Kobe University Repository : Kernel

PDF issue: 2025-10-01

船の喫水のはなし

矢野，吉治

(Citation)
海事博物館研究年報,52:23-29

(Issue Date)
2025-03-31

(Resource Type)
departmental bulletin paper

(Version)
Version of Record

(JaLCDOI)
https://doi.org/10.24546/0100496295

(URL)
https://hdl.handle.net/20.500.14094/0100496295

船の喫水のはなし

海事博物館顧問　矢　野　吉　治

はじめに

いつの時代も船は人間が造り上げた最大級の移動構造物ですが、港に憩う大小様々な船を目の当りにしたとき、優雅で機能美を帯びたかたちやその大きさに圧倒されて感激し、また、あるときには郷愁にかられることはあっても、水面下にあって船の重量を支えている船体の見えない部分に目を配ることはあまりないでしょう。ここでは浮力を利用して水に浮いている船の“喫水”と、船の通航に必要な船底下の水深について、関連することがらを交えて概説します。

1. 船の喫水

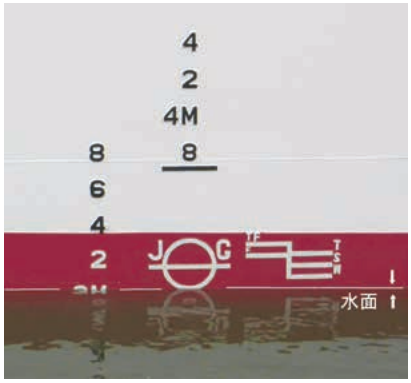
1.1　船のコンディション

船の“艏”（船首部：bow）と“艉”（船尾部：stern）並びに船体中央部（ミジップ：midship）の両舷水線部付近の鉛直方向上下に数字や文字が刻まれています。船の浮いている水面とこれらの数字とが交わった点を読み取ることで船の水面下への沈み具合を正確に知ることができることから、船にとっては重要な表示なのです。これを喫水（ドラフト：draft）と呼び、これら一連の文字列を喫水標（ドラフトマーク：draft mark）といいます。船首と船尾及び中央部の喫水からは船体の前後方向の傾きや沈み具合（トリム：trim）の他に、船体前後のたわみ（反り具合・ホギング：hogging・サギング：sagging）や横方向の傾き（ヒール：heel）による左右の沈み具合などを知ることができ、そのときの船の総重量や船に積み込んだ、あるいは陸揚げした貨物の重量などの船体コンディションを求めることができます。船体の要所に刻まれたこれらの数字は、線の幅が２㎝で、鉛直方向には10㎝の高さがあります。船首尾部の船体外板が大きく湾曲している箇所ではこれらの数字は真横から見て10㎝の高さ幅になるよう縦方向に大きく間延びした字体で描かれています。なお、喫水を“㎝”ではなく“feet”で表示する船もあります。

図１に令和４（2022）年３月15日まで神戸大学大学院海事科学研究科附属練習船として在籍した「深江丸」（449総トン・全長50m）の船首と船尾及び船体中央部の喫水標を、満載喫水標と乾舷高さ（後述）とともに示します。参考までに喫水標の読み取り例を図２に示します。

船の重心位置にどれだけの重量のものを載せると船全体が平均１センチ沈むか……という指標をTPC（トン・パー・センチ：Ton per centi）といい、船の積載能力を表すひとつの数値です。深

船首喫水標



中央部喫水標（喫水：3m-08㎝）
満載喫水標と乾舷高さ（0m-69㎝）

船尾喫水標

図１ 深江丸の船首及び船尾喫水標、船体中央部喫水標と満載喫水標、乾舷の高さ

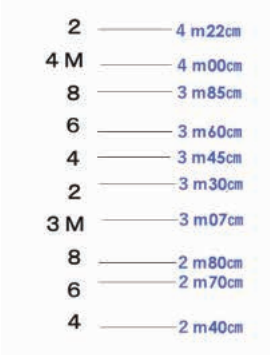


図２　喫水標の読み取り例
※文字の高さ：10㎝　文字間：10㎝　線の幅：2㎝
文字の下端水面が該当する喫水

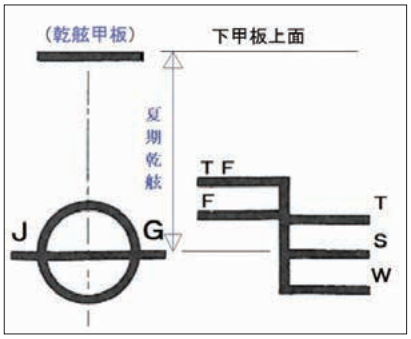
江丸のような全長50メートルの中型船でも船体を１センチ沈めるのに3.3トンの重量が必要です。大型船になればなるほどその数値は格段に大きくなり、船の積載能力がいかに大きいかがわかります。

1.2　満載喫水線

わが国の国土交通省令：船舶安全法・同法施行規則では、船の航行区域の内、遠洋区域（ocean going areas：世界中の全ての水域）と近海区域（greater coasting areas：南緯11度～北緯63度、東経94度～東経175度の線で囲まれた水域）を航行区域とする船舶に対して、貨物の積み過ぎによる船体の大傾斜や転覆などの海難を防ぎ、また、荒天などに際して復原力を確保することを目的に船体両舷中央部の水線部付近に国際満載喫水線条約に基づく“満載喫水標”の表示を義務付けています。船が浮いている水面とその上方にある乾舷甲板までの鉛直距離を示すことから乾舷標（フリーボードマーク：Freeboard mark）と呼ばれます。また、英国人提唱者の Samuel Plimsoll を記念して「プリムソルマーク：plimsoll mark」[(1)]、または「プリムソル・ライン」とも呼ばれます。1878年に英国で「船舶の適切な検査および操作に関する法律」が商船法 <Merchant Shipping Act> に組み込まれ、“満載喫水線”を国の制度として導入した最初の法律とされています。この条約のおかげで、船はもとより幾多の人命と膨大な量の貨物が保全されることになりました。今でも海上物流における信頼性の向上と海運経済の発展に大きく寄与していることは言うまでもありません。

参考までに、かって練習船として活躍した深江丸の満載喫水標を図３に示します。このときの乾舷の高さは、図１の中央部喫水標の“８”の文字の下にある黒色の横線の上面（3m－77㎝）から、水面の喫水（3m－08㎝）間の鉛直距離で示され、両者の差である（0m－69㎝）であることがわかります。なお、この黒色のラインは深江丸船体下部の内部構造である４つの横隔壁（よこかくへき）が到達する最上層の全通甲板（隔壁甲板）の位置を示しています。

船が積地（つみち）で貨物を積載するとき、水面がこの印の線（深さ）に達するまで貨物や燃料、清水などを最大限度積み込んで船体を沈めることが許されます。なお、積載貨物の重量バランスと船の安定性確保の観点から、バラストタンクに注排水しながら満載喫水線に至らなくても貨物の積載を計画的に制限することがあります。国際満載喫水線条約では船の航行海域を熱帯淡水域（TF）、淡水域（F）、熱帯域（T）、夏期（S）と冬期（W）及び北大西洋海域では冬期北大西洋（WNA）に区分



【略号の意味】
JG：Japanese Government（船級：日本政府）
TF：Tropical fresh water load line
；熱帯淡水満載喫水線
F　：Fresh water load line；淡水満載喫水線
T　：Tropical load line；熱帯満載喫水線
S　：Summer load line；夏期満載喫水線
W　：Winter load line；冬期満載喫水線
※ WNA：Winter North Atlantic load line

図３ 練習船深江丸の満載喫水標

し、船の種類と航行する海域や季節などを考慮して条約に則った満載喫水線の表示を船に義務付けています。船には５年ごとの定期検査においてこのマークの正確な表示が求められます。なお、同じ海域でも、季節により船をその線より深く沈めて航海してはならないことになっています。

1.3　船尺一尺の法

江戸時代のわが国では、藩米（はんまい）の水上輸送の安全確保のため「船尺一尺の法」により、乾舷を一尺（凡30㎝）以上に保つことが定められていました。この乾舷を確保するため船縁（ふなべり）に刻印を打ち、これ以上に船を沈めてはならない（米を積んではいけない）水面の位置を厳格に表示しました。英国に先立つこと200年ほどの昔の寛文（かんぶん）年間（1660年代）に、藩米保護の観点から定められた妙案です。当時の船賃収入が船積みした量による出来高払いであったことから、積み過ぎによりしばしば転覆や沈没などの海難を誘発していました。船と積み荷を守ることを目的としたことに大きな意義があり、前述の満載喫水標の先駆けともいえるでしょう。

2. 船の排水量（船体重量）

船は水を押しのけてその場に浮かんでいます。水面下に沈んでいる船体部分の容積に相当する海水の重さを排水量（ディスプレイスメント：displacement）といい、アルキメデスの原理で知られるように、排水量はそのときの船の総重量を表します。船は水の浮力を利用したとても効率の良い大量輸送手段ですが、浮いている周囲の水の比重によってその沈み具合がやや異なります。前記の喫水標の数字は海水の比重を1.025（1.025g/㎤）として、船殻（せんこく）設計に基づき建造時の船体に正確に刻まれて表示されます。この比重の水を標準海水といいます。真水の比重は1.00ですので、パナマ運河などの淡水域を航行するときは海水域に比べて1,000トンあたり25トン程度の浮力差を生じ、浮力が減少した分、船体がわずかに沈下します。

港において、そのときの船の重さを求める場合は、船の周辺数カ所における海水を採取し、海水比重計を用いてその比重を求めます。船の前後及び中央部の喫水から求めた排水量に、船の前後方向の傾きによる補正（トリム修正）や船体前後のたわみによる補正（ホグ・サグ修正）を行い、さらに標準海水との比重の差による重量を加減して正確な排水量（船体重量）を知ることができます。石炭や鉱石、穀物や木材チップなどのいわゆるばら積み貨物を大量に積載して運搬する船では、貨物の積載前と積載後の喫水を読み取ることで、前後の排水量の差から、どれだけの重さの貨物が船に積み込まれたか、あるいは、揚地（あげち）においてどれだけの重量の貨物を陸揚げしたかがわかります。このことから貨物を運ぶことを生業（なりわい）とする商船にとって喫水はとても重要な数値であり、入港後と出港前の他、必要に応じて船首尾と中央部の喫水から排水量やトリム、ホグ・サグの状況などの船体コンディションを正確に把握し、航海日誌（ships log book）や業務日誌に記録を残します。

ここで、船首トリム（トリム バイ ザ ヘッド：trim by the head）とは船首の喫水が船尾の喫水より深い場合を、逆に、船尾トリム（トリム バイ ザ スタン：trim by the stern）とは船尾喫水が船首喫水より大きく、船尾側が水面下に深く沈んでいる状態のことをいいます。一般に船尾トリムのほうが船の針路安定性や舵効（かじき）きなどの操縦性、凌波（りょうは）性や推進性などの面で有利とされます。

原油タンカーや鉱石運搬船などの大型船が日本の港で貨物を荷揚げすると、船倉（槽）が空になり、船体重量が軽くなった分、船は水面からぽっかりと浮き上がってしまいます。また、機関室や船橋構造物などの重量物が船体の後部に配置されている船では、前部がぽっかりと浮き上がる極端な船尾トリムと同時に船体が前後方向上下にたわむホギング状態になることがあります。このため、船底や船側のバラストタンク、あるいは貨物槽内に大量の海水を注入して船体への曲げ応力の対応と船体の安定性を確保し、さらには浮き上がって上部が露出した推進プロペラの没水率を高めて推進性を保つなど、船体コンディションを調整しながら堪航性（たんこうせい）（船が航海に堪える性能：seaworthiness）を確保します。積地（つみち）での貨物の積載に際しては、前の揚地（あげち）で貨物槽やバラストタンクを満たしていたバラスト水が一気に大量に海

洋へ排出されることになり、海洋生物の幼生や卵、胞子などの外来種の越境移動が近時、大きな環境問題になっています。

3．制限水路通航時における船底と海底面とのクリアランス

運河や港内水路など、自船の喫水に対して水深が十分でない浅水域（制限水路という。）を航走する場合には、通航前に次に挙げるような様々な要素による船底と海底とのクリアランス（距離）の減少[2]を検討しておく必要があります。最後段にマラッカ・シンガポール海峡通航時における安全確保のための検討事例を記します。

3.1　航海中における喫水の変化

船は港を離れて次の目的地へ向かう途中に、搭載していた燃料と潤滑油、水や食糧を消費し、これにより船の重量が軽くなり、船体前後部と中央部の喫水やトリムに変化を生じます。客船や大型船など、船種によっては船首と船尾の喫水をほぼ同じ深さ（イーブンキール：even keel）にして船体の前後方向の水平を保ち、横傾斜も極力抑えます。使用する燃料や清水を取り出すタンクのこまめな切り換えの他、バラストタンクの注排水を行うことで船の安定性や推進性能の確保と同時に貨物の保全や乗り心地の良さを保ちます。

3.2　水面下の障害物の存在

船は海洋、湾内や港内など、海や河川のどこでも通航できるわけではありません。例えば川が海に注ぐ河口付近では上流からの土砂の堆積により浅瀬が形成されることがあります。そこで大規模な運河や港内の重要な水路などでは船の通航の安全を確保するために定期的な浚渫により水底の土砂をさらって一定の水深を保ちます。浅瀬、暗礁や岩礁など、水面下に存在して船上から見ることのできない障害物は船にとって恐ろしく危険な存在であり、海図が未整備、あるいは不正確な時代は船の航行にとって大きな脅威でした。船の通航に際して十分な水深のある・なしは、航海中に出くわす他船、沿岸地形や島嶼などとは異なり直接目視できないことから特段に注意を払わなければならない重要事項のひとつです。海図には沿岸部の正確な海岸線や顕著な物標の他に、港内や湾内を含む広い水域における水深と底質（泥、砂、礫、岩などや海底の性状）、魚礁などの海底設置物の他、沈没船などの海底障害物が正確に記載され、船の航行や錨泊の他、漁業活動の安全に役立っています。なお、現在では電子海図（ECDIS：Electronic Chart Display and Information System）が従来の紙海図に取って代わり主流になりつつあります。

船が人や物を輸送するための手段として進化を始めた古くから、船の安全に必要な“航海の３Ｌ”として次の３つの要素がありました。一つ目は“Lookout”で、周囲に対する厳重な見張りです。二つ目は“Log”のことで、船が移動する速さを知ることです（海事博物館研究年報2023「航海のはなし」参照）。三つ目は“Lead”（レッド）であり、海の深さを知ることです。かって測深に用いた軽測鉛（hand lead）と重測鉛（deep sea lead）[3]を図４に示します。重測鉛には60メートルを超える長さの測鉛索を用い、一般商船では水深が略30メートルを超える場所に錨を投じる（深海投錨という。）際に使用しました。鉛でできた50㎝前後の円錐体の底にはグリースを詰めるくぼみ（arming hole）があり、この重い測鉛を海底に垂下して深さを測り、直後、引き上げたときにこのくぼみに付着した泥や砂などの海底物から大凡の底質を知り、錨泊中における錨かきの善し悪

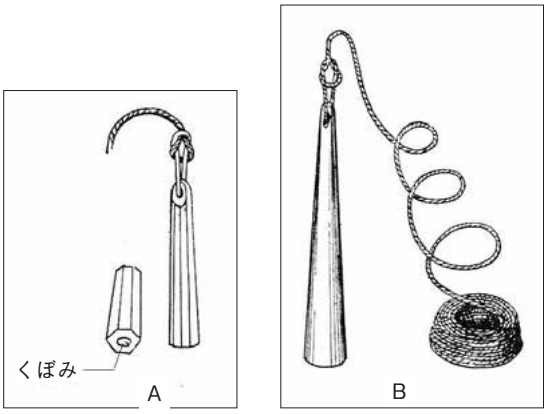


図４　A　軽測鉛（hand lead：3, 5, 7kg）
　　B　重測鉛（deep sea lead：13kg）

しの参考にしました。現在では音響測深儀（echo sounder）により船の直下の水深を測ることが一般的です。水中では電波が使えないことから、海底の様子（深さや形状）は音波（超音波）を媒体にして、その反射により間接的に見ることができます。魚群探知機や海底地形の探査装置なども同様です。

3.3　安全航行のための余裕水深と航走中における実際の海底面とのクリアランス

自船の最大喫水（最も水面から沈んでいる深さ）と直下の海底面との鉛直距離のことを“余裕水深：UKC”（Under Keel Clearance）といいます。ここで“keel”とは船底の中央部を船首尾線に沿って縦方向に貫く船体の主要な強度部材である“竜骨”のことです。沿岸域や港湾等の制限水路、水道や水路の他、海底火山地帯や珊瑚礁海域などにおいて、船はこの余裕水深を十分に確保してはじめて航行の安全が保証されることから“UKC”はとても重要な要素なのです。

船が行き脚なく停止しているときに比べて、航行中はうねりや風浪、他船の航走波などによる船体動揺に起因して最大喫水は変動し、これに水面変動が重なって余裕水深も刻々と変化します。さらに浅水域では余裕水深のなさの程度により船体沈下と船首トリムの発生に加えて、速力の低下、旋回性能や船首航走波の異常など、深水域に比べて船の操縦性能諸元に大きな変化を来すことから、通航に伴い発生、あるいは遭遇する諸現象に対して細心の注意が必要です。余裕水深（UKC）の一般的な目安[2]を次に挙げます。

3.3.1　余裕水深の目安

座礁や底触をせずに航行するための最低限度のUKC

①外　　洋：自船の喫水の20%（以上）
②港外水路：自船の喫水の15%（以上）
③港内水路：自船の喫水の10%（以上）

3.3.2　通航に際して余裕水深にさらに考慮すべき事項

制限水路などの浅水域では船底と海底との接触や乗り上げを防ぐため、図５に示すように、船が停止しているときのUKCに対して、さらに次の①から⑤に挙げる船体沈下要素を加味して船底と海底面との安全なクリアランスを確保しておく必要があります。このことから停止中に比べて航走中の船では実際のUKCはさらに小さくなります。なお、この図では次に挙げる船体沈下要素①～⑤をかなり誇張して描いています。

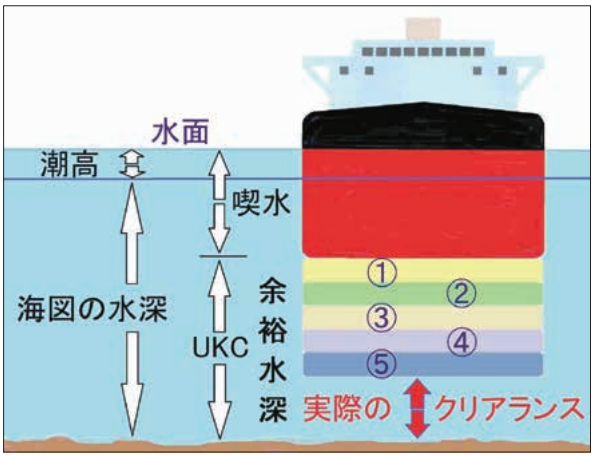


図５ 余裕水深と航走中の実際のクリアランス

①航走中に発生する船体沈下とトリムの変化
浅水域を高速で航走すると船体の沈下現象が発生します。一般的に船首部が沈下する船首トリム（trim by the head）の現象が現れますが、この度合いは速力を減じることにより

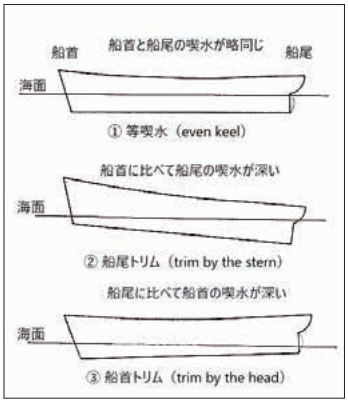


図６ 船体トリム

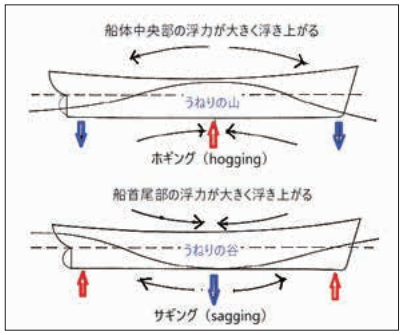


図７ ホギングとサギング

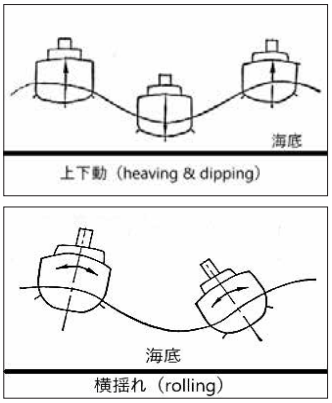


図８ 船体動揺

ある程度抑えることができます。図６に船体トリムの略図を示します。

②ホギング・サギングや船体動揺に伴う船体の沈下

荒天下の風浪や長大なうねりとの遭遇による船体縦方向のたわみ（ホギング・サギング）現象と船体動揺の略図を図７と図８に示します。至近通航船の航走波や港内護岸からの波の反射などで船体が上下動（heaving・dipping）、縦揺れ（pitching）、横揺れ（rolling）することで船底の一部が海底に接近することがあります。

③海図記載の水深の精度

国際的な測深基準の誤差の限度から海図の水深には次の許容誤差があります。

・水深０～20mの許容誤差：0.3m

・水深20～100mの許容誤差：1.0m

④海底の底質と地形

海底の表層地質が岩盤の場合は、平坦でないこともあり岩盤質では軟泥質に比べて0.6m、砂質では0.3m程度のさらなる水深の減少を見積もる必要があります。また、流出土砂や漂砂等、海底の泥砂が移動して海底の起伏が変化することがあります。この他、引き揚げられていない沈船、海底に設置された魚礁や自然災害による漂流沈下物等の海底障害物の存在もあり、水深が定かでない水域へは近寄らないことが肝要です。

⑤海面の主振動と副震動

実際の潮汐や潮流は、気圧や風、海面の主・副振動等により潮汐表の予測値と差を生じることがあります。その他、気象、海象、地象、気圧、うねりや風浪、風による吹き寄せ等により局地的に水面が振動します。高気圧に覆われて気圧が１hPa（ヘクトパスカル）上昇すると海面は略１㎝下降するといわれ、低気圧の接近では逆に海面が上昇します。

3.3.3　その他の留意事項

①海水比重の違いによる浮力の変化

既述のように、淡水の運河や汽水域の他、大雨などで河川からの雨水が激しく流入した水域では海水比重が小さくなり、これに伴って浮力が減少し、船体がわずかに沈下します。

・標準海水の比重：1.025（1.025g/㎤）

・真水の比重：1.00（1.00 g/㎤）

②主機関冷却水の取水口対応

主機関冷却水の取水口が船底部にある船では、泥や砂等の吸い込みを防止するために取水口直径の1.5～2倍程度は船底と海底面との距離を隔てる必要があります。

3.3.4　マラッカ・シンガポール海峡の通航時における UKC 確保の検討事例

原油満載の VLCC（Very Large Crude Carrier：原油タンカー）＜全長300m、喫水20m、速力12kts＞が水深24メートルの深喫水（しんきつすいせん）船用航路を通航する場合[4]

※15万載貨重量トン以上のタンカー及び喫水15m以上の深喫水船の通航に際しては、少なくとも船底と海底面との間に“3.5m以上のUKC”（余裕水深）の確保が義務付けられる。

【通航時の余裕水深を確保するための検討】

・喫水：20m、速力：12knots（時速約22km/h）、水深（24m）／喫水（20m）：1.2

◆船首部喫水の沈下予測量：1.1m

◆船首船底部の UKC：24m（水深）－20m（喫水）－1.1m（沈下量）＝ 2.9m

△この場合、3.5m以上の UKC の確保ができないことから通航は不可

・速力を9kts に減速した場合の船首部喫水の沈下予測量：0.6m

UKC：4m－0.6m（船首部喫水の沈下予測量）＝ 3.4m

△ UKC が3.5m以上に至らず通航は不可

⇒潮時潮高が満潮の時間帯で、さらなる減速航行により UKC：3.5m以上を確保することで通航が可能

※中東から日本へ向かう大型で深喫水のタンカーが、同海峡に設定された深喫水船用の航路を通航する場合、原油満載状態につき、水面から甲板までの舷が低く、かつ、低速航行中であり、さらに深喫水船用の航路筋から進路を逸脱できない特殊な状況下において、夜間通航時に“海賊行為”の対象になりかねない。

おわりに

船の喫水と満載喫水標や乾舷標とともに余裕水深について概説しました。近時、運航効率や経済

性の観点から専用化した船が次々と登場しています。大型化のあまり、日本の造船所で建造された日本船社の船であっても、港内水深と喫水との関係で日本のいずれの港へも入港ができないという実態もあります。さらに私たち人類は2050年のカーボンニュートラルに向けて100年に１度といわれる地球規模の大変革期に直面しています。海運界では再生可能エネルギーの活用やカーボンフリー燃料の使用に伴う機関プラント全体の革新とさらなる省エネルギー化への挑戦が試みられており、それらの実現に向けて段階的な刷新が目まぐるしい速さで展開されてゆく時代を今、まさに迎えています。

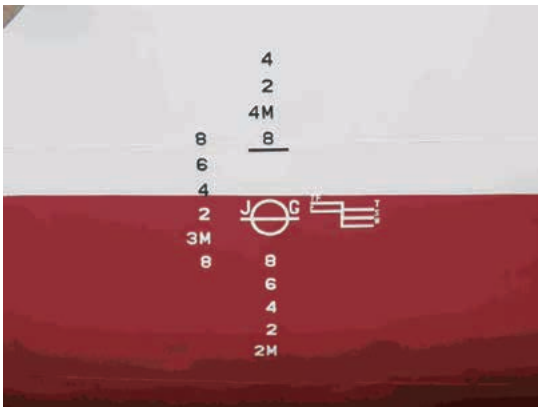
本頁の余白に喫水標と乾舷標に加え、船の沈み具合の参考としていつかの船写真を載せました

参考文献

(1) 佐波宣平：海の英語、イギリス海事用語根源、研究社出版（1971）
(2) 本田啓之輔：操船通論、成山堂書店（1998）
(3) 航海訓練所運航技術研究会：航海図鑑、海文堂出版（1970）
(4) 安達　直：櫓櫂舟から巨大船へ －海洋民族の素養として－、船舶印刷（2014）

船首部右舷側の喫水標

船首部両舷の喫水標



中央部喫水標と満載喫水標

客船

LNG 船（液化天然ガス運搬船）

LPG 船（液化石油ガス運搬船）

一般貨物船

PCC（自動車運搬船）