

矢板式岸壁の控え杭の形式が耐震性能に及ぼす影響に関する基礎的研究

中央復建コンサルタンツ株式会社 神戸大学 学生会員 小田 隼也

神戸大学 正会員 長尾 毅

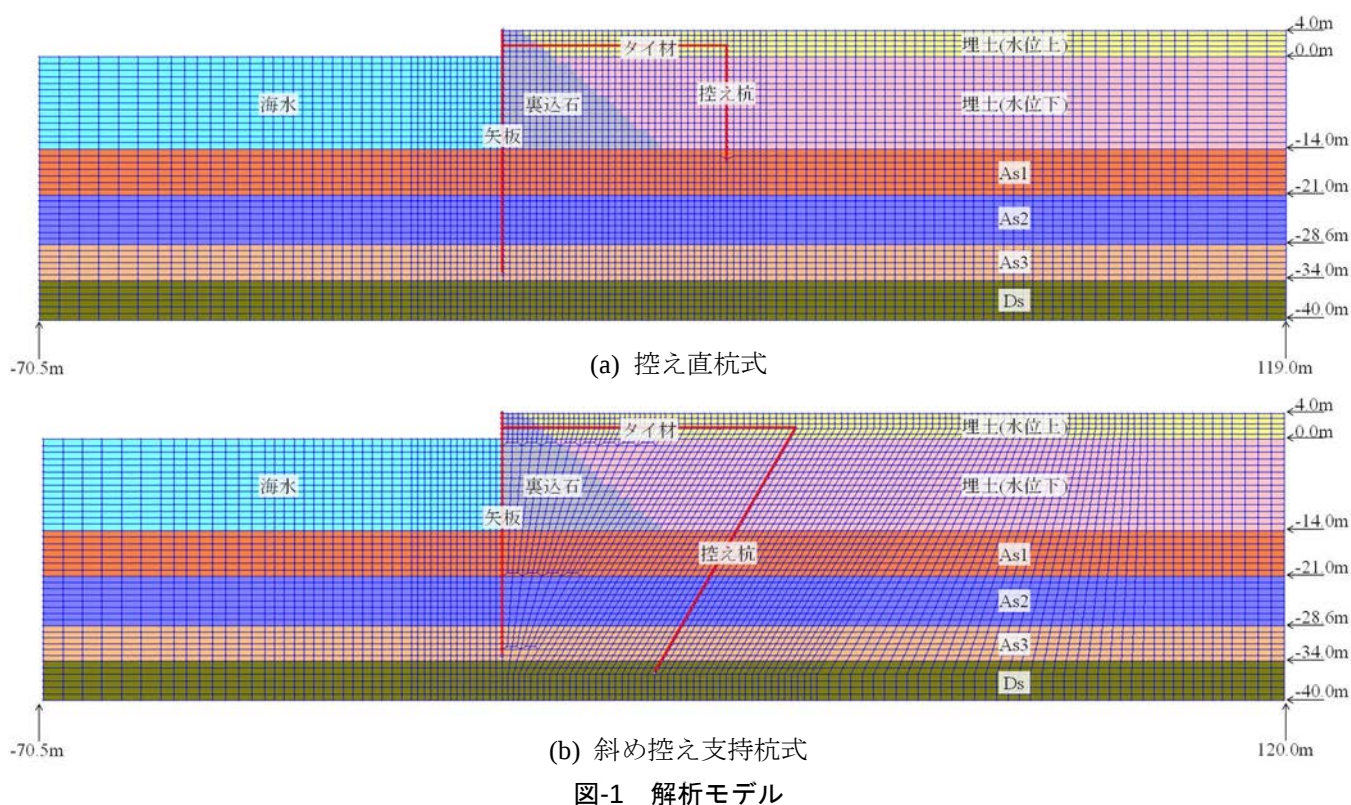
五洋建設株式会社 正会員 ○中原 知洋

1. 目的

港湾構造物の岸壁の代表的な構造形式に矢板式岸壁がある。矢板式岸壁の控え杭の形式としては、杭を鉛直に打設する控え直杭式が一般的に用いられてきた。控え直杭は地盤反力と杭の曲げ剛性で地震に抵抗するが、地震作用時には控え杭前面の地盤は非線形化の影響を受けて地盤反力は地震前より低下する。さらに、設計計算上は、控え杭は工学的基盤に根入れされる必要がないため、地震時には軟弱化した地盤のみに支えられることになり、控え杭自体が海側へ変形してしまい、十分な耐震性を発揮できない場合が多い。この他、控え工を組杭とする場合もあるが、やはり控え杭は工学的基盤に根入れされることはほとんど無い。そこで、控え杭を組杭とせず、押し込み杭のみとし、押し込み杭を工学的基盤に根入れすることが考えられる(以下、斜め控え支持杭式)。押し込み杭を工学的基盤に根入れすることで、地震作用時にも大きな支持力が期待できる。本研究では、2種類の控え杭の矢板式岸壁を対象に、地震応答解析を行って耐震性の違いを検証した。

2. 検討方法

近年の船舶の大型化を考慮して水深-14mで控え工の異なる2種類の矢板式岸壁の断面を対象にした(図-1)。斜め控え支持杭式の杭の傾斜角は30度とした。地盤条件は、固有周期として0.6, 0.8, 1.2sの3種類を設定した。地盤条件を表-1に、構造諸元を表-2に示す。控え直杭式は、港湾基準⁹⁾に準拠して、照査用震度0.25の条件で諸元を決定した。斜め控え支持杭式についても同じ手法で諸元を決定したが、控え杭の根入れ長は設計上必要とされる長さではなく、工学的基盤まで根入れした。地震応答解析コードはFLIP²⁾とした。



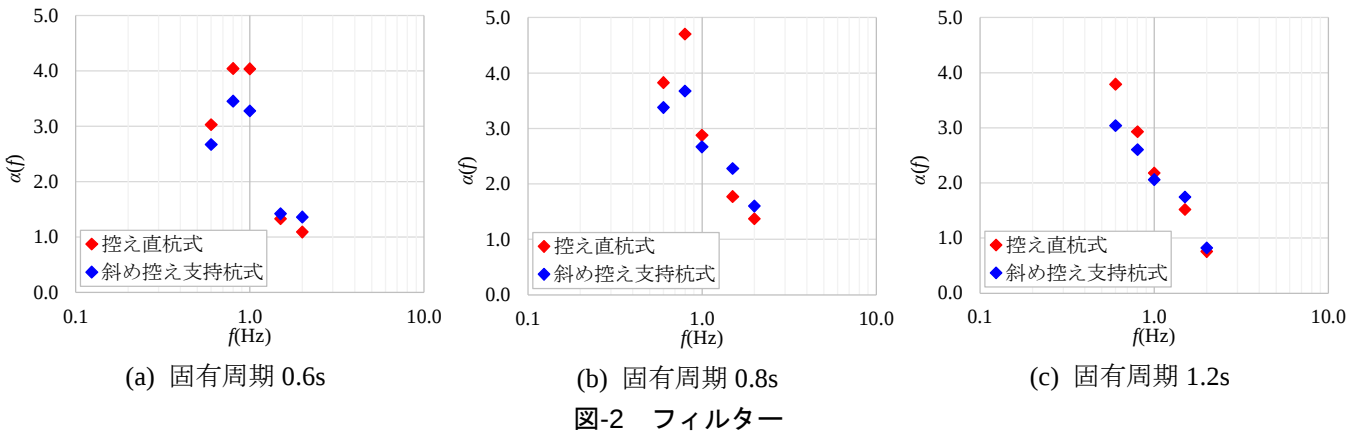
キーワード 矢板式岸壁, 控え杭, 斜杭, 耐震性能, 地震応答解析

連絡先 〒533-0033 大阪市東淀川区東中島 4-11-10 中央復建コンサルタンツ(株) TEL06-6160-2162

港湾基準では、地震動の周波数特性が岸壁の変形量に及ぼす影響を考慮するため、様々な周波数の正弦波を用いて岸壁の天端変形量が一定の値となる時の地表面の加速度最大値(PGA)を検討した事例³⁾を参照して照査用震度を算出する方法が採用されている。本研究においても、既往の研究³⁾と同様に、継続時間 40 秒、主要動の継続時間 10 秒の正弦波を入射し、岸壁の天端残留変形量が 20cm となる時の PGA を整理した。

3. 検討結果と考察

地震動の周波数が異なると、岸壁の天端残留変形量が 20cm となる時の PGA は異なり、低周波領域では高周波領域と比べて低い PGA で 20cm の変形が生じる。すなわち、岸壁は低周波数の地震動に対して残留変形が生じやすく、高周波数の地震動に対して残留変形が生じにくい。これは、矢板式岸壁の変形が主に地盤の変形によって生じているためであり、両形式に共通して認められる傾向である。既往の研究³⁾と同様に、自由地盤部における地表面の加速度時刻歴をフーリエ変換し、これに周波数毎に異なる値(フィルター値)を乗じてフーリエ逆変換した時に、PGA が照査用震度に対応した値(ここでは照査用震度が 0.25 であるため PGA=250Gal)となるフィルター値を算出した。図-2 に地盤の固有周期別にフィルター値を示す。各地盤条件で、1Hz を超える高周波領域を除いて、控え直杭式のフィルター値が斜め控え支持杭式よりも大きい。地震動の周波数が 0.8Hz の条件でその差が大きく、フィルター値の比は 1.1~1.3 倍の違いがある。斜め控え支持杭式の方がフィルター値が小さいということは、斜め控え支持杭式の方が控え直杭式よりも耐震性能が高いことを意味している。



4. まとめ

控え杭を押し込み杭のみとして、工学的基盤まで根入れすることで通常の控え直杭式よりも耐震性能が高くなることが示された。引き続き、斜め控え支持杭式の照査用震度の算出方法の提案や、巨大地震に対する耐震性能の比較などを行っていきたい。

参考文献 1)(公社)日本港湾協会: 港湾の施設の技術上の基準・同解説, 2018., 2) Susumu Iai, Yasuo Matsunaga, Tomohiro Kameoka: Strain Space Plasticity Model for Cyclic Mobility, Soils and Foundations, Vol. 32, No. 2, pp. 1-15, 1992., 3) 長尾毅, 岩田直樹: ケーソン式及び矢板式岸壁のレベル 1 地震動に対する耐震性能照査震度, 構造工学論文集, Vol. 52A, 2007, pp. 339-350.