

コンクリート底板を有する鋼製栈橋の耐波安定性に関する検討

Study on wave force and stability of a steel pier structure with a concrete bottom plate

室蘭工業大学大学院

○学生員

内山 太公 (Taku Uchiyama)

室蘭工業大学大学院

教授 フェロー

木村 克俊 (Katsutoshi Kimura)

1. はじめに

離島においては、環境保護等の観点から、現場打ちコンクリートや杭打ちの施工が禁止されていることが少なくない。こうした場所において係留施設を設置するためには、写真-1 に示すような、コンクリート製の底板上に鋼製栈橋を一体化させた構造が有効となる。本研究では、このような構造物の一般的な設計法を確立することを目的として、数値解析と水理模型実験により耐波安定性を検討した。

2. 検討方法

ここでの検討においては上部工を不透過構造に限定し、堤体幅 B および奥行 L を 6.0m で一定とし、底板厚 D を変化させた。図-1 に、 $D=3.30\text{m}$ とした模型の断面形状を示す。海底勾配は $1/30$ とし、前面水深 $h=8.4\text{m}$ の地点を対象とした。

数値解析では、数値波動水槽 CADMAS - SURF/2D を用いて、上部工および底板部に働く波圧分布を求めた。構造条件は、底板厚 D を 3 種類 (1.80 , 3.30 , 4.80m) に変化させるとともに、比較のため静水面からの天端高 h_c を 3.6m とした直立壁についても検討を行っている。波浪条件は、周期 $T=14.0\text{s}$ で一定とし、換算沖波波高 $H_0'=1.0\sim 6.0\text{m}$ の 6 種類に変化させた規則波を用いた。

水理模型実験では、2 次元造波水路(長さ 24.0m 、高さ 1.0m 、幅 0.6m)内に、勾配 $1/30$ の海底地形を作製し、鋼製栈橋を模型縮尺 $1/30$ で再現した。この模型は、内部に鉛球(直径 2mm)を入れることによって質量を調節するとともに、塩ビ板によって底板厚を変化させることができる構造になっている。実験波は、周期 $T=14.0\text{s}$ で一定とし、換算沖波波高 $H_0'=1.0\sim 6.0\text{m}$ の 6 種類に変化させた不規則波



写真-1 鋼製栈橋

を用いた。また、マウンドは砕石(現地量で直径 0.45m 、重量 350kg)で構成し、堤体との摩擦係数 μ は静的引張り試験より 0.5 とした。

滑動実験では、波向直角方向に模型を 3 個並べ、中央を実験対象とした。

底板厚 D を 3 種類 (2.55 ,

3.30 , 4.05m)に変化させた。また、模型の変位量が 1mm (現地換算で 3cm)を超えたときを滑動とみなした。

3. 波圧分布に関する検討

図-2 に、波の作用パターンを示す。ここでは、波の峰が鋼製栈橋の前面を通過するときの同時系列波圧を滑動開始時波圧 (Phase I)、背後を通過するときを滑動停止時波圧 (Phase II) としている。

図-3 は、底板厚 $D=3.30\text{m}$ 、 $H_0'=6.0\text{m}$ における、Phase I および Phase II の同時波圧分布である。ここで、底板部に働く水平波圧を P_H 、底板部上向きに働く鉛直波圧を P_{V1} 、下向きを P_{V2} 、上部工上向きに働く鉛直波圧を P_{V3} としている。また、上部工へ働く水平波圧は、値が非常に小さくなるため無視している。以下については、Phase I に限定して検討した。

図-4 は、底板厚 D を 3 種類 (1.80 , 3.30 , 4.80m) に変化させたときの、底板に働く水平波力 F_H と換算沖波波高 H_0' の関係を示している。なお、水平波力は、直立壁に作用する水平波力 F_{H0} で除して無次元化している。底板厚が小さ

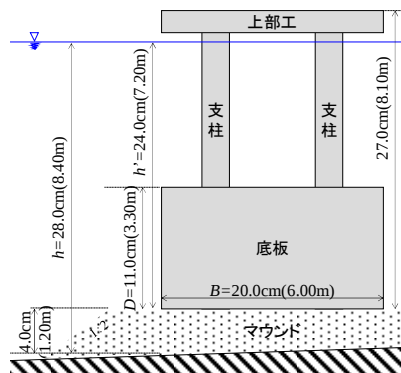
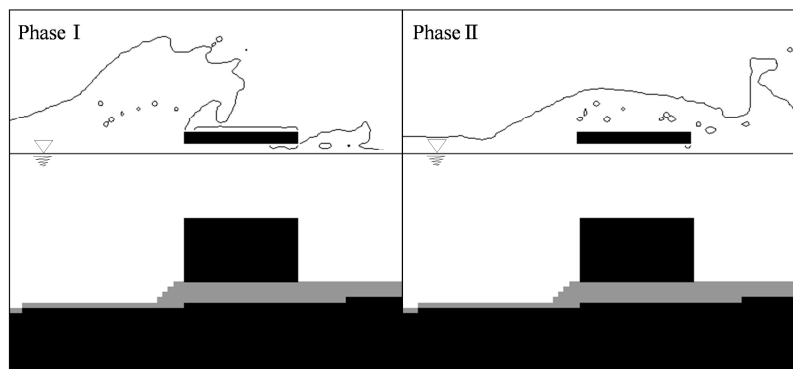
図-1 模型の断面形状 ($D=3.30\text{m}$)

図-2 波の作用パターン

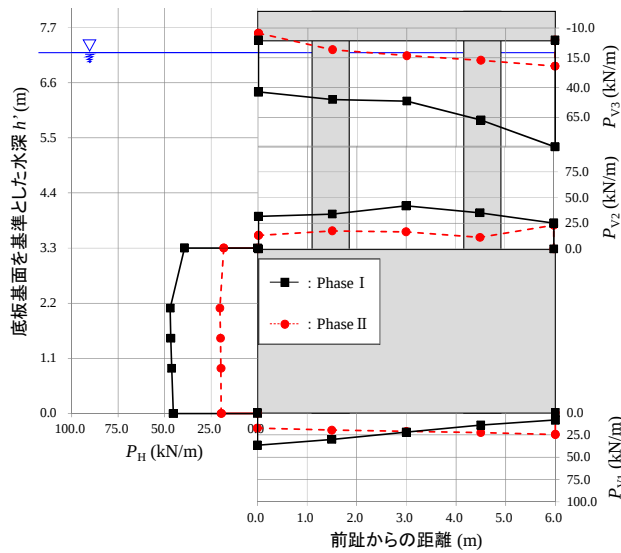


図-3 同時波圧分布

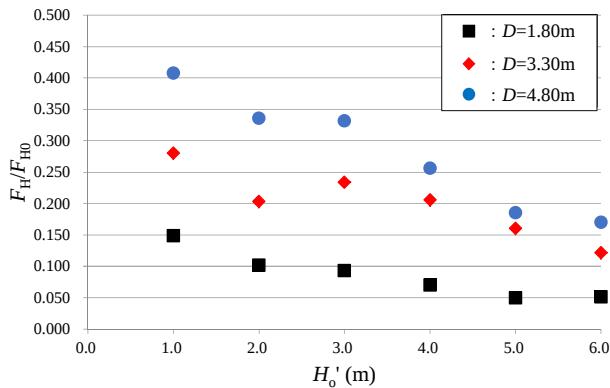


図-4 換算沖波波高と水平波力の関係

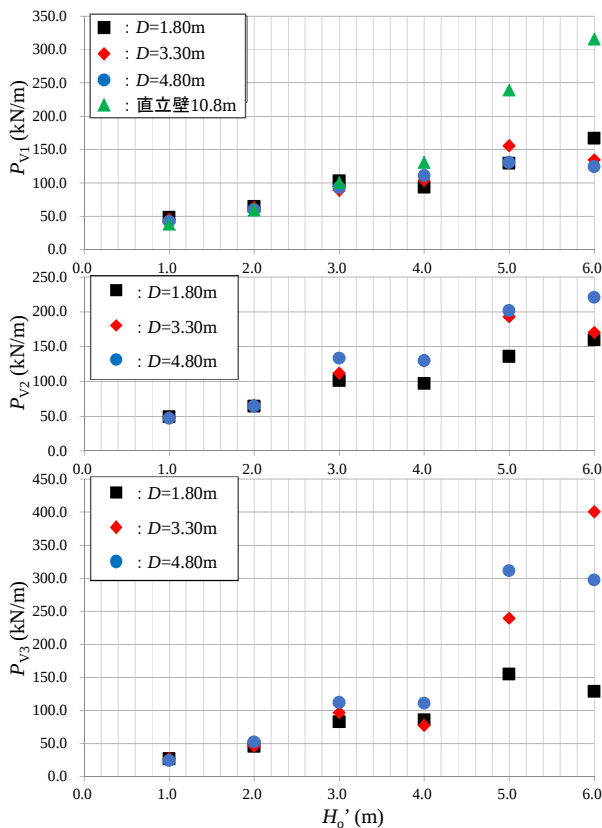


図-5 換算沖波波高と鉛直波圧の関係

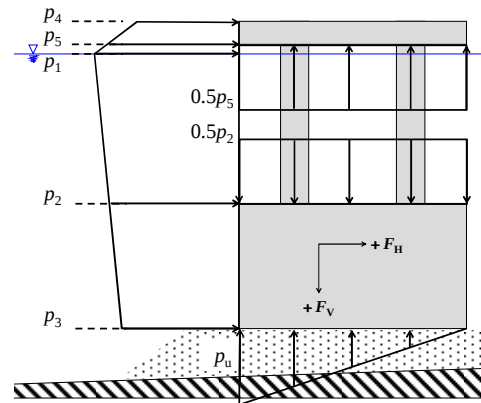


図-6 提案する波圧分布

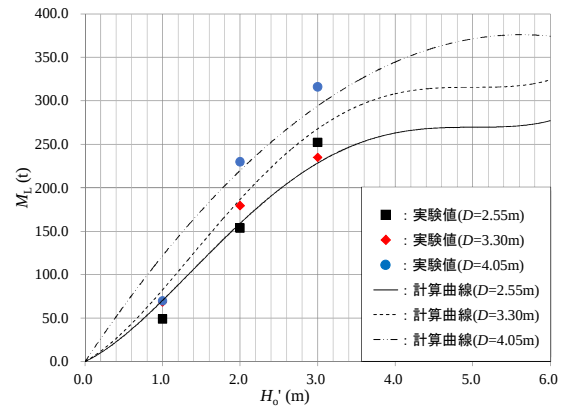


図-7 換算沖波波高と滑動限界質量の関係

くなるほど、水平波力 F_H は減少している。一方、鉛直波圧は図-5 に示すように、一般的な直立壁と比較すると、 P_{V1} において値は半減し、水平波圧と同様に底板厚の影響が確認できる。こうした傾向に着目して、合田式による計算波力を低減し、図-6 に示す波圧分布を提案した。波圧は、合田式による波圧強度 p に(1)式より求める低減係数 β を掛けて計算を行うものとする。

$$\beta = 1 - \frac{1}{5.694(D/h')} \quad (1)$$

ここに、 h' は底板基面を基準とした水深であり、 D/h' が小さくなるほど、波圧が小さくなることを表している。

4. 滑動実験による検証

図-7 は、底板厚を3種類に変化させたときの、換算沖波波高 H_0' と滑動限界質量 M_L の関係を示している。波高とともに滑動限界質量は大きくなり、提案した波圧分布による計算曲線の傾向と概ね一致している。

5. まとめ

- (1) 滑動開始時(Phase I)と滑動停止時(Phase II)の波の作用パターンを定義した。
- (2) CADMAS - SURF/2D による数値計算によって底板厚を変化させた場合の波圧分布を明らかにした。
- (3) 提案した波圧分布の妥当性を不規則波での滑動実験によって確認した。

今後は、①堤体幅 B の拡幅、②上部工の透過構造化、③前面の消波工、などの効果を検討する予定である。