NIPPON KAIJI KYOKAI (ClassNK)

平成5年鋼船規則及び同検査要領D編一部改正の解説

（雰囲気制御設備関連を除く）

1. はじめに

平成5年鋼船規則及び同検査要領のうちD編においては次の**表1**に示す改正が含まれている．これらの改正内容のうち「雰囲気制御設備」に関連する改正を除き，ここにその概要を解説する．

2. 機関室の防火措置に関する規定

2.1 改正の概要

改正されたIACS UR F35の取り入れのため，主に可燃性液体の前処理を行う機器を設置する場所に関する規定について見直しを行い，また機関室の可燃性油タンクの液面計に対する規定に対し内航船に対する軽減規定を設けた．

2.2 改正の内容

平成3年度に本会の規則に取り入れられたIACS UR F35（機関室の防火措置）が改正されたことに伴い各規定を以下のとおり改めた．また，この機会に軽減規定の導入等を行い，実際的な取扱いが可能となるよう改めた．

2.2.1 清浄機室に対する規定

規則及び検査要領「**1.3.4** 火災対策」において-9. の「清浄機等の可燃性液体の前処理を行う機器を設置する場所」（清浄機室）に対する火災対策の要件に対し，次のような改正を行った．

(1) 用語について**R**編との整合を計った．

(2) 清浄機室に対し要求される機器（固定式火災探知警報装置，固定式消火装置及び通風装置）の要件を**R**編の規定を引用し，また，IACS統一規則を取り入れることにより明確にした．

(3) 検査要領**D1.3.4**-3に「他の適当な措置」を採用する場合の条件を明確にすると共に，**R**編の軽減規定によって防火構造に軽減措置を施した船舶にあっては，機関室の防火措置にあっても清浄機室の要件にあっては当該規定自体が斟酌できるように改めた．

(4) 「他の適当な措置」の要件の1つとして局部的自動作動固定消火装置を要求しているが当該装置に使用されるハロンが環境問題から使用できなくなるため，ハロン以外の消火システムが採用できるように

表1 平成5年鋼船規則に含まれる改正項目

日付	改正規則	項目	施行期日
平成4年9月30日	規則第26号（和文） 規則第28号（英文） 達第32号（和文） 達第33号（英文）	• 機関室の防火措置 • タービンコンデンサの安全措置 • 船体付ディスタンスピースの取扱い	平成4年12月1日 同上 同上
平成5年2月3日	規則第3号（和文） 規則第4号（英文） 達第4号（和文） 達第5号（英文）	• 操舵装置の強度 • 雰囲気制御設備 • 自動化機器の環境試験 • 貨物油タンクの液面計 • 機関室内の油タンク液面計軽減	平成5年7月1日 平成5年5月1日 平成5年5月1日 平成5年5月1日 平成5年5月1日
平成5年2月8日	達第12号（和文） 達第13号（英文）	• 第1C種プロペラ軸の温度監視装置	平成5年7月1日
平成5年7月5日	規則第26号（和文） 規則第27号（英文） 達第37号（和文） 達第38号（英文）	• 圧力容器の放射線検査 • ウォータージェット推進装置 • ダブルハルタンカーの通気装置	平成5年8月1日 同上 平成5年7月6日

NII-Electronic Library Service

NIPPON KAIJI KYOKAI (ClassNK)

するとともに，火災探知警報装置との組合せで遠隔手動作動の消火装置も使用できるように改めた．

2.2.2 燃料油こし器について

最近のディーゼル機関は低質油使用を前提とした設計のため燃料油供給系においては圧力を有する燃料油が流れていることとなる．一方燃料油こし器はメンテナンスのため開放・掃除作業が必要となるが，圧力を逃がさないうちに誤って開放した場合燃料油が飛散することとなる．このような不測の事態を避けるため圧力を逃がすための弁またはコックを要求することとして **D** 編 13 章 **13.9.7**-4 を改めた．この要件は IACS UR F35 の改正に基づくものである．

2.2.3 内航船に対する燃料油タンク追加液面計の省略

機関室の油タンクに短測深管を設ける場合に要求される追加の測深装置の要件について，国際航海に従事しない船舶に対しては省略できるように **D** 編 22 章 **22.2.3**-2 を新設した．

3. タービンコンデンサの安全措置に関する規定

3.1 改正の概要

油タンカーにおいて貨物油タービンのコンデンサが爆発する事故が発生し，これを防止するため具体的な明文規定を新設した．

3.2 改正の内容

タービン駆動の貨物油ポンプ等を有する大型タンカーにあって，近年，内圧上昇によるタービンコンデンサの破裂事故が散発している現状を考慮し，コンデンサ内圧の異常上昇に対する注意喚起及び爆発防止のための対処規定を規則 **13.14.4**-2. として新たに設けた．具体的な措置を示すため，検査要領 **D13.14.4** を新設した．その内容はコンデンサ内部の圧力が設計圧力を超えた場合にコンデンサに流入する蒸気が全て遮断される配管システムとすることを要求したものである．

4. 船体付ディスタンスピースの取扱い

4.1 改正の概要

船体付ディスタンスピースは従来は規則上の取扱いが不明確となっていたため，提出図面，使用材料，構造，試験等について取扱いを明確にするよう規定を改めた．

4.2 改正の内容

船体付ディスタンスピースの取扱いを明確にするため以下の改正を行った．

4.2.1 要領 13 章 D13.1.2 提出図面及び資料

船体付ディスタンスピースについては構造及び取付詳細図をその重要性から承認図面として提出する必要があることを明示するために-3. を新設した．

4.2.2 規則 12 章 12.1.4 使用材料

-3. において，船体付ディスタンスピース等の外板に直接取り付けられる管取り付け物及び船首隔壁に直接取付けられる管取付け物に対しても，これらに取り付けられる弁と同様に **K** 編材が原則として要求されることを明確にした．(**3.3.5** 参照)

4.2.3 規則 12 章 12.6.1 製造工場等における試験

(a) -5. は，本来，1 類管又は 2 類管に用いられる弁，コック及びディスタンスピース等の管取付け物に対する水圧試験の要件であるが，「コック」は 12 章では「弁」に含まれるものとして定義されているので表現を「弁及び管取付け物」に改めた．

(b) -6. は，満載喫水線下の船体に直接取付けられる弁及び管取付け物に対する水圧試験の要件であるので，適用を明確にするために「船体付弁及び船体付ディスタンスピース」という表現に改めた．

4.2.4 要領 13 章 D13.3.2 海水吸入弁，船外吐出弁等の設置位置及び構造

船体付ディスタンスピースの構造については，従来 JIS に適合することとして取扱ってきたが，今回 JIS のみならず国際規格にも対応できるように，管の外径に対しその最低肉厚のみを算式で与える柔軟な規定として-4. を加えた．

4.2.5 要領 1 章 D1.1.4 規定の軽減

(7)における管装置の規定の軽減に対し，製造工場における水圧試験を製造者が行う試験に代えることができる取扱いについては，満載喫水線より下に取付けられる船体付弁及び船体付ディスタンスピースに対しては適用できないが，これらの弁及び管取付け物等に使用される材料については，本項の軽減規定が適用できることを明確にした．

5. 操舵装置の強度に関する規定

5.1 改正の概要

舵頭材に回転力を与えるチラー等の強度に関する規定は数十年間見直しが行われず，技術の向上等により変化した現実に対応しにくくなってきた．チラー等が連なる舵の強度に関する鋼船規則 **C** 編の規定が全面的に見直されたことを契機にチラー等の強度に関する規定について見直し，以下のような改正を行った．

(i) 直接強度計算の規定を新設した．

(ii) 上部舵頭材所要径から算出していたチラー各部の所要寸法を **C** 編において算出される舵トルクを用いて算出するよう改めた．

NII-Electronic Library Service

NIPPON KAIJI KYOKAI (ClassNK)

(iii) 従来規則では標準的な寸法比を想定して所要寸法を算出していたが，実寸法を基に所要寸法を算出するよう改めた．

(iv) 材料補正係数を導入した．

(v) その他現状に対応するため合理化を行った．

5.2 改正の内容

操舵装置の強度に関する規定の見直しによりＤ編15章**15.4.7**の規定が全面改正となった．また同時に用語等の見直しが行われ，規則Ｄ編**15.1.2，15.1.3，15.4.1，15.4.8**及び**15.6.1**中の「コドラント」の表現は削除された．以下に操舵装置関連の改正内容を示す．

5.2.1 許容応力

今回の鋼船規則Ｃ編改正により，上部舵頭材の強度は舵トルク（強度計算等に係わるトルクでありＣ編に規定されるもの）による平均せん断応力が材料の降伏強度の1/2以下となるように定められることとなった．チラー等上部舵頭材に直接回転力を与える装置の強度にあってはこれと同等であることが必要であるため，鍛鋼又は鋳鋼製のチラー等にあっては，同様に舵トルクが作用した際に発生する応力が材料の降伏強度の1/2となるように定めた．すなわち，降伏強度が235N/mm^{2}の材料の場合，曲げ応力では118N/mm^2，せん断応力で68N/mm^{2}を許容応力とした．また，従来からの簡易式により寸法を算出する方法の場合は，近似による誤差あるいは応力集中等の問題から安全率を2.5として曲げ応力では94N/mm^2，せん断応力で54N/mm^{2}を許容応力とした．許容応力の他船級との比較は**表２**のとおりである．

チラー等に使用される材料は一般に鍛鋼又は鋳鋼が使用されるが回転翼式ラダーアクチュエータの場合に限り使用が認められている球状黒鉛鋳鉄の場合は材料の安定性，じん性等の面で鍛鋼及び鋳鋼と同等と扱い難いため許容応力は降伏強度の1/2.5とし，降伏強度が235N/mm^{2}の材料の場合，曲げ応力では94N/mm^2，せん断応力で54N/mm^{2}とした．また簡易式を用いる方法では安全率を３と考えることとした．

5.2.2 直接強度計算

旧規則は従来から上部舵頭材の所要径を基に寸法比によって規定する手法をとっていた．しかしながら，近年の計算技術の向上によって最近の設計では直接応力を推定し寸法を決定する手法が各方面で実用に供されてきている．本会の規則にあっても，この現状に対応すべく極力直接計算が可能な規定とする方向に進んでいる．このため今回応力ベースの規定を新設し直接計算による承認を可能とした．計算手法については，ボス，腕部等の断面形状の不連続性及び応力集中等を考慮にいれた計算であるべきであり，ひずみ計測等によりその手法の妥当性が検証されたものでなければならない．今回の改正では特に具体的な手法を規定するに至っていないため当面申請により１件ごとの処理とし，前記のような承認された

表２　操舵装置各部の許容応力の比較

項　目	ＮＫ（改正規則）	ＮＫ（従来規則）	ＬＲ	ＧＬ	ＮＶ
ボス部 σ_{ta}	118 / K	——	——	——	——
	〔82〕 92 / K	〔79〕	(94)	94	118
腕　部 σ_{ba}	118 / K	——	——	118 / K	110 / K
	〔82〕 94 / K	〔69〕	(92)（実質 110）	——	——
腕先端 τ_{sa}	68 / K	——	——	68 / K	68 / K
	〔47〕 54 / K	〔57〕	——	——	——
舵頭材 τ_{ua}	〔59〕 68 / K	〔57〕	(68)	68 / K	68 / K

注）(1)上段は応力ベースの規定，下段は簡易式に使用される値。
(2)〔　〕はKSC 42 (YP＝205 N/mm^2) の場合の値。
(3) LRの値は舵頭材の許容値を68 N/mm^{2}とした場合の値。

NII-Electronic Library Service

NIPPON KAIJI KYOKAI (ClassNK)

計算手法に基づくチラー各部の応力が前項の許容応力値以下であることが承認の条件となる．

5. 2. 3 材料補正

チラー等に使用される材料は従来 KSC42 あるいは KSF45 のみであったため，規則では KSF45 を想定した規定とし，鋳鋼にあっては各部の寸法を5%増加するよう検査要領に示し，その他の高強度の材料を想定していなかった．現在では KSC49 等高強度材料が使用される例も稀でないため材料補正のための係数(K)を導入し，鋳鋼5%増加の条文（**D15. 4. 1**）は削除した．材料補正は使用される材料の降伏強度に比例した許容応力を与えることとしたが，高強度の材料にあっては許容応力が高くなることにより剛性が低下する等の問題も考えられるため降伏強度が 235N/mm^2 を超える材料では指数的に頭打ちになるように係数を与えることとした．すなわち，

$$K=\left[\frac{235}{\sigma_y}\right]^e$$

ただし，K：材料補正係数

σ_y：使用材料の降伏強度 (N/mm^2)

e：使用材料の降伏強度 235N/mm^2 未満の場合………1.00

使用材料の降伏強度 235N/mm^2 以上の場合………0.75

なお，この材料補正係数は舵各部の強度規定で使用されるものと同一であり，また GL あるいは DNV 等でも同様の手法をとっている．

5. 2. 4 簡易計算式

直接計算による設計が主流となってきている現状は前述のとおりだが，チラーの設計にあっては確立された直接計算の手法は無く，従来からの簡易式による設計が依然として主流である．このため従来規則の手法を簡易式と位置付け，改めて見直しを行った．

(1) ボス部の寸法

チラーボス部に**図 1** のように舵トルク T_R ((N-m) が作用した場合の Nominal Stress σ_n (N/mm^2) を検討する．まず，舵トルク T_R (N-m) が作用した場合をボスの平均半径 R_m に力 f (N) が加わった場合と同等として考えると

$$\sigma_n=\frac{f}{\{(D-d)/2\}\cdot H}$$

ここで $R_m=\{(D+d)/4\}$ であるため，

$$\sigma_n=8\cdot\frac{1000T_R}{(D^2-d^2)\cdot H}$$

チラーボスのような厚肉円筒においては接線方向の応力は，半径方向に一様でないため最大応力 σ_{max} は $\alpha\cdot\sigma_n$ の値と考えられる．すなわち，

$$\sigma_{max}=\alpha\cdot\sigma_n=8\cdot\alpha\cdot\frac{1000T_R}{(D^2-d^2)\cdot H}$$

許容応力を σ_{ta} とすれば

$$\sigma_{ta}\geqq\sigma_{max}$$
$$\geqq 8\cdot\alpha\cdot\frac{1000T_R}{(D^2-d^2)\cdot H}$$

ここで α として 2 を見込み，σ_{ta} については許容応力の項で述べたように，直接計算の際の安全率 2 に対し近似による余裕分を確保するため安全率 2.5 を考え 94/K (N/mm^2) として，

$$(D^2-d^2)\cdot H\geqq 8\cdot\alpha\cdot\frac{1000T_R}{\sigma_{ta}}\fallingdotseq 170\cdot T_R\cdot K$$

また，従来 H/d は 1 程度の値をとることが一般的であったが，この寸法が著しく変わる場合は近似の妥当性にも影響を及ぼすため，簡易式の適用にあっては従来の寸法比と同等の場合に限ることとした．このため H/d ≧0.75 とした．この値は GL にならったものである．

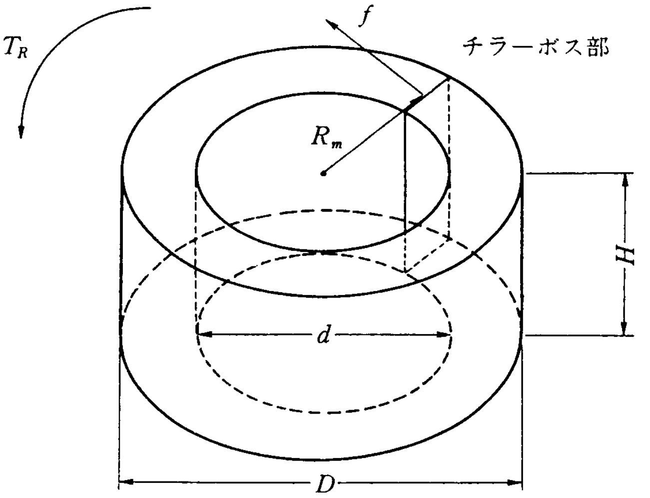


図 1 チラーボス部の想定モデル

(2) 腕の断面形状

チラー腕部の荷重状態を**図 2** に示す集中荷重下の真直はりと近似的に考えて，チラー腕部におけるせん断力 F は舵頭材の中心から力の作用点までの距離を R とすると

$$F=\frac{1000T_R}{R}$$

と表せる．故に，舵頭材中心からの距離 r_o の断面における曲げモーメント M_A は

$$M_A=F\cdot(R-r_o)$$

腕部の曲げ応力の許容値を σ_{ba} とすると，所要断面係数 Z_r は，

NII-Electronic Library Service

NIPPON KAIJI KYOKAI (ClassNK)

$$Z_r \geqq \frac{1000T_R}{\sigma_{ba}} \cdot \left(1-\frac{r_o}{R}\right)$$

と表せる．ここでσ_{ba}として(1)と同一の値をとり

$$Z_r \geqq 11 \cdot \left(1-\frac{r_o}{R}\right) \cdot T_R$$

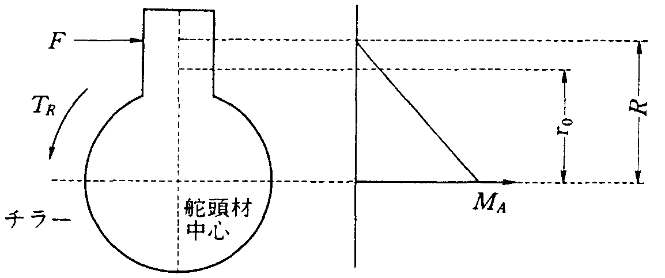


図2　チラー腕部の想定モデル

(3)　腕部のせん断応力

腕部のせん断応力τ_sは該部のせん断に対する面積をAとすると

$$\tau_s=\frac{F}{A}=\frac{1000T_R}{A \cdot R}$$

故に，せん断応力の許容値をτ_{sa}とすると，所要断面積A_rは，

$$A_r \geqq \frac{1000T_R}{\tau_{sa} \cdot R}$$

と表せる．τ_{sa}は(1)及び(2)と同様の安全率を考慮し，材料降伏せん断応力の1/2.5として54/K(N/mm^2)とする．故に

$$A_r \geqq 18.5\frac{T_R \cdot K}{R}$$

(4)　回転翼式ラダーアクチュエータ

従来は回転翼式ラダーアクチュエータ（ロータリーベーン型）に対する簡易計算式が無かったが毎年数台の実績があるため，今回簡易式を設定することとした．n枚のベーンを有する回転翼式ラダーアクチュエータに，舵トルクT_Rが働いた場合を検討する．ボス軸方向に測ったベーンの幅をbとすると，ベーンに作用する油圧pは次式のとおりとなる．（**図3**参照）

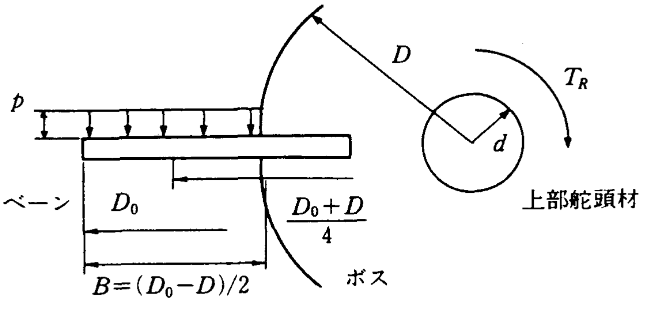


図3　ロータリーベーン想定モデル

$$\frac{100T_R}{n}=\int_{D/2}^{Do/2} b \cdot p \cdot r \cdot dr$$

$$=p \cdot b \cdot \left[\frac{D_o-D}{2}\right] \cdot \left[\frac{D_o+D}{4}\right]$$

ここでpなる分布荷重下の片持ち梁と考え，かつボス部で完全固定とする．この条件においてチラー中心からrの距離の点におけるせん断力$f_{(r)}$及び$M_{b(r)}$は

$$f_{(r)}=p \cdot b \cdot \left[\frac{D_0}{2}-r\right]$$

$$=\frac{1000T_R}{n} \cdot \frac{\left[\frac{D_0}{2}-r\right]}{\left[\frac{D_0-D}{2}\right] \cdot \left[\frac{D_0+D}{4}\right]}$$

$$M_{b(r)}=\frac{1000T_R}{2n} \cdot \frac{\left[\frac{D_0}{2}-r\right]^2}{\left[\frac{D_0-D}{2}\right] \cdot \left[\frac{D_0+D}{4}\right]}$$

ベーンが半径方向に一様断面形状であるとすると，r＝D/2における値を規定しておけばよいことになる．すなわち，

$$Z_v=\frac{M_b}{\sigma_a}=\frac{1}{\sigma_a} \cdot \frac{1000T_R}{n} \cdot \frac{(D_0-D)}{(D_0+D)}$$

$$=\frac{1}{\sigma_a} \cdot \frac{1000T_R}{n} \cdot \frac{B}{(D+B)}$$

$$A_R=\frac{f}{\tau_a}=\frac{1}{\tau_a} \cdot \frac{1000T_R}{n} \cdot \frac{4}{(D_0+D)}$$

$$=\frac{1}{\tau_a} \cdot \frac{1000T_R}{n} \cdot \frac{2}{(D+B)}$$

上式中に，前検討事項同様$\sigma_2=235/2.5=94/K$及び$\tau_a=235/\sqrt{3}/2.5=54/K$を代入して規則に取り入れる．尚，球状黒鉛鋳鉄については簡易式に対する安全率3を考慮し，3.0/2.5＝1.2倍のT_Rを簡易式に代入することで算出されることとなる．

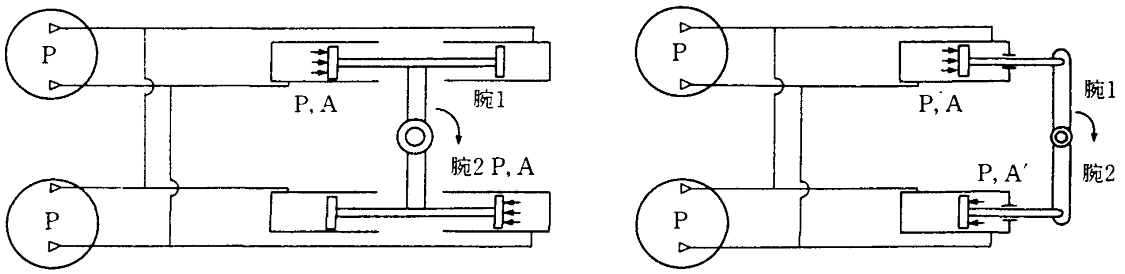
5.2.5　その他

(1)　複数腕チラーの取り扱い

2個の腕を有するチラーの取り扱いについては，旧規則では各腕が分担するトルクは均等とは考えず片当たり、あるいは回転方向によりラムの受圧面積が異なるような場合を考慮し分担するトルクを1/2×1.2＝0.6倍と考えていた．しかしながら**図4**のラプソンスライド型の例から明らかなとおり現在の油圧系を考えれば油圧は均等になる．また，安全弁の設定が等しいため最高トルクが負荷された状態では分担するトルクは均等になり，$T_R/2$のトルクを考えれば良いこととなる．ただし**図4**

NII-Electronic Library Service

NIPPON KAIJI KYOKAI (ClassNK)



腕1 腕2 分担トルク比＝A：A

ラプソンスライド型
（トルク均等分担）

腕1 腕2 分担トルク比＝A：A′

トランクピストン型
（トルク不均等分担）

図4 複数腕の分担トルク

のトランクピストン型の例のような機構では回転方向によって受圧面積が異なるため，このような場合は各腕の受圧面積比（トルク分担比）によるトルクを対象に検討できるように規定を改めた．

(2) キーレスカップリング

チラーはキーにより上部舵頭材へ取り付けられることが一般的であったが，最近プロペラ同様にキーレスによる圧入が行われるようになってきた．また舵頭材下部の取り付けにあってもキーレスカップリングを採用する例があり，今回**C**編に規定が設けられたためチラーの取り付けにあってもこの規定を参照するよう条文を設けた．

(3) コドラントについて

従来から規則では動力型操舵装置を対象としているが，規則中に規定されているコドラントについては承認申請される例はなく，一部の小型船舶の手動操舵装置に使用されるのみである．このため検査要領に記される手動操舵装置の規定中に盛り込むこととした．このため規則中からコドラントに対する規定を削除し検査要領**D 15.1.1**-2. にコドラントの規定を移項した．

(4) チラー等以外の簡易式の舵トルクによる表記

ボルト，チェーン等，チラー等以外の各部の寸法についても従来規則は上部舵頭材の所要径 d_u により寸法算定式を表記していたが**C**編の改正に伴い舵トルク T_R (N-m) により表記することとなった．**5.2.4** において述べた以外の簡易式において

$$T_R=\frac{\pi}{16}\cdot\frac{(10\times d_u)^3\cdot\tau_{ua}}{100}=11.172\,d_u^3$$

なる関係により式を改めた．また材料補正係数については，KSC42（降伏強度 205N/mm^2）を使用した場合に従来の規定による所要寸法と等価になるよう補正して式中に導入した．ただし二つ割りボスのボルト径の場合はKSF45（降伏強度 220N/mm^2）を標準とした．

6. 環境試験に関する規定

6.1 改正の概要

環境試験の項目を明示するとともに，電磁耐性についての試験を追加した．また，環境試験が必要となる自動化機器についても見直しを行った．その主たる理由は次の2点である．

(i) 近年，船用機器の制御，監視等を電子デバイスで行う場合が増大してきたことにより，これらの誤動作が招く結果も重大なものとなってきている．電子デバイス等については従来より環境試験において，温度試験，温湿度試験，振動試験等については行っているが，電磁耐性についての試験は行っていなかった．今回，IACS UR E10 “Unified enviromental test specification for testing procedure for electrical control and instrumentation equipment, marine computers and peripherals covered by classification” が制定されたのを機に，これを取入れ，電磁耐性についての試験を新たに追加した．

(ii) 近年，電子ガバナを有する主機を装備する船舶が増えているが，電子ガバナの誤動作は船舶の安全及び推進に重大な影響を及ぼす．そこで，環境試験が必要となる自動化機器を見直し，主機の電子化された制御装置（電子ガバナ）については非M0船に搭載される場合でも環境試験の実施が必要となるよう規定した．なお，本要求はIACS UR M3 “Speed governor and overspeed protective device” に規定されている．

6.2 改正の内容

規則及び検査要領**D**編18章「**18.7.1** 製造工場における試験」の規定において以下のように改正を行った．

電源喪失試験，電源変動試験，絶縁抵抗試験，耐電圧

NII-Electronic Library Service

NIPPON KAIJI KYOKAI (ClassNK)

試験，動力変動試験及び耐圧力試験をそれぞれ独立の試験項目として取扱うよう改めた．

低温試験及び塩水噴霧試験を検査要領より移設した．低温試験については，従来-25℃でその適用も限られていたが，今回，IACS UR E10の取り入れに伴い，温度条件が+5℃と-25℃の2段階となりすべての機器が低温試験を適用しなければならなくなったので規則に移設した．また，塩水噴霧試験については，その適用に変わりはないが，規則に試験項目のすべてが記載されているべきと考え規則に移設した．

静電気放電試験，放射電磁界試験及びパルス妨害試験を電磁耐性についての試験として新たに規定した．IACS UR E10では，電磁耐性についての試験についてはIEC Publicationを参照する形で規定しているが，その中にはPublicationになっていない，例えばdraft段階のIEC文書を参照しているものもある．しかし，Publicationになっていないものは入手が困難な上，内容が変更される可能性もあるので，今回の取入れに際しては，発行されているIEC Publicationを参照している試験項目のみを取入れることとし，前記3試験を新たに規定した．今後，IECの動向を見ながら，必要があれば，今回取入れを見送った試験項目を取入れるよう改正する必要がある．

検査要領**D18.7.1**-1.に環境試験が必要となる自動化機器が示されているが，「主機の制御装置で電子化されたもの」を追加した．従来より，M0船等では当該機器は環境試験の適用を受けるので，今回の該部の改正の主旨は非M0船の当該機器を環境試験の対象とすることにある．これは，当該機器の異常が船舶の推進と安全にとって重大な影響を及ぼすと考えられるからであり，また，IACS UR M3にも規定されているからである．

また，検査要領**D18.7.1**-1.(2)に示されていた4つの試験，①低温試験，②塩水噴霧試験，③外被の保護性能試験，④防爆試験については，①及び②については規則に移設し，③については従来本会は立会も承認もしていない試験であるため削除し，④については規則**H**編**1.2**に規定されているので削除した．

7. 油槽船の管装置，通気装置及びイナートガス装置に関する規定

7.1 改正の概要

ダブルハルタンカーの管装置に関して，以下のような改正を行った．

(i) 貨物油タンク内におけるバラスト管及び船外排出管の貫通並びにバラストタンク内における貨物油管の貫通は，ダブルハルタンカーでは短管部を除き認められない旨規定した．

(ii) 二重船殻区画又は二重底区画に新鮮空気を供給するための通風設備及び接続装置を配置するよう規定した．

(iii) イナートガス装置を備えることが要求される油タンカーにあっては，二重船殻区画への貨物漏洩時に当該区画にイナートガスを供給するための接続装置を配置するよう規定した．

(iv) 二重船殻区画又は二重底区画内の貨物漏洩検知及びイナーティング時における雰囲気の制御のため，酸素濃度及び引火性蒸気濃度検知器を備えるよう規定した．

7.2 改正の背景

(1) IMO決議MEPC 52(32)により，MARPOL 73/78条約附属書Iにおいて油タンカーの座礁又は衝突による油流出防止のため船殻構造の二重船殻化等構造設備要件が1993年7月6日から強化されることになる．今回，同決議で新設された第13F規則中の管装置に関連する要件を取り入れた．

(2) 第61回IMO MSCにおいて防火の観点からダブルハルタンカーにおける二重船殻区画への貨物油漏洩時に対する通気装置，イナートガス装置及び蒸気検知に関連する要件が採択され，1994年10月1日から発効する見込みである．本要件は，条文上，ダブルハル化等を要求するIMO決議MEPC 52(32)から遅れて発効することになるが，これらの要件は，ダブルハルタンカー特有の，かつ本質的な設備要件と考えられるため，IMO決議MEPC 52(32)の発効と同時に先取り適用することとし，技術要件を取り入れた．

7.3 改正内容

(1)規則14章　14.2.4貨物油ポンプ及び管装置の隔離及び14.2.7貨物油タンク内の配管

MARPOL 73/78条約附属書I第13F規則に規定されている配管要件に従い，貨物油管及び貨物油タンクにつながる類似の管のバラストタンク内における貫通及び貨物油タンクに隣接するバラストタンクのバラスト管，測深管及び通気管の貨物油タンク内における貫通は，短管部を除き認められないこととした．よって，二重底中央に配置されるバラストタンクの通気管等は，トランク内に配管する等の考慮が必要となる．なお，当面，同条約第13F規則の適用を受けない油タンカーの建造が考えられるため，現行の規定をそれぞれ**14.2.4**-6.及び**14.2.7**-5.として残した．

(2)規則14章　14.4.6二重船殻区画又は二重底区画の

NII-Electronic Library Service

NIPPON KAIJI KYOKAI (ClassNK)

通気装置

二重船殻区画又は二重底区画への小容量の貨物油漏洩時又は貨物油漏洩時初期の段階において，当該漏洩区画の貨物油蒸気濃度が爆発下限界に達しないように新鮮空気を強制供給するための通風設備及び接続装置を配置するよう規定した．なお，イナートガス供給主管を利用し当該区画に新鮮空気を供給する場合，貨物油タンクへのイナートガストッピングアップ作業を開始する前にイナートガス供給主管内の新鮮空気を十分排除するためのオペレーションが確立されなければならない．また，必要な場合，それらのオペレーションを行うための設備を配置しなければならない．

(3)規則 14 章　14. 4. 7 二重船殻区画のイナートガス装置

新鮮空気の強制供給では爆発下限界を回避出来ないような大容量の貨物油漏洩時において，当該貨物油漏洩区画にイナートガスを供給するための接続装置を配置するよう規定した．

(4)規則 14 章　14. 4. 8 蒸気検知

定期的な点検により二重船殻区画への貨物油漏洩を検知できるよう適当な可搬式可燃性ガス検定器及び酸素濃度計測器を備えるよう規定した．また，二重船殻区画内全体の雰囲気を上甲板上から十分に検知できない場合には，フレキシブルガスサンプリングホースに加え，固定式ガスサンプリング管を配置するよう併せて規定した．

(5)検査要領　D14. 2. 7 貨物油タンク内の配管

ダブルハルタンカーにあっては，船外排出管の貨物油タンク内における貫通は短管部に限り認められる旨関連の規定を改めた．ただし，当面，MARPOL 73/78 条約附属書 I 第 13 F 規則の適用を受けない油タンカーの建造が考えられるため，現行の規定を **D14. 2. 7**-4. (2)として残した．

(6)検査要領　D14. 4. 6 二重船殻区画又は二重底区画の通気装置

二重船殻区画又は二重底区画の構造及び配置によっては，当該区画内にガス溜まりが出来ないようすみずみに新鮮空気を供給するため，固定式通気管を配置する必要がある旨規定した．

(7)検査要領　D14. 4. 7 二重船殻区画のイナートガス装置

二重船殻区画内にイナートガスを供給するための管装置を恒久的に接続しておく場合，貨物油タンクから二重船殻区画への炭化水素ガスの流入を防止するための措置として具体的な方法を示した．

8. ウォータージェット推進装置に関する規定

8. 1　改正の概要

近年，主推進装置にウォータージェット推進装置を装備した小型の船舶の建造及び輸入に関わる検査が増加しており，これらは従来の鋼船規則により難いことから検査及び図面審査における取扱いを通牒で定めていた．今回，この通牒を見直し新たに検査要領の中に取り入れた．

8. 2　改正の内容

今回の改正では，検査要領 **D** 編 **D1. 1. 3**「新設計理論に基づく機関」にウォータージェット推進装置については「ウォータージェット推進装置に関する検査要領」による旨の規定を設け，当該装置の強度，材料，設備及び検査等について一括した独立の検査要領を新設した．「ウォータージェット推進装置に関する検査要領」の内容について以下に述べることとする．

8. 2. 1　適用に関連して（1 章通則関連）

ウォータージェット推進装置とは，船外より低速で水を取入れインペラでエネルギーを与えて，高速で後方へ噴出させ，その時働くスラストにより船を推進させる装置をいい，ポンプジェット等も含まれる．この検査要領は，現在，最も多く用いられている 2 軸船を対象に規定したものであり，これ以外の船舶については個々に検討するものとした．また，主機としては高速機関を対象とし，原則としてガスタービン及び高速ディーゼルに限定した．

8. 2. 2　検査に関して（2 章検査関連）

ウォータージェット推進装置の検査は，プロペラ，プロペラ軸，操舵装置及び船尾管シール装置の規定を基に規定し，ほぼ同等な内容になっている．

提出図面としては，全体構造断面図，軸系装置図，インペラ，軸受，シール装置図，油圧管装置図，ねじり振動計算書の他，水吸入管路部，デフレクタ，リバーサの構造図が必要となる．

工場における試験は，インペラケーシング，シール管の水圧試験及びインペラの釣り合い試験等を規定した．

定期的検査のうち船底検査では軸受の状態確認が必要となり，確認方法としてはインペラとケーシングの隙間計測等があるが，各々の構造によりその都度定めることとした．また，デフレクタ及びリバーサを開放してピンの状態を確認することも必要となる．

8. 2. 3　ウォータージェット推進装置の構造に関して（3 章材料，構造及び強度関連）

要領 3. 1　材料

NII-Electronic Library Service

NIPPON KAIJI KYOKAI (ClassNK)

主軸系の主要材料と共に水吸入管路部，ノズル及びインペラケーシングのうち船体外板を構成するものについてはK編に規定された材料を使用するものとした．

要領 3.2 構造及び強度

要領 3.2.1 主軸

主軸の所要径の算定にあたっては，軸に作用する伝達トルクとねじり応力及び曲げ応力を考慮した次の軸径の基礎式を基に検討すればよい．

$$d=\frac{365}{\tau_m{}^{1/3}}\times(\frac{H}{N})^{1/3} \quad \cdots(1)$$

$$\tau_m=\frac{\tau_y/S_y}{\beta_m+((C_t\times\beta_t)^2+(C_b\times\beta_b)^2/3)^{1/2}} \quad \cdots(2)$$

H：主機の出力 (kW)
N：主機の回転数 (rpm)
d：軸径 (mm)
τ_m：平均ねじり応力 (N/mm^2)
τ_y：ねじり降伏強さ (N/mm^2)
C_t：トルク変動率
C_b：平均ねじり応力に対する変動曲げ応力の割合
β_m：平均ねじり応力に対する切り欠き係数
β_t：変動ねじり応力に対する切り欠き係数
β_b：変動曲げ応力に対する切り欠き係数
S_y：降伏に対する安全率

ここで，係数kを導入して主軸の所要径d_sの基礎式(1)を次のように書き換える．

$d_s=k\ (H/N)^{1/3}$

主軸はインペラ取り付け部と船首側シール装置及びスラスト軸受部の2点に設けられるラジアル軸受による2点支持構造であり中間軸の算式でもよいが，2点支持の長さが軸径に比べて長く，自重による曲げモーメントを考慮する必要があるので，プロペラ軸の式を基に検討した．ただし，インペラ取り付け部及び船首側軸継手部では，この曲げモーメント成分は無視できるのでC_b及びβ_bをゼロとした．

各材料の機械的強度は以下のように評価する．

炭素鋼：
$\sigma_b=400N/mm^2$，$\sigma_y=200N/mm^2$

オーステナイトステレンス鋼：
$\sigma_b=520N/mm^2$，$\sigma_y=205N/mm^2$

マルテンサイトステンレス鋼：
$\sigma_b=800N/mm^2$，$\sigma_y=400N/mm^2$

このうち，マルテンサイト系析出硬化型ステンレス鋼については，

① 通常の炭素鋼に比べて切り欠き感度が高いことが予想されるが，各形状の切り欠き（キー，スプライン等）に対する疲労試験データがなく，切り欠き係数が不明である．

② 繰り返し数10^7を越える長寿命側の海水中腐食疲労（時間）強度が不明である．

このため，$\sigma_b=930N/mm^2$，$\sigma_y=725N/mm^2$をそのままに使うには問題があり，既存データの上限である$\sigma_b=800N/mm^2$，$\sigma_y=400N/mm^2$をマルテンサイト系析出硬化型ステンレス鋼の値とした．

各係数については，以下の様に定めた．

$\tau_y=\sigma_y/\sqrt{3}$

$S_y=1.8$

炭素鋼の場合

$\beta_m=\alpha_t/[1+0.95(\alpha_t-1)\times(196.2/\sigma_y)^{1/4}]$

ステンレス鋼の場合

$\beta_m=\alpha_t/[1+0.75(\alpha_t-1)\times(294.32/\sigma_y)^{1/4}]$

この場合，一体型では$\alpha_t=1.5$，キー溝では$\alpha_t=3.0$とする．

鋼船規則の場合，

$C_t=0.25$………タービンの場合
$=0.40$………ディーゼルの場合

このトルク変動率はトルク変動の見積り値であり，ねじり振動を$0.5kg/mm^2$以下に抑えることで$C_t=0.1$とする．

$\beta_t=1.4$………一体型及び圧入の場合
$=2.4$………キー溝及び横穴の場合
$=3.5$………スプラインの場合
$=3.9$………スロットの場合

$C_b=0.8$

$\beta_b=1.9$………一体型及び圧入の場合
$=2.0$………キー溝及び横穴の場合

これを基に，式(1)及び(2)から係数kを求め，**表3**のように決定した．

要領 3.2.2 軸継手及び継手ボルト

ボルトに作用する応力は次式を満足すればよい．

$\tau_m+\tau_D\leqq\tau_s/S_s$

τ_m：平均せん断応力 (N/mm^2)
τ_D：変動せん断応力 (N/mm^2) で，$\tau_D=0.4\tau_m$
τ_s：ボルト材料せん断降伏強度 (N/mm^2) で，
$\tau_s=\sigma_B/2\sqrt{3}$
S_s：降伏に対する安全率で，$S_s=2$

軸に作用する平均伝達トルクからボルト1本に作用する平均せん断応力を求めることにより規定径の算式を定めた．

要領 3.2.3 インペラの羽根

NII-Electronic Library Service

NIPPON KAIJI KYOKAI (ClassNK)

表3 kの値

		S_y	β_m	C_t	β_t	C_b	β_b	kの値		備考
								$\sigma_y=200$	$\sigma_y=400$	
一体型	炭素鋼	1.8	注1	0.4	1.4	0.8	1.9	116	—	鋼船規則の値
	ステンレス鋼	1.8	注2	0.4	1.4	0.8	1.9	116.8	93.5	
一体型	炭素鋼 ステンレス鋼	1.8	1.0	0.1	1.4	0.2	1.9	98.5 ↓ 105	78.2 ↓ 80	曲げ成分を考慮した場合
キー溝	炭素鋼 ステンレス鋼	1.8	1.0	0.1	2.4	0	0	98.0 ↓ 105	77.7 ↓ 80	曲げ成分を0とした場合
スプライン	炭素鋼 ステンレス鋼	1.8	1.0	0.1	3.5	0	0	100.8 ↓ 108	80.0 ↓ 82	曲げ成分を0とした場合
一体型	炭素鋼 ステンレス鋼	1.8	1.0	0.1	1.4	0	0	95.2 ↓ 102	75.6 ↓ 78	曲げ成分を0とした場合

注1：$\beta_m=\alpha_t/〔1+0.475(\alpha_t-1)\times(196.2/\sigma_y)^{1/4}〕$
注2：$\beta_m=\alpha_t/〔1+0.375(\alpha_t-1)\times(294.3/\sigma_{0.2})^{1/4}〕$

インペラの羽根に作用する応力を根元で評価するため，次の3つの応力を検討した．

$\sigma=\sigma_1+\sigma_2+\sigma_3$

σ_1：推力による曲げ応力
σ_2：遠心力による引張り応力
σ_3：遠心力による曲げ応力

(1) 推力による曲げ応力

インペラ翼根元に加わる曲げモーメントMは

$M=F_1R$

F_1：推力による負荷
R：負荷点までの距離（翼根元から負荷点までであるが，安全側に見積って回転中心から翼端までの距離とする）

インペラ翼根元での応力σ_1は，断面係数をZとして

$$\sigma_1=\frac{M}{Z}=\frac{F_1R}{(Lt^2/6)}$$

インペラ翼数をz，トルクをT，主機出力をH，同回転数をNとすると

$$F_1=\frac{T}{zR},\quad T\,(kg\cdot cm)=71620\frac{H(PS)}{N\,(rpm)}$$

従って，σ_1をSI単位で求めると

$$\sigma_1=\frac{6\times71620H}{Lt^2zN}\times\frac{9.80665/10^2}{0.7355/10/10^2}=5.73\times10^7\frac{H}{Lt^2zN}$$

ここで

H：主機出力 (kW)
L：翼根元での翼幅 (mm)
t：翼根元での翼厚み (mm)
z：翼数
N：主機回転数 (rpm)

(2) 遠心力による引張り応力

遠心力F_2は，質量m(kg)，半径r(m)，角速度ω (rad./sec)として

$F_2=mr\omega^2$

この場合，安全側に見積って負荷点を最大径位置とした．回転数をN，インペラ直径をDとすると

$\omega=2\pi N/60,\quad r=D/2$

質量は$m=\rho tLD/2$であるから，遠心力による引張り応力σ_2 (N/m^2)は

$$\sigma_2=\frac{F_2}{tL}=\frac{\pi^2}{3600}\rho D^2N^2$$

ρを$7.87x10^3$ (kg/m^3)とし，N/mm^2単位で表すと

σ_2 (N/mm^2) $=2.16x\,10^{-7}D^2N^2$

となる．ここで，

σ_2：遠心力による引張り応力 (N/mm^2)
D：インペラ直径 (mm)
N：インペラ回転数 (rpm)/100

(3) 遠心力による曲げ応力

NII-Electronic Library Service

NIPPON KAIJI KYOKAI (ClassNK)

半径方向からの傾きをθとすると，翼根元に作用する曲げモーメントM_3及び断面係数Zは

$$M_3 = F_2 \sin\theta \times D/2$$

$$Z = Lt^2/6$$

となる．従って，遠心力による曲げ応力σ_3 (N/mm^2) は

$$\sigma_3 = \frac{\pi^2}{3600}\rho tLD^2 \sin\theta \frac{D}{2} \times \frac{6}{Lt^2}$$

ここで，簡便のため$\sin\theta = 0.2$, ρを$7.87\text{x}10^3$(kg/m^3)とし，SI単位で表すと

$$\sigma_3(\text{N/mm}^2) = 1.30\text{x}10^{-7}\frac{D^3 N^2}{t}$$

従って，インペラ翼根元に作用する応力σは

$$\sigma = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3$$

$$= 5.73 \times 10^7 \frac{H}{Lt^2 zN} + 2.16 \times 10^{-7} D^2 N^2$$

$$- 1.30 \times 10^{-7} \frac{D^3 N^2}{t}$$

となる．ここで，

H：主機出力 (kW)

L：翼根元での翼幅 (mm)

t：翼根元での翼厚み (mm)

z：翼数

N：主機回転数 (rpm)

D：インペラ直径 (mm)

N：インペラ回転数 (rpm) を100で割った値

なお，第3項はインペラ直径及び回転数が大きくなると，作用応力を減らす方向に作用するので，安全サイドに評価して，第1項及び第2項のみの強度評価式とした．

要領 3.3　軸径のねじり振動及び曲げ振動

要領 3.3.1　一般

ねじり振動計算書及び計測については通常の軸系の扱いと同様に規定した．

要領 3.3.2　ねじり振動応力の許容限度

ねじり振動応力の許容限度は次式で表される．

$$\tau_D \leqq \frac{C_t \tau_f}{S_f((C_t\beta_t)^2 + (C_b\beta_b)^2/3)^{1/2}}\left(1 - \frac{\tau_m \beta_m}{2\tau_B - \tau_f}\right) \cdots(3)$$

$$\tau_D \leqq C_t\ \tau_m \quad \text{（軸径算定の条件）} \quad \cdots(4)$$

ここで，

τ_f：海水中ねじり疲労強度 (N/mm^2)

（*大気中疲労強度）

炭素鋼，低合金鋼　第1種*　$(\sigma_B + 160)C_D/4.25$

$C_D = 0.35 + 0.93d^{-0.2}$

第2種　70

オーステナイト系ステンレス鋼　88

マルテンサイト系析出硬化型ステンレス鋼　132

S_f：疲労における安全率

$0.9 \leqq \lambda \leqq 1.05$　において　2.4

$0 \leqq \lambda \leqq 0.9$　において　1.0

λ：回転数比

τ_B：ねじり強さ$=\sigma_B/\sqrt{3}$

炭素鋼，低合金鋼　第1種　230

第2種　230

オーステナイト系ステンレス鋼　323

マルテンサイト系析出硬化型ステンレス鋼　461

上記の式で$C_t = 0.4$，$C_b = 0.6$とすると鋼船規則**D編 8.2.2**の式となる．

ここで，軸径算定式を定めたときの条件より$C_t = 0.1$，$C_b = 0.2$を用いて，切り欠きをキーと想定すると，オーステナイト系ステンレス鋼及びマルテンサイト系析出硬化型ステンレス鋼の(3)式によるτ_D及び(2)式によるτ_D($C_t\ \tau_m$)は**表4**のようになる．

両者を比較して小さい方の値を採るとCが決定され

表4　係数A, B, C

		オーステナイト系	マルテンサイト系析出硬化型
τ_y		118	230
S_y		1.8	
τ_B		328	461
τ_f		88	132
C_t		0.1	
β_t		2.4	
C_b		0.2	
β_b		2.0	
β_m		1.0	
$\lambda = 0$	τ_m	0	
	S_f	1.0	
	τ_D	26.4	39.6
$0.9 \leqq \lambda \leqq 1.05$	τ_m	49.2	95.9
	S_f	2.4	
	τ_D	10.0	14.5
$C_t\ \tau_m$		4.9	9.6
A		26.4	39.6
B		26.4	37.1
C		5.0	9.6

NII-Electronic Library Service

NIPPON KAIJI KYOKAI (ClassNK)

る. また, $\lambda=0$ のときの τ_D よりAが決定される. さらに, AとCが $\lambda=0.9$ のときに一致することからBが決定される.

要領 3.3.3 曲げ振度

ウォータージェット推進装置の主軸は, 一般に軸径に比べて2支持点の長さが長く, 自重による曲げモーメントを考慮する必要がある場合が生じるため, 同規定を設けた.

要領 3.4 操舵能力

SOLAS では片舷35度から反対舷35度までの舵の操作を要求しているが, ウォータージェット推進装置のデフレクタの操舵能力は非常に高く, また, デフレクタは舵ではないとの見地から, 現状に合わせて片舷30度から反対舷30度までの操作で十分であるものとして規定した.

要領 3.5 逆進装置及び後進力

リバーサによる後進力についても, 直接噴射であるため能力は十分あるので精神規定のみ設けた.

要領 3.6 油圧装置

油圧装置については2重性が必要となるが, 本検査要領は元々2軸船を原則としており, それぞれに油圧装置を設けるのが一般的であるため, この場合, 2重性は満たされているものとした.

9. その他

上記以外の項目として以下の項目について改正を行った.

- 第1C種プロペラ軸の温度監視装置
- 圧力容器の放射線検査
- 乾玄甲板上の閉囲された貨物区域の排水装置に関する規定の内航船に対する軽減規定
- 貨物油タンクの液面計
- 冷媒を流体とする管装置の区分

9.1 検査要領 6章 D6.2.11 第1C種プロペラ軸に対する追加規定

港内操船及び狭水道通過時など機器の保護よりも操船の安全を優先させる必要があるが, このような時に自動減速をキャンセルし, 手動操作をすることができるようにするため, 自動減速装置にはオーバライド装置を設けることとした. また、自動減速（オーバライド付）と手動減速は同等と扱われるため, 自動減速要求は削除した.

9.2 規則 11章 11.5.5 溶接継手に対する放射線透過試験

現行規則では, 圧力容器の放射線検査の内容は強度計算に用いられる継手効率の取り方によって決められているが, JIS, ASME 等の規格では圧力容器の危険度, 溶接線の良否等を考慮して決めており, 取扱いに差が生じている. 今回, これを改め, 第1種圧力容器に対しては, その全溶接継手に対して全線放射線検査を行うものとし, その他については溶接継手効率の取り方によって定めるものとした.

9.3 規則 14章 14.4.1 貨物タンクの通気装置

-7. の規定において, 貨物油タンクに設置される高位液面警報装置, オーバーフロー制御装置等に対しても本会の使用承認を取得することを義務付けた. これを受けて, 検査要領-3. において認定要領の規定を適用するよう改めた.

9.4 規則 17章 D17.2.1 一般

(2)では, ハロンを冷媒とする高圧設計仕様の冷凍装置が使用不可となることにより, 冷媒管の分類に対し, 現行の高圧冷媒管を想定した2類管の要件を削除し, フロン系の冷媒 (R12, R22 & R502) に対しては, 従来通り3類管としての取扱いができることを明記した.

また, 将来的にフロン系以外の従来のものと仕様の違う冷媒が出てきた場合の対処規定として(3)を加えた.

9.5 規則 22章 22.3 総トン数 500 トン未満の船舶等

SOLAS 条約改正に伴い乾玄甲板上の閉囲された貨物区域の排水に対する要件が規則 **D** 編 13.4.1-4 に規定されているが, 今回当該規定に関して非 SOLAS 適用船に対しては斟酌出来る規定を設けた.

NII-Electronic Library Service