

大型クレーン船を使用した鋼製橋桁の 一括架設における安全対策の取り組みについて

浅賀秀一¹

¹四日市港湾事務所 保全課（〒510-0064 三重県四日市市新正3-7-27）

平成28年10月1日、四日市港霞ヶ浦北ふ頭地区道路（霞4号幹線）上部工事において、大型クレーン船による鋼製橋桁の一括架設を実施した。架設に際しては、水路上に大型クレーン船を展開する事から、航行船舶の安全確保が重要であるとともに、橋桁が企業所有の栈橋と近接する事から作業船の接触防止等安全対策に特に配慮する必要があった。

関係者との綿密な調整及び最新技術の採用により適切な対策を講じた結果、安全・円滑な施工が出来た。

キーワード：大型クレーン船、一括架設、鋼橋、臨港道路

1. はじめに

四日市港霞ヶ浦北ふ頭地区道路（霞4号幹線）は、国際拠点港湾四日市港の港湾施設であり、四日市港霞ヶ浦地区と伊勢湾岸道みえ川越ICを結ぶ約4.1kmの高架橋である（写真-1）。

このうち、約800mは大型クレーン船を使用して一括架設を行う計画である。

施工箇所は、外国船を含む一般船舶が往来する富双水路や、コンビナートに立地する民間の荷役施設があることから、大型クレーン船を使用した作業には特に安全への配慮が求められる。

また、本工事における施工が当該事業で最初の海上架設となることから、関係者から安全面を心配される声もあり、より丁寧な対応が必要となった。



写真-1 霞4号幹線事業範囲全景

本稿では、大型クレーン船による鋼製橋桁の一括架設において実施した安全対策の内、架設箇所周辺を航行する一般船舶の安全確保、近接する企業所有の栈橋（以下、栈橋という）を利用する船舶への安全対策及び栈橋への衝突防止対策の取り組みについて報告するものである。

2. 事業の背景

四日市港は、背後地域における産業活動及び生活・消費活動に伴う原材料及び製品の輸出入港として重要な役割を果たす三重県唯一の国際拠点港湾である。

背後地域には、エネルギー関連企業、コンビナート企業、自動車メーカー、電子機器メーカー等、製造業が多く立地し、四日市港及び背後地域は、「ものづくり中部」の片翼を担っている。

現在、世界各国間の貿易においては、世界同一規格のコンテナを用いた海上輸送が主流となっており、四日市



写真-2 四日市港に入港するコンテナ船



写真-3 霞ヶ浦ふ頭全景



図-1 霞ヶ浦ふ頭と周辺の道路状況

港においても専用の大水深岸壁が整備供用され、年間のコンテナ取り扱い個数は全国10位（平成27年）を誇っている（写真-2）。

四日市港におけるコンテナ貨物の取り扱いは、全て霞ヶ浦ふ頭で行われているが、出島形式の埋立地であるため、現状は出入り口が霞大橋1本しか無い状態である（写真-3）。

そのため、国道23号又は県道401号を經由して、東名阪自動車道「四日市東IC」や、伊勢湾岸自動車道「みえ川越IC」を利用する貨物車を含め、全てのコンテナトレーラーや貨物トラックが霞大橋を通過する必要があることから、交通渋滞の原因になっている（図-1）（写真-4）。

さらには、1万人近いふ頭内労働者の災害時における避難経路の確保や緊急輸送路の代替路の確保も課題となっている。

港湾で発生する交通量は絶対量こそ大きくないものの、船舶の入出港のタイミングに合わせて特定の曜日及び時間帯に瞬間的にピークを迎えるという特徴が有る。

昨今の物流においては、定時性・即時性が重要視され、船舶入港から工場又は消費地への円滑な輸送の確保が求められていることから、コンテナ船入出港前後の混雑緩和対策が重要となっている。

このような背景から、海上貨物の円滑な輸送、周辺道



写真-4 交通集中により混雑する霞大橋

路への環境負荷低減、災害時の代替路の確保等を目的に霞4号幹線の整備を進めている。

3. 本工事の概要

本工事は、6径間連続鋼床版箱桁橋（延長約490m）の架設を行うものであり、そのうち、1径間（約85m）については、2,050t吊りの大型クレーン船を用いて海上一括架設を行った（図-2）。

橋桁の製作及び地組立ては衣浦港（愛知県半田市）の工場で行われ、台船に搭載した状態で四日市港に曳航した。

港内で一晩停泊し、架設当日の早朝に架設現場の沖合で吊り上げ作業を行い、引き続いて吊り運搬、架設が行われた。

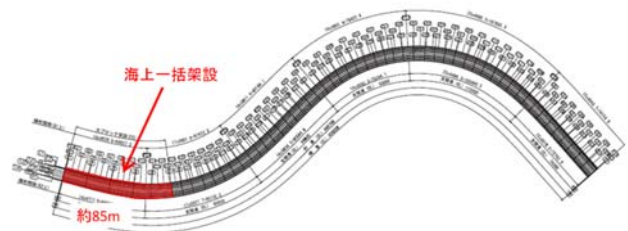


図-2 平面図

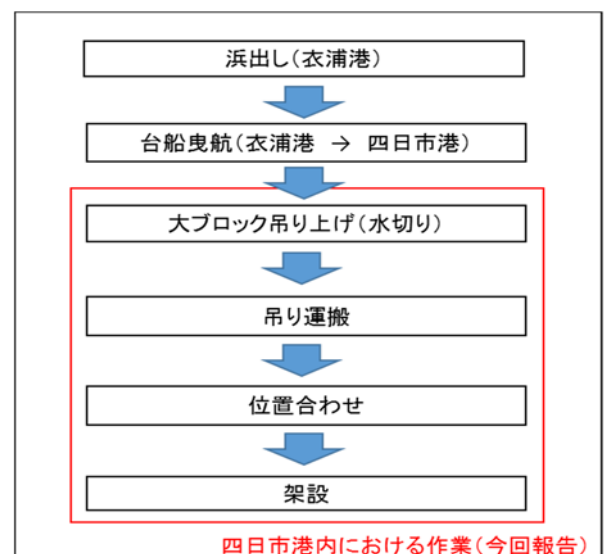


図-3 施工フロー

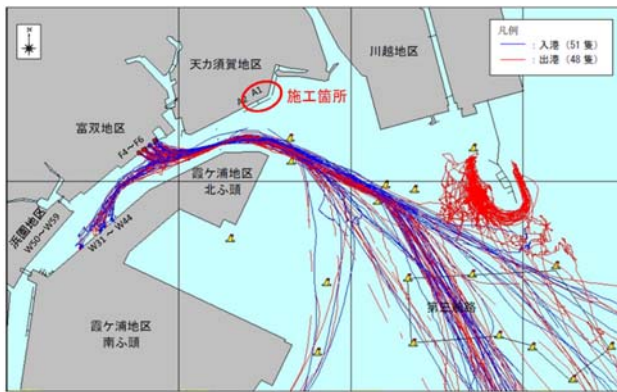


図-4 消防防災船のAISデータ（1ヶ月間）

4. 安全上の課題

(1) 一般船舶の航行に対する課題

架設作業を行う海域は富双水路と呼ばれ、出島である霞ヶ浦ふ頭と内陸側の天カ須賀地区及び富双地区に挟まれた狭隘な海域である。

航行実態についてAISデータの収集（図-4）、四日市港統計年報、船籍表、港湾管理者・荷役施設管理者へのヒアリング等により調査整理した結果、各地区の栈橋や岸壁を使用する貨物船、作業船、給油船、小型ボート、消防防災船等が日平均で7.4隻入港していた。

架設作業にあたっては2,050tの大型クレーン船、曳船、3,000t積の輸送台船等を富双水路内に展開するため、一般航行船舶への影響が大きく、事故防止に向けて海事関係者や周辺企業の意見聴取を踏まえて安全対策を検討する必要があった。

(2) 栈橋の入出港船舶に対する課題

架設箇所近接する栈橋は近隣企業や大手製造業の工場に燃料や材料を供給する重要な施設であり、安定的な供給を確保するため、栈橋の利用を制限する事は困難な状況であった（写真-5）。

また、需要にあわせて、その都度配船を調整することから、入出港予定を事前に把握する事ができないため、関連企業との綿密な連絡調整や、船舶の動向に合わせた



写真-5 架設箇所に近接する企業バースに入港する船舶

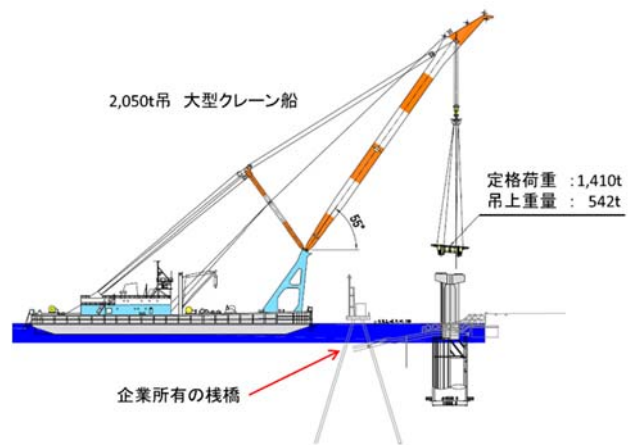


図-5 架設イメージ（栈橋を山越し）

臨機応変の工程調整が必要となった。

(3) 栈橋に対する課題

架設工事は、栈橋を山越して行う必要があった（図-5）。栈橋ではアンモニア等の危険物を扱っているため、強風や波浪に伴う船舶の動揺等により万一接触事故等が発生した場合、重大な事故に発展するとともに、経済的なインパクトも大きい事が想定される。

栈橋を所有する企業からも、施工時の安全性を懸念する声があり、接触防止対策について万全を期すとともに、対策の内容について企業が抱く不安を払拭する事による合意形成が必要とされた。

5. 事前検討及び合意形成

事前検討においては、当該海域における航行実績を踏まえ、架設作業中における一般航行船舶の航路確保及び安全対策について検討を行い、主要な海事関係者への意見聴取を踏まえて対策案をとりまとめた。

対策案は四日市海上保安部、海事関係の各種団体、コンビナート企業、警察、港湾管理者等34の構成員からなる「四日市港内航行安全委員会¹⁾（平成26年12月、委員長 谷水一隆氏（四日市会議専門協議会 会長））」の承認を得て決定された。

平成28年8月には、工事受注者により航行安全委員会の結果を踏まえた具体的な工程計画及び安全対策等がとりまとめられ、同委員会において再説明を行い、関係者への周知及び合意形成をはかっている。

また、栈橋を所有する企業に対しては、施工の安全性についての懸念を払拭する必要があったため、個別に企業を訪問し、吊上荷重542tに対して定格荷重1,410tの能力的に十分な余裕のある大型クレーン船を使用することや、航跡波、波浪、風浪及び潮流の影響による動揺対策（後述）、緊急時の対応方針や連絡体制等について説明を行い、了解を得た。

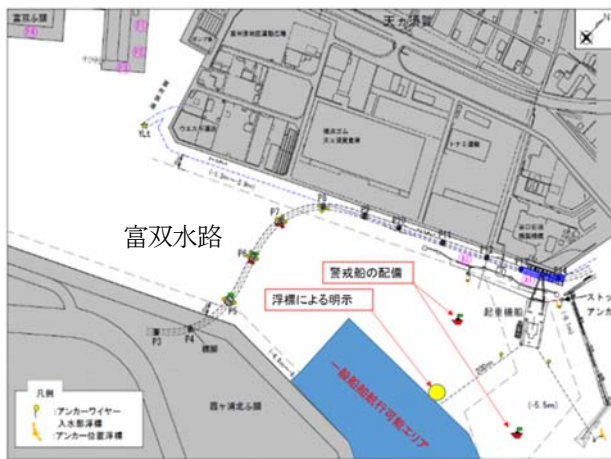


図-6 一般船舶の航行ルートと監視船の配備

6. 施工上の安全対策

(1) 一般航行船舶に対する安全対策

一般航行船舶と作業船やアンカーワイヤーとの接触事故を防止するため、一般船舶の航行ルートを限定し、航行安全委員会における説明やリーフレットの配布等により事前に周知するとともに、アンカー位置を浮標の設置により明示した（図-7）。

また、一般航行船舶には、外国船籍の船も含まれることから、監視船及び作業船には国際VHF無線を搭載した船を配備し、緊急時に航行船舶と確実にコミュニケーションがとれる環境を整え、注意喚起を行った。

その結果、架設作業時における一般航行船舶の航行に混乱は無く、スムーズな航行が行われた。

(2) 企業バス入出港船舶に対する安全対策

企業所有の栈橋を利用する船舶の入出港に対しては一切影響を与えない事を前提として架設日の調整を行った。

通常は土曜日及び日曜日に着岸している事が無いため、架設日を土曜日、日曜日を予備日として設定し、実際の入港予定が無い事をヒアリングしたうえで作業計画を作成した。

また、過去の実績では、金曜日の夕方まで接岸している事が少ないため、前日の金曜日の夕方に海底へのアンカー設置作業を行う事を想定して、栈橋を所有する企業に作業計画を提示したうえで入出港船舶の情報提供を依頼した。

しかし、直前の木曜日になり、栈橋を所有する企業から、金曜日に船舶が入港する事になり、出航時間は夕方になるとの連絡があった。

出航後は日没のため、予定していたアンカーの海底設置作業ができない事から、作業計画を見直す必要が生じた。急遽受注者とともに施工手順及びパーティー編成の再検討を行い、作業分担の工夫により、当日の朝、台船上で橋桁本体の玉掛け作業を予定している時間帯に、別パーティーによる平行作業でアンカーの設置作業を実施することで調整を行った。



写真-6 栈橋を山越して架設する様子

その結果、全体工程を遅延することなく、施工が可能となった。

(3) 企業所有の栈橋に対する安全対策（接触防止）

栈橋を山越して架設する際、橋桁や大型クレーン船が栈橋へ接触することを防止するために対策を行った（写真-6）。

架設箇所前方には栈橋があり護岸等にワイヤーの固定ができないことから、栈橋前面にあらかじめストックアンカーを設置し、操船を行った。

また、大型の一般船舶が航行する際、航跡波が発生し作業船の動揺の原因となるため、作業船に監視員を配置し入出港船舶を監視することで航跡波の発生を予見し、作業船の動揺による栈橋への接触を防止した。

加えて、「施工領域監視システム（3D バリア）（NETIS KT- 140100-A）」及び「スパッド付き台船の配置」を採用することにより、更なる安全対策の向上を図った。

通常、大型クレーン船による海上での架設作業は、船長が目視により架設位置を確認し大型クレーン船のアンカーワイヤーを巻いたり緩めたりすることで、船体の位置や方向を変えて架設位置に導く。



図-7 スtockアンカーの設置



写真-7 大型クレーン船操舵室からの視野

目視のため、障害物との距離や正確な架設位置が把握しにくい（写真-7）。

施工領域監視システム（3Dバリア）は、橋桁及び作業船にセンサーを設置し、栈橋の領域をあらかじめ設定する事により、架設位置への座標誘導と障害物との相対位置を同時に管理する事が可能で、障害物の領域に接近すると警告灯と警報で危険を通知するとともに、橋桁の現在位置と架設位置の差異をリアルタイムに把握できる（図-8）。

施工領域監視システム（3Dバリア）のモニターや警報装置は大型クレーン船操舵室内に設置し、元請職員が常駐してモニタリングを行った（写真-8、写真-9）。

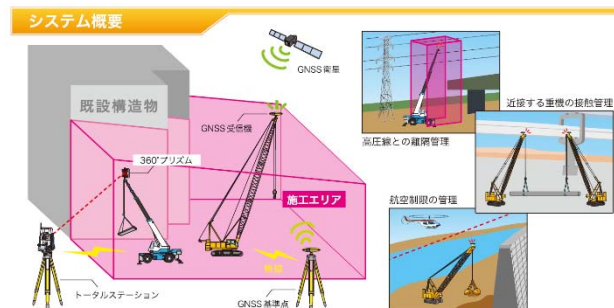


図-8 施工領域監視システム（3Dバリア）のイメージ



写真-8 施工領域監視システム（3Dバリア）の使用状況

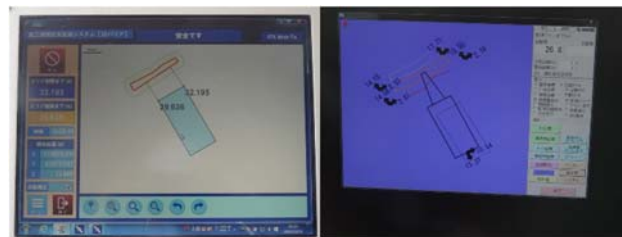


写真-9 施工領域監視システム（3Dバリア）のモニター表示

スパッド付き台船は船体に装備されているスパッド（鋼杭）を直接海底に打ち込んで船体を固定する機能を有した台船で、これを大型クレーン船側面に配置する事で、潮流による大型クレーン船の移動を防止するものである（写真-10）。

これらの対策により、架設作業中は常時栈橋との安全距離を確保する事ができた。

また、位置合わせ作業は午前9時頃から午前11頃に行われており、潮流の動きが比較的大きな時間帯となったが、船体が大きく流される事はなく、工程計画通りの作業時間で位置合わせが完了した（図-8）。

7. まとめ

今回の架設は、四日市港霞ヶ浦北ふ頭（霞4号幹線）の工事において最初となる大型クレーン船を使用した、鋼製橋桁の一括架設であった。

外国船も含む多くの一般船舶が航行する富双水路や危険物を取り扱う企業所有の栈橋が近接していることから、



写真-10 横付けされたスパッド付き台船

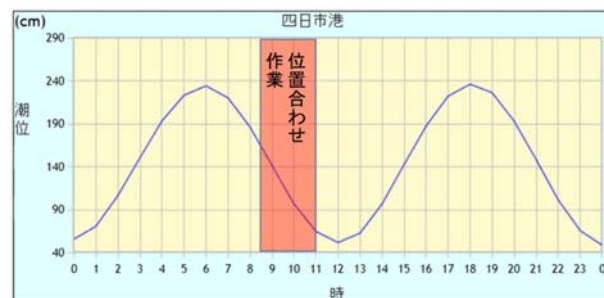


図-8 作業時の潮位変動



写真-11 架設作業を見守る近隣企業や一般市民の皆様

計画当初より上部工架設時の安全確保が課題とされ、関係者との協議、調整が進められてきたところである。

本工事の実施にあたっては、着手前に「一般航行船舶の安全対策」「近接バース入出港船舶の安全対策」「企業所有の栈橋に対する安全対策」について、関係者から聴取した意見を踏まえた検討を実施し、四日市港港内航行安全委員会の承認を得て、水域利用者への周知、関係者との合意形成を行った。

本工事においては、実施した各対策が効果を発揮し、波浪・風浪による想定外の動揺、潮流による想定外の移動、栈橋への異常接近について、いずれも発生すること無く、計画された作業時間内に作業を完了できた。また、一般航行船舶への影響も極めて小さく、苦情は発生していない。

今回、当該事業最初の一括架設ということもあり、近隣企業の皆様にはご心配を頂き、当日は休日であるにも関わらず、近隣企業や地域住民など多くの皆様に架設作業を見守って頂いた。（写真-11）その後も事故無く工事は進捗し、現在は陸上クレーン架設部分も架設が完了している（写真-12）。

地域の期待に応えるため、より一層安全に留意し、工事を行っていかねばならないと感じている。



写真-12 一括架設から4ヶ月後の状況（H29. 2）

当該事業では、同水路内において平成29年5月以降、10径間の一括架設が予定されている。本工事で得た経験を生かし、安全な施工を行いたい。

本報告が、今後実施される類似工事の参考になれば幸いである。

参考文献

- 1) 国土交通省中部地方整備局四日市港湾事務所：平成26年度四日市港道路（霞4号幹線）航行安全対策検討業務報告書，2014
- 2) 気象庁ホームページ（<http://www.data.jma.go.jp/kaiyou/db/tide/suisan/suisan.php>）を加工して作成，2017. 5