



バルクキャリアー積載貨物の事故防止について

その2・・・燃料タンクからの熱伝播によるHeat Damage

前回は海水濡れ事故について検討いたしました。今回は貨物損傷事故の中でもっとも頻度の高い燃料タンクからの熱伝播によるHeat Damageについて検討して見ます。

近年、船舶の使用するC重油は、低品質高粘度の重油であるため、低い温度での流動性が著しく悪くなります。このため、低温度での燃料タンク(二重底)から機関室内セッティングタンクへの燃料シフトは困難を要することとなり、燃料タンク(二重底)のHeatingが必要になります。

一昔前に比較し燃料タンクからの熱伝播によるHeat Damageが頻繁、かつ、増加傾向にあるのは低品質高粘度燃料の使用によるところも大きな原因と考えられます。

1 損傷を受けやすいBulk Grain貨物

燃料タンクからの熱伝播により損傷を受けやすい貨物としては、大豆及びメイズ等が挙げられますが、小麦及び菜種並びに大豆粕等も希に発生しております。特に大豆は高温に非常に弱く穀温が摂氏40度近くになると枯死状態となり発芽能力を失うと共に酸化が促進されるからです。

2 損傷の原因となる燃料タンクの種類

一般的に、Heat Damageの原因となる燃料タンクの種類及び位置は概ね下記が考えられます。

- ・ Double BottomのFuel Oil Tanks
- ・ 1番船倉の前に位置するDeep Tank
- ・ 機関室前部に位置するFuel Oil Settling及びService Tanks

その他、機関室内の熱により隣接した最船尾倉の積載貨物にHeat Damageが発生することも希にあります。

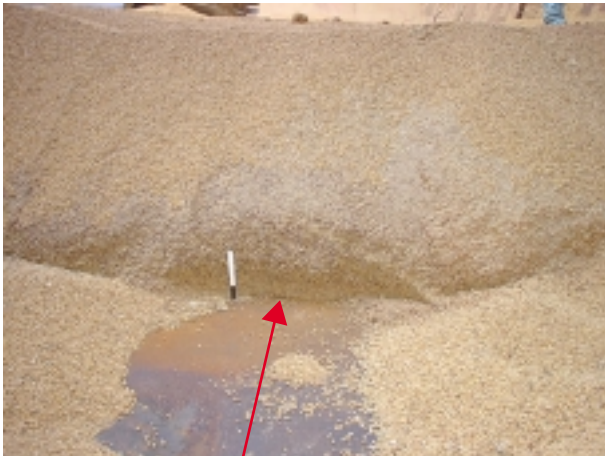
3 損傷の原因となる燃料タンクの種類

- ・ Double Bottom Fuel Oil Tanks

船舶によってはタンクの数には様々ですが、7船倉を有するパナマックス・タイプの船舶においては、5、6及び7番船倉の直下に夫々燃料タンクが位置している船舶が多く見受けられます。これら燃料タンク内の重油を過度に加熱した場合、その真上に積載された貨物も加熱され発熱・褐変・Cakingしてカビを伴い時には炭化状態に至ることもあります。その損傷状態及び範囲は燃料の加熱程度及び貨物自体の含有水分値等により異なりますが、受損部の高さはTanktopより2～3メートルに及ぶこともあり、穀温も摂氏80度近くまで上昇することもあります。又、希なケースですが、1船倉全量の貨物が損傷の対象となることもあります。

3 続き……

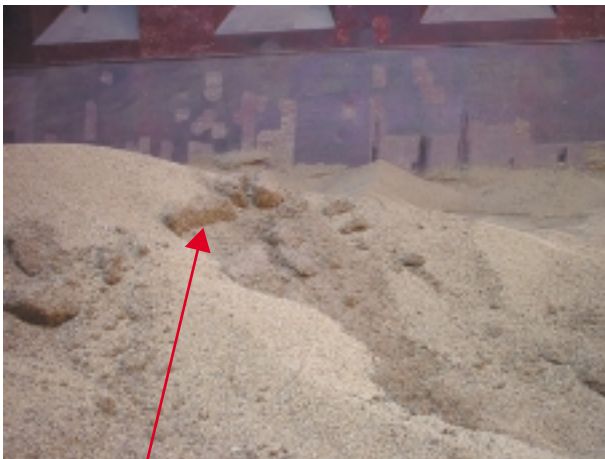
今までの経験ですと、5及び6番船倉より7番船倉内貨物の損傷程度が著しいようですし、7番船倉のみ(機関室に隣接した船倉)の貨物に損傷が発生しているケースも多々見受けられます。その原因は、船首部に位置するDeep Tank又は5及び6番船倉下部の燃料タンクを加熱するとき、そのHeating Linesは7番船倉下部燃料タンク内を通っているため、加熱時間が他の燃料タンクに比べ一番長いために生じるものと考えられています。



Tanktop 上で約1メートルの高さで著しくCaking及び褐変した貨物



摂氏87度まで発熱した貨物



著しくCaking・変色した貨物



ブルドーザーで集められている損傷貨物

・ 1番船倉の前に位置するDeep Tank

全ての船舶がDeep Tankを備えているわけではありませんが、船首Chain Rockerと1番船倉との間にDeep Tankを備えている船舶が希に見受けられます。このタンク内の燃料を過度に加熱した場合、Deep Tank後部隔壁に沿った1番船倉内前部貨物は先に述べましたDouble Bottom Fuel Oil Tank上の貨物と同様な損傷を被ります。その損傷範囲は、前後幅約1~2メートルに、深さはTanktop(Deep Tankの深さ)まで及びます。

3 続き……



1番船倉前面側壁に沿った損傷貨物



著しく変色及びCakingした貨物

・ 機関室前部に位置するFuel Oil Settling及びService Tanks

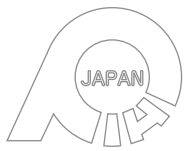
Fuel Oil Settling及びService Tanksが機関室中央若しくは後部の両舷に備えられた船舶も希に見受けますが、大部分の船舶は機関室の前面隔壁(船尾端船倉後部隔壁)に沿った略中央部に備えております。これらのタンクと機関室前面隔壁には若干の隙間(約30cm程度)はありますが、タンクの底部は前面隔壁に通じ、又、タンクの上部もブラケット等で同隔壁と接合されています。従いまして、同タンク内の燃料が過度に加熱されます(過去の経験では、Settling Tankは80、Service Tankは90 前後まで加熱されています。)その熱はタンクの底部及びブラケット等を通じて機関室前面隔壁に達することになります。その結果、船尾端船倉後部隔壁に面した貨物の一部に前述同様なHeat Damageが発生することとなります。



表面が後部隔壁に沿って著しくカビた貨物



7番船倉後部隔壁に沿って著しく変色・Cakingした貨物



4 損害防止策

この様な燃料タンクからの熱伝播によるHeat Damageを防止するためには、各タンク内の燃料を過度に、又は必要時以外に加熱しないことは勿論のことですが、その他の防止策として下記が考えられます。

- a** 機関部乗組員は貨物の性質を十分に把握していないことがままあり、独自の判断で各タンク内の燃料を過度に加熱して、前述のような甚大な損害が発生した場面が多く見受けられます。Bulk Gainの貨物を積載した場合は、機関部と甲板部の意思の疎通を十分に行うことが肝要であると考えられます。
- b** 通常Double Bottom Tanks内の加熱ラインはタンク底部より約10cm位の高さに設置されています。過去の経験上、この加熱ラインが液面から露出するか或いは液面スレスレの状態に加熱した場合は、タンク満杯か若しくは液量が多い時に比較して、Tanktopに与える熱量は大きいようです。従いまして、各タンクの消費に当たっては十分な液量を残して次のタンクへ移行するように努めるべきであると考えます。又、前記に関連しますが、消費タンクの順番も考慮にいれなければなりません。過去の事故事例では、最後部船倉の貨物に多くHeat Damageが発生しています、これは最後部のタンク内の燃料を消費した後に前部のタンクに移行しているからです。タンクの消費順番は船首部タンクから船尾への移行を推薦します。
- c** 現在一般的に180又は380センチストークス(動粘度の単位)のC重油が使用されているようです。コスト的な面もありますが、Grain Bulk積載時は損害防止のため、高温度に加熱しなくても移送が容易な低粘度であるC重油(180センチストークス)の使用をお勧めします。
- d** Heatingする際の蒸気弁の開度はわずか(1/16~1/4回転)であり、また、多くの場合手動で操作しています。このため、船舶の振動により蒸気弁の開度が大きくなることもあるので、開度が変わらないようにストッパーを施す必要があると考えます。さらに、機関室内にある燃料加熱蒸気弁(インレット)を完全に閉鎖したつもりが、誤操作又は弁に何らかの欠陥があり完全に閉鎖されていなく、常時Heating Lineに蒸気が流れて、貨物がHeat Damageを被る場合も多く見受けられます。調整弁の操作は正確に行う必要がありますし、この弁の点検・整備も随時励行する必要があると考えます。
- e** 航海中排ガスエコマイザーで発生する蒸気が船内消費量を上回り、余剰蒸気となる場合があり、その処分方法として、燃料タンクのHeating Linesに循環(逃がす)させるケースもあるようです。この様なことを行いますと各タンク内の燃料は常時加熱されることになり、結果として甚大なHeat Damageの原因となります。従いまして、船内に余剰蒸気が発生した場合は別の処理方法を考えるべきであると思えます。

—おわり—

協力: 社団法人 日本海事検定協会



Prevention of accident damage to cargo loaded on Bulk Carriers

Case 2) Heat Damage caused by heat transfer from the Fuel Oil Tanks

In Case 1 we explained about seawater damage, and now we discuss heat damage caused by heat transfer from bunker tanks. This occurs quite frequently. These days, vessels use high viscosity low quality heavy fuel oil which is unpumpable at low temperatures. So heating of the oil in these tanks is necessary to enable it to be pumped from the double bottom or deep tanks to the settling tank in the engine room.

Due to the increasing use of high viscosity low quality oil, cargo damage caused by the heating of fuel oil beneath the cargo holds happens more frequently.

1 Grain in Bulk is easily affected by heat

Most easily damaged by heat transfer from fuel oil tanks are Soybeans and Maize but Wheat, Rapeseed, and other bulk grains are also occasionally heat damaged as is Soybean Meal.

Soybeans are especially sensitive to heat, and if the temperature of the beans reaches about 40°C the beans will become withered and lose their ability to sprout, and oxidisation is increased.

2. Fuel oil tanks

Generally, fuel oil tanks causing heat damage are as follows :-

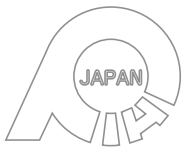
- Fuel Oil Tanks in double bottoms
- Deep Tanks located forward of No.1 hold
- Fuel Oil Settling and Service Tanks located at the fore end of engine rooms

Cargo loaded in the aftermost hold is occasionally damaged by heat transfer from the engine room.

3 Type and pattern of damage to cargo caused by heat transfer from each tank

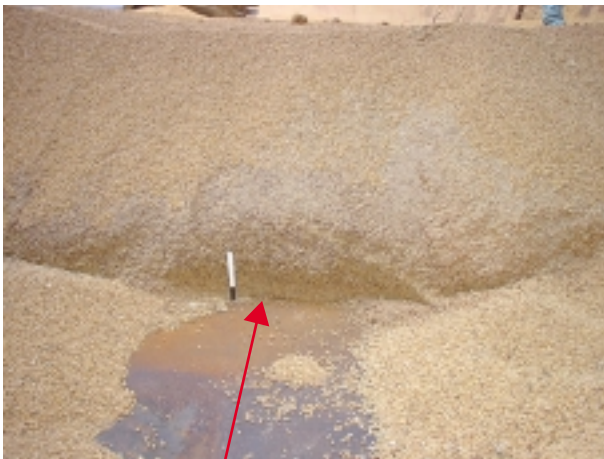
• Double Bottom Fuel Oil Tanks

The number of tanks varies depending on the type of vessel, but generally, vessels of Panamax type have seven holds, and the fuel oil tanks are located only underneath Nos. 5, 6 and 7 holds.



3 Sequel.....

When the fuel oil in those tanks is over heated, the plating above the tanks may become warm, and as a result, the cargo may become discoloured, caked and mouldy, and sometimes the cargo may be carbonised. Although the type and the extent of the damage will vary in proportion to the moisture content of the cargo and the degree of heating of the fuel oil, typically the cargo may be damaged up to a height of some 2 to 3 meters above the tanktop, and the temperature of the beans may rise to some 80°C. Moreover, in rare cases, the whole cargo in a hold may have to be treated as damaged. From experience, the degree of damage to cargo in No.7 hold is often worse than in No. 5 and 6 holds, and this is usually due to the fuel oil heating lines for the oil in the tanks under the No. 5 and 6 holds or in the deep tank located at forward of No.1 hold, passing through the tank under No.7 hold, and so, the duration of heating of the tank under No. 7 hold is longer than for the other tanks. (Damaged conditions and pattern are shown in the photos below)



Showing heavily caked and discoloured cargo of 1m thick



Showing beans heated to 87.0°C



Heavily discolored and caked cargo



Showing gathering of the damaged cargo

3 Sequel.....

• **Deep Tank located in front of No.1 Hold**

Not all vessels are equipped with a Deep Tank, but some have a Deep Tank between the Chain Locker and No.1 hold. When the fuel oil in this tank is overheated, the cargo in the fore part of No.1 hold adjacent to the aft bulkhead of the deep tank may be damaged similarly to the cargo on the double bottom tanks, described previously. The damage may extend some 1 to 2 meters from the forward bulkhead of No.1 hold, and may reach the level of the tanktop. (same depth as the deep tank)

(Damaged conditions and pattern are shown in the photos below)



Damaged cargo along the fore bulkhead in No.1 hold cargo



Showing heavily caked and discoloured

• **Fuel Oil Settling and Service Tanks located at the fore end of the engine room**

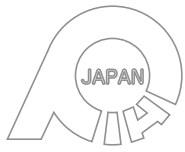
A few vessels have the Fuel Oil Settling and Service Tanks along the sides in the middle of the engine room or at the aft end, but in most vessels, they are located some 30cm away from the forward bulkhead near the vessel's centerline. These tanks are joined to the forward bulkhead by the bottom plates of the tanks and by brackets, etc., at the top of the tanks. Therefore, if the fuel oil in these tanks is heated too much (Generally, it is heated to 80°C for the settling tank, and 90°C for the Service tank), the cargo along the aft bulkhead in the hold adjacent to these tanks may sustain heat damage in the same manner as the cargo along the forward bulkhead of No. 1 hold.



Showing heavily caked and discoloured cargo along bulkhead plates between the engine room and the aftermost hold



Mouldy cargo in the top surface along the aft bulkhead of the aftermost hold

**4 Damage prevention plan**

Of course, in order to prevent heat damage to the cargo by heat transfer from the tanks, the fuel oil in the tanks should not be over heated or heated longer than necessary.


In addition, the following precautions should be taken.

- a** Most of the serious heat damage occurs because the Engine Department often do not fully understand the character of the cargo, and so the fuel oil in each tank is heated too much. So, when a cargo of Bulk Grain is loaded, it is important to have good communications between the Engine and Deck Departments.
- b** Usually, the heating lines in the double bottom tanks are installed at a height of about 10cm from the tank bottom. From past experience, when the heating lines are exposed above the surface of the oil or are at the same level, the amount of heat transferred to the tanktop plates is greater than when the tanks are full or have a lot of oil in them.
Therefore, sufficient oil should be left in each tank when shifting consumption to the next tank. In this connection, it is also important to take into consideration the order of consumption. Experience shows that heat damage has frequently occurred to the cargo in the after hold, because of oil consumption starting from the after tank to the fore. It is recommended that the order of consumption of the oil should be from the bow to the stern.
- c** Heavy fuel oil of 180 or 380 centi-strokes (unit of kinematic viscosity) is now generally used. Although there will be a cost factor, in order to prevent damage to Grain Cargo, the use of heavy fuel oil having a viscosity of 180 centi-strokes is recommendable as this can easily be transferred without heating to high temperature.
- d** To heat the oil in the double bottoms or deep tanks, the steam valves are only cracked open (1/16 to 1/4 rotation), and the valves are operated manually. Since the vibration of the vessel may cause the valves to open further, a stopper should be applied to prevent this happening. Sometimes, it is thought that fuel oil heating steam lines are completely closed, but actually they are not due to incorrect operation or a defect in the valve so steam continues to flow through the heating lines. This is a common cause of heat damage.
The valves must be correctly operated, frequently checked and properly maintained.
- e** During the voyage, the steam generated by the exhaust gas economiser may exceed the amount required by the vessel and sometimes the surplus steam is circulated in the fuel oil tanks' heating lines to dispose of it. When this is done, the fuel oil in each tank will be continuously heated, and serious heat damage will occur.

Therefore, when surplus steam is produced, other methods of dealing with it should be used.

— End—

<With collaboration from Nippon Kaiji Kentei Kyokai(NKKK)>

	JAPAN P&I CLUB 日本船主責任相互保険組合	ホームページ http://www.piclub.or.jp
東京本部 Principal Office(Tokyo)	〒103-0013 東京都中央区日本橋人形町2丁目15番14号 2-15-14, Nihonbashi-Ningyoucho Chiyoda-ku, Tokyo 103-0013, Japan	Tel:03-3662-7219 Fax:03-3662-7400
神戸支部 Kobe Branch	〒650-0024 兵庫県神戸市中央区海岸通5番地 商船三井ビル6階 6th Floor Shosen-Mitsui Buid. 5, Kaigandori Chuoh-ku, Kobe, Hyogo 650-0024, Japan	•••Tel:078-321-6886 Fax:078-332-6519
福岡支部 Fukuoka Branch	〒812-0027 福岡県福岡市博多区下川端町1番1号 日動福岡ビル6階 6th Floor Nichido-Fukuoka Buid. 1-1, Shimokawabata-machi, Hakata-ku, Fukuoka 812-0027, Japan	•••Tel:092-272-1215 Fax:092-281-3317
今治支部 Imabari Branch	〒794-0028 愛媛県今治市北宝来町2丁目2番地1 2-2-1, Kitahorai-cho, Imabari, Ehime 794-0028, Japan	•••Tel:0898-33-1117 Fax:0898-33-1251
ロンドン駐在員事務所 London Liaison Office	78 Fenchurch Street, London EC3M 4BT U.K.	•••Tel:44-20-7702-1638 Fax:44-20-7481-3885