

京都大学大学院 学生員 ○高須賀丈広 京都大学工学部 正員 渡邊 英一

京都大学工学部 正員 杉浦 邦征 京都大学工学部 正員 宇都宮智昭

1. はじめに

独立ポンツーン型浮体式橋梁はノルウェーにおいて既に実現しているが、その設計有義波高はいずれも1.7m以下であり波浪条件のより厳しい海域での適用性は明らかでない¹⁾²⁾。そこで本研究では、浮体基礎形状を変化させることで、より波浪条件の厳しい海域においても同様な浮体橋梁が適用可能となるかどうかを検討することを目的とし、数種類の浮体基礎形状を有する浮体橋梁に対する波浪動揺解析を行った。

2. モデルの設定

本研究では、リファレンスモデルとして水平アーチ定着型の浮体橋梁であるBergsoysund橋¹⁾ (図1参照)を取り上げ、橋梁上部工の各種諸元の設定を行った。これを表1に示す。次に、浮体基礎形状として、図2(a),(b)に示すポンツーン型基礎及びセミサブ型基礎を取り上げ、その諸元を排水重量一定の条件下で表2,表3の様に設定しモデル1-モデル6とした。解析は、まず図3に示す水平方向変位及びねじれを拘束した2次元直線梁モデルが鉛直波力のみを受ける場合の応答について調べた。ここで、浮体基礎による静水圧的復元力は弾性バネとして置換した。次に、3次元水平アーチ梁モデル (図4参照) についてもモデル3及びモデル5の浮体基礎に対して解析を行った。3次元解析においては、静水圧的復元力は回転も考慮した弾性バネとしてモデル化を行い、また波力としては鉛直・水平・回転方向全てを考慮した。

3. 解析方法

解析は2次元モデル、3次元モデルいずれもNASTRANを使用し、直接周波数応答解析により変位応答並びに断面力応答を算出した。ここで、浮体基礎に作用する波力、及び浮体基礎と流体の動的相互作用により生ずる付加質量並びに造波減衰は、線

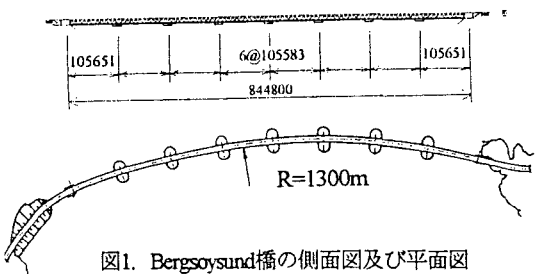


図1. Bergsoysund橋の側面図及び平面図

表1 橋梁上部工の諸元

全長(m)	845.0
断面積(m ²)	0.5822
水平軸回りの断面2次モーメント(m ⁴)	7.131
鉛直軸回りの断面2次モーメント(m ⁴)	18.26
捻り定数(m ⁴)	30.0
全排水量(tonf)	17,052
上部工重量(tonf)	7,602.0

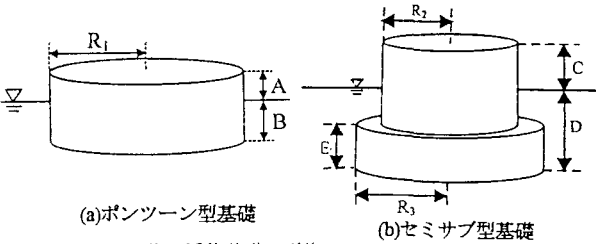


図2. 浮体基礎の形状

表2 ポンツーン型基礎の諸元

	モデル1	モデル2	モデル3
水面上高さA(m)	2.0	3.0	4.0
喫水B(m)	4.0	6.0	8.0
半径R1(m)	13.75	11.23	9.723
排水量(tonf)	2436.0	2436.0	2436.0

表3 セミサブ型基礎の諸元

	モデル4	モデル5	モデル6
水面上高さC(m)	4.2	4.7	5.5
喫水D(m)	8.0	8.0	8.0
フーチング高さE(m)	4.0	4.0	4.0
カラム半径R2(m)	9.44	8.88	8.25
フーチング半径R3(m)	10.0	10.5	11.0
排水量(tonf)	2436.0	2436.0	2436.0

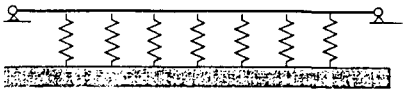


図3. 2次元直線梁モデル

Takehiro TAKASUKA, Eiichi WATANABE, Kunitomo SUGIURA, Tomoaki UTSUNOMIYA

形回折波理論に基づく軸対称、2次元FEMプログラムにより算出した。入射波は微小振幅波とし、全ての浮体基礎に対して同位相で入力した。

4. 波浪応答解析結果

a) 2次元解析における鉛直応答変位の考察

浮体基礎をポンツーン型基礎及びセミサブ型基礎にした場合の単位波高（片振幅）入射時の上部工の最大変位の比較を図5、図6に示す。但し、以下で述べる図の横軸は全て入射波の周波数とする。セミサブ型基礎の方が入射波との共振点が相対的に低周波数側となっており波長の長い波浪に対して有利に働くことが分かる。また、セミサブ型基礎の内、モデル5の波浪応答特性が $\omega=1.0-1.6(\text{rad/sec})$ において非常に優れていることが分かる。また、モデル6の応答変位が $\omega=1.0-1.6(\text{rad/sec})$ において他のモデルより大きいのは、セミサブ浮体のカラム部とフーチング部に作用する波力の位相差によりその合力が相殺し合う振動数（この場合は 0.6rad/sec ）から離れているため、フーチング部に作用する波力の影響が出たためである。

b) 3次元解析における鉛直応答変位の考察

3次元アーチ梁モデルに対する単位波高（片振幅）入射時の鉛直応答の比較を図7に示す。図7よりセミサブ型基礎の波浪応答が入射波の周波数 $\omega=1.0(\text{rad/sec})$ 以上の領域においてポンツーン型浮体基礎に比較してかなり低減しており、また2次元解析と同様に、セミサブ型基礎の方が入射波との共振点が相対的に低周波数側となっており、波長の長い波浪に対して有利に働くことが分かる。

5. 結論

- 1) ポンツーン型基礎でも形状を変化させることで構造系全体の波浪応答特性を改善出来るが限界がある。
- 2) セミサブ型基礎は、その形状を適切に選択すれば、ポンツーン型基礎を採用するより、構造系全体の波浪応答変位を低減できる。本解析例において、入射波の周波数 $\omega=1.0(\text{rad/sec})$ においては、ポンツーン型基礎に比較して92%の低減効果が認められた。

参考文献

- 1) G. Solland, S. Haugland, J. H. Gustavsen: The Bergsoysund Floating Bridge, Norway, Structural Engineering International, pp.142-144, 1993.3.
- 2) T. Stabenfeldt: The Salhus Bridge: Construction and Installation, Proc. of the 3rd Symp. on Strait Crossings, pp.543-546, 1994.6.

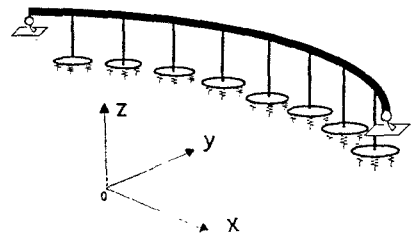


図4. 3次元アーチ梁モデル

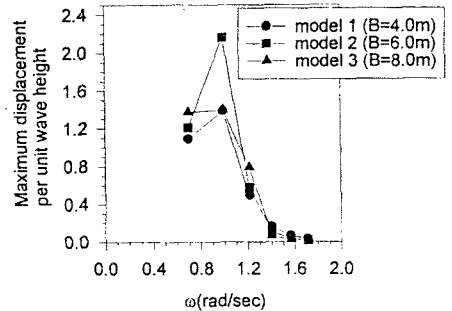


図5. 上部工の単位波高（片振幅）入射時の最大変位（ポンツーン型基礎）

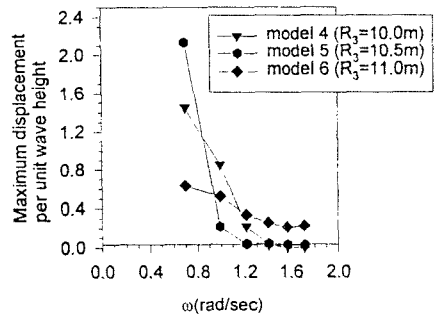


図6. 上部工の単位波高（片振幅）入射時の最大変位（セミサブ型基礎）

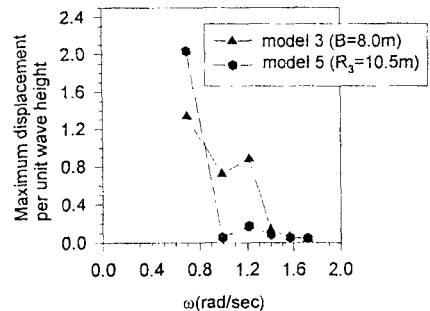


図7. 3次元解析における上部工の単位波高（片振幅）入射時の最大変位の比較