

横浜港横断橋 PC バージの設計・施工

大 塚 昭 夫*
松 本 修 一**

1. ま え が き

近年、我が国の都市部における道路網の建設は、過度に開発が進み過密状態となった臨海部をさけ、沿岸域の海上に進出せざるを得ない状況にある。このため、橋梁およびその下部構造は、非常に過酷な条件下で、しかも大規模な構造物の建設を余儀なくされており、その設計、施工において新たな技術の開発が要求されている。

首都高速道路公団が横浜港口部に建設を進めている横浜港横断橋の下部構造は、水深 14 m の海中に建設される大規模な多柱式基礎であり、その設計および施工にプ

レストレストコンクリートバージ(PCバージ)を利用するという橋梁基礎としては全くの新しい工法が採用された。このPCバージは、あらかじめドライドックで製作したものを架橋地点まで曳航してきて設置し、多柱式基礎の施工のために多目的に利用した後、最終的には多柱式基礎のフーチングとなるものである。

ここでは、このような大規模海中基礎に利用したPCバージの設計、施工について報告する。

2. 横浜港横断橋の概要

横浜港横断橋は図-1に示すように、横浜市中区本牧ふ頭より横浜航路を横断し、横浜市鶴見区大黒ふ頭に至る道路橋である。

上部構造は図-2に示すように中央径間 460 m、側径間 200 m、橋長 860 m の3径間連続斜張橋であり、上下2層構造となっている。上層は横浜市道高速湾岸線として将来東京湾環状道路の一部を構成するものであり、下層は国道 357 号線となる予定である。本稿は完成すると斜張橋としては世界最長の中央径間を有する橋となる。

下部構造を建設する条件はかなり厳しい。基礎位置は水深 14 m の海中である。海底面からは N 値が5以下の軟弱な粘性土層が厚く堆積しており、支持層となる新第三紀三浦層群の土丹層(固結シルト層)は海底面下 30 m~60 m の深さに存在し起伏はかなり激しい。また施工期間中も中央径間部の横浜航路における船の通行と、側径間部の小船の通行とを確保する必要があり、工事占有面積は非常に限定された。

このような条件下において、本橋の基礎は4基とも多柱式基礎が採用された。図-3に主塔基礎の一般図を示す。主塔基礎は直径 10 m の柱(オープンケーソン)9本と厚さ 12 m、平面寸法 56 m×54 m のフーチングより構成されている。端部基礎はこれより規模が小さく、直径 10 m の柱6本と厚さ 12 m、平面寸法 54 m×34 m のフーチングより構成されている。

本橋多柱式基礎の特徴は以下のとおりである。

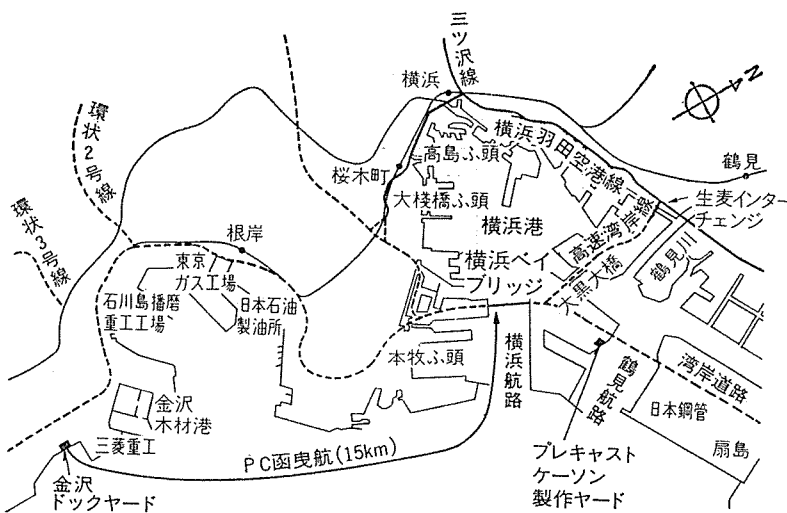
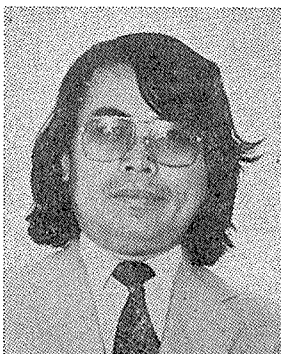
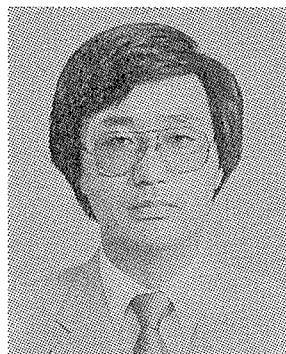


図-1 横浜港横断橋位置図



* Akio OHTSUKA
首都高速道路公団神奈川建設局特殊設計課課長補佐



** Shuichi MATSUMOTO
(株)オリエンタルコンサルタント横浜工事管理所所長

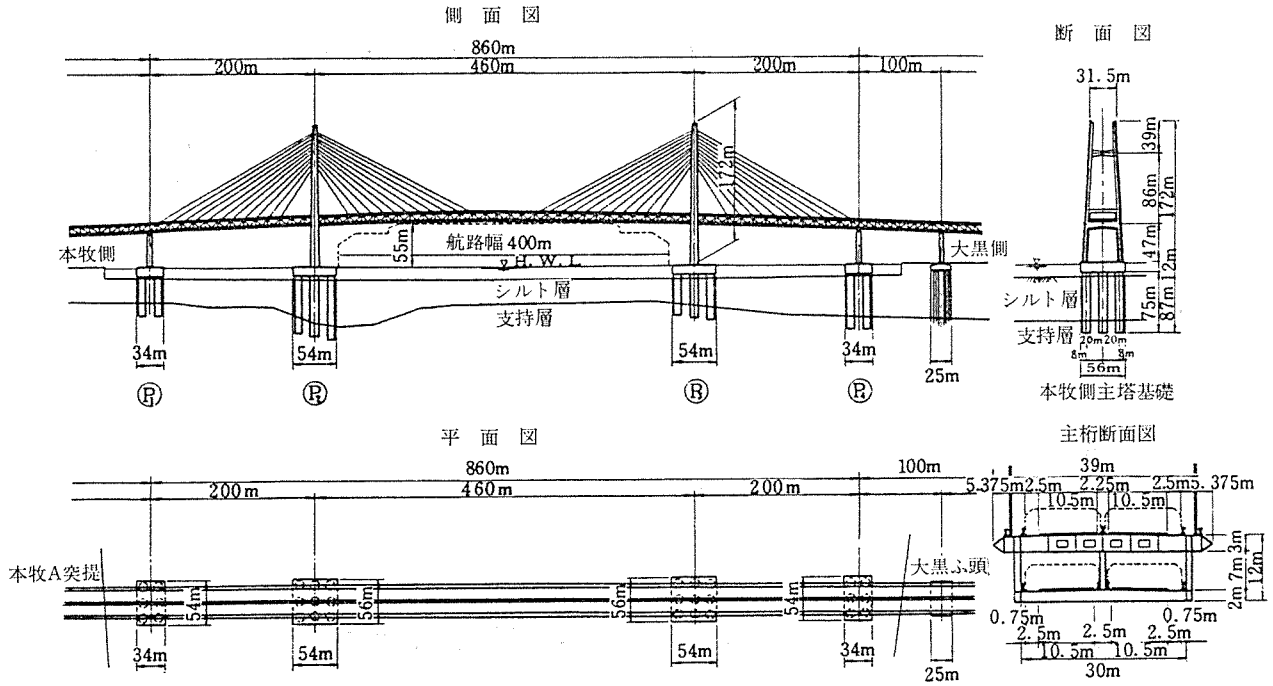


図-2 横浜港横断橋一般図

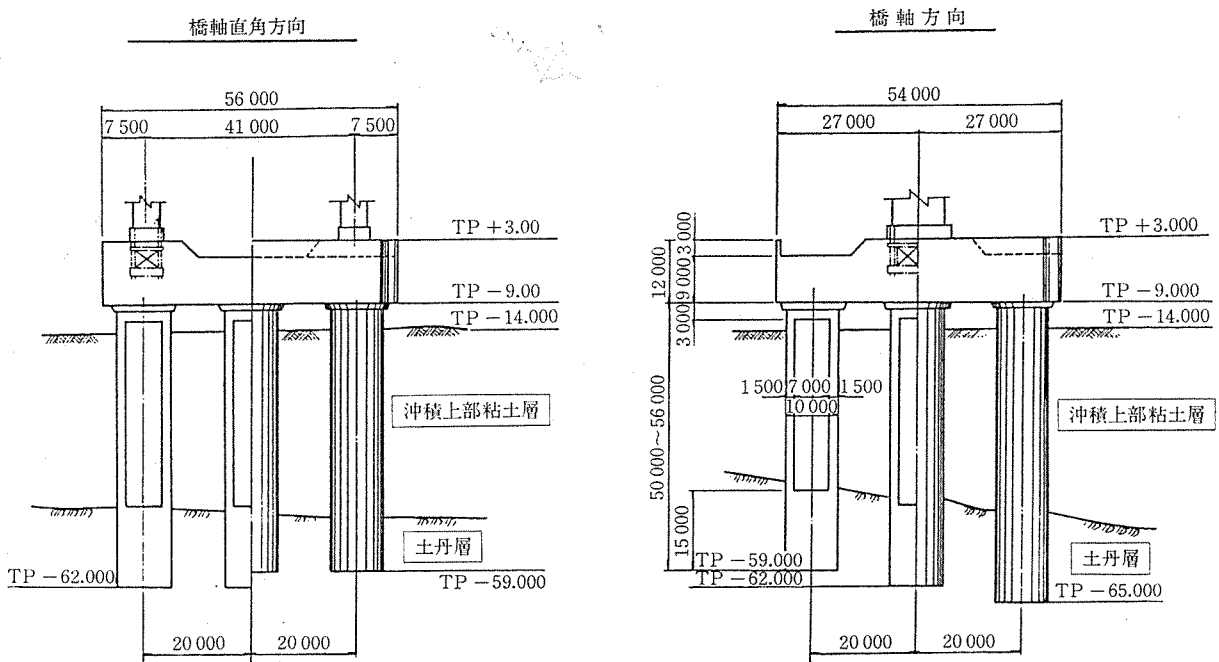


図-3 主塔基礎一般図

- ① 規模が非常に大きい。
- ② 土丹層における柱の根入れ長さは 14 m 以上である。
- ③ 柱は先端部 27 m をプレキャストケーソンとしてあらかじめ製作し、3000 ton クレーン船により一括設置する。
- ④ 柱はオープンケーソン工法により沈設するが、土丹層の掘削は新たに開発した大口径の水中掘削機

- (アーム式水中掘削機) により行う。
- ⑤ 柱を沈設するための作業台として PC バージを利用する。
- ⑥ PC バージは中詰めコンクリートを充填することにより、そのまま多柱式基礎のフーチングとなる。横浜港横断橋は下部構造に多柱式基礎を採用し、その施工に大口径水中掘削機の開発と PC バージを利用したことではじめて実現可能となったものであり、PC バ

ジの果たす役割は大きい。

3. PC パージの構造

3.1 要求される機能

PC パージとはプレストレスされたコンクリート製の箱形浮遊構造物のことであるが、ここでいう PC パージは最終的には多柱式基礎のフーチングを構成する部材となるもので、基礎の施工段階においても多目的に利用しようとするものである。このため、その構造を考えるうえで次のような機能を持たせることが要求された。

- ① PC パージの製作はドライドックで行う。したがって基礎建設位置までの海路を安全に曳航できる構造であること。
- ② 柱沈設のための作業台として利用できること。つ

まり、直径 10 m の柱をオープンケーソン工法で沈設するための開口部を有すること、および資材、重機類が載せられる構造であること。

- ③ 柱の沈設は沈下重量が不足するため圧入を行う計画である。この圧入反力に抵抗できるだけの剛性と重量があること。
- ④ フーチングコンクリート打設時に止水壁および型枠となること。
- ⑤ フーチングを構成する部材として有効に利用できること。

以上の点を考慮して PC パージの構造が決定された。

図-4 に主塔基礎パージの構造を示す。

3.2 各部の構造

(1) 底 版

底版は厚さ 80 cm で、柱を沈設するための直径 11 m の開口部を設けている。パージを曳航するときは浮力を確保する必要があり、開口部には底蓋を設けた。この底蓋は鉄筋コンクリート製で重量が約 120 ton である。柱を沈設するときは撤去するものであるが、クレーン船による一括吊上げを考え開口部より小さな寸法とした。パージの底版とはリング状の鋼製部材で連結されている。図-5 に底蓋取付け部の構造を示す。

(2) 側 壁

側壁の高さは多柱式基礎フーチングの最大厚に合わせて 12.0 m とした。壁厚は一般部で 80 cm であるが、コーナー部では PC ケーブルを半径 5 m で連続して配置したため、側壁に曲面を設けてケーブルがほぼ部材中心を通るよう配慮するとともに、壁を厚くして補強を行った。

(3) 隔 壁

パージ全体の剛性を高めるためと、底版および側壁を補強するため、壁厚 50 cm の隔壁を設けた。この隔壁はフーチング上側主鉄筋の配置に支障が無いように壁高を低くしてあるが、剛性を高めるため上側にフランジを付けてある。

フーチングの下側鉄筋はパージ底版の直上に配筋するが、柱の鉄筋と交差する部分では柱沈設時の施工誤差に

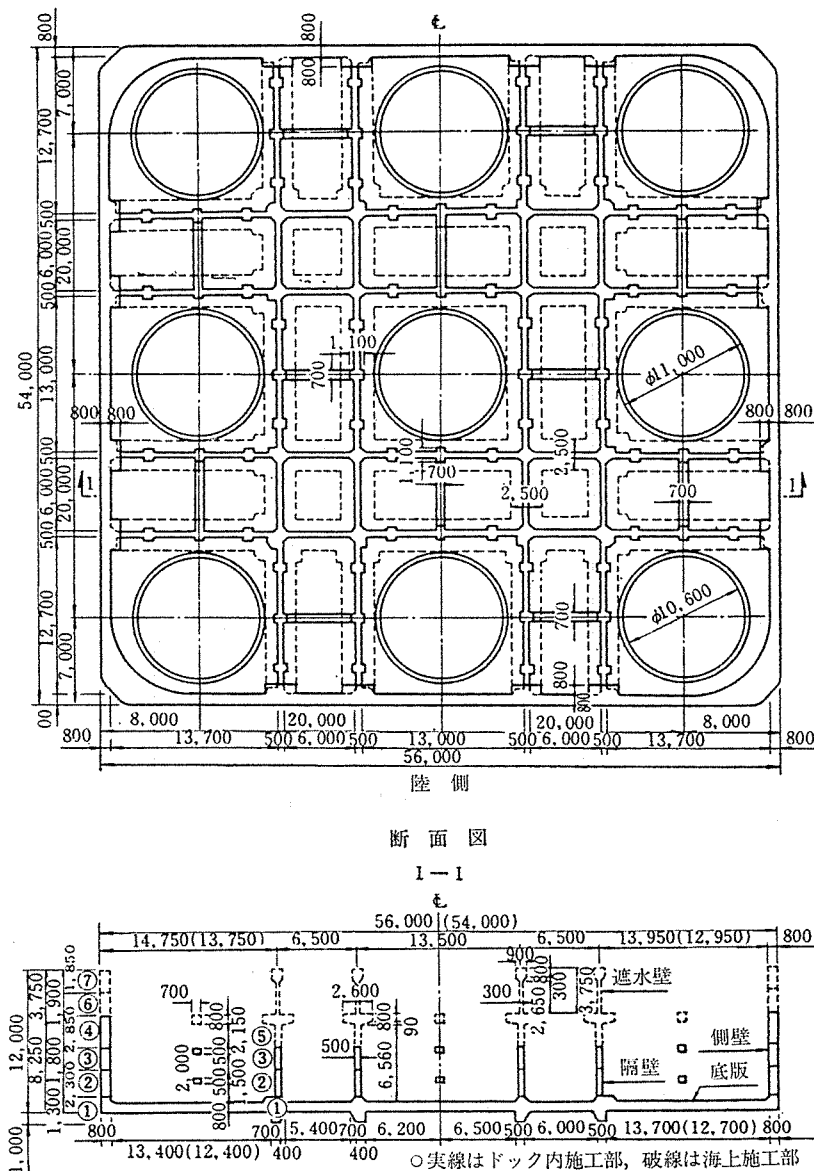


図-4 主塔基礎パージ構造図

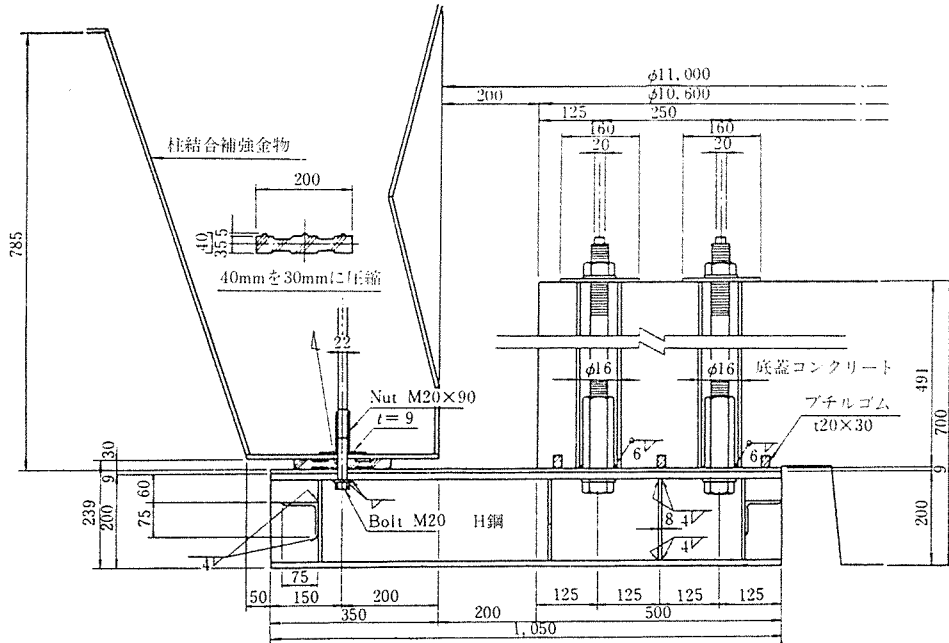


図-5 底蓋取付け部

じて配筋を変える必要がある。このため隔壁にはフーチング下側鉄筋配筋用の開口部を設け施工誤差を吸収できるよう配慮した。バージとしての構造では隔壁で区切られた各区画は水バラストタンクとして用いるため、開口部は鋼板により止水してある。

隔壁部にはこのほかに、隔壁と隔壁を結ぶ補強用のストラット、圧入ケーブルを埋め込むための柱などが設けてある。

(4) 遮水壁

バージ上は作業台として覆工を行う。この覆工桁を支持する目的と水バラストタンクとしての壁を兼ねて、隔壁上には側壁と同じ高さまで仮設の遮水壁を立ち上げた。この遮水壁は鉄筋コンクリート製であり、フーチングの配筋時には撤去される。

3.3 PC ケーブルの配置

バージの底版の直交する2方向および側壁、隔壁の水平方向はPCケーブルによるプレストレスを導入した。使用したPCケーブルはSWPR 7B 19-φ15.2とSWPR 7B 12-φ15.2の2種類で、設計荷重時に1ケーブル当たりそれぞれ300 ton, 190 tonまでのプレストレスが導入できる。

PCケーブルの配置を図-6に示した。ここで特に配慮したのはケーブル緊張端の位置である。一般にケーブル緊張端はジャッキング完了後にコンクリートで防護されるが、防護コンクリートの一体化に問題が生じることが多く、鋼材の腐食の面で弱点となりやすい。本バ

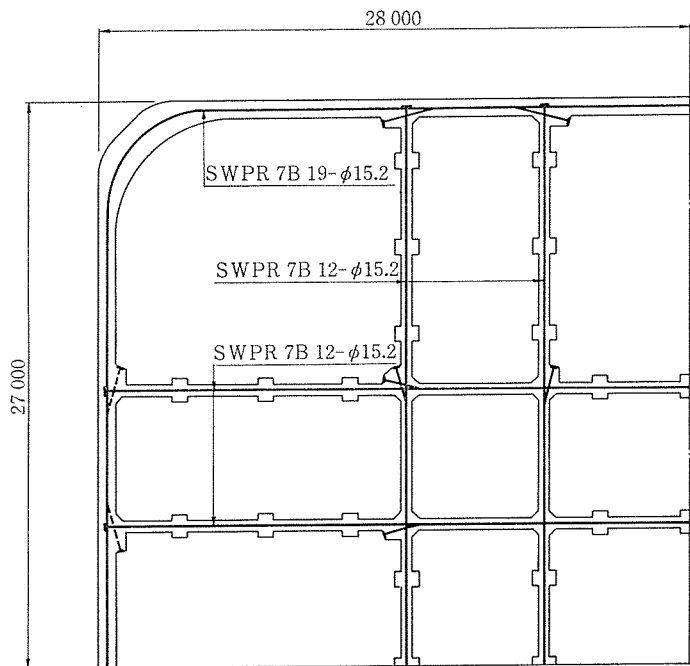


図-6 PC ケーブルの配置

ジは橋梁基礎として十分な耐久性が要求されたため、緊張端はケーブルを曲げ上げてフーチングのコンクリートで埋まるバージの内側に設けた。側壁のコーナー部も、ここに緊張端を設けるのを避けるために側壁を曲面とし、曲げ半径5mでケーブルを連続して配置した。

側壁、隔壁の鉛直方向はSBPR 80/95 φ32のアンボンドPC鋼棒を約1.0m間隔に配置し、プレストレスを導入した。

PCバージに導入したプレストレスは20 kg/cm²~40 kg/cm²程度で、比較的レベルである。なお使用した

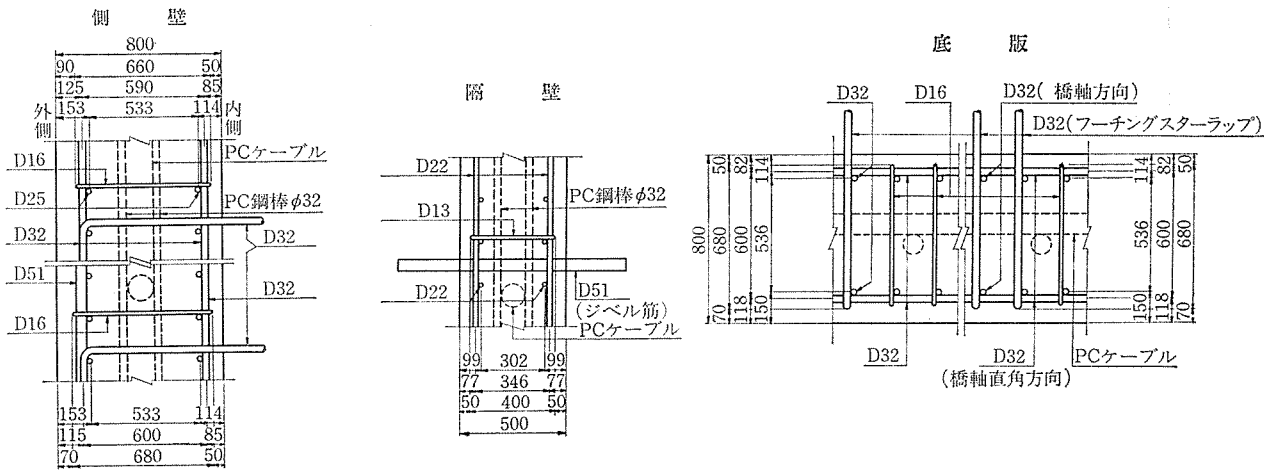


図-7 標準配筋

PC 鋼材量は、主塔基礎バージで 230 ton、端部基礎バージで 150 ton である。

3.4 配筋

底板、側壁については D 32 鉄筋を主体とし、隔壁については D 22 鉄筋を主体として配筋した。ただし、側壁の一部にはフーチングとしての D 51 鉄筋をあらかじめ配筋したため、PC 構造物としては比較的鉄筋量は多く、コンクリート 1m³ 当り 250 kg となっている。

鉄筋のかぶりについては、海洋コンクリート構造物として耐久性を確保する配慮から底板下側および側壁外側の純かぶりを 7 cm とした。その他の部分は純かぶりを 5 cm とした。図-7 に標準配筋を示す。

3.5 圧入ケーブル

柱沈設時の圧入力 PC バージにその反力を取り、水バラストを含めたバージ自重により抵抗する。柱沈設用開口部の周囲の壁には一辺 2 個ずつ合計 8 個所に圧入用の PC ケーブルを配置し、バージの底板部まで定着端を伸ばしてある。このケーブルは圧入用としてのみ使用し、バージに対して緊張力は与えてない。

3.6 分割施工

PC バージの製作は、ドライドックにおける製作と基礎位置の海上における製作とに分けて行う。

ドライドックの建設には多大な費用を要するため、できるだけ規模を小さくする工夫が必要であった。一方 PC バージの構造は多柱式基礎のフーチングとしての形状寸法に支配されるため、曳航に関しては断面に十分な余裕があった。そこで、ドライドックの規模をできるだけ縮小する目的で、ドック内におけるバージの製作は曳航に必要な最小断面とし、残りは基礎位置まで曳航した後、海上に浮かべたままで製作する方法を採用した。図-4 に示す PC バージの構造で、実線で示した部分はドック内製作分を、点線で示した部分は海上製作分を表わ

している。

このような分割施工により、PC バージは製作途中の状態ですぐに浮上、曳航という重要な役割を果たさなければならず、その構造検討も製作過程の荷重変化に対応させた照査が必要となった。

4. PC バージの設計

4.1 プレストレストコンクリートの種別

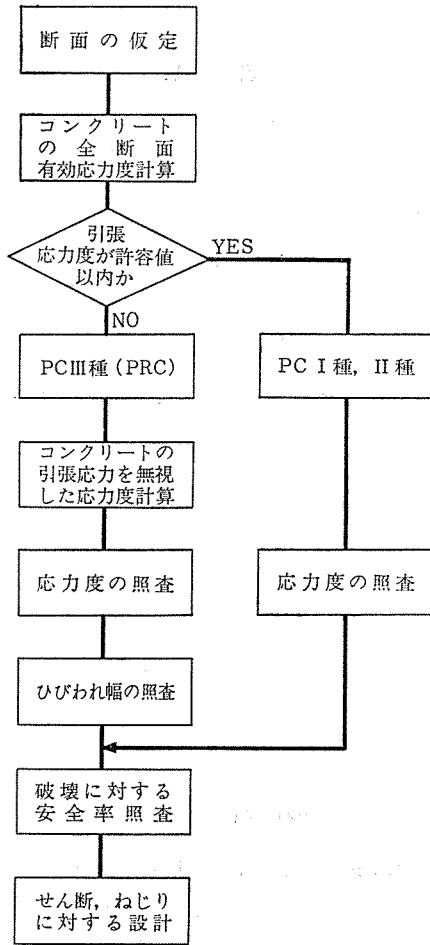
プレストレストコンクリートは土木学会プレストレストコンクリート標準示方書（昭和 53 年）において、使用時における部材の状態を I 種、II 種、III 種に分類されている。I 種は、使用状態において部材断面のコンクリート縁に引張応力を発生させないプレストレストコンクリートの場合であり、フルプレストレッシングに相当する。II 種は、コンクリート縁の引張応力がごく低レベルで発生するのを許容するもので、コンクリートの許容引張応力以内とするパーシャルプレストレッシングに相当する。III 種は、使用状態においてひびわれが開いた状態となることを許容するプレストレストコンクリートの場合である。

本 PC バージは、III 種プレストレストコンクリート構造として設計を行いひびわれを許容したが、ひびわれ幅は荷重状態に応じた制限を設けた。III 種プレストレストコンクリートはプレストレスが比較的低レベルで導入されたものであり、プレストレストコンクリート (PC) と鉄筋コンクリート (RC) の中間的な構造種別であるという意味からプレストレスト鉄筋コンクリート (PRC) とも呼ばれている。

図-8 に設計手順を示す。

4.2 設計条件

PC バージは多柱式基礎のフーチングとなるものであるが、中詰めコンクリートが打設されるまでの間の、い



図—8 設計手順

わゆるバージ構造として受ける荷重作用は比較的短期間のものであり、多柱式基礎という構造物からみれば施工時に相当する。このようなことを考慮して PC バージの設計条件を定めた。

(1) 気象、海象条件

曳航時

- 波 高 1.0 m
- 波 長 バージ長
- 風 速 10.0 m/sec
- 曳航速度 4.0 ノット
- 乾 舷 3.0 m 以上

海上施工時

- 常時波高 2.0 m
- 常時波長 バージ長
- 暴風時波高 6.0 m
- 暴風時波長 120 m

(2) 柱沈設時圧入反力

- 主塔基礎バージ 最大 3 600 ton
- 端部基礎バージ 最大 2 600 ton

(3) 使用材料強度

- コンクリート $\sigma_{ck} = 350 \text{ kg/cm}^2$

鉄筋 SD 30, SD 35 (D 51)

PC 鋼線 SWPR 7B $\phi 15.2$

$\sigma_{pu} = 190 \text{ kg/cm}^2, \sigma_{py} = 160 \text{ kg/cm}^2$

PC 鋼棒 SBPR 80/95 $\phi 32$

$\sigma_{pu} = 95 \text{ kg/cm}^2, \sigma_{py} = 80 \text{ kg/cm}^2$

(4) 荷重の組合せおよび許容応力度の割増し

表—1 に示す荷重の組合せについて考慮し、許容応力度の割増しを行った。ここでいう施工時とは多柱式基礎に対するものである。

表—1 荷重の組合せおよび許容応力度の割増し

荷重の組合せ	割増し係数
施工時一般	1.35
施工中暴風時	1.65
施工中地震時	1.65

(5) 許容ひびわれ幅

PC バージとしての構造に作用する荷重に対しては、許容ひびわれ幅を 0.2 mm に設定した。ただし、多柱式基礎のフーチングとして用いた状態では海洋コンクリート構造物としての耐久性を配慮し、土木学会コンクリート標準示方書に従い 0.15 mm を許容値とした。

4.3 施工段階と荷重

応力照査を行った施工段階と荷重は以下のとおりである。

(1) ドライドック内製作時

ドライドックの路盤に支持された状態で、自重、コンクリート打設荷重による応力および不等沈下による応力の照査。ドライドックの路盤強度は変形係数として 560 kg/cm^2 以上が要求された。

(2) ドック引出し時

海上に浮遊した状態で、水圧、自重が作用する。ドック引出し時はできるだけ軽くして吃水を浅くする必要があり、応力調整用の水バラストは投入できない。

(3) 曳航時

海上に浮遊した状態で、水圧、自重、浮力、水バラスト荷重および曳航力が作用する。

波力はサギングおよびホギングの状態に対して、sin 曲線で近似させた水圧分布とした。波の進行方向はバージ平行方向およびバージ対角方向の二方向を考慮した。

水バラストはバージの上縁応力と下縁応力がほぼ同程度となるよう調整するためのものである。

(4) 海上製作時

海上に浮遊した状態で、水圧、自重、コンクリート打設荷重、波力、水バラスト荷重が作用する。

(5) 仮支持杭設置時

PC バージは浮遊状態で完成させた後、作業台として安定させるため、あらかじめ打設された仮支持杭 ($\phi 1.5 \text{ m}$ 鋼管杭) の上に設置される。

この状態で作用する荷重は、水圧、自重、波力、水バ

ラスト荷重および地震の影響である。

(6) 柱圧入時

仮支持杭設置時における荷重に、更に柱圧入反力が加わる。

(7) ドライアップ時

柱沈設後、バージと柱を結合した状態でドライアップして、フーチングの配筋、コンクリート打設が行われる。作用する荷重は、水圧、自重、水バラストである。

(8) 多柱基礎完成時

多柱基礎を構成するフーチングの応力部材として、基礎設計荷重が作用する。

4.4 構造解析

PC バージの構造解析は、板要素の組合せによる立体有限要素法解析を主体として行い、荷重の状態および支持状態に応じて骨組解析を併用した。

PC バージは比較的薄い版で構成されており、版の面内剛性を期待した構造である。したがって構造解析ではこれらを表現することが必要である。更に、バージは分割施工され、ドック内および海上とに分けてプレストレスが導入されるため、プレストレスの分布あるいは構造系が変化することに伴うクリープ差による二次応力等は壁の高さ方向に対する応力分布の変化として表われる。これらを把握する必要があり、図-9 に示す解析モデルによる立体有限要素法解析を行った。構造の対称性を利用し、解析モデルは全体の1/4について作成してある。

骨組構造解析は、図-10 に示すように側壁および隔壁位置に配置した骨組でバージ全体の剛性を表わしたもので、主に非対称な鉛直荷重が作用する解析に用いた。

4.5 クリープの影響

施工段階に応じてバージの構造、支持状態は変化してゆく。特に分割施工を採用したことにより、ドック内施工と海上施工とでは構造および支持状態は大きく変化する。また多柱式基礎のフーチングとして利用する段階でも、中詰めコンクリート打設により著しく構造が変化する。

構造系が変化した場合には、変化前の構造におけるクリープ変形が拘束されるため、クリープで進行するのに伴い新しく不静定力が発生する。このようなクリープの影響度を近似的に次式で計算した。

$$M_{\phi} = \{M_0 - (M_1 + M_2)\} (1 - e^{-\phi})$$

ここに、 M_{ϕ} ：コンクリートのクリープによる応力の変化量。

M_0 ：最終構造系を一度に施工すると仮定した場合の持続荷重による応力。

M_1 ：最終構造系になる前の構造における持続荷重による応力。

M_2 ：最終構造系において、最終構造系になる前の持続荷重より増加した持続荷重による応力。

ϕ ：最終構造系が完成した後の各部材におけるクリープ係数の平均値。

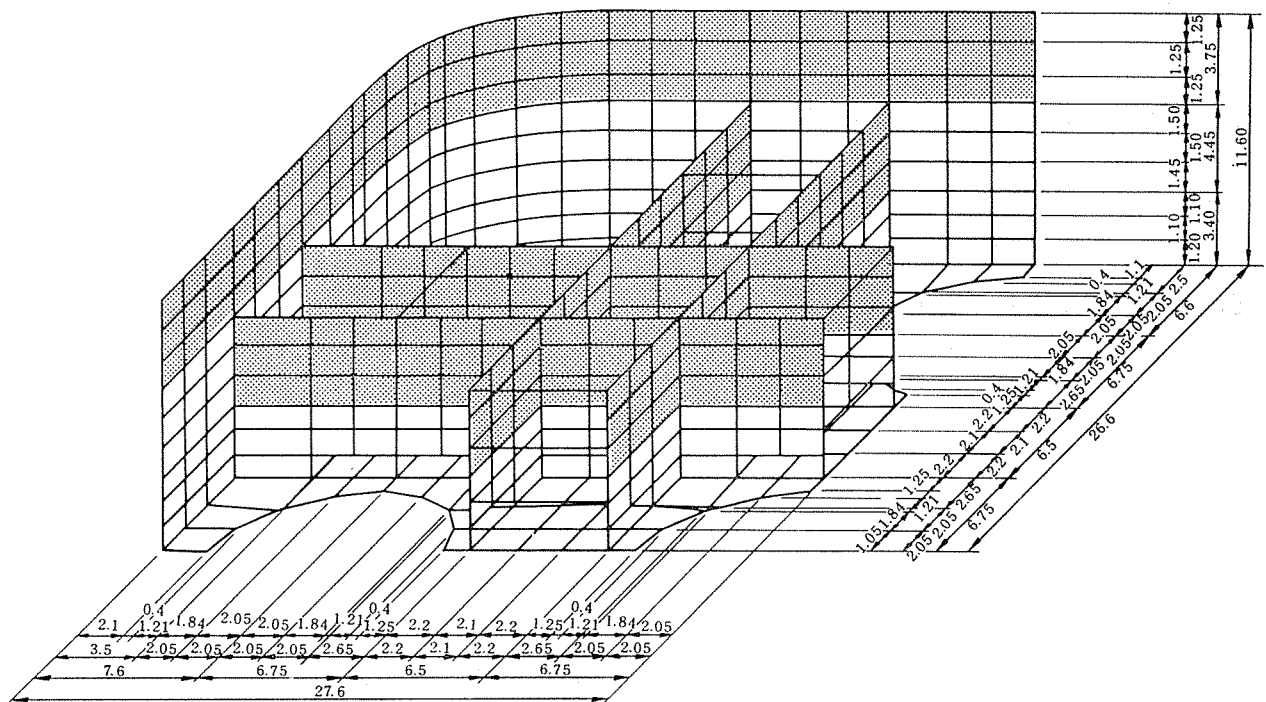
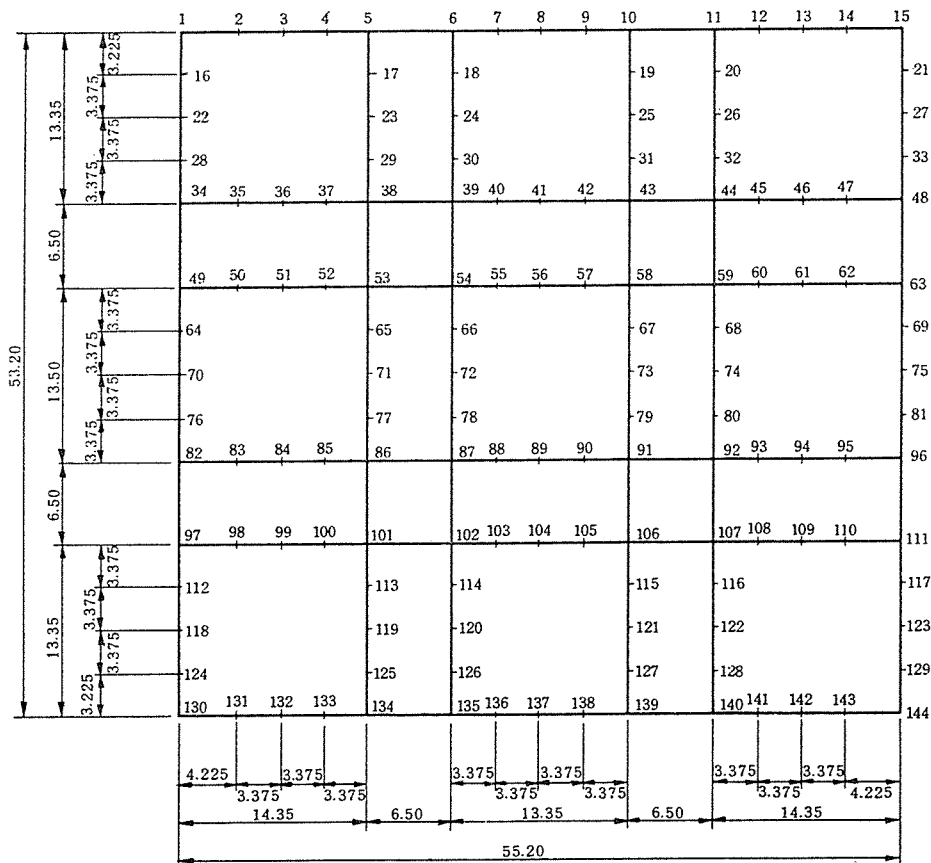


図-9 立体有限要素法解析モデル



図—10 骨組構造解析モデル

最終構造系におけるクリープを考慮した応力度は次式で求められる。

$$M_f = M_1 + M_2 + M_f + M_n$$

ここに、 M_f ：最終構造系の応力。

M_n ：最終構造系において短期に作用する荷重による応力。

これらの計算は、立体有限要素法解析においてドック内施工分の解析モデルで M_1 を算出し、最終構造の解析モデルで M_0 , M_2 を算出し、それぞれ解析の単ケースを合成する手法で行った。

5. フーチングとしての利用

柱の沈設が完了すると柱頭部とバージ間を止水し、バージ内をドライにする。フーチングとして必要な鋼材を配置した後、コンクリートを打設して多柱式基礎が完成する。フーチングは PC バージと中詰めコンクリートによって構成され、両者が一体となって挙動することを期待したものである。しかし PC バージは隔壁を有した構造であり新旧コンクリートの打継目が構造上の弱点となることが予想された。

この問題を解決するため「新旧コンクリート一体化実験研究」が行われ、次のことが明らかになった。

- ① 中実部材中にプレキャストの隔壁があると隔壁面

に曲げひびわれによる剝離が生じ、せん断力によって隔壁面にずれが生じやすくなる。

- ② 隔壁面でのずれを防止するためには、隔壁を貫通して両面に突出するずれ止め筋の効果が極めて大きく、その量は 隔壁面の 0.5% で良好な結果が得られる。

以上の結果をふまえ、厚さ 50 cm の隔壁に D 51 鉄筋を横方向 40 cm、高さ方向 100 cm の間隔で配置し、突出長を 30 cm とした。

更にフーチングの一体性を向上させるため、フーチングに 6 kg/cm² 程度のプレストレスを導入した。このプレストレスは、多量に必要とするフーチングの引張鉄筋を、実際に配置可能な量まで減少させる効果もある。

このような一体化の対処を行うことによって、PC バージを利用したフーチングは表面付近にプレストレスが導入された構造となり、非常に効果的にコンクリート表面のひびわれを防止し、耐久性を向上させることができる。

6. PC バージの施工

6.1 ドライドックの構築

PC バージ製作のため、ドライドックを横浜市金沢区幸浦の海に面した埋立地に構築した。このドックの規模

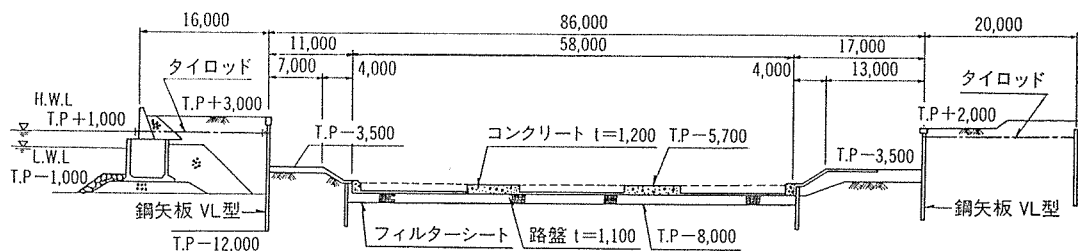


図-11 ドライドック断面図

は平面寸法が 126 m×86 m で、主塔基礎バージ1基と端部基礎バージ1基が同時に製作できる大きさである。PC バージは4基製作するため、ドックは2回使用される。

ドックの周囲は、前面 VL 型、背面Ⅲ型の鋼矢板二重締切により渠壁を構築した。

ドックの路盤は、バージ製作時に不等沈下が生じるのを防ぐため、約 1.1 m の厚さを砕石により置換して十分に締め固めるとともに、ウェルポイントにより揚水してボーリングによる地盤の乱れを防止した。

路盤上には PC バージ底面の突起形状に合わせて、最大厚 1.2 m の渠底コンクリートを打設した。

図-11 にドック断面を示す。

6.2 ドック内におけるバージの製作

(1) 底型枠

バージと渠底コンクリートとの間に敷く底型枠は、バージにプレストレスを導入したときの弾性変形、あるいは温度変化および乾燥収縮等によるコンクリートの変形を拘束せず、更にバージの浮上時には容易に剝離することが必要であり、図-12 のような構造を採用した。

(2) コンクリートの打設

主塔基礎バージの場合、コンクリート量 8 000 m³ のうち 5 200 m³ がドック内で施工される。コンクリートの打設ブロックは、1 日の打設量およびバージの構造とを考慮し、高さ方向に4ブロックに分割した(図-4 参照)。最大ブロックは底版部で、打設量は 2 200 m³ である。

PC バージには海洋コンクリート構造物としての耐久性が要求されるが、構造が複雑であり、鉄筋、PC 鋼線などの補強鋼材が多量に配置されている。したがって

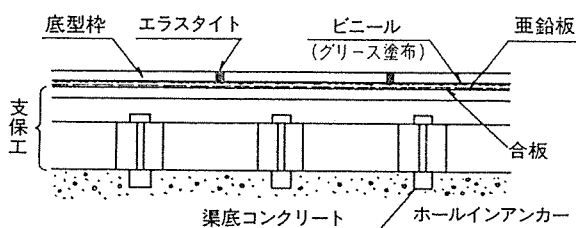


図-12 底型枠の構造

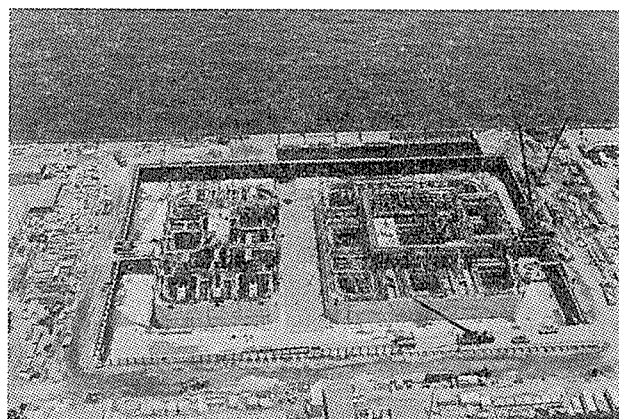


写真-1 ドライドックにおける PC バージの製作

コンクリート打設には流動化剤を用い、ワーカビリティを良くして密実なコンクリートとなるよう配慮した。流動化剤は、スランプ 8 cm のベースコンクリートをスランプ 15 cm となるよう、その使用量を定め、現場において添加した。写真-1 はドック内施工が完了した状態の PC バージである。

(3) 鉄筋

鉄筋は、PC バージの補強鉄筋としてコンクリート内に埋め込まれるものと、将来フーチングの鉄筋として連続させるため、バージの壁面から突出させた鉄筋とがある。

バージ内に埋め込まれた鉄筋については所定のかぶりを確保するよう配慮した。特にバージの側壁外側、底版下側についてはフーチングとしての表面鉄筋となるため、かぶりの管理は厳重に行い、基礎構造物としての耐久性を確保するよう努めた。

バージの壁面から突出した鉄筋は、フーチングコンクリートが打設されるまでの間、海中あるいは気中に曝されるため、ビニールホースで被覆して腐食を防止した。

6.3 曳航

ドライドック内で施工された PC バージの総重量は、主塔基礎バージ 15 800 ton (躯体 14 500 ton, 艀装その他 1 300 ton), 端部基礎バージ 9 500 ton (躯体 9 000 ton, 艀装その他 500 ton) である。

ドック引出し時の吃水は底版の突起も含めて 5.7 m であり、T.P.-5.5 m の渠底部を安全に越えるためには、

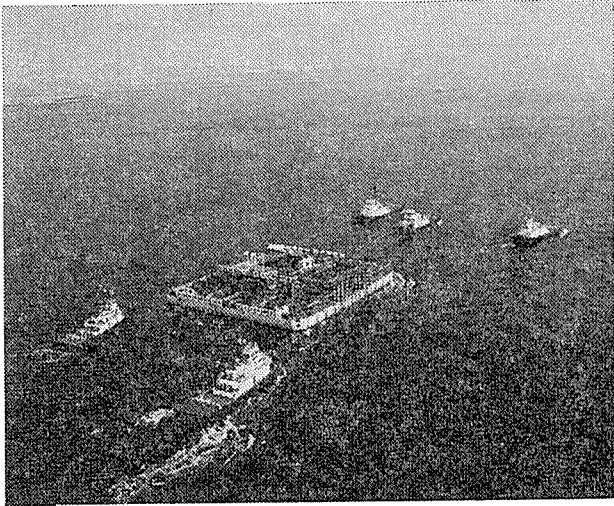


写真-2 PC バージの曳航

潮位が 70 cm 以上必要であった。引出し作業はウィンチ操作で行い、これに要する時間は主塔基礎バージで 2 時間、端部基礎バージは横移動を行うため 3 時間である。したがってドック引出しは、潮位 70 cm 以上が 3 時間以上確保できる日を選び、主塔基礎バージは 58 年 8 月 9 日、端部基礎バージは翌日の 8 月 10 日に行われた。

曳航の船団構成は、主塔基礎バージの場合で、3 000 PS の主曳船 3 隻、2 300 PS の補助曳船 2 隻、警戒船 4 隻であり、端部基礎バージはこれより規模が小さいため、3 000 PS の主曳船 2 隻、1 500 PS の補助曳船 2 隻、警戒船 4 隻である。

曳航はドライドックから架橋地点までの間 15 km を約 3 ノットの速度で 3 時間かけて行われた（写真-2 参照）。

6.4 海上におけるバージの製作

架橋地点に曳航した PC バージは、更にバージとしての構造を完成させるため、設置ガイド杭内に引き込み、逸散防止チェーンで連結した後、浮遊状態のまま構築が続けられる。ドック内において製作されたバージは、曳航時に受ける波浪に対しては十分に安全であるが、架設現地における最大級の波に対しては剛性が不十分である。このため隔壁のフランジ部は、ドック内において既に配筋を行い、海上でただちにコンクリートを打設した。

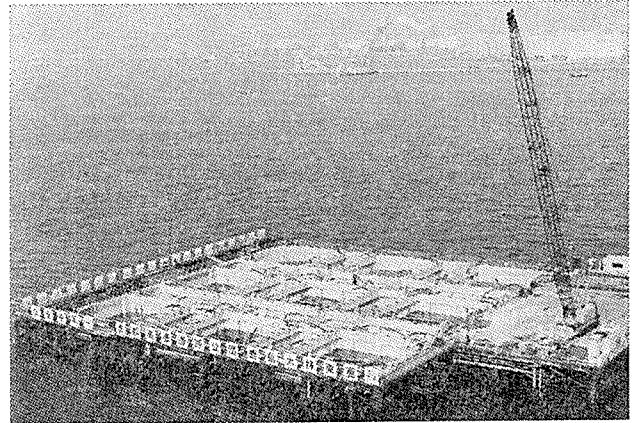


写真-3 海上における PC バージの製作

写真-3 は海上における製作が完了し、仮支持杭に設置された状態である。

7. あとがき

本牧側主塔基礎バージと大黒側端部基礎バージの 2 基は、既に各基礎位置の仮支持杭上に設置され、柱沈設のための作業台として利用されている。残りの 2 基は、現在ドライドックにおいて製作中で、今秋にもドック内施工分が完成し、架橋現地まで曳航される予定である。

PC バージを利用した構造および施工法の特徴は、非常に大型の構造物をプレキャスト部材として製作することが可能で、施工条件のきびしい海上における作業を極力減らすことができるということにある。このため、高品質で耐久性のある構造物を安全にかつ早期に建設することが可能であり、海洋コンクリート構造物に今後ますます応用されてゆくものと思われる。

参 考 文 献

- 1) 横浜港横断橋下部構造新旧コンクリート一体化実験研究報告書, 横浜国立大学工学部
- 2) 横浜港横断橋下部構造の設計, 施工に関する調査研究(その3)報告書, 首都高速道路協会
- 3) 岡田郁生, 石井英雄: 横浜港横断橋の設計と施工, 土木技術
- 4) 内藤誠一: 横浜港横断橋基礎構造の施工, 道路とコンクリート
- 5) 池田尚治, 矢作 枢, 椿龍哉, 山口隆裕: 隔壁の埋めこまれた鉄筋コンクリート部材のせん断挙動と設計, コンクリート工学年次講演会
- 6) 倉林 稔: 横浜港横断基礎工の施工, 基礎工