

浮 体 橋 の 特 性

中電技術コンサルタント(株) 正会員 ○小嶋 竜智

中電技術コンサルタント(株) 正会員 日下 理

中電技術コンサルタント(株) 正会員 石丸 勝

1. はじめに

21 世紀を迎え、わが国の橋梁技術は、さらなる長大化とコスト縮減へ向け、技術開発が進められている。また、近年の震災経験から、構造物の設計思想は、剛構造から柔構造による変位設計へと移行しつつある。そのような中、将来の長大橋技術の一つとして浮体橋（浮体式構造）が考えられる。

浮体橋は、横断橋のネックとなる大水深下の基礎を必要としないので、大水深や軟弱地盤での浮体橋事例として、ノルウェーやアメリカにその実績がある。一方、日本においても、2000 年に、本格的な浮体橋として大阪市に夢舞大橋が竣工した。

表-1 世界の浮体橋事例

事 例 箇 所	アメリカ	アメリカ	ノルウェー	日 本
橋 梁	ワシントン湖浮橋	ハワイ・フォード島浮橋	サルフス橋	夢舞大橋
橋 長 (浮 体 部)	1,771m	284m	1,246m	410m
幅 員	32m 5 車線	12.2m 2 車線	13m 2 車線、片歩道	12m 6 車線、両歩道
ホ ン ツ ー ン 形 式	連続ボンツーン式	ボンツーン式	分離浮体式	分離浮体式
ホ ン ツ ー ン 構 造	PC 構造	PC 構造	PC 構造	鋼構造
係 留 方 法	ケーブル係留	PC パイル橋脚	プレート係留	フェンダー係留
最 大 水 深	65m	14m	500m	10m
海 底 地 盤	シルト	岩 盤	フィヨルド	粘性土
竣 工 年	1989 年	1989 年	1994 年	2000 年

本文は、今後期待される自然環境に即した橋梁新技術として浮体橋を取り上げ、その特徴や様々な形式について紹介するとともに、浮体橋の長大橋への応用と展望について一例を述べるものである。

2. 浮体橋の適用性

浮体橋とは、一般に橋梁上部構造を浮力を活用して鉛直方向に支持するボンツーン、ドルフィンや、ケーブルを用いて水平方向に支持する係留装置、陸上部へのアクセスに用いられる緩衝桁などの部位からなる。

浮体橋の特徴を表 - 2 に示す。この表は、固定橋（陸上橋梁）と浮体橋の設計コンセプトの比較をまとめたものである。また、浮体橋は以下のような特定のサイトにおいて、その必要性が求められると考えられる。

- 地形条件**：水深が深い場合、下部構造及び基礎の水中施工が必要ない。
- 静穏海域**：動揺することが前提となるため、道路橋としての使用性に応じ、サイトは限定される。
- 軟弱地盤**：浮力を利用するため、地盤への負荷が少なくまた、地盤沈下時の対応が容易である。
- 免震構造**：長い固有周期を持つため、大規模地震時に衝撃的な外力が生じない。

表-2 浮体橋の特徴

項 目	固定橋(陸上橋梁)	浮体橋(浮体構造)
縦 断 線 形	一 定 値	変化するが緩衝桁を活用し縦断変化を吸収
鉛 直 支 持	下部工により地盤で支持	浮力を活用（自重の50%程度負担）
軟 弱 地 盤	基礎(杭,改良)で対応	浮力を活用し地盤への付加を低減
潮 位	下部工及び基礎で固定する	変化を許容する -1.4~+3.7m
波 風	下部工で支持する風 速 45m/s	動揺を許容する風 速 20~42m/s 波 高 1.4~3.4m 波 周 期 3.3~6.2s
地 震	下部工により力で支持し塑性化でエネルギー吸収	長周期構造で免震性が高い (T=5~10s)
施 工	基礎の海中施工 上部工の FC 架設	工場で製作,現場へ曳航

3. 様々な浮体橋の形式

ここでは、様々な浮体橋について、実績を例に概要と特徴を紹介する。

事例 1：図-1は Third Lake Washington 橋を示す。橋体は、18 函のコンクリート製ポンツーンを PC ストランドで一体化した連続式浮体構造で、ポンツーン上は車道として利用される。係留にはケーブルを用いており、固定アンカーは、水深や土質特性で使い分けている。このタイプはアメリカに多く、波風に強い特徴がある。

事例 2：図-2は Admiral Clarey 橋を示す。構造は、事例 1 に近く、係留はドルフィン方式が採用されている。特徴としては、架橋位置が航路であるため、ポンツーンが緩衝桁の下に引き込める可動式浮体となっており、高い主塔やアプローチ高架橋を必要としない。

事例 3：図-3は Salhas 橋を示す。構造は、連続桁を 10 函の独立したポンツーンで支持する分離式浮体構造で比較的に静穏な海域に実績が多く、走行性が良い。波風による外力、疲労耐久性に対して桁の剛性が要求されるため、この橋では鋼箱桁が採用されている。

事例 4：図-4は、わが国の事例である。構造は 2 函のポンツーンによる分離式で、上部工は剛性の高い鋼ダブルアーチが採用されている。係留はゴムフェンダーを用いた橋脚に支持されている。また、架橋地点は航路であるため旋回式となっている。

この事例は、道路規格 第 4 種第 1 級に対応する国内で初の浮体式道路橋である。

4. 大規模浮体式橋梁の応用例

浮体橋は、今後、吊橋、海底トンネルと並び長大横断道としての期待を担う橋梁新技術と考える。

図-5は、長大橋梁を想定した、大規模浮体橋の応用例を示す。想定した構造は、1 ユニット 120m で、鋼箱桁による上部構造が 2 函の浮力体に剛接合されている。浮力体は係留材により海底に固定される。係留材はケーブルと防舷材を直列に繋ぐ機構を想定した。このユニットを複数並べその間にさらに桁をかけることで、海峡を跨ぐような長大橋への応用が可能と考えられる。

5. おわりに

本文では、国内外の浮体橋を取り上げ、浮力を活用した橋梁新技術の紹介と今後の長大橋の可能性を示した。

【参考文献】1) Shigeru Ueda: Some Concepts of Floating Type Access Way in a Calm Sea Basin between Reclaimed Islands 2) 日下理他: 長い固有周期を持つ浮体式橋梁(浮体橋)の免震性に関する一考察, 土木学会中国支部研究発表会概要集, pp71-72, 2001.6

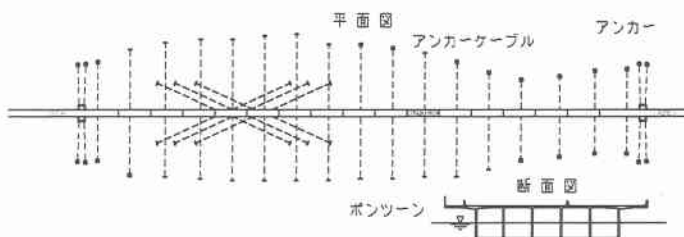


図-1 事例 1 (ワシントン湖浮橋)

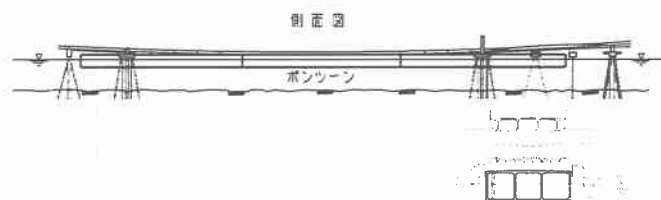


図-2 事例 2 (ハワイ・フォード島浮橋)

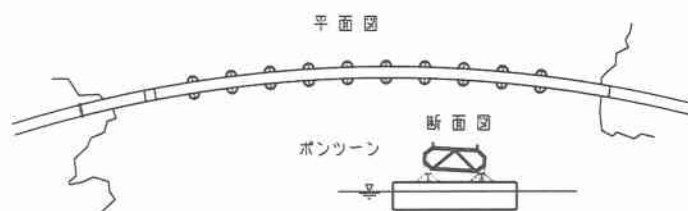


図-3 事例 3 (ノルウェー浮橋)

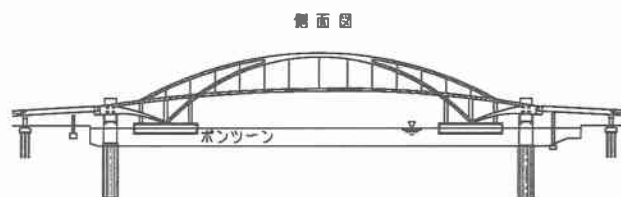


図-4 事例 4 (夢舞大橋)

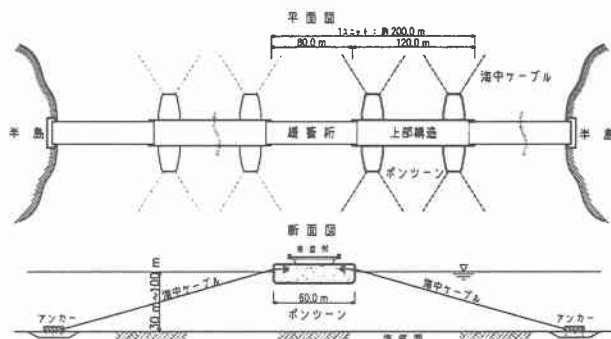


図-5 長大浮体式橋梁の概念図