

プレキャスト推進に向けて

検討とりまとめ

平成28年3月30日

一般社団法人 日本建設業連合会

プレキャスト推進検討プロジェクトチーム

とりまとめに当たって

本資料は、一般社団法人 日本建設業連合会 土木運営会議の下に設置されたプレキャスト推進検討プロジェクトチームにおける調査、検討の成果をとりまとめたものである。

本プロジェクトチームは、以下の現状認識と基本的なスタンスのもとに調査等を進めてきた。

- ・ 建設業は、技能労働者の大量離職時代を迎えており、建設生産体制を確保するうえで、担い手確保とともに、生産性の向上が不可欠。
- ・ 中期（５年後）的には、①労務費が上昇局面となり現場打ちコストが上昇し、プレキャストとの価格差が縮小、②熟練工の減少により現場打ちの品質低下や労働災害の増加——等が懸念されており、長期（１０年後）的には、担い手不足により事業の円滑な施工が困難になることから、長期的な視点に立って、プレキャストの活用促進の政策的な判断が必要。
- ・ 生産性向上への取組みを進めていくためには、社会・発注者・建設業界がwin-win-winの関係になるように留意すべき。
- ・ プレキャスト活用の効果は、現場の省力化に加え、早期供用による経済的効果、工場生産による品質の向上、現場作業が減少することによる安全性の向上、設計・積算・検査等の省力化——等の効果があるが、コスト面の課題の改善を図るため、国等の発注者による断面や部材の規格化・標準化、評価基準の確立等の条件整備が必要。

今般、本資料をとりまとめたところであるが、ここに至るまでの過程において、その時々を得られた調査等の成果は国土交通省に提供する等により、i-Construction 関連の施策に反映されることとなった。

また、日建連が本年４月に公表する「生産性向上推進要綱」の作成に当たって、本資料が活用され、プレキャスト導入促進は同要綱の重要な柱の一つとなっている。

今後、意見交換会等において、本資料に基づく日建連の提案、主張がなされ、発注者の理解を得て、プレキャスト導入が促進され、建設業における生産性向上が図られることを期待している。

平成２８年３月３０日

一般社団法人 日本建設業連合会
土木本部 土木運営会議
プレキャスト推進検討プロジェクトチーム
座長 河田孝志

プレキャスト推進検討プロジェクトチーム委員名簿

	氏名	会社名	会社役職
座長	河田 孝志	清水建設株式会社	執行役員 土木総本部土木技術本部長
副座長	林 伸行	大成建設株式会社	執行役員 土木本部土木設計部長
委員	東野 光男	株式会社 大林組	土木本部生産技術本部統括部長
委員	磯上 晃一	株式会社 奥村組	東日本支社土木技術部技術3課長
委員	高瀬 健三	鹿島建設株式会社	土木営業本部営業統括部長
委員	鬘谷 亮太	株式会社 熊谷組	土木事業本部インフラ再生事業部副部長
委員	河野 重行	清水建設株式会社	土木技術本部上席エンジニア
委員	稲森 宏育	大成建設株式会社	土木本部企画室長
委員	安藤 慎一郎	株式会社 竹中土木	東京本店技術・設計部技術部長
委員	羽瀧 貴士	東亜建設工業株式会社	技術研究開発センター副センター長
委員	良本 昇	西松建設株式会社	土木事業本部土木部土木課長
委員	今西 秀公	前田建設工業株式会社	土木設計部施工設計支援グループチーム長
委員	富山 茂樹	三井住友建設株式会社	土木本部土木設計部土木設計グループ課長

(平成28年3月末日 現在)

プレキャスト推進検討プロジェクトチーム ワーキンググループ1 名簿

	氏名	会社名	会社役職
委員 ◎	稲森 宏育	大成建設株式会社	土木本部企画室長
委員	磯上 晃一	株式会社 奥村組	東日本支社土木技術部技術3課長
委員	高瀬 健三	鹿島建設株式会社	土木営業本部営業統括部長
委員	安藤 慎一郎	株式会社 竹中土木	東京本店技術・設計部技術部長
委員	今西 秀公	前田建設工業株式会社	土木設計部施工設計支援グループチーム長
委員	富山 茂樹	三井住友建設株式会社	土木本部土木設計部土木設計グループ課長
委員	京田 康宏	大成建設株式会社	土木本部企画室課長代理
委員	廣中 哲也	株式会社 奥村組	技術研究所土木研究課上席研究員
委員	紙永 祐紀	三井住友建設株式会社	土木本部土木設計部企画設計グループ課長

プレキャスト推進検討プロジェクトチーム ワーキンググループ2 名簿

	氏名	会社名	会社役職
委員 ◎	河野 重行	清水建設株式会社	土木技術本部上席エンジニア
委員	東野 光男	株式会社 大林組	土木本部生産技術本部統括部長
委員	鬘谷 亮太	株式会社 熊谷組	土木事業本部インフラ再生事業部副部長
委員	羽瀨 貴士	東亜建設工業株式会社	技術研究開発センター副センター長
委員	良本 昇	西松建設株式会社	土木事業本部土木部土木課長
委員	土屋 雅徳	清水建設株式会社	土木技術本部設計第一部基盤設計グループ長

(平成28年3月末日 現在)

※「◎」はワーキングリーダー

目 次

1. プレキャストに相応しい工種（構造物）の検討

- (1) プレキャスト推進に向けた検討について 1
- (2) アンケート調査結果について 3
- (3) プレキャストに相応しい工種（構造物）について 12
- (4) プレキャスト導入効果の算定 14

2. プレキャスト導入に向けた環境整備

- (1) プレキャスト推進の全体像 24
- (2) 国等による条件整備
 - 1) 設計段階におけるプレキャスト導入
 - ①規格化・標準化 27
 - ②プレキャスト導入効果の見える化 31
 - ③設計指針・基準への位置付け 46
 - 2) 入札契約段階におけるプレキャスト部材の採用 48
 - 3) 設計変更の簡略化 50
- (3) 施工業者等による自助努力 52

3. その他

- (1) トンネル断面の規格化・標準化 54

1. プレキャストに相応しい工種 （構造物）の検討

（1）プレキャスト推進に向けた検討について

- プレキャスト推進に向けた検討に当たり、**体制**：横断的なPTを設置、**対象**：①橋梁系 ②トンネル系 —それぞれWGを設置して検討
- 国等による条件整備を要望するに当たっても一般論ではインパクトに欠けるため、具体的な工種での効果、課題、対応策の検討をベースに、それを一般化して提言に結び付けることを意図

プレキャスト推進に向けた検討について

検討内容

- ・アンケートによるPCaの導入実態及び導入可能性の調査研究
- ・PCa導入の効果の分析
- ・PCa導入に当たっての課題及び対応策の検討

上記検討を踏まえて、

プレキャスト推進に必要な**国等による条件整備**を検討

対象工種を絞っての検討

橋梁系とトンネル系の
2つのWGを設置して検討

- ① 道路の高架橋
→柱、梁、床版のフル又はハーフプレキャスト
- ② ボックスカルパート
→大規模なもの(ボックスカルパート工指針の適用外5m超)
- ③ 高橋脚(橋梁下部工)
→橋脚のハーフプレキャスト
- ④ トンネル(NATM)の覆工部材
- ⑤ トンネルの道路床版
- ⑥ 大規模更新・修繕における橋梁(高架橋含む)の床版架け替え等
- ⑦ 大規模更新・修繕におけるトンネルの覆工打ち替え等

【対象工種の条件】

- ・今後の事業の量が期待できる。
- ・効果を明確に打ち出すことができる(コスト面ではなく)。
- ・国土交通省の検討に合致しやすい。
- ・具体的な提案・要望につながる。

プレキャスト推進検討プロジェクトチーム

<設置目的>

・28年度の「公共工事の諸課題に関する意見交換会」において、日建連としてプレキャスト推進に向けた具体的提案・要望を行うため。

<組織体制>

・各委員会を超えて一元的かつ短期間で集中的に議論するため、各委員会横断的な組織として、かつ27年度末までの時限的な組織として設置

・構成会社：清水建設、大成建設、大林組、奥村組、鹿島建設、熊谷組、竹中土木、東亜建設工業、西松建設、前田建設工業、三井住友建設(11社)

<スケジュール>

H27.9.10	第1回 プロジェクトチーム
H27.9~10	会員 アンケート調査の実施
H27.10.21	第2回プロジェクトチーム
H27.11.17	第3回プロジェクトチーム
H27.12	コンサル アンケート調査の実施
H27.12.15	第4回プロジェクトチーム
H28. 1.20	第5回プロジェクトチーム
H28. 3.30	第6回プロジェクトチーム

上記のほか、2つのWGを設置し、それぞれ10回程度開催
また、建コン協やPC建協、PCL協会との意見交換、コンサルやプレキャストメーカーへのヒアリングを実施

1. プレキャストに相応しい工種 （構造物）の検討

（2）アンケート調査結果について

プレキャスト事例アンケート調査結果【概要版】

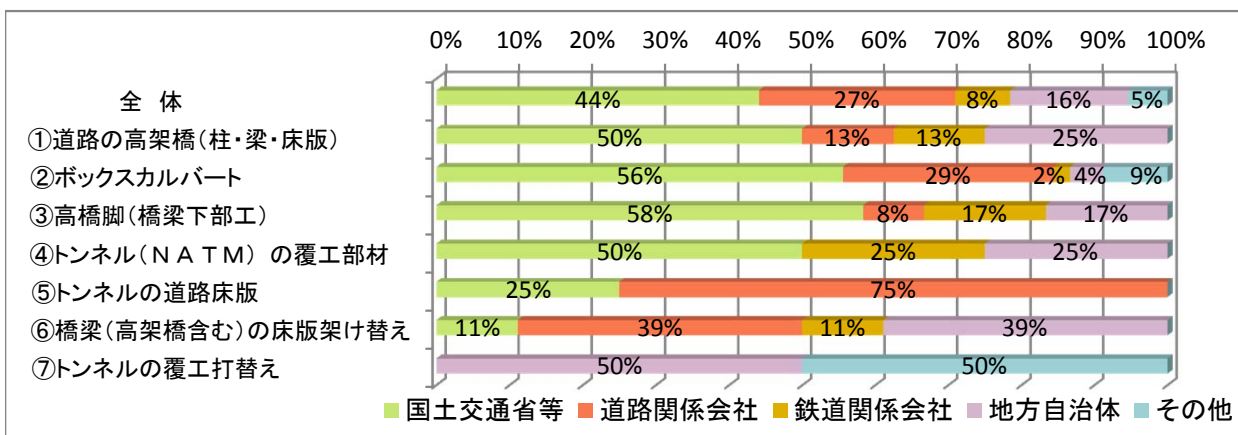
(平成27年11月17日現在)

調査対象：日建連会員企業 40社中 37社 (回答率 93%)
 回答件数：93件

- アンケートは、あくまでも現在の状況の中で、ある条件のもとでプレキャストを導入した事例であり、今回の事例は、対象工種を7つの主要構造物に絞っている。また、現在の社会的要請に基づく事例であり、調査結果から、将来の見通しを踏まえたプレキャストの導入への展開を検討する。
- 「2. 契約形態」から、プレキャスト導入には発注者の意向が強く関わっていることが分かる。
- 「4. 設計基準・指針等の有無」から、プレキャストの設計基準等は存在しているものが多い。
 (一方で、プレキャスト独自基準は無い、発注者の基準に位置付けられていない等、十分ではないとの意見が多い)
- 「6. プレキャスト採用の背景・理由」から、各工種共通して、「工期短縮」が多く、次いで「省力化」「品質向上」「安全性向上」が挙げられている。

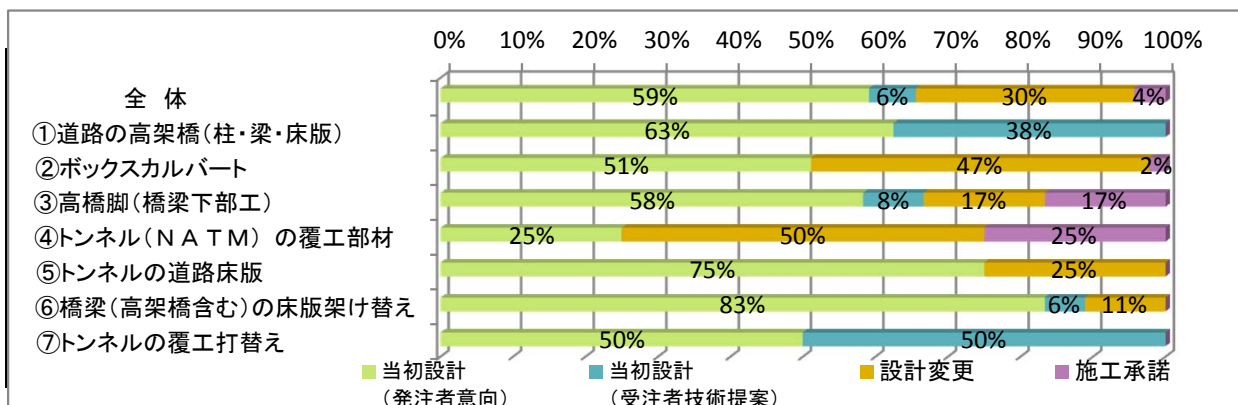
1. 工種別・発注者別のプレキャスト事例

	国土交通省等	道路関係会社	鉄道関係会社	地方自治体	その他	合計
全体	41	25	7	15	5	93
①道路の高架橋(柱・梁・床版)	4	1	1	2	0	8
②ボックスカルバート	25	13	1	2	4	45
③高橋脚(橋梁下部工)	7	1	2	2	0	12
④トンネル(NATM)の覆工部材	2	0	1	1	0	4
⑤トンネルの道路床版	1	3	0	0	0	4
⑥橋梁(高架橋含む)の床版架け替え	2	7	2	7	0	18
⑦トンネルの覆工打替え	0	0	0	1	1	2



2. 契約形態

	当初設計 (発注者意向)	当初設計 (受注者技術提案)	設計変更	施工承諾	合計
全体	55	6	28	4	93
①道路の高架橋(柱・梁・床版)	5	3	0	0	8
②ボックスカルバート	23	0	21	1	45
③高橋脚(橋梁下部工)	7	1	2	2	12
④トンネル(NATM)の覆工部材	1	0	2	1	4
⑤トンネルの道路床版	3	0	1	0	4
⑥橋梁(高架橋含む)の床版架け替え	15	1	2	0	18
⑦トンネルの覆工打替え	1	1	0	0	2



3. プレキャストの製作場所

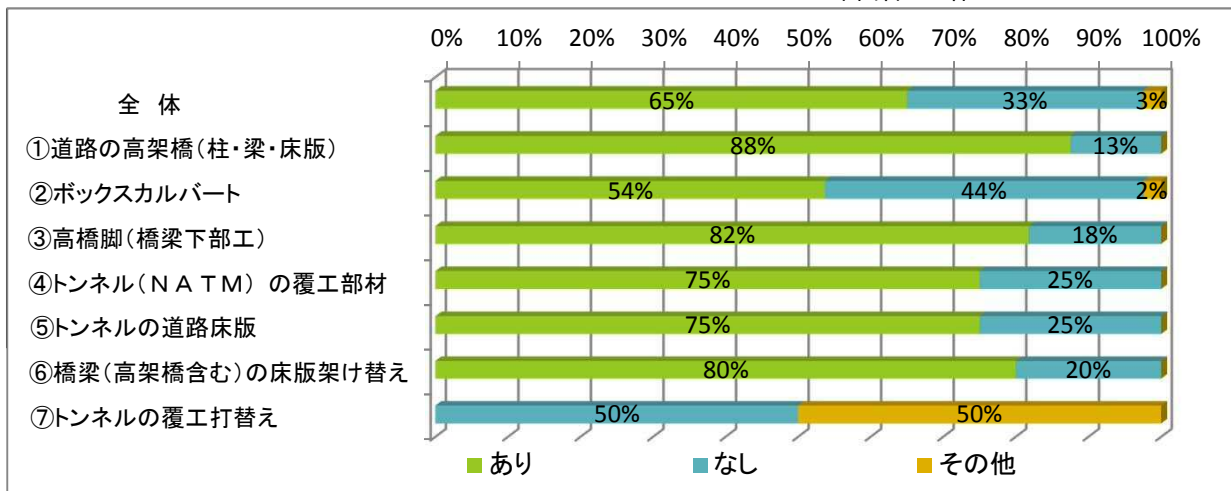
	工場	現場	合計
全体	89	3	92
①道路の高架橋(柱・梁・床版)	7	1	8
②ボックスカルバート	45	0	45
③高橋脚(橋梁下部工)	9	2	11
④トンネル(NATM)の覆工部材	4	0	4
⑤トンネルの道路床版	4	0	4
⑥橋梁(高架橋含む)の床版架け替え	18	0	18
⑦トンネルの覆工打替え	2	0	2

未回答: 1件

4. 設計基準・指針等の有無

	あり	なし	その他	合計
全体	52	26	2	80
①道路の高架橋(柱・梁・床版)	7	1	0	8
②ボックスカルバート	22	18	1	41
③高橋脚(橋梁下部工)	9	2	0	11
④トンネル(NATM)の覆工部材	3	1	0	4
⑤トンネルの道路床版	3	1	0	4
⑥橋梁(高架橋含む)の床版架け替え	8	2	0	10
⑦トンネルの覆工打替え	0	1	1	2

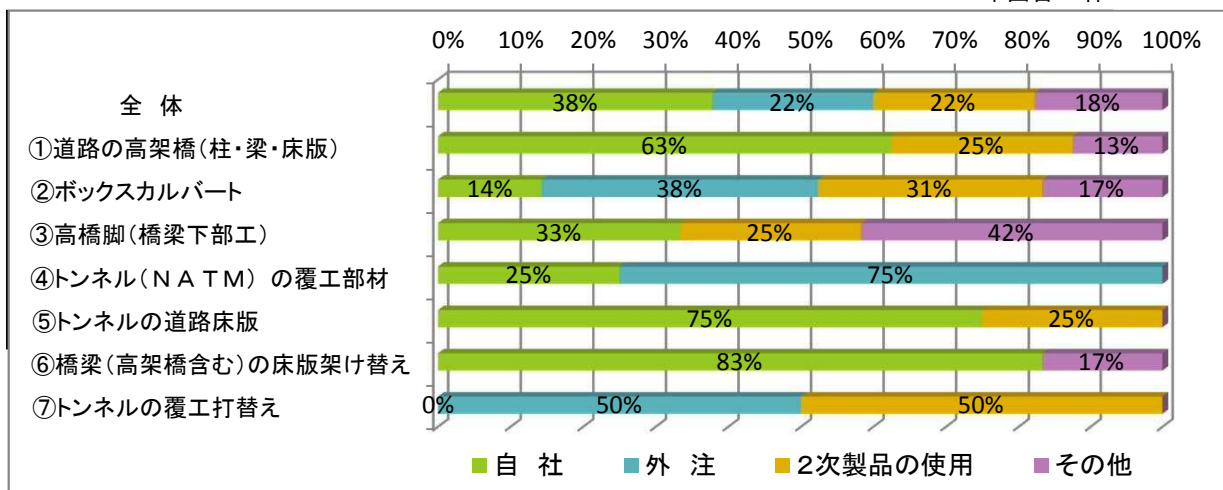
未回答: 13件



5. プレキャストの設計(実施方法)

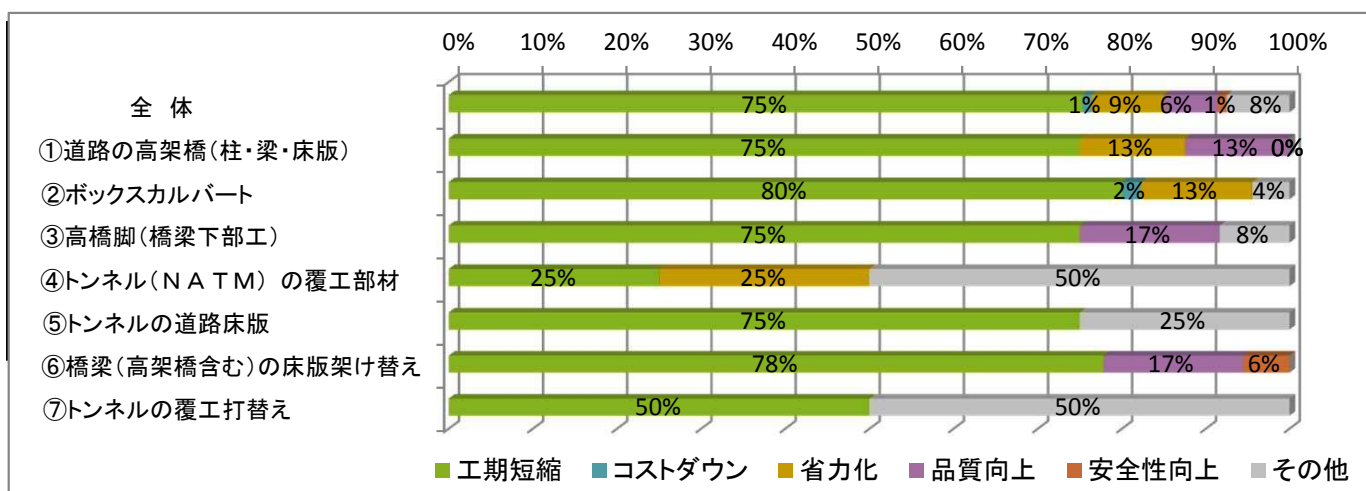
	自社	外注	2次製品の 使用	その他	合計
全体	34	20	20	16	90
①道路の高架橋(柱・梁・床版)	5	0	2	1	8
②ボックスカルバート	6	16	13	7	42
③高橋脚(橋梁下部工)	4	0	3	5	12
④トンネル(NATM)の覆工部材	1	3	0	0	4
⑤トンネルの道路床版	3	0	1	0	4
⑥橋梁(高架橋含む)の床版架け替え	15	0	0	3	18
⑦トンネルの覆工打替え	0	1	1	0	2

未回答: 3件



6. プレキャスト採用の背景・理由 (優先順位①)

背景・理由	工期短縮	コストダウン	省力化	品質向上	安全性向上	その他	合計
全体	70	1	8	6	1	7	93
①道路の高架橋(柱・梁・床版)	6	0	1	1	0	0	8
②ボックスカルバート	36	1	6	0	0	2	45
③高橋脚(橋梁下部工)	9	0	0	2	0	1	12
④トンネル(NATM)の覆工部材	1	0	1	0	0	2	4
⑤トンネルの道路床版	3	0	0	0	0	1	4
⑥橋梁(高架橋含む)の床版架け替え	14	0	0	3	1	0	18
⑦トンネルの覆工打替え	1	0	0	0	0	1	2

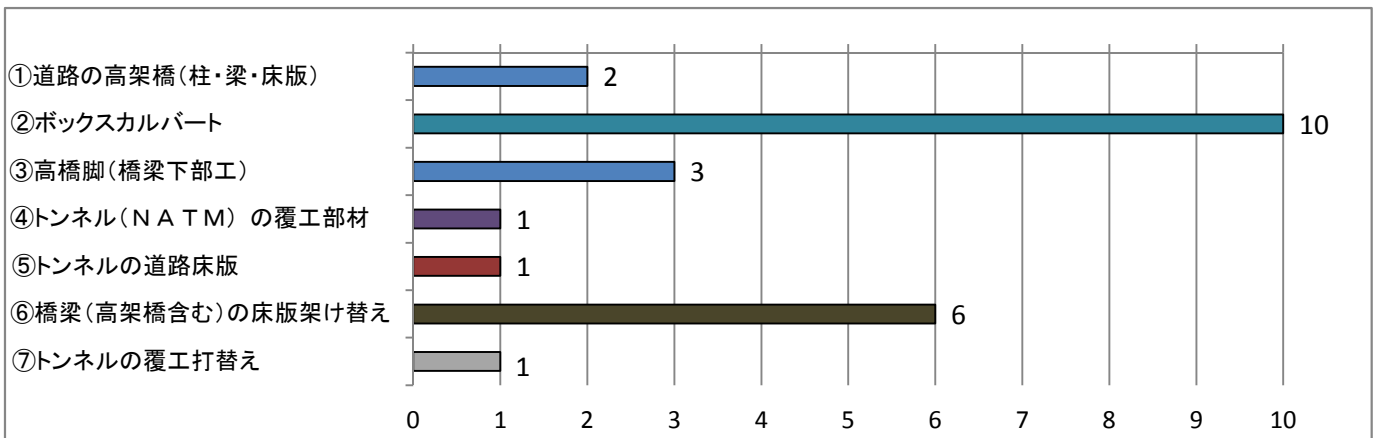


プレキャスト事例<コンサル向け>アンケート調査結果【概要版】

(平成28年1月8日現在)
調査対象：コンサルタント
有効回答件数：24件

1. 工種別

工種	件数
①道路の高架橋（柱・梁・床版）	2
②ボックスカルバート	10
③高橋脚（橋梁下部工）	3
④トンネル（NATM）の覆工部材	1
⑤トンネルの道路床版	1
⑥橋梁（高架橋含む）の床版架け替え	6
⑦トンネルの覆工打替え	1
合計	24



2. 契約形態

工種	発注者 意向	設計会社 技術提案	施工会社 技術提案	合計
全体	12	10	1	23
①道路の高架橋（柱・梁・床版）	1	1	0	2
②ボックスカルバート	6	3	0	9
③高橋脚（橋梁下部工）	0	3	0	3
④トンネル（NATM）の覆工部材	0	0	1	1
⑤トンネルの道路床版	0	1	0	1
⑥橋梁（高架橋含む）の床版架け替え	5	1	0	6
⑦トンネルの覆工打替え	0	1	0	1

無回答：1件

3. プレキャストの製作場所

工種	工場	現場	合計
全体	21	3	24
①道路の高架橋（柱・梁・床版）	2	0	2
②ボックスカルバート	10	0	10
③高橋脚（橋梁下部工）	0	3	3
④トンネル（NATM）の覆工部材	1	0	1
⑤トンネルの道路床版	1	0	1
⑥橋梁（高架橋含む）の床版架け替え	6	0	6
⑦トンネルの覆工打替え	1	0	1

4. 設計基準・指針等の有無

工種	有り	無し	その他	合計
全体	18	6	0	24
①道路の高架橋（柱・梁・床版）	2	0	0	2
②ボックスカルバート	7	3	0	10
③高橋脚（橋梁下部工）	3	0	0	3
④トンネル（NATM）の覆工部材	0	1	0	1
⑤トンネルの道路床版	0	1	0	1
⑥橋梁（高架橋含む）の床版架け替え	6	0	0	6
⑦トンネルの覆工打替え	0	1	0	1

5. 使用した解析ソフト

工種	工法専用の解析ソフト	汎用の解析ソフト	その他	合計
全体	7	6	11	24
①道路の高架橋（柱・梁・床版）	1	1	0	2
②ボックスカルバート	4	3	3	10
③高橋脚（橋梁下部工）	1	1	1	3
④トンネル（NATM）の覆工部材	0	0	1	1
⑤トンネルの道路床版	0	0	1	1
⑥橋梁（高架橋含む）の床版架け替え	1	0	5	6
⑦トンネルの覆工打替え	0	1	0	1

6. プレキャストの設計（実施方法）

工種	自社	外注	その他	合計
全体	11	13	0	24
①道路の高架橋（柱・梁・床版）	1	1	0	2
②ボックスカルバート	1	9	0	10
③高橋脚（橋梁下部工）	2	1	0	3
④トンネル（NATM）の覆工部材	0	1	0	1
⑤トンネルの道路床版	1	0	0	1
⑥橋梁（高架橋含む）の床版架け替え	6	0	0	6
⑦トンネルの覆工打替え	0	1	0	1

7. プレキャスト採用の背景・理由【優先順位①】

工種	工期短縮	コスト削減	省力化	品質向上	安全性向上	その他	合計
全体	18	2	3	1	0	0	24
①道路の高架橋（柱・梁・床版）	1	0	1	0	0	0	2
②ボックスカルバート	7	2	1	0	0	0	10
③高橋脚（橋梁下部工）	2	0	1	0	0	0	3
④トンネル（NATM）の覆工部材	1	0	0	0	0	0	1
⑤トンネルの道路床版	1	0	0	0	0	0	1
⑥橋梁（高架橋含む）の床版架け替え	5	0	0	1	0	0	6
⑦トンネルの覆工打替え	1	0	0	0	0	0	1

8. 技術的な課題及び対策

工種	PCa接合部の 接合構造 (せん断 キー等)	PCa接合部の 鉄筋継手 構造	PCa接合部の 止水構造	その他	合計
全体	5	5	8	4	22
①道路の高架橋（柱・梁・床版）	1	0	1	0	2
②ボックスカルバート	2	2	4	0	8
③高橋脚（橋梁下部工）	1	0	0	2	3
④トンネル（NATM）の覆工部材	0	0	0	1	1
⑤トンネルの道路床版	0	0	1	0	1
⑥橋梁（高架橋含む）の床版架け替え	0	3	2	1	6
⑦トンネルの覆工打替え	1	0	0	0	1

無回答：2件

技術的な課題及び対策 その他内訳
・ 公的なマニュアルの整備が必要
・ パチ橋梁のため場所打ち部分が生じるため、その部分との接合と工期短縮
・ プレキャスト型枠と現場打ちコンクリートの境界部における密実性・施工後剥離の抑止

9. 技術面以外の課題及び対策

工種	揚重計画 (クレーン 等)	施工ヤード 計画	PCa搬入計 画	コスト(現 場打ちと比 較して)	その他	合計
全体	3	0	6	15	0	24
①道路の高架橋（柱・梁・床版）	0	0	0	2	0	2
②ボックスカルバート	1	0	2	7	0	10
③高橋脚（橋梁下部工）	1	0	1	1	0	3
④トンネル（NATM）の覆工部材	0	0	0	1	0	1
⑤トンネルの道路床版	0	0	0	1	0	1
⑥橋梁（高架橋含む）の床版架け替え	1	0	2	3	0	6
⑦トンネルの覆工打替え	0	0	1	0	0	1

プレキャストの採用にあたって苦労した点など
・ コスト比較による採用までのストーリー付けに苦慮
・ 公的な指針・基準が整備されていないため、構造的に関するは判断はメーカー頼り
・ 場所打ちに比べて図面枚数が膨大で設計に時間を要する
・ クレーンのつり上げ可能重量（能力）に制約があったため、接続ブロック数が多くなる
・ 地震時の解析が必要なため時間を要する（プレキャスト使用の地震時解析手法の確立してほしい）
・ 建設コストが現場打ちに比べると割高なので、採用するにあたっての根拠資料（コスト高を打ち消すだけの理由付け）の作成に手間と時間が掛かる

10. プレキャスト普及に必要な評価指標

工種	省人化の評価	工期短縮の評価	LCCの評価	交通規制による経済損失評価	その他	合計
全体	6	5	5	7	1	24
①道路の高架橋（柱・梁・床版）	0	0	2	0	0	2
②ボックスカルバート	3	2	1	4	0	10
③高橋脚（橋梁下部工）	1	0	1	0	1	3
④トンネル（NATM）の覆工部材	0	1	0	0	0	1
⑤トンネルの道路床版	0	0	1	0	0	1
⑥橋梁（高架橋含む）の床版架け替え	1	2	0	3	0	6
⑦トンネルの覆工打替え	1	0	0	0	0	1

11. プレキャスト普及に必要な設計環境

工種	各工法専用の解析ソフトの整備	設計指針・基準の整備	カタログ・技術基準の整備	図面・事例集の整備	各工法の講習会・勉強会の開催	その他	合計
全体	2	11	0	7	3	0	23
①道路の高架橋（柱・梁・床版）	0	0	0	1	1	0	2
②ボックスカルバート	0	5	0	3	1	0	9
③高橋脚（橋梁下部工）	1	1	0	0	1	0	3
④トンネル（NATM）の覆工部材	0	1	0	0	0	0	1
⑤トンネルの道路床版	1	0	0	0	0	0	1
⑥橋梁（高架橋含む）の床版架け替え	0	3	0	3	0	0	6
⑦トンネルの覆工打替え	0	1	0	0	0	0	1

無回答：1件

12. プレキャスト普及に必要な発注環境

工種	設計指示書にPCa検討を明記	発注ロットの大規模化	構造寸法の規格化	その他	合計
全体	8	4	8	4	24
①道路の高架橋（柱・梁・床版）	0	1	1	0	2
②ボックスカルバート	3	1	4	2	10
③高橋脚（橋梁下部工）	0	2	1	0	3
④トンネル（NATM）の覆工部材	1	0	0	0	1
⑤トンネルの道路床版	1	0	0	0	1
⑥橋梁（高架橋含む）の床版架け替え	2	0	2	2	6
⑦トンネルの覆工打替え	1	0	0	0	1

今後、プレキャストを普及していくにあたり、プレキャスト採用が適すると思われる工種・部位についてのアンケート調査結果(複数回答)

コンサルタント回答29件より

15個以上

8~14個

1シールド関連

部 位	選定
・床版部	9
・換気シャフト	1
・ボックスカルバート	7
・セグメント	5
・独立避難通路	1
・トンネルインバート部	1
・人孔、立坑	6
・坑内仕切り板	4
・その他(部位名を記入して下さい)	0

2トンネル関連

部 位	選定
・坑門工	2
・鉄道緩衝工	1
・明かり巻(換気ダクト、カルバート含む)	5
・覆エリニューアル	11
・新設プレキャスト覆工	3
・トンネル付帯施設(円形水路他)	9
・その他(部位名を記入して下さい)	1

3ダム関連

部 位	選定
・張出構造物部	0
・監査廊型枠	0
・天端高欄、地覆	0
・躯体・エレベータシャフト型枠	0
・スラブ型枠	0
・その他(部位名を記入して下さい)	0

4橋梁関連

部 位	選定
<橋梁上部>	
・箱桁セグメント	6
・T桁	8
・斜π斜材	2
・床版	12
・ホロー桁	8
<橋梁下部>	
・橋脚	4
・橋脚(耐震補強)	4
・橋脚(基礎)	2
<橋面工他>	
・壁高欄	11
・橋台背面床版	6
・橋台下擁壁	2
・落橋防止	4
・その他(部位名を記入して下さい)	0

5道路構造物

部 位	選定
・ボックスカルバート	25
・擁壁工	21
・ガードレール基礎工	16
・土留工	7
・防護柵工	11
・プレキャスト型枠工	9
・その他(部位名を記入して下さい)	0

6鉄道構造物

部 位	選定
・高架橋(柱、梁、スラブ)	2
・高架橋(スラブ、高欄)	4
・高架橋(梁、スラブ)	0
・高架橋(柱)	0
・高架橋(高欄)	2
・ボックスカルバート	4
・軌道スラブ	2
・駅舎床版	0
・トンネル通路	0
・PC橋梁	2
・耐震柱	0
・その他(部位名を記入して下さい)	0

7海洋構造物

部 位	選定
・栈橋上部工	0
・コンテナヤード版	0
・護岸工	0
・人工地盤 柱、梁	0
・防波堤工	0
・その他(部位名を記入して下さい)	0

8水路構造物

部 位	選定
・ボックスカルバート	12
・開水路	9
・地下貯水工	4
・桁	9
・根固めブロック	4
・その他(部位名を記入して下さい)	0

9河川構造物

部 位	選定
・護岸法面	3
・ボックスカルバート	5
・三面水路	2
・調整池	0
・その他(部位名を記入して下さい)	0

10その他

部 位	選定
・集水桁	13
・擁壁工	7
・その他(部位名を記入して下さい)	0

1. プレキャストに相応しい工種 （構造物）の検討

（3）プレキャストに相応しい工種（構造物） について

- 導入効果については、現場打ちに対して、工程は約5割から6割、労務は約4割から6割と大きな効果が出ている。一方、コスト面では工程によってバラツキがあるが、いずれもプレキャストが劣っている。
- 7工程のうち、トンネルの道路床版や覆工打ち替、橋梁の床版架け替の3工程は、活線下での作業や、現道の交通規制を極力短くするため急速施工の観点から、工程制約が大きいため採用されているケースが多く既に導入は進んでいる。今後は老朽化に伴う大規模更新工事においてさらに採用が増えるものと考えられる。
- 一方、ボックスカルバート、道路の高架橋、高橋脚の3工程は、工程、労務の効果が高いが、現状では採用が進んでいない。

- 今後、規格化・標準化等の条件が整備されれば、プレキャストの導入拡大が期待できるため、導入拡大に向けて具体的方策を検討。
- なお、トンネル（NATM）の覆工部材については、掘削に伴って覆工が進むため工期のメリットが少なく、また現場打ちの施工の合理化が進んでいるため労務の効果も小さいため、プレキャスト導入は限定的である。将来的にはトンネル断面の標準化による生産性の向上（セントルの共有など）の足掛かりになる可能性がある。

プレキャストにふさわしい工種

今後の事業量が期待できる / 効果を明確に打ち出すことができる / 省人化・工期短縮効果が高い / 品質、安全性向上効果が高い

工種の選定	プレキャストにふさわしい工種								
	トンネルの道路床版	(大規模更新・修繕) トンネルの覆工打ち替	(大規模更新・修繕) 橋梁の床版架け替	ボックスカルバート 大規模なもの(ボックスカルバート工指針の適用外5m超)	道路の高架橋 柱、梁、床版のフル又はハーフプレキャスト	高橋脚(橋梁下部工) 橋脚のハーフプレキャスト	トンネル(NATM)の覆工部材		
導入実績	・近年は、発注者(国交省、NEXCO、首都高、阪高、地方自治体、道路公社等)の道路のシールドで、当初設計からPCaが採用	・覆工打ち増し工事の約3割がPCa ・活線下では交通早期解放のためPCaを当初設計から採用の事例有 ・PCa化は上半アーチ部のみ	・大半が発注時からPCa採用 ・工程短縮が絶対条件 ・接合部の継手構造など技術レベル確立されている	・小規模BOXcは2次製品で普及 ・内空5m以上の大型のBOXcの採用は、工期短縮等の特殊要因がある場合での設計変更事例が多い。	・短スパン(25m以内): PCa積極採用 ・中スパン(25~50m以上): PCa/現場打ちの両方採用 ・長スパン(50m以上): 大半現場打ち ・当初設計から採用されている案件多い	・現状ではほとんどが現場打ち	・新設のトンネル坑内の一般部における導入実績はほぼ無し ・PCaの採用は、非常駐車帯や拡幅部等の特殊部に限定		
導入可能性	・急速施工の観点から、大半が発注時からPCaを採用 ・首都圏を中心として環状道路などのプロジェクトで一層の普及が期待される。	・トンネルの老朽化にともない、活線下での覆工打ち増しの需要は今後も増加 ・品質面でも剥落等の可能性がなくLCの観点から有利	・PCa導入が進んでいる	・工期が非常に逼迫している場合は、導入の可能性有 ・現状では、コストが高く、工程以外の理由では導入は困難	・中スパンでも規模効果により現場打ちより経済性に優れる ・長スパンの橋梁においても、PCaの適用例はあり、規模と施工ヤードが確保されれば、適用可能	・各工法とも施工実績があり、導入可能性は大	・トンネル一般部では掘削に伴って覆工が進むため、工期のメリット小 ・明かり巻き覆工部や坑門工等、部分的には採用の事例はあるものの、高価であり普及の可能性は小 ・50m以下の短いトンネルではコスト的、工期的にも優れ、可能性あり		
PCa導入の実態・導入可能性	PCa/場所打ちの比率で表記								
	0 1 2 0 1 2 0 1 2 0 1 2 0 1 2 0 1 3								
	工期	省人化	工費						
その他	シールド掘進高速化への対応の面からもPCa化が必須	品質面では、コンクリート剥落等の不具合防止に対する効果が期待でき、LCの観点から有利	耐久性、安全性も高い	大断面になるほど、コストが上昇する	品質向上、高所作業(危険作業)の減少	現状では工期短縮などの特殊要因が必要	品質面では、コンクリート剥落等の不具合防止に対する効果が期待でき、LCの観点から有利		
課題・対策	・部材接合構造の開発や施工の創意工夫による施工性の改善が必要 ・維持管理の負荷軽減(活線下での取替等)を考慮した床版構造の採用が必要	・覆工の打ち増しは内空に余裕がない場合、適用困難 ・上半アーチに加え、側壁部のPCaによる更なる省人化、工期短縮が望まれる。 ・大断面のトンネルでは設置エレクターが大型になり、機動性に課題。	・工程短縮のメリットが積算に反映されておらず、工事全体のコストは高いのが現状 ・工程短縮、LCC、交通規制による経済損失評価などの評価手法の確立が急務。積算体系の現状とは合致しておらず、見直しが必要	・現場打ちと比較して、高い導入コストが、PCa普及における最大の阻害要因と考えられる。 ・労務・工程の削減効果が大きく、コストのみではなく、導入に関してトータルでの評価指標が必要。 ・当初設計への組み込みが必要 ・PCa製品の工事費に占める割合が大きい。	・設計段階でPCaとなっていることが第一条件 ・大規模工事の場合は、設計、製作、架設を一体で考える必要があり、D&B方式の導入が必要	・ハーフPCaでの適用となるが、製作費が高いため、部材寸法の規格化等で工費低減を図る必要あり ・設計手法は確立されているが、現状では各協会に対応しており、設計ソフトの開発により汎用化の必要あり ・積算も現状では各協会に対応しており、積算ソフトの開発の必要あり	・現状では、セントルによる施工の合理化が進んでおり、一般部覆工のPCa導入についてはハードルが高い。 ・大断面のトンネルでは設置エレクターが大型になり、機動性に課題 ・将来的には、さらなる掘進速度高速化への対応等、PCa化が必要となる状況が生じることも考えられる。		
分析・まとめ	PCa化			今後PCa導入拡大が期待できる			現状、PCa導入限定的 現場打ち		
	更なる普及展開に努力する			事例・追加分析を実施し、導入拡大の具体的方策を検討			導入阻害要因の調査・把握にとどめる		

1. プレキャストに相応しい工種 （構造物）の検討

（4）プレキャスト導入効果の算定

プレキャスト導入の効果【アンケート調査結果より】

※プレキャスト/現場打ち比率

工種	工費 (直接工事費)	工期 (工程:月)	省人化 (労務:延べ人工)
ボックスカルバート	1.89	0.50	0.36
道路の高架橋(柱・梁・床版)	1.10	0.45	0.71
高橋脚(橋梁下部工)	1.44	0.53	0.60

プレキャストの導入効果（ボックスカルバート h>5m）【当初設計の有効性】 《アンケート調査結果分析》

● PCa化は当初設計から組み込まれた方が効果的

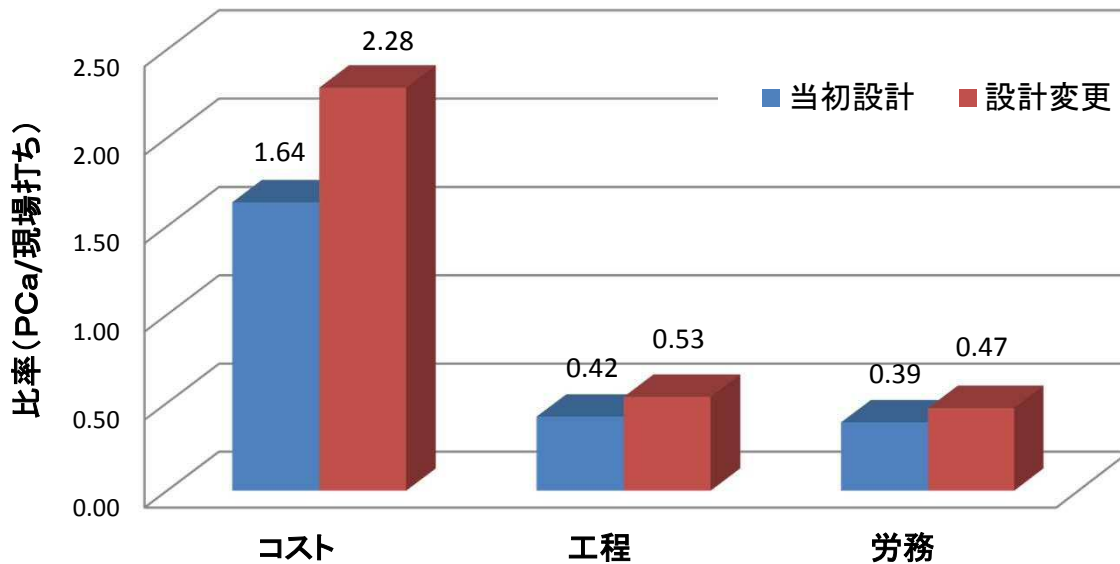
設計変更によるPCa化より、当初設計に組み込んだ方が、コスト、工程、労務のすべてにおいて有利
⇒規格化・標準化の効果の一部が現われている

※ボックスカルバートのアンケート結果(全56件)の内、以下を除く

- ・アーチカルバートの工事事例(10件)
- ・特異値と思われる数値(1件；コスト比=11.44)

当初設計の有効性について

当初設計と設計変更の比較



コスト、工程、労務のすべてにおいて、当初設計が有利

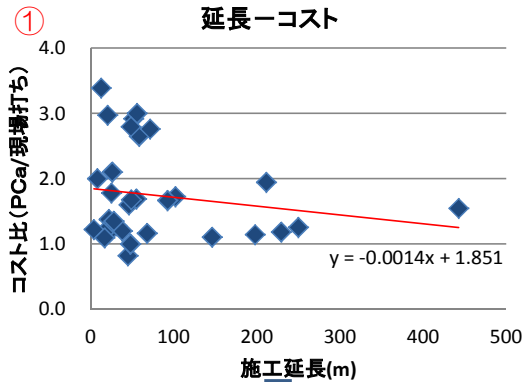
プレキャストの導入効果（ボックスカルバート h>5m）【規模による効果】
 ≪アンケート調査結果分析≫

- ① 施工延長が長い＝断面を統一するほど、コスト削減に効果的
- ② PCa化により、工程短縮、省人化が図れる（規模によらず、現場打ちの1/2程度）
- ・施工延長によらず、工程、労務は現場打ちの1/2程度
 - ・内空高さが大きい（断面が大きい）ほど、工程、労務面で有利

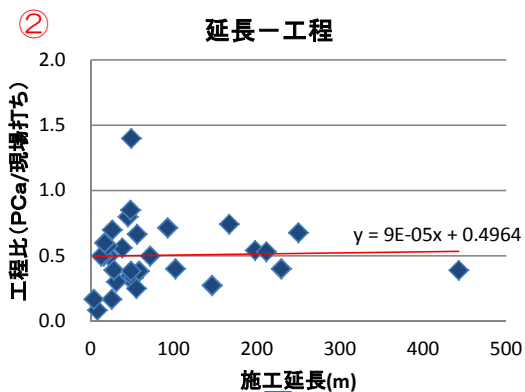
※ボックスカルバートのアンケート結果(全56件)の内、以下を除く
 ・アーチカルバートの工事事例(10件)
 ・特異値と思われる数値(1件；コスト比=11.44)

規模効果について

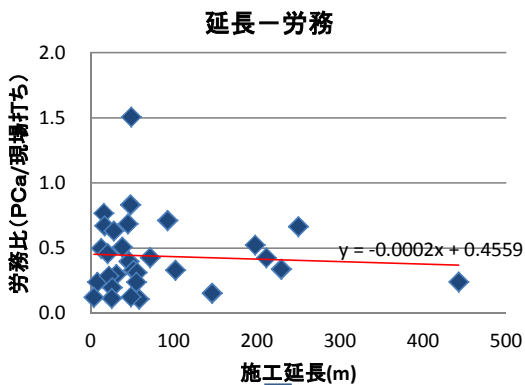
◆施工延長の影響



- ・延長が長いほど、コストは下がる傾向にある。
- ・延長100mを超えると、ほぼ横ばい（1～2倍）。

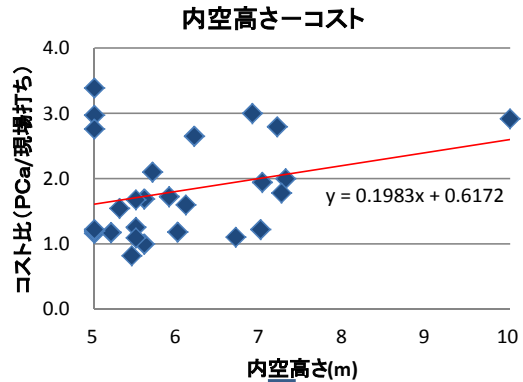


- ・延長と工程には、有意な傾向は認められない。
- ※工程短縮率は延長によらずほぼ一定（≒現場打ち×0.5）

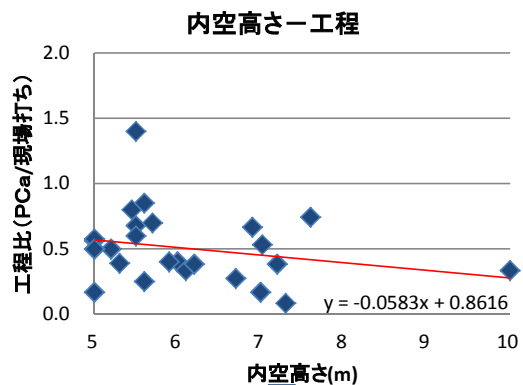


- ・延長と労務には、有意な傾向は認められない。
- ※労務削減率は延長によらずほぼ一定（≒現場打ち×0.5）

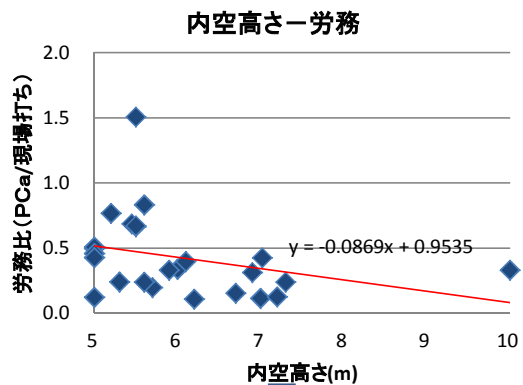
◆内空高さ(断面規模)の影響



- ・内空高さが大きい（大規模）ほど、現場打ちとのコスト差が大きくなる。



- ・内空高さが大きい（大規模）ほど、工程短縮効果大きい。



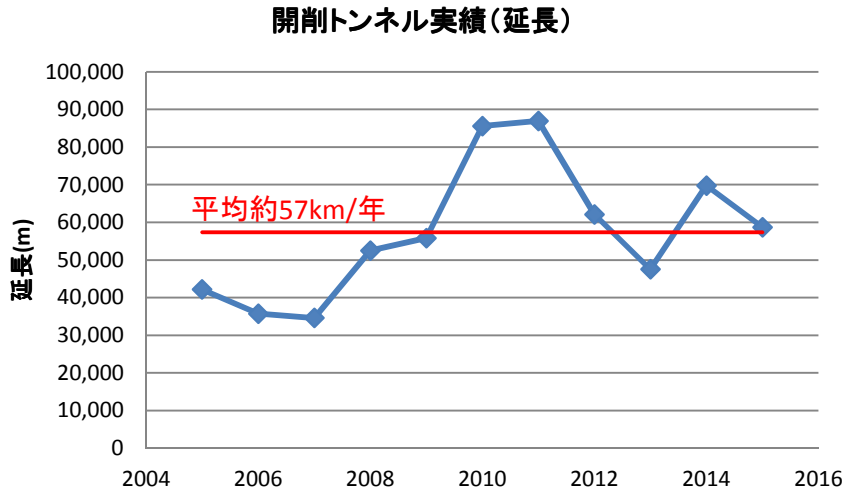
- ・内空高さが大きい（大規模）ほど、労務削減効果大きい。

- ボックスカルバートを事例に省人化効果を具体的に算定
⇒全国で1年間に3,500人の省人化

【試算1】ボックスカルバートをPCa化することにより削減される労働者数予測 (将来工事量からの予測)

1. ボックスカルバート工事量の予測

トンネル年報より、道路トンネルの内、「開削トンネル」かつ「矩形」の年間完成延長を集計



- ・ほぼ横ばい傾向であり、今後、増加するとは予測し難い。
- ・10年間の平均は、約57km/年。



若干の縮小傾向にあるとし、**年間50km程度**の工事量と予測

2. 現場打ち労働者数の推定

アンケート調査集計より、ボックスカルバートを現場打ちで造る場合

「2,554m造るには、258.5ヶ月、113,755延人が必要」(単純集計)

→「1m造るには、3日、45延人が必要」・・・1ヶ月25日稼働(年間300日)と仮定

→1日あたり、15人(=45/3)で、0.333m(=1/3)を造っている



現場打ちでは、**15人で年間100m**を施工(年間300日作業)

3. 削減量予測

50kmのボックスカルバートを1年間で施工する場合

$50,000\text{m} / 100\text{m} \times 15\text{人} = 7,500\text{人}$ →7,500人で300日作業すると50kmできる

PCa化により50%程度省人化できると仮定

$7,500\text{人} \times 50\% = 3,750\text{人}$



PCa化により、**3,500～4,000人の省人化**が期待できる

注)本試算には、以下の仮定が含まれる。

- ・開削トンネルのうち、現在は全て場所打ちであり、これが全てPCaになると仮定
- ・1班15人のチームが、継続してボックスカルバートを造り続けると仮定

【試算2】ボックスカルバートをPCa化することにより削減される労働者数予測 (開削トンネル工事従事者数からの予測)

1. 建設工事全体における開削トンネル工事の割合

$$\frac{\text{開削トンネル工事手持ち請負額(H26): } 0.2 \text{兆円}}{\text{建設投資額(H26): } 51.3 \text{兆円}} = \text{建設工事全体における開削トンネル工事の割合 } 0.4\%$$

2. 開削トンネル工事従事者の推定

$$\text{建設業技能労働者数(H26): } 341 \text{万人} \times 0.4\% = \text{開削トンネル工事従事者 } 約1.4 \text{万人}$$

↓ 躯体工は約50%と仮定

$$\text{開削トンネル工事のうち躯体工事従事者 } 約7,000 \text{人}$$

3. 削減量予測

PCa化により50%程度省人化できると仮定

$$7,000 \text{人} \times 50\% = 3,500 \text{人}$$



PCa化により、約3,500人の省人化が期待できる

注)本試算には、以下の仮定が含まれる。

- ・開削トンネルのうち、現在は全て場所打ちであり、これが全てPCaになると仮定

[参考資料]

- ・日本トンネル技術協会「トンネル年報2015」
- ・日本建設業連合会「2015建設業ハンドブック」

【試算2】ボックスカルバートをPCa化することにより削減される労働者数予測 (開削トンネル工事従事者数からの予測)

1. 建設工事全体における開削トンネル工事の割合

$$\frac{\text{開削トンネル工事手持ち請負額(H26): } 0.2 \text{兆円}}{\text{建設投資額(H26): } 51.3 \text{兆円}} = \text{建設工事全体における開削トンネル工事の割合 } 0.4\%$$

2. 開削トンネル工事従事者の推定

$$\text{建設業技能労働者数(H26): } 341 \text{万人} \times 0.4\% = \text{開削トンネル工事従事者 } 約1.4 \text{万人}$$



躯体工は
約50%と仮定

開削トンネル工事のうち
躯体工事従事者
約7,000人

3. 削減量予測

PCa化により50%程度省人化できると仮定

$$7,000 \text{人} \times 50\% = 3,500 \text{人}$$



PCa化により、約3,500人の省人化が期待できる

注)本試算には、以下の仮定が含まれる。

- ・開削トンネルのうち、現在は全て場所打ちであり、これが全てPCaになると仮定

[参考資料]

- ・日本トンネル技術協会「トンネル年報2015」
- ・日本建設業連合会「2015建設業ハンドブック」

■ 橋梁床版架け替えのPCa適用事例 ※23件（追加調査含）のアンケート結果分析

□ PCaの導入実態

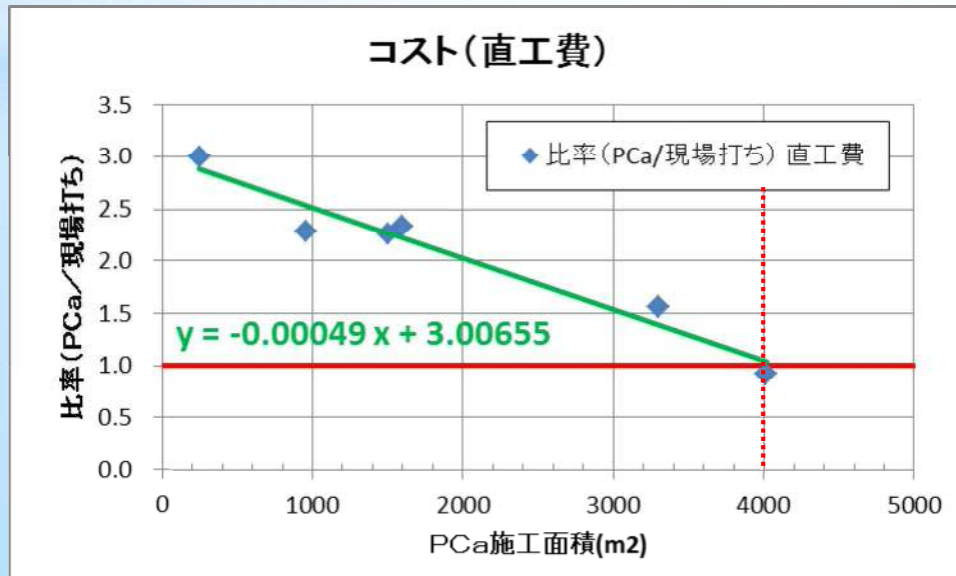
契約形態 : 約70%がPCaで設計・発注
採用理由 : 約75%が工程短縮
(交通規制期間の短縮)
技術レベル : 合理化継手(鉄筋組立簡易) 開発済
設計基準 : 既往の基準有(NEXCO設計要領等)



PCa導入が進んでいる

□ PCaの導入効果(PCa工法と現場打ちの比較)

- ・ 工程・省人化の優位性 : 施工規模によらず、PCaの導入効果が高い
- ・ 工費の優位性 : (下図参照)



大規模施工(4,000m²以上)で、現場打ちより優位

道路高架橋のPCa適用事例

新しいPCa工法 適用事例 (スパン40mクラス)

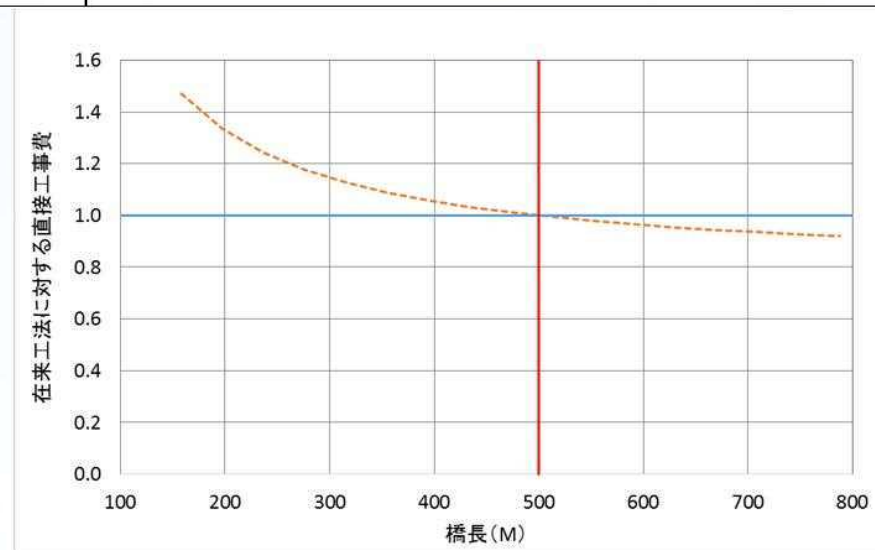
※本検討は事例試算であり、施工条件によってPCaの効果は変動する

工法名	PCコンポ橋 ※PC建協殿提供事例	後方組立式スパンバイスパン架設	U桁リフティング架設	
工法概要	<p>・主げたをプレキャストセグメント工法で製作し、床版はプレキャストPC板と場所打ち床版のPC合成床版とした合成げた橋である。</p> <p>・NETIS取得済:SK-980027-V。また、JIS A 5373付属書2に規定されている。</p>  	<p>・上下部工施工の工事で桁下では付帯工事があり桁下空間を自由に使用できない</p> <p>・PC工場で製作したプレキャストセグメントを架設径間後方の施工済み橋桁上で組み立てて1本の主桁とし、これを橋面運搬して架設ガーダーにより一括架設</p>  	<p>・下部工が施工済みで桁下の空間が使用可能であった</p> <p>・1支間分のセグメントを場内の製作ヤードで製作し、リフティングガーダーで一括架設</p>  	
Pca工法の優位性 (比率=プレキャスト/在来工法)	工場製作	工場製作	現場製作	
	事例	橋長 : 105m (35m×3径間、3主桁) 総幅員 : 9.75m 支間長 : 35m	橋長 : 812m (上下線一体) 総幅員 : 29.64m 支間長 : 40.6m (平均)	橋長 : 790m (上下線一体) 総幅員 : 29.64m 支間長 : 39.4m (平均)
	工程	0.80	0.68	0.73
	労務	0.60	0.44	0.56
工費	0.95	0.95	0.92	

施工規模によるコスト低減の試算

U桁リフティング架設工法による試算

橋長500m程度から現場打ちよりPCa工法が経済的になる



■ 道路高架橋のPCa適用領域(案)

□ コンクリート橋 施工実績 出典: 道路橋年報(平成23年度、平成24年度版)

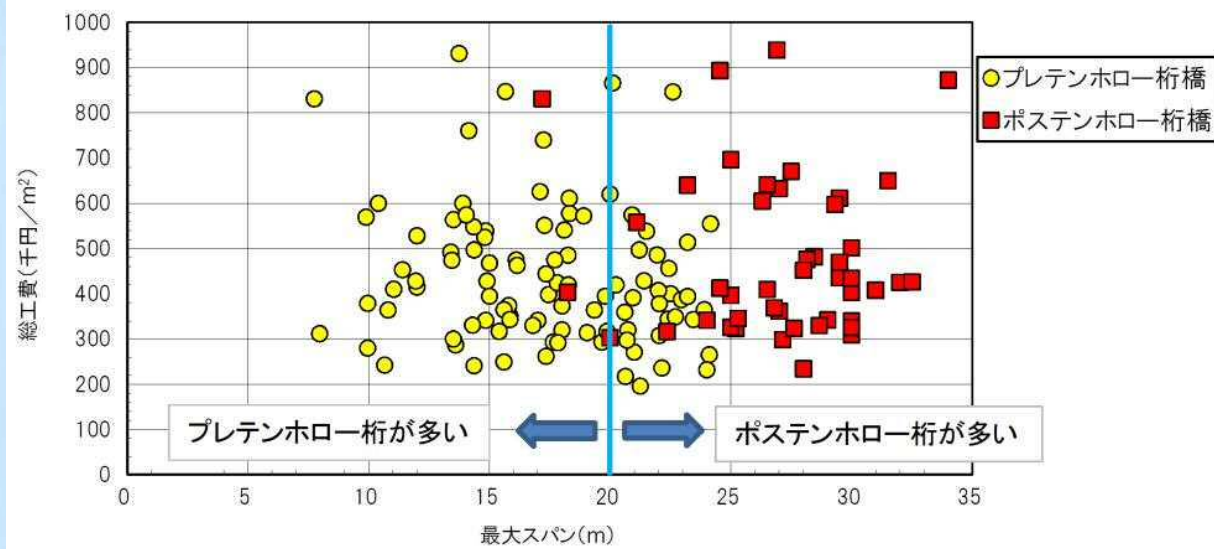


図-1 コンクリート橋-m²当り総工費(諸経費含)……ホロー桁

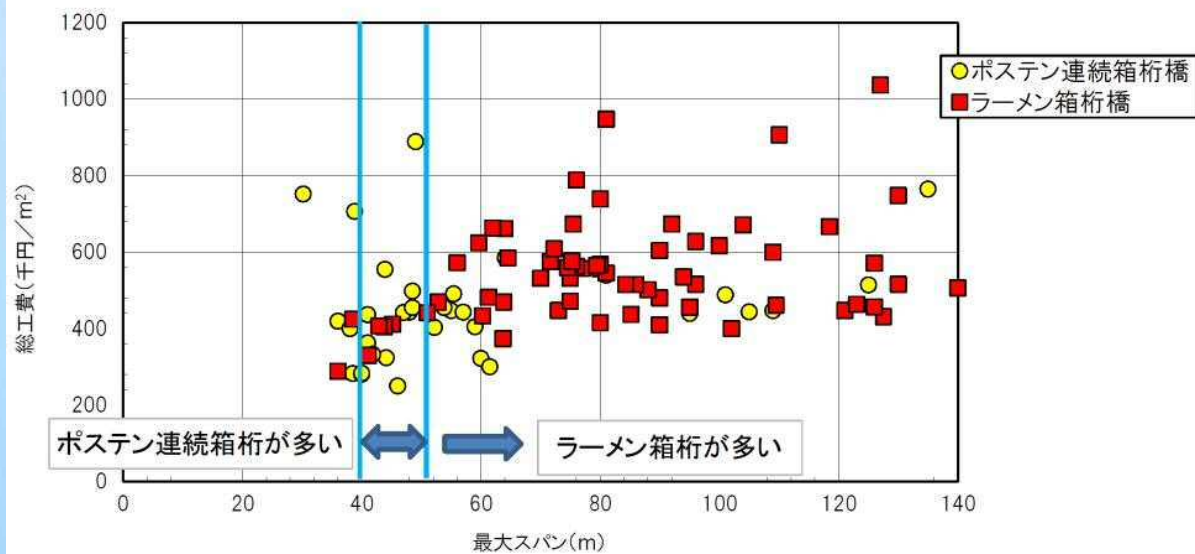
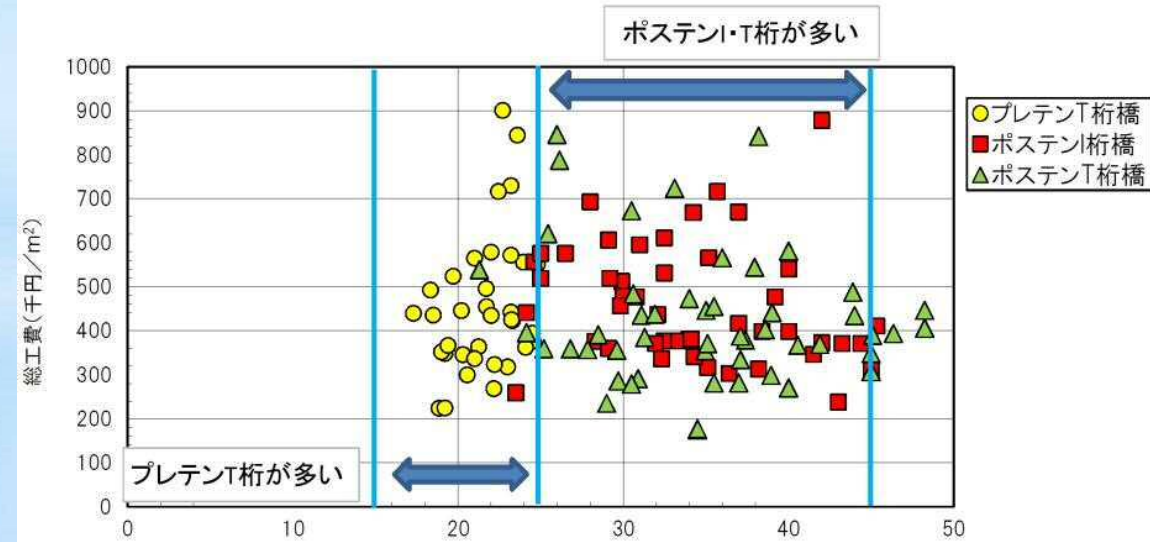


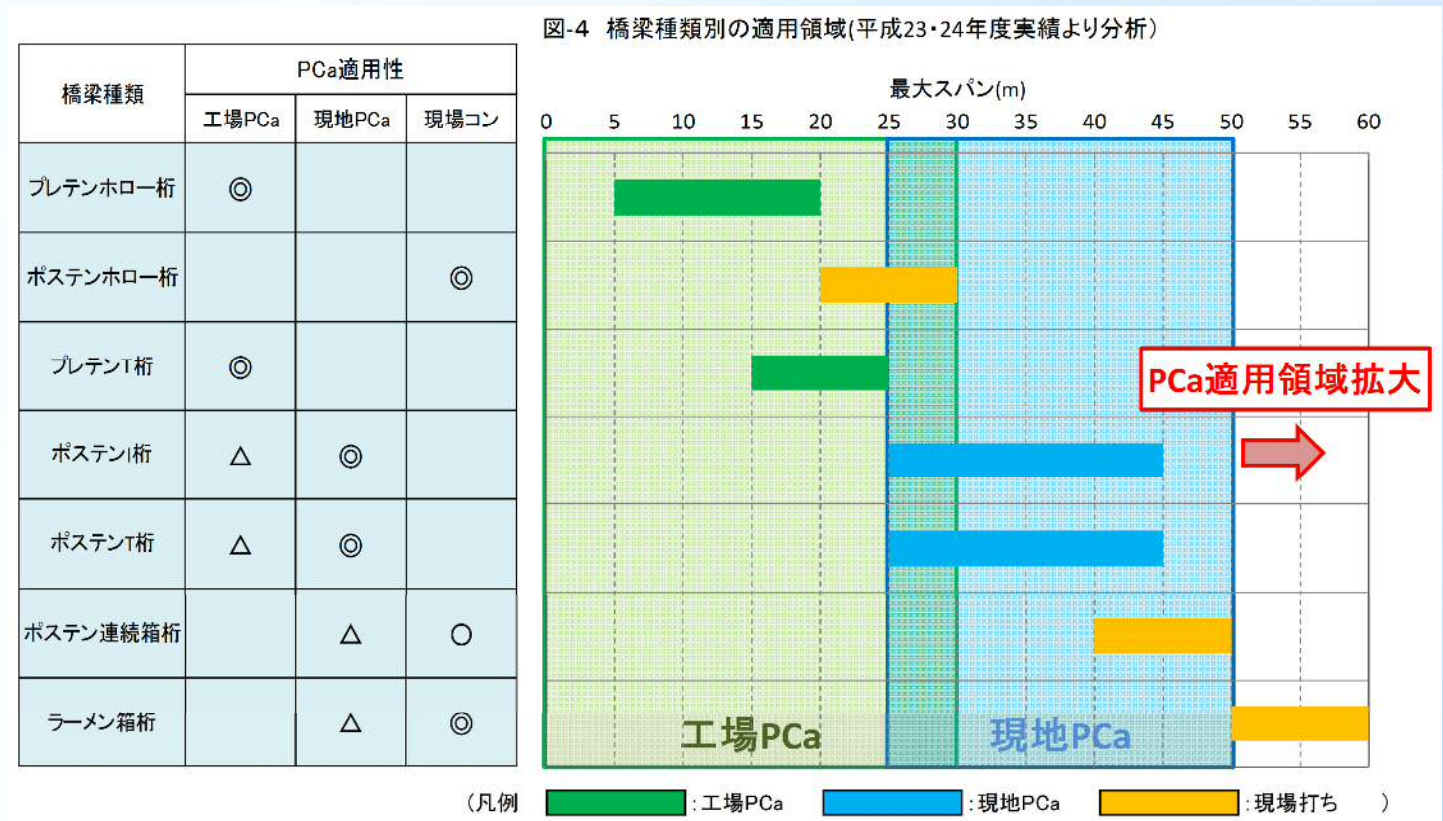
図-3 コンクリート橋-m²当り総工費(諸経費含)……ポステン連続箱桁・ラーメン箱桁

＜考 察＞

- ・ 既往のPCa適用領域は0～50m程度であり、0～25mはPCaが多い。
- ・ プレキャストセグメント工法により、最大スパン100m超の橋梁施工実績があり、50m以上の領域においても適用領域拡大が期待できる。
- ・ 今回検討した「U型リフティング架設」や「後方組立式スパンハイスパン架設」は、大型セグメントをPCaを工場製作または現場で製作し、現場搬入・組立一括で架設するものである。これまでPCa適用事例が比較的少ない40～50mの領域でのPCa適用拡大が期待できる。

＜橋梁種類別の適用領域の分析＞

左記実績から、橋梁種類別の適用領域を下図にまとめた

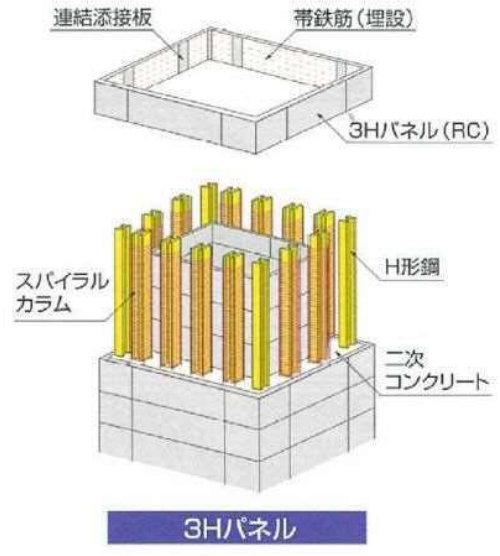
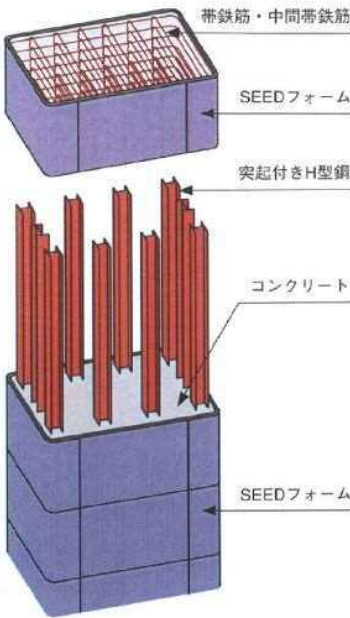
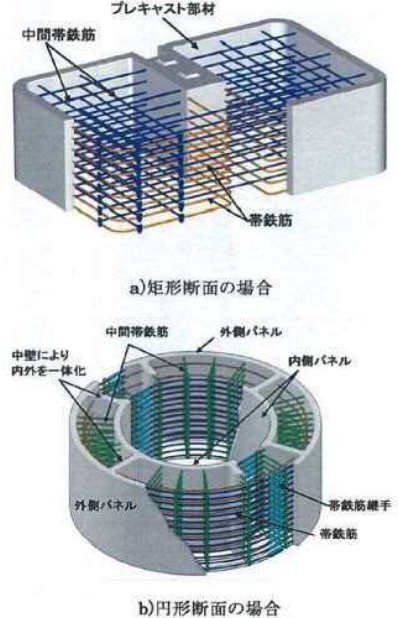
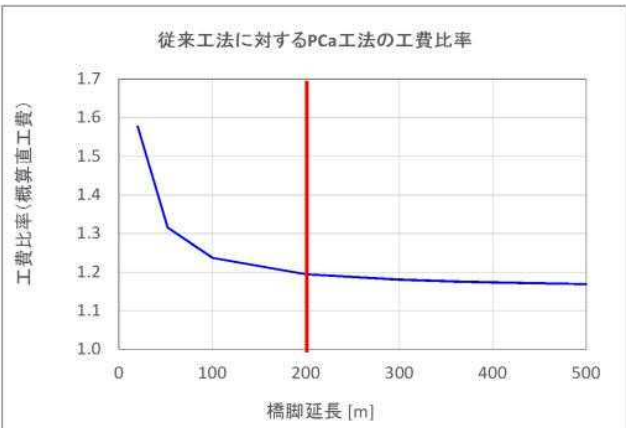
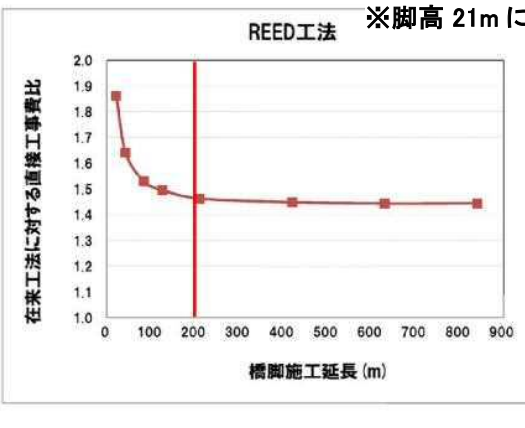
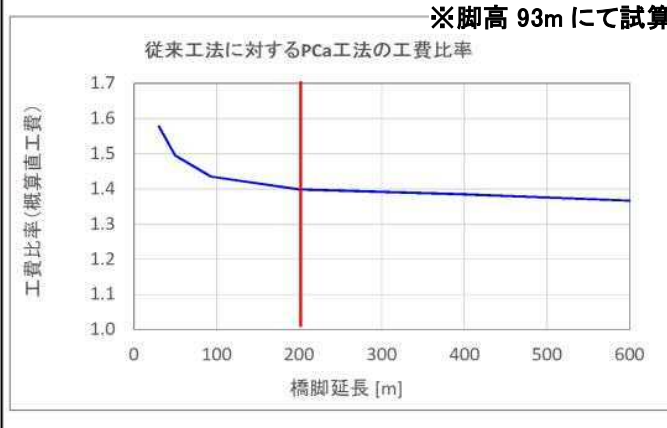


■ 橋梁下部工・橋脚 (プレキャスト導入効果)

● 橋脚延長200m以上ではコスト低減は1.2~1.4倍に収束
 ⇒スケールメリットは限定的

□ 橋梁下部工 PCa工法と現場打ちとの比較

※本検討は事例試算であり、施工条件によってPCaの効果は変動する

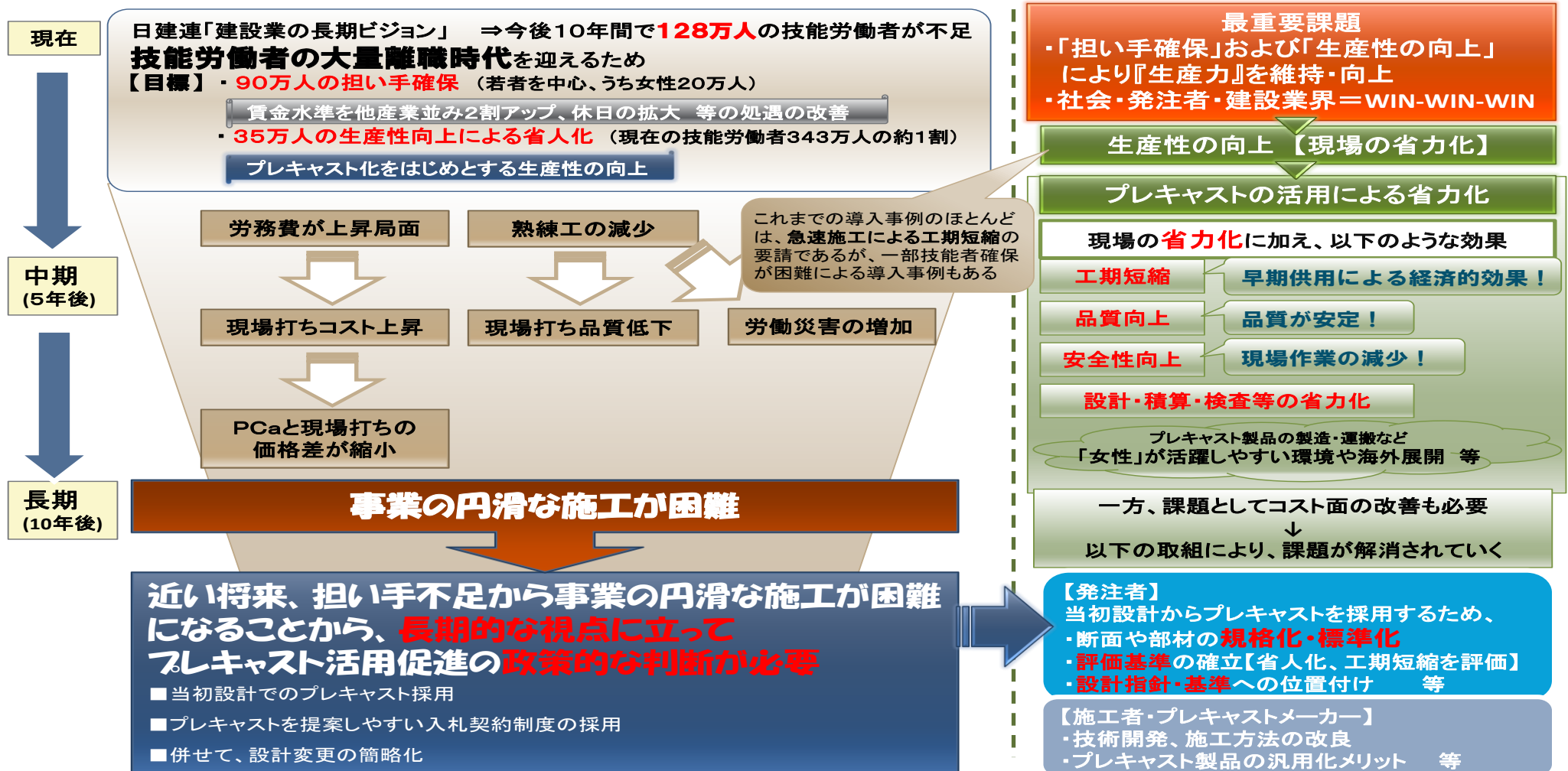
工 法 名		3H工法	REED工法	SPER工法
工 法 概 要 図				
実 施 例		28 例 (昇降式移動型枠による施工を含む)	59 例	6 例
設 計 基 準		3H工法 設計・施工マニュアル 【平成24年度3月版 道路橋示方書・同解説 対応】 平成25年11月 3H工法協会	REED工法 設計施工マニュアル(案) 平成24年度3月 道路橋示方書 対応版 (設計ソフトウェア2種類市販中)	平成24年度3月版 道路橋示方書・同解説 に準拠 (Pcaの形状割付等、施工的検討が別途必要)
積 算 基 準		Hybrid Hollow High pier (3H)工法 積算資料(案) 訂正版 平成17年11月 3H工法協会 (3Hパネル製作費は見積り)	REED工法 積算基準 【年度ごとに見直し】 公開については検討中 (SEEDフォーム製作費は見積り)	発注機関の積算基準に準拠 (Pca架設工については、歩掛整備中) (Pca部材製作費は見積り)
Pca工法の 優位性 (比率= プレキャスト / 在来工法)	検 討 事 例	橋脚高さ:57.8m 断面寸法:7.5m×6.5m(矩形中空断面)	橋脚高さ:21m、16m 断面寸法:4.0m×2.5m(矩形充実断面)	橋脚高さ:93m、78.8m 断面寸法:直径6.0m(円形中空断面)
	工 程	0.40	0.37	0.61
	労 務 歩 掛	0.60	0.76	0.64
	工 費	1.30	1.67	1.51
	規 模 効 果 (工 費) 検 討 条 件: クレーンは橋 脚1基につき1 台配置と 仮定	 <p>従来工法に対するPCa工法の工費比率</p> <p>橋脚延長200mで、1.2程度に収束</p>	 <p>REED工法 ※脚高21mにて試算</p> <p>従来工法に対するPCa工法の工費比率</p> <p>橋脚延長200mで、1.45程度に収束</p>	 <p>SPER工法 ※脚高93mにて試算</p> <p>従来工法に対するPCa工法の工費比率</p> <p>橋脚延長200mで、1.4程度に収束</p>

2. プレキャスト導入に向けた 環境整備

(1) プレキャスト推進の全体像

- 技能労働者の大量離職時代を迎えており、担い手確保とともに、生産性の向上が不可欠。
- 中期（5年後）的には、①労務費が上昇局面となり現場打ちコストが上昇し、プレキャストとの価格差が縮小、②熟練工の減少により現場打ちの品質低下や労働災害の増加——等が懸念されており、長期（10年後）的には、担い手不足により事業の円滑な施工が困難になることから、長期的な視点に立って、プレキャストの活用促進の政策的な判断が必要。
- 取組みを進めていくためには、社会・発注者・建設業界がwin-win-winの関係になるように留意すべき。
- プレキャスト活用の効果は、現場の省力化に加え、早期供用による経済的効果、工場生産による品質の向上、現場作業が減少することによる安全性の向上、設計・積算・検査等の省力化——等の効果があるが、コスト面の課題の改善を図るため、国等の発注者による断面や部材の規格化・標準化、評価基準の確立等の条件整備が必要。

プレキャスト推進の全体像 <背景とシナリオ>



- プレキャスト化の推進には、施工者サイドの技術開発、部材の改良等の自助努力が必要であるが、発注者の主導的な取組みがなければ難しい。
- 国等の発注者には、当初設計からプレキャストを採用いただくことが重要であり、構造物や部材の規格化・標準化、評価基準の確立、設計指針・基準への位置付けが必要。評価基準については、コスト以外の省人化、工程短縮、品質・安全向上等の効果を含めた評価が求められる。さらに設計指針・基準への位置付けでは、当面はプレキャスト化の検討の義務付けも有効な手段である。
- また、当初設計で採用されない場合でも、プレキャスト製品の採用を提案できるECI方式等の入札・契約制度、あるいは施工承諾によらず掛かった費用を精算できる設計変更として認め、その手続きの簡略化を図っていただきたい。

プレキャスト推進に必要な国等による条件整備等

国等(発注者)による条件整備

連携

施工者サイド
の自助努力

当初設計でのプレキャストの採用

1. 規格化・標準化

- ⇒ **構造物の規格の標準化** (例えば、トンネル断面の規格の標準化)
- ⇒ **プレキャスト部材の規格化** (例えば、大規模なボックスカルバート・橋脚(ピア形状)の規格化)
- ⇒ 規格化・標準化による設計・積算・施工の省力化

2. プレキャスト導入の評価基準の確立

- (プレキャスト製品活用を「標準化」するための評価基準)
- ⇒ 想定される「**省人化**」の人数を評価 ※「**省人化**」を最優先の評価指標に位置付け
- ⇒ 「**工程短縮**」の日数を評価 ※**早期供用(竣工)による経済効果**を評価
(ただし、個別案件ごとの冬期積雪等の施工時期の制約、交通渋滞による損失、早期復旧・早期供用等の制約などは最優先に評価)
- ⇒ 「**品質向上**」「**安全性向上**」「**設計・積算・検査等の省力化**」を評価
- ⇒ 「**コスト**」を在来工法と比較 ※**ライフサイクルコストでの評価**

3. 設計指針・基準への位置付け

- ⇒ 発注者の設計指針・基準への位置付け、コンサルが設計に取り入れるための設計指針・基準の策定

4. その他

- ⇒ 現場作業の減少による施工中の検査・品質管理の省力化
- ⇒ 品質向上効果による維持管理コストの低減 等

プレキャスト製品の採用を提案できる入札契約制度 等

- ⇒ 発注者の設計基準、プレキャスト採用の評価基準の整備
- ⇒ (設計に施工者の提案を反映できる)設計・施工一括、ECI方式などの採用 等

設計変更の簡略化

- ⇒ 発注者の設計基準、プレキャスト採用の評価基準、プレキャスト採用検討を特記仕様書に明記
- ⇒ 迅速な判断を含め、手続き等の簡略化

<参考> タイムスケジュール (i-Constructionより)

- ⇒ 短期(平成28・29年度): 各工法を採用するために規格の標準化(サイズ、接合部に求められる性能)を念頭においたガイドラインを作成
①プレハブ化等のガイドライン ②鉄筋の配筋等のガイドライン
- ⇒ 中期: ①全体最適のための規格の標準化や設計手法のあり方検討 ②工期短縮等の効果の評価手法

1. 技術開発

- 継手構造等の簡略化
- 転用しやすい型枠の開発
- 施工方法の改良

2. 汎用化による生産体制

- 規格化・標準化による大量調達・生産効果(プレキャストメーカーの設備投資)

3. 材料調達の最適化

- 生コン・鉄筋の施工者による材料供給

4. 部材の改良

- コンクリートや鉄筋の高強度化、およびPC構造による部材のスリム化、掘削幅の低減

5. その他

- ハーフプレキャスト、サイトプレキャストによる運搬費の低減
- ひび割れ対策等、見栄えに関する受入れ基準の策定

2. プレキャスト導入に向けた 環境整備

(2) 国等におけるプレキャスト導入

1) 設計段階におけるプレキャスト導入

①規格化・標準化

規格化・標準化 ～ボックスカルバート～

【規格化・標準化の推進】

現状：内空高 $H < 5\text{m}$ の小規模なものを中心として、規格化・標準化済み

今後：内空高 5m 以上の大規模なボックスカルバートの規格化・標準化を推進

【規格化・標準化の推進に向けた提案】

- (1) 規格化・標準化の範囲は壁厚 800mm 以下(土被り $3\sim 4\text{m}$ 以下)を対象とする。
(蒸気養生の低減のため)
- (2) 道路構造令の種別・級別に対応して規格化・標準化
⇒各種別・級別に対し標準となる寸法を設定する。
- (3) 上記条件以外の事例は、別途検討する。

例えば、
JIS A 5372:プレキャスト鉄筋コンクリート製品、
JIS A 5373:プレキャストプレストレストコンクリート製品にPCaボックスカルバートの“推奨仕様”の記載がある。
ただし、内空寸法は $3.5\text{m} \times 2.5\text{m}$ まで
(水路、通路用)

⇒ $H=3\text{m}\sim 6\text{m}$ のPCaボックスカルバートについては、PCaメーカーにて断面寸法の規格を作り、製品化

【規格化・標準化の効果】

発注者サイド

- ・設計、積算手間の削減
- ・検査、品質管理、維持管理項目の効率化

受注者サイド(PCaメーカー含む)

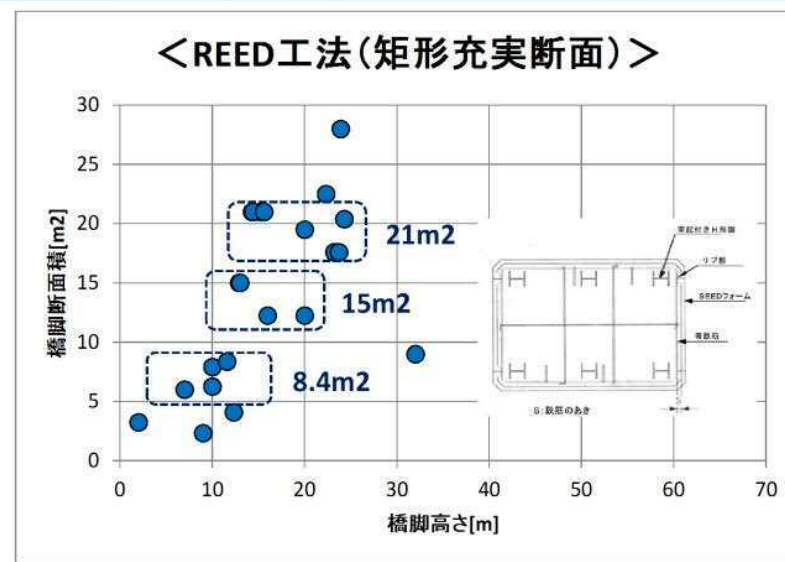
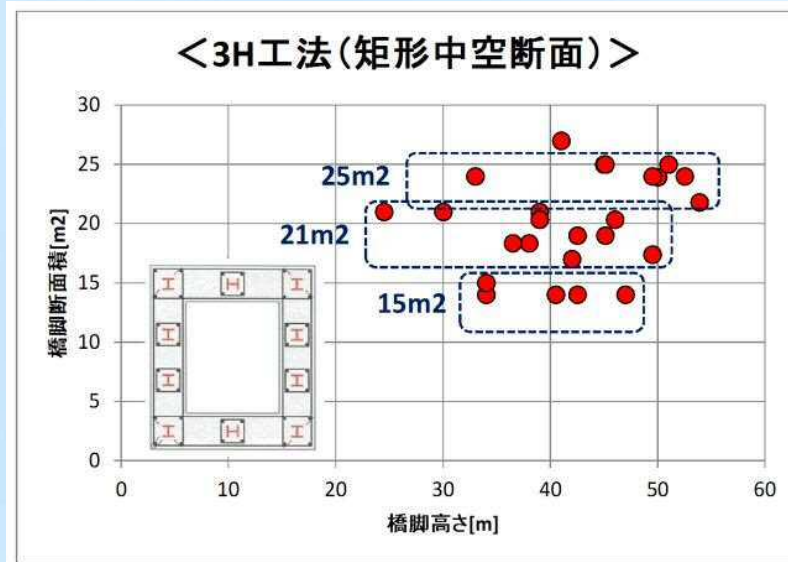
- ・設計手間の削減
- ・在庫の削減
- ・型枠の転用回数増加 ⇒コストダウン

⇒ ただし、これらの効果を十分に上げるためには、規格の種類を絞ることも必要

橋梁下部工・橋脚（寸法の規格化・標準化）

● 個別に設計した後、部材を確保する実情に対し、トータル的な効率化として、規格化・標準化、橋脚では断面寸法の大括化が必要（ただし耐震設計は省略できないことに留意）

□ 採用された橋脚断面寸法と高さの分布



□ コンクリート断面寸法によるグルーピング

※類似断面をグルーピングして規格化・標準化

○ 橋脚断面積によるグルーピング

・3H工法では「15m²」「21m²」「25m²」にグルーピング

(橋軸×直角×壁厚(m))	(橋軸×直角×壁厚(m))	(橋軸×直角×壁厚(m))
4×5×1	6×4.5×1	7.4×5.5×1
4.5×5×1	6×4.7×1	7×8.1×0.9
	5.5×6.5×0.9	6.5×7.5×1
	5×6.5×1	6.5×8×1
	5×8.1×0.9	
	4.5×8×1	

【15m²】
4.5×5×1

【21m²】
4.5×8×1

【25m²】
6.5×8×1

・REED工法では「8.4m²」「15m²」「21m²」にグルーピング

(橋軸×直角(m))	(橋軸×直角(m))	(橋軸×直角(m))
3×2	3.5×3.5	4.4×4
2.5×2.5	3×5	3×6.5
3.3×2.4		6×3.4
2.2×3.8		3.5×6

【8.4m²】
2.2×3.8

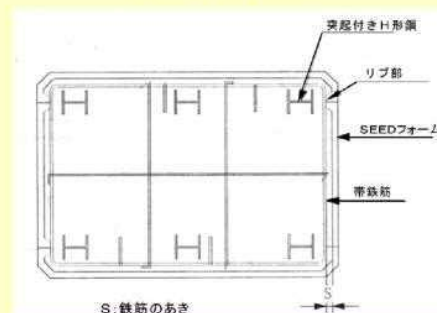
【15m²】
3×5

【21m²】
3.5×6

矩形中空断面



矩形充実断面



<現状の課題>

橋脚ごとに最適設計を行っているため、橋脚の断面寸法がバラバラであり、型枠形状が規格化されていない。

<規格化・標準化の効果>

断面寸法を規格化・標準化することで、以下の効果が期待できる

- ・型枠の転用が可能となる
- ・ハーフプレキャストの型枠形状を統一することでコスト低減が図れる
- ・クレーン等の仮設計画・設備が転用可能となる
- ・同一形状の繰り返し施工によりミスを低減できる
- ・断面形状の決定が簡便となり、鉄筋により耐力照査を行う。よって設計が省力化できる

<規格化・標準化に向けた課題>

・橋梁の耐震設計は上下部一体の解析を行うため、橋脚の断面・高さだけでなく、上部エスパン長・地盤条件が大きな影響を与える。よって、橋脚の規格化・標準化を行っても、耐震設計を省略することは困難である。

<規格化・標準化の推進による更なるPCa化>

・将来的には、上部工及び下部工を一体的に規格化・標準化を進め、更なるPCa化を進める

■橋脚断面形状の規格化(REED工法におけるケーススタディ)

REED工法で複数橋脚を施工するとき、橋脚断面形状が「不統一」の場合と「統一」の場合のSEEDフォーム(埋設型枠)の製作コストを比較する。検討条件を以下に示す。

◆検討条件

- ・CASE1:4橋脚の断面形状「不統一」、CASE2:4橋脚の断面形状「統一」の2つの比較をする(図1、表1参照)

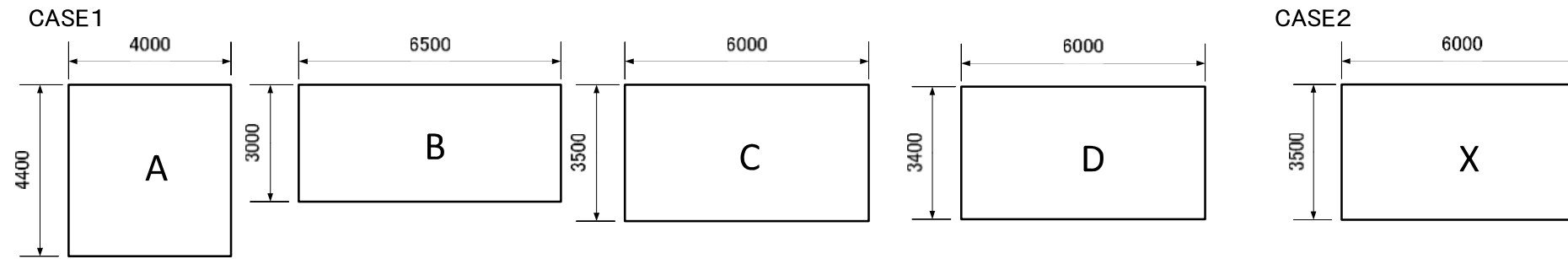


図1 橋脚断面形状(CASE1、CASE2)

表1 橋脚断面積(CASE1、CASE2)

	橋軸(m)	直角(m)	周長(m)	高さ(m)	面積(m ²)
A橋脚	4.4	4.0	16.8	20	336
B橋脚	3.0	6.5	19	20	380
C橋脚	3.5	6.0	19	20	380
D橋脚	3.4	6.0	18.8	20	376
計					1472
X橋脚	6.0	3.5	19	20	380
計				4橋脚分	1520

- ・高さ20mの橋脚A、B、C、Dの4基を施工する
- ・SEEDフォームの割付けは、「コの字」と「平板」の2種類とする(図2参照)。調整枠は設けないこととする。
- ・SEEDフォーム製作用金型は 1組 = コの字型用1台 + 平板用1台 を基本とする。
- ・CASE1の場合、1組(2台)×4橋脚 で合計8台の金型を製作する。
- ・CASE2の場合、1組(2台)×2 で合計4台の金型を製作する。
- ここで4台と設定したのは、CASE1と比較してSEEDフォーム製造速度が極端に低下するのを避けるためである。
- ・SEEDフォーム製作用金型の単価は一律 600,000円/台 とする。
- ・SEEDフォーム製作費(打設費用)は一律 23,000円/m² とする。

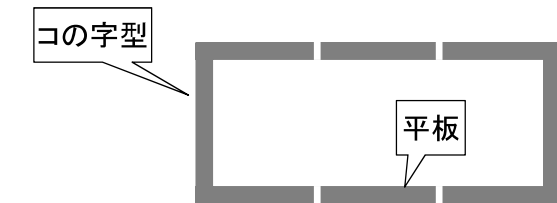


図2 橋脚断面におけるSEEDフォーム割付け

◆検討結果

	[単位]	
橋脚数	基	4
延べ橋脚高さ	m	80

↓施工する橋脚数を増やした場合		
8	16	24
160	320	480

【CASE1】

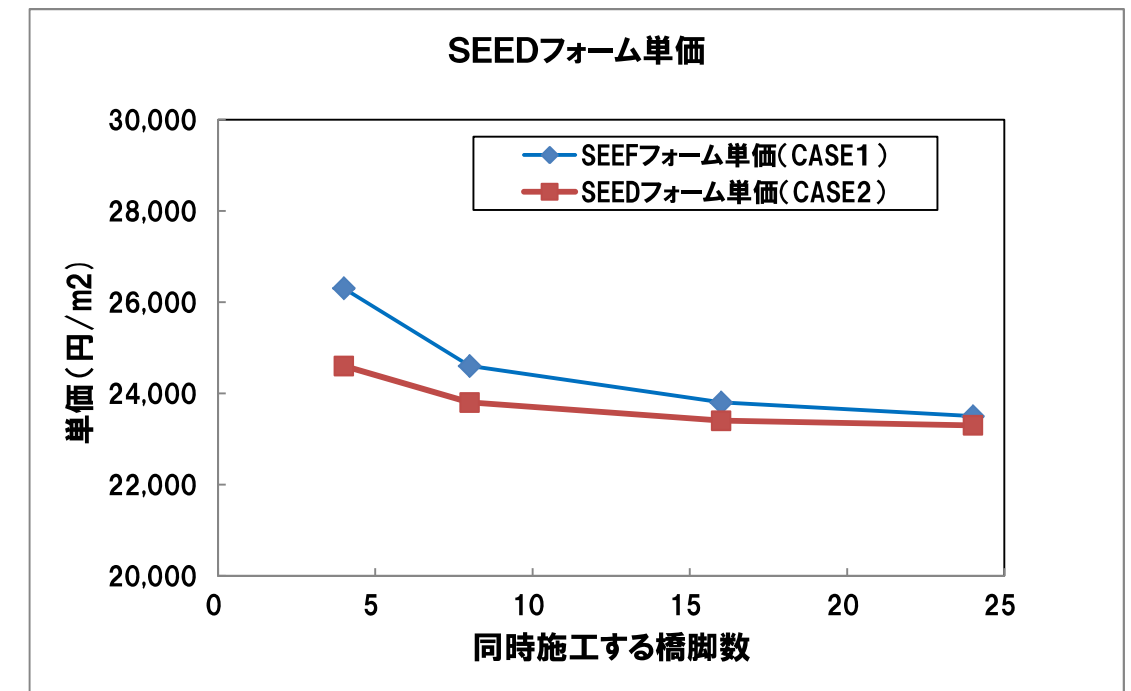
SEEDフォーム製作用金型組数	組	1
SEEDフォーム製作用金型台数	台	8
SEEDフォーム製作用金型費 1台当り	円/台	600,000
SEEDフォーム製作用金型費	円	4,800,000
型枠総面積 全橋脚合計	m ²	1,472
SEEDフォーム製作用金型費 1m ² 当り	円/m ²	3,261
SEEDフォーム製作費(打設費用)	円/m ²	23,000
SEEDフォーム単価(CASE1)	円/m²	26,300

1	1	1
8	8	8
600,000	600,000	600,000
4,800,000	4,800,000	4,800,000
2,944	5,888	8,832
1,630	815	543
23,000	23,000	23,000
24,600	23,800	23,500

【CASE2】

SEEDフォーム製作用金型組数	組	1
SEEDフォーム製作用金型台数	台	4
SEEDフォーム製作用金型費 1台当り	円/台	600,000
SEEDフォーム製作用金型費	円	2,400,000
型枠総面積 全橋脚合計	m ²	1,520
SEEDフォーム製作用金型費 1m ² 当り	円/m ²	1,579
SEEDフォーム製作費(打設費用)	円/m ²	23,000
SEEDフォーム単価(CASE2)	円/m²	24,600

1	1	1
4	4	4
600,000	600,000	600,000
2,400,000	2,400,000	2,400,000
3,040	6,080	9,120
789	395	263
23,000	23,000	23,000
23,800	23,400	23,300



◆まとめ

- ① CASE1とCASE2で SEEDフォームの単価は約6.5%(1,700円) 低減する。
- ② 橋脚数を4橋脚×6組 =24基 施工した場合、CASE1とCASE2のSEEDフォームの単価は ほぼ同額 となる。

2. プレキャスト導入に向けた 環境整備

(2) 国等におけるプレキャスト導入

1) 設計段階におけるプレキャスト導入

② プレキャスト導入効果の見える化

プレキャスト導入効果の見える化

・ I . コスト換算評価 、 II . 採択理由の数値化(一般化) を検討
 ⇒両手法とも有用性が認められるので、発注者に提案したい

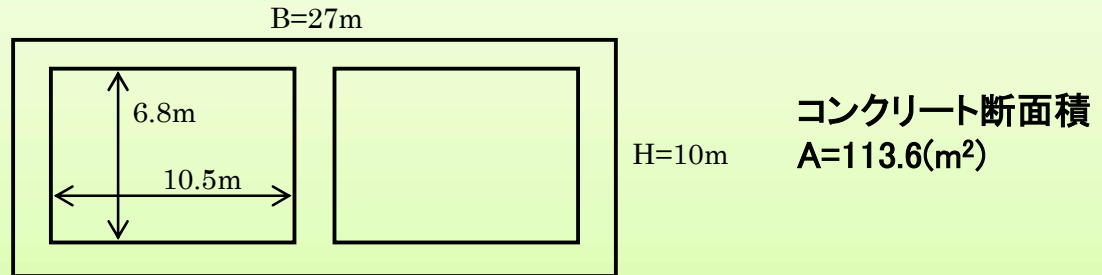
		I コストに換算した評価		II コスト以外も考慮して採択された事例の項目を数値化した評価
評価手法	評価項目	以下の項目をコスト換算 ①初期建設費 ②省人化 ③工程短縮(早期供用による経済効果) ④LCC(ライフサイクルコスト)の低減 ⑤安全性向上 ⑥環境負荷の低減		以下の項目を指標化(PCa/現場打ち 比率)し合算 ①初期建設費 ②省人化 ③工程短縮
	換算の考え方	換算方法は、国土交通省公共事業コスト構造改善フォローアップ実施要領等を参考		コスト以外も考慮して採択された事例のデータに基づき指数化
	評価基準	①～⑥の換算コストの合計値を比較		コスト以外の項目も考慮して採択された事例よりプレキャスト採択の閾値を設定
結果	対象工事	ボックスカルバート (B:27m - H:10m - L:12km)	高架橋 (橋長:360m(9径間×40m)-幅員:30m)	ボックスカルバート (延長:50m-内空高:6m)
	結果	コスト比較(PCa-現場打ち) ・初期建設費の差: 561億円 ・今回の評価: ▲119億円 ・プレキャストが優位に逆転	コスト比較(PCa-現場打ち) ・初期建設費の差: 1.5億円 ・今回の評価: ▲7.23億円 ・プレキャストが優位に逆転	感度分析 ・標準化、規格化の効果: 工程OR労務が逼迫 →プレキャスト比較優位が拡大 ・労務費の上昇 →プレキャスト比較優位が拡大
評価手法について		<ul style="list-style-type: none"> ○ 物理的な意味は、直感的に分かり易い ○ 換算方法は実績がある ● 評価項目が限定 ● 評価項目が個別案件ごとに設定するためデータ数が必要 <p>→個別案件の判断手段としての活用に向いている</p>		<ul style="list-style-type: none"> ● 指標の物理的な意味が分かりにくい △ 現実に採択事例を基づいているので、結果は直感と一致。一方、重み、閾値の検証は必要 ○ データが少なくても活用可能 ○ 評価項目を一般化しているので類似案件への拡張性がある。感度分析も可能 <p>→予備検討時点の判断手段としての活用に向いている¹</p>

I. コスト換算評価の試算例【ボックスカルバート】

対象工事

試算用モデルケースとして、以下の架空の工事を設定

- 開削道路トンネル(ボックスカルバート)
- 施工延長 L=12km
- 躯体標準断面 B=27m, H=10m



- プレキャスト化→全路線延長の70%(8.4km)をプレキャスト化(①ランプ部、②起終点部は現場打ちとする)

プレキャスト導入効果

【プレキャスト/現場打ち比率】
(アンケート結果に基づく仮定)

工種	ボックスカルバート
工費(直接工事費)	1.89
工期(工程)	0.50
労務(延べ人工)	0.36

【プレキャスト化率の設定】

ランプ部、起終点は、現場打ちの方が馴染みやすいことから、プレキャスト化率 **70%** と設定

現場打ち / プレキャスト の比較

●左記の設定に基づく、工費、工期および労務の試算結果

	単位	現場打ち	プレキャスト
工費(初期建設費)	億円	900	1,461
工期(工程)	年	3.0	2.0
労務(延べ人工)	人日	1,800,000	993,600

プレキャストが561億円コスト高

I. コスト換算評価の試算例【ボックスカルバート】

①省人化

項目	単位	現場打ち	プレキャスト	差分 (定量的効果)
1日当り労働者数	人	2,000	1,656	344
延べ労働者数	人日	1,800,000	993,600	806,400
労務コスト	億円	360	199	161

(仮定)設計労務単価:20,000(円)

※平成27年国土交通省通達における、普通作業員、鉄筋工、型枠工の平均値

注) 省人化による効果の額は、プレキャストによる工費(初期建設費)に含まれる

②工程短縮

項目	単位	定量的効果
工期短縮	年	1.0
早期供用経済効果	億円	450

※経済効果は、外環千葉区間の公表値を用いる。

⇒初年度便益の現在価値換算値:450(億円)

I. コスト換算評価の試算例【ボックスカルバート】

③LCC(ライフサイクルコスト)の低減

	単位	現場打ち部	プレキャスト部
設計基準強度	N/mm ²	27	40
水セメント比(W/C)		0.55	0.45
鋼材腐蝕が発生するまでの期間	年	12	36
腐蝕開始からひび割れが発生するまでの期間	年	11	21
a 設計耐用年数	年	23	57
b 想定供用年数	年	100	100
c=b-a 補修必要期間	年	77	43
対応補修工法		断面修復	断面修復
d 補修費用単価	千円/m ²	80	80
e 補修工法の耐用年数	年	5	5
f=(c/e)×d 補修総額	千円/m ²	1,232	688

* コンクリート標準示方書[設計編]より

【補修対象の設定】

- ・海岸からの距離を平均100(m)と仮定
- ・トンネル躯体の内面積:600,000(m²)

塩害の影響は限定的であるので、

補修対象は全体の10%の **60,000(m²)**とする。

●補修費の算出

《現場打ち》

$$1,232 \times 60,000 = 739 \text{ (億円)}$$

《プレキャスト》

$$1,232 \times 60,000 \times 0.3 \text{ (現場打ち率)} + 688 \times 60,000 \times 0.7 \text{ (Pca率)} = 511 \text{ (億円)}$$

項目	単位	現場打ち	プレキャスト	差分 (定量的効果)
LCC	億円	739	511	228

I. コスト換算評価の試算例【ボックスカルバート】

④安全性向上

項目	人数	発生率(%) (労働者1名あたり)	備考
① 建設業技能労働者数	3,436,792	—	
② 建設業における死亡者数	377	0.011(a)	建災防HPより
③ 建設業における死傷者数	17,184	0.500	同上
④ 建設業における受傷者数	16,807	0.489(b)	③-②

【死傷者発生による損失額】 (内閣府「平成23年度 交通事故の被害・損失の経済的分析に関する調査報告書」より算出)
 ・死亡による損失(c) **229,025**(千円) ・傷害による損失(d) **7,730**(千円)

【PCa化による災害発生低下率】 (PC建協調査 高所作業等の危険作業短縮による)
 ・現場打ち : プレキャスト = **1.75 : 1.0**
 ⇒プレキャスト化率 70%時の災害発生低下率(現場打ちを1.0とする) $1.0 \times 0.3 + 1 / 1.75 \times 0.7 = 0.7$ (e)

●安全性向上による経済的損失軽減額の試算

《現場打ちでの死傷者による経済損失》

$$2,000 \text{ (1日当り労働者数)} \times (a) \times (c) + 2,000 \times (b) \times (d) = 125,985 \text{ (千円/年)}$$

躯体工期全体での総額: $1.26 \text{ (億円/年)} \times 3 \text{ (年)} = 3.78 \text{ (億円)}$

《プレキャストでの死傷者による経済損失》

$$1,656 \text{ (1日当り労働者数)} \times (a) \times (c) \times (e) + 1,656 \times (b) \times (d) \times (e) = 73,021 \text{ (千円/年)}$$

躯体工期全体での総額: $0.49 \text{ (億円/年)} \times 2 \text{ (年)} = 0.98 \text{ (億円)}$

項目	単位	現場打ち	プレキャスト	差分 (定量的効果)
死傷者による経済的損失	億円	3.78	1.46	2.32

I. コスト換算評価の試算例【ボックスカルバート】

⑤環境負荷の低減

熱帯木材型枠使用削減量 (m ²)	(a)	589,680
合板の板厚 (m)	(b)	0.012
合板製材における歩留り	(c)	0.6
熱帯材1本当りの体積 (m ³)	(d)	8.5
熱帯木1本当りのCO ₂ 固定量 (t-CO ₂)	(e)	0.01
CO ₂ 固定量 (t-CO ₂)	(f) = a × b × (1/c) × (1/d) × e	99.1
CO ₂ 貨幣価値原単位 (円/t-CO ₂) ※	(g)	2,890
環境負荷低減の貨幣換算値	効果 = (f) × (g)	40.0 (千円)

※ CO₂の貨幣価値原単位 : 「公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針(共通編)」(H21年、国交省)より算出

試算結果のまとめ

金額単位: 億円

	プレキャスト		現場打ち
工費(初期建設費)	1,461	>	900
①省人化効果 (工費(初期建設費)に含む)	(▲161)		
②工程短縮効果	▲450		
③LCC削減効果	▲228		
④安全性向上効果	▲ 2.3		
合計	781	<	900

プレキャストが119億円優位

注1) 省人化の効果は初期建設費に含まれるので、集計では考慮していない。

注2) 環境負荷低減の効果は、他の効果に比べて極めて小さいため除外。

I. コスト換算評価の試算例【高架橋】

対象工事

モデルケース

- ・ 道路規格 : 高速自動車国道
- ・ 橋 長 : 360m (9径間×40m)
- ・ 幅 員 : 30m
- ・ プレキャスト
製作場所 : 現場製作

<現場製作プレキャストブロッケー括架設状況>



プレキャスト導入効果

現場打ち / プレキャスト の比較

●現場打ち、プレキャストにおける工費、工期および労務の試算結果

	単位	現場打ち	プレキャスト	比率※
工費(初期建設費)	百万円	1,710	1,860	1.09
工程	月	11.0	7.4	0.67
労務	人日	18,900	11,500	0.61

※比率 : プレキャスト / 在来工法

プレキャストが150百万円コスト高

- 本ケースはプレキャスト部材は現場製作であり、現場打ちと品質・耐久性は同等である。よって、プレキャストと現場打ちのライフサイクルコストの差異は発生しない。

I. コスト換算評価の試算例【高架橋】

①省人化

項目	単位	現場打ち	プレキャスト	差分 (定量的効果)
1日当り労働者数	人	71	65	6
延べ労働者数	人日	18,900	11,500	7,400
労務コスト	百万円	427	260	167

(仮定)設計労務単価:22,650(円)

※平成27年国土交通省通達における、普通作業員、とび工、鉄筋工、型枠工、橋りょう特殊工、橋りょう世話役の平均値

注) 省人化による効果の額は、プレキャストによる工費(初期建設費)に含まれる

②工程短縮

項目	単位	定量的効果
工期短縮	月	3.6
早期供用経済効果	百万円	871

●早期供用経済効果の算定

$$(0.36\text{km} \div 15\text{km/h} - 0.36\text{km} \div 60\text{km/h}) \times 2,300\text{円/h} \times 150,000\text{台/円} \\ \times 1.3\text{人/台} \times 108\text{日} = 871,884,000\text{円}$$

※早期供用経済効果は、次式により算定した。

$$\text{早期供用経済効果} = \text{渋滞損失時間} \times \text{時間価値} \times \text{交通量} \times \text{平均乗車人数} \times \text{工期短縮期間}$$

※1 渋滞時速度 15km/h、走行時速度 60km/h

※2 2,300円/h (国土交通省道路局基礎データより)

※3 150,000台/日 (参考値:平成27年9月 第二京阪自動車道通行台数146,563台/日)

※4 1.3人/台 (国土交通省道路局基礎データより)

I. コスト換算評価の試算例【高架橋】

③安全性向上

項目	人数	発生率(%) (労働者1名あたり)	備考
① 建設業技能労働者数	3,436,792	—	
② 建設業における死亡者数	377	0.011(a)	建災防HPより
③ 建設業における死傷者数	17,184	0.500	同上
④ 建設業における受傷者数	16,807	0.489(b)	③-②

【死傷者発生による損失額】 (内閣府「平成23年度 交通事故の被害・損失の経済的分析に関する調査報告書」より算出)
 ・死亡による損失(c) **229,025**(千円) ・傷害による損失(d) **7,730**(千円)

●安全性向上による経済的損失軽減額の試算

《現場打ちでの死傷者による経済損失》

$$71 \text{ (1日当り労働者数)} \times (a) \times (c) + 71 \times (b) \times (d) = 4,472 \text{ (千円/年)}$$

$$\text{工期全体での総額: } 4.47 \text{ (百万円/年)} \times 0.917 \text{ (年)} = 4.1 \text{ (百万円)}$$

《プレキャストでの死傷者による経済損失》

$$65 \text{ (1日当り労働者数)} \times (a) \times (c) + 65 \times (b) \times (d) = 4,095 \text{ (千円/年)}$$

$$\text{工期全体での総額: } 4.10 \text{ (百万円/年)} \times 0.617 \text{ (年)} = 2.5 \text{ (百万円)}$$

項目	単位	現場打ち	プレキャスト	差分 (定量的効果)
死傷者による経済的損失	百万円	4.1	2.5	1.6

I. コスト換算評価の試算例【高架橋】

試算結果のまとめ

金額単位：百万円

	プレキャスト		現場打ち
工費(初期建設費)	1,860	>	1,710
①省人化効果 (工費(初期建設費)に含む)	(▲167)		
②工程短縮効果	▲871		
③安全性向上効果	▲ 2		
合計	987	<	1,710

プレキャストが723百万円優位

注1) 省人化の効果は初期建設費に含まれるので、集計では考慮していない。

注2) プレキャスト部材は現場製作を想定しているため、ライフサイクルコストの低減効果は考慮しない。

II. 採択理由の数値化(一般化)の検討【ボックスカルバート】

- 内空高 5mを超える大型のボックスカルバートにプレキャストが採用された事例を分析し、「コスト」、「工程」、「労務」の観点から、プレキャストの導入効果を総合的に評価する指標の定式化を提案する。
- さらに、与条件について感度分析を行うことにより、プレキャスト導入拡大の可能性を検証する。

①評価項目の抽出

コスト以外の評価項目を「工程」、「労務」とした。

背景・理由	優先順位 ①	優先順位 ②	優先順位 ③	合計
工期短縮	36	2	1	39
省力化	3	10	4	17
品質向上	0	4	8	12
安全性向上	0	8	4	12
コストダウン	1	1	0	2
その他	6	3	0	9
合計	46	28	17	91

注)内空高5mを超える大型ボックスカルバートでプレキャストが採用された事例46件について、採択理由を調査(複数回答可)

②評価指数を定義

プレキャストが採択された事例より、「コスト」、「工程」、「労務」の(プレキャスト/現場打ち)比率を指数化。(小さくなるほどプレキャストの競争力が大きくなる)これらの指標を重み付けで合算、総合評価指数 F を求めた。

指数の定義:

・「プレキャスト」と「現場打ち」の比較を定量化するため、「プレキャスト/現場打ち」の比率を次ページの相関式より求めた

$$F_c = \text{コスト比} (PCa / \text{現場打ち})$$

$$F_d = \text{工程比} (PCa / \text{現場打ち})$$

$$F_l = \text{労務比} (PCa / \text{現場打ち})$$

・それぞれの指数に重みを付け、総合評価指数 F を定義

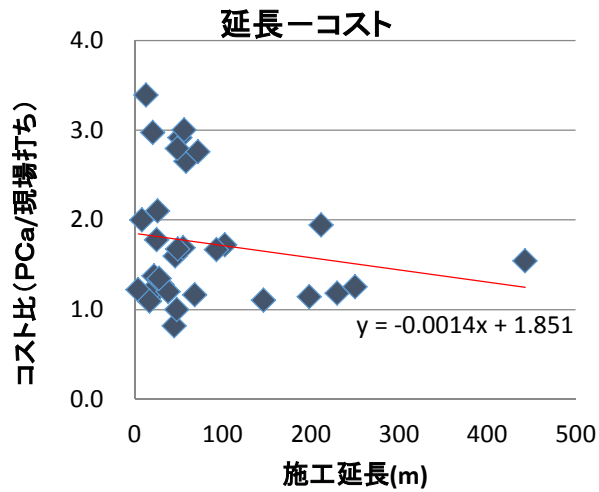
総合評価指数

$$F = (\alpha \cdot F_c + \beta \cdot F_d + \gamma \cdot F_l) / (\alpha + \beta + \gamma)$$

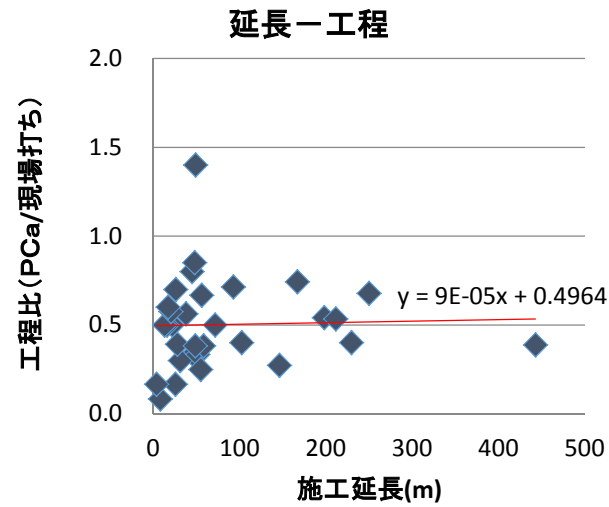
α :コストの重み β :工程の重み γ :労務の重み

II. 採択理由の数値化(一般化)の検討【ボックスカルバート】

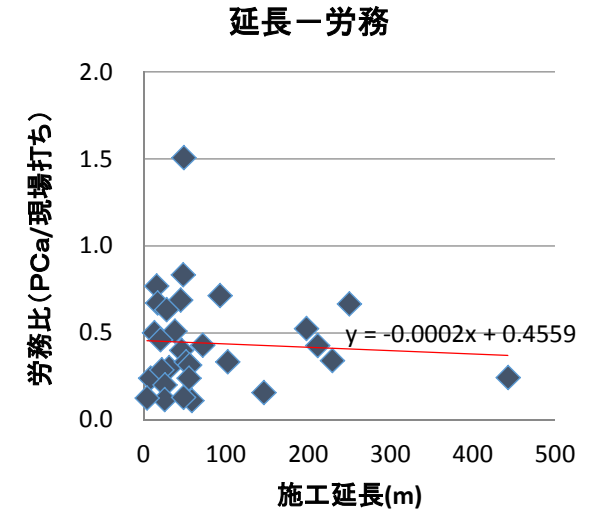
Fc=コスト比(PCa/現場打ち)



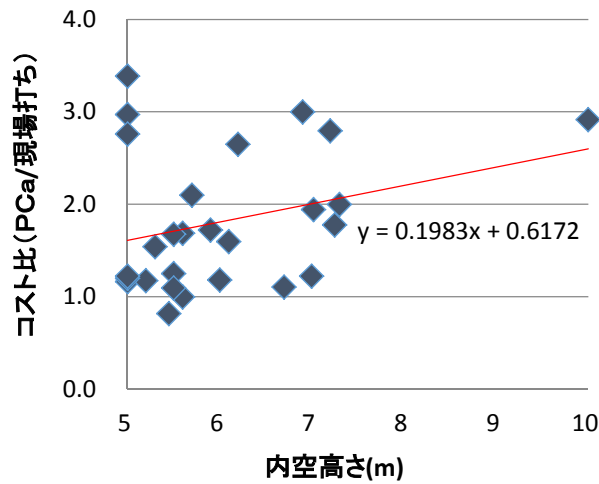
Fd=工程比(PCa/現場打ち)



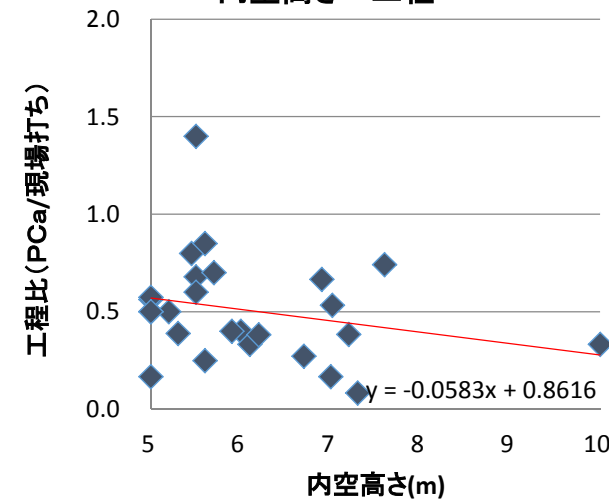
Fl=労務比(PCa/現場打ち)



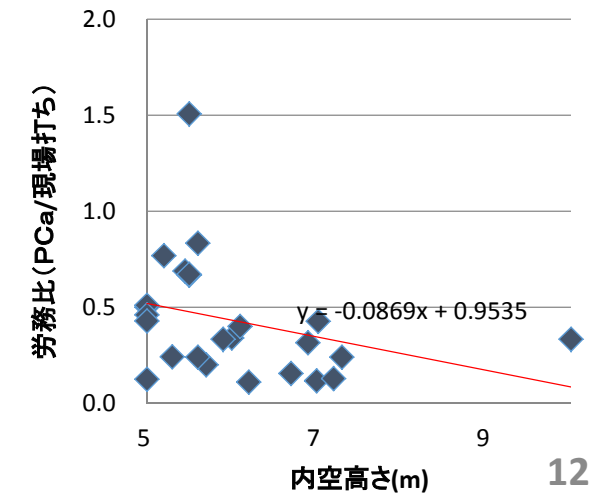
内空高さ-コスト



内空高さ-工程



内空高さ-労務



II. 採択理由の数値化(一般化)の検討【ボックスカルバート】

③重みの設定

事例を参考に重みを設定した。

		採用理由		計	
		労務あり	労務なし		
採用理由	工程あり	15	21	36	<ul style="list-style-type: none"> ・「工程あり」の場合がほとんど。 ・「労務あり」、「労務なし」は、ほぼ同じ。 ・「工程なし」、「労務なし」も少数存在
	工程なし	3	7	10	
計		18	28	46	

α :コストの重み、 β :工程の重み、 γ :労務の重みについては、データ数が少ないことから、恣意的にならないように、「普通」の場合は、同じ重みを持たせることとした。

- ・「 α :コストの重み」は、労賃、材料単価が固定のため、一定(=1.0)。
- ・「 β :工程の重み」、「 γ :労務の重み」は、「普通」を「コスト」と同様1.0とし、便宜的に「逼迫」を2.0、「余裕」を0.2と設定。

④閾値の設定

事例を参考に閾値を設定した。

		労務		
		逼迫: $\gamma=2.0$	普通: $\gamma=1.0$	余裕: $\gamma=0.2$
コスト: $\alpha=1.0$ L=50m,H=6m				
工程	逼迫: $\beta=2.0$	0.73	0.80	0.89
	普通: $\beta=1.0$	0.79	0.91	1.08
	余裕: $\beta=0.2$	0.87	1.06	1.41

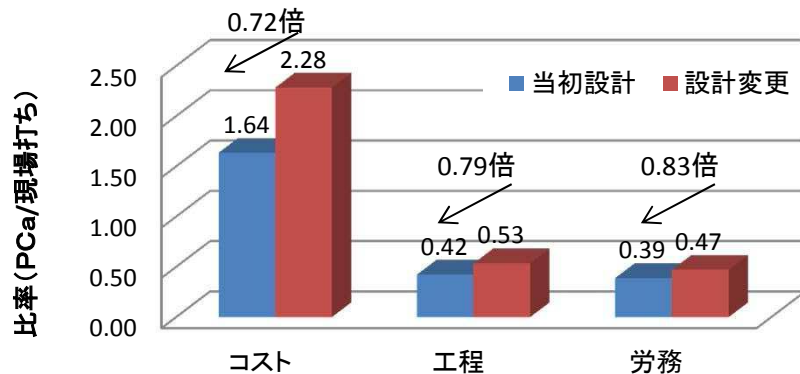
- ・アンケート結果と照合し、工程、労務のいずれかが逼迫の場合にプレキャストが採用されている場合がほとんどであることから、閾値を F=0.85と設定した。

II. 採択理由の数値化(一般化)の検討【ボックスカルバート】

⑤感度分析(標準化・規格化)

採択範囲は「工程」または「労務」のいずれかが逼迫する場合には、プレキャストが比較優位になる可能性が拡大しており、標準化、規格化の効果が現れる。

当初設計と設計変更の比較



標準化、規格化によりプレキャストが当初設計に反映され、各指数が、この程度改善されたと仮定し、「工程」、「労務」の指数を補正した。

総合評価指数(改善後)

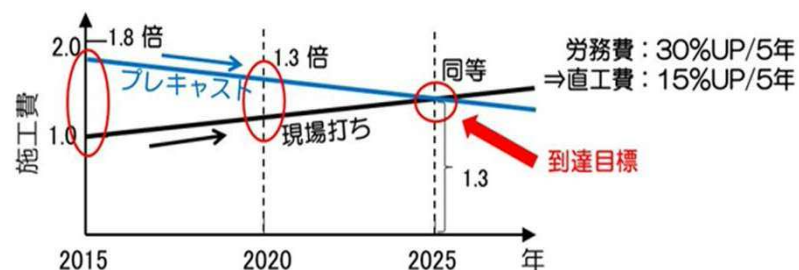
$$Fi = (\alpha \cdot Fc + \beta \times 0.79 \cdot Fd + \gamma \times 0.83 \cdot Fl) / (\alpha + \beta + \gamma)$$

コスト: $\alpha=1.0$ L=50m, H=6m		労務		
		逼迫: $\gamma=2.0$	普通: $\gamma=1.0$	余裕: $\gamma=0.2$
工程	逼迫: $\beta=2.0$	0.66	0.73	0.82
	普通: $\beta=1.0$	0.73	0.85	1.02
	余裕: $\beta=0.2$	0.81	1.01	1.38

赤色枠囲いが新たに増えた領域

⑥感度分析(労務費の上昇)

工程または労務がひっ迫する場合はプレキャストが比較優位になる可能性が大きくなる。



- 現在の施工費が「プレキャスト/現場打ち」で1.8倍。標準化、規格化により当初設計からプレキャストが積極的に採用されると、10年後に1.30倍(=1.8×0.72)
- 長期ビジョンでは、他産業並みの賃金水準をめざしていることから、労務費:30%up/5年 直工費:15%up/5年(労務費の構成比率:50%)
- 10年後の2025年には、現場打ちとプレキャストのコストは同程度になると想定される。

2020年度

コスト: $\alpha=0.85$ L=50m, H=6m		労務		
		逼迫: $\gamma=2.0$	普通: $\gamma=1.0$	余裕: $\gamma=0.2$
工程	逼迫: $\beta=2.0$	0.68	0.74	0.81
	普通: $\beta=1.0$	0.73	0.82	0.95
	余裕: $\beta=0.2$	0.78	0.94	1.22

赤色枠囲いが新たに増えた領域

2025年度

コスト: $\alpha=0.72$ L=50m, H=6m		労務		
		逼迫: $\gamma=2.0$	普通: $\gamma=1.0$	余裕: $\gamma=0.2$
工程	逼迫: $\beta=2.0$	0.63	0.68	0.74
	普通: $\beta=1.0$	0.67	0.74	0.85
	余裕: $\beta=0.2$	0.71	0.83	1.05

赤色枠囲いが新たに増えた領域

2. プレキャスト導入に向けた 環境整備

(2) 国等におけるプレキャスト導入

1) 設計段階におけるプレキャスト導入

③設計指針・基準への位置付け

設計指針・基準への位置付け

- プレキャストに特化し、構造細目を含めて一貫通貫で設計できる基準の整備が望まれる

【プレキャスト化検討の義務化】

プレキャストを普及推進すべき工種については、設計指針・基準でプレキャスト化の検討（現場打ち等との比較検討）を義務付ける

【プレキャスト化検討の義務化に向けた提案】

- (1) 検討の方法は出来るだけ具体的に示されることが望ましい。
- (2) 比較検討の評価軸には、コスト以外の要因として、
工程、省人化、維持管理等の要素を必ず含むものとする。
- (3) 各要因に工事の諸条件に応じた重みづけにより、総合評価を行う。

今後は、工程、省人化等の重みが増加していく

【橋梁形式の選定に総合評価を組み込んだ例】

北陸地整 設計要領(道路編) H24.4改訂版
第9章 橋梁より抜粋

10. 一次比較案の評価

- (1) 次の評価項目別に評価を行い一覧表に整理する。
① 経済性 ② 構造的性 ③ 施工性 ④ 走行性 ⑤ 環境への適応性 ⑥ 維持管理面
- (2) 総合評価により順位を付ける。

【設計基準の整備】

例えば、道路トンネル等の大型のボックスカルバートは、土木学会コンクリート標準示方書、道路橋示方書等の汎用的な基準を参照することにより設計することが可能だが、プレキャスト構造に特化した設計基準は整備されていない



プレキャストを設計から導入しやすい環境にするため、

プレキャストに特化し、構造細目を含めて一貫通貫で設計できる基準の整備が望まれる

2. プレキャスト導入に向けた 環境整備

(2) 国等におけるプレキャスト導入

2) 入札契約段階におけるプレキャスト
部材の採用

入札契約段階におけるプレキャスト部材の採用

- 現状、設計者、発注者に代わり、より効率的な設計・施工を実現するため、設計変更や施工承諾によりプレキャストを採用。
- 効率的な施工を提案できる「技術提案・交渉方式(特にECI方式)」が採用されれば、プレキャスト導入につながると期待。

プレキャストの採用に当たっては、当初設計から導入されることが最も効果的であるが、

- ・冬期積雪等の施工時期の制約
- ・交通渋滞による損失
- ・早期復旧・早期供用等の制約 など

制約条件から仕様を固めることができないケースには、**設計基準や採用の評価基準の整備**など施工者が提案しやすい対策とともに、設計に施工者のノウハウを反映できる**設計・施工一括方式**や**ECI方式**を採用して、施工者から提案できる仕組みを採用すべき。

発注者の設計基準へのプレキャストの位置付け、プレキャスト採用の評価基準の整備

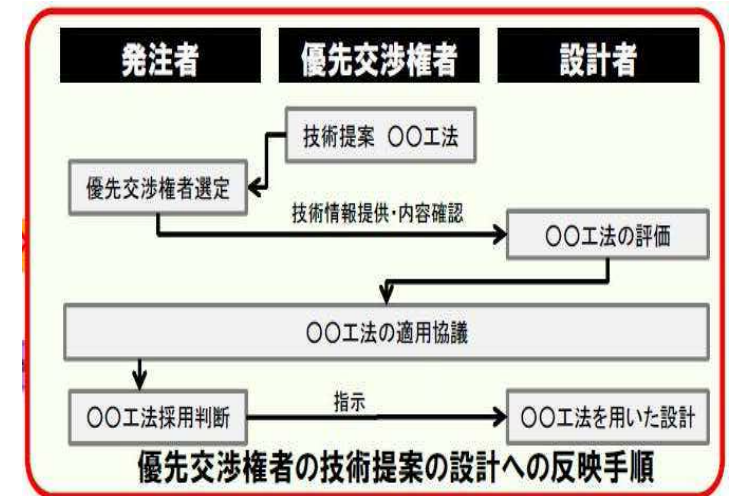
施工者から提案しやすくなる

設計・施工一括、技術協力・施工(ECI)等

◆ 施工者の設計への関与の度合い、工事価格決定のタイミング(設計前、設計後)で3つの契約タイプに分類。

	契約形態	留意事項
設計・施工一括タイプ		<ul style="list-style-type: none"> ✓ 比較的短い期間で設計と施工を一括で契約するための交渉能力が発注者側に必要となる。 ✓ 必要に応じて建設コンサルタントの活用等により、発注者側の体制を補完する。
技術協力・施工タイプ		<ul style="list-style-type: none"> ✓ 発注者による設計への関与の度合いがより大きくなり、設計者と施工者間の調整能力が発注者側に必要となる。 ✓ 必要に応じて建設コンサルタントの活用等により、発注者側の体制を補完する。
設計交渉施工タイプ		<ul style="list-style-type: none"> ✓ 施工者が実施する設計に対し、的確な判断や指示を行う能力が発注者側に必要となる。 ✓ 必要に応じて建設コンサルタントの活用等により、発注者側の体制を補完する。

技術協力・施工タイプ(ECI方式)の場合



出典：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より

2. プレキャスト導入に向けた 環境整備

- (2) 国等におけるプレキャスト導入
- 3) 設計変更の簡略化

設計変更の簡略化

プレキャストの採用事例の多くは、工期短縮の要請を受け、設計変更又は施工承諾によりプレキャストが採用されてきたが、

- ・施工段階の設計手戻りの負担が大きい
- ・手続き(判断)に時間と労力を費やす
- ・(施工承諾の場合)プレキャスト採用のコスト増を施工者が負担 など

効率的な施工が阻害されており、設計段階から採用されない(過渡期の)対策として、設計変更(施工承諾)の簡略化が必要。

- ・発注者の設計基準へのプレキャストの位置付け、プレキャスト採用の評価基準の整備
- ・契約段階において、工期や労務の状況(工期短縮の要請や技能労働者の確保困難)を踏まえ、プレキャスト化の設計変更協議に応じる旨、特記仕様書に明記

設計変更(施工承諾)の協議がしやすくなる

手続等の簡略化として、

- ・提出書類の簡素化
- ・手続きの簡略化、迅速な判断 などが必要。

2. プレキャスト導入に向けた環境整備

(3) 施工者サイドの自助努力

施工者サイドの自助努力

現状	大型ボックスカルバートのPCa工事費の内訳例	フルプレキャスト		現場打ち
		PCa製品代	2.01 (83%)	
	運搬費	0.12 (5%)		
	据付費(労務)	0.22 (9%)		
	揚重機費	0.06 (3%)		
	合計	2.41 (100%)		1

PCa製品代の低減を主とするPCa工事のコストダウンに向けた取り組み

1. 技術開発

- 継手構造の簡略化
- 転用しやすく安価な型枠の開発
- PCa組立用ロボット等、ICT技術との連携

2. 汎用化による生産体制

- 規格化、標準化による大量調達・大量生産効果
⇒ PCaメーカーの設備投資が必要だが、設備の効率的な運用、在庫管理手間の削減等、コストダウン効果が期待できる。

3. 材料調達の最適化

- 材料(生コン、鉄筋)の大量購買による供給
- 市中生コンプラントの有効活用

4. 部材の改良

- コンクリート・鉄筋の高強度化による部材のスリム化
- プレストレストコンクリート構造による部材のスリム化
⇒掘削幅が減少するので、掘削・埋戻し・残土処分等の工事費低減も期待できる。

5. その他

- ハーフPCa、サイトPCaによる運搬費の低減
- 見栄えに関する受け入れ基準の策定
⇒現状では、PCa製品のひび割れ等の受け入れ基準が厳しく、コスト増の要因の一つになっている。

3. その他

(1) トンネル断面の規格化・標準化

トンネル断面の共通化による概算工事費の比較(東北地整トンネル工事の例)

- 東北地方整備局においては、トンネルを共通断面にした工事が行われている。
また、NEXCO3社においては、『トンネル標準設計図集』(H26.7)が策定されており、すでにトンネルの規格化・標準化がなされている。

1. ずり処理工(単価:0.2万円/m³)による変動

断面積	トンネル名	トンネル延長(m)	DI断面掘削数量(m ³)	ズリ処理概算工事費(万円)	項目	単独最少断面との差	
						71.963m ²	計
単独最少断面	Y第1トンネル	630	71.307	8,985	断面差	/	/
					工費増分		
	Y第2トンネル	835	71.885	12,005	断面差	/	/
					工費増分		
	Y第3トンネル	149	71.885	2,142	断面差	/	/
					工費増分		
3TN共通断面	Y第1トンネル	630	71.963	9,067	断面差	+0.626m ²	+98万円
					工費増分	+83万円	
	Y第2トンネル	835	71.963	12,018	断面差	+0.078m ²	
					工費増分	+13万円	
	Y第3トンネル	149	71.963	2,144	断面差	+0.078m ²	
					工費増分	+2万円	

※1:ズリ処理単価は、0.2万円/m³とする。

※2:工事費は、「断面差×延長×0.2万円/m³」の式で算出

※3:断面、DIパターンを使用。

2. セントルによる変動

① トンネル毎に最少断面とした場合

トンネル名	Y第1トンネル	Y第2トンネル	Y第3トンネル
R(m)	5.9	6.15	6.15
L(m)	635	839	149
基礎価格(¥/m)	7,700,000	7,930,000	
基礎価格(¥/10.5m)	80,850,000	83,265,000	
本抗用スライド セントル損料(円)	45,995,565	51,484,415	

② 3トンネルを共通断面とした場合

トンネル名	Y第1トンネル	Y第2トンネル	Y第3トンネル
R(m)	6.10	6.10	6.10
L(m)	635	839	149
基礎価格(¥/m)	7,930,000		
基礎価格(¥/10.5m)	83,265,000		
本抗用スライド セントル損料(円)	58,886,673		

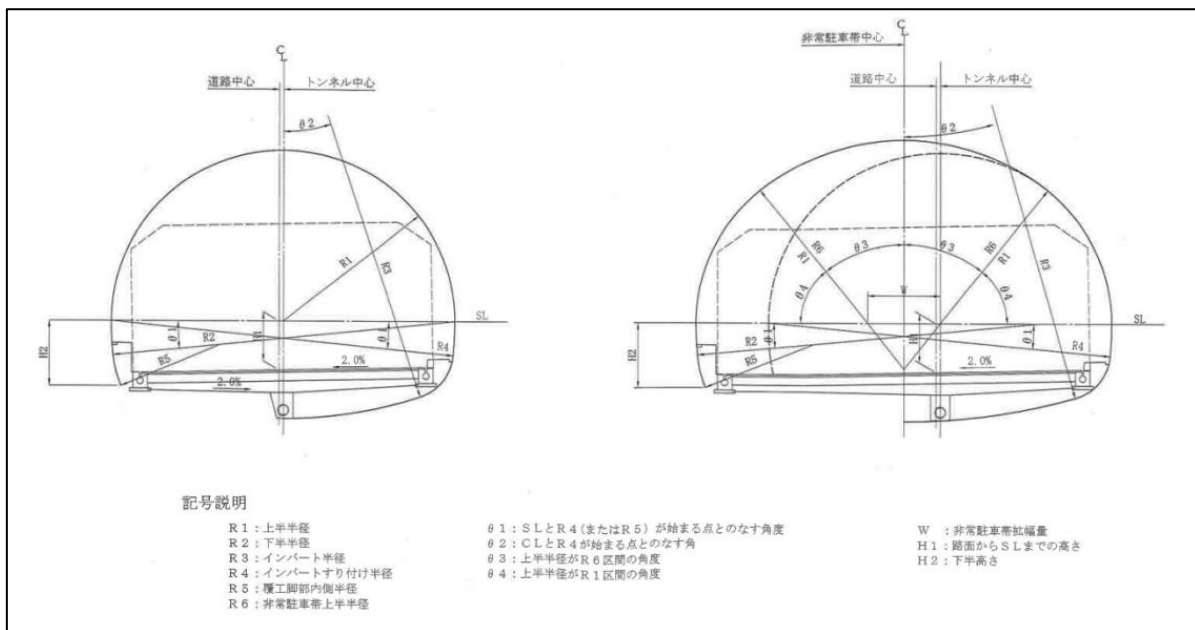
$$\text{②}-\text{①} : 58,886,673 - (45,995,565 + 51,484,415) = -38,593,307 \approx -3,860\text{万円}$$

掘削断面増加によるずり処理量の変動(+98万円)とセントル損料(-3,860万円)を考慮すると、3つのトンネルを共通断面とした場合に約**3,762万円**のコスト減となる。また、同一工区なので**施工性の面からも有利**となる。

トンネル工事における規格化・標準化（NEXCO3社の事例）

- NEXCO3社においては、『トンネル標準設計図集』が策定されており（H26.7）、トンネル工事における内空断面、支保パターン、数量等の規格化・標準化がなされている。

<標準内空断面記号図>



<内空断面諸元表>

(標準部)

断面	諸元	S.L.高 (m)		半 径 (m)					角 度		備 考
		H 1	H 2	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5	θ 1	θ 2	
監視員通路あり	II-a 断面	1.700	2.200	5.300	10.600	14.700	1.500	3.400	6° 41' 53"	16° 26' 59"	2級A・B
	III-a 断面	1.600	2.100	5.100	10.200	13.800	1.500	3.400	6° 24' 07"	16° 45' 16"	3級A・B
	V-a 断面	1.500	2.000	5.600	11.200	16.600	1.500	3.700	5° 02' 43"	15° 36' 25"	暫定2車線
監視員通路なし	II-b 断面	1.500	2.000	5.200	7.800	13.900	1.500	3.000	7° 51' 04"	17° 04' 30"	2級A・B
	III-b 断面	1.600	2.100	5.000	7.500	12.800	1.500	2.800	9° 14' 26"	17° 37' 43"	3級A・B
	III-b' 断面	1.400	1.900	5.000	7.500	13.100	1.500	3.000	7° 21' 31"	17° 18' 19"	3級A・B
	V-b' 断面	1.100	1.600	5.600	8.400	16.600	1.500	3.400	3° 47' 16"	15° 41' 44"	暫定2車線

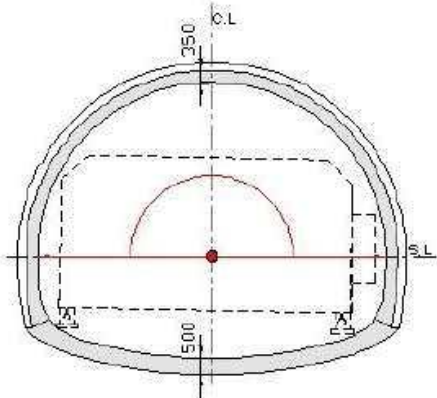
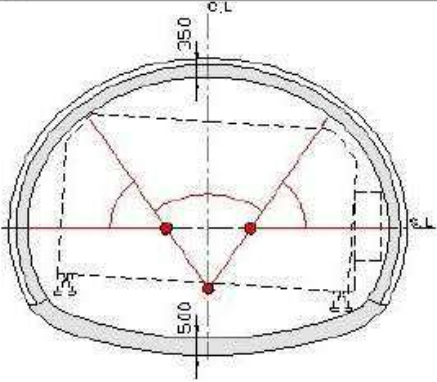
出典：『トンネル標準設計図集』（NEXCO 総合研究所）H26.7

構造形状、仕様（事例 トンネル）

- プレキャスト化の推進に当たっては、発注者毎に異なる構造形状、仕様の統一を検討する必要がある。

■構造形状、仕様の現状

[トンネルの場合]

NEXCO (1種3級(監視員通路有):DⅢaパターン)	国土交通省 (1種3級(監視員通路有):DⅢaパターン)
<p data-bbox="544 815 1050 874">上半単心円で半径は一定値</p>  <p data-bbox="667 1310 931 1343">内空断面積：67.5m²</p>	<p data-bbox="1099 788 1619 911">上半単心円だけでなく上半3心円も含めて検討を行い、最も経済的な円弧の半径・角度を設定する。</p>  <p data-bbox="1227 1310 1491 1343">内空断面積：65.4m²</p>

平成27年9月10日

プレキャスト推進検討プロジェクトチームの設置について

<設置目的>

- ・来年度の「公共工事の諸課題に関する意見交換会」において、日建連としてプレキャスト（PCa）推進に向けた具体的提案・要望を行うこととしているが、その内容を各委員会を超えて一元的かつ短期間で集中的に検討するため。

<検討内容>

1. PCaに相応しい工種（構造物）の検討
3～4種類の工種（構造物）を選定し、以下の項目を検討
 - ①PCaの導入実態及び導入可能性
 - ②PCa導入の効果
 - ③PCa導入に当たっての課題及び対応策
2. PCa導入の環境整備の検討（上記対応策の再整理）
 - ①PCa導入の評価基準
 - ②設計基準・指針への位置付け（規格の標準化）
 - ③設計段階におけるPCaの導入方策
 - ④当初設計への反映
 - ⑤PCaの提案ができる入札契約制度
 - ⑥施工承諾の簡略化

<組織体制>

- ・公共契約委員会建設生産システム改善特別部会を拡充し、各委員会横断的な組織として土木運営会議の下に設置
- ・時限的組織とする（意見交換会に向けた検討を行うまで）
（メンバー）
 - ・座長（土木本部長会社）清水建設
 - ・副座長（公共契約委員長会社）大成建設
 - ・構成員（土木本部副本部長会社および建設生産システム改善特別部会構成会社）
大林組、奥村組、鹿島建設、熊谷組、清水建設、大成建設、竹中土木、東亜建設工業、西松建設、前田建設工業、三井住友建設（11社）

<メンバーの推薦>

- ・検討内容にふさわしい見識があり、集中討議をするためPT活動に相当な時間を割ける職員を各社より改めて推薦してもらう

<スケジュール>

- ・9月7日 土木運営会議の承認を得て設置（9月10日 第1回PT）
- ・今年中の提案・要望の取りまとめを目指す。

調査・検討の経緯

プレキャスト推進検討プロジェクトチーム

- 第1回 平成27年9月10日(木) 15:30~16:30
議事: (1)プレキャスト推進検討プロジェクトチームについて
(2)プレキャストに相応しい工種(構造物)について
(3)これまでの検討状況について
(4)アンケート調査の実施について
(5)今後の検討体制(WGの設置)およびスケジュールについて
- 第2回 平成27年10月21日(水) 16:00~17:00
議事: (1)アンケート調査の回収状況について
(2)WGにおける活動について
 - ①WG1の活動
 - ②WG2の活動
(3)生産性向上等に係るとりまとめについて
- 第3回 平成27年11月17日(火) 11:00~12:00
議事: (1)アンケート調査結果について
(2)プレキャスト推進のシナリオ(案)について
(3)WG1・WG2の活動状況について
(4)(一社)建設コンサルタンツ協会へのアンケート協力依頼について
(5)生産性向上等に係る特別検討チームの検討状況について
- 第4回 平成27年12月15日(火) 16:00~17:00
議事: (1)WG1・WG2の活動状況について
(2)プレキャスト推進のシナリオ(案)について
- 第5回 平成28年1月20日(水) 16:00~17:00
議事: (1)プレキャスト推進について 検討とりまとめ(案)について
- 第6回 平成28年3月30日(水) 16:00~17:00
議事: (1)プレキャスト推進について 検討とりまとめ(案)について

- 他団体との意見交換会
平成27年11月11日(水) 13:30~15:00
(一社)建設コンサルタンツ協会に日建連で行うアンケート調査への協力依頼、及びプレキャスト化推進について意見交換を実施

ワーキンググループ1

- 第1回 平成27年10月1日(木) 11:00~12:00
- 第2回 平成27年10月16日(金) 11:00~12:00
- 第3回 平成27年11月5日(木) 16:00~17:00
- 第4回 平成27年12月4日(金) 14:00~15:00
- 第5回 平成28年1月12日(火) 16:00~17:00
- 第6回 平成28年1月27日(水) 15:00~16:00

他団体との意見交換会

平成28年1月21日(木) 10:00~11:30

(一社)PC建協とプレキャストの適用領域等について意見交換を実施

ワーキンググループ2

- 第1回 平成27年9月24日(木) 11:00~12:00
- 第2回 平成27年10月19日(月) 15:00~16:00
- 第3回 平成27年10月27日(火) 10:00~12:00
- 第4回 平成27年11月6日(金) 15:00~17:00
- 第5回 平成27年11月12日(木) 10:00~12:00
- 第6回 平成27年11月25日(水) 10:00~12:00
- 第7回 平成27年12月9日(水) 16:00~17:00
- 第8回 平成28年1月13日(水) 15:00~16:00

○他団体との意見交換会

平成27年10月21日(水) 14:00~15:30

(一社)PCL協会とトンネル覆工に関して意見交換を実施