

# 挪威海軍海事碰撞案人為肇因之研究

## The Research of the Human Causal Factors of the Collision in Norwegian Navy

夏邦興 (Pang-Hsing Hsia)\*

### 摘要

**軍**艦始終被認定在航行紀律上要求最高且航行當班編組最完整之船舶，但軍艦碰撞事件也不單只有挪威海軍發生；「人多勢眾」似乎對航行安全並無明顯的提升。到底是哪個環節出了問題，引起本研究的發想。本文係運用由 SHELL 模型發展改良符合航行需求之 HFACS-MA 五層架構分類法，經由時間表列、肇因表列以及層級屬性區分程序，分析出事故發生的主要層面，並參考國際海上避碰章程 (International Regulations for Preventing Collisions at Sea) 討論各項人因疏失作為，讓事故發生之破窗一一顯露，除可用來自我檢視及案例分享精進外，亦期能運用在人員訓練或風險管控上，提供更清楚精確的預防或避免事故發生之用途。

**關鍵字：**挪威海軍、軍艦碰撞、人因失誤

### Abstract

Warships are considered the highest standard in cruising discipline and the most complete team on the voyage. However, warships collisions still happen and it's not only happened in Norwegian Navy. Despite "Safety in numbers", there is not significant improvement for raising the cruising safety. What causes this problem? This brings about my motivation to research it. This paper is according

\* 基隆市立安樂高級中學海軍中校軍訓教官、國立臺灣海洋大學商船學系碩士；E-mail: navytom@sfn.tp.edu.tw。

to the Five-layer Classification Method of the HFACS-MA system which is developed by the SHELL model in order to improve the navigation requirements to analysis the main aspect of the accident by the timetable tabulation, the table of causal factors and attributing classification program of the HFACS-MA system. Referring to the rule of International Regulations for Preventing Collisions at Sea discuss each factor in order to prevent or avoid more accidents happen, not only self-examination and capability promotion, but used in personnel training and risk management to provide clearer and more precise prevention or avoid any accidents occurred.

**Keywords:** The Norwegian Navy, Warships collision, Human error

## 壹、前言

「挪威神盾巡防艦英斯塔德號 (HNM Helge Ingstad, NO. 313) 沉沒三個月後，終於再次浮出水面，挪威軍方希望繼續挽救這艘軍艦，但情況不樂觀。」(中時電子報，2019)，這起海事案件係發生於 2018 年 11 月 8 日上午 4 時左右，挪威籍英斯塔德號 (HNM Helge Ingstad, NO.313，後稱英斯塔德艦) 剛結束北約軍演，於返航途中在 Hjeltefjorden 峽灣內與馬爾他籍 SOLA TS 油輪發生碰撞，碰撞後英斯塔德艦設法移動至淺灘並以纜繩固定防止沉沒，但後續仍因纜繩不勘受力而斷裂沉入海中。軍事艦艇因應作戰需求，在構型設計上便與商船有著很大的差異，是如何的碰撞能讓一艘作戰艦艇損傷如此慘重並且進而沉沒，這實在令人不解；相對地，對一個歷史悠久的海洋國家來說，無疑是

一股莫名的壓力，若進一步探究發生事故的主要原因為何，相信研究出來的結論可以作為後續努力的依歸。然而，這起海事事故只不過是冰山的一隅；早在 2017 年 6 月及 8 月，美國海軍就在短短的二個月間，分別於日本海域及新加坡海域與商船碰撞，這樣的事務對於自詡為維護世界和平的海上警察而言，實在是極大的打擊與考驗軍艦，這樣航行紀律無庸置疑嚴謹的船舶，為何會屢屢發生海上碰撞事故，到底是哪個環節發生了問題，這是個值得研究的議題。在航運界，海難事故的問題也是各航商及主管機關一大痛點，每每發生的海上碰撞事故除了耗費大量資源及成本之外，裝備、人員的損傷，更是大家不樂見的。正當構思本文之際，媒體報導又傳來 3 月 9 日凌晨於基隆港發生沙烏地阿拉伯級化學輪 NCC SAMA 號進港時碰撞海軍寧陽軍艦 (舷號 938) 右舷船艙事件；可見要能真正完全避免是不太容易，但持續

不斷的提升各項避險措施，進而縮小發生率，相信這應是刻不容緩的工作。

參考各種海事碰撞案件的調查報告中，人因失誤的影響都占著或多或少的關鍵因素；從航行計畫不落實、航行值班人員經驗或訓練的不足到裝備保養不確實……等，在報告中都有發現。若再進一步的歸納與分析研究這些肇因，相信能發現更多值得的省思與參考資訊，也能提供有關單位作為現行法規或檢查機制修正的參考；「Collision」這名詞係指兩肇雙方實際上的碰撞之意，本研究雖以挪威海軍為出發，依初步調查報告內容逐一討論，但同時在過程檢視中，亦探討 SOLA TS 油輪在整起事件過程中，有無疏失及不當行動之處及討論，使本研究更為周全充實。藉由本次重大之碰撞事件，希望能分析討論出有益於航行安全的參考資訊，為海事安全盡一點心力。

## 貳、名詞解釋與文獻回顧

### 2.1 何謂碰撞

國際海事組織 (IMO) 對碰撞 (Collision) 所作之定義為「一船被另一船撞擊，無論該船是在航、錨泊或繫泊」。日本海難審判廳所出版之海難審判白皮書中，將碰撞分為「船舶碰撞」及「船與設施碰撞」兩種，當中「船舶碰撞」可定義為「航行中的

船舶與航行中或停泊中的他船發生碰撞或接觸，而使其中一船產生損害」，而「船與設施碰撞」則可定義為船舶與碼頭、棧橋、燈浮標等設施發生碰撞或接觸，而使船舶受到損害或船舶、設施均受損害」(廖坤靜，2006)。

在船舶碰撞 (Collisions)，從法學的定義，很嚴謹的指出所謂船舶碰撞必須是：(1) 要有接觸、(2) 要有損害、(3) 發生在船舶間的事故 (陳彥宏，2013)。碰撞情境中又分為「間接碰撞」與「直接碰撞」兩種，「直接碰撞」則從字面即可得知其意為兩船舶或以上實際發生船體之間碰觸事故稱之。本篇乃就「直接碰撞」案例進行研究，「間接碰撞」則暫不予討論。

### 2.2 碰撞事故中的人為因素

一直以來「人為因素」始終為碰撞事故肇生的主因；而針對包括碰撞事件在內的所有海難事故，國際海事界一直為了希望能有效降低事故發生率，不斷地改善船體設計或提升航儀設備要求等方法，主要目的是希望能盡量補足在「人」這方面之缺漏與疏忽。雖說不斷地致力於相關提升研究與作法改善，但海事案件仍卻不斷發生。

中華民國海軍曾以挪威驗船協會 (Det Norske Veritas, DNV) 由歷年所統計的資料，分析得出在人為中判斷失誤值動失誤及計畫不周詳等因素占 71%、能力不足

占 10%，其他占 19%；而海軍本身也針對所發生的海事案件進行人為因素的分析，狀況判斷錯誤或未按計畫執行以致發生事故占 65%、裝備保養不確實與其他原因占 35%，在狀況判斷錯誤或未按計畫執行中又以值更官處置失當值更人員失職或未按標準作業程序作業所占比例最高（廖坤靜等人，2006）。

根據交通部（2014）「海運安全整體研析及管理策略研究計畫研究報告書」中第 2.3.2.3 章節中海事案例狀況：「我國商船海難事故近 60% 之海難事故皆肇因於碰撞、觸礁或擱淺及機械故障（各占 39.03%、10.22% 及 9.76%）。可知其肇因除機械故障之外，其成因多為未按照國際海上避碰章程之確實瞭望或進行避讓、未擬定航行計畫或確認船位等人員因素所致，天候因素不佳，相較之下，則較不是造成海難事故之主要成因。」。

本研究分別取交通部航港局 106 年度上、下年度以及 107 年上半年度海難統計表，將屬碰撞事故的案例抽選出來，再針對表內陳述之原因分析檢選出「存在人為因素」可能性較高之事件進行統計，得出以下數據：

1. 在 106 上半年事故發生 99 次中，存在人為因素影響的事故共有 24 件，占全事故 24.2%，又其中碰撞事件就有 20 起，占存在人為因素影響事故中的 83.3%。
2. 106 下半年事故發生 117 次，其中存在

人為因素影響的事故共有 30 件，占全事故 25.6%，又其中碰撞事件就有 22 起，占存在人為因素影響事故 73%。

3. 107 年上半年度事故發生 95 次，其中存在人為因素影響的事故共有 37 件，占全事故 38.9%，又其中碰撞事件 17 起，占存在人為因素影響事故 45.9%。

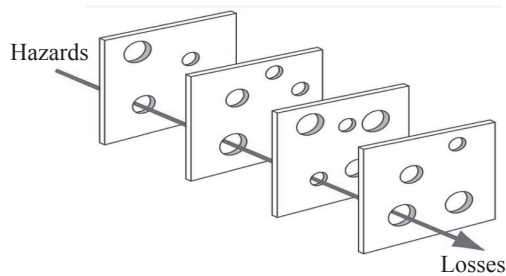
統整這一年半來的統計資料後顯示，106 年可以說是我國海事狀況最多的一年「人為因素」也始終與事故發生脫離不了關係。為此，監察院也在 107 年 9 月 11 日發出新聞稿，針對「106 年 4 月、10 月間分別發生四起客船及六起貨輪船難事件，顯示我國船舶航行安全出現警訊，監察院建請交通部應依法落實船舶各項檢查及督導人員教育訓練，檢討緊急應變能量及行政作為；海洋委員會執行海上救難應重救助時效，並提升人員訓練及精進設備，以維護航行安全，降低災害損失。」；由此可見，「人為因素」在海難事故中真的扮演極大的關鍵因素。

## 2.3 人因疏失理論

### 2.3.1 瑞士乳酪理論 (Swiss Cheese Model)

1990 年英國教授 James T. Reason 提出了乳酪理論 (Swiss Cheese Model) (劉正恩、曾文瑞，2009)，當每個環節皆發生了破窗並且處於同一個連續過程中時，風險路徑直通顯露，錯誤也就發生了。同樣

地，船舶碰撞事件的成因絕非僅為單一異常狀態或錯誤行為就會發生，必定是在同一程序環節上接連發生異常或錯誤導致，這樣的狀態符合了乳酪理論的概念；試著將一起碰撞事件中各項人因失誤轉化成每個環節的乳酪進行分析討論，除了可發現各個環節的癥結點外，也可以從這些癥結中思考，如果能預先予以有效的防堵其中部分錯誤，那事件是不是可能就不會發生。



資料來源：wikipedia (2014)。

圖 1 瑞士乳酪理論 (Swiss Cheese Model) 示意圖

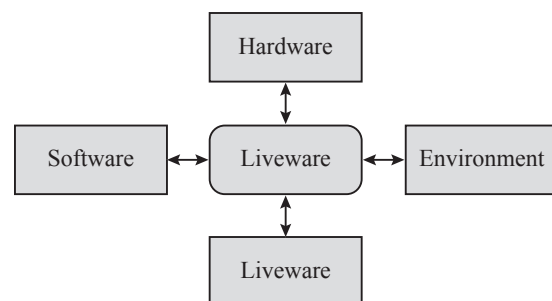
在「船舶進出港人為碰撞過失及乳酪模式之研究－以高雄港為例」一文中，完成 AHP 及質性研究後的資料後，便引用乳酪理論代入，建立一碰撞模式方法，提供便於思考如何去防止碰撞的有效方法 (劉正恩、曾文瑞，2009)。

### 2.3.2 SHELL 理論

在人因工程學中最常運用的模式即為 Frank H. Hawkins 修改補充的 SHELL MODEL 理論模型 (陳彥宏，2013)。這

論點的思維乃採以「人」為中心的概念，圍繞在其周遭的便是「硬體 (Hard)」、「軟體 (Software)」、「環境 (Environment)」還有「人 (Liveware)」四種狀態，討論人在操作執行中人與圍繞的四個子系統之間的相互關係；當問題發生時，從各相互關係間找出問題。若外圍四個子系統均無發生失誤，那就可以直接探討中心主角本身是否未具備何種條件與能力，以致整體作業產生了疏失或錯誤現象。

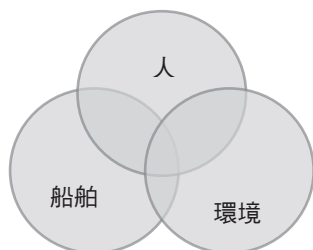
Shell 理論被普遍運用在飛航安全研究上，船的部分可以更廣義的演變軟體與硬體的關係，衍生成人與軟體之間 (L-S System)、人與硬體之間 (L-H System)、人與環境之間 (L-E System)、人與人之間 (L-L System) 的四個子系統 (如圖 2)；套用在海事安全的研究中，當這些關係之間發生問題，或無法相互配合，即有可能發生危險事故 (陳彥宏，2013)。實際上就是在討論人同時與船和環境之間的相互關係 (如圖 3)。



資料來源：自行繪製。

圖 2 Shell 理論示意圖





資料來源：陳彥宏 (2013)

圖 3 環境 - 人 - 船關係圖

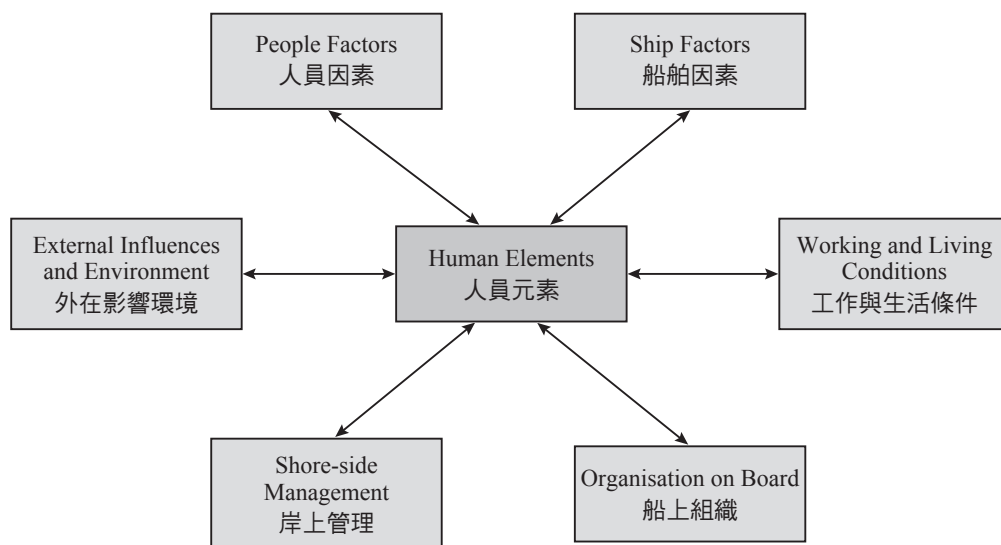
在 IMO 的海事調查程序指南中，也把「人 - 船 - 環境」的概念，更清楚的衍生出以人為本的概念圖 (如圖 4)。包括人與船、人與工作與生活條件、人與船組織、人與岸上管理、人與外在影響環境、人與人等子系統的關係 (陳彥宏，2013)。

### 2.3.3 人為肇因研究分析法

人為肇因研究分析法之架構係取自

SHELL 理論，依據人與周遭各環節關係分別編成不同層級分類，此法取源於飛航安全之人為因素分析及分類系統 (HFACS)。所謂人為因素分析及分類系統 (HFACS) 係美國運輸部之聯邦飛航總署 (Federal Aviation Administration, FAA) 於 2000 年委託 Shappell 與 Wiegmann 兩位學者，藉著分析數百件美國軍事及民用空難事故以建構一個通用的人因架構 (General Human Error Framework)。此架構可協助事故調查分析方法的研發與意外事故資料庫的改建，亦可找出潛藏於深層之人為因素，以提升事故分析後之準確性與真實性，以便針對潛因改善組織系統的缺失，並防範類似之肇因一再地產生 (周毓欣，2013)。

空運與海運工作環境大有不同較無法



資料來源：陳彥宏 (2013)。

圖 4 直接或間接與人有關的因素

將其直接套入使用，故陳世宗 (2010) 便依海運實務，重新定義 HFACS 人因架構中部分層及分類之內容，並命名為海難事故人因分類架構 (HFACS-MA)(見表 1) (周毓欣，2013)。

肇因表列為事故分析中各項肇事因素的列表包含人因及非人因的因素 (統稱「肇因」)，以唯一的代號及簡短精要的說明表示，並於結尾標註該肇因係源自那些陳述說明或文獻資料。很有可能發生在一

段動作發生的陳述說明或資料顯示中包含多個肇因或多則說明或資料均顯示同一肇因，如此狀態則運用「篩選程序」轉變成單一肇因的簡要說明 (周毓欣，2013)。

完成篩選的肇因，其肇因的編排格式以代號、簡要的說明、以及結尾標註肇因的資料來源為原則 (如表 2)。代號的設置以個人因歸類於 HFACS-MA 分類表時再依據架構層級所代表之英文字母予以冠上代號，各代號詳如表。肇因的簡要說明

表 1 人因代號與 HFACS – MA 層級之對照表

HFACS – MA 各層級	人因代號首碼
外部因素 (External Factor)	EF
組織的影響 (Organisational Influences)	O
不安全的監督 (Unsafe Supervision)	S
不安全的前置條件 (Preconditions for Unsafe Acts (SHEL))	P
不安全的行為 (Unsafe Acts)	A

資料來源：周毓欣 (2013)。

表 2 事故之肇因表列格式

編號	內容	資料來源
TE		
E1		
E2		
E3		
A1		
A2		
A3		
P1		:
P2		
S1		

註：TE - 事故 (Accident)、E - 事件 (Event)、A - 不安全的行為 (Unsafe Acts)、P - 不安全行為的前置條件 (Preconditions)、O - 組織影響 (Organization Influence)、S - 不安全的監督 (Supervision)。

資料來源：國立臺灣海洋大學商船學系 103 碩專班 (2014 年)。

則概述造成該肇因發生之人事時地物等涉案人員之作為、環境條件及其他相關資訊(周毓欣, 2013)。

根據 HFACS-MA 之五層架構及其定義, 將所認定之關鍵人為因素, 以條列方式置入所屬階層之欄位(陳世宗, 2017), 除可將錯誤行為顯現外, 亦可藉由分類表個層面下之子項目一一將肇因填入其中, 讓錯誤行為的屬性更為清楚, 便於進一步的分析與探討, 有利於得出可避免事故的關鍵因素為何, 作為後續持續精進航行安全之教材或作為相關軟硬體修改提升之參考。

完成人因的歸類後, 便可以開始統計 HFACS-MA 中各層級分類中人為肇因個數, 括弧內以百分比的方式表示計算後的結果(分類表內的「N(%)」, N 表示各層級人因個數之總和(即  $N = n1 + n2 + n3 + n4 + n5$ )、 $n1 \sim n5$  則為各層級個數之總和; 各層級。百分比即各層級總數 ( $n1, n2, n3, n4, n5/N$ )  $\times 100\%$  得出。在「以 HFACS-MA 人因架構發展海難事故發展人因量化方法之研究」一文中案例 Ever Excel 歸類於 HFACS-MA 分類表內人因數為 27 個, 其中在「組織的影響」層級中人因數為五, 則以“6 (22.26%)”表示之; 說明此層級共有六個人因數占整體事故人因數之 22.26%(周毓欣, 2013)。

此法在「以 HFACS-MA 人因架構發展海難事故發展人因量化方法之研(周毓欣, 2013)以及「應用 HFACS-MA 人因架

構及其分析法探討海事職災之研究」(許登元, 2014)均以上述分析法對於相關海難事故案例實施分析研究, 發現可在短時間內瞭解事故的癥結並且尋找出潛藏在事件過程中的肇因, 進而釐清事件中的關鍵人因, 或在不同事故中分析完之結果再實施交叉比對可分析出更具有意義與價值的結果, 成效良好。

## 參、案例分析與研究

### 3.1 案例分析研究思維

船舶碰撞事件的發生主因多數雖屬人因失誤, 但在各種報告或文獻中得知, 事件的發生也絕非僅因單一環節或單一個人的失誤便能成立。本次討論之碰撞案係參考挪威事故調查委員會(The Accident Investigation Board Norway (AIBN)) 公佈之初步調查報告進行研究, 先以時間發生的先後順序為基準, 逐一將報告中各時間節點所發生的行為依不同單位, 分別羅列出來建立一表, 後再將每個時間點中的單一行為逐一填入肇因表列之中; 完成後, 再將每項肇因應歸屬於哪一層面則分別歸入於 HFACS-MA 五層架構表裡, 如此便可以使每項失誤肇因很清楚的呈現, 並且也可以知道肇因屬性為何, 使後續可清楚地討論與思索後續修正及精進的方向。

將 HFACS-MA 之五層架構思考整合於乳酪理論之中, 每一層面代表一片乳



表 3 HFACS-MA 之五層架構表及分類範本

HFACS-MA 分類表		N (%)	
<b>外部因素 (External Factors)</b>		<b>n1 (%)</b>	
法規的疏漏 (Legislation Gaps)			
行政上的疏失 (Administration Oversights)			
設計上的瑕疵 (Design Flaws)			
<b>組織的影響 (Organisational Influences)</b>		<b>n2(%)</b>	
資源的管理 (Resource Management)			
組織的風氣 (Organisational Climate)			
組織的運作 (Organisational Process)			
<b>不安全的監督 (Unsafe Supervision)</b>		<b>n3 (%)</b>	
不適當的監督 (Inadequate Supervision)	監管不確實 (Deficient Management)		
	訓練不足 (Insufficient Training)		
	指示不當 (Inadequate Guideline)		
安排不適當的運作 (Planned Inappropriate Operation)			
疏於導正已知的問題 (Failure to correct Known Problem)			
監督的違規 (Supervisory Violations)			
<b>不安全的前置條件 (Preconditions for Unsafe Acts (SHEL))</b>		<b>n4 (%)</b>	
人員的狀態 (Condition of Operators)	人員的妥適狀態 (Personnel Readiness)		
	有害的心理狀態 (Adverse Mental States, AMS)		
	有害的生理狀態 (Adverse Physiological)	疲勞 (Fatigue)	
		服用藥物 (Use of Drug)	
		其他有害的生理狀態 (Other Adverse Physiological)	
生理 / 心理的極限 (Physical/Mental Limitations)			
軟體 (Software)			
硬體 (Hardware)			
環境 (Environmental Factors, E)	自然的環境 (Physical Environment)		
	科技的環境 (Technological Environment)		
相關人員 (Liveware)	駕駛台資源管理 / 機艙資源管理 (BRM/ERM)		
	合作關係 (Cooperation)		
<b>不安全的行為 (Unsafe Acts)</b>		<b>n5 (%)</b>	
失誤 (Error)	技能上的失誤 (Skill-Based errors)		
	規則上的錯誤 (Rule-Based mistakes)		
	知識上的錯誤 (Knowledge-Based mistakes)		
違規 (Violation)	經常性的違規 (Routine violations)		
	偶發性的違規 (Exceptional violations)		

資料來源：國立臺灣海洋大學商船學系 103 碩專班 (2014)。

酪、一個獨立的環節，再把各層的錯誤(破洞)放入，很快地可以看出哪一片的乳酪破洞最多、哪一片的破洞最少，後續再進行最多破洞的層面實際狀況的瞭解，另再思考破洞最少的層面，為何在當下不能予以警覺或補救的實際或窒礙難行的因素又為何。

### 3.2 案例研究

#### 3.2.1 事故簡要說明

1. 案例名稱：挪威海軍－英斯塔德艦與馬爾他籍油輪 SOLA TS 號碰撞案。
2. 發生時間：2018 年 11 月 8 日 上午 04:00 (UTC)。
3. 發生地點：Hjeltefjorden 峽灣(挪威卑爾根市北方)。
4. 碰撞部位：英斯塔德艦－右舷後段；SOLA TS 號－船艏處。

5. 碰撞後簡述：英斯塔德艦損傷較重，艙間進水，可能沉沒，緊急 137 名、7 人輕傷；SOLA TS 號無重大損傷，事發後於現場以船傍帶以最低速北駛；英斯塔德艦移至淺灘區並以纜繩固定防止沉沒，後因纜繩斷裂且水密狀況不理想沉沒。

#### 3.2.2 時間順序列表

首先將初步調查報告中三方面所描述的行動，依時間先後順序做依整理表列，如下表 4。

#### 3.2.3 肇因表列

因本案參考資料均出自初步調查報告，故將原肇因表列中資料來源欄位修改為檢視行為之項次；如此，在做肇因歸類時，也能一併審視屬於架構表中哪一個層面，使肇因表列更為清楚。



資料來源：www.fleetmon.com 網站 (2018)。

圖 5 英斯塔德艦與 SOLA TS 碰撞航跡示意圖

表 4 事故發生時間順序表

時間	船名	行動	備註
0240	英斯塔德艦	入網 Fedje VTS 航速 18 節南駛	未開啟 AIS
0300	SOLA TS 油輪	領港登輪	Tug*2 備便
0313	SOLA TS 油輪	起錨啟航	
0340	英斯塔德艦	值更官接更並交接 Strue Terminal 外有一個燈光很多的目標	
0345	SOLA TS 油輪	已離 true terminal 向東駛離	正常應有速率，持續向東偏移
0355	SOLA TS 油輪	轉航向 350°T、速率 7 節航行燈與甲板燈皆開啟	Tug 於左船艙傍航
0357	SOLA TS 油輪	領港發現雷達回跡目標朝南航行，目視可見綠燈，將航過預訂航線，有碰撞危機；無 AIS 顯示	
0358	SOLA TS 油輪	領港呼 VTS 疑問該目標為何？	
0358	Fedje VTS	回覆 SOLA TS 油輪該目標未掌握其資訊	
0358	SOLA TS 油輪	船長下達右舵 10°，航向修為 000°T	
0400	Fedje VTS	回覆 SOLA TS 該目標應為英斯塔德艦	
0400	SOLA TS 油輪	立即以 CH80 請英斯塔德艦右舵轉向	
0400	英斯塔德艦	以若右舵轉向將會與發光靜止物體發生碰撞疑慮，拒絕行動	

資料來源：參照 PRELIMINARY MARINE ACCIDENT REPORT by AIBN，自行研究整理。

再針對時間表列內各項行為參考國際海上避碰規程、駕駛台資源管理以及相關海上航行規範與案例，仔細檢視每項行為之所以會發生的可能性肇因為何，依 HFACS-MA 五層架構歸類順序填入於肇因

表列中，並依所屬層級冠上英文代號及順序數字碼；整理後，如下表 5。

### 3.2.4 HFACS-MA 五層架構分類表討論

表 5 案例事故 HFACS-MA 五層架構肇因分析表

編號	內容	檢視行為之項次
TE	英斯塔德艦右舷艦艙碰撞希臘籍 SOLA TS 油輪船艙	事故發生的結果
E1	英斯塔德艦事前未採取避碰措施，僅於碰撞前左舵轉向，但因距離過近、速度過快閃避不及	導致事故造成之事件 1 (Event 1)
E2	SOLA TS 油輪也未能於適當時機採取避碰措施，導致碰撞發生	導致事故造成之事件 2 (Event 2)
EF1	Fedje VTS 疏忽對英斯塔德艦動態之持續掌握	外部因素－行政疏失
EF2	Fedje VTS 未能及時提供航行安全警示服務	外部因素－行政疏失
O1	瞭望人員交接更不確實，值更官未實施查驗	組織影響－組織的風氣
S1	艦長未能適時至駕駛台監督	不安全監督－監管不確實

表 5 案例事故 HFACS-MA 五層架構肇因分析表 (續)

編號	內容	檢視行為之項次
S2	英斯塔德艦值更官經驗不足欠缺應變與危機處理能力	不安全監督－訓練不足
S3	英斯塔德艦駕駛台人員訓練不良	不安全監督－訓練不足
S4	英斯塔德艦未開啟 AIS 發送訊號	不安全監督－安排不適當的運作
P1	英斯塔德艦值更官過於疲勞 (剛結束軍演)	不安全前置條件－人員狀態－疲勞
P2	英斯塔德艦值更官未能運用適時運用 AIS 系統進行水面目標比對	不安全前置條件－相關人員－駕駛台資源管理
P3	英斯塔德艦值更官未能適時運用雷達協助瞭望進行水面目標比對	不安全前置條件－相關人員－駕駛台資源管理
P4	英斯塔德艦值更官未派員守值 CH80 以致未能掌握 SOLA TS 出港信息	不安全前置條件－相關人員－駕駛台資源管理
P5	英斯塔德艦戰情室值更人員未能有效運用平面雷達電戰或聲納等裝備協助導航對當前水域環境提供相關資訊與建議	不安全前置條件－相關人員－合作關係
A1	英斯塔德艦瞭望人員目標誤判	不安全行為－技能失誤
A2	英斯塔德艦駕駛台人員未能充分運用雷達、AIS 等航儀及海圖比對	不安全行為－技能失誤
A3	英斯塔德艦值更官與瞭望人員未能掌握 SOLA TS 油輪出港向東航行之方位變化	不安全行為－技能失誤
A4	英斯塔德艦值更官與瞭望未能掌握觀察 SOLA TS 北轉時之距離燈與左、右舷燈變化	不安全行為－技能失誤
A5	SOLA TS 油輪持續發現英斯塔德艦方位不變距離接近時，僅以乙次小角度之航向修正且未使用音響信號加以輔助，企圖引起對方注意	不安全行為－技能上的失誤
A6	英斯塔德艦俾速過快	不安全行為－技能上失誤
A7	SOLA TS 過於拘泥國際海上避碰章程規定	不安全行為－規則上的失誤
A8	SOLA TS 出港後甲板燈依舊開啟	不安全行為－違規

資料來源：依據表 4 自行研究整理。

前一節完成的肇因表列，我們可以很清楚的從編號得知每一項措施或每一個指令與行動在 HFACS-MA 五層架構屬於哪一個層面；接下來，將把肇因表列的每一項目再細分置於各架構下的成因欄位，使我們更清楚的瞭解每一個肇因事件到底是屬於架構中的哪一層面屬性，如此可追本

溯源的徹底檢討修正與改進，避免有僅治標不治本的隱憂。

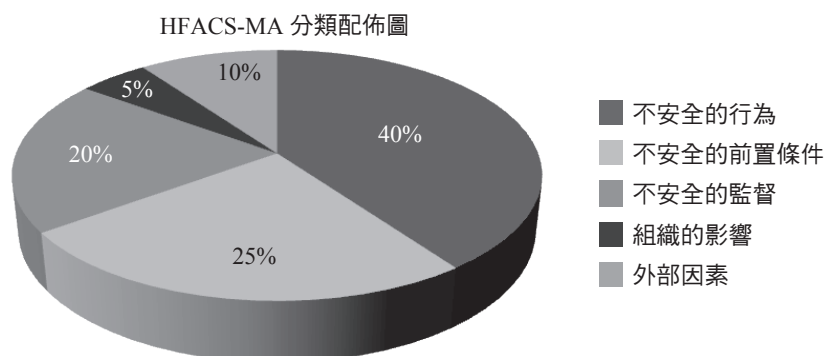
後再依據本表計算方式完成整起事件中各層級的影響程度之發生率之百分比 (如圖 6)，如此可很清楚明白的知悉本事件影響最大的因素為何。

表 6 案例事故 HFACS-MA 五層級分類統計表

HFACS-MA 分類表			20 (100%)	
外部因素 (External Factors)			2 (10%)	
法規的疏漏 (Legislation Gaps)		—	0 (0%)	
行政上的疏失 (Administration Oversights)		EF1、EF2	2 (10%)	
設計上的瑕疵 (Design Flaws)		—	0 (0%)	
組織的影響 (Organisational Influences)			1 (5%)	
資源的管理 (Resource Management)		—	0 (0%)	
組織的風氣 (Organizational Climate)		O1	1 (5%)	
組織的運作 (Organizational Process)		—	0 (0%)	
不安全的監督 (Unsafe Supervision)			4 (20%)	
不適當的監督 (Inadequate Supervision)	監管不確實 (Deficient Management)		S1 1 (5%)	
	訓練不足 (Insufficient Training)		S2、S3 2 (10%)	
	指示不當 (Inadequate Guideline)		— 0 (0%)	
安排不適當的運作 (Planned Inappropriate Operation)		S4	1 (5%)	
疏於導正已知的問題 (Failure to correct Known Problem)		—	0 (0%)	
監督的違規 (Supervisory Violations)		—	0 (0%)	
不安全的前置條件 (Preconditions for Unsafe Acts(SHEL))			5 (25%)	
人員的狀態 (Condition of Operators)	人員的妥適狀態 (Personnel Readiness)		— 0 (0%)	
	有害的心理狀態 (Adverse Mental States, AMS)		— 0 (0%)	
	有害的生理狀態 (Adverse Physiological)	疲勞 (Fatigue)	P1	1 (5%)
		服用藥物 (Use of Drug)	—	0 (0%)
		其他有害的生理狀態 (Other Adverse Physiological)	—	0 (0%)
生理 / 心理的極限 (Physical/Mental Limitations)		—	0 (0%)	
軟體 (Software)		—	0 (0%)	
硬體 (Hardware)		—	0 (0%)	
環境 (Environmental Factors)	自然的環境 (Physical Environment)		— 0 (0%)	
	科技的環境 (Technological Environment)		— 0 (0%)	
相關人員 (Liveware)	駕駛台資源管理 / 機艙資源管理 (BRM/ERM)		P2、P3、P4 2 (15%)	
	合作關係 (Cooperation)		P5 1 (5%)	
不安全的行為 (Unsafe Acts)			8 (40%)	
失誤 (Error)	技能上的失誤 (Skill-Based errors)		A1、A2、A3、A4、A5、A6 7 (35%)	
	規則上的錯誤 (Rule-Based mistakes)		A7 1 (5%)	
	知識上的錯誤 (Knowledge-Based mistakes)		— 0 (0%)	
違規 (Violation)	經常性的違規 (Routine violations)		A8 1 (5%)	
	偶發性的違規 (Exceptional violations)		— 0 (0%)	

資料來源：依據表 5 自行研究整理。





資料來源：依據表 6 計算結果自行繪製。

圖 6 HFACS-MA 層級發生率配佈圖

### 3.3 小結

完成歸因分類作業及層級發生率之計算後，由圖 6 可得知，在本事故中最大肇因層面屬於——「不安全的行為」架構，占整體的 40%；而屬該層面肇因項目共計八項，其中六項 (A1-A6) 皆屬航行人員在技能上的失誤，亦為本碰撞造成之主要原因；再者為不安全的前置條件以及不安全的監督分別占 25% 及 20%。

完成人因 HFACS-MA 分類歸納後，事件主要的癥結偏向便更能明確的顯露出來，這樣就可以精確地對於關鍵肇因進行研究與討論，提供可靠且有效的資訊。

## 肆、討論

完成了事故發生的成因歸納分析後，「人為失誤」仍是為本案例的主要因素，在整起碰撞的過程中，挪威級巡防艦英

斯塔德艦占有絕大部分的責任，但其實 SOLA TS 油輪在整起事件中的行動，也有可討論之處並可有其參考意義；畢竟若有一方提早實施避碰措施，相信碰撞就不會發生。

後續將藉分析後的人因 HFACS-MA 分類影響較大的前三項層面肇因，分別以兩船歷次作為配合國際海上避碰章程進行討論，希望能將各個錯誤的行動明確的顯現，並思考當下應有何種的應對措施，或許就可以避免碰撞事故發生。

### 4.1 不安全的行為層面

#### 4.1.1 英斯塔德巡防艦部分

##### 4.1.1.1 駕駛台瞭望訓練不足

英斯塔德艦瞭望人員在 03:40 完成值更交接，所得資訊右船頭燈光眾多處為 Strure terminal 碼頭，而 03:45 於碼頭完成裝載的 SOLA TS 油輪向東駛離出港。此時瞭望若有持續針對右前方水面進行目

視搜索時(當時氣象:無雲,能見度好),應多少可以察覺在繁多的陸岸燈光中有些許燈光開始分離產生位移,且當下油輪航向與該艦航向接近於垂直,相對方位的持續移動變化應該是不難察覺才對。

此外,在 03:55 時, SOLA TS 油輪左舵轉向航向 350°T、航速 7 節,雖航行燈與甲板工作燈同時開啟,英斯塔德艦左右舷瞭望應能發現 SOLA TS 油輪的兩側紅綠舷燈才是,另若當下能持續短時間的配合雷達針對水面進行目標識別,也應能發現該方位有回跡位移現象。

在初步調查報告中也提到之所以發生碰撞,其中一部分的原因乃是英斯塔德艦始終將 SOLA TS 油輪認定為一靜止不動目標(陸岸設施)。

#### 4.1.1.2 值更官本職與經驗不足

當日早上 2:40 時,英斯塔德艦已進入 Hjeltefjorden 峽灣傍岸航行,當下亦有其他水面目標南北通行,依據一九七二年國際海上避碰規則公約(二〇〇七年修正)第二章第六條:「每一船在任何時候都應以安全航速行駛,以便能採取適當而有效的避碰行動,並能在適合當時環境和情況的距離以內把船停住。」條文後述在決定安全速度時應考慮的因素內之第 1 點的第 4 項寫道:「夜間出現的背景亮光,諸如來自岸上的燈光或本船燈光的反向散射;……」明顯的符合當時英斯塔德艦的狀況,右舷瞭望發現一大片陸岸燈光,加

上當時船位所處於之環境與時間,值更官應下令減俾前進,而非始終保持 17 節速率南駛(中華民國船長公會譯,2016)。

澳洲海軍聯盟高級戰略顧問 Robert Cuthbert Blake 在 Analysis and commentary of the sinking and potential catastrophic loss of HNoMS HELGE Ingstad 一文中亦提及「The HELGEIngstadw as making 17 knots, and the Sola TS 6-7 knots – giving an impact speed of 23-24 knots (43-45 km/h)」,兩船的相對運動速率達到將近 23 節(約時速 43 公里左右),這樣的俾速在緊急狀況時真的很難應變與妥處。

當日 02:40 英斯塔德艦就已向 Fedje VTS 報到入網,應依規定應守值該水域 VHF 海事頻道(CH-80),但為何未能側聽到 SOLA TS 油輪分別在 03:13、03:45 以及 03:58 時與 Fedje VTS 構聯的訊息,甚至是 04:00 VTS 回覆 SOLA TS 油輪有關該艦資料的信息也均無掌握;這樣的情況不免有以下可能性的推測:1. 值更官未能檢派人員守值、2. 海事頻道 VHF 收發機報到入網後,未設定區域頻道(CH-80)長時守值。但在 04:00 時, SOLA TS 油輪經 VTS 確認所見綠燈目標為英斯塔德艦後主動出呼,英斯塔德艦卻能掌握與其構聯,這實為令人感到匪夷所思之處。

船舶夜間航行除增派瞭望對所在水域實施目視搜索掌握外,對於有雷達或相關航儀裝備(如 AIS 系統)之船舶,應考量當時環境妥善運用,以協助值班船副與瞭

望人員有效掌握水面目標與後續動態，以維航行安全；但在初步調查報告中，並未發現英斯塔德艦值更官有做如此安排，無疑也是一項重要失誤。正因如此，更遑論值更官會進而要求戰情室人員協助目標掌握等工作了。

#### 4.1.2 SOLA TS 油輪部分

##### 4.1.2.1 拘泥於國際海上避碰規則公約 (以下簡稱避碰規則) 規定

SOLA TS 油輪於 03:57 時航向 350°T，雷達發現英斯塔德艦位於該輪左船艙位向，目視可見綠燈，03:58 時以信號燈試圖引起英斯塔德艦注意未果，故先自行右舵轉向航向 000°T。依照避碰規則第二章第 16 及 17 條讓路船與直航船的行動整理為：「見他船在我右舷者（夜間可視其紅燈），我為讓路船」之意旨，本案中 SOLA TS 油輪應為直航船，英斯塔德艦屬讓路船應採取避讓措施；但從初步調查報告中發現，SOLA TS 油輪上引水人與船長均同認定英斯塔德艦為讓路船並持續呼叫，希望該艦能儘快採取右舵轉向，實施避碰；孰知英斯塔德艦以右舷水域有尚未通過之目標，無法右舵轉向為由拒絕，直至雙方接近約 400 公尺，英斯塔德艦才緊急實施避碰措施，但早已錯過最佳時機，為時已晚了。

按實況論定責任方應為英斯塔德艦，但在避碰規則第二章第十七條—直航船的行動中第二項條文：「然而，當保持航向

和航速的船一經發現規定的讓路船顯然沒有遵照本規則條款採取適當行動時，該船即可獨自採取操縱行動，以避免碰撞。」此意味當時現況我雖為直航船，但若對讓路船後續意圖不明或其避碰措施仍對我有航安疑慮時，我可提早逕行採取避讓措施；在避碰規則第一章第二條第二項條文：「在解釋和遵行本規則條款時，應充分考慮一切航行和碰撞的危險以及包括當時船舶條件限制在內的任何特殊情況，這些危險與特殊情況可能需要背離本規則條款以避免緊迫危險。」說穿了，避碰沒有標準作法，只要是能「避免碰撞」的方法就是好方法。

##### 4.1.2.2 避碰航向修正角度過小

面對可能發生之碰撞，SOLA TS 油輪除了早先將航向向右修正 10° 外，再也沒有其他的因應作為；然對於船寬 44 公尺、排水量約 11 萬噸之大型船舶而言，面對高速駛近之目標，僅向右修正 10° 角是否稍嫌過小；在避碰規則第二章第八條—避免碰撞的行動條文中第二項：「為避免碰撞而作的航向和（或）航速的任何變動，如當時環境許可，應大得足以使他船用視覺或雷達觀察時容易察覺到；應避免對航向和（或）航速作一連串的小變動。」以及第三項：「如有足夠的水域，則單用改變航向可能是避免緊迫情況的最有效行動，倘若這種行動是及時的、大幅度的，並且不致造成另一緊迫情況。」以當

時狀況，倘若向右修正時再大於 10° 以上修正角，並加俾輔以轉向舵效應及縮短脫離時間，如此應能脫開與英斯塔德艦持續僵持於碰撞航線上。

#### 4.1.2.3 未適時使用音響信號

SOLA TS 油輪從發現英斯塔德艦到與其建立語音構聯期間，除了不斷地實施目標確認、使用燈光信號及航向修正外，並未加以使用避碰規則第四章聲響和燈光信號第三十四條操縱與警告信號第四項「當互見中的船舶正在互相駛近，並且不論由任何原因，任何一船無法瞭解他船的意圖或行動，或者懷疑他船是否正在採取足夠的行動以避免碰撞時，存在懷疑的船應立即用號笛鳴放至少五聲短而急的聲號以表示這種懷疑。該聲號可以用至少五次短而急的閃光來補充。」措施；在燈光信號或其他諸般手段皆無法引起注意時，應即再加以音響信號輔助，使對方對音響聲源產生疑慮，進而加以注意提前處置，以達避碰目的。

#### 4.1.2.4 離港後甲板燈依舊開啟

船舶於夜間或能見度受限制航行時，依規定應開啟航行燈，以供各相遇船舶實施目視識別，這在避碰規則第三章—號燈和號標都有明確律定。然當晚 SOLA TS 油輪離港時，雖依規定開啟航行燈，但甲板燈也仍保持開啟並未關閉。

在背景燈光多而強的 Sture Terminal 碼頭，光度較強甲板燈與陸岸燈光合而為

一，若非一較長時間觀察或配合雷達比對，實難在一大片燈光群中辨識出有一移動目標；也因未能持續注意觀察，船舶雖緩緩駛離碼頭，但光源較強且多的甲板燈往往會使航行燈變得不易辨認，總要專注一段時間後，才可能隱約發現其舷燈或前、後桅燈，對於航行安全上無疑是一危安隱憂，這在避碰規則第一章第一條第三項後段「……額外的隊形燈、信號燈、號標或笛號，應盡可能不致被誤認為本規則其他條文所規定的任何號燈、號標或信號。」這也難怪英斯塔德艦的瞭望在報告呈現中始終都將 SOLA TS 油輪視為陸岸設施。

## 4.2 不安全的前置條件部分

在不安全的前置條件層級中應屬「駕駛台資源未能充分運用」為其主要因素，然從時間表列中就能明顯看出英斯塔德艦在這因素上發生最多的疏忽與失誤，亦可以說是造成本次事故發生的壓倒性稻草。

正因英斯塔德艦值更官在本職技能與經驗上的不足，以致忽略了許多目標掌握與辨識的技術，當然也未能充分運用駕駛台其他資源協助其目標掌握；船舶自動識別系統 (Automatic Identification System, AIS, 以下簡稱 AIS 系統)「國際海事組織」(IMO) 鑒於 AIS 對於船舶航行安全管理工作的重要性，「國際海上人命安全公約 (SOLAS) / 第五章—航行安全」經過多次研討，終於在 2000 年 5 月 17 日至 20



日國際海事組織海上安全委員會第 72 屆會議認可其修正案，並於 2000 年 11 月 27 日至 12 月 6 日海上安全委員會第 73 屆會議修訂通過，該系統的相關規定才正式底定（羅偉佑、宋學平，2019）。中華民國海軍也因應政策，將 AIS 系統整合在電子海圖系統中。英斯塔德艦駕駛台亦有安裝本系統，若當時值更官可以妥善運用，應可較早發現右舷前方不單僅是靜止陸岸設施，實際上有一艘剛離港的 SOLA TS 油輪。

02:40 時英斯塔德艦已與該海域 Fedje VTS 申請入網，報到後理應守值海事 VHF 頻道 CH-80，但 SOLA TS 油輪多次與 VTS 構聯內容為何英斯塔德艦均無側抄，但 04:00 時 SOLA TS 油輪直呼該艦時卻又能回覆；英斯塔德艦無線電守值及駕駛台航行紀律狀況實在令人匪夷所思。

### 4.3 其他層級討論

艦長為何均未出現於駕駛台，整起報告中並未提及艦長有至駕駛台接替指揮或督導。依照航行計畫及航前會議報告，艦長不可能不清楚當下的時間節點船位之所在位置，且依照當時 SOLA TS 油輪存檔之 AIS 紀錄顯示，當時峽灣內仍有數艘船舶南北通行，進入峽灣、又有往來船舶，如此的環境狀況加上又是高速航行，艦長豈能睡得如此安穩香甜，可見在組織影響層級中的組織風氣部分有著潛在的問題。

然在外部因素層級部分，英斯塔德艦

及 SOLA TS 油輪分別與同一 VTS 報到入網，為何 SOLA TS 油輪向 Fedje VTS 詢問前方可見綠燈之船舶為何時，VTS 值班人員竟以不清楚回覆；直至 2 分鐘後，才確認回覆該船為英斯塔德艦。在基隆港務分公司船舶交通管制提供的服務項目中第二條：「有關航道上交通狀況（含天候、意外事件、浚深、航行警告等）」；既然無法明確掌握目標，更遑論能給予適當的航行警告服務了。

在不安全的前置條件中，「人員疲勞」其實也是很多學者猜測的原因，畢竟聯合軍演和高強度演習剛結束的英斯塔德艦，在進入峽灣後的心情放鬆有絕對的關係；在「應用層級分析法分析海難碰撞事故關鍵人因」中運用 AHP 分析法在第三層因素評析結果所得出的「船員 - 船員」因素中擅離職守、打瞌睡、判斷錯誤以及過度疲勞等要素均為事故發生中極為重要的肇因要項（廖坤靜等人，2006）。這樣的情況有時就是一切錯誤發生的源頭，疲憊的身軀與意識在面對航行時接二連三的決策必定是大打折扣，錯誤百出，但另外令人擔憂的點是：或許，英斯塔德艦當時的航行值更官會不會連應該怎樣的應對與處置都不知道。

## 伍、結論

「人為疏失」顯然仍是這起碰撞事故



的主要原因，但經研究完本案例完整始末後發現符合各文獻或學者們表述：碰撞事故之所以發生絕非單憑其中一方失誤或錯誤的作為便能發生；必須是雙方在各自環節上的破窗巧合的連成一線貫穿，使風險顯露，當然碰撞必然發生。當然，本事件中的主要究責仍為英斯塔德艦人員本職不足問題，因而發生一連串的不當舉措，又再次印證了乳酪定律的論點，讓破窗連成一線的機會大增；如此，哪有不發生事故的道理。這樣的血淚教訓，除了挪威海軍當局必須痛定思痛的省思與檢討外，也提供了一個對於人員訓練與本職認定很好的機會教材，避免在憾事發生後，才來積極補救。

這起事故配合人因工程學－SHELL理論探討，在第四章中討論到的各個環節中可明顯發現這次事故之所以發生，在「人－環境」、「人－硬體」、「人－軟體」及「人－人」四方面都有著很大的問題；而事件過程中所產生一連串的「人為失誤」進而造成事故發生，都是由於以上幾個介面相互之間的錯置而誘發的；經由重整歸類可以清楚看出每一個介面、每一層環節到底出了什麼問題，不當作為是什麼，可有效提供後續補強修正與精進之參考。

正所謂「行船走馬處處險」，可見在海上航行充滿了很多的風險與不確定性，但不論投入多少資源針對事故的檢討與研

究，以及致力研發各式的航儀裝備，又或是各種官方行政資源協助與規範制定，都還是會有碰撞事故發生；因為「人」才是主角，但這層面偏偏卻是最複雜又不穩定的。因此有效的將事故發生時人與各架構相互影響的關係釐清，進而研究制定一套失事預防策略，如：各式航行檢查表、風險評估單……等，再透過不斷的研究與案例分析，實施滾動修正，以符合時需，使其能充分應用於各種不同時空環境，相信一定可以有效地降低風險，提升航行安全，防止應可避免而未避免的事故一再發生。

### 參考文獻

中時電子報，2019，<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20190306005019-260417?chdtv>。

中華民國交通部，2014，*海運安全整體研析及管理策略研究計畫研究報告書*，交通部，臺北市。

中華民國船長公會譯，2016，*一九七二年國際海上避碰規則公約(二〇〇七年修正)*，中華民國船長公會，臺北市。

周毓欣，2013，*以 HFACS-MA 架構發展海難事故人因量化方法之研究*，國立臺灣海洋大學商船研究所碩士論文，基隆市。

許登元，2014，*應用 HFACS-MA 人因架構及其分析法探討海事職災之研究*，國立

臺灣海洋大學商船研究所碩士論文，基隆市。

陳世宗、周毓欣，2017，海難事故肇因關鍵性分析技術之研究，*航運季刊*，第 26 卷，第 1 期，1-22。

陳彥宏，2013，海峽兩岸海上航行安全議題，*臺灣海事安全與保安研究學刊*，第 4 卷，第 2 期，19-46。

陳彥宏，2013，從海事安全的角度看船舶碰撞風險與預防，*臺灣海事安全與保安研究學刊*，第 4 卷，第 5 期，1-27。

廖坤靜、吳展嘉、蕭永慶，2006，應用層級分析法分析海難碰撞事故關鍵人因，*航運季刊*，第 15 卷，第 4 期，67-93。

劉正恩、曾文瑞，2009，船舶進出港口人為碰撞過失及乳酪模式之研究，*航海協會會訊*，第 2 期，高雄市，4-19。

羅偉佑、宋學平，2019，AIS (船舶自動辨識系統) 於港口船舶航行管理之應用，*臺灣港群電子月刊*，108 年 3 月號。[http://epaper.twport.com.tw/?act=period&cmd=detail&ad\\_id=20181228001](http://epaper.twport.com.tw/?act=period&cmd=detail&ad_id=20181228001)。

The Accident Investigation Board Norway (AIBN), 2018. Preliminary marine accident report – Collision between the frigate 'KNM HELGE INGSTAD' and the oil tanker 'SOLA TS' on 8 November 2018, outside the sture terminal inHjeltefjorden in Hordaland County.

Robert Cuthbert Blake, 2019. Analysis and commentary of the sinking and potential catastrophic loss of HNoMS HELGE INGSTAD. *The Navy*, 81(1), 19-21.