

### 3.11 社会資本整備プロセスにおける生産性向上の研究動向 (防災・メンテナンス基盤研究センター長 鈴木 篤)

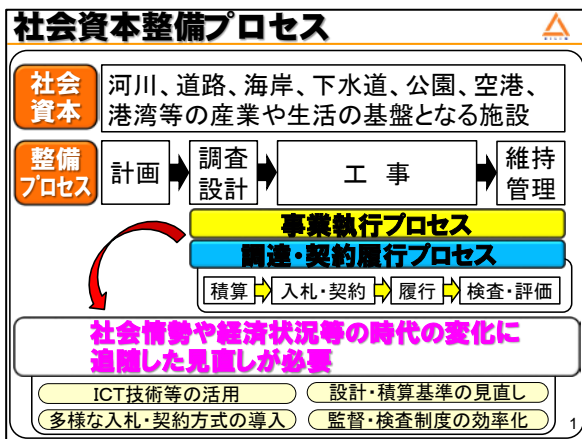
**社会資本整備プロセスにおける  
生産性向上の研究動向**

平成27年12月3日

**防災・メンテナンス基盤研究センター長  
鈴木 篤**

防災・メンテナンス基盤研究センター長の鈴木でございます。国総研は、組織的には基本的に道路、河川、そういった社会基盤の各分野を対象とした研究部で構成されております。我々のセンターは、国総研に1つあるセンターでございますが、これら各研究部の横断的な内容を対象として取り扱っているセンターでございます。

本日は、社会資本整備プロセスにおける生産性向上の研究動向についてお話をさせていただきます。



河川、道路といった社会資本につきましては、その整備プロセス、計画、調査設計、工事、維持管理、こういった事業執行のプロセスとあわせまして、各執行プロセスについて、それぞれまた調達・契約履行のプロセスがございます。社会の情勢や経済状況などの時代の変化に追随しまして、これら両プロセスから見直しが必要とされております。

**社会資本整備プロセスを取り巻く背景・課題**

- ◆頻発・激甚化する自然災害
- ◆老朽化が進行する大量の公共施設
- ◆少子高齢化による労働人口の減少

⇒建設産業が担う役割の増加に対して建設労働人口は減少、将来にわたる社会資本の品質確保と適切な機能維持に黄色信号!!

<b>2025年技能労働者数</b>	<b>確保の目標</b>
・328~350万人(必要数)	・90万人新規入職
・216万人(予測)	・35万人分省人化

※日建連 建設業長期ビジョン(2015.3)

現在の社会資本整備プロセスを取り巻く背景、課題でございますが、ご案内のとおり、頻発・激甚化する自然災害、また老朽化が進行する大量の公共施設、これとあわせまして少子高齢化による労働人口の減少が顕著でございます。

下は、日建連がこの3月に発表いたしました長期ビジョンで示されておりますが、2025年時点で約350万人の技能労働者を必要としている。ところが、今のペースでまいりますと、216万人しか確保できないであろう。この不足分につきましては、新規の入職者を求めてまいります。

それでもやはり35万人分については省力化を必要とすることを見込んでおります。2つの大きな課題に対して建設労働人口の減少、機能維持に黄色信号というような状況でございます。

## 本日の話題

将来を担う官民の人材確保とあわせて、社会資本整備プロセスの各フェーズにおいて**省力化・効率化・合理化・高度化**を進め**生産性の向上を図る必要がある。**

建設生産システムのイノベーションによる生産性の向上を図るため、主に以下に関する研究を実施。

1. 建設現場における生産性の向上
  - ① ICTの活用による土工全体の生産性向上
  - ② 現場打ちコンクリート工の効率化
  - ③ CIMの活用
2. 多様な入札契約方式の導入

本日は、将来を担う官と民、両方の人材確保とあわせまして、社会資本整備プロセスの各フェーズにおいて、省力化・効率化・合理化・高度化を進めて生産性の向上を図る観点から、我々が進めております建設システムのイノベーションによる生産性の向上に関するもの、大きく2つ。

## 1. 建設現場における生産性の向上

○ 予想される労働力不足  
 ・ 技能労働者約340万人のうち、約110万人の高齢者が10年間で離職の予想

○ 労働力過剰を背景とした生産性の低減  
 ・ トンネルなどは、約50年間で生産性を最大10倍に向上。一方、土工や現場打ちコンクリート工などは、改善の余地。(土工とコンクリート工で直轄工事の全技能労働者の約4割)

○ 建設業就業者の年齢構成推移  
 建設業: 約3割(110万人)が55歳以上→離職

○ 建設現場における工種別技能労働者割合  
 「機械土工・舗装関連」及び「現場打ちコンクリート関連」で全体の約40%

国土交通省直轄工事実績による

1つ目は、建設現場における生産性の向上。そのうち3つでございますが、ICTの活用による土工全体の生産性向上、現場打ちコンクリート工の効率化、CIMの実現。また、大きなテーマといたしまして、契約、調達、履行のプロセスの観点から、多様な入札契約方式の導入についてご紹介させていただきます。

予想される労働力不足でございますが、現在、建設業で55歳以上の高齢化の方が110万人おりまして、10年もすると多くの方が離職すると予測されております。一方で、

建設現場における工種別の技能労働者の割合、右の円グラフでございますが、機械土工、現場打ちコンクリート工、これら2種の工種に対しまして約4割の方が従事している。トンネルなどでは、この50年間で自動化とか機械化が進みまして、生産性、最大10倍に向上しておりますが、土工や現場打ちコンクリート工については、まだまだ進んでおらず、改善の余地があります。

## ①ICTの活用による土工全体の生産性向上

【背景】

- 技能労働者の高齢化や若年入職者の減少
- 施工現場の労働生産性の向上が課題
- 省力化のためのICTを活用した要素技術はあまた存在

【要素技術の事例】

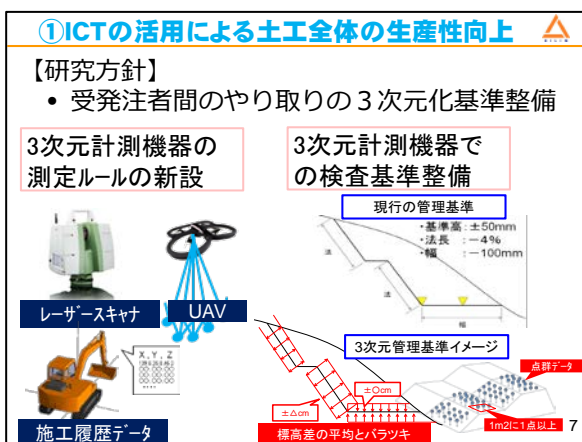
- モータグレーダ  
 排土板の高さ・勾配を3次元設計データどおりに自動制御
- 施工量(日当たり)  
 ・約1.5倍(路盤工)
- 技能労働者人員  
 ・1/3(重機オペ除)

技術の全面活用を阻む隘路が存在

土工につきましては、省力化のためのICTを活用した要素技術は色々と登場してきております。これは、モータグレーダ、排土板の高さ・勾配を3次元設計データどおりに自動制御することで、施工量としては1.5倍、技能労働者としては3分の1に省力化できる。こういった要素技術が出てきておりますが、技術の全面活用を阻む隘路が存在しております。



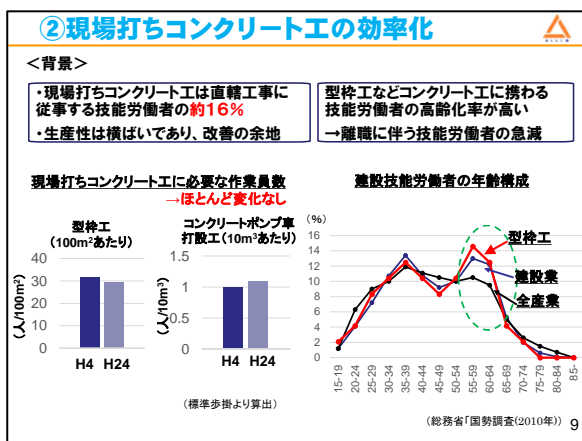
実際に現在やっているのは、下のほうの一連の流れになっております。施工のところでは3次元データを利用した自動化などが進んできておりますが、その前段の測量、設計は2次元データで処理され、それをまた3次元データにつくり直して施工し、検査の段階でまた2次元で検査が行われているということで、3次元データを活用した施工と2次元データによる受注者間のやりとりとが混在している現状でございます、ICTの全面活用、測量から検査に至る全工程の3次元化が望まれるところです。



研究方針といたしましては、先ほどの前段の測量のところでは3次元の計測機器、レーダースキャナとかUAVを活用したデータが使えるような測定ルールの新設、また、検査の段階では現行の管理基準は2次元的にやられておりますが、これを3次元計測機器で検査したものが使える検査基準の整備を目指しております。



また、個別の工事でICTを全面活用して、複数の工事で進捗状況を把握して、土工全体の生産性の向上を図ろうというようなことも研究のテーマと考えております。



続きまして、現場打ちコンクリート工の効率化に関するものです。現場打ちコンクリート工、直轄工事で、技能労働者の約16%が従事しておりまして、特に現場打ちコンクリート工のうち、型枠工に従事している技能労働者の高齢化率が高いような状況です。

### ②現場打ちコンクリート工の効率化

**<問題点>**  
 プレキャスト技術などは大幅な現場省力化が可能一方で、運搬費などの影響でコスト高となり、採用に至らないことも多い。

省力化効果等の評価指標を加え、総合的に評価するとともに、標準化を進めることで、プレキャスト技術などの導入が進むのではないかと？

**<研究内容>**

①プレキャスト技術等省力化技術の活用効果の分析、および将来予測  
 ②省力化技術の活用効果の**評価指標**の提案、適用範囲(工種、寸法、現場条件等)の明確化、**標準化**の検討

土木構造物設計ガイドラインや土木工事共通仕様書、監督検査要領等への反映を図り、現場での普及、現場生産性向上に寄与

大断面カルパト

壁門にプレキャスト製品を採用した事例→工期短縮により出水期を避け、合理化を実現

現場打ちコンクリート工に対しまして、プレキャストの導入が考えられるわけですが、プレキャストにつきましては、運搬費などが高いということで採用に至らないことも多いのが現状です。右下の図は、樋門にプレキャスト製品を適用した事例でございますが、プレキャストを導入することによって工期短縮を図って、出水期を避けて合理化が実現され、この例でいきますと、大々的な仮設工を非常に省力化できて、工費が削減できるというような例でございます。

このように省力化効果などの評価指標に加え、総合的に評価して標準化を進めることで、プレキャスト技術などの導入が進むのではないかとということで、研究の内容といたしましては、プレキャストの省力化技術の活用効果の分析、将来予測、これに基づきまして活用効果の評価指標、標準化の検討を進めて、設計ガイドライン等への反映を目指しております。

### ③CIMの活用 (Construction Information Modeling/Management)

「CIM」とは、計画・調査・設計段階から、施工、維持管理の各段階において、事業全体に渡り**関係者間で3次元モデルの情報を共有**することにより、一連の生産システムの効率化・高度化を図るものである。

**3次元モデルの連携・段階的構築**

**調査・測量・設計**  
 【データ作成・追加】3次元モデル (地形データ(3次元)、詳細設計(属性含む))  
 【効果】自動積算、違算の防止、工事数量算出の効率化

**施工(着手前)**  
 【データ作成・追加】起工測量結果、細部の設計(配筋の詳細図、現地取り付け等)  
 【効果】設計変更の効率化、監督・検査の効率化

**施工中**  
 【追加データ】時間軸(4D)  
 【効果】現場管理の効率化、安全の向上

**施工(完成時)**  
 【データ作成・追加】3次元モデル (施工情報、維持管理用機器の設定)

**維持・管理**  
 【データ作成・追加】3次元モデル (点検・補修履歴、現地センサー(ICタグ等)との連動)  
 【効果】適正な施設更新、3D管理モデルの活用

3次元モデル例

続きまして、現場の生産性向上のうち、CIMの活用に関するものでございます。CIMは、Construction Information Modeling/Managementの頭文字をとったものでございます。CIMでは、計画・調査・設計段階から施工、維持管理の各段階において事業全般にわたって3次元モデルの情報を共有して、一連の生産システムの効率化、高度化を図ろうとするものです。

### ③CIMの活用 (建設生産プロセスの観点から)

計画・調査 設計 施工 一完成 維持管理 更新(計画)

情報の流れ

行政情報 (土地利用、環境、地権者、占用物件、文化財、関係自治体、協議内容等)  
 設計基礎情報 (3次元設計情報、地形・地質等の地理情報) 段階的に詳細情報の付与、変更がなされる  
 設計情報 (設計条件、構造計算、数量、積算、施工設計等) 施工情報 (施工計画、工程、進捗・出来高、出来形、品質、資機材、環境負荷、計測データ、映像、竣工図等) 維持管理情報 (点検記録、センサーデータ、経年変化、補修記録等)

情報の一元管理による有効利用 (必要な情報を、必要な人が、必要な時に、必要な場所で)

ICT(ツール)

視覚化技術 VR シミュレーション 設計支援技術 自動積算 構造計算 情報共有 SNS/A 測量技術 3D測量、航空測量等 情報化施工技術 MC、MG、TS、統合管理システム等 現場管理 技術 維持管理システム コンテ、3Dプリント等

ICTツールの活用 + 技術力向上 (ICTの駆使) + 仕事の改善 (基準、制度、意識)  
 → 生産性の向上、行政サービスの向上を達成 (改善・効果)

建設生産プロセスの観点から見てまいりますと、計画・調査、設計、施工、維持管理、各段階におきまして、3次元の設計情報をもとに段階的に詳細情報などを付与して、ICTツールを活用いたしまして、生産性の向上、行政サービスの向上を目指して、情報の一元管理による有効利用をしていこうといったようなことでございます。



2. 多様な入札契約方式の導入	
<b>品確法の改正 (H26.6.4公布・施行)</b>	
目的：建設工事の適正な施工及び品質の確保と、その担い手の確保	
●品確法第14条において、工事の性格や地域の実情等に応じて多様な入札及び契約の方法を選択することが規定された	
『公共工事の入札契約方式の適用に関するガイドライン』策定 (平成27年5月)	
●品確法第18条において、仕様の確定が困難な工事に対し、技術提案の審査及び価格等の交渉により仕様を確定し、予定価格を定めることを可能とする「技術提案の審査及び価格などの交渉による方式」が新たに規定された	
『国土交通省直轄工事における技術提案・交渉方式の運用ガイドライン』策定 (平成27年6月)	
■国総研では、ガイドラインの原案を作成 ■引き続き、多様な入札契約方式の現場適用 (試行) を対象にフォローアップ、効果検証、運用改善方策の検討を行う	

もう一つの大きなテーマでございます、多様な入札契約方式の導入についてです。ご案内のとおり、昨年6月に品確法が改正されております。その品確法改正の目的は、建設工事の適正な施工及び品質の確保と、あわせてその担い手の確保でございます。

法の第14条におきまして、工事の性格や地域の実情などに応じて多様な入札及び契約の方法を選択することが規定され、これに基づき、「公共工事の入札契約方式の適用に関するガイドライン」が今年の5月に策定され、本省から通達されております。また、法の第18条におきましては、仕様の確定が困難な工事に対し、技術提案の審査、価格などの交渉により仕様を確定し、予定価格を定めることを可能とする「技術提案の審査及び価格などの交渉による方式」が新たに規定されております。これを受けまして、技術提案、交渉方式の運用ガイドラインが27年、今年の6月に策定され、これも本省から通達がされております。両ガイドラインとも、その原案の作成は国総研が当たりまして、引き続き多様な入札契約方式の現場適用、これから試行がされていきますが、これを対象にフォローアップ、効果検証、運用改善方策の検討を行うこととしております。

2. 多様な入札契約方式の導入			
公共工事の入札契約方式の適用に関するガイドライン			
■事業・工事の特性や地域の実情等、種々の事項を考慮し契約方式、競争参加者の設定方法、落札者の選定方法、支払い方式の最も適切な組合せを選定する事が重要である			
<b>契約方式</b>	<b>競争参加者の設定方法</b>	<b>落札者の選定方法</b>	<b>支払い方式</b>
工事の施工のみを発注する方式 設計・施工一括発注方式 詳細設計付工事発注方式	一般競争入札 指名競争入札	価格競争方式 総合評価落札方式	総価契約方式 総価契約単価合意方式
設計段階から施工者が関与する方式 (ECI方式)	随意契約	技術提案・交渉方式	Jスト+J-契約 オープンブック方式
維持管理付工事発注方式 包括発注方式 複数年契約方式		段階的選抜方式	単価・数量精算契約方式

「公共工事の入札契約方式の適用に関するガイドライン」におきましては、入札契約方式、契約の方式、それから競争参加者の設定方法、落札者の選定方法、支払い方式、これらで色々な組み合わせが想定されますが、事業、工事の特性、地域の実情などを考慮して、最も適切な組み合わせを選定することが重要でありまして、このガイドラインでその考え方が整理されてございます。

今回はこのうちの契約方式、黄色のところ。包括発注方式、複数年の契約方式。それから、落札者の選定方法につ

きましては技術提案・交渉方式。両方とも新たな方式でございます。これについて少しお話をいたします。

2. 多様な入札契約方式の導入	
包括発注方式、複数年契約方式	
<b>包括発注方式</b>	
既存施設の維持管理等において、同一地域内での複数の種類の業務・工事を一つの契約によって発注する方式	
<b>複数年契約方式</b>	
継続的に実施する業務・工事を複数の年度にわたり一つの契約により発注する方式	
	河川
日常時	●河川維持 河川巡視、除草、堤防養生、清瀬(塵芥処理、水面清浄)等 ●河川修繕 堤防修繕、構造物修繕等
非常時	●災害応急対応 緊急点検、応急復旧等
	道路
日常時	●道路維持 道名巡視、道路清掃、舗装の部分補修、除雪等 ●道路修繕 舗装補修、トンネル修繕等
非常時	●災害応急対応 緊急点検、道路啓開、応急復旧等

包括発注方式につきましては、既存施設の維持管理などにおきまして同一地域内で河川、道路の維持、修繕、それから災害などの応急対応、こういった複数、違った種類の業務工事を一つにまとめて契約で発注する方式でございます。複数年契約方式、読んで字のごとくでございますが、単年度ではなくて、継続的に実施する業務・工事を複数の年度にわたり一つの契約により発注する方式でございます。

## 2. 多様な入札契約方式の導入

包括発注方式、複数年契約方式

■特徴  
施工の効率化や施工体制の安定的確保を図るための方式

■期待される効果

【包括発注方式】

- ・受発注者双方の事務負担の軽減
- ・巡回、点検業務と、不具合などに対する補修工事の一体的な発注により、緊急的な不具合への対応の迅速化
- ・巡回、点検等に加えて補修工事を包括的に発注することで、補修工事等に関して計画的な対応が可能

【複数年契約方式】

- ・受注者における、長期的な収入予測と、それに基づく計画的な設備投資や人員確保
- ・ノウハウやデータの蓄積による重点的、効率的なパトロールの実施や継続した業務を通じた住民ニーズの適確な把握によるサービス向上

20

ではなくて、長期的、複数年の収入予測が図られるということで、それに基づく計画的な設備投資、人員確保を狙ったものでございます。

## 2. 多様な入札契約方式の導入

国土交通省直轄工事における技術提案・交渉方式の運用ガイドライン

■適用工事の考え方

- ・発注者が最適な仕様を設定できない工事
- ・仕様の前提となる条件の確定が困難な工事

■契約タイプ

①設計・施工一括タイプ  
優先交渉権者と価格等の交渉を行い、設計及び施工の契約を締結

②技術協力・施工タイプ  
優先交渉権者と技術協力業務の契約を締結。別契約の締結に提案内容を反映させながら価格等の交渉を行い、施工の契約を締結

③設計交渉・施工タイプ  
優先交渉権者と設計業務の契約を締結し、設計の過程で価格等の交渉を行い、施工の契約を締結

■適用による効果

- 標準的な施工方法では実施できない工事への対応
- 工事の早期完成・工期の短縮
- 工事的物の機能・性能向上等が実現可能に。

厳しい条件下、品質向上・生産性向上を期待した調達方法

21

タイプとしては①②③、設計・施工一括タイプ、技術協力・施工タイプ、設計交渉・施工タイプ、こういったものを想定しております。厳しい条件のもとで品質向上、生産性の向上を期待した調達方法となっております。

どちらも施工の効率化、施工体制の安定的確保を図るための方式でありまして、包括発注方式につきましては、複数の業務をまとめて発注するという一方で、受発注者両方で事務負担の軽減が図られます。特に県とか市町村、少し官の体制が弱いところが大きくくりで発注するというような利点もございます。また、通常の巡回点検業務とあわせて、不具合などの補修工事の一体的な発注によって、緊急的な対応への迅速化も期待されるところであります。複数年契約方式につきましては、主に受注者にとって、単年度

また、技術提案・交渉方式の運用ガイドラインでございますが、こちらは通常の工事の発注によりまして、設計がされておいて、それで仕様が確定し、施工者もそれから選ばれていくというような普通の工事に対して、非常に発注者が最適な仕様を設定できないような工事、また、仕様の前提となる条件の確定が困難な工事、こういったものに対して技術提案を受けてやって、それを評価して、相手の優先交渉権者を定めて、価格などの交渉を行って工事を進めていくというような方式でございます。契約のタイプ

## 2. 多様な入札契約方式の導入

技術提案・交渉方式の導入例

■発注機関  
首都高速道路株式会社

■工事名  
高速1号羽田線(東品川橋・鮫洲埋立部)更新工事

■工事内容  
橋梁上部工・下部工、土工部高上げ工、水管橋構造改良工、仮設工等の実施設計及び施工

■工事種別  
土木工事、鋼橋工事、A1M2000T橋工事

■契約方式/落札者の選定方法  
設計・施工一括発注方式/技術提案・交渉方式

■契約者決定までのスケジュール

工事説明会	公示	受技術提案領書	技術対話	最終提案書受領	決定通知	優先交渉権者	価格交渉	工事契約
H26.12.1	H27.1.27	H27.4.13	4.13~28	H27.5.8	H27.5.22	5.27~6.30	5.27~6.30	H27.8.5

22

技術対話を実施し、優先交渉権者を決定し、価格の交渉を実施し、この8月に工事の契約がされたところであります。

この新たな技術提案・交渉方式の導入例でございますが、こちらは首都高の高速1号羽田線、東品川橋から鮫洲の埋立部の更新工事であります。現地は、橋面が海面に近くて、なかなか点検がしづらい。それから、海水によって非常に腐食が進んでいて、大規模な更新が必要とされております。それを現在の交通数を維持するという一方で、非常に施工も困難性を伴いまして、契約の方式としては設計・施工の一括発注方式、落札者の選定方法につきましては、技術提案・交渉方式ということで、技術提案を受けて



## i-construction

### プロセス全体の最適化へ

調査・設計から施工・検査、さらには維持管理・更新まで

- ICT技術の全面的な活用
- 規格の標準化
- 施工時期の平準化

ご清聴ありがとうございました。

23

以上、生産性の向上についてお話ししてまいりましたが、実は、先週、国交大臣から「i-construction」推進ということが発表されております。「i-construction」におきましては、調査、設計から施工、検査、さらには維持管理更新まで、プロセス全体の最適化を図っていこう。その大きな当面の柱立てといたしましては、ICT技術の全面的な活用、規格の標準化、施工時期の平準化を挙げております。今、お話ししました、特に前半部の現場の生産性の向上につきましては、まさしくこの「i-construction」に沿った推

進内容になっております。現場の生産性の向上を図っていく上では、現場で現に有効に使われることが必要であります。そのために、現場の実情、ニーズをよく把握して、こういった研究を進めてまいりたいと考えております。

発表は以上でございます。ご清聴ありがとうございました。