沈没船内機関の腐蝕状態について

正 員 石 田 千 代 治

Abstract

On the corrosion of the Marine Engines of the Sunken Ships

By Chiyoji Ishida, *Member*

The present research has been conducted on the corrosion of the marine engines of about forty sunken ships by means of the field investigation or the data offered according to the following items :

- (a) The relation between the corrosion and the period of the submergence of the materials.
- (b) Is there any difference in corrosion due to the kind of the engines ?
- (c) Is there any difference in corrosion between the ships of war-time standardized types and the ordinary ships ?
- (d) Possibility or Impossibility of the reuse of the refloated engines.
- (e) The process of the repairs of the refloated engines.
- (f) The condition of the operation of the reused engine.

The results obtained are as follows :

- (a) The corrosion makes progress rapidly at the outset, but after a few years corrosion makes progress gradually.
- (b) The extent of corrosion of the reciprocating engine is almost similar to that of the diesel engine. In the case of the steam turbine and the mechanical reduction gear, the extent of corrosion is comparatively slight. The boiler may be reused only by replacing the corroded smoke tubes with new ones.
- (c) The extent of corrosion in the ships of war-time standardized type is generally very remarkable compared with the ordinary ships.
- (d) Corrosion generates on both the small-sized and larger-sized materials, but, as the extent of corrosion is more remarkable in the case of the smaller sized materials, the reuse of the smaller sized materials is almost impossible, while the reuse of the latter is possible
- (e) The process of the repairs is as follows:
After the corroded parts of the engine are boiled in the soda solution, the corroded face of the friction parts are filed off. The other sound parts of the engine may be used without any treatment.
- (f) The operating condition of the reused engine is pretty good on the whole.

The present research has been continued by the Maritime Institute since the writer's initial field investigation conducted in April, 1946, at Mitsubishi Dock Yard in Nagasaki on the corrosion of the main engine of the Kongo-maru, the refloated steamer of National Railway Corporation, receiving grants in aid from the Ministry of Transportation, the former owner of the above mentioned Institute and from the Ministry of Education, the present owner of the Institute.

It would be a happy thing, if the present thesis could furnish even a little contribution to the refloating of the sunken ships in the future.

1. 梗概

約 40 隻の沈没船について、その諸機関の腐蝕状態を、次の要領で実地に或は資料の提供を得て調査した。

- a 沈没期間と腐蝕との関係。
- b 機械が異なると腐蝕に相違があるかどうか。
- c 戦艦船と在来船とに相違の有無。
- d 再使用の能否。
- e 修理の状況。
- f 再使用後の状態。

その結果は次の様である。

- a 腐蝕は始めは急であるが、数年後には緩慢になる。
- b 往復動汽機とディーゼル機関とは略同様の腐蝕をしている。蒸気タービン及び減速歯車は一般に腐蝕が軽微である。ボイラは煙管を取替る程度で再使用できる。
- c 戦艦船の機関は在来船のものに比べて一般に腐蝕は著しい。
- d 小物も大物も腐蝕に相違はな が、大きさに対する比率は小物の方が顕著であるから、大物は再使用が可能でも、小物は一般に再使用は困難である。
- e 修理は普通ソーダ水溶液中で煮沸した後、摺動部は錆跡を除くため削るが、その他の部分はその儘用いる。
- f 再使用後の状態は一般に良好である。

この調査研究は昭和 21 年 4 月三菱造船株式会社長崎造船所で、国有鉄道公社船金剛丸主機の腐蝕状態を参観して以来、海務学院が運輸省所管当時は運輸省の補助により、文部省に移管後は同省科学研究費交付金各個研究の補助を得て続行中である。

この稿が将来沈没船を引揚げることについて、参考ともなれば幸である。

2. 調査した船舶

これを沈没期間の順序に示すと次の通りである。

番 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
船 名	第 3 区南丸	宮 島 丸	和 浦 丸	極 東 丸	由良川丸	辰 和 丸	三 島 丸	賢 洋 丸	帝 立 丸
建造年月	13—9		13—10	9—12		13—2	15—1	19—9	
総 噸 数	19,200		6,804	10,052	880	6,313	1,974	2,217	10,000
主機種類	C	3	三D	川D	池D	T	3	3	2×3
出 力	8,200		4,000	8,000	330	4,500	1,400	1,000	7,000
沈没場所	トラ ッ ク	淡 路 沖	釜山港外	マニラ港	舞鶴湾内	倉橋島西方	六 島 沖	鹿児島湾	舞 鶴 湾
沈没期間	約 7 年	6 年 3 月	6 年	6 年	約 5 年	4 年 7 月	4 年 3 月	4 年 2 月	4 年 1 月

番 号	10	11	12	13	14	15	16	17	18
般 名	さ ば ん	快 速 丸	陽 心 丸	東 都 丸	金 津 丸	聖 川 丸	雄 洋 丸	日 南 丸	第 1 日 正 丸
建造年月	19—4	6—11	19—12	19—5	17—12	12—5	20—1	17—9	12—11
総 噸 数	10,241	1,065	2,897	880	2,891	6,862	10,053	5,296	1,362
機種主類	横 D	D	T	3	浦 C	川 D	T	T	3
出 力		700	1,000	350	1,500	7,500	5,000	3,500	800
沈没場所	呉港外	三 瀬	海田市南方	関門東口	六島沖	上ノ関	粟 島	祝 島	呉 港
沈没期間	約 4 年	3 年 10 月	3 年 10 月	3 年 9 月	3 年 6 月	3 年 5 月	3 年 4 月	同 左	3 年 3 月

番 号	19	20	21	22	23	24	25	26	27
船 名	楓 栄 丸	金立山丸	太 隆 丸	英 順 丸	陽 城 丸	福 栄 丸	昌 慶 丸	樽 安 丸	11 日 東 丸
建造年月	19—10	大正 7—7	15—1	大正 11—12	19—9	13—6	大正 11—11		
総 噸 数	2,872	1,370	1,913	2,156	2,220	1,868	3,620	10,000	
主機種類	T	3	3	3	3	3	T	2×3	D
出 力	1,000	800	1,400	1,600	1,100	1,538	6,200	8,000	210
沈没場所	高井神島	六 島 沖	神 戸 沖	関門西山	大 阪	小 豆 島	室 津	舞 鶴 港	吉 見 沖
沈没期間	3 年 3 月	3 年 2 月	同 左	同 左	3 年	同 左	約 3 年	3 年	約 3 年

番 号	28	29	30	31	32	33	34	35	36
船 名	広 長 丸	せりあ丸	きのと丸	祐 捷 丸	永 暦 丸	辰 宮 丸	琢 山 丸	ラ モ ナ	洋 興 丸
建造年月	20—2	19—5	13—8	18—11		13—11	明治38—5		18—4
総 噸 数	6,888	10,238	1,562	839	6,890	6,340	2,752	3,513	956
主機種類	T	T	3	神D	T	T	3	T	神D
出 力	2,500				2,000	4,500	1,400	2,500	750
沈没場所	関門西口	相 生 沖	神 戸 沖		室 蘭 港	舞 鶴 港	博 多 湾	因 島	和 泉 湾
沈没期間	2年11月	同左	2年9月	2年2月	2年1月	1年9月	1年7月	1年5月	1年3月

番 号	37	38	39	40	41	42	43	44
船 名	金 剛 丸	佐 賀 丸	華 山 丸	第5山水丸	鳳 丸	初 雁 丸	Gulfstream	そ の 他
建造年月	11—10	大正2—8	11—12	20—1		18—10		
総 噸 数	7,100	2,150	2,103	9,965		927		
主機種類	2×T	3	3	T	2×3	3	T	
出 力	17,363	1,400		9,000	1,100	500	4,000	
沈没場所	六ツ連島	柴 山 港	博 多 沖	長 崎 港	門 司	小 野 浜	沖 繩 沖	
沈没期間	1年2月	11月	9月	6月	同左	3月	約3月	

- 備考 1. 主機種類中Cは排気タービン附往復動汽機, 3は3段膨脹機関, Dはディーゼル機関, 三は三菱造船株式会社, 川は川崎重工工業株式会社, 横は三菱日本重工工業株式会社横浜造船所, 浦は浦賀造船所, 神は神戸発動機株式会社, 池は池貝鉄工株式会社, Tは蒸気タービンを表す。
2. 沈没状態は, 3, 4, 15 は主機のシリンダの中央部まで浸水し, 37 は減速歯車装置が半浸水した外は全部主機は全没である。
3. 以下は船名の代りに番号を用いる。
4. 建造年月は特に記載しないのは昭和年間である。

3. 軸系の腐蝕状況

- 中間軸に幅広の錆があり, その深さは最深 1mm である。錆の中央部に針状に深く腐蝕し, 1.6 乃至 2.7 mm に達している。そして不純物があると 4.5mm の深さになった所もある。推力軸での錆は最深 0.5mm ツギテでは最深 0.4mm 程度である。
- 中間軸は軸受部で, 直径で 3mm. クランク軸及びピンは, 直径で 5mm 削正した。
- 中間軸軸受部, 推力軸及びクランク軸は, 直径で 2mm 削正した。ツギテボルトはその儘使用した。
- クランク軸及びピンは, 軸受メタルと接する所は, 殆んど錆なく, 軸受メタルの外側に最深約 2.5mm の錆があつて, 直径で 5mm 削正すれば済む処を, ロイド検査員の要求で 10mm とした。不純物のあつた所は 15mm 削正した。同腕にも最深 3mm の錆があつた。ツギテツバの当り面及びボルトは異状がなかつた。中間軸及び推力軸には最深 1.5mm の錆あり, 中間軸は中心の曲りを是正するために, 軸受部は直径で 14mm その他で 11mm 削正した。推力軸は 5mm, ツバは 6.0 乃至 7.5mm 削正した。
- 油の流出少く殆んど錆なく, クランク軸に深さ 0.5mm 位の錆があつた。
- 中間軸軸受部を直径で 2 乃至 3mm 削正した。
- 軸系は削正せず。
- 中間軸は直径で 2mm, 推力軸 1mm. クランク軸 3mm 同ピン 0.5mm 削正した。
- 中間軸軸受部を直径で 1 乃至 2mm 削正した。クランク軸は油蔕の近くに深さ 0.5 乃至 0.7mm の錆があつて, 直径で 2mm 削正した。同ピンは直径で 1 乃至 2mm 研磨した。
- 主機を蒸気タービンに置換したため, これに合う様に軸系を削つた。
- 中間軸軸受部の錆は上と左右とが著しく, 直径で 1.26 乃至 1.32 削正した。減速歯車軸は直径で 1mm. タービン車軸軸受部は 0.65 乃至 0.7mm 削正した。
- 触雷によつて曲つたため新替した。
- 中間軸, 推力軸, クランク軸及び同ピンは孰も直径で 2 乃至 3mm 削正した。
- 中間軸軸受部は直径で 0.5 乃至 1mm 削正した。クランク軸は(4)と同様に腐蝕し, 軸受メタルの両側

で最深 3 mm の錆あり、磨いてその儘使用したが異状はない。

17. 高圧タービン車軸は直径で 2 mm 削正したが、低圧はその儘再使用した。
18. 発錆軽微、中間軸軸受部を直径で 2 乃至 3 mm 削正した。
19. 中間軸は直径で 40/100 mm 削正した。
20. 発錆軽微で錆落し程度の手入れをした。
21. クランク軸は削正したが、同ピンは手仕上程度の手入れをした。
22. クランク軸は直径で 2 mm 削正した。推進軸系は触雷で曲つたため新替した。
23. クランク軸及び同ピンは削正したが、中間軸は手仕上げした。
24. クランク軸は直径で 70/100 mm 中間軸も削正した。
25. 左舷軸系は新替し、右舷は軸受部を直径で 50/100 mm、高低圧両タービン車軸は 50/100 mm 削正した。
ツバ及びボルト孔も少しく削正した。
26. クランク軸に深さ 0.5 mm の錆あり、軸は直径で 2 mm 削正し、同ピンはマンドリル仕上。中間軸は中心
を是正するため、ツギテツバ共直径で 1.5 mm 削正した。
27. 触雷で機関台破損しクランク軸は新替した。推進軸系には大した錆はなかつた。
28. 軸系は軸受部を削正して使用中錆がでた。
29. 中間軸軸受部を直径で 1 mm 程度削正した。
30. 軸系の大部分を少しく削正した。
31. クランク軸は直径で 2.2 mm、同ピンは 2.7 mm、推力軸は 0.5 mm 削正した。ツギテボルトは全部新替
した。
32. 減速歯車軸受部を直径で 1 mm 削正した。
33. 中間軸軸受部を直径で 2 乃至 3 mm 削正した。
34. 軸系は削正せず。
35. タービン車軸及び減速歯車軸は直径で 60/100 mm、中間軸軸受部は 40/100 mm 削正した。
36. 軸系は磨上げ程度の手入をし、推進軸は直径で 2 mm 削正した。軸は新替した。
37. 中間軸は少し錆びていたが、その儘使用した。削正すれば直径で 1.5 mm 位で済む程度の錆である。
38. 中間軸軸受部の錆は著しく削正した。
39. 軸系は削正せず。
40. 軸系発錆軽微で、錆落し程度の手入れをした。
41. クランク腕に深さ 30/100 mm 位の錆あり、軸系にも若干の錆あつた。
42. クランク軸は直径で 2 mm 削正した。
43. タービン車軸は直径で 2/100 mm 位削正した。
44. 22 号 10 型ディーゼル機関——4 サイクル単働 2.100 b.h.p.——を油塗装して 6 年 4 月海水に浸漬し、引
揚げ後 9 ヶ月露天に放置した処、クランク軸各部に深さ 0.2 乃至 0.4 mm の点蝕ができ、軸及びピンを直径
で 1 mm 削正した。他所でも同様のことがあつた。

錆を除くために削正するときの量は、各造船所で区々であつて、その量の異なるものが必ず錆が著しいと断定することは早計であり、又軸の曲りを序に是正することもあつて、削正量によつて腐蝕を付度することは 險であり、なお引揚げ後の処置によつて腐蝕が助長されることもあるが、以上の結果から洗没月数と削正寸法の関係を示すと、第 1 図の様であつて、或年数が経つと腐蝕の進行は緩慢になる様である。

(3) と (4) とを比べると、(3) の洗没場所は釜山沖であつて、その附近畿原海水の温度は、年間 14.9° 乃至 25.6°C の間に变化し、平均 19.3°C であるのに、(4) の洗没場所の海水温度は、27.5° 乃至 28.7°C の範囲で平均 28.1°C である。海水温度と含酸素量とは、第 2 図の様に相反して变化しているが、一般に船内機関は甲板機械の様に海水に洗われることがなく、その温度の影響を多く受けるので、(3) は (4) より腐蝕はない。これは腐蝕と温度との関係を示す好例である。

4. 主機の腐蝕状況

1. シリンダ蓋が破損した低圧シリンダの内面は、最深 4 mm 位の錆があつた。ピストン棒及び連接棒には深さ 1 mm 位の錆があり、前者は削つて後者は錆落しの上使用できる。偏心内輪も摺動面を削つて使用できる

と認める。

第1図 沈没期間と中間軸の削正量 (mm/dia)

第2図 神戸沖の海水温度(点線)
と海水中的酸素量(実線)

2. ピストン棒は直径で 3 乃至 4 mm, クロスヘッドピンは 1 mm, シリンダも削正した。
3. クロスヘッドピンは直径で 1 mm 削正した。シリンダライナには少し点蝕があつて磨上げた。案内その他も錆落し程度に磨上げた。
4. ピストン棒は海水に漬つた部分に錆あり, 直径で 4.5 乃至 5 mm 削正したが, 内 3 本に尚深さ 2 乃至 3 の錆が残つたため新替した。クロスヘッドピンには油溝の所に深さ 0.5 mm の錆あり, 直径で 1 mm 磨上げた。案内は 3 mm, ピストン上面は 2 mm 削正した。その他は錆落し程度に磨いた。
5. 油の流出少く, 内部は殆んど錆なく, 鋳物にはカキ等がついていたが, 錆は殆んどなかつた。
6. 主機の錆は軽微であつたが, 主要部は破損のため新替した。
7. 錆は軽微, ピストン棒はネックブッシュの所に錆があつて新替し, 連続棒はその儘再使用した。
8. ピストン棒と高圧クロスヘッドピンは直径で 2 mm, 中低圧両クロスヘッドピンは 1.5 mm 削正した。シリンダライナと連接棒とはその儘再使用した。
9. シリンダには深さ 0.2 mm 位の錆があつて, 磨上げた。ピストン棒は両舷共高中圧は新替, 低圧は直径で 1.5 mm, クロスヘッドピンは真円にするためもあつて, 2 mm 削正し, 案内は 1 mm 以上削つた。連接棒と操縦弁はその儘使用し, リンク等動弁装置は錆仕上げした。
11. 腐蝕は軽微, 錆を除く程度に磨いた。
12. 羽根とノズルとは錆仕上げ石油拭き, シリンダは針金ブラシ掃除の上石油拭き, 減速歯車は掃除程度の手入をした。そのためバックラッシュが 45/100 mm になつた。
13. シリンダと連接棒とは錆落し, ピストン棒は直径で 2 mm クロスヘッド及び案内も削正した。
14. シリンダとスベリ弁箱とは削正し, ピストンと同棒及びスベリ弁と同棒とは取替えた。
15. シリンダライナは 1 筒だけ直径で 1.5 mm 削正, 他は同部新替, ピストンはその儘使用した。ピストン棒は深さ 5 mm 位の錆があつて, 直径で 10 mm 削正すればよいが, 夫では規程に通らないので全部新替した。クロスヘッドピンは錆少く, その儘使用した。案内は 3 mm 磨上げた。カムは接触面に錆があつて全部新替。カム軸は錆をとるため直径で 0.5 mm 削つた。操縦弁及び起動弁は錆なし。
16. 新替。
17. 羽根とノズル等はその儘再使用し, ラピンスパッキンは全部取替えた。減速歯車も新替。
18. シリンダの錆は比較的軽微で錆落し程度の手入れをした。ピストン棒は削正した。クロスヘッドピン, 案内及びリンク等は手入して再使用した。
19. シリンダ下部は破損のため, 減速歯車は腐蝕著しく, 孰も新替した。
20. シリンダの錆は軽微であるが削正した。ピストンと連接棒とはその儘使用し, ピストン棒とクロスヘッドピンとは削つた。リンクと操縦弁等は手入の上使用した。
21. 高圧シリンダと機関台とは破損のため新替し, 中圧は脚部にパッチを当てて修理し, 低圧はその儘使用した。ピストン棒は直径で 1.5 mm 削正した。
22. 中圧シリンダは錆あり, 直径で 3 mm 削正し, その他は錆落し, 高圧ピストン棒は磨耗甚しく新替。中低

圧は共に直径で 2 mm, クロスヘッドピンと案内とは 2 mm 位孰も削正した。リンクとスベリ弁棒とは少しく削つた。連接棒は錆落し, 操縦弁は手入の上使用した。

23. ピストン棒, スベリ弁棒及びクロスヘッドピンは削正した。
 24. シリンダは直径で 40/100 mm, ピストン棒は 2 mm, クロスヘッドピンは 70/100 mm, 削正した。高低圧両スベリ弁は腐蝕著しく新替。高中圧スベリ弁箱も削正した。
 25. シリンダ内は両舷共異状なく, ラビリンスパッキンを取替え, 減速歯車は点蝕があつたが, その儘使用した処, その後噛合は良くなつた。
 26. 両舷高压シリンダに亀裂があつて新替。左舷高压ピストンは取替え, 右舷は削正した。他はその儘使用した。ピストン棒とスベリ弁棒とは孰も直径で 1 mm 削正し, 連接棒, リンク及び偏心棒は鑢仕上げ, クロスヘッドピンと案内とは摺合せ仕上げした。
 27. シリンダ内は錆なく, 連接棒は一部に錆があつたが点蝕とまでは行かず, カムと同軸とは錆なく, 各弁類は分解手入した。一般に油の廻りがよくて錆はなかつた。押棒は鋼管の部分が腐蝕著しく新替えした。
 28. シリンダは全面腐蝕し, 羽根は不銹鋼であるが, 著しく錆びて使用に堪えない。減速歯車も全面錆びて使用できなかつた。
 29. 全損。
 30. 機関台と柱とは亀裂のため取替えた。
 31. シリンダ内に再使用に支障のないほどの点蝕があつたが, ライナは取替えた。ピストンは磨上げ, 同ピンは取替え, カムと同軸とは磨上げた。
 32. シリンダはラビリンスパッキンを新替。減速歯車は第 1 小歯車は全面に, 同大歯車は一部に錆があつて, 共に新替えし, 第 2 小歯車は全面に, 同大歯車は一部に錆があつたが, その儘使用した。
 33. 羽根は Ni-Mo 鋼 SPW 41 であるが, 点蝕があつて, 根元を少し削つた。減速歯車はその儘使用した。故障のなかつた姉妹船に比べて音は変らない。
 35. シリンダ内は紙鑢仕上げ後石油拭きし, 外面は針金ブラシで手入した。羽根, ノズル及び仕切板は同様に手入し, 減速歯車は紙鑢仕上げ後石油拭きした処, バックラッシュが 50/100 mm になつた。
 36. 引揚げて水洗いし油を塗つた程度の手入れのため, 再使用後潤滑油を度々取替えた。カム等は手入の上使用した。ボルトは錆のため取替えた。
 37. シリンダは破損箇所を修理した。減速歯車は歯面を手入後歯車箱に入れて摺合せした。姉妹船に比べて音が高い。
 39. 附属具を取替えた程度である。
 40. 全体に軽微の錆があつた程度である。錆落し程度の手入をした。
 41. シリンダは異状なく, ピストン棒は著しく錆び, 直径で 2 mm, リンクも同様に 2 mm 削正した。
 42. ピストン棒, クロスヘッドピン, 案内, リンク及びスベリ弁棒は削正し, 連接棒は錆を落し, 操縦弁は分解手入した。
 43. 羽根の下側に錆があつた。
 44. シリンダ内面はトイン目がなくなつたほどの軽微の錆があつて磨上げた。ピストン頭部に点蝕があつた。同リングは表面が良好であつたので紙鑢仕上げした。連接棒は著しく錆びていたが紙鑢仕上げ, カムと同軸及び各弁も同様に手入した。燃料ポンプは内部の錆は軽微であつたが替えた。他にも同様のことがあり, 鋼管は使用できないほど腐蝕していた。
- 全体を通じてピストンリング, 発条等歪んでいるものは, 著しく腐蝕して使用できない。ピストンの溝は削正するものが多く, 軸受メタルは一般に入替える。

往復動汽機では, 小さい複雑な部分が少いため, 次の様な手入で再使用できる。

- a. シリンダ内に海水が入らねば, その内面もピストンも発錆することなく, 磨上げて使用できる。
- b. ピストン棒は最も著しく腐蝕する。普通直径で 2 mm 位, 6 年余沈んでいた宮島丸で 4 mm 削正した程度である。クロスヘッドピンは最大 2 mm の削正で使用できる。案内及びリンクも 2 mm 位の削正で済んでいる。スベリ弁と動弁装置も一般に簡単な手入で使用でき, 操縦弁は分解手入で再使用できる。連接棒と偏心棒の様に摺動しないものは磨上げで十分である。

蒸気タービンでは、シリンダ内はラピンスパッキンを取替える程度の修理でよく、減速歯車は錆落して用いるが、バックラッシュが増して一般に音が高くなる。戦艦船のものは、材料が悪化したため、概して腐蝕が著しく再使用は困難の様である。

ディーゼル機関では、小型のものは特に運動部がよく囲まれていて油の廻りがよいので一般に錆は少い。各部の腐蝕の状態は次の様である。

- a. シリンダ内は一般に点蝕が軽微で磨上げる程度で使用できる。
- b. ピストン棒は最も著しく錆び、(4)で最高直径で5mm 削正しても尙2乃至3mmの深さの錆が残る、(15)では深さ5mmの錆があつた。クロスヘッドピンは1mm 削正でよい。
- c. 案内は3mmの削正で十分使用できる。連接棒は錆を落すだけで使用して差支えない。
- d. カム等肌焼したものは、一般に著しく錆びて使用できない。

海水に接した小物は大量と同程度に腐蝕し、削正すると規程に通らなくなる等のために、新替えすることが多い。

5. ボイラの腐蝕状況

1. 丸ボイラの煙管と胴の外側とは錆びていたが、胴内は異状はなく、炉と燃焼室とは油焚きのため錆はなかつた。
2. 丸ボイラ内部は異状なく、煙管と空気予熱器管とを取替えた。
6. 4基中2基は触雷のとき位置が変つたが、異状はなかつた。支柱管以外の煙管と空気予熱器管とを替えた。
7. 煙管を替えた。弁は腐蝕軽微であつた。
8. 煙管を殆んど替えた。古管は肌が荒れて煤が詰つた。
9. 支柱管以外の煙管は新替えした。発条及びボルト等歪んでいるものは腐蝕が著しく使用できない。
11. 煙管を取替えた。
12. 乾燃焼室ボイラの煙管は替える必要はなかつたが、循環水管と共に取替えた。
13. 胴外側と煙管とを錆落掃除した。
14. 煙管、循環水管及び空気予熱器管を新替えした。
15. 煙管全部新替えした。
16. 一基入替えた。
17. 過熱器管と煙管とを替えた。
18. 支柱管以外の煙管と弁とを新替えした。
19. 煙管はその儘使用し、循環水管は水圧試験の結果30本を新替えした。鋸は100本かきしめた。弁は弁と弁座とを取替えた。
20. 煙管は相当錆びていて取替える必要があると認めた。出力の関係でボイラを替えた。
21. 空気予熱器管を始め諸管に錆があつて新替えし、胴内外にも錆があつた。
22. 煙管新替えし、胴の外側は錆落した。
23. 煙管は拡張し、胴内外は錆落した。
24. 煙管と空気予熱器管とは新替えし、胴外側は錆落した。
25. 掃除手入の上その儘使用した。
26. 煙管1/2取替えて就航した処煤が詰つたため残余も取替えた。弁も新替えした。
28. 腐蝕軽微、循環水管を新替えした。
29. 改21号型水管ボイラ1基全損。他は80%良好。弁は全損。
31. 腐蝕軽微、掃除手入の上使用した。
33. 掃除手入の上使用した。
34. 煙管全部新替えした。
35. Babcock & Wilcox ボイラを水圧試験して、2基中20本の水管を新替えした。胴も火災で曲つたがその儘使用し、弁は全部新替えした。
36. 拡張程度の手入をした。
37. 浸水せずその儘使用した。

38. 煙管を大半新替えた。

41. 腐蝕なし。

42. 錆落程度の手入をした。

43. Babcock & Wilcox ボイラの蒸発管はその儘使用し、過熱器管と空気予熱器管とを新替えた。

ボイラ胴内は沈没のとき欠陥ができて、海水が侵入したもの以外は、触雷でボイラが移動するほどの衝撃を受けても、異状は認めない。煙管は拡張してその儘使用する 2, 3 の例はあるが、就航後その部分から漏洩することもあり、又肌が荒く煤が詰るので新替えた方がよい。

空気予熱器管も同様である。附属弁は破損せぬ限り、海水に浸漬した程度では弁と弁座とを新替える位で一般に分解手入の上再使用できる様である。

6. 配管の腐蝕状況

1. 全損新替。

2. 良好。

3. 80 % 使用の見込。

8. 全部新替。

9. 主蒸気管、給水銅管及び油管以外は新替えた。

12. ガス管は大半新替えし、その他は 50 % 再使用した。

13. 新替えた。

14. 床下の諸管は大半新替えし、再使用のものは亜鉛鍍した。

15. 約 40 % 新替えし、再使用の送水管は亜鉛鍍した。

16. 約 70 % 新替えた。

17. 床下の諸管は全部新替えた。

18. 蒸気管と給水管とは全部再使用し、送水管は新替えた。

19. 大半新替えた。

20. 蒸気管及び給水管を入れて、約 800 米新替えた。

21. 全管の約 $1\frac{1}{2}$ を新替えた。(22) も同様である。

23. 主蒸気管と給水管とは、水圧試験の上再使用した。

24. 約 50 % 新替えた。

25. 主蒸気管は再使用し、海水とビルジ管は新替えた。油管は船主の意向で新替えた。

26. 主蒸気管は再使用し、その他は大半新替えた。

27. 全部新替。

28. 70 % 新替。

29. 全損新替。

35. 海水管は大半新替えし、ガス管は 50 %、給水系管は全部再使用した。

36. 二重底に接触していた管は接触部が腐蝕していて、全部新替えの上二重底から離して取付けた。

37. 鍍付黄銅管に 2 乃至 3 mm の孔があいた程度、他は水圧試験の上再使用した。

40. 41. 異状なし。

42. 全部新替えた。

配管中ガス管は一般に再使用は困難であり、主蒸気管と給水系管（銅管を含む）等良質の管は、水圧試験の上多くは再使用している。床下の海水管とビルジ管とは一般に新替えの様である。

7. 補機の腐蝕状況

1. 全部新替。

2. 発電原動機と送風機とは新替。操舵機軸は直径で 6 mm 循環ポンプ軸は 5 mm 削正した。甲板機械のシリンダは削り、リンクは新替えた。

3. 掃除空気ポンプのピストン棒は削正し、弁の半数とボルトは新替えた。発電原動機と空気圧縮機とはクランク軸と同ピンとを削正し、カムとローラとは新替えた。

4. 発電原動機のクランク軸は錆を除くため、直径で 3 mm 削つたが、3 軸中 2 軸には尚深さ 1 mm 位の錆

跡が残つたため新替えた。ピストンピンはクロム鍍して再使用し、連接棒は錆落の上用いた。カム及び同軸は滲炭部が特に腐蝕大いで新替えた。シリンダは 1 台はその儘、1 台は磨上げ、残 1 台は新替えた。ポンプ類は取替え、燃料弁は一部新替えた。空気圧縮機も大体同様の腐蝕であつた。

5. 補機全部再使用。
6. 発電原動機は 1 台を冷凍用に利用した。操舵機は手入の上再使用し、その他は大半新替えた。
8. 発電原動機のクランク軸は、【直径で 1 mm、シリンダは少量削つた。ピストン棒とスベリ弁棒とは取替えた。主機回転機はクランク軸とシリンダとを削り、ピストン棒は新替えた。循環ポンプのピストン棒は削つた。操舵機は手入の上復旧、ウインドラスのクランク軸、ピストン棒及びシリンダは削り、スベリ弁棒は新替えた。
9. 発電原動機はクランク軸を直径で 0.5 乃至 0.6 mm 削る必要があつた。発電子のコアは取替えの上捲替えた。各電動子も同様修理した。操舵機のピストン、同棒及びスベリ弁棒は取替えた。循環ポンプ駆動の蒸気タービンは、羽根が腐蝕して新替え、羽根車は修理の上再使用し、減速歯車は取替えた。その他ポンプ類は老朽のため大修理した。
10. 甲板機械はその儘使用した。
11. 補機は大半新替えし、弁類は腐蝕軽微で手入の上復旧した。
12. 電力増加のため発電機は新替。ウインチは浸水せずその儘使用しウインドラスは取替え、ポンプ類は再使用した。
13. 発電原動機は削正した。発電子は新替 甲板機械と給水ポンプも削つた。復水器管は一部取替えた。
15. 発電原動機はシリンダは全部ライナ新替、ピストンは 5 個取替えた。甲板機械と冷却水ポンプとの電動機は新替えし、ターボ送風機のはは捲替え、その軸は磨上げラビリンスを取替えた。給水ポンプのピストン棒は新替。空気圧縮機は錆なく手入の上復旧した。
17. ウインドラスは再使用、復水器は火災のため管は焼鈍されたため上半部は取替え再使用した処、下部管に孔があいたので新替えた。電力増加のため発電機を取替えた。
18. 補機は修理復旧した。弁は 10 個取替え 40 個は分解手入の上使用した。復水器の管板と管の半数を新替えた。
19. 補機新替。
20. 甲板機械は手入の上復旧。ポンプ類も同様。復水器は不良部取替の上再使用した。
21. 発電原動機、給水ポンプ及び甲板機械の半数のピストン棒を削り、後者の残半数は新替えた。循環ポンプ、空気ポンプ及び復水器胴の欠陥部を修理の上使用した。
22. 甲板機械は船内諸機械より腐蝕著しく、クランク軸及びピストン棒は直径で 2 mm 削つた。循環ポンプは著しく錆び新替。復水器は老朽のため取替えた。
23. 甲板機械と発電原動機とはクランク軸と同ピンを削つた。発電子は捲替えた。復水器は掃除の上使用した。
24. 発電機は取替え、甲板機械のピストン棒は削つた。復水器の管板とパッキン取替え。
25. 発電原動機のクランクは(9)と同じ、発電子は捲替えた。浸水したウインドラスは大修理した。復水器は酸洗い後パッキンを入替えた。ポンプ類は老朽のため取替えた。
26. 発電機は新替。ウインドラスと操舵機とはその儘用い、ウインチは 26 台中 3 台取替え、シリンダは 30 個新替えた。循環ポンプのクランク軸は直径で 0.5 乃至 0.6 mm 削り、給水ポンプは磨耗と腐蝕のため削正した。復水器は老朽のため新替えし、管は利用した。
27. 発電機は新替。甲板機械は全面発錆し、摺動部は固着していたが、分解除錆の上再使用した。
28. 補機はその儘復旧した。
29. 発電機操舵機復水器ポンプ類とウインチ 3 台は全損。後者 2 台とウインドラスは浸水せずその儘使用した。
31. 燃料ポンプのプランジャは新替。胴は磨上げて再使用した。燃料噴射弁の針弁は取替えた。起動弁は摺合せの上用いた。
32. 新計画で半数換装した。
33. 補機は前回スラバヤで沈没のときに大半新替えて新しいので、その儘使用した処支障はない。
34. 補機は手入の上再使用した。

35. 発電原動機は往復動汽機で再使用は可能と認めたが新替えた。ポンプ類は軸とピストン棒を削つた。甲板機械は浸水せずその儘用いた。
36. 発電子は捲替え、燃料ポンプと燃料噴射弁とは新替。蒸気ウインチとウインドラスとはピストン棒を削つた。
37. 発電子と始動器とは塩抜き後乾燥し、原動機のタービン車軸は削つた。電動子は全部捲替えた。ポンプ類は破損部を修理して用いた。
38. 循環ポンプのシリンダは新替。復水器管は全部取替えた。
40. 発電機及び甲板機械の発錆輕微で分解手入の上復旧した。ポンプ類と復水器も同様である。
41. 発電子は塩抜き後乾燥し、甲板機械はピストン棒を直径で 1.5 mm 削つた。ポンプと復水器は異状がなかった。
42. 発電機、甲板機械及びポンプ類は削正した。発電子は新替。復水器管は一部新替。他は塩抜き後復旧した。
43. 発電用ディーゼル機関は全没したが、分解手入の上再使用した。

主機と同じく発条、ピストンリング及び軸受メタルは入替えている。発電子と電動子とは 1 年以上海水に漬つたものは捲替える。(9) は古いのでコアを取替え、(13) は新替している。発電原動機は主機より錆は少し輕微であるが、クランク軸は余裕がないためか、僅少削つても規程に通らなくなつて、余儀なく取替えることがある様である。甲板機械は 22 の様に著しく錆びたものもあるが、一般に摺動部を分解手入するか、錆落しのため削つて再使用している。

ポンプ類も同様である。空気圧縮機も主機より腐蝕は輕微である。カムとカム軸とは著しく錆びて新替するものがある。

8. 結 言

調査した船舶は、南洋諸島及びヒリッピン群島の熱帯地から室蘭沖の寒冷地に至る広範囲で沈んだ 40 有余隻であつて、沈没期間の最長は 7 年である。各船装備の諸機械の腐蝕状況を総合すると、次の様である。

軸系の没は浸漬期間に関係し、第 1 図の様に始めは比較的急に錆びるが、数年後には緩慢になる様である。又 3 と 4 とを比べると腐蝕が温度の影響を受けて、温度が高くなると錆が著しくなる。

主機は各種機械を通じて、シリンダに欠陥ができなければ、海水の浸入することなく、従つて異状はない。海水に漬つた摺動部も適量削れば再使用はできる。連接棒及び偏心棒は錆落しだけで用いて支障なく、軸受メタルは入替え、発条及びピストンパッキンの様に歪んでいるものは一般に著しく腐蝕し新替えている。

ボイラも一般に内部に浸水なく、従つて異状は認めないが、煙管、空気予熱器管及び過熱蒸気器管は取替えるのが普通である。単に浸水しただけの弁はときに弁と弁座とを新替するものもあるが、分解手入で再使用できる。

ガス管は腐蝕著しく再使用は困難である。一般に蒸気管と給水系管(銅管を含む)とは水圧試験に合格すれば、錆落し後再使用できる。床下の送水管とビルジ管とは取替えることが多い。

甲板機械は船内機械に比べて取扱いが荒いため、元来修理箇所も多いが、腐蝕も著しい様である。夫でも主要部は錆落し程度で再使用できる。その摺動部も削正して用いて支障はない様である。ポンプ類も同様である。発電原動機及び空気圧縮機は一般に主機より錆は輕微である。発電子と電動子とは、1 年以上海水に漬ると、捲替えることは普通であつて、ときにコアを取替えたり、全体を新替する。

調査した船舶は、孰も再就航後の成績は良好であつて、中には主機の軸心を是正したり、釣合を良くしたために、本来より好成績を挙げているものもある。

沈没船内諸機関は、海水中では異種金属間の電解腐蝕と、海水との直接作用による腐蝕とによつて、錆が進行する。又引揚後その儘放置すると、湿気と酸素、炭酸ガス、亜硫酸ガス等によつて腐蝕されるだけでなく、海水に浸漬中できた塩化第一塩によつて腐蝕が促進されるから、逸早く適当濃度のソーダ水溶液で適時の煮沸をして塩化第一鉄を完全に除去して後、適当な防蝕法を講ずべきである。

この調査は船舶所有者を始め、修理を担当された各造船所の懇切な援助によつて遂行し得たことであつて、関係各位の御厚情に対して深甚の謝意を表し、又資料蒐集に助力された内海博君の労を謝す。