
第 2 部 RR 研究23 年の歴史

序 文

日本造船研究協会は、協会本体の設立から遅れること17年、昭和44年度に船舶の安全及び基準に関する技術上の調査、研究を行うことをその業務に追加した。船舶の安全、環境保護に関する基準の作成、改廃については、本来的に国が責務を有するものではあるが、船舶技術が進歩しその内容が高度かつ広範になるにつれ、当協会が公益的な広い立場から基準に関する技術上の検討を行い、資料を整えることが有用となった結果である。思えば、太平洋戦争により壊滅的な打撃を受けた我が国造船、海運業界の技術研究機能を強化するため、その限られた資金、人材を結集して共同研究を実施することを目的として設立された当協会も、17年の間に一定の成果を上げ、また造船、海運業も成熟産業としての社会的責務を果たすべき、そして果たし得る段階に入ったことを象徴するできごとであった。

同時に、上記の目的を果たすため、理事会及び常任理事会の諮問に応じ、技術上の諸事項に関し意見具申又は提案を行う機関として基準委員会が設立され、現在の基準研究体制が固まった。具体的な研究の実施に関しては、そのカバーすべき範囲が広いことから、委員会の下に基準研究部会（以下部会という）、分科会、小委員会（個別の研究テーマ毎に設立し、RR番号を付与）を設けた。ちなみに、現在までの23年間に、船舶の安全、環境保全関連基準の検討に資するため、37の部会、部会に付属する67分科会、10幹事会及び56小委員会が設けられ、様々な技術上の検討を行っている。さらに昭和51年度からは、当協会担当者が直接国際海事機関（IMO）等における船舶関連条約等の審議に参画することにより、RRの調査研究成果が国際的な場においてもより効果的に反映されることとなった。

個別具体的なRRの調査研究結果については、以下の各項で紹介するのでここでは割愛するが、これらの結果は、我が国のみならず世界の船舶関連基準の検討に少なからぬ寄与をしたと考えている。また、これまで以上に船舶の安全、環境保全能力に対する社会的な要求水準が高まってきていること、世界的にもIMOを中心として船舶関連基準の国際的な統一及び改善が図られていること、これまでは必要最小限に留められてきた既存船舶の要件見直しにつき、安全性向上の観点から構造要件の変更を含めた積極的な実施が世界的に求められていること、さらに従来は構造設備要件に偏りがちであった船舶の安全、環境保全基準に、設備と人との係わり合いの要素を取り込むことが求められていることを背景に、公益的な視点を持つ技術面のエキスパート集団としてRRの存在意義は益々大きくなっている。

本稿では、RR研究の意義と実績を再認識し、今後の同分野での研究推進に資するため、その23年の歩みを振り返ることとする。

第1章 安 全

第1節 復原性

本節で取り上げる復原性に関する基準部会の調査研究は大別して次のように分けできる。

- (i) IMOにおける船舶の復原性基準に関する審議に対する我が国の対処支援
 - (ii) 内航船の復原性に関する調査研究
- 以下、これらについて順に記述する。

1. IMOにおける復原性基準に関する審議に対する対応

IMO新復原性基準に関する調査研究を目的とするRR 24部会が昭和56年度に発足するまでは、IMOでの船舶復原性関係の審議に対する我が国の対応は国際規則と船舶設計等との関連についての調査研究を目的とするRR 7部会に付属するRR 71分科会が担当していた。昭和51年度以降、昭和56年にRR 71とRR 24が合同するまでにRR 71で審議された主な検討項目は次のとおりである。

- ・1966年国際満載喫水線条約規則関係
- ・特殊目的船ないしは新形式船の区画、復原性および喫水線関係
- ・各種条約、規則における区画および復原性規則の調和
- ・船舶の非損傷時復原性

一方、これらに関連して実施された具体的な調査研究の主なものは

- ・IMO A. 167による判定と我が国旅客船方式による判定との比較検討
- ・各国ルールによる復原性計算と計算結果の検討
- ・船舶復原性の簡易計算法の作成

などである。

この間の特筆すべき事項に船舶の非損傷時復原性のIMO勧告A. 167を補完するIMOの基準として風や波の影響を考慮したWeather Criteriaを開発することになり、我が国を始めソ連、オランダ、英国等各国の基準の比較検討の作業をRR 71で行い昭和55年9月の第

25回復原性満載喫水線小委員会(以下 STAB という)に提出した結果,日本基準が検討のベースとして採用されることになったことである。このためかねてより IMO A.167は軽荷状態の船または上部構造の大きな船に対する適合性に問題があるとされていたこともあり,これを補完する Weather Criteria の新基準案を我が国が英国と協力して作成することとなった。新基準試案の船舶への適用試算,解析及び IMO の STAB 小委員会関連の作業を行うため昭和56年度以降 RR 24が発足現在にいたっている。この RR 24の調査内容及び審議の経緯を以下に述べる。

(1) 横波基準案の検討

前述のように第25回 STAB での決定に従い, Weather Criteria の導入による A.167改正のために各国に新基準案による試算が要請された。これを受けて我が国も試算を精力的に実施し,その結果はその都度 IMO の復原性及び満載喫水線並びに漁船の安全に関する小委員会(STAB と PFV が合同したもの。以下 SLF という)に提出した。とくに第28回 SLF(昭和58年2月)での新復原性基準案中の諸数値に対する検討に際し,我が国より提出した試算結果が極めて有効な裏付け資料となり,第27回 SLF(昭和57年2月)に日本規則の横波及び横風の要素を取り入れ一部横揺角にソ連の考え方を入れた我が国提案の新基準試案が,細かい変更を除けばほぼ我が国の復原性規則(乙基準)と同等と考えてさし支えない形で,第28回 SLF で採択されたことは,我が国の国内法及びその実績が高い評価を受けたことを示すものといえる。本件はこの後,海上安全委員会(以下 MSC という)での審議に移され,RR 24ではこの新復原性基準案の日本船舶に対する適用上の問題点を明らかにするため試算が続けられた。その後,横波基準は昭和60年2月に開催された第30回 SLF において総会決議案の成案を得て決着した。

(2) 縦波基準の検討

第28回 SLF では非損傷時復原性に関連し,縦波(追波)基準についても検討することになり,旧東独より提出された縦波基準案の検討と同案に基づく試算を行うことが各国に要請された。また第30回 SLF では旧西独から提案された実験的手法に基づく基準案の検討も新たに要請された。RR 24では,これらの要請に対処すべく計算プログラムを開発し,代表的な日本の船舶に対し試算を行い,その結果を SLF に逐次報告すると共に,これら基準案の問題点を明らかにした。その後も縦波基準については,旧東独,ポーランド並びに旧西独等より提案された基準案を基に検討が続けられている。

一方,我が国は追波中の船舶の危険性を深く認識するものの追波基準は規則ではなく,

が決定された。しかし、海上での安全性確保の観点から決定論的手法に基づく基準の早急な実施が提案されると共に、確率論的手法に関しても一部の要件を緩和した新提案が提出された。RR 24でもこれらの両手法に基づく試算を行い、その結果をSLFでの審議資料として提出した。その後、第32回SLF（昭和62年9月）では船舶の高さ方向の損傷分布を考慮した確率論的手法に基づく新基準案が作成され、これに基づけば前述のPCCも容易に基準案に適合しうることとなった。我が国でも当初の試算で不適合となった船舶の設計変更による再計算や我が国が提供したサンプルシップによる国際共同試算を実施するなどの検討が続けられた。乾貨物船の損傷時復原性については、第32回SLFで作成された第55回MSC（昭和63年4月）の決定に基づくMSCサーキュラーとして回章された確率論的手法に基づく新基準案が第57回MSC（平成元年4月）で若干修正されるなどの経緯を経て、最終的には100m以上の乾貨物船を対象として確率論的手法による損傷時復原性規則の導入を内容とする改正SOLASが1992年2月に発効した。現在は100m未満の乾貨物船の規則の検討が行われている。

また、RO/RO旅客船の損傷時残存能力の強化を図ったSOLAS改正条項（SOLAS '90）を現存船にも適用するため、対象となる現存船の損傷時残存能力評価の仕分け作業が行われると共に、現行SOLASの旅客船区画復原性規則の代替規則（A.265）の見直しが始まった。

2. 内航船の復原性に関する調査研究

船舶復原性規則が適用されていない500総トン未満の内航船等はその航行区域を沿海区域以下とすることから復原性の確保は専ら造船所、船舶所有者及び船長等に委ねられてきた。しかし、この種船舶の海難事故も絶えないことから内航船に対する復原性基準策定が検討されることとなった。そのため内航船の復原性の現状及び海難事例を調査し、この種の船舶の復原性の実態を把握すると共に、各種復原性基準を適用した場合の問題点等を明らかにし内航船の復原性基準策定に資することを目的にRR 32部会が昭和63年に発足した。その主な作業と成果は以下のとおりである。

(1) 運航中の各種内航船の復原性実態調査

約70隻の内航船を検討対象に選定し既存の復原性規則（船舶復原性規則、IMO A.167, A.562）の適合状態を調査した。

(2) 転覆事故を起こした海難船の復原性計算

約10隻の海難船について前項と同様の調査を行った。その結果、海難船は総じて復原性水準が低いことが判明した。

以上の検討結果をふまえ、近海の航行区域を持つ内航船にも準用されるようになることも留意し、A. 562の要件の水準を復原性規則乙基準に倣って航行区域別に緩和した「内航船復原性基準案」を作成した。このほか復原性基準策定の資料とするため、内航船建造時における復原性試験、復原性計算の実態調査を行った。

第2節 防 火

昭和42年に旅客船の防火規定（第Ⅱ・2章 H部）が改正され、また貨物船の火災安全対策について昭和48年第14回防火小委員会（以下FPという）で合意され昭和50年の第9回総会で決議 A. 327として採択された。さらに、FPでは、タンカーに対する火災安全措置（昭和48年第8回総会決議 A. 271）を SOLAS 条約に成文化し新造船から適用しようとする機運にあった。このようにますます複雑多岐化する IMO の防火関係審議に対処するため、RR 7 部会に昭和50年度から RR 73分科会が設けられた。

当分科会は、新造タンカーの定義、適用時期と範囲及び国内措置に対する準備、A. 270（VⅡ）を含む火災試験の見直しとさらなる整備及びその国際化に対する先行対処、第17回 FP（昭和50年7月）討議議題に対する対処から調査研究を進めることとした。

昭和52年までに開催された第17回 FP から第20回までは、討議議題はそれぞれが大きい問題点を含んでいた。

すなわち危険物運送船に追加されるべき火災安全手段、タンカー類（石油類、ケミカル、LPG）の火災安全手段のハーモナイゼーション、船舶の高馬力化及び機関室の縮小化に基づく機関室単位容積当りの火災時の熱量増大に対する措置、これと併行するハロゲン化消火剤の採用である。当分科会はこれら FP 議題を検討し、対処しつつ、FP が陸上における火災対策ともからみ合いながら、絶えず新技術、新手法の導入を図って高度の火災安全を確保する意図を有し、FP 決定後 MSC で採択そして総会決議、条約改正と直接の短期的移行措置をとり、かつは遡及適用を図ろうとする傾向を把握した。

当分科会は上記の経緯により、FP における何等かの主動的役割を果たすポジションの確保を図る必要を感じつつ FP 討議議題のより一層精緻な審議と火災試験法に対する技術の蓄積により国際協力を図ることを目標に作業を進めた。

昭和53年第21回 FP において海洋油掘削装置の火災安全手段が議題として採択同年の第22回 FP において決定という審議が行われた。このようなスピーディな審議に対応し、国際的視野の下に FP が採択しようとする議題の動向に対処するため、全世界的な火災海難の解析を始めることとし現在に至っている。また IGS（イナートガスシステム）に対しても事前に調査を開始した。

昭和54年、第23回 FP から第24年回 FP においての重要議題は IGS ガイドラインであっ

て、その決定に基づく国内措置の策定に協力した。

昭和56年第26回 FP の討議からは船舶内装材の火災試験方法を IMO で制定すべく、FP の火災試験法 WG で、火炎伝播性試験、布張り家具及び寝具類の着火性試験、甲板床張り材の火災試験について国際共同研究が行われた。当分科会は、これに対応して試験研究を実施し、それを基に IMO へ提案した。また、我が国はこの国際共同研究の取りまとめを行うなど、同 WG の主導的地位を確保した。これらの火災試験方法はその後、IMO 第16回及び第17回総会で採択されている。

昭和56年、第44回 MSC、第45回拡大 MSC、第26、27回 FP が開催され'81 SOLAS が確定した。すなわち現在まで当委員会がタッチしてきた事業の集大成に直面した。この時期以降ビル火災時における燃焼ガス中に含まれる有毒ガス及び煙に対する人体防護の問題が浮上しつつあったが SOLAS II - 2 章に有毒ガスの成分、量に具体的基準がないので当分科会として実験を行い IMO に基準案を提案した。

昭和58年、第48回 MSC、第28、29回 FP に対処し、タンカーのベンディング、パージング、ガスフリーの標準及び'81 SOLAS II - 2 章の実施上の問題点の検討を行った。この時期と前後して船舶の特に配管材として FRP を中心とするプラスチック材の導入が進められてきたが、II - 2 章においては火災安全の見地から鋼又は鋼と同等物の使用を中心に構造が規定されているので、アメリカと綿密な関係を保ちつつ FRP 管の鋼と同等性の基準を定めるべく研究を推進した。

昭和60年、SOLAS 改正 II - 2 章の発効を迎え条文解釈の的確化につとめつつ第50回 MSC、第30回 FP の検討議題に対処した。既述したとおりこの時より、我が国が火災試験法に関する中心的役割を果たすべき立場となった。昭和62年に至る間、第52回、53回 MSC、及び第30回、31回、32回 FP に対処し、前2項に加えフレームアレスターの要件、試験及び試験施設の整備に努めた。

昭和63年に入り、第33回 FP で船舶に使用される材料の発煙性及び有毒性、第



RR73 高速排気管頭の連続燃焼試験
(カーゴタンクへの火炎侵入防止装置)

34回 FP で II - 2 章で唯一無規制の煙の制御対策が主要議題にとりあげられた。当分科会 はこれに全力を傾倒し、平成 2 年第35回 FP に対し必要な提案を行ったほか現在、日、米、デンマーク、スウェーデンで共同して進められている国際共同研究に参画して、煙の制御の基準作成を行っている。

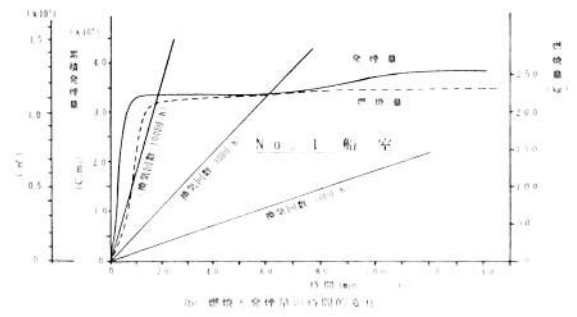
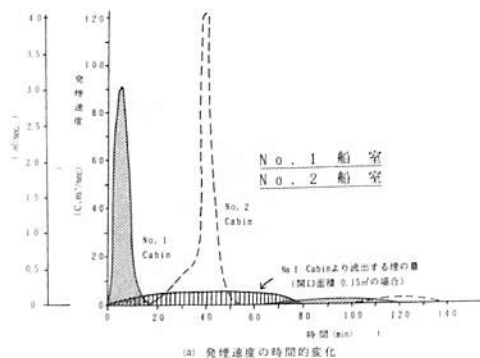
平成 2 年初頭にオスロ〜コペンハーゲン間にて起こったフェリー「スカンジナビアン・スター」の火災で160名もの死者を出したことから、IMO は旅客船の火災安全策を早急に改善することとした。すなわち SOLAS II - 2 章の改正を検討した。当分科会ではこれに対応し、折から我が国も旅客船の建造が相ついだ時期でもあったため、現実的な対処方法を IMO へ提案した。中でも避難通路の幅や可燃物の制限の規定については我が国の意見を大いに反映させた。これらの SOLAS 改正は第59〜61回 MSC にて採択されている。

さらに、第62回 MSC、第38回 FP に対処しつつ次の事項を中心に研究をすすめている。

- (1) FP 火災試験法 WG に対する煙濃度と毒性の評価基準の提案
- (2) 火災侵入防止に関する日、米、独コレスポন্ディンググループの試験の実施と取りまとめ
- (3) 旅客船の防火、火災安全対策の技術指針
- (4) スプリンクラーの防火効果の評価
- (5) アメリカと緊密な連絡をとりつつ煙の制御についての実大火災実験の実施とその理論的及び実際的手段の発見
- (6) SOLAS II - 2 の全面見直し



RR73 実大船室内装材燃焼試験



RR73 火災室と隣室の発煙量とファン容量の関係

第3節 救命，航海設備

1. 救命設備

1960年 SOLAS から10年を経過して IMO は MSC 傘下の各技術小委員会に対して，その後の急速な技術の発展の結果それぞれの技術分野について相当の改正を考慮すべきものとした。昭和47年以降救命設備小委員会（以下 LSA という）は，これに対して膨脹式救命いかだの大巾な採用を中心とする第Ⅲ章改正案を策定して討議を継続して来たが，昭和50年に入りこの改正案を取りやめ，船舶の救命設備を根底から考え直すこととし救命システムという表題及び概念下で船舶が備えつるべきもののあり方を規定しようとした。このような情勢に対処するため，RR 7 に昭和50年 RR 72分科会が設けられた。救命システムという規制の有り方は，先ずあらゆる海象下で人命が救助されるべき船舶のシステム機能要件及びこれを構成する個々の手段の機能要件を定め，実際に当たってはシステム評価を行って，これに合致するものであれば差し支えないとするものであって，かくすることによって日新的な技術進歩に対処しようとするものであった。項目的には遭難通信，搜索，脱出，救助よりなるものとし，第一義的に衛星通信（2.(4) GMDSS の項参照）が挙げられた。当時，救命システムについては，アメリカ，ソ連，オランダにおいて幾多の論文が発表され，LSA において開陳されたがシステム概念について参加各国の理解が得られなかった。当分科会は総合的救命システムのフローチャートを作成し，これに対応する開発すべきまたは改善すべき構成物件の要件並びに最重要課題として訓練を挙げた。また，SOLAS が海上における人命安全の確保の手段として，救命設備の検査，証書，港湾臨検で構成していることから改正案の理想性を認めたが従来の第Ⅲ章のあり方の実行性の有利さを挙げ昭和53年 LSA もまた我が国の提案が十分に反映される形で，再々度にわたり改正案に取り組むこととなった。ただし，規則第30条に構成物件の一般的共通的機能要件の存置は賛成すべきものとした。

その後，'83 SOLAS 第Ⅲ章の改正案についての検討と意見の提示及び第Ⅲ章に付属する国際的な救命設備を構成する物件の試験法に関する決議案文について検討し必要な提案を行いその成立に賛成の立場をとった。

'83 SOLAS の成立時期と前後して，新第Ⅲ章が現在までの審議の経過から，条約制定時規定されていない新しいタイプの救命物件及びその組合わせが承認されること，新たに規

制されたイマーシヨンスーツ，保温具といったハイポサーミア物件，全閉型救命艇及び救助艇，耐火救命艇について条約の規定案に問題はないか，または国内法化について考慮すべき問題はないかを調査し研究するため昭和55年度以降，実験調査のための次の部会または，小委員会を設けて問題点の検討にあたった。

(1) 閉型生存艇，新形式生存艇の出現に備えて生存艇の荒天下基準 (RR 721小委員会)

昭和55年度から2ヶ年間にわたり表題の検討のため，条約が新設備の適否は実海域試験を求めているので，我が国の周囲海面について調査し，過去の実験を検討し，新設備の評価はシーステート6程度に止め，できる限り代替試験法によるべきとする結果が得られ，現状LSAでの合意条件としてのシーステート5～6が得られた。さらに過渡水波と定常風との組合せの水槽試験の結果，膨脹式救命いかだの安定性改善の手段が見出された。

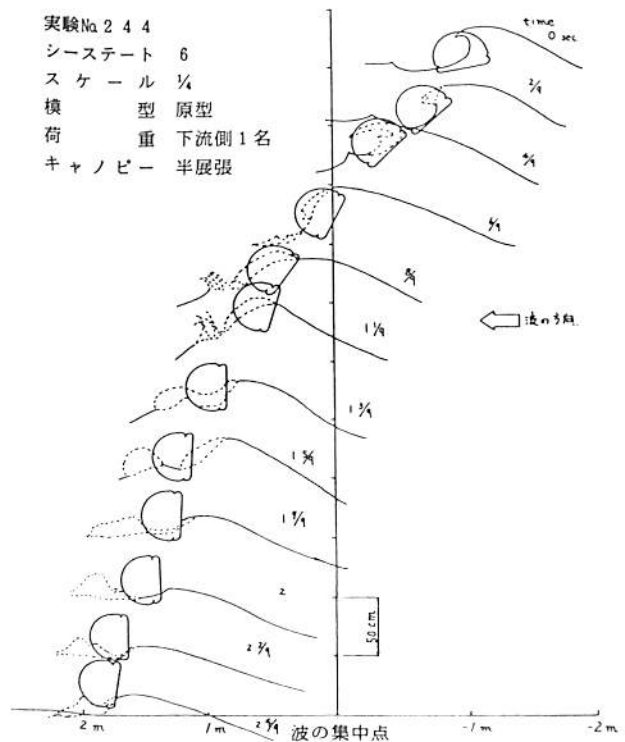
(2) イマーシヨンスーツ (RR 27部会，RR 722～724小委員会)

昭和55年度から昭和59年度に至る間，世界で初めて6時間にわたる冷水下中における完全な人体実験を実施できたことから，この苛酷な人体実験で成功したイマーシヨンスーツ材料について円筒形サーマルマネキンによって保温性評価の代替試験法を開発した。直接人体が関与しないで実施しうる保温性試験はLSA関係諸国に対する大きな寄与となった。

この間，北洋において漁船の転覆による人命損失の事故が発生し，作業員に付するイマーシヨンスーツの開発が望まれた。作業性と保温性は二律背反



RR72 救命いかだの安定性試験



RR72 過度水波による筏の動き実験

事項であるので作業性のよいイマーションスーツの開発には至らなかったが、スーツ内への浸水量が重要事項であることの指針を得た。

(3) 耐火救命艇の耐火性能 (RR 725小委員会)

昭和58年から3年間実艇の火災実験を実施し、実火災実験を実施しなくとも耐火救命艇に使用する材料についての試験及び耐火のため使用する散水膜の限度を定めることによって耐火性を判定しうる事が判明、LSAへ報告した。

条約成文化(第18回LSA)後はLSAは、救命設備、捜索及び救助小委員会(以下LSRという)となったが討議議題は条文の解釈の問題、原型試験法についての改善の問題に集中し、その都度適正な検討を加えてこれに対処している。また国内的に条約文の解釈の正誤さを確保するため、膨脹式救命いかだの安定性の向上、レーダーレフレクタの海上実証試験と基準、救命艇の船側及び水面衝突に対する乗員の保護に関する実験研究を行った。

現在欧州における大型旅客フェリーの相次ぐ事故にかんがみ安全かつ迅速な船外脱出手段が求められており、第Ⅲ章の規定では抽象化条文であることからこれが解決を急がれている。これは、我が国としては所謂シュータとしてなじみの深いものであり、RR 72分科会としては実験を進めつつ有益な提案を行い国際貢献の実を挙げるべく事業を進めている。

2. 航海設備

(1) 航海設備の性能基準

IMOにおける航海設備の性能基準は、RR 7が構成される以前より検討が始まっていて、次のような設備について決議がなされていた。

決議A. 222(7)-1971 航海用レーダー

決議A. 223(7)-1971 無線方位測定機

決議A. 224(7)-1971 音響測深機

決議A. 277(8)-1973 レーダー反射器

決議A. 278(8)-1973 レーダー制御器のシンボル

決議A. 280(8)-1973 ジャイロコンパス

決議A. 281(8)-1973 電子航行機器の一般要件

しかし、大型船の建造が盛んになったことや、小型船の海難が増えたこと等から、大型船への新たな航海設備の強制や、基本的航海設備の小型船への搭載義務の強化が図られる

と共に、航海設備性能基準の追加や見直しが計画された。また、1977年米国東岸にてタンカー事故が続発したことを受けて、カーター大統領は ARPA（自動衝突予防援助装置）の性能基準作成を要望した。

これに対応して RR 7 に RR 75 分科会が昭和50年に設けられ、各種航海設備の性能基準案の検討を行うと共に、昭和51年度には航海用機器の振動試験を行う等 IMO の基準作成に貢献した。

この結果昭和50年より昭和60年にかけて、次のような航海設備の性能基準が決議された。

- 決議A. 342(9)-1975 オートパイロット
- 決議A. 382(10)-1977 磁気コンパス
- 決議A. 384(10)-1977 レーダー反射器 (A. 277の改訂)
- 決議A. 422(11)-1979 ARPA
- 決議A. 424(11)-1979 ジャイロコンパス (A. 280の改訂)
- 決議A. 477(12)-1981 レーダー (A. 222の改訂)
- 決議A. 478(12)-1981 船速距離計
- 決議A. 479(12)-1981 Differential OMEGA 受信機
- 決議A. 526(13)-1983 回頭角速度計
- 決議A. 529(13)-1983 航海精度基準
- 決議A. 574(14)-1985 電子的航法装置の一般要件
- 決議A. 577(14)-1985 電子的航法装置の運用条件

また、昭和60年より始められた電子海図装置 (ECDIS) の検討に積極的に参加するため、RR 75は IMO と IHO (国際水路機関) の協同作業部会 (HGE) の審議に対応した。電子海図装置の性能基準は、平成5年内の決定を目指して、現在も検討がなされている。

(2) 操船ブックレット

昭和55年以来 RR 7 に設けられた船舶の操縦性の検討を行う RR 742 小委員会において、A. 209(7)―「操船ブックレットに含まれるべき情報」―の改訂に向けて検討がなされ、昭和58年の IMO の第28回航行安全小委員会 (以下 NAV という) 及び昭和59年の IMO の第27回設計設備小委員会 (以下 DE という) に提案された。昭和59年の MSC では、DE が主導して NAV と協力して検討するよう決定したので、RR 742 と RR 75 とが緊密な連繫を保ってこれに対応し、昭和61年3月の第32回 NAV 及び5月の第29回 DE で、操船ブックレット、

船橋ポスター、パイロット・カードの三つが最終的に合意された。両小委員会において、日本の貢献が高く評価され、感謝の意が議長から述べられた。

(3) 新世代衝突予防システム

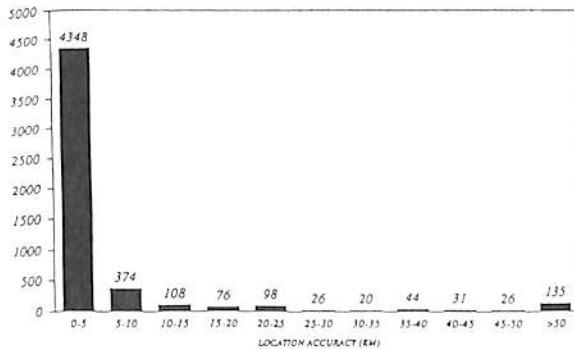
平成3年より RR 75で新世代の衝突予防システムとして、電波利用の進路信号（レーダートランスポンダ）を用いて船同志が互いに進路の変更意図を伝えようとする実験が始められ、平成5年には実船実験が計画されている。

(4) GMDSS 導入に関する実験と貢献

昭和59年より RR 726小委員会が発足し、GMDSS（全世界的海上遭難安全システム）の導入に関して、IMOの無線通信小委員会（以下COMという）に対応すべく検討を続けてきた。また、同時に昭和61年から平成3年にかけて次の各実験を行って、IMOにおけるGMDSS装置の基準作成に貢献した。

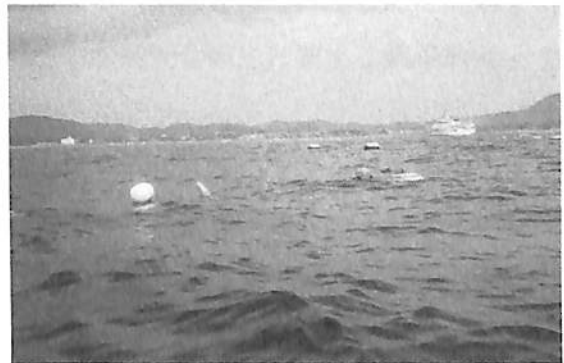
- 検索救助用レーダートランスポンダ海上実験
- 自動浮揚式 EPIRB の性能基準及び試験基準実験
- 自動浮遊式衛星系 EPIRB の対環境性能試験
- 自動浮遊式衛星系 EPIRB の実証試験
- 無線装置用自動離脱機構の性能試験方法
- 生存艇用双方向無線電話の対環境性能試験
- 無線用非常用電源の給電能力評価方法試験
- 衛星系 EPIRB の浮遊性に関する試験研究

DISTRIBUTION OF LOCATION ACCURACY
PHASE III SYSTEM
NOV 84



N = 5286
09/11/84

RR726 EPIRB フェーズ 3 試験 ; 位置算出精度



RR726 衛星系 EPIRB の国際共同試験

極軌道衛星系遭難通信システム国際協同試験

国内用極軌道衛星系 EPIRB 性能要件に関する試験

(5) 遭難時における船長の GMDSS 運用指針

遭難時において船長が GMDSS をどのような手順で運用すればよいかという指針を、定めるべきであるという意見が日本船長協会に起こり、同協会が原案を作成して、これを国際船長協会を通じて第36回 COM (1990) に提出した。RR 726ではこれを積極的に支持することとなり、第37回 COM (1991) 及び第23回 LSR (1992) の審議において、これが成立に努力し、MERSAR MANUAL にのせられることとなった。

第4節 ばら積貨物

船舶によるばら積輸送（液体貨物を除く）は穀類、鉱石等貨物の種類も多く、輸送効率が高いので、海上輸送の大宗をなしている。いかなる形態の貨物であっても荷崩れを発生すると、船舶、積荷の喪失はもとより、船員を危険にさらし、時には2次災害をも惹起するおそれがある。

ばら積貨物に対する船舶運送規則は古くから SOLAS はじめ国際的にも国内的にも制定されていたが、年々新しい形態のばら積貨物が増え、従来の規則では対処し切れない状況になってきた。特に含水量のある微粉貨物は危険性が高く、本研究の主目的は水分を含んだ粉粒体の安全輸送である。

1. 微粉精鉱ばら積輸送に関する基礎研究

微粉体が含水した場合、粉体工学的特性に界面反応工学的な特性が付加され、極めて把握し難い性状を示す。その代表的なものが微粉精鉱である。IMO においてもこの点に着目し、BC コード A.434 で含水量の測定方法、運送許容水分値 TML (Transportable Moisture Limit) を含めた勧告を行ったが、TML の測定法に個人差があり、不具合点も指摘されていたし、他の考え方として流動水分値 FMP (Flow Moisture Point) も提唱されていたが、IMO 自体がよりよい測定法を希望しているといった状況であった。この当時、我が国では一律の含水量で積付規制を行う方法を採用していた。IMO との整合性をとるだけではなく、IMO 自体が上記の状態であったので、そのままでは適切な安全対策がとれないばかりでなく、経済活動にも大きな影響を及ぼすことになるので、これらの基礎的な問題を解明するため、昭和56、57年にわたって「微粉精鉱等の船舶安全輸送に関する調査研究」を行う RR 22部会が結成された。

本研究においては、前例がなかったので、精鉱の製造過程、特に浮遊選鉱と脱水の工程に関する実態調査から粉体流動性に関する基礎実験に至る基盤を構築することから始めなければならなかったが、多くの試料について、三軸圧縮試験、透水試験等による液状化特性の把握、振動及び動揺試験による流動化現象の観測を通じ、液状化は精鉱の含水率だけによるものではなく、間隙比とその粒子間の間隙の水の飽和度で左右されること、液状化の発生には、機械的エネルギーの作用する回数に関係することなどが明らかにされた。

また船積み、揚げ荷の現場における大掛かりな計測を実施し、船倉内における精鉱の実態を数量的に把握する努力がなされ、実験室で得られた基礎資料を荷役、船積みの実態に即したものとする努力がなされた。

結果として、一律の含水量によって積付規制を行うことはあまり適切とは言えず、IMO BC コードに準ずるのが方向としては妥当であること、同時に FMP や TML の計測方法と共に細部では問題があることを指摘することができた。何よりも以後の広範な基礎資料と指針が得られたことが成果であった。

2. 液状化貨物の安全輸送

前記のように固体ばら積貨物の安全運送基準については IMO BC コードで勧告されたものの、各国の意見が提案され論議されていたが、液状化する貨物の FMP 試験法としてフローテーブル法が採用された。この方法は液状化する貨物に対してはよいが、粒径が大きい貨物や特殊な性質をもつもの、特に石炭等については不適當であることが知られている。石炭のうちでも微粉炭は液状化するが、粉炭に関する研究蓄積が甚だ乏しいまま一律にフローテーブル法を適用することは合理的ではないので改めて安全な積付法や液状化の発生限界を確立する必要が生じた。昭和61～63年に「液状化する貨物の安全輸送基準に関する調査研究」を行う RR 29部会が設けられた。BC コードの内容は液状化する物質の流動性の試験と判定法、そのような貨物の積付規制方法、荷崩れを生ずる貨物の静止角の試験と判定法に大別されるので、本調査研究も次のように設定された。

- (1) ばら積貨物の流動性試験方法を検討し、液状化の判定と FMP の求め方の確立
 - (a) フローテーブル法と振動法による FMP の比較検討
 - (b) FMP の試験方法の検討
- (2) 加速度、振動または動揺の回数と船倉内ばら積貨物の流動化との関係の解明
 - (a) 動揺する容器内での含水粉炭の挙動
 - (b) 動揺・振動する条件下の含水粉炭の挙動
- (3) 液状化現象の原因と限界条件
 - (a) 粉炭の液状化特性の研究
 - (b) ばら積貨物の液状化判定のための試験法
- (4) ばら積貨物の荷崩れ
 - (a) ばら積貨物の荷繰りに関する基準

等の広範囲な検討が行われた。RR 22は微粉精鉱を対象に行われたものであったが、この知見に基づき今回は粉炭を主な対象として、より広範囲な現象解明と具体的な方法論が展開された。これらに関連して不飽和粉炭の液状化特性や積付実態の調査も行われた。

(1)からは振動法を改良した我が国独自の「貫入法」が考案され、在来の方法より種類、粒度等の広い範囲の粉体に適用可能であること、振動法よりも明確に流動性が判定できることが認められた。また試験試料の水分調整方法や圧密方法についても再現性がよく簡便な方法を求めることができ、この分野の大きな前進を果たした。

(2)からは、加速度がある値以上になると、振動・動揺の回数が増加すると共に流動化現象が生ずることが確認された。

(3)は(1)(2)の結果に基づき理論解析と間隙比、含水量、垂直水平応力比、排気、排水等を変えた精密実験の結果を併用することにより、安全輸送のための第1次近似解を得ることができた。

(4)は流動化現象とは異なる現象であり、貨物の粘着力や内部摩擦角と安息角の問題であるが、一面剪断試験機を用いてこれらの特性を調査した結果、粘着力が大きな要因であるので、これを正確に測定する必要があること、BCコードで採用されている傾斜箱試験よりも剪断試験が適していること等が認められた。

これらのことは第29回コンテナ貨物小委員会（以下BCという）に報告されると共に石炭の流動水分値の試験方法として「貫入法」が提案された。各国はその可能性に関して期待を寄せ、石炭以外の物質への適用と、国際的な共同実験が要請された。

3. ばら積貨物の安全輸送のための総括

以上の経過により、SOLAS条約第VI章の全面改正のなかにとりこまれるBCコードの中で、最も重要視されている液状化と荷崩れに関しては従来のフローテーブル法に代わる新しい液状化危険性判定法として我が国提案の「貫入法」の国際共同実験が要請され、荷崩れ、荷繰りに関しても従来の安息角に代えて貨物の内部摩擦角と粘着力によって算定される安全傾斜角による方法が討議されることになった。このようにBCにおいて我が国提案の多くが期待されることに対し、これらの実用化とBCのコード化は国際的な責任でもあり、ばら積貨物の安全輸送の早期実現のために平成元年から「ばら積み貨物の安全輸送に関する調査研究」RR 78分科会としてRR 22, RR 29の結果を集約して実用化を図ることになった。RR 78はこれらのみならず、SOLAS条約第VI章の改正に含まれる貨物の積付

及び固定，ティンバーコードの見直しに関する事項も含めた。本研究は大別して，液状化と荷崩れであるが，実施状況は次の通りである。

(1) ばら積貨物の液状化に関する研究

(a) 貫入法の国際共同実験と国際基準化

第30回 BC で我が国を含む 5 ケ国で共同実験を行うことが決定され，共通試験装置と 4 品目の共通試料を関係各国に送り，実験が実施された。その結果第31回 BC で討議され，その優秀性は認められたが，実験装置の実用化の観点から実施各国からの意見があり，装置の改善を行って追加実験実施中である。国際基準化のための，試験手順適用範囲の拡大化，装置の低コスト化等の検討も終了した。

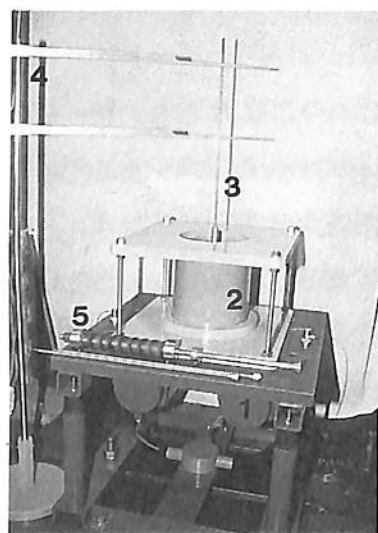
(b) 液状化領域の解析法

英国指摘のウォーターベッドの問題を含め含水粒状貨物の有効応力解析，間隙水圧の測定等を実施し液状化に対する総合対策の確立を目指して作業中である。

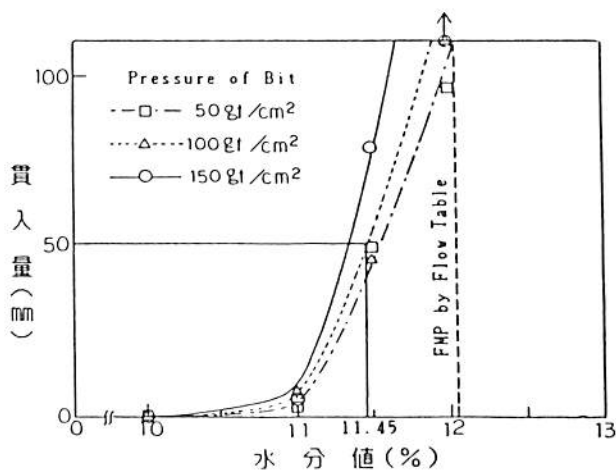
(2) ばら積貨物の荷崩れに関する研究

荷崩れ及び荷繰りの実証実験，粘着／非粘着の区分基準の見直しのための実験，破壊基準の研究，荷崩れ数値解析法及び実証試験等を行い，これまで荷崩れは物性値そのものを検討対象としていたのに対し，貨物のパイル角，船体運動等を加味したより現実的な状態の検討が可能になった。

以上の集約により20年来論争されてきたばら積貨物の安全輸送の達成に大きく貢献できるものと確信する。



- 1 Vibration Table
- 2 Cylindrical Vessel (150φ)
- 3 Penetration Bit (10 kPa)
- 4 Bit Holder
- 5 Tamper



RR78 6分加振後の貫入法と水分値の関係

RR78 貫入法流動水分値試験装置

第5節 危 険 物

本節で取り上げる危険物に関する調査研究は大別して次のように区分できる。

- (i) 専用船の安全性等
- (ii) 危険性評価と個品輸送

1. 専用船

昭和40年代、景気の拡大に伴い各種化学薬品及び液化ガス（以下本節で危険物という）の海上輸送が量、種類、頻度とも増加し、既存の規則では対応しきれない状況にあった。このため昭和44年にこれ等危険物の安全輸送の問題を調査研究することを目的として **RR 3** 部会が設置された。この部会は、昭和53年まで10年間にわたって調査研究を実施し、危険物運搬船としてのケミカルタンカー及び液化ガスタンカーのIMO 国際規則制定に、国際的に貢献を果たすと共に我が国の海運、造船等の関係業界の発展にも寄与した。**RR 3** による主な検討事項の具体的事例は、次のとおりである。

- (1) ケミカル・液化ガスタンカー国際規則案に対する検討
- (2) 同上規則化に際し我が国意見の反映
- (3) 低温式LPG船二次防壁設計基準に関する調査研究
- (4) 方形タンク、タイプB設計基準に関する調査研究

上記のうち(4)は、後の我が国独自の技術開発によるLNG船用タンクの建造の契機ともなったものである。

昭和40年代後半には、我が国へのLNG輸入の拡大、我が国造船海運界におけるLNG船建造・運航への指向等の社会情勢に対応してLNG船の安全基準に関する調査研究を実施するため、**RR 8** 部会が設置された。この部会は、昭和48～51年にわたってLNG船のタンク、防熱、貨物装置、オペレーション等の安全基準の作成に関し、広範の調査研究を実施した。これらの成果は、各種の安全基準として取りまとめられ、さらにその後の我が国のLNG船の設計・建造・運航の実施面で大きく寄与した。

なお、本研究内容は広範囲にわたるため、各研究テーマについて次の分科会、小委員会を設けて検討を行った。

各種材料の脆性破壊、疲労強度、非破壊検査等の調査研究 (**RR 81**分科会)

9% Ni鋼に関する研究 (RR 811小委員会)

Al合金材に関する研究 (RR 812小委員会)

メンブレン材に関する研究 (RR 813小委員会)

品質管理に関する研究 (RR 814小委員会)

安全装置等の調査研究 (RR 82分科会)

海外調査 (RR 83分科会)

一般, 材料・溶接 (RR 841, 842各小委員会)

疲労強度, タンク設計工作 (RR 843, 844各小委員会)

タンク検査試験, 安全設備 (RR 845, 846各小委員会)

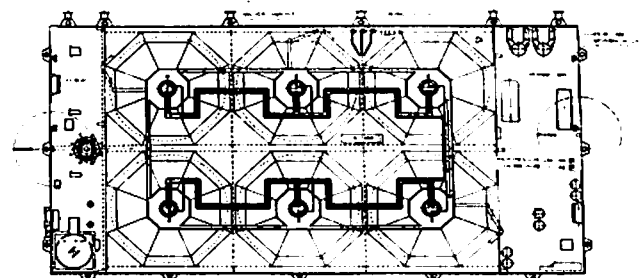
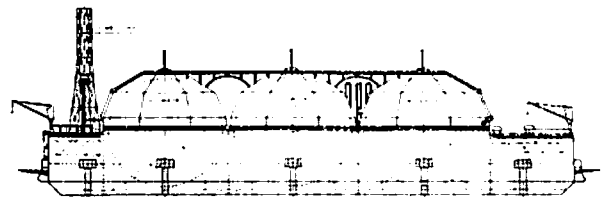
LNG 船の安全基準 (RR 84分科会)

運航マニュアル, 就航後の検査 (RR 85分科会, RR 851, 852各小委員会)

昭和50年代には、液化ガスの海上貯蔵、備蓄も将来的に必要となるという気運が高まり、これに対応して液化ガス貯蔵設備に関する調査研究を実施するため、RR 14部会が設置された。この部会は、昭和54～56年にわたって、液化ガス貯蔵船の安全基準資料を作成することを目的とし、諸法令、液化ガスの流出・拡散・爆発、タンク船の設置、係留、防災、構造設備等に関する広範囲の調査研究を行った。その成果は、「液化ガス貯蔵船の構造・係留及び防災に関する基準(案)」として取りまとめられた。これは、液化ガス貯蔵船を建造する場合の安全指針として活用されている。

昭和50年代末には、前述の危険物運搬船、すなわちケミカルタンカーおよび液化ガスタンカーのIMO国際規則が条約化され、また、国内法としても採用されることが明らかとなった。

このため、昭和54年にRR 7にRR 77分科会が設置され、危険物運搬船の安全基準に関する調査研究を実施した。この分科会は、危険物運搬船の関連国内法規の制定に必要な資料の作成、IMOにおける関連会



LOA	191.0m
B	99.0m
D (上甲板まで)	25.0m
d	9.5m
貯蔵タンク	球型タンク 6基
貯蔵能力	246,000kℓ

RR14 246,000 m³ LNG 貯蔵船

議の資料の検討、意見の具申等、広範囲の問題を扱うため、個々の課題、すなわちバルクケミカル、ガスキャリア、危険性評価およびケミカルタンカーコーティングの各小委員会（RR 771～4）を設け、それぞれの問題に対応した調査研究を実施した。現在、前述のIMO規則は、1983年 SOLAS 改正として発効し、国内法規にも完全に取り入れられたが、この分科会の成果は、条約の法規化及びその実施に大いに貢献した。この分科会で検討された問題は、極めて広範囲にわたるので、ここでは次に代表的な成果の例をいくつか示しておくにとどめる。

- (1) 方形タンクタイプ B 設計基準およびその研究成果（前述 RR 3）の英訳と IMO への提出
- (2) 危険物運搬船 IMO 規則の統一解釈の制定
- (3) 上記解釈の英訳と IMO への提出
- (4) 小型内航ケミカルタンカーへの対応策
- (5) ケミカルタンカーのタンクコーティングに関する調査研究

これらの成果は、ケミカル・液化ガスタンカーの安全確保に大いに役立つのみならず、我が国造船海運界におけるこれらの船舶の設計・建造及び運航の指針として大いに貢献していると考えられる。

2. 危険性評価及び個品運送基準

2.1 危険性評価

ばら積み危険化学薬品は、海洋汚染と安全運送の二つの観点を考慮に入れて検討された構造・設備基準を満足する船舶により運送しなければならないとされている。これら船舶の構造・設備基準を規定しているのが IMO IBC Code であり、その具体的検討が IMO バルクケミカル小委員会（以下 BCH という）で行われている。IBC Code には、ばら積み運送される危険化学薬品の品名に応じた船舶の基準が示されているが、この Code に品名が明示されていない新しい物質や新たに運送される物質（いわゆる未査定物質）については、その運送基準の策定が必要となってくる。BCH では、海洋汚染物質として評価された未査定物質についてその運送基準の策定を各国からの提案に基づいて検討している。

我が国においてもこの未査定物質の運送船舶の基準を決定し、我が国の船舶に適用するとともに、BCH に提案するため、当該物質の安全性の観点からその危険性の評価が要請される場所である。この要請に応えるため RR 77（昭和58年からは RR773）で、未査定物

質のばら積み運送上の危険性を検討し、当該物質の運送基準を策定してきた。この検討結果は、我が国における危険化学薬品の運送基準として用いられると共に BCH に我が国から提案され、そのほとんどが IBC Code の改正として採り入れられ、併せて我が国基準策定の資料とされた。

2.2 個品運送基準

(1) 容器及び包装基準

危険物を容器に入れ包装した状態で運送するのを「個品運送」と呼び、危険物運送の原則的要件である。容器及び包装の基準は、危険物の個品運送上重要なものであるといえる。我が国におけるこの基準は、危険物の各品名について危険物船舶運送及び貯蔵規則（危規則）に規定している。しかし、危規則に品名が明示されていない危険物（不特定危険物）については、その基準を策定する必要があるところから、IMO IMDG Code をはじめ各国規則の基準を参考にして容器及び包装の基準について **RR 19**部会を設けて検討した。

一方、危険物運送に用いる容器及び包装の性能基準については、国連勧告を取り入れた IMDG Code 付属書 I に規定されているものの、本研究が開始された昭和55年当時、危規則には未だ取り入れられていなかった。この容器及び包装の性能基準は、将来各国の危険物規則に採り入れられることが確実であり、我が国においてもその採り入れの必要性が予想されたので、**RR 19**では、付属書 I に規定された全ての容器及び包装の性能基準について実証試験に基づく問題点解明のための検討を行った。付属書 I に示された容器及び包装は、ドラム、箱、缶等の容量450ℓ以下のものであり、その種類は多岐にわたり検討は5年間の長期を要した。

策定された性能基準は、現在危規則に定める小型容器の基準の基礎となっている。

容量が450ℓを超え3000ℓ以下の容器は、国連勧告において Intermediate Bulk Container (IBC) としてその性能基準が規定されている。IBC には、金属製、プラスチック製、木製、フレキシブル等多くの種類があるが、その内でも需要の増大が見込まれるフレキシブル IBC については、我が国の性能基準策定が要請されることから、フレキシブル IBC に関する国連勧告の検討が必要となった。**RR 19**は、国連勧告の性能基準について実証試験に基づく検討を行い、国内基準策定のための資料を得ることができた。

(2) 容器評価試験

上記小型容器の性能試験の中には、プラスチックの試験のための準備として6ヶ月の調

質が規定されている。この調質について RR 35部会を設けて、容器材料として多く使用されているポリエチレン樹脂を対象に危険物の影響を調査し、その類型化及びグループ化を図り、代表危険物による影響を検討した。さらに、影響促進条件の設定を考察することにより、調質期間短縮が可能となる方法及び条件を検討し、危険物のポリエチレン樹脂に対する運送上の影響は膨潤、酸化及び ESC（環境応力割れ）作用であり、類似の化学構造をもつ危険物にはほぼ同じ影響を及ぼすことが判明した。これらの作用が著しい危険物としては、膨潤には灯油、酸化には硝酸そして ESC には酢酸であることが判明し、これら危険物を代表物質として選定した。これらの考察及び試験から、未知物質に対するポリエチレン樹脂容器の評価試験及び調質期間（6ヶ月）に代わる劣化促進条件設定の資料が得られた。

第6節 原子力船，放射性物質輸送

1. 原子力船

(1) IMO 原子力商船安全基準案の検討

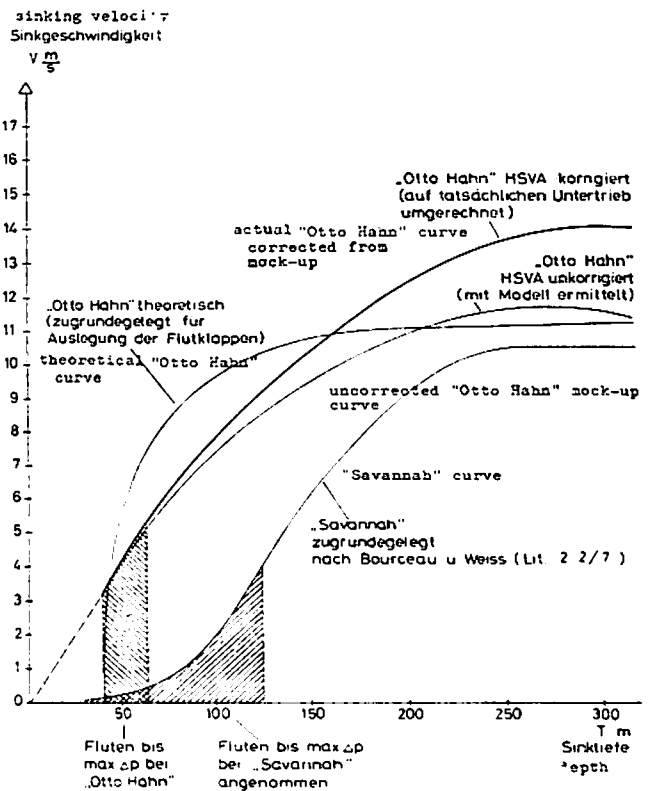
昭和35年の海上人命安全条約の改正会議に「原子力船」が定義されてから2年後，米国の貨客船サバナ号が就航し，昭和43年には西ドイツの鉾石運搬船オットハーン号が完成，それぞれ各国の多くの港を訪問して原子動力の海洋への平和利用の実績が挙がりつつあった情勢をふまえて，IMOのDEは，昭和52年に，OECD-NEAの作業グループが策定した原子力船の安全に関するガイドラインを基にして，第1次原子力商船の安全基準案を作成し，各国に回章してコメントを求めた。

RR 74は，昭和52年にこれに対処するため，RR 741小委員会を設けて検討を行い，運輸省にコメントを提出した。以後，昭和56年に第6次案がIMO総会で承認されるまで，5次にわたる草案の検討を行い，産業界としてのコメントを運輸省に提出する作業を行った。

なお，当時改修が種々論議されていた我が国の原子力船「むつ」は，最終基準の「新船」の定義に該当しないため，同基準の適用から除外されることとなった。

座礁，衝突等の船特有の事柄については，原子力船の安全評価に関するRR 15部会，実用原子力商船の安全基準に関するRR 26部会，原子力商船の安全基準の具体的解釈に関するRR 30部会でそれぞれ検討が行われた。その成果は，「むつ」の改修時に大いに参考とされた。

IMO 原子力商船安全基準（以下IMO基準という）は設計から運航・保全までの広い範囲にわたっているので，草案が作成される過程において，造船・海運産業界の関係者が共通の安全思想を持つことができたこ



RR26 オットハーンの沈没速度

とは原子力商船の開発研究上大変有意義なことであった。

(2) IMO 基準内容の解釈

IMO 基準は設計から建造・運航・保全までの広範囲にわたった内容で、陸上炉の安全設計基準と安全評価指針に加えて保安規定に類するものをも含んでいる。

実用原子力商船のためには IMO 基準を咀嚼して、陸上炉のように安全設計基準と安全評価指針を求める必要があると認識された。その作業には陸上炉のものが参照できることは十分想定されたが、海難など船特有の問題は独自の考察が必要であることは言うまでもなかった。

そこで、IMO 基準に示されている船舶特有の事象、すなわち、衝突、座礁、沈没、火災、転覆、乗揚げ、船側損傷、ヘリコプター墜落、ミサイル、津波、たつ巻、有毒ガス、外部爆発について過去のデータや諸外国の原子力船研究資料を調査し、いかなる規模や現象を選定すべきかを考察した。

たとえば、津波に関しては太平洋岸の港を対象と考えればよく、外航船舶が入出港停泊するような我が国の港では、3 mの波高を想定しておくことでよいがIMO 基準には、このような想定津波の表現はない。

津波の例に見るように、条文には具体的に解釈する上で不明確の部分もあり、また、各国の主管庁に委任された事項も多い。

そこで RR 26では条項を逐一検討して、何が問題であるかを指摘し、その問題点を解決するための方策を掲げ、条文の具体的な解釈を試みた。

問題点を持った条項は119項目に及び、それらは、最も緊要度の高い「A. 原子力船として独自の検討を要すると思われるもので、設計基準事故を選定するのにかかわりありと思われる条項」から、何等対応の必要がない「E. 主管庁が独自に決定可能と考えられる条項」までの5段階に分類された。

この作業結果は、運輸省がIMO 基準に基づいて、実用原子力商船の安全設計及び安全評価の指針を作成する際の有益な資料となるであろうと期待されたものである。

しかし、具体的な対象船や炉プラントの構造・配置などがなかったため、定性的な表現にとどまっており、設計、評価の上で決定力を欠く面が残った。

この点を意識して、RR 30では、一体型加圧水炉を搭載する80,000重量トンタンカーを選定して、船舶特有の問題のうち、乗揚げ、衝突、爆発、火災、転覆、浅海沈没をとりあげ、事故事象の進展をRR 26の成果をもとに想定し、展開した。これらの海難事象により、

原子炉事故の発生拡大を防止するための工学的安全施設（非常用炉心冷却系、非常用崩壊熱除去系）の機能が喪失し、原子炉事故となるシーケンスを策定し、そのシーケンスに沿って事象発生の確率を求めた。

そのシーケンスの全確率が、無視しうるほど小さい値として IMO 基準に示唆されている『極めてまれな発生頻度』に相当する値 1×10^{-7} / 隻・年を目安として評価を行った。

たとえば、津波による乗揚げ海難を起因とする原子炉事故発生の確率は極めて安全側に見積もって 8.1×10^{-8} / 隻・年となった。目安値 1×10^{-7} / 隻・年を下廻る結果となったことは、津波による乗揚げには特別な付加対策をしなくてよいことが数値的にも示されたこととなった。

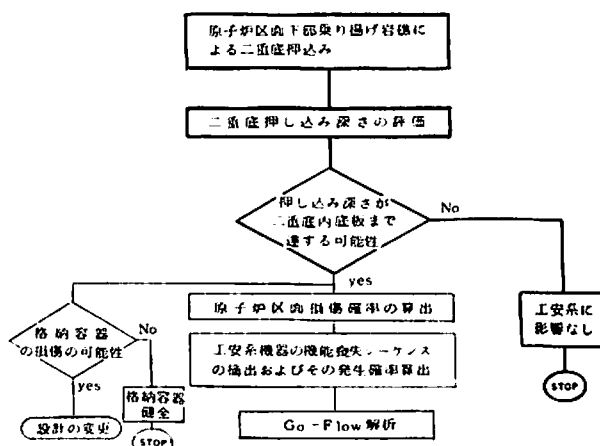
具体的な対象船舶があれば、条文の問題点が解釈でき、数量的な裏付けも得られることがわかった。

IMO 基準の内容を解釈した作業結果は、運輸省が実用原子力商船に対する安全設計基準や安全審査指針を策定する際に有用な資料となるものと期待されるものである。

なお、この RR 研究は平成元年まで続けられたが、民間産業界が結集して実用原子力商船の実現に向けた活動を行っていたことは、原子力船の研究開発の推進に陰ながらの力を添える意図のあったことも付け加えておきたい。

2. 放射性物質輸送

放射性物質の船舶輸送に関する調査研究は、昭和51年4月に RR 13部会を設けて開始された。それは、我が国の原子力発電が昭和40年代後半に本格化し、多量の使用済核燃料を国内再処理工場へ輸送する計画が出てきた状況を背景とするものであったが、この頃より、我が国の核燃料サイクル事業は急速に活発化しはじめた。放射性廃棄物海洋投棄、返還廃棄物輸送、低レベル放射性廃棄物輸送、さらにはプルトニウム輸送などの計画が相次いで打ち出され、船舶輸送の安全性を確保するための一連の調査研究が運輸省などより緊急の課題として要望さ



RR30 原子炉区画岩礁乗揚げによる二重底押し込み評価フロー

れた。また、運輸省は、国際原子力機関（IAEA）の放射性物質輸送規則の二度にわたる大改訂に伴い、「危険物船舶運送及び貯蔵規則」（以下、危規則という）の改正を昭和53年と平成3年に行ったが、改正作業には多岐にわたる調査資料が不可欠であり、こうした資料の早期作成が要望された。当会は、かような要望に鋭意応えていくため、RR 13の構成を海運、造船界の専門家のもとより、電力業界、大学、研究機関の放射線医学、遮蔽工学、原子炉物理などの専門家をも含む構成とし、徹底した検討、審議の行える体制を整えた。

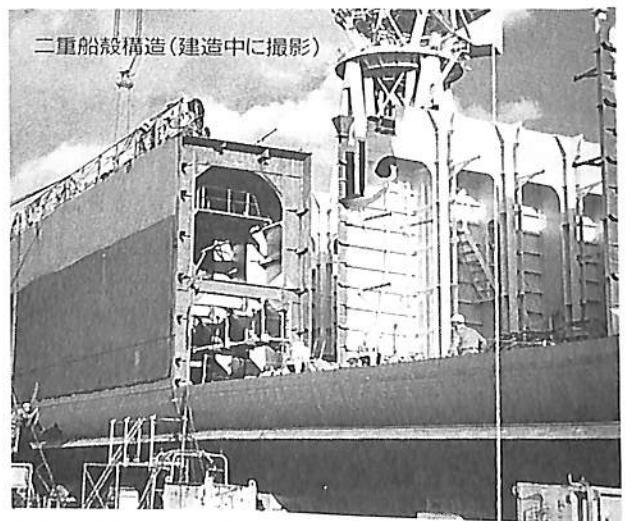
RR 13では、まず、第一の課題として、船舶局長通達（船査610号）「使用済核燃料運搬船の構造設備要件」に則り検査を実際に行うにあたって必要となる積付検査基準を策定するための資料の作成を取り上げた。国内外の諸法令・規則等を詳細に調査し、運搬船のキャスタの固縛・冷却・船倉排水設備の検査要領、積載方法、荷役方法などを検討して積付検査施行基準案を作成した。ついで、衝突、座礁、火災、荷役時等の事故とその後の経過を解析し、船査610号の基準によって確保される安全性の範囲を明らかにした。第二の課題としては放射線管理基準資料の作成を取り上げ、輸送の実態、IAEA 規則（1973年版）の線量規定の生い立ち、危規則の規定のあり方など、基本的な諸問題について活発な議論を重ねた。また、問題の性格上、運輸省の危規則改正作業の経過と放射線審議会が運輸大臣の諮問を受けて行っている審議の経過とに平行して検討を進めた。これにより放射線管理基準資料、放射性物質運送マニュアル案、緊急時事故対策案等を作成し、行政庁及び産業界での活用に供した。第三の課題としては放射線空間分布の評価を取り上げ、線源強度、実効増倍率、輸送容器周辺線量率の評価、輸送容器の振動解析、落下解析、周辺線量率実測、遮蔽簡易計算法の開発等を行い、危規則改正や安全審査に参考となる計算資料を整えた。昭和52年度には、海洋投棄実験計画の急速な進展に対処する必要から、低レベル放射性廃棄物投棄船の調査研究も RR 13の中で急遽実施し、船査400号制定（昭和55年）の一助となるよう努めた。

こうして、危規則は RR 13の成果をふまえて改正され、昭和53年10月に施行されたが、その後における海外の動きは極めて早く、IAEA では輸送量のますますの増大と輸送物の多様化（低比放射性物質等）にかんがみ、輸送規則の全面改訂を早くも昭和60年に行うこととなった。この改訂には、我が国も RR 13などの研究成果や規則面での実績を携えて討議に加わってきた経緯もあることから、新規則を積極的に国内規則へ取り入れていくこと（危規則等の再改正）が昭和50年代後半から60年代前半にかけての重要課題となってきた。また、昭和60年代中ごろには英、仏両国からの返還廃棄物や国内の低レベル放射性廃棄物の船舶

輸送も予想される状況となってきた。

こうした状況に対処するため、昭和59年4月にはRR 28部会を設けて規則関係と安全解析関係の両面から徹底した調査研究を実施することとなった。規則関係ではIAEA規則の改訂点を検討し、同規則の取り入れに際して考慮すべき事項を摘出すると共に積載限度や放射線防護の隔離基準を検討し、危規則再改正のための資料を作成した。一方、解析関係では、新規則への適合性を確認するため、使用済核燃料の輸送を対象とした構造、熱、密封、臨界、遮蔽、200m浸漬耐圧強度の解析を行った。また、これと併せて各種計算コードの比較評価、船内放射線分布の実船実験とその解析を行い、安全解析の標準化を進めた。昭和61年度からは、返還廃棄物と低レベル放射性廃棄物の船舶輸送計画の進展を背景に、輸送容器の要件、運搬船の構造・設備要件、運送方法の要件等を検討したが、これと併せて運搬船の海没事故発生確率評価と環境安全解析も行った。低レベル放射性廃棄物については、大量輸送であることを特に考慮し、モンテカルロ分割結合法による遮蔽計算コードシステムなどを用いた詳細計算を行うと共に運搬船の構造・設備要件をあらゆる視点から議論して資料を取りまとめた。これらの成果は危規則の再改正（平成3年1月施行）、海査450号（昭和63年）の制定及び低レベル放射性廃棄物運搬船「青栄丸」の設計に直接反映されている。

平成元年度には、プルトニウム輸送の安全確保の重要性にかんがみ、新たにRR 34部会を設置して調査研究を開始した。プルトニウムの物理的、化学的、及び生物学的特性を正統的な学術的資料に基づいて徹底調査すると共に、船舶輸送の安全性を確率論的に評価するための手法を開発するなど、プルトニウム輸送独特の研究を展開した。これらの研究の成果をふまえて使用済核燃料輸送との差異、同等性を多角的に評価し、運搬船の構造・設備要件案、輸送方法の基準案、安全運航マニュアル案を作成した。その成果は海査604号（平成3年制定）に反映されているほか、関係方面に広く活用されている。平成3年度からは、核燃料の高燃焼度化に備え、RR 36部会を併設し、高燃焼度使用済燃料の性状調査、輸送容器の仕様調査、



RR28 青栄丸船殻構造

運送形態などについての調査研究を進めている。

かように、当会における放射性物質輸送関係の一連の部会は、我が国の核燃料サイクル事業の進展や IAEA 規則の二度にわたる大きな改訂に伴う国内基準の見直しを背景として RR 13から RR 28, RR 34, RR 36へと推移し、産官学一致協力の充実した活動を続けて今日に至っている。その成果は運輸省はじめ関係方面に直接活用されており、船舶輸送の安全確保に著しく寄与するところとなっている。

第7節 漁 船

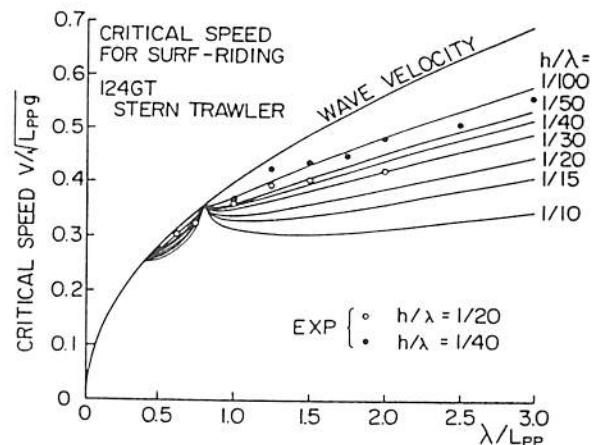
漁船は、比較的小さな船型にもかかわらず厳しい海象，気象条件下で操業することが多いため，海難は後を断たない。安全確保は極めて重要な課題であるが，漁船の性能，構造，設備などの技術的な側面だけでなく，社会，経済的側面も深く係わり合っているため，その対策を立てることは容易ではない。

造研40年の歴史の中でも，漁船の安全性向上のための努力はいくつかされて来ている。とくに，漁船の安全基準策定のための調査研究作業は具体的な成果を挙げて来た。安全基準を策定するにあたっての基本的な考え方には，一定の方針の下に長年月かけて漁船の安全性全般を検討し，新たな基準作成ないしは今までの基準の改訂作業を行うものと，海難事故を契機としてその原因や取り巻く環境条件なども考慮し，即効性のある再発防止対策を立てる作業を行うものの二つに大別出来る。

まず，前者の範疇に入るものとして RR 17部会の調査研究を挙げる事ができる。我が国漁船の大部分は総トン数20トン未満の小型漁船で占められているが，これらに対する安全基準として小型漁船安全規則があるものの，実際には復原性に関する具体的な判断基準が明示されていない。その早急な整備が望まれるため，造研では上記部会を設け，昭和54年度から58年度に至る5年間をかけて小型漁船の復原性に関する調査検討を行った。作業内容としては，小型漁船の復原性に関する実態調査，模型試験等を行うと共に復原性基準試案を作成し提案するものであった。この小型漁船復原性基準試案が従来の船舶復原性規



RR17 模型船の斜追波中の転覆実験



RR31 波乗りの危険性判定の限界船速

則に較べて特徴的な点を挙げると、

- (1) ブルワーク型というカテゴリーを設けて、ごく稀にしか甲板上に大量の海水が打ち込むことはないという仮定の下で、いわゆる張り出しブルワークの復原性への寄与を認めたこと、
- (2) 縦波基準を設けて、縦波中での復原力の減少を算入できるようにしたこと、
などである。

次に、後者の範疇に入るものとして RR 31、33部会、78分科会の一連の調査研究を挙げることができる。これらの事業は、北海道で多数見られる沖合底曳網漁船を対象に、転覆事故の防止と事故発生後の人命救助対策改善とを目的として、昭和60年度から63年度までの4年間をかけて行われたものである。同漁船の実態調査 (RR 78) に始まり復原力計算、模型試験などを重ねた結果、ガベージシューターからの浸水が復原性に致命的な影響を及ぼすことから、閉鎖装置が遠隔操作により速やかにしかも確実に作動することが不可欠の要件であることが指摘された (RR 31)。また、イマーシヨンスーツの防水性、保温性、作業性などの要件とサバイバイル・トレーニングの必要性などが明らかにされた (RR 33)。

以上のように、造研でも漁船の安全性向上のため調査活動は種々行われており、その成果は即効性のある事故防止対策として活かされるだけでなく、長期的な視野に立った基準作りに役だってきている。長年、検討が続けられてきたトレモリノス条約の改訂問題も最近ようやくまとまる機運にあり、こうした国際的な基準作りに果たしてきたこれ等の部会等の貢献は大きいものとする。

第8節 設計一般，特殊基準

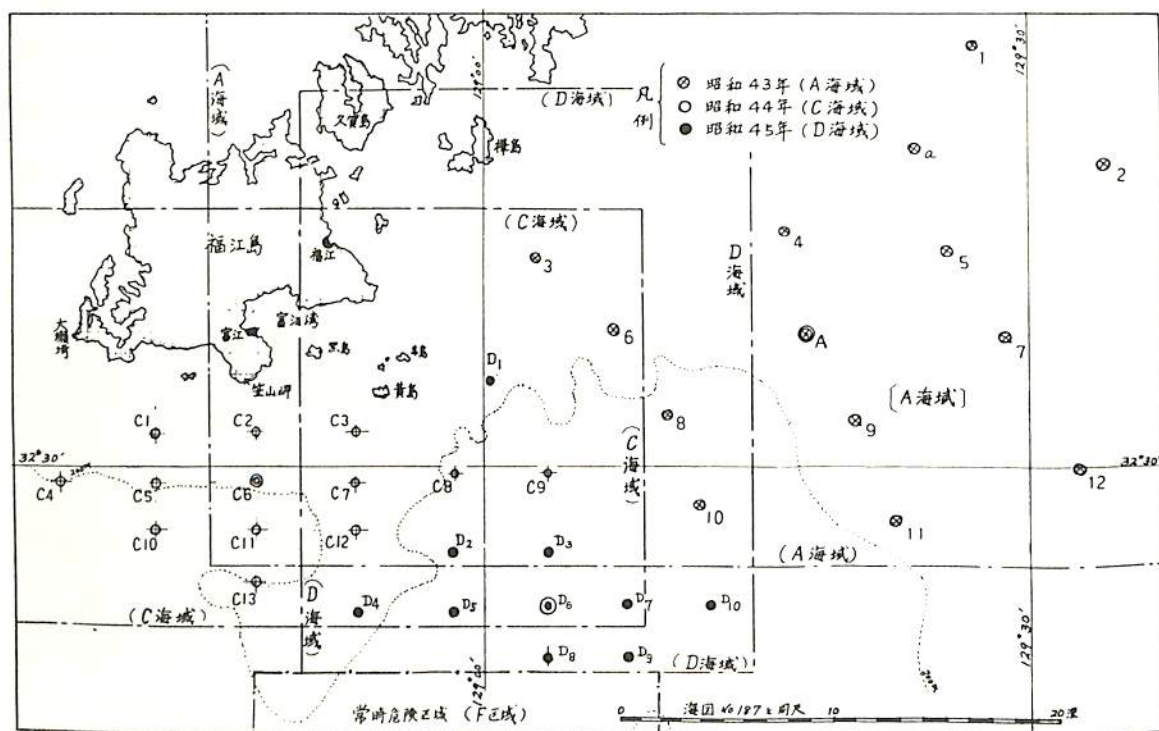
前節までは主として SOLAS 条約の技術基準の章別に RR 各部会の調査研究について述べたが、本節ではそれ等の区分には該当しない RR 部会の調査研究について述べる。

1. 巨大船等の試運転

昭和30年代後半から世界的に専用船の大型化は著しいものがあり、その安全性、操縦性の向上を図るため、速力及び各種操縦性能を海上試運転で正確に把握する必要が生じた。

このことは、造船技術審議会の12号答申（巨大船建造上の技術的問題点とその対策）及び15号答申（船舶の安全性向上を図るため、船舶検査制度の改善に関して当面とるべき対策）で大型船の試運転の試験方法の確立と基準の整備強化が指摘され、また当時 IMO においても巨大船の操縦性資料の収集整理と試運転方法の基準を定めようとしていた。

このような背景の下、昭和44年度から、各種の必要条件を満たす試運転海面の整備と試運転において実施する試験方法の確立を目的として、前者は RR 1 部会（昭和44年度から3



RR 1 五島灘海象観測測点図

ケ年)、後者は RR 2 部会 (昭和44年度から6ケ年) で検討を行った。

RR 1 においては、水深の条件、海面の広さ、船舶往来の頻度、潮海流の状況等から、巨大船の試運転に適しているとされる紀伊水道南方海面及び長崎県五島沖海面について潮海流の計測、解析を行い任意の地点、時点における流速、流向を推定できる資料を作成し、ロラン、デッカ等船位計測用電波計器について実船実験の結果これ等電波計器は十分船位測定のために利用できることを確認した。

RR 2 においては、従来行われてきた巨大船の試運転方案等の各種資料の調査、回頭角速度計、方位角、舵角記録装置等の試作及び実船実験を行い、巨大船の運動性能及び試験用計器の性能を調査し、適用すべき試運転方案、船長に供与する操船資料の様式等を作成した。

また、昭和47年度からは、急激に建造されつつある大型カーフェリー及びコンテナ船等高速で風圧面積の大きい船舶の操縦性能を把握するための試運転の方法について、実船試験、模型試験、乗船調査、海外調査を行い、カーフェリー及びコンテナ船の操縦性に関する海上試運転方案の標準を作成した。

2. IMO 関 連

第7節までの SOLAS 章別には該当しないが、IMO で取り上げられた事項で RR 関係委員会で調査研究した事項は次のとおりである。

(1) 船舶のトン数は、海事諸法規の適用基準並びに船舶に賦課される諸料金算定の基礎とされており船舶の大きさ、稼働能力を表す極めて重要な指標である。当会は、昭和39年から内外のトン数測度規則を調査し、船舶設計に影響を及ぼしている問題点に検討を加え、併せてIMOのトン数測度小委員会のトン数測度に関する国際条約の会議に対処するため SR 301 部会を設け昭和43年度まで検討した。

同条約は昭和44年6月に採択されたが昭和44年度から RR 4 部会で同条約と船舶設計との関連について調査研究(9ケ年)を行った。その結果、トン数条約発効に伴う国内法令整備のための資料が得られ、円滑な条約取り入れの環境が整えられた。また船舶設計上の諸問題解決の指針、設計時のトン数見積りを容易かつ高精度に遂行できる電算化システム等が得られた。本調査研究において開発された1969年国際条約によるトン数計算のプログラムは、現在造船所等において活用されている。

(2) IMO においては、船舶の構造設計要件、機関・電気設備の要件を中心とした問題につ

いての技術的検討が MSC の下部の DE 小委員会で行われている。この DE 小委員会に対応するため RR 7 に昭和50年度から RR 74分科会を設けて各種議題の検討を行っている。

RR 74で検討した事項は多々あるが、これらは可動式沖合掘削装置の構造及び設備に関するコード (MODU CODE), 旅客船及び貨物船についての改良された操舵装置基準, 船内騒音規制コード, 沖合補給船の設計及び構造に関する安全指針, 特殊目的船 (工船, 練習船等) コード, 原子力商船安全基準, 既存タンカーの操舵装置の試験基準等の IMO 総会決議に反映されている。また, 船舶の操縦性能の基準, RO/RO 船の車輻甲板の換気要件, 機関・電気の警報システムのコード, バルクキャリアの事故防止等について引き続き検討を進めている。

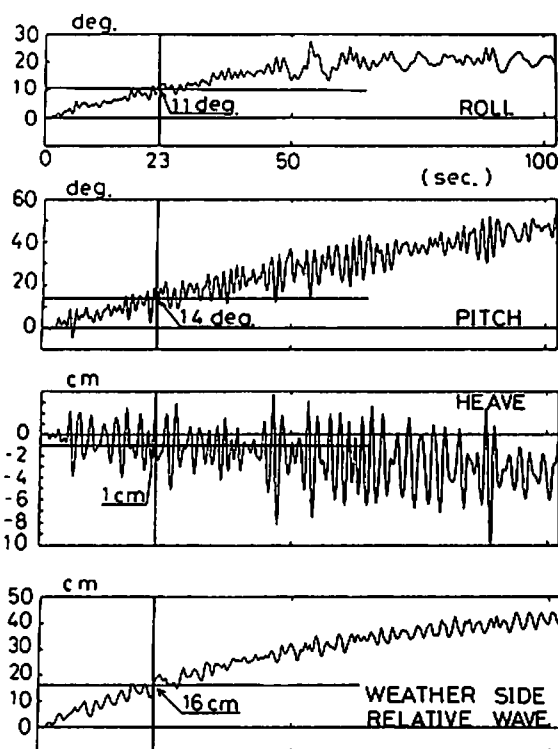
RR 74での検討事項中, 原子力商船安全基準については昭和52年度から RR 741, 操縦性能の基準については昭和55年度から RR 742, MODU CODE については昭和59年度から RR 743 小委員会を設けて専門的に検討を行っている。

3. 特定船舶

各年代における国内の社会的要請, 経済の発展, 技術の進歩に伴い, 小型船, 高速船等の特定船舶の安全性確保に関し次の調査研究を行った。

- (1) 船舶安全法に基づく検査の対象から除外されている総トン数5トン未満の遊漁船, モーターボート等及び総トン数20トン未満の漁船の安全性確保が, 国会の船舶安全法改正の附帯決議や造船技術審議会の第15号答申 (昭和43年1月), 運輸技術審議会の第3号答申 (昭和46年6月) で指摘された。

かかる背景の下昭和45年度から RR 5 部会で小型船の安全及び小型漁船の運航実態について調査研究 (2ケ年) を行い,



RR743 セミサブ型リグのシミュレーション計算による横揺れ, 縦揺れ, 上下揺れ

小型船の安全に関する諸標準，安全保持のためのマニュアルの作成及び小型漁船の操業形態，構造設備，載貨状態，運航整備，乗船者の意見，内外の安全基準の調査資料の作成を行った。

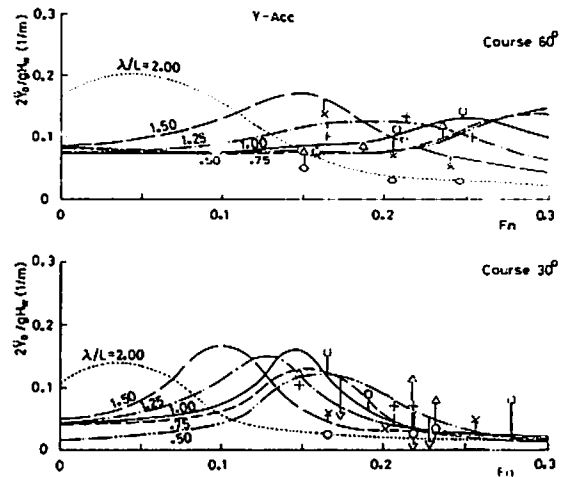
これ等の成果は，昭和48年9月の小型船舶を検査対象とする船舶安全法の改正及び同法による小型船舶安全規則，小型漁船安全規則に採り入れられ安全性の向上に資している。

- (2) 昭和40年代の経済の高度成長に伴うモータリゼーションの発展と共に，カーフェリーの就航航路も増加し長距離化，大型化が顕著になった。これ等のカーフェリーの性能，安全性の確保は，従来の短距離，小型のものを対象にした自動車渡船基準では対応できなかった。

このため，昭和46年度からRR6部会で，外洋フェリーの設計，構造，設備の全般について調査研究（4ケ年）を行い，復原性の基準，減揺装置の効果評価，車輦甲板等の構造基準，機関室通風機の容量基準，減軸運転要領，車輦甲板の照明・動力設備の要件，船内各部の防火構造基準，脱出，救命，航海設備の基準及び指針等の安全性の標準に関する提案を作成した。

これ等の成果は，運輸省のカーフェリーの安全対策に関する通達に広く反映されると共に船社，造船所のカーフェリー設計の指針として広く活用されている。なお，研究の過程で，救命いかだ等へ短時間に多数の人員が移乗できる新型式の降下式乗込装置（シューター）が開発された。

- (3) 山陽新幹線（昭和50年博多まで開通）等の陸上交通機関の高速化に伴い，それと接続する航路に就航する船舶の大型，高速化が要望されてきた。かかる大量高速輸送のニーズに応える軽構造の大型高速艇の安全基準として，従来の軽構造船暫定基準（長さ24m位下の限定された水域の



λ/L	Test	Calculation
0.50	▽	—
0.75	△	- - -
1.00		—
1.25	+	—
1.50	x	—
2.00	○	⋯
2.27	◇	—

RR6 カーフェリーの船首左右加速度（実験と理論計算比較）

航行船が対象)を準用することには問題が多々あった。

このため、昭和51年度からRR 11部会で、旅客輸送の大型高速艇の全般的な安全性について調査研究(3ケ年)を行い、軽構造船の波浪外力、材料、構造、機関、設備等に関する安全基準案及びその解説書を作成した。

これ等の成果は、大型高速艇の建造の指針として広く活用されその安全確保と導入促進に大きく寄与した。

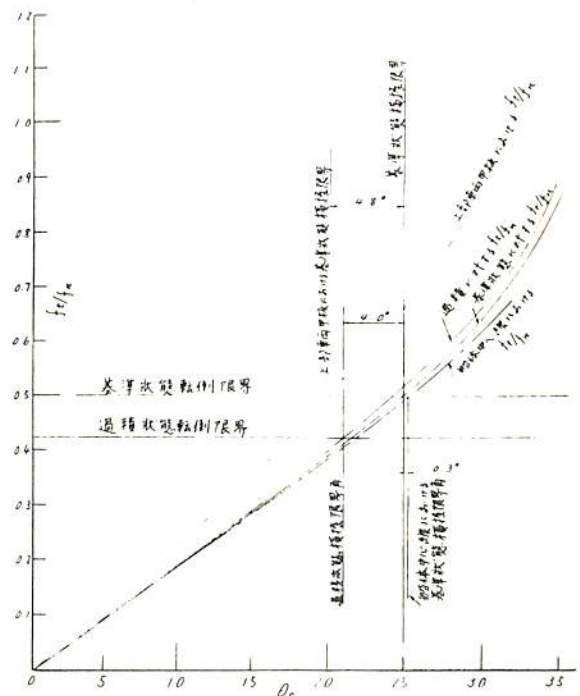
- (4) エアクション船、水中翼船等の高速船は、近年のめざましい技術の進歩により速力はますます大きく、かつ大型化の傾向にありその用途も広がりつつある。従来の高速船の安全基準は船型毎に決められてきた経緯があり、必ずしも同じ安全思想の基に定められたとはいえず、基本的には在来船に比べ著しく高速であることから、より厳しい航行条件や設備基準となっている。

高速船に関する技術開発は、現在もなお発展途上にありこれに対応していくためには、広い視野に立ったより合理的な安全規制のあり方を検討する必要がある。

このため、平成元年度からRR 74にRR 744小委員会を設けて4年計画で検討を行っている。すなわち、安全基準として、高速船の安全担保を航行条件を含む全般的な観点から総合的に見ると共に、従来の構造方式、

設備仕様を前提とした上で、それら項目の要件を直接規定する「寸法、設備要件」に固執することなく船舶が満たすべき機能を規定する機能要件の導入をも念頭に置く等新型式船舶を受入れやすい柔軟な基準(構造基準、防火構造・消防設備基準、運航体制)案を作成することとしている。

さらに、RR 744ではIMOにおける限定された範囲の高速旅客船を対象とするDSCコードを見直し、より広範囲の高速船に対応する新しい高速船基準(HSCコード)制定の審議にも対処している。



RR 6 車輪転倒限界と横揺れ角の関係

4. その他

- (1) 船用材料は、強度の太陽輻射、高低温、塩水飛沫等の厳しい環境にさらされるため、強度、色相等の物性の劣化や機器の作動故障がしばしば発生する。従来の材料、製品の環境試験は、特定の条件下でのもので実際の環境下の影響を反映するものではない。

このため、昭和50年度から5ヶ年 **RR 9** 部会で太陽輻射エネルギーの海上計測を中心に、自然環境下における物性の劣化と人工環境促進試験の相関性を求め劣化試験法の確立の調査研究を行った。

その結果、太陽輻射エネルギーにより劣化する材料についての外力（紫外線量、温度、湿度、オゾン）、環境試験機の合理的使用及び試験法についての指針が得られた。

- (2) FRP 船は、船体材料そのものが造船所で製造されるという工作上的特殊性に加えて、成型後の工事結果の良否判定が困難である。このため FRP 船の安全確保には積層管理の適否が極めて重要である。

積層作業員の技倆判定に係る諸問題を解明し合理的判定方法策定の資料を得ることを目的とし、昭和54年度 **RR 16** 部会で積層作業員の訓練制度、技倆試験項目、評価方法及びその試行試験の調査研究を行い、技倆試験方案の指針を作成した。

- (3) 長さ30m以上の船舶にダンホース型アンカー（特殊型錨）を備える場合の数量及び寸法の基準が明確でない。

このため、昭和55年度 **RR 20** 部会でストックレスアンカーと各種特殊型錨の性能比較の文献調査、実物ダンホースアンカーの把駐力試験、各種アンカーの模型による把駐力、姿勢安定性等の試験を行った。その結果、実物と縮尺模型の把駐力の相関関係等特殊型錨の備え付け基準の資料を作成した。これは、今後の大型軽構造船の設計上の参考となっている。

- (4) 船舶のトン数測度に関する国際条約の採択及びトン数測度法の改正により、操舵室等の船内作業区画が総トン数に算入されることとなった。このため、今後建造される船舶の船内作業区画の広さがどうあるべきか、またあわせてILOの船員設備関係条約とも関連し船員居住区画の広さ等がどうあるべきかについて、昭和55年度から3ヶ年 **RR 21** 部会で調査研究を行い、作業区画、居住区画の設備の基準案を作成した。

- (5) 海上安全の一層の増進を図るべく現行の条約、国内法令の妥当性を検討し改善の方途を探るため、昭和61年度から3ヶ年 **RR 74** で人命の損失を伴う重大海難を始めとし、多種多様な海難の事例について統計解析を行った。