

II-183

有限要素法による水路内に設置された浮体橋梁の波浪応答解析

三菱重工業 正会員 安達 靖展
 京都大学工学研究科 正会員 宇都宮智昭

京都大学工学研究科 フェロー 渡邊 英一

1. 研究目的

過去に行われた浮体橋梁の波浪応答解析に関する研究では、周波数領域での定常応答を求めることが中心であり、時刻歴応答解析を行っているものは数少ない。また、浮体橋梁の弾性変形と岸壁および浮体間の波浪の動的相互作用を考慮した解析法についても余り前例がない。そこで本研究では、汎用有限要素法プログラム ABAQUS を用いて、岸壁影響を考慮した浮体橋梁の過渡応答解析を実施する。さらに、実験により汎用有限要素法プログラム ABAQUS の流体部に使用されている音響要素の検証も行う¹⁾。

2. 研究手法

本研究では、流体部、弾性体部いずれも有限要素法(FEM)によりモデル化し、時間領域での直接積分法によりこれを解くこととする。開境界処理手法として、単一周期の波だけを吸収する Sommerfeld 境界と流体運動に減衰を与えて入射波をエネルギー的に吸収するスポンジ層で構成される数値消波フィルターを導入する²⁾。また、圧力の境界条件を水槽端部で与えることで造波する。また、実験では、水路内に設置した構造物に作用する鉛直波力を計測し、汎用有限要素法プログラム ABAQUS による解析値と比較した。

3. 実験方法および結果

実験および解析概要を Fig.1 に示す。実験は幅 0.8m×長さ 30m の二次元造波水槽で行う。模型は厚さ 1cm, 比重 1.5, ヤング率 2.81Gpa (規格値) の塩化ビニル製の板を接合したもので、寸法は 0.4m×0.4m×0.2m の直方体とする。造波板から 20m, 水路幅 80cm の中央に幅 40cm の模型を設置し、模型上方から 3 個のロードセル(波上側 2 個, 波下側 1 個)を設置する。模型の設置水深は 50cm, 釣り合い位置での喫水は 6cm であるが、さらに 2cm 没水させて、模型に約 3.2kgf の静水復元力を作用させる。この静水復元力をロードセルで拘束することにより、模型の上下振動、回転運動を抑える。この 3 個のロードセルにより鉛直波力を測定し、その合計を模型の鉛直波力とする。また入射波は周波数 0.8Hz ~1.6Hz まで 0.1Hz おきの規則波 9 ケースを考える。

実験結果を Fig.2 に示す。Fig.2 では実験結果と汎用有限要素法プログラム ABAQUS による解析結果、境界要素法による無限海域に浮体を設置したケース、断面二次元水路に浮体を設置したケースの解析結果を比較する。水槽実験結果と ABAQUS による解析結果が精度良く一致していることを確認できた。また、実験結果は断面二次元水路に浮体を設置したケースと無限海域に浮体を設置したケースの解析結果の間になることが分かった。

4. 浮体橋梁の解析および結果

解析モデルとして、Fig.3 のような浮体部が 58m×58m 厚さ 8m, 上部構造が支間長 280m の浮体橋梁モデルを考え、波の入射角は 90 度と 107.3 度とする。周期 6 秒での波の入射角が 90 度と 107.3 度のケースにおける、浮体部の水平応答変位、鉛直応答変位の時刻歴波形を Fig.4, Fig.5 に示す。X 方向の応答は、波の入射角 107.3 度になると応答振幅が入射角 90 度のケースより小さい値をとり、応答性状も大きく変化している。それに対して、Z 方向の応答振幅はほぼ同じ大きさで、時刻歴波形もほぼ同じである。

次に、周期 8 秒での波の入射角が 90 度における 50, 60, 80 秒後の水面波形を Fig.6~Fig.8 に示す。50 秒後には浮体前端で発生した反射波による水面形の乱れが見られる。この反射波は X 軸 -75m 付近まで到達し、入射波形に変化が見られる。60 秒後には反射波の影響が更に広範囲に及び、80 秒後では複雑な水面波形となっている。

Key Word 有限要素法, 過渡応答解析, 岸壁影響, 数値波動水槽

〒606-01 京都市左京区吉田本町 Tel 075-753-5079 Fax 075-753-5130

5. 結論

汎用有限要素法プログラム ABAQUS の音響要素は実験時の波浪場を精度良く再現しており、有限要素法を用いた波浪応答解析は可能である。また、岸壁－浮体間の相互作用の影響を受ける浮体橋梁の応答特性を把握する際、過渡応答解析は有用であることが分かった。

参考文献

- 1) 渡邊英一他：有限要素法による 3 次元数値波動水槽の構成に関する研究，第 52 回年次学術講演会，II-40，1997.9
- 2) 大山巧他：数値波動水槽における開境界処理のための数値消波フィルターの開発，海岸工学論文集，Vol.37，pp.16-20，1990

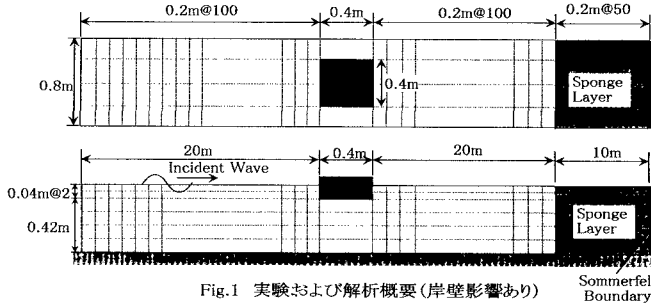


Fig.1 実験および解析概要（岸壁影響あり）

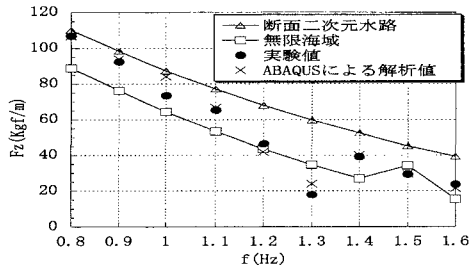


Fig.2 鉛直波力に関する実験，解析結果（喫水8cm）

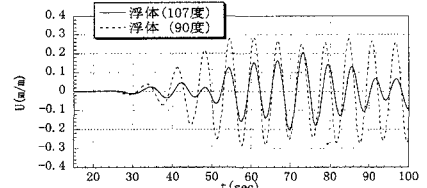


Fig.4 X方向の節点変位 U （周期6秒）

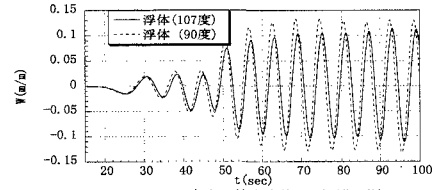


Fig.5 Z方向の節点変位 W （周期6秒）

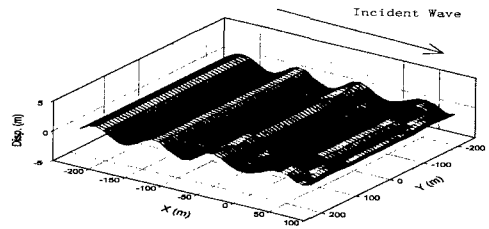


Fig.6 水面の空間波形（その1，周期8sec，50秒後）

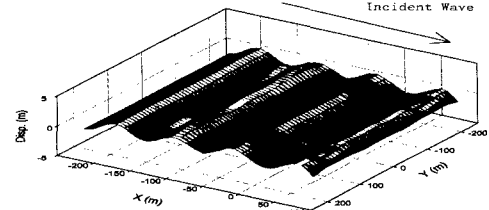


Fig.7 水面の空間波形（その2，周期8sec，60秒後）

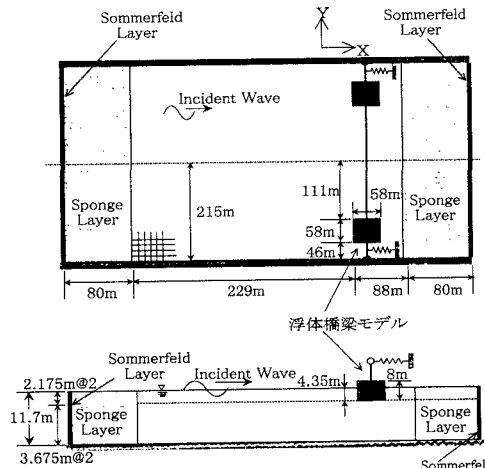


Fig.3 浮体橋梁解析モデル（入射角90度のケース）

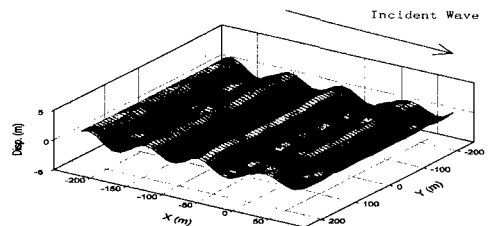


Fig.8 水面の空間波形（その3，周期8sec，80秒後）