

供用中の栈橋を耐震補強する Re-Pier 工法

あおみ建設株式会社 技術事業本部技術開発部 吉原 到

1 はじめに

国土交通省は平成 18 年に「耐震強化岸壁緊急整備プログラム」を策定して、限られた社会資本整備予算の中で既設建造物の延命化や耐震補強整備を進めている状況である。民間企業においても、高度経済成長時に建設された専用岸壁が更新時期を迎えたものの代替施設がないため、岸壁を供用しながらかつ低コストで延命したいというニーズがある。

このような社会情勢を受けて、低コストで、かつ現在の物流機能を低下させることなく、岸壁を供用しながら耐震補強できる「Re-Pier 工法(図-1)」を開発し、実際の栈橋に適用したので、工法概要と施工方法、施工事例について報告する。

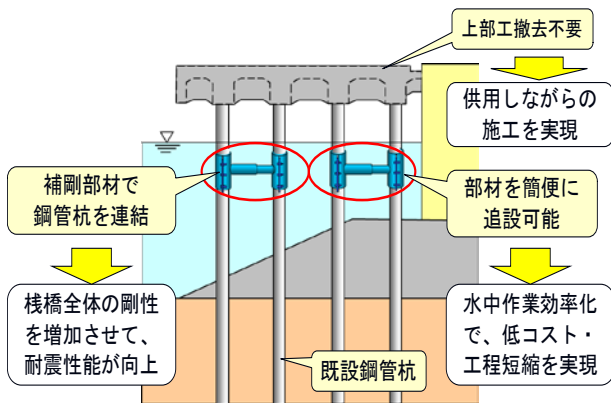
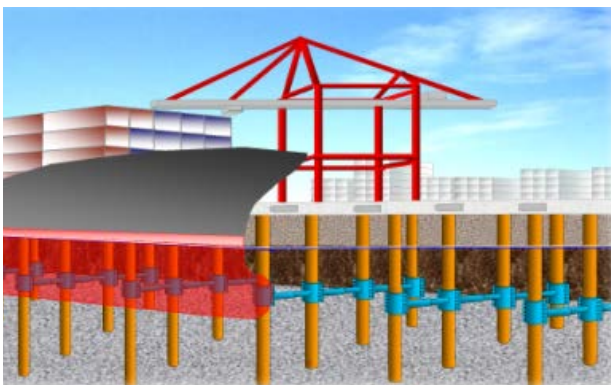


図-1 Re-Pier 工法の完成イメージと特徴

2 開発背景と開発方針

栈橋式の岸壁における耐震補強・延命化工事では、「栈橋の供用は止めたくない」、「工事期間ではできる限り短くしたい」、「できるだけ安価に対策したい」というニーズが強い。しかし既設栈橋を撤去して新設する場合や、上部工の撤去や鋼管杭の増設を伴う補強方法ではコスト高となる上に岸壁の長期供用停止が避けられないため、以下の3つの開発方針を設定した。

- ①既設栈橋を活用し、部材を追加して補強することで供用制限を最小化する。
- ②水中の作業を軽減し、現地施工期間を最短とすることで、工程短縮とコストの縮減を図る。
- ③シンプルで簡単に取付できる構造とする。

3 Re-Pier 工法の概要

従来、新設建造物を対象に、鋼管杭を補剛部材で連結することで栈橋全体の剛性を増加させる工法として、「格点式ストラット工法」が適用されてきた。しかし、この工法を既設建造物に適用するためには、既設上部工を撤去し、部材を杭頭部から挿入する必要があるため、長期間にわたり岸壁を供用停止する必要があった。そこで、既設上部工を撤去せずに、上部工直下で補剛部材を鋼管杭に追設できる部材構造と施工方法を開発した。

本工法は、部材長を調節できる構造とすることで、狭隘な杭間(水中)で簡便に追設できることが特徴である。低コストで、短期間に、施設供用にできるだけ影響を与えずに、栈橋の耐震性

能の向上や前面水深の増深化、構造物の延命化を実現することができる。(図-2, 3)

本工法に使用する「伸縮ストラット部材(図-4)」は、ストラット部と鞅管部の2種類の部材で構成されている。ストラット部は、径の異なる2本の鋼管からなり、径の細い管を太い管の中から出し入れすることで、設置時に部材長を調節できることが特徴である。

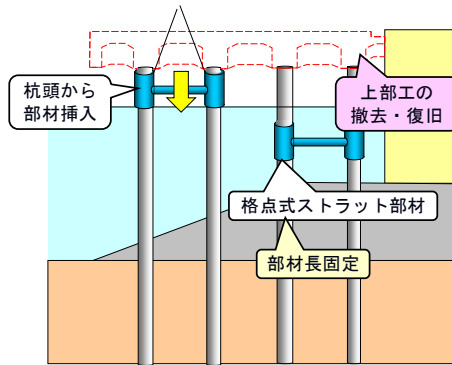


図-2 従来工法による施工上の課題

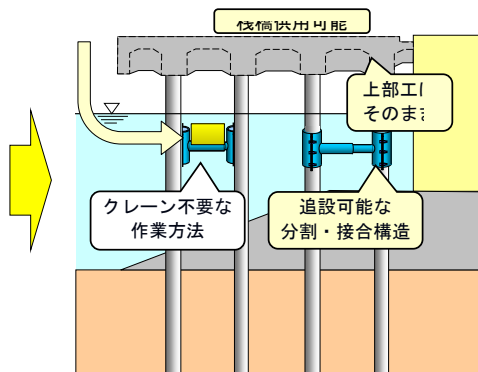


図-3 Re-Pier 工法での施工

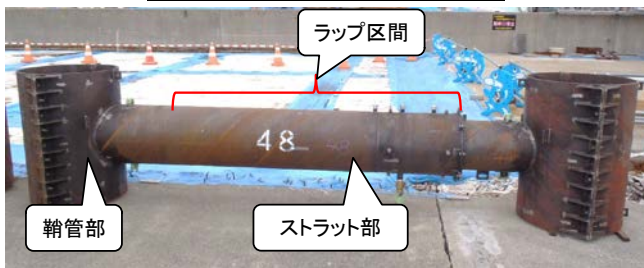


図-4 伸縮ストラット部材

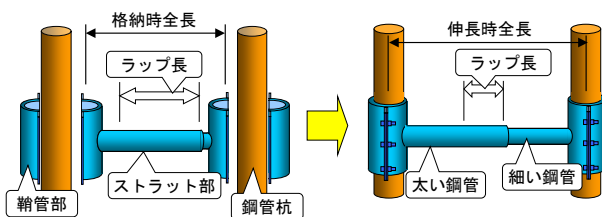


図-5 既設鋼管杭への補剛部材追設の仕組み

鞅管部は、鋼管を半割りにした形状の部材にフランジ加工を施し、ボルトで接合する構造とした。

まず、部材長が最短となる格納状態にして設置場所まで運搬し、既設鋼管杭間で上部工に打設したアンカーから吊下げる。その後、入れ子状の鋼管を引き出して部材を伸長し、鞅管のフランジを接合し、既設鋼管杭と補剛部材を連結する。最後に、既設杭と鞅管の遊間、および径の異なる鋼管と鋼管のラップ区間にモルタルを充填し既設構造物と剛結する。(図-5)

従来は、上部工を撤去して杭頭から補剛部材を挿入する事で対応していたが、本工法では上部工を撤去することなく部材の追設が可能である。さらに補剛部材にはモルタル漏洩防止シール材を内蔵し、潜水士による水中作業を大幅に軽減する工夫も盛り込んでいる。

通常、既設栈橋の杭間距離は、杭打設時の施工誤差によりばらつきがあるが、部材全長を容易に調節できることを生かし、補剛部材は同一寸法で製作することが出来る(部材のユニット化を実現)。(図-6)

なお、充填するモルタルは、水中不分離性と狭隘な空間への充填性を確保するために、専用の配合を開発し、工場でプレミックスしたものを現場に搬入し、モルタルミキサーで現場練りして打設している。

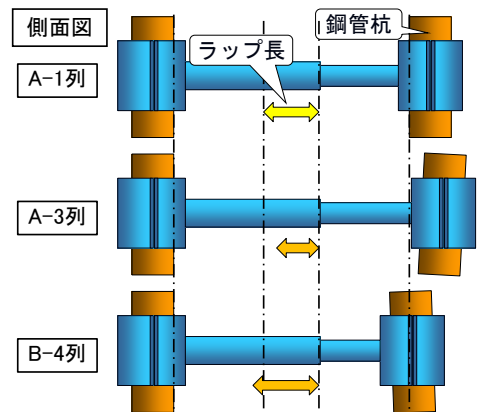


図-6 杭間の変動への対応

4 施工方法

4.1 施工フロー

現地での施工は、ストラット設置準備工、ストラット設置一連、モルタル打設工、防食工という流れで進める。(図-7)

4.2 ストラット設置準備

既設鋼管杭表面の下地処理を行った後、鋼管杭とモルタルの付着力を向上させるシアキーを水中溶接する。次に水中作業を簡便化するためのバンド式ブラケットを鋼管杭に取り付け(図-8)、部材を一時的に吊り下げるためのアンカーを上部工下面に設置する。

4.3 ストラット設置一連

重量物である補剛部材を栈橋下面の設置位置まで専用フロータを使用して運搬する。補剛部材にフロータを艀装し進水すると、水中で浮きも沈みもしない中立の状態(中性浮力)となる。潜水土は潮位や波浪の影響を受けない深度まで補剛部材を沈め、その深度を維持しながら簡単に移動できるので、安定して設置できる。(図-9)

栈橋上の25t程度のラフタークレーンにより部材を進水し、その後は、潜水土が栈橋の下面まで曳航・移動させ、先に上部工に取り付けたアンカーに補剛部材を吊り替えて、所定の位置に部材を設置する。なおフロータは補剛部材の質量に合わせた専用品である。(図-10)

4.4 モルタル打設工

補剛部材の鋼管がラップする区間と、既設杭と鞘管の遊間に水中不分離性モルタルを充填し、補剛部材と既設構造物を剛結する。(図-11)



図-8 バンド式ブラケット設置

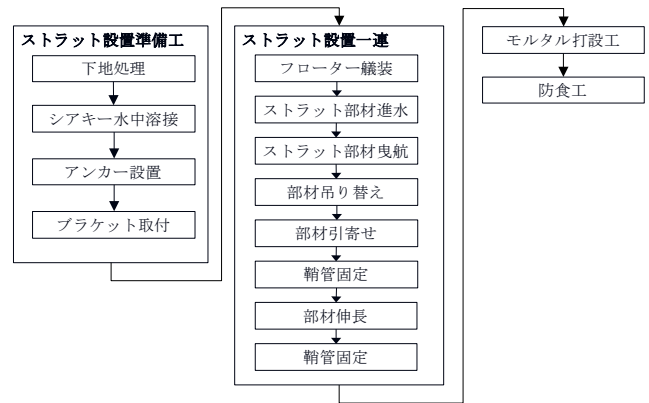


図-7 施工フロー



図-9 専用フロータ艀装状況



図-10 部材設置一連

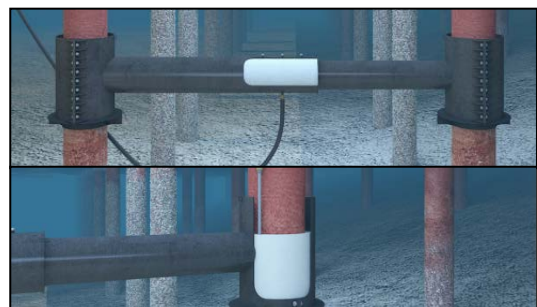


図-11 モルタル打設

5 施工事例の紹介

5.1 事例1 (宮城県仙台塩釜港)

当工事は、2014年(平成26年)3月宮城県発注の東日本大震災後の災害復旧工事である。当該施設は、岸壁延長320m、前面水深-4.5m~-5.5mの直杭式RC栈橋であり、海側の栈橋は平成2年に建設されたものであるが、震災により栈橋全体が40cm程度沈下した。

岸壁の機能を回復するため、コンクリートを増し打ちして上部工を嵩上げする計画であったが、単純にコンクリートを増し打ちすると、重量の増加により耐震性能が不足するため、図-12に示すとおり、Re-Pier工法で補強した。

伸縮ストラット部材の質量は、約1.5t/基で、64基を施工した。岸壁は海上保安部の巡視艇や震災復旧工事に従事する工事用船舶の停泊場所として活用されていたので、岸壁を供用しながら補強工事を実施した。(図-13)

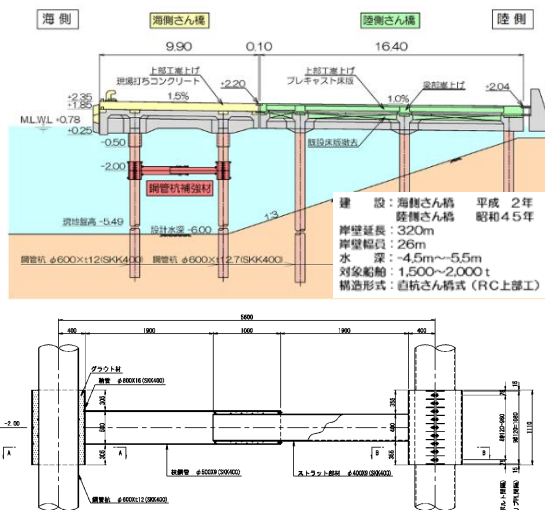


図-13 施工状況

5.2 事例2 (愛媛県中島港)

愛媛県松山市の離島にあるフェリー岸壁での事例で、平成26年から29年にかけて施工した。

当該施設は、岸壁延長60m、前面水深-7.5mの直杭式RC栈橋(図-14)であり、住民の生活の足であるフェリー用として供用されている。離島で唯一の耐震岸壁であり、その岸壁を現行の基準で照査した結果、基礎杭の耐震性能が不足することが判明し、耐震補強を実施することになったが、対策にはフェリーの運航を1日も止めないことを求められたため、栈橋を供用しながら施工可能なRe-Pier工法が採用された。

伸縮ストラット部材は、約2.7t/基で、24基施工した。施工は1度もフェリーの運航を止めることなく無事完了した。(図-15)



図-14 フェリー岸壁

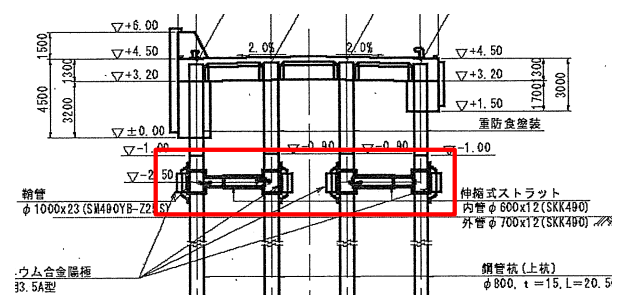


図-15 栈橋補強断面図

6 おわりに

今後は、水中作業をより軽減するために部材の構造や形状、施工方法の工夫を重ね、現場水中作業の大幅な削減と生産性向上を実現し、供用しながら耐震・増深対策が出来るというメリットを活かし、既設栈橋の長寿命化に貢献していきたい。