

## PC箱桁橋の生産性向上に対する施工報告 —伊南バイパス 4号橋—

(株)大林組	正会員	○森山	公雄
(株)大林組	正会員	濱田	啓司
(株)大林組	正会員	釘宮	晃一
(株)大林組		橋本	優華

キーワード：生産性向上，同時施工，早期施工着手，簡略化

### 1. はじめに

伊南バイパスは、長野県上伊那郡飯島町本郷を起点、駒ヶ根市赤穂を終点とする延長9.2kmの一般国道153号のバイパスである。伊那谷を貫く国道153号の中でも、飯島町から駒ヶ根市までの区間は、複雑な地形に沿ったルートであるため、走行条件が悪く交通事故が頻発している。また、駒ヶ根、飯島の両市街地部は、通勤時や休日を中心として渋滞が著しく、日常生活への影響も深刻化している。これらの問題を解決するため、伊南バイパスの整備が進められている。

本橋は全長9.2kmの伊南バイパスの内、飯島工区5.0km区間の中田切に建設する3連からなる橋長990mのPC高架橋であり、当工事は中央部の325m区間を固定支保工架設により施工した。工区境界部 (P8, P14) において、隣接工区と施工時期が重複するため、早期に工区境界部の施工を完成させる必要があった。また、プレストレス導入やトラス梁特殊支保工の組立解体などの特殊技能を有する労働者が不足していた。労働者の人材が不足している中で逼迫した工程を遵守するためには、生産性向上に対する取組みが必須であった。

本稿では、これらの特徴に起因する課題を解決するための生産性向上に対する取組みを報告する。

### 2. 工事概要

工事概要を下記に、断面図および側面図を図-1, 2に示す。

工事名：平成27年度153号伊南バイパス4号橋北PC上部工事

発注者：国土交通省 中部地方整備局 飯田国道事務所

工期：平成27年11月28日～平成30年3月28日

工事場所：長野県上伊那郡飯島町田切

構造形式：PC6径間連続ラーメン箱桁橋

橋長：325.0m

支間長：49.25m+4@55.00m+54.25m

幅員：車道8.5m+歩道3.0m

桁高：4.5m～2.8m

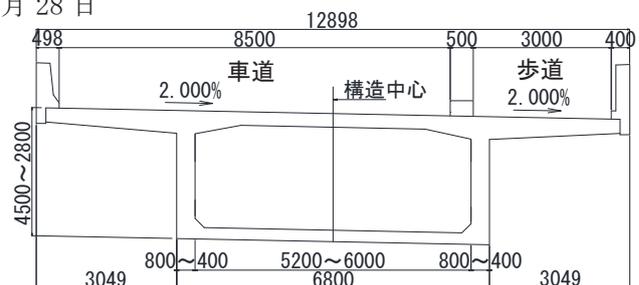


図-1 断面図

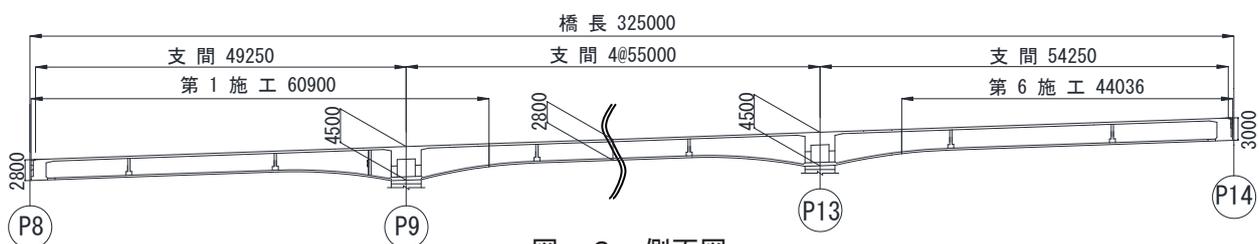


図-2 側面図

### 3. 施工上の課題および生産性向上に対する取組み

#### 3.1 施工上の課題

##### (1) 隣接工区との工区境界

伊南バイパス 4 号橋(990m)は、A1-P8 (固定支保工架設) を隣接工区 A, P8-P14 (固定支保工架設) を(株)大林組, P14-A2 (張出し架設工法) を隣接工区 B の 3 社で施工した。

本橋の起点側(P8)において、隣接工区 A が壁高欄を施工するためには、P8 の伸縮装置を施工完了していることが必須であった。その理由は、伸縮装置と壁高欄が一体となる構造

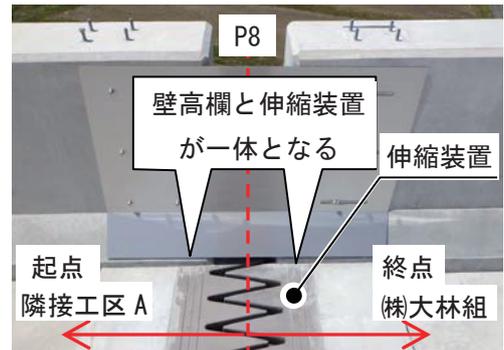


写真-1 伸縮装置と壁高欄の干渉

(写真-1) になっているため、壁高欄を先行して施工した場合、伸縮装置の据え付けが不可能となる。したがって、伸縮装置の据え付け時期を当初の工程より約 4 ヶ月間早めた第 6 施工区間の主桁施工中 (P12-P14 外ケーブル緊張工前) に変更する必要があったため、伸縮装置の遊間を実施工に合わせて再計算しなければならなかった。

また、本橋の終点側(P14)において、隣接工区 B が移動作業車により側径間施工を実施することとなっており、当工区の固定支保工や作業足場と干渉する(写真-2)。当工区の揚重作業やポンプ車によるコンクリート打設作業が狭隘なヤードで隣接工区の作業と輻輳する場合、作業効率の低下および事故の発生が懸念される。作業効率の低下を回避し、事故発生リスクを低減させるためには、早期に当工区の施工を完了させる必要があった。

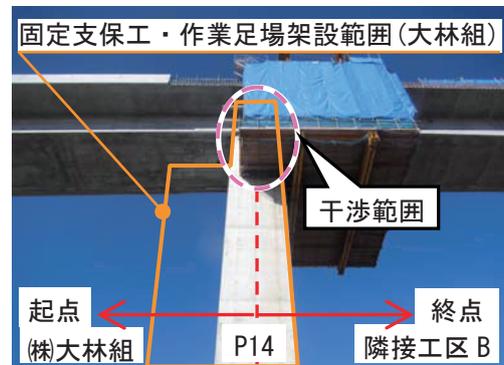


写真-2 P14 橋脚での工区境界

##### (2) 特殊技能を有する労働者の人材不足

本橋において、PC 工やトラス梁特殊支保工組立・解体は工程上クリティカルパスとなっており、これら工種の進捗が工事全体の工程に直結していた。しかし、当工事の労務体制は、特殊技能が必要となる PC 工やトラス梁特殊支保工の経験を有する労働者の数が不足していた。したがって、当工事は少数の労働者によって労務量が多大な PC 工やトラス梁特殊支保工を実施していく必要があった。工程遅延を回避するためには、これら特殊技能が必要となる工種の作業手順を簡略化し、いかに労務量を削減していくかが課題であった。

#### 3.2 生産性向上に対する取組み

##### 3.2.1 隣接工区との工区境界

##### (1) 伸縮装置と主桁の同時施工

本橋の起点側(P8)において、隣接工区 A との施工の干渉を避けるため、P13-P14 の第 6 施工区間の主桁施工と同時に伸縮装置の施工を実施した。P12-P14 外ケーブル緊張の前に伸縮装置を据え付けることとなったため、プレストレス導入によるコンクリートの弾性短縮が伸縮装置の遊間設定に影響するか検討した。結果、伸縮装置設置箇所とプレストレス導入箇所は 4 径間分(約 215m)の離隔があったため、伸縮装置の遊間設定に影響はなかった。よって、伸縮装置の遊間設定には施工時期の変更による温度の影響と乾燥収縮・クリープ残量による移動量を再計算して、伸縮装置の遊間を当初設計から約 30mm 変更することとなった。これにより、第 6 施工区間の主桁施工と同時に伸縮装置の施工を実施することができたため、当初想定していた工程よりも約 4 ヶ月早期に伸縮装置の施工を実施することができた。

##### (2) 壁高欄の早期施工着手

狭隘なヤードにおいて隣接工区との輻輳作業を避けるため、施工手順を組み替えることにより壁高欄の早期施工着手を図り、工程の短縮を図った。まず実施した取組みは、壁高欄の腕木足場の早期組立である。

通常、主桁構築後に型枠およびくさび式支保工の解体を実施したのち、地覆高欄作業車を用いて腕木足場を組み立てる。今回は工程短縮のために張出床版の型枠を解体したのち、くさび式支保工と外周足場を利用して腕木足場を組み立てた(写真-3)。これにより、くさび式支保工の解体までに必要な期間である35日間

(型枠の解体には6人/日を想定した)<sup>1)</sup>を短縮して腕木足場組立に着手することができた。また、くさび式支保工と外周足場を利用して腕木足場の組立作業ができたため、地覆高欄作業車の狭い作業台で腕木足場の組立作業を実施するよりも約68%の労務を削減することができた(表-1)。

次にP12-P14の外ケーブル工を着手する前に壁高欄の型枠・鉄筋を先行して組み立てた。本橋の外ケーブルはP8-P10, P10-P12, P12-P14の2径間ごとに3分割されている。先行して実施したP8-P10およびP10-P12における外ケーブル緊張による実際の主桁変位量は、事前に計算した値と差異が認められなかった。そのため、P12-P14の外ケーブル緊張による変位量も計算値と大きな差異はないものと判断し、外ケーブル緊張前に壁高欄の施工高さを決定して壁高欄の型枠や鉄筋を組み立てた。その結果、P12-P14の外ケーブル工に必要な期間である55日間(PE管グラウトタイプPCケーブルを用いて、6人/日による作業を想定した)<sup>1)</sup>を短縮して壁高欄の施工を着手することが可能となった。なお、P12-P14の外ケーブル緊張による実際の主桁の変位量は、計算値と差異がなかったため、壁高欄の高さは設計通りの線形で構築することができた。

これらの取り組みにより、早期に壁高欄施工の着手を可能とし、工程短縮することができた。その結果、P12-P14の外ケーブル緊張完了から2日後に壁高欄のコンクリート打設が実現できた。また、主桁の最終コンクリート打設日から壁高欄コンクリート打設完了までの実働日数は、残業なく31日間で施工することができ、当初予定より約2ヶ月の工程短縮が可能となった。

### 3. 2. 2 特殊技能を有する労働者の人材不足

特殊技能が必要となるPC工やトラス梁特殊支保工の経験を有する労働者が不足していた課題に対して、作業手順を簡略化することにより労務量が削減できるような部材を選定した。

#### (1) 外ケーブルの部材選定による労務量の削減

本橋の外ケーブル(19S15.2, 16本, 37.1t)は工場製作型の多重防錆PCケーブルを採用した(写真-4)。採用したPCケーブルは裸線1本ごとにアンボンドグリースと高密度ポリエチレン被覆を施しており、それぞれ19本の個別に被覆されたケーブルにさらに一括して高密度ポリエチレン被覆を施した三重防錆被覆ケーブルである。採用したPCケーブルは防錆機能に優れているだけでなく、作業の省力化に繋がる構造になっている。

標準的な工法であるPE管グラウトタイプPCケーブルを用いた場合、外ケーブル全長に亘ってPE保護管を組み立て、ケーブル挿入し、緊張後、グラウトを注入する必要がある。また、近年多く使用されるエポキシ樹脂被覆タイプPCケーブルを用いた場合、ケーブルがエポキシにより被覆されているためケーブルの全長をグラウト注入する必要はなく、PE保護管の組立も不要となる。しかし、ディビーター部における外ケーブルの損傷を防ぐことを目的として、保護管を設置する必要がある。設置した保護管はケーブル挿入中や緊張中の滑動を防止する対策を取らなければならない。また、PE管グラウトタイプPCケーブルやエポキシ樹脂被覆タイプPCケーブルを用いた場合、PCケーブルの挿入時にケーブルの四散を防止するため、専用治具を用いて約3m間隔でフィラメントテープなどによりケーブルを固定して、規定の断面を形成する必要がある。これに対し、今回採用したPCケーブルは全長に亘って高密度ポリエチレン被覆を施しているため、ケーブル全長におけるグラウトの注入作業や保護管の設置作業、ケーブルの四散防止対策が不要となった。

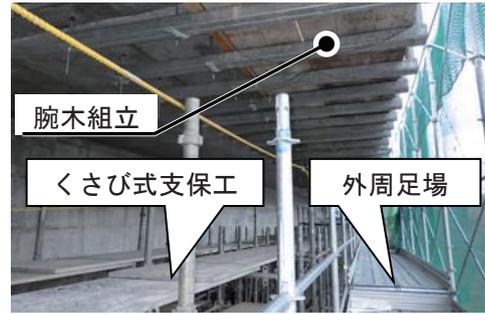


写真-3 足場を利用した腕木組立



写真-4 多重防錆PCケーブル

以上により、外ケーブルの部材を選定して作業手順を簡略化した結果、本工事では PE 管グラウトタイプ PC ケーブルを用いた場合の歩掛より約 86%の労務を削減することができた。また、エポキシ樹脂被覆タイプ PC ケーブルを用いた場合の歩掛りと比較した場合は約 66%の労務を削減することができた (表-1)。

(2) トラス梁特殊支保工の部材選定による労務量の削減

本橋は高さ約 30mのトラス梁特殊支保工を 6 径間で組立解体する。従来の工法では、支保工組立に大量の部材を要することから、作業手順は複雑となり、作業量が多く必要となる。そのため、本橋の施工では複雑な支保工部材をユニット化し、組立作業が簡略化されたユニット型支保工を採用した (写真-5)。ユニット型支保工は、昇降設備・巾木・手摺がユニットに内蔵されているため、安全設備の組立解体作業も簡略化することができた。



写真-5 ユニット型支保工

トラス梁特殊支保工の部材を選定して作業手順を簡略化した結果、本工事では約 56%の労務を削減することができた (表-1)。

4. 結果

工区境界部において、隣接工区と施工時期が重複するという課題に対して、「伸縮装置と主桁の同時施工」や「壁高欄の早期施工着手」などの取り組みの結果、工区境界部の施工を早期に完了することができた。これにより、隣接工区との施工時期の重複を回避することができたため、伊南バイパス工事全体の施工が停滞なく実施することができた。

また、特殊技能を有する労働者の人材不足という課題に対しては、作業手順を簡略化できる施工部材を選定して施工した結果、労務を削減することができた。これにより、少数の労働者にてクリティカルパスとなっている PC 工やトラス梁特殊支保工の組立解体を遅滞なく施工できたため、厳しい工程を遵守することができた。

表-1 生産性向上の取り組み結果

生産性向上の取り組み	標準歩掛 <sup>1)</sup>	実績	労務減少率	先行施工期間 <sup>※</sup>
壁高欄腕木足場の組立	25人工	8人工	68%	35日
壁高欄の早期鉄筋・型枠組立	—	—	—	55日
外ケーブルの部材選定 (比較:PE管グラウト)	874人工	123人工	86%	—
外ケーブルの部材選定 (比較:エポキシ樹脂被覆)	363人工	123人工	66%	—
トラス梁特殊支保の部材選定	151人工	66人工	56%	—

※施工手順を組み替えることにより先行的に施工できたため、工程を短縮できた期間を指す

5. おわりに

これからの建設業界はますます人材不足が顕著になってくることが予想されるため、有効な生産性向上に対する取り組みを確立することが喫緊の課題となる。本工事では特殊技能を有する労働者の人材不足という課題に対して、さまざまな生産性向上に対する取り組みを行うことにより、早期に工事を完成することができた (写真-6)。



写真-6 完成写真

本稿が今後の同種工事の参考となれば、幸いである。最後に、本橋の施工にあたりご指導・ご支援を頂いた関係各位に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 国土交通省大臣官房技術調査課 監修：国土交通省土木工事積算基準, 平成28年度版