

コンクリート工の生産性向上に向けた取り組み

～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 工事監視官 くりばら かずひこ
栗原 和彦

1. はじめに

生産性向上の入り口については、読者が認識されているとおり、建設業就業者数の減少、高齢者の離職が見込まれる中、若年齢層就業者数が他産業と比べ少ないことから、それを補う若手入職者の確保、次世代への技術の承継が喫緊の課題となっている。このような状況の中、潜在的な成長力を高めるとともに新たな需要を掘り起こしていくため、働き手の減少を上回る生産性の向上等が求められている。

国土交通省では平成 28 年より、生産性の向上に取り組んでいるところであり、調査・測量から設計、施工、検査、維持管理・更新までのあらゆる建設生産プロセスにおいて「i-Construction」を推進している。i-Construction においては、3つの視点のトップランナー施策として、「ICTの全面的な活用（ICT 土工）」、「全体最適の導入（コンクリート工の規格の標準化等）」、「施工時期の平準化」を設定し、それぞれについて取り組むべき事項を整理している。

本稿では、このうち「全体最適の導入（コンクリート工の規格の標準化等）」における「コンクリート工の生産性向上に向けた取り組み」を紹介する。なお、誌面の都合もあり、本誌 2018 年 6 月

号においてコンクリート工の生産性向上についての主な課題や取り組むべき項目等の概要は紹介していることから、近年の「コンクリート生産性向上検討協議会」で審議した内容について報告する。

2. コンクリート生産性向上に向けた取り組み

コンクリート工全体の生産性向上を図るため、「全体最適の導入」、「現場打ちコンクリート、プレキャスト製品それぞれの特性に応じた要素技術の一般化」及び「サプライチェーンマネジメントの導入に向けた検討」を進めている（図－1）。

これらを進めるための課題及び取組方針や、全体最適のための規格の標準化や設計手法のあり方を検討することを目的に、表－1の有識者、関係団体、研究機関、発注機関からなる「コンクリート生産性向上検討協議会」（以下、「協議会」という）を平成 28 年 3 月に設置した。直近では令和 3 年 2 月 9 日に第 10 回協議会を開催しており、引き続き生産性向上に向けた検討を進めている。

協議会では、以下の 3 つの項目を立て、検討を行っている。

(1) 全体最適の導入

調査・測量から設計、施工、検査、維持管理・更新までのあらゆる建設生産プロセス全体の最適

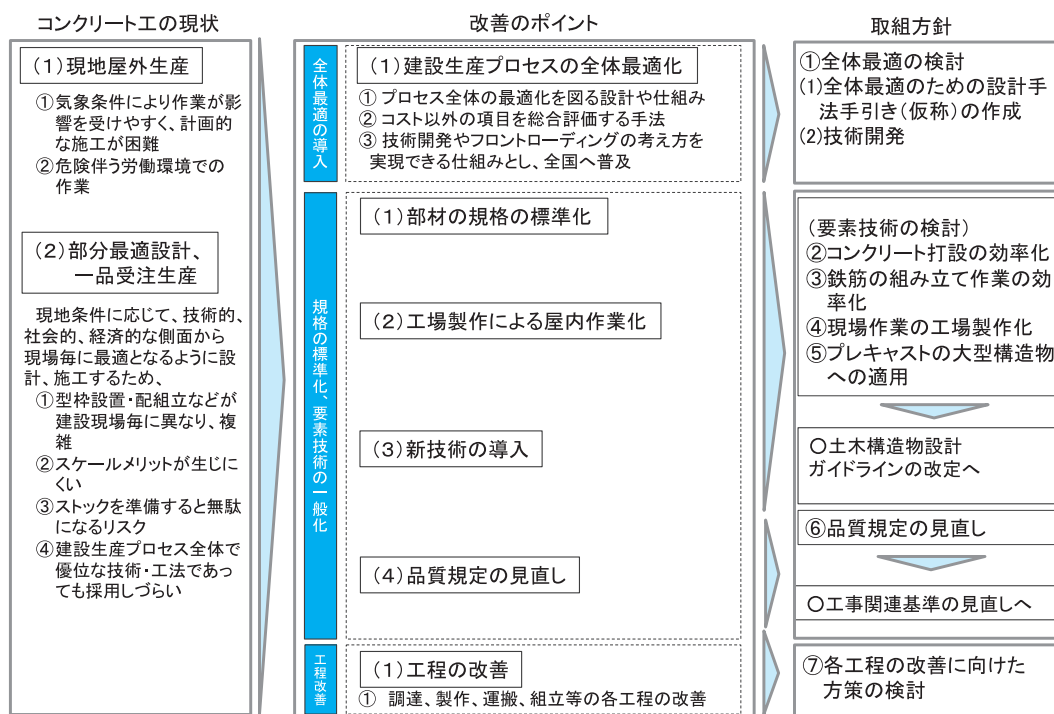


図-1 コンクリート生産性向上に向けた検討事項

表-1 コンクリート生産性向上検討協議会（委員と検討内容）

・有識者委員	・前川 宏一(横浜国立大教授、協議会会長) ・綾野 克紀(岡山大教授) ・石橋 忠良(JR東日本コンサルタンツ(株) 技術統括) ・小澤 一雅(東京大教授) ・橋本 親典(徳島大教授) ・久田 真(東北大教授) (※敬称略。所属は2021年5月現在)
・関係団体	道路プレキャストコンクリート製品技術協会、日本建設業連合会、全国建設業協会、日本建設躯体工事業団体連合会、東京建設躯体工業協同組合、全国基礎工事業団体連合会、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、プレストレスト・コンクリート建設業協会、全国コンクリート製品協会、全国土木コンクリートブロック協会
・研究機関、発注機関	国土技術政策総合研究所、土木研究所、港湾空港技術研究所、東日本高速道路、水資源機構、国土交通省

検討内容

コンクリート工の生産性向上を進めるための課題、取組方針、全体最適のための規格の標準化などを検討することを目的に、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 ・第1回(H28.3.3) : 協議会の設置 ・第2回(H28.3.31) : 今後の取組方針と検討体制・項目について議論 ・第3回(H28.9.28) : 新技術の導入方策等について議論 ・第4回(H29.3.17) : スランブ規定やサプライチェーンマネジメント等について議論 ・第5回(H29.10.10) : 全体最適の導入、今後の検討方針等 ・第6回(H30.3.15) : 要素技術の一般化、全体最適を図る方法の検討等 ・第7回(H30.9.21) : これまでの取り組みの整理、全体最適を図る方法の検討等 ・第8回(H31.3.14) : 全体最適を図る方法の検討等 ・第9回(R2.7.31) : 規格の標準化の検討等 ・第10回(R3.2.9) : 規格の標準化の検討・生コン電子化の検討等
--

化を図るための検討を実施した。

- ・設計、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を導入。
- ・革新的な技術開発や全体最適の本格的な導入を促す仕組み。

- ・コスト以外の観点で優れ、生産性の向上に資する技術、工法の採用を進めるための評価する手法を開発。

(2) 規格の標準化、要素技術の一般化

全体最適化を後押しするための手段として、規

格の標準化を図り、可能な限り部材の工場製作化を進める必要がある。

- ・仕様規定ではなく、創意工夫できる性能規定型の規格とする。
- ・性能規定に対する性能評価や検査手法の標準化を図る。
- ・開発されている生産性を向上させる技術・工法を一般化する取り組みを進めること。
- ・品質を担保するため、合理的な検査を前提とした施工の自由度を高めるため仕様の見直し等の措置。

このため、要素技術の普及に向けたガイドライン、設計マニュアル等の整備を実施した。

(3) サプライチェーンマネジメントの導入

工事受注者、専門工事会社、工場（プレキャスト製品製作、鉄筋加工）等、建設現場関係者を含む協議の場を設置し、コンカレントエンジニアリングの考え方にに基づき、調達、製作、運搬、組立等の各工程の改善、より効率的なサプライチェーンマネジメントを導入することを検討していく必要がある。

- ・コンクリート工において全体最適の考え方を導入し、構造物の設計、発注、材料の調達、加工、組立等の一連の生産工程や、さらには維持管理を含めたプロセス全体の最適化を目指し、サプライチェーンの効率化、生産性向上を図る。
- ・プレキャスト製品やユニット鉄筋などの工場製作化を進め、資機材の転用等によるコスト削減、生産性の向上になる部材の規格（サイズ等）

の標準化。

この検討に当たっては、構造、材料配合、施工計画のシームレスな全体最適設計（品質、コスト、時間）を可能とする仕組みとすることに留意する。

3. コンクリート生産性向上に向けた具体的な内容

以下に、コンクリート生産性向上に向けた具体的な取り組みやガイドライン等を紹介する。

(1) 生産性を高める技術・工法の普及

本協議会における議論を踏まえ、現場打ち、プレキャストそれぞれの生産性を向上させる技術・工法の普及のため、6つの技術のガイドラインについてとりまとめた（表－2）。また、これらの要素技術のガイドライン策定を受け、フロントローディングの考え方を取り入れて「土木構造物の設計ガイドライン」も改定している。各ガイドラインについては誌面の都合上、詳細な説明は割愛する。令和元～2年度では、各ガイドラインのフォローアップ調査を行ったので、普及・改善に向けた取り組みを以下に紹介する。

(2) 「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」のフォローアップ

本ガイドラインについては、工事における高流動コンクリート（スランプ12cm以上）の採用は41%と活用が低く、また、設計業務では17%と低利用であったことから、高流動コンクリート

表－2 各ガイドラインの策定状況

技術	策定期間	委員
機械式鉄筋定着工法の配筋設計ガイドライン	H28.7	委員長：久田 真（東北大学）
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	H29.3	委員長：橋本 親典（徳島大学）
現場打ちコンクリート構造物に適用する機械式鉄筋継手工法ガイドライン	H29.3	委員長：久田 真（東北大学）
コンクリート構造物における埋設型枠・プレハブ鉄筋に関するガイドライン	H30.6	委員長：睦好 宏史（埼玉大学） 副委員長：綾野 克紀（岡山大学）
コンクリート橋のプレキャスト化ガイドライン	H30.6	委員長：睦好 宏史（埼玉大学） 副委員長：綾野 克紀（岡山大学）
プレキャストコンクリート構造物に適用する機械式鉄筋継手工法ガイドライン	H31.1	委員長：宮川 豊章（京都大学）

の使用を浸透させるために、コンクリート構造物の設計業務の成果品には原則、施工時のスランブを記入する方針とした（図－2）。

検討に当たり、一般社団法人建設コンサルタンツ協会にアンケートを実施。設計段階では、現場条件に応じた配合設計は施工者に委ねているとの意見はあるが、「過密配筋や特殊部位など、設計段階において検討する必要性があれば検討する」、「個別事業ごとに検討するより、規定による標準化を進める方が生産性向上には有効」といった好意的な意見もいただき、設計段階においてスランブを記載する指標とした。スランブは、一般的な構造物の場合は標準 12 cm とするが、過密配筋等の特殊な構造物は、公益社団法人土木学会の「コンクリート標準示方書（施工編）」等を参考に別途検討し、また施工時においては、施工者自身

が最適なスランブを選定することは妨げないとしている。

その他のガイドラインに関しては、20～30% 台の採用率ながら、「コンクリート打設における締固めの施工性が向上し、品質が改善された」、「施工手間の掛かる難易度の高い施工が容易になり、熟練者不足でも対応しやすくなった」などの意見もあり、ガイドラインの認知度も決して高いとはいえない状況であるが利用効果は現れているので、今後も普及状況を確認するとともに改善点や要望などを伺い、フィードバックを継続して生産性向上に寄与していきたい。

(3) プレキャストの適用の検討

現場での生産性向上に大きく寄与すると考えられるのがプレキャスト製品の活用である。

プレキャスト製品については、現場打ちと比較して高価なイメージがあるが、プレキャスト製品の規格の統一化や集約化等に関するアンケートを建設業界や関係者に行った結果、次のようなメリットがあるとの意見をいただいている。

- ・規格数量が減ると型枠の種類を減らすことができ、型枠に関するランニングコストが下げられる。
- ・製造の効率が上がり、品質も向上しコストも低減できる。
- ・特注品が減少することによる原価低減への影響度は大きい。
- ・効果発現の前提条件として、規格品で対応する考え方を基本とした発注方式（幅、高さが多少異なっても要求事項が満足されれば良しとする等）の採用が必要。

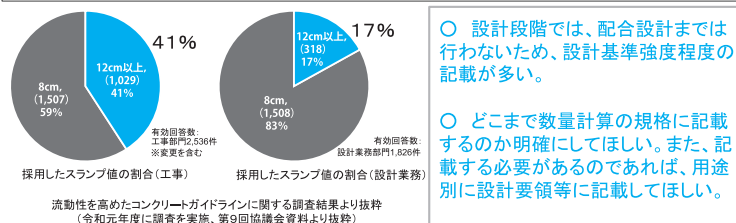
プレキャストの活用状況を図－3に示す。大きさ 2 m × 2 m 以下の小型プレキャストについては、活用率 95% を超えており、これ

アンケート意見

- ・作業性が向上した結果、**これまでよりも少ない人員での作業が可能**になったとの回答が27%あった。
- ・品質についても、**充填性が向上した**ことにより、62%の現場で改善したとの回答であった。

課題

設計・施工いずれの段階においても、流動性を高めたコンクリート（スランブ12cm以上）のコンクリートの更なる活用が必要



・令和元年度の調査においては、流動性を高めたコンクリート（スランブ12cm以上）について、施工段階・設計段階のいずれにおいても採用率は高くなく、今後更なる流動性を高めたコンクリートの活用が必要と考えられた

今後の方針

○コンクリート構造物の設計業務の成果品には、原則、施工時のスランブ値を記入することとし周知。

●一般的なコンクリート構造物においては、スランブを12cmを基本とする。

●スランブ設定の考え方

【設計時】

- ・H29.4通知により、コンクリートの施工時の標準スランブを12cmとしたが、依然としてスランブ8cmでの発注事例が多い
- ・一方で、スランブ12cmで施工した構造物も多いが、特段の不具合はみつかっていない
- ・以上を受けて、スランブは一般の構造物においては12cmを基本として記入してよい
- ・コンクリート構造物の設計業務の成果品には、原則、施工時のスランブを記入することとする
- ・ただし、過密配筋等の特殊な構造物に関しては、土木学会のコンクリート標準示方書（施工編）等を参考に別途検討することとする
- ・各地方整備局で独自に指針等を定めている場合は、それに従って構わない

【施工時】

- ・施工時において、施工者自身が最適なスランブを選定して施工することを妨げるものではない

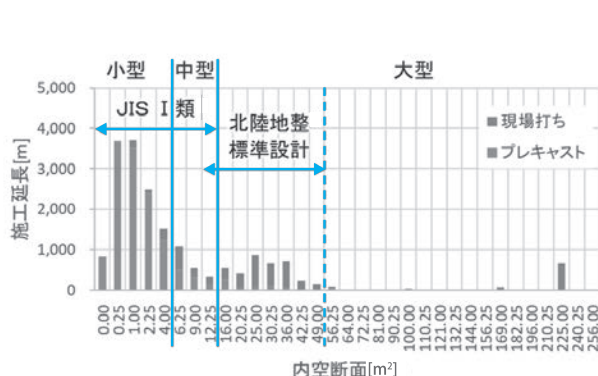
図－2 高流動コンクリートの活用に関する取り組み

は価格と扱いやすさから使いやすいとされていることにある。そこで、材料費に仮設や土工工事費等を加え工事費を試算し、現場打ちとの比較を行った結果を図-4に示す。

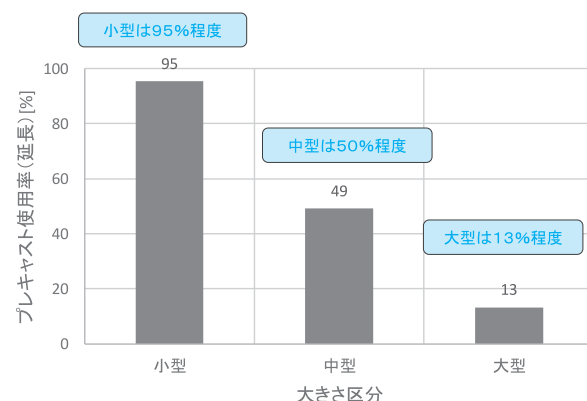
中型サイズでは工事費の差は見られず、安価な範囲もある。このサイズは、特殊車両に分割することなく搭載、運搬可能なことから、中型・大型構造物へのプレキャスト製品の導入促進を目指して「特殊車両により運搬可能な規格については、原則、プレキャスト化する」方針を決定した（図

ー5）。この方針付けは、今まで踏み込めなかった領域であり、非常に大きな転換といえる。なお、運送に当たっては、協会等にアンケートを行い、留意事項としてまとめている。

一方、大型サイズに関しては価格差が大きく、今までのコストを中心に比較し、安価となる形式と工法を選定した手法では採用が難しく、工期や施工時間などの特殊な条件下でないと利用に踏み切れないでいる。こうしたことから、従来の比較方法でなく、支払いに対して最も価値の高いサー



① ボックスカルバートのプレキャストと現場打ち比較 (H24年度国土交通省調査データ)



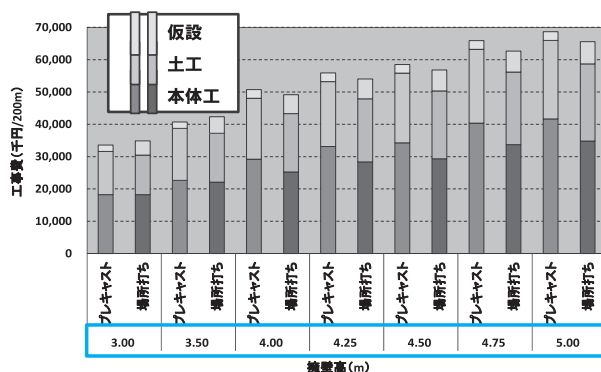
② ボックスカルバートの大きさ別とプレキャスト使用率 (H24年度国土交通省調査データ)

図-3 L型擁壁とボックスカルバートの規格毎のコスト比較

●L型擁壁の規格毎のコスト比較

(試算条件)

- 1) 両側にL型擁壁を配した盛土道路とする(擁壁背面盛土は水平とする)
- 2) 道路延長は100m、L型擁壁の部材延長を200mとする
- 3) L型擁壁の高さは、H=3.0、3.5、4.0、4.25、4.5、4.75、5.0mとする
- 4) 仮設費として、水替え工、交通誘導員を計上する



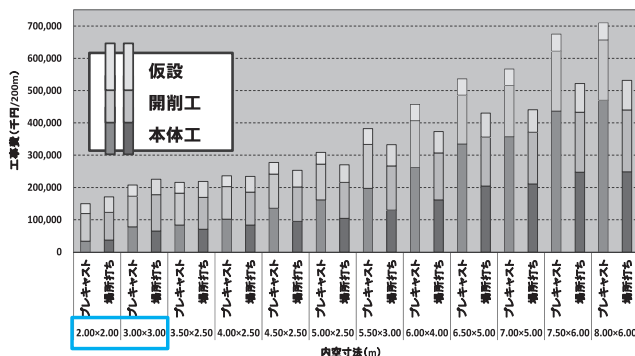
陸上輸送可であるプレキャストの規格



●ボックスカルバートの規格毎のコスト比較

(試算条件)

- 1) 路面掘削により地下に構築する
- 2) カルバートの延長は200mとし、土被りは3.0m(一定)とする
- 3) カルバートの内空寸法は、B2.0m×H2.0m～B8.0m×H6.0mとする
- 4) 施工方法は開削工法とし、土留め壁として鋼製矢板と切梁支保工(腹起し、切梁)を用いる。地表部には覆工桁にて鋼製覆工板を全面設置する
- 5) 仮設費として、水替え工、交通誘導員を計上する



陸上輸送可であるプレキャストの規格

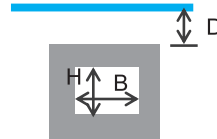


図-4 プレキャスト製品の規格毎のコスト比較

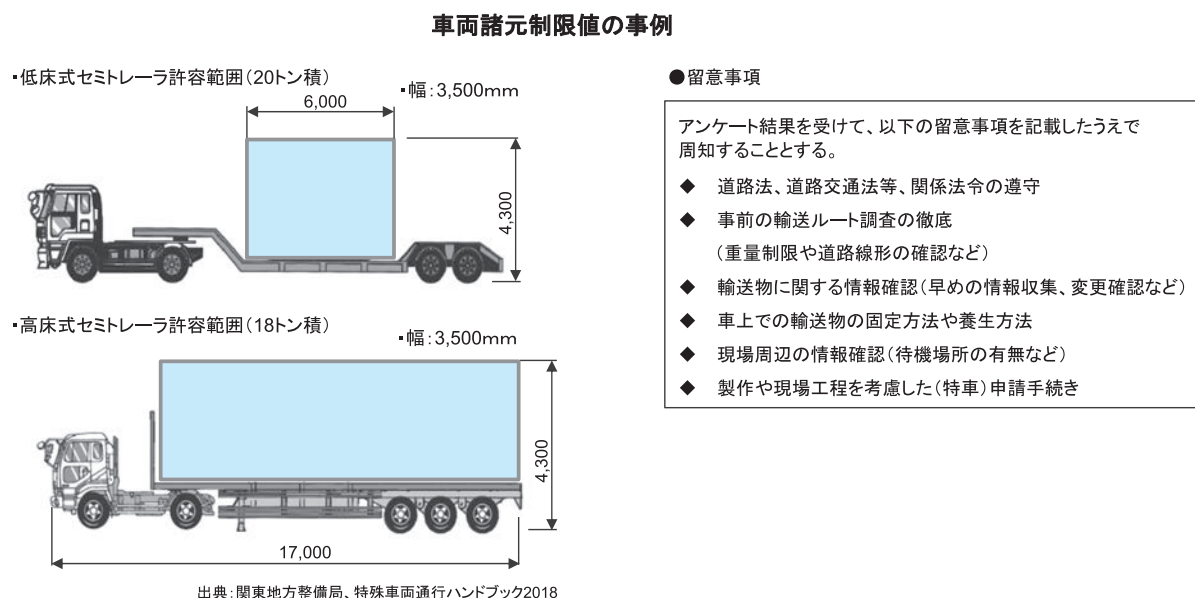
ビスを供給する考え方である「Value for Money」の概念を導入する検討を始めた（図－6）。

コスト以外の評価項目としては、安全性・品質管理・施工性・維持管理性などもあるが、周辺住民や道路ユーザーへの影響、働き方改革への寄与度、自然環境への影響（CO₂排出など）といった、施工状況そのものでなく新しい指標も考えられる。しかし、客観的指標による定量的表現が困難な項目の評価方法や、定量評価モデルの選定と条件設定の妥当性、定性的な評価項目に対する評価の妥当性など、検討すべき課題は多々あり、評価方法を決定する道のりが長いものと考えられる。

(4) サプライチェーンマネジメントの導入

PRISM（官民研究開発投資拡大プログラム）予算による「革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト」を活用し試行工事を行い、建設業団体と協力して「生コン情報の電子化」によるサプライチェーンマネジメントの導入についての検討を進めている（図－7）。

生コン情報の電子化においては、施工関連情報の電子化・クラウド化により、工程の進捗状況等を生コンクリートの供給者と施工者として共有することにより、生産性の向上やロスの削減を図るものである。特に、生コン情報の電子化において

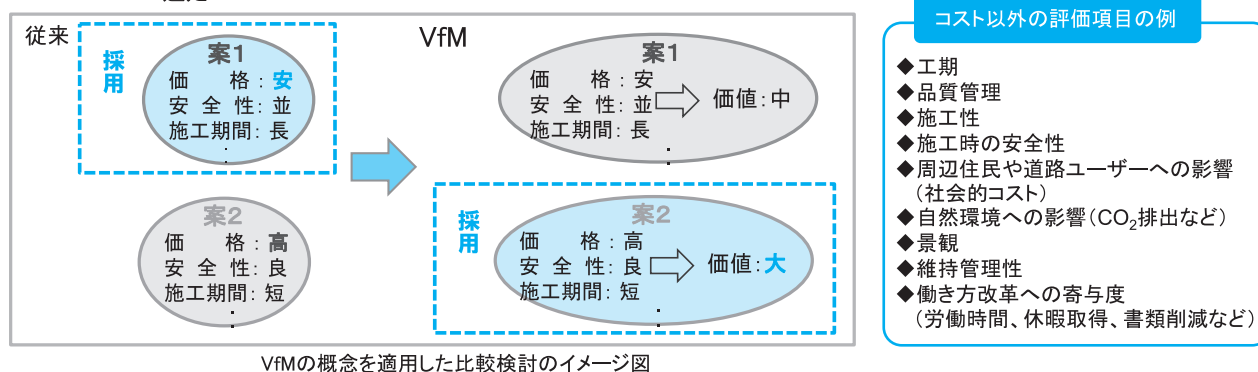


図－5 特車により運搬可能な規格について

現場打ちとプレキャストの比較に適用すると…

従来手法：コストを中心に比較検討し、最安値となる形式、工法を選定

VfMを適用：コスト以外の要素も考慮した上で比較検討し、**最大価値となる形式工法を選定**



図－6 大型プレキャストの評価検討（VfMの考え）

は、映像解析等の最新の技術を駆使し、スランプ試験等の従来の品質試験等を簡素化し、工事書類の削減や生産性向上を検討している。

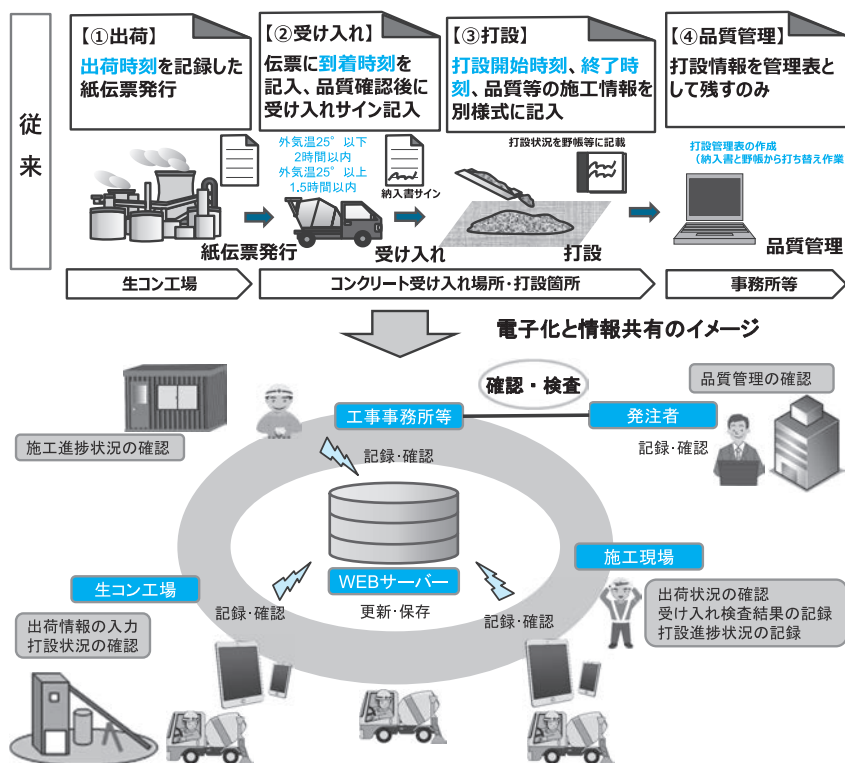
映像解析等によるスランプを推定する方法においては、令和2年度に、大手ゼネコン・日建連等によるコンソーシアムにより、中流動コンクリート数種と高流動コンクリートのスランプをAIに学習させた映像画像判定システム（仮）を直轄工事の複数の現場において試行に取り組んだ（図－8）。

サンプリングと推定値及び偏差を図－9に示す。コンクリートの配合によってばらつき範囲に差があるが、2.0～3.5 cmの標準偏差となっており、実用が見込まれると考えられる。また、RI水分計、密度計を用いて荷下ろし時に空気量を算定し、単位水量と空気量から圧縮強度を推定することも同時に行い、現場試験の軽減及び電子化も進めている。今後も、推定制度の向上方法の検討、画像撮影方法などの要領策定、監督・供給・施工の三者が納得できる管理基準の改定の策定等

に引き続き取り組んでいく。

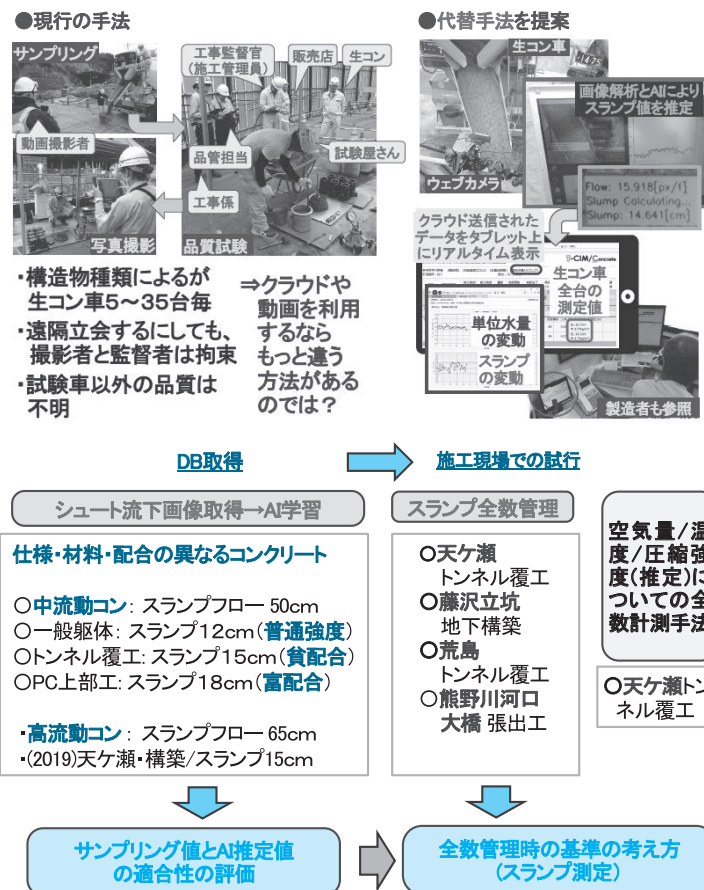
また、協議会からは、施工者側のみでなく供給側（工場側）のメリットも必要との意見があったことにより、生コン情報の電子化の取り組みと合わせて、供給側の提出書類の簡素化として「伝票情報の自動転送」、残コン・戻りコン削減として「配車合理化に向けた運搬・施工新着情報の共有」などクラウドを介してできる品質管理システムを、東京と神奈川の3つの生コンクリート協同組合（以下、「生コン協組」という）の協力のもと試行。直轄工事だけでなく、他の工事も含め12現場で実施し、複数現場・複数工事が同時に利用できることなど、供給側のメリットの確認が取れた（図－10）。このシステムは、協力された生コン協組における活用が継続できるように、コンソーシアムを組む会社に運用を移管し、実用化している。今後、土木はもちろんだが、生コンクリートの使用の約6割を占める建築分野での活用が、生コン協組への導入普及につながると考えられる。

○生コン情報の従来型運用



図－7 生コン情報電子化の概要

■PRISM予算「革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト」による試行



図－8 革新的技術の導入による試行

■予測値の推定のばらつき範囲

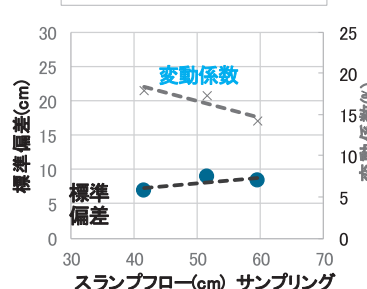
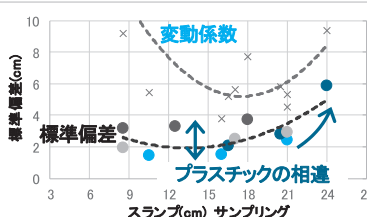
ある精度でのスランプ(フロー)の予測が可能であるが、コンクリートによってばらつき範囲に差(プラスチックの相違?による)

サンプリング値の標準偏差1.0cm(スランプ18cm)に対して、スランプ8~21cmの範囲で、2.0~3.5cm程度の標準偏差

- 天ヶ瀬構築: C=386kg/m³, W/C: 44%, スランプ15cm
- 藤沢立坑躯体: C=320kg/m³, W/C: 53%, スランプ12cm
- 熊野川上部工: C=522kg/m³, W/C: 34%, スランプ18cm
- 荒島T覆工: C=285kg/m³, W/C: 59%, スランプ15cm

スランプフローの標準偏差7.5cmは、スランプのおおむね2.5cmに相当

- 天ヶ瀬中流動コン: C=389kg/m³, W/C: 45%, スランプフロー50cm



図－9 画像によるスランプの推定値及び偏差

4. 今後の予定

コンクリートの生産性向上のためには、引き続き

き現場打ちの生産性向上とプレキャストの導入促進を進めていく必要がある。また、生コンクリートの品質管理の電子化に当たっては、JISの改訂といった手続きが不可欠となることから、建設業界と連携を図り、関係機関との協議を進めていく

■社会実装化と供給側のメリット創出

●2018試行

＜各工場→特定の現場＞
の単位での試行



●社会実装

- ・生コン協組単位で、複数の生コン工場・複数施工現場に並行して適用
- ・現場提出書類を電子化しクラウドから提供
- ・生コン工場専用の管理画面の提供
- ・現場から、施工/運搬情報を提供

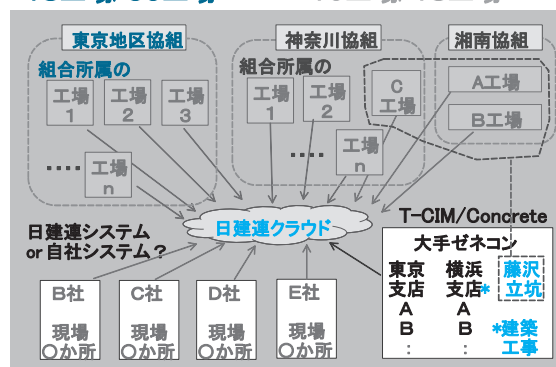
取り組み	内容
① 提出書類簡素化	紙媒体から電子媒体に変更
② JIS認証製品使用	納入製品の種類を削減
③ 学会・発注者の仕様書・規格統一	個別基準の統一による品質保証業務の削減
④ 共同納入普及/拡大	工場間偏り是正・安定納入
⑤ 残コン・戻りコン削減	配車合理化・処理費削減
⑥ 受入/工程/製品検査・品質試験の合理化	重複試験の削減 JIS要求の試験の簡素化
⑦ 舗装コン強度管理の省力化	試験体の小型化 圧縮試験による代替

■地域としてのパイロット事業の実施

●生コン工場に電子化対応システムをインストール

18工場/35工場

10工場/18工場



■供給者メリット付与

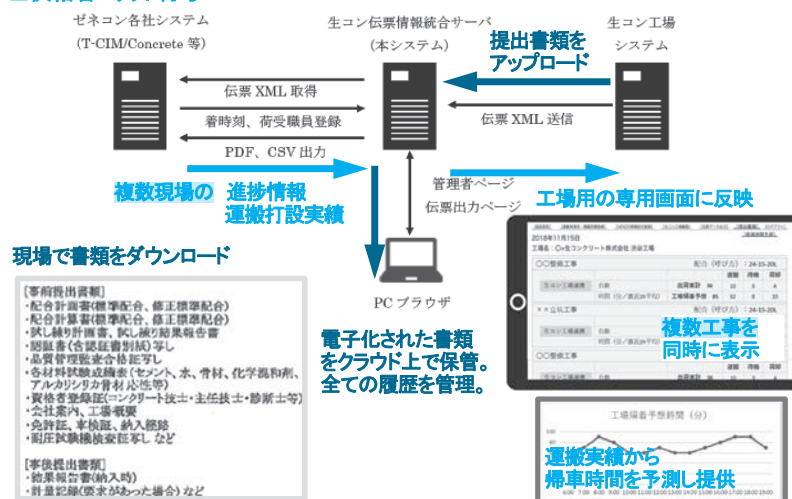


図-10 生コン情報電子化システムの試行

ことも必要である。

今後も協議会を中心に、産官学の連携を取りつつ、これまでの取り組みのフォローアップを進めていき「全体最適の導入（コンクリート工の規格

の標準化等)」を進めるとともに、i-Constructionの取り組みにより、建設業界全体の発展と課題解決を進めていきたいと考えている。