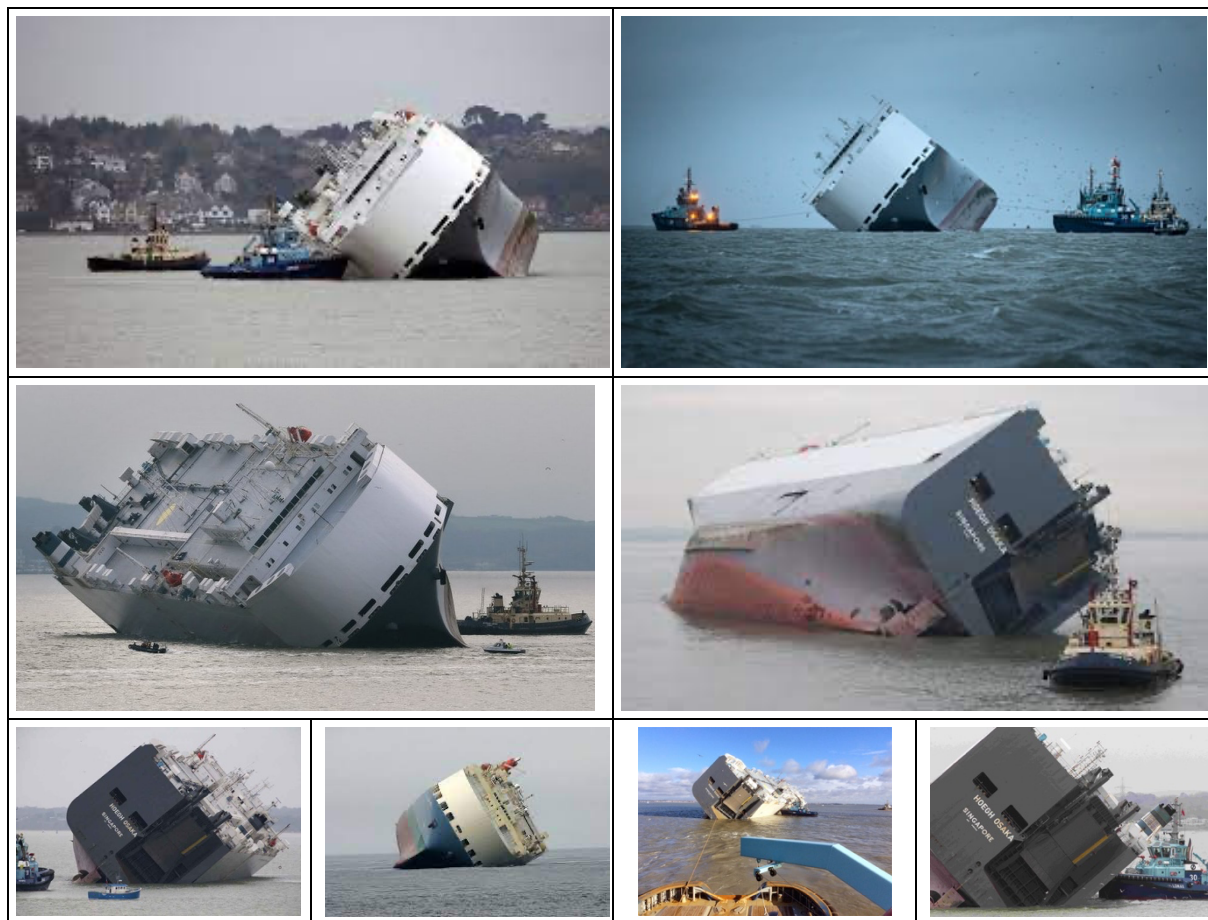


Marine Salvage 記事 49：MV Höegh Osaka (2015.01.03)

陳彥宏*



一、事故背景與初期應變

- 2000 年日本常石集團 Hashihama/Tadotsu 廠建造，新加坡籍，挪威 Höegh Autoliners 擁有，並由位於新加坡的 Wallem Shipmanagement Pte Ltd.管理的車輛輸送船(Ro-Ro / Pure Car/Truck Carrier) PCC Höegh Osaka，原名 Maersk Wind (2000-2008)，2008 年賣給 Höegh Autoliners，2011 年更名為 Höegh Osaka。船

* 陳彥宏 Solomon CHEN，英國威爾斯大學海洋事務與國際運輸學博士，台灣海事安全與保安研究會理事長，新台灣國策智庫諮詢委員，國家運輸安全調查委員會諮詢委員，海洋委員會海巡艦隊分署海損評議審查會委員，海事仲裁人。曾任教於臺灣海洋大學、澳大利亞海事學院國家港埠與航運中心、高雄海洋科技大學。曾客座於上海交通大學凱原法學院國際海事研究中心、廈門大學南海研究、澳大利亞海事學院。EMAIL: solomonyhchen@gmail.com。

長約 179.90 公尺、船寬約 10.15 公尺、吃水約 10.15 公尺、總噸位約 51,770 噸、載重噸位約 16,886 噸、可載約 2,520 輛汽車或 450 輛貨卡車。

- 2015 年擱淺事件：2015 年 1 月 3 日，Höegh Osaka 自英國 Southampton 港啟航，預計前往德國 Bremerhaven 港，船上載有逾 1,400 輛汽車與重型機械。在英國 Southampton 出港後，在進入 Solent 水道時，因貨物分布與壓載調整不當，導致船舶重心偏高，出現嚴重穩性問題。船體開始大幅傾斜，最終傾角達 52 度，甲板幾乎浸水，失控後，船長與大副經短暫判斷後，決定採取「控制性擱淺(controlled grounding)」策略，將船擱淺在 Bramble Bank 淺灘，避免其在航道中側翻沉沒。此舉雖然危險，但被視為當下唯一能保住船與人命的辦法。全體 24 名船員和一名引水員最後由 RNLI 救生艇與海岸防衛直升機救出，一人受重傷。
 - 2015-01-03 20:06 UTC：MV Höegh Osaka 在引水員的協助下離開 Southampton 港的 40 號泊位。20:09(UTC)：船隻於 Bramble Bank 左轉時，領港發出操舵口令「Port 10」「Port 5」「Midships」，隨即說出「She's very tender, captain」，顯示船舶復原性很弱；片刻又追問「what the hell is the GM of this vessel?」。
 - 20:59 UTC：船隻在索倫特海峽(The Solent)進入 Thorn 海峽，速度約 10 節，隨後加速至 12 節。
 - 21:09 UTC：船隻在 West Bramble 浮標處轉向時，船體快速向右(右舷)傾斜。
 - 21:10:30 領港下令「stop engines」，並質疑船隻的穩心高度(GM)。船隻因傾斜過大，螺旋槳和舵露出水面，失去操縱和推進能力。
- 擱淺後拖曳與救助作業：
 - 21:15：船體於 Bramble Bank 擱淺。由於船隻嚴重傾斜，部分貨物發生移動，導致船體右舷甲板 6 處被 JCB 挖土機的履帶刺穿，形成約 25 公分 x4 公分的破洞形成進水口，海水開始湧入船內。
 - 擱淺與傾斜：擱淺時，船隻傾斜約 40 度，最終穩定在約 52 度。引水員曾努力聯繫船舶交通服務(VTS)，強調船隻停留在沙洲上很重要。

- 21:10 起：VTS(船舶交通服務)指派 Svitzer Ferriby 與 Svitzer Surrey 兩艘拖船前往；RNLI 多艘救生艇與 RAF/國家警航直升機到場支援撤離與搜索。
- Svitzer Salvage 受聘進行救助，策略是利用潮汐、注水控制和壓艙調整，將船體維持穩定。
- 22:21：傳出機艙淹水回報；此時已有三艘拖船頂靠，確保船體保持擱淺在沙洲而不致移位。
- 2015-01-04 00:15：除船長、輪機長與領港外，全員撤離完畢；02:09 接海岸防衛隊指令全面棄船，最後三人以直升機撤離。
- 經過近三週的複雜作業，在大潮配合下成功扶正並拖返 Southampton 進行修復。
- MAIB(英國海事事故調查局)的調查報告指出，該船離港時穩定性不足，未符合船舶出海的最低國際要求。船上在貨物裝載完成後和啟航前，並未進行離港穩定性計算。傾斜原因包括貨物重量估錯、貨物固定/捆綁不足、重心問題(貨物分布與壓載水(ballast water)操作)等。
 - 貨物裝載錯誤：
 - ◆ 航程變更未調整：MV Höegh Osaka 的常規航程路線發生變化(Southampton 從最後一個歐洲裝載港變成第一個)，但貨物裝載計畫未作調整。
 - ◆ 貨物重量差異：實際裝載貨物重量與最終清單存在顯著差異，許多貨物的估計重量低於實際重量，導致船舶整體重心(VCG)過高。例如，一些重型二手貨物的實際重量比申報重量高出多達 49%。
 - ◆ VCG 未考慮：在裝載電腦中，貨物單元的垂直重心(VCG)未被例行輸入，通常默認為甲板高度。
 - ◆ 額外貨物：儘管航程變更，仍裝載了額外貨物，比原計畫增加了 112 個貨物單元，重量增加約 616.7 噸。
 - 壓載水管理問題：

- ◆ 估計與不準確記錄：壓載水艙的液位是估計的，與實際液位有顯著差異。
- ◆ 儀表故障：除了首尖艙外，所有其他壓載水艙的液位計自 2014 年 7 月 Wallem 接管管理以來一直無法運作。Wallem 未將維修列為優先事項，認為手動測量即可。
- ◆ 無額外壓載水：船隻在離港前未裝載額外壓載水，加上燃油量少(儲存在船體較低處)，都導致船舶整體重心相對較高。
- 船體受損進水：擱淺時，船體右舷甲板 6 處被車輛(JCB 挖土機的履帶)刺穿，形成約 25 公分 x 4 公分的破洞，導致海水湧入船內，約有 2700 噸海水進入下層甲板。
- 船員撤離：由於船隻嚴重傾斜，所有船員和引水員都被成功疏散，其中一人受重傷。
- 面對傾覆的巨大風險，船長 David Bokstael 做出了他職業生涯中最果斷的決定：他沒有選擇在深水區冒險，而是主動將船隻擱淺在溫特頓淺灘上。這個決定，雖然讓船隻陷入困境，卻成功阻止了其在深水區翻覆，避免了可能的人員傷亡和大規模的環境污染。
- 後續檢修發現結構損傷有限，船舶得以修復再投入營運。此案展示了控制性擱淺(controlled grounding)與潮汐操作的成功典範。

二、救撈決策與爭議

- 2015-01-04：船東與保險人隨即簽訂 Lloyd's Open Form (LOF)，指派 Svitzer Salvage 為主要救助公司。英國海事與海岸警衛署(MCA)派出 SOSREP (Secretary of State's Representative for Maritime Salvage and Intervention) 進駐 Salvage Control Unit (SCU)現場統籌，確保必要時可行使以國家「公共利益與環境安全」為優先的「最終指揮控制權」的救助決策，而非僅由商業利益主導。
- Salvage Control Unit (SCU)，成員包括：船東代表、P&I Club、Svitzer 工程師、Southampton 港務局、海岸警衛局(MCA)。
- 主要爭議在於：

- 擱淺性質的爭議：最初船東 Höegh Autoliners 聲稱，將 MV Höegh Osaka 擱淺在 Bramble Bank 是「故意為之」，以避免更嚴重的問題。然而，後續調查的結論是，擱淺是偶然發生的，船隻在失去穩定性後，傾斜導致無法控制地急劇轉向，最終意外擱淺。
- 穩定性考量：在初期救撈作業中，救撈隊決定暫時將進水留在船上，因為在惡劣天氣(有多個天氣鋒面經過)期間，這對船隻的穩定性有正面影響。這顯示了救撈專家在惡劣條件下，優先考慮船隻整體穩定性的策略。這與一般本能「立刻抽乾」不同，反映 LOF/SCU 架構下的穩性權衡風險。
- 是否應立即嘗試脫淺，或等待潮汐與天候最佳時機？船上仍有約 500 噸燃油，若操作不慎可能造成索倫特水域油污。最終 SOSREP 決定由 Svitzer 制定分階段計畫，以安全與可控為原則。先以短距離拖帶至 Alpha 錨地固定，再行扶正與清艙，而非直接港內拖帶，以降低二次事故與污染風險。
- 保險與法律：事件採 LOF(非 SCOPIC 附約的細節報告未載明)；依 LOF 架構救助報酬通常由船體險(H&M)承擔、污染風險與公共利益面則由 P&I/政府介入(SOSREP)強力監督。MAIB 正文並未說明仲裁金額與費用分擔細節，僅就程序與決策討論。
- 行業爭議：儘管救助行動本身沒有太大爭議，但 MAIB 報告揭示了汽車運輸行業普遍存在的一個問題：許多船隻在出發前，並未進行精準的穩定性計算，而是依賴過時的估算方法。這份報告強烈批評了這種「假設船隻是穩定的」不安全做法，認為這種習慣性疏忽是導致事故的根本原因。

三、救撈與清理作業

- 第一階段 - 穩定局勢，再浮並短拖至安全錨位
 - 工程師登船檢查發現，船內部分艙室因傾斜進水，需立刻抽排。
 - 1 月 5 日：救撈人員登上 MV Höegh Osaka，並取回了船隻的航程數據記錄器(VDR)。同時，救撈人員對甲板 6 處的船體破洞進行了臨時修補(temporary patch)，以阻止海水繼續進入船內。
 - Svitzer 帶來多台大容量抽水機，並在船艙內部加固結構，以防二次移位。

- 第二階段 - 調整壓載，扶正 + 內部壓載轉移 + 逐步抽排淹水，並加固/重綁貨載
 - 救撈團隊利用壓載水注入與排放，反覆調整船舶重心。
 - 為減少甲板貨物重壓，部分汽車與機械利用吊車卸下。
 - 1 月 7 日：船隻在漲潮和強風的協助下自行浮起，隨後被拖離 **Bramble Bank**，移至 **Alpha** 錨地錨泊，並由拖船固定位置。最初計畫在當天進行的浮起作業，因船內發現的進水量超出預期而取消。
 - 逐步扶正：隨著天氣狀況改善，積水被逐步排出，船內壓載水也進行了內部轉移，使船隻逐漸恢復到接近直立的狀態。
- 第三階段 - 脫淺作業，拖帶入港
 - 1 月 7 日，配合當地大潮，**Svitzer** 動員數艘大馬力拖船同步拖曳，在控制注水與抽水的情況下，成功使船體逐漸扶正，並從沙洲脫困。
 - 接著緩慢拖返南安普頓港，進入專用碼頭接受檢查。
 - 1 月 22 日：MV **Höegh Osaka** 被拖入 **Southampton** 港，此時船隻的傾斜角度已減少到 5 度。在港口，船上的貨物被卸載。
 - 02 月 10 日：自港口開航前往 **A&P Falmouth** 船塢修理。
 - 整個作業歷時約 19 天，過程中未發生重大污染事故，展現高水準的協調能力。
- 船體損壞：MV **Höegh Osaka** 在右舷甲板 6 處被 JCB 挖土機的履帶刺穿，導致進水。此破洞在救撈作業初期已由救撈人員臨時修補。
- 貨物損壞：雖然絕大多數貨物保持原位，但仍有 27% 的貨物受損。其中，80 輛汽車和卡車被完全報廢。損壞程度從可修復的刮痕和凹痕到嚴重的完全損毀不等。貨物移動是由於船隻嚴重傾斜所致，而非導致事故的原因。一些車輛的捆綁帶斷裂，導致車輛移動並撞擊相鄰車輛，產生連鎖反應。對於大型

重型貨物，由於其尺寸和動量較大，一旦捆綁帶鬆脫或斷裂，便對周圍車輛造成嚴重損壞。

四、殘骸拆解

- 由於 MV Höegh Osaka 船體雖有進水與結構扭曲，但並未斷裂或沉沒，因此無需拆解。港內檢查後，僅進行右舷幫板破孔先以臨時補片的結構補強處理與貨物轉運。
- 2015 年 2 月 10 日從 Southampton 港啟程前往 Falmouth 的 A&P 造船廠進行維修。部分受損汽車報廢，其餘重新分批運送。維修完成後，從 Falmouth 經直布羅陀駛向地中海的黑山巴爾港(port of Bar in Montenegro)。這顯示該船的結構性損壞雖然嚴重但可修復，且其經濟價值足以支撐維修費用。
- 屬於臨時止損 ⇒ 拖帶 ⇒ 塢修流程。

五、關鍵技術與挑戰

- 穩定性評估的失敗
 - 事故後的穩性回算顯示：滿載狀態上層車甲板(10 - 12)幾近滿載、下層較輕、且當航次因節慶調整靠港順序而燃油偏低(低位重量不足)，導致整體 VCG 偏高、初始穩性不足；加上轉彎橫向加速度，迅速誘發大傾角。
 - 離港時船隻的穩心高度(GM)不足，無法在 Bramble Bank 轉向時承受傾斜。MAIB 模型估計事故發生時的 GM 約 0.695m，符合「very tender」直觀，遠低於正常預期；此配置下，轉向時的傾覆力臂超越復原力臂，導致船隻在轉向時嚴重傾斜，促發甲板 6 處高重物移位與穿殼破孔。
 - 前態管理缺失：
 - ◆ MAIB 調查的一個關鍵發現是，在貨物裝載完成後和 MV Höegh Osaka 啟航之前，沒有進行離港穩定性計算。目擊者和非正式證據表明，這種做法在汽車運輸船行業中普遍存在。
 - ◆ 艙液量(壓載)在載重電腦中被「調整」以配合觀測吃水(而非反過來以精準量測餵入電腦)。

● 貨物裝載錯誤：

- 航程變更與計畫未調整：MV Höegh Osaka 的常規航程路線發生了變化，但貨物裝載計畫未作調整。原本 Southampton 是最後一個歐洲裝載港，但因航程變更成為第一個，而貨物原本設計為在上層甲板輕載、下層甲板重載，但實際卻變成了上層甲板裝滿、下層甲板輕載，進一步導致船舶重心(VCG)過高。
- 貨物重量差異：最終提供的貨物清單中的貨物重量與實際裝載重量存在顯著差異。
 - ◆ Land Rover 系列在最終清單一律以 2t 估算，但實重多在 2.36 - 2.59t 區間，僅 Evoque 低於 2t；單此一組即造成約 345t 的超重誤差。
 - ◆ 實重其實在碼頭掃條碼時就被記錄，但未用於交付船舶的最終貨載清單(被平均估算值取代)。
 - ◆ 二手機械/卡車亦有顯著偏差；MAIB 抽測 23 台「實重合計 +16.1t 超過申報」，比申報重量高出多達 49%。
- 未考慮貨物 VCG：貨物單元的垂直重心(VCG)在船隻的穩定性計算中未被例行考慮。儘管 Loadstar 軟體提供了輸入貨物離甲板高度 VCG 的功能，但從未被使用。
- 額外貨物：儘管航程變更，MV Höegh Osaka 還有兩個歐洲裝載港口要停靠，但仍裝載了額外貨物。最終貨物清單顯示，比原計畫增加了 112 個貨物單元，重量增加約 616.7 噸(約 15%)。

● 壓載水管理問題：

- 估計與不準確記錄：壓載水艙的數量是估計的，與實際液位存在顯著差異。之前的壓載水艙液位記錄不一致，因此事故發生時的記錄狀態不可靠。
- 儀表故障：除了船舶壓載水艙外，所有其他壓載水艙的液位計自 2014 年 7 月 Wallem 接管管理以來一直無法運作。Wallem 認為手動測量即可，因此未將維修列為優先事項。

- 船員操作失誤：大副通過估計的泵浦速率計算壓載水量，並為了符合 Wallem 安全管理系統(SMS)的要求而偽造了測量記錄。這種將估計數值應用於先前估計數值，再調整以補償吃水讀數的過程，導致大副對 MV Höegh Osaka 離港時的壓載狀況做出了與實際情況不符的假設。
- 無額外壓載水：船隻在離港前沒有裝載額外壓載水，加上燃油(儲存在船體較低處)量少，這都導致船舶整體重心相對較高。
- 裝載電腦使用不當：
 - 儘管船上配備了經勞氏船級社(LR)批准的 Loadstar 裝載電腦程式，可以評估船隻穩定性，但大副報告在離港前輸入了貨物數據，但該計算條件未被儲存。大副沒有輸入貨物高於甲板的 VCG，也沒有調整壓載水艙數量以彌補吃水讀數。
 - 汽車運輸船並無強制要求配備裝載電腦，但滾裝客船則有此要求。
- 貨物繫固(Lashing)缺陷：
 - MAIB 委託材料實驗室對回收的織帶拉具做拉伸試驗：
 - ◆ 標稱 2t 的舊織帶，有樣本 1.65t 即失效(推測與約 15 年老化相關)。
 - ◆ 標稱 5t/10t 織帶，有者在拉緊器/掛鉤處先行破壞，實際失效荷重低於標稱或僅略高。⇒ 顯示名目強度 ≠ 現地可用強度，且繫固系統的薄弱環節在「連接五金+老化織帶」。
 - 繫固點不足：部分重型貨物缺乏清晰標記的繫固點。
 - 文件過時：船隻的貨物繫固手冊(CSM)未反映 IMO 關於繫固帶 MSL 的最新修正。
 - 知識不足：港口船長和理貨公司(SCH)的繫固工人及主管對 MV Höegh Osaka 的 CSM 沒有接觸或了解。
- 人為因素與安全文化：

- 大副責任與經驗：儘管大副持有 STCW II/2 大副適任證書，要求其具備穩定性計算知識，但他對準確計算船舶穩定性的重要性隨時間而減弱。他習慣於在未準確計算離港穩定性條件的情況下開航。
 - 培訓不足：Wallem 為 PCC/PCTC 船隊高級船員提供的兩日培訓課程中，並未涵蓋準確計算船舶離港穩定性條件的需求。大副在加入 MV Höegh Osaka 時也未接受裝載電腦的使用指導。船長也未參加此課程。
 - 溝通與權力問題：港口船長認為讓大副參與決策價值不大。大副則因熟悉以往類似計畫，且未感覺有權質疑預先裝載計畫。
 - 「感覺不對勁」的警訊：儘管有跡象表明穩定性不佳，例如大副計算出的 GM 低於預期、升起船尾坡道時的傾斜遠超常規、以及船長感覺「船隻不對勁」，但沒有採取任何措施延遲 MV Höegh Osaka 的離港，直到準確的穩定性條件計算完成。
- 進水性質判讀：
 - 前深水艙(Fore deep tank)採樣：導電度/氯離子濃度顯示為淡水(而非海水)，說明部分艙內水來自艙內/壓載系統與破孔滲入的海水之混合，現地必須一一分區抽排與轉移，避免產生自由液面效應而惡化穩性。
 - 作業上因此選擇先保留部分水量，待外海天氣通過再逐步抽排＋內移壓載。
 - 指揮協調與撤離安全：
 - 領港、港務長、VTS 與拖船艇長於無線電下即時調度，同時 RNLI/RAF 進行高傾角撤離繩索配置；00:15 完成大部分人員撤離，02:09 全撤。

六、成果與影響

- 技術與安全
 - 再浮 - 拖帶 - 修復：1/7 再浮、移錨地；1/22 拖回港內卸貨；2/10 開航赴船塢修理，船體最終回歸營運。

- 控制性擱淺有時是最正確的決策。這起事件被視為「成功的控制性擱淺案例」，沒有造成人員喪生，也避免了油污。
- Svitzer 的操作被收錄為培訓案例，強調潮汐操作與壓載管理的重要性。
- 環境影響：無污染紀錄(沒有燃油外洩的報告)，符合 SOSREP/SCU 的公共利益目標。
- 人員安全：所有船員和引水員均成功獲救，僅有一人受重傷。
- 船隻與貨物損壞：船隻遭受了實質性損壞，並且 27%的貨物受損，其中 80 輛汽車和卡車被完全報廢。
- 保險與財務
 - 約 3,000 萬英鎊的保險賠償，主要來自受損汽車與修復費用。
 - 船體保險與 P&I 負擔均在合理範圍，未造成長期法律糾紛。
- 行業啟示
 - 提醒汽車運輸船必須嚴格管理貨物配置與壓載控制，出港前的穩性計算是航海基本原則，不得省略。
 - 載重電腦輸入必須是真實數據(實重、實測艙液)，而非為湊吃水去「調數」。
 - 船長對船舶安全負最終責任，不可完全下放給岸基或租家。
 - MAIB 並提醒汽車運載產業普遍存在「先開走、事後調數」的文化風險。
 - 事故後，MAIB 建議國際航運公會(ICS)廣發安全快訊，強調離港前精算穩性的必要。Höegh Autoliners 加強船員穩性訓練，並修訂裝載程序。
- 社會影響

- 當地媒體大幅報導，稱其為「傾斜的巨輪」奇觀，吸引數千人前往觀望，卻也凸顯了事故一旦失控，南安普頓港可能癱瘓數月的潛在風險。
- 事件要點總結：
 - 成因：上層車甲板滿載＋燃油低＋貨重被低估＋未做嚴謹離港穩性計算
⇒ 初始穩性不足；轉向即大傾角 ⇒ 貨移位 ⇒ 右舷穿殼 ⇒ 進水。
 - 處置：LOF 下 Svitzer 執行，SOSREP 設 SCU 統籌；先保水穩船 ⇒ 補片止水
⇒ 再浮短拖錨地 ⇒ 逐步抽排/內移壓載 ⇒ 入港/卸貨/塢修。
 - 啟示：資料真實性(實重、實測艙液)＞任何模型；繫固老化會在極端動態載荷下提早失效；保留洪水有時是更安全的穩性策略。
- 調查與建議：英國海事事故調查局(MAIB)於 2016 年 3 月 17 日發布了事故調查報告，向 Höegh Autoliners(船東)、Wallem Shipmanagement(管理公司)、海事及海岸警衛隊(MCA)、歐洲汽車物流協會和國際航運公會提出了多項建議。
 - 業界採取的行動
 - Höegh Autoliners：
 - ◆ 發布船隊通函，強調遵守操作手冊程序的重要性。
 - ◆ 對 Wallem 的安全管理系統(SMS)進行了審查和稽核。
 - ◆ 啟動了針對 Höegh 旗下船舶高級管理人員的審查活動，重點關注船舶穩定性和貨物操作管理。
 - ◆ 強化了針對船長和大副的強制性研討會/會議，納入穩定性和貨物管理相關議題。
 - ◆ 統一並升級了所有 Höegh 旗下船舶的穩定性計算程式。
 - ◆ 修訂了吃水海報，考慮了船艙吃水對穩定性的影響。
 - Wallem Shipmanagement：

- ◆ 作為 MV Höegh Osaka 維修的一部分，確保壓載水艙液位計在船舶恢復營運前得到修復和測試。
 - ◆ 向所有 PCC/PCTC 船長和船員發布諮詢通知，提醒他們認真遵守檢查表，而不僅僅是「打勾」。
 - ◆ 要求貨物處理方使用貨物單元的實際重量而非估計重量來準備最終貨物清單，並對二手重型貨物的實際重量進行盡職調查。
 - ◆ 確保 MV Höegh Osaka 的 CSM 針對織帶繫固 MSL 等級和重型車輛繫固所需的 MSL 進行了適當更新，並確保船隻配備相應的設備。
 - ◆ 確保 Höegh Autoliners 貨物品質手冊反映或提及船舶的 CSM，特別是關於提供清晰標記的繫固點作為接受運輸的條件以及部分貨物塊狀積載或安全定位的重要性。
 - ◆ 將 PCC/PCTC 培訓課程從 2 天增加到 3 天，以加強對操作和穩定性方面的關注。並要求在裝載完成和啟航前，船長和大副必須確認船舶穩定性符合要求。
- MAIB：發布了安全宣傳單，強調從事故中吸取的教訓，並分發給船東和車輛托運人。
- MCA：起草了海洋指導說明，為特種車輛的安全裝載和繫固提供指導。
- 重要教訓 MV Höegh Osaka 事故揭示了海運業中「不安全做法已成常態」的嚴重問題。這次事故強烈提醒了業界以下幾點：
 - 穩定性計算的重要性：必須嚴格遵守在貨物裝載完成後和開航前進行準確的穩定性計算。
 - 貨物信息的準確性：貨物重量和重心數據必須準確，托運人應提供實際重量，而非估計重量。
 - 設備維護與功能：壓載水艙液位計等關鍵設備必須保持良好運作，不能僅依賴手動測量或估計。

- 船員培訓與溝通：應加強船員對穩定性計算、裝載電腦使用和危險品特性識別的培訓，並改善船上各級人員(包括港口船長)之間的溝通。
- 安全文化的建立：需要從根本上改變「效率優先」而犧牲「安全基本原則」的觀念，確保安全管理系統得到嚴格執行。