

復水器管材の研究

藤井芳郎*

THE MATERIAL FOR CONDENSER TUBE.

By Fujii.

SYNOPSIS:—The author has measured the thermal Conductivity, specific gravity, mechanical, corrosive and erosive properties, and practical value on the small condenser during 4 years, about 9 kinds of the material for condenser tube.

From the result of the above test, he can find a very good material for this purpose.

I. 緒言

復水器管は一船に數萬本を裝備してあるもので若し其中一本の漏洩、龜裂が起つても船の運命を左右する程の重要なものである。

然るに現在一般に使用される 7-3 眞鍮は相當エロージョンが起きるので、これよりも良好と認める、不銹鋼、ステープライト、磷青銅、ニッケル青銅、ニッケル銅、廣研 A, B, C 材で管を造り物理化學的性質を比較調査すると共に小型復水器に裝備して實用試験を施行し最良のものを求めた。

II. 供試材料

第 1 表に示す成分の材料にて外徑 5/8", 厚さ 0.0148", 長さ 5'~5" の管を住友及トーマスファース社で製造せしめた。

第 1 表 試料の化學成分 %

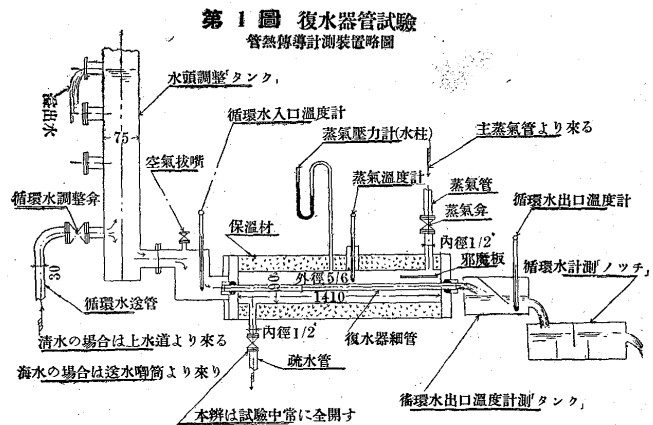
名稱	符號	Zn	Sn	Al	P	Ni	Cu	備考
廣研 A	A	16 14.66		3* 3.50			残り	研究の結果得たる材料を住友にて鑄造並に抽伸せしめたるもの* 豫定値
廣研 B	B	10* 7.47	3* 3.77	2* 3.27			残り	
廣研 C	C		3* 3.14	3* 2.85			残り	
廣ニッケル青銅	H		0.02	1.95		10.00		住友にて抽伸せしめたるもの
磷青銅	P						主含量	住友より試験のため提出せるもの
住友ニッケル銅	S			4.164		8.81	残り	
眞鍮	Z	27.04	1.09			Fe 0.03	残り	現行の管
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Fe	
不銹鋼	E	0.15	0.336	0.339	13.960	Tr	残り	トーマスファース社製
ステープライト鋼	F	0.118	0.484	0.296	18.485	8.014	残り	

III. 熱傳導度の測定

熱の傳導不良な材料は大なる冷却面積を要するため多數の管の裝備を必要とするから、傳導の良否は復水器管として重要な性質の一つである。

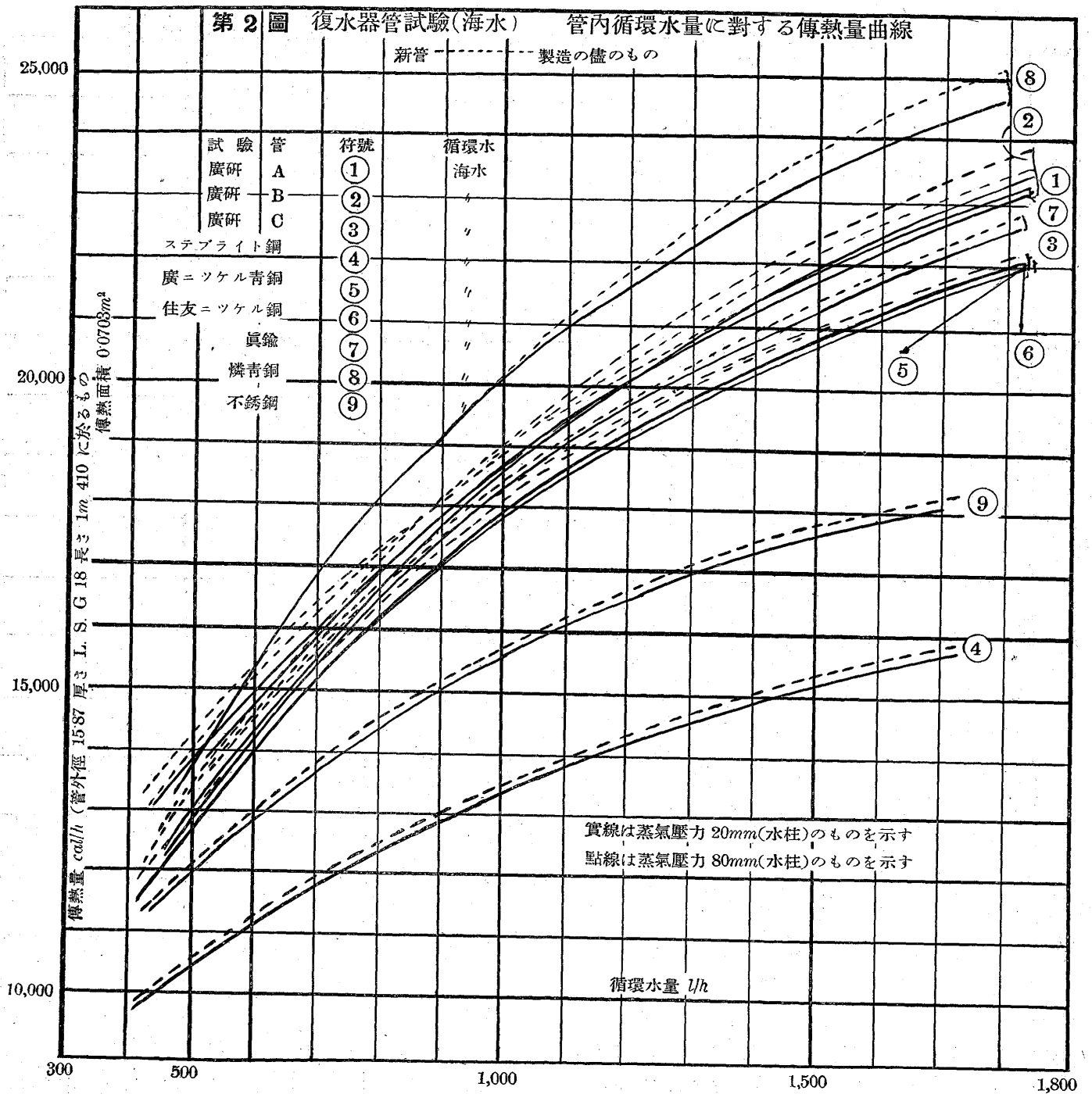
其の計測装置は第 1 圖に示す通りであつて管の内部に海水、外部に蒸氣を通じ、外部の蒸氣壓力及疏水嘴の開度を一定とし海水の出入口に於ける溫度差より熱傳導度を算出した。新管は勿論、最初良好であつても使用に連れて著しく減少するものは好ましからざるを以て約 2,000h 使用後の管に就きて計測した。

試験中は管中を流るゝ水量を一定にするため水頭調整タンクから水を溢出せしめ、其の溢出口を三段に付して毎時循環水量を 500, 1,000, 1,500 l の 3 種類とし蒸氣壓力を 20mm, 80mm の 2 種に變化して計測した。



其の成績は第 2, 3 圖に示す通りでこれを總括すると、
 1) 循環水量の増加と共に傳導度の良好なるものと不良なるものとの差違は大となるも其の順位は變らず。
 2) 参考として清水に對する試験を行つたが海水の場合と殆ど差異なし。

* 横須賀海軍工廠



- 3) 2,000 h を使用せる管は 10~30% 不良となつた。
- 4) 眞鍮の傳導度を 100 とし蒸氣壓力 30 mm (水柱)、
 流速 3m/sec の場合の各材料の傳導度を示すと第 2 表の如

くで磷青銅及住友ニッケル銅は使用による汚穢度少なし。

IV. 比重の計測

比重の大小は艦船に裝備上大なる因子となるから可及的
 正確に計測した。

計測法は水中並に大氣中に於ける重量を計測し次式より
 $t^{\circ}\text{C}$ に於ける試料の比重 D_t を算出した。

$$D_t = \frac{WWt}{W - Wl} + \lambda(1 - \frac{WWt}{WWl})$$

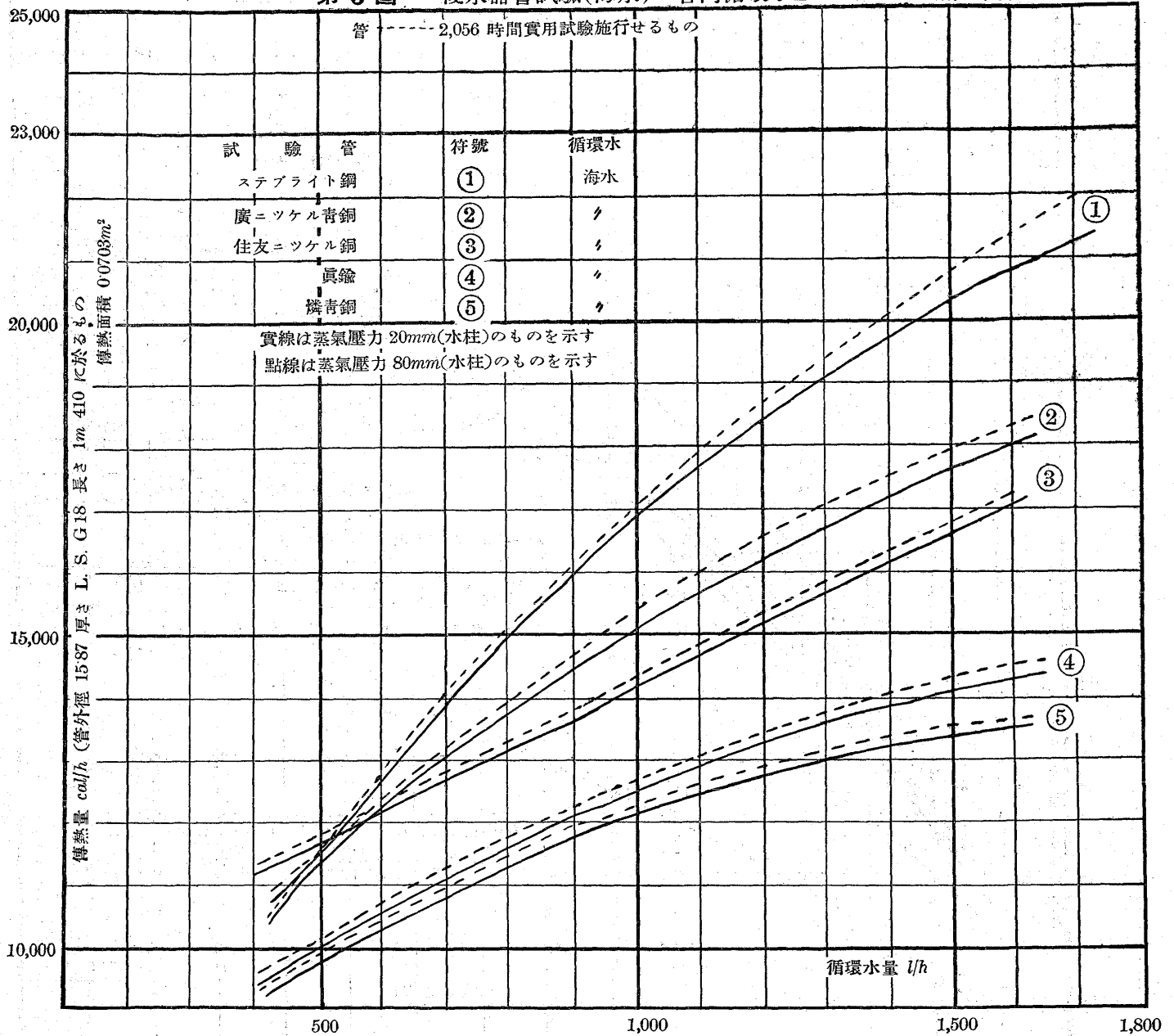
W = 空中に於ける重量、 Wl = 水中に於ける重量

$Wt = t^{\circ}\text{C}$ の水の比重 $\lambda = t^{\circ}\text{C}$ の空氣の比重、

第 2 表

種類	新管	使用管 (2,000 時間)
磷青銅	110	128
廣研 A	104	} 新に試験に加へた } するため使用管なし
廣研 B	104	
廣研 C	98	
住友ニッケル銅	96	109
廣ニッケル青銅	96	88
不銹鋼	80	
ステープライト	68	83

第3圖 復水器管試験(海水) 管内循環水量に對する傳熱量曲線



水は一度沸騰せしめて溶解せる瓦斯を追ひ出した蒸溜水を使用した。試料は S. W. G. 32 番の鋼線で縛つて水中に浸漬した。この鋼線が水中に於ける浮力による影響を無くするため浮力と水の表面張力とが平衡する迄鋼線を水中に沈下せしめた。

0°C に於ける比重 D_0 は下の式によつて求めた。

$$D_0 = D_t(1 + L \times 3 \times t)$$

L は線膨脹係數で Landolt 其他の表から求め記載なきものは類似の成分のものより推定した。結果は第3表に示す通りであつて表に示すものより大なるは何れも低温抽伸せるためである。

第3表 比重(新管)

試料	空中の重さ g	水中の重さ g	比重 t°C	比重 0°C	線膨脹係數 10^{-4}
不銹鋼	2'5846	2'2501	7'6936(26'3)	7'7002	0'1096
ステブライト銅	2'5225	2'2025	7'8475(27'0)	7'8583	0'1700
磷青銅	3'1507	2'7986	8'9177(22'7)	8'9283	0'1755
住友ニッケル銅	2'9283	2'6010	8'9044(27'9)	8'9156	0'1515
廣ニッケル青銅	2'9484	2'6108	8'6960(26'2)	8'7063	0'1515
眞鍮	2'9916	2'6456	8'6097(26'0)	8'6217	0'1793
廣研 A	3'5626	3'1323	8'2505(23'0)	8'2606	0'1770
廣研 B	3'5126	3'1001	8'4857(23'0)	8'4961	
廣研 C	3'5588	3'1377	8'4216(23'1)	8'4309	

同一の冷却效率を得る爲の各材料の重量は第4表に示す通りである。

即ち廣研 A, B, C 及磷青銅は眞鍮よりも重量は輕減されるも其他の材料は何れも重量大である。

第4表 同一冷却率を得るための重量

種類	比重 熱傳導度		比重/熱傳導度	順位
	真鍮を100とせる場合			
磷青銅	103.5	110	94.0	2
住友ニッケル銅	103.2	96	107.7	7
廣ニッケル青銅	101.0	96	105.2	6
真鍮	100.0	100	100.0	5
廣研B	98.5	104	94.8	3
廣研C	97.8	98	99.8	4
廣研A	95.8	104	93.2	1
ステブライト鋼	91.3	68	134.0	9
不銹鋼	90.4	80	113.0	8

V. 3% 食鹽水腐蝕試験

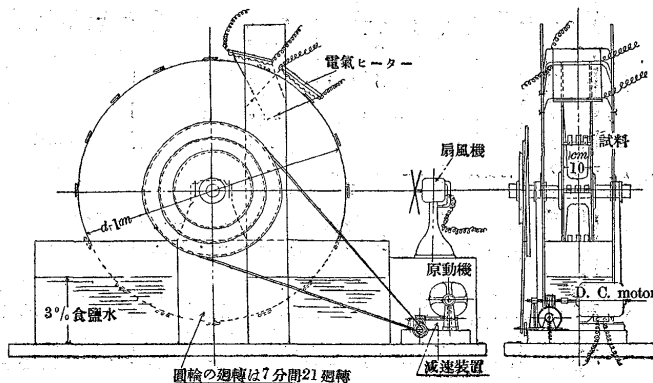
下部のみ 3% 食鹽水に浸漬し 7 分間に 1 回轉する直径 1m の廻轉軸の周圍に長さ 70mm の管を縦斷せるものを竹釘にて取付け回轉して水より出でたる試料を扇風機にて表面の水分を吹き拂ひ、電氣ヒーターにて 100°C に加熱して完全に乾燥せしめた後更に食鹽水中に浸し交互に乾

濕腐蝕試験を行ひ腐蝕度を促進せしめた。其の詳細装置は第4圖に示す通りである。

腐蝕液として 3% 食鹽水を使用し毎週取換へた。

試験時間 1,370 h。其の成績は第5表に示す通りである。

第4圖 海水腐蝕試験装置



第5表 3% 食鹽水腐蝕試験成績

名稱	符號	試験前の重量 g.	試験後其儘の状態			試験後表面の鹽滓を除去したる状態			耐蝕順
			重量 g.	増減量 g	増減率 %	重量 g	減量 g	減少率 %	
廣研 A	A	15.5788 15.2930	15.5810 15.2950	+0.0022 +0.0020	+0.014 +0.013	15.4770 15.1835	0.1018 0.1095	0.65 0.72	1.
	平均			+0.0021	+0.0135		0.10565	0.685	
廣研 B	B	16.3477 17.0791	16.3487 17.0821	+0.0010 +0.0030	+0.006 +0.018	16.2176 16.9530	0.1301 0.1261	0.80 0.74	2.
	平均				+0.012		0.1281	0.77	
廣研 C	C	17.3718 17.2522	17.3800 17.2665	+0.0082 +0.0143	+0.047 +0.083	16.9978 16.8600	0.3740 0.3922	2.15 2.27	7.
	平均			+0.0112	+0.065		0.3831	2.21	
銅管	D	32.0493 32.0101	32.0458 32.0078	-0.0035 -0.0023	-0.011 -0.007	31.5311 31.4773	0.5182 0.5328	1.62 1.67	6.
	平均			-0.0029	-0.009		0.5255	1.64	
廣ニッケル青銅	H	16.2837 15.9864	16.2819 15.9824	-0.0018 -0.0040	-0.011 -0.025	16.0760 15.8278	0.2077 0.1586	1.28 0.99	5.
	平均			-0.0029	-0.018		0.1831	1.13	
磷青銅	P	16.2529 16.6470	16.2279 16.6265	-0.0250 -0.0205	-0.154 -0.123	15.8485 16.2118	0.4044 0.4352	2.49 2.62	8.
	平均			-0.0227	-0.138		0.4198	2.55	
住友ニッケル銅	S	15.3914 15.8855	15.4022 15.8991	+0.0108 +0.0136	+0.070 +0.086	15.2343 15.7284	0.1571 0.1571	1.02 0.99	4.
	平均			+0.0122	+0.078		0.1571	1.00	
真鍮	Z	16.3666 17.7254	16.3565 17.7125	-0.0101 -0.0129	-0.062 -0.073	16.2478 17.5747	0.1188 0.1507	0.73 0.85	3.
	平均			-0.0115	-0.067		0.1347	0.79	
不銹鋼	E	14.7275 14.6205	15.0940 14.9645	+0.3665 +0.3440	+2.489 +2.353	14.2846 14.1269	0.4429 0.4936	3.01 3.38	9.
	平均			+0.3552	+2.421		0.4682	3.19	

試験後表面の鹽滓を除去し其の減量の小さいものより列挙し眞鍮の減耗率を 100 とした場合の減耗割合を示せば第 6 表に示す如く廣研 A, B を除けば何れも眞鍮よりも不良である。

第 6 表 3% 食鹽水腐蝕減耗割合

名 稱	減耗割合 (眞鍮を 100 とす)	名 稱	減耗割合 (眞鍮を 100 とす)
廣 研 A	86.8	銅 研 C	280.0
廣 研 B	97.5	廣 研 青 銅	323.0
眞 鍮	100.0	不 銹 鋼	406.0
住友ニッケル銅	126.5		
廣ニッケル青銅	143.0		

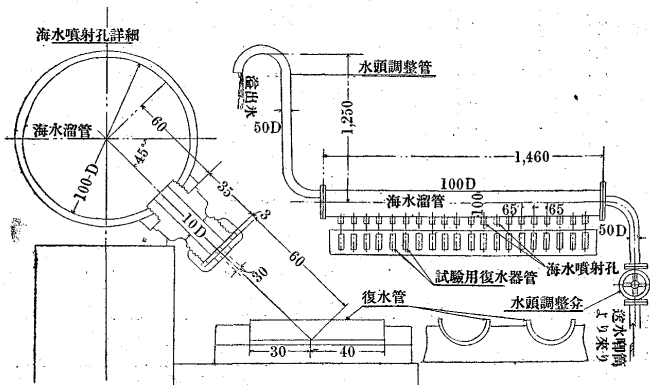
VI. 海水潰蝕試験

復水器細管内を流通する流速は重量軽減並に冷却能力増大のため次第に大となり、毎秒 3~4m に達し、一方復水器海水入口側の形状不良に基き Vortex 及 eddy を生じ管の表面に潰蝕を起す傾向次第に増大しつつありて静水中に於ける腐蝕と其の趣を異にするを以て、各種材料に就て其潰蝕度を計測した。

内径 100mm の鋼管に径 3mm の噴口を有する眞鍮製の

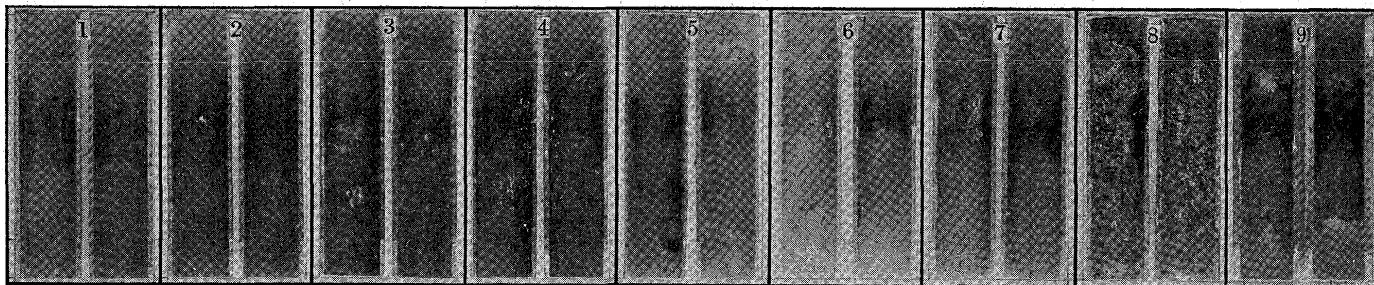
噴口金具を取付けこれと 45° の角度をなして長さ 70mm の管を縦断し其の内面に毎秒 5m の流速にて海水を衝撃せしめた。其の装置の詳細は第 5 圖に示す通りである。

第 5 圖 復水器管潰蝕試験装置略圖



毎日約 8h 宛總計 943h25m の試験の結果は第 6 圖に示す如く海水直射部は何れも變色して幾分凹入し其の他は普通の鹽滓にて蔽はれる。其中磷青銅は特に甚だしく點蝕を起した。其の成績は第 7 表に示す如く表面を「00」の鏡紙にて磨きたる程度にては表面の粗滑に就ての差異は殆ど認め難い。

第 6 圖 復水器管材料海水浸蝕試験



- 1. 廣 研 A
- 2. 廣 研 B
- 3. 廣 研 C
- 4. 廣ニッケル青銅
- 5. 住友ニッケル銅
- 6. 磷 青 銅
- 7. 管 用 眞 鍮
- 8. 不 銹 鋼 乙
- 9. 銅

第 7 表 海水潰蝕試験成績

試験時間 943時25分

(A) 表面を磨かざる場合

名 稱	符 號	試験前の 重 さ g	試験後其儘の状態				試験後表面の鹽滓を除去したる状態			耐蝕順
			重 さ g	減 量 g	減少率 %	重 さ g	減 量 g	減少率 %		
廣 研 A	A 1	17.5769	17.5594	0.0175	0.100	17.4565	0.1204	0.685	2	
廣 研 B	B 1	17.1686	17.1201	0.0485	0.282	17.0127	0.1559	0.908	4	
廣 研 C	C 1	18.2867	18.1686	0.1181	0.646	17.8169	0.4698	2.569	7	
銅 管	D 1	32.4943	32.1238	0.3705	1.140	31.8412	0.6531	2.010	6	
廣ニッケル青銅	H 1	16.2983	16.2601	0.0382	0.234	16.1563	0.1420	0.871	3	
磷 青 銅	P 1	15.9660	15.7401	0.2259	1.415	15.5330	0.4330	2.712	8	
住友ニッケル銅	S 1	16.2000	16.1950	0.0050	0.031	16.1093	0.0907	0.560	1	
眞 鍮	Z 1	17.2053	17.1104	0.0949	0.552	16.9118	0.2935	1.706	5	
不 銹 鋼	E 1	13.8914	13.8707	0.0207	0.149	13.0828	0.8086	5.821	9	

(B) 表面を00の研磨紙にて磨きたる場合

名 稱	符 號	試験前の 重さg	試験後其儘の状態				試験後表面の鹽滓を除去したる状態			耐蝕順
			重さg	減量g	減少率%	重さg	減量g	減少率%		
廣 研 A	A	17.5537	17.5355	0.0182	0.104	17.4107	0.1430	0.815	3	
廣 研 B	B	15.0093	14.9641	0.0452	0.301	14.8842	0.1251	0.833	4	
廣 研 C	C	17.8798	17.7441	0.1357	0.759	17.4999	0.3799	2.125	7	
銅 管 D	D	31.5370	31.1887	0.3483	1.104	30.9580	0.5790	1.836	6	
廣ニッケル青銅	H	15.9039	15.8789	0.0250	0.157	15.7934	0.1105	0.695	2	
磷 青 銅 P	P	16.3886	16.0139	0.3747	2.286	15.7928	0.5958	3.635	8	
住友ニッケル銅	S	15.2442	15.2356	0.0086	0.056	15.1468	0.0974	0.639	1	
真 鋳 Z	Z	16.0239	15.9290	0.0949	0.592	15.7297	0.2942	1.836	5	
不 銹 E	E	14.0897	13.9910	0.0987	0.700	13.2155	0.8742	6.204	9	

試験後表面の鹽滓を除去し其の減量の小さいものより列
舉し真鋳の減耗率を100とした場合の各材料の潰蝕によ
る減耗割合を示せば第8表に示す通りである。

第8表 海水潰蝕減耗割合

名 稱	潰蝕減耗割合 (真鋳を100とす)	腐蝕減耗割合	名 稱	潰蝕減耗割合 (真鋳を100とす)	腐蝕減耗割合
住友ニッケル銅	32.8	126.5	真 鋳	100.0	100.0
廣 研 A	40.1	86.8	銅	117.8	208.0
廣ニッケル青銅	51.2	143.0	廣 研 C	151.0	280.0
廣 研 B	53.2	97.5	磷 青 銅	159.0	323.0
			不 銹 鋼	342.0	406.0

真鋳は腐蝕には比較的良好なるも潰蝕に對しては良好な
らず。住友ニッケル銅、廣ニッケル青銅は潰蝕に對して良好
なることを示して居る。

VII. 機械的性質の測定

オルセン50t抗張試験機にて標點間50mmの試験片を
使用し抗張試験を施行した。此際彈性限以内の變形の難易
を知らんがため Marten's mirror extensometer を取
付け、荷重に對する伸びを計測して Young's Modulus
E を算出し、又2%の永久變形を生ずるに要する應力を
計測した。

其の結果は第9表に示す通りである。

第9表 抗張力試験

種 類	抗張力		伸度 %	2% 永久 變形の時 の應力 kg	Eの値 kg/mm ²
	實測 kg	kg/mm ²			
廣 研 A	3,985	65.9	4.0	54.8	11,061
廣 研 B	3,760	63.4	5.0	52.8	12,308
廣 研 C	3,575	61.5	10.2	55.2	11,862
銅 管	3,210	29.1	20.6	27.3	12,422
廣ニッケル青銅	2,695	46.9	3.4	44.7	13,242
磷 青 銅	2,310	40.5	20.2	33.6	13,397
住友ニッケル銅	2,850	49.1	5.3	46.4	13,488
真 鋳	2,950	48.7	22.2	40.3	11,277
不銹鋼ステンレス	3,080	49.0	25.0	29.1	20,353
ステブライト鋼	4,680	74.6	58.2	27.4	20,617

廣研 A, B, C 及住友ニッケル銅、廣ニッケル青銅は抗
張力大にして伸度小、2% 永久變形を生ずるに要する應力

大なるため使用中の變形度は小である。

VIII. 實用試験

直徑 200mm, 長 1,700mm の鋼管を胴とし真鋳板を管
板とし、管 42 本を裝備し得る 6 個の復水器を製作し、之
を列べて 30 lb/in² の蒸氣を通じ、管内に毎秒 2ft の速度を
以て海水を通じた。相互間の腐蝕作用を避けるため各復水
器に一種類の管を裝備した。

1) 第1回試験

供試材料 真鋳、磷青銅、廣ニッケル青銅、住友ニッケ
ル銅、不銹鋼、ステブライト鋼

試験時間 485h35m, 試験は晝間のみ行つたため約 6
ヶ月を要した。

試験結果 管を切開検査するに、不銹鋼及ステブライ
ト鋼は共に管内面著しく發錆腐蝕せり。

銅合金は何れも點蝕、溝蝕の徴候を認めず

2) 第2回試験 第1回試験を繼續した。

試験時間 1,570h55m, 試験に約1ヶ年を要した。

試験結果 ステブライト鋼中時効龜裂を起せるもの 2
本あり。不銹鋼と共に腐蝕益々促進し鏽の厚さ 3mm
にも達し、到底復水器管として使用の見込なきものと
認め試験より除外することとした。

其他は異状を認めず。

3) 第3回試験 新に廣研 A, B, C を加へ廣ニッケル
青銅、磷青銅、真鋳の6種とし、廣ニッケル青銅及真鋳
の半数を新品と換装し、廣研 A, B, C との使用時數を
同一にした。

試験時間 2,872h0, 試験に約20ヶ月を要した。

真鋳、廣ニッケル青銅、磷青銅の半数は第1回試験より
繼續せるため、總計 4,994h35m, 4ヶ年を費した。

試験結果

真鋳 一般に堅牢なる被膜にて表面蔽はれ一ヶ所に脱

亞鉛を伴ふ點蝕發生の徵候を認めたるも全體として良好である。

廣ニッケル青銅 褐色の被膜有孔性にして脆弱なるを以て所々剝落して居る。點蝕殆ど全面に發生す。

磷青銅 綠色若くは褐色の脆弱なる被膜にて蔽はれ所々に點蝕發生す。

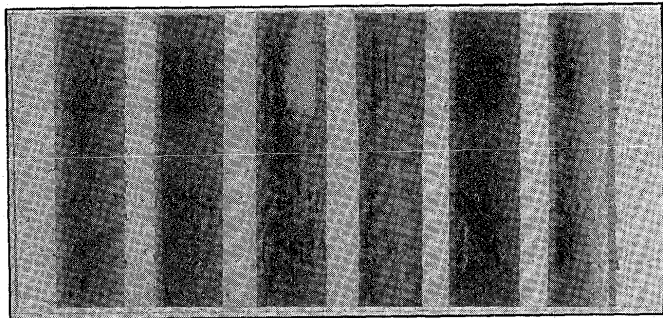
廣研 A 黄色の被膜生成するも其の厚さ薄し。一ヶ所脱亞鉛を伴へる點蝕あるも他に異状なし。

廣研 B 黄褐色の厚き被膜生成するも全體として脱亞鉛の傾向大である。

廣研 C 黒褐色の被膜は相當堅きも其の内部には一面に銅析出し所々は點蝕存在す。

其の狀況は第7圖に示す通りである。

第 7 圖



廣研A 廣研B 眞鍮 磷青銅 廣研C 廣ニッケル

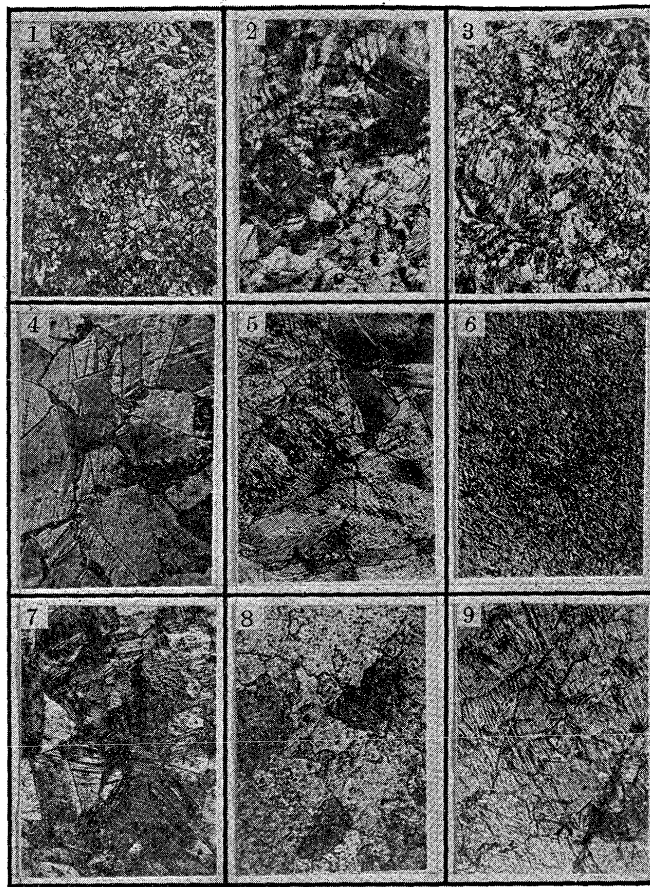
IX. 顯微鏡組織

100倍(4/5に縮寫)に擴大した組織は第8圖に示す如く、抽伸度並に軟化溫度區々なるため結晶粒の大きさに大差あるも何れもα固溶體である。

X. 加工の難易

廣研 A, B, C の加熱並に抽伸作業の難易を現用の眞鍮

第 8 圖 顯微鏡組織 ×100×4/5



1. 廣研 A 2. 廣研 B 3. 廣研 C
4. 廣ニッケル青銅 5. 住友ニッケル銅 6. 磷青銅
7. 眞鍮 8. 不銹鋼 9. ステブライト

管と比較するに製造所たる住友より第10表の如き回答があつたが、今後製作に熟練するに至れば其の差は僅少となると思はれる。

第 10 表 加工の難易

名稱	加熱作業	冷質作業	表面の狀況
眞鍮	100	100	
廣研 A	120	100	抽伸による條痕存在す
廣研 B	200	120	同上
廣研 C	220	130	條痕少なし

第 11 表 復水器管としての優劣

名稱	廣研A	廣研B	廣研C	廣ニッケル青銅	住友ニッケル銅	磷青銅	眞鍮	不銹鋼	ステブライト
熱傳導度 (眞鍮を100として)	104	104	98	96	96	110	100	80	68
比重大位 (眞鍮を100として)	2	2	4	5	5	1	3	6	7
重熱傳導度 (眞鍮を100として)	95.8	98.5	97.8	101	103.2	103.5	100	90.4	91.3
3%食鹽水腐蝕減耗割合 (眞鍮を100として)	3	5	4	7	8	9	6	1	2
海水中腐蝕減耗割合 (眞鍮を100として)	93.2	94.8	99.8	105.2	107.7	94	100	113	134
降伏點 2%永久變形	1	3	4	6	7	2	5	8	9
彈性率位	86.8	97.5	280	143	126.5	323	100	408	8
加工の難易位	1	2	6	5	4	7	3	8	8
蒸氣腐蝕減耗割合 (眞鍮を100として)	40.1	53.2	151	51.2	32.8	159	100	342	8
伏點 2%永久變形	2	4	6	3	1	7	5	8	5
彈性率位	136	131	137	111	115	83.5	100	72.3	68
加工の難易位	2	3	1	5	4	7	6	8	9
蒸氣腐蝕減耗割合 (眞鍮を100として)	98	109	105	110	120	119	100	181	183
加工の難易位	9	6	7	5	3	4	8	2	1
蒸氣腐蝕減耗割合 (眞鍮を100として)	3	5	7	4	6	1	2	8	9
加工の難易位	1	2	7	5	3	6	4	8	
蒸氣腐蝕減耗割合 (眞鍮を100として)									
加工の難易位									

XI. 総括

上記の實用試験以外の結果を總括して優劣を比較すると第 10 表に示す如く熱傳導度、比重、3% 食鹽水腐蝕試験、海水潰蝕試験、降伏點、加工の難易の諸性質に於て廣研 A, B, 住友ニッケル銅は眞鍮よりも優秀であるが實際

の復水器に於ける腐蝕、潰蝕度を 2,800h 乃至 5,000h 試験の結果は廣研 A 及眞鍮が成績良好である。

廣研 A は理學士三芳豐四郎氏が研究の結果昭和 3 年發見せるものにして Al 3, Zn 16, Cu 残りの成分を有し、現用の眞鍮に比して總ての點で優秀なものと認める。

珪素を含む銅合金の研究

(日本鐵鋼協會第 14 回講演大會講演)

田邊友次郎*
小磯五郎*

ON SOME COPPER ALLOYS CONTAINING SILICON—THE FIRST REPORT

By T. Tanabe, Dr. Eng. Member, and G. Koiso.

SYNOPSIS.—The mechanical properties of wrought "Silzin-Bronze" which was invented by Dr. T. Ishikawa early in 1928,—a few years later, the similar alloy "Tombasil." Came out in Germany—are fully shown. The effects of aluminium on the mechanical and chemical properties of wrought Silzin-Bronze have been investigated, and a new alloy series "SSZ" discovered. The alloys "SSZ" are strong & ductile and far better corrosion-resisting to sea water than Silzin-Bronze. Some brittleness of wrought Silzin-Bronze, caused by annealing, is shown to vanish nearly by adding aluminium.

The mechanical and corrosion-resisting properties of "SSZ" & "Silzin-Bronze" are far superior to those of P. M. G. Metal.

The authors also have studied the mechanical & chemical behaviour of some industrial copper alloys containing silicon, v. z., P. M. G. Metal, Tungum Alloy, A. R. (the authors' invention), Everdur, and Herculy. The comparison of these alloys is shown in the accompanying table.

The composition & mechanical properties of some important copper alloys containing silicon, wrought and fully annealed. (all the data, except those of Tombasil, compiled by the authors' test results)

Alloys	Composition %										Strength kg/mm ²	Elongation (50 mm)%	Brinell hardness (10-500)	Izod value mkJ/cm ²	Specific gravity	Remarks
	Cu	Zn	Si	Al	Ni	Mn	Fe	Sn	P	Cd						
Silzin-B No. 9 (SZ 9)	86	10	4	—	—	—	—	—	—	—	48	55	92	15.4	8.48	Japan
Silzin-B No. 11 (SZ 11)	85	10	5	—	—	—	—	—	—	—	58	34	123	9.8	8.28	"
Silzin-B No. 17 (SZ 17)	80.5	15	4.5	—	—	—	—	—	—	—	65	41	132	8.6	8.28	"
SSZ-1 *	85	10	4	1	—	—	—	—	—	—	55	56	104	13.7	8.27	"
SSZ-2 *	84	10	4	2	—	—	—	—	—	—	65	35	132	8.4	8.14	"
SSZ-3 *	80.5	15	3.5	1	—	—	—	—	—	—	58	55	107	8.4	8.28	"
Tombasil **	81	15	4	—	—	—	—	—	—	—	60	27	145 (10-1000)	—	—	Germany
Tungum	82	14	1	1	1	—	—	—	—	—	40	73	—	—	8.41	England
P. M. G.	92	2	4	—	—	0.5	1.5	—	0.1	—	49	42	112	8.8	8.47	"
A. R.	95.9	—	3	—	—	—	—	1	—	0.1	42	70	75	13.5	8.61	Japan
Everdur	96	—	3	—	—	1	—	—	—	—	40	69	73	—	8.46	U. S. A.
Herculy	95.8	1	2.5	—	—	—	—	0.7	—	—	41	65	74	11.4	8.60	"

* containing some minute quantities of As & P. ** J. Inst. Met, 1930, p. 363.

目次

I. 緒言

II. 鍛鍊用シルジン青銅 (SZ)

III. アルミニウムを含む鍛鍊用シルジン青銅 (SSZ)

IV. 低珪素眞鍮

* 住友伸銅管株式會社研究部