

**土木学会平成28年度全国大会**  
**研究討論会 研-11 資料**

**生産性および品質向上のための  
コンクリート工学を目指して**

座長 中村 光（名古屋大学）  
話題提供者 石橋 忠良（JR東日本コンサルタンツ（株））  
岩崎 福久（国土交通省）  
河田 孝志（清水建設（株））  
佐藤 和徳（東北地方整備局）  
田村 隆弘（徳山工業高等専門学校）  
二井谷教治（オリエンタル白石（株））

日 時 平成28年9月7日（水）13：00～15：00  
場 所 東北大学川内北キャンパス  
教 室 A棟A200

**コンクリート委員会**



# 生産性および品質の向上のための コンクリート構造物の設計・施工 研究小委員会の活動について (2015年10月～2016年9月)

委員長 石橋 忠良  
JR東日本コンサルタント(株)

1

## 設立背景と成果目標

- ・コンクリート躯体の構築における生産性向上が進んでいない
- ・適切な施工法が活用できることで施工性低下や品質不良を誘因
- ・熟練工減少→生産性低下・品質不良のリスク増加



コンクリート委員会は、主に技術的な側面からの改善  
国土交通省や日建連は制度面で取組みを実施中

- ・コンクリート構造物の構築にあたって、施工性(生産性向上及び品質確保)を阻害している技術的な要因や示方書・発注仕様の要因を明確にし、その対応策を示す。
- ・併せて、プレキャストコンクリートに関して、その適用が円滑に進むような資料を作成する。
- ・これらの成果を、コンクリートライブラリーとして発刊予定(2016年12月)。また、2017年度制定のコンクリート標準示方書の設計編および施工編に反映すべき事項を改訂委員会に提案

2

## 報告書のタイトル、目次(案)

### 「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」

#### I 編 総論

- 1章 本報告書の目的と構成
- 2章 国や各機関における生産性向上の取り組み
- 3章 品質を確保した生産性向上の着目点

#### II 編 課題と提案

- 1章 設計
  - 2章 施工
  - 3章 プレキャストコンクリート
  - 4章 発注、契約、その他
- III 編 プレキャストコンクリートの活用による生産性向上
- 1章 ポックスカルバート
  - 2章 橋梁
  - 3章 河川・護岸
  - 4章 その他

#### 付属資料 課題と提案の参考資料

3

## 品質を確保した生産性向上の着目点

### 生産性向上とは

- ・コンクリート構造物における生産性向上は、①プロダクトとなるコンクリート構造物の機能、性能等を向上させる事、②労働者数、労働時間、資機材、費用、工期等を縮減する事のいずれかあるいは両方によりなされると定義した。
- ・主に②に論点がある内容が多い。
- ・一部分だけではなく、全体としての生産性向上を図る。例えば、提案によっては、設計者への負担が増大する場合もある。(各提案の中で負担が増大することを記載)
- ・生産性向上とは、コスト低減、作業省力化、工期短縮等を実現することであるが、品質をおろそかにすることは許されない。「品質を確保した」を冠するタイトルとした。

4

## 品質を確保した生産性向上の着目点

### 生産性の阻害要因

- ・生産性向上には、技術面のみでなく、契約に関わる事項、発注仕様書、積算方法なども含めて検討することが必要である
- ・業務の平準化が生産性の向上には効果的である。発注の平準化、単年度予算制度による弊害、発注ロットの大型化

5

## 品質を確保した生産性向上の着目点

### 施工の自由度の確保と検査による品質の確保

- ・標準示方書の標準に、品質を検査する方法を明確にすることで、材料や、施工の自由度を広げて、生産性向上に寄与する技術を使いやすくする。施工の自由度が上がり、協議に費やす労力の低減が見込める

### 高密度配筋

- ・高密度配筋による鉄筋組立やコンクリート打込みにおける課題
- ・配筋作業の生産性向上を図るために、機械式定着の採用やプレファブ化のための全数維手の採用等の課題

### 発注者毎に異なる仕様、技術基準

- ・発注者の仕様書、技術基準等が異なることにより、施工者、技能労働者が混同、基準の統合が望ましい。

### プレキャスト化

- ・普及阻害の最大の原因是初期コスト。
  - 大量施工や、工期短縮などで、コストメリットの出る積算ルールに
  - 形状や寸法の規格化・標準化、標準化した部材を活用した構造計画

### 新技術の活用、発注・契約

- ・ICT技術等の新しい技術の活用。
- ・発注・契約に関する議論、例えば、所掌と責任分担の明確化等

6

**課題と提案**

**1章 設計**

- 設計時3次元で配筋が可能なことを検証する
- 設計段階で施工性に配慮した配筋図とする
- コンクリート投入孔およびバイブレーター挿入孔を図面へ明示する
- Etc 全28件

**2章 施工**

- 発注時にコンクリートのスランプを規定しない、単位水量などを検査する
- 高流動コンクリートの選択が可能な規定を検討、整備する
- Etc 全12件

**3章 プレキャスト**

- プレキャストコンクリートの形状の規格化による生産性向上を図る
- プレキャストコンクリートの設計法を明確にする
- プレキャストコンクリートの設計基準を統合する
- Etc 全15件

**4章 発注、契約、その他**

- 設計時に必要に応じて温度応力解析を実施し、検討条件を施工側に引き継ぐ
- Etc 全5件

7

**合計60件の提案**

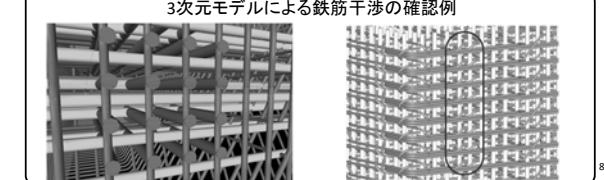
**課題と提案「設計」の例**

設計時3次元で鉄筋同士が干渉しないことを検証する

(1)課題と提案

○課題  
部材接合部等の高密度配筋部において、施工段階で鉄筋が干渉して配筋できないことがある。  
→配筋できないことを証明するために労力が必要  
→施工段階の工夫で対策ができない場合に、設計をやり直す必要  
→気づかず施工した場合、工事のやり直し、工程逼迫、品質不良を誘因

○提案  
設計時に3次元モデル等により鉄筋同士が干渉しないことを検証することが必要



3次元モデルによる鉄筋干渉の確認例

左側は複雑な構造の3次元モデル、右側はその中の特定部分を拡大して示す。右側には赤い丸で干渉箇所が示されている。

8

**課題と提案「設計」の例**

設計時3次元で鉄筋同士が干渉しないことを検証する

(2)具体的な提案

①発注者の仕様等に対する提案

- 発注者の設計指針、設計仕様書において、「部材接合部等の配筋が密な箇所では、3次元モデル等を用いて配筋詳細図を作成し、鉄筋同士が干渉しないことを示すこと」という規定を追加する。

②標準示方書類に対する提案

- コ式[設計編:本編]4.8設計図において、「部材接合部等の配筋が密な箇所では、3次元モデル等を用いて配筋詳細図を作成し、鉄筋同士が干渉しないことを示すこと。杭頭とフーチングの交差部等の施工誤差が考えられる場合は、施工時に対応できるよう設計図に有効断面寸法や必要鋼材量等を記載すること。また、機械式総手の使用や配筋間隔の変更等の具体的な対策例を示すことが望ましい」という規定を追加する。

③研究開発に関する提案

- 特になし。

9

**課題と提案「設計」の例**

設計時3次元で鉄筋同士が干渉しないことを検証する

(3)提案の効果

①発注者における生産性・品質の向上

- 配筋ができない箇所への対応による工期増大のリスクを低減できる。
- 配筋変更等の設計変更業務が無くなり、業務の効率化が可能となる。
- 図面と異なる配筋がなされるリスクが低減できる。

②設計者における生産性・品質の向上

- 配筋図の3次元モデル化および干渉確認の作業増が生じるが、工事着工後の設計変更や配筋の見直し等の手戻り作業が少なくなる。

③施工者における生産性・品質の向上

- 配筋変更について発注者と協議するための検証(3次元モデル等の作成やモックアップ試験)の必要がなくなり、施工段階における協議に要する労力の省力化やコストの低減が可能となる。
- 施工途中での鉄筋の組直し等の手戻りによる工期増大のリスクを低減できる。

10

**プレキャストコンクリートの活用による生産性向上**

- プレキャストコンクリートの利点を活かした活用の促進に資するため、比較的大型のプレキャストコンクリートを使用して生産性が向上した例を中心に、以下の構造物で分類して紹介。
  - カルバート
  - 橋梁
  - 河川・護岸
  - その他
- それぞれの事例を以下の構成で紹介。
  - 概要…工事の内容
  - 採用理由…なぜプレキャストコンクリートが採用されたか
  - 実施内容…具体的な方法
  - 効果…要求に対する達成状況

11

**大型門形カルバートへのプレキャスト部材の適用事例**

**採用理由**

- 場所打ち箇所での工事発注だったが、地元住民の生活道路であり迂回路確保が困難な現況状況で道路を最小限の通行止めとするため。
- 信頼性の高い部材接合方法。
- 鋼製型枠や脱型用設備の大型化の必要性が無くなり、製造設備のコスト縮減。

**効果**

- 現場打ち工法の工期予定43日に対して、大型ボックスカルバートのPCa化により7日で完了し、施工工期が84%削減できた。
- 頂板部材を分割式としてボストンシジョン方式により一体化が図られたことで内空幅15mの超大型ボックスカルバートのPCa化が図られた。
- 頂板部材を分割式としたことで、鋼製型枠や脱型用設備の大型化を必要とせずコストアップ要因が解消された。



大型門形カルバートへのプレキャスト部材の適用事例

左側は構造図、右側は実際の建設現場の写真。

12

**i-Construction～建設現場の生産性革命～について**

国土交通省 大臣官房 技術調査課 建設システム管理企画室長 岩崎福久

■ 国土交通省における i-Construction の打ち出し

【平成27年11月24日 國土交通大臣会見】

- ・建設現場の生産性向上は避けることのできない課題。これまででも、機械化が進んだトンネル工事は、生産性が飛躍的に向上しているが、土工やコンクリート工など、生産性向上の遅れた部分が存在。この分野について抜本的な生産性向上を図ることで、全体として技能労働者一人あたりの生産性について、将来的に5割向上の可能性。
- ・これからの取り組みを i-Construction と名付け、二人一人の生産性を向上させ、企業の経営環境を改善し、建設現場に携わる人の賃金の水準の向上を図るなど魅力ある建設現場を目指していくたい。

【平成28年1月4日 國土交通大臣会見】

- ・人口減少社会でも、社会のあらゆる生産性を向上させることで、経済成長を実現させることができる
- ・社会資本整備の進め方を「質く投資・質く使うインフラマネジメント戦略へ転換し、(中略) i-Constructionを進めます。
- ・本年を「生産性革命元年」と位置付け、國交省の総力を挙げ、生産性の向上に向けた取組みを進めていきたいと考えております。

【平成28年3月7日 國土交通省生産性革命本部（第1回会合）】

- ・省を挙げて「社会のベース」、「産業別」、そして「未来型」の3つの分野の生産性向上に取り組むことで、我が国経済の持続的で力強い成長に貢献。
- ・「本格的なi-Constructionへの転換」は、調査・測量、設計、施工・調査及び維持管理・更新のあらゆるプロセスにICTを取り入れることで生産性を大幅に向上するもの。

1

**国土交通省生産性革命プロジェクトの推進**

ねらい

我が国は人口減少時代を迎えており、これまで成長を支えてきた労働者が減少しても、トラックの積載率が41%に低下する状況や道路移動時間の約4割が渋滞損失である状況の改善など、労働者の減少を上回る生産性を向上させることで、経済成長の実現が可能。

そのため、本年を「**生産性革命元年**」とし、省を挙げて**生産性革命に取り組む**。

経済成長 ← 生産性 + 労働者等

労働者の減少を上回る生産性の上昇が必要

3つの切り口

「社会のベース」の生産性を高めるプロジェクト

「産業別」の生産性を高めるプロジェクト

「未来型」投資・新技術で生産性を高めるプロジェクト

2

**生産性革命プロジェクト13**

生産性革命プロジェクト13－国土交通省生産性革命本部（本部長：石井大臣）決定

(1) 「社会のベース」の生産性を高めるプロジェクト

- ・生産性革命に向けたピボット洗浄対策
- ・首都圏の新たな高速道路料金の導入による生産性の向上
- ・クルーズ新時代に対応した港湾の生産性革命プロジェクト
- ・コンパクト・プラス・ネットワークへ密度の経済で生産性を向上～
- ・土地・不動産の最適活用による生産性革命

(2) 「産業別」の生産性を高めるプロジェクト

- ・本格的なi-Constructionへの転換
- ・新たな住宅循環システムの構築と住生活産業の成長
- ・i-Shippingによる造船の輸出拡大と地方創生
- ・オールジャパンで取り組む「物流生産性革命」の推進
- ・トラック輸送の生産性向上に資する道路施設
- ・観光産業を革新し、我が国の基幹産業に（宿泊業の改革）

(3) 「未来型」投資・新技術で生産性を高めるプロジェクト

- ・急所を事前に特定する科学的な道路交通安全対策
- ・インフラ海外展開による新たな需要の創造・市場の開拓
- ～成長循環型の「質の高いインフラ」の積極的海外展開～

H28年5月<sup>3</sup>時点

3

**i-Constructionについて**

今こそ生産性向上のチャンス

□ 労働力過剰を背景とした生産性の低迷

- ・バブル崩壊後、建設投資が労働者の減少によって、ほぼ一貫して労働力過剰となり、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た。

□ 依然として多い建設現場の労働災害

- ・全産業と比べて、2倍の労働事故率（年間労働者の約0.5%（全産業約0.25%））

□ 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年内で離職の予想

・労働力過剰時代から労働力不足時代への変化が起りつつある。

・建設業界の世間からの評価が回復および安定的な経営環境が実現し始めている今こそ、抜本的な生産性向上に取り組む大きなチャンス

プロセス全体の最適化

□ ICT技術の全面的な活用

- ・測量・設計から検査・検査、さらには維持管理・更新までの全てのプロセスにおいてICT技術を導入

□ 全体最適の導入（コンクリート工の標準化等）

- ・寸法等の規格の標準化された部材の拡大

□ 施工時期の標準化

- ・2カ年国債の適正な設定等により、年間を通じた工事件数の標準化

i-Constructionの目指すもの

□ 一人一人の生産性を向上させ、企業の経営環境を改善

□ 建設現場に携わる人の賃金の水準の向上を図るなど魅力ある建設現場に

□ 死亡事故ゼロを目指し、安全性が飛躍的に向上

4

**トップランナー施策(ICTの全面的な活用(ICT土工))**

①ドローン等による3次元測量

②3次元測量データによる設計・施工計画

③ICT建設機械による施工

④検査の省力化

i-Construction

測量 → 設計・施工計画 → 施工 → 検査

これまでの情報化施工の部分的試行

従来方法

測量の実施、計画立案、設計図から施工、土量を算出

5

**トップランナー施策(施工時期の標準化)**

○ 年度当初に事業が少なくなることや、年度末における工事完成時期が過度に集中することを避け、債務負担行為の活用などにより、施工時期を標準化する。

○ 地域発注者協議会を通じて、国や地方公共団体等の発注機関が協働して標準化を推進。必要に応じて入札契約適正化法等を活用して国から地方公共団体に標準化を要請。

○ 長期的な標準化を視野に入れた発注に関するマネジメントを実施。

発注年度で事業を終えなければならないという既成概念の打破

国・地方公共団体における月別出来高工事量の推移

○ 2カ年国債の活用 H27-28: 約200億、H28-29: 約700億

○ 國土交通省所管事業において、標準化に向けた計画的な事業執行を推進するよう通知(H27.12.25)

○ 国の取組も参考に、標準化を推進するよう、総務省とも連携して、自治体に通知(H28.2.17)

6

**トップランナー施策(全体最適の導入(コンクリート工の規格の標準化等))**

○ 現場毎の一品生産、部分別最適設計であり、工期や品質の面で優れた技術を採用することが困難。  
○ 設計、発注、材料の調達、加工、組立等の一連の生産工程や、維持管理を含めたプロセス全体の最適化が図られるよう、全体最適の考え方を導入し、サプライチェーンの効率化、生産性向上を目指す。  
○ 部材の規格(サイズ等)の標準化により、プレキャスト製品やプレハブ鉄筋などの工場製作化を進め、コスト削減、生産性の向上を目指す。

**現場打ちの効率化**

(例)鉄筋をプレハブ化、型枠をプレキャスト化することにより、既存需要作業場をなくし施工  
クレーンで設置  
中量めコンクリート  
◎工事仕事場建設  
耐震不規則

**従来方法**

鉄筋設置  
型枠設置  
生コン打設  
脱型

**プレキャストの進化**

(例)各部材の規格(サイズ)を標準化し、完璧な部材を組み合わせて施工  
ラーメン構造の高架橋の例  
◎大林組

**コンクリート生産性向上検討協議会の設置**

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、設計手法のあり方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設置

・有識者委員	・綾野 克紀(岡山大教授) ・石橋 忠良(JR東日本コンサルタント(株)取締役会長) (土木学会 生産性及び品質の向上のためのコンクリート構造物の設計・施工研究小委員会 委員長) ・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) ・前川 宏一(東京大教授、本協議会会長)
・関係団体	道路プレヤ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、日本建設機械工業事業団体連合会 東京建設機械工業協同組合、全国基礎工業協同組合連合会、建設コンサルタント協会、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、フレレスト・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ワッカ協会
・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

**コンクリート工の生産性向上に向けた取組方針(案)**

規格の標準化や全体最適設計の導入、工程の改善を図ることで、生産性向上技術の全国展開、現場毎の個別最適から一連の事業区間や全国の事業を想定した最適化、製作・運搬等の各生産工程の改善を図ることで、コンクリート工の生産性向上を目指す

**規格の標準化**

- 適用範囲の標準化(ガイドライン) **現場打ちの効率化**
- 必要性能の標準化 **鉄筋のプレハブ化**
- 検査方法等の標準化 **発注規定、品質管理基準(検査方法)等**
- サイズの標準化 **横拘、折、型枠、鉄筋などのサイズの標準化**

**全体最適を図る設計手法の検討**

- 工期短縮や安全性、品質の向上等について、設計段階で評価できる手法を検討し、建設生産プロセス全体で最適な技術・工法を採用

**サプライチェーンネットワークの導入の検討**

- サプライチェーンメソジストを先進的に導入している事例(住宅業界等)の分析、コア工場への適用性の検討

**ガイドライン策定に向けた検討体制**

これまで生産性向上技術の使用等に直接関わり、知見を蓄積しているメンバーを中心に関検討会を立ち上げ、28年度中に生産性向上技術の普及、一般化に向けてガイドライン等を整備

生産性向上技術	検討会委員
・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、建設コンサルタント協会、土木研究センター、セメント協会、全国宅地擁壁技術協会、全国モックスカルバート協会、日本PCモックスカルバート協会、日本道路建設業協会 等 事務局:道路プレヤストコンクリート製品技術協会
・機械式維手 ・機械式定着工法	委員長:久田真(東北大教授) 委員:建設コンサルタント協会、製造メーカー 等 事務局:日本建設業連合会
・高流動コンクリート	委員長:橋本親典(徳島大教授) 委員:建設コンサルタント協会、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
・鉄筋のプレハブ化 ・埋設型枠の活用 ・フレキャストの適用範囲の拡大(大型化)(※橋梁関係)、等	委員長:疋好宏史(埼玉大教授) 委員:日本建設業連合会、建設コンサルタント協会、道路プレヤストコンクリート製品技術協会 等 事務局:フレレスト・コンクリート建設業協会

**機械式鉄筋定着工法の配筋設計ガイドライン**

機械式鉄筋定着工法の適用範囲、採用にあたっての施工条件、機械式定着工法の審査証明のルール等を盛り込んだガイドラインを策定(7月8日)

ガイドラインを設計の特記仕様書に位置付けることにより、機械式定着工法を積極的に採用

**機械式鉄筋定着工法の採用により、鉄筋組立日数や鉄筋量が削減(生産性の向上)**

**従来施工**  
鉄筋をつなぐための作業が必要  
主柱  
鉄筋を重ねる部分について重ね基部の鉄筋が必要  
従来のU型を採用した場合の配筋

**機械式定着工法の一般化**  
作業が不要  
両端フックと比べて、施工が容易  
機械式定着工法を採用した場合の配筋

11

**今後の予定**

	H28年度	H29年度	H30年度
<b>【施工の効率化に資する技術の一體化】</b>	適用範囲、施工条件、留意事項等を示したガイドラインを順次整備 ○機械式維手○ ○機械式定着工法 高流動コンクリート○ 鉄筋のプレハブ化○ 埋設型枠の活用○ ○フレキャスト適用拡大(橋梁関係)○ ○評価手法 ○評価手法実案作成 ○試設計等による評価手法等の検証		
<b>【土木構造物検討ガイドライン】</b>	○ガイドライン改定(第1弾) ○ガイドライン改定(第2弾) ○評価手法実案作成 ○試設計等による評価手法等の検証		
<b>「コンクリート生産性向上検討協議会」</b> (年2、3回開催)	○生産性指標設定 ○目標設定		規格の標準化○

※ 第1弾は、機械式定着工法のガイドラインの反映を想定

**生産性および品質向上に向けた  
日建連の活動について**

プレキャスト推進検討プロジェクトチーム  
清水建設株式会社 河田 孝志

**技能労働者数の減少** ~日建連長期ビジョン~

- 建設業の技能労働者数の見通し
 

2014年度 343万人	→	2025年度 216万人
-----------------	---	-----------------

 約128万人減少
- 技能労働者の世代交代を図るための目標
 

34歳以下(入職時)の若者を中心に (うち女性)	90万人 (20万人以上)	→	35万人不足
-----------------------------	------------------	---	--------

 生産性向上を推進

**日建連『生産性向上推進要綱』の制定**

i-Construction推進の中核的役割を担い、生産性向上を先導  
(土木分野のみ抜粋)

1. コンクリート工の生産性向上
  - ・現場打ちコンクリートの効率化推進
  - ・プレキャスト導入の促進
  - ・活動工程・目標・進捗状況の具体的検証
2. ICTの活用
  - ・ICT活用のための環境整備に向けた活動の推進
  - ・活動工程・目標・進捗状況の具体的検証
3. 書類削減による業務の効率化
  - ・国取り組みの推進
  - ・活動工程・目標・進捗状況の具体的検証
4. 適切な工期設定と工程管理
  - ・国取り組みの推進
  - ・活動工程・目標・進捗状況の具体的検証

3

**「i-Construction」推進体制**

i-Construction委員会⇒基本方針・推進方策策定  
〔プレキャスト推進検討PT 座長がオブザーバー参画〕

ICTの全面的な活用

● ICT導入協議会⇒ICTの全面的活用  
〔参画：インフラ再生委員会〕

○基準WG⇒3次元出来形管理基準の策定  
〔参画：インフラ再生委員会〕

● CIM導入推進協議会  
〔参画：インフラ再生委員会〕

連携

●コンクリート生産性向上検討協議会  
⇒規格の標準化  
〔参画：土木工事技術委員会〕

○機械式鉄筋定着工法技術検討委員会  
⇒今後、機械式鉄筋締手工法についても検討  
〔日建連が主体：土木工事技術委員会〕

○高（中）流動コンクリート検討委員会（仮）  
〔日建連が主体：土木工事技術委員会〕

○プレキャスト（構造関連）等検討委員会（仮）  
〔参画：プレキャスト推進検討PT〕

○大型分割製品の規格化等検討委員会  
〔参画：プレキャスト推進検討PT〕

4

**プレキャスト推進検討プロジェクトチームの設立**

■設立：H27年9月  
■目的：PCa推進に向けた具体的な提案・要望を横断的に行う  
■活動内容：  
 ① PCaの導入実態調査  
 ②導入の効果の分析  
 ③PCaに相応しい工種の選定  
 ④PCa導入のための具体的方策

「i-Construction」に提案

**生産性向上**  
**日建連が取り組み方針**  
コノクリ工／情報化／業務効率化／平準化  
プレキャストでPT設置も

(H27.9.8 日刊建設工業新聞)

5

**プレキャストに相応しい工種の検討**

今後の事業量が期待/高い省人化・工期短縮効果/品質・安全性向上効果が高い							
対象工種	トンネル 連續床版	トンネル 覆工打替	橋梁床 版架替	大型ボックス カルバート	道路高架 橋	橋梁下部 工	トンネル 新設掘工
現状実態	急速施工からPCaが採用	活線下の打替にともない需増	早期供用の観点からPCaが採用	工程遅延時に設変でPCaが採用が多い	短スパンではPCaの採用が多い	PCaの実績があり導入可能性は大	一般覆工部への採用メリットは小

日建連アンケート実施⇒現場打ちとの効果の比較（現場打ち：1.0）

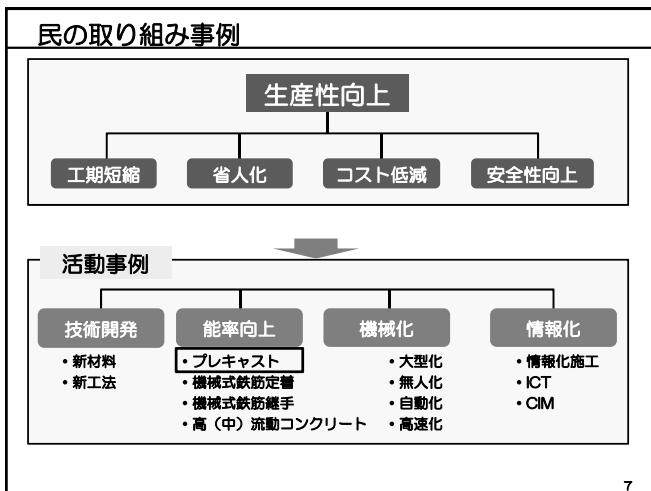
0	1.0	2.0	0	1.0	2.0	0	1.0	2.0	0	1.0	2.0	0	1.0	2.0
工程	労務	工賃												

PCa導入が進んでいる

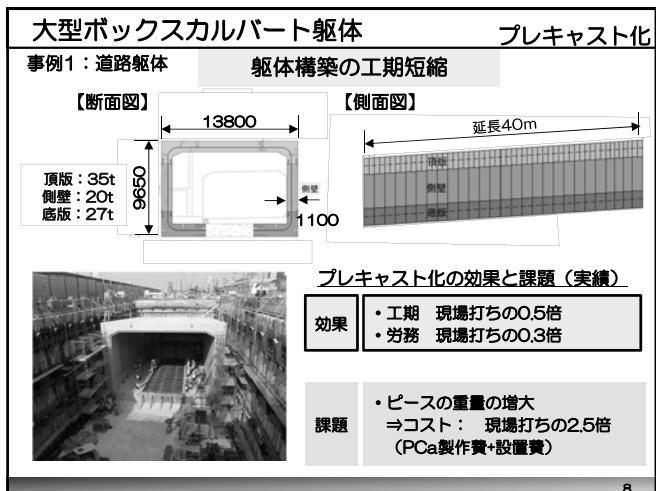
PCa導入拡大が期待

導入が限定的

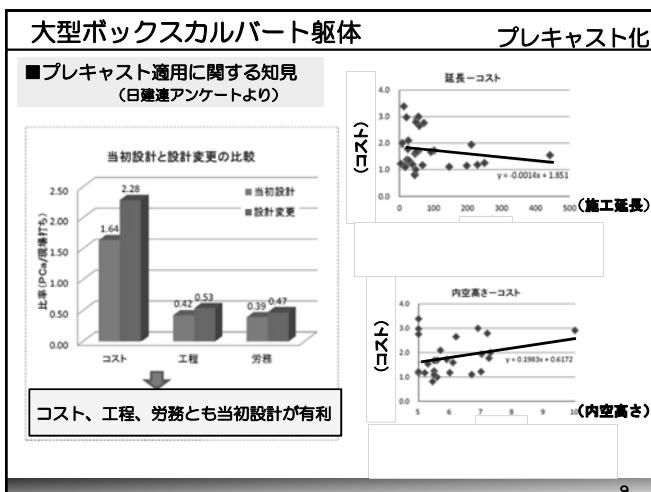
6



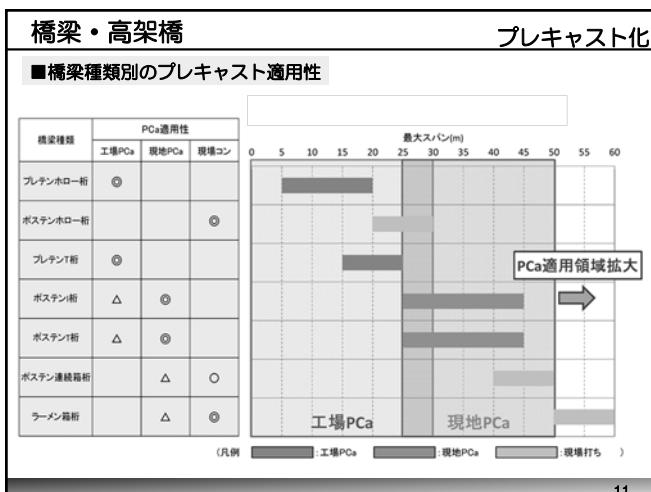
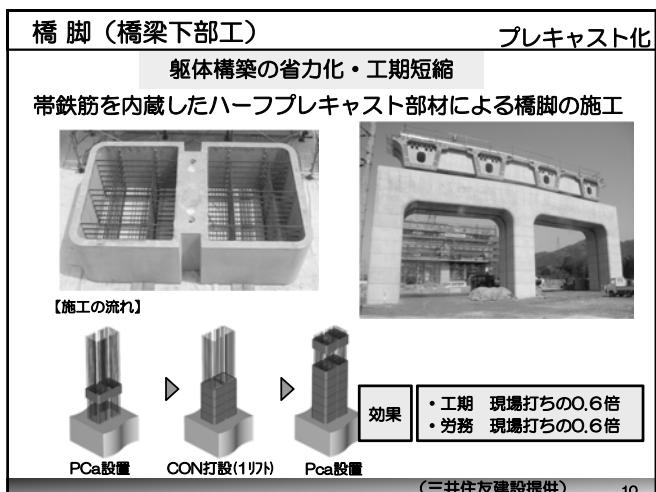
7



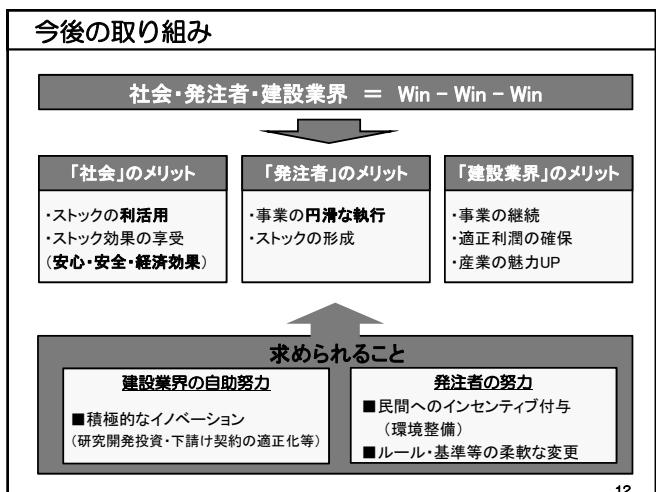
8



9



11



12

## プレキャストの有効利用事例と課題

オリエンタル白石株式会社  
技術研究所 二井谷 教治

土木学会 研究討論会  
生産性および品質向上のためのコンクリート工学を目指して  
2016.09.07

### 有効利用事例: 橋梁

#### ● プレキャストPC桁の活用(標準化含む)

ブレキヤスト工法	主桁形式	断面形状	標準支間長(m)					
			10	20	30	40	50	60
ブレテンション方式	スラブ桁 <sup>※1</sup>		5~24					
	T桁 <sup>※1</sup>		18~24					
ポストテンション方式	T桁		20~45					
	合成桁		20~40					
工場製作 ブレキャスト セグメント桁	スラブ桁		25~45					
	バルブT桁		25~45					
	コンボ橋 <sup>※2</sup>		25~45					
	Uコンボ橋		40~60					

※1: JIS A 5313

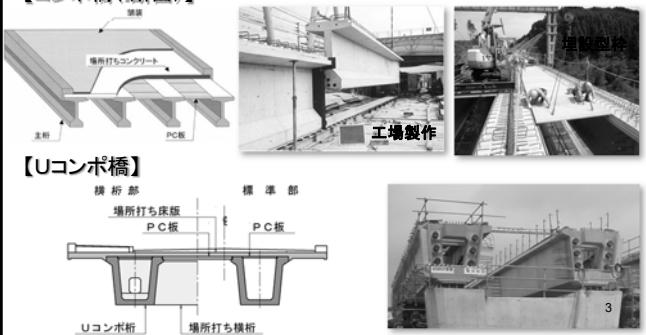
※2: 道路橋示方書掲載

2

### 有効利用事例: PCコンポ橋

- 少数主桁+埋設型枠+場所打ち合成床版  
→省力化と経済性を両立

【コンポ橋(1断面)】



### 有効利用事例: ブレキャストセグメント工法

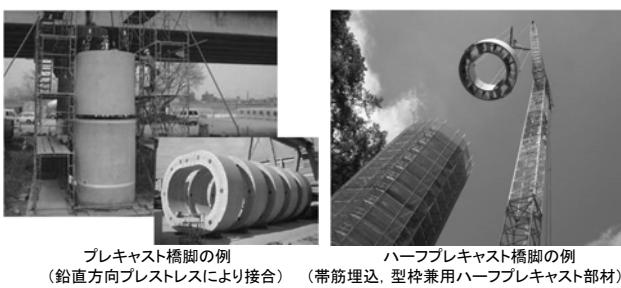
#### ● 高速道路の高架橋の例 (橋長 L=1,519m, 30径間)

- ✓ 架設: スパンバイスパン工法
- ✓ セグメント: ショートラインマッチキャスト(現場近くの製作ヤード)
- ✓ 工費: 従来案(鋼板桁+鋼箱桁)に対して3割削減



### 有効利用事例: 下部工への適用

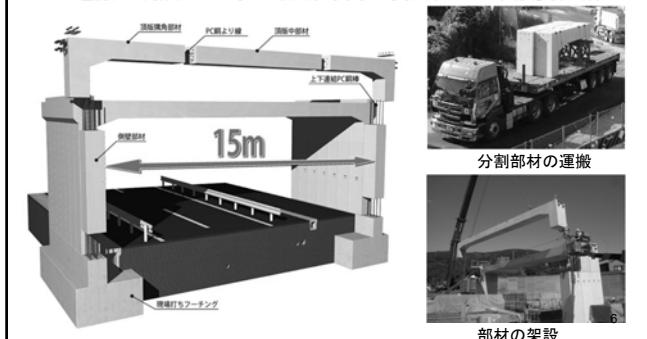
- 橋脚のブレキャスト化
- ✓ 工法種類: ブレキャスト工法、ハーフブレキャスト工法など
- ✓ 採用理由: 施工の制約条件、工期短縮、現場の省力化など



### 有効利用事例: ボックスカルバート

#### ● 大型門型カルバートの例 (内空幅 15m)

- ✓ ブレキャスト採用理由:迂回路確保困難→交通規制期間短縮
- ✓ 運搬の制限への対応:部材分割→製造および架設費低減



## プレキャスト化のメリット

- 工期短縮 →現場作業を軽減。  
早期供用開始による経済的效果
- 技能労働者不足対策 →工場における安定雇用確保
- 品質の確保・向上 →整った設備、気象条件に左右されない環境。  
一貫した品質管理、熟練労働者による製造、  
変動の少ない材料の供給、  
特殊材料を使用し易い環境
- 品質管理軽減 →工事現場における品質管理を軽減
- 社会便益向上 →交通規制、経済損失を軽減
- 環境負荷低減 →転用回数の多い鋼製型枠を使用  
セメント・骨材の代替に混和材の使用が容易
- 周辺環境改善 →現場作業に伴う騒音、振動、粉塵発生を抑制
- 安全性の向上 →足場設置低減などによる現場の安全性向上

7

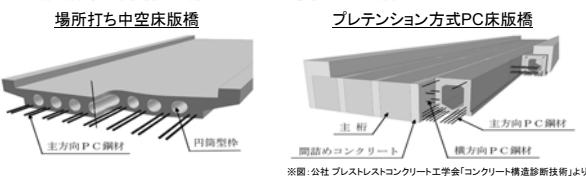
## プレキャスト活用における課題

- 初期コスト ✓構造物種類や諸条件によっては割高 →初期コスト比較で採用されない場合も多い
- 標準化 ✓標準化が十分活かされていない場合が多い  
→地形条件・景観優先や力学的最適設計(寸法・形状・重量)  
→橋梁の支間、斜角、バチ、ウェブ形状・拡幅、変断面など
- 接合部 ✓性能・品質の明確化  
→性能や施工・検査の信頼度が不明確なものがある  
→プレストレスによる接合は明確(応力度、せん断キーなど)
- ✓全数継手の活用  
→プレキャストの場合全数継手が合理的  
→標準示方書では原則禁止、または設計応答値を十分低減  
→特殊な構造の場合は試験により適合性を確認

8

## プレキャスト活用の方策: 初期コスト以外の評価

- 場所打ちの橋梁をプレキャストに変更した場合の比較事例  
✓対象橋梁: 単純PC床版橋(橋長 25m, 総幅員 10.5m)
- ✓比較結果: 現場工期は 1/2、工費は 1.1倍



工期および工費の比較

	現場工期	工費(単位:百万円)				
		現場労務費	現場材料費	製作運搬費	機械費	管理費等
場所打ち	4か月	10.7	12.7	—	0.2	41.8(1.00)
プレキャスト	2か月	1.8	4.6	22.4	0.7	16.6 46.1(1.10)

※表:一社 プレストレスト・コンクリート建設業協会資料参照

## プレキャスト活用の方策: メリットの評価

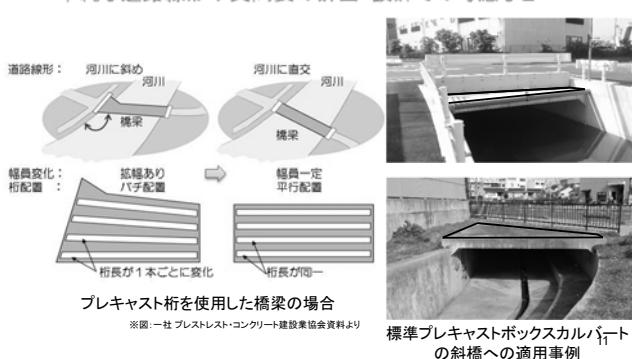
- プレキャスト化によるメリットのある想定条件のもとに評価(試算)  
✓総合的評価すれば、工期短縮効果が大きくプレキャストが有利

評価項目	評価指標	①プレキャスト(百万円)	②場所打ち(百万円)	差(②-①)(百万円)
経済性	初期コスト	46.1	41.8	-4.3
工期短縮	早期開通による社会的便益効果	-65.0	—	+65.0
工期短縮	通行規制・遮断による外部コスト削減効果	-32.5	—	+32.5
省力化・省人化	将来の労働者減少を補う社会的効果	-20.0	—	+20.0
安全性	労働災害確率の低減効果	-0.02	—	+0.02
環境への配慮	騒音対策費	—	1.0	+1.0
低炭素化	CO <sub>2</sub> 排出による外部コスト	1.80	1.94	+0.14
耐久性およびLCC	補修費用	—	23.1	+23.10

※表:一社 プレストレスト・コンクリート建設業協会資料参照

## プレキャスト活用の方策: 標準化の活用

- 標準化部材(製品)を最大限活用した計画・設計  
✓単純な道路線形や支間長の計画・設計での考慮など



プレキャスト桁を使用した橋梁の場合

※図:一社 プレストレスト・コンクリート建設業協会資料より

## プレキャスト活用の方策: 全数継手の活用

- プレキャストPC床版の例  
✓新設および既設RC床版の取替え工事で適用事例が増加  
✓特に供用中の橋梁では、交通規制の早期解除が必須  
✓版どうしの接合には、一般的にあき重ね継手を使用  
→輪荷重走行疲労試験により耐久性、耐荷性を確認  
→場所打ちコンクリートを介するため施工・検査の信頼性確保



既設RC床版取替え工事の例

荷重走行疲労試験・ループ継手の例

12

## コンクリート構造物の品質・耐久性確保マネジメント研究小委員会（229 委員会）の活動

### 1. 背景

社会基盤構造物の耐久性を向上し長寿命化を図ることは、維持管理コストの縮減に直結すると共に、社会経済活動の下支えや豊かな国づくりにもつながる。コンクリート構造物における建設時の品質確保は、地震災害はもとより、塩害や凍害等過酷な環境下に置かれる構造物の耐久性を向上させる最も大きな要素の一つでもある。

山口県で構築され、H19年度から運用されているコンクリート構造物のひび割れ抑制システムは、有害なひび割れの抑制と表層品質の向上の効果が確認され、現在、東北地方整備局管内の復興道路・復興支援道路等の品質確保・耐久性確保へと展開し、日々的に実践されている状況にある。このコンクリート構造物の品質・耐久性確保の取組みを、持続発展的なシステムへとするために、技術規準の整備、建設マネジメントの観点からの制度・システムの議論と実践、データベースシステム・人財育成システムの構築と運用を目的とする。

### 2. 研究目的

#### ●研究の具体性・実用性

コンクリート構造物の品質確保ならびに耐久性確保を実現するために、設計、施工、維持管理にかかる各技術の開発と、それらを現場で確実に実践するためのマネジメント手法の確立を研究の目的とする。さらに、設計・施工・維持管理をつなぐPDCAサイクルの構築を通じて暗黙知を含む様々な知見を体系化する道筋を作るとともに、持続的に発展可能なシステムを実現するための契約・発注制度や規準類のあるべき姿についても検討する。

#### ●分野横断的な特徴

コンクリートの品質および耐久性確保のためには、設計・施工・維持管理に関わる純技術的内容のみならず、それらを現場に実装するためのマネジメント手法と、公共事業の制度・システムという枠組みについて検討する必要がある。従って、コンクリート委員会と建設マネジメント委員会が密接に連携して取り組む内容を含む。さらに知見の体系化と技術の高度化のためには、設計・施工・維持管理の各段階をつなぐ情報のやり取りと蓄積が必要不可欠である。昨今、ICT技術の進展により、これらの情報をシームレスにつなぐことが可能となってきた。ここで、土木情報学委員会と連携することによって、品質確保・耐久性確保のために必要な情報マネジメントのあり方について検討する。また設計・施工・維持管理の担い手となる人財を育成することが極めて重要であるため、人財育成に関して教育企画・人材育成委員会と分野横断的に連携する。

### 3. 研究計画

すでに山口県や東北地方整備局等の実務で実践されているコンクリート構造物の品質確保・耐久性確保の取組みを、持続的な設計・施工・維持管理のスパイラルアップを狙ったPDCAシステムへ高度化すること、さらには他の整備局・事業者・自治体等への展開において、他の研究委員会との積極的な連携により、以下の具体的な活動を実践する。

- (1) コンクリート構造物の品質確保・耐久性確保のための技術規準・解説書の整備について、東北地方整備局、その他の整備局、高速道路事業者、山口県等の自治体等の活動を支援する。東北地方整備局から2015年12月に通知された「コンクリート構造物の品質確保の手引き（案）（橋脚、橋台、函渠、擁壁編）」と2016年5月に通知された「コンクリート構造物の品質確保の手引き（案）（トンネル覆工コンクリート編）」においては、構造物の耐久性を支配する表層品質の評価法として、我が国で開発された目視評価法や表面吸水試験法、欧州で活用されている表層透気試験法等が積極的に活用されている。このような先進的な手引きの内容の精査と、九州地方整備局等の他の地域に展開していく際の戦略について議論を行う。（コンクリート委員会）
- (2) 実践的な品質確保や耐久性確保から得られる知見を総合評価方式や工事成績評定システムへフィードバックするための具体的な議論を行う。すでにこれまで、山口県の品質確保システムの実践の結果、工事成績評定システムにおける構造物のひび割れの扱いにおいて見直しが重ねられてきている。本研究委員会においては、総合評価方式のあり方や、工事成績評定における出来栄えの評価方法等、具体的な議論を通して、建設マネジメントシステムの改善の議論を行う。（コンクリート委員会、建

設マネジメント委員会)

(3) 山口県の品質確保システムにおいては、すでに信頼性の高い設計・施工のデータベースが構築され、このデータベースの活用や、維持管理データへの展開などが検討されている。東北地方整備局では、厳しい環境作用において、大々的な試行工事が実践され、設計・施工のデータベースの構築段階にある。これらの実践的な取組みから得られる知見の体系化と技術の高度化のために、設計・施工・維持管理の各段階をつなぐ情報のシームレスなやり取りと蓄積を、発展著しいICT技術を活用して実践する。土木情報学委員会と連携して、設計、施工、維持管理の各段階での情報マネジメントのあり方について議論する。(コンクリート委員会、土木情報学委員会)

(4) 山口県の産官学協働システムを持続発展的に継続するための産および官の研修システムが議論されてきている。東北地方整備局の品質・耐久性確保プロジェクトにおいては、復興道路のPPPシステムも包含した産官学協働による人財育成の方法論が模索されている。品質・耐久性確保の実践を推進していく上での、発注者の技術者研修ツール・システム、建設技術者センター等の発注者業務支援組織の技術者研修ツール・システム等の整備の方向を議論し、実践する。(コンクリート委員会、教育企画・人材育成委員会)

**委員一覧**

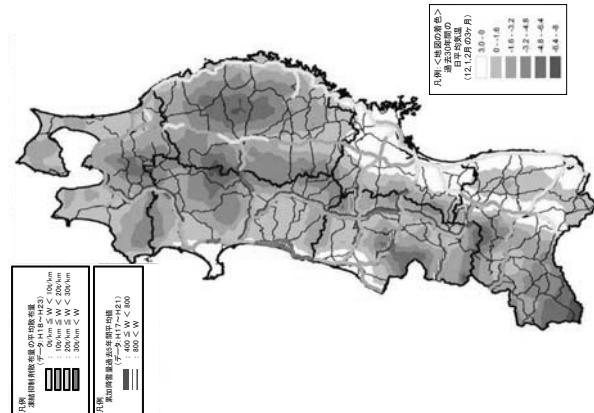
(◎：委員長、○：幹事長)

氏名	所属	所属委員会等
◎田村 隆弘	徳山工業高等専門学校	コンクリート350委員会委員長
○細田 晓	横浜国立大学	コンクリート350委員会副委員長
堀田 昌英	東京大学	建設マネジメント委員会 幹事長
宮脇 卓也	東京大学（安藤ハザマより出向）	建設マネジメント委員会
古本 一司	国土交通省国土技術総合政策研究所	建設マネジメント委員会
関本 義秀	東京大学 生産技術研究所	土木情報学委員会
和田 陽一	国際航業株式会社	土木情報学委員会
宮里 心一	金沢工業大学	教育企画・人材育成委員会
石田 哲也	東京大学	コンクリート委員会 幹事長
河野 広隆	京都大学	コンクリート委員会 常任委員会
丸屋 剛	大成建設	コンクリート委員会 常任委員会
坂田 昇	鹿島建設	コンクリート委員会 常任委員会
佐藤 和徳	国土交通省 東北地方整備局	コンクリート350委員会
遠藤 雅司	国土交通省 東北地方整備局	コンクリート350委員会
二宮 純	西日本高速道路エンジニアリング中国	コンクリート350委員会
岩城 一郎	日本大学	コンクリート350委員会
阿波 稔	八戸工業大学	コンクリート350委員会
田中 泰司	東京大学 生産技術研究所	コンクリート350委員会
長井 宏平	東京大学 生産技術研究所	コンクリート350委員会
半井 健一郎	広島大学	コンクリート350委員会
林 和彦	香川高等専門学校	コンクリート350委員会
小山田 哲也	岩手大学	コンクリート350委員会
井林 康	長岡工業高等専門学校	コンクリート350委員会
中村 秀明	山口大学	コンクリート350委員会
小松 怜史	横浜国立大学	コンクリート350委員会
谷口 康一	西日本旅客鉄道	コンクリート350委員会
古賀 裕久	国立研究開発法人土木研究所	コンクリート350委員会
佐川 康貴	九州大学	コンクリート350委員会
三田 淳	群馬県	コンクリート350委員会
吉田 行	寒地土木研究所	コンクリート350委員会
富山 潤	琉球大学	コンクリート350委員会
風間 洋	アール・アンド・エー	コンクリート350委員会
橋本 紳一郎	福岡大学	コンクリート350委員会

## 東北地方整備局における品質確保、耐久性確保の事例

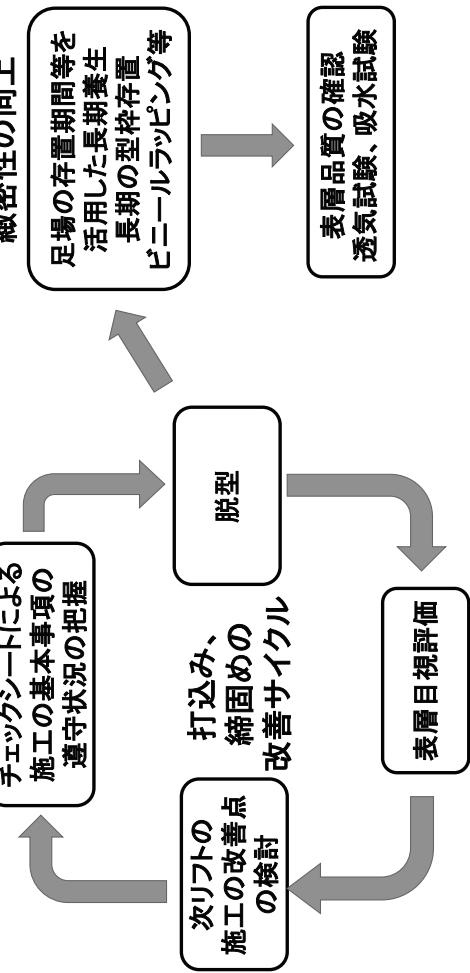
平成28年9月7日  
東北地方整備局 地方事業評価管理官 佐藤 和徳

- 厳しい気象環境、供用環境
- 平均散布量は 約10トン/km<sup>2</sup>/年  
　　○岸部及び日本海側では  
　　30トン/km<sup>2</sup>/年超
- OH5スパイクタイヤ禁止以降に  
　　散布量は増加
- 凍結しやすい構梁部は  
　　重点散布区間
- 凍結防止剤による塩害と  
　　積雪・寒冷による凍害が発生
- 橋梁など構造物には過酷な環境



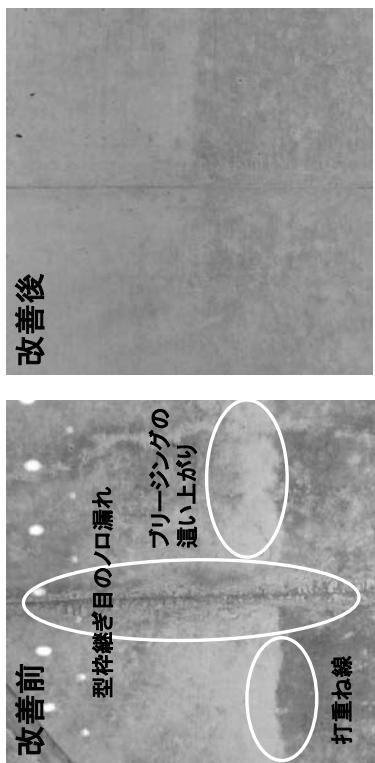
## 東北地方整備局におけるコンクリートの表層品質の確保策 均質性、密実性、一体性の向上

養生の改善による  
締密性の向上



1

## 同一橋台におけるチェックシートと目視評価による施工中に生じる不具合の改善例



表層目視評価により、打重ね線や型枠継ぎ目のノロ漏れの改善を図った事例。施工状況把握チェックシートの効果でブリージングの違い上がりも目立たなくなっている。

## ビニールラッピング養生した橋台の表層品質

たて壁1リフト 2015.12.17打込み、2か月後脱型、4.17まではシート養生  
24-8-25BB  
シートなし:  $p_{600} = 0.29$  (一般),  
 $kT = 0.10$  (良), 含水率: 4.2%  
シートあり:  $p_{600} = 0.10$  (良),  
 $kT = 0.011$  (良), 含水率: 5.3%



3

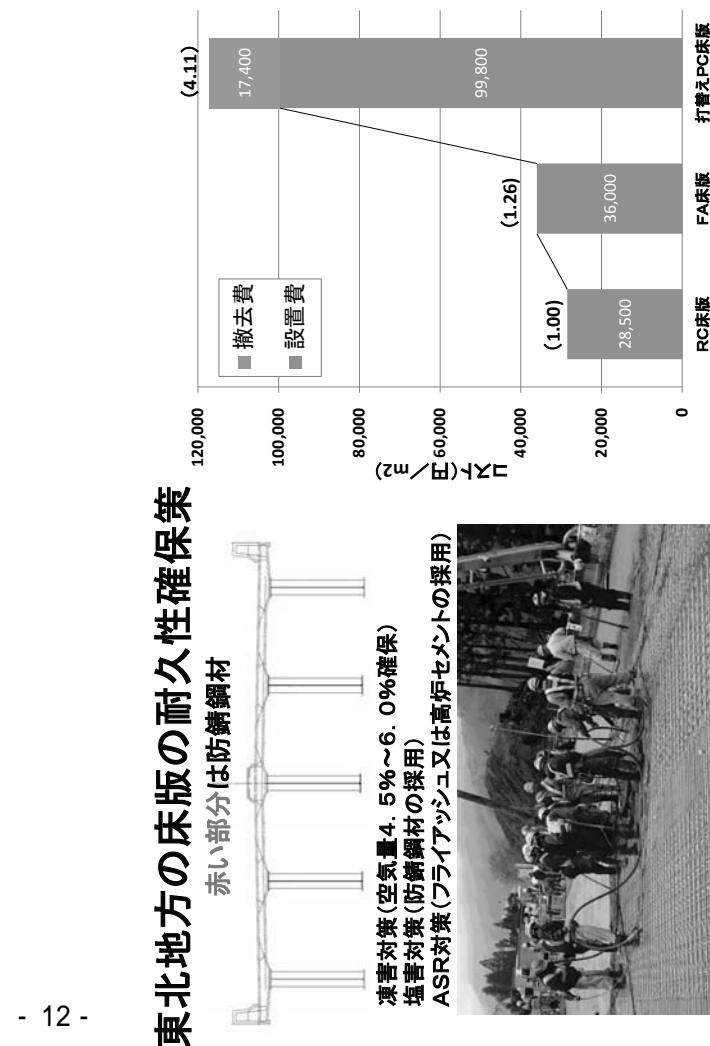
トシネルへの表層目視評価の導入効果

## 既設トンネルの天端 目視評価を導入した新設トンネルの天端

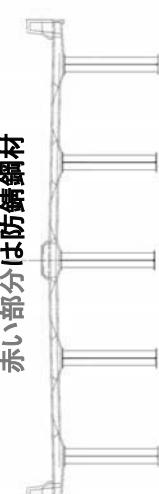


色むらや打重ね線による縞模様がある

縞模様がほとんど見られない  
目視評価点 22／24点  
色むら・打重ね線 4／4点



東北地方の床版の耐久性確保策



東害対策(空気量4.5%~6.0%確保)

温習対策(防錆鋼材の採用)  
ASR対策(フライアッシュ又は高

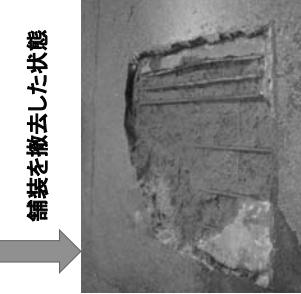
卷之三



東北地方整備局管内砂利化で壊れる

橋梁名	劣化形態	交通量(台/日)	供用年数
橋梁1	交通荷重による疲労	約24,000台	45年
橋梁2	砂利化	約12,000台	36年
橋梁3	砂利化	約 8,000台	42年
橋梁4	砂利化	約 9,000台	35年
橋梁5	砂利化の疑い	約16,000台	36年

交通荷重による疲労で壊れた橋梁よりも短い期間で砂利化で壊れる



6

コングリートの表層品質の確保策は、試行工事という形で実施中効果もあり、整備局発注の全て、事務所発注の一部の工事で採用中養生により緻密性をどの程度まで向上させるのか、指標が必要

(橋脚、橋台、涵渠、擁壁編)  
<http://www.thr.mlit.go.jp/road/seisaku/tebiki/kyoukyaku.pdf>

(トシネル覆工コンクリート編)

<http://www.thr.mlit.go.jp/road/sesaku/tebiki/tunnelfukoukonkuroto.pdf>

床版の耐久性確保の試行工事は、フライッシュ床版3件、高炉スラグ床版1件を実施済み。今後、3~4件の試行工事を予定。

春、秋施工であれば、施工性に大きな問題はない。  
暑中コンクリート、寒中コンクリートでの施工性等の確認が必要。  
塩分環境下の凍害、塩害、ASRのような進行性の劣化に対しては、  
床版本体で対策すべしという立場だが、防水層での対策で十分では  
という意見もあり、コストも高くなることから、本格実施には時間が必要。  
品質、耐久性確保は前提条件であり、その上で生産性向上を図るべき。