

## 最近の海洋PC構造物の動向と将来技術の展望

渡辺 健之助\*

### はじめに

コンクリート構造の歴史は、多くの分野で、鋼構造にとって代わってきた歴史である。さらに、50数年前に開発されたプレストレストコンクリート(PC)構造は橋梁分野、特に長大橋の分野に大いに進出してきた。

海洋構造物(港湾、海岸、海洋)の分野も決して例外ではない。この分野へのPC構造の活用は、特に北海域の石油開発施設で画期的な進展を実現した。メキシコ湾でのプラットフォーム建設当時は杭基礎式の大型鋼製

ジャケット構造が採用されていたものが、北海では過去20数年の間に20数基の設置式PCセル構造プラットフォームが建設されてきた(図-1)。すなわち、その優れた耐久性、耐疲労性、靱性、施工性、コスト競争力が活かされてきたわけである。これらの経験から導かれた結論は、適切に設計、施工されたPC構造が非常に優れた構造体であるということを証明している。

このように、PC構造の台頭は、単なる経験実績の踏襲からのみではなく理論的必要性への挑戦機会が、いかに技術的エポックをもたらすかをも証明している。すな

わち、将来のPC技術の開発は、現在の技術に欠如していること、やむを得ず甘んじていることを厳しく追及することにより、理論的必要性を認識することが第1歩となる。

本稿は、このような視点から、最近の代表的な海洋構造物の特徴を洗い出し、さらに、現在有望視されている将来技術について紹介するものである。

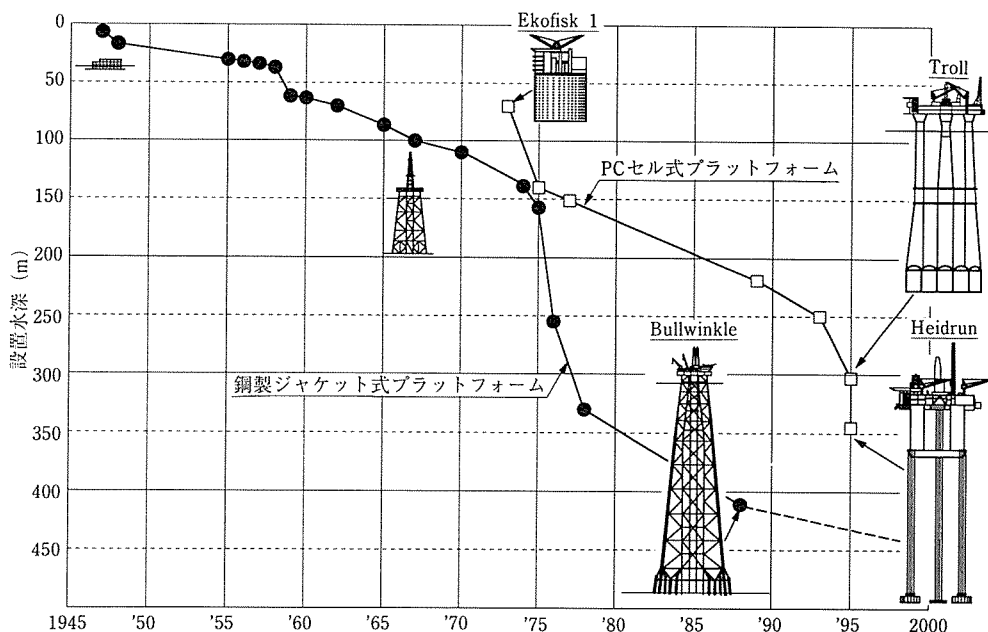
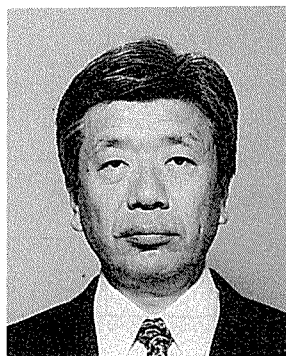


図-1 洋上プラットフォーム設置水深の変遷



\* Kennosuke WATANABE  
大成建設(株)  
技術研究所  
副所長

### 1. 概要

海洋構造物の建造技術は海上での厳しい気象、海象条件をいかに避けるかが基本であり、設計施工技術が複合一体となっている。海上設置作業を極力少なくするため、どのくらいの規模のプレファブ構造体として組み合わせるか、構築工期をいかに短縮するか、そのためのヤード設置およびレイアウトをどうするか、設置工法をどうするかなどが課題となる。

このプレファブ構造体の利用形態は2つに大別され

る。すなわち、まさに浮体としての特性を活かした構造物、およびクレーン船などによる設置式重量構造物である。

表-1には利用形態ごとに最近の代表的施設例を掲げた。さらに、各々について本特集の主旨である「新しい形態、新しい用途を拓げるきっかけとなる新鮮な情報紹介」として「用途、構造・工法、材料、環境、デザイン」の観点から特徴を整理してみた。

本稿ではまず、最近の海洋構造物および水

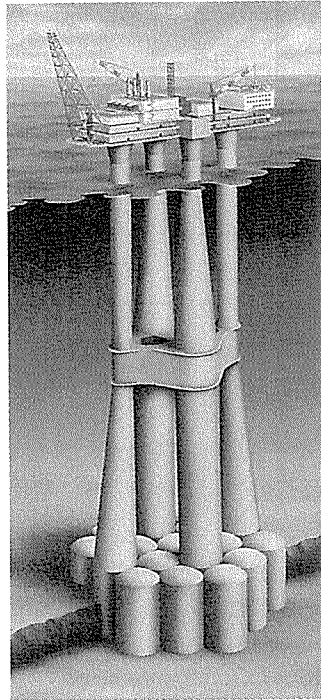


写真-1 トロール GBS  
(出典: 文献 11)

上構造物の概要とその特徴について記述し、その後、将来の構造物の可能性について用途面と構造および材料面からの記述を試みた。なお、あまりにも周知の北海海底油田開発用プラットフォーム、トロール GBS (写真-1) と、大型クレーン船スワン号によって建設された海上長距離橋梁のストアーベルト西橋、あるいはノーザンバーランド橋(写真-2)については割愛する。

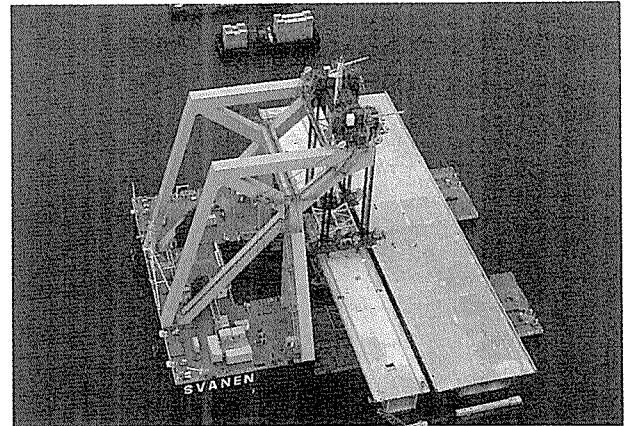


写真-2 大型クレーン船スワン号 (出典: 文献 11)

表-1 利用形態と技術的特徴

大分類	利用形態	名称	技術的特徴				
			用途	構造・工法	材料	環境・デザイン	
既成技術	浮体構造物	バージとしての利用					
		・石油プラント	エヌ・コッサ・バージ	○	○	◎	
		・コンクリートプラント	本四バッチャープラント	○	○	○	
		・水上ホテル	メコン川のホテル(ベトナム)	◎	○	○	○
		・ボート	C-BOAT 500(日本)	○	○	○	
		フローターとしての利用					
		・フローティング橋脚	フルトホルランド橋(ノルウェー)	◎	○		
			ベルゴツイズント橋(ノルウェー)	◎	◎		
		・フローティング橋	ワシントン湖橋(USA)	○	○		
		・浮き栈橋	プライトン・マリーナ(UK)	○			
	・浮き消波堤	福山港消波堤(日本)	○	○			
	テンションレック構造						
	・石油採掘プラットフォーム	ハイドラランTLP(北海)	◎	◎	○		
	設置式構造物	架設中は浮体として利用					
		・海底油田開発用プラットフォーム	トロールGBS(北海)	◎	◎	◎	
・パイルキャップケーソン		横浜ベイブリッジのフォーテング	◎	◎			
・防波堤ケーソン		双胴型ケーソン(日本)	○	◎			
・沈埋ケーソン		川崎沈埋トンネル他(日本)	○	○			
・護岸ケーソン	ベニス護岸(イタリア)		○				
・シーバス基礎ケーソン	ハイポイントバス(オーストラリア)	○					
重機船による急速施工							
・海上長距離橋梁	ストアーベルト西橋(デンマーク)		○				
	ノーザンバーランド(カナダ)		○				
将来技術	構造技術	水中構造					
		・水中トンネル	ルガノ湖水中トンネル(スイス)	◎	◎		○
	大フローター						
	・バージの集合体	浮体式空港	◎	○		◎	
	材料技術	材料開発					
・PC鋼材定着システム		新しい定着システム			◎		
	・超高強度コンクリート	反応粉体コンクリート			◎		

◎: 本文中での記述有り

## 2. 最近の構造事例の紹介

### 2.1 浮体構造物

まず初めに、浮体構造物についていくつか紹介する。

#### (1) バージ

##### ○エヌ・コッサバージ

[技術的特徴：構造・工法，材料]

近年，大型バージを様々な施設に本体利用する例が増えている。その中でも特に大型の構造を高品質の材料を用いて構築したものに，コンゴの沖 60 km のエヌ・コッサ (N' Kossa) 油田の掘削に使用したエヌ・コッサバージがある (図-2, 写真-3)。これは幅 46 m, 高さ



写真-3 エヌ・コッサバージの曳航

16 m, 長さ 220 m の世界最大のプレストレストコンクリートであり，26 400 m<sup>3</sup> のコンクリートと，2 500 tf の PC 鋼材および 200 kgf/m<sup>3</sup> の鉄筋により構成されており，総重量は 70 000 tf に達している。

本構造物では，機能面から高い疲労特性が求められ，また，維持管理労力を極力小さくできるようにとの要望から，プレストレストコンクリート構造が採用された。コンクリート材料としては，高強度ハイパフォーマンスコンクリート ( $f_{ck}=70$  MPa) が適用され，部材厚の低減と，高密度に配置された鋼材間の確実な充填を実現している。この材料は，日本でも知名度の高い L' ile de Re 橋や Sylans 高架橋，新凱旋門等で使用された実績があり，高強度に加えて硬化速度が速いことに特徴がある。

本バージは，1995 年 7 月にドライドックでの作業を完了し，現地へと曳航された。

##### ○本四プラント用バージ

[技術的特徴：用途，構造・工法，材料]

コンクリート製バージは，我が国においてもすでに 15 年前に大型構造物の実績がある。本四連絡橋南北備讃瀬戸大橋 4 A アンカレイジのコンクリートプラントとして製作された軽量 PC コンクリート製バージがそれである。本バージは，全長 62 m, 幅 23 m, 高さ 10 m とエヌ・コッサバージに比べれば規模は若干劣るものの，1982 年の時点で軽量コンクリート (単位重量 1.90 tf/m<sup>3</sup>, 設計基準強度 450 kgf/cm<sup>2</sup>) を用いてこのような PC 構造を完成させたことは画期的であったと言える。

最近では，より身近な構造物への利用として，PC コンクリートバージ上にホテルを構築した「水上ホテル」

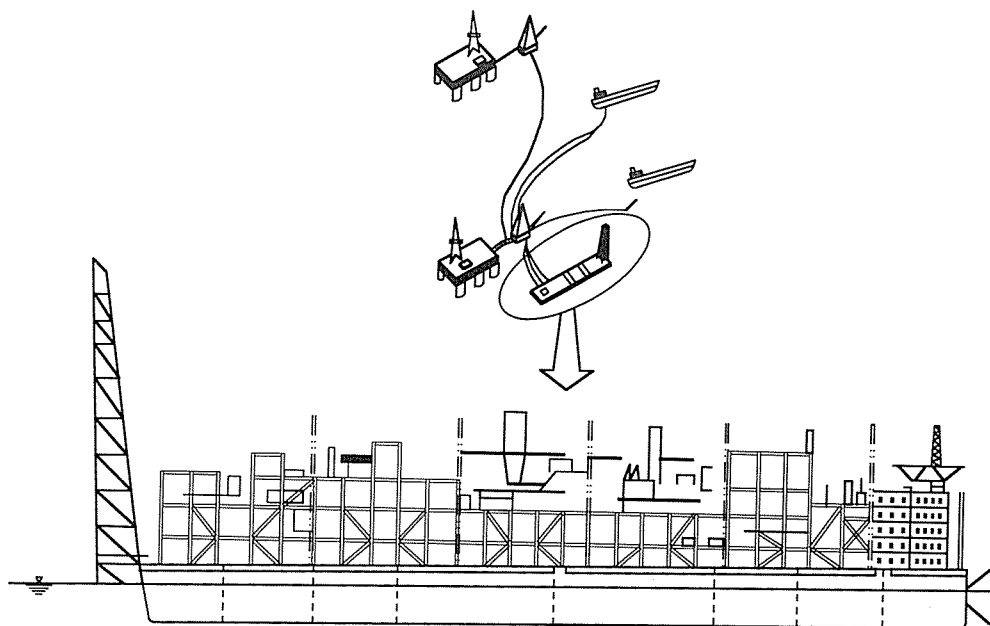


図-2 エヌ・コッサバージ



写真-4 メコン河畔の水上ホテル（出典：文献1）

の実施例が報告されている。大型のものとしては、1987年にグレートバリアリーフに建造されたものや、1989年にホーチミン市のメコン河畔に建造されたものが挙げられる（写真-4）。

## （2）フローティング橋梁

### ○ノルトホルトランド橋

〔技術的特徴：用途、構造・工法〕

浮体構造の橋梁分野への利用として、代表的なものに巨大浮橋の一つとしてノルトホルトランド橋がある。

ノルトホルトランド（Nordhordland 橋）は、ノルウェー南西部のサルハスフィヨルドを横断する全長1 650 mの海洋連絡橋で、PC斜張橋を含む高架橋およびポンツーン上の浮橋（鋼箱桁橋）より構成されており、1994年8月に完成した。このうち、浮体橋梁部は全長1 246 mの平面アーチ形状をしており、そのアーチ半径は1 700 mである（写真-5）。

本橋では、斜張橋の主桁および浮橋部のポンツーンにLC 55クラス（設計基準強度 560 kgf/cm<sup>2</sup>、 $\gamma=1.9$  tf/m<sup>3</sup>）の高強度軽量骨材コンクリートが用いられた。

架橋位置は水深が約500 mあるため、中間に係留装置を設置することなく両端のみで固定する構造とせざるを得ないことから、次の課題を克服する必要があった。

- ・潮の干満および流れに対するアバットでの強固なアンカー装置
- ・浮橋のアバットへの接合方法

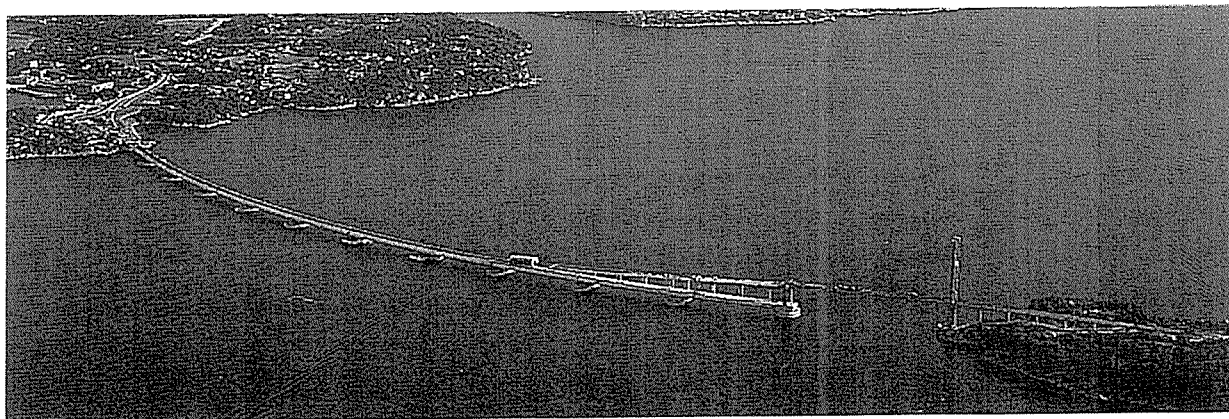


写真-5 ノルトホルトランド橋（出典：文献7）

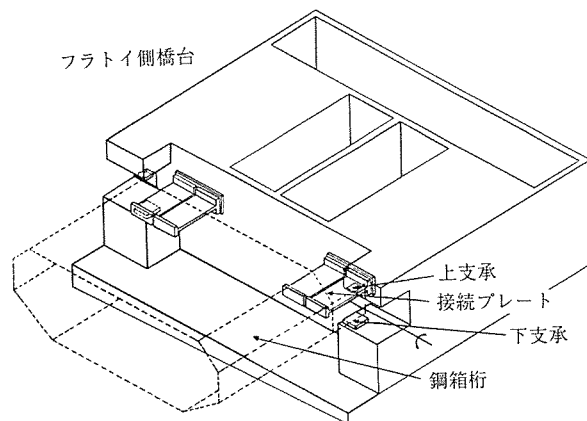


図-3 フレキシブルプレート（出典：文献7）

浮橋は、高架橋との接合部と、島側のアンカレイジに接合されている。高架橋との接合部での基礎の深さは30 mに達し、21 m×20 mの巨大基礎は16個のボックスに分割されている。このボックスは水面より5 m上まで砂利で充填し、安定化を図っている。一方、島側のアンカレイジは地上に設置されており、22 m×20 m×14.5 mのコンクリートブロックよりなっている。

主桁は、ボルトとPC鋼材によって取り付けられたフレキシブルプレートによってアンカレイジに接合されている。このフレキシブルプレートによって、浮橋からの曲げモーメント、軸力、せん断力をアンカレイジに伝達し、潮の干満による変形を許容している。鉛直方向のせん断力、ねじりモーメントはネオプレーンゴム製の支持装置により吸収される構造としている（図-3）。

浮橋および高架橋は、幅42.0 m、長さ20.5 m、高さ7.0～8.6 mのポンツーン10基で支持されており、これらの設置間隔は113.25 mである。ポンツーン内部は9室に分割されており、バラストを部分的に詰めて安定化を図っている。

### ○ベルグソイスンド橋

〔技術的特徴：用途、構造・工法〕

同様の形態としては、この他に大型物件として同じく

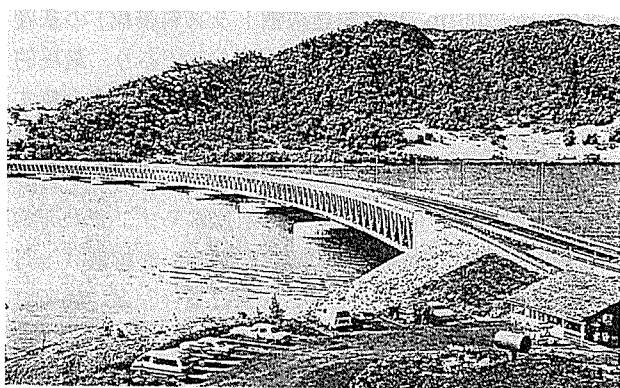


写真-6 ベルグソイスンド橋 (出典：文献 9)

ノルウェーのベルグソイスンド橋がある (写真-6)。

これは 1993 年に完成した橋長 845 m の鋼トラス橋であり、長さ 34 m、幅 20 m、高さ 6.4 m の PC コンクリート製ポンツーン 7 基により支持されている。本橋もノルトホルトランド橋と同様に水平アーチ形状をしており、橋の両端 2 点のみでピン支持されている。

施工方法としては、ドライドック内で製造されたポンツーンを海上に引き出し、その上に約 200 m の上部工を設置する。そして、架設地点から 30 km 離れた海上で全橋を接続し、そのまま架橋地点に曳航後、両端アバットに結合している。

#### ○その他の浮橋

[技術的特徴：用途、構造・工法]

以上、ポンツーンを浮体として利用した構造を 2 橋紹介したが、コンクリート函体そのものを橋桁として利用した実績もある。その代表例としては、アメリカ合衆国ワシントン州に架橋されたワシントン湖橋が挙げられる。これは橋長 1 771 m の大規模橋梁であり、浮橋部は長さ 106.7 m、幅 22.9 m の函体 6 基と長さ 57.9 m、幅 22.9 m の函体 2 基で構成されている。

ワシントン州にはこのほかに橋長 1 150～2 300 m の大規模な浮橋が 4 橋建設されており、いずれも函体そのものを橋桁として利用した構造である。

#### (3) テンションレッグ構造

##### ○ハイドララン TLP

[技術的特徴：用途、構造・工法、材料]

浮体構造物を大水深洋上にアンカーにて固定した構造として、テンションレッグタイプのプラットフォームがある。その代表格ともいえるハイドララン (Heidrun) TLP (図-4) について紹介する。

近年、北海の石油開発において、数多くのコンクリート製プラットフォームが建造されている。1984 年にはハットン油田の水深 148 m に、世界で初めての鋼製のテンションレッグプラットフォーム (TLP) が建設された。これに対し、1995 年 8 月にハイドララン油田の水深 345 m の地点にコンクリート製の TLP が建設された。

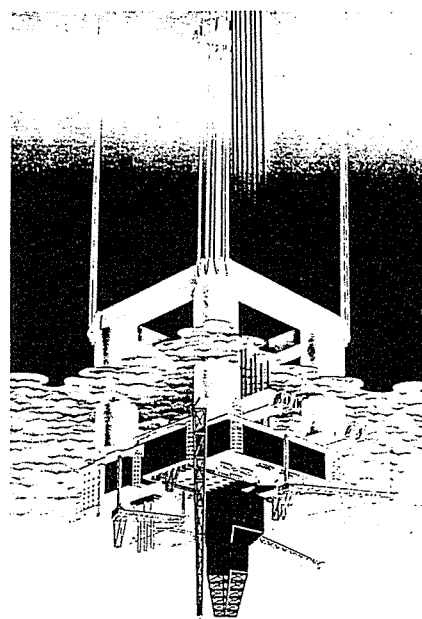


図-4 ハイドララン TLP (出典：文献 9)

コラムの直径は 31.0 m、デッキ重量 65 300 tf、ハル喫水 77 m、排水量 288 200 tf である。コンクリートは LWA-C 60 で総量は 65 800 m<sup>3</sup>、鉄筋量 23 000 tf、PC 鋼材量 2 400 tf である。

ハイドラランの特徴は、これまで設置された TLP と比較して設置水深のみならず、排水量も極めて大きいこと、さらには、高強度軽量コンクリートを用いていることである。

この巨大プラットフォームは、以下に述べるように、架設方法にも特徴がある。

- 1) ドライドックにてハルを構築する。
- 2) ドライドック前面の浅海洋上基地へ曳出し、4 本のカラムをスリップフォームにて構築する。
- 3) 上部機器支持桁 (コンクリート製) 2 本を架設し、機器を搭載する。
- 4) 機器を搭載したハルを現地へ曳航し、あらかじめ海底地盤に設置した基礎アンカーにデザーで緊結する。

高強度軽量コンクリートは高性能減水剤等を使用しており、スランプは 19～20 cm 程度である。コンクリートの運搬打設には、ドライドック近傍のバッチングプラントからディストリビュータを経て、手押し車とシュートを用いている。

上部機器支持桁は、長さ 145 m、高さと幅が 7.0 m × 7.5 m の函で、重さは 9 000 tf である。この桁を既に架設された 4 本の巨大な脚構造物との接合作業場所に運搬するために、まずこの桁をそれぞれ 3 隻のバージに載せる必要がある。この作業に関して非常に重要なことは、桁を載せていく速度をバラスト排水ポンプの性能にうま

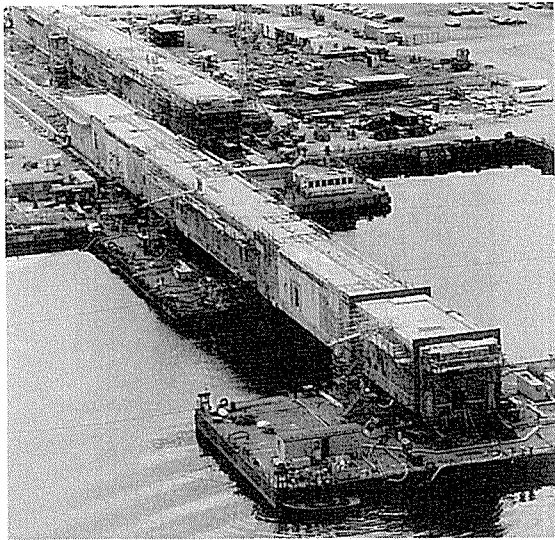


写真-7 ドックからの支持桁引出し状況



写真-8 ハイドララン架設状況 (出典：文献 10)

く合わせることであった。9 000 tf の重量が、テフロン加工のスキッドシュー 94 個 (片側 47 個) に分散され、ステンレス製の表面を持つスキッドトラック面上を滑っていくようにした (写真-7)。

この桁の接合作業の後、上部の機器関係の設置の際は、総重量で 38 000 tf あるものを 4 880 tf から 10 525 tf の 5 つのブロックに分けて、それぞれを台船に載せて運搬し、2 本の支持桁の間に台船ごと進入し、台船から支持桁へ盛り替えて順次設置させた。その作業期間は 7 日間であった (写真-8)。

## 2.2 沈設構造物

沈設構造物の多くは、陸上で製作を行い、架設地点に曳航後、バラスト等を用いて海底 (または水底) に沈設するという工法がとられている。その用途、構造形状は様々であり、なかでも概要において触れた北海のトロール GBS はあまりにも有名である。以下に全くタイプの異なる沈設構造物を 2 例紹介する。

### ○横浜ベイブリッジに使用されたパイルキャップバージ

[技術的特徴：用途、構造・工法]

本バージは、横浜ベイブリッジ (860 m、支間長 200

m+460 m+200 m、3 径間連続鋼トラス斜張橋) の基礎に用いられた PRC 構造の多目的バージであり、最終的には多柱式基礎のフーチング本体として上部工を支持するものである。

本橋の架橋地点は、船舶の航路に隣接して工事を行うため航行船舶の安全を確保しなければならず、また非常に軟弱な ( $N \approx 1$ ) 沖積粘土が起伏に激しい支持層 (土丹層) 上に厚く堆積している等の困難な条件が多い場所であった。これらの条件のもとに検討を重ねた結果、①大型作業船を用いたプレキャスト部材の組立工法による海上工期の短縮、②バージを作業足場として利用することによる作業海域の縮小、③支持地盤の変化に応じて柱 (ケーソン) の長さを調整すること等が可能となる多柱基礎形式を海中基礎として採用した。この多柱基礎は非常に大規模なものであり、この巨大な基礎の施工にあたり従来になかった新しい工法 “PRC バージ” が用いられた。

PRC バージは、ドライドックにおいて 60% 構築され、架橋地点まで曳航した後、残りの 40% を洋上で構築し PRC バージを完成させ、注水して仮支承 (鋼管杭) 上に沈設し、底蓋撤去後、ケーソン圧入のための海上作業台となる。そしてケーソン圧入後、バージ内へコンクリートを打設してフーチングの外殻構造を構成する。すなわち、この PRC バージはフローティング式海上構造物の機能のほかに、大型海洋作業台の機能と多柱式基礎フーチングの機能を持つ多目的構造物である。図-5 に PRC バージの構造一般図を示す。

本バージは、重量の増大化によるデメリットと製作上の経済性を考慮し、PRC すなわちコンクリートのひびわれ発生を許容する PC 構造物とした。またバージに埋め込まれるすべての鋼材 (鉄筋、PC 鋼材、鋼板など) に対して防錆対策をとった。

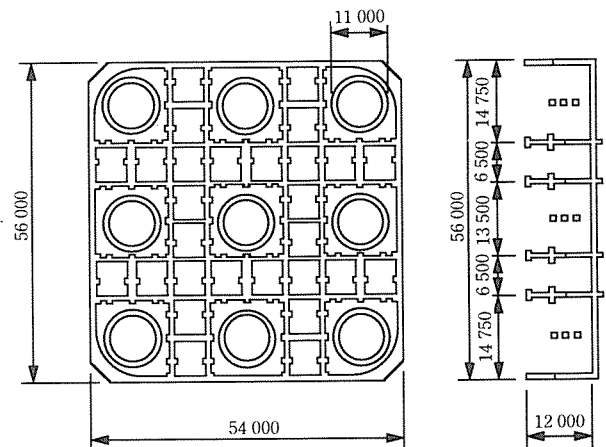


図-5 横浜ベイブリッジのパイルキャップバージ (出典：文献 3)

○二重円筒ケーソン

[技術的特徴：用途、構造・工法]

二重円筒ケーソンとは、図-6に示すような二重の円筒壁および床版、中間床版、隔壁で構成された消波堤ケーソンで、波浪の大きい場所でも構造的に安定で消波効果が高く、従来の消波ブロックと比較すると軽量で経済的な構造物である。福井港の防波堤改良工事においても、二重円筒ケーソン防波堤の特徴である低反射特性と施工性・経済性に着目し、堤頭部の被覆補強に利用するために開発が行われた。

本構造物は陸上の製作ヤード上で製作され、海上を進水し、打継ぎヤード着底後、海上にてコンクリートを打ち継ぎ、浮上曳航して現地に沈設される。そして中詰砂および蓋コンクリートを施工した後に仮蓋の取外しを行い、二重円筒ケーソンの設置が完了する。このように二重円筒ケーソンは、浮体構造物としての特徴を活かした施工性と中空構造物とし中詰砂を利用する経済性に優れた構造物である。

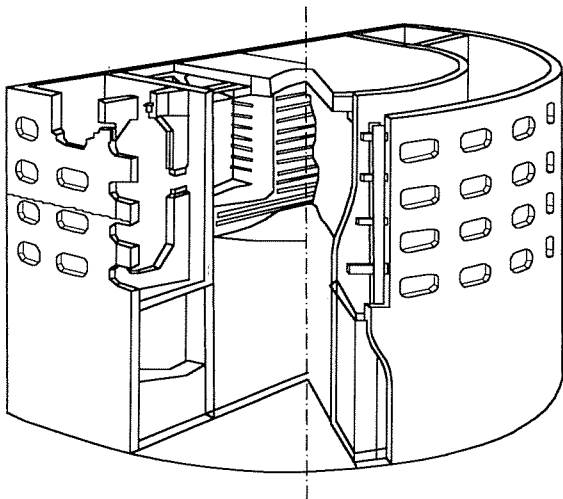


図-6 二重円筒ケーソン

3. 近未来における PC 技術の展望

以上、最近の海洋構造物を主に利用形態の面から紹介した。冒頭にも述べたように、海洋コンクリート構造物の用途、構造面での特徴は以下の2項目に集約される。

- ① 浮力を活かした構造
  - ・大水深への適用
  - ・施工単位の大形化
- ② 重量を活かした構造
  - ・基礎構造の単純化
  - ・安定性の向上

上記をより効率良く利用するために、材料、構造形状、工法の面で、様々の努力と挑戦が行われてきた。その中から技術面での克服課題、創意・工夫を抽出する

と、次の5項目に集約される。

- ① 構造体の高強度化、軽量化
- ② 耐久性の向上
- ③ 波浪等の外力を散逸させる工法
- ④ 架設環境の利点を活かした施工方法の追及
- ⑤ 自然環境との調和

これらの課題は、コンクリート技術が一般技術として利用されるようになって以来、常に取り組みられてきたものであり、近年その克服・発展速度は急激に加速されつつある。このことは、未来の海洋 PC 構造あるいは PC 技術全般の発展も、上記課題を進展させることによって実現することを示唆しているものと思われる。

本節では、近未来を見据えた最近の取組についていくつか紹介する。

3.1 用途面からの展望

海中または海上に構造物を構築することは、限られた陸地スペースからの解放、環境への配慮の意味からも価値が高い。以下に、海中構造物として期待されている水中トンネルならびに、海上構造物として大フローター施設について紹介する。

(1) 水中トンネル(出典：参考文献 12)

[技術的特徴：用途、構造・工法、環境・デザイン]

ここでは水中トンネル計画の代表例として、チューリッヒからスイスとイタリアの国境付近までを高速鉄道(250 km/hr)で結ぶ計画「the Alp Transit Project」の一部として浮上したスイスのルガノ湖(Lake Lugano)を横断する水中トンネル案(図-7)について紹介する。なお、本物件は現在、水中トンネル案採用の可否をめぐって検討中である。

本構造物は、いわば水中に建造した5径間連続橋梁の様相をしており、上部工に相当する部分が、全長 930 m、内径 10.6 m のチューブ状のプレストレストコンクリート製トンネルとなっている。このコンクリート

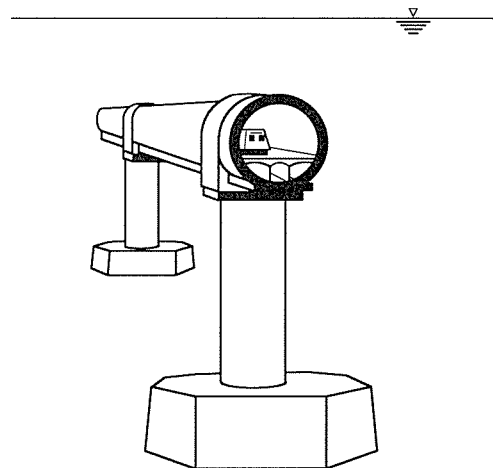


図-7 ルガノ湖の水中トンネルイメージ

チューブは長さ 186 m、重量 17 000 tf の 5 ピースに分割してドライドックで製作され、現地まで曳航した後、橋脚上を鋼製の止水壁でドライアップして連結する計画となっている。

コンクリートチューブは壁厚 850 mm の円形をしており、軌道の下には 3 室に分かれた空洞部があり、両側 2 室には水バラストがはられる。橋脚は外径 5.7 m、厚み 500 mm の RC 構造である。

本物件の主な技術的課題は次の 3 点である。

- ① 上部工と下部工、および橋脚と基礎の連結方法
- ② 地震時の挙動把握と耐力確保
- ③ 波浪および地震時の走行性の確保

我が国においても、水中トンネルの構想はいくつかあり、海底に設置したアンカーに係留する構造も検討されている。美しい自然の景観を損なわないためにも、水中トンネルの実現に向けて、安全性、耐久性を含めた課題克服が期待される。

## (2) 浮体式空港

[技術的特徴：用途、構造・工法、環境・デザイン]

大型浮体構造物の中で、今後最も実用化が期待されるのは浮体式海上空港であろう。海上空港の利点は、離発着が水上となるため騒音等の公害を最小限に留めることができ、海底地盤の影響を受けることなく建設が可能で耐震性が高く、プレハブ化・海上接合により、海底に基礎を設ける場合よりも工期の短縮が可能となることなどが挙げられる。代表的な例として関西国際空港 2 基工事への適用が検討されているが、この空港を含めほとんどの大規模浮体構造物が鋼製箱形構造で計画されているのが現状である。将来、鋼構造に替わって PC 構造により浮体式空港を建造することは、技術的に十分可能と思われるが、その際重要になるのは洋上接合の技術である。

大型浮体構造物の建造にあたっては、ドックなどの既存施設でいくつかの分割エレメントを構築し、洋上でこれを順次つなぐ方法が施工性・経済性の面から有効である。その一例を図-8 に示す。この方法の特徴は、ガイドや緩衝材により波の影響を受けにくく、ジョイント部にプレストレスが導入され、完全に一体化されるため、標準部と同程度の耐力がジョイント部で得られることである<sup>13)</sup>。このような洋上接合の技術、および PC 構造の耐久性、メンテナンスフリーの特性を活かした用途を

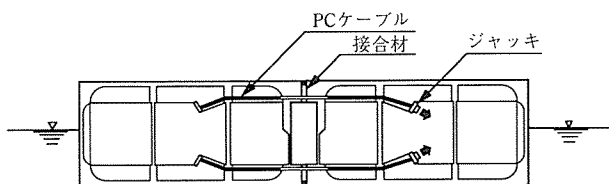


図-8 洋上ジョイント工法の一例

探求していけば、PC 構造による浮体式空港は十分実現可能である。

## 3.2 材料面での展望

### (1) PC 鋼材の保護・定着システム

コンクリート構造の部材厚を、より薄く、より耐久性の高いものへと発展させる条件の一つとして、PC 鋼材の保護・定着システムの開発は重要である。その一例として、近年、従来の鋼シース、鋼製定着具に代わり、プラスチック製ダクトおよび非金属材料による定着システムが開発されている(写真-9)。このシステムの利点としては、軽量でハンドリングが良い(従来の 30%~70%)、鋼材とダクト間での金属どうしの接触による疲労損傷を回避できる、鋼材とダクトの摩擦係数が小さい、ダクト自身が靱性に富むためコンクリートのひび割れがダクトを貫通しない、迷走電流から PC 鋼材を隔離できる等が挙げられる。

このシステムは経済性の面においても特に障害がないため、今後普及していく可能性が高いものと考えられる。なお、プラスチック製ダクトは、トロール GBS において採用された。

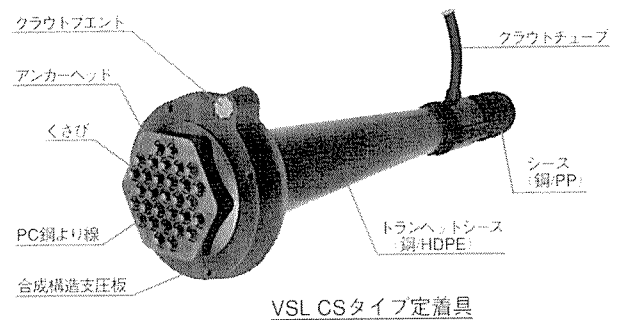


写真-9 新しいタイプの PC 鋼材定着システム  
(出典：文献 14)

### (2) 未来のコンクリート

最後に、PC 構造の最重要材料であるコンクリートに関する展望を紹介する。

最近のコンクリート強度の向上にはめざましいものがあり、かつては実験室内のみの強度と考えられていたいわゆる“高強度コンクリート”が実構造物に適用されることも珍しくなくなってきた(図-9)。強度増加に伴い密度も上昇し、水密性、耐久性の面でも改良が図られている(図-10)。さらに、強度増加の効果に伴う部材厚の減少は、密度増加の効果によるものより大きく、全体重量の削減が実現している。しかしながら、PC 鋼材を最大限有効に利用するためには、母部材であるコンクリートの強度をさらに高める必要がある。

一方、圧縮強度のみならず、コンクリート自体の引張強度、靱性も合わせて改良することにより、鉄筋、PC 鋼材を必要としない材料へと変革する動きもある。以下



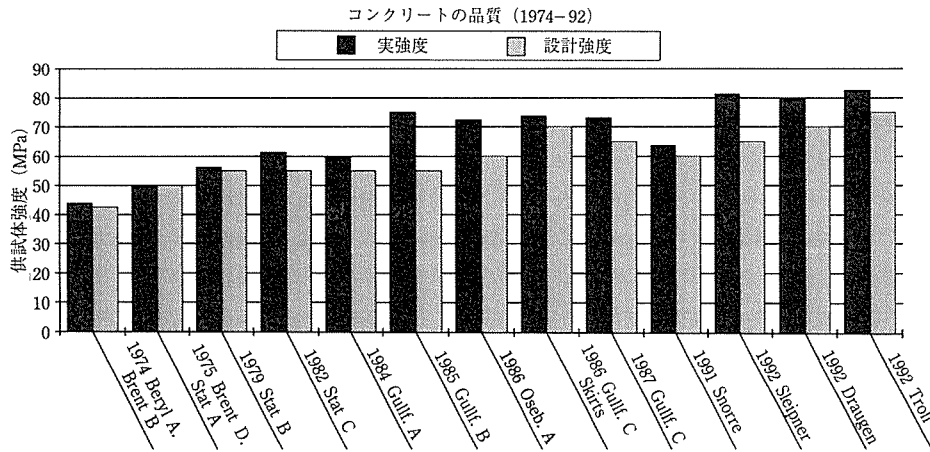


図-9 海洋構造物におけるコンクリート強度の変遷 (文献 9)

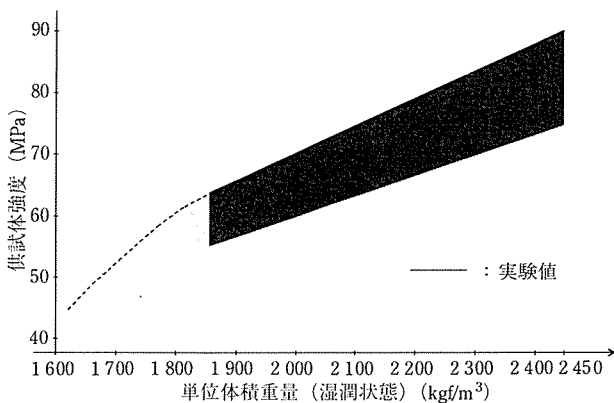


図-10 コンクリート強度と密度の関係 (文献 9)

される技術について紹介した。残念ながら、我が国での海洋 PC 技術は足踏み状態にあると言わざるを得ない。その主な原因としては、台風の襲来頻度の高さや潮流が速いといった地理的な要因、および地形的に用途面での必然性が低いこと等が挙げられる。

一方、実績主義や新しい技術の開発意欲の欠乏が、発展疎外の要因となっていることも事実であろう。

適切な設計に基づき正しく丁寧に施工された PC 構造物は、まぎれもなく耐久性に富んだ優れた構造物である。構造物の規模や難易度を問わず適切な設計と確実な施工を積み重ねると同時に、将来技術の開発への挑戦を常に心掛けていきたいものである。

参 考 文 献

- 1) 小林理市：わかりやすい海洋建築物の設計，オーム社
- 2) 船越ほか：ハイブリッド構造による二重半円筒ケーソン防波堤の開発，コンクリート工学，Vol. 31, No. 11, 1993. 11
- 3) 大成建設（株）土木技術資料，No. 21, 1986
- 4) 清宮 理：円筒波浪制御構造物でのプレストレス導入の検討，プレストレストコンクリート，Vol. 34, No. 1, Jan. 1992
- 5) 財団法人土木研究センター，大水深下基礎技術調査団報告書，1993. 12
- 6) 港湾 PC 構造物研究会，港湾 PC 構造物実績集
- 7) 秋山 博：ノルトホルトランド橋（ノルウェー），プレストレストコンクリート，Vol. 38, No. 1, Jan. 1996
- 8) 上田 茂：コンクリート浮体構造物の現状，コンクリート工学，Vol. 33, No. 6, 1995. 6
- 9) The Hong Kong Institution of Engineers Structural Division, One Day Seminar on MARINE STRUCTURES, May. 1994
- 10) OFFSHORE ENGINEER, October 1994
- 11) VSL Technical Sheets
- 12) Bridge design & engineering, May 1996
- 13) コンクリート型大型浮遊構造物をつくる 大成建設の洋上ジョイント工法，大成建設株式会社パンフレット
- 14) CS 定着具，VSL JAPAN 株式会社パンフレット
- 15) minorang 1994. 4（ブイ社内報）

【1996年8月21日受付】

にその一例として、反応性粉体を使用した超高強度モルタルを紹介する。

このモルタルは、コンクリート内部での応力集中の原因となる粗骨材や粒径の大きい細骨材は配合せず、粒度の小さい砂（250～300 $\mu$ ）とシリカフェーム（セメント粒子の1/50以下）をセメントと配合したものであり、水セメント比も約10%と極めて小さい。開発報告によれば、圧縮強度2000 kgf/cm<sup>2</sup>となり、さらに加圧養生により、8000 kgf/cm<sup>2</sup>の記録にまで達成している<sup>15)</sup>。

興味深いことに、このモルタルでは、面どうしの接合が可能と報告されている。すなわち、2つの面をブラッシングした後、それらの間の薄い隙間に同質のモルタルを流し込むと、接合面の未水和セメントに反応が生じ、2つの部材が結合されるのである。なお、引張強度および靱性の改良には、微細鋼繊維を混入することにより、実現可能としている。

このモルタルの使用により、鉄筋が不要となるばかりか、部材厚が著しく減少し、構造物の自重をおおよそ65%減じることが可能と考えられている。

おわりに

以上、最近の海洋および水上 PC 構造物と、将来期待