

# 水島臨港道路における台船架設と460mのコンクリート圧送 Erection with Barges and Pumping 460 M Concrete at Muzushima Harbor Road



佐藤 功 武\*<sup>1</sup>  
Isamu SATO



飯野 元\*<sup>2</sup>  
Hajime IINO



大塚 恵\*<sup>3</sup>  
Megumi OTSUKA



瀧 直 純\*<sup>4</sup>  
Naozumi TAKI

## 要 旨

水島臨港道路は、水島臨海工業地帯の中心である水島港の物流拠点の慢性的な交通渋滞を改善し、効率的な物流並びに周辺環境の改善を目的として計画された総延長3000mの臨港交通施設である。

本工事では、新高梁川橋梁上部工の水島側430mのうち、1径間を仮栈橋・杭バントによるクレーン架設工法、5径間を台船一括架設工法で架設し、床版工において橋梁では稀である460m（水平換算長）のコンクリート長距離圧送を行った。

キーワード：台船架設工法，コンクリート長距離圧送，圧送補助剤

## 1. はじめに

水島港は水島臨海工業地帯の玄関口である岡山県中西部高梁川河口に位置し、特定重点港湾に指定されている。

水島臨港道路は水島港港湾計画のうち、現在大きな迂回を余儀なくされた物流拠点の水島地区と玉島地区の慢性的な交通渋滞を改善し、効率的な物流並びに周辺環境の改善を目的として計画された（図-1）。

本工事は水島臨港道路上部工の水島側430mのうち、1径間を既設仮栈橋より河川内へ設置した杭バントを利用してクローラクレーンバント工法にて架設し、残り5径間をヤードにて地組立、FCにて浜出し後、台船架設を行った。

また床版工においては、立地条件及び打設順序の解析の結果、陸上部より460m（水平換算長）のコンクリート長距離配管圧送を行った。

本稿では、主として台船による一括架設工法と、床版工におけるコンクリート長距離圧送について報告する。

## 2. 工事概要

工 事 名：水島港水島玉島地区臨港道路（渡河部）  
橋梁上部工事

発 注 者：国土交通省中国地方整備局宇野港湾事務所

工事場所：岡山県倉敷市高梁川河口

実施工期：平成26年11月1日～平成27年8月10日

橋梁形式：鋼6径間連続合成箱桁橋（細幅箱桁）

橋 長：430.0m

支 間 長：71.0m+4@72.0m+69.0m

鋼 重：1,559t



図-1 位置図

\*<sup>1</sup> 工事本部橋梁工事部橋梁工事グループ現場所長

\*<sup>2</sup> 千葉工場技術部設計グループ主任

\*<sup>3</sup> 千葉工場技術部設計グループ

\*<sup>4</sup> エム・エムブリッジ株式会社

### 3. 施工概要

当現場は起点側（水島側）よりRP-13からRP-19までの6径間で構成されており、RP-13からRP-14の1径間はクローラクレーンベント工法、RP-14からRP-19までは大ブロック台船一括架設を行った（図-2）。

RP-13からRP-14の施工として、最初に既設仮橋橋上に組み立てた150吊ccを使用して3基の杭ベントを設置し、クローラクレーンベント工法にて架設を実施した（写真-1）。

対岸（玉島側）では並行して台船一括架設に向けて、1径間毎の5ブロックに分けた大ブロックの地組立及び合成床版（SCデッキ）の設置、台船艀装を約1か月半で行った（写真-2）。

架設工程は浜出し、曳航、架設の3日を1サイクルとし、2000t吊FC「金剛」にて浜出しを行い（写真-3）、約300tのベント材を使用して艀装した3000t積DB「釣島」へ積み込み、翌日現地へ曳航し、作業区域内にて停泊させた。架設はその翌日に行い、架設後の台船は当日離脱・出域し、ヤード岸壁まで曳航した。

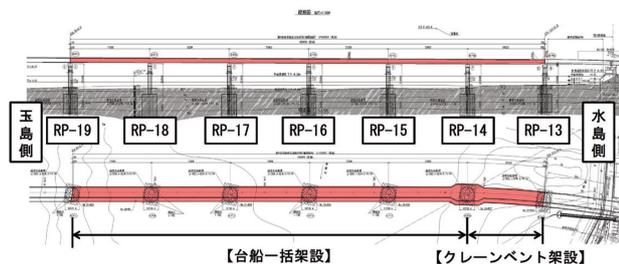


図-2 架設区分図



写真-1 クレーン架設

架設後、合成床版へ配筋し、仮橋橋上へ設置したコンクリートポンプ車及び最長で460m（水平換算長）の配管圧送にて1728m<sup>3</sup>のコンクリートを11ブロックに分けて打設した。



写真-2 大ブロック地組立



写真-3 2000t吊FC「金剛」による浜出し

### 4. 台船一括架設

台船一括架設について、今回は潮の干満差と台船への注水によるバラスト調整に加え、400mmストロークの油圧ジャッキも併用した。

架設前日に入域・停泊してある台船を満潮時に架設し、引き潮時に台船離脱し、喫水が確保される時間帯に帰港できるよう時間管理に注意を費やした。手順を以下に記載する。

- ①台船進入（橋軸直角方向位置合わせ）
- ②台船引き寄せ（ウインチにて橋軸方向へ）
- ③仕口手前約500mmで停止・潮待ち
- ④潮の状態を確認し、桁固定治具・ラッシング解体・ジ

ジャッキアップ（サンドルに干渉しない高さまで）。

- ⑤台船引き寄せ再開（橋軸・橋軸直角方向を修正しながら所定の位置まで）
- ⑥サンドル高さを調整し、台船上ジャッキを降下させてセッティングビーム及び脚上へ仮受
- ⑦同時にバラスト調整（台船へ注水）開始 ※注水速度 21.6t/min、最大注水量約820t、最大降下量336mm
- ⑧ジャッキ解放及び干渉物の有無を確認し、台船離脱

台船上に400mmストロークのジャッキを設置しジャッキアップしたことにより、架設時間の調整及び短縮が可能になり、同時に注水量も軽減することが可能になった。それにより早期の台船からの荷重解放と、桁との十分なクリアランスを確保することが可能になり、余裕をもって台船を離脱させることができた（写真-4、写真-5）。



写真-4 架設状況



写真-5 台船架台設備（200t-400STジャッキ）

## 5. 床版コンクリート

床版コンクリートの施工に関して、本現場で最大の特徴であり難題は、最長で水平換算長460mに及ぶ長距離圧送である。圧送に必要な配合の変更に関しては、十分な検討が出来た為、万全の態勢で施工に望むことができた。その圧送に必要な変更について記載する。

### (1) 圧送に必要な条件

コンクリートの圧送に関して、所定の品質を確保することは絶対条件であるが、その範囲内で、ポンパビリティ、コンシステンシー、材料分離抵抗性などに優れた配合が必要である。それらを確保することにより優れたワーカビリティーも得ることができ、結果として良質なコンクリートを打設することができる。

### (2) 配合計画の見直し

特に圧送距離が長くなるに伴い、ポンプ閉塞事故や材料分離などが起こるリスクが高くなる。それらのリスクを低減させるためには、圧送に必要な条件を考慮し、配合の見直しをするべきであり、本現場では以下の検討及び変更を行った。

#### 1) 検討条件

##### ①設計配合

当初の設計配合は、以下の通りであった（表-1）。

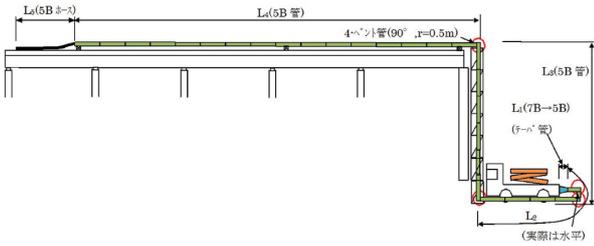
表-1 設計配合

区分	コンクリートの種類	強度	スランプ	粗骨材の最大寸法	セメントの種類	最大水セメント比	その他指摘事項
床版コンクリート	膨張	30	8	20(25)	普通	50%	

【設計配合】  
単位は強度N/mm<sup>2</sup>、スランプcm、骨材寸法mm

##### ②施工上の条件

施工上の条件として、ポンプ圧送距離に現場の条件を考慮して水平換算長を算出した結果、460mとなった（図-3）。



	径φ"	実長 (m)	水平換算係数	水平換算長 (m)	備考
L1	へボン管 車吐出口	7B→5B	2	3	水平換算長 合計:458m →460m とする。
L2	水平配管	5B	16	16	
L3	鉛直配管	5B	12	4	
L4	桁上水平配管	5B	352	1	
L5	ベント管 (4箇所)	5B	1/箇所	4	
Ls	フレキシブルホース	5B	8	20/8	20

図-3 水平換算長の算出<sup>1)</sup>

③スランプ・単位セメント量の検討及び選定

いくつかの文献を参考に、施工条件よりスランプ、単位セメント量を検討した結果、スランプは12cm~18cm、単位セメント量は350~370kg/m<sup>3</sup>が望ましいという結果となった (図-4)。

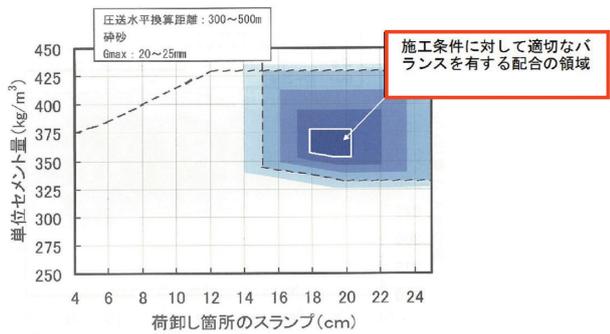


図-4 ポンプ圧送性に関する単位セメント量の照査<sup>2)</sup>

(2) 配合計画

検討条件を考慮して得られた検討結果を元に、配合計画を行った。比較対象として、スランプは15cmと18cmの2種類とした (表-2)。

表-2 配合計画

番号	区分	コンクリートの種類	強度	スランプ	粗骨材の最大寸法	セメントの種類	最大水セメント比	その他指摘事項
1	床版コンクリート①	膨張	30	18	20	普通	47%	高性能AE減水剤
2	床版コンクリート②	膨張	30	15	20	普通	47%	高性能AE減水剤
3	地覆コンクリート	膨張	24	18	20	高炉(B種)	54%	高性能AE減水剤

単位は強度N/mm<sup>2</sup>、スランプcm、骨材寸法mm

(3) その他の検討

長距離圧送ということ踏まえ、予想以上のスランプロスや不慮の事態により、ポンプ及び配管の閉塞が予想された場合を考慮し、事前に添加材の検討を行った。検討した結果、ポンプ圧送補助剤及び流動化剤を配合計画と同配合に別途添加し、試験練りを行うこととした。

①ポンプ圧送補助剤「レオパックPA」

(図-5、写真-6)

ポンプ圧送補助剤は、圧送前の生コンクリートに添加することにより、流動化させるのではなく、圧送によるスランプロスを低減し、ポンプ圧送性を改善できる圧送用の補助剤である。パック型でアジテータ1台 (4m<sup>3</sup>) に対して1袋から2袋使用する。使用方法としては、現場荷卸し試験後のアジテータに袋のまま投入し120秒の高速攪拌を行えばよい。また、本剤は流動化剤「レオパックG」との併用が可能である。

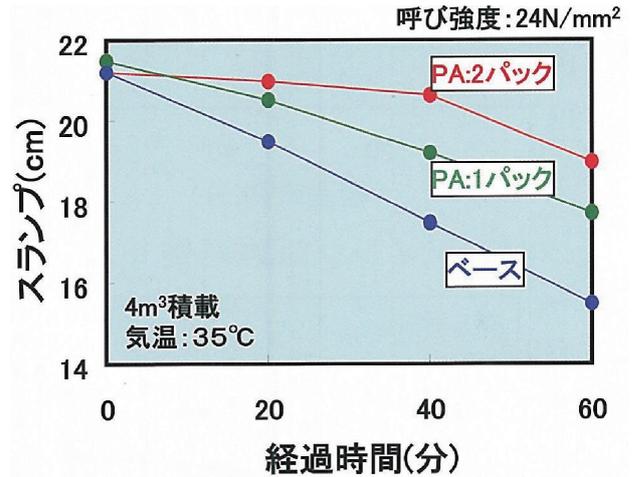


図-5 レオパックPAの効果の目安



写真-6 圧送補助剤「レオパックPA」

## ②流動化剤「レオパックG」

流動化剤は、通常使用されることの多いパック型の材料であり、高性能AE減水剤などのベースの配合に含まれる混和剤の影響を受けにくい。また、使用量の目安を算出する式はあるが、実施工では1パック当たり2~3cm程度のスランプ回復がみられることが多く、使用方法はレオパックPAと同様にアジテータに袋のまま投入し、120秒の高速攪拌を行えばよい。当現場では準備はしたが使用することはなかった。

## (4) 加圧ブリーディング試験 (JSCE-F502-2010)

生コンクリートの水分の移動のしやすさを定量的に把握し、ポンプ圧送性を評価する為に、試験練と同時に加圧ブリーディング試験を行った(図-6、写真-7)。試験方法は、容器に飼料を入れ、加圧による脱水量の測定となる。

但し高強度・水中不分離性コンクリートには適用外である。

ポンプ圧送性を評価する別途の方法として、変形性評価試験があるが、今回はポンプ圧送試験を予定していた為、行わなかった。

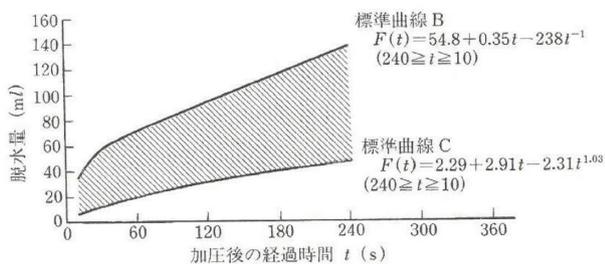


図-6 圧送性が良好である条件(斜線部が良好範囲)<sup>3)</sup>



写真-7 加圧ブリーディング試験

## (5) 試験練及びポンプ圧送試験

配合計画及び添加剤を考慮した配合にて試験練り及びポンプ圧送試験を行った。

実際の施工条件を再現することが困難だった為、水平換算長を算出し、その長さで圧送管を配置し、平地で行った(図-7)。

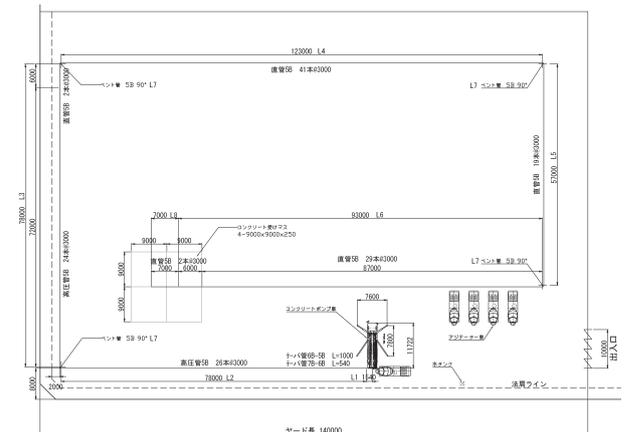


図-7 ポンプ圧送試験計画図

圧送補助剤はアジテータ1台あたり1袋の使用とし比較を行ったが、試験結果では添加後のスランプは2.5cm改善し、筒先のスランプロスも0.5cmと微量であり、(無添加のロスは1.5cm)、圧縮強度は $\sigma_7$ 、 $\sigma_{28}$ ともに無添加の配合と同等であった。よって効果は十分であると判定し、最長圧送部及びその付近での打設時に使用した(図-8)。

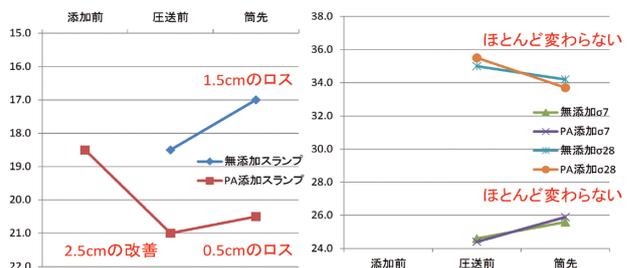


図-8 圧送補助剤の無添加と添加の比較(圧送試験)

また、今回実施した30-18-20N膨張剤入り(無添加)を圧送した際のポンプ圧力を確認したところ、使用ポンプは大型(PY120A-36)で能力が最大油圧27.4Mpaに対し、19Mpaであり能力範囲内はあるが、それ以上はゲージのレッドゾーン付近であり、閉塞の恐れがある為、それ以外の30-15-20Nの配合の試験は中止し、不採用とした。

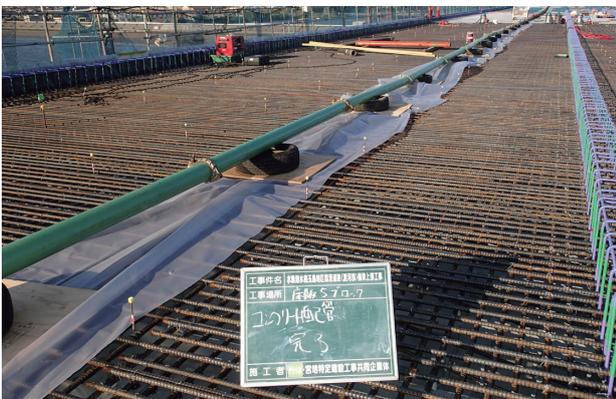
## (6) 現場施工

打設ブロック及び順序を解析データに基づき決定し、既設仮栈橋より床版コンクリートを打設した。仮栈橋からの高低差が約12mあり配管圧送だった為、配管固定用ベントを設置し、打設を行った（写真－8、写真－9）。

460mの長距離圧送でも閉塞することなく打設完了し、圧送補助剤添加時の試験結果も良好だった。



写真－8 配管固定用ベント



写真－9 配管状況

## 6. おわりに

本工事では、床版コンクリートの配合検討で460mの長距離圧送を実現させるべく、業界の歴史でも稀な経験をさせていただき感謝しております。特にさまざまな検討・実験・議論・決断が必要な中、全面的に信頼をいた

だき意見を受け入れていただきました国土交通省中国地方整備局宇野港湾事務所の皆様、現場にご尽力いただきましたエム・エムブリッジ(株)並びに千葉工場のスタッフの皆様、協力業者の皆様に、紙面をお借りしまして厚く御礼申し上げます。



写真－10 工事完了（栈橋より）



写真－11 工事完了（終点側より）

## <参考文献>

- 1) コンクリートのポンプ施工指針，土木学会，2012.
- 2) 施工性能にもとづくコンクリートの配合設計・施工指針（案），土木学会，2007.
- 3) コンクリートのポンプ施工指針，土木学会，2012.

2016.4.4 受付