

連江縣政府

『購建新臺馬輪之細部規劃 及初步設計』勞務採購案



新臺馬輪規劃設計 公聽說明會簡報

報告人：林正修

98.08.26

簡報內容

- 一、緣起。
- 二、目前臺馬輪應改善之技術問題。
- 三、船型、船速問題之探討。
- 四、新舊臺馬輪之比較。
- 五、新臺馬輪規劃配置之檢討。

一、緣起 (1/2)

- (一) 臺馬輪74年建造，86年向日本購入，87年正式營運，迄今船齡已高達24年，機器設備均已老舊，致故障頻繁，維修保養費用偏高。
- (二) 於93年爭取中央補助一億餘元，二度進行大修，大幅更換輪電設備。雖經大修後的台馬輪，硬體設備大幅提升，提供旅客較佳的搭乘環境，但船體本身仍抵擋不住歲月之摧殘，目前船隻抗浪性及船體結構之適應性仍有疑義。

一、緣起 (2/2)

- (三) 連江縣政府為維護台馬間交通的運輸安全，促進觀光發展及配合中央政府藍色公路的建構，積極推動購建新台馬輪的計畫，以滿足地方鄉親對外的交通需求，並藉以提振馬祖地區觀光事業的發展。
- (四) 本案已納入「振興經濟擴大公共建設投資特別預算案」，並經行政院98.03.10同意核定，造船經費14億2仟萬元，由中央全額補助，預定於民國101年底完工，民國102年開始營運。

二、目前臺馬輪應改善之技術問題（1/2）

- （一）船艙舷緣外傾（flare）角度太大，以致造成船舶無法穿浪而造成船艙的嚴重拍擊現象。
- （二）船體結構太軟，浪大時拍擊現象會造成船殼振動，此振動也造成在船舫附近的鋼板產生裂縫。
- （三）總噸位超過5000（5039），必須以較高規費標準繳費。
- （四）季風或海面風力大時，靠港不易，必須仰賴軍方拖船的協助。
- （五）船體水線以上的受風面積太大，對於航行時的船舶阻力與靠港作業，皆有嚴重負面影響。

二、目前臺馬輪應改善之技術問題 (2/2)

- (六) 車輛甲板使用效率不足。
- (七) 娛樂設施不足。
- (八) 舒適性不佳，低速時有縱搖情況。
- (九) 潮差大，碼頭及船上供旅客及車輛安全上下之配套措施不足。
- (十) 噪音抑制設計不佳。
- (十一) 客艙位置之配置與客艙等級不相稱。
- (十二) 南竿至東引間之海域，有眾多定置漁網，不適用於高速開航。

三、船速、船型問題之探討

(一) 海象分析

(二) 參考船分析

(三) 船型分析

(四) 船速分析

(一)海象分析

○台灣海峽海象分析

- 海洋波浪因不同海域、不同時間而異，正如同天氣之氣象般變幻多端，稱之為海象。
- 全球各海域的波浪統計係透過長時間的波浪量測加以分析，來表現其各不同區域的海象。
- 一般而言，波浪統計結果均以波高（有義波高）和波週期（有義波週期）的結合機率顯示，根據以上資料，即可進行在該海域中船舶或海洋結構的長期運動反應的預測分析。

○ 台灣海峽海象分析

	<0.250	0.500	1.000	1.500	2.000	2.500	3.000	3.500	4.000	4.500	>4.750	Sum.	$H_{1/3}$
<0.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
2.000	0.000	0.035	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.035	
3.000	0.075	3.590	0.375	0.075	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	4.115	
4.000	0.200	8.495	5.840	0.400	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	14.940	
5.000	0.195	11.330	10.575	3.980	0.255	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.025	26.360	
6.000	0.515	9.000	8.215	5.085	2.695	0.510	0.005	0.010	0.000	0.000	0.000	26.035	
7.000	0.500	4.760	3.100	1.530	1.375	1.765	1.050	0.195	0.045	0.010	0.000	14.330	
8.000	0.100	2.420	1.900	1.235	0.785	0.490	0.785	0.400	0.090	0.030	0.000	8.235	
9.000	0.135	1.215	1.010	0.810	0.430	0.370	0.070	0.035	0.120	0.030	0.000	4.225	
10.000	0.070	0.300	0.120	0.145	0.030	0.220	0.120	0.050	0.005	0.000	0.000	1.060	
11.000	0.055	0.045	0.010	0.055	0.005	0.070	0.100	0.095	0.015	0.000	0.000	0.450	
12.000	0.000	0.080	0.020	0.025	0.005	0.010	0.025	0.025	0.000	0.000	0.000	0.190	
13.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	
14.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	
15.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
>15.500	0.000	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	
Sum.	1.845	41.275	31.000	14.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	

台灣中油公司委託國立台灣大學海洋研究所調查報告		
	有義波高 (m)	尖峰週期 (sec)
冬季	1.75	6.74
春夏季	1.02	6.11
秋季	1.9	7.14
年平均	1.62	6.62

$T_{1/3}$
 Mean $H_{1/3}$ = 1.02 M
 Mean $T_{1/3}$ = 5.82 Sec.

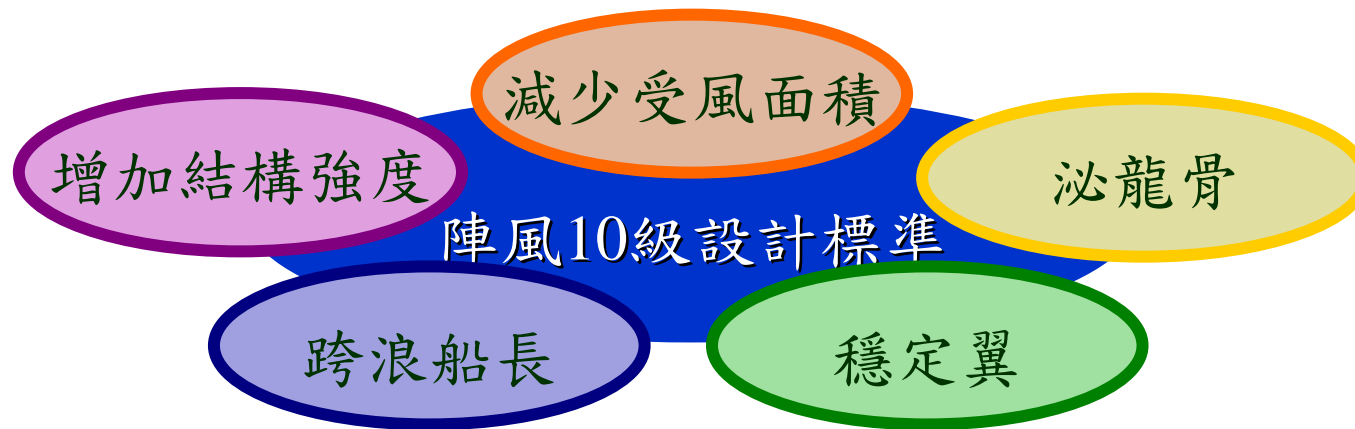
○ 台灣海峽海象分析

臺灣西側海域小於某波長累積機率表

波長 (m)	發生機率 (%)			
	春夏季	秋季	冬季	全年
2	0	0	0	0
6	0	0	0	0
14	4	0	0	2
25	19	3	4	10
39	45	14	17	28
56	71	41	50	57
77	86	76	83	83
100	94	92	94	94
127	98	97	96	98
156	99	99	96	99
189	100	99	97	100
225	100	100	97	100
264	100	100	97	100
306	100	100	97	100
351	100	100	97	100

○ 台灣海峽海象分析

- 為了使新臺馬輪在陣風10級的海況仍能出海，本案由結構強度、穩度、以及減低運動反應三方面加以考量。



(二)參考船分析

○ 參考船分析(1)

- 日本以及環繞著挪威、地中海、英法海峽的海況和台灣西側海域相近，這些區域同時也是客貨輪高度發展的區域。
- 蒐集與分析這個區域航線的客貨輪，對本案的規劃應該有很大的參考價值。

○ 參考船分析(2)

由參考船資料分析結果可以得到以下幾點結論：

- 採用單體船的艘數遠多於採用雙體船或三體船。
- 噸位3000~6000範圍內之客貨船，船長大致集中在85~120 m之間；船寬大約在15~21 m；吃水大約在6 m以下；
- 單體船船速分為兩群，一群船速約在20 kts左右，此群之福勞德數大都小於0.35；另一群在35 kts附近，此群之福勞德數大都大於0.6，尤其大於0.65。

○ 參考船分析(3)

- 船速落在35 kts附近之單體船，其排水量相對上比較小。
- 船速超過37 kts、勞德數大於0.6甚至於0.65以上，比較可能採用雙體船或三體船的設計。

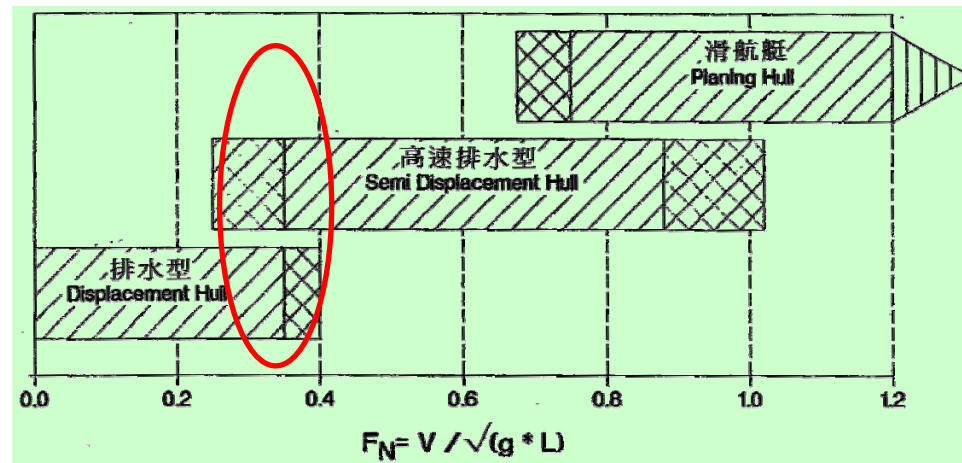
(三) 船型分析

- 全球營運之客貨輪船隊中，以雙體船及單體船為主要船型，目前也有船東漸漸採用三體船。
- 本報告分別分析單體船、雙體船、及三體船的優劣，以作為本案擇優船型的參考。

○ 船型分析

單體船介紹

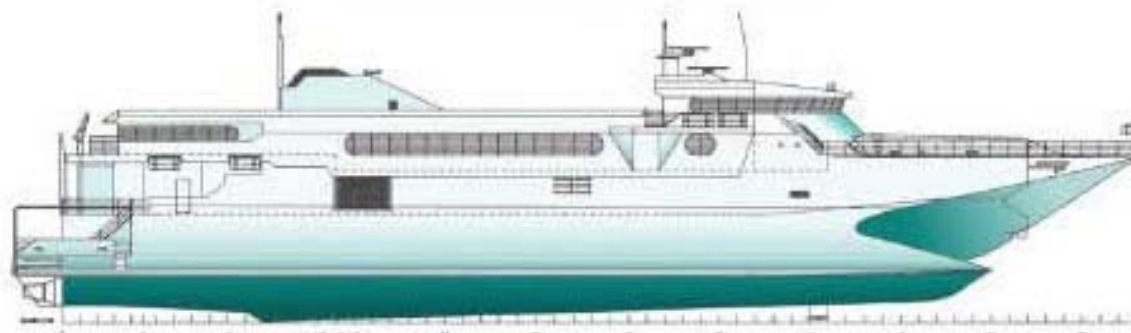
- 單體船是最簡單、也是應用最多的船型，它只有一個船體。
- 此類船型可概分為Round Bilge及Hard Chine。本案單體船之 F_n 約在0.34附近，應採R. B. 船型較為有利。



○ 船型分析

雙體船介紹

- 以兩個單船體為主體，並在其中間採用平台連結而成的雙體船型。雙體船型以航行於海況較和緩的水域中為佳。
- 近年來發展出另具特色之穿浪型雙體船。



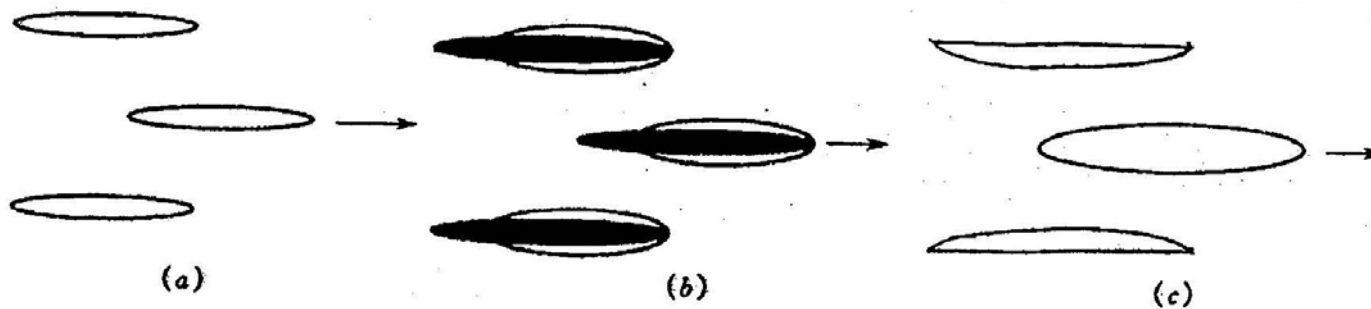
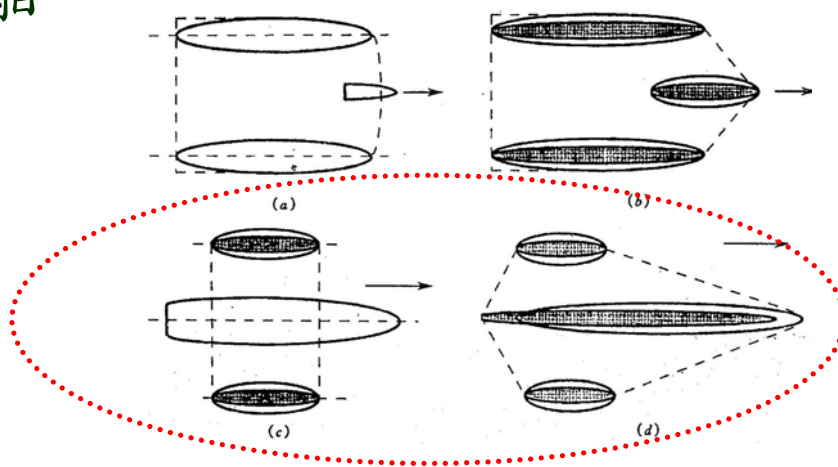
Incat 74 m 穿浪型雙體船

海洋拉拉號

○ 船型分析

三體船介紹

- 三體船型主要為三個船體，通過上部的強力構造連成一體的船舶。



○ 船型分析 **三體船介紹**

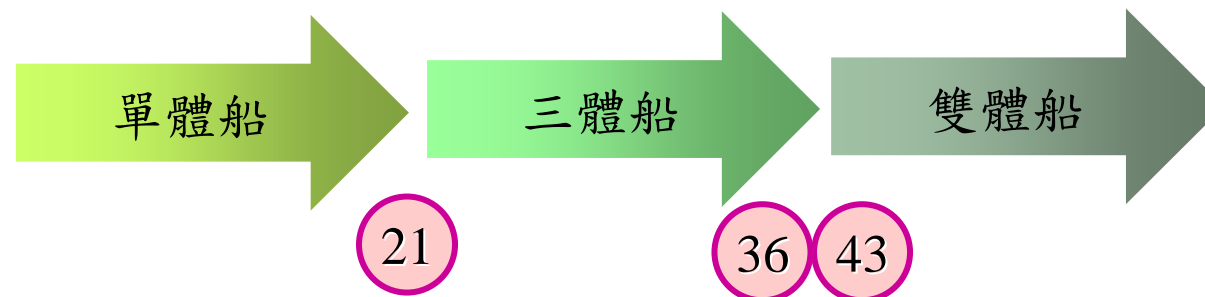
- Austal預計於2010年2月正式推出之102 m三體船。



○ 單體船、雙體船與三體船比較

阻力方面

- 單體船型，就船速對馬力曲線的一般特性，以船長107 m為例，船速超過21節後，若要再增加船速將造成馬力急速的增加，21節船速是採用單體船的上限。
- 雙體船以船長70 m 為例，其船速應大於36 kts；若以船長100 m，其船速應大於43 kts。
- 三體船的採用其船速不宜高於36 kts到43 kts。



○ 單體船、雙體船與三體船比較

耐海性能方面

- 雙體船及三體船的橫向運動反應一般較單體船穩。
- 雙體船有較大的橫向穩度，亦即意謂著較小的橫搖週期，雖然運動振幅小但搖晃快速，容易造成旅客乘坐不舒服。
- 三體船型橫搖週期比雙體船稍大，橫向搖晃不像雙體船快速，旅客也比較不會感到不舒服。

○ 單體船、雙體船與三體船比較

耐海性能方面

- 縱搖是雙體船的弱點，傳統型雙體船在艫浪海況下高速航行，會造成大振幅的縱搖運動反應，產生船艏下沉之危險。
- 穿浪型雙體船之舢艫可以增加舢艫俯時之舢艫浮力，減少船舶之縱搖反應，但是也因而造成波浪衝擊舢艫，引起額外的垂向加速度反應。

○ 單體船、雙體船與三體船比較

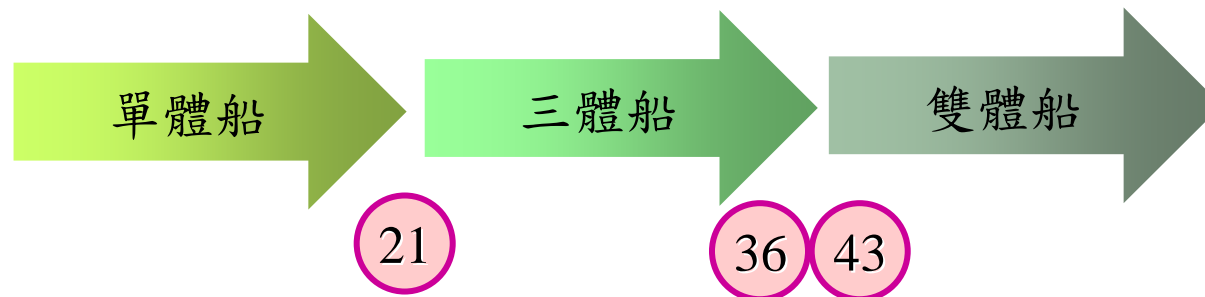
結構方面

- 單體船的結構最簡單。
- 雙體船連接兩單體之間的甲板結構必須承受波浪產生的橫向彎矩、剪力、扭矩等負荷，必須加大構件重量，致使總體重量大為增加。
- 三體船結構比單體船或雙船體更複雜，結構重量更重，設計難度大，建造、下水、錨泊和進塢都比較困難。

○ 單體船、雙體船與三體船比較

船型擇優

- 雙體船及三體船可以提供寬敞的甲板面積，艙室佈置上較單體船有利。
- 三體船耐海性能基本上比同排水量之單體船或雙體船佳。雙體船必須加裝運動控制系統以提昇其耐海性能。單體船加裝穩定翼與泌龍骨可以減少橫搖反應。
- 船速



○ 單體船、雙體船與三體船比較

船型擇優

- 建造費用上單體船型最便宜，其次為穿浪型雙體船，最貴為三體船。
- 雙體船每航次燃料費比單體船多約30~40%，但載重量只有185~230 t，如果要裝載到830 t或700 t，馬力勢必大量增加，也就是說每航次燃料費會大幅增加。三體船型比單體船型多約110~120%。

船名	新臺馬輪	Incat 74 m WPC	Austal Trimaram
船型	單體船	穿浪型雙體船	三體船
設計 / 建造	USDDC	INCAT	Austal
船長 (m)	107.00	73.60	102.00
船寬 (m)	16.00	26.00	26.80
吃水 (m)	4.60	3.10	4.20
載重量 (t)	830	185~230	340/500/700
乘客 (p)	500	450	950~1165
汽車裝載量 (輛)	20	84	245
燃油 (m ³)	140	36	120
淡水 (m ³)	260	5	70
船速 (節)	20	37	39/36/32
主機		4 x Ruston 16RK270	3 x MTU 20V8000M71L
總馬力 (kW)	8920.00	16200.00	27300.00

○ 單體船、雙體船與三體船比較

- 船長107 m足夠提供充足的面積作良好的空間規劃。
- 船長足以跨過台灣海峽之波長，減少波浪中的運動反應。加裝穩定翼、泌龍骨可以進一步減少橫搖反應。
- 船速 20 kts不管是「基隆-東引-南竿-基隆」航線，或是未來的兩岸三通航線，都可以安排一天往返的航程。
- 單體船型是最便宜的船型，建造費用以及未來的營運費用遠較雙體船或三體船經濟。

單體船型應是本案最佳的選擇

(四)船速分析

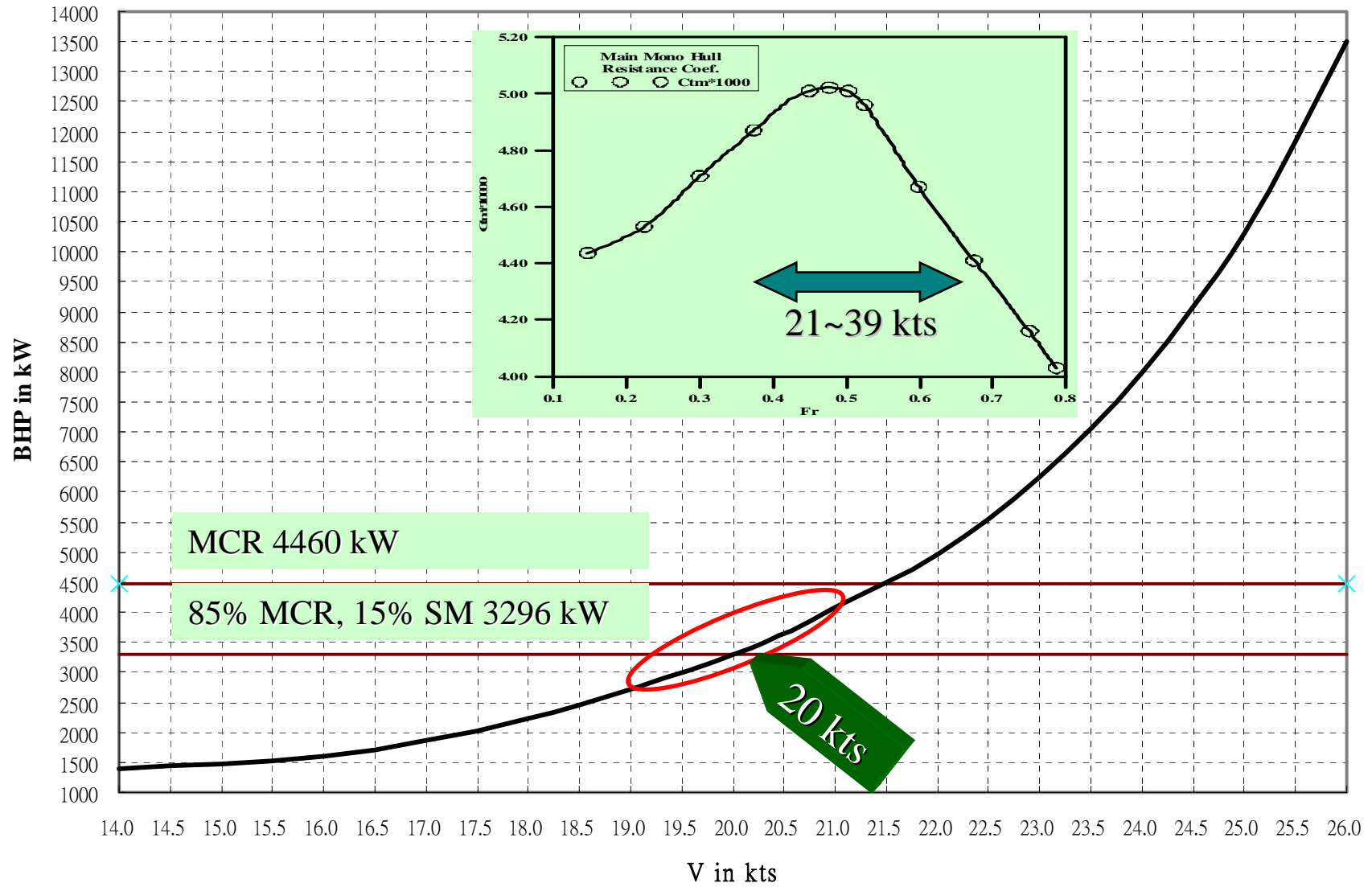
船速分析(1)

- 船體阻力大小對船之速度及所需推進馬力有極大的影響，亦間接地影響到燃料需要量、載貨重量和空間。
- 就技術面而言：由船速對馬力曲線圖可以看出，船速超過21節後，若要再增加船速將造成馬力急速的增加，進一步增加燃油消耗量，造成營運成本增加，不利長期營運。

○ 船速分析(2)

- 船舶的設計速度範圍一般會落在 $F_n < 0.35$ 或者 $F_n > 0.65$ ，新臺馬輪的可能設計船速 一則應選在低於21節，否則應選在高於39.2節。
- 設計速度高於39節時有兩個隱憂：第一是推進器與引擎的價格太高，第二是航行一段時間後，因阻力增加使船速下降時，會讓 F_n 往0.5的方向下降，使船速下降到高阻力區，甚至使的船速無法越過 $F_n=0.5$ 的30節。
- 就技術面考量，本船之設計船速宜訂在20節。

○ 船速分析(3)



○ 船速分析(4)

- 就經濟面考量：郭真祥教授於「購建新台馬輪之建造、財務、營運及管理計劃書」中，分析不同船速每航次總油料費用與推進系統價格，
- 船速由20 kts 提高到25 kts，航程只節省54分鐘，可是每航次必須多付出約89萬元，推進系統價格增加約2.6億元。

	20節	25節	30節	35節	40節
C油費(元)	301,947	1,163,279	1,879,627	2,462,076	2,841,152
A油費(元)	70,208	77,898	108,657	116,347	124,037
潤滑油費(元)	6,027	23,305	37,676	49,359	56,964
總油料費用(元)	378,182	1,264,482	2,025,960	2,627,782	3,022,153
推進器型式	螺槳x2	螺槳x2	噴水推進器x4	噴水推進器x4	噴水推進器x4
推進系統價格(億元)	1.109	3.7558	8.403	12.3514	15.6881

○ 船速分析(5)

- 就營運面而言：船速為20節107 m單體船不管是「基隆-東引-南竿-基隆」航線，或是未來「基隆-南竿-馬尾-基隆」航線及「基隆-東引-南竿-馬尾-基隆」航線，都可以安排一天往返的航程。
- Incat 74 m雙體船及Austal 102m 三體船，雖然航行時間減少，但對小三通航線並無法每天因而多增加一次航程。Incat 74 m每航次卻需要比單體船多負擔30~40%的燃料費而且減少600 t~645 t的載重量，Austal 102 m需多負擔110~120%的燃料費。
- 建造費用上Incat 74 m穿浪型雙體船及Austal 102m 三體船又遠高於單體船型。

○ 船速分析(6)

- 不管就技術面、經濟面或營運面，本船之設計船速訂在20節都是最合宜的考量。
- 「購建新臺馬輪之建造、財務、營運及管理計劃書」建議新臺馬輪經濟船速為20節。本案在避免船速落入高「單位船速耗油率」速度域的前提下，將設計船速訂在20 kts，此時最高船速可以到達約21.5 kts。

○ 船速分析(7)

- 本船的規劃往低噪音，低振動、舒適平穩、良好的空間規劃、多樣化的休閒娛樂設施等著手，即使有些較長的航程，相信不但不會影響旅客搭乘的意願，甚至於有些旅客更想要多一些時間享受這一趟海上之旅。

設計船速訂在20節應是本案最佳的選擇

四、新舊台馬輪之比較

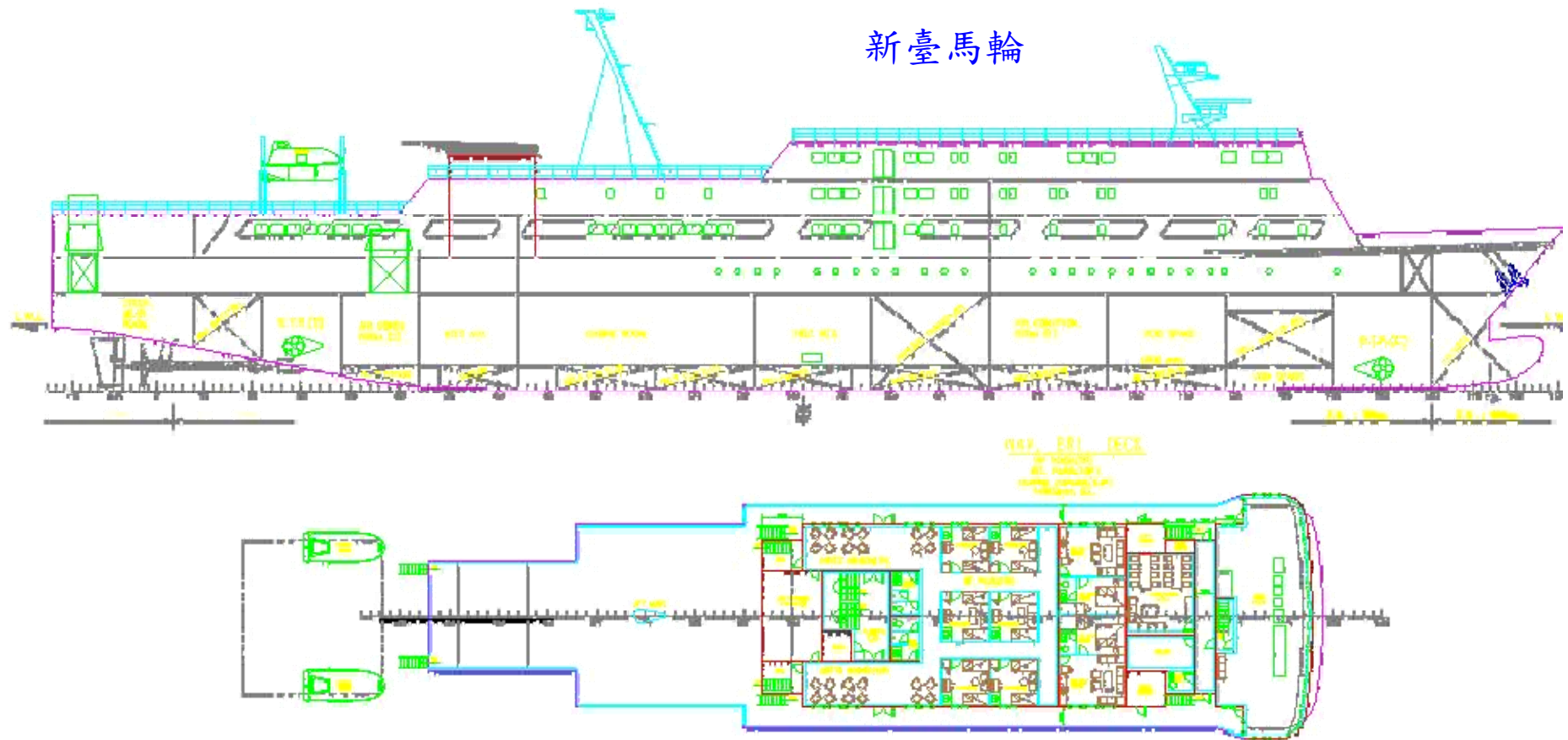
	臺馬輪	新臺馬輪
船全長	110.00	107.00
船寬	16.00	16.00
甲板高度	10.50	9.50
吃水	4.50	4.60
載重量	966.00	830.00
總噸位	5039.00	4950.00
旅客	臥 380	臥 388
	坐 120	坐 193
船員	30	32
車輛	大貨車 5	小自用 20
	小自用 27	
燃油	148	150
淡水	179	260
航行船速	19	20

五、新台馬輪規劃配置之檢討

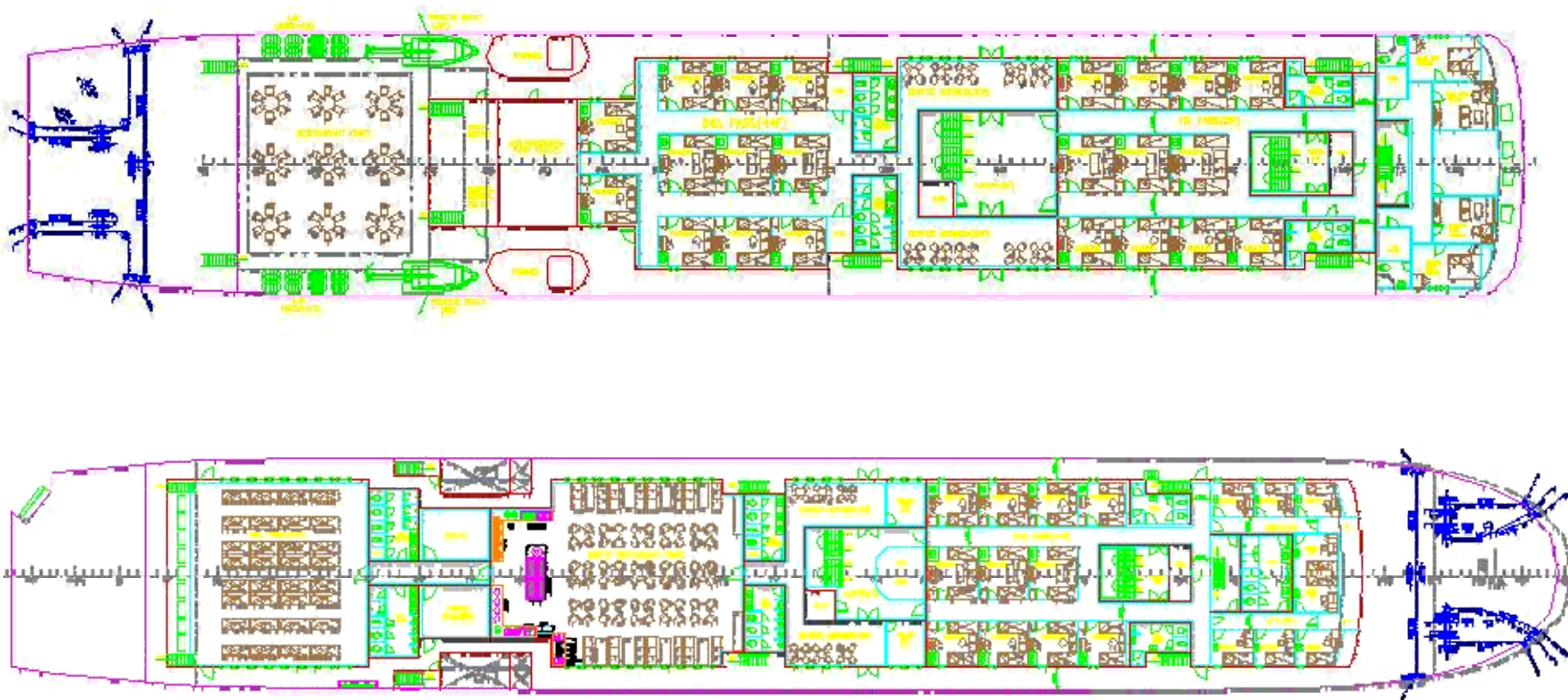
○ 基本配備評估—主要尺寸

- 全長 x 模寬 x 模深 約 107 x 16 x 9.5 m
- 設計模吃水 約 4.6 m
- 載重量(於設計模吃水) 約 830 t
- 船員 約 32 人
- 臥鋪 約 388 人
- 座位 約 223 人
- 汽車 約 20 輛
- 燃油櫃容積 約 140 m³
- 淡水櫃容積 約 260 m³

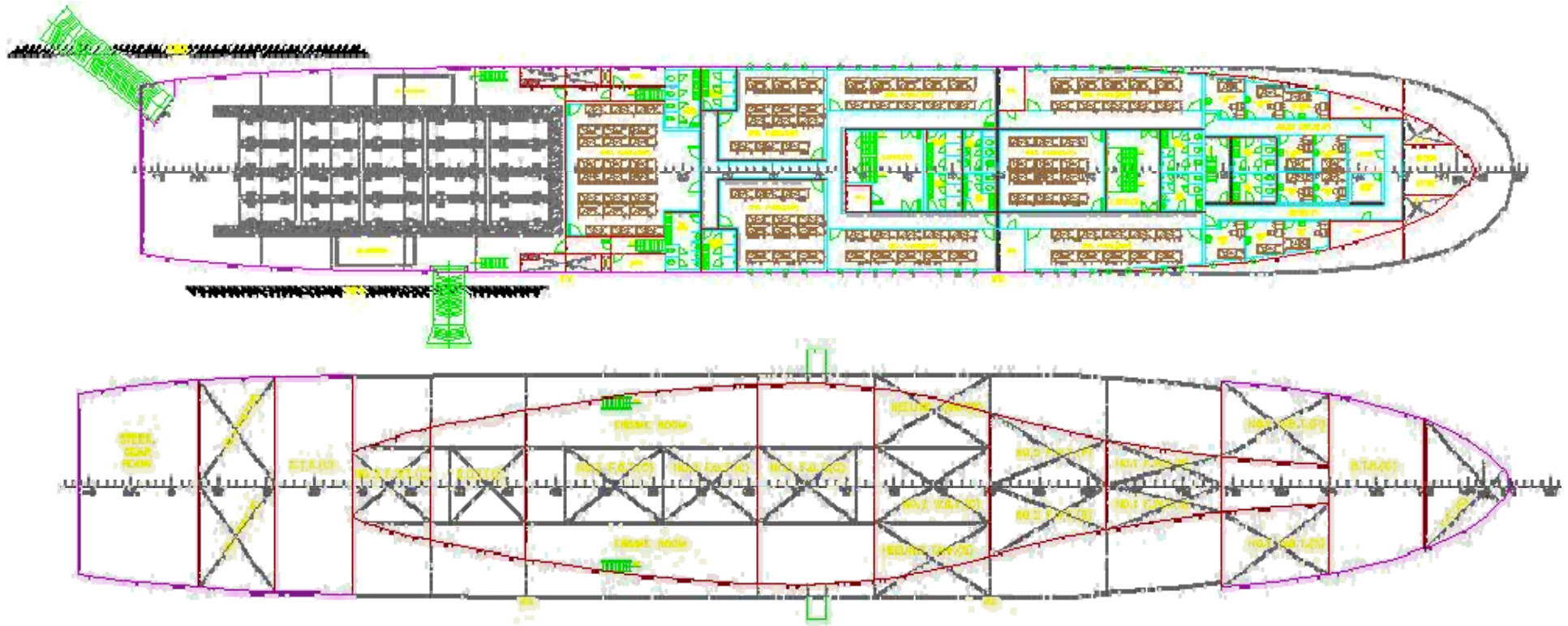
○ 基本配備評估—一般佈置圖(1/3)



○ 基本配備評估—一般佈置圖(2/3)



○ 基本配備評估—一般佈置圖(3/3)



○ 基本配備評估－主要艙房

- VIP (單人房) 2間
- 頭等艙(2人房) 17間
- 商務艙(4人房) 22間
- 經濟艙 264人
- 臥鋪 約388 人

- 餐廳 1間約105人
- 咖啡座 6間約118人
- 座位 約223人

簡報完畢 敬請指教