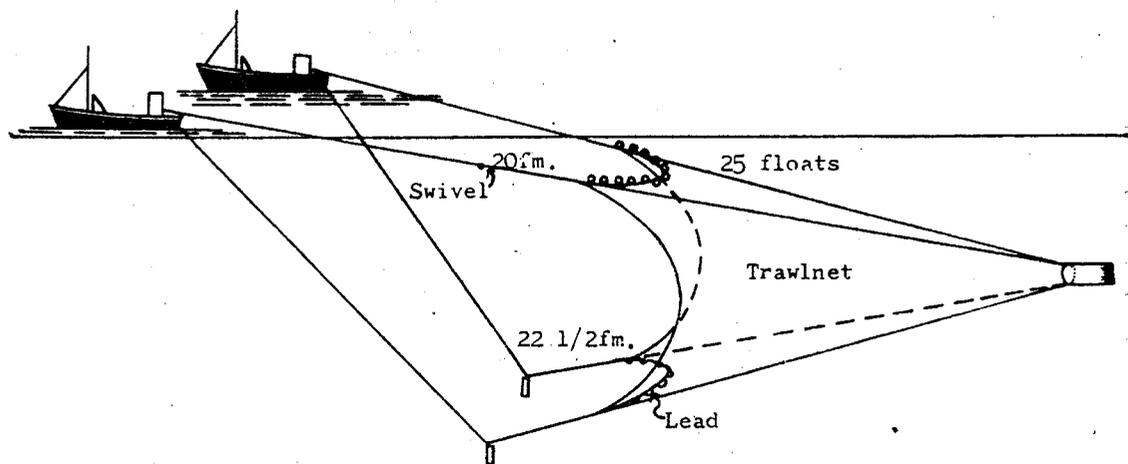


中層拖網漁業之技術研究

廖學耕* 何權宏* 葉光薰** 蘇偉成**
謝進卿** 戚桐欣** 秦詔生** 李燦然**

一、諸 言：

中層拖網漁業之發展遠比底曳網漁業之開發遲緩，約在第二次世界大戰之後，由於魚群探知機及合成纖維網線等之推廣使用，始被重視而從此研究與試驗。首先於1948年，瑞典、丹麥、挪威等北歐國家由小型雙拖漁船捕撈鯉魚（Herring）為中層拖網漁業技術研究之開端。後來西德與荷蘭相繼試驗作業，並經各種漁撈技術之改進，每年自11月至翌年3月之間，於北海捕撈鯉魚為主體之中層拖網逐漸成長^{1) 2)}，另K, I, Larsson³⁾對中層拖網漁具之改進，使該網地之構成由二片式改為四片式，網身伸長及使用大而短之袖網而使漁船及網具大型化，如圖一；並令中層拖網之漁撈技術更邁前增進，惟當時之作業，仍需求多人力，成本又高及必須較高水準之船長因而延誤其發展。



圖一、四片式中層拖網

另一方面，單拖式中層拖網也在同一時期經許多國家重視及研究改進，但仍未能完全成功之原因，除圍網漁業當時非常盛行之影響外⁴⁾

1), 對於網位測定方法及水平魚群探知機之運用，尚無法確實把握網具之水中位置及迅速獲知魚群之行動。

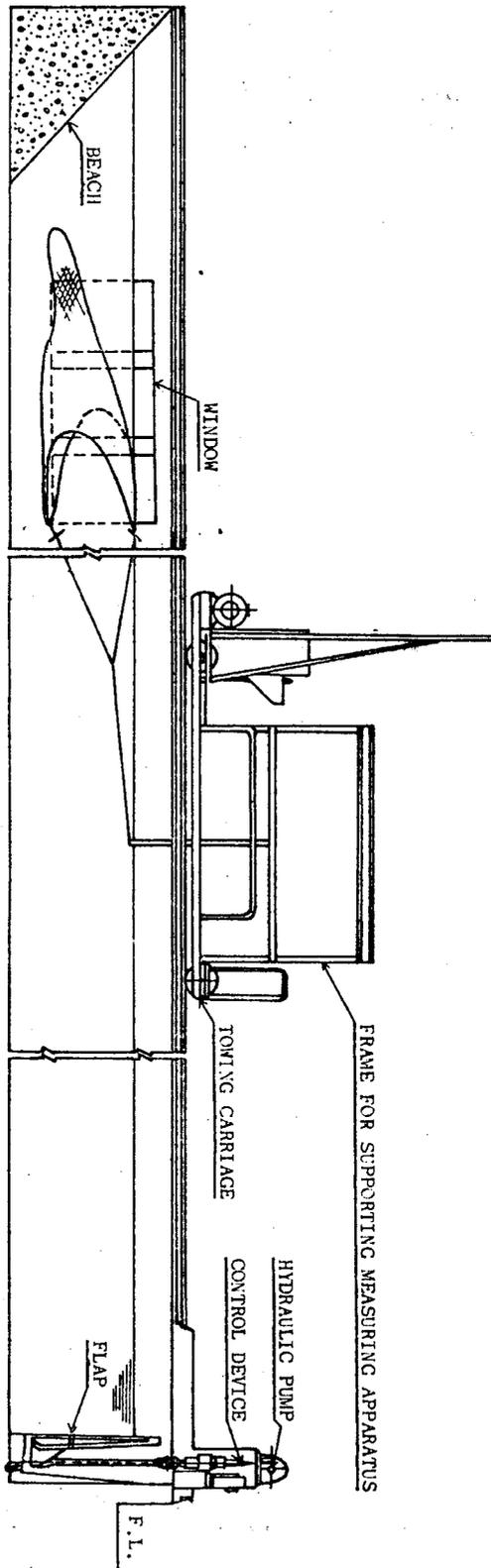
2), 漁船之馬力不足又認為非快速曳網無法漁獲之錯誤觀念而致網具規模未能適時大型化。

3), 當時對於中層拖網漁具之設計未成熟，而且編網經驗不足；尤其在淺海區域，單船作業之中層拖網，其俾業所形成之後流，往往影響魚群而逸散。又為減低作業成本起見，使用同一種網具兼捕底棲魚類及離底魚族之作業方法，及分別晝夜間之作業互換底曳網具及中層拖網具等之不適當，實為中層拖網漁業技術逐漸落後之主要原因。

從 SCHÄRFE 之報告⁵⁾，獲得中層拖網具之缺點，主要為網位之調整不熟練，網板之展開間隔 (Spread of O. B.) 不理想，網地 (Webbing) 縮結之誤差及手網 (Sweep line or hand rope) 之長度不足等等，筆者有鑒及此，同時國外之中層拖網漁業對於捕撈鯉魚已具效力，而國內業者最近由於漁業資材之漲價，底曳網漁業資源之逐漸減少，漁業界對於中層拖網漁業之重視強化，不斷要求本所加速研究，使國內現有之漁場能立體化運用，增加漁業資源獲得多角化經營起見，從事中層拖網漁業之技術研

*海洋學院漁業研究所

**台灣省水產試驗所



圖二、曳行水槽之設備

究工作。試驗作業除利用本所現有之海慶號試驗船及其設備外，又借用臺灣大學船模實驗室之大型曳行水槽，針對以往國外試驗之缺點，加以改進而實地出海試驗，並將初步獲得之結果。摘要如下：

摘 要：

1) 網具深度之調整以伸、縮曳網長度較佳，在臺灣北部捕撈棲息20公尺水深以內之魚群，曳網使用長度約為80公尺，若捕撈棲息水層在45公尺左右，則曳網之使用長度約為160公尺為宜。

2) 魚雷型網板在水中不傾斜而能豎立，其展開距離優於V型網板，除因其本身之結構均衡外，其Attachment正確為其重要因素之一，但展開力有時不平衡，可能由於使用之網板面積不足及仰角受網具方向之引力所牽制。另魚雷型網板用於沉降用之滾球，往往在揚網後打擊船艙，作業上頗不方便，經改進縮短其連繫之鐵鏈而以卸扣取代後已不再發生滾球打擊船艙之現象。

3) 網具結構：兩側網地與背、腹網地之展開能力不同，因此兩側網地宜作酌量之調整，又為使網具內、外之流差減少起見，應以放大側網之網目。另當固定曳網長度為80公尺，120公尺及160公尺之下，曳網速度為2.3kt~3.2kt之範圍內，其網口高度之變化為12.6公尺~9.5公尺，11.7公尺~9.2公尺及10.6公尺~8.4公尺。

又網具所受之流體抵抗與底曳網具一樣，隨曳網速度之加速而呈急激地增大，如圖18所示。

4) 手網之使用長度為決定網口寬度及網板間隔重要因素之一，於固定網板間隔之際，使用較長之手網則網口寬度減小。另下手網之使用長度宜稍長於上手網，始能使整頂網具平衡於水中。

二、試驗方法及使用材料：

對於中層拖網漁具之要求，通常為所受流體抵抗小，網口高及網具之水中形狀平穩。惟該漁具之實際觀察不但困難而且破費甚鉅。因此往往先依網具規模之比較法則⁶⁾，製作網具模型，在水槽實驗，然後再配合實際漁船馬力編製實用網具出海試驗作業，所以本計劃曾借用臺灣大學船模實驗室大型水槽，先作曳行實驗，研究網具之力學特性及網板展開距離等基礎資料，提供實際海上試驗作業之參考。

1. 模型實驗

實驗水槽之設備，借用國內規模最大且測定儀器最完整之臺大船模實驗室之曳行水槽，其長度75公尺，寬度4公尺，深度2公尺，其他配備如圖二所示；

(1)模型實驗之使用材料：模型網為實際網具 1/20，以下列簡號表示其規格

λ ：網具大小

D：網線直徑

v：曳行速度

F：浮子之浮揚力及沉子之沉降力。

$$\text{即 } \frac{\lambda'}{\lambda''} = \frac{1}{20}$$

$$\frac{D'(\rho' - \rho_w')}{D''(\rho'' - \rho_w'')} = \frac{0.5}{2.10} = \frac{1}{4.2}$$

$$\frac{D'}{D''} = \frac{L'}{L''} = \frac{1}{4.2}$$

$$\frac{v'}{v''} = \sqrt{\frac{D'(\rho' - \rho_w')}{D''(\rho'' - \rho_w'')}} = \sqrt{\frac{1}{4.2}} = \frac{1}{2.04}$$

$$\frac{F'}{F''} = \left(\frac{\lambda'}{\lambda''}\right)^2 \cdot \left(\frac{v'}{v''}\right) = \left(\frac{\lambda'}{\lambda''}\right)^2 \left(\frac{D'}{D''}\right) = \frac{1}{1680}$$

(2)其網具的配置圖如下(圖三)

2. 海上試驗

(1)試驗材料：

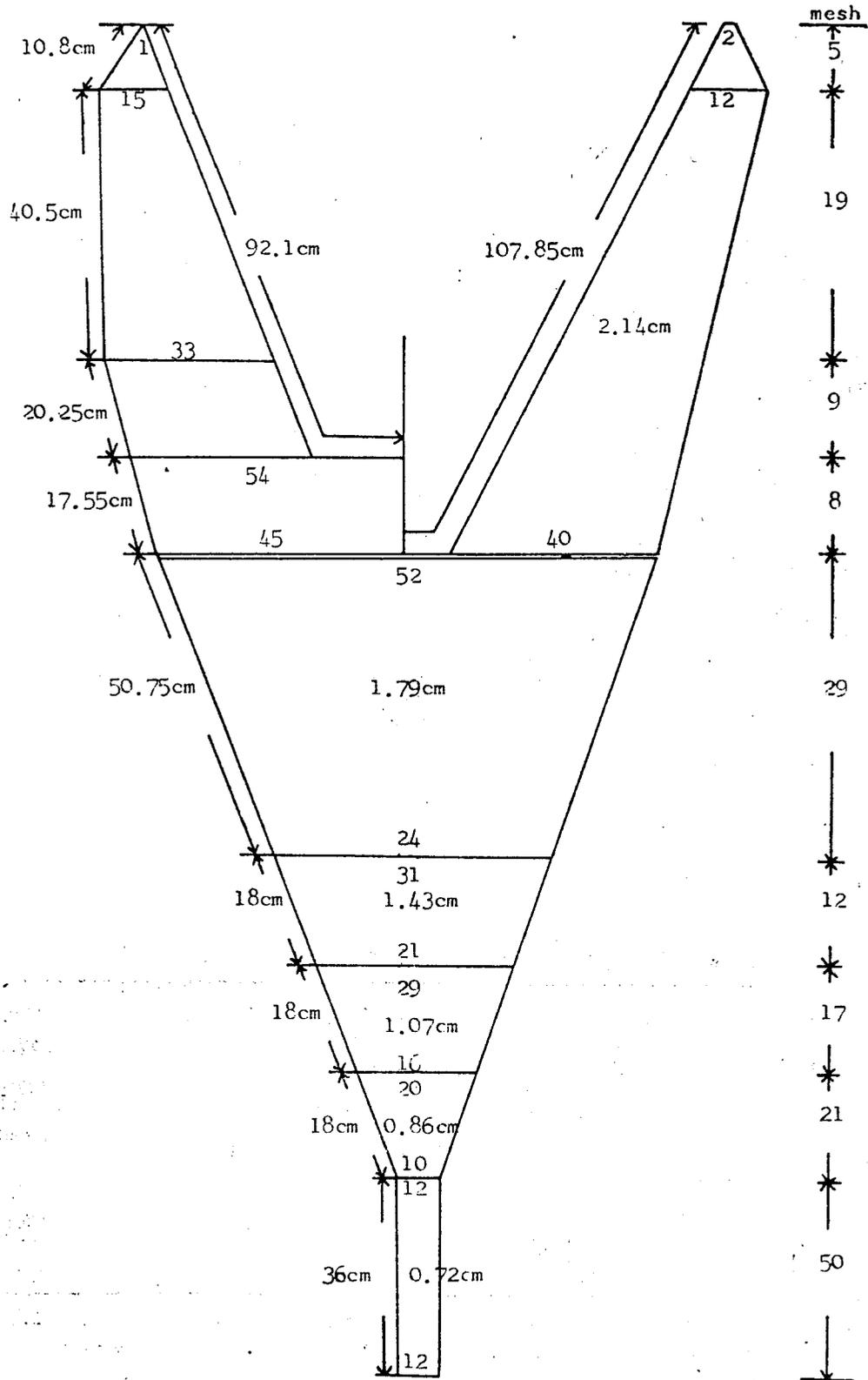
試驗船：海慶號試驗船(鋼殼 138噸，380馬力)詳細如表 1

Table 1 Epitome of the Hai-Ching Experimental vessel

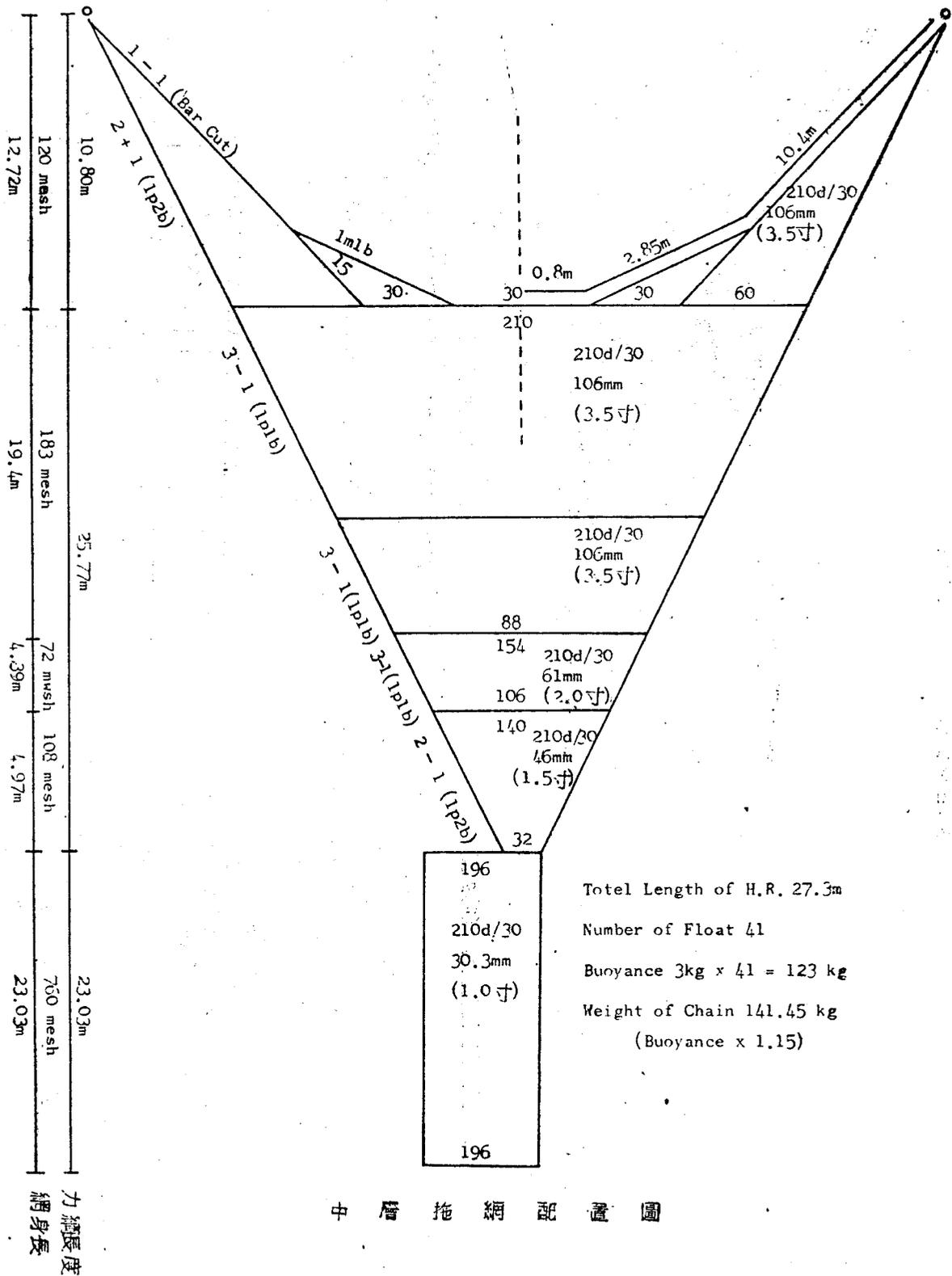
Length (OA)	31.60m	Maximum engine speed	350r. p. m.
Length (pp)	27.86m	I. H. P.	380H. P.
Breath (MLD)	5.65m	Propeller type	Fixed
Depth (MLD)	2.60m	Number of Brade	4
Gross tsnage	137.88T	Propeller diameter	1530mm
Main engine type	Akasaka Six cylinder Diesel engine	propeller pitch	1075mm

(2)網具：尼龍網線所編製，四片式(Four seam)所構成，如圖4所示；其浮子網長度僅27.3公尺，沉子網長度亦為27.3公尺。網地由上、下、左、右四片同型縫合而成，縮結後網地全長59.6公尺，浮子總浮揚力為123公斤，沉子網總重量為141.45公斤。

(3)網板：魚雷型網板(Stability Diverting Depresors)二塊，其構造如圖五所示；



圖三 模型配置圖



Stabilized Diverting Depressors

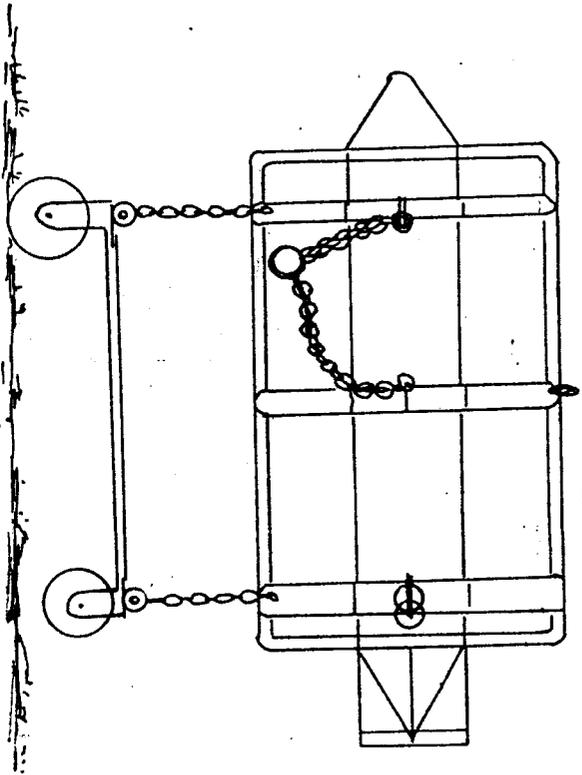


圖 5(a) 魚雷型網板側面圖

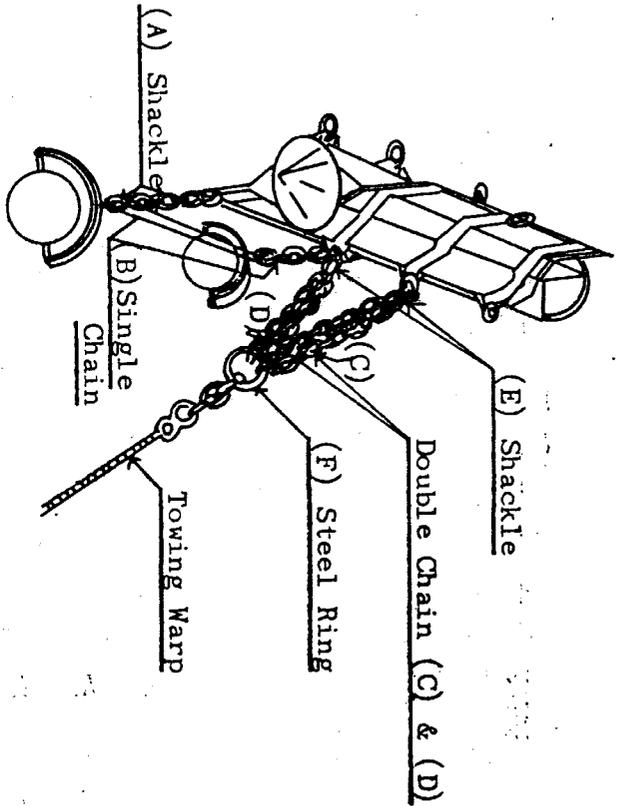


圖 5(c) 魚雷型網板前視圖

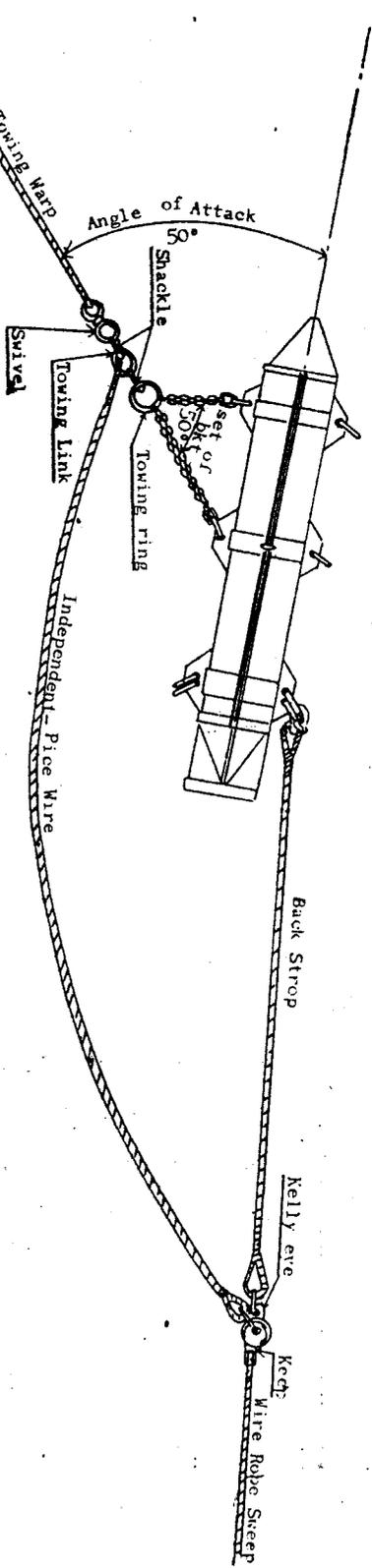
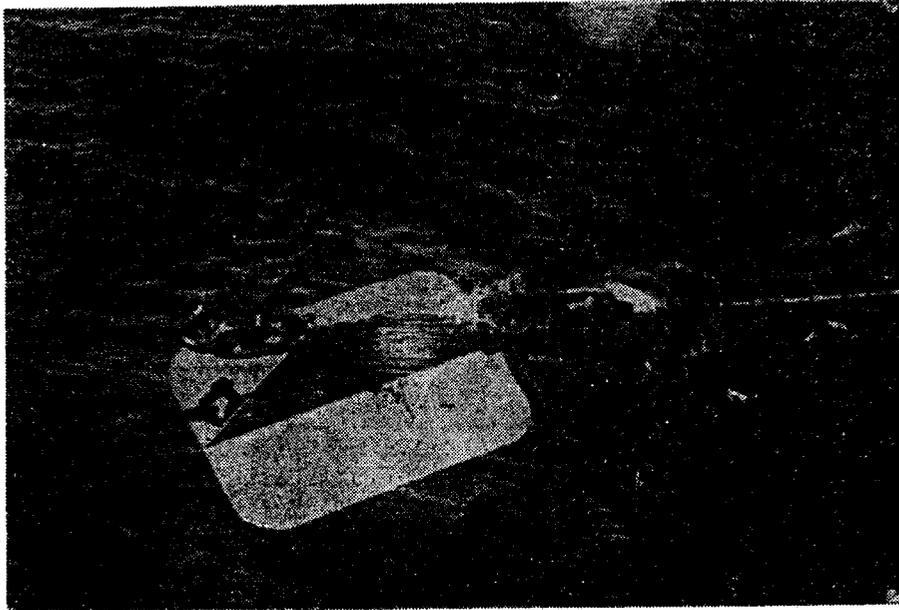


圖 5(b) 魚雷型網板俯視圖

(4)潛水板 (Depressor or Ground Ski)：經附於左右兩下袖網前端，每端各一只如圖六。



圖六、中層拖網使用之潛水板

(5)測定方法：

為探求曳網長度及曳網速度對網口高度，網具沉降深度，曳網所受張力等關係，乃將曳網長度分為80公尺，120公尺，160公尺，200公尺及280公尺等五種，曳網速度則變換主機迴轉數即分成200，220，240，260，280及300r. p. m. 等分別以電氣流速計測定曳網速度。

(6)網口高度及網具沉降深度之測定方法：

拖網作業中，網口高度（即浮子網與沉子網之中央距離）及網具沉降深度（即浮子網中央H. R. 至海平面之距離），試驗中以古野 FN-100之Net Recorder 測定，其發信器，受信器及指示器如圖七，其發信器內裝有1.5伏特乾電池八個，按裝在浮子網中央處，受波器延放於船尾後方水面下約5公尺，指示紀錄器則放置在駕駛臺內。

(7)曳網所受張力之測定：

測定曳網所受張力時，係以10噸張力計連接在一條曳網上，使其受力後，由指示器上直接讀取張力數而紀錄之，如圖八所示；但因測定值常受船體橫擺 (Rolling) 而隨時變動，所以本試驗之測定採取平均值。

(8)曳網速度之測定：

以電氣流速計固定在船舷外側置入水中約3公尺如圖九，其測定值仍然採用平均值。

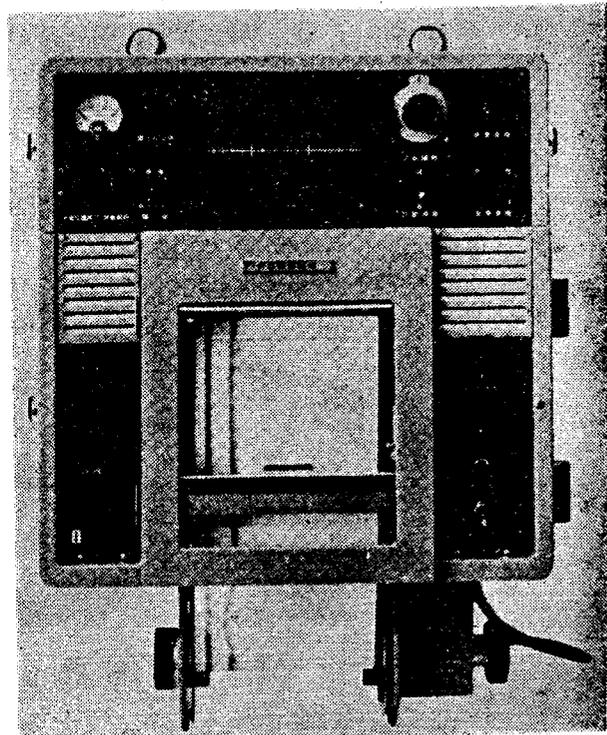


圖 7(a) 指示器

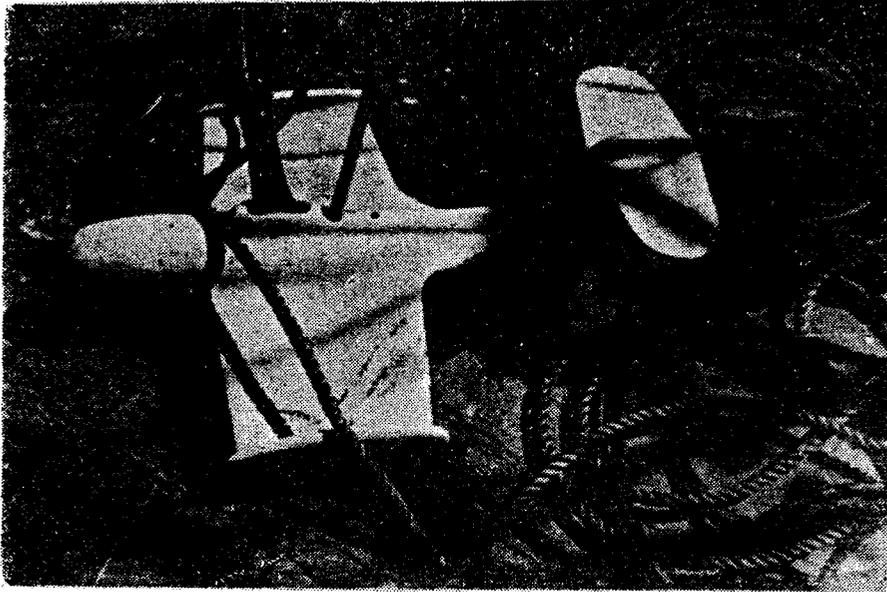


圖 7(b) 受 波 器

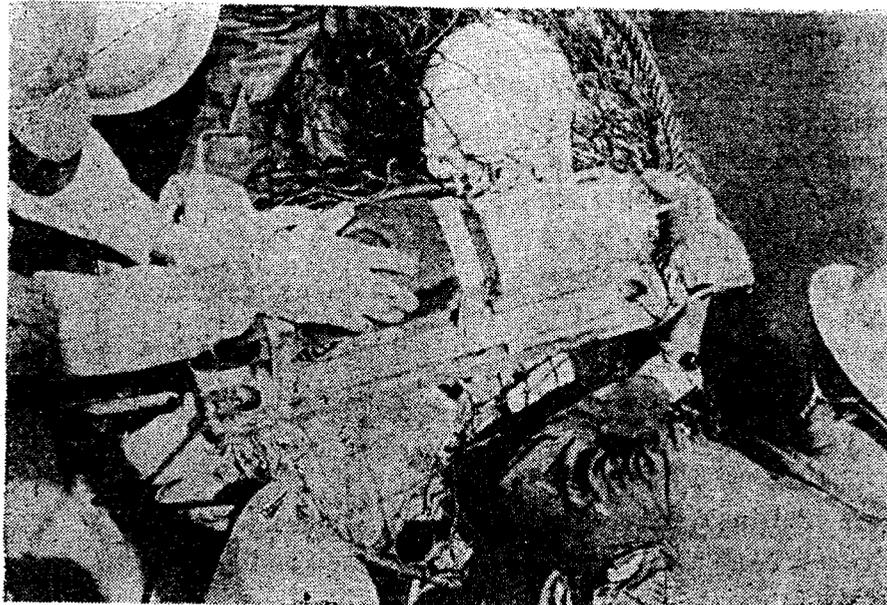


圖 7(c) 發 波 器

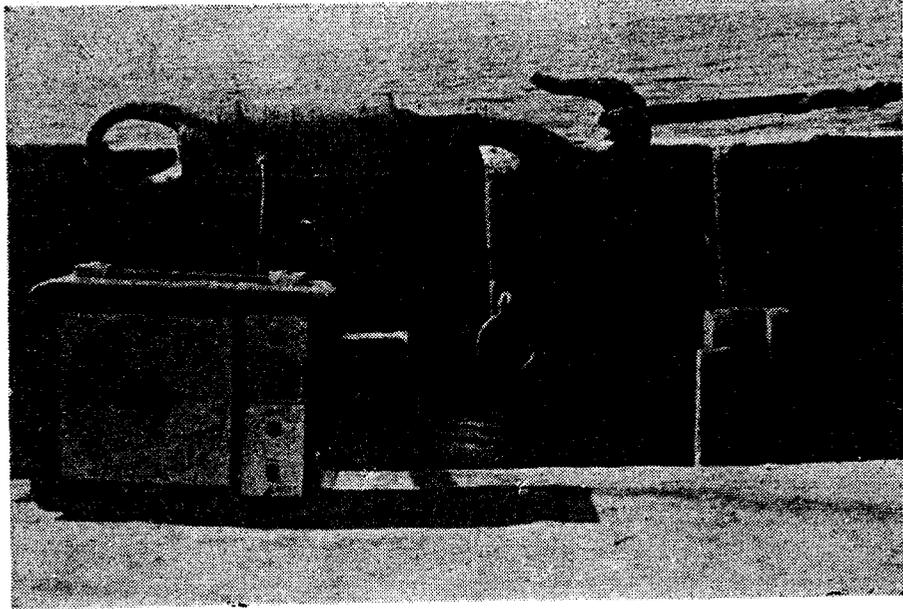
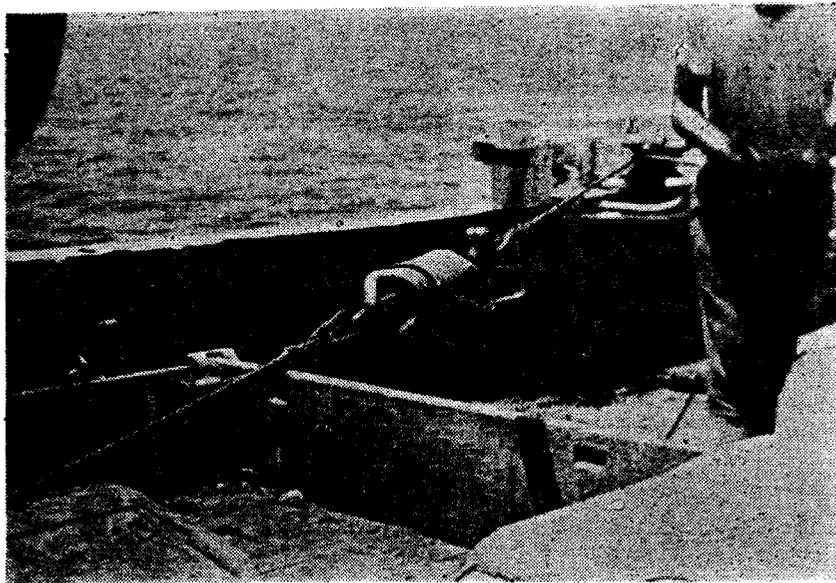
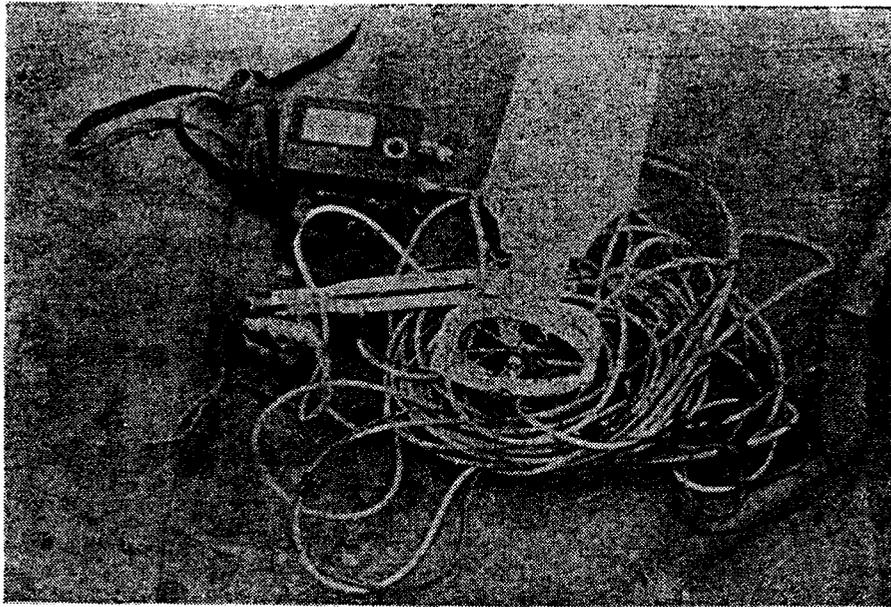


圖 8(a) 曳網張力測定之指示



圖(b) 曳網張力之測定

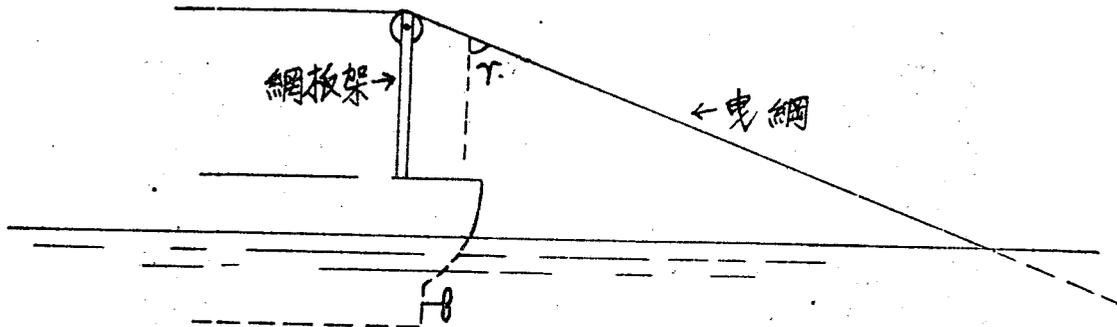


圖九 曳網速度測定器

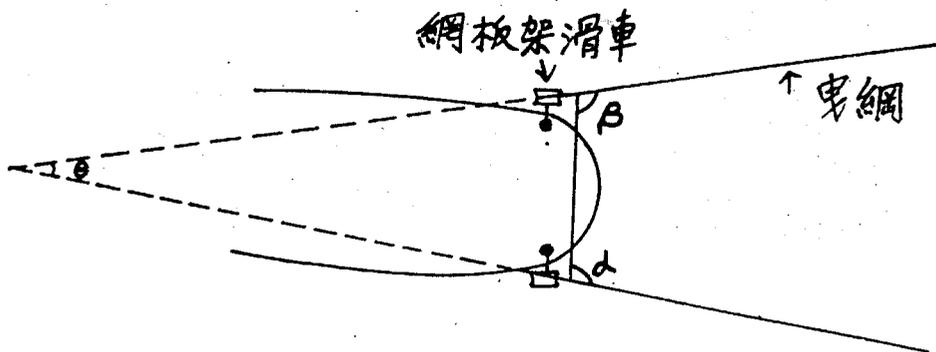
(9) 曳網俯角 (Declination) 及展開角 (Spread angle) 之測定：

曳網俯角係使用傾角計 (Declination meter)，由兩位測定人員同時站在左右兩舷測定之，如圖十，另曳網展開角之測定如圖十一所示；以量角器直接量取曳網與橡皮帶之夾角 (α, β)，則兩曳網之展開角 (θ) 可利用下式求得：

$$\theta = \alpha + \beta - 180^\circ$$



圖十、曳網傾度計測方法圖



圖十一、兩曳網展角計測方法

三、試驗結果及討論：

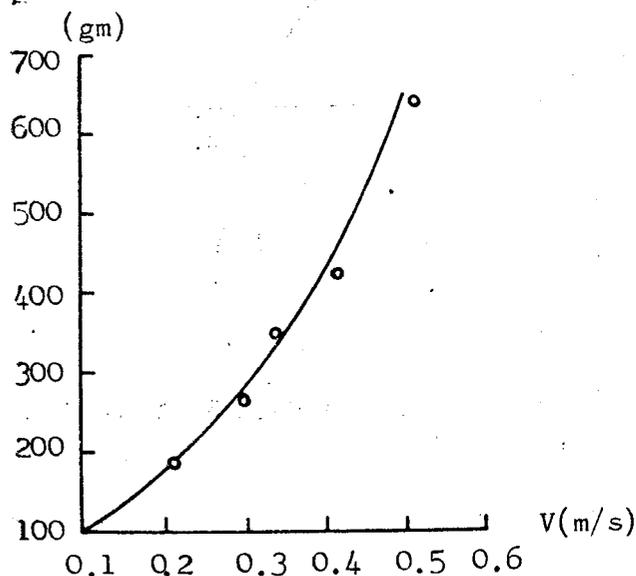
1. 模型試驗結果及討論

在臺灣大學船模實驗室之曳行水槽試驗模型網具之曳網速度，曳網所受張力，曳網展開角度及網板展開距離等之關係如表二所示；

Table 2, Results obtained in the course of the $\frac{1}{20}$ model experiments.

Exp. No.	towing Speed		tension in warp		Warp angle deg.	Distance between O.B.	
	Model (m/sec)	Full (knot)	Model (kg)	Full (Ton)		Model (m)	Full (m)
1	0.205	0.84	0.183	0.614	7.0°	.075	15
2	0.300	1.22	0.267	0.896	14.0°	1.5	30
3	0.343	1.40	0.334	1.122	15.0°	1.8	36
4	0.403	1.64	0.415	1.394	16.0°	2.0	49
5	0.506	2.06	0.676	2.284	21.0°	2.2	44

從模型試驗中獲知 V 型網板在曳網速度緩慢之際，其展開情形不太理想，惟當曳網速度增加為 3kt 以上，網板即告穩定，但又在曳網速度 4kt 以上之際，則呈現振動現象。另網具所受抵抗呈直線式增加如圖十二所示，與筆者⁷⁾在日本東海區水產研究所所實驗情形一樣。



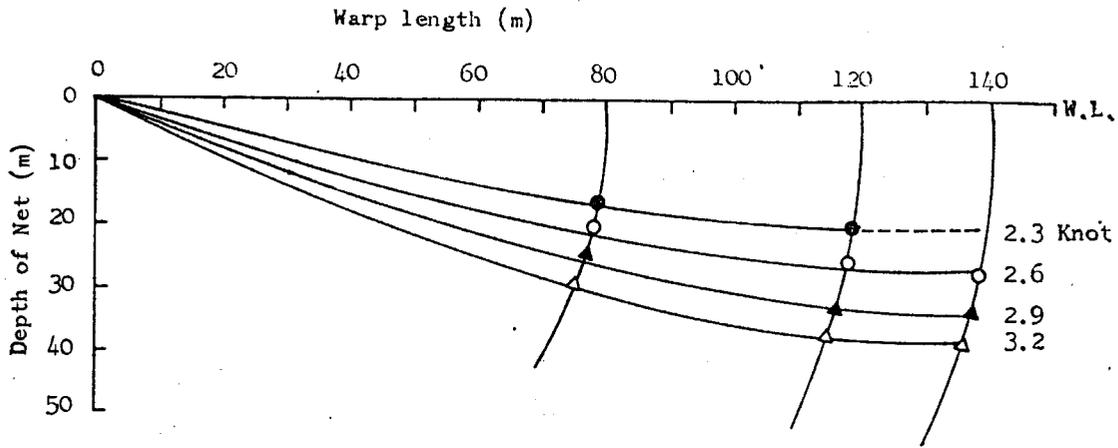
圖十二、模型網具所受流體抵抗與曳網速度的關係

2. 海上試驗結果及討論

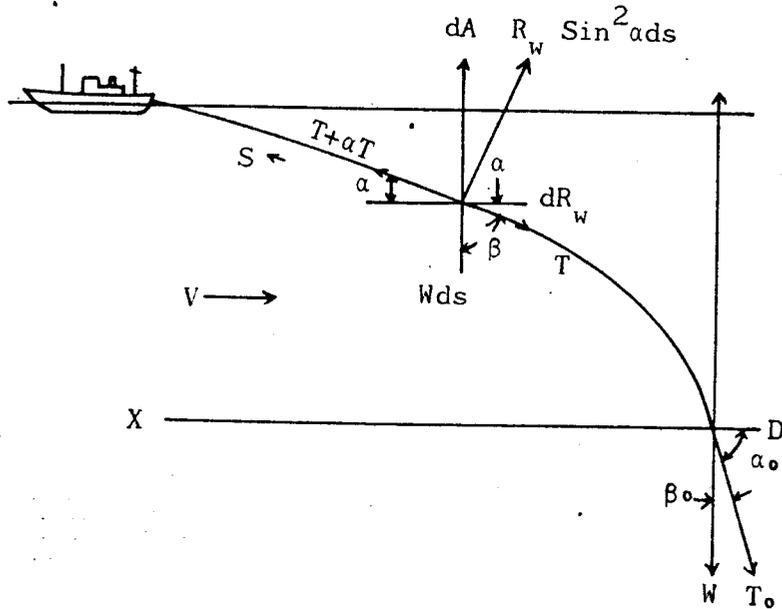
(1) 網具深度：

中層拖網作業成功與否，往往決定在網具深度是否能配合魚群之游泳水層，因此在試驗作業中，推定網具深度為首要工作，圖十三為此次試驗所得中層拖網網具深度（浮子網中央深度）與曳網速度之關係，當曳網長度使用 80 公尺，而曳網速度自 2.3kt 逐增至 3.2kt 之際，中層拖網具之深度則自 29.4 公尺(距海面)逐漸浮昇至 17.4 公尺，若曳網使用長度為 120 公尺，而曳網速度同前，則網具深度自 38.3 公尺逐昇至 20.8 公尺，另在曳網使用長度 160 公尺而曳網速度亦如前，則網具深度則自 38.8 公尺逐昇至 27.8 公尺，即曳網長度在固定情形下，中層拖網具之深度與曳網速度成反比。

另曳網在作業中，具有其本身之水中重量及所受流體抵抗而形成彎曲狀^{8), 9), 10), 11)}，而影響網具深度，若該兩種力量互相平衡則成直線狀，當然曳網形狀，往往由於網具及網板所受垂直及水平分力之不同而異，除試驗作業運用儀器測定網具深度外，從理論式^{12), 13)}仍可求得，如圖十四所示；



圖十三、中層拖網深度、曳網長度與曳網速度之關係



圖十四 曳網形狀與網位深度之理論分析圖

假定作業中，網具及網板之水中重量（本身重量及沉降力）曳網所受流體抵抗互為均衡，以網具位置為原點，令其深度為 y ，水平距離為 x ，曳網長度為 S ，其所受張力為 T ；

則 $T = T_0 f(\cos \alpha)$

$$S = \int_{\alpha_0}^{\alpha} \frac{T_0 f(\cos \alpha)}{W \cos \alpha - R_w \sin^2 \alpha} d\alpha$$

$$x = \int_{\alpha_0}^{\alpha} \frac{T_0 f(\cos \alpha) \cos \alpha}{W \cos \alpha - R_w \sin^2 \alpha} d\alpha$$

$$y = \int_{\alpha_0}^{\alpha} \frac{T_0 f(\cos \alpha) \sin \alpha}{W \cos \alpha - R_w \sin^2 \alpha} d\alpha$$

上式中令 $R_w = \frac{C_w}{2\rho} \rho v^2 D_w$

$$f(\text{Cos}\alpha) = \left\{ \frac{1 - \text{Cos}\alpha_0 \left(1 - \frac{W}{2R_w}\right) + \left(1 - \frac{W}{2R_w} - \text{Cos}\alpha_0\right) \text{Cos}\alpha}{1 - \text{Cos}\alpha_0 \left(1 - \frac{W}{2R_w}\right) - \left(1 - \frac{W}{2R_w} + \text{Cos}\alpha_0\right) \text{Cos}\alpha} \right\} \frac{\frac{W}{2R_w}}{\sqrt{1 + \left(\frac{W}{2R_w}\right)^2}}$$

而 R_w : 曳網所受之流體抵抗

D_w : 曳網直徑

v : 曳網速度。

L : 網具浮揚力

D : 網具所受流體抵抗

G : 網具水中重量

$W = L + G$

另曳網速度，曳網長度與網具深度之關係與國外¹²⁾作一比較如表三所示，國外，中層拖網具之深度變化遠較本試驗小，而本試驗，中層拖網具之沉降效能較遲緩，其原因可能由於所使用之沉降器不同，本試驗所用沉降器僅為國外使用沉降器之 $\frac{1}{2}$ 重量，又本試驗用之網板為魚雷型，其本身重量與浮揚力均衡，可以在水中任意浮沉，於添加滾球重量後始能沉降，並不僅依網板本身之水中重量及曳網時之分力而使其沉降，因此沉降力較小。

又曳網之使用長度 (Length of the warp) 通常配合魚類棲息水深而異，從水深之 3 倍至 15 倍⁴⁾，但本試驗對於捕撈棲息 20 公尺魚群之曳網使用長度為 80 公尺，對於 45 公尺左右之魚群之曳網使用長度為約 160 公尺較為適當。

Table 3. Comparison in the relation of warp length and the fishing gear depth between trial fishing gear and a foreign fishing gear.

Towing Speed \ Warp length	The trial fishing gear			Example of foreign fishing gear		
	80	120	160	200	260	286
2.5 kt	$\frac{1}{4.6}$	$\frac{1}{5.7}$	$\frac{1}{5.1}$	$\frac{1}{4.2}$	$\frac{1}{3.9}$	$\frac{1}{3.0}$
3.0 kt	$\frac{1}{6.1}$	$\frac{1}{8.5}$	$\frac{1}{6.2}$	$\frac{1}{5.8}$	$\frac{1}{5.8}$	$\frac{1}{4.4}$

(2) 網板 (Otter Boards) :

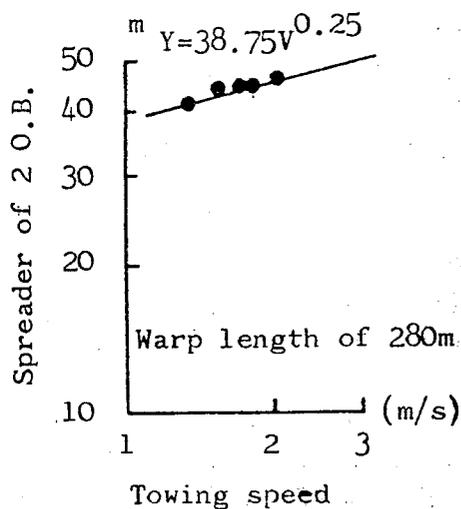
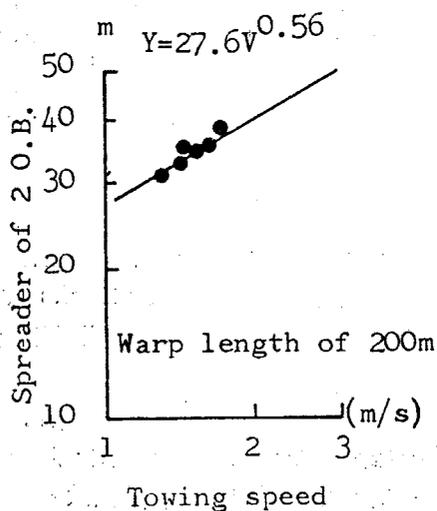
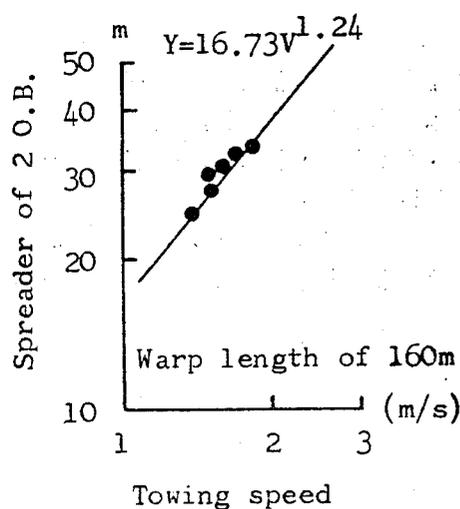
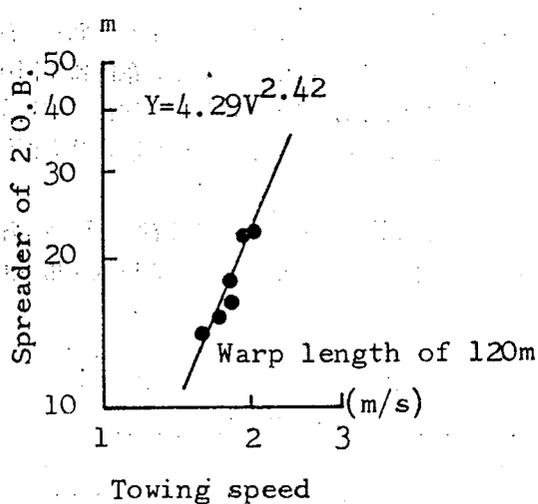
網板與網具為構成拖網漁具最重要之要素，雖然網板之構造簡單，形狀僅似風箏，但在拖網作業中，務必要求其展開力大，抵抗力小，而無論何種網板，其本身均具有因仰角 (Angle of attack) 之不同而同時發生其抵抗及展開力之差異，而實用上更要求網板能平穩，作業方便，堅固耐用及價錢低廉等條件。

國內以往使用矩型平面網板甚久，自 1958 年後改用 V 型網板，其優點為價錢不高，投揚網不交叉，作業中不吃泥，但其展開力並不充分充足為其缺點^{7), 14)}，幾年來雖然經過使用者之不斷調整，但尚無顯著改進之方法，考其原因，拖網船員大多經年累月之使用，已成習慣，墨守成規其簡易操作所致。

V 型網板之構造較矩型網板之 Aspect ratio 稍大，(約為 0.82)，其使用材料全部鋼板，同時在

受力部位以角鐵補強，而挽鐵 (Bracket) 之構造與其他網板不同，呈半月形，與曳網之接、卸作業方便，但亦因為適應作業方便起見該挽鐵能上、下搖擺，而致影響其展開效能。然而由於多年來之不斷使用，對於 150 噸級以下之拖網船所使用之網板大小及重量均趨一定，惟與海底之接觸面較大，而其所受流體抵抗也大，並可能有起伏不定之弊。

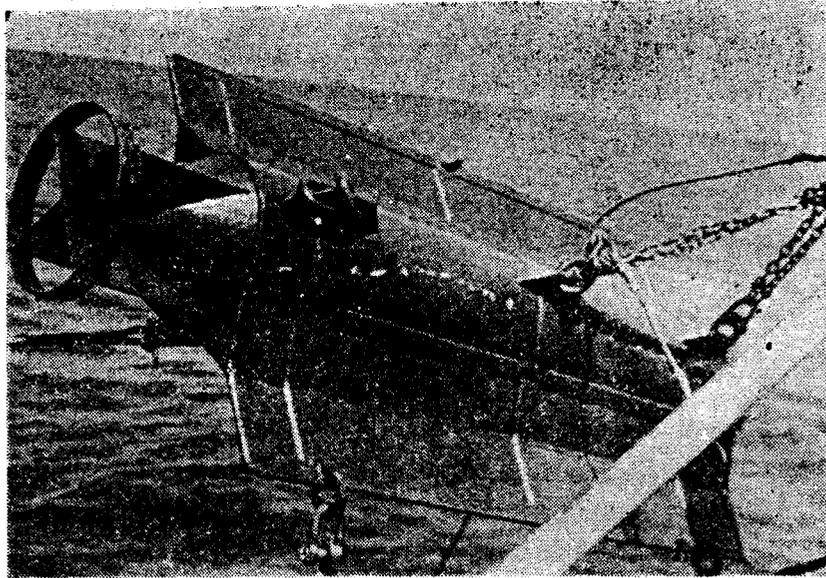
另從 Trescher 之報告¹⁴⁾，得知橢圓形平面網板比矩形平面網板之抵抗小，又其最大仰角可減少 20%，在海底之接觸面小，與同一面積之平面矩形網板比較，約增加 19% 之展開力，但在本試驗並未採用該網板，因其縱橫比 (Aspect ratio) 仍然在 0.5 左右，依力學原理，網板需呈機翼形狀，縱橫比要大，剝離點延後者為較理想。尤其在模型試驗中，得知 V 型網板使用中層拖網之際，因離底後其穩定性欠佳，因此本試驗採用魚雷型網板 (Stability Diverting Depressors)，其試驗結果如圖十五所示；係根據測定曳網之展開角 (θ)，傾角 (γ) 及使用之曳網長度所計算，從兩曳網之展開角不能大於 $5^{\circ} \sim 16^{\circ}$ 而且因曳網速度之改變呈顯不穩定現象。雖然較 V 型網板之性能優異¹⁵⁾，但在作業中也有展開情形不良之時，其原因可能網板之仰角受網具方向之張力所限制，或因使用之網板面積不足，其展開力未能充分發



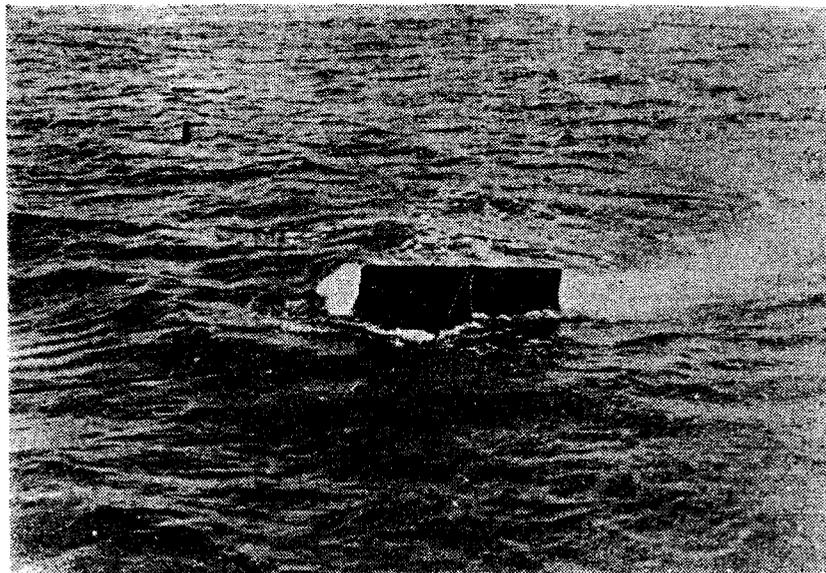
圖十五、魚雷型網板之展開情形

揮所致，但從試驗中實地拍照如圖十六所示；可知該魚雷型網板不但穩定而且在水中能呈豎立形狀為其優點，究其原因，除該魚雷型網板本身之結構外，其與曳網之接點（Attachment）合於 John Garner¹⁶⁾之構想。

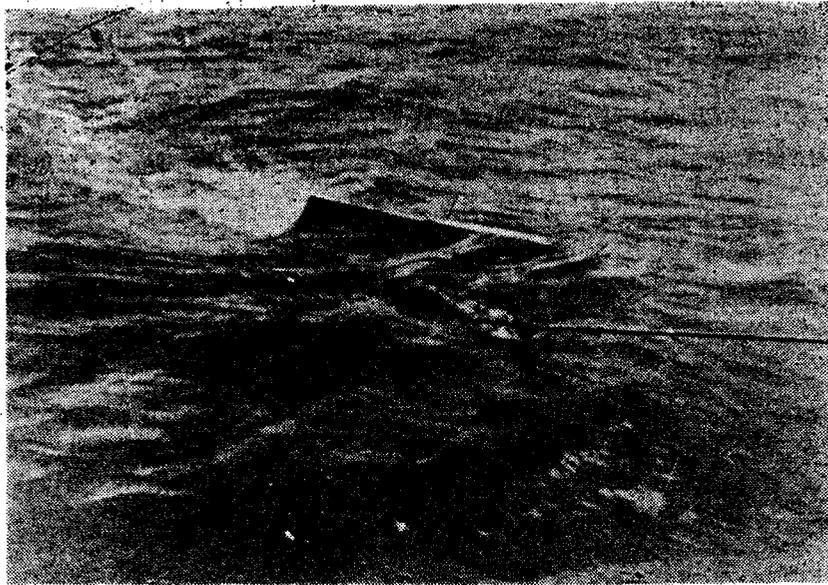
另網板在作業中頗似大型障礙物體隨着網口之前進方向移動，同時網板後流所形成之旋渦及其所產生之音波，往往使魚族往外逸散之弊，其解決之辦法通常以使用較長之手綱克服之。又魚雷型網板用於沉降之滾球，在揚網後往往打擊船艙之弊，作業不方便，經改進縮短其連繫之鐵鏈而以卸扣取代後已不再發生滾球打擊船艙之現象。



圖十六(a) 魚雷型網板在板架上之情形



圖十六(b) 魚雷型網板在半浮沉之情形



圖十六(c) 魚雷型網板在水中情形

(3) 網具結構

從捕撈鯨魚¹⁷⁾之漁獲效力得知中層拖網必須增大網口，即使用大型網具勢在必行，因此必須採用抗張力較強之網線編網，同時為了減少網具所受流體抵抗，使用較細直徑之網線及較大的網目。本試驗雖然使用四片同類型網地，但因側網未能充分展開，網具在水中之形狀仍然不如理想，其實中層拖網作業中，不但未使用天井網，而且腹網比背網應稍長，才能提高漁獲效率，又作業中，網口中央必須結附網位測定器，因為往往晝間棲息在海底之魚類，在夜間則離底而游¹⁹⁾。若當魚類產卵期，則游近沿岸，在晝間常在20公尺左右之水層，除本試驗已捕撈帶魚、烏賊、剝皮魚外，在SCHÄRFE之報告，敘明必能漁獲鱈，及其他紅色魚類，另對於捕撈蝦類則必須使用特別網具²⁰⁾²¹⁾，因其移動力極小，所以裝置網位測定器能協助中層拖網作業上之各項情報。在試驗作業中，由網位測定器所得之網口高度與曳網速度之關係如圖十七所示；即在一定曳網長度下，其網口高度與曳網速度成反比。

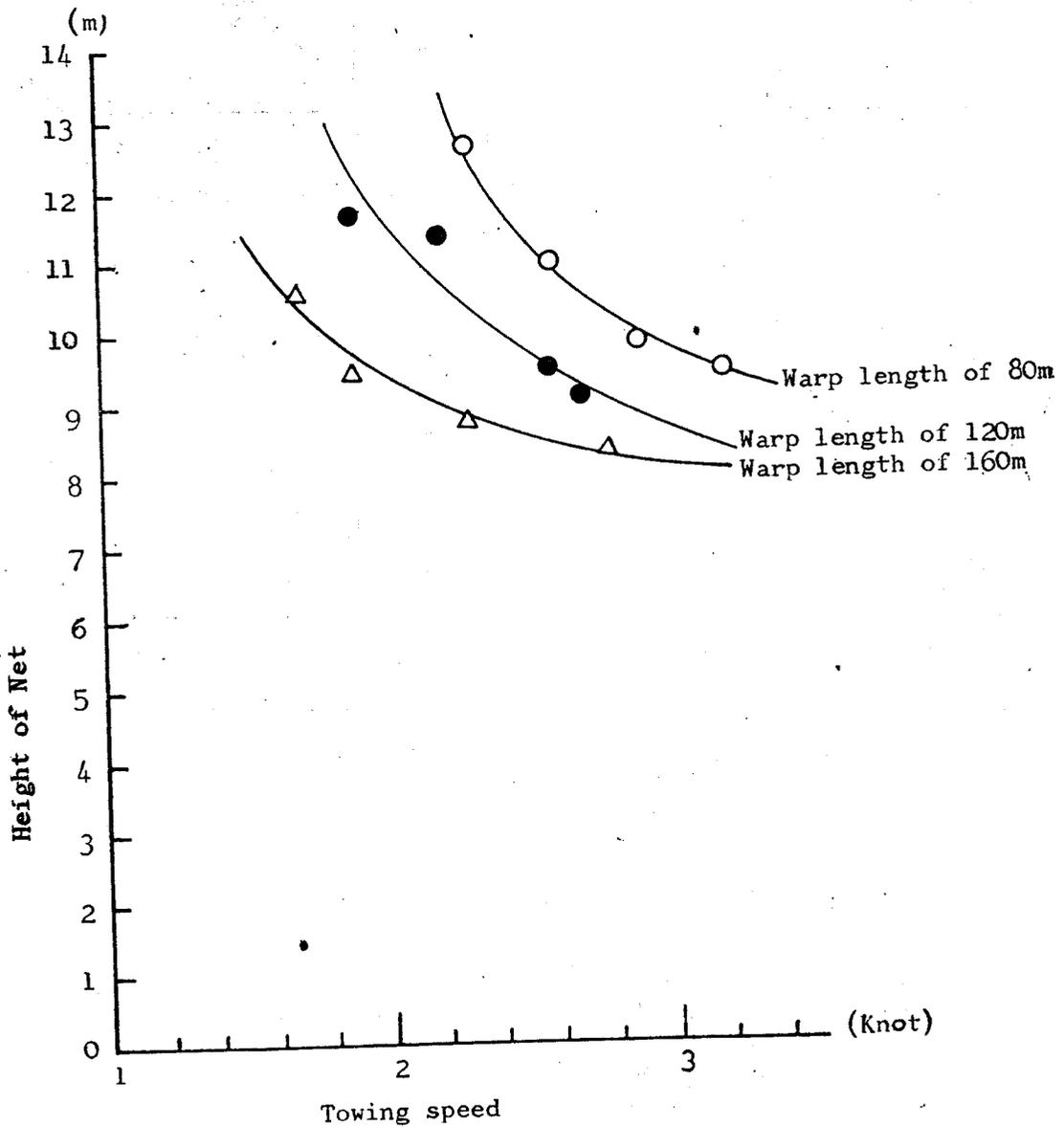
在網具規模擴大之後，同一馬力之漁船，無法較快曳網，據SCHÄRFE⁵⁾實驗所得，曳網速度在2.5 kt以內(1.25m/sec)就能捕撈中層拖網所需之漁獲物，因為中層拖網並非一定需要快速追捕魚類之漁法，尤其必須使魚類在不知不覺之中游入網內，而使魚類本身均未具備警戒心，始能成功。所以目前大多網具仍然使用抗張力較大而且耐磨擦之尼龍線為主。本試驗雖然使用同類型四片網，但由於使用較長之手網(86公尺，較原來之43公尺增加一倍)側網之展開被限制而呈遊離狀態，且使網具所受之張力集中於背、腹網，在天氣惡劣，風浪大之際，網具容易破損，因此使用四片網時，側網之目數不必與背、腹網相同，可酌量減少，同時使用較長之下袖網及手網對漁獲效能可能增加。

囊網方面，在本試驗中，縮短3公尺，但若欲捕撈大群魚，仍需對側網伸長至囊網位置，加強該部位之結構而使魚類入網容易。致於整頂網具作業中所受之流體抵抗與曳網速度之關係如圖十八所示；在固定曳網長度之下，網具所受之流體抵抗因曳網速度加快0.3kt，而增加0.2噸左右之多，因此曳網速度加快後，網具之水中形狀亦隨之改變，尤其網具之內，外流速差增大；據葉室²²⁾之試驗結果，底曳網作業中，曳網速度3.5kt時，其網具之內、外流速差約為0.8kt，而雙拖網具在曳網速度2.3kt時，其網具之內、外流速差約為0.4kt，可能影響較敏感性魚類之漁獲效能，即易使入網之魚類察覺而向網外逃逸。

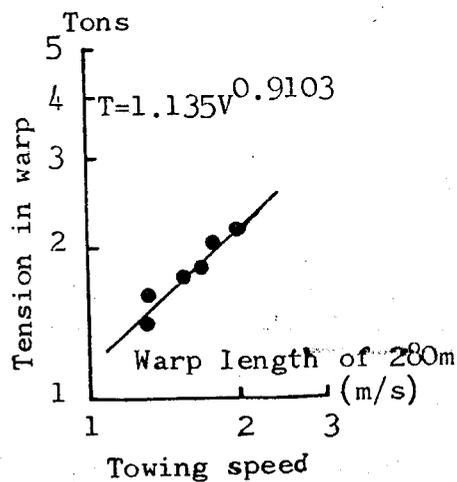
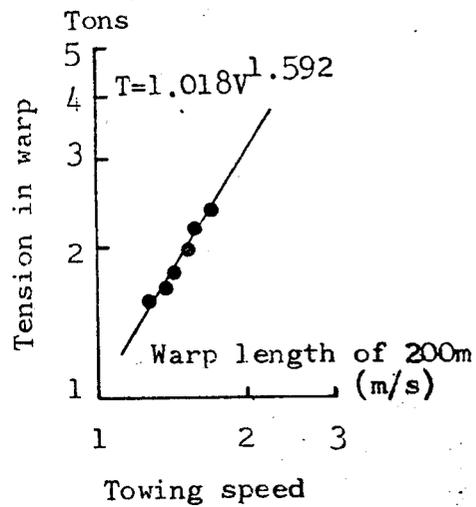
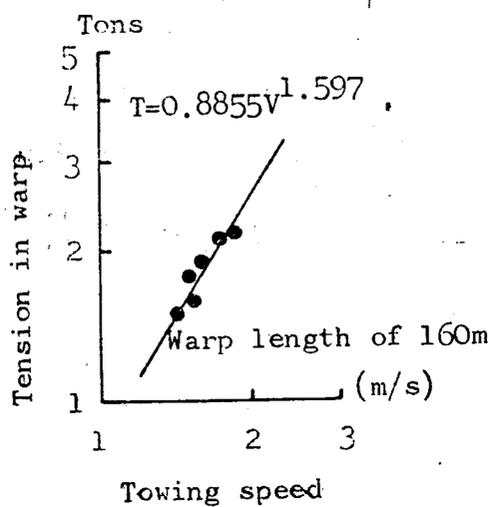
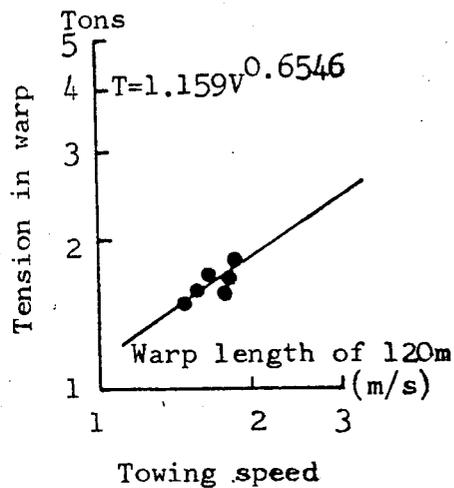
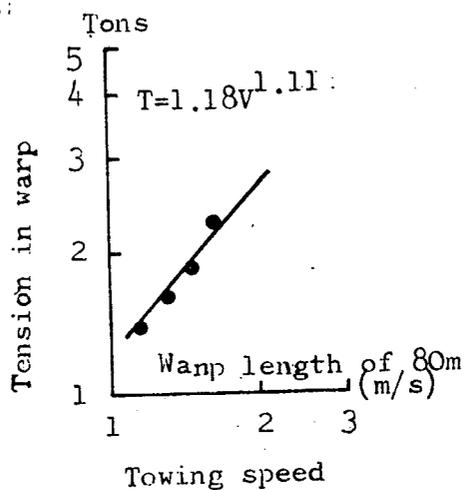
(4)手網：

爲了驅集或誘導魚群入網及使網口能上、下盡量展開起見，手網之使用長度得依網具規模之擴大而作適當之伸長，目前德國甚至使用60~ 150公尺以上之手網長度⁵⁾。

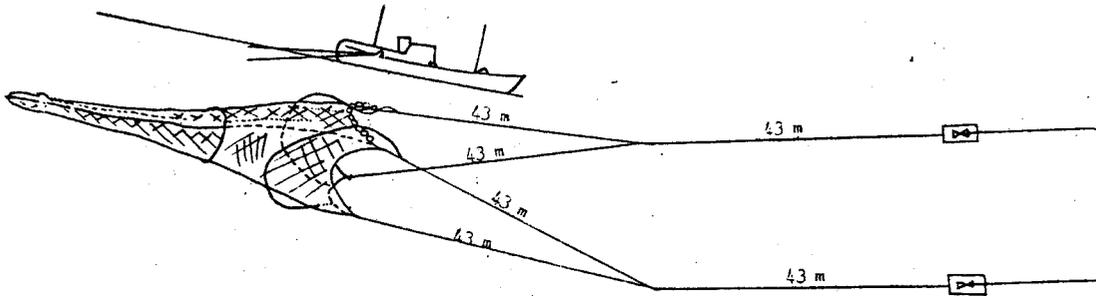
在中層拖網方面尤其須要直徑較細，抗張力大之上手網，以便減少所受張力及承擔網具之抵抗。本試驗所使用之手網結數方法如圖十九所示



圖十七、網口高度與曳網速度之關係



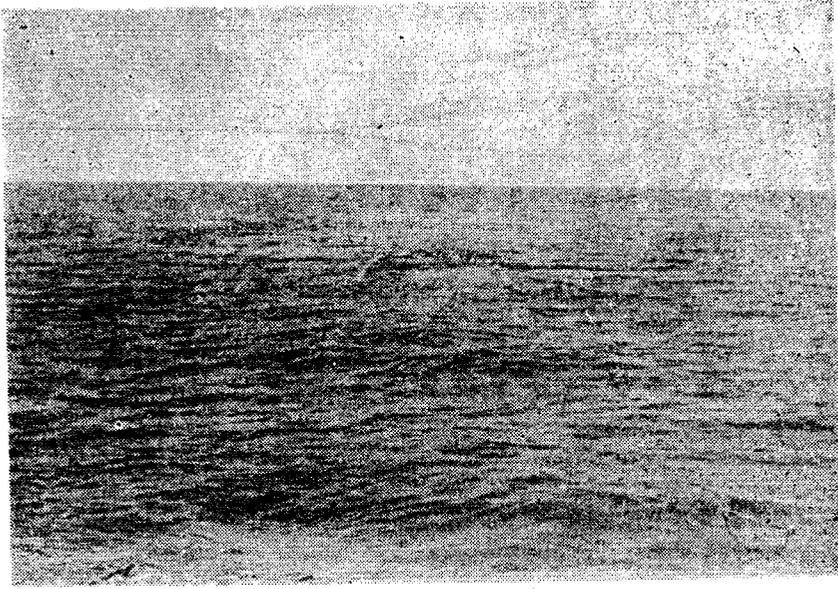
圖十八、曳網的受張力與曳網速度之關係



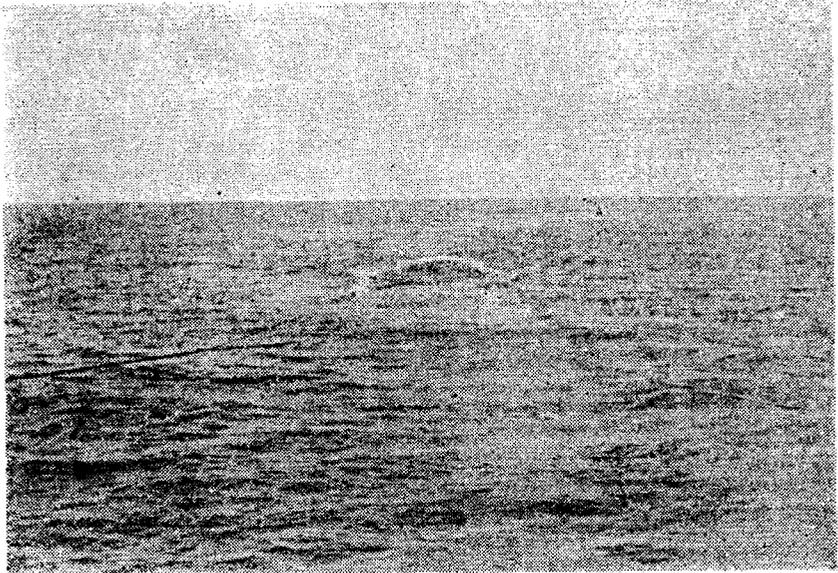
圖十九、中層拖網試驗作業中手網之結附方法

即手網之使用長度較底曳網具增加一倍。經試驗作業之調整後如圖十七所示；網口高度較底曳網之作業，顯著提高，惟因使用同長度上、下手網，所以網口斷面之水平方向發生不穩定現象，據業室試驗結果²²⁾，下手網約需較上手網長 1.2公尺，對於良好網具之水中形狀較能維持，即從網具之側面觀之，能使網口之中心線平分網具之面積，則能保持理想之水中網形。

中層拖網作業中、曳網力往往集中在上手網，而使上手網與上力網形成近似直線狀之緊伸着，但下側網地則鬆馳可供入網魚對於四條力網之平均負荷。若從水平面觀察手網時，其形狀近似直線而不彎曲，因為手網所受之流體抵抗遠較網具所受之流體抵抗為小²³⁾，但其受力點之延長線則為力網，若左右手網受力點延長線之會合點越接近網口位置，則力網之彎曲度越大。即在袖網附近，手網之延長線通過後逐漸向外彎曲，然後在囊網方向形成漸近線，其會合點越近網口位置，則網口寬度越大，反之，則網口狹隘，因此網口之寬度大時，力網之彎曲度必增大，而在彎曲點則受力最大，所以中層拖網之網口寬度往往又被限制，如圖二十所示；但其調整方法，依使用之手網長度而決定之。



圖二十一(a) 中層拖網試驗作業中之網具形狀



圖二十(b) 中層拖網之網口展開情形

四、結 論：

1. 網具深度之調整：

四片式中層拖網漁具在水中深度依使用曳網長度之伸、縮及增減曳網速度，或二者兼施，均能調整之。若爲了盡快獲得所期望之網具深度，並用伸、縮曳網長度及增、減曳網速度爲佳，但必須顧慮改變原來狀態後再使網具在作業中穩定，其所需之時間問題。若欲浮昇網具位置，雖然可以同時捲揚曳網及增加曳網速度，但後者並非良策，尤其網具之位移急速（浮昇）對驚逃魚類之影響甚大，所以該調整工作宜早作準備，給予充裕時間，而僅作快速伸長曳網長度爲佳，另使網具沉降之調整，亦因減低曳網速度，往往不易控制網具位置而時常過深之誤，又伸出曳網之工作亦須較長時間，因在遲緩之延放曳網較易獲得所需之網位。即調整網具深度僅以伸、縮曳網長度之作業較穩定而容易如期達成目的，又在縮短曳網之作業宜快而延伸曳網之作業宜緩。在臺省北部欲漁獲棲息於水深20公尺以內之魚群，其曳網之使用長度約爲80公尺，若魚類之棲息水深爲45公尺左右之際，則曳網之使用長度約爲160公尺爲宜。

2. 網 板：

魚雷型網板在水中不傾斜而能呈豎立狀態，其展開距離優於V型網板。係因其結構本身具備浮、沉力均衡及Attachment之位置正確爲其優點，但其展開力不平穩之現象，可能由於所使用之網板面積，未能配合海慶試驗船之馬力及仰角受網具方向之張力所牽制。另魚雷型網板用於沉降之滾球，往往在揚網後打擊船艙，作業上頗不方便，經改進縮短其連繫之鐵鏈而以卸扣取代後已不再發生滾球打擊船艙之現象。

3. 網具結構

兩側網地與背腹網地之展開能力不同，因此兩側網地宜作酌量減少之調整，又爲使網具內、外之流差減少起見應放大側網之網目，以便流水之通過容易。另當固定曳網長度爲80公尺，120公尺及160公尺之下，曳網速度在2.3kt~3.2kt之範圍內，其網口高度之變化爲12.6公尺~9.5公尺，11.7公尺~9.2公尺及10.6~8.4公尺。又網具所受之流體抵抗與底曳網具一樣，隨曳網速度之加快而呈急激地增大。

4. 手 網

手網使用長度爲決定網口寬度及網板間隔重要因素之一，於固定網板間隔之際，使用較長之手網則網口寬度減小。另下手網使用長度宜長於上手網，始能使網具平衡於水中。

謝 詞

本研究之得以順利完成，承蒙中正基金會之支助及本所鄧所長火土博士之指導，農復會漁業組關狀狄組長之鼓勵及本系各位同仁之幫助，與台灣大學造船研究所所長汪群從博士、陳義男博士、戴堯天先生等研究所同仁之賜助在此敬誌最大謝忱。

參 考 文 獻

1. 和田光太 (1973) : 實用拖網漁法。187—199、成山堂書店，東京。
2. PARRISH, B.B.(1959):Mid-water trawlr and their operation. Modern FishinlsGear of the World, (1), 333-343.
3. LARSSON, K.H. (1959):Scandinavian experience with mid-water trawl-
lnl.Ibid., 343-347.
4. SCHARFE J.(1968):The German on-boat mid-water trawl. Fishing News International, 1-29.
5. SCHAREE, J.(1963):One-boat mid water trawling from Germany. Mod-
ern Fishing Gear of the World, (2), 221-226.
6. TAUTI, M. (1934):A relation between experiments on model and full
scale of fishing net. Bull. Japan Soc. Sci. Fish.,
3(1), 1-4.
7. LEE, T.J. (1973):Mechanical studies on trawl gear of Taiwan. Report
of Taiwan Fisheries Research Institute,(22).
- 8.
9. MIYAZKI, Y.(1972):The configuration and tension of a rope and a plane
net set in a uniform stream. Private Communications.
10. 李燦然 (1968) : 拖網漁具改進試驗。台灣農業，4(1)，122—137。
11. CREWE, P. R. (1963):Some of the engineering priciples of trawl gear
design. Idid., 165-180.
12. 葉室親正及石井謙治 (1960) : 單拖式中層拖網作業之測定結果，漁船研究技報，(14)，57—206。
13. 小山武夫 (1967) : 大型拖網船作中層拖網之實驗，東海區水產研究所報告 (52) ，
37—42。
14. TRESCHÉV, A.I. (1963): Development of Soviet trawling techniques.
Idid., 206-208.
15. LEE, T.J. (1968); Study on the trawl boards. Jour. Agr. Ass. China,
(61), 78-89.
16. JOHN GARNER(1962):How to make and set nets. Fishing News (Books),
London.
17. BARRACLOUGH, W.E. and NEEDLER, A. W.H.(1958):The development
of a new herring trawl for use in mid-water or on
bottom. Idid., 351-358.
18. 關狀狄 (1959) : 中層拖網。中國水產，(82)，8—12。
19. MOHR, H. (1963):Revection of herring to fishing gear revealed by echo
sounding. Idid.,253-257.

20. 宮本秀明 (1961) : 小型蝦曳網具之設計, 小型蝦曳網技術研究會, 日本。
21. LEE, T.J. and MATUDA, K. (1973): Studies on the shrimp trawl used in Taiwan---(I). Ibid.. 39(12).1237-1243.
22. HAMURO, C. and ISHII, K. (1961): Study on the mid-water trawl fishing gear and their telements. Report of Fishing Boat Lab.. (3).
23. 小山武夫 (1974) : 船艙式拖網之實驗報告, 東海區水產研究所報告, (77), 171—247。