



旋回可動式浮体橋の開閉設備

関戸 孝・土屋 昌義

平成13年3月、大阪港の北航路（夢洲～舞洲間）に完成した夢舞大橋は、日本で最初の本格的浮体橋であると同時に、世界的にも類を見ない規模の旋回可動橋である。

通常は小型船舶が航行するこの航路も、船舶事故等により大阪港主航路が航行不能となる場合には、大型船舶の航行可能な航路空間が必要である。この非常時に橋梁を移動して航路を開放するため、浮体橋の採用と合わせて開閉設備を設置し、開閉橋作業の円滑化を図った。この開閉設備には、巨大な土木構造物を動かすシステムとして前例のない程の複雑で繊細な機器動作が要求された。本報文では、橋梁形式の選定や開閉橋の手順、開閉設備の機器動作などを中心に夢舞大橋について紹介する。

キーワード：橋梁、浮体橋、可動橋、旋回橋、油圧シリンダ、中央制御

1. はじめに

平成13年3月、大阪市北港地区の夢洲^{ゆめしま}～舞洲^{まいしま}間航路（図-1参照）に夢舞大橋が完成した（写真-1参照）。

本大橋の形式は旋回可動式浮体橋であり、日本で最初の本格的な浮体橋であるとともに、旋回式可動橋としても世界に類を見ない規模を誇る。



写真-1 橋梁全景（開閉橋時）

本報文では夢舞大橋について橋梁形式の選定理由や開閉橋の方法・手順を中心に紹介する。

2. 橋梁の概要と開閉設備への要求事項

本大橋の架かる水路は大阪港の北航路として通常主に小型船舶が航行しており、主航路が船舶事故等により航行不能となった場合は、本航路が主航路の代替航路となる。このため非常時には大型船舶の航行可能な航路空間を確保できることが、橋梁形式選定上の必要条件となった。

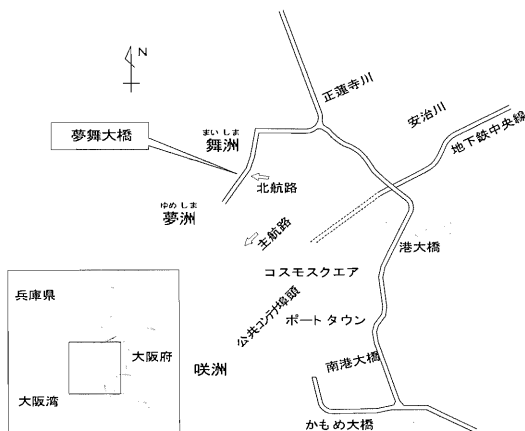


図-1 橋梁位置図

通常の固定橋案やトンネル案も検討したが、アプローチ部が長くなり島内道路との連絡に支障をきたすため経済的にも不利であった。これに対し可動橋案は、大型船舶を通す必要の生じた非常時にのみ橋体を移動して航路開放するため、アプローチ部を短くでき経済的にも有利であった。

次に可動橋形式として昇開橋、浮体橋、旋回橋、引込橋の4形式案について検討した結果、以下の理由により旋回可動式浮体橋案を採用した。

- ① 浮体橋の旋回をタグボートにより行うことで、駆動設備を極力小さくできる。
- ② 橋梁本体や駆動設備に対して、埋立てによる圧密沈下の影響が比較的小さい。
- ③ 現地での下部工事と平行して、ドック内で橋梁本体をほぼ完成状態まで組立て可能であり、大幅な工期短縮が図れる。

本大橋は、ダブルアーチ形式の浮体橋（橋長410 m=65 m+280 m+65 m；鋼重26,000 t）、その両側の緩衝桁（橋長70 m）、及び夢洲・舞洲両陸上アプローチ部の取付橋で構成されている。

浮体橋は、280 m 間隔で配置された2つのポンツーン（58 m×58 m×8 m）で浮力により鉛直支持され、浮体橋端部に配置した4基の反力壁でゴムフェンダを介して水平支持されている。

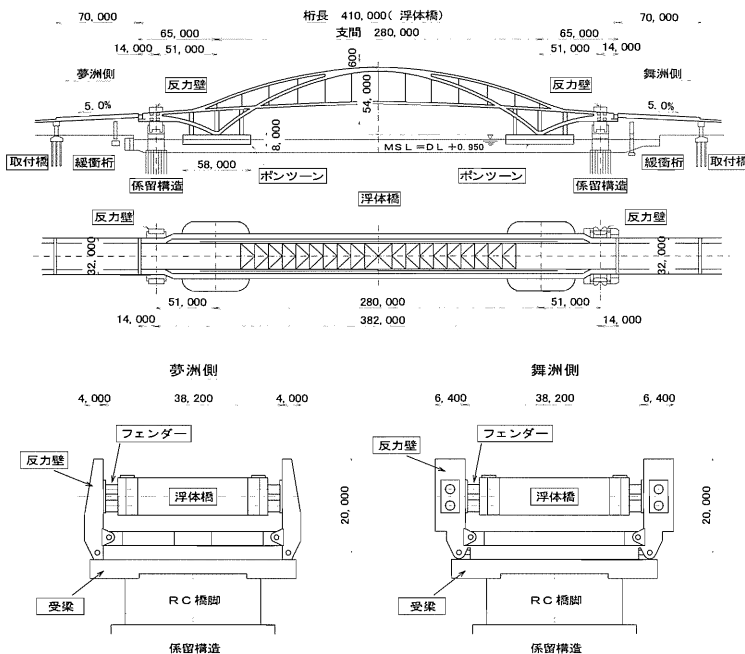


図-2 橋梁一般図

緩衝桁は、潮位変動（計画高潮位 DL+4.80 m～低極潮位 DL-0.52 m）によるエレベーション変化や風波（風速 $V_{10}=42$ m/s、波高 $H_{1/3}=1.4$ m）による動揺、活荷重による喫水変化で生じる浮体橋の変位に追従できるよう図られている。

この浮体橋を開閉橋するに当たっては、以下の基本事項を考慮した開閉設備の計画・設計が要求された。

- ① 所要時間120分程度で開橋（閉橋）できる。
- ② 風波による動揺や潮位変動に追従できる。
- ③ 圧密沈下による地盤変動に追従できる。
- ④ 供用時に浮体橋の特徴である緩やかな拘束を阻害しない。
- ⑤ 誤操作や不測事態による事故の防止を図り、信頼性の高いシステムとする。
- ⑥ 省人化と脱熟練化を図り、可能な限り自動化システムとする。
- ⑦ 経済性やメンテナンス性に配慮し、使用頻度に見合った合理的システムとする。

3. 開閉橋手順と機器動作

開閉設備の機器動作について開閉橋の作業手順に従って説明する。

- ① 浮体橋の水平拘束の強化：反力壁の内傾

浮体橋とのクリアランス（150 mm）分だけ反力壁を内側に倒し、浮体橋の水平拘束を強めて、以後の作業を容易にする目的の動作であり、反力壁倒立シリンダで行う。

この事前準備として反力壁を直立固定している固定ピンと起立ストッパのうち、起立ストッパを抜く動作を行う（起立ストッパ脱着パーシリンダを使用）。このとき反力壁は反力壁倒立シリンダで支持されている。

- ② 旋回時回転中心の形成：回転ピンの挿入

通常は浮体橋の舞洲側桁端

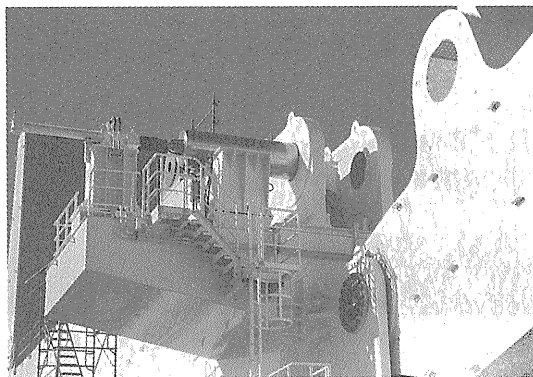


写真-2 反力壁：固定ピン脱着シリンダ

部に格納された回転ピンを降下させ、舞洲側係留構造側部に設置した軸受台車内に挿入し、浮体橋旋回時の回転中心を形成する動作である。回転ピンの降下は回転ピン挿入装置の油圧シリンダで行う。このシリンダの定格推力は188 tf、ストロークは7,100 mmである。回転ピンのはめ合いは水平2軸に移動可能な軸受台車の位置調整により確実に行うことが出来る。この動作を行う回転ピン軸受台車装置は、挿入された回転ピンをアキュムレータの油圧ばね機構により弾性支持することで、過大な力が作用することを防いでいる。

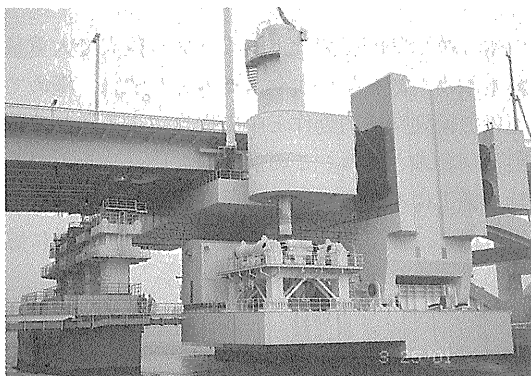


写真-3 回転ピン挿入装置と軸受け台車装置

③ 緩衝桁と浮体橋の分離：緩衝桁支承の分離
 緩衝桁水平固定支承の緩衝桁側上沓～浮体橋側下沓間のはめ合いを抜いて、緩衝桁と浮体橋を分離させる動作であり、次の緩衝桁ジャッキアップを確実にする目的がある。

通常は緩衝桁内に格納されている緩衝桁補助ジャッキアップ装置のジャッキを伸張させ、浮体橋桁端上のジャッキ受点である受皿で支持し、更に突上げて上沓を下沓から抜く。ジャッキには定

格推力138 tf、ストローク800 mmの油圧シリンダを緩衝桁1基当たり2本使用している。

受皿を水平保持する修正ジャッキ装置は、油圧シリンダにより受皿位置を水平2軸に調整可能であり、補助ジャッキとのはめ合いを確実に行うことが出来る。

④ 緩衝桁の上昇：緩衝桁のジャッキアップ

緩衝桁補助ジャッキアップ装置によって浮体橋と支承部で分離した緩衝桁を浮体橋と完全に縁を切り、浮体橋旋回時に干渉しない高さまで更にジャッキアップする動作である。

通常はジャッキアップ架構内に格納している緩衝桁主ジャッキアップ装置のジャッキを上昇させ、緩衝桁下面のジャッキ受座を突上げてジャッキアップする。定格推力300 tf、ストローク5,600 mmの油圧シリンダを緩衝桁1基当たり2本使用し、狭い架構内に格納するためテレスコープタイプを採用した。

ジャッキ受座を水平保持する受座スライド装置は、受座位置を橋軸方向に調整可能であり、ジャッキとのはめ合いを確実に行うことが出来る。

なお、緩衝桁の荷重を緩衝桁補助ジャッキアップ装置から緩衝桁主ジャッキアップ装置に移載する時、緩衝桁の橋軸方向支持は取付橋側の緩衝桁端部に設置した緩衝桁位置決め装置によって保持している。

⑤ 浮体橋の水平拘束の解除：反力壁の倒伏

反力壁（舞洲側で1基487 tf）を反力壁倒立シリンダにより倒伏させて浮体橋の水平拘束を解除し、旋回を可能にする動作である。

荷重の大きい舞洲側反力壁には、定格推力1,108 tf、ストローク5,100 mmの油圧シリンダを反力壁1基当たり2本使用している。



写真-4 主ジャッキアップ装置

この事前作業として固定ピンを抜く作業を行い(固定ピン脱着装置を使用),反力壁の直立固定を完全に解放する。

反力壁を完全に倒伏した後は,受梁上の受点に荷重を預け,油圧シリンダの推力を解放する。

⑥ タグボートによる浮体橋の巡回開橋

浮体橋の巡回は,3,000 PS級タグボート3隻による押し引き操作により行い,完全に巡回開橋した後は舞洲側岸壁に係留する。このための仮係留設備も浮体構造で,事前に別の保管場所から海上移送され現地に仮設置される。

以上,道路および航路の安全確認作業を含め約110分を要して開橋作業を終える。この後,閉橋作業を開始するまでの間は航路を開放して大型船舶の航行が可能になる。

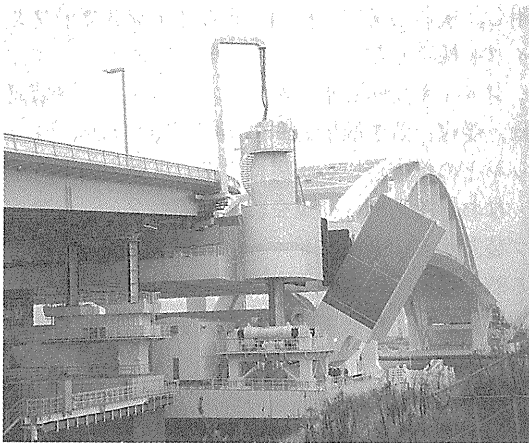


写真-5 反力壁倒伏動作の途中



写真-6 反力壁倒伏動作の完了

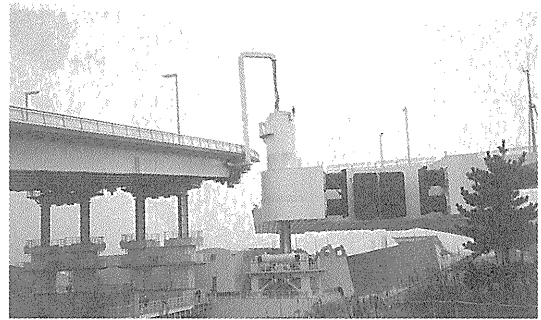


写真-7 浮体橋巡回開橋の完了

またこの間に,緩衝桁を支持している緩衝桁主ジャッキアップ装置を最下点まで降下させ,ジャッキアップ架構に荷重を預けて油圧シリンダの推力を解放する。開閉設備の駆動機能は全て,閉橋作業を開始するまで停止状態となる。

次の閉橋作業は,上記の開橋作業とはほぼ逆の手順,機器動作で約120分を要して行う。

これらの開閉橋作業は全て中央操作室からの中央制御で行われ,信頼性の確保と省人化,脱熟練化が図られている。

5. おわりに

本大橋の開閉設備は,橋梁という巨大で大重量の土木構造物を動かすシステムとしては,極めて複雑で繊細な機器動作と中央操作による運転の自動化が要求された。この前例のないシステムの設計,施工にあたっては,関係各位より多大の御協力を得て,無事完成することが出来た。ここに感謝の意を表したい。

[筆者紹介]

関戸 孝(せきど たかし)
大阪市道路公社
工務部
設備課
係長



土屋 昌義(つちや まさよし)
川崎重工業株式会社
鉄構ビジネスセンター
橋梁・水門技術部
主事

