ジャケット式桟橋の支持層の強制変位の影響について

早稲田大学大学院理工学研究科 学生会員〇赤木 領太 早稲田大学大学院理工学研究科 フェロー 依田 照彦 早稲田大学大学院理工学研究科 フェロー 清宮 理

1. はじめに

港湾構造物において鋼管杭式桟橋は、代表的な構造物であり、ケーソン式桟橋等に比べて構造自体が軽量 であり、耐震性にも優れているとされている¹⁾。兵庫県南部地震以前は地震による被害はほとんど経験するこ とがなかったが、この地震により神戸港内の杭式桟橋は大きな被害を受けた。それ以後、レベル2地震動につ いての研究が各種実施されてきた。解析モデルとしては、周辺地盤をバネモデルに、桟橋を FRAME モデルに 置換した簡易モデルや、2次元、3次元の有限要素モデルなどがあり、解析方法では、push-over 法による静的 解析や、動的応答解析などがある²⁾。本研究では、新設を想定する桟橋を解析の対象に取り上げ、トラス構 造を有するジャケット式桟橋の支持層の変形がもたらす強制変位の影響について、汎用コードを用いた FEM 解析により、静的解析を実施する。

2. 解析対象

本研究ではジャケット式桟橋を対象とする。具体的には桟橋形式として、ジャケット式+鋼桁+PCa版の 桟橋を採用した。図1、図2が今回使用したモデル図である。鋼管杭は、はり要素でモデル化を行い、杭長 は、81.5mである。鋼桁は BOX 構造であり、鋼管杭および鋼桁は SKK490 を使用した。なお、ヤング率 E =2.06×10¹¹ N/m²、ポアソン比 0.3、降伏応力 σ_y =3.20×10⁸ N/m²、単位体積重量 78.0 k N/m³ である。図 3 の床版は 45m×60mで厚さ 0.51m(舗装厚 0.1m)であり、シェル要素でモデル化を行い、ヤング率 E= 2.23×10¹⁰ N/m²、ポアソン比 0.15、降伏応力 σ_y =1.12×10⁷N/m²、単位体積重量 25.0 k N/m³ である³⁾。図 4 が解析モデル図である。図上の基盤面の丸印の杭の自由度は全固定である。



3. 静的解析

自重解析を実施した後、片側の2つの杭に強制変位を与えて静的解析を実施した。この際、地盤ばねは取り除いてある。図4の解析モデル図のように4本の杭を固定し2本の杭を水平方向に1m強制変位を与えた。 強制変位を与えた2本の杭の境界条件は、X方向変位は自由にし、他は固定にとした。他の4杭は全固定で

キーワード ジャケット式桟橋 強制変位 FEM 解析 連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学土木工学科 TEL 03-5286-3399

-93-

ある。2番目の解析では鉛直方向に0.7mの強制変位を与えた。そのときの境界 条件はZ方向変位は自由にし、他は固定とした。最大主応力図を図5、図6に示 す。水平方向に1m強制変位を与えたものは最大主応力が、1.493×10⁸N/m²とな った。特に図上の円部で大きな応力が生じた。しかしながら、降伏応力には至ら なかった。鉛直方向に0.7mの強制変位を与えたものは、最大主応力が3.201× 10⁸N/m²となった。降伏に至り、塑性に達した。図上の円部で大きな応力が生じ た。このときの床版の最大主応力図を図7、図8に示す。どちらも降伏応力に達 することはなかったが、鉛直方向強制変位を与えたときの方が、主応力が大きく

なる結果となった。 水平方向の強制変位で は最大主応力が 1.875× 10⁶N/m²、鉛直方向の水 平変位では 5.401×10⁶ N/m²となった。その位 置は図上の円部に示す 箇所である。図9及び 図 10 は強制変位を与え た時に、最大主応力が 大きくなった部分での 値を示している。強制 変位が 0.2mまでの部 分は自重解析の影響で ある。その後、水平方 向の基盤面強制変位-最大主応力図は弾性的 に値を示していること がわかる。また、鉛直 方向の基盤面強制変位 -最大主応力図は、変 位が 0.7m付近で降伏 応力に達していること がわかる。



У_____

図 5 最大主応力図(水平方向強制変位)図 6 最大主応力図(鉛直方向強制変位)



4. まとめ

側方流動等により鉛直および水平の強制変位が生じた場合、鉛直方向変位に対する感度の方が大きいこと が分かった。今回は、基礎的な静的解析に留まったが、今後はさらに詳しく静的解析の結果を検討し、阪神 淡路大震災時に観測された地震波を与えて非線形動的解析を行い、地震時のジャケット式桟橋の力学的挙動 について解析していく予定である。

参考文献

- 1) 沿岸開発技術研究センター:ジャケット工法技術マニュアル 2000年1月
- 2) 土木学会:実務者のための耐震設計入門平成10年7月
- 3) 矢作 枢・五十嵐 功、よくわかる杭基礎の設計、山海堂 1996 年 8 月