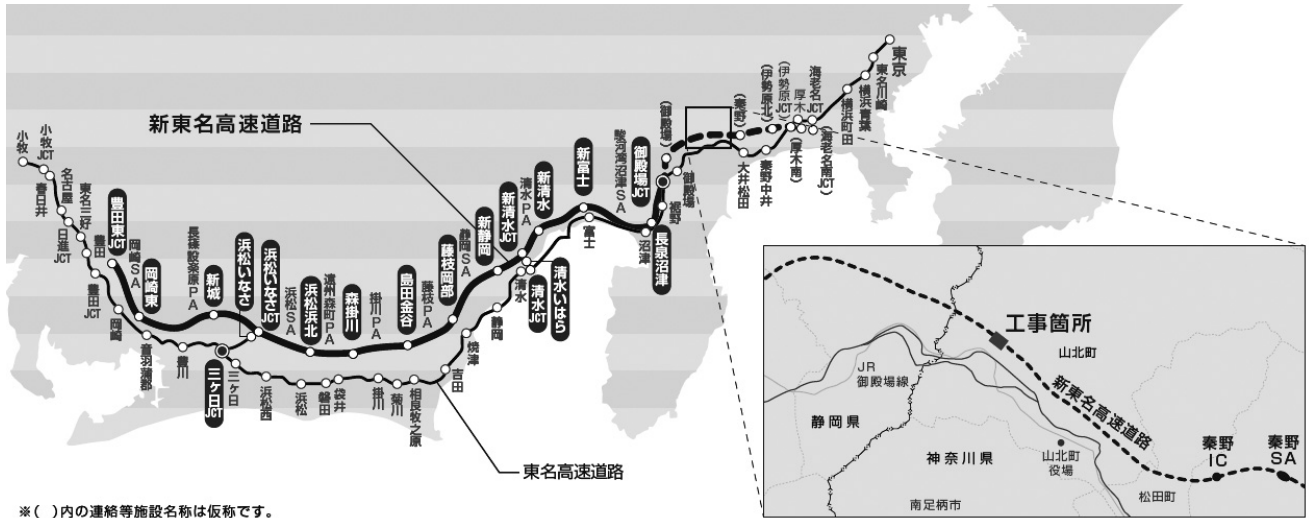


新東名高速道路 河内川橋工事

光山 恵生（鹿島・大成特定建設工事共同企業体）



※（ ）内の連絡等施設名称は仮称です。

図-1 新東名高速道路の全体図および本工事の位置図

1. はじめに

新東名高速道路は、神奈川県海老名市を起点とし、東名高速道路と並走しながら、静岡県を經由して愛知県豊田市へ至る約270kmの高速道路である。新東名高速道路の開通により、東京・名古屋間の移動時間短縮が図られるなど、東京・名古屋・大阪の三大都市圏を結ぶ新しい大動脈として、広域的な経済発展へ大きな役割を果たすことが期待されている。また、災害などで東名高速道路が通行できなくなった際の代替ネットワークとしての役割も期待されている（図-1）。

河内川橋工事は、新東名高速道路の未開通区間である伊勢原～御殿場間のうち、神奈川県山北町に流れる河内川を跨ぐ橋梁を建設するものである。本稿では、工事の概要および、本工事が取り組んでいる様々な生産性向上策について紹介する。

2. 工事概要

工事の主要工種の数量表を表-1に示す。

3. 工事の特徴

河内川橋は橋長771m（上り線）、橋脚の最大高さ88m、アーチスパン220mを有する長大アーチ橋である。現場は、丹沢山地の西端の急峻な谷部におい

表-1 主要工種数量表

橋梁上部工	鋼・コンクリート 複合バランスドアーチ橋 (上り線 771m, 下り線 692m)
	PRCポータルラーメン橋 (橋長22.5m)
橋脚	13基 (H=13.0~88.1m)
橋台	6基 (H= 7.0~13.0m)
基礎工	場所打ち杭24本 (ϕ 1.5m, L=15.0~22.0m)
	深礎杭18本 (ϕ =2.5m, L=5.5~23.5m)
	大口径深礎杭13本 (ϕ =10.0~17.0m, L=10.0~35.0m)
工事用路	インクライン1基 (積載90t, H=68m, L=103m, $i=41^\circ$)
	工事用トンネル・ずり出しトンネル一式
付帯工	調整池, 管理用道路, 町道拡幅
詳細設計	橋梁上下部の本体工の詳細設計一式

て、河内川を渡河する位置にある。高低差の著しい地形への対応とともに、新東名高速道路の早期開通に向けた工期の短縮を図ることが工事の重要課題となる。完成予想パースを図-2に、施工ステップを図-3に示す。

工事用道路として左岸側には日本最大級のインクライン（積載可能荷重90t）を配置し、右岸側には工事用トンネルを設け、厳しい地形条件の中で現場への動線を確認している。橋梁形式は鋼・コンクリート複合構造のバランスドアーチ橋が採用されている（図-4）。



図-2 河内川橋の完成パース図

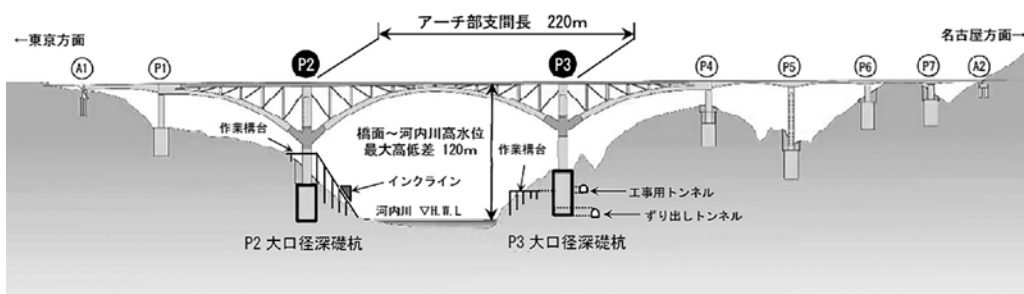


図-2 側面図(上り線)

STEP 1 下部工施工

橋脚基礎は大口径深礎杭を採用しています。竹型土留めの施工ののち、発破により支持地盤まで掘削し、コンクリートを打設して橋体を構築します。続いて基礎の上に橋脚を施工します。



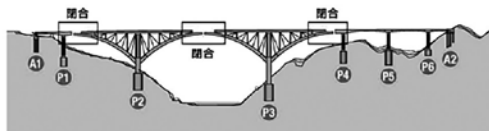
STEP 2 アーチリブ張出し架設

橋脚からアーチ部を張出し架設していきます。コンクリートのアーチリブ、鋼部材の鉛直材、補剛桁および斜吊材の、材料・構造が異なる4種類の部材でトラスを形成しながら、両側にバランスさせて張出し架設します。



STEP 3 アーチリブ・鋼補剛桁・PC箱桁の閉合

鋼とコンクリートの複合構造となる接合部を施工し、アーチリブ・補剛桁・PC箱桁を閉合して橋体を完成させます。



STEP 4 橋面施工

床版および壁高欄を施工します。仮設斜吊材の撤去、本設斜吊材の強力調整を行います。

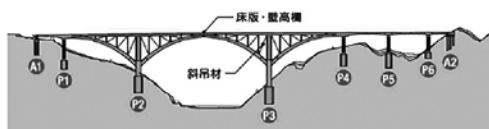


図-3 施工ステップ



図-4 右岸左岸それぞれのアクセス方法

4. 生産性向上への様々な取組み

4-1. 生産性向上への取組み①：大口径深礎の掘削におけるずり出し方法の合理化

本工事では、大口径深礎杭（ $\phi 10.0\sim 17.0\text{m}$ 、 $L=10.0\sim 35.0\text{m}$ ）が13本計画されている。

大口径深礎の標準的なサイクルタイムを図-5に示す。大口径深礎の掘削はずり搬出作業が全体サイクルの4割以上を占めるため、ずり出しに関わるサイクルタイムの向上は、大口径深礎の工程短縮に直結する。そこで、大口径深礎のずり出し方法の合理化を図った。

当初計画における大口径深礎のずり出しは、移動式クレーン（クローラークレーン）と土砂バケット（ 1.0m^3 ）を使用して地上の仮設構台に搬出し、10tダンプトラッ

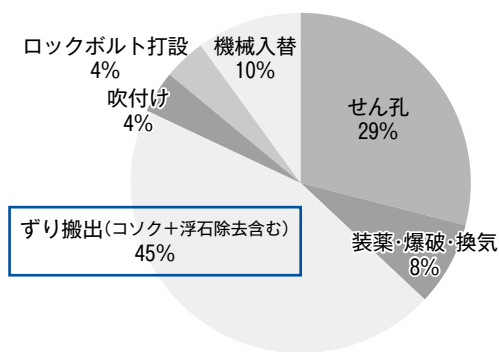


図-5 標準サイクルに占めるずり搬出の割合

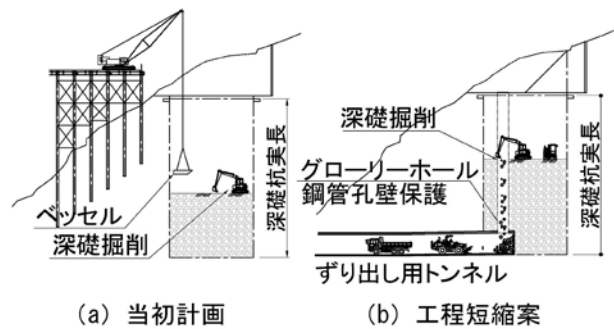


図-6 グローリーホールによるずり搬出計画

クに積み替え、場外搬出を行う計画であった。

大口径深礎のずり出し方法の合理化案として、施工機械の大型化に加え、鉱山現場や地下発電所などでの採用実績を有する、ずり投下用堅坑（グローリーホール）を用いた方法を検討した。図-6にグローリーホールを用いたずり搬出計画の概要図を示す。あらかじめ、深礎底盤にずり搬出用のトンネルを構築し、深礎断面内の地表部から、ずり搬出用トンネルに至るグローリーホールを設置する。深礎掘削時には、グローリーホールに深礎掘削ずりを投下し、トンネル坑内にて深礎掘削ずりの積み込みを行い、場外へ搬出する計画とした。本工法の利点は、切羽で作業するバックホウで土砂を堅坑から自由落下させるため、クレーンによる巻上・巻下やベッセルなどへの積込作業を削減できることが挙げられる（図-7）。

グローリーホールは、鉱山などで実績が多数あるレ

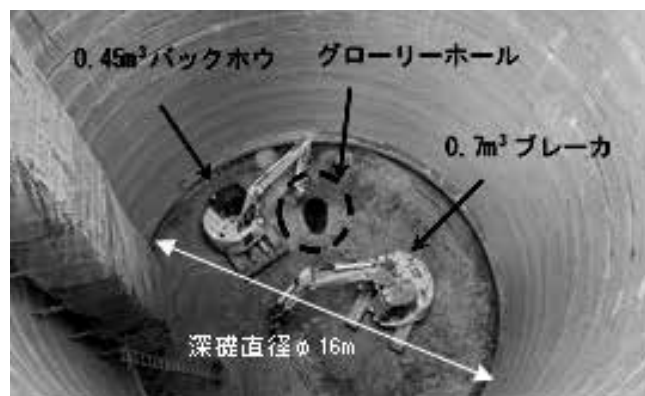


図-7 グローリーホールによるずり搬出計画

イズボーラー工法にて施工した。図-8に掘削手順を示す。掘削機を深礎位置に設置しφ250mmのパイロット掘削を行い、下部のずり出しトンネルまで貫通させる。その後、パイロットビット（φ250mm）をリーミングビット（φ1,750mm）に交換し、トンネル内か

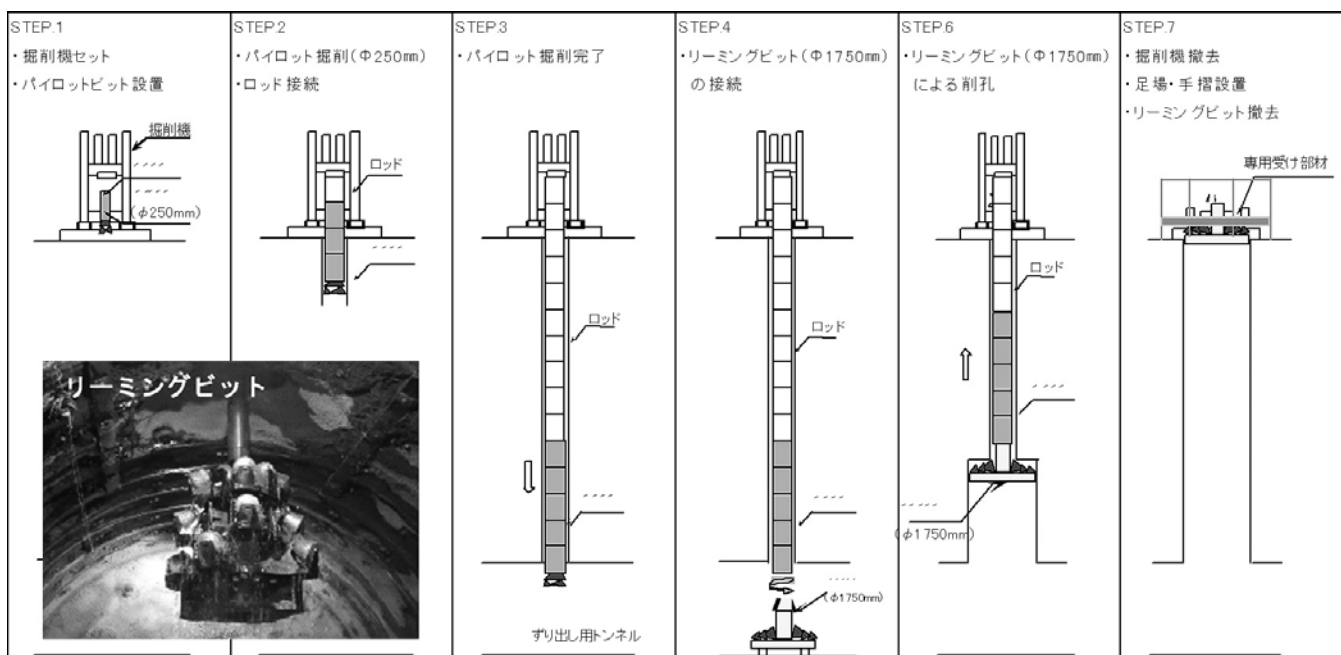


図-8 グローリーホール施工手順

ら上部に向けて逆向きに掘削を行う。掘削完了後、坑壁保護のためのφ1,200mm鋼管を建て込み、地山と鋼管の隙間にモルタルを注入し、完了となる。

本工法における工程短縮実績は、クレーンを使用した揚土方法と比較すると、グローリーホールを使用した排土方法により、1リング（掘削深度1m）あたり9時間短縮という結果が得られた。これにより、大口径深礎の掘削全体で1カ月の工程短縮を実現し、次工程の深礎構築作業へ予定通り移行することができた。

4-2. 生産性向上への取組み②：大口径深礎の構築における合理化

大口径深礎の躯体構築作業において、鉄筋等の鋼材組立作業とコンクリート打込み作業の合理化を図り、工程短縮を図った。大口径深礎では、軸方向の鋼材を異形棒鋼とするのが一般的であるが、鉄筋の組立作業に多大な労力を要していた。そこで、異形棒鋼の代わりに、突起付きH形鋼（以下、ストライプHと称する）を採用することで、鋼材組立作業の合理化を図った。ストライプHは、熱間圧延時にH形鋼のフランジ外面にフランジ幅方向に横ふし（線状）の突起を設けることにより、通常のH形鋼にコンクリートとの高い付着性能を付与したもので、異形棒鋼と同程度の付着性能を有している（図-9）。また、等価な鉄筋比の鉄筋コンクリートと同等の耐力および同等以上の降伏以降の変形性能を有していることが実験により実証されており、さらにストライプHに生じるひずみは鉄筋コンクリート方式で精度よく推定できることが確認されている。以上のことから設計上、鉄筋コンクリート部材と同じ方法で評価できるものである^{1) 2)}。

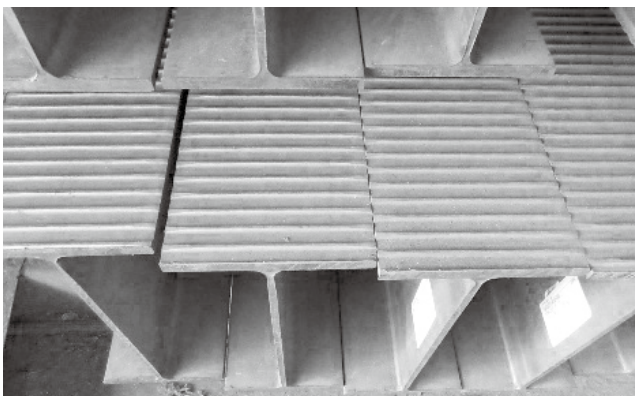


図-9 突起付きH鋼（ストライプH）

設計段階で両者の鋼材重量を比較した結果、異形棒鋼を用いた場合に対してストライプHを採用したことで約1.3倍増となった。これは降伏強度が異形棒鋼は490N/mm²であることに対して、ストライプHは355N/mm²であることや、ストライプHが大断面であ

り鋼材配置が内側へ寄ったため異形棒鋼に比べ降伏耐力が小さくなり、その分を鋼材量で補ったためである。しかし、本数に関しては、ストライプHが大断面である利点を最大限に引き出すことができ、異形棒鋼は570本であるのに対してストライプHは56本と約1/10に減じる結果となった。これにより、主鋼材の本数が減ったことで建込回数を大幅に削減することができ、施工の合理化が図ることができた（図-10）。

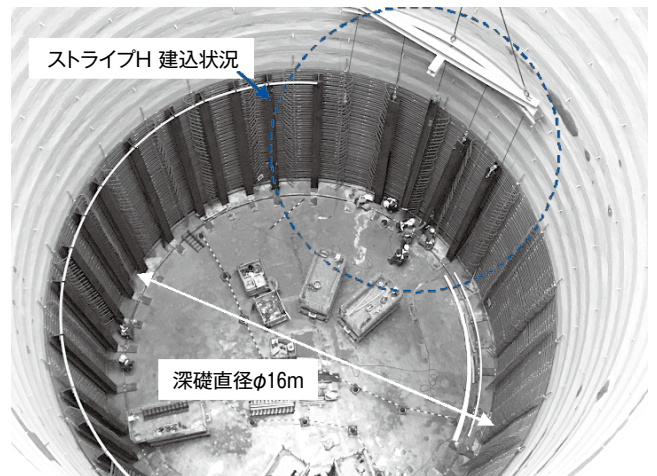


図-10 ストライプH建込 施工状況

コンクリート打込みについては、凝結の開始時間を24~30時間程度とした超遅延型コンクリートを採用し、合理化を図った（図-11）。一般的なコンクリート配合に超遅延剤を後添加することで、打込み翌日も凝結せず、打ち重ねることができる。本工事の場合では、

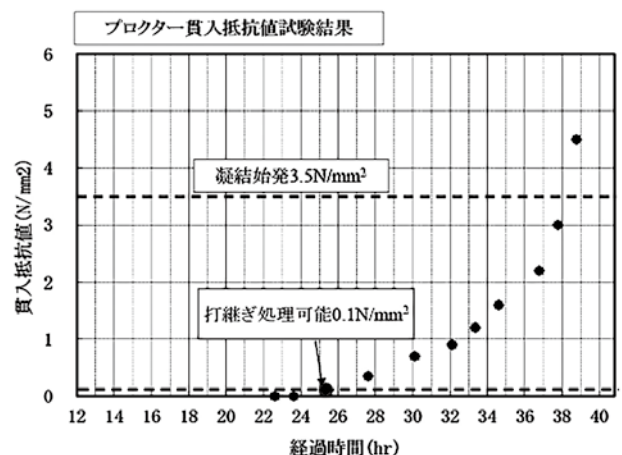


図-11 超遅延コンクリートの凝結時間

2180m³を4日間連続での打込み（平均545m³/日）を実現した。打継ぎ層を設けないことで、レイタンスの処理作業の回数を削減することができ、工程短縮が図られるだけでなく、弱点の少ない水密性の高い構造物が構築できた。

4-3. 生産性向上への取組み③：橋脚の構築におけるハーフPCa工法の採用

橋脚施工の生産性向上を図るために、ハーフプレキャスト工法を採用した。ハーフプレキャスト工法とは、構造物の外殻にプレキャスト製の埋設型枠を配置し、その内部に現場打ちコンクリートを打ち込むことで構造物を構築する工法であり、プレキャスト製品および現場打ちコンクリートそれぞれの特性を活かした新技術である。従来工法に比べ、型枠の脱型作業が不要となることから、作業時間の短縮・省人化・安全性の向上・環境負荷低減等の多くの利点を有する。また、構造物の外殻に品質の安定しているプレキャスト製品が配置されることから、構造物の長寿命化も見込めることができる。さらに、一般的なプレキャスト工法に比べ、プレキャスト部材の軽量化が実現でき、揚重機の制約を受けないことや運搬費の削減が特長として挙げられる。

本工事の場合は、埋設型枠として高強度繊維補強モルタル製のプレキャストパネルを採用した（図-12）。有機系の補強繊維を用いたことから、鋼製繊維に比べ点錆が発生せず、供用後も美観性を維持することができる。本工事の橋脚は、断面寸法9m×8mで、最大高さ88mである。埋設型枠の寸法は長さ約2m×高さ0.9m×厚さ60mmとし、1枚当たりの重量は、約250kgである。それらを14枚用いて9m×8mの口型に組み合わせることで、橋脚の外殻を形成させた。さらなる生産性向上策として、埋設型枠と帯鉄筋を地上ヤードで一体化し、それらを一括で構築場所に積層する方法を採った（埋設型枠と帯鉄筋のプレファブ化）（図-13、14）。これにより、構築場所の作業進捗に影響を受けずに帯鉄筋組立および埋設型枠の組立作業を前倒して実施することができる。軸方向鉄筋は現地での組立となるが、機械式の継手構造を採用することで、生産性の向上を図っている。これにより、橋脚の高さ方向3.6m（0.9m×4段/リフト）を構築するにあたり、6日間/リフトで施工可能となり、大幅な工程短縮を実現している。

5. おわりに

本工事における生産性向上に資する取組みについて紹介した。今後、工事は下部工から上部工へ移行し、

本格的な橋梁躯体の構築が進捗する。新東名高速道路の早期開通に向けて、今後も様々な生産性向上策に取り組み、工事に関わる全員が一丸となって、安全に工事を進めていく所存である。



図-12 高強度繊維補強モルタル製の埋設型枠



図-13 埋設型枠と帯鉄筋のプレファブ化状況



図-14 プレファブ部材 積層状況

参考文献

- 1) 先端建設技術センター：RI-Bridge設計施工マニュアル（案）、2015.8.
- 2) 有山ら：主鋼材へ突起付きH形鋼を適用した大口径深礎の設計、令和元年度土木学会全国大会第74回年次学術講演会