

目標指向型新造船構造基準（GBS）策定と その動向について

小川 剛孝*、戸澤 秀**

The development of IMO Goal-based standard for new ship construction and its trend

by

Yoshitaka OGAWA and Shigeru TOZAWA

1. はじめに

先般、国際海事機関（IMO）において、航行制限のない油タンカーおよびばら積み貨物船を対象にした仕様のアプローチに基づく目標指向型の新造船船体構造基準(Goal Based Standards for new ship construction : GBS)が策定されたばかりである。現在、引き続きセーフティ・レベル・アプローチに基づいた GBS の検討作業が行われている。

世界の主要海運国であり、かつ造船国である日本は、国土交通省のもと国内海運会社、造船所、船級協会、大学、研究機関が集結して、この新たな国際基準の策定に対応し、国際貢献を行っている。

海上技術安全研究所もこの策定作業において、基準策定から基準の適合性評価まで技術的観点から広範に検討に参画している。なかでも著者らは、これらの一連の動向において、その技術的観点から IMO における審議に参加してきた。また、著者の一人は、今後仕様のアプローチに基づく GBS の検証作業における専門家グループの一員として、日本政府の推薦に基づき登録されたところである。

本稿では、これまでの経緯と日本の対応及び今後の技術的課題を中心に紹介する。

2. GBS 策定の背景

従来、国際航海に従事する船舶の安全を確保するための構造・設備等の技術基準は、海上人命安全条約（SOLAS 条約）附属書で定められている。しかしながら、船体構造に関する要件については、実質的に船級協会または主管庁の定める規則に委任されており（附属書第Ⅱ・1章 第3・1規則）、具体的な要件は定められていなかった。

ところが、1990年代までにばら積み貨物船の事故が多発したことから、1994年の高齢船の検査強化プログラム（A.744、タンカー含む）や1997年のばら積み船の安全対策（SOLASⅡ章）といった構造強度に係る要件が具体的に策定されるようになった。さらに1997年「ナホトカ号」、1999年「エリカ号」、2002年「プレステージ号」といった油タンカーの折損事故の発生を契機に、ギリシャ、バハマを中心として、船体構造規則を船級協会任せにせず、IMO が積極的に関与すべきとい

* 構造系（国際連携センター）、** 研究統括主幹
原稿受付 平成25年1月8日
審査日 平成25年2月14日

う機運が高まった結果、翌 2003 年の IMO 第 23 回総会において、目標指向型の新造船船体構造基準の構築を行う長期計画が決議され、2004 年 5 月の第 78 回海上安全委員会（MSC78）から具体的検討が始まった。

一方、国際船級協会連合（International Association of Classification Society: IACS）においては、これを契機に、油タンカーおよびばら積み貨物船の構造規則を全面的に見直し、油タンカーおよびばら積み船に関する共通構造規則（IACS CSR）を策定し、2006 年 4 月 1 日以降建造契約がされる船舶に対して適用を開始した。

3. IMO における GBS 策定経緯

3.1 仕様のアプローチに基づく GBS と SLA-GBS

2004 年 5 月および 12 月に開催された MSC78、MSC79 では、GBS の基本概念および構成について審議が行われ、GBS を以下の 5 つの階層（Tier）で構成するものとするのが合意された。

○Tier I（Goal:目標）:

安全で環境にやさしい船舶を建造・運航するための一連の目標

○Tier II（Functional Requirement:機能要件）:
目標を達成するために適合することが必要な船体構造に係る要件

○Tier III（Verification of Compliance:適合検証）:

Tier IV で規定された具体的な技術基準が Tier I および Tier II に適合するかどうかの検証

○Tier IV（Classification Rules etc.: 船級規則等）:

船級協会、IMO や主管庁で定める具体的な技術基準

○Tier V（Industry Standards etc.: 産業基準等）:

船舶の建造、運航、維持等に関する産業基準等
図-1 に GBS の背景と基本構成を示す。これらのうち、Tier I から III までは IMO で、それ以外は船級協会等で定めるものとされた。

一方、2005 年 5 月に開催された MSC80 において、ドイツを中心とする欧州諸国より、船種を問わず、「リスク」を物差しとして、ある要件が確保する安全レベルを定量的に設定する「セーフティ・レベル・アプローチ（SLA）による GBS 構築が提唱された。基本的に「リスク」を物差しと

することによって変わりはないものの、「リスク」の語感がネガティブであるとの観点から、その反対解釈として「セーフティ・レベル」という言葉を使うこととなった。この結果、2006 年 5 月に開催された MSC81 において、仕様のアプローチに基づく GBS と SLA による GBS を平行して策定することが決まった。本稿では、前者の GBS を単に「仕様の GBS」、後者の GBS を「SLA-GBS」と称する。

3.2 仕様の GBS の策定状況

3.2.1 MSC81（2006 年 5 月）

MSC81 では、Tier I（目標）および Tier II（機能要件）の内容に関し、基本的な合意が得られた。

つまり、Tier I において、「船舶は、予想される運航及び環境条件において、適切な運航及びメンテナンスが行われた場合、設定された設計寿命の間、安全かつ環境にやさしいものであるように設計・建造されなければならない。」という目標が明示され、続く Tier II では、機能要件として設計寿命、環境条件、各種構造強度、防食措置などの項目が定められた。

なお、Tier II は、当該策定作業において、航行制限のない油タンカーとばら積み貨物船を対象とすることで合意された。また、Tier III（適合検証）については、技術基準を作成した船級協会が IMO に認証を申請し、専門家グループ（Group of Experts: GoE）での検証結果に基づき海上安全委員会が適合性を判断する等の枠組みが合意された。

3.2.2 MSC82（2006 年 10 月）

MSC82 では、これまでに策定した Tier III 案の適切さを検証し、要すれば見直しを行うことを目的に、16 名の専門家から構成されるパイロット・パネルの設置が合意された。当該パネルは、この時すでに策定されていた IACS CSR を用いて、GBS 適合性の模擬検証を MSC の会期間に行った。日本からは、当所国際連携センター長（当時）がパネルメンバとして参画し、国際連携センター、国内関係各位との協業のもと、大きな貢献を果たした。

また、これと並行して設立されたコレスポンドンス・グループ（通信部会: CG）は、パイロット・パネルにおける Tier III の検証作業をモニターするとともに、仕様の GBS を SOLAS 条約に導入する SOLAS 改正案の作成を行った。

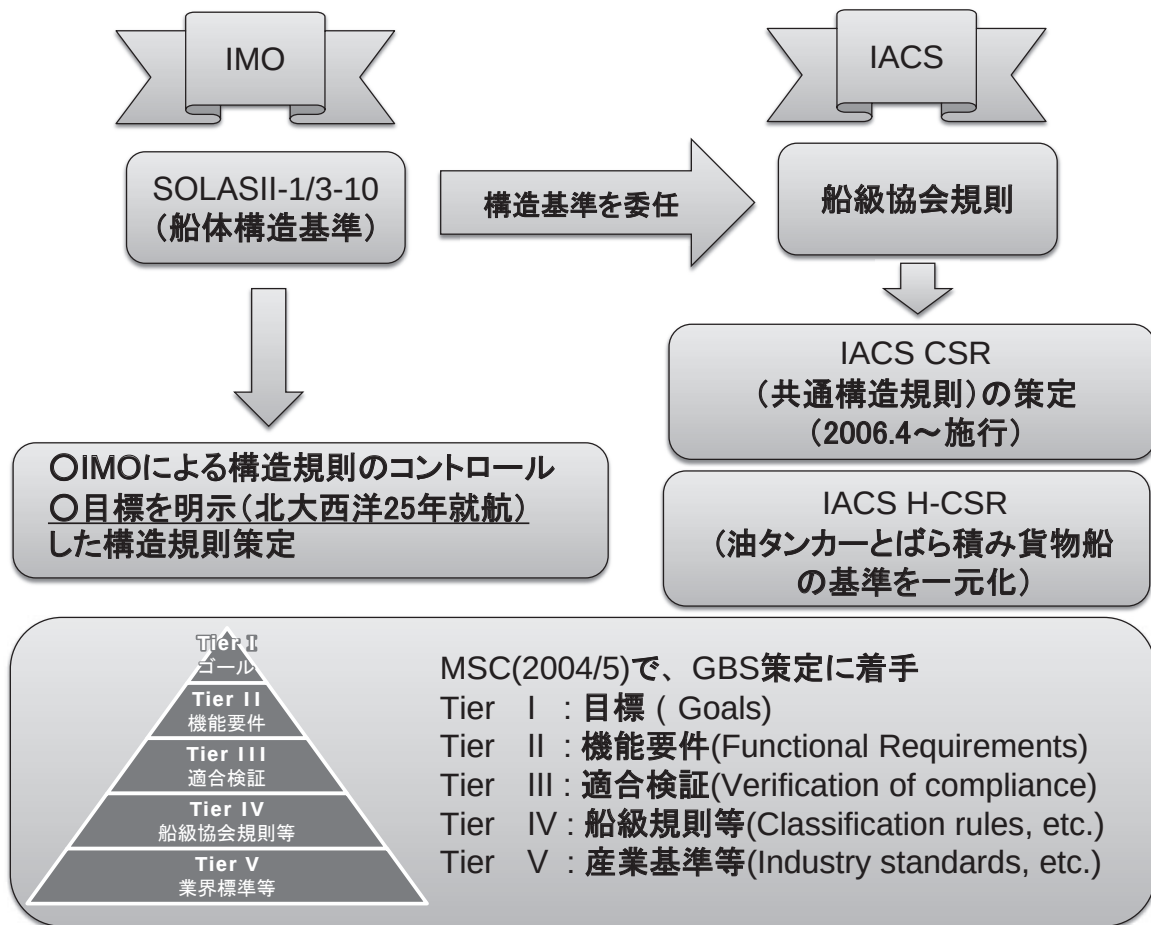


図-1 GBSの背景と基本構成

3.2.3 MSC83（2007年5月）

MSC83においては、パイロット・パネルを継続し、Tier IIIの最終案の作成およびIACS CSRに関する予備評価を実施し、2008年11月に開催されるMSC85に報告させることが合意された。

また、仕様のGBSの導入に係るSOLAS改正案等に関しては、第2次パイロット・パネルの結果報告を踏まえ、MSC85において最終化し、2009年春に開催予定のMSC86で採択するというスケジュールが合意された。

3.2.4 MSC87（2010年5月）

仕様のGBSの大きな骨子はMSC83までにはほぼ構築され¹⁾²⁾、2010年5月開催のMSC87においてSOLAS改正案が採択された³⁾⁴⁾。

具体的には、SOLAS条約附属書第II-1章（構造）に新たに規則を設け、一定範囲の油タンカーおよびばら積み貨物船については、第3-1規則の規定によるほか、GBSに従わなければならない旨を規定した第3-10規則を新たに策定した。

さらに、Tier IIおよびTier IIIの内容に関しては、条約本文でなく、条約の規定に基づく決議（海上安全委員会（MSC）決議）287(87)及び296(87)

として定められた。

適用は、船長150m以上の油タンカー及びばら積み貨物船、ばら積み貨物船はトップサイドタンク・ホッパーサイドタンクが有るものに限る）で、2016年7月1日以降建造契約されるものが対象となる。

3.3 各国の主張

仕様のGBSの策定にあたっては、ギリシャ、バハマがメンテナンスフリーで長期間の運航が可能になるような堅固（Robust）な基準策定を主張したのに対し、日本は、必要十分な強度と少ない環境不可を両立させ、かつ新技術の導入を阻害しない合理的な基準策定を主張し、同じアジアの造船国である中国、韓国等の理解を得た。

IACS CSRの内容、特に腐食予備厚などを不満とするギリシャ、バハマはGBSによってCSRをはじめとする船級規則を強化したいとの考えのもと、Tier IIIに具体的な数値基準を盛り込むよう主張したのに対し、日本などは硬直的、画一的な判定基準は、GBSの理念にそぐわないこと及び造船技術の進展を阻害するものとして反対してきた。

3.4 日本の対応

主要海運・造船国である日本としては、海運および造船の双方に大きな影響を及ぼしうる GBS の策定に際し戦略的な対応を行う必要があるとの観点から、平成 16 年 4 月に国土交通省海事局に学識経験者、海運、造船、船級協会等からなる「新構造基準検討委員会」（委員長：大坪英臣法政大学教授）を設置した。また、財団法人日本船舶技術研究協会は、「新世代船体構造強度に係る基準に関する調査研究（GBS プロジェクト）」を実施し、この場において技術的な詳細を検討した。

前者の検討委員会においては、著者らが委員及びオブザーバーとして参画し、GBS プロジェクトにおいても委員として参加し、技術的検討に貢献した。

4. 仕様の GBS の構成

これまでに策定された仕様の GBS¹⁾²⁾³⁾⁴⁾の内容は以下のとおりである。

4.1 Tier I（目標）

Tier I では、すべての種類の船舶を対象として、「船舶は、その生涯を通じ、適切な運航及びメンテナンスがなされた場合に、指定された運航条件及び環境条件のもとで、非損傷時及び一定の損傷時において安全かつ環境負荷が少ないよう設計・建造されなければならない。」と規定している。なお、この内容は船体構造に関する目的であることから、SOLAS 条約附属書本文に盛り込まれた²⁾。

4.2 Tier II（機能要件）

Tier II は、Tier I に掲げられた目標を達成するために必要な機能要件 15 項目で構成され、具体的には以下の項目が規定されている。

- II.1 設計寿命： 設計寿命は 25 年以上であること。
- II.2 環境条件： 北大西洋の環境条件を想定した要件設定を行うこと。
- II.3 構造強度： 十分な最終強度を有し、想定される環境条件・積荷に耐えうる適切な安全マージンを有すること。
- II.4 疲労寿命： 疲労寿命は設計寿命を下回らないこと。
- II.5 残存強度： 一定の損傷時でも十分な残存強度を有すること。
- II.6 防食措置： 設計寿命の間、ネット寸法が維持できるよう適切な防食（塗装・腐食予備厚）が施されること。

- II.7 構造の冗長性： 局所損傷が構造破壊を招かないような冗長性を有すること。
- II.8 水密性及び風雨密性の確保： 適切な水密・風雨密を保持すること。
- II.9 人的要因の考慮： 運航・検査・保守の安全確保のため、人的要因を考慮した設計・付加物の配置をすること。
- II.10 設計の透明性： 知的財産の保護に留意しつつ、設計の透明性を確保すること。
- II.11 建造品質： 透明性のある製造品質基準にもとづく建造をすること。
- II.12 検査： 建造段階の検査計画を策定すること。
- II.13 就航後の検査及び維持： 検査及び保守が容易に行えるように設計・建造すること。
- II.14 構造へのアクセス性： 検査のため内部構造にアクセス可能な設計をすること。
- II.15 リサイクル： リサイクルしやすい材料を使用して建造すること。

4.3 Tier III（適合検証）

Tier III は、申請された船級規則等が Tier I で設定される目標および Tier II で求められる要件を満たすかどうかの検証を行うプロセスであり、検証のための手続きを規定する Part A および、実際の検証にあたっての判断基準を与える Part B から構成される。

4.3.1 Tier III Part A

Tier III Part A の内容については、MSC81 での合意事項をベースに、パイロット・パネルで検討結果を反映した上で、合意が得られている。この結果、基本的な流れは以下の図-2 のとおりとなる。

- ①申請者（主に船級協会を想定）は、IMO による審査を申請するため、RO（認定船級協会）の認定を受けている主管庁に対し規則及び GBS への適合性についての自己評価結果を提出する。
- ②当該 RO 認定主管庁は、申請者から申請のあった規則を IMO 事務局長に提出する。
- ③IMO 事務局長は、申請のあった規則及び自己評価結果を審査のためあらかじめ選任しておいた専門家グループ（GoE）に送る。
- ④GoE は、申請者の自己評価結果を参照しつつ、申請のあった規則を審査し、検証結果を IMO 事務局長に報告する。
- ⑤IMO 事務局長は、GoE による検証の結果を海上安全委員会（MSC）に送付する。
- ⑥海上安全委員会は、GoE による検証結果を踏まえ、規則の GBS への適合に関し決定を行い、IMO 事務局長に通知する。

⑦IMO事務局長は、審査を申請された規則のGBSへの適合に関する決定について、RO認定主管庁及び申請元の船級協会に通知する。

⑧海上安全委員会は、IMO加盟国に対し、当該規則のGBSへの適合に関する決定を周知する。

また、GoEの検証結果に基づく修正事項に対する再審査、GBSに適合するとされた規則に係るその後の改正事項の定期的なIMOへの報告と審査の関係についても定められている。

4.3.2 Tier III Part B

Tier III Part Bは、専門家グループ（GoE）が申請された船級規則がGBSに適合するかどうかを判断する基準を与えるものであり、Tier IIに規定された項目ごとに、

a. Statement of Intent（趣旨）

b. Information and Documentation

Requirements（提出情報および文書の要件）

c. Evaluation Criteria（評価基準）

の3本立てからなる構成となっている。ここで特筆すべきは、Tier III Part Bは、図-3に示すとおり、規則がGBSに合致するかどうかの数値的な判定基準を与えるものではなく、Tier IIの機能要件の求める内容が規則に適切に反映されているか否かを判断するものとなっていることであり、合理的なGBS策定を目指している日本他の意向が反映された点である。

5. SLA-GBSの検討状況

仕樣的GBSについては、発効に向けての環境整備が進みつつある一方で、SLA-GBSについては、現在も審議が行われている。

MSC 89（2011年5月）では、IMOは、GBS及びFSA（Formal Safety Assessment:先進的安全性評価）に関する作業部会（GBS-FSA-WG）を設置し、「一般的GBSガイドライン」⁵⁾を承認した。

このガイドライン⁵⁾では、図-4に示すように船舶の安全性（船員、乗客、貨物及び船舶）のみならず、海洋環境保護並びに安全保障（セキュリティ）も対象としており、また、船体構造、防火、救命設備、遭難通信、安全航行等も対象としている。

一方で、SLAを具現化するには、さらなる検討が必要であると考えられることから、今後さらに以下の事項に関して検討することに合意した。

(1) 海難事故データ及び報告の質的向上（事故原因の明示、入手及び公開、IMO・GISIS（Global Integrated Shipping Information System）の活用等）の必要性

(2) いくつかのFSAがすでに種々の船舶の安全レベルを報告していること

(3) 現在の規則が実現している安全レベルの把握には相当量の作業が必要であること

(4) 現在のSOLAS条約をGBSの考え方にもとづき構築すべきことの可能性

MSC89では、さらに以下の長期作業計画も作成している。

(1) GBSの適用及び一般的GBSガイドラインに関する経験を蓄積すること

(2) セーフティ・レベル・アプローチと仕樣的規定のGBSを比較すること

(3) 現状の規則のセーフティ・レベルを求めること

(4) 他の船種に関するGBSを逐次推進することを考えること

(5) GBSを船舶建造のすべてのアスペクトに展開すること

(6) 今後のIMO規則作成をGBSに則って進めることの可能性、適用性を検討すること

(7) 規則作成及び改正の新作業提案においてGBSを活用することを検討すること

これらを見てわかる通り、短期的目標と長期的目標に殆ど差異はない。このことからSLA-GBSの構築が容易でない作業である事が明らかである。

大部分の安全基準について画一的にその安全レベルを評価する事は容易ではない。また、安全レベルを評価するうえで不可欠な事故データが、このような高精度の評価に耐えうるほどの緻密さを持ち合わせるかどうかという点にも疑問が残る。これらのことが困難性を生じさせていることは明らかである。

このような動向のもと、MSC91（2012年11月）では、SLAによる規則の策定・改正に関する暫定指針を策定することを目標とし、今後の作業の方向性について合意しただけに終始した。

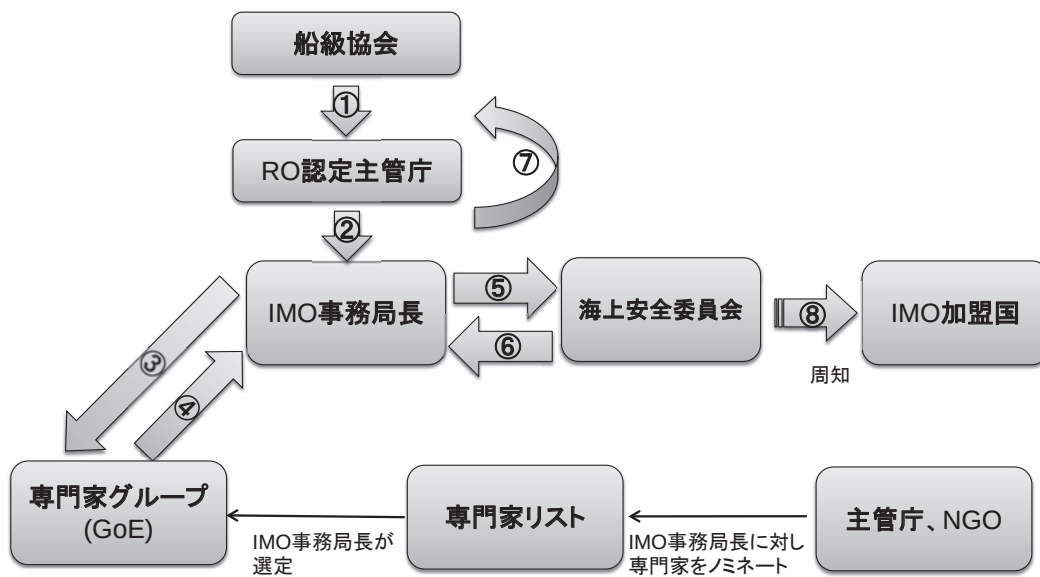


図-2 Tier III Part A による適合検証フロー

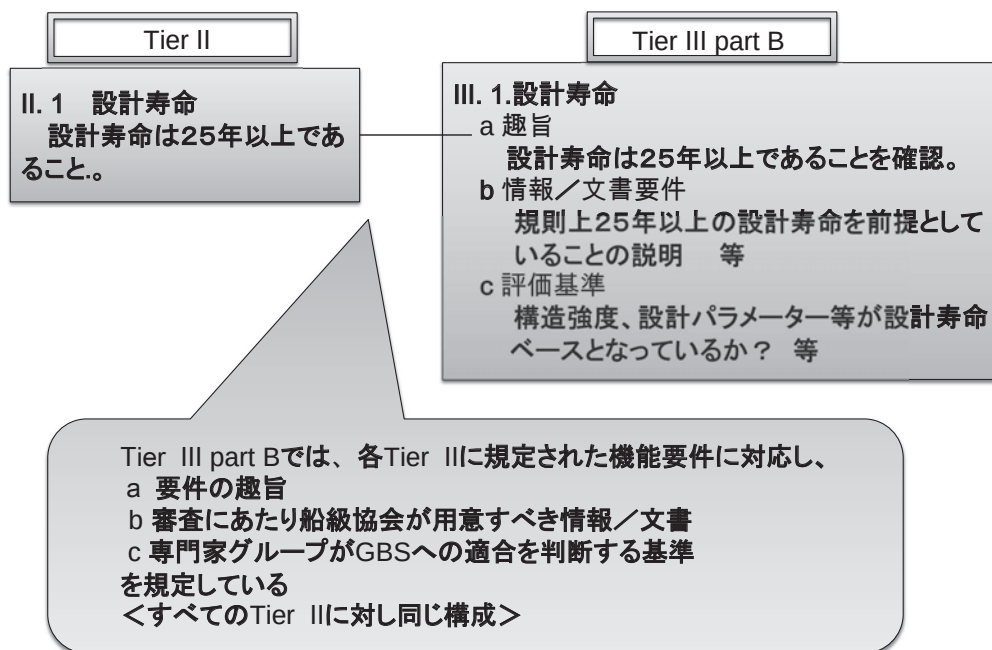


図-3 Tier II と Tier III Part B の関係の例

6. 技術的課題

SLA-GBS もさることながら、仕様の GBS においても、「残余強度」、「構造的冗長性」、「弾性振動を考慮した疲労強度評価」といった従来必ずしも陽に取り入れられたわけではない要件が明確に規定された。

これらは、運航実績や保船も含めた思想（シナリオ）のもとに設定されるべき要件であり、一義

的に設定できるものではないこと及びこれらを緻密に評価するための手法も十分に確立されたわけではない。

なかでも、近年、「弾性振動を考慮した疲労強度評価」については、船の大型化に伴い関心が高まっていることから数多くの研究が実施されている。

しかしながら、これらの研究のほとんど例えば⁷⁾は、弾性振動による荷重の極値をカウントし、その結果をマイナー則に当てはめることで疲労被害度が増加する旨結論づけている。その一方で、疲

疲労き裂伝播のメカニズムまで踏み込んだ例は、ほとんど無い。実際に弾性振動により引き起こされる損傷例は殆ど無いことから、荷重の観点からの評価だけではなく、疲労き裂伝播のメカニズムを明らかにした疲労強度評価法の確立が望まれる。

さらに、近年のいくつかの研究^{例えば}は、弾性振動が構造強度に及ぼす影響を評価する上で、ウェザールーチング、変針、意識的減速、荒天中の自然減速等の操船の重要性が無視できないことを指摘している。このことが計算や水槽試験において得られる荷重及びこれにもとづく強度評価と実際の損傷の間に違いを生じている原因の一つであると考えられる。このため、荷重推定の精度向上もさることながら、操船影響のさらなる定量化も重要な課題になると考えられる。

このように、基準策定に不可欠な評価手法には未だ十分改良及び向上の余地があり、これらのための研究を継続的に進める必要がある。

7. さいごに

グローバル化の進展により、安全・環境問題への社会的意識の高まり、基準・規格化を通じたマーケティング・産業戦略の拡大、欧州の復権と域内連携強化の動きが各産業分野共通の変化となってきた。アジア各国も動きが激しくなっている。

このような状況の中、安全・環境基準に課される課題とその説明責任も増大しており、これらに付随する技術的課題も明らかに高くなっている。

しかしながら、これらの課題に正面から取り組むことは、合理的な安全・環境規制の実現による日本海運・造船業界の一層の発展と国際社会への貢献のためには不可欠な事である。

今後も、国内外関係各位との情報・意見交換をより充実し、社会的要請に即した研究を行っていく所存である。

謝 辞

本研究で紹介した検討事項の一部は、日本財団の助成により（一財）日本船舶技術研究協会が2005年度から2008年度に実施したプロジェクト「新世代船体構造強度に係る基準に関する調査研究（GBSプロジェクト）」の一環として実施していることを付記し、関係各位に謝意を表します。

また、本原稿を執筆するにあたり、国土交通省海事局安全基準課からご指導賜った。この場をお借りして改めてお礼申し上げます。

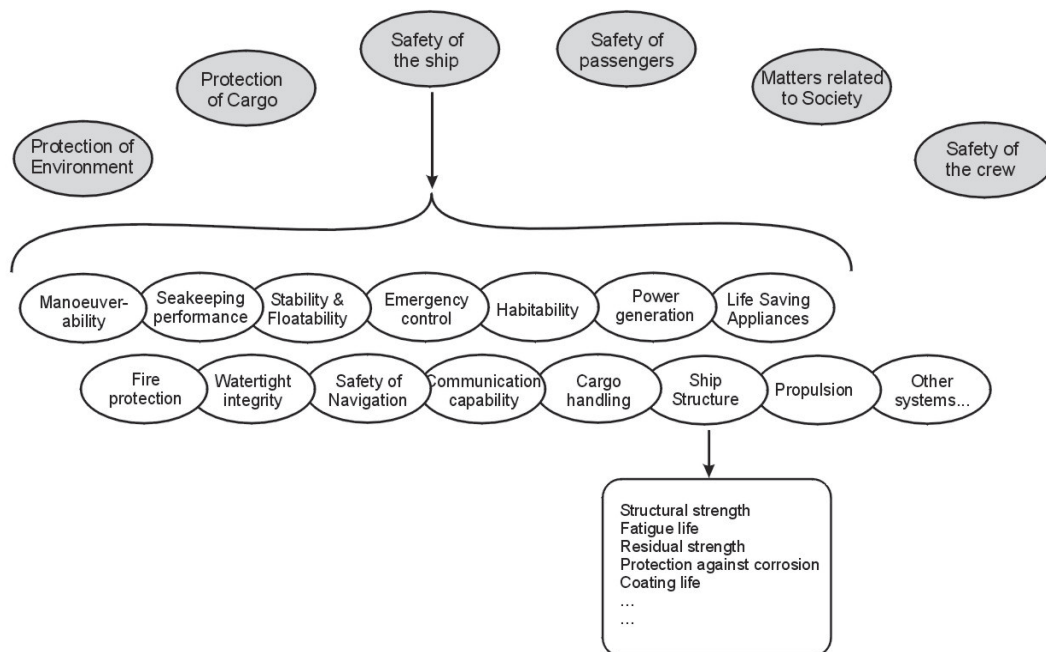


図-4 一般的 GBS ガイドライン⁵⁾で想定する基準体系の例

参考文献

- 1) MSC 83/5/1, “Report of the Pilot Panel on the trial application of the Tier III verification process using IACS Common Structural Rules (CSR)”, 2007 年 7 月
- 2) MSC 83/WP.5, “GOAL-BASED NEW SHIP CONSTRUCTION STANDARDS - Report of the Working Group”, 2007 年 10 月
- 3) RESOLUTION MSC.287(87), “GUIDELINES FOR VERIFICATION OF CONFORMITY WITH THE INTERNATIONAL GOAL-BASED SHIP CONSTRUCTION STANDARDS FOR BULK CARRIERS AND OIL TANKERS”, 2010 年 5 月
- 4) RESOLUTION MSC.296(87), “INTERNATIONAL GOAL-BASED SHIP CONSTRUCTION STANDARDS FOR BULK CARRIERS AND OIL TANKERS”, 2010 年 5 月
- 5) MSC.1/Circ.1394, “GENERIC GUIDELINES FOR DEVELOPING IMO GOAL-BASED STANDARDS”, 2011 年 7 月
- 6) MSC.1/Circ.1394, “GENERIC GUIDELINES FOR DEVELOPING IMO GOAL-BASED STANDARDS”, 2011 年 7 月
- 7) K. Takagi and Y. Ogawa, “The 6th International Conference on Hydroelasticity in Marine Technology (Hydroelasticity 2012)”, 2012 年 9 月