(昭和 16 年 11 月 9 日造船協會講演會に於て講演)

水 防 扉 に 關 す る 研 究

正 員 古 賀 光 太 郎*

Abstract.

Experiments on Watertight Door.

By M. Koga, Member.

The author, making experiment on watertight door in regard to its strength and tightness, devised a better construction and attachment. This form keeps good tightness against large deformation of W. T. bulkhead due to flooding and showed more efficiency compared with usual type.

緒 言

船舶用水防扉に關しては、是迄幾多の研究實驗が行はれ、各種の改造が施されて來た。從つて更に、之れが性能を向上せしむると共に重量を輕減し、且つ工作竝に材料準備を簡易ならしむることは甚だ困難な事項である。

故に本研究に於ては、從來行はれた如き尋常の手段を廢し、各部に互り解剖的研究を加へる等、異型の試験調査を廣範圍に行つたのであつて、從つて施した改造も亦特異なものが多く且つ頗る廣範圍に互つて居る。

即ち

扉は輕量で然も強大な耐水力を有する如く構造を一變し、扉縁には頑丈な溝形材を、扉板には薄板を用ひ、之に主として T 狀の補強 strip を適當に配置して構成した。coaming は斷面を T 狀とし、其の強度を扉板の強度と鈞合はしむると共に、clip 植込部を補強し強力なものとした。又從來施工して來た船内加工を廢し、組立検査後主として電気熔接に依り現場取付を行ふ如く、加工竝取付の要領等を改めて精度を高め水密を良好にした。

clip は coaming 嵌合部を長大にすると共に首を太め、更に bush 其他各部の遊隙を減じて締付力竝締付代を増大した。clip 配置は從來の等間隔配置法を廢し、浮上り易き補強 strip 竝に四隅の所に配置することに改めた。又縦縁中央は他に比し間隔を若干短縮して clip の負荷を成る可く均等にした。

此の外、扉の種類及大きさに關りなく、扉縁、coaming 竝に clip の種類を一種扉及二種扉用（一般用）、三種扉用（小型船用）の二通りに限定し、構造を統一し、型式、種類を單純にした。

斯くして得た新型水防扉は大差ない重量と工數を以て從來に數倍した耐水力を示した。即ち實際に

* 海軍技師、吳海軍工廠造船實驗部。

近似の大型隔壁を用ひ、下記水圧試験力を加へる時は、供試隔壁は現行水張試験記録以上の大彎曲を生ずるも、何れの扉も水密破壊することなく成績極めて良好であつた。

水圧試験力 一種扉 水頭 15 米、 二種扉 水頭 10 米、 三種扉 水頭 2 米

以上の如く、本扉は水防確保上有効であるばかりでなく、共通した同一構造箇所を多く有し材料準備並に製造上利する所大なるものあるを認めたので、茲に之を照會し、併せて試験成績並に研究經過の概要を報告することとした。

第 1 表

I. 研究せんとする水防扉の種類、大きさ等

研究せんとする水防扉の種類、大きさ、水圧試験力等は第 1 表の通り。

II. 試験要領

1. 試験種類

本研究に於ては、從來の制式及其の他の扉に就いて是迄行はれた各種の實驗成果を参考として、今回新規に調製した寫眞第 1 の改良扉（以降原計畫扉と稱ふ）を基に、種々の實驗研究を行ひ、順次不具合な箇所を改正して最後の成案を求め、更に之を實際に近似の隔壁に裝備して耐水力を確認することとした。實施した試験調査事項は次の通りである。

clip 取付位置選定試験

原計畫扉耐水圧力試験

扉縁護謨當り面の凹凸調査

packing 圧縮量～水密圧力調査

扉板厚さ決定試験

coaming 選定試験

成案扉耐水圧力確認試験

coaming 實地熔着試験

種別	符號	耐水圧力 kg/cm ²	戸口の大きさ (米) 高さ×幅 (隔のR)	構造	用途
第一種	A	1.5	1,500 × 600 (300)		一般用
			1,000 × 500 (250)
	C	1.0	1,700 × 900 (200)
			1,700 × 700 (200)
	E	0.2	1,600 × 600 (200)
			1,500 × 500 (200)
第三種	G	0.2	1,600 × 600 (200)		小型船用

2. 試 験 方 法

① Clip 取付位置選定試験

clip 取付位置は次の要領に依り定むることとした。即ち供試扉中耐水圧力、大きさ共に中位にある

写真第 1 原計畫水防扉

第二種扉(水圧試験力 1 kg/cm^2 、 $1,700 \times 700$ 耗)を用ひ、之に次の四案を裝備して耐水度等を試験し、四者中より最適のものを選定す。

coaming に clip を取付けた場合

第一案 補強 strip の線上に楔座を配置した場合

第二案 補強 strip の中間に楔座を配置した場合

扉に clip を取付けた場合

第三案 補強 strip に近接して clip を配置した場合

第四案 補強 strip の中間に clip を配置した場合

以上詳細第 1 圖の通り

② 原計畫扉耐水圧力試験

前項の試験に依り選定した clip 位置を用ひて原計畫各種扉の耐水圧力を調査することとした。本試験に於ては、扉と clip の耐水能力を見るのを主眼としたので、頑丈な地板を用ひて試験を行つた。又 coaming は便宜上從來の山形狀制式を使用した。

第 1 圖

クリップ取付位置決定試験用扉

(各案扉は1,700×700(ヤロ)の大きさの同一のものを使用)

③ 扉縁護謨當り面の凹凸調査

扉縁の護謨當り面の良否は扉の水密度に著大な影響があるものと思つた故、各扉に就いて之を調査した。其の要領は定盤上に扉を平に載せ dial-indicator に依つて計測した。

④ Packing 圧縮量～水密圧力調査

clip の締付力(強度)決定上必要を認め packing 圧縮量～水密圧力の関係を調査した。

本調査は第2圖の測定器に依つて行ひ、護謨 packing は從來同様厚さ6耗、clip 間隔と略、等長のものを使用した。

護謨抑圧力～護謨凹み量調査の場合は、本器のA區劃に注水加圧し、其の時の凹み量を dial-indicator を以て計測した。護謨凹み量～耐水圧力調査の場合は、上部 bolt に依り凹み量を加減し、B區劃に注水加圧して漏水始めの圧力及護謨戻り量を計測した。

尙 clip をぢかに握りて締付けた場合及補助 handle を用ひて締付けた場合に就いても上記と同様

の計測を行つた。

⑤ 扉板厚さ決定試験

扉板の厚さは、扉縁と一對の補強 strip とを以て圍まれた部分に相當する枠付試験板に就いて耐水強度を試験し、其の成績と原計畫扉の中板撓みの狀況とを比較觀察して之を決定することとした。

本試験に於ては、枠は扉縁と断面慣性力率等しき板狀片を用ひ、中板は原計畫扉より一段乃至三段厚さ薄きものを用ひた。

本試験に使用した装置竝に枠付試験板の詳細は第 3 圖の通りである。

⑥ Coaming 選定試験

従來の制式及次記の四種のものに就いて耐水強度竝に隔壁取付けに依る水密面の狂ひを試験し、本成績と重量の大小及工作の難易を綜合比較して coaming を決定することとした。

本試験に於ては扉は、clip 取付位置選定試験の場合と同様、第二種 D 扉を用ひ、隔壁(tank 前板)は鋼板厚さ 6 耗、長さ 2 米角、戸口兩側に stiffener を有する實際に近似のものを使用した。

第 1 案 従來使用した山形に比し遙かに大なる強度を有し且つ扉縁と coaming との強度比

1:4:1 程度の断面山形狀 (90×42×9) のもの

第 2 案 上記の外縁に strip を附し、断面 $\sqcap$ 狀 (90×42×15×9) としたものの

第 3 案 断面 T 狀 (85×67×7) のもの

第 4 案 第 3 案と等重量で第 2 案と同形の断面 $\sqcap$ 狀 (85×42×25×7) を有するもの

第 2 圖

第 3 圖

扉中板厚さ決定試験要領

試験装置

- 註 1. 中板枠の種類は各扉中板の大きさ辺比及面積調査以下表通定
 2. 枠の断面慣性力率は扉縁と略全じとす

扉 中 板					中 板 枠				備 考
種別	符号	厚さ (mm)	大さ L×B	面積	L/B	厚さ (mm)	大さ L×B	面積	
一 種	A	6	560×370	2072	1.50	5			ACG 扉に 対す36
	B	5	460×330	1518	1.40	4.5			
二 種	C	6	860×400	3526	2.15	2.6	860×360	3096	
	D	5	660×400	2640	1.65	2.3			BF 扉に封 す36の
	E	5	560×400	2240	1.40	4			
	F	4	460×450	2070	1.02	3.5	460×375	1725	DE 扉に封 す36の
三 種	G	3.5	560×500	2800	1.12	3.5	660×400	2640	

各案詳細第4圖の通り

第 4 圖

コーミング決定試験用各種コーミング

(第一種及第二種水防扉用)

従来制式(最も多く用ゐる型式のもの)

第一案

第二案

第三案

第四案

第 2 表

クリップ取付位置決定試験成績一覧表

扉コーミング 積別		戸口大さ1700×700の扉(扉本体は新型案を用ひコーミングは舊型を用ひ)			
		第一案	第二案	第三案	第四案
項目		「コーミング」に「クリップ」を取付けたもの		扉に「クリップ」を取付けたもの	
		水防扉補強ストリッパの線上に「クリップ」を配せるもの	水防扉補強ストリッパの中間に「クリップ」を配せるもの	水防扉ストリッパに近接し「クリップ」を配せるもの	水防扉補強ストリッパの中間に「クリップ」を配せるもの
扉 ゴム の 凹 み 及 浮 上 量 を 検 査 す	締込① (クリップ締付に依る)	2.47	2.44	2.72	2.66
	浮上② (1kg/cm ² 水圧70圧に依る)	0.95	1.85	1.95	2.45
	残量③④	1.52	0.59	0.77	0.21
扉 変 形 水 圧 加 圧 時 (巻)	変水量 (最大)	7.3	8.0	8.2	8.4
	撓み量 (最大)	4.8	4.1	4.3	4.0
漏水を初める 圧力 (kg/cm ²)		1 kg/cm ² に7漏水時	0.8	0.9	0.4
扉最大撓み(○) 撓み(X) 漏水を初める(m)
備 考	1 本成績は第一案～第四案共同一扉及同一「コーミング」を使用し「ゴム」當り等同一條件の下に7試験せる結果を示す。 2 1kg/cm ² 水圧加圧時「ゴム」凹み浮上量は右面の如く計測せるものより①を修正せるものを示す 3 扉最大撓み量及撓度は右面③④を示す。 4 ※第四案扉は漏水大に171 kg/cm ² 近水圧上らざりしより試験の結果より1 kg/cm ² のものを推定し7掲記せり(他は凡71 kg/cm ² 近加圧せり) 5 本試験に於て7滲れ及滴垂る程度の漏水は依る水圧力に7起る故漏水圧力は滴連續的となり7細き水柱を立て7漏水し初めし時の圧力を示す。

註 第一案扉は水圧加圧時「ゴム」凹み量最大にして随つて耐水度最も優良かり依て以後扉試験に於ては凡て第一案扉を採用するに決定せり

写真第 2 第 1 案漏水状況 (1.25 kg/cm² 加圧中)

写真第 4 第 3 案漏水状況 (1 kg/cm²) 漏水始め 0.9 kg/cm²

写真第 3 第 2 案漏水状況 (1 kg/cm²) 漏水始め 0.8 kg/cm²

写真第 5 第 4 案漏水状況 (0.8 kg/cm²) 漏水始め 0.6 kg/cm²

⑦ 成案扉耐水圧力確認試験

以上の各種試験に決定した成案扉は之を實際に近似の大型隔壁に装備して指定の水圧試験力を加へ隔壁に建造時に於ける水張試験記録以上の大彎曲を與へて其の耐水強度を確認することとした。

本試験の初期に於ては、最後の成案より概ね一段厚さ厚き扉に就いて試験を行つたが、耐水強度を觀察の結果、扉板の強度に若干の餘裕を認めたので、更に耐水條件の悪い C, D, F, G の扉に就いて最後の成案を製作して再度の試験を行つた。

⑧ Coaming 實地熔着試験

建造中の船に就いて實地に coaming を熔着して歪の状況を調査することとした。之を実施した隔壁は厚さ 2.9 耗、4 耗及 6 耗、甲板間の高さは 2,400~2,600 耗であつて、使用した coaming は戸口寸法 1,500×600 耗のもの 3 箇であつた。

III. 試験成績並に研究經過

第二種 D 扉に就き試験した結果に依れば、coaming に取付けた場合は扉に取付けた場合に比し一般に加圧時の clip の倒れ少く水密良好であつた。又 clip を補強 strip の線上又は其の直近に取付けた場合は、補強 strip の中間に装備した場合に比し扉縁の浮上り少く水密良好であつた。

本試験成績の詳細は第 2 表及寫眞第 2~第 5 の通りである。

上記の成績に鑑み、clip は coaming 上に取付け、補強 strip の延長線上に位置せしめることとした。尙扉の四隅は浮上り易きを以て R の中央又は之に近接して clip を設くることとした。

2. 原計畫扉耐水圧力試験

① 耐水圧力

一種扉中 B、二種扉中 D, E, F 及 三種扉 G は何れも成績良好であつたが、二種扉中 C は所定圧力の直前に於て漏水した。一種扉 A は、本試験に於ては、水圧力 1.73 kg/cm^2 に達し指示圧力以上の水密を保つたが、装備状態に於て隔壁彎曲下に指定圧力 1.5 kg/cm^2 を保たしむるには未だ不十分な點があつた。

本成績の詳細は第 3 表の通りである。

② Clip の強度並に Clip 間隔

本試験に於ては、船の場合と同様補助 handle (一種扉及二種扉の場合は長さ 280 耗鋼管、三種扉の場合は長さ 180 耗鋼管) を使用して clip 締めを行つた。大多數の clip は傾倒して締付代を失ひ、甚しきに至つては楔座を外れるものがあつた。そこで之等の締付力を失つたもの又は締付代の不足を來たしたものに對しては clip と wedge との間に厚さ 1 耗~4 耗の座金を挿入した。

本試験に於て所定圧力下に clip の傾倒した量(扉中央部の變形量大なるもの)は第 4 表の通りであつて、三回~七回連續使用後の屈折状況は寫眞第 6 の通りであつた。

第 3 表

原計重各種水防扉耐水圧試験成績一覽表

種別 符號 寸法の大小		第一種		第二種				第三種
		A	B	C	D	E	F	G
項目		1500×600	1000×500	1700×900	1700×700	1600×600	1500×500	1600×600
扉の凹み及浮上量 (耗)	締込① (クリップ締付に依る)	3.61	3.29	2.57	2.47	2.63	2.58	1.84
	浮上② (所定圧力加圧に依る)	1.25	0.60	0.88	0.95	0.20	0.40	0.12
	残量							
	①-②	2.36	2.69	1.69	1.52	2.43	2.18	1.73
扉最大膨らみ (最大) 最大撓み (最大)	膨らみ量 (最大)	8.7	6.4	13.3	7.3	6.45	9.3	9.01
	撓み量 (最大)	6.9	3.3	4.0	4.8	2.75	5.4	7.8
漏水を始める圧力 (kg/cm^2)		1.75	2.0 kg/cm^2 にて漏水せず	0.97	1.0 kg/cm^2 にて漏水せず	1.35	1.2	0.5 kg/cm^2 にて漏水せず
扉最大膨らみ(○)位置 扉最大撓み(×)位置 漏水を始める(△)位置
備考		<p>1. 所定圧力加圧時ゴム凹み浮上量は右図の如く計測したもの(○)を修正して示す。</p> <p>2. 扉最大膨らみ及撓度は右図(△)(×)を示す</p>						

斯くの如く、clip が容易に傾倒屈折するのは強度の不足に依る外、clip 及 clip 植込部各部間の遊隙量にも関係ありと認め、此の點を調査した所、遊隙量は第 5 表の通り甚だ大であつた。

上記の成果に鑑み、clip の強度並 clip の間隔を次の要領に依り改むることとした。

即ち clip は coaming 植込部の直径、深さ及頸の大きさを大にすると共に加工精度を高めて嵌合部の遊隙を減じ、締付時及扉受圧時の變形を避くる如く改造した。

又 packing gland は水密良好となる如く packing 抑への構造を調節式に改造した。

寫眞第 6 連氣使用後の屈折狀況

第 5 表

「クリップ」及「クリップ」植込部各部間の遊隙量

寸法(耗) 番 號	1	2	3	正 均
ブッシュ内径	22.2	22.1	22.2	22.2
クリップ径	21.2	21.0	21.3	21.2
クリップ遊隙	1.0	1.0	0.9	1.0
コーミング穴径	35.6	35.8	35.5	35.6
ブッシュ外径	34.5	34.7	34.5	34.5
ブッシュ遊隙	1.1	1.1	1.0	1.1

改造前後の clip 構造を比較すれば第 5 圖の通りである。

次に clip 間隔は次の要領に改めた。

即ち、間隔標準を一種扉は 320 耗～370 耗の所を 300 耗に、二種扉は原計畫通り 400 耗、三種扉は 450 耗の所を 500 耗に改むることとし、之に依る clip の負荷を調査した所、所定圧力下に於ける clip 一本當りの荷重は第 6 表の通りとなり、一種扉中 A 及二種扉中 C は所定圧力に耐へざることとなるを以て、之等大型のものに對しては適宜 clip の間隔を短縮することとし、其の他は上記の標準に依ることとした。

尚中央部は他に比し若干間隔を短縮し、clip の負荷を極力均等にすることとした。

第 5 圖

新旧両クリップの構造比較

従来より使用にきた水防扉用クリップ

註：括弧外寸法の場合は「Z系クリップ」を示す。
括弧内寸法の場合は「1系クリップ」を示す。

改正クリップ

註 1. 括弧外寸法の場合は「1種扉用クリップ」を示し、括弧内寸法の場合は「3種扉用クリップ」を示す。

第 6 表

改正業間隔標準を採用の場合指定圧力下に於ける「クリップ」本當りの負荷

扉種類	符号	試験圧力	扉面積	扉の受ける力	クリップ数	クリップ一本の受ける力
第一種	A	1.5 kg/cm ²	8.227 ^{cm²}	12.330 t	10 (12)	1.23 t (1.63)
	B		4.464	6.696	8	0.84
第二種	C	1.0 kg/cm ²	14.957	14.957	12 (14)	1.25 (1.67)
	D		11.557	11.557	10	1.16
	E		9.257	9.257	10	0.93
	F		7.157	7.157	8	0.90
第三種	G	0.2 kg/cm ²	9.257	1.921	8	0.24
註	括弧内数字の通原計畫扉を改正するものとす。					

3. 扉縁護謨當り面の凹凸調査

本調査は前項の耐水圧力試験實施直前に行つた。各扉に就て詳細に調査した結果を綜合すれば、原計畫扉の護謨當り面は一般に良好でなかつた。扉縁護謨當り面の凹凸は局部的凹凸 0.5~0.8 耗、彎曲量 3 耗程度を普通としたが、中には彎曲量に於て 4 耗、局部的凹凸に於て 1 耗を越ゆるものがあつた。

扉縁の凹凸の程度に就いて考察するに、本試験に供した扉は手細工に依り平板より扉縁を製出し、各箇のものを熔着して縁を構成した、所謂手細工品であるを以て、上記程度の凹凸は當然あるべきで、將來之を型押加工に依り製作することゝすれば其の量は相當減少するものと思考する。

次に扉縁の凹凸と水密度の關係に就いて見るに、前項の試験に於て比較的低圧力に於て漏水を見た箇所は局部的凹凸の大なるものが主で、彎曲の場合は 4 耗に及ぶも殆んど漏水を見て居ない実績よりして、彎曲は支障の度少く、局部的凹凸は水密の影響する所大であると言へる。

護謨當り面の凹凸狀況詳細は第 6 圖の通りである。

4. Packing 圧縮量 ~ 水密圧力調査

第 2 圖の試験器で行つた成績に依れば、補助 handle を用ひて clip を締めた場合は護謨凹み量 3 耗、水密圧力 31 kg/cm²、同じく手にて締めた場合は護謨凹み量 1.9 耗、水密圧力 22 kg/cm² であつて、護謨當り面が平滑で且つ水圧力を加へるも殆んど撓まない場合の水密度は極めて大である。

本装置と實際の扉の狀態とは甚だ趣を異にし、扉の場合にありては、扉に撓み、clip に倒れを生ずるため水密低下するも、clip の變形を防止し傾倒を減少せしむる時は、扉は水密度を著しく増大することは容易に首肯出来る。此の見地より 1 箇當り 0.33 耗~0.5 耗の重量を費して前項に記載の通り clip 及 clip 保持部の強度を増大し、且つ遊隙を減じたのである。

各種崖「ム」常「面」凹「調」塞「曲」線

護謨壓縮量—水密壓力試驗成績

第 7 表

杓付試験板耐水強度試験成績

中 板 牌						最大圧力 (kg/cm^2)	備 考
符号	大 小 $B \times L$ (mm)	面 積 (cm^2)	L/B	中板厚 t (mm)	B/t		
イ	360 × 360	3.046	2.4	5	32	1.4	左の圧力は7弾性限界値
ロ				4.5	80	1.2	"
ハ				2.6	138	0.8	弾性限界0.6 kg/cm^2 附近
ニ				2.3	156	0.6	"
ホ	375 × 460	1.725	1.25	4	94	1.5	左の圧力は7弾性限界値
ヘ				3.5	107	2.0	"
ト	400 × 660	2.640	1.65	4	100	1.5	"
チ				3.5	114	1.5	"
註	最大圧力は漏水の爲めこれ以上昇がつかない圧力を示す。						

第 8 圖

第 9 圖

第 10 圖

改正D扉中板試験圧力～撓度曲線

第 11 圖

改正F扉中板試験圧力～撓度曲線

第 12 圖

改正G扉中板試験圧力～撓度曲線

第 13 圖

clip の護謄圧縮量～水密圧力試験成績詳細は第 7 圖の通り。

5. 扉板厚さ決定試験

扉縁と一對の補強 strip とにて圍まれた部分に相當する枠付試験板に就いて耐水強度を試験した時の成績は第 7 表及第 8 圖～第 10 圖の通りである。

本成績は原計畫扉に基いて寸法斷面慣性力率等を定めて製作したものに就いての成績であつて、實際の扉と合致しない所があるを以て、本成績を採つて直ちに扉板の厚とすることは許されない。

故に本研究に於ては、本成績と同厚さの扉に就いて行つた第 11 圖～第 13 圖に示す耐水圧力試験時の状況とを比較觀察し、更に二三の代表的扉に就いて最後の成案扉を試作して實驗を行ひ、夫等の成績を綜合判定の上、扉板の厚さを第 8 表の如く定めた。

第 8 表
新 型 扉 中 板 厚 さ 表

扉種別	扉符號	中板大さ L × B (耗)	面 (耗) 積	L/B	中板厚さ (耗)	B/t
一 種	A	559 × 300	1.677	1.9	3.5	86
	B	459 × 330	1.515	1.5	"	94
二 種	C	859 × 320	2.749	2.7	4.0	80
	D	659 × 410	2.702	1.6	3.5	117
	E	559 × 400	2.236	1.4	3.2	125
	F	459 × 450	2.066	1.0	2.9	155
三 種	G	559 × 400	2.236	1.3	2.0	200
備考	耐水條件比較的悪き C, D, F 及 G 扉を試作し耐水力を試験した結果強度充分なことを認めたので他の扉は本表より概ね一般厚さ厚さで試験を打ち切つた。第 11 圖～13 圖参照					

6. Coaming 選定試験

厚さ 6 耗、大さ 2 米角、戸口の兩側に stiffener を有する實際に近似の隔壁に熔着し、第二種 D 扉を用ひて試験した時の各案 coaming の水密度は第一案 1.3 kg/cm²、第二案 1.05 kg/cm²、第三案 1.2 kg/cm² であつて、何れも水密状態良好であつた。

之に對し、同要領に依り行つた鋲着に依る從來の山形狀制式 coaming の水密度は甚だ低小で 0.47 kg/cm² を示したに過ぎない。次に隔壁に熔着した際の coaming の護謄當り面に生じた歪は各案共極めて僅少であつた。

上記の成績に鑑み、coaming は三案中最も重量小、強度大であつて、然も熔接に依る狂ひ比較的小なる第三案を採用のこととした。又 coaming 取付けは特殊の場合を除き熔接に依ることとした。

各案 coaming の水密圧力竝に熔着に依る變形量等は第 9 表の通りである。

第 9 表

各種コージング決定試験成績一覽表

項目	試案別 試案番号	従来制式	第一案	第二案	第三案	第四案
		試案庫---凡 1/700×700 試製品	クリップ(従来制式コージングの場合---従来制式クリップ, 其-他の場合試験用クリップ, クリップ設置---凡 2 合棟			
形状	縦断
	横断
	側面
	底面
性能	(a)		殆んど認めず	殆んど認めず	殆んど認めず	
	(b)		最大 1.23	最大 1.59	最大 1.61	
	(c)		最大 0.10	最大 0.06	最大 0.11	
水密	(d)	0.47	1.3	1.05	1.20	
	(e)					
強度	(f)					
	(g)					
重量	(h)	23.5 (隔壁「スチール」に 対して)	26.3 (全 左)	62.2 (隔壁表面「スチール」の両端部 に「スチール」あり)	22.4 (隔壁「スチール」の両端部 に「スチール」あり)	
	(i)	6.4 (0.5 倍加圧後)	28.5 (1.3 倍加圧後)	25.0 (1.05 倍加圧後)	7.6 (1.2 倍加圧後)	
備考	(j)					
	(k)					

7. 成案扉耐水圧力(水密)確認試験

本試験の初期に於ては最終の成案より概ね一段厚さ厚きものに就いて試験を行つたが、耐水状況を観察の結果、扉板の強さに若干の餘裕を認めたので、更に條件悪き C, D, E, G の扉に就いて最後の成案と同様のものを製作して再度の試験を行つた。

又一段厚さ厚き儘にて試験を打切るものに對しては、指定水圧試験力以上適度の過圧力を加へて耐水状態を調査し成案扉の試験に代へた。

本試験に於ける各扉の耐水状況は極めて良好で、非常の場合に於て充分所期の水密を確保し得ることを示した。

即ち實際に近似の状態にある隔壁は現行水張試験記録中最大のもの(支柱を用ひなかつた場合 $\frac{1.5}{100}$) 約 1.5~2 倍の彎曲を生じたが、之に裝備した扉は隔壁に比し彎曲の度少くして指定水圧試験力以上に耐へ、一種扉は 18 米、二種扉は 12 米、三種扉は 4 米の水頭を保つた。

斯くして採用のことに決定した成案扉は原計畫扉より 0.9~1.5 耗薄い。

本試験成績の詳細は第 10 表及第 14 圖～第 17 圖の通りである。尙試験時竝に試験後に於ける扉竝に隔壁の状況は寫眞第 7～第 11 に撮影して置いた故参照され度い。

次に本試験に供した coaming は何れも裏面を tack, 表面を full とし熔接により隔壁に取付けたが、熔着に依る歪の量が幾何に達する迄は扉の水密に支障なきやを調査するため、E 扉のものをを用ひ故意に隔壁を彎曲し、熔着後 coaming に 1 米當り 3 耗～4 耗程度の彎曲を與へて試験した結果、此の程度の彎曲量は未だ水密に支障なきことを確認した。

本試験に供した隔壁熔着後の coaming 状況は第 11 表及第 18 圖～第 21 圖の通りである。

8. Coaming 實地熔着試験

次記要領に依り、歪を有する船内隔壁に肌隙の儘現場熔着を行つた際の coaming 歪は、戸口擴り最大 1.53 耗。水密に直接影響ある護謄當り面の狂ひ(彎曲)最大 1.53 耗で、前項の試験に於て水密上支障なきことを確認した許容彎曲(1 米當り 3 耗～4 耗の彎曲)に比すれば遙かに少くあつた。

施工要領

戸口切開けは瓦斯に依り行ひ、切開後手直しを行はない。隔壁と coaming との間には可なりの肌隙を見、甚しいのは其の量 10 耗に達したが、何れも肌隙ある儘熔着した。coaming は 1,500 × 600 のもの 3 箇を厚さ 6 耗、4 耗及 2.9 耗の隔壁に夫々 1 箇宛熔着した。

試験成績詳細は第 12 表及第 22 圖～第 24 圖の通り。

第 10 表

隔壁(タンク前板)撓曲量

試験種類	内 圧							外 圧	
麻 種 類	A	B	C	D	E	F	G	A	C
撓 曲 量 (耗)	54	81	70	50	79	47	44	107	131
撓 曲 量 タンク高サ	$\frac{2.1}{100}$	$\frac{3.1}{100}$	$\frac{2.7}{100}$	$\frac{1.9}{100}$	$\frac{3}{100}$	$\frac{1.8}{100}$	$\frac{2.2}{100}$	$\frac{4.1}{100}$	$\frac{5}{100}$

第 14 圖

A 扉水密度確認試験成績(内圧)

※印 撓度は $K - \frac{E \pm 0}{2}$ を示す (K、E、Q は該箇所撓曲量)

第 15 圖

C扉水密度確認試験成績(内圧)

第 16 圖

E扉水密度確認試験成績(内圧)

第 17 圖

G 扉 水 密 度 確 認 試 験 成 績 (内 圧)

※印 撓度は $H - \frac{E+K}{2}$ を示す (E, H, K は該箇所を示す)

寫眞第 7 A 扉外圧水密確保状況 (1.5 kg/cm² 加圧中)

内圧試験終了後施行

寫眞第 8 A 扉外圧試験後の扉及隔壁變形形狀況

寫眞第 9 C 扉試験後の隔壁變形形狀況 (加圧力 1.23 kg/cm^2) 扉の水密良好 寫眞第 10 E 扉水密確保狀況 (加圧力 1.5 kg/cm^2) 寫眞第 11 G 扉水密確保狀況 (加圧力 0.3 kg/cm^2)

第 11 表

試験隔壁に「コーミング」を熔着した時の狂ひ

コーミングの種類 (熔着位置に依り)	A	B*	C	D	E*	F	G	備 考
項 目	6		3.5				2.6	*印試験は於ては「コーミング」を熔着する隔壁に又は隔壁に歪みたる隔壁に熔着したるもの
コーミングの面曲り (概)	X	認めず	約20	約10	認めず	約2.0	約1.2	
コーミングの値 (概)	Y	1.05	0.25	3.18	1.90	1.60	1.77	
コーミングの値 (概)	Z	0.94	0.18	1.5	1.5	1.48	1.45	0.48

第 18 圖

A 扉コーミング歪曲線

第 19 圖

C 扉コーミング歪曲線

第 20 圖

第 21 圖

第 12 表

「コーミング」實地熔接試験時の狂ひ

「コーミング」実地熔接試験時の狂ひ		1500×600サロ用 (定艪に合せた島本定艪用扉に合せず)			備考 隔壁は丸7歪があつたが手直せず、 其の儘へ「コーミング」を熔着した。
項 目	「コーミング」実地熔接試験時の狂ひ	6	4	2.9	
隔壁撓度	熔着前	4.0	4.5	11.0	
「コーミング」両側「スプナー」上	熔着後	4.5	4.0	10.0	
「コーミング」熔着時隔壁との肌隙		5.0	8.0	7.0	
「コーミング」當面曲り	X	1.53	1.45	1.38	
「コーミング」横り(耗)	Y	0.52	1.46	1.00	
	Z	0.09	1.56	0.48	

熔着前 熔着後

「コーミング」當面曲り、
「コーミング」横り、「コーミング」熔着時隔壁との肌隙等計測要領

註. 「コーミング」熔着影響本表程度に7は扉水密に何等影響なし

9. 成案扉の構造

以上の研究に依り得た扉の構造は第25圖の通りである。

IV. 扉の構造に関する意見竝に新舊兩水防扉に就ての比較

1. 扉縁及扉板

従來の制式水防扉は縁の強度が不充分なため、受圧の際 clip 中間部が浮上り早期に漏水す。今回指定の如き高度の水圧力に對し水密を確保するためには、扉全體殊に clip 竝に packing 挾圧部の耐水強度を相當増大する要がある。而して之を従來の如く一枚板より製出する要領に依る時は扉の重量は著しく大となる。

故に本案に於ては、曩に記載した如く、二様の材料を用ひて扉縁と扉板とを夫々別箇に造り、兩者

實地「コーミング」熔着試験(1)
隔壁厚6粒

實地「コーミング」熔着試験(2)
隔壁厚4粒

實地「コーミング」熔着試験
隔壁厚2.9粒

第 25 圖

水防扉第一種
(耐水圧強度 10 kg/cm^2)

水防扉第一種
(耐水圧強度 15 kg/cm^2)

水防扉第二種
(耐水圧強度 0.2 kg/cm^2)

を熔接にて結合することとしたのである。即ち水密上強度増加の要ある扉縁は溝形状材料を用ひて充分強固に作り、水密上頑丈となす要なく、且つ補強 strip に依り耐水強度を高め得る扉板は薄板を用ひて極力重量の軽減を計つたのである。

2. 補 強 Strip

従來の制式は概ね 状打出式であるが、本案に於ては、次の理由に基き、一種扉及二種扉は T 状、三種扉は T 状のものを採用した。

理由

従來の 状打出式補強は打出しにより肉薄となると共に充分な深みを得難く、且つ補強は中央のみに止りて扉縁に達しないため、效果薄弱であるが、T 状及 T 状の補強は上述の缺點なく薄き扉縁を支へるに至極好適である。

尙補強 strip は中央部の深さを両端部より若干深くして其の厚さを減じ重量を減じた。直材に比し輕量となる量は一種扉及二種扉一組當り約 1.2 匁～8.8 匁である。

3. Clip

従來の clip は締付時竝に扉受圧の際 clip 座と共に變形傾倒して締付能力を減失するばかりでなく、型狀寸法を含め百數種に上り使用上甚だ不便である。

故に本案に於ては、曩に記載した如く、1 箇當り 0.33 匁～0.5 匁の重量を費して clip 及 clip 座の強度を増大すると共に coaming の隔壁取付要領を改正することにより、隔壁の厚さに關りなく coaming と共に寸法を一定し、一種扉及二種扉用、三種扉用の二通りに種類を減じたのである。

新舊兩 clip の構造竝に連續使用後狀況は第 5 圖寫眞第 12 の通り。

寫眞第 12 新舊兩クリップ連續使用後の狀況

4. Clip 配 置

従來の制式扉は單なる等間隔配置法で、四隅及補強 strip の位置に clip の配置のないものが多い。従つて四隅の R 部及補強 strip の箇所より早期に漏水するものが尠くなく、強度の割合に水密度が低い。本案に於ては、上記の缺點を除き且つ耐久力を充分大ならしむるため、浮上り易き四隅及補強

面積
「クツ」間離比較表
「クツ」数

新 旧 雨 水 防 扉

面積
クリップ間離比較表
クリップ数

型 及 用途 戸口の幅 (mm)	試 製 製 戸口の 高さ (mm)	一型-----{比較的圧力の小さい箇所に使用}					二型-----{比較的大的な圧力を受ける箇所に使用}				
		第三種 (小型船用)					第一種 第二種 { 一般用 }				
		1,700	1,600	1,500	1,300	1,000	1,700	1,600	1,500	1,300	1,000
900	面積 (m^2)	1.619	1.526				1.619 [1.581]	1.526			
	クリップ 巨離 (mm)	650	650				500 [300] 320	500			
	クリップ 数	8	8				10 [14]	10			
800	面積 (m^2)			1.279					1.279		
	クリップ 巨離 (mm)			650 ※700					525		
	クリップ 数			7					9		
700	面積 (m^2)	1.272	1.199	1.125			1.272 [1.234]	1.199	1.125		
	クリップ 巨離 (mm)	700	675 ※680	650			550 [400]	500	500		
	クリップ 数	7	7	7			9 [10]	9	9		
600	面積 (m^2)		1.035 [0.997]	0.972	0.845	0.654		1.035 [0.997]	0.972 [0.888]	0.845	0.654
	クリップ 巨離 (mm)		650 [500]	700	650	750 ※600		450 [410]	525 [300]	500	550
	クリップ 数		7 [8]	6	6	5		9 [10]	8 [10]	8	6
500	面積 (m^2)			0.818	0.711	0.551			0.818 [0.843]	0.711	0.551 [0.472]
	クリップ 巨離 (mm)			700	725	750 ※600			525 [500]	500	500 [300]
	クリップ 数			6	5	5			8 [8]	7	6 [8]

備
考

1. () 第一種試験扉を示す
[] "ニ"
{ } "三"

2. ※印のものは「クリップ」間隔「巨離」の戸口の幅のみ異なるものを示す。

strip 位置には必ず clip を配置すると共に clip の間隔を縮め、更に縦縁中央は他に比し若干接近せしめたのである。

従来のもとの本案との clip 間隔及 clip 数の比較を示せば第 13 表の通りである。

5. Coaming

従来 coaming は clip 植込箇所より屈折するばかりでなく、一般に断面慣性力率が小である。又之れが構造寸法は多種多様であつて装備隔壁に従ひ異なつたものを取付けるを要し、材料準備竝に工作上甚だ不便である。

此の外、多種類の clip を要する點及現場加工多く工作竝に水密度低き點等不具合な所が多々ある。故に本研究に於ては之等の不具合な點を一掃し良好なる新型 coaming を得べく、下記の諸點を目標に、曩に記載の四案を立案したのであつた。

改造目標

1. 補強を施し clip 座の屈折を避く。
2. 強度を扉縁と釣合はしめ水密度を大にす。
3. 重量を極力小さくす。
4. 船内加工を廢め、工作竝に水密の低下を避く。
5. 隔壁の厚さ、扉の種類、大きに関りなく断面の形狀寸法を同じくし、材料準備竝に工作を便易にす。
6. 上記の目的を達成するため、取付は特殊の場合を除き電接とす。

第一案～第三案に就いて試験を行つた結果、最も適當と認め採用のこととした第三案 coaming は T 狀の断面を有し、重量に比し強度大きく、且つ材料準備竝に工作共に簡易な利點がある。

本 coaming の缺點とする所は door-sill 附近の隔壁熔着は半ば上向きとなり熔接作業若干面倒である點及び取付の tack 熔接部は體裁悪く塗具 cement 等を以て適宜目つぶしを行ふ要ある點の二點である。

6. Packing

扉縁用護謨 packing は従来通りのものを適當と認め、其の儘採用した。

7. Wedge

wedge の傾斜 幅 長さ等は従来通りを可とするも、取付螺は使用實績に依れば、脱落弛緩するものが多く、水密上重要な箇所に用ひるものとしては適當でない。

故に本案に於ては、wedge 取付けは螺締めを廢し、輕微な tack 熔接に依ることに改めた。

新舊兩水防扉の構造比較

新水防扉

舊水防扉

扉縁及コーミング詳細

(括弧内は第三種寸法を示す)

扉縁及コーミング詳細

(括弧内は一号クリップ使用のもの示す)

扉中板及補強ストリップ 寸法表 (mm)						
種別	扉種類	扉中板	補強ストリップ	寸法	寸法	寸法
符号	戸口大さ	寸法	寸法	寸法	寸法	寸法
第一種	A	1500×600	35	3.5	65	40
	B	1000×500	"	"	60	"
	C	1700×900	4	4	75	50
	D	1700×700	35	3.5	65	"
第二種	E	1500×600	3.2	3.2	60	40
	F	1500×600	2.9	2.9	60	"
	G	1500×600	2	3.5	60	"
寸法備考	1. 壁の厚さ如何に拘らず扉中板厚さ一定 2. クリップ長さは常に一定					

扉中板及コーミング 寸法表 (mm)						
扉種類	壁の厚さ	扉の厚さ	コーミング	寸法	寸法	寸法
一型	二型	寸法	寸法	寸法	寸法	寸法
1700×900	3.5以上	3.2	27	39		
1700×700						
1600×900	4.	4	26	"		
1600×700	4.5	"	"	"		
1500×900						
1500×700	5.	5	25	"		
1500×600						
1300×600	5.5	"	"	46		
1300×500						
1000×600	6以上	6	24	"		
1000×500						
備考	クリップ長さは壁の厚さに合致要す					

[illegible]

註、断面積、断面係数、断面慣性力率ハ同甲「ハッチング」を以テ示ス。＊
 断面係数は、「フーミング」及「席巻」モハ②=対メルクアホス。

8. 新 舊 水 防 扉 の 構 造 比 較

新舊兩扉の構造を比較すれば概略第26圖の通り。

9. 耐 水 要 部 の 強 度 比 較

新舊兩水防扉の耐水要部の強度竝に實驗に供した各種 coaming の強度を比較すれば第14表及第15表の通りである。

第 15 表

水防扉「コーミング」及扉縁形状及強度等比較
(第三種水防扉)

「コーミング」附近形状及寸法								
舊 型			新 型

扉縁及「コーミング」			重量-----断面係数 強度-----断面係数					
種別	壁の厚さ (mm)	「コーミング」A		扉 縁 B		断面係数比 断面係数比		
		AR	Z (I)	AR	Z (I)	A/B	コーミング	扉 縁
舊型	2.6	555	1386 (31449)	212	439 (5182)	3.16 (6.06)	* (1.00)	* (1.00)
新型	2.6	504	2960 (90624)	411	2014 (59432)	1.47 (1.32)	2.13 (2.88)	4.59 (11.47)

註

- * 断面係数
断面係数比
比「コーミング」及扉縁のものに對するものを示す。
- 断面積、断面係数等は圖中「ハッチング」せる部分のものを示す。

10. 重 量 比 較

新型扉の重量は第16表の通りであつて、從來のものに比し若干増加したのものもあるが、大多數は

新舊扉の重量比較

新型扉重量表(吨)

扉種類		扉各部分重量						合計
種別	符号	扉	蝶番	「ゴム」	楔座	「フリット」	「コーミング」	
第一種	A	42.7	2.4	0.8	0.9	21.6	35.8	104.2
	B	27.5	2.4	0.5	0.7	16.8	22.1	70.0
第二種	C	109.2	2.4	1.2	1.2	29.4	46.2	189.6
	D	60.3	2.4	1.0	0.9	21.0	41.5	127.1
	E	47.4	2.4	0.9	0.9	21.0	34.5	107.1
	F	36.7	2.4	0.8	0.7	16.8	33.5	90.9
第三種	G	32.7	2.4	0.9	0.7	11.4	23.0	71.1

備考

1. 本重量は大部分実測のものを示す。
 実測後試験の中途に於て扉厚さ及びフリットの量を改正したから、その重量変化は計算で行った。
2. C扉の非常人孔蓋及金具全重量は扉に含む。
3. 本重量は従来のものより、大さく様子も実際は隔壁戸の周囲に相当大さく切取ったから、舊型扉榮隔重量と大体大差はない。

之を以て見るも、從來の clip が如何に強度の増加を必要としたかが判ると思ふ。成案扉の各部の重量は第 17 表の如くである。

第 18 表

[illegible]

の手数を要する所があるが、各部の構造の統一、形式、種類の減少、面倒な船内加工の廢止等に依り可なりの工数を節約し得るを以て、要具が整へば工作費は從來と殆んど差異ないと思ふ。

一例として作業部豫量班に依頼して求めた、數年前の建造に係る、某船一隻分の水防扉に要する工数を示せば第 18 表の通りであつて、總數 116 枚に對し從來の扉は 2335 工數、本扉は 2150 工數である。

尙之を職別に就いて見れば、機工、仕上の工數は從來の扉に對し約 70%、鐵工、電接工數は約 12% の増加を示し、木工工數は約 50% の減少を示して居る。

結 論

本研究に依り水密度高き新型水防扉を得たのであるが、本扉の構造は氣密扉に對しても有效であると思ふ。尙之が耐水要部の構成要領は水防蓋等に應用し^も效めあるものと思ふ。

(終)

討 論

○座長(和辻春樹君) 只今の御講演につきまして御質問又は御討論なりおありの方はどうぞ。……御發言がありません様ですから一言御禮申上げます。從來 bulkhead につける水防扉の問題は極めて重要にも拘らず、商船には殊に古い型のものが附けられて居たと思はれます。それには一面この様な物の full size の實驗が困難な點もあると思はれます。著者には今回新型のものを考案せられ水防扉の設計施工を改良せられ各種の方面に互り研究せられ、御發表になりました。吾々將來施工上参考になる點が多いと考へられます。この様な水防扉が追々用ひられる事と存じます。では拍手を以て御禮申上げます。(一同拍手)