

新潟県委託

4

ISSN 0386—5878

土研資料 第1727号

Aero.53/ST.Division

土 木 研 究 所 資 料

# 浅草山3号橋の耐風性調査報告書

昭和56年9月

建設省土木研究所  
構造橋梁部構造研究室

Copyright © 56年度 by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複写は土木研究所長の承認を得ずしてこれを行ってはいない。

## 序

浅草山3号橋は、新潟県が実施している破間川ダム建設に伴う県道385号線（大白川駅－浅草山）の付替工事の一環として計画された橋梁であり、構造形式としては2径間連続斜張橋が考えられている。一般に斜張橋は比較的たわみやすい構造物であり、設計にあたっては風によって有害な振動が発生しないように充分配慮することが必要である。とくに、本橋架設地点は冬期に多量の積雪が予想されるため、本橋自身の耐風安定性のみならず、橋面などに積雪した状態での耐風安定性についても注意をはらう必要がある。

当研究室は、新潟県より本橋の耐風性に関する調査の依頼を受け、本年度本橋についての一連の風洞実験を実施した。その調査結果をとりまとめ、ここに報告する。

昭和56年9月

|       |     |      |
|-------|-----|------|
| 構造研究室 | 室長  | 山本邦夫 |
|       | 研究員 | 佐藤弘史 |
|       |     | 神寄一夫 |

# 目 次

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 1. ま え が き .....              | 1  |
| 1.1 浅草山3号橋の概要 .....           | 1  |
| 1.2 調査の目的 .....               | 1  |
| 1.3 調査の概要 .....               | 1  |
| 2. 橋桁断面の耐風性 .....             | 2  |
| 2.1 調査の方法 .....               | 2  |
| 2.2 基本形の耐風性 .....             | 2  |
| 2.3 断面形状が耐風性に及ぼす影響 .....      | 3  |
| 2.4 橋軸方向の断面変化が耐風性に及ぼす影響 ..... | 3  |
| 2.5 構造減衰が耐風性に及ぼす影響 .....      | 4  |
| 2.6 迎角が耐風性に及ぼす影響 .....        | 4  |
| 3. 積雪時断面の耐風性 .....            | 4  |
| 3.1 調査上の問題点 .....             | 4  |
| 3.2 調査の方法 .....               | 5  |
| 3.3 積雪時基本形の耐風性 .....          | 5  |
| 3.4 橋梁付属物が耐風性に及ぼす影響 .....     | 6  |
| 4. 耐風性の評価 .....               | 6  |
| 5. ま と め .....                | 7  |
| 6. あ と が き .....              | 7  |
| 参 考 文 献 .....                 | 8  |
| 表 .....                       | 9  |
| 図 .....                       | 15 |

# 1. ま え が き

## 1.1 浅草山3号橋の概要

浅草山3号橋は、新潟県が実施している破間川ダム建設に伴う県道385号線（大白川駅-浅草山）の付替工事の一環として計画された橋梁であり、構造形式としては2径間連続斜張橋（134m+53m=187m）が考えられている。本橋の架設位置図を図-1に、本橋の一般図を図-2にそれぞれ示す。

## 1.2 調査の目的

一般に吊橋や斜張橋は、トラス橋や桁橋など他の型式の橋梁に比べたわみやすい構造物であり、その建設にあたっては風により橋梁に悪影響が生じないように充分配慮することが必要である。

自然風中に建設された構造物には、風により空気力が作用し、その結果構造物は変形したり、振動したりする。このうち主として定常的な空気力による構造物の変形に対する安全性については、静的設計の際に風荷重を考慮することによりその検討がなされている。一方非定常な空気力による構造物の振動については主として風洞実験によりその挙動が推定され、その影響が評価される。今回は橋梁の風による振動を調査の対象とした。

風による構造物の振動は、その発生機構により、自励振動（ギャロッピング、ねじれフラッター、連成フラッター）、渦励振、およびパフエッティングに分類されるが、今回調査の対象とした現象は、その発生が構造物の崩壊につながる自励振動、および自励振動ほど振動振幅は大きくないが、比較的低風速で発現するため疲労および使用性の面で問題となる渦励振である。

本橋のような2-box断面橋桁を有する斜張橋の自励振動および渦励振に関する調査は、以前にも当研究室において、新滝橋（合掌大橋）の耐風性調査<sup>1)</sup>、弥栄大橋の耐風性調査<sup>2)</sup>、として実施してきたが、本橋橋桁の桁高（D）と幅員（B）の比（D/B）はこれら2橋のD/Bに比べ大きく（浅草山3号橋のD/B=0.27、新滝橋のD/B=0.17、弥栄大橋のD/B=0.19）、対風応答特性は異なるものと考えられるので本橋の耐風性を把握するためには新たに風洞実験を実施することが必要と考えられた。さらに、本橋架設地点は冬期には多量の積雪が予想され、この積雪により橋桁の断面形状は大きく変化し、耐風性も雪のない状態とは異なると考えられるため、積雪時の耐風性についても実験的に検証する必要があると考えられた。

以上の考えに従い、今回の調査の目的を、本橋の橋桁断面および積雪時断面の自励振動および渦励振に関する耐風安定性の検討と定めた。

## 1.3 調査の概要

本橋の自励振動および渦励振に対する耐風安定性を調べるために今回実施した調査は、バネ支持模型実験である。すなわち幾何学的に相似な2次元剛体模型を、質量、剛性、減衰性能などの相似条件を満足させるように風洞内に設置し、風を流し、模型の振動性状と風速の関係を把握し、実橋の対風

応答特性を推定するという実験である。

実験は、まず雪の載っていない橋桁断面について実施した。新潟県より提示された基本形の耐風性を把握し、この耐風性を改良するために、フェアリング等の付属物を取り付け、その効果を調べた。次に積雪時断面について実験を行った。積雪形状については必ずしも十分なデータは得られていないが、本橋架設地点付近の橋梁での積雪状況より推定された数種の積雪模型を用い、積雪時の耐風性を実験的に把握した。最後に、これらの実験結果をもとに、本橋の耐風性の評価を行った。

## 2. 橋桁断面の耐風性

### 2.1 調査の方法

調査に用いた風洞は、建設省土木研究所耐風工学実験施設のフラッター風洞である。その主要諸元を表-1に示す。気流としては乱れのほとんどない一様気流を用いた。

模型は8本のコイルバネにより所要の剛性を有するように支持され、模型の外側に付加したおもり、および模型中央よりおろしたピアノ線に接続したダンパーにより、それぞれ質量あるいは減衰性能に関する相似条件を満足させた。また気流の2次元性を保つために、模型端部には端板をつけ、また模型が風により流されるのを防ぐため、流れ止めを取り付けた。さらに模型のローリング振動を抑制するために、ローリング振動防止装置を使用した。これらの様子を図-3に示す。

模型の振動は、模型と同じ動きをする模型外側のパイプに取り付けたターゲットの変位を光学式変位計で測定することにより求めた。また、風速はピトー管およびマノメータにより測定した。光学式変位計より得られた模型の振動データは、ペン書きレコーダおよびデータレコーダに記録した。

実験において相似させるべき条件として考慮したものは、幾何学的形状の他に以下のパラメータがある。

$$\frac{M}{\rho B^2}, \frac{I}{\rho B^4}, \frac{V}{f_n B}, \frac{V}{f_\theta B}, \delta_n, \delta_\theta$$

ここに、 $M$ ：単位長さあたりの質量、 $I$ ：単位長さあたりの極慣性モーメント、 $\rho$ ：空気密度、 $V$ ：風速、 $B$ ：構造物の代表長さ、 $f$ ：固有振動数、 $\delta$ ：無風時の対数減衰率、 $\eta$ ：鉛直たわみ振動、 $\theta$ ：ねじれ振動

これらのパラメータを実橋および風洞実験において等しくする、という考えで得られた実験条件を表-2に示す。

また、橋桁断面に関する実験ケースおよび実験に用いた模型をそれぞれ表-3および図-4に示す。

### 2.2 基本形の耐風性

橋桁断面の各実験ケースの結果の概要を表-4に、風速と風による振動振幅の関係（以下 $V=A$ と略す）を図-5にそれぞれ示す。

図-5の基本形に関する $V=A$ より、本案の耐風性が次のように推定される。本案は、実橋風速

13～22 m/s で鉛直たわみモードの渦励振が、29～37 m/s でねじれモードの渦励振がそれぞれ発現するおそれがある。また、風速42m/s よりギャロッピング（鉛直たわみモードの自励振動）発生のきざしが見られるが、これは風速46m/s より発現するねじれフラッター（ねじれモードの自励振動）により抑制され、風速46 m/s 以上ではねじれフラッターが発現するおそれがある。以上より、本案は渦励振振幅が比較的大きく、また自励振動に対する限界風速が比較的低いため、本案のままでは耐風安定性は十分ではなく、断面形状の変更等により耐風性を向上させることが必要である。

### 2.3 断面形状が耐風性に及ぼす影響

耐風性を向上させるために、フェアリング等により10種類の断面変更を施し、実験番号2～8および18～20においてそれらの効果を調べた。なお、耐風安定化対策として通常用いられるフラップ、デフレクター等は、積雪時には、正常に機能しないと予想されたので、ここでは用いなかった。

表－4より明らかなように、変更断面No.1～No.3（実験番号2～4）は橋梁に致命的な損傷を与えるねじれフラッターの限界風速が基本形のそれに比べ低下しており、耐風性は低下していると評価される。実験番号5と6あるいは1と7を比較することにより、下部フランジのカバープレートが耐風性に及ぼす影響を知ることができるが、表－4によれば、カバープレートの影響はきわめて小さく、実験番号5と6の結果を比較すると、ねじれモードの渦励振についてはむしろカバープレートを取付けた方が耐風性が悪化しており、空力特性の観点からはカバープレートを取り付けても、利点はないと判断される。また橋面上の地覆の影響を調べるために、橋面を平らにした変更断面No.8の実験結果（実験番号18）を基本形の結果（実験番号1）と比較すると、渦励振の最大振幅については地覆を除くことにより若干の低減効果が見られるが、ねじれフラッター、ギャロッピングについてはその限界風速は基本形のそれとほぼ一致しており、効果は見られない。

一方、変更断面No.4に示したフェアリングはギャロッピングを抑制し、ねじれフラッターの限界風速を基本形のそれに比べ10 m/s 以上も向上させるという効果をもち（実験番号5）、また変更断面No.7に示したフェアリングはギャロッピングおよびねじれモードの渦励振を抑制するという効果をもつ（実験番号8）。さらにこれら2つのフェアリングの中間的な形状を有する、変更断面No.10のフェアリングは、ギャロッピングおよびねじれモードの渦励振を抑制し、ねじれフラッターの限界風速を基本形のそれに比べ10 m/s 以上も向上させる、という効果をもつ（実験番号20）。

以上より、空力特性の観点から最も望ましい形状を有しているものは、変更断面No.10であることが明らかとなったが、依然として鉛直たわみモードの渦励振の発現可能性が残っており、必ずしも十分な耐風性を有しているとは判断できない。

### 2.4 橋軸方向の断面変化が耐風性に及ぼす影響

2.3においては、フェアリング等の付属物を橋軸方向に一樣に配置したが、これらを断続して配置させた場合の耐風性に及ぼす効果を調べるために、変更断面No.4およびNo.7のフェアリングを用いて実験した（実験番号9～12）。フェアリングの断続配置は、非定常空気力の変位に対する位相特性を橋軸方向に乱すことにより、フェアリングの全くない基本形およびフェアリングを一樣に配置させた変

更断面よりも耐風性を向上させることを目的として実施したものであるが、表-4より明らかなようにこの効果はほとんど見られず、とくに実験番号9ではねじれフラッターの限界風速が基本形およびフェアリングを一様に配置した断面より低下するという結果になった。

## 2.5 構造減衰が耐風性に及ぼす影響

本橋の実験においては、原則として無風時の対数減衰率を0.02に定めたが、これを0.04あるいは0.06とした場合の対風応答特性を、基本形および変更断面No.4, No.7について測定した(実験番号13~17)。表-4によれば、減衰が大きくなるに従い渦励振振幅は減少し、ねじれフラッター限界風速は向上するが、基本形において発現したギャロッピングの限界風速はほとんど変化しないため、基本形の自動振動に対する安全性は構造減衰を大きくしてもほとんど変化しない。

## 2.6 迎角が耐風性に及ぼす影響

本橋の実験においては、多くの実験ケースで迎角 $0^\circ$ において橋梁に有害な振動が見られたので、他の迎角についての実験は実施しなかったが、変更断面No.10は他の断面に比較して良好な耐風性を有しているため、本断面について迎角 $\pm 3^\circ$ での対風応答を測定した(実験番号21, 22)。表-4によれば、迎角 $-3^\circ$ では迎角 $0^\circ$ に比べねじれフラッターの限界風速が若干低下するという影響が見られるのみであるが、迎角 $3^\circ$ では、鉛直たわみモードの渦励振の最大振幅が迎角 $0^\circ$ に比べ増加し、ねじれモードの渦励振が発現し、ねじれフラッターの限界風速が低下するという、総体的に迎角 $0^\circ$ に比べて耐風安定性が劣っていることがわかる。

# 3. 積雪時断面の耐風性

## 3.1 調査上の問題点

積雪時断面の耐風性を調査するにあたり、問題となった点は次のとおりである。

- a. 積雪の形状
- b. レイノルズ数の影響
- c. 質量に関する相似条件

構造物の空力特性は形状に対し鋭敏に変化するため、積雪の形状も現場において生ずる形状にできるだけ近いものにしなければならないが、正しい形状は橋の架設後でないと把握できず、さらにその形状も一定ではなく、時間によって、あるいは橋軸方向に変化すると考えられる。このため実験時にどのような形状の積雪を考慮するかが、aの問題である。このように積雪形状については不明な点が多いが、少なくとも断面形状はかどばうでならず、丸みを帯びていることが予想される。一般に断面が曲線形状の構造物では、気流の剥離点がレイノルズ数によって変化するため、この影響を考慮した実験を行うことが必要である。これがbの問題である。最後にcの問題であるが、通常バネ支持模型実験において質量あるいは極慣性モーメントに関する相似条件を満足させるためには、模型および支持

具で構成される振動系の質量および極慣性モーメントを相似条件から決まる所要値より小さくし、この差を付加質量により補正している。模型の質量および極慣性モーメント、およびこれらの所要値はともに模型縮尺の関数であり、縮尺の減少とともに値は小さくなるが、支持具の質量および極慣性モーメントは一定値であるため、縮尺がある値以下になると模型および支持具だけで所要の質量あるいは極慣性モーメントの値を越えてしまう。他方、縮尺がある値以上になると、所要値が支持具の許容量を越えてしまうことになる。この意味で、実験技術上適正な縮尺の範囲が存在する。今回の実験では、同一の橋桁模型を用いて質量および極慣性の大きく異なる橋桁断面と積雪時橋桁断面の対風応答を調査することとし、橋桁断面を中心に縮尺を決定したため、積雪時には所要の質量あるいは極慣性モーメントの値が支持具の許容量を越えてしまうという問題が生じた。

### 3.2 調査の方法

調査の方法は基本的には2.1に述べたものと同じである。ここでは、3.1に述べた問題点に対してどのように対処したかを中心に記す。

まずaの積雪の形状であるが、これについては本橋架設地点付近の橋梁において観測された積雪形状をもとに、風下に張り出した雪庇のある形状および雪庇のない形状の2種類を考えた。積雪高については時間による変化を考慮して、積雪高が耐風性に及ぼす影響を把握できるように、実橋寸法で4m、3m、2mの3種類をそれぞれ考えた。これらの積雪模型を図-6に示す。

次にbのレイノルズ数の影響であるが、今回の実験におけるレイノルズ数は模型縮尺、風洞の最大風速等の理由から実橋での値よりオーダーが2つ小くなる。レイノルズ数の影響が顕著な例として円柱の抗力係数があり、レイノルズ数の変化に応じて剥離点の位置が変化し、抗力係数が変化する<sup>3)</sup>。ここでは近似的にレイノルズ数の影響を剥離点の位置の変化のみと考え、直径1mmのピアノ線を積雪模型の表面に橋軸方向に接着し、その位置を剥離位置と定めた。しかし、実橋における剥離位置は明らかでないため、円柱における測定結果<sup>3)</sup>を参照して位置を変化させ、安全側をとり、最も対風応答特性の悪い位置を剥離位置に定めることとした。

最後にcの質量に関する相似条件については、積雪時断面の対風応答に連成振動がほとんどみられないことを考慮して、次に示す緩和された相似条件<sup>4)</sup>を用いた。

$$\frac{M\delta_f}{\rho B^2}, \frac{I\delta_\theta}{\rho B^4}, \frac{V}{f_f B}, \frac{V}{f_\theta B}$$

これらのパラメータを実橋および風洞実験において等しくする、という考えで得られた実験条件を表-5に示す。

また、積雪時断面の実験ケースを表-6に示す。

### 3.3 積雪時基本形の耐風性

積雪時断面の各実験ケースの結果の概要を表-7に、V-Aを図-7にそれぞれ示す。

実験番号S1～S3の結果を比較することにより、剥離位置の変化の影響、すなわち近似的にレイノルズ数の影響が把握できる。表-7によれば、剥離位置が鉛直たわみモード渦励振およびギャロッ

ピングに及ぼす影響は非常に小さく、しかもS1～S3の結果は、ピアノ線を接着しないS4の結果ともほとんど一致している。したがってS5以下のケースでは、レイノルズ数の影響は小さいと考え、ピアノ線を用いず実験を行った。

橋桁として基本形を用いた場合の、積雪形状が本橋の耐風性に及ぼす影響について述べる。表-7に示されているように、雪ピのある場合はいずれも低風速領域において鉛直たわみモードの渦励振が発現するおそれがある。積雪高4mの場合には風速31m/sよりギャロッピングが発現するおそれがあるが、積雪高3mでは鉛直たわみモード渦励振の他には顕著な振動は観察されない。積雪高が2mになると積雪のない断面と同様に渦励振、ギャロッピング、ねじれフラッターが観測されたが、積雪のない断面に比較してねじれモードの渦励振およびギャロッピングの発現風速が低くなっている。一方雪ピのない場合では、積雪高が4mの場合には風速30m/sよりギャロッピングが、3mの場合には31m/sよりギャロッピングが、49m/sよりねじれフラッターがそれぞれ発現するおそれがあり、積雪高が2mになると積雪のない断面と同様に渦励振、ギャロッピング、ねじれフラッターが発現する。以上の結果より、基本形の橋桁に雪が載った断面は、雪ピがある場合の積雪高3mの断面を除けば、いずれのケースも実橋風速30～40m/sより橋に致命的な被害を及ぼす自励振動が発現すると予想され、耐風性が良くないと判断される。

### 3.4 橋梁付属物が耐風性に及ぼす影響

橋桁断面において耐風性向上に効果のあった付属物(変更断面No.7, No.10のフェアリング)を積雪時断面に取付け、それらの影響を調べた。

No.7のフェアリングは、雪ピのある積雪高4mの断面にのみ取付けたが、この結果(実験番号S12)をフェアリングのない結果(実験番号S4)と比較すれば、ギャロッピングの発現風速が極端に低くなっていることがわかる。

No.10のフェアリングの影響はすべての積雪形状について実験により確められたが、雪ピのある形状については、積雪高4m, 3mの場合は低い風速よりギャロッピングが発現し、耐風性の低下が認められた。積雪高2mの場合はねじれモードの渦励振、ギャロッピングが抑制されねじれフラッターの限界風速が上昇するという点で耐風性の向上が認められた。一方雪ピのない形状については、No.10のフェアリングを用いることにより、自励振動の限界風速が高まり、この点では耐風性の向上が認められるが、積雪高4m, 3mの場合は基本形では発現しなかった渦励振が発生しており、耐風性の低下が認められる。

以上の結果、橋桁断面において耐風性向上に効果のあった付属物は積雪時断面については必ずしも効果がなく、積雪形状によっては耐風性を極端に低下させるおそれのあることが明らかとなった。

## 4. 耐風性の評価

2および3で明らかになったように、現在のところ積雪のない場合およびある場合ともに良好な耐風性を有する橋桁断面形状は見出せていない。橋桁断面としては変更断面No.10が比較的良好な耐風性

を有しており、橋桁のねじれ剛性を増加させてねじれフラッターの限界風速を高め、疲労解析により渦励振が橋梁に悪影響を与えないことを確認すれば所要の耐風性を有することになるだろうが、積雪時断面としてはいずれの断面も耐風性は良好でなく、所要の耐風性を満たすことは非常に困難と思われる。したがって、架設中および竣工後に除雪が完全に成されないならば、充腹橋桁を有する2径間連続斜張橋としての本橋の建設は、耐風安定性の観点から好ましくないと考えられる。また、除雪が完全に実施されるならば、耐風安定化対策としてフラップ、デフレクター等も用いることができ、さらには基本形自身も相対的な桁高（ $D/B$ ）を小さくすることができるため、本案を所要の耐風性を有するように改善できる可能性はあるものと考えられる。

## 5. ま と め

今回の調査内容を取りまとめると以下のとおりである。

- (1) 浅草山3号橋の耐風性を調べるために、パネ支持模型実験を実施した。
- (2) 新潟県より提示された基本形の積雪のない場合の耐風性は、渦励振が発現するおそれのあること、および自励振動の限界風速が比較的低いことなどの理由によりさらに改良する必要があることが明らかとなった。
- (3) この耐風性を改良するためには、フェアリング（変更断面No.10）の取付けが有効であることが明らかとなったが、フェアリングを取り付けても鉛直たわみモードの渦励振発生の可能性が残ること、迎角がつくと耐風性が低下すること、などの問題が残る、必ずしも十分な耐風性を有していないと考えられた。
- (4) 推定された数種の積雪形状を用い、積雪時の耐風性を調査したが、橋桁形状が基本形の場合はほとんどの積雪形状に対して自励振動の限界風速が低く、フェアリングを取り付けても必ずしも耐風性は向上しないことが明らかとなった。
- (5) 以上の結果より、充腹橋桁を有する2径間連続斜張橋としての本橋の建設は、積雪時も含めた耐風性の観点からは好ましくないと考えられる。

## 6. あ と が き

浅草山3号橋の斜張橋案について、積雪のある場合およびない場合ともに耐風性の良好な断面を見出すことは、残念ながらできなかった。今回の積雪時断面は、断面が相対的に厚く、空力特性が比較的悪く、なおかつ断面の多くを占める雪については形状を制御できないため、耐風性を向上することが非常に困難である。今後、本橋のように積雪地域に斜張橋あるいは吊橋を建設する機会がふえれば、この問題は耐風性を扱う技術者に残された困難な課題の1つといえよう。

最後に本調査を進めるにあたり種々お世話いただいた新潟県関係各位に心からお礼申し上げる次第である。また今回の実験は当研究室の指導のもとに株式会社総合技術コンサルタントが実施した。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；新滝橋の耐風性調査報告書，土研資料第1223号，昭和52年3月
2. 建設省土木研究所構造研究室；弥栄大橋の耐風性調査報告書，土研資料第1562号，昭和55年3月
3. 例えば，岡内功，伊藤学，宮田利雄；耐風構造，丸善株式会社，昭和52年5月
4. 建設省土木研究所構造研究室；高坂丘陵地区歩道橋の耐風性調査報告書，土研資料第1638号，昭和56年3月

表-1 フラッター風洞主要諸元

| 風 洞 形 式       |                           |               | 単 回 路 運 流 式                              |
|---------------|---------------------------|---------------|------------------------------------------|
| 主 要 寸 法       | 測 定 胴                     | 幅 (mm)        | 2,500                                    |
|               |                           | 高 (mm)        | 4,000                                    |
|               |                           | 長 (mm)        | 10,000                                   |
|               | 縮 流 胴                     | 入 口 (mm × mm) | 7,000 × 8,500                            |
| 出 口 (mm × mm) |                           | 2,500 × 4,000 |                                          |
| 縮流比           |                           | 5.95          |                                          |
| 風 路 全 長 (mm)  |                           |               | 115,000                                  |
| 送 風 機         | 形 式                       |               | 固定ピッチ動翼軸流式                               |
|               | 動 翼 直 径 ( mm )            |               | 4,000                                    |
|               | 有 効 全 圧 (mmAg)            |               | 40.0                                     |
|               | 風 量 ( m <sup>3</sup> /s ) |               | 242.0                                    |
|               | 回 転 数 ( rpm )             |               | 400.0                                    |
|               | 容 量 ( kW )                |               | 250.0                                    |
| 気 流           | 最 大 風 速 ( m/s )           |               | 25.0                                     |
|               | 乱 れ 率 ( % )               |               | 0.5 %以下                                  |
| 付 属 計 測 機 器 等 |                           |               | 三分力天秤<br>フラッタ模型支持装置<br>乱流発生装置<br>データ処置装置 |

表-2 実験条件 (橋桁断面)

|                                      |       | 実 橋                           | 所 要 値                              | 実 験 値                              |
|--------------------------------------|-------|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 縮 尺                                  |       | —                             | 1 / 25                             | 1 / 25                             |
| 重 量                                  |       | 7.152 t/m/br.                 | 25.75 kgf/model                    | 25.74 kgf/model                    |
| 極慣性モーメント                             |       | 8.027 tms <sup>2</sup> /m/br. | 4.624 kgf·cm·s <sup>2</sup> /model | 4.620 kgf·cm·s <sup>2</sup> /model |
| 振<br>動<br>数                          | 鉛直たわみ | 0.87 Hz                       | —                                  | 2.12 Hz                            |
|                                      | ね じ れ | 1.44 Hz                       | —                                  | 3.55 Hz                            |
| 振 動 数 比                              |       | 1.66                          | 1.66                               | 1.67                               |
| 無<br>風<br>時<br>対<br>数<br>減<br>衰<br>率 | 鉛直たわみ | —                             | 0.02                               | *                                  |
|                                      | ね じ れ | —                             | 0.02                               | *                                  |

\* 表-3を参照のこと

表-3 実験ケース (橋桁断面)

| 実験番号 | 模 型 形 状  | 迎 角 | 無 風 時 の<br>対数減衰率 | 橋軸方向の<br>断面変化      |
|------|----------|-----|------------------|--------------------|
| 1    | 基 本 形    | 0°  | 0.02             | 橋 軸 方 向<br>一 様     |
| 2    | 変更断面No.1 |     |                  |                    |
| 3    | No.2     |     |                  |                    |
| 4    | No.3     |     |                  |                    |
| 5    | No.4     |     |                  |                    |
| 6    | No.5     |     |                  |                    |
| 7    | No.6     |     |                  |                    |
| 8    | No.7     |     |                  |                    |
| 9    | No.4     |     |                  | フ ェ ア リ ン グ<br>断 続 |
| 10   | No.4     |     |                  |                    |
| 11   | No.7     |     |                  |                    |
| 12   | No.7     |     |                  |                    |
| 13   | 基 本 形    | 3°  | 0.04             | 橋 軸 方 向<br>一 様     |
| 14   | "        |     | 0.06             |                    |
| 15   | 変更断面No.4 |     | 0.04             |                    |
| 16   | No.4     |     | 0.06             |                    |
| 17   | No.7     |     | 0.04             |                    |
| 18   | No.8     |     | 0.02             |                    |
| 19   | No.9     |     |                  |                    |
| 20   | No.10    |     |                  |                    |
| 21   | No.10    |     |                  |                    |
| 22   | No.10    |     |                  |                    |

表-4 結果の概要(橋桁断面)

| 実験番号 | 渦 励 振                   |                                                  | ギャロッピング | ねじれフラッター |
|------|-------------------------|--------------------------------------------------|---------|----------|
|      | 鉛直たわみ                   | ねじれ                                              |         |          |
| 1    | 13.2~22.3 0.0182 (17.3) | 29.5~37.3 2.36° (35.0)                           | 46.3~   | 46.3~    |
| 2    | 13.1~19.8 0.0192 (17.1) | —                                                | —       | 31.4~    |
| 3    | 13.6~21.5 0.0150 (17.5) | —                                                | —       | 31.0~    |
| 4    | 15.7~24.8 0.0150 (24.5) | —                                                | —       | 39.2~    |
| 5    | 14.8~18.9 0.0177 (17.9) | 24.7~34.2 1.30° (32.3)                           | —       | 60.0~    |
| 6    | 14.1~21.5 0.0155 (18.3) | 26.5~32.1 0.95° (31.8)<br>51.1~56.2 3.20° (54.2) | —       | 57.5~    |
| 7    | 11.0~19.9 0.0318 (17.1) | 26.9~38.4 3.00° (36.4)                           | 43.4~   | 47.5~    |
| 8    | 13.5~17.7 0.0134 (16.7) | —                                                | —       | 47.8~    |
| 9    | 13.8~20.0 0.0138 (18.2) | —                                                | —       | 31.5~    |
| 10   | 14.3~19.4 0.0152 (18.0) | 29.7~47.1 1.18° (35.5)                           | —       | 53.7~    |
| 11   | 13.3~19.4 0.0161 (17.5) | —                                                | —       | 49.4~    |
| 12   | 13.7~18.0 0.0134 (17.1) | 29.3~44.9 2.65° (38.8)                           | —       | 45.5~    |
| 13   | 15.2~19.4 0.0095 (16.6) | 28.5~39.1 1.25° (31.4)                           | 49.2~   | 58.2~    |
| 14   | 16.5~20.7 0.0057 (17.1) | 30.8~37.5 0.75° (31.6)                           | 49.4~   | 63.0~    |
| 15   | 14.3~18.2 0.0110 (17.0) | 25.6~31.0 0.82° (30.6)                           | —       | 64.3~    |
| 16   | 14.6~19.0 0.0077 (17.1) | 25.0~31.7 0.54° (29.6)                           | —       | 69.4~    |
| 17   | 13.1~17.1 0.0080 (15.5) | —                                                | —       | 60.5~    |
| 18   | 13.4~19.5 0.0139 (17.1) | 29.8~38.7 1.86° (33.4)                           | 46.2~   | 47.5~    |
| 19   | 13.7~19.4 0.0234 (17.6) | —                                                | —       | 28.3~    |
| 20   | 13.5~17.6 0.0142 (16.6) | —                                                | —       | 58.6~    |
| 21   | 14.4~17.9 0.0238 (17.7) | 24.8~30.7 2.29° (30.3)                           | —       | 51.6~    |
| 22   | 15.3~19.5 0.0136 (17.6) | —                                                | —       | 55.2~    |

(注) ○渦励振については、次の要領で整理した。

開始風速~終止風速、最大振幅(最大振幅時の風速)

渦励振の開始風速、終止風速は、振幅が0の風速と振動が発生した風速の1/2点と定義した。

○ギャロッピングおよびねじれフラッターについては、振動が開始した風速のみを示した。

開始風速はギャロッピングの場合は、無次元振幅  $\eta/B$  ( $\eta$ : 振幅,  $B$ : 付属物、積雪を含め最も広い幅の長さ) が  $1/100$  の風速、ねじれフラッターの場合は、振幅  $\theta$  (deg) が  $1^\circ \sim 5^\circ$  までの最低の風速でそれぞれ定義した。

○振幅は、たわみモードの場合は  $\eta/B$ 、ねじれモードの場合は  $\theta$  (deg) で片振幅で表示した。

○風速は実橋換算風速で示した。

○ギャロッピングとねじれフラッターが混在する場合には、高風速領域でギャロッピングがねじれフラッターに抑制され、V-Aでは一見渦励振のように見えるが、振動性状よりギャロッピングとして扱った。

○—印は発現しなかったことを示す。

\*ねじれフラッター発現領域における測定は1風速しか行っておらず、その風速値を示した。

表-5 実験条件(積雪時断面)

|                                 | 雪有<br>の無 | 積<br>雪(m) | 実 橋                              | 所 要 値                                     | 実 験 値                                      |
|---------------------------------|----------|-----------|----------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 縮 尺                             |          |           | —                                | 1/25                                      | 1/25                                       |
| 重量, 無風時の鉛<br>直たわみ減衰率<br>*       | 有        | 4         | 20.22 (t/m/br) —                 | 72.80 (kgf/model) 0.02                    | 31.45 (kgf/model) 0.02                     |
|                                 |          | 3         | 17.20 —                          | 61.92 0.02                                | 31.45 0.039                                |
|                                 |          | 2         | 14.13 —                          | 50.87 0.02                                | 31.45 0.032                                |
|                                 | 無        | 4         | 17.92 (t/m/br) —                 | 64.51 (kgf/model) 0.02                    | 31.45 (kgf/model) 0.041                    |
|                                 |          | 3         | 15.88 —                          | 57.17 0.02                                | 31.45 0.036                                |
|                                 |          | 2         | 13.38 —                          | 48.17 0.02                                | 31.45 0.031                                |
| 極慣性モーメント<br>無風時のねじれ減<br>衰率<br>* | 有        | 4         | 27.13 (tms <sup>2</sup> /m/br) — | 15.63 (kgf·cm·s <sup>2</sup> /model) 0.02 | 15.62 (kgf·cm·s <sup>2</sup> /model) 0.02  |
|                                 |          | 3         | 20.91 —                          | 12.04 0.02                                | 15.62 0.015                                |
|                                 |          | 2         | 15.31 —                          | 8.819 0.02                                | 15.62 0.011                                |
|                                 | 無        | 4         | 20.06 (tms <sup>2</sup> /m/br) — | 11.56 (kgf·cm·s <sup>2</sup> /model) 0.02 | 15.62 (kgf·cm·s <sup>2</sup> /model) 0.015 |
|                                 |          | 3         | 16.63 —                          | 9.579 0.02                                | 15.62 0.012                                |
|                                 |          | 2         | 13.44 —                          | 7.741 0.02                                | 15.62 0.010                                |
| 鉛直たわみ振動数                        | 有        | 4         | 0.52 (Hz)                        | —                                         | 1.95 Hz **                                 |
|                                 |          | 3         | 0.56                             |                                           |                                            |
|                                 |          | 2         | 0.62                             |                                           |                                            |
|                                 | 無        | 4         | 0.55 (Hz)                        | —                                         | 1.95 Hz **                                 |
|                                 |          | 3         | 0.58                             |                                           |                                            |
|                                 |          | 2         | 0.64                             |                                           |                                            |
| ねじれ振動数                          | 有        | 4         | 0.70 (Hz)                        | —                                         | 2.67 Hz **                                 |
|                                 |          | 3         | 0.83                             |                                           |                                            |
|                                 |          | 2         | 0.99                             |                                           |                                            |
|                                 | 無        | 4         | 0.82 (Hz)                        | —                                         | 2.67 Hz **                                 |
|                                 |          | 3         | 0.93                             |                                           |                                            |
|                                 |          | 2         | 1.05                             |                                           |                                            |

\* 重量と減衰率あるいは極慣性モーメントと減衰率は, 所要値と実験値の間で, その積を同じにするように設定した。  
また, 実験時の減衰率は表記以外に, 減衰の影響を調べるために, 表-6に示した値も用いた。

\*\* 連成振動はほとんどみられなかったため, 振動数比は実橋に一致させなかった。

表-6 実験ケース (積雪時断面)

| 実 験 番 号 | 橋 桁 模 型 形 状     | 積 雪 形 状 |       | 無風時の対数減衰率 |       | 備 考                       |  |
|---------|-----------------|---------|-------|-----------|-------|---------------------------|--|
|         |                 | 積雪高さ    | 雪 庇   | 鉛直たわみ     | ね じ れ |                           |  |
| S 1     | 基 本 形           | 4 m     | あり    | 0.02      | 0.02  | 剥離位置の<br>変化               |  |
| S 2     |                 |         |       |           |       |                           |  |
| S 3     |                 |         |       |           |       | 4風速のみ<br>$\delta_q=0.053$ |  |
| S 4     |                 |         |       |           |       |                           |  |
| S 5     |                 | 3 m     |       | 0.039     | 0.015 |                           |  |
| S 6     |                 |         |       |           |       |                           |  |
| S 7     |                 |         |       |           |       |                           |  |
| S 8     |                 | 2 m     |       | 0.02      | 0.02  |                           |  |
| S 9     |                 | 4 m     | なし    | 0.032     | 0.011 |                           |  |
| S 10    |                 |         |       | 0.041     | 0.015 |                           |  |
| S 11    |                 |         |       | 0.036     | 0.012 |                           |  |
| S 12    | 変更断面No 7 (上流のみ) | 4 m     |       | 0.031     | 0.010 |                           |  |
| S 13    | 変更断面No 10       |         | あり    |           |       |                           |  |
| S 14    | 3 m             |         | 0.02  | 0.02      |       |                           |  |
| S 15    |                 |         |       |           |       |                           |  |
| S 16    | 2 m             | 0.039   | 0.015 |           |       |                           |  |
| S 17    | 4 m             | なし      | 0.032 | 0.011     |       |                           |  |
| S 18    | 3 m             |         | 0.041 | 0.015     |       |                           |  |
| S 19    | 2 m             |         | 0.036 | 0.012     |       |                           |  |
|         |                 |         |       | 0.031     | 0.010 |                           |  |

表-7 結果の概要 (積雪時断面)

| 実験番号 | 渦 励 振                                              |                        | ギャロッピング | ねじれフラッター |
|------|----------------------------------------------------|------------------------|---------|----------|
|      | 鉛直たわみ                                              | ねじれ                    |         |          |
| S 1  | 9.7~12.7 0.0056 (10.8)                             | —                      | 31.3~   | —        |
| S 2  | 9.7~12.5 0.0042 (11.1)                             | —                      | 31.5~   | —        |
| S 3  | 9.0~11.8 0.0039 (10.8)                             | —                      | 31.0~   | —        |
| S 4  | 9.7~12.9 0.0056 (11.4)                             | —                      | 31.5~   | —        |
| S 5  | 10.3~13.3 0.0061 (12.0)<br>13.8~17.3 0.0350 (15.6) | —                      | —       | —        |
| S 6  | 16.6~18.3 0.0111 (17.9)                            | —                      | —       | —        |
| S 7  | 10.4~18.2 0.0256 (16.0)                            | 27.3~35.9 0.97° (27.7) | 38.4~   | 52.9~    |
| S 8  | 10.4~17.6 0.0167 (17.0)                            | 25.4~35.9 2.15° (28.9) | 38.7~   | 48.2~    |
| S 9  | —                                                  | —                      | 30.1~   | —        |
| S 10 | —                                                  | —                      | 30.8~   | 48.9~    |
| S 11 | 10.5~12.8 0.0071 (12.4)                            | 27.5~36.2 2.07° (31.3) | 35.9~   | 49.9~    |
| S 12 | —                                                  | —                      | 13.2~   | —        |
| S 13 | —                                                  | —                      | 12.6~   | —        |
| S 14 | —                                                  | —                      | 12.6~   | —        |
| S 15 | —                                                  | —                      | 12.6~   | —        |
| S 16 | 12.1~15.6 0.0363 (15.0)                            | —                      | —       | 60.6~    |
| S 17 | 8.7~12.0 0.0096 (11.7)                             | 24.6~33.3 1.79 (24.9)  | 37.4~   | 49.6~    |
| S 18 | 9.6~16.7 0.0391 (16.1)                             | 23.5~36.4 1.22 (25.8)  | 41.0~   | 54.0~    |
| S 19 | 11.2~16.8 0.0363 (16.5)                            | 23.7~29.6 0.72 (26.3)  | —       | 59.6~    |

(注) 結果の表示方法は、表-4 と同じである。

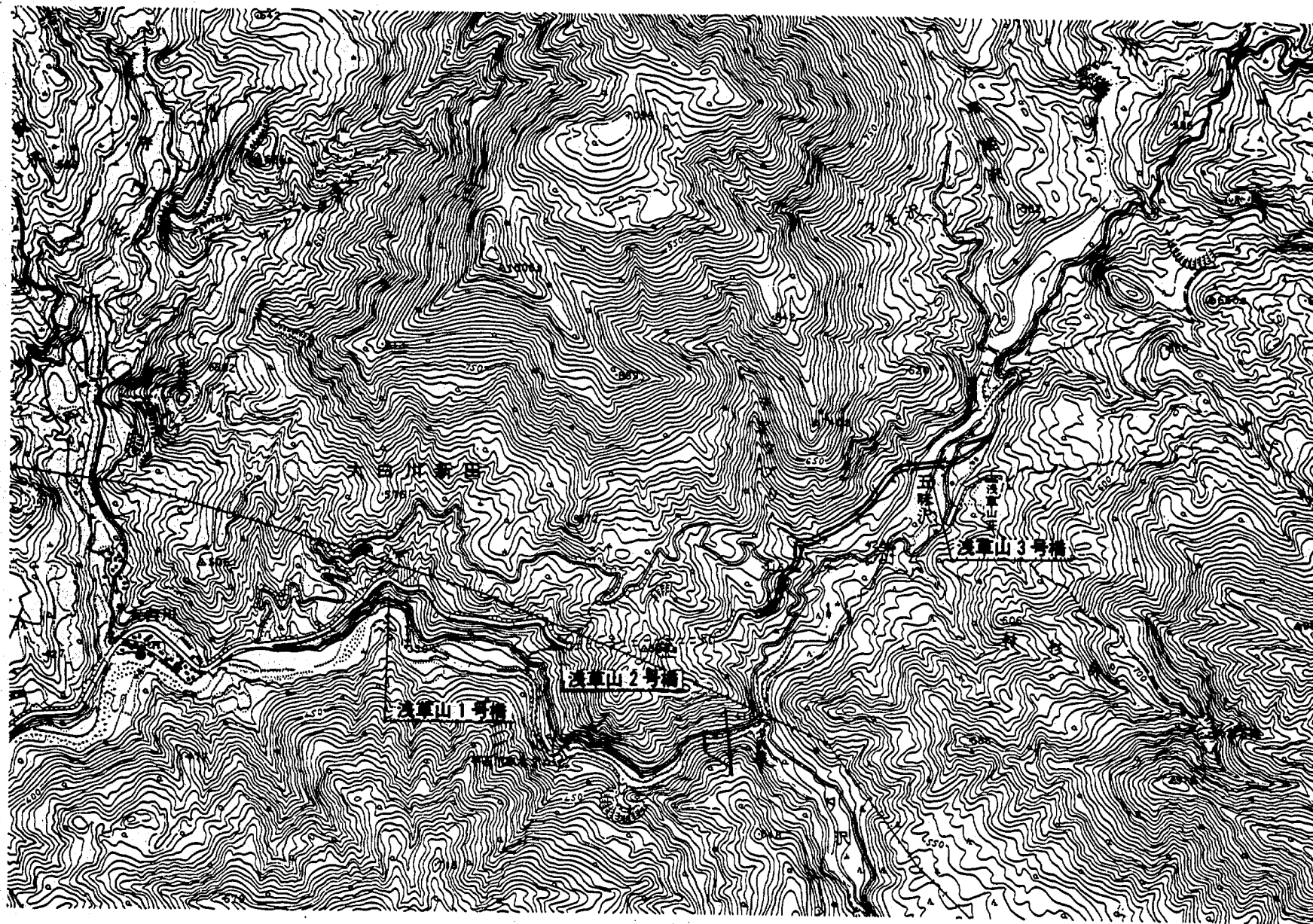
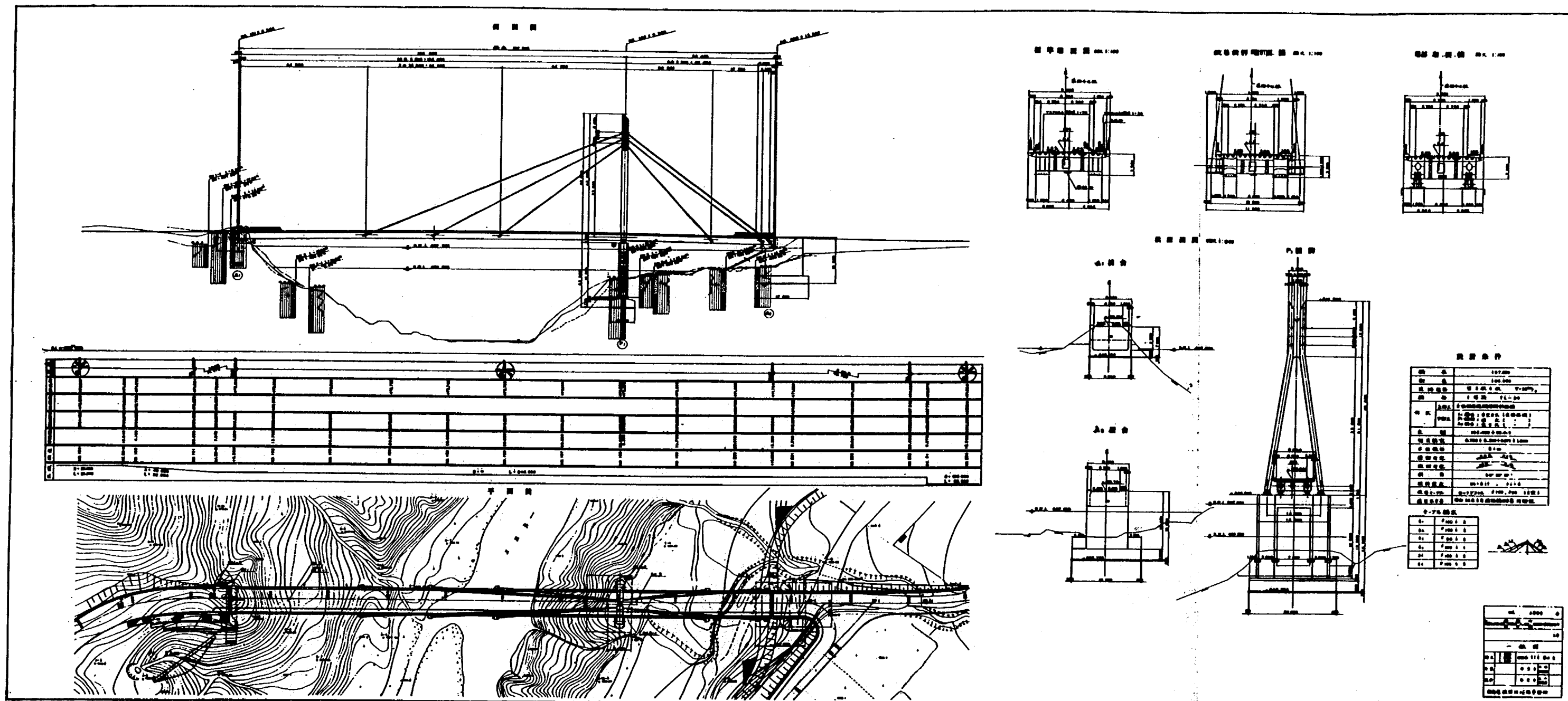
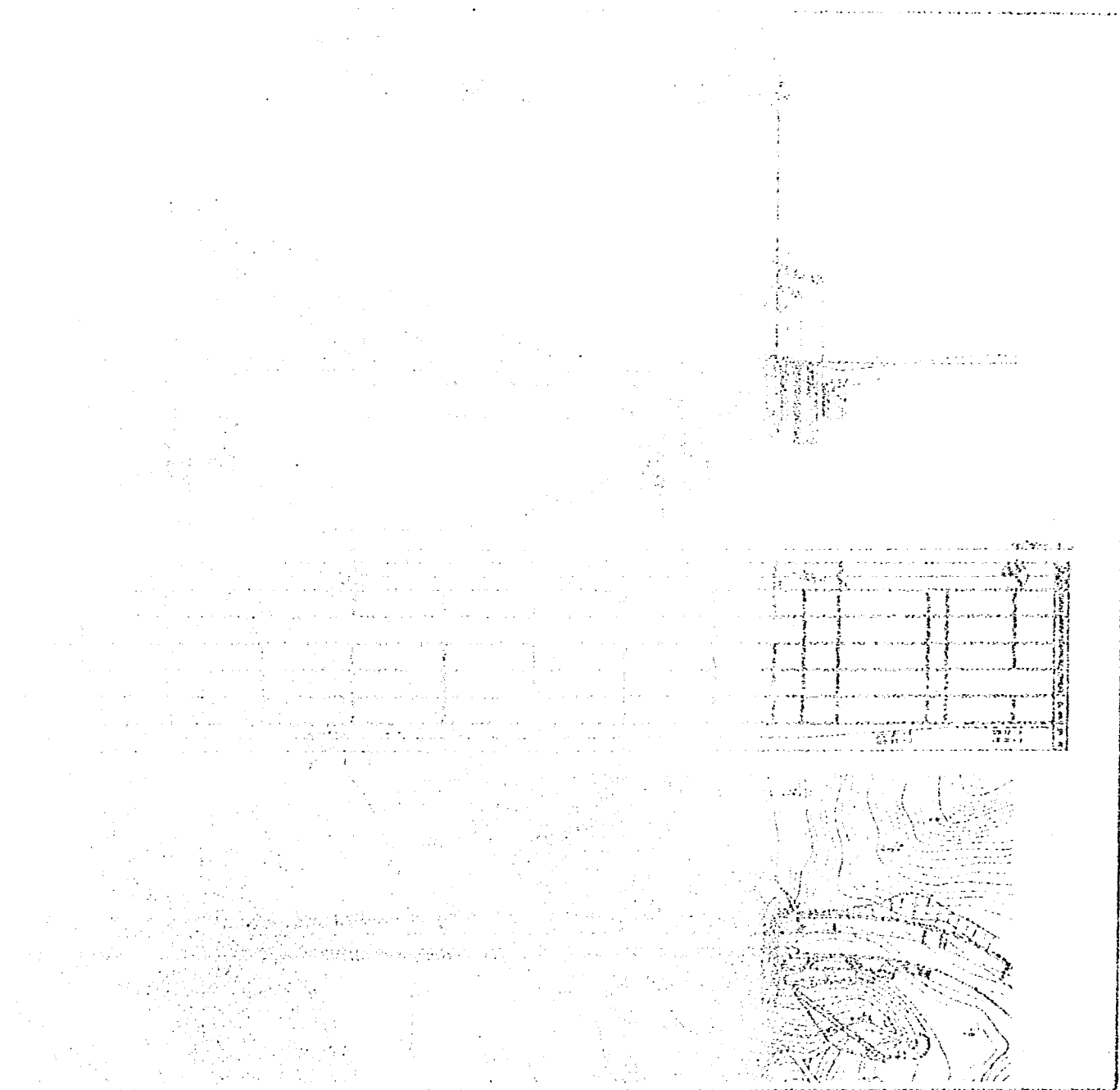


図-1 架設位置図







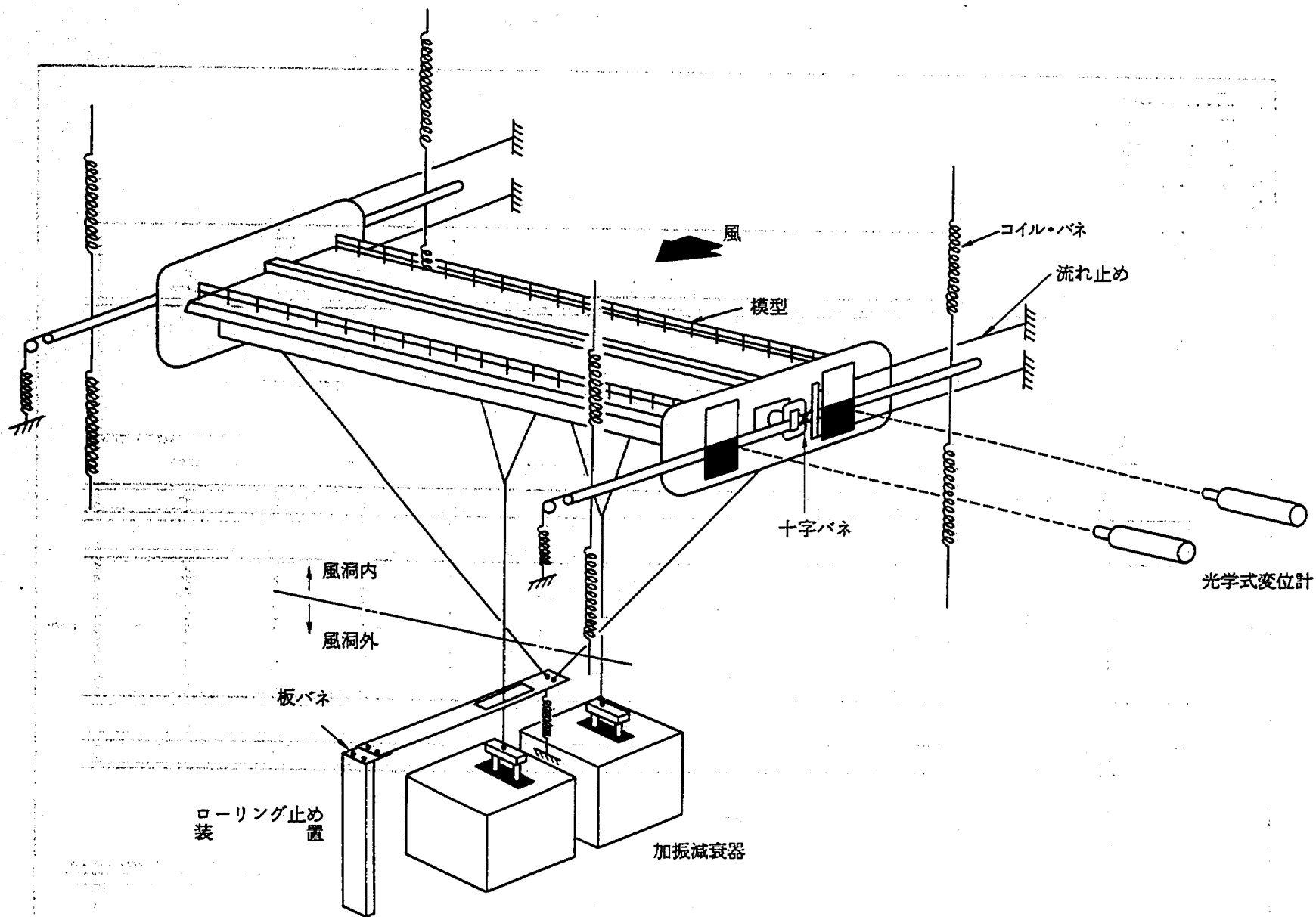


図-3 実験装置



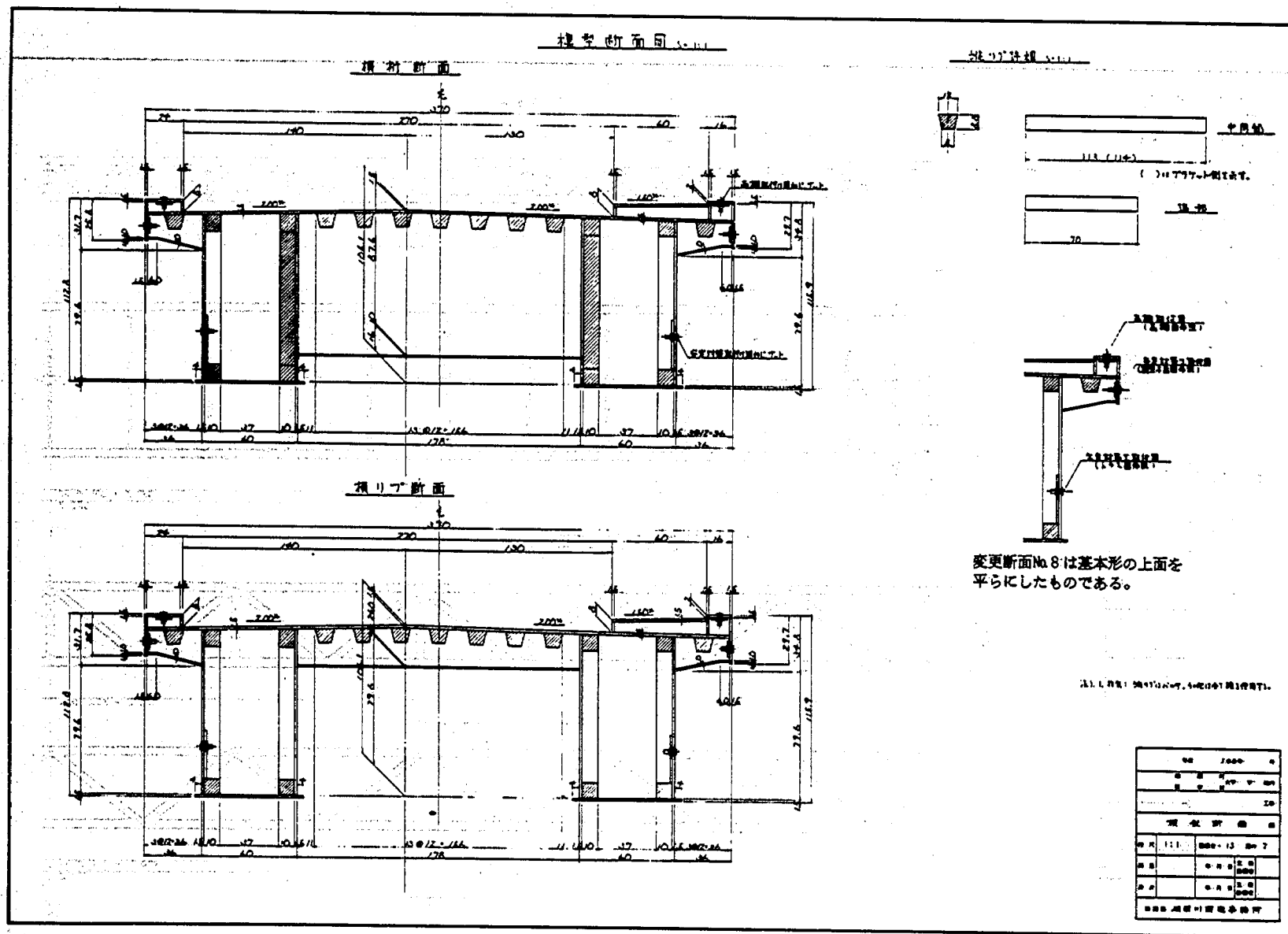
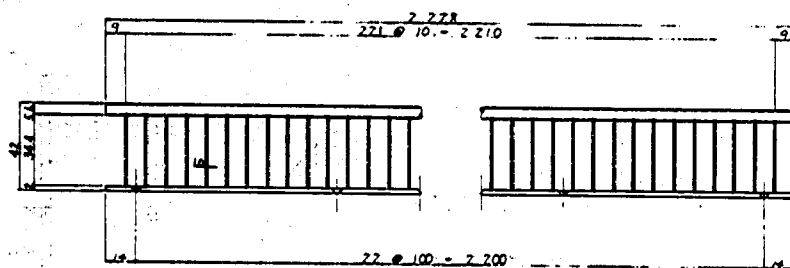


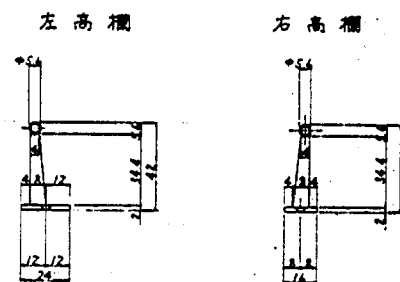
図-4-3 ト ラ ス

高欄 以 S = 1:1

側面図

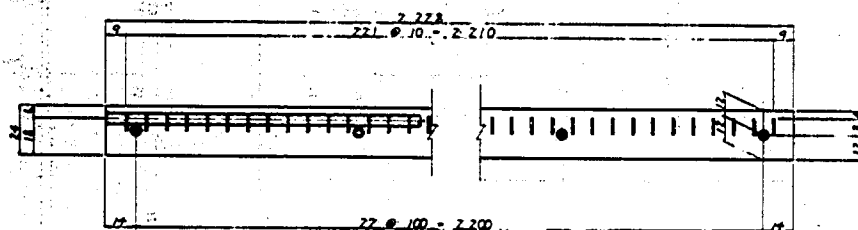


断面四

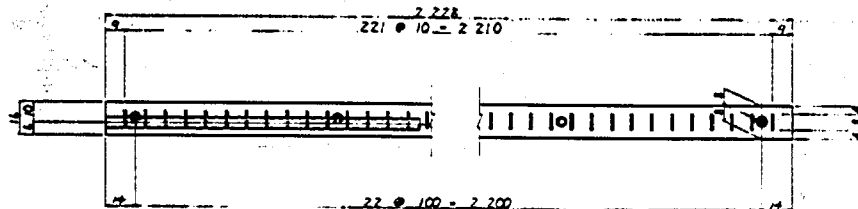


平面図

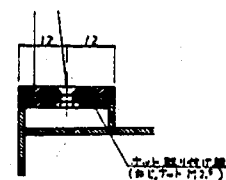
左高欄



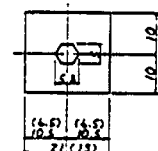
右高欄



A部詳細 S-2:1

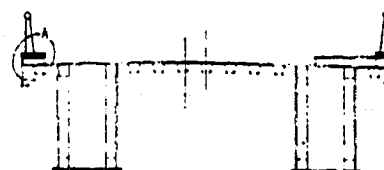


カート取り付け板 S-2:1



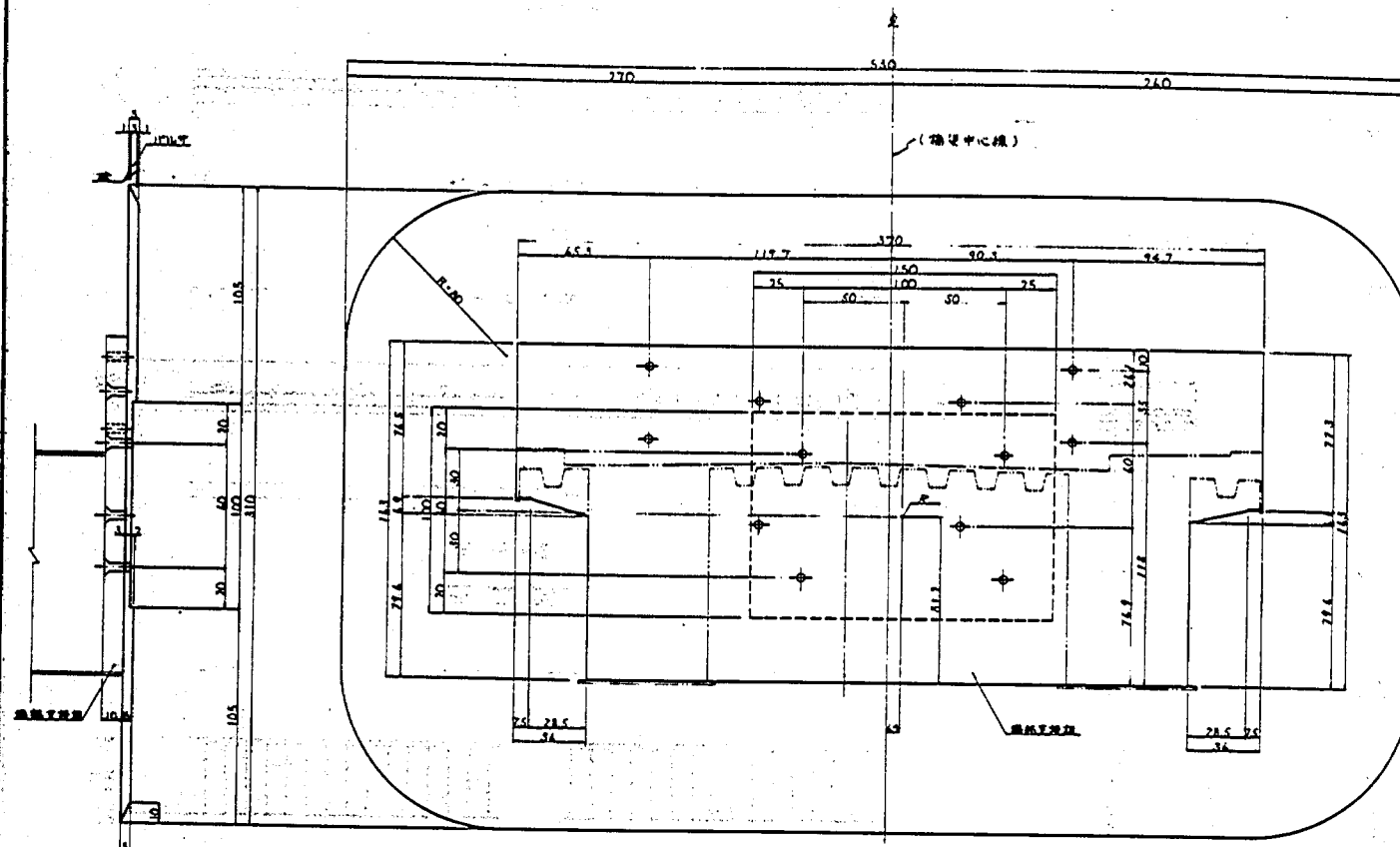
注) ( )内は、多量にも未了。

取付位置図



|                                                        |  |  |  |
|--------------------------------------------------------|--|--|--|
| <div style="text-align: center;"> <b>제 1 장</b> </div>  |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 1 조</b> </div>  |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 2 조</b> </div>  |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 3 조</b> </div>  |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 4 조</b> </div>  |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 5 조</b> </div>  |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 6 조</b> </div>  |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 7 조</b> </div>  |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 8 조</b> </div>  |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 9 조</b> </div>  |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 10 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 11 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 12 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 13 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 14 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 15 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 16 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 17 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 18 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 19 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 20 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 21 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 22 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 23 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 24 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 25 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 26 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 27 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 28 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 29 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 30 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 31 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 32 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 33 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 34 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 35 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 36 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 37 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 38 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 39 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 40 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 41 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 42 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 43 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 44 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 45 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 46 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 47 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 48 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 49 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 50 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 51 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 52 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 53 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 54 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 55 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 56 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 57 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 58 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 59 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 60 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 61 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 62 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 63 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 64 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 65 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 66 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 67 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 68 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 69 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 70 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 71 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 72 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 73 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 74 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 75 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 76 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 77 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 78 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 79 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 80 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 81 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 82 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 83 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 84 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 85 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 86 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 87 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 88 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 89 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 90 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 91 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 92 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 93 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 94 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 95 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 96 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 97 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 98 조</b> </div> |  |  |  |
| <div style="text-align: center;"> <b>제 99 조</b> </div> |  |  |  |

图-4-4 高欄



20 封套：兩記以外，請勿使用其他

[illegible]

図-4-5 端板(その1)



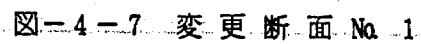
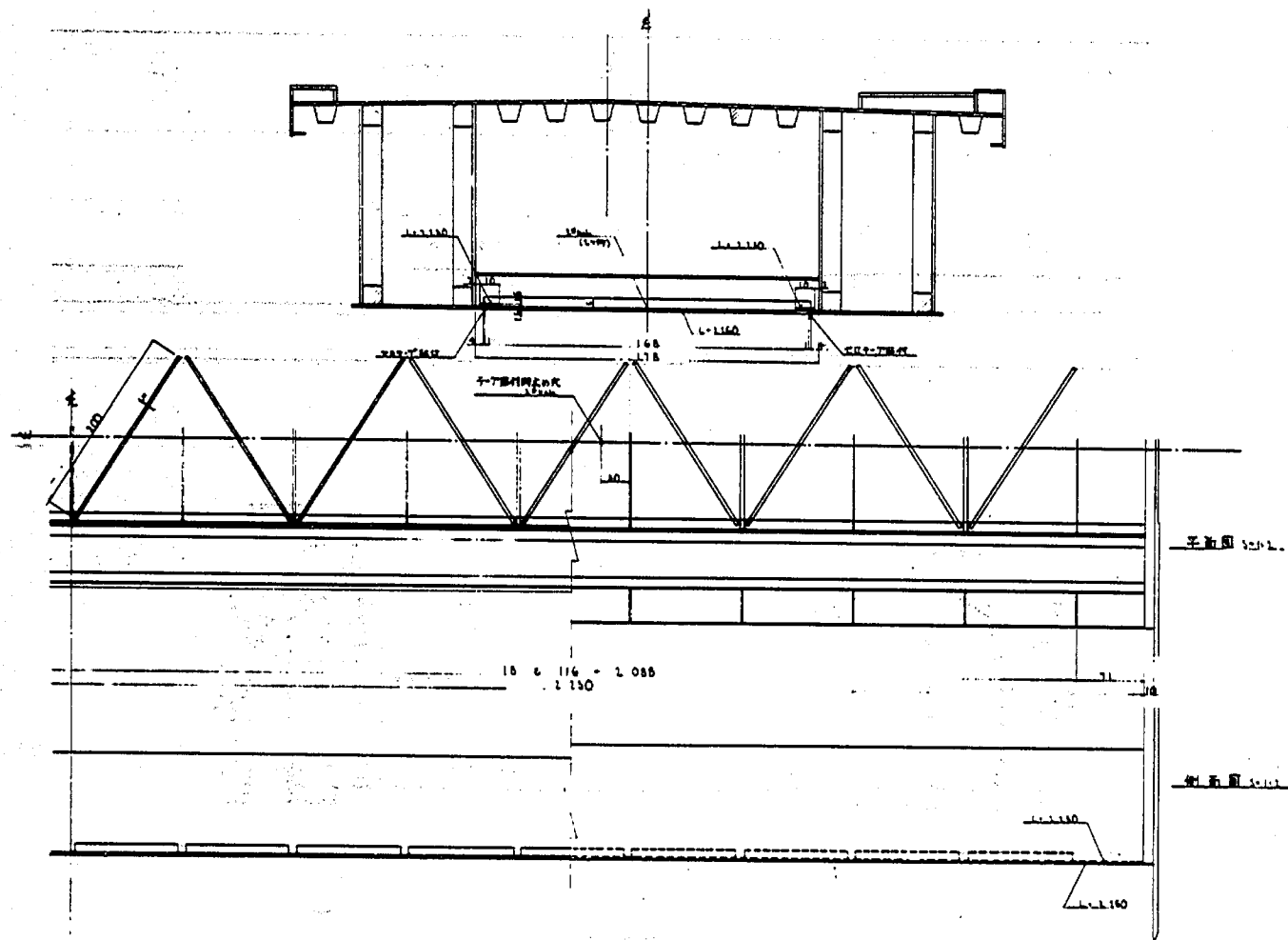


图-4-8 变更断面Na 2, Na 3



安東町美工 (4.5)

斷面圖 3-11

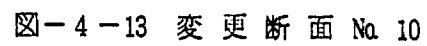
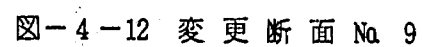


**И. 1. Ҷамъи ҳаҷрҳои ғайриқуръанӣ.**

|             |  |  |  |
|-------------|--|--|--|
| 부속 1 (附屬)   |  |  |  |
| 부속 2 (附屬)   |  |  |  |
| 부속 3 (附屬)   |  |  |  |
| 부속 4 (附屬)   |  |  |  |
| 부속 5 (附屬)   |  |  |  |
| 부속 6 (附屬)   |  |  |  |
| 부속 7 (附屬)   |  |  |  |
| 부속 8 (附屬)   |  |  |  |
| 부속 9 (附屬)   |  |  |  |
| 부속 10 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 11 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 12 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 13 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 14 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 15 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 16 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 17 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 18 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 19 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 20 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 21 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 22 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 23 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 24 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 25 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 26 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 27 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 28 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 29 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 30 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 31 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 32 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 33 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 34 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 35 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 36 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 37 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 38 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 39 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 40 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 41 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 42 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 43 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 44 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 45 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 46 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 47 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 48 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 49 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 50 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 51 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 52 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 53 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 54 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 55 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 56 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 57 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 58 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 59 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 60 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 61 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 62 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 63 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 64 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 65 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 66 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 67 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 68 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 69 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 70 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 71 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 72 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 73 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 74 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 75 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 76 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 77 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 78 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 79 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 80 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 81 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 82 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 83 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 84 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 85 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 86 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 87 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 88 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 89 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 90 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 91 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 92 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 93 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 94 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 95 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 96 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 97 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 98 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 99 (附屬)  |  |  |  |
| 부속 100 (附屬) |  |  |  |

圖-4-10 變更断面 No. 6





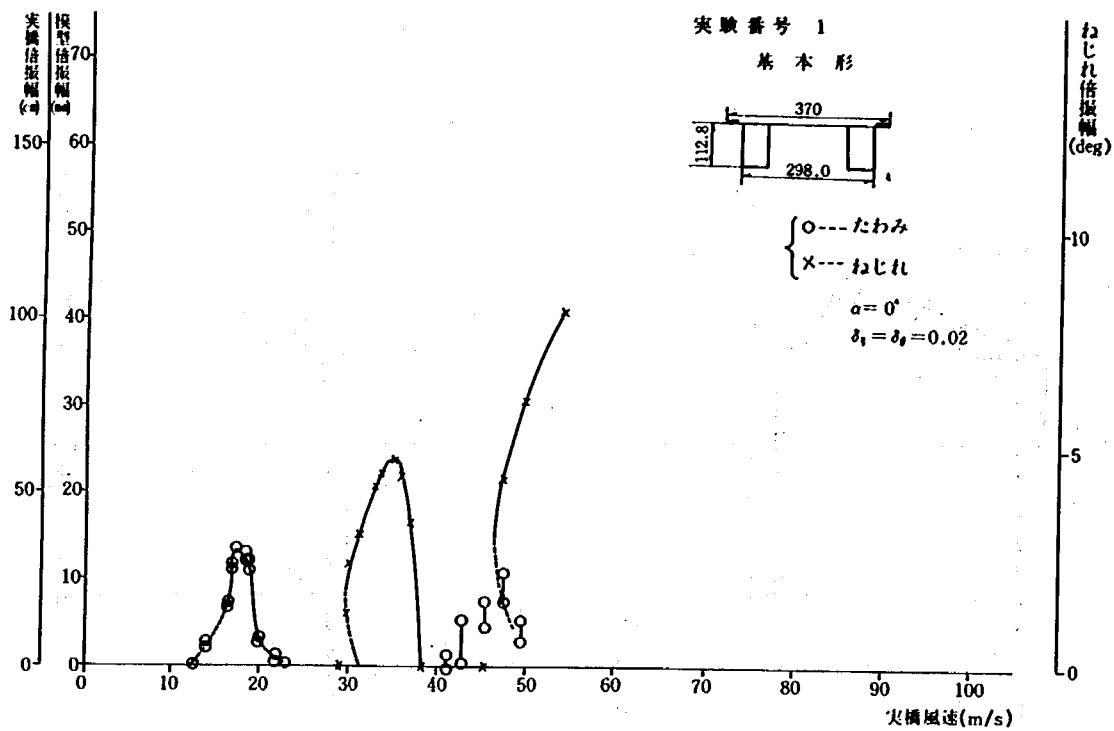


図-5-1 V - A

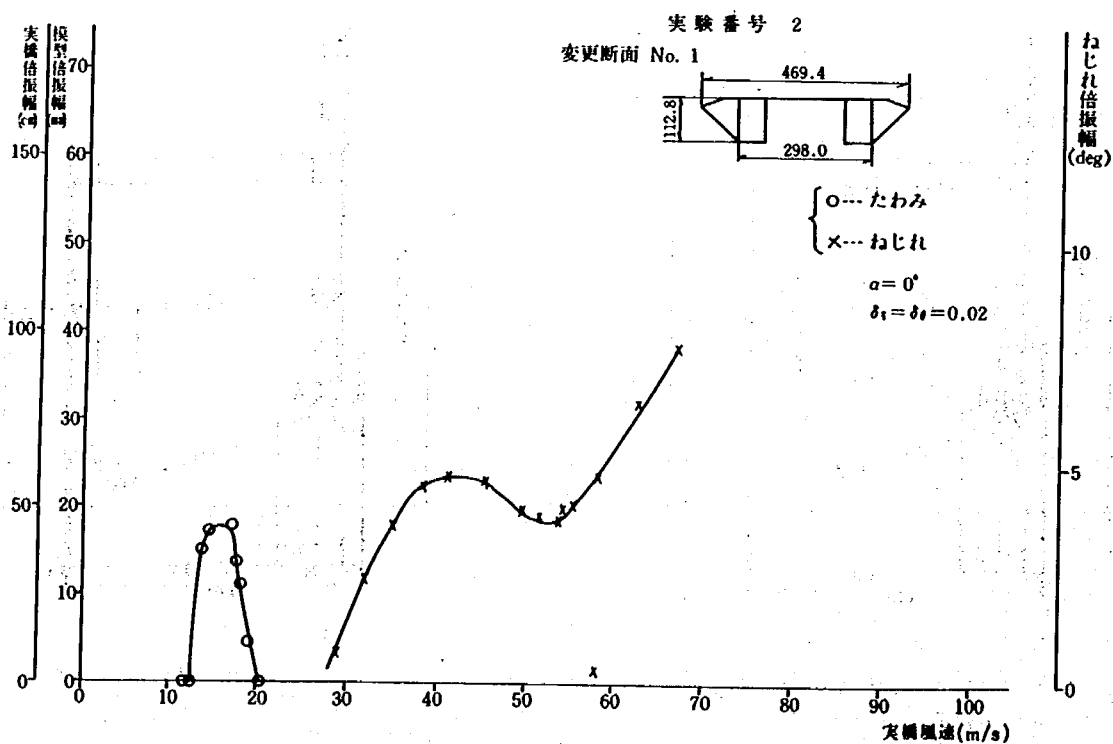


図-5-2 V - A

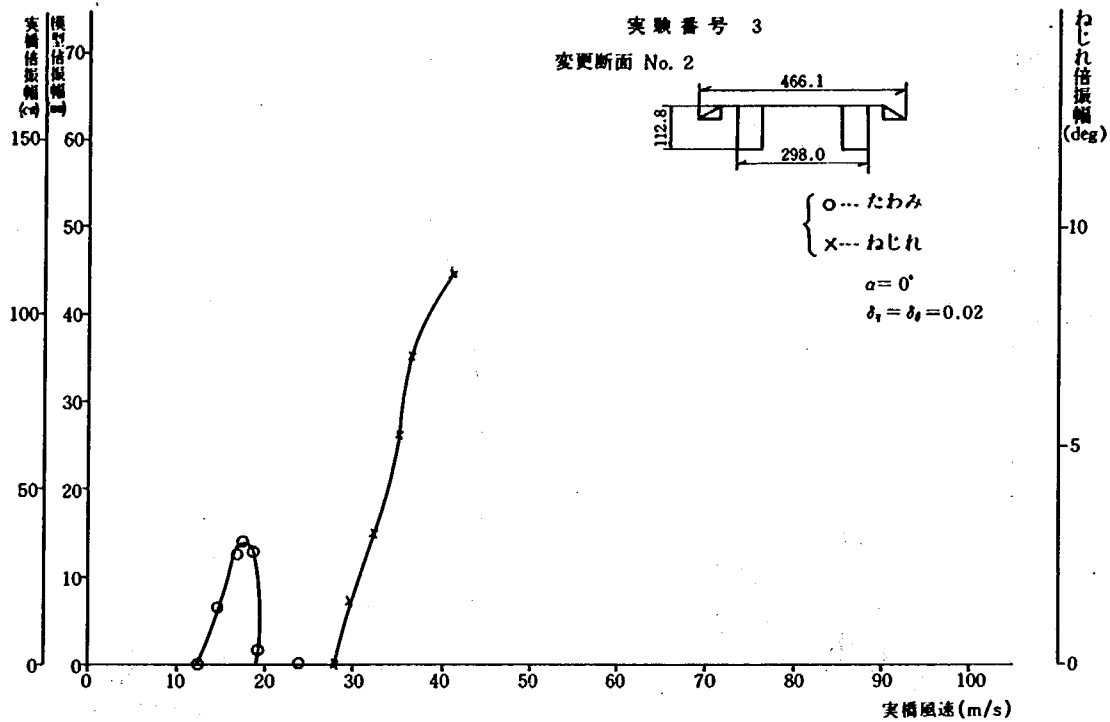


図-5-3 V - A

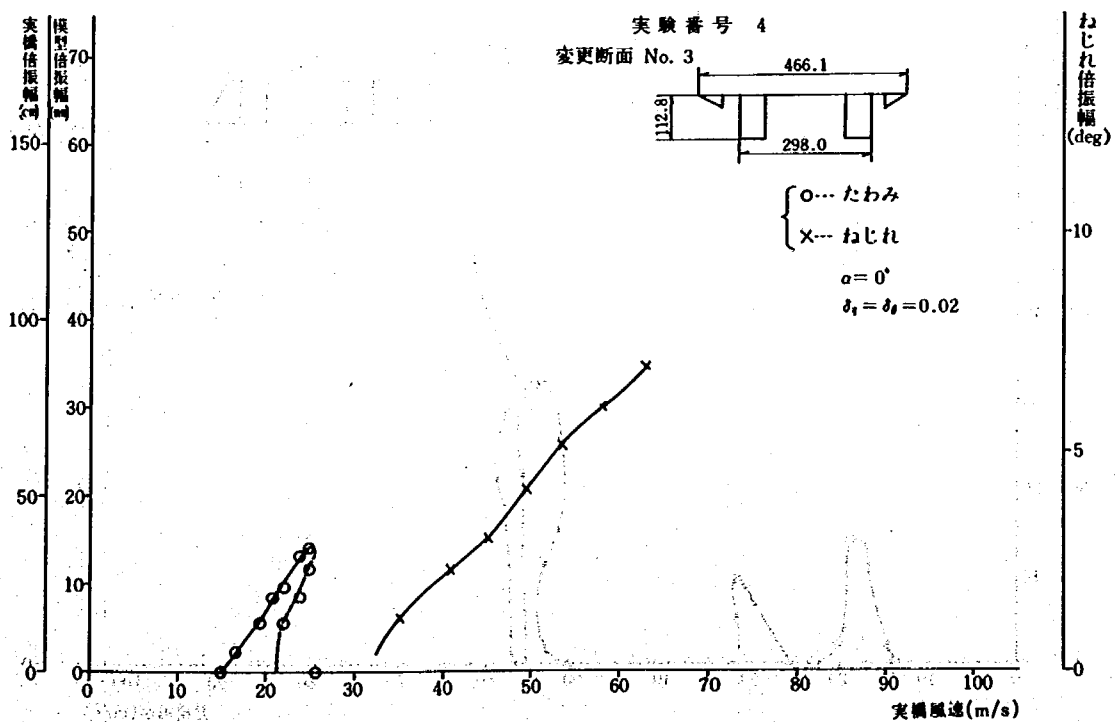


図-5-4 V - A

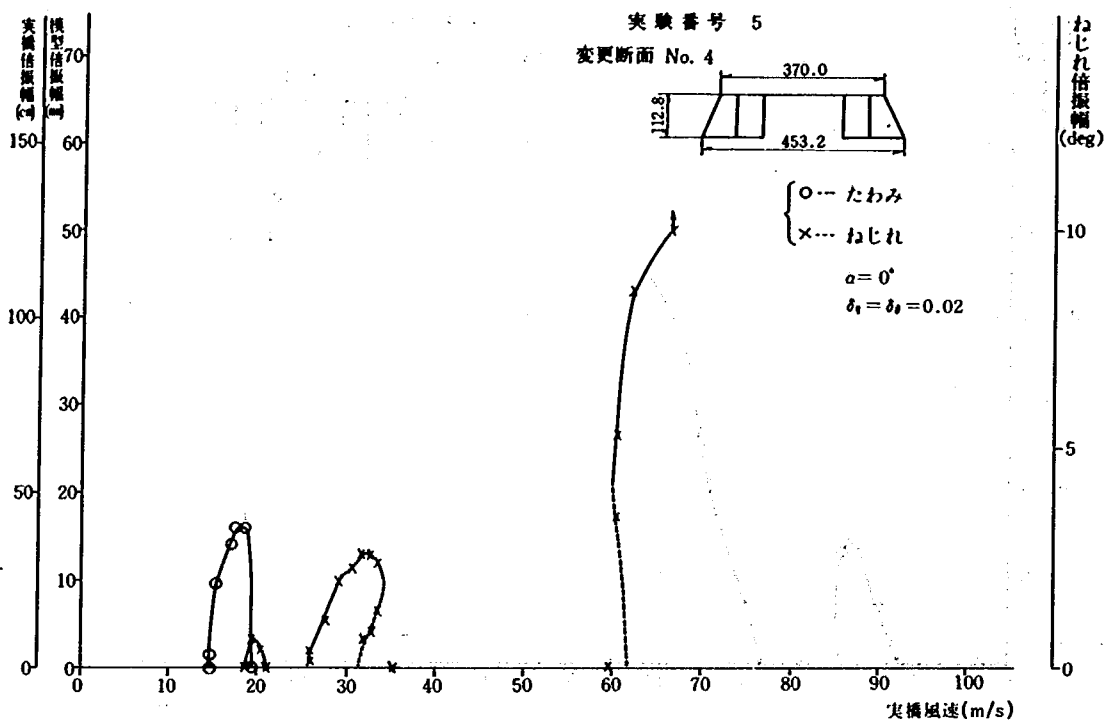


図-5-5 V - A

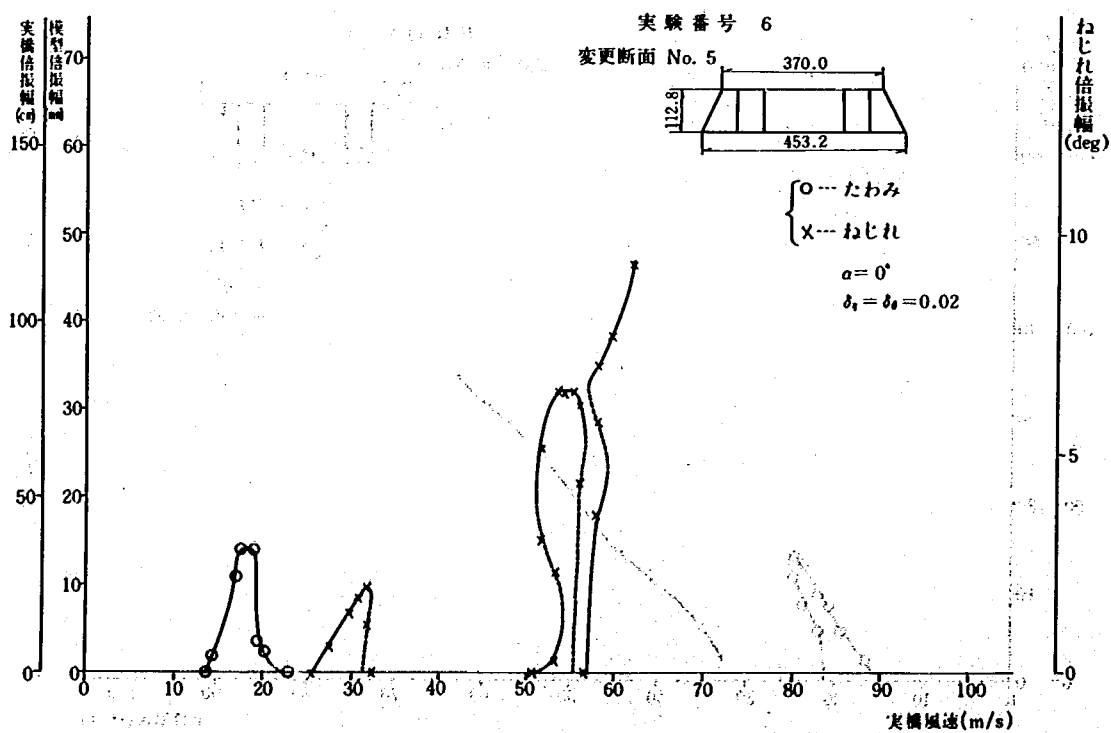


図-5-6 V - A

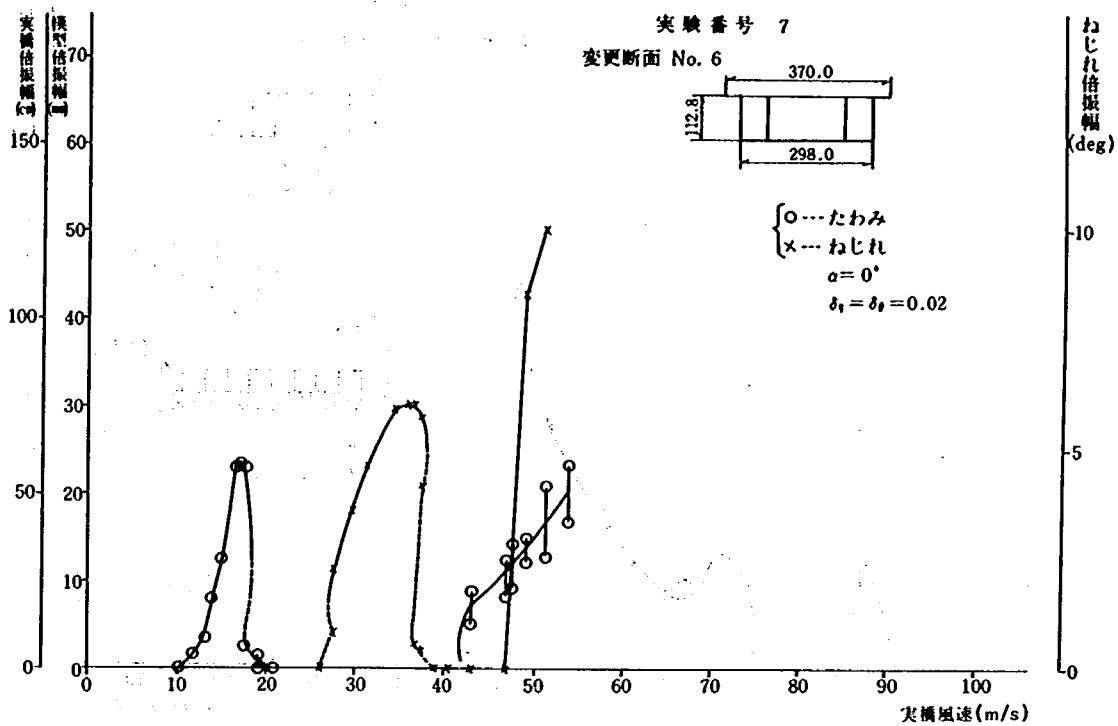


図-5-7 V - A

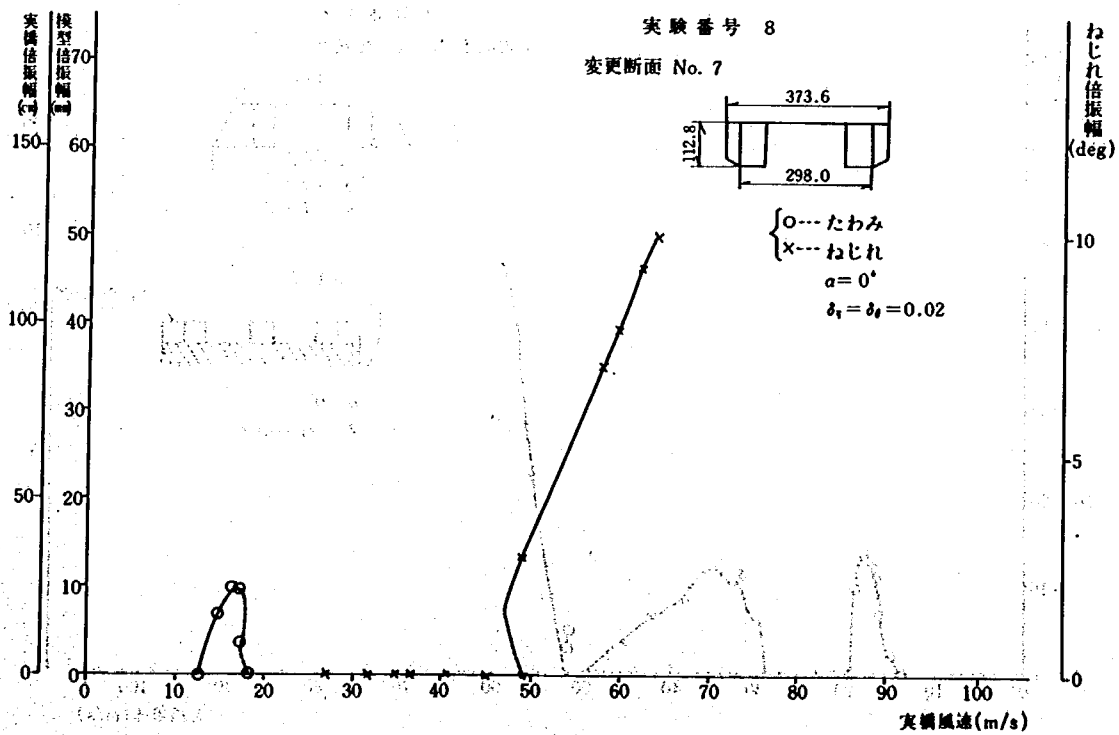


図-5-8 V - A

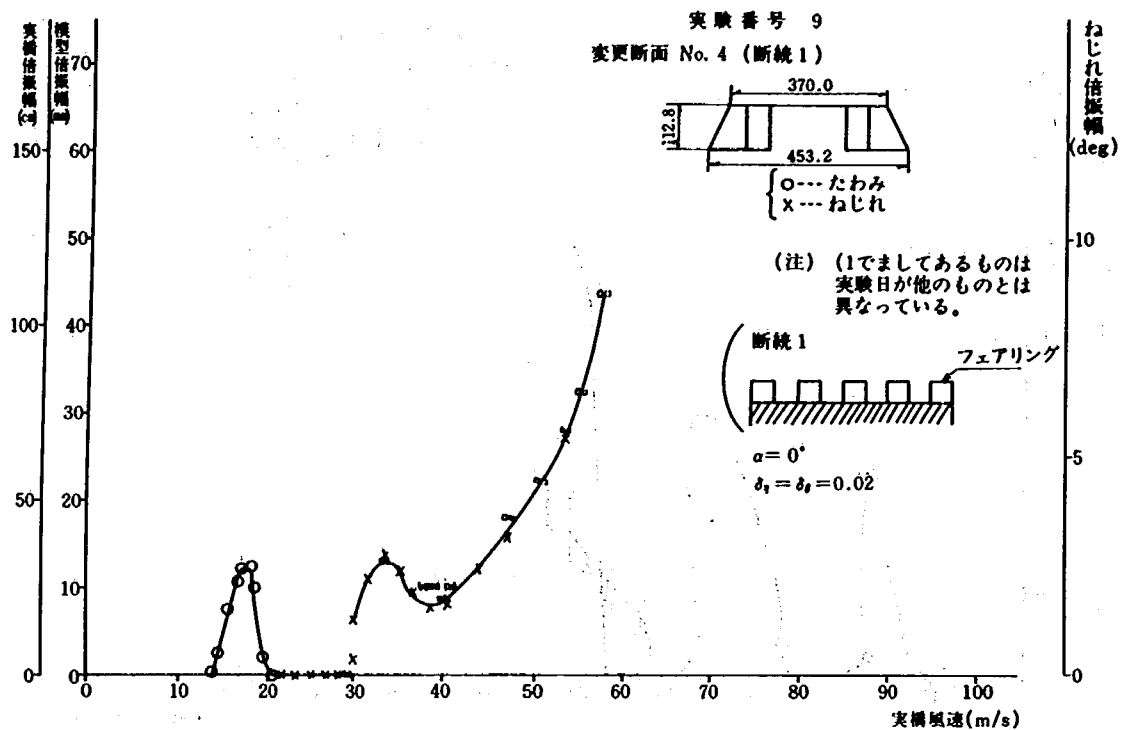


図-5-9 V - A

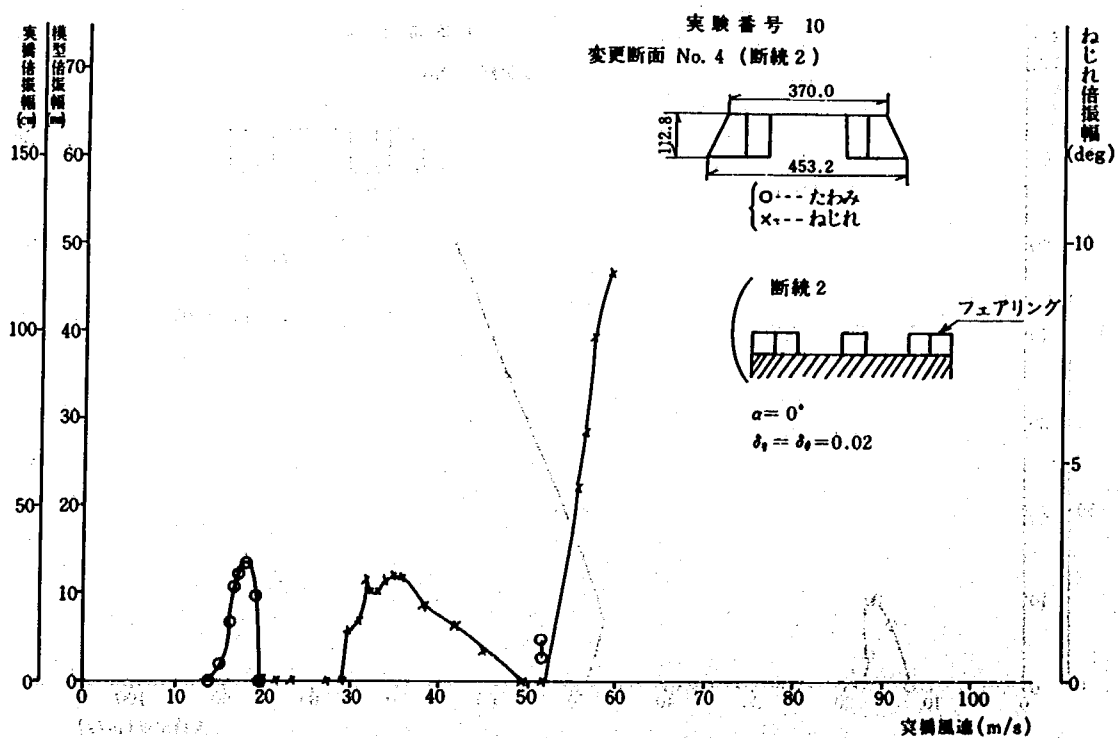


図-5-10 V - A

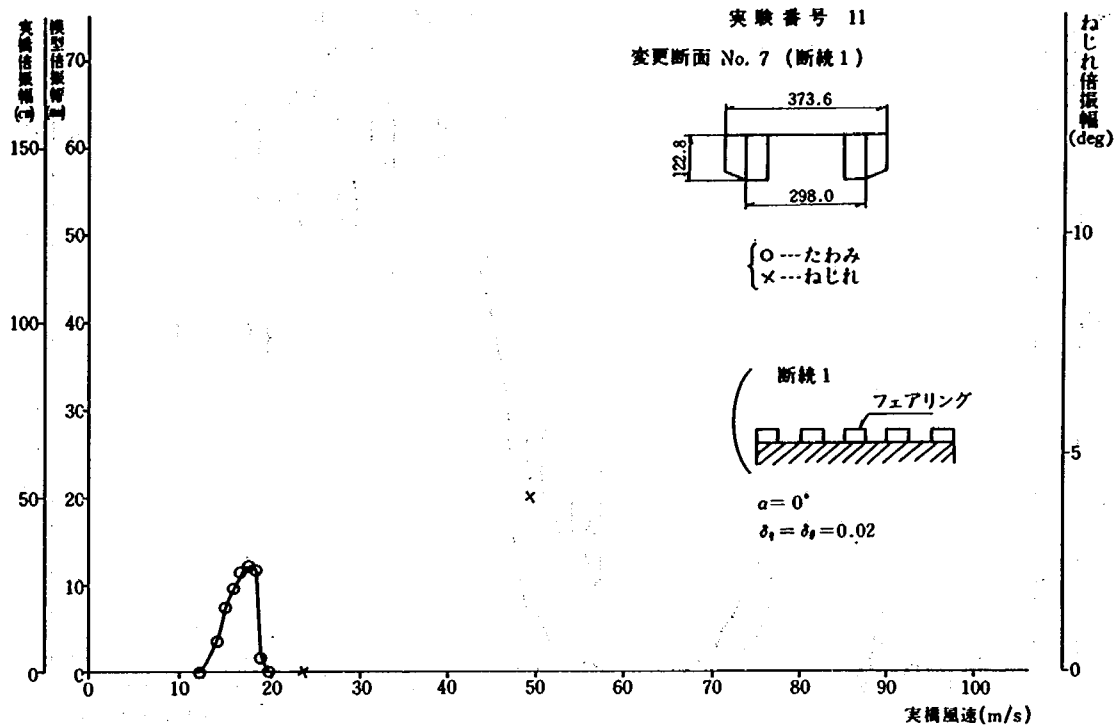


図-5-11 V - A

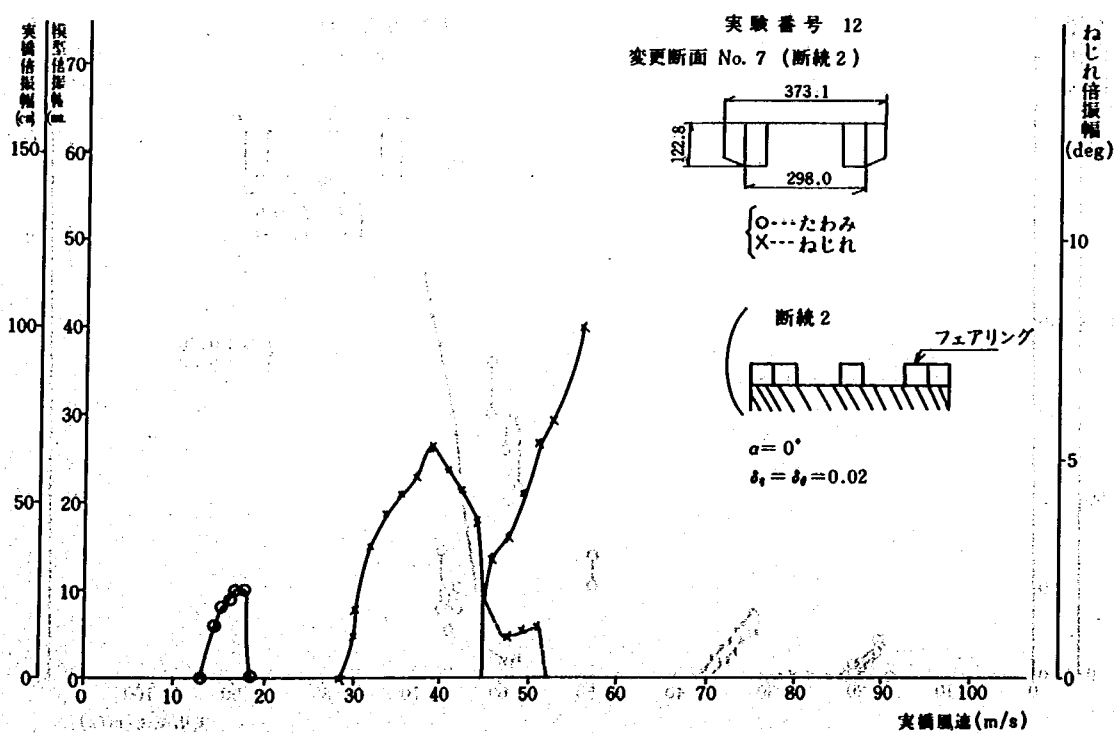


図-5-12 V - A

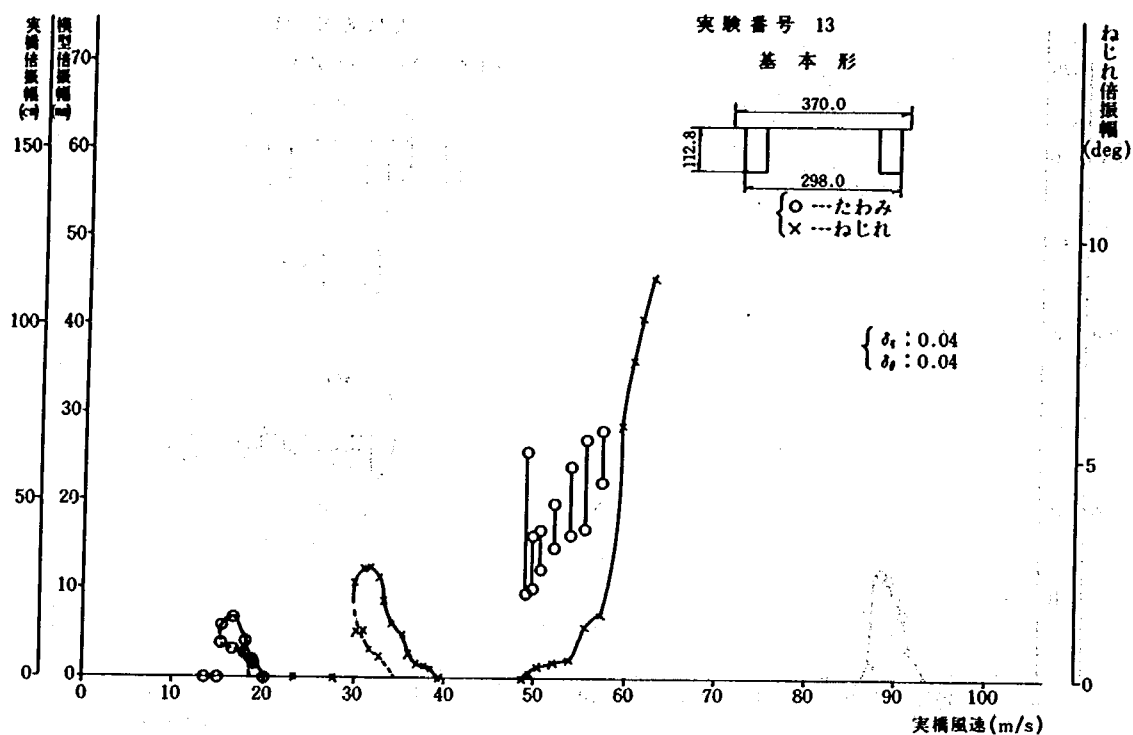


図-5-13 V — A

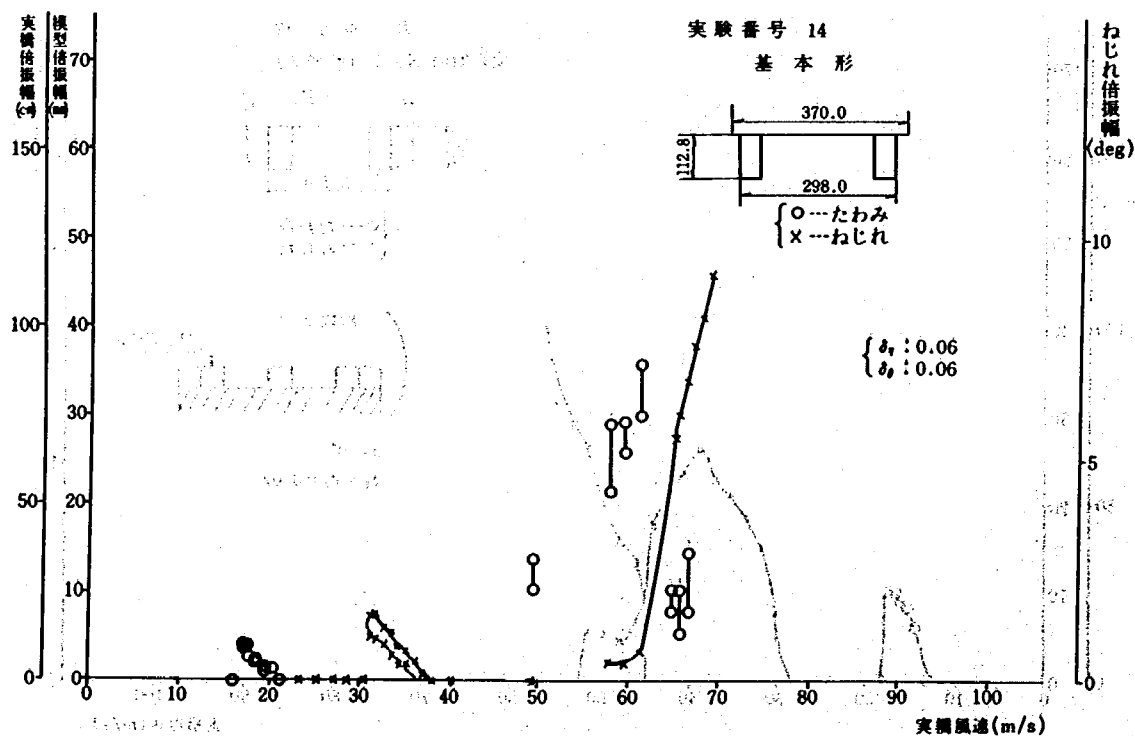


図-5-14 V — A

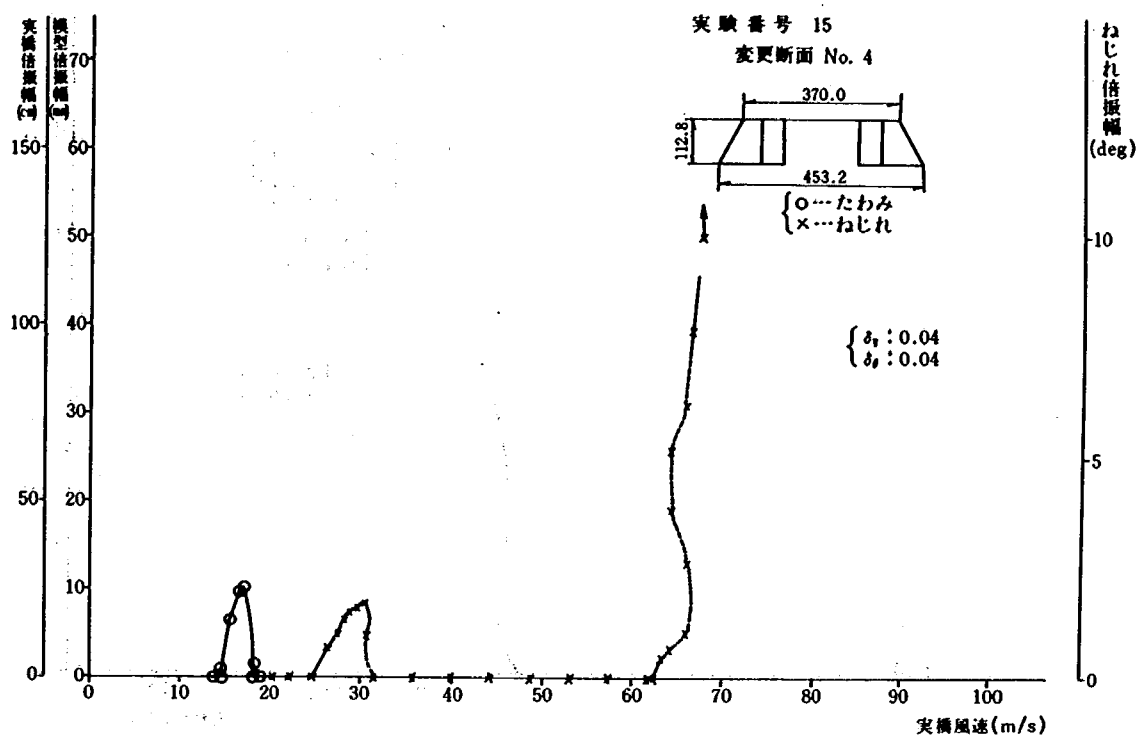


図-5-15 V - A

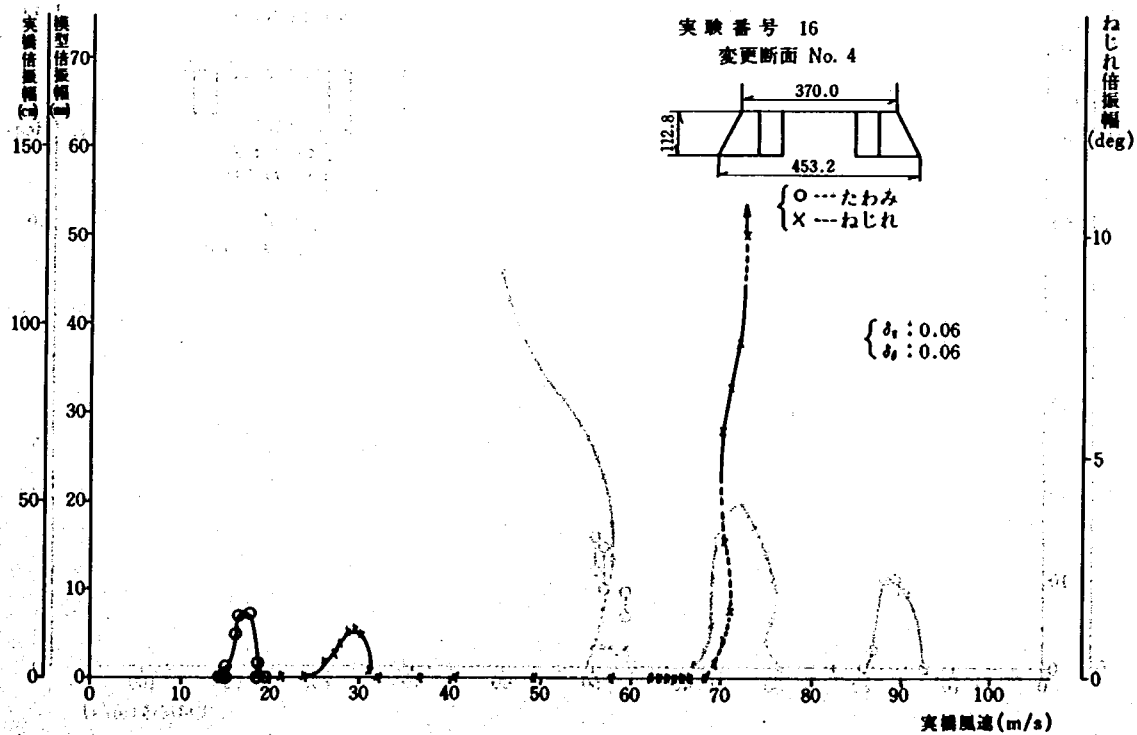


図-5-16 V - A

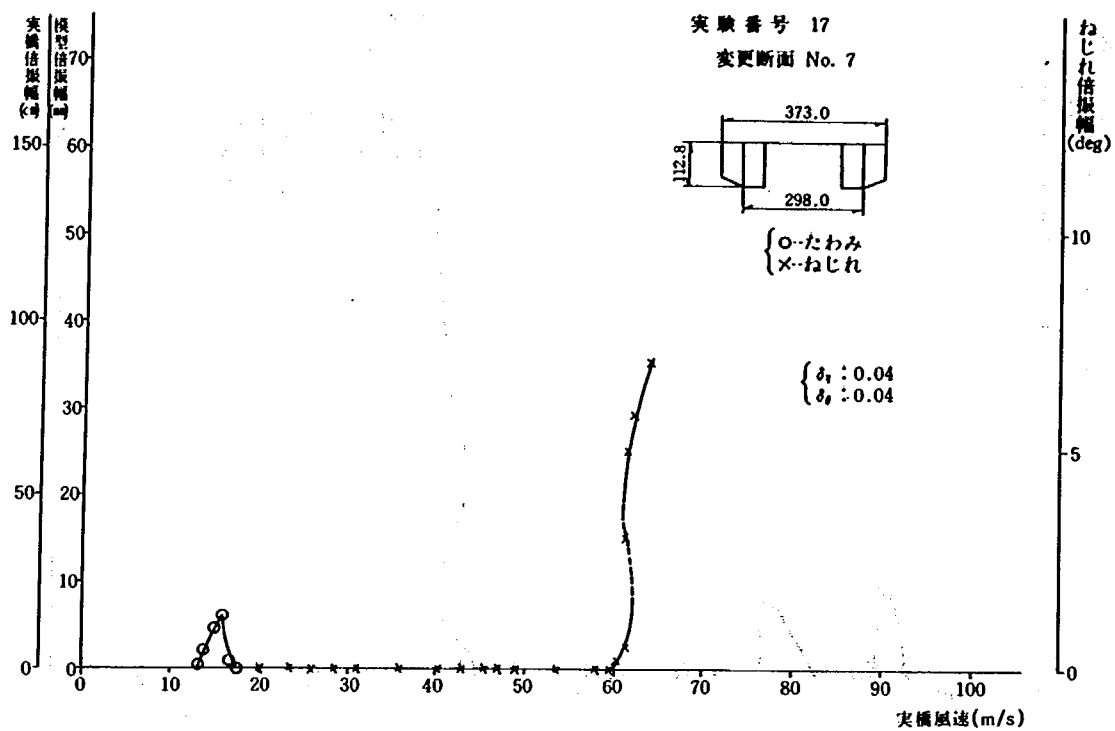


図-5-17 V - A

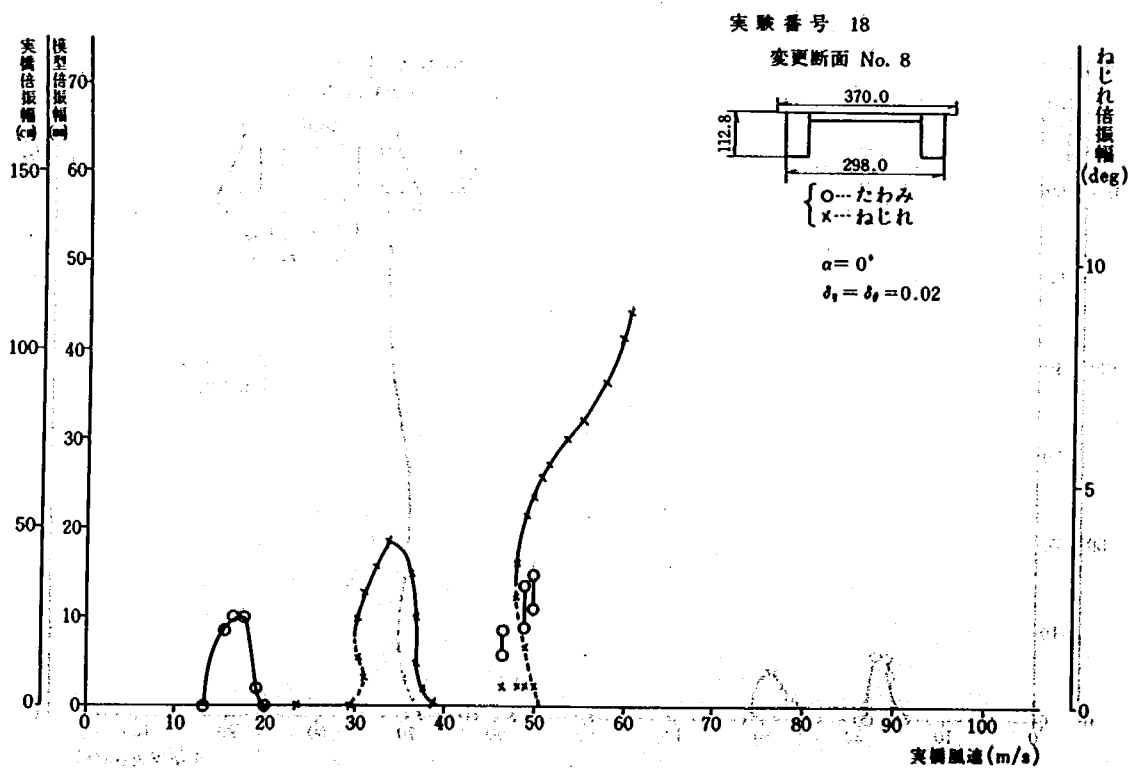


図-5-18 V - A

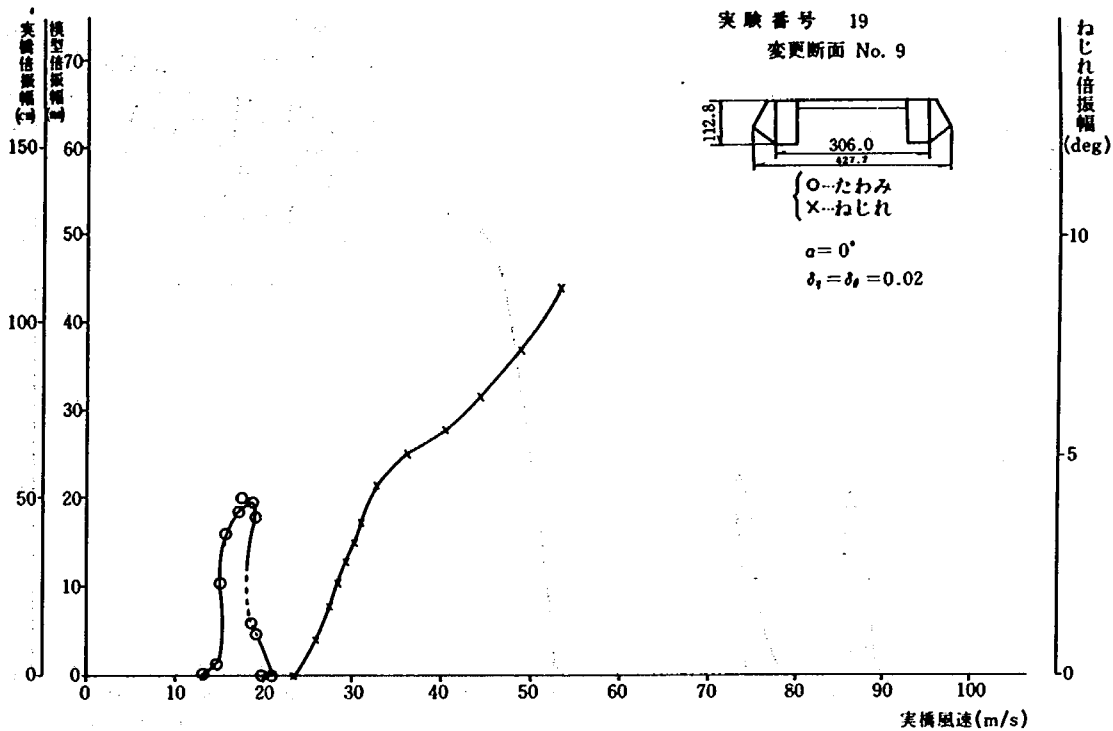


図-5-19 V - A

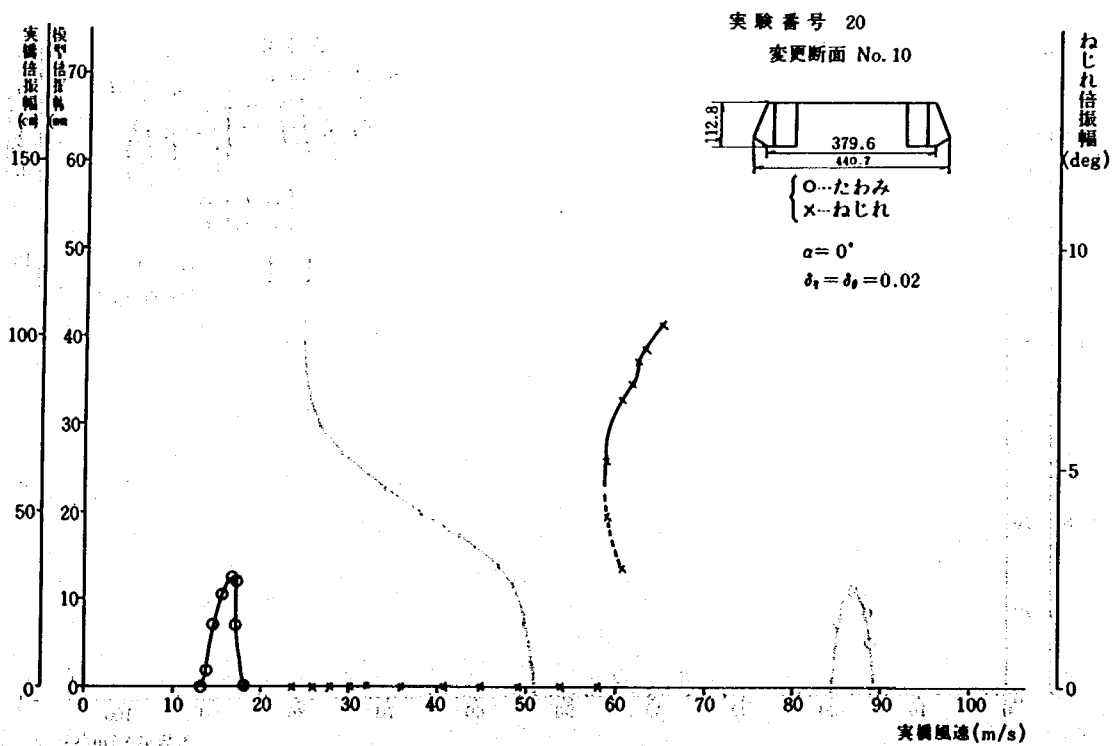


図-5-20 V - A

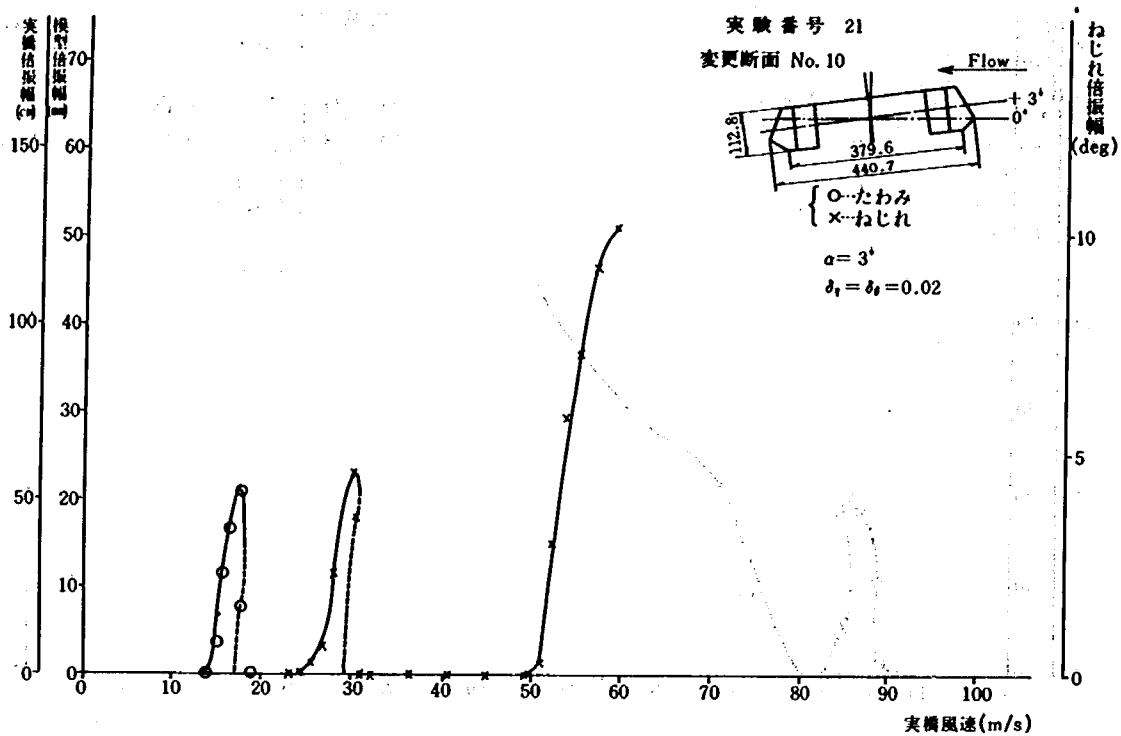


図-5-21 V - A

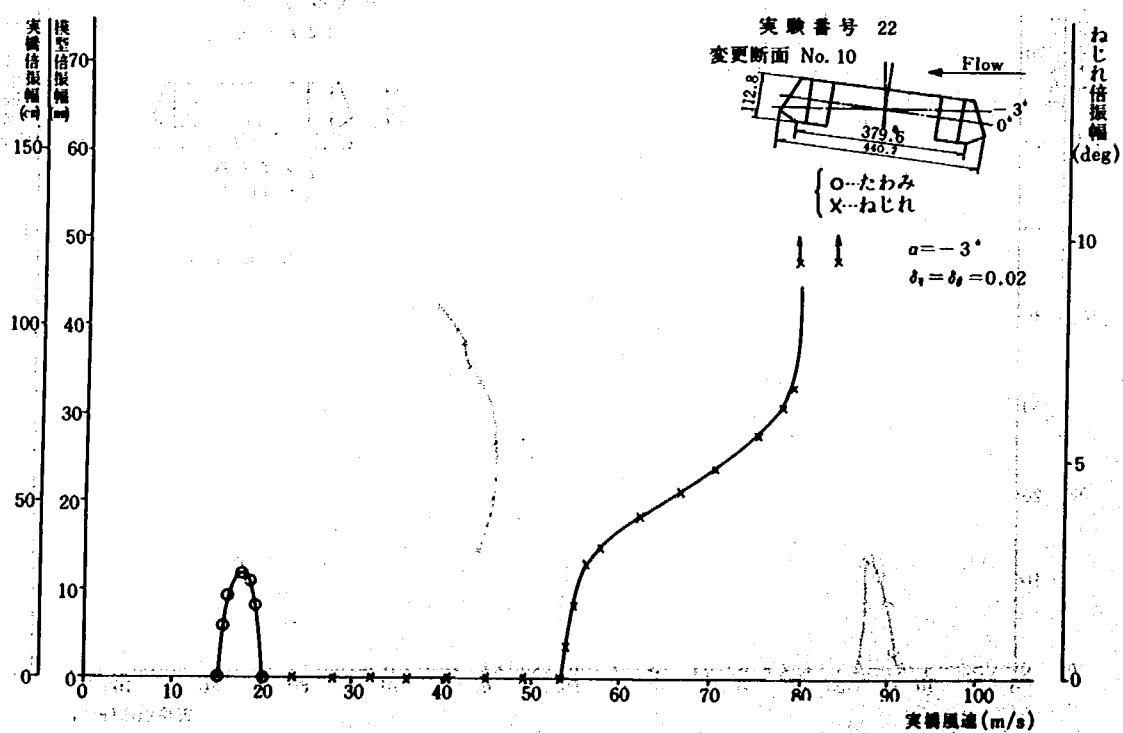
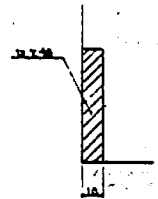
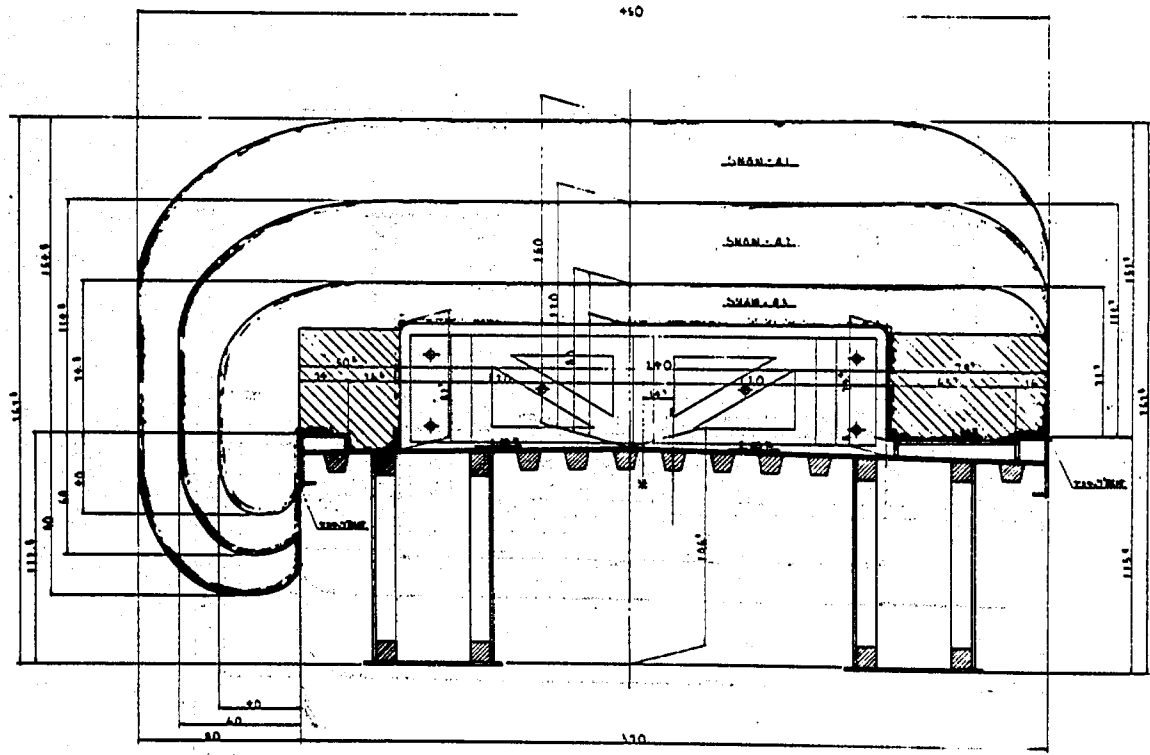


図-5-22 V - A

# 積雪模型 (9-1) 5-1

(SNOW-A1)



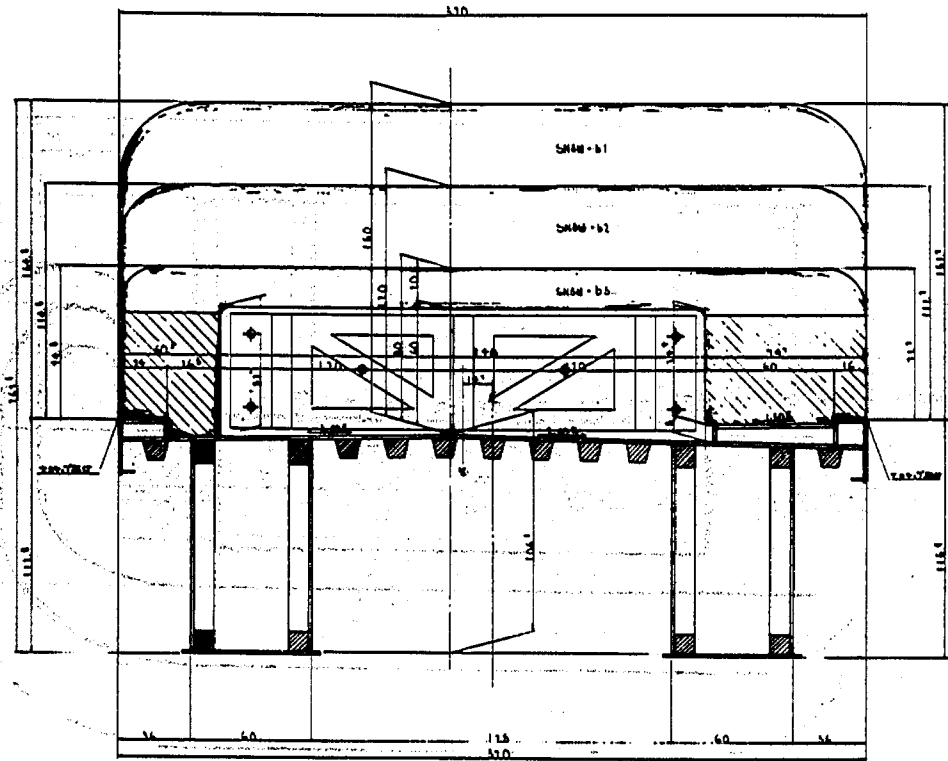
| 9-1     | 積雪量   |
|---------|-------|
| SNOW-A1 | 4.0 ㎡ |
| SNOW-A2 | 5.0 ㎡ |
| SNOW-A3 | 1.0 ㎡ |

1. 図面：断面図(9-1) 5-1
2. 図面：断面図(9-1) 5-1
3. 図面：断面図(9-1) 5-1
4. 図面：断面図(9-1) 5-1
5. 図面：断面図(9-1) 5-1
6. 図面：断面図(9-1) 5-1

| 9-1     | 積雪量   |
|---------|-------|
| SNOW-A1 | 4.0 ㎡ |
| SNOW-A2 | 5.0 ㎡ |
| SNOW-A3 | 1.0 ㎡ |

図-6-1 積雪模型 (雪ピのある場合)

LSMAN = b.2



| 項目      | 検査項目 |
|---------|------|
| 5N08-61 | 1.0° |
| 5N08-61 | 2.0° |
| 5N08-63 | 1.0° |

[illegible][illegible]

図-6-2 積雪模型 (雪ピのない場合)

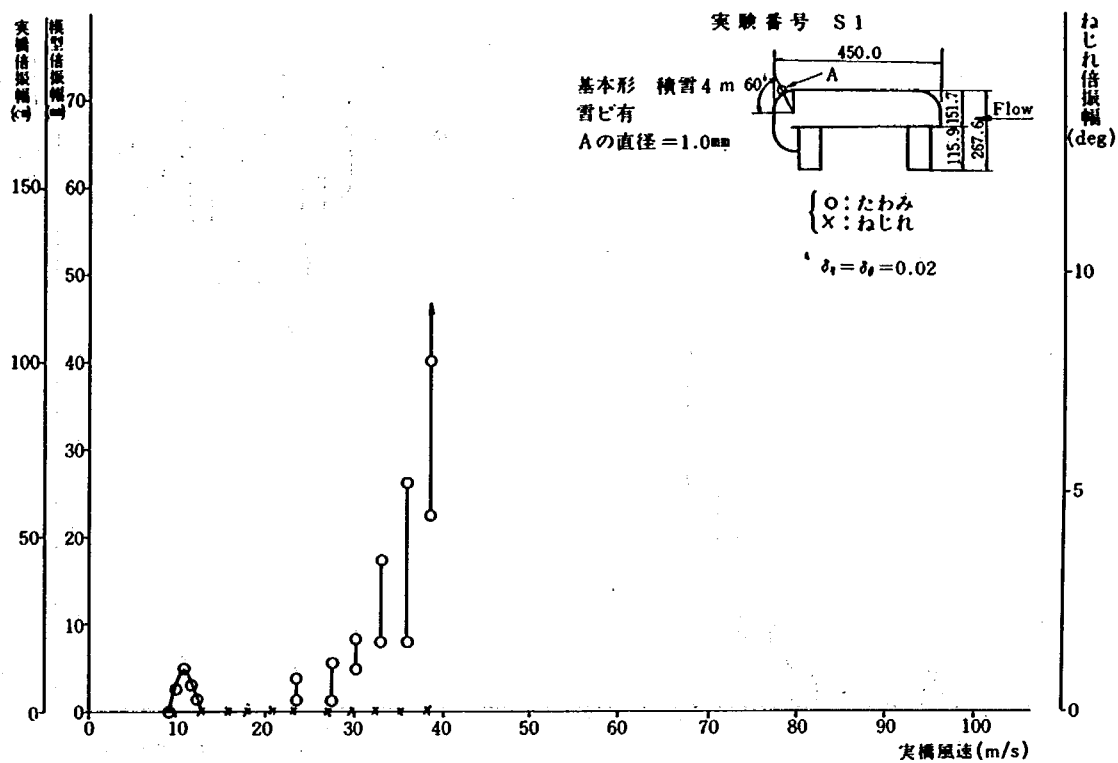


図-7-1 V - A

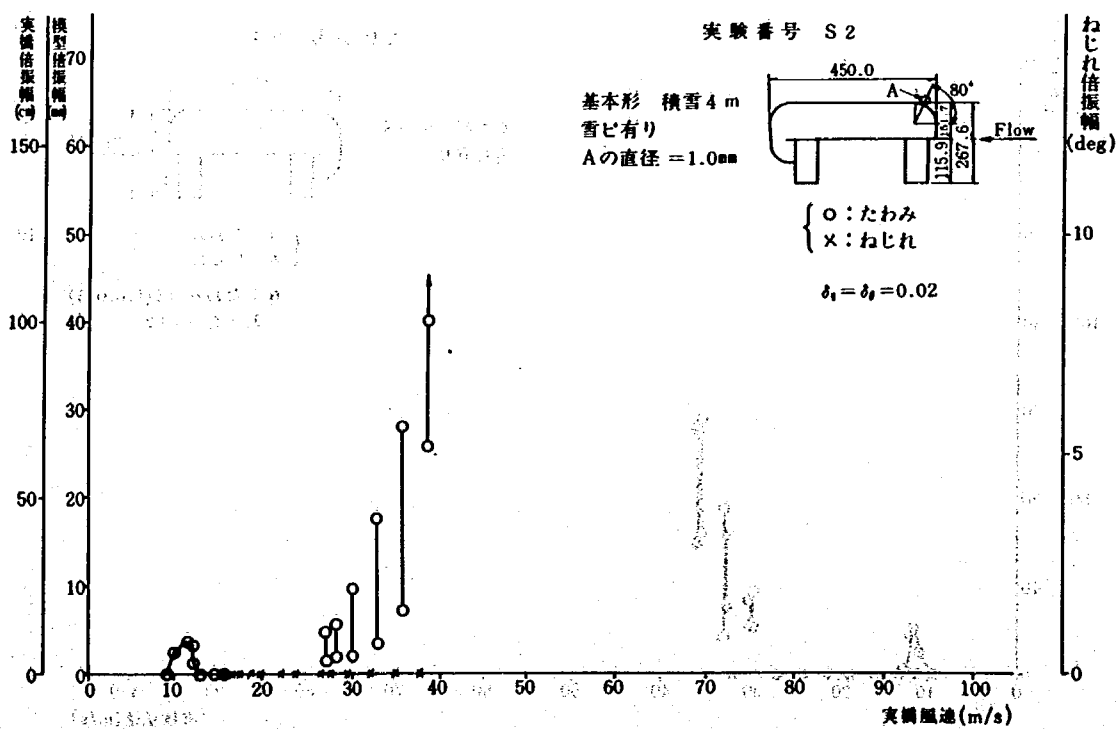


図-7-2 V - A



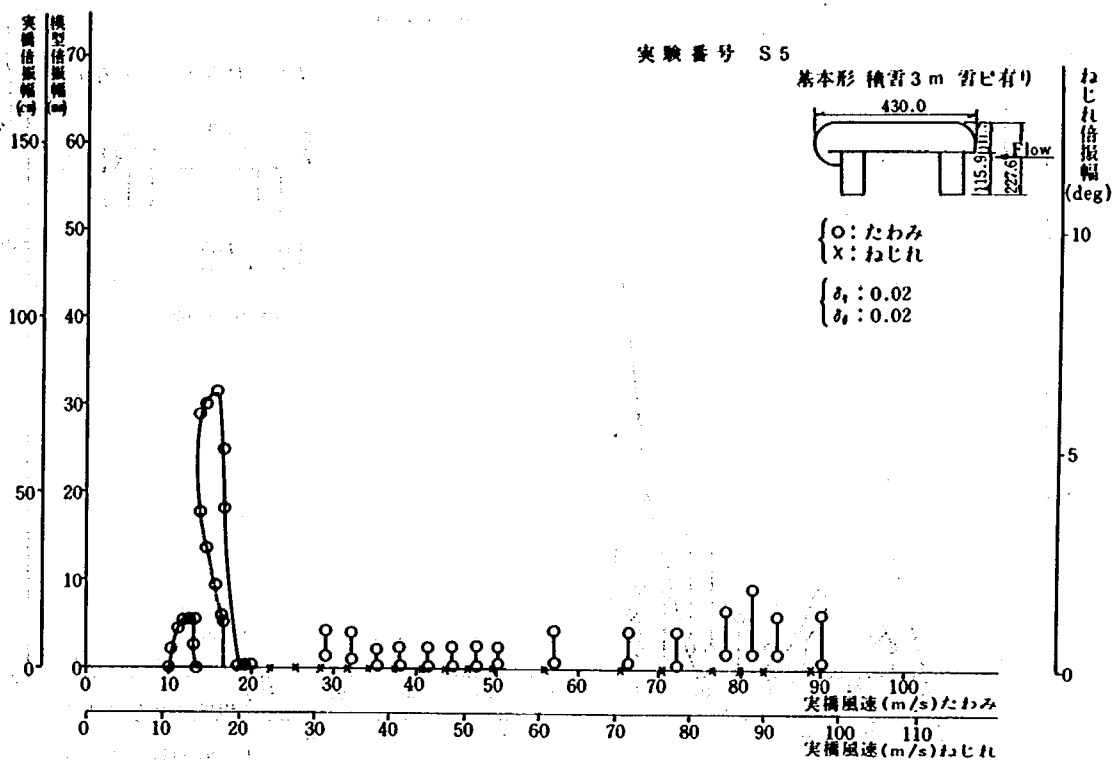


図-7-5 V - A

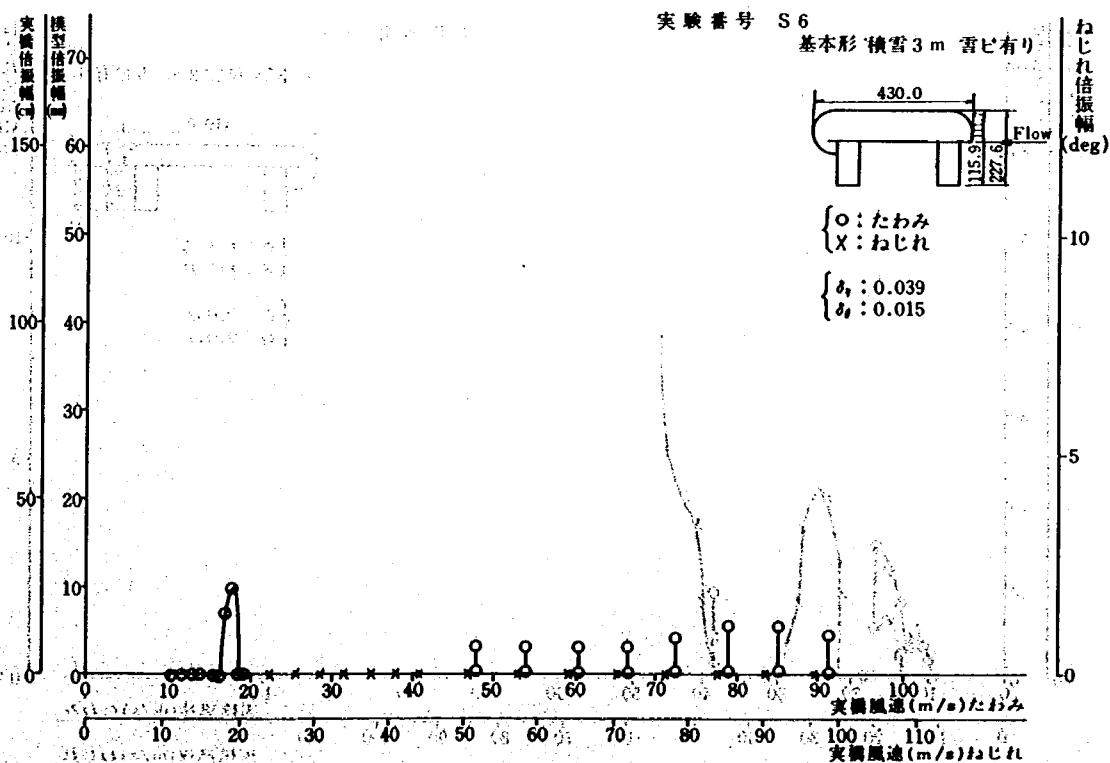


図-7-6 V - A

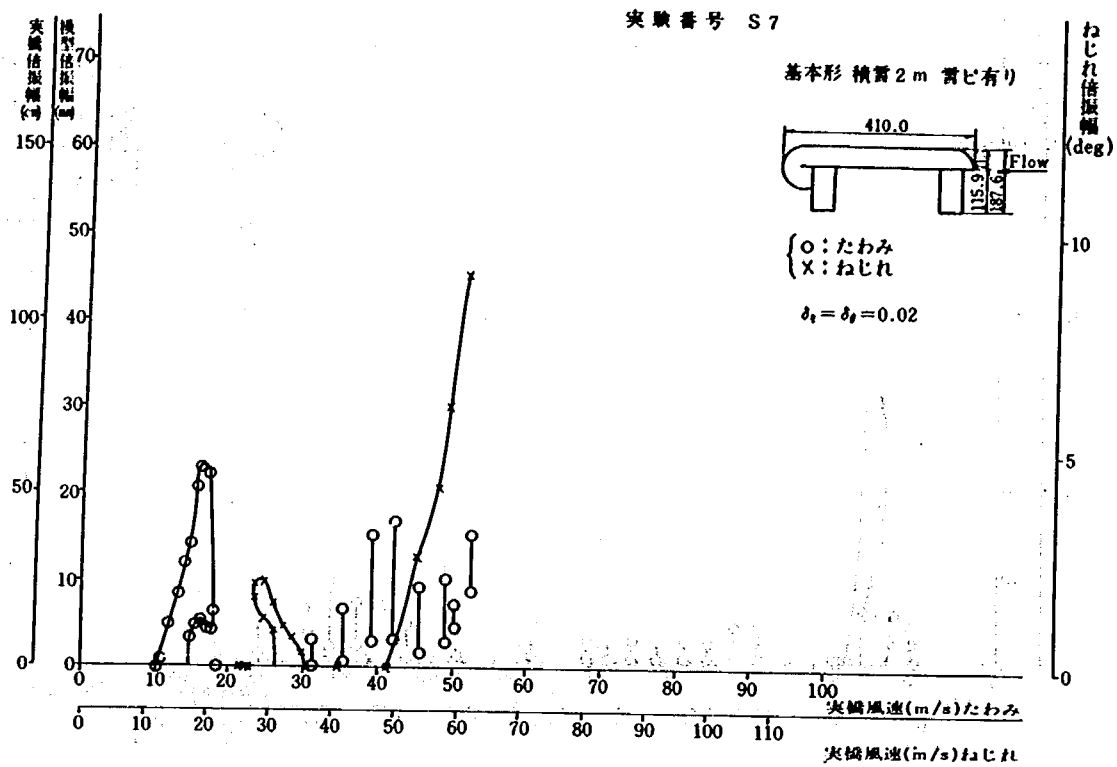


図-7-7 V - A

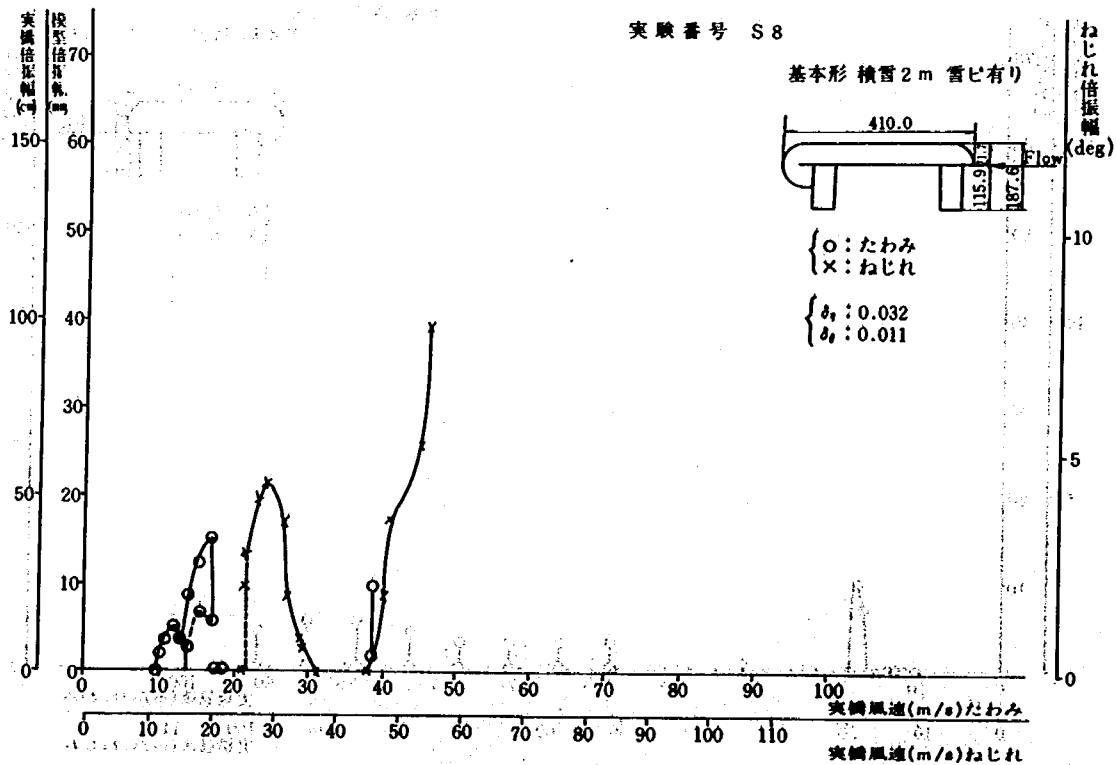


図-7-8 V - A

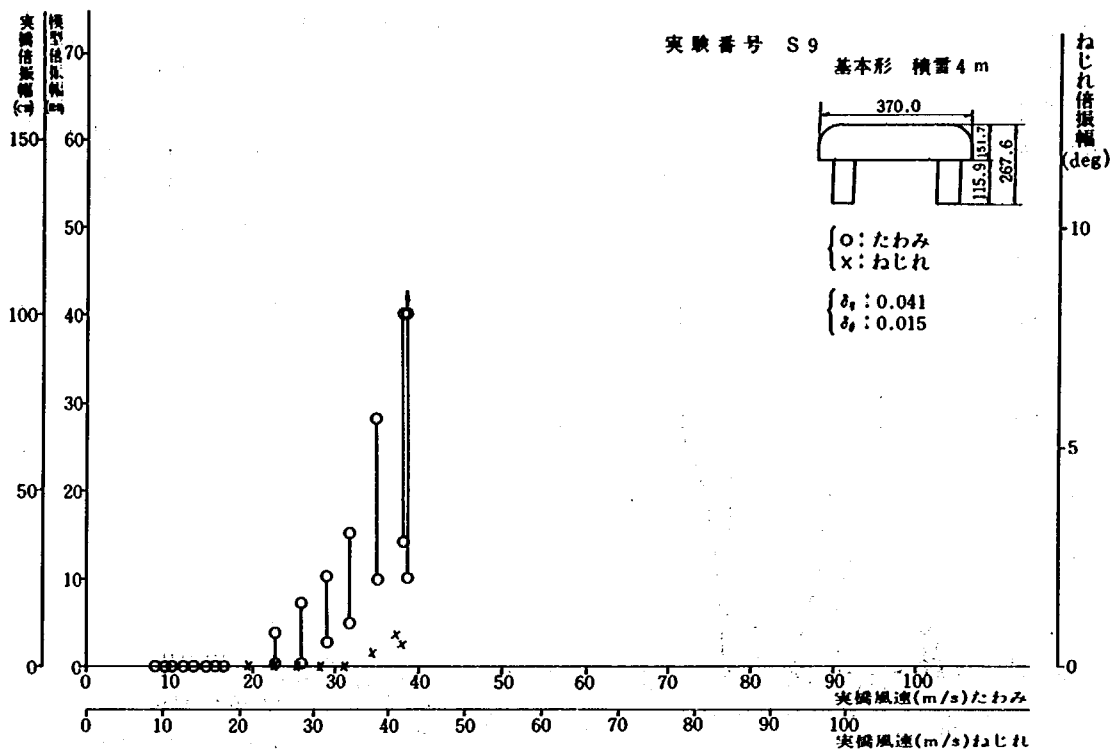


図-7-9 V - A

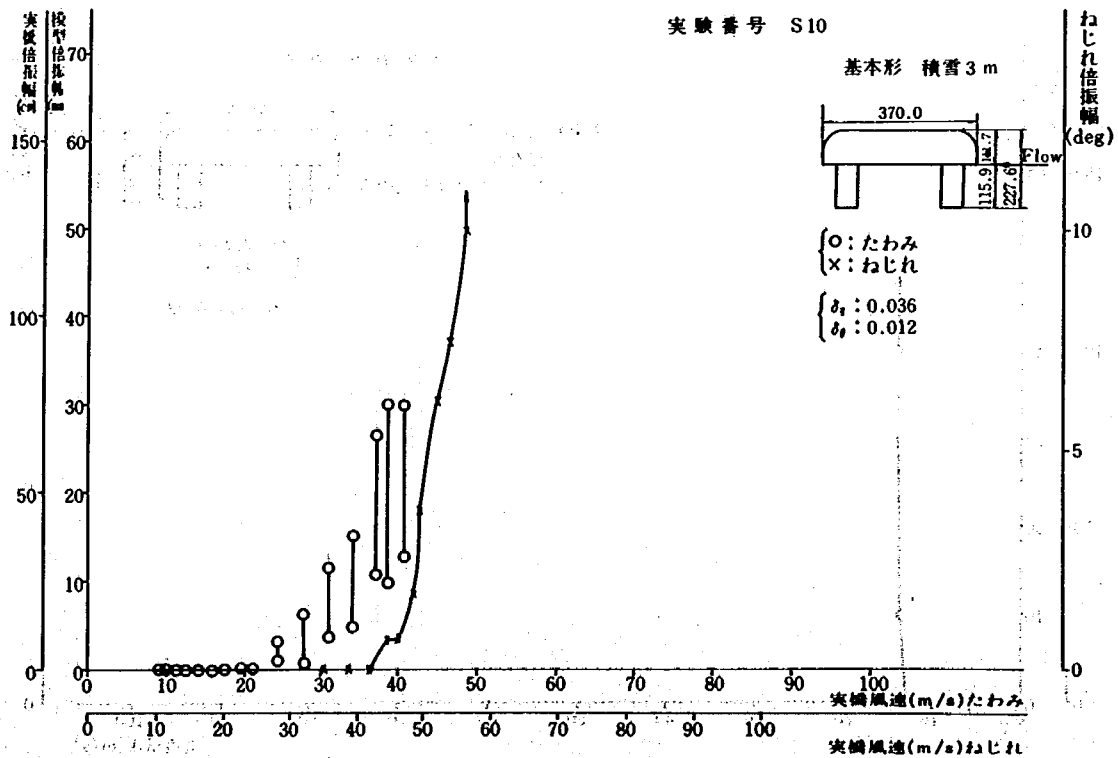


図-7-10 V - A

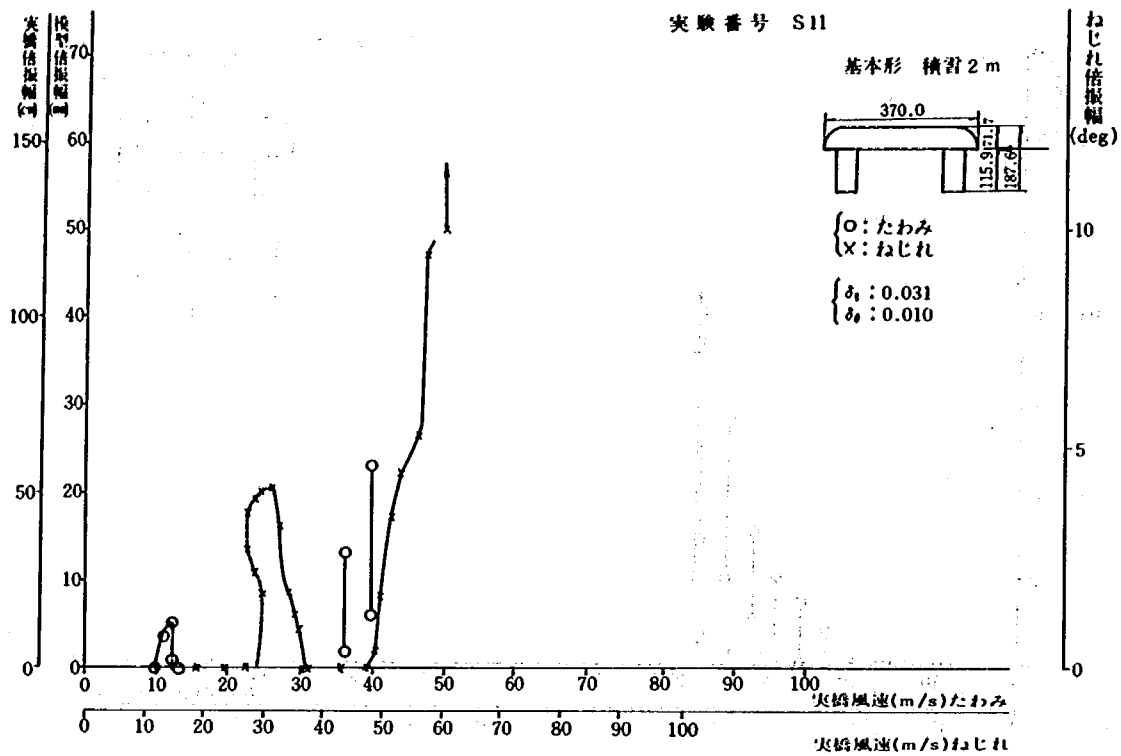


図-7-11 V - A

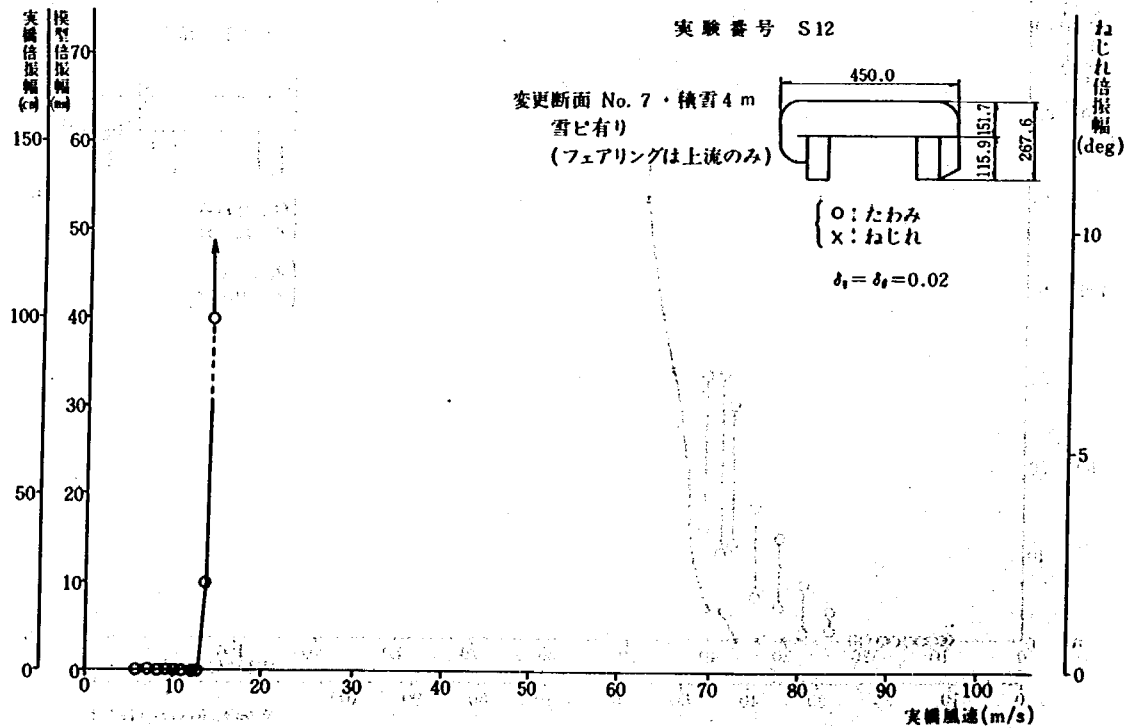


図-7-12 V - A

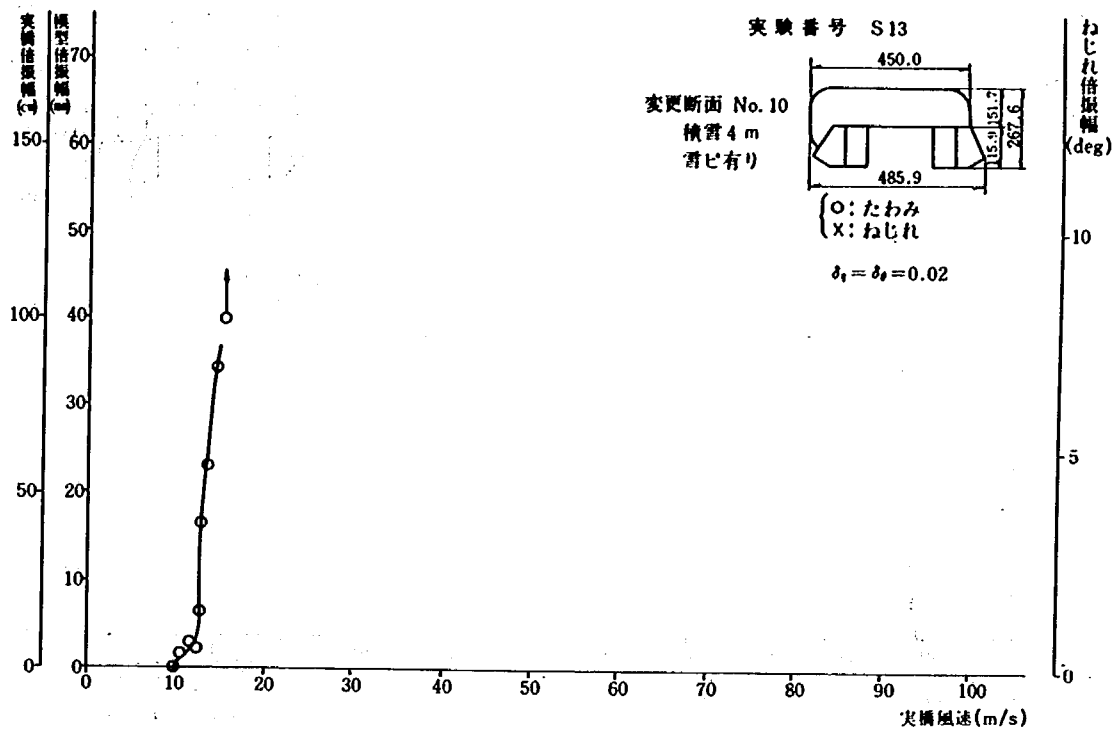


図-7-13 V - A

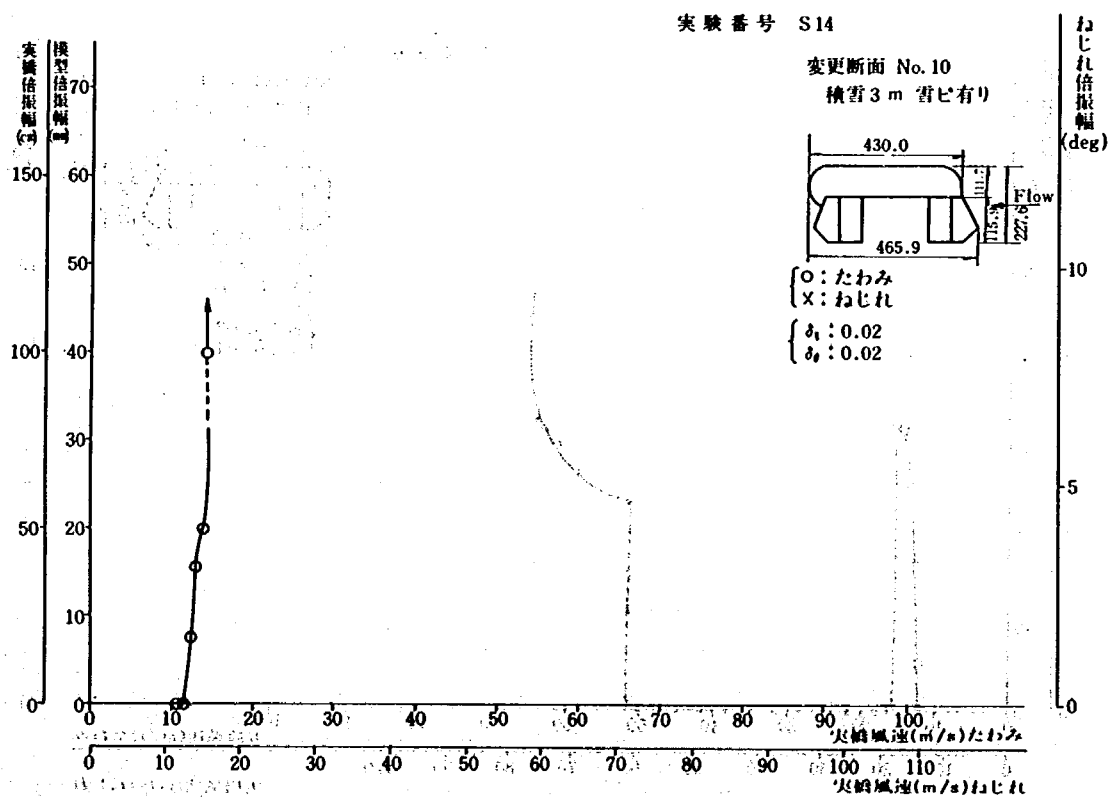


図-7-14 V - A

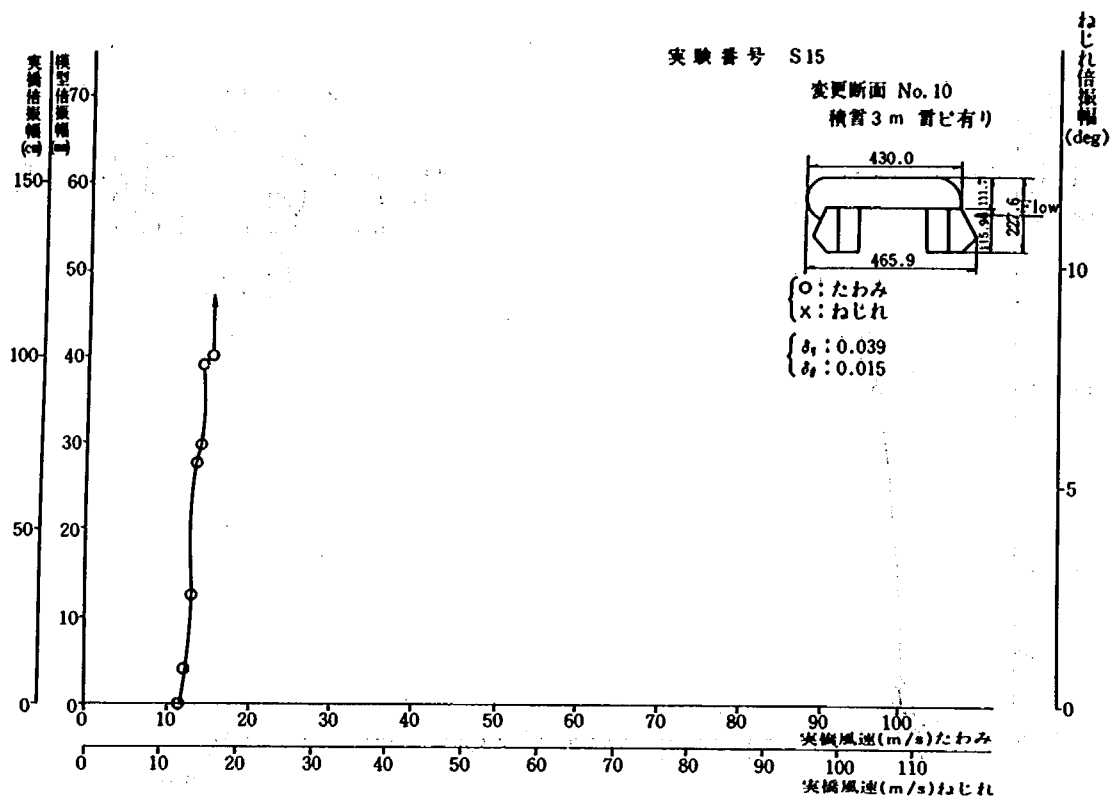


図-7-15 V - A

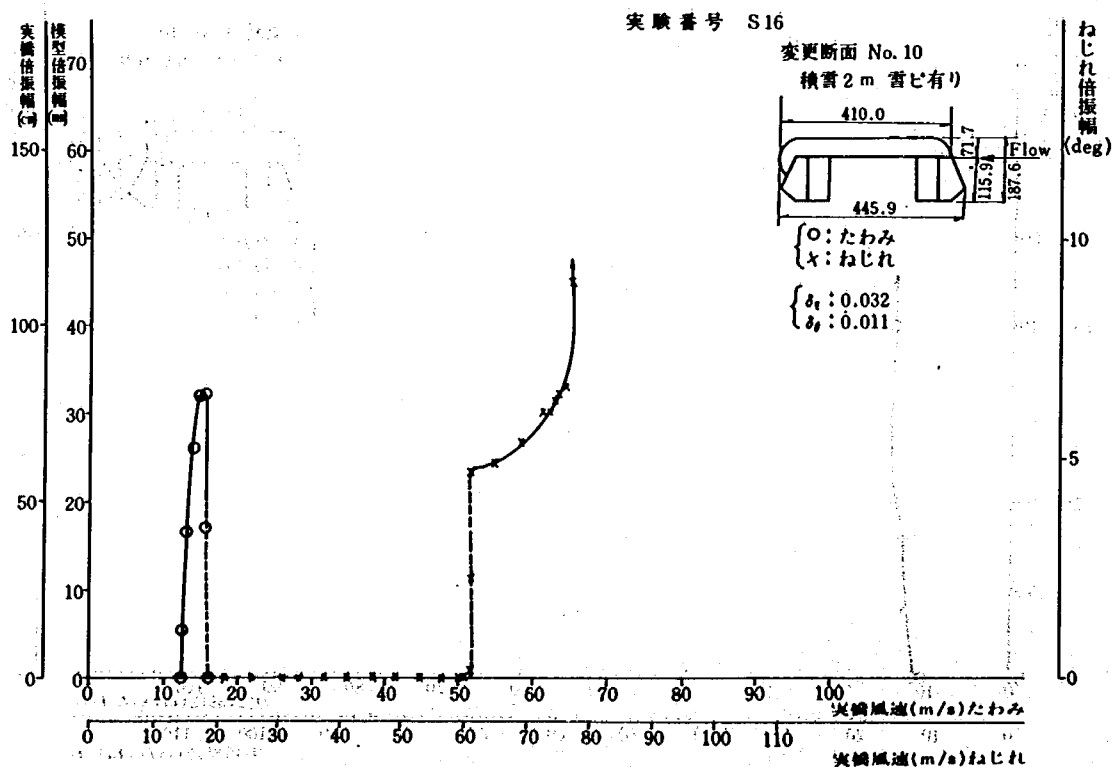


図-7-16 V - A

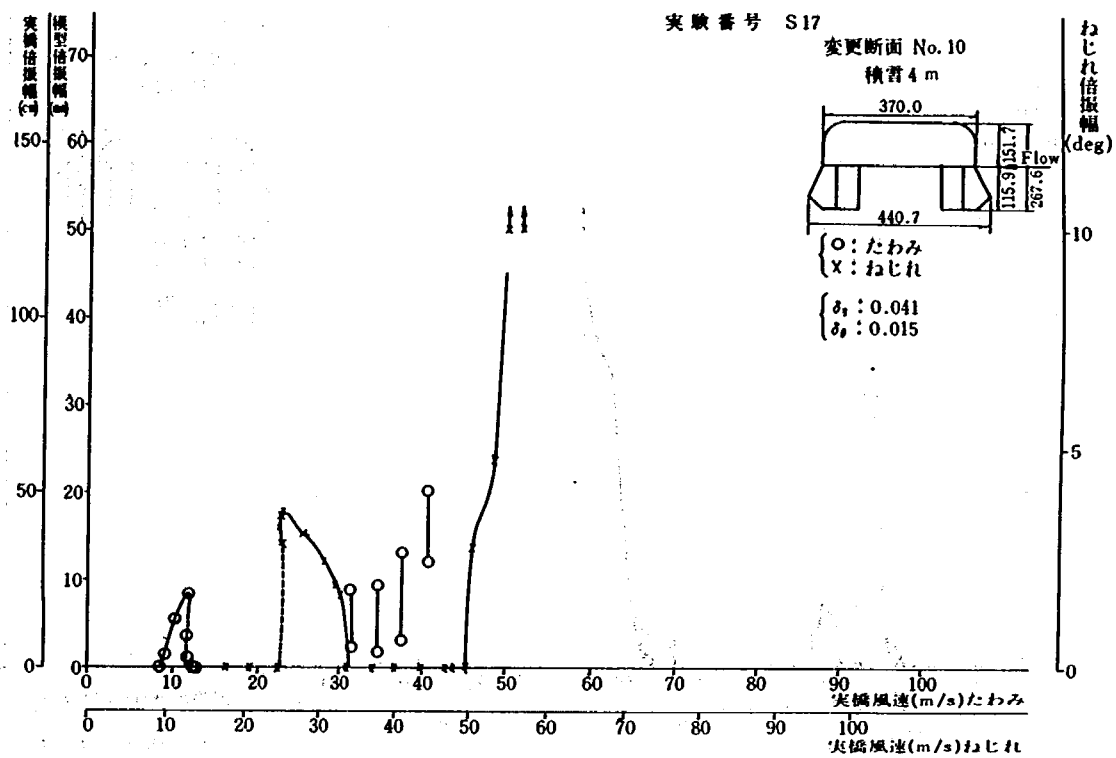


図-7-17 V - A

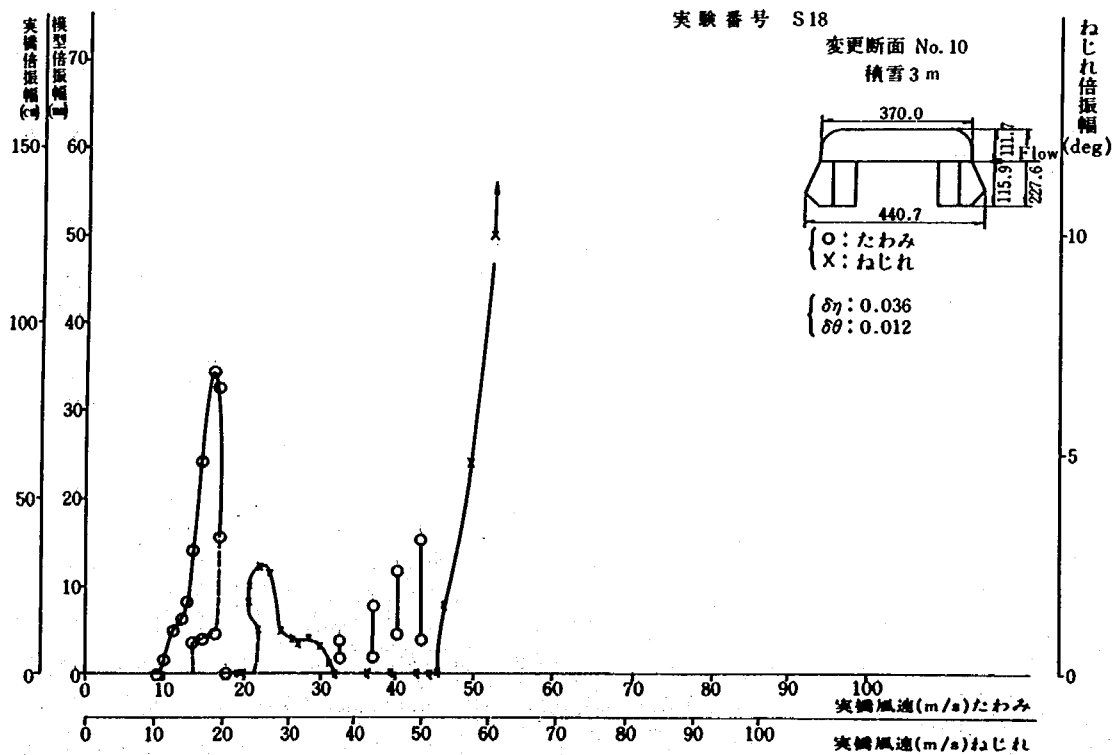


図-7-18 V - A

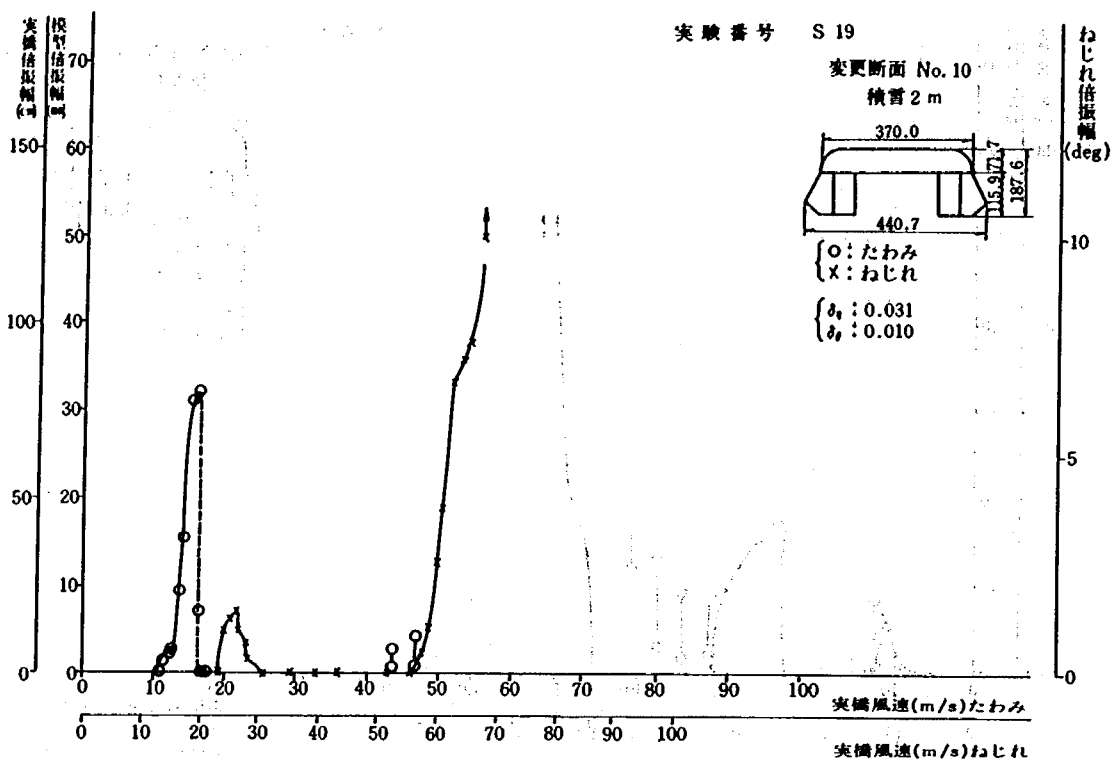


図-7-19 V - A

浅草山 3 号橋の耐風性調査報告書

I S S N 0386-5878

土木研究所資料第1727号

昭和56年9月(1981)

山本・佐藤・神崎

キーワード：耐風設計，自励振動，渦励振，斜張橋，風洞実験  
積雪

要旨

浅草山 3 号橋の橋桁断面および積雪時断面について風洞  
実験を実施し，自励振動および渦励振に関する耐風安定  
性を調査した。

郵便はがき

四十円切手  
をはって下  
さい

3 0 5 - □ □

建設省土木研究所

構造研究室 御中

茨城県筑波郡豊里町大字旭一番地

No. 4

No. 4

配布先氏名

配布先住所



土木研究所資料第1727号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

印