

# 国道45号 米田大橋の施工

## ～ 工程短縮，耐久性の向上への取組 ～

佐藤 誉則\*1・和田 晃一\*2・原子 和夫\*3

国道45号米田大橋上部工工事は、三陸沿岸道路事業野田久慈道路の一環として、岩手県九戸郡野田村大字野田地内において、米田大橋の上部工を新しく建設する工事である。三陸沿岸道路の完成により三陸を繋ぐ連携が強化され、被災地の復興を支援する目的からも早期完成が求められている。また、東北地方はそのほとんどが積雪寒冷地であり、コンクリート構造物の凍害や凍結抑制剤の散布による塩害およびそれらの複合劣化に対して高い耐久性が要求される。本稿では、PC 8 径間連結コンボ桁橋の施工について、早期完成を目指し工程短縮を行いながら耐久性の向上を実施した取組について報告する。

キーワード：工程短縮，耐久化の向上，真空グラウト工法，パイプクーリング

### 1. はじめに

三陸沿岸道路は、宮城、岩手、青森各県の太平洋沿岸を結ぶ延長 359 km の自動車専用道路である。東日本大震災発生当時の整備進捗率は約 36% で、被災した国道 45 号の迂回・混雑などにより仙台～宮古間は 7 時間以上を要した。しかし、全線が繋がれば半分以下の約 3 時間で通行が可能となる。そのため、平時には暮らしを支え（医療サービス、産業、観光）、災害時には命を守る（避難、救命救急、復旧）という目的をもつ道路として、早期の全線整備が急務となった。

本工事は三陸沿岸道路事業野田久慈道路の一環として、岩手県九戸郡野田村大字野田地内（図 - 1）において、米田大橋上部工の PC 8 径間連結コンボ桁橋を新しく建設する工事である。架橋地においては積雪寒冷地であり、コンクリート構造物の凍害や凍結抑制剤の散布による塩害およびそれらの複合劣化を防ぐために耐久性を向上する必要がある。

### 2. 工事概要

本橋の工事概要を以下に、構造概要を図 - 2, 3 に示す。

工事名：国道 45 号 米田大橋上部工工事



図 - 1 現場位置図



\*1 Takatori SATO

(株) 安部日鋼工業  
工事部工事課



\*2 Koichi WADA

(株) 安部日鋼工業  
工事部工事課



\*3 Kazuo HARAKO

(株) 安部日鋼工業  
技術工務部

工 期：平成 31 年 2 月 10 日～令和 3 年 3 月 26 日  
 発 注 者：国土交通省 東北地方整備局  
 施 工 者：(株)安部日鋼工業 東北支店  
 構造形式：PC 8 径間連結コンボ桁橋  
 橋 長：292.0 m  
 支 間 長：34.75 m + 6@35.2 m + 34.75 m  
 有効幅員：12.0 m  
 斜 角：90°00'00"  
 縦断勾配： $i = 3.0\% \sim 0.5\%$   
 横断勾配：片勾配  $i = 2.0\%$   
 平面線形： $R = 2\,800\text{ m}$

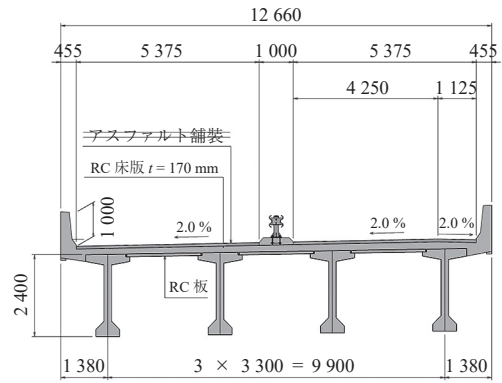


図 - 2 構造概要図 (断面図)

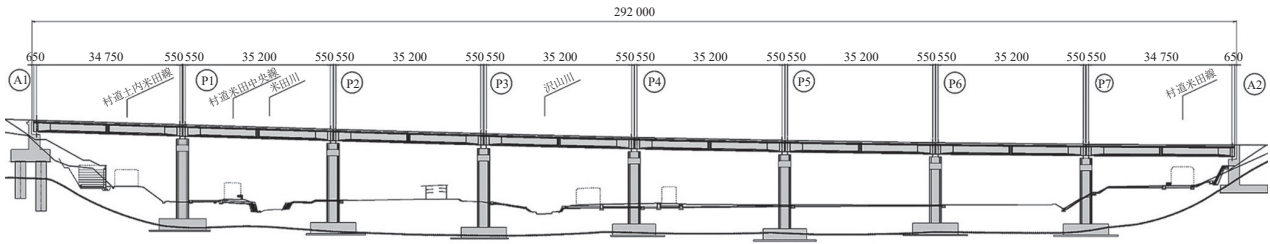


図 - 3 構造概要図 (側面図)

### 3. 工程短縮

本工事は、東日本大震災から 10 年という節目の時期に施工されることもあり被災地の復興を支援する目的からも三陸沿岸道路早期完成を目標に工程短縮を迫られた。そこで、工程短縮を安全に行うために工事関係者間で打ち合わせを行い、計画を進めた。本報告では、工程を大幅に短縮することができた主桁の架設工法について報告する。

#### 3.1 主桁架設工法の選定

当初の主桁架設工法は図 - 4、5 に示すとおり、架設桁と門型クレーンを併用した工法であった。この工法は、橋台背面で 5 分割されたセグメント桁を一体化し 1 本の主桁にしたあと、橋台背面から主桁上に設置した軌条と架設桁上を台車で架設場所に運搬し、門型クレーンによって架設を行う工法であり、この門型クレーンも径間ごとに組立て・移動・解体作業を行う必要があった。また、橋台背面で組み立てた主桁を架設径間まで移動する施工工程を要するとともに、架設後の主桁上にも軌条があるためすべての主桁架設作業が完了し、軌条を撤去するまでは次工程の床版施工に着手することができなかった。

上記工程を短縮する方法として、架設桁と移動式クレー

ンによる架設工法を計画した。この方法は、架設径間上に架設桁を移動式クレーンで設置し、そのうえでセグメント桁を組み立て一体化したあと、2 台の移動式クレーンで架設する工法である。しかし、この方法でも問題点が浮上した。① 橋梁下は全径間にわたり移動式クレーンを配置するスペースがあるが、河川や道路があるため設置に制限を受ける径間もある、② ヤード内の河川には仮橋があるが、

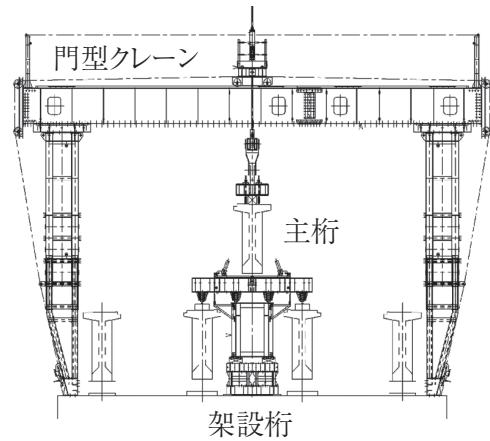


図 - 4 当初架設工法図 (断面図)

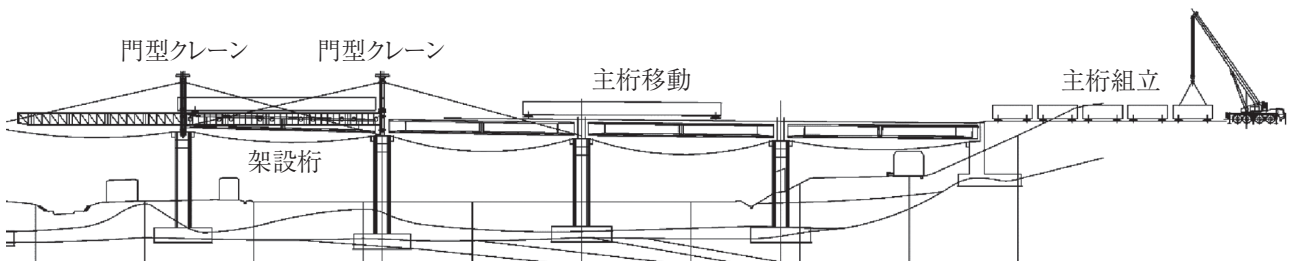


図 - 5 当初架設工法図 (側面図)

大型の移動式クレーンが渡ることを想定されていない、  
 ③ 地上ヤードには移動式クレーン以外に架設桁の設置スペースを確保する必要がある、の3点である。

これらの問題を解決するために対策案を提案した（図-6、7）。対策案として、① 交差道路・河川のかぎられた設置場所からでも架設可能な550t吊りクレーンを使用した、② このクレーン走行時における仮橋の応力検討を行った結果、仮橋がもたないため、解体して組み直した、③ 地上ヤードに架設桁を設置するスペースのない径間は橋脚上に架設桁を設置した。また、クレーンを使用して架設桁を移動することで、通常の送り出しよりも施工時間の短縮を図った。上記の工期短縮案について発注者の承諾を得て約130日の工期短縮となった。

### 3.2 変更架設工法の実施

架設工法変更に伴い架設の施工工程は約半分となり、架設を行いながら次工程の床版・横組の施工を行うため、次

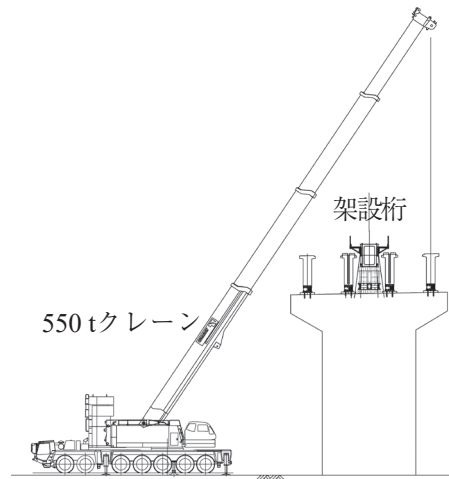


図 - 6 変更架設工法図（断面図）

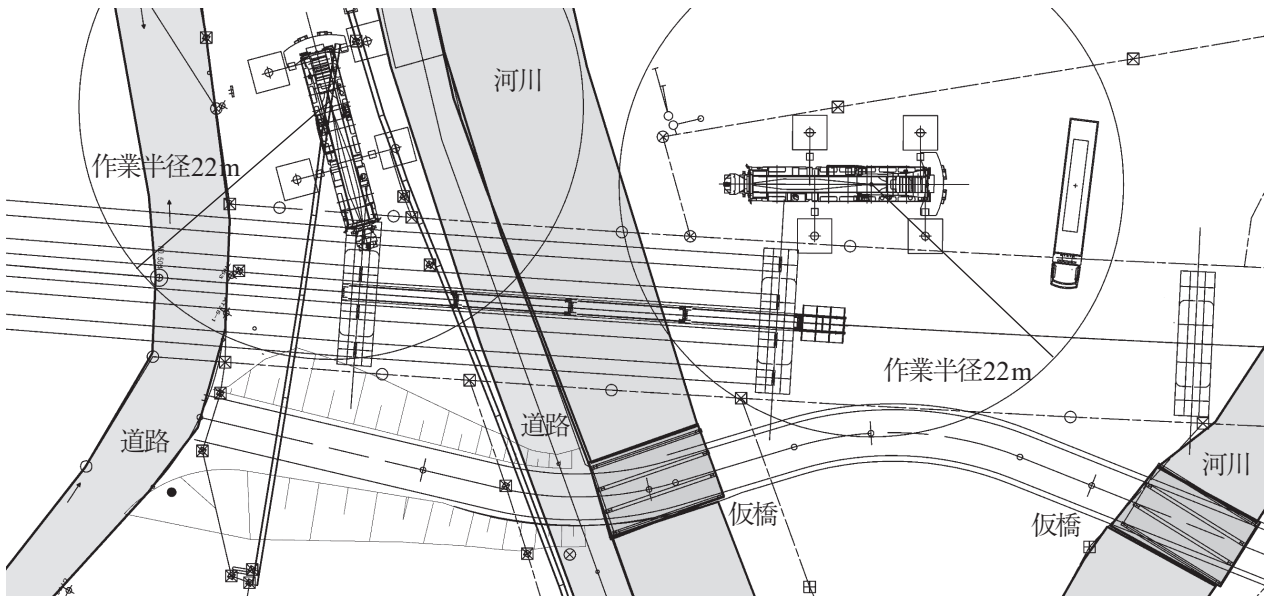


図 - 7 変更架設工法図（平面図）

工程の施工準備の不足がないように準備を行う必要があった。そのため事前に社内および協力会社との検討会、作業開始前に手順会を細かく行い準備をした。その結果、実際に施工が始まり、準備不足もなくスムーズに架設作業を進めることができた（写真-1）。

主桁架設時の施工は主桁の組立てから架設、PC板の敷設までを1日のサイクルとした。主桁架設後は墜落の危険性も高くなるため、写真-2に示すとおり、主桁架設後、速やかにPC板を敷設することにより墜落の危険性をなくすことや、作業通路を確保することで、安全性も向上することができた。また、写真-3に示すとおり架設桁はクレーンを使用して移動した。クレーンを使用しない架設桁の移動は送り出しの作業となるため架設桁の転落等の危険が多い作業であったが、この作業を回避することで安全性が向上した。

主桁の架設完了（写真-4）を待たずに、予定どおり順次床版・横組の施工に着手した。並行施工により作業員の



写真 - 1 主桁架設状況





写真 - 2 PC 板敷設状況



写真 - 3 架設桁移動状況



写真 - 4 主桁架設完了

不足も懸念されていたが、協力会社の協力により不足もなく進めることができ、工程短縮を達成することができた。

#### 4. 耐久性の向上

東北地方はそのほとんどが積雪寒冷地であり、コンクリート構造物の凍害や凍結抑制剤の散布による塩害およびそれらの複合劣化に対して高い耐久性が要求される。

本工事でも、さまざまな耐久性向上への対策を実施した

が、今回は PC グラウトと横桁部コンクリートの耐久性向上について報告する。

##### 4.1 真空グラウト工法

架橋地は過去 5 年間の最深積雪量が 70 cm (気象庁統計: 久慈市) であり、凍結抑制剤による塩害が懸念されていた。グラウトの充填不良は塩化物イオン等の劣化因子侵入の要因となり、腐食の進行に伴う PC ケーブルの破断は、構造物の急激な耐荷力低下をもたらす恐れがある。PC ケーブルの腐食を防ぎ、長期にわたって機能させるためには、グラウトの確実な充填管理が必要となる。

PC グラウトの確実な充填管理を行うために、本橋では真空グラウト工法を採用した。この工法は、排出口に真空ポンプを設置し、シース内を真空まで減圧して残留空気の体積縮小を図り、グラウトの充填性を向上させるものである。注入量の管理は、排出側における目視による排出確認に加えて、PC グラウト注入管理システム (注入側と排出側に流量計を設置して、その差により注入量を確認) による注入量確認で行った。実際の作業に先立ち、実物大試験により真空グラウト工法の有効性の確認を行った。

実物大試験 (写真 - 5, 6) はケーブル全長を対象として、残留空気による空隙の発生が懸念される PC ケーブル曲げ下がり部および定着部に着目し、グラウト充填・硬化後にシースをはぎ取り充填状況を確認 (写真 - 7) した。その結果により空隙の無いグラウト材料の選定と注入流量を決



写真 - 5 実物大試験 全景



写真 - 6 実物大試験



定した。また、曲げ下がり部および定着具背面に充填検知センサーを設置し、その有効性の確認も同時に行った。

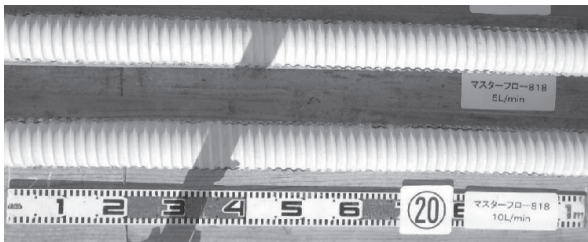


写真 - 7 グラウト充填状況

試験の結果、グラウト材料には充填性に優れ、先流れによる空隙が生じにくいプレミックス型の高粘性型グラウト材を10リットル/分で注入することとした。実物大試験においてグラウトの充填が確認されたことにより、真空グラウト工法(写真 - 8)の有効性が確認された。



写真 - 8 真空グラウト工法

実施工では、実物大試験で目的の一つとしていた作業手順の確認をしていたためスムーズに準備・施工を行うことができた。また、PCグラウト注入管理システムではパソコンで注入・排出量、注入圧力、グラウト温度を一つの画面で確認できるため容易に管理できた(写真 - 9)。

すべてのPCケーブルに充填検知センサー(写真 - 10)を設置して、充填不足がないことを確認した。



写真 - 9 グラウト管理計測状況

PCグラウトを確実に充填できたことにより、PCケーブルの腐食を防ぐことができるため主構造物の耐久性向上に寄与できたと考えている。



写真 - 10 充填検知センサー

#### 4.2 パイプクーリングの実施

マスコンクリート部材である連結部は、水和熱による温度上昇に伴い内外温度差が生じ、内部拘束による温度ひび割れの発生が懸念された。温度ひび割れの発生を抑制するためには、水和熱による温度上昇を抑制するとともに、部材内部と表面の温度差を小さくすることが必要となる。そこで、パイプクーリングを実施し、最高温度の抑制と部材内外温度差の低減を図ることにより、温度応力を抑制して、最大応力発生箇所においてひび割れ発生確率を低減する計画とした。

パイプクーリングの実施にあたり、事前に1×1×1mのマスコンクリート試験体(写真 - 11)を実際に使用する配合で製作し、コンクリートおよび型枠の熱特性を求め、3次元温度応力解析(図 - 8)を行い、通水量、冷却水温度、クーリングパイプの配置およびクーリングの期間を決定した。この対策の結果、横桁下端のひび割れ指数が0.32から2.03に低減できた。

発熱量の異なる部材内部と表面部の2系統に分けてクーリングパイプを配置(写真 - 12)し、熱分配方式パイプクーリングシステム(写真 - 13)を使用してそれぞれに



写真 - 11 マスコンクリート試験体



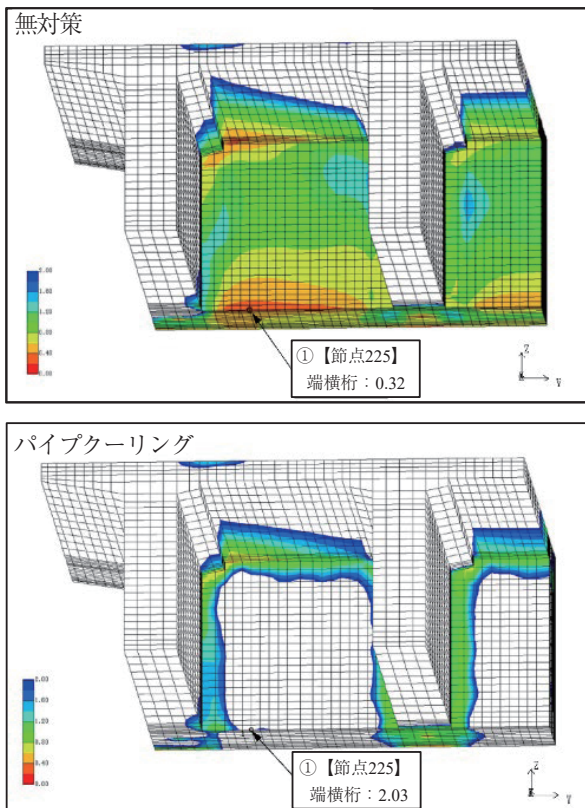


図 - 8 3次元温度応力解析図



写真 - 12 クーリングパイプ設置



写真 - 13 熱分配方式パイプクーリングシステム

温度が異なる冷却水を通水した。

パイプクーリングは24時間のモニタリング管理により、横桁の内部と表面および養生雰囲気温度と横桁表面の温度差がいずれも20℃以下となることを目標に管理した。養生期間終了後、型枠の脱枠を行い有害なひび割れが発生していないことを目視確認した。また、温度履歴の検証の結果、解析どおりの実測となりひび割れを防止することができた。

### 5. おわりに

本工事は、主桁架設工法の変更などにより工程短縮を実施し、東日本大震災より10年という節目である2021年3月に無事竣工を迎えることができた。このようななか、グラウト工法の変更やマスコン対策を実施することにより、耐久性を向上させた。よって、完成した構造物(写真-14,15)は十分な耐久性を有するものになったと考える。最後になりますが、多くの方々に支援いただき竣工を迎えることができました。この場をお借りして深く感謝申し上げます。



写真 - 14 完成写真 (全景)



写真 - 15 完成写真 (起点側より望む)

【2021年8月30日受付】