

ロスプリベンションセミナー 固体ばら積み貨物の液状化等と船舶運送

日本船主責任相互保険組合主催
2012年07月24日 14:00 ~
於：組合本部事務所 5階大会議室

小川総合法律事務所
海事補佐人 秋葉 隆行

はじめに

船艙内での液状化等による貨物移動に起因して、航行中の船体が傾斜、転覆沈没に至る例が度々報告されてきました。本邦では、古くは、海難審判-貨物船祥海丸遭難事件（昭和59年第二審第22号）において、積荷の石炭が一定の含有水分値以上では、船体運動の影響を受け流動化することが分かりました。1998年、インドネシアからニッケル鉱を積載して本邦に向け航海中のばら積み貨物船が転覆沈没した事例もありました。2009年以降、ニッケル鉱、鉄鉱石を積載して出港後の航行中、貨物水分過多によると思われる同様の事故が続けて起こったため、同種貨物を積載しての安全航行についてクローズアップされ、関係国官憲や海事関係者を端緒として、現在、国際海事機関（IMO）において、同種貨物を積載する船舶の安全運航を確保するための方策の確立等について議論されています。

1. 固体ばら積み貨物の移動の根拠（液状化と荷崩れ）

① 液状化：

船体動揺や振動で、貨物粒子が移動して隙間が狭くなると、粒子間の水圧（間隙圧）が上昇、摩擦力は減少して、貨物の剪断強さがなくなり流動状態を呈する現象。

② 荷崩れ：

高い水分を含有する貨物の中の水圧が船体動揺や振動で上昇し、剪断強さが不足、貨物の山が崩壊する現象。

2. 国際規則（SOLAS、IMSBC Code）

① SOLAS（海上人命安全条約）6章 貨物及び燃料油の運送

1. 穀類以外の固体ばら積み貨物の運送はIMSBC Code中の規定に従う-第1-2規則1
2. 締約国機関に対し、貨物関係資料の提供についての監督義務-第1-2規則2
3. 荷送り人に対し、貨物資料の船長への提供義務-第2規則

② IMSBC CODE (International Maritime Solid Bulk Cargoes Code)

固体ばら積み貨物の船積みに係る危険について情報を供与し、船積み予定の貨物になされるべき手順を示すことにより、同貨の安全な積付け、船積みを確保する。

2011 年 1 月 1 日より強制化された。

コード中、「shall → mandatory」、「should → recommendatory」、「may → optional」

第 1 節 一般要件

1. ばら積み運送される貨物の表-付録 1 は網羅的なものでない、また、貨物の性質は指針として与えられるのみである。船積みに先立ち、荷送人から現在の有効な情報を入手すること。荷送人は、運送される貨物の適切な情報を提供すること。-1. 2. 1
2. 荷送人は、表に掲載されない貨物を運送しようとする場合は、貨物の特性と性質を船積み港主官庁に提出すること。主管庁は、その貨物が安全に運送されるか査定する。-1. 3. 1
3. 定義
 - 液状化するおそれのある物質とは、一定量の微粒子と水分を含む貨物をいい、運送許容水分値 (TML : Transportable Moisture Limit) を越える水分値 (MC : Moisture Content) で船積みされると、液状化するおそれがある。-1. 7. 5
 - 流動水分値 (FMP : Flow Moisture Point) とは、代表試料を用いて定められた試験方法を行った場合に、流動状態を呈する全重量パーセントをいう。-1. 7. 10
 - Group A の貨物は、TML を超える MC で船積みされると液状化するおそれのある貨物である。-1. 7. 12
 - 液状化するおそれのある貨物の TML とは、7. 3. 2 (特殊設備を有する貨物船) によらない船舶が、安全に運送できるとされる貨物の最大含有水分値をいう。-1-7-27

第 4 節 安全な船積みのための貨物受入れ可能性評価

- 貨物を適切に積載し、安全な運送に必要な予防措置を実施するため、荷送人は、船積みから十分前もって、貨物に関する適切な情報を船長・代理人に提供しなければならない。-4. 2. 1
- 貨物情報の内容-4. 2. 2 (添付 1)
- 荷送人は、貨物が適切に選別試験されるように手配し、要求される場合は、試験成績書を船長・代理人に提出しなければならない。-4. 3. 1
- 精鉱、液状化のおそれのある貨物を運送する場合には、荷送人は、TML についての署名入り証明書 (TML 決定のための試験結果を記すか添付) と MC についての署名入り証明書等 (荷送人の宣誓文か添付) を船長・代理人に提出しなければならない。宣誓文は、船長に提示される時点で、MC が、荷送り人の知る限り正確な貨物の平均水分値であることを示すものである。-4. 3. 2
- 試料採取方法-4. 4
- TML 決定のための水分測定は、積み込み日前 6 ヶ月以内に行わなければならない。また、貨物の構成/特性がどのような原因にせよ変化する場合、変化が発生したと思われる後には、TML 決定のための水分測定が再度実施されねばならない。-4. 5. 1
- 試料採取/水分測定試験から積載までの間隔は 7 日を超えてはならない。試験から積載までの間に降雨降雪があった場合は、未だ TML 未満であることを確認するための照合試験を実施しなければならない。-4. 5. 2

第 5 節 荷繰り方法

- 貨物は適宜平坦に荷繰りされねばならない。-5.1.1
- 貨物積載場所は、貨物移動を防ぐため、構造物に過度の荷重を加えぬよう、可能な限り満載しなければならない。貨物は、可能な限り船艙全般に拵げなければならない。-5.1.2
- 船長は、船舶と予定する航海の事情を考慮し、入手できる状況に基づき復原性に関する懸念がある場合は、貨物が平らに荷繰りされるよう要求する権利がある。-5.1.3

第7節 液状化するおそれのある物質

- 貨物は、船積み時に比較的乾燥した粒状を呈しているように見えても、航海中の締固めと振動で流動化するに足る水分を含有している可能性がある。-7.1.1
- 貨物移動は、いわゆる荷崩れと液状化の2タイプに分類できる。第5節の荷繰りによって荷崩れを防止できる。-7.1.2
- Group Aの貨物は一定の微粒子と水分を含む粘着性物質であり、平坦に荷繰りされていても航海中に液状化する可能性がある。これは、結果として貨物移動をもたらす。-7.2.1
- 次のいずれかの条件を満足する場合、液状化は生じない。-7.2.2
 - a. 極微小粒子の場合、粒子の動きは粘着力に拘束され、粒子間の水圧は上昇しない。-7.2.2.1
 - b. 大きな塊のみで構成される場合、水は粒子の間を通り抜け、水圧増加はない。-7.2.2.2
 - c. 多量の空気を含み水分値が低い場合、乾燥し、水圧増加もない。-7.2.2.3
- MCがTML超となると、液状化による貨物移動が起こる可能性がある。貨物によっては内部における水分が移動しやすく、平均水分値がTML以下でも水の層が形成され、貨物表面は乾いているように見えても貨物移動が生じる可能性がある。-7.2.3
- 流動状態になった貨物は、船体横傾斜によって一方へ流れるが、引続く反対舷への傾斜で完全にもとに戻らず、次第に傾斜が増し急激に転覆する。-7.2.4
- 精鉱その他の液状化するおそれのある貨物は、MCがTML未満である時のみ船積みを受け入れられねばならない。-7.3.1.1
- 当該貨物艙への水分侵入を防止するため、運送中は十分注意すること。-7.3.1.3

第8節 液状化するおそれのある貨物の試験方法

① フローテーブル法

テーブル上で円錐台形に整形した試料を、テーブルを繰り返し落下させて振動を与える。試料の水分値を変え状態を観察、FMPを求める。TML = FMP x 0.9（粘着性の強い物質には不可）。

② 貫入法

振動する台の上にセットした円筒形容器に試料を入れる。試料の上にセットした錘（ビット）の貫入量によってFMPを決定する。（①よりも多くの物質に適用できる）TML = FMP x 0.9

③ プロクター/ファガベリ法

試料のMCと間隙比との関係を求め、飽和度70%となる水分値をTMLとする。（粗い精鉱に適する。石炭には適用できない）

④ 液状化可能性を決定するための補完的テスト方法（缶テスト）-8.4

船長は、次の補助的方法を用いて、貨物流動化のおおよその可能性を決定するためのテストを行うことができる。

円筒缶等（容積0.5-1リットル）に貨物試料を半分入れ、片手に持ち0.2mの高さから堅いものに当てる行為を1-2秒間隔で25回繰返し行う。試料表面の遊動水や流動状態を点検し、これらが認められる場合は、船積み前に研究所における分析を行うべく手配すべきである。

3. 国内規則（特殊貨物船舶運送規則）

国交省海事局検査測度課による周知

<http://www.mlit.go.jp/maritime/safetyenv/kotaiishinsa/kotaiishinsatop.html>

IMSBCコード掲載貨物と荷積み国主管庁の承認を受けた貨物のみばら積みして輸送可能。

コードに掲載されていない固体ばら積み貨物は、荷送人が荷積み国の主管庁に貨物性状等を提出、主管庁の評価・承認を受けないと運送出来ない。

規則抜粋（第二節 液状化物質のばら積み運送）

1. 船舶に液状化物質をばら積みし運送する場合にはこの節の規定に従うこと。例外あり：平水区域又は瀬戸内において航行する場合（第16条）。
2. 船舶に液状化物質をばら積みし運送する場合は、荷送人は、船積み前に、資料を船長に提出しなければならない（第1条の2の2、第15条の3、第16条の2）。
 - 荷送人の氏名又は名称及び住所
 - 荷受人の氏名又は名称及び住所
 - 貨物の品名
 - 貨物の特性
 - 貨物の質量
 - 固体貨物の積付率
 - 荷繰りの方法
 - 固体貨物の密度
 - 固体貨物の静止角
 - 運送許容水分値測定表及び水分測定表
 - ばら積みされる液状化物質が水分値の高い層を形成する可能性を示す書類
3. 運送許容水分値及び水分の測定を行った液状化物質以外の液状化物質を、船舶にばら積みして運送してはならない。ただし、含水液状化物質運搬船が一定積載量を超えない量を積載する場合等はこの限りでない。

本邦外で船積みする場合は、運送許容水分値及び水分の測定は告示で定める国又は機関の行うものでもよい。

船長は、運送許容水分値測定表及び水分測定表を、当該液状化物質をばら積みし運送する間、船内に保管しておかなければならない。

運送許容水分値の測定は、液状化物質に関し組成、成分又は製造地の変更その他運送許容水分値に重大な影響を及ぼす変更が生じない場合において、運送許容水分値測定表が交付された日から起算して6ヶ月以内に船積みされる液状化物質を運送しようとするときは、船積みに当たってこれを受けることを要しない。

水分測定は、船積みの日以前7日以内に試料を採取、積地における液状化物質の集積区分ごとに、水分の多い4分の1の部分から採取した試料の水分と、水分の少ない4分の1の部分から採取した試料の水分とを算術平均し行う。

水分測定を受けた者は、当該液状化物質を、船積みするまでの間、水分が増加しないように適切に保管しなければならない（以上、第17条）。

4. 運送許容水分値を超える液状化物質（以下「含水液状化物質」という。）は、旅客船にばら積みして運送してはならない。

含水液状化物質（運送許容水分値が12パーセント未満のものにあつては、水分が12パーセントを超える場合に限る。）は、第27条の認定を受けた船舶以外の船舶にばら積みして運送してはならない（以上、第18条）。

5. 船舶に液状化物質をばら積みする場合は以下によらなければならない（第23条）。
 - 船舶をできる限り直立状態に保持して積み付けること。
 - 雨中その他水分が増加するおそれがある場合は、これを防止するために必要な措置をとること。
 - その表面をできる限り平らに荷繰りすること。

6. 船長は、船舶に液状化物質をばら積みして運送しようとする場合、積載方法その他積付けについて検査を受けなければならない。ただし、水分が運送許容水分値以下であることが明らかとなった場合及び本邦外の地で船積みする場合はこの限りでない（第25条）。

7. 船長は、含水液状化物質をばら積みして運送する間、その性状の変化に注意し、移動による危険を防止するために排水その他必要な措置をとらなければならない（第26条）。

8. 含水液状化物質をばら積み運送する船舶で、地方運輸局長が次の各号の要件に適合していると認定したものに液状化物質をばら積みして運送する場合には、第20条から第23条まで及び第25条の規定を適用しない。

9. 含水液状化物質をばら積みして運送する船（第27条）

4. 現状における問題点

- ① Group A 以外の貨物については、「FMP 試験成績書」等の書面が供与されても、本来これが運送上の安全を判断する指標とはならない。MC が TML 未満であっても貨物移動の可能性はある。
- ② 荷崩れ危険のある物質については、各水分値についての剪断強さを計測し、水分値-荷崩れ危険性の関係を把握、また、安全に運送するための水分値の上限を知りたいが、実際は貨物斜面の規模や角度（船幅、荷繰り）でその程度は異なる。
- ③ 貨物パイル中の高水分値の層を発見して船積みを拒否するのは事実上困難である。また、船積み予定の貨物の詳細な分析は容易にできない。
- ④ 規則改訂の必要性
 - 鉄鉱石-Fine、ニッケル鉱等の仕分け
 - 検査証明書は当局の認定機関が発行すること
 - サンプル採取・試験・管理の手続の整備と当局の承認
 - ストックパイルへの容易なアクセス
 - その他
- ⑤ その他（荷送人、ターミナル側の認識改善等）

5. 船側の対策（積荷前、中、終了時及び航海中の対策）

- ① 積荷前
 - 船内事前打合せ
 - a. 航海指示書のチェック
 - b. 液状化危険性があること-Group A
 - c. 他貨物でも MC が高い場合は荷崩れ危険のあること
 - d. 船体強度考慮の上、空積減少のための隔倉積みの可能性検討
 - 積荷予定船艙内の乾燥。また、水分侵入可能性の排除
 - a. ハッチカバー風雨密確認
 - b. ホールドバラスト管・ビルジ管逆止弁作動確認
 - c. 付近パイプ類の状態
 - 貨物情報の入手と内容確認
 - a. FMP, TML（測定は6ヶ月以内）、MC（測定は7日以内）
 - b. Group A, B, Cの別 一般的・特別な性質
 - c. 載貨係数荷繰り方法追加書類（分析証明書等）
 - d. 分析機関宣誓文と荷送り人署名

- 積地荷役関係者と水分除去防止・荷繰りについて協議し、作業認識を徹底させる。
 - a. 荷役中でない船艙ハッチカバーの閉鎖
 - b. スtockヤード～本船の降雨対策確認・貨物状態の点検
 - c. 荷繰り必要性和その方法の徹底（艙内全体にわたる貨物の分散積載）

- 缶テスト

- ② 積荷中
 - 雨中荷役厳禁
 - a. 船積み船艙以外の船艙閉鎖
 - b. 天候監視-レーダー併用等
 - c. 降雨後の荷役再開時の雨水侵入防止
 - d. バージ・トラックへの雨水他水分混入状態の把握と防止対策の要請
 - 船艙全体にわたる貨物の積付け指示の徹底（空積を少なくし貨物の移動余地をなくす）
 - 船体・タンク強度を考慮し積付け（高所からはできる限り貨物を落下させない）
 - 缶テスト（高水分値と認められる貨物の船積み拒否）

- ③ 積荷終了時
 - 貨物表面の状態点検・記録・撮影
 - 必要な場合の荷繰り、貨物斜面の高さ減少、貨物斜面の規模を小さくする
 - ハッチカバー・ホールド開口部の閉鎖徹底と確認
 - 確実な喫水・復原性・船体強度計算

- ④ 航海中
 - 貨物状態の監視、記録、撮影（出港直後、港内/静穏な水域から外洋へ出る時等、船舶の置かれる状況が荷役時と異なる場合要注意）。
 - ホールドビルジの定期的測定・排水と記録。
 - 乾燥と結露の防止を考慮し、好天時の船艙内の通風換気、貨物表面の水分除去。
 - 横揺れを抑制する針路で航行する。
 - 会社に貨物状況等定期的に報告、航路選定他についての助言を得る。
 - ウエザールーティングの利用。

おわりに

万一同種事故に遭遇すると、事故発生原因について、

- 貨物の問題か
- 船体の問題か（設備不具合、亀裂等による船艙への海水侵入）
- 会社（乗組員）パフォーマンスの問題か

が、後日、利害関係者間での議論が予測される。

船側では、①平素からの船体設備の整備点検を行い良好な状態を維持する、②関係記録を適切に保管、乗組員が関係規則を把握・必要な対策を施す。③船陸間の連絡を密にして、不測の事態に直ちに対応できるようにすること、等の対処が必要。

FORM FOR CARGO INFORMATION
for solid bulk cargoes

BCSN	
Shipper	Transport document number
Consignee	Carrier
Name/means of transport Port/place of departure	Instructions or other matters
Port/place of destination	
General description of the cargo (Type of material/particle size)	Gross mass (kg/tonnes)
Specifications of bulk cargo, if applicable: Stowage factor: Angle of repose, if applicable: Trimming procedures: Chemical properties if potential hazard*: ~ * e.g., Class & UN No. or "MHB"	
Group of the cargo <input type="checkbox"/> Group A and B* <input type="checkbox"/> Group A* <input type="checkbox"/> Group B <input type="checkbox"/> Group C * For cargoes which may liquefy (Group A and Group A and B cargoes)	Transportable moisture limit Moisture content at shipment
Relevant special properties of the cargo (e.g., highly soluble in water)	Additional certificate(s)* <input type="checkbox"/> Certificate of moisture content and transportable moisture limit <input type="checkbox"/> Weathering certificate <input type="checkbox"/> Exemption certificate <input type="checkbox"/> Other (specify) * If required
DECLARATION I hereby declare that the consignment is fully and accurately described and that the given test results and other specifications are correct to the best of my knowledge and belief and can be considered as representative for the cargo to be loaded.	Name/status, company/organization of signatory Place and date Signature on behalf of shipper

固体ばら積み貨物のための積み荷情報の様式

FORM FOR CARGO INFORMATION

For Solid Bulk Cargoes

ばら積み貨物輸送品目名:BCSN	
荷送人の氏名又は名称及び住所:Shipper	運送書類の照合番号:Transport document number
荷受人の氏名又は名称及び住所:Consignee	運送人(船舶の運送会社名):Carrier
運搬手段(名):Name/means of transport 船積地(港):Port/place of departure	指示事項又はその他事項:Instructions or other matters
仕向地(港):Port/place of destination	
貨物の一般的性質(物質の形状及び粒径):General description of the cargo(Type of material/particle size)	総質量(kg/tonnes):Gross mass (kg/tonnes)
適用される場合、ばら積み貨物の明細書: Specifications of bulk cargo, if applicable: 載貨係数: Stowage factor: 適用される場合、静止角: Angle of repose, if applicable: 荷練り要件: Trimming procedures: 危険性がある場合、化学的性質*: Chemical properties if potential hazard*: * e.g., 等級及び国連番号または:MHB e.g., Class & UN No. or "MHB"	
貨物の種別:Group of the cargo <input type="checkbox"/> 種別 A 及び B* :Group A and B* <input type="checkbox"/> 種別 A* :Group A* <input type="checkbox"/> 種別 B :Group B <input type="checkbox"/> 種別 C :Group C * 液状化するおそれのある貨物(種別 A 及び種別 A または B): * For cargoes which may liquefy (Group A and Group A and B cargoes)	運送許容水分値:Transportable moisture limit 船積み時の含水量:Moisture content at shipment
貨物の特別な性質: Relevant special properties of the cargo (e.g., highly soluble in water)	追加の書類 Additional certificate(s)* <input type="checkbox"/> 含水量及び運送許容水分値の証明書:Certificate of moisture content and transportable moisture limit <input type="checkbox"/> 曝気証明書:Weathering certificate <input type="checkbox"/> 免除証書:Exemption certificate <input type="checkbox"/> その他:Other (specify) * 要求される場合:* If required
宣誓:DECLARATION 運送委託する貨物は正確に記載されており、所定の試験結果及びその他の事項は知り得る限り正しく、また積み込まれる貨物と同様とみなすことができることを証明します。I hereby declare that the consignment is fully and accurately described and that the given test results and other specifications are correct to the best of my knowledge and belief and can be considered as representative for the cargo to be loaded.	署名人の氏名、職名、所属: Name/status, company/organization of signatory 署名の場所及び日付: Place and date 荷送人の署名: Signature on behalf of shipper