

平成 24 年 11 月 28 日
運輸安全委員会

貨物船 SINGAPORE GRACE 作業員死亡事故に係る意見に
対する措置状況について

運輸安全委員会は、平成 21 年 6 月 13 日に大分県大分市佐賀関港で発生した貨物船 SINGAPORE GRACE 作業員死亡事故について、平成 24 年 4 月 27 日に事故調査報告書の公表とともに国土交通大臣に対して別添 1 のとおり意見を述べたところですが、今般、意見に対する措置状況について国土交通省から別添 2 のとおり通知がありましたのでお知らせします。

なお、国土交通大臣の措置状況については、意見の内容を反映したものとなっています。

運委参第45号

平成24年4月27日

国土交通大臣

前田 武志 殿

運輸安全委員会

委員長 後藤 昇弘

貨物船 SINGAPORE GRACE 作業員死亡事故に係る意見について

本事故では、硫化銅精鉱を積載した貨物船の揚荷役を行う際、硫化銅精鉱が積載されていた貨物倉に入った作業員が酸素欠乏症を発症し、また、同人を救助しようとして同貨物倉に入った作業員も酸素欠乏症を発症して3人が死亡した。

硫化銅精鉱は、浮遊選鉱剤を用いた選鉱により銅鉱石から得られたものであり、付着した浮遊選鉱剤によっては、空気より重いガスが発生して貨物倉に滞留し、空気との置換を妨げて貨物倉の雰囲気酸素欠乏状態になるとともに、有害なガスが発生する危険性がある。

このことから、当委員会は、本事故調査の結果を踏まえ、同種事故の再発防止のため、国土交通大臣に対して、運輸安全委員会設置法第28条の規定に基づき、下記のとおり意見を述べる。

なお、この意見を受けて何らかの措置を講じた場合は、その内容について通知方よりよくお取り計らい願いたい。

記

硫化銅精鉱に付着した浮遊選鉱剤によっては、有害なガスが発生し、また、空気より重いそれらのガスが貨物倉に滞留し、空気との置換を妨げる危険性があるため、浮遊選鉱剤の使用上における注意事項を国際海事機関（IMO）を介して広く周知することを要請する。

別添 2

国海環第 35 号
国海査第 336 号
平成 24 年 11 月 13 日

運輸安全委員会事務局
参事官 殿

国土交通省海事局
安全・環境政策課長

検査測度課長

貨物船 SINGAPORE GRACE 作業員死亡事故に係る意見について(回答)

平成 24 年 4 月 27 日付運委参第 45 号にて意見のあった標記の件について、本年 9 月に開催された国際海事機関（IMO）第 17 回危険物、固体貨物及びコンテナ小委員会（DSC17）において、当該事故情報及び運輸安全委員会の調査により得られた注意事項を同小委員会に周知したので、関係資料を添えて通知する。



SUB-COMMITTEE ON DANGEROUS
GOODS, SOLID CARGOES AND
CONTAINERS
17th session
Agenda item 4

DSC 17/INF.8
13 July 2012
Original: ENGLISH

AMENDMENT 02-13 TO THE IMSBC CODE AND SUPPLEMENTS

Incident involving transport of METAL SULPHIDE CONCENTRATES

Submitted by Japan

SUMMARY

<i>Executive summary:</i>	This document provides brief summary of the investigation result for the incident of the bulk carrier SINGAPORE GRACE , and draws the Sub-Committee's attention to the risk owing to floatation reagents
<i>Strategic direction:</i>	5
<i>High-level action:</i>	5.2.3
<i>Planned output:</i>	5.2.3.3
<i>Action to be taken:</i>	Paragraph 11
<i>Related documents:</i>	None

Introduction

1 In June 2009, three persons in charge of cargo handling were killed by oxygen depletion in a cargo hold on M/V **SINGAPORE GRACE**, at the time of discharging of Copper Sulphide Concentrate at Saganoseki Port in Oita Prefecture, Japan.

2 This document provides brief summary of the investigation result and intends to draw the Sub-Committee's attention to the risk owing to floatation reagents, which are used for extracting materials through floating separation. Summary of the results of Investigation on the incident is set out in the annex to this document. Also, the detailed investigation report is available at GISIS (Incident Ref. C0007391).

Regulatory background

3 At the time of the accident, the IMSBC Code had not been entered into force, and the Code of Safe Practice for Solid Bulk Cargoes (BC Code), as amended by resolution MSC.193(79), dated on 3 December 2004, was effective. The following text was included in the section for HAZARD in the individual schedule for Metal Sulphide Concentrates* in the BC Code:

* Copper Sulphide Concentrates belong to the group of Metal Sulphide Concentrates in the IMSBC Code and the BC Code.

"Some sulphide concentrates are liable to oxidation and may have a tendency to self-heat, with associated oxygen depletion and emission of toxic fumes. Some materials may present corrosion problems."

4 In other words, the risk owing to oxygen depletion was pointed out in the BC Code. Despite of the precaution in the BC Code, three persons were killed by the oxygen depletion.

5 In the existing IMSBC Code, the aforementioned text is included in the section for HAZARD in the individual schedule for Metal Sulphide Concentrates. Furthermore, the following text is included in the section for PRECAUTIONS in the individual schedule in the IMSBC Code:

"Entry into the cargo space for this cargo shall not be permitted until the cargo space has been ventilated and the atmosphere tested for concentration of oxygen."

Analysis of the accident

6 The investigation concluded that the use of floatation reagent was the main cause of the accident. The following paragraphs provide the overview of the analysis.

7 Metal Sulphide Concentrates are refined ores, ones which the valuable components have been enriched by eliminating the bulk of waste material and in general their particle sizes are small. There are several methods of processing ores such as floatation and gravity separation, and floatation is the standard method to obtain Copper Concentrates, where oil or floatation reagent is used in order to extract Copper Concentrates.

8 In most cases, residues of floatation reagent are attached to Copper Concentrates loaded in cargo holds on board ship. These residues of floatation reagent then lead to generation of heavier-than-air toxic gases, which accumulate near the bottom of the cargo hold and may not be dispersed by the air. In addition to such accumulation of gases, because of oxidation of cargo, oxygen in cargo holds tends to be depleted.

Risk of transport of Mineral Concentrates

9 For processing Mineral Concentrates, floatation reagents are used in the same manner, and heavier-than-air toxic gases are generated in cargo holds on board ships. Thus, it should be emphasized that there is a risk of similar accidents for the transport of Mineral Concentrates.

Conclusion

10 The use of floatation reagent entails the risk of generating heavier-than-air toxic gases. These gases accumulate near the bottom of the cargo hold and the gases may not be dispersed by the air easily. Therefore, for the transport of Metal Sulphide Concentrates and Mineral Concentrates, extra caution should be exercised in entering into the cargo space for these cargoes in accordance with the IMSBC Code.

Action requested of the Sub-Committee

11 The Sub-Committee is invited to note the results of the investigation set out in the annex to this document.

ANNEX

SUMMARY OF THE RESULTS OF INVESTIGATION ON INCIDENT INVOLVING TRANSPORT OF METAL SULPHIDE CONCENTRATES

1 Summary of the accident

On the cargo ship "SINGAPORE GRACE", one of the three persons engaged in a cargo work fell down while descending a ladder in No.3 cargo hold on 13 June 2009, at about 08:30 in local time (UTC+9 hours). The ship was berthed at the wharf of Saganoseki Port in Oita prefecture, Japan, for discharging cargo work of copper sulfide concentrate. The remaining two persons, who went into the cargo hold for rescuing the person also fell down in the cargo hold. The all three persons were recovered from the cargo hold, but after that they were confirmed dead by oxygen depletion.

2.1 Sequence to the occurrence of accident

The ship carrying copper concentrate in the enclosed cargo hold No.3 sailed from Port Moresby Harbour, Papua New Guinea, to Saganoseki Port. During the voyage, the copper concentrate oxidized, and oxygen in the cargo hold was consumed by the oxidation. The atmosphere in the cargo hold became oxygen-depleted condition and an odorous gas, which was heavier than air and toxic, was generated by the floatation reagents adhering to the copper concentrate. Then the gas was accumulated in the cargo hold.

The foreman might measure oxygen concentration, but it is not certain, for the reason that the foreman was killed and nobody knew whether the foreman conducted the measurement.

On the other hand, it was confirmed that the atmosphere in the cargo hold had kept oxygen-depleted condition after opening of the hatchway covers at the port of Saganoseki, without replacement by fresh air having 20.9 per cent of oxygen.

During the ship was berthed at the wharf of the port of Saganoseki, one person in charge of cargo work entered into cargo hold No.3 and was descending toward the bottom. He was killed by anoxia owing to inhalation of oxygen-depleted air. The foreman entered into the cargo hold in order to rescue the person. The foreman was also killed by anoxia owing to inhalation of oxygen-depleted air. Another person in charge of the cargo work further entered into the cargo hold in order to rescue the two persons. Then he was further killed by anoxia owing to inhalation of oxygen-depleted air.

2.2 Information regarding cargo and floatation reagent

The name of the cargo was COPPER SULPHIDE CONCENTRATE in accordance of the MSDS. The cargo was produced from copper ore mined in Papua New Guinea by floatation. In the MSDS, the following issues were mentioned: name of the product, its composition, information on its components, precautions concerning handling, measures for protection of personnel, emergency measures in case of contact with eyes, danger of mild oxidization in air, mild heating by wetting, and ignition generates "sulphur gases". However, there was no information on the floatation reagent.

According to the results of accident investigation, two flotation reagents were used for the cargo. Flotation reagents W and X were used 17.0 g and 16.5 g per 1 tonne of crude ore, respectively.

2.3 Oxidation of Copper Concentrate and Influence of the Floatation Reagents

Japan Transport Safety Board investigated the oxidation properties of copper concentrates, gas generating properties of the floatation reagents and so on, in order to evaluate the influence of the cargo on the atmosphere in an enclosed space such as the cargo hold.

The results of the investigation indicated:

- .1 Regardless of the ambient temperature and amount of void spaces (porosity) in the sealed containers, the oxygen concentration in the containers reduced linearly through time;
- .2 The oxygen consumption rates varied depending on floatation reagents;
- .3 It was confirmed that floatation reagents lower the oxygen concentration near the bottom of the enclosed space; and
- .4 The components of the odorous gases were toluene, xylene (both are aromatic hydrocarbons), diethylacetamide (ester compound) and phenol, all of which were harmful to the human body.

2.4 Causes of bad replacement of air in the cargo hold by fresh air

The atmosphere in the cargo hold had kept oxygen-depleted condition for a certain period after opening of the hatchway covers at the port of Saganoseki. Namely, the oxygen-depleted air in the cargo hold had not been replaced by fresh air for a certain period. The causes of such bad replacement of air were deemed as follows:

- .1 Heavier-than-air odorous gases generated from the floatation reagents were not replaced by air and accumulated at the lower layer of the hold; and
- .2 The airflow speed obtained by natural ventilation was up to 1.4 m/s and not sufficient to replace air in the cargo hold.

3 Precautions for carriage of metal sulfide concentrates

Copper sulphide concentrates were beneficiated from copper ore by floatation method using reagents. Depending upon the properties of the floatation reagent adhered to concentrates, it may generate toxic gas. The toxic gas is heavier than air; therefore, it stagnates in a cargo hold. As a result, the toxic gas may not be replaced by fresh air and an atmosphere of the cargo hold may remain oxygen-depleted condition for a long period.

SUB-COMMITTEE ON DANGEROUS
GOODS, SOLID CARGOES AND
CONTAINERS
17th session
Agenda item 17

DSC 17/17
5 October 2012
Original: ENGLISH

REPORT TO THE MARITIME SAFETY COMMITTEE

Table of contents

Section	Page
1 GENERAL	3
2 DECISIONS OF OTHER IMO BODIES	3
3 AMENDMENT 37-14 TO THE IMDG CODE AND SUPPLEMENTS, INCLUDING HARMONIZATION WITH THE UN RECOMMENDATIONS ON THE TRANSPORT OF DANGEROUS GOODS	4
4 AMENDMENT 02-13 TO THE IMSBC CODE AND SUPPLEMENTS	7
5 AMENDMENTS TO SOLAS TO MANDATE ENCLOSED SPACE ENTRY AND RESCUE DRILLS	17
6 REVISION OF THE GUIDELINES FOR PACKING OF CARGO TRANSPORT UNITS	21
7 DEVELOPMENT OF MEASURES TO PREVENT LOSS OF CONTAINERS	21
8 DEVELOPMENT OF GUIDANCE FOR APPROVED CONTINUOUS EXAMINATION PROGRAMMES	26
9 DEVELOPMENT OF CRITERIA FOR THE EVALUATION OF ENVIRONMENTALLY HAZARDOUS SOLID BULK CARGOES IN RELATION TO THE REVISED MARPOL ANNEX V	27
10 AMENDMENTS TO THE INTERNATIONAL CONVENTION FOR SAFE CONTAINERS, 1972, AND ASSOCIATED CIRCULARS	27
11 STOWAGE OF WATER-REACTIVE MATERIALS	30
12 GUIDANCE ON PROTECTIVE CLOTHING	31
13 CASUALTY AND INCIDENT REPORTS AND ANALYSIS	32
14 BIENNIAL AGENDA AND PROVISIONAL AGENDA FOR DSC 18	33
15 ELECTION OF CHAIRMAN AND VICE-CHAIRMAN FOR 2013	34
16 ANY OTHER BUSINESS	34
17 ACTION REQUESTED OF THE COMMITTEES	35

dramatic differences between the proposed modified test and the existing test methodology.

4.13 In considering document DSC 17/4/36, related to the finalization of the nickel ore draft schedule, the delegation of France informed the Sub-Committee that additional studies were necessary to validate the alternative test procedure included in the appendix of the draft schedule, as prepared by the E&T Group.

4.14 Having noted the above information and that further results would be provided at a future session, the Sub-Committee decided to postpone, to DSC 18, the consideration of the provisions concerning the alternative test procedure, as contained in the nickel ore draft schedule set out in annex 2 of document DSC 17/4/2, for inclusion in the next set of amendments (03-15) to the Code. Consequently, taking into account the urgent need to include a schedule for nickel ore in the IMSBC Code, the Sub-Committee agreed to retain provisions not related to the appendix and instructed the working group to finalize the schedule for nickel ore at this session.

New Group listings of cargoes in the IMSBC Code

4.15 The Sub-Committee considered document DSC 17/4/10 (BIMCO), making a comparison between the BC Code and the current IMSBC Code regarding the arrangement of cargoes in the context of Groups (A, B or C) as integrated in appendix I of the Code, and proposing the inclusion of a new appendix 5 which would group the cargoes in a different manner. The Sub-Committee, while noting that some delegations supported the proposal and others expressed concerns over developing another index in the Code, decided to refer the above document to E&T 18 for further consideration with a view to advising DSC 18 accordingly (see paragraph 4.36.2).

Potential errors in section 7 of the IMSBC Code

4.16 In considering document DSC 17/4/37 (United Kingdom), which highlighted potential errors in the IMSBC Code, the Sub-Committee agreed, in principle, with the proposal and referred it to the working group for further consideration.

Other documents containing new proposals

4.17 Given the large number of documents submitted containing new proposals for cargoes not listed in the IMSBC Code as well as proposals for amendments to existing schedules, the Sub-Committee agreed to forward the following documents for further consideration by the working group: DSC 17/4/5, DSC 17/4/6, DSC 17/4/7, DSC 17/4/8, DSC 17/4/11, DSC 17/4/12, DSC 17/4/13, DSC 17/4/14, DSC 17/4/15, DSC 17/4/16, DSC 17/4/17, DSC 17/4/18, DSC 17/4/19, DSC 17/4/20, DSC 17/4/21, DSC 17/4/25, DSC 17/4/26, DSC 17/4/27, DSC 17/4/30, DSC 17/4/31, DSC 17/INF.3, DSC 17/INF.7, DSC 17/INF.12, DSC 17/INF.13 and DSC 17/INF.14.

CASUALTY INVOLVING TRANSPORT OF METAL SULPHIDE CONCENTRATES

4.18 The Sub-Committee noted document DSC 17/INF.8 (Japan) providing information on the investigation of an incident involving transport of Metal Sulphide Concentrates on the bulk carrier **Singapore Grace**.

EARLY IMPLEMENTATION OF THE AMENDMENTS (02-13) TO THE IMSBC CODE

4.19 Having considered document DSC 17/4/4 (Secretariat) containing the outcome of MSC 90, in particular, that the Committee had approved Interim measures for early implementation of the draft amendments to the IMSBC Code (MSC.1/Circ.1441),

(仮 訳)

IMO第17回危険物・固体貨物
・コンテナ小委員会 (DSC17)
議題 4

DSC 17/INF. 8
平成24年7月13日
原文：英語

国際海上固体ばら積み貨物規則 (IMSBCコード) 及び付録の改正 (02-13)
金属硫化精鋳輸送に係る事故

日本国提出

概 要

報告文書の概要：

当該文書は、ばら積み船SINGAPORE GRACEの事故調査の概要を示す。当該文書は、小委員会に対し、浮遊選鋳剤に伴う危険性を注意喚起するものである。

【割愛】

序論

- 2009年6月、大分県佐賀関港で硫化銅精鋳を揚荷役中のばら積み船SINGAPORE GRACEの貨物倉内で、3人の荷役作業員が酸素欠乏症によって死亡した。
- 当該文書を提出した目的は、小委員会に対し調査結果の概要及び金属を抽出するために用いる浮遊選鋳剤に伴う危険性を注意喚起することである。
当該事故調査結果の概要を当該文書の付属書に示す。
当該事故調査報告書の詳細は、GISIS (参照事故番号：C0007391) で閲覧することが可能である。

関連する制度について

- 事故当時、「国際海上固体ばら積み貨物規則 (IMSBCコード)」は、発効しておらず、2004年12月3日MSC.193 (79) で決議された「固体のばら積み貨物の安全実施コード (BCコード)」が効力を有していた。

以下の記述は、「固体のばら積み貨物の安全実施コード (BCコード)」の金属硫化精鋳 (※) の個別明細中、危険に関する記載である。(※硫化銅精鋳は、IMSBCコード及びBCコードの金属硫化精鋳に属す。)

「硫化精鋳のあるものは酸化しやすく、それに伴う酸素欠乏及び毒性の煙霧を放出し、自然発熱する傾向を有している。あるものは腐食危険を示す。」

- 換言すれば、酸素欠乏による危険性についてはBCコードで指摘されていた。
BCコードに示す注意事項にもかかわらず、3人が酸素欠乏症によって死亡した。
- 既存のIMSBCコードにおいて、前述 (前記) の記載は、金属硫化精鋳の個別明細の危険に関する記載にも含まれている。
先の記載に加え、以下の文書が、IMSBCコードの個別明細中に示される注意事項 (予防措置)

として含まれる。

「船倉が換気され、空気中の酸素濃度が試験されるまで、この貨物の船倉への立ち入りを許可しないこと。」

事故の分析

6. 事故調査は、浮遊選鉱剤の使用が主たる事故の要因であることを結論付けた。
以下の項に分析の概要を示す。
7. 金属硫化精鉱は、無用な鉱物を除去し、有用鉱物を濃縮したものであり、一般的に粒径は小さいものである。
鉱石の選鉱には、浮遊選鉱、沈着分離など幾つかの方法がある。
なかでも、浮遊選鉱は、銅精鉱を得る標準的な方法であり、油又は浮遊選鉱剤が銅精鉱を抽出するために用いられる。
8. 多くの場合、浮遊選鉱剤の残留物は、船舶に積載する銅精鉱に付着している。
浮遊選鉱剤の残留物は空気より重い有毒ガスを発生させ、当該ガスが貨物倉の底に滞留して、空気と置換しない可能性がある。
ガスの滞留に加えて、貨物の酸化による貨物倉中の酸素が消費される。

鉱物精鉱輸送に係る危険

9. 従来より、鉱物の選鉱に浮遊選鉱剤が用いられており、浮遊選鉱剤から空気より重い有毒ガスが貨物倉内で発生する。
故に、精鉱輸送には同様な危険が伴うことを強調しなければならない。

結論

10. 浮遊選鉱剤の使用は、空気より重い有毒ガスを発生させる危険を伴う。
これらのガスは貨物倉の底部に滞留し、空気との置換が容易でないものと考えられる。
したがって、金属硫化精鉱及び鉱物精鉱を輸送するに際し、当該貨物を積載した区画に進入する場合には、IMSBCコードに従って、一層の注意を払わなければならない。

小委員会に要請する対応

11. 当該文書の付属書で述べる調査の結果を議事録に書き留めるよう、小委員会に要請する。

(仮 訳)

DSC 17/INF.8

附 属 書

金属硫化銅精鉱の輸送に係る事故の調査結果の概要

1 事故の概要

貨物船 SINGAPORE GRACE は、硫化銅精鉱の揚荷役のために佐賀関港の岸壁に係船中、平成 21 年 6 月 13 日 08 時 30 分ごろ、作業員の 1 人が荷役作業に当たるため、3 番貨物倉内の梯子を降りている途中で倒れ、救助に向かった他の作業員 3 人のうち、2 人も貨物倉内で倒れた。

倒れた 3 人の作業員は、3 番貨物倉から救助されたが、その後、いずれも死亡が確認された。死因は酸素欠乏症であった。

2.1 事故発生に至る経過

本船は、密閉された 3 番貨物倉等に銅精鉱を積載し、パプアニューギニア ポートモレスビー港から佐賀関港に航行中、銅精鉱が酸化したことにより、3 番貨物倉内の空気中の酸素を消費した。

貨物倉の雰囲気は酸素欠乏状態になるとともに、銅精鉱に付着した浮遊選鉱剤から空気より重い人体に有害な臭気ガスが発生した。当該ガスは、貨物倉内に滞留していた。

フォアマンは、酸素濃度を計測した可能性があると考えられるが、同人が死亡し、また、他に計測状況を知る者がいないことから、計測が行われたかどうかを明らかにすることはできなかった。

他方、貨物倉は、佐賀関港でハッチカバー開放後も酸素濃度が 20.9% の外気と置換されず、酸素欠乏状態が続いていた。

本船が佐賀関港に係船中、作業員の 1 人が、3 番貨物倉に入って同貨物倉底部へ移動していた際、酸素欠乏状態の空気を吸入したことにより、酸素欠乏症を発症して死亡した。

フォアマンは、作業員を救助しようとして貨物倉に入り、当該者もまた酸素欠乏状態の空気を吸入し、酸素欠乏症を発症して死亡した。

さらに、他の作業員 1 人は、(先に貨物倉で倒れた) 2 人を救助しようとして貨物倉に再び入ったことから、酸素欠乏状態の空気を吸入し、酸素欠乏症を発症して死亡した。

2.2 貨物及び浮遊選鉱剤に関する情報

銅精鉱の MSDS によれば、貨物名は「硫化銅精鉱」で、パプアニューギニアで掘り出された

銅鉱石から浮遊選鉱を経て生産されたものであった。

MSDSには、品名、組成、成分情報、取扱い上の注意、防護措置、目に入った場合などの応急措置のほか、危険有害性として大気中で緩やかに酸化すること、水濡れによって緩やかに発熱すること、並びに発火時に「硫黄ガス」を発生させることが記されていた。しかしながら、浮遊選鉱剤に関する情報はなかった。

事故調査によれば、W剤及びX剤の2種類の浮遊選鉱剤が当該貨物の選鉱に用いられていた。粗鋼1t当たりの浮遊選鉱剤の使用量は、W剤が17.0g/t、X剤が16.5g/tであった。

2.3 銅精鉱の酸化及び浮遊選鉱剤の影響

運輸安全委員会（日本）は、銅精鉱の酸化特性、浮遊選鉱剤のガス発生特性などが、貨物倉などの密閉区画の環境（雰囲気）に及ぼす影響について調査した。

調査の結果は下記のとおりであった。

1. 空隙の酸素濃度は、環境温度や密閉容器中の空隙に関わらず、時間経過に伴ってほぼ直線的に減少した。
2. 酸素消費速度は、浮遊選鉱剤により異なる。
3. 浮遊選鉱剤は、密閉区域の下方ほど酸素濃度を低下させる。
4. 臭気ガスの成分は、トルエン、キシレン（以上芳香族炭化水素類）、ジエチルアセトアミド（エステル化合物）及びフェノール（フェノール類）であり、いずれも人体に有害な物質であった。

2.4 貨物倉内のガスが新鮮な空気と置換しなかった理由

佐賀関港でハッチカバーを開放した後、貨物倉内は一定時間酸素欠乏状態が継続していた。言い換えると貨物倉の空気は外気と置換されず、酸素欠乏状態の雰囲気が一時間継続した。

貨物倉内が空気と置換されなかった理由は、次のとおりであったと考えられる。

1. 浮遊選鉱剤から発生した空気より重い有害な臭気ガスが空気と置換せず、貨物倉の底部に滞留していた。
2. 自然換気の空気の流れは、風速1.4 m/s以内で、貨物倉の空気を置換するには十分でなかった。

3. 金属硫化精鉱輸送時の注意事項

硫化銅精鉱は、銅鉱石から浮遊選鉱剤を用いた浮遊選鉱を経て生産されたものである。精鉱に付着した浮遊選鉱剤の性状によっては、人体に有害なガスが発生することがある。

当該ガスは空気より重く、それゆえ、貨物倉に滞留する。その結果、有害なガスは空気と置換されず貨物倉内の雰囲気は、酸素欠乏状態が長く続く可能性がある。

資料②：委員会レポート（抜粋）

（仮 訳）

IMO第17回危険物・固体貨物
・コンテナ小委員会（DSC17）
議題17

DSC 17/17
平成24年10月5日
原文：英語

海上安全委員会へのレポート（報告）

目 次

節（セクション） ページ

（途中省略）

第4節 国際海上固体ばら積み貨物規則（IMSBCコード）及び付録の改正（02-13） 7

（途中省略）

金属硫化精鉱の輸送に伴う死傷者

4.18 小委員会は、ばら積み船SINGAPORE GRACEの金属硫化精鉱の輸送に関する事故の調査に関する情報を提供している文書DSC 17/INF. 8（日本）について注意喚起をしました。

（途中省略）