

コンクリート貨物船武智丸

正会員 碓崎 貞雄*

正会員 新開 明二**

Concrete Cargo Ship Takechi Maru

by Sadao Kakizaki, Member Akiji Shinkai, Member

Key Words: Concrete cargo ship, World War I & II, Wartime Shipbuilding,

1. 緒 言

コンクリート船は木造船から鉄船へと代る時代の 1848 年にフランスで発明された。第 1 次大戦時に鋼材と船腹が極端に不足する状況の中の 1917 年にノルウェーでコンクリート航洋貨物船が開発され、第 1 次、第 2 次大戦下の欧米で多くが建造された。第 2 次大戦のわが国でも武智丸型コンクリート航洋貨物船 3 隻が建造され、その成績から量産を図るがかなわなかった。

本論では、先ずコンクリート船小史を述べる。次にわが国で第 2 次大戦時に非常手段として建造された鋼製被曳航油槽船からコンクリート被曳航油槽船を経て武智丸型貨物船が建造された過程、武智丸型貨物船の評価、コンクリート貨物船量産計画の結果について述べる。

2. コンクリート船小史

2.1 コンクリート船の誕生

古代ローマ時代からの天然のセメントに代わって 1850 年前後から良質な人工セメントが製造される。1848 年にフランスの Joseph-Louis Lambot が鉄の棒を編んで補強したコンクリートの手漕ぎボート(長さ 3.6m)を製造し、1855 年の第 1 回パリ万国博に出品した。これがコンクリート船の最初で、鉄筋コンクリート構造物の最初でもあると云われている。Fig.1 にフランス Brignoles 博物館に提示されている本ボートを示す。^{1),2)}



Fig. 1 First Concrete Boat

コンクリート船は木造船や鉄船に比べると、材料が安価で特別な道具や設備を必要とせず造り易い特徴がある。1800 年代後半から 1910 年代にかけて英、ドイツ、オランダ、イタリア、米国でプレジャーボートやヨット、河川、運河、港湾など内水面で使用する 100~500 トンのバージが多く建造された。²⁾

わが国最初のコンクリート船は 1910 年(明治 43)に建造された大阪築港の湊漂土運搬船(全長 15.2m)とされる。その後、第 1 次大戦にかけて 10 トンから 200 トン積の内水面むけバージ複数が造られた。海軍も 1918 年に佐保海軍工廠で 100 トン水バージを造っている。³⁾

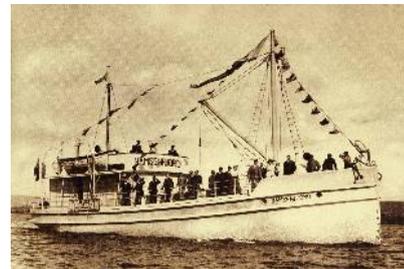


Fig. 2 Concrete Cargo ship "Namsenfjord"

1914 年に第 1 次世界大戦が勃発。欧米は鋼材が不足する中でドイツ潜水艦の無差別攻撃により深刻な船腹不足に苦しめられた。これにノルウェーのコンクリート技師 N.K.Fougner がコンクリート航洋貨物船の建造を提唱するが、官界や海運界から相手にされず、自費で 1917 年に世界最初のコンクリート航洋貨物船 Namsenfjord (全長 25.9m、載貨重量 182 トン、満載排水量 356 トン、Bolinder 石油機関 80 馬力 1 基、速力 6.5 ノット)を建造して航洋性を含む実用性を実証した。Fig.2 に本船を示す。⁴⁾

2.2 第 1 次、第 2 次大戦時の米英

米国でも第 1 次大戦で鋼材や船腹が不足すると、投資家 W.Lesli Comyn が造船所を開設して、当時世界最大の 4,500DWT 型コンクリート貨物船 Faith(垂線間長 97.6m、満載排水量 8,150 トン、蒸気機関 1,700 馬力 1 基)を、着工後 6 週間の 1918 年 3 月に進水させた。本船は後に大西洋横断した最初のセメント船となった。⁵⁾

米国政府は第 1 次大戦に参戦すると N.K.Fougner を招いて、コンクリート貨物船 24 隻を建造する Emergency Fleet Program を策定し、1918 年 4 月に Woodrow Wilson 大統領から承認を得て、終戦で建造が打ち切られる 1921 年春までに 12 隻、62,000 総トンを建造した。Fig.3 に

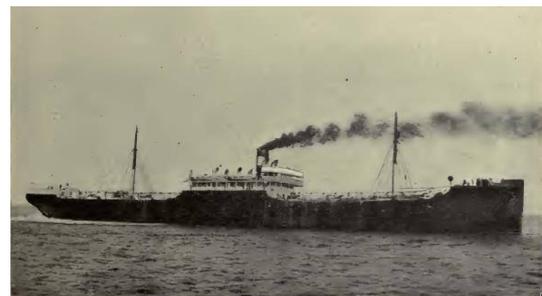


Fig. 3 Concrete Tanker Selma"

* 西部支部ふね遺産調査検討委員会
および関西支部造船資料保存委員会

** 九州大学(名誉教授)

原稿受付 平成 30 年 3 月 23 日

春季講演会において講演 平成 30 年 5 月 21, 22 日

©日本船舶海洋工学会

7,500DWT 型タンカー-Selma (垂線間長 128.1m、載貨重量 7,500 トン、満載排水量 13,000 トン、蒸気機関 2800 馬力 1 基、速力 10.5 ノット)を示す。⁶⁾

英国政府はスペイン北部から戦争遂行に必要な鉄鉱石を輸入するために N.K.Fougnier の助言を得て、曳船 40 隻を含む 154 隻 203,200 総トンを建造する Admiralty Concrete Tug & Barge Programme を策定した。これを新設 8 造船所を含む 18 造船所に発注し、終戦により建造打ち切りまでに曳船(全長 38.1m、267 総トン、蒸気機関 750 馬力 1 基)12 隻と有人航洋バージ(全長 51.9m、幅 10.1m、載貨重量 1,000 トン)54 隻を建造した。Fig.4 に曳船 Cretehawser を示す。^{7),8)}

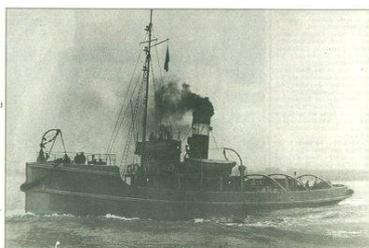


Fig. 4 Concrete Tug boat Cretehawser

第 2 次大戦が始まると米 U.S.Maritime Commission はコンクリート船専用 5 造船所で航洋貨物船 1 種類 24 隻と有人航洋バージ 4 種類 134 隻の建造計画を立て、終戦による建造打ち切りまでに C1SD1 型航洋貨物船(垂線間長 107.4m、載貨重量 5,430 トン、満載排水量 11,370 トン、蒸気機関 1,300 馬力 1 基、速力 7 ノット)24 隻と、有人航洋タンカー・バージ B7A1 型(5,800DWT)11 隻と同 B7A2 型(6,450DWT)22 隻、有人航洋貨物バージ B7D1 型(5,800DWT)20 隻と同内水貨物バージ B5BJ 型(1,680DWT) 27 隻の計 80 隻を建造した。合計は 104 隻、448,860 総トン、488,100 載貨重量トンに達した。^{9),10)}

C1SD1 型貨物船の一隻は 1944 年 9 月に米東海岸で最大風速 54m/sec、波高 15~30m の猛烈なハリケーンに遭遇するが無事に乗り切り、また有人航洋タンカーの一隻はビキニ環礁の原爆実験で爆心より 1,000m 以内に係留されたが船体には殆ど損傷はなく、コンクリート船の実用性を示した。Fig.5 に C1SD1 型航洋貨物船を示す。



Fig. 5 C1SD1 type Concrete Cargo Ship

3. コンクリート貨物船武智丸

わが国は第 2 次大戦で計画的に鋼船の大増産を図るが、コンクリート貨物船建造の計画は始めはなかった。

戦況が拡大すると石油の消費は予想以上に多く、南方の石油を内地に輸送する油槽船船腹増強の非常手段として載貨重量約 1,000 トン・鋼製・無人・無動力の鋼製被曳航油槽船が建造された。その技術的成功から海軍省艦政本部と逓信省海務院が別々に鋼製をコンクリート製にした被曳航油槽船を建造し、そのコンクリート製船体を海軍省が評価し、武智丸型貨物船建造に発展した。

Table 1 にわが国で第 2 次大戦中に建造もしくは計画された鋼製とコンクリート製の被曳航油槽船、自航貨物船の主要目を示す。武智丸建造に続くコンクリート貨物船量産計画には海軍、逓信省に、中国東北部に駐留する陸軍の関東軍が加わった。空白欄の数値は不明である。なお逓信省海務院は 1943 年 11 月に運輸逓信省海運総局に、1945 年 5 月に運輸省海運総局に改編された。

3.1 被曳航油槽船

(ア) 鋼製被曳航油槽船

本船の設計試作は呉海軍工廠が担当した。船体の波浪による応力を少なくし、かつ船体の内側の油と外側の海水の圧力差が少なくなるように、船体を円筒形として水中に沈め、その先端に曳航のため小さな船首楼付とした。

模型試験で被曳航性能を確かめ、1942 年夏に実物を試作して内海で曳航実験を行って、1942 年末から 1943 年初めに徳山~シンガポール間の曳航実験に成功した。¹¹⁾

これを民間製造工場の工作能力に配慮して船型を円筒型から角型にして、車両製造会社や橋梁メーカーに 1942 年度に 30 隻、1943 年度に 20 隻が発注された。¹²⁾

Table 1 Principale Dimensions of Japanese Concrete Ship in Wold War II

船種	被曳航油槽船			貨物船				
				武智丸型	E 型	D 型	第一国策丸	準D型
管轄	艦政本部		海務院	艦政本部			海運総局	関東軍
船質	鋼		コンクリート					
全長 m	60.00	(左に準ず)	58.00					
垂線間長 m				60.00	60.00	80.00	36.90	
幅 m	6.76		8.50	10.00	10.20	14.00	7.60	
深 m	6.76		6.50	6.00	6.00	7.90	3.85	
喫水 m	6.00		6.50	5.00	5.00	6.60		
総トン数	650			800	840	2,000	265	約2,000
満載排水量 ton	1,640			2,000	2,200	2,300	5,500	約5,000
載貨重量 ton			980	1,000	2,500	215		
貨物容積 cu.m	1,335		1,615	1,450	1,700	3,400		
主機関型式	なし			ディーゼル	レシプロ	レシプロ	ディーゼル	
定格出力 HP	なし			700	550	1,000	80	
速力 節	8.0 (被曳航)			9.5	7.5	9.0	8.0	
建造隻数	30	5	不明	3	1	0	1	0

(イ) 海軍省艦政本部のコンクリート被曳航油槽船

鋼製被曳航油槽船の技術的成功から、これとほぼ同じ大きさのコンクリート製被曳航油槽船を試作することになり、舞鶴海軍工廠で設計が行われ、兵庫県曾根町(現高砂市)の塩田跡に急造された武智造船所に発注された。

この造船所は、大阪でコンクリートの杭打ちを行う土木工事会社浪速工務所を経営していた武智正次郎が東條内閣にコンクリート船の建造を建白し、兵庫県曾根町(現高砂市)の廃塩田跡地に開設したものである。2本の素堀り船渠の中で各3隻を同時建造する計画であるが、起重機や船体および機関の艀装工事設備はない。¹³⁾

建造隻数について諸説あるが、昭和18年12月20日付の海軍官房軍第141号に「舞鶴海軍工廠ニ於テ武智造船所ニ委託製造セルコンクリート製油槽船ヲ雑役船に編入シ其ノ公称番号、船種、所属ヲ左ノ通定ム」とあり、公称番号が第6736号～第6740号、重油船(700トン積)5隻、所属が呉海軍軍需部とあることから5隻が建造されたと思われるが、詳しい主要目は不明である。進水直後の本船写真を Fig.6 に示す。これを見ると船型は鋼製の角型から丸型に変わっている。

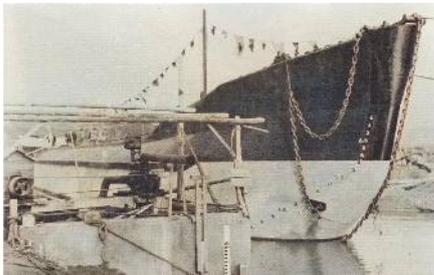


Fig. 6 Towing Concrete Tanker Official No.6736

(ロ) 逓信省海務院のコンクリート被曳航油槽船

海軍艦政本部の設計建造とは別に、同じ時期に逓信省海務院の設計になるコンクリート被曳航油槽船が建造された。Fig.7 に本船の図面を示す。これから本船の設計思想は海軍と同じであり、Fig.6 と船首形状も酷似している。また中央断面図を見るタンクの内側に石油の漏洩防止と

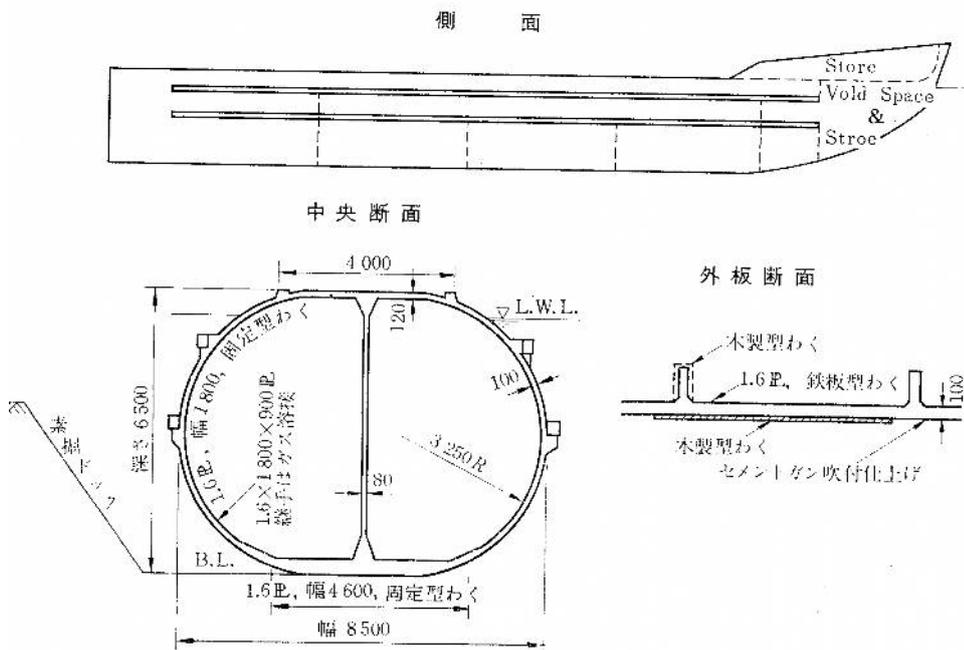


Fig.7 Towing Concrete Tanker by Ministry of Communications

内側のコンクリート型枠を兼ねて厚さ 1.6mm の薄鉄板が張られている。本船は日本土木造船会社で建造されたが、建造隻数不明である。¹⁴⁾

Fig.8 は広島県呉市音戸町漁港の防波堤として残るコンクリート無人被曳航油槽船で逓信省海務院の設計建造によるものと云われ、良く原形を留めている。手前が船首、右側が港内である。



Fig. 8 Towing Concrete Tanker as Breakwater

これらの鋼製やコンクリート製の被曳航油槽船は、敵潜水艦が跳梁する海域を曳航することになる貨物船乗組員に嫌われて、南方からの石油を運ぶ油槽船として実用されることは殆んどなく、各地で貯蔵タンク代わりに使われた。

しかし、コンクリート被曳航油槽船の建造から、鋼材使用量が少なく、しかも貴重な厚鋼板ではなく棒鋼が主でスクラップ率が極めて少ないこと、造船設備が極めて簡単で済むこと、工期が短いこと、さらに懸念されたコンクリート製船体の耐航性や水密性に問題ないこと等が明らかになり、それまでにコンクリート船に疑問を持つ造船関係者にその特長が認識され、コンクリート貨物船武智丸型3隻の建造へとつながった。

3.2 コンクリート貨物船武智丸型とその特徴

本船の設計もコンクリート被曳航油槽船の設計を行った舞鶴海軍工廠が担当した。大きさは前述のコンクリート被曳航油槽船と、鋼製の戦時標準船1E型貨物船とほぼ同じ大きさで、日本近海の海軍用石炭輸送を主目的とする貨物船として設計された。¹³⁾

本工廠はコンクリート船に関する研究を行っていたが、本船設計にあたって具体的な設計やコンクリート施工のデータを取得するため、造船技術者とコンクリート技術者が協力して各種の実験や試験、検討を行った。

コンクリート製浮桟橋を試作して漏水や水密性、それに曳船を衝突させて衝撃強度の確認、外板構造を模した長さ 2,800mm、幅 500mm、厚さ 100mm の鉄筋コンクリート試験片による強度、コンクリートの配合・施工方法の検討などが行われた。

Table 2 Principal Dimension of Concret & Steel Cargo Ships

	武智丸型	E型	1E型	改E型
船質	コンクリート		鋼	
垂線間長 m	60.00	60.00	60.00	60.00
幅 m	10.00	10.20	9.50	9.50
深 m	6.00	6.00	5.45	5.00
喫水 m	5.00	5.00	4.50	4.50
総トン数	800	840	830	870
満載排水量 ton	2,200	2,300	1,865	1,998
載貨重量 ton	980	1,000	1,270	1,560
貨物容積 cu.m	1,450	1,700	1,500	1,700
主機関型式	ディーゼル	レシプロ	ディーゼル	
定格出力 HP	700	550	750	370

船殻重量増による載貨重量の減少を少なくするため、第1次戦時標準船1E型と船の長さは同じで、船幅、深さ、喫水を増した。フレーム・スペースは1,000mm、船底外板と舷側外板の厚さは各120mm、110mmである。^{14), 15)}

Table 2に本船の主要目を、Fig. 9に本船の一般配置図を、Fig. 8に中央横断面図を示す。

Table 3に本船と第1次戦時標準船1E型と第2次戦時標準船改E型、大きさは違いが参考として米国のコンクリートC1SD1型貨物船との比較を示す。改E型は1E型を輸送力増大のために肥形、船尾機関とし、工事簡易化のため船型の簡素化を行い、鋼材節約のため二重底を廃止し鋼材寸法を切り詰めた設計である。

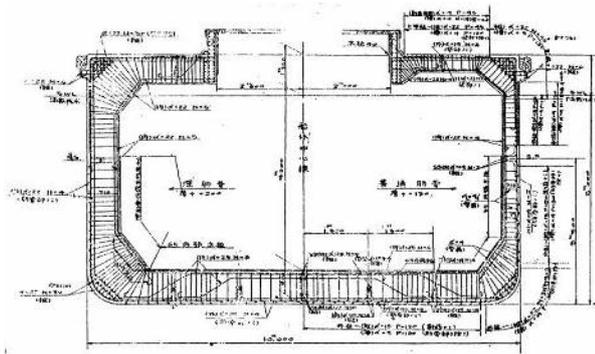


Fig. 10 Midship Section of "No.1 Takechi Maru"

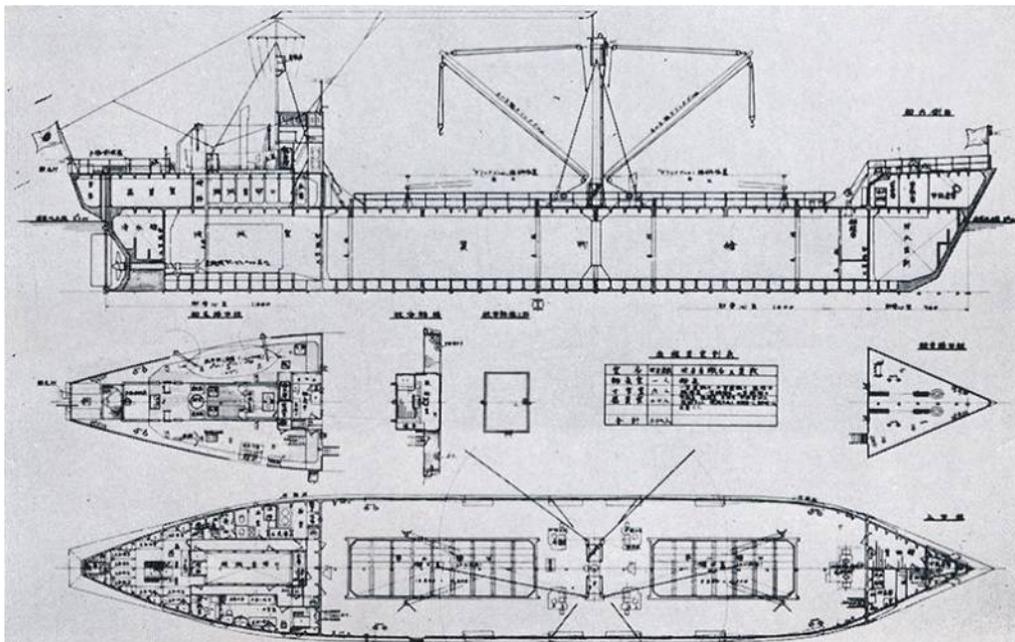


Fig. 9 General Arrangement of "No.1 Takechi Maru"

Table 3 Comparison of Concrete & Steel Cargo Ships

	改E型	1E型	武智丸型	C1SD1 (米)
船質	鋼		コンクリート	
総トン数	870	830	800	4,690
満載排水量 ton (A)	1,998	1,865	2,200	11,370
載貨重量 ton (B)	1,560	1,270	980	5,344
貨物容積 cu.m (C)	1,700	1,500	1,450	7,980
鋼材所要量 ton (D)	340	513	135	1,138
B/A	0.78	0.68	0.45	0.47
D/B	0.22	0.40	0.14	0.21
B/D	4.59	2.47	7.25	4.70
C/D	5.00	2.93	10.74	7.01

載貨重量1トン当たりの鋼材所要量を見ると1E型鋼船の0.40トン、改E型鋼船の0.22トンに対し武智丸型は0.14トンと所期の鋼材節約の目的を良く達している。また米国の大型コンクリート貨物船C1SD1型に対しても遜色のない値である。

武智丸型貨物船3隻は前述の武智造船所に発注された。第1船は1944年6月15日に第1武智丸と命名されて進水し、艤装は三井玉野が行って同年6月23日に竣工した。第2、第3船もそれぞれ第2、第3武智丸と命名されて進水し、同様な方法でそれぞれ9月20日、11月21日に竣工した。

Table 4に本船の竣工日、建造期間及びコンクリート作業所要工数の概数を示す。第1～第3船にかけて建造期間と所要工数が急速な減少が見られ、初めてのコンクリート船建造に意欲的な取組みがみられる。¹⁶⁾

Table 4 Delivery Date, Building Period & Concrete Work Man hour of Takechi Maru

	竣工	建造期間 (日数)	工数 (時間)
第1武智丸	1944/6/23	111	28,300
第2武智丸	1944/9/20	99	21,800
第3武智丸	1944/11/21	81	14,700

改2型鋼船の専門造船所として建設され145隻を連続建造した三菱若松で、生産が軌道にのった時点での建造日数74日、船殻所要工数が約29,600時間の記録がある。単純な比較はできないが、第3武智丸の所要工数の少なさが注目される。^{17),22)}

本船のコンクリート施工には陸上構造物と異なる特別の配慮や処置が必要である。建造現場では土木技術者である高西敬義工芸博士が所長として指揮をとり、コンクリートの配合、打設、品質管理には当時の東大教授吉田徳治博士が直接指導を行った。^{13),14)}

Fig.11 に武智丸型のコンクリート打設前の状況を示す。

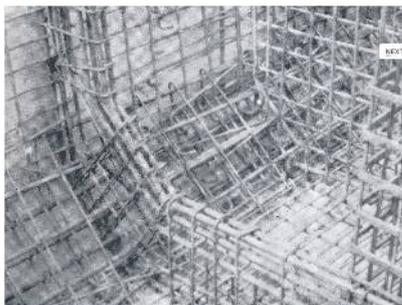


Fig. 12 Under Concrete Work of Takechi Maru

武智丸型3隻は就航後、主に瀬戸内海で若松、呉、大阪間の石炭、食糧輸送にあたったが、水密性、強度、振動、耐航性に問題はなかった。第2武智丸は関門海峡と神戸で米重爆撃機B-29が投下敷設した機雷に触雷3回、神戸で米戦闘機P-51による機銃掃射(弾痕32カ所)1回受けたが、その都度入渠することなく数日間の簡単な沖修理だけですませ、第1武智丸と第2武智丸は第2次大戦を生きぬいた。就航成績は満足すべきもので鋼船と遜色はなく、或いはそれより幾分良好と認められた。^{13),14),18)}

Fig.12 に第1武智丸の航走写真を示す。



Fig. 12 Concrete Cargo Ship "No.1 Takechi Maru"

両船は戦後の1950年2月に、台風のために大きな被害を受ける広島県呉市安浦漁港に船尾を接して沈設しされて、防波堤となった。^{27),28)}

Fig.13 に防波堤となった第1武智丸と第2武智丸を示す。手前が第1武智丸、向かうが第2武智丸、その先が港口の標識灯で、右側が港内である。

2003年のコンクリート工学会年次大会に、本船が戦時



Fig. 13 Breakwater of Yasuura Fishery Port Constructed by No.1 & No.2 Takechi Maru

下の資材、労働力共に劣悪な条件下で施行されたにも関わらず、今なお良好な状態を保っていることが報告され注目された。²⁰⁾

4. わが国のコンクリート貨物船量産計画

第2次大戦の終盤に入り、海軍省と運輸通信省は鋼材不足と武智丸型の建造実績から、中国東北部に駐留する陸軍の関東軍は内地との交通確保のため、それぞれコンクリート貨物船の量産を計画した。その顛末を述べる。

4.1 海軍省

武智丸型の好成績から、武智丸型をベースに三井玉野で、船幅を拡げ、フレーム・スペースを1,200mmに拡げて、ビルジサークルを角形にし、戦時標準船の機関を適用可などの見直しが行われ、E型コンクリート貨物船が設計された(Table 1 & 2 参照)。3隻が三井造船曾根(武智造船所を三井造船が買収して改称)に発注された。

この頃から鋼材不足が顕著となって、日本鋼管鶴見で新にD型コンクリート貨物船(Table 1 参照)を設計して、建造目標をE型とD型を合わせ年間5万総トン、第1船の竣工を1945年初頭と設定したが建造は進まず、硫黄島を失陥した1945年2月に建造目標を年間2万総トンに引下げた。

米軍が沖縄に上陸した1945年4月にD型の建造を諦め、E型を1945年度中に2万総トンを何としてでも建造すべく、三井造船曾根に既発注3隻に加えて3隻、三井造船安芸津に3隻、浦賀船渠四日市に4隻、日本鋼管清水に6隻、同浅野(運輸省海運総局港湾局の第二建設事務所製函工場のケーソンヤード利用)に4隻の合計23隻を発注し建造を督促した。^{13),21)}

しかし、ここに至っても受注した造船所のコンクリート船建造の熱意は低調で、造船所の準備は遅々とし進まず、1945年6月に沖縄の陥落によりコンクリート貨物船量産計画は打ち切られた。¹³⁾

終戦の1945年8月15日までに竣工したのは三井曾根のE型1隻のみで2隻が建造中であった。ほぼ同型の改E型鋼船が1943年4月から終戦までに4造船所で401隻・348,870総トンが建造されたのとは対照的である。²²⁾

4.2 運輸通信省海運総局

海運総局とコンクリート被曳航油槽船を建造した日本土木造船会社が、コンクリートの水密性と海水耐食性を向上するため、武居佐源次が発明した珪酸性防水液を使用するコンクリート船を設計・建造した。

始めガソリン・タンカーを予定していたが貨物船に変更され、1945年2月に愛媛県松山市の三ツ浜造船所で起工し、終戦後の1945年9月に第一国策丸と命名されて進水し、翌年7月に竣工した。航海中に荒天に遭遇したが、水密性、強度において満足すべきものであったと云われるが、早々に熱海沖で座礁し放棄された。¹⁸⁾

艀装中の本船を Fig.14 に示す。²³⁾

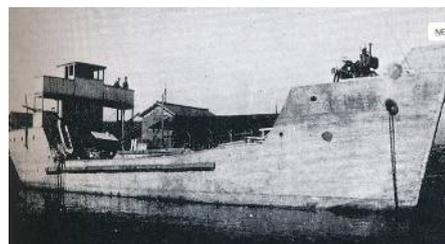


Fig. 14 Concrete Cargo Ship "No.1 Kokusaku Maru" Under Fitting Out

4.3 関東軍

関東軍は内地と連絡する貨物船を確保するために、直営工事としてコンクリート貨物船建造を企画した。

まず試作船(500 トン、全長 39.2m、幅 8.8m、深さ 5.2m、進水重量 440 トン)が渤海湾に面した營口のケイソン製造工場で、構造設計を満州国國務總理大臣直属の大陸科学院小野薫主任研究官(後に東大教授、建築学)と現地応召の加藤渉(後の日本大学教授、建築学)が担当して 1943 年に建造された。進水後、艀装のため大連に回航中に海難事故で沈没した。Fig.15 に進水直後の本船を示す。^{24), 25)}

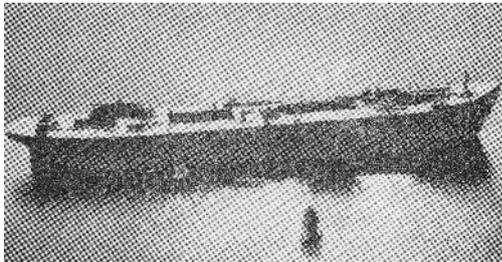


Fig.15 Concrete Test Ship just after Launching

次いで 2,000 総トン貨物船の量産が計画された。構造設計は試作船と同じで、これを川南造船所が支援した。船尾機関で、センター・ライン隔壁と横置き隔壁により 8 船倉に分かれ 2 列倉口であったと云われる。

本船を年間 50 隻、10 万総トン量産する計画で、大連郊外の陵水屯に川南豊作の指導で、1944 年 6 月頃から 2,500 総トン建造ドック 10 基の築造にかかった。側壁未完成の 2 基で 2 隻を、遅れて側壁完成後の 3 基で 3 隻を着工した。始めの 2 隻は工事も進み 1945 年 8 月に出渠できた。しかし 1 隻は出入渠作業中に潮に押され座礁して船体が折損して放棄され、1 隻は同年 8 月 15 日に海上試運転が行われたがソ連軍に接収されて消息不明となった。遅れて着工した 3 隻は未成に終わった。^{25), 26), 27)}

これら関東軍のコンクリート船に関する資料は残っておらず、関係した建築技術者の思い出話から片鱗を知るのみで詳しい要目等は不明である。

結 語

第 1 次大戦の最中に開発されたコンクリート航洋貨物船は、第 2 次大戦の米国では 104 隻、448,860 総トンもが建造された。

第 2 次大戦下のわが国では鋼船の大量計画建造が行われたが、コンクリート貨物船の建造計画は始めなかった。油槽船増強の非常手段として建造された被曳航油槽船の鋼製船体をコンクリート製にできた技術的成功から、武智丸型貨物船が建造された。本船は戦時むけ貨物船として鋼材使用量が少なく建造が容易など優れたもので、海軍省や運輸通信省は改武智丸型の E 型貨物船を設計して量産に取り掛かるが造船業界の協力が得られず頓挫した。また関東軍が企画した 2,000 総トン型貨物船の量産は時間切れで果たせなかった。

現在、わが国で唯一実用されたコンクリート貨物船第 1 武智丸と第 2 武智丸が広島県呉市安浦漁港の防波堤として、70 年の歳月を経て良好な保存状態で横たわっている。

参 考 文 献

- 1) 村松真次郎：鉄筋コンクリート構造の歴史(第 2 回)、コンクリート・ジャーナル、Vol.6, No.11, pp39, 1968.

- 2) 新聞 The Evening Sun 編集：Concrete Ships, Portland Cement Association, pp12-25, 1917
- 3) 上野喜一郎編：復刻版 船舶百年史(前篇)、成山堂書店、pp80, 2005
- 4) N.K.Fougnier: Seagoing and other Concrete Ships, Oxford Technical Publications., pp7-18, 1922
- 5) N.K.Fougnier: 前掲、pp68-78
- 6) R.J.Wig: Method of Construction of Concrete Ships, SNAME Vol.27, pp 1-28 & Plate 1-13, 1919
- 7) World Naval Shipforums: Admiralty Concrete Tug & Barge Programme、www.worldnavalships.com、2009
- 8) N.Kelly: The "Creteships", Concrete Ship-Building at Shoreham 1918-20, Journal of the Sussex Industrial Archeology Society, pp20-27, 2005
- 9) O.H.Burnside et al: Survey of Experience Using Reinforced Concrete in Floating Marine Structures, Ship Structure Committee, pp3.1-3.21, 1984
- 10) WW II Builders of Concrete Ships and Barges www.shipbuildinghistory.com/shipyards/emergencylarge/wwtwoconcrete.htm
- 11) 牧野 茂編：海軍造船技術概要(ブループリント版)第五分冊、造船工業会技術委員会、pp1129~31、1957
- 12) 小野塚一郎：戦時造船史、今日の話題社、pp54~55、521~525、1989
- 13) 小野塚一郎：前掲、pp550~558
- 14) 田村富雄：日本で最初の鉄筋コンクリート船、日本コンクリート工学会機関誌コンクリート工学 Vol.16, No.5 所収、pp39~42、1978
- 15) 遠山光一他：鉄筋コンクリート船の一設計、造船学会会報 75 号所収、pp7~21、1953
- 16) 高西敬義：鉄筋コンクリート船の建造、日本港湾協会機関誌港湾第 26 巻第 1 号所収、pp16~19、1949
- 17) 三菱重工業(株)船舶・鉄鋼事業本部編：若松造船所 - 歴史と回想-、pp65、同所、1983
- 18) 日本造船協会昭和造船史(第 1 巻)、原書房、pp307~308、1977
- 19) 岩田節雄：コンクリート船「武智丸」、コンクリート工学会機関誌コンクリート工学 Vol.46, No.9 所収、pp151~155、2008
- 20) 森 弥広他：鉄筋コンクリート貨物船「武智丸」に関する調査、コンクリート工学会機関誌コンクリート工学 Vol.25, No.2 所収、pp1939~44、2003
- 21) 深谷俊明：鉄筋コンクリート造船について、理工学図書(株)発行雑誌土木技術第 1 巻第 3 号所収、pp6~12、1946
- 22) 後藤 伸：戦時期日本造船業の生産性に関する一考察 戦時標準船をめぐる、神奈川大学 国際経営論集第 3 巻所収、pp83-121、1992
- 23) 上野喜一郎編：復刻版 船舶百年史(後篇)、成山堂書店、pp28~29、2005
- 24) ニュース担当グループ委員会：加藤 渉会長と語る、土質工学会誌 土と基礎 Vol.27, No.8 所収、pp57、1979
- 25) 福島三七治：港湾特論、修教社、pp256~260、1951
- 26) 近江栄、宇野英隆編：建築への誘い 先駆者 10 人の歩んだ道、朝倉書房、pp188~190、1982
- 27) 馬場知己：幻の鉄筋コンクリート船、雑誌建築界 Vol.30, No.13 所収、pp20~24、1981