

縮尺模型によるケーソン防波堤の破壊モードに関する Modeling of Models の検討

豊橋技術科学大学 学生会員 ○上田 竜也, 田村 謙太郎
豊橋技術科学大学 正会員 松田 達也

1. 緒言

本研究では、破壊制御設計の概念を防波堤の耐津波化技術に導入することを最終目的としている。破壊制御設計を導入するにあたっては、構造体としての破壊モードを把握することが極めて重要と考える。破壊モードを把握する方法として模型実験があるが、実物相当の大規模実験が実施できれば実現象と整合性がある結果が得られるが、労力やコストの面から複数回実験ができず、また、構造全体を網羅した計測等ができないため、必ずしも費用対効果があるとは限らない。一方で、縮尺模型では実物に対して模型が幾何学的・力学的または運動学的相似則を満たさないと実現象を再現できないが、着目する現象について適切な相似則が適用されれば、実現象と相似な現象が再現できる。

そこで、ケーソン防波堤の破壊モードの相似性に着目し、菊池ら(2011)¹⁾の大型実験(実物に対する縮尺比 1/10; 以下、大型実験と称す。)を参考に、縮尺比 1/25 の模型実験を実施した Modeling of Models を行ったので報告する。

2. 実験概要

本実験は、大型実験を参考に実物に対して 1/25 縮尺(大型実験の 1/2.5 縮尺)のモデルとした。幅 6,600mm, 高さ 1,500mm, 奥行き 400mm の実験装置に、矩形形状で重量 4.27kN の無筋コンクリート製のケーソンと、大型実験で用いた材料を踏まえて決定した砕石 6 号(最小 5mm, 最大 13mm)を捨石材として用い、所定断面により実験を行った。ケーソンへは牽引ロープを介して巻取ウィンチによる引張力を载荷した。実験時はロープとウィンチの間にロードセルを設置して荷重を計測した。また、ケーソンにワイヤ式変位計を設置し、载荷に伴うケーソンの変位を計測した。

3. 実験ケース

本実験では、大型実験を参考に 2 つの実験を実施した。図-1 に実験概略図を示す。

3.1 水平载荷による摩擦係数試験

はじめに水平载荷によるケーソン-捨石の摩擦係数を測定するための試験(Case0)を実施した(図-1(a))。捨石マウンドは層厚 300mm とし、締固めながら形成した。また、マウンドの変形を拘束するため、端部にブロックを設置し、移動しないように固定した。ケーソンへの载荷位置は、ケーソンにモーメントが作用しないように下端部(ケーソン下端から約 25mm の高さ)とした。

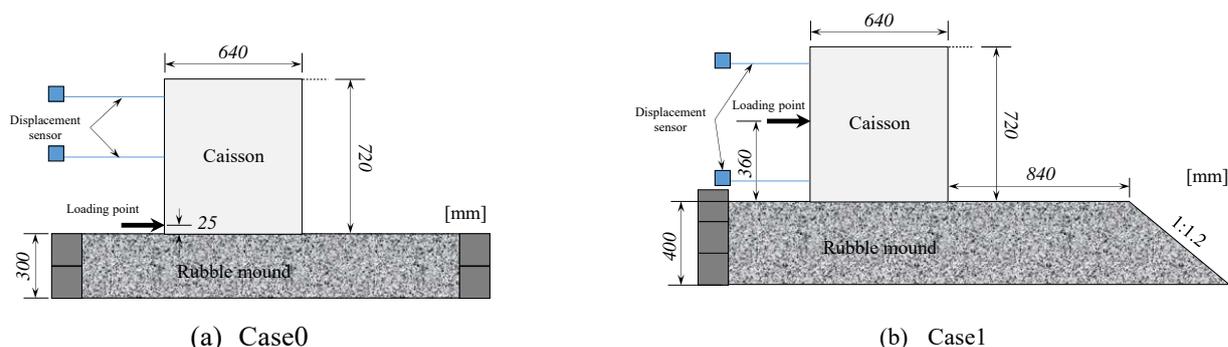


図-1 各実験におけるモデル断面図

3.2 偏心载荷によるケーソン防波堤の変状試験

次に偏心载荷によるケーソン防波堤の変状試験 (Case1) を実施した (図-1 (b)). 捨石マウンドは層厚 400mm とし, 岸側は法面勾配 1:1.2 の形状として締固めながら形成した. ケーソンへの载荷位置は, 大型実験との相似比に従い, ケーソン下端から 360mm の高さとした.

4. 実験結果

4.1 水平载荷による摩擦係数試験の結果

図-2 に, 水平载荷による荷重-変位関係を示す. 荷重はロードセルによって計測された荷重をケーソン自重で除した値 (すなわち, 摩擦係数) とし, 変位はケーソン中央の水平変位の値とした. この結果からケーソンと捨石マウンドの摩擦係数は大凡 0.6 程度であることがわかる. 一方で, 大型実験結果は 0.75 程度と大きく, 本実験結果と若干の差異があった.

4.2 偏心载荷によるケーソン防波堤の変状試験の結果

図-3 に, 水平载荷による荷重-変位関係を示す. 荷重はロードセルによって計測された荷重をケーソン自重で除した値とし, 変位はケーソンの上端と下端の平均値とした. ケーソンが滑動した直後の最大水平力からケーソンと捨石マウンドの摩擦係数を求めると 0.58 程度であった. 大型実験結果は 0.61 であり, 比較的近い値となった. また, その際の水平変位量は 110mm とされており, 本実験結果は約 45.5mm 程度であったことから, 縮尺比に従う結果となったことがわかった.

図-4 に最終時のケーソン後趾近傍の変状を示す. ケーソン後趾付近で変状が局所的に発生した. 大型実験においてもケーソン後趾付近のマウンドの表層部だけに局所破壊が生じたことが報告されており, 定性的に同様な傾向が示された. 今後は, 定量的な評価を行う.

5. 結言

ケーソン防波堤の破壊モードを対象に Modelling of Models を検討した. 大型実験と本研究による縮尺模型実験の結果を比較したところ, 破壊モードについて比較的良好な相似性を有することを確認した.

謝辞: 本研究は JSPS 科研費若手研究 20K14824 の助成を受けたものです. ここに記して, 感謝の意を表します.

参考文献: 菊池ら (2011): 土木学会論文集 C (地圏工学), Vol.67, No.4, pp.474-487.

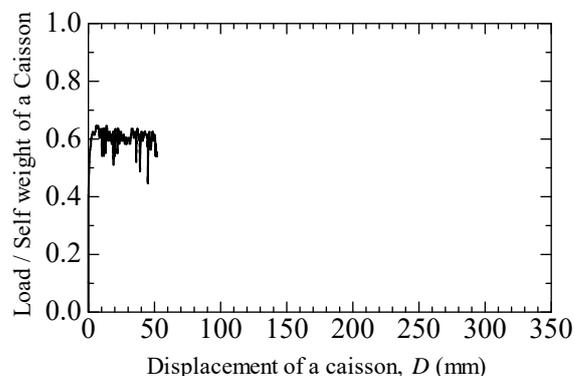


図-2 Case0におけるケーソンの水平荷重-変位関係

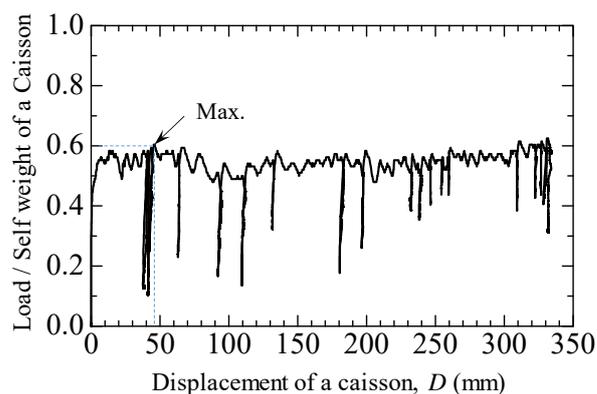


図-3 Case1におけるケーソンの水平荷重-変位関係

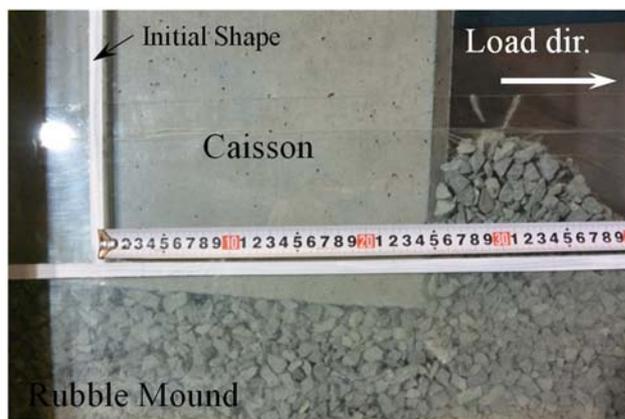


図-4 Case1におけるケーソン後趾近傍の変状 (最終)