

立命館大学工学部 正会員 児島孝之 正会員 高木宣章
立命館大学院理工学研究科 学生員○今道 洋
立命館大学工学部 学生員 小椋紀彦

1.はじめに

現在、滋賀県大津・草津地域では経済発展に伴う人口増加によって交通量が増加し、主要国道をはじめとして交通渋滞の問題が発生している。琵琶湖東西間の近江大橋、琵琶湖大橋に次ぐ第3の交通施設として、草津市湖岸と大津市湖岸を結ぶ架橋計画が検討されている。本研究では、琵琶湖の東西をまたぐ新たな交通施設として、フローティングブリッジの琵琶湖への適用を技術面および環境面から検討を行った。

2.環境条件

(1)地理的条件

架橋位置は図1に示すとおり、草津市湖岸～大津市湖岸の全長約4kmとし、近江大橋、琵琶湖大橋のほぼ中央地点に位置する。架橋ルートの水深は0～5mと非常に浅い。シアトル市のワシントン湖の事例では、水深が深く、湖底が軟弱地盤で、架橋距離が長いなどの地形条件のため固定橋梁を採用すると、建設費が膨大なものとなる。そこで、1938年にフローティングブリッジが採用された。年間を通して水位差、気温・水温の変動が少なく、凍結がないなど、橋梁の管理面のメリットもあって、ワシントン湖では現在4つのフローティングブリッジが共用されている^[1]。

しかし、本研究で対象とするルートの水深は図2に示すように、最大で5mと浅く、ミシガンをはじめとする船舶の交通路にもなっている。そこで水深5mの約1kmをフローティングブリッジとし残りの3kmを固定式(一部船舶通過可能とする)とした。

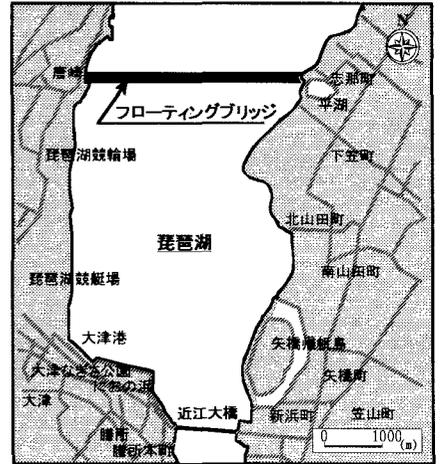


図1 選定架橋位置

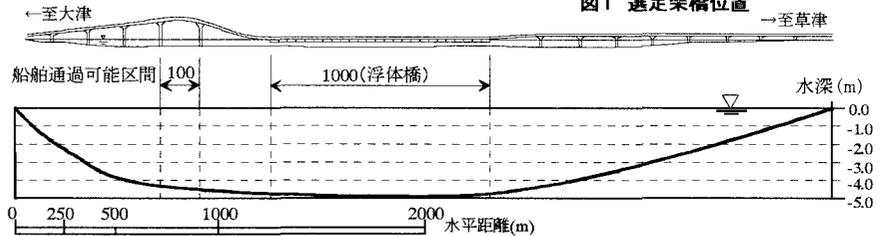


図2 架橋計画側面

(2)自然条件

架橋位置およびその周辺における自然環境(水位、風速、波高)について滋賀県庁水政課、彦根地方気象台の気象観測データ約20年分の統計処理、推算によって決定した設計条件を表1に示す。水位は、南郷洗堰で水量調節が行われているために大きな水位変動は見られない。しかし、架橋ルート最大の水深が5mと浅いため、ポンツーンの水を考慮した場合±1.5m以上の水位変動があるとポンツーンによって湖流がせき止められる危険性が生じる。設計風速は再現期間を100年として統計処理により決定した。この値は、道路橋の動的耐風設計

表1 設計条件

水位	最大満潮面 (m)	0.36
	最大干潮面 (m)	-1.22
波浪	設計波高 (m)	1.0 (橋軸方向) 0.5 (橋軸直角方向)
	周期(sec)	3.4
風	設計風速 (m/sec)	29.2
	設計水深	浮体橋 (m) 4.5～5.0 固定橋 (m) 0.0～4.5
単位容積質量	軽量コンクリート (t/m ³)	1.55
	ポンツーン (t/m ³)	1.85
	湖水 (t/m ³)	1.00

Takayuki KOJIMA, Nobuaki TAKAGI, Hiroshi IMAMICHI, Norihiko OGURA

要領における近畿地区の基本風速(30m/sec)とほぼ一致している。設計波高は現地の波浪データがないため、吹送距離4km、最小吹送時間1時間、設計風速 29.2m/sec として S.M.B 法により推算すると、橋軸直角方向の設計波高は HP=1.0m となる。この設計波高 1.0m は、一般の港湾における値とほぼ同程度の値である。

3.設計条件

(1)断面の決定

本研究のフローティングブリッジの断面を決定する際に最も重要なことは、架橋ルートの最大水深が5mと浅いことである。このため、構造物自重の低減をはかるために軽量コンクリートを用い、耐久性、維持管理の低減化、長軸方向のひび割れの制御性能を高めるためにP C構造とした。ポンツーン高さは 5.7m とすると、流水断面高さは無載荷状態で 3.75m、活荷重載荷状態で 2.80m となった。また、片道2車線(往復4車線)で両側に歩道を設け、全幅員を22.25m、ポンツーン1体の長さは40mとした。基本断面を図3に示す。

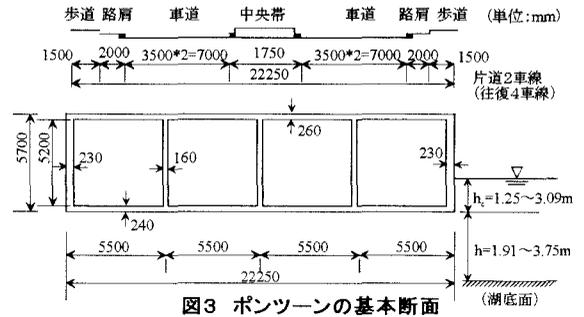


図3 ポンツーンの基本断面

表2 安定計算結果

	喫水 h_c (m)	GM(m)	$\tan \alpha$	安定条件
Case1	1.25	30.6	0.000	GM>0
Case2	3.09	8.26	0.046	GM>0
Case3	1.30	-	0.008	$\tan \alpha < 0.1$

(2)浮体の安定計算および考察

ポンツーンの安定計算は常時、端部隔室浸水時、偏心荷重作用時の 3 ケースの検討を行った。ここで、常時は自重のみ、偏心荷重には道路橋示方書・同解説に従いB活荷重を構造物の安定に対して最も不利になるように載荷した。安定検討には、式(1)、(2)を用いた。検討結果を表2に、検討概略図を図4に示す。

$$\text{【Case1】: } \overline{GM} = \frac{I}{V} - \overline{CG} \quad \text{---(1)}$$

$$\text{【Case2】: } \overline{GM} = \frac{I-i}{V} \overline{CG} \quad \text{---(2)}$$

CG: 浮心重心間距離、V: 排水容積
 I: 喫水面の長軸に対する断面二次モーメント
 i: ポンツーンの回転軸に平行な浸水部の中心軸に対する浸水部の断面二次モーメント

図3に示す断面を有するポンツーンは、浮体の安定検討に対して安全であった。また、40mのポンツーンを25ヶ連結することで、全長1kmのフローティングブリッジを水深5m以上の水域に建設することが可能である。水深の変動が少なければ、ポンツーン下面の流速が速くなるために、湖底に堆積している汚泥が洗い流され、琵琶湖の水質が改善されることが予想される。しかし、乾期における著しい水位低下は、本形式の橋梁の維持管理、琵琶湖の水質に好ましくない面も考えられる。その場合、水門により琵琶湖の水位変動を可能な限り少なくなるように制御することが必要と考えられる。

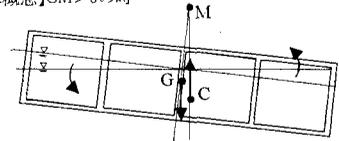
4.結論

琵琶湖の水位変動が小さくなるように管理することができれば、水深5m以上の水域にフローティングブリッジを建設することが可能である。

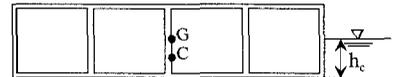
【参考文献】

[1] 土木学会: 鋼構造新技術委員会最終報告書、p23~p46、1996.5

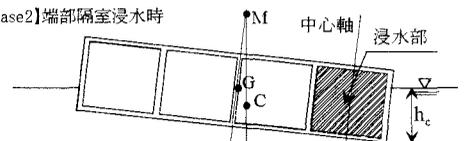
【安定計算概念】GM>0の時



【Case1】常時



【Case2】端部隔室浸水時



【Case3】偏心荷重作用時

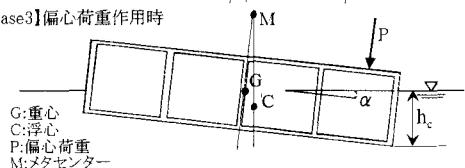


図4 浮体安定計算の検討ケース

G: 重心
 C: 浮心
 P: 偏心荷重
 M: メタセンター