

鉄道一般
車両
施設
電気
運転・輸送
防災
環境
人間科学
浮上式鉄道

鉄道構造物の建設技術における生産性向上の取り組み



神田 政幸
Masayuki Koda

構造物技術研究部 部長
[専門分野] 地盤工学, 基礎工学

近年、建設工事での生産性向上が叫ばれています。鉄道構造物の建設現場、たとえば都市内での鉄道の複線化高架工事や連続立体交差化工事、あるいは、整備新幹線建設工事も同様です。そこで、国土交通省が進める「i-Construction」を概観した後に、鉄道構造物の建設現場の生産性向上策として、「橋りょう・高架橋」^{ふかかん}、「土構造物」^{ひがく}、「トンネル」の各分野での実用化技術を俯瞰して紹介します。

はじめに

我が国では、急速な少子高齢化にともなう生産年齢人口の減少に直面し、建設分野の技能労働者の確保や、保有する技術力の維持・向上、生産システムの変革も含めた生産性の向上が喫緊の課題として、注目されています¹⁾。学会などで指摘されている²⁾ように、建設分野の生産性は、過去の開発段階、あるいは技術導入当時と比較して、飛躍的な向上がない技術分野といえます。

ここでは、建設分野の生産性向上の取り組みとして、国土交通省が進める「i-Construction」を概観した後に、鉄道構造物の建設現場の生産性向上の実用化技術を俯瞰して紹介します。

i-Construction

統計によると、2019年12月では建設業の就業者は488万人であり、ピーク時の1997年の685万人から約30%減少しています。さらに、建設業就業者の55歳以上は3万人増加し、29歳以下は約1万人減少する高齢化が進行しています。このような背景より、建設業の生産性向上は急務です。ICT技

術の全面的な活用により、調査・測量から設計、施工、検査、維持管理・更新までのすべての建設プロセスの生産性向上が目標です。国土交通省は、2016年を「生産性革命元年」と位置づけ、同年3月に「国土交通省生産性革命本部」を設置し、「i-Construction」を推進する20の「生産性革命プロジェクト」を選定しました。同年9月の政府の未来投資会議（議長：内閣総理大臣）において、建設現場の生産性を向上させ、魅力ある建設現場を目指し、建設現場の生産性を2025年度までに2割向上の方針を宣言しました³⁾。「i-Construction」のコンセプトは、次の3つになります。

- 1：ICTの全面的な活用（ICT土木）
- 2：規格の標準化
- 3：施工時期の標準化

「i-Construction」が目指す建設現場のイメージとして、①現場打ちの効率化や、②プレキャストの推進、および③建設現場のサプライチェーンの効率化があげられています⁴⁾。

以下では、鉄道構造物の建設現場の生産性向上の実用化技術として、品質・

性能が確保でき、上述の①、②に直結する「橋りょう・高架橋」^{ひがく}、「土構造物」^{ひがく}、「トンネル」の現場施工の効率化や工数の削減に寄与する建設技術を紹介します。

橋りょう・高架橋

鉄道の複線化高架工事や、連続立体交差化工事では、既設鉄道の安全性を確保し、鉄道近傍^{きょうあい}の狭隘な場所で時間的制約を受けながら、鉄道高架橋を構築する必要があります。このような場合、工場製作のプレキャスト部材をラーメン高架橋の柱、はり、スラブに部分的、あるいはほぼすべてに適用することで、省力化および急速施工を可能にします（図1）⁵⁾。プレキャスト部材を用いた高架橋の特徴は、現場打ち鉄筋コンクリートラーメン高架橋と比較して、①型枠組立、配筋や支保、コンクリート打設、養生などの現場作業が削減され、②部材が工場製作のため品質の変動が少なく、安定していることにあります。最近では、整備新幹線の建設現場において大幅な工期短縮を期待し、現場打ち鉄筋コンクリート

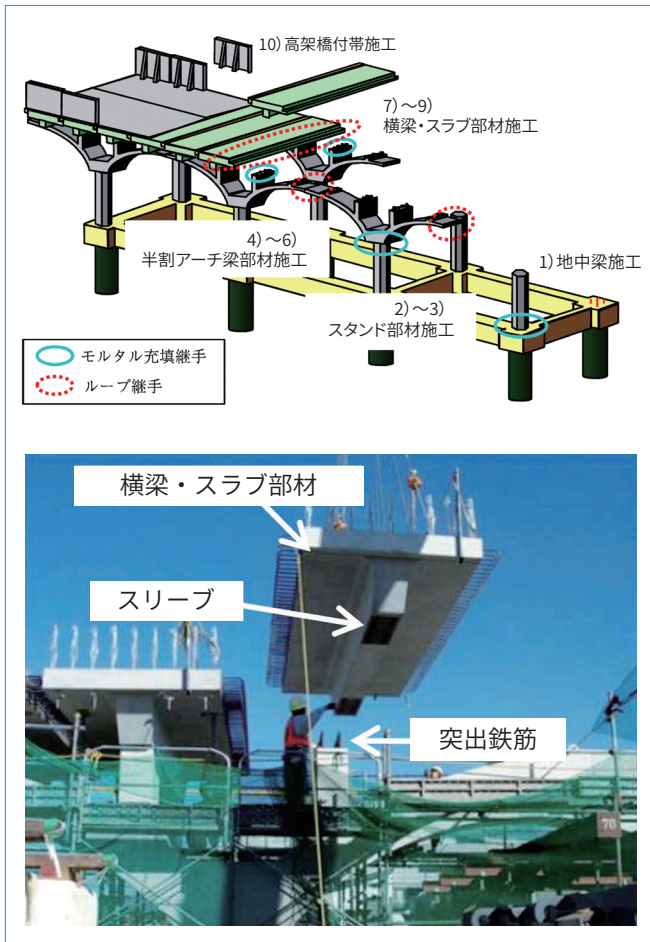


図1 フルプレキャスト工法によるラーメン高架橋⁵⁾

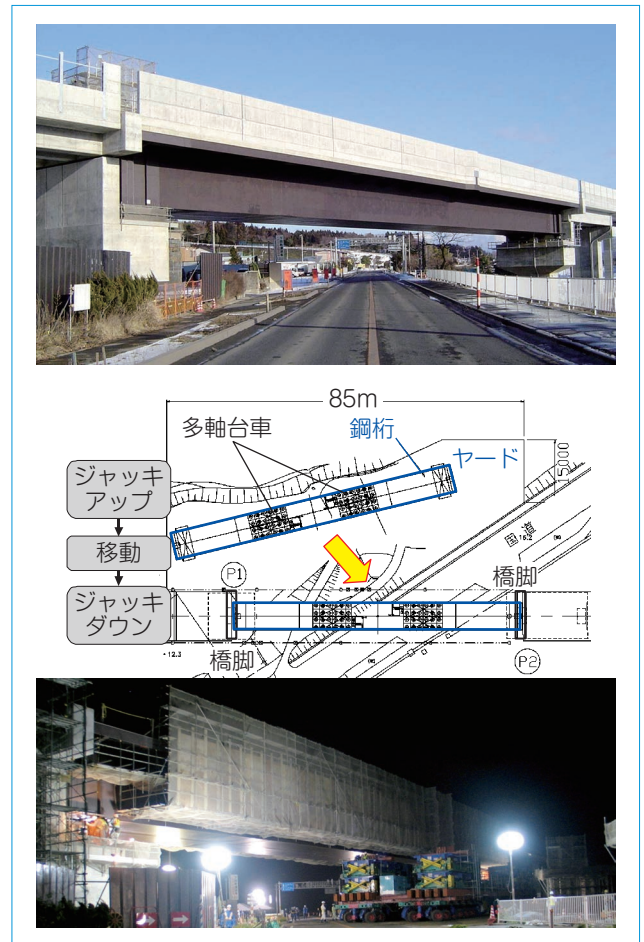


図2 多軸式移動台車による桁架設と完成した単純合成桁⁶⁾

ラーメン高架橋に替えて、プレキャスト工法による高架橋建設工事が進められる場合があります。

交通量の多い既設の道路をまたぐ鉄道橋の建設の場合、現地の架設作業の時間的制約から鋼橋りょうを選択する場合があります、比較的多くあります。特殊な例として、交差道路の交通止めを最小限に留める必要から、鋼橋りょうの一括架設工法が採用されます。この場合、①鋼橋の鋼重量が400t超で大型クレーンが使用できない、②地組み場所から架設現場まで移動可能な条件として、多軸式移動台車が用いられます(図2)。同図の例では、全長85mの作業ヤード内に設置された単純合成桁橋(橋長69m、複線1箱桁形式)に対して、多軸式移動台車(250t)を4台、ユニットジャッキ(150t)を8台使用し、夜22時に作業を開始し、約7時間で

架設作業を終えました⁶⁾。

土構造物

鉄道の盛土や切土の土構造物については、一般的に施工速度は速いものの、土の締めめや切土・掘削による現場施工の品質確保が、土構造物の性能に影響することが知られています。また、盛土高や切土高が高くなるとのり面も比例して長くなり、鉄道用地の取得が難しくなる場合があります。これに対して、面状補強材や地山補強材などの引張り補強材と、鉄筋コンクリート壁面を連結し、急勾配化した盛土補強土擁壁や切土補強土擁壁が用いられてきました(図3)。特徴として、①急勾配化により盛土や切土の土工量を縮小させるとともに、②鉄筋コンクリート壁面とこれらの補強材を連結することで、線路横断方向の一体性が確保さ

れます。③盛土や切土構築後に、鉄筋コンクリート壁面と一体化する施工工程のため、一体化後の支持地盤や切土のり面の変位を極力抑制します。

桁、橋台、背面盛土からなる桁式橋りょうを桁・橋台・背面盛土を一体化し、鉄筋コンクリート構造のインテグラル橋りょうとセメント改良された補強土からなる新しい構造形式の橋りょうを補強盛土一体橋りょう(GRS一体橋りょう: Integral Bridges with Geosynthetics -Reinforced Soils)⁷⁾とよびます(図4)。この構造形式の橋りょうの特徴は、①背面盛土構築後インテグラル橋りょう部を構築し、背面盛土と一体化するために、一体化後の沈下を抑制し、②支承レス構造であり、③橋台背面盛土が平常時、異常時に抵抗し橋りょうの耐震性が向上することです。さらに桁にPC桁や合成桁を用い

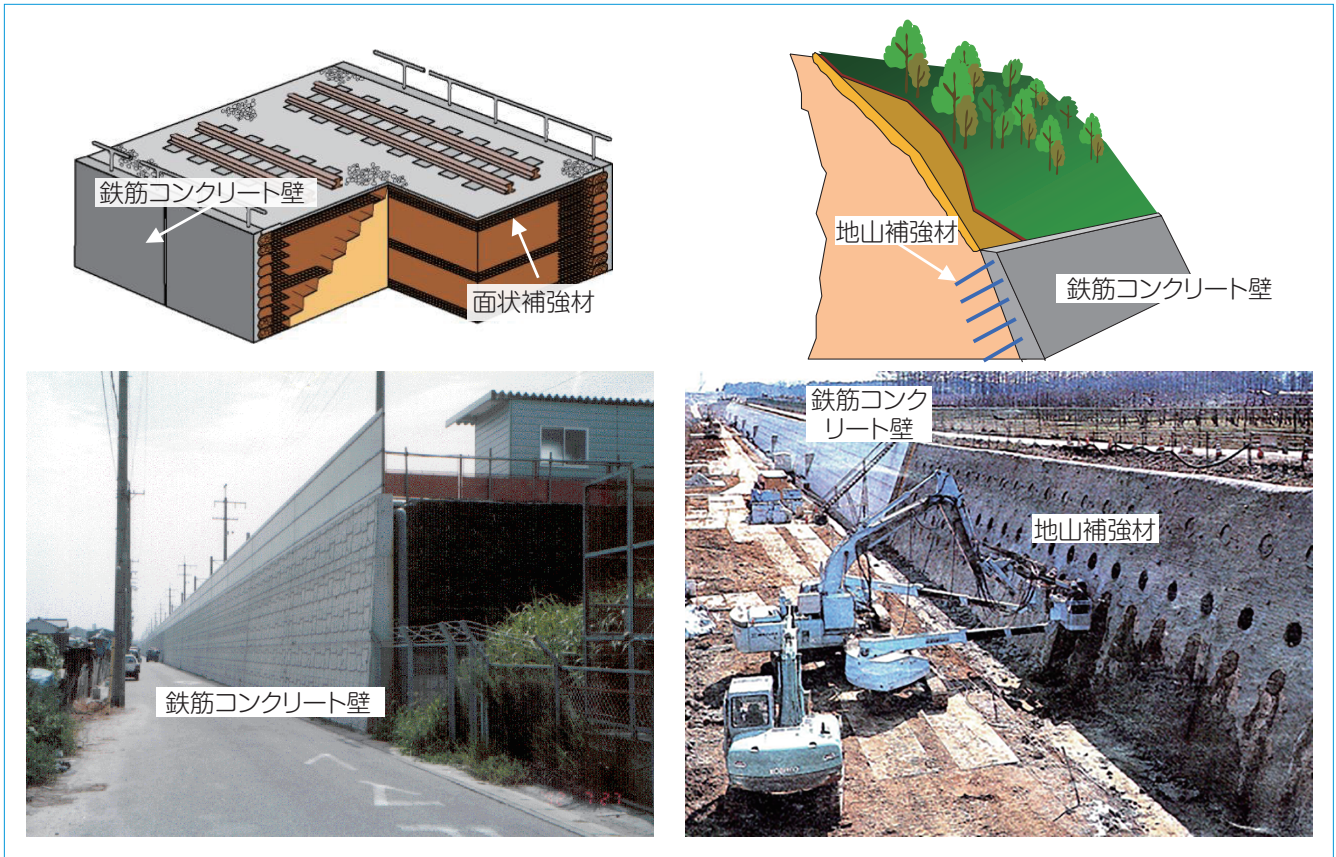


図3 盛土補強土擁壁(左図), 切土補強土擁壁(右図)

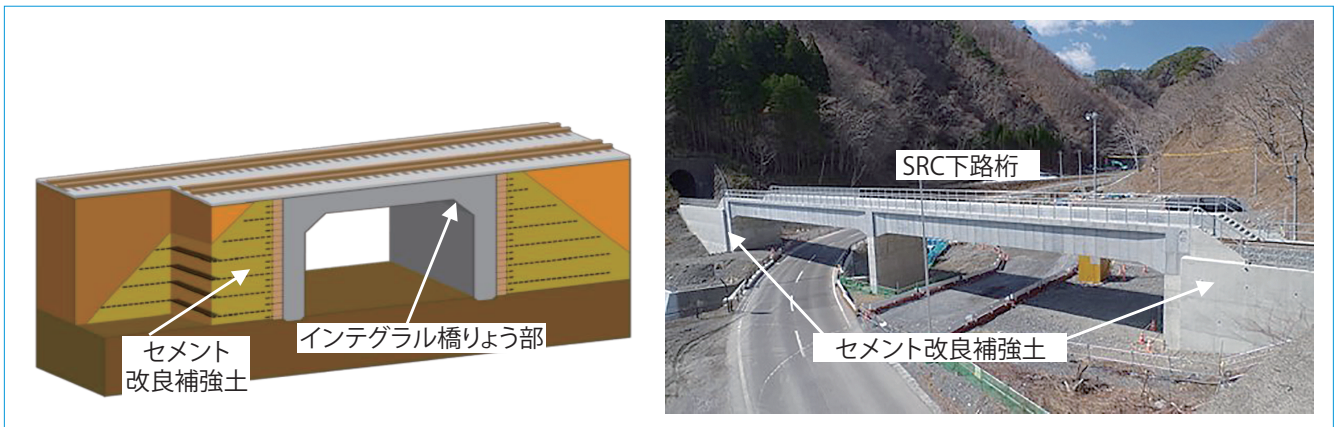


図4 補強盛土一体橋りょう (GRS一体橋りょう)⁷⁾

た長スパン化や、多スパン化により適用範囲の拡大が行われています。

トンネル

SENS工法 (Shield Extruded Concrete Lining New Austrian Tunneling Method System) は、密閉型シールドマシンにより掘削と切羽保持を行い、掘進と並行してシールド後方部で場所打ちの一次覆工コンクリートを打設し、その

後、二次覆工を施工してトンネルを構築する工法です (図5)⁸⁾。シールド工法 (Shield)、場所打ちライニング工法 (ECL)、山岳工法 (NATM)、施工システム (System) の頭文字から SENS とよびます。NATM 単独では施工が困難な地山に対して、通常は地盤改良・支保などの補助工法を併用する場合がありますが、このような地山に対して、SENS 工法は補助工法を省き安全な掘

削機構と経済的な覆工作製機能を有した工法といえます。

おわりに

ここでは、鉄道構造物の建設現場の生産性向上の実用化技術を紹介しました。最後に鉄道の建設現場での飛躍的な生産性向上につながる、今後の取り組みの方向性を示します。これは、国土交通省の「i-Construction」が目指す建

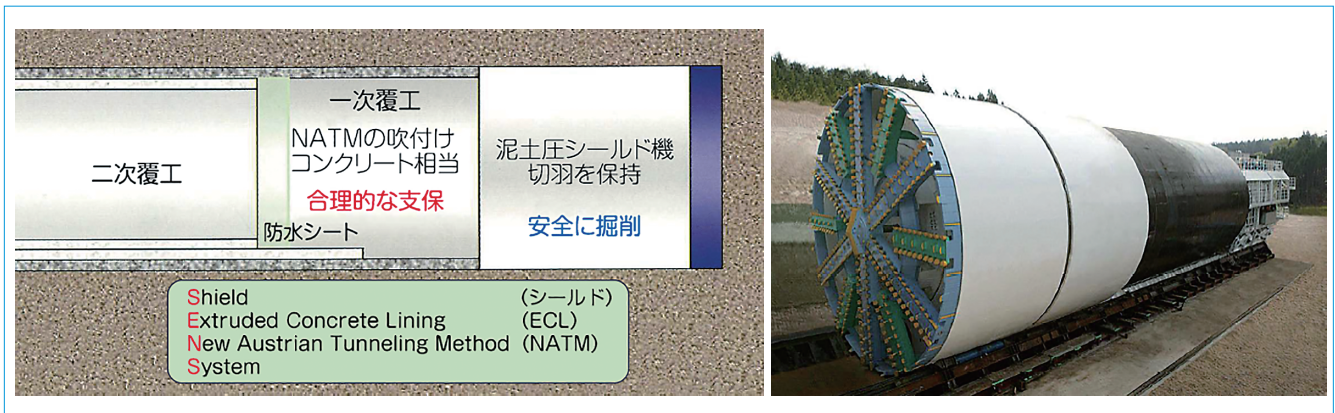


図5 SENS工法 (Shield Extruded Concrete Lining New Austrian Tunneling Method System)⁸⁾

設現場のイメージとして示された3つのうち、③建設現場のサプライチェーンの効率化であり、建設現場の生産システムのシームレス化といえます。従来から設計・施工分離の生産システムが用いられ、これを各担当者が結び付けてきましたが、自動計測・自動計算・自動表示・自動予測によって「設計・施工一体の工程管理、施工管理、積算などの収支管理」による生産性向上を図るものです(図6)。設計・施工の建設マネジメントにおいて、①設計・施工JVでの発注方式による契約行為の効率化と、②性能設計から性能施工による品質管理や施工管理の効率化、さらに③BIM/CIM, ICT管理による自動化による効率化の3つからなります。これにより新工法や新材料などの新しい技術の導入、工種・構造変更が容易となる生産体勢に変わることが想定され、生産システムの変革をダイナミックに展開させることにつながると考えられます。当然ですが、鉄道構造物の建設に関わる鉄道の設計標準も、「i-Construction」の考えに合致させたものに改訂されていくことになるでしょう。生産性2割アップを目標とする2025年まで時間はありません。今後も継続的に鉄道建設現場の生産性向上につながる研究開発に尽力します。[RRR]

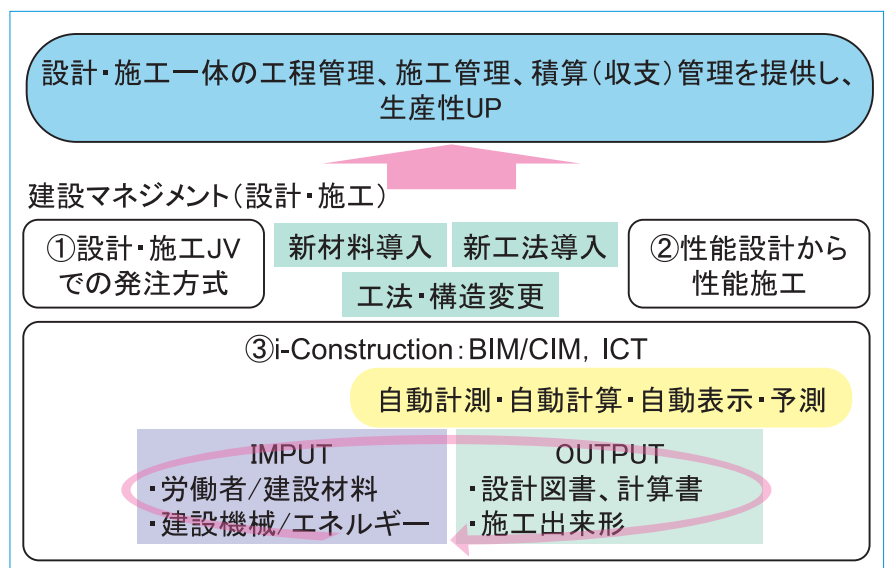


図6 建設現場の生産システムのシームレス化

文献

- 1) 例えば、土木学会平成28年度会長特別タスクフォースWG1：2050年の社会と建設産業のシナリオ、土木学会誌、Vol.102, No.6, pp.6-7, 2017
- 2) 石橋忠良：コンクリート構造物における品質を確保した生産性向上に関する提案、土木学会誌、Vol.102, No.6, pp.14-15, 2017
- 3) 橋本亮：国土交通省におけるi-Constructionの推進に向けた取り組み、建設マネジメント技術、No.6, pp.8-15, 2018
- 4) 東川直正：基調講演「i-Constructionの推進について」、土木学会建設マネジメント委員会i-Construction特別小委員会 第1回i-Constructionの推進に関するシンポジウム、<http://committees.jsce.or.jp/cmc/system/files/公開用資料.pdf>, 2019
- 5) 上田清弘、安東崇容、永尾拓洋：プレキャストアーチ構造を採用した鉄道高架橋の施工について、コンクリート工学、Vol.50, No.7, pp.615-620, 2012
- 6) 南邦明、横山秀喜：東北新幹線・九州新幹線における種々の制約条件下での鋼鉄道橋の架設、橋梁と基礎、No.12, pp.13-20, 2011
- 7) 進藤良則：津波で被災した橋梁基礎を再利用したGRS一体橋梁の施工、特集東日本大震災からの復旧・復興(その1) - 道路、鉄道、港湾、空港、基礎工、Vol.43, No.7, pp.54-57, 2015
- 8) 焼田真司、丸山修：最近の鉄道トンネル建設技術、RRR、Vol.72, No.9, pp.8-11, 2015