

底部拡幅ケーソン基礎式栈橋の基礎幅と地盤反力度に関する実験的検討

神戸大学 正会員 長尾 毅
 神戸大学 非会員 津田葉 涼太
 オリエンタル白石(株) 正会員 小宅 知行
 オリエンタル白石(株) 正会員 ○倉知 禎直

1. はじめに

船舶の大型化への対応として、岸壁の大深度化が進められている。大水深岸壁は耐震性の確保が困難になり、通常の構造形式では要求性能を満足する断面設定が出来ない状況が顕在化しつつある。この問題への対処方法として、躯体剛性が高いニューマチックケーソン基礎式栈橋が考案されている¹⁾。ニューマチックケーソン基礎式栈橋では、巨大地震作用時の基礎の曲げ変形は無視できるが、地盤剛性の非線形化のために水平地盤反力は期待できない。ただし、基礎は十分に剛性の高い支持層に根入れされるため、地震時においても剛性低下の影響を受けにくく、十分な鉛直地盤反力を期待できる。筆者らは、ケーソン基礎式栈橋の耐震性を高めるために、ケーソン基礎底部のみを拡幅し、拡幅基礎底部の鉛直地盤反力を期待した形式の検討を行っている²⁾。本研究では、基礎底部の拡幅の効果を確認するために、基礎底部幅を変化させた水平載荷試験を実施した。

2. 実験概要

図-1 に実験概要図を示す。栈橋ケーソン部直径 $\phi 6.0\text{m}$ を想定し、1/50 スケールでラーメン構造の栈橋模型を作成した。模型ケーソンは、基礎底部まで円形($\phi 120\text{ mm}$)の通常タイプと基礎底部が矩形で幅 180 mm、奥行き 120 mm、高さ 90 mmの拡幅①タイプ、矩形で幅 240 mm、奥行き 120 mm、高さ 90 mmの拡幅②タイプの3種類とした。模型地盤は珪砂6号を用いて相対密度が70%となるよう空中落下法で作成した。土槽底面の影響を受けないように基礎底面から土槽底面までの距離を180 mmとし、基礎の土被り厚さを基礎底面から190 mmとした。栈橋の変位及び傾斜は水平方向2カ所、鉛直方向2カ所に変位計を配置して計測した。また、模型底面の地盤反力は、通常タイプは底面に3カ所、拡幅①、②タイプは底面に5カ所に小型土圧計を設置して計測した。水平荷重は、1mm/s(プロトタイプ18.8 mm/s)の変位制御で栈橋模型上部工の中心位置に最大変位20mmまで載荷した。

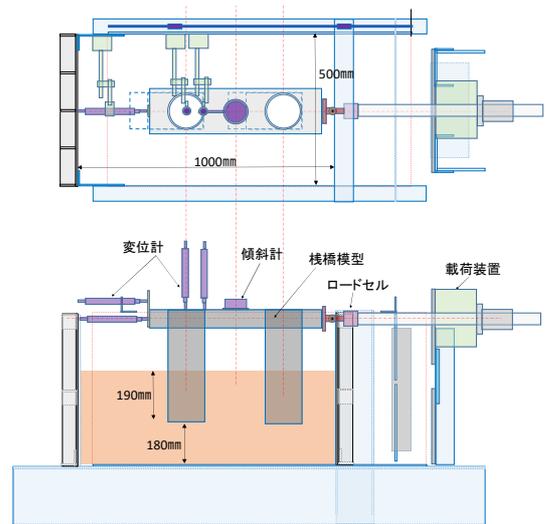


図-1 実験概要図

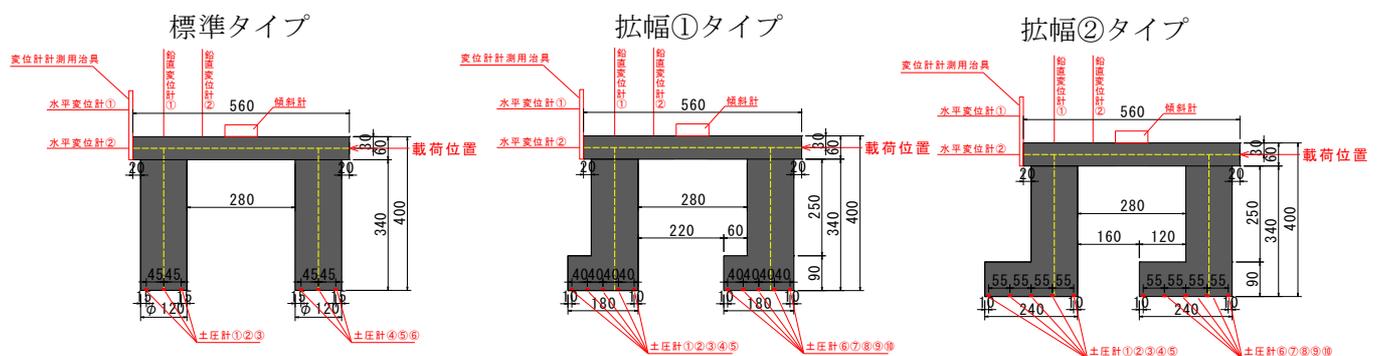


図-2 栈橋模型概要図

キーワード 根入れ式ケーソン工法, 基礎底部拡幅, 底面地盤反力分布, 水平載荷試験

連絡先 〒135-0061 東京都江東区豊洲 5-6-52 オリエンタル白石株式会社 TEL 03-6220-0637

3. 実験結果

(1)荷重-変位関係 図-3 に水平変位(変位計②)と載荷重の関係を示す. 通常(黒線)タイプでは荷重-変位関係の初期勾配は拡幅①(青線)や拡幅②(赤線)と同程度であるが, 微小変位時に勾配が減少し, 耐変位性能が低下する. 拡幅タイプも水平変位の増加に伴い荷重-変位関係の勾配低下が認められるが, その程度は低く, また低下が発生する変位の値も大きく, 拡幅②では 10mm 変位まで顕著な勾配低下が認められない. 拡幅タイプでは大変位時まで顕著な水平荷重抵抗性能の低下が生じないことが示された. 水平荷重の最大値は拡幅②は通常タイプの2倍程度である. 図-4 には水平変位計のデータをもとに算出した傾斜角と水平変位(変位計②)の関係を示す. 同水平変位時の傾斜角は, 通常, 拡幅①, 拡幅②の順に小さく, 通常タイプでは傾斜の大きな増加を伴いながら水平変位が進行しているが, 拡幅タイプでは傾斜の増加は抑制されることが分かる.

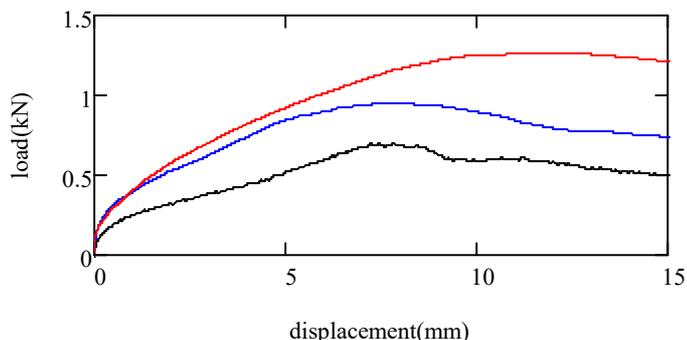


図-3 荷重-水平変位関係

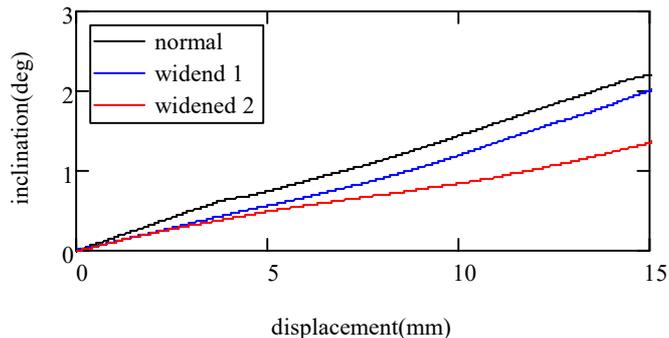


図-4 水平変位-傾斜角関係

(2)鉛直地盤反力 荷重載荷に伴い栈橋には傾斜が生じ, 荷重載荷側の背面脚は浮き上がる傾向を示した. 図-5 に前脚基礎底面の鉛直地盤反力度分布を示す. 水平軸は基礎先端からの距離である. ここでは, 計測された水平荷重をピーク水平荷重で正規化して, 正規化水平荷重が 0.25, 0.4, 0.5, 0.75, 1.0 の荷重段階で示した. 従って, 水平変位の値は各タイプで異なる. 荷重段階が進むに伴い, 基礎先端部の地盤反力は増加し, 後端部の値は減少する. 特に通常タイプでは設置した土圧計の数が限られているために地盤反力分布形状の正確な議論はできないが, 拡幅タイプでは土圧計設置数が多く, 形状の把握が一定程度可能である. 拡幅②では, 正規化荷重が 0.25~0.50 の範囲では正規荷重の増加に伴い脚中心位置 (120mm) の土圧が増加している. これは, 栈橋としての回転中心が脚中心よりも後方にあり, 傾斜に抵抗するモーメントが大きくなることを示している.

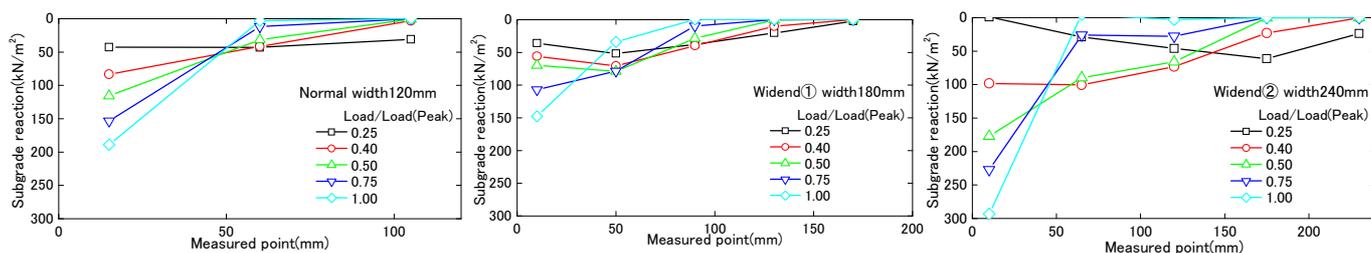


図-5 基礎底面地盤反力分布(前脚)

4. まとめ

基礎底面幅が異なる栈橋模型を用いた水平載荷試験を実施した. 拡幅タイプは通常タイプと比較して水平荷重抵抗性能が高く, かつ大変位時まで顕著な水平荷重抵抗性能の低下が生じないことが分かった. 傾斜角についても, 拡幅タイプは通常タイプよりも小さく, 水平変位のみならず傾斜についても性能が高いことが分かった. 基礎底面の鉛直地盤反力から, 拡幅タイプでは栈橋の回転中心は基礎底面ではないことが示された. 本研究は JSPS 科研費 JP18K04324 の助成を受けた.

参考文献

- 1) (一財)沿岸技術センター(2019): 根入れを有するケーソン工法の技術マニュアル, 沿岸技術ライブラリーNo.53.
- 2) 長尾, 山岡, 二宮, 柴田(2020): 底部拡幅ケーソン基礎式栈橋の耐震性に関する実験的検討, 土木学会第75回年次講演会, CS10-22.