(昭和 14 年 4 月 2 日造船協會講演會に於て講演)

寶洋丸の彎曲したる船體復舊工事に就て

正員 工學士 正 木 壽 郎*

Abstract.

Motor Tanker "Hoyo-Maru" in a State of Hogging Perfectly Restored.

By J. Masaki, Member.

Hoyo Maru which was built by the Yokohama Dock Company as an up-to-date tanker was completed in November, 1936.

She was grounded on the beach of a coral reef island during a storm in January, 1937, with a full cargo of oil.

After her grounding, severe storms came along several times in close succession, and the ship rolled and rolled on the ground of the coral reef. Consequently, she was badly damaged and broken all over her bottom. Moreover, the bottom parts of the bow and stern sank into the crashed sand of coral reef, as they were shaped like wedges and were easy to get into the sand, while the bottom at the middle part was flat and remained on the sand.

Thus the storm deformed the ship into the state of "Hogging," and the deformation at midship was 24 inches upward at upper deck and 40 inches upward at keel. Ship's shell on both sides buckled and cracked vertically at midship. But the ship was salvaged successfully after two months' efforts, and she was brought into dry dock. Sufficient number of wooden blocks were built by divers on the dock bottom in water to support the ship on her irregularly damaged bottom and the heights of all the blocks were adjusted to touch the different parts of the bottom at the same time when the ship was lowered down to her position by pumping out of the water in the dock.

Special device was adopted for stretching out the contracted bottom lengthwise with gradual lowering down of the ship's body and also for sliding the bottom outward gradually at both ends. The repair job was completed in a dry dock and the ship was restored to perfect condition in 180 days after the job was commenced.

目 次

緒 言	
I. 船體損傷部調査	乾渠方法、船體支持及可動裝置、損傷部取外し、横隔壁押出し裝置、盤木取外し裝置。
1. 船形損傷	3. 計測工事
Sheer, Length, Center Line.	船體下降、傾斜及捩れ、Base Line にての船の長さ、横隔壁間の距離。
2. 船體損傷	4. 復舊工事
外板、上甲板、隔壁、舵、船尾材、船首材、其の他。	概要、下降作業、Base Line に於ける船底の延長、検査成績。
II. 船體復舊工事	III. 修理工事概要
1. 復舊工事の概要	甲板部、機關部、Damage Repair List.
2. 準備工事	

* 鶴見製鐵造船株式會社常務取締役

緒 言

日本タンカー株式會社の油槽船寶洋丸は、建造後僅か3箇月目の第2次航海に於て、北米羅府より重油 12,000 噸を満載して佐世保に向つて歸航の途中、昭和 12 年 1 月 10 日午後 7 時頃、暴風雨の爲め九州南端種子ケ島東岸に於て坐礁せり。坐礁後日本サルベージ會社の百難を排せし救助作業に依り、3 月 5 日漸く離礁浮揚したり。船底大破せる爲め油槽内に圧搾空氣を注入(圧力 約 5 lbs/□")して浮力を持たせ一旦有明灣に曳航し應急修理を加へ、曳船にて 4 月 6 日横濱に入港し、川崎埠頭に於て残油陸揚後 4 月 18 日浅野船渠へ入渠せり。

本船の坐礁せし種子ケ島は珊瑚礁にて成立せる島にして、海底柔かく且坐礁中屢々低気圧の襲來に遭遇し、激浪に翻弄されし爲め船體の損傷意外に甚しくなりたる上、船艀の V 字型を構成せる部分の船底は漸次砂中に沈下進入して、船體中央部は上方へ約 2 呎彎曲し、從つて base line に於ける船の長さは約 1 呎短縮し、舷側外板及縦隔壁は各所に堅に凹凸(皺)を生じ、船底は完膚なき迄に原型を止めず、機關室及唧筒室は上甲板迄浸水し、機關室の tank top も異狀を豫想されると共に、rudder, stern frame 及び propeller 等は折損し、stem は曲り居る状態なりし爲め、完全なる復舊工事は非常に難事とされ關係諸員の頭を悩まし、容易に修理工事の決定を見る能はざりしも、當方に於て必ず完全無缺に復舊し得るものと信じ、且修理工事の大體方針を説明したる結果、遂に船主竝に關係諸員の同意を得て、漸く本船は修理復舊する事に決定したる次第なり。

寶洋丸の主要寸法及び構造

Length P. P.	143.300 m	Deadweight Tonnage	13,355 t
Breadth Mld.	18.600 m	Engine	Yokohama MAN
Depth Mld.	13.430 m	Normal Output	4,500 B.H.P.
Gross Tonnage	8,692 t	Speed	15 Knots
Net "	6,042 t		

鋼製單螺旋の發動機船にして機關室を後部に置き、油槽は 2 條の縦隔壁及横隔壁に依り 9 centre tanks 及 9 wing tanks (兩舷)に區劃され、直斜艀、巡洋艦型艀及び平衡舵を有す。油槽の底部及上甲板は縦式、其の他は全部横式の構造にして、上甲板の中央部約 2/5 は直線にして sheer 無く、最新型優秀油槽船なり。

I. 船體損傷部調査

1. 船型損傷

イ、Sheer Line.——船體の彎曲程度を測る爲め、本船が川崎埠頭に繫留中、入渠の直前に於て 4 月 17 日上甲板の縦隔壁に沿ひ、deck sheer を transit にて觀測したるに engine room end bulkhead (F. No. 26) より forecastle deck end bulkhead (F. No. 168) の間丈けに於て、次表の如く original sheer と比較して、最大 12 4/8 吋上方へ彎曲變形し、且艀部は右舷に艀部は左舷に、多少捩れたるを知りたり。

第一圖

寶洋丸一般配置圖

湾曲七船体侧面圖 (入渠前).

[illegible]

於て約 $24\frac{1}{2}$ 吋となる。

ロ、Length.—彎曲せる船體を乾渠したるに、彎曲せる中央部は自重にて下降したる爲め、船底盤木は艀部にて平均 2 吋前方に、艀部にて平均 4 吋後方に傾斜したり。(寫眞第 7 圖及第 8 圖参照)。即ち船底に於て短縮せる船の長さが約 6 吋延長復舊したるなり。

乾渠後上甲板に於ける長さの變化を測る爲め、縦隔壁に沿ひ油槽部の長さ (F. Nos. 46~154) を測りしに、兩舷共 86.215 m にして原寸法と一致し變化なし、又 base line に並行なる第 3 Horizontal girder の位置にて bulkhead 間の距離を測りしに、次表の如く油槽部分 (F. Nos. 46~154) に於て、左舷は $3\frac{7}{8}$ 吋、右舷は $4\frac{1}{8}$ 吋、何れも原寸法より短縮し居たり。

又 base line 上 aft peak bulkhead (F. No. 10) より fore peak-bulkhead (F. No. 173) 間の距離を測りしに、原寸法 128.405 m に對し 128.200 m にして約 $5\frac{1}{2}$ 吋短縮し居たり。

以上の結果に依り、上甲板に沿へる船の長さは變化なけれども、base line に於ては入渠前に於て、兩垂線間にて約 $11\frac{1}{2}$ 吋短縮せり。

3 rd. Horizontal Girder の位置に於ける各横隔壁間の距離

	No. 9 Tk.	No. 8 Tk.	No. 7 Tk.	No. 6 Tk.	No. 5 Tk.	No. 4 Tk.	No. 3 Tk.	No. 2 Tk.	No. 1 Tk.
原 寸 法	8.100	9.720	9.720	9.720	9.720	9.720	9.720	9.720	10.090
左 舷	8.098	9.707	9.647	9.713	9.706	9.725	9.710	9.720	10.106
右 舷	8.098	9.705	9.662	9.690	9.695	9.717	9.716	9.730	10.106

F. Nos. 46~152 間に於ける長さの差

	原 寸 法	長 さ	差
		86.230	米 吋
左 舷		86.132	0.098 $3\frac{7}{8}$ "
右 舷		86.119	0.111 $4\frac{1}{8}$ "

ハ、Centre Line.—上甲板にて centre line を F. No. 56 より F. No. 154 の間にて測定せしに變化なし、又 base line にて測定せしに、次表の如く艀部にては右舷に、艀部にては左舷に僅少の差ありたり。

Base Line に於ける中心線の差

位 置	差	位 置	差
F. No. 4	0	F. No. 92	$\frac{1}{8}$ " (S)
" 10	0	" 104	$\frac{1}{8}$ " (S)
" 46	$\frac{1}{8}$ " (P)	" 116	$\frac{1}{8}$ " (S)
" 56	$\frac{1}{8}$ " (P)	" 128	0
" 68	$\frac{1}{8}$ " (P)	" 149	$\frac{1}{8}$ " (S)
" 80	$\frac{1}{2}$ " (P)	" 154	0
" 91~92	0	" 173	0

2. 船 體 損 傷

イ、外板—船底外板は 1 枚残らず全部損傷を受けたるが、最も大なるは左舷第一番槽附近にして、徑約 15 呎位の大孔を穿ち、船底外板を高き 12 呎餘突き上げ壯觀を呈したり。(寫眞第 3 圖参照)。船底の凹みを船體中心線及び兩舷の縦隔壁の位置にて測定したるに、第四圖の如く中心線にては、第一番槽最大にして約

外板展開圖

寶洋丸損傷圖

其ノ二

損傷部断面圖

6 呎 2 吋なり、第五、第六番槽は約 3 呎を超え、engine room にては比較的少く約 3 吋なり。然し乍ら engine room は船底より彎曲部にかけて損傷著し。又縦隔壁の位置に於ける凹みは兩舷略同様にして、左第舷一番槽は大破せる爲め之を除き、第六、第七番槽最大にして約 1 呎 6 吋の凹みなり。

船底外板の龜裂は數十箇所に及び、第一番槽最も大にして第五、第六、第七番槽の右舷彎曲部及び機関室の左舷彎曲部に多し。舷側外板は船體彎曲したる爲め、第三圖の如く中央部附近にて右舷に 4 箇所、左舷に 1 箇所、上甲板近く迄豎に凹凸（皺）を起し龜裂を生じ、下部にては凹凸の和 1

第 四 圖

寶洋丸損傷圖 其ノ三

左舷縦隔壁ノ位置ニ於ケル船底ノ凹ミ

縮ス凹ミ深サ本時ヲ1呎トス

船體中心線ノ位置ニ於ケル船底ノ凹ミ

右舷縦隔壁ノ位置ニ於ケル船底ノ凹ミ

呎を超えたる所ありたり。

ロ、上甲板——上甲板は船體中央稍、後部の左舷第六番槽附近にて、stringer plate 及び angle が横に龜裂を生じたる外、局部的の損傷なかりしも、船體が 24 吋以上彎曲したる爲め、檢査の結果鉋鉋の打換へたるもの多數ありたり。

ハ、隔壁——縦隔壁は第四圖の如く、右舷に 4 箇所、左舷に 2 箇所、外板と同じく上甲板迄達する凹凸（皺）を生じたり。又横隔壁は吃水線以下の鋼板及び防撓材は殆ど全部損傷を受けたり。

ニ、舵、船尾材、船首材——舵は rudder stock に於て coupling の上部より折損し、rudder の本體は rudder arm の所に於て上下共に龜裂を生じ居る爲め、rudder plate と共に全部新換を要したり。stern frame は boss 下部にて折損脱落し stem は下部曲りたり。

ホ、其の他——centre girder, bottom longitudinal, bottom transverse, margin bracket, horizontal girder, main frame, floor, side girder 等の吃水線以下の鋼材は殆ど全部損傷を受け、大部分新換を要したり。(Repair List 参照)。

II. 船體復舊工事

1. 復舊工事の概要

彎曲せる船體を復舊せしむるには、小型船にては艀部及び艀部を jack にて突き上げて、復舊したる例あれど、本船の如き大型船にては實行困難なる故、彎曲せる部分の外板其の他の鉋鉋を切り bolt と置換して、然る後船體を徐々に下降せしむると同時に、艀艀船體を前後の方向に近らすか、又は船體を彎曲部の中央にて横に切斷して、一應艀艀を箇々に修理して復舊をなし置き、然る後一旦浮揚せしめ、兩體を接續して乾渠の上工事を完成する方法にして、此の接合方法は先年淺野船渠にて米國の油槽船 BAHREIN を切り繼ぎしたると同方法なれど、(昭和 12 年 4 月造船協會にて講演したり)、寶洋丸工事に於ては前者の方法を試みたり。即ち艀部及び艀部に可動裝置を施せる進水臺の如き船體受臺を設置し、船體の自重約 5,000 噸を利用し、中央部を徐々に下降せしめたるが、形狀重量の大なると構造の複雑なる爲め、又復舊後に於ける船の長さ、深さ、中心線等に正確を要する爲め、相當手数の掛る工事なりしが、好成績にて工事を完了し得たり。

2. 準備工作

イ、乾渠方法——損傷せる船底の凹凸に應ずる爲め、又船體重量に依る下降を豫期し、盤木上に 10 吋角の軟材（米松）を置き、更に凹凸に應じ潜水夫をして其の上に軟材を積ませたり、乾水後調査したるに、中央部盤木上の軟材は約 4 吋圧縮され、且前後部の keel block は前後に傾斜したり。即ち彎曲せる中央部が自重にて下降したる爲め、船底に於ける長さが延長したるなり。

船底の大破せる船を乾渠する場合は、keel block が船體の自重による下降の影響を受けて傾斜したり、或は遂に將供倒しとなつて大變な失敗をする事ある故、斯る場合は出来る丈け迅速に keel block の

遊んで居るものは之を取外して、前後の方向に向け直し、船體の要所々々を支ふる必要あり。

ロ、船體支持及び可動裝置——彎曲部下降中、船體を支持する爲めに、艀部及び艀部の比較的損傷少なき位置に、進水臺の如き受臺（第五圖 A 参照）を兩舷に取付け堅着し、可動裝置を施せる鋼板の上に乗せ、主要支點としたり。又其の前後に keel block を利用し只其の方向を船の前後に向け、鋼板を其の間に挿みたる構造の補助支點 B を設け、wedge に依り徐々に下降せしめ得る様になしたり。

可動裝置を施せる鋼板とは、厚さ約 1/2 吋の鋼板を 3 枚重ね、中央の鋼板の上下に grease を塗

第五圖

寶洋丸 船體支持裝置圖

隔壁下支持裝置(其一)

隔壁下支持裝置(其二)

盤木、艀ニテ支持ス

盤木、間ニ可動鋼板ヲ挿入ス

盤木及 SHORE ニテ支持ス

船體支持受台取付圖

主要受台及可動裝置

りたるものにして、之等鋼板の總面積は約 500 平方呎にして、全重量に對し 1 平方呎約 10 噸となるも、船體重量は此外にも中央部各隔壁下に設置せし盤木、又は side shore 等にて支へられて居る故に實際は此數字より遙に小なり。之等の盤木又は side shore 等は wedge に依り徐々に下降し得る構造とせり。

ハ、損傷部取外し——彎曲したる船體は rivet connection の儘にては船形復舊の見込なきものと認めたる故、彎曲せる部分の舷側厚板並に之に續く外板は全部鉋鉋を切り拂ひて bolt と置換せり。又外板及び縦隔壁等の皺を生じたる部分は、第六圖の如く上部の鉋鉋は徑 1/8 吋小なる bolt 締めとなし、皺の大なる部分は切り取り、橢圓形孔を有する接續用鋼板を取付け、bolt 締めとなしたり。此の接續用鋼板面の橢圓形孔に沿ひ、bolt が滑りて最後に孔の末端にて止まりたる所を延長の限度とせり。(第六圖参照)。

第 六 圖

彎曲部下降作業中ニ於ケル

外板及縦隔壁、皺、アル部分詳細圖

又上甲板の龜裂を生ぜし部分には、butt ㇿ trap を取付け同部分の sheer strake には、channel but を締付け補強し、船體下降に伴ふ船形變化なき様注意せり。

船底は全部損傷し居るも transverse frame の構造をなし居る艀艀部及び engine room は一時其儘となし置き、其の他の部分全部に互る船底外板、bottom longitudinal の大部分、centre girder 及び longitudinal bulkhead の下部を切り取りたり。

ニ、横隔壁押出し装置 (TY System)——船體彎曲せる爲め、横隔壁間の距離は、下部に於て短縮され居るを以て、上甲板彎曲部の下降に伴ひ、同部分を豫定の距離に延長せしむる爲め、第七圖の如く、第五油槽より第八油槽迄は兩舷に、各傾斜せる shore を油槽中央部に在る盤木上より取付けた

第七圖
寶洋丸復旧作業計劃裝置圖
上甲板下降作業中隔壁位置
復旧裝置

兩舷 ST-17 取付

西舷下降計劃尺度(B)
各隔壁位置=取付

上甲板下降計劃尺度
各隔壁位置=取付

BASE LINE 下降計劃尺度 (A)

第三ホリガレから拾九隔壁間

距離測程裝置

り、此の格好は恰も Y 字に似たり。船體下降に伴ひ、Y 字の兩片は漸次下方に展開して T 字型に變化するに連れ、兩端の隔壁を前後に押し出す様に裝置したり。shore を置く盤木上には、船體支持の盤木と同様に、可動裝置を施せる鋼板を置きたり。(第八圖参照)。

第三、第四及び第九油槽は距離略、等しきを以て TY 式方法を用ひずして只單に水平 shore を同位置に取付けたり。

ホ、盤木取外し裝置 (A. D. Y. System 特許出願中)——船體重量の負荷せる盤木を弛め又取外すには、一般に鉋にて盤木を叩き弛めるを常とすれど、此の方法は多大の勞力及び時間を要し、且盤木を破損する事多きを以て、淺野船渠にては第八圖の如く盤木引拔裝置を考案し、昭和 5 年以來常に使用し好成績を挙げつゝあるが、寶洋丸の船體下降作業の場合には非常なる效果を示したり。即ち此の裝置を取付け 3 噸起重機にて wire rope を捲き上げる時は、盤木にては 80 噸以上の牽引力を起し容易に楔を弛め、數分間にて盤木を完全に取外し得るなり。甲圖は此の機械を取付けしものにして、乙圖は wire rope を捲きて楔を弛めたる圖なり。(第八圖参照)。

3. 計測工事

彎曲せる船體の下降作業は、船體各部に互り細心の注意を拂ふ必要あるを以て、船體各所に次の如き計測用尺度を取付け、工事中刻々の變化を常に計測調査し、工事を徐々に進捗せしめたり。

イ、船體下降計測尺度——船體中心線に於ける各横隔壁に、第七圖 A の如き尺度を取付け、下降したる寸法、下降すべき限度及び船體中心線の左右舷への片寄り等を計測す。

ロ、傾斜及び捩れ計測尺度——船體中央部の下降に伴ひ、左舷及び右舷の下降に差を生ずる時は、船體に傾斜又は捩れを生ずるを以て、第七圖 B の如き尺度を兩舷各横隔壁の位置に取付け、船體下降用の尺度に合せ置き、side に近き所の支へとなり居る side shore の wedge を弛めて漸次下降せしめ、決して船體に傾斜又は捩れなき様に案配す。

ハ、Base Line にての船底の長さ計測尺度——船體彎曲部下降に伴ひ、船底の長さが前後に延長するを以て、中心線上の艀艀部に、第七圖 C の如き尺度を取付け、艀艀への延長を計測す。

ニ、横隔壁間の距離計測尺度——船體彎曲せる爲め、横隔壁間の距離は下部に於て短縮し居る故、下降に伴ひ frame space が延長復舊する様、第七圖 D の如く 3rd horizontal girder 上に兩舷共尺度を取付け計測す。又外板に皺を生じたる部分の如き、局部的短縮せる部分は、第七圖 E の如く同部分だけの尺度を取付け、豫定以上延長せざる様に、楕圓形孔にて bolt 締めせる鋼板を取付けたり。(第六圖参照)。

4. 復舊工事

イ、概要——4 月 18 日入渠以來、損傷部調査の結果遂に修繕する事に決し、5 月 7 日に工事を引受け、翌 8 日より着手し約 20 日間を下降準備に費し、5 月 27 日より下降作業を始め約 1 週間の後、6 月 3 日には略、豫定の位置迄、船形を復舊せしむる事を得たり。されど修繕工事繼續中

第八圖

彎曲部下降中、横隔壁押出装置
(T-Y SYSTEM)

L = 隔壁間、距離。
 α = Hogg 爲、減少せし距離。

乙、下降後

盤木引き抜き装置
ADY SYSTEM
(特許出願中)

甲、盤木、楔=取付カルトキ

乙、楔引き抜きカルトキ

第九圖
船體灣曲部復旧作業經過圖表

は base line, sheer height 等は、猶常に變動する故、毎日各部の計測を行ひ盤木及び side shore 等を調整する事とし、遂に完全なる復舊工事を完成し得たり。

ロ、下降作業——船體は第五圖の如く、固定受臺 A 及び補助受臺 B、盤木、side shore 等にて支持され居るを以て、先づ中央部隔壁下盤木の楔を弛め、順次前後の盤木に及ぼし、又同時に side shore も同様の方法にて盤木に應じて弛め、常に計測尺度を調査し圖表を作り、急激に下降する事なき様に、又中央部より前後に順序よく下降する様に注意し徐々に作業を進めたり。

左右舷の下降は side shore に依り調整し、中心線にて片寄りある時は horizontal shore を取付け、此の shore と dock-wall との間に jack を作用させて船體を横に押し調整したり。此の下降作業は毎日連續して行ひ、第八圖に示す如く順調に進行し、6 月 3 日には略々豫定の舊位置に復したり。

下降作業經過記錄（第九圖參照）

（寸法は彎曲せる高さを示す）

船艀隔壁の base line を結ぶ直線上に於て各横隔壁の上甲板より測りたる base line 迄の距離の變化。

月日時 隔壁位置	乾渠直後	下降着手	2 日目	2 日目	3 日目	3 日目	4 日目	5 日目	6 日目	7 日目	8 日目
	4 月 27 日 後 5 時	5 月 27 日 後 7 時	5 月 28 日 後 0 時	5 月 28 日 後 8 時	5 月 29 日 前 8 時	5 月 29 日 後 5 時	5 月 30 日 前 9 時	5 月 31 日 前 8 時	6 月 1 日 前 8 時	6 月 2 日 前 8 時	6 月 3 日 前 8 時
F. No. 10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0''
〃 26	8''	4 $\frac{3}{16}$ ''	3 $\frac{1}{8}$ ''	3 $\frac{1}{8}$ ''	2 $\frac{1}{2}$ ''	2 $\frac{1}{4}$ ''	1 $\frac{1}{2}$ ''	1 $\frac{1}{2}$ ''	1 $\frac{1}{16}$ ''	1''	$\frac{1}{2}$ ''
〃 46	11 $\frac{1}{2}$ ''	9''	7 $\frac{3}{8}$ ''	4 $\frac{7}{8}$ ''	4''	2 $\frac{15}{16}$ ''	2 $\frac{1}{2}$ ''	1 $\frac{7}{8}$ ''	1 $\frac{5}{16}$ ''	7''	1 $\frac{5}{16}$ ''
〃 56	13 $\frac{3}{8}$ ''	10 $\frac{1}{16}$ ''	9 $\frac{1}{2}$ ''	5 $\frac{1}{2}$ ''	4 $\frac{3}{8}$ ''	3''	2 $\frac{1}{4}$ ''	1 $\frac{3}{8}$ ''	1 $\frac{1}{2}$ ''	1 $\frac{3}{8}$ ''	$\frac{1}{2}$ ''
〃 68	15 $\frac{3}{8}$ ''	11 $\frac{3}{4}$ ''	10 $\frac{1}{4}$ ''	6''	4 $\frac{1}{2}$ ''	2 $\frac{15}{16}$ ''	2 $\frac{1}{4}$ ''	1 $\frac{3}{8}$ ''	1''	5''	3''
〃 80	16 $\frac{1}{8}$ ''	13 $\frac{1}{4}$ ''	10 $\frac{3}{4}$ ''	6 $\frac{7}{8}$ ''	5 $\frac{1}{2}$ ''	3''	2 $\frac{1}{4}$ ''	7''	5''	3''	5 $\frac{5}{16}$ ''
〃 92	13 $\frac{3}{4}$ ''	12 $\frac{3}{4}$ ''	10 $\frac{1}{4}$ ''	6 $\frac{5}{8}$ ''	6 $\frac{1}{8}$ ''	3 $\frac{3}{16}$ ''	2 $\frac{1}{4}$ ''	1 $\frac{5}{16}$ ''	1 $\frac{9}{16}$ ''	$\frac{1}{2}$ ''	1 $\frac{7}{16}$ ''
〃 104	12 $\frac{1}{2}$ ''	10 $\frac{3}{8}$ ''	8''	6 $\frac{3}{8}$ ''	4 $\frac{3}{8}$ ''	2 $\frac{5}{16}$ ''	3''	4''	0''	0''	0''
〃 116	9 $\frac{1}{2}$ ''	9''	7 $\frac{7}{16}$ ''	6 $\frac{1}{4}$ ''	5 $\frac{1}{4}$ ''	2 $\frac{7}{16}$ ''	1 $\frac{1}{2}$ ''	1 $\frac{3}{8}$ ''	3''	1 $\frac{7}{16}$ ''	1 $\frac{5}{16}$ ''
〃 128	7 $\frac{1}{2}$ ''	7''	6 $\frac{1}{4}$ ''	5 $\frac{1}{4}$ ''	4 $\frac{1}{2}$ ''	2''	1 $\frac{3}{8}$ ''	1 $\frac{3}{8}$ ''	5''	1 $\frac{9}{16}$ ''	$\frac{1}{2}$ ''
： 140	4 $\frac{3}{4}$ ''	4 $\frac{1}{2}$ ''	4''	3 $\frac{7}{8}$ ''	3 $\frac{3}{4}$ ''	1 $\frac{3}{8}$ ''	1 $\frac{5}{16}$ ''	1 $\frac{9}{16}$ ''	1 $\frac{5}{16}$ ''	5 $\frac{5}{16}$ ''	4''
： 154	4''	3 $\frac{3}{4}$ ''	3 $\frac{5}{8}$ ''	3 $\frac{1}{2}$ ''	3 $\frac{1}{2}$ ''	1 $\frac{5}{8}$ ''	1 $\frac{3}{8}$ ''	1 $\frac{3}{8}$ ''	1 $\frac{1}{16}$ ''	$\frac{1}{2}$ ''	1 $\frac{5}{16}$ ''
： 173	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ハ、Base Line に於ける船底の延長——船體の下降に伴ひ、船艀へへの延びは豫定の如く可動装置を施せる盤木上を迂り、次表の如く艀部にて 2 吋、艀部にて 3 $\frac{1}{2}$ 吋合計 5 $\frac{1}{2}$ 吋延長して豫期の結果を得たり。艀部へ多く延びたるは船體後部を支ふる盤木面に於ける摩擦が前部よりも少かりし事と、本船の据付状態が大體に於て、船渠底の傾斜に平行して、前部は高く後部は低きためなりし結果なり。

船底延長経過記録

月日時		5月27日	5月28日	5月28日	5月29日	5月30日	5月31日	6月1日	6月2日	6月3日
位置		後2時	前8時	後5時	前8時	前8時	前8時	前8時	前8時	前8時
艀	部	0	$1\frac{1}{8}$	$\frac{3}{4}$	$3\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{8}$	2	2	2
艀	部	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	$1\frac{9}{16}$	$2\frac{5}{8}$	$2\frac{7}{8}$	3	$3\frac{1}{4}$	$3\frac{3}{8}$	$3\frac{1}{2}$
合	計	$\frac{3}{16}$	$\frac{5}{16}$	$2\frac{9}{16}$	$3\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{8}$	$5\frac{7}{8}$	$5\frac{1}{4}$	$5\frac{3}{8}$	$5\frac{1}{2}$

又短縮せし隔壁間の距離及び外板に皺を生じたる部分の frame space 等も、豫定の如く原寸法に復歸し得たり。

ニ、検査成績——修理完成後船渠内にて sheer height 及び base line に就き精細なる検査をなしたるに下表の如き好成績を得たり。

1. Sheer Height of Upper Deck Side Line

Position	Original	Port	Starboard
Aft end	13-155	13-136	
A. P.	12-830	12-842	12-814
F. No. 46 Aft end of straight sheer	11-410	11-413	11-412
F. No. 91 Midship	11-410	11-407	11-406
F. No. 116 Fore end of straight sheer	11-410	11-410	11-410
Fore end	14-385	14-362	

2. Base Line between Fore and Aft Peak Bulkhead

Frame No. 5	(+) (-) Up or Down
10 (A.P. Bhd.)	0
46 (Bhd.)	0
54 (")	0
68 (")	-3
80 (")	0
92 (")	0
114 (")	0
116 (")	-4.5
128 (")	0
140 (")	-3
154 (Bhd.)	0
173 (F.P. Bhd.)	0

III. 修理工事概要

船形々狀恢復後、直に修理工事に着手したるが、新換せし鋼材のみにても、約 1,400 噸以上を要せし大工事なりし爲め、相當の日數を要し、約 5 箇月の後、10 月 31 日竣工出渠す。12 月 2 日公試運轉を行ひ好成績にて終了し、12 月 7 日 2 度目の處女航海の途に就きたり。

1. 甲板部

吃水線以下の鋼材は、殆ど全部新換又は修理を要し、外板は總數の 51% を新換し、又 centre girder, 縦横隔壁の lower strake は全部新換し、bottom longitudinals, bottom transverse, side girders, horizontal girders, margin bracket 等も大部分新換を要したり。

工事の順序は先づ、centre girder, horizontal girder, sheer-strake 等を取付けて船形を固め、縦横隔壁を完成して船體を支へ、然る後 tank 内の諸工事を終へ

最後に船底及び船側外板取付けを爲して本工事を完了せり。

機關室及び aft peak tank は、機關部工事の關係上特に急ぎ竣工せしめたり。只主機械取付箇所の二重底 tank-top plate に、一部分彎曲せしものありし故、機關工事の嚴密を期する爲め新換し置けり。

2. 機 關 部

機關室は坐礁の際、上甲板上述浸水したる爲め、機關室及び唧筒室にある機械類は全部浸水したり。従つて主機、補機始め之等全部の機械器具を陸揚げ検査したるに、製作直後のものなりし爲め、thrust block 取付箇所の bed-plate 破損せしものを新換したる外大部分新換を要せず復舊し得たり。propeller は折損したる爲め、全部新換したり。又 oil tank suction pipe も殆ど全部折損し、新換を要したり。

以上述べたる如く本工事は、修理工事としては稀に見る大工事にして、oil tanker の 1st class boat としての復舊は最初不可能の事とせられしも、幸ひにして上記の如く比較的簡單なる方法にて完全なる修理復舊を遂行し得たり。

猶本船は、修理完成後既に 1 箇年以上を経過し、無事就航し居れるが、未だ修理部分に異状を生じたる事なしとの事にて、淺野船渠として非常に光榮とする所なり。

DAMAGE REPAIR LIST. (Abstract)

1. Deck Department :—

(1) Stem. (lower half)		Removed, faired and refitted.
Stern frame.		Renewed completely.
Rudder.		" "
(2) Keel plate.		Renewed completely.
Centre girder plate.		" "
Shell plate.	219 plates	Renewed.
	1 "	Partly renewed.
	8 "	Removed, faired and refitted.
	15 "	Removed and refitted.
	5 "	Faired in place.
Bilge keel, both sides.		Renewed completely.
Upper deck stringer plate.	1 plate.	Renewed.
(3) Transverse bulkhead plate.	32 plates.	Renewed.
	21 "	Partly renewed.
	7 "	Faired in place.
Transv. bulkhead stiffener.	50 stiffs.	Renewed.
	75 "	Partly renewed.
	26 "	Removed, faired and refitted.
	27 "	Partly " " "

	10 stiff.	Faired in place.
Longitudinal bhd. plate.	41 plates.	Renewed.
	12 "	Partly renewed.
	8 "	Removed, faired and refitted.
	12 "	Faired in place.
Longl. bhd. stiffener.	6 stiff.	Renewed.
	119 "	Partly renewed.
	4 "	Removed, faired and refitted.
	25 "	Partly " " "
	5 "	Faired in place.
(4) Bottom longitudinal frame.	117 frames.	Renewed.
	22 "	Removed, faired and refitted.
Bottom transverse web.	65 webs.	Renewed.
	4 "	Removed, faired and refitted.
	1 "	Faired in place.
Horizontal girder.	46 girders.	Renewed.
	15 "	Removed, faired and refitted.
Side frame.	23 frames.	Renewed.
	36 "	Partly renewed.
	34 "	Removed, faired and refitted.
	29 "	Partly " " "
Margin bracket.	133 bkts.	Renewed.
	23 "	Removed, faired and refitted.
	8 "	Faired in place.
(5) Fore peak tank.		
Floor plate.	8 floors.	Renewed.
Main frame.	4 frames.	Removed, faired and refitted.
Fore deep tank.		
Floor plate.	27 floors.	Renewed.
	5 "	Removed, faired and refitted.
Side girder plate.	23 plates.	Renewed.
	10 "	Removed, faired and refitted.
	25 "	Removed and refitted.
	2 "	Faired in place.
Tank top beam.	5 beams.	Partly removed, faired and refitted.
Tank top girder.		Partly renewed.
Engine room double bottom.		
Floor plate.		All renewed.
Side girder.		" "
Tank top plate.	5 plates.	Renewed.
Aft peak tank.		
Floor plate.	3 floors.	Renewed

Frame.	6 frames.	Renewed.
2. Engine Department :—		
(1) Main engine.		Lifted ashore, adjusted.
All holding down bolts and chocks.		Renewed.
Crank shafts.		Tried on lathe.
(2) All auxiliary machineries.		Lifted ashore, adjusted.
3 Oil purifiers.		Renewed.
(3) Propeller and shaft.		
4 manganese bronze propeller blades.		Renewed.
Shaftings.		Drawn, Tried on lathe.
Stern tube.		Taken ashore tested by hydraulic pressure.
(4) Boilers.		Opened, tested by hydraulic pressure. (port.)
All pressure gauges.		Renewed.
All lagging of boiler and pipings.		"
(5) Cargo pipes and valves.		
C. I. pipes and pieces.	50 pces.	Renewed.
Expansion joint.	12 "	"
Bellmouths.	73 "	"
Bulkhead pieces.	49 "	"
Air vessels.	2 "	"
Strainer.	1 "	"
Stop valves.	10 "	"
Sea valve in engine room.	1 "	"
Kingston valve in pump room.	1 "	"
All pressure gauges in engine and pump rooms.		All renewed.
(6) Electric equipments in engine and pump rooms.		
Main switch-board.		Renewed.
All ammeters and voltmeters.		"
All starters and switches.		"
All cables, wirings and fittings.		"
All armatures and field coils of 2 generators and 10 motors.		Rewound.
(7) Miscellaneous.		
Bed plate for thrust bearing of main engine.		Renewed.
Refrigerating machinery.		"
One exhaust manifold for main engine.		"
One oil cylinder of fuel oil transfer pump.		"
All main bearing brasses of main engine.		Remetalled.

第 1 圖 彎曲したる船體(入渠直後)
白線は上甲板の Side Line

第 2 圖 損傷したる船尾材、舵及推進器

第3圖 左舷一番油槽下の大孔

第4圖 右舷ビルヂ外板の凹み

第 6 図 右舷側外板に生じた皺

第 5 図 左舷側外板に生じた皺

第 7 圖 彎曲部下降に依る Keel Block の傾斜（艏部）

第 8 圖 彎曲部下降に依る Keel Block の傾斜（尾部）

第 9 圖 横隔壁押出し装置 TY System.

第 10 圖 盤木取外装置 ADY System

第 11 圖 彎曲部の下降準備成れる船體

第 12 圖 下降作業中の船底

討 論

○座長(湊 一磨君) 只今の御講演に就いて御質問又は御討論がありましたら、御述べて願ひます。

○平賀 讓君 坐礁してゐる時の船の曲り方は分りましたか。

○正木壽郎君 分りませんでした。

○平賀 讓君 修理の場合に下の方はすつかり取換へられたが、上の方はそつくり其の儘使はれたのですか。

○正木壽郎君 外板は殆んど取換へました。一時 rivet と bolt を入れ換へた sheer strake と next strake さへも取換へました。

○平賀 讓君 もう1つ。上の方の皺でありますが、皺はどうして出来たのですか。先程説明がありましたか。

○正木壽郎君 皺は coral reef に乗つてゐる時、揉まれてゐる内に出来たさうです。左舷の方は夫れが遂に crack となり、upper deck まで延びて、deck の stringer plate の angle まで crack が入りました。

○平賀 讓君 坐礁してゐる時にですか。

○正木壽郎君 はあ、あれは揉まれて出来て、夫れが crack となり salvage では其處に temporarily に doubling をして soft patch として航海して來ました。

○平賀 讓君 元の儘に直したと言はれたが特に補強した所が有りますか。

○正木壽郎君 新しい板を使つて元の儘に致しました。只材料の得られないものでは equivalent に置換へました。特に strength 上の補強は致しませんでした。

○平賀 讓君 非常に珍しい事をなされて大變有難う御座いました。

○井口常雄君 皺が出来て、最後に crack が出来たと言はれましたが、夫れは何處ですか、frame line ですか、それとも frame と frame との間ですか。

○正木壽郎君 frame と frame との間でありました。夫れは transverse system ですから、皺がその間を上つて行きました。

○井口常雄君 さうですか。私は又2 frame space 位に互つたかと思ひましたから。

○正木壽郎君 行儀よく各 frame の間にありました。

○常松四郎君 別に質問とか討論とか言ふわけではありませんが……。本船を私の方で作つて船主にお渡した後、極く短い期間に斯くの如き事故に會ひました。卑近な例になりますが、之は私に取りましては、育てた娘を嫁にやつた直後に自動車に轢かれた様な感じが致します。夫れが正木さんに依つて立派に外科手術を受けて一人前の人間に復し再びお役に立つ様になりまして、私達 builder

としては正木さんの御苦心と困難な作業を遂行された鶴見造船の皆様の御努力に對して厚く御禮を申し上げます。猶構造の事で餘分の事です、本船修理後も元の scantling 通りなりやの御質問がありましたが、此の船の船主は船の大變好きな人で、本當の趣味で船を造ると云ふ人で、一艘造ればそれが repair の成る可く少い様に、成る可く長く保つ様にとの註文が何時もありますので、本船も其のつもりで計畫致しました。又 tanker は故障が多いので困る事、殊に engine が後方にあるので shaft line 系統に故障が多いから、夫れが無い様にされ度いと云ふ註文もありました。色々考へた結果、Isher-wood system と transverse system とを combine した Combined system と致しました。之は Anglo Saxon Petroleum Company の數多く出來てゐる船の中で、此の system で造られた船の成績が一番良いと、彼處のズルバーさんが發表されてゐますし、旁夫れを採用しました。longitudinal strength 上から申しますと、安全法規定の longitudinal strength の standard の係数を 100 とすると、本船の deck の方の I/y は 136.5 底の方は 145 と云ふ數字になつて居ります。此の位に強くして置けば大抵大丈夫だらう、vibration も corrosion の影響の恐れも少なからうと思つて最初から固めて置いた船であります。それで之を修理する時に initial stress の大きなものさへ残つて居なければ今日尙相當強い船だと思ひます。

○正木壽郎君 附けたりですが、毀れた状況を見ますと、普通弱い船では bulkhead を残して bottom が上に突き上る事が多いですが、本船は毀れた所は、bulkhead も均一に持ち上つて毀れてゐます。夫れを以てしても非常に注意して丈夫に出來てゐて、bottom に弱い部分が無かつたと私は思ひます。私は現状を見て知つてゐますから斯う申しますのであります。

○座長(湊 一磨君) 正木君は新造後間もなく大損傷を受けた寶洋丸の復舊工事に付き多數の人員が危ぶみ虞れてゐたものを、敢然と取上げて用意周到、細心の注意の下に其の復舊工事を完成せられ、茲に其の詳細を御發表に相成つたのであります。正木君は數年前、米國のバーレン號の胴體切り換へを見事に完成されました。之とあれとは問題は違ひますが船の荒療治といふ點に於て一つであります。斯様なことは客觀的には誠に痛快と思はれる仕事であります、その半面には非常な苦心と努力とが窺はれます。此の際私として感じます事は、造船界では多年船舶の新造施工と云ふ事が研究されて居りますが、斯の如き大修繕、荒療治の工作技術の建設が正木君に依つて段々開拓されつゝあると云ふ事であります。斯う云ふ大損傷は起らないことを希望するのでありますが、萬一起きまして正木君の御手元で又元の通りにして貰へる事を考へて我が海運界は大變心強く感ずる次第であります。茲に皆様と共に拍手を以て御禮申し上げます。(一同拍手)