

リプレイサブル栈橋上部工 実証試験計画の立案

平池 智広*・中野 則夫**・清貞 将平***・加藤 治仁****

*前（一財）沿岸技術研究センター 調査部 研究員

**前（一財）沿岸技術研究センター 業務執行理事

***前 国土交通省北陸地方整備局 新潟港湾空港技術調査事務所 設計室 前任建設管理官

****国土交通省北陸地方整備局 新潟港湾空港技術調査事務所 設計室 前任建設管理官

リプレイサブル栈橋は、栈橋上部工の床版をプレキャスト構造とし、必要な時に取り外し可能な構造で、実験室レベルで導入可能との確認がなされている技術であるが、実際に施工された事例は無い。本稿では、リプレイサブル栈橋の試験施工における現地確認事項及びその手法を検討したものを報告する。

キーワード：栈橋、プレキャスト床版、構造細目、試験計画

1. はじめに

リプレイサブル栈橋は、栈橋の上部工の床版をプレキャスト構造とし、取り外しを可能としたものであり、港湾構造物の建設費、維持管理費を LCC 面から低減させることを目的として、港湾空港技術研究所、（一社）日本埋立浚渫協会による「高性能栈橋上部工の構築に関する共同研究(平成 20 年 3 月)」(以下、共同研究と称する)において検討が行われ、実験室レベルで導入可能との確認がなされている技術である(図-1、図-2)。

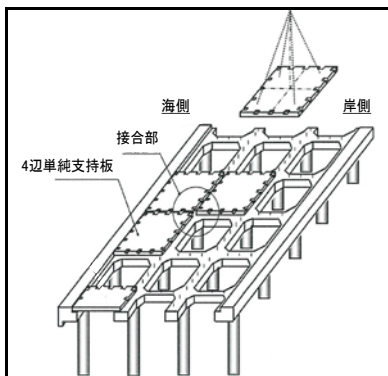


図-1 リプレイサブル栈橋施工イメージ図

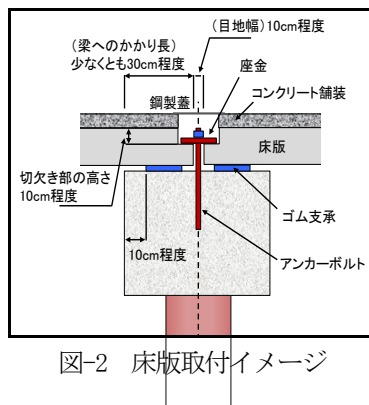


図-2 床版取付イメージ

本検討対象である、伏木富山港(新湊地区)岸壁(-12m)(北)延伸事業は、プレキャスト床版を用いた栈橋式岸壁を75m延伸するものであり、リプレイサブル床版は、このうち2枚の床版を対象として、試験的に導入される(図-3)。

本稿は、伏木富山港(新湊地区)岸壁(-12m)(北)延伸事業において導入されるリプレイサブル栈橋上部工の実証試験計画の検討結果を報告するものである。

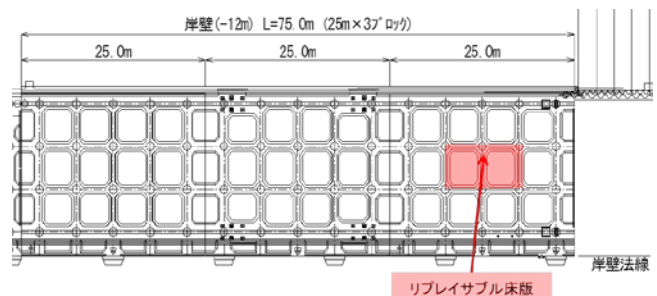


図-3 リプレイサブル床版施工位置図

2. 構造細目の検討

2.1 接合部の構造細目

接合部の構造細目は、共同研究で提案されたアンカーボルトを座金で締結する形式を基本とし、以下の3ケースを検討した(表-1)。

- ・CASE 1：座金・鋼製蓋設置(舗装埋設型)
- ・CASE 2：箱型座金
- ・CASE 3：箱型座金2段構造

CASE 1はシンプルな構造であり、床版上に突出しないことから施工性は良い。但し、床版取り外しに当たり、舗装版の撤去を伴うことや、常時は不可視部となる等、維持管理面での課題が残る。

表-1 接合部構造形式の比較検討

検討ケース	CASE1 座金+鋼製蓋(舗装埋設型)	CASE2 箱型座金	CASE3 箱型座金2段構造
概略図			
施工方法	① 座金設置・アンカーボルト締結 ② 鋼製蓋設置 ③ 舗装(1層目:機械施工) ④ 舗装(2層目:機械施工) ⑤ 舗装表面にアンカーボルト位置を表示(鉋など)	① 箱型座金設置・アンカーボルト締結 ② 舗装(1層目:人力施工) ③ 舗装(2層目:機械施工)	① 箱型座金(下段)設置・アンカーボルト締結 ② 箱抜き用型枠設置(蓋寸法より大きめ) ③ 舗装(1層目:機械施工) ④ 箱抜き用型枠嵩上げ ⑤ 舗装(2層目:機械施工) ⑥ 箱型座金(上段)設置 ⑦ 緩衝帯充填(バックアップ材+表面シーリング)
総合評価	➢ 座金が不可視部となることから、維持管理面では課題が残る。	➢ 施工面の課題(舗装1層目が人力施工となる)、維持管理面の課題(交換時の施工誤差対応等)が残る。	➢ 維持管理性(接合部の可視化・交換時の施工誤差への対応)は良い。 ➢ 構造が複雑であるため、経済性に劣ることが懸念される。
	○	×	○

CASE 2は、CASE 1の課題を解消するため、接合部に舗装を行わない箱型座金形状を検討したものである。しかし、舗装施工時において、床版上に突出する箱型座金と施工機械が干渉することにより、機械施工が不可能となることと、施工誤差を吸収する構造が無いため、床版の交換が困難となることが課題となった。

この課題を解消するために検討したものがCASE 3である。箱型座金を2段構造とし、下段部を設置した状態で舗装を行うことで、施工機械との干渉を回避した。

また、箱型座金周辺に緩衝帯を設置し、施工誤差の吸収を可能としたことで、床版交換の施工性を確保した。

実証試験の採用ケースはCASE 1、CASE 3の併用とし、両者の施工性、維持管理性を確認する計画とした(図-4)。

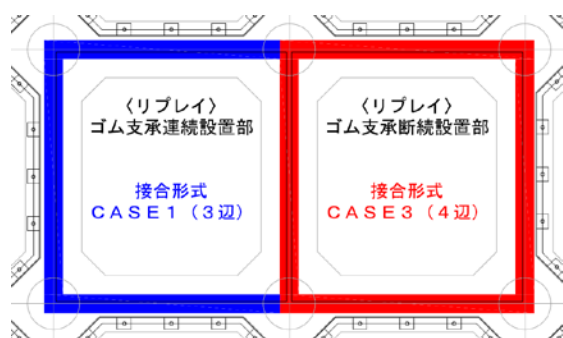


図-4 接合形式の採用区分

2.2 支承部の構造細目

共同研究において、ゴム支承の連続性が床版の構造性能及び破壊性状に及ぼす影響が小さいことが、実験により確認されており、断続的に配置してよいとされている。しかし、ゴム支承の配置の違いにより、ゴム支承の劣化程度やアンカーボルトの腐食度合が異なる

可能性がある。このことから、本試験施工の対象床版2枚の一方を連続設置、もう一方を断続設置とし、塩化物イオンの浸入程度の違いを確認する計画とした(図-5)。

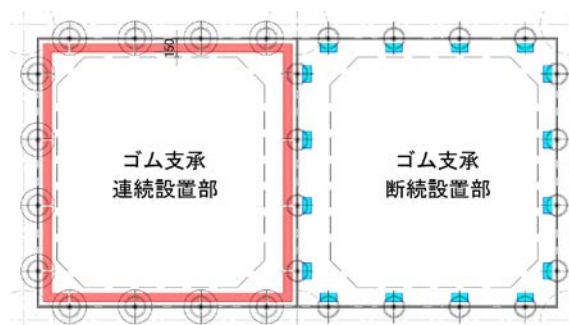


図-5 ゴム支承設置計画

なお、ゴム支承連続設置部においては、排水経路がゴム支承によって阻害されないよう、開口部を設ける計画とした。

3. 実証試験計画の検討

実証試験計画の検討は、床版(座金・アンカーボルト等含む)の耐久性に関すること、床版の製作・据え付け・交換等施工性に関すること、施工時・詳細点検時の経済性に関することに着目し、計画を立案した。

3.1 耐久性に関すること

共同研究では、試験体を用いた载荷実験を行うことにより、リプレイサブル床版の支持条件として四辺単純支持板を仮定することで、概ね構造性能を評価できることが示されている²⁾が、実際に载荷した際にどのようなひずみ特性となるか確認する必要がある。

また、本構造はアンカーボルトを座金で締結し固定

する方式を採用しているが、接合部周辺の中空部には塩化物イオンが溜まりやすいことが想定され、これを現地で確認する必要がある。

(1) 荷重によるひずみ特性の確認

リプレイサブル床版の荷重によるひずみ特性を確認するため、ラフタークレーンのアウトリガー反力を利用した静的載荷試験を計画した。試験対象床版にアウトリガーを設置した状態でブーム起伏を行い、アウトリガー反力を変化させ、載荷重とひずみ量との相関を分析するものである。

載荷中の計測は床版下側鉄筋及びアンカーボルトに取り付けたひずみゲージにより行い、データロガーを用いて時々刻々のデータ取得を行うものとした(図-6)。

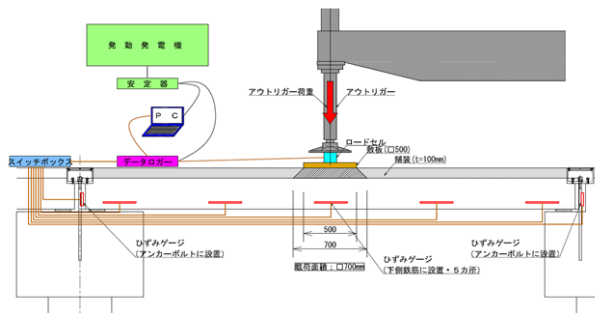


図-6 静的載荷試験時の計測概念図

なお、床版の設計荷重には、トランスファークレーンの輪荷重(288.4kN/輪)が見込まれている。本試験では、70t 吊ラフタークレーンを使用し、最大 216.6kN の荷重を載荷する計画とした。四辺単純支持板を仮定すると、この試験荷重に対して発生するひずみ量は 87μ と想定される。

(2) 塩害による腐食特性の確認

接合部周辺の空隙が腐食特性に与える影響及びゴム支承の設置方法による腐食特性の違いを確認するため、モルタルパネルを設置し、塩分浸透量を測定することを計画した。このモルタルパネルは、工事期間中に床版の交換を行う際に撤去し、分析する計画とした。また、梁にセンサーを埋設することで、長期的な腐食特性を確認する計画とした。

(3) 計測機器設置計画

荷重によるひずみ特性及び塩害による腐食特性は、隣接する通常のプレキャスト床版と比較検証が可能となるよう、計測機器設置計画を立案した(図-7)。

また、実証試験後も継続して計測可能となるよう、機器に接続するリード線の配線計画を立案した。

3.3 施工性に関すること

リプレイサブル床版の製作、据え付け、交換については、現場施工事例が無い。また、梁構築時に予め設

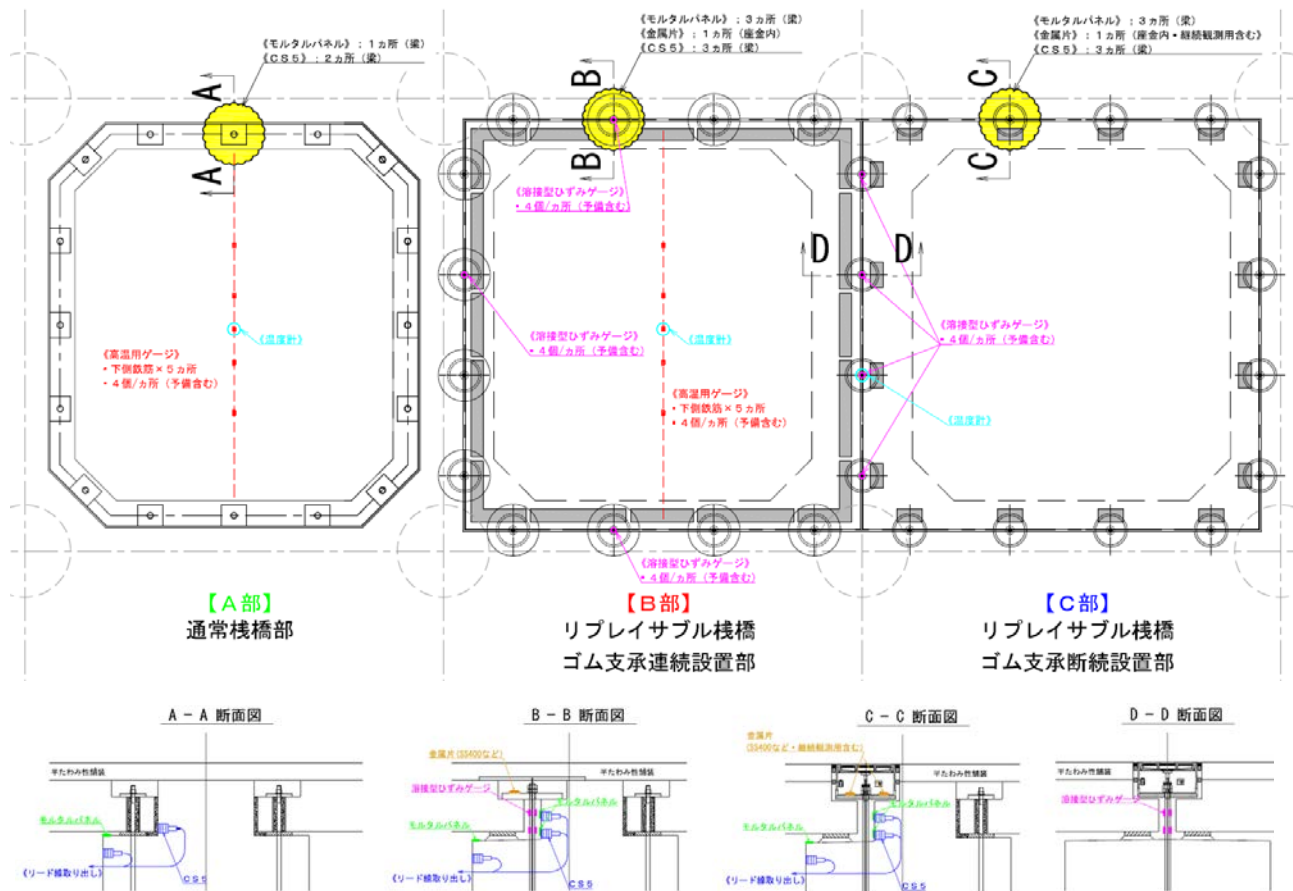


図-7 計測機器設置計画

置しておいたアンカーボルトに、別途製作した床版を据え付ける必要があるが、アンカーボルトや梁と床版の干渉が懸念されるため、厳しい施工管理が必要となる。

よって、リプレイサブル栈橋の出来形管理基準(案)について、「港湾工事出来形管理基準」や「-PC 床版施工マニュアル(案)-プレキャストPC床版編」を参照し、更に、リプレイサブル栈橋特有の管理項目を考慮し検討した(表-2)。

表-2 リプレイサブル栈橋特有の管理項目

工種	リプレイサブル栈橋特有の管理項目
床版製作	対角線、箱抜き位置(接合部)
床版据付	据付位置
梁	切欠き部天端幅(接合部)
アンカーボルト	設置位置、設置高さ
箱型座金	設置高さ

また、工程内において、床版の撤去・交換を行うこととし、施工誤差の影響による不都合が生じないかを確認する計画とした。

3.4 経済性に関すること

リプレイサブル栈橋を採用することで、施工費及び維持管理費が低減されると考えられるが、確認が必要である。

(1) 施工費の検討

「港湾新技術・新工法積算基準ライブラリー」を参照し、本歩掛に含まれない「アンカーボルトに座金を配置し、固定する作業」を考慮して施工能力を算定した。実証試験時において施工歩掛を収集することで、この検証を行うこととした。

(2) 維持管理費の検討

リプレイサブル床版採用により、詳細点検時の定性的メリットとして、以下が想定される。

① 一部点検の陸上作業化

床版を撤去し詳細点検を行うことにより、梁側面や支承部が陸上から目視可能となる。また、撤去した床版は、近傍に仮置きした状態で点検することで、陸上作業化が可能となる。

② 作業照度向上に伴う点検効率の向上

リプレイサブル床版を撤去し生じた開口部が採光部となることで、作業照度が向上することが見込まれる。

通常栈橋では、十分な作業照度が得られない状況下での作業となるが、採光部があることにより、梁下面や防食工を含む鋼管杭を対象とした潜水作業の効率が向上することが見込まれる。

③ 開口部を利用した、資機材運搬時間の短縮

通常栈橋では、点検に必要とする機材や足場等の仮設材を、栈橋の海側端部から水平移動により運搬する必要がある。

リプレイサブル栈橋では、開口部を利用して資機材運搬を行うことが可能となり、水平移動に係る資機材運搬時間の短縮が見込まれる。

実証試験においては、これら定性的メリットを定量的に評価する材料とするため、詳細点検の模擬点検を行い、点検実施体制(必要な労務・機材)の調査、所要時間の確認を着眼点とし、歩掛収集を行う計画とした。

4. まとめ

本検討では、試験的に導入されるリプレイサブル栈橋上部工の実証試験計画について報告した。実証試験において、リプレイサブル栈橋の耐久性、施工性、経済的優位性が確認されることを期待する。

謝辞

本稿は、国土交通省北陸地方整備局新潟港湾空港技術調査事務所発注の港湾施設の設計等に関する技術支援業務の成果の一部を報告したものである。

検討にあたっては、リプレイサブル栈橋実証試験計画に係る検討会(座長：北海道大学大学院 横田教授)の各委員、北陸地方整備局の関係者から貴重なご意見、ご指導を頂きました。また、(一社)日本埋立浚渫協会から貴重なご意見を頂き、検討に反映することができました。ここに厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 岩波 光保, 加藤 絵万, 横田 弘: リプレイサブル栈橋上部工の構造性能評価手法に関する研究, 陰港湾空港技術研究所報告, 第48巻, 第1号, 2009年3月
- 2) 独立行政法人港湾空港技術研究所, 社団法人日本埋立浚渫協会: 高性能栈橋上部工の構築に関する共同研究報告書, 平成20年3月
- 3) 国土交通省北陸地方整備局新潟港湾空港技術調査事務所: 港湾施設の設計等に関する技術支援業務報告書, 平成29年3月