

流速與波高對模型圍網締括網張力影響試驗

秦韶生

The Effects of Current and Wave on the Tension of a Pursing Line

Shaur-Sheen Chyn

The purpose of the study was to measure the tension of a pursing line created by the current and wave during actual operation of a Taiwanese purse seiner in the fishing ground. A 1/168 model of the mackerel seine net, measuring 840 m of float line and which was used by the R/V "Hai Fu" was used. The model adopted Tauti's principle of model net construction. The experiment was conducted in a newly-built vertical-circular water tank at the Taiwan Fisheries Research Institute. Tensions were measured using different dials of impellers and wave makers. Data were analyzed using the method of stepwise regression and one way analysis of variance. The results obtained from this gear test are as follows:

1. There is a positive relationship between the coefficient of current and the tension while two-fifths(2/5) of pursing line was wound as the dial of impeller was set at 70 and the dial of wave maker was regulated at an increasing rate. At a 1% level of significance, the load of tension added a 0.38% weight compared with the current speed of 1% and above based on the coefficient of determination, it was concluded that the tension of pursing line was influenced by the current at a rate of 35%. Throughout the pursing process, previous explicable rate was about 10%-30%.
2. The regression which resulted from the height of the wave and the tension of the pursing line was insignificant. The results showed that the variations in tension was influenced by the height of wave at a rate of 44% as the pursing line drummed up to 2/5 under at a 5% level of significance.
3. Interacted by the current and the height of wave and at a level of significance of 1%, the ordinal of temporary mean tension did not coordinate with the ascending dial of the wave maker. But the insignificant tension of the line that linked each group illustrated explicitly that the tension influencing those ranges was not due to overweight.

Key words: Gear research, Purse seines, Model test, Tension of Pursing line.

前 言

縮括網收束網裙速度快慢，不但直接影響網具圍捕漁獲效率，同時縮括網張力負荷穩定性，更為發展圍網起網機控制工程必須具有之基礎依據。在實際漁撈作業中，影響縮括網張力負荷之影響因素很多，因此設計模型網從事縮括網力學探討之文獻很多，早期如宇野⁽¹⁾、井上實⁽²⁾、飯高⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾、石井·小長谷⁽⁶⁾、田原·野村·森敬·大澤·久村⁽⁷⁾等利用模型網詳實析明作業時縮括速度所對應之網裙變化。而前兩年，下崎·大澤丹羽·本多⁽⁸⁾所提出之縮括網張力平衡方程式，更可充分應用於模型所對照之實物網。該等鉅大貢獻，確切肯定圍網漁業技術之現代化。目前，本省發展大型圍網漁業成效卓著，惟由於本省週緣鯖、鰹圍網漁場之天候海況特殊，網船起網作業時屢有事故發生。而有關漁撈作業時，流速與波高對縮括網張力負荷影響程度之統計資料極為欠缺，因此本所利用新設置之垂直式環流水槽，測試不同流速與波高情況下，該兩因子對於縮括網張力負荷之解釋能力，作為進一步研究漁具的基礎資料，同時亦將實驗結果提供業者作業時參考。

材料與方法

(一)模型網

本次實驗所使用之模型網係依田內氏⁽⁹⁾網具比較法則，將本所海富號試驗船現有浮網長840公尺之鯖、鰹圍網以1/168之比例予以縮小製成，有關設計規範如下：

1. 模型網與實物網之尺寸比

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{1}{168}$$

λ_1 ：模型網尺寸

λ_2 ：實物網尺寸

2. 模型網與實物網網線直徑與網目大小之比

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{L_1}{L_2} = \frac{1}{4}$$

D_1 ：模型網網線直徑 (mm)

D_2 ：實物網網線直徑 (mm)

L_1 ：模型網網目大小 (cm)

L_2 ：實物網網目大小 (cm)

3. 模型網與實物網之流速比

$$\frac{V_1}{V_2} = \sqrt{\frac{D_1 (\rho_1 - 1)}{D_2 (\rho_2 - 1)}}$$

V_1 ：模型網流速 (cm/sec)

V_2 ：實物網流速 (cm/sec)

ρ_1 ：模型網網線比重

ρ_2 ：實物網網線比重

4. 模型網與實物網總浮力與總沉降力之比

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{\lambda_1^2}{\lambda_2^2} \cdot \frac{V_1^2}{V_2^2} = 8.86 \times 10^{-6}$$

F_1 ：模型網之總浮力或總沉降力 (kg)

F_2 ：實物網之總浮力或總沉降力 (kg)

5. 模型網與實物網之時間比

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \cdot \sqrt{\frac{D_2 (\rho_2 - 1)}{D_1 (\rho_1 - 1)}} = 1.19 \times 10^{-2}$$

t_1 ：模型網縮括時間 (sec)

t_2 ：實物網縮括時間 (sec)

(二) 實驗裝置

垂直式環流水槽本體包括左右螺槳 (Right & Left Impeller) 及造波器 (Wave maker)，另配置圍網投放裝置 (Net throwing bench)、縮括網絞機控制裝置 (Net pursing controller)、深度測定器 (Depth meter)、張力測定器 (Tension meter)、流速器 (Current meter)、波高計 (Wave height meter) 等，利用個人電腦 (80286-CPU) 指令自動遙控操作，所有測試結果均可由印表機 (Printer) 列印或由軟、硬磁碟長期保存。

(三) 試驗設計

1. 投網速度

依每秒投放50mm、100mm、150mm、200mm、250mm、300mm、350mm、400mm、450mm、500mm等速度將模型網投放至水槽，且設網裙業已垂直展開為終止時間，以投網速度作為獨立變數，求取其對投放時間之解釋能力及較適投網速度，作為茲後各網次試驗時之投放速度。

2. 縮括速度

設定絞機每秒收捲50mm、75mm、100mm、125mm、150mm、175mm、200mm、225mm、250mm、275mm長度之縮括網，並以縮括網張力超越自動控制設定之0.5公斤致使絞機停止轉動為終止時間，利用最小平方法及目視網裙縮括形狀，選擇試驗時之縮括速度。

3. 迴歸模式設計及控制

設縮括網兩端同時被絞機捲入之張力和為應變數，流速及波高為獨立變數，利用SAS軟體以對數及自然數模式從事逐步迴歸分析⁽¹⁰⁾，檢查不同螺槳設定值或造波器設定值情況下，有關線性之適宜性。本項試驗除以各網次縮括過程中諸變數樣本 (樣本讀取時間間隔為1/10秒) 從事整體性探討外，並取縮括網被捲收1/5及2/5時 (包括其時點前後各4/10秒內之讀數) 各樣本，研析瞬間獨立變數之解釋能力。

4. 控制因子變級效應測定

假設不同螺槳設定值及造波器設定值出現為水準數，在單網次試驗時該等設定值不變，縮括網被捲收1/5或2/5時瞬間，該時點及前後各4/10秒內之樣本為次數，利用單向變方分析⁽¹¹⁾ (One-way Analysis of Variance) 探討環境因子之變異性，同時利用Duncan氏之新多變域測定法 (Duncan's new multiple-range test)，判定試項效應差異。

結 果

(一) 投網速度與縮括速度

經不同投放速度測試結果，模型網投放速度與開始投放至網裙展開時間之關係式為

$$\ln D_1 = 8.907055 - 0.99171 \ln C \quad (R^2 = 0.955319)$$

D_1 ：開始投放至網裙展開之時間 (Duration of throwing and casting)，單位為秒

C ：投網速度 (Casting speed)，單位為每秒毫米

投網速度在每秒300mm以上時，網具投放及展開之時間已漸趨穩定 (圖1)，故自第11網次開始，設定投放速度為每秒300mm。

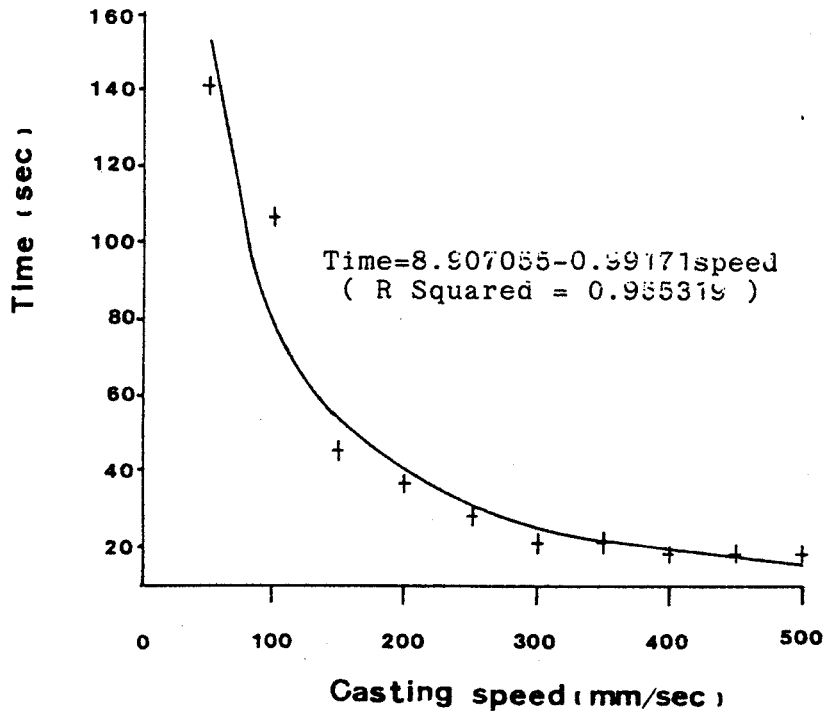


圖 1 投網時間與投網速度之關係
Fig. 1 Casting time against speed.

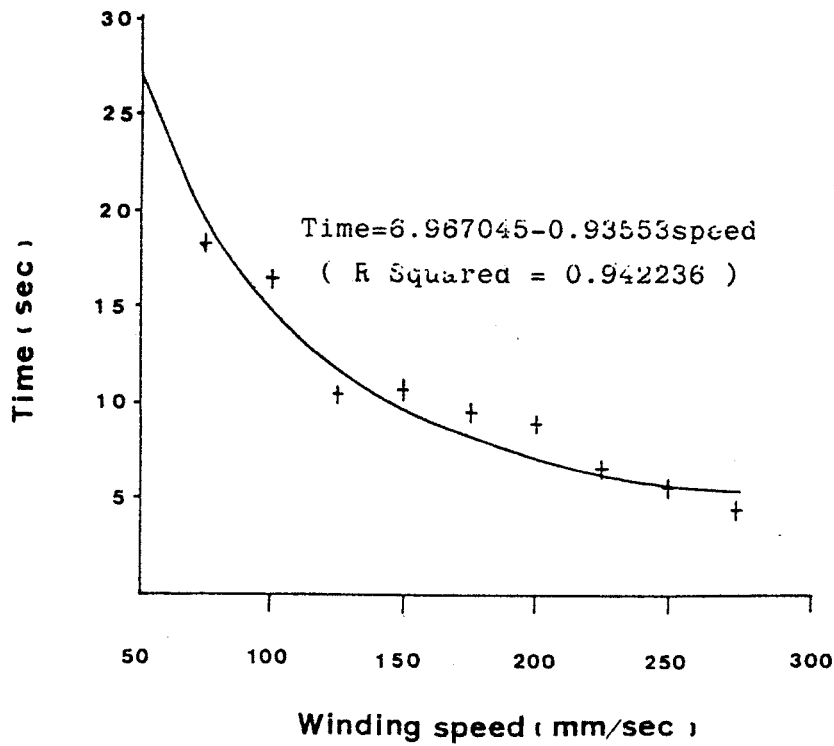


圖 2 締括時間與締括速度之關係
Fig. 2 Winding time against speed.

另縮括網收束速度與縮括時間之關係式為

$$\ln D_2 = 6.967045 - 0.93553 \ln W \quad (R^2 = 0.942236)$$

D_2 ：開始縮括至縮括網張力超越0.5kg之時間 (Duration of winding)

W：縮括速度 (Winding speed)，單位為每秒毫米

上式之 R^2 為0.942，每秒縮括速度在150mm以上時，其對縮括所需時間之趨勢亦漸呈穩定(圖2)。又依模型網縮括過程中張力與時間(表一)，在該速度以上之R-Square值已具高解釋能力。但縮括速度超過200mm時，迴歸模式F值及判定係數值均呈現遞減現象；同時由目視可看出，模型網被收束成之碗形已有過分被擠扁之現象。因此自第11網次後之縮括速度定為每秒150mm，其張力與縮括所需時間之關係式為

$$\ln T = 0.621705 - 2.4005 \ln D \quad (R^2\text{-Adjusted} = 0.8918)$$

T：張力 (Tension)，單位為公斤

D：縮括時間 (Duration)，單位為秒

F值在1%顯著水準下，判定係數為0.8918。

表1 縮括速度變動下縮括網張力與起網時間之迴歸係數

Table 1 The coefficient of winding time corresponding to each winding speed using regression analysis.

Net No.	Winding speed (mm/sec)	Winding time (sec)	Coefficient of $\ln D$	Intercept	F-value	Adj. R^2
1	50	24.4	0.940464	-5.11068	261.47	0.5174
2	75	18.3	0.686837	-3.94099	417.34	0.6958
3	100	16.4	0.670660	-3.05511	867.52	0.8417
4	125	10.5	0.795493	-3.27876	575.53	0.8482
* 5	150	10.7	0.621705	-2.40048	875.07	0.8918
6	175	9.5	0.805198	-2.53332	2440.06	0.9629
7	200	9.0	1.024150	-2.71396	5472.28	0.9840
8	225	6.6	0.966376	-2.41638	1182.32	0.9413
9	250	5.6	1.297034	-2.71822	1716.79	0.9689
10	275	4.5	0.788581	-1.71179	852.34	0.9509

※本次試驗所採用之縮括速度。

(二)環境因子對縮括網張力之影響

1. 流速

(1)經第11網次至第19網次連續調整水槽螺槳設定值以不同流速測試結果，除第14、16、19等三網次之F值(表二)偏低外，餘各網次F值之顯著性均在5%或1%顯著水準下；說明在該等網次縮括網之收捲過程中，其流速之對數迴歸係數不等於零。再次以判定係數(Adjusted R-Square)顯示，當螺槳設定值增強至150時(第13網次)，縮括網張力負荷有30%係受流速因子之影響；而且由目視檢查結果，是時不但網形被大幅擠壓成細長橢圓形，並且迅速漂離原位。

螺槳設定值較小之其它網次，縮括網張力受流速因素之影響約在9%~17%之間。

(2)當縮括網被絞機捲入1/5時(1000mm)之瞬間，由各網次在該時點且包括前後各4/10秒內之測試樣本顯示，不論採用一般算術式或對數式之迴歸測試結果，F值均過於偏低(表三)，顯示流速在時點對縮括網張力之影響尚微。

表 2 水槽螺槳設定值變動下縮括網張力與流速之迴歸係數

Table 2 The coefficient of current regressed with tension corresponding to each dial of impeller.

Net No.	Left impeller dial	Right impeller dial	Coefficient of ln(current)	Intercept	F-Value	Adjusted R-Square
11	50	50	0.233208	-0.831850	**14.33	0.1680
12	100	100	-0.528309	-2.243472	# 6.71	0.0691
13	150	150	-0.826205	-1.954259	**20.16	0.3082
14	130	130	-0.007960	-1.291275	0.01	-0.0240
15	110	110	0.390377	-1.016663	# 5.78	0.0716
16	90	90	-0.072154	-1.337819	0.25	-0.0083
17	70	70	0.409259	-1.008400	**10.71	0.0954
18	30	30	-0.290420	-2.182959	** 9.74	0.1096
19	10	10	0.034366	-1.719577	0.05	-0.0084

Note: ** A level of significance of 1%

A level of significance of 5%

表 3 水槽螺槳設定值變動下瞬間縮括網張力與流速之迴歸係數

Table 3 The coefficient of current regressed with tension corresponding to each snapshot as pursing line was wound up to 1000mm and 2000mm.

Net No.	Length of pursing line winding (mm)	Coefficient of ln(current)	Intercept	F-Value	Adjusted R-Square
11~19	1000	-0.113358	-1.737001	0.380	-0.0840
	2000	0.380655	-0.447838	# 4.171	0.3458

Note: # A level of significance of 10%

(3)繼續將縮括網收捲至 2 / 5 長度時 (2000mm)，流速迴歸係數與縮括網張力 (應變數) 之間呈現正相關，表示此刻若流速增強，縮括網張力負荷加重。F 值在 10% 顯著水準下說明流速迴歸係數不為零，流速增強 1%，張力負荷會加重 0.38%。判定係數 0.3458 顯示縮括網張力負荷約有 35% 係來自流速因素之影響。

2. 波高

鑒及在漁場實際圍捕魚群時，有波浪但無流速之情況甚少發現，故為配合漁撈作業實況，將螺槳設定值固定於 70 使具有微弱流速，再行調整造波器設定值續予試驗。

(1)由逐步迴歸分析結果顯示，不論縮括網被捲收 1 / 5 或 2 / 5 之瞬間，平均流速迴歸係數不等於零之假設摒棄，模式中獨立變數僅保留波高之迴歸係數 (表四)。

(2)縮括網被捲入 1 / 5 長度時，F 值 2.01 未將波高迴歸係數在 10% 顯著水準下檢定通過。但在縮括網被捲入 2 / 5 時，該係數可在 5% 顯著水準下 (F 值 8.081) 通過，且與應變數縮括網張力負荷呈現負相關。該項結果顯示，當網具漂浮水面於波峰時，縮括網會減輕負荷，波高高度增加，負荷相對減輕；但有關波谷位置對於張力負荷影響之綜合作用，亟待作更深一層之探討。另由判定係數顯示，在縮括網被捲入 2 / 5 長度之時點，瞬間張力受平均波高因素之影響約 44%。

表 4 水槽螺槳設定值70及造波器設定值變動下瞬間縮括網張力與波高之迴歸係數

Table 4 The coefficient of wave height regressed with tension corresponding to each snapshot as pursing line was wound up to 1000mm and 2000mm while the dial of impeller was fixed at 70.

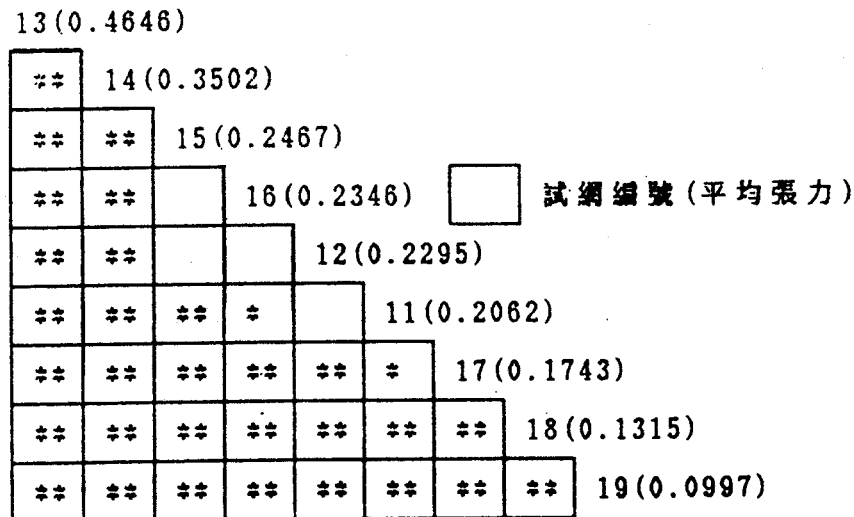
Net No.	Length of pursing line winding (mm)	Coefficient of ln(wave height)	Intercept	F-Value	Adjusted R-Square
30~39	1000	0.391994	-0.391774	2.005	0.1005
	2000	-0.342069	-2.335865	*8.081	0.4403

Note: * A level of significance of 5%

(三)瞬間平均張力單向變方分析

1. 流速作用

(1)由第11~19網次將造波器設定值固定於80再行調整螺槳設定值測試結果，縮括網被捲入1/5時之平均張力與螺槳設定值有正向關係（圖3），由最高螺槳設定值之第13網次依階向右下方排列。在5%顯著水準下，第15、16、12等網次間係不顯著域，如改以1%顯著水準作比較，則其不顯著域可延伸至11網次。



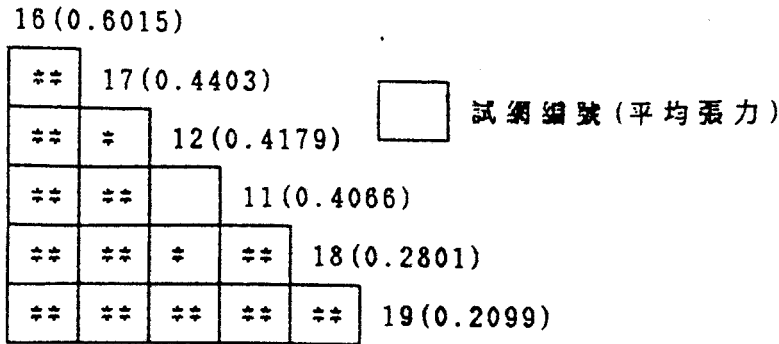
* : Comparisons significant at the 0.05 level.

** : Comparisons significant at the 0.01 level.

圖 3 造波器設定值80螺槳設定值變動，縮括網被捲入1000mm時之平均張力變域

Fig. 3 The multiple-range of mean tension tested corresponding to each snapshot as pursing line wound up to 1000mm while the dial of wave maker was fixed at 80 and the dial of impeller varied.

(2)縮括網被捲入至2/5時，螺槳設定值較高之13、14、15等網次已因流速加強，使縮括網張力已超過所設定之0.5公斤，故該等網次未及收捲至2/5長度，已因負荷過重而使絞機停止運轉，無法測得資料。在僅有之16、17、12、11、18、19等網次排階中（圖4），僅第12與11網次在5%顯著水準下，其平均張力差異係不顯著；而在1%顯著水準時，不顯著域存在於17、12、11等三網次。

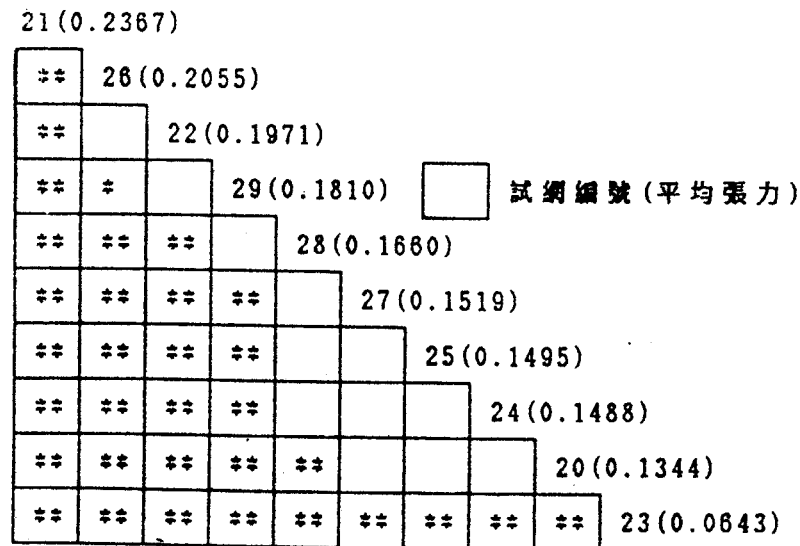


*: Comparisons significant at the 0.05 level.
 **: Comparisons significant at the 0.01 level.

圖 4 : 造波器設定值80螺槳設定值變動，締括網被捲入2000mm時之平均張力變域
 Fig. 4 The multiple-range of mean tension tested corresponding to each snapshot as pursing line wound up to 2000mm while the dial of wave maker was fixed at 80 and the dial of impeller varied.

2. 波高作用

(1)在締括網捲入 1 // 5 時，各網次瞬間平均張力並未與造波器設定值匹配依階由左上向右下方排列 (圖 5)，不論在 5 % 或 1 % 顯著水準下，其不顯著域存在於第 26、22、29、28、27、25、24 等網次間。



* : Comparisons significant at the 0.05 level.
 **: Comparisons significant at the 0.01 level.

圖 5 螺槳設定值 0 造波器設定值變動，締括網被捲入1000mm時之平均張力變域
 Fig. 5 The multiple-range of mean tension tested corresponding to each snapshot as pursing line wound up to 1000mm while the dial of impeller was fixed at 0 and the dial of wave maker varied.

(2)上述平均張力排階情況亦同樣在縮括網被捲入至 2 / 5 瞬間發生 (圖 6) ; 其不顯著域在 5 % 顯著水準下, 存在於第 22、25、20、28 各網次間。若改以 1 % 顯著水準檢定, 不顯著域可自最高階之第 21 網次依階下延至第 28 網次。

									21 (0.4295)
									29 (0.4227)
**	*								22 (0.3604)
**	**								25 (0.3421)
**	**								20 (0.3387)
**	**								28 (0.3330)
**	**								26 (0.3262)
**	**	**	**	**	**	**	**	**	24 (0.2579)
**	**	**	**	**	**	**	**	**	27 (0.2439)
**	**	**	**	**	**	**	**	**	23 (0.1901)

* : Comparisons significant at the 0.05 level.

** : Comparisons significant at the 0.01 level.

圖 6 螺槳設定值 0 造波器設定值變動, 縮括網被捲入 2000mm 時之平均張力變域

Fig. 6 The multiple-range of mean tension tested corresponding to each snapshot as pursing line wound up to 2000mm while the dial of impeller was fixed at 0 and the dial of wave maker varied.

3. 流速與波高之交互作用

(1)固定螺槳設定值於 70 及連續變動造波器設定值測定結果, 在縮括網被捲收 1 / 5 瞬間, 平均張力排序 (圖 7) 亦同樣未隨造波器設定值大小匹配, 在 1 % 顯著水準下, 其不顯著域可連貫本組試驗之各網次 (30~39 網次)。

(2)又於縮括網被捲收 2 / 5 時, 各網次平均張力依序排階狀況亦未能反應出造波器設定值之作用。在 5 % 及 1 % 顯著水準下, 不顯著域存在於第 31、30、34、39、33、37 等網次間 (圖 8)。

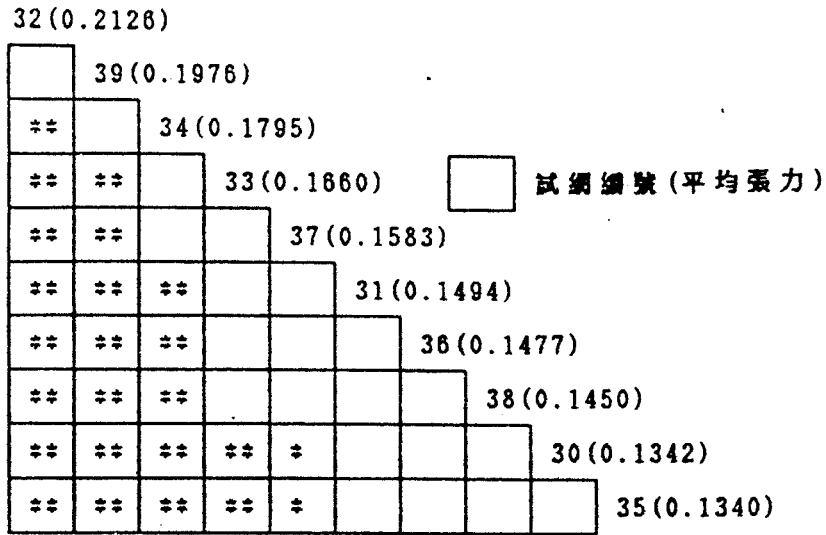
4. 流速增強後之作用

與第 39 網次相同將造波器設定值固定於 260, 但將螺槳設定值自 39 網次之 70 調高至 130 進行比較結果, 發現第 40 網次之平均張力不論在縮括網被捲收 1 / 5 或 2 / 5 等瞬間, 均顯著提高 (圖 9、圖 10), 顯示流速對於縮括網平均張力之影響較為顯著。

討 論

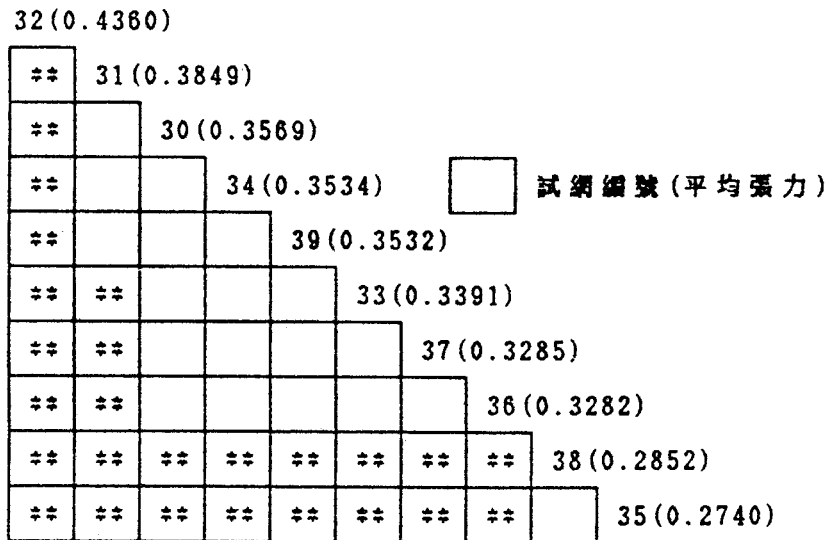
(一)張力樣本誤差性

1. 在相同投網速度、縮括速度情況下, 使用同一網線材料、網目尺寸、結構組合、浮沉比所編織之不同網具, 往往會因網線均燃性、網片縫合工整性、浮沉比分布均質性等差異, 而使網具濾水作用所對應之張力, 產生不可避免之誤差。本試驗為求降低網裙收束時來自網具別可能引起之張力誤差,



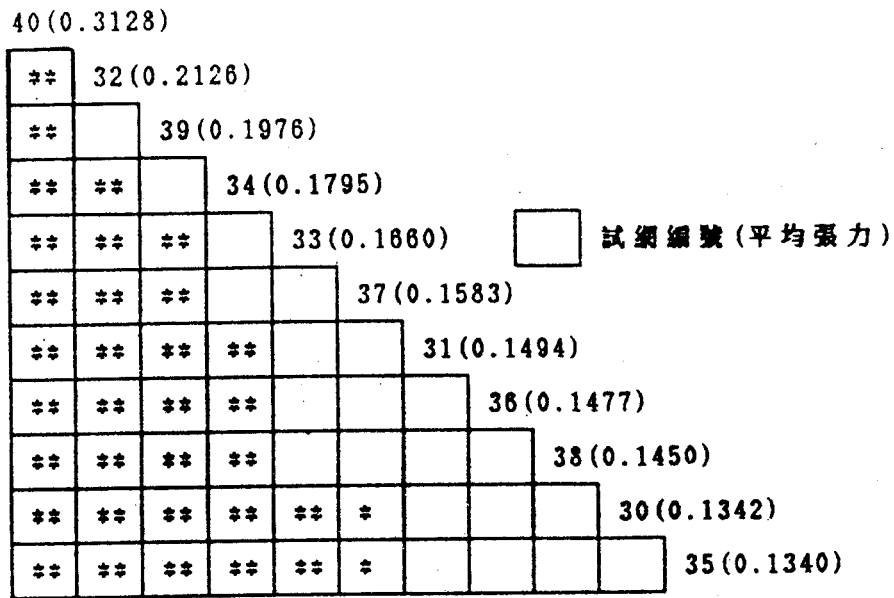
* : Comparisons significant at the 0.05 level.
 ** : Comparisons significant at the 0.01 level.

圖 7 螺槳設定值70造波器設定值變動，締括網被捲入1000mm時之平均張力變域
 Fig. 7 The multiple-range of mean tension tested corresponding to each snapshot as pursing line wound up to 1000mm while the dial of impeller was fixed at 70 and the dial of wave maker varied.



* : Comparisons significant at the 0.05 level.
 ** : Comparisons significant at the 0.01 level.

圖 8 螺槳設定值70造波器設定值變動，締括網被捲入2000mm時之平均張力變域
 Fig. 8 The multiple-range of mean tension tested corresponding to each snapshot as pursing line wound up to 2000mm while the dial of impeller was fixed at 70 and the dial of wave maker varied.

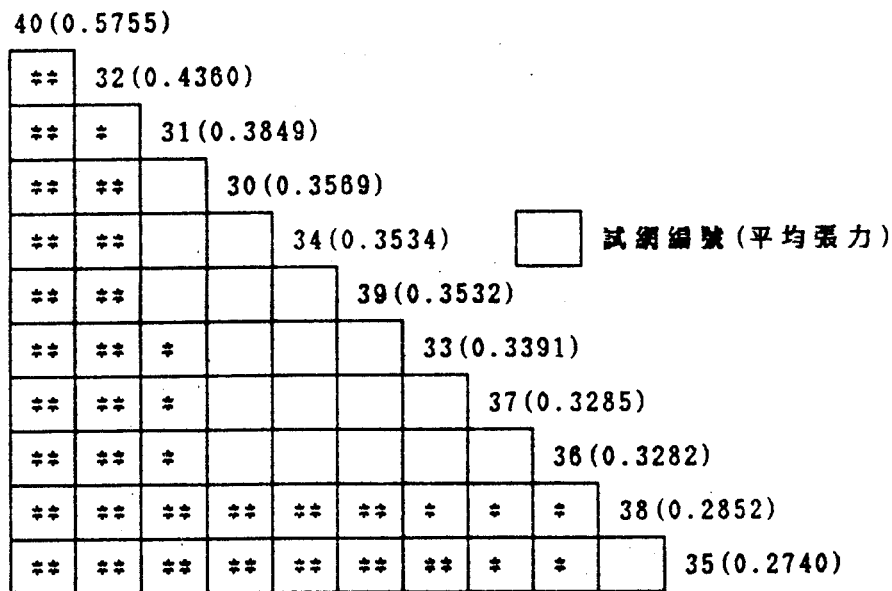


* : Comparisons significant at the 0.05 level.
 ** : Comparisons significant at the 0.01 level.

圖9 螺槳設定值70波高設定值變動，締括網被捲入1000mm時之平均張力變域 (第40網次螺槳設定值130)

130)

Fig. 10 The multiple-range of mean tension tested corresponding to each snapshot as pursing line wound up to 1000mm while the dial of impeller was fixed at 70 and the dial of wave maker varied (The dial of impeller was fixed at 130 on No. 40) .



* : Comparisons significant at the 0.05 level.
 ** : Comparisons significant at the 0.01 level.

圖10 螺槳設定值70波高設定值變動，締括網被捲入2000mm時之平均張力變域 (第40網次螺槳設定值130)

Fig. 10 The multiple-range of mean tension tested corresponding to each snapshot as pursing line wound up to 2000mm while the dial of impeller was fixed at 70 and the dial of wave maker varied (The dial of impeller was fixed at 130 on No. 40) .

故於試驗中均使用同一領網具。

2. 日本單艘式鯖、鰹圍網漁船在我國東海漁場作業時，締括速度平均約每秒300mm；在該速度狀況下，尼龍網具被締括時之張力約8.5公噸。大澤·野村·森敬·田原等（1967）採用1/145尼龍模型網推估其實物網張力之試驗結果：於靜水中將締括速度設定為每秒200mm至600mm間，締括網被捲入1/4瞬間時之張力約1~3公噸；1/2瞬間時之張力約3~8公噸。本次試驗締括速度採用每秒150mm，在無流速情況下之締括時間約12.9秒，將其推算到實物網，則實物網所需締括時間約18分鐘。進而設定螺槳值70及造波器值在80~260之間，締括網被捲入1/5長度時之張力約7.5~12公噸。由上述比較顯示：(1)締括速度選用與實際作業吻合。(2)張力較大澤等之推估值較高，不能排除之考慮因素係由於當前業者所使用之網具規模較大，同時本試驗之環境係在具有流速、波高等動態情況之下。

(二) 模式適宜性

宇野（1935）在從事巨濟島鯖巾著網締括網張力試驗研究時，即體認模型實驗須考慮潮流之影響力，往後實際研究應朝動態環境模擬。惟由井上實（1954）之鰹巾著網模型試驗、飯高（1954~1958）日向灘巾著網模型實驗I~V、石井·小長谷（1961）巾著網網形與締括網張力實驗等報告顯示，諸多探討傾向於網形變化。而森敬·野村·田原·大澤·下崎·武富·小長谷·久村等（1967），則著重網具個別組件之張力分析。晚近下崎·大澤·丹羽·本多（1988）所發表之締括網張力平衡方程式，仍以靜態作為環境假設條件。由前述先進研究結果顯示，可能動態環境不易掌握，可信度存疑之點尚多。另一方面，依流體力學粘性、摩擦等作用產生之參數，對於網具力學應用之精確性，亦有許多困境亟待突破並續予究明。

本試驗係以締括網所承受之張力為探討對象，除模式中之目的變數外，其餘變因均假設持恆不變，籍依統計實際數據，闡明整體變動趨因，資作日後續予研究之參考。

1. 迴歸係數

經逐步迴歸分析所導出之流向迴歸係數，與螺槳設定值大小有正向相關性，在邏輯解釋上應屬合理，而判定係數對於獨立變數之解釋能力，亦具有實用之參考價值。在波高係數方面，本次實驗未能反應其與造波器設定值之相關性，該現象可視為一種導向，因為波浪含具波高、波谷、週期、波幅等特性，個別變因之綜合作用是否與本次試驗吻合，實為今後積極繼續求證之課題。

2. 常數值

由田內式（1935）及下崎·大澤·丹羽·本多等（1988）報告中指出，網裙收束速度與網之垂直斷面形狀具有密切關係。本試驗雖以同一網具作實驗，但對各網次締括過程中締括網形態之控制，尚無法予以掌握。因此應如何避免由各網次摩擦係數、網裙垂直斷面與水平交角等所導致之誤差，亦為往後陸續實驗亟須改進之重點。

摘 要

為探討本省大型鯖、鰹圍網漁船作業時漁場流速及波高對於網具締括網張力之影響程度，將本所海富號試驗船浮子網長840公尺之鯖、鰹圍網，依田內式網具比較法則以1/168之比例設計製成模型網一領，利用本所新購置之垂直式環流水槽，測試其在各種不同螺槳設定值及造波器設定值時之締括網張力。有關樣本資料經逐步迴歸與單向變方分析等方法統計結果如下：

1. 當流速隨螺槳設定值調高增強且締括網被收捲2/5長度時，流速迴歸係數與締括網張力呈現正相關。F值在1%顯著水準下說明流速增強1%，張力負荷會加重0.38%；同時締括網張力來自流速因子之影響約35%。但以完整締括過程作分析，締括網張力約10%~30%係受流速之影響。

2. 波高與締括網張力之迴歸結果並不顯著，惟當締括網被捲收 2 / 5 及在 5 % 顯著水準下，締括網張力約有 44 % 係來自波之作用。

3. 經流速與波高交互作用及在 1 % 顯著水準下，瞬間平均張力組間排列並未與造波器設定值升序排列匹配。但不顯著線連接延續各組間，顯示締括網張力在該等環境狀況未有顯著突變。

謝 辭

本報告是省府七十八年度列管計畫「圍網漁業技術改進及漁場開發研究」之一部分，謹此致謝。研究進行中承本所所長廖一久博士、海洋漁業系廖主任學耕之鼓勵，王副研究員敏昌、李副研究員定安之寶貴建言，謹致由衷之謝意。又水槽實驗期間承本所海洋漁業系李嘉林先生、楊珮芬小姐、朱慧娟小姐鼎力相助，在此一併致謝。

參考文獻

1. 宇野道夫 (1935). 模型實驗によりて知らるゝ巨濟島鯖巾著の形狀と環締網にかかゝる張力。日本水產學會誌，4(3)，147—152.
2. 井上實 (1954). イワシ巾著網の模型實驗，日本水產學會誌，19(9)，942—946.
3. 飯高勇之助 (1954). 日向灘イワシ巾著網模型實驗-I。日本水產學會誌，20(7)，571—575.
4. 飯高勇之助 (1954). 日向灘イワシ巾著網模型實驗-II。日本水產學會誌，21(1)，6—11.
5. 飯高勇之助 (1954). 日向灘イワシ巾著網模型實驗-III。日本水產學會誌，21(7)，459—462.
6. 石井一美・小長谷庸夫 (1961). 巾著網の網成りと環網に動く張力について。日本水產學會誌，27(9)，846—849.
7. 田原陽三・野村正恒・森敬警郎・大澤要一・久村欽一 (1967). 巾著網の漁具特性に関する研究-I，東海區水產研究報告，49，11—39.
8. 下崎吉矩・大澤要一・丹羽洋智・本多勝司 (1988). 旋網の環網にかかゝる張力について，水產工學研究所研究報告，8，303—310.
9. Tauti M. (1935). A Relation Between Experiment on Model and on Full Scale of Fishing Net, Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 3(4), 171-178.
10. 吳宗正 (1982). 迴歸分析，復文書局，462—469.
11. 葉樹藩 (1981). 試驗設計學，廣文書局，201—227.