

フーチング付きポンツーンの波力低減効果に関する検討

鳥取大学工学部 正会員 上田 茂
鳥取大学大学院 学生員○高田隆史
オリエンタルコンサルタント 正会員 加藤道郎

1. 目的

浮体橋梁は、大水深または軟弱地盤の海域での建設に有利であり、耐震性にも優れている。既にアメリカやノルウェーなどで、道路橋として供用されており、我が国でも内海や港内で建設計画がある。浮体橋梁の様式の内、セパレート型は数個のポンツーン上に上部工を設置するものであるが、個々のポンツーンの動揺は上部工の設計に及ぼす影響が大きいのでこのポンツーンの動揺を抑えることが望ましい。ポンツーンの動揺を抑える方法の一つにポンツーンに作用する波力を低減させることが考えられる。そこでポンツーンにフーチングを付加することにより、ポンツーンのヒーピング、ローリング、ピッチングの波力を低減することを考える。ここでは、フーチング付きポンツーンに作用する波力をフーチングの幅、厚さを変えて算定し、その効果について比較検討する。

2. 方法

浮体橋梁はセパレート型で橋梁上部工を二個以上の基礎ポンツーンで支持する構造とする。図1はポンツーンの基本形状を示したものである。この基本形状¹⁾は、浮体橋梁を弾性支承上の連続梁とし、上部工重量7300kgf/mを载荷した時の支点変位を、±50cm以内に抑えるのに必要な断面積から決めたものである。所要断面積は914m²となり、この断面積を満たしかつ安定性を考慮した結果、50m×20mの長円形断面、鉛直方向には長さ10mの柱体とした。

ここでは、図1で定義したポンツーンの端にフーチングを付け(図2参照)、表1に示すように基本形と、フーチングの幅、厚さを変えたモデル9ケースの合計10ケースについて波力を算定し、比較検討を行った。波力の算定は表2に示す波浪条件で特異点分布法によって計算する。ただし、波向きは図3に示すように定めた。水深は30m、ポンツーンの吃水は5mとし、入射波は規則波として単体のポンツーンに作用する波力を求めた。図中で、x,y,z方向の並進運動をそれぞれ、サージ、スウェイ、ヒーブ、また、x,y,z軸廻りの回転運動をロール、ピッチ、ヨウとする。

3. 結果及び考察

波力の計算を行った結果、特にヒーブ、ロール、ピッチの運動成分について、フーチングによる影響が顕著に表れた。図4は各波向きの波力の変化を表したものである。ヒーブについては周期 $T=8.0(sec)$ で若干波力は低下するものの、周期が長くなるに従って波力は増加し、各波向きの波力に対する周期特性は同じ傾向になる。ロールについては、いずれの波向きも周期 $T=8.0(sec)$ で最大波力となり、長周期になるに従って低下する。また、ピッチについてはロールとは正反対の傾向を示し、周期 $T=8.0(sec)$ で波力は極端に低くなる。いずれの周期においても、ロールでは $\theta=90^\circ$ 、ピッチでは $\theta=0^\circ$ の波向きでの値が最大となっている。ここでは、浮体が影響を受けやすい波向きとして、ヒーブ、ピッチについては $\theta=0^\circ$ 、ロールについては $\theta=90^\circ$ の場合を取り上げ、中でもフーチングの付加による波力の変化が特徴的な数ケースを図5に示す。

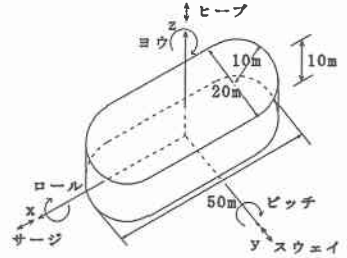


図1 ポンツーンの基本形状

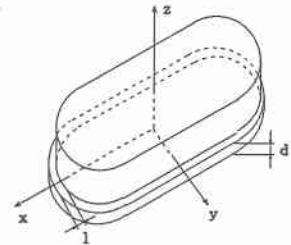


図2 フーチング付きポンツーン

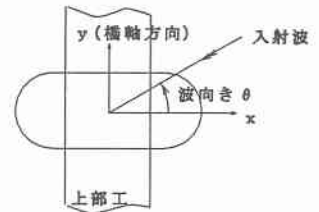


図3 波向きの定義

表1 各ケースのポンツーンの諸元

ケース名	フーチング厚 d (m)	d/D	フーチングの幅 l (m)	l/L
基本形	0	0	0	0
A-①	0.5	0.1	1	0.02
A-②	0.5	0.1	2	0.04
A-③	0.5	0.1	5	0.1
B-①	1	0.2	1	0.02
B-②	1	0.2	2	0.04
B-③	1	0.2	5	0.1
C-①	2	0.4	1	0.02
C-②	2	0.4	2	0.04
C-③	2	0.4	5	0.1

D:吃水深

L:基本形長さ

表2 波浪条件

波高 H (m)	1.0
水深 h (m)	30
波周期 T (s)	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
波向き θ (°)	0, 30, 45, 60, 90

計算結果から、ヒープ、ピッチの成分については、フーチングを付加することによって波力が低減する効果があることが認められる。特にケースA-⑤($d=0.5m, l=5m$)での低減が大きく、C-⑤($d=2m, l=5m$)のようなフーチング厚の大きいケースでは十分な効果が得られない。しかし、サージ、スウェイ、ロール、ヨウについては若干波力の増大が見られる。ヒープの波力の低減は、ポンツーン底面に作用する流圧力に加え、フーチングを付けることによりその上面にも流圧力が作用し、これらの一部が相殺されることに起因するものと考えられる。従って、フーチング長が長い程、波力の低減効果は大きいと予想される。ロール、ピッチについてはスウェイ、サージとの連成運動による波力の増大とフーチング上部と底面での流圧力の差による低減効果とが合算されて、ロールは増大、ピッチは減少する結果になるものと思われる。サージ、スウェイ、ヨウに関しては、フーチングを付加した分、側面積が増加することによってそれだけ波の影響を受けやすくなり、波力が増大するものと考えることができる。従って、フーチングの幅を大きく、厚さを薄くすることが、流圧力の差による低減効果を大きくし、かつ、サージ、スウェイ、ヨウの波力の増分を最小限に抑えるため、最も効果的に低減効果を得られる形状であると考えられる。

4. 結論

浮体橋梁の動揺に対して、ポンツーンに作用する波力のうち、特にヒープ、ピッチの影響が大きい、フーチングを付けることでこれらの波力を抑えることが可能であることが確認された。また、フーチングの大きさを変えて様々なケースについて比較検討した結果、フーチングの幅を出来るだけ大きくとり、厚さを薄くすることが特に有効な方法であることが明らかになった。今後は動揺量との関係も考慮してさらに検討を進める必要がある。

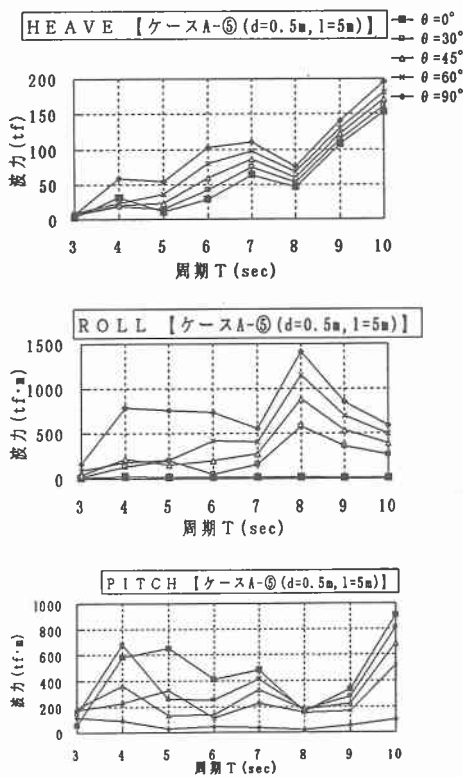


図4 計算結果Ⅰ (パラメータ:波向き)

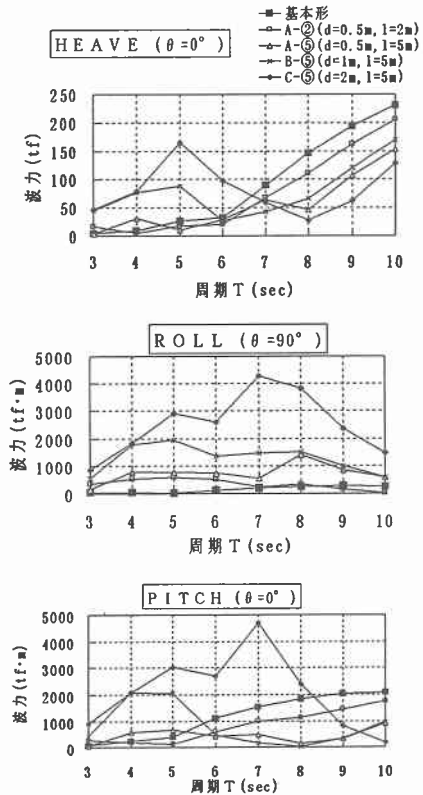


図5 計算結果Ⅱ (パラメータ:フーチングの幅、厚さ)

参考文献:

- 1) 勝田みゆき: セパレート型浮体橋梁の波浪中の動的応答解析に関する研究、鳥取大学、修士論文、1996