

関西支部

# 夢舞大橋

## 世界初 旋回式浮体橋の建設

北村雅敏

Masatoshi KITAMURA

正会員 大阪市港湾局企画振興部計画課長

川村幸男

Yukio KAWAMURA

正会員 大阪市建設局土木部橋梁課長代理



写真-1 夢舞大橋全景

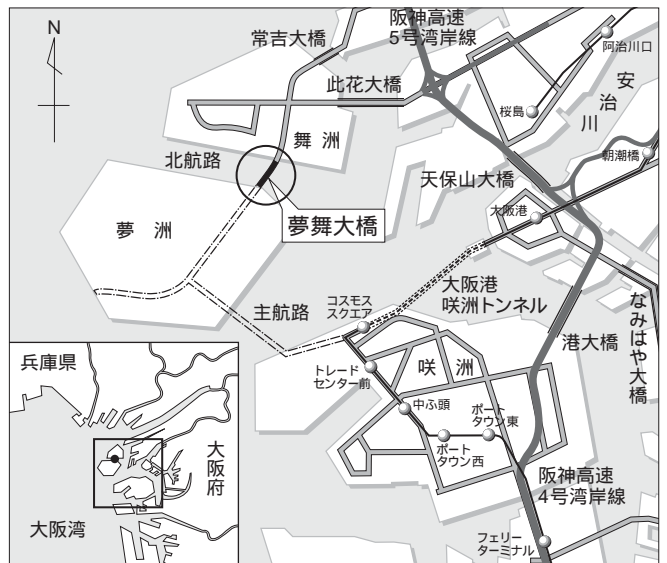


図-1 架橋地点

### テクノポート大阪

夢舞大橋は、21世紀に向けた「テクノポート大阪」計画をはじめとする大規模プロジェクトが推進中である大阪港新臨海埋立地の舞洲～夢洲間の北航路に架かり、これら埋立地の造成・開発整備促進と臨海部の交通アクセスの重要な役割を果たすべく建設された。とくに、舞洲は、現在、大阪市が招致を行っている2008年大阪オリ

ンピックのメイン会場予定地であり、また、夢洲には選手村等を予定している(図-1)。

本橋は、通常時には小型船舶の航行利用を対象として桁下高さを低く設定でき、また、大阪港の防災計画上から非常時には航路開放して大型船舶の航行ができるよう

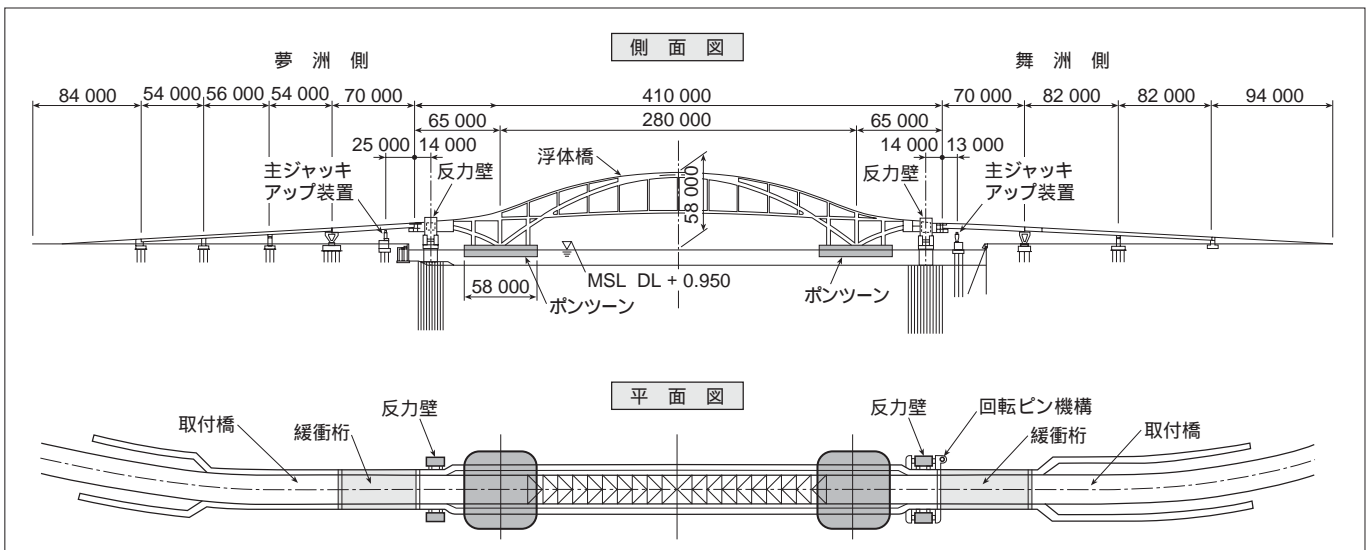


図-2 一般図

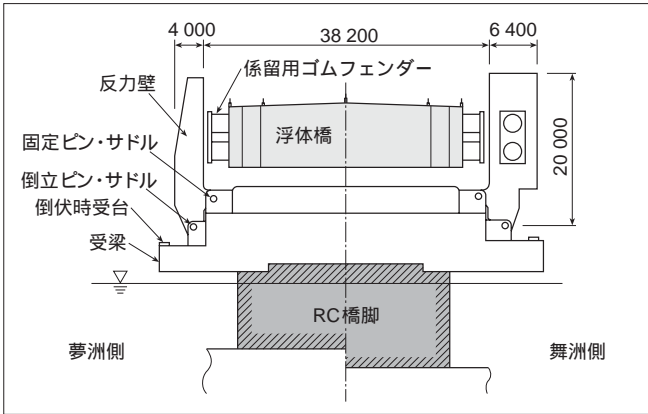


図-3 係留構造部

に旋回式浮体橋という世界初の可動橋形式を採用している(写真-1)。

橋梁の概要 1) 2)

橋梁の概要としては、次のとおりである(図-2)。

- 道路基本条件 - 道路規格：第4種第1級，設計速度：60 km/h，車線構成：6車線両側歩道
- 橋梁諸元 - 形式：旋回式浮体橋，橋長：全長 878 m (浮体橋部 410 m)，幅員：31.2 m

橋梁の全体構成としては、航路部の浮体橋とその両端の緩衝桁，および舞洲と夢洲の両陸上部取付橋から構成されている。航路上に架かる浮体橋部は、2つの鋼製ポンツーン(58 m × 58 m × 8 m)でアーチ橋(ダブルアーチ形式；24 800 t)を支持した大型浮体構造物で、海上部に設置された2基の係留橋脚上でゴムフェンダーを用いて横支持係留されている。(図-3)また、緩衝桁(片側70 m)は、浮体橋と陸上取付橋とを連絡し、浮体橋の潮位変化による上下動や風・波による動揺に対応できる構造となっている。

浮体橋の設計自然条件は、風速( $V_{10}$ ) 42 m/s，波浪： $(H_{1/3})$  1.4 m， $(T_{1/3})$  5.7 ~ 7.7 sである[ $V_{10}$ ：10分間平均風速， $H_{1/3}$ ：有義波高， $T_{1/3}$ ：有義波周期]。

旋回方法としては、図-4に示すように舞洲側係留橋脚と浮体橋端部を回転ピン(1.65 m)で固定し、数隻のタグボートで浮体橋全体を片開き回転させて航路開放を行う。

浮体橋の安定性の検討

本橋のような長大橋をポンツーンで2点支持する場合、浮体構造としての安定性が問題となる。初期復元力による静的安定性は、図-5に示す橋体の重心と横メタセンターの垂直距離(TGM)が正であることが必要である。これは“やじろべい”の支点と両端のおもりの垂直距離にあたるもので、この数値が大きいほど、浮体としての安

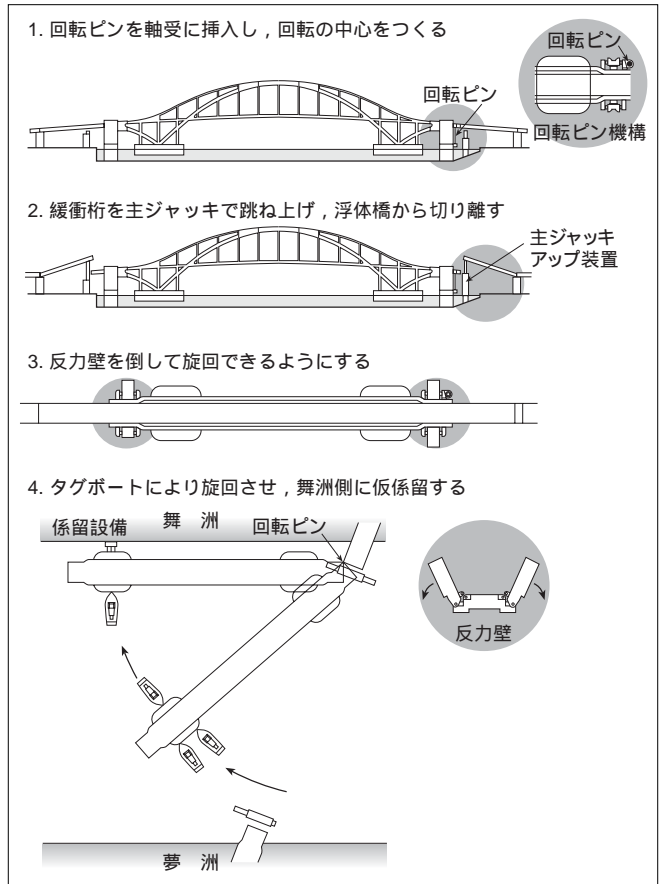


図-4 開閉ステップ

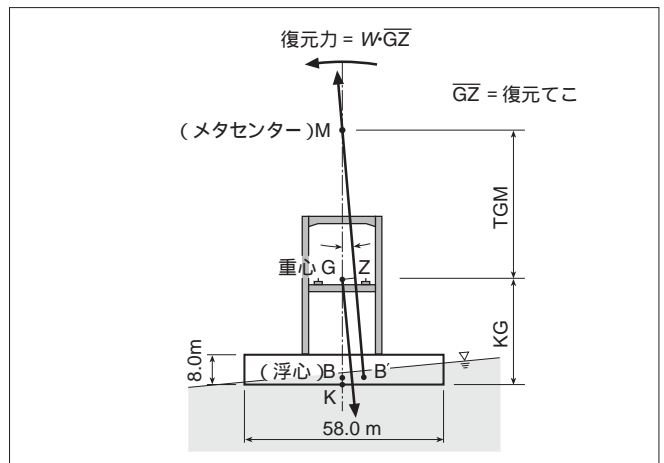


図-5 浮心，重心，メタセンターの位置

定性が高いことになる。今回、桁下高さ24 m確保することから浮体橋の重心位置および風荷重の作用位置が高く、その安定性については最も注意を払う必要がある。基本設計のポンツーン寸法に対して、活荷重の無載荷時(S1)、偏載荷時(S2)、全載荷時(S3)の3ケースについて算定した結果(表-1)から、通常の船舶や従来の海洋構造物と比較しても本浮体橋の復元力は非常に大きいことがわかる。

また、動的安定性については、次式で照査を行っている。

表-1 静的および動的安定性の検討結果

	ケース S1 & D1	ケース S2 & D2	ケース S3 & D3	条件
平均吃水 d(m)	4.80	5.08	5.30	
排水量 (t)	31 445	32 287	34 700	
重心高さ KG(m)	26.38	26.58	26.72	
横メタセンター TGM(m)	30.09	27.03	24.92	TGM > 0
横傾斜 (deg)	0.00	1.14	0.25	
DSR=(A+B)/(B+C)	1.44	4.97	4.50	DSR 1.4

(海水比重：1.025)

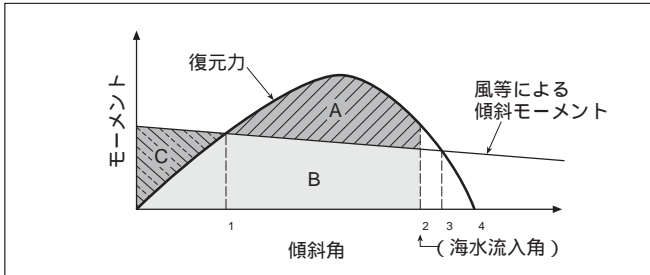


図-6 動的安定性の検討

面積 (A + B) 1.4 × 面積 (B + C)

上式の面積 A, B および C は図-6 の模式図に示されるもので、浮体の復元力が傾斜の作用モーメントの 1.4 倍以上あれば安定していることを示している。本橋の基本設計ではポンツーンの大きさをパラメーターとして検討し、ポンツーンの大きさを 58 m × 58 m × 8 m とした場合、その復元力と傾斜モーメントの比を表-1 に合わせて示す。この結果から、暴風時によりポンツーンの基本寸法を決定している。ここで、検討ケースは、D1 (活荷重無載荷, 風速  $V_{10} = 42 \text{ m/s}$ ), D2 (活荷重偏載荷, 風速  $V_{10} = 20 \text{ m/s}$ ), D3 (活荷重全載荷, 風速  $V_{10} = 20 \text{ m/s}$ ) である。

また、本橋のポンツーンは鋼製二重隔壁構造（ダブルハル構造）としていることから、腐食などにより内部 1 区画に浸水した場合にも安全であり、かつ、船舶衝突などによる外板損傷で外周の隣接 2 区画に浸水した場合にも使用性に支障がないことを船舶衝突シミュレーションにより（3次元 FEM を用いた動的解析法（LS-DYNA3D））で確認している。

車両の走行安全性の検討

浮体橋は、鉛直方向荷重には浮力で、水平方向荷重は係留系で支持するため、一般の橋梁で問題となる「たわみ」の他に、車両の走行使用性能上から、潮位変動による緩衝桁部道路路面の縦断勾配の変化や、風や波浪による浮体橋部道路路面の縦・横断勾配の変化、活荷重載荷によるポンツーン吃水変化に対する変位の照査が必要となる。これらの変位に対する車両の走行安全性につい

ては、特に定められた基準等がないことから、走行シミュレーション解析を行うとともに大阪市内の高架橋および一般道路で大型バスを走行し、振動計測および乗り心地調査を行い、両者の関係から相対評価している。車両の走行安全性については、着目車両の横方向や上下方向の加速度を算定すると、浮体橋の振動周期が長いことから大きな問題とならないことが判明し、車上で乗り心地についても乗員に対するアンケート結果と振動計測値の関係から、浮体橋の走行上大きな問題のないことを確認している。

製作・架設概要<sup>3)</sup>

浮体橋部は、架設現地から約 10 km 離れた造船所のドックを利用して、両ポンツーン・上部構造の一体組立て（架設）工事を行った。橋梁本体の組立てを造船ドックで行い架橋場所へ一括曳航架設でき、架設現地での下部工事と同時に上部工事ができるため、工事全体としての大幅な工期短縮が図れる。

ドックでの部材組立て工事を 1998 年 3 月より開始し、2000 年の夏には橋梁のほぼ全体が組み立てられた。使用したドックは幅 62 m × 長さ 408.3 m × 深さ 12 m であり、その中にはポンツーンがちょうどすっぽり納まり、平面的には上部工桁端が約 5 m はみ出す大きさである。また、ドックの両サイドには 2 基の 120 t 吊りジブクレーンを有しており、主にこれらを使用してベント工法により上部工ブロック（平均 60 t, 最大約 110 t）を搭載・架設した。補剛桁の架設で使用したベント設備は 38 基（総重量約 4 100 t）である。最も高いものは 36 m となることから、ベント梁頂部の支柱付近にヒンジを設けたゲルバー構造としている（写真-2）。

出渠・曳航・現地据付

組立て工事が終了した後、2000 年 7 月 9 日に浮体橋



写真-2 ドック内架設状況

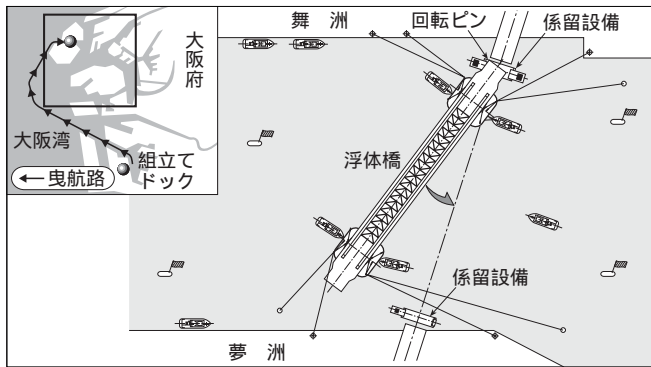


図-7 現地据付要領

をドックから引き出し（出渠），曳航，現地据付（係留）を行った。これらの一連作業は，海事関係者との協議の結果，1日の陽のあるうちに完了する必要があった。また，作業時の海象・気象条件は風速8m/s（10分間平均）以下，波高0.5m（有義波高）以下，および視界2海里以下と設定していたが，出渠予定日の5日前に季節外れの大型台風3号が発生し日本へ向けて北上してきた。このため，作業可否について連日工事関係者で協議を行い判断に苦慮したが，幸い前日までに台風は通過し，当日は晴天のもと，波浪の影響もなく予定どおり出



写真-5 現地据付

渠作業を実施することができた。ドックから出渠した浮体橋は，3600馬力級曳船8隻の船団構成で現地まで曳航し，曳航距離9マイル（約16km）を約3ノットの速度で3時間半かかり現地に到着した。浮体橋の現地据付は，浮体橋の開閉操作と同様に回転ピンを挿入し，曳船により浮体橋を旋回させながら夢洲側を係留設備に接続し，最後に反力壁を起立させて据え付けることで，作業を予定どおり1日で無事に完了することができた（図-7，写真-3～5）。

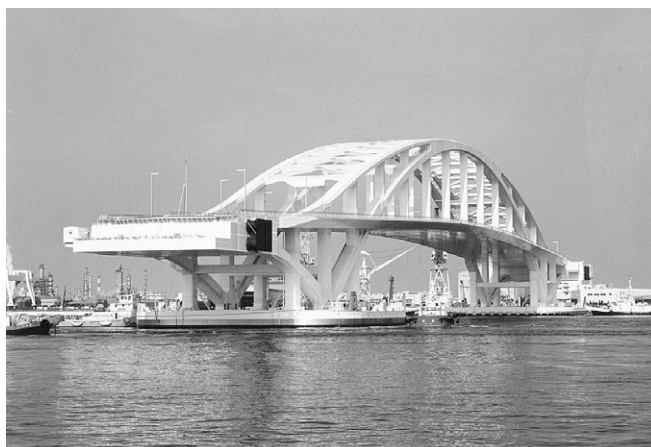


写真-3 出渠

#### 大阪港のシンボルとして

夢舞大橋は旋回式浮体橋という新形式・大規模な橋梁であることから，開発・設計検討から建設工事までの過程で多くの技術的課題を克服する必要があった。このため，学識経験者および国土交通省（旧・運輸省）関係者による「大阪市可動橋検討委員会」（委員長：渡邊英一 京都大学教授）を設置し，熱心なご指導をいただいている。ここに，検討委員会委員の方々を始めとし，造船，機械および電機など他方面の技術者の方々からもご協力をいただきましたことに深く感謝の意を表します。

本橋は，平成7年度に事業を開始して以来，約6年にわたる順調な工事進捗により12年度内には完成する予定であり，市民に親しまれる大阪港の新しいシンボルとなることが期待されている。

#### 参考文献

- 1 - 丸山忠明：技術最前線・ボートで橋が動く - 旋回式浮体橋 - ，土木学会誌，Vol.83，No.2，pp.12～14，1998
- 2 - 丸山忠明，川村幸男他：夢洲～舞洲連絡橋（仮称）の計画と設計 - 旋回式浮体橋 - ，橋梁と基礎，Vol.32，No.2，pp.15～24，No.3，pp.27～36，1998
- 3 - 川村幸男，オノ平賢良他：夢舞大橋の架設 - 旋回式浮体橋 - ，橋梁と基礎，Vol.35，No.1，pp.8～17，2001



写真-4 曳航