

# コスト評価に基づくコンクリート構造物選定 マニュアル（試行案）の策定 —さらなる生産性向上を目指して—

松寄 教子<sup>1</sup>・多田 清富<sup>2</sup>

<sup>1</sup>近畿地方整備局 企画部 技術管理課 (〒540-8586大阪府大阪市中央区大手前1-5-44)

<sup>2</sup>近畿地方整備局 企画部 企画課 (〒540-8586大阪府大阪市中央区大手前1-5-44)

近畿地方整備局では、コンクリート工の規格の標準化等による全体最適の導入により、建設現場の生産性向上の取り組みを推進している。その一つであるプレキャスト製品の活用について令和3年5月に産官学で構成する『近畿地方整備局プレキャスト化推進検討会』を立ち上げ、特に現場ニーズが高いボックスカルバートとL型擁壁について設計段階から工法選定に活用するための検討を行い、コスト評価に基づいたコンクリート構造物選定マニュアル（ボックスカルバート・L型擁壁編（試行案））をとりまとめた。

キーワード i-Construction, 生産性向上, プレキャスト製品, 工法選定, マニュアル

## 1. はじめに

プレキャスト製品はこれまでも様々なコンクリート構造物に活用されているが、工法選定における定量的な評価手法が確立されておらず、工法選定時には、初期コストが優先されることが多い。一方で建設業団体などからは、省人化や、工期短縮による現場作業の効率化等の建設現場の生産性向上の視点を加えた具体的な工法の選定方法と更なる活用推進の要望を受けていた。

このような背景のもと近畿地方整備局では、産官学で構成する『近畿地方整備局プレキャスト化推進検討会』を立ち上げ、現場のニーズが高いボックスカルバートとL型擁壁について、設計段階からの工法選定への活用方法の検討を行い「コンクリート構造物選定マニュアル（ボックスカルバート・L型擁壁編（試行案））（以下、「マニュアル（案）」という）」を令和4年3月にとりまとめた。

本マニュアル（案）においては、現場条件等による制約や初期コストによる評価に加えて、コスト換算が可能な「ライフサイクルコスト(LCC)」や「プレキャスト製品の標準化が進むことによるコスト低減の可能性」を加え、定量的に評価する方法を検討した。また、現状においてコスト換算が困難なものについても、現場条件に応じて反映できるように定性的な評価についても検討し、マニュアル（案）「本編」にとりまとめ、このほか、工法選定時の比較検討例、設計・施工・維持管理の留意点、

プレキャスト製品の活用事例と不具合事例及び参考図書を「参考資料」にとりまとめた。

## 2. コンクリート工を取り巻く現状と課題

### (1) 建設現場における就業者数

建設現場における就業者数は、2020年時点で約492万人で、ピーク時（1997年時点）の約685万人から約28%ほど減少している。現在就業者の内、60歳以上の高齢者が約25%であるのに対し、将来の建設業を担う若手の入職者は11.1%と不十分である。

また、建設業における長時間労働は全産業平均と比較して年間300時間以上多く、他産業では浸透しつつある週休2日は建設業全体の1割程度しか取得ができてない。

このように、引き続き求められるインフラ整備に対応するためには、労働生産性を上げることにより担い手不足のフォローをするとともに、労働環境の面からも魅力ある建設業にしていくことが不可欠である。

### (2) コンクリート工の生産性

トンネル工事の生産性は約50年間で最大10倍向上しているのに対して、直轄工事の全技能労働者の約4割をも占めるコンクリート工の生産性は約50年間変わっていない。

この要因として、現場打ちコンクリートは、土工、足場工、型枠工、鉄筋工、コンクリート打設工、養生などの工程が多いほか、天候による工程への影響を受けやす

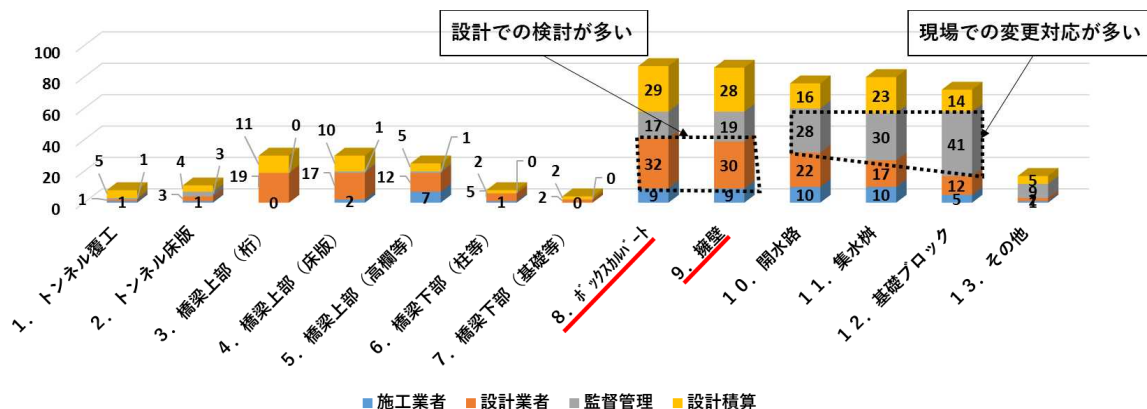


図-1 プレキャスト化に対する現場のニーズ

いことが挙げられる。このように現場打ちコンクリートは構造物が完成するまでに制約が多い工種であり、コンクリート工の生産性を高めるためには、これらの制約に対して工程の簡素化や平準化が課題であると考えられる。こうした背景により近畿地方整備局では全体最適を図るためコンクリート工における現場打ち工法及びプレキャスト工法の選定方法について着目することになる。

### 3. 建設業団体からの要請や現場におけるニーズ

2章で述べた建設現場の課題を解消するためには、現場における工程が簡素化かつ平準化され、天候の影響を受けにくい工場製作品であるプレキャスト製品の導入が効果的と考えられる。しかし、現状では生産性向上の観点での工法選定は手法が確立しておらず、現場条件による制約以外においては、多くの場合で設計段階及び施工段階において初期コストの比較や設計段階に予測出来なかった現場状況などにより現場打ちコンクリートが選定されているのが実態であった。

そこで、プレキャスト製品の活用について、(一社)日本建設業連合会関西支部及び(一社)建設コンサルタンツ協会近畿支部の協力を得て現場におけるニーズを調査した(図-1参照)。

#### (1) 建設業団体からの要請

- ・週休2日等の休日の原資を確保するため、工期短縮や省人化に効果の高いプレキャスト製品の活用促進が必要不可欠である。
- ・全体最適の観点からも当初設計段階からプレキャスト製品の採用が必要である。
- ・コスト比較だけでなく、プレキャスト製品の活用効果を含め総合的に評価する仕組みの全国展開が求められる。

#### (2) 現場におけるニーズ

- ・設計者・発注者からは、ボックスカルバート・擁壁

のプレキャスト製品のニーズが高い。

- ・開水路・集水樹・基礎ブロックは、現場条件により施工時に現場打ちからプレキャスト製品へ変更対応している実績がある。

### 4. プレキャスト製品の工法選定の実態把握

建設業団体に行った現場におけるニーズ調査によると、ボックスカルバートや擁壁は重要構造物であるため、設計段階において現場の調査も緻密に行うことが多く、まず現場条件により工法選定される。現場打ち又は、プレキャスト製品の施工可否の検討を行い、どちらでも施工可能であれば、現場条件に制限されない場合は初期コストにより比較され、おおその場合で現場打ちコンクリートが選ばれる状況である。

一方、施工段階においては、設計段階に予見できなかった現場状況などによりプレキャスト製品による施工への変更が検討される場合がある。

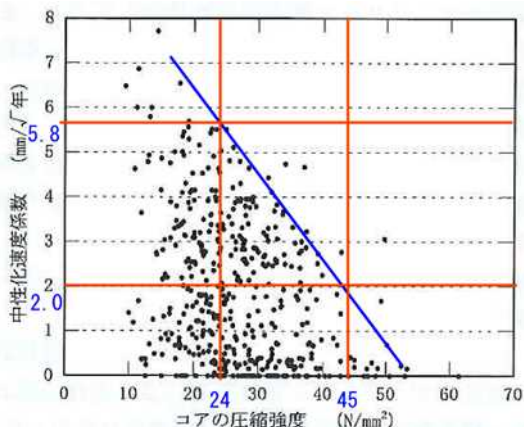
建設業団体や現場からの要請やニーズ、プレキャスト製品の工法選定の実態把握の結果から、これまでの初期コストのみの比較による工法選定ではなく、生産性向上の観点も取り入れた工法の選定方法を検討し、受発注者が共に取扱いしやすいマニュアル化することが求められる。

その結果、プレキャスト製品の促進が望まれ、中でもニーズの高いボックスカルバートとL型擁壁のプレキャスト化を進めるべくマニュアルの作成をすることとした。

以下、マニュアル作成の検討内容を示す。

### 5. プレキャスト化による付加価値とコスト評価

プレキャスト製品は工場で作成されることから、製品の均質化や構造物の品質向上が期待できる。また、製品の規格の標準化と活用が進むことで、工場における生産の効率化に伴う調達コストの低減、現場における生産性向上、働き方改革の進展、環境負荷低減などの付加価値



「土木技術資料42-12 (2000) コンクリート構造物の健全度に関する実態調査結果」  
(平成12年2月 (一財) 土木研究センター) ③に一部加筆修正

図-2 圧縮強度と中性化速度係数の関係

表-1 圧縮強度と中性化期間の関係 (試算例)

	一軸 圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	中性化 速度係数 $\alpha$	鉄筋の かぶり $d$ (mm)	中性化 までの期間 $t$ (週)
現場打ち	24	5.8	50	74
プレキャスト 製品	45	2	25	156

$$d = \alpha \sqrt{t}$$

「土木技術資料42-12 (2000) コンクリート構造物の健全度に関する実態調査結果」  
(平成12年2月 (一財) 土木研究センター) ③を参考に試算

が期待される。

そのような付加価値を、プレキャスト製品の導入に向けて、初期コスト以外の要素として評価に加えるための検討を行った。

本検討では、初期コストのほか、施工者、設計者、プレキャスト製品関係者等へのヒアリングおよび文献調査等により得られたライフサイクルコスト(LCC)や、プレキャスト製品の標準化が進むことによるコスト低減の可能性についてコストに換算し、工法選定時のコスト評価に加えることとした。また、プレキャスト製品の活用による効果としては、工期短縮効果、働き方改革への寄与、安全性向上、環境負荷軽減なども考えられるが、コスト換算が困難なものとして、本マニュアル(案)ではコスト換算による効果としては考慮していないため、個々の現場条件や必要に応じて反映できるものとしている。

### (1) ライフサイクルコスト(LCC)

設計供用期間は、適切な点検・維持補修を行うこととして100年と設定した<sup>1)</sup>。補修サイクルや補修内容は、既往の文献を参考に以下の考え方で設定した。

#### a) 品質

プレキャスト製品は現場打ちに比べて使用されるコンクリートの水セメント比が低く、成形や養生の環境がよいこと、製造・出荷時の検査体制も十分なことから安定

表-2 床版のライフサイクル

床版形式	初期建設後の寿命	部分補修の時期 (初期建設後)
RC床版	50年	25年
プレキャストPC床版	100年	50年
現場打ちPC床版	100年	50年
合成床版	100年	50年

「鋼橋のライフサイクルコスト」(平成12年2月 (一社) 日本橋梁協会)<sup>4)</sup>  
に一部加筆修正

した品質を確保できる。また高強度コンクリートの使用によりコンクリートが緻密になり劣化要因の物質移動抵抗性が高いことから構造物の劣化要因が少なくなり、点検などの維持管理作業全体の効率化が期待できると考えられる<sup>2)</sup>。

#### b) 耐久性

プレキャスト製品及び現場打ちで使用されるコンクリートの圧縮強度と中性化速度の関係<sup>3)</sup>を図-2に示す。表面から鉄筋位置までの中性化期間を試算したところ、中性化までの期間が、現場打ちで約74週、プレキャスト製品が約156週とプレキャスト製品は現場打ちに比べて鉄筋位置までの中性化期間が約2倍であった(表-1参照)。なお、中性化速度は、強度、水セメント比、養生等の影響を受けると考えられるが、本試算では、強度の違いのみに着目した。

#### c) 補修サイクル

床版劣化のライフサイクルコスト<sup>4)</sup>に記載された部分補修の時期は、RC床版(現場打ち)の25年に対し、プレキャストPC床版(プレキャスト製品)は50年と2倍程度のプレキャスト製品の優位性が認められる(表-2参照)。そこで、プレキャスト製品はプレキャストPC床版と同様に水セメント比が低く、高強度コンクリートを使用しているため、同程度の優位性を有するものとした。

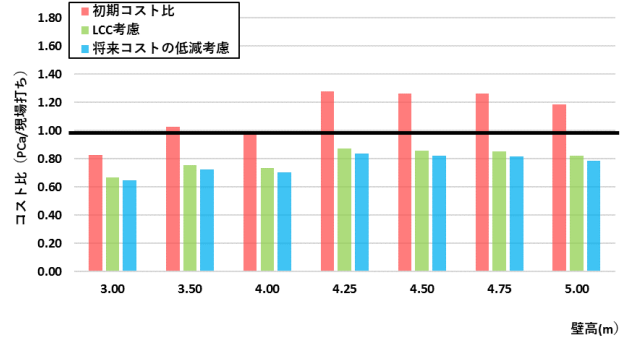
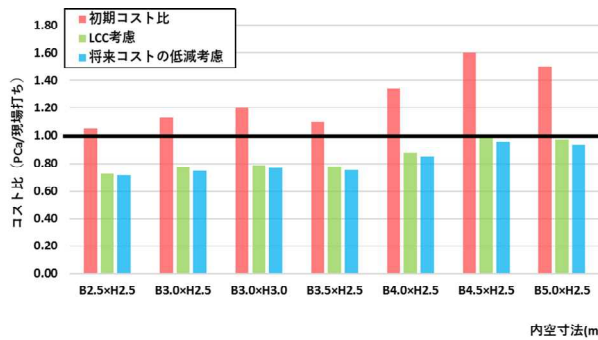
以上から、100年間に必要な補修回数として、現場打ちが4回、プレキャスト製品が2回とした。コンクリート構造物の補修内容は、表面被覆で内空表面積の100%、断面修復で内空表面積の10%を計上することとした<sup>5)</sup>。

このようにライフサイクルコスト(LCC)の算定を行ったが、算定方法については今後の研究開発や点検・補修データの活用が期待されるところであり、今後も最新の知見を反映していく必要がある。

### (2) プレキャスト製品の標準化が進むことによるコスト低減の可能性

プレキャスト製品のコストは、プレキャスト製品の標準化が進むことにより、工場製作における型枠製作の効率化や転用回数の増加、施工時期の平準化により在庫管理の効率化などにより低減されることが期待される。

また、工事現場においても施工管理の効率化によるコスト低減の期待もあることから、分割することなく運搬



「コンクリート構造物選定マニュアル (ボックスカルバート・L型擁壁編 (試行案)) 本編」(令和4年3月 近畿地方整備局)より抜粋

図-3 分割することなく運搬可能な規格毎の比較 (左:ボックスカルバート, 右:L型擁壁)

表-2 分割することなく運搬可能な規格の目安

	分割することなく運搬可能な製品	分割して運搬する必要があるもの
ボックスカルバート	幅(B)3m×高さ(H)3m以下 上記に加え下記も可 B3.5m×H2.5m×L2.0m B4.0m×H2.5m×L1.5m B4.5m×H2.5m×L1.0m B5.0m×H2.5m×L1.0m	左記以外
L型擁壁	高さ(H)5m ×底版長(B)3m以下	左記以外

表-3 大型ボックスカルバートのコスト比較評価

		高さH(m)		
		4.5	5.0	6.0
幅B(m)	4.0	—	0.89	0.92
	4.5	0.98	0.97	—
	5.0	0.99	0.96	0.98
	5.5	1.04	0.95	—
	6.0	1.04	0.98	0.97
	6.5	1.04	1.03	—
	7.0	1.10	1.09	1.13
	7.5	1.11	1.10	—
	8.0	1.16	1.13	1.11
	8.5	1.18	1.16	—

※「—」:計算結果がないことを示す

可能な規格を対象に建設業団体へのヒアリング等により得られたコスト低減効果を計上した。

プレキャスト製品の標準化が進むことによるコスト低減の可能性については、ヒアリングを行ったところ製品費用は約7%、施工費用は約5%であったことから将来コストの低減の効果として計上した。

## 6. コスト評価によるプレキャスト化の範囲

### (1) コスト比較 (分割することなく運搬可能な規格)

セミトレーラーでプレキャスト製品を分割しないで運搬できるプレキャスト製品の規格 (以下、「分割することなく運搬可能な規格」という) については、「初期コスト」、「ライフサイクルコスト(LCC)」、「プレキャストの標準化が進むことによるコスト低減の可能性」を踏まえてコスト比較を行った結果、標準寸法として規格化されたものにおいて全てのプレキャスト製品の優位性が確認できたため、標準化された規格については、プレキャスト製品を選定することとした (図-3 参照)。特殊車両により分割することなく運搬可能な最大寸法の規格の目安を表-2に示す。

### (2) コスト比較 (分割して運搬が必要な規格)

分割して運搬が必要な大型構造物については、「初期

コスト」「ライフサイクルコスト(LCC)」を踏まえてコスト比較した結果を踏まえて、内空の幅と高さ(B×H)に応じた工法の選定方法とした。

なお、プレキャスト製品の大型構造物は、現地一品生産のため、プレキャストの標準化が進むことによるコスト低減の可能性は期待できないため考慮していない。

ボックスカルバートのプレキャスト製品がコスト優位となった範囲 (内空の幅と高さ(B×H)) は下記の通りであり、この規格の範囲においてはプレキャスト製品を選定することとした (表-3, 図-4 参照)。

- ・  $B \leq 5.0\text{m}$ かつ  $H \leq 6.0\text{m}$
- ・  $5.0\text{m} < B \leq 6.0\text{m}$ かつ  $5.0\text{m} \leq H \leq 6.0\text{m}$

コスト評価によりプレキャスト製品がコスト優位とならなかった大型ボックスカルバートについては現場打ちとした。なお、本検討においては、土被り3m以下の標準的な現場条件を想定して算定しており、地盤条件が著しく悪い場合や、大規模な仮設を伴う場合については、個別の検討を行う必要がある。

L型擁壁の壁高(H)については、5mを超えるプレキャスト製品は、コストの優位性が確認されていないことから現場打ちとした。ただし、現場条件等によってはプレキャスト製品が優位になることもあるため、必要に応じて個別に検討を行うこととした。

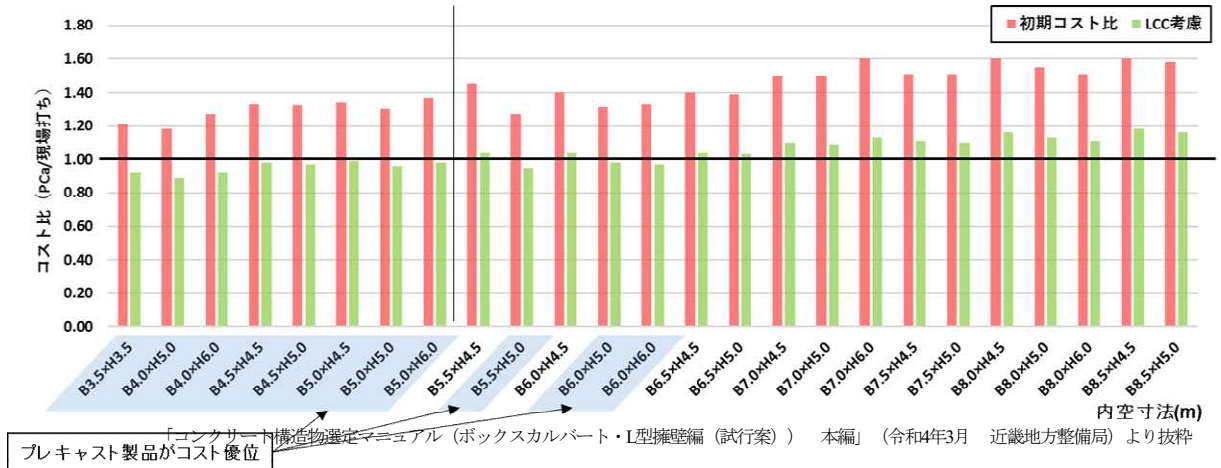


図4 大型ボックスカルバートのコスト比較結果

マニュアル (案) のフォローアップを行う。

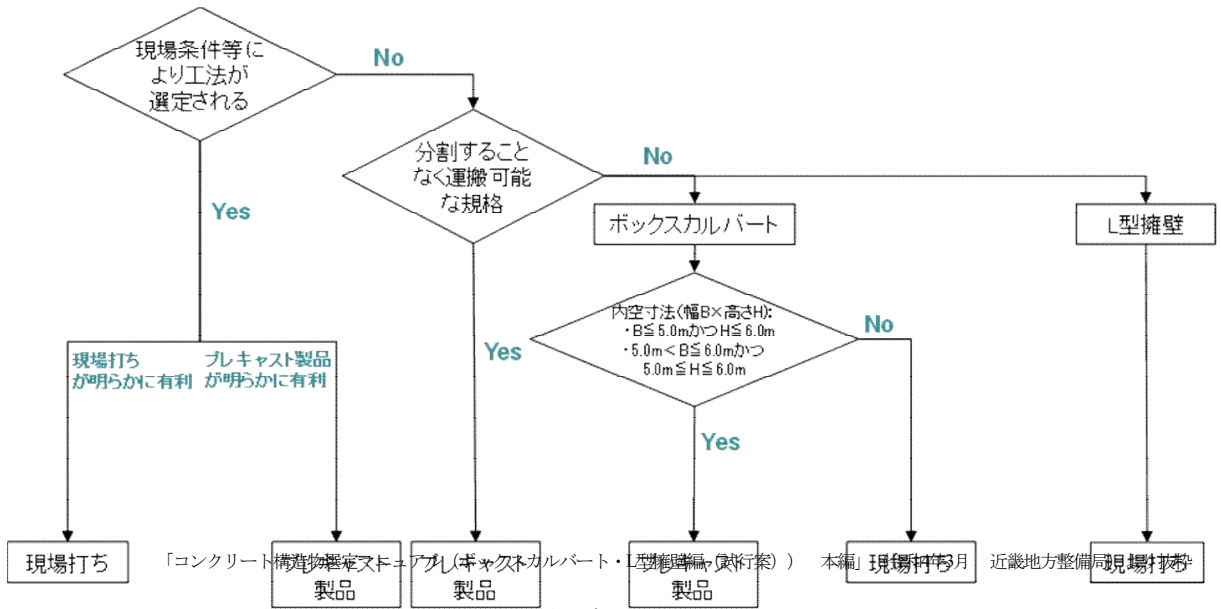


図5 工法選定フロー

### 7. 構造形式の工法選定フロー

本検討の結果から、標準的な比較工法選定時の工法選定フローを作成し、マニュアル (案) に掲載した (図-5 参照)。

### 8. おわりに

建設現場の生産性向上の取り組みを推進するため、特に現場ニーズが高いボックスカルバートとL型擁壁について設計段階から工法選定に活用するための検討を行い、コスト評価に基づいた「コンクリート構造物選定マニュアル (ボックスカルバート・L型擁壁編 (試行案))」をとりまとめた。今後はさらなる事例収集・分析を行い、

本マニュアルの活用のもと、働き方改革と生産性向上の観点からの評価も検討し、本マニュアルの見直しとともに、ボックスカルバート、L型擁壁以外の構造物についても構造形式の最適化など、「全体最適の導入 (コンクリート工の規格の標準化)」について検討していく予定である。

また、現在取り組んでいるインフラDX (デジタルトランスフォーメーション) の取り組みと連携したプレキャスト製品の活用により、自動化施工への取り組みや製品情報、設計や施工の情報共有により以下の様な建設生産プロセスの変革などが期待される。

#### (1) 製品情報の共有

BIM/CIM の導入に伴うプレキャスト製品の3次元データと設計段階のデータの統合化等により、製品から設計、

施工，維持管理に至る情報の共有化。

(2) 自動化施工，無人化施工

プレキャスト製品の製作時にIC タグを埋め込んだ自動化施工の技術が実用化されつつあり，今後のプレキャスト化の普及に伴い，自動化施工の技術開発の推進が期待される。また，施工現場での労働災害リスクの低減や担い手不足の解消に対し，無人化施工の活用拡大。

(3) 現場管理の生産性向上

BIM/CI，ICタグ，QR コード等の活用により，プレキャスト製品の製作工場や現場での品質管理・施工管理における書類作成時間が削減されることによる生産性向上。

当マニュアル（案）により，定量的な評価手法をもってプレキャスト製品を適切に活用し，今後建設現場における省人化や，工期短縮による現場作業の効率化等の建設現場の生産性向上に寄与できることを期待するとともに，インフラDXと連携した関係者の更なる取り組みとあわせて，魅力的な建設業界となる大きな一歩となることを望む。

謝辞

本マニュアル（案）のとりまとめにあたり『近畿地方整備局プレキャスト化推進検討会』の委員長をお引き受

けいただきました京都大学学際融合教育研究推進センター インフラシステムマネジメント研究拠点ユニット 特任教授 宮川 豊章先生をはじめ，大阪工業大学 学長 教授 井上 晋先生，並びに関西大学環境都市工学部 都市システム工学科 教授 鶴田 浩章先生，また（一社）日本建設業連合会，建設コンサルタンツ協会近畿支部の委員の皆さま，近畿地方整備局の委員の皆さま，そして『近畿地方整備局プレキャスト化推進ワーキンググループ』にご参加いただいたメンバーの皆さまには，様々なご指導，資料提供やご意見を賜りましたおかげで，マニュアル（案）としてとりまとめ，発表することができましたことを，感謝申し上げます。

参考文献

- 1)（公社）日本道路協会：道路橋示方書・同解説 I 共通編（平成29年3月）
- 2)（一社）道路プレキャストコンクリート製品技術協会：道路プレキャスト工指針（平成29年10月）
- 3)（一財）土木研究センター：土木技術資料 42-12（2000）コンクリート構造物の健全度に関する実態調査結果（平成12年2月）
- 4)（一社）日本橋梁協会：鋼橋のライフサイクルコスト（平成12年2月）
- 5)土木研究所（一社）プレストレスト・コンクリート建設業協会：ミニマムメンテナンス PC 橋の開発に関する共同研究報告書(I)（平成13年3月）