

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 (III-1987)

昭和63年3月

建設省土木研究所
構造橋梁部構造研究室

Copyright © (1988) 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、土木研究所長の文書による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 (III-1987)

構造研究室 室 長 横 山 功 一
主任研究員 佐 藤 弘 史
技 官 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る。本年度は風速変動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、風の乱れによる橋の振動について推定計算を行い、観測値と比較を行った。また本年度は受託研究業務の最終年度にあたるため、観測が開始されてから現在までに得られた自然風および対風応答データをとりまとめ報告している。

キーワード：名港西大橋、長大斜張橋、自然風、現地観測、パワースペクトル密度関数、
ガスト応答解析

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 名港西大橋の振動実験	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 観測磁気テープの内容	16
3.3 解析方法	16
4. 観測経過	24
5. マスター磁気テープの作成	24
6. 解析結果	29
6.1 基本統計量	29
6.2 風速のパワースペクトル密度関係	29
6.3 橋の振動のパワースペクトル密度関数	30
6.4 ガスト応答解析	30
7. ま と め	80
参考文献	81
付録 解析プログラム	83

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鋼斜張橋である。この様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：名港西大橋の耐風調査）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。今年度は、名港西大橋で観測された風の乱れによる橋の振動について推定計算（ガスト応答解析）を実施し、観測値との比較を行った。また、今年度は受託研究業務としての最終年度にあたるため、現在までに得られたデータをマスター磁気テープに編集するとともに、3ケ年の成果をとりまとめて報告書を作成した。

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に計画されているが、当面は暫定的に北側の橋梁のみを建設し共用している。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について検討が実施されており、橋桁断面形状も建設省案および日本道路公団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：11.21 t/m，極慣性モーメント：24.84 ts²，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1 mのフラップを取付け、地覆高さを8 cm以内にすれば、本橋橋桁は自励振動に関しては十分安全であり、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1 mのフラップ（抑流板）が設置され、地覆高さは8 cm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⁾。主要な結果は次の通りである。

固有振動数および振動モードの計算結果を図-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言える。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 $\times 1.2 = 66$ 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。

表一 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	白)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 第一級	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			TL 20, TT 43
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 ₄	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) 亜鉛メッキ線 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	
橋軸方向	0.3
直角方向	中央径間 0.15 側径間 0.3
基本風速	37m/sec
設計風速	
主桁	55m/sec
塔	60m/sec
ケーブル	60m/sec

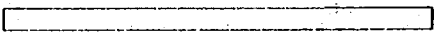
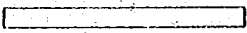
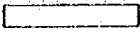
設計値

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

表一 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, バ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⁾

表一 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	
重錘起振		0.0270
		0.0290
		0.0276
		0.0239
		0.0236
15ton 2連起振		0.0201

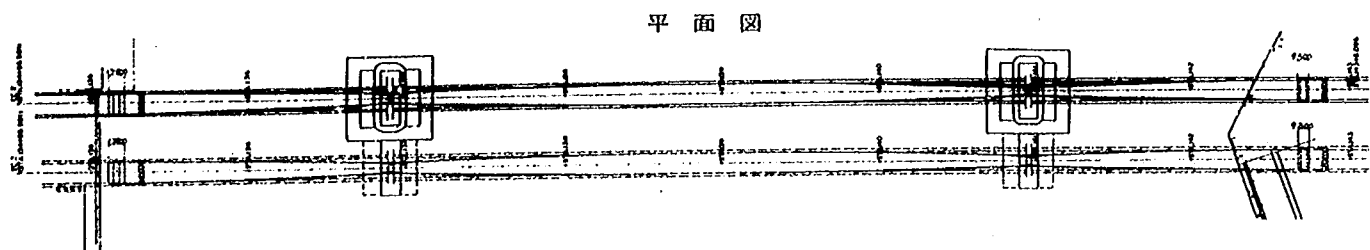
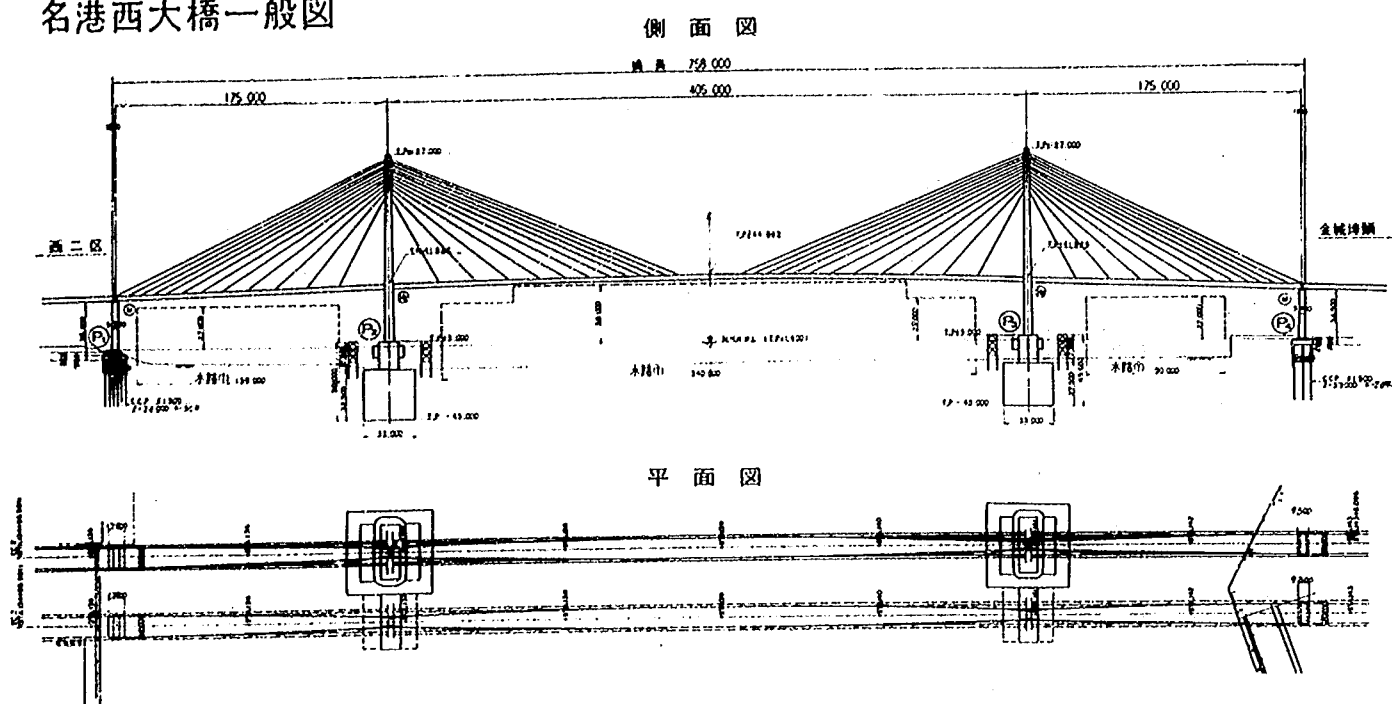
表一 2.4 各モードの対数減衰率⁶⁾

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

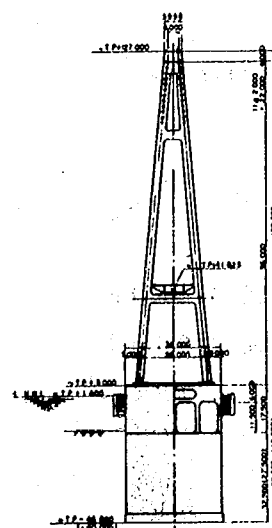
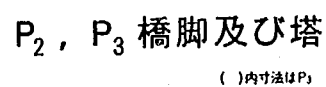
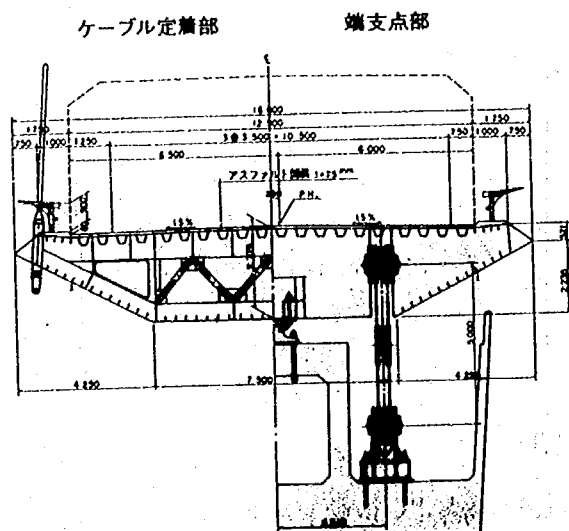
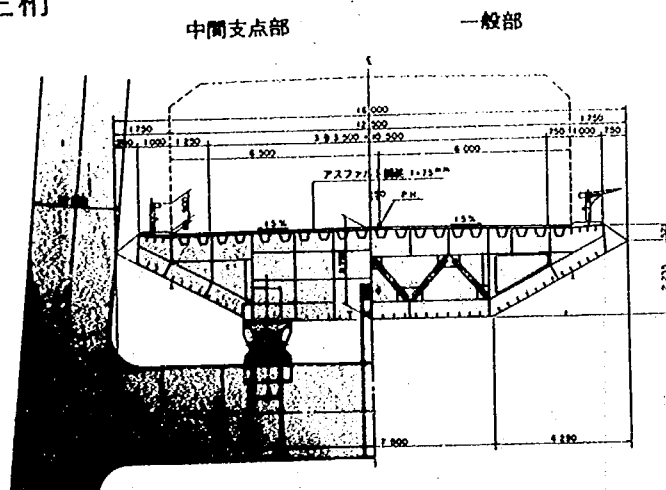


図-2.1 名港西大橋位置図

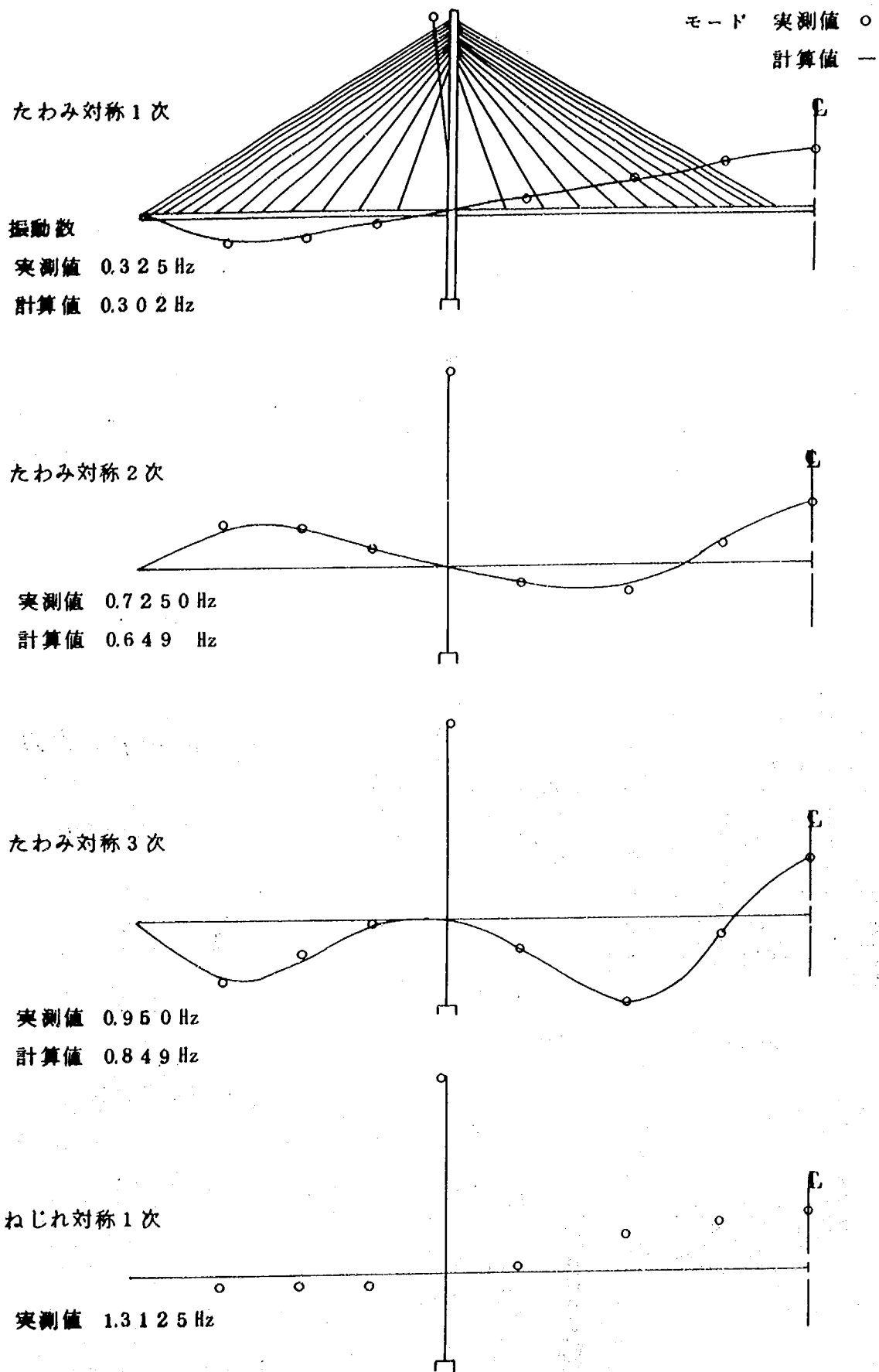
名港西大橋一般図



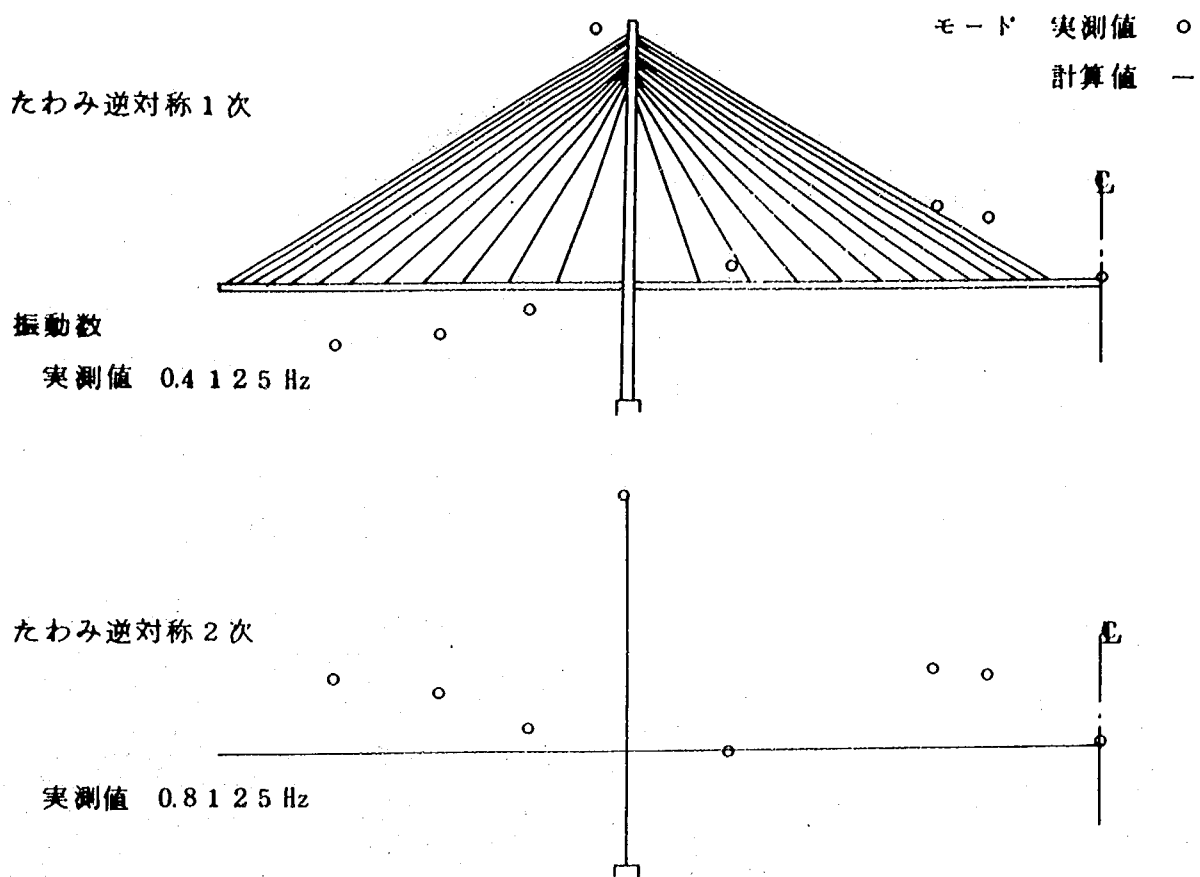
主桁



图一 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）

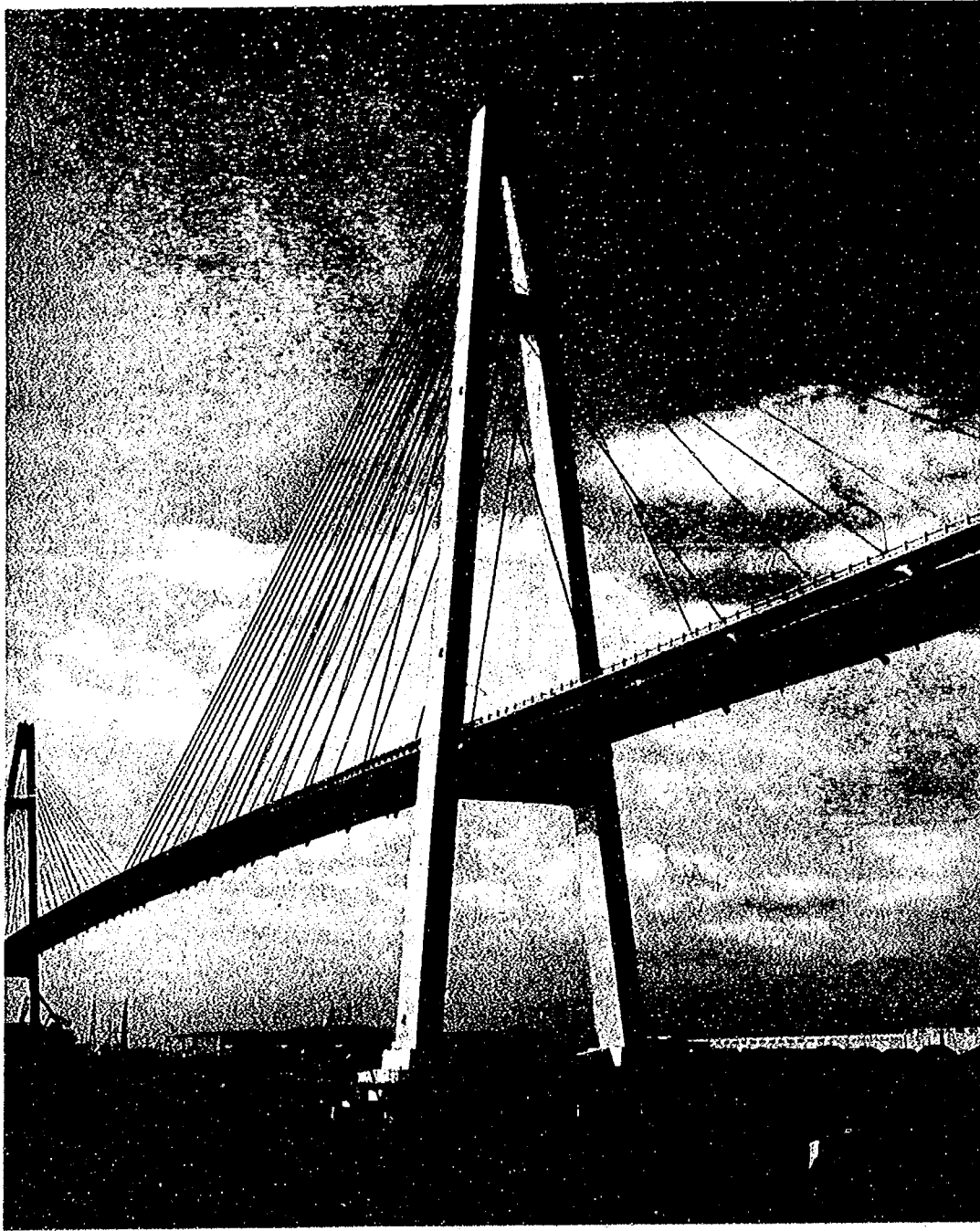


写真-2.3 名港西大橋全景（その1）

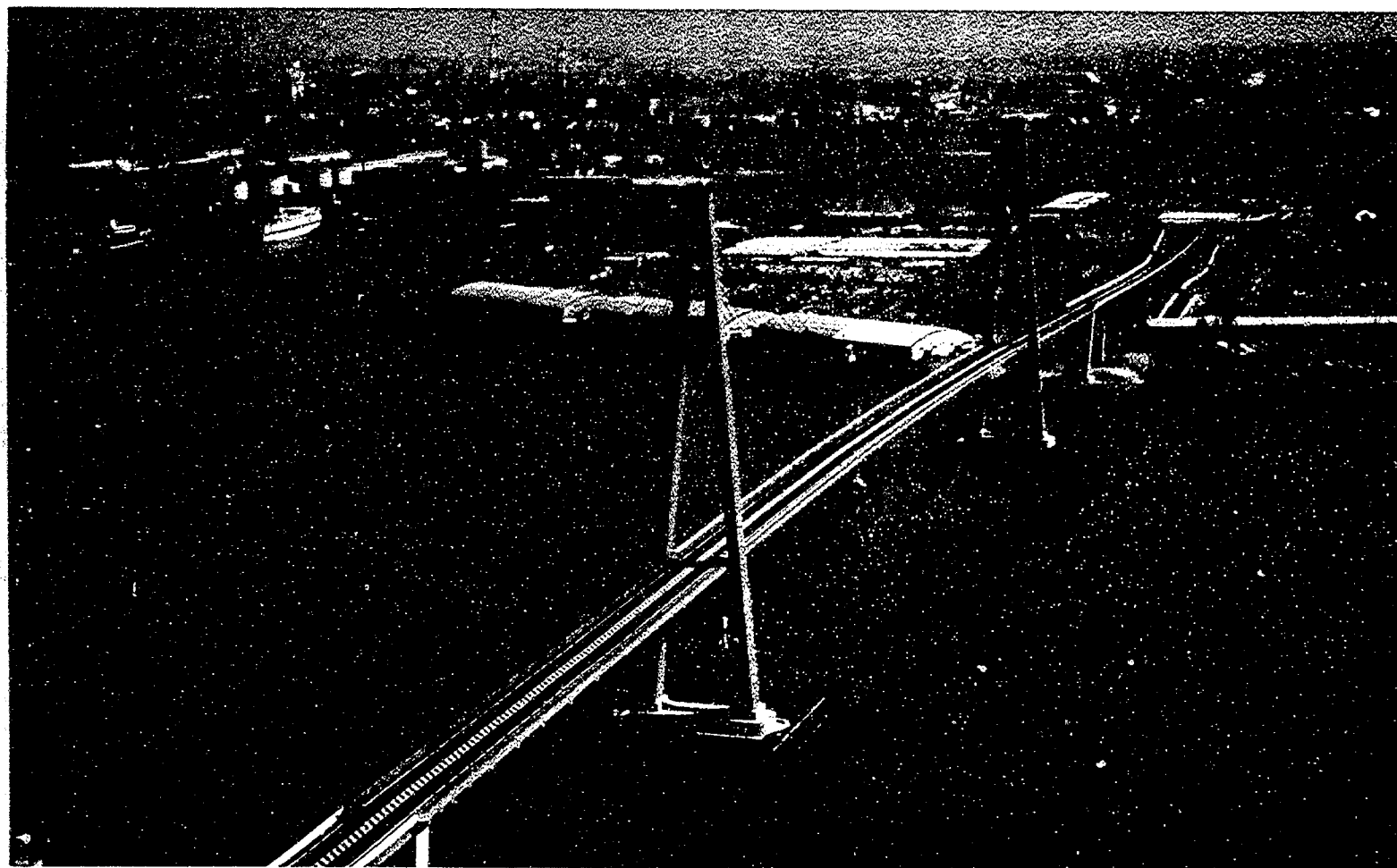


写真-2.4 名港西大橋全景（その2）

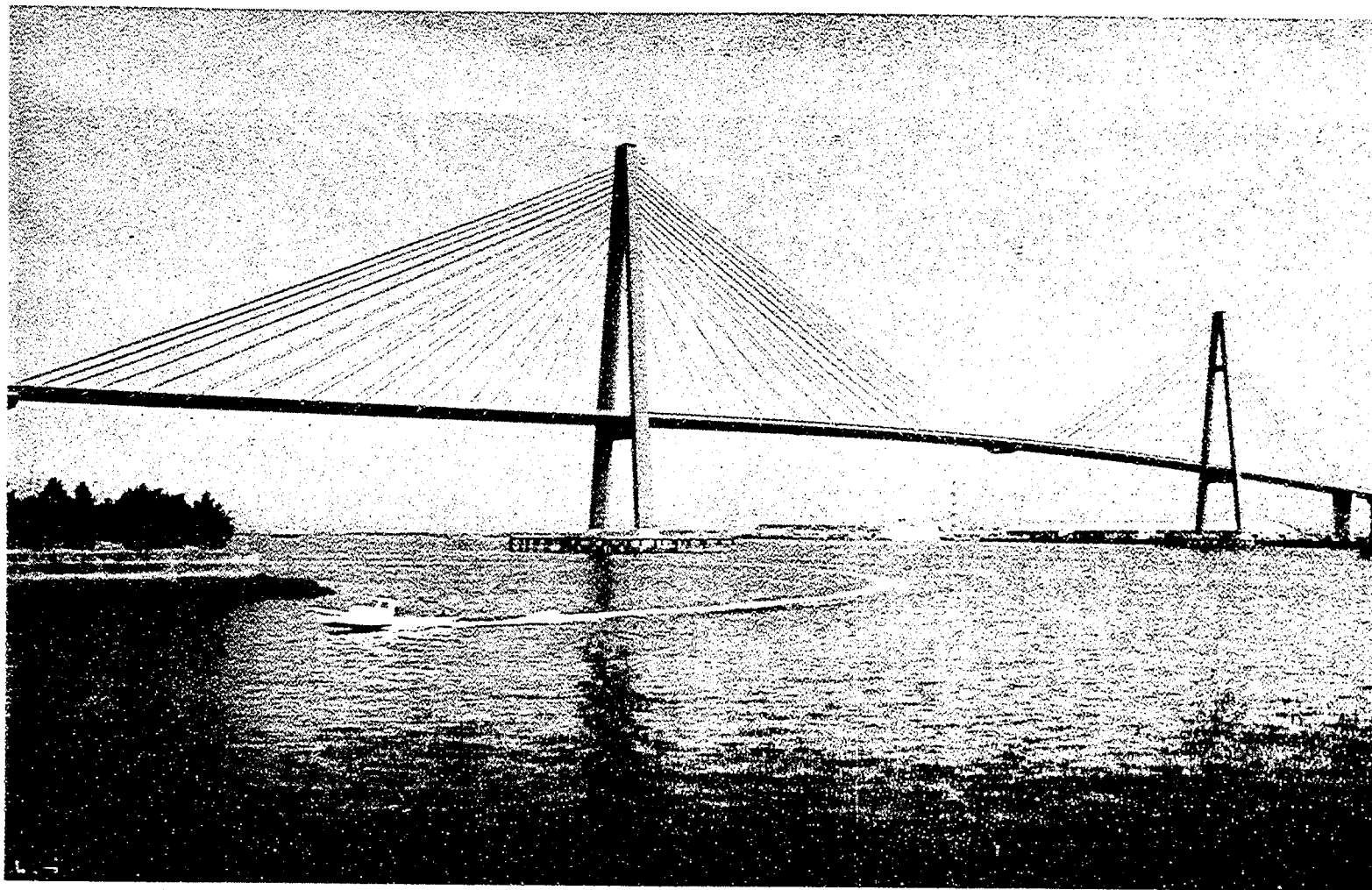


写真- 2.5 名港西大橋全景（その3）

3. 長期観測システムと解析方法

名港西大橋に取付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。

超音波風速測定装置 (DA-310型・DA-100型) は中央径間 $\frac{1}{2}$ 地点北側 (陸側) に取付けられている (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成分の加速度計を計測する。

(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、高周波成分ノイズを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より送られてくる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ー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-1000A型, MT-1000型)

データ集録装置 (GP-1000A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時間 (0.05sec) でサンプルし, A/D変換した後, 固定長 (1132byt) 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, またはテープの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 観測磁気テープの内容

観測磁気テープは, 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。記録密度は1,600bpiで1,200ft磁気テープにAUTOモードで最大11回収録される。観測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, 構成を表-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観測磁気テープは土木研究所の大型計算機 (HITAC-M-680H) 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。なお, 各プログラムの詳細については付録を参照されたい。

(1) マスター磁気テープ作成プログラム

得られた観測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14分35秒間のデータブロックを配列に取り込みを行い。観測磁気テープNo・テープ内の番号・収録開始時間の後にデータの配列が書き込まれ, マスター磁気テープに追い書きされる。

(2) 統計解析プログラム

マスター磁気テープからデータの配列に読み込み，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計算を行う。超音波風速計から，水平風速，風向，傾斜角の計算を行い，加速度計からはたわみ，ねじれを求め，統計ファイルを作成する。

(3) 解析結果出力プログラム

統計解析プログラムで作成された統計ファイルより，定めた書式に書き出させ，また，統計量を図化させ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

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，スペクトルファイルを作成した。

(5) パワースペクトル図化プログラム

パワースペクトル解析プログラムで作成されたスペクトルファイルを図化させるプログラムである。

(6) ガスト応答解析プログラム

パワースペクトル解析プログラムで作成されたスペクトルファイルから風のパワースペクトル密度関数をもとに橋のたわみ応答推定計算を行い，橋のたわみパワースペクトル密度関数との比較計算，および図化を行う。

表-3.1 観測システム構成表

超音波風速測定装置		
3方向型超音波風速計 (DA-310型)	構 成 測定方式 測定範囲 出 力	プローブ TR-61B型 本 体 DA-310型 時分割送受切替型超音波パルス方式 水平成分 -60~+60m/s 鉛直成分 -30~+30m/s -1~+1 V
1方向型超音波風速計 (DA-100型)	構 成 測定方式 測定範囲 出 力	プローブ TR-41B型 本 体 DA-100型 時分割送受切替型超音波パルス方式 鉛直成分 -30~+30m/s -1~+1 V
加速度測定装置		
サーボ型加速度計	構 成 測定範囲 出 力	振動検出器 V401BR型 振動増幅器 AVL-25型 0.002~980.0 gal -1~+1V
記録装置		
データ集録装置 GP-1000型	入力チャンネル数 23チャンネル -1~+1V No. 24CHトリガー用 サンプルング時間 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		
プロペラ型風向風速計 路温測定装置 雨(雪)量測定装置		

表-3.2 測定装置の配置および校正値

測 定 器	測定位置	C h 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 点	1	L	60 m/s	0 ~ 60 m/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 点	5	V	30 m/s	0 ~ 30 m/s	
加 速 度 計 (V410BR)	中央径間 1 / 2 点 南側	6	L	100 gal	0.02 ~ 980 gal	昭和60年7月に 校正値を980gal より100galに変更
		7	T	100 gal		
		8	V	100 gal		
	中央径間 1 / 2 点 北側	9	L	100 gal		
		10	T	100 gal		
		11	V	100 gal		
	中央径間 1 / 4 点 金城側	12	L	100 gal		
		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: 鉛直方向成分	(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	

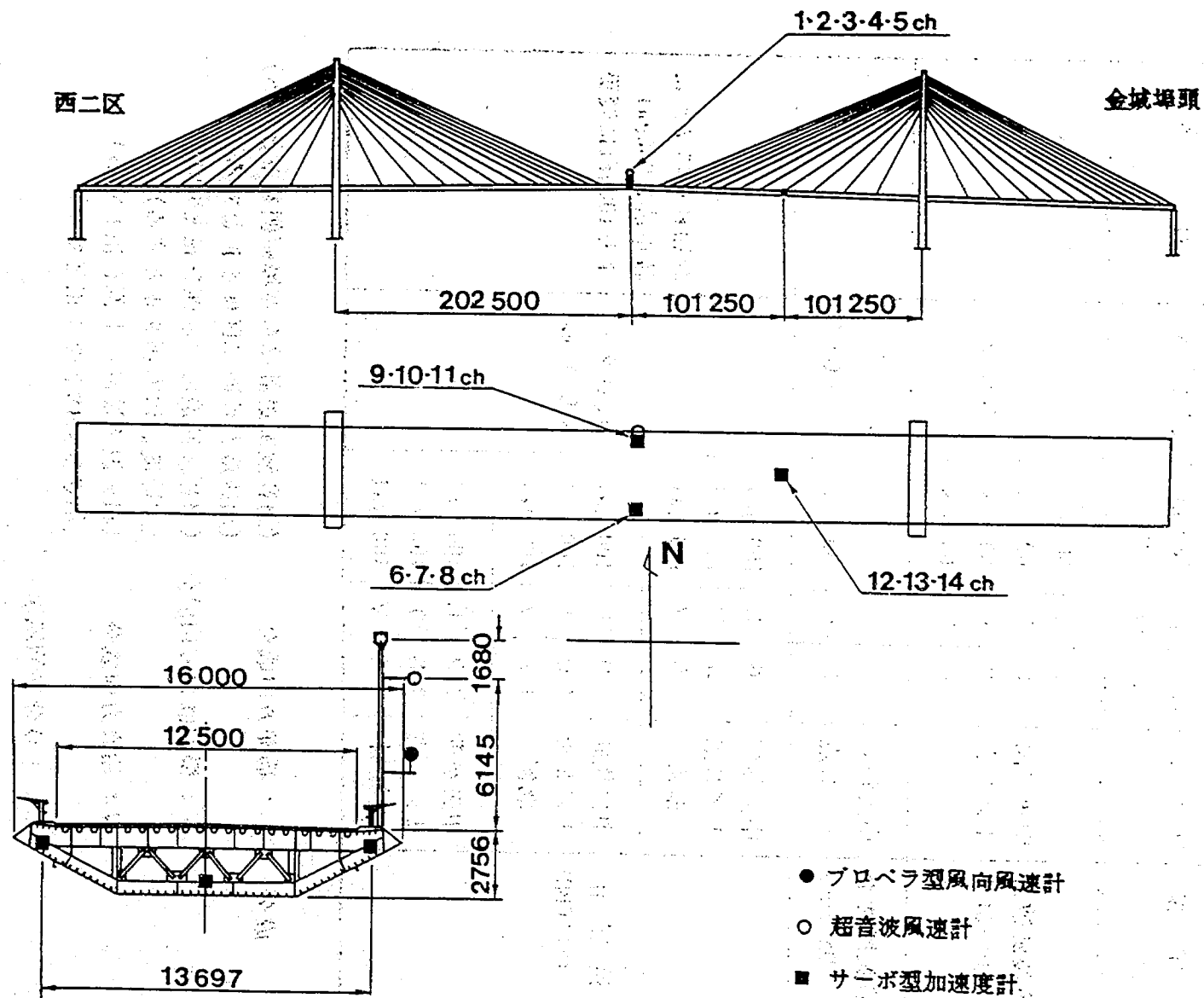


図-3.1 システム配置図

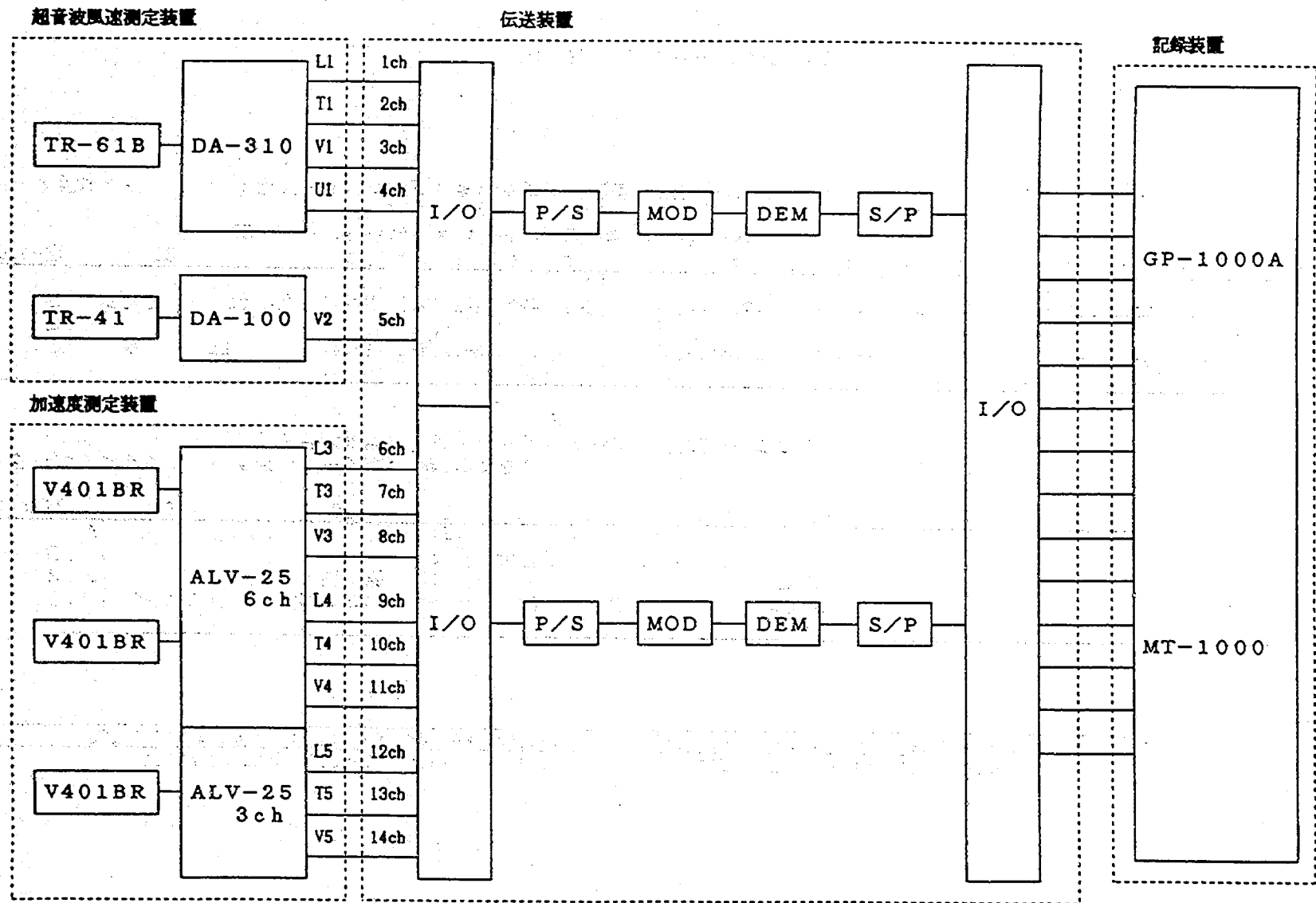
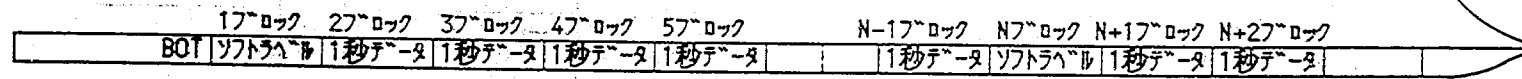


図-3.2 観測システムブロック図



IBG	ラベルマーク	ラベルコード	ソフトウェア 周期	チャンネル数	時刻 年月日 時分秒	パディング 空白	IBG
1	6	6	2	12	1105		

ソフトウェアブロック ラベルマークは、'#'である。
ソフトウェアブロックのキャラクター数は 1132 キーである。

IBG	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	IBG
12	12	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	

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

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 キーである。

図- 3.3 磁気テープの書式形式

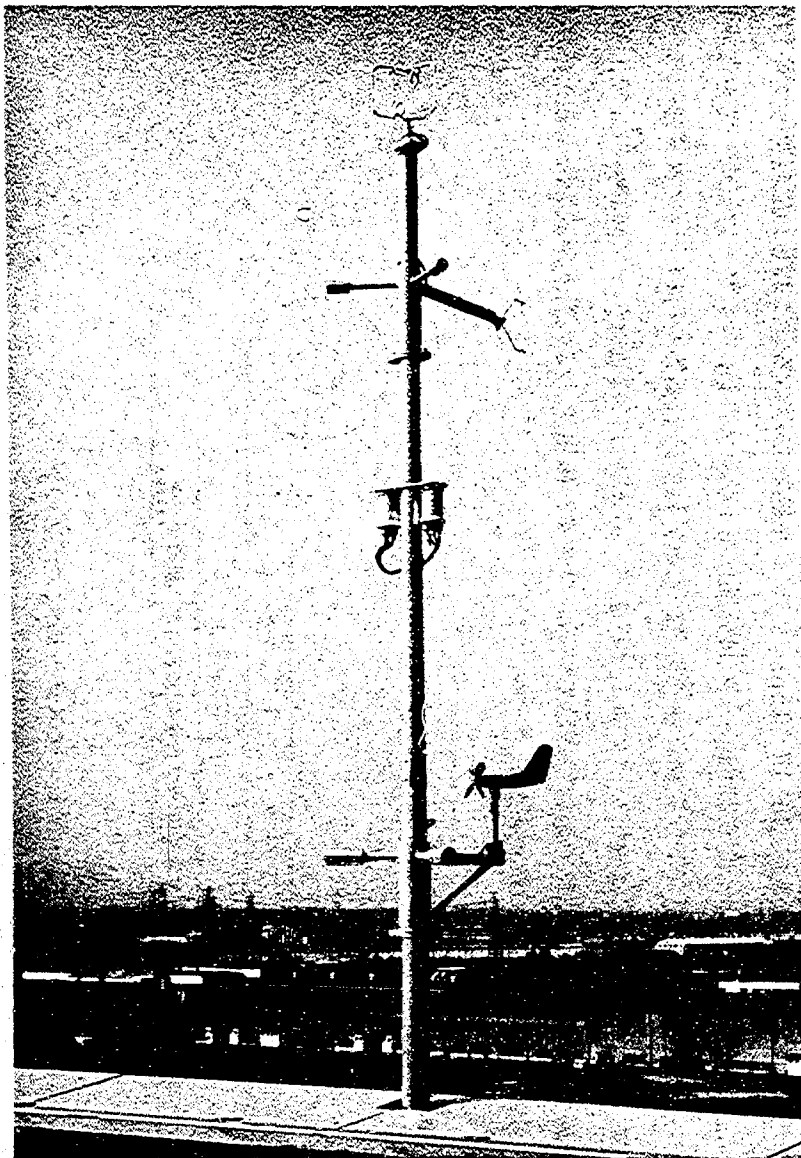


写真-3.1 風速計

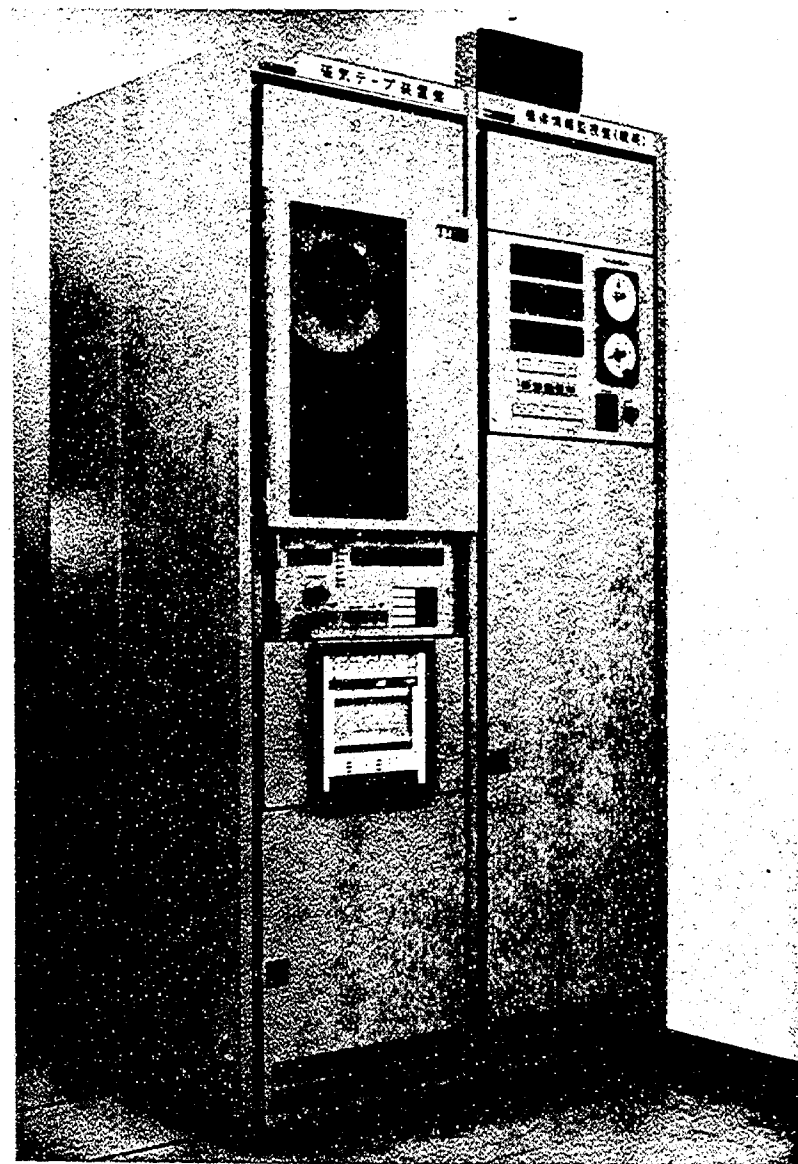


写真-3.2 記録装置

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（名古屋駅の東方5kmに位置している）の風観測結果を表-4.2に示す。

観測開始当初（61年4月～7月）は加速度のレンジが1Vあたり980galに設定されていた。このレンジに橋の振動加速度は小さく、分解能が不十分であった。また、データ記録装置の書き込みエラーが多く発生し、解析に支障がではじめた。そこで8月の末に加速度のレンジを1Vあたり100galに変更され、データ記録装置の書き込みヘッドの交換が行われた。昭和61年10月～11月の間、風の鉛直方向変動風速のみを測定するための超音波風速計（DA-100）のプロープおよびケーブルに接触不良箇所が生じ、この修理のためデータの一部分が欠けた。昭和62年1月12～16日間、降雪による影響と思われる異常なデータがあった。3月7日、6月3日～7月7日間に、3方向型超音波風速計に異常が見られた。その他の欠測は初歩的な誤操作による未収録があった。

表-4.2に示すように観測期間中、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、台風の影響による強風も観測されていない。

5. マスター磁気テープの作成

得られた観測磁気テープは記録密度1,600bpiのデジタル量で42巻ある。これらの磁気テープを物理量に直し、高密度化し（記録密度6,250bpi）、14分35秒を1ケースとし、マスター磁気テープを作成した。1ケースに満たないもの（エラーブロックの多いもの）は削除し編集を行い、マスター磁気テープは3巻になった。第1巻目には磁気テープNo.1～17まで、第2巻目には磁気テープNo.18～31まで、第3巻目には磁気テープNo.31～42までが編集されている。マスター磁気テープの書式形式を図-5.1に示し、磁気テープの記録状況を表-5.1に示す。

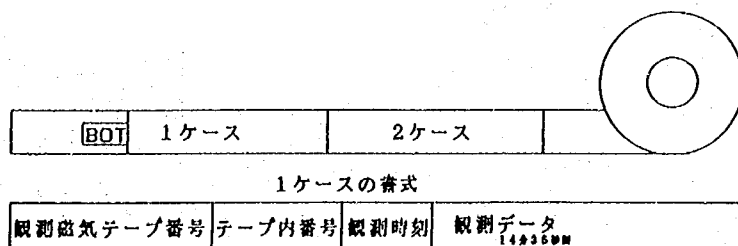


図-5.1 マスター磁気テープの書式

表-4.1 得られた強風データ

観測テープ No.	最初のファイル時刻 (テープセット時刻)	最後のファイル終了時刻 (テープ取り外し時刻)	ケース 数	備 考
1	昭和60年 4月 2日15時33分	昭和60年 4月 3日10時15分	1	加速度計IV=980.0galで行う。
2	60- 6- 6 18:22	60- 6- 6 18:37	0	書き込みエラー多発
3	60- 8-15 13:54	60- 8-15 14:47	3	7月 加速度計IV=100.0galに変更 スイッチノイズが始めのケースに有り
4	60- 8-31 13:52	60- 8-31 17:04	11	台風14号の影響
5	60-10-14 12:23	60-10-17 11:29	11	名古屋気象台で瞬間最大風速20.0m/sを記録
6	60-12-15 3:30	60-12-15 8:22	11	
7	60-12-23 14:23	60-12-24 2:11	11	
8	60-12-24 **:*	60-12-24 **:*	0	読み込み不能
9	60-12-27 12:13	60-12-27 15:58	11	スイッチノイズが始めのケースに有り
10	60-12-28 **:*	60-12-28 **:*	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箇所(ブロックが大きい)
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箇所
15	61- 2-24 15:56	61- 2-25 15:53	11	書き込みエラー3箇所
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 9:09	61- 4-15 10:06	11	
24	61- 4-22 10:22	61- 4-22 15:44	11	書き込みエラーで巻取られる
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	61-**-** **:*	61-**-** **:*	0	ブロック数256, 終了マーク無し 書き込みエラーの解析不可能
28	61- 7-25 12:00	61- 7-25 17:01	9	書き込みエラー1箇所
29	61- 8- 5 10:28	61- 8- 5 16:26	10	終了マーク無し
30	61-10- 8 12:35	61-10-13 14:40	6	
31	61-10-30 14:18	62- 1- 5 11:00	11	終了マーク無し
32	62- 1- 5 11:00	62- 2-25 17:00	11	62年1/12 3:00 異常データ習による? プロペラ5m/s, 超音波17m/s
33	62- 2-25 17:00	62- 3-25 10:00	11	超音波異常(3/7)
34	62- 3-25 10:00	62- 3-31 16:35	10	
35	62- 3-31 16:35	62- 4-21 17:45	11	
36	62- 4-21 17:45	62- 4-22 9:05	11	
37	62- 4-22 9:05	62- 7- 2 9:05	11	} 超音波異常(6/3~7/7)
38	62- 7- 2 9:05	62- 7- 7 10:00	11	
39	62-10-18 17:00	62-10-17 0:30	11	
40	62-10-20 16:00	62-11-10 15:00	0	1132ブロック長さが7ブロック (記録の上にヘッダーが入ったと思われる)
41	62-11-10 15:10	62-11-27 15:30	2	ブロックカウント1800より後が読み込み不能
42	62-11-27 15:30	62-12-31 15:30	11	
合計363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 (m/s)	平均最大風速 (m/s)	風向	備 考
昭和60年 4月	18.3 (24日)	9.7 (24日)	WNW	台風3号 ₂₃ ~ ₂₆ 台風6号 ₂₈ ~ _{7/1} 台風14号 ₃₁
5月	16.7 (25日)	8.7 (25日)	SSE	
6月	16.2 (8日)	9.0 (28日)	NW	
7月	18.6 (1・13日)	9.9 (1日)	W	
8月	14.9 (6日)	8.7 (7日)	S	
9月	20.0 (6日)	9.4 (6日)	NNW	
10月	15.5 (17日)	8.3 (24日)	WNW	
11月	19.7 (2日)	11.3 (25日)	WNW	
12月	18.8 (27日)	10.5 (27日)	NW	
昭和61年 1月	18.5 (2日)	9.8 (2日)	NW	
2月	20.7 (16日)	11.1 (16日)	NNW	
3月	23.2 (24日)	12.4 (24日)	NNW	
4月	21.4 (7日)	11.3 (7日)	NW	
5月	18.0 (14日)	9.6 (14日)	SE	
6月	20.3 (26日)	12.7 (26日)	WNW	
7月	15.2 (18日)	8.2 (18日)	NNW	
8月	19.4 (5日)	11.5 (5日)	WNW	
9月	17.2 (3日)	10.0 (3日)	WNW	
10月	19.7 (8日)	11.0 (8日)	WNW	
11月	20.0 (11日)	10.4 (16日)	NNW	
12月	18.8 (20日)	10.0 (20日)	NNW	
昭和62年 1月	18.2 (24日)	9.8 (1日)	NW	台風19号 ₁₈ ~ ₁₇
2月	23.2 (25日)	13.3 (25日)	WNW	
3月	24.8 (31日)	13.2 (31日)	NW	
4月	20.6 (21日)	11.5 (21日)	SSE	
5月	18.2 (3日)	10.3 (3日)	WNW	
6月	17.3 (21日)	9.6 (21日)	WNW	
7月	16.9 (16日)	9.7 (16日)	SSE	
8月	20.6 (31日)	11.4 (31日)	SSE	
9月	14.9 (3・27日)	8.9 (18日)	WNW	
10月	31.1 (17日)	15.2 (17日)	SSE	
11月	17.8 (24日)	10.7 (24日)	NNW	
12月	20.3 (30日)	10.7 (30日)	NNW	

表- 5.1 マスター磁気テープの状況 (その1)

マスターHT No.	テープ No.	ケース No.	時 刻	マスターHT No.	テープ No.	ケース No.	時 刻	マスターHT No.	テープ No.	ケース No.	時 刻	マスターHT No.	テープ No.	ケース No.	時 刻
1	1 3 4	1	85/04/02 15:33:31	1	9	3	85/12/27 13:00:09	1	14	9	86/02/20 17:36:33	2	19	4	86/03/20 13:01:56
		1	85/08/15 13:54:16			4	85/12/27 13:15:09			10	86/02/20 20:50:29			5	86/03/20 13:16:57
		2	85/08/15 14:09:16			5	85/12/27 13:30:09			11	86/02/20 23:50:05			6	86/03/20 13:31:57
		3	85/08/15 14:43:15			6	85/12/27 13:45:10			1	86/02/24 15:56:58			7	86/03/20 13:46:57
		1	85/08/31 13:52:39			7	85/12/27 14:00:10			2	86/02/24 16:16:21			8	86/03/20 14:01:57
		2	85/08/31 14:07:40			8	85/12/27 14:15:10			3	86/02/24 16:31:21			9	86/03/20 14:16:58
		3	85/08/31 14:22:40			9	85/12/24 14:30:10			4	86/02/25 13:10:02			10	86/03/20 14:31:58
		4	85/08/31 14:43:00			10	85/12/27 15:18:59			5	86/02/25 13:59:15			11	86/03/20 14:46:58
		5	85/08/31 14:58:00			11	85/12/27 15:43:48			6	86/02/25 14:14:15		20	1	86/03/20 15:25:08
		6	85/08/31 15:13:00		11	1	86/02/02 11:53:20			7	86/02/25 14:29:15			2	86/03/20 15:40:08
		7	85/08/31 15:28:01			2	86/02/02 12:08:20			8	86/02/25 14:50:09			3	86/03/20 15:55:08
		8	85/08/31 15:56:53			3	86/02/02 12:23:20			9	86/02/25 15:05:09			4	86/03/20 16:10:08
		9	85/08/31 16:11:54			4	86/02/02 12:38:20			10	86/02/25 15:23:40			5	86/03/20 16:25:09
	5	10	85/08/31 16:34:16			5	86/02/02 12:57:15		16	11	86/02/25 15:38:40		21	6	86/03/20 16:51:30
		11	85/08/31 16:49:17			6	86/02/03 15:10:54			1	86/03/05 13:16:20			7	86/03/20 17:06:30
		1	85/10/14 13:23:23			7	86/02/03 15:28:43			2	86/03/05 13:31:20			8	86/03/20 17:21:31
		2	85/10/14 13:38:56			8	86/02/03 15:43:43			3	86/03/05 13:46:20			9	86/03/23 06:41:37
		3	85/10/14 13:53:57			9	86/02/03 15:58:44			4	86/03/05 14:01:21			10	86/03/23 06:56:37
		4	85/10/14 14:09:03			10	86/02/03 16:13:44			5	86/03/05 14:16:21			11	86/03/23 07:11:37
		5	85/10/14 14:47:11			11	86/02/04 14:36:36			6	86/03/05 14:31:21			1	86/03/24 09:27:36
		6	85/10/14 15:02:11		12	1	86/02/11 23:16:21			7	86/03/05 14:46:22			2	86/03/24 09:42:36
		7	85/10/14 15:17:12			2	86/02/11 23:31:21			8	86/03/05 15:01:22			3	86/03/24 09:57:36
		8	85/10/14 15:32:12			3	86/02/12 12:10:06			9	86/03/05 15:16:22			4	86/03/24 10:12:37
		9	85/10/14 16:20:06			4	86/02/12 12:25:06			10	86/03/12 00:24:44			5	86/03/24 10:27:37
	6	10	85/10/17 10:39:34			5	86/02/12 12:40:07		17	11	86/03/12 00:39:44			6	86/03/24 10:46:15
		11	85/10/17 11:14:16			6	86/02/12 15:49:22			1	86/03/16 13:46:39			7	86/03/24 11:01:15
		1	85/12/15 03:30:59			7	86/02/15 14:55:57			2	86/03/16 14:01:39			8	86/03/24 11:16:15
		2	85/12/15 03:45:59			8	86/02/15 15:22:16			3	86/03/16 14:29:05			9	86/03/24 11:31:16
		3	85/12/15 04:00:59			9	86/02/15 15:37:16			4	86/03/16 15:03:40		22	10	86/03/24 11:46:16
		4	85/12/15 04:15:59			10	86/02/15 16:02:04			5	86/03/16 15:18:40			11	86/03/24 12:01:16
		5	85/12/15 04:31:00			11	86/02/15 16:17:04			6	86/03/16 15:37:50			1	86/03/24 14:56:16
		6	85/12/15 04:46:00		13	1	86/02/17 14:33:11			7	86/03/16 15:52:50			2	86/03/24 15:11:16
		7	85/12/15 05:34:36			2	86/02/19 12:54:43			8	86/03/16 16:07:51			3	86/03/24 15:28:38
		8	85/12/15 05:49:36			3	86/02/19 13:09:43			9	86/03/16 16:22:51			4	86/03/24 15:43:38
		9	85/12/15 06:05:12			4	86/02/19 13:24:43		2	10	86/03/16 16:37:51		23	5	86/03/24 16:00:17
	7	10	85/12/15 06:20:12			5	86/02/19 13:39:43			11	86/03/16 16:52:51			6	86/03/24 16:15:17
		11	85/12/15 08:07:26			6	86/02/19 13:54:43			1	86/03/17 11:13:58			7	86/03/24 16:30:17
		1	85/12/23 14:23:13			7	86/02/19 14:09:44			2	86/03/17 13:01:50			8	86/03/24 17:18:04
		2	85/12/23 14:52:07			8	86/02/19 14:24:44			3	86/03/17 13:16:51			9	86/03/31 05:49:48
		3	85/12/23 15:07:07			9	86/02/19 14:39:44			4	86/03/17 13:38:51			10	86/03/31 10:03:21
		4	85/12/23 22:14:41			10	86/02/19 14:54:44			5	86/03/17 14:07:21			11	86/03/31 14:57:28
		5	85/12/23 22:29:41		14	11	86/02/19 15:09:45			6	86/03/19 22:57:30			1	86/04/07 09:09:58
		6	85/12/23 22:44:41			1	86/02/19 17:16:54			7	86/03/19 23:23:07			2	86/04/07 11:10:11
		7	85/12/23 22:59:42			2	86/02/19 17:31:55			8	86/03/20 07:46:12			3	86/04/07 11:25:11
		8	85/12/23 23:14:42			3	86/02/20 15:55:26			9	86/03/20 09:32:53			4	86/04/07 11:40:11
		9	85/12/23 23:29:42			4	86/02/20 16:10:26		19	10	86/03/20 09:47:53			5	86/04/07 12:08:22
	9	10	85/12/23 23:44:42			5	86/02/20 16:25:26			11	86/03/20 10:02:53			6	86/04/07 12:37:18
		11	85/12/24 01:56:20			6	86/02/20 16:40:26			1	86/03/20 11:31:57			7	86/04/07 12:52:18
		1	85/12/27 12:13:11			7	86/02/20 16:55:27			2	86/03/20 12:31:56			8	86/04/07 14:09:50
		2	85/12/27 12:45:09			8	86/02/20 17:10:27			3	86/03/20 12:46:56			9	86/04/11 14:28:02

表-5.1 マスター磁気テープの状況 (その2)

マスターMT No.	テープ No.	ケース No.	時 刻	マスターMT No.	テープ No.	ケース No.	時 刻	マスターMT No.	テープ No.	ケース No.	時 刻	マスターMT No.	テープ No.	ケース No.	時 刻
2	23	10	86/04/15 08:51:27	2	30	5	86/10/13 14:09:41	3	35	6	87/04/21 13:53:06	3	41	1	87/11/24 12:50:24
		11	86/04/15 09:51:30			6	86/10/13 14:25:29			7	87/04/21 14:08:06			2	87/11/24 13:05:24
		1	86/04/22 10:22:15			1	86/10/30 14:18:15			8	87/04/21 14:23:07			1	87/12/30 12:20:45
		2	86/04/22 11:23:40			2	86/11/11 11:40:30			9	87/04/21 15:02:31			2	87/12/30 12:35:45
		3	86/04/22 12:21:34			3	86/11/11 11:56:26			10	87/04/21 15:21:26			3	87/12/30 12:50:45
		4	86/04/22 12:36:34			4	86/12/07 12:52:21			11	87/04/21 15:36:27			4	87/12/30 13:05:45
		5	86/04/22 12:51:34			5	86/12/07 13:07:21			1	87/04/21 18:03:34			5	87/12/30 13:33:34
		6	86/04/22 13:06:50			6	86/12/07 13:22:22			2	87/04/21 18:18:44			6	87/12/30 13:48:34
		7	86/04/22 13:21:50			7	86/12/20 03:22:51			3	87/04/21 18:33:44			7	87/12/30 14:03:34
		8	86/04/22 13:36:50			8	87/01/01 05:07:09			4	87/04/21 18:49:47			8	87/12/30 14:18:34
	24	9	86/04/22 13:51:51			9	87/01/01 05:22:09			5	87/04/21 19:05:30			9	87/12/30 14:33:35
		10	86/04/22 14:06:51			10	87/01/03 12:10:06			6	87/04/21 19:20:30			10	87/12/30 14:48:35
		11	86/04/22 15:29:51			11	87/01/03 13:29:15			7	87/04/21 19:42:04			11	87/12/30 15:03:36
		1	86/05/14 07:52:53			1	87/01/08 08:19:18			8	87/04/21 20:01:33				
		2	86/05/14 08:07:53			2	87/01/12 16:21:25			9	87/04/21 20:16:33				
		3	86/05/14 08:24:05			3	87/01/12 16:36:26			10	87/04/21 20:31:34				
		4	86/05/14 08:39:06			4	87/01/12 16:51:26			11	87/04/21 20:46:34				
		5	86/05/14 08:54:06			5	87/02/16 13:52:55			1	87/04/24 11:31:12				
		6	86/05/14 09:40:46			6	87/02/25 10:01:24			2	87/05/03 13:34:51				
		7	86/05/14 09:56:46			7	87/02/25 10:20:47			3	87/05/03 13:49:52				
	25	8	86/05/14 10:55:27			8	87/02/25 10:55:53			4	87/05/03 14:36:37				
		9	86/05/14 11:16:37			9	87/02/25 11:10:54			5	87/05/03 14:51:38				
		10	86/05/14 11:31:37			10	87/02/25 11:32:43			6	87/05/03 15:30:00				
		11	86/05/14 12:15:06			11	87/02/25 11:47:43			7	87/05/03 17:38:48				
		1	86/05/14 12:47:12			1	87/03/07 13:15:11			8	87/05/03 20:48:14				
		2	86/05/14 13:02:12			2	87/03/07 13:53:01			9	87/06/03 11:46:32				
		3	86/05/14 14:31:52			3	87/03/07 15:10:59			10	87/06/19 02:06:02				
		1	86/07/25 12:00:35			4	87/03/07 15:25:59			11	87/07/01 13:24:10				
		2	86/07/25 12:17:07			5	87/03/14 20:10:21			1	87/07/02 11:46:30				
		3	86/07/25 12:33:42			6	87/03/14 21:10:25			2	87/07/02 14:10:52				
	26	4	86/07/25 12:50:16			7	87/03/20 07:18:56			3	87/07/02 15:32:39				
		5	86/07/25 13:15:05			8	87/03/20 07:37:08			4	87/07/03 17:31:48				
		6	86/07/25 13:31:35			9	87/03/24 17:45:39			5	87/07/04 04:45:00				
		7	86/07/25 13:48:03			10	87/03/24 20:15:22			6	87/07/04 05:11:25				
		8	86/07/25 14:36:53			11	87/03/24 21:16:40			7	87/07/04 05:43:34				
		9	86/07/25 16:46:47			1	87/03/25 10:13:29			8	87/07/05 23:34:42				
		1	86/08/05 10:28:12			2	87/03/25 10:28:30			9	87/07/06 01:55:27				
		2	86/08/05 10:59:00			3	87/03/25 12:15:04			10	87/07/06 02:10:27				
		3	86/08/05 13:48:02			4	87/03/25 12:30:04			11	87/07/06 02:25:28				
		4	86/08/05 14:15:21			5	87/03/25 13:23:47			1	87/10/16 21:43:05				
	28	5	86/08/05 14:35:22			6	87/03/25 14:52:29			2	87/10/16 21:58:06				
		6	86/08/05 14:50:22			7	87/03/31 14:49:36			3	87/10/16 22:13:06				
		7	86/08/05 15:05:22			8	87/03/31 15:33:10			4	87/10/16 22:28:06				
		8	86/08/05 15:20:23			9	87/03/31 15:48:10			5	87/10/16 22:43:06				
		9	86/08/05 15:35:23			10	87/03/31 16:03:11			6	87/10/16 22:58:06				
		10	86/08/05 16:11:08			1	87/03/31 16:35:07			7	87/10/16 23:13:07				
		1	86/10/08 12:35:09			2	87/04/21 11:42:52			8	87/10/16 23:28:07				
		2	86/10/08 13:55:45			3	87/04/21 12:52:02			9	87/10/16 23:43:07				
		3	86/10/08 14:14:48			4	87/04/21 13:07:03			10	87/10/16 23:58:07				
		4	86/10/08 14:39:36			5	87/04/21 13:22:03			11	87/10/17 00:13:07				

6. 解析結果

6.1 基本統計量

自然風および橋の振動加速度に関する基本統計量を計算し、表－6.1に示す。各統計量の定義式を表－6.2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 ：3方向型超音波風速計の水平成分の風速を合成し、平均したもの。

平均風向：真北を 0° とし、時計の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（吹上を正）を平均したもの。

橋の振動加速度：標準偏差で示す。中央径間中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。

図－6.1に風向と基本統計量との関係を示す。平均風速 18.6 m/s までの風速データがあり、風向としては東南東～南南東および西南西～北北西が多く観測された。風の鉛直方向の乱れ強さ I_w は西北西～北北西（陸側）の場合に東南東～南南東（海側）に比べて大きい。傾斜角は概ね 0° 付近にバラツキている。3方向超音波風速計より求められる鉛直方向の乱れ強さ I_{w_1} ・傾斜角 α_1 と1方向超音波風速計より求められる I_{w_2} ・ α_2 を比べると、乱れ強さ I_{w_1} は I_{w_2} に比べ小さく、傾斜角 α_1 は α_2 に比べ大きい。橋の加速度標準偏差は風向が橋軸方向の場合に小さく、西北西～北北西のものが東南東～南南東に比べて大きいことがわかる。

6.2 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.F.）を計算し、結果を図－6.2および6.3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.F.もあわせて示した。風のP.S.D.F.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.F.をESDUにより求め、本橋で観測されたP.S.D.F.と比較している。

図－6.2より u 成分のP.S.D.F.の形状はESDUで提案されているものとは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.F.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-6.3よりw成分のP.S.D.F.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0.1付近でP.S.D.F.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.F.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, P.S.D.F.の形状はESDUの提案式とほぼ同じであり, 平らな草原の風のP.S.D.F.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, 風向が南東および西南西の場合には他の風向に比べP.S.D.F.は小さくなっている。

6.3 橋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.F.および振動変位P.S.D.F.を計算して図-6.4に示す。振動変位のP.S.D.F.は振動加速度のP.S.D.F.を $(2\pi f)^4$ で除することにより求めた。風による振動のP.S.D.F.では, 橋の固有振動数に対応する振動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及び振動モード^{6), 8)}もあわせて示している。

中央径間 $\frac{1}{2}$ 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.F.は対称1次モードが卓越する。 $\frac{1}{4}$ 点の同振動の加速度のP.S.D.F.は逆対称1次モードが卓越するが, 変位のP.S.D.F.はむしろ対称1次モードの方が卓越する。

中央径間 $\frac{1}{2}$ 点の鉛直方向たわみ振動のP.S.D.F.も加速度および変位とも対称1次モードが卓越する。 $\frac{1}{4}$ 点の同振動の加速度のP.S.D.F.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.F.は対称1次モードが卓越している。

中央径間 $\frac{1}{2}$ 点のねじれ振動加速度のP.S.D.F.では対称1次モードが卓越しているが, 変位のP.S.D.F.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 $\frac{1}{2}$ 点の鉛直たわみ振動に着目し, このP.S.D.F.におよぼす風向の影響を調べるため, 風速のP.S.D.F.と同様に7つの風向についてP.S.D.F.を計算した。結果を図-6.5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.F.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.F.が極端に小さくなることがわかる。

6.4 ガスト応答解析

6.2および6.3では, 風速および橋の振動のP.S.D.F.について, それらの特性を個々に記述したが本項では両者の関係について検討した結果を述べる。自然風の風速は時間的および空間的に変動しており, このため自然風中の構造物は自然風の風速変動に起因する変動空気力の作用を受け, 不規則に振動する。この現象はガスト応答と呼ばれており, 風速の変動特性より不規則振動論にもとづき推定する手法(ガスト応答解析)が研究されている。本項では, 名港西大橋で観測された風速のP.S.D.F.より, 橋の振動のP.S.D.F.を推定し, 実橋において観測された橋の振動のP.S.D.F.と比較する。なお, 解析方法および解析プログラムについては付録を参照されたい。

解析の対象としたケースは、観測されたデータの中で風向が橋軸直角方向に近いもの10ケースであり、このうち陸側からの風が5ケース、海側からの風が5ケースである。解析対象ケースを表-6.3に示す。

着目した振動は、中央径間中点における水平たわみ振動および鉛直たわみ振動である。解析に必要な諸パラメータは、振動試験結果および風洞試験結果を参考にして定めた。解析条件の詳細は付録を参照されたい。

解析結果を図-6.6～図-6.15および表-6.4に示す。図には、主流方向変動風速 u の P.S.D.F., 鉛直方向変動風速 w の P.S.D.F., 中央径間中点における水平たわみ振動変位および鉛直たわみ振動変位の P.S.D.F. (観測値と推定値とを対照させて示したもの) が示されており、また、表には振動変位の P.S.D.F. より得られた標準偏差について、観測値との推定値とが比較して示されている。図中で鉛直方向変動風速 w の P.S.D.F. としては、3方向超音波風速計より得られたデータを用いて計算したものと、1方向超音波風速計より計算したものの2種類が示されている。風向が南(海側からの風)の場合には、1方向超音波風速計は、風速計支柱の陰に位置するため、支柱後流の影響を受け、P.S.D.F. の値は一般の自然風のそれと異なる。このため、ガスト応答の計算では3方向超音波風速計によるものを用いた。

水平たわみのガスト応答は、風向が海側の場合、観測値に比べ推定計算値が小さい。橋の振動は加速度計で計測されているが、測定レンジ(100 gal) に比べ計算値が小さく、ノイズの影響が出ているものと推定される。加速度の P.S.D.F. から変位の P.S.D.F. を計算する場合、各周波数成分を $(2\pi f)^4$ で除しているため、低周波成分ほどノイズの影響が強調されているものと考えられる。しかしながら、両者の差の原因に関する詳細な検討は今後の課題と思われる。

鉛直たわみのガスト応答の推定計算では、変動風速を変動空気力に変換する際に用いる空力アドミッタンスとして3種類(準定常理論, Sears 関数, および Holmes のアドミッタンス)を推定し、計算を行った。観測値との比較によれば、準定常理論による推定値は大きめであり、Sears 関数による推定値は小さめであり、Holmes のアドミッタンスによる推定値が観測値との対応が良好である。

表-6.1 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)
85/04/02 15:33:31	DA-310 DA-100	9.9	145.	10.5	4.7 4.7	1.46	1.3 0.4	1/2 1/4				
85/08/15 13:54:16	DA-310 DA-100							1/2 1/4				
85/08/15 14:09:16	DA-310 DA-100	10.1	154.	7.3	3.9 5.1	1.20	1.2 0.3	1/2 1/4	0.15 0.56	0.42 0.45	0.82 0.71	0.00134
85/08/15 14:43:15	DA-310 DA-100	9.8	155.	7.7	3.6 4.9	1.17	1.5 0.3	1/2 1/4	0.15 0.51	0.43 0.44	0.82 0.66	0.00128
85/08/31 13:52:39	DA-310 DA-100	10.7	151.	9.3	4.2 4.7	1.27	1.5 0.5	1/2 1/4	0.16 0.61	0.43 0.45	0.81 0.71	0.00126
85/08/31 14:07:40	DA-310 DA-100	11.6	152.	8.8	4.9 5.4	1.25	1.6 0.8	1/2 1/4	0.20 0.74	0.56 0.51	1.08 0.95	0.00137
85/08/31 14:22:40	DA-310 DA-100	11.1	154.	12.4	4.8 5.6	1.33	1.4 0.4	1/2 1/4	0.19 0.70	0.47 0.48	1.11 0.86	0.00139
85/08/31 14:43:00	DA-310 DA-100	10.9	148.	10.2	5.9 6.1	1.30	1.8 0.9	1/2 1/4	0.20 0.73	0.60 0.54	1.31 1.04	0.00138
85/08/31 14:58:00	DA-310 DA-100	11.4	153.	7.9	4.1 5.2	1.27	1.8 0.8	1/2 1/4	0.23 0.93	0.47 0.49	1.49 1.38	0.00151
85/08/31 15:13:00	DA-310 DA-100	10.5	152.	8.8	4.6 5.1	1.31	2.0 0.8	1/2 1/4	0.19 0.78	0.49 0.49	1.16 0.99	0.00135
85/08/31 15:28:01	DA-310 DA-100	10.1	152.	8.8	4.3 5.0	1.27	1.9 0.7	1/2 1/4	0.18 0.59	0.44 0.46	1.11 0.90	0.00130
85/08/31 15:56:53	DA-310 DA-100	10.8	149.	10.8	5.5 5.7	1.26	2.2 1.4	1/2 1/4	0.18 0.75	0.56 0.51	1.35 0.97	0.00132
85/08/31 16:11:54	DA-310 DA-100	9.9	146.	11.7	5.9 6.9	1.41	1.8 1.0	1/2 1/4	0.18 0.62	0.45 0.47	1.36 1.13	0.00123
85/08/31 16:34:16	DA-310 DA-100	11.1	149.	9.8	4.9 5.2	1.30	1.9 0.8	1/2 1/4	0.19 0.67	0.41 0.44	1.15 0.86	0.00132
85/08/31 16:49:17	DA-310 DA-100	10.8	150.	8.9	4.8 5.5	1.30	1.8 0.9	1/2 1/4	0.18 0.66	0.58 0.51	1.15 0.81	0.00127
85/10/14 13:23:23	DA-310 DA-100	10.2	322.	14.9	9.4 11.8	1.51	1.7 0.3	1/2 1/4	0.15 0.71	0.42 0.45	1.55 1.30	0.00107
85/10/14 13:38:56	DA-310 DA-100	10.3	321.	19.3	8.4 10.8	1.66	2.6 1.5	1/2 1/4	0.13 0.65	0.46 0.46	1.63 1.14	0.00099
85/10/14 13:53:57	DA-310 DA-100	11.1	326.	17.8	8.6 11.3	1.47	2.4 1.2	1/2 1/4	0.18 0.85	0.55 0.53	2.19 1.67	0.00127
85/10/14 14:09:03	DA-310 DA-100	9.6	321.	16.5	10.0 12.7	1.63	1.7 0.4	1/2 1/4	0.14 0.68	0.44 0.43	1.34 1.07	0.00108
85/10/14 14:47:11	DA-310 DA-100	10.5	319.	16.9	8.4 11.1	1.48	0.8 -0.6	1/2 1/4	0.14 0.66	0.56 0.49	1.16 0.97	0.00114
85/10/14 15:02:11	DA-310 DA-100	10.6	323.	18.5	9.6 12.1	1.47	0.3 -1.6	1/2 1/4	0.15 0.71	0.61 0.54	1.79 1.43	0.00115
85/10/14 15:17:12	DA-310 DA-100	11.4	323.	13.2	7.9 10.2	1.47	0.7 -1.0	1/2 1/4	0.15 0.79	0.68 0.56	1.61 1.31	0.00120
85/10/14 15:32:12	DA-310 DA-100	11.4	325.	14.1	7.0 9.1	1.44	1.7 0.1	1/2 1/4	0.21 0.82	0.47 0.50	1.90 1.63	0.00145
85/10/14 16:20:06	DA-310 DA-100	9.7	325.	14.6	9.0 11.3	1.39	1.9 0.3	1/2 1/4	0.13 0.61	0.44 0.45	1.22 0.95	0.00105
85/10/17 10:39:34	DA-310 DA-100	10.4	326.	15.2	7.8 9.9	1.50	2.5 1.1	1/2 1/4	0.20 0.85	0.55 0.54	1.97 1.59	0.00163

表-6.1 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)	橋軸角方向 (GAL)	鉛直方向 (GAL)	ねじれ (RAD/S ²)
85/10/17 11:14:16	DA-310 DA-100	9.7	326.	11.5	7.3 9.3	1.32	1.2 -0.6	1/2 1/4	0.14 0.72	0.39 0.44	1.64 1.42	0.00106
85/12/15 03:30:59	DA-310 DA-100	10.2	259.	19.4	7.4 8.2	1.72	-0.6 -3.3	1/2 1/4	0.08 0.18	0.23 0.35	0.26 0.25	0.00039
85/12/15 03:45:59	DA-310 DA-100	11.4	254.	16.2	5.7 6.5	1.44	-0.2 -2.9	1/2 1/4	0.08 0.20	0.24 0.43	0.30 0.27	0.00044
85/12/15 04:00:59	DA-310 DA-100	13.7	251.	12.1	4.3 4.8	1.48	1.6 -1.1	1/2 1/4	0.09 0.30	0.30 0.66	0.53 0.39	0.00059
85/12/15 04:15:59	DA-310 DA-100	13.1	255.	13.2	3.7 4.3	1.35	0.8 -1.7	1/2 1/4	0.08 0.24	0.26 0.51	0.34 0.30	0.00051
85/12/15 04:31:00	DA-310 DA-100	11.6	251.	13.7	4.7 5.2	1.44	1.2 -1.6	1/2 1/4	0.08 0.23	0.24 0.35	0.42 0.33	0.00049
85/12/15 04:46:00	DA-310 DA-100	7.9	264.	33.3	9.8 11.5	1.82	0.7 -1.8	1/2 1/4	0.07 0.16	0.19 0.28	0.20 0.17	0.00031
85/12/15 05:34:36	DA-310 DA-100	10.7	243.	11.7	4.4 5.1	1.29	1.9 -0.7	1/2 1/4	0.08 0.21	0.22 0.28	0.37 0.31	0.00051
85/12/15 05:49:36	DA-310 DA-100	9.2	249.	9.8	3.9 4.3	1.32	1.1 -1.6	1/2 1/4	0.07 0.16	0.19 0.24	0.25 0.20	0.00037
85/12/15 06:05:12	DA-310 DA-100	11.1	245.	7.7	3.2 3.7	1.27	0.8 -2.0	1/2 1/4	0.07 0.22	0.22 0.27	0.27 0.27	0.00048
85/12/15 06:20:12	DA-310 DA-100	8.6	245.	10.1	3.7 4.3	1.30	1.1 -1.8	1/2 1/4	0.07 0.21	0.20 0.23	0.20 0.19	0.00039
85/12/15 08:07:26	DA-310 DA-100	11.4	255.	7.3	3.4 3.9	1.31	0.2 -2.2	1/2 1/4	0.07 0.23	0.23 0.34	0.24 0.23	0.00042
85/12/23 14:23:13	DA-310 DA-100	10.6	276.	13.3	7.0 8.4	1.40	0.5 -2.4	1/2 1/4	0.13 0.63	0.33 0.40	0.76 0.77	0.00081
85/12/23 14:52:07	DA-310 DA-100	9.7	282.	21.7	8.5 10.7	1.60	1.5 -0.4	1/2 1/4	0.13 0.64	0.31 0.43	1.14 1.15	0.00098
85/12/23 15:07:07	DA-310 DA-100	9.8	283.	14.5	8.6 10.4	1.44	0.9 -1.1	1/2 1/4	0.17 0.73	0.34 0.42	1.33 1.19	0.00113
85/12/23 22:14:41	DA-310 DA-100	11.3	286.	18.9	8.0 9.7	1.47	0.3 -1.4	1/2 1/4	0.09 0.24	0.28 0.49	0.37 0.33	0.00054
85/12/23 22:29:41	DA-310 DA-100	10.7	287.	13.4	7.8 9.6	1.46	-0.3 -2.2	1/2 1/4	0.08 0.19	0.24 0.37	0.29 0.27	0.00044
85/12/23 22:44:41	DA-310 DA-100	10.4	284.	12.0	6.3 7.8	1.40	0.2 -1.9	1/2 1/4	0.08 0.19	0.21 0.34	0.27 0.25	0.00041
85/12/23 22:59:42	DA-310 DA-100	10.5	295.	14.7	8.3 10.5	1.56	0.5 -0.5	1/2 1/4	0.10 0.28	0.25 0.34	0.50 0.40	0.00062
85/12/23 23:14:42	DA-310 DA-100	11.8	295.	17.1	8.5 10.8	1.55	0.3 -0.9	1/2 1/4	0.11 0.35	0.32 0.50	0.62 0.48	0.00069
85/12/23 23:29:42	DA-310 DA-100	11.7	292.	15.6	8.2 10.3	1.41	0.2 -1.1	1/2 1/4	0.10 0.27	0.29 0.45	0.55 0.40	0.00061
85/12/23 23:44:42	DA-310 DA-100	9.5	294.	20.2	9.0 11.4	1.63	0.4 -0.8	1/2 1/4	0.08 0.20	0.23 0.28	0.43 0.31	0.00048
85/12/24 01:56:20	DA-310 DA-100	12.2	314.	19.6	9.5 12.1	1.56	0.4 -0.7	1/2 1/4	0.12 0.46	0.47 0.44	1.60 1.03	0.00079
85/12/27 12:13:11	DA-310 DA-100							1/2 1/4				
85/12/27 12:45:09	DA-310 DA-100	10.9	338.	14.1	8.8 11.0	1.59	1.3 -0.1	1/2 1/4	0.21 1.17	0.52 0.49	1.95 1.55	0.00154

表- 6.1 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)
85/12/27 13:00:09	DA-310 DA-100	12.7	338.	13.2	7.7 9.2	1.52	0.8 -0.6	1/2 1/4	0.21 1.95	0.78 0.64	3.05 2.14	0.00189
85/12/27 13:15:09	DA-310 DA-100	11.0	332.	16.3	9.6 12.0	1.48	2.5 1.4	1/2 1/4	0.21 1.58	0.54 0.52	2.15 1.66	0.00152
85/12/27 13:30:09	DA-310 DA-100	12.7	340.	12.5	7.6 9.6	1.39	1.7 0.1	1/2 1/4	0.23 1.96	0.63 0.60	2.64 2.07	0.00176
85/12/27 13:45:10	DA-310 DA-100	12.8	340.	14.5	7.0 8.7	1.38	0.8 -0.5	1/2 1/4	0.28 1.91	0.80 0.69	3.30 2.34	0.00212
85/12/27 14:00:10	DA-310 DA-100	11.3	332.	14.4	8.5 10.8	1.41	1.0 -0.6	1/2 1/4	0.20 1.27	0.54 0.49	1.83 1.48	0.00147
85/12/27 14:15:10	DA-310 DA-100	12.0	336.	12.4	8.3 10.2	1.33	1.2 -0.2	1/2 1/4	0.22 1.69	0.58 0.54	2.62 2.07	0.00170
85/12/27 14:30:10	DA-310 DA-100	11.2	336.	15.0	8.9 11.3	1.42	1.8 0.4	1/2 1/4	0.21 1.45	0.61 0.55	1.94 1.51	0.00159
85/12/27 15:18:59	DA-310 DA-100	11.1	330.	15.8	8.6 10.7	1.43	2.1 0.8	1/2 1/4	0.24 1.35	0.56 0.53	2.00 1.66	0.00159
85/12/27 15:43:48	DA-310 DA-100	12.1	327.	13.2	8.0 9.9	1.36	1.7 0.1	1/2 1/4	0.21 1.32	0.60 0.54	1.96 1.62	0.00152
86/02/02 11:53:20	DA-310 DA-100	9.4	306.	21.0	12.1 14.9	1.75	3.1 2.7	1/2 1/4	0.11 0.34	0.30 0.33	0.73 0.55	0.00076
86/02/02 12:08:20	DA-310 DA-100	9.7	304.	20.8	11.2 13.8	1.60	2.8 2.4	1/2 1/4	0.11 0.55	0.30 0.83	4.01 0.87	0.00580
86/02/02 12:23:20	DA-310 DA-100	11.6	316.	13.8	7.4 9.3	1.34	0.6 -0.6	1/2 1/4	0.16 0.58	0.38 0.38	1.23 0.83	0.00108
86/02/02 12:38:20	DA-310 DA-100	10.9	311.	15.0	8.3 10.9	1.38	-0.3 -1.5	1/2 1/4	0.13 0.46	0.37 0.36	1.01 0.68	0.00092
86/02/02 12:57:15	DA-310 DA-100	9.4	308.	14.9	8.6 11.1	1.37	0.1 -1.0	1/2 1/4	0.09 0.27	0.25 0.27	0.45 0.37	0.00063
86/02/03 15:10:54	DA-310 DA-100	9.7	322.	16.4	9.5 11.9	1.49	2.4 1.3	1/2 1/4	0.18 0.57	0.48 0.44	1.65 1.38	0.00135
86/02/03 15:28:43	DA-310 DA-100	10.2	315.	19.4	9.7 12.0	1.53	2.2 1.6	1/2 1/4	0.17 0.69	0.44 0.43	1.23 1.06	0.00110
86/02/03 15:43:43	DA-310 DA-100	10.9	302.	13.5	7.8 10.0	1.42	-0.1 -1.3	1/2 1/4	0.22 0.71	0.34 0.39	1.49 1.69	0.00137
86/02/03 15:58:44	DA-310 DA-100	10.8	306.	14.8	6.5 8.8	1.32	-0.8 -1.9	1/2 1/4	0.15 0.77	0.34 0.38	1.17 1.10	0.00102
86/02/03 16:13:44	DA-310 DA-100	9.9	309.	17.9	8.4 10.8	1.50	0.2 -0.8	1/2 1/4	0.14 0.59	0.33 0.35	1.28 0.88	0.00099
86/02/04 14:36:36	DA-310 DA-100	9.0	309.	15.9	9.1 11.7	1.55	0.5 -0.5	1/2 1/4	0.09 0.41	0.25 0.29	0.60 0.49	0.00069
86/02/11 23:16:21	DA-310 DA-100	11.2	320.	10.8	5.7 7.3	1.32	0.1 -1.4	1/2 1/4	0.19 0.64	0.40 0.41	1.01 0.78	0.00128
86/02/11 23:31:21	DA-310 DA-100	10.3	318.	11.4	6.4 8.4	1.35	0.2 -1.1	1/2 1/4	0.17 0.51	0.38 0.38	0.76 0.65	0.00117
86/02/12 12:10:06	DA-310 DA-100	10.5	329.	17.3	11.6 14.1	1.50	3.5 2.7	1/2 1/4	0.18 0.96	0.45 0.43	1.69 1.15	0.00120
86/02/12 12:25:06	DA-310 DA-100	11.8	325.	13.2	8.1 10.4	1.48	1.0 -0.8	1/2 1/4	0.18 0.91	0.47 0.44	1.40 1.01	0.00124
86/02/12 12:40:07	DA-310 DA-100	10.2	336.	16.2	9.0 11.0	1.50	1.7 0.5	1/2 1/4	0.21 1.10	0.46 0.49	1.74 1.50	0.00145

表-6.1 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)
86/02/12 15:49:22	DA-310 DA-100	11.2	315.	15.2	7.4 9.5	1.41	-0.1 -1.3	1/2 1/4	0.14 0.50	0.40 0.39	1.07 0.83	0.00104
86/02/15 14:55:57	DA-310 DA-100	9.6	285.	15.1	7.8 9.6	1.49	0.2 -2.0	1/2 1/4	0.15 0.55	0.35 0.40	1.27 1.04	0.00092
86/02/15 15:22:16	DA-310 DA-100	13.7	315.	15.2	5.7 7.3	1.46	-1.0 -2.5	1/2 1/4	0.16 0.88	0.59 0.51	2.25 1.41	0.00117
86/02/15 15:37:16	DA-310 DA-100	11.7	309.	17.9	8.7 10.9	1.46	0.5 -0.5	1/2 1/4	0.19 0.78	0.59 0.54	1.35 1.12	0.00135
86/02/15 16:02:04	DA-310 DA-100	12.5	334.	14.1	8.6 10.4	1.46	2.5 1.5	1/2 1/4	0.21 1.74	0.65 0.62	2.69 2.12	0.00160
86/02/15 16:17:04	DA-310 DA-100	15.3	336.	14.2	8.4 10.1	1.43	1.5 0.3	1/2 1/4	0.30 2.63	1.17 1.03	4.23 3.07	0.00188
86/02/17 14:33:11	DA-310 DA-100	10.3	310.	14.8	7.8 10.1	1.40	-0.1 -1.2	1/2 1/4	0.13 0.48	0.34 0.34	1.01 0.77	0.00090
86/02/19 12:54:43	DA-310 DA-100	10.9	312.	19.3	9.6 11.9	1.58	0.9 -0.1	1/2 1/4	0.14 0.61	0.42 0.40	1.54 0.95	0.00095
86/02/19 13:09:43	DA-310 DA-100	13.5	312.	15.7	8.3 10.4	1.40	-0.2 -1.3	1/2 1/4	0.22 1.01	0.57 0.57	2.44 1.77	0.00149
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 13:54:43	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 14:54:44	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	0.00132
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 17:16:54	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.	14.5	7.9 10.3	1.47	-0.8 -2.4	1/2 1/4	0.17 0.51	0.22 0.28	0.96 1.18	0.00072
86/02/20 16:40:26	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

表-6.1 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)
86/02/20 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	0.02 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
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	13.4	308.	19.5	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 13:46:20	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 00:39:44	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

表-6.1 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)
86/03/16 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 15:18:40	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 15:52:50	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
86/03/16 16:37:51	DA-310 DA-100	14.6	299.	13.1	5.5 7.3	1.27	0.3 -0.2	1/2 1/4	0.16 0.71	0.43 0.54	1.01 0.74	0.00099
86/03/16 16:52:51	DA-310 DA-100	15.2	299.	9.7	5.3 6.9	1.24	-0.5 -1.3	1/2 1/4	0.16 0.71	0.41 0.56	1.11 0.81	0.00100
86/03/17 11:13:58	DA-310 DA-100	12.3	329.	14.7	8.3 10.4	1.37	1.4 -0.1	1/2 1/4	0.20 1.47	0.64 0.56	2.72 1.81	0.00148
86/03/17 13:01:50	DA-310 DA-100	12.5	337.	18.2	9.5 11.6	1.53	2.1 1.0	1/2 1/4	0.20 2.15	0.73 0.63	2.40 1.86	0.00156
86/03/17 13:16:51	DA-310 DA-100	12.6	332.	15.1	8.2 10.1	1.47	0.5 -1.0	1/2 1/4	0.19 1.49	0.74 0.61	2.21 1.67	0.00151
86/03/17 13:38:51	DA-310 DA-100	13.3	328.	14.5	8.3 10.5	1.46	1.0 -0.6	1/2 1/4	0.23 1.96	0.77 0.65	2.97 2.17	0.00155
86/03/17 14:07:21	DA-310 DA-100	12.9	328.	12.7	8.6 10.6	1.41	1.3 -0.1	1/2 1/4	0.21 1.76	0.61 0.58	2.57 1.94	0.00156
86/03/19 22:57:30	DA-310 DA-100	11.6	316.	13.5	6.1 7.8	1.40	0.4 -0.8	1/2 1/4	0.16 0.61	0.41 0.42	1.24 0.85	0.00114
86/03/19 23:23:07	DA-310 DA-100	12.0	310.	11.6	7.4 9.7	1.39	-0.2 -1.3	1/2 1/4	0.15 0.64	0.47 0.45	1.36 0.88	0.00106
86/03/20 07:46:12	DA-310 DA-100	13.0	317.	15.0	6.9 9.0	1.47	-0.1 -1.5	1/2 1/4	0.19 0.99	0.50 0.50	2.40 1.58	0.00138
86/03/20 09:32:53	DA-310 DA-100	12.8	311.	17.4	8.8 11.0	1.44	0.5 -0.5	1/2 1/4	0.17 0.81	0.52 0.50	1.58 1.14	0.00125
86/03/20 09:47:53	DA-310 DA-100	11.7	310.	20.2	8.5 10.8	1.55	1.4 0.8	1/2 1/4	0.17 0.80	0.44 0.45	1.30 1.05	0.00113
86/03/20 10:02:53	DA-310 DA-100	13.8	313.	17.5	9.0 11.4	1.42	0.5 -0.4	1/2 1/4	0.19 1.18	0.62 0.57	2.22 1.63	0.00134
86/03/20 11:31:57	DA-310 DA-100	11.5	302.	16.0	10.4 12.9	1.53	1.0 0.1	1/2 1/4	0.14 0.60	0.36 0.42	1.21 0.92	0.00095
86/03/20 12:31:56	DA-310 DA-100	15.3	312.	16.0	8.2 10.2	1.49	-0.2 -1.3	1/2 1/4	0.20 1.32	0.87 0.72	2.35 1.83	0.00137
86/03/20 12:46:56	DA-310 DA-100	15.1	305.	16.0	8.7 10.9	1.47	0.3 -0.6	1/2 1/4	0.16 1.08	0.65 0.69	2.66 1.66	0.00117

表-6.1 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)	延直方向 (GAL)	ねじれ (RAD/S ²)
86/03/20 13:01:56	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 13:16:57	DA-100				11.3		0.4	1/4	1.44	0.71	1.88	
86/03/20 13:16:57	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 13:31:57	DA-100				10.2		0.1	1/4	1.29	0.79	1.96	
86/03/20 13:31:57	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 13:46:57	DA-100				10.9		0.8	1/4	1.35	0.88	2.32	
86/03/20 14:01:57	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 14:16:58	DA-100				9.4		-0.8	1/4	1.38	0.76	2.13	
86/03/20 14:16:58	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 14:31:58	DA-100				9.7		-1.2	1/4	1.25	0.79	2.06	
86/03/20 14:46:58	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 15:01:57	DA-100				9.5		-0.6	1/4	1.10	0.77	2.03	
86/03/20 15:01:57	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 15:16:58	DA-100				10.2		-1.0	1/4	1.20	0.75	1.63	
86/03/20 15:25:08	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 15:40:08	DA-100				9.1		-1.7	1/4	1.31	0.64	1.77	
86/03/20 15:40:08	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 15:55:08	DA-100				12.4		0.3	1/4	0.76	0.68	1.34	
86/03/20 16:10:08	DA-310	12.7	298.	18.8	9.7	1.59	0.4	1/2	0.16	0.47	1.31	0.00116
86/03/20 16:25:09	DA-100				12.2		-0.5	1/4	0.85	0.55	1.11	
86/03/20 16:25:09	DA-310	13.4	300.	20.0	7.6	1.47	0.2	1/2	0.20	0.56	1.57	0.00145
86/03/20 16:41:37	DA-100				9.8		-0.5	1/4	0.92	0.72	1.22	
86/03/20 16:41:37	DA-310	12.9	300.	20.5	9.5	1.51	1.5	1/2	0.22	0.66	2.08	0.00175
86/03/20 16:56:37	DA-100				12.0		0.9	1/4	1.22	0.72	1.83	
86/03/20 17:06:30	DA-310	10.9	307.	16.4	9.7	1.48	0.9	1/2	0.21	0.55	2.24	0.00155
86/03/20 17:21:31	DA-100				12.5		0.2	1/4	1.10	0.53	1.86	
86/03/20 17:21:31	DA-310	13.0	312.	14.9	8.6	1.34	0.4	1/2	0.17	0.57	1.50	0.00125
86/03/20 17:41:37	DA-100				10.8		-0.5	1/4	0.86	0.51	1.09	
86/03/20 17:41:37	DA-310	12.0	312.	19.6	8.5	1.50	0.7	1/2	0.16	0.44	1.52	0.00109
86/03/20 17:56:30	DA-100				10.9		-0.1	1/4	0.86	0.46	1.10	
86/03/20 18:11:37	DA-310	11.9	310.	16.3	9.0	1.52	0.8	1/2	0.18	0.45	1.81	0.00123
86/03/20 18:26:37	DA-100				11.6		0.1	1/4	0.86	0.47	1.30	
86/03/20 18:41:37	DA-310	13.0	153.	8.4	4.8	1.30	3.7	1/2	0.18	0.46	1.75	0.00134
86/03/20 18:56:37	DA-100				20.1		3.2	1/4	1.51	0.56	1.53	
86/03/20 19:11:37	DA-310	14.7	125.	9.6	4.9	1.29	3.6	1/2	0.20	0.65	2.23	0.00147
86/03/20 19:26:37	DA-100				7.6		2.4	1/4	1.84	0.68	1.94	
86/03/20 19:41:37	DA-310	12.9	230.	10.4	4.6	1.27	2.9	1/2	0.17	0.47	2.32	0.00133
86/03/20 19:56:37	DA-100				56.9		6.7	1/4	1.34	0.52	1.64	
86/03/20 20:11:37	DA-310	12.8	315.	15.7	8.3	1.50	0.6	1/2	0.18	0.62	1.86	0.00132
86/03/20 20:26:37	DA-100				10.3		-0.5	1/4	0.96	0.54	1.41	
86/03/20 20:41:37	DA-310	13.1	315.	18.2	9.7	1.49	1.4	1/2	0.20	0.53	2.29	0.00146
86/03/20 20:56:37	DA-100				12.2		0.6	1/4	1.20	0.52	1.58	
86/03/20 21:11:37	DA-310	13.3	317.	17.4	8.1	1.46	0.8	1/2	0.20	0.73	2.09	0.00148
86/03/20 21:26:37	DA-100				10.3		-0.4	1/4	1.29	0.63	1.69	
86/03/20 21:41:37	DA-310	12.8	315.	17.7	9.3	1.49	0.9	1/2	0.17	0.59	2.29	0.00122
86/03/20 21:56:37	DA-100				11.4		-0.2	1/4	1.10	0.52	1.53	
86/03/20 22:11:37	DA-310	12.2	313.	15.5	8.8	1.57	1.1	1/2	0.17	0.45	1.74	0.00120
86/03/20 22:26:37	DA-100				11.3		0.2	1/4	0.85	0.46	1.36	
86/03/20 22:41:37	DA-310	13.0	315.	16.6	8.7	1.57	0.3	1/2	0.16	0.61	1.78	0.00112
86/03/20 22:56:37	DA-100				10.7		-1.0	1/4	0.89	0.53	1.19	

表-6.1 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)
86/03/24 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 11:16:15	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
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 05:49:48	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 12:37:13	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 14:09:50	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

表-6.1 基本統計量の計算結果 (その9)

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)
86/04/15 08:51:27	DA-310 DA-100	12.4	137.	14.2	5.0 5.3	1.38	1.4 0.8	1/2 1/4				
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				
86/04/22 10:22:15	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				
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				
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				
86/04/22 13:36:50	DA-310 DA-100	14.1	128.	14.0	5.7 6.1	1.40	2.2 0.9	1/2 1/4	0.10 0.79	0.48 0.54	1.95 1.44	0.00123
86/04/22 13:51:51	DA-310 DA-100	15.1	128.	12.9	6.0 6.3	1.40	2.5 1.2	1/2 1/4	0.12 0.99	0.67 0.66	2.08 1.78	0.00152
86/04/22 14:06:51	DA-310 DA-100	14.1	128.	14.1	5.6 6.1	1.38	2.4 1.0	1/2 1/4	0.10 0.79	0.60 0.63	1.78 1.36	0.00134
86/04/22 15:29:51	DA-310 DA-100	13.3	124.	16.0	6.0 6.4	1.70	2.4 0.8	1/2 1/4	0.07 0.65	0.41 0.50	1.45 1.03	0.00108
86/05/14 07:52:53	DA-310 DA-100	15.9	124.	16.6	5.4 5.8	1.51	3.1 1.6	1/2 1/4	0.16 0.90	0.58 0.72	2.26 1.46	0.00117
86/05/14 08:07:53	DA-310 DA-100	13.4	123.	21.3	7.0 7.8	1.78	2.8 1.0	1/2 1/4	0.14 0.68	0.59 0.67	1.92 1.23	0.00104
86/05/14 08:24:05	DA-310 DA-100	15.2	117.	15.1	5.4 5.9	1.42	2.6 0.7	1/2 1/4	0.13 0.74	0.51 0.66	1.40 1.08	0.00102
86/05/14 08:39:06	DA-310 DA-100	14.3	118.	15.0	5.7 6.3	1.49	2.6 0.8	1/2 1/4	0.14 0.67	0.49 0.70	1.33 1.03	0.00095
86/05/14 08:54:06	DA-310 DA-100	14.9	117.	19.3	5.5 6.2	1.58	2.0 0.2	1/2 1/4	0.25 1.59	0.91 0.70	2.06 1.41	0.00175
86/05/14 09:40:46	DA-310 DA-100	14.5	115.	12.7	5.2 6.0	1.38	2.0 0.2	1/2 1/4	0.13 1.04	0.62 0.68	1.65 1.10	0.00129
86/05/14 09:56:46	DA-310 DA-100	14.3	119.	15.1	5.4 6.0	1.38	2.2 0.4	1/2 1/4	0.11 0.95	0.61 0.70	1.24 0.96	0.00122
86/05/14 10:55:27	DA-310 DA-100	14.0	120.	17.9	5.9 6.5	1.46	2.5 0.6	1/2 1/4	0.12 1.03	0.37 0.63	1.33 1.09	0.00087
86/05/14 11:16:37	DA-310 DA-100	13.9	118.	16.7	6.3 7.0	1.54	1.8 -0.2	1/2 1/4	0.14 0.94	0.44 0.80	1.25 0.93	0.00108
86/05/14 11:31:37	DA-310 DA-100	13.4	118.	12.3	5.6 6.4	1.38	2.5 0.5	1/2 1/4	0.15 0.64	0.47 0.66	0.96 0.98	0.00102
86/05/14 12:15:06	DA-310 DA-100	14.7	117.	14.2	5.4 6.1	1.45	2.4 0.6	1/2 1/4	0.21 0.76	0.66 1.16	1.56 1.15	0.00167
86/05/14 12:47:12	DA-310 DA-100	14.5	117.	15.4	5.8 6.7	1.50	2.0 0.1	1/2 1/4	0.23 0.74	0.76 1.43	1.48 1.09	0.00181

表-6.1 基本統計量の計算結果 (その10)

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)
86/05/14 13:02:12	DA-310 DA-100	13.4	115.	13.7	5.2 6.0	1.53	2.2 0.1	1/2 1/4	0.21 1.16	0.67 1.02	1.64 1.57	0.00201
86/05/14 14:31:52	DA-310 DA-100	13.9	117.	16.1	5.6 6.6	1.47	2.1 -0.1	1/2 1/4	0.10 0.51	0.43 0.60	0.92 0.69	0.00072
86/07/25 12:00:35	DA-310 DA-100							1/2 1/4				
86/07/25 12:17:07	DA-310 DA-100							1/2 1/4				
86/07/25 12:33:42	DA-310 DA-100							1/2 1/4				
86/07/25 12:50:16	DA-310 DA-100							1/2 1/4				
86/07/25 13:15:05	DA-310 DA-100							1/2 1/4				
86/07/25 13:31:35	DA-310 DA-100							1/2 1/4				
86/07/25 13:48:03	DA-310 DA-100							1/2 1/4				
86/07/25 14:36:53	DA-310 DA-100							1/2 1/4				
86/07/25 16:46:47	DA-310 DA-100							1/2 1/4				
86/08/05 10:28:12	DA-310 DA-100	13.6	315.	14.6	8.1 10.4	1.38	1.1 0.2	1/2 1/4	0.21 1.04	0.98 0.76	2.21 1.68	0.00165
86/08/05 10:59:00	DA-310 DA-100	13.2	316.	15.4	8.2 10.4	1.36	0.7 -0.6	1/2 1/4	0.18 1.00	0.63 0.58	2.47 1.70	0.00146
86/08/05 13:48:02	DA-310 DA-100	13.7	308.	16.5	9.2 11.5	1.46	0.8 -0.1	1/2 1/4	0.16 0.85	0.66 0.70	1.89 1.44	0.00137
86/08/05 14:15:21	DA-310 DA-100	13.9	308.	16.5	9.4 11.7	1.48	0.3 -0.8	1/2 1/4	0.18 0.90	0.91 0.78	1.85 1.57	0.00148
86/08/05 14:35:22	DA-310 DA-100	14.9	306.	15.9	8.7 11.0	1.44	0.6 -0.4	1/2 1/4	0.18 1.09	0.93 0.88	2.59 1.81	0.00152
86/08/05 14:50:22	DA-310 DA-100	14.2	307.	18.9	9.0 11.5	1.55	0.6 -0.2	1/2 1/4	0.18 1.09	0.90 0.79	2.21 1.80	0.00150
86/08/05 15:05:22	DA-310 DA-100	14.1	309.	19.8	9.6 11.8	1.57	2.1 1.6	1/2 1/4	0.22 1.16	0.74 0.74	2.77 2.02	0.00163
86/08/05 15:20:23	DA-310 DA-100	16.2	302.	14.5	7.6 9.6	1.41	0.4 -0.3	1/2 1/4	0.24 1.19	0.88 0.89	2.43 2.06	0.00173
86/08/05 15:35:23	DA-310 DA-100	13.8	308.	19.0	9.8 12.0	1.45	1.9 1.2	1/2 1/4	0.22 1.12	1.01 0.87	3.31 2.36	0.00163
86/08/05 16:11:08	DA-310 DA-100	14.6	301.	17.4	8.8 11.0	1.49	0.8 -0.1	1/2 1/4	0.33 1.50	0.77 0.90	3.26 2.55	0.00220
86/10/08 12:35:09	DA-310 DA-100	13.2	308.	16.4	7.9 10.1	1.46	0.0 -2.9	1/2 1/4	0.12 0.64	0.51 0.52	1.44 1.08	0.00111
86/10/08 13:55:45	DA-310 DA-100	15.0	308.	12.4	7.2 9.4	1.38	-0.4 -7.5	1/2 1/4	0.13 0.83	0.73 0.64	2.05 1.38	0.00124
86/10/08 14:14:48	DA-310 DA-100	14.5	309.	17.9	6.6 10.2	1.41	0.0 -5.6	1/2 1/4	0.17 0.95	0.65 0.63	2.61 1.78	0.00152
86/10/08 14:39:36	DA-310 DA-100	14.0	306.	16.7	7.4 9.5	1.45	-0.9 -3.9	1/2 1/4	0.17 0.82	0.68 0.63	1.87 1.56	0.00143

表-6.1 基本統計量の計算結果(その11)

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 lw (%)	乱れ強さ lw (%)	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)
86/10/13 14:09:41	DA-310 DA-100	8.1	302.	16.6	10.1	1.41	1.0	1/2 1/4	0.10 0.46	0.32 0.38	1.13 1.05	0.00090
86/10/13 14:25:29	DA-310 DA-100	8.6	293.	16.6	10.1	1.45	0.2	1/2 1/4	0.12 0.45	0.31 0.43	1.40 1.40	0.00085
86/10/30 14:18:15	DA-310 DA-100	13.5	322.	14.5	8.4	1.40	1.2	1/2 1/4	0.20 1.32	0.68 0.61	2.89 2.11	0.00166
86/11/11 11:40:30	DA-310 DA-100	14.0	320.	17.2	9.5	1.53	0.7	1/2 1/4	0.12 1.45	0.81 0.69	2.92 1.95	0.00137
86/11/11 11:56:26	DA-310 DA-100	13.0	315.	16.9	10.1	1.47	1.4	1/2 1/4	0.10 1.20	0.63 0.58	2.14 1.43	0.00119
86/12/07 12:52:21	DA-310 DA-100	14.5	305.	17.9	7.6 10.0	1.43	0.6 0.3	1/2 1/4	0.11 0.90	0.56 0.64	1.45 1.02	0.00106
86/12/07 13:07:21	DA-310 DA-100	15.7	302.	15.5	7.6 9.9	1.34	0.2 -0.4	1/2 1/4	0.11 0.93	0.47 0.61	1.43 1.11	0.00105
86/12/07 13:22:22	DA-310 DA-100	14.0	297.	17.1	8.8 11.2	1.39	1.4 1.1	1/2 1/4	0.10 0.65	0.45 0.58	1.05 0.74	0.00085
86/12/20 03:22:51	DA-310 DA-100	13.9	308.	14.5	7.8 9.9	1.42	0.9 0.8	1/2 1/4	0.09 0.94	0.53 0.57	1.70 1.19	0.00121
87/01/01 05:07:09	DA-310 DA-100	15.0	296.	19.5	9.6 12.0	1.65	0.9 0.3	1/2 1/4	0.15 0.80	0.58 0.93	1.48 1.12	0.00101
87/01/01 05:22:09	DA-310 DA-100	13.4	304.	14.5	8.3 10.4	1.50	0.2 -0.1	1/2 1/4	0.14 0.66	0.43 0.56	1.16 0.89	0.00102
87/01/03 12:10:06	DA-310 DA-100	14.7	308.	9.8	5.5 7.4	1.36	-0.0 -0.5	1/2 1/4	0.13 0.95	0.50 0.50	1.28 0.95	0.00114
87/01/03 13:29:15	DA-310 DA-100	14.5	311.	14.2	6.6 8.6	1.41	0.3 -0.1	1/2 1/4	0.14 1.18	0.57 0.54	1.47 1.12	0.00121
87/01/08 08:19:18	DA-310 DA-100	14.2	313.	15.5	7.9 10.0	1.62	0.5 -0.1	1/2 1/4	0.19 1.30	0.64 0.65	2.64 1.99	0.00157
87/01/12 16:21:25	DA-310 DA-100							1/2 1/4				
87/01/12 16:36:26	DA-310 DA-100							1/2 1/4				
87/01/12 16:51:26	DA-310 DA-100							1/2 1/4				
87/02/16 13:52:55	DA-310 DA-100							1/2 1/4				
87/02/25 10:01:24	DA-310 DA-100	15.8	298.	16.1	7.5 9.9	1.40	0.0 -0.9	1/2 1/4	0.21 0.97	0.58 0.76	1.72 1.71	0.00139
87/02/25 10:20:47	DA-310 DA-100	12.8	299.	19.7	8.7 11.0	1.56	0.3 -0.3	1/2 1/4	0.15 0.99	0.43 0.53	1.24 1.10	0.00105
87/02/25 10:55:53	DA-310 DA-100	13.6	305.	16.4	9.1 11.6	1.50	0.2 -0.4	1/2 1/4	0.17 0.95	0.55 0.52	1.51 1.36	0.00120
87/02/25 11:10:54	DA-310 DA-100	12.4	297.	16.6	7.8 10.1	1.53	-0.1 -0.8	1/2 1/4	0.19 0.80	0.47 0.55	1.63 1.49	0.00130
87/02/25 11:32:43	DA-310 DA-100	15.5	299.	12.7	6.8 8.6	1.39	-1.2 -2.3	1/2 1/4	0.22 1.18	0.59 0.66	2.45 1.84	0.00158
87/02/25 11:47:43	DA-310 DA-100	12.0	310.	19.3	10.4 12.9	1.55	1.7 1.5	1/2 1/4	0.18 1.07	0.47 0.46	1.65 1.31	0.00113
87/03/07 13:15:11	DA-310 DA-100							1/2 1/4				

表- 6.1 基本統計量の計算結果 (その12)

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 lu (%)	乱れ強さ lw (%)	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)
87/03/07 13:53:01	DA-310 DA-100							1/2 1/4				
87/03/07 15:10:59	DA-310 DA-100							1/2 1/4				
87/03/07 15:25:59	DA-310 DA-100	17.8	277.	126.4	70.8 3.0	3.35	4.6 1.6	1/2 1/4	0.07 0.17	0.18 0.20	0.34 0.29	0.00034
87/03/14 20:10:21	DA-310 DA-100	14.7	310.	15.7	6.3 8.3	1.45	-0.4 -0.8	1/2 1/4	0.15 1.15	0.55 0.53	1.39 1.05	0.00124
87/03/14 21:10:25	DA-310 DA-100	14.3	302.	12.1	5.2 7.0	1.33	-0.6 -1.1	1/2 1/4	0.15 0.68	0.38 0.44	0.97 0.70	0.00101
87/03/20 07:18:56	DA-310 DA-100	12.7	297.	13.2	7.8 10.1	1.38	0.0 -0.4	1/2 1/4	0.19 0.82	0.41 0.53	1.92 1.56	0.00141
87/03/20 07:37:08	DA-310 DA-100	14.4	298.	14.7	6.1 7.9	1.34	-0.1 -1.0	1/2 1/4	0.16 0.87	0.46 0.58	1.41 1.16	0.00129
87/03/24 17:45:39	DA-310 DA-100	13.9	312.	14.2	6.6 8.5	1.41	0.1 -0.5	1/2 1/4	0.14 0.98	0.69 0.57	1.90 1.32	0.00118
87/03/24 20:15:22	DA-310 DA-100	14.4	271.	7.1	5.1 6.6	1.27	2.9 2.7	1/2 1/4	0.15 1.83	0.54 0.61	1.83 1.59	0.00156
87/03/24 21:16:40	DA-310 DA-100	14.3	341.	10.6	6.3 7.9	1.30	1.5 1.5	1/2 1/4	0.19 2.28	0.84 0.69	2.90 2.11	0.00183
87/03/25 10:13:29	DA-310 DA-100	15.4	310.	14.8	8.4 10.5	1.48	0.3 0.0	1/2 1/4	0.18 1.33	0.69 0.80	2.86 1.91	0.00134
87/03/25 10:28:30	DA-310 DA-100	14.5	311.	16.8	7.8 10.3	1.45	0.6 0.3	1/2 1/4	0.17 1.29	0.58 0.70	2.19 1.53	0.00132
87/03/25 12:15:04	DA-310 DA-100	15.3	309.	14.4	7.8 10.2	1.52	-0.2 -0.7	1/2 1/4	0.18 1.11	0.79 0.77	2.60 1.76	0.00125
87/03/25 12:30:04	DA-310 DA-100	14.0	303.	16.0	7.5 9.6	1.46	-0.1 -0.4	1/2 1/4	0.15 0.70	0.41 0.57	1.24 0.85	0.00098
87/03/25 13:23:47	DA-310 DA-100	14.5	306.	15.1	7.4 9.8	1.38	-0.5 -0.8	1/2 1/4	0.17 1.00	0.58 0.60	1.75 1.33	0.00119
87/03/25 14:52:29	DA-310 DA-100	14.4	317.	12.7	8.1 10.3	1.40	-0.1 -0.9	1/2 1/4	0.20 1.17	0.67 0.59	2.11 1.61	0.00142
87/03/31 14:49:36	DA-310 DA-100	15.3	308.	15.7	8.5 10.9	1.40	-0.1 -0.9	1/2 1/4	0.17 1.03	0.67 0.62	2.48 1.79	0.00118
87/03/31 15:33:10	DA-310 DA-100	15.0	319.	16.2	8.3 10.8	1.49	0.9 0.4	1/2 1/4	0.21 1.61	0.84 0.74	2.90 2.14	0.00158
87/03/31 15:48:10	DA-310 DA-100	16.1	317.	12.5	6.7 8.6	1.35	0.6 -0.3	1/2 1/4	0.21 1.73	0.91 0.76	3.52 2.41	0.00157
87/03/31 16:03:11	DA-310 DA-100	13.7	316.	13.9	7.9 10.1	1.36	1.0 0.6	1/2 1/4	0.22 1.29	0.61 0.56	2.72 2.16	0.00151
87/03/31 16:35:07	DA-310 DA-100	14.8	328.	12.5	7.7 9.8	1.52	1.1 0.2	1/2 1/4	0.22 2.13	0.80 0.68	3.40 2.40	0.00169
87/04/21 11:42:52	DA-310 DA-100	13.4	149.	8.9	4.8 4.9	1.32	1.9 3.1	1/2 1/4	0.11 1.14	0.46 0.46	1.42 1.17	0.00134
87/04/21 12:52:02	DA-310 DA-100	15.0	152.	8.7	4.3 4.5	1.27	1.6 2.7	1/2 1/4	0.13 1.48	0.73 0.64	2.42 1.83	0.00162
87/04/21 13:07:03	DA-310 DA-100	15.0	153.	8.1	4.1 4.6	1.31	1.5 2.5	1/2 1/4	0.12 1.46	0.71 0.60	2.31 1.69	0.00157
87/04/21 13:22:03	DA-310 DA-100	14.1	151.	8.9	4.4 4.5	1.32	1.2 2.2	1/2 1/4	0.12 1.15	0.62 0.53	1.95 1.46	0.00145

表-6.1 基本統計量の計算結果 (その13)

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)
87/04/21 13:53:06	DA-310	14.2	148.	15.8	5.5	1.49	1.9	1/2	0.12	0.79	2.16	0.00148
	DA-100				5.4		3.1	1/4	1.28	0.68	1.56	
87/04/21 14:08:06	DA-310	14.3	152.	10.7	4.2	1.35	1.8	1/2	0.13	0.63	2.28	0.00162
	DA-100				4.4		2.8	1/4	1.29	0.58	1.71	
87/04/21 14:23:07	DA-310	14.0	151.	13.3	5.5	1.42	1.9	1/2	0.14	0.69	2.01	0.00157
	DA-100				5.7		3.0	1/4	1.23	0.62	1.63	
87/04/21 15:02:31	DA-310	14.1	156.	10.2	4.6	1.31	1.4	1/2	0.12	0.83	2.18	0.00155
	DA-100				5.4		2.3	1/4	1.36	0.70	1.59	
87/04/21 15:21:26	DA-310	15.2	148.	10.7	4.9	1.38	1.5	1/2	0.13	0.85	3.10	0.00162
	DA-100				4.7		2.8	1/4	1.33	0.70	2.02	
87/04/21 15:36:27	DA-310	14.0	150.	10.9	5.6	1.35	1.8	1/2	0.13	0.87	2.34	0.00158
	DA-100				5.5		3.1	1/4	1.22	0.70	1.70	
87/04/21 18:03:34	DA-310	13.8	152.	10.2	4.2	1.31	1.9	1/2	0.12	0.70	1.95	0.00143
	DA-100				4.3		2.9	1/4	1.34	0.59	1.48	
87/04/21 18:18:44	DA-310	15.1	148.	9.5	4.7	1.35	1.3	1/2	0.12	0.72	1.85	0.00152
	DA-100				4.7		2.7	1/4	1.37	0.65	1.56	
87/04/21 18:33:44	DA-310	15.3	151.	9.0	3.9	1.28	1.6	1/2	0.12	0.58	2.20	0.00154
	DA-100				4.1		2.8	1/4	1.56	0.58	1.65	
87/04/21 18:49:47	DA-310	13.4	152.	10.4	4.2	1.33	1.8	1/2	0.11	0.47	1.63	0.00141
	DA-100				4.6		2.7	1/4	1.22	0.46	1.22	
87/04/21 19:05:30	DA-310	14.3	152.	7.2	4.0	1.30	1.6	1/2	0.12	0.63	1.79	0.00154
	DA-100				4.2		2.6	1/4	1.52	0.58	1.44	
87/04/21 19:20:30	DA-310	13.5	147.	10.8	5.1	1.32	1.4	1/2	0.11	0.48	1.68	0.00130
	DA-100				4.9		2.8	1/4	1.06	0.48	1.20	
87/04/21 19:42:04	DA-310	13.6	147.	9.4	4.8	1.33	1.5	1/2	0.10	0.54	1.95	0.00117
	DA-100				4.9		2.8	1/4	0.97	0.51	1.36	
87/04/21 20:01:33	DA-310	14.6	148.	11.1	4.8	1.32	1.5	1/2	0.11	0.66	1.94	0.00145
	DA-100				4.8		2.8	1/4	1.37	0.62	1.47	
87/04/21 20:16:33	DA-310	15.9	144.	10.6	5.4	1.34	1.0	1/2	0.11	0.75	2.56	0.00125
	DA-100				5.2		2.4	1/4	0.89	0.69	1.72	
87/04/21 20:31:34	DA-310	15.9	139.	11.2	4.4	1.34	1.0	1/2	0.10	0.53	2.08	0.00104
	DA-100				4.3		2.5	1/4	0.73	0.56	1.55	
87/04/21 20:46:34	DA-310	13.5	140.	12.9	5.3	1.43	0.8	1/2	0.09	0.57	1.51	0.00086
	DA-100				5.3		2.4	1/4	0.52	0.52	1.17	
87/04/24 11:31:12	DA-310	12.0	304.	20.5	9.1	1.64	0.2	1/2	0.17	0.56	2.23	0.00172
	DA-100				11.9		-0.4	1/4	0.82	0.60	1.78	
87/05/03 13:34:51	DA-310	15.0	314.	18.7	7.5	1.56	1.5	1/2	0.15	0.76	2.90	0.00138
	DA-100				9.7		1.3	1/4	1.20	0.69	1.93	
87/05/03 13:49:52	DA-310	12.3	328.	14.5	6.6	1.54	0.6	1/2	0.14	0.55	1.87	0.00130
	DA-100				8.5		-0.0	1/4	1.09	0.50	1.37	
87/05/03 14:36:37	DA-310	16.7	306.	15.2	7.8	1.52	0.3	1/2	0.16	0.83	3.06	0.00123
	DA-100				10.1		-0.4	1/4	1.07	0.96	1.90	
87/05/03 14:51:38	DA-310	14.2	304.	13.9	8.9	1.55	-0.4	1/2	0.13	0.54	1.74	0.00098
	DA-100				11.4		-1.2	1/4	0.68	0.60	1.12	
87/05/03 15:30:00	DA-310	13.1	298.	18.6	7.3	1.57	-0.0	1/2	0.11	0.40	0.87	0.00078
	DA-100				9.4		-0.7	1/4	0.44	0.48	0.63	
87/05/03 17:38:48	DA-310	14.6	305.	12.7	6.0	1.44	-0.0	1/2	0.14	0.43	1.38	0.00105
	DA-100				8.0		-0.5	1/4	0.81	0.49	0.96	
87/05/03 20:48:14	DA-310	12.5	309.	16.6	8.8	1.54	0.6	1/2	0.14	0.49	1.14	0.00104
	DA-100				11.2		0.3	1/4	0.79	0.50	0.84	

表- 6.1 基本統計量の計算結果 (その14)

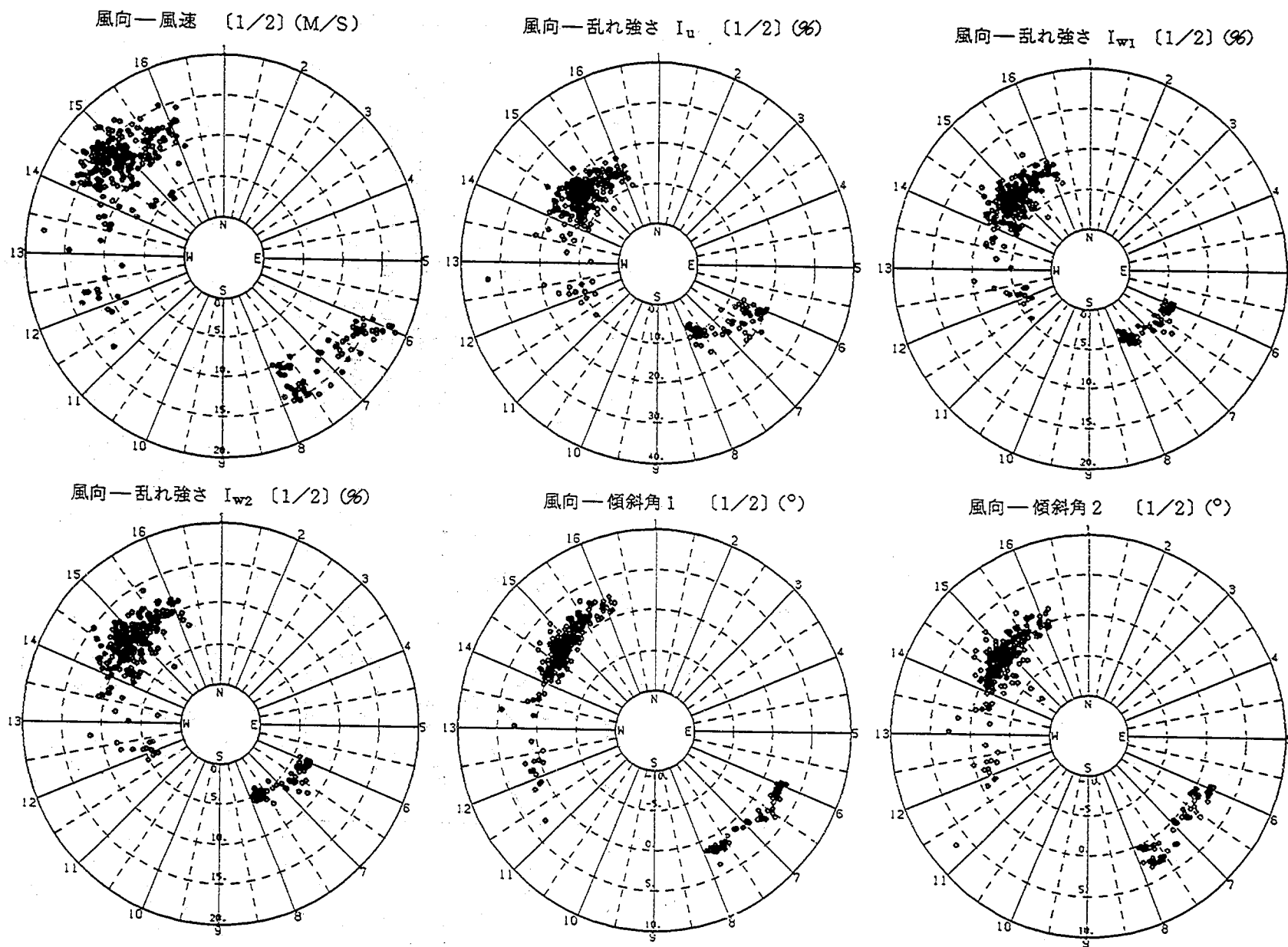
データ記録 開始時刻	風							橋の振動加速度標準偏差				
	風速測器	平均風速 u (M/S)	平均風向 (°)	乱れ強さ I_u (%)	乱れ強さ I_w (%)	ガストファク ター	平均傾斜角 α (%)	測器位置	橋軸方向 (GAL)	橋軸直角方向 (GAL)	鉛直方向 (GAL)	ねじれ (RAD/S ²)
87/06/03	DA-310							1/2				
11:46:32	DA-100							1/4				
87/06/19	DA-310							1/2				
02:06:02	DA-100							1/4				
87/07/01	DA-310							1/2				
13:24:10	DA-100							1/4				
87/07/02	DA-310							1/2				
11:46:30	DA-100							1/4				
87/07/02	DA-310							1/2				
14:10:52	DA-100							1/4				
87/07/02	DA-310							1/2				
15:32:39	DA-100							1/4				
87/07/03	DA-310							1/2				
17:31:48	DA-100							1/4				
87/07/04	DA-310							1/2				
04:45:00	DA-100							1/4				
87/07/04	DA-310							1/2				
05:11:25	DA-100							1/4				
87/07/04	DA-310							1/2				
05:43:34	DA-100							1/4				
87/07/05	DA-310							1/2				
23:34:42	DA-100							1/4				
87/07/06	DA-310							1/2				
01:55:27	DA-100							1/4				
87/07/06	DA-310							1/2				
02:10:27	DA-100							1/4				
87/07/06	DA-310							1/2				
02:25:28	DA-100							1/4				
87/10/16	DA-310	14.1	113.	18.2	6.0	1.59	1.9	1/2	0.07	0.40	0.58	0.00056
21:43:05	DA-100				6.8		1.7	1/4	0.34	0.86	0.48	
87/10/16	DA-310	16.2	115.	15.1	6.1	1.56	2.1	1/2	0.10	0.58	1.31	0.00077
21:58:06	DA-100				7.0		1.6	1/4	0.50	0.95	0.86	
87/10/16	DA-310	15.8	115.	19.1	6.3	1.62	2.5	1/2	0.09	0.55	1.40	0.00082
22:13:06	DA-100				7.0		1.9	1/4	0.49	0.98	0.95	
87/10/16	DA-310	17.0	114.	19.2	6.0	1.80	2.1	1/2	0.11	0.60	1.10	0.00101
22:28:06	DA-100				6.8		1.6	1/4	0.50	1.20	0.85	
87/10/16	DA-310	18.6	113.	19.6	6.5	1.54	2.5	1/2	0.13	0.67	1.88	0.00111
22:43:06	DA-100				7.0		1.9	1/4	0.70	1.10	1.20	
87/10/16	DA-310	17.1	114.	17.7	6.5	1.57	2.5	1/2	0.11	0.67	1.45	0.00088
22:58:06	DA-100				7.2		1.9	1/4	0.47	1.23	0.99	
87/10/16	DA-310	17.5	112.	19.7	6.1	1.59	2.3	1/2	0.11	0.68	1.50	0.00098
23:13:07	DA-100				6.7		1.7	1/4	0.54	1.16	1.03	
87/10/16	DA-310	16.4	116.	18.1	6.5	1.62	2.5	1/2	0.10	0.59	1.01	0.00077
23:28:07	DA-100				7.0		1.9	1/4	0.49	1.22	0.79	
87/10/16	DA-310	15.3	112.	16.2	6.4	1.58	2.5	1/2	0.08	0.49	0.86	0.00068
23:43:07	DA-100				7.1		1.6	1/4	0.39	0.91	0.65	
87/10/16	DA-310	17.8	111.	13.4	5.3	1.53	3.0	1/2	0.11	0.59	1.28	0.00084
23:58:07	DA-100				5.7		2.0	1/4	0.51	1.13	0.92	
87/10/17	DA-310	16.4	118.	15.3	6.0	1.55	3.0	1/2	0.10	0.55	1.36	0.00076
00:13:07	DA-100				6.6		2.2	1/4	0.47	0.97	0.99	

表-6.1 基本統計量の計算結果(その15)

[illegible]

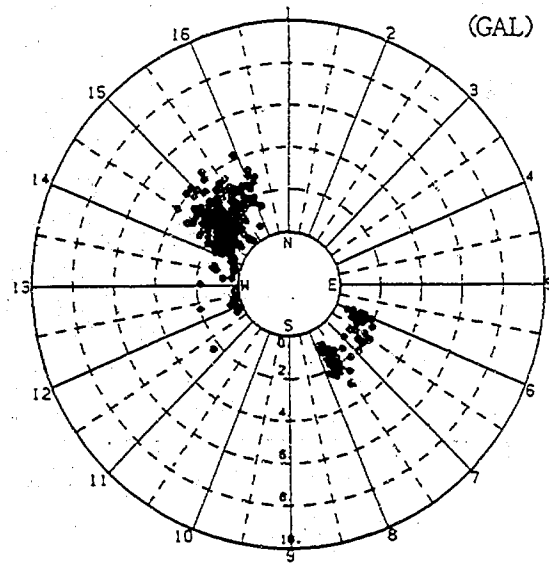
表-6.2 基本統計量の定義

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_i ; 鉛直方向風速 (上向き正) $W = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N w_i$
ガストファクター 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— 6.1 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]

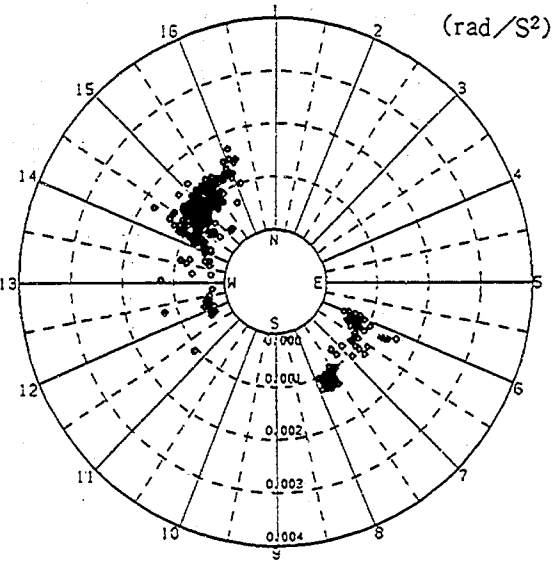


図-6.1 風向と基本統計量との関係 (続き)

U=14.1 M/S

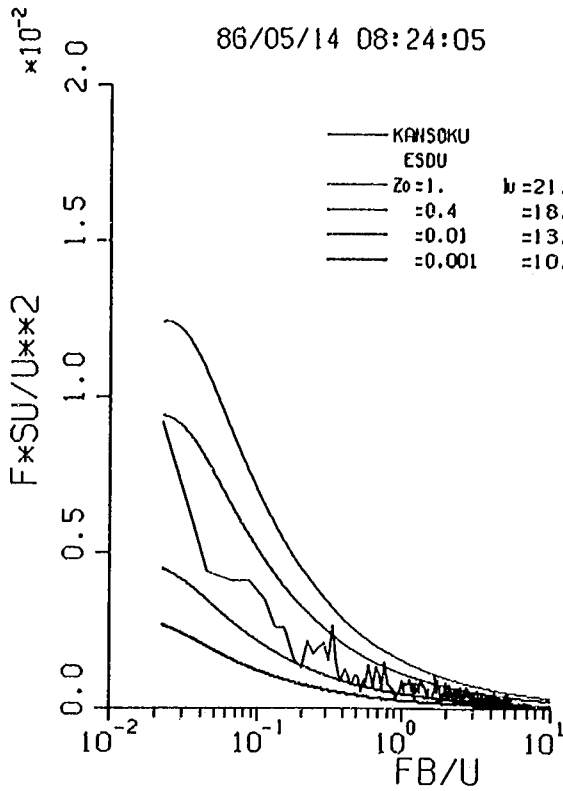


図-6.2.1 P.S.D. (u成分, 東南東の風)

U=16.2 M/S

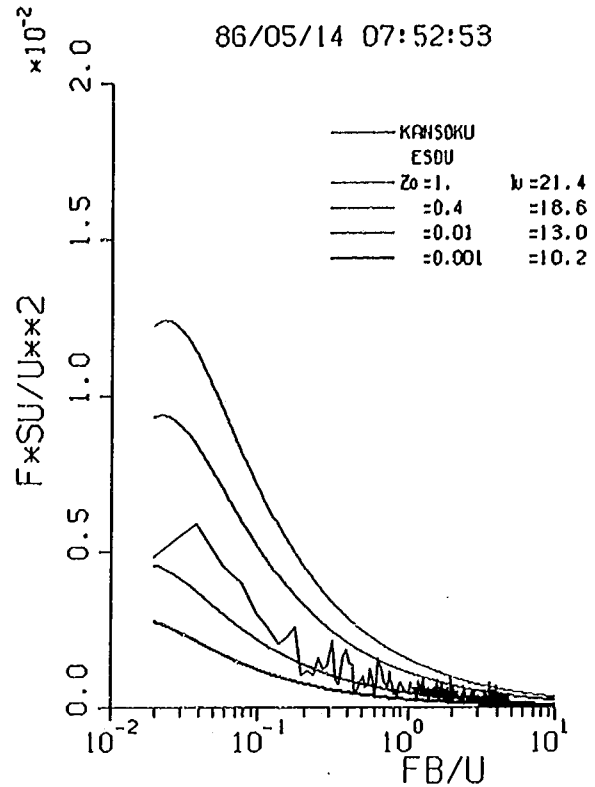


図-6.2.2 P.S.D. (u成分, 南東の風)

U=12.0 M/S

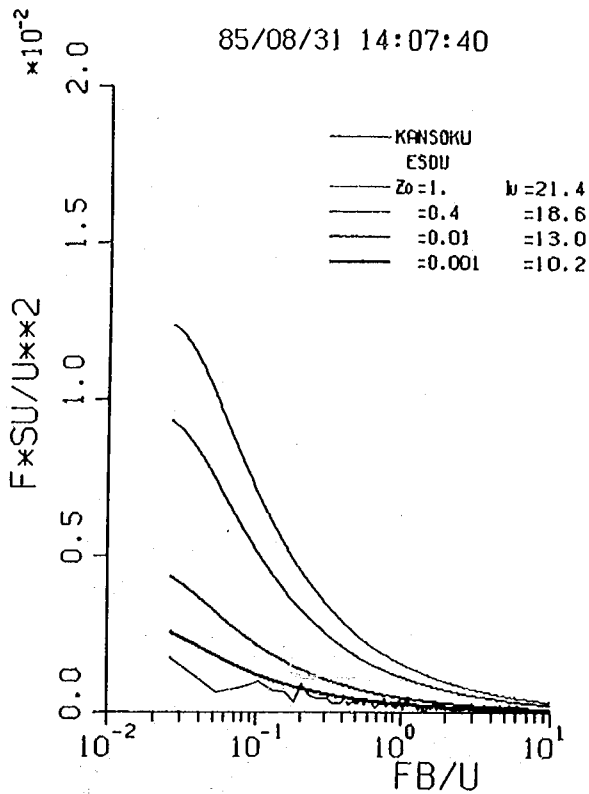


図-6.2.3 P.S.D. (u成分, 南南東の風)

U=14.4 M/S

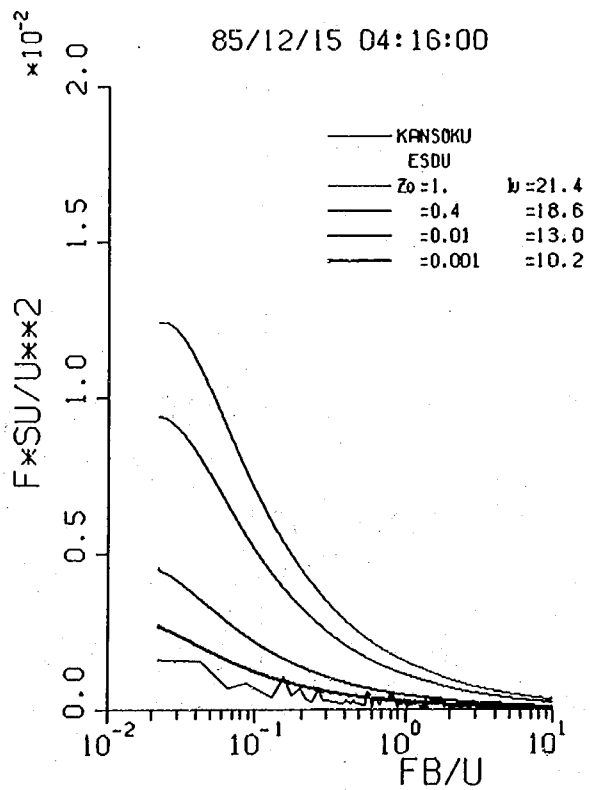


図-6.2.4 P.S.D. (u成分, 西南西の風)

U=18.1 M/S

U=19.6 M/S

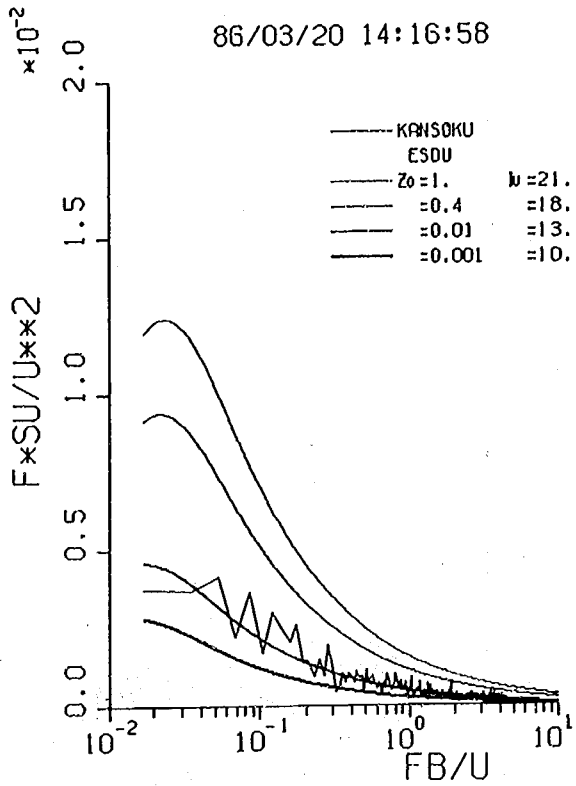


図-6.2.5 P.S.D. (u成分, 西北西の風)

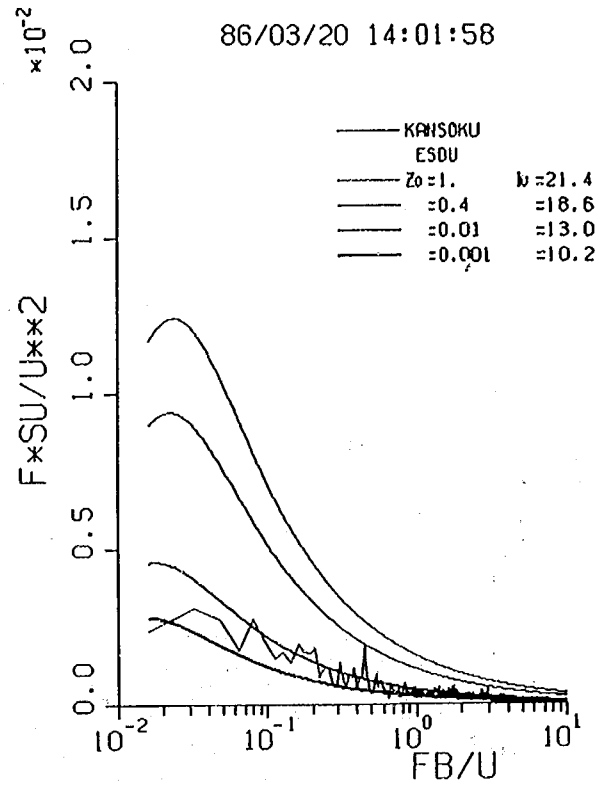


図-6.2.6 P.S.D. (u成分, 北西の風)

U=16.8 M/S

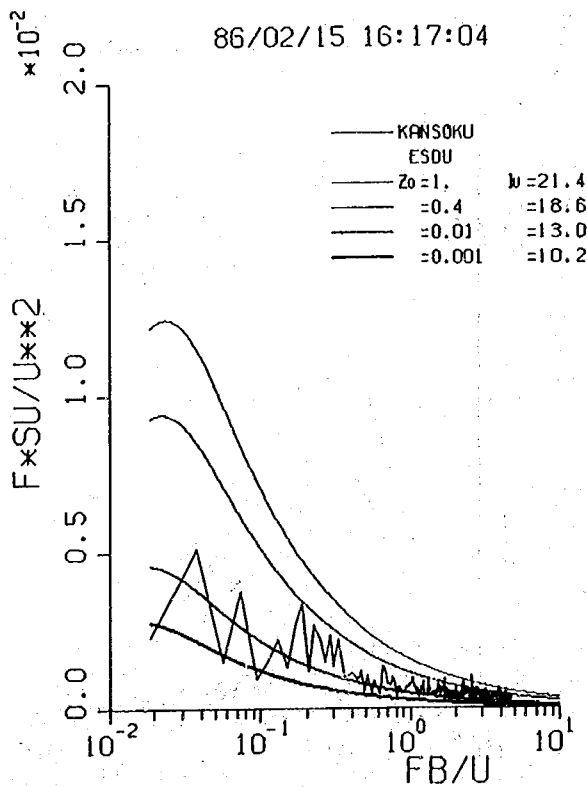


図-6.2.7 P.S.D. (u成分, 北北西の風)

U=14.1 M/S

U=16.2 M/S

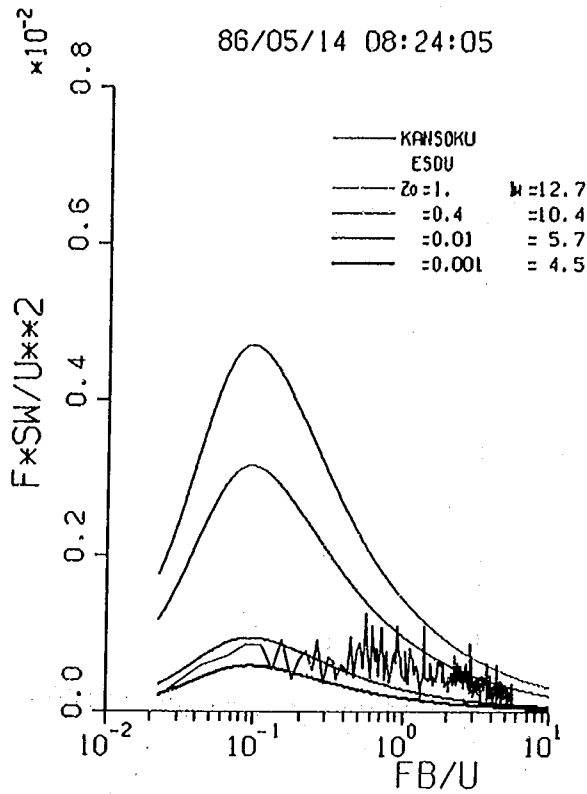


図-6.3.1 P.S.D. (w成分, 東南東の風)

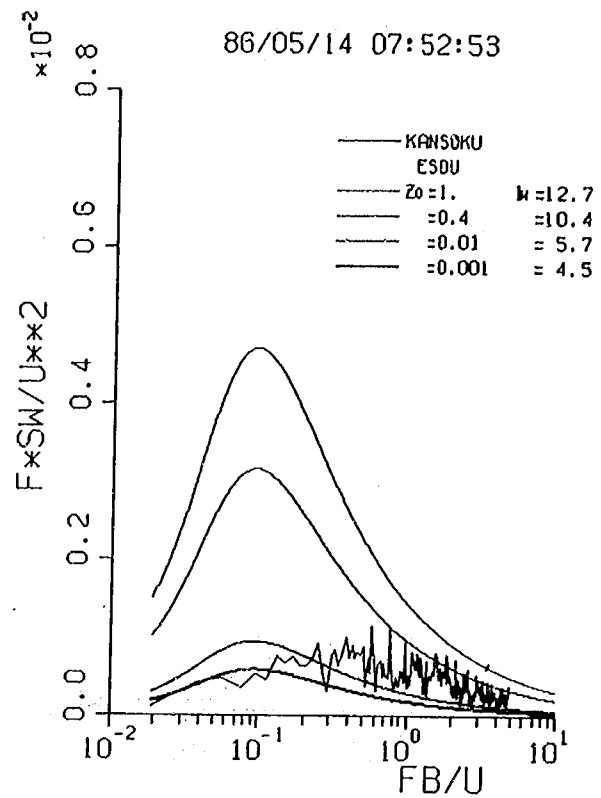


図-6.3.2 P.S.D. (w成分, 南東の風)

U=15.0 M/S

U=12.0 M/S

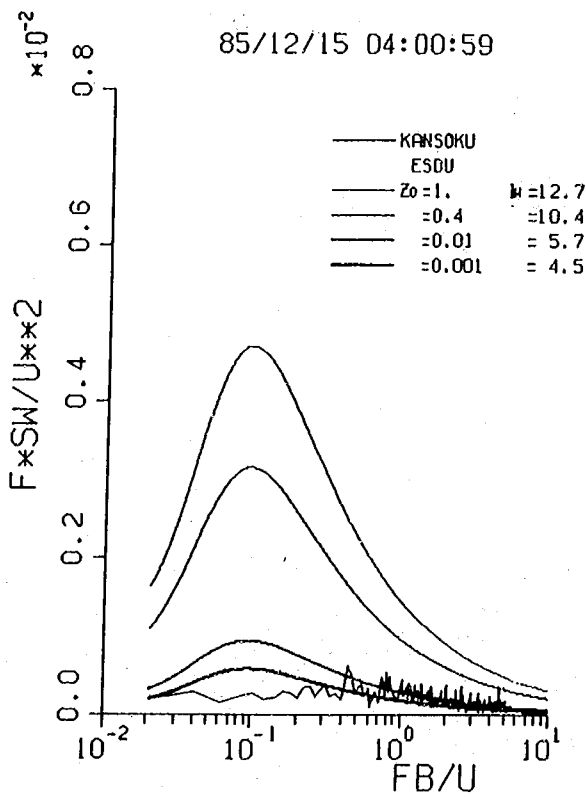


図-6.3.3 P.S.D. (w成分, 南南東の風)

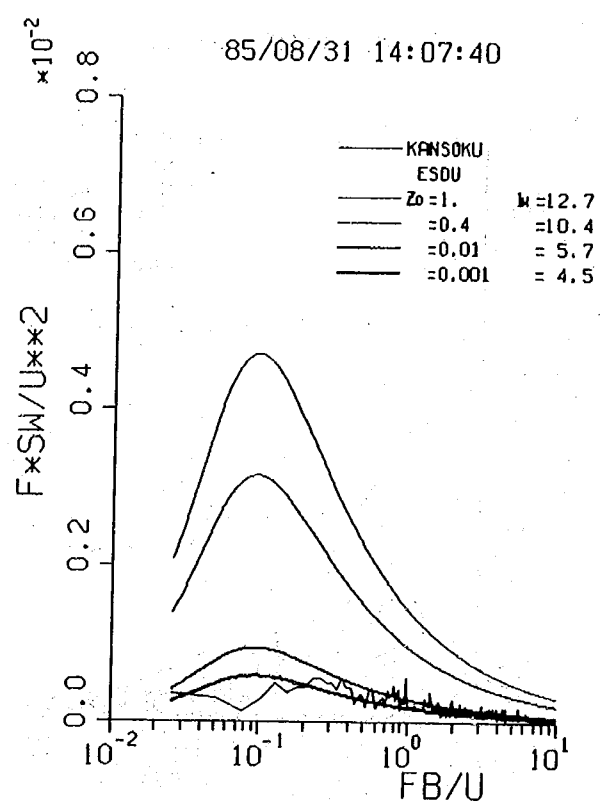


図-6.3.4 P.S.D. (w成分, 西南西の風)

U=18.1 M/S

U=19.6 M/S

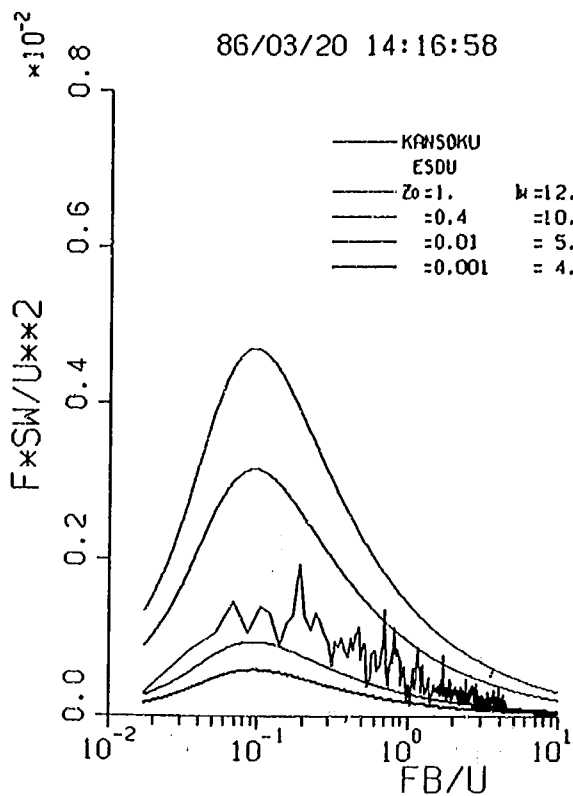


図- 6.3.5 P. S. D. (w成分, 西北西の風)

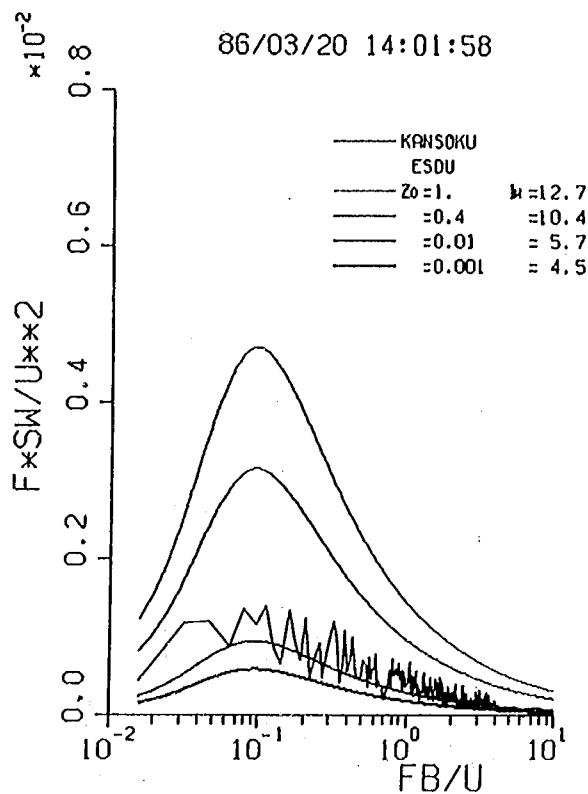


図- 6.3.6 P. S. D. (w成分, 北西の風)

U=16.8 M/S

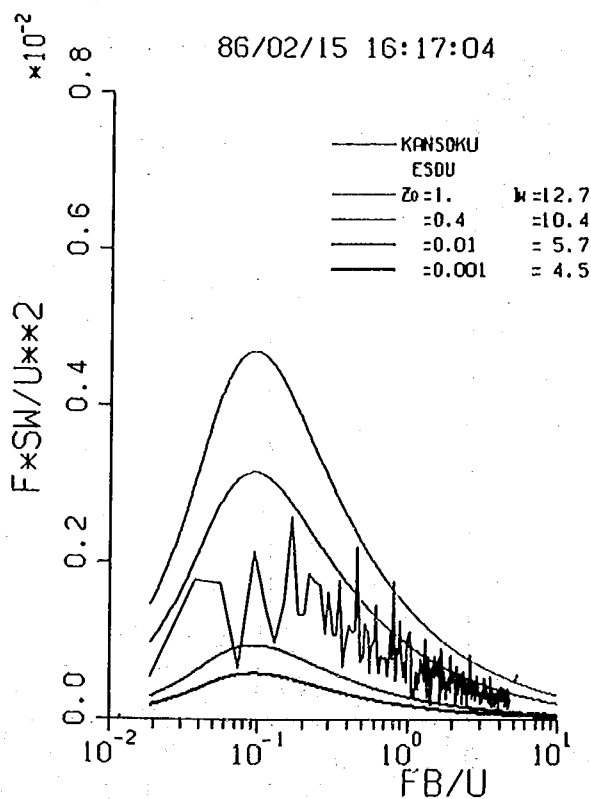


図- 6.3.7 P. S. D. (w成分, 北北西の風)

U=18.1 M/S

U=18.1 M/S

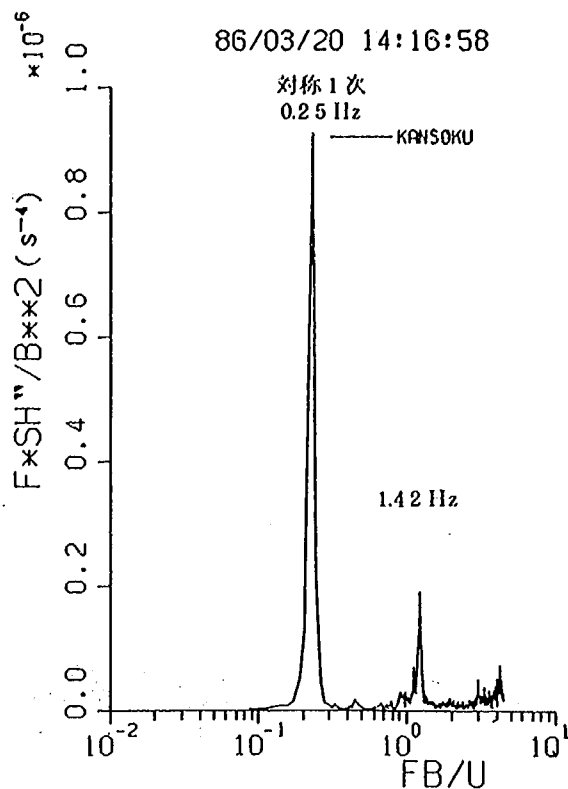


図- 6.4.1 水平たわみ加速度 P. S. D.
(中央径間 1/2 点)

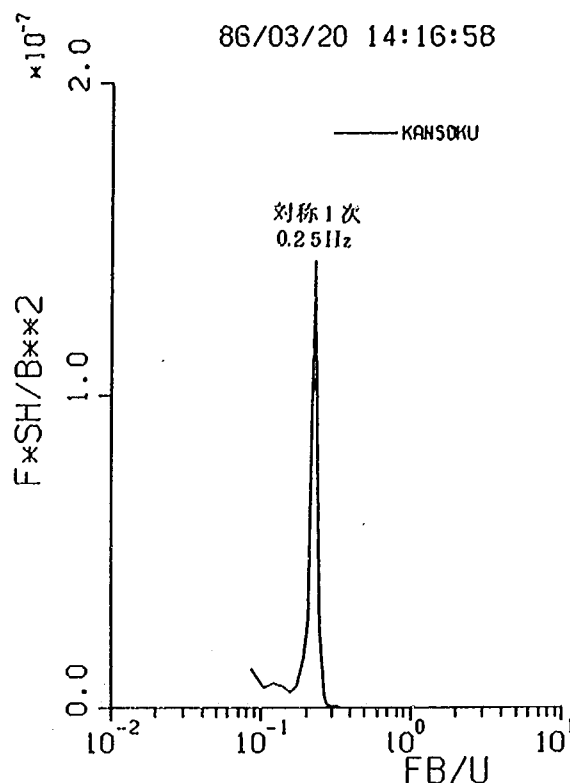


図- 6.4.2 水平たわみ変位 P. S. D.
(中央径間 1/2 点)

U=18.1 M/S

U=18.1 M/S

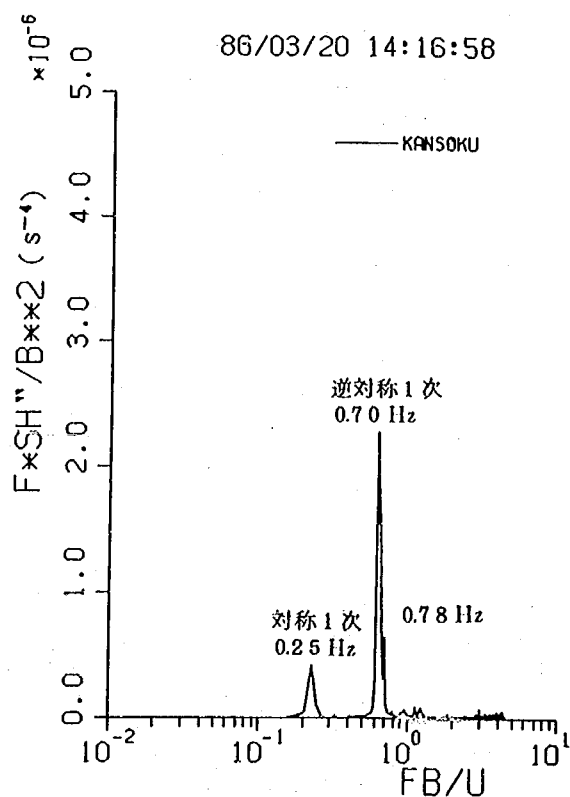


図- 6.4.3 水平たわみ加速度 P. S. D.
(中央径間 1/4 点)

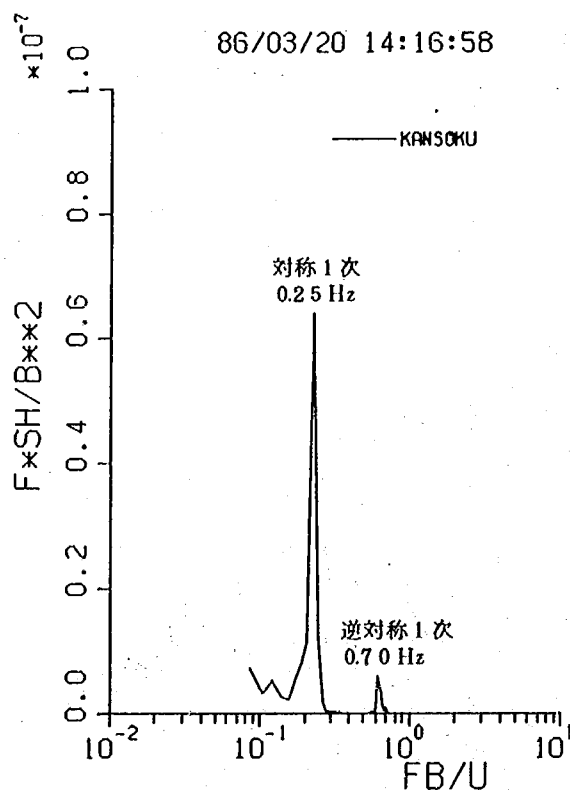


図- 6.4.4 水平たわみ変位 P. S. D.
(中央径間 1/4 点)

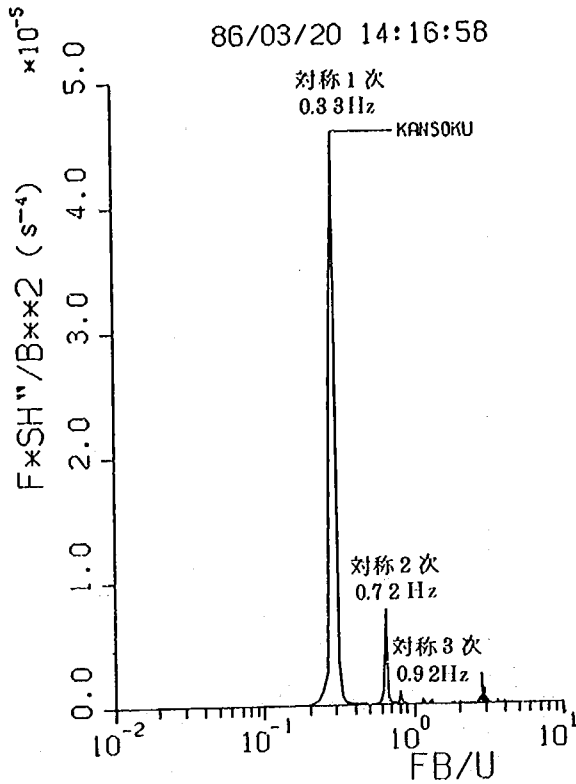


図-6.4.5 鉛直たわみ加速度 P. S. D.
(中央径間1/2点)

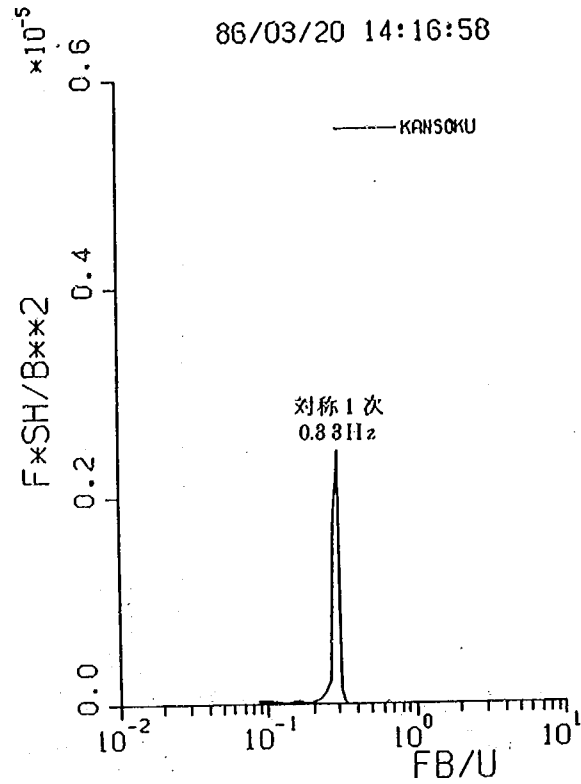


図-6.4.6 鉛直たわみ変位 P. S. D.
(中央径間1/2点)

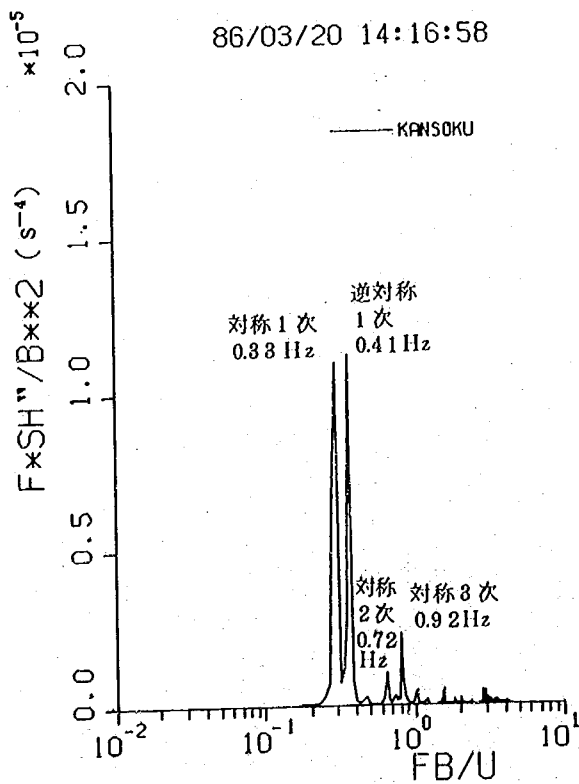


図-6.4.7 鉛直たわみ加速度 P. S. D.
(中央径間1/4点)

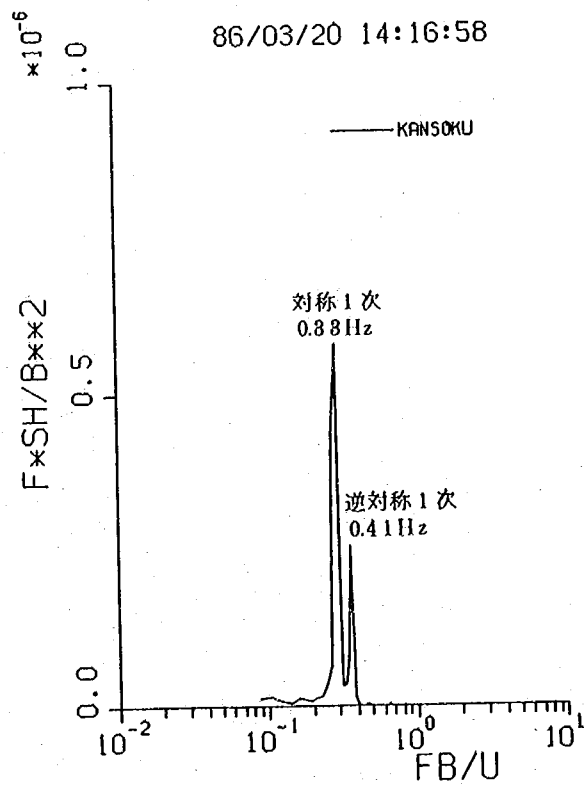


図-6.4.8 鉛直たわみ変位 P. S. D.
(中央径間1/4点)

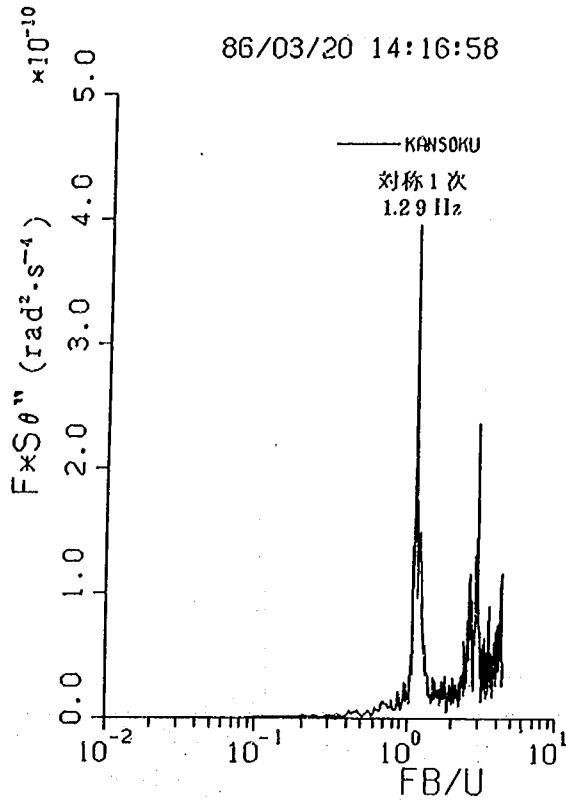


図-6.4.9 ねじれ加速度 P.S.D.
(中央径間1/2点)

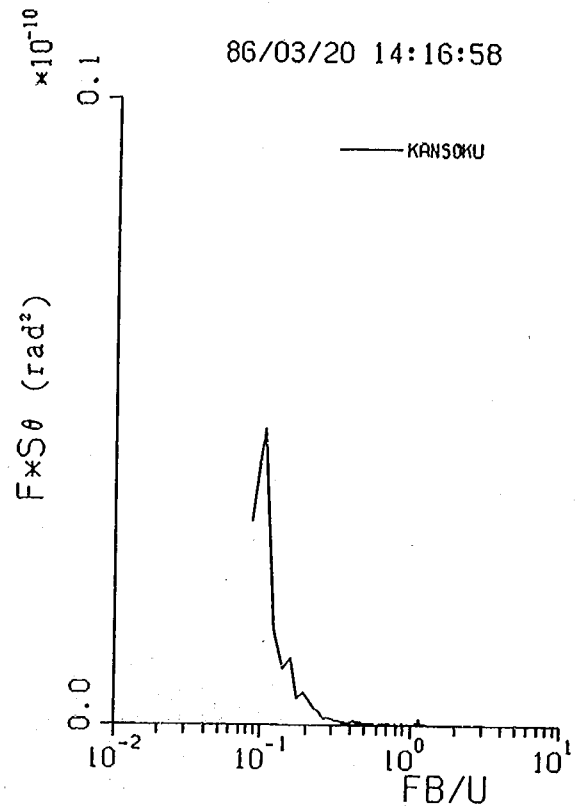


図-6.4.10 ねじれ変位 P.S.D.
(中央径間1/2点)

U=14.1 M/S

U=16.2 M/S

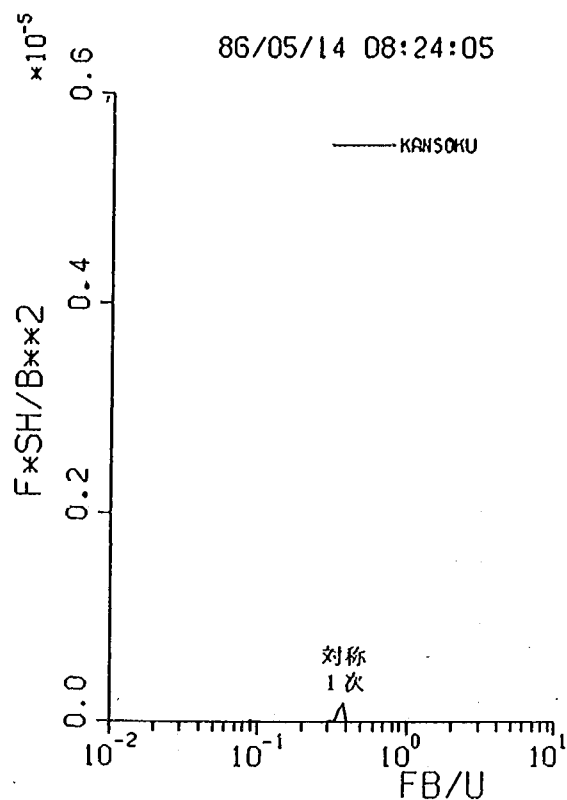


図- 6. 5. 1 鉛直たわみ変位 P. S. D.
(東南東の風)

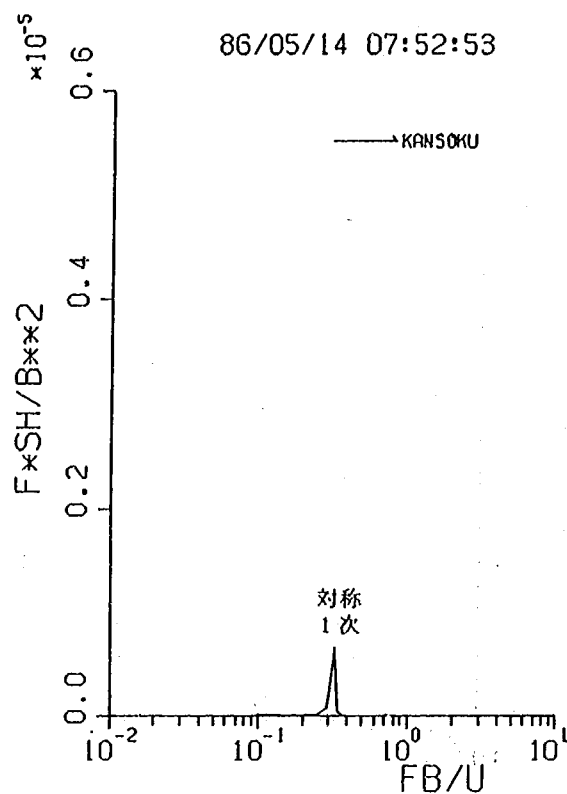


図- 6. 5. 2 鉛直たわみ変位 P. S. D.
(南東の風)

U=12.0 M/S

U=14.4 M/S

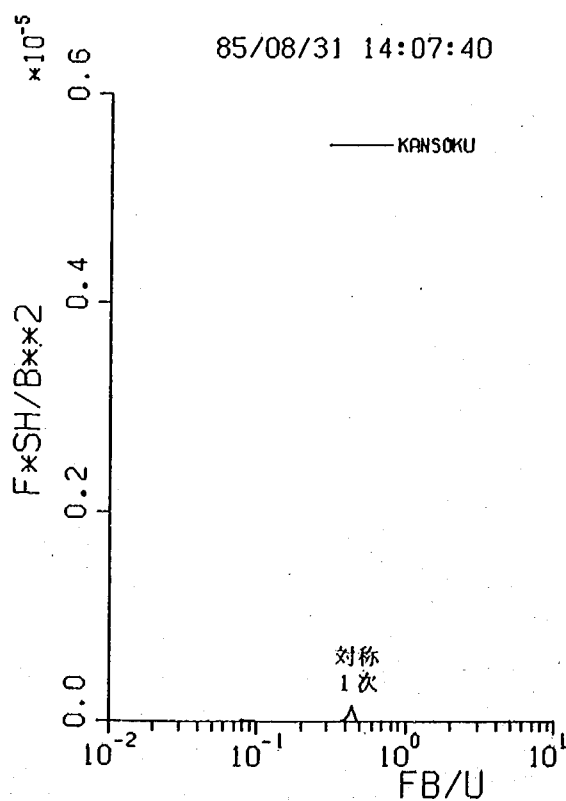


図- 6. 5. 3 鉛直たわみ変位 P. S. D.
(南南東の風)

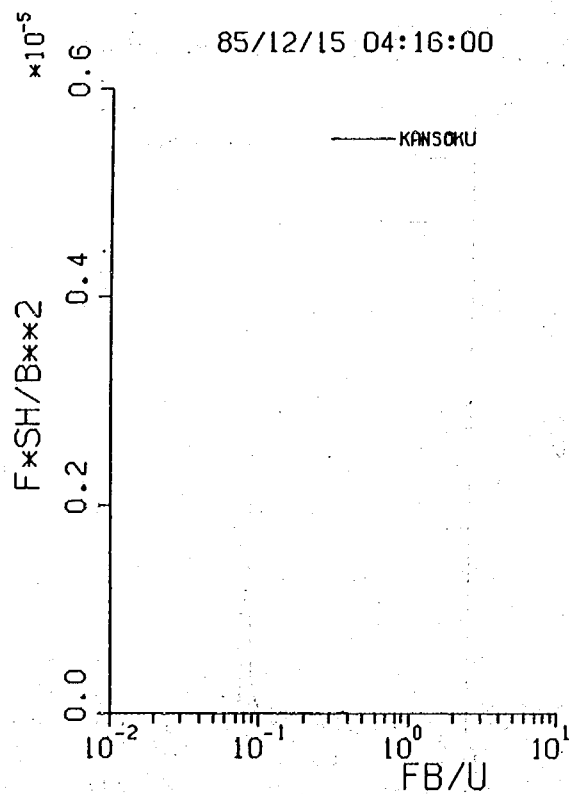


図- 6. 5. 4 鉛直たわみ変位 P. S. D.
(西南西の風)

U=18.1 M/S

U=19.6 M/S

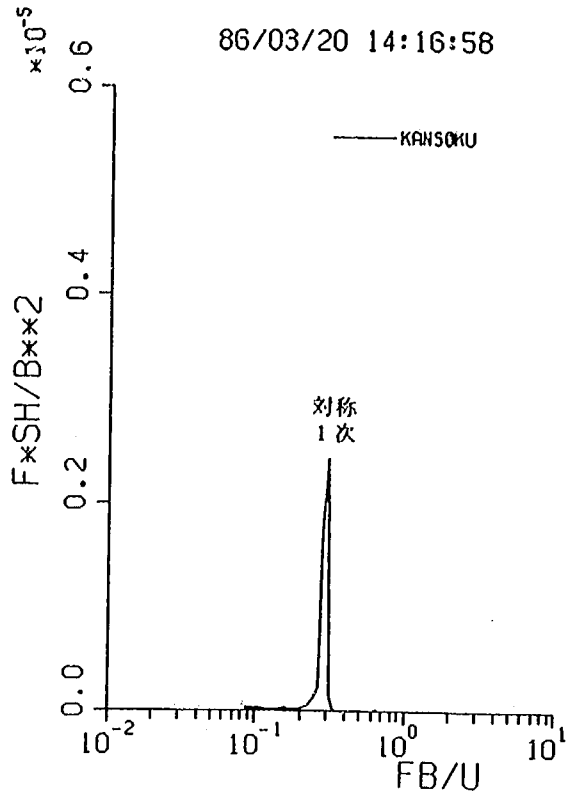


図- 6. 5. 5 鉛直たわみ変位 P. S. D.
(西北西の風)

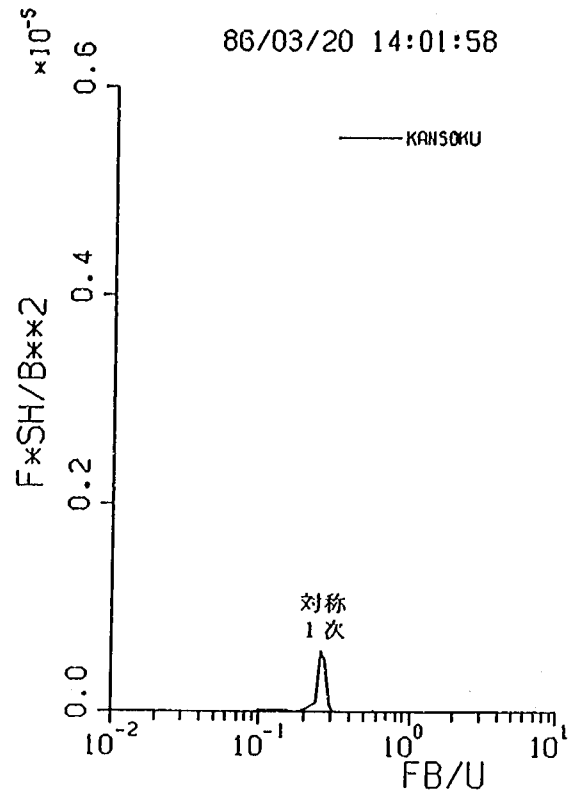


図- 6. 5. 6 鉛直たわみ変位 P. S. D.
(北西の風)

U=16.8 M/S

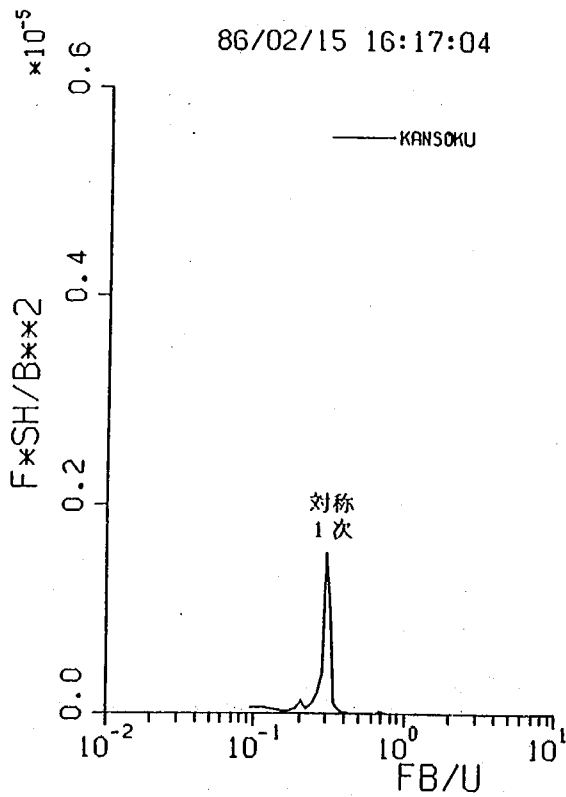


図- 6. 5. 7 鉛直たわみ変位 P. S. D.
(北北西の風)

表-6.3 解析対象ケース

MT No	時刻	風向	風向角 (°)	平均風速 (m/s)	乱れ強さ (%)		
					Iu	Iw(1)	Iw(2)
4-07	85/08/31 15:28:01	SSE	152	10.1	8.8	4.3	5.0
4-01	85/08/31 13:52:39	SSE	151	10.7	9.3	4.2	4.7
35-05	87/04/21 13:22:03	SSE	151	14.1	8.9	4.4	4.5
35-03	87/04/21 12:52:02	SSE	152	15.0	8.7	4.3	4.5
36-03	87/04/21 18:33:44	SSE	151	15.3	9.0	3.9	4.1
14-11	86/02/20 23:50:05	NNW	333	7.8	14.9	8.2	10.0
9-02	85/12/27 12:45:09	NNW	338	10.9	14.1	8.8	11.0
9-09	85/12/27 14:30:10	NNW	336	11.2	15.0	8.9	11.3
12-10	86/02/15 16:02:04	NNW	334	12.5	14.1	8.6	10.4
12-11	86/02/15 16:17:04	NNW	336	15.3	14.2	8.4	10.1

注) 数値は10分間データによる統計計算値である。

Iw(1)は3方向超音波風速計によるものであり、Iw(2)は1方向超音波風速計による。

表-6.4 解析結果

時刻	水平たわみ σ_z/D		鉛直たわみ σ_y/B			
	実測値	計算値	実測値	計算値(I) 準定常理論	計算値(II) Sears関数	計算値(III) Holmesの アドミッタンス
85/08/31 15:28:01	0.389×10^{-8}	0.196×10^{-8}	0.107×10^{-8}	0.166×10^{-8}	0.514×10^{-4}	0.966×10^{-4}
85/08/31 13:52:39	0.389×10^{-8}	0.226×10^{-8}	0.107×10^{-8}	0.194×10^{-8}	0.619×10^{-4}	0.115×10^{-3}
87/04/21 13:22:03	0.698×10^{-8}	0.375×10^{-8}	0.256×10^{-8}	0.343×10^{-8}	0.124×10^{-8}	0.223×10^{-3}
87/04/21 12:52:02	0.107×10^{-2}	0.540×10^{-8}	0.336×10^{-8}	0.391×10^{-8}	0.147×10^{-8}	0.260×10^{-3}
87/04/21 18:33:44	0.679×10^{-8}	0.477×10^{-8}	0.288×10^{-8}	0.379×10^{-8}	0.141×10^{-8}	0.250×10^{-3}
86/02/20 23:50:05	0.217×10^{-8}	0.156×10^{-8}	0.796×10^{-4}	0.159×10^{-8}	0.442×10^{-4}	0.853×10^{-4}
85/12/27 12:45:09	0.538×10^{-8}	0.462×10^{-8}	0.271×10^{-8}	0.412×10^{-8}	0.137×10^{-8}	0.252×10^{-3}
85/12/27 14:30:10	0.614×10^{-8}	0.365×10^{-8}	0.236×10^{-8}	0.339×10^{-8}	0.111×10^{-8}	0.205×10^{-3}
86/02/15 16:02:04	0.782×10^{-8}	0.762×10^{-8}	0.368×10^{-8}	0.548×10^{-8}	0.193×10^{-8}	0.348×10^{-3}
86/02/15 16:17:04	0.156×10^{-2}	0.113×10^{-2}	0.739×10^{-8}	0.941×10^{-8}	0.360×10^{-8}	0.632×10^{-3}

注) 0.10~2.0Hzの間を積分して求めた値である。

σ_z : 水平たわみ振動変位標準偏差, D : 桁高

σ_y : 鉛直たわみ振動変位標準偏差, B : 桁幅

U= 9.9 M/S

U= 9.9 M/S

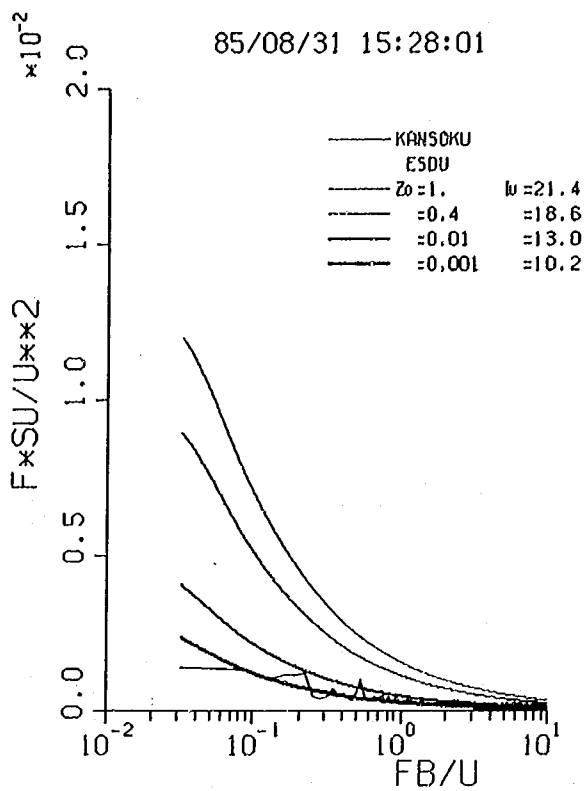


図- 6.6.1

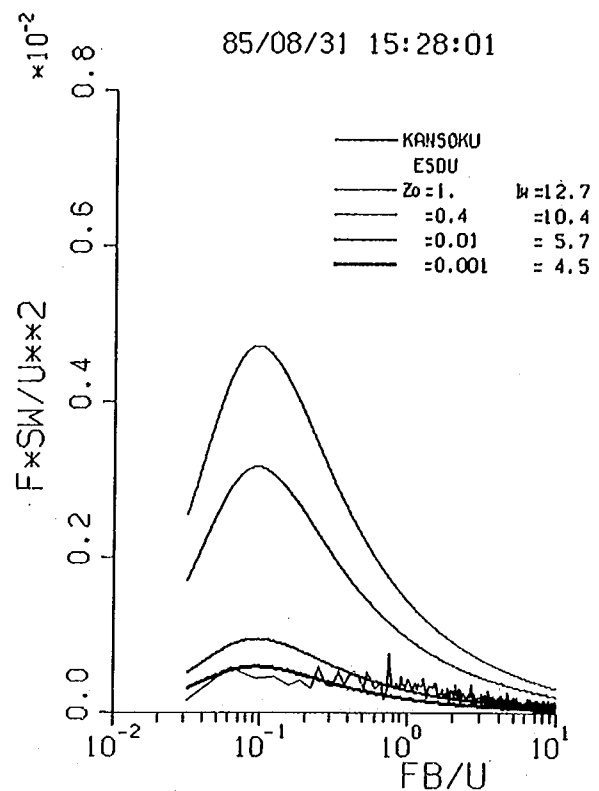


図- 6.6.2

U= 9.9 M/S

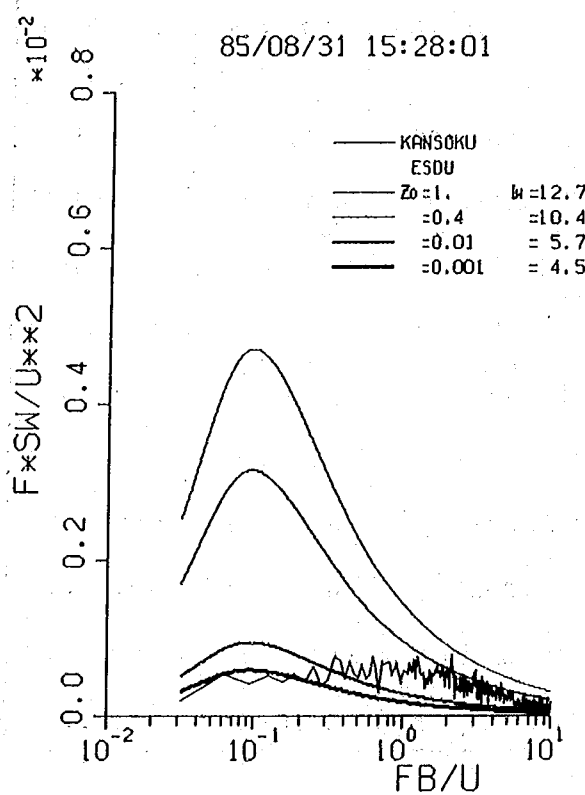


図- 6.6.3

図- 6.6 85年8月31日15時28分のデータの
パワースペクトル密度関数

- 図- 6.6.1 主流方向変動風速
- 図- 6.6.2 鉛直方向変動風速 (3方向超音波風速計)
- 図- 6.6.3 鉛直方向変動風速 (1方向超音波風速計)
- 図- 6.6.4 水平たわみ振動変位 (観測値と推定値)
- 図- 6.6.5 鉛直たわみ振動変位
(観測値と推定値 (準定常理論))
- 図- 6.6.6 鉛直たわみ振動変位
(観測値と推定値 (Sears 関数))
- 図- 6.6.7 鉛直たわみ振動変位
(観測値と推定値 (Holmes のアドミッタンス))

U= 9.9 M/S

U= 9.9 M/S

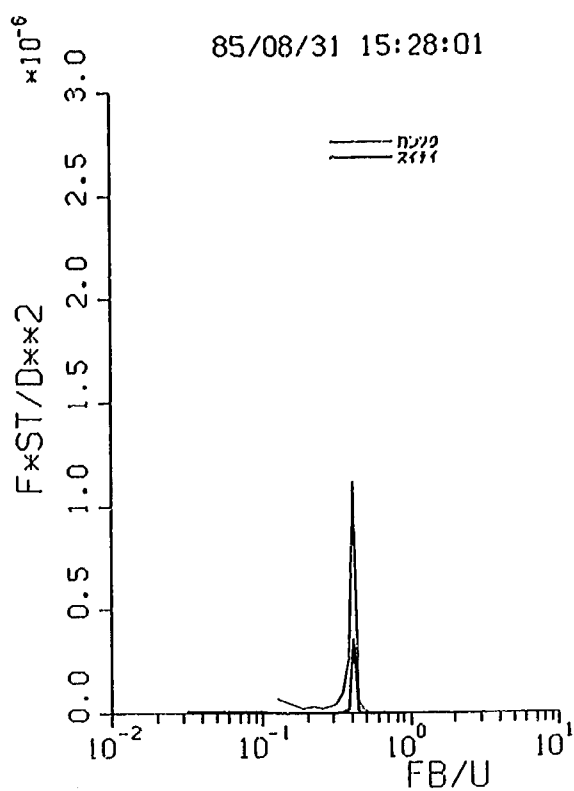


図- 6.6.4

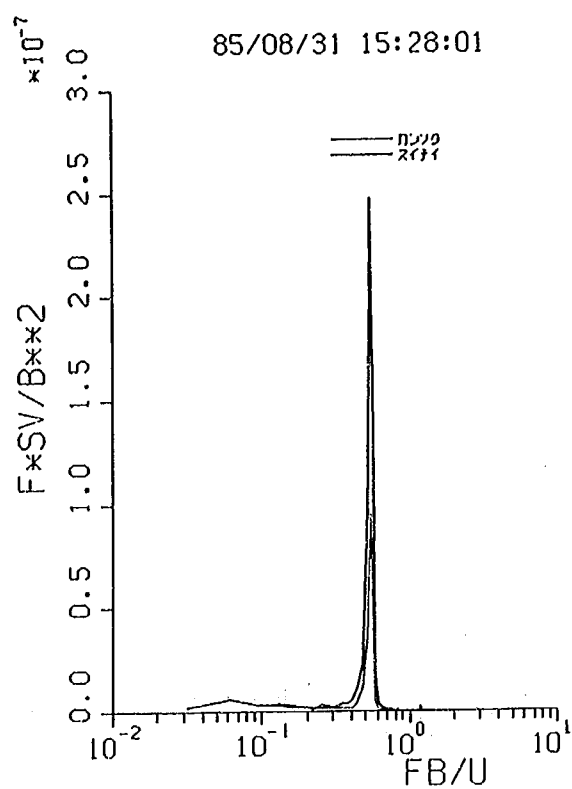


図- 6.6.5

U= 9.9 M/S

U= 9.9 M/S

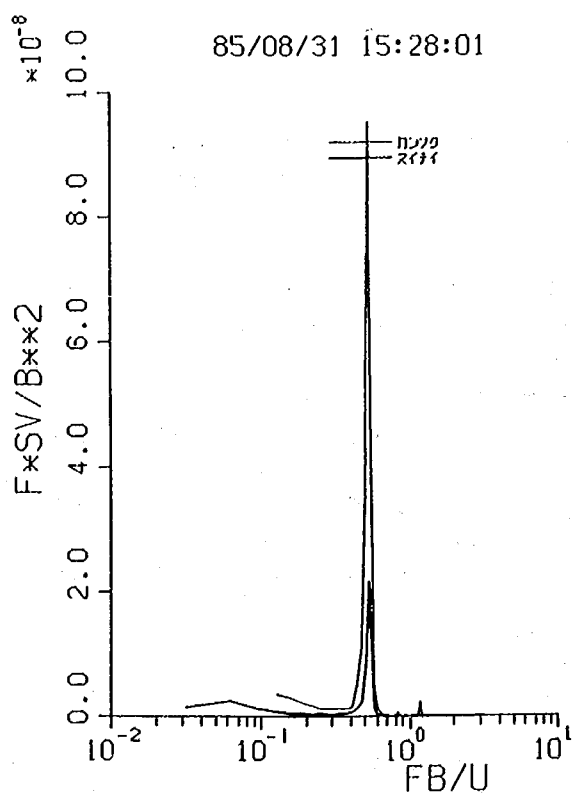


図- 6.6.6

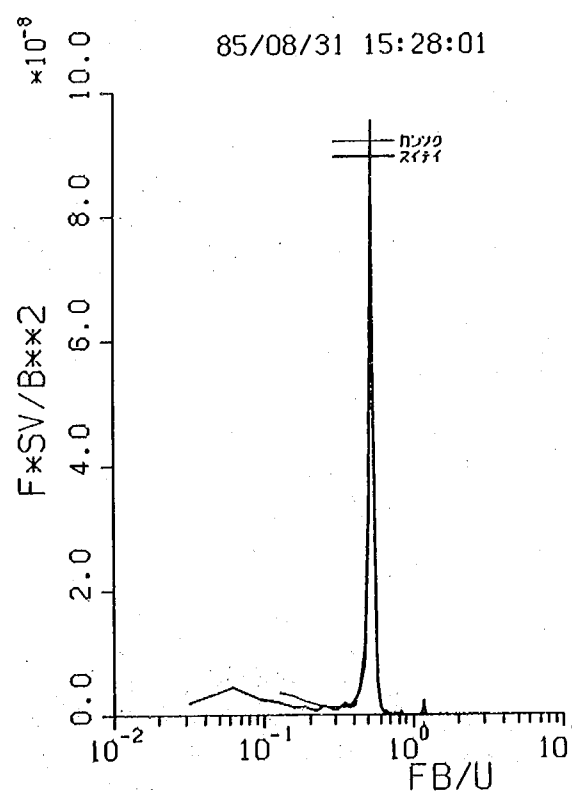


図- 6.6.7

U=10.4 M/S

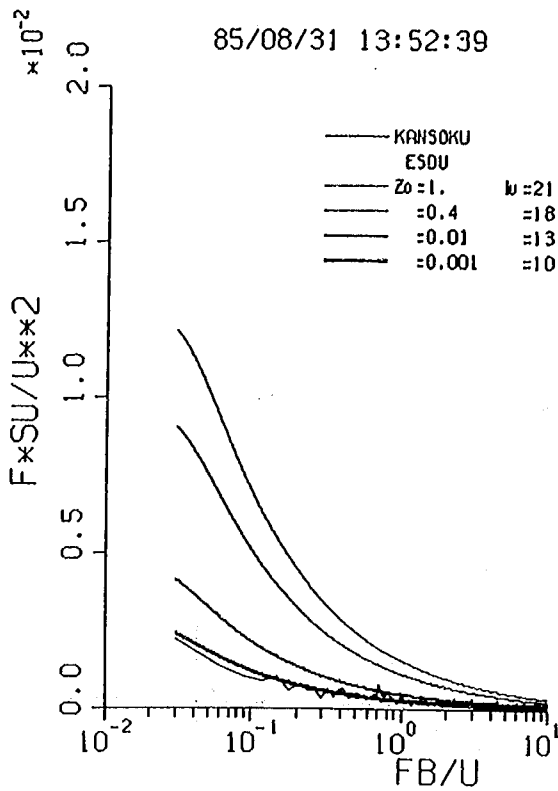


図-6.7.1

U=10.4 M/S

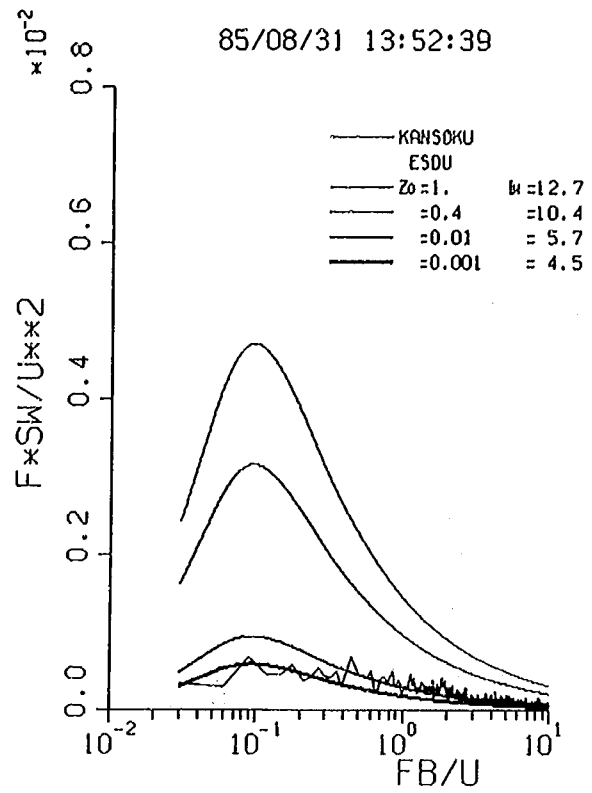


図-6.7.2

U=10.4 M/S

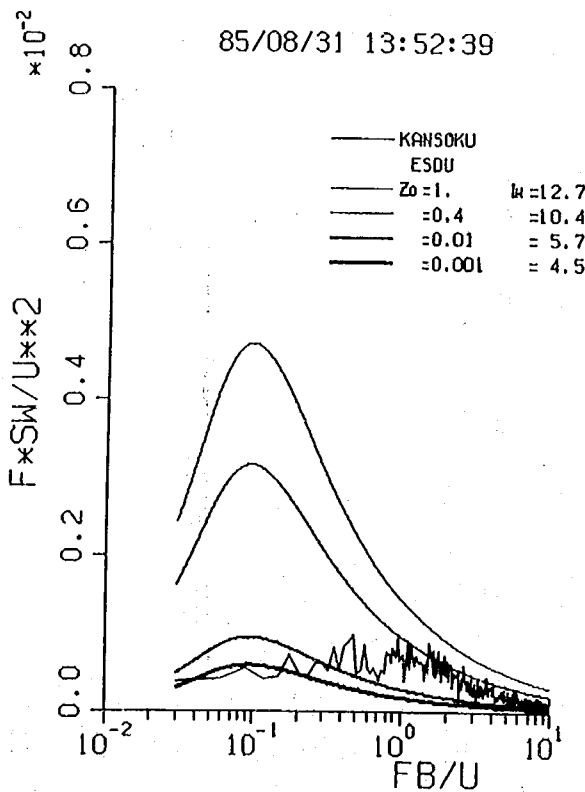


図-6.7.3

図-6.7 85年8月31日13時52分のデータの
パワースペクトル密度関数

- 図-6.7.1 主流方向変動風速
- 図-6.7.2 鉛直方向変動風速 (3方向超音波風速計)
- 図-6.7.3 鉛直方向変動風速 (1方向超音波風速計)
- 図-6.7.4 水平たわみ振動変位 (観測値と推定値)
- 図-6.7.5 鉛直たわみ振動変位
(観測値と推定値 (準定常理論))
- 図-6.7.6 鉛直たわみ振動変位
(観測値と推定値 (Sears 関数))
- 図-6.7.7 鉛直たわみ振動変位
(観測値と推定値 (Holmes のアドミッタ
ンス))

U=10.4 M/S

U=10.4 M/S

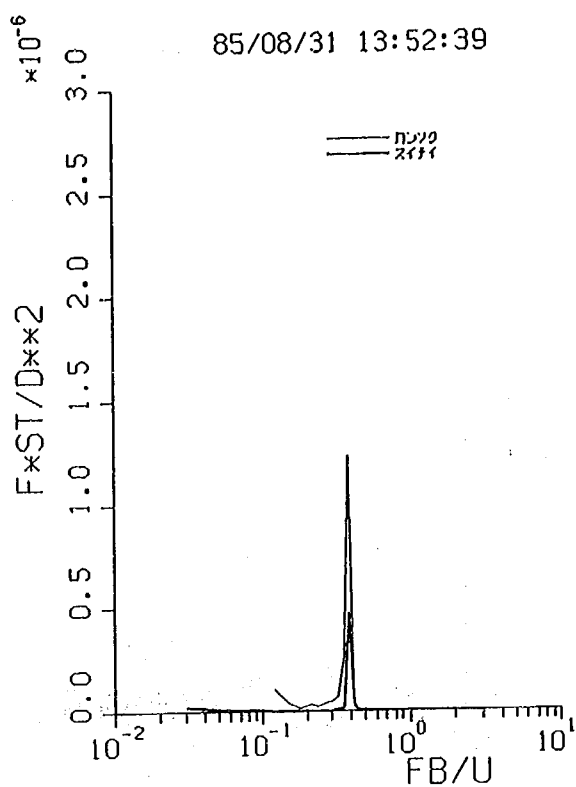


図-6.7.4

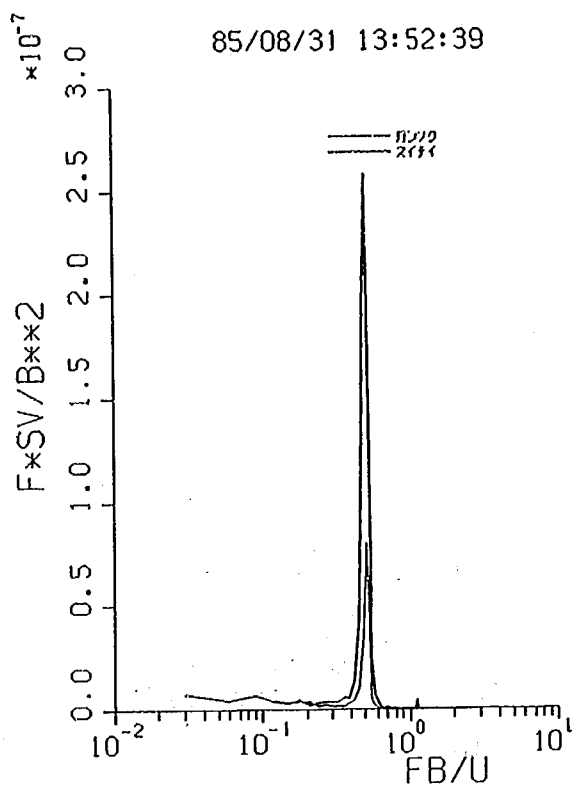


図-6.7.5

U=10.4 M/S

U=10.4 M/S

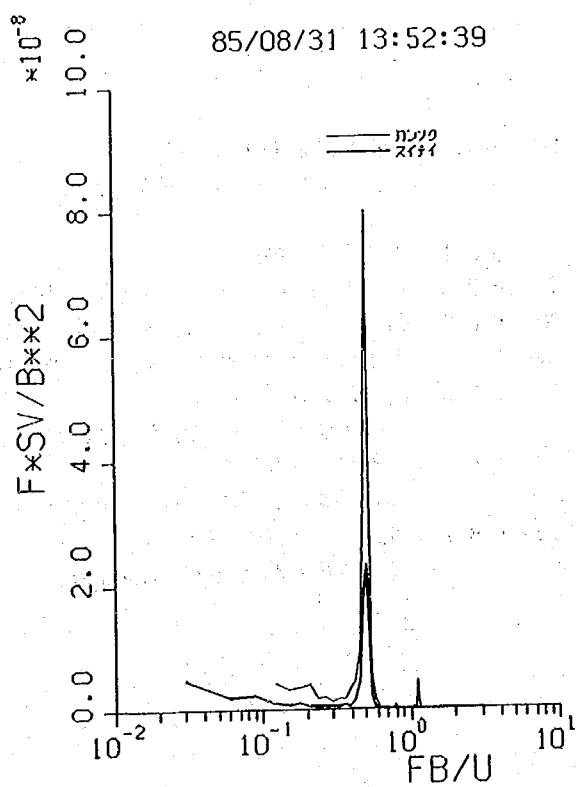


図-6.7.6

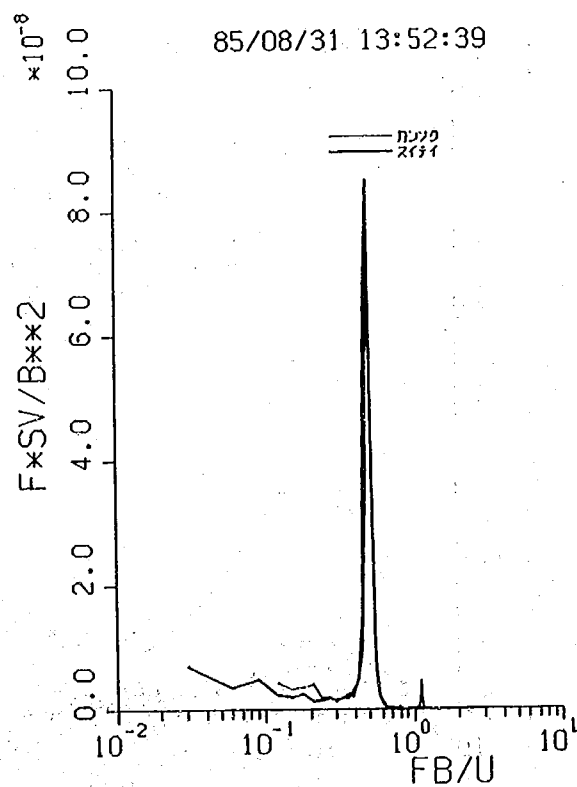


図-6.7.7

U=13.9 W/S

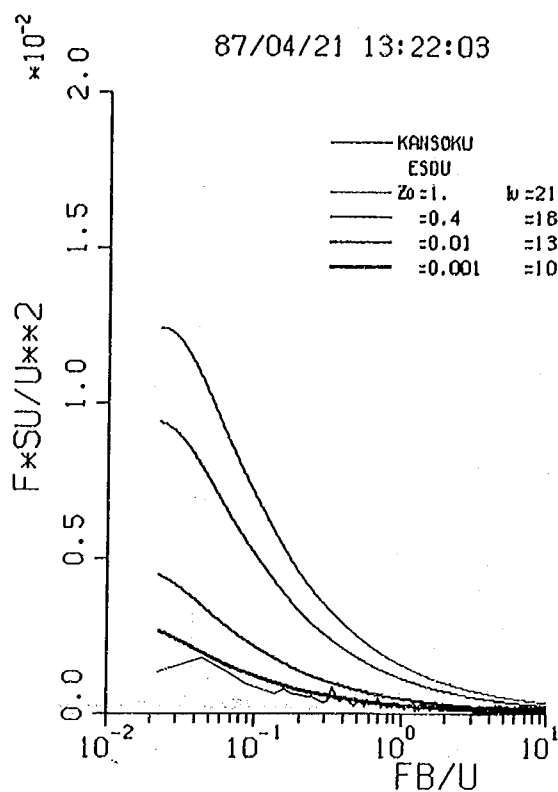


図-6.8.1

U=13.9 W/S

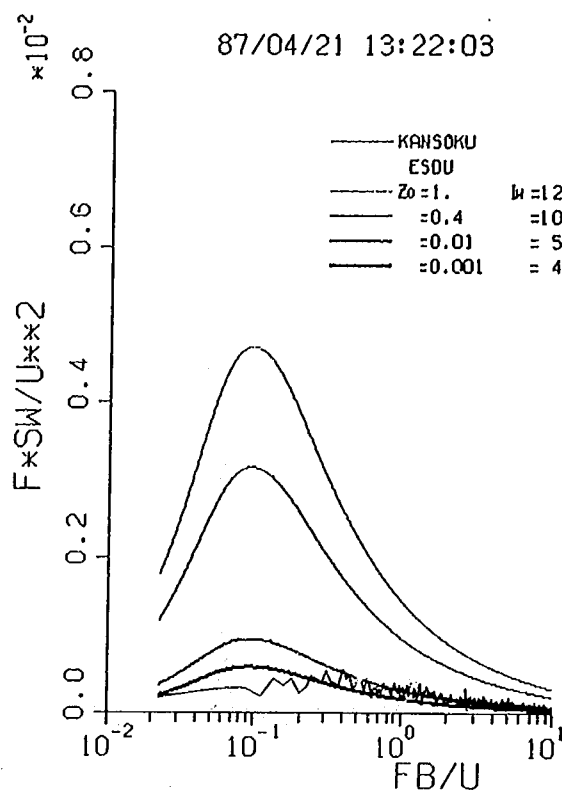


図-6.8.2

U=13.9 W/S

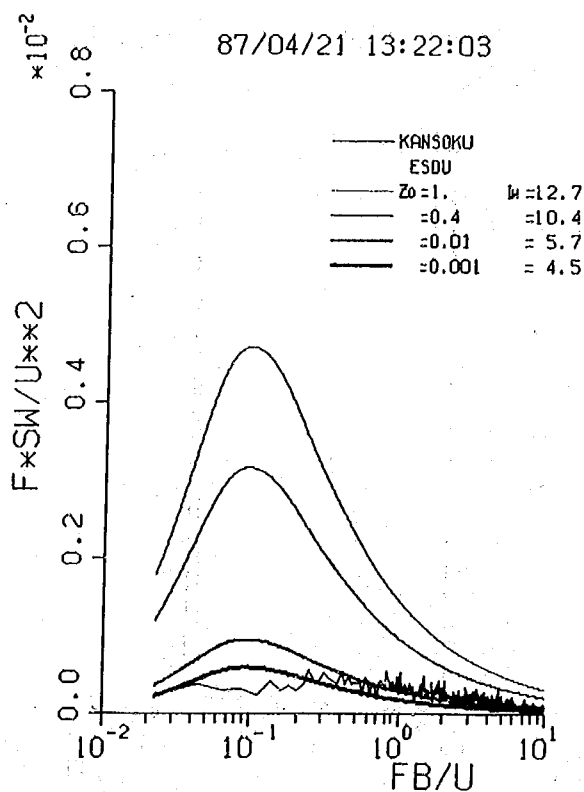


図-6.8.3

図-6.8 87年4月21日13時22分のデータの
パワースペクトル密度関数

- 図-6.8.1 主流方向変動風速
- 図-6.8.2 鉛直方向変動風速 (3方向超音波風速計)
- 図-6.8.3 鉛直方向変動風速 (1方向超音波風速計)
- 図-6.8.4 水平たわみ振動変位 (観測値と推定値)
- 図-6.8.5 鉛直たわみ振動変位
(観測値と推定値 (準定常理論))
- 図-6.8.6 鉛直たわみ振動変位
(観測値と推定値 (Sears 関数))
- 図-6.8.7 鉛直たわみ振動変位
(観測値と推定値 (Holmes のアドミッタンス))

U=13.9 M/S

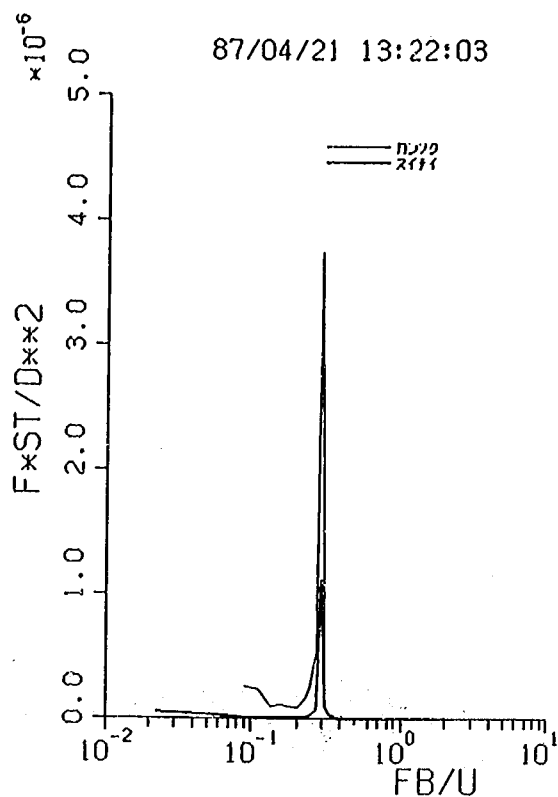


図-6.8.4

U=13.9 M/S

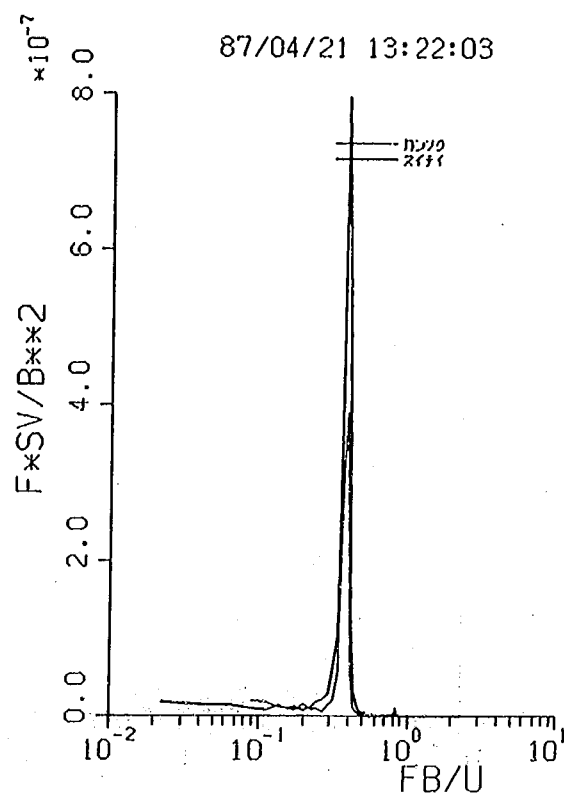


図-6.8.5

U=13.9 M/S

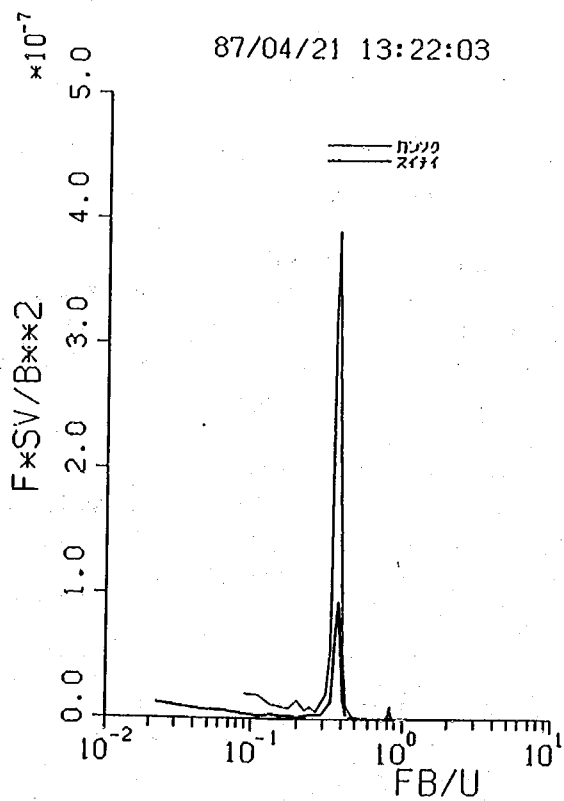


図-6.8.6

U=13.9 M/S

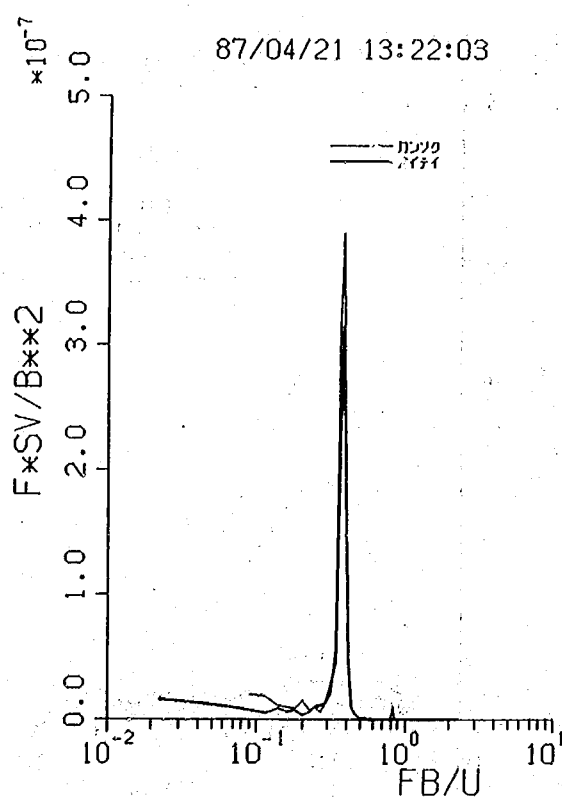


図-6.8.7

U=15.1 M/S

U=15.1 M/S

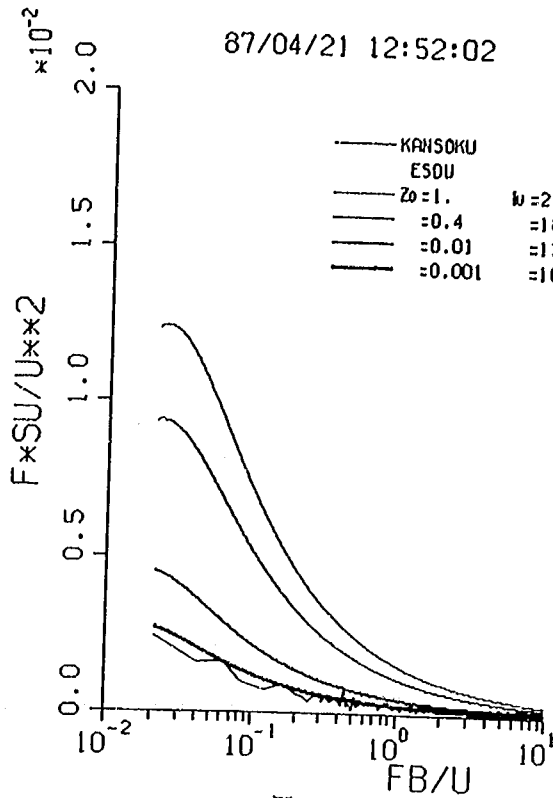


図-6.9.1

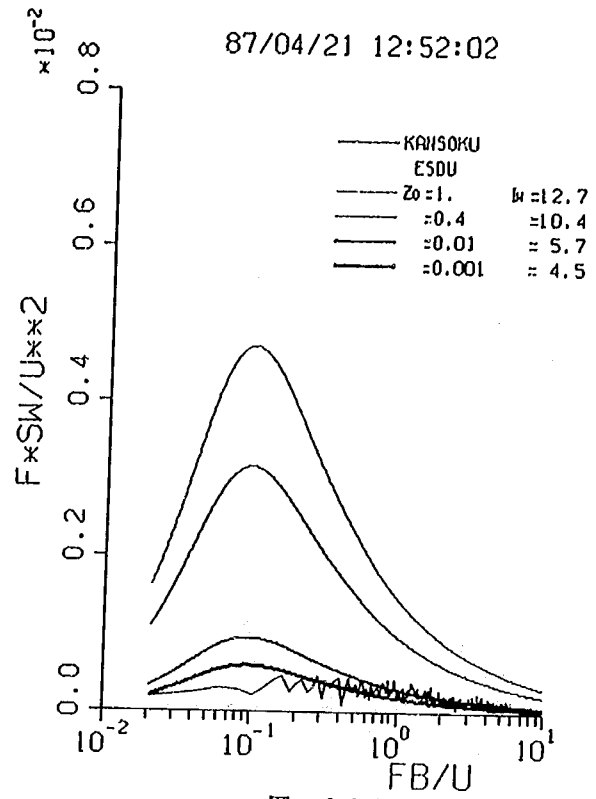


図-6.9.2

U=15.1 M/S

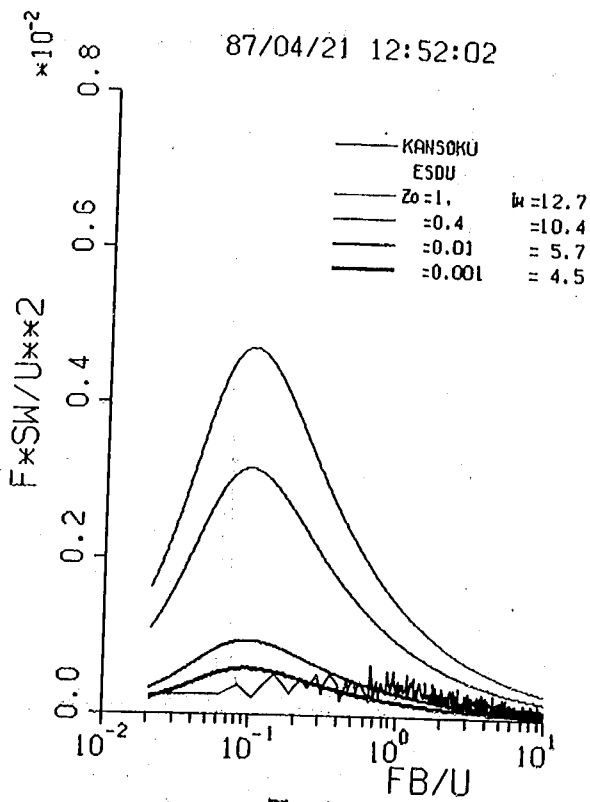


図-6.9.3

図-6.9 87年4月21日12時52分のデータの
パワースペクトル密度関数

- 図-6.9.1 主流方向変動風速
- 図-6.9.2 鉛直方向変動風速 (3方向超音波風速計)
- 図-6.9.3 鉛直方向変動風速 (1方向超音波風速計)
- 図-6.9.4 水平たわみ振動変位 (観測値と推定値)
- 図-6.9.5 鉛直たわみ振動変位
(観測値と推定値 (準定常理論))
- 図-6.9.6 鉛直たわみ振動変位
(観測値と推定値 (Sears 関数))
- 図-6.9.7 鉛直たわみ振動変位
(観測値と推定値 (Holmes のアドミッタンス))

U=15.1 M/S

U=15.1 M/S

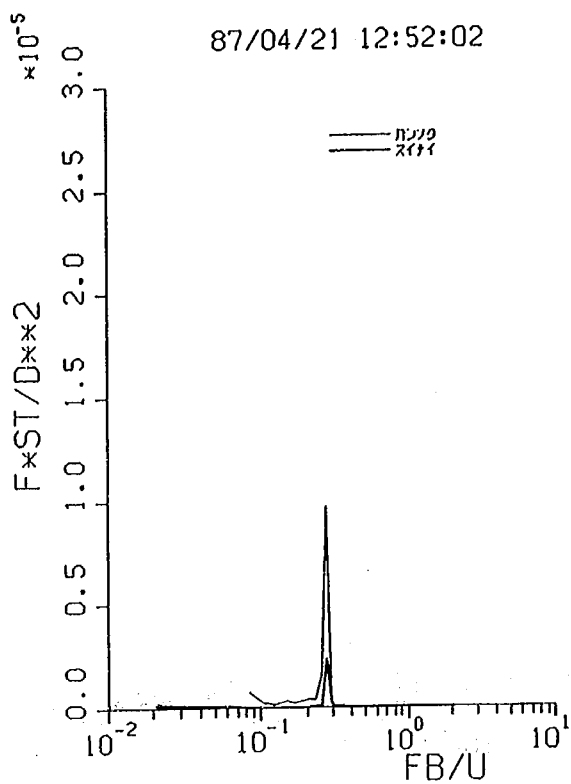


图-6.9.4

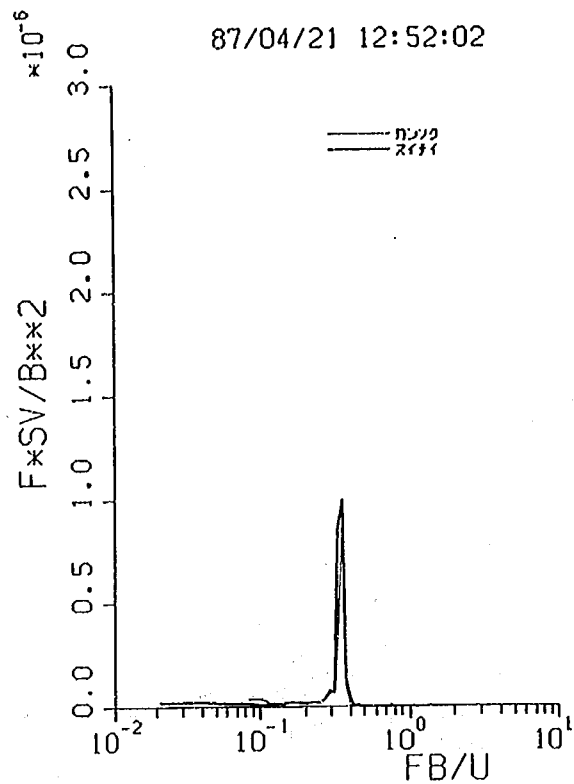


图-6.9.5

U=15.1 M/S

U=15.1 M/S

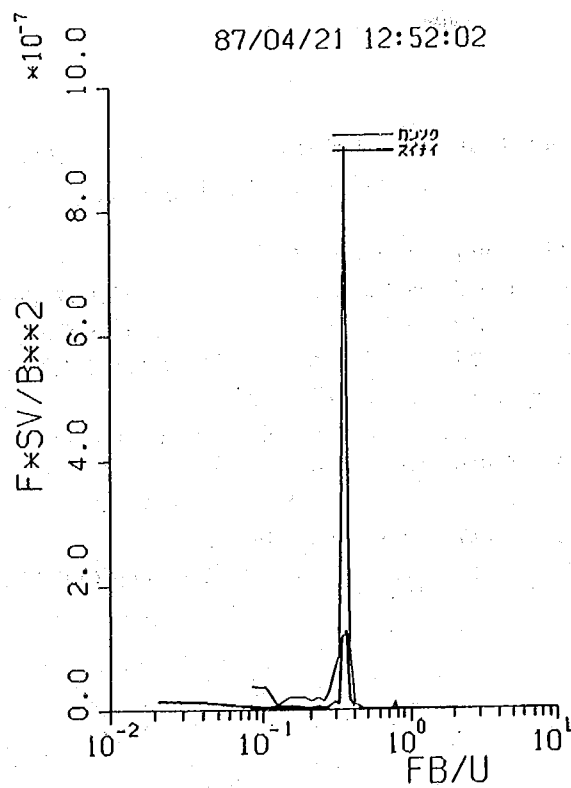


图-6.9.6

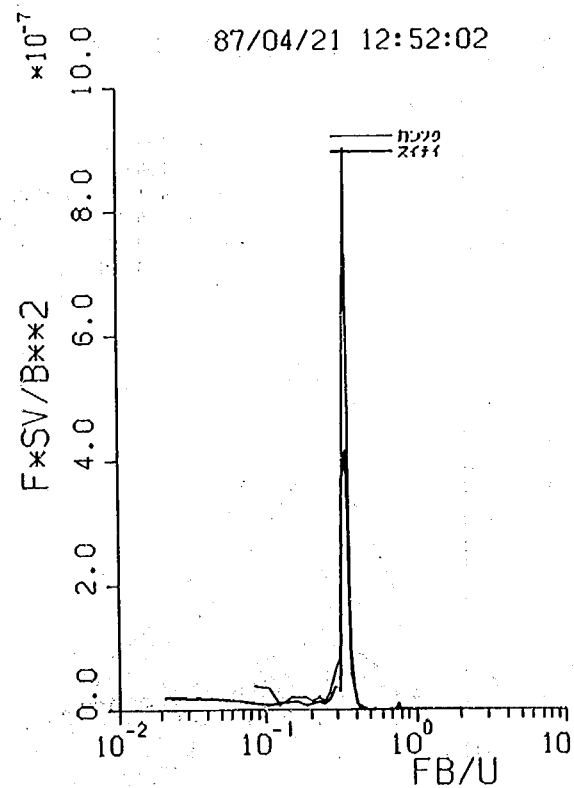


图-6.9.7

U=14.8 m/s

U=14.8 m/s

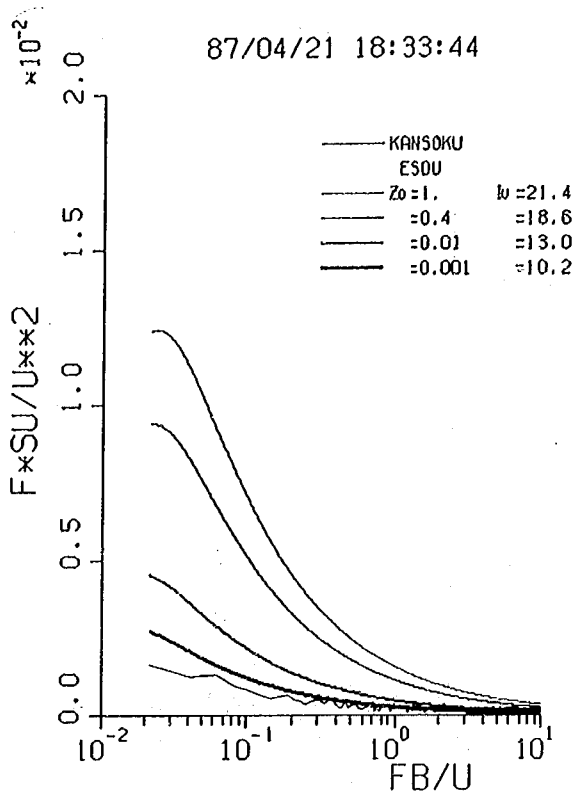


図-6.10.1

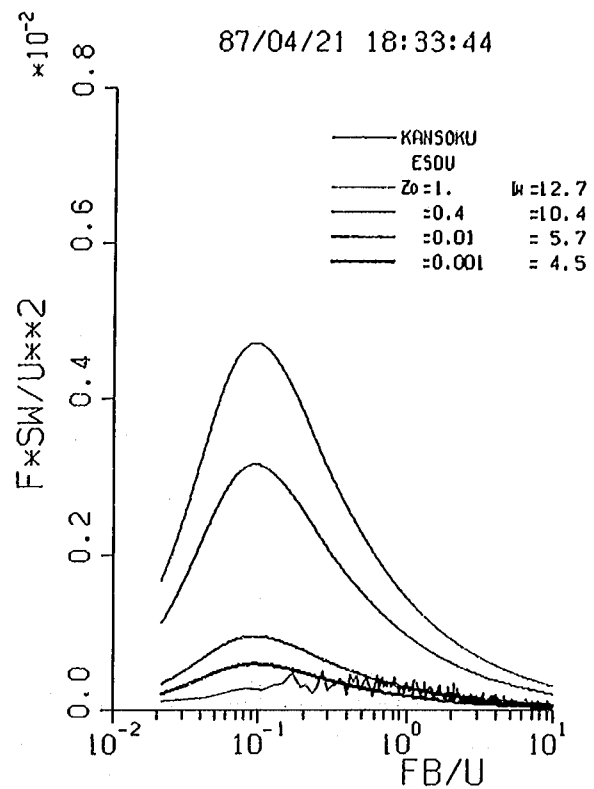


図-6.10.2

U=14.8 m/s

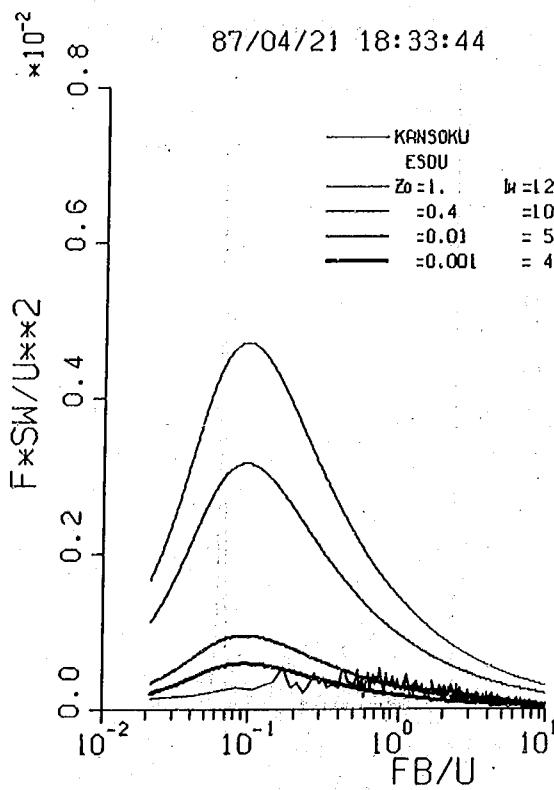


図-6.10.3

図-6.10 87年4月21日18時33分のデータの
パワースペクトル密度関数

図-6.10.1 主流方向変動風速

図-6.10.2 鉛直方向変動風速 (3方向超音波風速計)

図-6.10.3 鉛直方向変動風速 (1方向超音波風速計)

図-6.10.4 水平たわみ振動変位 (観測値と推定値)

図-6.10.5 鉛直たわみ振動変位

(観測値と推定値 (準定常理論))

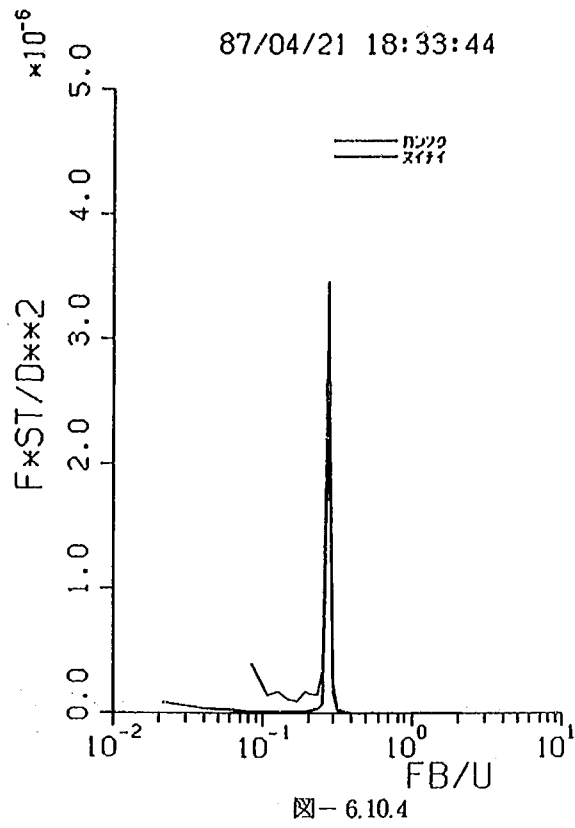
図-6.10.6 鉛直たわみ振動変位

(観測値と推定値 (Sears 関数))

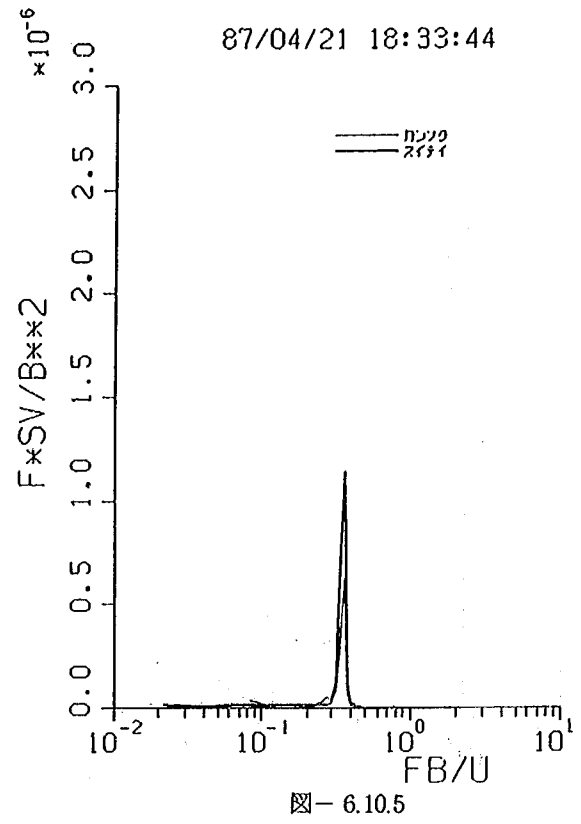
図-6.10.7 鉛直たわみ振動変位

(観測値と推定値 (Holmes のアドミタンス))

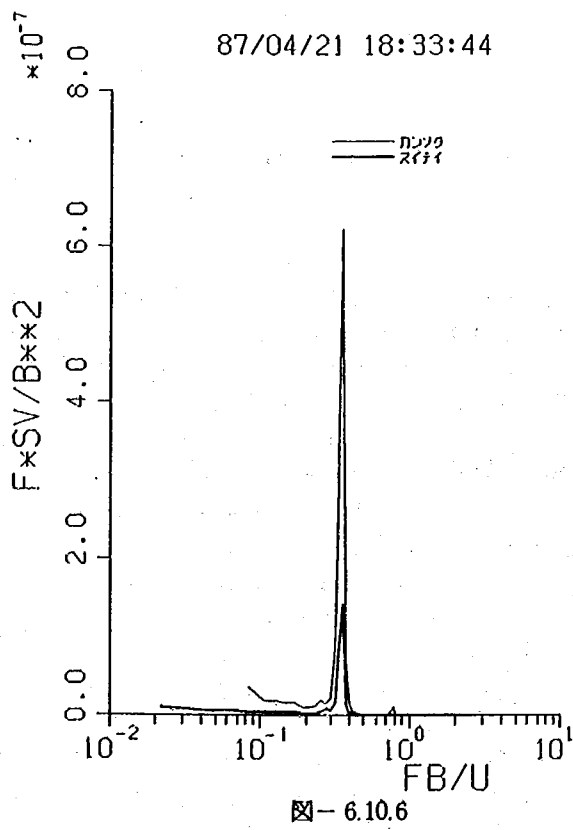
U=14.8 M/S



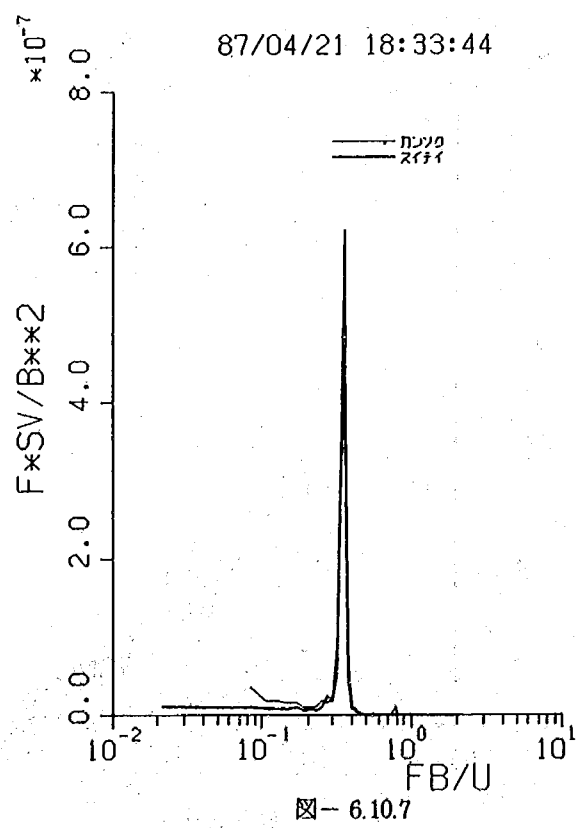
U=14.8 M/S



U=14.8 M/S



U=14.8 M/S



U= 7.6 M/S

U= 7.6 M/S

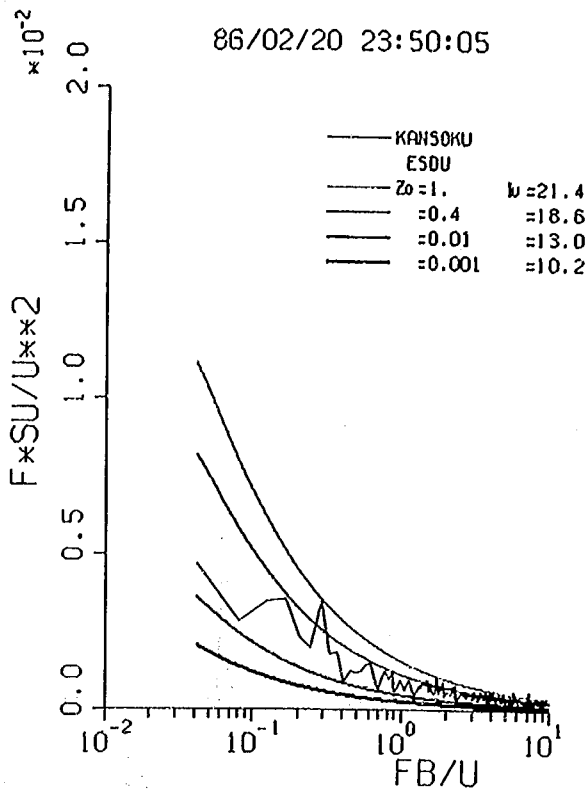


図- 6.11.1

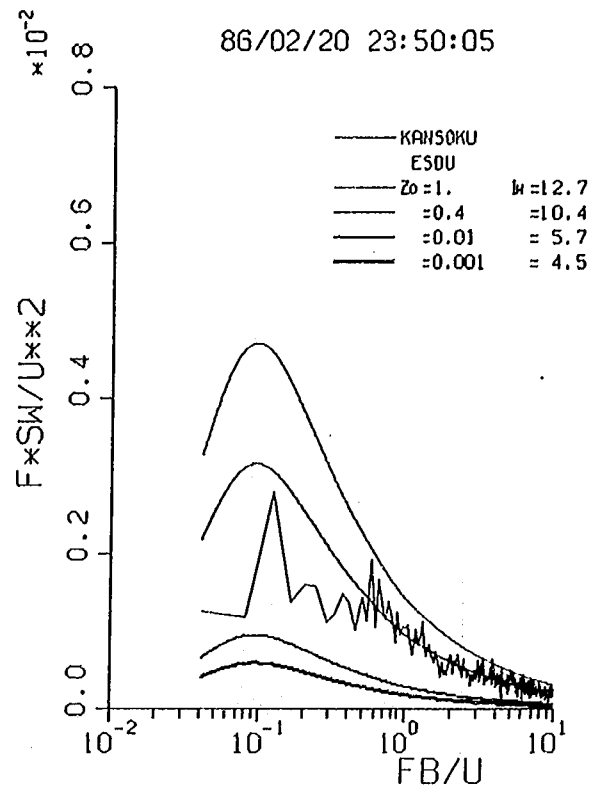


図- 6.11.2

U= 7.6 M/S

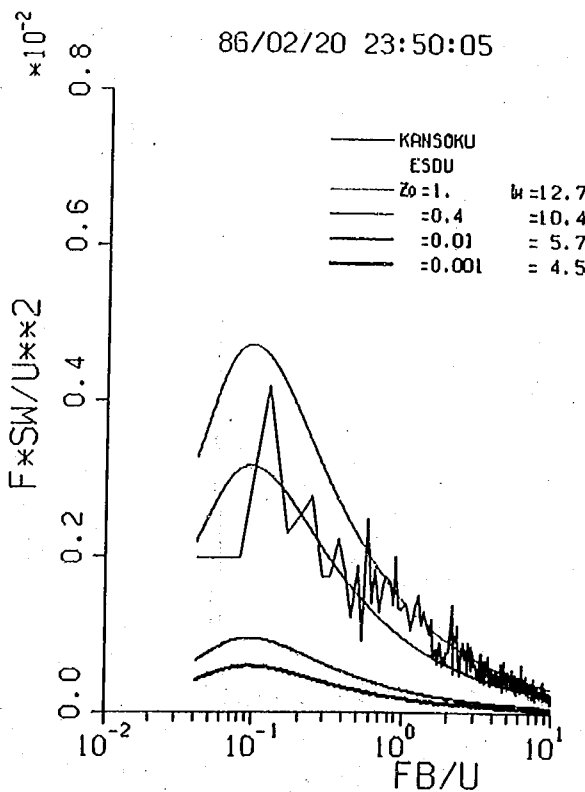


図- 6.11.3

図- 6.11 86年 2 月 20 日 23 時 50 分のデータの
パワースペクトル密度関数

図- 6.11.1 主流方向変動風速

図- 6.11.2 鉛直方向変動風速 (3 方向超音波風速計)

図- 6.11.3 鉛直方向変動風速 (1 方向超音波風速計)

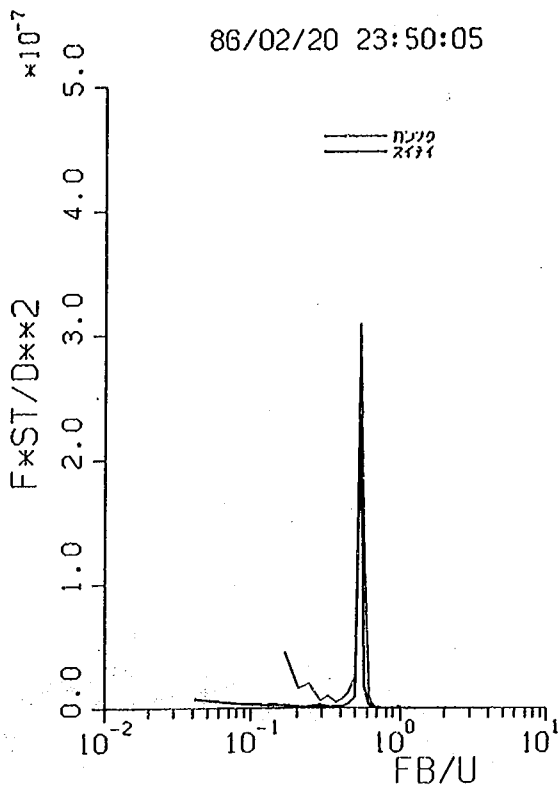
図- 6.11.4 水平たわみ振動変位 (観測値と推定値)

図- 6.11.5 鉛直たわみ振動変位
(観測値と推定値 (準定常理論))

図- 6.11.6 鉛直たわみ振動変位
(観測値と推定値 (Sears 関数))

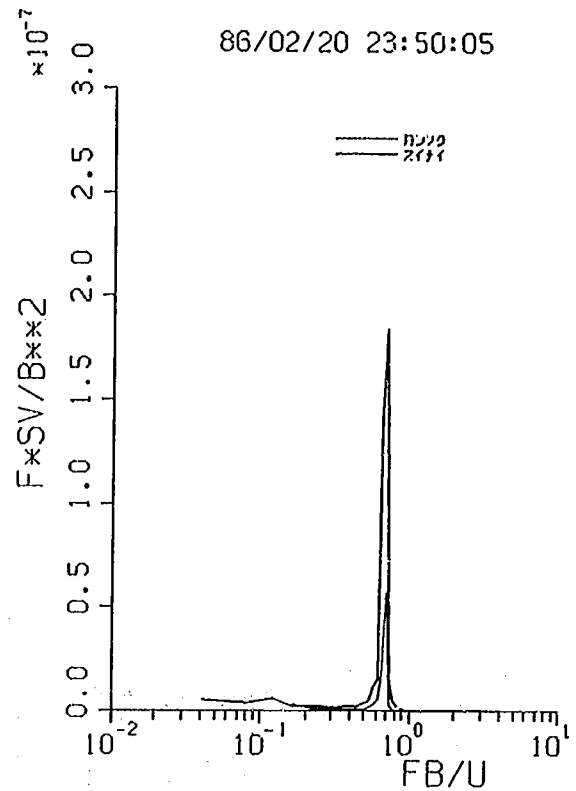
図- 6.11.7 鉛直たわみ振動変位
(観測値と推定値 (Holmes のアドミッタ
ンス))

U= 7.6 M/S



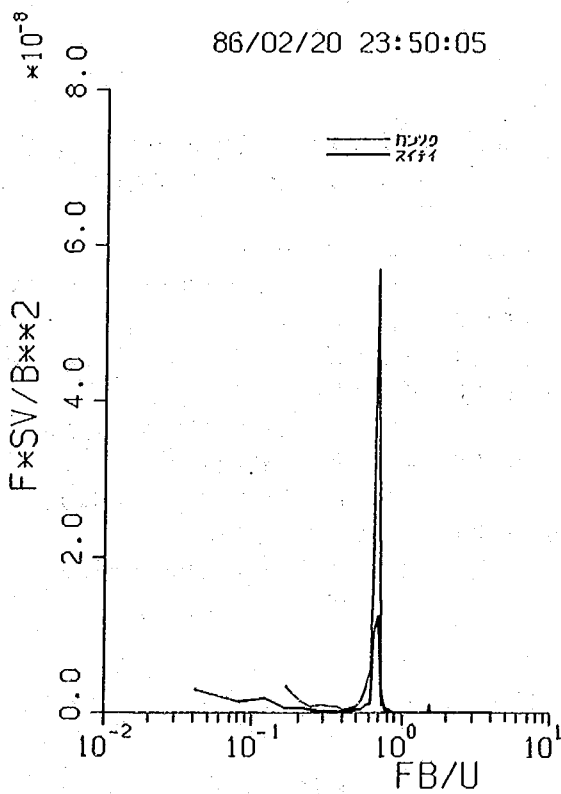
☒- 6.11.4

U= 7.6 M/S



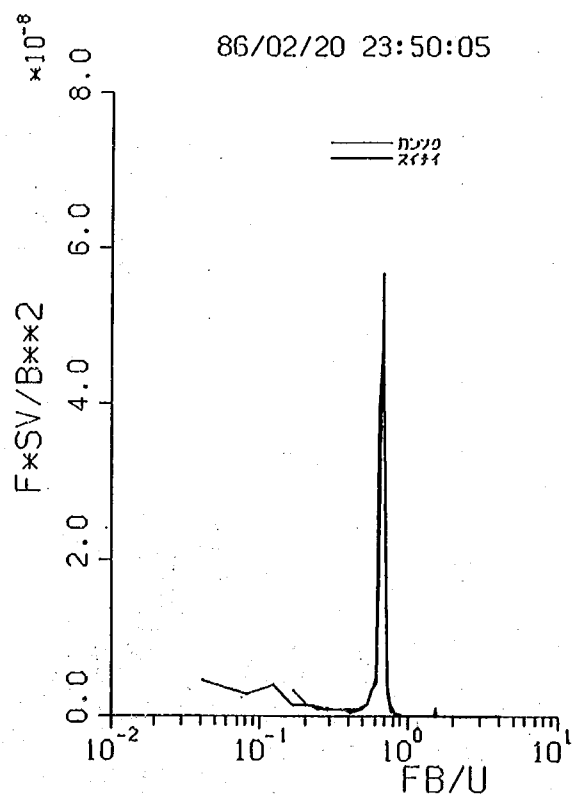
☒- 6.11.5

U= 7.6 M/S



☒- 6.11.6

U= 7.6 M/S



☒- 6.11.7

U=11.1 M/S

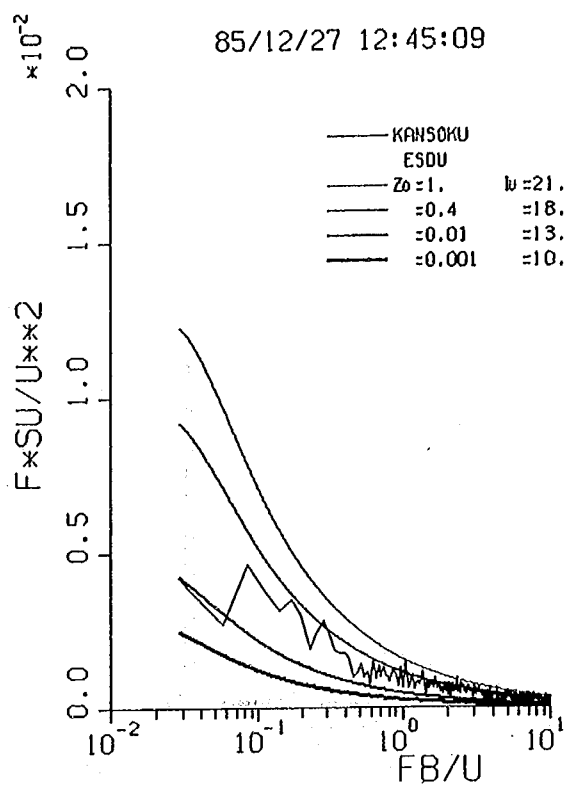


図-6.12.1

U=11.1 M/S

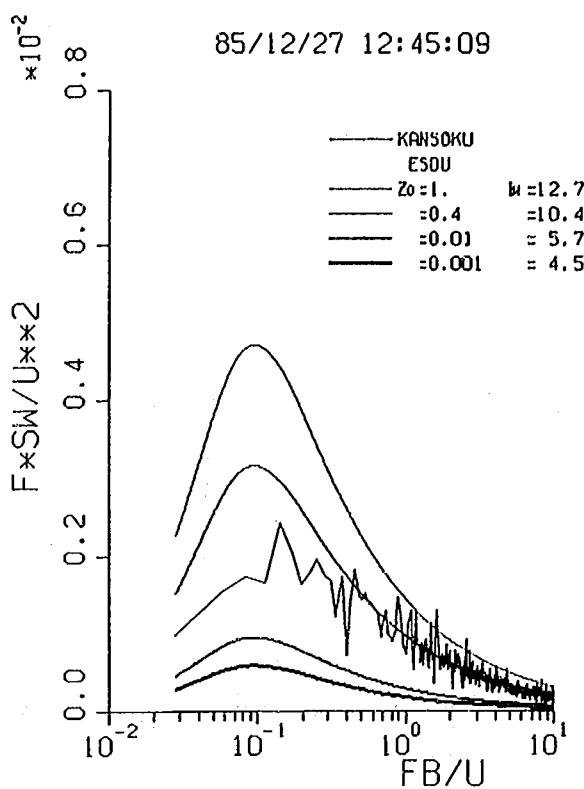


図-6.12.2

U=11.1 M/S

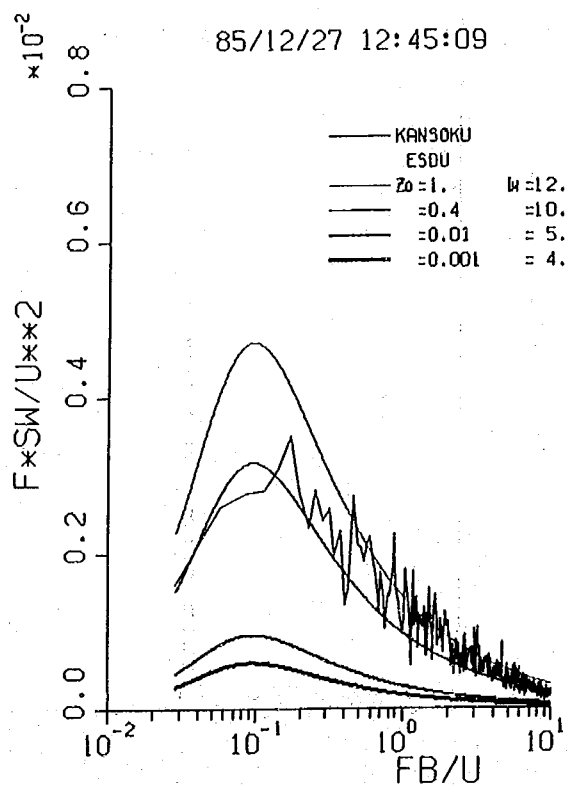


図-6.12.3

図-6.12 85年12月27日12時45分のデータの
パワースペクトル密度関数

- 図-6.12.1 主流方向変動風速
- 図-6.12.2 鉛直方向変動風速（3方向超音波風速計）
- 図-6.12.3 鉛直方向変動風速（1方向超音波風速計）
- 図-6.12.4 水平たわみ振動変位（観測値と推定値）
- 図-6.12.5 鉛直たわみ振動変位
（観測値と推定値（準定常理論））
- 図-6.12.6 鉛直たわみ振動変位
（観測値と推定値（Sears 関数））
- 図-6.12.7 鉛直たわみ振動変位
（観測値と推定値（Holmes のアドミッタ
ンス））

U=11.1 M/S

U=11.1 M/S

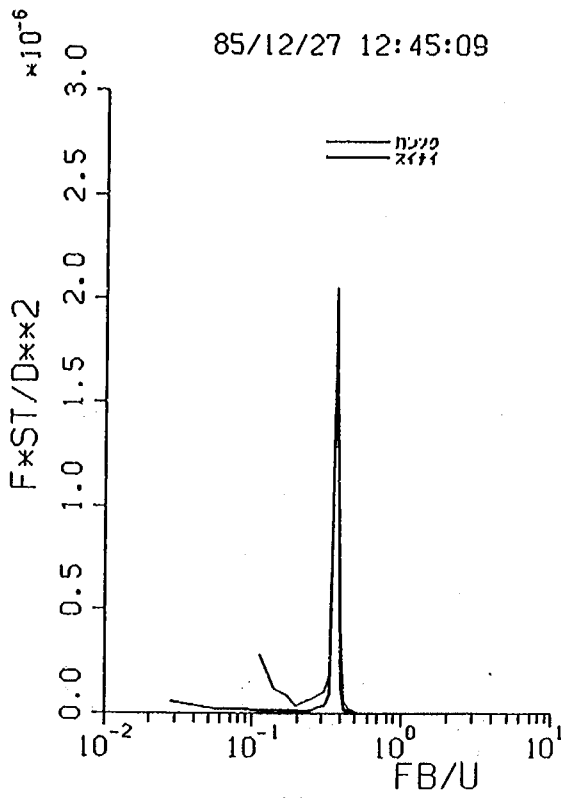


図-6.12.4

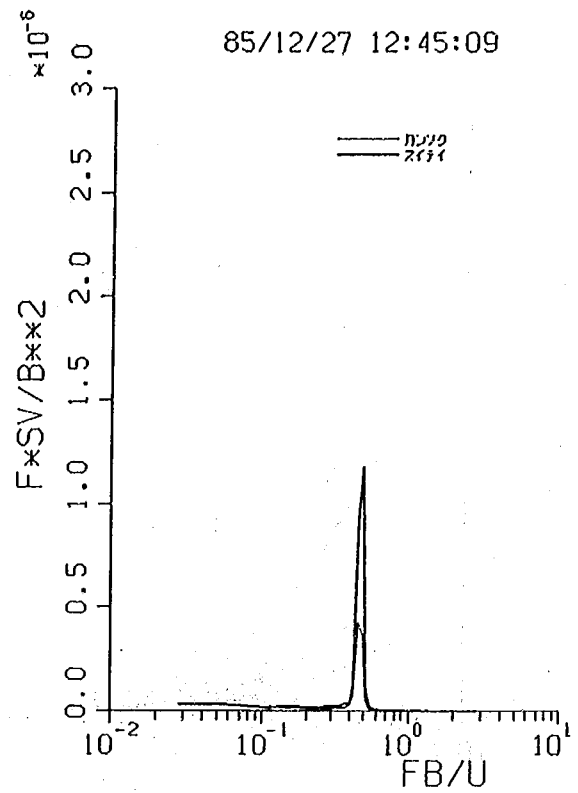


図-6.12.5

U=11.1 M/S

U=11.1 M/S

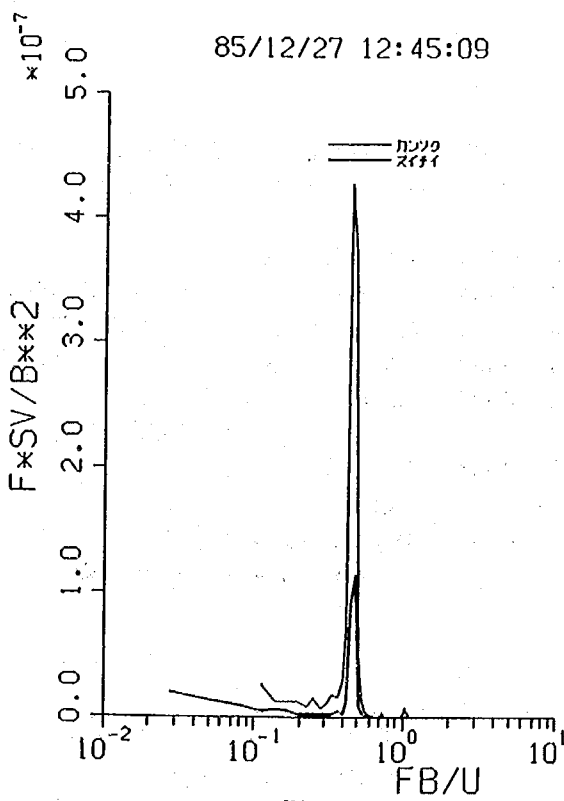


図-6.12.6

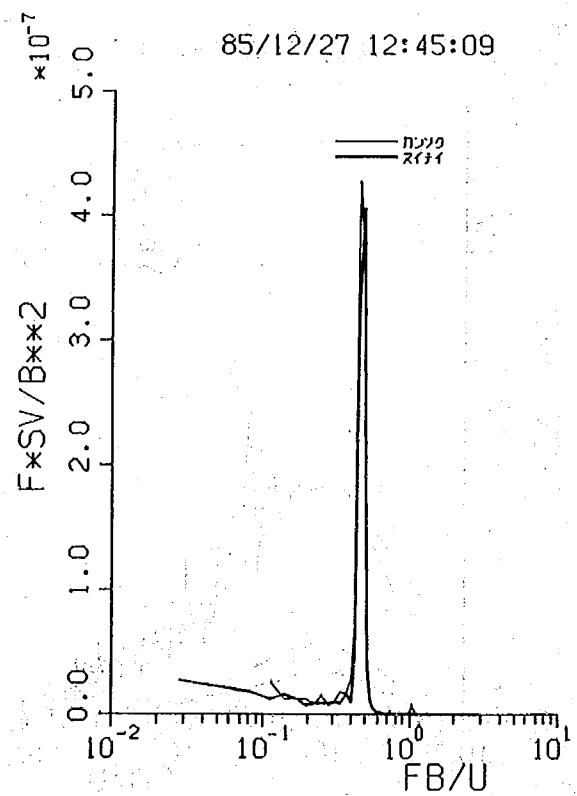


図-6.12.7

U=10.6 M/S

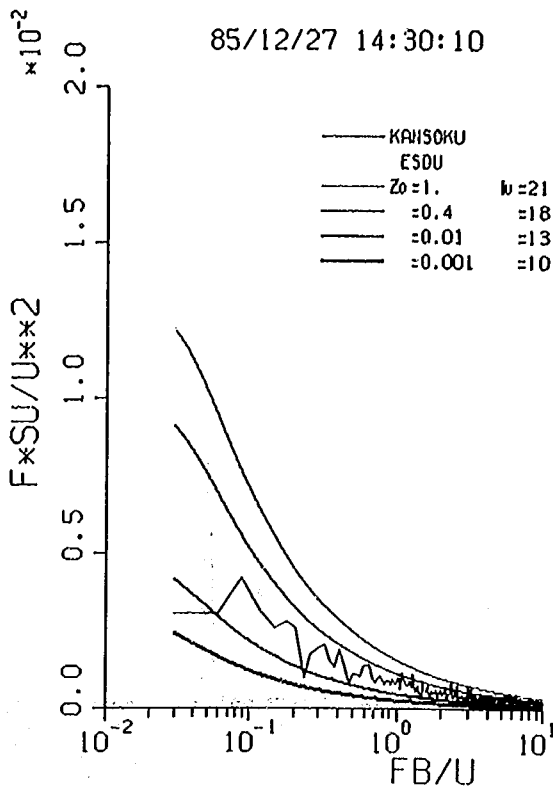


図-6.13.1

U=10.6 M/S

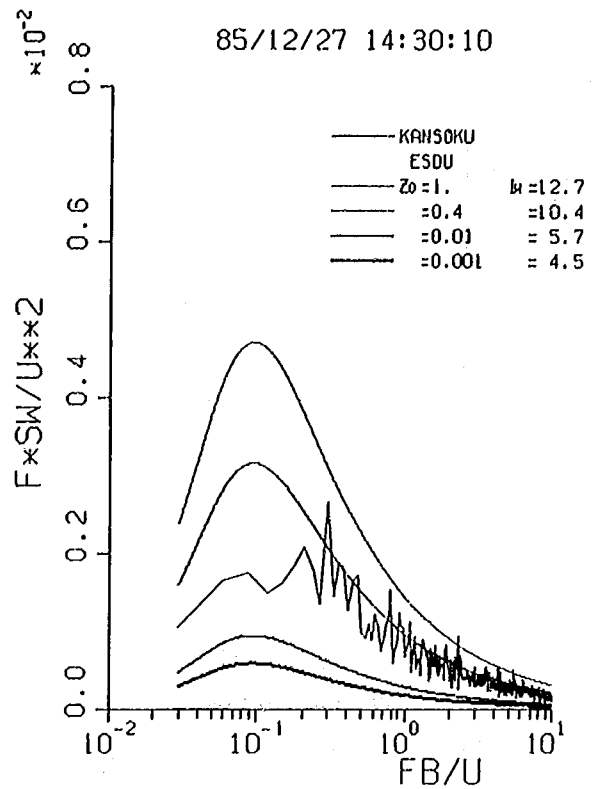


図-6.13.2

U=10.6 M/S

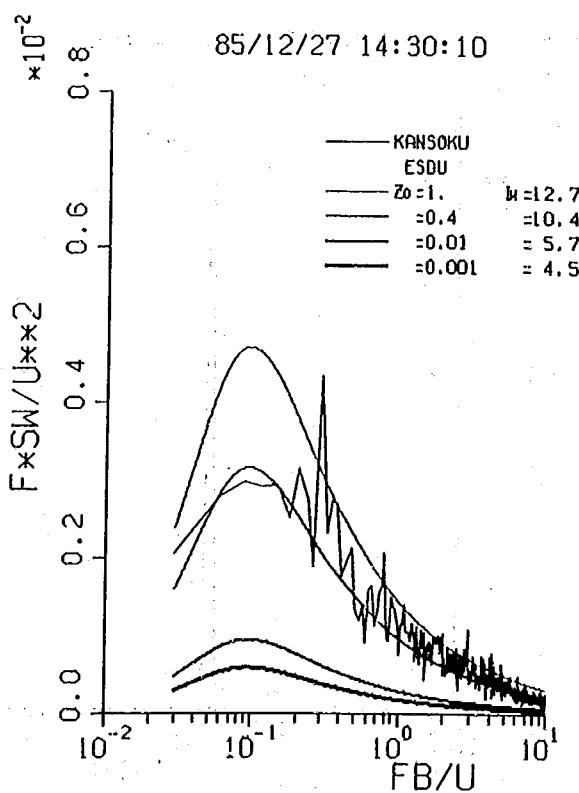


図-6.13.3

図-6.13 85年12月27日14時30分のデータの
パワースペクトル密度関数

- 図-6.13.1 主流方向変動風速
- 図-6.13.2 鉛直方向変動風速 (3方向超音波風速計)
- 図-6.13.3 鉛直方向変動風速 (1方向超音波風速計)
- 図-6.13.4 水平たわみ振動変位 (観測値と推定値)
- 図-6.13.5 鉛直たわみ振動変位
(観測値と推定値 (準定常理論))
- 図-6.13.6 鉛直たわみ振動変位
(観測値と推定値 (Sears 関数))
- 図-6.13.7 鉛直たわみ振動変位
(観測値と推定値 (Holmes のアドミッタンス))

U=10.6 M/S

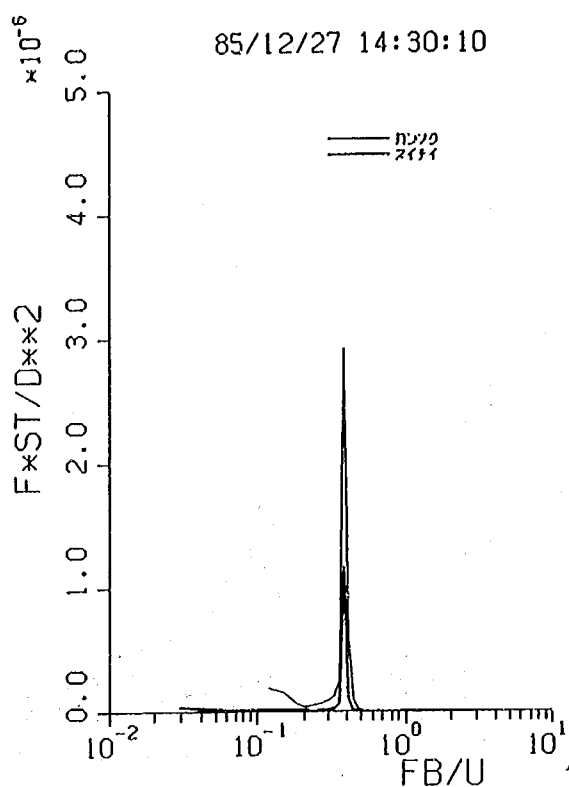


図- 6.13.4

U=10.6 M/S

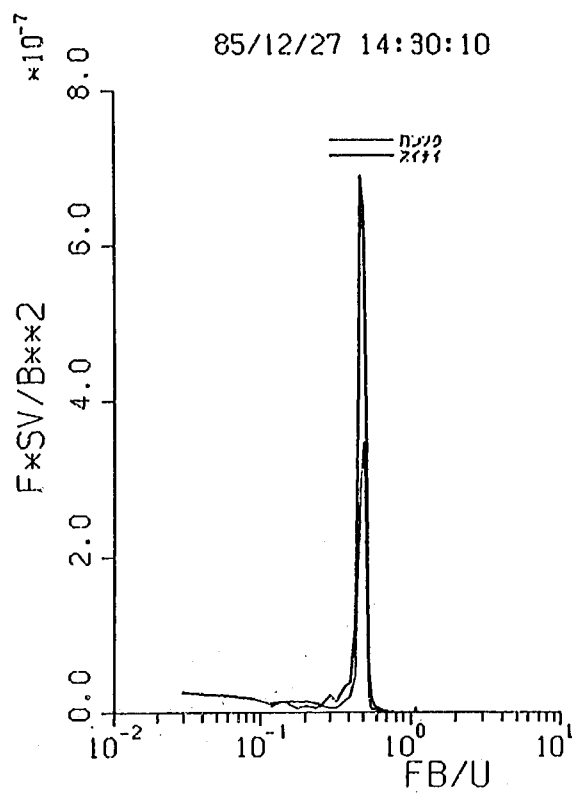


図- 6.13.5

U=10.6 M/S

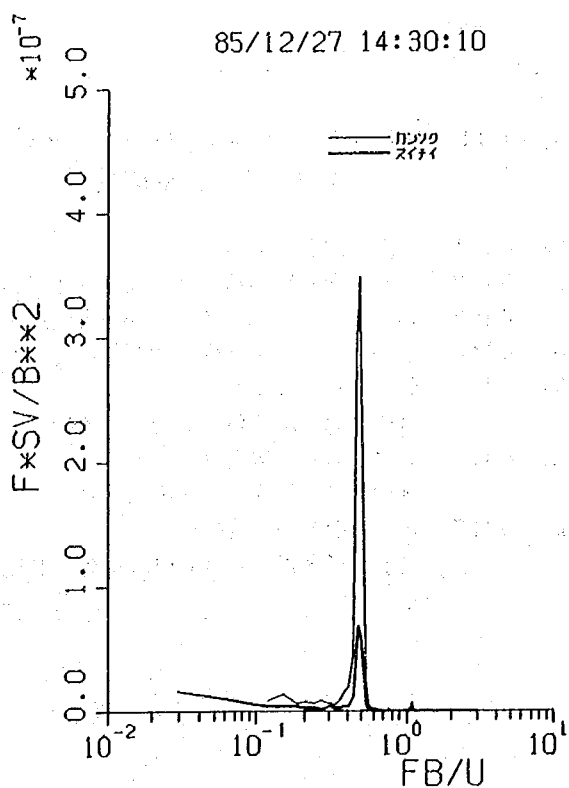


図- 6.13.6

U=10.6 M/S

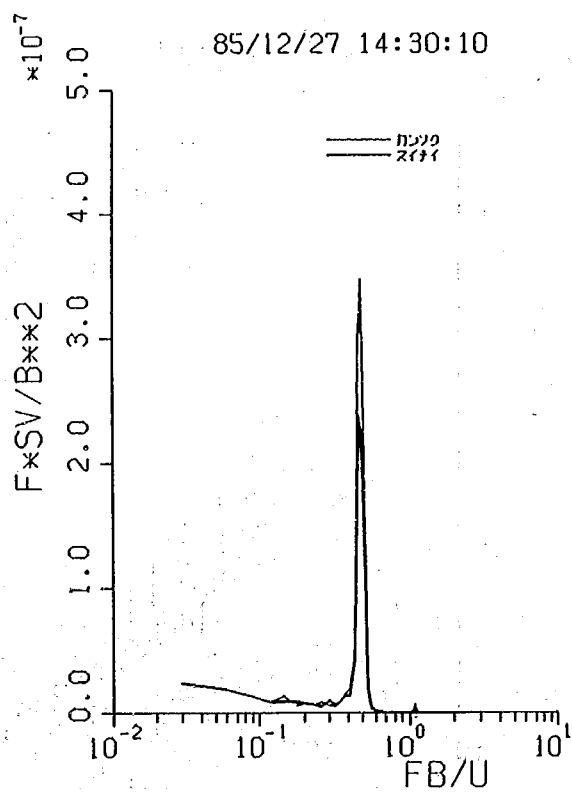


図- 6.13.7

U=12.7 M/S

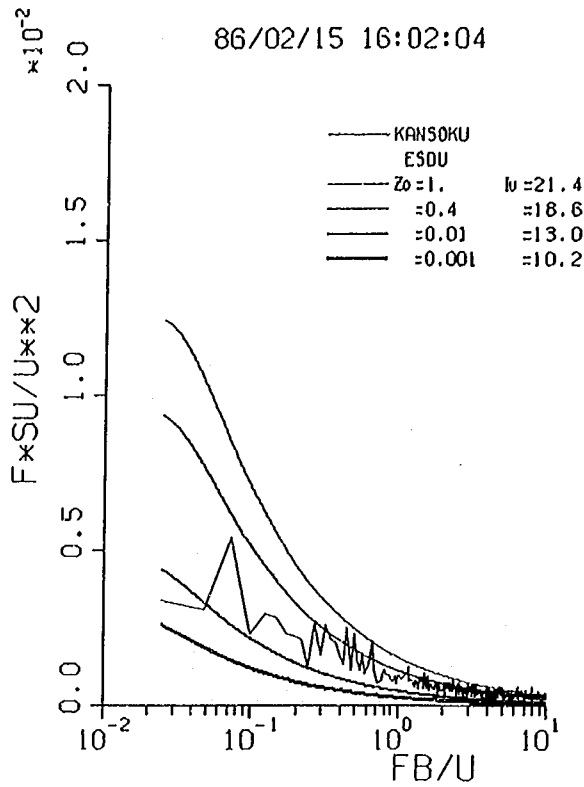


図- 6.14.1

U=12.7 M/S

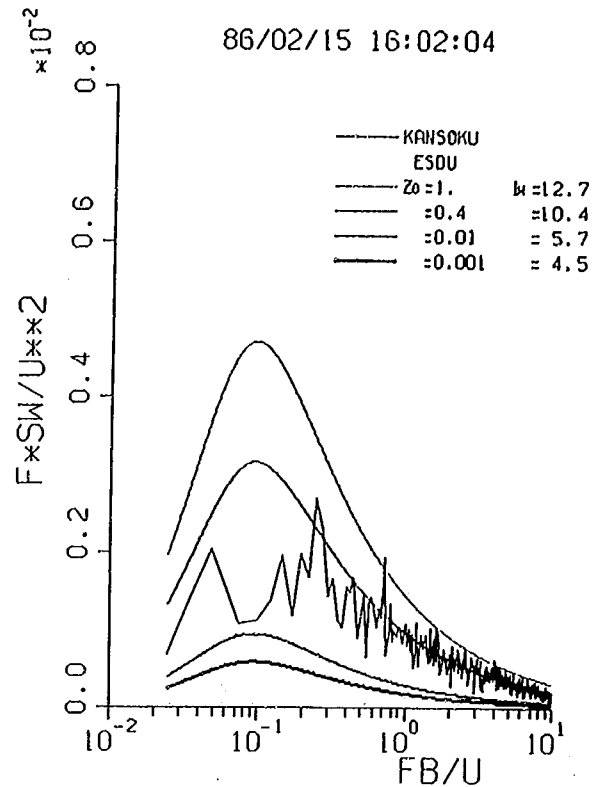


図- 6.14.2

U=12.7 M/S

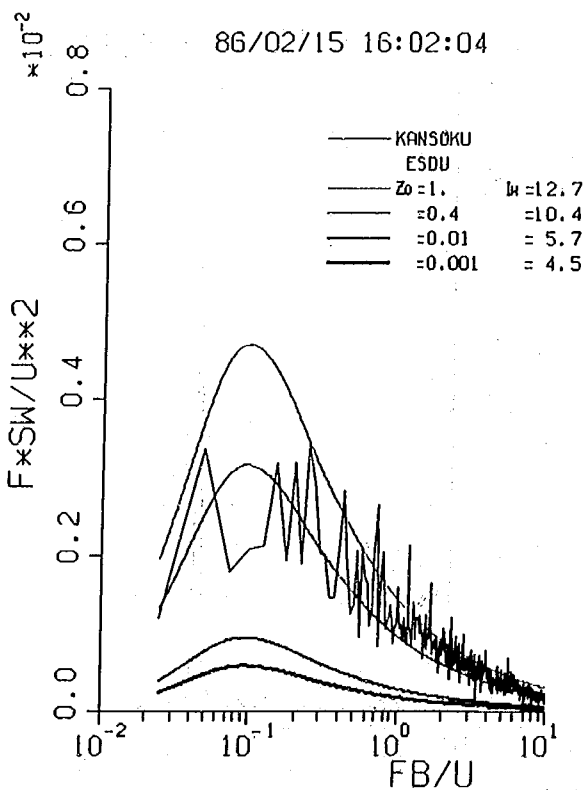


図- 6.14.3

図- 6.14 86年2月15日16時2分のデータの
パワースペクトル密度関数

図- 6.14.1 主流方向変動風速

図- 6.14.2 鉛直方向変動風速 (3方向超音波風速計)

図- 6.14.3 鉛直方向変動風速 (1方向超音波風速計)

図- 6.14.4 水平たわみ振動変位 (観測値と推定値)

図- 6.14.5 鉛直たわみ振動変位
(観測値と推定値 (準定常理論))

図- 6.14.6 鉛直たわみ振動変位
(観測値と推定値 (Sears 関数))

図- 6.14.7 鉛直たわみ振動変位
(観測値と推定値 (Holmes のアドミッタ
ンス))

U=12.7 M/S

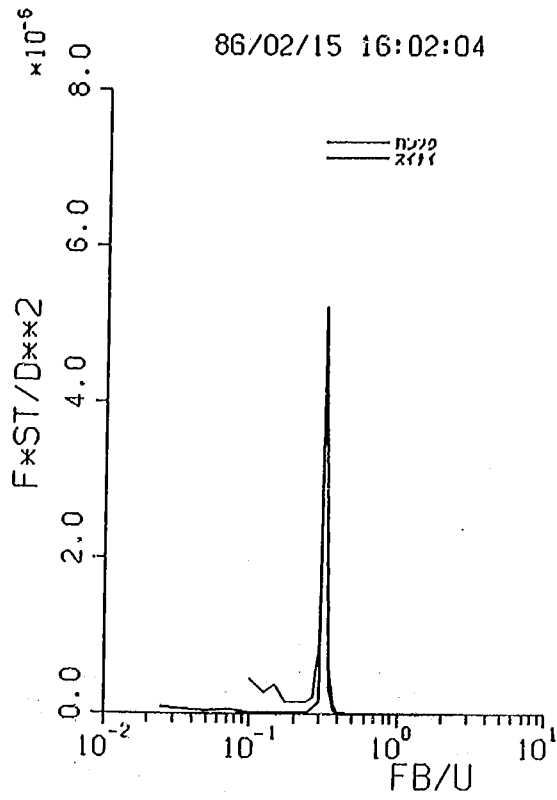


図-6.14.4

U=12.7 M/S

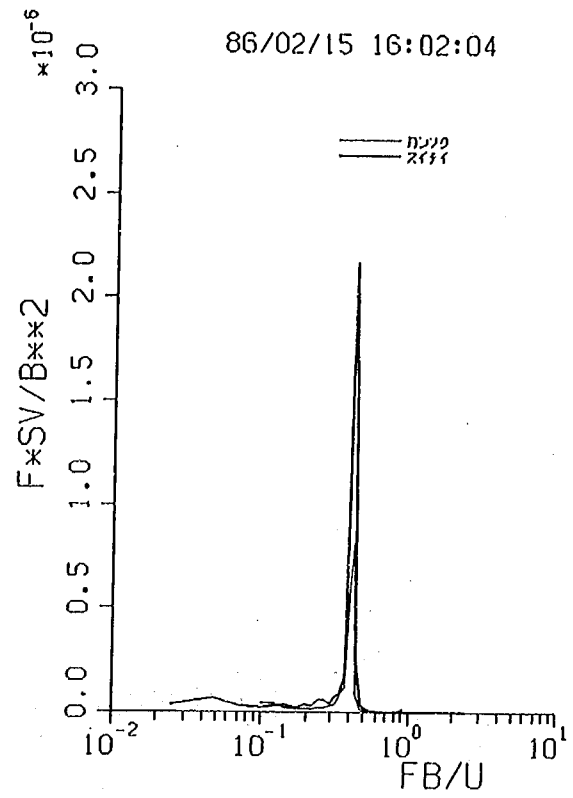


図-6.14.5

U=12.7 M/S

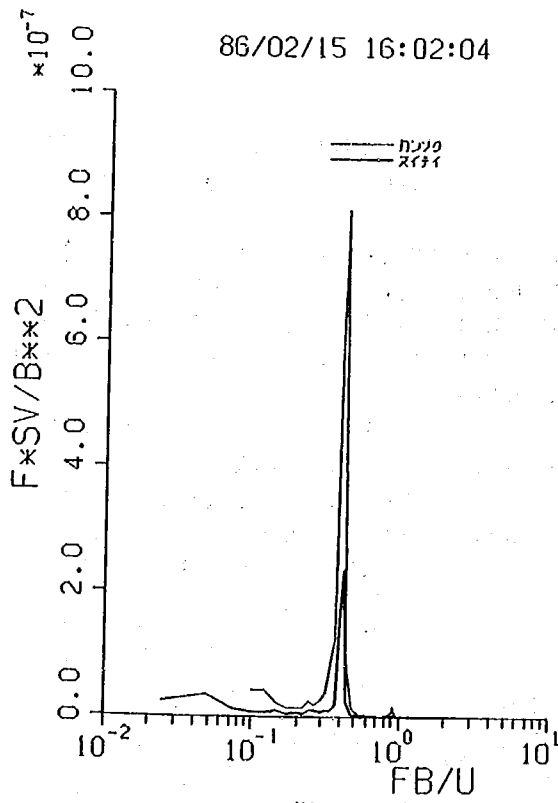


図-6.14.6

U=12.7 M/S

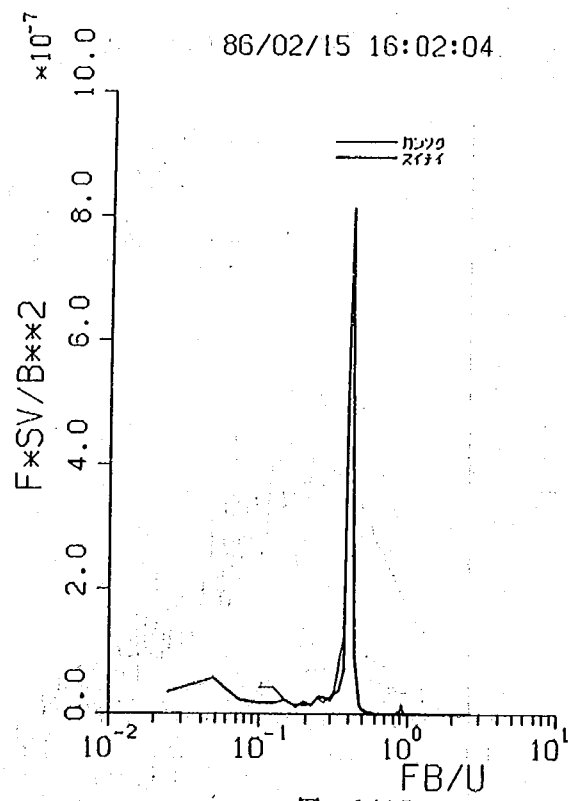


図-6.14.7

U=15.5 W/S

U=15.5 W/S

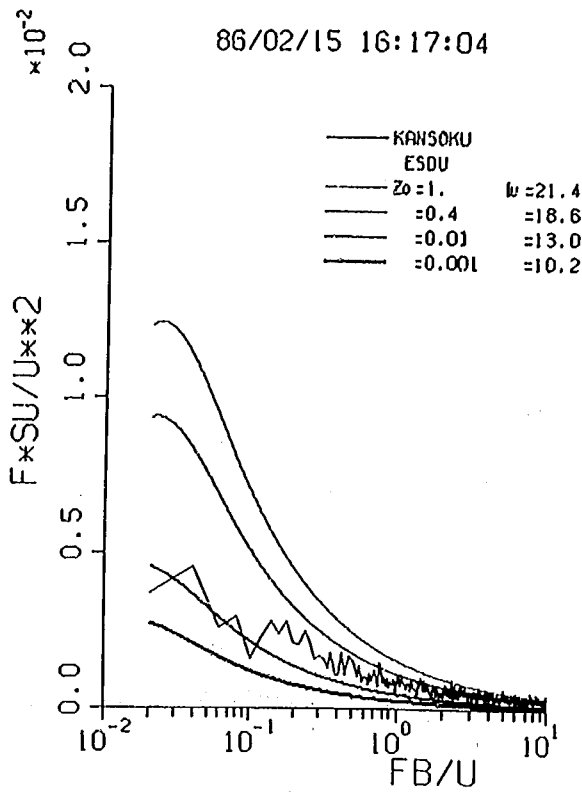


図- 6.15.1

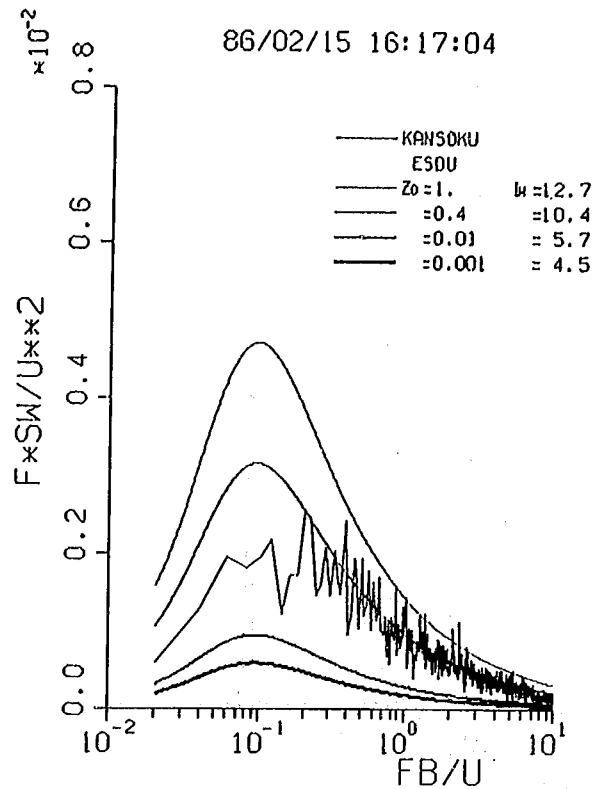


図- 6.15.2

U=15.5 W/S

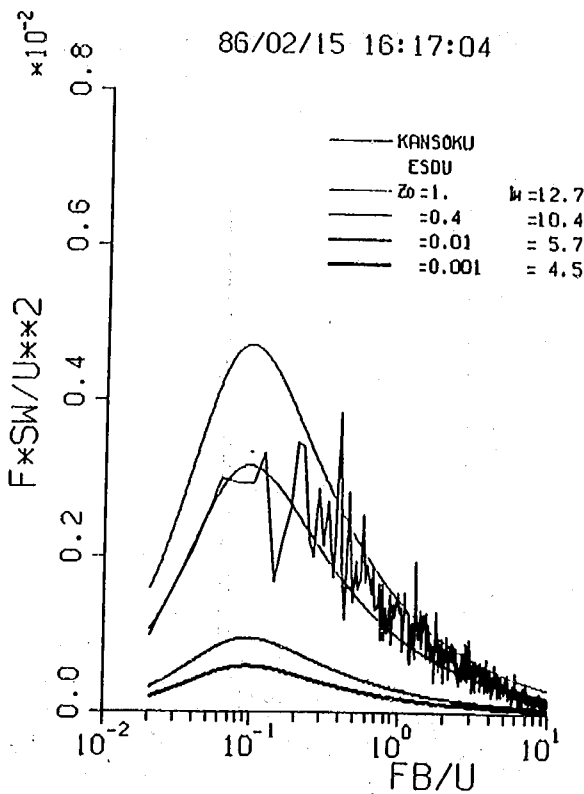


図- 6.15.3

図- 6.15 86年2月15日16時17分のデータの
パワースペクトル密度関数

図- 6.15.1 主流方向変動風速

図- 6.15.2 鉛直方向変動風速 (3方向超音波風速計)

図- 6.15.3 鉛直方向変動風速 (1方向超音波風速計)

図- 6.15.4 水平たわみ振動変位 (観測値と推定値)

図- 6.15.5 鉛直たわみ振動変位

(観測値と推定値 (準定常理論))

図- 6.15.6 鉛直たわみ振動変位

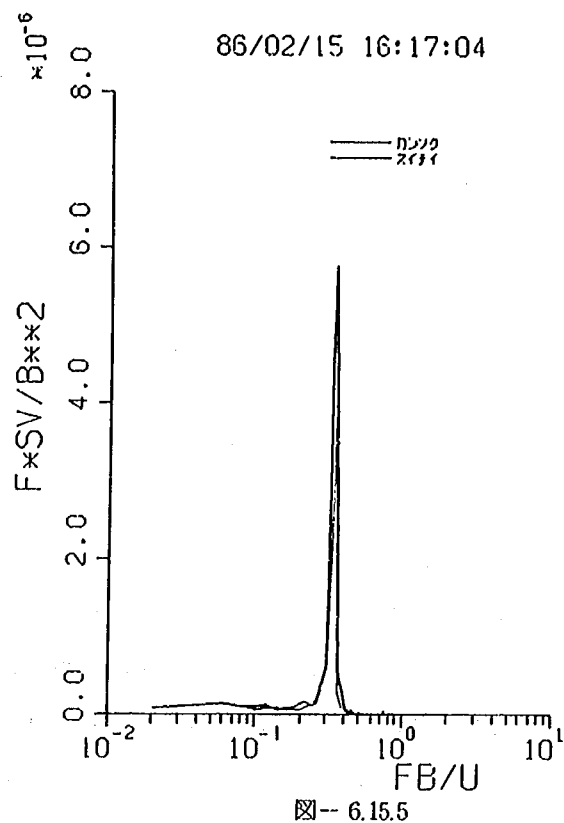
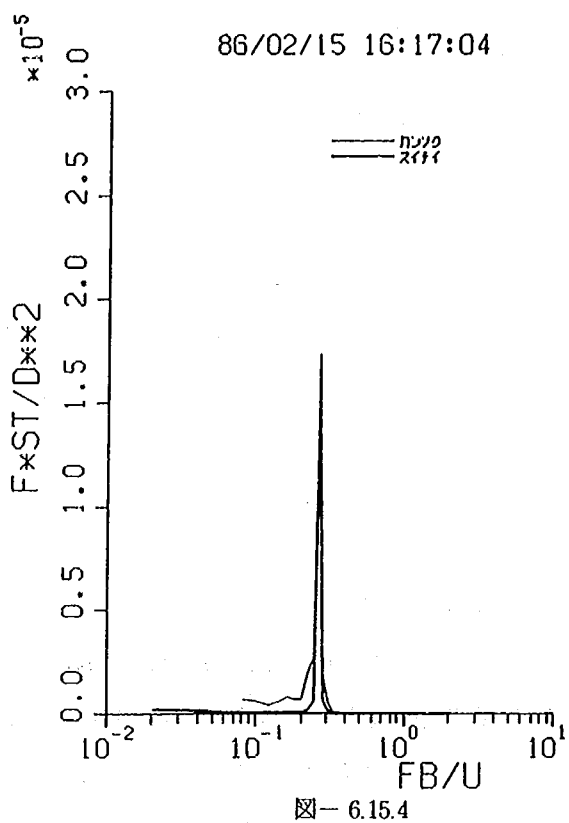
(観測値と推定値 (Sears 関数))

図- 6.15.7 鉛直たわみ振動変位

(観測値と推定値 (Holmes のアドミッタ
ンス))

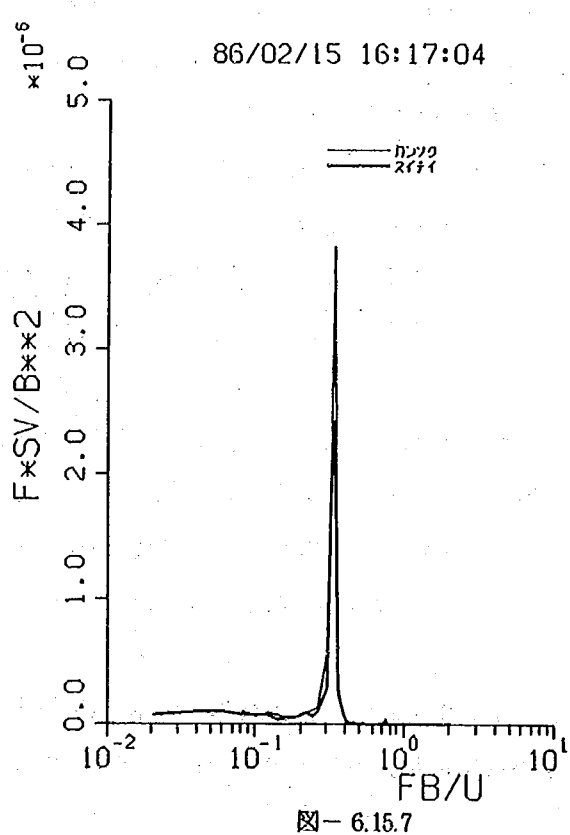
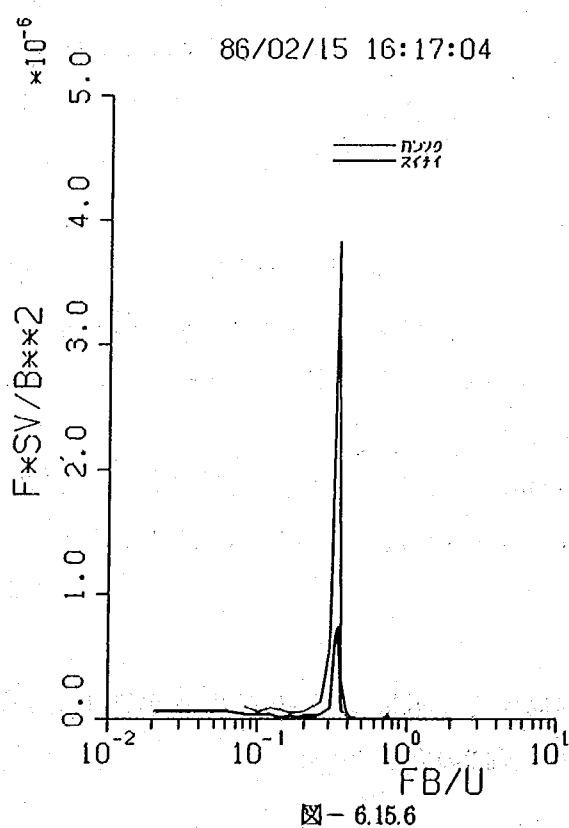
U=15.5 M/S

U=15.5 M/S



U=15.5 M/S

U=15.5 M/S



7. ま と め

昭和60年度から昭和62年度までの3年間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。

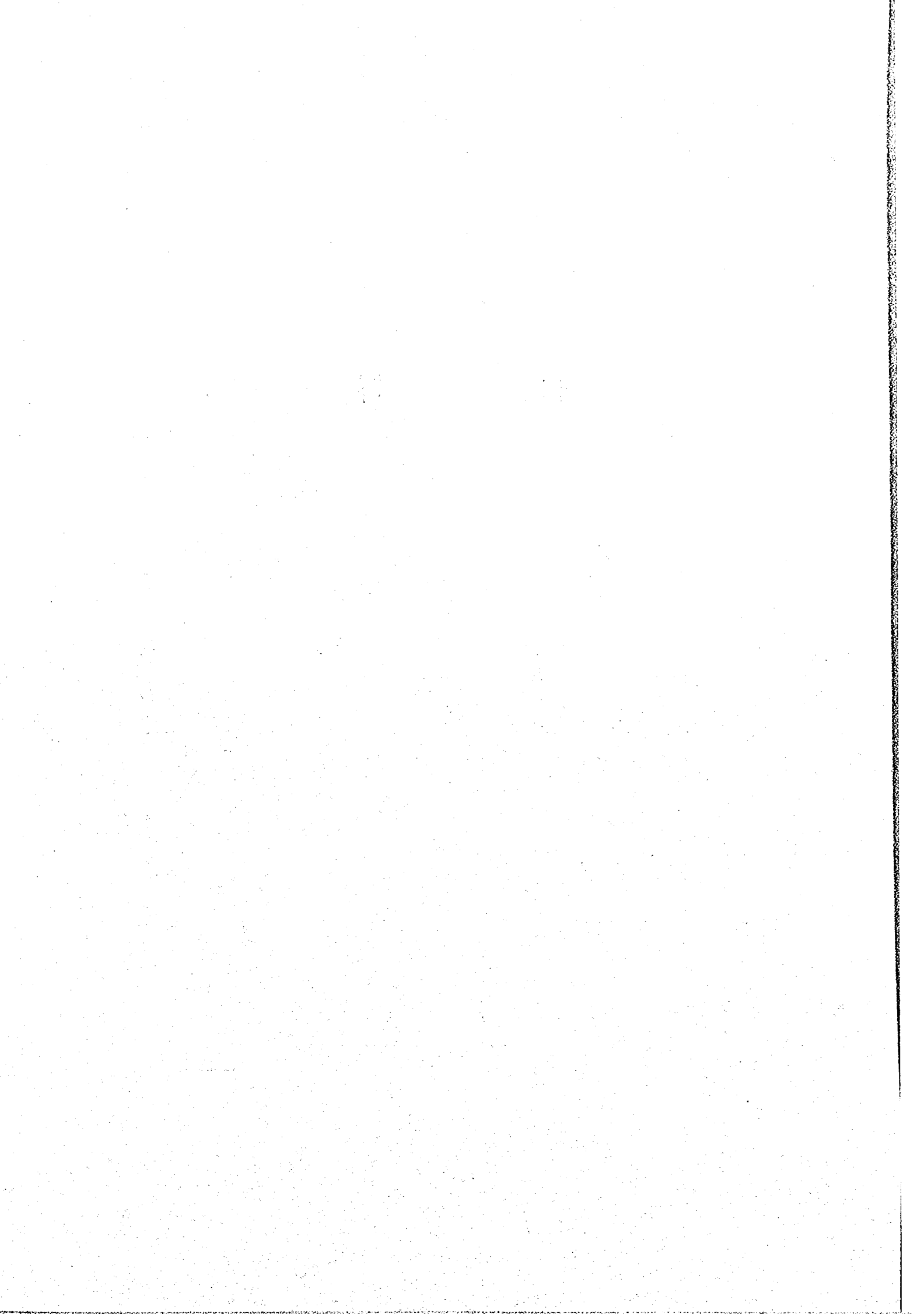
- (1) 3年間に観測磁気テープ42本分、合計365ケースのデータが蓄積された。得られたデータの最大平均風速は 18.6 m/s であり、平均風向としては東南東～南南東および西南西～北北西が多く観測された。これは、設計風速よりもはるかに小さな風速であった。
- (2) 基本的な統計量（平均風速、平均風向、乱れ強さ、橋の振動加速度の標準偏差など）の計算を行った。風の鉛直方向の乱れ強さ I_w は西北西～北北西（陸側）の場合に東南東～南南東（海側）に比べて大きく、傾斜角は概ね 0° 付近にバラツいていた。橋の加速度標準偏差は風向が橋軸方向の場合に小さく、西北西～北北西のものが東南東～南南東に比べて大きかった。
- (3) 変動風速のパワースペクトル密度関数（P. S. D. F.）を計算した。主流方向変動風速のP. S. D. F. 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で提案された平坦な草原からの風のP. S. D. F. 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のP. S. D. F. と同程度であった。また、鉛直方向変動風速のP. S. D. F. 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、平坦な草原からの風のP. S. D. F. 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. F. が極大となる無次元振動数はESDUのP. S. D. F. に比べ高い振動数となっており形状が異っていた。
- (4) 橋の振動加速度および振動変位のパワースペクトル密度関数（P. S. D. F.）を計算した。観測された振動加速度は風の乱れに起因するガスト応答であると考えられるが、水平たわみ変位および鉛直たわみ変位のP. S. D. F. は、中央径間 $\frac{1}{2}$ 点および $\frac{1}{4}$ 点ともに対称1次モードの固有振動数に対応する振動成分が卓越していることが明かとなった。なお、ねじれ変位のP. S. D. F. では1次モードに対応する振動数で明瞭なピークは認められなかった。
- (5) ガスト応答の推定計算を実施した。水平たわみ変位については推定計算値より観測値のほうがわずかに大きかったが、鉛直たわみ変位については、Holmesの空力アドミッタンスを仮定すると推定値は観測値と概ね一致した。振動変位の大きさは、北北西からの平均風速約 15 m/s の風の場合に水平たわみでは約 4 mm 、鉛直たわみでは約 12 mm であった。
- (6) 3年間に得られた観測磁気テープ（記録密度1,600 bpi）の数値データを物理量に直し、高密度化し（記録密度6,250 bpi）、14分35秒を1ケースとし、マスター磁気テープを作成した。マスター磁気テープは3巻、計363ケースのデータになった。

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（VI-1977），土木研究資料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



ガスト応答解析の方法

風速の時間的および空間的変動に起因する橋の不規則強制振動（ガスト応答）は振動論に従い以下の
ように推定できる。

$$\tilde{h}_{(x)}^2 = \sum_i \tilde{q}_i^2 \phi_i(x)^2 \quad \dots\dots\dots (\text{付} \cdot 1)$$

$$\tilde{q}_i^2 = \int_0^\infty S_{qi qi}(f) df \quad \dots\dots\dots (\text{付} \cdot 2)$$

$$S_{qi qi}(f) = \frac{1}{[M_i (2\pi f_i)^2]^2} \cdot \frac{S_{pi pi}(f)}{[1 - (f/f_i)^2]^2 + \{(\delta_i + \delta_{ai})(f/f_i)/\pi\}^2} \quad \dots\dots\dots (\text{付} \cdot 3)$$

$$S_{pi pi}(f) = S_{pp}(f) |J_i(f)|^2 \quad \dots\dots\dots (\text{付} \cdot 4)$$

$$|J_i(f)|^2 = \int_0^l \int_0^l \text{coh } pp(f, x_1, x_2) \phi_i(x_1) \phi_i(x_2) dx_1 dx_2 \quad \dots\dots\dots (\text{付} \cdot 5)$$

ここに、 h ；振動変位、 $\sim$ ；標準変差、 x ；橋軸方向座標、 q_i ；第 i 次の一般座標、 ϕ_i ；第 i 次の固有振
動モード、 S ；パワースペクトル密度関数、 f ；振動数、 M_i ；第 i 次の換算質量（ $= \int_0^l m(x) \phi_i^2(x) dx$ ，
 m ；単位長さあたりの質量、 l ；橋長）、 f_i ；第 i 次の固有振動数、 p_i ；第 i 次の換算外力、 δ_i ；第 i
次モードの無風時の対数減衰率、 δ_{ai} ；第 i 次モードの空力対数減衰率、 p ；単位長さあたりの空気力、
 $|J_i|^2$ ；第 i 次モードのジョイントアクセプタンス関数、 coh ；コヒーレンス関数。

今回の計算では、中央径間 1/2 点における水平たわみ変位 (z) ならびに鉛直たわみ (y) を計算対象とし
た。これらのガスト応答に対しては、それぞれ第 1 次モード成分の寄与が支配的であるため、第 2 次モ
ード以降の高次モード成分は近似的に無視し得る。すなわち、

$$\tilde{h}(\ell/2)^2 \div \tilde{q}_1^2 \phi_1^2(\ell/2) \quad \dots\dots\dots (\text{付} \cdot 6)$$

また、準定常理論に従えば、 S_{pp} および δ_{a1} は次のように書ける。

$$S_{pp}(f) = \left\{ \begin{array}{ll} \left(\frac{1}{2} \rho U^2 D \right)^2 (2C_D)^2 \frac{S_{uu}(f)}{U^2} & \dots\dots\dots \text{水平たわみ} \\ & \dots\dots\dots (\text{付} \cdot 7) \\ \left(\frac{1}{2} \rho U^2 B \right)^2 (dC_F/d\alpha)^2 \frac{S_{ww}(f)}{U^2} & \dots\dots\dots \text{鉛直たわみ} \end{array} \right.$$

$$\delta_{a1} = \left\{ \begin{array}{ll} \frac{C_D U_r D}{2\sigma B} & \dots\dots\dots \text{水平たわみ} \\ & \dots\dots\dots (\text{付} \cdot 8) \\ \frac{(dC_F/d\alpha) U_r}{4\sigma} & \dots\dots\dots \text{鉛直たわみ} \end{array} \right.$$

ここに、 ρ ；空気密度、 U ；平均風速、 D ；橋桁桁高、 C_D ；抗力係数、 u ；主流方向変動風速、 $dC_F/d\alpha$
；揚力傾斜、 B ；橋桁幅員、 w ；鉛直方向変動風速、 U_r ；無次元風速（ $= U/(f_1 B)$ ）、 σ ；無次元質量

$(=m/(\rho B^2))$ 。

式(付・7)を式(付・6)および(付・2)～(付・4)に代入し、整理すると次式が得られる。なお、以下では下添字 i の代わりに、水平たわみの場合には z 、鉛直たわみの場合には y をそれぞれ用いる。また、固有振動モード ϕ_z あるいは ϕ_y はそれぞれ $x=l/2$ において 1 となるように定めるものとする。

水平たわみガスト応答

$$(\tilde{z}/D)^2 = \int_0^\infty S_{z/pz/p}(f) df \quad \dots\dots\dots (付・9)$$

$$S_{z/pz/p}(f) = C_z^2 |H_{sz}(f)|^2 |H_{az}(f)|^2 |J_z(f)|^2 \frac{S_{uu}(f)}{U^2} \quad \dots\dots\dots (付・10)$$

ここに、 $C_z = \frac{U_r^2}{4\pi^2 \sigma}$

$$|H_{sz}(f)|^2 = \{[1 - (f/f_z)^2]^2 + [(\delta_z + \delta_{az})(f/f_z)/\pi]^2\}^{-1}$$

$$|H_{az}(f)|^2 = |C_b|^2 |X_z(f)|^2$$

$$|J_z(f)|^2 = \left[\int_0^l \int_0^l \text{coh } z(f, x_1, x_2) \phi_z(x_1) \phi_z(x_2) dx_1 dx_2 \right] / \left[\int_0^l \phi_z^2 dx \right]^2$$

鉛直たわみガスト応答

$$(\tilde{y}/B)^2 = \int_0^\infty S_{y/by/b}(f) df \quad \dots\dots\dots (付・11)$$

$$S_{y/by/b}(f) = C_y^2 |H_{sy}(f)|^2 |H_{ay}(f)|^2 |J_y(f)|^2 \frac{S_{ww}(f)}{U^2} \quad \dots\dots\dots (付・12)$$

ここに、 $C_y = \frac{U_r^2}{8\pi^2 \sigma}$

$$|H_{sy}(f)|^2 = \{[1 - (f/f_y)^2]^2 + [(\delta_y + \delta_{ay})(f/f_y)/\pi]^2\}^{-1}$$

$$|H_{ay}(f)|^2 = |dC_F/d\alpha|^2 |X_y(f)|^2$$

$$|J_y(f)|^2 = \left[\int_0^l \int_0^l \text{coh } y(f, x_1, x_2) \phi_y(x_1) \phi_y(x_2) dx_1 dx_2 \right] / \left[\int_0^l \phi_y^2 dx \right]^2$$

なお、 $\text{coh } z$ あるいは $\text{coh } y$ はいずれも次式によるものとする。

$$\text{coh } z(f, x_1, x_2) = \text{coh } y(f, x_1, x_2) = \exp \left(-k \frac{f |x_1 - x_2|}{U} \right)$$

ここに、 k ; ディケイファクター (8 を標準とする)。

実際の計算にあたっては、各パラメータを次のように定めた。

$$\frac{S_{uu}(f)}{U^2}, \frac{S_{ww}(f)}{U^2}; \text{観測値を用いる。}$$

ϕ_z, ϕ_y ; 常時微動試験結果¹⁾ (付図参照) よりモード値を読み取り, $\phi_z(\ell/2) = \phi_y(\ell/2) = 1$ となるように定数を乗ずる。

$$m; 1.144 \text{ ts}^2/\text{m}^3$$

$$B; 16.0 \text{ m}$$

$$D; 2.875 \text{ m}$$

U ; 観測値を用いる。

$$f_z; 0.258 \text{ Hz (常時微動試験結果}^{1)})$$

$$f_y; 0.324 \text{ Hz (常時微動試験結果}^{1)})$$

$$C_D; 0.954 \text{ (風洞試験結果}^{2)})$$

$$dC_F/d\alpha; 4.80 \text{ (風洞試験結果}^{2)})$$

$$\delta_z; 0.02$$

$$\delta_z; 0.02 \text{ (振動試験結果}^{3}) \text{ を参考に定めた)}$$

$$|X_z(f)|^2; 1.0 \text{ 準定常理論}$$

$$|X_z(f)|^2; \text{次の3とおりを仮定した。}$$

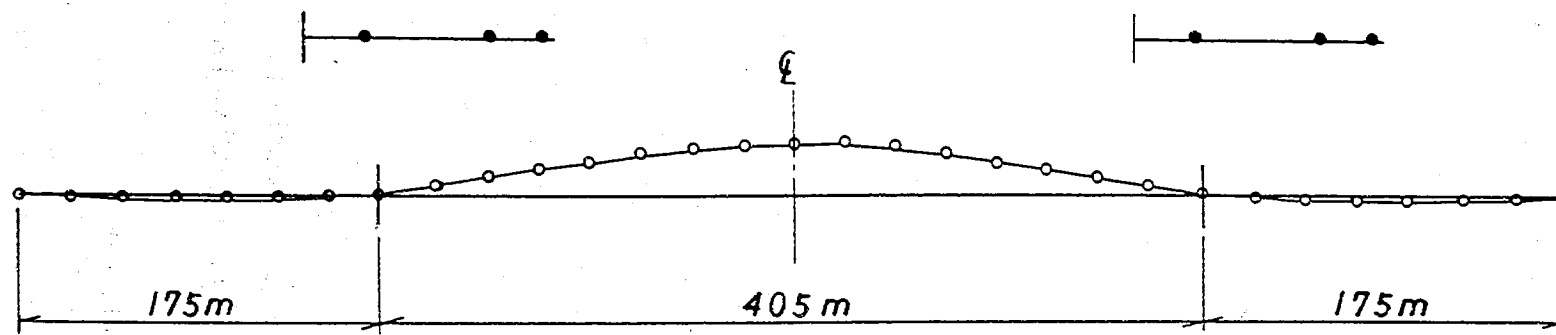
$$1.0 \text{ 準定常理論}$$

$$(1 + 2\pi^2 \frac{fB}{U})^{-1} \text{ Sears 関数}$$

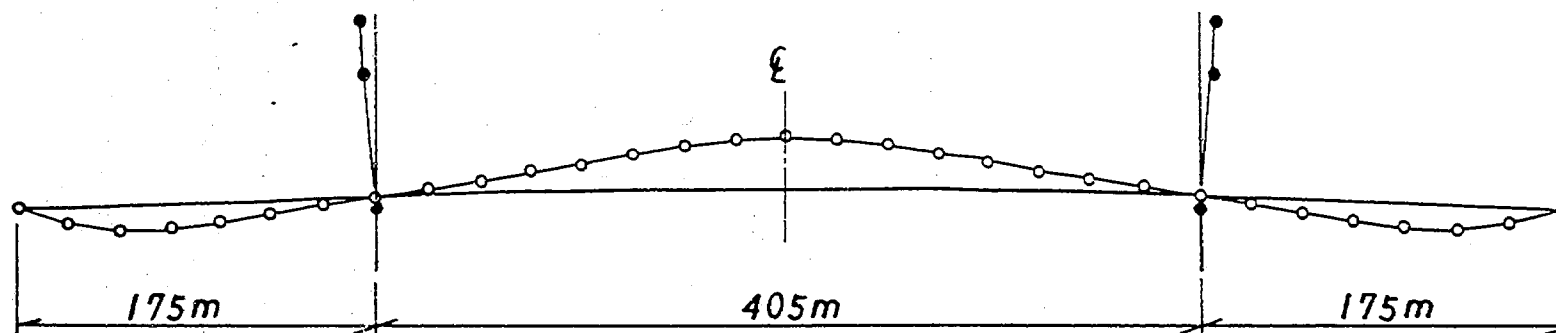
$$(1 + 4 \frac{fB}{U})^{-1} \text{ Holmes のアドミッタンス}$$

参 考 文 献

- 1) 日本道路公団; 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
- 2) 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), 土木研究資料No 1741, 昭和56年12月
- 3) 日本道路公団; 名港西大橋 (鋼上部工) 工事振動実験概要書, 昭和60年1月



(a) 水平たわみ 1 次モード



(b) 鉛直たわみ 1 次モード

付図 振動モード図¹⁾

ガスト応答解析プログラム用 JCL

```

01000 //DW0SB12E JOB (DW0SB12,3M,4000K),CLASS=A,NOTIFY=DW0SB12,MSGCLASS=3
02000 // EXEC PGM=JDJDUMMY
03000 //A DD DSN=@KANJI,DISP=(RNW,CATLG),UNIT=OPMT,
04000 // SPACE=(TRK,(20,5,3)),DCB=(RECFM=U,BLKSIZE=4096)
05000 // EXEC FORT7CLG
06000 //FORT.SYSIN DD DSN=MEIKOU.FORT(FORT007),DISP=SHR
07000 //GO.FT20F001 DD DSN=@PLOT,UNIT=OPMT,
08000 // DISP=(RNW,CATLG),SPACE=(TRK,(10,10)),
09000 // DCB=(RECFM=VBS,LRECL=484,BLKSIZE=488)
10000 //GO.FT01F001 DD DSN=@MEISP,DISP=OLD,LABEL=(,IN)
11000 /*
12000 //GO.SYSIN DD *
13000 メイク 16.000 2.875 755.0000 1144.000
14000 スイハイ モード -.077-.103-.141-.141-.128-.077 .000 .128 .333 .487
15000 .641 .769 .897 .9621.000 .962 .897 .769 .641 .513
16000 .333 .128 .000-.077-.128-.141-.141-.103-.064 .0
17000 エンチャック モード -.265-.482-.446-.361-.253-.133 .000 .096 .229 .325
18000 .506 .627 .819 .9521.000 .952 .819 .675 .554 .361
19000 .257 .072 .000-.120-.253-.361-.470-.482-.301 .0
20000 X(I) 25.0 50.0 75.0100.0125.0150.0175.0200.3225.6250.9
21000 275.0301.6326.9352.2377.5402.8428.1453.4478.8504.1
22000 529.4554.7580.0605.0630.0655.0680.0705.0730.0755.0
23000 FZY,DELTA .258 .324 .020 .020 .9584.800 .120
24000 MTNO,IRUN 4 1 : スカ スル モノ ノリタイ
25000 4 7
26000 9 2
27000 9 9
28000 12 10
29000 12 11
30000 14 11
31000 35 3
32000 35 5
33000 36 3
34000 0 0 : オワル トキ ハ 0 0 ヲ イレ
35000 /*
36000 // EXEC FOGINT,DSN=@PLOT,FOM=@KANJI
37000 // EXEC DKNFWTR,FOM=@KANJI
38000 /*
39000 //

```

注) 実行前にパワースペクトル解析プログラムより作成したスペクトルファイル
がディスク上に@MEISPのデータセット名であること。

ガスト応答計算プログラム (メイン部)

```

C-----C
C
00001 DIMENSION FSP(7,1025),FHSP(7,4),FAI(2,29),IDF(12),CDF(2),DELTA(2)
00002 CHARACTER TOKI*17
00003 COMMON /PLO2/TOKI,B1,0,U1,0F1,SPR(2,110),SZY(2,110),ASG(2)
00004 COMMON /JYJ2/B,BL,U,CCXX(29),FZY(2),SS(29),FR(12),DF
00005 COMMON /JJ2/ ABSJ2(2,110)

C
00006 DATA IDF/1,2,3,4,5,8,10,15,20,25,30,40/
00007 PAI = 3.1415926
00008 READ(5,500) B,D,BL,BM " H川 ,スカサ , ナカヲ , オモヲ
00009 READ(5,501) (FAI(1,J),J=1,29) " スイハイ シントウ モート
00010 READ(5,501) (FAI(2,J),J=1,29) " エンチック シントウ モート
00011 READ(5,502) (SS(J),J=1,29) " X ヲ ヒョウ
00012 READ(5,501) FZY,DELTA,CDF,ROU " シントウ スク , ケンサイ リツ , コウリョク
00013 500 FORMAT(20X,4F10.3)
00014 501 FORMAT(20X,10F5.3)
00015 502 FORMAT(20X,10F5.1)
00016 DO 20 J=1,29
00017 20 SS(J)=SS(J)/BL

C
00018 CALL PLOTS(ZA,ZB,ZC) ; B1=B
00020 1 READ(5,505) IG,IGG " スカ スル MTNO ,RNO
00021 505 FORMAT(20X,2I5)
00022 IF(IG.EQ.0) GO TO 9000

C
00023 2 READ(1,END=9000) MTNO,MCNT,TOKI " スク*クトル ファイル ノ アタマ
00024 READ(1) N,DF,DT,N2,U,XMAX,XMIN,SIG
00025 DO 10 I=1,7 " スク*クトル ノ ファイル DATA エンコード
00026 READ(1) (FHSP(I,J),J=1,4),(FSP(I,K),K=1,1025)
00027 10 CONTINUE
00028 IF(MTNO.EQ.IG.AND.MCNT.EQ.IGG) GO TO 100 "シマツク ハンヘツ
00029 GO TO 2

C
00030 ** カイセキ **
100 DO 13 J=1,12
00031 FR(J)=FLOAT(IDF(J))*DF*B/U ; "WRITE(6,*) ' ',J,DF*IDF(J),FR(
00032 13 CONTINUE
00033 SG=BM/(ROU*B*B) ; U1=U ; DF1=DF
00034 DO 11 IJ=1,2
00035 I=3-IJ ; LL=5 ; IF(I.EQ.2) LL=4
00036 ASG(I)=FHSP(LL,4) ; BB=0 ; IF(I.EQ.2) BB=B
00037 DO 12 J=1,29
00038 CCXX(J)=FAI(I,J)

C
00045 CALL J2(I)
C
00046 -----CZY KEISAN-----
00047 UR=U/(FZY(I)*B)
00048 CZY2=(UR**2/(4*PAI**2*SG))**2
IF (I.EQ.2) CZY2=CZY2/4.0

C
00049 -----HA2 KEISAN-----
HA2=CDF(I)**2 ; HHA2=HA2
C
00051 -----HS2 KEISAN(1)-----
DA=CDF(I)*UR/2.0/SG ; IF(I.EQ.2) DA=DA/2.0
WRITE(6,*) ' ' ,I,UR,DA,SG,CZY2,HA2
C
00053 DO 14 IP=1,110
00054 FP=DF*IP ; SPW=FSP(I,IP+1)*(FHSP(I,4)/U)**2
00056 IF (I.EQ.2) HA2=HHA2/(1.+2.*PAI*PAI*FP*B/U)
C
00057 -----HS2 KEISAN(2)-----
HS2=1./((1-(FP/FZY(I))**2)**2 +
+ (DELTA(I)+DA)*FP/FZY(I)/PAI)**2)
C
00058 -----J2 YOMIKOMI-----
AJ2=ABSJ2(I,IP)
C
00059 ++++++GAST OUTOU KEISAN+++++
SZY(I,IP)=CZY2*HA2*HS2*AJ2*SPW
00060 SPR(I,IP)=FSP(LL,IP+1)*(FHSP(LL,4)/(BB*100.))**2/((2*PAI*FP)**4)
C
00061 IF(IP.LT.50)WRITE(6,600)FP,HS2,ABSJ2(I,IP),SPW,SZY(I,IP),SPR(I,IP)
00062 14 CONTINUE
600 FORMAT(1H ,10X, 3F10.4,3E12.5)
C
00063 ***** SIGMA SP(F) KEISANN *****
SSPS1=0.0 ; SSPS2=0.0 ; SSPR1=0.0 ; SSPR2=0.0
00067 DO 30 IP=1,110
00068 FP=DF*IP ; IF(FP.GT.2.0) GO TO 30
00070 SSPS1=SSPS1+SZY(I,IP)*DF
00071 SSPR1=SSPR1+SPR(I,IP)*DF
00072 IF(FP.LE.0.09) SSPS2=SSPS1
00073 IF(FP.LE.0.09) SSPR2=SSPR1
00074 30 CONTINUE
00075 SSPS2=SSPS1-SSPS2
00076 SSPR2=SSPR1-SSPR2
00077 WRITE (6,*) 'カソツ SP2 ',SSPR2,' スイ SP2 ',SSPS2,' SP1 ',SSPS1
C
00078 *****
11 CONTINUE
00079 CALL PLOAG
00080 GO TO 1

C
9000 CALL PLOTE
00081 STOP
00082 END
00083

```

$|J(f)|^2$ 計算サブルーチン

```

00001      C -----
00002      SUBROUTINE J2(I111)
00003      COMMON /JYJ2/B,8L,U,CCXX(29),FZY(2),SS(29),FR(12),DF
00004      COMMON /JJ2/ ABSJ2(2,110)
00005      REAL*4 J1(12),M1(12),
00006      +      JM11(12),JM12(12),
00007      +      S(299),DS(299),CX(299),
00008      +      A(10),BB(10)
00009
00010      C      DATA J1,M1,JM11,JM12,S,DS,CX,A,BB/965*0.0/
00011      AK=8.0 ; ALB=8L/B
00012      DO 2 I=1,12
00013      J1(I)=0.0 ; M1(I)=0.0 ; JM11(I)=0.0 ; JM12(I)=0.0
00014      2 CONTINUE
00015      DO 110 I=1,30
00016      I1=I-1
00017      IF(I.EQ.1) DD=0.0
00018      IF(I.EQ.1) XS=0.0
00019      IF(I.EQ.1) YS=0.0
00020      IF(I.EQ.1) GO TO 120
00021      XS=SS(I1)
00022      YS=CCXX(I1)
00023      120 CONTINUE
00024      IF(I.EQ.30) XE=1.0
00025      IF(I.EQ.30) YE=0.0
00026      IF(I.EQ.30) GO TO 130
00027      XE=SS(I)
00028      YE=CCXX(I)
00029      130 CONTINUE
00030      DDX=(XE-XS)/10.0
00031      DO 140 J=1,10
00032      JJ1=(I-1)*10+J
00033      IF(JJ1.EQ.300) GO TO 150
00034      S(JJ1)=XS+(XE-XS)/10.0*FLOAT(J)
00035      CX(JJ1)=YS+(YE-YS)/10.0*FLOAT(J)
00036      150 JJ2=JJ1-1
00037      IF(JJ2.EQ.0) GO TO 140
00038      IF(J.EQ.1) DS(JJ2)=DD+DDX/2.0
00039      IF(J.EQ.1) GO TO 140
00040      DS(JJ2)=DDX
00041      140 CONTINUE
00042      DD=DDX/2.0
00043      110 CONTINUE
00044      DO 410 I=1,299
00045      WRITE(6,420) I,S(I),CX(I),DS(I)
00046      420 FORMAT(10X,I5,3E15.5)
00047      410 CONTINUE
00048      DO 10 MM1=1,12
00049      N1=1
00050      N2=299
00051      DO 20 I=1,10
00052      A(I)=0.0
00053      BB(I)=0.0
00054      20 CONTINUE
00055      DO 100 J=N1,N2
00056      M1(MM1)=M1(MM1)+CX(J)**2*DS(J)
00057      DO 200 M=N1,N2
00058      EE=AK*FR(MM1)*ALB*ABS(S(J)-S(M))
00059      Z=AMOD(EE,100.0)
00060      IY=INT(EE/100.0)
00061      IY=IY+1
00062      Z=-1.0*Z
00063      Z=EXP(Z)*CX(J)*CX(M)*DS(J)*DS(M)
00064      A(IY)=A(IY)+Z
00065      200 CONTINUE
00066      100 CONTINUE
00067      DO 300 J=1,10
00068      BB(J)=1.0
00069      IF(A(J).LT.0.0) BB(J)=-1.0
00070      AA=A(J)
00071      AA=ABS(AA)
00072      IF(AA.EQ.0.0) BB(J)=0.0
00073      IF(AA.EQ.0.0) A(J)=FLOAT(J-1)*100.0-200.0
00074      IF(AA.EQ.0.0) GO TO 300
00075      AA=ALOG(AA)
00076      AA=-100.0*FLOAT(J-1)+AA
00077      A(J)=AA
00078      300 CONTINUE
00079      DO 500 J=1,9
00080      I=11-J
00081      I1=I-1
00082      IF(BB(I).EQ.0.0) GO TO 500
00083      AA=A(I)
00084      A1=A(I1)
00085      AD=A1-AA
00086      IF(AD.GT.20.0) GO TO 500
00087      AD=EXP(-AD)*BB(I)+BB(I1)

```

```

00085      IF(AD.EQ.0.0) BB(I1)=0.0
00086      IF(AD.EQ.0.0) GO TO 500
00087      BB(I1)=1.0
00088      IF(AD.LT.0.0) BB(I1)=-1.0
00089      AD=ABS(AD)
00090      AD=ALOG(AD)
00091      A(I1)=A(I1)+AD
00092      500 CONTINUE
00093      AJ=A(I1)
00094      AJ=BB(I1)*EXP(AJ)
00095      J1(MM1)=AJ
00096      M1(MM1)=M1(MM1)**2
00097      JM11(MM1)=J1(MM1)/M1(MM1)
00098      JM12(MM1)=SQRT(JM11(MM1))
00099      10 CONTINUE
00100      DO 50 MM1=1,12
C      600 WRITE(6,600) FR(MM1),J1(MM1),M1(MM1),JM11(MM1),JM12(MM1)
      600 FORMAT(/,20X,FS.2,4(3X,E12.3))
      50 CONTINUE
00103      DO 800 I=1,11
00104      I1=I+1
00105      AJ2S=JM11(I)
00106      AJ2E=JM11(I1)
00107      FS=FR(I)
00108      FE=FR(I1)
00109      SKP=(FE-FS)/(DF*B/U)
00110      SKS=FS/(DF*B/U) ; KS=SKS
00111      SKE=FE/(DF*B/U) ; KE=SKE
00112      DO 700 K=KS,KE
00113      ABSJ2(IIII,K)=AJ2S+(AJ2E-AJ2S)/SKP*(FLOAT(K)-SKS)
00114      IF(K.EQ.110) GOTO 800
00115      700 CONTINUE
00116      800 CONTINUE
00117      RETURN
00118      END
00119
00120

```

最大値計算サブルーチン

```

00001      SUBROUTINE SUBIJ
00002      CHARACTER TOKI*17
00003      COMMON /PL02/TOKI,B,D,U,DF,SPR(2,110),SZY(2,110),ASG(2)
00004      COMMON /PL00/SBIG(2)
C
00005      DO 100 I=1,2
00006      SBIG(I)=AMAX1(SPR(I,9),SZY(I,9))
00007      DO 100 J=2,110
00008      FP=DF*FLOAT(J)
00009      IF(FP.GT.0.09.AND.FP.LT.2.0) THEN
00010      SBIG(I)=AMAX1(SPR(I,J),SBIG(I))
00011      SBIG(I)=AMAX1(SZY(I,J),SBIG(I))
00012      END IF
00013      100 CONTINUE
00014      RETURN
00015      END

```

スペクトル図化サブルーチン

```

00001      C-----
00002      SUBROUTINE PLOAG
00003      CHARACTER TOKI*17
00004      COMMON /PLO2/TOKI,8,0,U,DF,SPR(2,110),SZY(2,110),ASG(2)
00005      COMMON /PLO0/SBIG(2)
00006
00007      C
00008      XL=3.54 ; YL=5.0 ; YO=2.0
00009      AM=0.20 ; BM=0.15 ; CM=0.10 ; MX= 3
00010      CALL PLOT(0.0,0.0,-3) ; CALL NEWPEN(2)
00011      CALL PLOT(0.14,1.3,3) ; CALL PLOT(9.94,1.3,2)
00012      CALL PLOT(9.94,8.1,2) ; CALL PLOT(0.14,8.1,2)
00013      CALL PLOT(0.14,1.3,2) ; Y22= 8.1
00014      CALL PLOT(5.04,8.1,3) ; CALL PLOT(5.04,1.3,2)
00015      CALL SUBIJ
00016
00017      C
00018      DO 2000 I13=1,2 " I13=1 スイハイ 2 イソトプ 2
00019      SG=ASG(I13) ; BB=0 ; IF(I13.EQ.2) BB=8
00020      WRITE(6,6000) BB,U,SBIG(I13)
00021      6000 FORMAT(1H,20X,'B OR 0:',F9.4,5X,'ハイソウ:',F7.3,' ガイソ:',F10.8)
00022      C
00023      AA=SBIG(I13)/ 3. ; IA=ALOG10(AA)-1
00024      YM=3.0*10.0**IA ; YM1=3.0 ; MY=6
00025      IF(AA*10**(-1.0*IA).GT.3.) THEN
00026      YM= 5.0*10.0**IA ; YM1= 5.0 ; MY=5
00027      END IF
00028      IF(AA*10**(-1.0*IA).GT.5.) THEN
00029      YM= 8.0*10.0**IA ; YM1= 8.0 ; MY=4
00030      END IF
00031      IF(AA*10**(-1.0*IA).GT.8.) THEN
00032      YM=10.0*10.0**IA ; YM1=10.0 ; MY=5
00033      END IF
00034      X0=1.0 ; IF(I13.EQ.2) X0=5.9
00035      X1=X0+XL ; CALL NEWPEN(2)
00036      Y1=Y0+YL ; YX=YL/FLOAT(MY)
00037
00038      C
00039      C - X - LOG
00040
00041      C
00042      CALL PLOT(X1,Y0,3) ; CALL PLOT(X0-0.1,Y0,2)
00043      E=-2.
00044
00045      C
00046      DO 10 I=1,MX
00047      NX=9 ; IF(I.EQ.MX) NX=10
00048      AE=E+FLOAT(I-1)
00049
00050      C
00051      DO 10 J=1,NX
00052      A=10.0**AE*FLOAT(J) ; XT=(ALOG10(A)-E)*XL/MX+X0
00053      IF(I.EQ.1.AND.J.EQ.1) GO TO 1
00054      CALL PLOT(XT,Y0,3) ; CALL PLOT(XT,Y0-0.07,2)
00055      1 CONTINUE
00056      IF(MOD(J,9).EQ.1.AND.I.NE.1) CALL PLOT(XT,Y0-0.10,2)
00057      IF(J.NE.1.AND.J.NE.10) GO TO 10
00058      CALL SYMBOL(XT-0.20,Y0-0.35,BM,'10',0.0,2)
00059      IF(J.EQ.10) AE=AE+1
00060      CALL NUMBER(XT+0.05,Y0-0.20,CM,AE,0.0,-1)
00061      10 CONTINUE
00062      CALL SYMBOL(X1-1.20,Y0-0.60,AM,'FB/U',0.0,4)
00063
00064      C
00065      CALL PLOT(X0,Y0-0.1,3) ; CALL PLOT(X0,Y1,2)
00066
00067      C
00068      C - Y -
00069
00070      C
00071      DO 30 I=1,MY+1
00072      A=YM1/MY*FLOAT(I-1)
00073      YT=YX*FLOAT(I-1)+Y0 ; IF(I.EQ.1) GO TO 2
00074      CALL PLOT(X0,YT,3) ; CALL PLOT(X0-0.10,YT,2)
00075      2 CONTINUE
00076      CALL NUMBER(X0-0.20,YT-0.05,BM,A,90.0,1)
00077      30 CONTINUE
00078      CALL SYMBOL(X0-0.56,Y1+0.10,BM,'*10 ',90.0,5)
00079
00080      C
00081      UI=IA ; CALL NUMBER(X0-0.68,Y1+0.46,CM,UI,90.0,-1)
00082
00083      C
00084      IF(I13.EQ.2)
00085      * CALL SYMBOL(X0-0.56,Y0+1.80,AM,'F*SV/B**2 ',90.0,11)
00086      IF(I13.EQ.1)
00087      * CALL SYMBOL(X0-0.56,Y0+1.80,AM,'F*ST/D**2 ',90.0,11)
00088      5 CONTINUE
00089
00090      C
00091      C - TITLE -
00092
00093      C
00094      XS0=X1-2.7 ; YS0=Y1-0.4
00095      XS1=X1-1.0
00096
00097      C
00098      CALL SYMBOL(XS0,Y1+0.3,BM,TOKI,0.0,17)
00099      CALL SYMBOL(XS0+2.05,Y1+0.9,CM,'U= M/S',0.0,10)
00100      XAD=2.32 ; IF(U .GE.10.) XAD=2.21
00101      CALL NUMBER(XS0+XAD,Y1+0.9,CM,U ,0.0,1)

```

```

00101      C      YK=YSO                      ; XS1=X1-1.8
00103      C      JQ=2                      ; CALL NEWPEN(JQ)
00105      CALL PLOT(XS1,YK,3)              ; CALL PLOT(XS1+0.50,YK,2)
00107      JQ=3                      ; CALL NEWPEN(JQ)
00109      CALL PLOT(XS1,YK-0.12,3)          ; CALL PLOT(XS1+0.50,YK-0.12,2)

00111      C      JQ=2                      ; CALL NEWPEN(JQ)
00113      CALL SYMBOL(XS1+0.55,YK-0.05,CM,'カンソク',0.0,5)
00114      CALL SYMBOL(XS1+0.55,YK-0.17,CM,'スイチ',0.0,5)

      C
      C      - KANSOKU CHI -
      C
00115      DO 40 III=1,2                  " III=1 カソク スク*トル      *2スイチ スク*トル
00116      JQ=III+1                      ; CALL NEWPEN(JQ)
00118      DO 40 I=1,110
00119      FP=0F*FLOAT(I)                  ; XP=FP*8/U
00121      XP=(ALOG10(XP)-E)*XL/MX+X0
00122      XXYY=SPR(I13,I)                ; IF(III.EQ.2) XXYY=SZY(I13,I)

      C
00124      YP=XXYY*FP*YL/YM+Y0

      C
00125      IP=2                          ; IF(I.EQ.1) IP=3          ; IF(YP.GT.Y22.AND.YF.EQ.Y22) IP=3
00128      IF(YP.GT.Y22) YP=Y22          ; YF=YP
00130      IF(XP.LT.X0.OR.XP.GT.X1) IP=3
00131      IF(III.EQ.1.AND.FP.LT.0.09) IP=3
00132      IF(FP.GT.2.0) IP=3
00133      CALL PLOT(XP,YP,IP)
00134      40 CONTINUE

      C
00135      2000 CONTINUE
00136      RETURN
00137      END

```

注)

鉛直たわみガスト応答については3種類の計算を行った。

各計算毎のプログラムの変更点を以下に示す。

計算 1

$$H_{ay}(f)^2 = (dC_F / d\alpha)^2$$

```
C      -----HA2 KEISAN-----  
      HA2=CDF(I)**2  
C      -----HS2 KEISAN(1)-----  
      DA=CDF(I)*UR/2.0/SG      ; IF(I.EQ.2) DA=DA/2.0  
      DO 14 IP=1,110  
      FP=DF*IP      ; SPW=FSP(I,IP+1)*(FHSP(I,4)/U)**2
```

計算 2

$$H_{ay}(f)^2 = (dC_F / d\alpha)^2 \{ 1 / (1 + 2\pi^2 f B / U) \}$$

```
C      -----HA2 KEISAN-----  
      HA2=CDF(I)**2      ; HHA2=HA2  
C      -----HS2 KEISAN(1)-----  
      DA=CDF(I)*UR/2.0/SG      ; IF(I.EQ.2) DA=DA/2.0  
      DO 14 IP=1,110  
      FP=DF*IP      ; SPW=FSP(I,IP+1)*(FHSP(I,4)/U)**2  
      IF (I.EQ.2) HA2=HHA2/(1.+2.*PAI*PAI*FP*B/U)
```

計算 3

$$H_{ay}(f)^2 = (dC_F / d\alpha)^2 \{ 1 / (1 + 4 f B / U) \}$$

```
C      -----HA2 KEISAN-----  
      HA2=CDF(I)**2      ; HHA2=HA2  
C      -----HS2 KEISAN(1)-----  
      DA=CDF(I)*UR/2.0/SG      ; IF(I.EQ.2) DA=DA/2.0  
      DO 14 IP=1,110  
      FP=DF*IP      ; SPW=FSP(I,IP+1)*(FHSP(I,4)/U)**2  
      IF (I.EQ.2) HA2=HHA2/(1.+4.*FP*B/U)
```

名港西大橋長期観測データ
の解析報告書(Ⅲ-1987)

ISSN 0386-5878
土研資料第2592号
昭和63年3月(1988)

横山 功一・佐藤 弘史
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る。本年度は風速変動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、風の乱れによる橋の振動について推定計算を行い、観測値と比較を行った。また本年度は受託研究業務の最終年度にあたるため、観測が開始されてから現在までに得られた自然風および対風応答データをとりまとめ報告している。

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

郵便はがき

四十円切手
を貼って
さい。

305-□□

茨城県つくば市大字旭一番地
建設省土木研究所
構造研究室御中

No. 6

No. 6

配布先氏名

配布先住所

土木研究所資料第 2592 号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名 印