# 京奈和自動車道（紀北西道路）における長大橋梁の工期短縮のための工夫について

喜多　弘[1]・大野文義[2]

[1]近畿地方整備局　浪速国道事務所　調査課　（〒573-0094 大阪府枚方市南中振3-2-3）

[2]近畿地方整備局　和歌山河川国道事務所　工務第二課　（〒640-8227 和歌山県和歌山市西汀丁16）

本論文の対象路線である京奈和自動車道は、京都・奈良・和歌山を結ぶ延長約120kmの高規格幹線道路であり、その最西部である紀の川市神領から和歌山市弘西までの延長12.2kmの区間を紀北西道路と呼び、2016年度の供用に向け、事業を鋭意推進しているところである。

今回は、阪和自動車道と接続する和歌山JCT（仮称）に建設予定の長大橋梁を対象に、工期短縮のための新技術の採用及び創意工夫等について中間報告するものである。

キーワード　工期短縮，新技術，創意工夫

## 1. はじめに

紀北西道路は、和歌山市内で阪和自動車道と接続するため、図-1に示すような紀の川に並行し、和泉山脈の南側を東西に通るルートとなる。そのため、起伏が大きい山間部に、快適に走行できるような縦横断等の線形計画がなされたことから、トンネル4本、橋梁18橋（国施工分のみ）と多数の道路構造物で構成される。

その中でも雄ノ山峠付近は特に急峻な山間部であり、そこに新しく和歌山JCT（仮称）（以下、「和歌山JCT」と記す）を建設して阪和自動車道と接続するため、地形条件や交差条件が大変厳しく、近畿地方整備局管内でも類を見ない長大橋梁を7橋（国施工分のみ）建設することになる。よって、工事の規模、難易度共に高く、これまで受発注者の間で知恵を絞り、工期短縮のための様々な工夫を実施してきた。以下にその工夫を述べる。

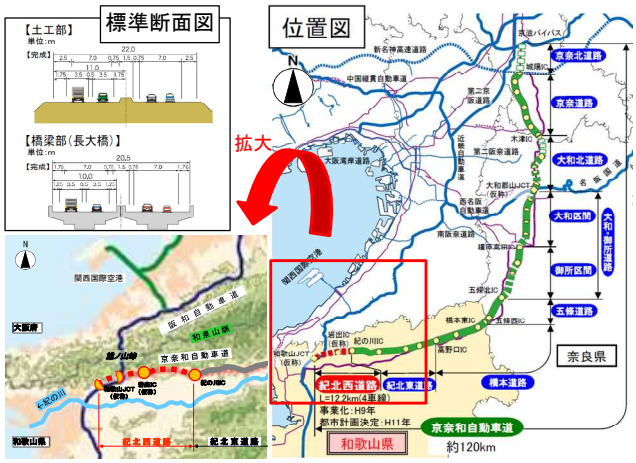



図-1　位置図及び標準断面図

## 2. 建設予定の長大橋梁の概要

和歌山JCTの長大橋梁の諸元を表-1、完成イメージを図-2にそれぞれ示す。

表-1　和歌山 JCT の長大橋梁の諸元

| 橋梁名 | 橋長(m) | 幅員(m) | 形式 | |
|---|---|---|---|---|
| | | | 上部工 | 下部工 |
| 雄ノ山高架橋(下り線) | 132.0 | 10.7 | PC2径間連続ラーメン箱桁橋 | 逆T式橋台、柱式橋脚 |
| 雄ノ山高架橋(分合流部) | 250.0 | 22.6～37.4 | PC3径間連続箱桁橋 | 壁式橋脚、張出式橋脚、ラーメン橋脚 |
| 雄ノ山高架橋(移行部) | 604.4 | 11.7 | PC5径間連続ラーメン箱桁橋 | 逆T式橋台、壁式橋脚 |
| 和歌山JCT Aランプ橋【NEXCO施工】 | 416.8 | 7.7～9.6 | PRC6径間連続ラーメン波形鋼板ウェブ箱桁橋 | 逆T式橋台、柱式橋脚 |
| 和歌山JCT Dランプ橋 | 480.4 | 7.7～8.1 | PC6径間連続ラーメン箱桁橋 | 柱式橋脚、張出式橋脚、逆T式橋台 |
| 岡野第一橋 | 167.0 | 13.2～13.4 | PC2径間連続ラーメン箱桁橋 | 逆T式橋台、壁式橋脚 |
| 岡野第二橋 | 110.0 | 13.9 | PC2径間連続ラーメン箱桁橋 | 逆T式橋台、壁式橋脚 |
| 北別所高架橋 | 559.0 | 13.2 | PC6径間連続ラーメン箱桁橋 | 逆T式橋台、壁式橋脚 |

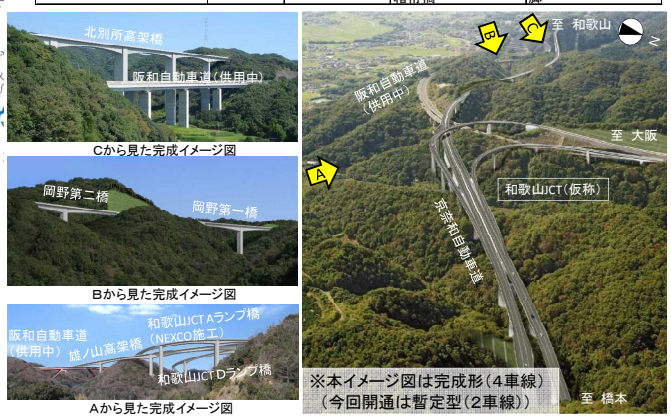



図-2　和歌山 JCT の完成イメージ図

## 3. 設計段階における工夫

設計段階における課題は、経済性・施工性・工期等を比較検討し、最適な構造物を設計することである。ここでは、主に詳細設計において検討した工期短縮を図る上での問題点、解決策及び結果と考察を以下に示す。

### (1) 長大橋梁の施工規模の縮小

**a) 問題点**

構造物の規模が大きいため、設計・施工ともに時間を要することが分かった。

**b) 解決策**

構造物の規模を小さくするため、定められた幅杭の範囲内で①橋台位置・構造、②支間割及び③橋脚・基礎の断面形状を見直した（図-3～5及び表-2参照）。

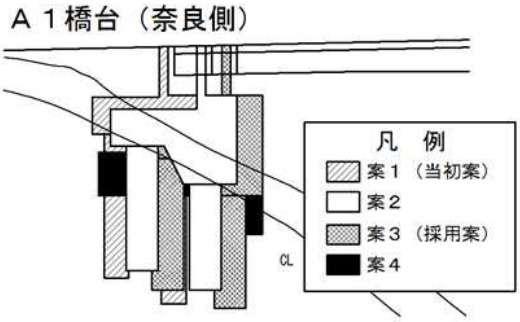



図-3　橋台位置・構造の見直し（雄ノ山高架橋の例）

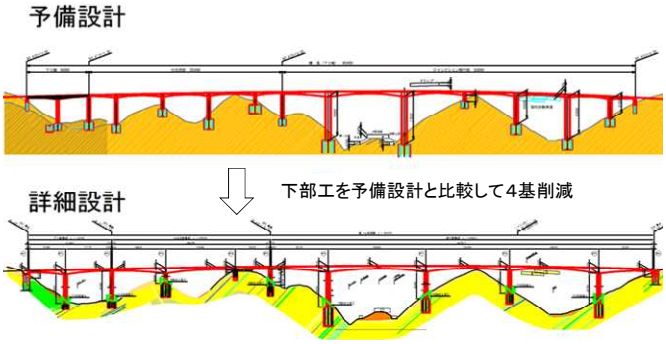



図-4　支間割りの見直し（雄ノ山高架橋の例）

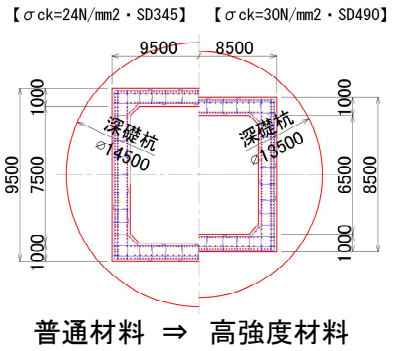



図-5　橋脚・基礎の断面形状の見直し（北別所高架橋の例）

**c) 結果と考察**

工期短縮日数及びコスト縮減額を表-2のように示す。

構造を見直すことによって、工期短縮及びコスト縮減に大きな成果が見られたが、橋脚位置の見直しには地質調査データが必要となるため、詳細設計と同時に調査を進めることになった。よって、両業務の迅速かつ的確な連携を図ることに留意した。

### (2) 用地の追加買収の回避

**a) 問題点**

基礎の土留めについては、経済比較の結果、竹割り土留工法が有利となったが、アンカー定着部の用地の追加買収が必要となり、時間を要することが分かった。

**b) 解決策**

追加買収を回避するため、用地内で施工可能な軽量盛土を用いた施工基面嵩上げ工法を採用した（図-6参照）。

**c) 結果と考察**

用地を追加買収することなく、基礎を建設することができた。一方で、軽量盛土工は土圧により滑動しやすい構造のため、設計・施工時には安全面に留意した。

### (3) 工事用道路のルート変更

**a) 問題点**

雄ノ山高架橋等の施工にあたり、JR阪和線及び県道貝塚線と近接した国有林・民有林の区域内に工事用道路を設置するため、安全対策で関係機関協議に時間を要した。

**b) 解決策**

工事用道路のルートを大きく見直すことにより、JR阪

表-2　工期短縮日数及びコスト縮減額

| 橋梁名 | 橋台位置･構造の見直し | 支間割の見直し | 橋梁･基礎の断面形状の見直し |
|---|---|---|---|
| 雄ノ山高架橋(下り線) | 90日<br>1,395百万円 | | 13日<br>31百万円 |
| 雄ノ山高架橋(分合流部) | | | |
| 雄ノ山高架橋(移行部) | | | |
| 和歌山JCT Dランプ橋 | —<br>17百万円 | 60日<br>54百万円 | 12日<br>11百万円 |
| 岡野第一橋 | —<br>50百万円 | 15日<br>87百万円 | |
| 岡野第二橋 | —<br>17百万円 | 15日<br>91百万円 | |
| 北別所高架橋 | —<br>8百万円 | 15日<br>530百万円 | |

上段:工期短縮日数、下段:コスト縮減額(いずれも予備設計と比較)

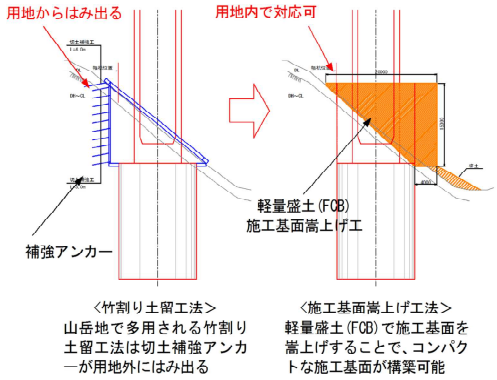



図-6　施工基面嵩上げ工法への変更

和線及び県道貝塚線との近接を回避し、国有林・民有林の区域内の工事用道路の面積を最小にした（図-7参照）。

c) 結果と考察

関係機関との協議時間を短縮することができた。また、変更前後の工事用道路の施工規模がほぼ同等となるように留意したため、施工時のコストへの影響を最小限に抑えることができた。

### (4) 阪和自動車道を利用した工事用道路

a) 問題点

北別所高架橋については、現道が狭隘なJRの踏切道及び住宅地を経由するため、工事用車両の搬入が困難であり、別ルートで工事用道路を設置する必要があった。

b) 解決策

現道からの進入を回避し、阪和自動車道の紀ノ川SA及び本線から工事用車両を搬入した（図8～9参照）。

c) 結果と考察

現道を利用することなく、工事現場に到着する工事用道路を設計することができた。一方で、阪和自動車道の紀ノ川SA及び本線を利用するにあたり、道路管理者及び警察との協議が必要となった。そこで、十分な協議期間の確保に加え、阪和自動車道路利用時の課金も踏まえた経済性の比較、交通規制方法及び一般利用者への広報等について、設計段階で具体化しておくことが施工時の円滑な工事着手につながることを実感した。

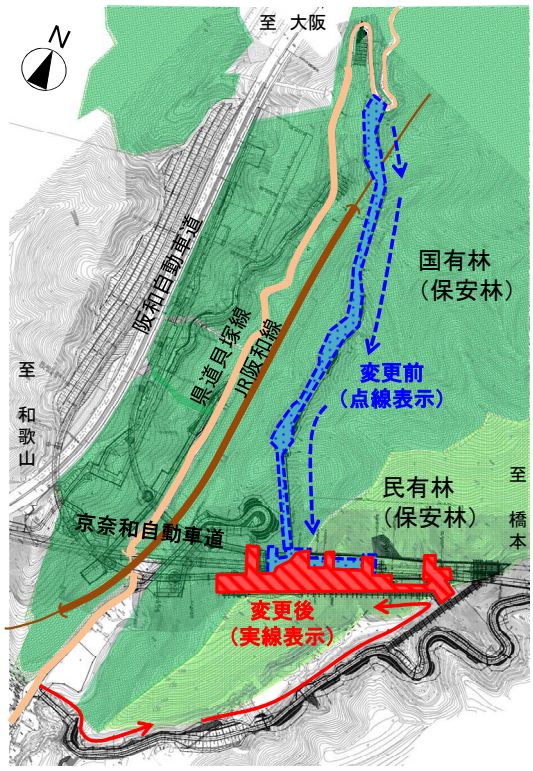



図-7　工事用道路の変更例（雄ノ山高架橋他）

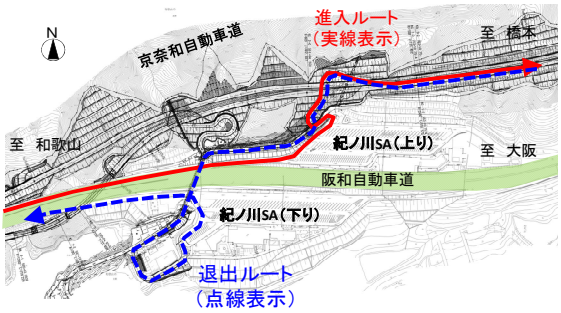



図-8　紀ノ川SAからの進入（北別所高架橋）

### (5) 新技術を活用した工事用道路

a) 問題点

急峻な山間部であるため、仮橋主体の工事用道路となるが、従来工法では施工に時間を要することが分かった。

b) 解決策

仮橋の支間を大きくすれば、施工速度が上がると考え、現場条件に合わせてSqCピア工法、LIBRA工法、G桟橋等の新技術を採用した（表-3参照）。

c) 結果と考察

従来工法と比較して、仮橋の施工時間を短縮することができた。一方で、施工段階では多数の仮橋を同時期に施工するため、施工班の調整が必要となった。この経験を通じて、設計段階から施工班について考慮することが重要であると実感した。

### (6) 上部工のブロック数の見直し

a) 問題点

上部工は移動作業車（ワーゲン）を用いた片持張出架

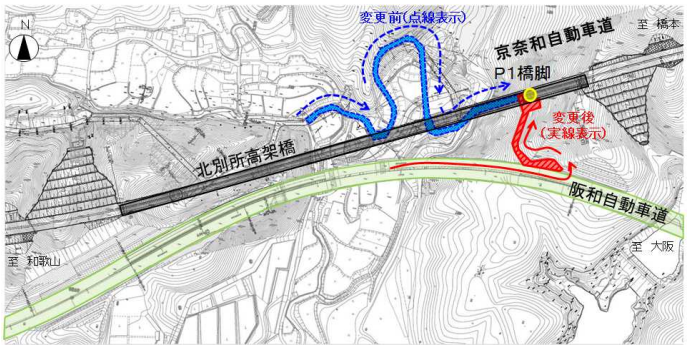
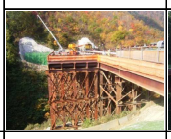
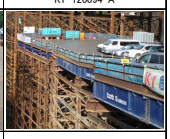



図-9　阪和自動車道の本線からの進入（北別所高架橋）

表-3　仮橋に採用した新技術（本現場での例）

| | 従来工法 | SqCピア工法（杭頭キャップ工法）<br>QS-020042-V | 仮橋仮桟橋斜張式架設工法<br>（LIBRA工法）KT-990222-V | G桟橋<br>KT-120094-A |
|---|---|---|---|---|
| 工法 |  | | |  |
| 支間長(m) | 6 | 10 | 8 | 12 |
| 資料対象部材 | 受桁、覆工板 | 受桁、覆工板 | 支持杭、横脚、上部工、覆工板、高欄 | 上部工主部材、覆工板 |
| 特徴 | ・高所での溶接・ボルト接合等は足場を設置し、足場上での作業行う<br>・支持杭の打設は地面に位置出しを行い定規を組んで削孔・建込みを行う | ・支持杭を先に打設し、杭頭キャップを介して上部工と連結する<br>・杭頭キャップはボルトで締付固定するため再利用が可能<br>・プレス材の取付時には専用ゴンドラを使用することで足場は不要で高所作業が少なく施工性、安全性が向上する<br>・同工法の上部パネル先行架設工法と比べて経済的 | ・上部鋼製パネルを支持杭打設のガイドとすることにより、杭心確保を容易にし上部工架設までの足場材の設置を無くし、傾斜地における煩雑な橋脚部補強も極限まで省力化した | ・主桁を長スパン対応可能な製作桁(SM490Y)とすることにより、支持杭本数を削減することができることから、工期短縮になる<br>・主桁及び受け桁以外は、従来工法と同じ |
| 長所 | ・特殊な部材を使わないため市場性がある | ・安全性が高い | ・安全性が高い | ・直線で縦断勾配が一定の場合は有利 |
| 短所 | ・地上高が高いと不経済 | ・部材にリース材が少ないため供用日数が少ないと不経済 | ・部材が全てリース材であるため供用日数が多いと不経済 | ・折れ点が多いと不利<br>・地上高が高いと不経済 |
| 備考 | ・地上に足場を設置するため、急傾斜地および地上高が高い場合は適さない<br>・地上高が高くなるとプレスが多くなり不経済となる(H鋼杭には強軸・弱軸があり、鋼管杭に比べてプレスが多く必要) | ・急傾斜地および地上高が高い場合には、上下作業が少ないため安全性が高い | ・急傾斜地および地上高が高い場合には、上下作業が少ないため安全性が高い | ・地上に足場を設置するため、急傾斜地および地上高が高い場合は適さない<br>・従来工法よりも支間長を大きくすることができるため経済的である<br>・地上高が高くなるとプレスが多くなり不経済となる(H鋼杭には強軸・弱軸があり、鋼管杭に比べてプレスが多く必要) |

設工法を採用したが、ブロック数が多くなることから、施工に時間を要することが分かった。

b) 解決策

ブロック数を減らすと施工速度が上がると考え、大型ワーゲンを採用する設計とした。さらに中央閉合を一般的な吊り支保工ではなく、ワーゲンによる閉合にした。

c) 結果と考察

大型ワーゲンによる工期短縮効果を表-4に示す。大型ワーゲンの採用は、通常ワーゲンと比べて若干割高となったが、確実に工期短縮可能な方法となった。

### (7) PCケーブルの緊張方法の変更

a) 問題点

通常はPCケーブルを両端から緊張するが、その際に橋台背面の工程が緊張待ちとなるリスクが生じた。

b) 解決策

工期短縮のため、PCケーブルの緊張方法を両引きではなく、桁内側からの片引きに変更した（図-10参照）。

c) 結果と考察

PCケーブルの施工待ちのリスクを回避することができた。

### (8) 昼夜間施工の採用

a) 問題点

上記(1)～(7)を採用した場合の工程を精査した結果、さらに設計時点での工期短縮が必要となった。

b) 解決策

クリティカルパスを明確にした上で設計段階から昼夜間施工を採用した。

c) 結果と考察

昼夜間施工により、供用工程を遵守した設計となった。一方で、当初設計から昼夜間施工で設計することは、工程上の余裕がなくなることを意味するため、施工段階では通常よりも工程管理に注力する必要があった。

表-4　大型ワーゲンによる工期短縮効果

| 橋梁名 | 大型ワーゲンによる工期短縮効果 |
|---|---|
| 雄ノ山高架橋（下り線） | 1.7ヶ月（移行部） |
| 雄ノ山高架橋（分合流部） | |
| 雄ノ山高架橋（移行部） | |
| 和歌山JCT Dランプ橋 | 1.0ヶ月 |
| 岡野第一橋 | 1.3ヶ月 |
| 岡野第二橋 | 0.8ヶ月 |
| 北別所高架橋 | 0.8ヶ月 |

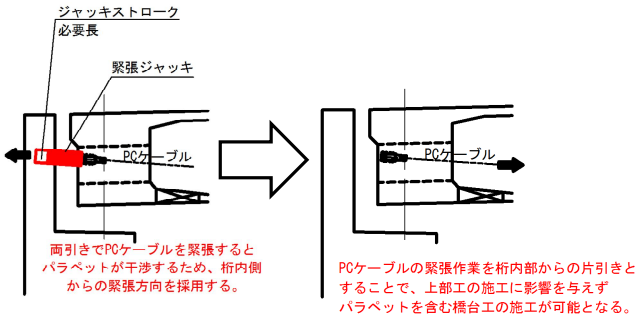



図-10　PC ケーブルの緊張方法の変更

## 4. 施工段階における工夫

施工段階における課題は、工期内に良好な品質の構造物を安全に施工することである。ここでは、施工段階において検討した工期短縮を図る上での問題点、解決策及び結果と考察を以下に示す。

### 1) 工事用道路の輻輳防止

a) 問題点

規模の大きい複数の工事が同じ工事用道路を利用するため、コンクリートミキサー車、トンネルのずり出しダンプトラック、資材運搬車等で工事用道路が輻輳することが分かった。また、工事用車両の転回及び離合待ちで施工速度が上がらないことも問題となった。

b) 解決策

工事用車両の台数を分散させるため、受注者にて組織する安全協議会等で工事間調整した。しかし、工事間調整では対応できない状況であった。

そこで、クリティカルパスに大きく影響する工事用道路の拡幅により、工事用車両の離合を可能とした。また、拡幅できない工事用道路については、追加の工事用道路を設置した（図-11～12参照）。

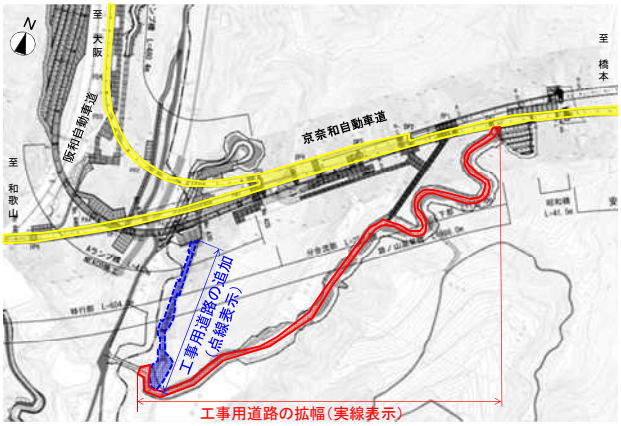



図-11　工事車両の輻輳防止対策（雄ノ山高架橋他）

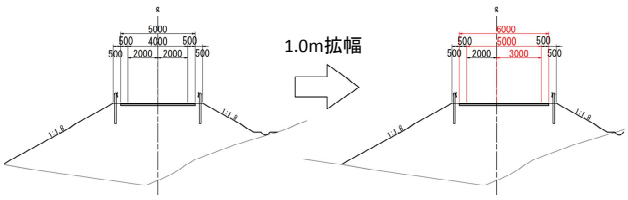



図-12　拡幅した工事用道路の例

c) 結果と考察

工事用道路を拡幅・追加したことによって工事用車両の輻輳を回避することができた。また、副次的な効果として、現道上で工事用車両が待機することもなくなり、現道の渋滞等の影響を回避することができた。

(2) 工事用道路の追加による工期短縮

a) 問題点

岡野第二橋への工事用道路は片押し施工となるため、工期遅延のリスクを低減する必要があった。

b) 解決策

岡野第二橋の工期短縮のため、調整池設置に使用する工事用道路を分岐させ、先行工事の完了を待たずに後続工事に着手できるようにした（図-13参照）。

c) 結果と考察

約10ヶ月工期短縮することができた。

(3) 鉄筋の施工方法による工期短縮

a) 問題点

橋脚施工時に帯鉄筋が過密配筋となるため、施工速度が上がらない。また、通常の鉄筋についても橋脚上の狭小な足場では組み立てに時間を要することが分かった。

b) 解決策

過密配筋を防ぐため、鉄筋定着部を工夫した新技術を採用した。また、橋梁上ではなく、施工ヤードで鉄筋を先組みする新技術を採用することで、組み立て時間を短縮した（表-5参照）。

c) 結果と考察

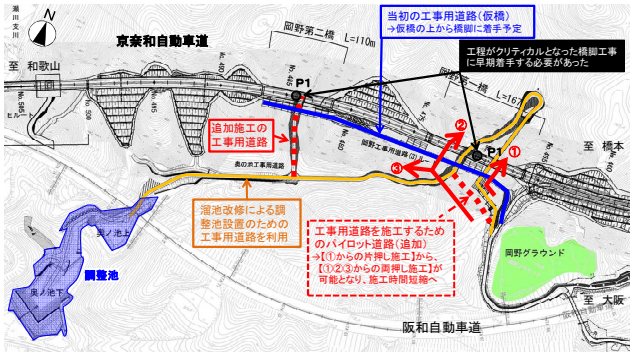



図-13　工事用道路の追加による工期短縮例
（岡野第一橋、岡野第二橋）

表-5　鉄筋の施工方法に関して採用した新技術（本現場での例）

| 技術名 | 配筋作業の合理化を図る鉄筋端部定着工法 | 鉄筋組立の省力化を図る鉄筋組立工法 |
|---|---|---|
| 概要 | ・過密配筋での施工性などを向上させる鉄筋定着工法<br>・せん断補強鉄筋である<br>・半円形フックの定着工法を着工法（支圧定着）にした<br>・これにより、組みにくかった両端フックのせん断補強鉄筋の組立が、片方をプレート定着にすることにより組立が非常に簡単になった<br> <br> | ・橋脚下部工などの鉄筋組み立てにおいて、地上で組み立てた帯鉄筋などを一括して吊り込み構築する技術<br>・設計図書によってノップキャリィ設備が変わる<br> |
| 長所 | ・組みにくかった両端フックのせん断補強鉄筋の組立が、片方をプレート定着にする事により施工性が向上<br>・過密配筋部の主筋定着などに適用することにより、コンクリートの充填性が向上 | ・足場上での作業が軽減されるため、作業時間の短縮、安全性の向上を図ることができる<br>・鉄筋定尺内であれば重ね継手の必要がないため、軽量化が可能<br>・地組できるため過密配筋では効果的 |
| 短所 | ・疲労が問題となる橋梁上部構造の軸方向鉄筋には使用できない | ・地組ヤードの確保が必要<br>・D38を超える鉄筋は使えない<br>・ノップキャリィ部材の製作期間が3ヶ月必要（断面形状・大きさが異なると転用できない）<br>・深礎工では足場やライナープレートなどの支障物等の条件により、橋脚躯体ほどの効果が得られないと思われる |

雄ノ山高架橋の例では、新技術を適用した結果、約13日工期短縮することができた。

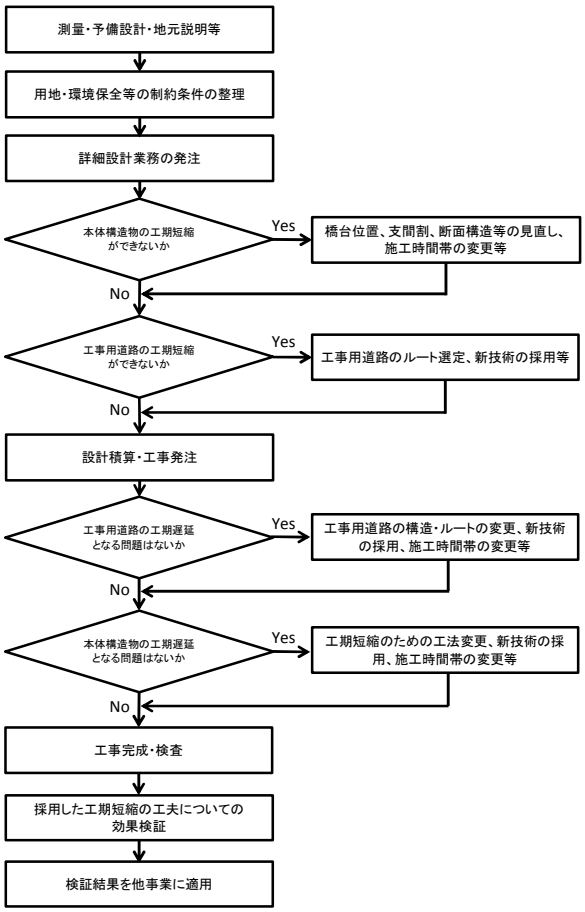
## 5.　まとめ

上記により、それぞれの工夫において、一定の工期短縮効果が確認された。一部でコスト増となった工夫もあったが、工期短縮により仮橋賃料・交通誘導員等の費用が縮減されるため、効果把握の際は総合的な視点が必要である。また、現場条件の変化等の不測の事態に対し、早期供用に向けてクリティカルパスを24時間体制で施工を進める一方で、発注者側としても現場で生じた様々な課題を共有し、その状況に応じた意思決定を円滑に行うため、担当者が一堂に会するプロジェクトマネジメント会議等によって早期に方針決定し、工事の進捗を図った。

本事業は現時点においても施工中であるため、中間報告となる。そのため、今後も経過観察を行い、経済性・安全性・施工性等に関して長所・短所を分析し、費用対効果、適用可能範囲等を議論する必要がある。

また、今回の工夫内容の着眼点は事業に関係する者の暗黙知によるところが大きい。そこで、体系的にまとめることによって形式知にすることも重要であると考える。その一例を表-6に示す。

表-6　工期短縮の着眼点の例



## 6. おわりに

本論文にて紹介した設計段階及び施工段階における工期短縮の工夫は、事業に関係する者が現場状況に合わせて苦慮しながら創出したものである。そのため、全ての工夫を他の事業に水平展開できるとは限らないが、早期供用を望む地域の強い要望に応えるための一助となれば、望外の喜びである。

**謝辞**：本論文の執筆にあたり、組織の内外を問わず、関係する皆様に多大な協力をいただきました。心から感謝の意を表します。

**付録**

2015年5月末時点での工事現場の進捗状況を写真-1～7にて報告する。

写真-1　雄ノ山高架橋（下り線・分合流部）

写真-2　和歌山 JCT（全景）

写真-3　和歌山 JCT（近景）

写真-4　雄ノ山高架橋（移行部）

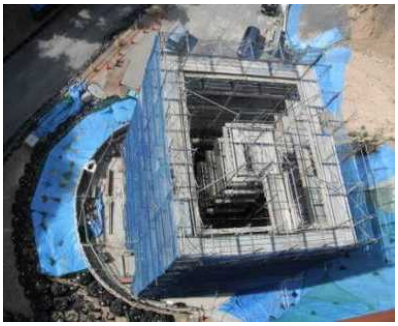


写真-5　岡野第一橋

写真-6　岡野第二橋

写真-7　北別所高架橋

**参考文献**

1) 紀北西道路雄ノ山高架橋詳細設計業務報告書, 2013.3
2) 紀北西道路橋梁３橋他詳細設計業務報告書, 2013.3

喜多　弘（旧所属：近畿地方整備局　和歌山河川国道事務所　工務第二課）
大野文義（近畿地方整備局　和歌山河川国道事務所　工務第二課）