船用としての流動層燃焼特性 に関する実験的研究*

浜平澄雄**・宮地征男**
湯谷正司***・橋本好博****

Experimental Research of Fluidized Bed Combustion
for Marine Application

By Sumio Hamahira, Yukuo Miyaji, Shoji Yutani,
Yoshihiro Hashimoto

Experiments and attempts for practical use of the fluidized bed combustion, which has many advantages such as fuel flexibility, improved heat transfer, less maintenance cost, environmentally clean combustion, etc., are being world-widely carried out.

In the land service field, a fluidized bed combustion boiler is already in the process of being put to practical use, but in the marine service field, there is nothing but a few papers on a fundamental study and application of this boiler to a marine propulsion plant.

We made an experimental research of fluidized bed combustion for its marine use to cope with the recent trend to using low quality fuels such as coal and heavier fuel oil.

In the experiments, we used a 500 mm[□] vertical furnace and a 500 mm[□] inclined furnace adjustable in angles (0°, 10°, 15° and 22.5°) as test furnace, coal from Australia for test fuel, and silica sand for bed material, and we found relation for marine use between combustion factors (bed temperature, heat release, combustion air ratio, bed height, free board height in furnace) and combustion efficiency, change of bed temperature after coal feed cut, relation between ash recycle ratio and combustion efficiency, relation between furnace inclined angle and combustion efficiency, and measures to prevent unfluidized bed caused by inclined furnace.

On the basis of this research, we developed a marine fluidized bed combustion boiler and a marine propulsion plant, "Kawasaki-UNI Plant", with the marine fluidized bed combustion boiler and a reheat steam turbine.

We will report about these developments on other papers.

1. ま え が き

燃料多様化への順応性、高効率プラント、ボイラの小型化、保守の軽減、大気汚染防止等の容易性など、多くの特長を有する流動層燃焼は、広く世界的に、その実験研究、実用化の試みが展開されており^{1)~3)}、今や、燃焼工学の中心課題の様相を呈し、事実、陸上産業界では、既に、この流動層燃焼技術を利用した、流動床ボイラ、あるいは、廃棄物焼却炉など、実用化の段階に入っている。

船用の分野でも、これまでに、流動層燃焼技術を利用した推進プラントに関する論文が、発表されている^{4)~6)}が、筆者らも、石油代替燃料としての石炭、あるいは、低質粗悪重油など、船用燃料の多様化に対処するため、船用流動床ボイラ開発の必要性を感じ、流動層燃焼技術船用化のための、諸燃焼特性基礎実験を行ったので、報告する。

なお、本稿の基礎燃焼実験を基に、船用流動床ボイラの研究開発、さらに、船用流動床ボイラを搭載した再熱式蒸気タービン船用推進プラントを開発したので、これも順次、別の機会に報告する予定である。

2. 実験装置の概要

2.1 一般

実験装置は、船用としての、装置条件・燃焼条件と燃焼特性の関係を探るための、層内伝熱

* 原稿受付 昭和58年7月4日

昭和58年春季学術講演(昭和58年5月25日)

** 正会員 川崎重工業(株)(神戸市中央区川東川崎町3-1-1)

*** 川崎重工業(株)(大阪市此花区島屋4-1-35)

**** 川崎重工業(株)(坂出市川崎町1)

面積・燃焼室空塔部高さ可変型垂直炉、傾斜・動揺という、船用の特殊条件下における流動層燃焼特性を探るための、傾斜角可変型傾斜炉、及び、それらの関連装置からなる、500[□]炉流動層燃焼実験装置である。

図1に、実験装置外観写真、図2に、垂直炉本体、傾斜炉本体、及び、図3に、本実験装置の概略系統図を示す。

傾斜炉は、0°、10°、15°、22.5°の4固定角に傾斜設定が可能であり、また、燃焼室空塔部高さ、ほぼ、垂直炉のその中間高さである以外は、すべて、垂直炉燃焼室と同一寸法構造であり、層内伝熱管群も同一のものを使用するように製作されている。

炉本体以外の設備は、垂直炉・傾斜炉用、すべて兼用されており、したがって、各炉の実験時には、起動用熱

図1 実験装置外観

図2 燃焼炉本体

図3 実験装置の概略系統図

風炉ダクト, 層内伝熱管, 排ガス・ダクト, 及び, その関連配管の配管替えを行う。

2.2 供試炭 供試炭として, 3種類のオーストラリア産石炭を使用した。各供試炭の性状を, 表1に示す。実験は, インビシブル炭を基準炭とし, ウェスタンブレンド炭, 及び, ハンター・バレー炭は, 基本燃焼条件(4.1.1参照)における, 基準炭との燃焼特性比較のために使用した。

図4に, 各供試炭の到着炭(原炭), 及び, 乾燥調粒炭の粒径分布曲線を示す。-6mmの調粒炭は, 空気搬送による下込み給炭方式に, また, -10mm, 及び, -25mmの調粒炭は, 層上からの上込み給炭方式, あるいは, 層内ねじ込み給炭方式に使用した。図中 d_p 値は, 50%重量平均径を示す。

2.3 流動媒体 流動媒体には, JIS3号硅砂を使用した。図5に, その粒径分布, 50%重量平均径, 真比重, 及び, かさ比重を示す。

表1 供試炭の性状

産 地		オーストラリア	オーストラリア	オーストラリア	備考
銘 柄		インビシブル炭	ウェスタンブレンド炭	ハンターバレー炭	
発熱量	乾炭高位発熱量 kcal/kg	6390	6700	6790	表面水分3%
	湿炭高位発熱量 "	6200	6500	6590	
	乾炭低位発熱量 "	6130	6440	6510	
表面水分 %		3.4	3.2	2.5	実験状態
恒湿水分 "		3.3	2.9	4.4	
工業分析	固有多水分 %	2.8	2.1	4.3	乾炭ベース
	灰 分 "	18.3	15.1	11.3	
	揮 発 分 "	28.0	26.2	30.6	
	固定炭素 %	50.9	56.6	53.8	
元素分析	炭 素 %	66.7	70.6	72.3	無水ベース
	水 素 %	4.5	4.4	4.8	
	窒 素 %	1.57	1.31	1.70	
	酸 素 %	7.9	7.9	8.9	
	全硫黄 %	0.56	0.44	0.51	
	燃 焼 性 硫 黄 %	0.54	0.44	0.51	
	塩 素 mg/kg	91	190	590	
燃 料 比		—	1.82	1.76	
ボタン指数		—	1 1/2	3	
比 重		—	1.46	1.43	
灰 組 成	SiO ₂ %	68.2	61.7	66.0	
	Al ₂ O ₃ %	23.4	28.3	24.9	
	Fe ₂ O ₃ %	2.21	2.20	3.95	
	Na ₂ O %	0.19	0.02	0.34	
	K ₂ O %	2.07	0.81	1.31	
	CaO %	0.89	0.06	0.62	
MgO %		2.18	0.19	0.56

図4 供試炭の粒径分布

なお, その他, 軽量骨材, アルミナ・バブル等々を使い, 各種流動媒体特性把握のための燃焼実験を行ったが, 明確な定量的結果を得るに至らなかった。ただ, 船用の場合, 海洋を移動するプラントであるため, 安価で, 入手の容易なこと, 熱安定性に優れていること, 及び, 比重の小さいことなどの条件を具備した流動媒体を選定する必要がある。

図5 流動媒体の粒径分布

3. 実験装置の運転要領

冷態起動は、プロパン・ガスによる熱風により、流動媒体を昇温し、層内温度が、約470℃で給炭を開始、層内温度約700℃で熱風炉を停止し、以後、石炭の自燃により、層内温度を実験所定温度まで昇温した。

この冷態起動に要する時間は、熱風炉停止まで、約2時間、更に、設定実験層内温度昇温に約2時間、つまり、実験条件整定までの冷態起動所要時間は、約4時間であった。

層内温度調節には、給水量の加減によったが、給水最大変化量に対する層内温度変化は、約50℃であり、それ以上の層内温度設定の変更を必要とする場合は、層内伝熱面積を加減した。

装置停止要領は、給炭を停止し、流動用空気によって層内温度を約400℃に降温させた後、装置全機器を停止した。なお、層内温度950℃で装置を全停止させ、12時間放置することを行ったが、層内流動媒体その他に、異常は認められなかった。

4. 燃焼実験

4.1 一般

4.1.1 基本条件の設定 実験時の基本条件を次のように設定し、この基本条件を基準に、装置条件、燃焼条件を変化させ、各影響因子が及ぼす燃焼特性の変化を探った。

- 空気比: 1.2
- 層内温度: 950℃ 船用の場合、現時点では、SO_x等に対する公害規制がないため、脱硫効率からの層内温度決定要因¹⁾はない。したがって、燃焼効率を高く、かつ、最小負荷率を大きくとるためには、灰が溶融しない範囲で、層内温度は高く設定することが望ましい。
- 炉床負荷: 140×14⁴ kcal/m²・h
- 流動媒体: 珪砂

e. 供試炭: 豪州インピンシブル炭

f. 給炭方式: -6 mm空気搬送下込め方式

4.1.2 サイクロン集塵器効率、排ガス・ダスト粒径分布、燃焼室内ガス濃度分布 サイクロン集塵器入口、及び、出口の排ガス・ダスト濃度、及び、そのダスト中の未燃炭素含有率を計測・分析した結果、本実験装置のサイクロン集塵器効率は、84.2%、未燃炭素の捕集効率は、96.6%であった。

サイクロン捕集ダストを燃焼室へリサイクルしない時の燃焼効率 η_{comb} は、サイクロン集塵器捕集ダスト分析結果から、次式により求めた。

$$\eta_{comb} = 1 - \frac{8100 \times C \times D}{H_h \times B \times \eta_{cyc \text{ for } C}}$$

ここに、

C: サイクロン捕集ダスト中の炭素含有率

D: サイクロン捕集ダスト量(kg/h)

H_h: 高位発熱量(kcal/kg)

B: 給炭量(kg/h)

$\eta_{cyc \text{ for } C}$: サイクロン集塵器炭素捕集効率

図6は、基本燃焼条件におけるサイクロン集塵器入口ダストの粒径分布であり、サイクロン捕集ダストのかさ比重は、約0.6であった。

図6 石灰燃焼灰の粒径分布

石灰燃焼灰は、この炭種の場合、ほとんどすべて、流動層より飛散しており、また、本実験での流動媒体飛散率は、重量比で約3.7%/日であった。

図7は、基本燃焼条件における燃焼室炉底からの高さ、燃焼ガス分析結果の関係を示す。

4.1.3 給炭方式

a. 空気搬送下込め給炭方式 図8の(a)は、本実験における基本給炭方式として使用した石灰粒径-6 mmの空気搬送下込め給炭方式であり、全燃焼給気量の20~25%の搬送空気を用いて、石灰を燃焼室底部より層内へ搬送給炭する方式である。

b. 上込め給炭方式 図8の(b)は、定量切出しさ

図7 炉内ガス濃度分布

図8 給炭装置

れた石炭を、層上より燃焼室へ重力で落下給炭する方式である。

c. ねじ込み給炭方式 図8の(c)は、回転ねじ羽根給炭装置により流動層内へ石炭を直接給炭する方式で、層内へ直接給炭するため、微粉炭も層内で燃焼する下込み給炭方式の特長と、石炭粒径に制約されない上込み給炭方式の特長を兼ね備えた方式である。給炭口が炉底部に近く、正圧がかかるため、流動用空気系統より石炭ホッパへ均圧空気を導設し、燃焼ガスの給炭装置への逆流を防止した。

4.2 垂直炉による燃焼実験

4.2.1 燃焼因子の燃焼効率に及ぼす影響 層内温度、炉床負荷、空気比、層高、及び、炭種が、燃焼効率に及ぼす影響を、図9～13に示す。

図9は、給炭量(炉床負荷)一定とし、層内温度を変化させた場合の燃焼効率を計測したものであり、図10は、図9を、炉床負荷基準に表示しなおした図である。

空気比に対する燃焼効率の関係は、本実験の空気比変化範囲では、図11に示す関係にあった。

燃焼室空塔部が長くなると燃焼効率が増加している

図9 層内温度に対する燃焼効率

図10 炉床負荷に対する燃焼効率

図 11 空気比に対する燃焼効率

図 12 層高に対する燃焼効率

図 13 空塔部高さ及び炭種に対する燃焼効率

(図 13)のは、供試炭に微粉炭が多い(図 4 参照)ため、空塔部での微粉炭燃焼寄与率が大きいためである。

4.2.2 給炭方式と燃焼効率 図 14 は、図 8 に示す各給炭方式による各調粒炭燃焼実験結果を、炉床負荷を横軸に、給炭方式、石炭粒径と燃焼効率の関係に表わしたものである。

実験は、層内温度を 950℃に保つよう給炭量を調節して行った。したがって、供試炭の粒径分布により、燃料の層内滞留燃焼量、及び、時間が相違するため、給炭量基準の炉床負荷が異なっている。特に、上込め給炭の場

図 14 給炭方式、石炭粒径と燃焼効率

合、微粉炭が、層内に落下することなく、燃焼ガスの流れに乗り、燃焼室空塔部で浮遊燃焼、あるいは、燃焼室外へ飛散するため、層内温度 950℃を保持するための給炭量増加から、炉床負荷が大きく、燃焼効率は低い。

4.2.3 炉内温度分布 各調粒炭・給炭方式による、層内温度 950℃での燃焼室縦断面温度分布を図 15 に示す。

−10mm 調粒炭を分級し、微粉炭を除いた、6−10mm 炭は上込め、−6mm 炭は下込めの併用給炭方式とすると、燃焼室空塔部での温度上昇は認められないが、微粉炭を含む、−10mm 調粒炭を上込め給炭すると、給炭口部より燃焼ガス下流側で温度上昇がみられ、層内に落下することなく、燃焼ガスに乗った微粉炭が、燃焼室空塔部で浮遊燃焼していることが、確認された。

4.2.4 急速負荷変動実験 定常運転中、瞬時に給炭を停止した場合の、層内伝熱管壁温度と、層内温度の変化をみた。伝熱管壁温度は、最終段伝熱管表面に、図 16 に示すように熱電対を装着し測定した。

層内伝熱管壁温度計測実験は、測定部管内流体が、完全に蒸気であることを、管内流体温度と圧力測定値から確認し、給炭停止と同時に、給水停止、及び、層内伝熱管内を大気開放して行った。流動用空気供給は、停止していない。各点の計測値は、実験後の解析のため、磁気テープに集録し、実験中のモニタとしては、ペンレコーダを使用した。

層内温度と伝熱管壁温度の時間的変化を、図 17 に示す。これによると、給炭、給水停止後、急速に層内温度は低下し始め、伝熱管壁温度は上昇し、約 3 分後、両者の温度が一致した後、約 13℃/分の降温割合で温度低下している。

図 18 は、各層内温度定常運転中、給炭、及び、流動用空気供給を、停止した場合の、層内温度の時間的変化を示す。層内伝熱管への給水は、停止していない。

これによると、層内温度 950℃からの層内温度降温割

記号	給炭方式	炉床負荷 ($\times 10^6$ kcal/m ² h)	静止層高 (m)
○	-10mm上込め	2.0	0.8
△	6-10mm上込め -6mm下込め	1.7	0.9
□	-6mm下込め	1.7	0.9
×	-10mmねじ込み	1.5	0.7

図15 炉内温度分布

図16 管壁温度測定用熱電対取付要領

合は、約 1.1℃/分、800℃からは約 0.6℃/分、650℃からは約 0.2℃/分であった。

なお、基本燃焼状態から、空気比一定で給炭量を漸減した時の、安定燃焼持続限界温度は、約 600℃であった。

4.2.5 サイクロン集塵器捕集ダスト・リサイクル実験 未燃炭素を含有するサイクロン集塵器捕集灰を、燃焼室流動層内へリサイクルさせた場合の燃焼効率に及ぼす影響を探った。

図17 給炭、給水急速しゃ断後の温度変化

図18 給炭、流動用空気急速しゃ断後の層内温度変化

本リサイクル実験は、図19に見るように、一定時間容器に捕集したサイクロン集塵器捕集灰を計量し、一定循環比率で、燃焼室へリサイクルさせるバッチ方式にて行った。

バッチ式リサイクル方式の場合、無限に、バッチ投入回数を増やさなければ、理論的には、系は静定しないが、実験上静止したと見なし得るリサイクル・ダスト・バッチ投入回数を、次式により求めた。

図19 サイクロン集塵器捕集ダスト・リサイクル実験要領

n 回リサイクル後のサイクロン集塵器捕集ダスト量 D_{Mn} は、

$$D_{Mn} = D_d \times \eta_{mcd} \times \frac{(R \times \eta_{mcd})^{n+1} - 1}{R \times \eta_{mcd} - 1} + D_c \times \eta_{mcc} \times \frac{\{R \times (1 - \eta_{cr}) \times \eta_{mcc}\}^{n+1} - 1}{R \times (1 - \eta_{cr}) \times \eta_{mcc} - 1}$$

したがって、無限リサイクル時のサイクロン集塵器捕集ダスト量 D_M は、

$$D_M = \frac{D_d \times \eta_{mcd}}{1 - R \times \eta_{mcd}} + \frac{D_c \times \eta_{mcc}}{1 - R \times (1 - \eta_{cr}) \times \eta_{mcc}}$$

また、同様に、 n 回リサイクル後の燃焼効率 η_{cTn} は、

$$\eta_{cTn} = \eta_{c0} + \frac{(1 - \eta_{c0}) \times \eta_{mcc} \times R \times \eta_{cr} \times \{R \times (1 - \eta_{cr}) \times \eta_{mcc}\}^n - 1}{R \times (1 - \eta_{cr}) \times \eta_{mcc} - 1}$$

したがって、無限リサイクル時の燃焼効率 η_{cT} は、

$$\eta_{cT} = \eta_{c0} + \frac{(1 - \eta_{c0}) \times \eta_{mcc} \times R \times \eta_{cr}}{1 - R \times (1 - \eta_{cr}) \times \eta_{mcc}}$$

ここに、

D_d : リサイクルしない時のサイクロン集塵器入口ダスト量 (kg/h)

D_c : リサイクルしない時のサイクロン集塵器入口未燃炭素量 (kg/h)

η_{mcd} : リサイクルしない時のサイクロン集塵器ダスト捕集効率

$\eta_{mcd'}$: リサイクル時のリサイクル・ダストに対するサイクロン集塵器ダスト捕集効率

η_{mcc} : リサイクルしない時のサイクロン集塵器未燃炭素捕集効率

$\eta_{mcc'}$: リサイクル時のリサイクル未燃炭素に対するサイクロン集塵器未燃炭素捕集効率

η_{c0} : リサイクルしない時の燃焼効率

η_{cr} : リサイクル時のリサイクル未燃炭素に対する燃焼効率

R : リサイクル率 = (リサイクル・ダスト量) / (サイクロン集塵器捕集ダスト量)

図20 リサイクル・ダスト・バッチ投入回数とサイクロン集塵器捕集ダスト量

図21 サイクロン集塵器捕集ダスト・リサイクルによる燃焼効率

図20、図21に実験結果と計算値(実線)を示す。

4.3 傾斜炉による燃焼実験

4.3.1 傾斜燃焼実験 傾斜流動層の傾斜側下部には、図22に示すように、流動媒体が流動を停止する固定層、ないしは、移動層の発生することを^{7,8)}、筆者らも、コールド可視モデルで確認している。

したがって、本実験では、試験炉を、10°、15°、及び、22.5°の各角度に傾斜固定させ、傾斜流動層における燃焼特性を探った。また、垂直炉との整合性をみるために、傾斜角0°(垂直)の傾斜炉も実験した。

図23に傾斜角度と燃焼効率の関係を、図24に傾斜角と層内温度分布を示す。分散板の一辺(0.5m)に対する流動媒体静止層(0.8m)の比が1.6ある本実験では、傾斜角15°以上で固定層による燃焼特性に及ぼす影響が発生しているが、傾斜角10°以下では、固定層による燃焼特性影響は認められない。

4.3.2 シャロー・ベッド実験 流動媒体静止層高と炉底傾斜辺との比と、傾斜流動層における燃焼特性と

- A領域：気泡の上昇が認められ流動媒体が流動化している領域（流動層）
 B領域：流動媒体の流動化は認められないが、下方への移動の認められる領域（移動層）
 C領域：流動媒体の動きが全く認められない領域（固定層）
 D領域：気泡の破裂により流動媒体が躍っている領域（飛散域）

図22 傾斜流動層（コールド可視モデルによる）

図23 傾斜角度に対する燃焼効率

図24 傾斜角度と層内温度分布の関係

の関係を探るため、シャロー・ベッド（浅層高）燃焼実験を行った。

図23, 図24 から、傾斜角 10° 以下では、傾斜による燃焼特性変化が認められないことが確認されたので、基準値としての 0° （垂直）と、 15° , 22.5° に対して実験を行った。

図25 に、炉底傾斜辺に対する流動媒体静止層高の比と、燃焼特性変化としての層内温度分布差の関係を示す。

この実験により、流動媒体静止層高と炉底傾斜辺との比が、0.6 以下であれば、傾斜角 22.5° までの傾斜炉における固定層は、燃焼特性上、特に影響を与えないことを確認した。

4.3.3 固定層防止実験 傾斜角 22.5° , 流動媒体

図25 静止層高 / 炉底傾斜辺と層内温度分布差の関係

図26 散気管の設置要領

静止層高と炉底傾斜辺との比が0.6以上の傾斜炉において、固定層内に設置した散気管の、燃焼特性に対する影響を探った。

図26に、散気管、及び、その設置要領を示す。実験は、各散気管からの吹き出し空気量を变化させ、層内横断面温度分布を測定した。

図27に、その結果を示す。

図27 散気管空気量と層内温度分布

5. あとがき

本実験の他、コールド・モデルによる傾斜動揺流動層の諸特性について、東京大学と共同研究を行ったが、これについては、また、別の機会に報告することとした。一次エネルギー消費構成の変化に伴い、船用燃料も、石炭、あるいは、低質粗悪重油など、その対応を要求され、また、筆者らは、船用には、陸上の残渣燃料そのものを使用する時のくる可能性が充分にあるという観点をもって、そういった意味から、燃料の多様化に対処する流動床ボイラの船用化は、ぜひとも、実現すべきことと考える。

しかし、船用推進プラント技術が、陸上の既存技術としての実績の上に構築されてきた、いわば、陸上技術先行型の技術であることを考えると、今や、実用化の域に到達したとはいえ、陸上分野で流動層燃焼技術が、既存

技術としての認識を獲得するまでには、今少し時間を要し、したがって、船用として現実の姿を見るには、今少し時間を要するであろうと考える。

その間、更に、船用として究明しておく必要のある事項につき、陸上用流動床ボイラに関する研究成果・実証実績等を取り入れながら、今後も、研究を継続してゆく所存である。

最後に、本実験に対し、東京大学工学部・吉田助教授より、ご助言、ご指導を戴いたことに対し、感謝の意を表します。

文 献

- 堀・館林ら、川崎技報、63号、p.195～201(1977年3月)、68号、p.52～58(1978年10月)、71号、p.71～76(1979年7月)
- R. L. Gramble, et al., American Power Conference, (April 1980)
- J. N. Duquoy, et al., Electric Power Research Institute, Quarterly Technical Progress Report (January through March, 1981)
- 泊谷ら、住友重機械技報、Vol. 26, No. 78, p. 45～49 (December 1978)
- 上田、日本船用機関学会誌、第14巻第4号、p. 26～27 (昭和54年4月)
- E. Evensen, et al., Norwegian Maritime Research, No. 1/1982
- 中西ら、日本船用機関学会誌、第14巻第9号、p. 130～141 (昭和54年9月)
- 横村ら、船舶技術研究所研究発表会、昭和57年度春、p. 73～76 (昭和57年5月)

〔質 疑 応 答〕

質問者 船舶技術研究所機関性能部 波江貞弘

〔質問〕 広範囲の貴重な資料を提示された点に敬意を表します。下記の点についてご教示下さい。

1) 図24の傾斜角度と層内温度分布の関係において、最大100℃前後の温度低下が見られますが、この程度の層内温度変化に対して実用上どのような問題が生じると判断されますか？

2) 図25において静止層高/炉底傾斜辺で層内温度分布差を整理しておられますが、実用規模の燃焼炉を想定した場合の寸法効果について検討しておられましたらお教え下さい。

〔回答〕 1) 図24の炉底からの高さ0.55m、炉中心からの距離-0.2mにおける層内温度(×点)は、本図の縦軸をスケール・アウトしているが、計測値は、570℃であった。したがって、設定層内温度950℃に対し、380℃の温度低下となる。これは、本計測点周りの層が、図22に示すような固定層ないしは移動層を形成しているため、この領域においては燃焼の停止ならびに、伝熱管に対する管外熱伝達率の低下を生じることとなる。

2) スケール・アップの基礎データを得るには、塔径 50 cm 以上のもので実験することが望ましいとされており(吉田, 化学工学, 第 40 巻第 12 号, 1976, p. 653~666 及び Werther, J.: American Institute of Chemical Engineers Symposium Series, 70-141, 53, 1974), これに基づき製作された本 500[□] 実験炉による実験データは, 実用規模燃焼炉検討時の基礎データたり得ると思われる。

さて, (静止層高)/(炉底傾斜辺)は, 全く幾何学的相

似比であり, 分散板形状が相違しない限りスケール・アップ可能と考える。

質問者 三菱重工業(株)原開部 北村政雄

〔質問〕層内チューブの摩耗状況はどうか。

〔回答〕本実験は, 船用としての装置条件・燃焼条件と燃焼特性の関係を探った実験であり, 層内伝熱管の摩耗については, 焦点をあてていない。

ただ, 本燃焼実験延べ約 400 時間の範囲では外観的摩耗は見られなかった。

研究委員会報告要旨

海水管系の犠牲管の装備基準

機関研究委員会第 3 研究部会

最近, 海水管系, 特に冷却海水管系等に対する防食処理として, ゴムやポリエチレンなどのライニング処理を採用する船が多く, それに伴い, ポンプや熱交換器の保護のために, それらの前後にライニング処理をしない, いわゆる犠牲管を装備するような場合も多くなってきた。そこで本論文では, 犠牲管の効果をポンプや熱交換器に

装備されている防食鉄や防食亜鉛と同様の犠牲陽極としての面と, 銅合金部表面に耐食性保護皮膜を形成するため鉄イオンの供給源としての面と, 二面から調査し, どの様な場所に, どの様な長さ, 肉厚の犠牲管を装備するのが適当であるか, 当会でまとめて基準としたものである。(会告参照)

中小形機関の冷却水熱および排気熱の回收利用研究

中小形ディーゼル機関研究委員会

船用ディーゼル機関の熱効率の向上については大形・中小形を問わず, 不斷の努力が続けられその限界に近い所まできている。これ以上の熱効率の向上は, 未使用のまま廃エネルギーとして捨てられている冷却水, 排ガス中の熱エネルギーの回収を図り全体として熱効率の向上を図るべきである。この観点に立ち, 本委員会は実質過去 3 か年に亘り, 回收利用法の調査・研究を続けてきた。

廃エネルギーの回収は大形機関にあっては既に実施されている所であるが, 中小形機関にあっては, 種々の事情

で実施例が少なかったが, 近時, 燃料コストの上昇に伴い注目をあびるようになって来た。それらを分類してみると大別して

1. 廃熱の動力化
2. 廃熱の非動力化
3. 廃熱の蓄熱利用

となる。それぞれについて文献・資料の調査・研究を行ったうえで, 中小形ディーゼル機関における熱回収法システムを提示した。(会告参照)