

I-A299 没水球橋脚を持つ浮橋の実用化に関する研究

佐世保重工業㈱ 正 ○筒井光男
九州産業大学 正 水田洋司
熊本大学 正 滝川 清

1. まえがき

幅の大きい川や海を渡るために、水の浮力を利用した浮橋が用いられてきた。古くは船を浮かべた上に板を渡して渡る型式が用いられ、その後ボツンを用いる型式が提案され、多くは湖に架設されている。

浮橋は水に浮いているための弱点も持っている。それは波浪や洪水に対する安全性である。ここでは、浮きを水中に繋ぎ留めて下部工とする浮橋を提案し、その力学特性について報告する。

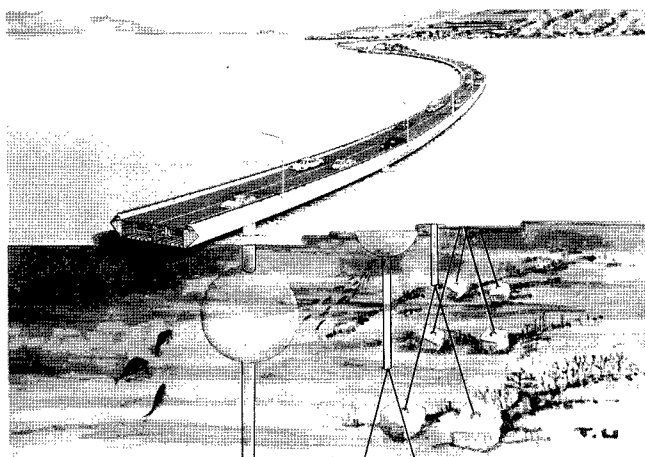


図-1 没水球橋脚を持つ浮橋イメージ

2. 提案する浮橋

今回提案する浮橋の概要を(図-1)に示す。橋脚は球形の浮体に柱を突き通した形状であり、球体より上の柱は通常の橋脚、球体より下は浮体としての安定を良くするための部材である。浮体は水底に固定されたワイヤなどで水中に繋ぎ留められ、常時張力が作用している。ワイヤは柱下端の移動を押さえるために斜めに2本以上張るのが特徴であり、また図-1では水平面内の剛性を上げるため、桁に曲率を持たせている。

3. 独立没水球橋脚の特性

3.1 静的安定

柱下端を支点とし、外力と浮力のモーメントが釣り合い、安定するための条件は次式で表される。

$$\text{安定条件} \quad S_L \cdot F < S_C \cdot B - S_G \cdot Mg \quad \text{--- (1)}$$

ここに、 F : 作用上載荷重、 B : 浮力、 Mg : 球体重量、 S_C 、 S_G 、 S_L は支点から浮心、重心、荷重作用点までの距離を示す。この式から、 S_C と浮心の距離 S_C が大きいと、浮体が小さくて済むことが判る。これが球体より下の柱材を配置する効果である。

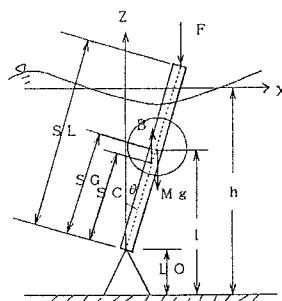


図-2 没水体モデル

3.2 振動解析と水槽模型実験

図-2のモデルの回転に関する釣り合いより導かれる運動方程式は式(2)で表される。

$$I \ddot{\theta} = P_M(t) - I' \ddot{\theta} - C \dot{\theta} + Mg \cdot S_G \sin \theta - B \cdot S_C \sin \theta + F \cdot S_L \sin \theta \quad \text{--- (2)}$$

ここに $P_M(t)$ は外力によるモーメント、 θ は没水体の傾斜角、 I 、 I' は慣性、付加質量による慣性モーメント、 C は減衰係数、 l 、 l_0 は水底から球体中心、 S_L までの距離とする。(図-2)

2次元造波水槽による模型実験を行い、解析方法の妥当性を調べた。表-1(ケース1)諸元のモデルで外力の振動数(h/L によって決まる)と柱上端変位の関係を図-3に示す。表中の a は柱の半径、 a_0 は球体の半径

キーワード：浮橋、没水球体、力学特性 連絡先：佐世保重工業㈱鉄構設計部 TEL0956-25-9220、FAX25-9119

表-1 実験・計算ケース諸元

ケース	単位	2a	2a ₀	h	L ₀	S _L	S _G	I	I(Ncm ²)	I'(Ncm ²)	C(Ncm ² /s)
1	cm	1.5	8.6	48	8	50	29.1	33	9.37E2	1.76E3	4.99E3
2-1							27	32	2.79E8	1.52E9	5.49E8
2-2	m	1.0	9.2	40	5	40	23	28	2.30E8	1.12E9	4.53E8
2-3							19	24	1.89E8	8.08E8	3.64E8
2-4							15	20	1.56E8	5.46E8	2.86E8

を示す。図中のHは波高、Lは波長である。図-3で判るように式(2)の解析値と実験値とは良く合っている。また実橋を想定したモデル(表-1・ケース2)の外力の周波数と変位の関係を図-4に示す。ケース2では球の取付位置による影響を見るために、球位置(図-2、l)を変化させている。柱上端の変位は共振点付近で最大になり、球が水底に近くなると小さくなることが判る。

4. 浮橋としての解析

波による浮体橋脚の振動により橋脚天端が変位し、橋脚上の桁も揺れる。桁は剛性確保のために連続桁としているので、浮体の変位に伴い断面力が発生する。断面力算出のために、実橋を想定した図-5のモデルを考える。表-2にその諸元を記している。

4.1 橋脚のバネ特性

浮体が水平に変位すると、浮力により元に戻ろうとする。

その復元力に相当するバネを浮橋モデルの橋脚位置に配置した。

4.2 固有値解析

提案のバネで支えられた、両端固定連続梁の2次元固有値解析結果は表-3の通りである。

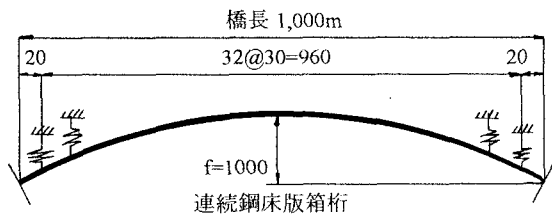


図-5 浮橋モデル平面図

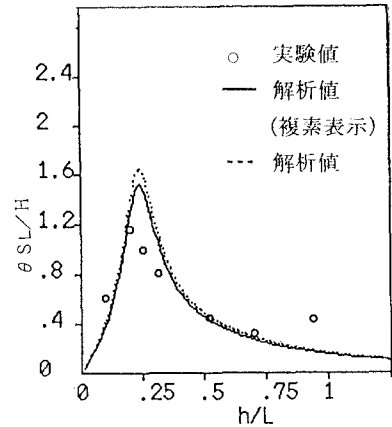


図-3 没水球体の変位

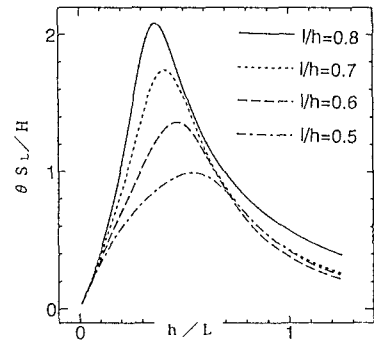


図-4 没水球体の変位

表-2 断面諸元

鉛直曲げ剛性	$I_x = 127E6 \text{ cm}^4$
水平曲げ剛性	$I_y = 121E6 \text{ cm}^4$
ねじれ 剛性	$J = 17.9E6 \text{ cm}^4$
単位 重量	$w = 226 \text{ N/cm}$
バネ 定数	$k = 613 \text{ N/cm}$

表-3 固有値解析

	1次	2次	3次	4次	5次
固有円振動数(rad/s)	1.426	1.066	2.823	2.156	3.456
固有モード					

5. まとめ

以上、没水球橋脚で支えられた浮橋の構造を提案し、没水球橋脚単体での静的釣り合いおよび波浪応答の計算法を確認した。また、浮体と桁が一体化した桁として浮橋の固有値解析を試みた、応答についてはさらに検討する必要がある。

参考文献 1) 椎貝博美他、ヒンジで支えられた柱状海洋構造物の振動特性、土木学会論文報告集 342 号 pp153-160, 1984