

第十一次初階課程授課紀錄

授課時間	民國 97 年 11 月 19 日 (星期三) 下午 1:15 至 3:05		
授課地點	圖書資訊大樓四樓演講廳		
授課師資	劉啟介	紀錄	林素如
出席學生	115 人		
缺席學生	1 人		
授課大綱	<p>一、人是環境動物，不能因自己之後天產物而破壞與生俱來之自然環境，如地球暖化等問題。</p> <p>二、環境之調和及保護是當今之重要課題，與我們關係密切之產物，如船舶廢氣體污染，防止海洋污染。</p> <p>三、節能減碳是保護環境和調和環境之最直接之方法，因此如內燃機及周邊設備之應用設計，仍應以環境保護之因素為優先。</p> <p>四、配合環境保護之需要，內燃機之演化開發設計理念除性能特性之維持環境之保護實際上是不可缺少。</p> <p>五、針對技術上，如何改善氮氧化物之減少，尤其是今後可以研究之空間。</p> <p>六、確保檢驗取得 NOx 合格證書之效力延續性，檢查紀錄上之相關內燃機元件 1 2 項目均登錄有合格品號，以防止贗品而影響排氣品質。</p> <p>七、新型內燃機之設計理念也本持相同理念之外，更加考量使用者之適應性為設計理念。</p> <p>八、新型產品問世。</p>		

內容目錄

一、 演講海報	-----	第 2 頁
二、 師資簡介	-----	第 3 頁
三、 授課簡報	-----	第 4 頁
四、 授課照片	-----	第 13 頁
五、 演講內容	-----	第 15 頁

一、演講海報



敬邀您參加

教育部補助大學校院培育海洋科技實務人才計畫
初階實務課程 - 船廠經營管理

引擎系統設計與環保理念之關係

劉啓介

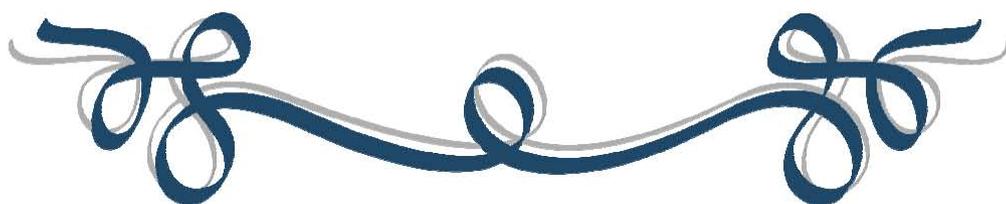
船技社工業股份有限公司董事長

97年11月19日

下午 1:15 至 3:05

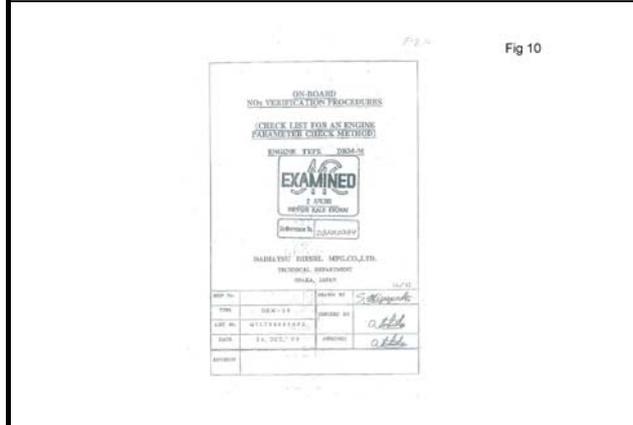
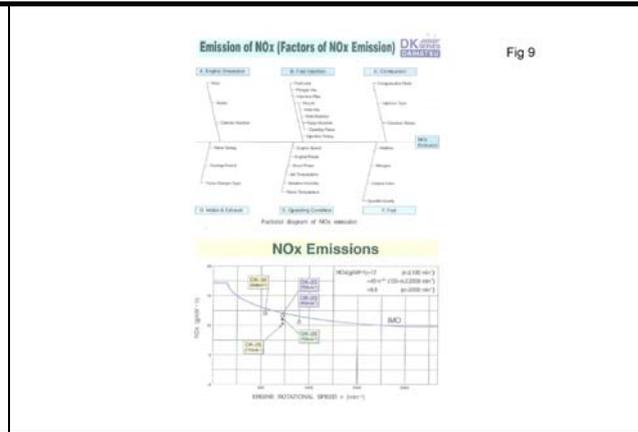
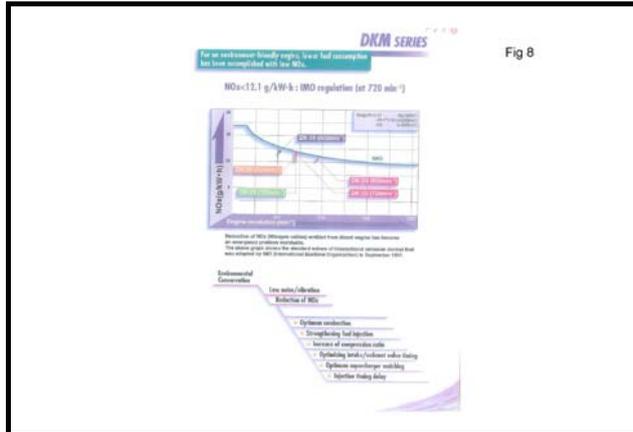
圖書資訊大樓四樓演講廳

國立高雄海洋科技大學造船工程系 敬邀



二、師資簡介

中文姓名	劉啟介	公司電話	(07) 802-1213	
E-mail	cj.liou@mtic.com.tw			
主要學歷				
畢業學校	國別	主修學門系所	學位	起迄年月
長崎造船大學	日本	船舶工學系	學士	1968-72'
長崎造船大學	日本	香洋. 技研所 (G. E. M.)	研究	1972-73'
現職及與專長相關之經歷 (由最近工作經驗依序往前追溯)				
公司名稱	部門	職稱	起迄年月	
船技社工業(股)公司	內燃機/甲板機械	董事長兼總經理	1980-現在	
成功大學	造船系	講師(兼)	1985-2004	
高雄海專	造船科	講師(專)	1980-1983	
豐國造船(股)公司	船廠/設計	主任技師/廠長	1973-1980	
香洋技術研究所 (JPN)	船設部	研究/技師	1972-1973	
本計畫中負責項目				
<p>初階實務演講課程：</p> <p>主題：引擎系統設計與環保理念之關係</p> <p>日期：97年11月19日</p> <p>時間：下午1:15至3:05</p> <p>地點：圖書資訊大樓四樓演講廳</p>				



<h3>DK series Engine</h3> <table border="1"> <thead> <tr> <th>TYPE</th> <th>SPEED</th> <th>1000</th> <th>2000</th> <th>3000</th> <th>4000</th> <th>5000</th> <th>6000</th> <th>7000</th> <th>8000</th> <th>R.P.M.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">DK-20</td> <td>720/750</td> <td>5 749(1000kW) 8 1060(1720kW) 8 1287(1820kW)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>900</td> <td>3 820(432kW) 5 897(593kW) 6 1300(105kW) 6 1740(1280kW)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>DK-26</td> <td>720/750</td> <td></td> <td>6 2200(1618kW)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>DK-28</td> <td>720/750</td> <td></td> <td></td> <td>6 2580(1893kW) 7 3560(2405kW)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>DK-36</td> <td>600</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>6 3000(3310kW) 8 4000(4415kW) 8 5000(5520kW)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	TYPE	SPEED	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	R.P.M.	DK-20	720/750	5 749(1000kW) 8 1060(1720kW) 8 1287(1820kW)									900	3 820(432kW) 5 897(593kW) 6 1300(105kW) 6 1740(1280kW)									DK-26	720/750		6 2200(1618kW)								DK-28	720/750			6 2580(1893kW) 7 3560(2405kW)							DK-36	600				6 3000(3310kW) 8 4000(4415kW) 8 5000(5520kW)						<h3>DK series Output Range (PS)</h3>	<h3>High Reliability Medium Speed Diesel Engine</h3> <h4>DK-20</h4>	<h3>High Reliability Medium Speed Diesel Engine</h3> <h4>DK-26</h4>
TYPE	SPEED	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	R.P.M.																																																										
DK-20	720/750	5 749(1000kW) 8 1060(1720kW) 8 1287(1820kW)																																																																		
	900	3 820(432kW) 5 897(593kW) 6 1300(105kW) 6 1740(1280kW)																																																																		
DK-26	720/750		6 2200(1618kW)																																																																	
DK-28	720/750			6 2580(1893kW) 7 3560(2405kW)																																																																
DK-36	600				6 3000(3310kW) 8 4000(4415kW) 8 5000(5520kW)																																																															
<h3>High Reliability Medium Speed Diesel Engine</h3> <h4>DK-28</h4>	<h3>High Reliability Medium Speed Diesel Engine</h3> <h4>DK-36</h4>	<h3>High Reliability Medium Speed Diesel Engine</h3> <h4>DK-36</h4>	<h3>DAIHATSU DK series Design Concept</h3>																																																																	
<h3>Development Procedure</h3>	<h3>Reliability & Durability</h3> <ul style="list-style-type: none"> 20% MECHANICAL LOAD MARGIN 20% THERMAL LOAD MARGIN MARINE TYPE CONNECTING-ROD FIRE PROOF BEST MATERIAL 	<h3>Computer Analysis of Component</h3> <h4>MECHANICAL MARGIN</h4> <table border="1"> <tr> <th>Design</th> <th>Simulation</th> <th>Actual</th> <th>Test</th> </tr> <tr> <td>20</td> <td>19</td> <td>18</td> <td>18</td> </tr> </table>	Design	Simulation	Actual	Test	20	19	18	18	<h3>Stress Measurement</h3>																																																									
Design	Simulation	Actual	Test																																																																	
20	19	18	18																																																																	
<h3>Connecting Rod</h3> <ol style="list-style-type: none"> Simple deformation of big end pinhole Big end pinhole bearing stress Small pinhole bearing stress Small pinhole deformation, variable stress, and wear problem of the big end pinhole can be ignored Reduction in pinhole bearing stress, stress pinhole can be eliminated without decommissioning big end pinhole 	<h3>Obliquely Cut Connecting-Rod and Crankpin Bolts</h3> <ul style="list-style-type: none"> Plating in Insufficient force Compression pressure Reduce tightening force Open separated contact face Repeated bending moment and on separated contact face Progression of corrosion wear Extremely poor tightening force Inner bore deformation Simulation crack Crank pin seizure Connecting rod failure 	<h3>Corrosion Test of Bearing Materials</h3> <h4>Bearing Oil Film Thickness</h4>	<h3>Cylinder Head</h3> <h4>Cylinder Head Deformation</h4>																																																																	

Environmental Protection

Reliability & Durability
Efficiency
Maintenance cost
Environmental protection

ENVIRONMENTAL PROTECTION
LOW NOISE & VIBRATION
NOx REDUCTION

- OPTIMUM COMBUSTION
- REINFORCED FUEL INJECTION SYSTEM
- INCREASED COMPRESSION RATIO
- OPTIMUM INEX VALVE TIMING
- OPTIMUM T/C MATCHING
- INJECTION RETARD

Emission of NOx (Factors of NOx Emission)

Factors of NOx Emission

NOx Emissions

DSP Turbocharging System

(Daihatsu Single Pipe)

1) Configuration

2) Benefits

- Improvement of turbocharger performance
- Decrease in the specific fuel consumption
- Compact and simple configuration
- Easy maintenance of exhaust manifold and bellows
- Fewer components
- Reduction in components by 40% compared with conventional systems

NOx Test Data (8DK-28)

Maintenance Cost

Reliability & Durability
Efficiency
Maintenance cost
Environmental protection

MAINTENANCE COST

- SIMPLE CONSTRUCTION
- EASY ACCESS LAYOUT
- REDUCTION IN PIPES
- 40% REDUCTION IN PARTS NUMBER
- EASY HANDLING (HYDRAULIC TOOLS)
- MARINE TYPE CONNECTING—ROD

Engine Maintenance

Man-hours for Exchange of Main Components

Protect Ring

Reduce L. O. consumption & Cylinder liner wear

Field Result of "Liner Protect Ring"

- USED FOR MAIN GENERATOR ENGINE
- 4000hrs
- FUEL OIL HEAVY FUEL (D60 #5) 4#MTC
- L. O. CONSUMPTION 0.3g/kWh

Maintenance

The hydraulic jack method is adapted for improvement of handling since large tightening torque is required for the cylinder head bolts, main bearing bolts and side bolts (big and bolts --DK28)

Connecting-rod Big end Overhaul

Easy and Safe Overhaul

DK-28

DK-series Recommended Overhaul Intervals

H. F. O. (per Hr.)

Component	Hours Between Overhauls	Expected Service Life
Fuel injection valve	2,000	8,000
Cylinder liner	12,000	60,000
Intake valve	12,000	36,000
Exhaust valve	12,000	24,000
Piston	12,000	60,000
Crank pin bearing	12,000	24,000
Main bearing	16,000	32,000

Efficiency

Reliability & Durability
Efficiency
Maintenance cost
Environmental protection

EFFICIENCY

- INCREASED Pmax
- LARGE STROKE/BORE RATIO
- HIGH PRESSURE FUEL INJECTION
- INCREASED COMPRESSION RATIO
- HIGHLY EFFICIENT TURBOCHARGER
- REDUCTION IN MECHANICAL LOSS
- REDUCTION IN GAS FLOW LOSS

Refining Process

High Pressure Fuel Injection

Higher Compression Ratio

Partial Load Safety

Conventional Eng. Low Load Limit 30%
New DK Eng. Low Load Limit 10%

Low Load Running Test at Pme 0.4MPa

Low Load Operation Limit On Heavy Fuel

Low Load Operation Limit On Heavy Fuel

Compactness

COMPACTNESS

- INCREASED POWERVOLUME RATIO
- INCREASED POWERWEIGHT RATIO
- COMPACT LAYOUT

DK-26

Cylinder liner
Top view
*Upper part of Cylinder liner has bonded cooling channels.

Valve operating device
*R & R Exhaust valves are actuated by roller rocking arms.

DK-26

Connecting Rod
*Three piece master type
*Crankpin bolts are hydraulically tightened.

Fuel Injection device
*Forged steel Monoblock type
*Construction bolts are hydraulically tightened.

DK-36

Cylinder head
*Cylinder head is tapered with top built by hydraulic ash.

DK-36

Technology of DAIHATSU 6DCM-32 Engine

DAIHATSU ダイハツディーゼル株式会社

Technology of DAIHATSU 6DCM-32 Engine

DAIHATSU ダイハツディーゼル株式会社

ダイハツディーゼル機関の変遷

2

主機関出力範囲

	Speed Output			Output (kWm)			
	min-1	kWm	ps	1,000	2,000	3,000	4,000
6DKM-26	750	1,618	2,200				
6DKM-28	750	1,912	2,600				
8DKM-28	750	2,500	3,400				
6DKM-36	600	3,309	4,500				
8DKM-36	600	4,413	6,000				
6DCM-32	750	2,942	4,000				
8DCM-32	750	3,898	5,300				

3

ダイハツ8気筒 320直径機関

機関型式	6DL-32	6DK-32	6EK-32C	6DC-32	
機径	mm	320	320	320	320
行程	mm	400	380	360	400
シリンダ数		6	6	6	6
行程倍率比		1.25	1.13	1.13	1.25
定格出力	kWm	2,350	2,840	3,000	3,900
SR		3,200	4,000	4,060	5,300
機関速度	min-1	600	720	720	720
平均1/10速度 C ₁₀	min	8.00	8.64	8.64	9.00
平均有効出力 P ₁₀	MPa	1.83	2.15	2.16	2.85
出力率 C ₁₀ -P ₁₀		14.6	18.3	18.7	24.2
最高機油圧力	MPa	13.7	14.2	14.2	17.7
機油潤滑管径φ	mm	5.281	4.920	4.871	4.920
機油潤滑管径φ	mm	2.650	3.320	3.690	3.522
機油潤滑管径φ	mm	1.210	1.630	1.720	1.450
機油潤滑管径φ	mm	2.615	2.470	2.470	2.295
機油潤滑管径φ	mm	26	31	32	40
総重量	ton	1,983	1,890	1,900	2,000

4

要目比較

機関型式	6DLM-32	6DCM-32	
機径	mm	320	320
行程	mm	400	400
シリンダ数		6	6
行程倍率比		1.25	1.25
定格出力	kWm	2,350	2,942
SR		3,200	4,000
機関速度	min-1	600	720
平均1/10速度 C ₁₀	min	8.00	10.00
平均有効出力 P ₁₀	MPa	1.83	2.44
出力率 C ₁₀ -P ₁₀		14.6	24.4
最高機油圧力	MPa	13.7	17.7
燃料消費率	g/kWh	201	197
機油消費率	g/kWh	1.10	0.80
低負荷燃費	%	30	30
機油潤滑管径φ	mm	5.281	4.146
機油潤滑管径φ	mm	2.650	3.522
機油潤滑管径φ	mm	1.210	1.450
機油潤滑管径φ	mm	2.615	2,295
機油潤滑管径φ	mm	26	35
総重量	ton	1,983	2,000

5

プロテクトリング



プロテクトリング付き
燃焼工程 上昇行程

プロテクトリング無し
燃焼工程 上昇行程



14

DC機関の保守間隔



燃料ノズル	2,000
シリンダライナ	12,000
吸気弁	12,000
排気弁	12,000
ピストン	12,000
クランクピンメタル	12,000
メインメタル	18,000

15

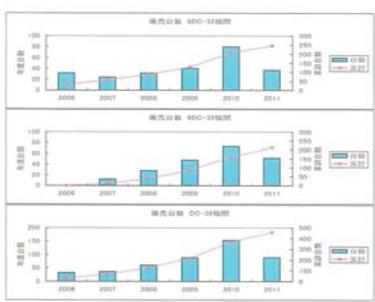
DC機関の期待寿命



燃料ノズル	8,000
排気弁	24,000
クランクピンメタル	24,000
メインメタル	32,000
吸気弁	36,000
シリンダライナ	60,000
ピストン	60,000

16

販売実績



17

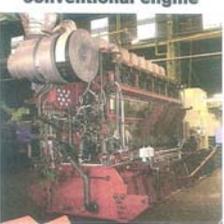
主要部構造

機関全体

DC-32



conventional engine



18

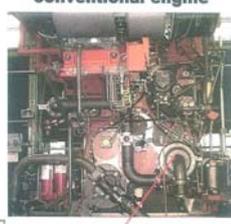
主要部構造

機関前方

DC-32



conventional engine

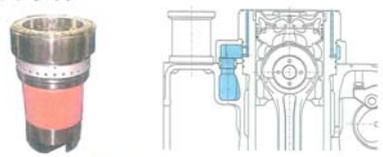


L.O. Cooler
Cooler C.W. pump
Jacket C.W. pump
Jacket C.W. pump

19

主要部構造

シリンダライナ




Water outlet

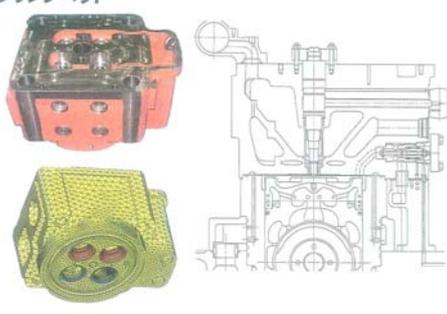
Water Inlet

シリンダライナ冷却水の最適流速CFD解析

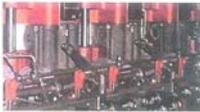
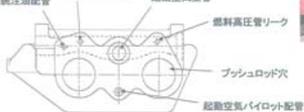
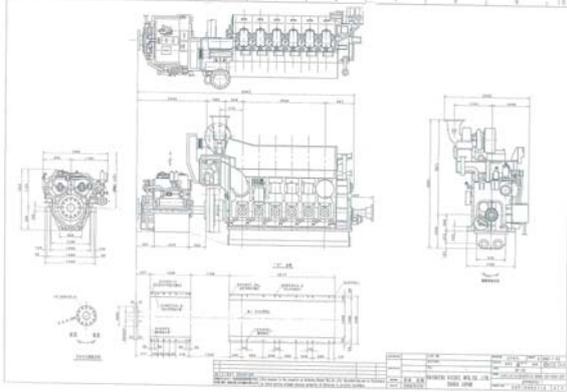
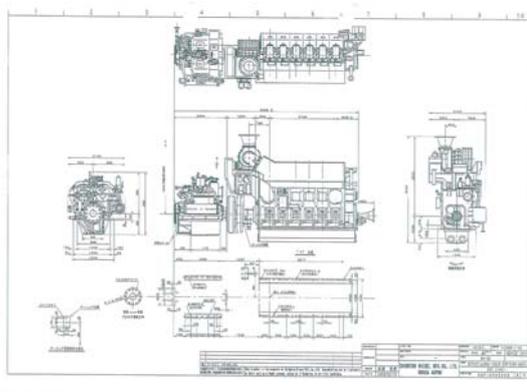
20

主要部構造

シリンダヘッド



21

<p>主要部構造</p> <p>シリンダヘッド</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>DC-32</p>  <p>Pipeless in the head cover</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>conventional engine</p>  <p>Nozzle cooling pipe</p> </div> </div> <p>4 Studs 6 Studs</p>	<p>主要部構造</p> <p>9. プッシュロッド ブロック</p> <p>プッシュロッドブロックには、弁噴注油配管、燃料ノズルリーク、燃料高圧管リーク、起動空気主管、起動空気パイロット配管が内蔵されており、シリンダヘッドに接続する外部配管を無くしております。これによりシリンダヘッド開放を短時間で行うことができます。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>  <p>弁噴注油配管 燃料ノズルリーク 起動空気主管 燃料高圧管リーク プッシュロッド穴 起動空気パイロット配管</p>
<p>主要部構造</p> <p>燃料噴射ポンプ側</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>DC-32</p>  <p>F.O. Main pipe (IN) F.O. Main pipe (OUT)</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>conventional engine</p>  <p>F.O. Main pipe (IN) F.O. Main pipe (OUT)</p> </div> </div>	<p>主要部構造</p> <p>潤滑油ロキ</p> <p>潤滑油ロキは連続自動定流ロキを標準装備しています。このロキは機関本体および過給機の共用であり、過給機専用ロキを不要としています。</p> 
	

四、授課照片

97 年 11 月 19 日：引擎系統設計與環保理念之關係



演講者—船技社工業股份有限公司董事長



演講主題引擎系統設計與環保理念之關係



說明現今之引擎設計必需注意事項



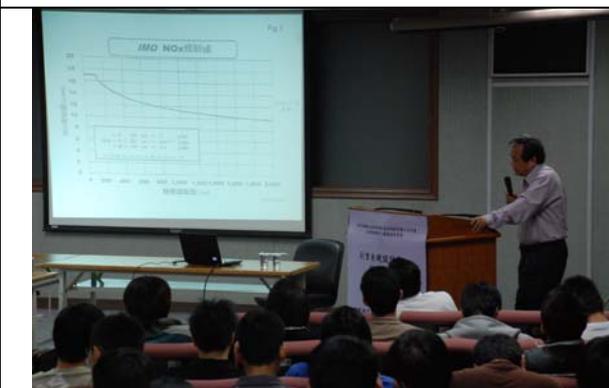
同學專心聆聽



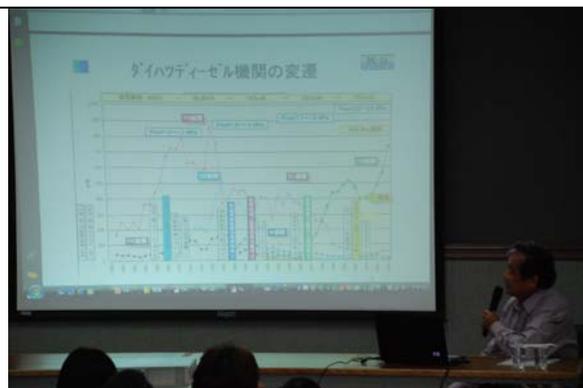
同學專心聆聽

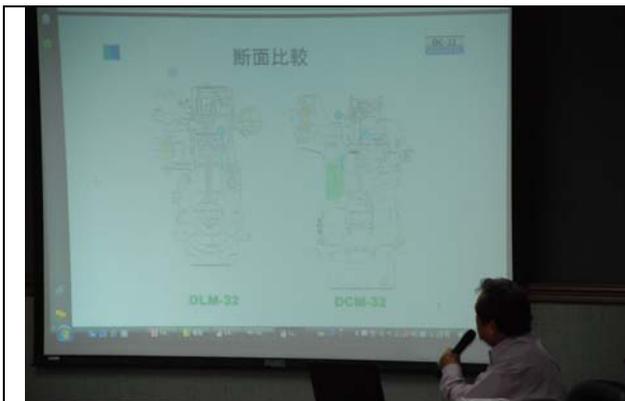


介紹內燃機及周邊設備之應用設計

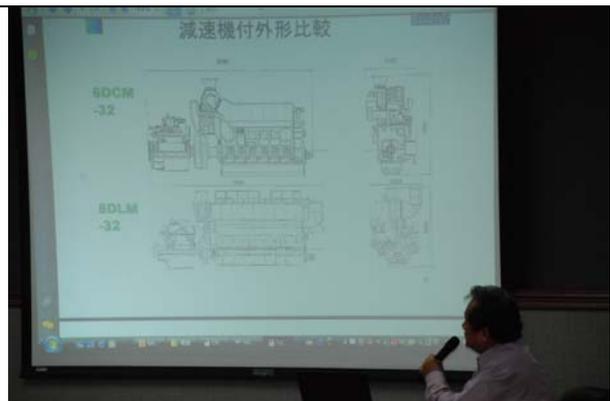


說明 IMO 對內燃機排放出之氮氧化物(NOx)之容許率





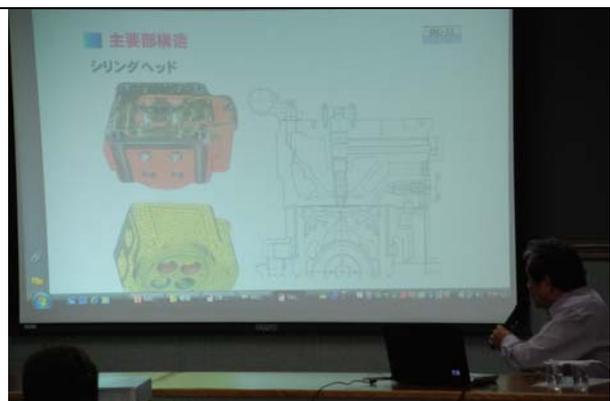
新舊型機種斷面的比較



減速機外形的比較



DC-32 的外貌



演講內容

很榮幸今天有機會跟各位介紹一下，我公司船技社工業股份有限公司，主要業務是船的設計，在日本也有一個相關的設計公司，有大發柴油機，日本中島車葉的螺槳以及內鐵油壓機械。今天最主要要跟各位介紹一下，我們有面臨到困難，尤其是廢氣的改善，讓我們在短短幾年間，我們的機器有好多的變化，由 1984 年開始代理，有六代的機器因而改變，最嚴重是由 2011 年開始，很多機器的設計理念都改變，其最主要的改變因素是環保廢氣的要求非常嚴格，以致老型的機器都被迫停產。大家都知道人是環境的動物，不能因自己後天的產物將自然環境破壞，所以在設計的理念裡面，如何將環境的保護及條文當成設計的理念，所以有很多機器會跟以前有很大的不同，與各位較直接影的是船舶的柴油機及主機，我們要如何才能節能減碳，如何利用周邊的設備發揮很多的應用，所以不要設計很複雜很多的東西，裝在船舶上，因為他還是會排放很多不良的氣體。由圖一中看到 2008/11/1 IMO 通過船舶降低有害氣體排放之規定，到了 2010 年船舶在指定排放管制區內燃料標準低硫化物的含量要低於 1%，2015 年要達到 0.1%，到了 2020 年則到 5000PPM 以下，也就是說其排污量可達 90%。而 2011 年 1 月 1 日開始，所有新建造的船隻其安裝的柴油機、發電機或主機，其要求會更嚴格，以致 2011 年以前很多機器都在淘汰，我公司所代理的機器在 2011 年後都面臨很大的問題，尤其是我們的船隻雖不是 IMO 的會員國，但若到 IMO 的國家一定會受到管制的，所以沒有合格的排放證明時，若到了那裡他們會禁止你再出港，這點各位要特別留意一下，尤其是 2011 年以後建造的船隻，其使用的內燃機或柴油機都要完全符合要求。在 2008/4 世界海運理事會也支持 IMO 的 Sox NOx 排放量標準的要求，美國環保署也訂定了國內的法規，但目前他們仍有 40 個港口都會區不符合要求，但他們訂定了目標要將船舶有害廢氣排放量降到 80%，所以，在 2011 年建造船隻其柴油機要有排放廢氣的證明。

再來我所要談的是如何多利用這部機器其周邊的設備，如圖中所看到的螺旋槳，我們必需考慮到這螺旋槳如何使這機器維持正常的負荷，不要使他經常負荷變化很大，這部機器中不要認為用了 CPP(可變螺距)，這 CPP 與他的調速器自動負荷分擔，讓你的機器的負荷都是很穩定的，就可以減輕冒黑煙的現象。再來我們看到它前面有一個 PTO 的裝置，可以再裝設一個發電機，於航行中若有剩餘的馬力則就有發電的功能。還有它的前端也是我們稱它為 PTO 的地方，都可以再利用來排放廢氣，以及冷卻水的溫度是否可以造水機再利用，或者其所排放的廢氣再利用。由圖中看，若能充分的利用這部機器，他可以節省 40%的能源，節省越

多所排放的氣體就越少。

剛才我們有談到 IMO 對氮氧化物(NOx)的要求，在 1988 就有提出這個議題，這是他要求要防制船舶排放有害廢氣物的國際公約，對內燃機排放氮氧化物的氣體要在這曲線以下，由圖中看到機器轉速越低的 NOx 規定值越高，所以低轉速的機器在將來必面臨一很大的危機，因為他將被要求越嚴格，所以機器出廠前必需取得 NOx 檢驗的證書，放置船上隨時以備檢查。在 1988 年提出這個議題，國際海事組織(IMO)第 26 次海洋環境保護委員會(MEPC)就有提出要求，與 1990 年排放水準相較可減少 30%，在 1997 年 9 月 MARPOL 防制海洋污染大氣第 4 的議決是生效了，所以這之後機械的廠商就面臨一個很頭痛的問題，我所代理的機器在 1993 年就開始因應新規定生產新機型。在 IMO 會員國他們規定 2000/1/1 以後建造船舶之 130kw 以上的引擎必須符合 NOx 的規範，所以一開始要求要有前期的認證，前期的認證就要透過驗船協會或比較有公證性的機構來發證書。在 2005 年 5 月 19 日 NOx 限量值規定生效，在這之後的船隻所使用超過 130kw 的柴油機都必需遵守這個的規定，這張證書不論船隻到那都要跟在旁邊以備檢驗。

在今年 6 月 IMO 針對 NOx 又有了第二次的規制，要所有的船隻於 2011 年開始 NOx 值又降低，到了 2015 年又要降到第三次，由曲線看來將來低轉速的內燃機是非常困難的，甚至會降到第四次。因為有這種壓力，所以廠家在設計柴油機就有五種考慮，要有很好的信賴與耐久性，機器形體要小，效率要高，考慮維修成本要降低，所以機器設計越簡單越好，及環境的保護也是設計理念很重要的一環。在環境保護中最重要的是的低噪音、低震動，所以機器的轉速會越來越高，低轉速的機器因震動爆發力較大，也越來越不被接受。再來是他的 NOx 要如何削減，因為要求越來越嚴格，NOx 要如何削減，最好就是要燃燒，但其中有個很矛盾的地方，現在燃油越來越貴，但內燃機由早期的 NDO 就是低質油與高質油混合使用以降低成本，但以後高黏度的低質油又開始使用，機器的排放廢氣要改善之外，相反的他的燃油要用很低級的燃油，對廠家而言是一個很大的壓力，使用者用很便宜、很高黏度的燃油，例如用 700CST 的燃油，比重為 0.98 多，他的黏度達到 7000 個秒，亦即在攝度 50 度的溫度下，裡面有個標準的孔，底下放一個 60CC 的杯子，要經過 7000 秒的時間才可滴滿這個 60CC 的杯子，目前的商船大約都使用這樣的油，以降低成本，在排放廢氣標準如此嚴格下，對製造廠商是很大的壓力。再來是燃料噴射的系統要如何強化，這也是設計者必需去考慮的；再者是壓縮比的增加，大家都知道壓縮比越高，材料的要求越嚴格；再來是吸排氣的 VALVE TIMING 的設計，這是屬其他專業的；另外是最適合的增壓器要如何與機器配合，尤其是發電機的增壓器與主機的是不同，發電機

一發動是定格的轉速，而主機是隨時負荷都在改變，因此主機 NOx 的排放量要求比發電機更嚴格，要接受檢驗與測試。再來談的是 INJECTION RETARD 他的噴射的 TIMING 要如何去延遲，燃油進入內燃機後，關閉排氣閥與吸氣閥時，如何延遲其時間，讓他不要太早噴射，以防止洩漏造成空氣污染。

如何降低 NOx 是值得將來大家去考慮的地方，如 ENGINE DIMENSION 的 Bore，Stroke 及 Cylinder Number 的參數也會影響 NOx 的排放，再來是燃料的噴射，如 Fuel cam、各種高壓管，還有 Nozzle 的孔數、噴射的角度、進氣管及排氣管的壓力，還有就是噴射時間如何讓他延遲。再來就是壓縮比，以上都是將來要改善 NOx 排放的課題。再來就是排氣系統真壓機型式的選擇、運轉的條件、出力給氣的壓力、溫度、濕度及室溫，這些都會影響 NOx 值，將來到了第三期制之後，要由廠商來改善會很困難，到了第四期可能都沒辦法了，所以可能就要由燃料方面來改善，燃料的添加劑、或者是燃料裡面碳氫化合物的選定，這都是影響排放 NOx 的因素。

NOx 發的證書要放在船上接受檢查，進了別國的港口要拿出接受查驗，NOx 檢驗包含 12 個項目，在國內很多都有使用仿造品，如 F.O. CAM、PISTON、CYLINDER HEAD、F.O. INJECTION VALVE、F.O. INJECTION NOZZLE、F.O. INJECTION PUMP、F.O. PLUNGER、AIR COOLER、TURBO OHARGER、OPERATING PRESS OF F.O. INJECTION VALVE、F.O. INJECTION TIMING、COMPRESSION RATIO 等，都必需接受檢查，而且要有原廠的號碼，所以不可買仿造品而與產品的號碼不一樣，那到了其他港口檢驗時與證書號碼不同，那證書就是無效的。

我們剛才所談的設計理念，現在還加上 User Friendly 這觀念，給使用者更好的使用，更加人性化，使不會操作的人也很快可以操作。這設計要考慮信賴度、維修要如何去考慮、操縱性要如何考慮，以上這些細節都要詳加考慮。