

(昭和 39 年 11 月造船協会秋季講演会において講演)

船体建造における立体ブロック方式について

正員 武 藤 昌太郎* 正員 宮 田 貞 一**

阿 部 武***

“Three Dimensional Block” method in Ship's Hull Construction Program

Masatarō Mutō, *Member*Teiichi Miyata, *Member*

Takeshi Abe

Summary

In recent years, the productivity in shipbuilding has greatly been increased by means of “block” or subassembly method with aid of advanced welding technique and more fruitful results may well be expected through “three dimensional block” method in lieu of conventional flat block method.

However, when composing the massive, three dimensional block is thought of, various problems must be solved such as the accuracy in dimension & shape of block, the area of assembly yard, crane capacity, and lifting pads etc.

The present paper is concerned with the three dimensional block method which has been established and placed successfully in use of cargo ship construction in this yard as the first attempt in the ordinary shipyard except the newly built, special shipyard in Denmark.

1 ま え が き

近年における溶接技術の進歩により船体はブロック建造方式となり、飛躍的な生産の向上が達成された。しかし、従来のブロック単位は船首尾の一部を除いては主として図・1 に示す如く平面的な構造であつて、立体的な構造単位ではない。一般にブロックの構成を立体的にすれば、船台上における作業が組立工場における作業に移行するため有利と考えられることおよび、船台期間短縮による生産量の増大が期待される。しかし、この実施にはブロックの精度の問題の外に組立面積、塔載関係、据付関係および造船施設としてクレーンの能力の問題がある。

筆者等は平面ブロックの工作技術の研究を推進すると共に立体ブロックについても併せ研究をして来た。先ず戦後小型漁船について立体ブロックを採用し、ついでトロール船、特殊船に採用して上記諸問題を解決しつつ、図・2 に示すごとく大型貨物船に本方式を採用した。立体ブロックの貨物船への適用はデンマークの新設造船所を除いて一般造船所としては始めてであり、従来の平面ブロックによる同型サイズの貨物船の建造の諸生産資料と比較するとき、本立体ブロック方式が生産向上に有効なことが判明した。

よつて今後当所においては現造船施設の許す限り本方式を適用して船体建造が行なわれる。以下に上記本建造船方式に伴う諸問題について述べる。

2 立体ブロックの接手設定

船体の分割について船首尾および、二重底を除いた船倉と機械室の分割は種々な方法が考えられる。

2・1 輪切ブロックの方法

本分割は図・3 に示すごとく船長方向を船倉中央にて分割するものである。本方式は 有利な分割に考えられる

原稿受付 昭和 39 年 6 月 20 日

* 三菱重工業株式会社 横浜造船所 造船工作部 次長

** “ ” “ ” 内業工場長

*** “ ” “ ” 組立 “ ”



図 1 平面ブロックによる建造

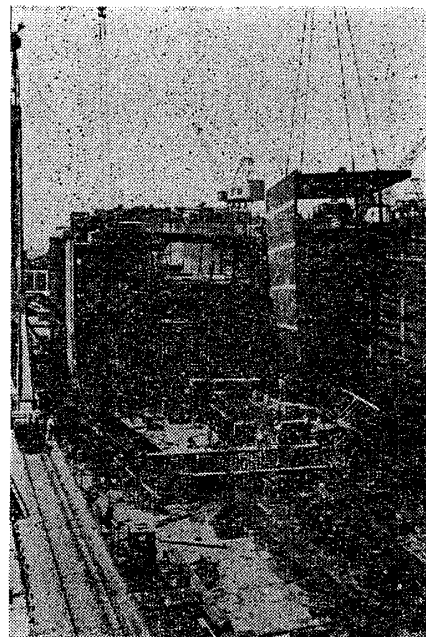


図 2 立体ブロックに依る建造

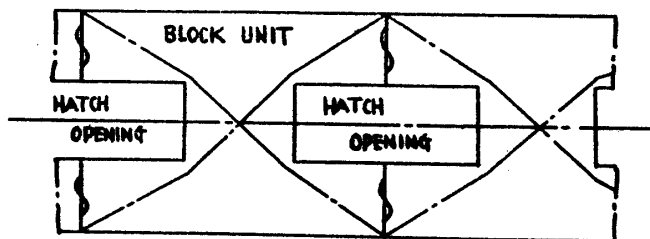


図 3 輪切り分割の甲板の平面図

が、船倉間の中央の小甲板により両舷の外板が結ばれるものであり、天地等の場合の剛性が少いこと、また組立は上甲板を下にして組むため単に船体を逆にして組むことになり立体ブロックの効果が減殺されること、倉口ガーダー中間に接手を設置するので、連続性の保持の難点、地上組立場の面積を過大に使用する不具合がある。さらに根本的にはブロック重量の点で一般

造船所の施設にては建造し得ない欠点がある。ただし、船首尾の船幅の狭い部分ではブロックが小さくなり、剛性があり重量も少いので、本方法を適用するのが有利である。

2.2 輪切りブロックで上下二段式

本方式は図・4 に示すごとく図・3 のブロックでさらに上下に二分するものである。これはブロック重量の点は解決されるが、上記 2・1 に述べた難点がある。特に組立場面積がさらに増大することは致命的である。また立体ブロックは前後ブロックとの接手部の形状保持に問題があるが、この方法によると、さらに上下ブロックの幅を合せる問題が付加される。これらを解決する方法として2・1の形に組み、塔載時に分割する方法もあるが、外板のシームが丁度甲板の近くに来るとは限らず仮付、分解等の二重作業が付随して不利である。

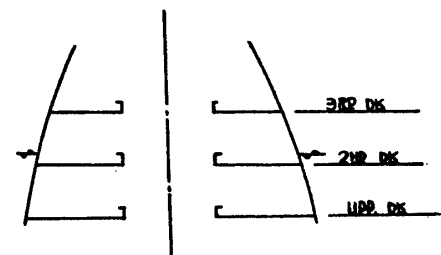


図 4 輪切り上下二分

2.3 側部と中央部を分離する分割方法

本分割は図・5 に示す如きものであり、側部ブロックについては外板を下にして組まれるので地上組立作業の利点の活用が計れるし、ブロックが同一のものが数多くなるため同一構造組立の連続性があること、組立面積が過大とならない等の利点が発揮される。よつて本方式が貨物船の立体ブロックとして採用された。

本船の全体ブロック配置は図 6, 7 に示すごとくであ

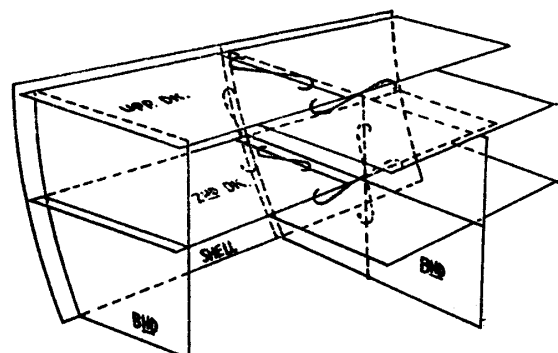


図 5 側部と中央部に分割する方法

る。

S NO 859
 主要寸法 Lpp 140 m × B 20.5 m × D 12.6 m × d 9.32 m
 DWT 15,426 t
 主 機 8,500 BHP
 主構造のホールド(含機械室)全ブロック数 37 ブロック
 (平面ブロック建造方式の場合のブロック数 89 ブロック)
 船倉ブロック平均荷重および長さ (43t 8m)

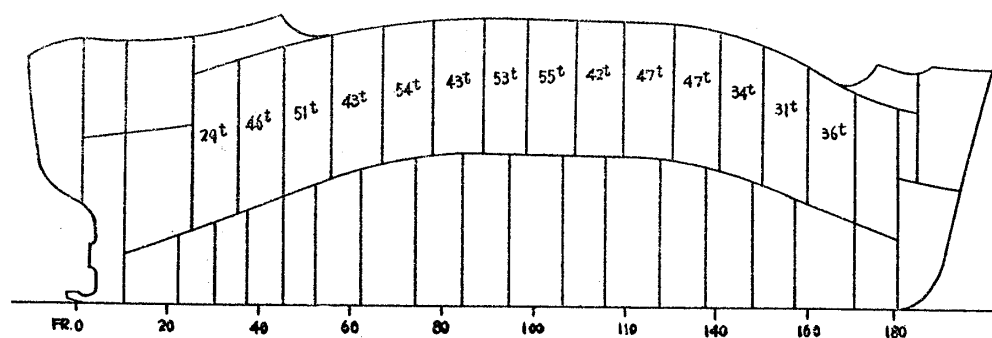


図 6 ブロック配置側面図

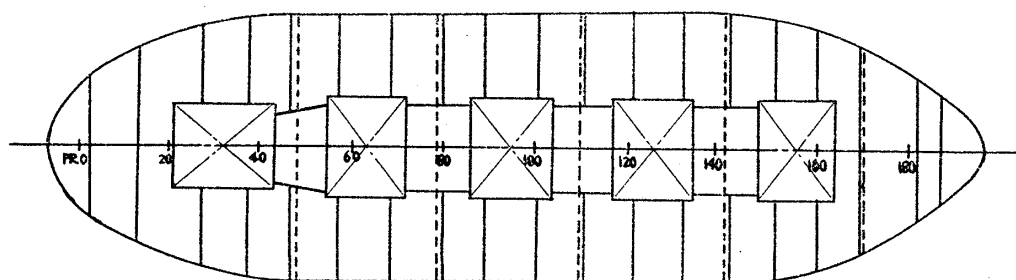


図 7 ブロック配置平面図

3 立体ブロックの建造と建造量および建造期間との関係

当所の地上組立場面積は

板継場	2,000 m ²	}	計 11,460 m ² (12,560 m ²)
枠組および枠板組立場	3,000 m ²		
計一般地上組立場	6,460 m ²		
(他に建設中	1,100 m ²)		

他に塔載前準備工程用として第二工程場がある。

上記面積でクレーンの状況および屋外組立場であること等により、当所の組立生産量は 55000 DWT タンカーに換算して月産 7000t に限定されるが、二船台建造として大型タンカーの建造が不能な一船台を空け、現在能力 7000t に対して、ややもすれば不足の第二工程場および立体ブロック組立の補助的な組立場（ピーク時用）として使用すれば、地上生産能力を換算 8000t に増大させる事ができる。

この場合の大型タンカーと貨物船の建造期間は次のようになる。

1) 大型タンカーのみの場合

$$\left. \begin{array}{l} \text{国内船の Hull wt (Net)} = \text{DWT} \times 0.17 \\ \text{外国船の Hull wt (Net)} = \text{DWT} \times 0.18 \end{array} \right\} \text{平均} = 0.175$$

船は今後さらに大型化するが 55,000t をとれば

$$\text{Hull wt} = 55,000\text{t} \times 0.175 \approx 9,600\text{t}$$

船殻の生産能力が 8,000t であるから船台期間は二船台として

$$9,600\text{t} \div \frac{8,000}{2}\text{t/月} \approx 2.4 \text{ ヶ月}$$

2) 大型タンカーと貨物船の場合

タンカー 55,000 DWT の船殻重量 9,600t と貨物船 10,000 DWT の船殻重量 3,000t との船殻工数の比は 1.65 である。

月産 8,000t の建造能力のある場合に貨物船とタンカーを二船台を使用して建造する場合の船台期間は一方の船台期間を与えれば他が決つて来る。

この関係は次のようになる。

W_C ……貨物船の Hull wt……3,000t

W_T タンカーの Hull wt 9,600t

α 換算係数 (貨物船をタンカーに) 1.65

W 生産能力 1ヶ月当り 8,000t

t_C 貨物船の船台期間

t_T タンカーの船台期間

$$\frac{\alpha W_C}{t_C} + \frac{W_T}{t_T} = W \quad (1)$$

この関係は図.8 に示す双曲線で $t_C \rightarrow \infty$ のとき $t_T = 1.2$ ヶ月, $t_T \rightarrow \infty$ のとき $t_C = 0.62$ ヶ月となる。

結局図.8 において $t_T = t_C$ とすれば, A点となり, それぞれ 1.82 ヶ月となるが, これはタンカーに対して貨物船の建造期間が長すぎる。タンカーの最短期間として 2ヶ月 (B点) が望ましい状況であり, このとき貨物船は 1.55 ヶ月 (46 日) となる。

結論として, 55,000t クラスの二船台建造はそれぞれ 2.4 ヶ月, 貨物船とタンカー並行建造の場合は約 46 日と 60 日の船台期間で建造すれば能力の全面活用ができることになる。

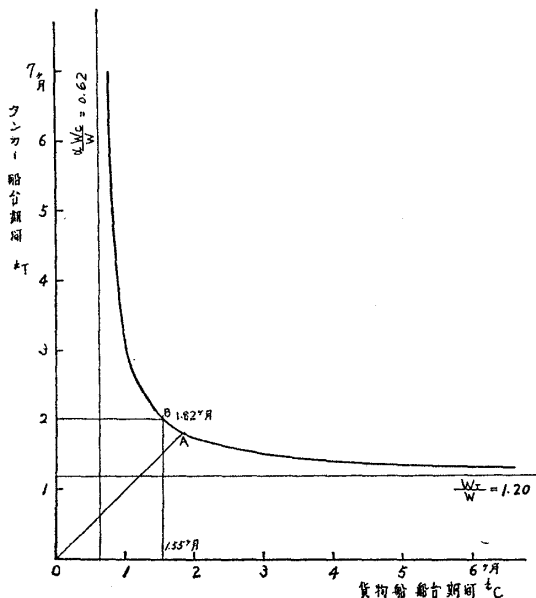


図 8 タンカー貨物船の船台期間の関係

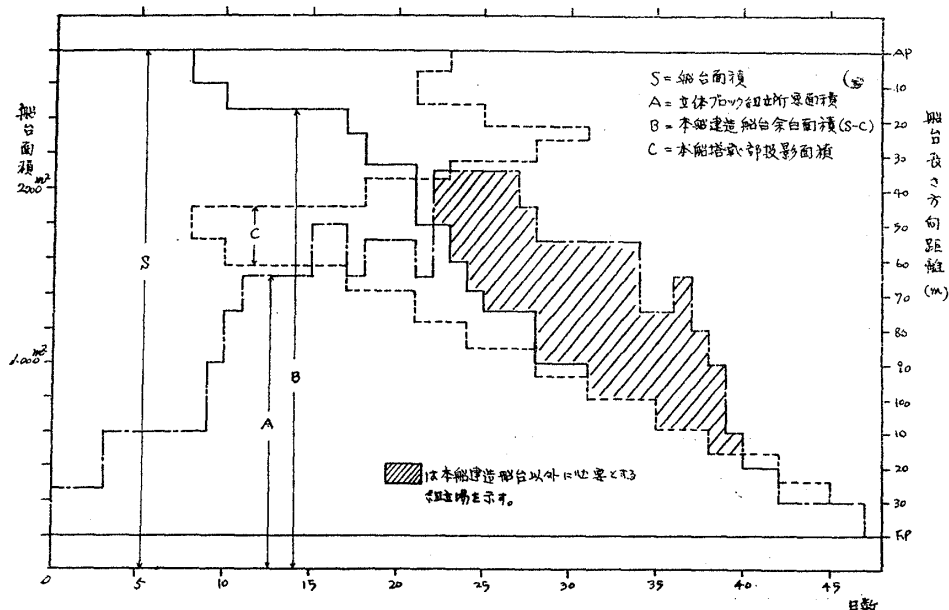


図 9 船台上余白面積図

立体ブロック建造方式を貨物船に関して全面的に採用すれば、立体ブロック組立の作業および組立場面積は通常の建造方式に比べて増加する懸念があるが、地上組立作業量の増加は他方でそれ以上の船台上作業量の減少をきたすので船殻全体としては、反つて有利となるし、組立場面積は図 9 に示すように立体ブロック組立の大部分を本船が建造される船台の船首尾の余白を利用して行なうことによつて一般の地上組立場面積にほとんど影響を及ぼさないようにする事が可能である。このように船首尾の余白を有効に利用するには塔載重量に対する本船の船台上的投影面積をできる限り小さくすることが必要で、そのためには輪切建造の型式で塔載を行なえば良いこれは具体的には二重底構造のみの船首尾への先行塔載を避けて二重底構造の塔載後、その部分の上甲板までの立体ブロックを速かに塔載するように計画することである。

なお図 9 の斜線で示した本船建造の余白面積を超過する立体ブロック組立場面積は、二船台建造による余剰一船台の一部を利用することが好都合である。このようにすれば立体ブロック組立に必要な「強固な基礎」と言う条件は完全に満足されることになるし、組立場所が塔載場所に近接していることは大型ブロックの塔載には特に有利でもある。

余剰船台を一般の平面ブロックの組立場に流用しようとしても、船台そのままでは不適で、治具あるいは定盤の設置が必要となり不利である。

4 工作法の諸問題

4.1 ブロック精度

立体ブロック建造が成功するか否かは、組立精度が確保できるかどうかにかかっていると云つても過言ではない。もちろん、平面ブロック建造を行なう場合でも、組立られたブロック精度確保は重要なキーポイントである。特に立体ブロックを地上組立する場合には、各平面ブロックの精度確保のほかに、各平面ブロック相互間の立体的な精度を確保する必要があるので、三次元的な精度となり、これを確実に許容誤差内に入れるため特に精度維持に関する特別の注意が必要である。

立体ブロックの地上大組立には大別して、外板をベースに置いてデッキを建てる組立方法（片玄のブロック）と船首尾のホールド部に適用するデッキをベースに置いて外板を建てる組立方法（サイド・ツウ・サイドのブロック）の二種類があるが、いずれの組立方法を採用する場合でも各平面ブロックの組立精度が良好であることが先ず第一条件である。

各平面ブロックの許容誤差は正規寸法（幅、長さ、対角線長さ、横曲、縦曲）に対して $\pm 1\text{mm}/1\text{m}$ 以内におさえる事が必要で、このためには平面ブロックの組立作業および溶接作業の途中で常に変形による誤差量を計測しなければならない。特に曲り外板等は変形を生じ易いので、仮付が終了してから溶接が完了するまで、図 10 に示す如く張糸を張つて専門の計測員によつて絶えずチェックを行ない、もし組立中に許容誤差範囲を超えれば、直ちに矯正の手段を講じなければならない。

いくつかの平面ブロックを組合せて立体ブロックを組立てる場合は、平面ブロック相互の相対的位置と立体プロ

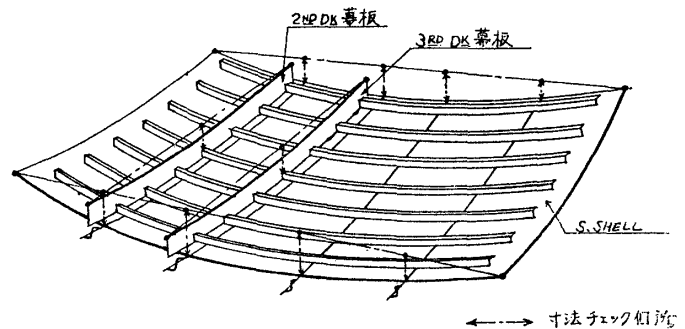


図 10 平面ブロック（外板）寸法計測図

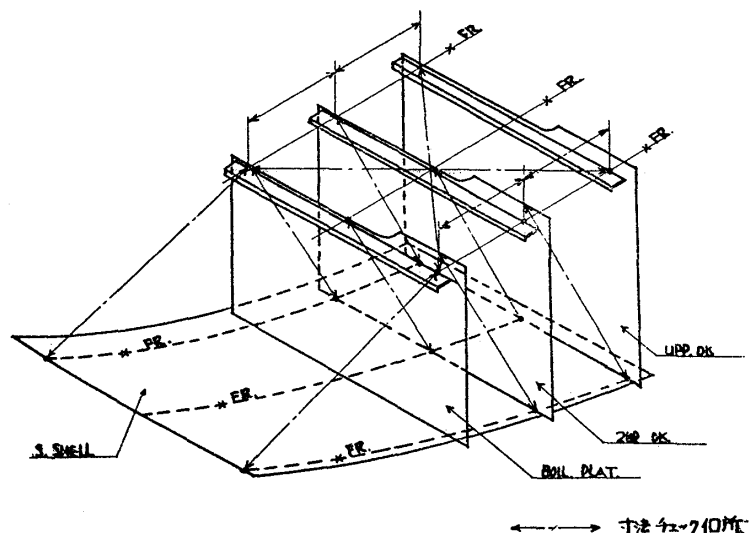


図 11 立体ブロック（外板）寸法計測図

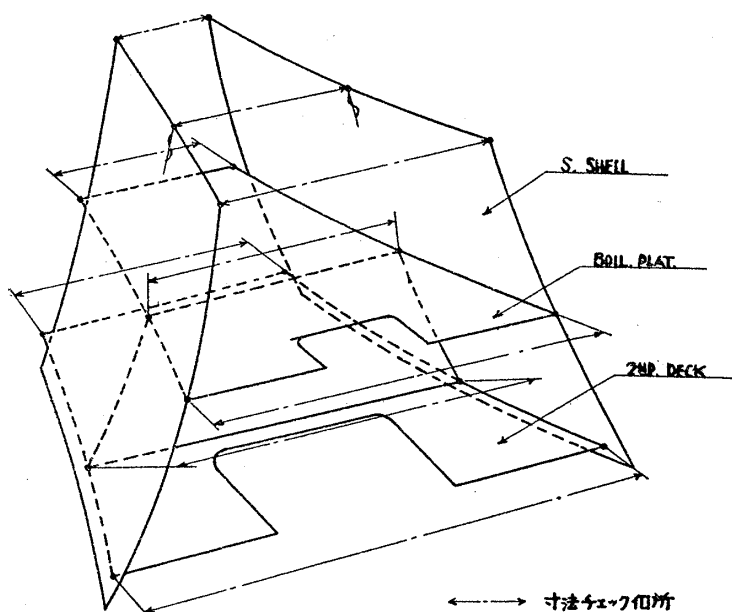


図 12 立体ブロック (Side to side) 寸法計測図

ックとしての振れとが特に問題となるので精度チェックもこれらに重点を置かなければならない。図 11 および図 12 はそれぞれ外板をベースとして組立した場合およびデッキをベースとして組立した場合の精度計測点を示したもので、許容誤差は平面ブロック同様 $\pm 1\text{mm}/1\text{m}$ としなければならない。

なお、立体ブロック組立の精度維持は組立、溶接が完了した後で精度不良を発見しても修正が極めて困難で局部的な修正では修正不能で大バラシを必要とすることになるから、特に組立および溶接の作業中に絶えず精度計測を行ない、もし不良箇所を発見したならば、その都度修正することが特に肝要である。

4.2 吊 金 具

立体ブロックを採用する場合に注意す

べき事項として塔載用吊金具の問題がある。立体ブロックは塔載クレーンの能力の許す限り大型化することが有利であるから、そのブロック重量は当所クレーンの能力一杯の 90t 程度にまでおよぶことが少なくない。

塔載時ブロックを正しい傾斜で正しい位置に塔載するには、重心計算により吊金具の取付個所およびワイヤーの長さを正しく指示しなければならない。この場合立体ブロックの形状および重心の関係から甲板に吊金具をつけた四点吊となる場合がほとんどで、吊金具一個当りの荷重が大きい割に吊金具取付部の板厚が薄く危険な場合も生じるので、次のような実験を行なつて吊金具取付部の局部的補強の施行基準を作成した。

まず図 13 に示すような $1\text{m} \times 1\text{m}$ のパネル 4 種について吊金具取付部に抵抗線歪計をはり、ウェイトにより 5ton までの荷重を掛けた場合の吊金具取付部付近の応力を測定した。また一般に

$$\sigma = K P / t^2 \quad P: \text{荷重 (kg)}$$

$$t: \text{板厚 (m/m)}$$

$$\sigma: \text{stress (kg/mm}^2\text{)}$$

$$K: \text{パネルの大きさ, 形状, 周辺固定状態により決定される定数(板厚, 荷重には無関係)}$$

として逆に実験による測定値から K を求めた所

$$\text{タイプ (A) タイプ (B) では } K \approx 1.2$$

$$\text{タイプ (C) タイプ (D) では } K \approx 0.2 \quad \text{となつた。}$$

いま吊金具取付部の許容荷重を $P_0\text{ton}$ とすれば

$$P_0 = \frac{\sigma_a}{1000 \times K} t^2 \quad \text{で } \sigma_a = 20\text{kg/mm}^2 \quad \text{とおさえれば}$$

表・1 のごとく各タイプごとの板厚に対する許容荷重を求めることができる。

この表では補強を付けないときの P_0 の最大は 15ton で実用的でないので図・14 のように吊金具に補強ブラケットを付したパネル図・14(a) タイプおよび補強フラットバーを付したパネル図・14(b) タイプに関する追加実験を行なつたが、補強ブラケットではブラケットの先端部に吊金具のみの場合の最大応力に略々等しい応力を生じて余り有効でなく結局、補強フラットバーを付することにより、許容荷重の最大を 20ton まで引上げることにした。表・2 は補強要領を示したものである。

なお、本実験数個より求めた各タイプの K の値に関してチェックを行なうために、実際のブロックについて吊金具取付部の応力測定を行ない K を逆算したが実験パネルの K の値に略々等しいことを確認し得た。またさらに図・15 および 16 のようにパッドを使用した場合の有効性に関する実験を行なつたが、パッドの幅が 100mm 以上であれば、ストレスは 1/4 程度に緩和され、パッドが極めて有効であることが判つたので、表 2 の × 印

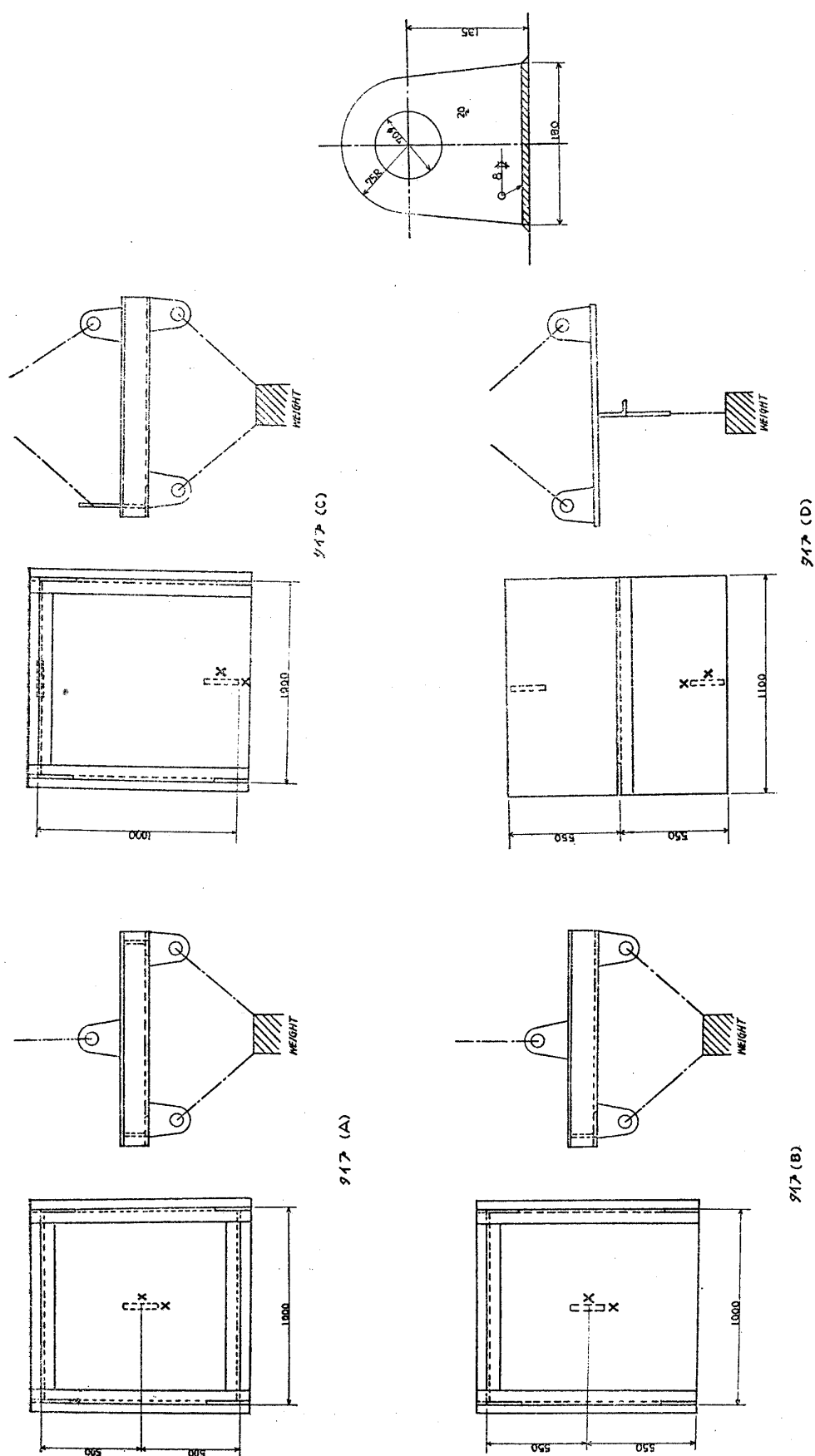
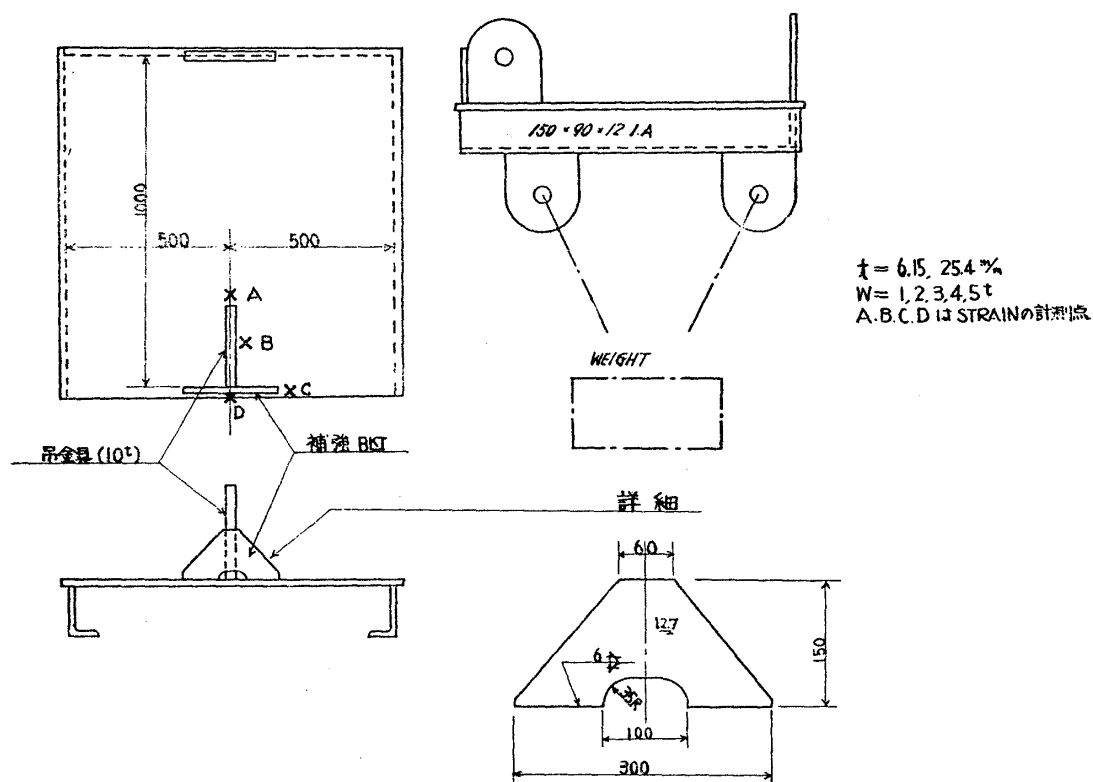
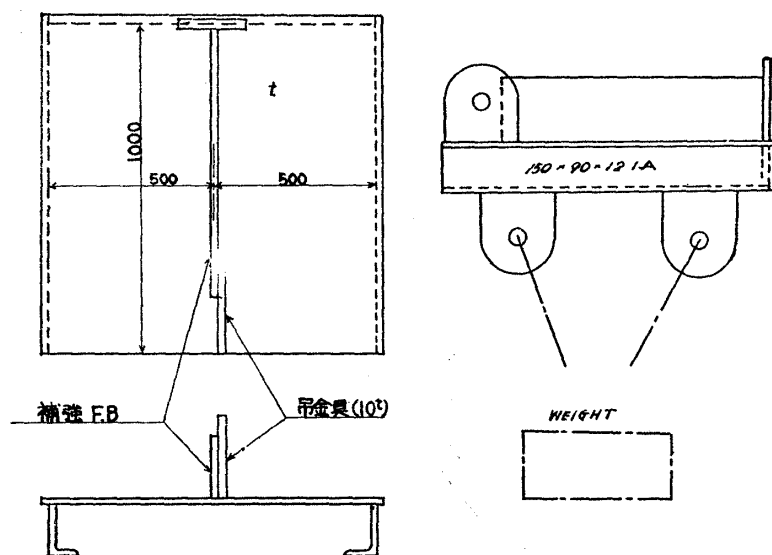


図 13 各タイプ使用吊金具



(a) 吊金具に補強 BKT を付したパネル



(b) 吊金具に補強フラットバーを付したパネル

図・14 吊金具に補強を付したパネル

表1 各タイプにおける許容荷重

分 類 板 厚 mm	許 容 荷 重			
	吊金具取付箇所の形式 TYPE (A) & (B)		吊金具取付箇所の形式 TYPE (C) & (D)	
	補強を付けない時 P_0 (ton)	補強を付けた時 P (ton)	補強を付けない時 P_0 (ton)	補強を付けた時 P (ton)
6 ~ 6.5	0.6	9	0.4	6
7 ~ 9.5	0.8	12	0.5	7.5
10 ~ 12.5	1.7	20	1.0	15
12.7 ~ 15	2.7	+	1.7	20
15.5 ~ 18	4.0	+	2.4	+
18.5 ~ 20	5.7	+	3.4	+
20.5 ~ 23	7.0	+	4.2	+
23.5 ~ 25	9.5	+	5.7	+
25.4 ~ 29.5	11.0	+	6.6	+
30 ~	15.0	+	9.0	+

表2 BLOCK 吊金具取付部の補強要領

補強材の取付本数、補強の本数は次の表によって定める。

例えば TYPE (A) で 15 TON 吊金具を使用し取付部の BLOCK 板厚が 18.5 ~ 25 mm のときは補強を 1 本つける。

吊金具の取付 位置 の 板 厚 mm	(A) 型 及 (B) 型				(C) 型 及 (D) 型			
	5 TON	10 TON	15 TON	20 TON	5 TON	10 TON	15 TON	20 TON
6 ~ 9.5	補(1)	補(1)	補(2)	×	補(1)	補(2)	補(2)	×
10 ~ 18	補(1)	補(1)	補(1)	補(1)	補(1)	補(1)	補(1)	補(2)
18.5 ~ 25	○	補(1)	補(1)	補(1)	補(1)	補(1)	補(1)	補(1)
25.5 ~	○	○	補(1)	補(1)	○	補(1)	補(1)	補(1)

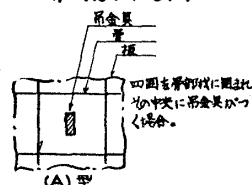
○ ----- 補強はいらない。

補(1) ----- 補強 1 本つける。

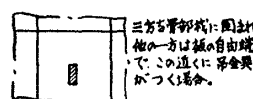
補(2) ----- 補強 2 本つける。

× ----- 吊ってはいけない。

骨は補(1)に該当する。



(A) 型



(C) 型

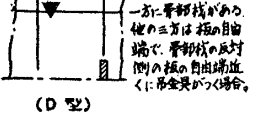


(D) 型

(D) 型と同様。



(B) 型



(D) 型

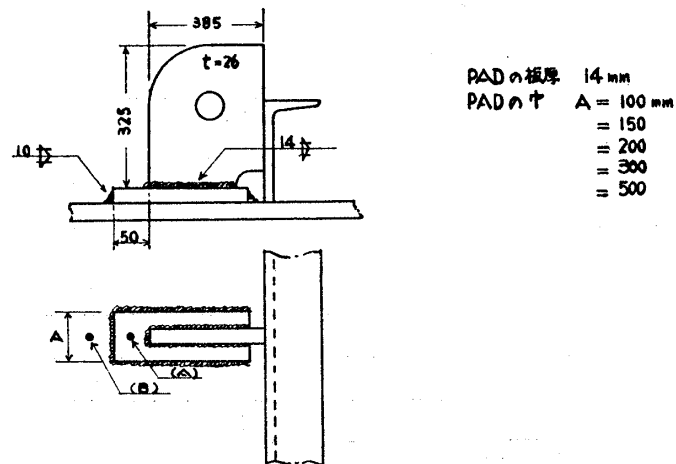


図 15 pad および pad 近傍点の計測点

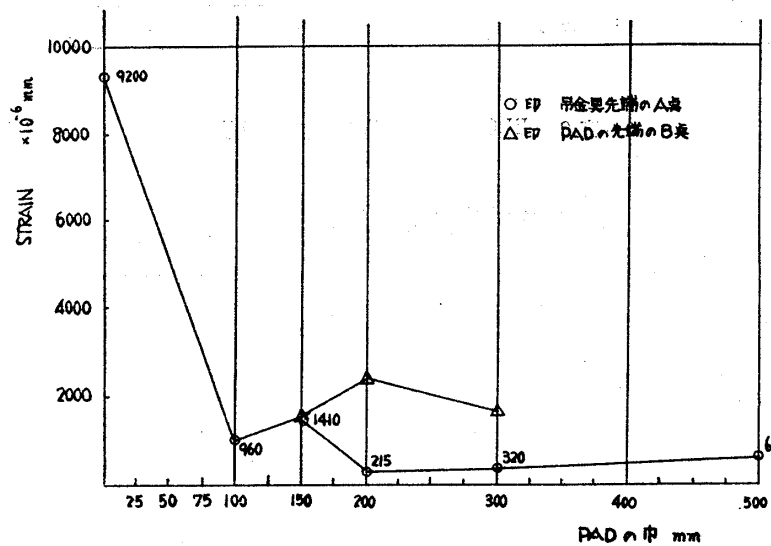


図 16 pad および pad 近傍点におけるストレス計測値

表 3 吊金具と pad の関係図

記号	ダブリング 形状寸法	吊金具	使用範囲(母材板厚)		
			使用	不要	不可
IX-101			6%	8.5%	5.5%
			8%	以上	以下
IX-102			6%	10%	5.5%
			9.5%	以上	以下

(吊てはいけない) のように吊金具取付部の板厚が吊金具に対して薄い場合は表・3 に従ってダブリングを取付けることにした。

4.3 位置決め方法

図・17 並びに図・18 に示す如き位置決め治具を事前にセットして置き立体ブロック搭載時にこれを受治具として利用した。

本受治具によりブロックは正規位置より 50 mm 高く、前後方向に 50 mm ずれた位置に浮かしてセットす

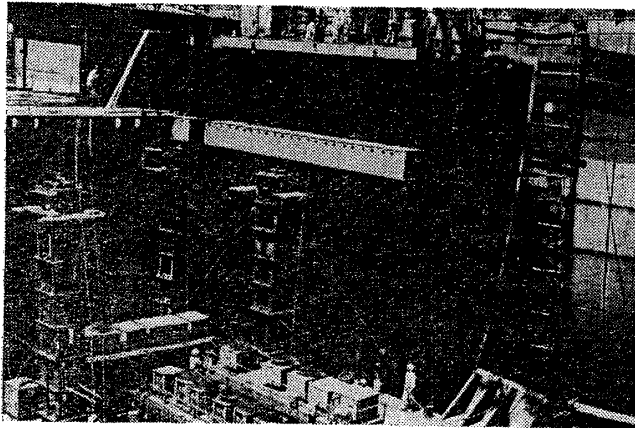


図 17 位置決め治具

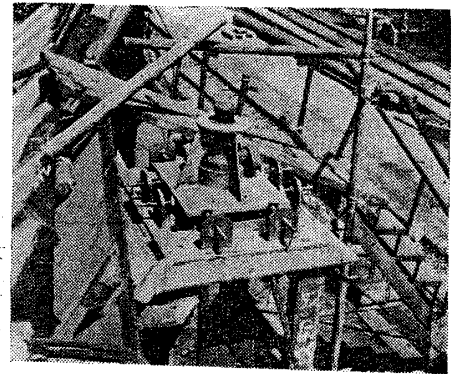


図 18 位置決め治具

る。これは搭載時既搭載ブロックとの干渉を避けるためで、これにより搭載時間は極めて短時間で完了する。

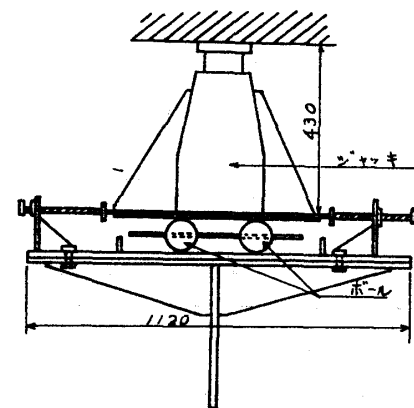
さて、ブロックの位置決めの際には上述の正規位置より前後上下方向に平行移動した位置を仮定し、この位置にて定位セットの障害となる外板、甲板の伸し、内部骨材の伸しをすべて正規に切断後一挙に定位位置に移動し、位置決めを完了する方法をとった。この前後上下左右への移動作業を機械化する目的で考案されたものが図・19 に示す治具であり、リモートコントロールで3ないし、4台のオイルジャッキを上下移動に使用し、前後左右移動には別途ターンバックルを使用するも、この際の摩擦を極少にする目的でボールベアリング装置を備えている。

本位置決め治具採用によるブロックの位置決め標準工程は従来の方法と比較すると表・4 のごとくなる。

すなわち、工程的に従来の期間の 60% で位置決め完了となり、船台期間の短縮に大きく影響するものである。また一方位置決め工数においては平面ブロック構造に比し、立体ブロック化したことにより 35% 程度減少し、さらに上記位置決め治具の採用により 40% の減少を達成している。すなわち平面ブロック方式に比して 3,700 H 程度にて完了した。

4.4 中心二条進水の採用

立体ブロックの全面的採用のためには現有大型クレーンの能力を最大限に利用することが必要であり、これがためには船を極力クレーン寄りに据付けることが得策である。



(側面)

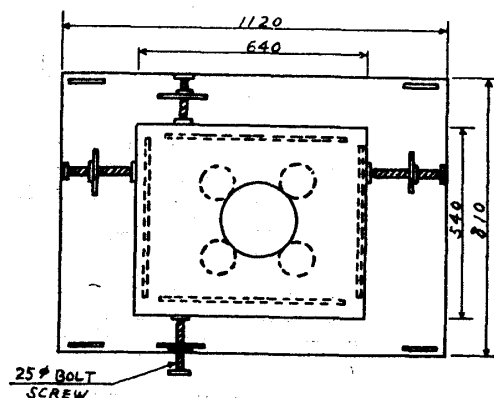


図 19 位置決め治具 (詳細)

表 4 標準ブロック位置決め工程表

(平面)

日数 時間		*0日		*1日		*2日		*3日	
		-2	0	4	8	12	16	20	
A	位置決め治具を 応用した場合			○ 3人	× 2人	× 3人	× 3人		
B	一般ブロック受金具を 使用した場合			○ 3人	× 3人	× 2人	× 3人		

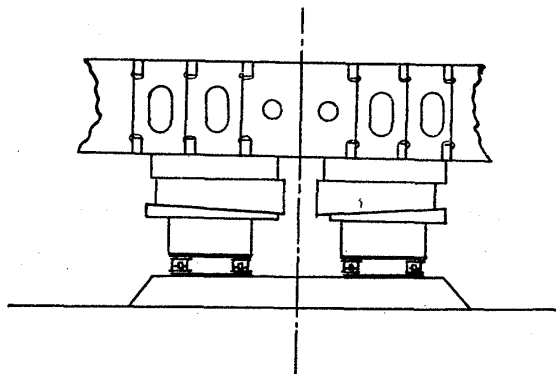
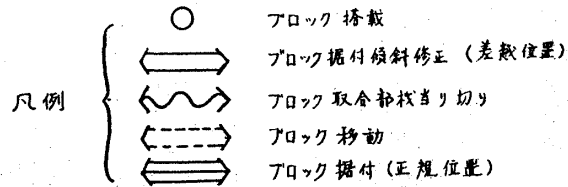


図 20 中心二条キール盤木兼用滑動台配置

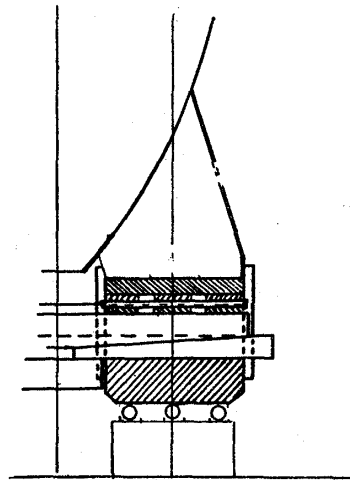


図 21 中心二条進水船首ポペット断面図

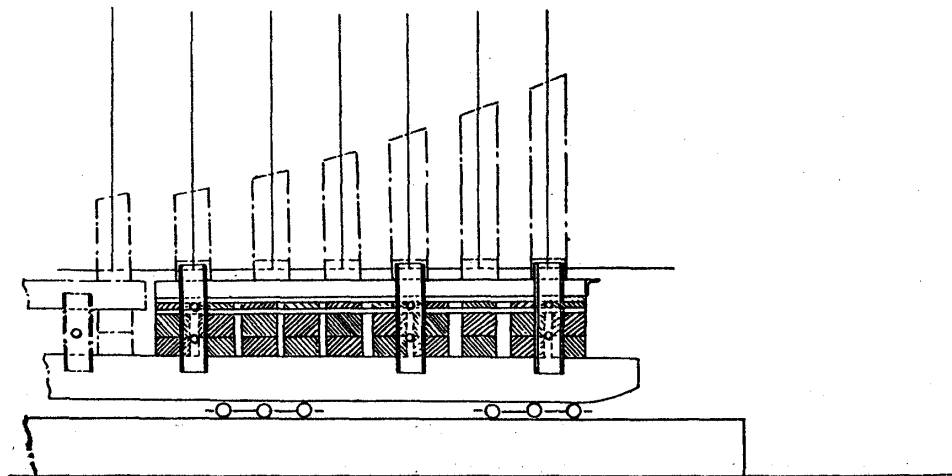


図 22 中心二条進水船首ポペット側面図

しかし、かかる据付の場合は従来では進水台を特別に新設する必要があるが、またクレーン寄りの固定台は船台補強部分を外れるという不具合を生ずる。

この不具合を解消すると同時に進水台工数の節減を計るべく中心二条進水を採用することにした。

その計画図は図・20, 21 および 22 のごとくである。

本中心二条進水を採用する場合には図・20 に示すごとく、中心二条の滑動台、盤木がいわゆるキール盤木兼用となり、船台ブロック据付前に滑動台が据えられ腹駒工事が早期に施行し得ることになり、進水台、鉄木作業の平均化を計り得るメリットが生ずる。

なお図・21, 22 に示すように進水台構造は、船首尾を含めて簡単であり進水台作業が簡単になる。

これを数的に示せば次のごとくである。

S 859 滑動台片玄 14 本 両玄計 28 本

従来の 2 条進水の場合 4480 H

中心二条進水 3500 H

かくて進水台工数において 980 H の節減となり、これは進水台作業総工数の 22% に当る。

本中心二条進水は立体ブロック建造方式に付随して採用されたものであるが、立体ブロックに関係なく採用されるべきである。

すでにオランダにおいてオーバー・ハング量として約 13m をも採用された実績があり、中心二条による本船の左右のオーバー・ハング量は 10m 程度であるので強度的になんら問題がない。

また、先に述べたごとく滑動台、腹盤木を早期に配置して、キール盤木を省略する方法をとった場合は、貨物船で船殻重量が比較的軽いいため腹盤木の配置ピッチは荒く、キール盤木に比し縦方向並びに横方向の転倒に対する抵抗モーメントは小となる。

したがって、この転倒抵抗力の減少に対する補ないをする必要がある。

従来船台傾斜に据付けのため、友への船体のずれを防止するため設けられている行止め支柱の考え方を広げて前後左右の四方向に働く支柱を設置し、上記転倒抵抗の補いとした。

すなわち従来のキール盤木方式の場合と、滑動台上腹盤木による代用方式の場合の盤木の転倒抵抗モーメントと同等な盤木面上水平力によるモーメントを考える。この水平力の総和を比較すれば、

盤木面上水平力			
	盤木数	友表方向	左右方向
キール盤木方式	81 ケ	218 T	457 T
腹盤木代用方式	52 ケ	139 T	312 T
	(26 ケ×2 条)		
差	29 ケ	79 T	145 T

この盤木面上水平力の不足を四方向支持行止め支柱で補なうとすれば

$$\text{行止め支柱 1 セット当り支持力} = 40 \text{ T} \times \frac{1}{\sqrt{2}} = 28 \text{ T}$$

(45° 傾斜支持考慮)

$$\text{必要行止め支柱数} = (\text{友表方向}) = \frac{79}{28} \approx 3$$

$$\text{" " } = (\text{左右方向}) = \frac{145}{28} \approx 5$$

平均……4

よつて、4 ケ所 (片玄 2 ケ所) の四方向行止め支柱を設置した。

5 立体ブロックの効果

本方式の採用は生産量の増加、位置決めの能率化、進水台作業能率向上等の利点があるが、さらに取付および溶接の作業が大量に船台上から地上立体ブロック組立作業に移り、作業環境の改善による能率向上が達成されると並びに現場関連作業についても同様な能率向上を計り得、従来の現場工数の 30 % 減で、地上立体ブロック組

立並びに新方式による現場作業が遂行できた。

表 5 立体ブロック方式採用の場合における
上甲板下主構造部分現場接手の変動状況

	平面ブロック方式の場合		立体ブロック方式の場合	
	現場接手 (A)		地上立体組立接手に移る比率 (C)	
大 構		52%	現場接手に残る比率 (D)	33%
内 構	現場接手 (B)	48%	地上立体組立接手に移る比率 (E)	50%
			現場接手に残る比率 (F)	50%

%にて遂行され、一方現場接手として残った接手 (D) についても 4.3 に述べた如く、位置決め治具使用による大構位置決め仮付、溶接までの一連作業の能率向上により、従来の 60% で施行された。

内構作業に関しては、地上に移った接手 (E) については、大構同様従来工数の 60% となつた。

前記おのおのの節減効果を現場取付、溶接作業全般に集約すれば、

$$\text{現場取付, 溶接達成率} = (A) \times \{(C) \times 0.6 + (D) \times 0.6\} + (B) \times \{(E) \times 0.6 + (F) \times 1.0\} \div 0.69$$

すなわち、ほとんど従来の実績の 70% で遂行し得た。

2) 1) 項で主体職種取付、溶接について検討したが、現場関連職種についても、同様の効果は現われている。

すなわち、歪取についてみれば、従来の平面ブロック方式では、先ず外板が塔載位置決めされた後、第二甲板が塔載される。この時点で外板ブロックのバットは溶接が行なわれておらず、第二甲板の位置決め後始めて正規の幅もおさえられ、第二甲板までの外板バット、外板、第二甲板取合が溶接される。この段階までは溶接による収縮歪量は極く少量であり、これは立体ブロック方式でも同様であるが、平面ブロック方式ではこの作業が、上甲板塔載前に第二甲板のみで、前後部の相当長さにより進められるので、上甲板塔載位置決め時点では、上甲板までの外板バット、上甲板相互のブロックバット溶接による収縮歪が第二甲板以下にも波及して歪の重畳が生じ、第二甲板あるいは外板に歪を発生する。

立体ブロック方式ではブロック相互の取合は外板、第二甲板、上甲板が同時に行なわれ、溶接も同時に施行できるため、溶接による収縮歪の重畳が回避でき、歪の発生は極めて少なくなる。かく発生歪が減少したため、この歪を取る工数は当然節減可能となつた。

3) 船内掃除についても作業環境の良い地上立体ブロック組立時に施行しうることとなり、船台上における不用金物類の激減と相まって 60% 程度の実績に下つている。

4) 鉸鉋、穴明、填隙作業等は取付、溶接と同様作業の地上への移行による能率向上が計られる事は明らかである。

以上の検討により、立体ブロック方式の採用は現場取付、溶接作業のみならず各関連作業についても同様に大きな効果をもたらしている。

また、中心二条進水方式により船首尾ボペットの簡易化、内張り、締込みの材料節減並びにキール盤木の滑動台による省略化により船匠材の節減額は 55 万円に達する。

なお三船台建造に比し、二船台建造方式の場合のメリットを記せば、二船台建造で船台期間が短縮すると足場および盤木の資材が少なくてすみ、この面の船匠材費用節減の効果も期待しうる。すなわち足場材については 1 隻平均 8000 枚の所要量で、三船台並行建造の場合は船台塔載開始より進水、引渡しまでを考慮して所要山積をすれば、ピーク時において 3 隻分の所要量に達する。一方二船台短期建造では艤装船も含めて、所要量が平均化され、二隻分で賄い得るものであり、1 隻分すなわち 8000 枚の節減となる。しかし、この節減枚数の消耗に対する要補充量がメリットとして考えられるから、消耗率年間 8% (実績) として年間 2000 円 $\times$ 800 枚 $\times$ 0.08 = 1280,000 円がメリットとなる。

また盤木、支柱類についても二船台建造により一船台分が節約され、足場材と同様消耗に対する要補充量の減少をメリットと考えれば年間約 887,000 円となる。

足場材、盤木、支柱材合計して年間 2167,000 円が二船台建造方式の採用によるメリットになる。

さらに立体ブロック地上組立方式により、地上において艤装関係、塗装関係の先行が可能となる。艤装についてはすでにパイプ類、スピンドル、電線ハンガー、トランク、クリート等相当範囲にわたり、先行艤装が行なわれ完全とまで行かぬが、平面ブロック方式時に比し、大きな前進を果しつつある。また塗装においても各協会の

1) 上甲板以下の主構造部分の取付溶接大構、内構作業の現場より地上立体組立への移動による作業能率向上を先ず検討する。

従来の平面ブロック方式と立体ブロック方式との接手長の変動状況を示せば表・5 のごとくなる。

表・5 において大構に関しては地上に移った接手 (C) は作業環境の改善により現場における工数の 60

理解ある協力を得て、地上組立時に内、外面共錆止2回塗装が可能となり、工数面におけるメリットは大なるものがある。

以上立体ブロック方式採用およびこれに関連して実施に踏切った二船台建造方式、中心二条進水方式は、正に生産量の増加を計りつつ、しかも工数面、資材面の両面にわたる顕著な節減を達成し得たものである。

6 む す び

立体ブロックには分割方式、精度、吊金具の問題があるがその採用により生産能率の向上の達成状況を示した。なお本方式はこの関連として船台の総合使用方法の改善生産量の増加をもたらすものであることを論述した。本論は貨物船についてであるが、実績結果から甲板数が多く平行部の少ない船型には、その効果が顕著であることが判明したわけである。

さて欧州において大型船の立体ブロック方式の新造船所が完成し、引続き建設されている。日本においてもこれにない立体ブロックの新造船所の建設が始められているが、一方平面ブロック方式の新造船所の建設も進められている。大型船の立体化には当然特殊大型クレーン、および組立場を必要とするが果して大型船の立体ブロック化が優れているか否かは興味のあるところであり、本実績を以つて単純にその判定を下すことは早計であるが、少なくとも立体ブロック化の効果について推論する指針を得たわけである。

参 考 文 献

- 1) 武藤昌太郎：複数船台における油艀船建造方式，造船協会論文 昭₃₃.11
- 2) 武藤昌太郎：欧州造船所における建造方式，「船舶」昭 35.5
- 3) 日本船舶輸出組合編：欧州造船所技術調査団報告書 昭 36.6
- 4) 宮田貞一，阿部武：欧州各造船所見学報告，社内報 昭 37.9