

ジャケット構造を採用した既設横棧橋の改修設計

パシフィックコンサルタンツ (株)	正会員	嶋田 宏
正会員 森崎 啓	正会員	石河 雅典
正会員 永澤 豪	正会員	宮下健一朗
正会員 ○長戸 宏樹	正会員	小西 陽右

1. はじめに

衣浦港中央ふ頭西地区は、-10～-12mの連続バースを2組有し、衣浦港の物流の中核として、港湾及び周辺地区の発展に大きく寄与してきた。このうち中央ふ頭西3号岸壁(-10m)は、東海・東南海地震に対する強化地域の見直しに伴った耐震化事業の緊急性から、港湾計画の軽易な変更(H15年3月)により、耐震強化岸壁として位置付けられた。一方、当該岸壁は供用後約30年以上を経過し、老朽化の進行によって機能維持が難しい状況となっている。本設計は、上述した背景を勘案し、既存岸壁の老朽化調査結果(健全度並びに部材耐力評価結果)を踏まえ、東海・東南海地震に耐えうる耐震強化岸壁としての再設計を実施したものである。

本稿では、設計を行った岸壁形式(セル式、棧橋式、ケーソン式)の中から、棧橋式岸壁の改修案として採用した「ジャケット工法」に関する設計事例を紹介する。

2. 既設岸壁の大規模地震に対する耐震安定性の照査

2.1 設計基本条件

岸壁の設計基本条件のまとめを表-1に示す。

表-1 主な設計条件

計画条件	自然条件	荷重条件
計画水深 : -10.0m	潮位 : H.W.L. +2.40m	上載荷重 : 常時 20kN/m ²
設計水深 : -10.2m	L.W.L. ±0.00m	地震時 10kN/m ²
岸壁全延長 : 185m	設計震度 : (重力式) 0.27	対象船舶 : 12,000DWT
棧橋部延長 : 100m	照査用震度	
岸壁天端高 : +4.0m	既設棧橋 : 0.40	
耐用年数 : 50年	新設ジャケット : 0.66	
	入力地震動 : 図-1 参照	

2.2 照査用震度の設定

棧橋背後の土留め護岸の照査用震度は、「港湾の施設の技術上の基準・同解説(以下、港湾基準)」に基づいて下記のとおりを設定した。

土留め護岸の照査用震度 : $kh=0.27$ (地域別震度×地盤種別係数×重要度係数) $> kh=0.26$ (一次元地盤地震応答解析から決まる設計震度)

なお、一次元地震応答解析の入力地震動は、「愛知県地域防災計画」で想定されている東海・東南海連動型の波形(図-1)を用いた。

また、既設棧橋の照査用震度は、棧橋の固有周期を考慮した修正震度法として下記を採用した。

既設棧橋の照査用震度 : $kh=0.4$

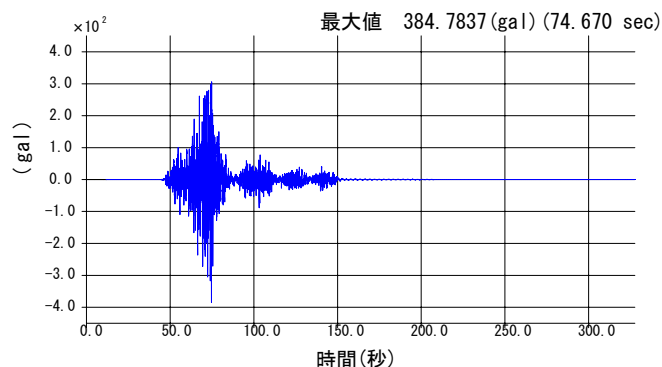


図-1 入力地震波形(東海・東南海連動型)

2.3 現況断面の耐震安定性の照査結果

現況断面の耐震性の照査結果は下記のとおりとなった。

- ・既設棧橋の杭(陸側)および土留めブロックの滑動において所要安全率を満足しない
- ・液状化の予測・判定により置換砂部および土留めブロック背後の裏埋土が液状化する

以上の結果より、図-2に示す対策が必要との結論を得た。

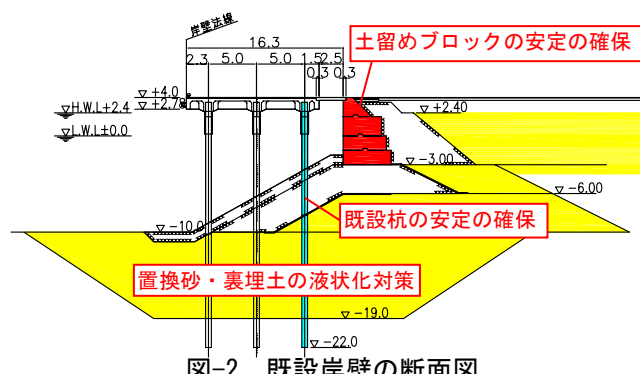


図-2 既設岸壁の断面図

3. 岸壁構造形式の選定

3.1 健全度評価結果の整理

現況断面の腐食調査記録から施設の健全度を評価した結果、既設棧橋の杭基礎は残存耐力の評価結果から再利用の可能性があると判断した。これにより、対策断面の構造検討では、「補修案」も視野に入れた検討とした。

キーワード 港湾構造物、改修設計、耐震強化岸壁、ジャケット工法

連絡先 〒451-0046 愛知県名古屋市西区牛島町2番5号 パシフィックコンサルタンツ(株)中部支社 TEL052-589-3139

3.2 対策断面の比較設計

対策断面の検討は、既設栈橋の有効利用を図った「補修案」と、栈橋を撤去し別の構造を新設する「改修案」の両案を基本とした構造的、施工性、経済性等に配慮した比較検討を実施した。経済比較一覧表を表-2に示す。

比較検討の結果を概説すると下記のとおりである。

- ・補修案では、既設構造物を撤去せず構造物直下の地盤を CDM 工法や薬液注入工法で改良を行う必要があり、高コストとなる。
- ・改修案は、既設構造物を撤去することで安価な SCP 工法が採用可能となり、経済性で有利である。

また、施工性においては、

- ・改修案は、既設構造物への影響が少ないことから施工性でも有利である。

以上より、本設計では、「ジャケット構造による改修案」を最終案として採用した。なお、裏埋土の液状化対策については、液状化対策と土留めブロックへの土圧軽減対策(地震時滑動を抑制)を兼用できる事前混合処理土による置換え工法を採用した。

表-2 概算工事費比較表

工種	ジャケット改修案 (千円/m)	既設栈橋補修案 (千円/m)
本體工	(全面改修) 1,387	(杭を補修) 2,056
地盤改良工	1,733	6,704
その他	4,885	3,056
合計	8,005	11,816

4. ジャケットの設計

4.1 弾塑性解析による保有水平耐力の照査

図-3は、ジャケット構造本体を対象とした Push-Over 解析結果を示すものである。

本解析手法の採用意図は、局所的な損傷は許容しつつ、構造全体系の崩壊を防止する、という基本思想に基づいている。本設計でも、局所的な降伏を許容しつつも構造物全体の保有水平耐力(陸側の杭が地中部(図-3e部)において全塑性化する時点を終局時とした)を満足する部材設定を実施し、より経済的な断面に絞り込んでいる。

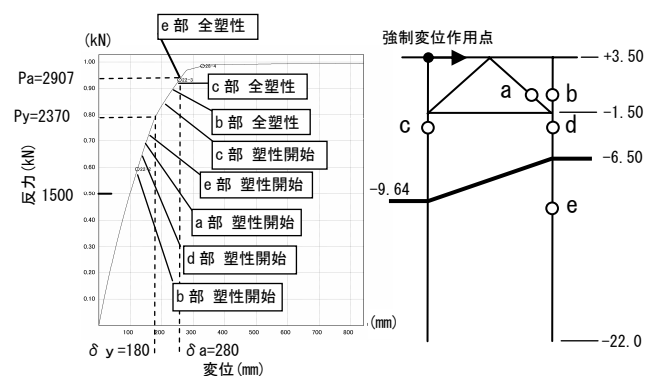


図-3 Push-Over 解析による結果（荷重-変位曲線）

4.2 非線形動的解析による変形照査

非線形動的解析による残留変形照査は、プログラム FLIP¹⁾を採用した。残留変形結果図を図-4に示すとともに、主要な着目点における残留変位を表-3に示す。残留変位は、別途設定した許容変形量内に収まる結果となった。また、本解析で得られるジャケット栈橋本体と土留め護岸の水平相対変位を、渡板の遊間設計に反映させた。さらに、Push-Over 解析により降伏を許容した部材が本解析では降伏しないこと、パンチングシア解析により壊滅的な破壊がないことも確認している。

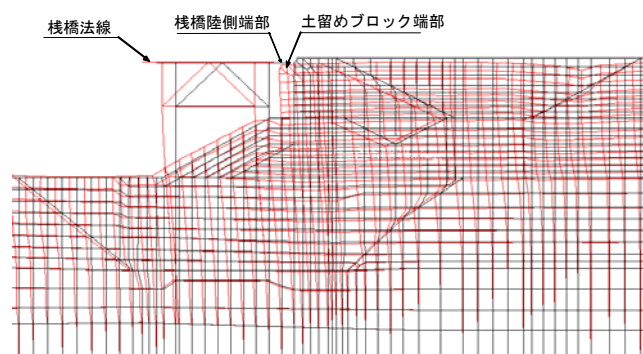


図-4 FLIP 解析結果（残留変位）

表-3 残留変位 (FLIP)

着目位置	水平変位 (cm) ※陸側が+	鉛直変位 (cm) ※上側が+	備考
栈橋法線	-26.8	1.2	変形量の上限 法線: 20~30cm
栈橋陸側端部	-26.8	1.0	沈下量: 20~30cm
土留めブロック	-28.2	-13.9	

5. まとめ

本設計では、ジャケット形式を採用した横栈橋の設計を実施した。

Push-Over 解析で降伏している部材が FLIP 照査では降伏しない結果となった理由としては、Push-Over 解析は杭の先端を固定点としていること、構造-地盤の動的相互作用の評価に違いがあることなどが考えられる。

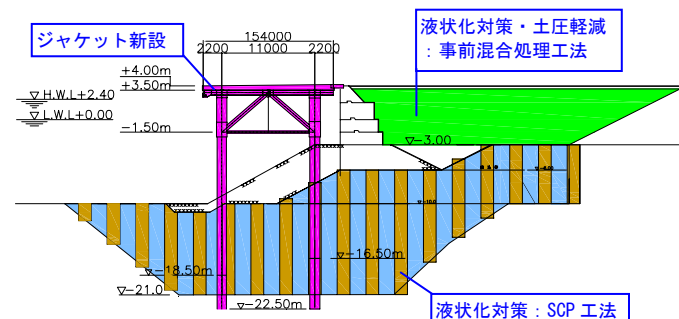


図-5 対策断面図

参考文献

- 1) Iai, S., Matsunaga, Y. and Kameoka, T. : Strain Space Plasticity Model for Cyclic Mobility, Report of The Port and Harbour Research Institute, Vol.29, No.4, pp.27-56, 1990