

浮体構造物の支承システムにおける機能確認試験

大阪市道路公社 正会員 丸山忠明 日立造船(株) 正会員○松岡幸文
三菱重工業(株) 福島欣哉 丸以工業(株) 正会員 下田郁夫

1. はじめに

近年、大型浮体構造物の建造に向けての技術開発が注目を集めている。その先駆けとして、大阪港内の埋立地である舞洲と夢洲との間に巡回式浮体橋が建設中である。本橋は、2基の鋼製ポンツーンでアーチ橋を支持した大型浮体構造物であり、桁端部に配置した回転ピンを軸として旋回できる機構を有している(図1)。

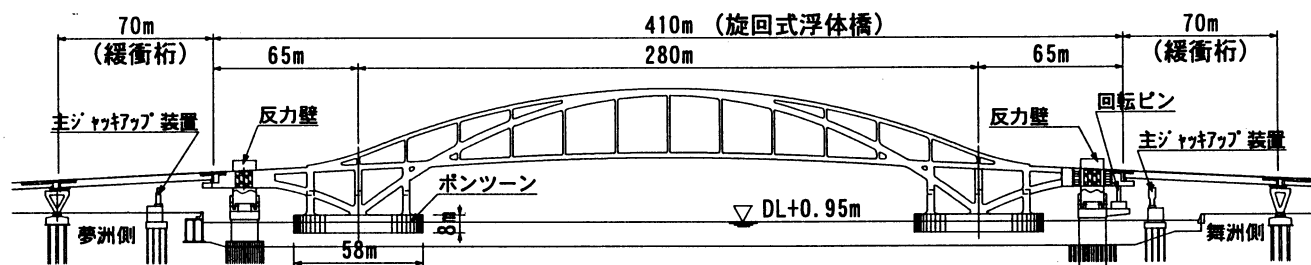


図1 巡回式浮体橋一般図

本橋と陸上部を結ぶ緩衝桁の支承部は、浮体構造物のシステムを構成する上で非常に重要な部位である。そのため、本工事において、潮位変動や風・波浪による動揺に対して円滑な摺動性と耐久性を確保し、開閉橋時において容易な脱着が可能な支承システム(図2)を開発した。

本支承システムを満足させるため、鉛直脊(以下、プレビティローラー脊と称す)での円滑な摺動性と、水平固定脊の上脊と下脊が最大50mmずれた状態でスムーズにはめ合うことが必要不可欠な条件であった。

そこで、プレビティローラー脊と水平固定脊を対象に、上記の項目に着目した機能確認試験を実施した。その結果について報告する。

2. 本支承の構造的特徴

図3に本支承(プレビティローラー脊および水平固定脊)の構造概略を示す。

プレビティローラー脊は、耐久性とメンテナンスの作業性を考慮し、ローラーとシャフト(ピン)を独立構造とした。ローラー内部に軸受を設けて摺動性を高めている。また、荷重偏載時、ローラーに作用する付加モーメントの低減策として橋軸方向にピン機構を追加した。

水平固定脊は、脱着性を考慮して上脊を凸型、下脊を凹型とし、上脊と下脊との芯ずれが50mm以内であれば、接触しながら挿入できる構造としている。上脊と下脊内部に配置した球面軸受のかみ合い防止のため、球面外輪の下面に衝撃吸収用のウレタンゴムを配置した。

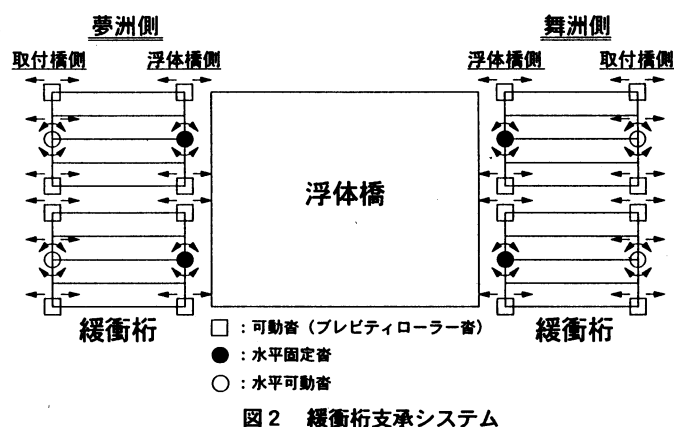


図2 緩衝桁支承システム

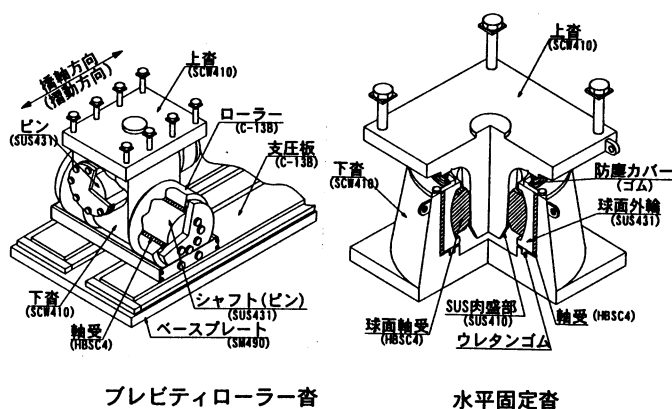


図3 支承構造概要図

キーワード：浮体構造物、支承システム、機能試験、脱着性、摺動性、はめ合い機構

連絡先：〒559-8559 大阪市住之江区南港北1丁目7番89号 (TEL 06-6569-0108)

3. 試験体および試験方法

試験供試体は実機を用いた。試験機はオイレス工業(株)所有の 4000t 二軸試験機および 300t 壁試験機を使用した。各支承の試験方法を以下に示す。

(1) プレビティローラー査

4000t 二軸試験機の鉛直アクチュエータに支承本体を、水平アクチュエータに支圧板を設置した。鉛直アクチュエータに所定の鉛直力(3480kN)を載荷した後、水平アクチュエータを加振して、供用時の摺動状態を再現した。

(2) 水平固定査

水平固定査の試験は、300t の水平アクチュエータを有する壁試験機に門型のフレームを設置し、そのフレームに装着した 100t 油圧ジャッキに上査を、可動テーブル上に下査を固定した。下査の位置を上査から 50mm 偏心させた後、上査を降下させる。所定の水平力(1178kN)が発生した時点で、下査を横移動させながら上査を徐々に挿入し、閉橋作業時のはめ合い挙動を再現した。

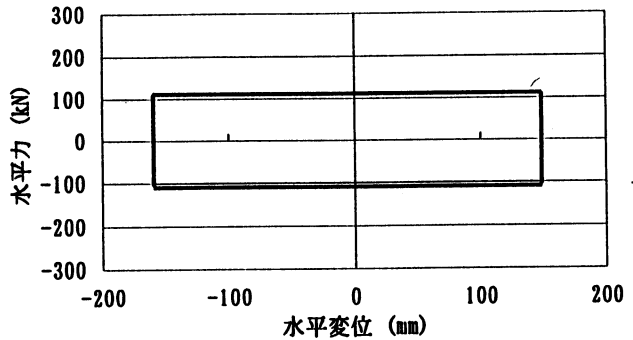
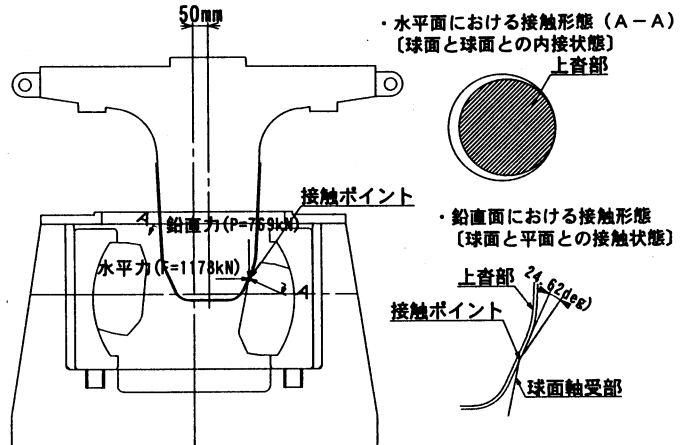


図4 摺動時における水平アクチュエータの作用力



$$P = F \cdot \frac{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}{\cos \alpha - \mu \sin \alpha}$$

P : 鉛直力 (補助ジャッキからの移行反力)
 F : 水平力 (水平方向の拘束力: 1178kN)
 μ : 上査と球面軸受との摩擦係数 (=0.15)
 α : 傾斜角 (=24.62deg)

図5 水平固定査における水平力と鉛直力の関係

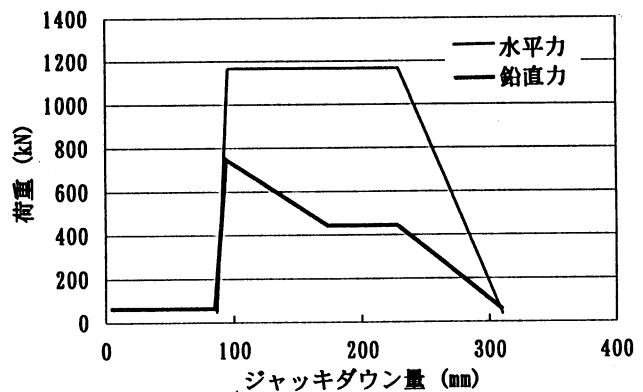


図6 50mm 偏芯挿入試験における水平力と鉛直力の関係

4. 機能確認試験結果とその評価

(1) プレビティローラー査

負荷状態でプレビティローラー査を摺動させる場合の必要水平力を図4に示す。鉛直力(3480kN)に対し、水平力は約 118kN であった。設計時の摩擦係数 $\mu = 0.078$ に対し、摺動試験時の摩擦係数 μ は $0.034 (=118/3480)$ となり、良好な摺動性が確保されていることを確認した。また、摺動時にローラーと支圧板との接触部ですべり現象は生じなかった。

(2) 水平固定査

水平固定査の上査と下査の位置がずれた場合、上査は下査内部の球面軸受に接触し、鉛直力と水平力が発生する。上査(SUS410)と下査(HBSC₄)の摩擦係数 $\mu = 0.15$ 、50mm 偏芯状態下での接触角 $\theta = 24.62(\text{deg})$ とした場合、計算上、水平方向の拘束力(1178kN)に対して鉛直力が 769kN 発生する(図5)。

50mm 偏芯挿入試験における上査のジャッキダウン量と鉛直力および水平力の推移を図6に示す。上査偏芯挿入時における鉛直力と水平力との関係は、設計値とほぼ一致し、水平力(1178kN)に対して最大鉛直力は 765kN であった。また、はめ合い挙動において、構造上問題ないことを確認した。球面軸受側接触部において、若干の局部塑性変形が確認された。しかし、表面の剥離現象や内部の塑性流動は生じておらず、強度上問題ないことを確認した。

5. まとめ

本試験により、プレビティローラー査の摺動性と水平固定査のはめ合い機構に問題がないことを確認した。