

第十三次初階課程授課紀錄

授課時間	民國 99 年 12 月 8 日 (星期三) 下午 1:15 至 3:05		
授課地點	大仁樓 5 樓階梯教室		
授課師資	于家成	紀錄	洪郁淳
上課學生	90 人		
請假學生	5 人		
授課大綱 (至少 60 字,並以 條列方式敘述)	<ul style="list-style-type: none"> 一、Tragedy of RMS Titanic 二、The reasons for her loss 三、The lessons learned 四、Modern cruising vessels 五、A glance into the Shipping World 		

內容目錄

一、 演講海報	-----	第 2 頁
二、 師資簡介	-----	第 3 頁
三、 演講簡報	-----	第 4 頁
四、 課程照片	-----	第 8 頁
五、 演講內容	-----	第 9 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

由鐵達尼號看海運科技與
海上人命安全法規的發展
于家成

BV 台灣分公司總經理

99年12月8日

下午 1:15 至 3:05

大仁樓 5樓階梯教室

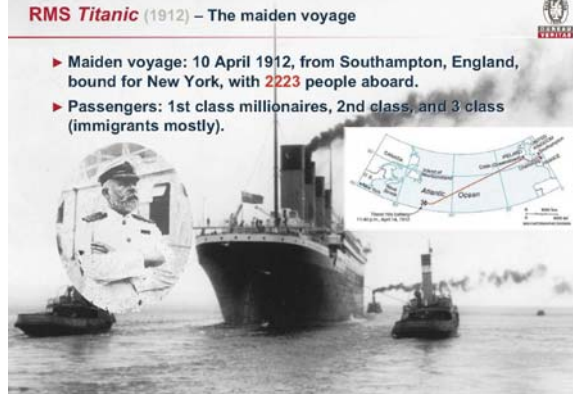
國立高雄海洋科技大學培育海洋科技實務人才計畫團隊 敬邀



二、師資簡介

中文姓名	于家成	公司電話	(02) 2570 7657	
E-mail	chia-cheng.yu@tw.bureauveritas.com			
主要學歷				
畢業學校	國別	主修學門系所	學位	起迄年月
國立台灣大學	中華民國	造船工程學研究所	碩士畢業	76.9~78.6
國立台灣大學	中華民國	造船工程學系	學士畢業	69.9~73.6
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	
法商法立德公證有限公司 (法國驗船協會)	驗船部	法國驗船協會台 灣分會總經理	94.7~	
法商法立德公證有限公司 台灣分公司		總經理	93.1~94.6	
法商法立德公證有限公司 台灣分公司	驗船與工業部	驗船師、經理	87.10~92.12	
華光(香港)船務代理公司	造船監督事務所	船體部監督	87.2~87.7	
慶富造船股份有限公司	設計課	副課長	85.3~87.2	
中國造船股份有限公司	高雄總廠設計組	工程師	78.9~85.2	
本計畫中負責項目				
<p>初階實務演講課程：</p> <p>主題：由鐵達尼號看海運科技與海上人命安全法規的發展</p> <p>日期：99年12月8日</p> <p>時間：下午1：15至3：05</p> <p>地點：大仁樓5樓階梯教室</p>				

三、演講簡報

<p>國立高雄海洋科技大學 海洋科技新貴計畫-船廠經營管理課程</p>  <p>RMS Titanic The Evolutions of International Conventions 由鐵達尼號看海運科技與海上人命安全法規的發展 8 December 2010 法國驗船協會于家成</p>  <p>Move Forward with Confidence</p>	<p>前言</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Tragedy of RMS Titanic ▶ The reasons for her loss ▶ The lessons learned ▶ Modern cruising vessels ▶ A glance into the Shipping World 
<p>RMS Titanic – the story</p> 	<p>RMS Titanic (1912) – The magnificent ship</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Owner: White Star Line ▶ Type: Olympic-class ocean liner (<i>Olympic, Titanic, Britannic</i>) ▶ Builder: Harland and Wolf yards, Belfast, Ireland ▶ Length of all: 269.1 m ▶ Breadth: 28.2 m ▶ Height: 18 m above water line ▶ Draft: 10.5 m ▶ Power: 59,000 hp 24+5 boilers, 2 x four-cylinder triple expansion reciprocating engines (215 psi, 15,000 hp each, 75 rpm) for 2 wing propellers (3 blades), 1 x low pressure (9 psi) steam turbine 16,000 hp for center propeller (4 blade) ▶ Speed: 21 knots (max. 23 knots) ▶ Capacity: 3,547 (passengers+officers+crew) ▶ Tonnage: 46,328 GT ▶ Displacement: 52,310 tons 
<p>RMS Titanic (1912) – The design</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ The biggest, and most luxurious ship at the time ▶ Hull: "practically unsinkable" <ul style="list-style-type: none"> • Steel hull, riveted • Double bottom, 6 water-tight decks, 16 watertight bulkheads ▶ Propulsion, 3 x screw propellers ▶ Electrical lighting ▶ Lifeboat: 16 wooden x 65 persons + 4 collapsible x 47 persons (1228 persons, abt. 52%), total 20 boats <ul style="list-style-type: none"> • British Regulation: 16 boats minimum (50% capacity) according to the gross tonnage (> 10,000). 	<p>RMS Titanic (1912) – The maiden voyage</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Maiden voyage: 10 April 1912, from Southampton, England, bound for New York, with 2223 people aboard. ▶ Passengers: 1st class millionaires, 2nd class, and 3 class (immigrants mostly). 
<p>RMS Titanic (1912) – The Iceberg</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Arctic winter of 1911-1912 was exceptionally mild (8-year cycle) <ul style="list-style-type: none"> • Accelerated break-offs from glaciers • Icebergs abnormally large in size • Survive for longer period • Drift farther south in early spring of 1912 ▶ More than 6 Iceberg alerts by wireless ▶ Titanic course altered further south ▶ Twice radio warnings that large iceberg on her path on that day... but not reported to the bridge. ▶ In the calm moonless night with fog/mist on 14 April 1912 (Sunday),... 	<p>RMS Titanic (1912) – The Collision</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 11:40 pm April 14, 1912, spotted the iceberg right ahead. ▶ Chief officer orders <ul style="list-style-type: none"> • abrupt turn to Portside, • and engines to be stopped (reversed?) ▶ Turning reacts very slowly <ul style="list-style-type: none"> • test on <i>Olympic</i> shows 37 seconds to respond to the helm at full speed ▶ Iceberg brushed the ship's starboard side, buckling the hull in several places and popping out rivets below the waterline over a length of 90 m. ▶ As seawater filled the forward compartments, the watertight doors shut. However, while the ship could stay afloat with four flooded compartments, five were filling with water. ▶ The five water-filled compartments weighed down the ship so that the tops of the forward watertight bulkheads fell below the ship's waterline, allowing water to pour into additional compartments. 

RMS Titanic (1912) – The Tragedy

- ▶ Captain Smith, alerted by the jolt of the impact, arrived on the bridge and ordered a full stop. Shortly after midnight on 15 April, following an inspection by the ship's officers and Thomas Andrews (the shipbuilder), the lifeboats were ordered to be readied and a distress call was sent out (first CQD, then SOS).
- ▶ Three ships and Newfoundland station received, but none were nearby.
- ▶ Only **RMS Carpathia** (58 n.miles away) arrived in 4 hours.
- ▶ Nearest ship **SS Californian's** (<<19.5 n.miles) was stopped and saw lights and rockets of **Titanic**. Her radio operator was in bed and not waked up until morning.
- ▶ Most of the boats were launched partially empty; 1st boat launched at 12:27 A.M. with 28 people out of the capacity of 65, one boat meant to hold 40 people left the **Titanic** with only 12 people on board it. As the ship's list increased people started to become nervous, and some lifeboats began leaving fully loaded. By 2:05 AM, the entire bow was under water, and all the lifeboats, save for two, had been launched. At 2:20 AM, **Titanic** sank into the ocean.
- ▶ Out of the 2,223 people, only **706** survived; **1,517** perished

國立高雄海洋科技大學海洋科技新貴計畫 - 船廠經營管理課程 - Titanic and Conventions 9

RMS Titanic (1912) – The Investigation

- ▶ Investigation made by US Senate and British Board of Trade's.
- ▶ found that many safety rules were simply out of date, and new laws were recommended.
- ▶ Numerous safety improvements for ocean-going vessels were implemented, including:
 - improved hull and bulkhead design
 - access throughout the ship for egress of passengers
 - lifeboat requirements
 - improved life-vest design
 - the holding of safety drills
 - better passenger notification
 - radio communications laws, etc.

國立高雄海洋科技大學海洋科技新貴計畫 - 船廠經營管理課程 - Titanic and Conventions 10

RMS Titanic (1912) – The Change to ship design

- ▶ Modifications made to the other existing liners after **Titanic**:
 - increasing the number of lifeboats on board
 - improvements included reinforcing the hull and increasing the height of the watertight bulkheads. The bulkheads on **Titanic** extended 10 feet (3 m) above the waterline; after **Titanic** sank, the bulkheads on other ships were extended higher to make compartments fully watertight. → subsequently to be regulated by SOLAS 1929, 1948, and 1960.
 - While **Titanic** had a double bottom, she did not have a double hull; after her sinking, new ships were designed with double hulls; also, the double bottoms of other ships, including the **Olympic**, were extended up the sides of their hulls, above their waterlines, to give them double hulls.

國立高雄海洋科技大學海洋科技新貴計畫 - 船廠經營管理課程 - Titanic and Conventions 11

RMS Titanic (1912) – Long term implications

- ▶ Lessons learned from **Titanic** and the consequences:
 - **SOLAS**
 - The Titanic disaster led to the convening of the **first International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS)** in London, on 12 November 1913.
 - **International Ice Patrol**
 - On 30 January 1914, a treaty was signed by the conference that resulted in the formation and international funding of the **International Ice Patrol**, an agency of the United States Coast Guard that to the present day monitors and reports on the location of North Atlantic Ocean icebergs that could pose a threat to transatlantic sea lane traffic.

國立高雄海洋科技大學海洋科技新貴計畫 - 船廠經營管理課程 - Titanic and Conventions 12

RMS Titanic (1912) – Long term implications

- ▶ **SOLAS**, on 30 January 1914, the treaty signed by the conference also agreed in the new regulations that:
 - all passenger vessels (> 12 passengers) would have sufficient lifeboats for everyone on board
 - appropriate safety drills would be conducted
 - radio communications on passenger ships would be operated 24 hours along with a secondary power supply, so as not to miss distress calls.
 - the fring of red rockets from a ship must be interpreted as a distress signal (red rockets launched from the **Titanic** prior to sinking were mistaken by nearby vessels as celebratory fireworks, delaying rescue).
 - This treaty was scheduled to go into effect on 1 July 1915 but was delayed by World War I.
- ▶ The SOLAS Convention in its successive forms is generally regarded as the most important of all international treaties concerning the safety of merchant ships. The first version was adopted in 1914, in response to the **Titanic** disaster, the second in 1929, the third in 1948, and the fourth in 1960.
- ▶ SOLAS 1929 defined the regulations for **Subdivision**.
- ▶ SOLAS 1948 included the regulations for **Stability**.
- ▶ **SOLAS 1960 Convention** - which was adopted on 17 June 1960 and entered into force on 26 May 1965 - was the first major task for IMO after the Organization's creation and it represented a considerable step forward in modernizing regulations and in keeping pace with technical developments in the shipping industry.

國立高雄海洋科技大學海洋科技新貴計畫 - 船廠經營管理課程 - Titanic and Conventions 13

SOLAS – Safety of Life At Sea (1974)

- ▶ **SOLAS (1974)**
 - Adoption: 1 November 1974
 - Entry into force: 25 May 1980
 - Amended...
- ▶ Chapter I - General Provisions
- ▶ Chapter II-1 - Construction - Subdivision and stability, machinery and electrical installations
- ▶ Chapter II-2 - Fire protection, fire detection and fire extinction
- ▶ Chapter III - Life-saving appliances and arrangements
- ▶ Chapter IV - Radiocommunications
- ▶ Chapter V - Safety of navigation
- ▶ Chapter VI - Carriage of Cargoes
- ▶ Chapter VII - Carriage of dangerous goods
- ▶ Chapter VIII - Nuclear ships
- ▶ Chapter IX - Management for the Safe Operation of Ships
- ▶ Chapter X - Safety measures for high-speed craft
- ▶ Chapter XI-1 - Special measures to enhance maritime **safety**
- ▶ Chapter XI-2 - Special measures to enhance maritime **security**
- ▶ Chapter XII - Additional safety measures for bulk carriers

國立高雄海洋科技大學海洋科技新貴計畫 - 船廠經營管理課程 - Titanic and Conventions 14

Surviving disaster – The Titanic and SOLAS

國立高雄海洋科技大學海洋科技新貴計畫 - 船廠經營管理課程 - Titanic and Conventions 15

RMS Titanic (1912) – Possible factors in the sinking

- ▶ Following the investigation, plus the findings after rediscovery of **Titanic** in 1985 from 3800 m deep sea bottom, we might be able to conclude:
 1. Sonar discovered from the wreck that the iceberg caused the hull to **buckle** instead of cutting a gash.
 - **Hull steel plate** found to be with high Phosphorus (P, 4x modern steel) and Sulphur (S, 2x modern steel), **Mn/S=6.8:1** (modern steel >200:1)
 - **P** initiate crack;
 - **S** forms grains of iron sulphide that facilitate propagation of cracks;
 - Low **Mn** makes the steel less ductile.
 - ductile-brittle transition in temperatures (轉脆溫度) of 32 °C (for longitudinal samples) and 56 °C (for transversal samples—compare with transition temperature of -27 °C common for modern steels—modern steel would become so brittle in between -60 and -70 °C)

國立高雄海洋科技大學海洋科技新貴計畫 - 船廠經營管理課程 - Titanic and Conventions 16

RMS Titanic (1912) – Possible factors in the sinking

- Iron rivets** (ordered No. 3 iron bars, "best") used in fwd and aft part of the hull, instead of **Steel rivets** used on the central hull, or No. 4 iron bars ("best best"). No.3 is abt. 73% to the strength of steel, and No.4 is abt. 80%.
Among the 48 rivets recovered from *Titanic*, many were found to be riddled with high concentrations of slag. A glassy residue of smelting, slag can make rivets brittle and prone to fracture.

國立高雄海洋科技大學海洋科技教育計畫 - 船舶經營管理課程 - Titanic and Conventions 17

RMS Titanic (1912) – Possible factors in the sinking

2. Rudder and Turning ability

- Titanic's* rudder design was hardly state-of-the-art. Compared with the rudder design of the Cunarders, *Titanic's* was a fraction of the size. No account was made for advances in scale and little thought was given to how a ship, 260 m in length, might turn in an emergency or avoid collision with an iceberg. This was *Titanic's* Achilles heel.
- Legal requirement of the time: the area had to be within a range of 1.5% and 5% of the hull's underwater profile and, at 1.9%, the *Titanic* was at the low end of the range. However, the tall rudder design was more effective at the vessel's designed cruising speed; short, square rudders were more suitable for low-speed manoeuvring.

國立高雄海洋科技大學海洋科技教育計畫 - 船舶經營管理課程 - Titanic and Conventions 18

RMS Titanic (1912) – Possible factors in the sinking

2. Rudder and Turning ability (contd.)

- Perhaps more fatal to the design of the *Titanic* was her triple screw engine configuration: 2x reciprocating steam engines driving her wing propellers (reversible), and 1x steam turbine driving her centre propeller (non-reversible).
- First Officer Murdoch had set the engine room telegraph to **reverse the engines** to avoid the iceberg.
- This order was **handicapping** the turning ability of the ship. Because the centre turbine could not reverse during the "full speed astern" manoeuvre, it was simply stopped. Since the centre propeller was positioned forward of the ship's rudder, the effectiveness of that rudder would have been greatly reduced.
- Had Murdoch simply turned the ship while maintaining her forward speed, the *Titanic* might have missed the iceberg with metres to spare.

3. Iceberg impact:

- The ship could have been saved if she had rammed the iceberg head on. It is hypothesised that if *Titanic* had not altered her course at all and instead collided head first with the iceberg, the impact would have been taken by the naturally stronger bow of the hull and damage would only have affected the first or, at most, first two compartments.
- This would have disabled her severely, and possibly caused casualties among the passengers near the front of the ship, but would not likely have resulted in sinking since *Titanic* was designed to float with the first four compartments flooded. Instead, the glancing blow to the starboard side of the ship caused buckling in the hull plates along the first five compartments, more than the ship's designers had allowed for.

國立高雄海洋科技大學海洋科技教育計畫 - 船舶經營管理課程 - Titanic and Conventions 19

Major disasters involving passengers in the 20th century

Number of Casualties	Name of Ship	Date	Place	Cause
4200	DONA PAZ	1987	Sibuyan, Philippines	Collision with oil tanker
1800	NEPTUNE	1993	Off Haiti, Caribben	Overloading
1501	TITANIC	1912	Cape Race, Newfoundland	Collision with iceberg
1012	EMPRESS OF IRELAND	1914	St. Lawrence	Collision
1000	DON JUAN	1980	Tablas Strait, Philippines	Collision
912	ESTONIA	1994	Baltic Sea	Shipwreck
450	TAMPOMAS II	1981	Java Sea	Shipwreck
448	SALEM EXPRESS	1991	Red Sea	Shipwreck
423	ADMIRAL NAKHIMOV	1986	Black Sea	Collision
1000 (abt.)	AL SALAM SOCCACCIO 98	2006	Red Sea	Capsize

國立高雄海洋科技大學海洋科技教育計畫 - 船舶經營管理課程 - Titanic and Conventions 20

Major disasters involving passengers in the 20th century

Major losts at wars:

- Wilhelm Sustoif* (passenger/troop), sunk by Russian submarine in 1945, abt. **9343** died, 1239 survived.
- Goya* (freight/troop), sunk by Russian submarine in 1945, abt. **7000** died, 183 survived
- Steuben* (passenger/troop), sunk by Russian submarine in 1945, abt. **4500** died, 659 survived.
- 大和* (battleship), sunk by airplanes in 1945, **2222** died, 276 survived.
- Bismarck* (battleship) sunk by airplanes+British battleships in 1941, **1995** died, abt. 200 survived.
- HMS Hood* (battleship) sunk by Bismarck in 1941, **1415** died, 3 survived.
- RMS Lusitania*, sunk by U-boat in 1915, **1198** died, 761 survived
- 武藏* (battleship), sunk by airplanes in 1944, **1023** died
- USS Arizona* (BB-39), sunk in Hawaii in 1941, **1177** died.
- ...
- ARA General Belgrano* (ex- USS Phoenix), sunk by HMS Conqueror (UK nuclear submarine) on 2 May 1982 during the Falklands War, **323** died, 700+ rescued.

太平輪, 1949.1.27, 舟山群島海域的白龍山附近, 撞船後沉沒, 船上有超過900人罹難, 有38人(6名船員)被漁船軍艦救起

國立高雄海洋科技大學海洋科技教育計畫 - 船舶經營管理課程 - Titanic and Conventions 21

Modern Liners/Cruise ships

RMS QUEEN MARY (1936), 310.7 m, 81,237 GT

RMS QUEEN MARY 2 (2004), 349 m, 148,528 GT

國立高雄海洋科技大學海洋科技教育計畫 - 船舶經營管理課程 - Titanic and Conventions 22

Modern Liners/Cruise ships

SS UNITED STATES (1952) 301.8 m, 53,200 GT

SS FRANCE (1962) → SS NORWAY, 316.1 m, 76,049 GT

國立高雄海洋科技大學海洋科技教育計畫 - 船舶經營管理課程 - Titanic and Conventions 23

Modern Liners/Cruise ships

RMS QUEEN ELIZABETH 2 (1969) 293.5 m, 70,327 GT

RMS QUEEN MARY 2 (2004), 349 m, 148,528 GT

國立高雄海洋科技大學海洋科技教育計畫 - 船舶經營管理課程 - Titanic and Conventions 24

Modern Liners/Cruise ships

MS COSTA CONCORDIA (2006), 290 m, 114,500 GT

MS FREEDOM OF THE SEAS (2006), 338.91 m, 154,407 GT

MS MSC ORCHESTRA (2007), 294 m, 89,600 GT

國立高雄海洋科技大學海洋科技實務計畫 - 船廠經營管理課程 - Titanic and Conventions 25

Modern Liners/Cruise ships

! * HULL * MACH
 Passenger ship
 Unrestricted navigation
 * AUT-CCS, * AUT-PORT, * SYS-NEQ,
 MON-SHAFT, CLEANSHIP 2 AWT, COMF 1
 * REF-STORE, INWATERSURVEY, SDS

MS MSC FANTASIA (9 Dec. 2008), 333 m, 137,936 GT, 3950 passengers

國立高雄海洋科技大學海洋科技實務計畫 - 船廠經營管理課程 - Titanic and Conventions 26

Modern Liners/Cruise ships

MS OASIS OF THE SEAS (Oct. 2009), 361 m, 266,000 GT, 6,360 passengers
 16 passenger decks, 2,704 staterooms
 97,000 kW / 22.6 knots
 Built by STX Europe, Turku, Finland

國立高雄海洋科技大學海洋科技實務計畫 - 船廠經營管理課程 - Titanic and Conventions 27



References

- RMS Titanic:
 - Websites: Wikipedia 維基百科 http://en.wikipedia.org/wiki/RMS_Titanic
 - SOLAS, IMO website: <http://www.imo.org/>
 - P. BOISSON: "Safety At Sea", Edition Bureau Veritas, 1999.

國立高雄海洋科技大學海洋科技實務計畫 - 船廠經營管理課程 - Titanic and Conventions 29

四、授課照片

<p>99 年 12 月 8 日：由鐵達尼號看海運科技與海上人命安全法規的發展</p>	
	
<p>演講者于家成總經理</p>	<p>說明鐵達尼號與海上人命法規的關係</p>
	
<p>上課全景</p>	<p>說明鐵達尼號的設計</p>
	
<p>說明鐵達尼號如何發生悲劇</p>	<p>說明鐵達尼號沈沒的因素</p>
	
<p>說明 20 世紀旅客船發生事故</p>	<p>說明鐵達尼號事故對長期的影響</p>

五、演講內容

本週邀請到法國船級協會的于總經理來為我們介紹船舶法規，于總經理曾任台船工程師，以及業界造船公司，直到驗船協會服務後，直到今天成為總經理，接下來我們就熱烈歡迎于總經理來替我們介紹船舶法規。

從民國年 73 畢業於台大造船系畢業，當完兵退伍後，民國 78 年剛好中船有成功級巡航艦的建造計畫，藉由這個機會進入當時的中船，擔任造船工程師，主要工作為性能計算，六年半後進入慶富造船廠，後來因為家庭因素移居北部，因此進入香港商所開立的公司，華光船務公司，擔任監造、審查工程師，後來有機緣可以進入法國驗船協會，到現在有 12 年多的時間了，在進入 BV 之後我主要的工作是擔任新船的監造工作，現在主要為管理、服務的工作。今天我以「由鐵達尼號看海運科技與海上人命安全法規的發展」的題目來跟各位同學介紹，想必各位同學有些名詞都是有聽過的，例如：SOLAS，海上人命安全公約，這在海運及造船來說是很重要的公約，SOLAS 與鐵達尼號之間的關係是相當密切的，鐵達尼號在船運與造船有關的歷史中是很獨特的故事，因此今天以鐵達尼的故事來跟大家介紹。

在 1912 年鐵達尼沈船後，在 80 年在深海打撈之後激起新的故式的發展，今天主題分為：

鐵達尼沈船事故的悲劇過程

失故原因

從中學取的教訓

近代旅客船

在航運界中的各種角色

鐵達尼號在當時來說是相當豪華、壯觀的一艘船，船東為 White Star (白星公司)，在 1900 年代時，在跨大西洋兩岸（歐洲大陸的英國至美洲大陸的美國）之間的海上運輸都是依賴這些旅客船，在當時稱為商船，屬於客貨兼用的船型，另外也開始出現專門在旅客為主的旅客船，在當時有幾個公司在經營旅客船，其中有 Cumard，至今仍在營運中，在當時有三種船型在經營，每週都有航線，向這樣的船都會給一個名稱，例如：RMS，指的是 Royal Mail Steamship，皇家郵輪，RMS 沿用至今，其中 S 改為 SHIP，當這三個字的縮寫所表示的意義相當的不同凡響，表示

皇家所給予的頭銜，當擁有 RMS 的頭銜，表示這是英國皇家所給予這艘船可以載運皇家的郵件，主要由 Cumard 公司負責，而 White Star 公司也想要投入 RMS 的領域，當他投入這個領域的時候就希望比 Cumard 還要強大，因此開始規劃三艘 Olympic、Titanic、Tiganteanic 的豪華郵輪，但當第二艘 Titanic 沈船後將 Tiganteanic 改名為 Britannic，Olympic 與 Titanic 屬同型船的姊妹船，不一樣的是他裝潢比較漂亮，建造廠是在愛爾蘭的 Harland 船廠，船長 269.1m，船寬 28.2 米，水線以上高 18 米，吃水 10.5 米，馬力有 5900 匹，有 29 個 boiler，2 個四衝程往覆式引擎，一台 steam turbine，有三個推進系統帶動三個 propeller，在左右舷各有一個 propeller，船中有一個 propeller，船速 21 節，最高可達 23 節，船上可容納 3547 人，Tonnage 為 46328 公噸，排水量 52310 噸。外觀上它具有 4 個煙囪，但實質上他只有三個機艙，所以有個煙囪是為了外觀上的需求而裝設的。在當時鐵達尼確實為最大最豪華的船舶，在剛開始的故事中，有人認為他們太自傲，認為他們的船是不會沈的，但事實上他們的說法是『Practically Unsinkable』，這也是相當自負的說法，如此大的船是不會沈的，設計是安全的，並且不會沈。此船以鋼板為建材，鋼板以鉚接方式連接，具有雙層底，六層水密夾板，16 道的水密隔艙，安全性來說是相當強的，具有三個 propeller，左右兩個加中間一個，最後一個是舵，此船也是第一個全船使用電燈的船舶，在這之前都是使用煤油燈，此外，本艘船備有 16 艘木製救生艇，每艘可以承載 65 人，4 艘可折疊式的救生艇，每艘可承載 47 人，全數加總可以容納 1128 人，相當於全船額訂的百分之 52，這其實是符合當時的英國法規，以當時英國法規而言，一萬噸以上的船舶最少需要 16 艘救生艇，要超過 50% 以上的人員配額。

在 1912 年 4 月 10 號，鐵達尼第一次處女航，船員加旅客可以承載 2223 人，預計從英國 Southampton 到紐約，而事故地點已經快抵達紐約，船上旅客分別為頭等艙的百萬富翁、二等艙、三等艙的旅客，都是新大陸開發的移民，船長為白星公司最資深的船長。在 1911 年至 1912 年北極的冬天是特別溫暖的冬天，暖冬會加速大冰塊從冰層剝離，且會比一般的大，因此會存活的更久，所以會飄的更南邊，在 1912 年的早春時，有些冰山飄到相當南邊的地方，冰的比重為 0.9 左右，因此水面上露出的部分為整個容積的 10% 而已，在鐵達尼出意外當天就有六個冰山警報透過無線電傳輸，鐵達尼此時有改變路線，路線稍往南航行，其中有兩次冰山警告是在鐵達尼的航線上，但是訊號沒有報告到駕駛台，在靠近半夜時，那是個沒有月光的夜晚，又沒有探照燈，因此冰山是看不到的，在 11 點 40 分時瞭望台上的船員看到了冰山，此時距離已經很近了，在駕駛台值班的是大副，他馬上下令左滿舵，此處說法眾說

紛紜，大副是否有下達引擎停止運轉，或是要求倒車，由於大副已逝，所以無法得知正確訊息。在下達左滿舵的命令後，船並沒有轉向，仍然持續往冰山航行，在這之後，有在他的姊妹船—Olympic 上做測試，從下令到船轉動需耗時 37 秒，這段時間是相當令人恐懼的。鐵達尼在碰到冰山後，船的右舷刮了一道 90 米長的刮痕，船板被 Buckling，許多的鉚釘因而斷裂，造成五個艙間浸水，此船共有 16 道水密隔艙壁，可以承受 4 個艙浸水，但是鐵達尼有五個艙浸水，水進到船體裡面後造成船頭變重，船艙自然下垂，加上浸水範圍超過原來的設計標準，浸水超過上層水密甲板後會往橫向空間蔓延，也就是說當水超過上層水密甲板高度後，會形成漸進式的浸水，此時浸水不會停止，直到船沈為止。

事故發生在 11 點 40 分時發現冰山時，在很快的時間內船就撞倒冰山。當時船長是處於輪休狀態，由大副負責駕駛，在發生意外後，船長重掌職務，以最快的時間內掌控了船的破損狀態，造船廠的代表 Thomas Andrews 以最快的時間得出船舶在兩個小時左右會沈掉，於是馬上下令疏散旅客，並發送求救訊號，首先發送 CQD 訊號，再發送 SOS 訊號。無線電訊號發送後，有三艘船及紐芬蘭的塔台收到求救訊號，但距離都相當的遙遠，只有英國的 RMS Carpathia 距離約為 58 海里，但需要 4 個小時才可以抵達失事地點，Carpathia 在收到訊號後也馬上改變航線加入救援，但由於失事地點的經緯度訊息錯誤，因此造成救援延遲；在事後調查時也發現在失事地點附近有一艘 SS Californian' s 停泊在附近，距離約為一小時的航程，他們有見到鐵達尼號航行過去，也有看到鐵達尼的煙火，但是船長誤以為鐵達尼在慶祝，所以沒有發現鐵達尼已經發生事故，就這樣到天亮，但事實上他們也有發現奇怪的地方，於是發送信號燈試圖聯絡鐵達尼，但由於天色昏暗因此失敗，Californian 無法加入救援行列是相當可惜的事情，直到 2 點 20 分時，鐵達尼完全沈沒，在事故發生後一個小時放下第一艘救生艇，裡面僅搭載 28 人，而一艘救生艇可以搭載 65 人，這是因為剛開始疏散時為頭等艙的乘客，但他們對於船舶的狀態不瞭解，沒有人願意離開，另一艘可以搭載 40 人的船舶也僅搭載 12 人，這都是相當可惜的事情。在這之後船舶浸水開始變多了，船舶開始發生側傾，乘客開始感到緊張，於是每艘救生船都是滿載的狀態，到 2 點 05 分時船頭全沒到水裡，救生艇也僅剩兩艘無法放下，其餘全數放到水面，到了 2 點 20 分鐵達尼完全沈沒，生還人數僅有 706 人，1517 死亡。

事故發生後，大西洋兩岸的美國與英國開始展開調查，問題在於安全法規過時，於是開始建議法規修改，針對越洋的大型船舶以及隔艙壁的設計要加強，使其能承受更嚴重的破損狀況，另外從電影中可以知道

逃難時對於疏散旅客沒有事前的構想，救生艇的數量要達到原額以上，救生衣也要符合標準，船上船員及乘客要實施安全操演，必須要有能夠傳達失事意外的辦法，無線電報務員必須要 24 小時有人值班，對於船的設計的影響也馬上開始檢討，首先，針對當時正在航運的船做了修正，第一，加裝救生艇。第二，將船體水密隔艙壁往上延伸至甲板，以現今法規而言，水密隔艙壁的門必須要有自動關門的措施。第四，許多設計建造開始加裝縱向隔艙壁。鐵達尼號有雙重底，但沒有雙重殼，因此如果船殼破裂，水就會進到房間內，即使到今天，旅客船也沒有被規定要雙重殼，油輪則已經被規定必須為雙重殼船，這是因為油輪破損造成的油污染相當的嚴重，為了環保的問題，開始規定油輪必須要有雙重殼。當鐵達尼號發生意外後，許多旅客船也開始加裝 double hull，包括 Olympic 在內。

在鐵達尼發生意外後，開始注意到如何結合各國家的力量建立冰山警報系統，以長程的影響而言，就是產生 SOLAS，海上人命安全公約，在這之前世界上沒有國際公約的存在，但因為鐵達尼號的意外牽涉到的國家不僅英國、美國，還有其他國家的國民，因此國際上開始國際性的會議，制訂新的公約，凡事簽訂公約的國家所附屬的船，必須要符合公約內容，這也是 SOLAS 的開始，在 SOLAS 裡，其中一個協議為 International ice Patrol，授權美國巡防隊進行，此任務直到今天。SOLAS 從 1914 年 1 月 30 號由大西洋兩岸的幾個國家共同簽約，公約內容對旅客船來說必須要有足夠的救生艇，所謂的旅客船是指當船上超過 12 名旅客時就必須受到旅客船的規範，船上必須執行 safety drill，船上的 radio communication 必須 24 小時有人看管，且必須要有備用電源，不能 miss 別人所發送的訊號，發射紅色煙火表示求救訊號，因此在船上不得隨意發色紅色煙火，公約預計在 1915 年生效，但在 1914 年發生第二次世界大戰，因此沒有立即生效，直到世界大戰結束後，1929 年開始了新的修改，將艙區劃分的概念重新做了定義，艙區劃分的越細，安全性越高，載重性水線可以越高，預浮力可以較低；在 1948 年有第三個版本，將穩度統一規定；在 1960 年較完整的版本，是符合現代的規定，至今的 SOLAS 大體架構是與 1960 年的版本類似的。

SOLAS 的章節分為：

Chapter I - General Provisions

Chapter II-1 - Construction - Subdivision and stability, machinery and electrical installations

Chapter II-2 - Fire protection, fire detection and fire extinction—

ex.：構造必須是防火材質，同時必須具備偵煙設備，船上也必須是具備滅火設備。

Chapter III - Life-saving appliances and arrangements

Chapter IV - Radio communications

Chapter V - Safety of navigation — 包括駕駛台的航儀設備

Chapter VI - Carriage of Cargoes

Chapter VII - Carriage of dangerous goods

Chapter VIII - Nuclear ships-關於核子動力船，目前由於石油危機、空氣污染等問題，許多國家開始研究是否使用核子動力來當作商船動力來源，該如何符合在世界運行無阻的相關要求。

Chapter IX - Management for the Safe Operation of Ships

Chapter X - Safety measures for high-speed craft

Chapter XI-1 - Special measures to enhance maritime safety

Chapter XI-2 - Special measures to enhance maritime security

Chapter XII - Additional safety measures for bulk carriers

IMO 國際海事組織，與聯合國是屬於合約關係，換言之，是由國際間所組成的組織，但並非聯合國的會員，IMO 是 SOLAS 公約制訂的機構。由鐵達尼號所衍生出的相關 IMO 規定，如：Ice patrol，無線電通報、救生艇設置、數量以及訓練、Immersion suits（浸水衣）、新的旅客船設置充氣滑道、船員及旅客都必須經歷 Lifeboat drill，在發送訊號方面由於科技的進步，比以往先進許多，船舶發生意外同時就會有就難訊號發佈，因此現今船舶不會無緣無故就消失在海洋中。

1985 年後，因為深海探索潛艇技術的進步，鐵達尼的挖掘就此開始，3800 公尺深的海底，必須利用特殊探測潛艇才能抵達，在海底利用聲納探測等方式，得知船殼破裂的狀態，歸納出原因為，碰到冰山之後，鋼板先發生 Buckling，由脆性材料發生 buckle，之後鉚釘崩開後，破裂產生。從海底下帶回來的鋼板試片，透過化驗發現鋼板中有大量的磷、硫，分別為現代鋼板的四倍與六倍，過多的磷會造成破裂，硫會使鋼板晶粒中間產生顆粒，鐵達尼鋼板的錳又特別的低，錳與硫的比例相當的低，現代鋼板的含錳量遠高於硫，比例約於兩百比一，當錳太低時，鋼板為脆性材料，這樣性質的鋼板，轉脆溫度遠高於目前的船用鋼板，

約是 $-60^{\circ}\text{C}\sim-70^{\circ}\text{C}$ 才會達到鐵達尼的脆度。

鐵拿尼所使用的接合方式為鉚釘，將鋼板打洞之後，將釘子穿過用人力或是機器將釘子打扁，打緊後鋼板就會緊緊密合，這也是傳統造船鉚接技術方式。鉚接與電銲接合技術差異在於當船體遇到破壞時，遇到鉚接接合時裂縫會停止，但當是電銲接合，裂縫會繼續延伸。鐵達尼所使用的鉚釘材質分別為鐵與鋼，在應力最高的船中段使用的是鋼材質，或是四號鐵鉚釘，船頭、船艙用的是 3 號鉚釘。從鐵達尼號帶回 48 根鉚釘，發現鉚釘裡含有高量的雜質，此會造成鉚釘無法承受高應力。由此可知，鐵達尼號鋼板本身彈性不夠，撞上冰山之後，在局部地方產生 Buckling，鉚釘因此被崩斷，因此開了很大的口。鐵達尼號本身設計很新，但 Rudder 的設計卻不是很新，使用的舵是在 18、19 世紀帆船使用的舵，在這方面卻不像是最新式船舶，舵的大小影響船的轉向能力，船長度很長，猶如一根劍，越瘦長的船，方向穩定性越好；反之，如同 tanker 一樣方形的船型，方向穩定性較差，這類型的船舶必須不斷的修正方向，方向穩定性與操縱性能是相對的，穩定性高的船舶的舵必須更加有力才能讓船轉向。舵與轉向能力的問題鐵達尼號的 Achilles hell。Cunard' s RMS Lusitania 航速可達 25~26.7 節，具有 4 個螺槳。法規規定舵面積需為側面積 1.5%~5%，鐵達尼為 1.9%，雖然符合規定，但是一整艘船比例而言仍然不足，假使他的舵面積在大一點，或許命運就會不一樣了。

當初下達指令與螺槳設計問題。左右兩個可以倒轉的螺槳，但是中間的螺槳是不能倒轉的，當時大副所下達的命令可能為倒車，基本上這是正確的，舵是昇力面，意指水流流過昇力面產生昇力，讓水往左右移動，當沒有入水流時，昇力面是沒有昇力的，即使打了舵也是沒用的，因此在當時的情況下，左右兩個螺槳是倒轉的，導致周圍水流變的混亂，而中央螺槳是停下來了的，因此舵的效用就更低了。如果當初大副沒有停車或倒車，而以全速打左滿舵也許是可以閃躲的，或是傷害不回如此嚴重，這是後續的研究結果。回到事故當場，在打左滿舵 37 秒後船依然沒有轉向，在這樣的情況下，任何人都可能下達轉向或是倒車的命令。

Iceberg 的碰撞，在當時的船長及操船的大副等航行者都知道，當遇到冰山時，與其閃躲，不如直接以正面碰撞冰山，船頭受傷頂多損傷幾個艙區，這樣的作法是最安全的，這不光是鐵達尼號，在這之前就有這樣的經驗了，側面撞擊比正面撞擊所造成的危險性還要大。但我們也可以想見，鐵達尼是當時最豪華，又是處女航，因此選擇閃避機會較大。

回顧 20 世紀有關海難重大海難事故，在 1987 年菲律賓 DONA PAZ 與油輪相撞爆炸失火，死亡人數 4200 人。1993 年加熱比海 NEPTUNE 超載，死亡人數 1800 人。1912 年鐵達尼號，排行第三，死亡人數 1501 人。1994 年 ESTONIA 是一艘往來波羅地海的駛上駛下汽車，船中央是汽車甲板，船頭為艙門，供汽車上下船，上層為乘客休息區，這艘船在船一開航就沈輪，這是因為艙門沒有關就出航，風浪一大水就進入，汽車船又為縱通甲板，因此船一浸水很快就會沈，此後，針對汽車船艙門增加了許多規定，必須要附加上偵測及影響監視，如果未達標準船是不能行駛的，這是針對汽車船的影響。在每個重大的海難事故之後，國際組織都會開始檢討，法令規定是否該檢討、加強，即使在發生這麼多的事故後，SOLAS 做了改變這麼多，在 2006 年從沙烏地阿拉伯要回埃及的渡輪就在紅海翻船，死亡人數約為 1000 人，即使受到眾多法令公約的制訂下，還是產生這麼嚴重的海難事件，這是相當震撼的。事後檢討發現，這艘船翻船的原因是，此為駛上駛下船，船中為汽車甲板，汽車甲板內為防止汽油爆炸因此設有消防灑水系統，當發生火災時灑水系統馬上啟動，在火被消滅後，但是水沒有馬上排出，消防水因而產生自由液面，因此造成船舶穩度下降，水沒有立即排出是由於排水口阻塞，因而造成自由液面產生，此時加上風浪的影響，使船舶翻覆。此外，船上的救生設備也由於船員沒有依照安全程序實施，因此才會造成如此嚴重的海難事故。

除了商船以外，戰爭所造成的海難事件更加的嚴重，在 1945 年 Wilhelm Sustloff 死亡人數為 9343 人，這是一艘德國旅客專用船，但是當時承載的是德國軍隊與眷屬，在撤退過程中俄國潛艇伏擊。Goya、Steuben 皆為德國級船，在 1945 被擊沈，分別死亡人數為 7000 人與 4500 人。大和號，死亡人數 2222 人。Bismarck，死亡人數 1995 人，被英國飛機與軍艦擊沈。HMS Hood，死亡人數 1415 人，被 Bismarck 擊沈。RMS Lusitania，1915 年從紐約出發到英國路上被 U-boat 擊沈，這也是造成第一次世界大戰美國參戰的主要原因，死亡人數為 1198 人。武藏號，死亡人數 1023 人。USS Arizona 號，死亡人數 1177 人。較晚時期的為英阿福克蘭島戰爭，福克蘭島為阿根廷旁的小島，僅有少具居民，且為英國人，英國佔領福克蘭島很多年了，但是阿根廷認為福克蘭島在他的大陸棚內，屬於他的領域，因此要求英國歸還，於是阿根廷派軍隊佔領，而後英國要求撤離，阿根廷不理，於是英國組織特遣艦隊遠從英國攻打阿根廷，這是屬於年代較近的海戰。另外與我們有關的為太平輪的故事，太平輪為商船，發生在國共戰爭時。

馬力皇后，建造於 1936 年，比鐵達尼號晚建 20 多年，雖然科技有

所進步，但外觀看起來還挺相似的，設計有 4 個螺槳，旋轉性比較強，中間舵的面積比起鐵達尼號是比較大的。SS UNITED STATES，建造於 1952 年，在歷史紀錄中是跑最快的旅客船，船速將近 30 節，目前停滯於費城。SS FRANCE，後來改為 SS NORWAY，建造於 1962 年，最近被解體了。RMS QUEEN ELIZABETH 2 建造於 1969 年，船長 293.5 米，70 萬噸，是屬於當時最大的船型。RMS QUEEN MARY 2，建造於 2004 年，船長 345m，148.528 GT，在當時是最大的船型，但是很快就被超越了。MS FREEDOM OF THE SEAS，建造於 2006 年，船長 338.91 m，154,407 GT。MS COSTA CONCORDIA，建造於 2006 年，船長 290 m，114.500 GT。MS OASIS OF THE SEAS，為目前世界上最大的旅客船，在 2009 年 11 月交船，船長 361m，266.000 GT，可承載 6360 位旅客，另外加上兩千多名的船員，馬力為 97000 kW，船速 22.6 節。

各位是造船系的學生，我們所學的造船技術、結構、流力都是屬於造船學門，在造船之外更大世界是 shipping world，之所以需要船是因為 shipping，航運界中的核心是船舶，在船的背後是船東，另外有船籍（Flag），為什麼船要有船籍？這就如同人要有國籍，是屬於國家的一部份，政府有義務保護他，此外，船舶入籍，國家可以收稅金。在法規公約面而言，所有國際公約都必須由簽約國執行，簽約國將國際法規定為國內法規，船入籍後必須符合國家的相關法規。驗船協會在 shipping world 裡功用什麼呢？最早來源是因為傳與船上貨物需要保險，在貿易開始後，船上貨物發生海損後受到的損失很重，因此使用保險的方式來分擔風險，保險理賠後衍生出船是否可以接受保險，安全上是沒問題的嗎？因此驗船協會的制度就此產生，將船舶依照品質的好壞區分出等級，保險公司可以依此為保險憑據，以上為船運相關的。此外有一名稱為 PSC，意指各個港口國的主管機構為了要提升船的品質安全、船上安全性能，因此國際上規定有一 PSC 的制度，在任何一港口時，港口國的主管機構可以上船檢查船舶是否符合國際公約，安全性能是否有疑慮，若有問題可以拒絕讓船入港，或是要求當場修復，否則禁止航行。傳運作相關的，例如：船員、租船、維修、保養、貨主、領港及造船廠、修船廠都是與 shipping 的，最後為 Media，當船發生事故時，媒體會有相關的報導，以上為整個 shipping world 相關環節。

在最後跟各位題一下，在造船的相關技術之外，外頭具有更大的環境，當我們在看期刊、文章時可以去理解一下有關於 shipping world。以上鐵達尼號報告的資料可以上維基百科查詢，另外 SOLAS、IMO 上都有許多技術資料，以上為我的報告資料。