

コンクリート工の生産性向上に向けた取組み —全体最適の導入（コンクリート工の規格の標準化等）—

国土交通省 大臣官房 技術調査課 課長補佐 つつみ ひであき 堤 英彰

1. はじめに

建設産業は、社会資本の整備の担い手であると同時に、社会の安全・安心の確保を担う、我が国の国土保全上必要不可欠な「地域の守り手」です。人口減少や高齢化が進む中であっても、これらの役割を果たすため、建設産業の賃金水準の向上や休日の拡大等による働き方改革とともに、生産性向上が必要不可欠です。こうした観点から、国土交通省では昨年を「生産性革命元年」と位置付け、省内に「国土交通省生産性革命本部」を設置し、社会全体の生産性向上につながるストック効果の高い社会資本の整備・活用や、関連産業の生産性向上、新市場の開拓を支える取組みの加速化に総力を挙げています。

本稿では、生産性革命プロジェクトである「i-Construction」のうち、全体最適の導入（コンクリート工の規格の標準化等）について紹介します。

2. なぜ今、生産性向上なのか

我が国の建設投資額は1992年度の約84兆円をピークに減少し、2010年度にはその5割以下と

なる約41兆円まで落ち込みました。その後は増加に転じ、2015年度はピーク時と比較し6割の水準である約48兆円となっています。また、12年連続で減り続けてきた公共事業予算は、2012年で下げ止まり、2014年以降の当初予算は約6兆円となっています。このような建設投資、公共事業予算の状況の中、建設企業の業績も上向き、安定的な経営環境が実現し始めたことで、未来に向けた投資や若者の雇用を確保できる状況になりつつあります。

また、バブル経済崩壊後の投資の減少局面では、建設投資が建設労働者の減少をさらに上回り、ほぼ一貫して労働力過剰となったため、省力化につながる建設現場の生産性向上が見送られてきました。しかしながら、現在、建設現場で働いている技能労働者約330万人（2015年時点）のうち、約1/3の約110万人が、今後10年間で高齢化等により離職する可能性が高いことが想定され、現在の水準の生産性では建設現場は成り立たないと考えられます。

建設企業の業績が回復し、安定的な経営環境が確保されつつある今、生産性の向上に本格的に取り組むべき絶好の機会が到来したのではないのでしょうか。

今こそ、我が国の建設現場が世界の最先端となるよう、産学官が連携してi-Constructionに取り組むべき時だと考えています。

3. コンクリート工の生産性向上のための課題

コンクリート工は以下のような課題を有していることから、生産性の飛躍的な向上は進みにくかったと考えられます。

(課題1) コンクリート工の特性に由来する課題

① 屋外作業における課題

建設現場は屋外生産が基本であり、気象条件により作業が影響を受けやすく、特に現場打ちコンクリートは気温が4～25℃の環境で打設することが標準とされ、夏季、冬季における作業に制限がかかるとともに、降雨によっても影響を受けることがあり、計画的な施工が困難な特徴を有します。さらに、橋梁等の構造物によっては、高所作業が必要で、危険が伴う労働環境での作業となっています。

また、型枠の設置、鉄筋の組立等が建設現場毎に異なり、作業が複雑となることから、これに従事する技能労働者も一定程度のスキルが必要です。

② 工場製作における課題

プレキャスト製品を活用する場合でも、同サイズの製品を大量に使用する機会は限定的であり、スケールメリットが生じにくい特徴があります。

工場の稼働状況の平準化のために受注を先読みして製品を工場で作成することも考えられますが、同規格の製品が発注されなければデッドストックとなるリスクがあることから、受注を受けてから生産するという工程にならざるを得ず、安定的な生産によるコストダウンが難しい環境にあります。

(課題2) 優れた新工法、新技術に関する基準が未整備

コンクリート工においては、施工性、工期、安全性、品質等の観点で優れる様々な工法、技術が存在しますが、基準が未整備であり、また、従来工法より割高な場合が多いことから、設計時に採

用されにくく、普及が進まない状況にあります。このことは、企業等の新技術の開発意欲を低下させる要因のひとつになっていると考えられます。

4. コンクリート工の生産性向上に向けた検討事項

図-1は、コンクリート工の生産性向上に向けた検討事項を示したものです。コンクリート工の生産性の向上に向けた取組みの柱として、「規格の標準化」「全体最適」「工程改善」の3つをたてています。

このうち、「規格の標準化」では、施工の効率化が図られる技術、例えば、機械式鉄筋定着工法や鉄筋のプレハブ化などの技術に関するガイドラインを整備するほか、スランプ規定の見直しや、サプライチェーンマネジメント等にも通じる部材の仕様（サイズ等）の標準化の検討を進めることとしています。

「全体最適設計」では、工期短縮や品質向上等の観点で優れた技術を、施工・維持管理段階での効果等も見据え、プロジェクトの上流段階から採用する方法を検討していく予定です。

「工程改善」、いわゆるサプライチェーンマネジメントの導入では、材料・資機材の待ち時間ロスやデッドストックリスクの解消等に向けた、生コン工場やPCa工場での取組みを後押しするような検討を行う予定です。

これらを総合的に進めることで、生産性向上技術の全国展開や、現場毎の個別最適からプロジェクト単位・全国単位での全体最適等を目指しています。

国土交通省では、これらの検討を進めるための課題及び取組み方針等を検討することを目的に、表-1の有識者委員及び関係団体、研究機関、発注機関が参画するコンクリート生産性向上検討協議会を平成28年3月に設置し、これまで4回開催しています。

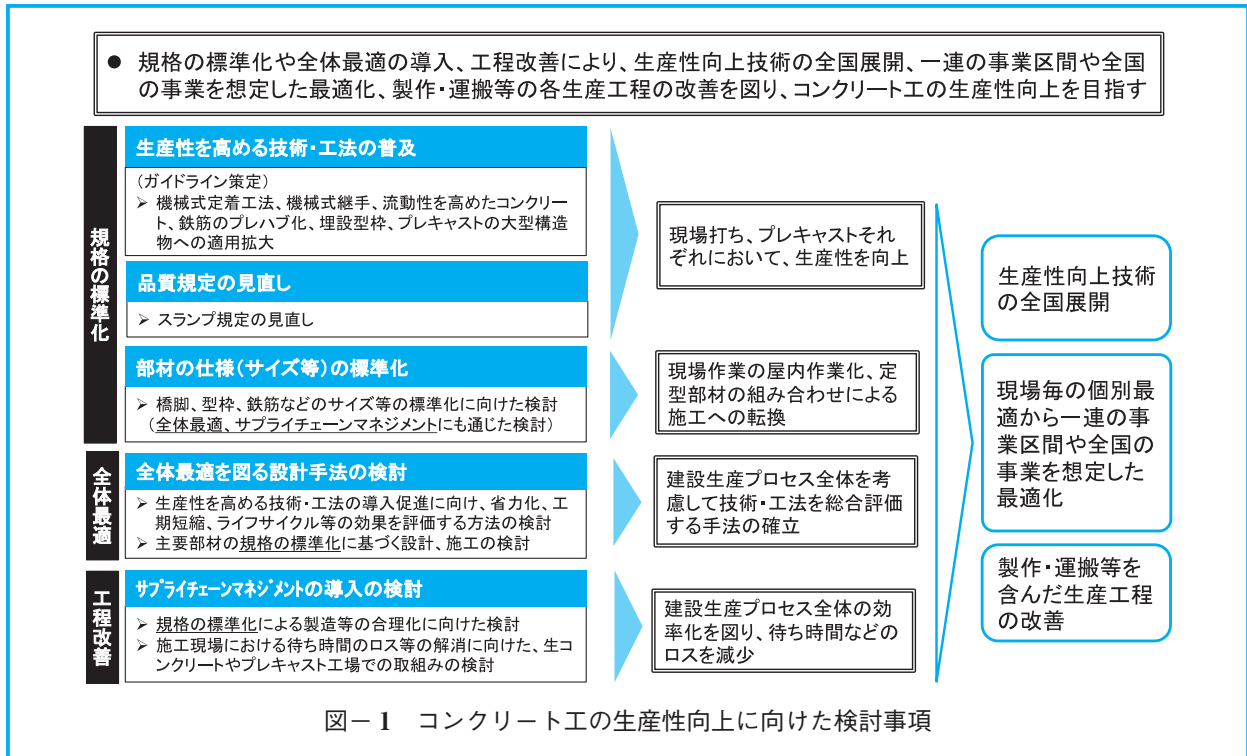


表-1 コンクリート生産性向上検討協議会 委員

有識者委員	所 属
綾野 克紀	岡山大学大学院 教授
石橋 忠良	ジェイアール東日本コンサルタンツ(株) 技術統括 技術本部長
小澤 一雅	東京大学大学院 教授
橋本 親典	徳島大学大学院 教授
久田 真	東北大学大学院 教授
○前川 宏一	東京大学大学院 教授

(○印：会長)

表-2 要素技術のガイドライン整備に向けた検討体制

生産性向上技術	参加委員等
<ul style="list-style-type: none"> ・機械式鉄筋継手 ・機械式鉄筋定着工法 	委員長：久田真(東北大学教授) 委 員：建設コンサルタンツ協会、製造メーカー等 事務局：日本建設業連合会
<ul style="list-style-type: none"> ・流動性の高いコンクリート(高流動コンクリート等) 	委員長：橋本親典(徳島大学教授) 委 員：建設コンサルタンツ協会、全国生コンクリート工業組合連合会、コンクリート用化学混和剤協会等 事務局：日本建設業連合会
<ul style="list-style-type: none"> ・プレキャストの適用範囲の拡大(大型化)(道路関係) 	委員長：宮川豊章(京大教授) 委 員：日本建設業連合会、建設コンサルタンツ協会、土木研究センター、セメント協会、全国宅地壁障技術協会、全国ボックスカルバート協会、日本PCボックスカルバート協会、日本道路建設業協会等 事務局：道路プレキャストコンクリート製品技術協会
<ul style="list-style-type: none"> ・鉄筋のプレハブ化 ・埋設型枠の活用 ・プレキャストの適用範囲の拡大(大型化)(橋梁関係)、等 	委員長：睦好宏史(埼玉大教授) 委 員：日本建設業連合会、建設コンサルタンツ協会、道路プレキャストコンクリート製品技術協会等 事務局：プレストレスト・コンクリート建設業協会

5. 生産性を高める技術・工法の普及

現場打ちコンクリート、プレキャスト製品それぞれにおいて生産性を高める技術・工法を普及させるため、「機械式鉄筋継手」や「埋設型枠」等に関するガイドラインを整備することとしています。各要素技術の検討に当たっては、各要素技術のノウハウを持っている関係団体に主体的に検討を進めていただいています(表-2)。

昨年7月には、第1弾となる「機械式鉄筋定着工法」(図-2参照)に関するガイドラインを策

定しました。また、本年3月には、スランプ規定の見直しに関連して、「流動性を高めた現場打ちコンクリートの活用に関するガイドライン」を策定しました。次節で、スランプ規定の見直しについて説明します。

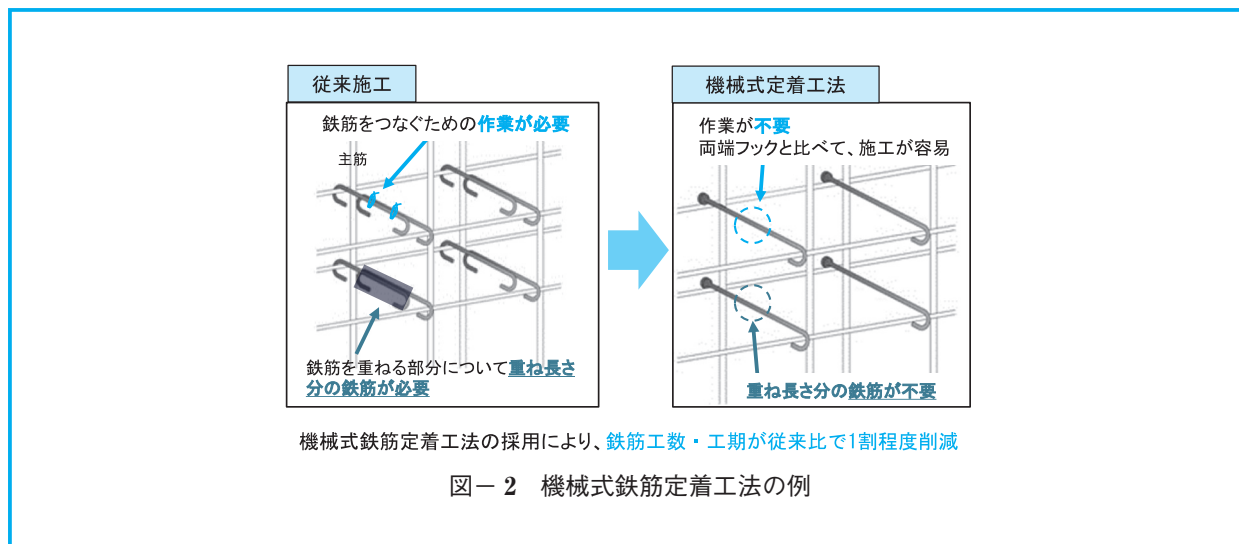


図-2 機械式鉄筋定着工法の例

6. スランプ規定の見直し

近年、鉄筋コンクリート構造物の耐震性能向上の目的で、耐震設計基準が見直され鉄筋量が増加する傾向があること等から、コンクリートの締固めが困難になり生産性を高める上でネックになるほか、コンクリートの充填不足による品質の低下が懸念されています。

こうした背景を踏まえ、流動性を高めた現場打ちコンクリートを用い、現場打ちコンクリート構造物建設の生産性向上に資することを目的として、流動性を高めたコンクリートの活用検討委員会（委員長：橋本親典 徳島大学大学院 理工学研究部 理工学部門 教授）において「流動性を高めた現場打ちコンクリートの活用に関するガイドライン」を策定しました。

ガイドラインにおいては、コンクリート構造物の品質を確保した上で、現場打ちコンクリートの生産性向上を図ることを目的として、施工性能の面から使用するコンクリートの流動性を合理的に選定する方法と留意事項について示しています。

具体的な内容として、「コンクリートの流動性の選定」、「施工時における品質確認上の留意点」、「高流動コンクリートの選定と留意点」について記載しています。

「コンクリートの流動性の選定」については、コンクリートの流動性はスランプ（スランプフロー）を指標とし、打込みの最小スランプを考慮して施工者が適切に選定することとしています。流動性を定める際には、構造物の種類、部材の種類と大きさ、鋼材量や配筋条件、コンクリートの運搬、打込み、締固め等の作業条件を適切に考慮することとしています。流動性については、スランプあるいはスランプフローを指標として土木学会発刊の「コンクリート標準示方書〔施工編〕」、「施工性能にもとづくコンクリートの配合設計・施工指針」の最新版を参考に設定してよいこととしています。しかし、設計時に荷卸し時の目標スランプを定める時点では、コンクリート構造物の施工条件を詳細には検討できないことも想定されるので、ほとんどの現場で、必要な施工性能の確保が期待できる、スランプ値 12 cm としてよいこととしています。

「施工時における品質確認上の留意点」については、使用するコンクリートの目標スランプが 12 cm の場合は、単位水量、単位セメント量、水セメント比を配合計画書により確認することとしています。一方、目標スランプが 12 cm を超える場合には、配合計画書での確認に加え、材料分離抵抗性を確認することとしています。配合を選定する際に試し練りを行って、スランプ試験後の試料の外観やブリーディング量から材料分離抵抗

性を確認するものとしています。

「高流動コンクリートの選定と留意点」については、鋼材量や配筋等の構造条件と打込み、締め等の作業条件から、コンクリートに特別な流動性能が必要と判断された場合、あるいは使用することにより現場打ちコンクリート工事の生産性が著しく向上すると判断された場合には、高流動コンクリートを選定してよいこととしています。

今般、ガイドラインが策定されたことを受け、協議会での検討事項でもあるスランプ規定の見直しを行うこととしました。現場打ちの鉄筋コンクリート構造物の施工に当たっては、ガイドラインを基本とし、スランプ値を設定することとしていますが、一般的な鉄筋コンクリート構造物については、これまで標準としていたスランプ 8 cm ではなく、工事発注時のスランプ値を 12 cm とし、今年度より運用することとしています。

7. 部材の仕様（サイズ等）の標準化

構造物の設計では、建設現場毎に最適化を図る、部分最適の考え方に基づく設計が基本となっています。このため、サイズが多少変わっても改めて設計が必要となり、同種のものを使用することで得られるスケールメリットが働きにくい状況にあります。また、形式が標準化されていないと、維持管理・点検でも個別対応が必要となり非効率で割高となる等、その建設現場では最適でも、一連の事業区間や全国レベル等で考えると必ずしも経済的に最適なものとなっていない場合があります。

そこで、部材の仕様（サイズ等）の標準化を進めることにより、プレキャスト製品やユニット鉄筋等の工場製作を進め、資機材の転用等によるコスト削減、生産性の向上を目指します。

平成 29 年度からは、プレキャスト製品（側溝、ボックスカルバート、L 型擁壁）を用いる際には、これら製品の標準寸法等を定めた「土木工事に関するプレキャストコンクリート製品の設計条

件明示要領（案）」を積極的に活用し、設計の効率化等を図ることとしています。

8. 全体最適を図る設計手法の検討

前述のとおり、コンクリート工において、施工性、工期、安全性、品質等の観点で優れる様々な工法、技術が存在しますが、従来工法より割高な場合が多いことから、設計時に採用されにくく、普及が進まない状況にあります。

このような現状を打破するためには、施工、メンテナンス、更新の効率性や安全性を設計段階から追求できるよう、下流プロセスを踏まえた設計や、施工や維持管理に知見を有する者が設計の段階から関わる仕組みなどフロントローディングの考え方を導入する必要があります。あわせて、工期短縮や安全性、品質の向上等の性能を総合的に評価する手法の検討が必要であると考えています。これらに対応するため、平成 29 年度から、以下の取組みを進めることとしています。

(1) 概略設計時点での検討事項の明確化

構造を決定する後段階において、全体最適を実現する技術導入を妨げることのないよう、上流段階（概略設計時等）での配慮事項を明確にします。
 (例) 路線全体、事業全体で同一構造を採用する考え方

- ・形状等の単純化（PCa 活用を阻害しないような線形、勾配）、主要部材の標準化（上部工形式、内空断面等）

(2) 後業務への引継ぎ事項の明確化

上流工程から下流工程へ伝えるべき事項及び引継ぎ方法を整理。生産性向上設計留意書等を作成し、後業務で活用することと位置付けます。

(引き継ぐべき項目例)

- ・全体最適設計の設計条件（経済性、工期短縮、環境負荷等の様々な評価項目に対し、どのように評価したか）

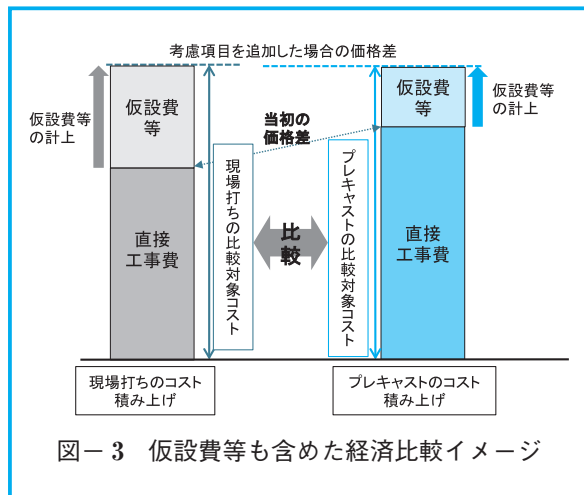
- ・工事発注段階での工区割りによるスケールメリットの減少に関する留意事項、等

(3) 比較検討手法の確立

直接工事費以外の仮設費等も含め、比較検討の際に考慮します(図-3)。

(考慮すべき項目)

- ・直接工事費
- ・仮設費(土留め工等損料, 冬期施工時の雪寒仮囲い等), 交通規制費用(交通誘導警備員), 土砂等処分費用, 等



9. サプライチェーンマネジメントの導入の検討

施工関連情報の電子化, クラウド化により工程の進捗情報を共有することができれば, 適切な工程管理が期待される他, 電子データによる書類の

簡素化や材料確認, 検査の合理化が期待されます。

このため国土交通省では, 平成29年度から生コンクリート工場からの製品情報の電子化に向けた検討を進めることとしています(図-4)。

コンクリートの品質等の情報は, 工場で発行された紙伝票によって伝達されていきます。この結果, 工事情報の共有・保管・提出等の場面で, 改めてデータ入力作業が生じています。また, 現場での試験結果や運搬状況がリアルタイムでやりとりできないので, 現場とプラントとの間で確認のために時間を要し, 場合によっては打設の手戻りが生じています。生コン伝票等の電子化を図ることができれば, データ打ち替えの手間が省かれる他, リアルタイムでの情報確認により手戻りの防止等といった効果が期待されます。

国土交通省としては, 関係者間と必要な調整を行う協議の場を設け, 生コン工場(製造側)及び施工業者(施工側)双方において最適な運用とできるように必要な調整を図る予定です。

10. 今後の予定

国土交通省では, 本稿で記載した取組みを総合的に取り組むことで, コンクリート工の生産性の向上を図ってまいります。また, 各取組みの効果検証を実施し, 必要な見直しを継続的に実施することとしています。

コンクリート工の生産性向上に向けた取組みについては, 以下もご参照ください。
<http://www.mlit.go.jp/tec/i-con-concrete.html>

