

「棧橋上部工受梁のプレキャスト化施工について」

五洋建設株式会社 東北支店 川俣 奨

港湾工事は、波浪や潮位の影響を受けやすいため、高波浪による作業中止や潮間作業による施工日数の増加、海象の急変による手戻り、さらに海水浸潤や波浪等の外的要因に起因する品質の低下等の課題がある。本稿では、現場生産性の向上にも資する構造を導入した事例を紹介する。特に気象条件の厳しい東北地方の厳冬期に実施した棧橋上部工について、プレキャスト構造を導入することにより、工程短縮と品質確保、安全性の向上を図った。

1. はじめに

港湾工事において杭式棧橋の一般的な構造は、杭を打設し、上部工を構築するものである。上部工の形状は杭に剛結する梁が構築され、この梁に床版が設置される。棧橋工事にあつては、水面が近く足場も限られることから、その上部工はこれまでプレキャスト部材の活用が多く検討され採用されてきた。これらは例えば床版にプレキャスト型枠(埋設型枠)を使用して支保工を省略するものや、床版自体をプレキャスト化してPC桁による床版を架設するものであった。しかしながら上部工の梁については、杭頭剛結が構造上の課題となっており、あまりプレキャスト化が進んでいない現状にある。

近年クルーズ船への対応により、岸壁延伸や付帯施設整備が行われており、青森港においても岸壁の延伸が計画され、このうち当社はPC棧橋の上部工工事に従事した。現場条件を勘案して場所打ち上部工の受梁をプレキャスト化し、品質確保・工程短縮・安全性確保・作業性の向上を図った。その事例を紹介する。

2. 工事の概要

発注者：国土交通省東北地方整備局 青森港湾事務所
 工事名：青森港本港地区岸壁(-10m)(改良)上部外工
 工期：平成29年9月26日～平成30年3月30日

施工場所(図-1)は青森港内に位置しており、冬期は卓越する季節風により風や波浪の影響を受けやすい。また、12月から3月までは厳しい寒さになることに加え、降雪の影響を受ける。気象庁による1981年～2010年の30年間の記録によれば、青森の平年値では1月下旬には日平均気温が-1.6度(最高1.2度・

最低-4.5度)に及ぶ。

当工事は、先行工事にて打設された鋼管杭(φ1,100～1,400mm)に、上部工(受梁)を現場打ちで施工した後PC床版を架設する計画であった。PC床版は横組み緊張シグラウト充填する。上部工下端高さはDL+0.05mであり、施工場所の設計潮位はH.W.L+0.80m～L.W.L±0.00mである(図-2)。

ここで別件先行工事が高波浪により被災し、当工事の着手が大幅に遅れることとなった。一方で、当工事の完成を待って寄港するクルーズ船への対応のため竣工期日を遵守する必要があり、工程の短縮が強く求められた。



図-1 工事場所位置図

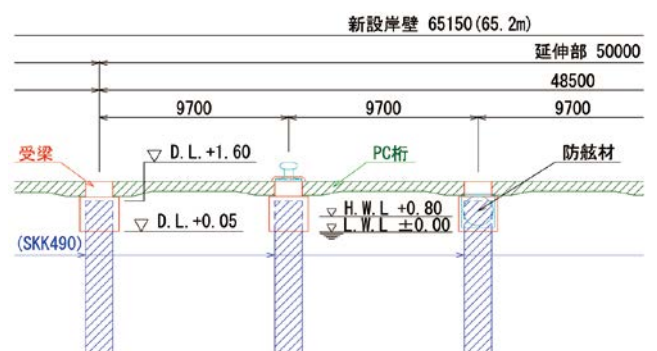


図-2 上部工受梁の計画正面図(当初設計)

3. プレキャスト受梁の導入

一般的に栈橋上部工の受梁を構築する場合、鋼管杭に支保工および足場を設置し、型枠設置、杭頭溶接、鉄筋組立を潮間作業で行ったうえ、水中コンクリートを打設する。当構造物では上部工下端がH.W.L.以下(L.W.L.よりわずかに5cm上方)であることから(図-2)、コンクリート打設前における鉄筋の海水浸潤、硬化前の若材齢コンクリートへの波浪外力の作用、厳寒期における寒中養生設備の設置が難しいなど、鉄筋コンクリート構造物の品質確保が課題となった。特に鉄筋溶接は干満帯に位置しており、厳冬期に水中での組み立てや溶接を余儀なくされるものであった。

当工事場所は、岸壁と防波堤との隅角部に位置し(図-1)、風波や航跡波・防波堤からの沿い波など、波浪の影響を受け、作業中止による工程延伸が懸念された。さらに構造的な条件により、型枠や足場を水面付近に設置する必要があり、波浪外力に耐える強固な仮設構造を要するなど、工程短縮が課題であった。

また水面付近の潜水作業では、潜水士が波に翻弄されて姿勢保持が難しいほか、資材も波力を受けて動揺しやすく、挟まれなどの重大災害が懸念された。また工事期間中の干潮時間帯は夜間となる潮間作業であり、作業効率の低下と、視認性低下による安全性の確保も課題となった。

そこで、これらの品質確保・安全性向上・工程短縮の観点から、受梁のプレキャスト化施工を採用することとした。

4. プレキャスト受梁の設計

4-1 杭頭剛結方法

施工時および完成後の構造部材の安全性について事前の検討を要した。当工事では鞘管方式(ソケット方式)を採用した。上部工受梁側は鞘管構造とし、これを鋼管杭に挿入したのち、杭と鞘管の間隙部にグラウトを充填するものである(写真-1)。受梁の配筋は当初設計通りとし、鞘管との接合方法を照査した。鞘管方式の杭頭剛結方法は、当社技術研究所の池野らにより実証された結果に基づくものである。

4-2 受梁の構造条件と設計照査

受梁の形状・寸法(梁幅・天端高・梁下端水深)は当初設計通りとして変更しないこととした。一方で、受梁は在港の300t吊起重機船により架設することから、

作業船の吊荷荷重と作業半径より制限重量を確認し、作業性を維持した。プレキャスト化された受梁は鞘管を内蔵することから鋼材量が増し、当初設計断面よりも全体重量が増加することとなった。このため受梁の重量増加に対する当初設計の確認が必要となり、実際の重量を用いてその構造安定性を確認した。さらにプレキャスト化するにあたり、吊上げ時およびグラウト充填前の仮受時の部材照査を別途実施した。

4-3 鞘管部の腐食対策

プレキャスト受梁では鉄筋の位置に変更はないが、鞘管についても、腐食を考慮したかぶりを設定する必要があった。ここでは鞘管の下端を受梁下端表面よりも70mm離隔して製作し、後工程で施工されるグラウト内に鞘管が埋設する方法を選定した(図-3)。

4-4 仮受方法

プレキャスト受梁は、鋼管杭に架設されたのち、位置や傾きの最終微調整が必要である。仮受工の位置を事前に調整するほか、高さはライナープレート、水平方向はスペーサを配置して、厳密な位置修正を行った。

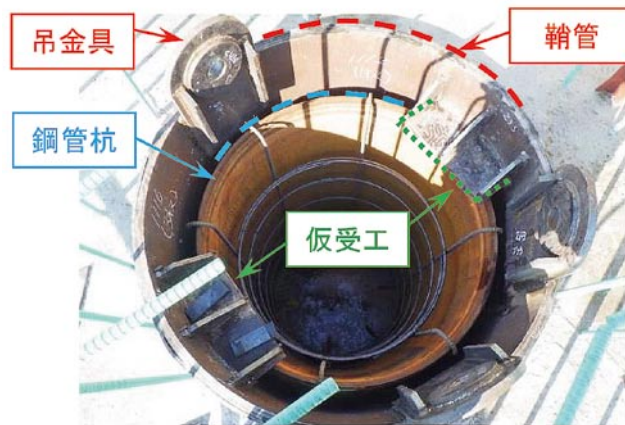


写真-1 杭頭剛結部

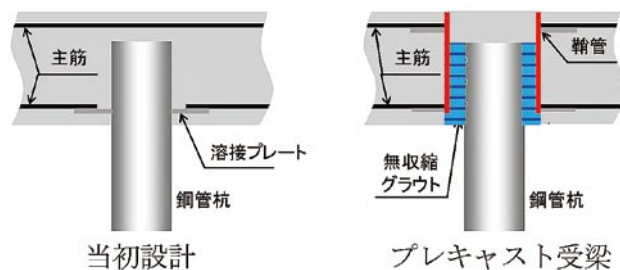


図-3 杭頭剛結部の構造比較

5. 現場施工に際しての課題への対応

5-1 製作ヤードの選定

プレキャスト部材の効率的な施工を目的として、製作～運搬～据付に至るまでの一連作業を円滑に行うことができるように、製作ヤードを選定した。約100t/本の受梁は海上運搬(約4km)することとして、起重機船によって直接的に積み込みが可能となるよう、岸壁際に製作ヤードを構えることとした(図-6)。この際、製作する受梁の重量が、既設岸壁の設計上載荷重を超えないことを確認している。

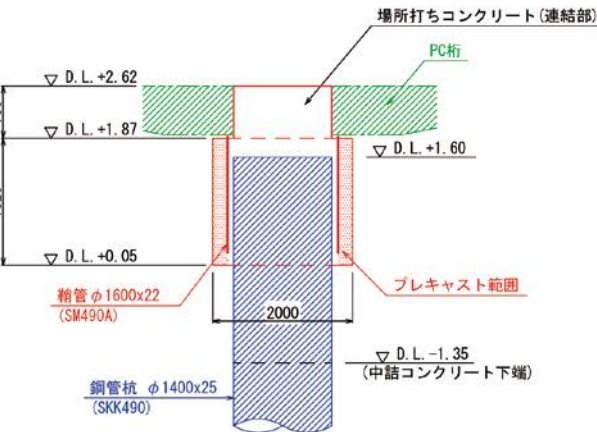
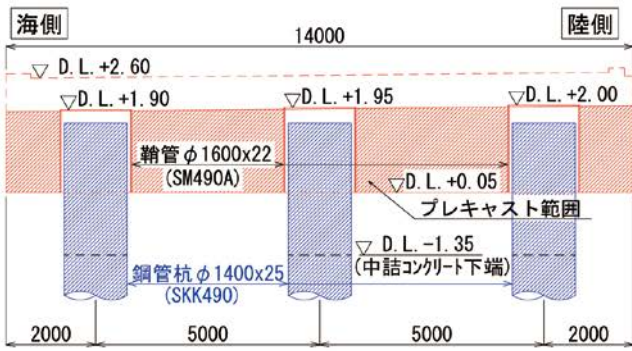


図-4 上部工受梁の側面図・正面図(プレキャスト)



図-5 施工計画の変更(左:当初・右:プレキャスト)



図-6 受梁製作ヤード位置図

5-2 寒中仮囲いの整備

厳冬期の施工にあつて、品質確保を目的として、防寒、防風および作業性の向上を兼ね備えた十分な広さ(20m × 70m)の堅固な仮囲いを設置した(写真-2)。屋根は材料搬入が可能な開閉式である。厳冬期に製作場所の除雪が不要であるほか、確実な温度管理を行いながら打設および養生が可能となった。また全7本の受梁について、同時製作が可能となった(図-5)。

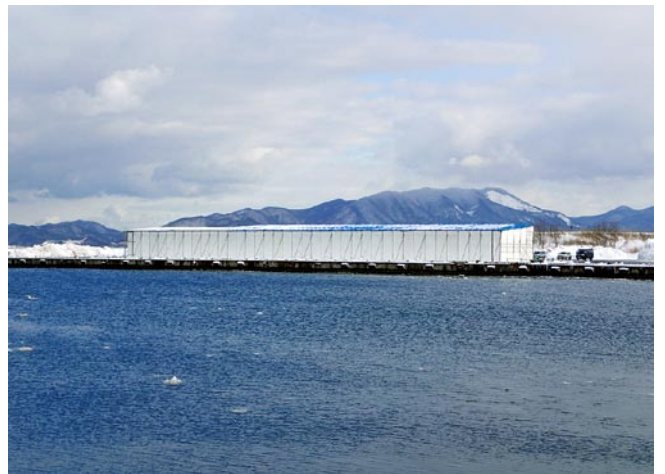


写真-2 プレキャスト部材製作ヤード

5-3 鋼管杭の打設精度・鞘管径の設定

鞘管は杭頭剛結に影響する部位である。ここでは鋼管杭の打設精度を考慮した据付時の検討を実施し、既設鋼管杭の打設精度に対応した鞘管を選定した。本工事では既設鋼管杭径 +200mm の鞘管を採用し、さらにレーザースキャナーで測定した既設杭の出来形(位置ズレや傾き)も考慮して受梁製作時の鞘管の配置位置および傾きを許容範囲のなかで微調整した(写真-3)。



写真-3 プレキャスト受梁製作時の鞘管調整

5-4 安全かつ効率的な据付作業の検討

杭と鞘管との空隙は平均 100mm と僅かであり、吊荷の傾斜は架設時の施工性を著しく低下させる。そこで安定した吊上げ姿勢保持のため吊天秤を使用した(写真-4)。また据付時には、起重機船の動揺により杭とプレキャスト部材がいたずらに接触し、衝撃的な荷重が双方に作用することが懸念された。そこで、鞘管へ既設鋼管杭を円滑に誘導するため、あらかじめ鋼製ガイドを既設鋼管杭頭部に設置した(写真-4)。



写真-4 専用吊天秤と杭頭鋼製ガイド



写真-5 プレキャスト受梁据付状況

6. まとめ

これまで事例の少ない杭式栈橋の杭頭剛結部を含む受梁について、設計変更点を迅速に検討しプレキャスト構造を導入した結果、当初設計を大きく変更することなく、品質向上・工程短縮・施工安全性の向上を図ることができた。

栈橋上部工の施工に際しては、現場特有の構造条件や施工条件に応じて、その合理的な施工方法が異なるものであり、今回のプレキャスト施工の実績が、施工方法の選択肢のひとつとして活用され、今後の導入促進の第一歩となることを期待する。



写真-6 完成写真