

土木研究所資料

幸魂大橋の耐風性調査報告書

昭和59年 2月

建設省土木研究所
構造研究室

Copyright © 1983 fiscal year 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ならない。

ま え が き

幸魂大橋は、東京外部環状道路（一般国道 298 号）の荒川横断部に計画された橋梁であり、その主橋梁は、橋長 $2 @ 190\text{ m} = 380\text{ m}$ の 2 径間連続斜張橋である。当該道路の荒川を横断する部分の車線数は、一般部 4 車線、高速部 4 車線の合計 8 車線であるが、線形計画上、また暫定施工を行うため、本橋は一般部 2 車線・高速部 2 車線の計 4 車線幅の同じ橋梁を 2 橋並列して架橋する計画になっている。

本計画案のような 2 径間の斜張橋は、橋桁の剛性が低く、固有振動数が低いため、桁の断面形状を決定する際に、その耐風安定性について十分な検討を加える必要がある。特に本計画案のように、近接して 2 橋を並列に建設する場合には、単独橋としての耐風安定性を検討するのみでは不十分であり、風上側の橋梁に起因する風の乱れによって風下側の橋梁に生じる不規則振動、いわゆるバフティングについての検討も必要である。今年度はとりあえず単独橋としての耐風安定性の検討を行ったので、その成果をとりまとめて報告する。

昭和 59 年 2 月

構造研究室	室 長	山 本 邦 夫
	研究員	中 神 陽 一
	技 官	福 田 誠

1. 概 要

1.1 幸魂大橋の概要

幸魂大橋は、東京外部環状道路（一般国道 298 号）の荒川横断部に計画されている橋梁であり、その主橋梁は橋長 $190\text{ m} + 190\text{ m} = 380\text{ m}$ の 2 径間連続斜張橋である。本橋の架設位置を図-1、本橋の一般図を図-2 にそれぞれ示す。

1.2 調査の目的と概要

一般に斜張橋は吊橋と同様にたわみ易い構造物であり、トラス橋、桁橋といった他の型式の橋梁に比べ風の影響を受け易い。従って建設に際しては耐風安定性に充分留意し、安全性を確認する必要がある。風が構造物に及ぼす作用としては、風圧のように静的設計の際に風荷重を考慮することで対処できるものと非定常な空気力によって励起される振動現象があり、後者に対しては、専ら風洞実験によって評価される。

風による構造物の振動は、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）、渦励振およびバフエティングに分類されるが、今回調査の対象とした現象は、構造物に致命的な損傷をもたらす自励振動、およびに自励振動ほどに破壊的な現象ではないが、低風速で発生する為に使用性およびに疲労の面で問題となる渦励振であり、設計風速以下の領域では自励振動が発生しないこと、およびに過励振の発現は極力抑えることを目的とし風洞実験を行うものである。

風洞実験の手法は、バネ支持模型実験である。これは幾何学的に相似な 2 次元剛体模型を、質量・剛性・減衰などの相似条件を満足させるようにバネをかいして風洞内に設置し、気流中で模型の振動性状と風速との関係を把握し、実橋の対風応答を推定するものである。

実験は、まず北首都国道工事事務所より提示された基本形三断面について各々の耐風性を調査することから始め、耐風性を改善する為にフラップ、フェアリング、スカート等を取り付け、その効果を調べ、最も耐風性の良好な断面を求めることにより最適な基本断面と制振装置との組合せを確定した。また、格子を用いて乱流を発生させ、乱れが本橋に与える影響について若干の考察を加えた。

幸魂大橋設置箇所

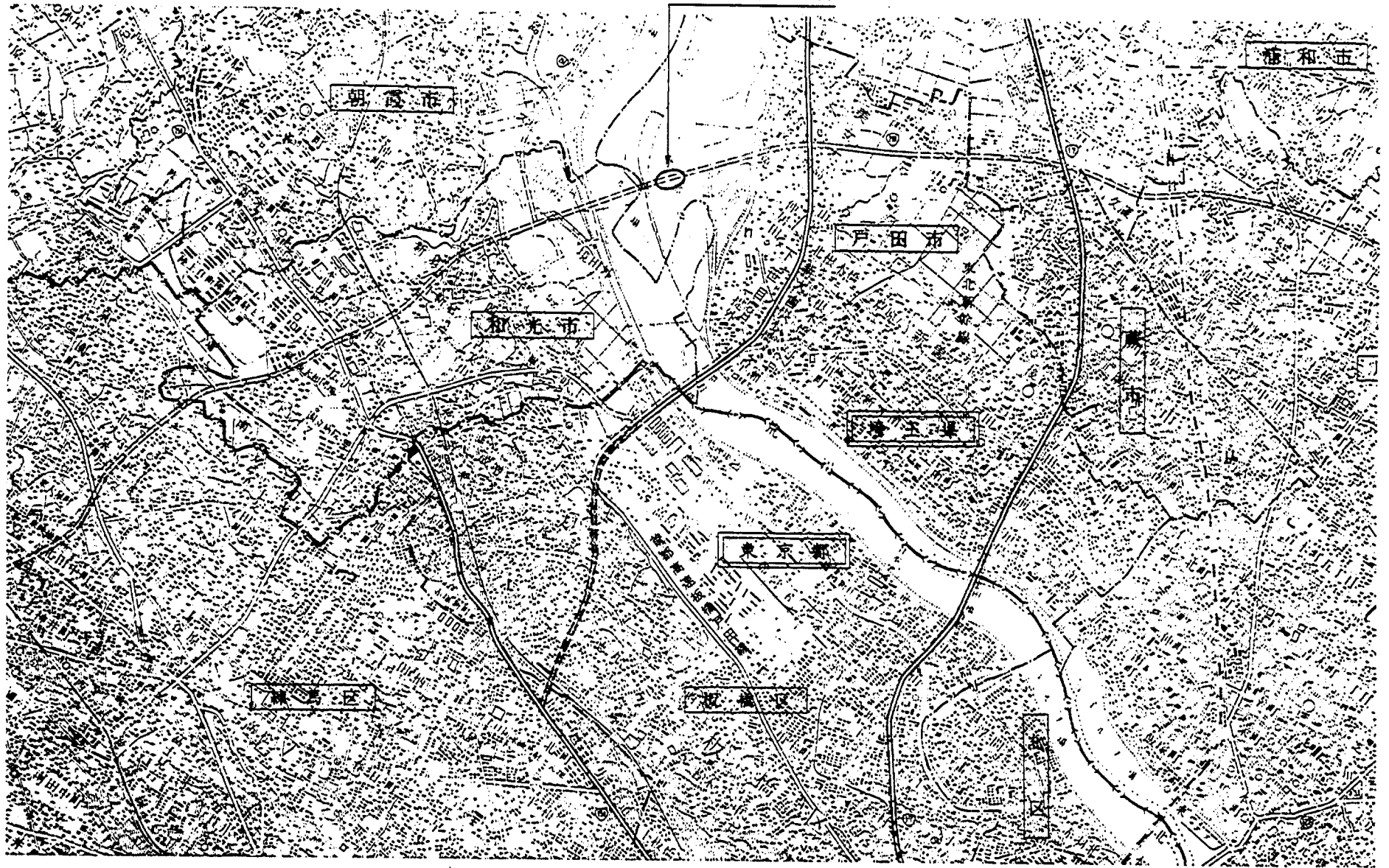


図-1 幸魂大橋位置図

主桁断面図

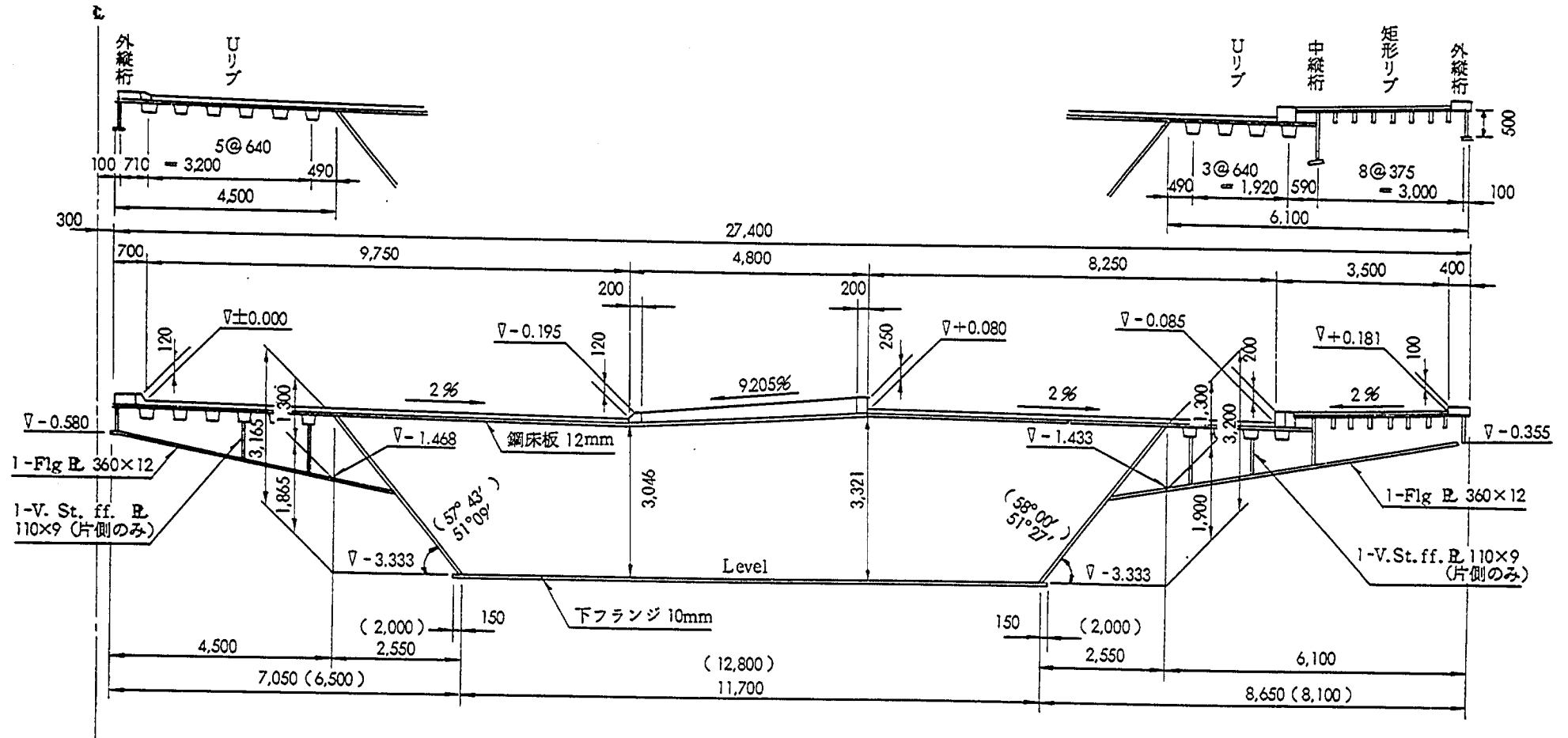
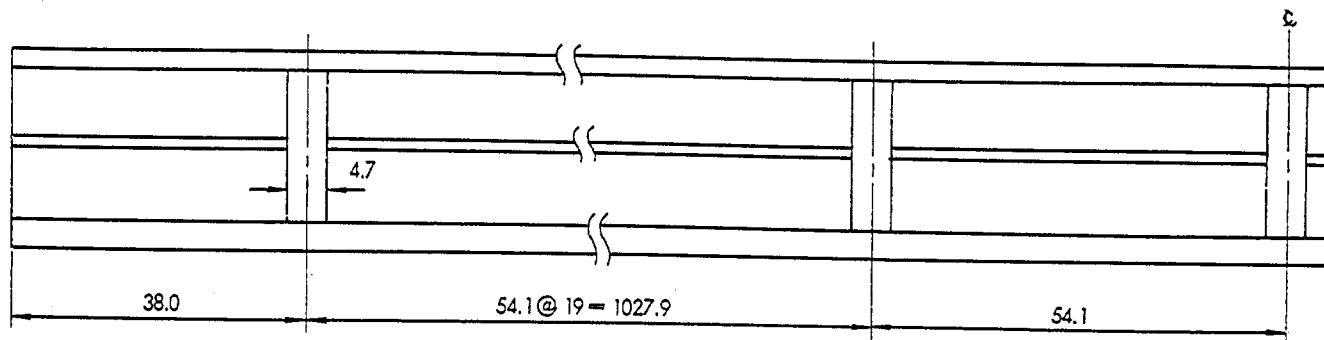
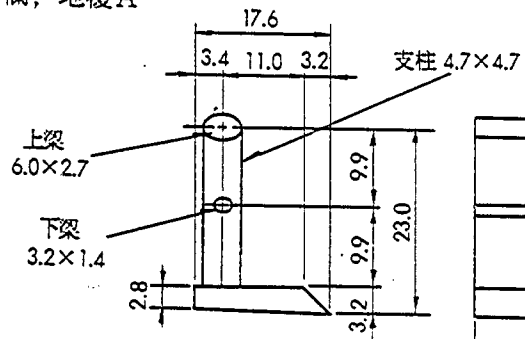


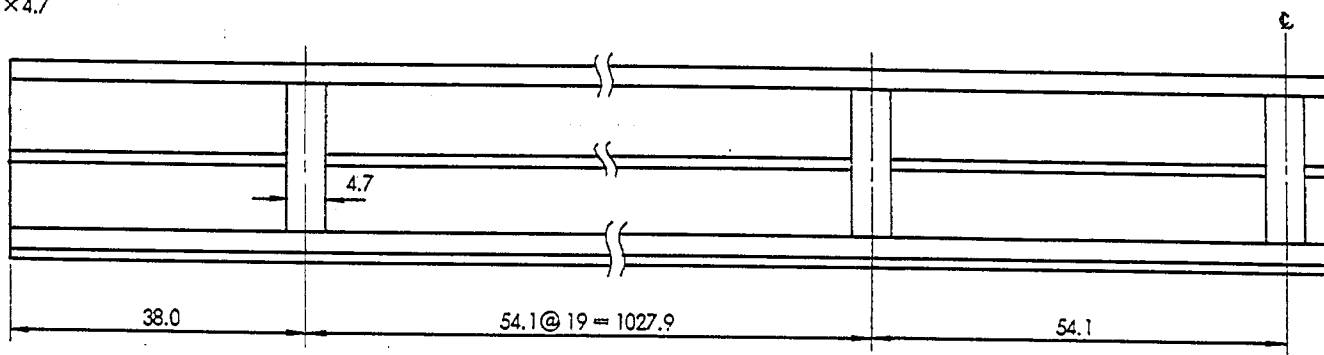
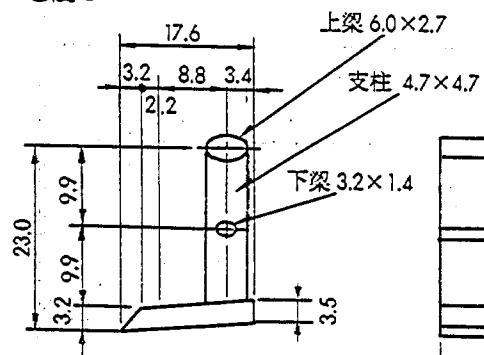
図-2-2 幸魂大橋一般図 (その2)

図-3-2 幸魂大橋模型図(その2)

高欄, 地覆 A



高欄, 地覆 B



高欄, 地覆 C

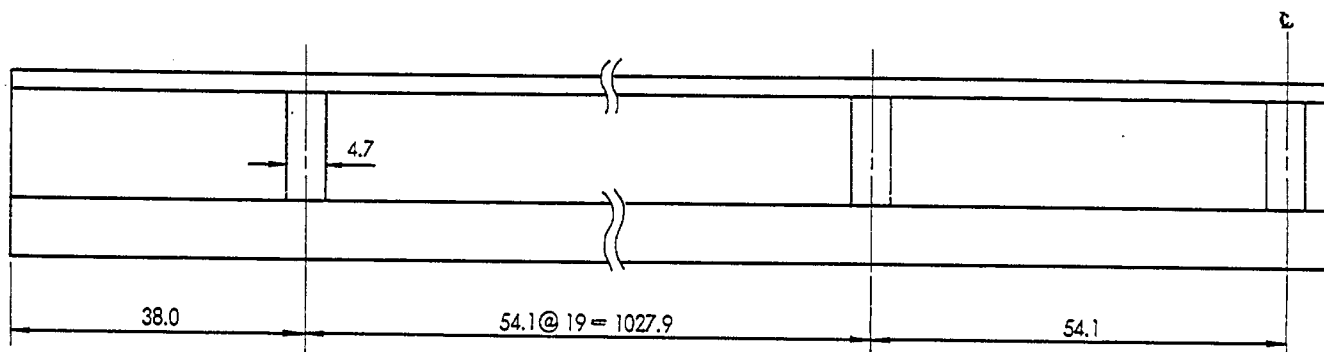
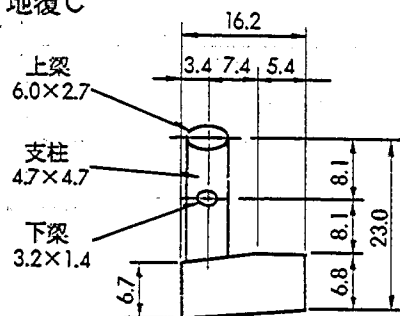
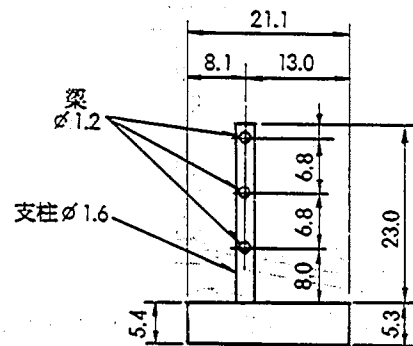


図-3-3 幸魂大橋模型図 (その3)

高欄，地覆D



高欄，地覆E

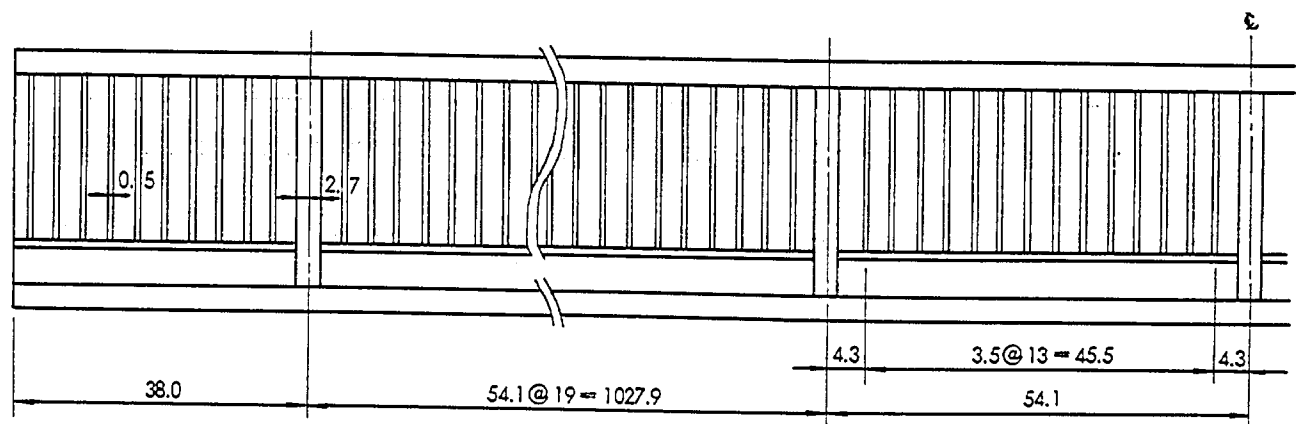
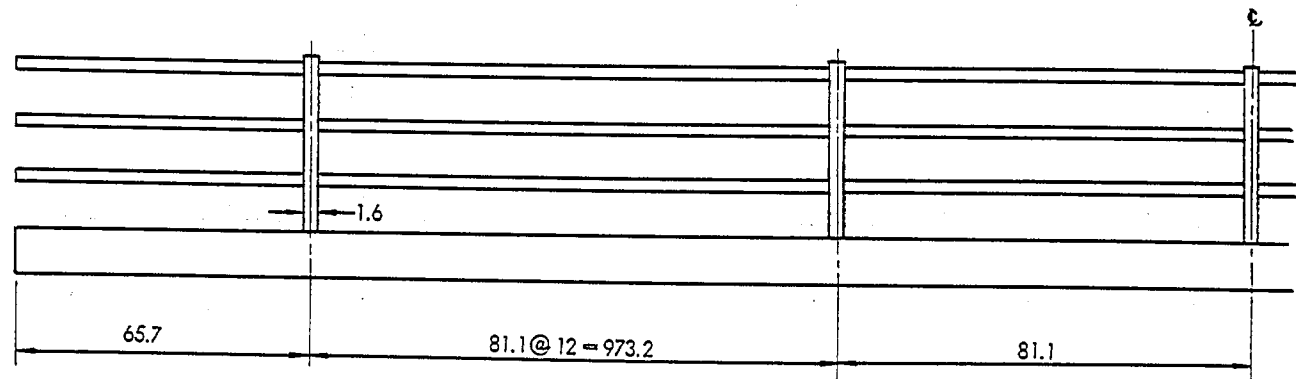
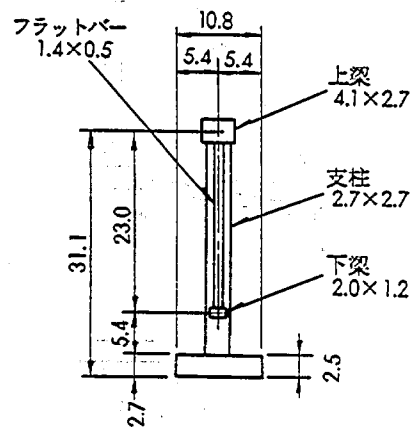
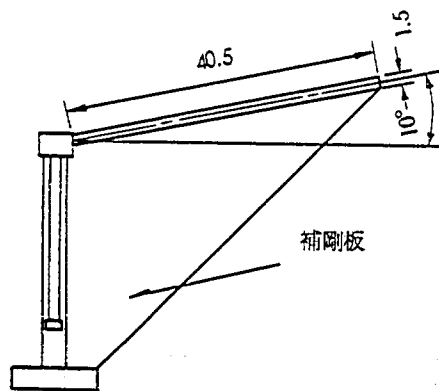
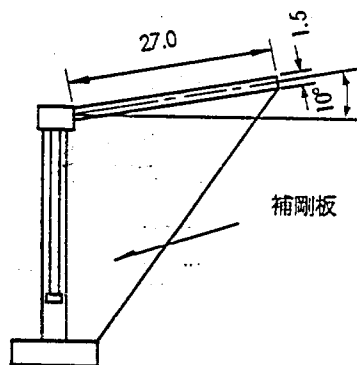


図-3-4 幸魂大橋模型図 (その4)

フラップ 1



フラップ 2



フラップ 3

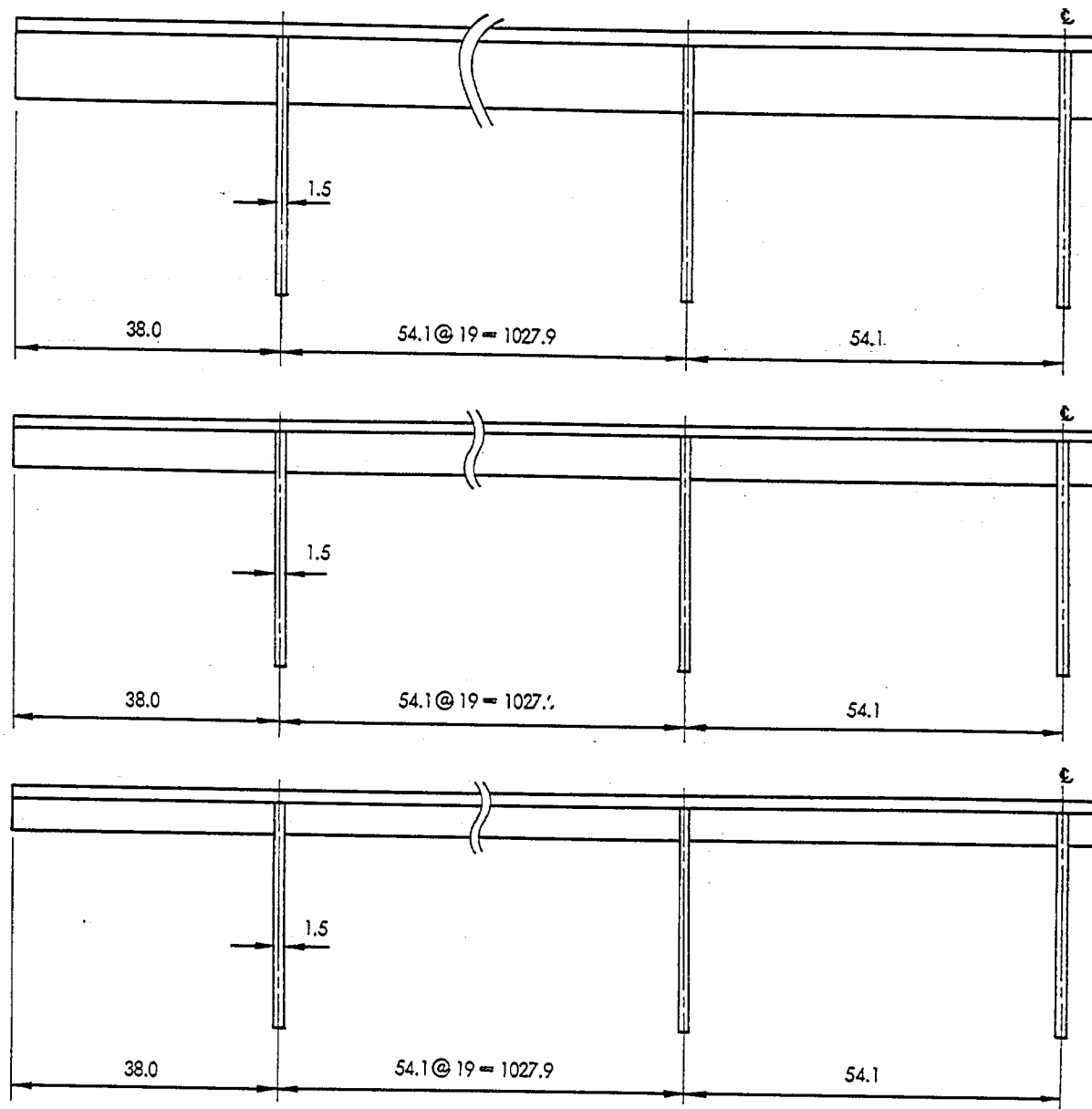
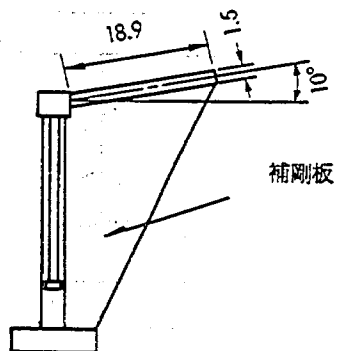
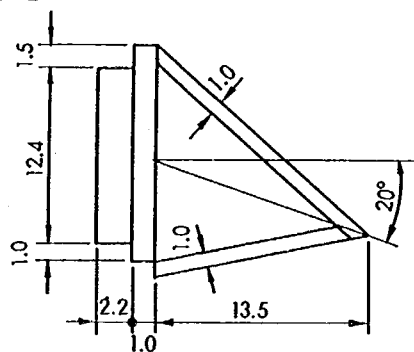
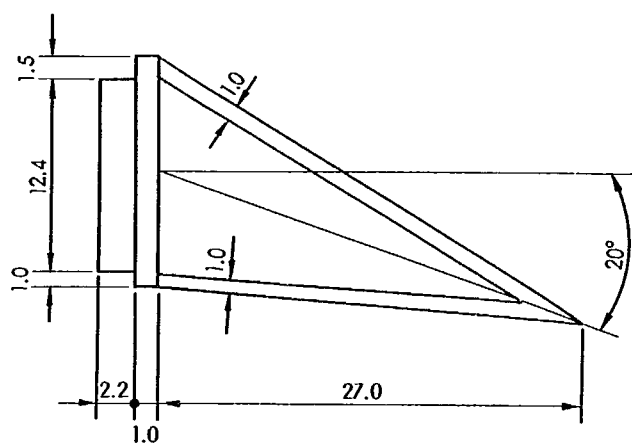


図-3-5 幸魂大橋模型図 (その5)

フェアリング 2



フェアリング 1



フェアリング 3

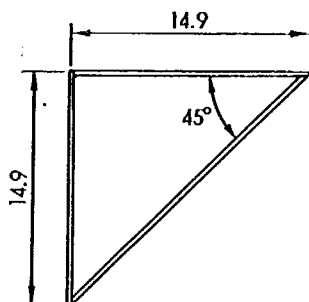


図-3-6 幸魂大橋模型図(その6)

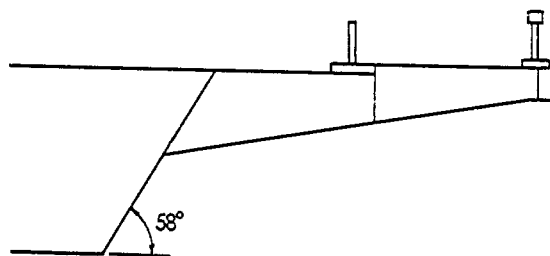


图-3-7 模型番号 1

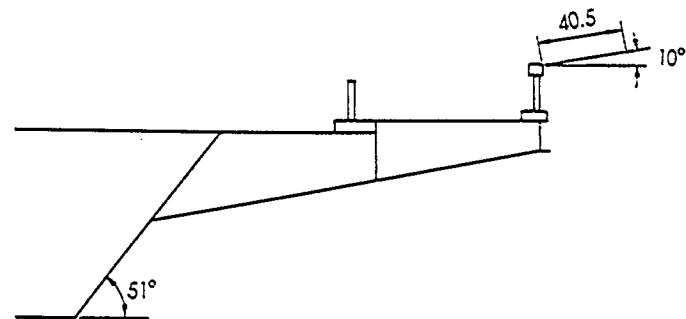


图-3-9 模型番号 3

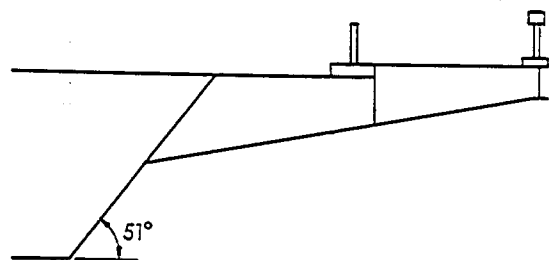


图-3-8 模型番号 2

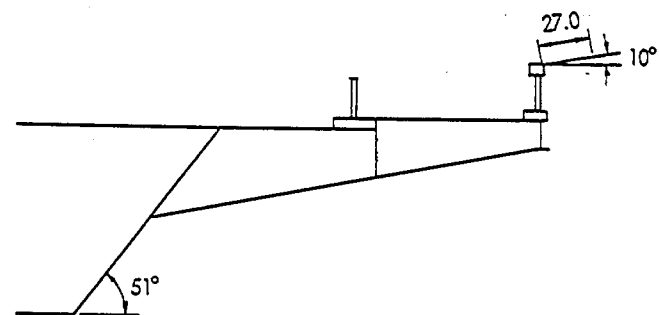


图-3-10 模型番号 4

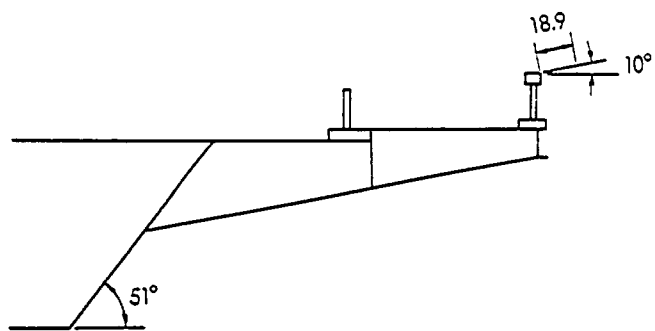


图-3-11 模型番号 5

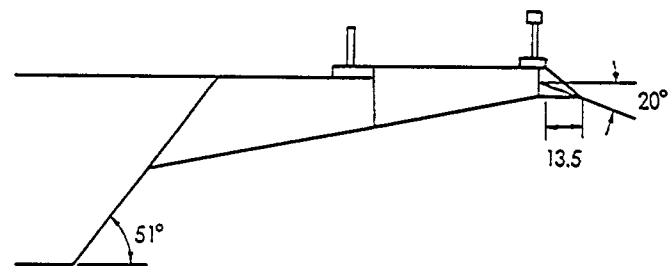


图-3-13 模型番号 7

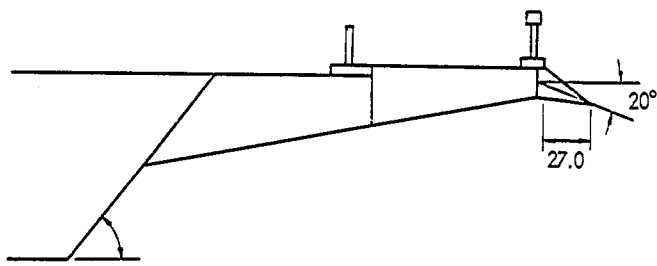


图-3-12 模型番号 6

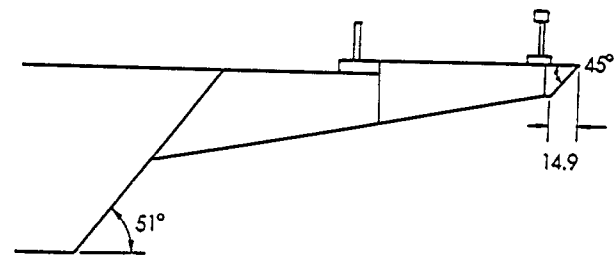


图-3-14 模型番号 8

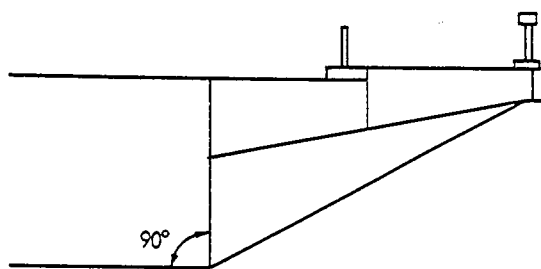


图-3-15 模型番号 9

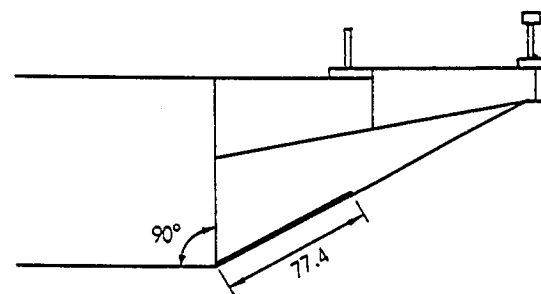


图-3-16 模型番号 10

表-1 幸魂大橋主桁の構造規格および設計諸元

橋 種	2 径間連続鋼斜張橋
橋の等級	1 等橋
構造規格	専用部 第 1 種第 3 級 (自動車専用道路) 一般部 第 4 種第 1 級
車 線 数	専用部 2 車線 一般部 2 車線
設計荷重	専用部 TT-43, TL-20 一般部 TL-20
橋 長	381.500 <i>m</i>
支 間 割	2 @ 190.000 <i>m</i>
縦断勾配	0.3 %

表-2 幸魂大橋実験ケース

模型番号	特 徴	気流	気流方向	迎 角
1	ウェブ角58°	一様流	上流側歩道	0°, ±1°, ±3°, ±5°, ±7°
			下流側歩道	0°, ±1°, ±3°, ±5°, ±7°
2	ウェブ角51°		上流側歩道	5°
			下流側歩道	0°, 3°, ±5°, 7°
		乱流	上流側歩道	0°, 5°
3	ウェブ角51° フラップ 1.5 m付	一様流	上流側歩道	0°, 5°
4	ウェブ角51° フラップ 1.0 m付		上流側歩道	0°, ±1°, ±3°, ±5°, ±7°
			下流側歩道	0°, ±1°, ±3°, ±5°, ±7°
			上流側歩道	0°, 5°
5	ウェブ角51° フラップ 0.7 m付	一様流	上流側歩道	0°, 5°
6	ウェブ角51° フェアリング 1.0 m付		上流側歩道	0°, 5°
7	ウェブ角51° フェアリング 0.5 m付		上流側歩道	0°, 5°
8	ウェブ角51° フェアリング45°付		上流側歩道	0°, 5°
9	矩形 ステイ付		上流側歩道	0°, ±5°
10	矩形 ステイ, スカート付		上流側歩道	0°, 5°

2. バネ支持模型実験

2.1 実験方法および実験条件

実験は、建設省土木研究所耐風工学実験施設内のフラッター風洞を用いて実施した。風洞の主要諸元を表-3に示す。モデルは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、迎角を変化させて設定し、各ケース毎にモデルの挙動を観測した。使用した気流は乱れのほとんどない一様気流および測定胴最上流端（模型の上流3.12m）に設置した格子により発生させた乱流である。

また、風速の測定は一様気流を使用した場合にはピトー管とマノメータにより、乱流を使用した場合には熱線風速計を用いて行った。模型の挙動は2台の光学式変位計により測定し、2つの変位を加算あるいは減算することによりそれぞれ鉛直たわみあるいはねじれ成分を求め、データレコーダおよびペンレコーダに記録した。

相似条件としては幾何学的形状を相似させることの他に、次の6つの無次元量を実橋と模型で一致させた。

$$M/\rho B^2, V/N_\eta B, \delta_0 \eta, I/\rho B^4, V/N_\theta B, \delta_0 \theta$$

ここに, M ; 単位長さあたりの質量 N ; 固有振動数

I; 単位長さあたりの極慣性モーメント δ_0 ; 無風時の対数減衰率

ρ : 空氣密度

 η : 鉛直たわみ振動

B; 構造物の代表長さ V; 風速 θ ; ねじれ振動

θ ; ねじれ振動

これらの相似条件より導かれた実験条件を表-4に示す。これら実験条件を満足させるための調整が必要であるが、調整手法については図-4-1～図-4-2に示した。

減衰率に関する相似条件を満足させるためには電磁グンパーを用い、その抵抗値を変化させ、所要の減衰率に設定した。

2.2 実験結果

バネ支持模型実験より得られた各断面の自励振動特性、渦励振特性を表-5および付図-1、付図-2に示す。付図-1は迎角と発振風速の関係を示したもの（以下 $V_{cr}-\alpha$ とよぶ）であり、付図-2は風速と振幅の関係を示したもの（以下 $V-A$ とよぶ）である。

(1) 基本 3 断面の耐風安定性

北首都国道工事事務所より提示された設計案（模型番号 1, 2, 9）は表-5, 付図-1-1~4, 12より明らかなように、自励振動に関しては限界風速は充分高く安全であるといえる。しかしながら、渦励振に関しては、模型番号 1（以下 $\#1$ と略す。他の模型番号も同様。）の上流側に歩道がある場合（以下上流歩道と略す。）風速が 10m/s 付近でたわみモードの渦励振が発生し、続いて 30m/s 付近で迎角が 3° 以下ではねじれモードの渦励振が 3° 以上になるとたわみモードの渦励振に移行している。

また、 $40\sim 50\text{ m/s}$ 付近でねじれモードの渦励振が発現する可能性がある。下流歩道の場合、ウェブ角度を α_1 の 58° から 51° (α_2)、 90° (α_9)に変化させてもほぼ同様に発現する可能性がある。

(2) 制振装置の効果

渦励振を抑制することを目的として、他より良好な耐風安定性を示す α_2 に制振装置を施してその効果を調べた。今回の実験で渦励振振幅の大きかった上流歩道にした場合の 0° 、 5° の2迎角についてその効果を α_1 の結果と比較すると以下ようになる。

(a) フェアリングの効果

$\alpha_6\sim 8$ の実験結果より、フェアリングを設置しても α_1 とほぼ同風速域で渦励振が発現し、たわみモードの渦励振振幅はほとんどかわらない。また、 50 m/s 付近で発現したねじれモードの渦励振振幅はかなり抑えられるが、 30 m/s 付近のそれは逆に大きくなる。

(b) フラップの効果

$\alpha_3\sim 5$ の実験効果より、ねじれモードの渦励振に相当の効果があることがわかる。また、たわみモードの渦励振にも効果があり、その長さを増すごとにその効果も大きくなる。フラップ長が、 1.0 m と 1.5 m の場合については、その抑制効果にそれほど差がなく、また、実橋での架設を考慮してフラップ 1.0 m 付断面について上流歩道、下流歩道の2風向についてそれぞれ 0° 、 $\pm 1^\circ$ 、 $\pm 3^\circ$ 、 $\pm 5^\circ$ 、 $\pm 7^\circ$ の9迎角について確認実験を行った。上流歩道の場合、ねじれモードの渦励振に対しては非常に有効であり、迎角 -3° で若干発振の恐れがあるものの、ほぼ完全に抑制することができる。たわみモードの渦励振に対しては、迎角が負および 0° 付近の領域ではほぼ抑制できたが、迎角 5° で α_1 の約半分、迎角 7° ではほぼ同じ振幅になる。下流歩道の場合、たわみモードの渦励振に対しては上流歩道の場合とほぼ同様に抑制される。しかしながら、ねじれモードの渦励振に対しては、迎角が 1° 、 3° 、 5° の場合あまり抑制されていない。

(c) スカートの効果

α_{10} の実験結果より、スカートを設置しても α_9 とほとんどかわらない。

(3) 乱流中での応答特性

測定洞最上流端(模型の上流 3.12 m)に図-5に示す格子を設置し、乱流($I_u=15\sim 17\%$ 、 $I_w=12\sim 13\%$ 、 $L=30\sim 40\text{ cm}$)を発生させ、乱流中における α_2 、 α_4 の応答を測定した。実験結果を付図-2-34~37に示す。乱流効果により渦励振が抑制され、かつ発振振動もパフティングに変化しているものと思われる。また、振幅についても一様流中に発生した渦励振振幅に比べ大幅に減少している。

3. ま と め

本年度実施した幸魂大橋の耐風性調査により得られた結果をまとめると

- (1) 北首都国道事務所から提示された幸魂大橋の箱桁橋斜張橋案について、パネ支持実験を実施した結

果、自励振動については充分安全ではあるが、迎角 $+7^{\circ}\sim-7^{\circ}$ の範囲の風に対して渦励振の発現する可能性があることが判明した。

- (2) 渦励振の発生を抑制するために、数種の耐風安定化対策を施した断面について実験を行った結果、外側腹板の傾きが水平面となす角 51° で、 1.0 m のフラップを取り付けた断面（模型番号4）が最も良く渦励振を抑制するものと判断された。
- (3) 参考として乱流中における原案および改良案（模型番号4）の応答を測定した。乱流効果により渦励振が抑えられ、発振振動もパフティングに変化し、振幅についても一様流中での実験で発生した渦励振振幅に比べ大幅に減少した。

以上今回実施した実験結果を踏まえ、加えて架橋地点の地形等を考慮すると、提案された箱桁断面のうち、外側腹板の角度 51° を有する断面を採用することを推薦する。また、必要に応じてフラップを取り付けられるよう高欄に配慮しておくことが望ましい。

4. あ と が き

本年度調査を実施するにあたりお世話を頂いた北首都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。

5. 参 考 文 献

1. 建設省土木研究所構造研究室；横浜港横断橋の耐風性調査報告書（1982），土木研究所資料第1892号，昭和58年1月
2. 建設省土木研究所構造研究室；鶴見航路橋の耐風性調査報告書（1982），土木研究所資料第1969号，昭和58年3月

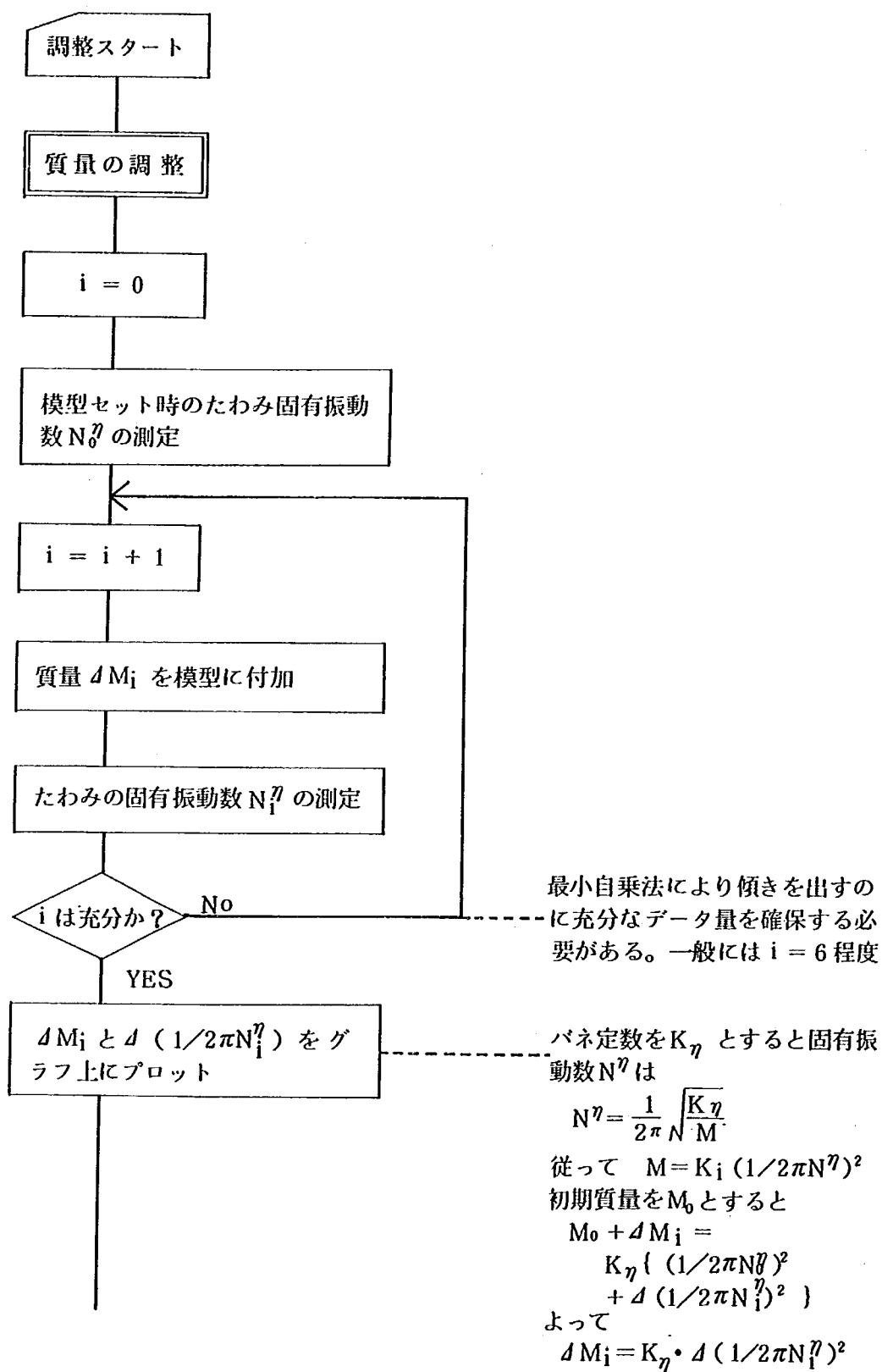


図-4-1 実験条件の調整方法 (その1)

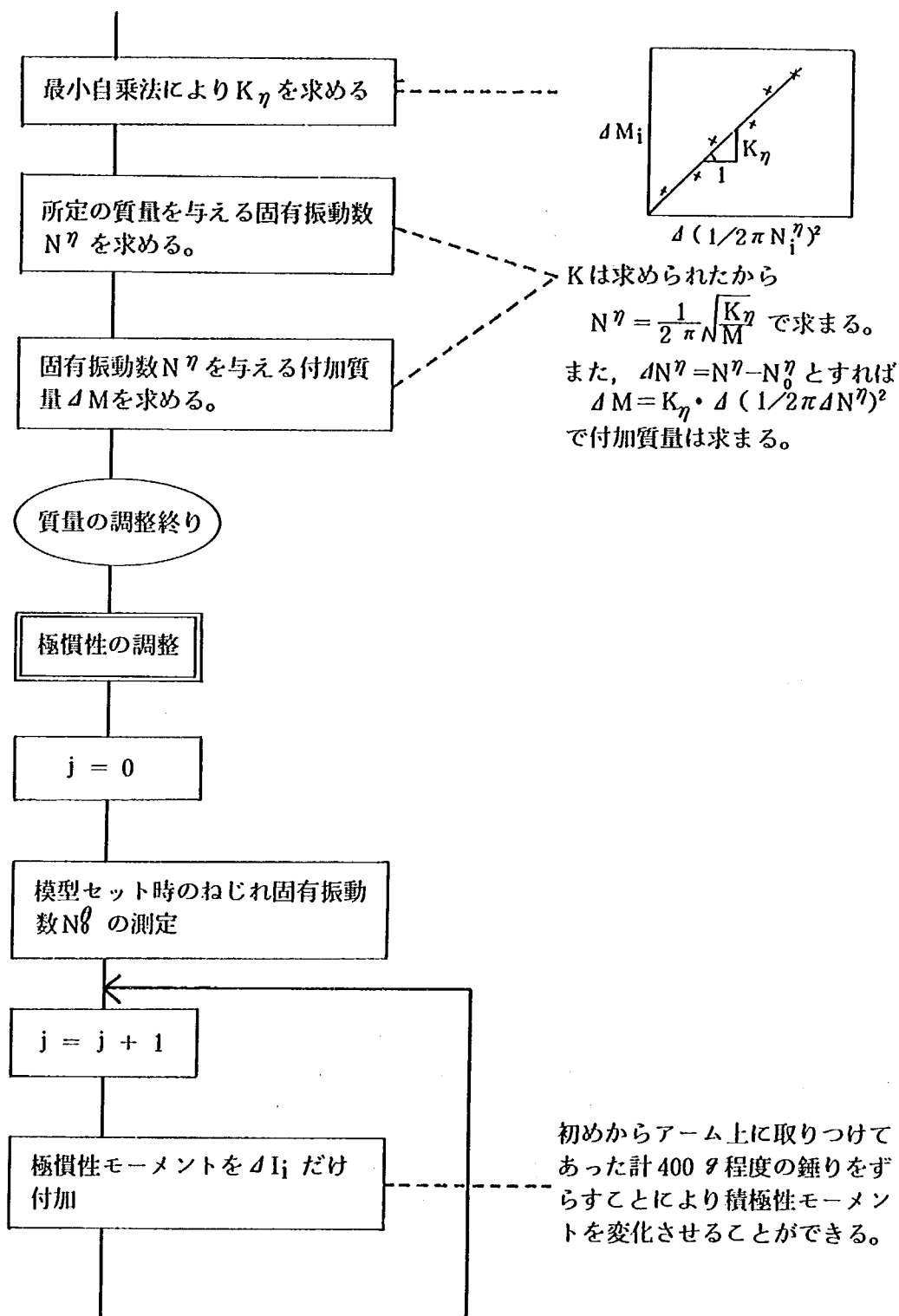


図-4-1 実験条件の調整方法（その2）

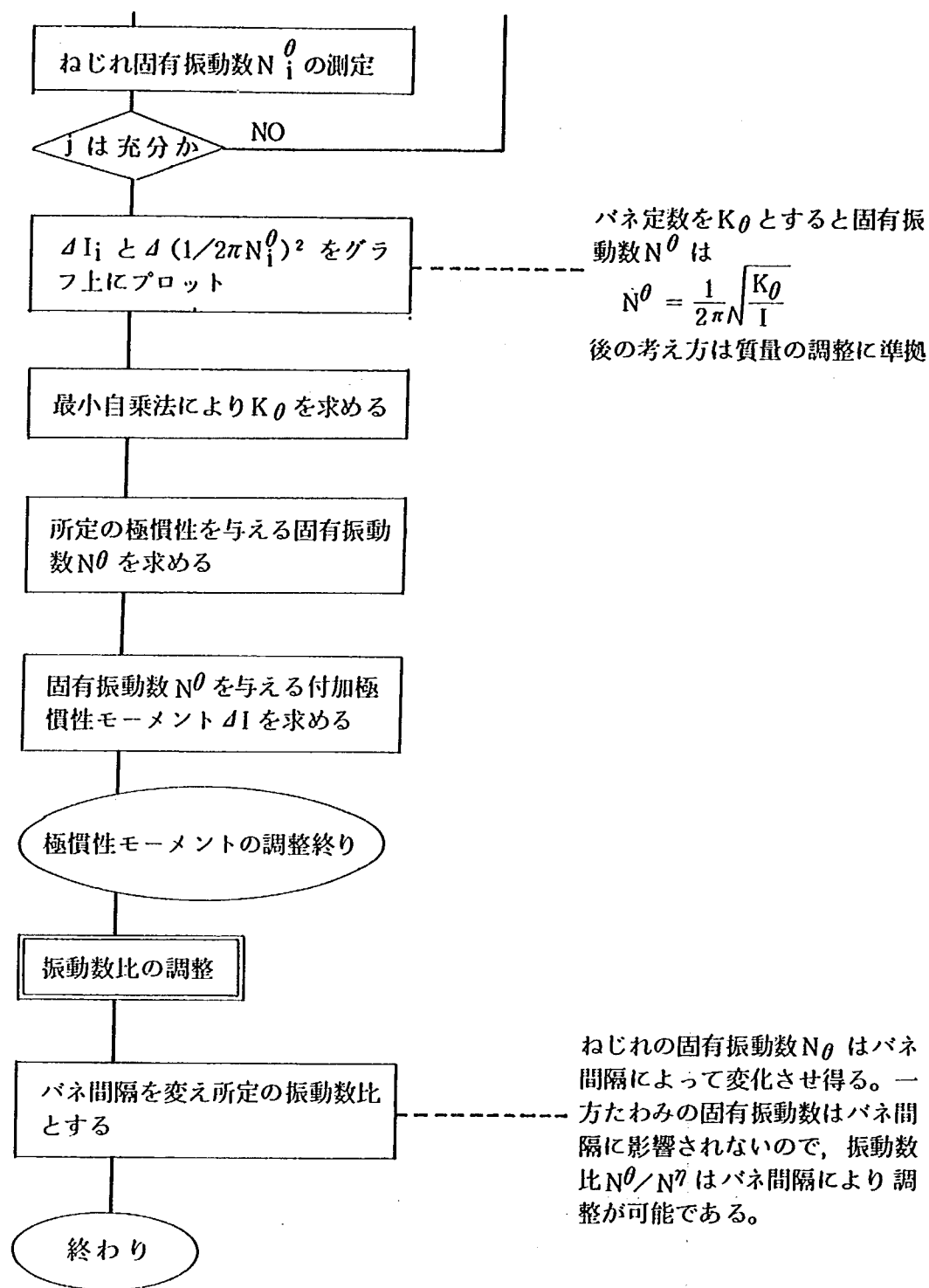


図-4-3 実験条件の調整方法 (その3)

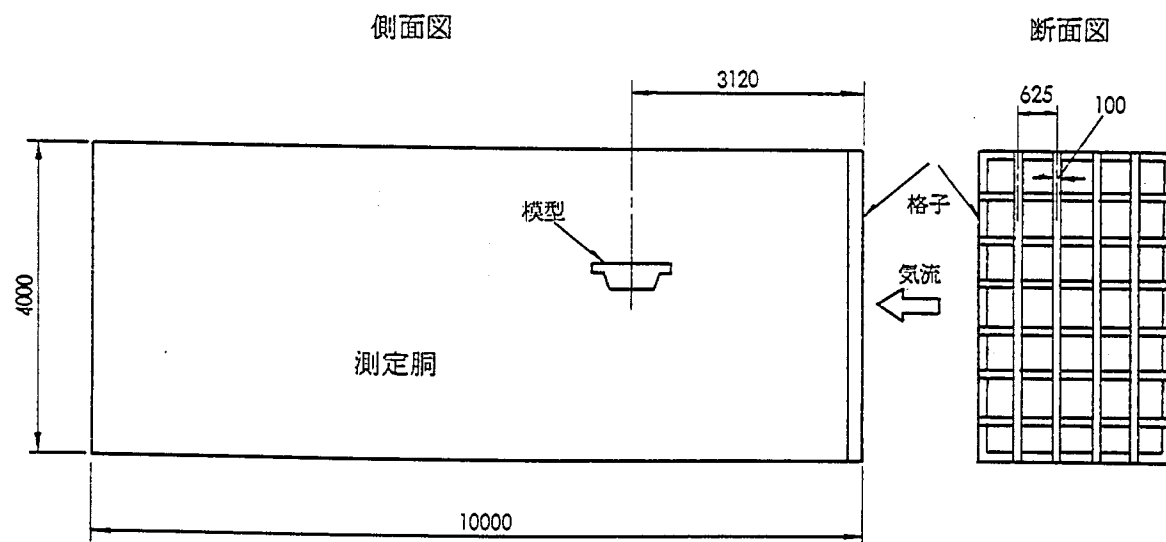


図 5 格子配置図

表-3 フラッター風洞主要諸元

主 要 寸 法	風 洞 形 式		単回路還流式
	測 定 洞	幅 (mm)	2,500
		高 (mm)	4,000
		長 (mm)	10,000
	縮 流 洞	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 (mm Aq)		40.0
	風 量 (m³/s)		242.0
	回 転 数 (r p m)		400.0
	容 量 (k W)		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 フラック模型支持装置 乱流発生装置 データ処理装置

表-4-1 実験条件

		CASE 1			CASE 2				
		実 橋	所 要 値	実 験 値	実 橋	所 要 値	実 験 値		
				ウェブ角 58°			ウェブ角 51°	ウェブ角 51° フラップ 1.5 m 付	ウェブ角 51° フラップ 1.0 m 付
縮 尺		——	1/37	1/37	——	1/37	1/37	1/37	1/37
重 量		17.14 t/m/br	28.04 Kgf/model	28.17 Kgf/model	17.11 t/m/br	28.00 Kgf/model	28.12 Kgf/model	28.12 Kgf/model	28.12 Kgf/model
極慣性モーメント		75.11 t・m・s ² /m/br	8.977 Kgf・cm・s ² /model	9.020 Kgf・cm・s ² /model	74.54 t・m・s ² /m/br	8.909 Kgf・cm・s ² /model	8.950 Kgf・cm・s ² /model	8.950 Kgf・cm・s ² /model	8.950 Kgf・cm・s ² /model
支 持 方 法		——	鉛直たわみねじれ 2 自由度		——	鉛直たわみねじれ 2 自由度			
振 動 数	鉛直たわみ	0.419 Hz	——	1.81 Hz	0.410 Hz	——	1.80 Hz	1.79 Hz	1.79 Hz
	ね じ れ	1.427 Hz	——	6.17 Hz	1.393 Hz	——	6.15 Hz	6.07 Hz	6.09 Hz
振 動 数 比		3.410	3.410	3.41	3.398	3.398	3.43	3.39	3.40
無減風衰 時率	鉛直たわみ	——	0.020 (振幅 B/200)	0.020 (振幅 B/200)	——	0.020 (振幅 B/200)	0.020 (振幅 B/200)	0.020 (振幅 B/200)	0.020 (振幅 B/200)
	ね じ れ	——	0.020 (振幅 0.5°)	0.020 (振幅 0.5°)	——	0.020 (振幅 0.5°)	0.020 (振幅 0.5°)	0.020 (振幅 0.5°)	0.020 (振幅 0.5°)
風倍 速率	鉛直たわみ	——	——	8.57	——	——	8.45	8.47	8.47
	ね じ れ	——	——	8.56	——	——	8.38	8.50	8.46

表-4-2 実験条件

		CASE 2				CASE 3			
		実 験 値				実 橋 所 要 値	実 験 値		
		ウェブ角51° フラップ 0.7 m付	ウェブ角51° フェアリング 1.0 m付	ウェブ角51° フェアリング 0.5 m付	ウェブ角51° フェアリング 45°付		矩 形 ス テ イ 付	矩 形 ス テ イ ・ ス カ ー ト 付	
縮 尺		1/37	1/37	1/37	1/37	—	1/37	1/37	1/37
重 量		28.12 Kgf/model	28.12 Kgf/model	28.12 Kgf/model	28.12 Kgf/model	17.90 t/m/br	29.29 Kgf/model	29.42 Kgf/model	29.42 Kgf/model
極慣性モーメント		8.950 Kgf・cm・s ² /model	8.950 Kgf・cm・s ² /model	8.950 Kgf・cm・s ² /model	8.950 Kgf・cm・s ² /model	83.19 t・m・s ² /m/br	9.940 Kgf・cm・s ² /model	9.990 Kgf・cm・s ² /model	9.990 Kgf・cm・s ² /model
支 持 方 法		鉛直たわみねじれ2自由度				—	鉛直たわみねじれ2自由度		
振 動 数	鉛直たわみ	1.79Hz	1.78Hz	1.79Hz	1.79Hz	0.427Hz	—	1.77Hz	1.77Hz
	ね じ れ	6.11Hz	6.02Hz	6.07Hz	6.06Hz	1.369Hz	—	5.66Hz	5.66Hz
振 動 数 比		3.41	3.38	3.39	3.39	3.206	3.206	3.20	3.20
無減 風衰 時率	鉛直たわみ	0.020 (振幅B/200)	0.020 (振幅B/200)	0.020 (振幅B/200)	0.020 (振幅B/200)	—	0.020 (振幅B/200)	0.020 (振幅B/200)	0.020 (振幅B/200)
	ね じ れ	0.020 (振幅 0.5°)	0.020 (振幅 0.5°)	0.020 (振幅 0.5°)	0.020 (振幅 0.5°)	—	0.020 (振幅 0.5°)	0.020 (振幅 0.5°)	0.020 (振幅 0.5°)
風倍	鉛直たわみ	8.47	8.50	8.48	8.48	—	—	8.93	8.93
速率	ね じ れ	8.43	8.56	8.50	8.50	—	—	8.96	8.96

表-5-1 幸魂大橋の自励振動特性および渦励振特性

実験 番号	気 流 方 向	模型 番号	迎角 (度)	無風時の対数減衰率		自動振動特性 (実橋換算限界風速)		渦励振特性 (実橋換算発振風速 (振幅**))	
				鉛直たわみ	ね じ れ	鉛直たわみモード	ねじれモード*	鉛直たわみモード	ね じ れ モード
1	上 流 側 歩 道	1	7	0.020	0.020	100m/s 以上	72.9m/s	(m/s) 16.6~34.2 (0.020)	(m/s) 43.3~58.1 (0.83)
2			5				87.3m/s	13.3~16.3 (0.003) 18.5~32.8 (0.016)	42.5~66.7 (1.38)
3			3				100m/s 以上	11.8~13.3 (0.003) 19.8~30.8 (0.011)	27.7~31.6 (0.42) 40.4~68.1 (1.13)
4			1					11.7 (0.001)	25.0~30.8 (0.46) 40.8~59.8 (0.92)
5			0					11.8 (0.001)	27.1~32.0 (0.38) 42.6~55.0 (0.54)
6			-1					—	27.3~30.1 (0.25) 43.4~51.1 (0.17)
7			-3					13.8~17.4 (0.007)	38.1~42.5 (0.75)
8			-5					13.4~18.2 (0.004)	34.4~40.7 (0.54)
9			-7					—	—
10	下 流 側 歩 道		7				78.8m/s	16.2~28.2 (0.016)	40.3~61.4 (1.00)
11			5				87.5m/s	10.4~13.5 (0.002) 18.2~28.8 (0.012)	28.8~30.1 (0.25) 39.2~62.2 (1.00)
12			3				100m/s 以上	9.2~12.7 (0.002) 17.2~23.8 (0.004)	26.7~32.4 (0.54) 39.7~55.3 (0.71)
13			1					9.8 (0.001) 15.2~16.0 (0.002)	24.2~28.6 (0.29) 34.4~43.2 (0.50)
14			0					8.6 (0.002) 14.5~16.9 (0.003)	24.1~26.7 (0.17) 33.3~40.9 (0.67)
15			-1					13.5~17.5 (0.003)	25.4 (0.13) 32.2~39.4 (0.75)
16			-3					—	31.8~37.7 (0.58)
17			-5					—	—
18			-7					—	31.6 (0.13)
19	上流側 歩 道	2	5				87.8m/s	11.2~12.8 (0.003) 17.0~30.7 (0.017)	42.3~64.7 (1.13)
20	下 流 側 歩 道		7				86.8m/s	18.4~29.4 (0.015)	40.1~68.7 (1.08)
21			5				100m/s 以上	9.2~12.6 (0.002) 17.5~30.9 (0.011)	28.9~34.2 (0.17) 39.8~64.3 (1.00)
22			3					18.0~24.4 (0.004)	25.9~31.5 (0.54) 41.5~57.7 (0.75)
23			0					9.3 (0.001) 15.8 (0.001)	24.7~28.4 (0.33) 34.2~42.5 (0.79)
24			-5					—	—
25	上流側 歩 道	3	5				19.8~27.0 (0.008)	45.7 (0.08) 55.9 (0.13)	
26			0				14.6~16.8 (0.002)	40.9 (0.08)	
27	上 流 側 歩 道	4	7				18.7~28.4 (0.021)	—	
28			5				19.1~25.6 (0.010)	—	
29			3				15.7~25.6 (0.001)	—	

* ねじれモードの自動振動発生限界風速は、振幅が1 (deg) 以上になった風速と定義する。

** 渦励振振幅は発生した風速領域における振幅の極大値で定義し、鉛直たわみモードの場合は橋桁幅員で除して、またねじれモードの場合は角度 (deg) でそれぞれ表示する。

—印は発振しなかったことを意味する。

表-5-2 幸魂大橋の自励振動特性および渦励振特性

実験 番号	気 流 方 向	模型 番号	迎角 (度)	無風時の対数減衰率		自動振動特性 (実橋換算限界風速)		渦励振特性 (実橋換算発振風速 (振幅**))	
				鉛直たわみ	ね じ れ	鉛直たわみモード	ね じ れモード*	鉛直たわみモード	ね じ れ モード
30	上 流 側 歩 道	4	1	0.020	0.020	100m/s以上	100m/s以上	(m/s) 14.1~22.8 (0.001)	(m/s) —
31			0					14.2~17.5 (0.001)	—
32			-1					13.3~15.8 (0.003)	—
33			-3					16.4~17.8 (0.001)	36.8~40.8 (0.13)
34			-5					—	—
35			-7					—	—
36	下 流 側 歩 道		7					10.0 (0.001) 16.4~24.6 (0.010)	—
37			5					10.2 (0.001) 17.0~20.4 (0.001)	25.0~28.3 (0.29) 36.6~45.9 (0.71)
38			3					—	23.8~27.1 (0.17) 33.5~42.1 (0.67)
39			1					—	32.7~38.1 (0.42)
40			0					14.8 (0.001)	33.3~36.9 (0.17)
41			-1					—	34.4 (0.08)
42			-3					—	—
43			-5					—	—
44			-7					—	—
45	上 流 側 歩 道		5					17.7~24.5 (0.011)	49.8 (0.08)
46			0					13.6~19.0 (0.001)	43.3 (0.08)
47			5					6.0 (0.001) 11.4~13.4 (0.003) 19.9~26.8 (0.002)	30.3 (0.08) 41.1~53.9 (0.08)
48			0					10.3~10.9 (0.001)	27.0~32.6 (0.50) 47.3~54.9 (0.25)
49			5					10.4~12.9 (0.003) 18.6~28.4 (0.014)	28.4 (0.08) 40.6~52.9 (0.02)
50			0					12.9 (0.001)	27.4~31.2 (0.88) 50.1 (0.08)
51			5					10.9~13.3 (0.002) 16.5~32.6 (0.017)	39.3~66.5 (1.08)
52			0					12.0 (0.001)	26.8~32.5 (0.38) 44.8~58.9 (0.38)
53			5					10.9~14.1 (0.003) 15.8~30.4 (0.014)	40.8~69.4 (1.58)
54			0					11.6~12.1 (0.001) 16.3 (0.001)	26.0~29.8 (0.25) 41.4~54.0 (0.29)
55			-5					—	—
56			5					9.7~12.1 (0.002) 16.3~30.7 (0.014)	40.7~65.7 (1.29)
57			0					10.8~12.5 (0.001)	26.4~33.8 (0.21) 47.0~51.4 (0.17)

* ねじれモードの自励振動発生限界風速は、振幅が1 (deg) 以上になった風速と定義する。

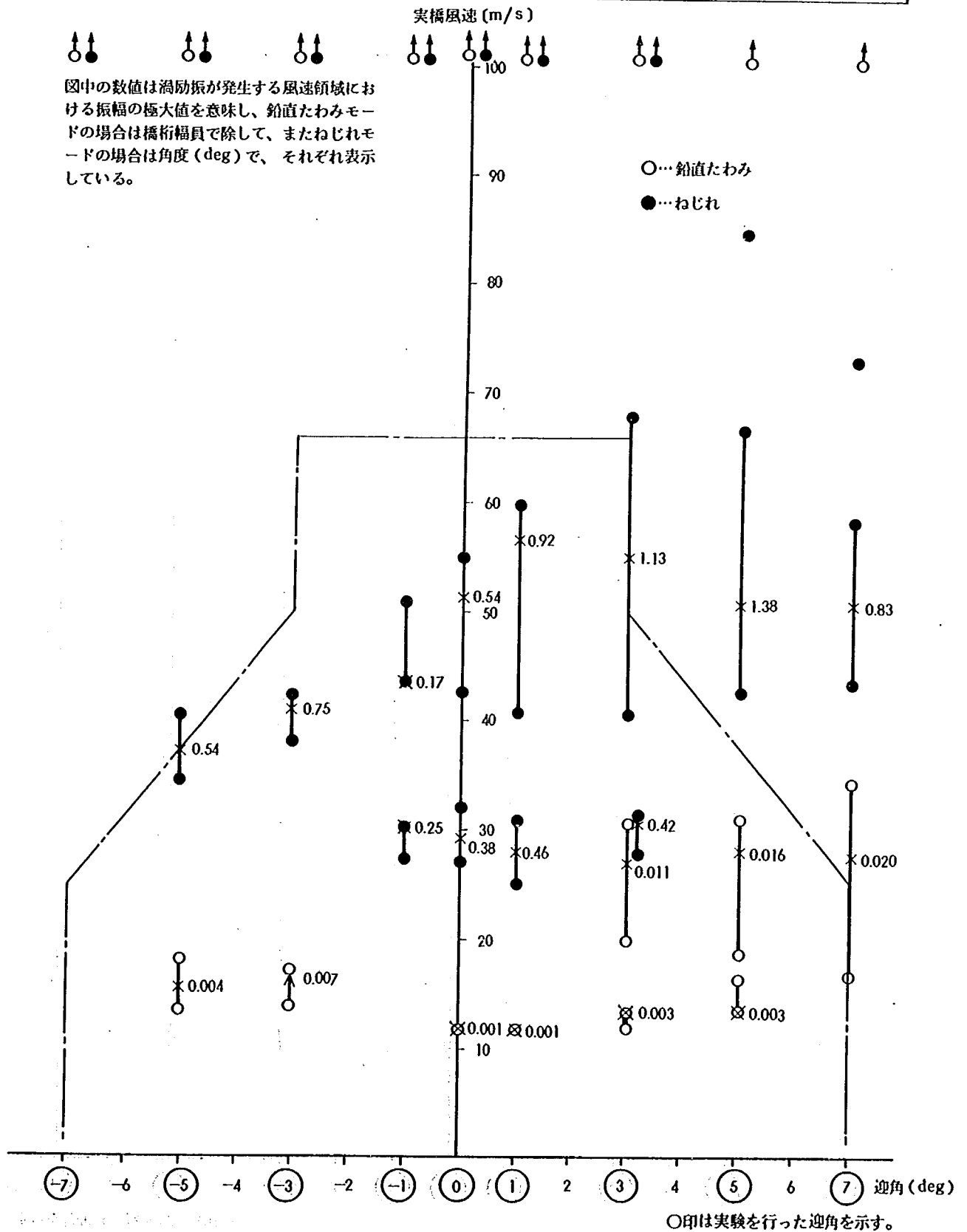
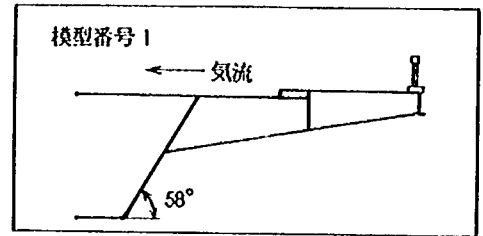
** 渦励振振幅は発生した風速領域における振幅の極大値で定義し、鉛直たわみモードの場合は橋桁幅員で除して、またねじれモードの場合は角度 (deg) でそれぞれ表示する。

-印は発振しなかったことを意味する。

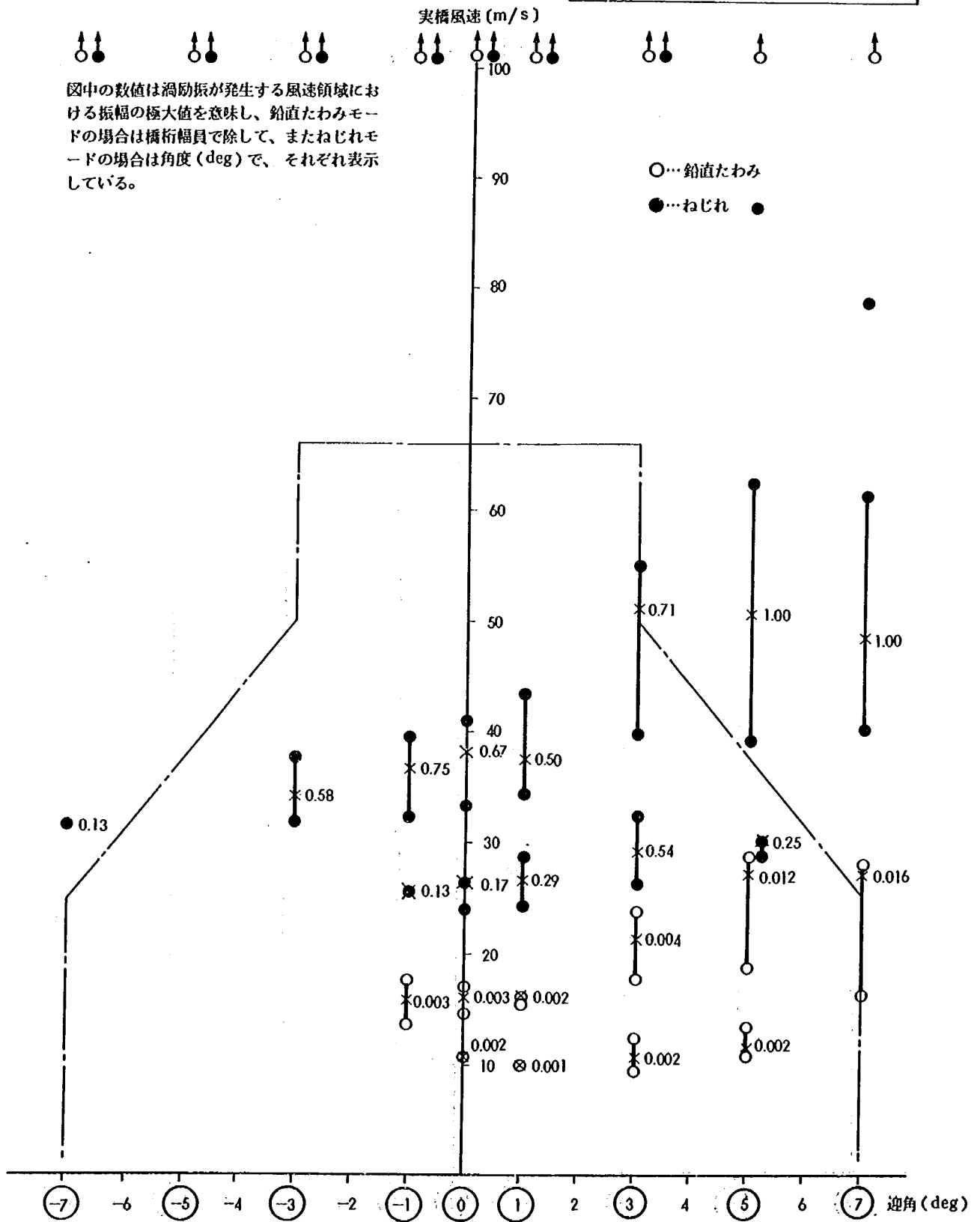
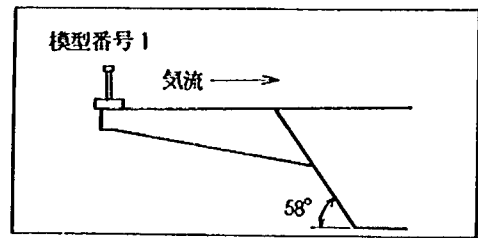
付 録

付図-1	発振風速-迎角曲線	33
付図-2	振幅-風速曲線	46

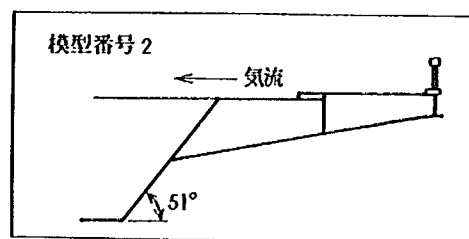
10	 鼎湖西廬 卷別題詞	1--1211
11	 鼎湖西廬 卷別題詞	2--1211



付図-1-1 発振風速-迎角曲線

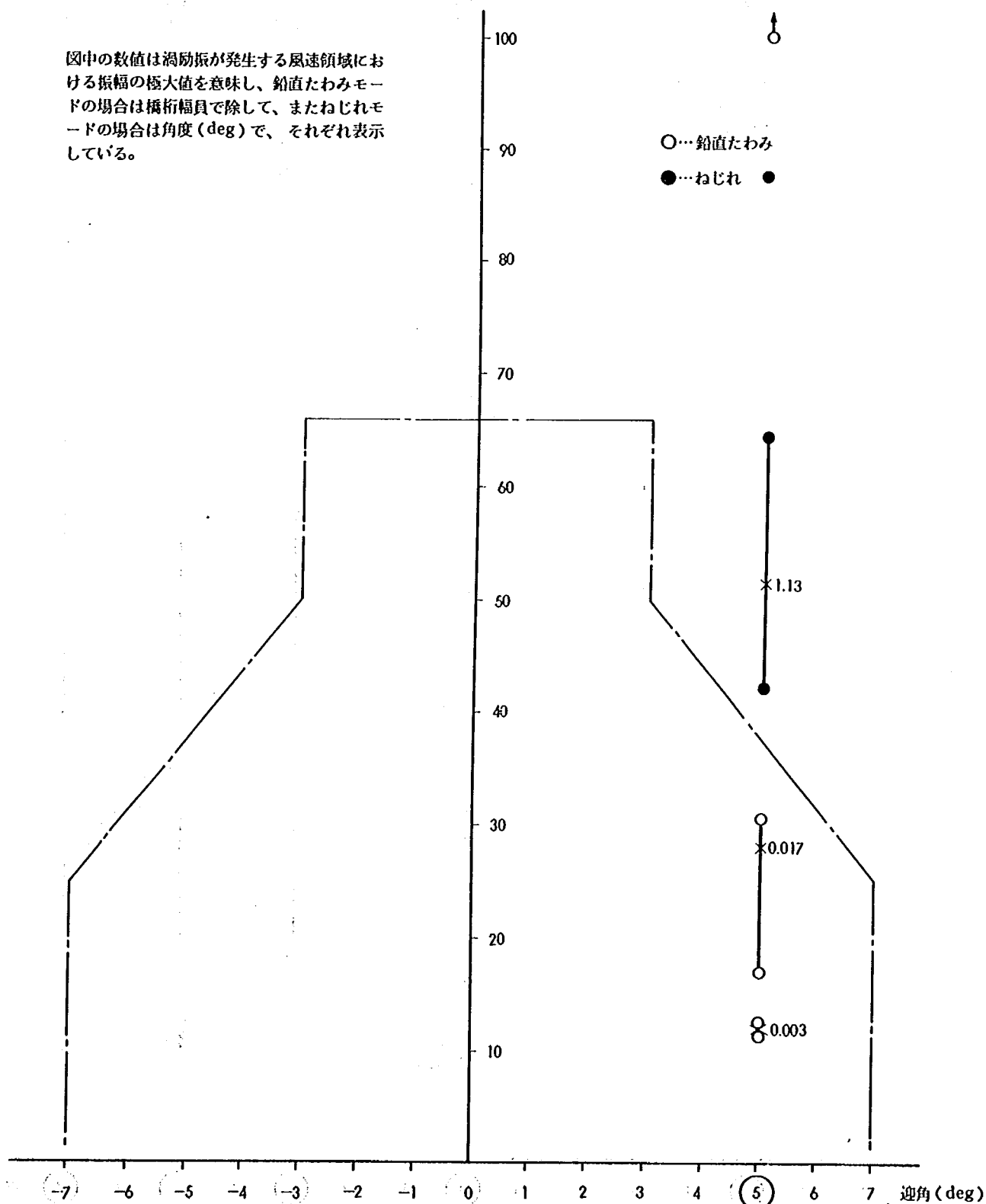


付図-1-2 発振風速-迎角曲線



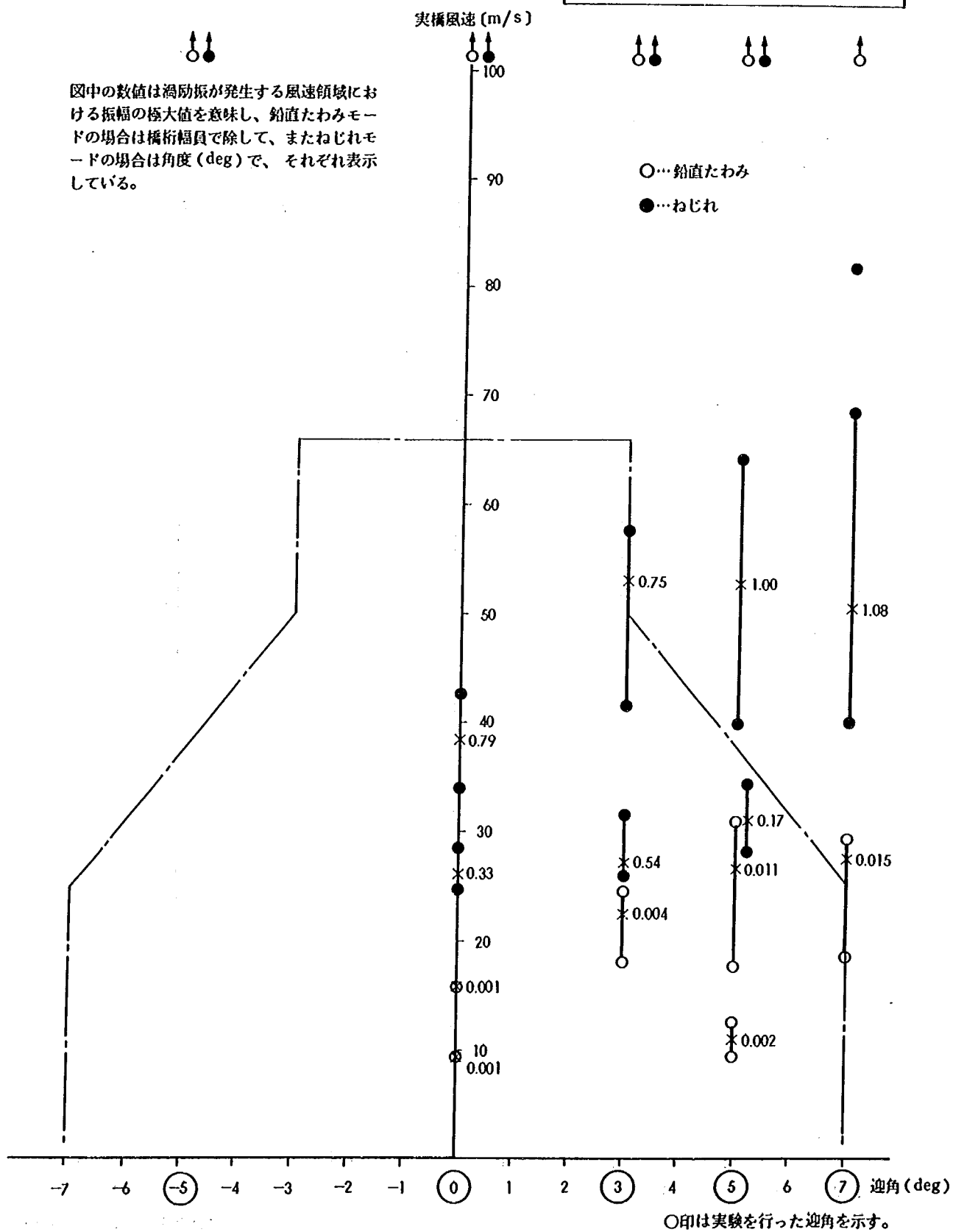
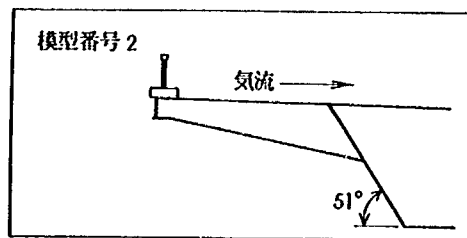
図中の数値は渦励振が発生する風速領域における振幅の極大値を意味し、鉛直たわみモードの場合は橋桁幅員で除して、またねじれモードの場合は角度 (deg) で、それぞれ表示している。

実橋風速 (m/s)

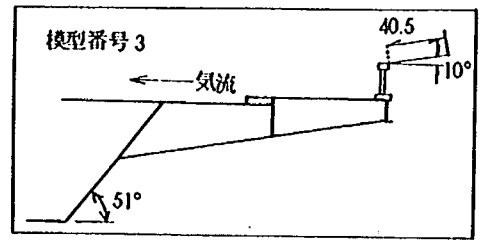


○印は実験を行った迎角を示す。

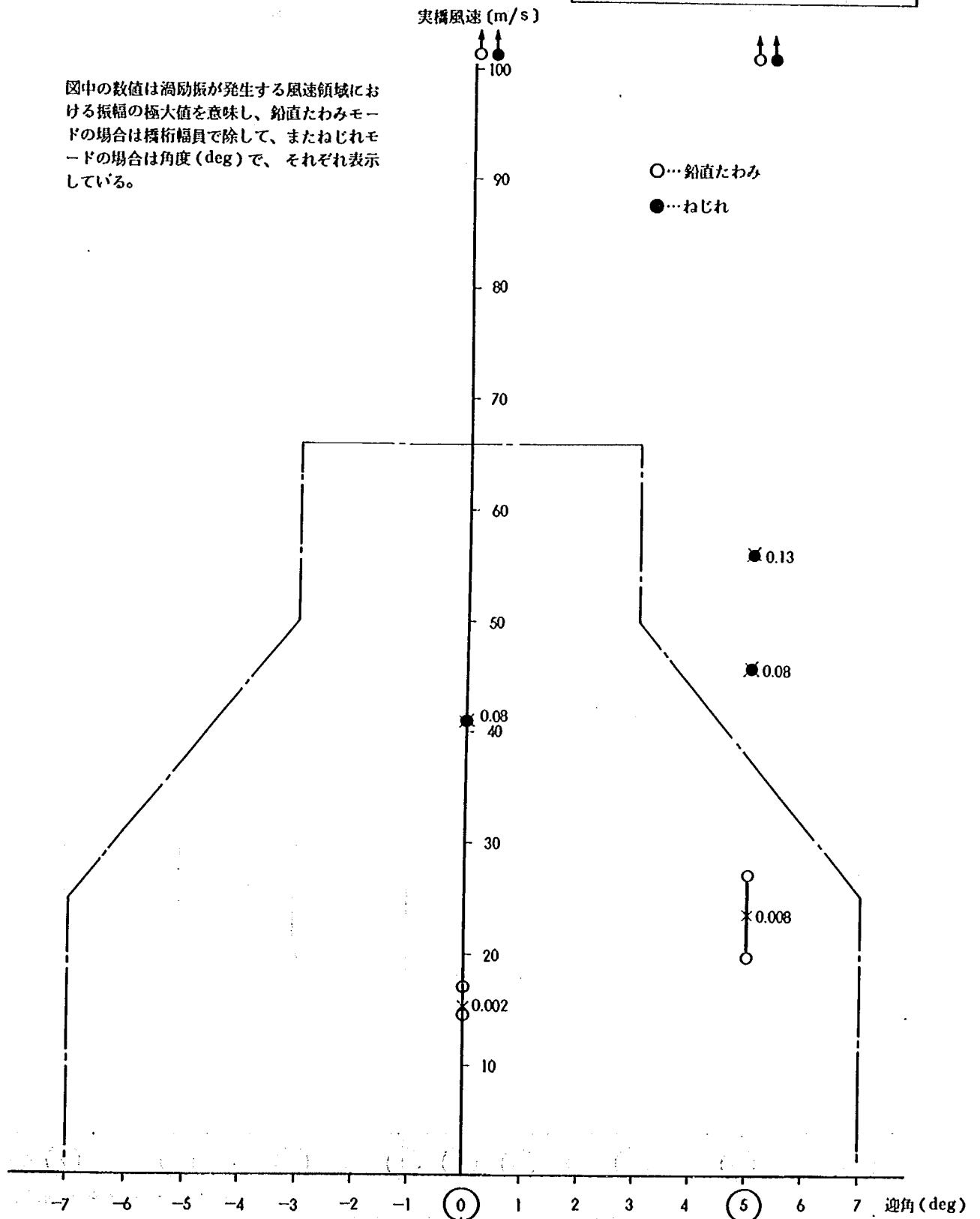
付図 1-3 発振風速-迎角曲線



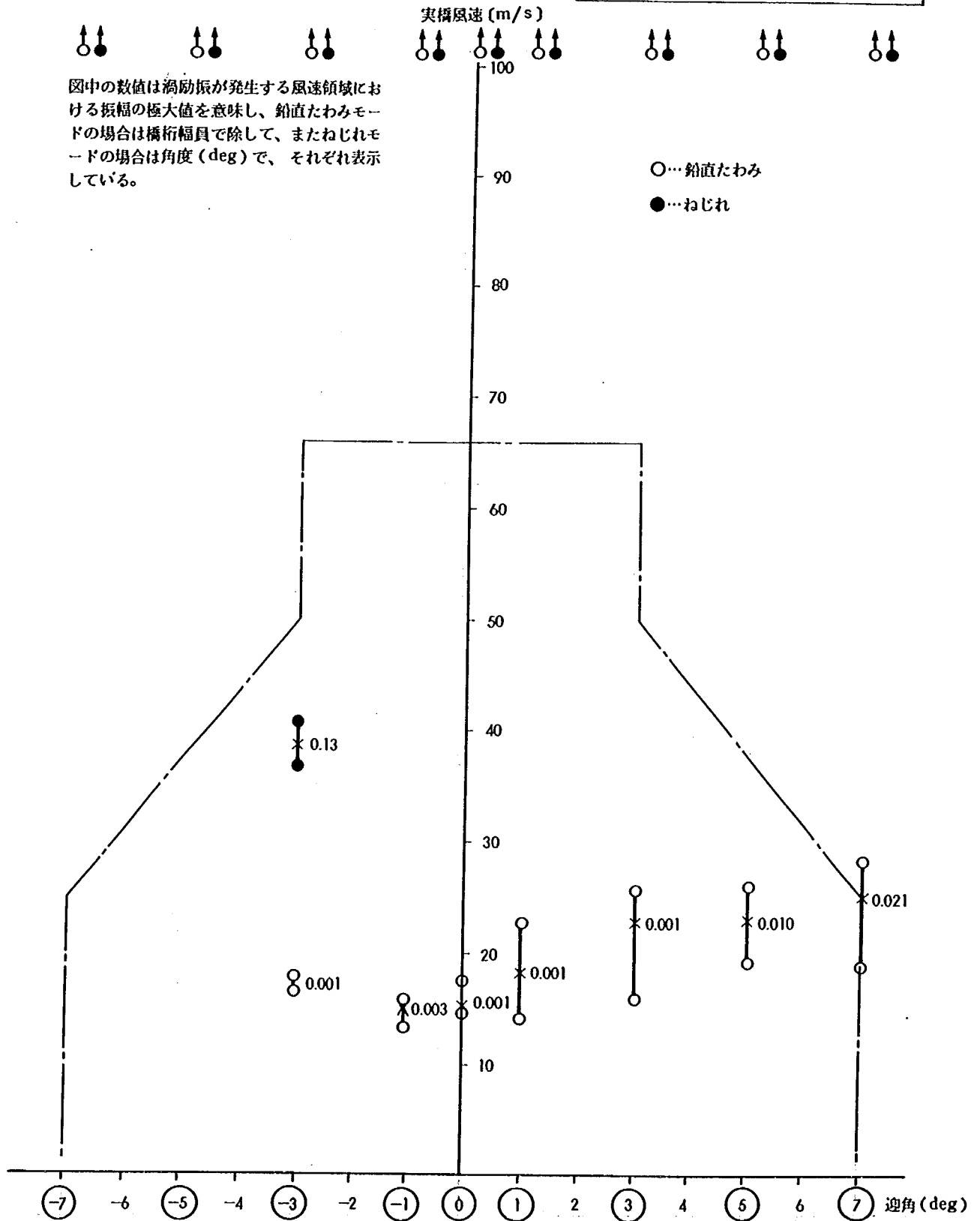
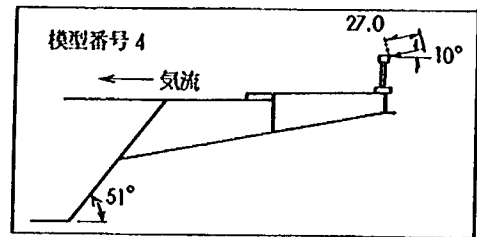
付図-1-4 発振風速-迎角曲線



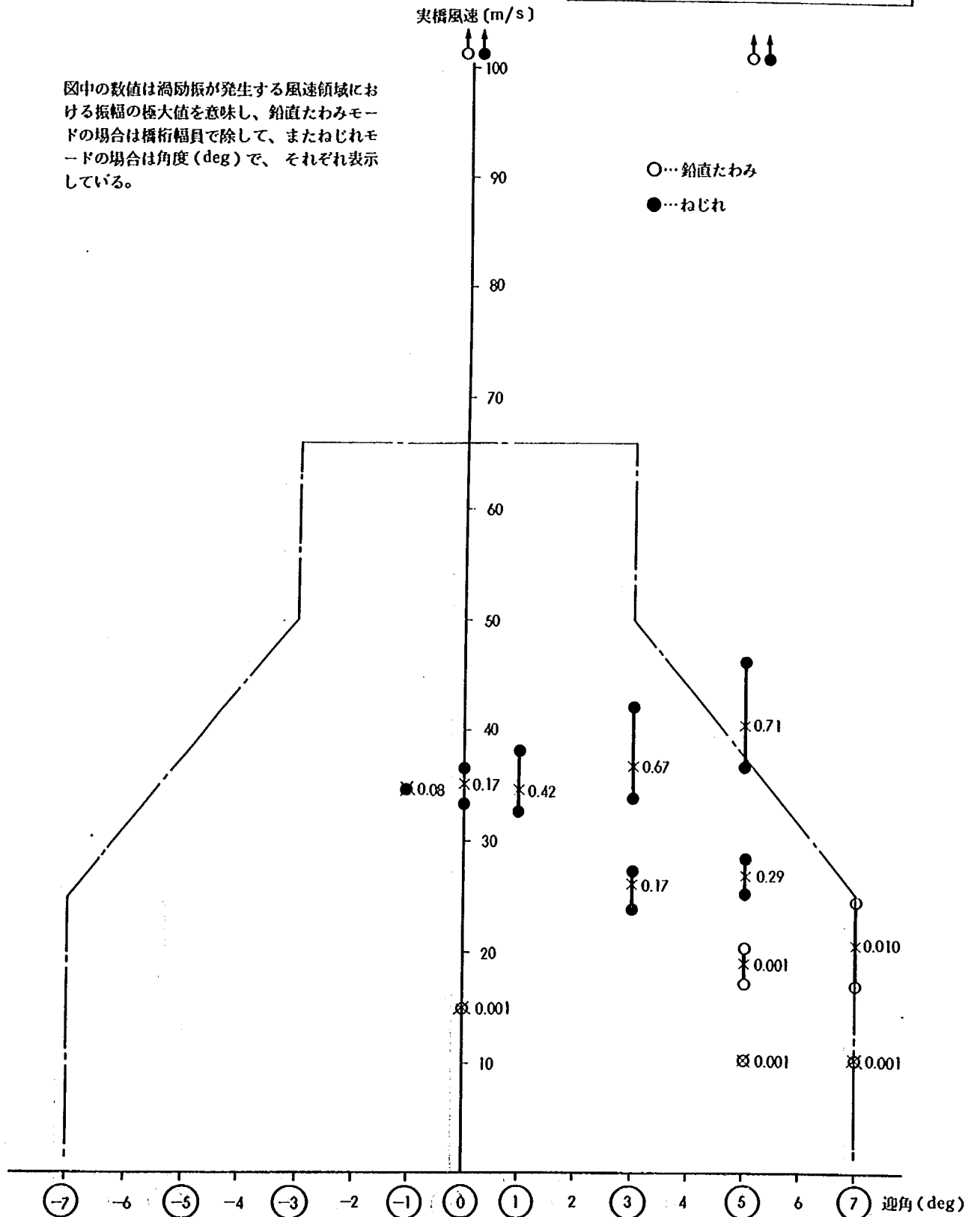
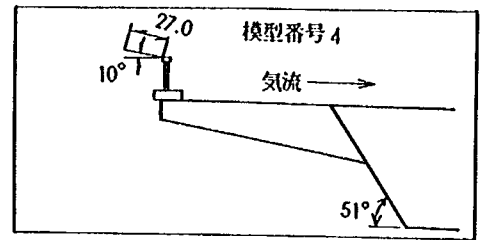
図中の数値は渦励振が発生する風速領域における振幅の極大値を意味し、鉛直たわみモードの場合は橋桁幅員で除して、またねじれモードの場合は角度 (deg) で、それぞれ表示している。



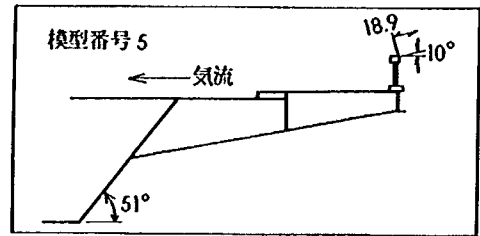
付図-1-5 発振風速-迎角曲線



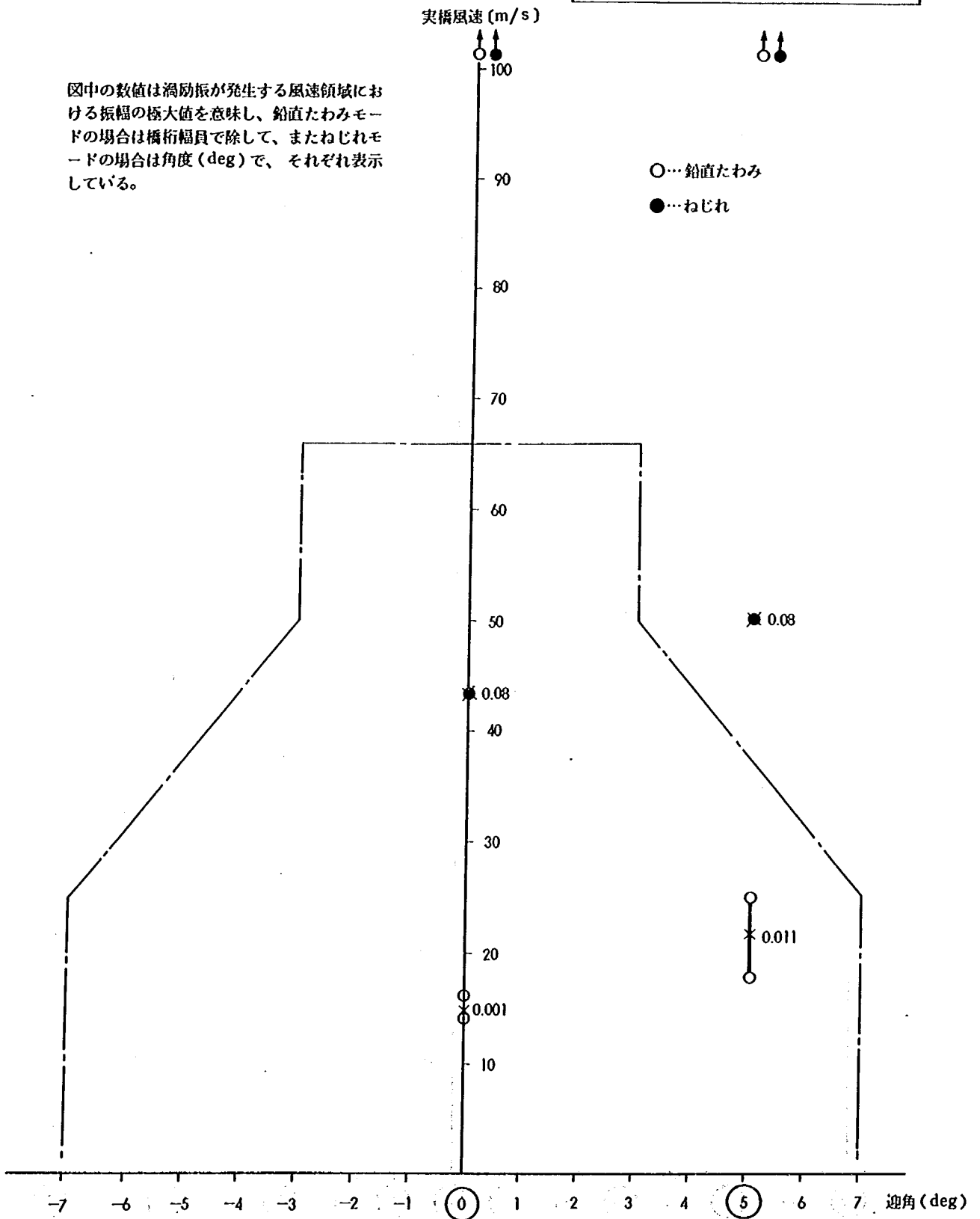
付図-1-6 発振風速-迎角曲線



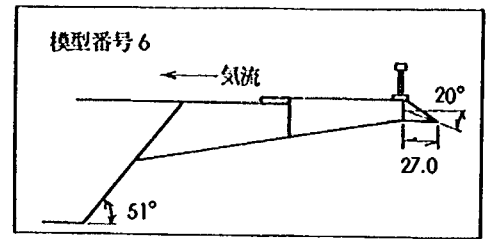
付図-1-7 発振風速-迎角曲線



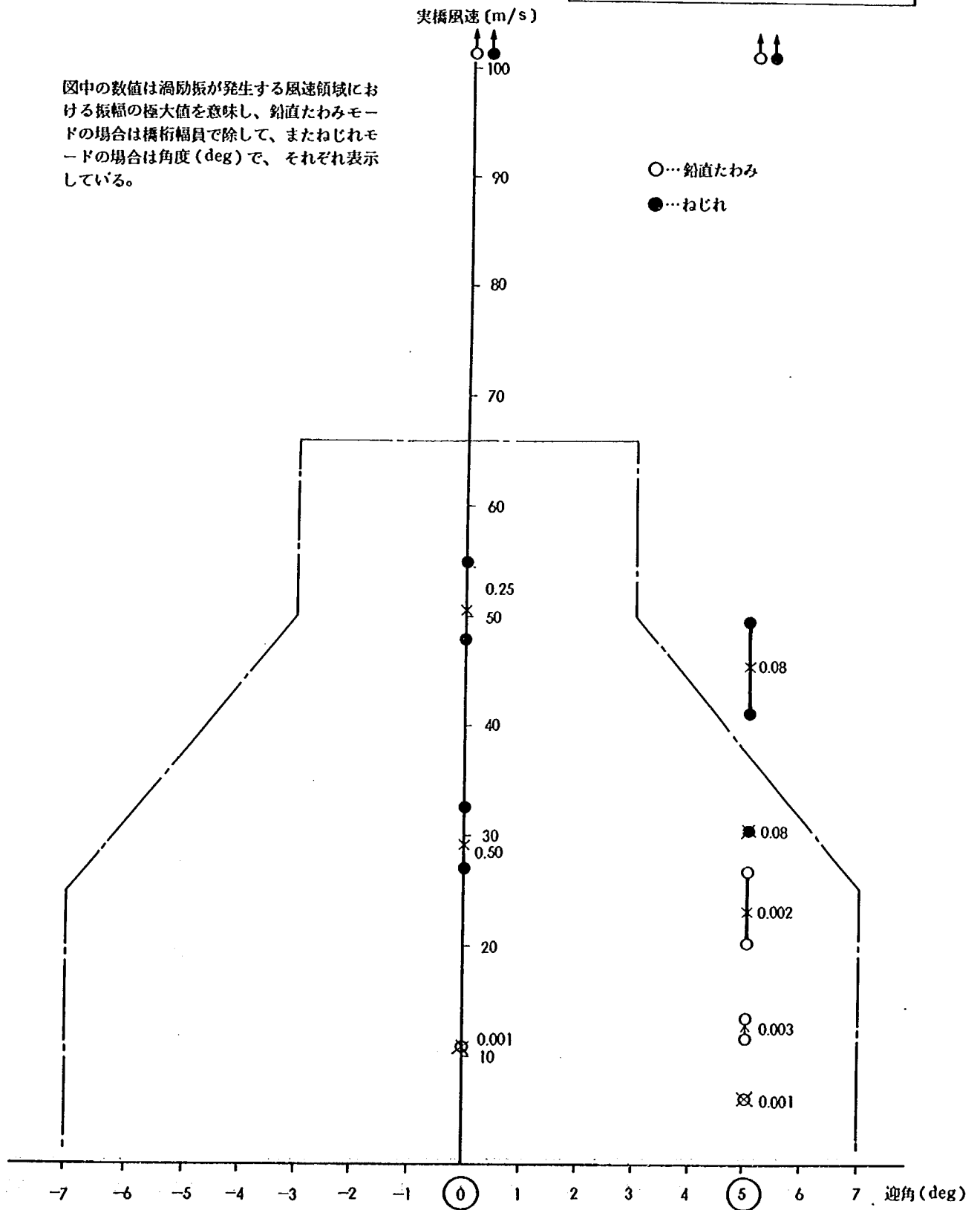
図中の数値は渦励振が発生する風速領域における振幅の極大値を意味し、鉛直たわみモードの場合は橋桁幅員で除して、またねじれモードの場合は角度(deg)で、それぞれ表示している。



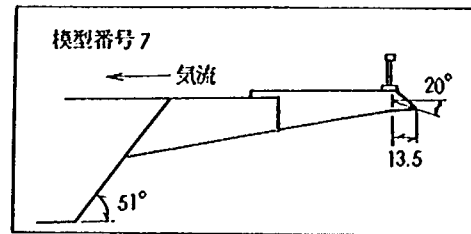
付図-1-8 発振風速-迎角曲線



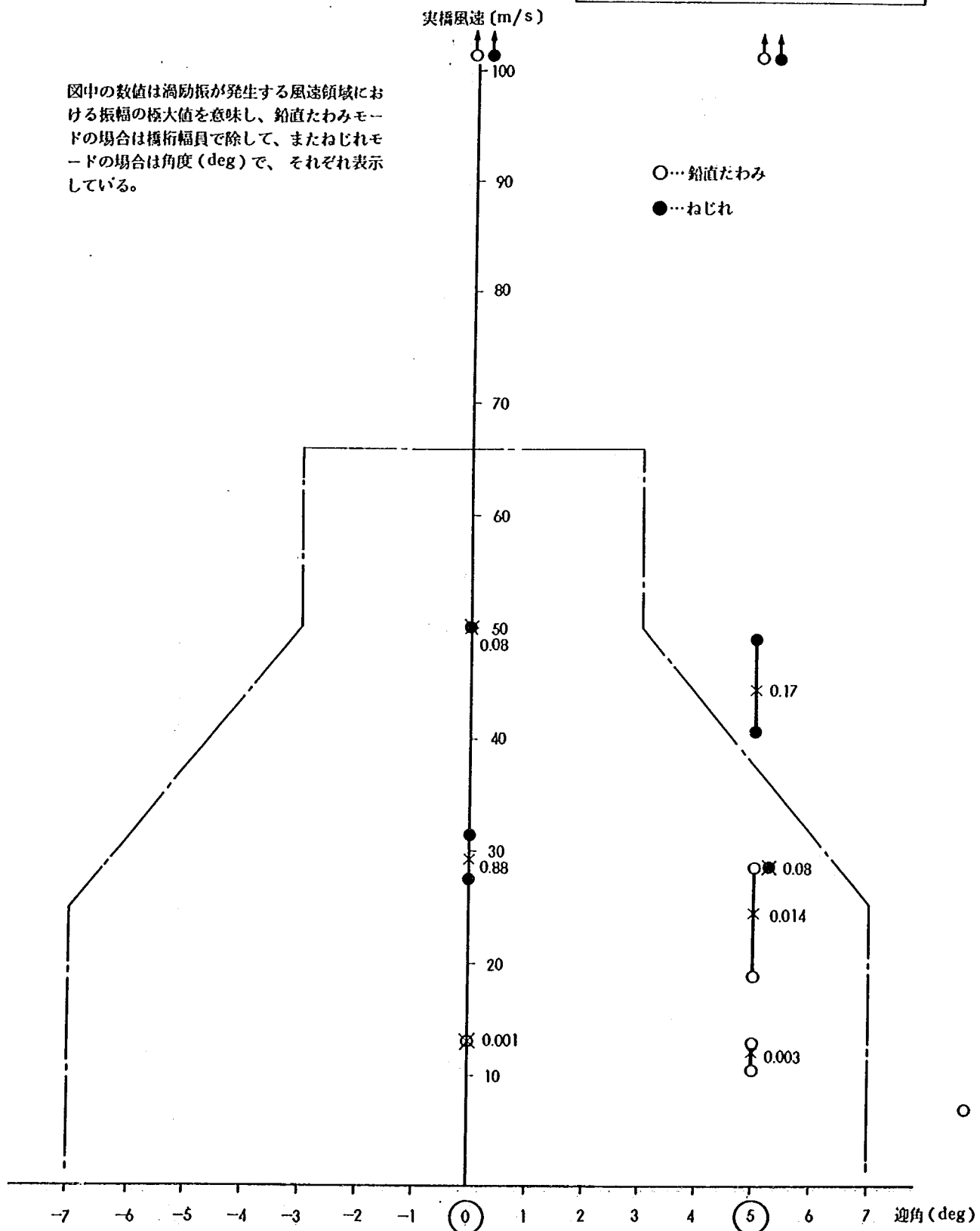
図中の数値は渦励振が発生する風速領域における振幅の極大値を意味し、鉛直たわみモードの場合は橋桁幅員で除して、またねじれモードの場合は角度(deg)で、それぞれ表示している。



付図-1-9 発振風速-迎角曲線

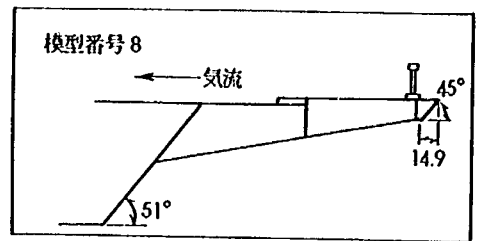


図中の数値は渦励振が発生する風速領域における振幅の極大値を意味し、鉛直たわみモードの場合は橋桁幅員で除して、またねじれモードの場合は角度 (deg) で、それぞれ表示している。



○印は実験を行った迎角を示す。

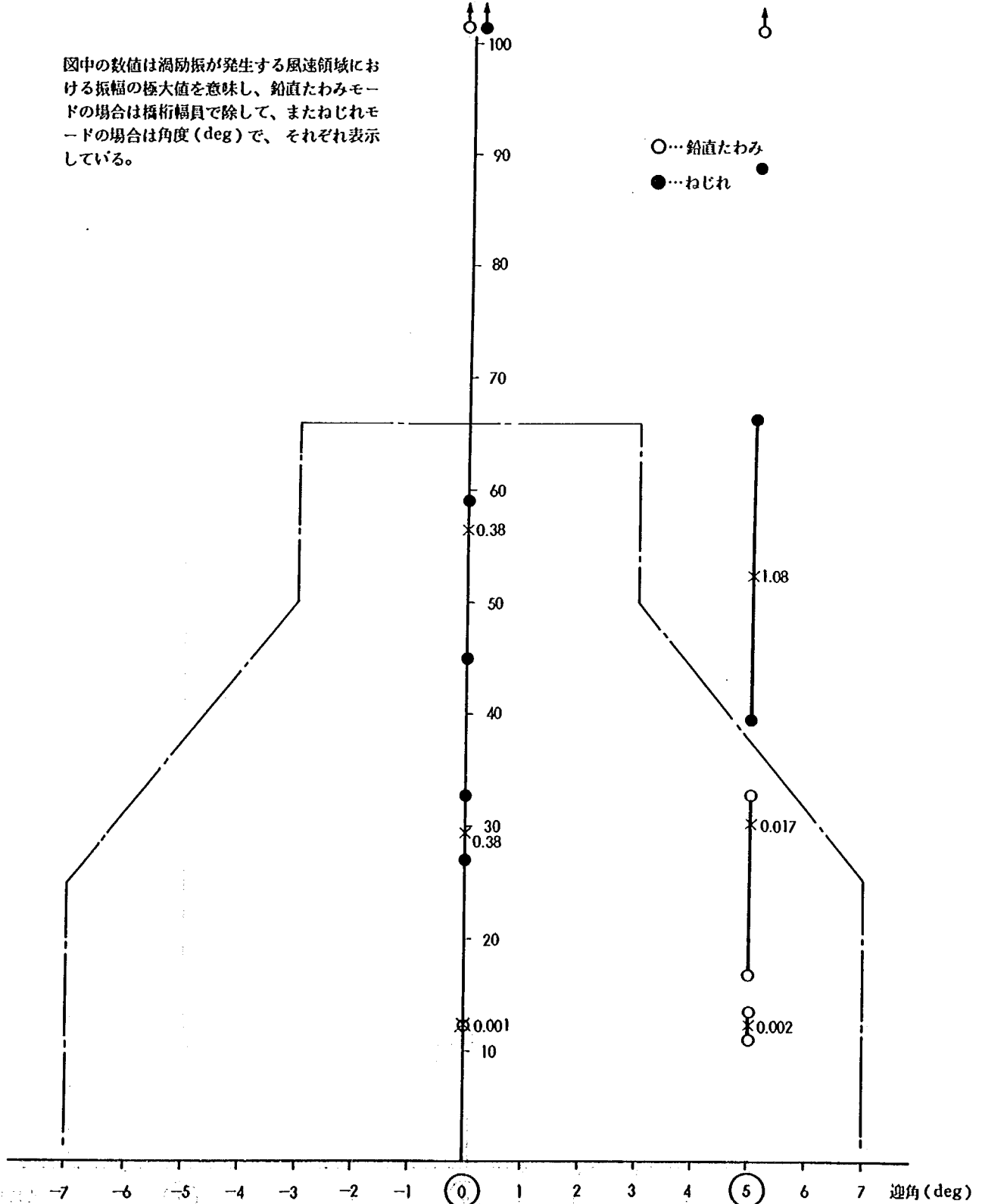
付図 1-10 発振風速-迎角曲線



図中の数値は渦励振が発生する風速領域における振幅の極大値を意味し、鉛直たわみモードの場合は橋桁幅員で除して、またねじれモードの場合は角度 (deg) で、それぞれ表示している。

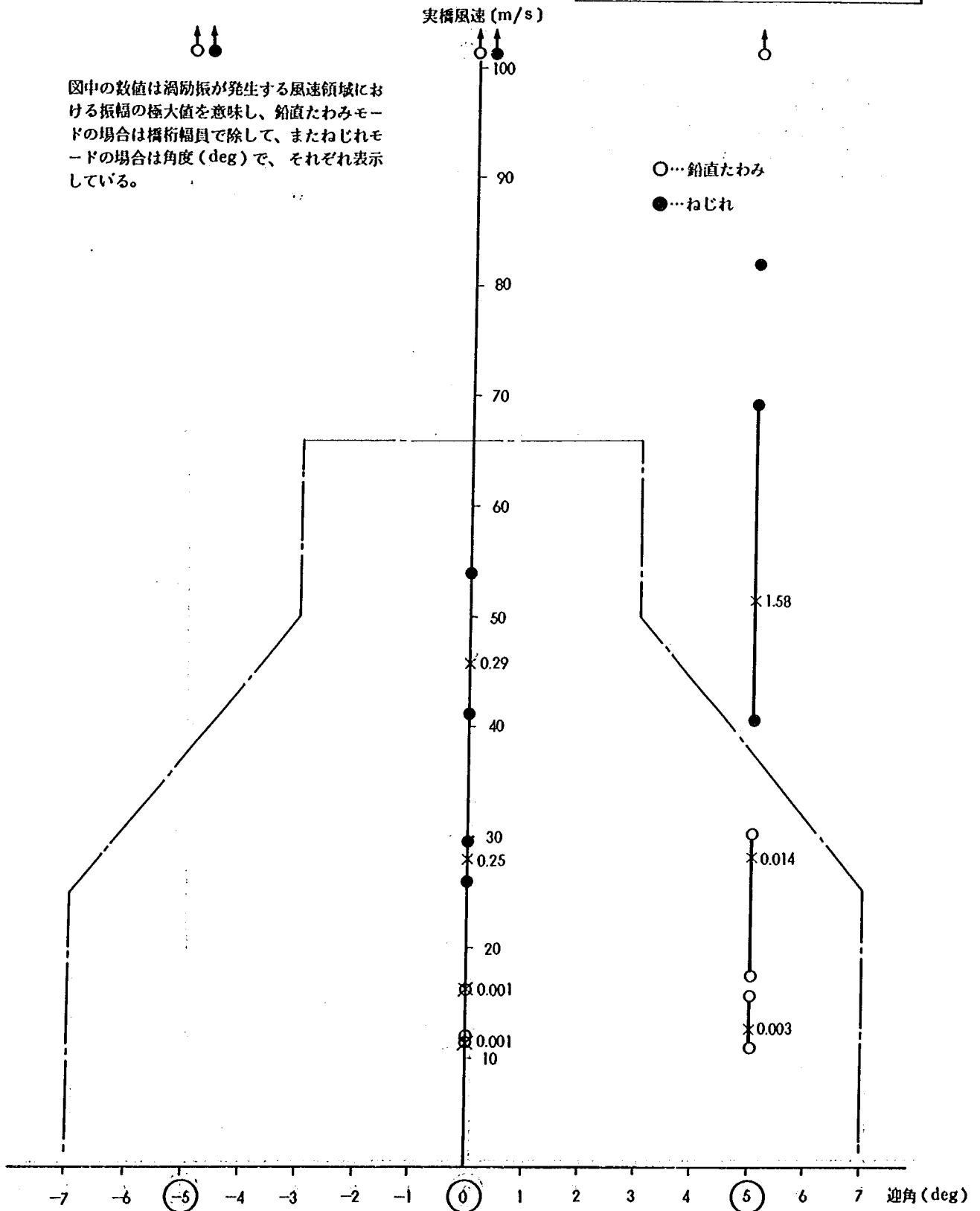
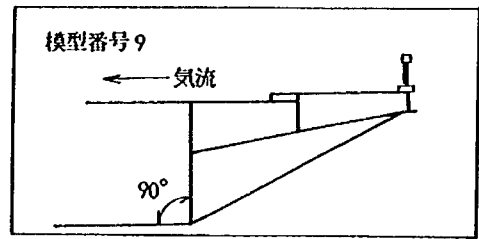
実橋風速 (m/s)

○…鉛直たわみ
●…ねじれ

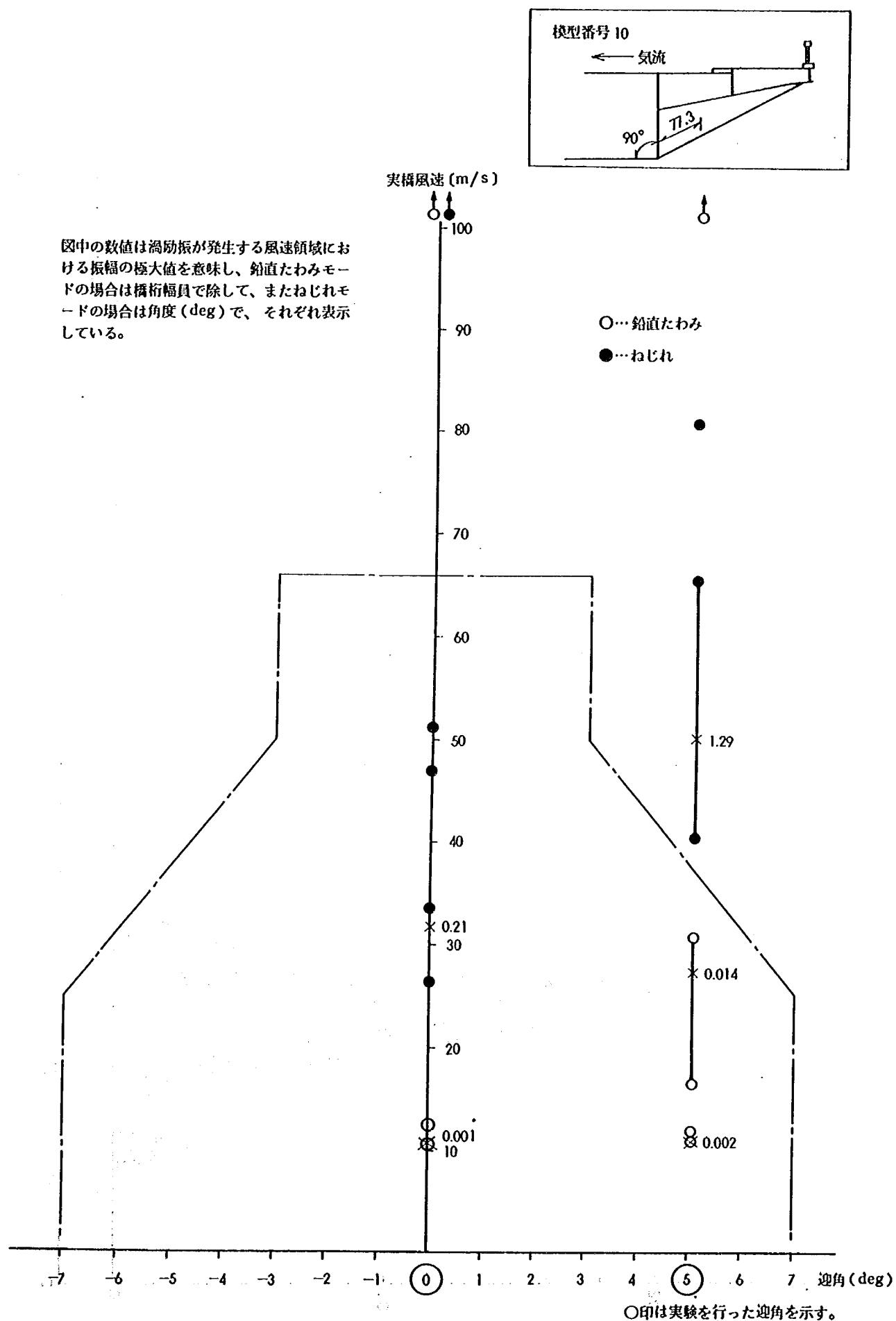


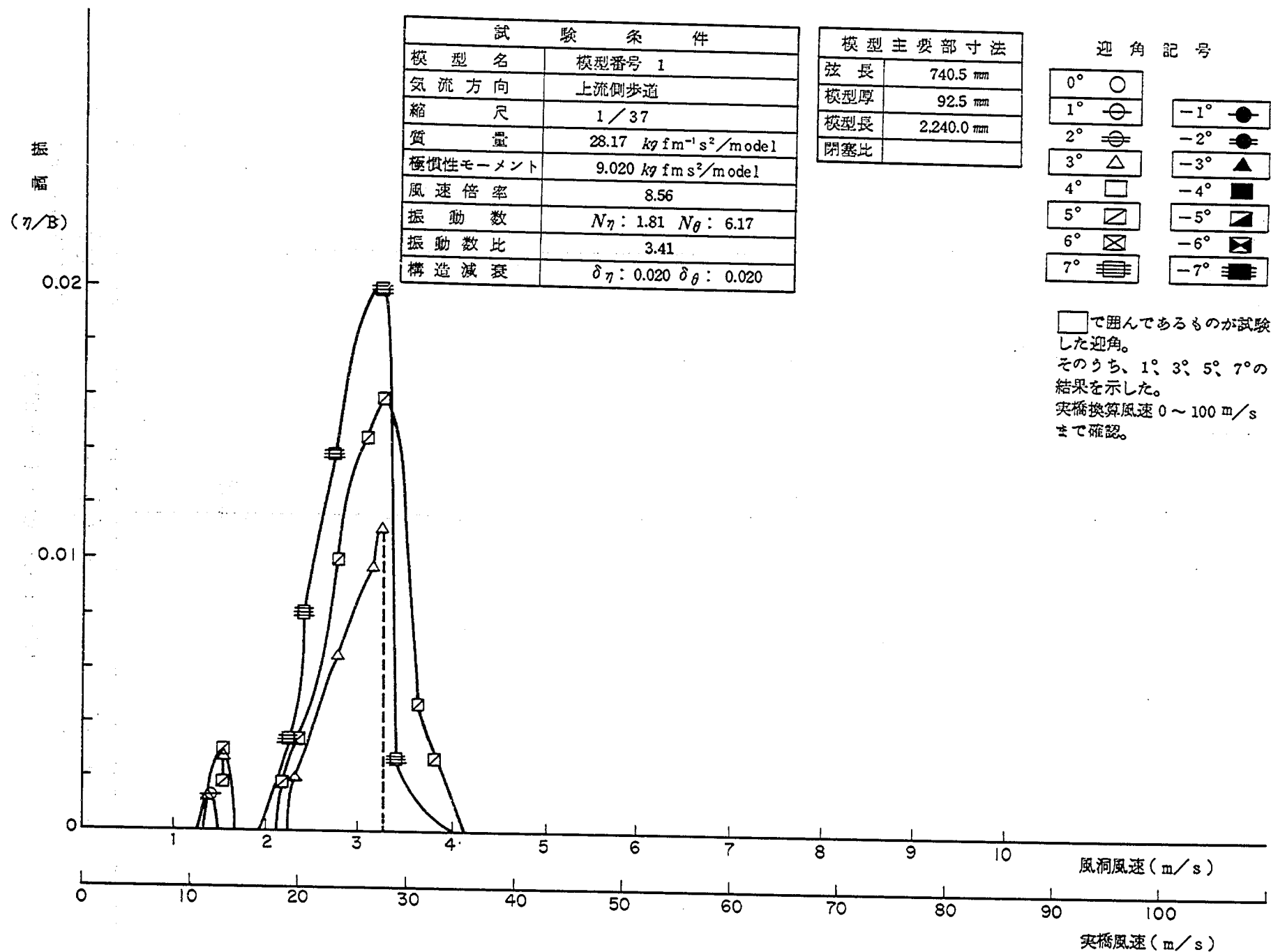
○印は実験を行った迎角を示す。

付図-1-11 発振風速-迎角曲線

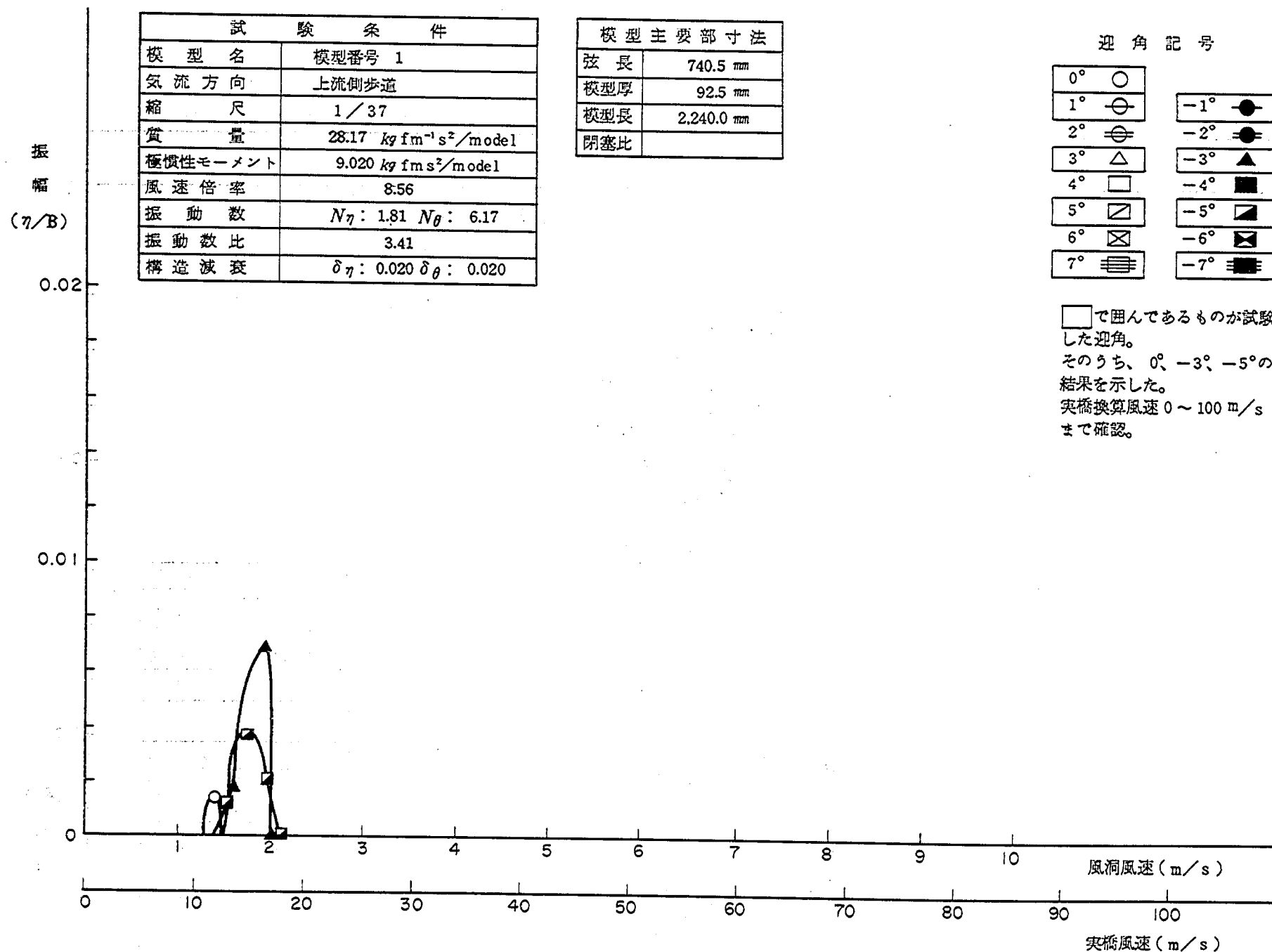


付図-1-12 発振風速-迎角曲線

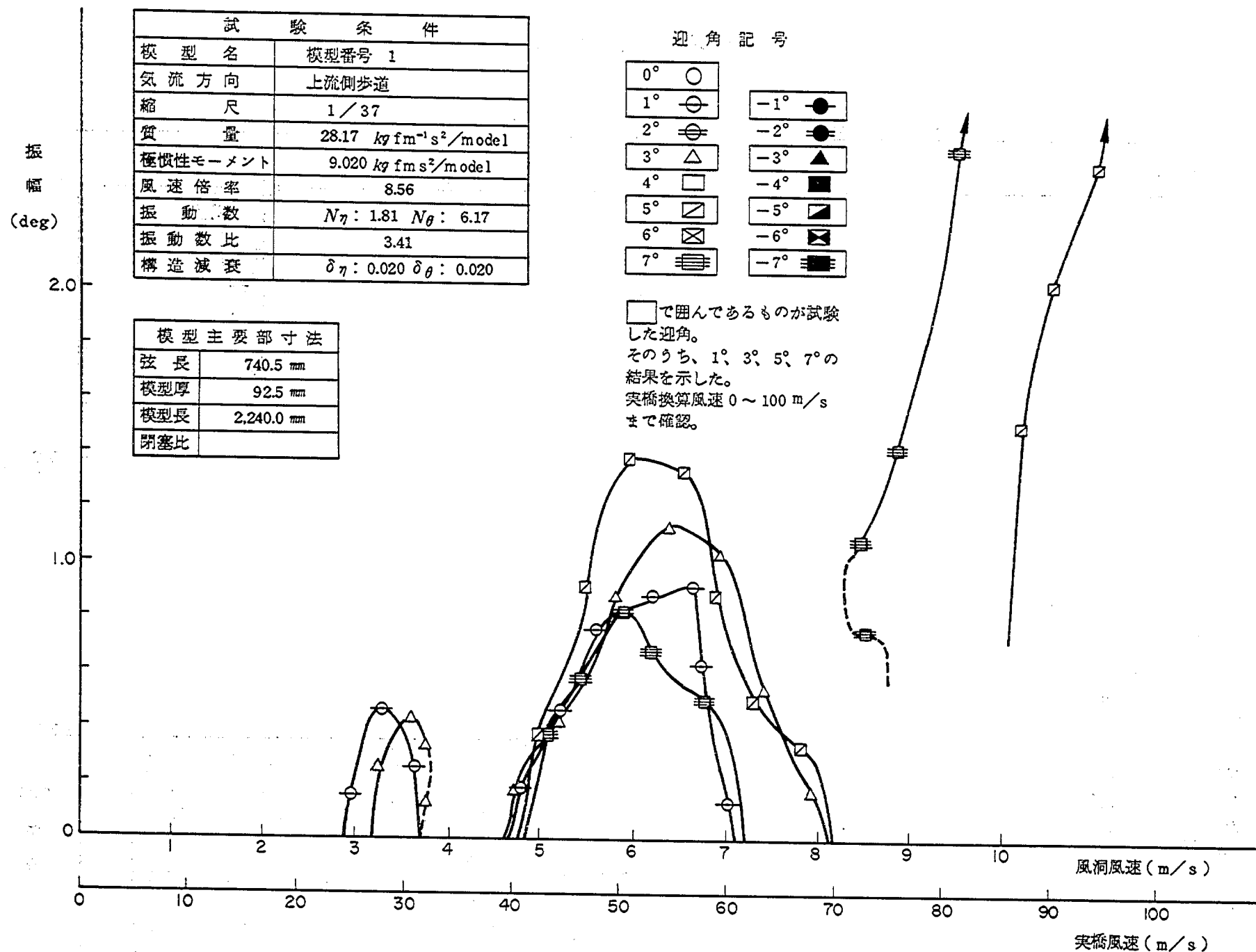




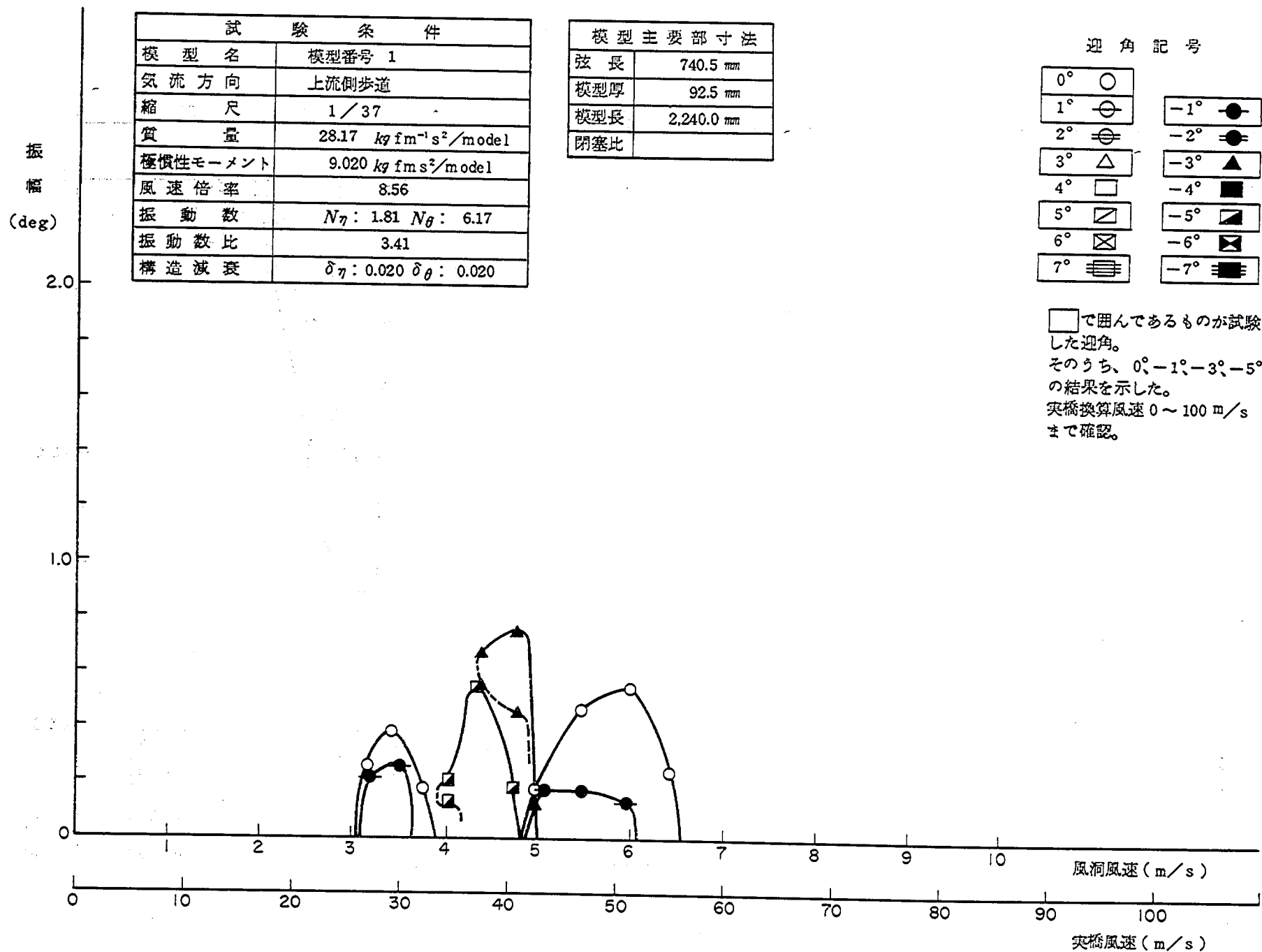
付図-2-1 振 幅 - 風 速 曲 線



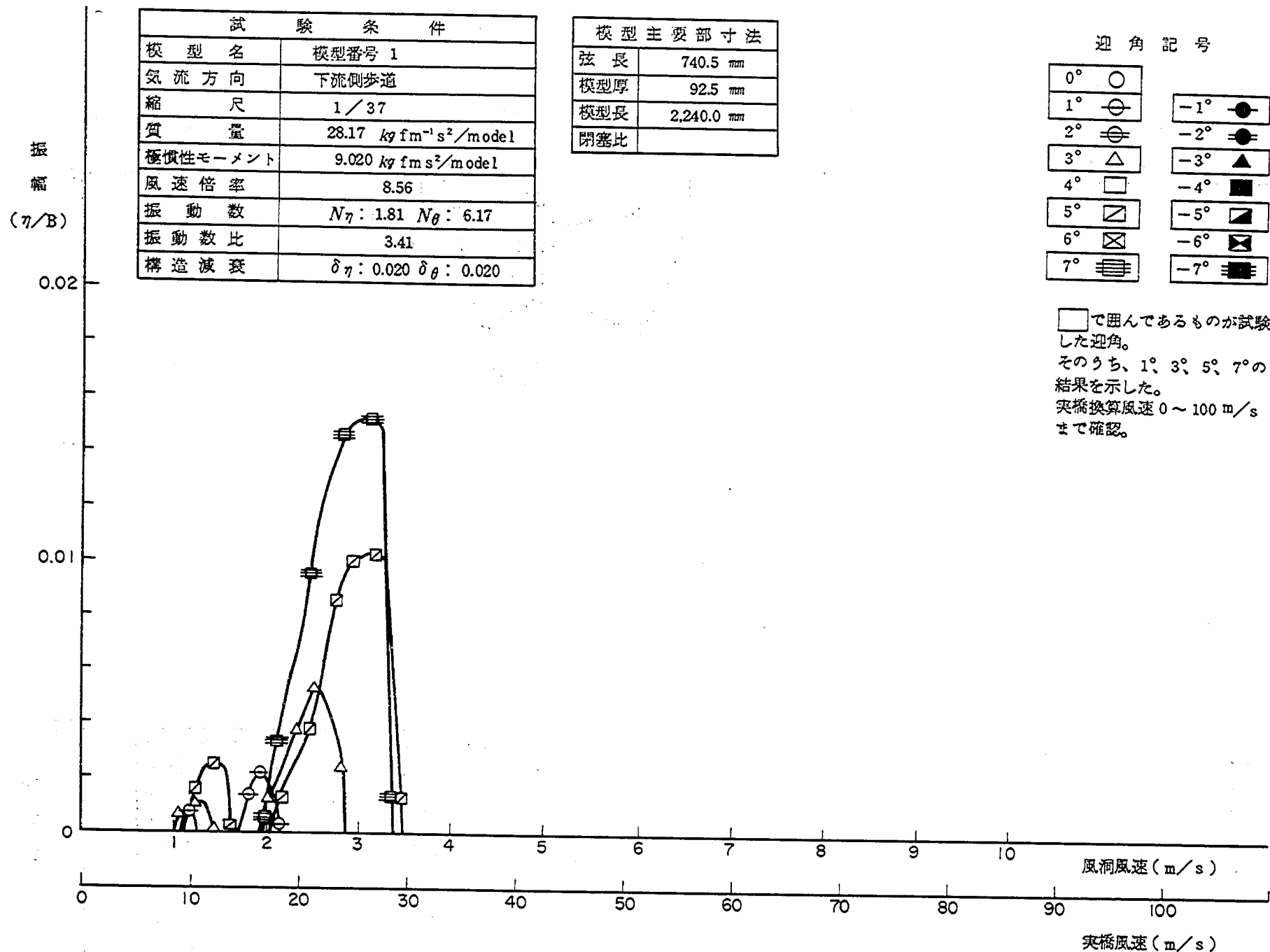
付図-2-2 振幅-風速曲線



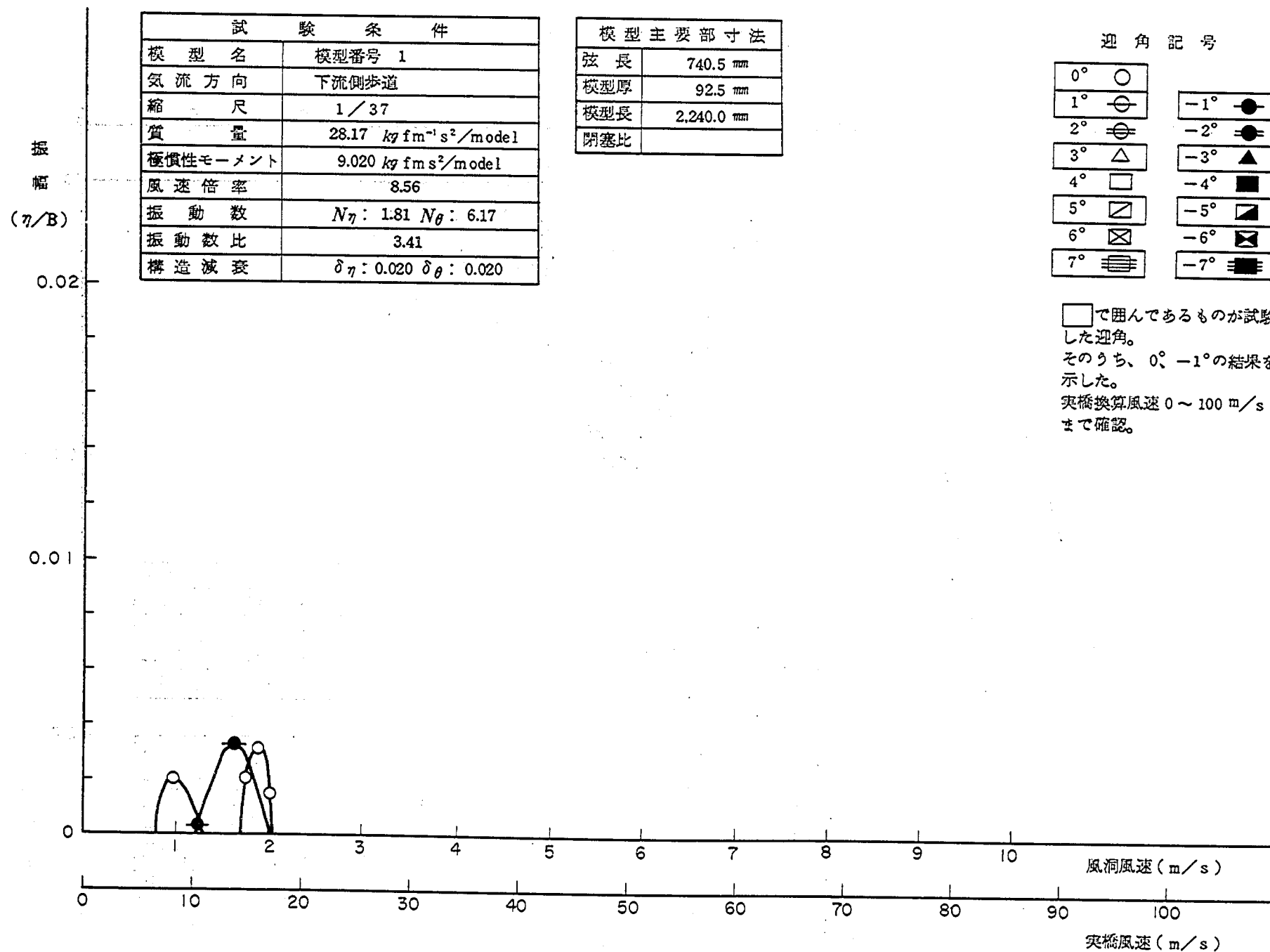
付図-2-3 振幅-風速曲線



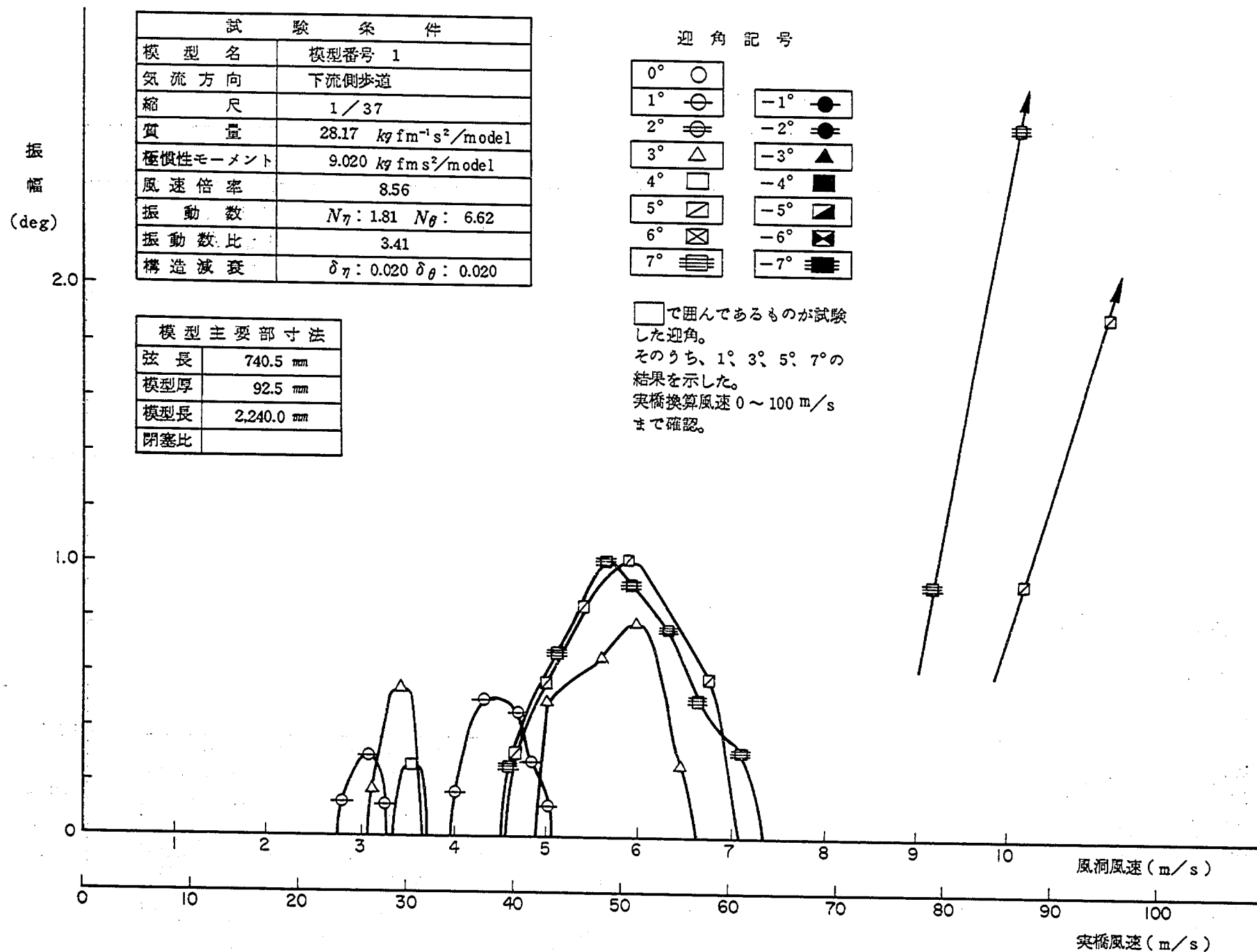
付図-2-4 振幅-風速曲線



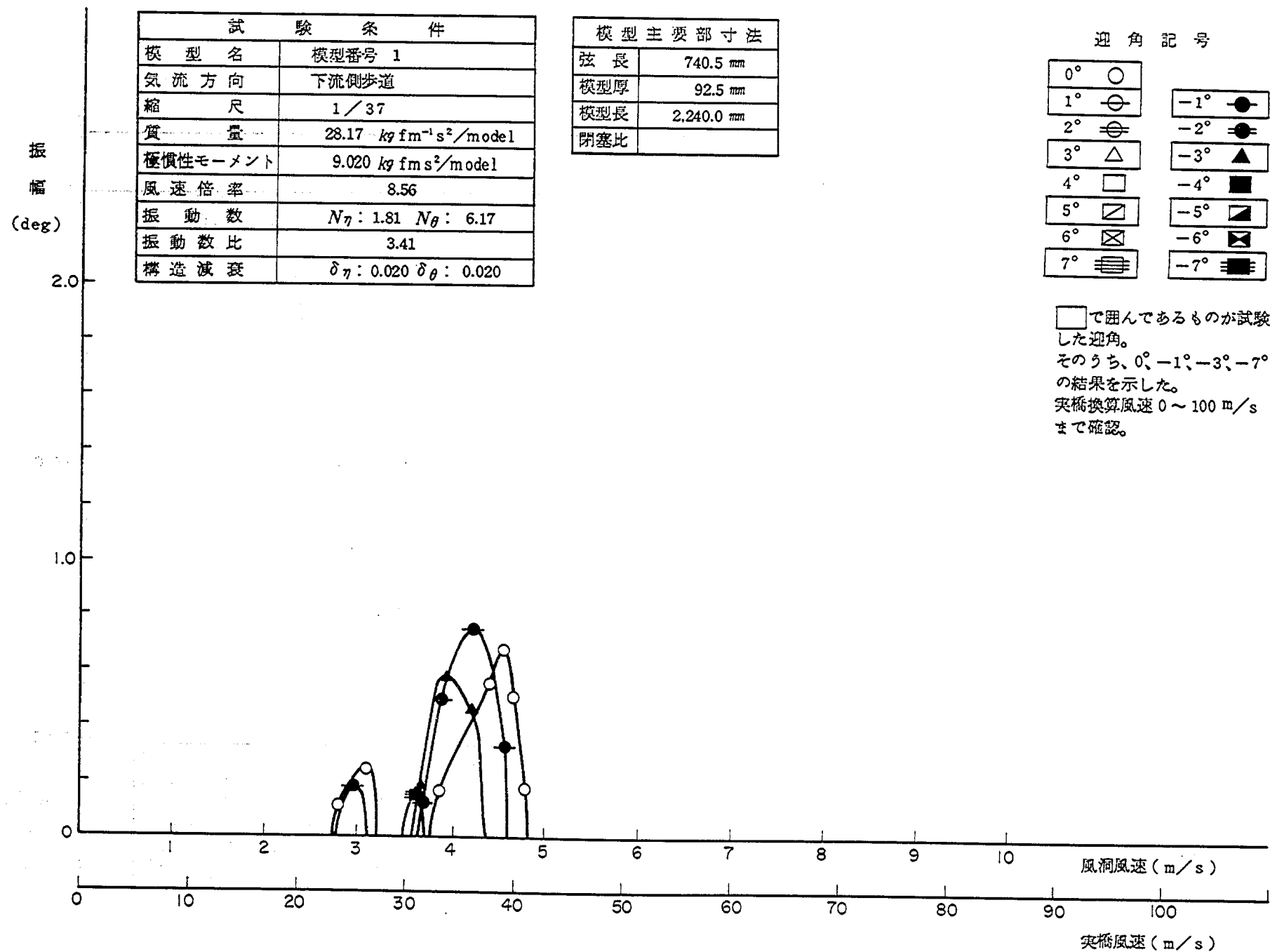
付図-2-5 振幅-風速曲線



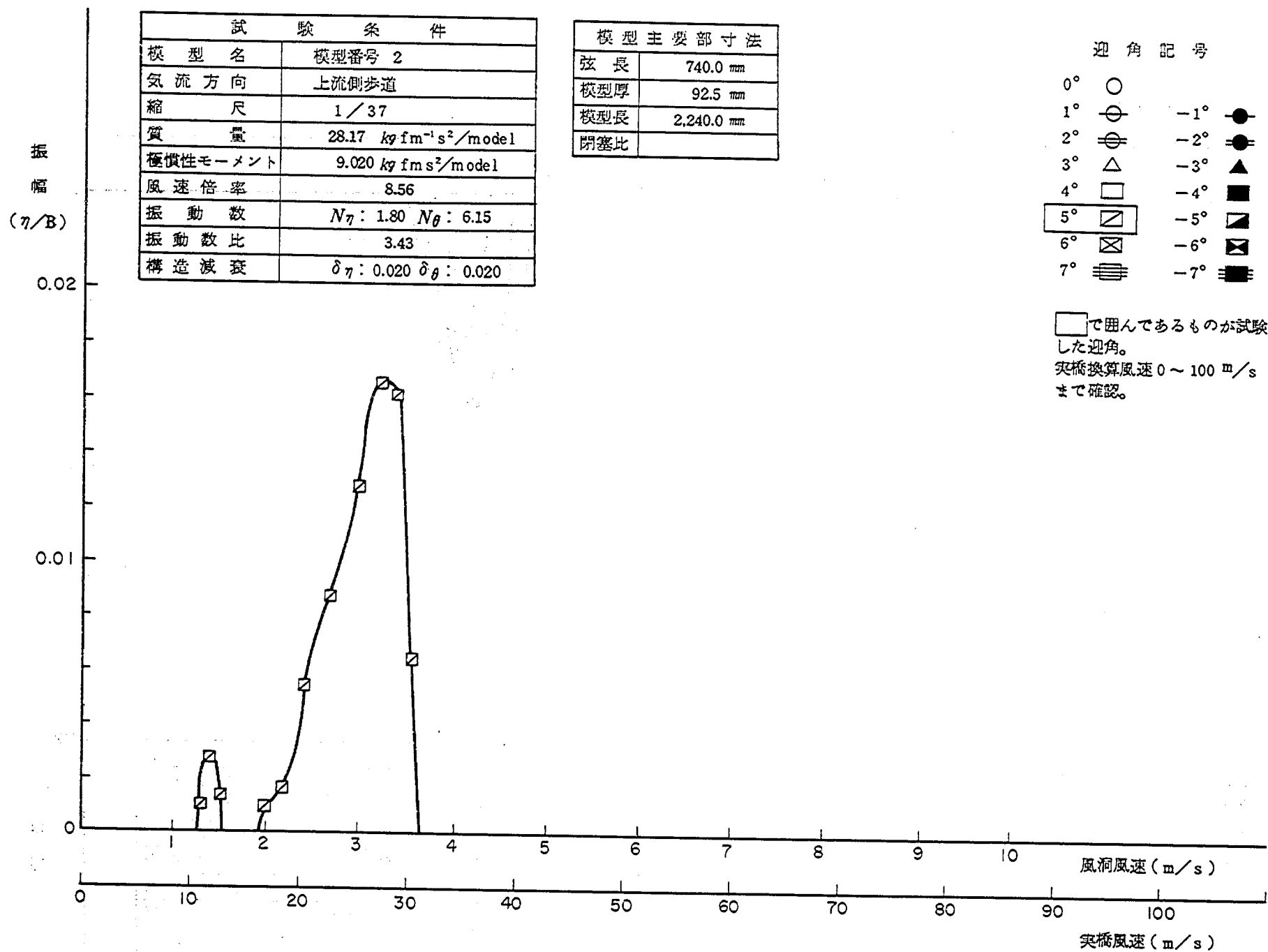
付図-2-6 振幅-風速曲線



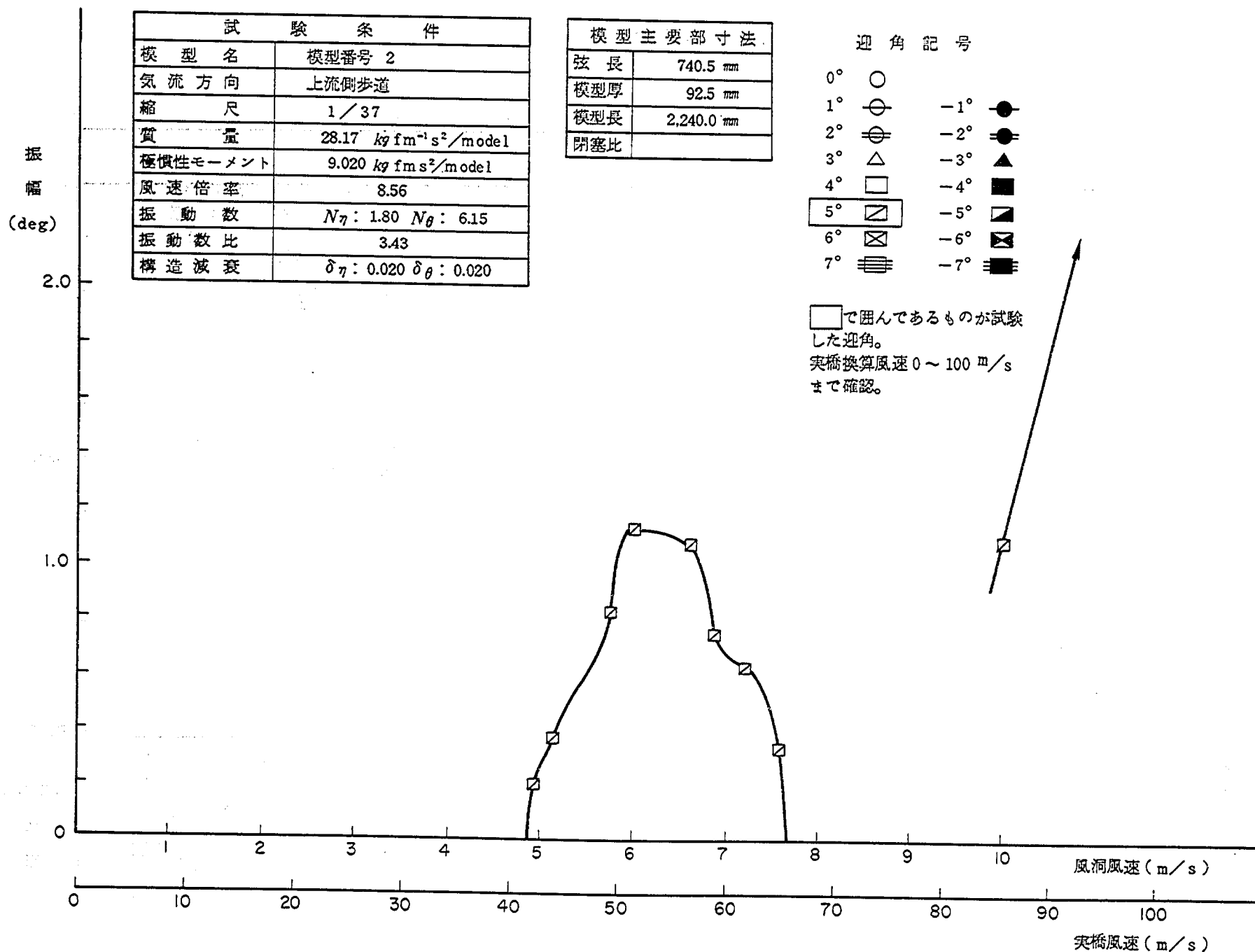
付図-2-7 振幅-風速曲線



付図-2-8 振 幅 - 風 速 曲 線



付図-2-9 振幅-風速曲線



付図-2-10 振幅-風速曲線

振
幅
(η/B)

0.02

0.01

0

0

10

20

30

40

50

60

70

80

90

100

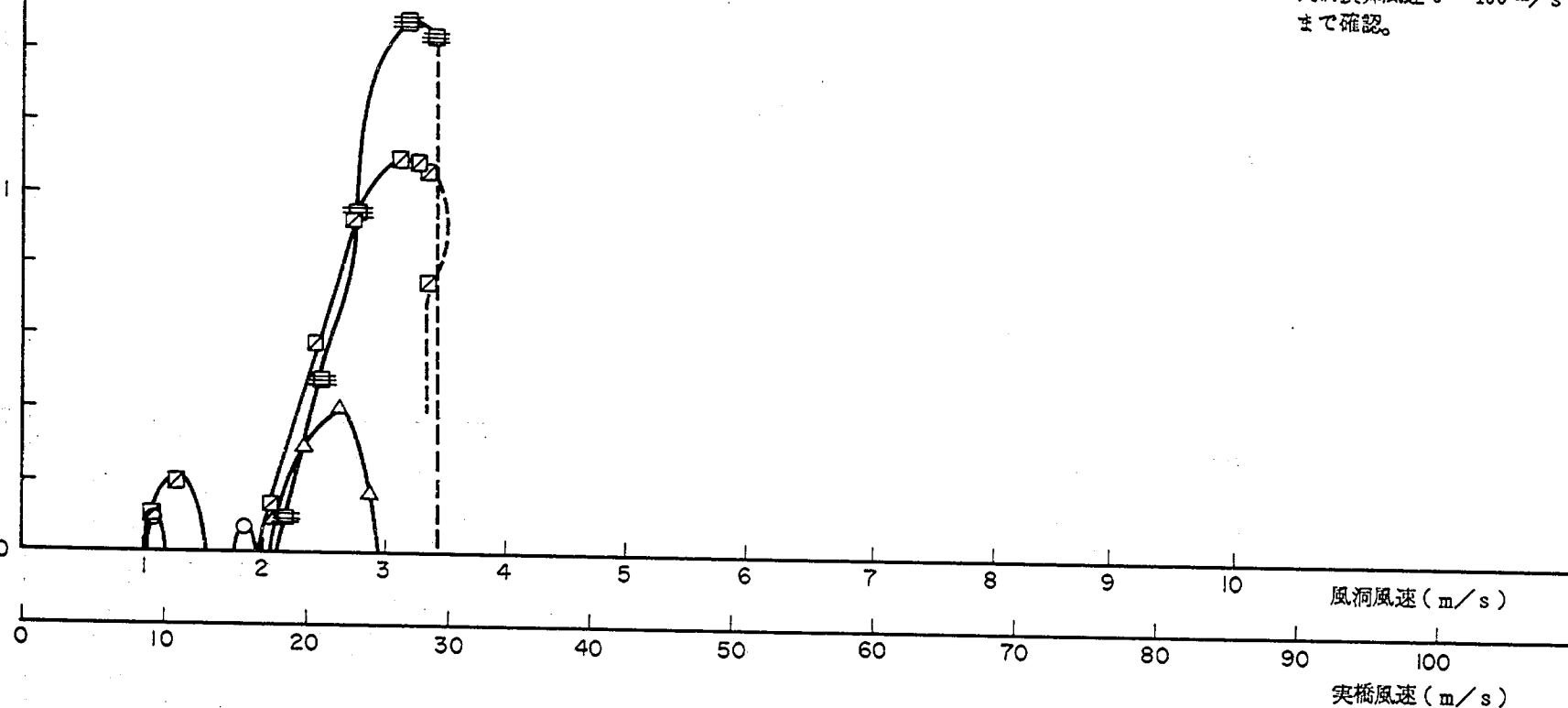
試 験 条 件	
模 型 名	模型番号 2
気 流 方 向	下流側歩道
縮 尺	1 / 37
質 量	28.17 $kg \cdot m^{-1} \cdot s^2 / model$
極慣性モーメント	9.020 $kg \cdot m^2 \cdot s^2 / model$
風 速 倍 率	8.56
振 動 数	N_η : 1.80 N_θ : 6.15
振 動 数 比	3.43
構 造 減 衰	δ_η : 0.020 δ_θ : 0.020

模 型 主 要 部 寸 法	
弦 長	740.5 mm
模型厚	92.5 mm
模型長	2,240.0 mm
閉塞比	

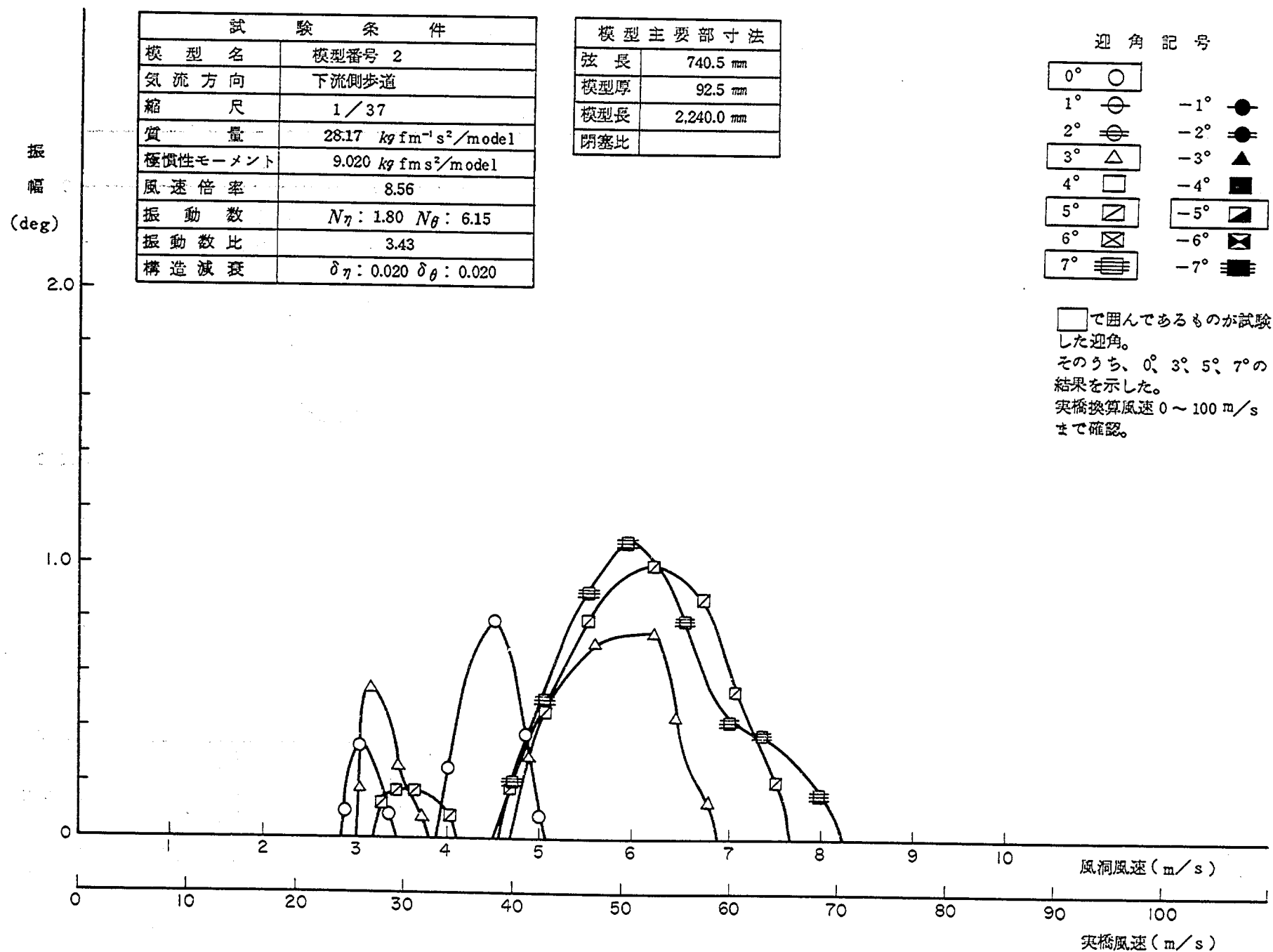
迎 角 記 号

0°	○	-1°	●
1°	⊖	-2°	⊗
2°	⊕	-3°	▲
3°	△	-4°	■
4°	□	-5°	▤
5°	▨	-6°	▥
6°	⊠	-7°	▦
7°	≡		

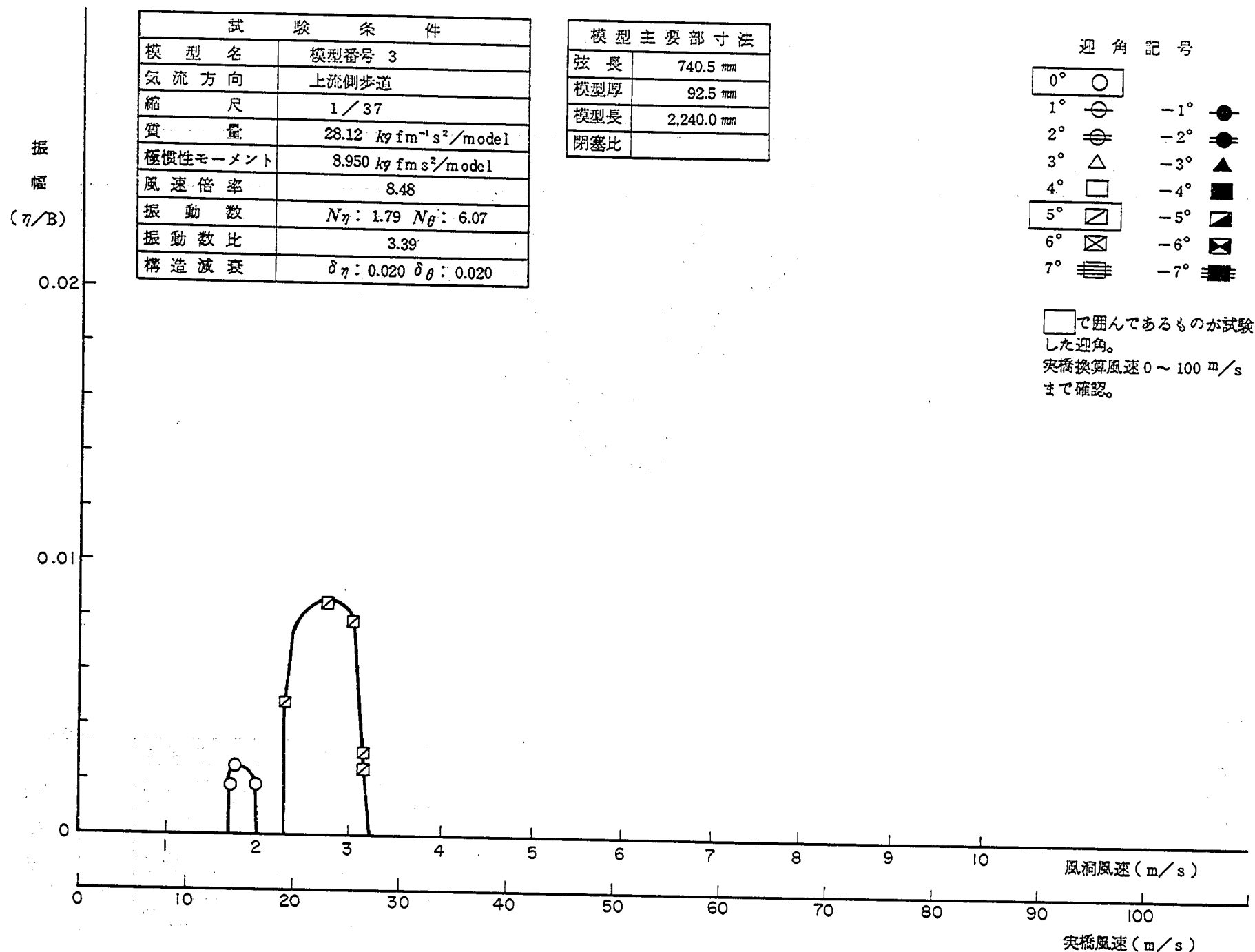
□ で囲んであるものが試験した迎角。
そのうち、0°、3°、5°、7°の結果を示した。
実橋換算風速 0 ~ 100 m/s まで確認。



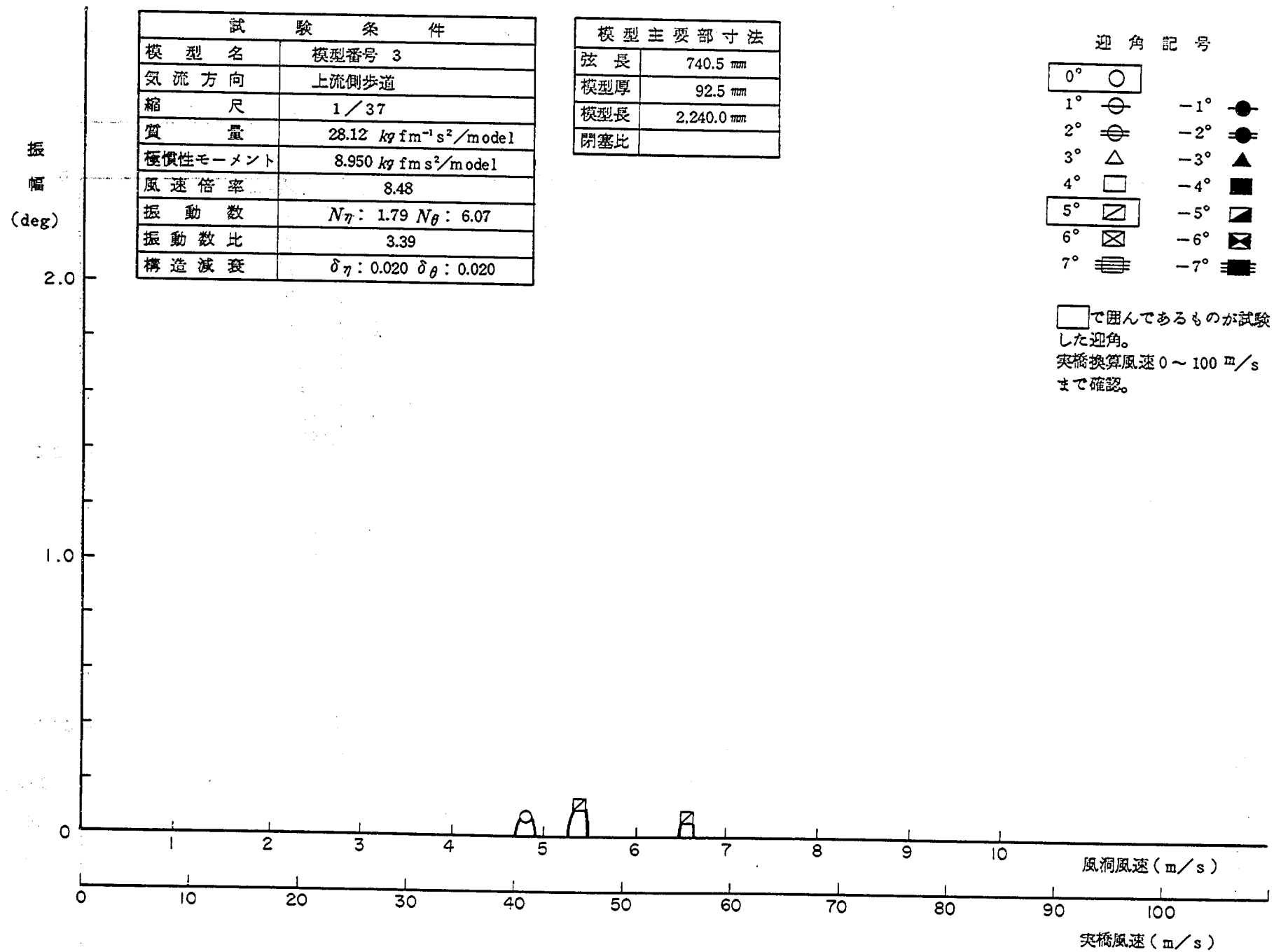
付図 - 2 - 11 振 幅 - 風 速 曲 線



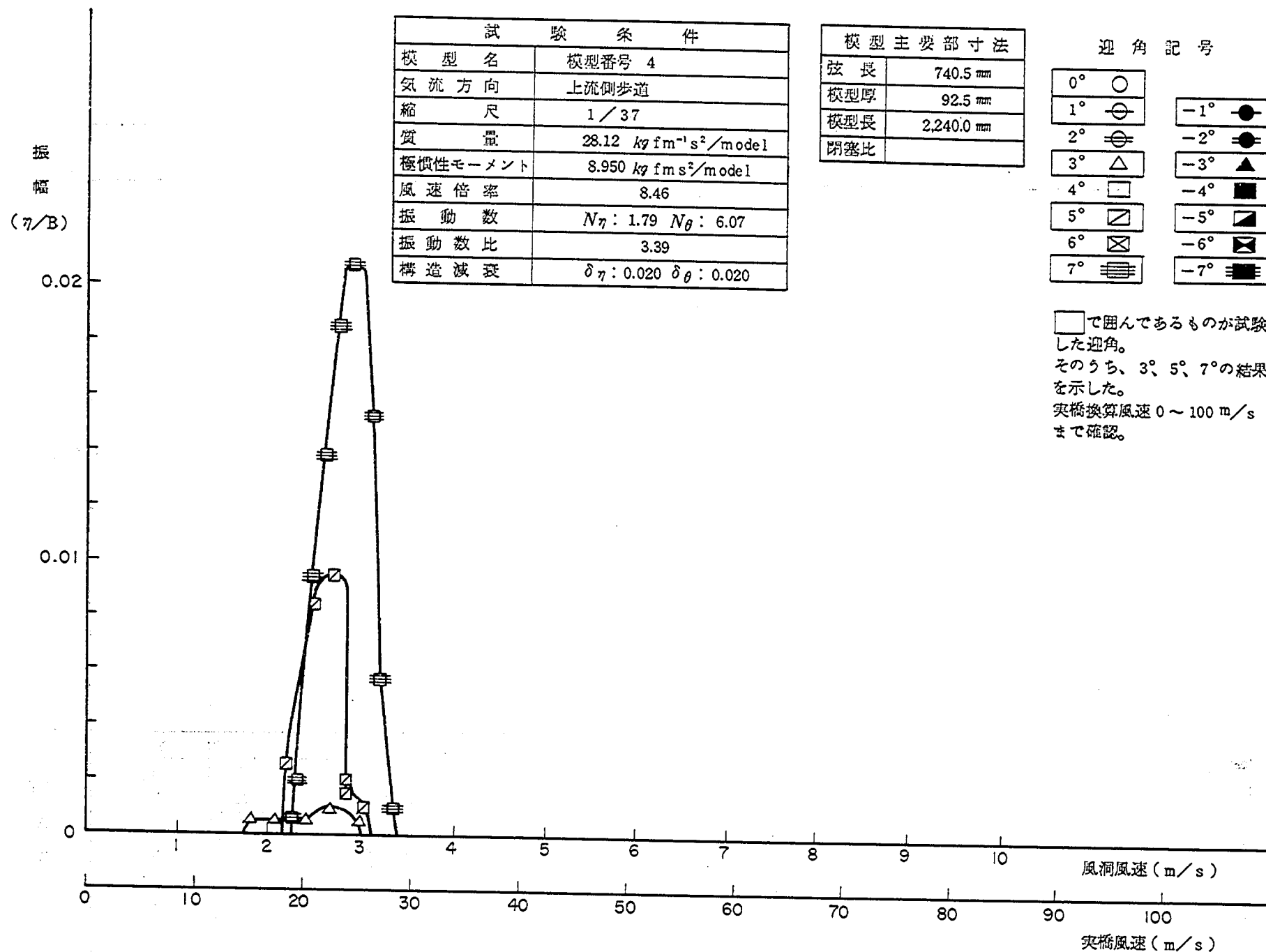
付図-2-12 振幅-風速曲線



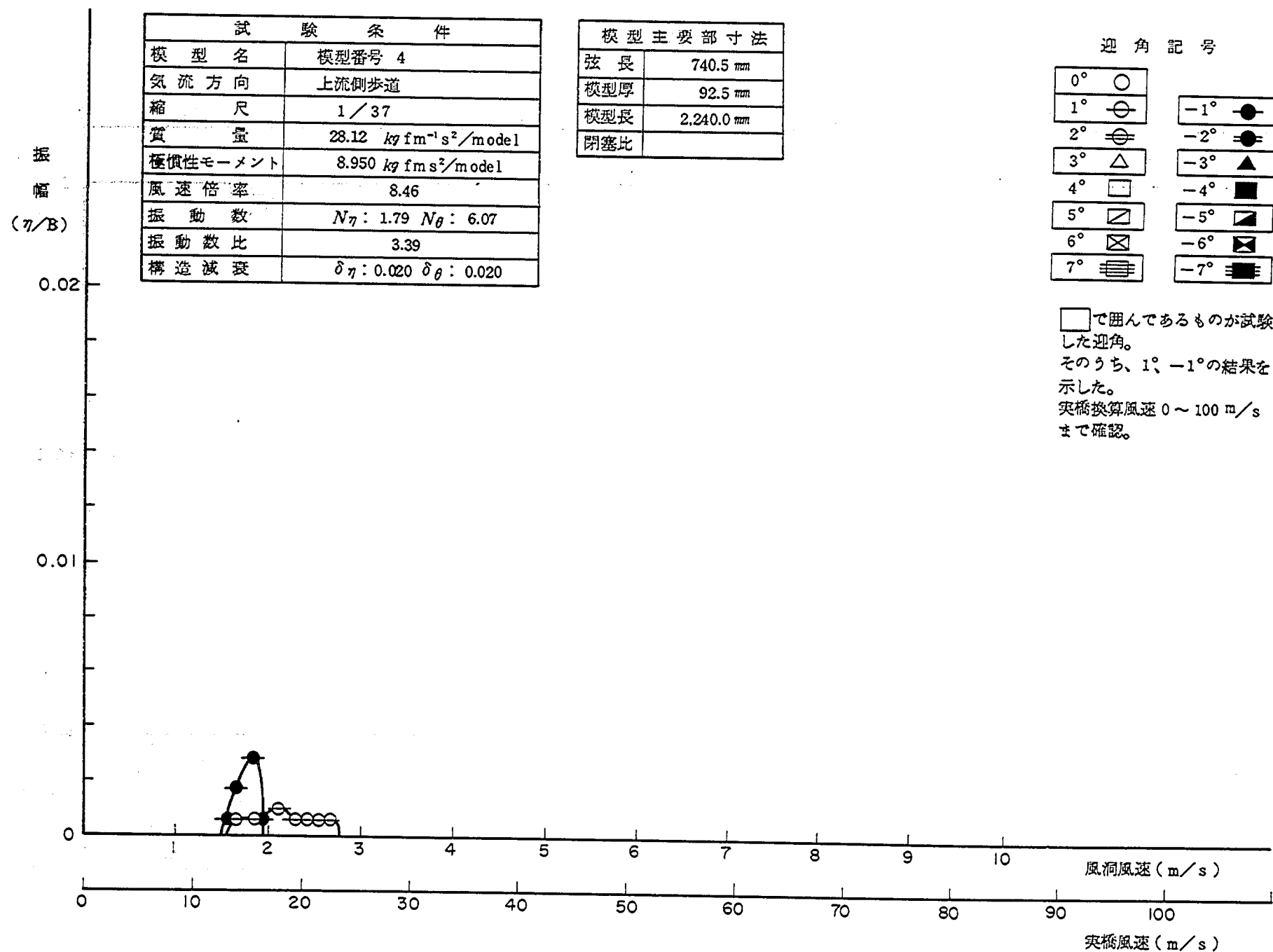
付図 - 2 - 13 振幅 - 風速曲線



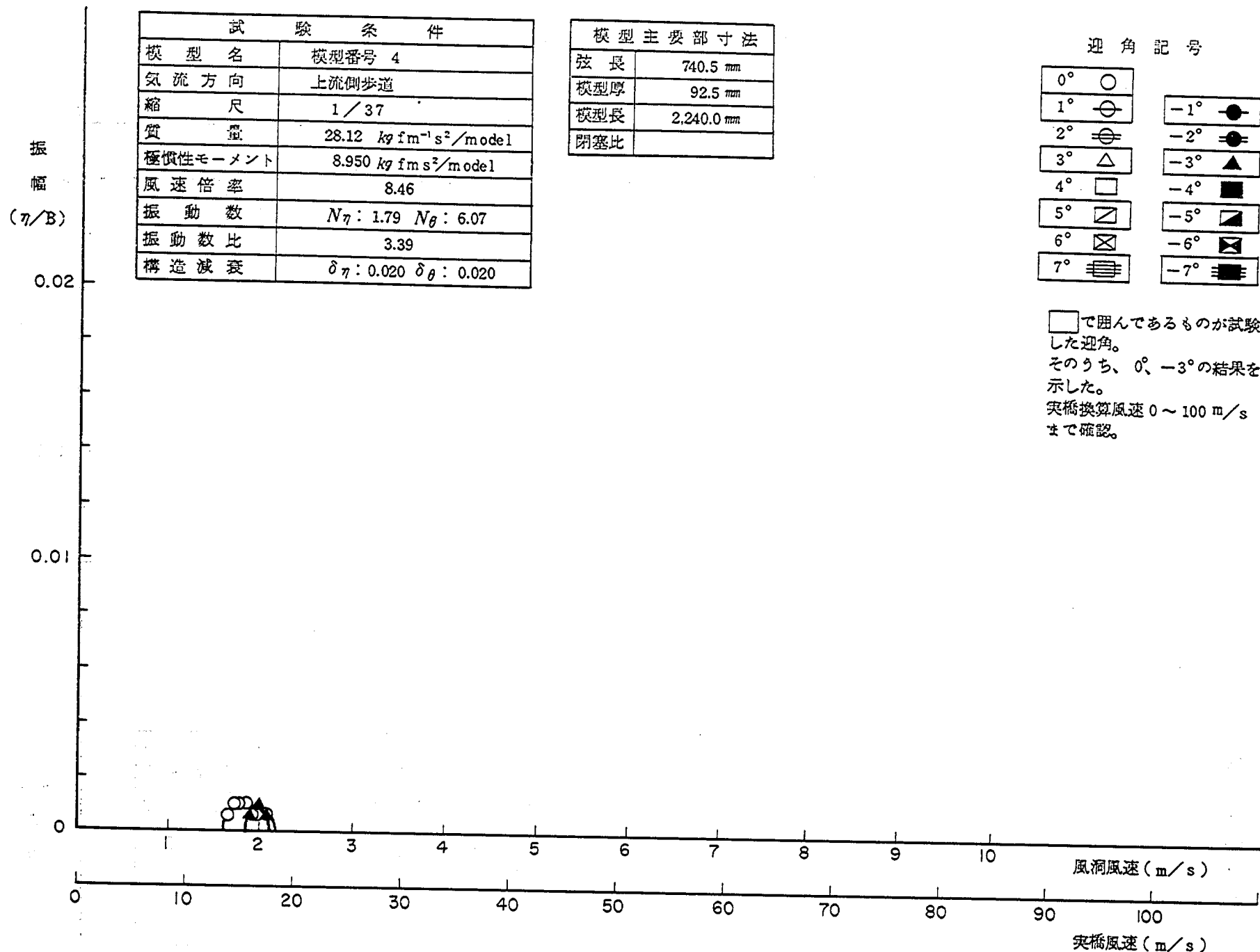
付図-2-14 振幅-風速曲線



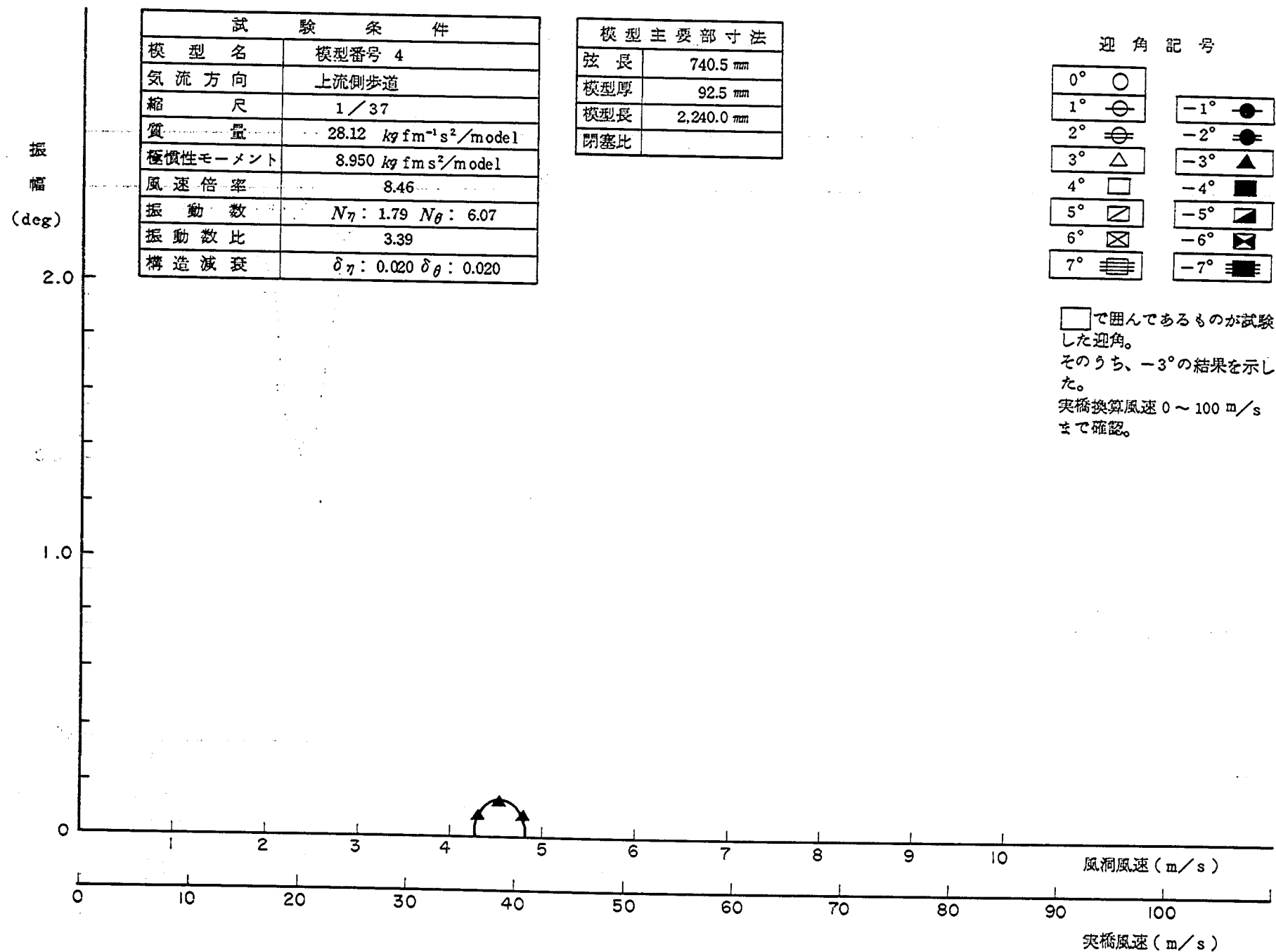
付図-2-15 振幅-風速曲線



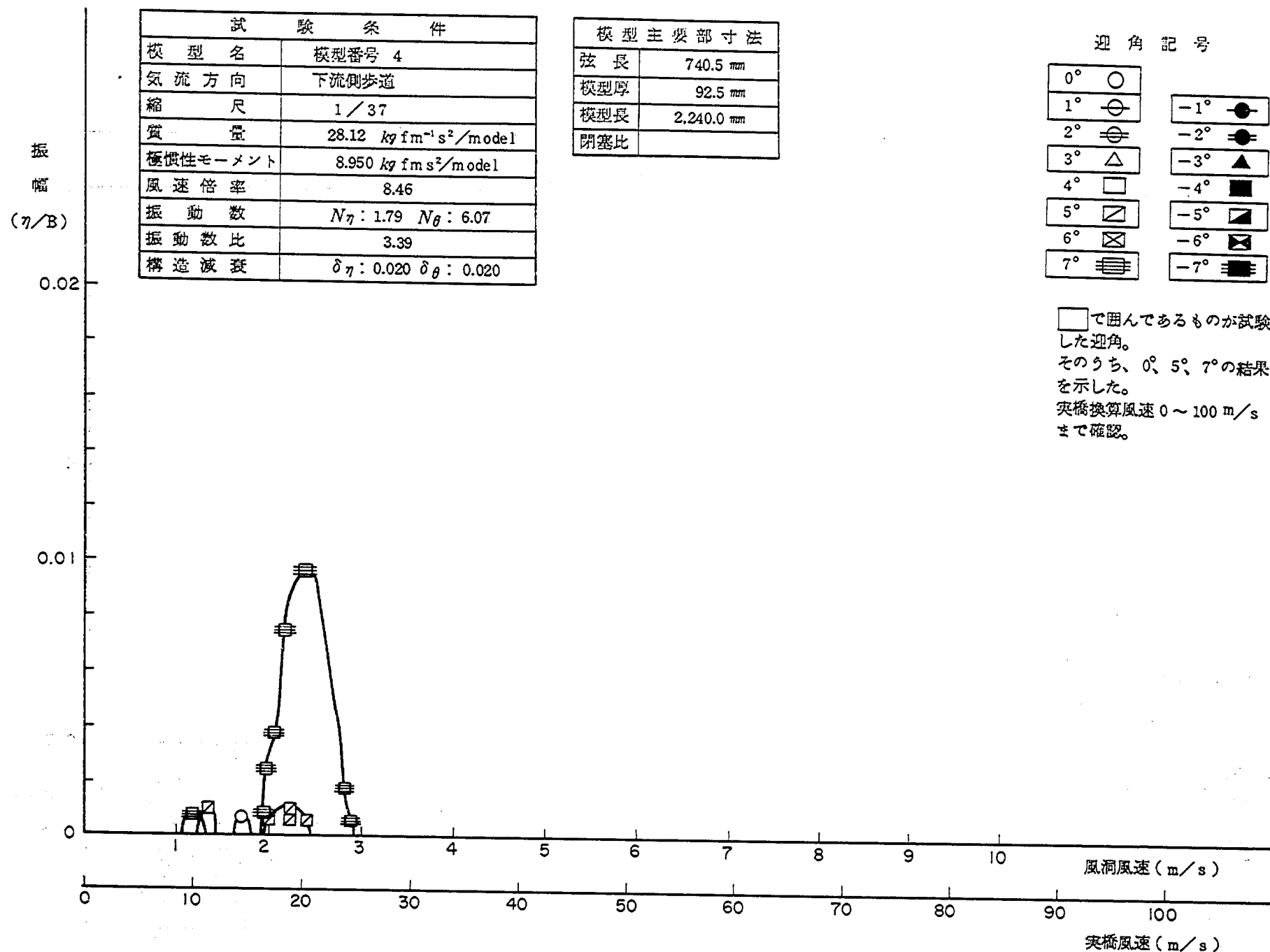
付図-2-16 振幅-風速曲線



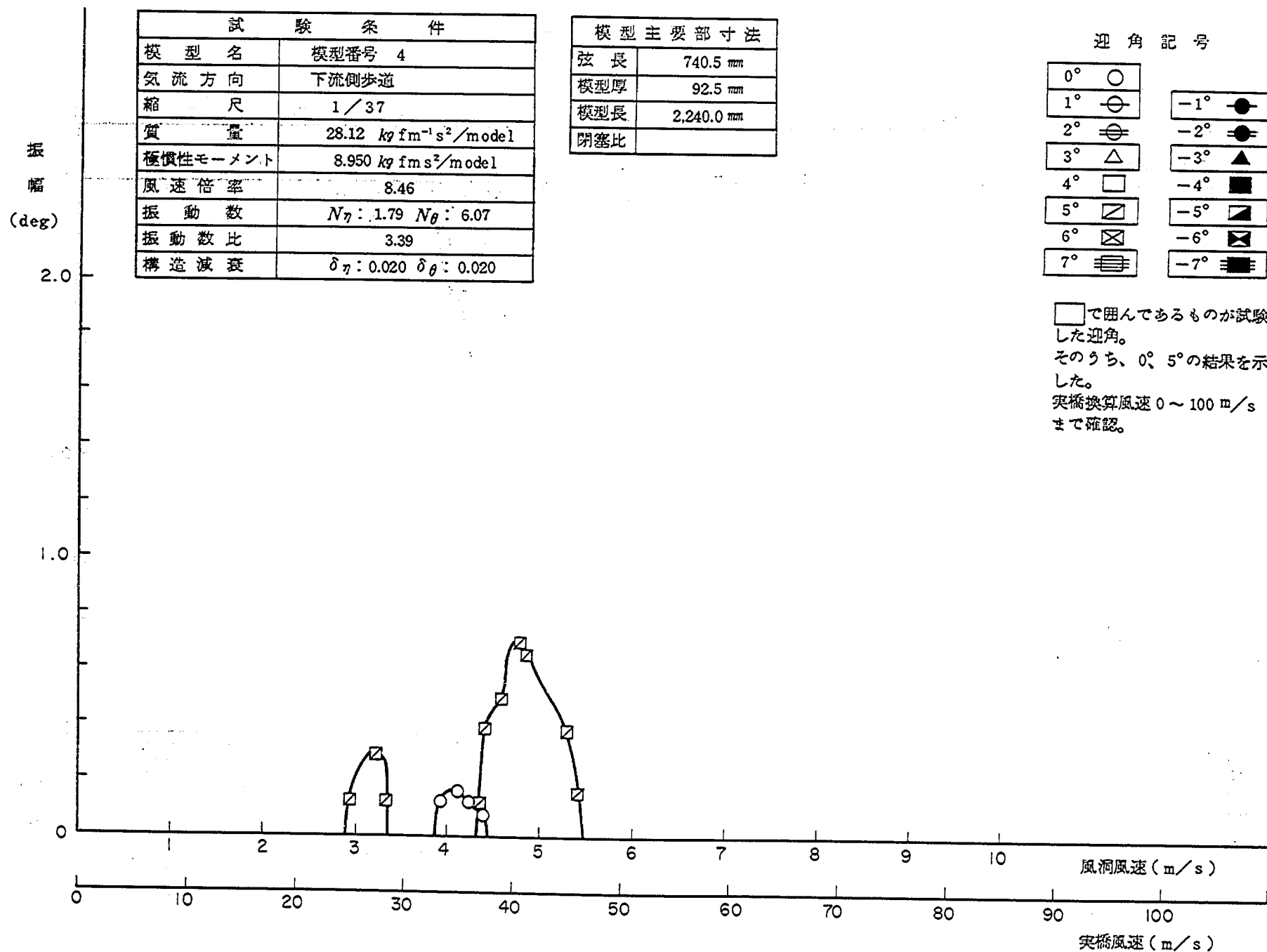
付図-2-17 振幅-風速曲線



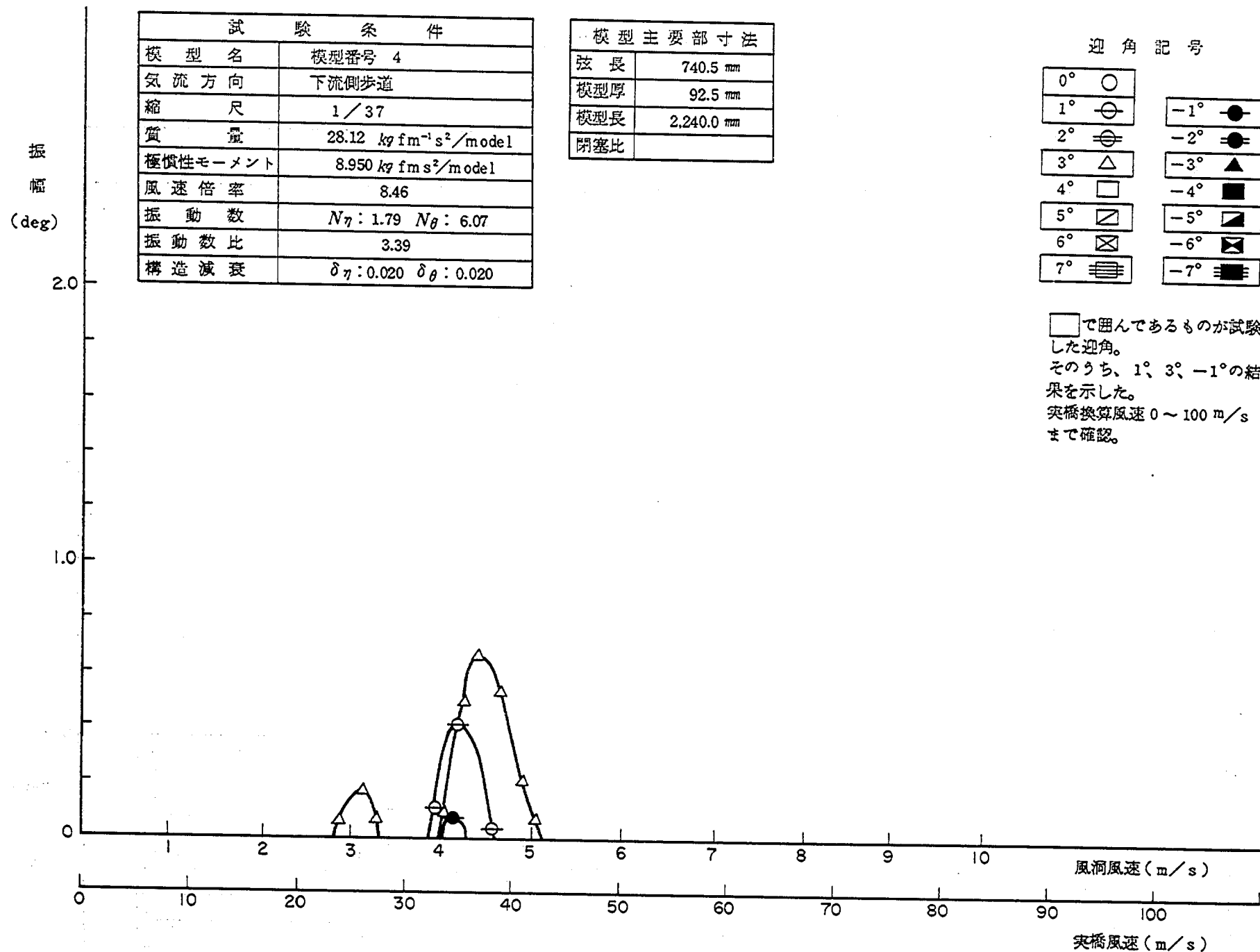
付図-2-18 振幅-風速曲線



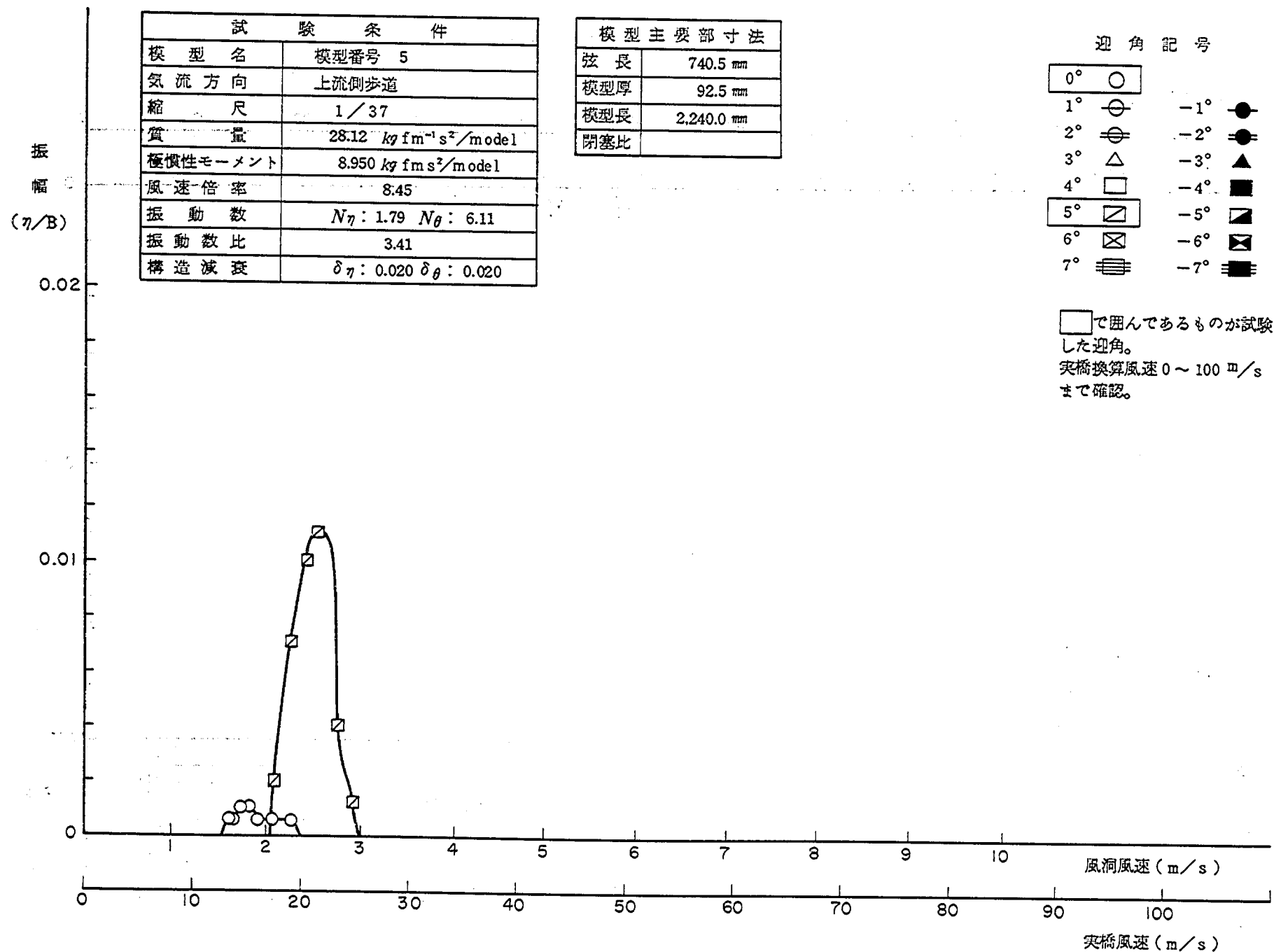
付図-2-19 振幅-風速曲線



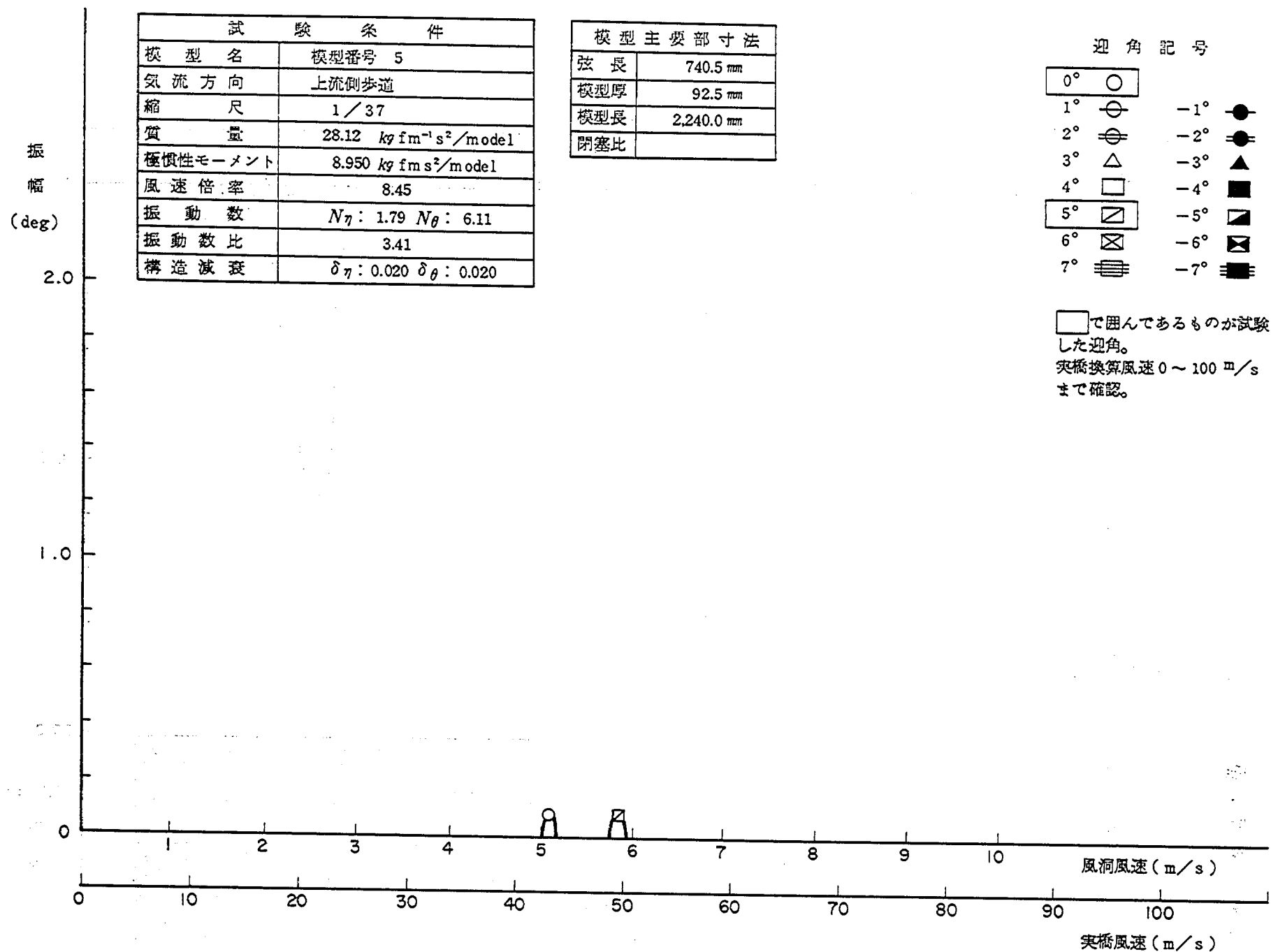
付図-2-20 振幅-風速曲線



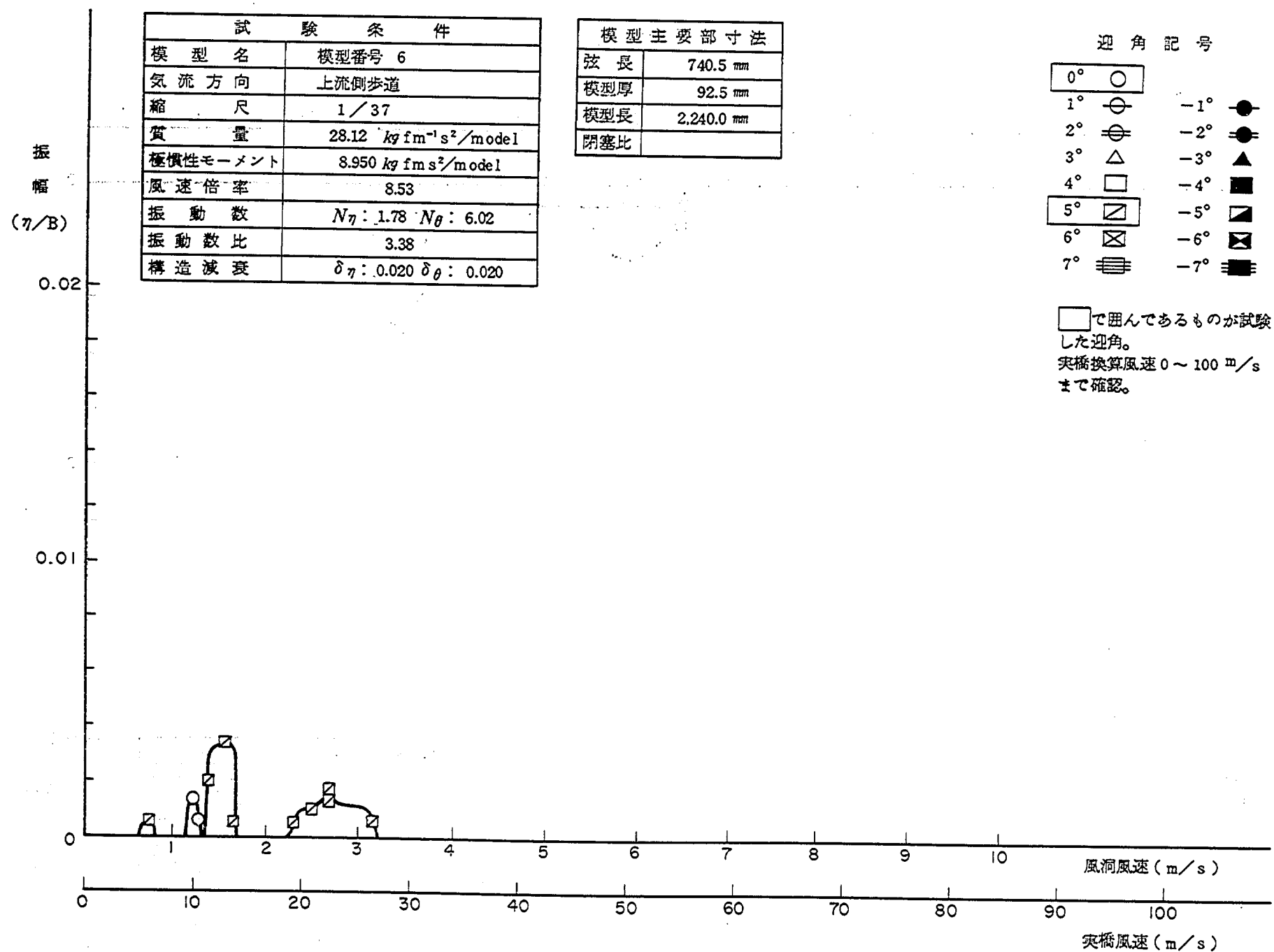
付図-2-21 振幅-風速曲線



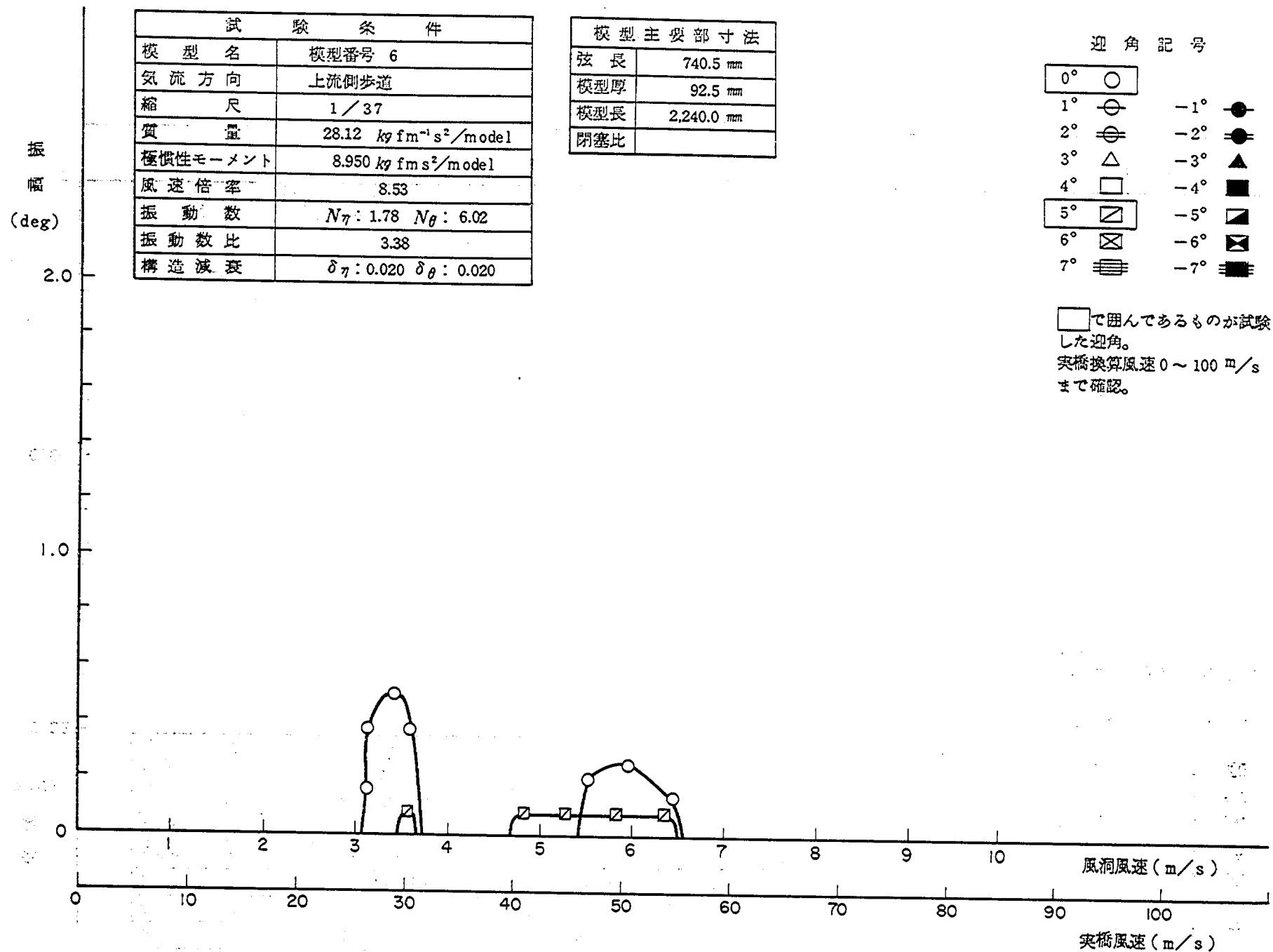
付図-2-22 振幅-風速曲線



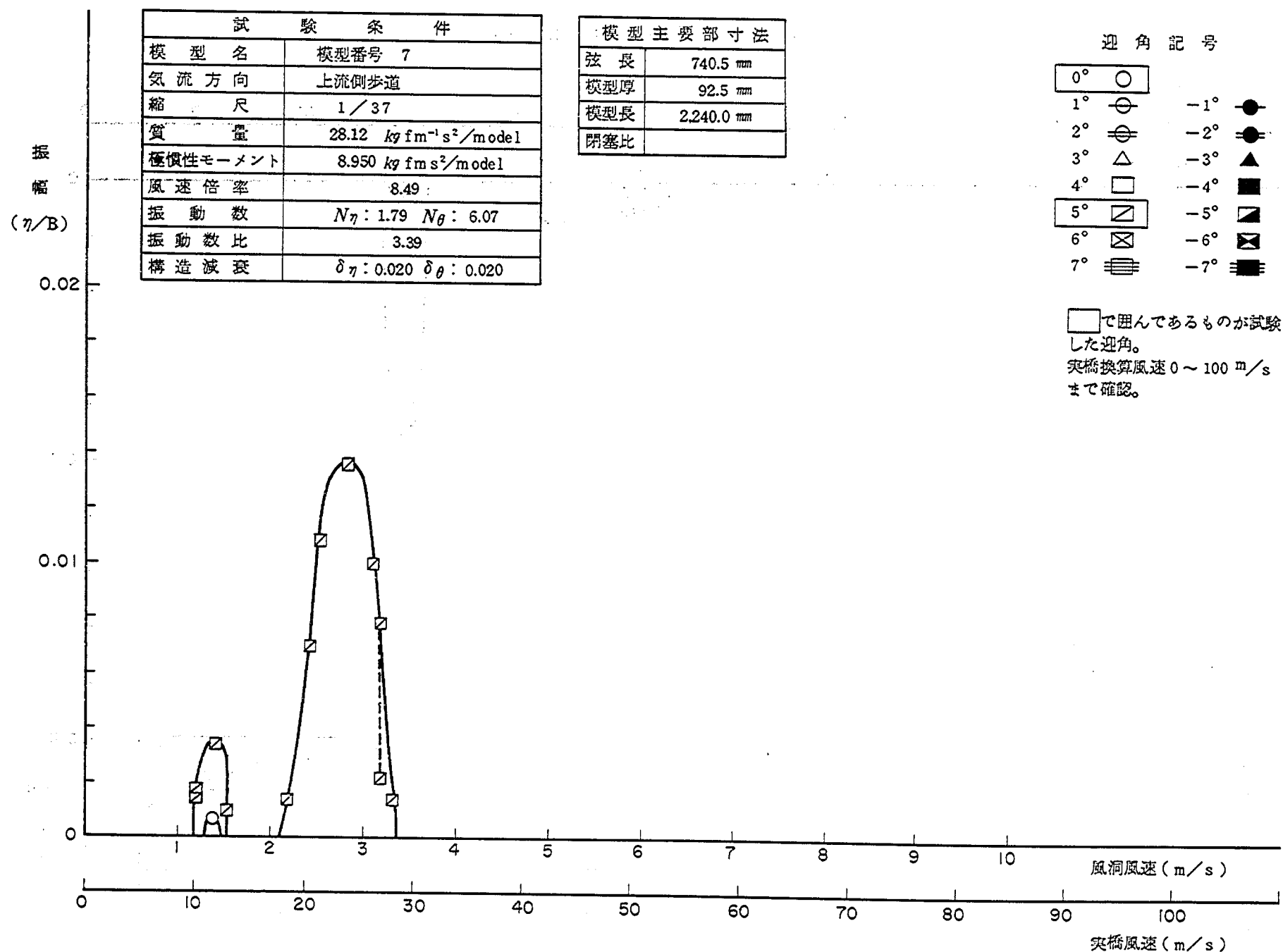
付図 - 2 - 23 振 幅 - 風 速 曲 線



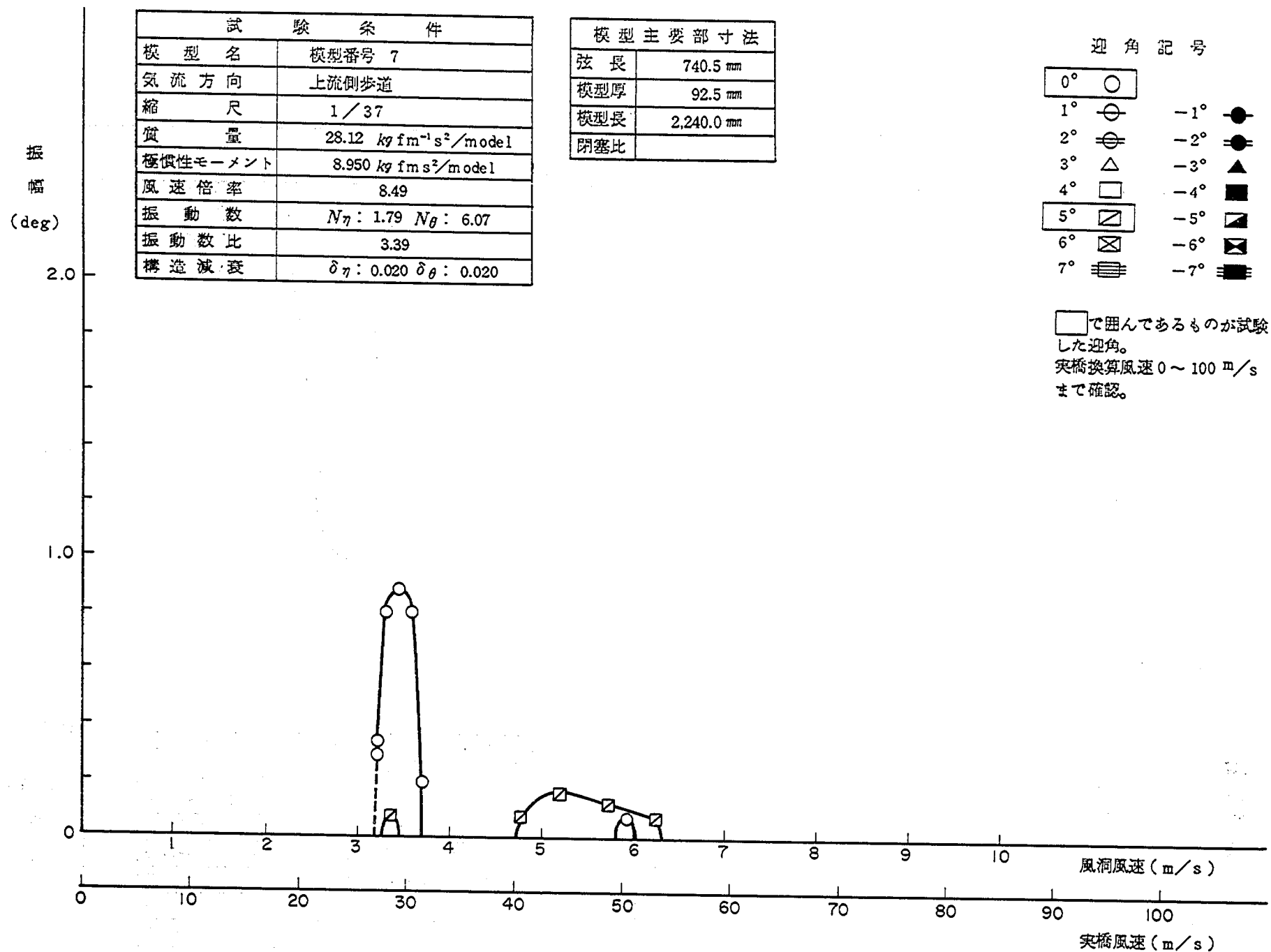
付図-2-24 振幅-風速曲線



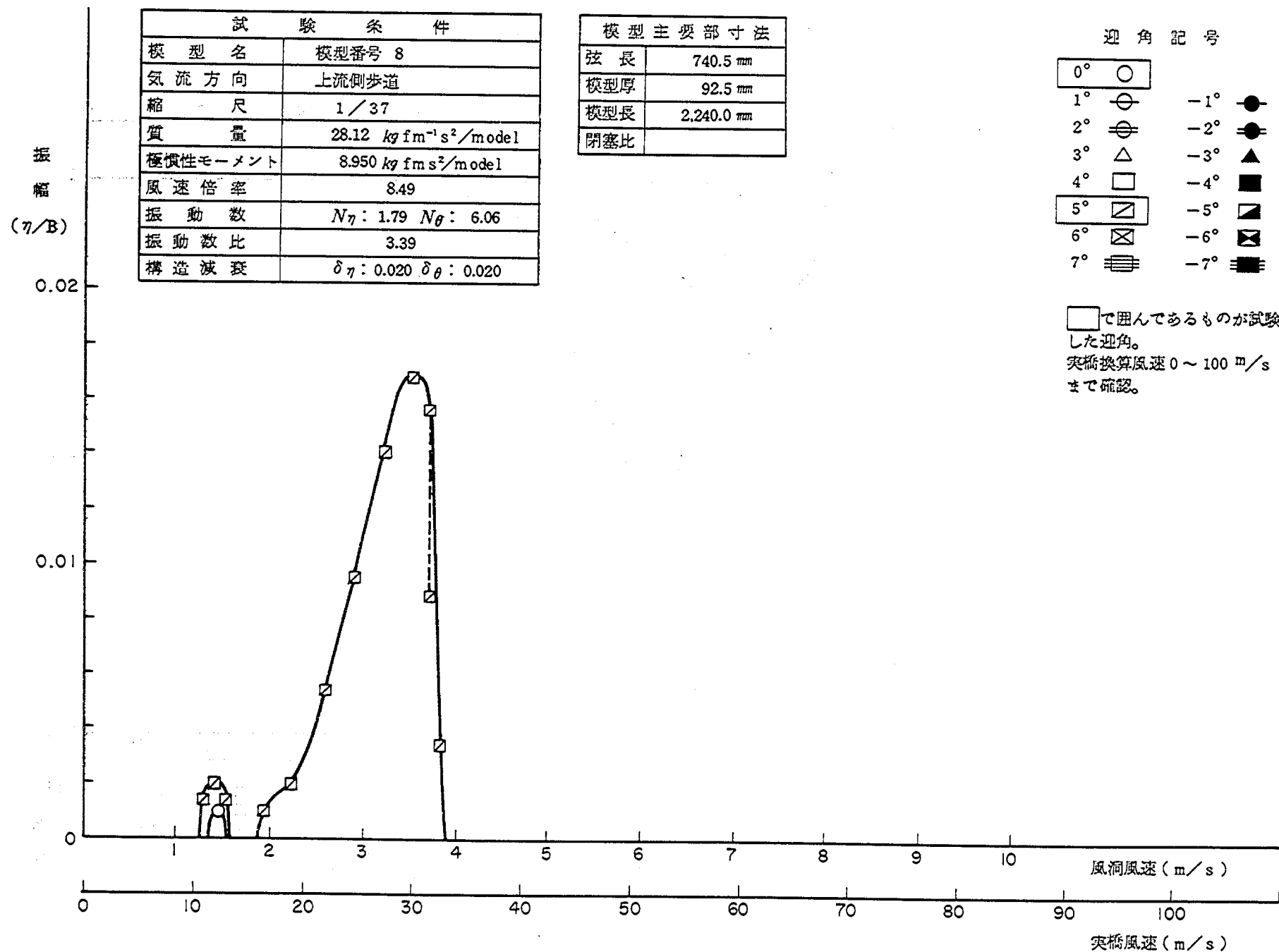
付図-2-25 振幅-風速曲線



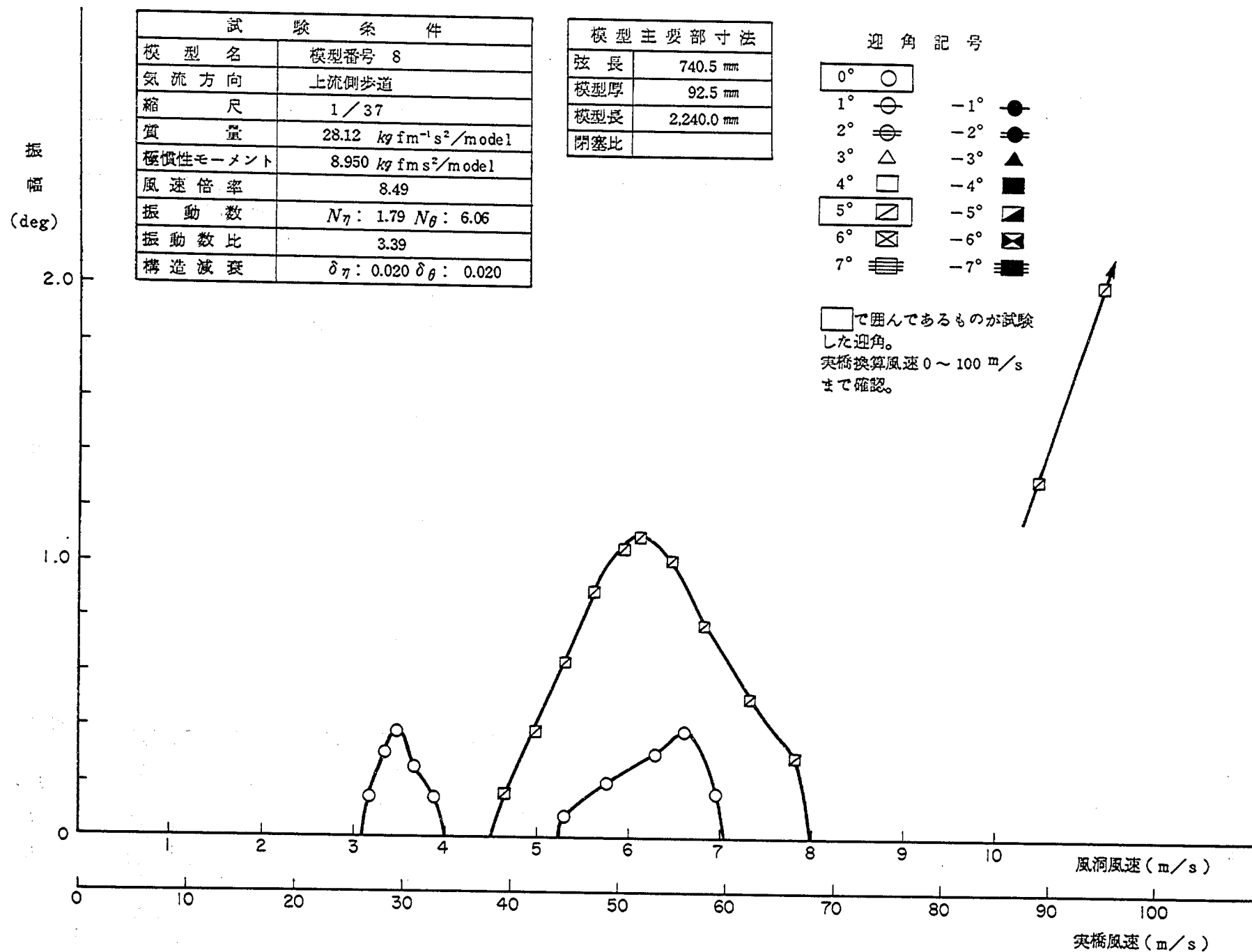
付図-2-26 振幅-風速曲線



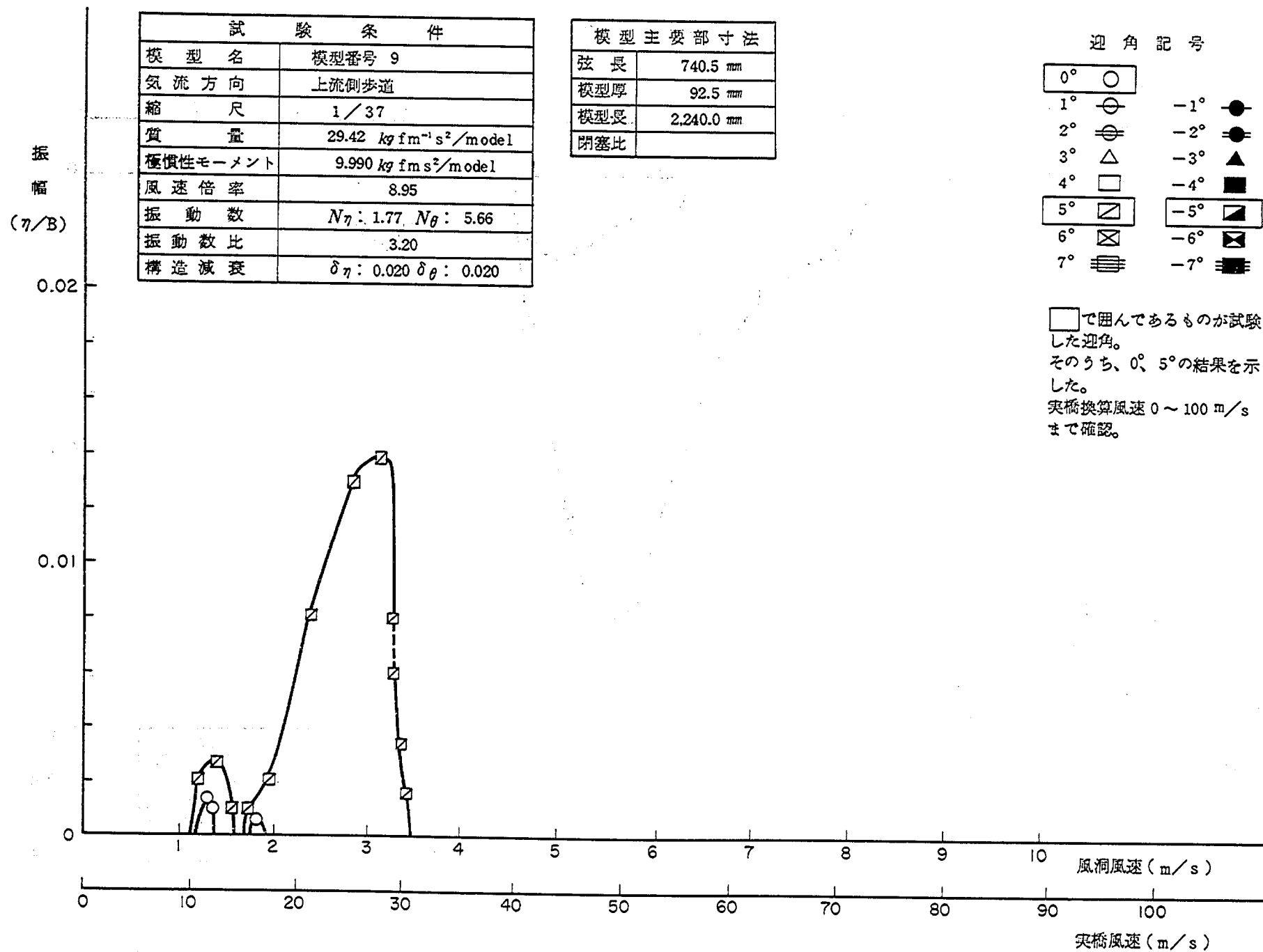
付図-2-27 振 幅 - 風 速 曲 線



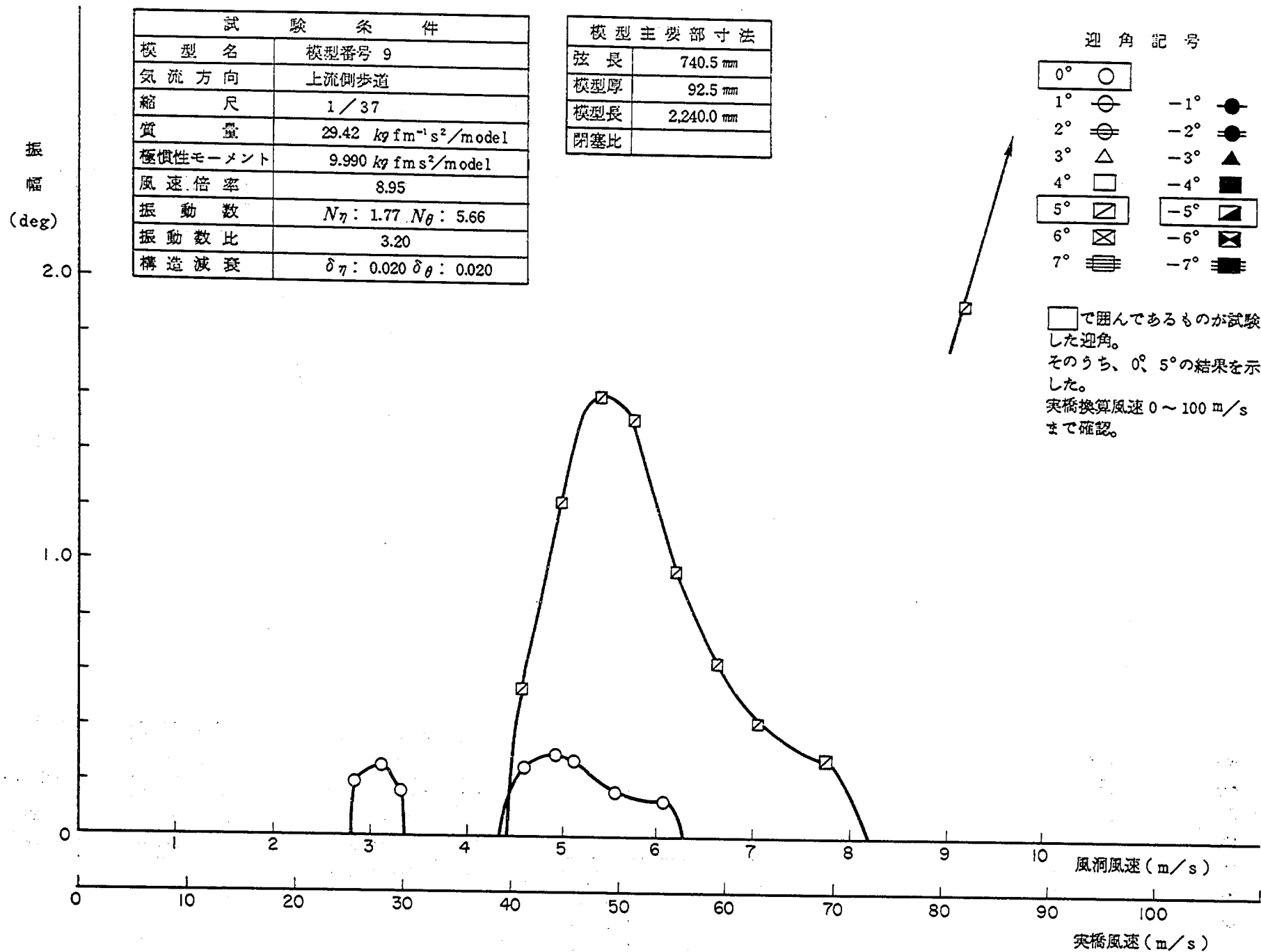
付図-2-28 振幅-風速曲線



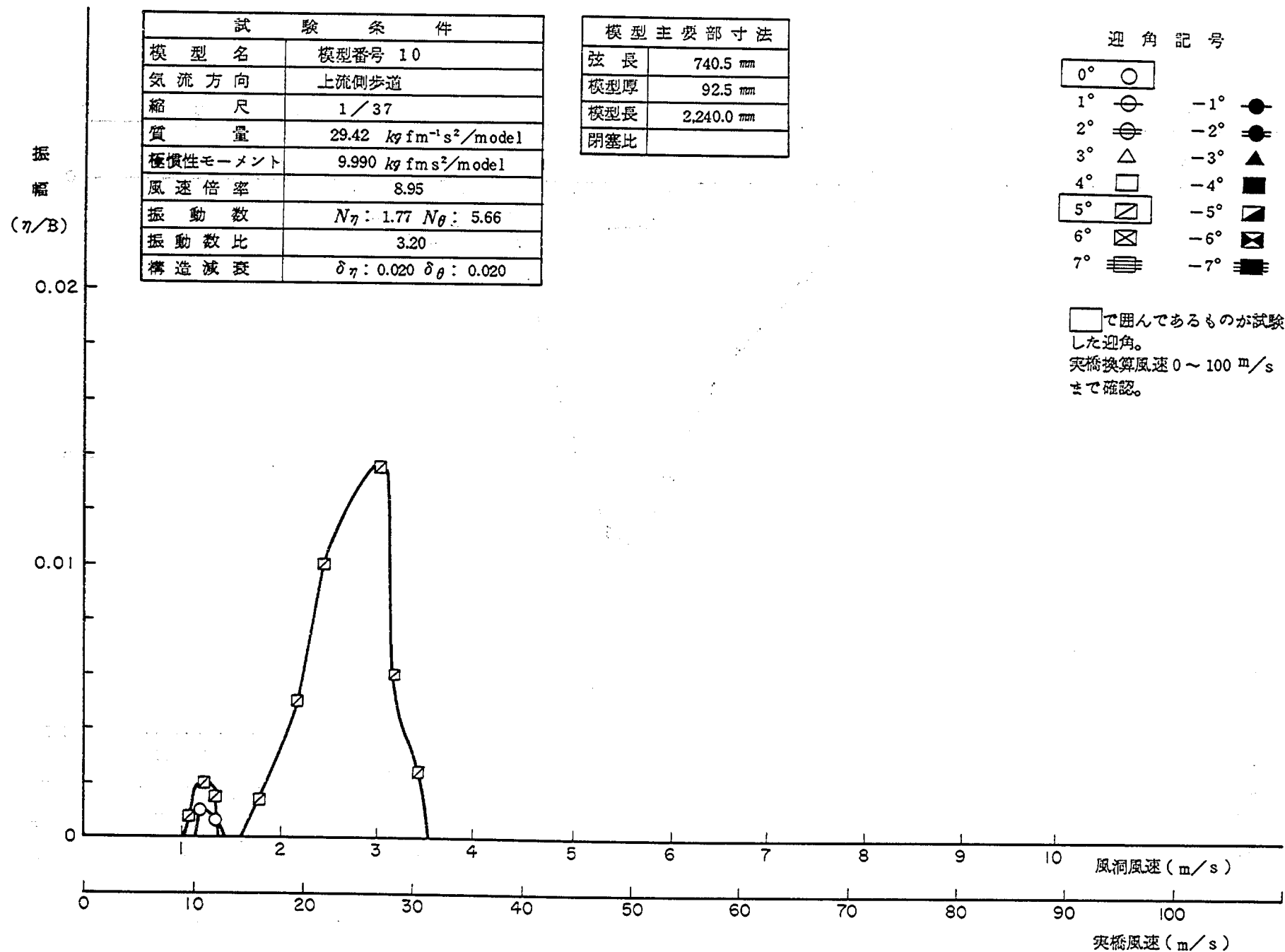
付図-2-29 振幅-風速曲線



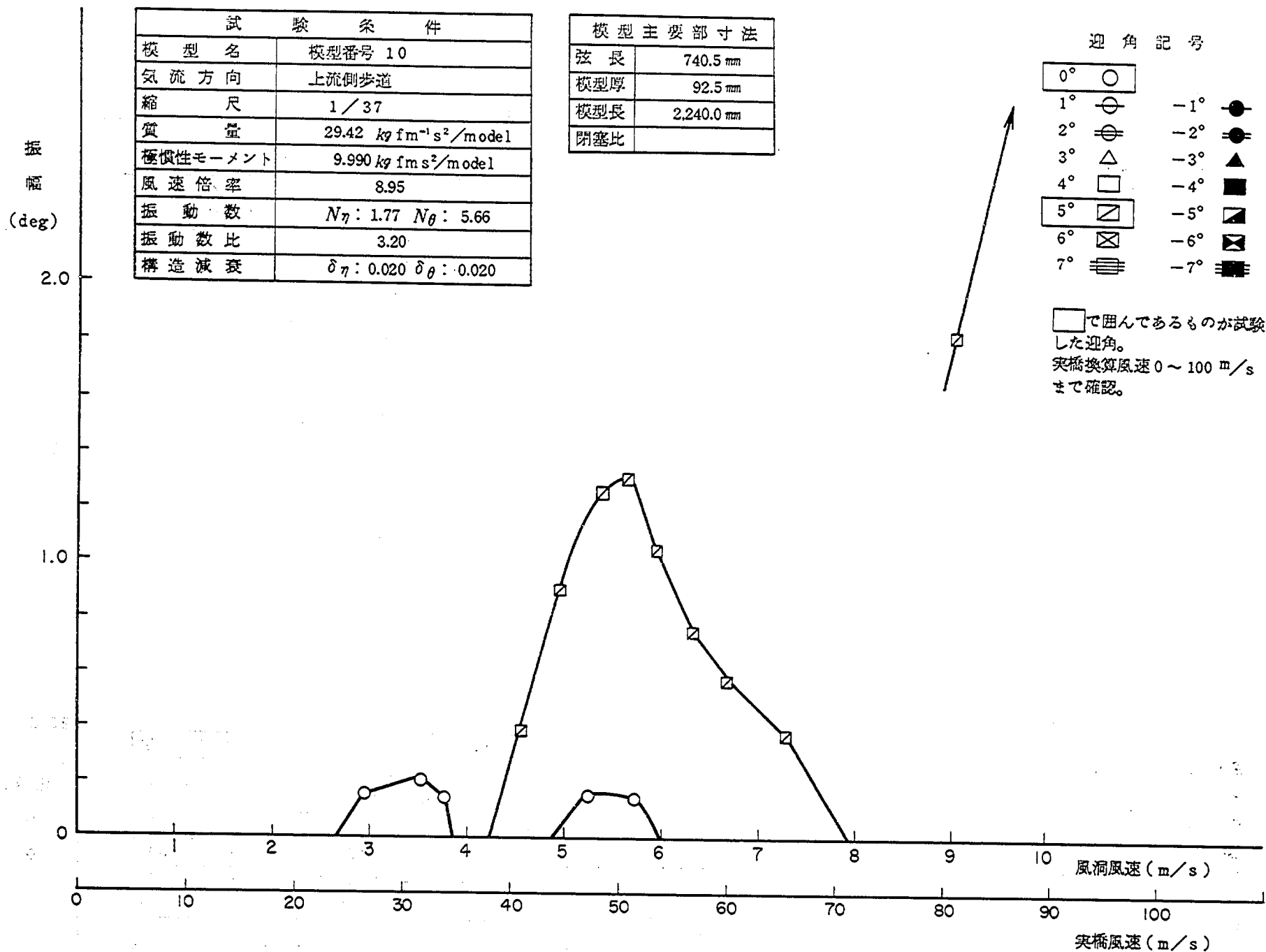
付図-2-30 振幅-風速曲線



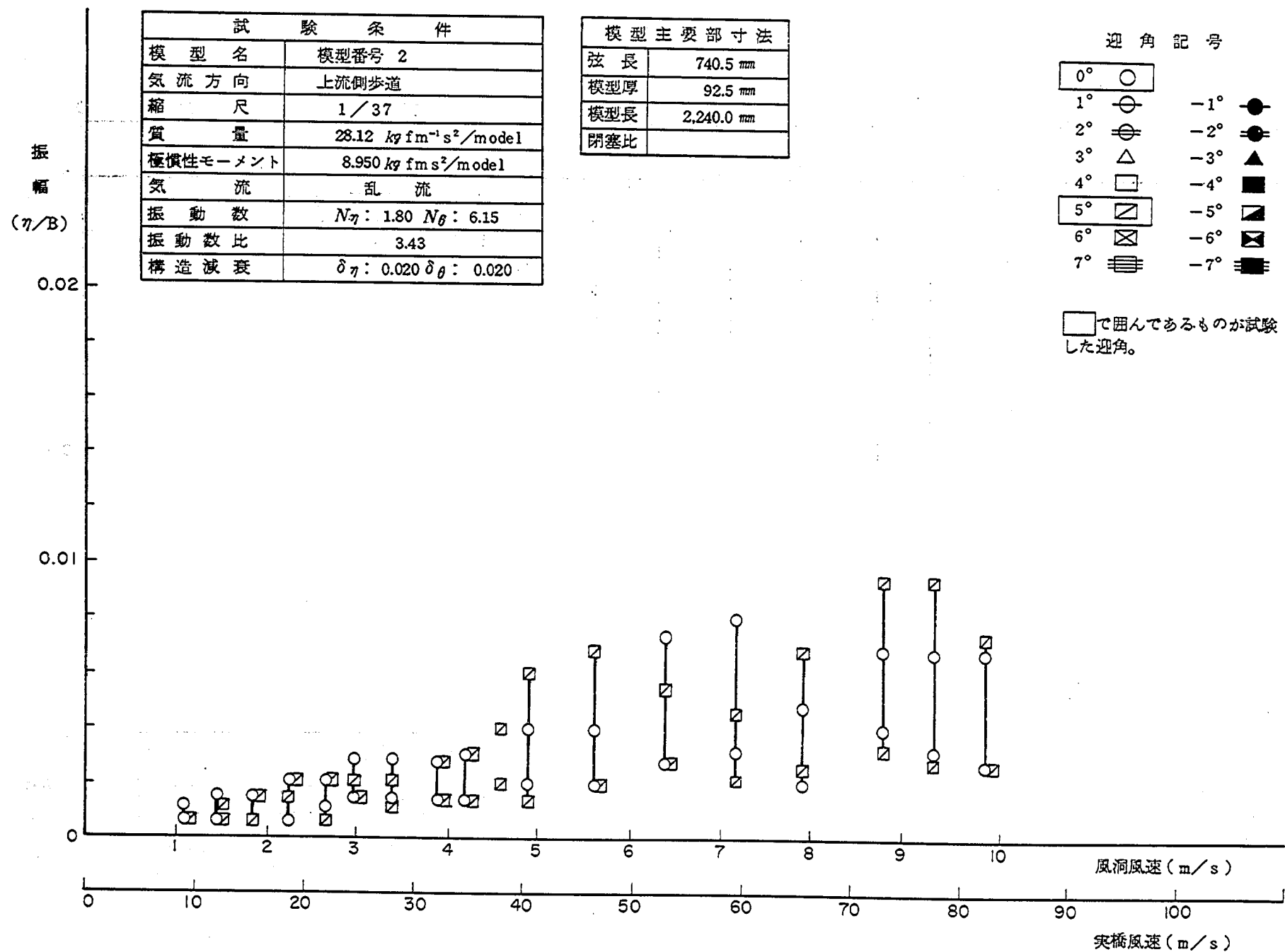
付図-2-31 振幅-風速曲線



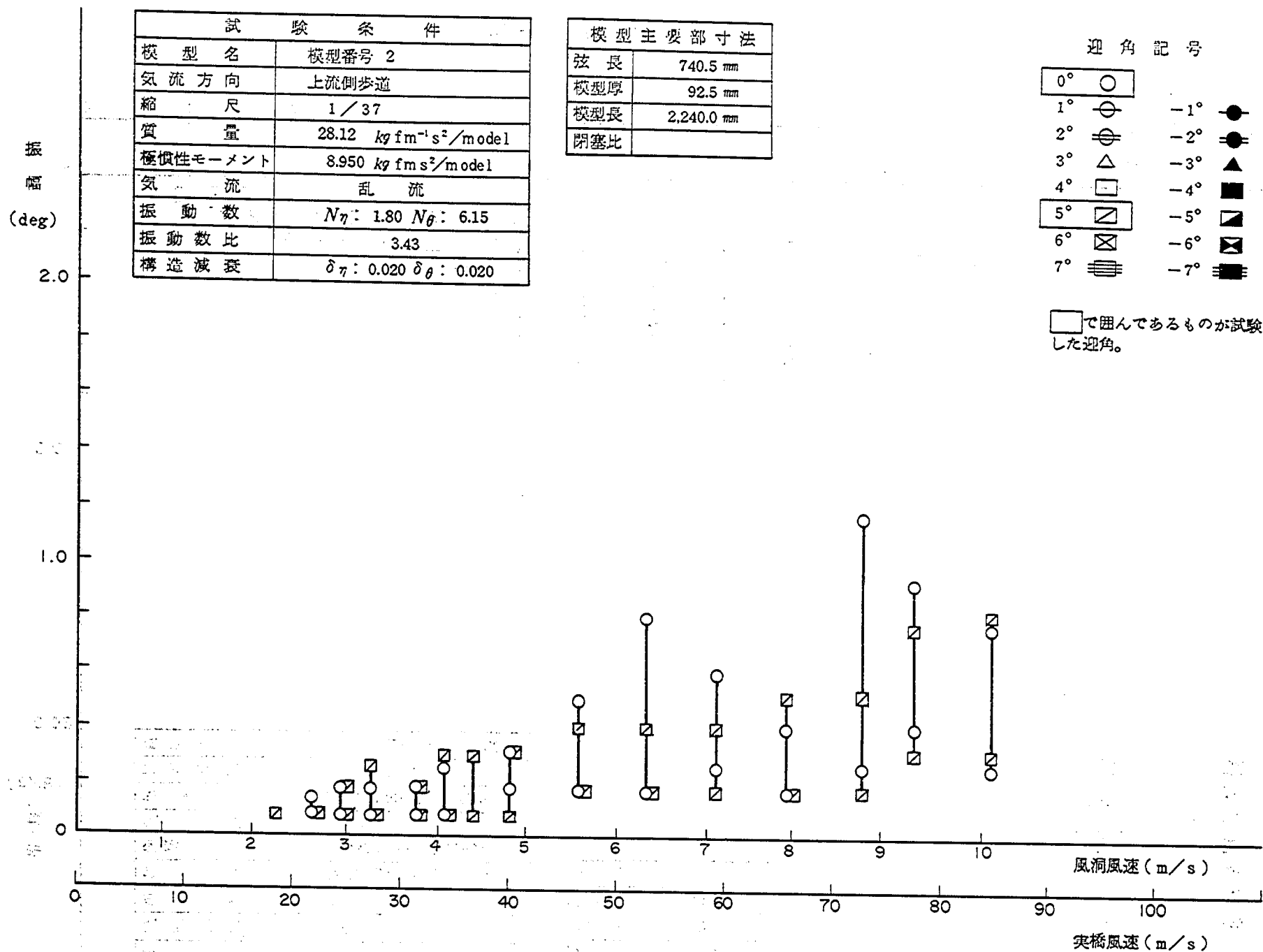
付図-2-32 振幅-風速曲線



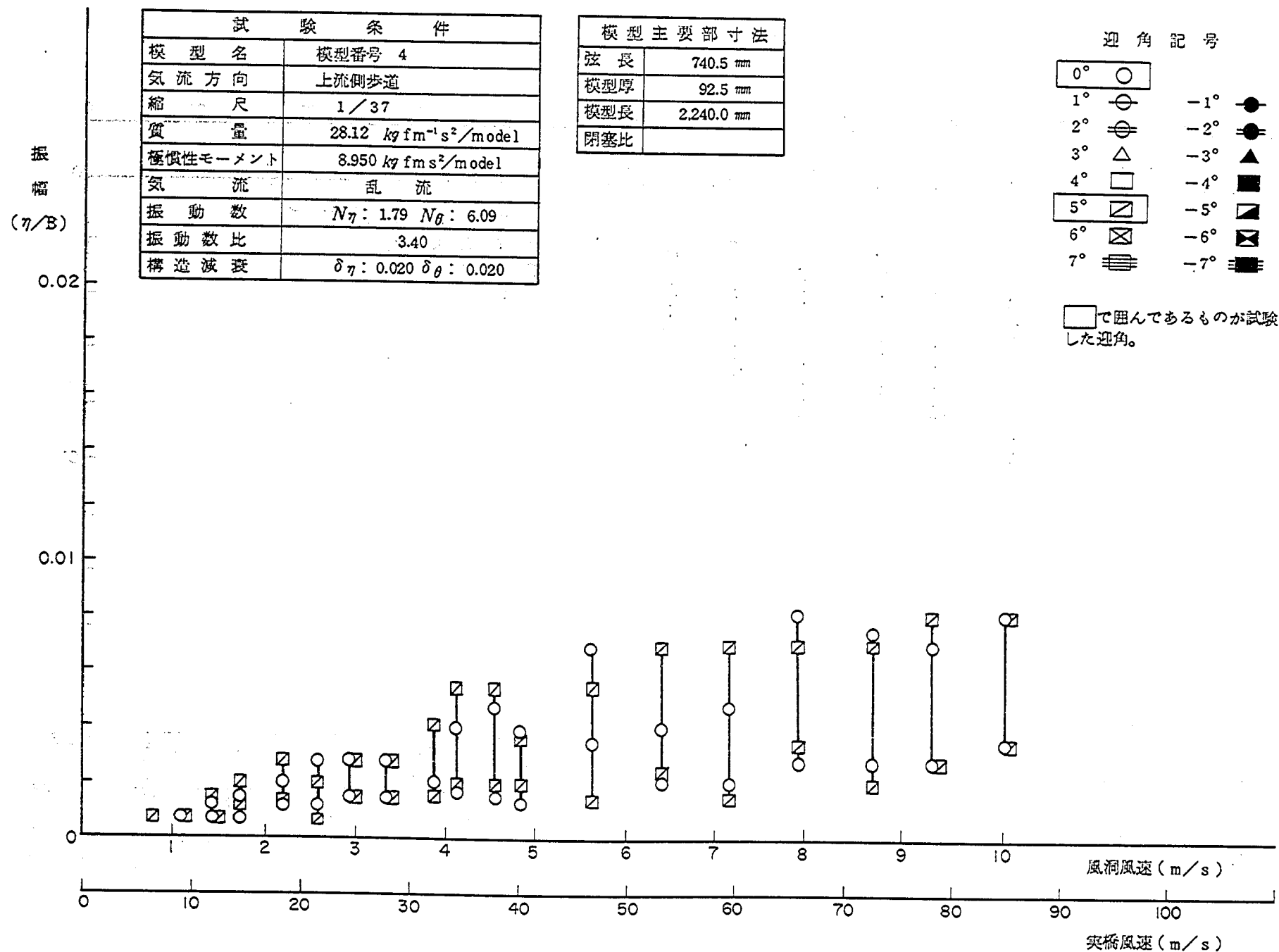
付図-2-33 振幅-風速曲線



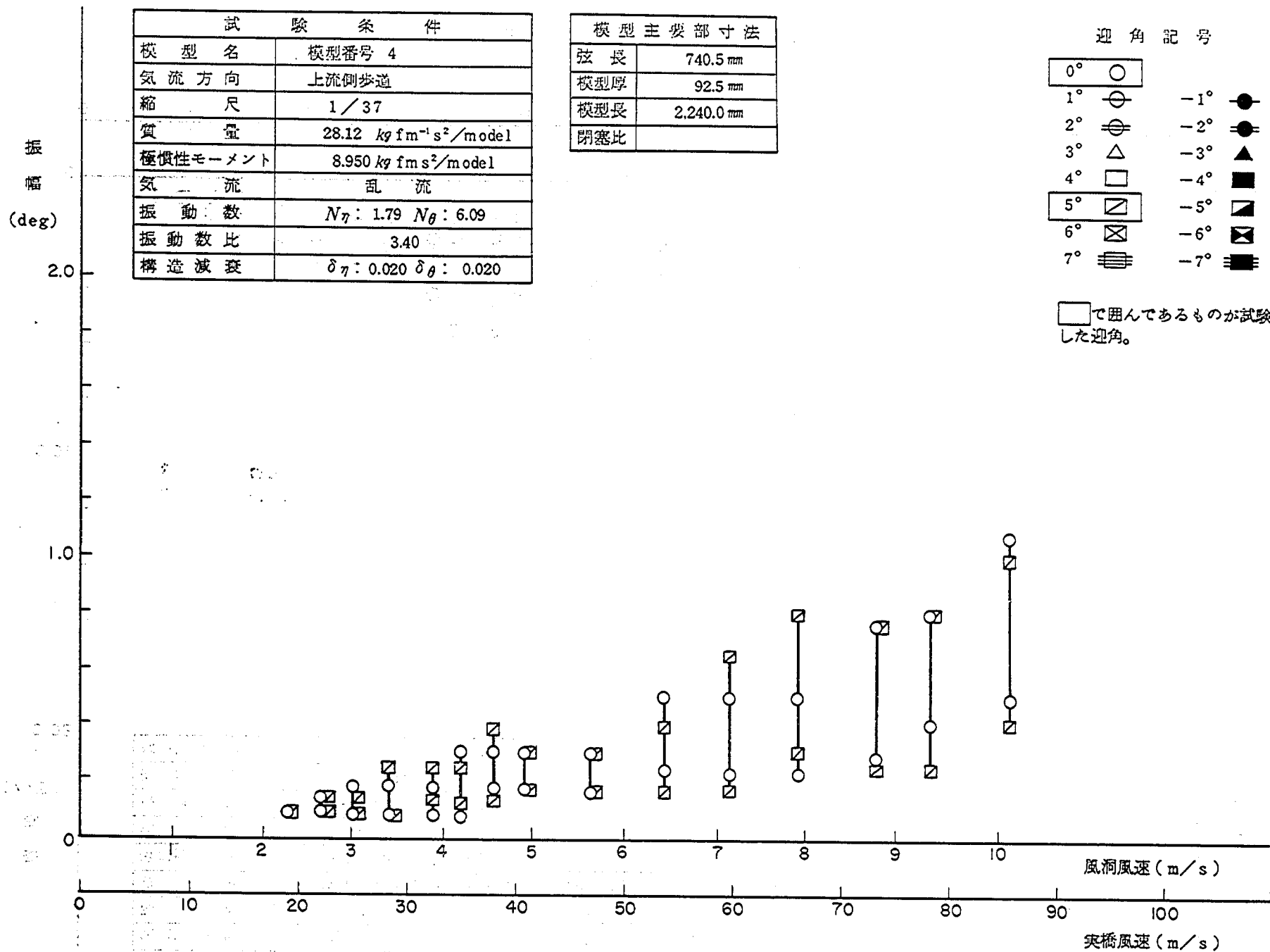
付図-2-34 振幅-風速曲線



付図-2-35 振幅-風速曲線



付図-2-36 振 幅 - 風 速 曲 線



付図-2-37 振 幅 - 風 速 曲 線

幸魂大橋の耐風性
調査報告書

ISSN 0386-5878
土木研究所資料 第2044号
昭和59年2月(1984)
山本邦夫・中神陽一・福田 誠

キーワード 耐風設計, 自励振動, 渦励振, 斜張橋, 風洞実験

要 旨

幸魂大橋のシングルデッキ斜張橋案について, 自励振動および渦
励振に関する検討を行い, 耐風性の良好な断面を選定した。



郵便はがき

3 0 5 - □ □

40
円切手
をはって
下さい。

茨城県筑波郡豊里町大字旭一番地

建設省土木研究所

構造研究室 御中

No. 46

No. 46

配布先氏名

配布先住所





土木研究資料 第2044号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

印

