

没水球体の浮橋への適用について

熊 本 大 学

正 員 滝 川 清

正 員 山 田 文 彦

正 員 外 村 隆 臣

○学生員 土 井 智 広

佐世保重工 (株)

正 員 筒 井 光 男

1 はじめに

近年、沿岸海域の有効利用とともに海岸構造物の形式も多様化してきている。この様な中で、現在までの建設方法では建設費用等の諸問題から架橋が不可能であると考えられてきた場所に浮遊式橋梁(フローティング・ブリッジ)を利用しようと検討されている。本研究ではその中でも車両が走行する路面が水上にあり、浮体としての機能を持たせるような橋脚が水中にある半潜水橋にメリットがあるとして、図-1のような円柱に球体を組み合わせたモデル(今後、没水体と呼ぶ)を用い、この没水体の運動特性を明らかにし、その実用性を検討するものである。本報告では、線形理論を適用し、ヒンジを固定とし、作用波力をモリソン式で評価し、球体位置、球体半径、上載荷重等の相違によりどのように影響を与えるのか数値解析を行うと共に、その最適構造様式について検討を行ったので、ここに報告する。

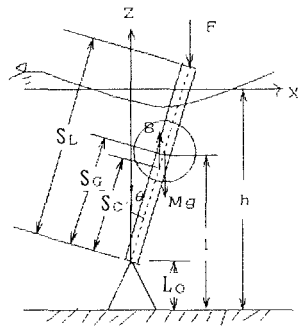


図1 没水体モデル

2 没水体運動の解析

没水体に作用する抵抗として、変位速度に比例する減衰抵抗(主としてジョイント部の摩擦抵抗)、付加質量による慣性、浮力による復元力を考慮すると波の進行方向における没水体の振動の運動方程式は(1)式ようになる。

$$I \ddot{\theta} = P_M(t) - I' \ddot{\theta} - C \dot{\theta} + Mg \cdot S_G \sin \theta - B \cdot S_C \sin \theta + F \cdot S_L \sin \theta \quad (1)$$

ここで、 $P_M(t)$ 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、 B は浮力、 F は作用上載荷重、 C は減衰係数、 S_G, S_C, S_L は支点から重心、浮心、荷重作用点までの距離、 l, L_G は水底面から球体中心、ヒンジまでの距離とする。

3 減衰定数の推定

今回は実験を行っていないため減衰係数を直接求められず、過去のモデルから推定して用いた。推定方法は、無次元表示の減衰定数 $c' = C / \{ (I + I') \omega \}$ (ω は没水体の固有振動数 $= \sqrt{(B \cdot S_C - Mg \cdot S_G) / (I + I')}$) として過去の実験値より求めた。各ケースによって多少異なるが、 $c' = 0.21 \sim 0.44$ となった。よって今回は没水体の振動の応答計算から妥当なものとして、高い値の $c' = 0.44$ を用いて各ケースの減衰係数 C を逆算するかたちで割り出して計算を行った。

4 計算モデル

上部工の設計条件 活荷重: A活荷重

形 式: 連続鋼床版箱桁

道路面の高さ: 5 m

幅 員: 車道6 m、歩道なし

最大作用荷重: $F = 162 \text{ t}$

水 深: 4.0 ~ 5.5 m

鋼管の質量: 467.1 kg/m

図-2に計算モデル、また表-1に計算ケースを示す。

5 解析結果と考察

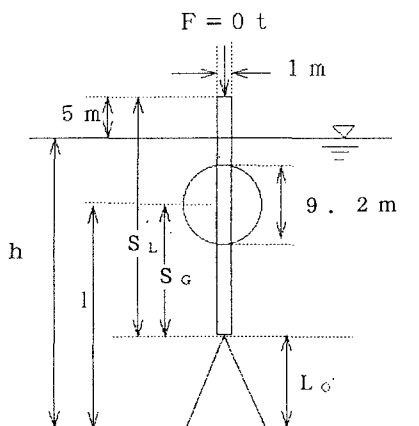


図2 計算モデル

表-1 計算ケース

ケース	h m	L_0 m	S_L m	S_G m	l m	l/h	L_0/h
1-1	40	10	35	22	32	0.8	0.25
1-2				18	28	0.7	
1-3				14	24	0.6	
1-4				10	20	0.5	
2-1	40	5	40	23	28	0.7	0.125
2-2	45	10			33	0.733	0.222
2-3	50	15			38	0.76	0.30
2-4	55	20			43	0.782	0.364

図3は $h=40$ mの同一水深で、球体の取り付け位置(1)を変化した場合の比較である。球体位置が水底面に近くなるほど没水体の変位が小さくなっている。しかし $h/L > 0.8$ の領域では、 $1/h = 0.7 \sim 0.6$ の方が揺れは小さい。

図4は円柱の長さ($S_L=40$ m)と球体位置($S_G=23$ m)を固定して、水深(h)と、ケーブル長(L_0)を変えた場合の比較である。固定位置水深比 L_0/h が大きいほど、共振の h/L が大きくなることがわかる。また共振時の振幅は多少大きくなっているが、さほど大きな影響はないと考えられる。

浮橋の運動はその設置場所、波浪外力の周期等により異なるため、種々の構造様式について検討を行い、波浪外力条件に応じた最適の構造様式を決定していく必要がある。

6 おわりに

今後の方針として同一水深によるヒンジ長の影響、球体の大きさを変化させて振動特性を求めた場合、上載荷重を考慮した場合、またこのときの作用水平力 P の評価等については講演時に発表する。最終的には、浮橋として最適構造を検討していきたい。

参考文献

1) 椎貝博美・関口定男・星野久雄：ヒンジで支えられた柱状構造物の振動特性、土木学会論文報告集342号、pp.153-160, 1984.

ケース1

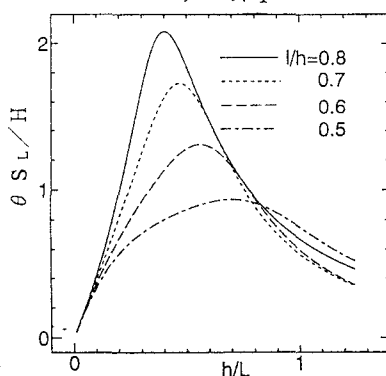


図3 没水体の変位の球体取り付け位置による変化

ケース2

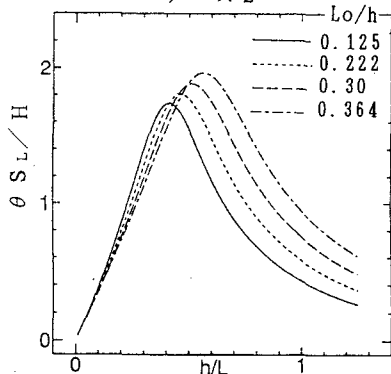


図4 没水体の変位の球体取り付け位置による変化