海洋汚染対策(SEWAGE)*

日本船舶機関学会
機関研究委員会機関第3研究部会

Solution to Sewage Pollution Problems

Machinery Plant Committee, Group III

In recent years, industrial waste matters and wastes which are discharged from daily life have become enormous in quantity and disposed volume of these wastes to the seas are abruptly increasing. As the result, the demolition of natural environment has been expanding to the seas.

In such condition, the counterplot should be considered as a world-wide, important problem.

Under the fact that control of waste discharging of the ships to the seas has been intensified ever more, it is necessary to have a sewage treatment plant on board which conform to the rule requirement.

In the paper, information on treatment plants concerning sewage are dealt with, that is, Type, Characteristic, Construction, etc. (i.e. holding tank, discharge type, non-discharge type) and also requirements from various regulatory agencies such as Japanese Government, IMCO and U.S.C.G.

1. ま え が き

本資料は、日本船舶機関学会機関研究委員会第3研究委員会第3部会の昭和51年度の審議々題の一つとして取り上げられたもので、昭和52年4月に作業を終了した。近年、産業廃棄物および、日常生活から排出される廃棄物も膨大な量にのぼり、これらの廃棄物の海洋投棄が急激に増加する傾向にあり、新たな汚染源として、海洋の自然環境の破壊にまで発展することとなって国際的にも大きな問題となり、その対策が叫ばれている。

ここでは船舶から発生する廃棄物の海洋への排出規制が一段と強化されている現状から、船舶からの廃棄物、特に汚水に対する処理装置について、資料を収集し編集することとした。取りまとめにあたっては、汚水処理装置メーカーにアンケートして実情を調査し、その結果にもとづいて担当造船所で原案作成のうえ、本研究部会の書面審議および席上審議を重ね、汚水処理装置について設計の参考資料となるように取りまとめた。ここでは、紙面の制限があるので、各メーカーの汚水処理装置の詳細は省略し、概要紹介にとどめる。

2. 汚水処理装置に関する用語、基準値

2.1 汚水処理装置 汚水処理装置は国内、あるいは各規則において次のように呼称されている。

(1) 国内官庁による呼称

① 国鉄、防衛庁……………汚物処理装置

* 原稿受付 昭和52年11月2日

② 厚生省……………し尿処理装置

③ 運輸省……………ふん尿処理装置

(2) 各規則による呼称

① 海洋汚染防止法……………ふん尿処理装置

② U.S.C.G.Rule……………Marine Sanitation Device (MSD)(船用衛生設備)

③ 1973年条約(IMCO)……………Sewage Treatment Plant (汚水処理プラント)

なお、U.S.C.G.では、MSDを“し尿を受け入れ、貯留し、処理し、または、排出するように設計された船舶にすえつけるすべての設備およびし尿を処理する工程上の設備”と定義している。

また、IMCO Regulationは、世界の総船舶の総トン数の50%以上を保有する15か国以上の批准後、12か月後に発効される。

2.2 廃棄物、汚水の定義 廃棄物、汚水等について各規則では次のように定義している。

規 則	廃棄物、汚水の定義
海洋汚染防止法 (第1章第3条、 第3章第10条)	1. 船舶内にある者の日常生活から生じるふん尿および汚水 2. 船舶内にある者の食事のための調理によって生じた食物くずや、台所汚水 3. 船舶内にある者の、日常生活から生ずる紙くず、木くず、繊維くずあるいは廃プラスチック類 4. 空びん、空かん、ガラスの破片、陶磁器の破片など
1973年条約 (付属書Ⅳ、第 1規則)	1. あらゆる形のトイレット、小使所およびW.C. スキャバーからの排水その他の汚物 2. 医療関係区域(医務室、病室等)から、これらの

	区域内にある洗面器、洗面たらいおよびスカッパ ーを通じて排出される水 3. 生きている動物のはいつている場所からの排水 4. 前各号の排水と混合した他の汚濁水
U.S.C.G.	人体排せつ物(human body waste)およびトイ レットならびに人体排せつ物を受け入れるための、 他の容器から排出される汚物

合計…………… 1.5 l/man/day

3. 汚水処理装置の種類および特徴

3.1 汚水処理装置の分類 現在、船舶用の汚水
処理装置として使用されているものを、処理方式別に分
類すれば、図 3.1 のようになる。

図 3.1 汚水処理装置の分類

3.2 汚水処理装置の処理方式別特徴 処理方
式別特徴を表 3.1 に示す。

表 3.1 汚水処理装置の処理方式別特徴

(注) コストは概略値を示す(昭和51年ベース)。
処理能力、詳細仕様等により変動あり。

	大 き さ	維 持 管 理	機 構	人 員 変 動 に 対 する 即 応 性	現 存 船 に 設 置 の 難 易 に つ い て	臭 気	処 理 水 の 水 質	コ ス ト (円)
一 排 時 貯 留 方 粉 碎 法	小形で碇泊時 間人数に合わ せて寸法を選 ぶことができる	起動停止につい て管理を要する	単純である	貯留槽の大き さに注意すれば負 荷変動は問題な い	比較的簡単に設置 可能	特に問題はない	粉碎のみであ るから汚濁減 少にはならな い	100～450 万
循 環 方 式	比較的小形で スペースをと らない	定められた日数毎 に規制区域外また は陸上への排出作 業を要する	洗浄水の配 管等、多少 複雑である	問題なし	小形船ではよいが 便所数の多い船舶 では配管が問題	日数がたつと 臭気の恐れが あり便所の通 風に注意を要 する	規制海域では 排出しないの で完全	
活 性 汚 泥 方 式	大形で浄化槽 の設置場所が 必要	比較の通常の維持 管理を要しない。 但し数か月に1回 の汚泥引抜きを要 する、生物化学的 管理を要する	比較的単純 である	生物処理のため 急激な負荷変動 には適さない	スペースに余裕の ある船舶はよいが 通常は困難	特に問題はない	処理水水質規 準を満足する	300～700 万
物 燃 理 化 学 方 処 理 式	小形でスぺ ースをとらない	維持管理にそれほ ど手を要しない	複雑である	問題なし	小形なので設置は 比較的容易である が焼却炉、煙突を 含め安全に注意を 要する	燃焼ガスの排 出位置に注意 すれば特に問 題はない	処理水水質基 準を満足する	400～ 1200 万
単 方 純 貯 留 式	占有スぺ ースが大となる	満水後の処理、掃 除等に手を要す る	単純である	人員の変動に対 し即応できない	スペースに余裕が ある船舶はよいが、 人員により設置の 困難な場合がある	発生の恐れが ある	規制海域では、 排出しない	
簡 易 携 帯 方 式	最も小形で設 置容易	満水後の処理およ び掃除等に手を要 する	単純である	便器の数の増減 により対応する	大きな工事を要し ないので容易であ る	発生の恐れが ある、ひんぱ んにし尿を排 出する必要がある	規制海域では、 排出しない	15～80 万

4. 各処理方式の詳細

4.1 貯留方式 (Holding Tank)

4.1.1 概要 本方式は、規制海域内では、そのまま貯留し、貯留した汚物は陸揚げするか、規制海域外で排出する方法である。

各便所から集合する配管と十分な容量のタンクからなり、装置は簡単であるが洗浄水をためるため非常に大きな容量のタンクが必要である。長期に汚物の貯留が予想される場合には、タンク底部にディフューザーを介した空気注入装置を設置し、好気性分解を促進し、有害で危険性のあるガスの発生を防止する。腐敗による臭気も発生するので空気管は十分なものを設け、その開放端は、爆発ガスの散逸しやすい安全な場所に導くべきである。

4.1.2 規則等

(1) 1973年条約(IMCO)

(i) holding tank を備えている場合、そのタンク容量が船の運航、乗船者数および他の関連要因を考慮して、全汚水量を貯留するのに十分であると主管庁が認めたものであること。

(ii) いかなる場合にも holding tank に貯蔵した汚水は、直ちに排出してはならず船舶が4ノット以上の速力で航海中に適度の比率で排出すること。

(2) U.S.C.G.

(i) 汚物からの危険ガス発生に対し、空気送り込み装置を設けること。

(ii) 汚物を完全に排出し、空時においてもガスの発生をなくすため、①底板にこう配をつける。②4インチ以上の汲み出し管をつける。③洗浄装置を備える。④防せい処理を十分に行う。

なお、容量については特に規定されていないが、どの港でも陸上受入施設があるとは限らないので、本船がUS territorial watersにある期間により定めるべきであるとされている。設計上の規定では、①通風口、②液面計(タンク容量の3/4より液面が上がった時にこれに指示する手段)が要求されている。また、認定にあたっては、形式承認ならず、詳細図面を添えて承認申請を行い、その承認を得なければならない。

4.1.3 構造 タンクは腐食およびドレン抜きを考慮して船体付きとせず置タンク方式とし、タンクの補強材はすべて外板に取り付け、タンク内部を洗浄しやすい構造とするのが望ましい。タンク内面は、十分な防せい処置を施し、高位液面警報、マンホール、通気管、洗浄管、サイトグラス等を設け、排出ラインにエダクターを設けるかタンク底板を傾斜させて、タンク内のスラッジの除去を考える必要がある。タンク開放の前にスチーミングによる清掃を行う蒸気の配管も考慮する。

4.1.4 タンク容量 規制海域内航行期間、あるいは、停泊中の期間に対し十分なタンク容量とする必要がある。

基準汚水量は明確でないが、次のものが考えられる。

タンク容量(V)

$$= *60 l \times \text{人数} \times \text{停泊日数} \text{または} \text{規制海域内航行日数}$$

*60 l は、1人当りの汚水基準量であり、全生活汚水を考慮した場合は、タンク容量は、更に大きくなる。

4.2 簡易携帯方式

4.2.1 概要 本方式は、本格的な汚水処理装置を設置するスペースがなく、これを運転する電力や補助機関の設備のない時、あるいは規制海域内にある時間が非常に短い船舶で通常の汚水処理装置の設置が困難か、または、不相当である場合には、その対策の一つとして、本方式により一時貯留し陸揚げするか規制海域外で排出する方法で、船体に特別な工事を施工することなく便器を設置する場所さえあれば、汚水を携帯便器に貯留することにより規則に適合できる。しかし、2~3日程度の周期で陸揚げまたは非規制海域へ排出しなければならない。

4.2.2 構造 便器自体がタンクになっており、初期洗浄水を循環させる方式で一定のケミカル(防臭、殺菌、脱色)を入れて、使用可能となる。洗浄水の循環方法により、足踏み方式、空気圧方式、電気方式等があり、タンクの容量が一杯になれば、タンク底のドレンバルブを開放することにより汚水を排出する。タンク容量が少ない場合は、別途タンクを設けて汚水を貯めることも可能である。

4.2.3 メーカー 本方式のメーカーとしては、MONOGRAM INDUSTRIES INC. [輸入代理店、日綿実業(株)]、(株)テシカ、等がある。

4.2.4 タンク容量 初期洗浄水を繰り返し循環させるもので、タンク容量(V)=初期洗浄水量+汚水容量あるいは、1.5 l/man/dayにより、計画する。

4.3 貯留粉碎排出方式

4.3.1 概要 貯留粉碎排出方式は、船舶の港内停泊中は汚水を排出できないので、一時貯留し、航行中に排出するという海洋汚染防止法で許可されている最低限の汚物処理装置であり、粉碎後、航行中3ノット以上の時、水線下に排出するものである。

4.3.2 構造 汚物を粉碎するカッター付粉碎ポンプ貯留槽および汚物排出ポンプからなる。また、ジェット噴流により汚物を粉碎する方式で、汚物タンク、処理機、汚水排出ポンプから構成されるものもある。

4.3.3 メーカー 本方式のメーカーとしては、日東プラスチック工業(株)、兵神装備(株)、大見機械工業(株)、(株)テシカ、新明和工業(株)等がある。

4.4 洗浄水循環方式(単純循環方式)

4.4.1 概要 本方式は、貯留タンクに薬剤で殺菌、防腐、防臭処理をした初期洗浄水を貯留し、便所の使用時に貯留タンクからフィルタを通して便器の洗浄水に使用する。洗浄後の汚水は貯留タンクに流下し、再び洗浄水として循環使用される。このため臭気が4日目ご

ろより強く発生する欠点がある。

4.4.2 構造 貯留タンク、ろ過器およびポンプからなる。

4.4.3 メーカー (株)テシカ等がある。

4.4.4 タンク容量 タンク容量の決定には、次のようなものがある。

運輸省試験基準(案)では、

タンク容量(V)

$$=1.5\text{ l} \times \text{標示した貯留能力の係数} \times 2.2$$

フェリー等短時間航海の場合には、

タンク容量(V)

$$=(0.35\text{ l} \times \text{人数} \times S \times 0.1 \times H \times \text{日数} \times 1.2)$$

$$+(0.35\text{ l} \times \text{人数} \times S \times 0.1 \times H \times \text{日数})$$

ここで、H=1日の延航海時間

S=1日の平均乗船率

4.5 浄化洗浄水循環方式

4.5.1 概要 流入してくる汚水を浄化再成したり、または、蒸発焼却等により消滅させ、新しい洗浄水を追加注入する等の方法による長期間無臭かつ衛生的な、非排出タイプ的方式である。

各メーカーの処理方法により分類すれば、メカニカル・ケミカル循環処理、蒸留循環処理、曝気循環処理、比重差分離循環処理等に分類される。

4.5.2 メーカー 本方式のメーカーとしては、大見機械工業(株)、三鈴マシナリー(株)、兵神装備(株)、(株)タクマ等がある。

4.5.3 構造およびタンク容量 処理過程の方式により構造は異なり、また、タンク容量も処理方式により決定される(詳細省略)。

4.6 生物学的浄化方式(活性汚泥処理方式)

4.6.1 概要 生物学的浄化方式は、曝気式ともいい、処理槽内に好気性微生物の集団(活性汚泥)を増殖させ、この集団の持つ吸着力と有機物分解力(酸化力)によって汚物を炭酸ガスと残さに分解安定させ、残さを沈殿分離し、残りの清澄水は薬品(塩素等)により殺菌して船外へ排出する。汚物を粉砕後分離室において嫌気性微生物により酸分解させた後、二次処理として曝気室で好気性分解する分離曝気方式もある。

4.6.2 メーカー 本方式によるメーカーは、大見機械工業(株)、日新興業(株)、荏原インフィルコ(株)、(株)笹倉機械製作所等がある。

4.6.3 構造およびタンク容量 (詳細省略)

4.7 物理化学処理・焼却方式

4.7.1 概要 この方式は、便所より流下する洗浄水と汚物を機械的および化学的に処理したり、あるいは電気化学的に処理することにより、固形物と汚水に分解し、固形物は焼却炉により焼却し、汚水は浮上、沈殿等により、浮遊固形物と清澄水に分離し、殺菌を施して浄化水のみを排出する方式および尿の搬送体として、水よりやや比重の軽いフラッシュ液を用い、し尿のみ焼

却し、フラッシュ液は循環使用する方式等がある。

4.7.2 メーカー 本方式によるメーカーは、(株)タクマ、新日本造機(株)、ハイドプロダクト社〔輸入総代理店、中越クウケンヤ(株)〕、東光精機(株)等がある。

4.7.3 構造およびタンク容量 (詳細省略)

5. 汚水の排出規制

5.1 海洋汚染防止法(1970. 12. 25) 最大とう載人員100人以上の船舶で、法第10条第2項第1号の政令で定める海域を航行中の場合

(1) 停泊中は排出禁止、ただし、運輸省の形式承認を受けた処理装置から排出する場合はよい。

形式承認の技術基準は次の通りである。

BOD	50 ppm以下
SS	150 ppm以下
大腸菌群数	3,000N/cm ³ 以下

浮遊固形物が放流水中に含まれていないこと。

(2) 粉砕した上で航行中(3ノット以上)に、水面下に排出のこと。

なお、運輸省の形式承認の有効期間は、3年である。

5.2 1973年国際条約(1973. 10. 23) 10人以上のとう載人員または、200総トン以上の船舶を対象とする。

(1) 至近陸地より4海里以内 基準(IMCO)原案は、次の通りである。

BOD	50 ppm以下
SS	50 ppm以下
大腸菌群数	250/100ml以下

(2) 4海里から12海里 粉砕、殺菌し、4ノット以上の航行中に排出する。

(3) 12海里以上 4ノット以上の航行中に排出する。ただし、粉砕、殺菌の必要なし。

なお、付属書Ⅳの第3規則“検査”に基づいて試験が行われ適用条件を完全に満足すれば、国際汚水汚染防止証書が発行される。この証書の有効期間は、5年間で、船舶の船籍が他の国へ移された場合は無効となる。

5.3 U.S.C.G.(1976. 4. 12) 米国での規制の経緯は、次の通りである。

(1) 1970年:WQIA (Water Quality Improvement Act) は、EPAに対しMSD基準の制定を要求した。

(2) 1972年6月:EPAは、No-discharge 基準を制定した。

(3) 1972年10月:WQIAは、EWPCAに代り、若干の法律を変更追記した。

(4) 1974年7月:EPAとU.S.C.G.の共同グループは、EPA長官に対し、No-discharge 基準を、discharge 基準に変更することを希望した。

(5) 1975年1月:U.S.C.G.がNo-dischargeを基本とした実際のRuleおよびRegulationを作成、公布した。

(6) 1975年10月:EPAはU.S.C.G.からプロポーズ

された修正基準のルールを公表した。

(7) 1976年1月:EPAは、同上とほぼ同一の基準を制定し、これを公布した。

(8) 1976年4月:同上に対し、U.S.C.G.が公布した。

表 5.1 にMSDとう載規準を示す。

ここで、タイプⅠ～Ⅲ MSDは下記の通りである。

タイプⅠ MSD: § 159.123 および § 159.125 に記述するテスト条件により、大腸菌群数が1,000個/100mlをこえず、かつ、可視浮遊物質を含まないようにした装置。公布以前 § 159.12 または、§ 159.16 でもって認可された排出形を含む。

タイプⅡ MSD: § 159.126 および § 159.126 a に記述するテスト条件により大腸菌群数が200個/100mlを越えず、かつ、浮遊物質量が、150 ppmを越えない装置。

タイプⅢ MSD: 処理済みもしくは、未処理の汚水または、汚水から派生したすべての廃棄物の船外投棄を防ぐ

よう設計された装置。

なお、U.S.C.G.の認定は、U.S.C.G. 33 CFR 159.14 および 159.16 による手続きをとることにより、取得でき、有効期間は5年間である。

6. その他の廃棄物(Sewage 以外)の排出規制

6.1 海洋汚染防止法 最大とう載人員が100人以上の船舶に対し、次に掲げる政令で定める海域を航行する場合、排出基準が適用される。政令で定める海域とは、海岸の低潮線から10,000m以内の海域、港則法に基づく港およびその境界外10,000m以内の海域、伊勢湾、瀬戸内海をさす。

(1) 紙くず、木くず、繊維くず、廃プラスチック類等の可燃性ごみは、熱しゃく減量15%以下にした上で、比重1.2以上にして船舶の航行中に排出すること。

粉末のままで、排出してはならない。

表 5.1 船用污水处理装置(MSD)とう載規準

EPA Standard 400 FR, Part 140, 1976-1-29 および U.S.C.G. Regulation 330 FR Part 159, 1975-1-30 (1976-4-12 改正) による。

項 目		日 付			
		1976-1	1977-1	1978-1	1980-1
現 存 船	MSD とう載義務発生日				30日以後
	排出禁止水域	Type I MSD	29日以前にとう載		永久使用可 (排出可)
		Type I MSD	30日以後にとう載		30日以後は使用不可(処理水を排出しなければ使用可)
		Type II MSD			
		Type III MSD			29日以前にとう載 永久使用可
	処理水排出水域	Type I MSD	30日以前にとう載		永久使用可
			31日以後にとう載	31日以後は	使用不可(要交換)
		Type II MSD			29日以前にとう載 永久使用可
		Type III MSD			29日以前にとう載 永久使用可
	MSD とう載義務発生日			30日以後	
	排出禁止水域	Type I MSD	29日以前にとう載		永久使用可 (排出可)
		Type I MSD	30日以後にとう載		
		Type II MSD			使用不可(処理水を排出しなければ使用可)
新 造 船	排出禁止水域	Type III MSD			永久使用可
		Type I MSD			30日以前にとう載 永久使用可
		Type II MSD			永久使用可
	処理水排出水域	'80-1-30以前の起工船 Type I MSD			永久使用可
		Type II MSD			永久使用可
		'80-1-31以後の起工船 Type II MSD			31日以後にとう載 永久使用可
	処理水排出水域	Type III MSD			永久使用可

但し ➡ はとう載時期、⇨ は使用可能期間を示す。

(2) 空びん, 空かん, その他の金属くず, ガラスまたは陶磁器くずは, 浮遊しないように, 空びん, 空かんは, 砕いたり, つぶしたりした上で航行中に排出すること。

(3) 食物くずは, 粉碎した上で航行中に排出すること。

6.2 1973年国際条約 廃棄物の排出については, 全船舶について, 次の通りの排出基準が適用される。

(1) すべてのプラスチック類は, 排出禁止

(2) 浮遊性のダンネージ, パッキン等は, 領海基線から25海里以内は, 排出禁止

(3) 食物くず, 紙くず, びん, その他の廃棄物は領海基線から12海里以内は, 排出禁止

(4) 特別海域として, 地中海, 黒海, バルチック海, 紅海, ペルシャ湾が指定され, 食物くずを除き排出禁止
廃棄物を受け入れるため, 各港またはターミナルに受入施設を整備しなければならない。

7. あとがき

まえがきにも述べたように, 今後, 船舶からの海洋への廃棄物排出規制が強化される様相を呈し, ルールの先取り, とう載污水处理装置の選定が, 今以上に要求されてくるものと考えられる。ここでは, 現状の污水处理装置の概要, 規制ルールの概要について述べた。

最後に, 本資料作成にあたり, アンケートに対する回答のみならず, いろいろご指導いただいた污水处理装置メーカーの方々に厚くお礼申し上げる次第である。

文 献

- 1) 海洋汚染防止法の解説(昭和50年7月)運輸省海洋汚染防止法研究会編
- 2) 海洋汚染防止技術指導書(昭和49年3月)運輸省船舶局, 関連工業課