

## 第2章 海洋汚染防止

### 第1節 タンカー構造

油タンカーからの運航時、又は事故時の汚染を防止するための国際的な取り決めとしては、船舶による汚染の防止のための国際条約及び1978年の議定書、すなわち MARPOL 73/78 として知られる条約があり RR はこの条約の改訂作業に多くの貢献をしている。MARPOL 73/78 についての歴史は以下のようになる。

1954：海水油濁防止条約

1969：ロードオントップ方式（運航時の汚染の防止）

1971：タンクの大きさ制限（衝突又は座礁による流出油量の制限）

1973：油排出監視制御装置（排出基準への合致を確保する）

分離バラストタンク（SBT）（運航による汚染をなくす）

損傷時復原性（衝突及び座礁事故後に船の浮力を確保する）

1978：MARPOL 73/78 13E SBT の防御的配置（事故後の流出油量を減少する）

原油洗浄システム（COW）（運航時の汚染を減少する）

イナートガス装置（IGS）（爆発を防止する）

1992：MARPOL 73/78 13F（新造タンカーの二重船殻化あるいは同等としての中間デッキ式タンカーの要求）

同13G（既存船の対策要件）

なお、1990年に米国において油濁防止法（OPA 90）が採択され、米国海域への新造タンカーの二重底化が要求されることとなった。

#### 1. 海洋汚染防止のための船体構造

昭和51年度から52年度に RR 12部会が設けられ「海洋汚染防止のための船体構造に関する調査研究」が行われた。この背景として、1967年英国沿岸のトリキーニオン号の事故を契機として1971年に海水油濁防止条約が改正され、1973年には7万重量トン以上の新造

タンカーに分離バラストタンク SBT 配置の義務づけがある。これは、それ以前油タンクとバラストタンクとの兼用であったことから、バラスト放出時に排出される油を無くすことが目的であった。さらに SBT を防護的に使えば、衝突座礁時の油タンクの損傷を減少させることが可能となる。RR 12では、SBT を設置した場合の油流出の減少とコスト上昇の検討を行った。MARPOL のバラスト要件を基準にして、SBT 配置を変化させたいいくつかの概略設計を実施し、衝突・座礁時の油流出量を評価し、油流出を最小限に押さえるタンク配置の研究を行った。この結果に基づいて1977年10月のIMO MSC/MEPC 合同委員会に我が国案を提出している。これは MARPOL73/78作成時に反映されている。さらに、この部会において、油流出の観点から座礁に対する二重底の効果が非常に大きいとの結論を出している。但し二重底の問題点として、

- (1) 二重底内の滞留ガスの対策、例えばイナータガス装置の設置
  - (2) バラスト航海時の重心の下降
- を挙げている。

## 2. SBT の PL 要件

昭和56年度に RR 711小委員会が設置され、タンカーの「SBT の PL 要件の改善」が検討された。

1978年に事故後の油流出量を減少させるために、SBT の防護的配置 PL (Protective Location) の要件が、MARPOL 73/78 13E 規則として決められた。油タンクの外板部分の面積を出来るだけ減らすよう SBT を油タンクの外板側に配置する規制である。具体的には、PL は1タンクの存在する範囲の外板面積に対して油タンクが直接外板に接している面積を一定以下にするように規定されている。さらに、その暫定的統一解釈が MEPC XIV/1 Annex 2として決められた。RR 711では、この統一解釈の追加と、次の項目について検討された。

- (1) 損傷の発生確率について
- (2) 衝突座礁についての平均損傷長さの分布、形状
- (3) 最大許容流出量の修正
- (4) ボイドスペース (ダブルハル、ダブルボトム) の配置を変えたときの油流出量の期待値の違い

具体的には4万重量トンから29万重量トンの合計8隻に対して船側損傷と船底損傷を仮

定し、油流出期待値を求めた。MARPOL 73/78の防護的 PL 配置要件を満足するように、SBT を配置した設計を行った。これらの検討により以下の結論を得た。

MARPOL 1973のバラスト喫水が得られるだけのバラストタンクを、船側に配置するときは、貨物油タンク部分の外板部分のうち約30%が、船首部二重底と船側タンクとに配置するときは約40%がカバーされる。カバーされる割合は小型船程大きく、大型船になる程減少する。

なお、以上の結論の前提として、損傷は MARPOL 73/78案作成で用いた仮定を基にしている。ここで強調すべき点は、MARPOL 73/78実施のための検討では損傷の長さを、統計的に多発する比較的小さなものに仮定していることである。例えば、船底損傷においては長手方向に、L/10としており、後に問題となるエクソンバルディーズ号のように大規模な損傷は考えていない。

### 3. 船舶からの大量海上流出油対策

1989年3月24日未明、エクソンバルディーズ号が、アラスカの原油積出し基地であるバルディーズ港を出航した直後座礁し、積んでいた原油19万トンのうち3万5千トンがプリンス・ウィリアム湾に流出した。同年7月のアルシュサミットでも、この事故の影響の重大性が論議され、これを受けてIMOは、第16回総会において、タンカー構造見直しを含む「油汚染の防止」に関する決議案を採択した。

1990年8月には、米国において米国の経済水域を航行する新造タンカーに対して二重船殻を強制化する油濁防止法（The Oil Pollution Act of 1990（OPA 90））が成立した。

平成元年に RR 761小委員会が設置され、初年度は次の3項目の研究が行われた。

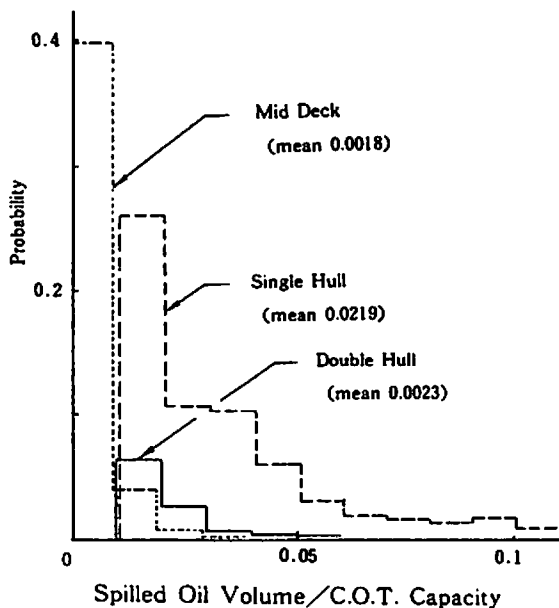
- (1) 二重船殻構造の有効性、安全性、経済性の検討
- (2) 負圧方式の有効性、安全性の検討
- (3) 中間甲板付二重船側付タンカーの有効性、安全性、経済性についての検討

二重船殻構造の有効性について解析及び実験によって定量的に検討し、IMOの第30回MEPCにおいてその結果を発表した。二重底の内底板が損傷するような大規模座礁の場合であっても単底構造よりも二重船殻構造の方がある程度有利であることが示された。ここでは、座礁による損傷長さは、座礁直前の運動エネルギーのほとんどが、船体の損傷による吸収エネルギーに変換されるとして求め、さらにこの損傷長さに応じた油流出量を求めている。実際の事故の損傷と比較したとき、ここで用いた方法は、良い一致を示した。また負

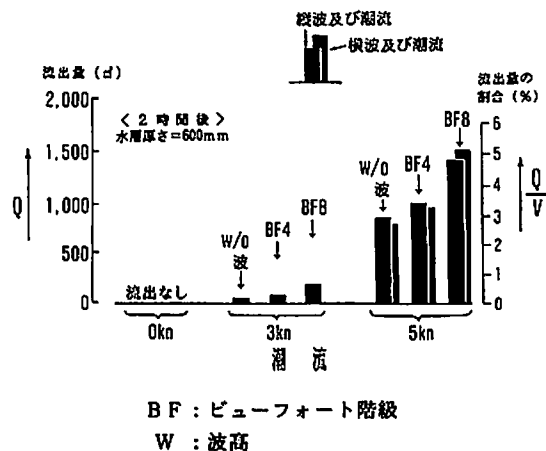
圧により油流出を抑える方式の技術的検討も行い、構造上大きな問題を引き起こさないことを示した。さらに二重船殻タンカーのコスト増、運航費比較等の検討も行った。

また新たに中間甲板付二重船側のコンセプトを二重船殻と油濁防止の点で同等の機能を有するものとして MEPC に示した。これは、タンクを上下に分離する方法で、底に孔があいても、下部タンク内の油圧よりも外部海水圧が高いためにタンク内に海水が流入して、油の流出が抑えられる方法である。二重底構造で効果の薄れる大規模座礁でも、ほとんど油流出がないということで注目を集めた。第30回 MEPC において、中間甲板付二重船側と二重船殻タンカーとの比較研究を日本海事協会をはじめ、世界の主な船級協会、造船会社、研究所の協力のもとで行うことを決定し、その報告が1992年3月に開催された第32回 MEPC でなされた。シップ・アンド・オーシャン財団の筑波研究所において、波浪、潮位低下による影響を見るために、大規模な実験を行っている。平成2年末より、RR 761ではさらに、個別の課題に対応するように、次のような SG が設けられた。

- SG 1 二重船殻，中間甲板付二重船側タンカーの復原性，検査点検上の問題を含む構造規制のあり方及び緊急時移送システム (ETS) の検討
- SG 2 負圧方式及びハイドロバランスの安定性及び ETS の検討
- SG 3 二重船殻との同等性確認のガイドライン作成
- SG 4 現存船対策日本案作成



RR761 船型別油流出の比較



RR761 中間甲板付タンカーの座礁時油流出量の波浪の影響

SG 1では、船底及び船側への浅いが長い引っかき傷（レーキングダメージ）の影響を調べることも行われた。米国はレーキングダメージを考慮したタンク構造配置を強く主張したが、これは通常バラスト状態では、自由水の影響により、船全体の安定性を損なうことが懸念されることを指摘した。

SG 2では、アップグレードの手法として、UNDER-PRESSURE SYSTEM と HYDRAULIC BALANCE SYSTEM の検討を行った。

SG 4では、現存船に対する構造規制が実施された時のタンカー船腹需給に与える影響についてシミュレーションを実施し、この結果、廃船（フェーズアウト）の時期として、MARPOL 種別毎の日本案をまとめた。さらに、改造（アップグレード）処理に応じて、猶予期間を延長する案を作成した。

さらに、内航タンカーに対する規制のあり方を検討し、全船を二重船殻化すべしとの米国主張に対し、小型船の設計限界を検討し、併せて各国の条約改正案を検討した。

1992年3月、第32回 MEPC において、MARPOL 73/78の改正案が可決した。MARPOL 73/78付属書に新規則として新造タンカーに関する13F 規則及び二重船殻と同等性を有するものとして現存タンカーに関する13G 規則が採択された。基本的には、RR 761の検討を基に作成された日本案を骨子とする規則となっている。

## 第2節 油濁防止装置等

### 1. まえがき

RR 研究部会が実施した油濁防止装置等の調査研究の概要は以下のようである。まず昭和49年12月の水島港大量油流出事故を直接の契機として流出油防除のための技術開発が促進されたが、これら機器の事前の性能評価がなされる必要がある。このために新たに試験研究用大規模水槽が設置されたが昭和50年 RR 10部会が設けられ、この水槽使用を前提にしたオイルフェンスや油回収装置の性能評価方法の検討が行われた。また双胴型油回収船の波浪中運動性能の研究が昭和56年に RR 23部会を設けて実施された。

以上は油濁防止機器関連の調査研究であるが、これ以外に海水油濁防止条約及び MARPOL 73/78条約に基づく国際規制を我が国が受け入れるに際して、統一基準、統一解釈の作成あるいは技術内容の事前の把握等の作業が必要になる。そこで昭和53年から海洋環境保護の検討を行う RR 76分科会のもとで MARPOL 73/78条約の油に関する条項（付属書 I）の発効にむけて、条文解釈、実施細則等の検討を行うと共に油水分離器の技術内容の研究を実施した。一方同条約の有害液体物質に関する条項（付属書 II）の発効に対する事前の技術内容の調査研究も実施された。その他ダンピング条約（廃棄物その他の物の投棄による海洋汚染の防止に関する条約）に関連して洋上焼却船の問題の検討が行われた。

### 2. 流出油防除機器の性能評価等

水島港の9,000klに及ぶ大量流出油事故を契機として、官主導により流出油防除のための機器の技術開発が促進され、かつ海洋油濁防止研究所が設けられて、防除機器開発のための専用の大型水槽が建設された。そこでこれら防除機器を上記水槽を使用して性能評価を行うための具体的な手法を作成するために、RR 10が上記事故の翌年に直ちに設けられた。対象となる機器はオイルフェンスと油回収装置（船）であるが、これの基本的要求性能と試験基準は運輸省において別途定められた。しかしこれの具体的試験方法となると水槽の規模との関係で多くの問題があったので、合理的試験方法等を検討した。その間試験用模型と実機との尺度影響の研究も実施された。一方オイルフェンスの耐油性能、漏油メカニズム等の基礎性能の試験研究も分担して実施された。また調査研究の途中から、海洋汚染防止法の規制対象油に軽質油が含まれることになったので、軽質油に対するオイル

フェンスの耐油性能，あるいは油回収装置の回収能力等が検討された。上記水槽は昭和53年に完成したが，以後の関連研究の大部分はこの水槽を使って実施された。本調査研究は8年間にわたったが，その成果は油濁防止機器の性能評価，あるいはこれら機器開発のための有効な基礎資料とすることができた。

油濁防止機器のうちの重要機材として油回収船があるが，これは要求性能を満たすために，船長と船幅の比の小さい双胴船が多い。これらの船は操船上の困難性があるので，波浪中の運航性能の特殊性を把握し，荒天下でも安全な運航を確保するために前記水槽を利用してタンクテストが行われた。このため RR 23がこれにあたり，船体運動を推定する計算プログラムを開発し，限界値推定の資料とすることができた。

### 3. 洋上焼却船

ダンプン条約を我が国が批准をするに際しては関連する国内規制を整備する必要があり，この関連で洋上焼却に関する規定の制定が考慮された。そこで昭和55年に洋上焼却船の焼却炉に関する技術基準作成を目的とする RR 18部会が設けられその作業にあたった。有機ハロゲン化合物（PCB等）を主な対象として焼却による分解効率の測定等が実施されたが，焼却処理の周辺条件に多くの問題があったため，焼却炉の技術基準を定めるまでには至らなかった。しかし炉の承認試験における問題点が明らかになると共に，炉内状況を判定するガス分析の技術基準案等を作成することができた。

### 4. MARPOL 73/78条約の発効

1973年のMARPOLは1978年の同条約の議定書により油タンカーの構造設備規定が導入されて，通称MARPOL 73/78条約となり，昭和53年に採択された。この前後からIMOの動向をフォローし，海洋汚染防止国内体制を検討する場として RR 76分科会が設けられた。

この条約で規制される油タンカーは条約の発効以前に建造された在来船であっても，定められた区分に応じて規制が遡及適用されることになっていた。条約の発効は結局昭和58年になったが，油タンカーに対する事前の検査承認手続きを進める上にも，条文の統一解釈あるいは原油洗浄船の初期検査基準，その他条約が求める諸マニュアル等を急いで取り決めておく必要があった。その結果昭和54年から56年にかけて頻繁な会合が持たれ上記の検査基準案その他諸資料が作成され油タンカーの事前の検査実務に間に合わせる事ができた。昭和56年から58年の間は条約の油に関する規則（付属書1）の発効にむけてのIMO

での審議状況のフォローに努め、例えばタンカークリーンバラストを15ppm以内とする問題、原油洗浄に不適当な油の問題等に対して、我が国の見解等についての審議を行った。その他付属書Iに関する「検査の指針」の解釈案を作成した。

## 5. 油水分離器の実働性能

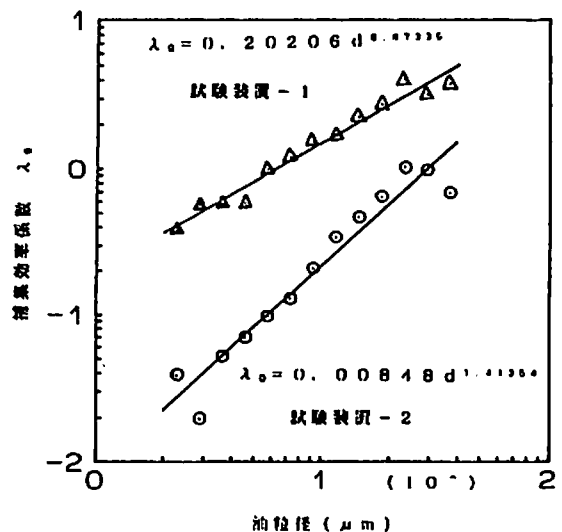
船舶の機関室のビルジの船外排出は、MARPOL 73/78の定める要件の油水分離器を経由して行われることになっている。しかし実際に船に装備された油水分離器は必ずしも予期された成績を示すに至っていないことが、IMOの場でも問題視されるに至り、性能試験基準の改訂も考慮されるようになった。そこでRR 76の場で昭和62年から2年間にわたって、油水分離器の性能についての再検討が実施された。この間実船のビルジの調査をはじめとして現状の油水分離器の持つコアレッサの捕油機能の各種の入口条件に対する応答等、基礎的な検討を加えた。その結果現状の油水分離器はあらゆる含油ビルジに対応することは困難で、むしろビルジを清浄に保つことあるいは、汚濁の進んだビルジには前処理の必要性を指摘し、併せてIMOの油水分離器性能試験基準改正のための我が国の基礎資料とすることができた。

## 6. 有害液体物質の排出規制

MARPOL 73/78条約のばら積有害液体物質の排出規制（付属書II）は、付属書Iの発効の前後からIMOで重要な審議が引続き実施され、規則の一部改訂と実施細則の詰めが行われた。そこで我が国としての対応を明確なものとしておくため、昭和57年に有害液体物質の排出方法及び設備の検討を行うRR 25部会が設けられて、付属書IIの内容が固まって発効した昭和62年まで調査研究が続けられた。

その内容は、条約の規則の他に定められた実施細則であるところの「方法と設備のための基準」の内容の技術的検討である。

IMOでの審議でこの基準は頻繁に改訂さ



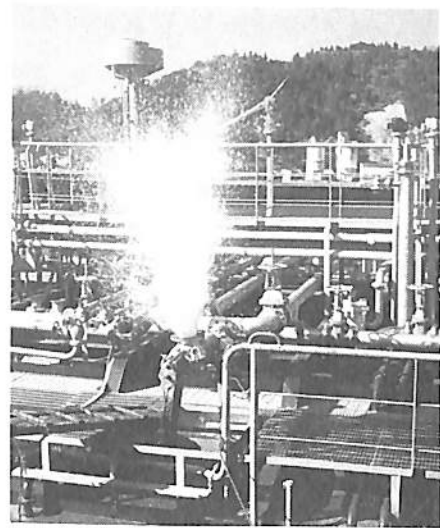
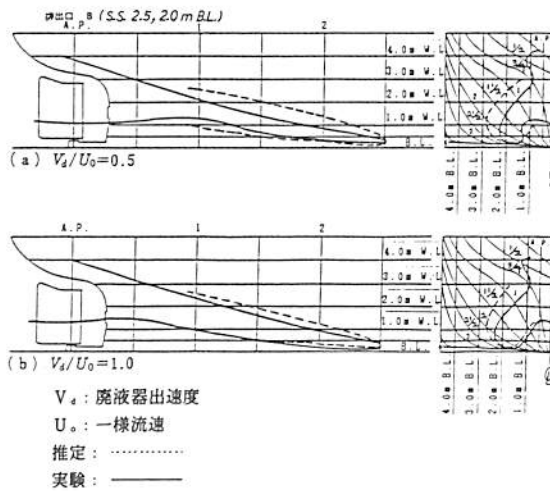
RR76 油水分離器の油粒径(d)と捕集効率( $\lambda$ )



れたので、その逐一のフォローと、技術的な問題点の解明を実施した。このため走航中に排出された液体物質の航跡中の拡散の水槽試験、また液体物質の船外排出口の形状と位置が航跡中拡散に及ぼす影響の水槽試験等が実施された。その他ケミカルタンカーのタンク洗浄、カーゴ液の浚えの効率、タンクを蒸気洗浄した際の静電気滞留等々の実験を伴った調査研究が実施された。これらの成果は付属書Ⅱの国内規制の実施に対して重要な参考とされた。

## 7. 有害固体物質の排出

近い将来、MARPOL 73/78条約に追加されることが取り沙汰されているばら積有害固体物質に関する規制に関連して、RR 76の場で平成2年から2年計画で調査を実施した。予想される規制内容自体、不明ではあるが、事前の調査と云うことで、ばら積固体貨物の動態、水洗浄した際の残留水の有害性の検討、また荷役設備と船外排出の可能性についての調査等を実施した。その結果、現時点で調査した範囲では海洋汚染防止の見地からあまり大きな問題点は存在しないとの認識を得た。



RR76 タンクストリッピング装置定圧弁の性能試験