

第 4 篇

1

船内冷房に関する研究

第 1 報

ペルシャ湾航路タンカーにおける
船員居住区の温熱条件について

目 次

I	まえがき	168
II	調査概要	169
III	第1次調査研究	170
	A 調査対象	170
	B 測定項目と使用計器	170
	C 測定日時と地点	171
	D 測定結果と考察	171
	1. 居室の温熱条件…南支那海, ラスタヌラ	171
	2. 居室周壁からの熱貫流…ペルシャ湾内	172
	3. 航海区域別居室温熱条件の変化	173
IV	第2次調査研究	174
	〔i〕 概要及び予備調査	174
	〔ii〕 アッパーデッキの貫流熱	175
	A 調査対象	175
	B 測定項目と使用計器	175
	C 測定日時と地点	175
	D 測定結果と考察	175
	〔iii〕 エンジンケーシングの貫流熱	176
	A 調査対象	176
	B 測定項目と使用計器	176
	C 測定日時と地点	176
	D 測定結果と考察	176
V	第3次調査研究	178
	A 調査対象	178
	B 測定項目と使用計器	179
	C 測定日時と地点	179
	D 測定結果と考察	179
VI	む す び	181
	附記: 甲板及び囲壁の熱貫流率	182

I ま え が き

戦後ペルシャ湾航路は、タンカーのルートとして非常に重要になって来た。この航路に従うもの 60 数隻に及ぶ。ところで夏期のペルシャ湾内の猛暑は世界的に有名である。国際海上労働条約第 92 号、船内設備に関する条約においては、特にこの航路における換気通風に関する規定を設けているほどである。

最近冷房装置の普及によって、暑熱による苦悩もやや緩和されつつあるようであるが、冷房装置を持たない船の多い日本船にあっては、暑熱のため睡眠がとれず、疲労の蓄積がいちぢるしい。このことが疾病、災害率を高めているように思われる。

今回船舶の居住性能研究の一環として、ペルシャ航路のタンカーにおける船室の室内気候の実態と、その遮熱、保温、通風、冷房等に関する資料を得るために調査する機会を得た。ここにその結果を報告することとする。

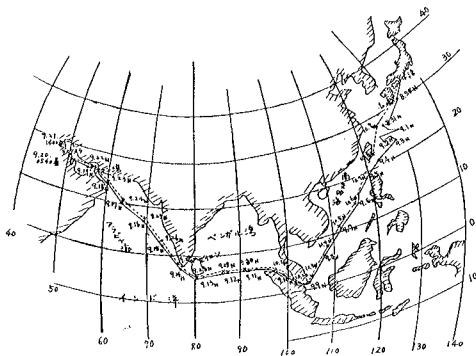
II 調 査 概 要

調査対象となった油槽船 K 丸の要目は次の通りである。

総トン数	10,510 トン
重量トン数	14,349 トン
速 力	14 ノット
長 さ	159.8 米
幅	19.8 米
深 さ	11.3 米
機 関	川崎 MAN 8,000 馬力、ディーゼル機関

又航海の経過は第 1 図の通りである。

第 1 図 航 海 の 経 過



調査期間は昭和 31 年 8 月 29 日、和歌山県下津港出港、9 月 20 日ペルシャ湾ラスタヌラ入港、翌 21 日、同港出港、10 月 11 日、下津帰港までの全航程 44 日間である。ペルシャ湾は 6~9 月が暑く、特に 7~8 月の暑熱は最も苛烈であって、9 月下旬頃から少しのぎやすくなるのが通例である。この航海ではペルシャ湾に入ったのが 9 月 20 日前後であったので、最も苛烈な時の実情はとらえられなかった。

調査内容としては次の 3 回にわけて行った。

(1) 船尾居住区のアップーデッキ、プープデッキの上下に接する2室を選び、航海区域別居室温熱条件の変化を調査した。又両室の温熱条件の比較検討を行った。選ばれた居室は船尾居住区の代表的な居室である。

ただし換気量による熱移動は考慮しなかった。(第1次調査)

(2) 第1次の実測結果から居室への熱貫流の状態が明らかになり、その問題点と思われる機関室から居室へ及ぼす熱影響を次の2点で調査した。

(イ) アップーデッキの貫流熱の実態

(ロ) エンジンケーシングの貫流熱の実態(第2次調査)

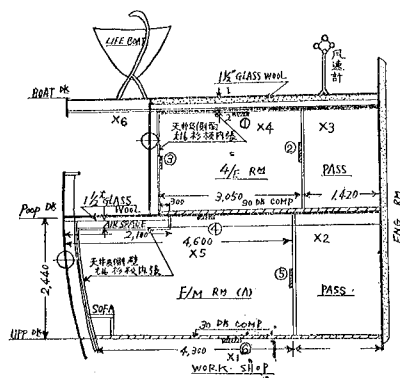
(3) 司厨長室(C/STRM)を選び、換気量をも考慮して室へ出入する熱量の実態調査、(第3次調査)

III 第1次調査研究

A 調査対象

調査のために選んだ船室は、第2図の通りで、左舷側プープデッキの4等機関士居室(4/ERM)と、

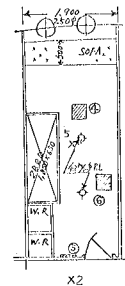
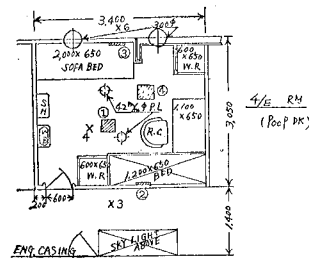
第2図 測定した居室(第1次調査)(A)



[注] 居住区に機関室甲板と船尾甲板間に1/2" GLASS WOOL、
及16mm 杉板を以て防熱仕込み

X1-6 気温 (特殊温度計)
①-⑥ 湿度計 (熱流計)
①, ② 表面温度 (熱流計)

(B)



その直下のアップーデッキの機関員居室(F/MRM)とである。両室とも浴室、便所等から充分離れており、船尾居住区のうち代表的な職員および部員の居室と考えられる。4等機関士室の上は、ポートデッキの曝露甲板であり日射の影響を強く受ける。又機関員室の直下は機関室の一部である工作室で、機関から発生する熱の影響を直接に受けている。

各室は船員の生活状態のまま測定した。すなわち、扉、丸窓はすべて開放のままとして、室内給気口からは機械通風により、設計換気回数8回位で給気されている。

B 測定項目と使用計器

- 室内、通路内の気温並びに外気温……抵抗温度計（6点）
- 曝露甲板の表裏面温度……熱電対（2点）
- 周壁貫流熱量……鉄研式熱流計（6点）
- 水平日射量……ロビッチ型日射計
- 対船風速……ロビンソン風速計
- 室内温度……アスマン温度計

各測定点の配置は第2図に示す通りである。

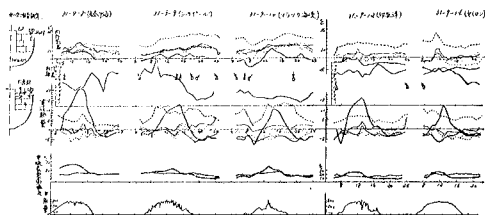
C 測定日時と地点

9月8日	南支那海	(06—24N 108—17E)
9日	南支那海	(01—46N 104—40E)
10日	マラッカ海峡	(03—54N 99—31E)
12日	ベンガル湾	(05—58N 87—56E)
14日	インド南端	(07—38N 77—43E)
17日	アラビア海	(19—37N 64—59E)
18日	オマン湾	(23—25N 60—14E)
19日	ペルシャ湾	(26—18N 55—03E)
20日	ペルシャ湾	(26—37N 50—35E)
21日	ペルシャ湾	(26—37N 50—35E)
22日	ペルシャ湾	(26—19N 55—17E)

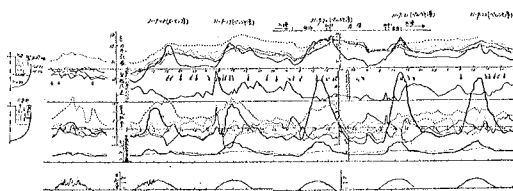
D 測定結果と考察

測定結果は第3図の通りである。

第3図 第一次調査測定結果 (A)



(B)



1. 居室の温熱条件……南支那海, ラスタヌラ

測定結果はオマン湾に入る前の海域と、それからペルシャ湾に入ってからとは全く異った状態を示している。例として9月8日の南支那海と9月21日のラスタヌラ港における居室の温熱条件を比較してみることにする。

南支那海では外気温は $28^{\circ}\sim 30^{\circ}\text{C}$ である、1日の較差は 2°C である。機関員室、4等機関士室

の室温は外気温より常に高い。ペルシャ港に入るとラストヌラ港では室温は 32°C を下らない。4等機関士室の室温は日中いちぢるしく上昇する。この原因として日射により、ポートデッキの天井から熱が入ってくるのが考えられる。機関員室は日中直接日射の影響は少ないが、機関室の熱源に近いので夜は上の4等機関士室より幾分暑くなっていることがわかる。

この船のポートデッキの構造は、鋼に $1\frac{1}{2}$ inch のグラスウールで防熱されている。甲板の表面温度および裏面温度は、南支那海でそれぞれ 45°C と 25°C 、ペルシャ湾で 60°C と 35°C で午後1.00~2.00時ごろ表面温度は最高となる。更に約1時間遅れて熱貫流量が最大に達する。図において居室に入る方を正とし、出ていく方を負とした。

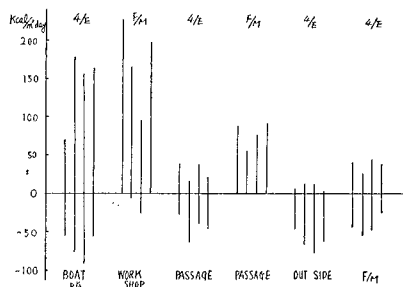
ラストヌラ港では最高 $33\text{ Kcal/m}^2\text{h}$ 流れ、10.00~19.00時にかけて居室に入る総貫流熱量は、 $156\text{ Kcal/m}^2\text{day}$ となった。南支那海では最高 $20\text{ Kcal/m}^2\text{h}$ 流れ、総貫流熱量 $111\text{ Kcal/m}^2\text{day}$ であった。夜は日中の逆となって居室の熱は外気に放散される。ここで考えられることは、日射の影響のあるポートデッキの熱貫流を防ぐため、徹底した防熱構造にすればよいことになるが、そうすると逆に夜になって居室の熱が大気中に放散され難くなり室温が下らない。これらの矛盾と高温の外気温を考えると、ペルシャ航路では冷房装置を取付けるより他に解決方法は無いようである。この貫流量を左右する要因として、日射の強さ、室内外の温度差、風速等が挙げられる。日射量は南支那海で最高 $764\text{ Kcal/m}^2\text{h}$ 、総日射量 $5770\text{ Kcal/m}^2\text{day}$ 、ラストヌラ港で $672\text{ Kcal/m}^2\text{h}$ 、 $5520\text{ Kcal/m}^2\text{day}$ となり、南支那海の方が日射が強い。これは緯度の差によるものである。ペルシャ湾では日射量が少ないのに貫流熱量が多いのは、風が無いこと、周囲が砂漠であるため居室より外気の温度の方がいちぢるしく高くなるのが原因と考えられる。

次に機関室からアップーデッキの床を通して貫流する熱は、24時間常時機関員室に流れる。ラストヌラ港で8.00時迄は図のように居室から機関室に流れているが、これは荷役のため岸壁に停泊中で、主機関が停止していたからである。

2. 居室周壁から熱貫流……ペルシャ湾内

居室の壁体を介する1日の総貫流熱量の変化をみると、第4図の通りになる。居室に流入する方向を正とし、居室から流出する方向を負とした。

第4図 船室周壁からの熱貫流量



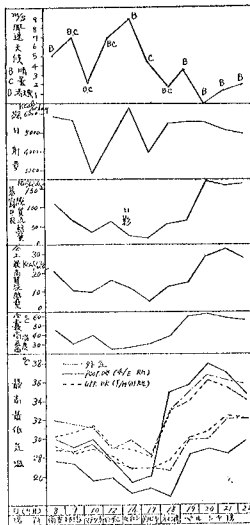
4等機関士室とポートデッキの大気との間、機関員室とその直下の工作室、4等機関士室と通路、機関員室と通路および4等機関士室との外側の間等の壁体を介しての熱移動の関係を示す。縦軸に1日総貫流熱量をとった。これによると4等機関士室の天井から日中 $160\text{ Kcal/m}^2\text{day}$ の熱が入り、夜になって $80\text{ Kcal/m}^2\text{day}$ の熱が大気に出ていく。機関員室では工作室から約 $180\text{ Kcal/m}^2\text{day}$ の熱が床を貫流して入る。4等機関士室と通路の間では少しの熱の

出入があり、機関員室と通路では居室に 50~100 Kcal/m²day の熱が入る。4 等機関士室と外側では居室から常に外に放出されて約 70 Kcal/m²day 貫流している。4 等機関士室、機関員室の間の床では、日中は機関員室へ、夜はその逆の機関員室から 4 等機関士室への熱移動が約 40 Kcal/m²day ある。

すなわち日射の影響のあるポートデッキから居室への貫流熱と、機関室から床を通しての熱移動が特に大きいことがわかる。

3. 航海区域別居室の温熱条件の変化

第5図 海域による温熱条件の変化



航海区域別に、外気、4 等機関士室、機関員室の室内気温の最低最高温度、総日射量、曝露甲板から 4 等機関士室に侵入する総貫流熱量、同様最高貫流熱量、最高表面温度、対船風速と天候の関係を图示すれば、第5図のようになる。

外気温は、オマン湾に入る前のアラビヤ海で 25°~30°C であり、その1日の変化は、1°~4°C に過ぎない。オマン湾に入ると急に 28°~38°C に上り、その1日の変化は 5°~9°C となる。すなわちペルシャ湾では平均気温が約 34°C の高温となり、且つ1日の気温変化も甚しい。

一般に室内気温は、オマン湾に入る前では、その外気温度より常に 2°~4°C 程度高く、27°~32°C になる。ところがペルシャ湾では、室内気温は 30°~37°C に達し、外気の最高温度より低く、又最低温度より高い。すなわち外気温の変動が著しいため、熱容量のある構造物に囲まれた室内気温はそれに追従出来ないからである。

また外気温の急激な変化及び日射は、当然下部より上部の居室に大きな影響を及ぼしている。上のプープデッキの室温の1日の変化は、下のアッパーデッキのものより多い。日中は上の居室がやや高く夜に入ると逆に下の居室が機関室に近いので高くなる。

露天のポートデッキを貫流する熱量は、大洋上で最大 15~20Kcal/m²h、ペルシャ湾では 27~33 Kcal/m²h である。そのときの甲板の最高表面温度はそれぞれ 45°~50°C 及び 55°~63°C である。9月10日、17日は雲が多かったため総日射量、総貫流熱量共に少い。また14日は晴天であったが、甲板上のポートのため日影になったので総貫流熱量は少く示されている。従ってパーマメント・オーニング等で甲板に日影をつくるだけで居住環境はかなり改善されると思われる。

晴天の日の水平日射量を比較すれば、ペルシャ湾内よりマラッカ海峡、セイロン島における日射が強いことがわかる。尚直達日射量 $I\alpha$ 、太陽常数 I_0 (1170 Kcal/m²h)、太陽高度 β 、大気透過率 P とすると、 $I\alpha = I_0 \sin \beta \cdot \frac{1}{\sin \beta}$ の関係がある。天空輻射量あるいはこれと直接日射量の関係について、A.S.H.V.E. Laboratory における実測があるが、まだ一般性をもった研究がない。ここでは P

の値の中に天空輻射量の影響を含ませて、水平日射量 I_H は

$$I_H = I_0 \sin \beta \cdot P \cdot \sin^3 \theta$$

として晴天の日の P の値を計算した。その結果を第1表に示す。

第1表 日射熱量と大気透過率 (P)

月日	船位	日射熱量 Kcal/m ² h					大気透過率 (P)					総日射量 Kcal/m ² day
		8時	10時	12時	14時	16時	8時	10時	12時	14時	16時	
9-8	06-24N 108-17E	417	695	764	706	313	0.84	0.73	0.65	0.73	0.73	5770
-14	07-39N 77-43E	417	706	776	730	417	0.84	0.73	0.67	0.75	0.84	6280
-19	26-18N 55-03E	382	637	683	625	347	0.86	0.75	0.67	0.74	0.82	5520
-20	26-37N 50-35E	347	637	706	637	347	0.82	0.75	0.70	0.75	0.82	5520
-21	26-37N 50-35E	347	579	672	602	301	0.82	0.70	0.67	0.72	0.77	5140
-22	26-19N 55-17E	290	579	660	625	301	0.76	0.70	0.66	0.75	0.78	4950

朝夕では約 0.8 となるが、正午では約 0.67 程度であり一般に低い。これは洋上では水蒸気が多いことと、ペルシャ湾内では砂塵が加わることがあり、大気層通過中輻射エネルギーが散乱吸収されるためと考えられる。朝夕と正午の違いが大きいがこの点については今後充分検討する必要がある。

使用計器はロビッチ型日射計であり、この日射計は相対的な値を記録する器械であり、真の日射量を知るためには個々の器械によって定められた係数を用いなくてはならない。この係数 K が一定不変のものとして取扱ってよいものかどうか疑問である。運搬の際の動揺振動による係数変化があり、特に温度効果による変動が大きく、積算日射量には ±20% 程度の見積りの過少があり、係数は 20% 前後の年変化を持っていると言われている。

このようにこの型の日射計による海上での日射測定方法そのものに多くの問題があるが、これらについては検討中であるので、後程報告することにしなす。

航海中の居住周辺の風速は、概ね 5~9 m/s 位であるが、マラッカ海峡、オマン湾、ペルシャ湾では風は少なかった。尚湿度は概ね 80~90% であったが、ペルシャ湾では 50~60% になることが多かった。

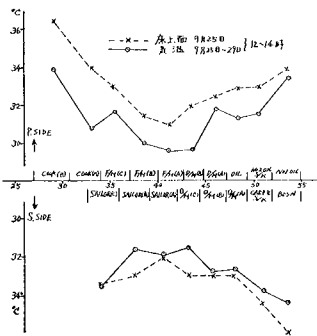
IV 第2次調査研究

〔i〕概要及び予備調査

前記調査の結果、機関室より貫流する熱が莫大であり、居室に大きな影響を与えていることが認められたので、この影響がアッパーデッキの各居室に対して如何なる分布で及んでいるかを測定した。

12.00~14.00 時におけるアッパーデッキ各室々温を4日間連続測定した結果、その平均値及び床面（アッパーデッキ上面）温度の1例を第6図に示す。

第6図 床面温度と室温



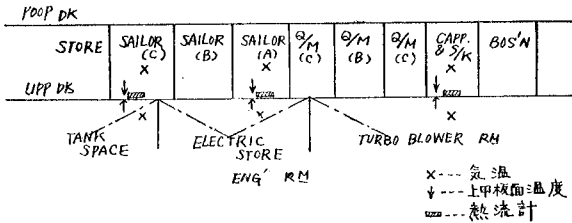
これらは居室の両端にいく程高温であって、第1次調査に選んだ機関員室（A）は最も温度の低い住心地の良い室であったことが認められる。船尾の居室が高温になるのは、機関室の缶、排気管等に近いためである。又船首寄り床下部の左舷側は諸タンク室で換気も悪く、特に右舷側下部は高温のターボ、ブロー室となっている。これらの結果は、機関室の上段にある居室では、その機関室からの影響が大きく左右していることを示している。

〔ii〕 アッパーデッキの貫流熱

A 調査対象

特に高温となる右舷側で船匠室、甲板員室（A）及び（C）の3室を選んだ測定要領は第7図に示す。

第7図 測定場所（Upper DKの貫流熱）



B 測定項目と使用計器

- 気 温……………抵抗温度計 6点
- 床上下面温度…熱電対 6点
- 貫流熱量……………鉄研式熱流計 3点

C 測定日時と地点

9月28日 セイロン島南方

D 測定結果と考察

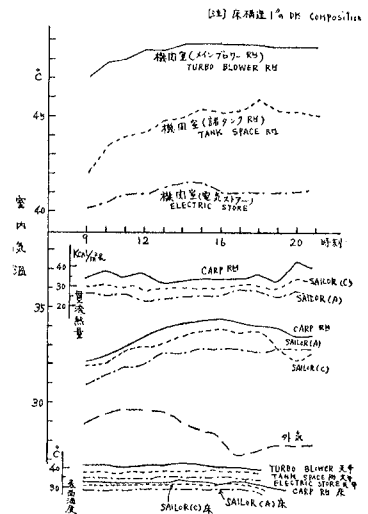
測定結果を第8図に示す。

機関室内の各部気温は何れも40°C以上の高温を示し、特にターボ、ブロー（350KW, 220V, 1,800Amp）から生ずる熱量は大きい。

後部のタンクスペースが高温なのは、さきに述べたように缶に近いためと、すぐ近くに発電機の排気管が密集して通っているためである。

日射の影響が大きいポートデッキの最大貫流熱量（15~20 Kcal/m²h）と比較し、アッパーデッキ貫流熱量は23~38 Kcal/m²hである。しかも常時これだけの熱が流れ込んでいることは注目すべきで、アッパーデッキの防熱対策は居住区内の環境改善のため最も重要なことである。床構造は1 inchのデッキコンポジションであるが、この熱伝導率（約4.4 Kcal/m²h C°）

第8図 Upper DK 貫流量
（主に機関室より）31.9.28.



は、一般防熱材に較べて大きく防熱効果は極めて少い。機関室で特に高温になるような区画の上の甲板は、特別な防熱施工を必要とする。又このような場所には居室を設けないように配置すべきである。

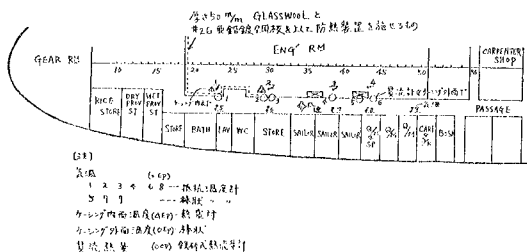
尚本調査で室温と床表裏面温度並びに貫流熱の数値的な解析は出来なかった。これは各測定点の離れていたことと、通風による測定値の変動が著しいことによる。しかし実態はつかみ得たと考える。

〔iii〕 エンジンケーシングの貫流熱

A 調査対象

エンジンケーシングを通して居室の通路へ、そして更に間接的に居室へ及ぼす熱の影響を調査した。最も高温になるアッパーデッキの右舷側を選び第3図に示すように6ヶ所で測定した。

第9図 エンジンケーシング貫流熱量測定場所



B 測定項目と使用計器

気温	抵抗温度計	6点
	棒状温度計	4点
ケーシング内面温度	熱電対	2点
外面温度	棒状温度計	6点
貫流熱量	鉄研式熱流計	6点
通路内風速	ピーラム風速計	1点

C 測定日時と地点

10月2日 マラッカ海峡

D 測定結果と考察

測定結果は第2表の通り。

居室の周囲のケーシングには 2 inch のグラスウールで防熱されている。ケーシング表面温度を計測してみると 35°~40°C で居室附近は高温である。

熱容量の小さい 4~5m.m. の鋼板壁体に取付けた熱流計では、かなりの誤差を生ずられるので、測定数値そのものは余り信頼出来ないがこの値からも貫流熱が極めて大きいことが推定出来る。特に缶、排気管に近い船尾寄りに甚しい。又缶附近のエンジンケーシングに取付けた、グラスウール (厚さ 50m.m.) の遮熱効果はかなり有効であり、このため 60~70% に減少している。

一般に通路内の気温は、外気温、通風及び機関室からの貫流熱によって定まる。更にこれが間接的に居室内の環境に悪影響を及ぼす。

アッパーデッキの通路では特に通風と機関室からの貫流熱の影響が大きい、本船の通風に関しては船室、出入口の配置などに改善の余地がある。また機関室からの貫流熱に対しては、防熱材の強化が極めて必要である。

又ケーシング外面温度は一般に 35°C 以上となるのに対して、ケーシングが給気トランクの一部を形成する場所ではこれより 7°~8°C 低く、通路内空気を逆に冷却している。この給気トランクを排

気管に接するケーシングに沿って密集して設けるのも一方法と思う。

第2表 エンジンケーシングの貫流熱量

		測定場所	8時	10時	NOON	14時	16時	18時
気 温 °C (・印)	外 気		/	26.2	27.4	27.8	28.4	28.5
	ENG RM	1	OVER 50	〃	〃	〃	〃	〃
		2	43.0	44.8	45.4	46.7	46.2	47.1
		3	41.4	41.0	41.2	42.3	43.2	44.7
		4	41.2	41.1	41.1	42.8	43.8	44.7
	PASSA- GE	5	29.4	29.0	29.7	30.8	33.0	33.7
		6	30.8	30.1	30.2	31.0	32.2	33.4
		7	28.2	28.5	29.2	30.0	31.5	32.2
		8	28.7	28.2	28.2	28.9	30.0	30.8
		9	27.2	27.6	28.3	29.0	30.0	30.2
貫 流 熱 量 Kcal/m ² h (○印)	防熱施工	1	77	81	82	70	67	75
		2	46	57	59	46	46	46
		3	73	81	81	70	66	83
		4	66	63	64	64	66	67
	トランク	5	-18	-13	-12	-14	-13	-13
		6	50	51	53	52	49	50
°C (△印)	ケーシング内 面温度	1		55	59	50		
		2		52	53	51		
°C (○印)	防熱施工	1	39.5	38.8	38.5	38.7	40.2	42.0
		2	37.0	36.8	37.2	38.0	39.0	40.0
		3	37.0	36.5	37.0	38.0	39.0	39.6
		4	34.7	34.5	35.0	35.4	36.5	37.5
	トランク	5	26.4	26.0	27.5	27.8	28.8	29.2
		6	32.3	33.0	33.0	34.3	35.5	36.5
風 速	m/m	PASSAGE	71.5	55.5	63.0	55	21	29
風 向	船 橋			→ ◁		↘ ◁	→ ◁	→ ◁

V 第3次調査研究

A 調査対象

第1次調査では換気の室内温熱条件に及ぼす影響を考慮しなかったが、特に対船風力、風向の変化により著しく室内の居心地の変わるのを感じた。そこで第3次調査として、船員の居住状態のまま船室の換気状況を調査し、これが船室の温熱環境に及ぼす影響を求めようとした。

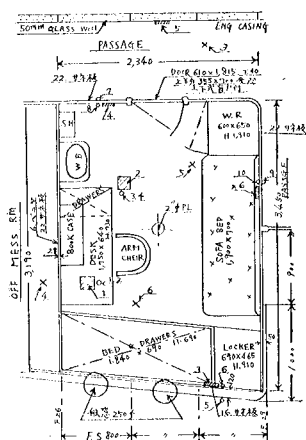
測定を行った室はプープデッキ、右舷最後部の C/ST RM で、プープデッキでは最も暑いと言われている室を選んだ。往航の時には室温 37°C を下らなかったが、普通は常時使用出来ない空室となっている程である。

室の略図を第10図に、構造等は第3表に示す。室の船首側、船内側は通路、船尾側は職員のメスルーム、上部は曝露甲板で、下はラバトリー（便所）となっている。

測定時の状態は生活状態のままとし、扉、舷窓、パンカ、ルーバー等は開放してある。

換気量は開口部の舷窓、扉及びパンカ、ルーバー出口の風速を計測して求めたのであり、室内の換気輪道を考えても正確な換気量は得られない。しかし大体の実態はつかめると考えられる。

第10図 C/ST RM と測定場所



C/ST RM

POOP DK S. SIDE

DK. H. 2,440 m. m.

CEILING

サネ板 19 m. m.

AIR SPACE 150 m³

GLASS WOOL 38 m. m.

FLOORING

DK. COMP 30 m. m.

気温……抵抗温度計 (×印)

- | | |
|-----------------------|----------------|
| 1. 外気 | 4. OFF MESS RM |
| 2. 下部 CREW'S LAVATORY | 5. C/ST RM |
| 3. PASSAGE | 6. / |

貫流熱量……熱流計 (||||| 印)

- | | | |
|-------|----------|----------------|
| 1. 天井 | 3. 外舷壁 | 5. ENG. CASING |
| 2. 床 | 4. 船内通路壁 | 6. 船壁 |

周壁表裏面温度……サーミスター温度計 (○印)

- | | | | |
|---------|----------|----------|-----------|
| 1. 天井上面 | 4. 床下面 | 7. 通路壁外面 | 10. 船側壁内面 |
| 2. 天井下面 | 5. 船舷壁外面 | 8. 通路壁内面 | |
| 3. 床上面 | 6. 船舷壁内面 | 9. 船側壁外面 | |

給気温度 (パンカ・ルーバー) ……熱電対

外界風速……小型ロビンソン風速計

換気風速……ピーラム風速計

水平日射量……ロビッチ日射計

第3表 司 厨 長 室 の 構 造

	船 側	艙 側	外 舷 側	船 内 側	床	天 井
内面積 (m ²)	2.42	6.00	7.79	5.75	5.71	7.77
厚 (mm)	50	22	28	120	22	37
構 造 (室内側より)	22. サネ板 4. 鋼板	22. サネ板	22. サネ板 6. ベニヤ	16. サネ板 100. エアースペース 4. 鋼板	22. サネ板	30. デッキコンジョ 7. 鋼板
開 口 部				250φ 舷窓 2ヶ, 各 0.059m ²	610×1,815 扉 1,106m ²	19. サネ板 150. エアースペース 38. グラスウール 6. 鋼板
隣 接 区 画	外舷通路	船内通路	食 堂	外舷通路	船内通路	手洗所 露 天

B 測定項目と使用計器

測定項目と計器は次の通りで、同配置は第 10 図に併せて示す。

内外気温	抵抗温度計	6 点
周壁表裏面温度	サーミスター	10 点
周壁貫流熱量	鉄研式熱流計	6 点
水平日射量	ロビッチ型日射計	
対船風速	ロビンソン風速計	
換気風速	ビーラム風速計	

船尾側のメスルームとの境の壁で貫流熱を測定しなかったのは、第 1 次調査で略々似た条件にある隣室との境界壁の熱貫流は殆んど認められなかったからで、メスルームの室温を求めておくにとどめた。

C 測定日時に地点

10 月 6 日 ~ 8 日 南支那海→パシール海峡

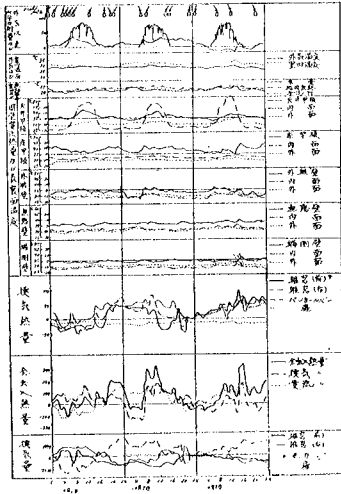
D 測定結果と考察

測定結果は第 11 図に示す。又貫流熱量、換気量、換気による出入熱量の総計を第 5 表に掲げる。そして次のことが考察される。

(1) 室温は外気温度より常に 2°~4°C 高く、通路、下部のラバトリーより 0°~3°C 低い。隣室のメスルームとは略々同温度を示す。この様に通路やラバトリーの方が室内より高気温なのは、この場所にエンジンケーシング内に発電機の排気管があり、又通路が行き止りになっていて風通しが悪いためである。通路の片側にエンジンケーシングその他の熱源がある場合は、特に通路内の通風を良くするよう、通路と船室の配置に注意しなくてはならない。

(2) 従って貫流熱量も床甲板と船内通路壁から熱が流入し、床甲板からは 0~16Kcal/m²h (1,000

第11図 第3次調査測定結果



~1,400Kcal/day), 通路壁から 0~6Kcal/m²h (200~300Kcal/day) 流入する。船楼外壁, 船首側壁からは主に流出するだけと認められる。天井甲板の貫流状況は天候に左右されるが, 日中は 13Kcal/m²h (200~670Kcal/day) の熱が流入する。日没となると 0~8Kcal/m²h (0~250Kcal/day) の流出がある。このように日射の影響もあるが, 機関室の熱源より移動する熱の影響が最も大きい。

(3) 舷窓と扉からの換気量は, パンカ・ルーバーのそれに較べて極めて大きい。

(4) 空気輸送の方向は対船風向, 風速の僅かな変化によって左右されるのが認められる。ペルシャ航路で, 往航は季節風のため, 左舷の居住区は通風は良好であるが, 右舷はそのため換気悪

く住心地が悪いといわれている。

第4表 貫流, 換気による熱移動

月 日		10.6			10.7			10.8		
項目	流出入の別	+	-	合計	+	-	合計	+	-	合計
		(流入)	(流出)		(流入)	(流出)		(流入)	(流出)	
換気量 m ³ /day	パンカ・ルーバー	1,280	0	1,280	1,390	0	1,390	1,380	0	1,380
	舷窓 (船より)	10,660	3,560	7,100	3,680	5,300	1,620	60	8,800	8,740
	〃 (艙より)	2,800	6,860	4,060	100	13,400	13,300	0	8,080	8,080
	扉	7,540	12,020	4,480	18,820	1,880	16,940	16,020	0	16,020
	合計	22,280	22,440	160	23,990	20,580	3,410	17,460	16,880	580
換気熱量 Kcal/day	パンカ・ルーバー	0	335	335	0	395	395	0	395	395
	舷窓 (船より)	208	520	312	394	237	157	904	4	900
	〃 (艙より)	461	130	329	994	70	924	816	0	816
	扉	317	358	41	603	48	555	1,218	0	1,218
	合計	986	1,345	359	1,991	750	1,241	2,938	399	2,539
貫流熱量 Kcal/day	天井甲板	671	12	659	437	160	277	197	252	55
	床甲板	1,444	0	1,444	1,218	0	1,218	1,023	23	1,000
	船楼外壁	25	495	470	56	984	21	1,110	1,089	
	船側壁	194	14	180	198	0	198	305	0	305
	合計	0	245	245	0	251	251	31	346	315
		2,334	766	1,568	1,909	1,395	514	1,577	1,731	154

復航は右舷が風上に当るので、この調査ではめぐまれた換気状態にあると考えてよい。

(5) 換気量は $17,000\sim 23,000\text{m}^3/\text{day}$ 、平均換気回数は $40\sim 55$ 回/h となり、その中機械通風の占める量は、 $1,300\sim 1,400\text{m}^3/\text{day}$ 、 3.3 回/h で、全給気量の 10% 以下である。

(6) 貫流熱量の総和は日によってかなり差があり、流入熱量は $1,600\sim 2,300\text{Kcal}/\text{day}$ 、流出熱量は $800\sim 1,700\text{Kcal}/\text{day}$ 、その総和の貫流による熱移動の略 $3,000\sim 3,300\text{Kcal}/\text{day}$ となる。

(7) 換気による流入熱量は、 $1,000\sim 2,900\text{Kcal}/\text{day}$ 、流出熱量は $400\sim 1,300\text{Kcal}/\text{day}$ で、1日の総移動熱量は $2,300\sim 3,300\text{Kcal}/\text{day}$ となり、貫流による熱量と同程度の影響を持つと考えられる。

(8) 風下となり換気の悪い往航においては、この海域で室内は無風状態となり、 37°C を下ることがなかった。復航では換気のよい状態にめぐまれたながらも、このように通路の片側のエンジンケーシングその他の熱源の影響が著しく認められる。そして機械換気装置が温熱条件を改善するのに如何に微力なものかが察せられる。

VI む す び

ペルシャ湾航路のタンカーについて、船員の居住状態のままに居室の温熱条件の実態を調査し、検討を加えてみた。結論として次のことが言える。

(1) 扉窓は全部開放してあり、そのため測定値に対して室内気流の影響や外気温の変動の影響が大きく、数値的解析は困難となっている。ポートデッキの表面及び裏面温度を比較しても両者の最大となる時刻のずれが割に明らかでなく、かつ裏面温度の変化が少いこと及び風速の変化が敏感に室内気温、貫流量等に影響しているなどはその例である。

(2) ペルシャ湾における室内気候と、外洋上のそれとはかなりの差が認められる。一般的に言ってペルシャ湾内は大陸性気候を示し、暑さも著しい。

(3) 居住区に対する貫流熱の影響は、曝露甲板の日射と機関室の熱源によるものが最も大きい。曝露甲板の日射に対しては少くともパーマネント・オーニングあるいは撒水による遮熱が要望される。

又機関室からくる防熱装置は、現状のままでは極めて不十分で早急な防熱対策の改善が望ましい。

しかしつれにしてもこのような酷暑の海域にあっては、冷房装置に依るのでなければ環境条件の改善は困難ではないかと考えられる。

(4) 船室の換気による熱の流出入量は、壁体からの貫流熱量と同程度の影響を持つ。従って通風を有効に利用すれば室内の温熱環境はかなり改善される。しかし通路の片側にエンジンケーシングその他の熱源のある場合は、通路に熱気を溜めぬよう配置を考慮しなければならない。これが居室に大きく影響している通路の構造配置をこの点から、再検討することが必要である。

附 記 甲板および囲壁の熱貫流率

居住区でその外面が大気にさらされ、或いは隣接区劃に強大な熱源を包蔵する場合などは、これらとの境界をなす甲板もしくは周壁に当然防熱対策が必要となる。又船内気候を人工的に調節しようとする場合も、居住区構造の熱貫流率を知らなくてはならない。

甲板または囲壁の実用上の伝熱計算は定常状態の場合を取扱うのが普通のものである。そのためにはこれらの構造の熱貫流率 k の値が問題となる。従来この種の伝熱計算には防熱構造を構成する各種材料（厚さ δ とする）の熱伝導率 λ および熱伝達率 α を適当に定めて

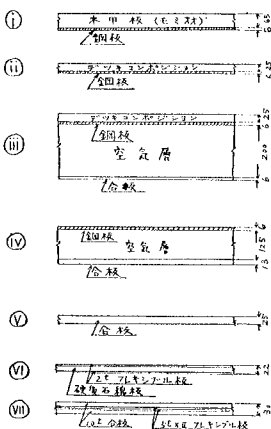
$$k = \frac{1}{\sum \frac{1}{\alpha} + \sum \frac{\delta}{\lambda}}$$

から熱貫流率 k を求めた。しかし居住区周辺の構造のように多層壁または中空層を有する複雑なものでは、上記計算によることは正確を期し難い。

居住性能研究委員会の運研グループは、居住区に普通使用されている代表的な甲板または囲壁の数種について、その実物供試体を作り、絶対測定によって直接これらの熱貫流率の値を求めた。

その結果は第 12 図、第 5 表の通りである。

第12図 供試体種類 (単位mm)

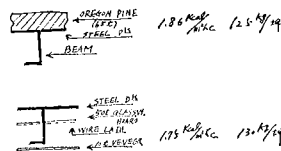


曝露甲板の日射による熱貫流を防ぐため、木甲板が優れているとがわかる。機関室からくる熱の防熱構造として、デッキコンポジットの効率は極めて少い。

今後この種の実験資料が整備されることが期待される。

尚長崎三菱造船所において、曝露甲板を高価な木甲板の代りに、グラスウールを使用した構造でおぎなうため、その k の値を求めている。その結果を第 13 図に示しておく。

第 13 図 曝露甲板の熱貫流率



第5表 各種供試体の熱貫流率

供試体	実験	供試体の熱流方向		供試体両側の気温 (°C)		熱貫流率 (Kcal/m ² hc°)
		高温側	低温側	θ_s	θ_o	
(I)	1	木 甲 板	鋼 板	35.9	- 5.8	1.31
	2	同 上	同 上	47.8	- 7.8	1.29
	3	鋼 板	木 甲 板	37.2	- 6.7	1.37
	4	同 上	同 上	39.8	-10.4	1.45
(II)	5	デッキ コンポジション	鋼 板	45.8	6.1	4.44
	6	鋼 板	デッキ コンポジション	36.8	5.2	4.32
(III)	7	合 板	デッキ コンポジション	40.7	-12.6	1.98
	8	同 上	同 上	31.4	-10.7	1.98
	9	デッキ コンポジション	合 板	47.0	- 2.8	2.16
(IV)	10	鋼 板	合 板	56.5	2.9	2.53
	11	合 板	鋼 板	56.0	4.2	2.32