

ニューマティックケーソン係船装置の開発に関する研究

九州大学 学生会員
九州大学 正会員

松尾 雄太
山城 賢 吉田 明德

1. はじめに

沖で発生した風波の非線形伝搬により長周期波が発生する．この長周期波の港湾内への侵入を防波堤により防止することは困難である．また，港湾内にロープで係留した大型船舶の固有周期がこの長周期波とほぼ合致するため共振（長周期動揺）を起こし，係留索の切断や荷役障害といった被害が発生している．現在，この長周期動揺に対する効果的な対策が急務となっている．そこで，長周期波の波力自体が大きくないということ，大型船舶の船底がフラットであるということに

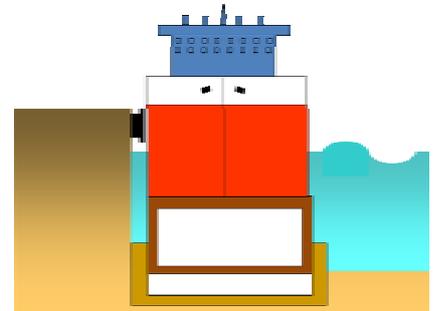


図-1 ニューマティックケーソン係船装置

着目し，図-1 に示す「ニューマティックケーソン係船装置」という全く新しい係留方法を考案した．箱状のケーソンが海底から上昇し船体を持ち上げることで浮力が減少し，ケーソンに作用する船体の自重によって船体を固定するという係留方法である．本研究はその実現に向け，定置に至るまでの遷移状態での船体とケーソンおよび波浪との動的干渉の解明を目的として水理実験をおこなうものである．

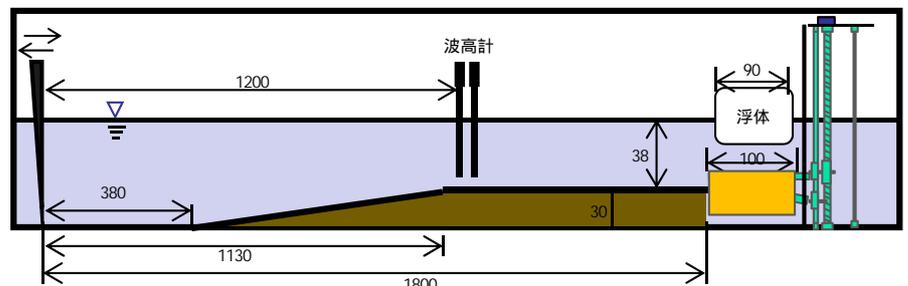


図-2 水路と実験模型の概観図

2. 実験内容

図-2 に示すように幅 100cm，奥行 58cm（現地スケールで 45m×26m，以下同様）の「ニューマティックケーソン係船装置」の模型と，アクリル製の幅 90cm，奥行 58cm，高さ 45cm（40.5m×26.1m×20.25m）の浮体模型を2次元造波水路に設置した．

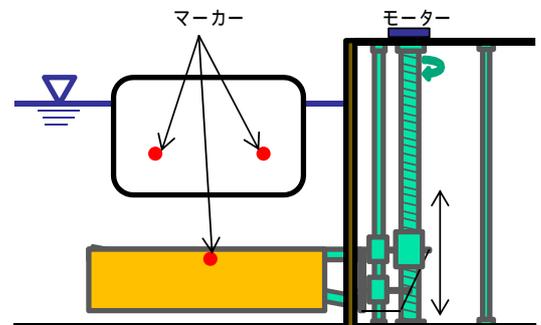


図-3 浮体とケーソンの概観図

本実験のスケールは過去3年間に製造された大型船舶の船幅調査の結果を参考とし，実験水路の大きさを勘案して1/45とした．実験に用いたケーソン装置（図-3）は外部のモーターによりねじ支柱が回転し，それに伴いケーソンが上昇下降する仕組みである．本実験では図-3に示すようにあらかじめ計算した浮体の重心位置を通る水平線上の2点のマーカースとケーソン上端に取り付けたマーカースをビデオカメラで撮影し，その変位量をモーションキャプチャーを使用して求めた．カメラの傾きを補正するために水面位置にマーカースを取り付け同時に観測した．また，水路に取り付けた波高計により水面変動も測定した．実験条件は大水深港湾を想定して水深を38cm（17m）とし，波を作用させない静水状態の場合と港湾内波浪が存在する場合について，浮体の喫水を満載喫水と干載喫水を想定した33cm（14.9m）と16cm（7.20m）の2通りに設定した．浮体と岸壁との離岸距離を3cm（1.35m）にとり，ケーソン上昇下降速度は2.5mm/s（1.6cm/s）～15.0mm/s（10.1cm/s）を2.5mm/s（1.6cm/s）きざみで6通り変化させ，それぞれのケースでケーソンの昇降を3回ずつおこなった．

3. 実験結果

ケーソン速度 5.0mm/s (33.5mm/s) の上昇下降時の結果を例に示す．図-4は上昇時における浮体重心の水平方向変位と鉛直方向変位(左図),およびケーソンの変位, ケーソン上面と浮体底面左右の隅角部との距離(右図)である．図-5は同様に下降時の結果である．ケーソンと浮体の接触・離脱の判断はケーソンと浮体の距離で判断し,距離が一定になったときを接触,一定値から変動を始めた時を離脱とした．

上昇時についてみると図-4よりケーソンが上昇を開始した直後に浮体も動揺を開始している．水平方向変位は沖方向にわずかに移動した後,反転して岸方向に緩やかに移動し最終的には岸方向にわずかに近づいた位置で定置した．鉛直方向変位は一度上昇した後反転下降し,再度上昇を始めた．ケーソンとの接触直前の浮体の上昇スピードはケーソンの上昇スピードとほぼ一致しており,滑らかにケーソンと接触したことが分かった．これは流体がうまく緩衝材の役割を果たしたためだと考えられる．

ケーソン下降時についてみると図-5より水平方向変位は常に沖方向に離れていく結果となった．このことからロープでの係留も必要だと考えられる．また鉛直方向変位については,ケーソンは静止時の釣り合い位置よりも下降した点で離脱した．また,ケーソンから離脱したあとも下降を続け,その後反転して上昇し,静水面付近で動揺をしている．この釣り合い位置からの下降量と下降速度の関係を図-6に示す．この下降量はケーソンの下降速度に比例して大きくなることがわかる．なお,静水状態における実験ではケーソンを動かすことによる水面変動はほとんど見られなかった．

4. おわりに

新たに考案したニューマチックケーソン係船装置について,上昇・下降する際の浮体とケーソンの動的干渉に関する水理模型実験をおこなった．その結果,静水状態での実験では,ケーソン上昇時には当初の想定よりもスムーズに浮体がケーソンに定置することが確認された．一方ケーソン下降時には沖に流される傾向がありロープでの係留も合わせておこなうべきであると考えられる．またケーソン下降速度に比例して浮体の釣り合い位置からの降下量が増加し,浮体が大きく動揺することが確認された．今回,ケーソン装置の製作に思わぬ時間を取り完成が予定よりも大幅に遅れたため,本概要提出時には港湾内波浪が存在する場合については実験をおこなうことができていない．講演時には波を作用させた実験の結果も合わせて発表する予定である．

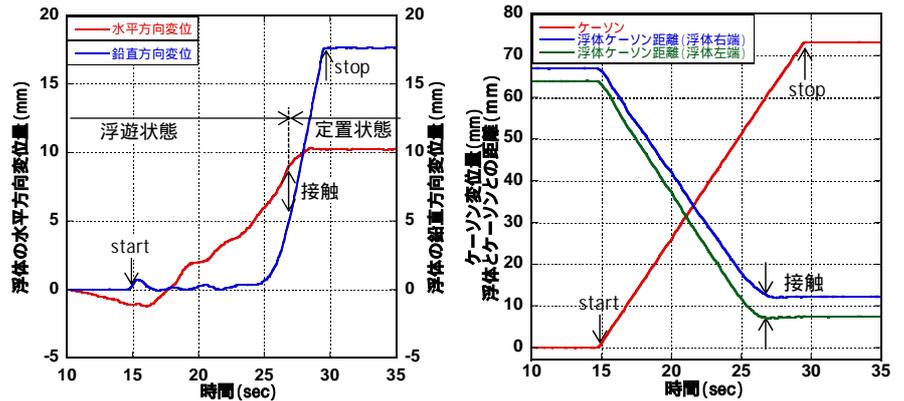


図-4 浮体動揺(左図)とケーソン-浮体間距離(右図)(上昇時)

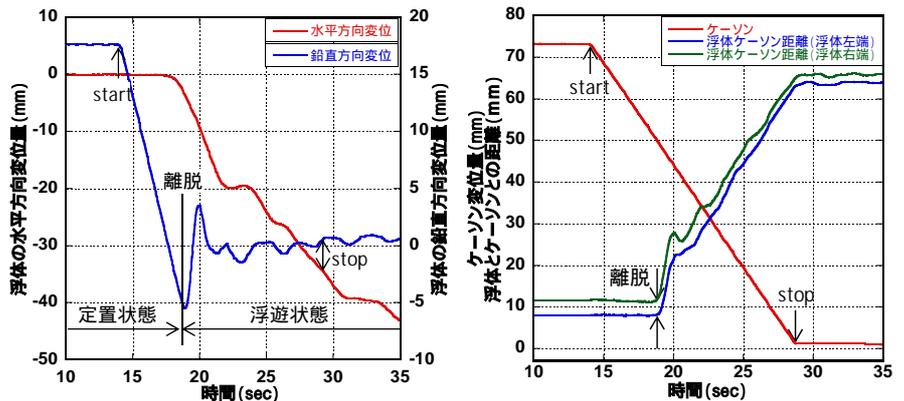


図-5 浮体動揺(左図)とケーソン-浮体間距離(右図)(下降時)

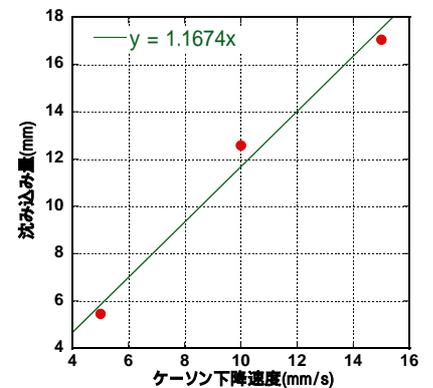


図-6 ケーソン速度と釣り合い位置からの下降量の関係