

TOSHIN STUDY^{New 74}

東神油槽船株式会社 平成28年3月28日 BY安全管理室

〒103-0023 東京都中央区日本橋本町 4-5-14 入江ビル7階

TEL03-3270-3033 ・ FAX03-3241-2812

【荷役が中断した時にバルブを閉める理由】

何らかの理由で荷役作業が一定時間中断される場合には、

- ① 1 タンクの片舷タンク及びゲートバルブを除き全サクシオンバルブを閉鎖
- ② ゲートバルブ及び全てのサクシオンバルブを閉鎖

のどちらかを行って荷役が再開されるのを待つのが一般的です。乗組員の皆さんは現場で既に実施していることですが、なぜそのような措置が必要なのか、図解で説明していきたいと思います。

【まずは、重力と浮力の関係】

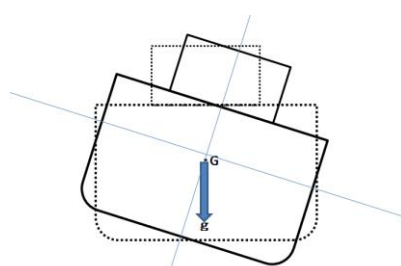
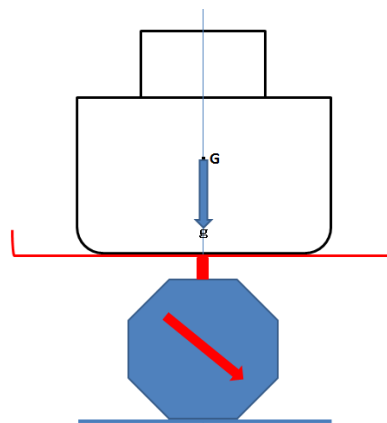
船が外力等により傾斜した場合に、どのような原理で元に戻るのかを最初に説明していきます。いちばん簡単なモデルとして、船の中にある全てのもの（燃料や貨物、バラスト水等も含む）が移動しないと仮定した状況で説明します。

ここで関係するのは「重心・重力」と「浮心・浮力」です。

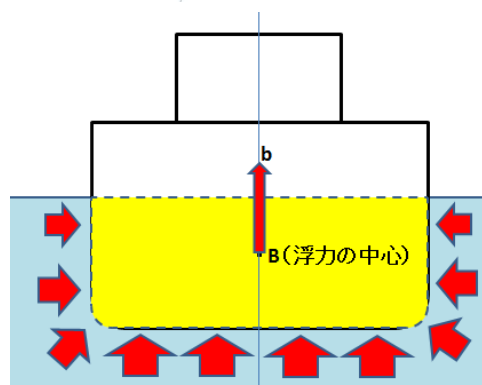
まず、重心とは何か？ですが、分かりやすく説明すると、「船の重量の中心で、その点で船を掴んで持ち上げることができたら、外力の影響を受けなければ傾くことなく持ち上げられるポイント」と言うことができます。船全体に働いている重力を、その重心(G)に集めてベクトル(g)で右の図のように表したものが「重力」です。

(図は大きな秤に乗っているような図になっています) この重力は常に地球の中心に向かっていきます。

次に浮力ですが、「船が浮いている」状態では船体で海水が押し出されたことによって水圧が生じます。水圧は下に行く(沈む)ほどに

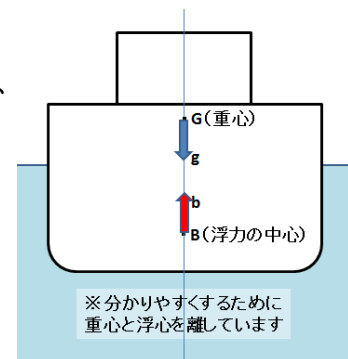


船が傾いても、ベクトルの方向は常に地球中心方向
船の中で物の移動が起きない場合には、重心は移動しない



強くなるのはご存知だと思います。水圧の水平方向の力に関しては、反対側から同じように力を受けるためにベクトル（≒力の向きと強さ）としては打ち消し合い、垂直方向のベクトルだけが残ります。この残ったベクトルを水面下の容積の中心である浮心(B)に集め、ひとつのベクトルで表したものを(b)を「浮力」と言います。

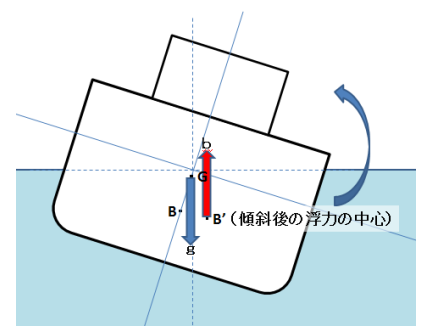
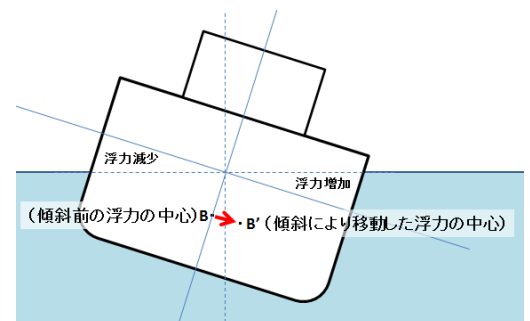
重心と浮心の位置関係は、浮心が水面以下の容積の中心にあることから、浮心が下で重心が上になり、風や波などの外力の影響がなければ両方のベクトルが一直線上に並ぶ状態で船は安定します。



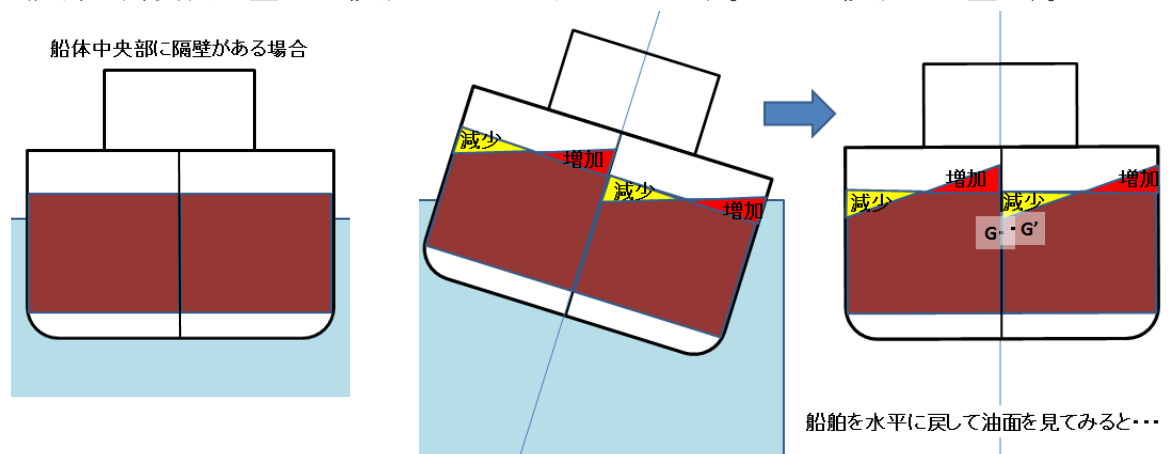
【船が傾いたときなぜ戻るか】

次に波や突風の影響等を受けて船が傾斜したときに、どのような理屈で船が元に戻るかを見ていきます。一番シンプルなモデルで説明したいので、船が傾いてもタンク内の液体も含め、重量物の移動がない（＝重心の移動がない）と仮定します。

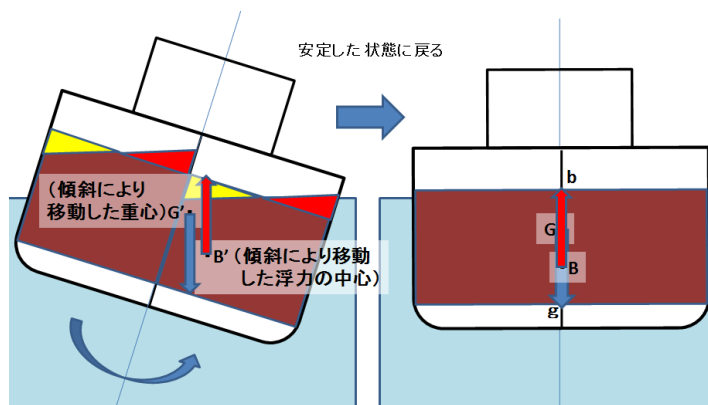
船が傾くと、右の図のように傾いた側（右側）の水面下の容積が増え、反対側（左側）の水面下の容積が減ります。そのため、浮心が傾いた側に移動します（図の中で $B \rightarrow B'$ への移動）。そのため、重心より右側で浮力が生じ、船を反時計回りに回転させる力（モーメント）が発生して船は水平に戻ろうとします。



さらにタンク内にある貨物油や燃料油等を考慮した場合を考えてみましょう。船が傾くとそれに合わせて液面が水平になるように傾き、そのために重心も移動します。例として、傾斜による貨物油タンクの状況を下に描いています。船が右に傾くと貨物油がそれぞれ右側に偏るため、重心が右に移動するのが判ると思います（下の図は、貨物油を例に判りやすくするために傾斜の角度及び重心の移動量を大きくしています。G' が移動した重心）。

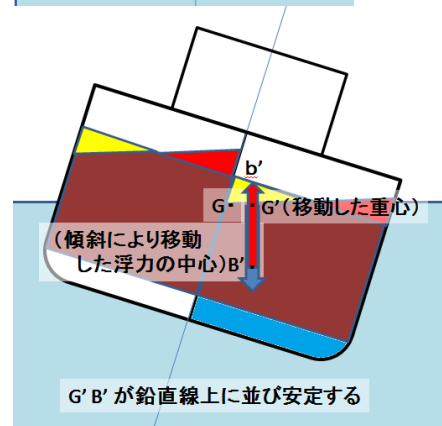
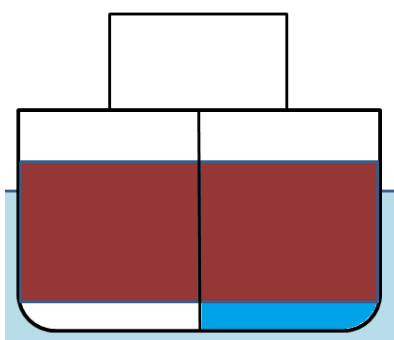


大角度の傾斜でない限り、貨物や燃料等が満載であっても傾斜による浮心の移動量と重心の移動量を比べた場合、浮心の移動量のほうが大きくなるように設計されています。そのために、傾斜しても元の状態に戻るのです。



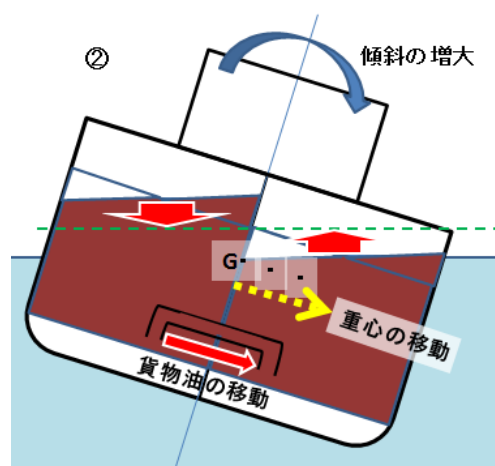
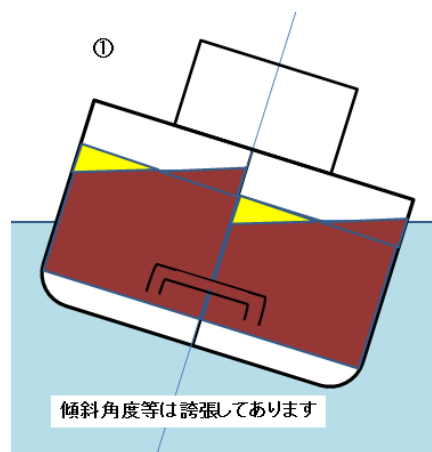
左右の重量バランスが崩れている場合

また、何らかの理由により右舷側と左舷側の重量の配分が異なった場合（例：バルブ操作ミス等により左右に分かれているバラストタンク的一方のみに海水を搭載した等）には、重心が船体中央からずれるため、船は水平な状態で安定するのではなく、傾斜して重心と浮心が鉛直線上に並んだ状態で安定します。



【荷役を中断した際に発生する状況】

さて、いよいよ本題です。船体傾斜等の理由により、中央で仕切られた左右の貨物タンクの油面の高さに差が出た（液面計による高さの差ではなく、図のように見た目の油面の高さの差です）とします（図①）。この状態で荷役ラインのバルブが閉鎖され、左右のタンクが完全に独立していれば問題はありません。しかしサクションラインのバルブを閉鎖しなかった場合、左右のタンクは貨物油で満たされた配管で繋がっている状態となります。このような状態では、それぞれのタンクの油面の位置を均一にしようとして油が移動します（図②。専門用語で「サイフォン効果(注)」といいます。）。右の図の場合には、傾斜している右タンクの方に貨物油が流れていきます。その結果、右タンクが重くなるため、重心が中央から右の方に離れていき船の傾斜がさらに大きくなります。そして船の傾



斜が大きくなれば、再び油面の高さの差が広がり、さらに油が流れてくる、という悪循環に陥ります。

(注)サイフォンというのは、ギリシャ語で「管」という意味。この効果は身近なところでは手動の灯油ポンプの給油原理に使われています。(蛇足ですがコーヒーサイフォンとは別ものです)

【荷役上での注意事項】

このような事態を起こさないために、荷役中断時にこまめにバルブを閉止しているのです。また、短時間で荷役が再開することが分かっている、バルブを閉止しない場合においては、油面や船体の状態監視を怠らないようにしてください。初期の貨物油の移動はゆっくりしていますが、時間が経つにつれて油が移動する流速は早くなります。

【編集後記】

今回は船体の横傾斜に関して書きましたが、複数タンクに同一貨物を搭載する場合には、状況によって2タンク（左右別タンクと考えると3タンク）以上のバルブが開いているときがあります。この場合は、タンクの油面の差が大きいため、短時間の荷役中断であっても貨物油の移動が発生してしまいます。そうなれば、積み付けに併せたトリム調整・バラスト排水を行っている荷役作業全般に影響が出ることは言うまでもありません。十分注意してください。

また、今回は分かりやすく説明するために、GM 等本来復元性を説明する場合に必要な項目や、自由水の影響の詳細には触れていません。難関ですが、機会があれば掲載していきたいと思えます。

昭和12年4月1日に東神油槽船商会として産声をあげた当社は、今年で創業80周年を迎えます。この歴史が90年、100年と続くように1年1年を確実に積み重ねていきましょう。そのためには、安全に対する配慮と行動が必要不可欠です。今後共よろしくお願いたします。

