

新東名高速道路・新佐奈川橋の 景観・環境デザイン

木暮 雄一¹・遠藤 史²・中井 義政³

¹正会員 鹿島建設株式会社 土木設計本部
(〒107-8502 東京都港区赤坂6-5-30, E-mail:kogure@kajima.com)

²正会員 鹿島建設株式会社 土木設計本部
(〒107-8502 東京都港区赤坂6-5-30, E-mail:endo@kajima.com)

³非会員 中日本高速道路株式会社 経営企画本部
(〒460-0003 愛知県名古屋市中区錦2-18-19, E-mail:y.nakai.aa@c-nexco.co.jp)

新東名高速道路・佐奈川橋工事は、総合評価落札方式における設計・施工一括発注方式（以下、DB方式）を適用した。本方式によれば、構造形式を始めスパン割、使用材料等について施工者側が自由に設定できる。本橋は、上下線分離の暫定2車線での発注であり、隣接両工区がトンネルのため、地形及び道路計画から日本有数の高橋脚橋梁になる。

本橋は、耐震性、耐久性の確保と景観・環境に配慮した設計・施工計画、並びに工程短縮を主眼として計画した。特に、景観・環境面では、里山の谷あいには架橋される橋梁の景観的な収まりや、周辺の自然環境に配慮した橋脚配置と美観の向上を重視した。

キーワード:設計・施工一括発注方式, デザインビルド, 上下部一体工事, 景観, デザイン, 高強度材料, 多角形断面, 環境対策, 早期復旧, 貴重種, ナガレホトケドジョウ, 猛禽類

1. はじめに

新佐奈川橋は、総合評価落札方式におけるDB方式として発注した上下部一体の高速道路橋である。

発注段階では事業者案を示さず、道路種別、幾何構造、地形図、用地範囲、工事延長等を付与するのみで、構造形式を始めスパン割、使用材料等については施工者が自由に設定可能とした。DB方式は規模が大きく、工期短縮が求められるものの中から、用地等の制約がなく橋脚位置の選定等の自由度が高い橋梁を対象にしており、新技術や新工法を取り入れやすいという特徴がある。

本橋で求めた評価項目は以下の9項目であった。

表-1 評価項目

設計計画	① 構造の成立性
	② 維持管理
	③ 完成後の周辺環境・景観
施工計画	④ 施工計画
	⑤ 管理体制・手法
	⑥ 品質管理
	⑦ 安全管理
	⑧ 工事時の環境対策
	⑨ 工程計画(工期短縮)

本橋は、与条件より日本有数の高橋脚橋梁になると想定され、架橋地点には貴重種であるナガレホトケドジョウやサシバ等猛禽類の生息が確認されていたことから、高橋脚橋梁に対する構造成立性のほか、施工中・完成後の環境への影響を最小限に抑えることが求められた。

2. 工事および計画概要

(1) 工事概要

入札公告で記載した本橋の工事概要を以下に示す。

工 事 名：第二東名高速道路 佐奈川橋
工事場所：愛知県豊川市千両（ちぎり）町
工事内容：技術提案に基づき佐奈川橋の設計・施工を行う橋梁上下部工事

概算数量：延長724m, 佐奈川橋上下部工一式

工 期：契約締結日の翌日から技術提案書に記載の日数（ただし、最長1,680日間とする）

(2) 景観・環境に配慮した橋梁計画および施工計画

本橋で採用した構造形式は、橋長約700m、最大スパン142mで、新東名路線で最大となる橋脚高89mを有するPRC6径間連続ラーメン箱桁橋である(表-2)。

スパン割・橋脚配置においては、里山に生息するサシ

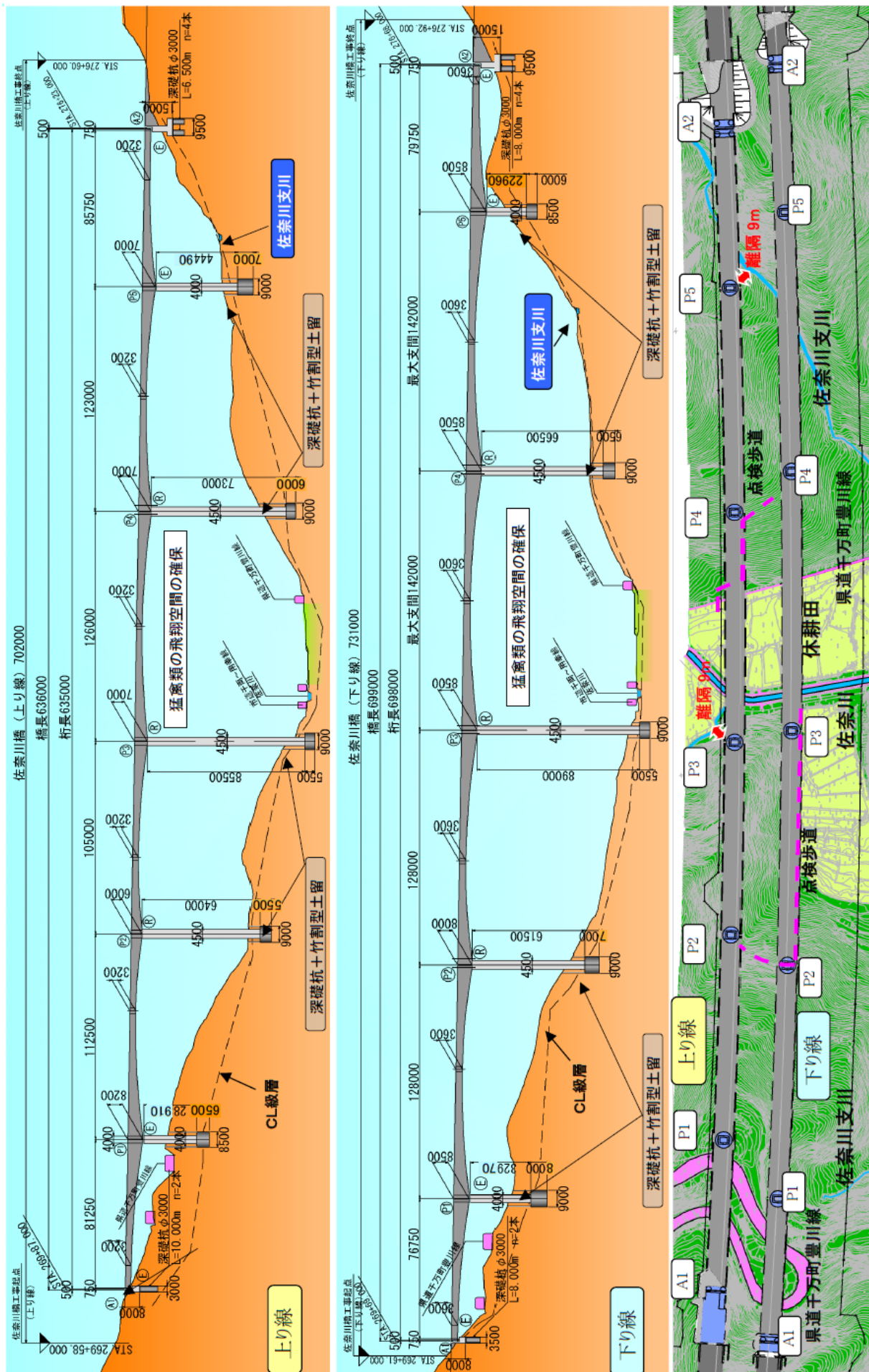


図-1 構造一般図

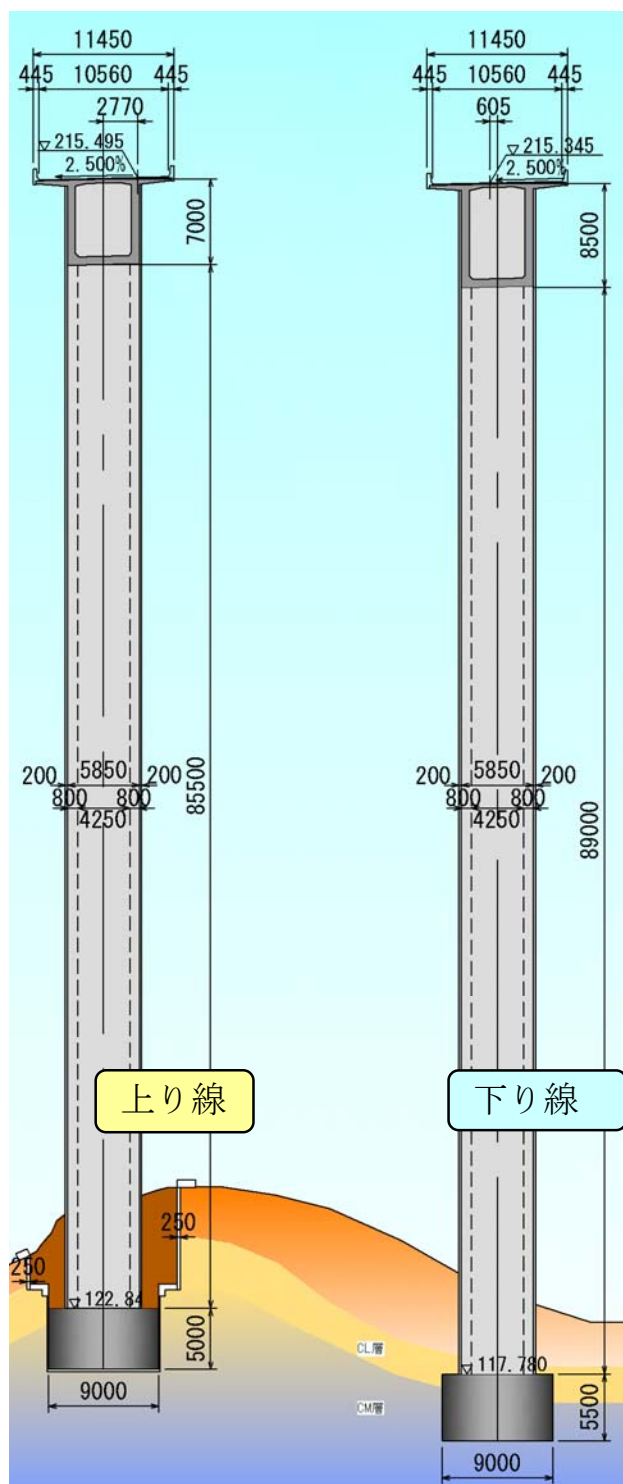


図-2 P3 橋脚正面図

バ等の猛禽類の飛翔空間の確保に配慮すると共に、交差する県道からの景観を考慮して決定した。

上下部構造は、高強度材料を用いて構造のスリム化を図ると共に、風景の中に占める構造物の割合の最小化を狙った。

環境への配慮として、事前に自然環境調査を行った。調査結果によると、前述した貴重種の生息の他、里山の

休耕田などは猛禽類の餌場になっていた。これらの豊かな自然環境の保護を目的に、施工中および完成後の地形改変面積を最小限に留めた。

また、上部工での最大8橋脚同時の張出架設等の取組みを行った結果、約300日の工程短縮を達成し、自然環境への影響低減と早期復旧を実現した。

表-2 新佐奈川橋 構造諸元

		上り線	下り線
工事区間		702.0m	731.0m
橋梁部	橋梁形式	PRC6径間連続ラーメン箱桁橋	
	橋長	636.0m	699.0m
	上部構造	一室箱桁（コンクリートウェブ）	
	下部構造	RC逆T式橋台 RC橋脚	
	基礎構造	橋台：深礎杭基礎 橋脚：大口径深礎	
土工部	工事区間	29.0m（起点側） 37.0m（終点側）	8.0m（起点側） 24.0m（終点側）

3. 景観への配慮

(1) 景観配慮の基本方針

本橋は里山の谷あいには架橋されるため、周囲の山林に眺望が阻害され、橋梁から500m程度の距離まで接近しないと視認することができない(図-3)。そのため複数の橋梁形式の中から、構造の成立性およびLCC最小化と併せ、主桁上に構造部材が無く近距離でも周辺景観を阻害にくい連続ラーメン箱桁橋を選定した。

また、近接した視点では、風景の中に占める構造物の面積と構造物から受ける圧迫感が課題となる。そのため、以下の方針で本体の意匠を検討した。

- ① 風景の中に占める構造物の割合を小さくする
- ② 構造美を追求する

(2) 上下部構造と意匠

本橋は、佐奈川下流側から斜角を持つ見え方となるため、P3～P4を中心に上下線の橋脚配置を整え、風景の中でバランスよく見えるように配慮した(図-3)。

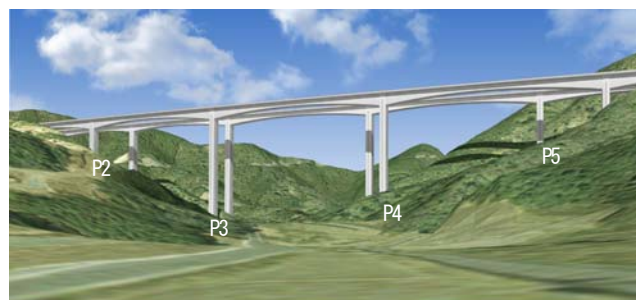
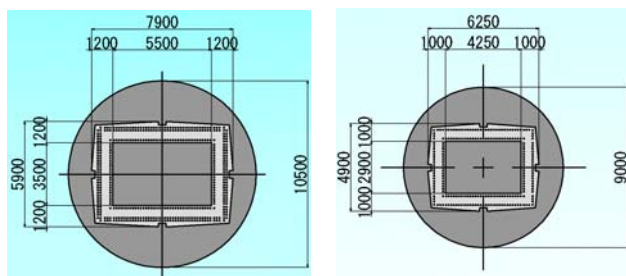


図-3 橋脚配置(CG)

上部工は、張出架設としては高強度のコンクリート（設計基準強度50N/mm²）を用い、断面の縮小を図った。また、橋脚にはコンクリートの設計基準強度は50N/mm²、鉄筋は主筋にUSD685、帯筋にSD490の高強度材料を用いる「Super-RC構造」を適用した(図-4)。これにより、基礎を含め部材断面の更なる縮小が可能となり、構造のスリム化を図ると共に風景の中に占める構造物の割合の最小化を図った。



〈従来構造〉

橋脚コン： $\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$

橋脚鉄筋：主筋 SD345 (D41-2 段)、
帯筋 SD345 (D22)

基礎鉄筋：SD345 (主鉄筋、帯鉄筋)

橋脚断面積： $A_c=24.4\text{m}^2$

基礎断面積： $A_c=80.9\text{m}^2$

〈Super-RC 構造〉

橋脚コン： $\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$

橋脚鉄筋：主筋 USD685 (D41-1 段)
帯筋 SD490 (D19)

基礎鉄筋：SD345 (主鉄筋、帯鉄筋)

橋脚断面積： $A_c=15.0\text{m}^2$

基礎断面積： $A_c=63.6\text{m}^2$

図-4 橋脚，基礎部材寸法の縮小

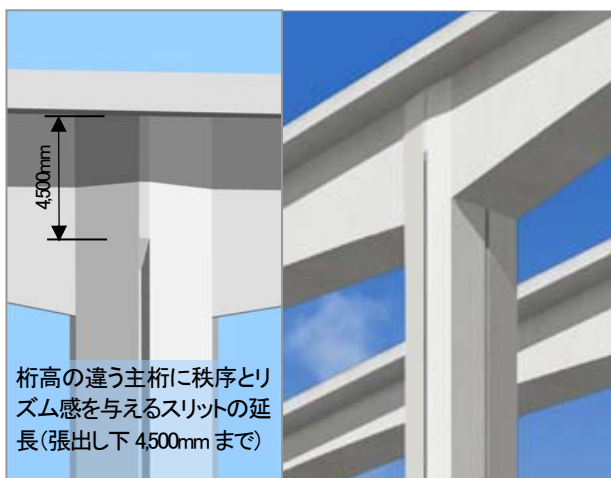


図-5 柱頭部アップ (CG)

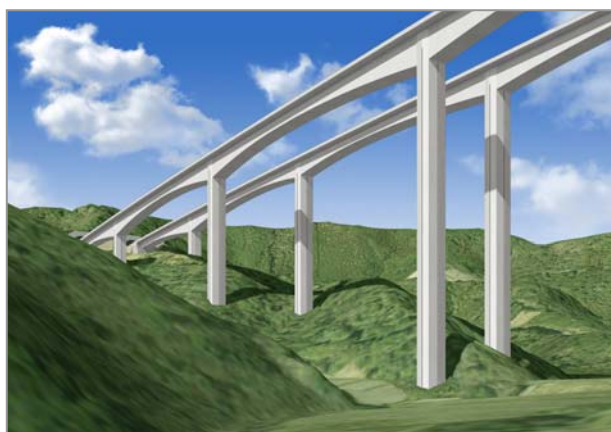


図-6 橋脚意匠 (CG) Super-RC+多(八)角形断面+スリット

橋脚の意匠は近接する視点での高橋脚の圧迫感を軽減するため、垂直方向の視覚的印象を強調、よりスレンダーに見せるため中央にスリットを入れた多(八)角形断面とし、陰影効果により高橋脚を際立たせると共に、スリットを主桁側面(柱頭部)まで延長し、橋脚毎に桁高が異なる主桁に、秩序とリズム感を与えた(図-5, 6 写真-1, 2)。



写真-1 橋脚意匠と陰影効果



写真-2 橋台部から橋軸方向(橋脚の並び)を見る

4. 環境への配慮

(1) 自然環境の回復と地形の修復

a) 地形改变箇所の修復

橋梁を架設する際、橋脚基礎の掘削や工事用道路、ヤード、土砂仮置場設置に伴う地形改变が必要になる。これら改变箇所の修復については、極力現状の地形・環境に戻す「原形復旧」を基本とし、以下の方針で対策を検討した。

- ① 改变面積を最小化する橋梁計画・施工計画
- ② 改变箇所の早期復旧

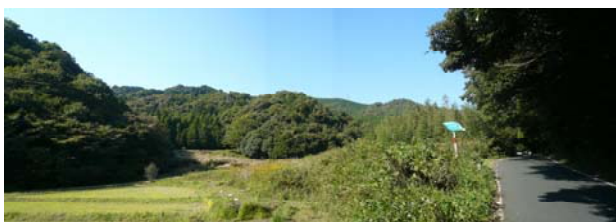


写真-3 着工前の現地の状況

橋梁計画上の配慮として、橋梁設置による地形改変面積を極力小さくすることを目的に、①支間長を広げること、②橋脚基礎は深礎形式を採用、③深礎の施工は改変面積の小さい竹割土留工法とした(写真-4、図-7)。



写真-4 竹割土留工法

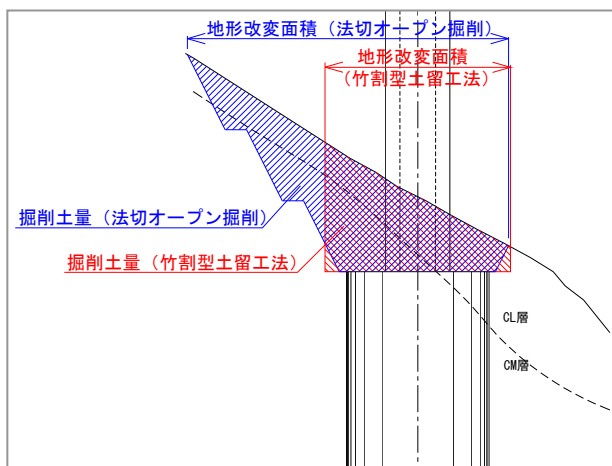


図-7 改変面積の比較

本体工事の完成後は、基礎掘削などで発生した土砂・岩ズリ等で竹割土留内を埋め戻して周辺地形とすり付け、自然な地形として修復する。この竹割土留内の埋戻しは、周辺に生息する小動物の落下防止対策も兼ねる。

工事用道路、ヤードの修復は、アスファルト撤去とともに切土部は覆土、盛土部は撤去して現況地形にすり付

け修復する(図-8)。また、完成した箇所(工事用道路・ヤード)から、順次埋め戻しなど地形の修復を行うことにより、仮置土量と土砂仮置場面積を最小限に抑え、改変期間の短縮も行う。橋梁完成時には、仮置土砂は残さず仮置場も完全に原形復旧する計画とした。

b) 在来植生との調和に配慮した緑化

地形改変箇所は、里山を「平地」と「森林」の二つのエリアに分けて、改変箇所の修復とともに植生復元のため以下の方針で緑化を行った。

- ① 早期緑化
- ② 在来植生との調和
- ③ 覆土修復箇所の土砂流出防止(森林エリア)

工事道路、ヤード、土砂仮置場などのうち平地エリアの改変箇所は、イネ科と在来種の草本を混合した種子吹付けにより、早期緑化と在来植生との調和に配慮した緑化仕様とした(図-8)。

森林エリアなど傾斜地の改変箇所では、平地部と同じ草本による緑化に加えて、将来の安定した樹林化の成立と生物の生息環境保全の観点から、落葉広葉樹を選定し苗木植樹を行った。また、改変箇所のうち覆土して地形修復する箇所は、土砂の流出防止のため、根の深い在来種(ハギ類)を混合した種子吹付けを行った(図-8)。

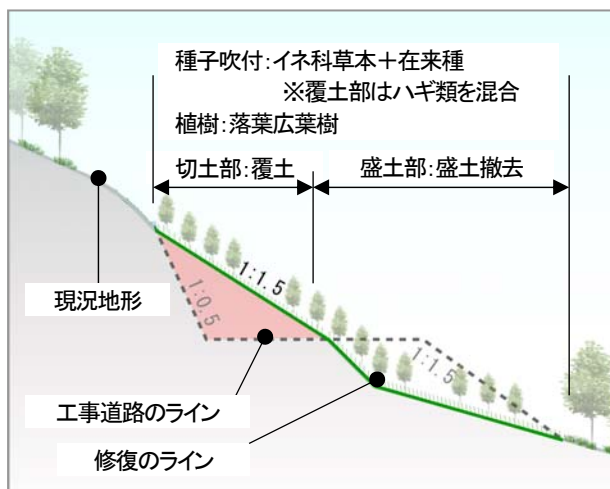


図-8 森林エリア(工事道路)の地形修復と緑化

(2) 貴重種保護対策

a) 保護対象種の設定

橋梁の計画地周辺に貴重種の生息が確認されている場合、施工中・完成後の保護対策が重要となる。(※動植物の中でも絶滅危惧種や地域にとって重要な種を貴重種と呼ぶ)

保護対象となる貴重種は、地域や計画地によって様々であり、種の生態的特長によって保護対策も変わる。

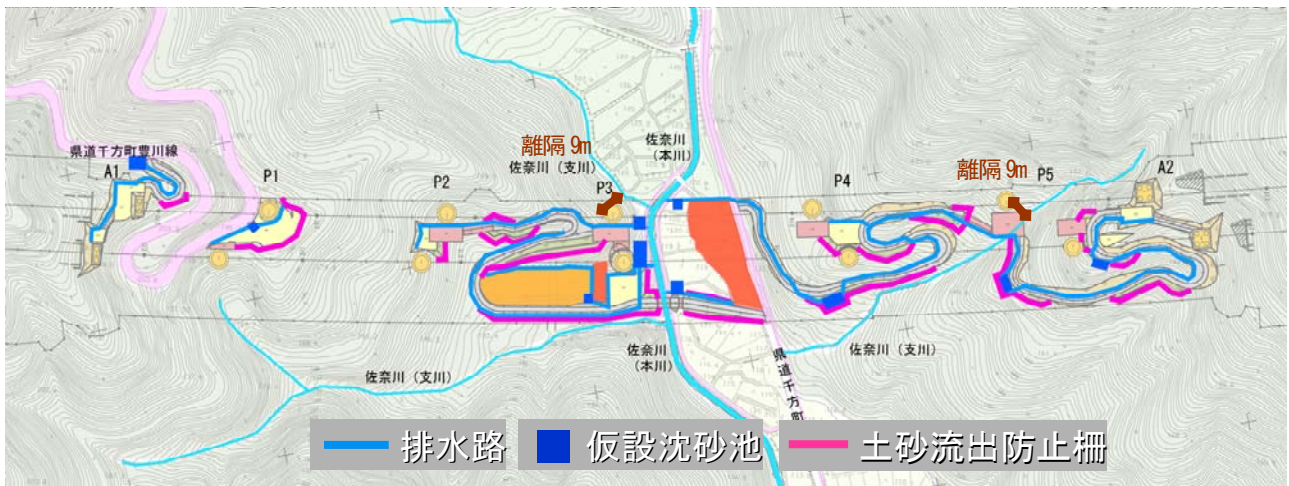


図-9 施工中の濁水、土砂の流出防止対策

本工事では、専門家による事前の現地調査から、保護すべき貴重種として佐奈川支川に生息するナガレホトケドジョウと、サシバ等の猛禽類を対象として保護対策を検討した。

b) ナガレホトケドジョウの保護対策

今回、保護対象となるナガレホトケドジョウは環境省と地元自治体の絶滅危惧種に指定されており、具体的な保護対策が求められた。

本種は佐奈川支川の沢部に多くの生息が確認されており、水質変化などに敏感であるという特徴がある。そのため、橋梁計画では、橋脚と基礎が沢部に干渉しないように、十分な離隔を持ったスパン割・橋脚配置計画とした(図-1)。

施工中の配慮として、工事用道路・ヤードからの排水は仮設沈砂池を経由、十分な濁水処理をした後、沢部に放流する計画とした。また、排水側溝以外からの濁水・土砂流入防止対策として、沢部と近接する道路・ヤードの盛土法尻箇所土砂の流出防止柵を設置する計画とした(図-9、写真-5)。

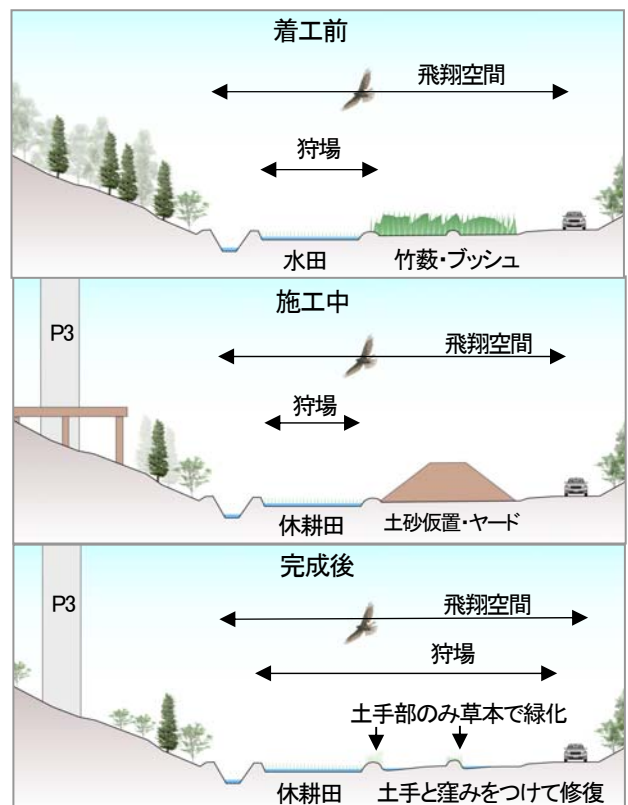


図-10 水田・休耕田エリアの保護と修復



写真-5 工事用道路・ヤードの状況(閉合完了時)



写真-6 完成した新佐奈川橋

c) 猛禽類の保護対策

前述のナガレホトケドジョウに加えて、計画地周辺に生息が確認されていたサシバ等の猛禽類も地元自治体の貴重種に指定されており、保護対策を実施した。

本種はカエルや昆虫などの小動物を開けた田畑で捕食する生態的特性を持っている。そのため、橋梁計画上の配慮として、水田上空の支間長を広げて飛翔空間と狩場を確保する計画とした。また、桁上に構造部材の無い箱桁形式を採用し、飛翔空間を阻害しないこととした。

施工中の配慮としては、狩場として機能している水田エリアを避けて道路・ヤード、土砂仮置場を配置し、工事中も狩場を維持する計画とした(図-10)。

5. おわりに

新東名高速道路・新佐奈川橋の景観・環境デザインの概要について報告した。

本橋の設計・施工にあたり、高強度材料の使用による断面の縮小化や竹割土留工法などを採用することにより、景観・環境に配慮するだけでなく、コスト及び使用材

料の削減、軽量化に伴う耐震性能の向上も同時に実現している。

本報告が橋梁の景観・環境デザインに取り組む上での一助となれば幸いである。

参考文献

- 1) 上東泰, 山本徹: 新東名高速道路 佐奈川橋の設計・施工ー高強度材料を用いたP R C箱桁ラーメン橋ー, コンクリート工学, vol.49, No. 7, pp. 34-40, 2011.7
- 2) 南雲広幸, 遠藤史, 川上光雄, 中井義政, 長尾千瑛, 酒井修平: 新東名高速道路(仮称)佐奈川橋の設計・施工, 橋梁と基礎2012-5, pp8-13. 2012
- 3) 盛田行彦, 南雲広幸, 川上光雄, 中井義政: 新東名高速道路佐奈川橋の施工ー高橋脚P C箱桁橋の施工ー, プレストレストコンクリート, Vol. 54 No. 5 Sep. 2012, pp8-13, 2012
- 4) 川上光雄, 中井義政, 相馬良太: 新東名高速道路 佐奈川橋の設計・施工, 高速道路と自動車 第56巻 第12号 2013年12月, pp. 28-32, 2013
- 5) 相馬良太, 渋谷和弘, 戸張正利, 盛田行彦: 新東名高速道路 佐奈川橋(仮称)の設計・施工, プレストレストコンクリート, Vol. 57, No. 6, Nov. 2015, pp. 26-31, 2015