

二艘曳機船底曳網の模型実験—IV*

谷 口 武 夫

Model Experiments on the Japanese Two-Boat-Type Trawl Net—IV*

By

Takeo TANIGUCHI

For the purpose of obtaining some effective suggestions concerning the construction of the net-mouth and its adjacent parts of a Japanese two-boat-type trawl net, the working behaviors of the *S-I* type nets were studied by altering the angle, θ , between the main man rope and the accessory one, as in Fig. 1 and Table I, through a series of model experiments based on the TAUTI's low¹⁾ of comparison of fishing net.

The results of great relevance to the present inquiry, which are revealed through these experiments, are as follows:

- 1.) When the towing speed is lower than 1.5~2.0 knots, the vertical and horizontal extensions at each part of the net of any type decreased or increased at a considerable rate as the towing speed increased. But, when the towing speed was over 2.0 knots, the vertical extension as well as horizontal one was almost invariable regardless of the towing speed. And, the rate of these variations was high especially at the net-mouth and tended to become lower with the distance from the net-mouth (Figs. 2-A~H and plates A~H).
- 2.) As for the nets placed the angle, θ , at 35~40 deg., the angle to the elevation of the center-edge of its square kept always at about 40 deg. during the experiments, and the whole shape of the nets was very good, regardless of the towing speed. But, as for the nets with smaller or larger range of θ than this, the center-edge of the square got nearerly horizontal or the shape of the net-mouth and its adjacent parts grew worse and worse with the increase of the towing speed (Fig.3).
- 3.) The gape height of nets as well as the horizontal opening at the net-mouth showed during the experiments a marked change with the angle, θ , within the limits from 27 to 41 deg. in θ . And the rate of variation in the gape height and the horizontal opening increased especially when the towing speed became higher

* 水産大学校研究業績 第526号, 1967年12月27日 受理.
Contribution from the Shimonoseki University of Fisheries, No. 526.
Received Dec. 27, 1967.

- than 2.0 knots (Figs. 4 and 5).
- 4.) The gape height of the nets during towing in contrast to that of the nets at a stand still decreased gradually with the increase of the towing speed. The rate of its decrease tended to become less with the increase of θ (Fig.6).
- 5.) The towing resistance, R (ton), of the nets increased in proportion to about 1.7 power of towing speed, V (m/sec), with any type net. And, the resistance coefficient, k , tended to increase with the value of θ , but it was almost invariable in the range of more than 35 deg. in θ (Figs. 7 and 8).

緒 言

前報⁽¹⁻⁴⁾では、底曳網の網口の高さを高める方法として、在来の四角形の袖網を五角形に改造した、いわゆる $S-I$ 型網を提案、これに関する力学的特質について種々報告した。

引き続き本報では、この網のキーポイントともいべき網口付近の構造のバランス問題、すなわち袖部に取り付けられた主力網と天井網脇の補助力網とのなす角度、 θ 、を何度とすべきか、さらにそれにより網成りおよび流水抵抗などがどのように変化するか、奥袖部だけが改造された $S-I$ 型の基本的網具について、模型実験を行ない結果を比較検討した。

実験ならびに方法

実験は、前報⁽¹⁾で用いた基本的 $S-I$ 型網 (第1図) の 1/30 模型網を基に、その奥袖部を便宜上主力網の側所で上下2分し、上方の三角網部の主力網と補助力網とのなす角、 θ 、を、第1表に示したように、0、9、18、27、35、41、47および51°の8通りに変えた場合について、本校備え付けの回流水槽で、1963年10月~12月にわたり、前報と全く同様にして行なった。

Table 1. Detail of the top (a triangular net) of upper hind wing of the $S-I$ type net used in the experiments.

Angle between Main Main Rope and Accessory one θ°	Length of Ropes			Mesh Number of Net		
	Wing Head R. (m)	Main M. R. (m)	Accessory M. R. (m)	a	b	c
0	5.46	—	3.63	135	85	—
9	5.57	9.09	"	137	83	12
18	5.77	"	"	140	80	25
27	6.10	"	"	144	76	36
35	6.48	"	"	151	69	46
41	6.80	"	"	157	63	53
47	7.14	"	"	164	56	60
51	7.37	"	"	169	51	63

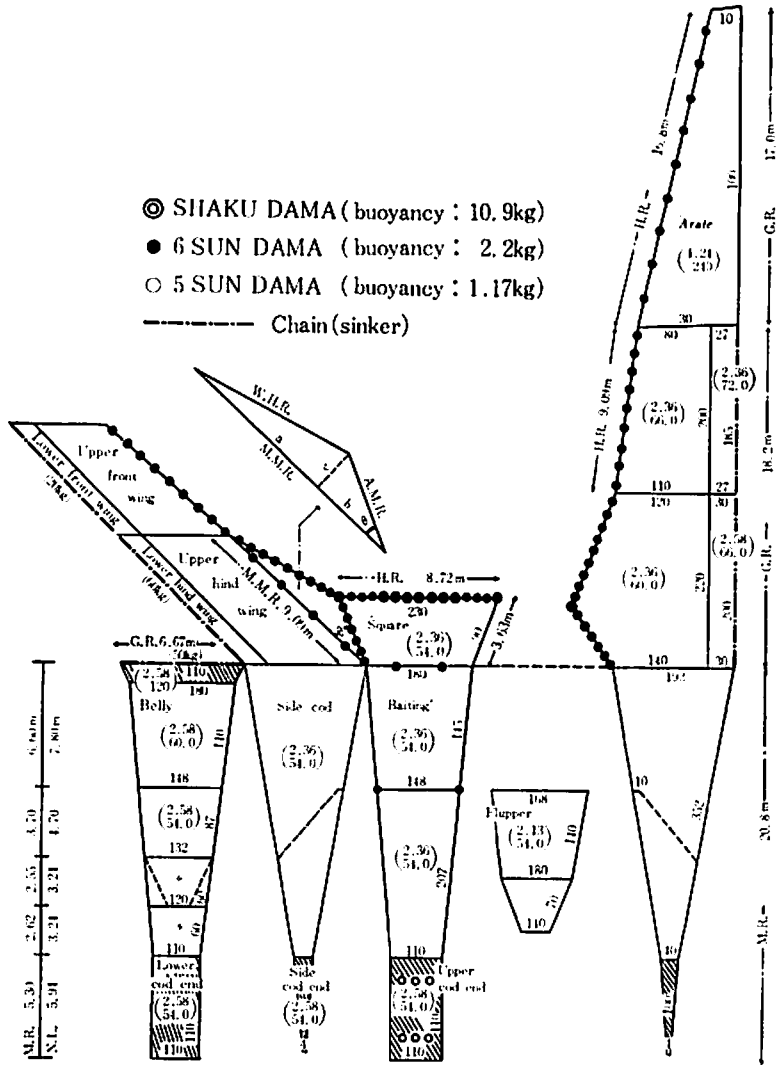


Fig. 1. Layout of the S-I type net. Upper and lower parenthesized figures indicate diameters of netting twine (*Kuremona* twine except *Manila* one in *Arate*) and mesh size (both in mm), respectively. Dimensionless figures without parenthesis show mesh number. And the oblique line signifies the part of double twine mesh.

実験結果とその検討

1. 網 成 り

前報^{3, 4)}によれば、天井網の仰角は、曳網中の網口の高さはもちろん、網成り、抵抗または浮上など、網具の性能にいちじるしい影響を及ぼす。

本実験では、このことがらをくわしく検討するために、先ず、上述した θ の異なる8通りの網具について、予備試験から両手木間隔および浮沈子類の装着量をそれぞれ理想的な33mおよび第1図のように定め、曳網速度(V)を0~1.75 m/secに変化させた時の網成り変化(E_N)を観測した。結果は第2図A~Hおよび付図A~Hに示す。図中、①, ②, ③および④はそれぞれ先袖前端、奥袖前端、網口(天井前縁)嚮口(天井後縁)における垂直的拡がり(実線)ならびに水平的拡がり変化(破線)を、⑤は口脇、すなわち天井前縁脇端の網立ちを表わす(値は総て実物換算値)。

これらの結果から、袖、網口および嚮口などの網立ちは、いずれの網具も曳網速度が1.5~2.0ノット付近までは速度の増大と共に大きく減少するが、それより速くなるとその変化はあまりなく、ほぼ一定となる。この変化の割合は網口付近が最大で、そこから遠ざかるにつれ小さくなる傾向がみられる。水平方向への拡がりも、曳網速度が2ノット付近を境に、これより遅い範囲では大きく変化し速度の増大と共に拡大するが、速い範囲では速度にかかわりなく、ほぼ一定の拡がりを保つ。

第3図は曳網速度(V)と各網具の天井網中央縦線の傾斜角(θ_s)との関係を示したものである。図中、▲, ○, ①, ②, ③, ④ および ● はそれぞれ θ が0, 9, 18, 27, 35, 41, 47 および 51° のものの値を示す。

これによると、 θ が 27° より小さいものでは、速度の増大と共に天井網の傾角は減少の一途をたどり、3ノットを越すと天井網はほぼ水平状となるのに対し、 θ が $35\sim 41^\circ$ のものでは天井網は常に 40° 前後の傾きを示し、全体的な網成りも極めて良好である。しかし、 θ が大きく 50° 前後のものでは、低速時にはそれ程でもないが、2.5ノット前後から天井傾角は急激に大きくなり、天井網中央部は吹き上げられて彎曲し、天井前端はかえって引き下げられて網成りは悪化する。

2. 網口の高さ

前項では、各網具の総体的な網成り変化について述べたが、 θ 変化と網口の拡がり、特にその高さに及ぼす影響について、項を改め詳述する。

第4図は θ 変化と網口の高さ(E_{V0})およびその水平的拡がり(E_{N0})との関係を示したもので、図中の△, ○, ①, ②, ③, ④ および ● は、それぞれ曳網速度が0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 および 3.5 ノット時の値である。

図から、網口の高さは、低速時には徐々ではあるが θ の増加と共に高まるが、2ノット以上の高速になると θ が $30\sim 40^\circ$ 前後の領域で比較的大きい変化がみられる外はほとんど変らない。水平方向への拡がりはやや複雑で θ が小さい範囲ではその増大と共に拡がるが、 17° 付近を境に狭まる傾向がみられる。この変化は低速時にはそれ程でもないが、2ノット以上の高速では顕著である。口脇、すなわち奥袖頂点の網立ちは網口の約1割減程度の高さで網口変化とほぼ同様の傾向がみられたが、主力網下部の網立ちは袖網部のそれと共に θ の大きさにはかかわりないようである。

次に、奥袖を变形して天井網に傾角を与えることが、それをしない場合に較べてどれ程の効果があるか、 θ が 0° のものの網口の高さと各 θ の網具の網口の高さととの比(H_θ/H_{00})を求め、結果を第5図に示した(図中の記号は4図に同じ)。これから、曳網速度が遅い時にはそれ程でもないが、速い場合にはその効果は大きく、特に θ が 30° 附近から急激に現われ始める。

第6図は曳網中の各網具の網口の高さ(H_V)が静止時のそれ(H_{V0})に対して各速度でどれ程減少する

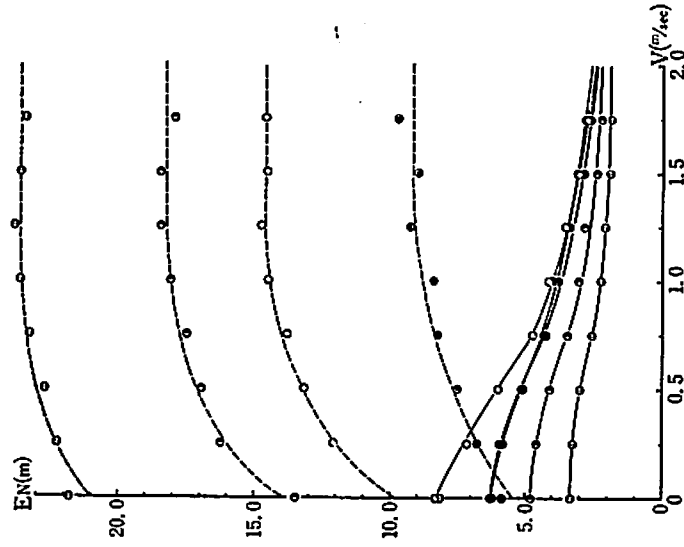


Fig. 2—B. Vertical and horizontal extensions (E_N) of the parts of the net placed the angle, θ , at 9 deg. at various towing speed (V) under 33 m in the distance between two spreaders. Notes: Symbols are the same as Fig. 2—A.

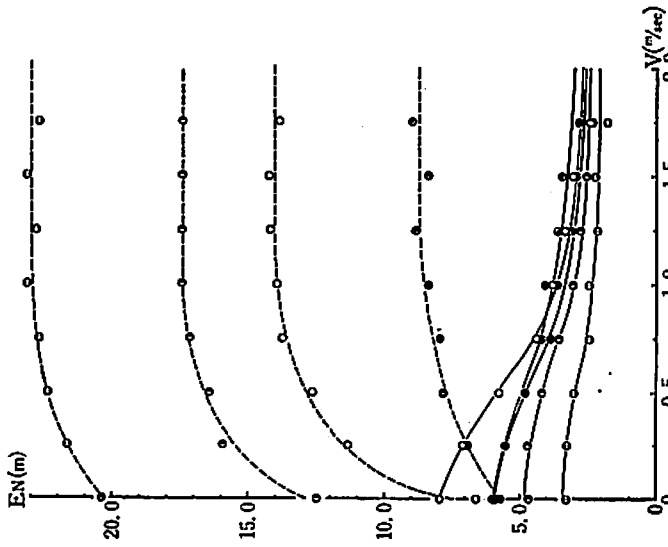


Fig. 2—A. Vertical and horizontal extensions (E_N) of the parts of the net placed the angle, θ , at 0 deg. at various towing speed (V) under 33 m in the distance between two spreaders attaching to each frontal end of wings. Abbreviation, \odot , \bullet , \circ and \ominus : the vertical (true line) and horizontal (broken line) extensions on the section at fore most end of the front wing, at that of the hind wing, at frontal edge of the square and at hinder edge of it, respectively. And, \triangle , \triangleleft : the net-height at the top of hind wing.

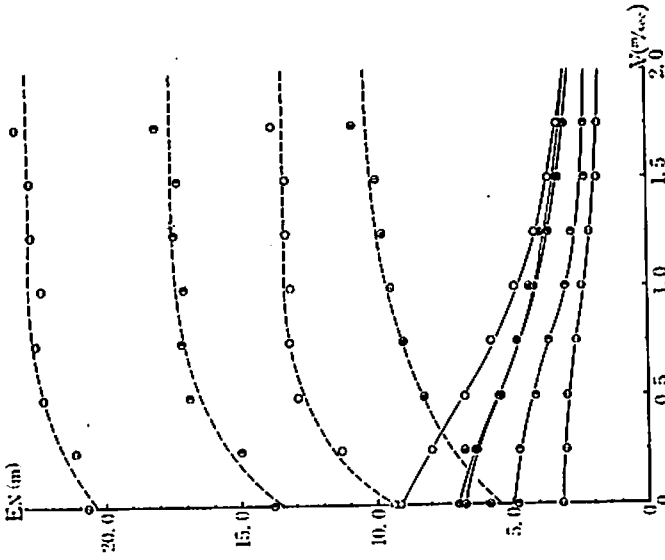


Fig. 2-D. Vertical and horizontal extension: (E_N) of the parts of the net placed the angle, θ , at 27 deg. at various towing speed (V) under 33 m in the distance between two spreaders. Notes: Symbols are the same as Fig. 2-A.

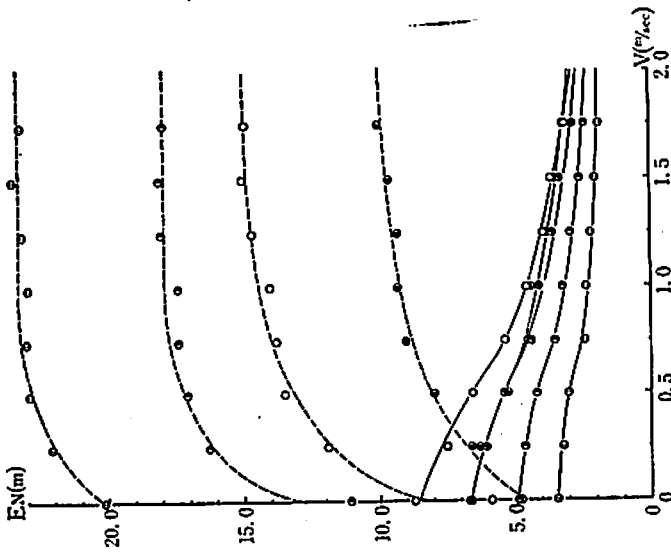


Fig. 2-C. Vertical and horizontal extensions (E_N) of the parts of the net placed the angle, θ , at 18 deg. at various towing speed (V) under 33 m in the distance between two spreaders. Notes: Symbols are the same as Fig. 2-A.

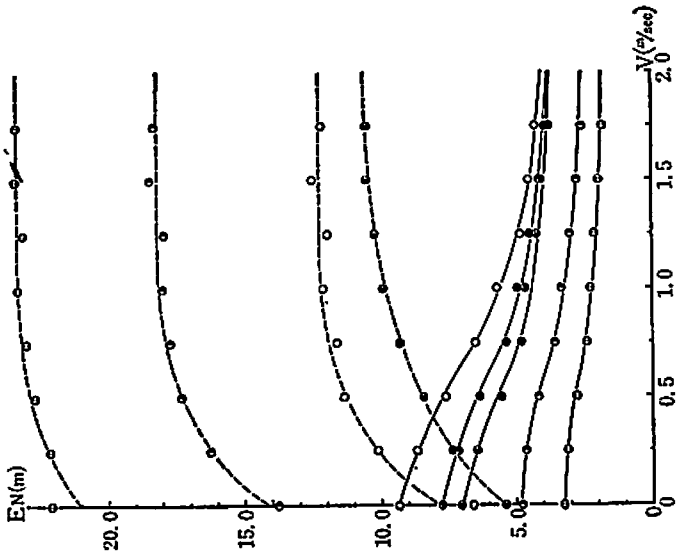


Fig. 2—F. Vertical and horizontal extensions (E_N) of the parts of the net placed the angle, θ , at 41 deg. at various towing speed (V) under 33 m in the distance between two spreaders. Notes: Symbols are the same as Fig. 2—A.

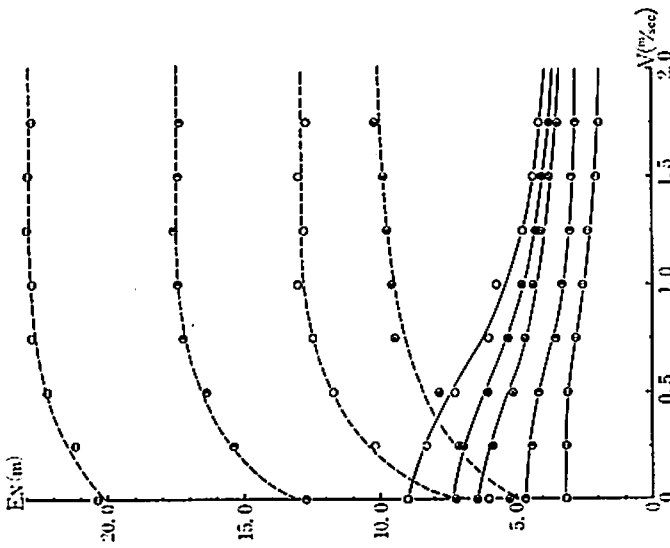


Fig. 2—E. Vertical and horizontal extensions (E_N) of the parts of the net placed the angle, θ , at 35 deg. at various towing speed (V) under 33 m in the distance between two spreaders. Notes: Symbols are the same as Fig. 2—A.

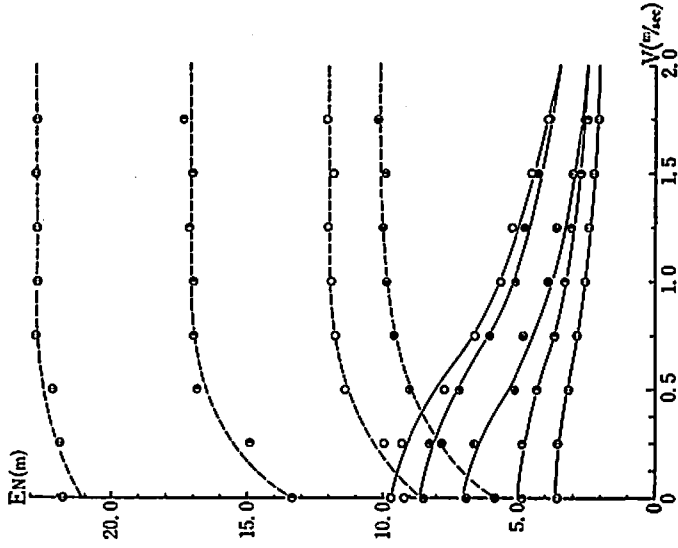


Fig. 2—H. Vertical and horizontal extensions (E_N) of the parts of the net placed the angle, θ , at 51 deg. at various towing speed (V) under 33 m in the distance between two spreaders. Notes; Symbols are the same as Fig. 2—A.

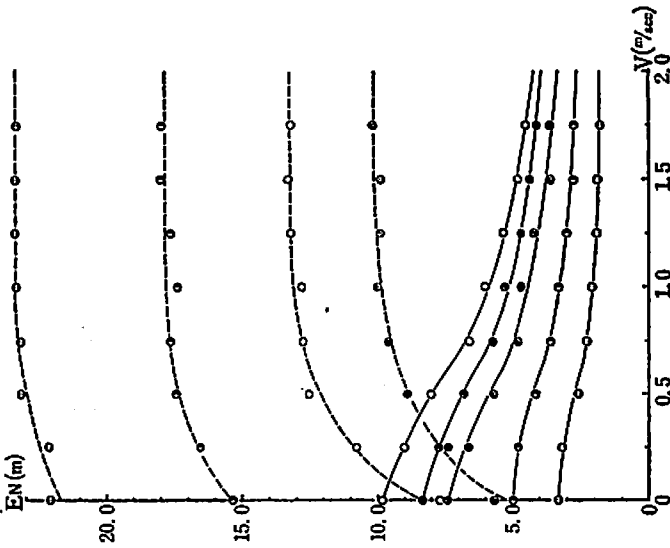


Fig. 2—G. Vertical and horizontal extensions (E_N) of the parts of the net placed the angle, θ , at 47 deg. at various towing speed (V) under 33 m in the distance between two spreaders. Notes; Symbols are the same as Fig. 2—A.

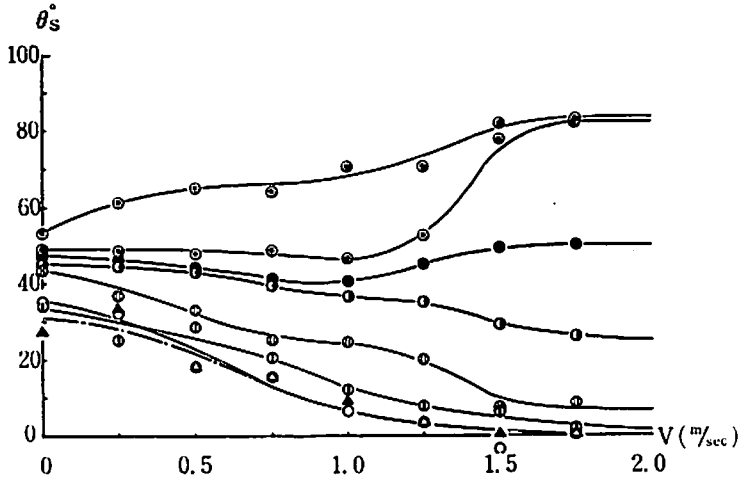


Fig. 3. Changes of the angle to elevation (θ_s) of the center-edge of square part of various nets in relation to the towing speed (V) at 33 m in the distance between two spreaders. Abbreviations, \blacktriangle , \circ , \odot , \ominus , \bullet , \oplus , \otimes and \bullet : the values observed of nets placed the angle, θ , at 0, at 9, at 18, at 27, at 35, at 41, at 47 and at 51 deg., respectively.

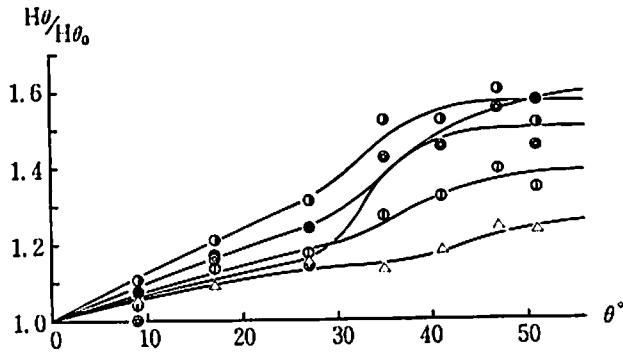


Fig. 5. Changes of the ratio (H_θ/H_{θ_0}) of the gap height of nets with different angle, θ , to that of the angle-less net with the increase in the angle (θ) for various towing speed. Notes: Symbols are the same as Fig. 4.

かを示したものである (図中の記号は3図に同じ)。これによると、 θ が大きいもの程その減少する割合は少なく、曳網速度 2.5 ノットで θ が $35\sim 47^\circ$ のものの減少率が 48 %であるのに対して 0° のもののそれは 58 %である。

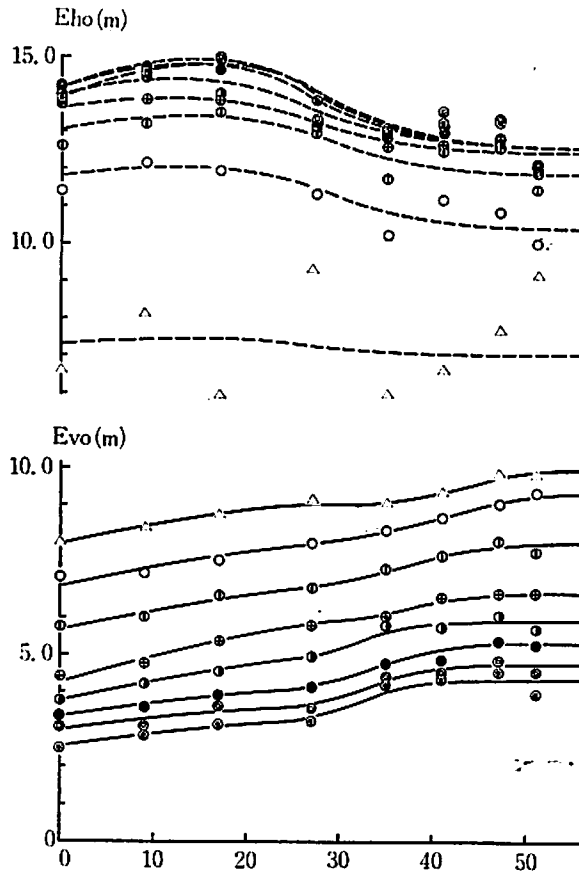


Fig. 4. Changes of the vertical and horizontal extensions (E_{VO} and E_{HO}) of net-mouth in relation to the angle (θ) under 33 m in the distance between two spreaders.
 Abbreviations Δ , \circ , \oplus , \ominus , \bullet , \odot and \bullet : the values observed at, 0 at 0.25, at 0.50, at 0.75, at 1.00, at 1.25, at 1.50 and 1.75 m/sec towing speed, respectively.

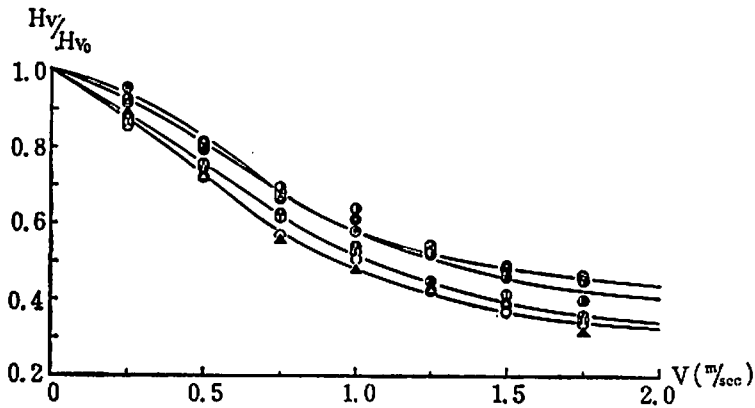


Fig. 6. Changes of the ratio (H_V/H_{V_0}) of the gape height of nets during towing to that of net at stand still with the increase in the towing speed (V) for nets with different angle, θ . Notes: Symbols are the same as Fig. 3.

3. 流水抵抗

前報²⁻⁴⁾では、網具にかかる抵抗は、在来型では速度の自乗もしくはこれよりやや小さい値に比例するが、網地使用量では大差ないものでも、その構成法如何では著しい差がみられた。

したがって、網口の構造、すなわち θ 変化によりどの程度の相違がみられるか、上述の各網具について、前項と同様、両手木間隔、浮沈子装着量を固定し、曳網速度(V)を0.25~1.75 m/secにわたり変化させた場合の抵抗(R)を観測し、結果を第7図に示した(図中の記号は3図に同じ)。これによると、本実験の範囲では、いずれの網具でも R は V のほぼ1.7乗に比例し、抵抗係数(k)は θ が0, 9, 18, 27, 35, 41, 47 および 51° のもので、それぞれ3.0, 3.0, 3.4, 3.5, 3.8, 3.7, 3.9 および3.5と θ の増大と共に増加の傾向がみられる。

第8図は θ 変化と $k(=R/V^{1.7})$ との関係を求め図示したものである(図中の点は各速度における実験値、丸はそれらの平均値を示す)が、変化の割合は θ が $10\sim 30^\circ$ の範囲で若しく、 35° を過ぎるとあまり変らない。

以上、網口の高さはもちろん、全体的網成りならびに抵抗などから総合すると、 $S-I$ 型の主力網と補助網とのなす角度、 θ 、は $35\sim 40^\circ$ に計画するのが理想と考えられる。

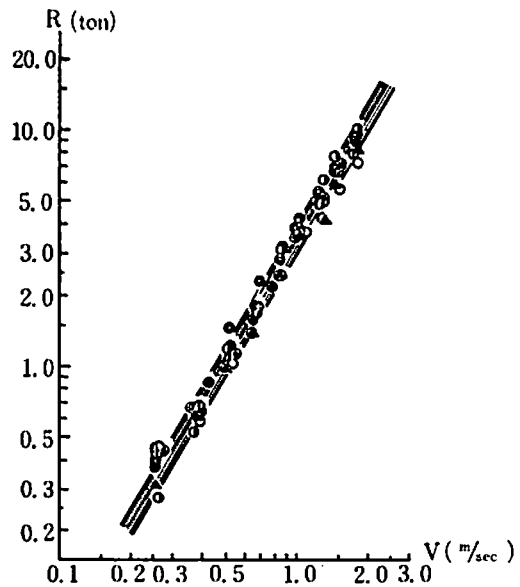


Fig. 7. Relation between the towing resistance (R) of nets with different angle, θ , and towing speed (V). Notes: Symbols are the same as Fig. 3.

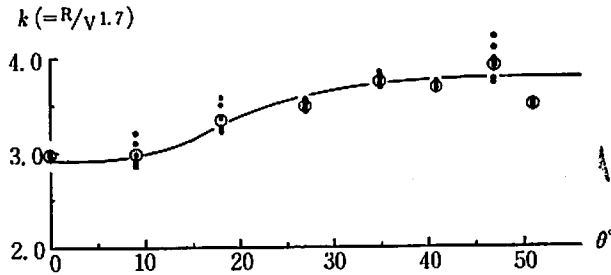


Fig. 8 Changes of the resistance-coefficient (k) of nets with the increase in the angle, θ .

Abbreviation; the dots and the circular signs show the experimental values at various towing speed and the mean of these, respectively.

要 約

網口付近の構造を改良した S—I 型網の袖部に取り付けられた主力網と天井脇の補助力網とのなす角, θ , を変えることにより, 網成りおよび抵抗がどのように変化するか, また理想的な θ は何度とすべきかなどを知るため, θ の異なる 8 通りの網具の $\frac{1}{16}$ 模型により, それぞれ水槽実験を行ない比較検討した。

それらの結果を要約すると次のとおりである。

- 1) 袖, 網口および罫口などの網立ち, あるいは水平方向への拡がりは, いずれの網具でも速度が 1.5~2.0 ノット付近までは速度の増加と共に相当大きな割合で減少, あるいは拡がるが, それより速くなるとその変化はあまりなく, ほぼ一定となる。その変化の割合は網口付近が最大で, そこから遠ざかるにつれ小さくなる傾向がみられる。
- 2) 天井網中央稜線の傾斜角は, θ が 35~40° の範囲のものでは常にほぼ 40° を保ち, 全体的な網成りも極めて良好であるが, θ がそれより小さいか, または大きい範囲のものでは曳網中速度増加と共に天井網はほぼ水平状になるか, または網成りがきわめて悪くなる。
- 3) 網口の高さは, 低速時, θ の増大で徐々にあるが高まるが, 2 ノット以上の高速では, θ が 30~40° 前後の領域で比較的大きい変化がみられる外はほとんど変らない。水平方向への拡がりは, θ が 17° 付近を境に, 小さい範囲ではその増大と共に拡がるが, 大きい範囲では逆に狭まる傾向がある。この変化は低速時にはそれ程でもないが, 2 ノット以上で著しい。
- 4) 奥袖を變形して天井網に仰角を与えることが, それをしない場合に比較して, 網口の高さに及ぼす効果は, 曳網速度が小さい場合はそれ程でもないが, 大きい場合 (2 ノット以上) にはその効果は大きく, 特に θ が 30° 付近から急激に現われ始める。
- 5) 曳網中の網口の高さが, 静止時のそれに対して減少する割合は, θ が大きいもの程少ない。
- 6) 流水抵抗, R (ton), はいずれの網具でも曳網速度, V (m/sec), のほぼ 1.7 乗に比例し, その抵抗係数, k , は θ が 0° のもので 3.0, 9° で 3.0, 18° で 3.4, 27° で 3.5, 35° で 3.7, 47° で 3.9, 51° になると 3.5 と θ の増大と共に増加の傾向がある。この変化の割合は θ が 10~30° の範囲で著しく, 35° を過ぎるとほとんど変らない。

これらの諸結果から S—I 型網の主力網と補助力網とのなす角, θ は 35~40° に計画するのが理想的といえる。

文 献

- 1) 田内森三郎, 1934 : 日水誌, **3** (4),
- 2) 谷口 武夫, 1961 : 本報告, **10** (3),
- 3) 谷口 武夫, 1961 : 本報告, **11** (2),
- 4) 谷口 武夫, 1966 : 本報告, **15** (1),

PLATE I

Fig. 1. *Chrysomelid* (10x)

PLATE II

Fig. 2. *Chrysomelid* (10x)

PLATES

PLATE III

Fig. 3. *Chrysomelid* (10x)

PLATE IV

Fig. 4. *Chrysomelid* (10x)

PLATE V

Fig. 5. *Chrysomelid* (10x)

PLATE VI

Fig. 6. *Chrysomelid* (10x)

PLATE VII

Fig. 7. *Chrysomelid* (10x)

PLATE VIII

Fig. 8. *Chrysomelid* (10x)

PLATE A

The top- and side-photographs of the net placed the angle θ , between the main man rope and the accessory one at 0 deg. at various towing speed under 33 m in the distance between two spreaders attaching to each frontal end of wings.

PLATE B

The top- and side-photographs of the net placed the angle θ at 9 deg. at various towing speed under 33 m in the distance between two spreaders.

PLATE C

The top- and side-photographs of the net placed the angle θ at 18 deg. at various towing speed under 33 m in the distance between two spreaders.

PLATE D

The top- and side-photographs of the net placed the angle θ at 27 deg. at various towing speed under 33 m in the distance between two spreaders.

PLATE E

The top- and side-photographs of the net placed the angle θ at 35 deg. at various towing speed under 33 m in the distance between two spreaders.

PLATE F

The top- and side-photographs of the net placed the angle θ at 41 deg. at various towing speed under 33 m in the distance between two spreaders.

PLATE G

The top- and side-photographs of the net placed the angle θ at 47 deg. at various towing speed under 33 m in the distance between two spreaders.

PLATE H

The top- and side-photographs of the net placed the angle θ at 51 deg. at various towing speed under 33 m in the distance between two spreaders.

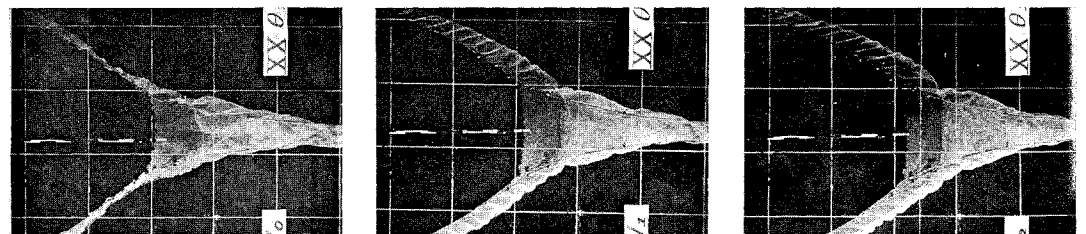
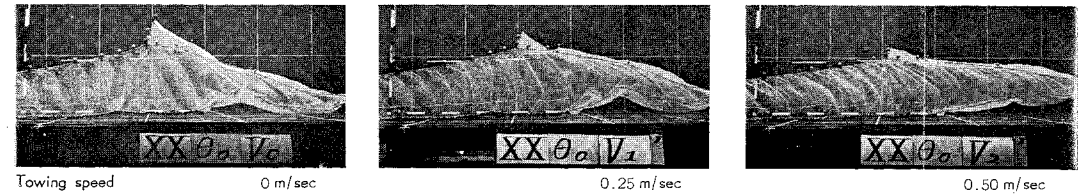
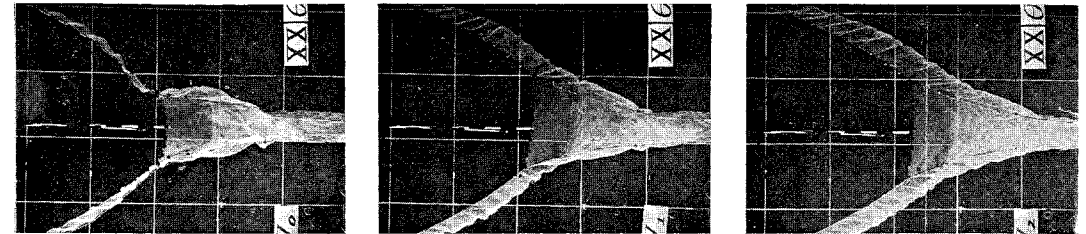


PLATE A

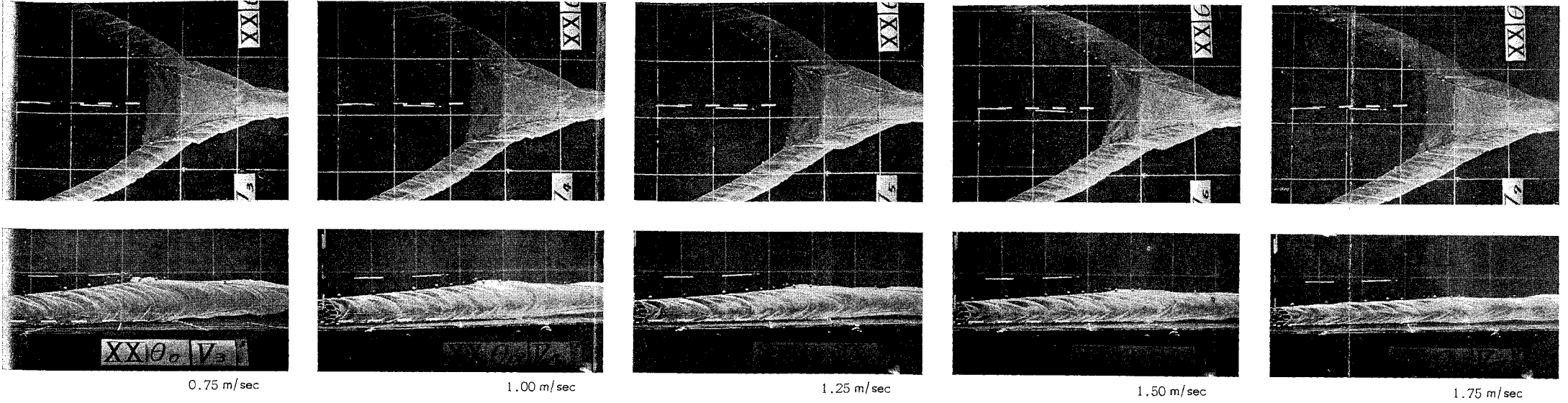
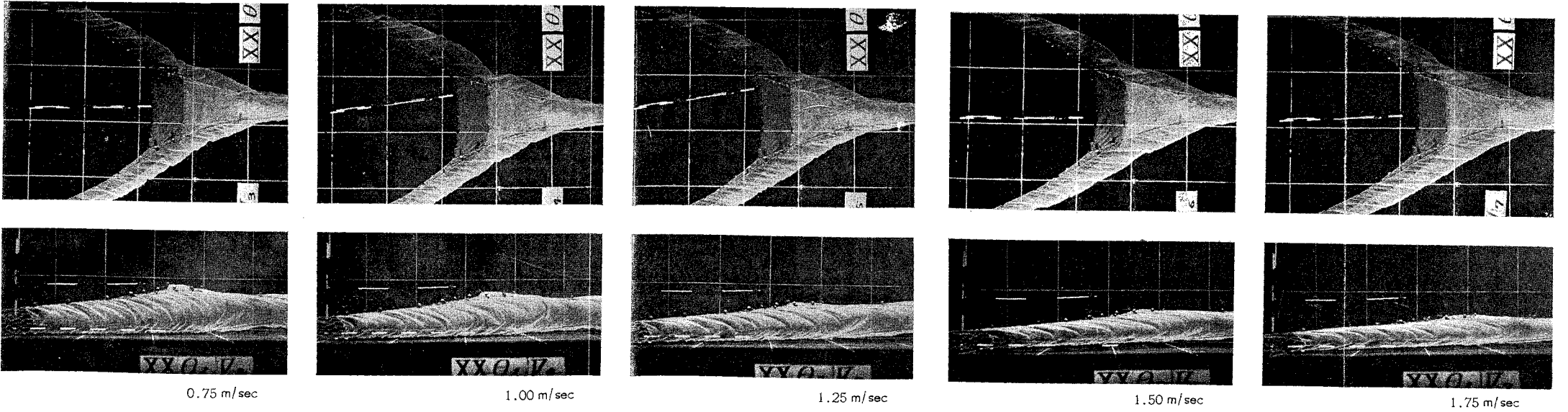
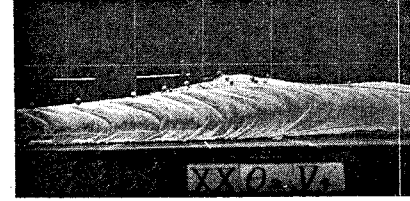
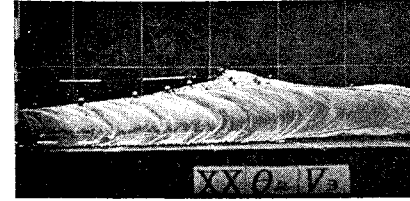
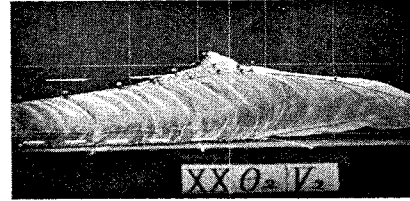
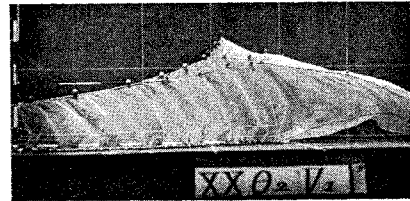
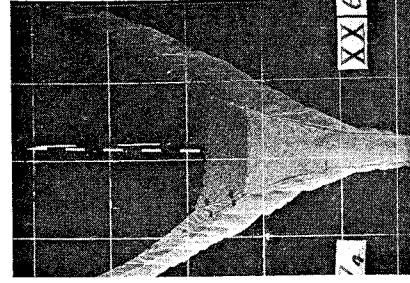
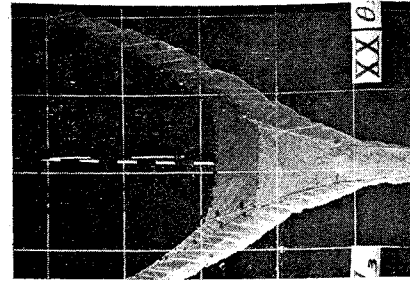
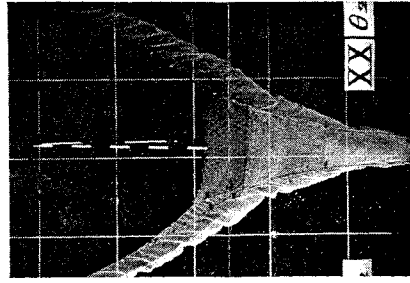
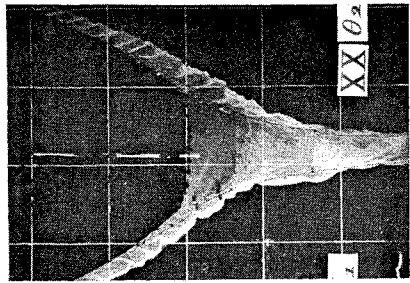
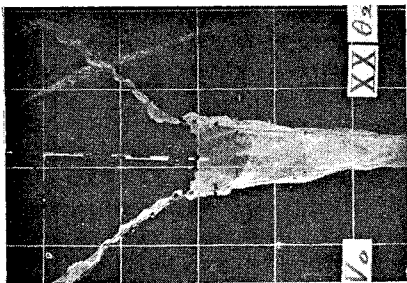


PLATE B





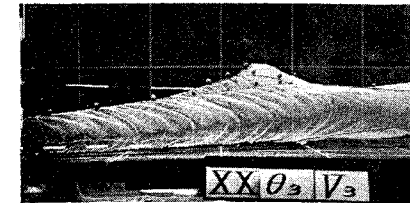
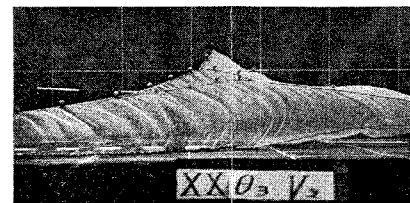
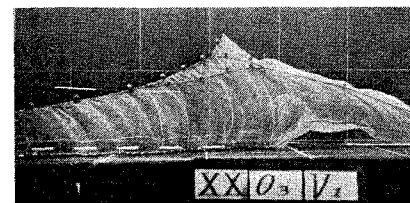
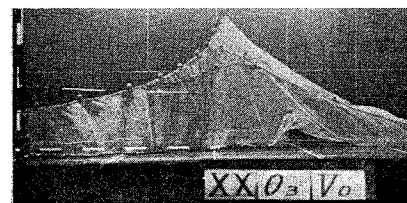
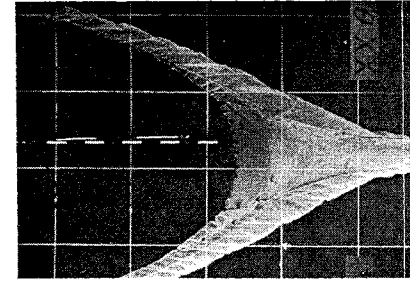
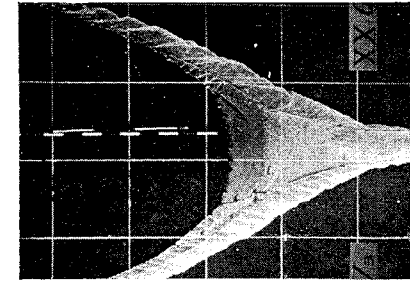
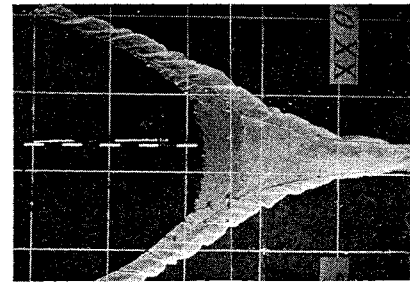
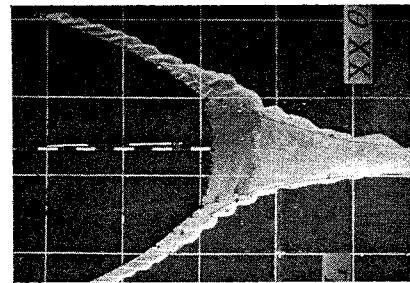
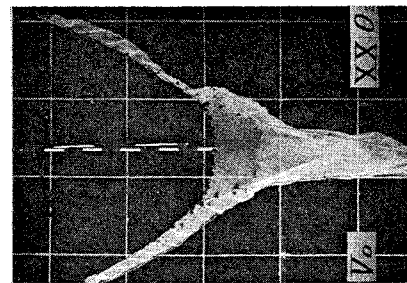
Towing speed 0 m/sec

0.25 m/sec

0.50 m/sec

0.75 m/sec

1.00 m/sec



Towing speed 0 m/sec

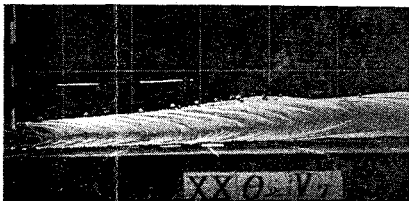
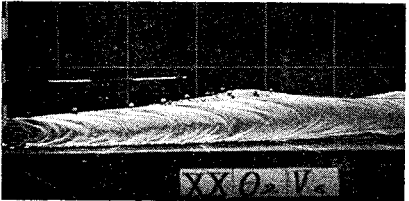
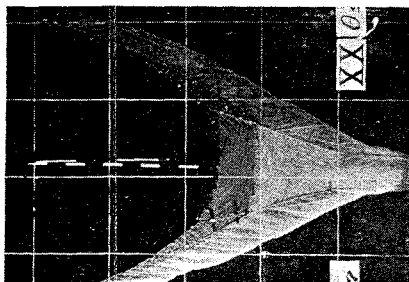
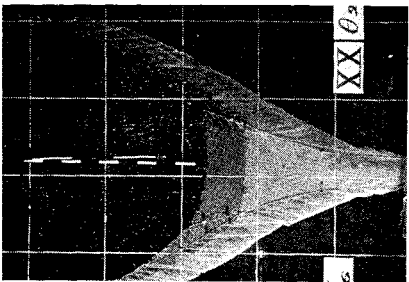
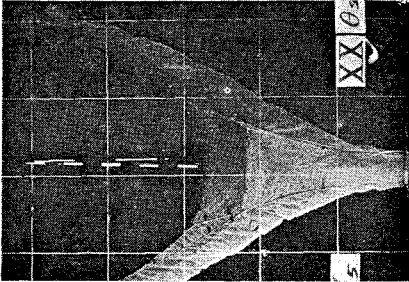
0.25 m/sec

0.50 m/sec

0.75 m/sec

1.00 m/sec

PLATE C

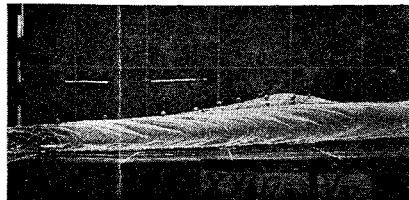
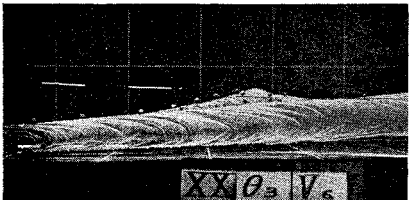
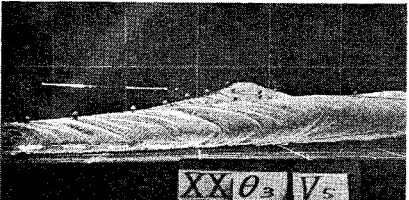
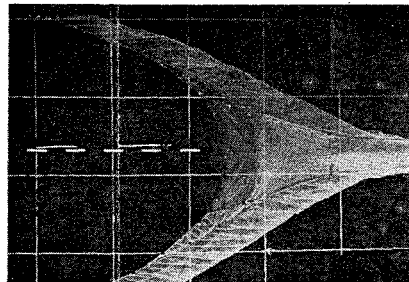
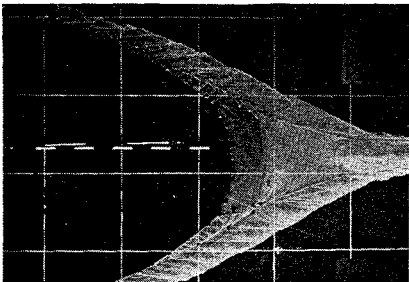
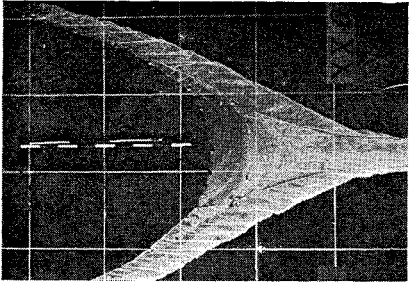


1.25 m/sec

1.50 m/sec

1.75 m/sec

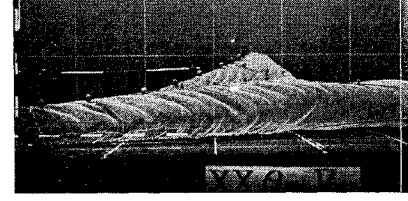
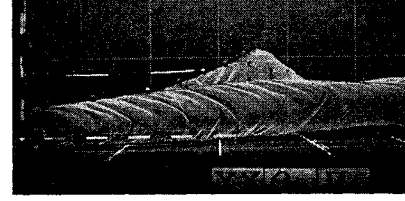
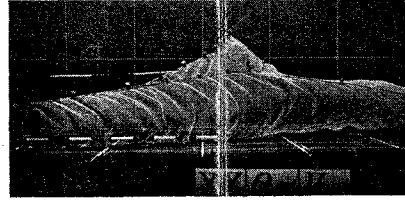
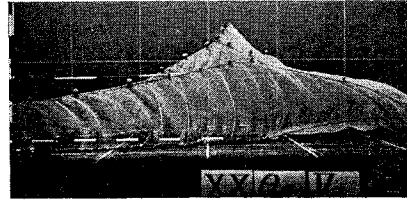
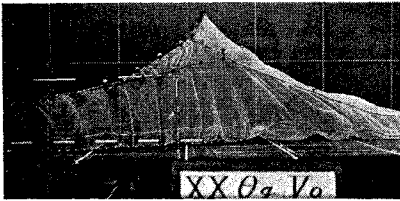
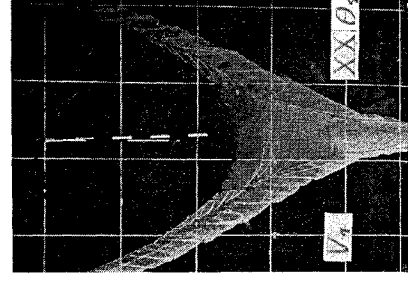
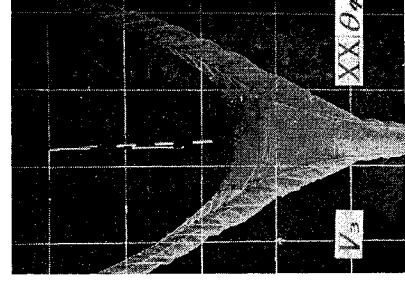
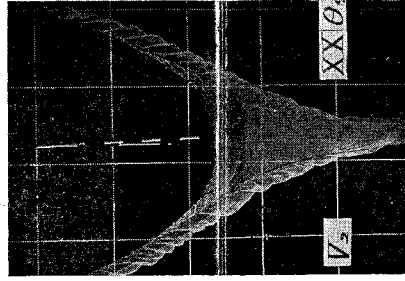
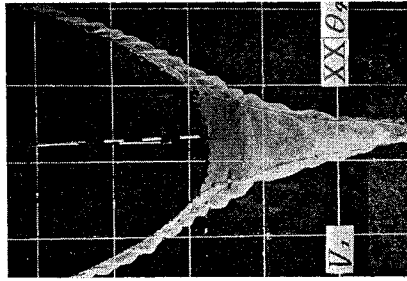
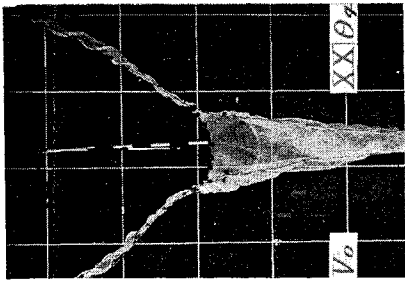
PLATE D



1.25 m/sec

1.50 m/sec

1.75 m/sec



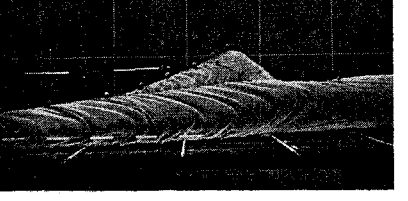
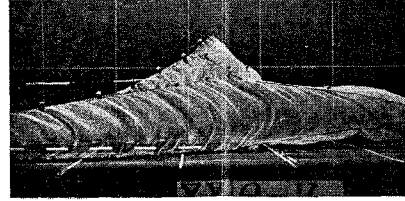
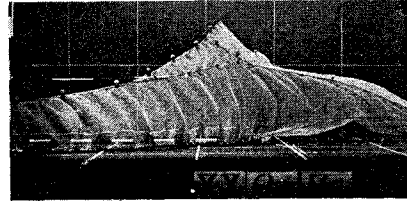
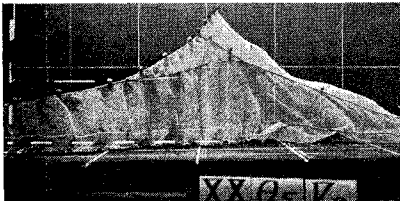
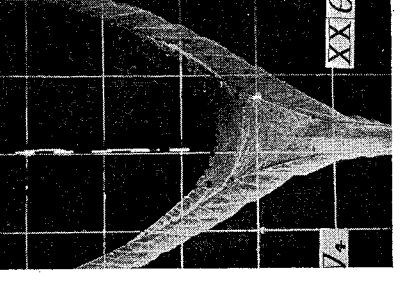
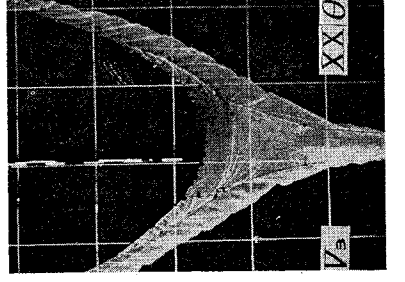
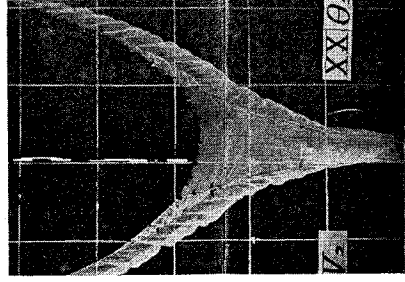
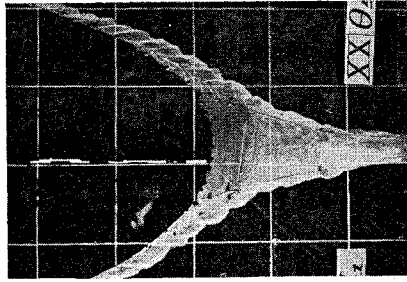
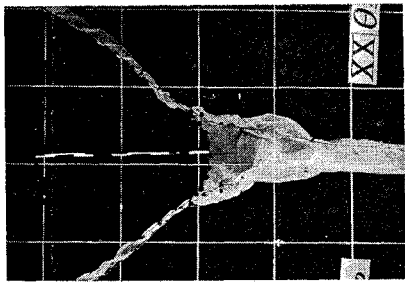
Towing speed 0 m/sec

0.25 m/sec

0.50 m/sec

0.75 m/sec

1.00 m/sec



Towing speed 0 m/sec

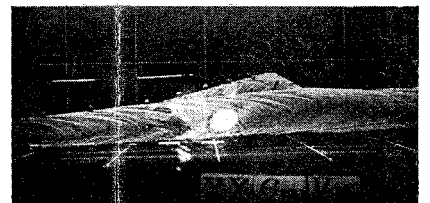
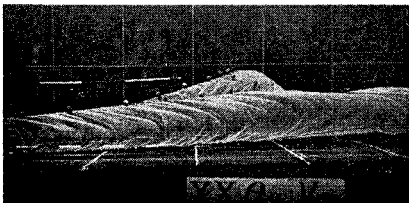
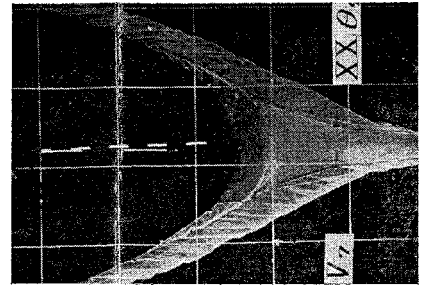
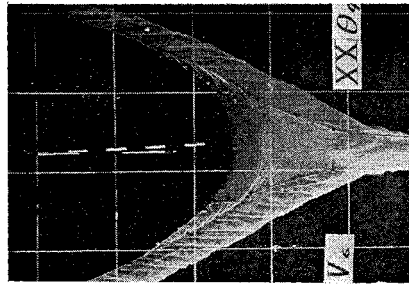
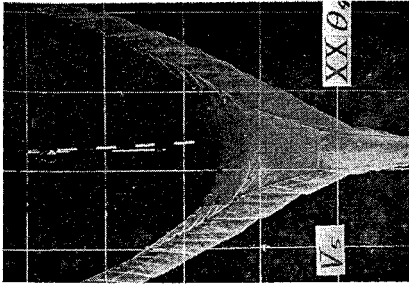
0.25 m/sec

0.50 m/sec

0.75 m/sec

1.00 m/sec

PLATE E

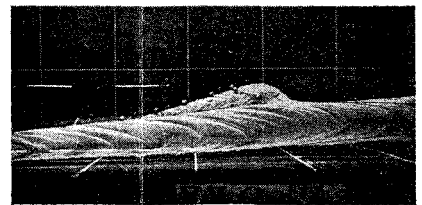
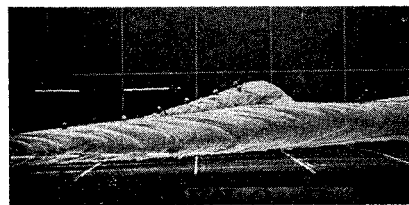
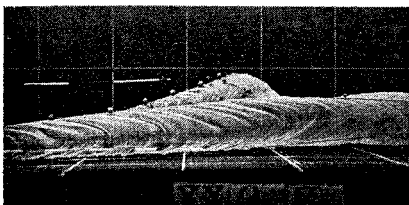
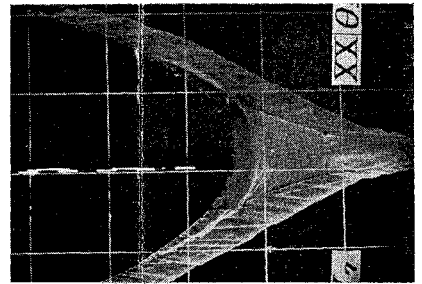
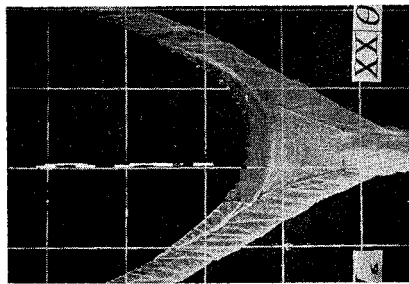
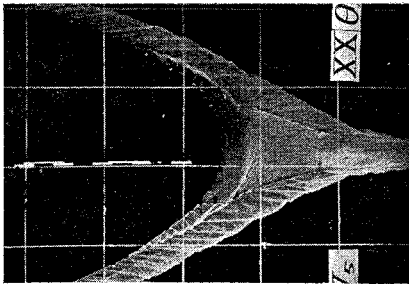


1.25 m/sec

1.50 m/sec

1.75 m/sec

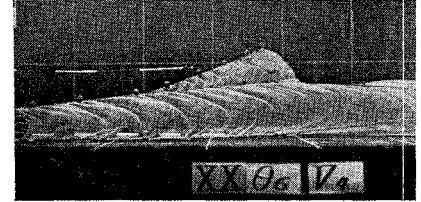
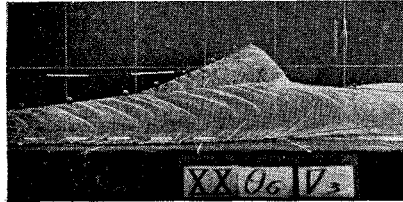
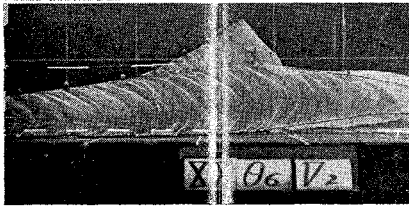
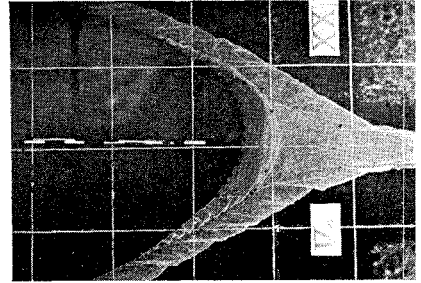
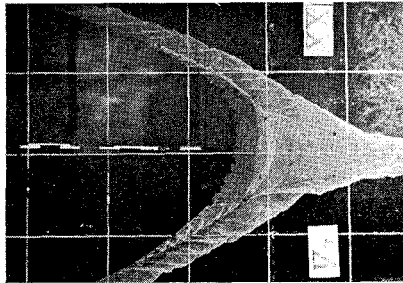
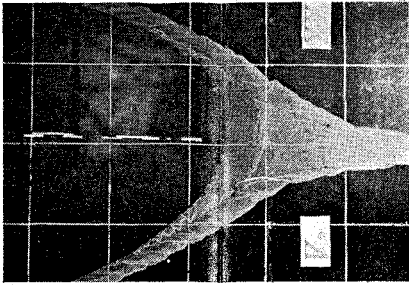
PLATE F



1.25 m/sec

1.50 m/sec

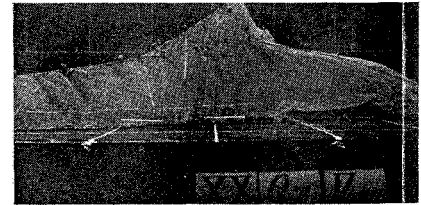
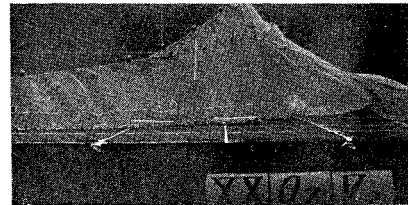
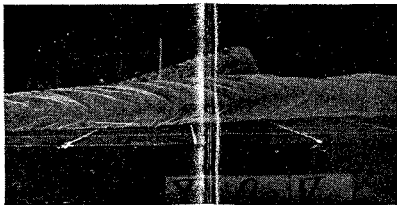
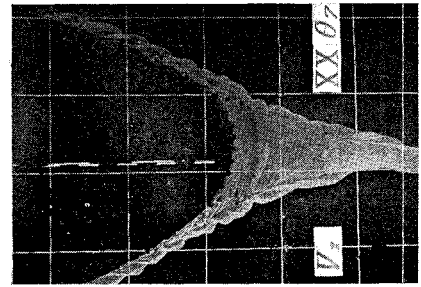
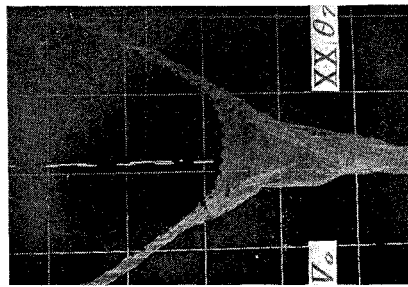
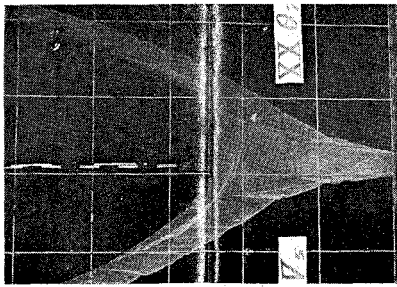
1.75 m/sec



0.50 m/sec

0.75 m/sec

1.00 m/sec

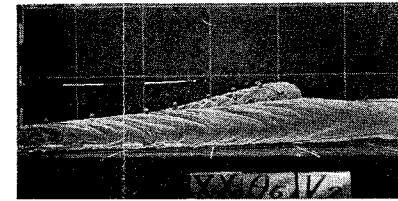
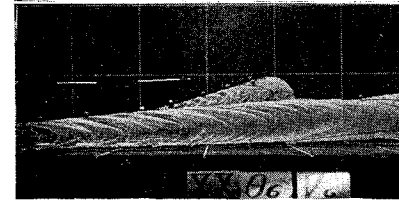
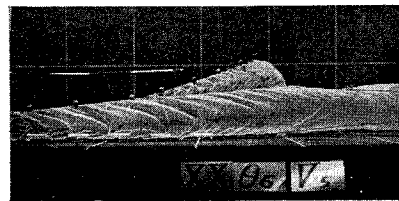
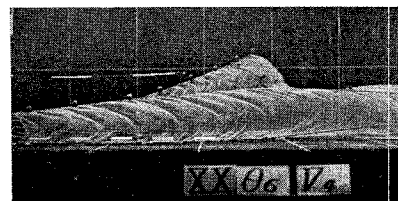
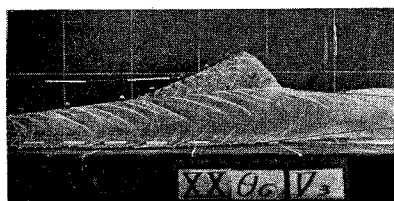
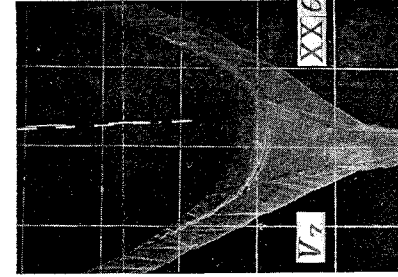
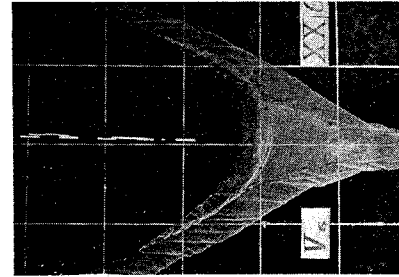
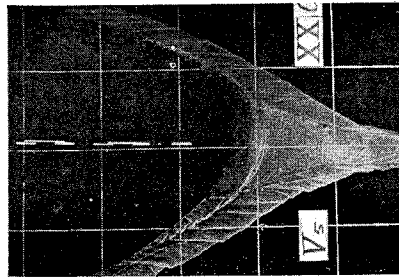
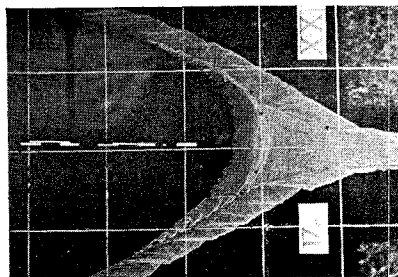
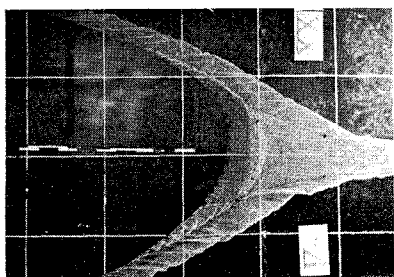


0.50 m/sec

0.75 m/sec

1.00 m/sec

PLATE G



0.75 m/sec

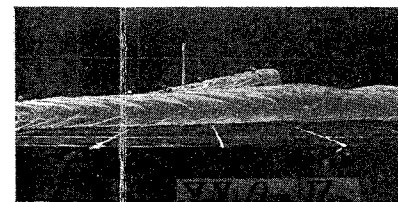
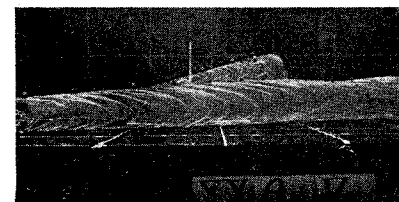
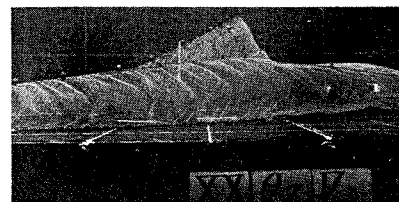
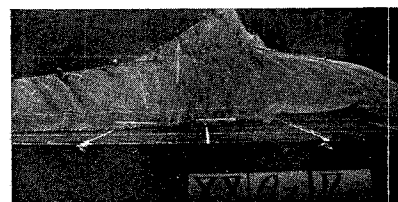
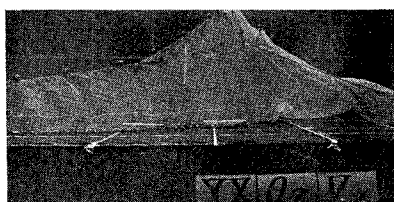
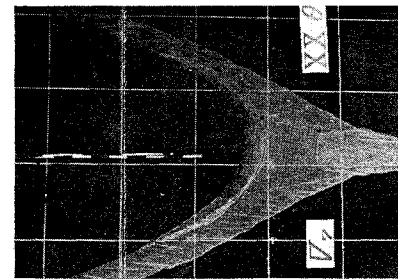
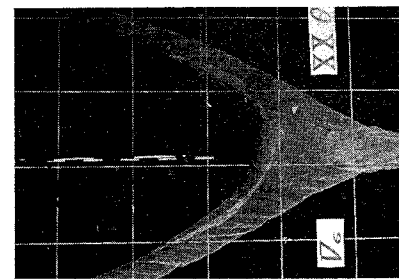
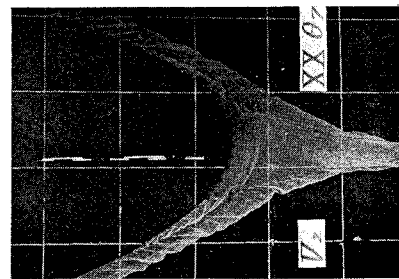
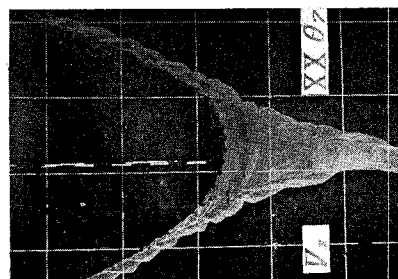
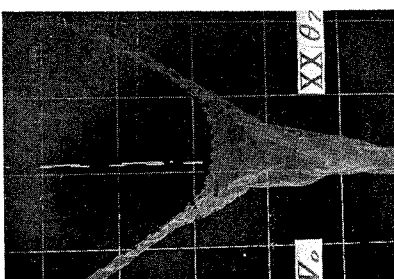
1.00 m/sec

1.25 m/sec

1.50 m/sec

1.75 m/sec

PLATE H



0.75 m/sec

1.00 m/sec

1.25 m/sec

1.50 m/sec

1.75 m/sec