

立命館大学理工学部 学生員 ○岡田直樹
立命館大学大学院理工学研究科 学生員 今道洋 立命館大学大学院理工学研究科 学生員 小椋紀彦
立命館大学理工学部 正会員 高木宣章 立命館大学理工学部 正会員 児島孝之
株式会社オリエンタルコンサルタンツ 正会員 水田崇志

1. はじめに

近年、大津・草津地区は、慢性的な交通渋滞が発生しており、その対策として、琵琶湖を東西方向に横断する橋梁が考えられる。その橋梁形式の一つとして、ランドマーク的な意味を含めてフローティングブリッジが挙げられる。本研究は、琵琶湖に架橋するコンクリート浮体構造物に対して試設計を行い、その適用性について検討した。

2. 検討概要

浮体構造物の設計は、部材断面を決定する際に支配的と考えられる『道路橋示方書』^[1]（以下、道示）に基づいて横方向の設計を行い、『港湾の施設の技術上の基準・同解説』^[2]（以下、港湾基準）に基づいて安定計算を行った。琵琶湖の水深は最大で 4.5m と比較的に浅いため、環境面からは喫水を小さくするほうが有利である。そこで、コンクリートの種類を表 1 に示す普通コンクリ

表 1 検討タイプ

タイプ	設計基準強度	使用材料	単位容積重量
N	40N/mm ²	普通コンクリート	24.5kN/m ³
L	40N/mm ²	軽量コンクリート 1 種 (1.20g/cm ³)	20.1kN/m ³

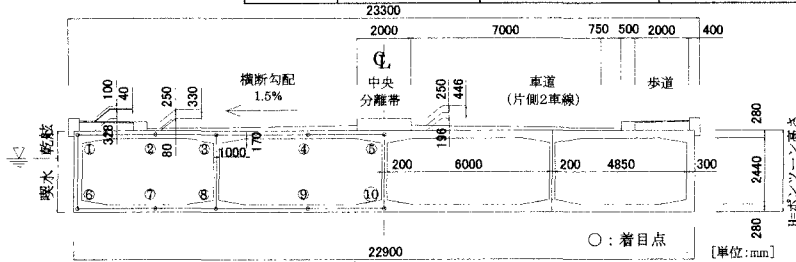


図 1 ポンツーン断面（橋軸直角方向）

ートと軽量コンクリートの 2 タイプについて比較設計を実施した。浮体構造物は水密性および薄肉部材が要求されるため、上床版、下床版および側壁は、フルプレストレス構造とした。検討に用いた PC 鋼材は、SWPR7BL 1S21.8、コンクリートの設計基準強度は 40MPa とした。

ポンツーンの断面を図 1 に示す。ポンツーン幅は幅員構成（車道 7.75m、歩道 2m）により決定し、隔壁間隔は道示の床版支間最大間隔 6.0m 以内に、また、モーメントのバランスから中央径間長と側径間長の比を 1 : 0.8 とした。部材高さは、道示に準じて上床版厚 280mm、下床版厚 280mm、側壁 300mm、隔壁 200mm とした。また、図中のポンツーン高さ H は、後述の安定計算により決定した。

表 2 に設計条件を示す。設計水位は彦根気象台より得られた 20 年データを用い、設計波高および周期は S.M.B 法により得られた値を採用した。横方向の設計における荷重の組み合わせには、常時として浮体構造物自重＋橋面荷重＋浮力＋静水圧（潮流力は微小のため無視）＋活荷重 (TL25) を、安定計算時における荷重には、自重および B 活荷重 (L 荷重) を用いた。

3. 結果および考察

(1) 安定計算

表 2 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)	有義波高 1.40 最大波高 2.80
	周期(sec)T _{1/3}	3.4
風	設計風速 (m/sec)V	29.2
流れ	設計流速 V _{flow}	0.5
設計水深	浮体橋 (m)	4.0~4.5
	固定橋 (m)	0.0~4.0

安定計算の検討ケースは、港湾基準に準じ、常時と端部隔室（片側）が浸水した時、偏心荷重が載荷した時の3ケースとした。安定条件を表3に示す^[3]。GMは重心GとメタセンターMとの距離で、 α は浮体の傾斜角である。断面高さを0～6.0mまで変化させたとき、GM、 $\tan \alpha$ は、タイプN、Lともすべての安定条件を満足した。これは、断面形状が水平方向に薄い構造であるため、浮体を回転させるモーメントがほとんど生じないためである。喫水・乾舷については、単位容積質量が大きく、より条件が厳しくなるタイプNの検討を行った結果、断面高さ3.0mを境に安定条件を満足しなくなる。したがって、断面高さを3.0mとした。タイプLにおいても断面高さを3.0mとすると、安定条件は満足する。

また、断面高さ3.0mにおける常時での喫水は、タイプNで2.0m、タイプLで1.6mとなり、軽量コンクリートを用いたほうが喫水を小さくできる。したがって、下床版に作用する水圧も低減できる。

また、断面高さ3.0mにおける常時での喫水は、タイプNで2.0m、タイプLで1.6mとなり、軽量コンクリートを用いたほうが喫水を小さくできる。したがって、下床版に作用する水圧も低減できる。

(2) 横方向の設計

横方向の設計では、断面高さ3.0mとして上床版・下床版の曲げモーメントを算定した。タイプLをタイプNと比較すると、上・下床版とも曲げモーメントを約10%低減することができる。その代表値を表4、

表5に示す。表より曲げモー

メントの比率(タイプL/タイプN)は支間曲げモーメントで0.89～0.94(着目点②④⑦⑨)、支点曲げモーメントで0.88～0.93(着目点①③⑤⑥⑧⑩)となった。

上記の曲げモーメントから算出した鋼材量を表6に示す。上床版において支配的な荷重は活荷重であり、また、軽量コンクリートの許容引張応力が小さいので、タイプNに比べタイプLの鋼材量が増加する。したがって、上床版に、軽量コンクリートを用いるメリットは少ないものと考えられる。また、下床版ではタイプLを使用すると静水圧が低減されるので、タイプNより鋼材量を低減することができる。

4. 結論

- ① 浮体構造物の横方向の設計および安定計算の検討の結果、普通コンクリートを使用すると、常時での断面高さは3.0m、喫水は2.0mとなった。これに対し、軽量コンクリートを用いた場合には、断面高さは3.0m、喫水は1.6mとなり、環境面から考えた場合、軽量コンクリートを使用するメリットが明らかとなった。
- ② 普通コンクリートと軽量コンクリートを用いた浮体構造物を比較した場合、軽量コンクリートは普通コンクリートよりも許容引張応力度が小さいため上床版のPC鋼材量には顕著な差異は見られなかった。しかし、軽量コンクリートを使用すると下床版に作用する静水圧が低減される分だけ鋼材量を少なくすることができる。

参考文献：[1] 日本港湾協会『港湾の施設の技術上の基準・同解説（上、下巻）』

[2] 日本道路協会『道路橋示方書・同解説[平成8年度制定]（Ⅰ共通編、Ⅲコンクリート橋編）』

[3] 日本建築学会『海洋建築物構造設計指針（浮遊式）・同解説』

表3 安定条件

	喫水(m)	乾舷(m)	GM	$\tan \alpha$
常時	<4.5	>1.0	>0	—
端部隔室浸水時	<4.5	>0.3	>0	<0.1
偏心荷重載荷時	<4.5	>0.3	>0	<0.1

表4 常時における上床版の曲げモーメントM (kN・m)

着目点	①		②		③		④		⑤	
	M	比率	M	比率	M	比率	M	比率	M	比率
タイプN	-18.2	1.0	11.4	1.0	-40.7	1.0	11.5	1.0	-42.2	1.0
タイプL	-16.2	0.89	10.5	0.92	-36.2	0.89	10.8	0.94	-37.3	0.88

表5 常時における下床版の曲げモーメントM (kN・m)

着目点	⑥		⑦		⑧		⑨		⑩	
	M	比率	M	比率	M	比率	M	比率	M	比率
タイプN	34.5	1.0	-19.2	1.0	84.5	1.0	-26.3	1.0	91.6	1.0
タイプL	32.2	0.93	-17.1	0.89	73.5	0.87	-23.4	0.89	81.4	0.89

表6 鋼材量の比較

タイプ	鋼材間隔(mm)	
	上床版	下床版
N	355	715
L	345	830