

## 操縱船舶進出台中港之安全趨勢

# Safety Manoeuvring Tendency for Ship in/out-port of Taichung

李承中\*

### 摘要

經驗老道的船舶操縱者均有一套方法及理論以加強航行安全，掌控這些方法就能有效地掌控船舶動態的安全，根據簡單的艏向/距離/速度比就能判斷船舶動態趨勢是否安全。持續注意及運用有效的方法保持適當速度比，就能維持船舶在安全範圍。台中港因應強大的東北季風，需較寬闊的水域來操控船舶，對於此港不熟的船長，在強風中進港，領港經常要求全速，甚至放洋速度(Sea speed)上領港進港，某些船長內心不接受而不願實際配合，結果造成驚險情況甚至撞上北防波堤，都是忽略其原因：強風中轉向的關鍵因素-舵效與船速 $v$ 和滑失比 $Sr^{1.5}$ 成正比。

關鍵詞：航行安全，船舶操縱，舵效。

### Abstract

How to emerge from key factor in the wisdom of well-experienced captain handling ship? We can control the key factor for holding safety tendency of ship movement. According as heading/distance/specific-rate, we can judge whether the tendency is safety. Continue monitoring and keeping the specific-rate within the limits of the number against the distance/heading for safety tendency by all means. Against strong winter monsoon of Taichung port, the Port provide wide waters for handling. Against entering the Port during strong winter monsoon, the pilot usually ask captain full speed for pilot boarding. Some captain didn't follow the advice and

---

\* 李承中 Lee Cheng Chung，台中港引水人辦事處引水人，435 台中市梧棲區中樓路 3 段 2 號，  
E-mail:leccg4@gmail.com

made ship speed about 3kts for pilot boarding. Sequential dangerous situation even collided with north breakwater due to negligence rudder effect in proportion as the square of speed.

Key word: Navigational safety, Ship handling, Rudder effect.

## 一、迴轉趨勢

### 1.1 船舶迴轉時危險方向距離變化

船舶定速向左迴轉時，如圖 1a，船首對船舶左正橫方向 Y 軸的距離(i)變化-是最擔心的問題。船艙方向 X 軸距離(j)，船速  $V'(m/s)=v(\text{節})\times 1852/3600$ ，角速度  $\omega'$ (弧度/秒) $=(\omega/60)/57.3$ ， $\omega$  角速度= $^\circ/\text{分}$ ，船舶旋轉 $\theta^\circ$ (由  $0^\circ\sim 180^\circ$ )， $r(m)$ ：船舶自旋轉半徑(轉心 pp:pivot point 到船首距離)；船舶迴轉運動分①直線與②旋轉運動分別討論如下：

① 直線船速  $V'$ 化為  $V'(\sin\theta i, \cos\theta j)$ 兩垂直向量速度

② 船旋轉的切線速度  $r\omega'$ (圖 1b)化為  $r\omega'(\cos\theta i, \sin\theta j)$ 兩垂直向量

船首對 Y 軸距離 i 變化速度： $r\omega'\cos\theta + V'\sin\theta$ ，先求出 pp 點( $r=0$ )對 Y 軸距離  $=V'\sin\theta$ 積分 $=R*(1-\cos\theta)$ ，如圖 1c， $R$ =迴轉半徑 m；圓周長  $2\pi R=vT$  船速乘週期， $T$  週期(s) $=360*60/\omega$  代入展開得到  $R(\omega/v)=360x(1852/3600)x60/(2\pi)=1768.531$  定值，船首到 Y 軸距離= pp 距 Y 軸 +  $r*\sin\theta$  (附件 1)

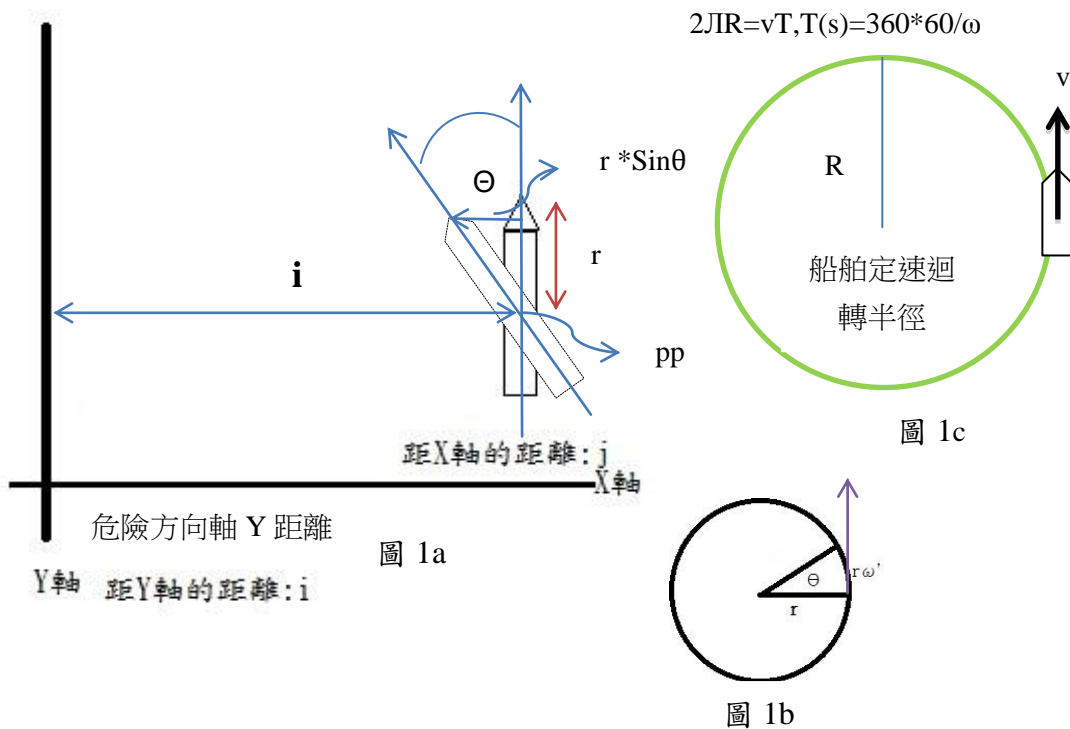


圖 1a 船舶迴轉對 Y 軸距離，圖 1b 旋轉中船舶速度，圖 1c 船舶定速迴轉半徑

### 1.2 速度比決定成敗

速度比定理： $R(\omega/v)=\text{定值}$ —意義重大因為只要掌控好速度比就能確定迴轉半徑，也就能有效地掌控船舶動態的安全趨勢。首先要清楚風／流／地形等因素影響船速及旋轉角速度的趨勢；根據希望預期趨勢來操控船速及轉船力矩，一般的狀況問題是船減速(太)慢及旋轉角速度增加(太)慢—就是  $\omega/v$  小於預期程度—如果所有方法用盡都無法改善到量—結果就是碰撞，所以越能清楚船舶減速率及旋轉角速度增加率，就越能從容不迫地掌控好  $\omega/v$ 。

### 1.3 船舶旋轉運動方程式

先看旋轉角速度問題，船舶旋轉系統-作用力  $F$ ，徑向位置向量  $r$ ，力矩  $T$ ，動量  $P$ ，角動量  $L$   $L = r \times P = r \times mv$   $v = \omega r$   $L = m \times r^2 \omega$   $L = I \omega$   $r$  與  $F$  的叉積(夾角  $\theta$ )  $T = r \times F$ ，力矩大小  $T = rF \sin \theta$  右手定則決定力矩方向， $m$  質量， $V$  速度， $a$  加速度， $I$  轉動慣量， $\omega$  角速度， $\alpha$  角加速度， $E$  能量， $\theta$  移動角度(弧度)，旋轉動能  $K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m(\omega r)^2 = \frac{1}{2}mr^2\omega^2 = \frac{1}{2}I\omega^2$  力矩使此物旋轉一段角位移則力矩對此物做功，力矩所做功使旋轉動能

變化  $W = \tau\theta = \Delta K = \Delta \frac{1}{2} I\omega^2$  力矩單位：牛頓、公尺、能/功單位焦耳：牛頓、公尺、焦耳  
≠力矩單位，能量是力點積距離的純量；力矩是距離叉積作用力的向量，使 1 牛頓、公尺的力矩作用 1 全轉，需  $2\pi$  焦耳。

$$\frac{dL}{dt} = r \times \frac{dp}{dt} + \frac{dr}{dt} \times P = r \times m \frac{dv}{dt} + v \times mv = r \times ma$$

$$F = ma \frac{dL}{dt} = r \times FT = \frac{dL}{dt} E = T\theta$$

$$T_{net} = \frac{dL}{dt} = \frac{d(I\omega)}{dt} = I \frac{d\omega}{dt} = I\alpha$$

$$K_{rot} = \frac{1}{2} I\omega^2$$

$$功 W = \int_{\theta_1}^{\theta_2} T d\theta$$

#### 1.4 船舶旋轉轉動慣量

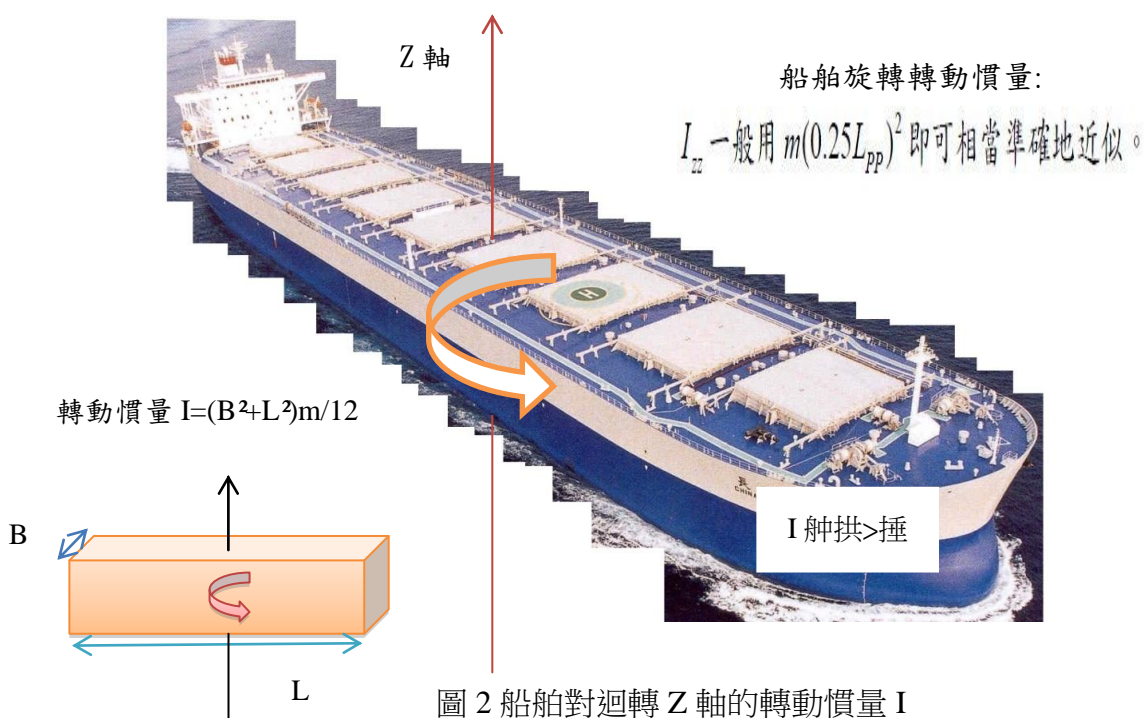


圖 2 船舶對迴轉 Z 軸的轉動慣量 I

### 1.5 台中港拖船配置與角速度變化

根據公式  $W = \tau\theta = \Delta K = \Delta \frac{1}{2} I\omega^2$  來推斷，假使要相同  $\omega$  力矩  $T = r \times F$  與  $I$  成正比， $I = 0.0625 * m * Lpp^2$  (圖 2)， $r$  與  $Lpp$  成正比所以  $F$  與  $m * Lpp$  成正比，以台中港拖船配置為例；中拖 2400HP，大拖 3200HP/4200HP，台勤 4600HP/5400HP；100HP  $\approx$  1T, 10000 < GT < 30000：1 大 1 中 56/66T，30000 < GT < 50000：2 大(1 中 74/84/108T，50000 < GT < 70000：3 大 130/138T，70000 < GT：4 大 184/200T；2 中 2 大；132T， $\omega^2$  與  $A = m * Lpp / F$  成反比。用經驗比對法：假設  $Lpp$  170/排水量 4 萬噸/拖力 56T 作用同樣  $\Theta^\circ$  下使船旋轉角速度 30%/分時，其他大船／拖船配置的旋轉角速度如表 1；要清楚操船時的旋轉角速度的極限範圍，尤其是大船－重載－淺水等情況造成旋轉角速度異常的小，即使船速不高迴轉也很危險，一定要注意：船速小過角速度減少率，使  $\omega/v$  不小於預期而  $R$  則在安全趨勢距離內。

表 1 拖船出力與排水量/Lpp 和  $\omega$  關係對比表

拖力	m 萬噸	Lpp	m* Lpp	m*Lpp 比	拖力 F 比	A=m*Lpp/ F 比	應需 拖力	$\sqrt{A}$	$\omega$ %/分	$\omega$	132T
56T	4	170	680	1	1	1	56	1	30		
66	5	180	900	1.323529	1.178571	1.122995	74.1	1.05971442	28.31	如需四 大拖改 2 大 2 中 $\omega$	2 大 2 中與 4 大拖力比 開根號與 $\omega$ 正比
74	6	190	1140	1.676471	1.321429	1.26868	93.9	1.12635716	26.63		
84	7	200	1400	2.058824	1.5	1.372549	115.3	1.17155837	25.61		
108	8	210	1680	2.470588	1.928571	1.281046	138.4	1.13183292	26.51		
108	9	220	1980	2.911765	1.928571	1.509804	163.1	1.22874079	24.42		
116	10	230	2300	3.382353	2.071429	1.63286	189.4	1.27783412	23.48		
130	11	250	2750	4.044118	2.321429	1.742081	226.5	1.31987933	22.73		
183	12	260	3120	4.588235	3.267857	1.40405	256.9	1.18492622	25.32		
184	13	270	3510	5.161765	3.285714	1.570972	289.1	1.25338417	23.94	20.3	1.39
184	14	280	3920	5.764706	3.285714	1.754476	322.8	1.32456623	22.65	19.2	1.39
184	15	290	4350	6.397059	3.285714	1.946931	358.2	1.39532467	21.5	18.2	1.39

## 二、淺水效應

然而旋轉角速度受  $m * Lpp$  影響有限，如表 1 所示，但當重載受淺水效應影響，附加質量可達 4 倍以上，如圖 3 所示， $\omega$  下降一半以上，如圖 4 所示，所以當有驚人淺水效應疑慮時應增加拖船配置及注意船速控制，

實務操船上就是根據餘裕水深及減速過程或迴轉過程中，抓出附加質量的影響情況，理論上，越是經驗老道就應越早抓出情況及因應，然而操船者當時的心情深深影響其敏銳度，所以操船者應先檢視當時自我心情狀況採取不一樣操船方式，大致分三種：(1) 心情良好能最早抓出情況及因應可採取效率操船方式，(2) 心情普通敏銳度正常可採取一般操船方式，(3) 心情不好敏銳度下降應採取保守型操船方式。

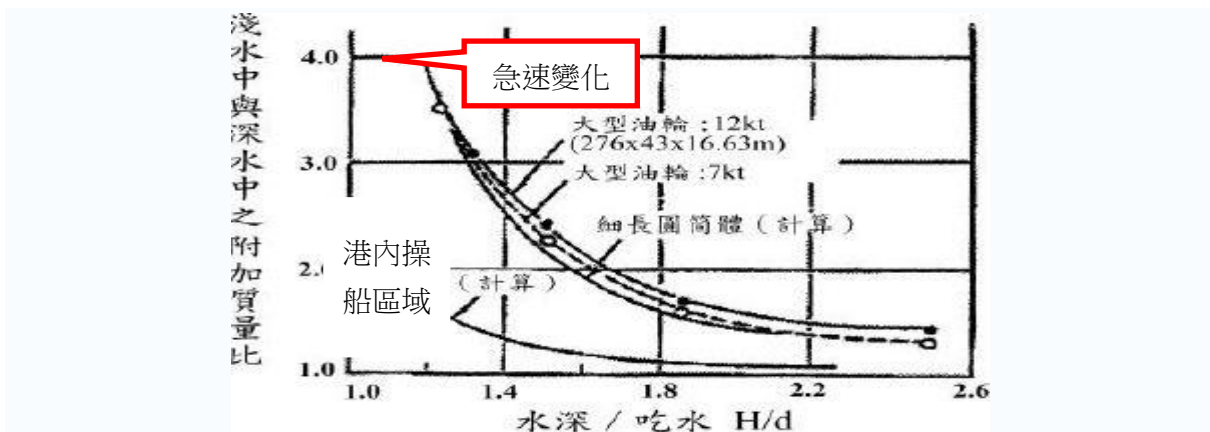


圖 3 淺水效應下附加質量比

資料來源：古文賢，船舶操縱(1993)

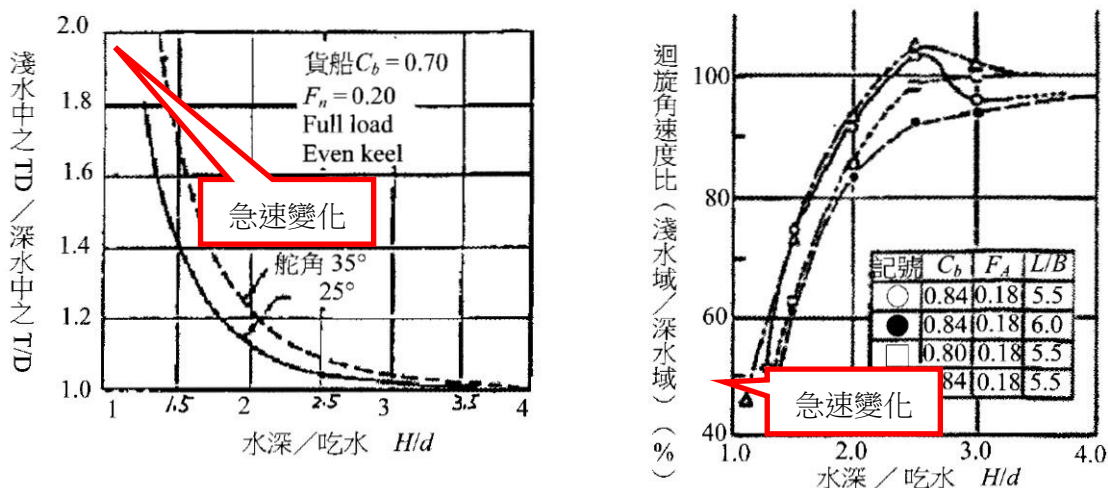


圖 4 淺水效應下迴旋轉圈及角速度比

資料來源：徐國裕，船舶操縱(2004)

## 2.1 船舶減速方法

船舶減速的方法如下 5 種，但各有其特點分三方面來看(1)穩向性：掌控艏向難易性，(2)停距性：使船停止的距離長短性，(3)限復性：使用該方法前提條件及復原難易性。

表 2 船舶減速的方法

(1)穩向性 (2)停距性 (3)限復性

①停車滑行/舵	好	長	最好 $Rf=0.0439*S*V^{1.825}$ 船速越高效果越好
②倒車	越大越差	短	船速~8~5~3kts 才有倒車,主機差異很大
③拖船(纜繩)	好	中	受拉繩況長短/配置/操拖者影響
④下錨-2 節最好	中	短	受錨況/操作員影響;回復最費工有斷鍊?
⑤風流力	中	中	只有風流向有用,採頂風流操法

## 2.2 淺水效應對船舶減速的影響

淺水效應使船舶阻力大增加速緩慢，同時附加質量大增減速也緩慢，由表 3 可看出各階段所經過的時間和船速情況：(水深／吃水)比值越小減速越難(附加質量越大)；港內操船最危險的情況之 1 就是淺水效應，由圖 3、圖 4 的急速變化區域正是容易造成失算的環境 附加質量急速增加造成一角速度遠低於預期／減速情況遠高於預期 結果  $\omega/v$  遠遠低於預期，當然  $R$  遠遠高於預期,解決之道就是使預期逼近實際，越細膩的觀察越能使預期誤差越小，當然也越早運用方法對治。

表 3 各淺水效應減速情況  
Osaka 油輪右迴旋試驗淺水效應比較表

深海	H/d=4.2	H/d=1.5	H/d=1.2	
起始船速	7kt	7kt	7kt	7kt
迴轉 90 度時間	8 分 10 秒	8 分 55 秒	11 分 31 秒	14 分 57 秒
迴轉 90 度船速	4.63kt	4.56kt	4.56kt	4.50kt
迴轉 90 度縱距	973m	1049m	1370m	1721m
迴轉 90 度橫距	5370m	581m	694m	882m
迴轉 180 度時間	13 分 58 秒	15 分 22 秒	20 分 07 秒	26 分 27 秒
迴轉 180 度船速	3.98kt	3.99kt	4.17kt	4.25kt
迴轉 180 度縱距	501m	530m	697m	822m
迴轉 180 度橫距	836m	912m	1183m	1545m
迴轉 270 度時間	19 分 29 秒	21 分 34 秒	28 分 33 秒	37 分 50 秒
迴轉 270 度船速	3.84kt	3.88kt	4.10kt	4.22kt
迴轉 270 度縱距	171m	154m	105m	6.15m ???
迴轉 270 度橫距	510m	545m	545m	874m
迴轉 360 度時間	24 分 55 秒	27 分 40 秒	36 分 56 秒	49 分 06 秒
迴轉 360 度船速	3.80kt	3.85kt	4.09kt	4.22kt
迴轉 360 度縱距	585m	621m	739m	861m
迴轉 360 度橫距	267m	266m	245m	245m

資料來源：交通部運輸研究所，船舶運動數值模式建立之研究(2009)

## 2.3 各種減速方法要點

減速方法使用時機及注意如下：(1)高速時提早停車滑行，(2)8 節以上倒車得看主機情況(差異很大應先搞清楚)，如果艏向趨勢能如預期－倒車減速相當可行－最忌諱倒車使艏向趨勢向不利方向發展－此時寧可正車大舵使艏向趨勢如預期情況後停車再倒車，如果正常時間內倒車沒來又時間緊迫－應毫不猶豫採取其他方法減速或正車大舵使船往安全趨勢發展：最忌諱等倒車來感覺再等一下就來而錯過時間；(3)正船艏帶拖船纜繩是減速最好用最沒副作用且高低速皆可的方法；(4)拋錨減速一般是異常緊急方法－因為還要起錨費工，為防斷鍊疑慮最好下 2~3 節錨鍊拖行－沒斷鍊疑慮且起錨快；(5)頂風流減速法也是環境及預期配合時常用方法。

$$\text{減速力(摩擦阻力／倒車力／拖力／風流力)} F \cdot d = \frac{1}{2} (m + \Delta m) v^2; F \cdot t = (m + \Delta m) dv$$

$(m+\Delta m) = 2F \cdot d/v^2$ ;  $(m+\Delta m) = F \cdot dt/dv$ ，根據經驗當減速力作用相當時間後船速下降情況即可判斷船舶附加質量大小，尤其是淺水效應急速變化區域時，應盡早測出附加質量大小及控制船速在有把握的範圍內。

### 三、強烈東北季風下進靠台中港



圖 5 強風中進出台中港航向變化

#### 3.1 台中港因應東北季風的對策

台中港是有名的人工風港，在冬天強烈的東北季風及地理因素和日照海陸風效應等作用下，經常發生 8~9 級強風甚至 10~11 級強風，所幸還好風向相當穩定，所以當初前輩在設計台中港時就是針對此風況特性：對抗強烈風壓一定要船速夠大車大舵（這與進靠其他港口慢車慢速正好相反），然而船舶大車快速進港是非常危險－在港內沒有消化掉龐大的船舶動能就發生碰撞，所以為消化這些動能就需要足夠的水域（台中港是國內港內水域最大的港口）。然而即使水域夠大但還是有限－如果沒有事先計算到超出操船能力範圍而預作準備－就會發生意外，接下來所探討的就是計算操船能力極限範圍－強烈的季風和颱風時期極可能面對的問題。



### 3.2 強風風壓力矩及舵壓力矩

各種強風風況下的操船極限把握在那裡？也就是艏向掌控能力範圍研究，風壓根據 Hughes 公式 $\Phi$ 估算： $F_a = \frac{1}{2} \rho a C_a V_a^2 (A_a \cos^2 \theta + B_a \sin^2 \theta)$  式中： $\theta$ —相對風舷角( $^\circ$ )， $\rho_a$ —空氣密度( $1.226 \text{kg/m}^3$ )； $C_a$ —風動力係數； $V_a$ —相對風速(m/s)； $A_a$ —水線上船體正面面積( $\text{m}^2$ )； $B_a$ —水線上船體側面積( $\text{m}^2$ )。

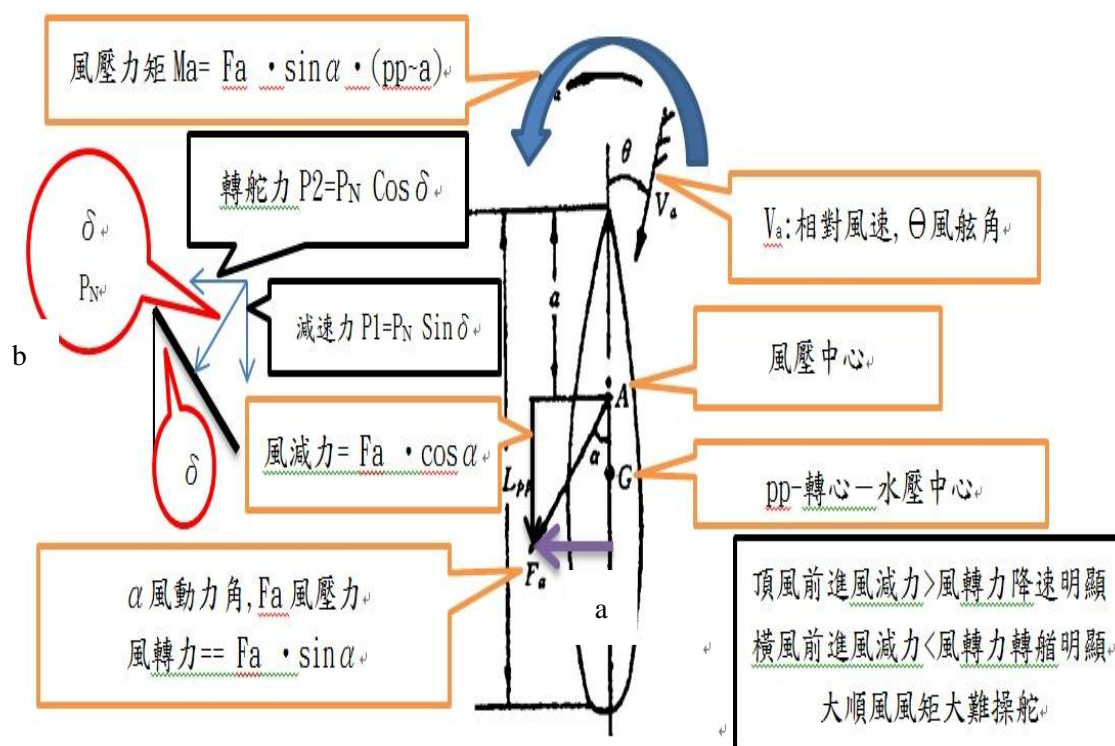


圖 6a 風壓力矩，圖 6b 舵壓力

表 4 為風力中心至船首的距離， $L_{pp}$  為船長； $\alpha$  為風力方向與船尾方向的夾角，乾舷越高  $C_a$  越大因為離海面越高風力越強。台中港冬天東北季風來時風速經常  $14\text{m/s}$  以上甚至到達  $30\text{m/s}$ ，根據船停止及前進情況下風壓力矩之例子，參見附件 2。

表 4 風動力係數表

$\theta^\circ$	0	20	40	60	80	90	120	140	160	180
$C_a$	0.95	1.45	1.75	1.5	1.25	1.2	1.5	1.8	1.5	0.9
	0.45	1.2	1.4	1.25	1.05	1.05	1.25	1.4	1.2	0.6
$a/L_{pp}$	取平均值	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.55	0.58	0.60	
		0.40	0.45	0.45	0.50	0.55	0.70	0.80	0.85	
$\alpha^\circ$	取平均值	45~	70~	78~	85~	87~	92~	100~	105~	
		70	82	85	87	95	105	115	130	

資料來源：岩井聰，操船論

舵壓根據日本的岡田、藤井等人給出了實驗運算式：

$$P_N = \frac{1}{2} \rho_w A_R V_s^2 (1 - \omega)^2 (1 + 3.6 S_r^{1.5}) \frac{6.13 \lambda}{\lambda + 2.25} \sin \delta \text{ 公式②}$$

$A_R$ —舵葉浸水面積( $m^2$ )， $\rho_w$ —水的密度， $P_N$ —舵的正壓力(9.8N)； $V_s$ —船速(m/s)； $\lambda$ —舵的高寬比(縱橫比展舷比一般 1.4~1.9)； $S_r$ —滑失比  $S_r=1-V_p/nP$ ； $\omega$ —伴流係數(wake factor)為伴流速度與船速之比，一般取  $\omega=0.4\sim 0.25$ 。  $\delta$ :舵角

### 3.3 實際案例

根據筆者實際經驗案例：LOA:235 Lpp:222 貨櫃船輕載 Trim:3m，艏吃水：8m，在強風 10~11 級強烈東北季風進靠#33 碼頭，前階段進港因船速夠及旋轉時機掌控可以和拖船備便，所以還算平順，但等到在碼頭邊調頭頂風靠碼頭時卻相當費時費力，因為空間有限船速慢雖然已有兩大拖支援一頂左船艏及頂右船艏向左調頭(艏向從 201°到 021°)，調轉前 90°順利但從 90°到 120°越來越慢，此時兩大拖一直保持最大頂及 Half Ahead 左滿舵，船速已三節但艏向停在:201°-120°=081°不動，前面距離越來越小而艏向不動，為保險起見停車全速倒車，退回原位從新來過但是這一次是全速前進(左滿舵兩大拖最大頂)，如此才慢慢轉動不過越來越快，當然如果這樣還不行就得下左錨，就此例計算研究如下：該船夏季滿載吃水 D：12 B：32.2；滿載最小舵面積( $m^2$ )= $D \times L \times [1 + 25 \times (B/L)^2] / 100 = 41.43625532$  舵葉浸水面積( $m^2$ )= 34.530 由公式①得  $F_a$  風壓力矩(Ton m)  $M_a = F_a \cdot \sin \alpha \cdot (pp \sim a)$ ； $pp$  轉心：水壓中心，船停風矩： $pp=1/2 Lpp$ ，前進： $pp=1/3 Lpp$ ，BHP:26000， $A_a$  水上正面積  $m^2 = 1233.84$ ； $B_a$  水上側面積  $m^2 = 4435.56$ ，30m/s=58.3kts 11 級風的風壓力矩如表 5 所示：各風壓力矩圖如附件 2。

表 5 風壓力矩(11 級風)

θ°風舷角	0	20	40	60	80	90	120	140	160	180
$C_{a上}$	0.95	1.45	1.75	1.5	1.25	1.2	1.5	1.8	1.5	0.9
$C_{a下}$	0.45	1.2	1.4	1.25	1.05	1.05	1.25	1.4	1.2	0.6
$a/L_{pp}$		0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.62	0.69	0.73	
$\alpha^\circ$		57	76	82	86	91	98	107	117	
$F_{akgw}$	65987	131285	251866	306946.	305328	299644	307000	259136	135852	62514
$pp=1/2 L$		-44.4	-33.3	-22.2	-11.1	0	26.64	42.18	51.06	m
$pp=1/3 L$		-7.3992	3.7007	14.800	25.900	37.000	63.640	79.180	88.060	m
船停 風矩		-4888.4	8137.	-6747.7	-3380.8	0	8099.0	10453.	6181.0	Ton m
前進 風矩		-814.65	904.38	4498.75	7888.9	11085.	19347.	19622.	10660.	Ton m
下錨 風矩		7332.6	18988.	26991.1	30427.	33255.	41845.	37961.	19618.	Ton m

對抗風壓 3 招：1.車舵 2.拖船 3.錨

1.車舵:由公式②得舵壓力  $P_N$ ，水密度  $\rho=104.5918kg \cdot s^2/m^4$ ， $\lambda=1.6$ ， $\omega=0.25$ ， $\delta=35$  根據滑失比  $S_r$  及船速得到舵壓力如下表 6；減速力  $P1=PN \sin \delta$  與車力抵消一部份，合力如

表 6 所示；車力如表 7 所示(rpm:100，19.5kts，Tsf=0.0948 (BHP/Vsf))：根據表 8 合力對比出船速，如表 9 所示，造成比原車速明顯下降約 2/3 船速，舵轉力  $P_2=P_N \cos\delta$ ，舵轉力矩=  $P_2*2/3L$  (前進)， $P_2*1/2L$ (約停 1-2kts)；得到舵轉力矩，如表 10 所示，明顯看出船低速約停時舵效小有限，遠不足抵抗強烈風壓。

表 6 各滑失比舵壓力

		DS.6	S.9	H.12	F.15	DS.	S.	H.	F.
Kts	m/s								
1.	0.514444	0.833333	0.888889	0.916667	0.933333	1468.453	1577.794	1633.773	1667.772
2.	1.028889	0.666667	0.777778	0.833333	0.866667	4649.877	5450.797	5873.813	6134.539
3.	1.543333	0.5	0.666667	0.75	0.8	8034.371	10462.22	11800.85	12641.06
4.	2.057778	0.333333	0.555556	0.666667	0.733333	10638.5	15652.84	18599.51	20492.2
5.	2.572222	0.166667	0.444444	0.583333	0.666667	12224.78	20293.65	25569.03	29061.73
6.	3.086667	0	0.333333	0.5	0.6	14140.09	23936.63	32137.49	37798.28
7.	3.601111	-0.16667	0.222222	0.416667	0.533333		26504.44	37881.32	46232.72
8.	4.115556	-0.33333	0.111111	0.333333	0.466667		28489.66	42554.01	53987.7
9.	4.63	-0.5	0	0.25	0.4		31815.2	46132.04	60790.45
10.	5.144444	-0.66667		0.166667	0.333333			48899.14	66490.64

表 7 各轉速下前進推力(車力)

	Rpm	Kts y	Ton x
Sea speed	100	19.5	126.4
F.	75	15	71.1
H.	60	12	45.504
S.	45	9	25.596
DS.	30	6	11.376
$x_2 = x_1 * (r_2/r_1)^2$		$y^2 = 3.164557 * x$	

表 8 車力與減速力合力

KTS	減速力 $PI=P_N \sin\delta$ ton				車力-減速力 PI ton			
	DS.	S.	H.	F.				
1.	0.842216	0.904927	0.937034	0.956533	10.53378	24.69107	44.56697	70.14347
3.	4.60803	6.000499	6.768257	7.250151	6.76797	19.5955	38.73574	63.84985
4.	6.101602	11.63921	10.66755	11.75309	5.274398	16.61848	34.83645	59.34691
5.		13.72861	14.66485	16.66805		13.95679	30.83915	54.43195
6.			18.43212	21.67881		11.86739	27.07188	49.42119
7.			21.72644	26.51629			23.77756	44.58371
8.			24.40641	30.96408			21.09759	40.13592
9.				34.86573				36.23427
10.				38.13501				32.96499

表 9 各前進推力下船速

KTS	y:kts x:ton		y:kts x:ton		y:kts x:ton		y:kts x:ton	
	y:kts	x:ton	y:kts	x:ton	y:kts	x:ton	y:kts	x:ton
1.	5.773626	10.53378	8.839474	24.69107	11.8758	44.56697	14.89876	70.14347
3.	4.627918	6.76797	7.874711	19.5955	11.07165	38.73574	14.21466	63.84985
4.	4.085478	5.274398	7.251904	16.61848	10.49962	34.83645	13.70426	59.34691
5.	D.S.A.		6.64583	13.95679	9.878879	30.83915	13.12452	54.43195
6.	$y^2=3.164557*x$		6.128217	11.86739	9.255836	27.07188	12.50585	49.42119
7.			S.A.		8.674414	23.77756	11.87803	44.58371
8.					8.170956	21.09759	11.26998	40.13592
9.					H.A.		10.70819	36.23427
10.					F.A.		10.2137	32.96499

表 10 各車滿舵轉船力矩

KTS	D.S.Ahead(ton · M)	S.Ahead(ton · M)	H.Ahead(ton · M)	F.Ahead(ton · M)
1.	141.3436	151.868	157.2562	160.5287
2.	447.5665	524.6577	565.3745	590.4703
3.	1031.114	1342.699	1514.496	1622.327
4.	1365.323	2008.852	2387.021	2629.925
5.	舵轉力P2 = PN Cosδ 舵轉力矩 ton m=P2*2/3L(前進) P2*1/2L(約停 1-2Kts)	2604.443	3281.474	3729.72
6.		3071.976	4124.456	4850.951
7.			4861.607	5933.408
8.			5461.291	6928.667
9.				7801.716
10.				8533.267

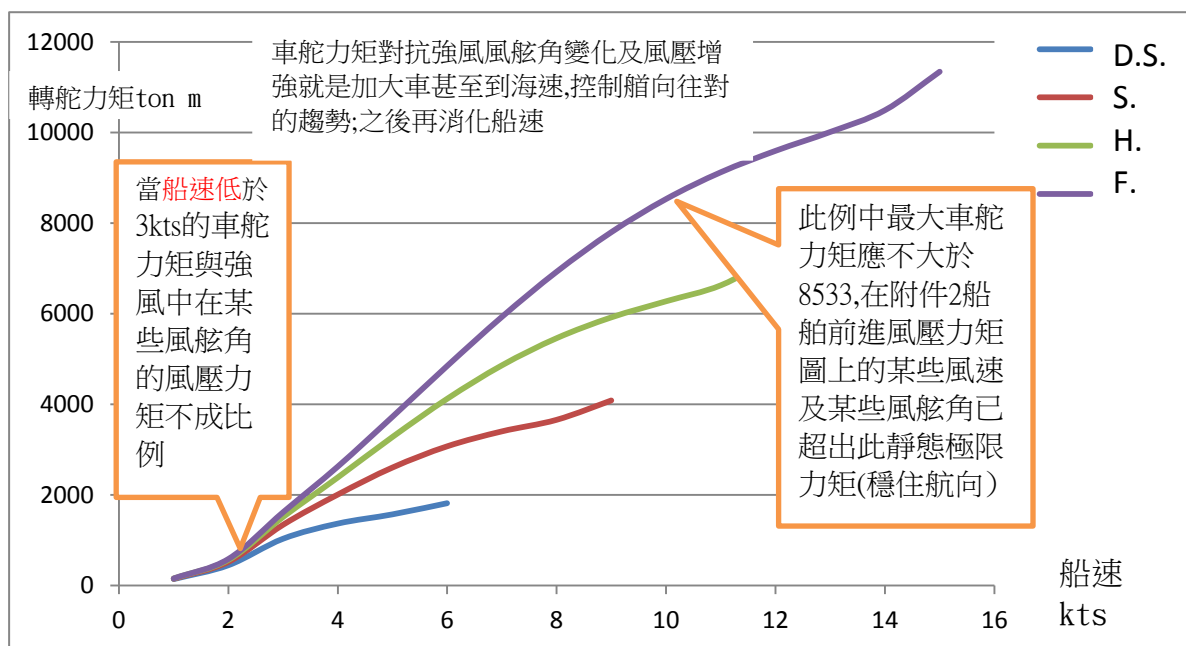


圖 7 舵壓力矩圖

2. 拖船：很明顯在船速低及有可能極限外的情況就需要拖船協助。大風浪下最大出力：大拖 4200HP：40ton 大拖 3200HP：30 ton，拖船推頂力矩如下表 11：

表 11 拖船推頂力矩

tug ton	船停推矩 ton m	前進推矩 ton m
10	999	1480
20	1998	2960
30	2997	4440
40	3996	力臂:(Lpp/2)*0.9

由表 5 得出船停風壓力矩約：8137 ton · m，兩大拖推頂力矩合約 7000 ton · m，車舵力矩加到全速滿舵與拖船力矩合起來就有可能在有限距離內超過風壓力矩。

3. 錨：下錨使 pp 點到錨鏈孔迅速使艏迎風： $M_a = F_a \cdot \sin\alpha \cdot (pp - a)$ ，如表 3 所示。

#### 四、結論

上面得出前進風壓力矩及前進舵轉力矩是在靜態狀況下，艏向穩定沒旋轉情況，兩者力矩可以比大小向那邊轉的趨勢，但是一旦艏向旋轉造成入流角與船體產生一攻角作用於船體之升力  $F_H$ ，而  $F_H$  正是提供船體迴轉所需要之向心力。這個理論與實務非常吻合，強烈北風下船舶當要從進港航道轉進主航道(艏向 061°到 110°)，早期北防波堤還沒延伸(風吹流及湧浪雙重作用船速很難上來)，而進港船主機馬力不是很夠時，就看老領港在駕駛台全速 Sea speed 盡可能使船速上來右滿舵轉，如右轉不動又距離不夠時就左轉繞一圈再來，只要距離夠，艏向向右轉趨勢形成，則艏向一直向右轉沒問題，但要在主航道穩向就需要足夠船速穩向(此時橫風湧小船速容易上來)或拖船右船艉推頂幫忙穩向；船從主航道轉進靠#9~29 碼頭(艏向 110°到 150°)減速前要使艏向右轉趨勢，右船艉拖船對船舶降速穩向非常重要。

#### 參考文獻

1. 袁順光，2009，大型船舶進港之安全評估模式—以基隆港為例，國立臺灣海洋大學商船學系所碩士論文，基隆市。
2. 游坤達，2008，不同船型船舶迴旋特性之探討，國立臺灣海洋大學運輸與航海科學系碩士論文，基隆市。
3. 廖永發，2006，運用層級分析法與重要性表現分析法評估大型船舶操縱因子之研究，國立臺灣海洋大學商船學系所碩士論文，基隆市。
4. 林大衛，2005，船舶運動模擬系統，國立臺灣海洋大學資訊工程學系碩士論文，基隆市。
5. 曾福祺，2009，台灣海域船舶擱淺事故分析之研究，國立臺灣海洋大學商船學系所

碩士論文，基隆市。

6. 溫子芸，2006，台灣船員的人格因素對操船行為之影響，國立臺灣海洋大學商船學系所碩士論文，基隆市。
7. 劉中平，2005，台灣國際商港水域航行安全性及海事事故分級制度之研究，國立臺灣海洋大學航運管理學系博士論文，基隆市。
8. 曾慶耀，1999，船舶迴轉運動分析第十四屆全國技術及職業教育研討會論文集，頁7~16。
9. 岩井聰著，周忻、王立真譯，1984，操船論，人民交通出版社。
10. 徐國裕，2008，船舶操縱理論與實務，五南圖書出版社，台北市。
11. 邱永芳等，2009，船舶運動數值模式建立之研究，交通部運輸研究所出版。

附件 1

pp 點  $r=0$  對 Y 軸距離： $V*\sin\theta$ 積分= $R*(1-\cos\theta)$ ,  $i = r\omega'*\cos\theta + V*\sin\theta$

v:1 節, $\omega:15^\circ/\text{分}, \omega/v=15, R(\omega/v)=1768.531, R=117.9021$								V*Sin $\theta$ 積分	
$\theta$	Cos $\theta$	Sin $\theta$	$r\omega*\cos\theta$	V*Sin $\theta$	i	$i*1^\circ$ 秒數 4	累加	$R*(1-\cos\theta)$	誤差
1	0.999848	0.017451	0	0.008978	0.008978	0.035911	0.035911	0.017954	0.017956
2	0.999391	0.034897	0	0.017953	0.017953	0.07181	0.107721	0.071812	0.035908
3	0.99863	0.052332	0	0.026922	0.026922	0.107688	0.215408	0.161557	0.053852
4	0.997564	0.069751	0	0.035883	0.035883	0.143533	0.358941	0.287161	0.07178
5	0.996195	0.087149	0	0.044833	0.044833	0.179334	0.538275	0.448587	0.089688
6	0.994523	0.104521	0	0.05377	0.05377	0.215081	0.753356	0.645785	0.107571
7	0.992547	0.12186	0	0.06269	0.06269	0.250762	1.004117	0.878695	0.125423
8	0.990269	0.139163	0	0.071592	0.071592	0.286366	1.290484	1.147246	0.143238
9	0.98769	0.156423	0	0.080471	0.080471	0.321884	1.612368	1.451357	0.161011
10	0.98481	0.173636	0	0.089326	0.089326	0.357303	1.969671	1.790934	0.178737
11	0.98163	0.190795	0	0.098153	0.098153	0.392614	2.362285	2.165875	0.19641
12	0.978151	0.207897	0	0.106951	0.106951	0.427805	2.79009	2.576065	0.214025
13	0.974374	0.224935	0	0.115716	0.115716	0.462866	3.252956	3.021379	0.231576
14	0.9703	0.241904	0	0.124446	0.124446	0.497786	3.750741	3.501682	0.249059
15	0.965931	0.2588	0	0.133138	0.133138	0.532554	4.283295	4.016828	0.266467
16	0.961267	0.275618	0	0.14179	0.14179	0.56716	4.850455	4.566658	0.283796
17	0.956311	0.292351	0	0.150398	0.150398	0.601593	5.452048	5.151007	0.301041
18	0.951064	0.308995	0	0.158961	0.158961	0.635843	6.087891	5.769696	0.318195
19	0.945527	0.325545	0	0.167475	0.167475	0.669899	6.75779	6.422536	0.335254
20	0.939701	0.341996	0	0.175938	0.175938	0.703752	7.461542	7.109329	0.352213
21	0.93359	0.358343	0	0.184347	0.184347	0.73739	8.198932	7.829865	0.369066
22	0.927194	0.37458	0	0.192701	0.192701	0.770803	8.969735	8.583926	0.385809
23	0.920516	0.390704	0	0.200995	0.200995	0.803982	9.773717	9.371281	0.402435
24	0.913558	0.406708	0	0.209229	0.209229	0.836916	10.61063	10.19169	0.418941
25	0.906321	0.422589	0	0.217399	0.217399	0.869595	11.48023	11.04491	0.435321
26	0.898809	0.438341	0	0.225502	0.225502	0.902009	12.38224	11.93067	0.45157
27	0.891022	0.45396	0	0.233537	0.233537	0.934148	13.31638	12.8487	0.467683
28	0.882964	0.46944	0	0.241501	0.241501	0.966003	14.28239	13.79873	0.483656
29	0.874638	0.484777	0	0.249391	0.249391	0.997563	15.27995	14.78047	0.499483
30	0.866045	0.499967	0	0.257205	0.257205	1.02882	16.30877	15.79361	0.515159
31	0.857188	0.515004	0	0.264941	0.264941	1.059764	17.36853	16.83785	0.53068

32	0.84807	0.529884	0	0.272596	0.272596	1.090384	18.45892	17.91288	0.546042
33	0.838694	0.544603	0	0.280168	0.280168	1.120673	19.57959	19.01835	0.561239
34	0.829062	0.559157	0	0.287655	0.287655	1.15062	20.73021	20.15394	0.576266
35	0.819178	0.57354	0	0.295054	0.295054	1.180217	21.91043	21.31931	0.59112
36	0.809044	0.587748	0	0.302364	0.302364	1.209454	23.11988	22.51409	0.605795
37	0.798664	0.601777	0	0.309581	0.309581	1.238323	24.35821	23.73792	0.620288
38	0.788041	0.615623	0	0.316704	0.316704	1.266815	25.62502	24.99043	0.634593
39	0.777178	0.629281	0	0.32373	0.32373	1.294921	26.91994	26.27124	0.648707
40	0.766077	0.642748	0	0.330658	0.330658	1.322633	28.24257	27.57995	0.662625
41	0.754744	0.656019	0	0.337485	0.337485	1.349942	29.59252	28.91617	0.676343
42	0.743181	0.66909	0	0.34421	0.34421	1.37684	30.96936	30.2795	0.689856
43	0.731391	0.681958	0	0.350829	0.350829	1.403318	32.37267	31.66951	0.703161
44	0.719379	0.694618	0	0.357342	0.357342	1.429369	33.80204	33.08579	0.716254
45	0.707148	0.707066	0	0.363746	0.363746	1.454984	35.25703	34.5279	0.72913
46	0.694701	0.719299	0	0.370039	0.370039	1.480157	36.73718	35.9954	0.741786
47	0.682043	0.731312	0	0.37622	0.37622	1.504879	38.24206	37.48785	0.754217
48	0.669176	0.743104	0	0.382285	0.382285	1.529142	39.7712	39.00478	0.766421
49	0.656107	0.754668	0	0.388235	0.388235	1.55294	41.32414	40.54575	0.778393
50	0.642837	0.766003	0	0.394066	0.394066	1.576264	42.90041	42.11028	0.79013
51	0.629371	0.777105	0	0.399777	0.399777	1.599109	44.49952	43.69789	0.801627
52	0.615714	0.78797	0	0.405367	0.405367	1.621466	46.12098	45.3081	0.812882
53	0.601869	0.798595	0	0.410833	0.410833	1.64333	47.76431	46.94042	0.823892
54	0.587841	0.808976	0	0.416173	0.416173	1.664693	49.42901	48.59436	0.834652
55	0.573634	0.819111	0	0.421387	0.421387	1.685549	51.11456	50.2694	0.845159
56	0.559253	0.828997	0	0.426473	0.426473	1.705892	52.82045	51.96504	0.855411
57	0.5447	0.838631	0	0.431429	0.431429	1.725716	54.54616	53.68076	0.865404
58	0.529982	0.848009	0	0.436253	0.436253	1.745013	56.29118	55.41604	0.875135
59	0.515103	0.857128	0	0.440945	0.440945	1.763779	58.05496	57.17036	0.884602
60	0.500067	0.865987	0	0.445502	0.445502	1.782008	59.83697	58.94317	0.8938
61	0.484878	0.874582	0	0.449924	0.449924	1.799695	61.63666	60.73393	0.902728
62	0.469542	0.88291	0	0.454208	0.454208	1.816833	63.45349	62.54211	0.911383
63	0.454063	0.89097	0	0.458354	0.458354	1.833418	65.28691	64.36715	0.919762
64	0.438445	0.898758	0	0.462361	0.462361	1.849444	67.13635	66.20849	0.927863
65	0.422694	0.906272	0	0.466227	0.466227	1.864907	69.00126	68.06558	0.935682
66	0.406814	0.913511	0	0.469951	0.469951	1.879803	70.88106	69.93785	0.943219
67	0.39081	0.920471	0	0.473531	0.473531	1.894125	72.77519	71.82472	0.950469
68	0.374688	0.927151	0	0.476968	0.476968	1.907871	74.68306	73.72563	0.957433
69	0.358451	0.933549	0	0.480259	0.480259	1.921036	76.6041	75.63999	0.964106
70	0.342105	0.939662	0	0.483404	0.483404	1.933615	78.53771	77.56722	0.970487
71	0.325654	0.945489	0	0.486401	0.486401	1.945606	80.48332	79.50674	0.976574
72	0.309105	0.951028	0	0.489251	0.489251	1.957004	82.44032	81.45796	0.982366
73	0.292461	0.956277	0	0.491952	0.491952	1.967806	84.40813	83.42027	0.98786
74	0.275729	0.961235	0	0.494502	0.494502	1.978009	86.38614	85.39308	0.993055
75	0.258912	0.965901	0	0.496902	0.496902	1.987609	88.37375	87.3758	0.997949
76	0.242017	0.970272	0	0.499151	0.499151	1.996604	90.37035	89.36781	1.002541
77	0.225048	0.974348	0	0.501248	0.501248	2.004991	92.37534	91.36851	1.00683
78	0.20801	0.978127	0	0.503192	0.503192	2.012767	94.38811	93.3773	1.010813
79	0.190909	0.981608	0	0.504983	0.504983	2.019931	96.40804	95.39355	1.01449
80	0.173749	0.98479	0	0.50662	0.50662	2.026479	98.43452	97.41666	1.01786
81	0.156537	0.987672	0	0.508102	0.508102	2.03241	100.4669	99.44601	1.020922
82	0.139277	0.990253	0	0.50943	0.50943	2.037721	102.5046	101.481	1.023674
83	0.121975	0.992533	0	0.510603	0.510603	2.042413	104.5471	103.5209	1.026117
84	0.104636	0.994511	0	0.51162	0.51162	2.046482	106.5935	105.5653	1.028248
85	0.087265	0.996185	0	0.512482	0.512482	2.049928	108.6435	107.6134	1.030068
86	0.069867	0.997556	0	0.513187	0.513187	2.052749	110.6962	109.6646	1.031576
87	0.052448	0.998624	0	0.513736	0.513736	2.054946	112.7512	111.7184	1.032772
88	0.035013	0.999387	0	0.514129	0.514129	2.056516	114.8077	113.774	1.033655
89	0.017567	0.999846	0	0.514365	0.514365	2.05746	116.8651	115.8309	1.034224
90	0.000116	1	0	0.514444	0.514444	2.057778	118.9229	117.8884	1.034481
91	-0.01734	0.99985	0	0.514367	0.514367	2.057469	120.9804	119.946	1.034424
92	-0.03478	0.999395	0	0.514133	0.514133	2.056533	123.0369	122.0029	1.034053
93	-0.05222	0.998636	0	0.513743	0.513743	2.054971	125.0919	124.0585	1.03337
94	-0.06964	0.997572	0	0.513196	0.513196	2.052782	127.1447	126.1123	1.032373
95	-0.08703	0.996205	0	0.512492	0.512492	2.049969	129.1946	128.1636	1.031064
96	-0.10441	0.994535	0	0.511633	0.511633	2.046532	131.2412	130.2117	1.029442
97	-0.12175	0.992561	0	0.510618	0.510618	2.042471	133.2836	132.2561	1.027509
98	-0.13905	0.990286	0	0.509447	0.509447	2.037788	135.3214	134.2962	1.025264
99	-0.15631	0.987708	0	0.508121	0.508121	2.032484	137.3539	136.3312	1.022709
100	-0.17352	0.98483	0	0.50664	0.50664	2.026561	139.3805	138.3606	1.019844

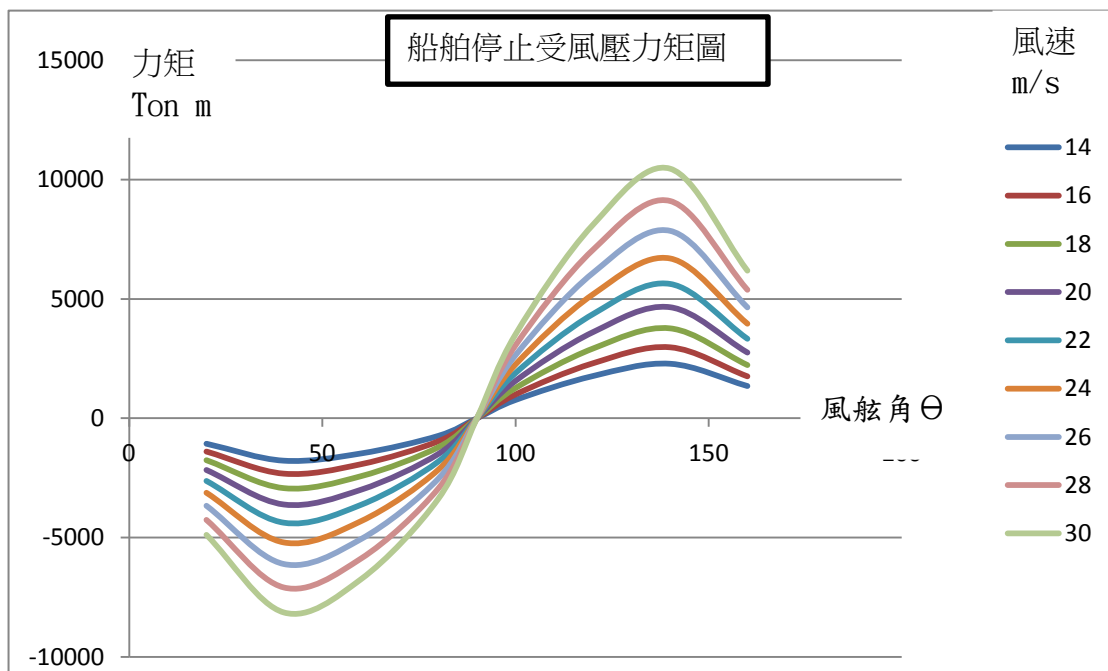
101	-0.19068	0.981652	0	0.505005	0.505005	2.020022	141.4005	140.3838	1.01667
102	-0.20778	0.978175	0	0.503217	0.503217	2.012866	143.4134	142.4002	1.013188
103	-0.22482	0.9744	0	0.501275	0.501275	2.005098	145.4185	144.4091	1.009399
104	-0.24179	0.970328	0	0.49918	0.49918	1.99672	147.4152	146.4099	1.005305
105	-0.25869	0.965961	0	0.496933	0.496933	1.987733	149.4029	148.402	1.000906
106	-0.27551	0.961299	0	0.494535	0.494535	1.97814	151.3811	150.3849	0.996203
107	-0.29224	0.956345	0	0.491986	0.491986	1.967945	153.349	152.3578	0.9912
108	-0.30888	0.951099	0	0.489288	0.489288	1.957151	155.3062	154.3203	0.985896
109	-0.32544	0.945564	0	0.48644	0.48644	1.945761	157.2519	156.2716	0.980293
110	-0.34189	0.939741	0	0.483445	0.483445	1.933778	159.1857	158.2113	0.974394
111	-0.35823	0.933632	0	0.480302	0.480302	1.921206	161.1069	160.1387	0.968199
112	-0.37447	0.927238	0	0.477012	0.477012	1.908049	163.0149	162.0532	0.961711
113	-0.3906	0.920562	0	0.473578	0.473578	1.894311	164.9093	163.9543	0.954933
114	-0.4066	0.913605	0	0.469999	0.469999	1.879996	166.7893	165.8414	0.947865
115	-0.42248	0.906637	0	0.466277	0.466277	1.865109	168.6544	167.7139	0.94051
116	-0.43824	0.898859	0	0.462413	0.462413	1.849653	170.504	169.5711	0.93287
117	-0.45386	0.891075	0	0.458408	0.458408	1.833634	172.3377	171.4127	0.924948
118	-0.46934	0.883019	0	0.454264	0.454264	1.817056	174.1547	173.238	0.916746
119	-0.48468	0.874694	0	0.449981	0.449981	1.799926	175.9546	175.0464	0.908266
120	-0.49987	0.866103	0	0.445562	0.445562	1.782247	177.7369	176.8374	0.899511
121	-0.5149	0.857247	0	0.441006	0.441006	1.764025	179.5009	178.6104	0.890484
122	-0.52979	0.848131	0	0.436316	0.436316	1.745266	181.2462	180.365	0.881188
123	-0.54451	0.838757	0	0.431494	0.431494	1.725975	182.9721	182.1005	0.871625
124	-0.55906	0.829127	0	0.42654	0.42654	1.706159	184.6783	183.8165	0.861798
125	-0.57344	0.819244	0	0.421456	0.421456	1.685823	186.3641	185.5124	0.851711
126	-0.58765	0.809112	0	0.416243	0.416243	1.664973	188.0291	187.1877	0.841366
127	-0.60168	0.798734	0	0.410904	0.410904	1.643617	189.6727	188.842	0.830766
128	-0.61553	0.788112	0	0.40544	0.40544	1.621759	191.2945	190.4746	0.819915
129	-0.62919	0.77725	0	0.399852	0.399852	1.599408	192.8939	192.0851	0.808816
130	-0.64266	0.766152	0	0.394143	0.394143	1.57657	194.4705	193.673	0.797472
131	-0.65593	0.75482	0	0.388313	0.388313	1.553252	196.0237	195.2378	0.785887
132	-0.669	0.743258	0	0.382365	0.382365	1.529461	197.5532	196.7791	0.774064
133	-0.68187	0.73147	0	0.376301	0.376301	1.505203	199.0584	198.2964	0.762008
134	-0.69453	0.719459	0	0.370122	0.370122	1.480488	200.5389	199.7891	0.749721
135	-0.70698	0.707229	0	0.36383	0.36383	1.455321	201.9942	201.257	0.737207
136	-0.71922	0.694784	0	0.357428	0.357428	1.429711	203.4239	202.6994	0.72447
137	-0.73123	0.682127	0	0.350917	0.350917	1.403666	204.8276	204.116	0.711515
138	-0.74303	0.669262	0	0.344298	0.344298	1.377193	206.2048	205.5064	0.698345
139	-0.75459	0.656194	0	0.337575	0.337575	1.350301	207.5551	206.8701	0.684963
140	-0.76593	0.642925	0	0.330749	0.330749	1.322998	208.878	208.2067	0.671375
141	-0.77703	0.629461	0	0.323823	0.323823	1.295291	210.1733	209.5158	0.657584
142	-0.7879	0.615805	0	0.316798	0.316798	1.26719	211.4405	210.7969	0.643594
143	-0.79852	0.601962	0	0.309676	0.309676	1.238704	212.6792	212.0498	0.62941
144	-0.80891	0.587935	0	0.30246	0.30246	1.20984	213.8891	213.274	0.615036
145	-0.81905	0.573729	0	0.295152	0.295152	1.180607	215.0697	214.4692	0.600477
146	-0.82893	0.559348	0	0.287754	0.287754	1.151015	216.2207	215.635	0.585736
147	-0.83857	0.544798	0	0.280268	0.280268	1.121072	217.3418	216.771	0.570818
148	-0.84795	0.530081	0	0.272697	0.272697	1.090788	218.4326	217.8768	0.555729
149	-0.85707	0.515202	0	0.265043	0.265043	1.060172	219.4927	218.9523	0.540472
150	-0.86593	0.500167	0	0.257308	0.257308	1.029233	220.522	219.9969	0.525052
151	-0.87453	0.484979	0	0.249495	0.249495	0.99798	221.5199	221.0105	0.509473
152	-0.88286	0.469644	0	0.241606	0.241606	0.966423	222.4864	221.9926	0.493741
153	-0.89092	0.454166	0	0.233643	0.233643	0.934572	223.4209	222.9431	0.477861
154	-0.89871	0.438549	0	0.225609	0.225609	0.902437	224.3234	223.8615	0.461837
155	-0.90622	0.422799	0	0.217507	0.217507	0.870026	225.1934	224.7477	0.445674
156	-0.91346	0.40692	0	0.209338	0.209338	0.837351	226.0307	225.6014	0.429376
157	-0.92043	0.390917	0	0.201105	0.201105	0.80442	226.8352	226.4222	0.41295
158	-0.92711	0.374795	0	0.192811	0.192811	0.771245	227.6064	227.21	0.3964
159	-0.93351	0.358559	0	0.184459	0.184459	0.737834	228.3442	227.9645	0.37973
160	-0.93962	0.342213	0	0.17605	0.17605	0.704199	229.0484	228.6855	0.362947
161	-0.94545	0.325764	0	0.167587	0.167587	0.67035	229.7188	229.3727	0.346055
162	-0.95099	0.309215	0	0.159074	0.159074	0.636296	230.3551	230.026	0.329059
163	-0.95624	0.292572	0	0.150512	0.150512	0.602048	230.9571	230.6452	0.311965
164	-0.9612	0.27584	0	0.141904	0.141904	0.567617	231.5248	231.23	0.294777
165	-0.96587	0.259024	0	0.133253	0.133253	0.533014	232.0578	231.7803	0.277501
166	-0.97024	0.242129	0	0.124562	0.124562	0.498248	232.556	232.2959	0.260142
167	-0.97432	0.22516	0	0.115832	0.115832	0.46333	233.0193	232.7766	0.242706
168	-0.9781	0.208123	0	0.107068	0.107068	0.428271	233.4476	233.2224	0.225198
169	-0.98159	0.191022	0	0.09827	0.09827	0.393081	233.8407	233.6331	0.207623

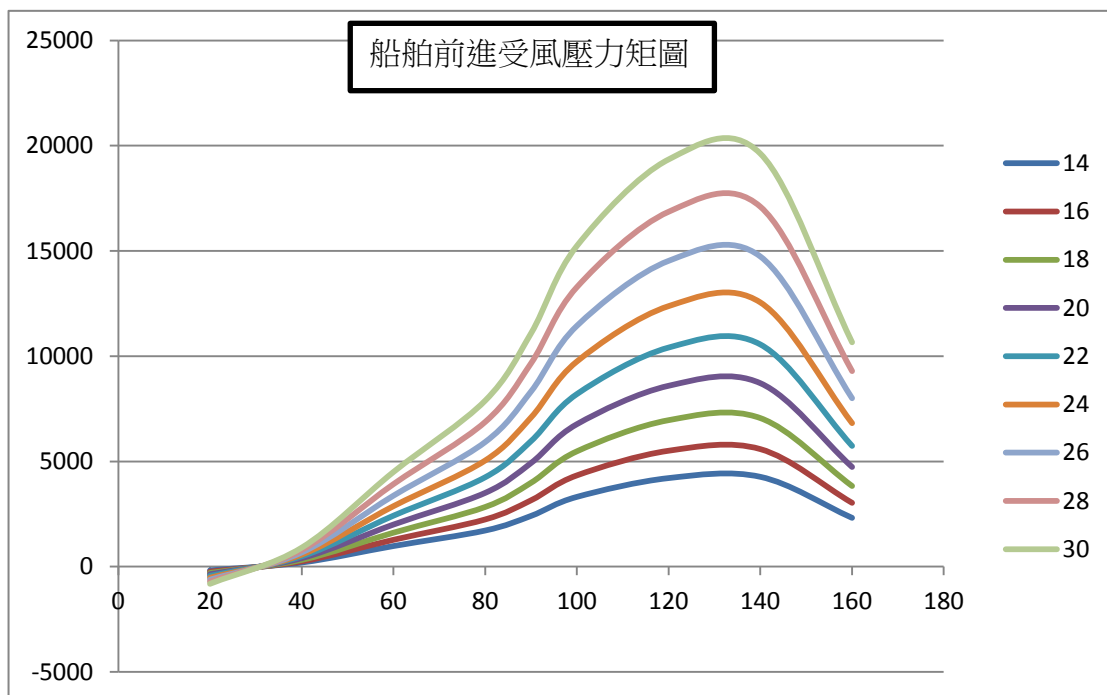


170	-0.98477	0.173863	0	0.089443	0.089443	0.357772	234.1985	234.0085	0.189986
171	-0.98765	0.156652	0	0.080589	0.080589	0.322354	234.5208	234.3485	0.172293
172	-0.99024	0.139392	0	0.071709	0.071709	0.286838	234.8077	234.6531	0.154549
173	-0.99252	0.122209	0	0.062809	0.062809	0.251234	235.0589	234.9221	0.13676
174	-0.9945	0.104751	0	0.053889	0.053889	0.215554	235.2745	235.1555	0.118931
175	-0.99618	0.08738	0	0.044952	0.044952	0.179808	235.4543	235.3532	0.101068
176	-0.99755	0.069982	0	0.036002	0.036002	0.144008	235.5983	235.5151	0.083175
177	-0.99862	0.052563	0	0.027041	0.027041	0.108163	235.7064	235.6412	0.065259
178	-0.99938	0.035128	0	0.018071	0.018071	0.072286	235.7787	235.7314	0.047325
179	-0.99984	0.017682	0	0.009097	0.009097	0.036387	235.8151	235.7857	0.029377
180	-1	0.000231	0	0.000119	0.000119	0.000476	235.8156	235.8042	0.011423

附件 2

貨櫃船 LOA:235 , Lpp:222,Aa 水上正面積：1233.8m<sup>2</sup> , Ba 水上側面積：4435.6 m<sup>2</sup>





	50%	75%	100%
C1=	1.19	1.06	0.92
Aa=	1233.84	1099.05	953.8928
C2=	0.09	0.074	0.06
Ba=	4435.56	3647.016	2957.04