

控え直杭によるケーソン岸壁の耐震補強工法の FLIP による検討

鳥取大学大学院 学生員 ○橋本 淳
鳥取大学工学部 フェロー会員 上田 茂
港湾空港技術研究所 一井 康二

1. はじめに

国土交通省は、95 年の阪神・淡路大震災の教訓から、耐震強化岸壁の整備を推進しており、港湾施設が震災時の避難場所、緊急物資の輸送など災害復旧支援のための拠点となることを目指している。そこで、本研究では、地盤改良および控え直杭によって耐震補強されたケーソン岸壁に対し、FLIP（有限要素法に基づく二次元動的有効応力法解析プログラム）を用いて地震応答解析を行い、控え直杭の有効性を検討する。FLIP は液状化する地盤上に構築された構造物の地震による被害の予測機能を持ち、岸壁や盛土構造物等の耐震解析に広く用いられている。

2. 検討対象施設

設計震度 0.10 で設計された既設ケーソン岸壁（既設ケーソンのサイズ：4.5B×8.5H×10.4L）を、控え直杭工法によって設計震度 0.25 に補強する場合（case-1）と、控え直杭の有効性を確認できるように、控え直杭なしの場合（case-0）について検討する。

耐震補強に伴う滑動・転倒に対する強度不足は、すべて控え直杭で補うものとし、その不足分に相当する張力をタイプルに初期張力として与える。図 1 は、控え直杭を用いて耐震補強したケーソン岸壁の断面図、表 1 は、タイプル・控え直杭の諸元である。

なお、液状化対策は N 値が 25、内部摩擦角 ϕ が 42° の地盤になるように改良をするものとする。

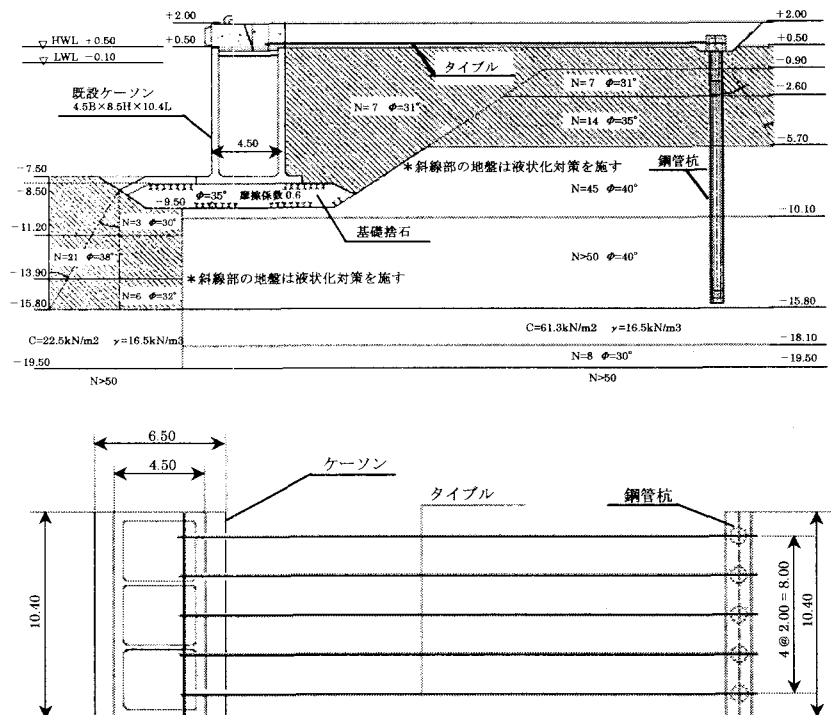


図 1：検討対象とするケーソン岸壁の断面図

表 1：タイプル・控え直杭の諸元

	抵抗不足力 (kN/m)	タイプル初期張力 (kN/本)	タイプル諸元	杭諸元 (JIS A5525)	杭根入下端標高	杭配置位置 (ケーソン陸側天端より)
case-1	358.40	745.48	高張力鋼 690Φ80	SKK490 400Φ×12t	DL-15.5 m	27.0 m

3. 解析モデル

図 2 はケーソン岸壁の断面を要素別に示したもので、図 3 は要素を分割したものである。地盤の物性値は N 値から推定した¹⁾。

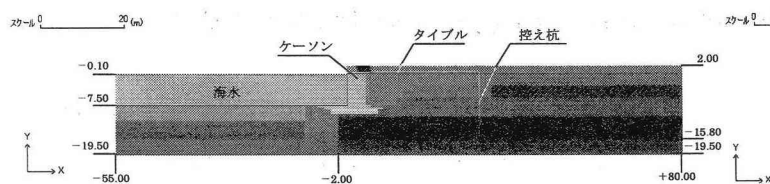


図2：土層分割モデル (case-1)

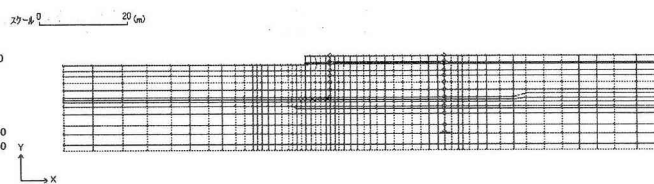


図3：有限要素モデル (case-1)

4. 解析結果

入力地震動として、図4に示す兵庫県南部地震の際にポートアイランドで観測された GL-83m 地点の 2E 波（入射波の2倍の波）の NS 方向成分を用いる。

解析結果は、表2にケーソン天端（海側）の残留変位と最大加速度を示し、図5に case-0 と case-3 の残留変形図を示す。

表2：ケーソン天端の残留変位・最大加速度

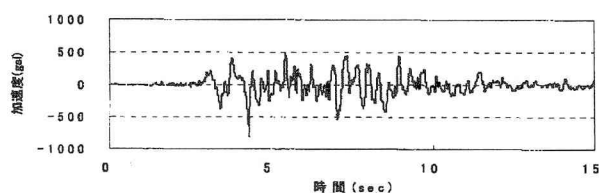


図4：ポートアイランド波の加速度時刻歴（NS成分）

	水平変位量 (cm)	鉛直変位量 (cm)	最大加速度 (gal)
case-0	-126.20	-18.40	723 (7.53 sec)
case-1	-14.76	-3.76	340 (4.75 sec)

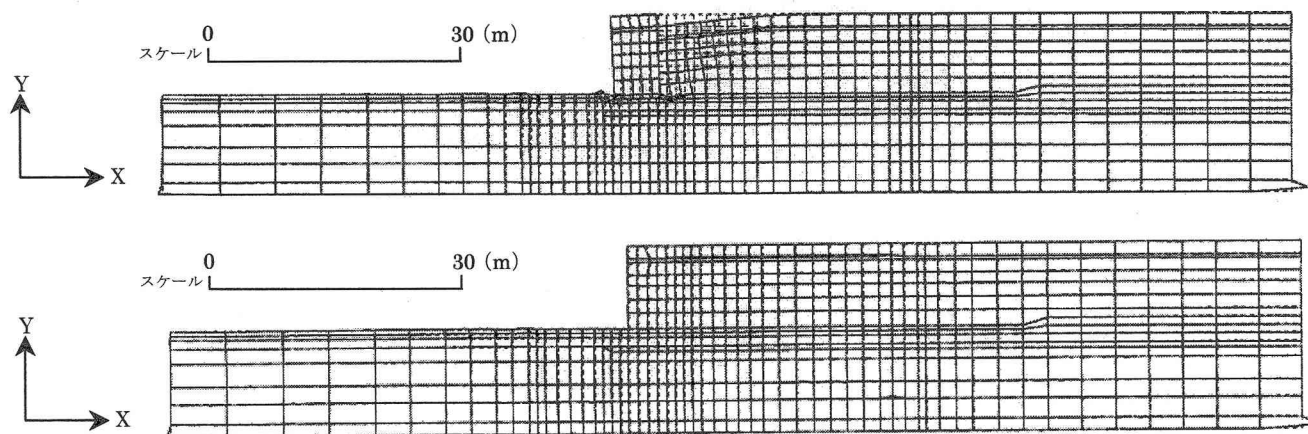


図5：残留変形図（上図＝case-0 下図＝case-1）

5. まとめ

控え直杭なしでは、ケーソンの変位量が大きいため地盤も変形しているが、控え直杭を設けることで、ケーソンの変位量が軽減され地盤の変形はほとんど見られない。被災変形量について、岸壁水深-7.5m 未満のケーソン式係船岸における供用可能な変形量の目安は 0～20cm と考えられており²⁾、控え直杭で耐震補強した場合のケーソンの変位量は 20cm を上回っておらず、被災後も供用可能であると予測できる。

以上より、変形だけの観点から検討した結果、控え直杭は有効であると言える。しかし、実際には地震時にタイブル・杭に発生する応力等も考慮しなければならず、今後はそれを含めた研究が必要であるとする。

参考文献

- 1) 森田, 井合, Hanlong, 一井, 佐藤, “液状化による構造被害予測プログラム FLIP において必要な各種パラメタの簡易設定法”, 港湾技術資料 No.869, 運輸省港湾技術研究所, 1997
- 2) 国土交通省監修, “港湾の施設の技術上の基準・同解説 (上)”, 社会法人 日本港湾協会, 2002