

# 海事案例的水下實際偵蒐技術 - 以「海天使輪」與「德興輪」為例<sup>▲</sup>

## Underwater Technology Used for Inspection and Investigation in Marine Accidents

文展權\* 陳彥宏\*\*

### 摘要

臺灣四面環海，經貿活動和工業發展所需資源運送仰賴海運運送。依據交通部門的海事統計資料顯示，台灣平均每年計有近三百起海事案例，每年船沉約四十艘。這樣的海事風險，對於島國台灣是有很大的影響的。為了避免未來海事事故的再發生以及為了保障海洋環境，一個有系統的海事調查程序就顯得很重要。依據 IMO A.1075(28)決議案有關調查指南之規範，在蒐集證據、海難現場之檢查、蒐集或記錄實體證據、證人資訊、審閱文件、程序與紀錄、實證調查、重建與分析、關聯分析、安全分析等等都有其一定的要求。

台灣目前的海事調查機制是有的，但離 IMO 所規範的完整程序似乎還有一段距離，特別是在整合外部技術與資源方面仍有欠缺。致使在海事調查與海事評議的工作上，似乎總缺了一塊實體的證據資料來做論斷的佐證。為此，本研究以一艘惡劣天後下的沉船事故以及一艘碰撞後沉船的海事事故為案例，

<sup>▲</sup> 本文原發表於 2014 海難搜救國際研討會(2014 年 11 月 4-5 日，行政院海岸巡防署、交通部：台北，pp165-189)，承蒙同意轉載，謹此致謝。

\* 文展權 Chan-chuan Wen 國立高雄海洋科技大學航運技術系助理教授兼水下搜尋暨船舶交通資源中心主任、海事調查與鑑定中心執行長、中山科學研究院水下科技組副研究員、英國 Dundee 大學遙感探測碩士。Email: wenc@webmail.nkmu.edu.tw

\*\* 陳彥宏 Solomon Chen, AFRIN, MNI, CMILT, Maritime Arbitrator, Lead Auditor 國立高雄海洋科技大學航運技術系副教授兼海事安全研究中心主任、航輪漁技職教育中心主任、海事調查與鑑定中心主任、行政院海岸巡防署海洋事務研究委員會研究委員、台灣海事安全與保安研究會秘書長、廈門大學南海研究院研究員、國立中山大學海洋事務研究所兼任副教授，英國威爾斯大學海洋事務與國際運輸學博士。Email: solomon@safetysea.org

透過案例資料分析研判沉船位置，並藉由高精度的水下科技標定沉船位置、觀測沉船外觀及週遭海床狀況；並透過水下無人載具拍攝沉船外觀完成沉船位置標定及水下攝影驗證作業。期望能作為台灣未來海事調查過程有關水下證據取得的一種參考模式。

## Abstract

Surrounded by sea, Taiwan mainly relies on maritime transport to supply resources for its economic activities and industrial development. With so many ships in Taiwan's Waters, any maritime accidents will impose high risk to Taiwan's transport systems, economy and environment. According to the Government's maritime accident statistics, on average there are about three hundred accidents and forty ships sunk annually. To prevent marine casualties and marine incidents, it is important and critical to adopt a systematic maritime safety investigation approach. The approach, according to IMO A.1075(28): Guidelines to assist investigators in the implementation of the Casualty Investigation Code, should include collection of evidence, inspection of casualty site, gathering or recording physical evidence, witness information, reviewing of documents, procedures and records, conducting specialized studies, reconstruction and analysis, safety analysis, and reporting.

There exists a mechanism for Taiwan's maritime accidents investigation; however, it significantly deviates from IMO's requirements. In particular, it lacks an integration of external technologies and resources, which has resulted in insufficient evidence to assist in and support the investigation. This paper investigates two marine casualties, caused by weather damage and collision, employing underwater technologies such as high precision acoustic positioning system, multi-beam echo sounder, side scan sonar system, and remotely operated vehicle. The results of this study aim to provide a model of marine casualty investigation for Taiwan.

## 一、前言

臺灣四面環海，其經貿活動和工業發展所需資源之運送均以海運為主，依據交通統計處交通統計月報之統計資料顯示，102 年度我國經由海運運輸之進出口貨物量所佔百分比高達 99.49%。大量的商船及漁船航行穿梭在臺灣附近海域，加上兩岸直航後，臺灣與大陸之眾多直航船舶與漁船往來作業其間，相對地加大臺灣海域之海難事件風險。

此外，近年來休閒風氣之盛行，為數不少的休閒漁船、海釣船、賞鯨賞豚客船等船隻，又更增加船舶發生海難之風險。

海事風險、海事案例是無法避免的，誠所謂「事故！有一天就變成故事。遺忘了故事，就又可能衍生新的事故，然後就又有新的故事....！於是，事故與故事就如此生滅相續不斷<sup>1</sup>。」但是，往好處看，誠如《詩經·小雅·鶴鳴》：「他山之石，可以攻玉」；《論語·述而》：「三人行，必有我師焉，擇其善者而從之，其不善者而改之。」《戰國策·楚策四》：「見兔而顧犬，未為晚也；亡羊而補牢，未為遲也。」等所寓者，同其理矣，而透過海事調查進行海事案例研究之目的亦同。

國際公約中有關海事調查之規範算是完備的，例如較早期的 A.849(20)<sup>2</sup>決議案、A.884(21)<sup>3</sup>決議案、MSC/Circ.1058, MEPC/Circ.400 通函<sup>4</sup>，以及較新的 MSC.255(84)<sup>5</sup>決議案、MSC-MEPC.3/Circ.2 通函<sup>6</sup>與 A.1075(28)<sup>7</sup>決議案都是直接規範締約國在有關海事調查的一些規範與準則。除此之外，依據 IMO A.1070(28)<sup>8</sup>決議案「國際海事組織準法律文件履行章程(IMO Instruments Implementation Code (III CODE))」中有關船旗國調查(Flag State investigations)之規定，建議船旗國，應保證可隨時獲取有關證據收集方面的專業技術。

<sup>1</sup> 陳彥宏, April 2012, 沉不完的船、出不完的事, 台灣海事安全與保安研究學刊, TAMSS Bimonthly - Vol. 3 No. 2, 台灣海事安全與保安研究會, 基隆, pp65-68.

<sup>2</sup> Resolution A.849(20), Code for the investigation of marine casualties and incidents, A 20/Res.849, 1 December 1997, IMO: London.

<sup>3</sup> Resolution A.884(21), Amendments to the code for the investigation of marine casualties and incidents (resolution A.849(20)), A 21/Res.884, 4 February 2000, IMO: London.

<sup>4</sup> MSC/Circ.1058, MEPC/Circ.400, Interim guidelines to assist flag States and other substantially interested States to establish and maintain an effective framework for consultation and co-operation in marine casualty investigations, 16 December 2002, IMO: London.

<sup>5</sup> MSC.255(84), Adoption of the code of the international standards and recommended practices for a safety investigation into a marine casualty or marine incident (Casualty Investigation Code), MSC 84/24/Add.1, adopted on 16 May 2008, IMO: London.

<sup>6</sup> MSC-MEPC.3/Circ.2, CASUALTY-RELATED MATTERS - Code of the International Standards and Recommended Practices for a Safety Investigation into a Marine Casualty or Marine Incident, 13 June 2008, IMO: London.

<sup>7</sup> Resolution A.1075(28), Guidelines to assist investigators in the implementation of the Casualty Investigation Code (Resolution MSC.255(84)), Adopted on 4 December 2013, A 28/Res.1075, 24 February 2014, IMO: London.

<sup>8</sup> Resolution A.1070(28), Adopted on 4 December 2013, (Agenda item 10), IMO Instruments Implementation Code (III CODE), A 28/Res.1075, 10 December 2013, IMO: London.

植基於此，本研究在以探究台灣歷年的海事案例為基礎素材的原則下，從海事調查的蒐證角度出發，並以本研究團隊過去以寶拉麗絲號(MV Polaris)實際從事的沉沒船舶的船體殘骸搜尋工作為案例，透過案例資料研判沉船位置，並藉由高精度音響定位系統(High Precision Acoustic Positioning System)、多波束聲納(Multi-beam Echo Sounder)精確的標定沉船位置、初略外觀及週遭水深；並透過側掃聲納(Side Scan Sonar System)觀測沉船外觀及週遭海床狀況；最後使用水下無人載具(Remotely Operated Vehicle, ROV)拍攝沉船外觀完成沉船位置標定及水下攝影驗證作業。



寶拉麗絲號的主要裝備包括：

- Kongsberg 動態定位系統(cPos + cJoy)
- Applanix POS MV320 羅經俯仰補償器/慣性導航系統
- IXSea OCTANS III FOG 光纖電羅經俯仰補償器
- Kongsberg EM302 深海多波束測深儀(7,000M)
- Kongsberg EM710 多波束測深儀(2,000M)
- Kongsberg EM3002D 多波束測深儀(200M)
- Kongsberg TOPAS PS40 海底底質分析儀
- Kongsberg EA-400 華音束測深儀
- Kongsberg HiPAP 350 水下定位系統
- Kongsberg Simrad EK60 科學計量魚探儀
- EdgeTech 4200FS 300/600Kc 側掃聲納儀
- Lockheed Martin Sippican XBT,海拋式消耗性溫度計
- AML Micro SV Probe; AML SVT&P 水中聲速儀
- Thales Z-Max.net DGPS 即時差分 GPS 定位儀
- Trimble DSM-232 DGPS 即時差分 GPS 定位儀
- SAAB Seaeye Panther XT ROV 水下遙控載具(1,500M)
- Kongsberg HAIN Subsea system 海測慣性導航系統
- Electro-Hydro Winch 絞機
- RDI Workhorse ADCP 海流剖面儀
- Meteorological System 氣象量測系統
- Mini-VSAT 衛星通訊系統

圖 1-1 MV Polaris 與主要設備清單

## 二、台灣海事案例概說<sup>9</sup>

依據交通部門的海事統計資料顯示(詳如表 2-1、表 2-2)<sup>10</sup>，台灣平均每年計有 260.3 起海事案例，其中以機械故障類居首，平均每年 75.3 起，佔 28.92%；其次為碰撞，平均每年 60.8 起，佔 23.34%；失火，平均每年 21.3 起 8.19%；觸礁或擱淺，平均每年 21.2 起，佔 8.16%。平均每年傷亡數為受傷 25.7 人、失蹤 35.8 人、死亡 33.4 人；船損 113.4 艘、船沉 38.9 艘。<sup>11</sup>

<sup>9</sup> 本節部分文字取材自交通部航政司委託國立臺灣海洋大學(2013.10-2014.09)執行之「海運安全整體研析及管理策略研究」期末報告書。

<sup>10</sup> 台灣，過去在有關海事案例與海難救助方面的研究其實也有不少，但大多植基於交通部門的立場、漁業部門的立場抑或是海巡部門的立場而做。然而，囿於台灣的交通部、漁業署、海巡署，三者權責不同，所關心的重點不同，所做出來的海事案例自然就有所不同。綜合比對這三個單位多所重疊的海事案例資料庫，雖然可以略窺台灣海事的概況，但很遺憾的並非全貌，亦非真相，更何況有些海事案例並不會循此三個機構報告或登錄，也就成為遺珠。

<sup>11</sup> 註：其他類型事故佔 21.25%，因事故型態多樣，不列入排序。失蹤類在 2002 年以前資料欠缺。

表 2-1 交通部門 1993~2013 海事案例事故類型統計彙整

	合計	碰撞	與其他物碰撞	觸礁或擱淺	失火	爆炸	洩漏	傾覆	機械故障	非常變故	絞擺	其他
1993	299	69	-	19	20	0	9	4	102	9	6	61
1994	280	87	-	21	14	1	13	4	74	6	4	56
1995	214	53	-	23	18	0	5	5	68	3	4	35
1996	301	65	-	25	23	1	13	14	106	0	3	51
1997	306	68	-	32	21	4	5	3	119	7	6	41
1998	295	66	-	22	19	0	14	4	101	14	8	47
1999	315	77	-	29	36	2	11	6	91	11	3	49
2000	287	74	-	19	28	0	16	6	76	7	9	52
2001	276	52	-	15	20	2	18	8	61	13	5	82
2002	254	42	-	16	26	2	11	3	67	2	5	80
2003	276	51	-	17	33	0	11	0	81	17	-	66
2004	288	57	-	15	29	0	18	2	94	8	-	65
2005	313	67	-	29	28	0	15	9	95	9	-	61
2006	238	48	-	20	17	3	13	5	63	6	-	63
2007	235	40	-	19	26	0	5	5	65	8	-	67
2008	229	61	-	30	20	1	7	10	45	4	-	51
2009	221	49	-	28	20	0	5	3	60	3	-	53
2010	250	77	-	21	22	0	1	3	80	6	-	40
2011	233	47	15	19	12	5	2	6	69	9	-	49
2012	166	36	13	11	6	1	4	6	32	4	-	53
2013	191	44	18	16	10	0	0	14	32	17	-	40
小計	5467	1230	46	446	448	22	196	120	1581	163	53	1162
平均	260.3	58.6	14.0	21.2	21.3	1.1	9.8	5.7	75.3	7.8	5.3	55.3
百分比	100.00%	22.50%	0.84%	8.16%	8.19%	0.40%	3.59%	2.19%	28.92%	2.98%	0.97%	21.25%
		60.8 起 23.34%*										

資料來源：本研究彙整自歷年中華民國交通統計要覽：交通部航港局海事案件  
註：2003 年起交通部刪除絞擺類統計分類；2011 年起交通部區分碰撞為船與船碰撞以及船與其他物碰撞。  
註\*：合併船與船碰撞以及船與其他物碰撞計算百分比。

表 2-2 交通部門 1993-2013 海事案例人員傷亡及船體損害統計彙整

	人員傷亡(人)						船體損害(艘)	
	船員			旅客			船體損害	
	受傷	失蹤	死亡	受傷	失蹤	死亡	船損	船沉
1993	7	-	54	-	-	-	137	41
1994	13	-	32	-	-	-	153	43
1995	4	-	30	-	-	-	95	39
1996	8	-	75	-	-	-	142	35
1997	6	-	15	-	-	-	143	19
1998	7	-	42	-	-	-	120	40
1999	13	-	44	-	-	-	133	68
2000	10	-	112	-	-	-	142	64
2001	50	-	36	-	-	-	105	44
2002	13	-	29	-	-	-	81	41
2003	15	35	12	-	-	-	126	44
2004	20	18	23	1	2	1	129	46
2005	11	43	15	75	2	6	146	68
2006	19	25	12	0	2	1	124	41
2007	17	29	21	2	0	1	94	33
2008	33	52	18	1	0	0	90	38
2009	12	73	13	0	0	2	94	23
2010	7	26	13	0	0	1	57	28
2011	12	45	21	34	4	11	74	18
2012	19	21	15	0	0	1	95	16
2013	7	16	17	0	0	1	101	27
小計	303	383	649	113	10	25	2381	816
平均	14.4	34.8	30.9	11.3	1.0	2.5	113.4	38.9
平均*	25.7	35.8	33.4					

資料來源：本研究彙整自歷年中華民國交通統計要覽：交通部航港局海事案件  
註\*：合併船員與旅客計算平均百分比

在 1993-2013 年的交通部門的海事案例統計中，依船舶種類簡單區分為商船、漁船及其他類。其中商船海事案例平均每年 112.2 起，佔交通部門的海事案例統計 43.11%；漁船海事案例平均每年 145.1 起，佔交通部門的海事案例統計 55.75%。

商船海事案例類型以碰撞類居首，平均每年 43.8 起，佔 39.03%；其次為觸礁或擱淺，平均每年佔 11.5 起 10.22%、機械故障類平均每年 11.0 起，佔 9.76%；非常變故類平均每年 4.3 起，佔 3.86%。<sup>12</sup>(詳如表 2-3)

表 2-3 交通部門 1993-2013 商船海事案例事故類型統計彙整

商船	合計	碰撞	與其他物碰撞	觸礁或擱淺	失火	爆炸	洩漏	傾覆	機械故障	非常變故	絞擺	其他
1993	146	47	-	9	2	0	5	3	27	0	2	51
1994	134	63	-	14	0	0	3	0	12	2	1	39
1995	88	37	-	9	0	0	1	2	12	3	1	23
1996	121	45	-	13	3	0	7	0	11	0	1	41
1997	120	48	-	21	1	3	3	0	7	4	2	31
1998	129	48	-	8	2	0	4	1	11	12	3	40
1999	137	58	-	14	2	0	3	1	18	5	0	36
2000	124	60	-	8	3	0	1	0	11	3	3	35
2001	147	40	-	8	4	0	4	3	12	7	0	69
2002	126	28	-	10	3	0	2	1	8	2	3	69
2003	95	35	-	6	4	0	2	0	9	5	-	34
2004	106	37	-	7	1	0	4	1	9	5	-	42
2005	113	45	-	19	2	0	2	2	6	1	-	36
2006	92	31	-	9	2	1	1	0	10	5	-	33
2007	86	30	-	9	1	0	2	2	4	6	-	32
2008	98	47	-	15	2	0	1	4	3	4	-	22
2009	95	29	-	22	4	0	1	0	10	3	-	26
2010	122	65	-	14	2	0	1	1	18	3	-	18
2011	113	36	15	11	3	0	1	1	17	6	-	23
2012	82	25	13	7	0	1	3	1	9	2	-	22
2013	82	23	15	8	0	0	0	2	6	13	-	15
小計	2357	877	28	241	41	5	51	25	230	91	16	737
平均	112.2	41.8	14.0	11.5	2.1	0.3	2.6	1.2	11.0	4.3	1.6	35.1
百分比	100.00%	37.21%	1.82%	10.22%	1.74%	0.21%	2.16%	1.06%	9.76%	3.86%	0.68%	31.27%
		43.8 起 39.03%*										

資料來源：本研究彙整自歷年中華民國交通統計要覽：交通部航港局海事案件  
註\*：合併船與船碰撞以及船與其他物碰撞計算百分比。

漁船海事案例類型以機械故障類居首，平均每年 63.7 起，佔 43.90%，其次為失火類，平均每年 19.2 起佔 13.22%、碰撞類平均每年 16.1 起，佔 11.09%；觸礁或擱淺類平均每年 9.3 起，佔 6.40%。<sup>13</sup>(詳如表 2-4)

<sup>12</sup> 註：其他類平均每年 35.1 起，佔 31.72%，因事故型態多樣，不列入排序。

<sup>13</sup> 註：其他類平均每年 19.5 起，佔 13.42%，因事故型態多樣，不列入排序。

表 2-4 交通部門 1993-2013 漁船海事案例事故類型統計彙整

漁船	合計	碰撞	與其他物碰撞	觸礁或擱淺	失火	爆炸	洩漏	傾覆	機械故障	非常變故	絞擺	其他
1993	153	22	-	10	18	0	4	1	75	9	4	10
1994	146	24	-	7	14	1	10	4	62	4	3	17
1995	126	16	-	14	18	0	4	3	56	0	3	12
1996	180	20	-	12	20	1	6	14	95	0	2	10
1997	186	20	-	11	20	1	2	3	112	3	4	10
1998	166	18	-	14	17	0	10	3	90	2	5	7
1999	178	19	-	15	34	2	8	5	73	6	3	13
2000	163	14	-	11	25	0	15	6	65	4	6	17
2001	129	12	-	7	16	2	14	5	49	6	5	13
2002	128	14	-	6	23	2	9	2	59	0	2	11
2003	170	14	-	8	29	0	9	0	69	12	-	29
2004	175	19	-	7	28	0	14	0	84	3	-	20
2005	193	22	-	10	26	0	13	7	86	8	-	21
2006	143	16	-	10	15	2	11	5	53	1	-	30
2007	146	10	-	10	25	0	3	3	59	2	-	34
2008	123	10	-	14	16	1	6	6	42	0	-	28
2009	120	17	-	5	16	0	4	3	50	0	-	25
2010	123	11	-	7	18	0	0	2	61	3	-	21
2011	113	10	0	6	9	5	0	5	50	3	-	25
2012	82	10	0	4	6	0	1	5	23	2	-	31
2013	105	20	2	7	10	0	0	12	25	4	-	25
小計	3048	338	0	195	403	17	143	94	1338	72	37	409
平均	145.1	16.1	0.0	9.3	19.2	0.9	7.2	4.5	63.7	3.4	3.7	19.5
百分比	100.00%	11.09%	0.07%	6.40%	13.22%	0.56%	4.69%	3.08%	43.90%	2.36%	1.21%	13.42%
		11.15%										

資料來源：本研究彙整自歷年中華民國交通統計要覽；交通部航港局海事案件  
註\*：合併船與船碰撞以及船與其他物碰撞計算百分比。

整體而言，從 1993-2013 間 21 年的海事案例統計看台灣的海事安全現況，是呈現一個非常健康與正面的趨緩走向(圖 2-1)，不論係從逐年的趨勢檢驗、二階段的趨勢檢驗(1993-2003, 2004-2013)、三階段的趨勢檢驗(1993-1999, 2000-2006, 2007-2013)、四階段的趨勢檢驗(1993-1998, 1999-2003, 2004-2008, 2009-2013)，其結果都是一致的(圖 2-2 至 2-4)。

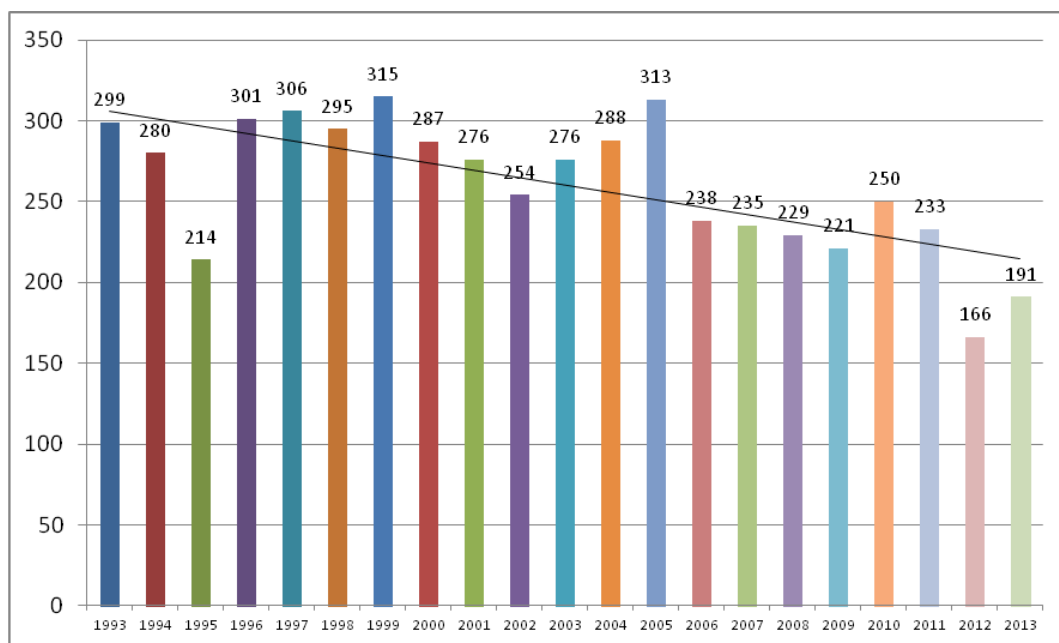


圖 2-1 1993-2013 年船舶海事案例之趨勢

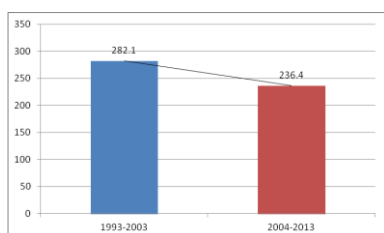


圖 2-2 1993-2013 年船舶海事案例二階段的趨勢檢驗

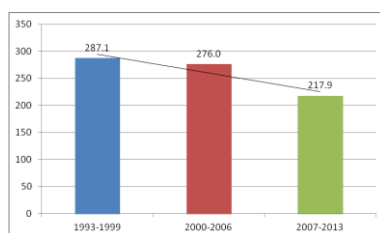


圖 2-3 1993-2013 年船舶海事案例三階段的趨勢檢驗

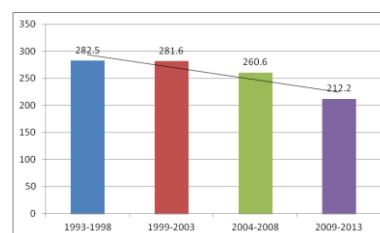


圖 2-4 1993-2013 年船舶海事案例四階段的趨勢檢驗

### 三、海事調查的取證

國際海事組織(IMO)為避免海事事故再度發生及確認事故之發生原因並作出安全上之必要建議，自 1968 年通過 A.173(ES.IV)海事調查決議案起，分別採納施行相關海事安全調查決議案，經合併、補充及發展相關決議案，國際海事組織於 2008 年 5 月 16 日採納 MSC.255(84)<sup>14</sup>號決議案「海上事故和事件安全調查國際標準和推薦做法章程 (Code of the International Standards and Recommended Practices for a Safety Investigation into a Marine Casualty or Marine Incident)」，簡稱「海事調查章程」(Casualty Investigation Code)。國際海事組織海事安全委員會也將本章程納入國際海上人命安全公約之第 XI-I/6

<sup>14</sup> MSC255(84), Adoption of the code of the international standards and recommended practices for a safety investigation into a marine casualty or marine incident (Casualty Investigation Code), MSC 84/24/Add.1, adopted on 16 May 2008, IMO: London.



條，使該章程成為強制性的規定，並於 2010 年元月 1 日生效實施，為海上事故和事件的調查與分析提供了明確的法律框架。<sup>15</sup>

「海事調查章程」可分為三個部份，其中第 I 部份(一般規定)及第 II 部分(強制性標準)屬強制性規定，第 III 部份(推薦做法)則屬推薦性的指導與解釋。值得一提地，該章程引入了獨立的「海事安全調查」模式，其所定義的海事安全調查係指以防止事故再次發生為主要目的之調查。強制性標準規定海事安全調查應獨立於民事、刑事及以處罰為目的之行政調查，並要求各國家要保證調查人員進行公平、客觀的調查，不被任何可能受調查結果影響之人員或組織的干涉。海事調查章程的強制性標準提出了以下幾項要求：

1. 強制要求船旗國(Flag State)必須對所有重大海事事故(如死亡、船舶全損、以及重大環境污染等)進行調查。
2. 船旗國應與其他具實質利益國(substantially interested State)協商實施海事調查。
3. 所有實質利益國都須盡力配合海事調查國；海事調查國也應盡可能為實質利益國家提供參與調查的機會。
4. 海事調查國應將重大海事事故的正式調查報告提交予國際海事組織。
5. 海事調查國應將正式海事調查報告向公眾與業界公開。

海事調查章程第 III 部分推薦做法方面，強調安全調查之目的僅在於保障海上安全，而非追究責任或進行處罰。該規則所以強調海事安全調查的獨立性原則，係因部分國家的海事調查工作是由制定並執行法規的機構在執行海事調查工作，而非由完全公正、獨立的機構執行，恐導致海事調查結果不能完全公正，有些因素或肇因可能將因此而忽略。海事調查章程之推薦做法，述明了安全調查單位的責任，並確立了「獨立自主」、「注重因果關係」、「調查優先」、「安全調查範圍」及「國際合作」等調查的基本原則；另就「海事事故和意外事件調查(除重大海事外)」、「船旗國與個別實質利益國進行協議時應考慮因素」、「非法干擾行為」、「通知各方當事人啟始調查」、「統籌調查」、「證據收集」、「資訊保密」、「證人與當事人保證」、「初稿與最終報告」及「海事案件重啟調查」等項，分章給予指導性建議。

<sup>15</sup> 有關海事調查的主要 IMO 文件發展流程包括：A.173(ES.IV)、A.440(XI)、A.637(16)、A.849(20)、A.884(21)、MSC/Circ.1058、MEPC/Circ.400、MSC.255(84)、MSC-MEPC.3/Circ.2、A.1075(28)等。

為能有效執行海事調查，IMO 在 2013 年的第 28 次大會中通過 A.1075(28)號「協助調查員施行海事調查章程(MSC.255(84)決議案)之準則」決議案<sup>16</sup>，其中在第五章「調查」程序中載明有關蒐集證據(Collection of evidence)、海難現場之檢查(Inspection of casualty site)、以及蒐集或記錄實體證據(Gathering or recording physical evidence)的相關準則。並特別強調有關發生海難或海上事故水路之調查，暨船舶殘骸之水下檢驗與攝影的現場查驗的工作<sup>17</sup>。

#### 四、海天使案例

載重噸 6,529、船長 97.6 公尺的泰國籍「海天使(MV Sea Angel)」貨輪於 2010 年 1 月 20 日自馬來西亞(Kuala Limbang, Sarawak)裝載 1,377 支馬來西亞原木擬駛往中國張家港卸貨。1 月 26 日清晨，航向 000、航速 7 節，持續遭遇強風惡浪，於 05:30 時，在估計位置 23°39'N、119°51'E，船舶瞬間向左傾側，船長宣布棄船，並透過 VHF 發送 MAYDAY 遇險信號。約莫 5-10 分鐘船舶傾覆沉沒。1 月 26 日 07:59，海巡署接獲國搜中心轉基隆海岸電台通報：印尼籍「TRANS TENANG」貨輪於 23°39'N、119°51'E（雲林麥寮西南方約 20 哩）發現乙艘漁船下沉中，船上 2 人，立即派飛機前往救援，並請海巡署就近派艇救援，海巡署除派遣 6007, 3569, 10020, 10007, 3563 等多艘船前往救援外，並請台中漁業電台廣播附近漁船協助搜尋。本案船上共 19 名(泰國籍、印度籍)船員，合計 9 人被救起，2 人死亡、8 人失蹤。<sup>18,19</sup>

2010 年 4 月，本研究團員於受船東泰國 Sinsimon Navigation 公司委託執行沉船位置標定及水下攝影驗證作業。經過兩天的航行與作業，本作業使用 Kongsberg EM 710 多波束聲納精確的標定沉船位置、初略外觀及週遭水深；並透過 Edge Tech 4200 側掃聲納清楚的觀測到沉船外觀及週遭海床狀況；最後使用 Seaeye Panther XT 工作級水下無人載具(Remotely-Operated Vehicle, ROV)清楚的在 23°42'47.46"N, 119° 53'27.66"E，水深-86 公尺處拍攝到沉船的船名及外觀。具體成果分述如下：

<sup>16</sup> Resolution A.1075(28), Adopted on 4 December 2013, (Agenda item 10), Guidelines to Assist Investigators in the Implementation of the Casualty Investigation Code (Resolution Msc.255(84)), A 28/Res.1075, 24 February 2014, IMO: London.

<sup>17</sup> Resolution A.1075(28),5.6.1: Inspection and documentation of the casualty site and/or places of interest for the investigation can include inspection of the ship/ships involved, a fairway where the casualty or incident occurred, and underwater survey and filming of the wreckage of a ship.

<sup>18</sup> 空偵機吊掛 6 人(死亡 1 人)、海鷗直升機吊掛 5 人(含 1 人死亡)。註：本案案情資料參考海巡署勤指中心以及航港局南部航務中心海事案例資料。

<sup>19</sup> 徐國鈞, 陳彥宏, August 2011, GPS 衛星浮標應用在海難搜救之實證研究, 台灣海事安全與保安研究學刊, TAMSS Bimonthly - Vol. 2 No. 4, 台灣海事安全與保安研究會, 基隆, pp51-67.

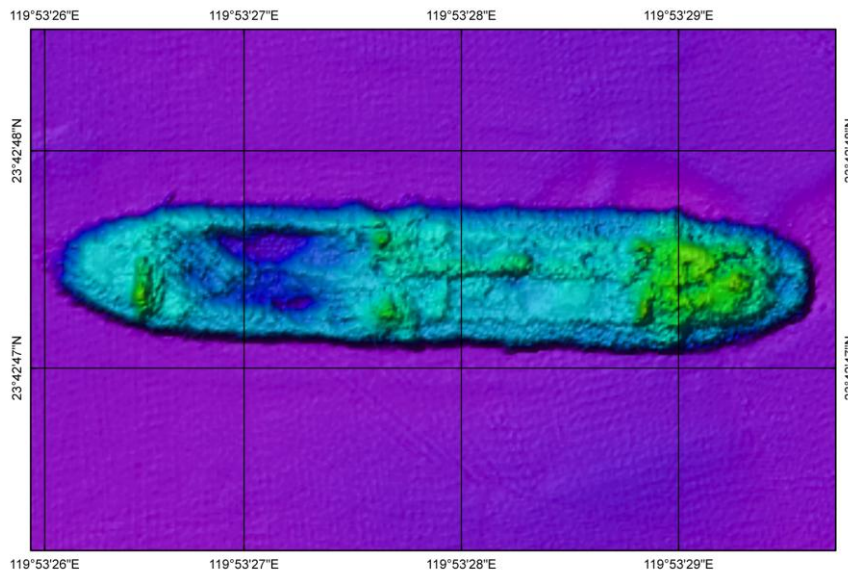


圖 4.1：多音束聲納影像顯示 M.V. Sea Angel 位置

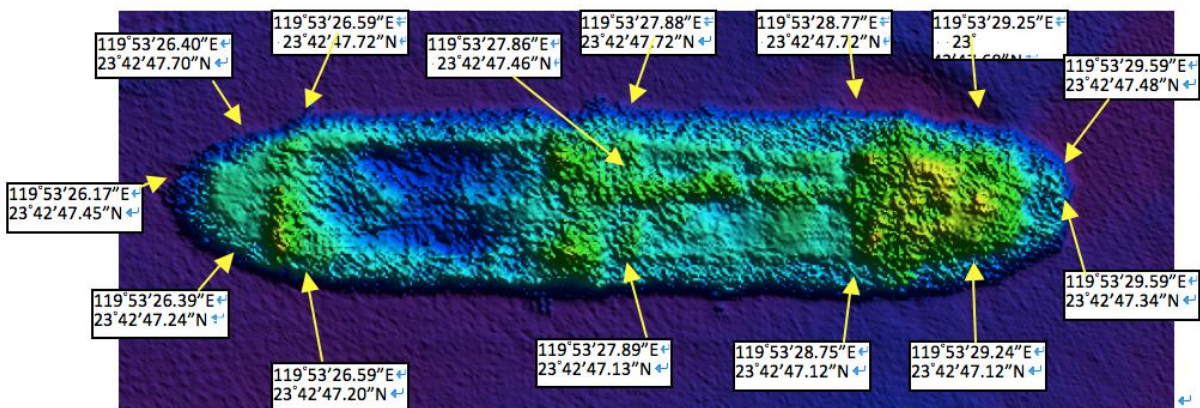


圖 4.2：多音束聲納影像顯示 M.V. Sea Angel 各船體主結構位置

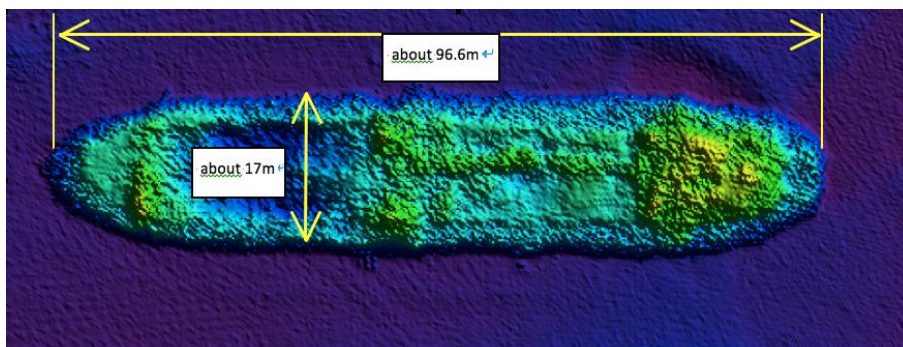


圖 4.3：多音束聲納影像顯示 M.V. Sea Angel 船舶長與寬

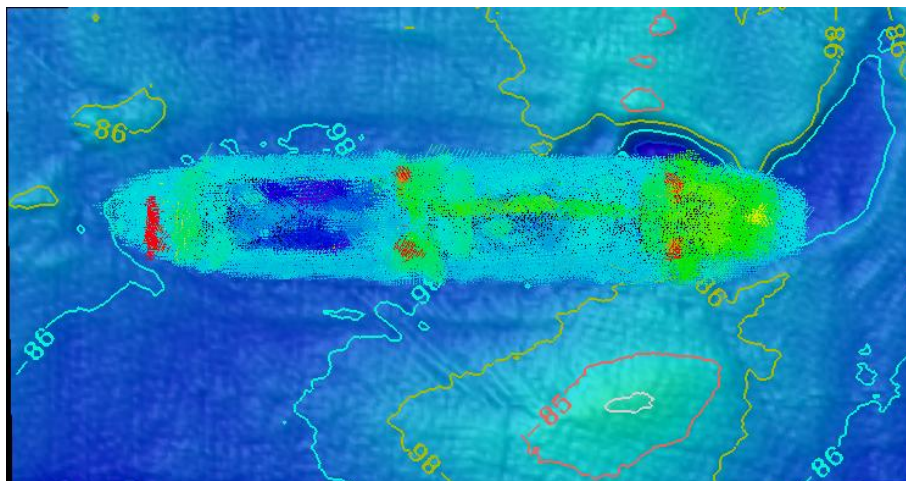


圖 4.4：M.V. Sea Angel 沉船水深圖

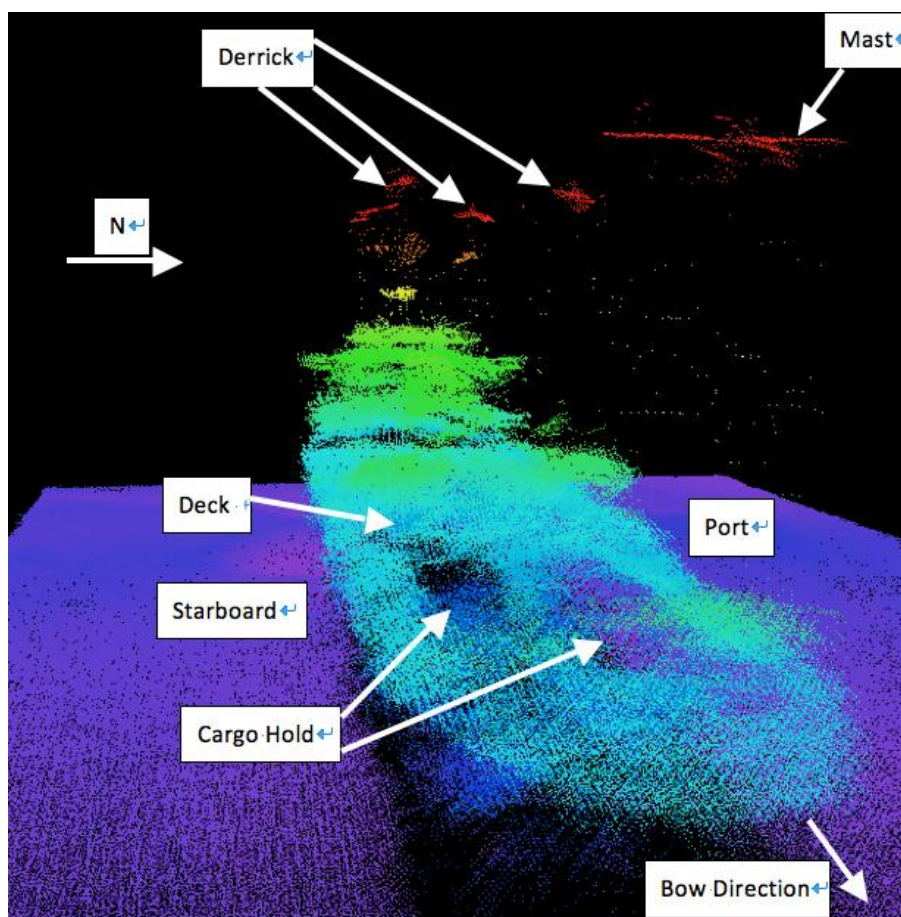


圖 4.5：多音束聲納影像顯示從 M.V. Sea Angel 船舶殘骸前方檢視影像

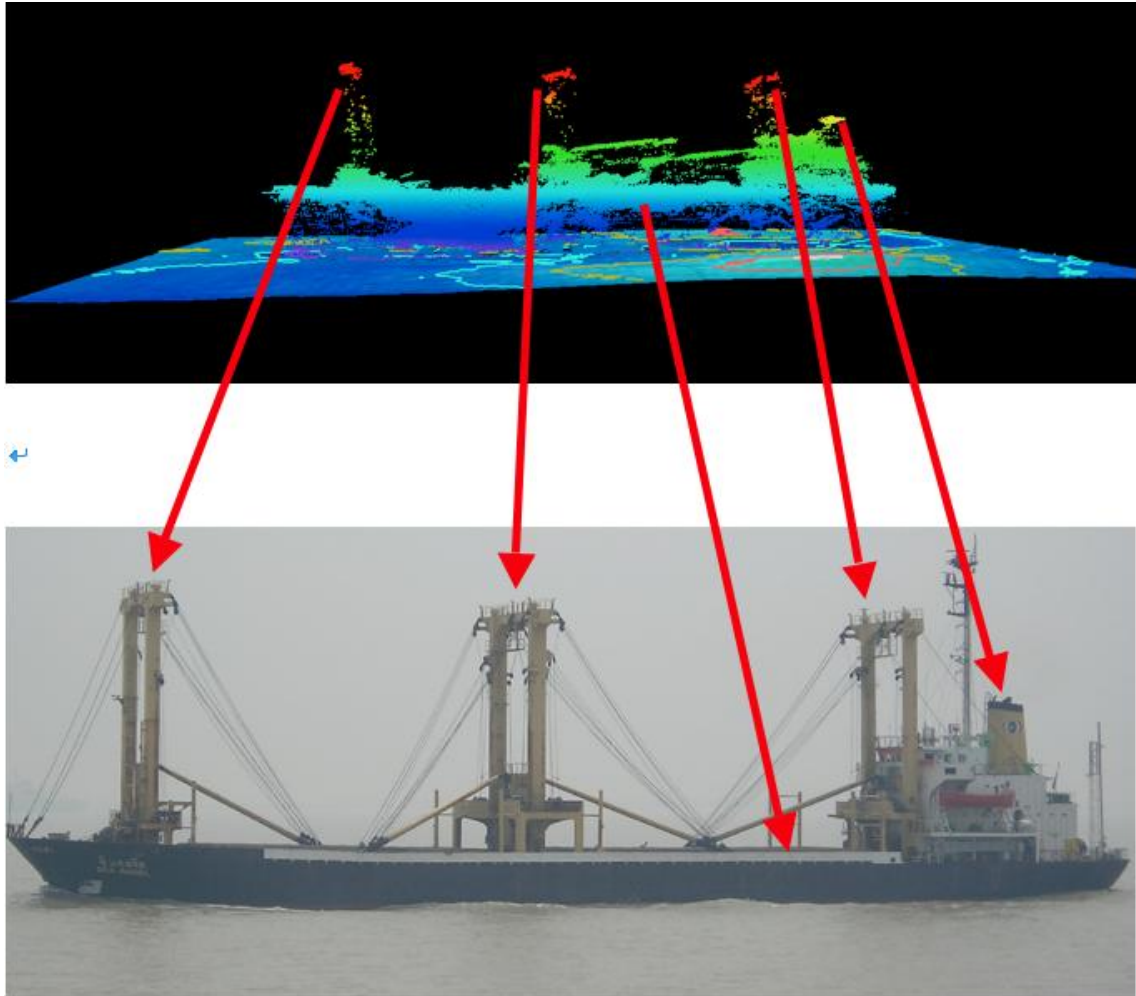


圖 4.6：多音束聲納影像顯示從 M.V. Sea Angel 殘骸左舷方檢視影像，船舶仍穩坐海床

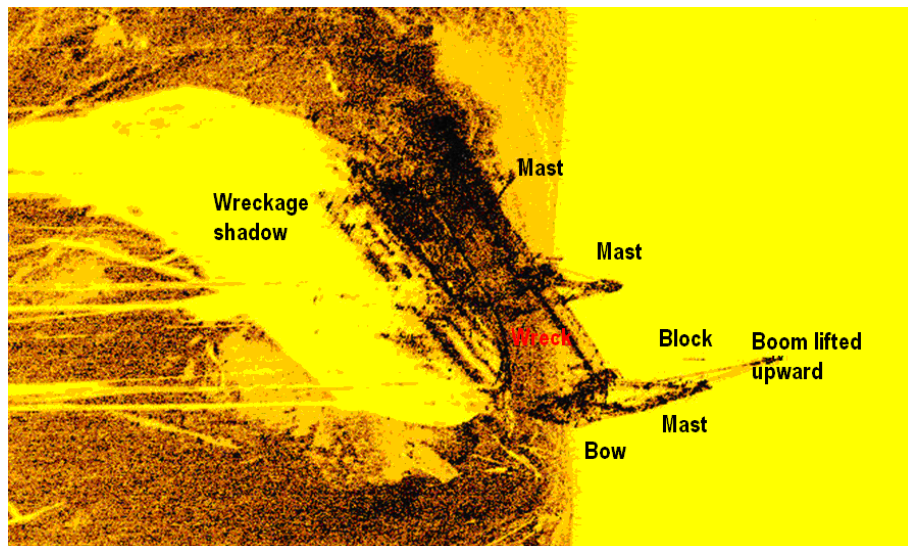


圖 4.7：測掃聲納顯示殘骸前艙吊桿揚起

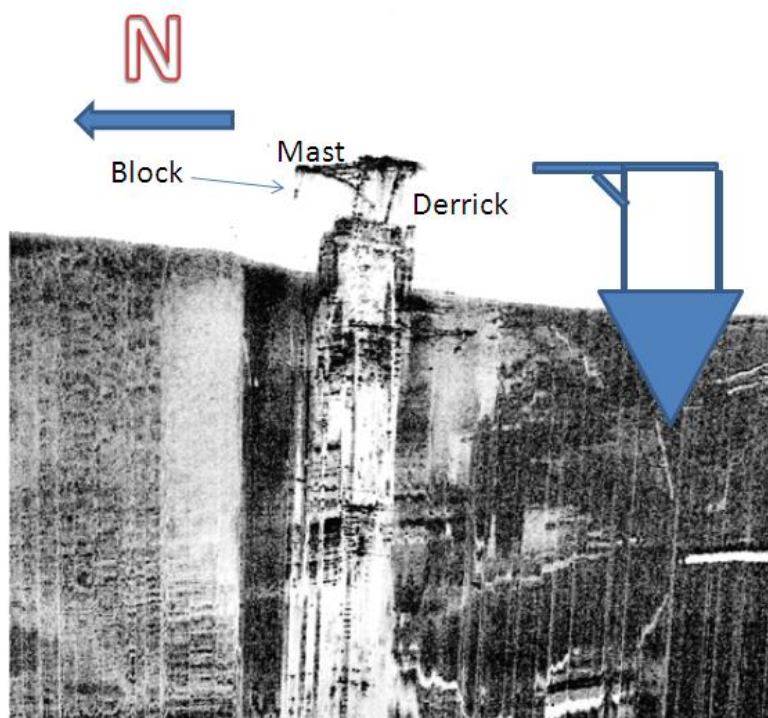


圖 4.8：測掃聲納顯示殘骸前艙吊桿揚起並向左舷偏移

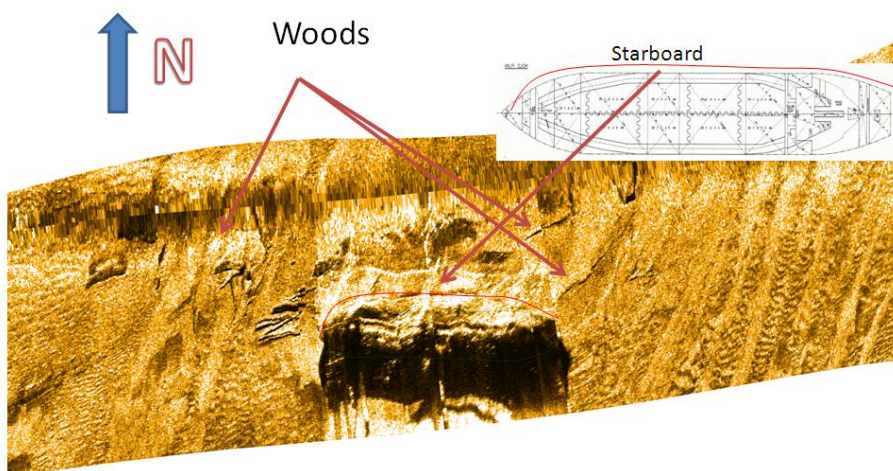


圖 4.9-1：測掃聲納顯示貨載原木散落沉船週邊海床

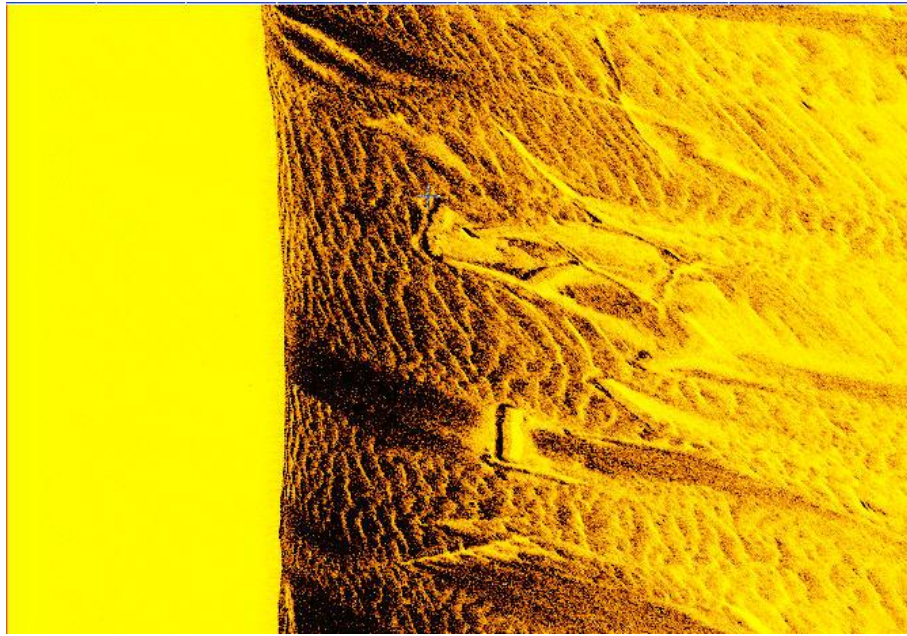


圖 4.9-2：測掃聲納顯示貨載原木散落沉船週邊海床

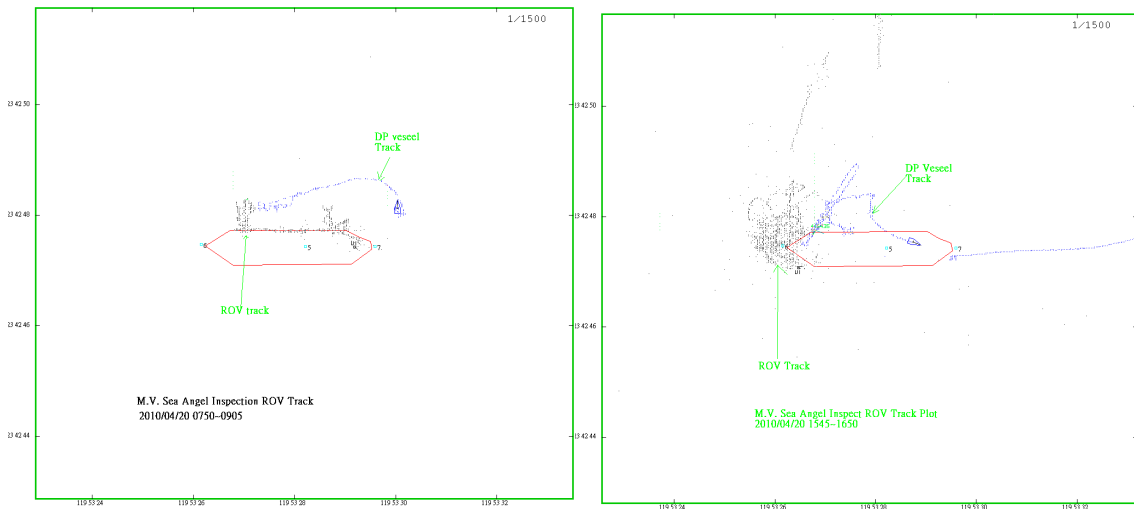


圖 4.10：ROV 施放路徑

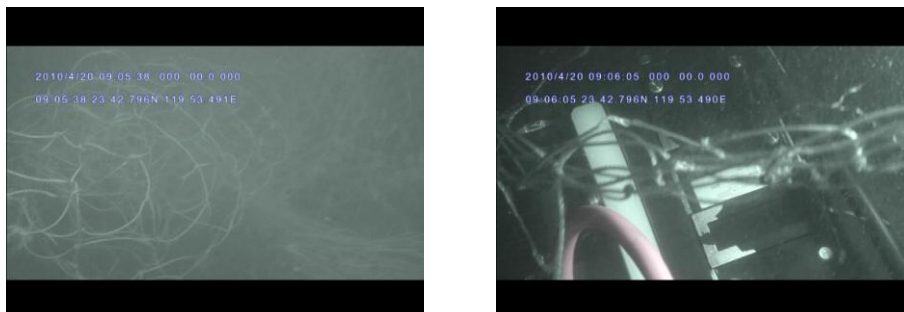


圖 4.11：ROV 顯示船尾附近漁網圖像以及漁網纏繞 ROV 情形

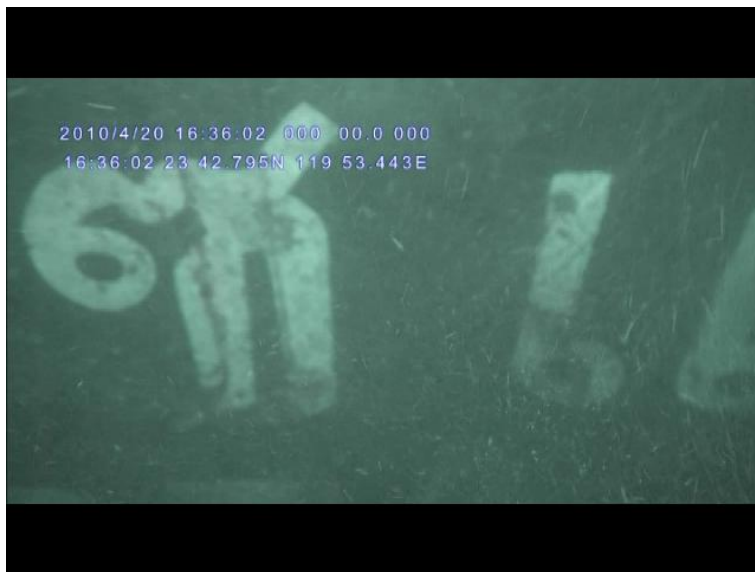


圖 4.12：ROV 擷取沉船船艙處船名圖相



圖 4.13：ROV 擷取沉船船艙處船名圖相

沉船殘骸經本研究團隊認證為「海天使輪 M.V. Sea Angle」，並獲得保險公司採認完成船舶全損相關理賠業務。但在事故成因方面，前艙艙蓋消失的海天使輪，是否意涵著水密完整性的議題？也是否意涵著 IMO 在 Derbyshire 海難事故後一系列有關散裝貨船艙蓋安全的問題？還是僅僅就是惡劣天候的問題？有關這一方面的海難事故調查，還是需要深入探討的。

另外，關於在 05:30 發生的本案，船長為什麼只透過 VHF 發送 MAYDAY 遇險信號？為什麼遲至 07:59 海巡署才接獲國搜中心轉基隆海岸電台通報有印尼籍貨輪發現乙艘漁船下沉中？這些問題的背後，或許才是 2 人死亡、8 人失蹤的真正原因。

## 五、德興輪案例

載重噸 1393 總長 65 公尺的我國籍貨輪金門運補船「德興輪」，2011 年 10 月 27 日 17:45 由金門料羅港開往臺灣高雄港，2011 年 10 月 28 日 00:06 在澎湖西嶼燈塔西北 15 浬海域(23°48'N、119°08.7'E)，與載重噸 43093 總長 235 公尺的賴比瑞亞籍全貨櫃船



「柯春輪 Taroko」發生碰撞海事，造成德興輪沉沒。00:53 分，國搜中心轉海岸電台通報海巡署並通報國搜中心、空勤總隊等機關協同救援。海巡署於 01:00 起分別派遣 10020、臺北艦、偉興艦前往救援，02:30 國防部亦派遣子儀艦前往支援，02:37 基隆海岸電台表示另有三艘貨輪於現場協助救援。本案計 13 名「德興輪」船員落海，救起 11 人，其中 9 人生還、2 人死亡、2 人失蹤。

「德興輪」與「柯春輪 Taroko」碰撞案是個很值得探究的海事碰撞案，「德興輪」在 23:53 即以目視「柯春輪 Taroko」距離 5 海浬並知其航速 18 節，並以 VHF Ch16 試圖與「柯春輪 Taroko」聯繫，三次均未獲得回應，當值水手兼實習生提議是否要迴轉一圈避讓，當值 AB 認為左、右各有漁船數艘，距離也很近，若要避讓有能力上的限制。23:58 時，兩船相距 3 浬，水手去請船長上駕駛台，船長上駕駛台以後再次以 VHF Ch16 聯繫，但「柯春輪 Taroko」仍無回應，隨後即發生碰撞。「柯春輪 Taroko」方面是於 23:30 時即已發現「德興輪」於左舷前方 12 海浬處，23:45 避讓漁船後發現「德興輪」於左舷 45°距離 5 海浬。因右舷有漁船二艘，故未採行行動，00:00 時 CPA 警報器響起，發現二船間距 1.8 浬，「德興輪」有橫越「柯春輪 Taroko」的跡象，是時，三副在海圖室寫航海日誌，交接班二副上駕駛台，發現狀況立即下令右滿舵避讓，於 00:05「德興輪」右舷後方遭撞擊而致沉沒。

上述的海事報告事故陳述中，「德興輪」指控「柯春輪 Taroko」呼叫不應，二船無法構網溝通；「柯春輪 Taroko」則指出其行為係完全遵守避碰章程，且本案只有單方面避讓。然而，事實上，本二中船似乎是出錯在違反 STCW Code VIII 航行當值 (watchkeeping) 規定中有關當值安排 (Standing Arrangements) 與當值常規 (Standing Orders) 的最根本的問題。

事發後，本研究團隊成員於 10 年 30 日受船東委託，執行沉船位置搜尋及標定作業。為完成作業需求，本作業主要使用二項主要裝備：多波束聲納、側掃聲納，分為二個階段進行。其中，第一階段：以側掃聲納為主，目的是利用其高效率的海床掃描功能，與斜視產生目標物陰影的工作特性，進行沉船搜尋及前段的辨識作業。第二階段：使用多音束測深系統所提供高解析度地形，描繪沉船的三維影像，作為進一步驗證的參考。

經過 11 月 4 日搜尋作業，側掃聲納影像明確指出沉船地理位置及周遭海床地貌；藉由影像併合後的圖幅，可將沉船周遭海床與物件的分佈做初步的描述，提供後續驗證評估或水下作業參考。但受限於當地季節性海況以及載具限制，無法順利進行第二階段的調查。因此擇期使用與高雄海洋科技大學產學合作研究船-寶拉麗絲號於 2012 年 2 月 23 日下午 4 點至第一階段標定地點，以高解析度多音束海床測繪技術與側掃聲納聯合使用，順利描繪出船體外型及周遭海床聲納影像。具體成果分述如下：

依據最終聲納探測結果，沉船座落於經緯度為  $23^{\circ}48'8.28''N$ ,  $119^{\circ}08'27.68''E$  處 (WGS\_84)，水深-68 公尺海床上，距離澎湖西嶼燈塔 41.2 公里(圖 5.1)。周遭海床上散佈 13 個物件，研判為貨櫃，分別利用以下幾個聲納影像來說明目標物辨識及船體目前於海床上的狀態(圖 5.2~圖 5.8)。

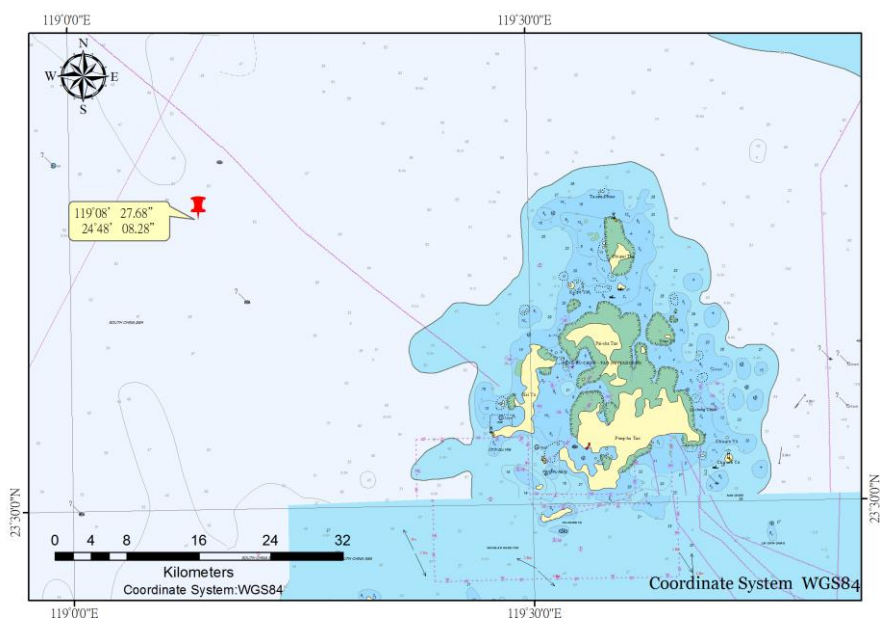


圖 5.1：沉船位置圖

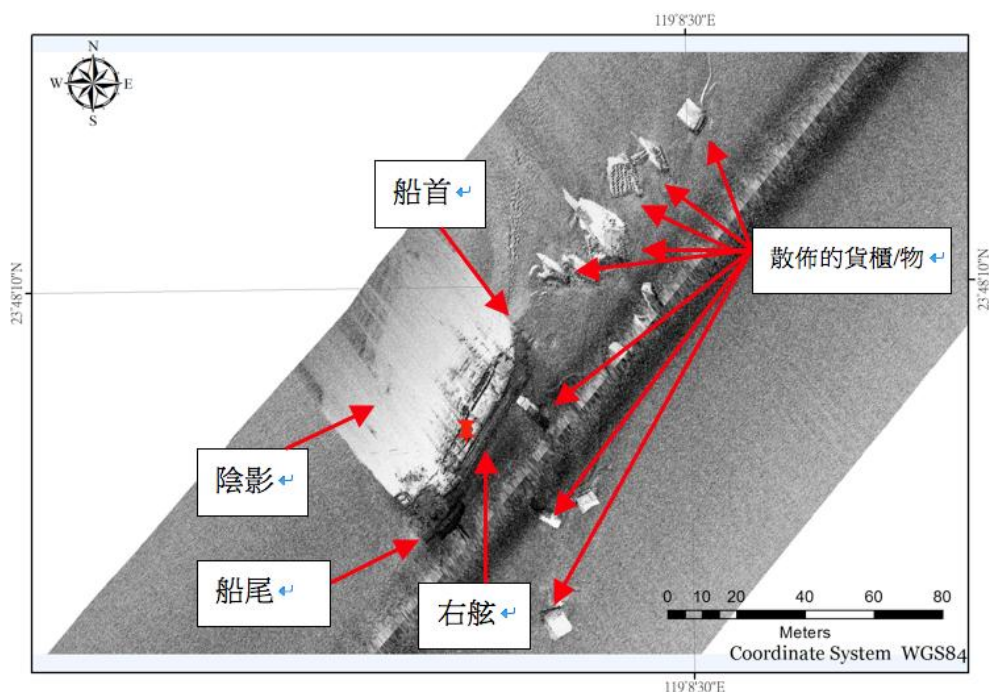


圖 5.2：德興輪周邊海床聲納影像圖 1，低角度俯視沉船，因側掃聲納的”斜視”工作原理，造成沉船後方出現陰影區，其他散落物件亦由此工作原理予以判別。

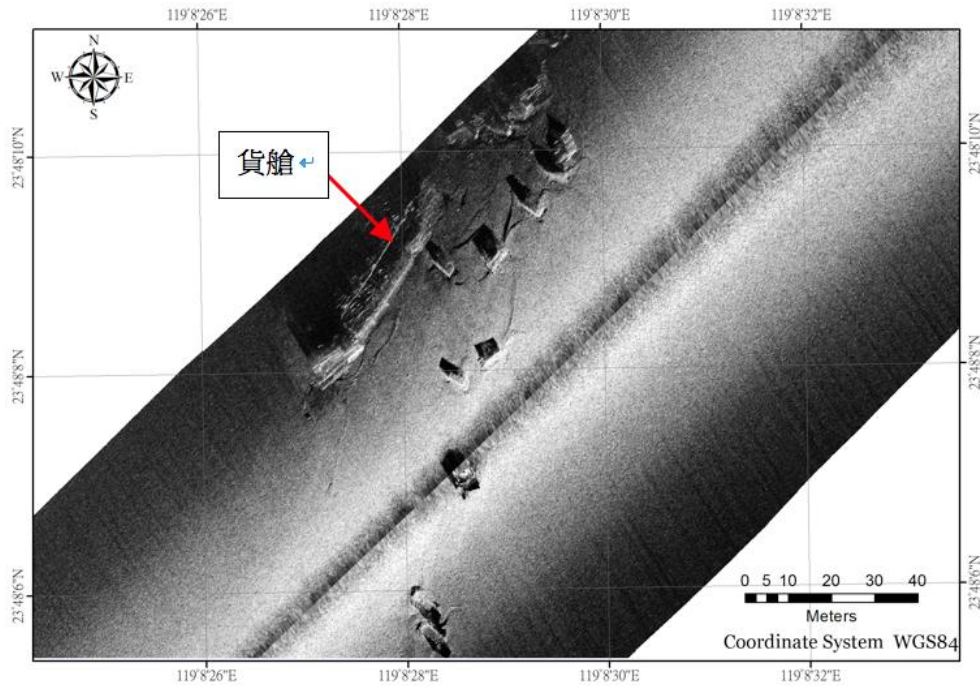


圖 5.3：德興輪周邊海床聲納影像圖 2，高角度俯視沉船，顯示船體甲板面及船體完整，前甲板艙因貨櫃脫離，顯示出凹陷的特徵。

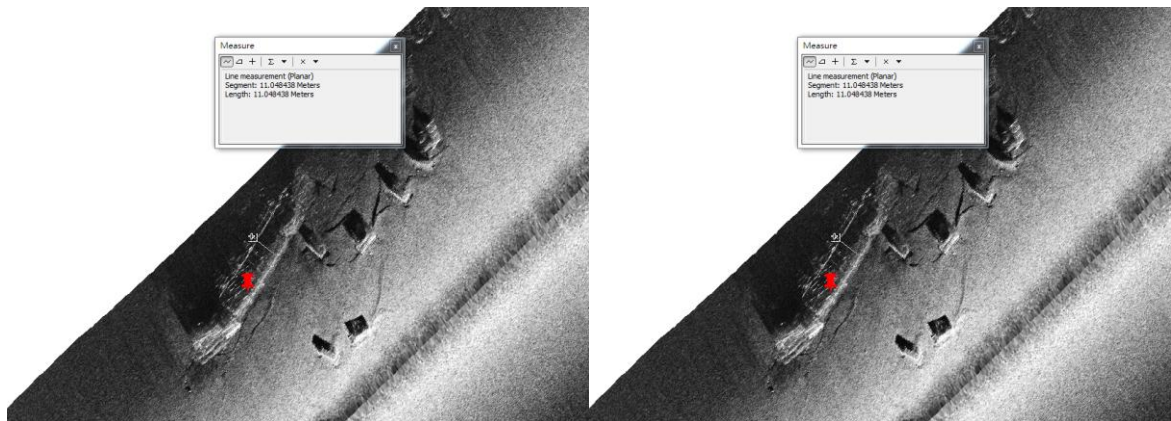


圖 5.4：德興輪周邊海床聲納影像圖 3，藉由量測陰影寬度，船體長度為 60.2 公尺，寬度 11.04 公尺。



圖 5.5：德興輪聲納陰影說明 1，顯示船首及船尾的桅杆仍舊矗立，船舷欄杆由高頻率的側掃聲納掃瞄下一覽無遺。

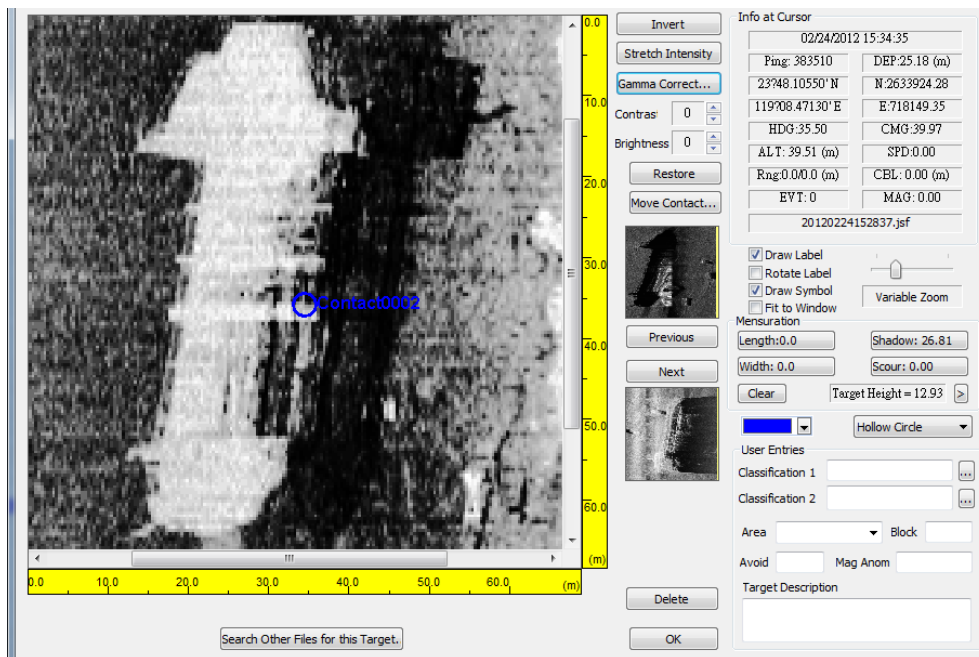


圖 5.6：德興輪聲納陰影說明 2，量測桅杆陰影，顯示距離海床高度 12.93 公尺。

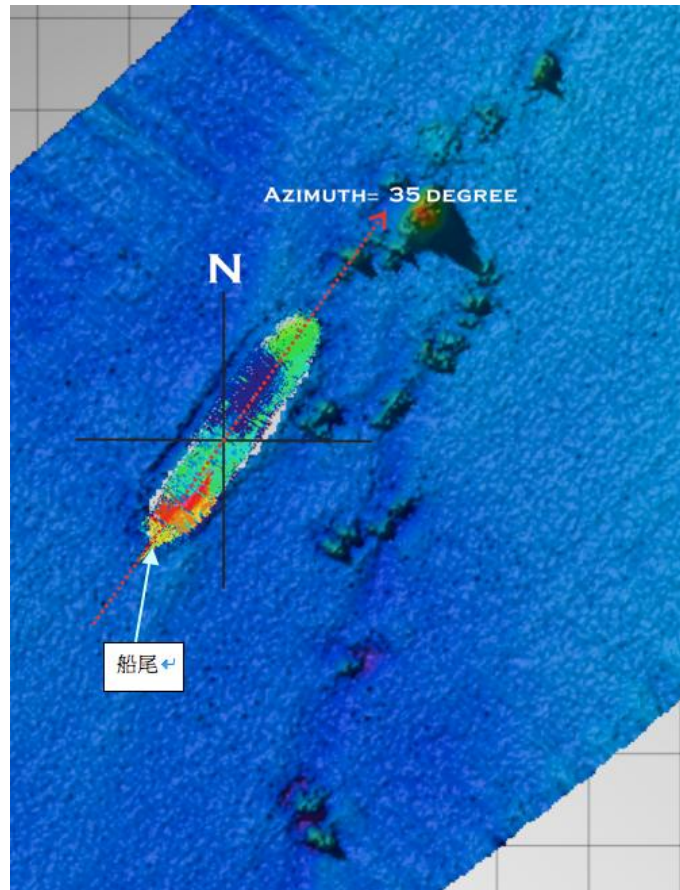


圖 5.7：多音束聲納影像說明 1，船體座落於海床上其方位角 35 度(正北為 0 度)。

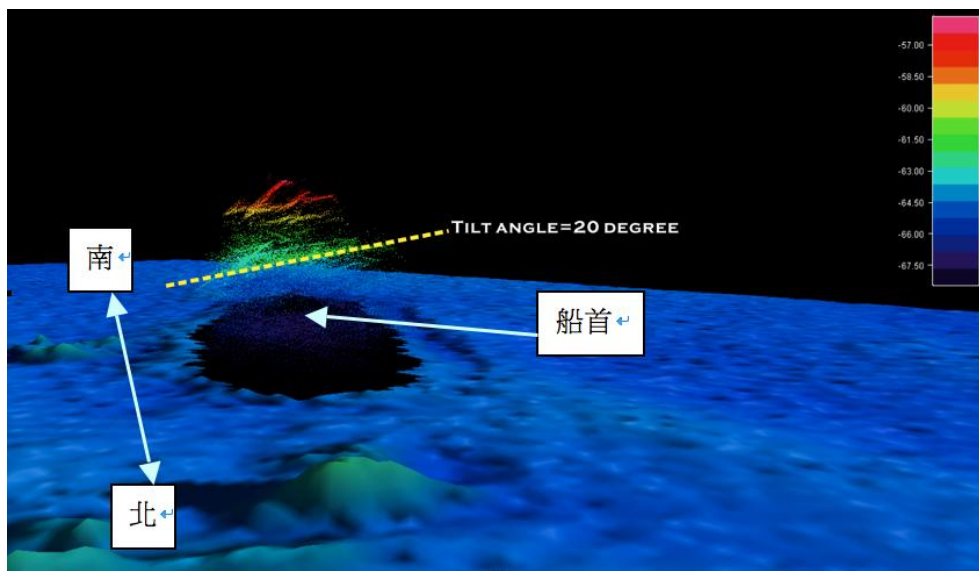


圖 5.8：多音束聲納影像說明 2，由前甲板面的特徵，判斷船體傾角 20 度，向西南方向傾斜。

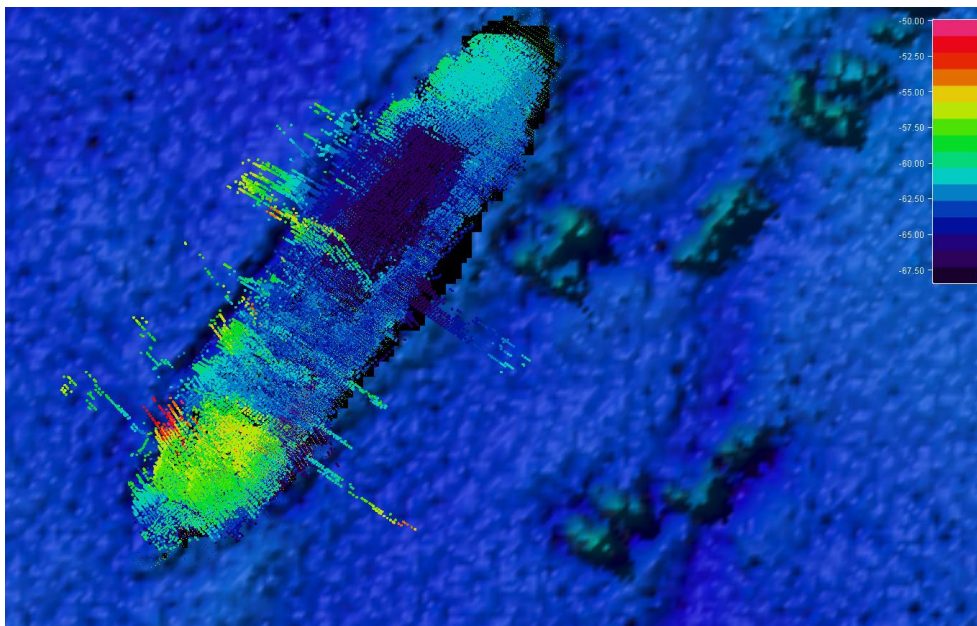


圖 5.9：多音束聲納影像說明 3，由相對於海床高度的比較，船尾聲波觸及到的資料顯示船尾桅杆距離海床 12 公尺，前甲板處顯示下凹的貨艙，呼應圖 5.6 的說法。

由以上聲納資料顯示與船東提供資料對照，資料顯示探測船隻的三維尺寸與特徵，皆與沉沒的德興輪吻合，沉船座落於經緯度為  $23^{\circ}48'8.28''N$ ,  $119^{\circ}08'27.68''E$  處 (WGS\_84)，水深-68 公尺海床上，由探測的資料顯示，船體以向西南側傾 20 度的姿態直立坐底，桅杆離海床面 12.95 公尺，走向 35 度，由聲納影像交互比對及分析結果，船體尚稱完整，周遭海床 200 公尺半徑內散佈十幾個目標物，推斷為脫離自船體的貨櫃。

## 六、結論

海事調查的目的在於透過從人員、環境、設備、過程與程序、組織與外在影響等五個層面對海難事件及意外事故的一系列系統化探討造成因素、安全課題、安全缺失的調查，並考慮到有效分析與預防行動，防止類似海難及海上事故之再發生，以提昇整體的海事安全與避免海洋環境遭受傷害。

依據 IMO A.1075(28)決議案有關調查指南之規範，在蒐集證據、海難現場之檢查、蒐集或記錄實體證據、證人資訊、審閱文件、程序與紀錄、實證調查、重建與分析、關聯分析、安全分析等等都有其一定的要求。台灣目前的海事調查機制是有的，但離 IMO 所規範的完整程序似乎還有一段的距離，特別是在整合外部技術與資源方面仍有欠缺。致使在海事調查與海事評議的工作上，似乎總缺了一塊實體的證據資料來做論斷的佐證。

本研究的目的是不在於推論此二海事案例的責任與疏失比例，僅提供本研究團隊在此二沉船搜尋案例中的發現與證據資料供有關單位作為未來在海事調查與鑑定中的取證參考，相信在有關沉船海事案例的調查與鑑定程序中，如果能佐以詳細的船體結構與殘骸及貨物的狀況與分布分析，應該更能還原事故的主從肇因及關聯因素，對於建立台灣未來的海事調查機制應能有所貢獻。