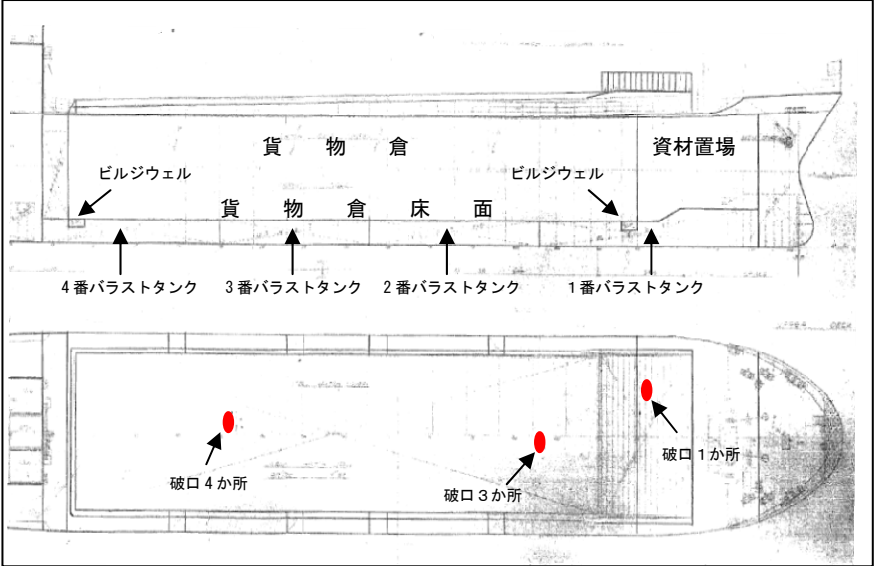


船舶事故調査報告書

平成26年11月6日
 運輸安全委員会（海事部会）議決
 委員長 後藤昇弘
 委員 庄司邦昭（部会長）
 委員 小須田敏
 委員 石川敏行
 委員 根本美奈

事故種類	沈没
発生日時	平成25年4月30日 12時38分ごろ
発生場所	阪神港 ^{さかいせんぼく} 堺 ^{さかい} 泉北 ^{いづみおおつ} 区 ^{いづみおおつ} 汐見 ^{いづみおおつ} 第4号岸壁 大阪府泉 ^{いづみおおつ} 津市 ^{いづみおおつ} 所在の泉北 ^{いづみおおつ} 大津 ^{いづみおおつ} 東防波堤 ^{いづみおおつ} 灯台 ^{いづみおおつ} から真方位 ^{いづみおおつ} 196° 0.85海里（M）付近 （概位 北緯 ^{いづみおおつ} 34° 30.67′ 東経 ^{いづみおおつ} 135° 22.95′）
船舶事故の概要	貨物船 ^{フェイバー} FAVOR SAILING ^{セーリング} は、船長ほか8人が乗り組み、阪神港 ^{さかいせんぼく} 堺 ^{さかい} 泉北 ^{いづみおおつ} 区 ^{いづみおおつ} 汐見 ^{いづみおおつ} 第4号岸壁に係留中、平成25年4月30日12時38分ごろ横転して沈没した。乗組員に死傷者はいなかった。
事故調査の経過	平成25年4月28日、本事故の調査を担当する主管調査官（神戸事務所）ほか1人の地方事故調査官を指名した。 なお、後日、主管調査官として新たに船舶事故調査官ほか1人の船舶事故調査官を指名した。 平成25年4月28日、30日、10月16日現場調査、4月30日、5月1日、6月21日、10月17日口述聴取 原因関係者から意見聴取を行った。 FAVOR SAILINGの旗国に対し、意見照会を行った。
事実情報	船種船名、総トン数 貨物船 FAVOR SAILING（カンボジア王国）、1,479トン IMO番号 8622878 船舶所有者 FAVOR SAILING SHIPPING（HK） Co.,Ltd.（中華人民共和国） 船舶管理会社 HAPPY SAILING INTERNATIONAL SHIP MANAGEMENT Co.,Ltd.（中華人民共和国） 船級 UNION BUREAU OF SHIPPING（カンボジア王国） L×B×D、船質 73.51m×11.50m×7.10m、鋼 機関、出力、進水年月日 ディーゼル機関、883kW、1984年4月3日
船舶に関する情報	FAVOR SAILING（以下「本船」という。）は、船齢29年の船尾船橋型貨物船であり、船首バラスタンクの後方から船尾方にかけて1番から4番のバラスタンクを配置し、各タンクはセンターガーダー（二重底内の中心線水密縦通材）で左右に仕切られ、1番バラスタンク前部の上方は資材置場に、1番バラスタンク後部から4番バラスタンクまでの上方は貨物倉にそれぞれなっており、資材置場と貨

	<p>物倉は、隔壁の開口部を通じ、連続した空間を形成していた。</p> <p>貨物倉床面の四隅には、それぞれ長さ約110cm、幅約125cm、深さ約50cmの貨物倉の溜まり水（以下「ビルジ」という。）を集めるビルジウエルがあった。（図1参照）</p>  <p>図1 資材置場及び貨物倉の状況並びに船体引き揚げ後に確認できた資材置場床面及び貨物倉床面の破口の位置</p>
乗組員等に関する情報	<p>船長（中華人民共和国籍） 男性 34歳 暫定締約国資格受有者承認証 船長（カンボジア王国発給） 交付年月日 2013年3月27日 （2013年6月26日まで有効）</p> <p>本船乗船前に他船でスクラップを約60回運送した経験があり、 2013年3月中国山東省石島のドックで本船に乗船した。</p> <p>一等航海士（中華人民共和国籍） 男性 43歳 締約国資格受有者承認証 船長（カンボジア王国発給） 交付年月日 2012年12月6日 （2016年7月23日まで有効） 2012年11月ごろ本船に乗船した。</p>
死傷者等	なし
損傷	全損
事故の経過	<p>本船は、船長、一等航海士ほか7人（全員が中華人民共和国籍）が乗り組み、非鉄金属スクラップ（以下「スクラップ」という。）を積むため、平成25年4月26日13時30分ごろ阪神港堺泉北区助松ふ頭に左舷着けで係留した。</p> <p>一等航海士は、14時00分ごろ荷役業者が軽いスクラップから積み始めたので、軽いものを最初に積めば、本船の重心が高くなって復原力が減少するため、重いものから積むように指示したが、荷役業者は、重いものから積むと貨物倉床面にダメージを与える可能性がある</p>

ので、引き続き軽いものから積み、17時00分ごろ同日の荷役を終えた。(写真1、写真2参照)



写真1 荷役開始前の貨物倉の状況



写真2 軽いスクラップが最初に積み込まれた状況

荷役業者は、27日08時00分ごろ荷役を再開し、10時00分ごろ重量約23tの油圧ショベルカーを貨物倉に入れ、スクラップの上を走らせて貨物容積を圧縮する作業を行いながら、荷役を行った。(写真3参照)

船長は、11時00分ごろ荷役業者が昼休みで下船した後、本船が左へ約15°傾いたので、右舷バラストタンクに注水して船体の傾きを直すように一等航海士へ指示した。

一等航海士は、右舷バラストタンクに海水を注入し、11時25分ごろ、本船の傾きが左約8°まで戻ったとき、突然、右約22°まで傾いたので、注入をやめ、右舷から左舷の「バラストタンクへ海水を移送する作業」(以下「バラスト作業」という。)を始めた。

本船は、13時00分ごろ傾きが右約2~3°になったとき、荷役業者が、昼休みを終えて戻り、油圧ショベルカーを陸揚げし、13時30分ごろ荷役を終了した。(写真4参照)

本船は、左へ約3~4°傾いており、一等航海士がバラスト作業を続け、13時50分ごろ、水平になったので、バラスト作業をやめた。



写真3 スクラップをショベルカーで圧縮している状況



写真4 荷役終了時の貨物倉の状況

本船は、19時10分ごろ、出港のため、係留索を1本放したとき、左へ約4～5°傾き、19時15分ごろ、離岸したとき、左へ約12°傾いた。

船長は、船体の安定性に問題があるものと思い、19時40分ごろ泉北大津東防波堤灯台から真方位306°1.6M付近に左舷錨を投入し、錨鎖を5節伸出した後、乗組員へ傾きを直すように船内マイクで指示した。

本船は、一等航海士が20時00分ごろバラスト作業を始め、22時00分ごろ、傾きが左約8～9°まで戻ったとき、突然、右約25°まで傾き、発電機が止まってバラストポンプが使用できなくなった。

船長は、22時50分ごろ海上保安庁に救助を要請し、28日00時ごろから03時ごろにかけて乗組員は、全員が巡視艇に避難した。

本船は、08時30分ごろ船首及び船尾にタグボートのえい航索を

取り、10時40分ごろ本船に戻った乗組員が錨鎖を切断した後、12時30分ごろタグボートが堺泉北区汐見第4号岸壁（以下「汐見岸壁」という。）に向けてえい航を始め、14時00分ごろ汐見岸壁に左舷着けで係留したが、右に約28°傾いていた。（写真5、写真6参照）



写真5 えい航中の状況



写真6 汐見岸壁に着岸したときの状況

一等航海士は、係留後、代理店に陸上電源の手配を依頼し、16時00分ごろ移動式発電機を使ってバラスト作業を始めた。

甲板長は、17時00分ごろ貨物倉後部両舷のビルジの深さを計測したところ、左舷側約49cm、右舷側約160cmであったが、一等航海士は、貨物倉にビルジウエルからあふれるほどのビルジが入った要因が分からなかった。

一等航海士は、ビルジウエルから機関室に繋がるビルジ吸引管を経由して貨物倉のビルジを排出しようとしたが、ポンプで吸引できなかった。

本船は、23時00分ごろ船内電源が使える状態まで傾きが戻り、

23時40分ごろ電源を船内電源に切り替えてバラスト作業を続けた。

本船は、29日03時00分ごろ、傾きが右約8°まで戻ったとき、突然、左約22°まで傾いた。(写真7参照)



写真7 29日に船体が左へ傾斜した状況

その後、一等航海士は、海水の移送方向を反対にしてバラスト作業を続けたものの、本船は、傾きが戻らず、むしろ左への傾斜が徐々に増加し、18時00分ごろ、左約28°まで傾いたとき、発電機が止まり、更に左へ傾き続けた。

本船は、傾きが30日01時00分ごろ左約42°になり、海水が貨物倉及び居住区に流入する状態になった後、02時20分ごろ左へ約50°傾き、船長は、乗組員全員に対し、陸上へ避難するように指示した。

本船は、30日12時38分ごろ左舷側へ横転して沈没した。
(写真8、付図1 事故発生経過概略図 参照)



写真8 本船が横転沈没した状況

気象・海象	気象：天気 曇り、風向 南、風力 3、視界 良好 海象：潮汐 下げ潮の中央期
-------	---

遊動水について

「理論船舶工学 海天堂 大串雅信著（第8版）」99頁によれば、船内にあって自由表面（空気と接している表面）を有する液体を遊動水という。

遊動水が船内にあれば、船体の傾斜につれて当該液体の重心が移動するため、船全体の重心位置も移動する。

図2のように、船が水線 WL から W' L' に小角 θ だけ傾斜したとき、右舷のバラストタンク内では遊動水の自由表面が wl から w' l' に移動し、容積 wpw' から $lp'l'$ の部分に移動するから、遊動水の重心 b は、 b' に移動する。このバラストタンクを船とみなせば、最初水線 wl で浮かんでいたのが、傾斜して水線 w' l' になったときに浮心 b が b' に移動するのと全く同様であり、浮力と重力の作用方向が逆であるに過ぎない。この船とみなしたバラストタンクのメタセンタを m とする。よって、遊動水の容積を v 、密度 γ' とすれば、その重量 $\gamma' v$ の重心が浮心 b からメタセンタ m に上昇し、傾斜しても重心が移動しないと考えることができる。すなわち m 点は遊動水の見掛けの重心である。

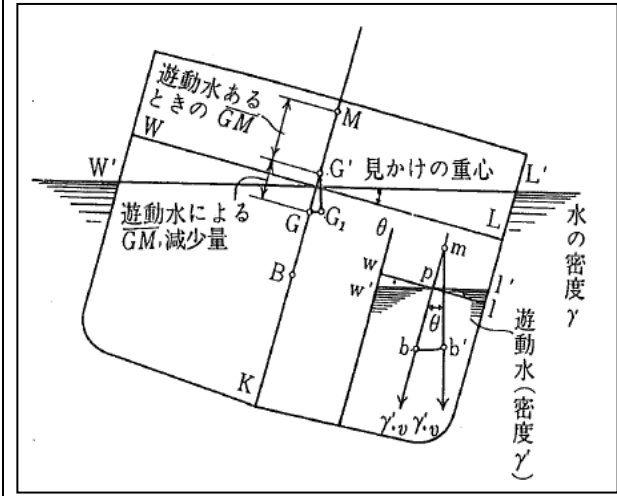


図2 遊動水によるGMの減少

遊動水の自由表面 wl の傾斜軸 p に対する二次モーメントを i とすれば、 bm はメタセンタ半径に相当する。

$$bm = i/v$$

遊動水の重心が bm だけ上昇することにより船全体の重心 G は、 GG' だけ上昇するが、その量はすなわち GM の減少量であって次式のようなになる。

$$GG' = bm \cdot \gamma' v / \gamma V = \gamma' i / \gamma V$$

内外の液体の密度が等しいときは、 $GG' = i/v$

V は船体の排水容積を示す。

注目すべきことは GG' が遊動水の量 v に関係がないことであり、そ

	<p>の自由表面の形状のみに関係する。よって少量の遊動水でも幅広い自由表面を有していれば、復原力を大きく減少させる。</p> <p>GM から GG' を引いたものを見掛けのメタセンタ高さ (G' M) という。</p>
<p>その他の事項</p>	<p>(1) 一等航海士は、本船に乗船後、本事故発生までの間、日本で積載したスクラップを中華人民共和国の海門港又は寧波港へ4回運送し、揚げ荷役中にクレーンのグラブが貨物倉床面に当たって破口を生じたことを知っていた。</p> <p>(2) 本船は、平成25年3月にドックへ入り、貨物倉床面の修理を行い、船級協会の有効な貨物船安全構造証書を受有していた。</p> <p>(3) 本船は、4月25日18時05分ごろ阪神港堺泉北区沖に投錨した際、燃料約25.6t及び潤滑油約2,200ℓを積んでいた。</p> <p>(4) 本船は、26日08時00分ごろ、貨物倉後部両舷のビルジの深さが、左舷約20cm、右舷約25cmであり、深さ約50cmのビルジウェアの外にあふれるほどの量ではなく、貨物倉に遊動水は発生していなかった。</p> <p>(5) 本船は、26日に阪神港堺泉北区助松ふ頭に係留した後、積荷役前のイニシャルサーベイを行った際、貨物倉に遊動水はなく、船首喫水約1.70m、船尾喫水約2.88mであった。</p> <p>(6) 本船は、27日に積荷役終了後のファイナルサーベイを行った際、積み込まれたスクラップは約920tであり、船首喫水約3.57m、船尾喫水約4.63mであった。</p> <p>(7) 国土交通省の外国船舶監督官は、29日に本船のPSC (Port State Control) を実施し、左舷1番バラスタタンのタンクトップ (資材置場床面) に生じた長さ約9cm、幅約3cmの破口から海水が漏れ出して貨物倉に流入しており、本船が約25°左に傾き、貨物倉後部左舷のビルジを計測したとき、ビルジの深さが約1.92mであり、貨物倉に海水が溜まっていること、及び1番バラスタタンを左右に仕切るセンターガーダーに破口があることを確認し、貨物倉に海水が入った原因、本船が左に約25°傾いている原因をそれぞれ確認すること、及び当該破口の修理に関する技術基準適合命令を船長に発出した。(写真9参照)</p>



破口からあふれ出した海水が滞留している。

破口

写真9 資材置場床面の破口

- (8) 船長は、本事故の原因が分からず、一等航海士は、貨物の重心が高いことが原因であると述べ、兩人共に貨物倉にビルジウエルからあふれたビルジ（遊動水）が生じていることを知ったものの、遊動水が船体の安定性に影響を及ぼすことを知らなかった。
- (9) 本船は、本事故後に確認できた破口が、1番及び3番バラスタタンのタンクトップとなる貨物倉床面に7か所あった。（図1参照）

分析
乗組員等の関与
船体・機関等の関与
気象・海象の関与
判明した事項の解析

- あり
- あり
- なし
- (1) 本船は、船齢が29年であり、資材置場床面（1番バラスタタンのタンクトップ）、貨物倉床面（1番及び3番バラスタタンのタンクトップ）及び1番バラスタタンのセンターガーダーに生じた破口の状態から、船体の老朽化が進んでいたものと考えられる。
- (2) 本船の復原性等は、計算結果によれば、表1のとおりであったものと考えられる。

時系列		貨物重量 (t)	バラスタ重量 (t)	ビルジ重量 (t)	重機重量 (t)	船首喫水 (m)	船尾喫水 (m)	傾斜角 (°)	G/M (m)
4月26日	14:00	0	406.2	0	0	1.7	2.88	0°	1.59
4月27日	11:00	874	550.5	80	23	3.51	4.61	左15°	0.83
	15:30	920	550.5	80	0	3.57	4.63	0°	0.00
	15:30							0°	0.79
	19:15	920	525.5	105	0	3.58	4.81	左12°	0.67
	19:15							0°	-0.30
4月29日	15:30	920	485.5	145	0	3.58	4.81	左25°	0.78
	15:30							0°	-0.46

表1 本船の復原性計算結果

- (3) 本船は、平成25年4月26日、阪神港堺泉北区助松ふ頭に係留し、スクラップの積荷役前、イニシャルサーベイを行い、貨物倉に遊動水がなく、表1によれば、バラストの量が約400tであり、G' Mが1.59mであったものと考えられる。
- (4) スクラップは、27日の荷役では、油圧ショベルカーで圧縮されながら貨物倉に積載され、左右に移動することはなかったものと考えられる。
- (5) 本船は、スクラップの積荷役を行っていたところ、荷役業者が昼休みで下船後、左へ約15°傾斜し、一等航海士が右舷バラストタンクに海水を注入して本船の傾きが左約8°まで戻ったとき、右約22°までの傾斜が発生したものと考えられる。
- 本船は、昼休みで荷役が行われておらず、船体を傾斜させる積荷の移動がない状況で約15°の左傾斜が生じ、傾斜修正中に右傾斜しており、貨物倉に左右へ移動しやすい物があったものと考えられることから、貨物倉に遊動水が発生していたものと考えられる。
- (6) 一等航海士は、軽いスクラップから積み始めた荷役状況に鑑み、本船の重心が高くなって復原力が減少することを防止しようとし、昼休み以前からバラストタンクへ海水の注入を行ったが、資材置場床面及び貨物倉床面に破口が生じていたことから、海水が貨物倉に入ってビルジウエルからあふれて貨物倉床面に滞留し、遊動水になったものと考えられる。
- (7) 本船は、貨物や油圧ショベルカーの積載状態によって左に傾いていたとき、昼休み中、貨物倉の遊動水の影響で復原力が減少した状態に加えて遊動水が左舷側に移動したことから、左へ約15°傾いたものと考えられる。
- (8) 本船は、約15°の左傾斜を修正しようとし、一等航海士が右舷バラストタンクに海水を注入中、約8°まで傾きが減じたとき、注水によって右舷バラストタンクの海水が増加するにつれ、貨物倉で左舷側に寄っていた遊動水の重心が右舷側に移動し、船内の左右の重量が均衡した後、右舷側の重量が増え始めたことから、船体が水平を経て右に傾くと同時に遊動水が右舷側へ移動し、右約22°まで傾いたものと考えられる。
- (9) 本船は、右約22°まで傾斜したとき、遊動水の移動による傾斜モーメントと復原力（復原モーメント）が均衡したことから、傾斜が止まったものと考えられる。
- (10) 本船は、(8)記載のとおり、傾きが反対舷に変化した際、一等航海士が傾きを直そうとしてバラスト作業を続けたことから、貨物倉内の遊動水が増加したものと考えられる。
- (11) 本船は、積荷役終了後のファイナルサーベイの結果から、表1によれば、バラストの量が約550tであり、G' Mが0.0mであ

ったものと考えられる。

- (12) 本船は、積荷役終了後、トリムによってバラストタンクの海水表面に高低差を生じ、タンクトップ（貨物倉床面）の船尾寄りに生じていた破口から、海水が貨物倉に流入する状態が継続したのと考えられる。
- (13) 本船は、19時10分ごろ1本目の係留索を放した直後に左へ傾斜したことから、積荷役終了後、貨物倉の遊動水が増加し、G' Mはマイナスの値になっていたものと考えられる。
- (14) 本船は、表1によれば、積荷役終了後のファイナルサーベイを行った際、貨物倉に遊動水がなければ、G' Mは0.79mであったものと考えられる。
- (15) 本船は、離岸したとき、左へ約12°傾き、船長は、船体の安全性に問題があるものと判断し、泉北大津東防波堤灯台沖に投錨後、乗組員に対し、傾きを直すように指示を行い、一等航海士がバラスト作業を始め、傾きが左約8～9°まで戻ったとき、右約25°までの傾斜が発生し、発電機が止まってバラストポンプが使用できなくなったものと考えられる。
- (16) 船長は、海上保安庁に救助要請を行い、28日00時ごろから乗組員が巡視艇に避難したものの、その後、乗組員が本船に戻り、本船は、タグボートにより、28日に汐見岸壁に左舷着けで係留したが、右に約28°傾いていたものと考えられる。
- (17) 本船は、汐見岸壁に係留後、甲板長が、17時00分ごろ貨物倉後部両舷のビルジの深さを計測したところ、左舷側約49cm、右舷側約160cmであったが、一等航海士は、貨物倉にビルジウェルからあふれるほどのビルジが入った要因が分からなかったものと考えられる。また、本船は、ビルジウェルから機関室に繋がるビルジ吸引管を経由して貨物倉内のビルジを排出しようとしたが、ポンプで吸引できなかったものと考えられる。
- (18) 本船は、汐見岸壁に係留後から移動式発電機で、その後、船内発電機でそれぞれ右傾斜を修正するバラスト作業を続け、29日03時00分ごろ、右約8°まで戻ったとき、左約22°までの傾斜が発生したのと考えられる。
- (19) 本船は、27日の昼休みの傾斜修正作業中、右傾斜となったものの、バラスト作業を継続したことから、傾斜の増大を招き、汐見岸壁でも左傾斜を修正するバラスト作業を続けており、これまでの傾斜修正作業で貨物倉に遊動水が増加し、復原力が減少するとともに、左傾斜が増し続け、29日18時00分ごろ発電機が停止してバラスト作業ができなくなり、30日01時00分ごろ海水が貨物倉及び居住区に流入するに至り、乗組員が陸上へ避難した後、左舷側へ横転して沈没したのと考えられる。

	<p>(20) 船長及び一等航海士は、貨物倉にビルジウエルからあふれたビルジ（遊動水）が生じていることを知ったものの、遊動水が船体の安定性に影響を及ぼすことを知らなかったものと考えられる。</p>
<p>原因</p>	<p>本事故は、本船が、阪神港堺泉北区助松ふ頭に係留してスクラップの積荷役を行っていたところ、左傾斜し、船長の指示を受け、一等航海士が、バラスタタンクへの海水の注水及びバラスト作業を実施中、右傾斜となったものの、バラスト作業を継続したため、離岸直後に左傾斜が生じ、投錨後のバラスト作業で右傾斜となり、汐見岸壁に係留後のバラスト作業で左傾斜が生じ、バラスト作業を継続したが、これまでのバラスト作業で貨物倉に遊動水が増加し、左傾斜が増し続け、貨物倉及び居住区に海水が流入するに至り、横転して沈没したものと考えられる。</p> <p>貨物倉に遊動水が発生したのは、一等航海士が、軽いスクラップから積み始めた荷役状況に鑑み、本船の重心が高くなって復原力が減少することを防止しようとしてバラスタタンクへ海水の注入を行ったが、資材置場床面及び貨物倉床面に破口が生じていたことから、海水が、貨物倉に入ってビルジウエルからあふれて貨物倉床面に滞留したことによるものと考えられる。</p> <p>一等航海士がバラスト作業を継続したのは、船長及び一等航海士が、貨物倉にビルジ（遊動水）が生じていることを知ったものの、船体の安定性に及ぼす遊動水の影響を知らず、また、船長が傾斜を修正する指示を繰り返して行ったことによるものと考えられる。</p>
<p>再発防止策</p>	<p>今後の同種事故等の再発防止に役立つ事項として、次のことが考えられる。</p> <p>(1) 遊動水発生時の乗組員の措置</p> <p>波浪以外の要因によって船体が傾いているとき、突然、傾きが反対舷に大きく変化した場合、大量の貨物が横移動したのでなければ、復原力が著しく減少している可能性が高く、その原因として遊動水の影響を検討すべきである。</p> <p>このような場合、乗組員は次の措置を採ること。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① ビルジウエルのビルジの深さを計測すること。 ② ビルジウエルの深さ以上のビルジが計測され、遊動水がある場合、貨物倉に接している各タンクの内容量に変化があるかどうかを点検するなどし、遊動水の発生要因を明らかにすること。 ③ 貨物倉の遊動水を排出すること。 ④ 遊動水の発生要因が不明の場合、船体の傾きを直そうとしてバラスタの注入及び移動作業を行わないこと。 <p>(2) 乗組員への周知</p> <p>運輸安全委員会は、船舶管理会社に対し、乗組員に遊動水が船体の安定性に及ぼす影響についての教育をするように要請する。</p>

付図1 事故発生経過概略図

