

第1部門 独立カラム型浮体橋梁の波浪応答特性に関する研究

東亜建設工業(株) 正員 ○相馬 武征 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

沖合海洋施設へのアクセス法,あるいは長距離海峡横断の手段の一つとして,浮体橋梁がある.浮体橋梁は従来の橋梁に比べて,波浪による影響が大きく,特に波浪作用時における動的応答を考慮しなくてはならない.そこで本研究では,ノルウェーですでに供用されている Bergsoysund 橋¹⁾(図1参照)を取り上げ,日本近海のような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かどうかを検討することを目的とする.既報²⁾においては,鉛直応答に及ぼす浮体基礎形状の効果について検討したが,本報では様々なアーチ半径に対して位相差を考慮し,橋梁全体の変位応答並びに断面力応答の算定を行った.

2. モデルの設定

本研究では,上述の Bergsoysund 橋をプロトタイプとし,下部工である浮体基礎部は,実橋のものと同型の小判型(図2参照)を採用した.その各種諸元を表1及び表2に示す.ただし,静水圧的復元力については回転も考慮した弾性ばねとしてモデル化し,また波力としては鉛直・水平・回転方向すべてを考慮した.上部工に関しては,水平力をアーチ機構により軸力に変換する構造をとっているため,まず実橋と同じ曲率半径を有するモデルを設定した.ただし実際の Bergsoysund 橋はトラス構造であるが,ここでは簡略化のため,曲がり梁モデルを考える.次にアーチ形状を示すライズ比をパラメータに用いて,直線を含む6つの異なる曲率半径を有するアーチ形状をモデル化した.

3. 解析方法

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,線形回折波理論に基づく任意形状3次元FEMプログラムにより算出した.構造解析においてはNASTRANを使用し,直接周波数応答解析により変位応答及び断面力応答を算定した.波の斜め入射に対する影響を調べるため,アーチ半径 $R=1,300$ m の基準モデルに対しては,それぞれの浮体基礎に入射角 $0^\circ, 15^\circ, 30^\circ, 45^\circ$ として位相差を考慮した.

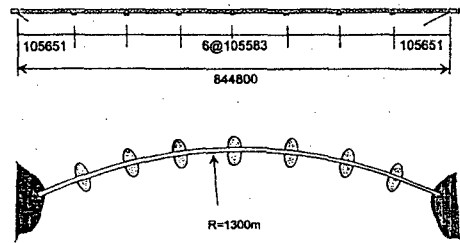


図1 Bergsoysund 橋の側面図及び平面図

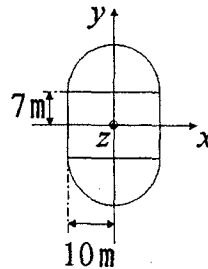


図2 浮体基礎の平面図

表1. 浮体基礎部の諸元

断面積 A (m ²)	594.2
喫水 d (m)	4.0
没水体積 (m ³)	2,376
重量 (tonf)	1,300

表2. Bergsoysund 橋の諸元

全長 (m)	845.0
ポンツーン数 (函)	7
ポンツーン間隔 (m)	105.0
トラス高さ (m)	7.0
幅員 (m)	11.2
鋼管トラス直径 (m)	0.95~1.2
肉厚 (mm)	35~55
鋼重 (tonf)	6,250
床板重量 (tonf)	1,352.0
断面積 (m ²)	0.5822
y軸回りの断面2次モーメント (m ⁴)	7.131
z軸回りの断面2次モーメント (m ⁴)	18.26
梁密度 (ton/m ³)	15.48
梁体積 (m ³)	491.93
梁重量 (tonf)	7,602.0
ポンツーン重量 (tonf/1函)	1,300.0
ねじり定数 (m ⁴)	30.0

4. 解析結果

(a) 変位について

波数 $\kappa_0=0.1, 0.2$ (1/m) について、単位片振幅波高入射時の鉛直応答変位の結果を図3、図4に示す。なお、ライズ比をパラメータにした場合は、静解析の結果も表記した。通常、周波数が高い程 ($\kappa_0=0.2$) 波力は減少するため応答も低減するが、今回の場合は、高次モードでの共振により $\kappa_0=0.2$ の方が応答が大きくなっている。また、斜め入射の影響も $\kappa_0=0.2$ の場合、顕著となっている。次に、ライズ比を変化させたときの鉛直変位は、直線梁の場合、ともに大きな値をとっているのがわかる。 $\kappa_0=0.2$ のライズ比 0.1366 の時に変位が増加しているのも、高次モードでの共振によるものと考えられる。

(b) 断面応力について

上部工は、4本の弦材よりなるトラス構造であるため、断面力算定には、全軸力の1/4倍したものと曲げモーメントから算定した応力の和を考える。その結果を図5、図6に示す。入射角別では、ほぼ変位と同様の結果となった。ライズ比別では、静解析においてアーチアクションの効果が顕著に見られるのに対し、動解析では必ずしもアーチアクションに伴う応答の低減は見られない。これは、浮体基礎による付加質量の効果が大きく現れているためである。また、単位片振幅波高入射時の応力の最大値は、103(MPa) であり、かなり大きな応力が発生していることがわかる。

参考文献

- 1) G. Solland, S. Haugland and J.H. Gustavsen: The Bergsoysund floating bridge, Norway, Structural Engineering International, pp.142-144, 1993.
- 2) 渡邊英一, 宇都宮智昭, 高須賀丈広, 伊藤恭平: 独立カラム型浮体基礎橋梁の波浪応答に及ぼす浮体基礎形状の効果, 海洋開発論文集, Vol.11, pp.333-338, 1995.6.

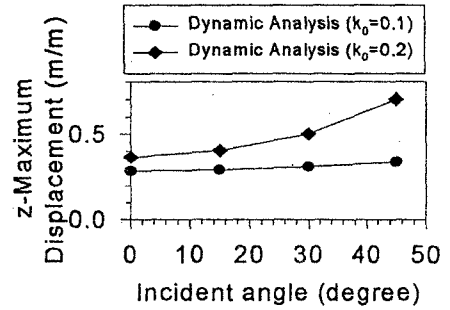


図3 波浪の入射方向と最大鉛直応答変位の関係

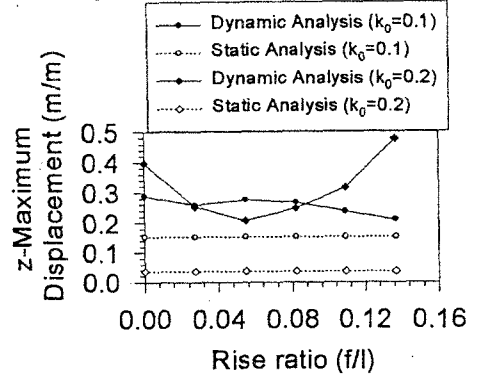


図4 ライズ比と最大鉛直応答変位の関係

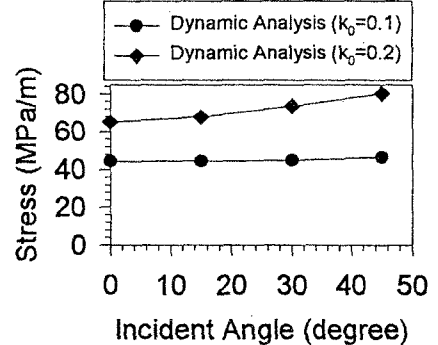


図5 波浪の入射方向と鋼管1本当たりの応力

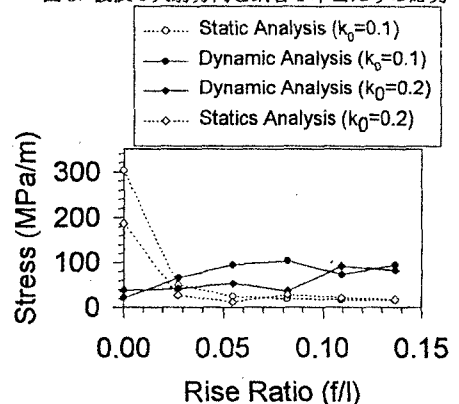


図6 ライズ比と鋼管1本当たりの応力