10) YEE=YEE+1
03130      CALL NUMBER(X0-0.25,YTT,CM,YEE,0.0,-1)
03140      31 CONTINUE
03150      IF(I13.EQ.1)
03160      *CALL SYMBOL(X0-0.56,Y0+1.80,AM,'U*SU/4SIGMA**2',90.0,14)
03170      IF(I13.EQ.3)
03180      *CALL SYMBOL(X0-0.56,Y0+1.80,AM,'U*SW/4SIGMA**2',90.0,14)
03190      6 CONTINUE
03200 C
03210 C      - TITLE -
03220 C
03230      XS0=X1-2.7                  ; YS0=Y1-0.4
03240      XS1=X1-1.0
03250      IF(I13.NE.1) GO TO 12
03260      QMEAN=XMEAN                  ; QSG=SGX
03270      QMAX=XMAX                   ; QMIN=XMIN
03280      GO TO 13
03290      12 QMEAN=YMEAN              ; QSG=SGY
03300      QMAX=YMAX                   ; QMIN=YMIN
03310      13 CONTINUE
03320 C
03330      CALL SYMBOL(XS0,Y1+0.3,BM,TL,0.0,19)
03340      CALL SYMBOL(XS0+2.05,Y1+0.9,CM,'U=      M/S',0.0,10)
03350      XAD=2.32                     ; IF(XMEAN.GE.10.) XAD=2.21
03360      CALL NUMBER(XS0+XAD,Y1+0.9,CM,XMEAN,0.0,1)
03370      IF(III.EQ.1) WRITE(6,6000) XMEAN,BB,QMEAN,QSG,QMAX,QMIN
03380      6000 FORMAT(1H0,15X,'U MEAN:',F6.2,' B :',F6.2,5X,' MEAN:',F6.2,
03390      +      ' S.D.:',F6.3,' MAX :',F6.2,' MIN :',F6.2)
03400 C
03410      YK=YS0                      ; XS1=X1-1.8
03420 C
03430      JQ=2                        ; CALL NEWPEN(JQ)
03440      CALL PLOT(XS1,YK,3)         ; CALL PLOT(XS1+0.50,YK,2)
03450 C
03460      IF(III.EQ.1.AND.I13.NE.6) THEN
03470      JQ=1                        ; CALL NEWPEN(JQ)
03480      CALL PLOT(XS1,YK-0.40,3) ; CALL PLOT(XS1+0.50,YK-0.40,2)
03490      JQ=2                        ; CALL NEWPEN(JQ)
03500      CALL PLOT(XS1,YK-0.60,3) ; CALL PLOT(XS1+0.50,YK-0.60,2)
03510      JQ=3                        ; CALL NEWPEN(JQ)
03520      CALL PLOT(XS1,YK-0.80,3) ; CALL PLOT(XS1+0.50,YK-0.80,2)
03530      JQ=4                        ; CALL NEWPEN(JQ)
03540      CALL PLOT(XS1,YK-1.00,3) ; CALL PLOT(XS1+0.50,YK-1.00,2)
03550      END IF
03560 C
03570      JQ=2                        ; CALL NEWPEN(JQ)
03580 C
03590      CALL SYMBOL(XS1+0.55,YK-0.05,CM,'KANSOKU',0.0,7)
03600      IF(III.EQ.1.AND.I13.NE.6) THEN

```

(4) パワースペクトル計算プログラム (その7)

```

03610 CALL SYMBOL(XS1+0.55,YK-0.25,CM,'ESDU ',0.0,6)
03620 CALL SYMBOL(XS1+0.55,YK-0.45,CM,'Z =1, I =',0.0,13)
03630 CALL SYMBOL(XS1+0.55,YK-0.65,CM,' =0.4 =',0.0,13)
03640 CALL SYMBOL(XS1+0.55,YK-0.85,CM,' =0.01 =',0.0,13)
03650 CALL SYMBOL(XS1+0.55,YK-1.05,CM,' =0.001 =',0.0,13)
03660 IF(I13.EQ.1) THEN
03670 CALL SYMBOL(XS1+0.62,YK-0.45,0.07,'0 U',0.0,15)
03680 DO 21 I=1,4
03690 AIU=ESDIU(I)*100.0 ; XAD=1.76 ; IF(AIU.GE.10.) XAD=1.66
03700 YAD=-0.25-0.20*FLOAT(I)
21 CALL NUMBER(XS1+XAD,YK+YAD,CM,AIU,0.0,1)
03720 ELSE
03730 CALL SYMBOL(XS1+0.62,YK-0.45,0.07,'0 W',0.0,15)
03740 DO 22 I=1,4
03750 AIU=ESDIW(I)*100.0 ; XAD=1.75 ; IF(AIU.GE.10.) XAD=1.65
03760 YAD=-0.25-0.20*FLOAT(I)
22 CALL NUMBER(XS1+XAD,YK+YAD,CM,AIU,0.0,1)
03770 END IF
03780 ELSE
03790 IF(I13.NE.6) THEN
03800 CALL SYMBOL(XS1+0.64,YK-0.25,CM,'MEAN=',0.0,5)
03810 CALL SYMBOL(XS1+0.64,YK-0.45,CM,'S.D.=',0.0,5)
03820 CALL SYMBOL(XS1+0.64,YK-0.65,CM,'MAX.=',0.0,5)
03830 CALL SYMBOL(XS1+0.64,YK-0.85,CM,'MIN.=',0.0,5)
03840 XAD=1.19 ; IF(QMEAN.GE.10.0.OR.QMEAN.LT.0.0) XAD=1.1
03850 CALL NUMBER(XS1+XAD,YK-0.25,CM,QMEAN,0.0,1)
03860 XAD=1.19 ; IF(QSG.GE.10.0.OR.QSG.LT.0.0) XAD=1.1
03870 CALL NUMBER(XS1+XAD,YK-0.45,CM,QSG,0.0,1)
03880 XAD=1.19 ; IF(QMAX.GE.10.0.OR.QMAX.LT.0.0) XAD=1.1
03890 CALL NUMBER(XS1+XAD,YK-0.65,CM,QMAX,0.0,1)
03900 XAD=1.19 ; IF(QMIN.GE.10.0.OR.QMIN.LT.0.0) XAD=1.1
03910 CALL NUMBER(XS1+XAD,YK-0.85,CM,QMIN,0.0,1)
03920 END IF
03930 END IF
03940
03950 C
03960 C - KANSOKU CHI -
03970 C
03980 JQ=2 ; CALL NEWPEN(JQ)
03990 C
04000 DO 40 I=2,N
04010 FP=DF*FLOAT(I-1) ; XP=FP*BB/XMEAN
04020 XP=(ALOG10(XP)-E)*XL/MX+X0
04030 IF(I.EQ.2) XS=XP ; IF(I.EQ.N) XS=X1-XS
04040 IF(I13.EQ.1) THEN
04050 XXYY=X(I) ; SG=SGX
04060 ELSE
04070 XXYY=Y(I) ; SG=SGY
04080 END IF
04090 IF(I13.NE.6) THEN
04100 IF(I11.EQ.1) THEN
04110 YP=XXYY*FP*(SG**2)/(XMEAN**2)*YL/YM+Y0
04120 ELSE
04130 YP=(ALOG10(XXYY*XMEAN/4.)-YE)*YL/MYY+Y0
04140 END IF
04150 ELSE
04160 IF(I11.EQ.1) THEN
04170 YP=XXYY*FP*(SG**2)/(BB*BB)*YL/YM+Y0
04180 ELSE
04190 YP=XXYY*FP*(SG**2)/(BB*BB)/((6.283185*FP)**4)*YL/YM+Y0
04200 END IF

```

(4) パワースペクトル計算プログラム (その8)

```

04210      END IF
04220 C
04230      IP=2      ; IF(I.EQ.2) IP=3      ; IF(YP.GT.Y22.AND.YF.EQ.Y22) IP=3
04240      IF(YP.GT.Y22) YP=Y22      ; YF=YP
04250      IF(I13.EQ.6.AND.XP.LT.X0+1.18) IP=3
04260      CALL PLOT(XP,YP,IP)
04270      40 CONTINUE
04280 C
04290      IF(I13.NE.6) THEN
04300      MMM=500 ; DFF=XS/FLOAT(MMM-1) ; XS=(ALOG10(DF)-E)*XL/MX
04310      DO 50 I=1,MMM
04320      AEE=(XS+DFF*FLOAT(I-1))*FLOAT(MX)/XL+E
04330      50 FF1(I)=(10.0**AEE)/XMEAN
04340 C
04350 C      - ESDU -
04360      S0=5./6.0      ; S1=11./6.
04370      IF(III.EQ.1) THEN
04380      IF(I13.EQ.1) THEN
04390 C      U ヒフン
04400      DO 60 I=1,4
04410      JQ=I      ; CALL NEWPEN(JQ)      ; SN=ESDLU(I)
04420      DO 60 J=1,MMM
04430      FF=FF1(J)      ; XP=FF*BB
04440      S2=4.0*SN*FF      ; S3=1.0+70.8*SN*SN*FF*FF
04450      S4=S3**S0      ; S30=S2/S4*ESDIU(I)**2
04460      XP=(ALOG10(XP)-E)*XL/MX+X0      ; YP=S30*YL/YM+Y0
04470      IF(III.EQ.2) THEN
04480      S30=(S2/S4)/FF/4.      ; YP=(ALOG10(S30)-YE)*YL/MYY+Y0
04490      END IF
04500      IP=2      ; IF(J.EQ.1) IP=3      ; IF(YP.GT.Y1) IP=3
04510      CALL PLOT(XP,YP,IP)
04520      60 CONTINUE
04530      ELSE
04540 C      W ヒフン
04550      DO 120 I=1,4
04560      JQ=I      ; CALL NEWPEN(JQ)      ; SW=ESDLW
04570      DO 120 J=1,MMM
04580      FF=FF1(J)      ; XP=FF*BB
04590      S2=4.*SW*FF*(1.+755.2*(FF*SW)**2) ; S3=1.+283.2*(FF*SW)**2
04600      S4=S3**S1      ; S50=S2/S4*ESDIW(I)**2
04610      XP=(ALOG10(XP)-E)*XL/MX+X0      ; YP=S50*YL/YM+Y0
04620      IF(III.EQ.2) THEN
04630      S50=(S2/S4)/FF/4.      ; YP=(ALOG10(S50)-YE)*YL/MYY+Y0
04640      END IF
04650      IP=2      ; IF(J.EQ.1) IP=3      ; IF(YP.GT.Y1) IP=3
04660      CALL PLOT(XP,YP,IP)
04670      120 CONTINUE
04680      END IF
04690      END IF
04700      END IF
04710 C
04720      1000 CONTINUE
04730      RETURN
04740      END
04750 C
04760      SUBROUTINE FAST(N,X,ND,IND)
04770 C
04780      COMPLEX X(ND),TEMP,THETA
04790 C
04800      J=1

```

(4) パワースペクトル計算プログラム (その9)

```

04810      DO 140 I=1,N
04820      IF(I.GE.J) GO TO 110
04830      TEMP=X(J)          ; X(J)=X(I)          ; X(I)=TEMP
04840      110 M=N/2
04850      120 IF(J.LE.M) GO TO 130
04860      J=J-M              ;M=M/2
04870      IF(M.GE.2) GO TO 120
04880      130 J=J+M
04890      140 CONTINUE
04900      KMAX=1
04910      150 IF(KMAX.GE.N) RETURN
04920      ISTEP=KMAX*2
04930      DO 170 K=1,KMAX
04940      THETA=CMPLX(0.0,3.141593*FLOAT(IND*(K-1)))/FLOAT(KMAX))
04950      DO 160 I=K,N,ISTEP
04960      J=I+KMAX              ; TEMP=X(J)*CEXP(THETA)
04970      X(J)=X(I)-TEMP      ; X(I)=X(I)+TEMP
04980      160 CONTINUE
04990      170 CONTINUE
05000      KMAX=ISTEP
05010      GO TO 150
05020      END
05030 C
05040      SUBROUTINE MEANC ( X , N , SUM , SD )
05050      DIMENSION X(1)
05060      SUM=0.0          ; ICONT=0          ; SD=0.0          ; SDD=0.0
05070      IF ( N.EQ.0 ) RETURN
05080 C
05090      DO 100 I=1,N
05100      SUM=SUM+X(I)          ; ICONT=ICONT+1
05110      100 CONTINUE
05120      IF ( ICONT.NE.0 ) SUM=SUM/FLOAT(ICONT)
05130 C
05140      DO 200 I=1,N
05150      SDD=SDD+(X(I)-SUM)*(X(I)-SUM)
05160      200 CONTINUE
05170      SDD=SDD/FLOAT(N)          ; SD=SQRT(SDD)
05180 C
05190      RETURN
05200      END

```

名港西大橋長期観測データ
の解析報告書(Ⅱ-1986)

ISSN 0386-5878
土研資料第2431号
昭和62年2月(1987)

横山 功一・佐藤 弘史
福田 誠・東久保 正徳

要 旨

本報告書は日本道路公団からの受託研究業務(名港西大橋の耐風調査)の内容をとりまとめたものであり、名港西大橋で観測された自然風および橋の対風応答データの解析結果が報告されている。今年度はとくに風速および橋の振動についてパワースペクトル密度関数を計算し、風速のパワースペクトル密度関数については既往の提案式と比較を行い、また振動のパワースペクトル密度関数については橋の固有振動モードとの関係を調べた。

キーワード: 名港西大橋, 長大斜張橋, 自然風, 対風応答, 現地観測, パワースペクトル密度関数



