

増深改良した矢板式係船岸における既設構造物の取扱いに関する地震応答解析

(株) ニュージェック 正会員 ○堤 杏紗
 港湾空港技術研究所 正会員 小濱 英司
 (一社) 鋼管杭・鋼矢板技術協会 正会員 塩崎 禎郎

1. まえがき

本研究では既存の控え矢板式係船岸の前面に新設矢板を打設する港湾構造物の改良設計について着目する。このような設計では、解析時に既存構造物を考慮せず新設構造物のみをモデル化して解析を行うことが安全側の設計と考えられ、採用されることが多くある。一方で、安全側に過大評価していないか、当初の既存施設の建設およびその後の改良の施工過程の影響はないかといった疑問が残る。本研究ではこれらの疑問に対して、2次元 FEM 有効応力解析プログラム (FLIP)¹⁾ を用いた検討を行い、解析時の既設構造物の取り扱いの違いによる地震応答解析結果への影響について考察を行う。

2. 検討内容

検討対象は図-1に示す既存施設を増深改良した控え組杭式矢板式係船岸²⁾とした。既設構造物の有無を比較できるように以下の2ケースについて検討を行った。既往文献³⁾より、矢板式係船岸を対象としたFLIP解析では自重解析を複数回に分けて行う多段階解析法が推奨されている。各ケースの末尾にそれぞれの段階数を示す。

Case1: 既設構造物を考慮せずに新設構造物のみ考慮 (3段階法) … (図-2)

Case2: 既設構造物の建設と改良の施工過程を考慮 (7段階法) … (図-3)

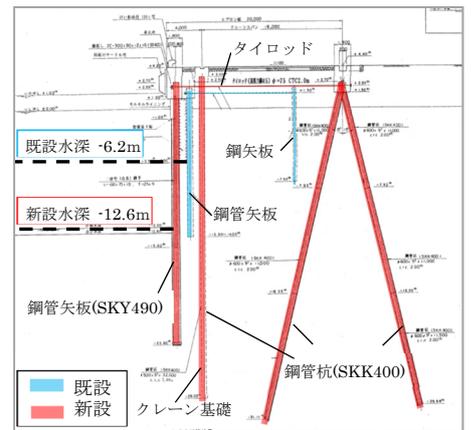


図-1 対象構造物

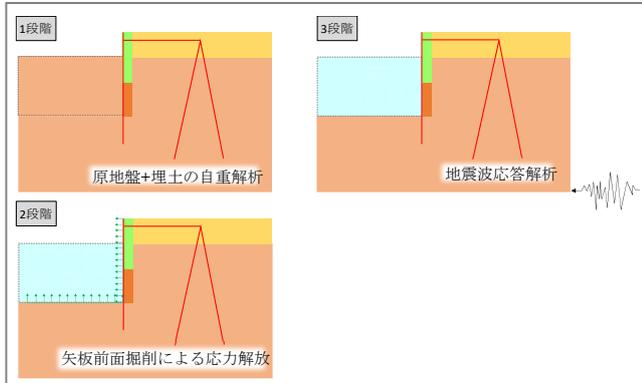


図-2 Case1(3段階)の解析手順

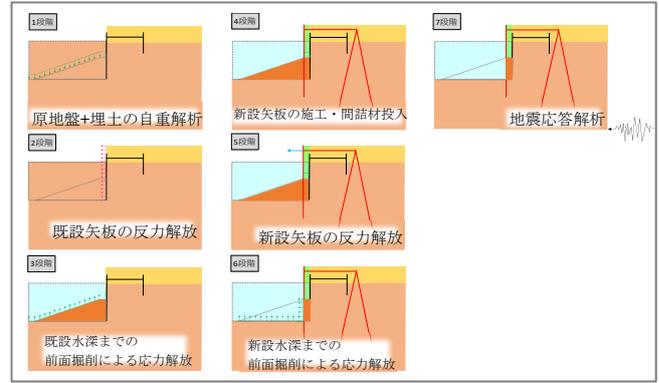


図-3 Case2(7段階)の解析手順

3. 検討結果

表-1に岸壁法線の天端変位を示す。法線変位はCase1で1.5m、case2では0.7mと倍以上の差が生じた。新設のみを考慮した解析は安全側の設計になるものの、偶発状態に関する性能規定における岸壁の残留変位量の許容値1.0mを超えていることから、場合によっては工費が膨大となる可能性がある。

表-1 天端変位一覧

	最大変位(mm)		残留変位(mm)	
	X	Y	X	Y
Case1	-1564	-262	-1557	-258
Case2	-710	-184	-703	-184

図-4に矢板前背面土圧の深度分布図を示す。既設を考慮したCase2では、新設矢板背面土圧は既設矢板の存在する深度までは小さくなるが、それ以深では最大値と残留値共にCase1より大きくなる傾向にある。また、新設矢板海側土圧は各ケース共に背面土圧より大きい、両ケースに大差はない。図-5に最終変形図と最大せん断ひずみ(γmax)のコンター図を示す。Case1では比較的浅い位置でせん断ひずみが大きく発生している。一方、Case2では既設構造物の前面矢板と控え矢板に囲われた範囲ではせん断ひずみがあまり生じず、既設控え下端あたりから新設

キーワード 港湾構造物, 改良工法, 矢板式係船岸, FLIP

連絡先 〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬3丁目1-1 (国研) 港湾空港技術研究所 TEL 046-844-5058

矢板下端部に向けてせん断ひずみが大きくなっていることが確認できる。このことが天端変位量の差に関係していると考えられる。図- 6に自重解析終了時の最大せん断ひずみのコンター図を示す。自重解析終了時点で両ケースの応力状態に差が生じていることが確認でき、これが地震応答解析後の変形に効いていると考えられる。既設構造物がない場合は新設矢板全体で背後の土圧を支えていたのに対し、既設構造物があることによって背後土圧を一部既設が負担しながら新設矢板下部に力が作用している可能性も考えられる。なお、既設構造物周辺の変形が抑制されたことで新設控え杭背後のせん断ひずみも小さくなっている。図- 4において-15m付近でCase2の土圧が上昇している位置と、図- 5でせん断ひずみが大きく現れている位置が一致していることが確認できる。図- 7に各鋼材の曲げモーメントの深度分布図を示す。既設構造物を考慮した場合においては変形が抑制される分、新設鋼管矢板の発生モーメントが大きくなっている。また、最大モーメントの発生位置が下方へシフトしているが、図- 4において土圧が大きくなっている位置と一致している。通常の仮想梁法で想定されるモーメント分布とは異なるが、矢板下端部から変位していることが要因と考えられる。Case2では新設控え背後の変形が抑えられているため、引き抜き杭の曲げモーメントは杭頭付近以外ではcase1より小さくなる傾向がみられる。押し込み杭では図- 5でせん断ひずみが大きく出ている部分でモーメントが大きくなっていることが確認できる。

4. まとめ

検討結果より、天端の変位や曲げモーメントに大きな違いが見られた。本検討断面においては新設のみを考慮した場合、岸壁法線の変位に関しては安全側の設計となることが確認できたが過大評価してしまう可能性がある。一方、既設を考慮した場合には、曲げモーメントが大きくなる部分も見られたため、鋼材の健全度に関しては一概に安全側の設計とは判断できないと言える。控え杭の距離など、対象とする構造物によりこれらの傾向は異なる可能性があるため、種々の条件における既存構造の影響の解明にはさらなる検討が必要と考えられる。

5. 参考文献

1) S. Iai, Y. Matsunaga, T. Kameoka (1992). Strain space plasticity model for cyclic mobility, Soils and Foundations, 32(2): 1-15. 2) (一社)鋼管杭・鋼矢板技術協会: 東日本大震災2次報告書, 2012 3) FLIP研究会 14年間の検討成果のまとめWG: FLIP研究会 14年間の検討成果のまとめ, 2011.

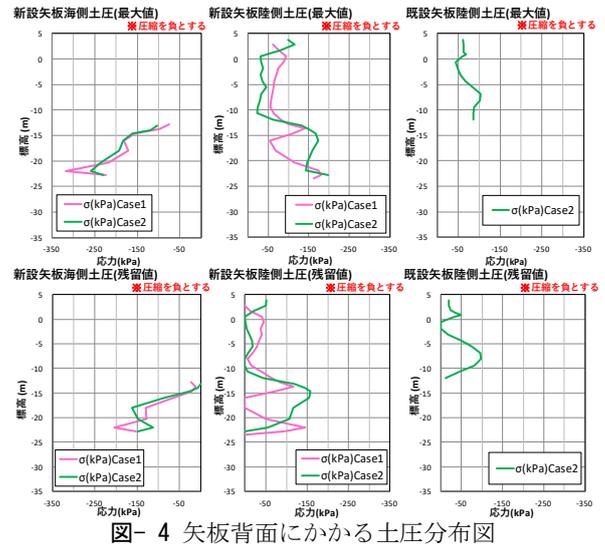


図- 4 矢板背面にかかる土圧分布図

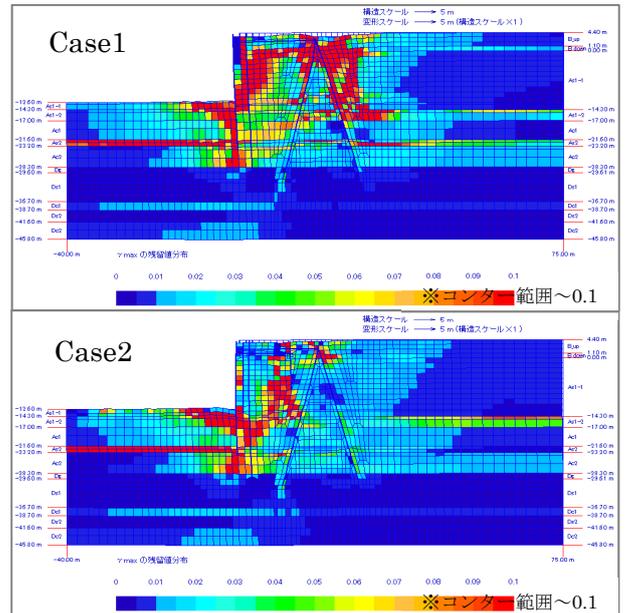


図- 5 最終変形と γ max コンター図

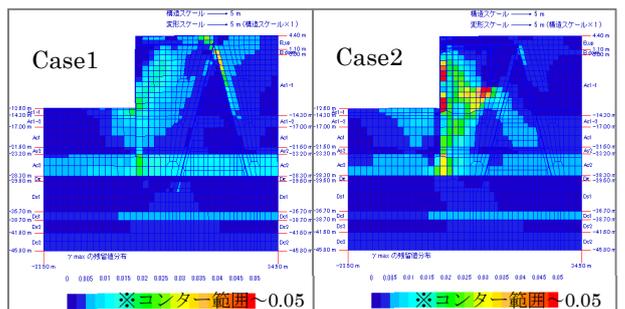


図- 6 自重解析終了時 γ max コンター図

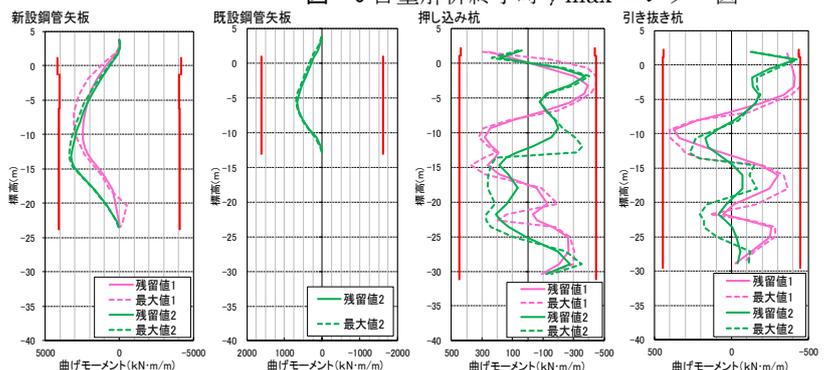


図- 7 各鋼材の曲げモーメント深度分布図 (動的解析終了後)