

プレストレストコンクリートバージの設計と施工

林 敏 明*
 島 村 久**
 大 島 正 直†
 中 田 宣 久††

1. ま え が き

我が国では戦時中の鋼材不足の時代に数多くのコンクリート船が建造されたが、戦後になってからは国内で大量の鋼材が生産されるようになり、コンクリート船は全く顧みられなくなった。しかし、欧米では近年コンクリート、特にプレストレストコンクリート（PC）製の各種の浮遊構造物が建造されるようになってきた。

従来コンクリートの欠点とされていた重量が大きいことや水密性に欠けることが、PC製にすることでRC製の場合よりも大幅に改善されたこと、鋼材の欠点である腐食の問題がコンクリートでは起こらないこと、鋼材の価格の上昇によりコンクリート製構造物の方が経済的に有利になり、そのうえコンクリートには低温脆性がないことなどのためと思われる。またコンクリートの欠点とされていた重量が大きいことを逆に利用して、重力式の海洋構造物（プラットフォーム）が北海などで大活躍している。

一方国内では、現在まで大型コンクリート製海洋浮遊構造物の施工実績が全くなく、設計面でも日本海事協会より昭和50年に初めて設計規準が出されたばかりで、確立された設計法もないのが現状である。

しかしながら、昨今の欧米における海洋開発の現状を推測すると、周辺海に囲まれた日本に近い将来必ず大型海洋浮遊構造物の出現の時が到来するものと考えられる。この点に着目して、三井造船・三井建設両社はPC製海洋浮遊構造物の可能性について、はやくから検討を重ねてきた。

PCバージなどの海洋浮遊構造物は、動力付きで外洋を航行する一般の鋼船とは使用目的が異なり、保守管理の困難な浮遊橋などの浮遊構造物、低温液体の貯蔵など

鋼製ではどうしてもコストアップとなる構造物の分野に今後需要が増大していくものと思われる。

現在すでに浮遊式のLPG工場がインドネシア沖で稼働しており、北海では重力式貯油タンクや原油生産プラットフォームなど数多くの構造物が活躍している。

PCバージの応用例の一つとして、エネルギー関連の分野では、

海上石油貯蔵
 半潜水石油貯蔵
 浅水や深海での海中石油貯蔵
 LPG・LNG貯蔵
 石油生産プラットフォーム
 プラントバージ

などが考えられる。

それ以外に、港湾施設としての大型棧橋、海上空港、洋上発電所など、ステイショナリーな海洋構造物が挙げられる。

今回は大型構造物を対象として、以下の目的でPCバージを試作した。

- 1) 船体の軽量化、コスト低減、工期短縮等を目的とした構造様式を検討する。
 - ・船底にシェル構造の採用
 - ・鋼とコンクリートの組み合わせによるハイブリット構造の採用
- 2) 上記構造様式の採用を前提として、従来の現場一体打ちをやめ、プレキャスト方式、ハイブリット構造の採用およびブロック接合方法（コンクリートと鋼の接合方法を含む）の改善などを通して、工期短縮のはかれる建造法を確認する。
- 3) 造船の建造技術を活用したブロック建造方式の場合の、コストデータ、建造法と造船所設備、工期との関係を明確にする。
- 4) コンクリート構造物で、従来よりもかぶり厚の小さい場合の水密性の確認を行う。

以上の目的で、工期昭和52年2月から4月まで、施工場所を三井造船（株）玉野造船所として建造を行った。

* 三井建設株式会社 土木技術部部长
 ** 三井建設株式会社 土木技術部部长代理
 † 三井造船株式会社 船舶・海洋プロジェクト事業本部基本設計室副室長
 †† 三井造船株式会社 船舶・海洋プロジェクト事業本部基本設計室構造設計部課長

以下、本実験工事の設計・施工の概要を述べる。

2. PC バージの設計

2.1 構造形態

今回建造したプレストレストコンクリート実験バージは、船体重量軽減化のための構造形式の検討、および工期を短縮し、建造費の低減をはかる建造法の検討等を目的として行われた。

設計面で留意した点は、前者に関してはシェル構造、合成構造、プレストレスト工法や鋼材のかぶりの問題など、後者に関してはプレキャストブロック工法、ブロック接合法などが挙げられる。

1) 底版部円筒形シェル構造

コンクリートは圧縮に強く、引張に弱いこと、大型構造物では荷重（水圧）が大きくなることなどを考慮すると、部材は平板よりもシェル構造にした方が、構造的にも重量的にも有用性が出てくる（たとえば米国タコマの例では、平板では 60 cm 必要なのが、シェルにしたことにより 25 cm ですんだ）。

外国での実績として、米国タコマの海上 LPG 基地や北海の貯油タンクなど、シェル構造を採用したものが多数ある。

今回の小型バージでは、シェル構造と箱形構造とを概略比較した結果、建造費、施工性等の面で、シェル構造が必ずしも有利とはいえないが、将来の大型化を想定し、経験を積む意味で採用に踏みきった。

2) 横方向合成構造

PC バージ規準では、横強度部材および局部強度部材には、許容引張応力度以内の引張応力度の発生しか認められていないため、横方向にプレストレスを導入するか、断面性能を上げる必要があった。

横方向にもプレストレスを導入する場合は、PC 鋼材径やかぶり厚などの制約から部材厚が増大し、船体重量が大きくなるので不経済である。

そこで、船体重量の増加を抑えて断面性能を上げるため、数種の案について比較検討を行った。その結果、最も経済的と思われるハイブリット合成桁構造を採用した。

3) 縦方向PC構造

PC バージ規準では、縦強度部材には引張応力の発生が認められていないため、PC 鋼材にて全断面フルプレストレスングとした。

4) 鋼材のかぶり、バージ寸法の選定

PC 鋼材および鉄筋のかぶりは、PC バージ規準では 50 mm 以上となっているが、この条件では部材厚が大きくなりすぎ、鋼製バージと比較して、非常に割高にな

った。

諸外国の船級協会（AB, NV, ソ連船級登録局）のかぶりの規定（15～50 mm）や既設構造物（瀬戸内のコンクリート製ポンツーン、コンクリート船）の実績を参考にし、今回はPC バージ規準を下回るかぶり厚を採用した。

バージの寸法については、実験目的にかなうこと、デモンストレーション効果のあること、実験費用の枠に入ることなどの条件で比較検討を行い、船長 20 m、船幅 10 m とした。

5) プレキャストブロック工法

この程度の規模のバージでは、一体打ち工法の方が工事費が安くなるが、将来の大型化を想定して、プレキャストブロック工法を採用した。

ブロック割りは、造船所既存設備（揚重機、運搬機器）の有効利用という点より、船体を 5 個の輪切り状のブロックに分割した。ブロックの最大重量は、クレーンや台車の能力を考慮して、約 85 t とした。

6) ブロック継手工法

ドック内でのブロック接合作業を短縮するため、継手はエポキシ樹脂注入継手、鋼材溶接継手を採用し、この 2 種の継手と比較するため、従来行われている現場打ちコンクリート継手も採用した。

ゼロ目地部は、接着材塗布工法では、接合面の高い精度が必要であること、ブロックの離合の問題などがあるので、多少の接合面の誤差を吸収できる接着剤の注入工法を用いた。

なお、バージが大型化した場合には、水平方向継手が避けられないものと考えられるので、1 ブロックに限り上下 2 分割とし、これをあえて接合する方式を採った。接合は上下ブロック端部に埋め込んだ鋼材を溶接する方式を用いた。

2.2 設計概要

(1) 主要目

本PC バージの主要目を、以下に列挙する（図-1 参照）。

1) 構造

縦方向PC構造、横方向合成桁構造

2) 船体寸法

全長 $L=20.0$ m

全幅 $B=10.0$ m

全高 $D=3.6$ m

3) 載貨重量

D.W.=200 トン

4) 艀装品

曳航用ビット 4 個

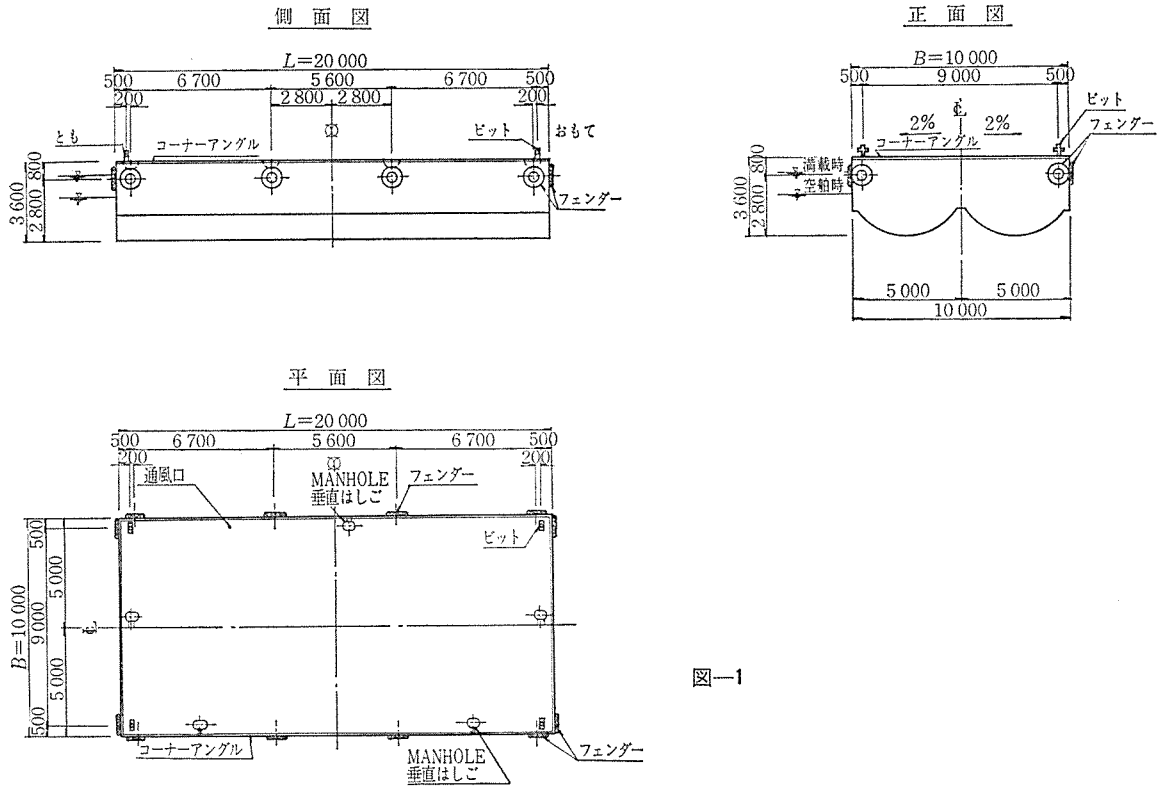


図-1

- 防舷材 12個
- マンホール, アクセスホール, 垂直ばしご, 通風口 各5個

- 5) 使用可能海域
日本海事協会の規準による海域 (日本沿海など)
- 6) 船 級
日本海事協会: NS* (Coasting Service) (PC Barge)

(2) 設計荷重および構造強度の検討

設計には, 日本海事協会制定の「プレストレストコンクリートバージ規準」(1975年)を適用し, そのほかに土木学会の「コンクリート標準示方書」, 「プレストレストコンクリート設計施工指針」や日本港湾協会の「港湾構造物設計基準」などを参考にした。

設計荷重は, PCバージ規準 4-3 設計荷重を原則として使用した。

波浪荷重のうち, 波浪縦曲げモーメントは

$$M = 0.13 K_m L^2 B C_b \left(1 + 0.04 \frac{L}{B}\right) t \cdot m$$

C_b は方形係数

$K_m = 0.028 L + 0.46$ ($L \leq 90$ m) … 小型船規準

波浪せん断力は

$$S = 0.9 K_S C_L L B t$$

$$K_S = \left(C_b + 0.05 \frac{L}{B} - 0.46\right) (0.35 C_b + 0.55)$$

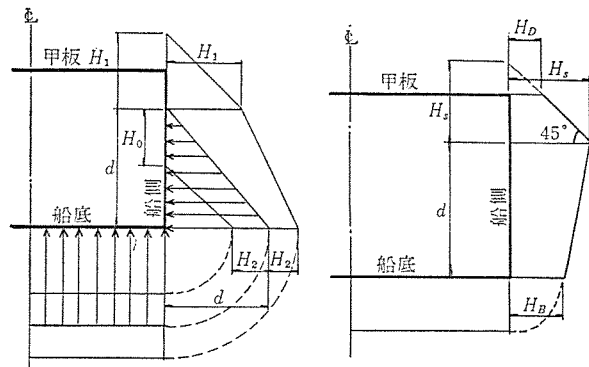


図-2

図-3

船体横強度上考慮した波浪荷重は

波浪水頭

$$\begin{cases} H_0 = 0.5 H_w m \\ H_1 = 0.9 H_w \\ H_2 = 0.25 H_w \end{cases}$$

$$H_w = 0.55 L^{1/2} (L \leq 150 \text{ m})$$

を満載吃水 d に加減する。

局部強度上考慮した波浪荷重は

波浪水頭

$$\begin{cases} H_S = 0.034 L m (L < 230 \text{ m}) \\ H_B = 0.024 L (\text{ " }) \\ H_D = H_S - (D - d) \\ H_S \geq D - d \end{cases}$$

そのほかに, 甲板荷重は積載荷重 (等分布荷重) として, 1.0 t/m^2 を考え, 船体の静水縦曲げモーメント, セ

ン断力は、波浪荷重に対して無視できるほど小さいため零とした。

構造強度の検討は、次のように行った。

1) 縦強度部材

強度上および耐久性能上、コンクリートに垂直引張応力度を発生させないように、プレストレスを導入した。

2) 横強度部材, 局部強度部材

底版および側壁のコンクリートに発生する引張応力度が許容引張応力度以内になるように、鋼桁の断面と間隔を決定した。

甲板部では、コンクリートの引張応力度は、最大荷重に対して局部的にある箇所では許容引張応力度を超えているが、コンクリートのひび割れ幅を最大 0.1 mm となるようにして、断面を算定した。

なお、荷重としては、縦曲げモーメントおよびセン断力(静水中、波浪中)、横強度荷重、局部強度荷重、静水圧、甲板荷重等を考慮したが、そのうち波浪荷重にはそれぞれ位相差があり、同時には作用しない。そこで、波浪荷重による応力度は二乗和平方根法によって重畳した。

3) 安全度の検討

船体ひび割れモーメントは、船体縦曲げモーメント(静水中縦曲げモーメント+波浪縦曲げモーメント)の 1.5 倍以上とし、船体の終局破壊曲げモーメントは、船体縦曲げモーメントの 1.95 倍(船体ひび割れモーメントの 1.3 倍)以上とした。

また、船体のセン断に関する終局破壊安全度は、船体の終局破壊縦曲げモーメントの場合と同等以上とした。

2.3 考 察

(1) 構造形態について

1) シェル構造

今回の小型バージでは、その有利性はあまり考えられないが、将来の大型化を考えると、シェル構造は強度的にも重量的にも、非常に有利であると思われる。

2) 合成桁構造について

鋼材を用いた合成桁構造は、船体重量を軽くするという点で効果があった。

大型構造物に適用した場合、設計面では、コンクリートと鋼材の接合部の強度特性(疲労など)や、合成桁にプレストレスを導入した時のプレストレスの分担比など、検討を要する事項がある。

3) プレキャストブロック工法, ブロック継手工法について

工期短縮, 造船所設備の有効利用, ブロックの品質管理という面より大ブロック工法を用いた。将来大型化してブロック個数が多くなれば、ブロック製作のための設

備投資が、ブロックの量産や工期の短縮などにより償却でき、経済的になると推測される。

強度上(建造時強度, 就航時強度), 造船所設備の有効利用上およびブロック製作上より、ブロックの大きさ, ブロック割り, 継手位置が種々考えられる。

継手は3つのタイプを採用したが、鋼材を使用した水平方向継手については、大型化した場合、繰り返し荷重に対する疲労強度, 継手部の応力伝達, 溶接によるコンクリートへの熱影響などについて、十分な対策が必要である。

4) かぶり, 部材厚について

ソ連の規準では、かぶりを最小 15 mm, 主要部材厚を 6 cm 以上としており、これに従って設計された船舶のデータ収集は参考になると思われる。

強度, 耐久性, 経済性, 施工性などを考え合わせて、今後最小部材厚をより小さくする余地がある。そのためには、プレストレスを与えたコンクリートのかぶり厚と海水の浸食等について、今後種々の基礎実験が必要と思われる。

(2) 使用材料について

コンクリートは耐海水性, 水密性などの諸要求を満たすような材料を選択することが重要である。

船体重量を軽減するためには、超高強度コンクリート, 軽量コンクリートおよび繊維補強コンクリートの使用が考えられる。

一方、鉄筋については、防錆の面より亜鉛メッキ鉄筋の使用なども検討すると良いと思われる。

また、PC鋼線は応力が持続状態なので、応力腐食や水素ゼイ化等の特殊な腐食機構があり、設計に際して注意する必要がある。

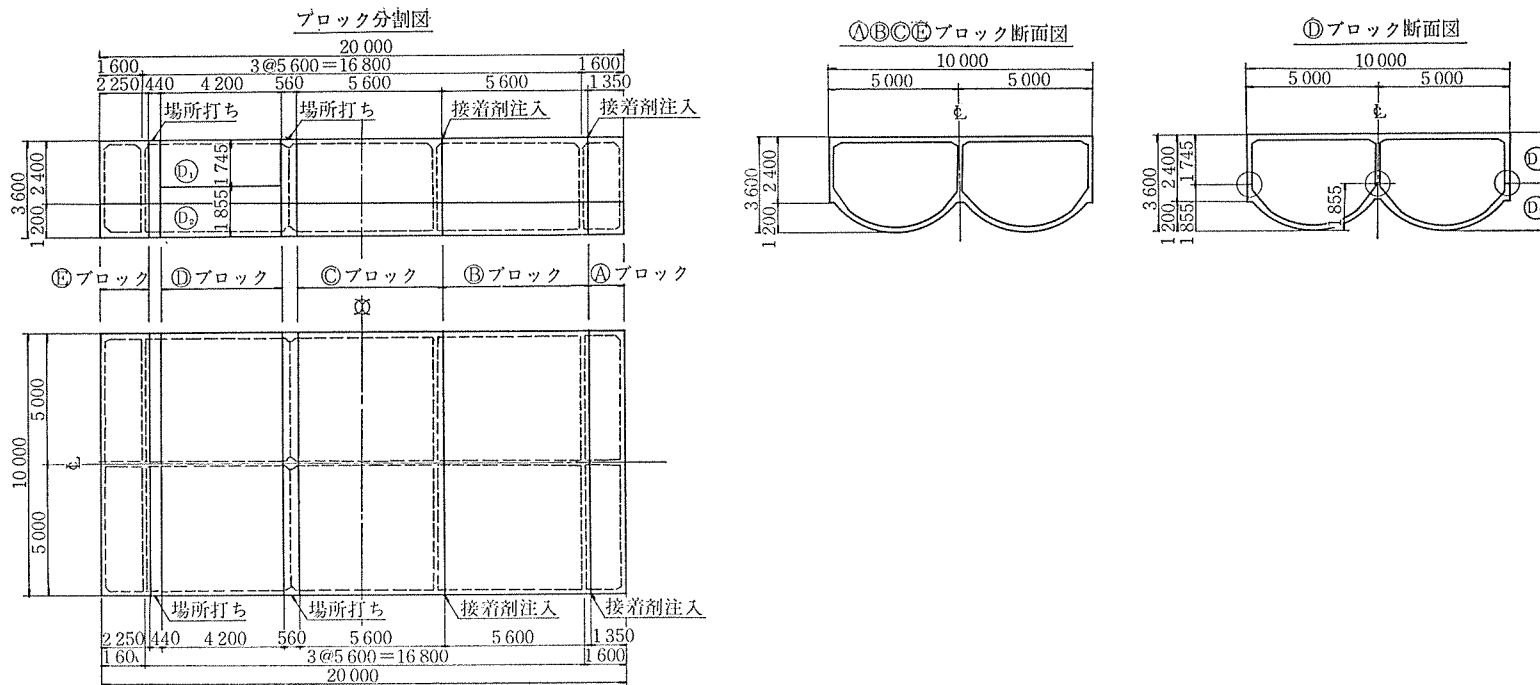
(3) 設計上の留意点

1) 構造強度の解析について

一般に鋼船の設計は、豊富な実績を背景として、鋼船規則に基づいて行われてきたが、最近の考え方は、波浪外力を考慮した詳細な強度解析を要求する方向になりつつある。

これはPCバージでも同様で、単なる梁理論での強度検討だけでなく、大型で複雑な構造物に対しては、有限要素法等による解析や立体構造としての解析が必要となってくる。

- ・左右舷非対称荷重や 45° 方向荷重に対する検討
- ・コンクリートの乾燥収縮・クリープや温度変化等による二次応力の検討……今回は小型で単純な構造だったので省略したが、大型の場合、経時変化等も含めて検討の必要がある。なお構造モデルの選定に際しては、実船の状態と近似させることが肝要と思わ

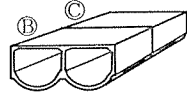


14

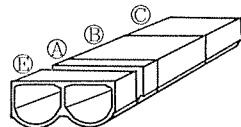
1. ブロックの製作 (深井ヤード)

1-a A③C④ブロックの製作

③④ブロックを製作

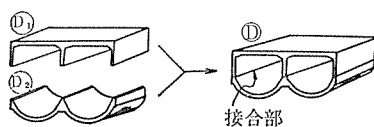


A④ブロックを製作



1-b ①ブロックの製作

①②ブロックを製作 ①②③ブロックを接合



2. ブロックの接合(ドッグ"海洋")

A~Eブロックを接合し、縦方向にプレストレスを導入する

ブロックの接合方法

- C~D間 } 場所打ちコンクリート
- D~E間 } エポキシ系接着剤注入
- A~B間 } エポキシ系接着剤注入
- B~C間 } エポキシ系接着剤注入

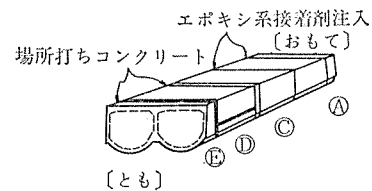


図-4

れる。

- ・疲労強度，局部強度
- ・衝突・衝撃強度，座礁時強度

海洋構造物は，陸上構造物よりも平均応力に対する変動応力比が大きいので，コンクリートの応力集中部，PC鋼線，定着部等の疲労強度を折り込んで設計を行う必要がある。

2) セン断に関して

海洋構造物は大きな繰り返し応力を受けるため，通常の許容せん断応力度の1/2の値を使用することを推奨している(ACI)。

- ・クラック内に水分が入り，骨材間の摩擦で伝達されるせん断力が減少するため
- ・せん断抵抗力が，繰り返し荷重により減少するため
- ・横方向水圧が，部材の変形，クラックの方向を変えるため

3. PC バージの建造

3.1 建造概要

(1) 建造概要

本工事は，将来のコンクリート製大型海洋構造物建造のための建造法の検討を主な目的とした。そこで種々の建造法が検討されたが，工期短縮，建造費低減のため，プレキャスト工法による大ブロックの建造(ヤード作業)，ブロック接合工期の短縮(ドック作業：接着剤注入，接合鋼材溶接)，既設造船所設備の有効利用(揚重機，運搬機，ドック)等を考慮し，数個のブロック建造による目地注入接合法を採用した。

重量物の吊上げ，運搬上の制限，ブロック建造時の作業性(特に型枠支保の解体)を考慮して，4枚の横隔壁付近でバージを5個のブロックに分割した。つまり2個の船首尾部ブロック(L=1.35m, 2.25m)と3個の中央部ブロック(L=5.6m×2個, 4.2m)の計5個としたが，中央部ブロックのうちの1ブロック(L=4.2m)はさらに上下2個の小ブロックに分割した。

各ブロックは，ブロック建造ヤードにて，あらかじめ製作されたブロック建造架台で平打ちで建造された。一方，上下2個の小ブロックは鋼材を用いて溶接接合し，1個のブロックとした。

このようにして，製作された5個のプレキャストブロックは，陸路を自走台車により運搬され，ドックサイドの大型クレーンでドック内にセットされた。

ドック内では，エポキシ系樹脂の注入および現場打ちコンクリートでブロックを接合し，そのあと縦方向にPC緊張を行って，ブロックを完全に一体化し，同時に艀装工事を行って，バージを完成させた(図-4，図-5)。

(2) 使用材料

1) コンクリート

海洋でのコンクリート構造物は，波浪による繰り返し荷重を受け，苛酷な自然条件にさらされるので，その耐久性，水密性，耐海水性などに十分な配慮が必要である。

土木学会の“海洋コンクリート構造物設計施工指針(案)”を参考にしてPCバージに使用するコンクリートの配合を次のように定めた。

設計基準強度	400 kg/cm ²
単位セメント量	450 kg/m ³
スランプ	12 cm
粗骨材の最大寸法	20 mm
空気量	4%
セメントの種類	普通ポルトランドセメント

表-1 配合表(コンクリート 1m³ 当たり)

セメント (kg)	水 (kg)	細骨材 (kg)	粗骨材 (kg)	混和剤		水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	空気量 (%)
				種類	数量 (g)			
450	193	673	972	AE剤	180	42.9	40.9	4

なお，間詰コンクリート部分については，膨張効果を期待し，目地部からの漏水を防ぐために，膨張混和材を使用した。今回の膨張混和材は，従来のエトリンガイト

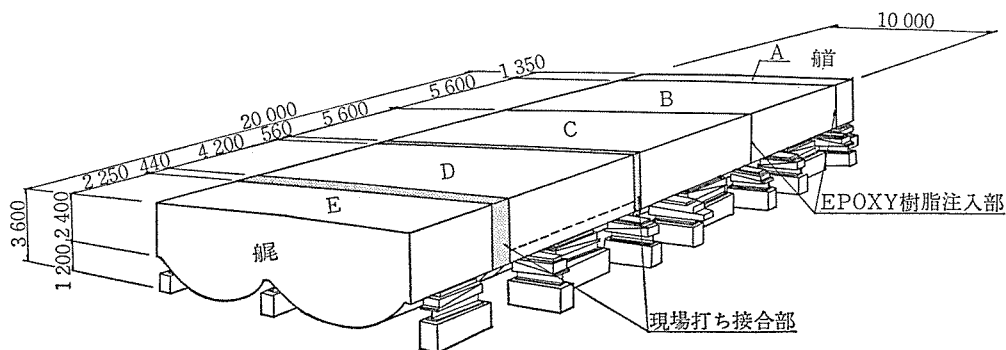


図-5 ⑧ “海洋” ドック内ブロック据付け

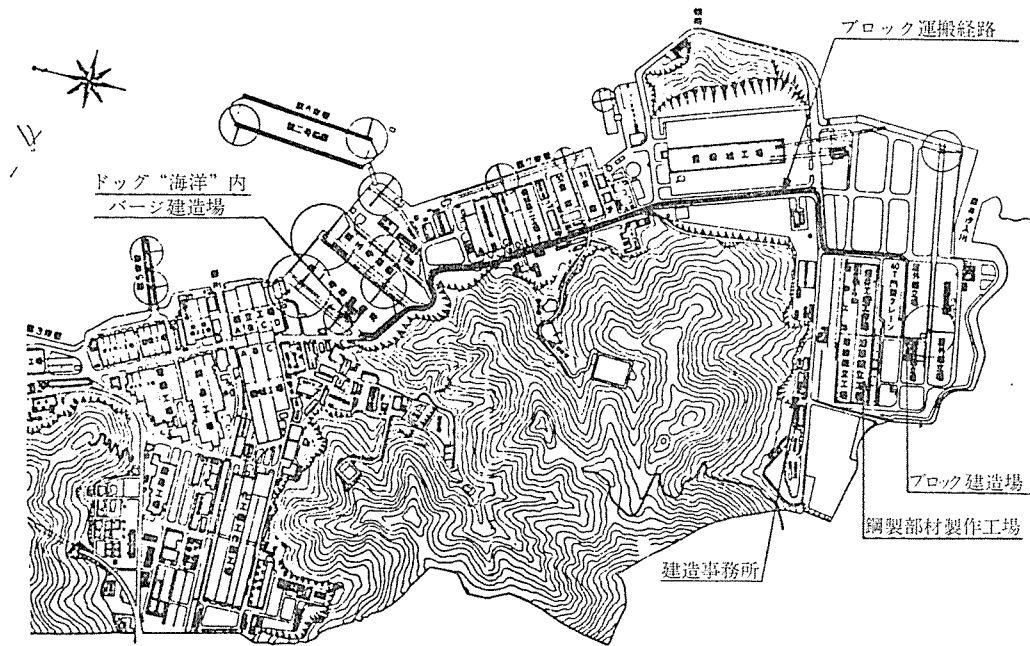


図-6 三井造船(株)玉野造船所平面図

表-2 工 程 表

一目を3日とす

種別	期間		1					2					3					4					5					6							
	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25
ブロック建造架台製作																																			
B, Cブロック建造																																			
A, Eブロック建造																																			
Cブロック吊出, 仮置																																			
Dブロック建造																																			
Dブロック接合工																																			
ブロック運搬																																			
ドック内据付																																			
目地コンクリート接合工																																			
エポキシ樹脂接合工																																			
PC緊張, グラウト工																																			
各種検査																																			
備考																																			

による水和膨脹材と異なり酸化カルシウムを主成分としたものを使用した。

2) PC鋼線

スズキモノストランド(鈴木金属工業K. K. 製)

19本より19.3mm

3) 鉄筋, 鋼材

JIS規格品を使用した。

鉄筋 JIS G 3112 SD 30

鋼材 JIS G 3101 SS 41

JIS G 3106 SM 41

4) エポキシ樹脂接着剤

橋梁等で実績を有するエポキシ樹脂の接着剤を使用した(注入接着工法)。

(3) 建造場所

本工事は、三井造船（株）玉野造船所にて行われた。

コンクリートブロックの建造……屋外組立場
 鋼製部材の製作 ……深井工場(建屋内)
 全体の総組立 ……ドック「海洋」

なお、図-6 に造船所平面図を示す。

(4) 建造工程

建造工程は 表-2 に示すとおりである。

3.2 ブロックの建造

バージの船底形状が円筒シェルであるので、これに合わせた架台を屋外組立場に、鋼材を用いて製作した。架台の長さは、ブロック建造上および工程上より 16.5 m とした。

鋼製架台の上には、シェル部下型枠（鋼製型枠）を敷き、鉄筋、シース等を組み立てたのちに、シェル部上型枠（鋼製および合板型枠）を組み立てた。

コンクリートは、打設量が割合少なく、かつ手間のかかる薄い壁が多いので、経済上の理由から、レッカーレーンとホッパーを使用して打設した。

コンクリート打設は、1ブロックにつき、上下2回としたが、第1回目の下部シェル部では、まずシェル中央部の幅 2m 区間を打設し、この部分がある程度硬化するのを待って、シェルの立ち上がり部を、側壁・縦隔壁からコンクリートを投入して打設した。

下部ブロックは5日間の養生をしたのち、鋼製部材の組み込みを行った。下部ブロックの建造と並行して、工場で作製された鋼製部材（H形鋼桁、船首尾部防撓材）は、あらかじめコンクリート躯体中に埋め込まれたアンカープレートと溶接して、組み立てた。

次に、上部ブロックの鉄筋、型枠組立てを行い、コンクリートを連続打設してブロックを完成した。

一方、水平継手のあるブロックは、接合部に接合用鋼材をあらかじめ組み立てて、下部ブロックは鋼製架台上で、上部ブロックは、その隣のヤードにて建造した。接合作業は、ヤードの 50t クレーンにて上部ブロックを下部ブロックに搭載した状態で、接合部に鋼板を使用して、溶接し、一個のブロックとした。

このようにして完成した5個のブロックは、ドックへ運搬する日までヤードにて養生した。

3.3 ブロックの吊出し、運搬、据付け

ブロックの吊上げ、吊下ろし用に、躯体の側壁および縦隔壁に軟鋼製吊金具を埋め込んだ。安全荷重はブロック重量および吊金具の配置より 10t と 20t とし、別に製作した引抜試験用供試体にて吊金具の引抜力を確認した。

ブロックの最大重量が約 85t となるので、組立ヤードでのブロック吊出しは、50t および 60t クレーン2

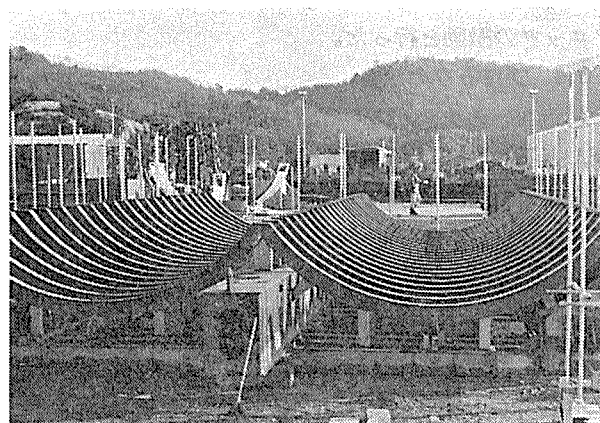


写真-1 ブロック建造用鋼製架台

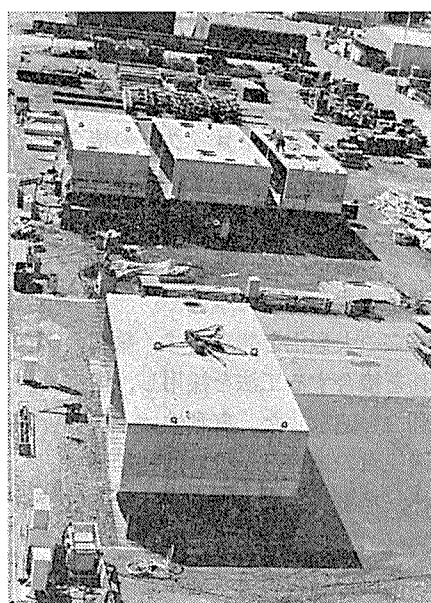


写真-2 ヤードにおけるブロックの養生

台の相吊りとした。なお、2台のクレーンは巻上げ速度や、ブーム旋回速度が違うので、ワイヤー張力を均等にするため、滑車を使用した。吊上げ、運搬の順序は、ドックでの据付順序と同じくし、150t 自走台車にて、組立ヤードからドックまでの約 1.5 km を時速 4 km の速度で順次運搬した。

ドック内には、ブロック時および接合後のバージの重量や安定性を考慮して、造船用ドック盤木が配置されており、ドックまで運搬されたブロックは、ドックサイドの 150t クレーンにてドック内の盤木上に据え付けられた。据付方法は、渠底にマーキングされた基準線と、ブロック本体の基準線が一致するようにクレーン移動を行い、微調整用にさげ振りを利用して所定位置に ± 10 mm 程度の精度で据え付けた。

このあと、ブロック位置等が許容以内になるように、

報 告

ジャッキ、ワンドル、レバーブロック等の器具を用いてブロックの微動を行った。

3.4 ブロックの接合

間詰コンクリートによる接合部は、ブロック建造と同様、上下に分けてコンクリートを打設したが、ブロック接合面での収縮ひび割れを防ぐため、膨張コンクリートを使用した。所要強度が出てから、PCストランドで一次緊張を行い、ブロックを引き寄せるとともに、エポキシ樹脂注入時の注入圧による移動を防いだ。

エポキシ樹脂によるコンクリートブロックの接合は、従来はパテ状樹脂を塗布し、圧着させる方法をとっているが、これは接合面の高い精度やブロックのスムーズな移動が必要となるため、今回は接着剤注入工法を採用した。

本緊張は、注入目地部のエポキシ樹脂の所定養生期間をおいてから行い、バージの縦方向にプレストレスを導入した。防水処理を上下ブロックコンクリートの打継部、間詰コンクリートとブロックとの接合部、木コン部に施し、そのあと気密試験、液密試験を行って施工の確認をし、PCバージの建造を完了した。

3.5 考 察

(1) ブロックの建造について

今回は将来の大型化を想定して、数個のブロックを建造し、これを接合する工法を採用し、従来の一体建造に対する有利性を追求した。有利性は

- 1) 建造架台の規模と、その回転効率
- 2) 型枠、足場支保材、コンクリート打設および養生用機械の回転効率
- 3) 既存揚重、運搬機器の利用度
- 4) ブロックの組み込み、微動方法の合理化
- 5) ドック内作業の短縮

などにより詳細に比較し、評価できる。

造船所設備の有効利用という面より、ブロック建造法は良好な工法であったと考える。

一方、重量軽減の目的で防撓材および一部の横隔壁に、鋼材を用い、成果を上げたが、鋼材のコンクリートへの取付精度、溶接熱によるコンクリートへの影響等の問題があったので、部材一体埋込式や継手位置、方法の改良を行い、据付能率、精度の向上をはかる必要がある。

船底部には、シェル構造を採用し、平打ちで従来の方法でコンクリートを打設したが、船体が大型化した場合には、北九州洞海湾の沈埋トンネルで採用した堅打ち工法が良いと思われる。その場合には、強固な両面型枠や大型型枠の使用、鉄筋カゴのプレハブ化、コンクリートの連続打設による打継部の減少、表面および端面仕上げの機械化、養生設備の合理化などが考えられ、ブロック

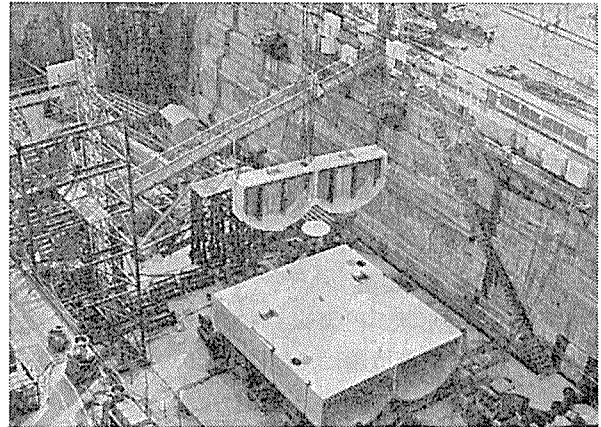


写真-3 ドック内ブロック据付け

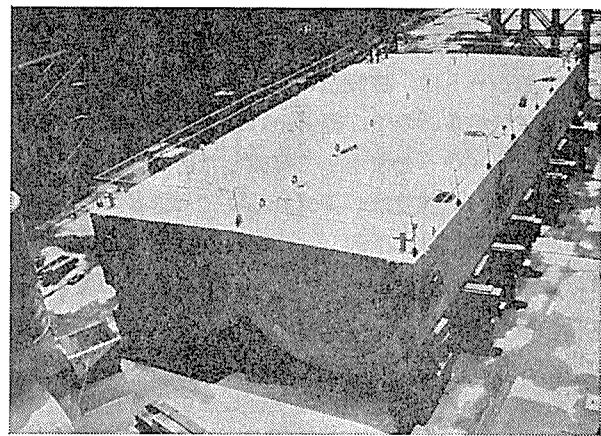


写真-4 PCバージ完成

の転傾装置も必要となってくる。

(2) ブロックの吊出し、運搬、据付けについて

吊上げについては、一個の吊金具の破壊が、全体破壊につながるような、吊金具の設計には充分安全率をとり、運搬については、ブロックにねじりや衝撃を与えないように架台面一体台車を使用した。

ブロックのドックへの据付けは、大型クレーンでの荒置きで、 $\pm 10\text{mm}$ の精度が出せること、150tまでのブロックであれば、微動がジャッキやワンドルの使用などで可能であることより、鋼製ブロックと同様な方法をとった。

将来、ブロック重量はクレーン能力の8~9割とし、ブロック据付けは、はめ込み方式を避けるような順序とした方が良い。

(3) ブロックの接合について

目地注入接合は、工期的には最も早く、接合面精度や接合部シール工の急速施工などをさらに詰めれば、安心して施工できるものになる。間詰コンクリート接合部は、精度には殆ど関係なく、確実性のある工法だが、養生や防水工事など、工期や手間がかかる。大型化してブ

ロック数が増大した場合、基本的には目地注入工法とし、微動のために必要な治具を埋込み、構造物寸法の調整のために、後打ち工法を併用するのが望ましい。

なお、間詰コンクリートによる接合方法は、施工順序や方法等によっては、一概に不経済であるとも言えない面もあるので、さらに検討が必要である。

船体の水密対策については、まず、漏水の予想される打継部、木コン部、異質材料との境界面などを、全くなくすることを検討し、それでも避けられない場合は、防水箇所数を必要最少限とし、高価ではあるが、確実性のあるエポキシ樹脂の使用が最良であると思われる。

4. あとがき

以上、プレストレストコンクリート実験バージ建造の生のデータに基づいて、その設計と施工の概要を述べた。

実験船については、日本海事協会の承認を得たものであり、一応の成果を挙げたものと考えられるが、なお完全を期するため、今後の研究にまつべきものも少なくない。これらについては、本文中考察の項でしばしば述べたので、あえて重複を避けることにする。

将来、海洋資源の開発やエネルギーの備蓄など、海洋コンクリート構造物の建設については、ますます需要の増大が見込まれるが、海上において直接構築することは至難の業であり、といて陸上において本体を築造しても、これの運搬、据付けには、また一大困難を伴うことになる。そこでどうしてもプレキャストブロックとして分割施工し、これを接合して本体を完成する方法に頼らざるを得ないと考えられる。

本文がそのための試金石として、多少なりとも御参考に供し得れば、甚だ幸いである。

1977. 7. 28・受付

1978 年版 FIP Notes 購読予約受付について

1977年版は入手部数の関係上、折角のお申込みに対し一部会員の方々にはお断り申し上げ大変失礼いたしました。1978年版につきましては FIP 本部から若干の増量発送が認められましたので、この機会にお早目に下記要領にてお申し込み下さい。予約価格は前年度と変わりません。

- 1) 内 容：ロンドンに事務局を置く FIP (Fédération Internationale de la Précontrainte の略) は、PC 技術普及発展のための国際交流機関で、その組織下にある各種委員会の活動状況や世界各国の技術水準を知るにふさわしい工事写真、報告、論文等が掲載されている。
- 2) 発 行：隔月刊 (年 6 回)
- 3) 体 裁：A 4 判の英文、頁数 12~16 (不含表紙)
- 4) 価 格：年間 (6 冊分) 3 600 円 (送料手数料共)
- 5) 申 込：希望者は「ハガキ」に必要な部数、送付先 (〒)、氏名、所属会社名記入のうえ協会事務局 (電 03-261-9151) へ、送金は三井銀行銀座支店 (普通預金) 920-790。なお、部数に制限がありますのでお早目どうぞ。

◀刊行物案内▶

第 17 回研究発表会講演概要 (1977)

体 裁：B 5 判 44 ページ
定 価：1,000 円 送料 200 円

お申込みは PC 技術協会へ