

新名神高速道路 菰野第一高架橋の設計・施工

(株)大林組 正会員 ○長島 和宏
 中日本高速道路(株) 橋場 幸彦
 中日本高速道路(株) 正会員 牧田 通
 (株)大林組 正会員 古賀 裕史

キーワード：工程短縮，支保工閉合部，ユニット型支保工，風速計，CfFA

1. はじめに

本橋は、2019年3月17日に開通した新名神高速道路[四日市JCT～亀山JCT (27.8km)]のほぼ中間に位置する PRC9 径間、PRC8 径間（上下線）の連続箱桁橋で構成される橋長 483.5m の高架橋である。当該高速道路は 2018 年度内の開通が社会的な要請であり、詳細設計当初から工程短縮が最重要課題であった。しかし、下部工の引渡し時期や供用中の交差道路の切り回しの制約条件に加え、地域特有の強風・突風などの対策を講じる必要があった。本稿では工程短縮のために基本設計から見直した支保工閉合部の施工方法、使用する PC 鋼材や支保工材の選定のほか、現場で導入した風速計や壁高欄に初適用した加熱改質フライアッシュ(CfFA)を混入したコンクリートの試験施工についても報告する。

2. 橋梁概要

本橋の標準断面図を図-1 に、全体一般図を図-2 に示す。
 工事名：新名神高速道路菰野第一高架橋(PC 上部工)工事
 発注者：中日本高速道路(株) 名古屋支社
 工事場所：三重県菰野町潤田～千草
 工期：平成 28 年 5 月 17 日～平成 31 年 1 月 1 日
 形式：上り線 PRC9 径間連続箱桁橋
 下り線 PRC8 径間連続箱桁橋
 橋長：483.5 m (上下線共)
 有効幅員：上り線 9.76 m, 下り線 9.81m (共に暫定)

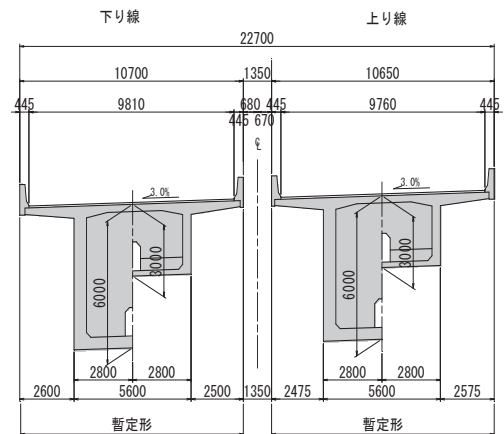


図-1 標準断面図

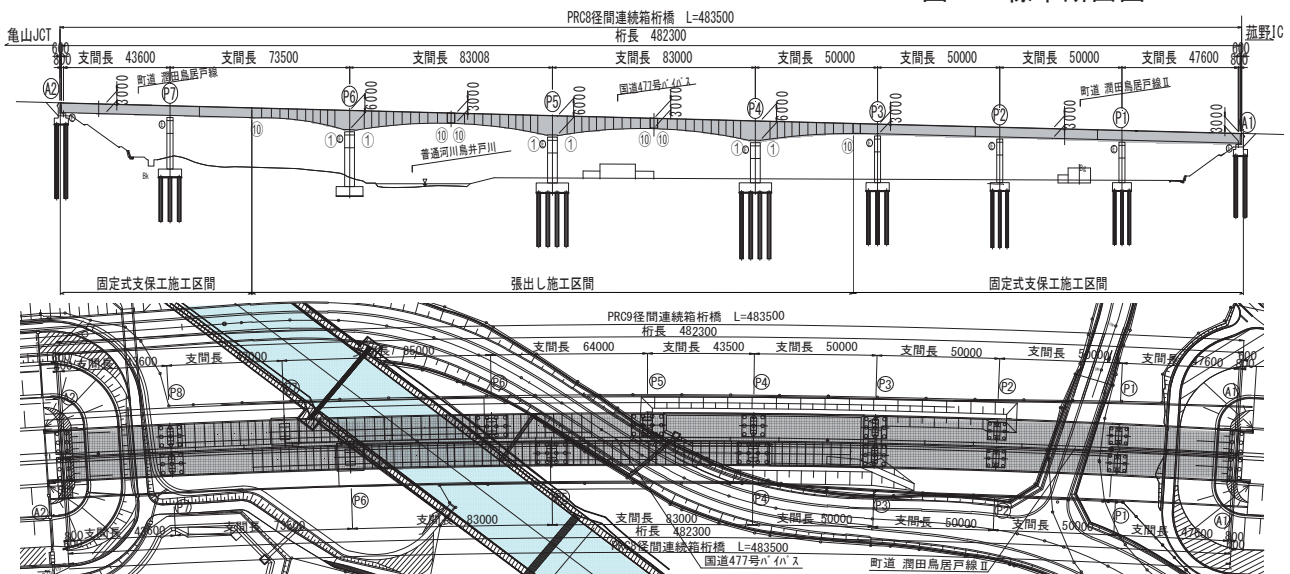


図-2 全体一般図（側面図は下り線）

3. 支保工閉合部の省略

下り線 P4-P3 間の閉合部は、基本設計では図-3 に示すように P4 張出施工および P3-P2 間の固定支保工施工後に、P4-P3 間の閉合部を固定支保工にて施工することとしていた (以下、分割施工)。

しかし、P3 橋脚の引渡しが最も遅いため当該区間がクリティカルパスとなり、この区間の工程短縮が工期短縮に直結した。そこで過去の事例¹⁾を参考に、図-4 のように P4-P3 間の閉合部と P3-P2 間の固定支保工部を同時施工することとした。

具体的には、P3-P2 間の下床版からウェブまでを 1 リフトとし P3-P2 間の上床版と P4-P3 間の閉合部を 2 リフトとする方法である (以下、同時施工)。分割施工は、型枠や鉄筋組立、コンクリート打設、PC 鋼材の緊張など一連の施工サイクルを P3-P2 間、P4-P3 間の閉合部と順に進める必要があり、架台組立や挿入に時間を要する連続外ケーブルの作業着手に遅れが生じる。一方、同時施工は、これらをほぼ同時に進められ、支保工解体も同時に行える。このように重複する工種を同時に行い段取り替えを少なくすることで、同時施工は分割施工と比較して工程を約 35 日短縮できた。

【基本設計】

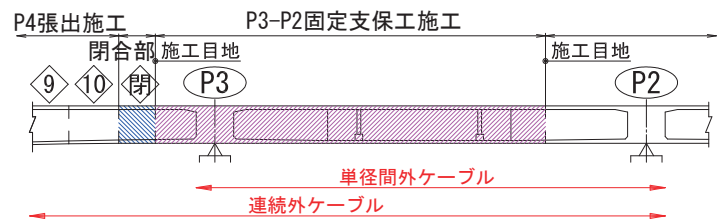


図-3 下り線 P3-P2 径間と閉合部分割施工

【詳細設計】

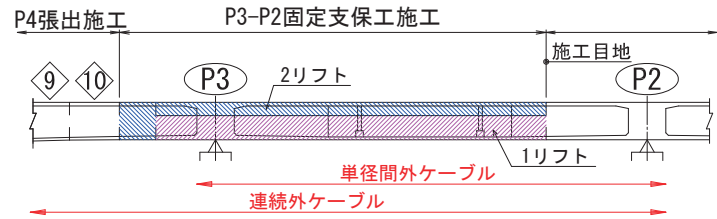


図-4 下り線 P3-P2 径間と閉合部の同時施工

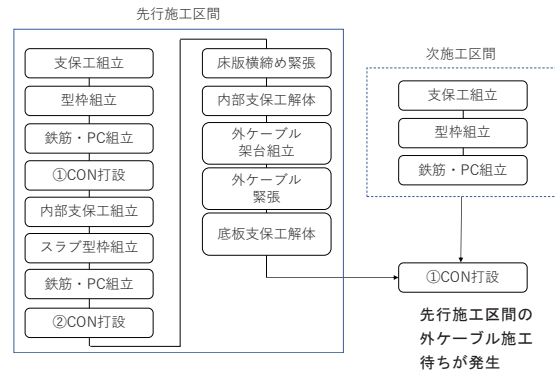
4. 次施工区間での 2 リフト閉合部の設置

本橋は上り線 A1-P5 間と下り線 A1-P4 間で、固定支保工施工が採用されていた。詳細設計における固定支保工部の施工順序は、橋脚の引渡し時期が早い上り線 P4-P5 間を除き、図-6 のように A1 橋台側から 1 径間ずつ進める 1 方向施工が標準だった。

この方法は、先行施工区間の施工 (2 リフトコンクリート打設→床版横締め緊張→内部支保工解体→外ケーブル施工→底板支保工解体) が完了しなければ、次施工区間の 1 リフト目のコンクリート打設ができなかった (図-5 詳細設計フロー)。そのため、工程短縮の必要性から、実施時には 3 章の方法を応用して、図-7 のように次施工区間に閉合部を設けることで、先行施工区間と次施工区間の並行作業を可能にした。閉合区間はウェブ厚の変化と、下床版の橋軸方向鉄筋の継手位置を考慮して 5m とした。

この方法により、先行施工区間の施工中 (2 リフトコンクリート打設～外ケーブル施工) に、次施工区間の 1 リフト目のコンクリート打設が可能となった (図-5 実施時フロー)。

【詳細設計】



【実施時】

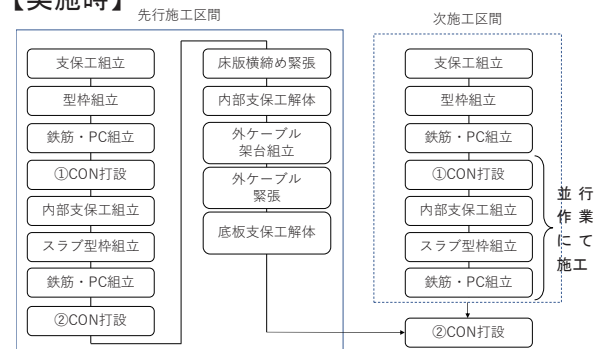


図-5 詳細設計と実施時の施工フロー

その結果、弋工、型枠工、鉄筋工、橋梁特殊工など、各工種間における作業待ち時間が減少し、効率的な労務投入により、工程を上下線合わせて約 30 日短縮した。

【実施時】

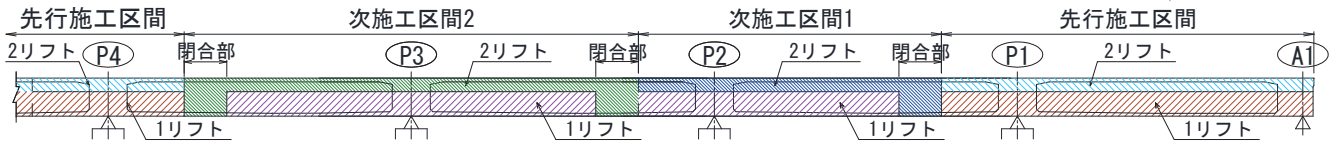


図-7 実施時の固定支保工部の施工方法（上り線）

5. 中央閉合部の下床版ケーブル

基本設計の張出し施工部の中央閉合部の PC 鋼材は、図-8 のように外ケーブルのみの計画だった。この場合、①中央閉合部はプレストレスが導入されるまで吊支保工は解体できない。②仮固定は、中央閉合部にプレストレスを導入して構造が成立しないと解体できない。③外ケーブルの緊張までの工程として架台組立、外ケーブル挿入および緊張完了まで吊支保工解体、仮固定解体はできない。という課題があった。

詳細設計では上記の課題を解決するため図-9 のように下床版ケーブル (1S28.6) を採用した。配置本数は、下床版ケーブルは施工時に必要な本数、外ケーブルは完成時に必要な本数とした。下床版ケーブルは外ケーブルと比較してケーブルの挿入手間がかからず、架台組立は不要のため、床版横締めとほぼ同じタイミングで緊張ができる。その結果①吊支保工の解体を可能とし、②仮固定解体も可能となった。またそれと並行して、外ケーブルの緊張準備も同時に進めることができるようになり、③の懸念も解決した。これにより、工程を上り線 P7-P6 径間、下り線 P6-P5・P5-P4 径間の合計 3 径間で約 60 日短縮できた。また、下床版ケーブルは偏心量を大きく取れるため、プレストレスが効率的に導入できる。その結果、外ケーブル本数が 1 径間あたり 2 本ずつ減り、ケーブル重量は約 8,400kg の削減となった。

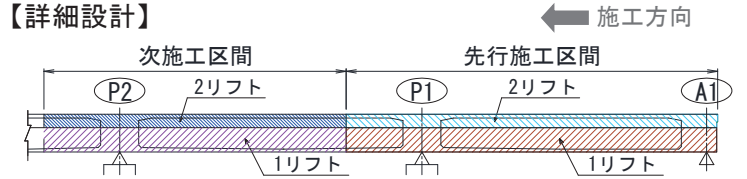


図-6 詳細設計の固定支保工部の施工方法

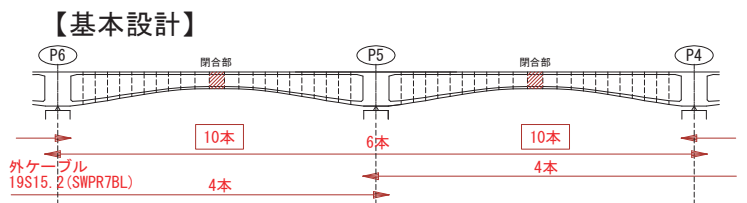


図-8 基本設計(下り線)のケーブル概要

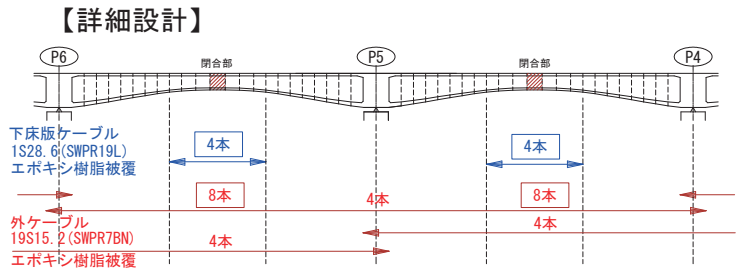


図-9 詳細設計（下り線）ケーブル概要

6. ユニット型支保工の採用

本橋の上り線 6.5 径間と下り線 4.5 径間分は固定支保工施工区間となっている。工期を遵守するためには資材の転用はできず、上下線全数の支保工材を投入し、労務も確保する必要があった。通常の支保工材を使用した場合、組立に必要な部品数が多くなることで作業効率が落ち、高所での作業も増えるため災害リスクも高くなる。そこで昇降設備のほか、手すりや幅木も装備されているユニット型の支保工材を採用した(写真-1)。これにより、組立・解体にかかる日数を約 30 日短縮できた。



写真-1 ユニット型支保工組立状況

7. 現場における安全対策

本橋は、御在所岳を擁する鈴鹿山脈の東側の山麓に位置し、冬期は「鈴鹿おろし」が吹く強風地域で、瞬間風速 20m/s を超えることもしばしばあった。そこで、デジタル式の風速計を現場に配備し、強風時のクレーン作業や高所作業の継続可否や避難を迅速におこなうための判断材料の一つとして活用した。風速計は、風速表示のほか、風速に応じた配色と、音の異なる回転灯付きスピーカーで見える化し、施工の状況に合わせて移設を行いながら運用した (写真-2)。また、供用中の町道を横架する箇所は WEBカメラを設置して、足場の状態や飛散物の確認を事務所だけでなく、モバイル端末で常時確認できるようにした。これらの対策により、町道上での架設作業を第三者に影響を及ぼすことなく施工できた。



写真-2 風速計と回転灯

8. 加熱改質フライアッシュ (CfFA) の試験施工

本橋では、構造物の耐久性向上と環境負荷低減を目指し、壁高欄の一部に未燃カーボンの少ない高品質なフライアッシュ「加熱改質フライアッシュ」を混入させたコンクリートを使用し、その特性を確認する試験施工を行った。試験施工は試し練り、模擬供試体の製造試験、本体試験施工の流れで実施した。試し練り時は、表-1 に示すように強熱減量の異なる3種類のフライアッシュの他、高炉スラグコンクリート (BFS) と通常コンクリート (N) を加えた5種類で性状を確認し、その中で強熱減量の一番多いフライアッシュを除いた4種類のコンクリートで模擬供試体の製作を行った。模擬供試体は、長期暴露試験用と打設試験用を製作した。打設試験用では、鉄筋や通信管路を再現しアクリル板を使用した透明型枠で、打込み時の充填性や締固め性状の確認を行った (写真-3)。荷卸し時のスランプは同等で、各供試体ともに同時間バイブレータを施したにもかかわらず、普通コンクリートと高炉スラグ微粉末混入のコンクリートは材料分離が進み、ブリーディング水とペースト分が多くを占めた。しかし、フライアッシュ混入のコンクリートはブリーディング量が少なく材料分離も目立たなかったため、他材料に比べ材料分離抵抗性に優れることが確認できた。これは、本体施工時も同様の傾向を示し、ポンプの圧送性も問題ないことを確認した。今後、材料の製造やプラントの供給体制を整えば、有用な材料であると考えられる。

表-1 試験施工の種類

種類	混和材の種類	混和材の置換率
FA1	「加熱改質フライアッシュ」 JIS A6201 II種(強熱減量1%以下)	20%
FA2	市販のフライアッシュ JIS A6201 II種(強熱減量2~3%)	〃
FA3	特注のフライアッシュ JIS A6201 II種(強熱減量4~5%)	〃
BFS	JIS A6206「高炉スラグ微粉末6000」	50%
N	-	-



写真-3 供試体透明型枠

9. おわりに

本橋は平成31年1月4日にしゅん功し、本橋を含めた新名神高速道路の四日市JC~亀山西JCTは平成31年3月17日に無事開通した (写真-4)。本稿が、今後の同種工事や環境負荷低減を目指す工事において参考になれば幸いである。謝辞



写真-4 菟野第一高架橋

CfFA を混入したコンクリートの試験施工を主導していただいた中日本ハイウェイエンジニアリング名古屋 (株) の関係各位に謝意を表す。

参考文献

1) 梶原, 上平, 岩城: 河川内での3径間連続PC箱桁の施工—四国横断自動車道 新那賀川橋一, 第21回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集, pp. 167-170, 2012. 10