

片持張出架設橋の工期短縮について

川口 達也¹・並川 武²

^{1,2}前田建設工業株式会社 関西支店 土木部 (〒541-8529 大阪府大阪市中央区久太郎町2-5-30)

本工事は京都縦貫自動車道丹波綾部道路の京丹波町に位置する大簾川橋（全長506m）のうち、延長338mのPC4径間連続ラーメン箱桁橋を築造する工事である。丹波綾部道路の開通に向けて工期短縮が課題となる中で上部工のみの発注である本工事では下部工を含めた修正設計を行う期間を確保することが出来ない状況であった。そのため、工期短縮計画については片持張出架設工法の各段階において様々な施工手順・施工方法を工夫することを計画し、当初計画工程の12.5ヶ月から50日の工期短縮を実現した。本報告では、工期短縮大きくに寄与した具体的な内容について紹介するものである。

キーワード 工期短縮, コスト削減, 施工, PC上部工

1. 工事概要

大簾川橋は橋梁形式の異なる2橋からなり、A1橋台～P4橋脚間がPC4径間連結コンポ桁橋（他工事にて施工済）、P4橋脚～A2橋台間がPC4径間連続ラーメン橋（本工事）である。上下部分割発注のため、橋梁上部および橋梁下部のうちの橋梁上部に係るRC橋脚最上部（脚頭部）と橋台胸壁・翼壁のみが工事対象であった。（図-1）

工事名：丹波綾部道路大簾川橋ムカイ山地区上部工事

工期：平成25年12月12日～平成27年7月31日

工事場所：京都府船井郡京丹波町大簾地先

<施工区分による分類>

<構造による分類>



図-1 橋梁上下部工の分類

2. 工事・現場の特徴

(1) 交差条件

P4～P5径間において府道59号市島和知線と交差しており、工事中の飛来落下対策に注意を要した。特にP4・P5各橋脚におけるブラケット支保工・移動作業車（ワーゲン）・吊支保工といった重量仮設組立解体時は府道の交通規制を含め、より慎重な配慮を行いながら施工した。

P5～P6径間においては急峻な谷筋と大簾川があり急勾配の仮橋（幅員：6.0m、縦断勾配：12.0%）により渡河する必要があるため、大型クローラークレーンや移動作業車（ワーゲン）の運搬車両計画を綿密に行う必要があった。（図-2）

(2) 作業ヤード

作業ヤードおよび運搬路は下部工事からの引継ぎとなっていたが、大型架設（仮設）機材の組立解体や鉄筋・PC鋼材等の大量の材料を仮置きするには手狭であった。しかし、谷あいの地形であることや、民地の追加借地は不可能であることから現有のヤードで計画する事となった。

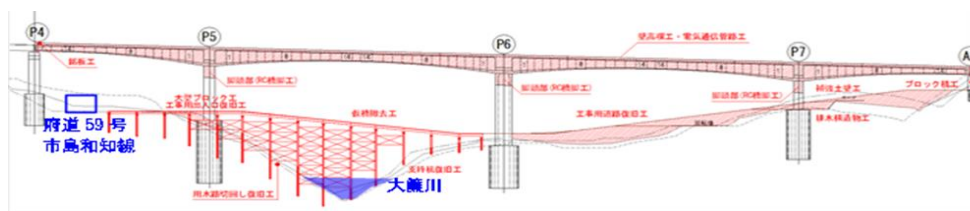


図-2 工事概要図



写真-1 完成写真

(3) 気候

工事場所は日本海側に位置し、冬期の12月下旬～3月下旬にかけては降雪がみられ、週の半分程度は積雪がある地域であったため、冬期のコンクリートの養生は寒中コンクリートとしての対策が必要であった。また、重量仮設の解体・運搬についても天候を見据えた作業計画を行った。

(4) 構造

当該橋梁はP5橋脚上に非常駐車帯があり、標準部より約1.7mの拡幅となる。標準部の張出床版はPC片持スラブ構造であるが、拡幅部では床版下面にリブが付加されたPC梁＋スラブ構造となっていた。

(5) 工期

事業着手当初、丹波綾部道路は平成27年3月末の開通を目指しており、その中で最後に発注されたのが本工事であった（当初工期：平成25年12月12日～平成27年1月31日 約13.5ヶ月）。作業時間の制約により下部工事に遅れが生じたことから、発注者より本工事において施工方法を含めた抜本的な工期短縮策の立案・履行の要請を受けることとなった。舗装工事（次工事）の工程を逆算して平成27年1月31日までに橋梁部の引渡しを行うため、上部工事限定で12.5ヶ月→11.0ヶ月（約50日）の短縮要請を受けた。

(6) 本工事での架設方法（カンチレバー工法）

カンチレバー工法（cantilever：片持梁）とはワーゲン（移動作業車）を使って橋脚上から左右対称に1ブロック（2.5～4.0m）ずつ張出して橋桁を構築する工法である。左右のバランスをとりながら張出していく様子から、よく玩具の‘やじろべえ’に例えられる。

カンチレバー工法の場合、張出架設区間の各ブロックは、【ワーゲンセット→型枠セット→鉄筋・PCケーブル（シース）組立→内型枠組立→コンクリート打設→PCケーブル緊張→脱型→ワーゲン移動】のサイクル施工が繰り返される。主桁コンクリート（早強コンクリート）が所定の強度発現した後、PCケーブルを緊張してサイクルが回っていくが、この養生期間（1～3日）の長さが大きく工程に影響する。また昼夜施工が不可能な場合、型枠・鉄筋・PC組立作業での日数短縮は非常に困難とされる。



図-3 ワーゲンによる張出架設

3. 本工事で適用した工期短縮方法について

ここで、本工事にて実施し工程短縮に大きく寄与した施工方法について以下に示す。

一般にカンチレバー工法では仮設荷重や施工ステップを反映した精緻な上越し検討により各ブロックの上越し計画を設定しているため、施工途中での荷重変化を伴う計画変更は大きな手戻りとなる。したがって、これらの検討は構造への影響を精査したうえで工事着手の早い段階で行う必要がある。

(1) 非常駐車帯拡幅部の施工方法（架設方法）

当初設計において、非常駐車帯（拡幅部）は主桁構築後（張出架設完了しワーゲン解体後）の分割施工となっており、これは中型ワーゲン（200t・m級、幅員12m以下）の使用を前提としたものである。これは非常駐車帯（拡幅部）をワーゲン後退より先に構築すると、中型ワーゲンの横幅が小さいため吊材が干渉し後退できないためである。これに対し、ワーゲンの解体位置変更やワーゲンの拡幅（小規模な改造）により干渉の問題がクリアできれば張出架設の後追い並行施工により工期が大幅に短縮される。

そこで本工事においては、ワーゲンを拡幅（小規模な改造）し、ワーゲンが非常駐車帯区間を通過した後に、張出架設と並行して拡幅部を後追い施工し、全体工期を短縮した。

その他の方法として、大型ワーゲンを導入（または大規模な改造）することにより主桁と拡幅部の一括施工が可能となり、後施工に伴う支保工組立作業や構築作業を省略することも考えられたが、大型ワーゲンを導入する場合は仮設荷重が増加するため、橋梁全体の修正設計およびワーゲンの改造に時間を要することが予想されたため不採用とした。

(2) 非常駐車帯拡幅部の施工方法（構造）

「2.工事・現場の特徴」で記述した通り、主桁標準部はPCスラブ構造であるのに対し、拡幅部はPC梁＋スラブ構造となっている。カンチレバー工法は主桁を同じ形状とすることで型枠を組んだまま転用することにより作業効率を上げるのが売りであるが、床版下面に梁（リブ）などの突起物がある場合はブロック毎に型枠を組み替える（鋼製→木製）必要が生じ1サイクルの日数が2日前後余分にかかることとなる。

そこで本工事においては、床版増厚および鉄筋・PC鋼材の増量により床版下面を平滑化し、型枠・支保工組替の省略することで張出架設工程を10～15日短縮した。（図-4、写真-2）

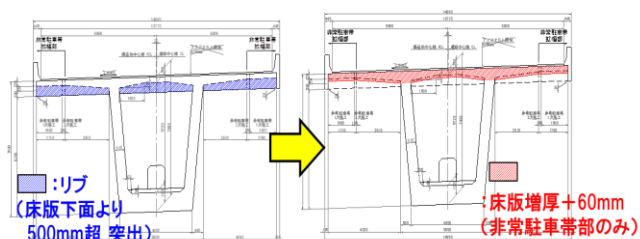


図-4 非常駐車帯の構造変更

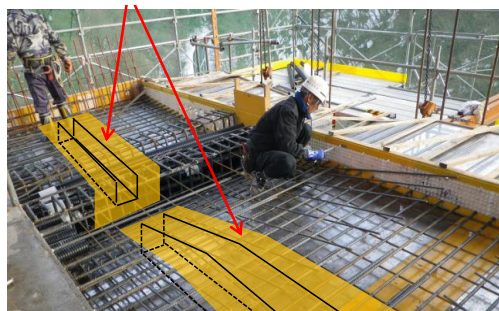


写真-2 リブ部の型枠構造

(3) 側径間の分割先行施工

側径間（図-5）は張出架設先端～桁端までの区間の通称であり、通常5～10m程度で設計される。桁端部は支承や多数のPCケーブルの緊張端となっていることから形状や配筋が複雑で構築に日数がかかる。

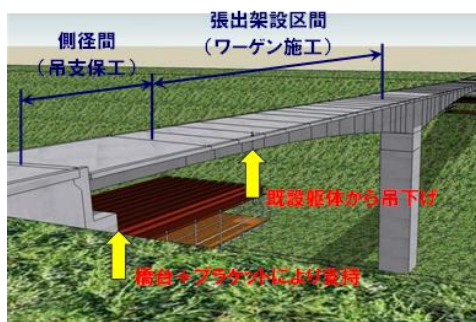


図-5 側径間の位置

側径間の構築着手は張出架設完了を待つ必要があるが、分割施工として構築に日数を要する桁端部を張出架設と並行して先行施工することにより全体工程の短縮が図れる。ただし、支保工計画が複雑となり支保工の組替えの必要やコスト増が生じるため、適用には慎重な検討が必要である。本工事におけるP4橋脚側の実施例を図-6に示す。

前述のとおり桁端部（側径間①）をブラケット支保工により張出架設と並行して先行施工し、残りの閉合部分（側径間②）を小型の吊支保工により閉合することで全体工程を20日短縮した。なお、P4橋脚側の側径間は一般道直上にあたるため、この分割施工による支保工の小型化により交通規制の縮小（全面通行止め→片側交互通行）にも寄与した。

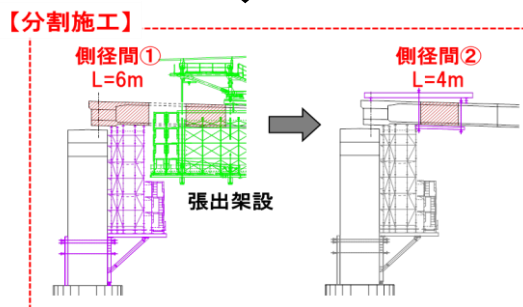
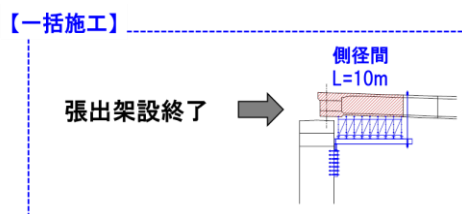


図-6 側径間先行施工

(4) 外ケーブルの材料変更

一般的に外ケーブルは内ケーブルと同様、シース内にPC鋼材を挿入し緊張後にグラウト充填することにより防食性能を確保する。グラウト作業やその後のケーブル架台解体作業では箱桁内への出入りが伴うため、作業完了まで仮設開口を設けておかねばならず橋梁構造の完成にとってクリティカルとなることが多い。

これに対し、工場にてPC鋼材を束ね防錆被覆をすることにより現場グラウトを省略できるプレファブケーブルを適用することにより、ケーブル挿入作業の施工性向上や現場グラウトの省略を図ることができる。（図-7）

本工事においては、外ケーブルの材料をグラウトタイプからプレファブタイプに変更することで10～15日の全体工程短縮を実現した。

また、充填確認が困難な現場グラウトに代わり工場で防錆処理を施すことから、PCケーブルの長期耐久性の向上も期待できる。

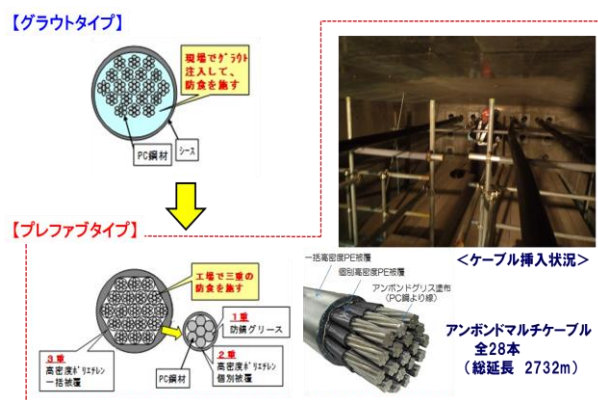


図-7 プレファブタイプ ケーブル仕様

4. 上部工事で検討されるその他の工期短縮案

上部工事で一般的に検討される工期短縮案のうち、検討の余地はあったが本工事で採用しなかったものを以下に記載する。

(1) 張出架設におけるブロック数の縮減

ブロック長はワーゲンの能力で決まり、桁高との相関により1ブロックあたりのコンクリート重量がほぼ同等となるように設定されている。大型ワーゲンを導入することによりブロック長を大きくしトータルのブロック数を減らすことで工期短縮は可能であるが、仮設荷重の増加やPCケーブル配置の変更が伴い、大幅な設計の見直しが必要となる。本工事は上部工事のみであり、下部工を含めた抜本的な変更ができないこと、充分な変更設計の時間を確保できないことから不採用とした。

(2) 壁高欄のプレキャスト化

高規格道路橋の壁高欄には電気通信設備が埋設されるためフルプレキャスト構造の適用事例は非常に少ない。また、外型枠に埋設型枠を用いるハーフプレキャスト構造は事例があるものの、壁高欄のほとんどの部分が現場打ちになることから費用対効果の面で工期短縮策として適用されることは稀である。このことから本工事においても不採用とした。

(3) 壁高欄の同時施工

壁高欄は橋梁構造完成後に一括して施工されることが多い。これは下記の理由による。

- ① 支間の大きいPC橋はプレストレス導入や仮設荷重の変化により桁にそりが生じる。壁高欄施工後に主桁からその影響を受けると、断面係数やコンクリート強度が主桁に比して小さいため、ひび割れを生じることがある。
- ② 張出架設の場合、ブロック毎に施工誤差が生じ幅員や高さが波打つ場合がある。橋梁構造完成後に施工すると誤差をカバーできるため、出来形精度を向上することができる。
- ③ 壁高欄の足場は床版下面に張出式の腕木足場を取付けるが、標準的なワーゲンをを使用する場合は足場とワーゲンが干渉することが多い。

本工事においては、同時施工による張出架設工程の間延びを避けるために不採用とした。

5. その他の現場条件への対応

(1) 交差条件（府道59号市島和知線）

通常、ワーゲンの下段作業台は地組みした後、電動チェーンブロックで所定の高さまで吊り上げる。しかし、

府道直上に設置するP5橋脚起点側のワーゲンは地組みスペースがなく、上空での組立となると府道全面通行止めが必要であった（全面通行止めおよび夜間作業は不可）。そこで、柱頭部ブラケットを大型化したうえで、構築後も存置しワーゲンの組立作業床および府道防護として使用することにより、府道の安全通行を阻害することなく作業を進めた。(図-8)

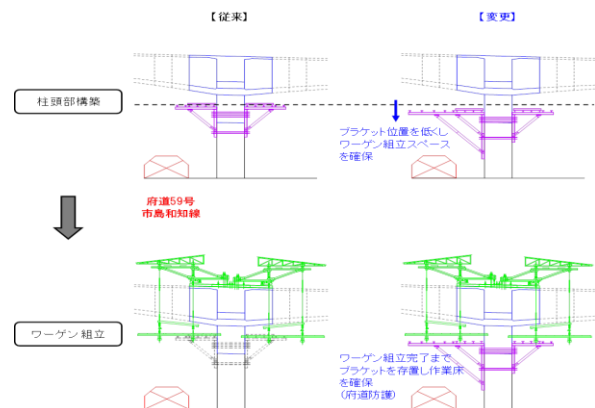


図-8 一般道上でのワーゲン組立

(2) 作業ヤード（ワーゲン解体位置）

張出架設完了後は張出先端において側径間や中央閉合部の構築にかかるために、作業の支障とならないよう、また仮設荷重の変動による影響が張出先端部に大きく及ばないようにワーゲンを橋脚付近まで後退させ解体するのが一般的である。

本工事においては中央閉合で使用したP6ワーゲンを解体する時期が外ケーブル挿入時期と重なり、P6橋脚付近の橋面上は大型資機材が輻輳することとなる。そこでP6ワーゲンのうち1基をP7橋脚まで前進させ解体することで、外ケーブル材料の搬入・仮置きスペースを確保し、並行作業を可能とするとともに、各作業の輻輳防止とワーゲン解体機材の仮置き・搬出作業の場所を確保した。

6. まとめ

一般的にカンチレバー工法はブロック毎のサイクル施工であり、ワーゲン等の仮設荷重や施工順序まで反映した設計となっているため、大幅な工程短縮は困難である。これに対し、工期短縮方法や徹底的な施工の効率化を実施することで、PC上部工（橋体・橋面工：橋梁本体および壁高欄等の橋梁付属物）の工程を約50日短縮し、舗装工事への引渡し期日を満たすことができた。

張出架設区間の各ブロックにおける型枠、鉄筋など個々の工種種別での工程短縮は前述の通り困難であるが、特筆すべきは並行施工による全体工程の短縮効果である。現場条件による各案の適否はあるが、作業班数の確保により為し得た工期短縮の一例である。