

004

ISSN 0386-5878

土研資料第1468号

Aero. 40/ST. Section

土 木 研 究 所 資 料

耐 風 調 査 報 告 書 (Ⅶ-1978)

昭和53年12月

建設省土木研究所
構造橋梁部構造研究室

序

昭和53年度に実施した耐風調査の結果をとりまとめ、以下の項目について報告する。

- (1) 名港西大橋の耐風性調査
- (2) 長大橋梁の長期観測データ解析

昭和53年12月

構造研究室	室	長	成	田	信	之
	主任研究員		横	山	功	一
	研究員		佐	藤	弘	史
	室員		野	村	一	夫
	室員		湯	沢		聡
	室員		神	寄	一	夫

目 次

1. 調査の概要	1
2. 名港西大橋の耐風性調査	2
2.1 まえがき	2
2.2 実験方法および実験条件	3
2.3 自励振動および渦励振特性	3
2.4 パフエッティング特性	3
2.5 耐風性の検討	4
2.6 ま と め	4
3. 長大橋梁の長期観測データ解析	6
3.1 まえがき	6
3.2 平戸大橋の長期観測データ解析	7
3.3 水郷大橋の長期観測データ解析	7
3.4 ま と め	9
4. おわりに	10
参考文献	10
表	11
図	27

1. 調査の概要

現在、東京湾、伊勢湾、大阪湾においては湾岸道路の計画があり、数多くの長大橋梁の建設が予定されている。吊橋、斜張橋などの長大橋梁の建設にあたっては耐風性の検討が不可欠であり、主として一様流中での風洞実験により耐風性の良好な断面が選定され、その成果が大きく設計に反映されている。しかしながら自然風の性質の複雑さのため、これに対する構造物の応答については不確かな点が少ない。

本調査は長径間橋梁の建設の可能性を耐風性の点から高めることと、より合理的な耐風設計法の確立を計ることを目的として昭和47年度から実施されている。本年度調査したものうち以下の項目について報告を行なう。

1.1 名港西大橋の耐風性調査

本調査は昨年度に引き続いて実施されたものであり、昨年度問題となった渦励振特性およびパフエッティング特性についてさらに調査が行なわれた。その結果、高欄にフラップを取り付けた断面が自励振動および渦励振に関して耐風安定性上最も好ましいことが明らかとなった。しかしながら同断面でパフエッティングに関しては、2橋の間隔を橋梁幅員の $\frac{1}{2}$ 倍から2倍まで変化させても、いずれも小さくない振幅の振動がとくにねじれモードについて低風速領域($20\sim 30\text{ m/s}$)で生ずることが明らかとなった。今後、3次元実験などにより防振対策を検討する必要がある。

1.2 長大橋梁の長期観測データ解析

今年度は平戸大橋および水郷大橋の長期観測データ解析を実施した。平戸大橋においては今年度も平均風速 20 m/s 以上のデータは得られなかった。したがって平均風速 18 m/s 以下のデータについて、鉛直たわみ、水平たわみ、ねじれの各モードのガスト応答と平均風速の関係を整理した。水郷大橋において得られたデータは平均風速で 17.5 m/s 以下で大半は 10 m/s 以下であった。このデータについて平均風速、平均水平偏角と平均傾斜角の関係を求めた。なお風速が低く、風向も橋軸方向が主であったため、顕著な振動は記録されなかった。

2. 名港西大橋の耐風性調査

2.1 ま え が き

構造研究室では、昨年度より名港西大橋の耐風調査を行なってきた。名港西大橋は2橋並列の箱型断面の斜張橋であり、中央径間も405mと長く、その建設にあたっては耐風性の検討が不可欠である。耐風安定性の面で第1に問題となるのは、自励振動（フラッター、ギャロッピング）であり、その発生が直ちに橋梁の崩壊につながる。また、橋梁の後流に発生する渦による振動は、その振幅は自励振動ほど大きくないものの、発振風速が比較的低く、疲労の面で問題となる。これらの問題の他に、本橋は2橋並列であるため、上流側の橋梁により乱れた風が下流側の橋梁にあたり、下流側の橋梁に不規則な強制振動（バフエッティング）を発生させる可能性がある。

以上述べた自励振動、渦励振、およびバフエッティングに関する耐風安定性を検討するために、昨年度はばね支持模型を用いて風洞実験を行なった¹⁾。その概要を述べれば以下のとおりである。

- a. 本設計案の橋桁断面は、自励振動に関しては、その発現風速が非常に高い（実橋風速で、100 m/s 以上）と予想され、安定である。
- b. 渦励振に関しては、負の迎角の一部でねじれモードの振動が発生し発生風速が20～30 m/s と予想されるので、防振対策を講ずる必要がある。
- c. バフエッティングについては、その大きさが、2橋の間隔によってどのように変化するかを調べた。実際上とりうる間隔は、幅員の½倍から2倍までの範囲であるが、たわみ振動に関しては間隔を幅員の2倍にしたときに振幅が最も小さく、ねじれ振動に関しては幅員の½倍にしたときに振幅が最も小さかった。しかし、簡単な計算により、設計風速以下でケーブルに発生する最大応力を推定すると、間隔が幅員の2倍のときのねじれ振動により発生する応力は 335 kg/cm^2 、間隔が幅員の½倍のときのたわみ振動によるものは 435 kg/cm^2 と小さくない。したがって、バフエッティングを抑制すること、およびバフエッティングを小さくするための最適な2橋の間隔を決定すること、についてさらに検討が必要である。

一方、名四国道工事事務所側より、名港西大橋の設計案の若干の変更が52年度なされたが、その内容は以下の通りであり、設計変更後の一般図を図-2.1に示す。

- a. スパン割りが、200m + 380m + 200m から 175m + 405m + 175m に変更となった。
- b. 検査車レールおよび地覆が取付けられ、高欄の形が指示された。

以上の調査結果および設計変更を考慮して、今年度の調査目的を次のように決めた。

- a. 設計変更した断面が自励振動について安定であることを確認する。
- b. 渦励振特性を調べ、渦励振が発生するようであれば、防振方法を考える。
- c. 以上の過程により得られた、自励振動および渦励振に関して安定な橋桁断面について、バフエッティング特性を調べ、最適な2橋の間隔を決定する。

これらの調査結果をとりまとめ、ここに報告する。

2.2 実験方法および実験条件

実験は、建設省土木研究所の橋梁試験用風洞を用いて行なった。模型は2次元剛体模型を用い、8本のコイルバネにより風洞内に支持し、風速、迎角を変化させ、そのときの模型の挙動を観測した。また、パフエッティング現象を調べる際は、測定模型の上流に測定模型と同様の幾何学的形状を有するダミー模型をピアノ線で固定した。なお、模型は昨年度使用したものに検査車レールを取り付け、高欄を変更したものであり、その詳細を図-2.1に示す。実験に用いる風は乱れのほとんどない一様流であり、風速の測定はピトー管およびマノメータを用いた。模型の挙動は、光学式変位計により測定した。

相似条件の考え方は昨年度¹⁾と同じであり、設計変更に伴う固有振動数の変化を考慮して、この条件を満足させた。実験条件を昨年度のものにあわせて表-2.1に示す。

2.3 自励振動および渦励振特性

今回の実験は、ねじれモードの渦励振を抑制することに重点をおき、高欄部分を次の4種類に変化させて実施した。形状は図-2.1に示す。

- a. 高欄のみ
- b. 高欄+フラップ(末広大橋において渦励振抑制のために用いたもの)
- c. 高欄+地覆
- d. 高欄+地覆+フラップ

また、自励振動に関する安定性を確認するため、風速範囲は実橋風速で100m/s程度まで観測を行なった。実験ケースを表-2.2に示す。

実験した各ケースにおける発振風速および振動振幅を表にまとめ、表-2.2にあわせて示す。この表によれば、高欄のみを取り付けた断面は、自励振動に関しては安定であるが、負の迎角で20~24m/sの間で渦励振がおこることが予想される。高欄にフラップを取り付けた断面は、自励振動に関しても、渦励振に関しても安定である。一方高欄と地覆を取り付けた断面は、-5°の迎角において低風速で渦励振がおこり、3°、5°の迎角で比較的高風速ではあるが、振幅の大きな渦励振が発生し、耐風安定性上好ましくない。この断面にフラップを取り付けると、正の迎角で生じていた渦励振が、より高風速でのフラッターになり、その発振風速が設計風速(54.5m/s)の1.3~1.7倍であるので問題とはならないが、負の迎角(-5°)での渦励振が依然として発生する。以上より、自励振動および渦励振に関しては高欄にフラップを取り付けた断面が最も好ましいといえる。

2.4 パフエッティング特性

2.3において得られた、自励振動および渦励振に関して安定な橋桁断面についてパフエッティング特性を調べた。2橋の間隔および迎角を表-2.3のように変化させ、下流側の測定模型が自由振動の状態に達してから200波に相当する時間の記録をとり、最大倍振幅(応答の最大変位と最小変位の差)と標準偏差を整理した。

鉛直たわみモードにおける風速とパフエッティングの関係を図-2.2~図-2.5に、ねじれモードに

おける同様な関係を図-2.6～図-2.9に示す。図-2.2および図-2.3より2橋の間隔と鉛直たわみ応答との関係が読み取れるが、これによると設計風速(54.5m/s)までは応答の大きさは間隔の影響をあまり受けないことがわかる。図-2.4および図-2.5からは迎角と鉛直たわみ応答との関係が読み取れるが、 -3° ～ $+3^{\circ}$ までの迎角変化に対して応答はほとんど変化しないことがわかる。鉛直たわみモードのパフェッティング応答が、風速の上昇に伴ない徐々に増加していくのに対し、ねじれモードのそれは実橋風速20～30m/sに鋭いピークを持つのが特徴である。この風速領域はフラップのない高欄だけを取り付けた橋桁断面が渦励振を生ずる領域とほぼ一致しており、フラップを取り付けることにより1橋単独の場合の渦励振は防ぐことができるが、上流側模型後流の渦による強制振動は防ぐことができないことがわかる。模型間隔とねじれ応答の関係は図-2.6および図-2.7より読み取ることができ、模型間隔が模型幅員(B)と同じとき応答が最も大きく、 $\frac{1}{2}B$ のとき最も小さいことがわかる。迎角を変化させた場合は、図-2.8および図-2.9より迎角 -3° のときが応答が大きく、以下 0° 、 $+3^{\circ}$ と続くことがわかる。

2.5 耐風性の検討

2.3～2.4に述べたように、現設計案は高欄にフラップを取り付けることにより、自励振動および渦励振に関して安定性の良好な橋桁断面となるが、パフェッティングに関しては2橋の間隔を橋梁幅員の $\frac{1}{2}$ 倍から2倍まで変化させても小さからぬ振幅の振動が起こる。以下に今後のパフェッティングに関する耐風性の検討方法について述べる。

パフェッティングは乱れた風が構造物に作用した時に生ずる強制振動であるから、接近流が乱れている場合はこの振動振幅を0にすることは不可能といえる。たとえば後述の平戸大橋においても自然風の乱れにより平均風速10m/s程度でも微小な振幅で振動をしている。したがってパフェッティングに対する耐風性を考える場合は、その振幅を0にするというよりも、その振幅を構造物および使用者に有害でない大きさまで抑えることを目標とすべきであろう。そのためには橋桁の許容振幅あるいは橋桁やケーブルの許容応力度に関して、疲労および使用性の点から十分な検討が必要である。一方パフェッティングの推定に関しては今年度までの2次元実験に加えて3次元実験による検討が必要である。すなわち2次元実験により得られた応答から実物の構造物の応答を推定する過程については不確かな点が少なくないこと、および3次元性を有する乱れの作用は3次元実験の方がより正確なデータが得られること、などが考えられるからである。推定されたパフェッティングがその許容振幅を越えた場合、何らかの防振対策を施しその効果を調べることになるが、例えば2橋の間をケーブルあるいはネットで結ぶなどの対策では、3次元実験の方が実験しやすく、その効果もより正確に把握できると思われる。

今年度は時間および施設の都合で、許容振幅および許容応力度の検討や3次元実験による検討をすることができなかったが、来年度の課題として取り組んでいきたいと思う。

2.6 ま と め

今回の調査の内容をまとめると以下のとおりである。

- a. 設計変更された断面について、ばね支持模型を用いて風洞実験を行ない、自励振動特性および渦励振特性を調べた。高欄部分を何種類か変化させた結果、高欄にフラップを取り付けた断面が自励振動および渦励振に関して良好な耐風性を有していることがわかった。
- b. ダミー模型およびばね支持模型を用いて a で求めた断面についてパフエッティング特性を調べた。2 橋の間隔を橋梁幅員の $\frac{1}{2}$ 倍から 2 倍まで変化させても、いずれも小さくない振幅の振動がとくにねじれモードについて低風速領域 ($20 \sim 30 \text{ m/s}$) で生ずることが明らかとなった。今後は許容振幅および許容応力度に関する検討や 3 次元実験による防振対策の検討が必要である。

3. 長大橋梁の長期観測データ解析

3.1 ま え が き

吊橋・斜張橋などの長大橋梁は比較的剛性が低く、風の影響を受け易い構造物である。したがって、設計の初期の段階から耐風性に関しては細心の注意が払われ、最終設計案としては耐風性の良好なものが選ばれる。橋梁のような複雑な断面形状の空力特性を理論的に検討することは、現在のところ不可能であるので、耐風性の検討は通常風洞実験によって行なわれる。

橋梁のような細長い構造物の風洞実験法は次の2種に大別される。

- (1) 補剛桁の一部を模型化した二次元剛体模型を用い、乱れを含まない一様流中で行なわれる部分模型実験
- (2) 橋梁の全体系を模型化した三次元弾性模型を用い、自然風を相似させた乱流中に行なわれる全橋模型実験

それぞれの実験法は一長一短であり、1974年にカナダで開かれた会議でも部分模型実験法を用いることに対する激しい議論が行なわれたと報告されているが²⁾、結論はでていないようである。わが国では従来から設計案の耐風性の検証は部分模型実験によって行なわれてきており、本州四国連絡橋に関してもそのように風洞試験基準³⁾に明記されている。これは、設計で対象としている現象が、フラッターと呼ばれる高風速での空力不安定現象であり、橋梁の振動モードの影響・風の乱れの影響などが小さいものと考えられたからである。しかし、最近は充腹断面が吊橋・斜張橋に採用されることが多くなり、風琴振動・バフエッティングなどの問題も重要性を増してきている。

さて、最近10年間に、関門橋・平戸大橋・末広大橋などの長大橋梁が建設され、わが国も本格的な長大橋梁の時代を迎えた。これらの橋梁の耐風性の良好なことは風洞実験により検証されている。しかし、実橋においてその自然風下での挙動を観測し、耐風設計の妥当性を確認することは重要なことと考えられる。

さらに、最近の耐風設計基準⁴⁾では、自然風の時間的・空間的変動を考慮した吊橋の不規則応答計算を行なって、その影響を設計に反映させている。しかし、このような現象が強風時に観測された事例は極く僅かであり、実橋におけるデータの収集が熱望されている。

また、全橋模型実験が行なわれる機会が多くなりつつあるが、自然風の相似条件などに未だ確立されない点が残っている。したがって、自然条件下での構造物の応答観測は、この面でも有用な資料を提供するものと期待され、ひいては前述の風洞実験法の論議の問題点解決のカギになるものと考えられる。

以上のような考えに従って、関門橋・末広大橋においてはそれぞれ昭和49、51年より長期観測が開始され、日本道路公団・徳島県の委託を受けて土木研究所がそれらの解析を担当し、貴重なデータが得られている^{5)~12)}。さらに、昨年度より平戸大橋・水郷大橋における観測がそれぞれ長崎県・建設省関東地方建設局千葉国道工事々務所により開始され、これらのデータの解析については土木研究所が技術指導の依頼を受けた。ここでは、平戸大橋および水郷大橋で観測された自然風と応答の特性について報告する。

3.2 平戸大橋の長期観測データ解析

平戸大橋は長崎県北部にある平戸島を九州本島と結ぶため長崎県営有料道路として架設された単径間補剛トラス吊橋である。その架設位置を図-3.1に、一般図を図-3.2に示す。平戸大橋に設置された長期観測システムについては昨年度の報告書¹⁾に述べられており、今年度も変更はないのでここでは観測機器の構成を表-3.1に、総合系統図を図-3.3に、計測器の配置を図-3.4に示すにとどめる。同様に解析方法も昨年度と変更はないのでその記述は省略する。

a. 得られた記録

昭和52年度および昭和53年度現時点までに得られた記録を表-3.2に示す。今年は7818号台風が9月15日に現地付近を通過したが、当観測所では停電のため記録はとられていない。

b. 自然風の特徴

昭和53年2月8日より10月13日までのデータについて解析された平均風速および平均風向を表-3.3および図-3.5に示す。データレコーダより得られた記録の中には、校正信号が記録されていないものや電圧がドリフトして常識的な値から大きくはずれるものなどが一部見られたので、図-3.5や後述の図-3.6～図-3.8ではそのような記録についてデータレコーダからの平均風速あるいは平均風向にかえ、風向風速記録器の記録紙より読み取った値を用いたことを付記する。図-3.3に示されているように今年度得られた記録は平均風速が最も大きいもので 18.5m/s であり、平均風向は昨年度の記録に比べ広い範囲にバラついている。

c. 補剛桁応答の特性

平均風速および平均風向とあわせ、補剛桁中央での鉛直たわみ応答、ねじれ応答、水平たわみ応答の加速度を表-3.3に示し、加速度応答の標準偏差と平均風速との関係を図-3.6～図-3.8に示す。なお図の縦軸に示された変位の目盛りは応答をそれぞれ対称1次のモードのみから成ると仮定して得られたものである。耐風設計の結果として当然ながら振幅の大きな自励振動は起こっておらず、これらの振動は自然風の乱れによるガスト応答と考えられる。観測された風速範囲では応答の大きさは変位の標準偏差で、鉛直たわみモードが最大 2.1cm 、ねじれモードが $0.43 \times 10^{-3}\text{rad}$ (0.025deg)、水平たわみモードが 9.5cm であった。これらの結果は同じ程度の風速範囲における昨年度の記録に比べいくらか大きいと思われるが、その原因については現在のところ明らかにされていない。

3.3 水郷大橋の長期観測データ解析

水郷大橋は一般国道51号線のうち、利根川を横切り千葉県佐原市と茨城県稲敷郡東村とを結ぶ2径間連続鋼床版斜張橋を中心とした全長 1040m の橋梁であり、昭和52年3月に旧橋にかわって開通した。その位置図と一般図を図-3.9、図-3.10に示す。本橋の耐風性に関連して、当研究室において、桁の風琴振動に対する風洞実験^{13) 14)}、架橋地点での自然風観測¹⁵⁾および完成時の起振機を用いた振動実験¹⁶⁾が行われた。風洞実験によると、実施設計案の迎角 $+4^\circ$ 、風速 $21 \sim 32\text{m/s}$ でたわみの風琴振動が発生したが、現地風観測の結果より、そのような風がたわみ風琴振動を発生させるに十分な継続時間吹送することはほとんど考えられないと判断され、現在の断面が採用された。

開通直前の昭和52年1月より、強風時の橋の挙動を観測するための長期観測機器がとりつけられ、観測が開始された。昭和52年度の観測は建設省関東地方建設局千葉国道工事々務所が担当しまたデータ解析は事務所の委託を受けて(財)日本気象協会が当研究室の指導のもとに担当し、「水郷大橋長期振動資料整理報告書¹⁷⁾」としてとりまとめられた。

ここでは、この報告書の一部を整理し、再録した。

a. 長期観測システム

水郷大橋に設置された長期観測システムを以下に紹介する。なお本観測システムの構成は表-3.4に、各機器の配置は図-3.11に、ブロック線図は図-3.12に示されている。

(1) 風向風速計 (KE-500, AV-5)

プロベラ型の風向風速計であり、風速の水平成分と風向を測定する。取り付け位置は側径間 $\frac{1}{2}$ 点と主径間 $\frac{1}{4}$ 点塔よりである。起動風速は 2m/s 以下、耐風速は 90m/s 、出力は風速 60m/s が 1V 、風向 $0^\circ\sim 540^\circ$ が $0\sim 1\text{V}$ に対応する。なお風向は北が 0° である。

(2) 超音波風速計 (KSZ-101)

超音波パルス伝播時間差測定方式の風速計で、主径間 $\frac{1}{2}$ 点近くに設置されている。X, Y, Zの3成分の風速を独立に測定することができ、傾斜角の計測に用いられる。測定範囲は3段階切換が可能となっているが、今回は強風を対象としているので風速範囲は最大にとっており、出力はX, Y成分は 60m/s で 1V 、Z成分は 20m/s で 1V となっている。なおXは東西成分(ほぼ橋軸直角方向、東が正)、Yは南北成分(ほぼ橋軸方向、北が正)、Zは鉛直方向(吹き上げが正)となっている。

(3) サーボ型加速度計 (V-401BR)

内部にサーボ機構を有する広い周波数特性を有した高感度の加速度計であり、桁の振動を測定する。取り付け位置は主径間 $\frac{1}{4}$ 点、 $\frac{1}{2}$ 点各1台、側径間 $\frac{1}{2}$ 点2台の合計4台で、側径間の2台の加速度計は桁の両端に設置され、ねじれ振動が測定可能である。出力は 10gal が 1V となっている。

(4) データ・レコーダ (FR-11400L)

各機器からの出力は長時間データ・レコーダを用い磁気テープに収録される。チャンネル数は14で、表-3.3のように入力される。磁気テープの送り速度は 1.19cm/s ($15/32\text{ ips}$)で、テープ1巻(1440m テープ)で約33時間の記録が可能である。

(5) タイム・コード・ジェネレータ (TCR-1000)

観測時刻を電気信号に変換し、データ・レコーダに記録する。単位は10秒である。

(6) 自動起動装置

この装置は風向風速計で測定された風速が、設定値を越えた時に自動的にデータ・レコーダを起動させ設定された時間記録するための制御装置である。風速設定値は $0\sim 30\text{m/s}$ 、収録時間も $0\sim 30$ 分の間で任意に変えることができる。自動記録のフローを図-3.13に示す。

b. 資料の整理

データ・レコーダによって得られたアナログ記録は、A/D変換器を用いてデジタル記録に変

換され、電子計算機を用いて統計処理され、結果の一部は作図機を用いて図化された。なお、A/D 変換にあたって 1 RUN は 10 分間とし、サンプリング間隔は 0.1 秒、6000 個のデータとした。またこの時期に得られた記録は磁気テープ 2 巻であったが、1 巻目ではプロペラ型風向風速計が 1 台作動せず、また 1 巻 2 巻とも超音波風速計の記録の所々にノイズが発生していた。

電子計算機で処理されたのは、100 RUN であり、計算項目・計算式は表 - 3.5 に示されている。

c. 解析結果

風に関して次の項目について解析された。

- (1) 他の観測地点との比較： 水郷大橋付近の観測地点 2 ヶ所との風速の相関を求め、記録の正常性を確認した。
- (2) 強風の発生状況： 風配図（図 - 3.14），風向 風速別発生頻度を求めた。今回の記録では風向は SSW が最も多く、これはほぼ橋軸方向に一致する。また風速は 17.5m/s 以下で、大半は 10m/s 以下であった。
- (3) 風の統計量： 架橋地点における風の基本的な特性を求めるために、風速のガストファクター、乱れ強さ、乱れのスケール、傾斜角、パワースベクトルを求め、従来との比較を行なった。

次に、長期観測の主目的である風と応答との関係について述べる。まず、今回得られた記録では、風速が低く、風向も橋軸直角方向のものがほとんど無かった。これは橋に影響を及ぼすような風の吹く機会が少なかったといえよう。したがって当然のことながら顕著な振動は記録されなかった。

図 - 3.15 (1) は平均風速と平均傾斜角の関係を、また図 - 3.15 (2) は平均水平偏角と平均傾斜角の関係を示している。風向が片寄ったデータが多いが、南風の場合には傾斜角が負、北風の場合には傾斜角が正となっている。風速計の設置誤差、風速計付近の障害物等の影響が考えられるので、今後検討する必要がある。

表 - 3.6 と 3.7 は風と応答の特性を求めたものである。橋に最も影響を及ぼすと考えられる風の橋軸直角方向成分は 10m/s 以下であり、応答も 1, 2 gal と非常に小さな値になっている。風と応答との関係については、今後データの蓄積をまって詳細な検討を加えることにしたい。

3.4 ま と め

今回の調査の内容をまとめると以下の通りである。

- a. 昨年度にひきつづき、平戸大橋の長期観測データの解析を行なった。得られたデータの風速範囲は最大で 18.5m/s であり、当然ながら自励振動のような大きな振幅の振動は見られなかった。ガスト応答の大きさは昨年度の解析結果に比べいくらか大きくなっていった。
- b. 水郷大橋に設置された長期観測システムはほぼ正常に作動し、記録を得ることができた。得られた風の記録は風速が低く、風向は橋軸方向が主であった。したがって顕著な振動は記録されず、今後橋軸直角方向からの高風速時のデータの集積が望まれる。

4. お わ り に

今年度の調査を実施するにあたりお世話いただいた中部地方建設局名四国道工事事務所、長崎県土木部道路建設課、長崎県道路公社平戸大橋管理事務所、ならびに関東地方建設局千葉国道工事事務所の方々に心からお礼を申し上げる次第である。

参 考 文 献

1. 建設省土木研究所構造研究室；耐風調査（Ⅳ－1977），土木研究所資料 1371，昭和53年3月
2. Davenport, A. G. et al ; Symposium on full-scale measurements on wind effects on tall buildings and other structures, June 23-29, 1974, Appendix-Synopsis of the discussions, J. Industrial Aerodynamics 1 (1), June 1975.
3. 土木学会；本州四国連絡橋風洞試験基準，1975.
4. 土木学会；本州四国連絡橋耐風設計基準，1975.
5. 建設省土木研究所構造研究室；
 関門橋長期観測データ解析報告書（その1），土木研究所資料 1015，昭和50年3月
6. 建設省土木研究所構造研究室；
 関門橋長期観測データ解析報告書（その2），土木研究所資料 1128，昭和51年3月
7. 建設省土木研究所構造研究室；
 関門橋長期観測データ解析報告書（その3），土木研究所資料 1214，昭和52年3月
8. 建設省土木研究所構造研究室；
 関門橋長期観測データ解析報告書（その4），土木研究所資料 1317，昭和53年3月
9. 建設省土木研究所構造研究室；
 関門橋長期観測データ解析報告書（その5） 土木研究所資料 1470，昭和54年1月
10. 建設省土木研究所構造研究室；
 末広大橋長期観測データの解析報告書 土木研究所資料 1215，昭和52年3月
11. 建設省土木研究所構造研究室；末広大橋長期観測データの解析報告書（Ⅱ－1977）
 土木研究所資料 1348，昭和53年3月
12. 建設省土木研究所構造研究室；末広大橋長期観測データの解析報告書（Ⅲ－1978）
 土木研究所資料 1471，昭和54年1月
13. 建設省土木研究所構造研究室；新水郷大橋耐風調査報告書 土木研究所資料 932，昭和49年3月
14. 建設省土木研究所構造研究室；耐風調査報告書（Ⅲ） 土木研究所資料 1014，昭和50年3月
15. 建設省土木研究所構造研究室；耐風調査報告書（Ⅳ） 土木研究所資料 1132，昭和51年3月
16. 建設省土木研究所構造研究室；水郷大橋振動実験報告書 土木研究所資料 1349，昭和53年3月
17. 建設省関東地方建設局千葉国道工事事務所，（財）日本気象協会；
 昭和52年水郷大橋長期振動資料整理報告書，昭和53年3月

表-2.1 名港西大橋風洞実験条件

	5 2 年 度		5 3 年 度	
	実 橋	実 験 値	実 橋	実 験 値
縮 尺		1/30		1/30
重 量	10.15 t/m	18.04 kg f/model	10.36 t/m	18.42 kg f/model
極 慣 性 モ ー メ ン ト	16.80 t m s ² /m	3326 g f s ² m/model	15.06 t m s ² /m	2975 g f s ² m/model
振 動 数 鉛直たわみ ね じ れ	対称1次 0.287Hz	1.93Hz	対称1次 0.305Hz	1.91Hz
	" 1.61 Hz	4.31Hz	" 1.647Hz	4.56Hz
構 造 減 衰 鉛直たわみ ね じ れ	0.0183~0.05 *	0.02(at 2 $\eta_0=10mm$)	0.0183~0.05 *	0.02(at 2 $\eta_0=10mm$)
	0.0158~0.0559*	0.02(at 2 $\varphi_0=2^\circ$)	0.0158~0.0559*	0.02(at 2 $\varphi_0=2^\circ$)
風速倍率 鉛直たわみ ね じ れ		4.46		4.79
		11.21		10.84

* 他の斜張橋における実測値である。

表-2.2 実験ケースおよび実験結果

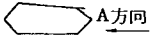
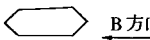
模型および風の方向	振動モード	迎角	整理 番 号	発 振 風 速 (実橋換算) (m/s)	倍 振 幅 (発振風速内での最 大を実験値で表示)	備 考
78-M-01 (高欄のみ)  A方向	ねじれ 1自由度	-7°	M-03	21.5~22.5	0.50°	実橋の風速約100m/s まで フラッターは発生せず。
		-6°	M-02	20.0~20.5	0.44°	
		-5°	M-01	21.0~22.0	0.42°	
		-4°	M-04	21.0~24.0	0.84°	
		-3°	M-05	20.0~21.0	0.40°	
		-2°	M-06	22.4~23.4	0.48°	
		-1°	M-07	21.3~22.0	0.36°	
		0°	M-08	—	—	
		1°	M-09	—	—	
		3°	M-10	—	—	
		5°	M-11	—	—	
	鉛直たわみ 1自由度	-5°	M-16	—	—	実橋風速約100m/sまで実験 し、発振せず。
		-3°	M-15	—	—	
		0°	M-12	—	—	
		3°	M-13	—	—	
		5°	M-14	—	—	
78-M-02 (高欄+フラップ) A方向	ねじれ 1自由度	-7°	M-20	—	—	実橋風速約100m/sまで実験 し、発振せず。
		-6°	M-19	—	—	
		-5°	M-18	—	—	
		-4°	M-17	—	—	
		-3°	M-21	—	—	
		-2°	M-22	—	—	
		-1°	M-23	—	—	
		0°	M-24	—	—	
		1°	M-26	—	—	
		3°	M-25	—	—	
		5°	M-27	—	—	
	鉛直たわみ 1自由度	-5°	M-31	—	—	実橋風速約90m/s まで実験 し、発振せず。
		-3°	M-30	—	—	
		0°	M-28	—	—	
		3°	M-29	—	—	
		5°	M-32	—	—	
78-M-03 (高欄+地覆) A方向	ねじれ 1自由度	-5°	M-37	20.5~21.5	0.9°	} フラッターは発生せず。 } 実橋風速約100m/sまで実験 し、発振せず。 } フラッターは発生せず。
		-3°	M-36	—	—	
		0°	M-33	—	—	
		3°	M-34	35.5~91.5	3.1°	
		5°	M-35	42.0~64.5	5.60°	
78-M-04 (高欄+地覆+フラップ) A方向	ねじれ 1自由度	-5°	M-42	18.8~23.5	0.46°	} 実橋風速約100m/sまで実験 し、発振せず。
		-3°	M-41	—	—	
		0°	M-40	—	—	
		3°	M-38	—	—	
		5°	M-39	93.7~	フラッター	
78-M-05 (高欄+フラップ)  B方向	ねじれ 1自由度	-5°	M-46	—	—	} 実橋風速約100m/sまで実験 し、発振せず。
		-3°	M-45	—	—	
		0°	M-43	—	—	
		3°	M-44	—	—	
		5°	M-47	—	—	
78-M-06 (高欄+地覆+フラップ) B方向	ねじれ 1自由度	-5°	M-52	—	—	} 実橋風速約100m/sまで実験 し、発振せず。
		-3°	M-51	—	—	
		0°	M-50	—	—	
		3°	M-49	94.5~	フラッター	
		5°	M-48	72.4~	フラッター	

表-2.3 バフエッティング特性を調べる実験

振動モード	水平間隔 (L)	迎 角	実 験 整 理 番 号	備 考
鉛直たわみ	1/2B	0°	MM-03	
	B	0°	MM-04	
	3/2B	0°	MM-06	
	2B	0°	MM-09	
	2B	3°	MM-10	
	2B	-3°	MM-12	
ね じ れ	1/2B	0°	MM-02, MM-14	MM-14~MM-19は40rpm ~70rpmまでの範囲を細かく測定する目的で実施した。
	B	0°	MM-05, MM-15	
	3/2B	0°	MM-07, MM-16	
	2B	0°	MM-08, MM-17	
	2B	3°	MM-11, MM-18	
	2B	-3°	MM-13, MM-19	

L, Bは次のように定義した。



B ; 実橋15m, 模型50cm

表-3.1 平戸大橋長期観測用機器の構成

	名 称	数 量
1.	セ ン サ 部 V F B 加速度計 (上下) " (水平) 風向, 風速発信部	2 台 1 台 1 台
2.	受 信 部 時 計 盤 増 幅 盤 監 視 盤 記録制御盤 電 源 盤 端 子 盤	1 架 1 台 1 台 1 台 1 台 1 台 1 台
3.	記 録 部 電磁オシログラフ 平均風向, 風速記録器 データレコーダ R912	1 台 1 台 1 台
4.	予備品, 付属品	1 式

表-3.2 平戸大橋長期観測で得られたデータ

TAPE No	記 録 期 間	備 考
1	52. 3. 3~52. 4. 27	解析せず
2	52. 6. 29~52. 6. 30	52年度解析
3	52. 6. 30~52. 8. 22	"
4	52. 11. 16~52. 12. 16	解析せず
5	52. 12. 16	"
6	52. 12. 29~52. 12. 30	52年度解析
7	53. 2. 8~53. 2. 9	53年度解析
8	53. 2. 13~53. 2. 18	"
9	53. 2. 19~53. 3. 9	"
10	53. 3. 21~53. 4. 15	"
11	53. 5. 30~53. 6. 9	"
12	53. 6. 24~53. 9. 1	"
13	53. 9. 15~53. 10. 13	"

表-3.3 平戸大橋における風速, 風向と応答の関係

記録開始日時 (記録時間は15分)	中央径間1/2での平均風速 (m/s)			中央径間1/2での平均風向 (deg)			中央径間1/2加速度		
	データ レコーダ	風向風速 記録器	平戸 測候所	データ レコーダ	風速風向 記録器	平戸 測候所	鉛直たわみ ($\times 10^{-1} \text{m/s}^2$)	水平たわみ ($\times 10^{-1} \text{m/s}^2$)	ねじれ ($\times 10^{-1} \text{rad/s}^2$)
53-2-08, 15:36	9.0	6.8	3.3	418.1	367	382.5	0.2	0.2	0.2
	10.5	(16:00)	(15:00)	428.5	(16:00)	(15:00)	1.2	5.3	1.7
	7.9			410.0			-1.6	-3.1	-1.1
53-2-08, 16:30	10.7	9.2		416.5	372		0.3	0.3	0.3
	12.4	(16:30)		423.9	(16:30)		2.8	3.1	2.0
	8.9			405.9			2.8	-3.1	-1.8
53-2-08, 17:00	9.8	8.4	3.5	430.5	238.5	472.5	0.3	0.2	0.3
	11.5	(17:00)	(18:00)	444.4	(17:00)	(18:00)	1.8	3.5	2.5
	7.9			412.7			-2.0	-1.5	-2.5
53-2-09, 21:41	9.2	8.9	3.4	216.3	192.3	180.0	0.1	0.2	0.3
	10.5	(21:40)	(21:00)	222.8	(21:40)	(21:00)	0.4	0.9	1.3
	7.9			209.9			-0.5	-0.8	-1.3
53-2-09, 22:11	9.4	8.9		201.4	201		0.2	0.2	0.3
	11.5	(22:10)		217.1	(22:10)		1.5	0.9	1.3
	7.9			189.9			-0.9	-0.8	-1.3
53-2-09, 22:41	11.1	10.6	6.0	202.9	169	180.0	0.2	0.1	0.2
	12.4	(22:40)	(24:00)	220.2	(22:40)	(24:00)	0.7	0.6	0.9
	9.5			192.5			-0.7	-0.5	-0.9
53-2-13, 1:27	8.8	8.0	2.2	342.9	347	360.0	0.1	0.1	0.2
	11.4	(1:30)	(0:00)	400.8	(1:30)	(0:00)	0.5	0.4	0.9
	2.4			319.8			-0.5	-0.5	-0.8
53-2-13, 3:19	9.4	8.6	5.5	340.3	349		0.2	0.2	0.3
	12.1	(3:20)	(3:00)	363.0	(3:50)		0.9	0.7	1.1
	7.4			315.9			-1.9	-1.6	-2.1
53-2-13, 3:49	8.9	8.7		340.3	349		0.2	0.2	0.3
	11.3	(3:50)		363.0	(3:50)		0.9	0.7	1.1
	6.9			315.9			-1.9	-1.6	-2.1
53-2-13, 4:19	9.8	9.5		344.6	351.2		0.2	0.2	0.3
	12.7	(4:20)		365.9	(4:20)		0.6	0.6	1.0
	7.2			324.7			-0.7	-0.6	-0.9
53-2-13, 4:49	8.8	9.0		349.2	353.4		0.3	0.4	0.4
	12.1	(4:50)		375.7	(4:50)		2.0	5.3	2.8
	6.3			328.7			-3.2	-4.3	-4.2
53-2-13, 5:19	9.2	8.5	6.3	347.3	351.0	360.0	0.2	0.2	0.2
	11.7	(5:20)	(6:00)	372.8	(5:20)	(6:00)	0.7	0.9	1.2
	7.1			320.8			-0.9	-0.9	-1.0
53-2-13, 5:49	8.7	8.3		354.4	360.0		0.2	0.2	0.2
	11.4	(5:50)		378.2	(5:50)		0.7	0.8	1.3
	6.8			329.6			-0.7	-2.8	-0.9
53-2-13, 6:19	10.0	9.6		348.5	251.2		0.2	0.2	0.2
	13.3	(6:20)		371.8	(6:20)		0.7	0.5	1.2
	7.6			318.9			-0.6	-0.6	-1.0
53-2-13, 7:14	8.4	7.7		357.0	360.0		0.2	0.3	0.3
	10.8	(7:15)		386.0	(7:15)		1.8	3.1	1.9
	6.3			333.1			-1.7	-2.1	-2.4

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

* 校正信号がなかったり, 電圧がドリフトしていたりして, 正常な記録がとれなかったもの。

記録開始日時 (記録時間は15分)	中央径間½での平均風速 (m/s)			中央径間½での平均風向 (deg)			中央径間½加速度		
	データ レコーダ	風向風速 記録器	平 戸 測 候 所	データ レコーダ	風向風速 記録器	平 戸 測 候 所	鉛直たわみ ($\times 10^{-1} \text{m/s}^2$)	水平たわみ ($\times 10^{-1} \text{m/s}^2$)	ねじれ ($\times 10^{-1} \text{rad/s}^2$)
53-2-13, 10:05	8.1 10.5 1.1	8.2 (10:00)	4.4 (9:00)	354.5 390.0 334.7	351.2 (10:00)	360.0 (9:00)	0.2 1.7 -1.8	0.2 1.6 -1.6	0.3 2.1 -2.0
53-2-16, 19:20	8.5 13.2 5.0	6.4 (19:20)	7.6 (18:00)	302.3 328.7 275.2	292.5 (19:20)	405.0 (18:00)	0.3 1.5 -1.7	0.2 2.3 -2.2	0.3 2.3 -2.1
53-2-17, 23:26	*	6.8 (23:30)		290.5 324.7 259.0	330.5 (23:30)		0.12 1.15 -0.92	0.2 2.1 -2.9	0.2 1.9 -1.9
53-2-18, 9:59	8.3 11.4 6.0	9.7 (10:00)	6.8 (9:00)	317.6 342.4 296.3	326.5 (10:00)	427.5 (9:00)	0.2 1.1 -1.0	0.2 1.3 -0.9	0.3 1.4 -1.6
53-2-18, 11:00	*	10.5 (11:00)	7.7 (12:00)	323.1 344.9 302.7	323.8 (11:00)	427.5 (12:00)	0.3 2.7 -1.5	0.3 2.4 -2.6	0.4 0.3 -0.3
53-2-18, 11:31	10.6 13.2 8.2	9.5 (11:30)		315.5 352.2 292.9	314.0 (11:30)		0.2 0.9 -0.9	0.2 1.0 -0.8	0.3 1.5 -1.5
53-2-19, 12:10	*	5.5 (12:10)		249.7 271.8 230.6			0.2 2.1 -1.8	0.3 3.2 -2.6	0.3 1.9 -2.3
53-2-19, 16:20	*	7.7 (16:20)		245.4 273.7 227.2			0.2 1.3 -1.2	0.2 1.3 -1.1	0.2 1.7 -1.6
53-2-19, 17:35	*	9.8 (17:30)	6.3 (18:00)	*	247 (17:30)	382.5 (18:00)	0.1 1.1 -1.7	0.1 1.2 -1.1	0.2 1.6 -2.8
53-2-21, 6:00	*	8.4 (6:00)		321.0 352.0 289.3			0.1 0.8 -0.9	0.1 1.0 -1.0	0.2 1.5 -1.8
53-3-2, 23:20	*	9.6 (23:20)	4.4 (24:00)	158.4 169.8 147.2	166.5 (29:20)	180.0 (24:00)	0.1 0.5 -0.4	0.1 0.4 -0.4	0.2 0.5 -0.5
53-3-3, 0:51	*	9.6 (0:51)		166.1 178.8 153.7	170.5 (0:51)		0.1 0.5 -0.6	0.1 0.4 -0.4	0.2 0.7 -0.6
53-3-3, 8:45	*	9.7 (8:45)	5.6 (9:00)	192.4 208.0 178.8	195.6 (8:45)	180.0 (9:00)	0.3 1.6 -3.7	0.3 1.8 -2.5	0.4 2.3 -4.2
53-3-3, 9:15	*	10.3 (9:15)		192.4 209.0 178.8	195.6 (9:15)		0.2 0.7 -0.7	0.2 0.7 -0.7	0.2 0.8 -1.0
53-3-3, 9:45	*	10.4 (9:45)		192.7 209.0 172.8	195.6 (9:45)		0.2 1.1 -1.0	0.2 2.4 -2.6	0.3 1.7 -1.8

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

* 校正信号がなかったり、電圧がドリフトしていたりして、正常な記録がとれなかったもの。

記録開始日時 (記録時間は15分)	中央径間½での平均風速 (m/s)			中央径間½での平均風向 (deg)			中央径間½加速度		
	データ レコーダ	風向風速 記録器	平戸 測候所	データ レコーダ	風向風速 記録器	平戸 測候所	鉛直たわみ ($\times 10^{-1} m/s^2$)	水平たわみ ($\times 10^{-1} m/s^2$)	ねじれ ($\times 10^{-1} rad/s$)
53-3-3, 11:33	*	8.7 (11:30)	5.1 (12:00)	170.6 184.4 156.2	173.2 (11:30)	292.5 (12:00)	0.3 2.0 -1.8	0.3 1.8 -2.3	0.3 1.6 -1.3
53-3-3, 12:03	*	12.3 (12:00)		168.6 181.3 158.2	169.0 (12:00)		0.4 2.2 -1.6	0.4 2.9 -4.0	0.5 1.8 -2.1
53-3-3, 12:33	*	11.4 (12:30)		175.6 189.9 164.3	169.0 (12:30)		0.3 1.3 -2.1	1.3 1.6 -1.4	0.3 1.9 -2.3
53-3-3, 13:03	*	11.4 (13:00)		*	170.0 (13:00)		0.3 1.3 -1.1	0.2 1.2 -1.0	0.3 1.1 -1.7
53-3-3, 13:33	*	12.5 (13:30)	6.5 (15:00)	183.4 198.4 173.3	173.2 (13:30)	292.5 (15:00)	0.4 1.4 -1.6	0.4 4.9 -2.1	0.4 2.4 -1.7
53-3-21, 10:20	*	14.5 (10:15)		394.0 421.7 9.0	33 (10:15)		0.41 1.5 -1.4	0.40 1.8 -2.0	0.48 1.7 -1.6
12:26	*	14.8 (12:22)		397.7 435.7 369.6	33 (12:22)		0.45 1.6 -1.8	0.39 3.0 -2.4	0.52 2.1 -2.0
19:39	*	14.5 (19:44)		360.7 387.1 338.1	3 (19:44)		0.55 1.9 -2.5	0.74 3.7 -4.0	0.64 2.4 -2.6
21:11	*	12.0 (21:10)		353.1 380.1 327.6	0 (21:10)		0.44 1.5 -1.5	0.41 2.5 -3.1	0.49 1.6 -1.8
21:45	*	14.5 (21:45)		347.6 370.1 325.1	0 (21:45)		0.49 2.3 -1.9	0.58 2.5 -3.0	0.62 2.2 -2.4
22:27	*	13.5 (22:22)		353.5 376.6 332.1	0 (22:22)		0.51 1.8 -1.8	0.53 3.9 -2.2	0.63 2.3 -8.4
23:10	*	15.2 (23:10)		351.7 372.6 319.1	4 (23:10)		0.64 2.5 -2.2	0.61 2.6 -2.8	0.67 2.9 -2.7
53-4-15 14:16	*	16.3 (14:15)		*	164.25 (14:15)		0.56 2.6 -1.8	0.46 1.8 -1.7	0.63 2.5 -2.1
14:52	*	14.9 (14:50)		*	164.25 (14:50)		0.62 2.1 2.0	0.47 1.8 -2.8	0.57 2.7 -2.3
15:32	*	13.9 (15:30)		*	164.25 (15:30)		0.57 2.1 -2.2	*	0.63 2.9 -3.0

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

*校正信号がなかったり、電圧がドリフトしていたりして、正常な記録がとれなかったもの。

記録開始日時 (記録時間は15分)	中央径間½での平均風速 (m/s)			中央径間½での平均風向 (deg)			中央径間½加速度		
	データ レコーダ	風向風速 記録器	平測候所	データ レコーダ	風向風速 記録器	平測候所	鉛直たわみ ($\times 10^{-1}$ m/s ²)	水平たわみ ($\times 10^{-1}$ m/s ²)	ねじれ ($\times 10^{-1}$ rad/s ²)
53-4-15, 16:01	*	13.7 (16:00)		*	166.50 (16:00)		0.55 2.2 -1.8	*	0.63 2.6 -2.4
20:12	*	15.7 (20:10)		*	159.75 (20:10)		0.61 2.3 -2.2	*	0.62 2.5 -2.8
21:57	*	16.1 (22:00)		*	159.75 (22:00)		0.50 1.6 -1.5	*	0.59 2.3 -2.2
22:28	*	18.5 (22:30)		*	162.00 (22:30)		0.83 3.1 -2.9	*	0.84 3.0 -3.5
53-5-30, 17:14	*	15.0 (17:15)		399.0 408.9 389.2	11 (17:15)		*	0.57 3.7 -2.8	*
17:43	*	15.5 (17:45)		411.7 420.0 402.8	22 (17:45)		*	0.51 2.6 -3.7	*
18:13	*	17.0 (18:15)		404.8 416.0 394.8	22 (18:15)		*	0.63 4.3 -4.2	*
18:41	*	14.5 (18:45)		401.8 411.4 392.2	15 (18:45)		*	0.46 2.2 -1.7	*
19:12	*	14.5 (19:15)		402.6 414.0 393.7	22 (19:15)		*	0.41 2.0 -2.0	*
19:42	*	15.0 (19:45)		402.2 411.9 388.2	22 (19:45)		*	0.42 2.4 -2.2	*
20:14	*	15.5 (20:15)		401.6 412.4 392.2	22 (20:15)		*	0.44 2.3 -2.0	*
20:43	*	14.0 (20:45)		398.1 409.9 388.7	22 (20:45)		*	0.36 2.0 -1.3	*
21:13	*	13.0 (21:15)		396.3 405.9 387.7	22 (21:15)		*	0.32 1.4 -1.2	*
21:43	*	16.0 (21:45)		396.7 407.4 389.7	22 (21:45)		*	0.45 2.1 -2.2	*
22:13	*	16.5 (22:15)		394.7 404.4 386.2	22 (22:15)		*	0.52 1.9 -2.3	*

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

*校正信号がなかったり、電圧がドリフトしていたりして、正常な記録がとれなかったもの。

記録開始日時 (記録時間は15分)	中央径間½での平均風向 (m/s)			中央径間½での平均風向 (deg)			中央径間½加速度		
	データ レコーダ	風向風速 記録器	平 測 候 所	データ レコーダ	風向風速 記録器	平 測 候 所	鉛直たわみ ($\times 10^{-1} m/s^2$)	水平たわみ ($\times 10^{-1} m/s^2$)	ねじれ ($\times 10^{-1} rad/s^2$)
53-6-9, 18:23	7.6 9.5 6.2	11.0 (18:30)		170.8 178.5 164.2	169 (18:30)		*	0.29 1.5 -1.7	*
21:09	7.3 8.4 6.2	12.0 (21:15)		162.5 168.8 157.0	165 (21:15)		*	0.21 0.8 -0.8	*
22:06	8.2 9.3 7.1	11.0 (22:00)		158.9 166.2 153.9	162 (22:00)		*	0.33 1.2 -1.1	*
23:12	8.3 9.7 6.8	11.0 (23:15)		169.6 177.5 161.6	163 (23:15)		*	0.23 0.89	*
53-6-24, 20:10	11.4 12.9 10.7	13.5 (20:15)		*	173 (20:15)		0.44 1.9 -1.7	*	0.52 2.3 -2.4
22:05	14.9 16.7 13.5	17.7 (22:15)		*	169 (22:15)		0.75 2.7 -3.1	*	0.82 2.6 -3.3
22:48	13.5 14.9 12.2	14.1 (23:00)		*	180 (23:00)		0.59 1.9 -1.8	*	0.69 3.0 -2.7
23:20	12.7 14.6 10.9	18.9 (23:30)		*	169 (23:30)		0.68 2.3 -2.2	*	0.69 3.0 -2.7
23:49	14.1 15.6 12.7	14.5 (23:45)		*	178 (23:45)		0.68 2.4 -2.4	*	0.77 3.6 -2.8
53-6-25, 0:19	13.8 16.1 11.9	14.5 (24:15)		*	176 (24:15)		0.54 1.9 -1.9	*	0.51 2.1 -2.2
0:52	12.7 14.5 9.8	11.7 (1:00)		*	173 (1:00)		0.46 1.7 -1.6	*	0.46 2.4 -2.0
1:22	13.7 15.1 12.4	14.5 (1:30)		*	171 (1:30)		0.53 1.4 -1.6	*	0.50 2.0 -2.1
2:02	14.4 15.9 13.0	14.2 (2:00)		*	171 (2:00)		0.51 1.6 -1.5	*	0.53 2.3 -2.1
2:49	13.5 14.7 12.7	13.8 (2:45)		*	173 (2:45)		0.53 2.5 -1.8	*	0.55 1.8 -2.4
3:21	13.2 14.3 11.6	13.5 (3:15)		*	173 (3:15)		0.56 1.8 -1.8	*	0.54 2.1 -1.9

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

*校正信号がなかったり、電圧がドリフトしていたりして、正常な記録がとれなかったもの。

記録開始日時 (記録時間は15分)	中央径間 $\frac{1}{2}$ での平均風速 (m/s)			中央径間 $\frac{1}{2}$ での平均風向 (deg)			中央径間 $\frac{1}{2}$ 加速度		
	データ レコーダ	風向風速 記録器	平 戸 測 候 所	データ レコーダ	風向風速 記録器	平 戸 測 候 所	鉛直たわみ ($\times 10^{-1} m/s^2$)	水平たわみ ($\times 10^{-1} m/s^2$)	ね じ れ ($\times 10^2 rad/s^2$)
53-8-20, 9:49	*	11.5 (9:45)		170.7 180.7 162.2	168 (9:45)		0.24 0.8 -1.1	0.25 1.7 -1.6	0.44 1.5 -2.2
53-9-01, 17:03	16.3 18.2 14.6	15.7 (17:00)		384.0 391.6 377.4	16 (17:00)		0.48 1.7 -1.7	0.34 1.4 -1.5	0.52 1.7 -1.8
19:45	13.2 15.3 11.4	15.0 (19:45)		*	23 (19:45)		0.21 0.9 -0.8	*	0.49 1.7 -1.5
20:38	12.8 14.3 11.0	14.4 (20:45)		*	23 (20:45)		0.34 1.2 -1.0	*	0.63 2.2 -1.9
53-9-15, 9:13	13.9 15.7 12.1	15.0 (9:15)		*	146 (9:15)		0.69 2.68 -3.65	0.71 4.62 -3.61	0.84 5.31 -4.53
53-10-06, 16:15	12.6 14.2 11.2	14.5 (16:15)		*	22 (16:15)		0.58 2.71 -3.05	0.41 2.68 -3.34	0.58 4.13 -2.07
16:49	13.3 15.4 10.3	14.0 (16:45)		*	20 (16:45)		0.54 2.42 -2.18	0.47 2.08 -2.51	0.58 2.96 -2.76
17:28	13.6 14.9 12.2	14.5 (17:30)		*	18 (17:30)		0.66 2.12 -2.41	0.47 2.07 -2.71	0.61 4.69 -2.94
53-10-06, 18:01	14.2 15.7 13.1	15.0 (18:00)		*	23 (18:00)		0.46 1.76 -1.91	0.35 1.32 -1.52	0.49 1.70 -2.81
18:38	12.5 15.0 11.1	15.0 (18:45)		*	22 (18:45)		0.48 0.14 -1.46	0.29 1.60 -1.09	0.45 1.79 -1.60
20:00	13.5 14.9 12.3	13.7 (20:00)		*	22 (20:00)		0.55 1.75 -1.98	0.35 1.36 -0.14	0.51 1.79 -1.79
20:31	13.9 15.2 12.3	15.0 (20:30)		*	22 (20:30)		0.51 1.90 -1.80	0.39 1.42 -2.64	0.54 2.81 -1.84
20:59	14.2 16.1 12.5	14.3 (21:00)		*	22 (21:00)		0.51 2.05 -1.65	0.35 1.65 -1.19	0.51 1.59 -2.08
21:29	13.5 14.9 12.7	14.5 (21:30)		*	22 (21:30)		0.51 1.66 -1.51	0.34 1.69 -1.35	0.46 1.71 -1.55
21:59	14.1 15.7 12.6	13.5 (22:00)		*	24 (22:00)		0.41 1.54 -1.75	0.32 1.79 -1.14	0.45 1.47 -1.54

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

*校正信号がなかったり、電圧がドリフトしていたりして、正常な記録がとれなかったもの。

表-3.4 観測機器

観測計器	最大測定範囲	取付位置	観測項目	データ・レコーダ 入力 ch. No.	備 考
風向風速計	水平風速 60m/s 風向 540°	側径間 $\frac{1}{2}$ 点 付近	風 速	1	光進電気(株) KE-500
			風 向	2	
		主径間 $\frac{1}{4}$ 点 付近	風 速	3	中浅測器(株) AV-6
			風 向	4	
超音波風速計	水平風速 60m/s 上下風速 20m/s	主径間 $\frac{1}{2}$ 点 付近	X 成 分	5	光進電気(株) KSZ-101
			Y 成 分	6	
			Z 成 分	7	
サーボ型 加速度計	$\pm 2\text{g}$	主径間 $\frac{1}{2}$ 点 付近	鉛直方向 加 速 度	8	明石製作所 V-401 BR
		主径間 $\frac{1}{2}$ 点	"	9	
		側径間 $\frac{1}{2}$ 点	"	10	
		"	"	11	
タイム・コード ・ジェネレータ			時 刻	12	エイクラ通信 TCR-1000

表-3.5 計 算 式

計 算 項 目	計 算 式
① 平 均 風 速 ($\bar{V}$)	$\bar{V} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N V_i$, (V : 風速値, N : データ個数, 今回は $N = 6,000$)
② 最大, 最小瞬間 風速 (V_{max}, V_{min})	V_{max} V_{min} (N 個のデータから最大値, 最小値を選別する。)
③ ガスト・ファクター (G)	$G = \frac{V_{max}}{\bar{V}}$
④ 標 準 偏 差 (SD_V)	$SD_V = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (V_i - \bar{V})^2}$
⑤ 乱 れ の 強 さ (IT)	$IT = \frac{SD_V}{\bar{V}}$
⑥ 平 均 風 向 ($\bar{\theta}$)	$\bar{\theta} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \theta_i = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\tan^{-1} \frac{u_i}{v_i} \times \frac{180}{\pi})$ (第1式は風向風速計の場合, 第2式は超音波風速計の場合 で, u_i, v_i は水平成分の風速。)
⑦ 平 均 傾 斜 角 ($\bar{\alpha}$)	$\bar{\alpha} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\tan^{-1} \frac{w_i}{\sqrt{u_i^2 + v_i^2}} \times \frac{180}{\pi})$ (u_i, v_i は水平成分 w_i は鉛直成分)
⑧ 自 己 相 関 数 (R_V)	$R_{V,r} = \frac{1}{N-r} \sum_{i=1}^{N-r} (V_i - \bar{V})(V_{i+r} - \bar{V})$ ($r = 0, 1, 2, \dots, m$) ここに, N はデータ数, r はラグ数, 今回の計算では 6,000 個のデータを 2 個づつ平均し, $N = 3,000$ とし, 最大ラグ数 $m = 300$ とした。
⑨ パワー・スペクトル (P_V)	《Blackman & Turkey の方法》で行ない, 《Hamming の方法》で平滑化。 (①) (②) $\hat{P}_{V,r} = [R_{V,0} + 2 \sum_{q=1}^{m-1} \cos(\frac{qr\pi}{m}) + R_{V,m} \cdot \cos(r\pi)] \cdot \Delta t$ ここで, $\hat{P}_{V,r}$ は, スペクトル密度関数 Δt はサンプリング間隔 (今回は 0.2 秒) (②) $\hat{P}_{V,0} = 0.54 \hat{P}_{V,0} + 0.46 \hat{P}_{V,1}$ $\hat{P}_{V,r} = 0.54 \hat{P}_{V,r} + 0.23 \{\hat{P}_{V,r-1} + \hat{P}_{V,r+1}\}$ $\hat{P}_{V,m} = 0.54 \hat{P}_{V,m} + 0.46 \hat{P}_{V,m-1}$
⑩ 乱れのスケール (ST_V)	$ST_V = \bar{V} \cdot \sum_{i=1}^m \frac{R_{V,i}}{(SD_V)^2} \cdot \Delta t$ 乱れのスケールは乱れの中に含まれる平均的な渦の大きさを示すもので あり, 通常 2 点の相互相関々数から求められる。しかし, 今回は Taylor の仮説 (渦が観測点を通過する間はその形が保存される。)を用いて, 自 己相関々数を積分することによって求めた。

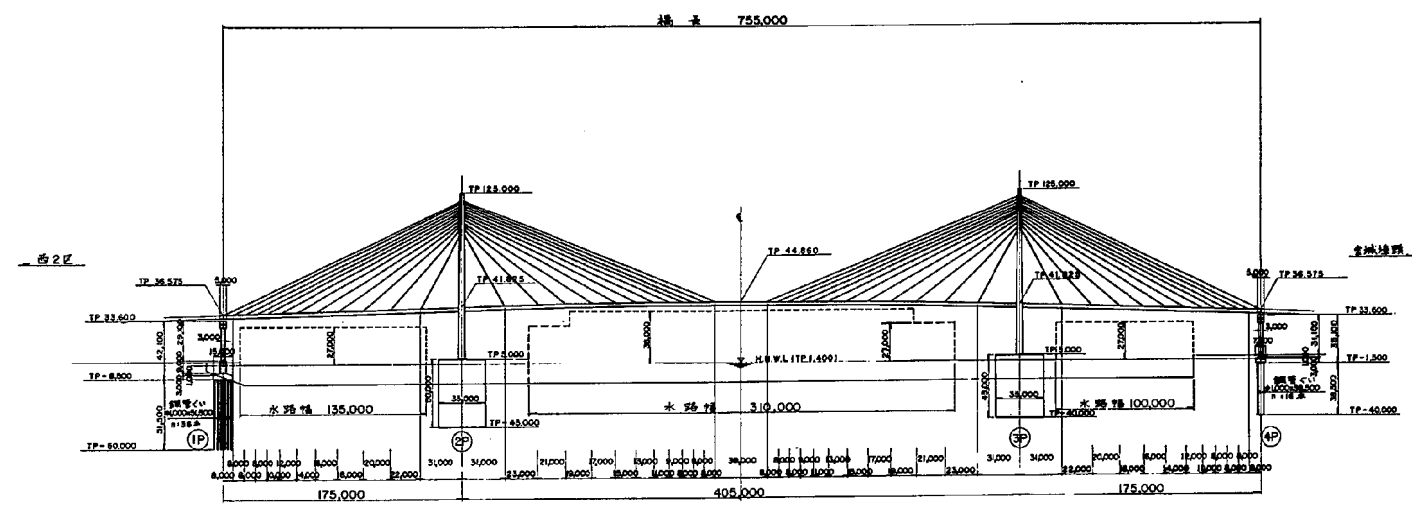
表-3.6 橋軸方向の風の測定結果

RUN	MIN	MEAN	MAX	GUST	SD	TUR.	RUN	MIN	MEAN	MAX	GUST	SD	TUR.
1	0.0	-0.2	8.0	35.23	1.806	-9.03	51	0.0	-3.0	10.5	3.54	1.742	-0.581
2	0.0	-1.9	9.9	5.27	2.267	-1.193	52	0.0	-5.2	10.6	2.06	1.887	-0.363
3	0.0	-4.4	11.2	2.54	2.298	-0.520	53	0.0	-4.9	12.5	2.58	2.222	-0.453
4	0.0	-3.8	11.0	2.88	2.071	-0.545	54	0.0	-4.3	12.0	2.80	1.669	-0.388
5	0.0	-5.3	13.9	2.64	2.503	-0.472	55	0.0	-4.4	11.2	2.58	1.540	-0.350
6	0.0	-3.8	12.1	3.21	2.213	-0.582	56	0.0	-4.5	10.6	2.37	1.830	-0.407
7	0.0	-5.0	14.1	2.84	2.686	-0.537	57	0.0	-4.7	10.0	2.12	1.611	-0.343
8	0.1	-6.8	15.3	2.25	1.961	-0.288	58	0.0	-4.5	11.7	2.59	1.806	-0.401
9	0.0	-6.5	13.8	2.12	2.064	-0.318	59	2.7	-7.5	13.7	1.82	1.745	-0.233
10	0.0	-6.7	16.3	2.43	2.907	-0.434	60	3.2	-8.1	14.5	1.80	1.695	-0.209
11	0.0	-5.2	17.0	3.29	2.923	-0.562	61	0.5	-6.8	12.2	1.80	1.903	-0.280
12	0.0	-8.1	19.0	2.35	3.095	-0.382	62	0.7	-6.9	13.5	1.97	1.474	-0.214
13	0.0	-6.6	18.7	2.85	2.944	-0.446	63	0.8	-6.4	12.3	1.91	1.475	-0.230
14	0.0	-6.9	15.3	2.20	2.604	-0.377	64	1.5	-6.1	11.9	1.96	1.790	-0.293
15	0.0	-7.7	17.5	2.27	2.913	-0.378	65	4.6	-7.7	11.4	1.47	1.156	-0.150
16	0.0	-7.1	17.7	2.51	2.312	-0.326	66	5.5	-8.7	12.1	1.38	1.303	-0.150
17	0.0	-7.6	17.7	2.32	2.821	-0.371	67	0.0	-4.5	8.5	1.91	1.480	-0.329
18	0.1	-6.8	16.5	2.43	1.837	-0.270	68	0.0	4.3	8.1	1.86	1.530	0.356
19	0.0	-5.8	13.5	2.32	1.750	-0.302	69	0.0	4.8	10.3	2.14	1.775	0.370
20	0.0	-4.4	14.4	3.25	2.028	-0.461	70	0.0	2.2	6.4	2.97	1.350	0.614
21	0.9	-6.7	13.2	1.98	2.053	-0.306	71	0.0	3.7	10.8	2.95	1.981	0.535
22	0.0	-2.5	9.9	3.89	2.206	-0.882	72	0.0	3.3	10.1	3.09	1.739	0.527
23	0.0	-2.3	8.6	3.67	2.018	-0.877	73	0.0	3.3	9.3	2.87	1.549	0.469
24	0.0	-4.1	10.0	2.41	2.157	-0.526	74	0.0	4.0	9.3	2.30	1.631	0.408
25	0.0	-4.5	10.5	2.34	2.002	-0.445	75	1.4	5.4	10.2	1.88	1.348	0.250
26	0.0	-5.2	10.2	1.99	1.767	-0.340	76	0.0	2.2	7.0	3.12	1.336	0.607
27	0.0	-5.3	12.6	2.36	2.107	-0.398	77	0.0	1.3	6.4	4.77	1.578	1.214
28	0.0	-5.7	11.8	2.06	2.143	-0.376	78	0.0	1.1	6.8	6.05	1.583	1.439
29	0.0	-3.5	12.3	3.48	2.180	-0.623	79	0.0	2.5	7.8	3.17	1.585	0.634
30	0.0	-5.6	12.7	2.26	1.951	-0.348	80	0.0	2.3	7.9	3.38	1.404	0.610
31	0.0	-2.1	7.9	3.79	1.654	-0.788	81	0.0	2.7	7.9	2.96	1.542	0.571
32	0.0	-1.5	5.5	3.80	1.415	-0.943	82	0.0	3.1	8.1	2.66	1.554	0.501
33	0.0	-3.1	10.5	3.43	2.030	-0.655	83	0.0	3.1	9.2	2.97	1.706	0.550
34	0.0	-3.7	10.6	2.88	1.950	-0.527	84	0.0	2.2	8.8	3.98	1.608	5.290
35	0.0	-3.3	9.8	2.97	2.205	-0.668	85	0.0	2.1	6.8	3.15	1.544	0.735
36	0.0	-3.7	11.0	2.95	1.878	-0.508	86	0.0	2.5	7.1	2.79	1.429	0.572
37	0.0	-4.8	12.3	2.59	2.222	-0.463	87	0.0	2.3	8.4	3.66	1.787	0.777
38	0.0	-0.6	5.6	8.72	1.216	-2.027	88	0.0	2.3	7.8	3.39	1.624	0.706
39	0.0	-2.3	12.3	5.26	2.047	-0.890	89	0.0	2.4	8.2	3.34	1.505	0.627
40	0.0	-2.4	8.1	3.34	1.826	-0.761	90	0.0	2.9	8.1	2.82	1.486	0.512
41	0.0	-2.2	8.2	3.64	2.001	-0.910	91	0.0	2.8	8.0	2.83	1.358	0.485
42	0.0	-4.5	11.0	2.46	2.270	-0.540	92	0.0	3.7	9.8	2.66	1.492	0.403
43	0.0	-2.6	8.7	3.37	1.833	-0.705	93	0.0	4.4	10.7	2.41	1.523	0.346
44	0.0	-2.1	7.3	3.45	1.497	-0.713	94	0.0	4.0	9.4	2.35	1.449	0.362
45	0.0	-1.3	10.1	7.68	1.477	-1.136	95	0.0	3.6	9.0	2.48	1.544	0.429
46	0.0	-2.4	8.5	3.61	1.546	-0.644	96	0.0	2.3	7.2	3.20	1.498	0.651
47	0.0	-2.4	7.3	3.11	1.538	-0.641	97	0.0	1.7	6.8	4.00	1.502	0.884
48	0.0	-1.8	6.5	3.71	1.599	-0.888	98	0.0	2.5	8.1	3.18	1.354	0.542
49	0.0	-2.2	7.1	3.17	1.427	-0.649	99	0.0	1.0	6.3	6.16	1.430	1.430
50	0.0	-3.2	8.8	2.79	1.754	-0.548	100	0.0	1.1	6.8	6.43	1.456	1.324

表-3.7 応答の測定結果

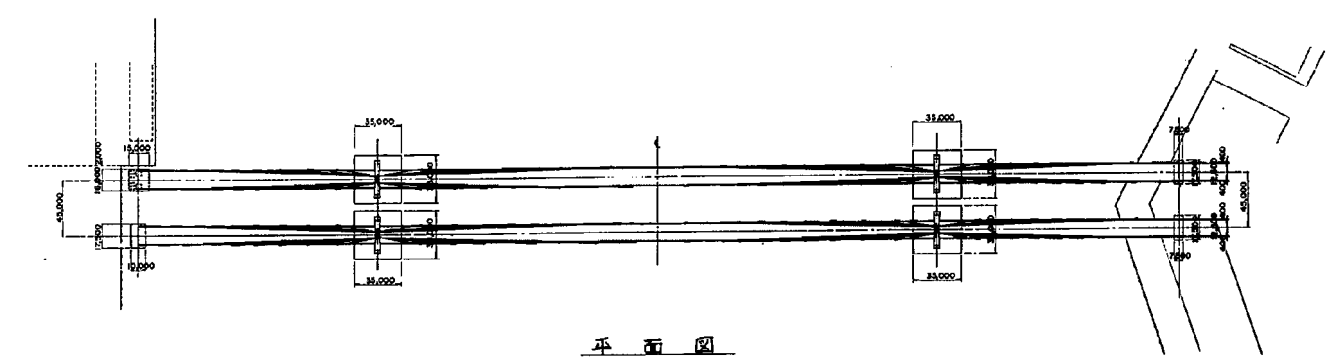
RUN No	測 定 時 刻	加 速 度 (gal)							
		A 1		A 2		A 3		A 4	
		MAX	S. D.	MAX	S. D.	MAX	S. D.	MAX	S. D.
1	昭和52年4月28日12:12~12:22	6.501	0.853	5.998	0.784	5.593	0.695	11.061	1.215
2	13:02~13:12	4.783	0.680	5.425	0.736	5.238	0.651	11.069	0.939
3	13:17~13:27	4.008	0.716	4.994	0.729	3.781	0.628	10.461	0.925
4	13:32~13:42	6.789	0.915	10.166	0.969	5.752	0.826	11.071	1.272
5	13:48~13:58	4.714	0.833	5.530	0.885	4.501	0.721	10.470	1.179
6	14:03~14:13	5.413	0.864	5.909	0.899	4.726	0.764	10.502	1.417
7	14:18~14:28	5.168	0.755	6.020	0.790	5.363	0.673	10.502	1.041
8	14:34~14:44	8.102	0.876	8.376	0.888	4.837	0.695	8.432	1.049
9	14:47~14:57	5.497	0.719	6.913	0.796	4.705	0.672	8.801	1.061
10	15:00~15:10	5.825	0.644	6.560	0.650	3.152	0.520	8.446	0.779
11	15:13~15:23	4.671	0.776	5.566	0.727	3.934	0.599	5.723	0.910
12	15:26~15:36	5.254	0.937	5.511	0.953	4.787	0.817	11.078	1.267
13	15:39~15:49	4.608	0.656	4.623	0.690	3.089	0.587	8.379	0.888
14	15:55~16:03	8.568	0.827	5.909	0.916	5.579	0.769	10.502	1.163
15	16:07~16:17	5.519	0.874	5.128	0.928	6.217	0.794	11.078	1.285
16	16:20~16:30	4.745	0.782	5.905	0.836	5.312	0.708	10.502	1.142
17	16:32~16:42	4.861	0.602	4.876	0.652	4.808	0.552	6.640	0.815
18	16:44~16:54	4.554	0.661	4.679	0.657	3.788	0.533	10.656	0.827
19	17:05~17:15	5.944	0.706	4.408	0.667	5.576	0.557	11.045	0.911
20	17:23~17:33	4.789	0.680	4.620	0.709	6.041	0.605	8.180	0.854
21	17:53~18:03	3.491	0.485	3.553	0.497	4.692	0.436	7.384	0.601
22	5月1日13:09~13:19	3.524	0.477	2.778	0.501	4.306	0.445	6.895	0.638
23	13:33~13:43	4.494	0.579	6.614	0.635	3.468	0.533	11.071	0.935
24	13:57~14:07	4.699	0.475	4.509	0.489	3.178	0.399	6.357	0.551
25	14:20~14:30	3.366	0.416	4.781	0.464	2.751	0.398	5.224	0.611
26	14:41~14:51	2.724	0.411	3.020	0.414	3.031	0.379	4.922	0.551
27	15:01~15:11	4.585	0.483	3.784	0.456	2.953	0.388	5.560	0.569
28	15:18~15:28	4.014	0.449	4.192	0.483	3.355	0.424	7.566	0.671
29	15:34~15:44	3.466	0.407	3.501	0.419	3.472	0.374	7.886	0.568
30	15:51~16:01	2.565	0.322	2.314	0.327	2.217	0.301	6.233	0.480
31	16:06~16:16	6.077	0.416	4.637	0.451	3.171	0.374	9.443	0.657
32	16:23~16:33	2.714	0.300	2.188	0.319	2.153	0.266	5.758	0.420
33	16:57~17:07	3.237	0.399	3.209	0.415	3.191	0.330	7.775	0.600
34	17:13~17:23	7.858	0.513	5.306	0.530	4.589	0.461	11.073	0.837
35	17:28~17:38	3.434	0.318	2.842	0.329	1.789	0.268	4.781	0.442
36	17:43~17:53	2.049	0.251	2.053	0.269	1.448	0.218	2.025	0.324
37	18:00~18:10	2.410	0.304	2.959	0.307	1.774	0.256	3.100	0.404
38	18:15~18:25	2.462	0.338	3.095	0.344	2.450	0.284	7.822	0.457
39	18:30~18:40	2.913	0.372	2.657	0.393	2.700	0.342	5.132	0.473
40	18:48~18:58	4.612	0.433	4.847	0.444	5.570	0.374	9.224	0.607
41	19:02~19:12	3.986	0.440	3.045	0.410	2.961	0.388	6.815	0.525
42	19:17~19:27	2.066	0.324	2.749	0.348	1.926	0.299	5.552	0.420
43	19:32~19:42	2.552	0.333	2.672	0.343	2.367	0.302	6.081	0.439
44	19:49~19:59	4.871	0.375	3.941	0.369	4.026	0.324	7.277	0.473
45	20:09~20:19	2.781	0.288	3.020	0.314	2.830	0.267	5.821	0.361
46	20:29~20:39	3.712	0.348	2.834	0.336	2.681	0.305	3.734	0.395
47	5月2日08:44~08:54	4.903	0.467	3.996	0.496	4.627	0.457	10.655	0.775
48	09:04~09:14	4.272	0.570	7.239	0.637	10.270	0.577	6.508	0.866
49	10:26~10:36	5.769	0.767	6.419	0.811	5.498	0.682	11.087	1.134
50	10:44~10:54	6.521	0.801	5.824	0.798	5.835	0.647	11.083	1.034

RUN No	測定時刻	加 速 度 (gal)							
		A 1		A 2		A 3		A 4	
		MAX	S.D.	MAX	S.D.	MAX	S.D.	MAX	S.D.
51	昭和52年5月 2日 13:10~13:20	4.922	0.805	4.618	0.835	6.204	0.719	11.089	1.173
52	14:03~14:13	5.338	0.588	4.762	0.689	4.330	0.568	10.363	0.975
53	14:23~14:33	5.562	0.542	5.466	0.629	4.590	0.522	8.952	0.782
54	14:36~14:46	5.198	0.622	5.230	0.671	4.522	0.560	7.439	0.903
55	14:52~05:02	4.813	0.621	4.457	0.650	3.940	0.538	11.078	0.865
56	15:10~15:20	3.324	0.515	3.542	0.523	4.963	0.452	11.085	0.724
57	15:37~15:47	6.334	0.641	4.073	0.643	4.652	0.528	9.113	0.849
58	16:07~16:17	5.260	0.534	5.846	0.566	5.377	0.483	10.505	0.696
59	16:42~16:52	4.958	0.634	5.192	0.623	6.197	0.577	11.083	0.817
60	16:53~17:03	3.824	0.561	4.349	0.539	4.100	0.475	8.675	0.687
61	17:20~17:30	3.288	0.498	3.608	0.565	4.830	0.512	10.024	0.755
62	17:46~17:56	3.145	0.522	3.324	0.537	4.809	0.449	7.881	0.620
63	18:01~18:11	3.729	0.436	4.756	0.427	4.575	0.373	11.142	0.582
64	18:09~18:19	4.026	0.506	3.155	0.450	5.328	0.411	11.134	0.625
65	5月 3日 09:17~09:27	3.850	0.472	5.292	0.540	2.937	0.422	6.672	0.690
66	09:37~09:47	4.652	0.633	3.991	0.589	4.119	0.484	6.865	0.729
67	5月 8日 08:26~08:36	4.495	0.615	4.043	0.617	4.653	0.578	10.559	0.955
68	5月30日 13:32~13:42	5.567	0.878	5.294	0.892	4.848	0.742	8.529	1.280
69	13:51~14:01	6.809	0.789	8.690	0.855	4.938	0.709	9.165	1.211
70	5月31日 08:49~08:59	3.961	0.713	4.730	0.695	5.130	0.601	11.109	0.968
71	09:21~09:31	5.047	0.746	5.800	0.713	4.650	0.593	11.067	0.965
72	09:39~09:49	4.559	0.735	5.676	0.715	6.365	0.617	11.043	1.053
73	09:55~10:05	6.063	0.837	4.781	0.797	5.226	0.698	11.075	1.170
74	10:44~10:54	4.285	0.755	5.008	0.765	4.618	0.629	10.993	0.956
75	9月16日 19:23~19:33	5.319	0.868	10.955	0.592	6.331	0.665	11.136	1.061
76	9月17日 13:11~13:21	4.675	0.670	5.665	0.696	4.718	0.538	7.476	0.837
77	13:45~13:55	6.118	0.908	7.635	0.946	3.905	0.689	11.156	1.095
78	14:30~14:40	6.214	0.837	6.695	0.858	4.205	0.649	9.089	1.001
79	15:24~15:34	4.378	0.598	6.153	0.731	4.558	0.562	11.006	0.853
80	15:51~16:01	6.425	0.714	6.748	0.783	5.233	0.574	9.571	1.005
81	16:11~16:21	6.555	0.631	10.901	0.740	4.021	0.537	11.182	0.889
82	16:46~16:56	5.639	0.805	6.215	0.945	5.138	0.705	11.177	1.165
83	17:02~17:12	6.164	0.764	8.395	0.869	5.441	0.654	10.351	1.036
84	17:25~17:35	5.592	0.803	6.344	0.809	5.970	0.676	10.090	1.131
85	17:47~17:57	4.159	0.671	4.636	0.724	5.081	0.601	10.223	0.952
86	18:04~18:14	6.434	0.641	6.232	0.602	4.456	0.468	6.316	0.729
87	18:19~18:29	6.796	0.896	6.344	0.902	4.936	0.682	11.165	1.144
88	18:32~18:42	4.968	0.611	7.446	0.724	4.455	0.556	11.320	0.890
89	18:54~19:04	7.892	0.860	9.353	0.813	4.832	0.641	11.317	1.158
90	19:13~19:23	6.809	0.715	10.359	0.781	5.327	0.577	10.809	0.950
91	19:53~20:03	5.942	0.703	8.508	0.838	5.163	0.618	8.818	0.955
92	20:10~20:20	3.780	0.407	5.287	0.463	3.086	0.351	7.879	0.570
93	20:28~20:38	6.926	0.824	6.469	0.756	6.328	0.617	10.736	1.009
94	20:44~20:54	6.017	0.557	6.388	0.645	3.584	0.448	10.743	0.664
95	21:00~21:10	5.965	0.556	5.404	0.536	3.581	0.459	9.638	0.755
96	21:16~21:26	6.750	0.616	6.072	0.606	4.113	0.476	10.268	0.749
97	21:37~21:47	7.023	0.634	3.927	0.602	5.534	0.535	6.193	0.742
98	22:08~22:18	4.408	0.508	3.480	0.497	3.181	0.411	11.174	0.712
99	22:42~22:52	4.792	0.571	5.306	0.559	3.767	0.482	6.610	0.707
100	9月18日 00:30~00:40	2.803	0.255	4.862	0.328	4.821	0.243	7.011	0.407

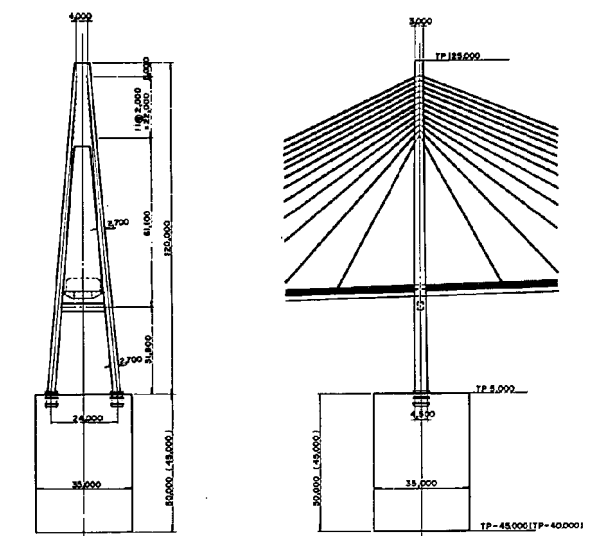


側面図
Scale 1:1,000

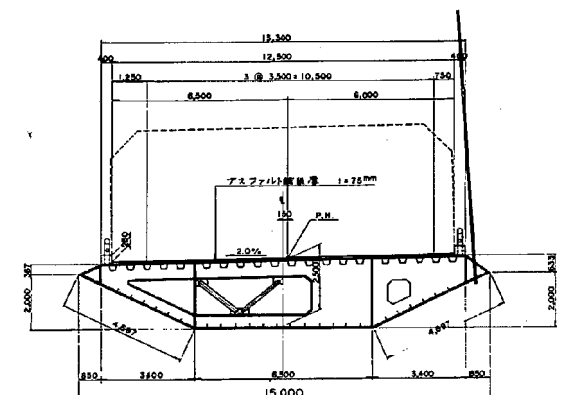
勾配										
計画高	36.575		41.823		44.840		41.823		36.575	
曲線	R = 1000									
地盤高			12.400		12.000		11.300		12.000	3.300
通知距離	135000		137500		135000		137500		135000	
距離	NO.135 12,000	28,000	NO.137 100,000	2 P 31,000	NO.138 65,000	NO.139 100,000	水門等 39,500	NO.140 80,000	NO.141 100,000	3 P 42,500
別注	1 P	NO.136	NO.137	2 P	NO.138	NO.139	水門等	NO.140	NO.141	3 P



平面図
Scale 1:1,000



横断面図
Scale 1:1,000



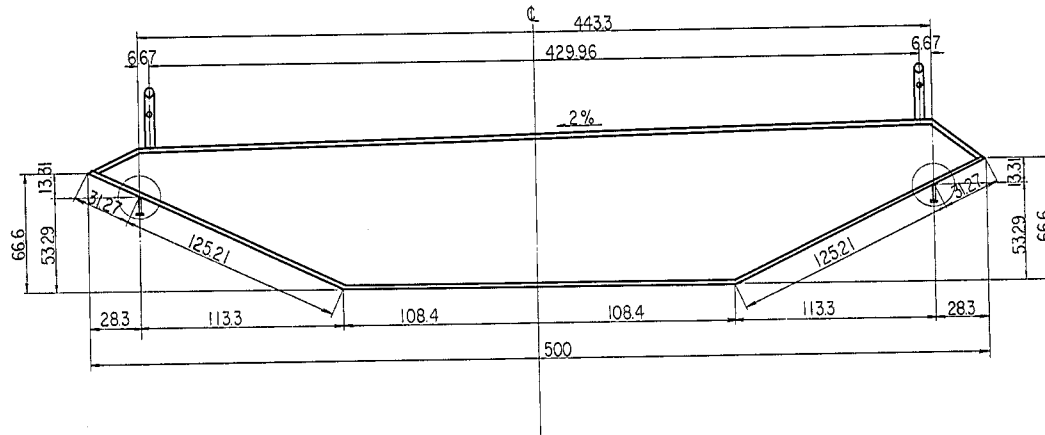
断面図
Scale 1:100

図-2.1 (1) 名港西大橋一般図

(この橋梁型式は実施段階で変更することがある)

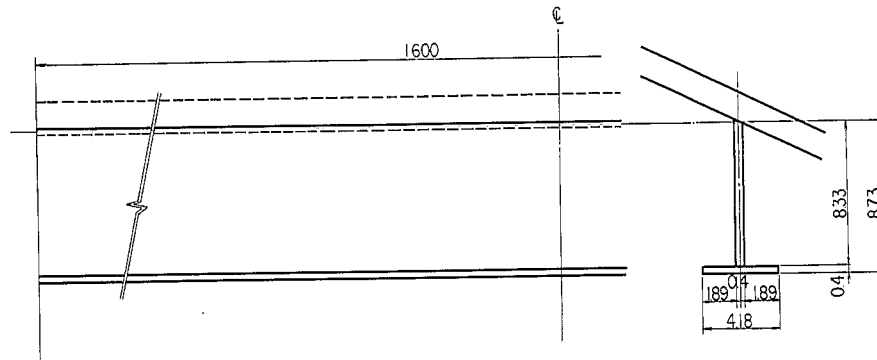
工事名	第52年度 名港西大橋概略設計
施工箇所名	A 水域
図面の種類	概略一般図
縮尺	1/2,000 図面番号 2/20
事務所名	名四国道工事事務所

名港西大橋模型 (1/2)



- 検査車レールは模型 1 体につき 2 本合計 4 本取付ける。
- 高欄はその 1 ～ その 4 まで各 4 本ずつ製作し、その 1 を 2 体の模型に取付ける。

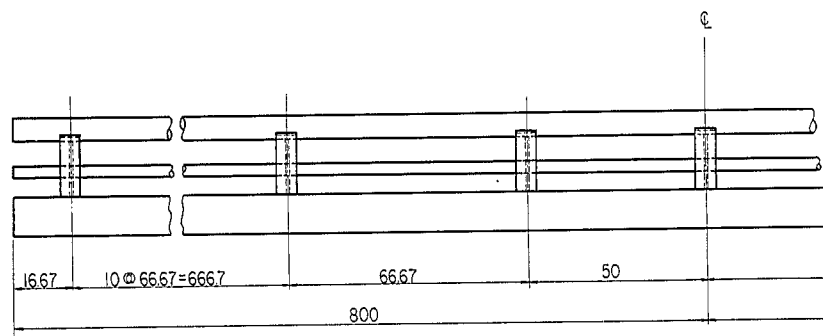
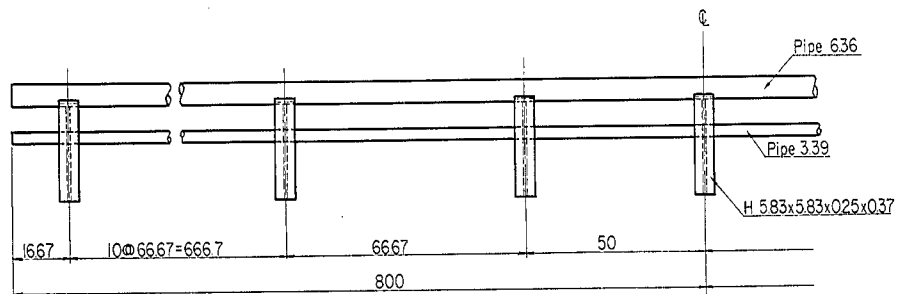
検査車レール (5/1)



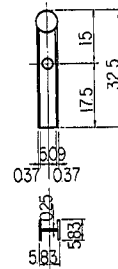
図名	名港西大橋模型図	作成日	S 53.6
縮尺	1/1, 5/1	担当	湯沢

図-2.1 (2) 名港西大橋模型図 (その 1)

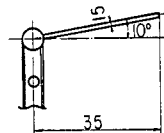
高欄 (1/1)



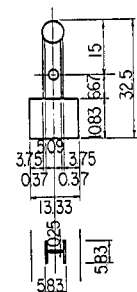
その1



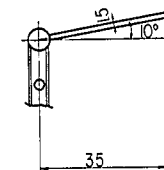
その2



その3



その4



図名	名港西大橋模型図	作成日	S 5 3.6
縮尺	1/1	担当	湯沢

図-2.1 (3) 名港西大橋模型図 (その2)

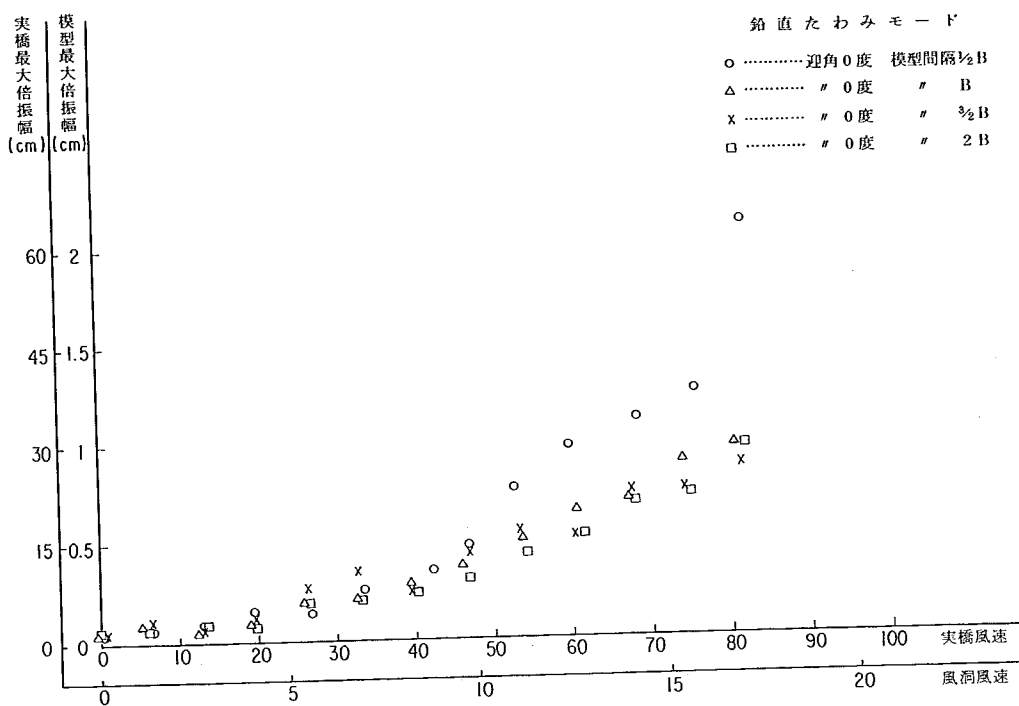


図-2.2 $V-A\eta$ 曲線

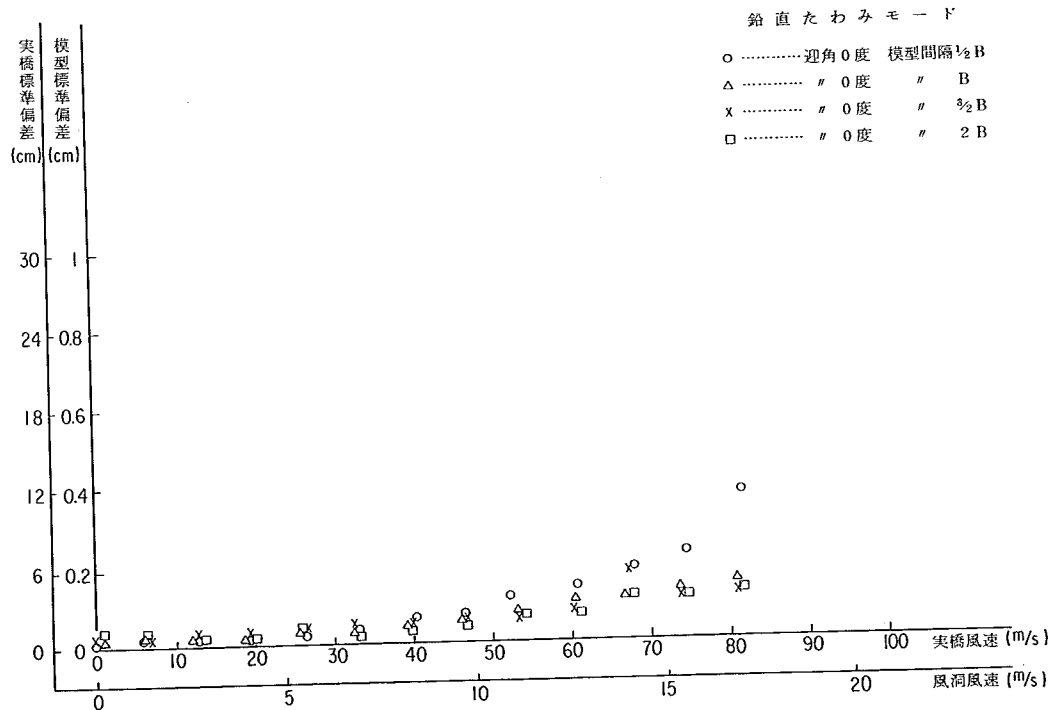


図-2.3 $V-\sigma\eta$ 曲線

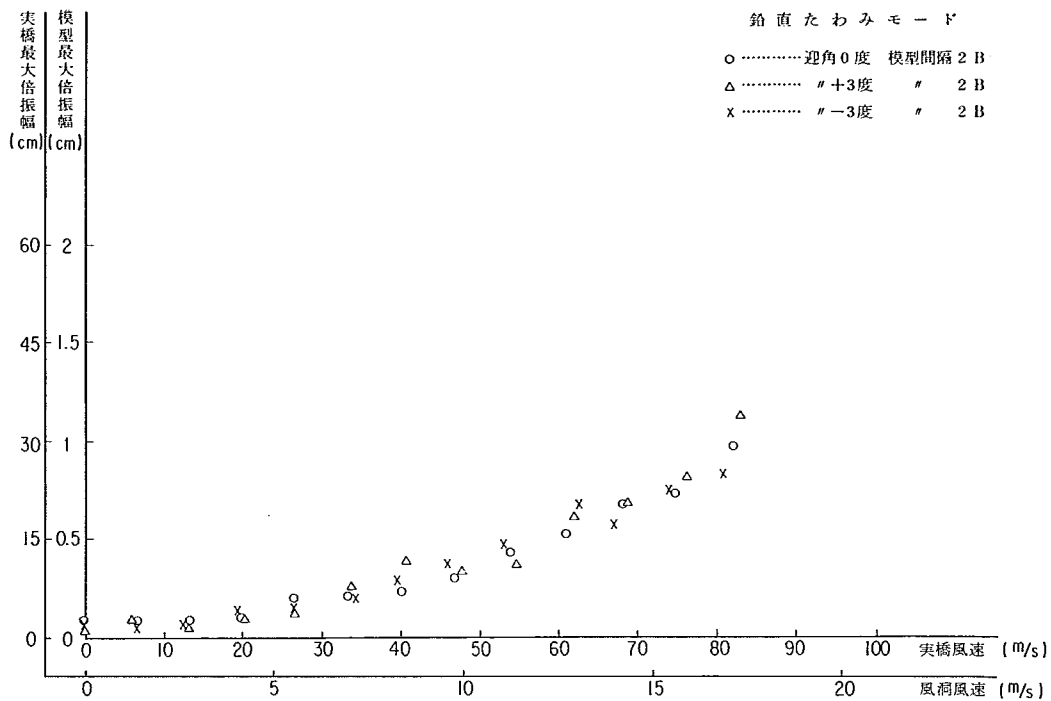


図-2.4 $V-A_7$ 曲線

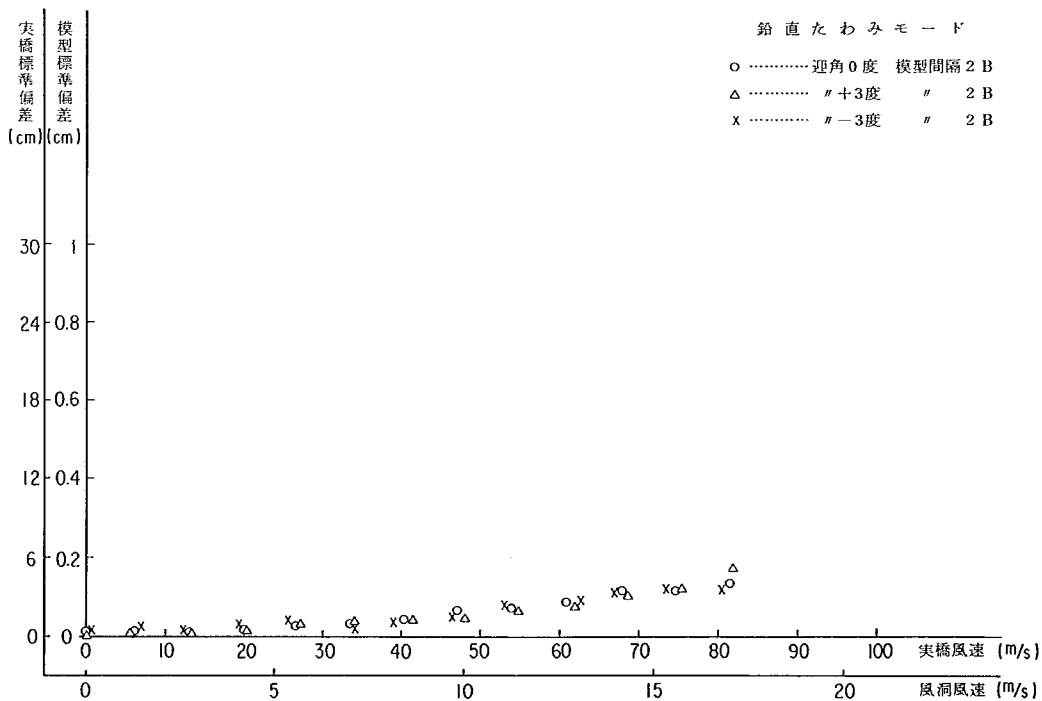


図-2.5 $V-\sigma_7$ 曲線

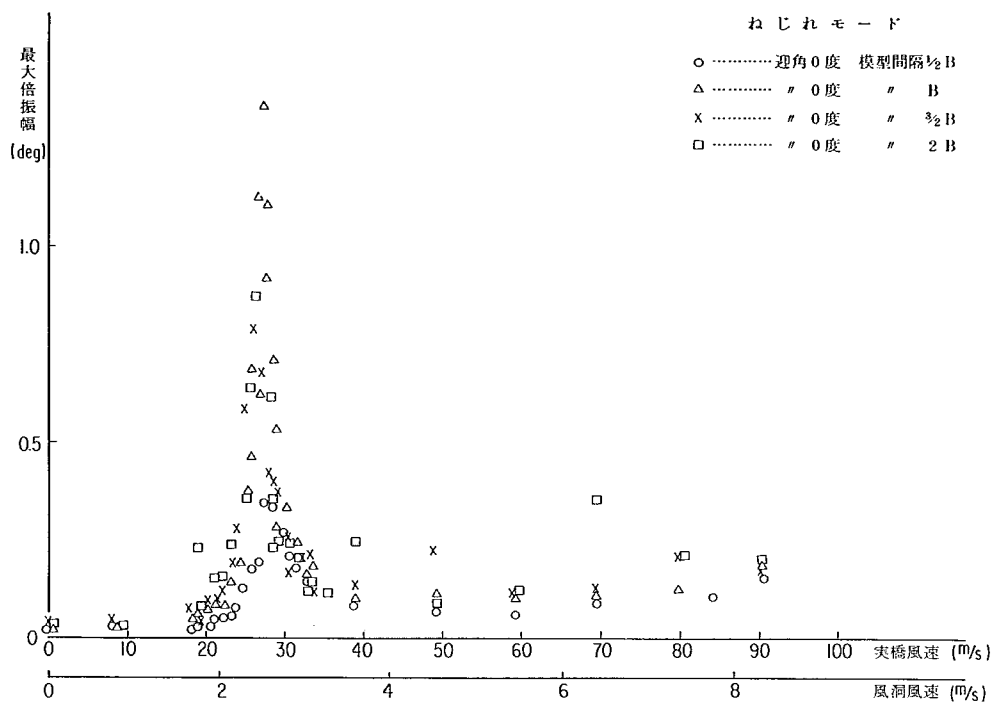


図-2.6 $V-A_\varphi$ 曲線

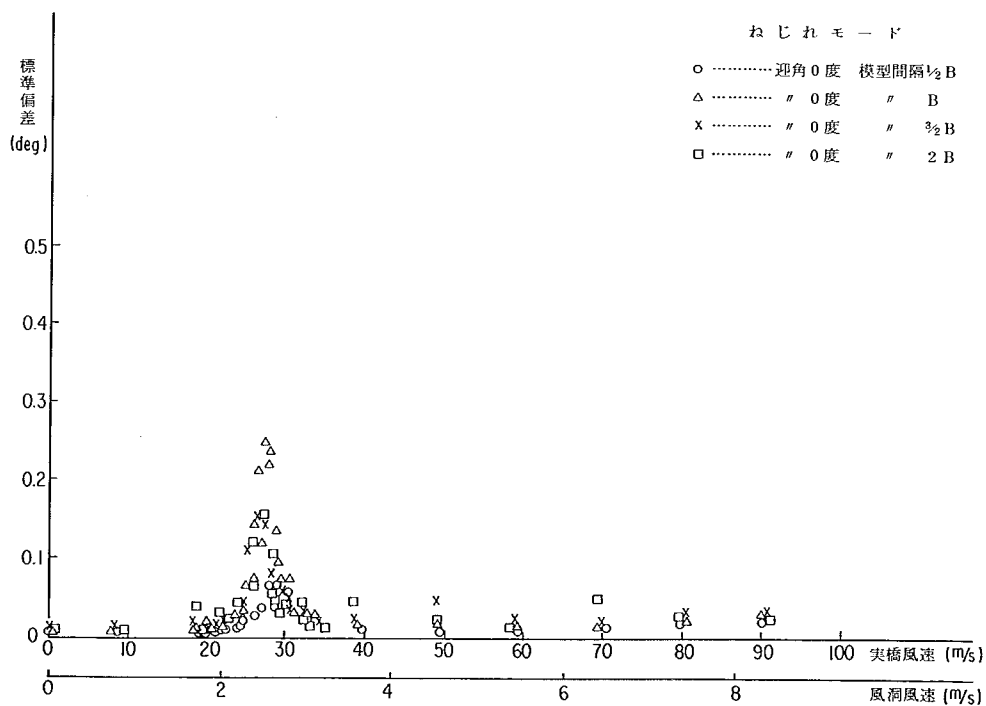


図-2.7 $V-\sigma_\varphi$ 曲線

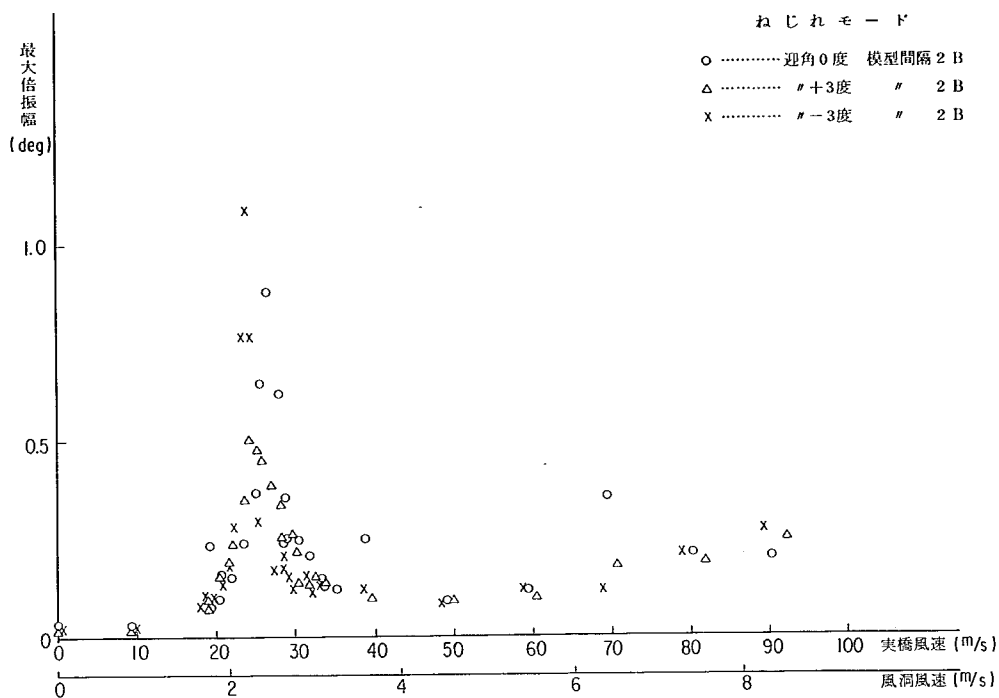


図-2.8 $V-A_\varphi$ 曲線

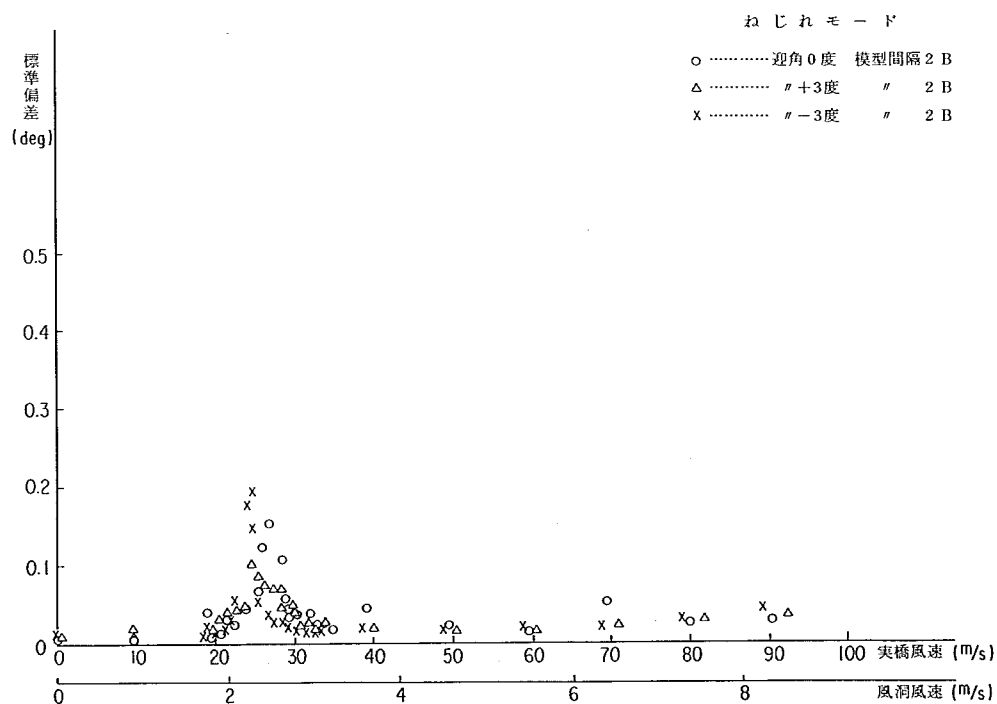


図-2.9 $V-\sigma_\varphi$ 曲線

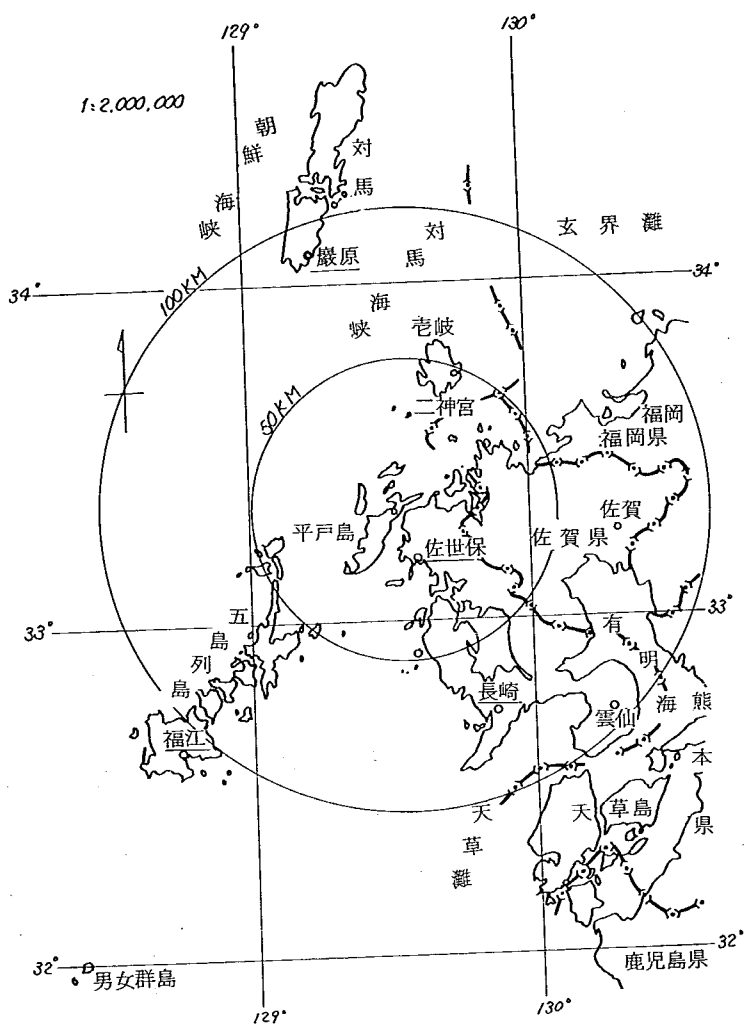
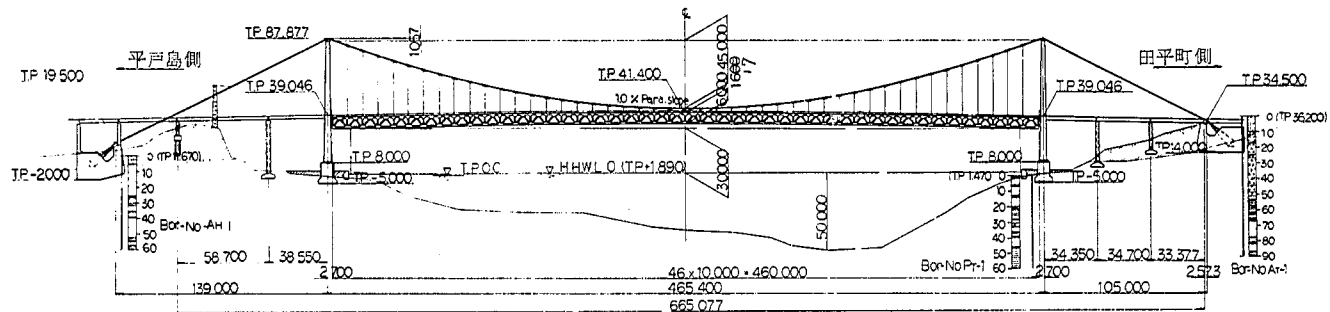


図-3.1 平戸大橋架設位置

側面図

S=1:1500

25 20 15 10 5 0



断面図

S=1:100

2 1 0 1

一般部

交点上

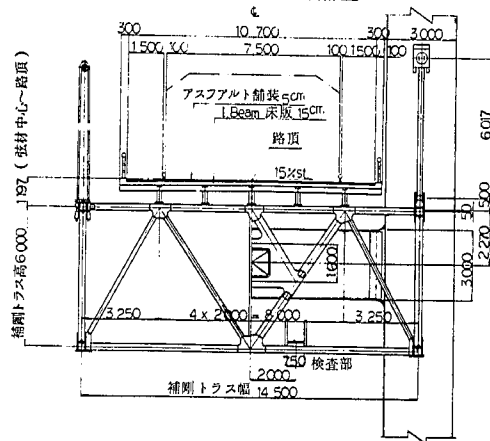


図-3.2 平戸大橋一般図

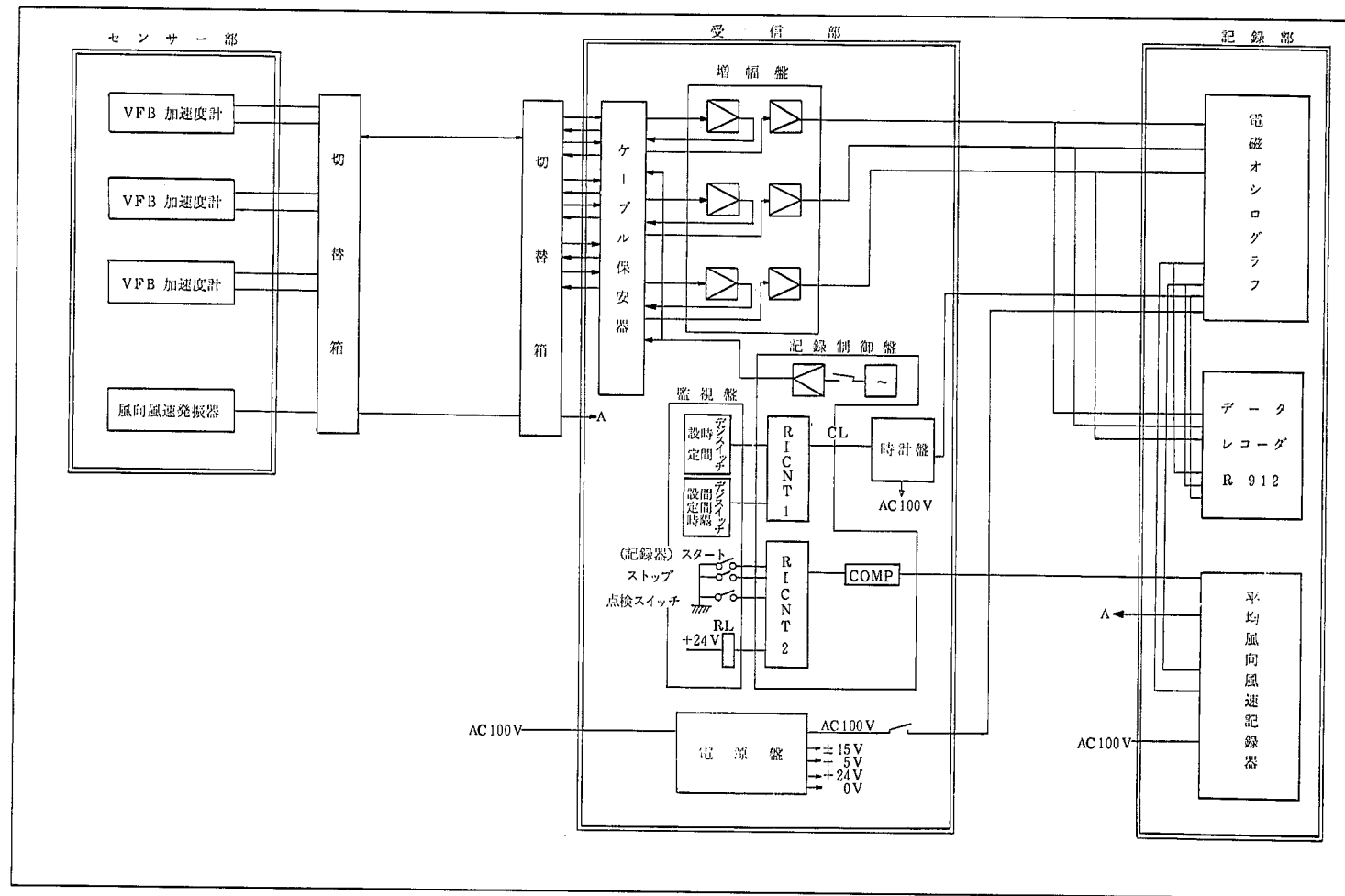


図- 3.3 平戸大橋長期観測システム図

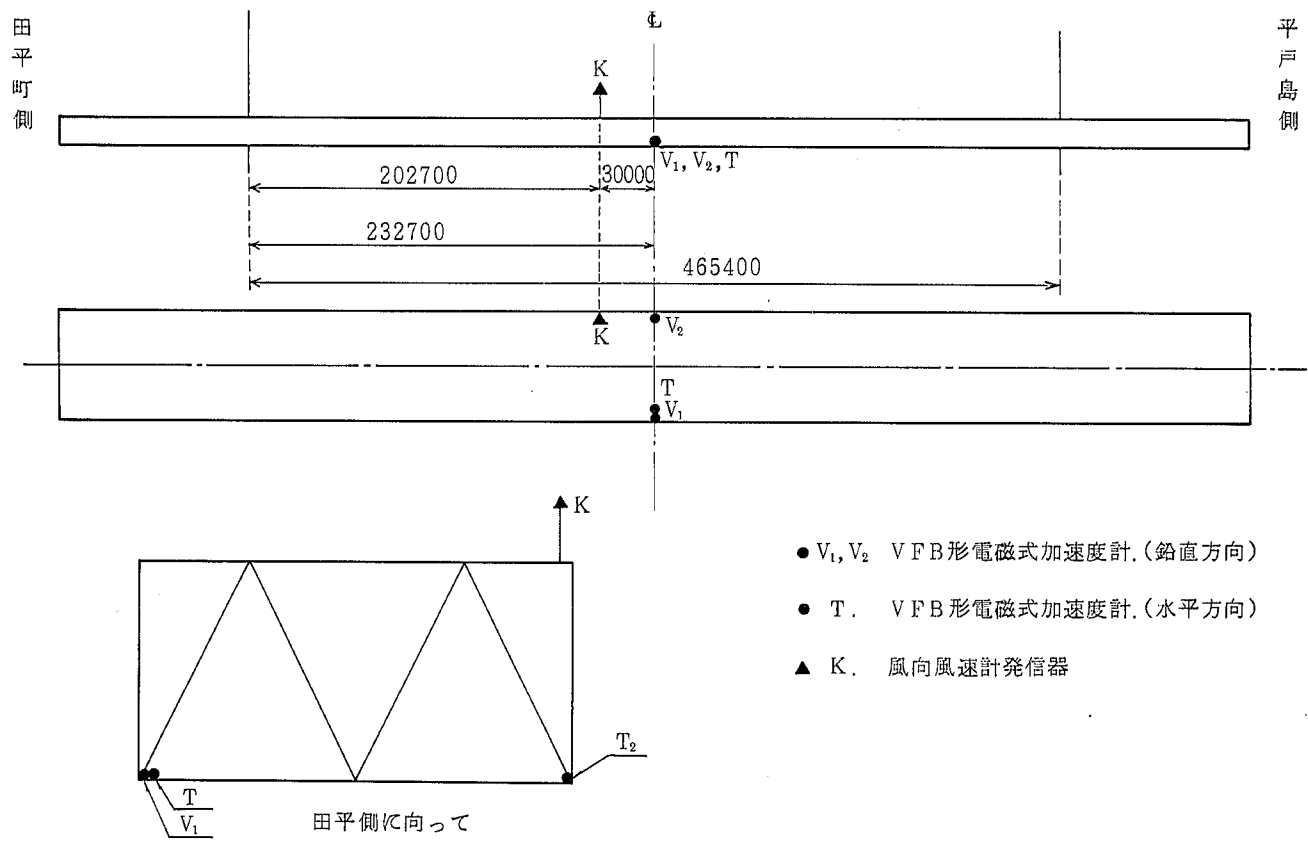


図-3.4 平戸大橋長期観測用計測器配置図

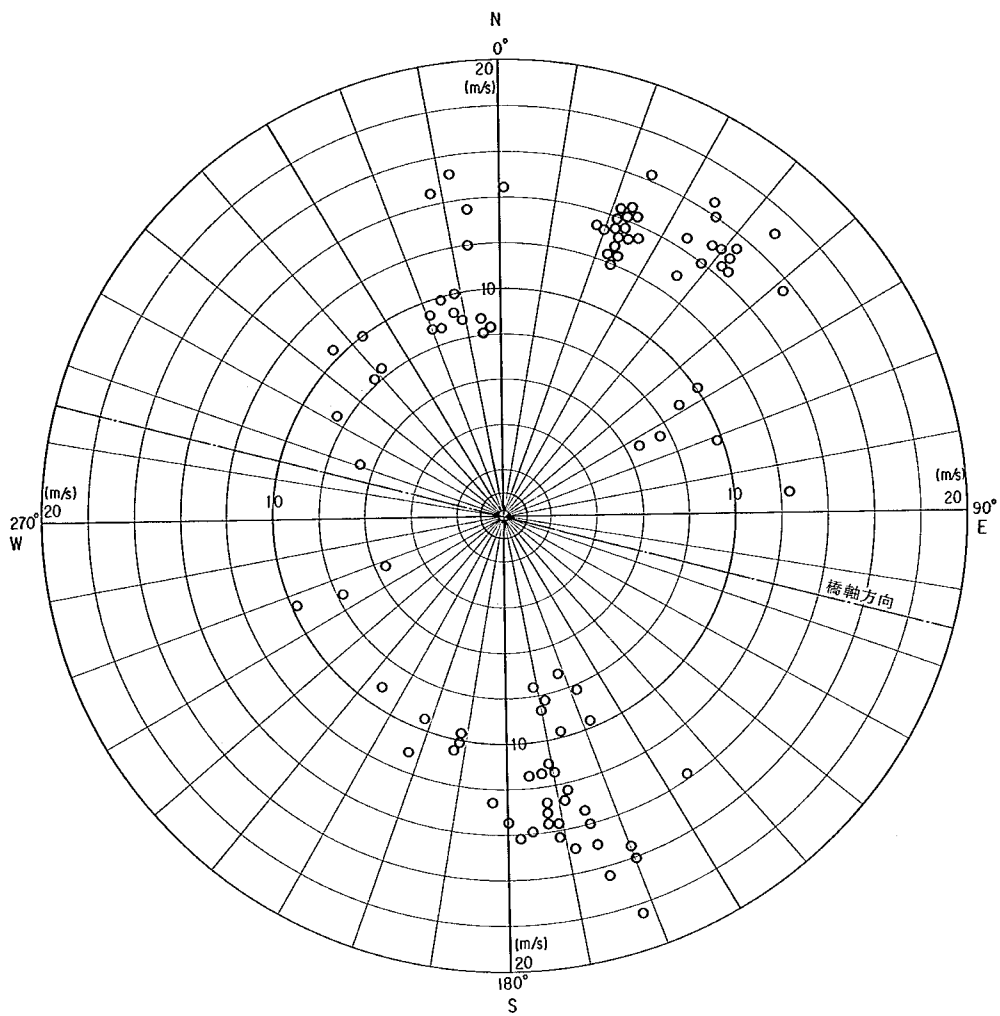


図-3.5 平均風速と平均風向の関係

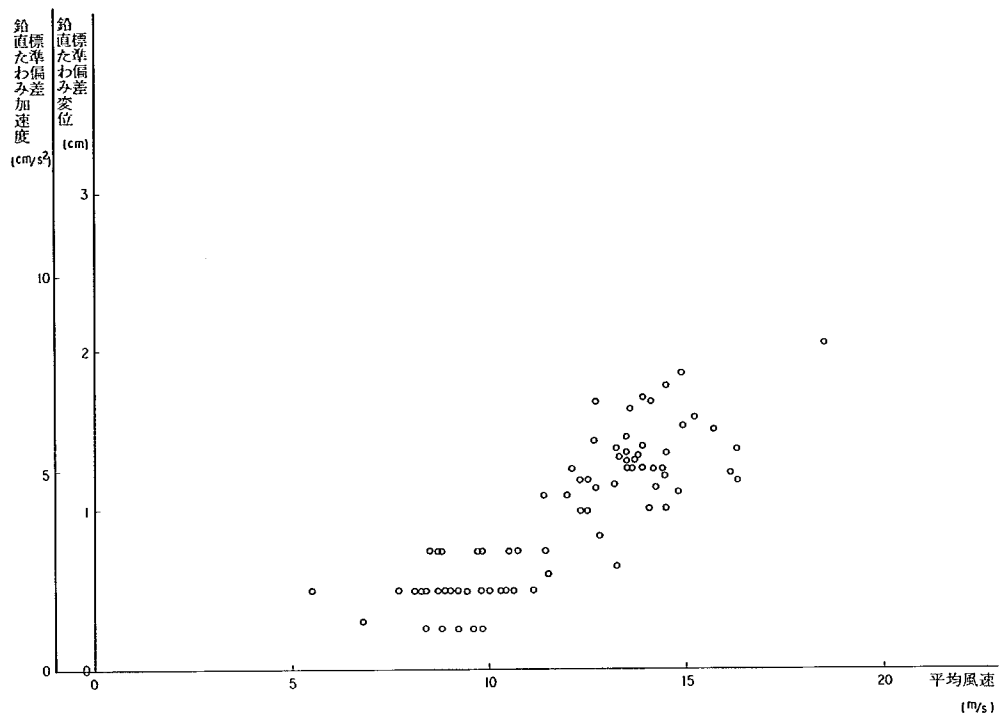


図-3.6 鉛直たわみ応答と平均風速

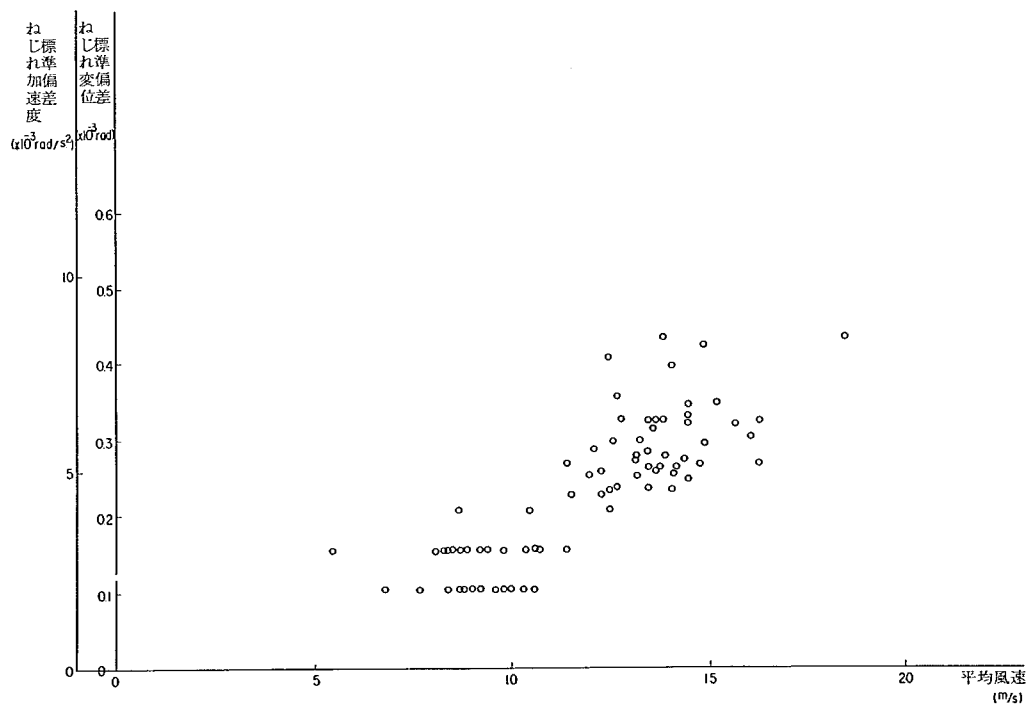


図-3.7 ねじれ応答と平均風速

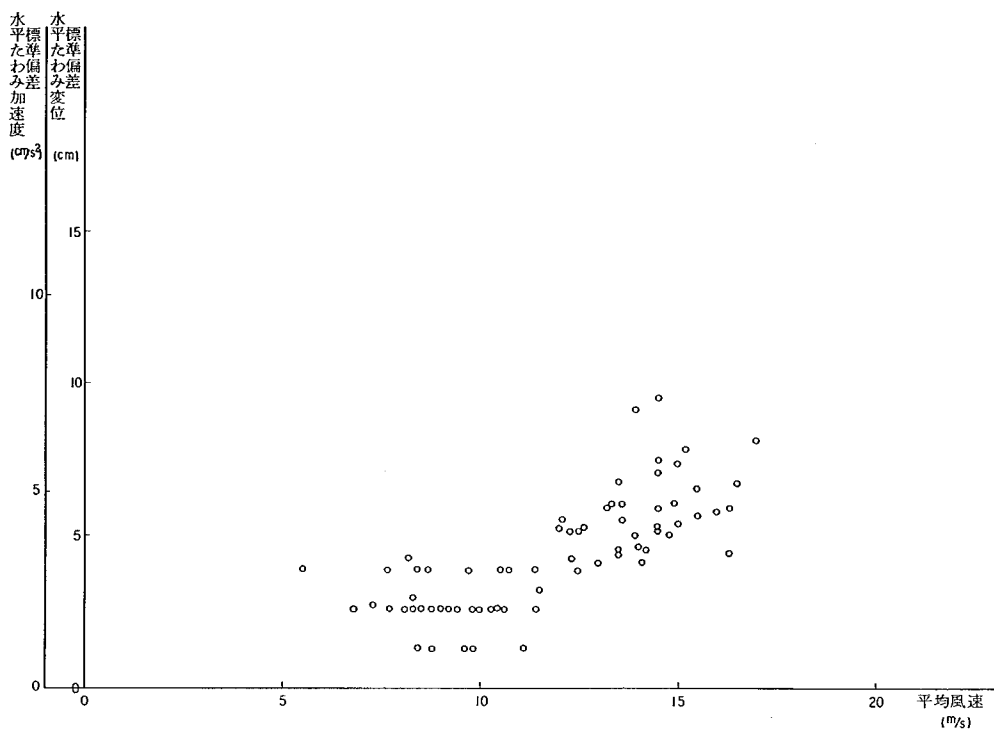


図-3.8 水平たわみ応答と平均風速

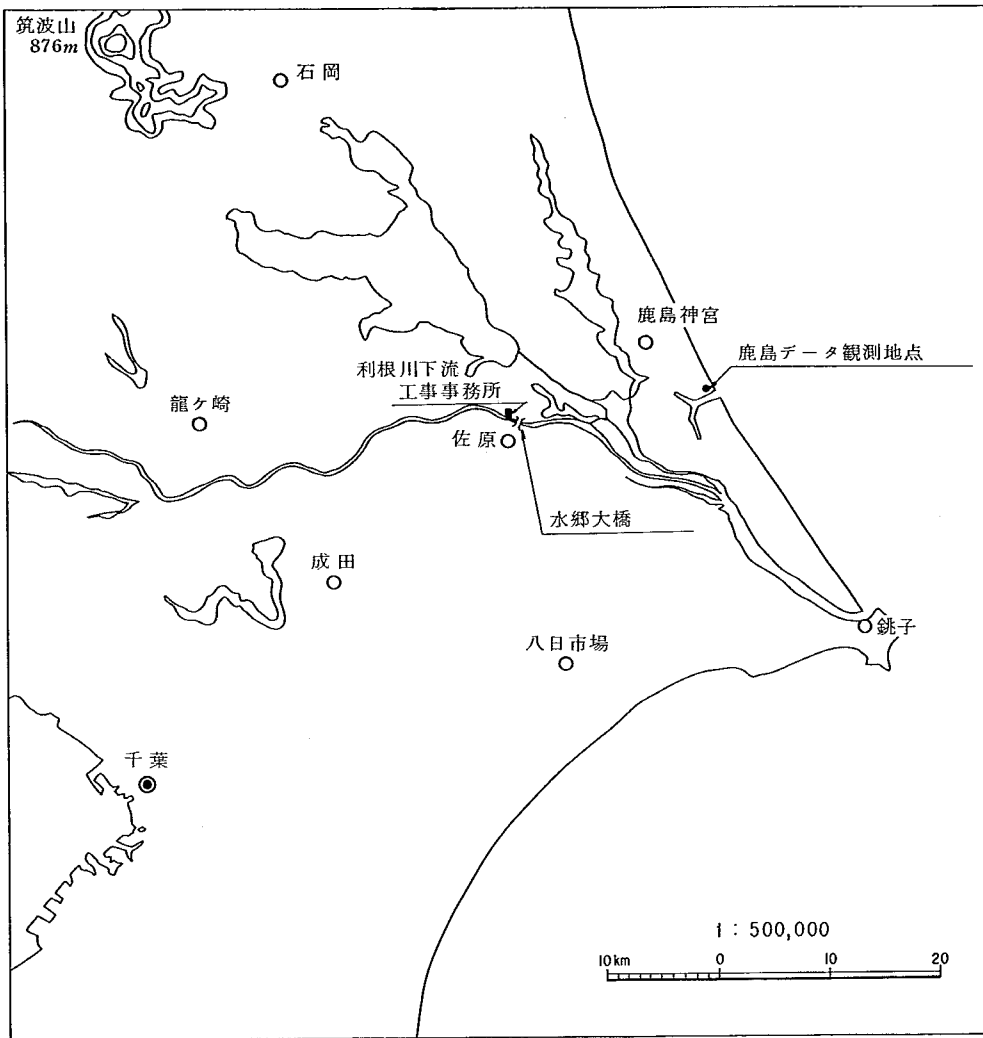


図-3.9(1) 水郷大橋位置図 (その1)

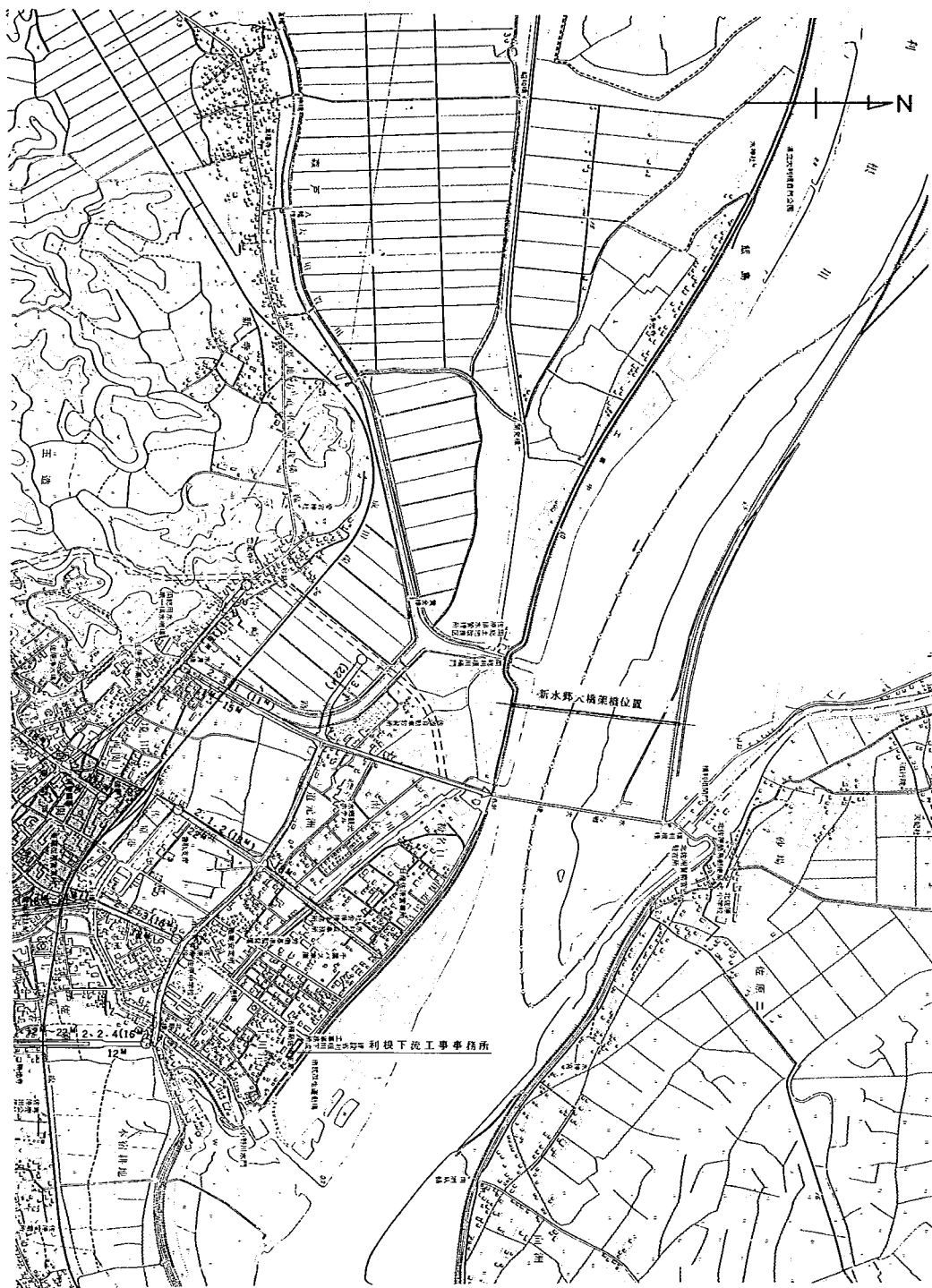


図-3.9(2) 水郷大橋位置図 (その2)

水郷大橋一般図

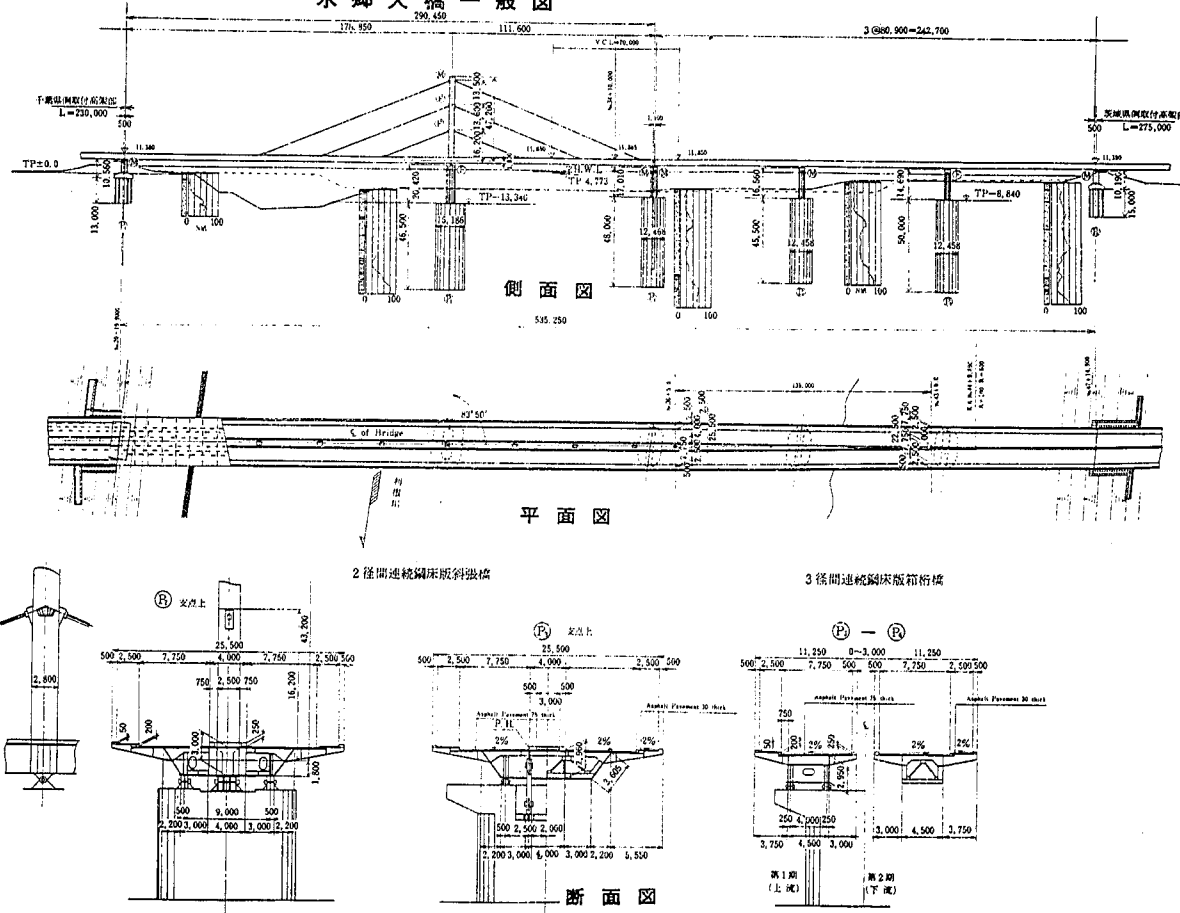
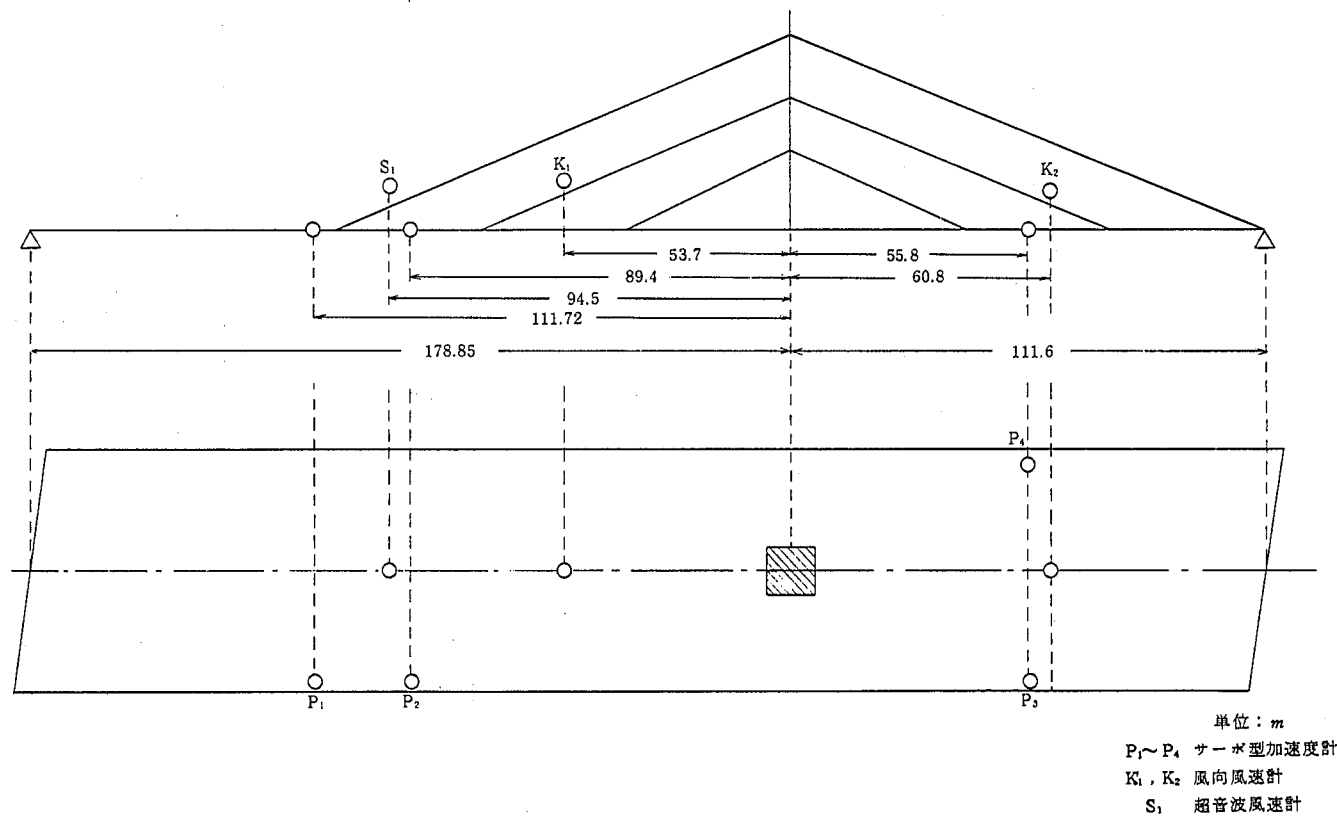


図-3.10 水郷大橋一般図



図一 3.1.1 長期観測機器配置図

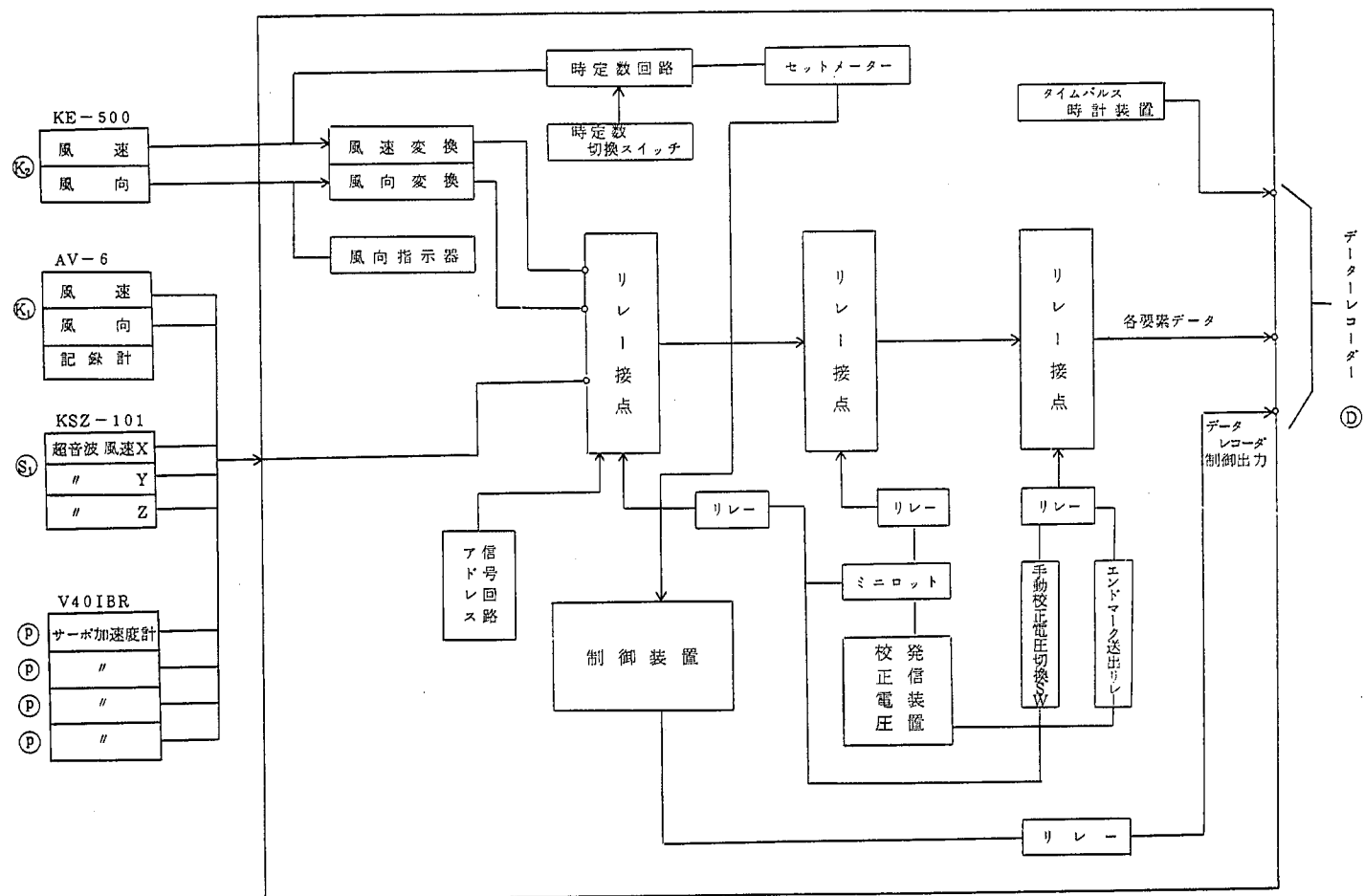


図-3.12 自動記録装置ブロック線図

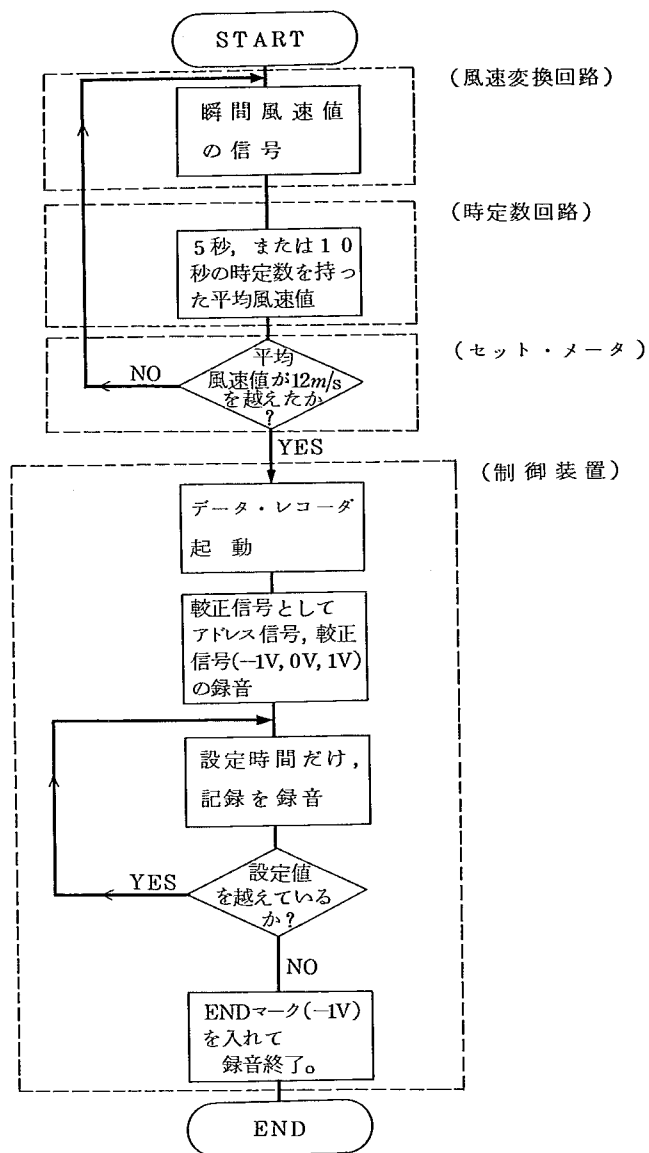
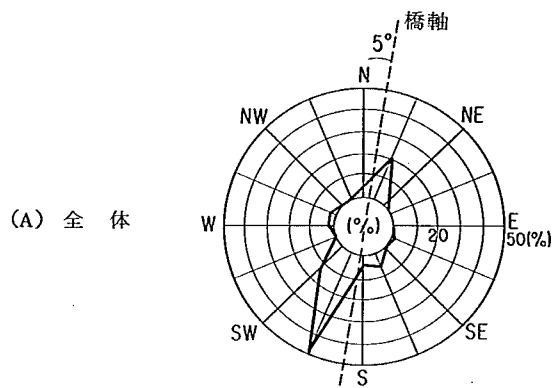
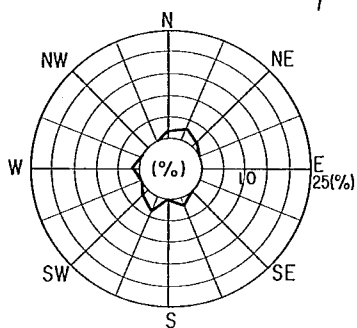


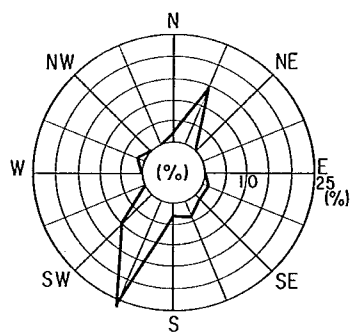
図-3.13 自動記録, フロー・チャート



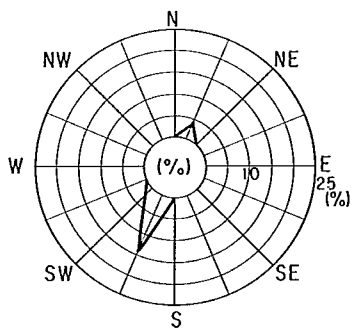
(B) 風速 $5.1 \text{ m/s} \sim 7.5 \text{ m/s}$



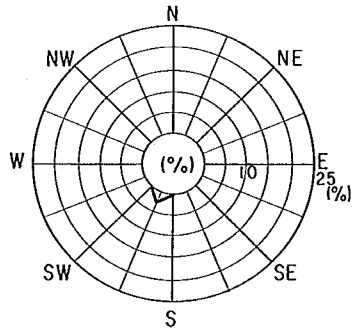
(C) 風速 $7.6 \text{ m/s} \sim 10.0 \text{ m/s}$



(D) 風速 $10.1 \text{ m/s} \sim 12.5 \text{ m/s}$



(E) 風速 $12.6 \text{ m/s} \sim 15.0 \text{ m/s}$



(F) 風速 $15.1 \text{ m/s} \sim 17.5 \text{ m/s}$

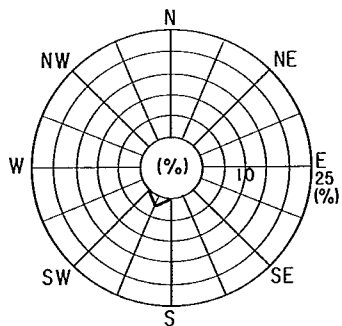


図-3.14 風配図

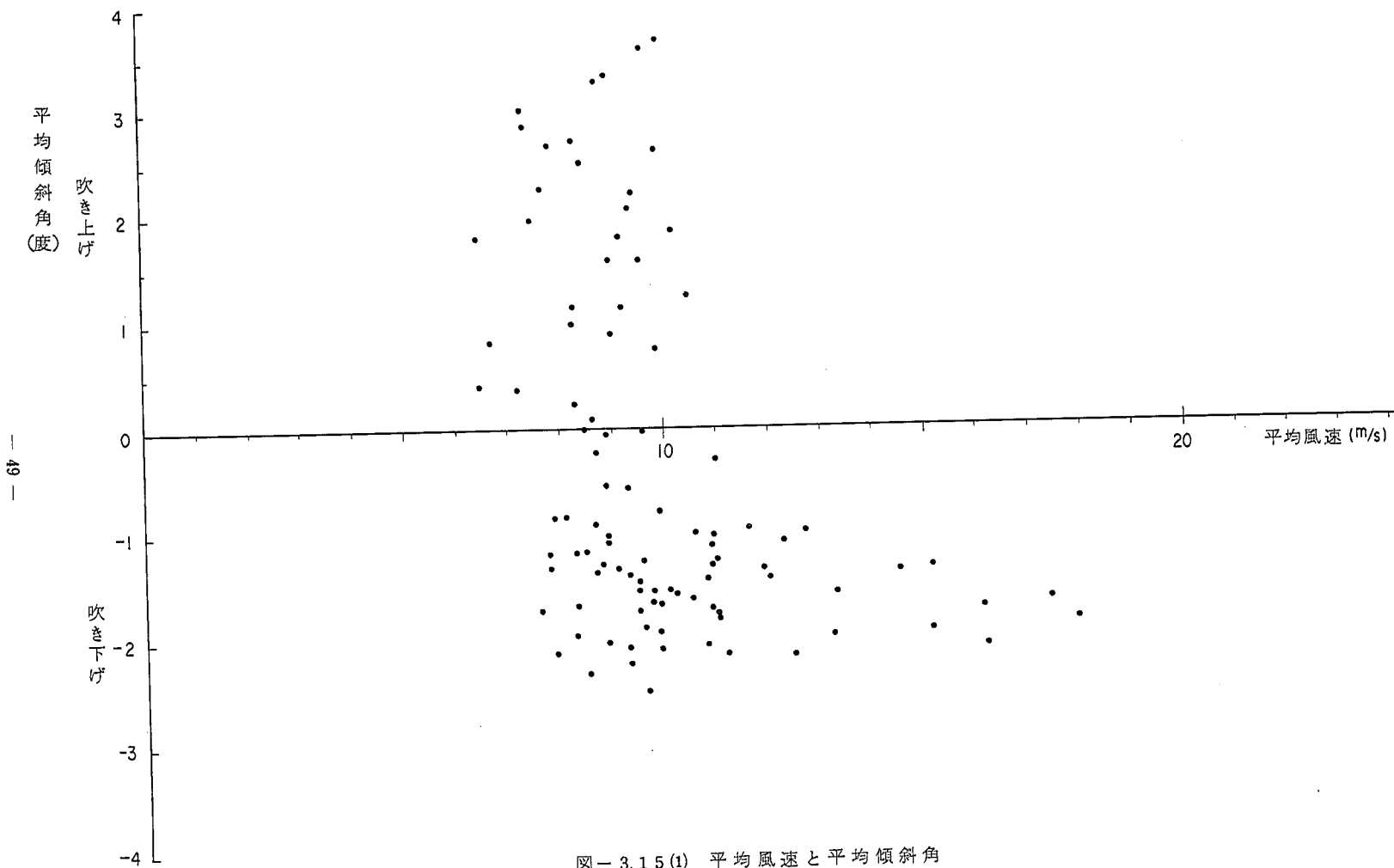


図-3.15(1) 平均風速と平均傾斜角

