

2 ドイツ連邦共和国

2003年7月18日
調査報告書第19/03

要 約

重大海難事故：

コンテナ船 機船“ヴィル・ドリオン”号 (VILLE D' ORION)
機船“トップ・グローリー”号 (TOP GLORY)

衝突事故

2003年1月23日 ハワイ島近海で発生

報告書目次

- 1 海難の概要
- 2 事故発生模様
- 3 船舶の要目及び船体写真
- 4 衝突に至る 航行模様／針路模様
- 5 調査結果の要約
- 6 悪天候下（降雨、雹、降雪及び波浪）におけるレーダー映像による他船の船位監視
- 7 事故調査結果
- 8 事故の分析
- 9 調査資料

記載図面目次

- 図 1. 衝突模様全景
- 図 2. コンテナ船機船“ヴィル・ドリオン”号 外観
- 図 3. 緊急修繕工事のためホノルル港岸壁に接岸中のヴィル・ドリオン号
- 図 4. ヴィル・ドリオン号の左舷側損傷模様
- 図 5. 2003年1月22日世界時00:00時における気象概況
- 図 6. 2003年1月22日世界時12:00時における気象概況
- 図 7. 2003年1月23日世界時00:00時における気象概況
- 図 8. 2003年1月23日世界時12:00時における気象概況
- 図 9. レーダー映像図 1
- 図 10. レーダー映像図 2

1 海難の概要

2003年1月23日の早朝、地方時04時45分即ち世界時15時45分ごろドイツ連邦共和

国国旗を掲揚してアメリカ合衆国ロサンゼルス向け航行中の、コンテナ船 ヴィル・ドリオン号（IMO番号：9125619）が、中華人民共和国国旗を掲揚して明確でない発航港から航行中の、撤積み専用船トップ・グローリー号とハワイ諸島カワイ島の北北西約265海里となる、北緯26度52.1分西経160度46.4分の公海上で衝突した。

本件では、人身に関わる事態は、生じていない。また、本件衝突では、浸水の事態も、諸タンクにも損傷は発生せず、また、環境汚染も生じていない。

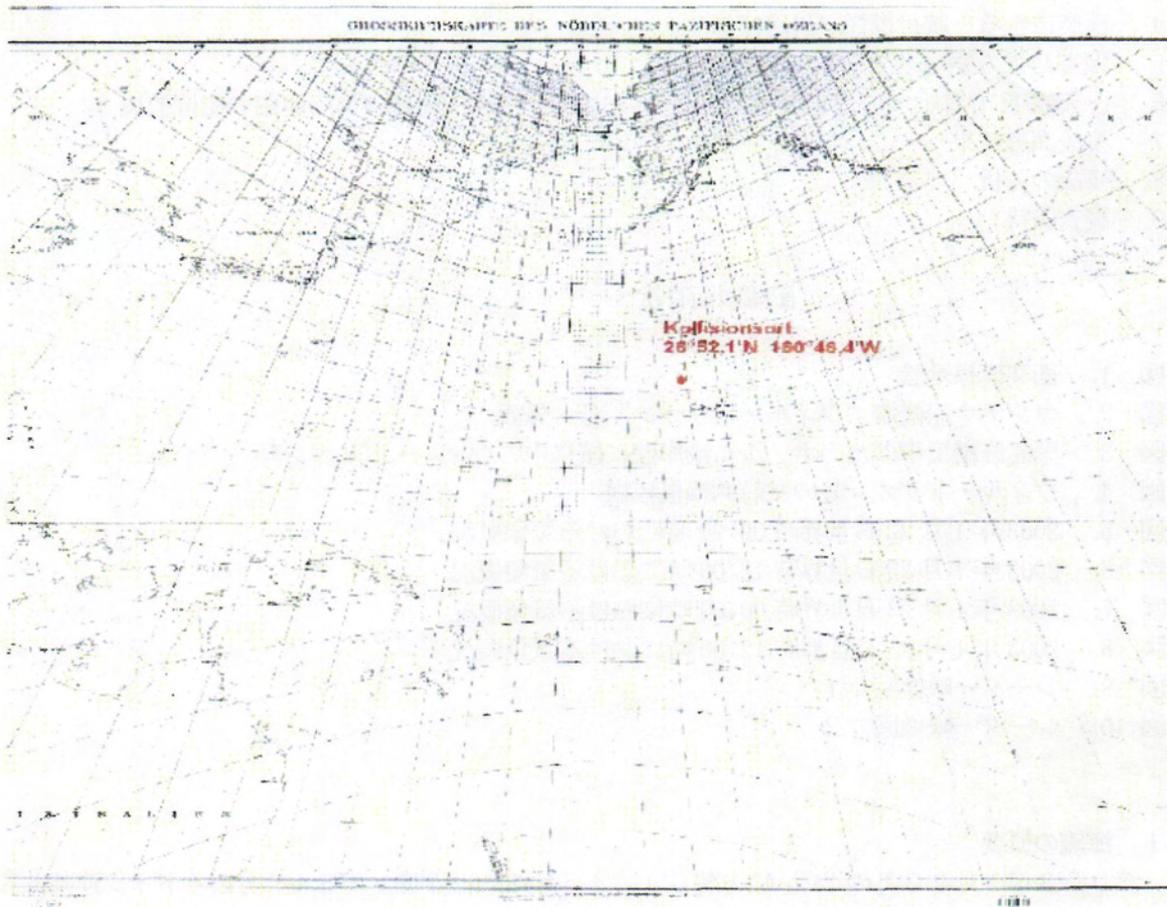
オ号は、本衝突で、左舷側フレーム71番と85番の間（区画21-35）に損害が生じたことが確認された。ジャーマニシュシャー ロイド、保険業者、関係官庁に報告を行った後、本船は、損傷状況確認のためと必要とされる修理範囲確認のため、緊急寄港地としてハワイ州ホノルル港への航路変更を指示された。船舶関係の専門家の見積もりでは、修理に150万ドルを要するとのことであった。

合衆国沿岸警備隊（USCG）が発表した情報、及び、香港所在の中国海運局が発表した内容が曖昧な事実の報告書によると撤積み専用船トップ・グローリー号は、右舷船首部に損傷が生じた。本船の修理費用についての情報は、発表されていない。合衆国沿岸警備隊、及び、香港所在の海難事故調査部（MAIS）が発表した情報によると、本船は、何ら支障なく日本への航海を続けたとのことであった。

2 事故発生模様

事故の特質：	重大海難事故
発生年月日：	2003年1月23日
発生地点	北太平洋
	北緯26度52.1分 西経160度46.4分

図1 衝突模様全景



3 船舶の要目及び船体写真

3.1 ヴィル・ドリオン号

船名:	コンテナ船 機船“ヴィル・ドリオン”
運航者:	NSB ニーデルエルベ シュハーツゲッセルシャフト mbH&Co. KG, 21614 ブックストヒューデ
船籍港:	ハンブルク市
国籍/帰属国旗:	ドイツ連邦共和国
IMO番号:	9125619
船名符字:	DABL
船種:	コンテナ船
乗組員数:	21人
船級:	ジャーマニシュシャー ロイド
等級:	+100 A +MC AUT
建造年:	1997年
造船所:	韓国 ダエウー
全長:	259.35メートル
船幅:	32.20メートル
最大喫水:	16.34メートル
総トン数:	40,465
載荷重量トン:	49,212トン
主機関:	ズルザー/8RTA84C
機関等級:	2,400キロワット
速力:	22.7ノット

図2 ヴィル・ドリオン号 外観



3. 2 船舶の要目 トップ・グローリー号

トップ・グローリー号の船体写真については入手不可能である。

船名：	機船 “トップ・グローリー”
運航者：	トップグローリー SHIPPING Ltd/中華人民共和国：香港
船籍港：	香港
国籍/帰属国旗：	中華人民共和国
IMO—番号：	8307820
船名符字：	VRXK 5
船種：	撒積み貨物船
乗組員数：	記録入手ない
船級：	米国船級協会 (ABS)
等級：	記録入手ない
建造年：	1984年
造船所：	日本
全長：	182.75メートル
船幅：	30.01メートル
最大喫水：	11.18メートル
総トン数：	23,186
載荷重量トン：	記録入手ない
主機関：	ズルザー 2SA6CY
機関等級：	6,951キロワット
速力：	16.2ノット

4 衝突に至る 航行模様/針路模様

4. 1 衝突に至る経過並びにヴィル・ドリオン号船長及び船橋当直者による事実の報告書の要約

ヴィル・ドリオン号は、2003年1月23日船内時間04時00分には米合衆国カリフォルニア州ロサンゼルスに向け、真方位090度20ノットで航行中であった。

船内時間04時00分におけるヴィル・ドリオン号の船橋当直は、一等航海士（以下、「OOD」という。）及び見張り員として00時00分から04時00分の当直についていた甲板部員とで行われていた。

本船乗組員によって提供された情報と航海日誌の記載事項とによれば、事故発生時の視界は0.5海里ばかりであった。OOD及び当直見張り員が提供した情報では、激しい驟雨のために前部マストは、常に視認のできる状況ではなかった。前記衝突地点における当日の日出時刻は、船内時間で06時32分（世界時17時32分）であった。

見張り員は、毎日00時00分から04時00分までと12時00分から16時00分までの船橋当直についていたと述べ、また、事故発生前の96時間以内には、8時間の船橋当直以外には何らの船内作業に従事していなかったと証言している。

当直見張り員は、視界が制限され、狭視界であったため、明け方まで、換言すれば当直時間を1時間延長して、見張り作業を続けるように指示されていた。

OODは、通常では、04時00分から08時00分までと、16時00分から20時00分までの船橋当直につくと述べ、また、事故発生前の96時間以内には、8時間の船橋当直以外には何らの船内作業に従事していなかったと証言している。同航海士は、当日実施する甲板作業について甲板長との打ち合わせのため、当直時間終了後1時間は、習慣として、船橋に残ることにしていた。

本船の航海灯（前後のマスト灯、両舷灯それに船尾灯）は、点灯状態にあった。音響信号は、実施されていなかった。船橋当直者による事実の報告書では、衝突を生じる前には他船の音響信号を聞いていないと証言されている。

04時45分ごろ、ヴィル・ドリオン号のOODは、左舷外板に何かが押しつぶされるような振動を感じた。同航海士は、直ちに船橋左舷ウイングに飛び出して様子を調べたが狭視界のため、他の船舶の存在を全く認めることができなかつたと、後に証言している。

同航海士は、04時45分から04時52分の間VHF16チャンネルを用いて自船の船名と船位とを約3ないし4回にわたって通報を試み、かつ、付近にヴィル・ドリオン号に接近したか、衝突した船舶が存在しないか通報してくれるよう要請したことを、後に証言している。しかし、同航海士は、何らの応答を得ることができなかつた。

04時52分にヴィル・ドリオン号のOODは、船長に船内電話を通して衝突の発生を報告した。同航海士は、本船が何かに当たったに違いないと思いこんでいた。また、同航海士は、レーダー映像が、強雨のために平常の状態でないことも確認した。

ヴィル・ドリオン号船長の昇橋時刻は、04時54分であった。

ヴィル・ドリオン号の船長は、05時04分にレーダー映像上で他船を探知し、同船が右舷正横の後方約4.5海里にあって140度方向に、速力9ないし9.4ノットで航行しているのを確認した。同船長は、VHF無線を用いて船名不明の船舶との通話を試みたと明言している。しかし、船長も同様に、何らの応答を得られなかつた。同船長は、ヴィル・ドリオン号は衝突の前後を通じて、針路も速力も変更していないと証言している。

05時30分ヴィル・ドリオン号のOODは、甲板上を一巡して船体損傷の点検を行い、このときは、何らの損傷を認めることはできなかつたと、証言している。

その後の07時00分に、本船機関士が船体左舷に損傷を発見した。

ヴィル・ドリオン号は、10時45分にDSC海上緊急事態発生報告機構を通じて、本件衝突の発生を通報した。

合衆国沿岸警備隊は、航空機による捜索を実施し、船体を確認してから、地方時12時33分にVHF無線を通じてヴィル・ドリオン号との交信を行った。本船船長は、何らの援助を必要としないこと、ホノルル港には自力航行で入港できることを明らかにした。

合衆国沿岸警備隊は、航空機による捜索中、地方時13時04分にトップ・グローリー号の船体も確認することができた。地方時13時04分にVHF無線による交信が行われ、同船の右舷船首部に損傷が生じているのを確認した。本船船長は、沿岸警備隊の航空機に対し、他の船舶との衝突が発生したこと、当該他船舶の船名を知ることできていないことを明らかにした。本船船長は、いかなる援助も拒否すること、また、日本の目的港まで航海を続けるつもりであることを通知してきた。

2003年1月24日07時24分に合衆国沿岸警備隊の救援隊が、ヴィル・ドリオン号に乗船した。

07時40分にヴィル・ドリオン号は、強風によって錨地が閉鎖されているため、陸岸から少なくとも3海里沖合に投錨するように指示された。

2003年1月25日08時00分ヴィル・ドリオン号は、ホノルル港“D”錨地に到着した。

09時00分に合衆国沿岸警備隊海事安全局(MSO)ホノルル事務所の検査官が、ヴィル・ドリオン号の船級協会(ジャーマニッシュャー ロイド)の検査員、船舶所有者の代表及び代理店員とともに本船に乗船した。トップ・グローリー号の船級協会の検査員も、同じく、これに同行した。

MSOホノルル事務所の検査官は、16時00分に同船を下船した。

2003年1月26日08時00分にヴィル・ドリオン号は、ホノルル港に入港し、左舷外板の緊急修繕工事施工のため1号岸壁に接舷した。

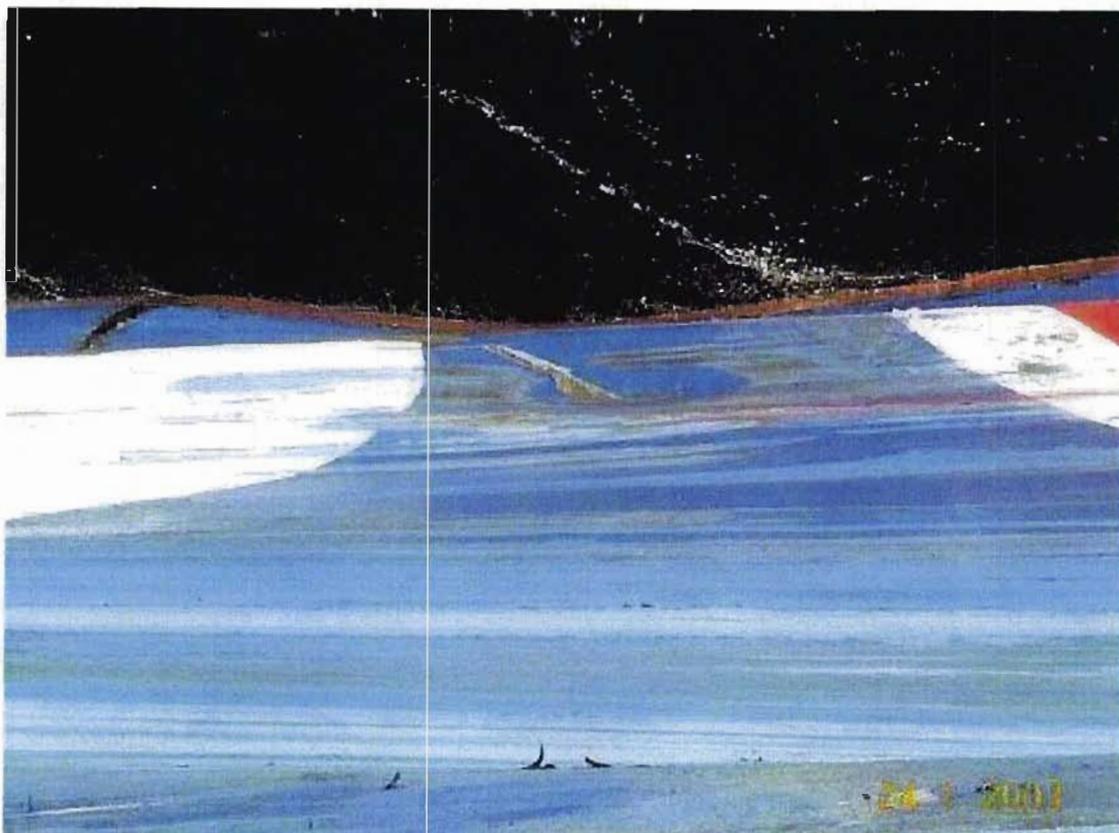
ヴィル・ドリオン号の緊急修繕工事は、2003年1月27日に完了し、本船は、米合衆国カリフォルニア州ロサンゼルス港に向け、ホノルルを出港した。本緊急修繕工事に関する合衆国沿岸警備隊による報告書は、MISLE船舶検査活動書一第1739972号に記録されている。

これらの事実の報告書は、ヴィル・ドリオン号一等航海士、見張り当直甲板員及び船長によって記述され、BSUに提出された。

図3 緊急修繕工事のためにホノルル港岸壁に接岸中のヴィル・ドリオン号



図4 ヴィル・ドリオン号の左舷側損傷模様



4. 2 MAIS/香港による事故発生に至る経過についての事実の報告書

香港船籍のトップ・グローリー号は、2003年1月23日地方時02時35分ごろドイツ国船籍のヴィル・ドリオン号の左舷船体中央部に衝突した。

本件衝突では、トップ・グローリー号は、右舷船首部に、ヴィル・ドリオン号は、左舷船体中央部にそれぞれ損傷を生じた。

衝突直前のトップ・グローリー号の針路は154度、また、速力は8から9ノットであった。

地方時01時35分ごろトップ・グローリー号は、針路を154度に変えていて、衝突に至るまで同針路で進行した。悪天候と視界が狭められていたため、本船は、通常の航海速力である13ノットを保つことができていなかった。

MAISが発表した情報では、トップ・グローリー号のレーダー装置では高い波浪と強い驟雨のためにヴィル・ドリオン号を探知することが不可能であったとなっている。また、レーダー装置には、海・雨反射抑制装置を作動させていた。衝突発生時には、視界は極度に狭まっており、また、激しい降雨があった。トップ・グローリー号の船橋当直者は、衝突の直前、ヴィル・ドリオン号の船体を船首前方、至近のところに視認できていた。

衝突の直後、トップ・グローリー号では、ARPAレーダー映像面上で、速力20ノットで東進するドイツ国籍船の位置関係を確認していた。衝突後、ヴィル・ドリオン号は、針路を全く変えていない。

トップ・グローリー号の船橋当直には、二等航海士及び甲板部員が当たっていて、当直時間は、00時00分から04時00分までであった。船長は、自室で休息中であった。全航海灯は、正しく点灯しており、衝突時には、操舵は手動で行われていた。

気象模様は、最悪の状態であった。衝突は、南西風の風力が9から10もあり、かつ、激しい驟雨とともに、視界が狭まった状態の中で発生した。

両船間には、VHF無線による接触はなかった。

4. 3 ヴィル・ドリオン号の航海設備

下記の航海援助装置が利用可能であり、衝突時には使用されていた英国版海図第：4809号

レーダー装置2基：

STN ATLAS Marine Electronics	
9600 TM/X-Band	BSH/27/01867/4/91 without” G. Z. A.”
9600 ARPA/S-Band	BSH/27/01867/3/91

速力計1基：

STN ATLAS Marine Electronics	
Dolog 23	BSH/27/04230/85

航跡記録器1基：

STN ATLAS Marine Electronics	
NACOS 25-2	BSH/27/31003/96

衛星航法装置2基：

STN ATLAS Marine Electronics	
NT 200	BSH/29/8266/2/96

ロランC装置1基：

Koden Electronics Co.	
LRX 22P	BSH/187/03127/90

ジャイロコンパス装置1基：

Cassens & Plath	
Navigat XII	BSH/40/32G/92

自動操舵装置1基：

Cassens & Plath	
Navipilot ADII	BSH/40/40S/92

音響測深儀1基:

STN ATLAS Marine Electronics

Echograph 481

BSH/27/26E/4/82

4. 4 気象状況

4. 4. 1 航海日誌上の気象資料及びヴィル・ドリオン号船橋当直者による事実の報告書による気象資料

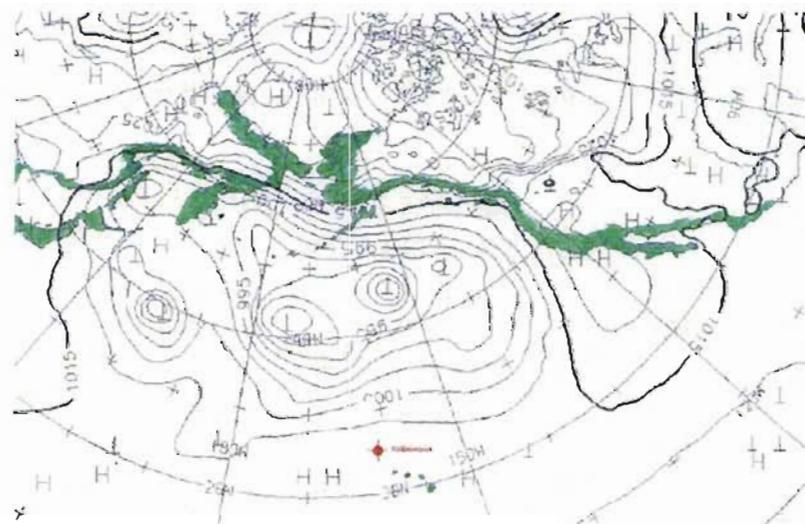
視程は0. 5海里以下であった。激しい降雨によって視界が狭められたことで、前部マストは、しばしば船橋から視認できない状況にあった。波高は、7メートル、激しい驟雨を伴っていて、外気の温度は、摂氏約20度と測定されていた。

4. 4. 2 2003年4月におけるドイツ気象庁(DWD)の専門家による解説

当時の気象状況を検討するためDWDは、国際気象資料交換機構を通して利用できる、中部北太平洋上にあった船舶による6時間ごとの気象資料を入手した。これに加えてDWDは、ハワイ諸島にある二つの気象観測所(カウアイ島とホノルル市)から極めて価値のある3時間ごとの測定値と観察資料を入手することができていた。英国リーディング市にある中期気象予報(ECMF)を検討するヨーロッパセンターが発行した、地上気圧分布図のための北半球周極図や、DWDが活用した地方時01時00分(世界時12時00分)(分析)及び翌日の地方時00時00分(予報)の各気圧図は、検証中の広範な海域における気象状況を算定するために効力があつた。

海上の気象状況の算定に当たっては、ECMCが発行する海洋区分図(世界時、毎00時00分に測定)は、海上航行船から報告された、風向、風力やうねりの観測値とともに価値があると考えられる。(気象状況図参照のこと)

図5 2003年1月22日世界時00時00分における気象状況



2003年1月20日から24日にかけて北太平洋中部海域の気象は、巨大な気圧の谷によって支配されていた。天候を左右する低気圧中心の地上での領域は、概略次に示すごとくである。(各値は、世界時12時00分における実測値である。)

- 2003年1月20日 低気圧970hPa、北緯45度、西経162度東方へ変動しながら移動中。
- 1月21日 低気圧970hPa、北緯44度、西経152度ほぼ停滞低気圧975hPa、北緯43度、西経180度東方へ移動中。この後、数日間の気象を支配する中心低気圧に変化
- 1月22日 複合低気圧970/965hPa、北緯40度と48度との間西経155度と165度の間。ほぼ停滞
- 1月23日 低気圧970hPa、北緯45度、西経152度と162度との間。ほぼ停滞、徐々に弱まりつつあり

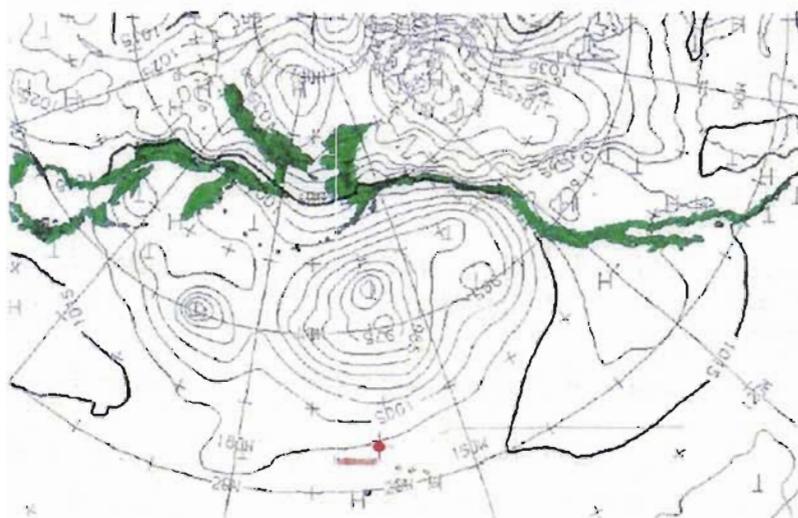
1月24日 低気圧975hPa, 北緯45度と50度との間。

西経154度と160度との間。ほぼ停滞。徐々に弱まりつつあり

この広範囲にわたる複合低気圧は、両側二箇所が存在する高気圧に挟まれていた。

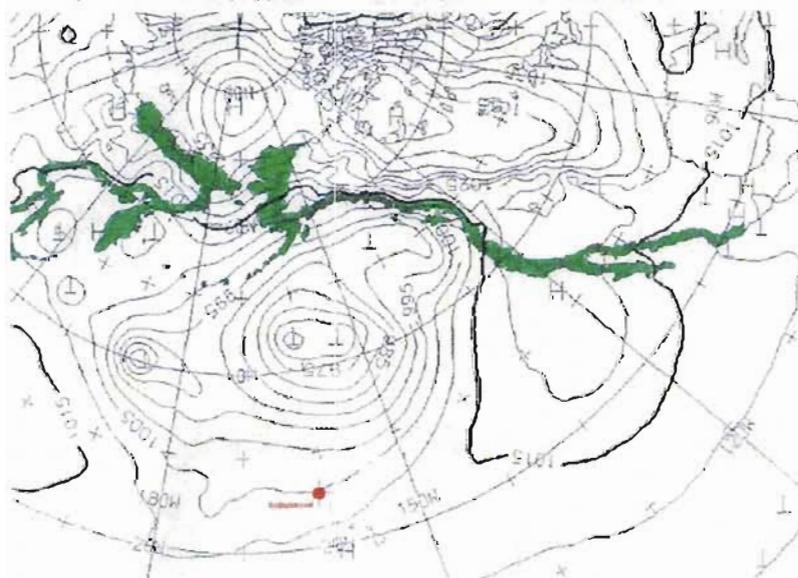
この高気圧からの張り出した先端の一つは、北米大陸西岸海域の西経120度から130度にあった。別の小領域の高気圧が、ほぼ西経180度、北緯20度から30度ばかりの海域を不規則に移動していた。正確な気団位置が、添付されている北半球の地上気圧配置図中、周極気象図分図写に示されている。

図6 2003年1月22日世界時12時00分における気象状況



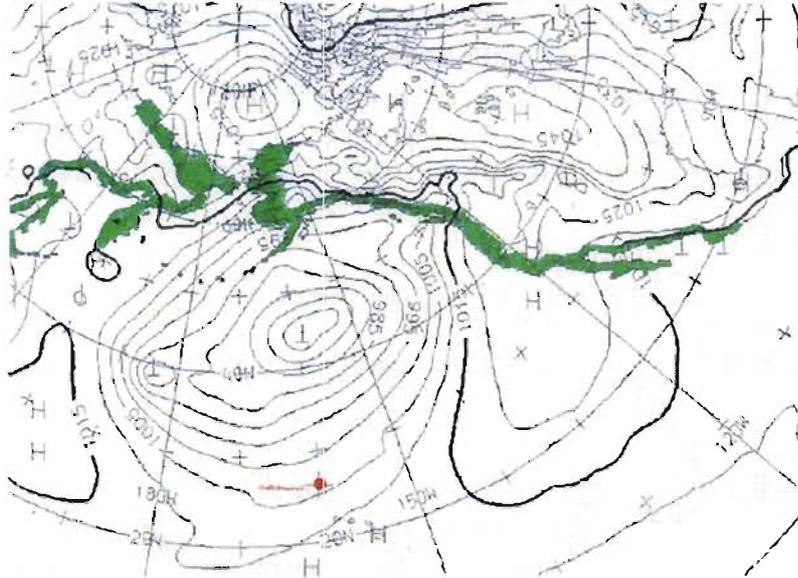
2003年1月20日から24日の期間にあって、中部北太平洋上には、活発な低気圧の活動があった。広範囲にわたり、大きな気圧の谷が存在する海域では、強力な複合低気圧域が、ほぼ北緯20度に達する南方向に広がっていて、地上の気象に大きな影響を及ぼしていた。

図7 2003年1月23日世界時00時00分における気象状況



2003年1月20日から22日の期間にあって、検討対象海域での主たる風向は、南西から北西の領域からであり、風力は中程度で、時にビューフォート風力階級で6から8に達するものであった。

図8 2003年1月23日世界時12時00分における気象状況



2003年1月23日に関しては、6時間以上にわたる、位置の正確な船舶からの報告のお陰があつて、風向、風力、天候、視界模様あるいは海況についての正確な分析が可能となつていた。

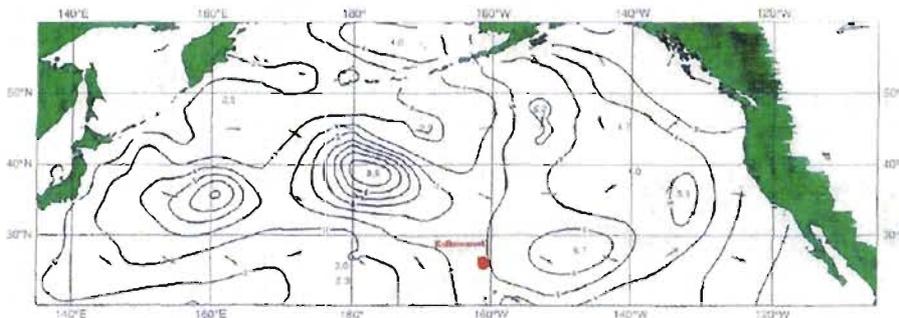
4.4.3 海上の状況

本件分析の主要度によって、次記の海上の状況についても世界時、00時00分と12時00分の間を優先させる。

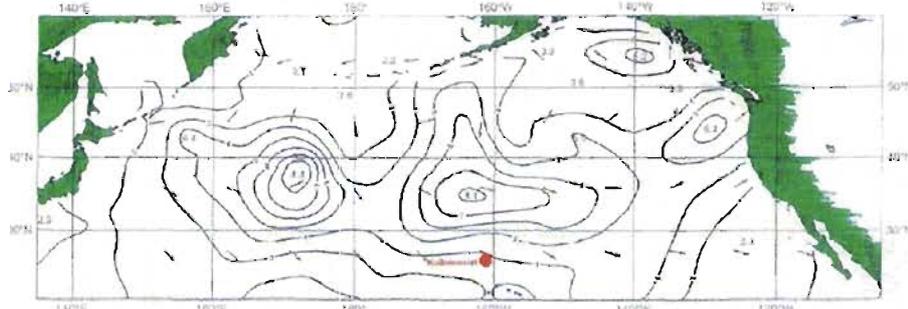
風向、風力は、南西のビューフォート風力階級6ないし7、普通程度か少な目のしとしと雨が降り、視程は1ないし2海里、風によって生じていた波高は3.0から3.5メートルで、波浪の周期は6ないし7秒、うねりは西南西方向から高さ4メートル、その周期は10ないし11秒、また、波浪、うねりによる総合的な波高は4.5ないし5.5メートルであつた。

検討対象海域は、北緯20/50度の間、西経150/180度間に存在する。

(スグロ式の海洋区画図で、2003年1月22日世界時00時00分における、波高は2.0メートル以上である。)



(スグロ式の海洋区画図で、2003年1月23日世界時00時00分における、波高は2.0メートル以上である。)



海洋での波高を特定付けるものは、風力による波高とうねり高さとの合成による。風による波浪は、風が吹く方向から進んでくる。うねりは、隣接する海洋あるいは相当遠方の海洋で発生するのであり、従って、風によって生じる波浪と違った方向から押し寄せてくることがあり得る。

5 調査結果の要約

ドイツ連邦海難事故調査局（BSU）による調査は、撒積み専用船トップ・グローリー号の船長から得られるはずの両船の衝突前の各針路についての情報がなかったため、未完成の状態におかざるを得なかった。

IMO-海難事故報告書には、回答が完全にされていなかったし、BSUが、香港所在のトップ・グローリー号の運航者に送付した書簡に対する回答も送付されてこなかった。香港の海上事故調査部（MAIS）からの情報は、内容が乏しく、不完全であり、また、多くの疑問部分が空白とされたままであった。その上、MAISが発表した情報は、MAISのどの者が作成したのか判明しない状態であった。

ヴィル・ドリオン号船長と合衆国沿岸警備隊ホノルルによってBSUに提出された、事実の報告書は、衝突時の針路を明瞭にするためには、そのまま採用するわけにはいかずに、限られた部分の内容だけが採用されることとなった。

ヴィル・ドリオン号では、衝突時刻を地方時04時45分（世界時-11時間）と証言している。

一方、トップ・グローリー号では、衝突は、地方時02時35分（世界時-11時間）に発生したと証言している。

2003年1月23日の衝突地点付近の日出時刻は、地方時06時32分であった。

合衆国沿岸警備隊による調査によれば、トップ・グローリー号は、チリ共和国サンマルコス港を発航して日本に向かっていったことになるが、チリ国沿岸には、その名の港が存在しないのである。そのため、BSUが更に詳しく調査したところ、メキシコ合衆国サンマルコス島にその名の付く港（北緯27度11分、西経112度06分）があるのを見つけた。これは、バヒアデカリフォルニアにあり、トップ・グローリー号級の大きさの船舶を間違いなく入港させる能力を持っていた。BSUが問い合わせたメキシコ当局からも、依然、明瞭な情報は得られていない。本船の航路に関しての情報は、香港の運航者からも、MAISからも得られていない。

ヴィル・ドリオン号は、韓国の釜山から米合衆国ロサンゼルス向かう航路上にあり、何らの疑点も生じさせる余地のない報告書を提出している。

衝突時の気象状況について、トップ・グローリー号からは、何らの情報を得られていない。MAISは、衝突時は極めて悪天候で南西方向からビューフォート風力階級9ないし10の風が吹き、また、激しい驟雨があり、視界は狭められた状態であったと証言している。

ヴィル・ドリオン号の船橋当直航海士と見張り当直甲板員による、事実の報告書中の衝突時における周囲の気象状況について、その報告書の内容とドイツ気象庁（DWD）の専門家が発表した分析とが照合された。

両者の書面では、視界は、数値で表すと0.5海里以下と極めて悪く、前部マストを見ることはできなかつたと記されている。トップ・グローリー号との船体接触を感じた後にも、船橋左舷ウィングからは損傷箇所を視認することができない状況であった。

MAISによる事実の報告書では、トップ・グローリー号の船長は、衝突の直前、至近のところにヴィル・ドリオン号を肉眼で見ることができたとしているが、これは注目すべき部分である。

両船は、音響信号をしていない。MAISによる事実の報告書によれば、トップ・グローリー号の船橋当直者は、衝突の前、何らの音響信号を聞いていなかった。ヴィル・ドリオン号の船橋当直者も同じ内容の報告をしている。

ヴィル・ドリオン号のレーダー装置で“探知範囲内での警報音発生装置”設定スイッチを止めた後にレーダー監視作業を変更したのかどうかについて、明確に述べることは不可能である。そして、衝突予防のための規則第19条に関連して、視界制限状態における減速（自船速力）を定めた同第6条による措置が採られたかどうかについても、明確に述べることは不可能である。

MAISが提出した情報によれば、ヴィル・ドリオン号は、速力20ノットでトップ・グローリー

一号を追い越している。トップ・グローリー号は、悪天候下のため、対地速力8ないし9ノットで、かろうじて航行中であつた。

DWDが示した、普通程度か少な目のしとしと雨が降っていた状況での降雨の濃淡度では、衝突時におけるレーダー装置の受像映像に影響をもたらす可能性はなかつた。レーダー装置が、自動感応機構を機能どおりに作動させ、映像を見易くするよう、調節されていなかった可能性は、完全に排除されていない。

ヴィル・ドリオン号では、警戒探知範囲内に雨雲や高い波浪が近づくと、直ちに、音響と電光との双方による警報が連続的に発するので、“探知範囲内での警報音発生装置”を作動させていなかった。

ヴィル・ドリオン号の船橋当直航海士（OOD）による不十分な説明のため、気象条件に合わせてどの程度レーダー装置を調節したのかを、正しく、評価するのは不可能であるし、また、衝突の原因を究明するのも、あるいは、トップ・グローリー号側が本件衝突に際して採った行動を評論するのも不可能である。提示された、IMOの海洋/船舶事故報告書式に記載されている事項についての回答、また、BSUが一連の質問書から選び出した、内容のより具体的な質問に対する回答は、どちらも未だなされていない。

今日までのところ、衝突時に、トップ・グローリー号のどちらのARPAレーダー装置が作動状態となっていたのか、明確にすることは不可能である。これを明確にするには、誰がレーダー装置を操作し、どのような操作設定だったのか、最後の操作はいつだったのか、その他、これに関連する多くの率直な質問に対して回答することである。

MAISによる事実の報告書によれば、ヴィル・ドリオン号は、20ノットの速度でトップ・グローリー号を追い越している。

相手船をレーダー装置の映像面で探知していないのに、どのようにしたら当報告書に、それほど正確な数値を示すことができたのだろうか？相手船の速力は、正しいレーダー映像の監視があつてのみ得られるのである。つまり、ヴィル・ドリオン号は、早期にトップ・グローリー号のレーダー映像面に探知されていた可能性があつたのだろうか？

ヴィル・ドリオン号のレーダー装置に設定された、3海里と6海里レンジは、当時の周辺の気象状況からすると、少な過ぎる。自船速力が20ノットで、接近する相手船の推定速力がほぼ9ノットであり、本書に記載されている針路模様からすると、我々の計算では、反航相対速力は、ほぼ29ノットになる。

このことから、次のことが判断できる。即ち、衝突の相手船をレーダー映像面の外側にある6海里のマーク線で捉えることができたと考えられ、それから後にレーダー映像面を活用するには、衝突までほぼ12分が残されているだけであつた。右舷方から接近する相手船を明確に認識するのに、衝突予防のための規則第7条及び第8条に従って右舵をとって避航動作をとるとに、この時間は、普通では短過ぎるであろう。この動作から考えられる衝突と、南アメリカから日本に向かう進路をとっていたと推定される、トップ・グローリー号の進路模様から考えられる衝突とは、事実上は異なっている。

両船が右舵をとったとすると、両船は、左舷・左舷の船体接触となるはずである。その場合、トップ・グローリー号は左舷船首部に損傷を受けることになつたであろう。しかしながら、同船の船首は、右舷に損傷を生じたのである。

従って、最終段階の操船手段として、ヴィル・ドリオン号が右舵を取った可能性は、全くあり得ない。

ヴィル・ドリオン号の船長による文書によると、船橋の操船記録器は、故障中であつた。また、針路資料記録器は、巻取り紙が紙つまりをしていた。従って、ここでは、海難事故を、更に明確にするために有効となるに違いなかつた、適切な資料を検証することができないのである。本船船長は、電子海図装置の資料も保存しなかつた。

船長による2003年1月23日付けの事実の報告書及びOODによる2003年1月25日付けの事実の報告書によるとヴィル・ドリオン号の船長は、衝突の後にレーダー装置を調節し、また、雨が小止みになったとき、距離ほぼ4.5海里のところ針路140度、速力ほぼ9ノットで

航行中の船舶を探知できた。

MAISによる文書では、トップ・グローリー号は、衝突前、針路154度で進行し、ヴィル・ドリオン号との衝突で、右舷船首部を損傷したと証言している。

針路154度では、船は南アメリカに向かうことになってしまい、日本には向かわない。衝突の後、トップ・グローリー号の船長と無線交信をした合衆国沿岸警備隊の航空隊員の情報によれば、船長は、日本向けの航海を続けるよう提示していた。

視界制限状態であったこともあり、トップ・グローリー号が、荒天状況下での高波浪から逃れるため、針路を反転させて航行していた可能性は十分あり得ることである。日本に向かう針路のまま、長時間にわたって南西方向からの高波浪を船尾に受けるのは、トップ・グローリー号にとっては、明らかに厳し過ぎることであった。

天候が好転してから、再度日本に向かう針路とするよう計画されていた。このことは、トップ・グローリー号が反対針路をとっているのを観察された理由を説明する基となる。しかしながら、ここにおいても我々は、これを推定するだけでしかない。

衝突前のレーダー監視についての明瞭な情報が、二人の船橋当直航海士から得られていないのである。

ヴィル・ドリオン号船長による VHF のチャンネルでの呼びかけに対しては、応答が得られていなかった。MAISは、同様の意見を示している。

6 悪天候下（降雨、雹、降雪及び波浪）におけるレーダー映像による他船の船位監視

6.1 X-Band-Radar の映像表示

下に掲げたレーダー映像図は、強雨によって映像に傷害が現れている状態にあることを示している。

濃密な雨滴、降雪あるいは集中した雹の接近は、放射されたレーダー輻射光線、特に波長3センチメートルの X-Band のレーダー波に、大きな傷害を与えるので、探知可能範囲が極度に低下することがある。この状況下では、レーダー光線の主反射波でさえ、捉えることができなくなる。FTC機能を働かせることで、被反射物体を強く反応させることが可能となる。この機能で降雨海域内にある物標は当然ながら、降雨海域外にある物標も強く反応させることが可能になる。これにもかかわらず、この機能によっても、探知可能範囲の減少は、平均的低減比率条件下にあるために、感度減少域内にある物標の反応を増大させることとなるわけではない。特に、熱帯域での非常に強烈な驟雨中では、どんなレーダー装置も、弱反応物標を雨雲と分別認識する能力はない。

図 9、 レーダー映像図 1



(強雨によって妨害されたレーダー映像表示面上の映像例)

6. 2 S-Band-Radar 映像分析

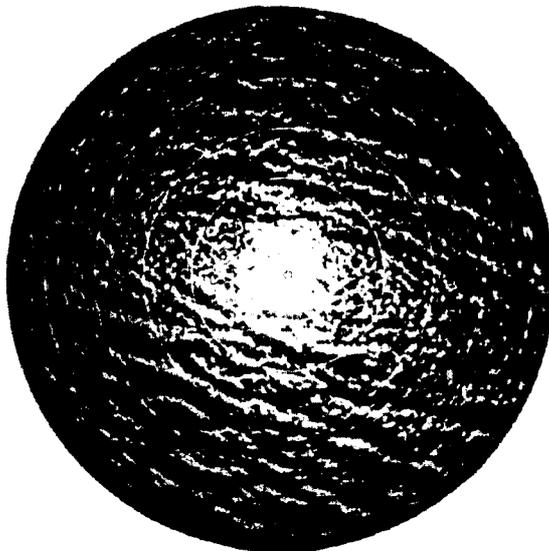
10センチメートルのレーダー波波長域では、長目のレーダー波の方が降雨域での“伝播性”が高いため、強雨の状況下における映像表示では、他の波長の装置よりも、S-Band レーダー装置の方が、ずっと成果があるというのが通説である。

従って、このレーダー装置で雨雲の陰にある物標を確実に探知できることとなるし、雹や降雪のある状況下でも、同じ様に探知が可能となる。それにもかかわらず、極めて強烈な驟雨の中にあつては、レーダーの探知物標を突然見失うことがあるのを知っておく必要がある。3センチメートルのX-Band レーダー装置と比較して長波長のため、S-Band レーダー装置は、より良好な“悪天候用レーダー装置”として存続している。しかし、これには、異なった探知距離を用いて、同時に作動させた別装置によって、それぞれの探知物標を連続的に観察することと分析することが必要である。船内にあるレーダー装置（例えば、S-Band として）の性能がどうであれ、もし、ARPA レーダー装置を作動させ、分析していれば、他の船舶/接近する反射物標を監視することは、たとえ、しとしと雨の雨雲が存在していても、間違いなく、可能である。

6. 3 X-Band レーダー装置、S-Band レーダー装置での海面反射による干渉

この干渉は、レーダー装置のアンテナ高さ、波高及び波の周期に原因がある。この問題は、“海面反射抑制装置”のスイッチで処置可能である。

図 10、 レーダー映像図 2



(この図面では海面反射抑制装置のスイッチが入っていない。船の進路と反対の波浪の進行方向が良く見分けられる。中心点に向かい映像が、黒色から白色になっている。波浪の反射映像の中にある物標を認識するのは困難である。)

海面反射抑制装置 (STC) を作動させているときは、受像体の受波レベルが、上がっている必要がある。これの作動中には反射の弱い物体の映像を捉えられないことがあるし、レーダーアンテナが2、3回回転してから、ようやくレーダー映像面に現れることとなる可能性がある。このことは、レーダー装置を操作している者は、レーダー映像面を全力で集中監視していなければならないことを意味する。

6. 4 自動物標探知記録

自動物標探知記録では、荒天時の海面反射や濃密降雨域が、物標として記録される。これは、海面反射や濃密降雨域が一定時間、例えば、6回のアンテナの回転時間、を超えて存在している際に特に生じやすい。結果として、大多数の偽探知物標が、“要監視物標”としてレーダー計算機に、

表示されることになる。

これらの海面反射は、ただ短時間の偽反射であるために、その直ぐあとから、その偽反射が、“探知不能”物標として警戒されることになる。降雨域は、不変の自然現象として頻発するが、同じ様な偽反射となって現れるのである。

7 事故調査結果

事故発生時刻についての両船の資料は、2時間10分の差違がある。

トップ・グローリー号の航海針路は、明確になっていない。

トップ・グローリー号の船長も同船の運航管理部門も事故に関する情報を提供していない。

B S Uから運航者に送られた公式通達文書に対する応答がない。

運航者に送られたIMOの海難事故報告書式に対する回答は、不完全であり、B S Uに返送された回答書写も不完全である。

気象状況については、これも、両船の船長は、違った記述をしている。

トップ・グローリー号の船橋当直者は、衝突発生前にヴィル・ドリオン号を視程内に捉えた理由について明瞭にしていない。一方、報道によれば、相手船ヴィル・ドリオン号側では、視認されるはずはないとの見解である。

我々は、視界が制限された状況にもかかわらず、両船が音響信号を行わなかった理由を尋ねている。

MA I S及びヴィル・ドリオン号の船橋当直者は、最悪天候のため、他船をレーダー映像面上で、一切探知することはできなかつたと証言している。

トップ・グローリー号にあつて、ヴィル・ドリオン号が自船の船首方を通過した時の速力が、20ノットであったことをどんな方法で確認したのか、についての回答がなされていない。速力の認識については、他船をレーダー映像面で追跡した結果からだけ得られるものである。その場合は、レーダー映像面で相手船を探知できていたことが必要である。

この仮定を基本とすると、ヴィル・ドリオン号の音響と発光による探知範囲内での警報音発生装置が他船、即ちトップ・グローリー号、の存在を警告通報したであろうことも推測できるのである。

DWDの専門家の意見によれば、降雨状態は、それほど激しくなかつたはずであり、注意深くレーダー映像を監視していれば、この大きさの船舶なら、発見可能であつたとある。このことは、(ドイツ)連邦海事及び水路局の専門家の意見でも証言されている。

トップ・グローリー号からは、極めてわずかの情報しか得られていないし、ヴィル・ドリオン号のOODによる、レーダー映像面の分析に関する資料が、不相当であることから、本事故の完全な分析を導き出すのは不可能であつた。

言明されている狭視界であつた点を考慮すると、ヴィル・ドリオン号側で速力を視界に合わせて調整しなかつた理由も、これまた、明らかになっていない。

最終的に本件を明確にする、より詳細な情報を得ることができていない。

8 事故の分析

本件の原因は、両船の船橋当直者が、衝突の前に、適切なレーダー映像の監視を行わなかつたことにある。

レーダー映像の監視は、特に天候不良時にあつては、連続的に実行することが必要である。二つのレーダー装置は、同時に互いの点検を行う必要があるし、また、レーダー装置の測得距離は交互に比較する必要がある。自船が20ノットで航行しているのに、一基のレーダー装置は3海里レンジ、もう一基は6海里レンジで使用されていたのは、レンジが小さ過ぎる。

12海里レンジとした、S-Bandレーダー装置の映像面ではオフセンター装置を作動させておくべきであつた。そして、その作動状態で映像面を連続監視していれば、もつとうまく行っていたに違いない。

その上、ヴィル・ドリオン号では、警報音が鳴っている状況にあつたとしても、探知範囲内での警報音発生装置のスイッチが切られていた。本調査では、しとしと雨の中、トップ・グローリー号

をレーダー装置で探知し、結局のところ、その後追跡できたのかどうかについての疑問が生じてきた。ヴィル・ドリオン号船内でのレーダー監視資料は、残念ながら、これらの疑問を評論するのに十分な細部を示していない。このことは、当然、トップ・グローリー号船長にも当てはまる。問合わせには、回答がないままである。

これにもかかわらず、自動物標探知記録装置は、使用中のレーダー装置で、有効な反応か、干渉された反応かを安全に区別することが可能であると確信できるある一定の海面状況となるまで、活用されるべきである。

両船は、たとえ雨雲が存在する中でも、もし、両船のレーダー装置に AIS（自動認識機能）が組み入れられていたなら、両船のレーダー映像面で相互に認識しあうことが可能となったであろうことについては、述べておく必要がある。相手船は、AIS 信号として視認できたであろう。そして、相手船の航行資料を引き出すこともできたに違いない。機器の制作者側は、今日、レーダー装置及び衝突予防規則の枠組みの範囲内で、新時代の電子海図装置にこれらの新技術を組み込むよう提案している。

報道によると、例えば、ATLAS 9XXX のような、旧型のレーダー装置でさえ、AIS による物標を表示するような仕様換えが可能となった。制作者側は、これは 2004 年までには可能となるとしている。

当然、この機能が加わる前の条件として、レーダー装置の機能が適切に搭載されていることが必要である。

最後に、狭視界の状況下で、両船とも、明らかに、安全な速度で航行しなかったこと、また、両船とも、何らの音響信号を行わなかったことについて明確にしておくべきであろう。

それに加えて、トップ・グローリー号では、衝突前に相手船を肉眼で視認しているのであるから、ヴィル・ドリオン号での一組の見張りでは、十分でなかったことを挙げておく。

電子航海援助計器の急速な発展は、船舶乗員が技術発展に合わせた知識を会得するのに極めて困難な状況をもたらしている。異なった制作者、型式、操作方式そして現場での製品保守などは、航海者にとって、決して容易な事態ではない。このような環境に合わせ、乗組員の定期的な再訓練を考慮するべきである。

電子海図方式あるいは衝突後の追跡機構のような資料保存手段などは、船橋当直者の訓練に組み入れるべきであろう。

9 調査資料

本調査報告書は、ドイツ連邦海難事故調査局（BSU）の調査と関連している。そして

- ・ ハンブルク市ドイツ気象庁の専門家による意見、レーダー装置 ATLAS 9XXX の取扱い説明書、Doc-No. :ED 3024 G711, 発行番号 02 (2002-06)
- ・ ドイツ気象庁の専門家による意見
- ・ 合衆国沿岸警備隊による海難事故調査記録報告書
- ・ 香港所在の海難調査部（MAIS）による情報

本調査は、2002年6月24日制定の海難またはその他の海上事故から得た教訓を基に、航行の安全を改善するための規則（海上の安全のための調査規則-SUG）に従って実施された。その理念に則り、本調査の唯一の目的は、将来における海難防止や海上活動の停滞を防止することにある。本調査は、欠陥の確認、責任の所在または請求権の表明に資するものではない。

2003年7月18日
調査報告書第19/03

要約に対する補足書

重大海難事故：

コンテナ船 機船“ヴィル・ドリオン”号
機船“トップ・グローリー”号

衝突事故

2003年1月23日 ハワイ島近海で発生

本調査報告書の作成及び印刷が終了した後の2003年7月16日に、BSU（ドイツ連邦海難事故調査局）は、ヴィル・ドリオン号の船橋当直者であった一等航海士から全記入された追加質問書の回答書を受け取った。報告書に対するこの補足書は、考察される範囲での最大の客観的視点を示すために必要となるものである。しかし、この回答書は、結果の要約部分にも報告書の分析部分にも変更をもたらせることにはならなかった。

ヴィル・ドリオン号のOOD（当直一等航海士）は、2003年7月8日付け、本人による事実の報告書で次の内容の、より詳細な情報を補足、記述している。

資料質問書に記載されたすべての内容については、OODによる最善の記憶と信念とに基づいて作成されている。

OODは、船内で得た事項及び本人個人に関係した事項を、資料質問書/質問形式に的確に記入している。OODは、本船からの回答に誤った数値を入れることを避けるため、幾つかの数値資料に関わる部分の質問には回答していない。船長は、OODが質問書を完成させるときに、見落とししているかもしれない資料あるいは探し出すことができなかった資料を、後から補填しようとし、その資料をOODに与えた。

BSUによる覚え書き：

ヴィル・ドリオン号の船長は、2003年6月10日付けの郵便物で、その書面をBSUに宛て、送付してきた。その内容は、本調査報告書中に参照、取り入れられている。

第2号レーダー装置等に関連する細目に及んだIMOの標準質問書は、今回は、OODの手元に届いていなかった。OODは、不完全のまま、この報告書を提出するつもりはなかったのである。OODは、船舶所有者により、未熟練者として交代させられたため、当時、同質問書を完成させることができないでいた。

OODは、個人的な質問に対する回答で、次のように証言している：

本件発生時には、自動操舵装置を作動していた。エンジン・テレグラフは、常時、速力の変更を指示できるような状態に置かれていた。船橋内の航海設備点検は、週間定期点検に合わせ、最終港出港前にISM-Titan維持表による“ブリッジ・クリアー”点検表の内容に従って済ませ、また、各当直交代時に各部の点検を行っていた。本船では、航路指示装置 NACOS 25-2 による航海はしていなかった。それだけでなく、本船では、電子海図装置を保有していなかった。

OODは、降雨前線が通過した後、ようやく、距離ほぼ4.5海里に衝突の相手船を探知した。これは衝突の事態が既に発生した後のことである。同じころ、OODは、相手船を視認することができた。相手船との交信を色々試みたが、全て成功しなかった。

針路記録器は、作動しておらず、単に、スイッチを手動で作動させるように入れていただけであった。

BSUによる覚え書き：

ヴィル・ドリオン号の船長による事実の報告書では、この針路記録器は、記録紙の紙つまりで使用不能であった。

機関使用記録器は、スイッチが入った状態であった。

衝突警報装置は、レーダー装置にあつてスイッチは入っていないことではなかった。CPAは、1海里に、TCPAは、12分に設定されていた。

BSUによる覚え書き：

ホノルルにおける合衆国沿岸警備隊の質問を受ける間に、OOD（一等航海士）は、悪天候、波浪そして海面の極度に激しい乱反射のために、衝突警報装置を使用していなかったと証言している。

本報告書でも、この点は次のように示している：本船の一等航海士は、悪天候が原因となって、誤警報が発生するため、ARPA装置の衝突警報装置を作動不能にしておいた。

このような悪天候下では、自動物標追尾操作/物標追跡、あるいはCPAやTCPAを設定しても、これに依存することは可能なのであろうか？

同じくOOD一等航海士は、BSUに対し、次のように証言している：

二基のレーダー装置は、違うレンジで連続して監視されていた。1号基は6海里、2号基は3海里のレンジであった。両基とも手作業で、十分に良く調整されていた。その上、何かの物標を探知できるよう、頻繁に12海里レンジに切り替えて使用していた。この切換作業は立ったり、いすに座ったりの状態で行っていたが、20度になる激しい横揺れの中にあつたことから、主として座つた状態で行っていた。夜間における視界状況は、激しい驟雨の影響を受けて狭視界状態であった。

雨反射抑制装置は作動状態となっていたが、雨雲がレーダー映像面上で12海里の遠方まで写っていた。雨、海面反射抑制装置は、手作業で綿密に調整されていた。自動物標探知装置の作動方法は習得されていて、OODは、レーダー映像面上で“センタートップ・グローリーオフ センター”を選択使用していた。航海は、1号、2号のGPS装置を一時間毎に使用して続けられていた。

甲板部員は、24時00分から船橋当直に就いていた。04時00分から08時00分までの船橋当直に割り当てられていた船橋当直甲板部員は、日中の作業にも就くことになっていた。

機関の運転記録器は、使用状態にあつたが、舵角記録器は設置されていなかった。

すべての航海計器及び設置機器の点検装置は、作動状態にあつた。視界が非常に悪いときに、一等航海士の事実の報告書にある、“視程は1/2海里以下であった”との証言はどのようにできたのか、との質問に対してOOD（一等航海士）は、事実の報告書では、そのようには証言していないと答えている。衝突が生じた時には、視程は、強烈な驟雨のために実質ゼロであった。前部マストも全く見えない状況であった。

BSUによる覚え書き：

合衆国沿岸警備隊に対する事実の報告書ではこう記されている：一等航海士と見張り員は、気象状況については、次のように証言している：視程は0～5海里、波高7メートル、風向：南南西から、ビューフォート風力階級7～8（28～40ノット）、空模様—強い通り雨—気温—20度。

当時の天候条件下で、常時、振幅20度に達する横揺れを伴った、高いうねり/波浪によって、衝突時には、機関は、全速回転での運転ができていなかった。船長は、本船の進路模様について説明をしていない。しかしながら、合衆国沿岸警備隊は、衝突に関わった相手船に対し、調査への協力を要請するよう求められてきている。

本船の（20度に達する）大きな横揺れと、高いうねりに対する安全性を考え、最初の検査は、範囲を広げるわけにはいかなかった。この理由から、改めての検査が、日出から1時間半後の日中

に実施されることとなった。損傷を点検できるよう、甲板レール部材をかなり海側に折り曲げる必要があった。

OOD（一等航海士）は、権利留保のために、自身の最善かつ最大の知識と信念に基づいて、すべての質問に応答してきたと証言している。

新たに乗船した船内において、利用できる資料が手元にないため、OODは、すべての質問に対し、正しい回答を示すことができなかった。乗船期間が終了後、OODは、本件の事実究明に一層の力となるであろう。

ヴィル・ドリオン号一等航海士の署名

No 11 (抜粋)

BSU 連邦海難調査局調査報告書 5/04
2004年9月1日 海難事故

2004年1月3日ミルフォード・ヘイブン (UK) において
油槽船シーターボット号 (MT SEATURBOT) 船内で発生した
乗組員2名の一酸化炭素中毒事故

目次

- 1 海難事故の概要
- 2 事故の現場
- 3 船舶の明細
 - 3.1 写真
 - 3.2 データ
- 4 事故発生までの経緯
- 5 調査
 - 5.1 船上での乗組員による処置
 - 5.2 建造造船所との協議
 - 5.3 See-BG 及び GL による本船の調査
 - 5.4 姉妹船 MT SEALING (シーリング号) 船内の測定
 - 5.5 BSU による MT SEALING 船内の調査
 - 5.5.1 シュミット・ウント・フィンテルマン社
(Schmitt und Fintelmann (INLABCO) GmbH) の専門的見解
 - 5.6 本船の船楼周辺における給気口及び排気口の配置
 - 5.7 イナートガスシステム
 - 5.7.1 イナートガスシステムの操作
 - 5.8 建造規則、建造造船所及び換気システム
 - 5.9 DWD による公式鑑定意見
 - 5.9.1 基礎となったデータ
 - 5.9.2 天候の状況
 - 5.9.3 風及び天候の条件
 - 5.9.4 まとめ
- 6 分析
 - 6.1 事故の原因
- 7 安全に関する勧告
- 8 情報の出所

1 海難事故の概要

2004年1月3日 09:45LT(注)⁴、英国ミルフォード・ヘイブンに停泊中の油槽船シーターボット船内のセパレーター・ルーム (油分離作業室) で二等機関士が意識を失っているのを、電動機係が発見した。両人はいずれも潤滑油分離機の作業を行っていた。09:50、二等機関士は担架でエンジン制御室 (ECR) に運ばれ、しばらくして意識を回復した。09:55 に救急車が到着し、酸素吸入による手当を同人に対して行った。手当の後、二等機関士はウィジーブッシュ総合病院 (Withybush General Hospital) に搬送

(注)⁴ 本報告書では時間はすべて法定時 (LT) すなわち CET (中央ヨーロッパ標準時) で記載する。したがって、ドイツの場合は UTC (協定世界時) +1 時間、英国 (GB) の場合は UTC による表示となる。

された。10:40、今度は電動機係がセパレーター・ルームで意識を失っているところを発見され、ファースト・デッキに運ばれた後に意識を回復した。同人は10:55に二等機関士と同じ病院に搬送された。10:40過ぎ、テキサコ・ターミナル (Texaco Terminal) のスタッフが陸上の設備を使用してセパレーター・ルーム内の一酸化炭素濃度の測定を行い、20ppmの濃度を検出した。また病院では、治療中の2名のCOヘモグロビン値を11:50に測定したところ、それぞれ24.3パーセント、12.3パーセントと高い値を示した。20:37になると、これらの値はほぼ1パーセント以下に低下した。その結果、両名は本船に復帰することができた。

5 調査

「BSUは、本件事故について2004年1月5日MAIBから通告され、同月6日のロイズリスト記事により認識した。

本船運航者から事故通報があったのは、同年2月3日である。

BSUは、造船所での会合及び本船検査の日程は知らなかった。

MAIBは、同年2月26日調査を打ち切ったが、BSUの調査を支援した。

5.2 造船所との会合(一部抜粋)

「同年1月14日、本号の事故を検討するための会合が、造船所で開催され、造船所の代表、運航者が出席した。

ドイツ海事協会 (See-BG) の安全検査機関及び船級協会ドイツロイド (GL) は、乗組員の地位、事故状況の情報を通報された。」

7 安全に関する勧告

BSUは、一酸化炭素ガスを排出するすべての船舶の所有者、運航者及び乗組員に対し、各スペース内における十分な換気を実施し、かつ船楼及びエンジン・ルームに一酸化炭素検出器を設置することを勧告する。

一酸化炭素ガスを排出するすべての船舶においては、船楼及びエンジン・ルームの通路に一酸化炭素検出器を設置することを国内外の規則に定め、かつ各船級協会の建造及び試験に関する規定に盛り込むべきである。

造船所、安全検査機関及び船級協会は、船舶設計及び図面検査における弱点を認識し、より良い危険分析手法を適用して将来危険となる要素を船舶設計の段階で明白にし、かつ構造的対応でこれらの危険を最小限にしなければならない。

作業現場において空気中に一ないし複数の危険物質が生じたとしても安全性が損なわれない場合でも、船舶の運航者又は乗組員は、それらの物質の濃度が最大許容濃度 (MAK) (注)⁴、テクニカル指針濃度 (TRK) (注)⁵ もしくは生物学的職場許容値 (BAT) (注)⁶ を下回っているか、又はトリガー閾値を超えている否かの判定を行わなければならない。また、作業現場の空気中に存在する各種危険物質について、その全体的な影響が評価されなければならない。危険物質に関する規則

(Gefahrstoffverordnung 18 条—監視義務 (monitoring obligation) ;)。

船舶運航者は、試験管法によって行っているガスの測定をできれば他の時間のかからない方法に変更するか、あるいは使用できる試験管の数に左右されない永続的測定を実施して現行の方法を補完するよう勧告する。

(注)⁴最大許容濃度 (maximum admissible concentration : MAK) とは、職場の空気中に存在する物質に関し、一般的に従業員の健康が損なわれない程度の濃度を意味する

(注)⁵ テクニカルばく露限界 (technical exposure limit : TRK) とは、職場の空気中に存在する物質に関し、最新技術によって特定される濃度を意味する。

(注)⁶ 生物学的許容値 (biological tolerance value : BAT) とは、一般的に従業員の健康が損なわれない程度の濃度による、特定の物質もしくは体内におけるその代謝物又は動物学的指標物質における許容範囲内の標準値からの偏差を意味する。

No. 13(抜粋)

ドイツ連邦海難調査局
(BSU: Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung)
連邦運輸建設都市計画省管轄分野担当連邦上級官庁
(Bundesoberbehörde im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und
Wohnungswesen)

調査報告書 45/04
極めて重大な海難事故

2004年3月1日、エルベ川河流の第91浮標近くで発生し、乗組員1名を死亡に至らせた
コンテナ船コスコ・ハンブルク号(COSCO HAMBURG)と
コンテナ船P&O ネドロイド・フィンランド号 (P&O NEDLLOYD FINLAND) の
衝突事故

2006年2月1日

本調査は、2002年6月16日の法律(海上安全調査法-SUG)に基づき、海上輸送の安全向上のための海難及び海上インシデントの調査として実施された。

同法の趣旨により、本調査は将来における事故及びインシデントの予防を唯一の目標として実施するものである。過失、責任又は請求権等の所在の追及は本調査の意図するところではない。

本報告書の解釈にあたっては、独文を正文とする。

目次

- 1 海難事故の概要
- 2 事故現場
- 3 事故船舶の要目
 - 3.1 コスコ・ハンブルク号の写真
 - 3.2 本船の要目
 - 3.3 P&O ネドロイド・フィンランド号の写真
 - 3.4 本船の要目
- 4 事故の経過
 - 4.1 P&O ネドロイド・フィンランド号の航海
 - 4.1.1 船長の供述による航程の概要
 - 4.1.2 一等航海士の宣誓報告書
 - 4.1.3 エルベ水先人の報告
 - 4.1.4 乗客による目撃証言
 - 4.2 コスコ・ハンブルク
 - 4.2.1 船長の供述による事故の経過に関する概要
 - 4.2.2 水先人の証言
 - 4.3 写真記録による衝突の経過
- 5 衝突の結果
- 6 事故調査
 - 6.1 はじめに

- 6.2 航路の再現
 - 6.2.1 証言の分析
 - 6.2.2 電子記録航路の解析
 - 6.2.2.1 調査の方法及び対象範囲
 - 6.2.2.2 データベース
 - 6.2.2.3 時間の同期の問題
 - 6.2.2.4 データ分析
 - 6.2.2.5 まとめと結論
 - 6.2.3 航路分析の結果
- 6.3 水流作用の評価
 - 6.3.1 序文
 - 6.3.2 追越操船の数理的検証
 - 6.3.2.1 予備的な理論上の考察
 - 6.3.2.2 任務の範囲
 - 6.3.2.3 手順
 - 6.3.2.4 被追越船に作用する力とモーメント
 - 6.3.2.5 追越操船中におけるネドロイド・フィンランド号の速度の推移
 - 6.3.2.6 舵角の設定と偏角
 - 6.3.2.7 数理的検証結果の概要
 - 6.3.3 追越操船の実験による検証
 - 6.3.3.1 委任の内容
 - 6.3.3.2 模型
 - 6.3.3.3 実験の実施
 - 6.3.3.4 実験の結果
 - 6.3.3.5 実験に関する最終コメント
 - 6.3.3.6 今後の展望
 - 6.3.3.7 略語表
 - 6.3.4 HSVA による比較検討
- 7 分析
 - 7.1 衝突の鑑定
 - 7.1.1 ECS データ解析による進路分析
 - 7.1.2 水流に関する流体力学的考察
 - 7.1.3 結論
 - 7.2 航行中のコンテナ船上におけるラッシング作業の許容性
 - 7.2.1 前後の状況
 - 7.2.1.1 目撃者の証言
 - 7.2.1.2 事故当日におけるネドロイド・フィンランド号甲板上でのコンテナ積付状況
 - 7.2.2 法令の規定
 - 7.2.2.1 SOLAS 条約
 - 7.2.2.2 事故防止規則
 - 7.2.3 まとめ
- 8 安全勧告
 - 8.1 2004年10月1日付の安全勧告
 - 8.2 その他の勧告
- 9 出典

1 海難事故の概要

2004年3月1日 CET (中央ヨーロッパ標準時) 14:40頃、エルベ川下流において、同川上流のハンブルクを目指して航行中のドイツ船籍コンテナ船P&O ネドロイド・フィンランド号²が、同じくハンブルクに向かって航行中であった香港特別行政区船籍大型コンテナ船コスコ・ハンブルク号と衝突した。事故発生時、天候及び視界は共に良好で、コスコ・ハンブルク号はフィーダー・サービスに就航中のネドロイド・フィンランド号を追い越すところであった。コスコ・ハンブルク号の船首部がフィーダー船の前部を通過した時、フィーダー船は流体の相互作用(吸引作用)によって突如舵効を失い、船首をコスコ・ハンブルク号の船尾に突きあてるような格好で急回転した。両船は激しく追突した。両船は、いずれも水先人を乗船させていた。衝突の衝撃により、ネドロイド・フィンランド号の船体は瞬時30度から40度の角度で横に傾いた。このため、すでに固縛解除中であった一部のコンテナが固定具から外れ、コンテナ1個が水上に投げ出された。しかし、両船共沈没は免れ、いずれも水線より上の部分に損傷を負ったものの、自力で航海を継続することができた。

衝突後しばらくして、ネドロイド・フィンランド号のフィリピン国籍の熟練甲板員³1名が行方不明になっていることが判明した。事故発生時、同甲板員は甲板積みコンテナの固縛解除作業を行っており、衝突の衝撃でネドロイド・フィンランド号が大きく傾いたときに放り出されたものと推定された。船長は、14:53、VHFチャンネル68を通じて行方不明者発生の通知を発した。また船長は、落水者⁴発生時緊急活動を同時に実施した。さらには、近隣の公的機関(水上警察及び水路運輸監督局(Waterways and Shipping Directorate))⁵に所属する船舶数隻が出動して捜索に参加した。15:36、第88浮標と第90浮標の間において、測深船ニーダーエルベ号(NIEDERELBE)⁶が意識不明の甲板員を救助した。同甲板員は直ちに陸に移送されて蘇生処置を受けたが、意識は回復せず、16:02、救助チームによって同人の死亡が報告された。

船外に落下し、落潮によってグリュックシュタット(Gluckstadt)方面に流されてしまった40フィートのコンテナは、事故現場に急行した船舶によって確保され、コルマー号(Kollmar)に曳船された。いずれの船舶も危険貨物を積載しておらず、また衝突による燃料油や潤滑油等の油分の流出もなかったため、同海難においては環境汚染の問題は発生していない。

¹ CET (中央ヨーロッパ標準時) = UTC (協定世界時) +1時間。以後、本書ではCETの表示を省略する。

² 以後、「ネドロイド・フィンランド号」と略称する。

³ 熟練甲板員は、以後、単に甲板員と略称する。

⁴ 本書では落水者を person over board と表現しているが、正式な英文表記は "man overboard" である。

⁵ 省略形は WSV

⁶ 同測深船はハンブルク水路運輸事務所 (WSA) 所属。

7 分析

7.1 事故の鑑定

7.1.1 ECS データ解析による進路分析⁴⁹

Time (UTC)	Speed Cosco H. [kn]	Speed Nedlloyd F. [kn]	Course Cosco H. [°]	Course Nedlloyd F. [°]	Distance sensors [m]	Distances ship's wall [m]
13:34:24	15.1	13.3	124.0	130.4	275.6	212.7
13:34:34	15.1	13.0	125.0	127.7	270.0	207.9
13:34:44	15.1	13.0	125.0	127.7	262.5	202.3
13:34:54	15.2	13.0	125.0	127.7	256.5	198.3
13:35:04	15.2	13.0	125.0	127.7	251.6	195.0
13:35:14	15.3	13.0	124.0	127.7	240.5	187.8
13:35:24	15.4	13.0	124.0	127.7	233.6	183.0
13:35:34	15.4	12.2	125.0	132.0	231.3	182.4
13:35:44	15.4	12.2	127.0	132.0	220.9	176.9
13:35:54	15.4	12.2	128.0	132.0	210.0	171.8
13:36:04	15.3	12.2	129.0	132.0	205.4	172.6
13:36:14	15.3	12.2	130.0	132.0	201.2	171.5
13:36:24	15.3	12.2	131.0	132.0	200.0	171.2
13:36:34	15.3	10.6	130.0	131.9	204.2	174.2
13:36:44	15.3	10.6	130.0	131.9	204.2	169.8
13:36:54	15.2	10.6	130.0	131.9	206.7	167.0
13:37:04	15.2	10.6	130.0	131.9	206.4	164.0
13:37:14	15.1	10.6	129.0	131.9	212.6	165.5
13:37:24	15.1	10.9	130.0	131.9	214.2	155.3
13:37:34	15.0	12.6	131.0	126.2	207.0	137.7
13:37:44	15.0	12.5	133.0	126.2	195.1	120.4
13:37:54	14.9	12.6	134.0	126.2	186.6	102.3
13:38:04	14.9	12.6	134.0	126.2	179.6	89.0
13:38:14	14.9	12.6	135.0	126.2	168.7	73.0
13:38:24	14.9	12.6	135.0	126.2	163.6	58.4
13:38:34	15.0	15.0	134.0	127.0	163.5	52.8
13:38:44	15.1	15.0	134.0	127.0	176.0	47.0
13:38:54	15.1	15.0	134.0	127.0	189.9	45.9
13:39:04	15.1	15.0	135.0	127.0	204.4	40.3
13:39:14	15.1	15.0	134.0	127.0	217.3	32.9
13:39:24	15.1	15.0	134.0	127.0	235.1	23.2
13:39:34	15.1	8.0	133.0	131.4	272.0	3.5
13:39:44	15.0	8.0	133.0	131.4	340.1	57.2
13:39:54	14.8	8.0	135.0	131.4	406.9	125.2

表2からの抜粋 (セクション6.2.2.5 参照)

抜粋した表の灰色で表示した部分は、衝突に至る過程において最終的に重要な役割を果たしたと思われる時刻の数値を表わしている。ただ、この表の数値は、時間を同期させて割り出した距離から算出した数値である点に注意が必要である。しかし、この点を除けば比較的信頼に足るデータベースであり、これらのデータからはっきりと一つの傾向が読み取れることから、以下の結論を導くことが可能である。

⁴⁹ 出典：航海学科 (ビスマール大学航海学科) (Department of Maritime Navigation, University of Wismar)

他に依拠すべき手がかりがないことから専ら水流に関する流体力学的な判断に基づく結論であるが、両船が接近を開始した時点では、両船の舷側間の距離は最短でも 170 メートル 以上もあり、またコスコ・ハンブルク号の船首はネドロイド・フィンランド号の船尾とほぼ同位置にあった⁵⁰。間もなく、両船の速度差が大きくなり（ほぼ 4.5 ノットに達していた）、コスコ・ハンブルク号は分速約 140 メートルの速度でネドロイド・フィンランド号の前方を通過した。その結果、1~2 分後には両船の船橋はほぼ並ぶ位置に達した⁵¹。ネドロイド・フィンランド号及びコスコ・ハンブルク号の各舷側間の距離は、一見したところまだ約 90 メートル 程度もあり十分な距離と判断されたが、表 2 から明らかなように確実に縮まりつつあった。

7.1.2 水流に関する流体力学的考察

前述したように、数値解析（ポツダム研究所）と DST での実験結果（DST：ドゥイスブルク船舶技術輸送システム開発センター（Development Center for Ship Technology and Transport Systems in Duisburg））を比較すると、衝突発生という流体力学的見地から求めた力とモーメントの働きは、同一ないし同様の傾向を示したものの、数値的にはいくつかの部分で明確な違いが認められた。この点では、参加したポツダム、ドゥイスブルグ及びハンブルグの科学者達が、専門家意見のとりまとめ作業を通じて常にコンタクトをとり、経験を共有していたことは極めて重要である。これは、参加したすべての専門家が共通のデータベースを基にしながら、幅広い科学的調査を実施できたことを証明している。

ポツダム研究所の計算では、150 メートルの通過距離があれば、両船に縦方向のオフセット距離の変動があっても、吸引効果の発生を抑えるのに比較的小さな舵角しか必要としない。一方、DST の実験では、約 130 メートルの縦方向の距離でも、既に実際的には実現不可能な舵角が必要となることを示している。

7.1.3 結論

各調査結果の要約作業は、2005 年 2 月 21 日に BSU のオフィスで行われた。その招きによって調査の委託を受けた各研究所の科学者⁵²と、そして BSU を代表する専門家として経験豊かな船長⁵³1 名が会議に参加した。

同会議において、事故における水流の流体力学的側面を最終的に解明するには、実施した実験及び数理計算から得られた結果では不十分であることが明らかになった。また、一般に有効な安全勧告を行うにしても、根拠として不十分であった。

特に、各調査の結果に明らかな乖離があることから、DST 及びポツダムの両研究所は、上記会議の後、お互いに当初受任した業務の範囲を超えて、各自が行った調査における誤りについて情報交換をするなど、実態の解明に向けてさらなる努力を重ねた。いくつかの点で明らかになった事実もあったものの、残念ながらこのような努力にもかかわらず、基本的に上記乖離を縮めることはできなかった。

ゼーディング教授（Prof. Soding）は、BSU の代表としてすべての調査結果について最終的な評価を行ったが、同教授はその評価報告書において数理上の検証結果の方が信頼性が高いという意見を述べている。同意見書における同教授の具体的な記述は以下のとおりである。「・・・私は、検証結果（DST が行った検証の結果を指す：著者注）は間違っているとは思わないが、水平方向の横の力に関する正確さ、それとおそらく縦方向の力に関しての正確性に欠けるのではないかと考える。ヨーイング・モーメントが一致することから見て、計算は正確であると思う。実験では、モーメントは正確に計測したもの

⁵⁰ 問題の「船首と船尾が並んだ時刻」は、おそらく UTC13 時 35 分 44 秒と UTC13 時 36 分 34 秒の（同期した時間の）範囲内にあったものと推測される。

⁵¹ 「船橋と船橋が並んだ」時刻（同期された時刻）は、UTC13 時 38 分頃であろう。

⁵² T. ジアン博士（PD Dr.-Ing. T. Jiang）、A. グロナーツ博士（Dr.-Ing. A. Gronarz）（いずれも DST）、H. ウェーデ博士（Dr.-Ing. H. Weede）（HSVA）、A. クーラ・ホッホバウム（Dr.-Ing. A. Cura Hochbaum）（ポツダム研究所）、H. ゼーディング名誉教授（Dr.-Ing. H. Soding）（BSU アドバイザー）

⁵³ キャプテン・ヘプナー（Captain W. Heppner）（ジータス（Sietas）造船所）

の力の測定が不正確であったことが考えられる。もしそうであれば、その原因は模型における縦方向の配向が正確でなかったためと推測される。しかし、計算の場合、モーメントがすべて正確で力が不正確という状態はまず考えられない。」

DST によって測定された力の測定値及びネドロイド・フィンランド号の模型におけるモーメントを、舵角及び偏角（すなわち、本船の縦軸と進行方向とがなす角）との依存関係のみに基づいて、ポツダム研究所で行った計算の結果と照合したところ、以下の不一致が判明した。

1. 偏角に依存する分力：
測定結果 = 計算結果の 85 パーセント
2. 舵角に依存する分力：
測定結果 = 計算結果の 92 パーセント
3. 偏角に依存するヨーイング・モーメント
測定結果 = 計算結果の 89 パーセント
4. 舵角に依存するヨーイング・モーメント
測定結果 = 計算結果の 50 パーセント

最初の 3 つの数値の場合、測定結果と計算結果はデータとして使用可能なレベルまで一致していることを示している。しか 4 番目の測定結果は計算結果と大きく乖離している。ゼーディング教授は、計算数値の場合ヨーイング・モーメントと分力（いずれも舵角に依存する）との割合が予測どおり本船の長さの約 42 パーセントであるのに対して、計測値の場合ではその割合が本船の長さの 22 パーセントと（水深の存在によって）予測値を大きく下回っていることから、計算数値の方が信頼性に勝ると判断している。

小型船の場合、針路を維持するために必要な舵角はこの舵角依存ヨーイング・モーメントの値によって決まるため、4 番目の数値が大きく乖離した事実が持つ意味は極めて大きい。

ゼーディング教授の作成による以下の図は、縦方向への力 X、横方向への力 Y 及びヨーイング・モーメント N のそれぞれにつき、実験による計測値と計算による数値とを重ね合わせることによって両数値の差を示したものである。

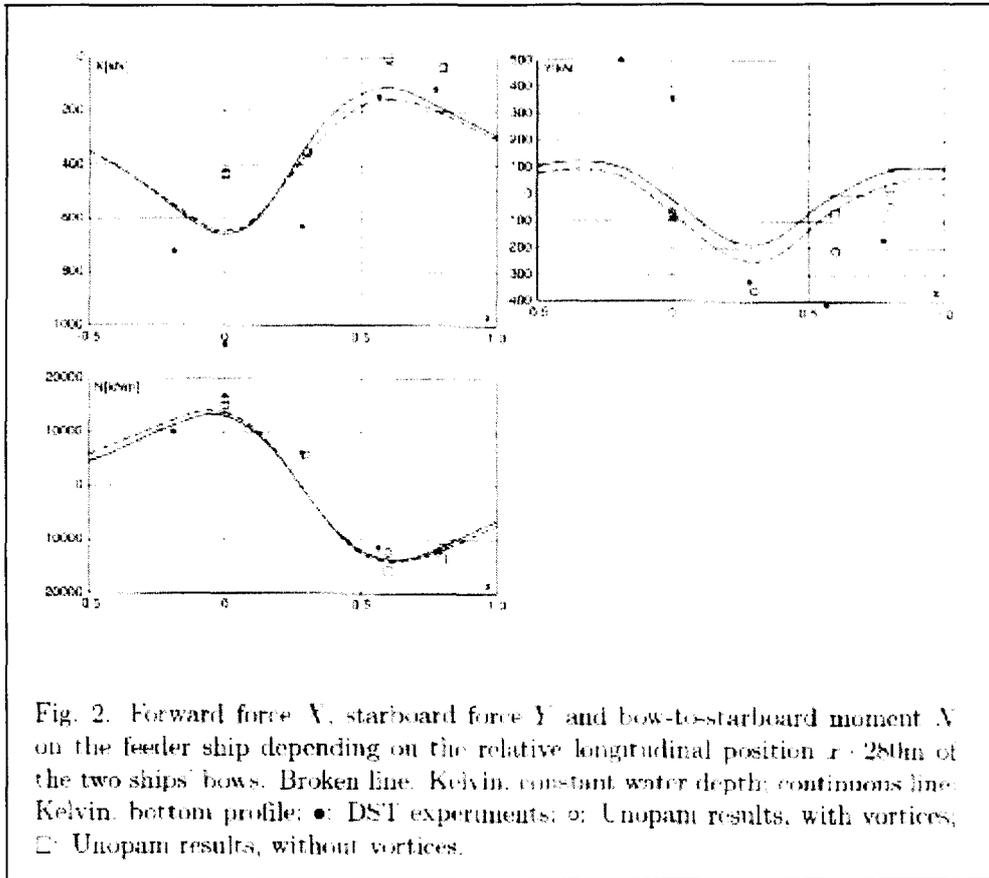


Fig. 2. Forward force X , starboard force Y and bow-to-starboard moment N on the feeder ship depending on the relative longitudinal position $x = 280\text{m}$ of the two ships' bows. Broken line: Kelvin, constant water depth; continuous line: Kelvin, bottom profile; \bullet : DST experiments; \circ : Unopam results, with vortices; \square : Unopam results, without vortices.

図 75 : 計算値と計測値の差異比較⁵⁴

図 75 は、横方向の距離を 150 メートル、速度を 15 ノットとして両船の相対位置⁵⁵を変化させた場合にネドロイド・フィンランド号に対して働く縦方向への力 X ⁵⁶、横方向への力 Y ⁵⁷ 及びヨーイング・モーメント N ⁵⁸ の値を示したものである。

使用した計算方法について付記すると、ポツダム研究所が使用した **KELVIN** プログラムは非線形源法 (**non-linear source methods**) を採用したもので、変形した水面上の動的及び動力学的な限界条件が満たされている。計算にあたっては、両船の船尾部及び舵板部での流れの分離に伴う渦流作用 (**eddy effect**) 及びクッタ条件 (**Kutta conditions**) は無視された。また、プロペラの影響も計算から除外された。本船船体の摩擦推力については、**IITC** のガイドラインに従って予測値を算出した。ゼーディング教授は上記計算のほか、**UNOPAM**⁵⁹ プログラムを使用した計算も行った。この計算モデルでは、同じ非線形源法ながら「**KELVIN** 法」とはかなり内容の異なる、パッチ法 (**Patch method**) を基礎にしたランキン源法 (**Rankine source method**) が採用された。この計算では、ネドロイド・フィンラン

⁵⁴ 出典：BSU ゼーディング教授、及びゼーディング/コンラッド (Conrad) 共著原稿：「狭隘水路における追越操船に関する分析 ((**Analysis of overtaking manoeuvres in a narrow waterway**))」(2005 年 9 月にポーランドで開催されたハイドマン会議 (**Hydman Conference**)) への寄稿

⁵⁵ 縦方向のオフセット量 x (横軸参照) は、両船の船首先端部が並んだ時をゼロ、ネドロイド・フィンランドの船首が追越船の船首から 280 メートル (ほぼコスコ・ハンブルク号の全長分の距離) の位置にきた時を 1.0 としている。

⁵⁶ 正の符号は船首方向に働く力を表わす。X の場合、計算上ネドロイド・フィンランド号のプロペラの推力が無視されたために (準定常考察法 ((**quasi-stationary consideration method**))), 正の値は現出しない。

⁵⁷ 正の符号は右舷方向に働く力を表わす。

⁵⁸ 正の符号は追越船から外側に回頭する場合の船首の方向を表わす。

⁵⁹ **UNOPAM** = 非定常非線形パネル法 ((**Unsteady Nonlinear Panel Method**))

ド号の船体の渦流作用を考慮したケースと無視したケースの二通りの計算が行われた。

上記のごとく、各種実験及び計算を行ったが、結果として、コスコ・ハンブルク号とネドロイド・フィンランド号の衝突事故の原因、とりわけ衝突に伴う流体の相互作用に関する正確な実態について明白かつ明確な結論を導くことはできなかった。ポツダム研究所の計算結果及び同計算結果に対するゼーディング教授の評価では、横方向の距離が当初約 150 メートルあったならば、ネドロイド・フィンランド号が衝突を避けるために舵を効かせたとしても、吸引作用に十分対処できたはずであるとの結論となったが、一方 DST の結果は、ネドロイド・フィンランド号は最終的に吸引作用を避けることができずにコスコ・ハンブルク号の船尾方向に引き寄せられたとする事故目撃者の信憑性のある証言及びビスマール大学航海学科の鑑定結果に大筋において符合する。

また、追越時において安全かつ最小の通過距離を維持するためには舵角を変更することが「理論上」必要であるとの調査結果も重要な意味を持つ。この点に関しては、ポツダム研究所が行った計算結果が参考になる。以下に抜粋した表の舵角は、計算数値こそ DST の測定結果、ビスマール大学航海学科が割り出した進路及び目撃者証言と一致しないが、小型船舶は進路を維持し距離を最短に保つために最初追越船の方向に向かって（緩やかに）舵を切る必要があり、外側への回頭は追い越しの最終段階まで待つて行わなければならないとする従来の主張を裏付けるものである。

Longitudinal off-set L	Lateral distance [m]	Rudder angle s [°]
-0.2	150	4.7
0.	150	7.7
0.3	150	2.2
0.6	150	-7.8
0.8	150	-7.7
0.6	100	-13.7
0.6	200	-4.7

表5からの抜粋（セクション6.3.2.7参照）

しかしながら、このような理論上の最適手順を実際に行うことができる例はまれである。BSUの専門家であるキャプテン・ヘプナーは、前述の2005年2月21日のパネル・ディスカッションにおいて、両船舶間に働く力とモーメントを現場の人間が判断することがいかに困難であるかを指摘している。本船上では指標となる値はわからず、又瞬時に判断することも不可能である。したがって、現在のところ、追い越し時の操船において衝突危険を回避するためには、両船舶の操船者と水先人が相互に遅滞なく十分な連絡を取り合うことが最善の方法であると言わざるを得ない。この場合、被追越船側から積極的な働きかけを行なうことが極めて重要となる。

本調査の対象となったこの海難事故において、重要な関連データがほとんど揃っているにもかかわらず、ネドロイド・フィンランド号が実質的に舵効を失った時の横方向の距離について明確な説明をなし得ないという現実、BSUの当初の目標であった制限水路内における安全に通過するために必要な最小距離（安全通過距離）の明確化という問題に対して普遍性のある有効な解答を見出すことができないことを意味する。

しかしながら、これまでに判明した調査事実により、すでに2004年10月1日に公表されている安全通過距離の問題性に関する安全勧告⁶⁰の適切性は裏付けることができた。同勧告では、複雑な問題のすべてを網羅した普遍性のある有効な勧告を確立することは现阶段では難しいと思われるとの指摘が付記されたが、残念ながらこの懸念が今回改めて確認される結果となった。同勧告については、BSUの声明

⁶⁰ 本報告書の末尾に掲載した同勧告書の原文を参照願う。

はあまりに一般的で現実の役には立ちにくいとの批判⁶¹があったが、この極めて重要かつ複雑な追越操船時において安全通過距離の問題に関しては、最先端の科学技術レベルをもってしても満足できる解決が得られていない現状をそれら批判者に認識いただきたいと考える。そうした現実はあるものの、BSUは、当時も現在も追越操船時における吸引作用の危険性について広く注意を喚起することが自らの責務であると認識しており、たとえ「一般化」の批判がある勧告であっても、この問題に関して必要な議論をまったく回避してしまうよりは、安全活動の一助として有効であると考えている。

調査によって判明した事実の概要を以下に記載する。⁶²

- これまでに行った調査結果の範囲では、制限水路内における航洋船の追越操船に関して改善（すなわちより具体的な）勧告を提起できる状況には至っていない。
- 船舶の大型化が進む現状を考えれば、新たな改善勧告が絶対的に必要である。
- これまで公表されてきた調査では、主として、進路に対して横方向に働く力とヨーイング・モーメントなど船舶間の相互作用に関する調査が中心であったが、追い越しの終盤に被追越船において前方に向かって生じる縦方向の力について考慮することも同様に重要であると思われる。（この時、被追越船は、追越船が自船の横に生じさせた「波の谷間」の中に船首を突っ込む形となり、一方、船尾の方は荒れの少ない水面かむしろ「波の谷間」の背後の水位より高い水面で浮遊した状態となる。したがって、被追越船には前方に向かって「坂を急降下する力（(slope take-off force)）」が働き、その結果プロペラの負荷が低減し、舵の有効性が低下する。またこの力は、当初追越船より低かった被追越船の速度を追越船の速度まで加速させる力を持っており、この作用によって「サーフィン効果」が生じるために追い越しは実質上極めて難しい状態となる。加えて、この場合、操船者が「サーフィン効果（(surfing along)）」によって引き込まれる状態を回避するためにプロペラのピッチ/回転数を下げようとすれば、かえって舵の効果を一層低下させる結果に繋がる危険性がある。そうなれば、船首が追越船の船尾方向に吸引される状態（ヨーイング・モーメント）を回避できる見込みはさらに少なくなると覚悟しなければならない。）
- 追越操船では、両船の速度差を維持することが十分な横距離の確保と同様に重要である。（追い越し開始時において、被追越船がプロペラの回転数/ピッチを一定に維持する限り被追越船の速度が追越船の速度まで加速される事態を生じさせないだけの十分な速度差がなければならない。）
- 安全距離は、被追越船が舵効を維持できる状態、すなわち最大舵角より小さな舵角で針路を維持できる状態を保つことができる距離でなければならない。
- 安全通過距離を決定するための普遍性のある有効な勧告を確立するにあたっては、無条件で実践できる内容にすることが先決である。したがって、安全距離を定める場合、進路に関しては、主として追越船側が受動的行動を取る前提で考えるべきであろう。たとえば、追越操船中の各段階で舵の操作についてさまざまな指示を発することは現実的ではなく、また安全面でのメリットもほとんどない。
- 航行する船舶が船舶の種類（船舶の大きさ、積載量、喫水等を基準とした区分によるもの）、使用可能な水路の幅及び深さ、船舶の速度等によって異なる各水域ごとに、安全な追越操船を行うために必要な通過距離あるいは速度差に関する情報を提供できるような普遍性のある有効な勧告を行おうとすれば、上記項目のみならず他の影響要素（たとえば操舵装置及び推進装置の構造、船底下の地形等）も考慮した上で、これらの諸要素を組み合わせた多様なバリエーションによる多数の事例を幅広く調査することが必要となる。
- 操船シミュレーター上での追越操船訓練は極めて重要である。ただし、この場合、想定した状況下で生じる実際の力とモーメントがシミュレーション上に反映されることが必要であり、実際の値と乖離しない数値をもってシミュレーションを行うことができるシステムでなければならない。した

⁶¹ フート教授 (Prof. W. Huth) に代表される。「船と港」(Schiff & Hafen) 2004年12月号P.57参照。

⁶² ここに記載した調査事実には、ゼーディング教授がBSUに提示した所見の内容が一部含まれている。また、キャプテン・ヘブナーが専門家の立場で指摘した内容も考慮されている。

がって、本件に関する科学上の調査では、シミュレーション施設のためのコンピュータ・プログラムの最適化を図ることを当面の目標としなければならない。

注釈 ゼーディング教授は、本調査報告書の草案に対する意見の中で、DSTの実験とポツダム研究所の計算はいずれもコスコ・ハンブルク号が15ノットの速度で進航していたと仮定して行ったと注記している。しかしながら、提示された資料によれば、この速度は流体力学的な関連性のない対地速度である。実際は、事故発生時における急速な落潮（約2ノット⁶³）を考慮に入れると、コスコ・ハンブルク号は発生する力に対して決定的な影響を及ぼすレベルである約17ノットの速度で進航していたと考えられる。もし速度が17ノットであったとすれば、ネドロイド・フィンランド号に働く力とそれに対抗するために必要な舵角は、15ノットで通過する場合に比べて1.5倍から2倍の大きさに達したはずである。

この点については、ポツダム研究所も、その意見において、被追越船に作用する力とモーメントは追越船の対水速度との相関が極めて大きいと指摘している。

ただし、これらの指摘は、調査結果に関する基本的な説明、とりわけ計算によって割り出した舵角と実験によって測定した舵角について、基本的に同じデータに基づいて計算と実験を行ったにもかかわらず双方の結果が一致しなかったという事実に新たな変化をもたらすものではない。しかしながら、対水速度が約2ノット上昇することによって、発生する力とモーメント及び必要な舵角の大きさが急速に増加するとの指摘は、目撃者の証言及びピスマール大学航海学科の鑑定結果（いずれも横距離が170メートルの時点ですでに吸引作用が発生していたとする主張）とポツダム研究所の計算による予測（横距離が100メートルであっても上記状況への対応は可能であったとする主張）との間の大きな乖離に対して少なくとも一つの関連性を付与するという点において、重要な意味を持つ。

これらの考察に鑑みて、追越船の操船者及び水先人は以下の事項に配慮することが必要である。

- ・ 追越速度を安全な範囲に設定する場合、両船間に働く力とモーメントの量は両船間の横距離のみならず「速度の種類」によって決定的な影響を受けるため、本船の対水速度が特に重要である。
- ・ GPSベースの速度データは、いわゆる対地速度として航海にあたって常に重要な意味を持つが、このデータのみを使用して安全な追越速度を選択するにはデータとして不十分で、使用する場合は最初に水流や風向などの要素の影響を排除する必要がある。
- ・ 流れと逆方向に航行する場合、難しい問題の一つとして、追い越しの時間を短くするために両船間において十分な速度差を確保する必要がある。一方、対水速度を上げることによって力は累乗的発生し、その結果対応不可能な状況を招く危険も伴う。

DSTのA.グロナーツ博士(Dr.-Ing. A. Gronarz)は、今後検討すべき研究課題に関しての最終意見において次のように述べている。

「・・・実験及び数値計算による調査の結果から追越船及び被追越船に働く力のモーメントを説明することは不可能である。しかし、操舵特性（流体力学上の係数）がわかれば、これらの結果を基に間接的な方法で制御性についての結論を導くことはできる。

ただし、追い越しの時間的経過を割り出すことは不可能である。時間的経過を決定するためには、運動に関する数値シミュレーションを行わなければならない。そのためには、対象船舶の流体力学的係数に加えて、他船との相互作用の結果によって本船上に生じる力とモーメントの関係を数式化することが必要となる。その場合、シミュレーションの手段によってできる限り多数の事例を調査することができるよう、可能な限り多くのパラメーターを考慮に入れなければならない。

これまでのところ、相互に作用する力の数学的な解析データがないため、このようなシミュレーションを実施するに至っていない。これまでさまざまな調査結果が報告されているが、現実に近い方法で追越操船のシミュレーションを行うためにはデータとしてまだ不十分である。シミュレーションは、操船シミュレーター（(Ship Handling Simulator)）上で行うことが望ましい。これらの設備は、

⁶³ BSUの手元にあるハンブルク水路運輸事務所(WSA)及び連邦海洋水路庁(BSH)の現地事務所の技術記録によれば、事故発生時の事故現場における潮流は約1.65ノットから1.75ノットであった。

自船の動きを計算するのみならず周囲の環境についても現実に近い条件を現出することが可能で、民間メーカーから調達することが可能であるが、シミュレーション・ソフトウェアに介入する余地はほとんどない。しかし、相互作用モデルを用い、追越操船時に新たに発生する力とモーメントの作用を考慮してシミュレーションを行うためには、このような設備がぜひとも必要となる。

その代わりとして、船橋からの視覚化を放棄し、プログラマーが自由にアクセスできる特別なソフトウェアを使用してPC上でシミュレーションを行う方法もある。この場合も、ソフトウェアへの介入を容認し追越操船のシミュレーションを共同で実施することができる民間メーカーの協力が必要である。共同研究プロジェクトを実施する場合のパートナーとしては、実験研究所又はその他研究施設に加え、必要に応じてソフトウェアへの介入を容認する用意のあるシミュレーターのオペレーター／メーカー等が考えられる。・・・」

結論として、BSUが多くの主要な専門家を交えて各研究施設と議論を行って明らかになったことは、制限水路内における安全通過距離について普遍性のある有効な勧告を行おうとするだけでも、勧告を行うことの是非、勧告内容の策定方法、策定における限界性、はたまたそもそも策定が可能かどうかといった点について、実にさまざまな意見が存在するという事実である。しかしながら、この課題分野における通航の安全性の向上を効果的に実現していくために、さらなる検討の継続が不可欠であるという点において、衆議は一致した。

今後検討を継続するにあたっては、しかるべき適切な研究プロジェクトを立ち上げる必要がある。追越操船時の流体力学的相互作用による危険は（質量両面で）増大しつつあり、また経済的な影響のみならず環境への影響も懸念される事態を鑑みれば、これらの研究プロジェクトが担うマクロ経済的な意義は大きい。

7.2 航行中のコンテナ船上におけるラッシング作業の許容性

すでに述べたとおり、今回の両船の衝突事故により、ネドロイド・フィンランド号の甲板上で作業をしていたフィリピン人船1名（P）が水中に落ち、その後死体となって発見された。この事故が契機となり、BSUは走行中のコンテナ船上でのラッシング作業に関して、このような作業が果たして認められているのか、認められているとすればどのような条件の下で行われているのか、といった作業の実態について総合的な分析を開始した。

フィーダー・サービス船の場合、以下のような事情があり、この問題の重要性は極めて大きい。

- 埠頭及び港での処理時間をできるだけ短くすることが重要という認識がある。
- 積替地で移動が必要になるコンテナの数は概して少ない。
- 船舶が比較的小さく、特に積み重ねた高さ⁶⁴が低いことから、大型のコンテナ船では通常考えられないことだが、甲板積みのコンテナ上に登ってラッシング作業を行うことが可能な状態になっている。

フィーダー船では、たとえばエルベ川やウェーザー川の場合、航行中に船上で通常のラッシング作業⁶⁵が行われていること、その際作業にあたる乗組員には特に安全上の対策は施されていないこと、またそうしたケースが決して例外ではないことが、事実として広く知られている⁶⁶。

ネドロイド・フィンランド号でも、こうした習慣にしたがって、他の船と同様に船上で作業が行われていた。衝突当日に生じたこの人身事故の詳細（セクション7.2.1）が明らかになった後、ラッシング作業の許容性に関する最初の質疑（セクション7.2.3）に対して最終の回答を提示する前に重要な関連規則

⁶⁴ 「積み重ね」に相当する英語（stack）とドイツ語（Stapel）に関する注記

⁶⁵ 注記：BSUが言及しているのは通常のラッシング作業であって、これには緊急時において貨物保護のために急速予定外の作業を船上で行うような場合は含まれない（いわゆるポスト・ラッシング）。

⁶⁶ この問題の複雑性に関しては、「船と港」（（Schiff & Hafen））2005年2月号P.59fに掲載されたフート教授（Prof. W. Huth）の論文「エルベ川／ウェーザー川を航行するフィーダー船上でのラッシング作業」（（Lashing work on feeder vessels on the Elbe/Weser））を参照。

の全ての確認を行ったのは（セクション7.2.2）、そうした背景があったためである。

7.2.1 前後の状況

7.2.1.1 目撃者の証言

14:30 ごろ、事故の犠牲者である P は、一等航海士から同僚のフィリピン人乗組1名と共に、アンラッシング作業の指示を受けていた。事故の翌日、同乗組員はハンブルク水上警察（Waterway Police Hamburg）から目撃情報について聴取を受けた。

聴取によれば、同人自身はベイ番号 1⁶⁷ で、P はベイ番号 3/5 でそれぞれ作業を開始した。作業は何れも船尾部で行われていた。同証人がベイ番号 7/9 の側を通りかかった時、P は右舷側から3個目あたりのコンテナのラッシングを解いたところだった。証人自身はベイ番号 11/13 で作業を続けるつもりであった。同人は自船がコスコ・ハンブルク号の船尾に接近していると感じ、P に注意するよう声をかけた。P から返事はなく、あたりにも見あたらなかった。証人は次に起こることを予測し、体をしっかり固定した。衝突と同時に、コンテナがグラついた。本船が自由を回復して元の位置に復帰した時は、衝突からすでにかかなりの時間が経過していた。証人はベイ番号 7/9 に駆けつけてみたが、P を発見することはできなかった。他の乗組員にも尋ねてみたが、P の所在について知る者が皆無であったため、同人は直ちに本船の指揮者に連絡した。

ラッシング作業時に安全ベルト及び膨張式作業ジャケットを着用しているかとの質問に対しては、通常は着用していないと証人は回答した。安全ベルトの着用は、公海上で天候状態が悪いときに固縛作業を行う場合のみに限られていた。この作業では救命胴着を着用する習慣はないとのことであった。

7.2.1.2 事故当日におけるネドロイド・フィンランド号甲板上でのコンテナ積付状況

以下は、事故当日におけるネドロイド・フィンランド号のメイン・デッキ上のコンテナ貨物配置図である。コンテナは甲板上の許容最大段数である第4段⁶⁸まで積み重ねられていた。（コンテナの種類を明確にするため、40 フィート・コンテナ及び特殊サイズコンテナは青又は緑で表示した。20 フィート・コンテナは赤及び黄で表示し、無色は空コンテナを表わす。）

7.2.2 法令の規定

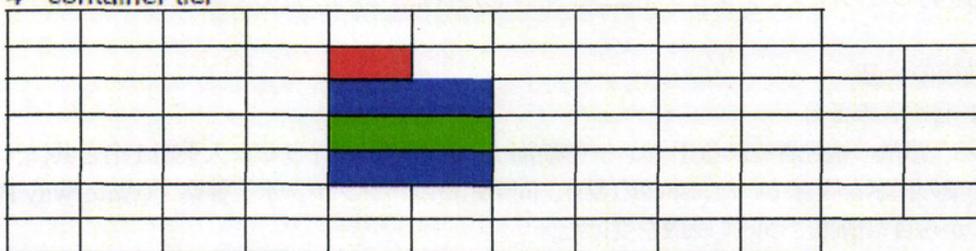
移動中のコンテナ船上でのラッシング作業に関する法的な判断の根拠となる基準は、SOLAS 条例 74/88⁶⁹ 第6章及び Berufsgenossenschaft（同業組合）の事故防止規則に記載されている。

⁶⁷ 「ベイ」とは、船上に積み重ねた船側から横方向に並んだコンテナの列（一つの段の全体）を意味する。ベイは船首方向から船尾方向に向かって番号を振り、20 フィートコンテナの横列には基数（1,3,5, …）を割り当て、40 フィートコンテナの横列には偶数（2,4,6, …）を割り当てる。この数え方の場合、ベイ番号2の位置はベイ番号1とベイ番号3（1/3と略記される）の位置に相当する。

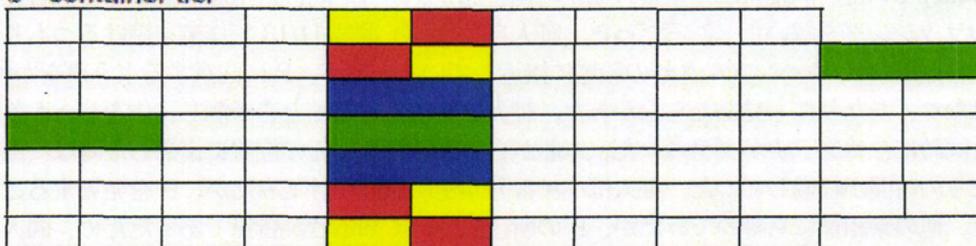
⁶⁸ 積み重ねたコンテナの各段を英語では「tier」という。

⁶⁹ 1974年「海上における人命の安全のための国際条約」及び1988年議定書による修正条約（ドイツでは、連邦法令官報 I 1998, 2860による「船舶安全法（Ship's Safety Act）」第1条第2項及び連邦法令官報 I 1389による2004年6月25日の同法第3条による修正を通じて法律化している）。

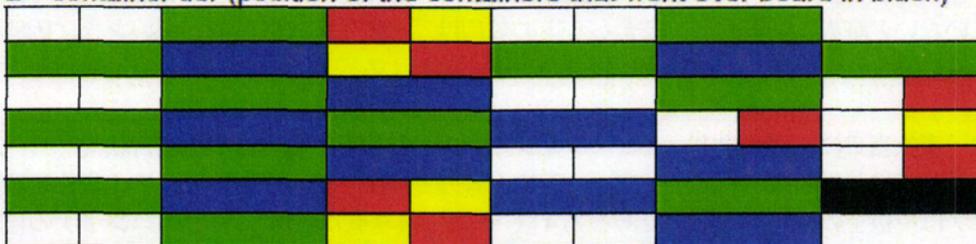
4th container tier



3rd container tier



2nd container tier (position of the containers that went over board in black)



1st container tier (position of the container that fell into the gangboard in black)



23	21	19	17	15	13	11	9	7	5	3	1
	12		10		8		6		4		2

Way in which bays are counted (last known area in which P. was seen shown in grey)

7.2.2.1 SOLAS 条約

7.2.2.1.1 一般規則

第6章（貨物の運送（Carriage of cargoes）第5規則（積付け及び固縛（Stowage and securing）の）パラグラフ1は以下のように定めている。

「甲板上又は甲板下で運送する貨物、貨物輸送ユニット及び貨物輸送装置は、航海の全航程を通して、船舶及び乗員の損傷又は危険並びに船上の貨物の喪失を可能な限り回避することができる方法で積込み、積付け及び固縛を行わなければならない。」⁷⁰

⁷⁰ 下線は本報告書の作成者が付け加えたもの。

このラッシング義務すなわち航海中において貨物を安全に固縛する義務は、いうまでもなく最も重要な措置の一つである。しかしながら、ラッシング作業自体も、上記 SOLAS の規則によって保護されるべき船上作業の対象である。この観点からも、船舶及び乗員に対する危険は可能な限り徹底してこれを排除する必要がある。

上記に照らし、本船が埠頭に到着する前に船上で貨物のラッシング及びアンラッシング作業（すなわち安全装置を解除する作業）を行わせることによって乗組員を不当な危険にさらすことは、どのような場合であっても、上記第5規則のパラグラフ1の義務の遵守違反に該当する。したがって、ハンブルク港の荷役埠頭までの航海途上でネドロイド・フィンランド号が船上で行ったアンラッシング作業は、明らかに上記 SOLAS 規則における違反である。

同第5規則のパラグラフ6に記載された基準に照らしても、上記作業が規則に違反するとの基本的判断に誤りはない。同規則パラグラフ6は、以下のように定めている。

「固体ばら積貨物及び液体ばら積貨物を除いたすべての貨物、貨物輸送単位並びに貨物輸送装置は、航海の全航程を通して、船籍国政府が承認した貨物固縛マニュアル（Cargo Securing Manual）にしたがって積込、積付及び固縛を行わなければならない。規則 II-2/3.41 の定義によるロールオン／ロールオフ貨物区域を有する船舶の場合、貨物固縛マニュアルにしたがって行われるこれらの貨物、貨物輸送ユニット及び貨物輸送装置の固縛は、本船が埠頭を離れる前に完了しなければならない。上記貨物固縛マニュアルは、本機関で作成した各関連ガイドライン⁷¹と同等以上の基準をもって策定しなければならない。

Ro-Ro 貨物船に関して固縛作業を本船の出航前に完了させることを義務付けた上記第2文の規定については、この規定をもって、規則5のパラグラフ1による（他の）すべての貨物を対象とした航海中の安全積込み（loading）と安全積付け（stowage）の義務の適用が緩和されるものと誤解してはならない。特に、上記パラグラフ6の第2文を誤って解釈して、Ro-Ro 貨物船以外であれば、航海開始時あるいはその後航海終了時までの間において広い範囲で貨物固縛義務を原則的に免れると考えてはならない。

本事故の調査により、（その他）積込み、積付け又は固縛が不適切であることから生じる航海固有の危険は、一つの埠頭を離れて次の埠頭に向かうまでの間で、すなわち着錨直前であっても出航直後でも、随時起こり得るという事実が明確に示された。第5規則パラグラフ6の第2文による Ro-Ro 貨物船の固縛作業を本船の出航前に完了させる義務は、「移動」貨物特有の危険を考慮して定められたものである。しかしながら、如何なる事情があろうと、上記規定の事由をもって他の貨物に関する安全義務の重要性を二次的と判断することは許されない。

また、そもそも、「移動」貨物の固縛は出航前に完了させなければならない旨の特記があることによつて、他の貨物の最終固縛は出航後であっても通常作業として継続できると結論することが可能なのかは大いに疑問のあるところである。むしろ反対に、規則5全体の趣旨と文意を解釈すれば、「移動」貨物に関する安全義務を強調したのは、取り扱いに慎重を要するこの特殊貨物について、本船の出航後におけるラッシング完了作業は絶対に許さない（例外も認めない）とする姿勢を当初の段階から明確に示そうとの意図の表れであるといえることができる。この禁止事項を明確な表現で法規化すれば、在来の一般貨物運送において長い間規則から逸脱して行われてきた過去の習慣に対して、法規の明確化と義務の明確化が図れるはずである。現実的な理由から、各種の一般貨物において本船が出航した後に手間のかかるラッシング作業を本船上で継続ないしは完了するやり方がこれまで習慣的に行われてきたという事実からは、なぜ標準作業であるラッシングをあえて錨泊中に行わずに船上で行うのかという点についての説得性のある根拠は得られない。また、本件の場合、検討すべき問題の対象は、例外的状況であれば基本的に本船の出航後であっても認められるラッシング完了のための作業ではなく、本船着錨前における安全装置の解除作業である。この事実を照らしてみても、単に比較すべき事例がないといった理由だけで上記のやり方を容認するような誤った解釈を行うことは許されない。

したがって、貨物は航海の全航程にわたって固縛されなければならないとする SOLAS 条約第6章第

⁷¹ 注 69f を参照のこと。

5 規則パラグラフ 1 に基づく規則は、Ro-Ro 貨物船の固縛に関する特段の強調（第 5 規則パラグラフ 6 第 2 文）にかかわらず厳然と効力を維持しており、これを軽視することはできない。

注釈：See-Berufsgenossenschaft（See-BG：船員協同組合）は本調査報告書の草案に対するコメントにおいて同草案中における SOLAS 第 5 規則パラグラフ 1 の（拡大）解釈は容認できないとの意見を提示した。貨物は船上の人間に何ら危険を及ぼしておらず、ネドロイド・フィンランド上の貨物も「このうねりのない穏やかなエルベ川の水路を航行するために必要な程度の十分な固縛はなされていたと思われ」、また、第 5 規則パラグラフ 6 第 2 文の解釈についても、Ro-Ro 貨物船に限定して特別規則を定めた SOLAS 条約の趣旨にも反することから理解の範囲外であるとの主張を行っている。

BSU は提起された議論について検討を行ったが、BSU としての判断に揺るぎはない。固縛が不十分な貨物が落下すれば、甲板上の人間に重大な危険を及ぼすのは事実であり、これを合理的に疑う余地はないというのが BSU の立場である。エルベ川のような穏やかな水路の航海という点はさておいても、貨物の固縛が解けることによって危険が生じる事実は調査対象である今回の事故のさまざまな記録を通して十分に立証されている。今回の事故で発生した危険がたとえ異常な状況によってもたらされたものだとしても、このような状況はまったくの例外というわけではなく何時でも生じる可能性はあるわけで、今回の事故の特殊性は BSU における上記の基本的な立場に何ら影響を及ぼすものではない。SOLAS 条約第 5 規則パラグラフ 1 の保護区分は、同規則の趣旨と文意に照らせば、同規定の意味を「通常の」うねりによる危険のみを回避するに足る十分な固縛を航海の（全）航程を通じて行うべしと解釈してその区分範囲を狭めることは不可能である。

また SOLAS 条約第 5 規則パラグラフ 6 の第 2 文についても、同規定が特に Ro-Ro 貨物船のみに限定して実施された規則であることは、BSU も重々承知している。むしろ、これまで述べてきたことはすべて、この特別規則が存在するがために他の貨物にかかわる規範の解釈において早計かつ容認し得ない（誤った）判断がなされることを回避しようとの目的から行った議論である。

7.2.2.1.2 ネドロイド・フィンランド号の貨物固縛マニュアル（Cargo-securing Manual）

上記において航行中船舶での固縛作業に関し法律面及び現実面から考察を行ったが、ネドロイド・フィンランド号の場合、航行中に行う貨物固縛作業の作業基準は、SOLAS 条約第 5 規則パラグラフ 6 に基づいて作成され船籍国政府の承認を得ている同船の貨物固縛マニュアルの仕様書に明確に記載されていることが確認された。同マニュアル 13 ページの第 3 章（見出し：コンテナの積付けと固縛）サブセクション 3.1（見出し：取り扱い及び安全上の注意事項）には、他の注意事項に加え、「コンテナの固縛及び固縛解除は本船の停泊中に実施しなければならない」と明記されている。

7.2.2.2 事故防止規則

See-Berufsgenossenschaft（船員協同組合）の事故防止規則（ドイツ語の略称は UVV See（UVV「海運」））には、航行中の（コンテナ）船上におけるラッシング作業の是非ないしは作業条件に関する問題についての特別な規定はない。UVV「海運」はごく一般的な規定として、第 9 に、危険な作業が必要になる場合使用者は個々の状況に応じてあらゆる安全上の必要措置を講じなければならないとのみ定めているが、See-BG ではこれとは別に、乗組員によるコンテナのラッシング作業に関して重要な注意事項を記載したパンフレット E2 を発行している。

E2-乗組員によるコンテナのラッシング作業に関するパンフレット

コンテナ船に勤務する組合員を保護するため、See-Berufsgenossenschaft（船員協同組合）は乗組員によるコンテナのラッシング作業に関して以下の注意事項を定める。

1. ラッシング・アイルは、固縛マニュアルに定められたラッシング・ロッドを固定した後も、十分通行できる状態になっていなければならない（UVV「海運」第 92 条参照）。
2. 日没後は、十分な照明を用意して作業すること。照明は目が眩むようなものであってはならない（UVV「海運」第 139 条参照）。

3. ラッシング作業中は、安全靴、ヘルメット、手袋等の適切な安全具を着用すること（UVV「海運」第19条参照）。
4. ラッシング・バーの装着又は取り外しを行う場合は、必ず2人で作業すること。
5. 1段目のコンテナ上又はこれより上の位置で作業を行う場合は、必ず安全装置を装着すること。
6. スプレッダーは、人を運搬するための専用プラットフォームが付属していない限り、人の運搬に使用しないこと（UVV「海運」第20条参照）。
7. 梯子を使用する場合は、安全に注意して使用すること。ハッチやコンテナが濡れていると梯子がすべる危険があるので、十分な配慮が必要である。コンテナ上に上がる時は、必ず梯子を使用しなければならない（UVV「海運」第9条及びパンフレットF8を参照）。
8. 同じ湾又は隣接した湾で積込み又は積下ろしを行っている間は、落下等による危険があるため、ラッシング作業を行わないこと（UVV「海運」第22条）。監督責任者の指示に従うこと。
9. 航海中は、コンテナの固縛状態を確認し、天候条件が悪化したときなど必要な場合においてポスト・ラッシングを行うこと。コンテナ上でのポスト・ラッシング（再固縛）はできるだけ避けるものとし、作業指示を出す場合は緊急必要時に限ること。
10. ポスト・ラッシング作業中は、本船は適切な針路と速度を選択することによって進航を最小限にとどめること。海上のうねりによって本船の動揺が激しい時にポスト・ラッシング作業を行う場合は、打撲等の負傷を避けるために最大限の注意を払って行うこと。
積み重ねた段上の外側で作業を行う場合は、必ず安全装置を装着すること。また、やむを得ずコンテナ上で固縛作業を行う場合も同様とする。
11. 海上で船内機器を使用して貨物の積付変更を行う場合は、UVV「海運」第9条（4）の規定を遵守すること。⁷²

しかしながら、航行するコンテナ船上でのラッシング／アンラッシング作業ははたして労働法の観点から許容し得るものなのか、という疑問については同パンフレットは直接回答を与えていない。ただし、項目9及び項目10（海上におけるポスト・ラッシング）の記述から、前述したSOLAS条約第IV章第5規則パラグラフ1の拡大解釈を容認する姿勢がうかがえる。この点について付記すれば、同パンフレットでは海上における貨物固縛作業の問題を、必要な場合にやむを得ず行うポスト・ラッシングのみに限定しており、いわば規則を意識した取り扱いになっている点は注目に値する。パンフレットE2におけるこの「限定性」は、実施すべき必要性があつて行うポスト・ラッシングの場合を除けば、航行中における船上でのラッシング／アンラッシングは特別の事情があつて行うわけではなく、あくまで経済的な理由から行われているのであつて、その意味でポスト・ラッシング以外は海上でのラッシング／アンラッシングは基本的に許容されるべきでないとする立場によるものであろう。

航行中のコンテナ船上でのラッシング／アンラッシングを基本的に禁止する立場を取る理由としては、作業を命じられた乗組員の安全を乗組員同士で確保することが実際には非常に難しいという事実が、間接的にはあるが説得力のある説明となり得る。パンフレットE2の項目5では第1段コンテナ上より高い位置での作業には安全装置の装着を義務付けている。安全装置の装着は、装着を命じられた乗組員に危険が及ばないことが前提である。しかし、走行中の船舶の船上では、船内用具を使用してこのような安全装備を行うことは通常不可能である。

コンテナのラッシング作業に従事する乗組員の安全確保に関する遵守義務については、「港湾業務」事故防止規則（(Accident Prevention Regulation Port Work)）⁷³第11条にも記載がある。同規則では以下のように規定している。

- (1) 使用者は、以下の場合において落下の危険に対する安全措置を講じなければならない。
 1. 乗組員がコンテナ1個分の高さより高い位置で作業を行う場合。

⁷² この項目は、UVV「海運」第9条（4）の規定が新たに実施された後に追加される。

⁷³ 1995年10月1日のBerufsgenossenschaft 職場の安全衛生に関する規則（Regulation for Safety and Health at Work）BGV C21（旧VBG75）及び2001年4月1日付の同改定規則を参照。

2. 船舶又は車両上に積載した貨物又は積み重ねた貨物の上に立ち入る場合において落差が2メートルを超えているとき。⁷⁴
- (2) 組合員は、第1項に定める安全措置が講じられない限り、コンテナ、貨物又は積み重ねた貨物の上部に上ってはならない。ただし、当該安全措置を講じるための作業を行う必要からコンテナ、貨物又は積み重ねた貨物の上部に上る場合であって、同作業が然るべき指示と監督の下に熟練の組合員によって行われるときは、本項の適用を除外する。
- (3) 貨物又は積み重ねた貨物の上に立ち入る場合は、貨物又は積み重ねた貨物の安定を乱してはならない。
- (4) コンテナ、貨物又は積み重ねた貨物の上から物を投げてはならない。

また、上記を補足し、UVV「港湾業務」第43条第6項は船上での作業に関して以下のように定めている。

使用者は、高低差が2メートルを超える場合、組合員の落下を予防する措置を講じなければならない。コンテナの場合、コンテナの積重ねが2段以上のとき、又は高低差がコンテナ1個分の高さを超えるときは、予防措置を必要とする。」

上記規則の海運業における有効性は、UVV「海運」第3条第1項を根拠とする。同規定によれば、使用者は、職場における事故、職業病及びその他職場にかかわる健康上のリスクを予防するための措置を講じると共に、効果的な応急処置を提供しなければならない。特に、使用者は、その義務として、UVV「海運」及びその他準拠すべき事故防止規則並びに職場の安全衛生に関して一般的に認められている諸規則に従って、必要な設備を提供し必要な指示を行わなければならない。職場の安全衛生に関して一般的に認められている各規則は、大抵の場合、他の *Berufsgenossenschaften* (職業協同組合) との合意に基づいて別途実施される事故防止規則に記載がある。UVV「海運」に記載のない規則に関しては、これらの事故防止規則を船内に備え置いて随時参照することが必要である。

上記のとおり、貨物固縛作業に関する安全上の要件に関しては、UVV「海運」の記載は概して一般的であり、いずれにしても明確な規定はないため、補完的にUVV「港湾業務」第11条及び第43条第6項の適用が可能である。乗組員に対する安全基準として上記と異なる標準、あるいは上記を下回る標準を定めることは認められない。港湾作業者が貨物又は積み重ねた貨物上で作業する場合の落下の危険を低減する目的による第11条及び第43条の規定に関していえば、海上での乗組員の作業にも同様な危険が伴うことから、少なくとも同程度の内容の規定が海上の乗組員に対して適用されて然るべきである。まして問題となる作業を航行中の船舶の船上で行うとすれば、船舶の動揺によって落下の危険がさらに高まるのが容易に予想され、しかもそうした船の動きは事前の予測がつかないものがほとんどであることを考えれば、そのリスクの大きさは推して知るべしであろう。

7.2.3 まとめ

従来からフィーダー業務の分野で習慣的に行われ、また事故当日ネドロイド・フィンランド号でも行われていた、航行中のコンテナ船上におけるラッシング作業は、天候事情によって許容されるやむを得ない作業の程度を超えており、SOLAS条約第IV章第5規則に定められた法的拘束力のある国際規則及びネドロイド・フィンランド号の貨物固縛マニュアルに記載された明確な規則の双方に違反するものである。また上記作業は、ドイツ国内のUVV「海運」事故防止規則(第9条及びパンフレットE2)及びUVV「港湾業務 (Port Work)」事故防止規則(第11条、第43条及びUVV「海運」第3条第3項)の違反にも該当する。

しかしながら、ドイツ連邦海難調査局としては、上記判断を、かかる違反があったこと及び同違反に伴って危険(貨物の固縛解除、安全対策なしの高所作業など)が生じたことによって乗組員Pの死亡事故を招いたという結論に直接結び付けることは避けなければならないと考えている。違反の事実に関し

⁷⁴ 下線は本報告書の作成者が付け加えたもの。

ては、落水時における乗組員Pの正確な位置関係を確定する手段がなくなったため、証拠を確立することができなかつた。言葉を変えれば、衝突時、乗組員Pがメイン・デッキ上（まだ固縛状態にあったと考えられるコンテナ列間）にいた可能性も否定できないということである。もしそれが事実であれば、安全具の装着は義務の対象外であったと考えなければならない。

いずれにしても、上記事実の如何にかかわらず、航行中の船舶の船上でコンテナの固縛解除（アンラッシング）を行うことは、前述の各規定の趣旨に照らして規則違反に該当することに変わりはない。

8 安全勧告

8.1 2004年10月1日付の安全勧告

BSUは、対処の遅れによる危険を懸念し、今回の事故と同様の理由による事故の発生を未然に防ぐために、本事故の調査段階において安全上の勧告を行った。同勧告は、調査が終了した現在も全面的に有効であることから、以下にその全文を引用する。

BSUは、1998年8月26日の「民間航空機の運航にかかわる事故及びインシデントの調査に関する法律」(FIUUG)第19条並びに2002年6月16日の「海上安全調査法」(SUG)第9条第2項第2号、第15条第1項及び同条第10項に基づき、以下の安全勧告を行う。

BSUは、現在、2004年3月1日にエルベ川の第91浮標地点で発生し、フィリピン人乗組員1名を死亡に至らせた香港船籍コンテナ船とドイツ船籍フィーダー船の衝突事故を調査中である。同海難事故の調査は継続中であるが、これまでの調査結果により、フィーダー船（全長101m）はコンテナ船（全長280m）が行った追越操船から生じた吸引作用によって吸引されたものと考えられる。この時に生じた吸引作用は極めて強く、引き寄せられたフィーダー船がコンテナ船の右舷後部に接触するという結果となった。

この事故により、BSUは各船舶の操船責任者及び水先人に対し、以下の事柄について注意を促す機会を得た。

特に大型船が小型船を追い越す場合、追越操船中に水流の条件から生じる吸引効果については、決してその作用を過小評価してはならない。追越し又は出会いが生じたときは、常に十分な通過距離を維持することにより、危険な吸引作用を生じさせないように留意しなければならない。この点に関し、ドイツ連邦海難調査局（BSU）は、これまでSeeamter（ドイツ海難調査当局）、Bundesoberseeamt（上級海難調査当局（higher maritime casualty investigation authority））及び一部裁判所の見解であったところの、通過距離が100メートル以上ある場合には吸引作用は生じない又はたとえ生じたとしても吸引作用への対処は可能であるとする考え方は最早通用しないことを事実として周知し、各位の注意を喚起したい。

昨今の航行船舶の現状（船舶の大型化、高速化、深喫水化）を基本におけば、たとえ通過距離が150メートル以上ある場合であっても、危険な吸引作用が発生する可能性を完全に排除することはできないと考えるべきである。

BSUでは、安全な通過距離の目安として将来具体的な数値を提起することができるか、目下検討を進めている。しかしながら、そうした具体的な勧告は、さまざまな要素（船舶の大きさ、喫水、速度及び操船特性、水深、水路の作用等）をすべて加味した上で初めて可能になるものであり、したがって、現時点の見通しとしては、実効性のある網羅的な基準を定めることは極めて困難と判断される。

追越操船時の通過距離に関して上記のような具体的な数値基準がない現状では、両船舶の操船者間の相互連絡、特に追越操船時における被追越船側からのサポートが、吸引作用を避ける上で極めて重要な意味を持つことになる。この点に関し、BSUは、ドイツ国内の連邦水路を航行する船舶の場合、被追越船の義務として可能な限り追越を容易にするための協力を行わなければならないという規則があることをあらためて指摘したい（SeeSchStrO第23条第2項）。国際間の航海の場合も、被追越船に対して安全通航のための必要措置を義務付けた法的に拘束力のある規則が存在する（衝突防止規則第9規則e（Rule 9 Letter 3 Collision Prevention Regulations））。

上記規則に従って適切な措置を行う場合は、以下の点に留意が必要である。

- ・ 大型船と小型船（たとえば長さ比で、2：1）の出会い又は追い越しの場合、小型船が舵を取られる危険がある間は、大型船は針路を大きく外さないこと。
- ・ 通過操船中に発生して小型船に影響を与える力は、主に大型船の対水速度によって左右され、小型船の速度との関連性は薄い。
- ・ 両船間の速度差は、発生する力の作用に関しては決定的な要素とならない。

これらの点をすべて考え合わせると、被追越船は、通過距離から判断して吸引作用が生じる可能性を排除できない場合、追い越しが開始される最初の段階で減速することが重要となる。また減速を行うことによって、両船間に生じる吸引作用の有効作用時間を最小限度にとどめる効果も得られる。また、減速を行っておけば、通過の最終段階で進航速度を短時間速めることによって舵効を向上させることができ、吸引効果が生じたときに効果的な対処が可能になる。

ただし、注意を要するのは、小型船の場合、減速は基本的に舵効を低下させるため、吸引作用が生じていることがすでに明らかな状態のときは絶対に減速を行ってはならないということである。また、本船のプロペラのデザイン（固定／可変ピッチプロペラ、左回り／右回り）によっては、特に逆転減速を行ったときなどに、直接及び間接的な舵効の影響によって相手船舶の方向に引き込まれやすくなる場合が考えられるので注意が必要である。

今回の海難調査の結果、両船による衝突の状況は、両船の電子海図システムから得られた GPS の位置情報からは再現できないことがわかった。両船のうち少なくとも一方において、システム上ないしは機器構成上のエラーが生じていたものと思われる。ただし、このこと自体は本事故の原因とは無関係である。

BSU は、船舶運航者、各システムの製造者、監督機関及び船舶操船者に対し、管理下の船舶がそれぞれ正しいパラメーターに従って運航されるよう、各自の職務に即した干渉と監視を行うよう勧告する。船舶自動識別装置（AIS）が普及する現在、万一 AIS を通じて誤ったデータが伝播されれば不正確な通航情報によって誤った判断が行われる可能性があり、そうした危険を考えたときに本勧告は重要な意味を持つものと考ええる。

なお、BSU は、2004 年 3 月 1 日の事故の調査に関し、あらかじめ同調査の結果を予想した上で本勧告を行うものではないので、その点誤解のないようあらかじめ断っておきたい。本勧告は、同衝突事故の評価判断とは一切無関係である。本勧告は、あくまで、将来同様の原因によって生じる可能性のある事故を未然に防止することを目的とした法的な枠組み中で、その一助たるべき役割を担うものである。

上記事故に関する評価については、調査完了時に BSU から公表される調査報告書の完全版を参照願いたい。」⁷⁵

8.2 その他の勧告

1. 上記 8.1 の勧告の中で安全通過距離は主として追越船の対水速度によって決まると述べたが、航洋船の操船者及び水先人においては、上記に加え、本船上の GPS ベースの速度情報は対地速度を表示したものであるためデータをそのまま使用しただけでは安全な追越速度を算出することはできない点に注意が必要である。したがって、これらのデータは、水流及び風向の有意性のある影響を排除した上で使用しなければならない。
2. 海洋船舶の場合、安全上の理由から被追越船の協力を必要とする（狭い）水路においては、あらかじめ被追越船に追い越しのための協力を要請して同船の明確な了解が得られたときのみ追越操船を行うことができ、被追越船の了承が得られないときは追う越しを行うことができないので海洋船舶の操船者及び水先人は注意が必要である（内国水路については

⁷⁵ 青字の部分はすでに無効になっている。

Seeschiffahrtsstrassen-Ordnung (可航水域航行規則 (Traffic Regulation for Navigable Waterways) 第23条第4項第1段、国際水域については第9規則 e (i))。

したがって、被追越船の操船者及び水先人は、あらゆる合理的な協力を提供したとしても必ずしも安全に追い越しを実行できる保証がないと判断したときは、追越操船を拒絶する権利と義務を行使しなければならない。

- 各船舶、特に大型船舶 (大きさの基準は各管轄の水路運輸事務所 ((Waterways and Shipping Office)) (WSA) によって定められている) の操船者及び水先人には、今後追越操船を行おうとする場合、その旨を事前に遅滞なく管轄の船舶通航管理事務所 (VTS) に報告することを徹底願いたい。追越操船を行う場合は、関係船舶間の直接交信 (上記2を参照) に加え、VTS との協調によって通航状況及びその他現地事情に関する情報の提供を受けることが有用である。VTS との協調は、たとえば通過距離を安全に維持する目的によって一方の船舶又は両船舶が一時的に指定水路外にはずれる場合などにおいて他の船舶の航行の安全を確保する上でも欠かすことができない。
- 連邦運輸建設都市計画省 (BMVBS) 及び連邦経済技術省 (BMWV) に対しては、安全の効果的な向上と通航の緩和を促進する目的により、船舶試験研究所 ((Ship Model Basins)) 及びその他関係研究機関 (たとえば、商船学校、操船シミュレーター製造業者の研究開発部門、同シミュレーターの運用者等) での研究を通じて、まだ解決が得られていない「狭隘な水路での船舶の出会いにおける安全通過距離」の問題に関する有効かつ普遍性のある信頼できる勧告を策定すべく、これらの各機関に対して研究資金を提供する措置を検討するよう要請する。

上記研究の目標は、互いに現場の条件が異なる各水域ごとに、追越操船中に水流の関係によって生じる危険を事前に把握して必要な対処策を遅滞なく講じることを可能にする現実的ツール (たとえば数表やコンピュータ・プログラムなど) を船舶の操船者及び水先人に提供することにある。

この目的を達するために最初に行うべき施策としては、当面の必要を満たしかつ中期的な転用も可能な方法が望ましく、その意味で、現行のコンピュータ・プログラムを改善することによって既存の操船シミュレーター及び今後新たに設備される操船シミュレーターの十分な活用を図る方法が最も効果的と思われる。操船者及び水先人は、操船シミュレーションを通して水流の作用の限界点を「体験」することができ、従来に比べてより効果的な方法でそうした事態への対処を訓練することが可能になる。

以上に述べた研究を実施することは、船舶事故に伴う人命及び環境への危険に鑑みればその意義は極めて大きい。今後、船舶のさらなる大型化に伴って危険かつ対応が不可能なさまざまな状況の発生が予想され、当然に重大事故の増加が懸念されることから、かかる研究の重要性はますます高まるといわざるを得ない。

- 既存の操船シミュレーターについていえば、水流の作用に関しては少なくともある程度のシミュレーションが可能である。これらのシミュレーターは、これまでにも、現時点における技術的限界にもかかわらず、また上記4とは別の立場で、狭い水路における出会い操船に関する訓練に貴重な貢献をしている。したがって、水先業務及び海洋船舶の運航者を管轄する監督当局に対しては、管轄水域内で就航する船舶の水先人及び操船者に対し、利用可能な既存のシミュレーション施設を活用することによって十分な訓練機会を提供するよう勧告する。
- 海洋船舶の所有者、運航者及び操船責任者においては、天候上の理由などによってやむを得ない場合 (いわゆるポスト・ラッシング) を除き、航行中の船舶の船上でのラッシング/アンラッシング作業は SOLAS 条約第 IV 章第5規則に定められた法的拘束力のある国際規則並びにドイツ国内の UVV 「海運」 事故防止規則 (第9条及びバンフレット E 2) 及び UVV 「港湾業務」 事故防止規則 (第11条、第43条及び UVV 「海運」 第3条第3項) のすべてに違反する行為であることを想起する必要がある。よって、船舶の操船責任者に対しては、本船の移動中にこれらの作業を乗組員に命じないよう勧告する。
- フィーダー船の備船者及び貸出者は、備船契約書において本船はターミナル到着時にコンテナのラッシングを解除していなければならないとする旨の条件を定めた場合は国内法及び国際法の規定に違反する (上記6参照) ことになり、そのような条件を含む条項は無効となることに注意しなけ

ればならない。

8. **See-Berufsgenossenschaft**（船員協同組合）及び各ドイツ諸州の水上警察に対して、各々の職責と法的権限の範囲内において上記6に記載した法規則の遵守徹底を促進するよう勧告する。この関連において、**See-Berufsgenossenschaft** に対しは、航行中船舶におけるラッシング／アンラッシング作業の禁止についてその趣旨を明確にするための注記を同組合のパンフレット E 2 に追加するよう併せて勧告する。

No. 17-1(抜粋)

連邦海難調査局 (BSU)
調査報告書 343/04
非常に重大な海難事故

2004年11月14日南シナ海／台湾海峡において
リティ・ブム号 (MV Rithi Bhum) とイースタン・チャレンジャー号 (MV Eastern Challenger) が
衝突してイースタン・チャレンジャー号が沈没した事故

2005年7月15日

目次

- 1 海難事故の概要
- 2 事故の現場
- 3 船舶の明細
 - 3.1 船舶1の写真
 - 3.2 船舶1の明細
 - 3.3 船舶2の写真
 - 3.4 船舶2の明細
- 4 事故発生までの経緯
 - 4.1 イースタン・チャレンジャー号側の経緯
 - 4.2 リティ・ブム号側の経緯
 - 4.3 リティ・ブム号航海データ記録装置に関する評価
 - 4.4 電子海図に関する評価
- 5 調査
- 6 分析
 - 6.1 航海データ記録装置
 - 6.2 衝突回避
 - 6.2.1 リティ・ブム号
 - 6.2.2 イースタン・チャレンジャー号
 - 6.2.3 分析の要約
 - 6.3 船舶自動識別装置 (AIS)
 - 6.4 疲労
7. 勧告
 - 7.1 航海データ記録装置
 - 7.1.1 信頼性
 - 7.1.2 AIS 情報
 - 7.2 見張り
 - 7.3 衝突回避のための行動
 - 7.4 訓練
- 8 情報の出所

1. 海難事故の概要

一般貨物船イースタン・チャレンジャー号は、2004年11月11日11:10(注)1、ベトナムのKualoを出航した。同船は6100mtのイルメナイト鉱石を積んで、日本国小名浜に向かう途上であった。

コンテナ船リティ・ブム号は、2004年11月13日18:30に香港を出航して上海に向かっていた。

両船とも、二等航海士が11月14日00:00に船橋の当直に就いた。両船のレーダーはいずれも作動しており、視界及び天候は良好であった。

イースタン・チャレンジャー号は、同船の航行計画によれば、11月13日18:00に最終中継地点を速力10.2ノットで通過して以降、065度の針路で航行していた。一方、リティ・ブム号の航行計画では、同船は01:30に21.5ノットで中継地点を通過した時点で針路を076度から063度に変更し、すでに同船のレーダーは前方を航行中のイースタン・チャレンジャー号を捕捉してスクリーン上に同船を示す点を映し出していた。01:54ごろ、後方3.5海里に迫ったリティ・ブム号の船影がイースタン・チャレンジャー号のレーダーでも検知された。AIS(注)2からの送信データによれば、リティ・ブム号の存在は船名も含めて確認され、22ノットの速力でイースタン・チャレンジャー号とほぼ平行したコースを航行中であることが認知された。リティ・ブム号は右舷方向からの追い越し船と判断された。

01:58ごろ、リティ・ブム号は、別の船を通過させるため、右舷側に回避行動を行なった。当該船舶を航過した後、リティ・ブム号は舵を再び左舷に戻し、02:04ごろには速度を変更することなく21.5ノットを維持して針路057度で航行していた。

その10分後、リティ・ブム号の球状船首がイースタン・チャレンジャー号の船尾右舷側に衝突した。衝突によって激しく浸水したため、イースタン・チャレンジャー号の乗組員は本船から退船した。リティ・ブム号は球状船首部分と船首部を激しく損傷していたが、なんとか衝突現場に戻りイースタン・チャレンジャー号の乗組員を収容することができた。その後リティ・ブム号は香港に戻ったが、イースタン・チャレンジャー号はしばらくして衝突現場の北西約9海里の地点に沈没した。

(注:連邦調査局では衝突による損傷以外の被害に関する報告は受け取っていない。また、イースタン・チャレンジャー号が衝突後どのようにして沈没地点に至ったのかという点についての新たな情報も入っていない。入手した香港海事局(Marine Department Hong Kong)及び韓国海洋安全審判院(Korean Maritime Safety Tribunal)の両調査結果によれば、それぞれ単に「『イースタン・チャレンジャー号』は同海域で完全に沈没した」、「同船(イースタン・チャレンジャー号)は24時間後に沈没した」と記載されているのみである。連邦調査局の調査は賠償責任や権利を確定するためのものではない。したがって、本報告書は衝突に至った状況を明確にすることに限定される。)

7. 勧告

7.1 航海データ記録装置

7.1.1 信頼性

連邦海難調査局は、航海データ記録装置のメーカーに対し、ドイツ国籍船を対象とした型式承認権限を有する連邦海洋水路庁(Federal Maritime and Hydrographic Agency)と協力して装置の技術面における欠点評価を行うことにより、システムがIMOの性能基準及び欧州標準を満たし、同基準及び同標準で要求された品質レベルのデータを記録することができるよう、装置の改良を図ることを勧告する。また、装置内の不備を操船者に通知するための適切な方法について検討を行い、必要に応じて実行に移すことが望ましい。この勧告は、特に、記録が義務付けられているセンサー・データの欠如に関して適用される。

(注)1 本報告書では、時間はすべてUTCに8時間を加えた現地時間で表示する。

(注)2 AIS(Automatic Identification System):船舶自動識別装置

(注：本報告書の草案に対するコメントにおいて、航海データ記録装置のメーカー及びISMコード3.1の定めによる船舶運航責任者は、本勧告を実行するために、すでに実施した措置に関して説明を行っている。装置内の不備を操船者に通知するための適切な方法については、メーカーは技術的に可能であるとの見解を示した。ただし、例えば、意図的にレーダーのスイッチを切った場合に、警報の発報を控えるための「警報抑制機能」を実施するには、システム自体の変更が必要とのことである。)

連邦海難調査局は、承認権限者としての連邦海洋水路庁 (Federal Maritime and Hydrographic Agency) に対し、洋上運航において記録される音声データの再生音質につき、システムを本船で使用する前に実施する試験に際し、音声上のひずみと障害に関してさらに徹底した審査を行うよう勧告する。

(注：本報告書の草案に対するコメントにおいて、連邦海洋水路庁はすでに本勧告を実行中である旨の報告を行っている。ただし、IMOの性能基準では船橋におけるすべてのマイクの録音を1本の録音帯に記録することが要求されるため、実行にあたっての技術的課題も指摘されている。)

連邦海難調査局は、連邦交通運輸建設省 (Federal Ministry for Transport, Building and Housing) に対し、IMO関係機関において、各マイクの録音を別々の録音帯で行うべくVDRに関する性能基準の変更を求める提案を行うことを要請する。

7.1.2 AIS 情報

連邦海難調査局は、連邦運輸建設省に対し、IMO内の関連組織において、あらたにAIS情報の記録を航海データ記録装置に義務付ける旨の提案を行うことを要請する。

7.2 見張り

連邦海難調査局は、ISMコード3.1に定めるリティ・ブム号の運航責任者に対し、すでに同船の安全管理システムマニュアルに記載があるごとく、船橋での見張りの配置に関する国際規則の遵守を有効に実施すると共に、遵守状況の確認を併せて行うことを勧告する。

7.3 衝突回避のための行動

連邦海難調査局は、ISMコード3.1の定めによる関与船舶2隻の各運航者／責任運航者に対し、衝突する危険の存在を判断して自船が避航船又は保持船のいずれの立場であってもそれぞれ定められた衝突回避行動を取る旨のルールを定めた衝突回避規則の遵守義務及び同規則を遵守するための継続的努力の必要性を配下の船長及び当直航海士に周知徹底することを勧告する。

7.4 訓練

連邦海難調査局は、ISMコード3.1に定めるリティ・ブム号の運航責任者に対し、運航する各船舶の船橋乗組員に航海データ記録装置、電子海図及び船舶自動識別装置 (AIS) に関する指示を与える場合は、各機器の種類に沿った指示を与えると共に、あらかじめこれらの機器に習熟する機会を設けることを勧告する。

特に、AIS、レーダー及び電子海図間のインターフェースに関しては、将来ユーザーにとってより利便性の高い方法で必要な情報を表示できる体制を確立すべく、特別な配慮がなされることを要望する。

No. 19-1 (抜粋)

ドイツ連邦海難調査局 (Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung)
連邦交通建設都市開発省管轄分野担当連邦上級官庁
(Bundesoberbehörde im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und
Wohnungswesen)

調査報告書 371/04
極めて重大な海難事故

2004年12月7日に中国・香港沖で発生したMSC イローナ号 (MSC ILONA) と
ヒュンダイ・アドバンス号 (HYUNDAI ADVANCE) の衝突

2005年8月15日

1 海難事故の概要

2004年12月7日、MSC イローナ号は中国の赤湾 (Chiwan) から中国の上海に向かう途上にあった。この時、MV ヒュンダイ・アドバンス号は中国の塩田 (Yantian) からシンガポールに向けて航行していた。

21:35(注)¹ごろ、両船は衝突した。ヒュンダイ・アドバンス号の球状船首部分がMSC イローナ号の船楼前縁部付近の左舷側面に激突したことによる衝突である。

両船はいずれも沈没を免れた。ヒュンダイ・アドバンス号は衝突後間もなく航海を再開し、シンガポールの修繕ヤードで修理を行った。MSC イローナ号は当初事故現場に投錨したが、その後管理当局から指定された錨地に移動した。破壊されたMSC イローナ号の舷側タンクからは1283トンの重油が外洋に流出した。この流出事故は、中国海域内で発生した最大の環境汚染事故であったことから、中国当局の対応は入念かつ細心を極めるものとなった。したがって、MSC イローナ号が揚錨出帆を許されてシンガポールのヤードに向かったのは、衝突から数週間後、広範な洗浄対策と緊急修理の実施が完了した後のことであった。

人身被害の報告はなかったが、衝突による両船の損傷は甚大であった。ヒュンダイ・アドバンス号の積荷の被害状況は不明だが、MSC イローナ号では20フィート・コンテナ62個、40フィート・コンテナ22個が衝突によって損傷した。

7 安全勧告

7.1 見張り

ドイツ連邦海難調査局 (BSU) は、事故に関与した両船舶の運航者に対し、見張りを適切に配置することの重要性について船内業務管理者への周知を再度徹底することを勧告する。与えられた状況及び条件を検討するためには、通航量、地勢上及び航海上の危険及び想定される接近速度を十分考慮することが重要である。自船の速度が20ノットのときに他船が同様の速度で航行していたとすると、両船の接近速度は最悪の場合40ノットを超えることになる。この速度は、1分あたり7ケーブル接近することを意味する。言葉を変えれば、レーダーの捕捉範囲を12海里に設定していた場合、レーダーで最初に船影を捉えた時から衝突の発生まで18分しか残されていないということである。通航事情又は地勢上若しくは航海上の特殊性等によって回避行動が制限される場合は、想定される接近状態を(自船の回避データに基づいて)早い段階で認識することにより、危険を回避するための効果的措置を講じることが重要である。衝突発生の危険を正確に見定め、同危険について常に正しい状況判断を行うためには、接

(注)¹本報告書では、時間はすべてUTCに8時間を加えた現地時間で表示する。

近状況についての継続的な吟味検証が不可欠である。

7.2 AIS

BSU は、ヒュンダイ・アドバンス号の運航者に対し、韓国船級協会 (Korean Register of Shipping) と協力して、同船が発した AIS 信号が何故受信されなかったのかその理由を調査するとともに、このような不備の解消を行うことを勧告する。

7.3 航海計画

BSU は、MSC イローナ号の運航者に対し、船舶の安全な運航に必要な重要情報はすべて関連の海図に明瞭に記入し、当直航海士が何時でも同情報を参照できる体制を維持すべき旨を、同社の航海計画作成手順書に記載するよう勧告する。

3 フランス共和国

運輸・海洋閣外大臣事務局 (SECRETARIAT D' ÉTAT AUX TRANSPORTS & À LA MER)
海事業務総合調査
海難事故調査局 (BEAmer)

ギリシア西部で発生した
バハマ船籍タンカー「プレスティージュ号」(PRESTIGE)の
船体損傷後全損事故に関して
2002年11月13～19日
技術調査報告暫定意見書
(CONTRIBUTION PROVISOIRE AU RAPPORT D' ENQUÊTE TECHNIQUE)
(主要部 第2版 2003年11月28日改訂)

本(暫定)報告書は、タンカー「プレスティージュ号」の全損事故の後、2003年1月1日以降に発生したフランス沿岸における大規模汚染に関する報告書であり、特に海難事故後の技術的調査及び行政的調査に関して定められた2002年1月3日付け法律第2002-3号第三章、海難事故調査局 (BEAmer) 創設に関する1997年12月16日付け法令、及び海難及び海上インシデントの調査のためのコード (国際海事機関 (IMO) 1997年11月27日付け決議第A849 (20) 号及び1999年11月25日付け決議第A884 (21) 号) の規定に則り作成した。

本事故関連船舶はバハマ船籍であり、リベリアの会社が所有し、ギリシャの会社が管理し、ギリシャ人船長が指揮し、ルーマニア人及びフィリピン人の乗組員を擁していた。したがって調査は海難事故の技術的調査を担当する関連国海事当局との協力の下で行われた。なお、欧州委員会から調査作業の進捗に関する情報提供が求められたことから、BEAmerは同委員会担当部署とも連絡を行った。

本報告書は、収集した事物に基づきBEAmerが分析した事故の状況並びに原因を示すものである。前述の各規定に従い、これらの分析は刑事的責任の追及や特定、あるいは個人・集団民事責任の判断への利用を目的としない。これら分析の目的は、あくまでも将来起こりうる同種の大事故を防止するための教訓を引き出すことに限定される。したがって、事故防止以外の目的で本報告書を使用した場合、完全に誤った解釈を行う恐れがある。

報告書目次

- 1 状況
- 2 背景
- 3 船舶
- 4 乗組員
- 5 経過
- 6 事故原因
- 7 第1回勧告

供述、意見、所見
資料

- ・調査の決定
- ・作成書類
- ・気象関連資料

- ・アメリカ船級協会 (AMERICAN BUREAU OF SHIPPING) による資料分析
- ・海難残骸物の検証

1 状況

2002年11月13日、スペイン北西部フィニステレ岬の分離通行帯を出ようとしていたバハマ船籍のタンカー「プレスティージ号」(載貨重量81,564トン)が、フレーム61～71間で重大な船体損傷を受けたのち積載重油(ロシア原産、バルト海～極東間を運搬中)が海洋へ流出し始めた。船体の傾斜は対応する左舷のバラスト及び船倉を舷側から充填することで修復した。エンジンは停止された。

重大事故及び海洋汚染の通知を受けたスペイン当局は、船舶をまず北西、次に南西方向に曳航した。6日間曳航したが、11月19日、船舶は右舷船側外板の一部を損失した後に折損し、ガリシア南西部の海底、水深3,000メートル以上の地点に沈没し、汚染が拡大した。海底に沈没した後も、残骸船舶2部分からの流出が続いた。その後、汚染はガスコーニュ湾まで拡大し、海流の影響により、スペイン、フランス、ポルトガル沿岸にまで到達した。

(2～5略)

6 事故原因の特定及び議論

目次

方法論

6.1 外的制約

- 6.1.1 気象状況
- 6.1.2 海洋学
- 6.1.3 沿岸の地形

6.2 物的欠陥・不適正一損傷

- 6.2.1 問題点
- 6.2.2 未確認浮遊物
- 6.2.3 プレスティージ号の構造に関する考察
 - 6.2.3.1 一般論
 - 6.2.3.2 波形隔壁((corrugated bulkheads))
 - 6.2.3.3 船倉
- 6.2.4 プレスティージ号運航と横断壁の耐性に対する特殊性の影響
- 6.2.5 フレーム71の隔壁の損傷
- 6.2.6 右舷バラスト船倉と第2・第3中央積荷船倉間の縦方向の隔壁の損傷
- 6.2.7 船舶の最終的破損
- 6.2.8 米国船級協会 (ABS) が実施した船体が最終的に破損するに至る過程に関する分析調査
- 6.2.9 結論

6.3 その他の要因

- 6.3.1 船内
- 6.3.2 国際安全管理 (ISM) コードによる、陸上における管理責任者
- 6.3.3 支援会社
- 6.3.4 沿岸国の海事管轄当局

6.4 暫定的総括 (NO. 22)

(略)

7 第1回勧告

本プレステージ号全損事故第1回作業の終了時点において、観察が限定的であったことから、十分な根拠に基づく海難事故調査局調査官による特別勧告の作成は困難であった。

但し、検証に関しては、エリカ号の全損に関する調査の結論における海難事故調査局の勧告が現在も広く適用できるものと考ええる。

又、1999年、2000年、2001年の年次報告書における勧告（船級協会、船籍国、国際機関の過ちに関するもの）も同様であり、これを参考とするよう勧告することが有益であろう。

しかしながら、特に本調査に関しては、直ちに以下の点を予防措置として勧告する必要がある。

- ・ 関連国の担当部署および欧州委員会の担当部署に対して
 - ・ 早急に、重油市場の動向、並びに重油製品の生産・活用・輸送条件等の実情について詳細な調査を行う。
 - ・ 重油の公海輸送が可能なpre-MarPol船（訳注：船舶による汚染の防止のための国際条約以前の船舶）をすべてリストアップし、当該船舶中EU加盟国の司法管轄水域に停泊する船舶に対するクオリティー評価²²を実施し、対象船舶が万が一事故を起こした場合の影響を防ぐためのあらゆる必要措置を講じる。
 - ・ 国際船級協会連合（IACS）、又より広く、船級協会全般に対して
 - ・ 緊密に協力し、EU及びEU加盟国の担当部署が策定した前章に記す勧告の履行へ参加させる。
 - ・ プレステージ号と同種の船舶の管理に関する総合調査を行い、調査結果を公表する。

（脚注）

²²欧州海上保安庁では、特に対象船舶の安全性評価を目的とした監査、並びに船籍国及び船級協会の検査官の同行を伴う船舶に対する定期視察を新たに実施することとし、これによりクオリティー評価が可能となるものと考えている。

- ・ 船主、運輸会社、仲買人、保険業者、発送者、受領者、及び重油輸送網関連職種に携わる者全般に対して
 - ・ 最大限の注意を払いpre-MarPol船舶の状態が点検できない場合、今後、当該船舶を使用した大量の重油の公海輸送を実施・提案・約束・許可しない。

現在なお運航中のpre-MarPol船の数（参照：前記§2.3.1*）は限定されている一方、MarPol船（訳注：船舶による汚染の防止のための国際条約以後の船舶）の数は重油の需要にを十分満たすと推測され、上記勧告による消費者への重油供給に関する影響はないものと考えられる。

2003年11月28日、パリ
調査官
海事総行政官

ジョルジュ・トゥーレ（Georges TOURET）
（サイン）
海難事故調査局 局長

No.8 (抜粋)

海難事故調査局 (BEAmer)

2003年6月13日バイヨンヌ (BAYONNE) 沖で発生した 油槽船「シャシロン号 (CHASSIRON)」号 (死者1名) の船内爆発事故 に関する調査技術報告書

内容

1. 事故の状況
2. 事故船舶
3. 積荷
4. 配乗
5. 事故の経過
6. 事故の原因
7. 結論
8. 勧告

所見

付属資料

- ・ 調査開始の決定
- ・ 本船ファイル
- ・ 製品安全性データ
- ・ 海図
- ・ 天候関連書類
- ・ 本船損傷部の写真
- ・ 損傷調査現場の写真

1. 事故の状況

2003年6月12日、シャシロンは386回目の航海において Donges からの積荷を降ろすためにバイヨンヌに入航した。積荷は3種類で、配置は以下のとおりであった。

- ・ 1番カーゴタンク (P&S) : 国産加熱油
- ・ 2番、3番、4番、5番カーゴタンク (P&S) : ガス油
- ・ 6番カーゴタンク (P&S) : 自動車用無鉛ガソリン (98 オクタン)

同船は、2003年6月13日05:00、Donges で積荷を取るためにバイヨンヌを出航した。積荷は前回と同じであったが、配置予定は以下のように異なっていた。

- ・ 1番カーゴタンク (P&S) : 自動車用無鉛ガソリン (98 オクタン)
- ・ 2番、3番、4番、5番カーゴタンク (P&S) : ガス油
- ・ 6番カーゴタンク (P&S) : 国産加熱油

出航後、ポンプ係と甲板長が1番タンク (P&S) と6番タンク (P&S) の洗浄作業を開始した。

07:09、自動車用無鉛ガソリンを積んでいた6番カーゴタンク (P&S) の洗浄を開始した時、汽笛のような大きな音がし、その直後に6番タンクで爆発と火災が発生した。カーゴ・マニフォールド付近に立っていた甲板長は無傷であった。6番左舷側カーゴタンクの近くにいたポンプ係は当初行方不明と報告され、海上の捜索が行われたが、結局6番左舷カーゴタンクの後部で死亡しているのが発見された。本

船の甲板は船橋甲板室からマニフォールドにかけて引き裂かれ、5番および6番カーゴタンクの隔壁は高度の損傷を受けた。

火災は08:00に鎮火された。

行方不明のポンプ系の捜索と火災鎮火活動を支援するために、CROSS-Aは空海の両面から大量の人員と物量を投入した。

ボルドー船舶安全センター（Bordeaux Ship Safety Centre）のバイヨンヌ事務所、バイヨンヌ港長事務所およびバイヨンヌ港パイロット&タグ・サービスズ（Bayonne pilot and tug services）の代表者6名で構成された調査チームが1052に本船に乗船した。事故の状況調査が終了した後、本船はバイヨンヌ港への帰港を許され、1348に同港に着錨した。

7. 結論

現在に至るも、爆発を引き起こした発火源は明確に特定できていない。ただし、残された可能性として以下の二通りが考えられる。

- ・ カーゴポンプの故障に起因する機械的な発火の可能性。
- ・ カーゴポンプもしくはタンク洗浄機の電位が一定でないため、または（可能性としては低くなるが）タンク表面のコーティングが劣化（タンクの底に錆び跡が発見されている）したために、静電気が生じて発火した可能性。

6番右舷タンク内の空気/グレード98自動車用無鉛ガソリン混合ATEXが発火するのに必要としたエネルギーは僅かマイクロジュールに過ぎなかった。

4つのプロセスに分けて考察が行われた。

- ・ 爆燃から爆轟への移行
- ・ 「バン・ボックス」現象（甲高い汽笛音）の後の一般的な爆発
- ・ 各タンクへの燃焼の急速な伝播
- ・ 爆発がタンクからタンクに連鎖する燃焼現象（複合爆発）

事故の分析結果によれば、本船の損傷は、一つの爆燃域内で複数（全部で3回）の爆発が連続して起こるドミノ現象の結果によるものであった。

BEAmerの調査員およびINERIS（Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques：国立産業環境リスク研究所）の専門家はいずれも、6番右舷タンクの底部付近（おそらくカーゴポンプ近辺）で1回目の爆発が発生し、次いで1回目の爆発で生じた熱が伝播して6番左舷タンクで2回目の爆発が発生し、最後は5番左舷タンク内に気化して充満したガス油に引火して3回目の爆発が生じたとする仮説を支持している。

爆発直前に聞こえたという汽笛のような音は、小さな密閉された空間内で激しい燃焼が起こったために生じた可能性があり、だとすれば、この音が爆発の特徴を示す「初期」異変であったものと考えられる。そのほか、タンク内の圧力が上昇し爆発する直前に狭い検査口から外に逃げようとするガスによって生じた可能性、あるいは可動部品間の摩擦によって生じた可能性なども考えられる。

爆発の誘因として考えられる要素は以下のとおりである。

- ・ 荷揚げ中における圧力通気弁の使用、タンク検査およびタンク洗浄用の検査口の開口、水中ポンプのストリッピング用圧縮空気注入技術などのすべてが空気を呼び込み、空気中の酸素の作用によって爆発混合気が形成された。
- ・ 積荷のグレード98自動車用無鉛ガソリンは、「夏」製品で、気化幅（volatile variety）が狭く、したがって「冬」製品に比べて蒸気圧が低かった。この蒸気圧の減少によってガソリンはより一層引火領域に近づく結果になった。
- ・ タンクの洗浄作業によってタンク内に乱流域が生じた。

グレード 98 自動車用無鉛ガソリンの引火点が低いことと荷揚げ開始前のガソリン温度 (25.2° C) を念頭に入れば、揚げ荷役中における空気/グレード 98 自動車用無鉛ガソリン混合 ATEX の生成に天候条件は関与しなかったと判断することができる。

タンク洗浄は通常の方法によって行われた。ポンプ係はタンク洗浄に関して極めて熟練していたが、人為的ミスの可能性も除外できない。たとえば工具を落とした場合などが考えられる。

消火活動に関していえば、甲板上のファイヤーラインが破壊されていることおよび機関室消火用水主管上にセクショニング・バルブがないことから判断して、消火装置は直ぐには作動できなかったものと思われる (プラグなどによって、破損したセクションを分離する時間が必要だった)。セクショニング・バルブについては、消火装置の他のセクションが使えない状態になった場合でも機関室内の消火用水主管が使用できるよう、追加のセクショニング・バルブを設置する必要がある。

最後に、予防措置として、タンク表面のコーティングには、静電絶縁性のない塗料の使用を推奨する。

8. 勧告

これらの勧告は、主として、油槽船の建造およびその運行形態の開発状況を踏まえた上で、実務基準の見直しと技術面における規則の策定を促すことを趣旨とするものである。

8.1 タンク内において爆発環境が形成されるリスクを低減すること。

このリスクは、引火点が 60° C 未満の揮発性石油製品の場合において特に高い。

そのためには、荷揚げ中およびタンク洗浄中に空気をタンク内に流入させないことが肝要である。しかしながら、タンク環境内の蒸気濃度を爆発限界の上限より高い濃度で維持することは、実際上なかなか難しいと思われる。

そこで、荷揚げ後およびタンク洗浄作業中に行う目視検査のためのタンク検査口の開口を見直す必要が出てくる。荷積み、荷揚げ、洗浄の各作業はいずれも密閉モード (密閉状態での荷積み、密閉状態での荷揚げ、密閉状態での洗浄) で行い、タンク内に流入する空気は圧力解放の通常運転による流入気のみとなる状態が望ましい。

また、近年の石油製品タンカーは漏損量の計測が正確にできる遠隔測定計器を備えているほか、ほぼ完璧にストリッピングを行うことができる小容量のポンプ・サクシオンウェル吸引井 (水中ポンプ) も装備されている。その結果、いまでは荷揚げ後にタンク検査口を開口して目視検査を行う必要がなくなってきた。さらには、サクシオンウェル内に小型の真空管を入れてポンプ・サクシオンウェルのストリッピングを行う技術が開発されて、ストリッピング作業の効率は一段と向上している。

ただし、どのストリッピング技術を採用する場合でも、圧搾空気の使用は禁止されなければならない。

したがって、タンク検査およびタンク洗浄の作業手順に関する ISGOTT (International Safety Guide for Oil Tankers & Terminals : 石油タンカー及びターミナルの国際安全指針) の勧告は厳正に実施されなければならない。これらの勧告内容は、本船の業務指示書内に明記する必要がある。安全管理 (ISM) 監査においては、これらの内容が実際に日々の業務に取り入れられていることが検証されなければならない。

8.2 発火源が生じる可能性を低減すること。

8-2-1 作業レベルにおける発火可能性

タンク洗浄作業中は、可動部品間の摩擦によって静電気の放電や温度の上昇 (ホットスポットの発生) が起こるため、スパークの発生リスクが高い。

タンク洗浄作業は、極力最小限にとどめ、最近の新しい船舶の場合であれば荷揚げ後およびストリッピング実施後の残油量が極めて少ないとき (多くても数十リットル程度) に限って実施することが望ましい。

タンク洗浄に関しては、船主と備船者との間の交渉により、積載製品の種類に応じてタンク洗浄回数を制限したり、または単にタンクの洗い流し程度の作業に留めるなどの条件を備船契約書において取り

決めることも可能であろう。

タンク内では、どのような作業を行う場合であっても、必ず事前に爆発性測定を実施しなければならない。

どのような方法で測定を行うにしても、タンク内での作業は ISGOTT の勧告に基づいて行うと共に、先ず最初に酸素と引火性製品の濃度を測定しなければならない。

本船に密閉モードでの積み込みおよび荷降ろしが可能な設備が装備され、かつ固定式タンク洗浄機が備えられている場合、ISGOTT では、引火領域内の環境下でタンクを洗浄するときは、タンク内に流入する空気の量を抑えると同時にタンク内に物が落下する危険を排除するため、密閉モードで実施することを勧告している。

8-2-2 装置レベルにおける発火可能性

- a) 各設備類は、常時監視を行うことにより電氣的連続性と等電位性を維持しなければならない。測深管はタンクの底部に真っ直ぐ取り付けなければならない、このことはイナートガス・システムを装備していない船舶にあっては特に重要である。

機械装置部分の検査点検を強化すると共に、水中ポンプおよび各駆動装置ならびにタンク内に設置されたその他機器類のすべてについて各アセンブリの堅締めおよびロックならびにナットの固定を慎重に行わなければならない。

- b) 欧州レベルでの対策として、現在カーゴポンプおよびタンク洗浄機に関して外航船および移動式海洋構造物を適用対象が意図している「爆発を生じさせる可能性のある環境下での使用を目的とした機器類および保護装置に関する構成国の法律の近似化」にかかわる 1994 年 3 月 23 日付けの欧州議会および理事会の指令 94/9/EC の適用範囲を拡大する必要があるものと思われる。

- ・ タンクが不活性化されていない場合：機器グループ II カテゴリー 1 G に該当する機器
- ・ タンクが不活性化されている場合：機器グループ II カテゴリー 3 G に該当する機器

8.3 引火点が 60° C 未満の揮発性石油製品を積載したタンクの不活性化

国際規則 (SOLAS II-2 章、規則 5.5) では、載貨重量トン数 20 000 トン以上のタンカーのみがイナートガス・システムの設置を義務付けられている。

しかし、近年における事故の発生ならびに船舶技術および運行手順の進歩改善等を考えれば、ケミカル・タンカーも含め、載貨重量トン数 20 000 トン未満のタンカーにおいても、カーゴタンク保護のためにイナートガス・システムの設置が必要と考える。よって、上記を考慮し、SOLAS 条約 (International Convention for the Safety of Life at Sea: 海上人命安全条約) (FSS コード (Fire Safety Systems Code: 国際火災安全設備コード)) 第 II-2 章の修正を提言する。

No.10 (抜粋)

積荷の還元鉄の再酸化によって 2003年9月22日にレユニオン島 (the Island of La Reunion) 沖で発生した ばら積貨物船アダマンダス号 (Adamandas) の全損事故に関する調査報告書

BEAmer (海難調査局)

注意

本報告書は、2002年1月3日にフランス政府によって承認された海上事故についての技術調査及び行政調査に関する法律第20023-3号第3条 ((Clause III)) の条文、2004年1月26日に公布された海難及び地上で発生した事故又はインシデントについての技術調査に関する施行令第2004-85号、並びに1997年11月27日及び1999年11月25日に国際海事機関 (IMO) によって採択された決議A.840(20)及びA.884(21)に基づく「海難及び海上インシデントの調査のためのコード」(IMOコード) に準拠して作成された。

本報告書は、調査対象となった事故の状況及び原因に関して BEAmer (海難調査局) の調査官が実施した調査の結果を記載したものである。

上記準拠法令の趣旨により、本事故調査は、刑事責任に関する判断若しくは追及又は個人若しくは団体が負担すべき賠償責任の査定を目的として実施したものではない。本調査の目的は、安全上の問題点を明らかにすることによって将来同様の事故が発生することを防止することにある。したがって、本報告書をこれとは別の目的で使用することは、誤った解釈を導くことになりうることに留意すべきである。

目次

1. 事故の概要
2. 還元鉄 (Direct reduced iron:DRI)
3. 船舶
4. 乗組員
5. DRIの積荷条件
6. 事故の結果
7. 原因の決定及びコメント
8. 危険
9. 船籍国による措置
10. 沿岸国が行った措置
11. 民間関係当事者
12. 結論
13. 勧告

1. 事故の概要

2003年9月11日、21,000トンの還元鉄 (direct reduced iron : DRI) を積載したキプロス船籍ばら積貨物船アダマンダス号がレユニオン島への寄航許可を要請した。

同船は、船倉の一つで船倉内の温度が異常に上昇して水素の放出が認められたことから、窒素を入手して同船倉を不活性化したいと考えていた。

同船には、ポゼッション (Possession) 村沖にある錨地への回航が許可された。

2003年9月12日、詳細な情報を収集すると共に船倉の不活性化が可能であるかどうかの判定を行う

目的により、様々な分野の専門家からなる合同調査チームが本船に乗船した。

また同じ頃、ギリシャ船主及び保険業者は、積荷の温度が上昇した問題について解決方法を模索するため、消防の専門家1名を含む複数の代理人を現場に派遣した。

9月15日、合同調査チームは錨泊中の本船において調査を継続した。温度及び窒素濃度は2番船倉では下がっていたが、3番船倉では若干ながら上昇していた。

このような状態で本船を入港させることは考えられず、また船主にも本船の安全対策に関して何ら有意義な対策を講じる気配が見られなかったため、レユニオン県地方長官 (Préfet) は、海上で講ずるべき国の措置 (Action of the State at Sea) の政府代表者としての立場によって差止命令書を船主に送付し、期限を9月17日と定めた上で同期限内に事態を正常化させるよう船主に命ずると共に、同期限内に事態の改善が見られないときはフランス当局が介入する旨を申し伝えた。また同時に、地方長官は、同船に寄航許可を与える前に事態への対処に関する船主の提案内容を十分に検証する目的により、同任務にあたるための危機管理チームを組織するよう国立産業環境・リスク研究所 (INERIS) に要請した。

9月18日、状況に変化はなかったが、依然として船主が効果的な対策を実行していないことから、地方長官は2回目の差止命令書を船主に送付した。

9月19日、船主側からは目に見える進展はなかった。この日、2組の専門家チームが来船した。一組は積荷の危険状態を見極めると共に現下の状況について乗組員と協議を行うため、もう一組は本船を曳航するための準備を目的としたものであった。このとき、新たな温度の上昇が確認され、2番船倉内の一箇所が619°Cに達していた。

9月20日、アダマンダス号船内の状況はさらに悪化した。それまでまったく問題がなかった1番船倉が水素を放出し始めたのである。船長は午後一番に、フランス当局に対し、乗組員の安全の確保と下船を希望する6名の乗組員の退避支援を正式に要請した。

同要請を受け、レユニオン県地方長官は救援隊の出動を命じると同時に、船長に対し本船を海岸から離れた場所に移動させた上で領海内に留まるよう命令した。また地方長官は、乗組員の一部又は全部が退船することによって本船が自走できない場合は、国が徴用したリソースを使用することができる旨を伝えた。

9月21日00:30頃、船長が地方長官の命令に従わなかったため、アダマンダス号は、SRSR社のタグボート、l'Abeille CILAOSによってポアント・デ・ガレ (Pointe des Galets) 沖にある領海内の地点まで曳航された。船長の要請により、乗組員の大部分は曳航を開始する前に陸上に移送された。

同日午後、何とか打開策を見出そうと利害関係者全員 (船主、傭船者、船長、保険業者及び専門家) によって最終的協議を行ったが、結局この協議をもってしても、船主は定められた安全要件を満たす迅速かつ安全で効果的な技術的解決策を当局の指定期限内に提示することができなかった。

同日晩遅く、レユニオン県地方長官は、悪化を続ける船上の状況に鑑み、警察措置に関する法令 86-38 に基づいて、本船を破壊し沈没せしめる命令を発した (2003年9月21日日曜日 23:45 発令による県令 (Prefectorial Order) 第 2216/SG/AEM 号)。

9月22日09:00、同船は爆薬によって船体を穿たれ、現地時間14:00に、南緯20度56分7秒、東経54度59分9秒の地点において、レユニオンの北西20マイル水深1750メートルの海底に沈んだ。作業は、フランス海軍爆発処理班のダイバーによって、良好な天候状態の下で行われた。

海面に若干の汚染が生じたが、フランス海軍の巡視艇が海洋汚染事故研究センター ((Centre de Documentation de Recherche et d'Expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux : CEDRE)) の専門家の協力を得て処理にあたった。

9月26日、汚染は完全に一扫され、あらたな汚染が生じる危険は一切なくなった。

8. 危険

8.1 本船及び乗組員に対する危険

a) 船体の脆弱化

同船の船体は、化学反応によって発生した熱から船倉底部にホット・スポット (高温地点) が生じ、その熱応力によって脆弱化した可能性がある。

この発熱により、9月10日から12日にかけて2番船倉4番熱電対温度計によって記録された温度は820°Cに達していた。

b) 爆発性空気 (ATEX) 生成の危険

空気中のH₂の引火性限界は下限界4パーセント、上限界75パーセントである。

H₂/空気の混合気のH₂濃度がこの両限界内にある場合、火炎の伝播が容易になる。

点火源があれば、炎はH₂/空気混合気全体に燃え広がる。

爆発の可能性が最も高い混合気は、爆発範囲内 (H₂が18パーセントから59パーセントの間) にある混合気である。

水素の一部は船倉底部の熱によって消費された。これは、船倉上部に比べて一層危険な状態であった。

船倉内における酸素量が十分でなかったために爆発を防止できたと言えるが、船体の揺れや積荷の移動によるスパーク発生の可能性など爆発を誘発する危険性があったことは否定できないため、その防止効果は限定的であった。

したがって、点火エネルギーが極めて低い (数十マイクロジュール) ことから、静電気の放電なども含め、あらゆる点火源の存在を排除することが必要であった。空気/H₂のATEXは640°C以上の温度があれば自然発火するのである。

爆発の場合、爆風効果がおよぶ範囲は比較的近距离の範囲内に留まるが、熱応力によって船体が弱っていたとすれば、爆轟によって本船の竜骨を破壊することも可能であったと思われる。

8.2 環境に対する危険

主たる危険は、水素の爆発の危険であった。国立産業環境・リスク研究所 (INERIS) の専門家の試算によれば、最悪のシナリオの場合、爆発に伴う危険は船舶の周囲400メートルの範囲に及んだと推測される。

9. 船籍国による措置

調査は、船籍国 (キプロス) 政府との協力によって行われた。船籍国は、事故後、本船所有会社の監査を実施した。

危機管理を進める過程でフランス当局が実施した勧告の内容については、すべて船籍国に送付の上、同国の承認を得ている。

10. 沿岸国が行った措置

沿岸国 (coastal State) 当局は、本船乗組員及び地元住民の安全の確保並びに環境の保護を目的として必要と思われる対策を実施した。

10.1 海事行政 (Affaires Maritimes) - 地方長官庁 (Préfecture) - 海軍司令部 ((Commandement de la Marine : COMAR))

沿岸国は、フランス県地方長官、国務機関 ((State services)) 及びその他管轄機関を通じて活動を行った。

各界専門家並びに消防隊及び救援隊の出動が要請された。

また、船主及び各種民間団体の協力も得た。

さらに、港を安全に維持し、現地住民及び環境の安全を確保する措置も行った。

2003年9月12日金曜日、様々な分野の専門家によって構成された調査チームが本船に乗船した。同チームの調査により、2番船倉に約400°Cのホット・スポットが存在していることと、温度が確実に上昇している事実を確認した。同チームは、9月15日月曜日に再度乗船し、本船の状態、乗組員の編成及び船長の関与が何れも不十分であることを認識した。

地方長官は、提唱されたすべての解決案につき、特に不活性化の対策について、INERISの承認を得る必要性を強調した。

9月15日、地方長官はパシフィック・アンド・アトランティック社 (Pacific & Atlantic Corp.) に対

して仮差止処分命令を交付した。

同命令は、パシフィック・アンド・アトランティック社に対して以下の努力を促すものであった。

- ・ 安全装置（人員及び設備を対象とした消火装置、救命装置等）の作動性を確保するためにあらゆる対策を講じること。
- ・ 本船及び本船乗員の安全を確保しつつ、各船倉内、特に1番船倉、2番船倉及び3番船倉のH₂濃度を0.8パーセント未満のレベルに引き下げることによってエクスプロジメーター（可燃性ガス測定器）の目盛表示を爆発限界の20パーセント未満に抑えるべく、あらゆる手段を講じること。

沿岸国当局は、本船における状況の変化を注意深く観察すると同時に、利用可能なあらゆる支援手段を随時提供できる体制を整えた。当局の主たる関心事は地元住民を危険から守ることであったが、乗組員の救出についても必要な措置を実行した。

乗組員の救出は、9月20日に、船長の要請に基づいて行われた。救出活動は、2段階に分けて実施された。同日夕刻、第一班として6人の船員が救出されたが、この救出によってアダマンダス号は以後自力による操船ができなくなった。同日夜半、01:00近くに、曳航作業の開始に先立って残り全員（船長を含む乗組員16名）の救出が行われた。

10.2 INERIS (Institut National de l'Environnement industriel et des Risques: National Institute for the Environment and Risks)

9月13日12:00、INERISにCEDREから第一報があり、非常時に備えて待機することになった。同日遅く、非常待機命令が解除され、INERISの非常体制は解かれた。

9月15日、レユニオン地域圏担当首席スタッフ (Chief of Staff) から INERIS に連絡が入り、INERISとして可能な介入方法について正確な説明を求められた。

9月16日、INERISはレユニオン地域圏本部スタッフ (headquarters staff) から再度の連絡によって、技術的支援の提供とリスクの定量化を依頼された。

INERISは、空気/H₂混合気の混合割合を完全燃焼時の割合と同一と仮定し、起こりうる最悪のシナリオに基づいて状況の検討を行った。INERISは、同日のうちに報告書を地域圏本部スタッフに送付した。

状況を把握した INERIS は、DRI の発熱を停止させ、水素の放出に歯止めをかけることが必要であると判断した。INERISによれば、この状況が続けば、水素の濃度は正確な測定が不可能なレベルに達する可能性があり、また DRI の発熱プロセスが積荷全体に波及することになれば濃度がさらに上昇することも考えられるとのことであった（3番船倉の温度計の目盛表示がその可能性を裏付けていた）。

INERISは、船倉の換気を継続することによって水素を希釈させ、爆発性空気の生成を阻止するよう提言した。

9月17日、INERISは消防救助サービスセンター ((Centre Opérationnel Départemental d'Incendie et de Secours : CODIS)) から、積荷上への砂の散布又は積荷内への液体窒素の注入を実施することにつき助言を依頼された。INERISは、同日提示した回答書において、考え得る対策として以下の方法を示し、個々の詳細を付記した。

a) 積荷の上に砂を散布する方法

DRIへの空気の流入を遮断するため、積荷の表面全体を被覆する必要がある。露出部分が残っていると燃焼は継続する。空気が積荷に届かなくなれば、DRIは酸化を中止し、放熱の停止に伴って冷却が始まる。ただし、DRIの冷却は一定の温度に達するまで継続することが肝要で、冷却が不十分なままで空気と接触すれば再び酸化を引き起こすことになる。

DRIは熱伝導率が低いため、冷却プロセスが完了するまで長時間（数日間）を要する。

この手法は、積荷表面以外からの空気の流入がないことを前提としているため、その確認の徹底が必要である。

b) 船倉内への注水

DRI が水と接触して再酸化したときに DRI から放出される水素の量を制限するため、できる限りすばやく DRI を浸水させる必要がある。

水素は、DRI 上での水の冷却効果によって、放出率が低減する。

空気と水素が混合して爆発性空気 (ATEX) を生成するプロセスを阻止することは不可能だが、この ATEX を船倉内に滞留させないようにすれば (たとえば、ハッチカバーを開放するなどして)、爆発の危険は減少する。

DRI が完全に浸水すれば、酸化反応は停止し、したがって水素の放出も停止する。

理論的には、船倉を水で浸す方法の方が、DRI を砂で被覆する方法より短い時間で事態を収拾できるはずである。

c) 窒素の注入

この方法は、DRI の周辺に満遍なく恒常的な窒素の被覆層を維持できることが前提である。これを実行するには、定量化は難しいが、とにかく相当量の窒素の注入が必要となる。

また、たとえこの条件が満たされたとしても、注入された窒素が DRI にとって完璧かつ恒常的な被覆層を形成するか否かという点については確言できない。

使用する窒素の比熱は DRI と比較してもはるかに小さいため、反応の進行がかなり進んでいたことを考えると、窒素の注入は冷却プロセスに対して大きな効果を期待できないであろうというのが INERIS の見解であった。つまり、窒素の注入によって DRI を冷却するには相当な時間が必要だと思われる。

積荷を降ろして乗組員の乗船を継続する案については、以下を見解として示した。

- DRI の硬化作用によって積荷の一部が大きな塊に変形する可能性があり、その場合荷降ろしは困難になる。
- 水素が大量に放出されることから、無風状態のときなどは、生成された ATEX が船倉付近、場合によっては乗組員が居住する船尾部付近の船橋甲板室にまで滞留することが考えられる。そうした ATEX は、たとえば乗組員自身に帯電した静電気の放電など、少なからぬ理由によって着火する可能性を否定できない。
- またこの ATEX は、発熱していない DRI の回収作業中でも発火することがあり、また本船が岸壁に横付けされている場合などは陸上の点火源から引火することもあり得る。

積荷を海上に投棄した場合は、理論上 DRI の酸化によって酸化鉄が生成され、その酸化鉄が水と反応することによって水酸化物と水素が発生するが、これらは何れも環境にとって大きな脅威にはならないと思われる。

10.3 マルセーユ海上消防隊 (Marins Pompiers de Marseille)

マルセーユ海上消防隊は、9月13日、技術面についての相談を受けた。

同消防隊の提案は、レユニオン県消防救助サービス (the Departmental Fire and Rescue Service of La Réunion) の提案に沿ったもので、同提案によって以下の点が強調された。

- 水は使用しないこと。
- 問題の船倉は可及的速やかに不活性化を実施すること。
- 爆発の危険を抑えるため、船倉の換気を行うこと。
- しかる後に、反応の拡大を回避するために、積荷の一部 (近隣船倉内のもの) を他の場所に移動すること。

11. 民間団体が行った措置

11.1 貨物監督者 (Supercargo)

航海中における積荷の状態管理は、貨物監督者が日々の温度並びに水素及び酸素の濃度を測定することによって実施していた。同人はそれらの状況を定期的に所管当局に報告していた。

同人が自らの任務を忠実に実行し、積荷の管理を入念に行っていたことは、同人の記録簿における綿密な記録記載状況から明らかであった。こうした事実があったため、再酸化反応は発生後速やかに発見

されることになり、反応の阻止あるいは少なくとも反応の影響を限界内に留めるための対策を取るだけの余裕を得ることが可能となった。

そうした背景により、ダーバンで反応を検知したときは直ちに適切な対策を講じることができた。

8月27日にH₂が検出されると、貨物監督者は直ちに、水素の蓄積を回避して爆発の危険を減少させるため、前部と後部のマンホール・カバーを取り外して船倉の換気を開始した。

2003年8月29日、貨物監督者は午前中に2番船倉の換気を行った。同日朝の測定では、温度は正常で、前日の測定値から変化はなかった。

6時間後、同人が再度温度測定を行うと、2番船倉の温度が急上昇しており、下方の熱電対温度計のほとんどと船倉後方右舷側の積荷中央部のTC8の温度表示が200°Cを超えていた。

同積荷監督者はハッチカバーの水密性をチェックし、甲板に降り注ぐ海水によって損傷した水密テープの交換を行った。

2003年8月29日、同人は2番船倉窒素で不活性化する手配を行った。この作業は表面上良好な結果を生み、下方熱電対温度計の温度は低下した。

2003年8月30日、測深実施中に、貨物監督者は右舷側ビルジウエルに5センチの水を観測した。また同時に、二重底左右両舷の2番バラスト・タンク内でも少量の水が確認された。

左舷側ビルジウエルには浸水はなかった。それまでも測深は毎日実施していたが、ビルジウエル内に浸水が確認されたのは同日が初めてであった。

9月6日、天候の状態は極めて悪く、海水が甲板を洗い流すように左舷から右舷に流れ抜け、風は非常に強く、海水が大きな飛沫を上げた。測定は不可能な状態であった。貨物監督者は、少なくとも1日1回正午頃に温度測定を実施することができるように進路を長めに変更するよう依頼した。

9月7日、貨物監督者はH₂を消散させるために再度2番船倉を20分間換気した。

同人がH₂の測定を実施できたのは1番船倉2番船倉のみであった。他の船倉のサンプリング・チューブ（試料採取管）は水に濡れていた。

9月9日、海上はひどく時化て、甲板に降り注ぐ飛沫を吸い込まないようにするため、船倉の換気に使用した送風機は1機のみであった。

11.2 船長

9月8日、船長と貨物監督者は所管当局に問い合わせを行い、DRIの酸化反応を食い止めるための方策について当局の指示を求めた。

9月11日、船長は所管当局にメッセージを送信して、与えられた指示に従って2番船倉の積荷に清水を散布したことを報告すると共に08:00に計測した温度値を伝えた。

フランス当局に対する船長の報告は、どのようにして本船に積荷を積んだのか、またどのようにして反応が生じたのかという点に関しての説明が極めて曖昧であった。

9月15日に調査チームが乗船して調査を行った結果、乗組員の編成が十分ではなく、また船長の関与が不十分であることが判った。調査チームのメンバーは、果たして乗組員は自分たちがどのような危険を犯しているのか判っていないのだろうかと深刻な懸念を抱きつつ、甲板上で行われていた鏝落とし作業を中止させた。

9月20日、2回目の差止命令で定められた期限が到来した後、船長は初めて、積荷と船が極めて危険な状態に置かれている事実を明らかにした。

船長はフランス当局に乗組員の救出を要請した。

11.3 傭船契約書における指示

緊急事態が発生した場合について、傭船契約書第5条は以下のように定めている。「温度は、熱電対温度計が1つでも150°Cまで上昇したとき、又は全般に100°Cまで上昇したときは、換気を閉じなければならない。温度がさらに上昇して、複数の熱電対温度計で200°Cが表示されたときは、最寄の港に向かうこと。ただし、最寄港まで行き着く余裕がない場合は、最寄港への途上においてできる限り素早い方法で船倉を浸水させることを考慮しなければならない。船倉への注水は、あくまで最後の最後に

取るべき最終手段とする。」

11.4 荷主—所管当局

荷主の説明によれば、DRI は 1981 年以降、トリニダッドから世界各地に出荷されているという。これまで荷の積み込みは十分な予防措置をもって実施しており、また航海中も（再酸化）反応の発生の検知を目的として積荷の定期点検を励行しているため、海上でのこのような事故は初めてであった。

水素が検出された時、本船との間でメッセージの交換が行われた。情報は先ず所管当局から荷主 Caribbean ISPAT Limited に伝えられ、その後荷主からロンドンの ISPAT Shipping に転送され、さらに船主及び本船船長へと伝達された。

貨物監督者が水素を検出した時点で発生が懸念された異常事態の最初の兆候は、8月27日及び同28日に現出したものと思われ、その結果として8月29日以降船倉内の温度が上昇した。

その頃、ISPAT は船主及び船長と交信を行い、積荷を窒素で不活性化するように指示を送った。

情報はすべて助言として与えられ、助言の受け入れに関する決定責任は船主及び船長に委ねられていた。

船主は、積荷の状態の進展状況について逐一報告を受けていた。

2003年9月10日、2番船倉のTC4とTC4における温度の上昇を抑えるため、所管当局は、450°Cを超える急激な温度の上昇が生じたときは、以下の手段を講じるよう提言した。

- ・ 蓄積した H₂ をすべて消散させるため、2番船倉のすべての通風筒とハッチカバーを1時間開放すること。
- ・ スパークの発生を避けるため、ハッチの開口はゆっくり行うこと。
- ・ 消防用ホースを使用し、積荷上に右舷から左舷方向にかけて清水を散布すること。これは、船倉又は積荷を浸水させることなくペレットに水を含ませるための方策である。
- ・ 積荷が最初に発熱を生じた左舷側の部分、すなわち TC2 と TC4 の付近は最終的に濡れることになる。
- ・ 積荷は噴煙を生じるであろうが、これは異常な現象ではない。
- ・ ハッチカバーは発煙が目視できない状態になるまで待って閉口することができるが、貨物通風筒は航海終了時まで開放を維持しなければならない。

これらの対策もまた、助言として伝達され、最終的な意思決定は船主及び船長の責任であった。

温度が急激に上昇した状況を考えると、到着まで最短でも4～5日を要するダーバンに戻るよりは、これらの対策を実施する方が望ましい選択であったのだろうと考えられる。

もし船内の清水が不足すれば、本船を最寄港に回航して補給することも可能であった。

積荷への清水散布を最寄港で行うとすれば、あらかじめ十分な量の清水が確保できるとの確証を得ることが必要であった。

乗組員は、上記指示に従い、2番船倉内の積荷への清水散布を行った（合計約2トンの清水が散布された）。しかし、この行為は、「BC コード（固体ばら積み貨物に関する安全実施基準）によって禁止された行為」に該当する。温度は低下したが、一方で大量の水素が放出された。H₂ の爆発限界は、船倉内の空気の全体積の4パーセントであった。

続いて温度は820°Cまで上昇し、水素の濃度は100パーセントに達した。

上記の措置は、初めこそ積荷の温度を下げる効果をもたらしたが、その後再び水素の生成を開始して事故を発生させる要因となった。

そして、水素の濃度は爆発限界を超えた。

注：反応によって発生する水蒸気には、爆発下限界（LEL）を引き上げることで H₂/空気混合気の爆発限界を抑制する効果がある。

水分は、相反する2つの現象を生じさせる。

- ・ DRI と反応することによって、H₂ を発生する。

- ・ 同時に、H₂/空気混合気のLELを引き上げる。

11.5 エア・リキード社 (Air Liquide Reunion)

9月12日、エア・リキード社/レユニオンは、減圧弁と4メートルのフレキシブル・チューブ付きで窒素6シリンダー分 (B50・9 Nm³/シリンダー) の電話注文を受けた。

9月13日、エア・リキード社/レユニオンは6シリンダー分の窒素を納入した。

9月15日、エア・リキード社/レユニオンは船主から再度連絡を受け、本船上での不活性化作業の実施を依頼されたが、契約の条件は明確に示されなかった。エア・リキード社/レユニオンは病院向け窒素の製造を主体とする窒素生成装置を所有するも、不活性化作業に必要な気化装置は保有していなかった。この装置は、ドバイのBJPPSから取り寄せる必要があった。

そのため、エア・リキード社は、SSIに連絡を行った。エア・リキード社とBJPPSの共通の子会社であり、産業用ガス用途、特に不活性化作業用窒素の取り扱いを専門とする

2003年9月16日、SSIは不活性化作業の手配 (作業機器、人員、輸送設備、技術手順、安全手順等) と窒素の供給を行うための準備調査をBJPPSに依頼した。

2003年9月18日、BJPPSから、作業の実施は可能であり、必要な機器及び人員は揃っているのて直ちに空輸可能との確認があった。

作業は、注文書の受領と銀行送金による支払いが実行され次第、24時間後に開始できることになった。

窒素不活性化装置の供給費用の明細を記載した最初のオファーが船主に送付され、船舶所有者はこれを承諾した。

2003年9月19日、SSIと本船船長は電話で会話し、船長はSSIのオファーの受け入れを確認した。同日夕刻、最終オファーの提示が行なわれたが、オファーには船主が要求したSSIの一般販売条件の記載が欠けていた。同じ時、エア・リキード社/レユニオンは窒素50トンの納入見積書を船主に提示した。

その後、両者間の接触は行われなかった。

11.6 船主-保険業者

船主の依頼によって前述の民間オペレーターが9月18日に想定した最初の解決方法は以下のとおりであった。

- ・ 水素による不活性化を実施して化学反応を停止させ、船倉を冷却する。
- ・ 船倉の換気を実施してH₂濃度を低減させる (ただし、空気の供給によって燃焼が促進されるため、温度を上昇させる危険が伴う)

不活性化に関しては、当初船主は気化装置をモーリシャス島に輸送させてそこからレユニオンに運び、同装置を使用して窒素ガスを本船に注入するつもりであった。

9月17日、船主側当事者は地方長官に書簡を送付して、窒素ガス発生器を使用できる可能性についてまだ確認が得られていない旨を伝えた。2番船倉内の状況はさらに悪化して火災を生じる危険があったことから、船主側は、ステンレス鋼管を使用してタンカーから直接窒素を汲み上げて積荷に注入する方法を提案した。この方法はフランス当局によって拒否された。火災が発生した場合、残された途は可及的速やかに船倉を浸水させることであるが、一方本船上には十分なポンプ能力がなく、船倉を浸水させるとなれば本船の出航は不可能となり、積荷は降ろさなければならないという状況であった。

2003年9月19日、レユニオン・シップス・エージェンシー (Réunion Ships Agency) から、ロイズ船級協会の検査員が9月21日の夕刻に到着すると連絡があった。ロイズ検査員は、液体窒素を使用する方法を採用する場合の留意条件を示し、液体窒素の取り扱いにあたっては、窒素と船体の接触を避けるために細心の注意を払うことが必要との考えを強調していた。

より比重の大きいガスを使用することも検討された。

12. 結論

12.1 荷の積み込みと輸送の条件

同船はすでに2度に亘ってDRIを輸送した実績があり、何れの場合も事故は生じていない。

同船は、主務官庁の検査に基づいて DRI の輸送を認められた、BC コードの規定による DRI 輸送の適格船舶である。同船は、船倉内の酸素濃度及び水素濃度の測定機器並びに積荷温度を測定するための熱電対温度計等、航海中の積荷の監視に必要な設備機器一式をすべて装備していた。

各船倉は、積荷積み込み時に窒素を使用して不活性化されていた。しかし、船倉が気密構造でないために注入した窒素は急速に枯渇したが、その後も、同船には窒素製造装置も貯蓄設備もないために再供給を行うことはできなかった。

船長は、積荷が反応し始めた場合の措置を始め、詳細な指示を荷主から受けていた。

いずれにせよ、BEAmer は、貨物が BC コードの規定に適合していること、及び貨物が反応性抑制の不動態化処理（パシバート処理）を行なっていることに関して、船長がそれぞれについて証明書の交付を受けているとの確認を得られていない。

貨物監督者は、航海中における積荷の状態管理を行う任務によって本船に乗船していた。

酸化反応（温度の上昇と水素濃度の増加）が最初に発生したとき、発生後間もない段階でこれを検知して反応阻止のための必要な対策を実施することができたが、その理由は同積荷監督者が綿密に監視活動を行っていたことによるものである。

積み込み時の状況についていえば、ポイント・リサス（Point Lisas）寄航時の天候を考えると、積み込みの際に積荷の一部が水に浸かった可能性も否定できない。

12.2 事故の原因について

DRI が反応を起こすためには、水と接触することが条件となる。積荷は荷積み時に水に浸かった可能性があるが、本件調査の過程で収集した情報によれば、DRI は特に海水に対して高い反応を示すという。

積荷は水と接触することで水素を発生させる。水は酸素を急速に吸収することによって温度を上昇させ、水素を放出する。

貨物監督者が 2 番船倉内の温度と水素濃度の急速な上昇に気付いたのは、本船が激しい時化の中で航海を続けた後の 8 月末であった。

暴露甲板の水密性が不十分なために 2 番船倉に海水が侵入し、船倉内の不活性状態が失われたものと考えられる。ビルジュエル内に水の浸入が認められた事実が、この仮説を裏付けるものと思われる。

積荷がすでに荷積みの時点で水に浸かっていた可能性も否定することはできないが、船倉内への海水の侵入によって反応が惹起され、その結果温度が急速に上昇し水素の放出が促進されたと見るのが妥当であろう。

12.3 事故の管理面について

再酸化反応の開始時、貨物監督者は荷主及び所管当局との密接な協力によって適切な対応を行った。

したがって、窒素の不足分がダーバンで調達された時点で、反応はすでに収まったものと判断された。

ところが、貨物監督者によれば、この時納入された液体窒素は注文した全量を満たしていなかったという。この事実は、実施した措置が何故十分に効果を発揮しなかったのか、本船がダーバンを出航してから 2 日も経たないうちに何故また反応が始まってしまったのかという疑問に対する回答になろう。

実のところ、完全な不活性化を実施するためには、体積ベースで 4 回分の不活性化量が必要である（液体窒素 1 kg = 気体窒素 0.84m³）。

そのような理由から、ダーバンでの措置は（まだ開始したばかりの）反応の抑え込みが不十分となった。本来であれば、ダーバン寄航中に、反応が生じた部分の積荷を降ろして浸水させる方法が検討されてしかるべきであった。本船には防護用不活性ガスの備えもあり、また陸上には反応した積荷を降ろす設備もあったのであるから、上記を実行することによって問題の解決を図ることは可能であった。この方法は、DRI の専門家が推奨する方法でもある。この方法を採用していれば、ついには本船を全損に至らしめる結果となった反応の再発と拡大をその時点で阻止することができたであろう。

当局のアドバイスに基づいて反応が再発した後に清水を積荷に散布したことに関していえば、この方法には疑問が残り、事故の要因の一つになった可能性があると考えられる。

レユニオンへの寄航中、DRI の化学反応を阻止する対策として 4 種類の方法が検討された。

窒素ガスを充満させることによって船倉を不活性化する方法

この方法は、具体的な検討がまだ不十分であったことと、必要な技術面のリソースがレユニオンでは直ちに準備できないことから実施は見送られた。このため、本船は、入港許可を得るために必要な安全上の要件を満たすことができなかった。したがって、不活性化の作業を行うとすれば海上で行わざるを得ない状況であった。

化学反応がすでに相当進行していることに加え、設備機器の据付及び実際の不活性化作業中にあたる作業員のための厳重な安全対策等を考えると、海上での活動はきわめて難しい作業であった。

また同時に、この作業を行う場合、化学反応の再発を防止するため航海が終了するまで（また、ダーバン寄港後においても）窒素が充満した状態を維持できることが必要で、本船上に窒素の備えがあることが前提となる。

液体窒素を積荷に直接注入することによって船倉を不活性化する方法

この方法は、熱応力を誘起して船体を損傷させる可能性があり危険であるとの理由から、実施対象から除外された。

積荷を砂で被覆する方法

この方法は、実施するためには港内に入港する必要があること、その場合港内で火災又は爆発を生じさせる危険が新たに発生するとの理由によって、採用を却下された。

積荷を浸水させる方法

本船には、急速浸水を実施するだけの十分なポンプ能力はなかった。

この方法は、本船に修復し難い損傷を及ぼす可能性があり、場合によっては本船を沈没させる結果にもなりかねなかった。

検討された上記の方法はいずれも、必要な設備機器と活動要員の配備を必要とするほか、物流支援、技術的な専門知識及び迅速な介入等の関与が不可欠であったが、これらはすべて実現不可能なものばかりであった。

懸念すべき最大の危険は、水素が爆発して人身及び環境に危害を与えることであった。時間が経過すればするほど、この危険は大きくなった。

本船を出航させれば乗組員を重大な危険にさらすことになるため、航海の再開は不可能であった。

本船をフランス領海内に止め置くにしても、岸に近い場所では危険であった。そうした危険に配慮し、地方長官は本船を岸から離れた場所に移動させることを決定した。乗組員が下船を希望したため、本船は遺棄船となり引き続き危険な存在として残った。

したがって、沿岸国当局の主たる関心は人命の安全の確保と環境の保護に集中した。

船主は、2回の差止命令を受けた後も、定められた安全要件を満足する迅速かつ安全で効果的な技術的解決策を沿岸国の指定期日までに提示することができなかったため、レユニオン県地方長官は、本船に起因する急迫の危険の存在を根拠として、本船を破壊し沈没せしめる命令を下した。

12.4 教訓としての本事故について

本事故は、特殊なケースというわけではなく、同様な貨物を積載した船舶の爆発の犠牲になって人命の喪失や全損事故に至った例も少なくない。

アダマンダス号の場合、積荷における化学反応の発生は、港内滞在中の事故、あるいは直ちに港に急行して援助を要請することが可能な環境下で生じた事故であるといえる。

幸い、本船には貨物監督者が乗船していたことにより、海上で重大事故が発生する事態は回避することができた。

これまでに BEAmer が把握しているだけでも、乗組員に危険の実態が十分に説明されていなかったケース、乗組員に対する指示が不完全であったケース、あるいは船荷証券上の記載と異なった貨物を積載していたケース、又は種々雑多な貨物を積んでいたケースなどにおいて、海上での重大事故が発生している。

本事件では、避難港の問題がクローズアップされた。また同時に、沿岸国の環境と地元民を保護する権利も焦点の一つとなった。

本船の入港の是非を判断するにあたっては、港内の業務及び通商に及ぼす影響を評価することによってさまざまなシナリオが想定された。

INERIS に専門知識の提供を依頼したこと及び複数分野の専門家からなる合同調査チームを編成したことに関しては、複雑な状況下にあつてこれらの措置が必要かつ有用な措置であつたことが立証された。

今回レニオン県地方長官が行つたような危機センターを設置する方法は、この種の危機への対処方法として極めて有効な手段であると思われる。この方法を採用すれば、今回現実に行われたような船主との協力のみならず、保険業者、船級協会及びその他外部機関等、幅広い範囲で利害関係者との密接かつ積極的な協力関係を構築することが可能になるであろう。

13. 勧告

13.1 製造に関して

DRI の輸送における固有のリスクは、その大分が、製造プロセスに依存する。

Hot Briquettes Iron (HBI) は、酸化反応の危険性は小さいが、DRI のペレットに比べて加工時の消費エネルギーが大きい。

DRI の専門家に対し、反応を抑制して海上における輸送の安全を確保する目的により、製品不動態化の処理方法を改善するための協議を各専門家間で実行するよう勧告する。

13.2 保管に関して

ペレットは、2週間を超えて戸外に保管しないこと。製品の状態を常に監視すること。

同貨物の積み込みを行う場合は、荷役を開始する前に定期的にサンプルを抽出して、水分濃度及び温度の測定を行うこと。

製品の取り扱い及び保管に関する特別注意事項

- ・ オーバーヘッド・コンベヤーの下方にダスト・レキュペレータ ((dust recuperators)) を設置し、定期的に掃除すること。
- ・ 常に乾燥状態を維持すること。

製品を戸外で保管する場合は、防雨措置を講じること。トランスファー・ポイントでの塵埃の堆積を避けること。粉鉱量を最小限に抑えるため、荷積み時及び荷降ろし時に掃除を励行すること。

13.3 海上輸送

以下の勧告は、最低限の条件であり、文字通り履行されることを要望する。

この種の貨物に対して海水が及ぼす危険に配慮し、荷積みを行う前には必ず船倉の水密性を十分確認すると共に、航海中も定期的なチェックを欠かさないこと。

DRI は、異物の混入のない、水密性が確保された船倉に、完全な乾燥状態で積み込むこと。航海中、いかなる天候状態に遭遇しようとも、船倉の水密性は必ず維持すること。

船倉底部から注入した窒素を船倉内に充満させて不活性空気を作り、空気を完全に駆逐すること。

不活性ガスの漏出を補いつつ不活性空気を維持するため、航海継続中は一定の間隔をもって定期的に窒素を船倉に補給することが望ましい。窒素は窒素発生装置を装備することによって、船上で生産することができる。

DRI を輸送するすべての船舶は、船倉内各所における温度の測定並びに船倉内の酸素濃度及び水素濃度の測定を行うための計測機器並びに窒素発生装置を完備すること。温度が 60° C に達したときは、警戒の強化が必要である。船倉用の甲板設備には、適切な防爆システムを取り入れること。

積荷の状態を常時適切に監視する目的により、航海の全期間を通して貨物監督者の乗船が不可欠である。

積荷に化学反応が生じた場合は、先ず第一に考慮すべき対策として、反応が発生した部分の積荷の荷降ろしを検討すること。寄航国当局又は船籍国当局は、当該部分の積荷が荷降ろしされた事実を確認するまでは当該船舶の出航を許可しないこと。

13.4 BC コード(Code of Safe Practice for Solid Bulk Cargoes)

BC コードは、以下についてより明確な定義を行うこと。

- ・ 各種 DRI の個々の種別、何故危険なのか、また取り扱い及び輸送にあたってどのような予防措置が必要か。
- ・ 避けるべき条件は何か、またどのような物質が危険な反応を誘発するのか。
- ・ 同種貨物を輸送する船舶の適性基準。
- ・ 反応が生じた場合に講じるべき必要措置、及び行ってはならない禁止行為。

ブリケット又はペレットによる均質貨物内への DRI の塵埃又は粉鉱の混入を禁止すること。積み重ねられた DRI の底部に残ったほとんど粉鉱だけの積荷は、積み込みを禁止すること。

13.5 貨物の輸送にあたる船舶の乗組員に対する情報の開示

船長及び乗組員には、輸送する貨物の取り扱い方法、並びに反応及び水素の放出が生じた場合に講じるべき安全上の対策についての必要情報を、適切な方法をもって周知すること。

不測の事態が生じた場合に供え、講じるべき必要のある特別な措置について記載した DRI コンティンジェンシー・プラン（非常事態対応計画）を、DRI の専門家と共に作成すること。

13.6 介入の方法

13.6.1 本事故では、レユニオンにおける介入体制の強化及び曳船能力の拡充の必要性がクローズアップされた。同港のタグ・ボートは、24 時間以上海上に留まることができなかった。

13.6.2 今回のような状況の場合、各関係者は危機発生当初から専門会社に支援を求めることを考慮すべきである。すべての関係者の積極的参加が不可欠である。

13.7 国際レベルでの提言

アダマンダス号の事故は今回だけの特殊な事故ではないと考えるゆえ、危険物、固体貨物及びコンテナ小委員会 (Subcommittee on dangerous goods, solid cargoes and containers) は過去に発生した事故について情報の収集照合を行い、それらの情報を参考にして講じるべき対策を策定することを提言する。