

建設工事へのプレキャスト製品活用の現状

伊達 重之

建設業界は長い低迷期から復調傾向にある。一方、他の業界に比べて「高齢化」、「若手労働者不足」という課題に直面している。残念ながら、この傾向はますます深刻になると予想されている。これに対して、国土交通省は2015年にi-Construction委員会を立ち上げ、生産性向上と魅力のある建設業への変革を推進している。その活動の柱の一つがプレキャスト製品の有効活用である。そこで、建設工事におけるプレキャスト製品の活用の現状について、2019年6月に施工者および生産者それぞれにアンケートやヒアリングを行った。その結果に基づき、導入背景や目的、効果などを紹介するとともに、今後の活用推進に向けての課題、取り組み状況等についてまとめた。

キーワード：プレキャスト製品, 生産性, 施工, i-Construction

1. はじめに

「建設業界の将来が不安だ」

筆者がこんな声を聞くようになって久しい。半分冗談かもしれないが、「日本の建設業は絶滅危惧種」との声も一部ではあるようだ¹⁾。少し古いデータであるが、図-1に公共投資の推移と建設業従事者の推移

に関する国土交通省の統計データを示す²⁾。公共投資は1992年頃を境に徐々に減り続け、そして、かつての民主党政権の際、「コンクリートから人へ」を合言葉に公共投資がまるで「よからぬこと」のような位置づけをされ、結果、ますます建設業界が冷え込んだのは読者の方々もまだ記憶に新しいのではないだろうか。しかしながら、近年、震災復興、東京オリッ

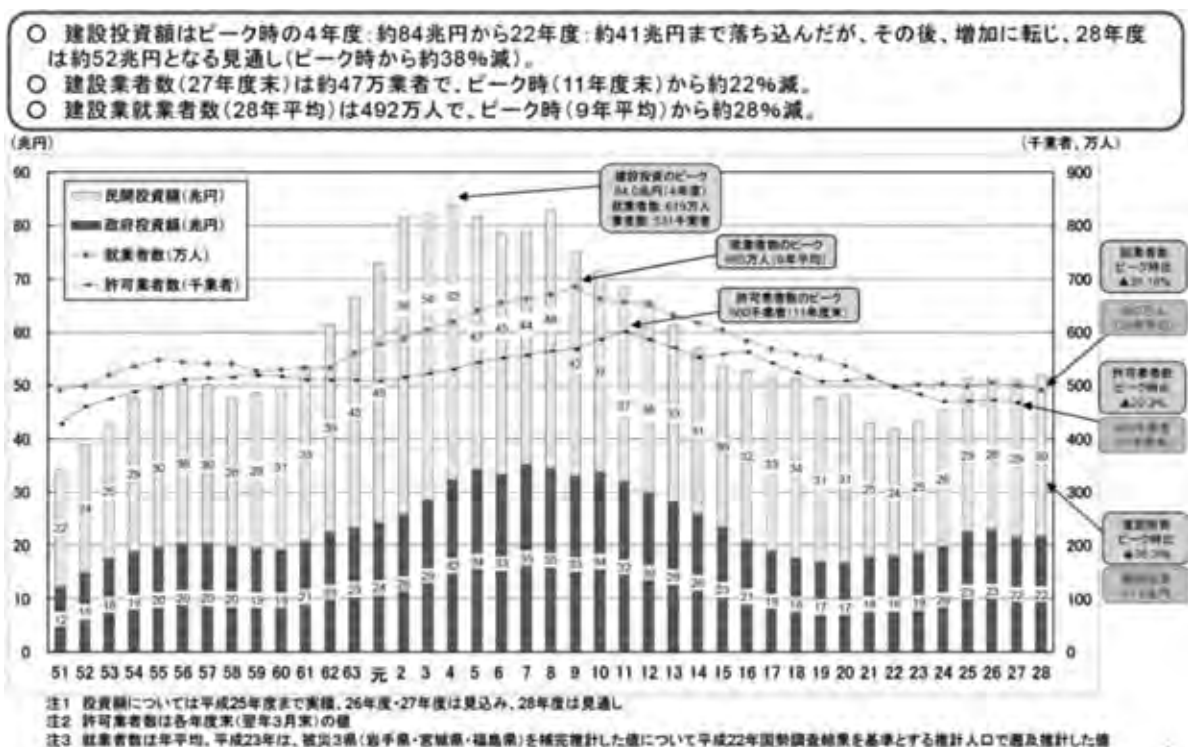


図-1 公共投資と建設業従事者の推移¹⁾

ク、中央リニア新幹線など、大きなプロジェクトが続き、建設業界の業績も改善しているのはご存知の通りである。財政的な不安が軽減された後、昨今、耳目を集めているのは「少子高齢化による建設労働従事者(特に熟練労働者)の不足」という問題、いや、大問題である。

建設業従事者は55歳以上3割超で、29歳以下の若い労働者は1割程度であり、他の業界に比べて、「高齢化」、「若手労働者不足」という傾向にある。今後の推計では、2014年時点に較べて2025年では労働者人口が130万人程度離職すると予想されている³⁾。これに対して、国土交通省は2015年にi-Construction委員会を立ち上げ、生産性向上と魅力のある建設業への変革を推進している。その活動の柱の一つである「コンクリート工の規格の標準化等」の中でプレキャスト製品の有効活用が目ざされている。

現場打ちコンクリートにくらべて安定した品質であるプレキャスト製品は、工期短縮に有効であるのは周知であるが、“値段が高い”などの理由でこれまでは利用の拡大には至っていない。セメント消費量から見るプレキャスト製品の国内シェアはセメントの生産量

にかかわらず13～15%程度で推移しており(図-2参照)、海外の統計(欧州では25～50%)と比較しても決して高い数字ではない。しかしながら、前述のとおり、建設工事の生産性向上は喫緊の課題であり、今後はプレキャスト製品の活用が増加することが予想される。これに呼応するように、現在学協会による様々な活動が行われている(表-1参照)。

そこで本稿では、建設工事におけるプレキャスト製品の活用の現状と課題について報告する。

2. 建設工事におけるプレキャスト製品活用事例

建設工事におけるプレキャスト化の対象としては、橋梁を代表とする公共の土木構造物が多数を占める。これらは耐用年数が100年程度を要求されるため、高い耐久性が求められるだけでなく、経済性、安全性、機能性、環境保全、景観への配慮などの社会定期要求を満たす必要がある。加えて、需要対象が限定されていることから、他の産業と比較して競争原理が働きにくい側面もある⁴⁾。そのような土木構造物において、

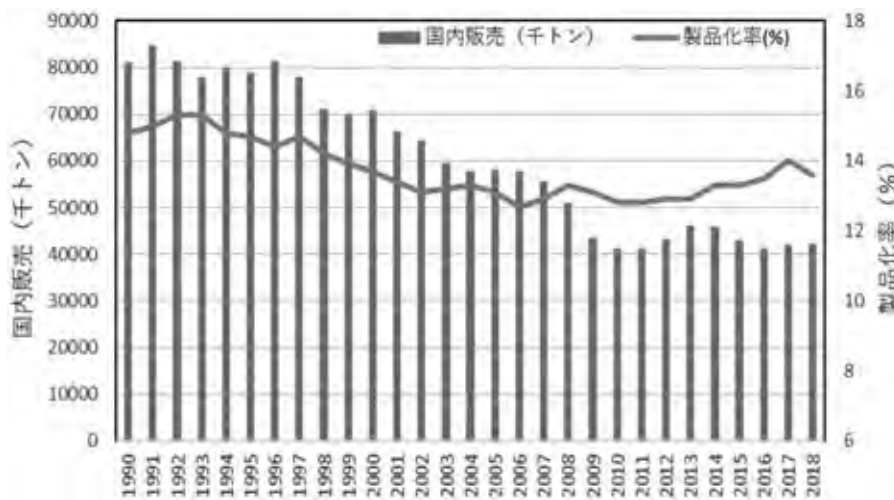


図-2 セメントの国内販売高に占める製品化率の推移 (セメント協会統計値より作成)

表-1 産・官・学によるプレキャスト製品利用拡大へ向けた活動

団体名	活動内容
土木学会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	コンクリート工事の生産性向上に向けたプレキャスト製品の有効活用方法の提案 (2016年活動終了)
土木学会コンクリート委員会／プレキャストコンクリート工法の設計施工・維持管理に関する研究小委員会	コンクリート工へのプレキャストの活用推進にむけて、工法、維持管理方法を提案
(一社) 道路プレキャスト製品技術協会	道路プレキャスト工指針の策定
(一社) 全国コンクリート製品協会	i-Construction 対応ワーキンググループによる活用推進方法の立案
(一社) 次世代プレキャスト施工技術研究会	現場打ちコンクリートとの各種性能比較データの蓄積
国土交通省：コンクリート生産性向上検討協議会	コンクリート工の生産性向上を進めるため、一部でプレキャスト製品の有効活用方法を検討



図-3 橋梁構造物のプレキャスト化の分類⁴⁾

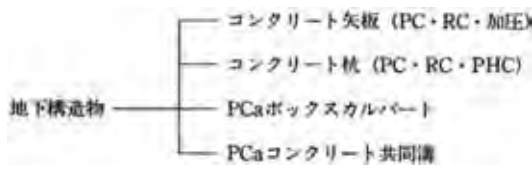


図-4 地下構造物のプレキャスト化の分類⁴⁾

プレキャスト化の事例が比較的多いと推察される構造物に対するプレキャスト化の分類を図-3, 4に示す。

(1) 建設工事への適用事例に関するアンケート結果

今般、代表的な国内の主なプレキャストメーカーならびに施工者を対象にプレキャスト製品活用事例に関する以下のようなアンケート調査（2019年6月実施）を行った。

1. 建設工事へのプレキャスト製品の活用の事例
 - 1.1 対象工事・構造物
 - 1.2 対象製品（製品名、商品名等）
 - 1.3 当該製品導入のメリット・目的
 - 1.4 メリットを享受するための製品の材料・構造的特徴
 - 1.5 当該製品の概算量（ton, もしくはm³）
 - 1.6 当該製品の今後の需要動向、納入予定など
 - 1.7 当該製品の品質や性能の改善に関する今後の予定
 - 1.8 その他特筆すべき情報
2. プレキャスト製品の生産性／トレーサビリティの向上
 - 2.1 対象製品
 - 2.2 生産性／トレーサビリティの向上のための具体的手法

得られた回答の中から一部を抜粋して、「建設工事へのプレキャスト製品の活用の事例」については表-

2（その1～2, 各1/2～2/2）および表-3（1/2～2/2）にまとめる。また、プレキャスト製品メーカーにおける生産性／トレーサビリティの向上については表-4にまとめる

(a) 製品活用事例について

この結果、メーカー、施工者ともに、プレキャスト化の目的・効果の多くは「工期短縮／省人化」であった。天候に作業工程が左右されにくく、他の作業工程と同時並行ができるため、現場打ちに比べておむね工期が半減となる点が導入を後押ししているようである。工期短縮を可能とするのは「足場・支保工の削減」が大きい。これらの作業には人／モノの落下事故などのリスクを伴うため、プレキャスト化による安全性の向上も大きなメリットとして挙げられている。

また、「高強度／高耐久」という点もメリットとして挙げられている。一方、プレキャスト製品は1日1サイクル製造もしくは1日2サイクルで生産するのが一般的である。よって配合設計は部材の設計基準強度ではなく、脱型強度に支配される場合が多い。その結果、現場打ちに比べて単位結合材料が多い、高強度な配合になりがちである。ゆえに、生産上の都合で高強度な部材となっているともいえる。さらには、“現場打ちよりもひび割れのリスクがない”という声もあった。

中には、建築技術を土木工事に転用した工法もあり、すでにその成果が指針にまとめられており⁵⁾、今後の普及に期待される。

図-5にアンケート結果に基づく、プレキャスト活用の効果とメリットをまとめる。

(b) プレキャスト製品の生産性／トレーサビリティについて

アンケートの結果、あまり回答件数は多くなく、回答内容はおおむね「ICTもしくはコンピューターを活用した生産性向上」であった。しかも、すべてのメーカーで、「検討中」、もしくは「試験運用中」であり、現時点でICT導入の果実をすでに得ているメーカーはなかった。今後の発展に期待したい。今回のアンケートで、本件に関する回答が少なかったのは、“日常的に行っている生産性向上の活動をわざわざアンケートに答えてアピールするほどでもない”と思慮されたものと推察する。かつて製品業界に身を置いた筆者としては、決して「メーカーは生産性向上に向けてたいして努力をしていない」のではないということを補足したい、事実、2016年に行った別のテーマでのアンケート結果⁶⁾では、各社様々な手法で生産性向上に取り組んでおり、今後の研究開発投資、生産設備投資いずれにおいても意欲的である（図-6, 7参照）。

表一 建設工事の生産性向上に向けたプレキャストメーカーの取り組みの現状 (その1:1/2)

	対象工事・構造物	対象製品 (商品名等)	当該製品導入の 主なメリット・目的	製品の材料・構造的特徴
日本コンクリート工業	主に自立式壁体構造物が対象 道路擁壁、河川護岸、橋台基礎、調整池側壁、掘削道路側壁、造成地擁壁、ボックス構造物側壁、スノーシェッド・ロックシェッド側壁、防潮堤、振動抑制	PC-壁体	<ul style="list-style-type: none"> ・大規模仮設が不要 (工期短縮) ・高い壁高に対応可能 ・背面地山を乱すことなく施工が可能で既設構造物への影響が少ない ・工事の振動を抑制 	遠心締固め方式により成形された円形の中空部を有する角型断面のプレストレストコンクリート製品を、クローラ式杭打機を用いて、連続施工することにより仮設不要の自立式壁体構造物を短工期で構築することが可能
ヤマウ	函渠	FAボックス	<ul style="list-style-type: none"> ・工期短縮と省人化 ・斜角 60° 以上に対応可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・頂版、側壁を分割構造することで、単純な形状、構造が可能となり、斜角への対応が容易 ・分割製品であるため運搬が容易 ・現場作業の機械化が容易
丸治コンクリート工業所	岸壁における鋼管矢板上部工の残存型枠	ハンガー式ヤジロベエ工法	施工時の波や風の影響に対する耐久性の向上、施工性の向上、工期短縮	現場打ちに比べて富配合
	擁壁上部の車両用剛性防護柵	剛性防護柵	工期短縮、構造物の耐久性向上	
昭和コンクリート工業	<ul style="list-style-type: none"> ・道路土構造工事 ・橋梁構造物 ・地下構造物、鉄道構造物 	<ul style="list-style-type: none"> ・カルバート ・擁壁 ・水路 ・床版 ・PC-JIS桁 	<ul style="list-style-type: none"> ・工期短縮 ・耐久性、メンテナンス性の向上 	<ul style="list-style-type: none"> ・製品の高耐久化を目的に高炉スラグ微粉末を使用 ・設計上不利とならない位置で分割し機械式継手等を用いて現場で接合
オリエンタル白石	道路橋床版	SLJスラブ	<ul style="list-style-type: none"> ・工期短縮 ・製品重量の軽減 	接合部にエンドバンド鉄筋を用いることで、床版厚を薄肉化

表二 建設工事の生産性向上に向けたプレキャストメーカーの取り組みの現状 (その1:2/2)

	当該製品の概算量 (ton, もしくは m ³)	当該製品の今後の 需要動向, 納入予定	当該製品の品質や性能の 改善に関する今後の予定	備考
日本コンクリート工業	部材幅 □400 mm~□900 mm 部材長 5~15 m(1 m ピッチ、 継杭可能) 部材質量 □400:0.26 ton/m, □900:1.17 ton/m	新たに防潮堤、放水路側壁などの採用事例も増加しており、工法開発により施工可能範囲の拡大が可能となり需要は増加傾向にある	<ul style="list-style-type: none"> ・目地部処理方法の改善 ・長方形断面の拡充 ・高剛性による高い壁高への対応 ・アンカー併用による変位の抑制 	PC-壁体はおよそ半世紀に渡って、施工方法や製品の研究・開発、使用用途の拡大等を重ね約 670 件の実績を有する
丸治コンクリート工業所	現場ごとに対応	需要は増加傾向にある	現場に応じた品質、性能、要求項目が異なるため、協議し対応	
ヤマウ	側壁総重量 414 t 頂版総重量 175 t	路や河川等で施工される内空幅 5 m 以上の大型ボックスカルバートは経済面から橋梁の代替として採用され、需要は増加傾向	頂版のプレストレス構造をポストテンション工法からプレテンション工法に換え、さらなる軽量化を図る	FA 工業会 HP http://fabox.jp/
昭和コンクリート工業	一部材概ね 25 t 程度 複数の部材を接合して一つの構造物としたときの重量は最大で 100 t 程度	3 連 (眼鏡形状) 分割ボックス、頂版分割スーパーワイドボックス今年度納入予定	製品の軽量化	
オリエンタル白石	0.44 ton/m ² 程度 (RC 床版 0.54 ~ 0.61 ton/m ²)	道路橋の RC 床版のリニューアル工事に多く採用	耐久性の向上を目的として、エンドバンド継手のエポキシ樹脂塗装仕様やコンクリートに高炉スラグ微粉末や高炉スラグ細骨材を用いた開発も検討中	<ul style="list-style-type: none"> ・特許: 特許第 5337122 号 ・NETIS 登録: KT-070081-VE

表一 建設工事の生産性向上に向けたプレキャストメーカーの取り組みの現状 (その2: 1/2)

	対象工事・構造物	対象製品 (商品名等)	当該製品導入の 主なメリット・目的	製品の材料・構造的特徴
東栄コンクリート工業	・L型擁壁 ・道路排水工事	・ゴールコン ・シールコン	・工期短縮/省人化 ・冬季施工における品質の確保	・高強度(富配合)コンクリート ・大型製品の分割化
安部日鋼工業	RC造高層住宅	・柱 ・大梁、小梁	・工期短縮/省人化 ・構造躯体の品質確保	柱・梁の主筋の継手
トヨタ T&S 建設	住宅を主とした建築物全般	建築物に設ける構造体または壁、床板	・工期短縮 ・製品の品質および均質性の向上	同種同形状の大量生産
鶴見コンクリート	雨水矩形きよの老朽化対策	RPC工法	・供用中の構造物の改修が可能 ・施工時間が短い ・高耐久化が可能	・平行四辺形の製品形状 ・高耐久被覆を設置
	地下式雨水調整池	プレキャスト式雨水地下貯留施設	・高耐久 ・工期短縮/省人化 ・施工時に資材搬入が少ない等、周辺地域への影響緩和、作業環境の改善	壁式多連型の構造物を構築できるため、平面的な制限がなく敷設可能範囲に無駄なく配置が可能
	河川を横断する橋梁への逆台形ボックスカルバート	T-RAZOボックスカルバート	・コスト縮減 ・工期短縮	逆台形形状のため河川護岸と形状が合致し、ボックス形状と比較して土工の軽減が可能となり、河川側道封鎖が不要
共和コンクリート工業	・海岸・港湾整備製品 ・道路プレキャスト製品	・ロックブロック ・残置ブロック ・波返し ・斜角門型カルバート	・工期短縮 ・高耐久性 ・大がかりな工事作業車(重機)等が不要	・高強度(富配合)コンクリート ・膨張材活用によるひび割れリスク低減

表一 建設工事の生産性向上に向けたプレキャストメーカーの取り組みの現状 (その2: 2/2)

	当該製品の概算量 (ton, もしくは m ³)	当該製品の今後の 需要動向, 納入予定	当該製品の品質や性能の 改善に関する今後の予定	備考
東栄コンクリート工業	対象案件ごと	引き合いが多く、需要増を見込む	部材厚増大に伴うひび割れリスク回避のための製造条件の検討	
安部日鋼工業	・柱: 1,971 m ³ ・大梁: 3,769 m ³	鉄筋工、型枠工の作業員が不足しており、柱梁のプレキャスト化が進められているため需要増も見込まれる		
トヨタ T&S 建設	対象案件ごと	職人不足により需要拡大傾向	BIMを活用した生産性向上	
鶴見コンクリート	対象案件ごと	下水道管きよの老朽化対策は逼迫している問題であり今後の需要は、拡大傾向	汚水による硫化水素等の負荷がかかる場合などコンクリートのさらなる高耐久化が必要	http://www.spr.gr.jp/rpc.html
	対象案件ごと	近年の都市部におけるゲリラ降雨による雨水抑制対策は、逼迫する問題であるため、今後の需要は拡大傾向	コンクリートのさらなる高耐久化	https://tyoryuukyou.jp/
	対象案件ごと	施工範囲が大きく取れない中小規模の橋梁の架け替えが多数あり今後の需要は拡大傾向	大型断面の場合上下二分割になる接合面に対する好適な機械式鉄筋継手の選定	http://tsuru-con.jp/pdf/t-razo.pdf
共和コンクリート工業	対象案件ごと	海岸構造物はインフラ整備や災害対策の観点から、今後需要が見込まれている	構造物・コンクリート配合面からさらなる遮塩性の向上を図る	https://www.kyowa-concrete.co.jp/02_products.html

表一三 建設工事の生産性向上に向けたゼネコンの取り組みの現状 (1/2)

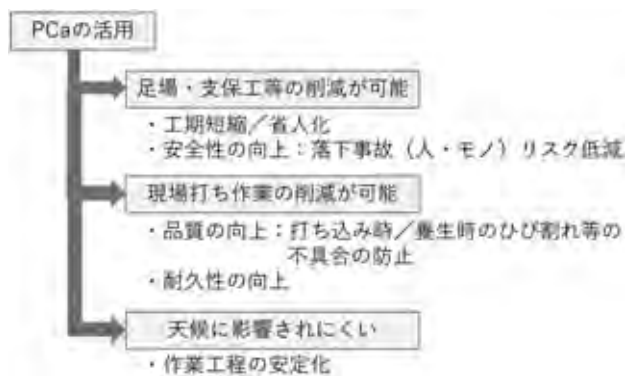
	対象工事・構造物	対象製品 (商品名等)	当該製品導入の 主なメリット・目的	製品の材料・構造的特徴
熊谷組	橋梁床版取替工事	橋梁用コッター床版 (プレキャスト PC 床版)	<ul style="list-style-type: none"> ・工期短縮／省人化 (いずれも従来工法の半分) ・熟練工不要 ・品質向上 (現場打ち部分を大幅に削減し, 99%をプレキャスト化) ・取替性向上 (将来の部分的な取替も可能) 	床版の継手部を機械式継手であるコッター式継手とした
日本国土開発	調整池工 - 流末水路工	ボックスカルバート	<ul style="list-style-type: none"> ・工期短縮 ・土工事との同時作業化 	上載荷重を考慮し, 空断面を維持したまま頂版部の肉厚を大幅増加 (190 → 300)
3H工法研究会	橋梁下部工	3H パネル (3H 工法で使用, 帯鉄筋内蔵型プレキャスト製埋設型枠)	<ul style="list-style-type: none"> ・工期短縮／省人化 ・品質向上 (初期欠陥を無くす) ・耐久性向上 (LCC の削減) ・高所作業の削減による安全性向上 	<ul style="list-style-type: none"> ・昇降式移動型枠による施工 ・帯鉄筋を内蔵
大林組	鉄道ラーメン高架橋	LRV 工法	工期短縮／省人化	<ul style="list-style-type: none"> ・柱梁接合部をプレキャスト化していることが特長 ・鉄筋はすべてモルタルスリーブ接手によって接合
東急建設	鉄道ラーメン高架橋	鉄道ラーメン高架橋の用ハーフ PCa	<ul style="list-style-type: none"> ・工期短縮／省人化 ・営業線と現場周辺の安全性確保 ・工事騒音の低減 	<ul style="list-style-type: none"> ・梁とスラブの支間方向にはプレテン方式のプレストレスを導入 ・柱の中詰部等にコンクリートを打設して自立

表一三 建設工事の生産性向上に向けたゼネコンの取り組みの現状 (2/2)

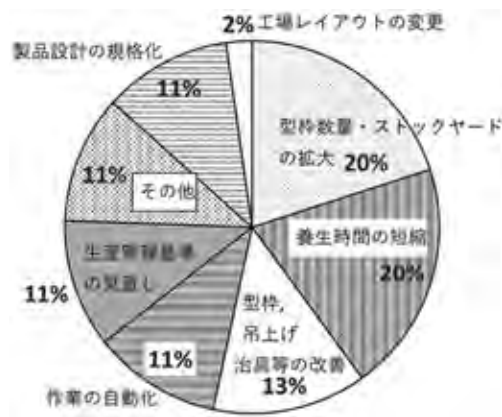
	当該製品の概算量 (ton, もしくは m ³)	当該製品の今後の 需要動向, 納入予定	当該製品の品質や 性能の改善に関する 今後の予定	備考
熊谷組	高速道路用床版 1 枚寸法 約 11 m × 約 2.5 m × 約 0.22 m (約 15 ton/枚)	橋梁の老朽化に伴う床版取替工事が急増, 今後ますますの需要を見込む	コストダウン	
日本国土開発	12 ton	盛土道路下の横断水路等に需要が今後も予想される		積載荷重の分散のため緩衝材として, EPS (発砲スチロールブロック) を設置
3H工法研究会	高さ 25 ~ 58 m			http://www.actec.or.jp/3h_pier/
大林組	北陸新幹線延伸工事の 2 工区において採用	都市部の連立工事に採用が見込まれる	建築で確立した技術をベースに鉄道特有の構造的な性能や施工上の課題について解決を図る必要がある	有用な建築技術を土木分野に適用した事例 接合技術に関しては鉄道総合研究所から「モルタルスリーブ継手を用いたプレキャストラーメン高架橋の設計・施工指針」が発行されている
東急建設	当該工区のハーフプレキャスト部材の総重量 3,787 ton 柱: 1,277 ton 縦梁・横梁: 1,694 ton, 816 ton	施工中の現場 <ul style="list-style-type: none"> ・西鉄天神大牟田線 (春日原～下大利) 連続立体交差事業 ・西鉄天神大牟田線連続立体交差事業 (雑餉隈駅付近) 		<工法実績> <ul style="list-style-type: none"> ・臨港鉄道金城ふ頭線 ・東横線複々線化事業 ・京浜急行本線及び同空港線 ・相模鉄道本線 (施工中)

表一 4 プレキャスト製品製造の生産性／トレーサビリティの向上におけるメーカー各社の取り組みの現状

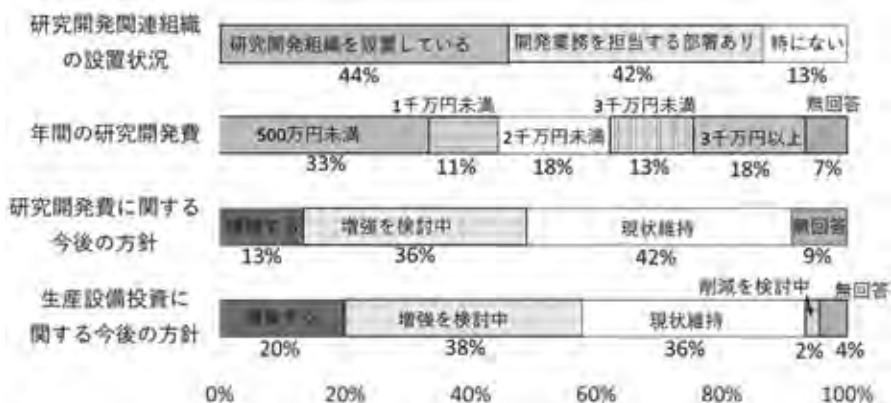
	対象製品	生産性向上のための具体的手法	その効果（従来法との比較）	当該技術の改善予定	備考
日本コンクリート工業	シールドセグメント	高流動コンクリートの使用	<ul style="list-style-type: none"> ・工程、設備の省略・軽減：振動締固め、型枠移動設備の省略、型枠維持費の軽減 ・コストダウン（労務費、設備費、動力費の削減） ・環境負荷低減（騒音振動低減による、周辺家屋の影響低減） ・作業員の労務負荷低減 	繊維補強コンクリートのワーカビリティ向上	
ヤマウ	FA ボックス	3D-CAD システム導入による設計業務の合理化	設計工数が約半減	3D-CAD システムの活用対象製品の拡張	生産ラインのロボット化計画中
	製品のトレーサビリティ向上	<ul style="list-style-type: none"> ・製品への IC チップの埋設 ・ドローンによる在庫管理（いずれも計画済） 	<ul style="list-style-type: none"> ・在庫管理業務の効率化 ・ストックヤード活用の効率化 	システム開発	
昭和コンクリート工業	シールドセグメント	レーザートラッカーによる製品計測の合理化（検討中）	作業時間の半減が期待される		
ジオスター	全製品	ICT を用いた製品製造・保管状況管理	<ul style="list-style-type: none"> ・製造状況ならびに在庫状況が工場の外にいてもリアルタイムで把握することが可能 ・手入力による記録ミス防止 	労務管理や原価管理にも連携を図る	試験運用中



図一 5 プレキャスト活用の効果とメリット



図一 6 工場の生産性向上に向け課題・取り組み⁶⁾



図一 7 メーカーにおける研究開発／生産設備の投資に関する意識調査結果⁶⁾

(2) 適用事例紹介

プレキャスト製品の適用事例について、代表的な構造物（鉄道ラーメン高架橋、ボックスカルバート）に関するアンケートの結果、ならびに個別ヒアリング結果をもとに紹介する。

(a) 鉄道ラーメン高架橋（その1）

〈対象工事〉

首都圏民間鉄道事業者耐震補強工事

〈施工者〉

東急建設

〈対象製品〉

CBパネル工法（プレキャストパネルと高強度繊維補強モルタルを用いた耐震補強工法）

〈当該製品導入のメリット・目的〉

補強鉄筋の組立、型枠支保工・脱型作業を省略することで、施工の省力化および工期短縮を図り、大型重機、溶接作業を必要とせず、狭隘部での施工を可能としている。

〈工事／製品の特長・概要など〉

分割した接続用の鋼材、ボルト、プレキャストパネルおよび高強度繊維補強モルタルから構成される。分割した鋼材とボルトにてプレキャストパネルを既設柱の周囲に配置し、プレキャストパネルを埋設型枠として、既設柱との隙間に高強度繊維補強モルタルを充填させる工法である（図-8参照）。

プレキャストパネルの材料変更（レジンコンクリートから無機材料）が今後の技術的検討課題。

(b) 鉄道ラーメン高架橋（その2）

〈対象工事〉

西鉄天神大牟田線連続立体交差事業

〈施工者〉

清水建設

〈対象製品〉

ハーフプレキャスト工法によるRCラーメン高架橋（国内で5例目：2019年7月時点）

〈当該製品導入のメリット・目的〉

営業線直上工事である関係上、通常はき電停止中の夜間作業が主体であるが、昼間作業が可能となるため大幅な工期の短縮（現場打ちに比べて約40%短縮）が実現。さらに、工具等の落下による不慮の事故のリスクも低減できる。また、現場でのコンクリート打設量が減少し、振動締め作業による騒音が低減される。

〈工事／製品の特長・概要など〉

ハーフプレキャスト（HPCa）工事の施工順序を図-9に示す。一部は配電用の架線柱やトラスビームとの離隔が不十分であるため、調整桁にはPCホロー桁を用いている。この工法は「ハーフプレキャスト工法を適用した鉄道ラーメン高架橋の設計・施工指針（財団法人鉄道総合技術研究所 平成11年3月）」にまとめられている。

なお、本工事の実際の施工に先立ち、発注者立会いのもとに実物大の構造物モデルを活用した施工実験を実施し、安全・確実な施工計画の立案がなされた。さらに、工期中においてもプレキャスト部材の改良がおこなわれており、これらの努力によって高品質な構造物の安全施工が実現されている。

(c) ボックスカルバート（その1）

〈対象工事〉

小杉新町2号線道路改良工事

〈施工者〉

昭和コンクリート工業

〈対象製品〉

超大型分割ボックスカルバート：スーパーワイドボックス（SWB）

〈当該製品導入のメリット・目的〉

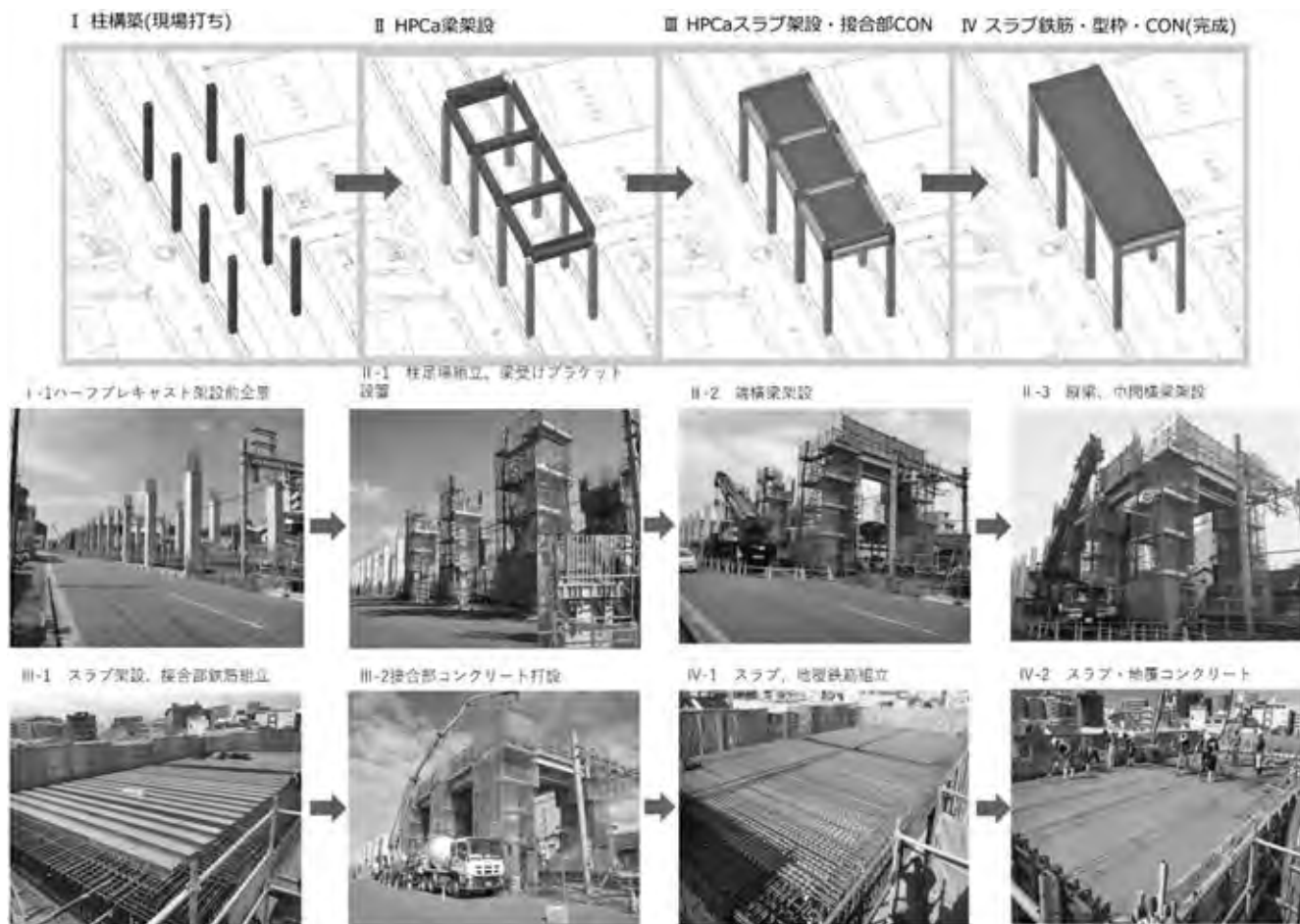
河道内で川の切り回しをする必要があったため、通常は両側壁と頂版部材を1セットとして順次施工していくが、今回は1次施工として左岸側壁のみを据付、その後2次施工として右岸側壁と頂版部材を据付する分割施工を採用（図-10参照）。各段階で切り回し用のコルゲートパイプ位置を移動することにより製品の据付が可能。

〈工事／製品の特長・概要など〉

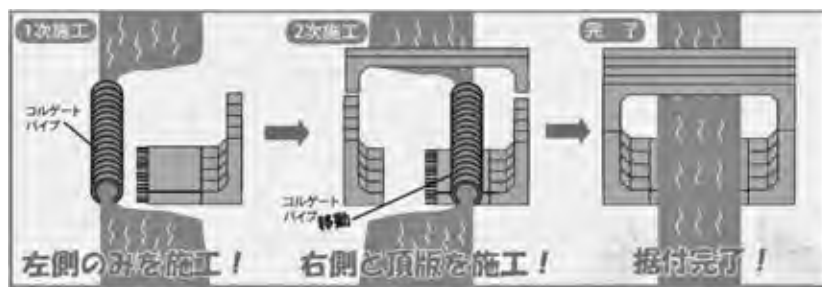
頂板部材、側壁部材、底版部材で構成され、内空幅10mから13mまで規格化された超大型のボックスカルバート。頂版部材と側壁部材にPC鋼材を使用し、PRC構造としたことで耐久性の向上と部材の軽量化を同時に実現。



図-8 CBパネルの部材と施工手順



図一9 ハーフプレキャスト (HPCa) 工事の施工手順



図一10 スーパーワイドボックス施工手順

(d) ボックスカルバート (その2)

〈対象工事〉

高速道路インターチェンジ新設工事

〈施工者〉

竹中土木

〈対象製品〉

複合ハーフPCa ボックスカルバート

〈当該製品導入のメリット・目的〉

工期短縮を目的に従来の現場打ちボックスカルバートをプレキャスト化。現場打ちに比べて工期は約半減(フルプレキャスト:58%短縮, ハーフプレキャスト:50%短縮)を実現。

〈工事/製品の特長・概要など〉

頂版下部にPC版を採用し、頂版部のみを現場打ちとした構造形式。頂版打ち込み作業用の支保工が不要となる(図一11参照)。

(3) 海外(マレーシア)におけるプレキャスト製品活用の現状

マレーシアの首都クアラルンプールは都会である。グローバル企業の支社が数多くあり、交通インフラもますます発展している。当然、オフィスや住宅需要としてビルの建設ニーズは高く、各種インフラも含めた建設投資も活発である。しかしながら、人口は170万



図一 11 HPCa ボックスカルバートの概要



図一 12 建築向け PCa 製品の例 (マレーシア)⁷⁾

人程度で、周辺都市を含む首都圏人口でも 600 万人程度である。旺盛な建設需要に対して明らかに労働力が不足している。足りない労働力は外国人労働者に頼らざるを得ない。しかしながら、中には言葉が通じない作業員も多数在籍し、コミュニケーション不足による様々なトラブル等に見舞われることも多々あるとのこと。そのような状況の中、数年前から注目が集まっているのが Industrialized Building System (IBS) である (表一 5)⁷⁾。簡単に言えば建築工事向けプレキャスト部材 (図一 12 参照) である。労働力不足の背景は我が国と異なるものの、人手不足対策として目指す方向は同じようである。熱帯気候 (暑くて雨季がある) の国においては、IBS 導入により現場におけるコンクリート工が大幅に削減されるだけでなく、工期の安定と品質の向上 (安定?) につながると報告されている。

3. プレキャスト製品利用拡大に向けての課題

プレキャスト製品の活用のメリットは、工期短縮／省人化／品質の向上／現場環境・安全性の向上とまさに“良いこと尽くめ”の謳い文句である。しかしながら、プレキャスト化への移行が容易な状況にあるとは言いきれない。それには当然、いくつかの理由がある。ここでは利用拡大に向けた課題について述べていきたい。

(1) コストの壁

(a) 現場打ちとの比較

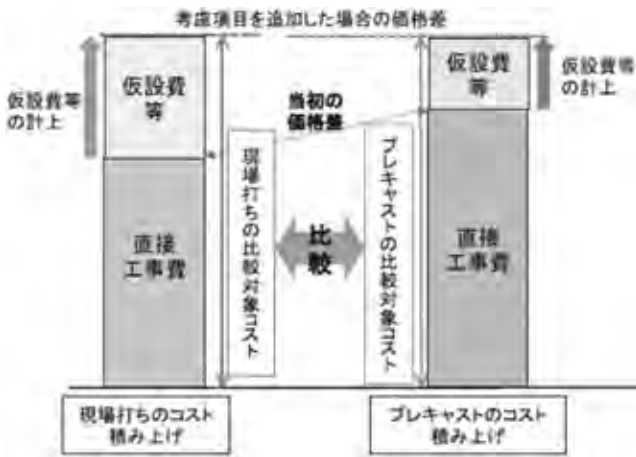
すでに述べたとおり、プレキャスト製品の採用は現場打ちに比べて“高い”と言われている。今回のアンケート調査、並びにヒアリングを行った範囲では、プレキャスト製品を採用することによって概ね工期は半減することが可能となるが、工費は 1.4 ～ 4.0 倍になると試算されている。前述した鉄道営業線直上ラーメン高架橋工事などは工事の制約事項が多く支保工の組みバラシなどに工数がかかるため、比較的プレキャストの導入がしやすいという面もあるが、それでも同等程度までとはいかない。直接工事費のみで比較するのではなく、図一 13 に示すような、仮設費や交通規制費用といった要素も含んだ総合的な比較が可能な手法の確立が望まれる⁸⁾。

(b) 高い表面品質要求

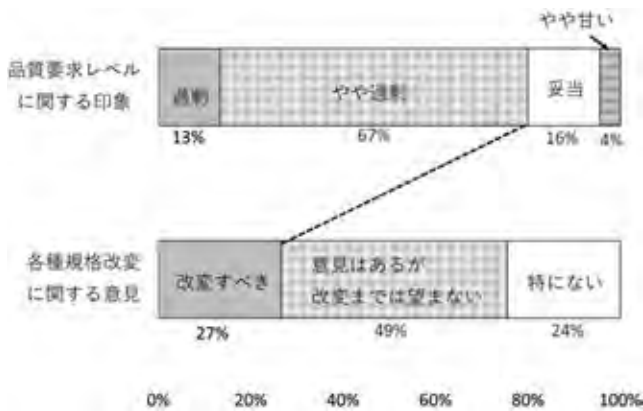
現場打ちプレキャスト製品は“現場打ちに比べてひび割れに代表される様々な表面欠陥のリスクが少ない”と考えられている。もちろん、適切な生産管理のもとで製造されるものは表面品質が優れていることは周知のとおりである。しかしながら、“(高価な)プレキャスト製品だから表面はツルツルピカピカでなければならない”という概念が現在でも広く蔓延しており、補修 (お化粧?) して出荷することも多々ある。あまつさえ製品性能にほぼ無関係と考えられる色むら

表一 5 Industrialized Building System (IBS) の長所と短所⁷⁾

長所	・工期短縮／省人化 ・コストダウン	・他工事と並行作業が可能 ・雨季でも作業が天候に左右されにくい ・マレーシアでは建設工事に外国人労働者 (場合によっては意思の疎通が困難) を頼らざるを得ない状況であるため省人化は非常に有意義
	高品質化	・現場打ちに比べて打ち込み／養生管理が容易 ・ひび割れ等のリスク軽減
	・作業環境の改善 ・環境負荷の低減	仮設工用木材等の使用・廃棄が削減される
短所	高い初期投資	製作設備の投資、場合によってはオペレーターの育成投資が必要となる
	接合部の性能担保に課題	接合部は現場打ちが基本であるため、特に雨季などに接合箇所の不具合が発生する事例がある



図一13 総合的なコスト比較のイメージ⁸⁾



図一14 メーカーにおける製品品質の要求レベルと規格の改編に関する意識調査結果⁶⁾

ですら、場合によっては補修対象となる。もちろん、このような工程はコストアップ要因になる。この点、メーカー側も「過剰な要求」と受けとめているようだが、立場的になかなかモノを言えない状況にあることもうかがえる（図一14参照）。製品に求められる本来の性能／機能に基づいた要求品質で、受け渡しが行

われるようになってほしいと切に願う次第である。

(c) 生産が特定期間に集中する(生産の平準化が困難)
 プレキャスト工場における製品製造・出荷の年間変動について、ボックスカルバートを例に見てみる（図一15参照）。生産（製造・出荷）は10～12月が年一度のピークを迎える。この時期はどこのメーカーも大忙しである。逆に年度初めから夏ごろまでは閑散期を迎える。このように、長い閑散期がある場合、その時期をベースにした人員・設備配置を選択せざるを得ない。その結果、繁忙期には恒常的な超過勤務や未熟な派遣作業員などに起因する事故のリスクも増大する。製造と同じく出荷も繁忙期に集中するため、ストックヤードが手狭になり、部材の横持ちコスト等、余分な費用が発生する。良い品質の製品を安定的に安く供給するためには、先行発注などによる生産の平準化が有効であるが、これはメーカーの企業努力を超えたテーマであるのは言うまでもない。

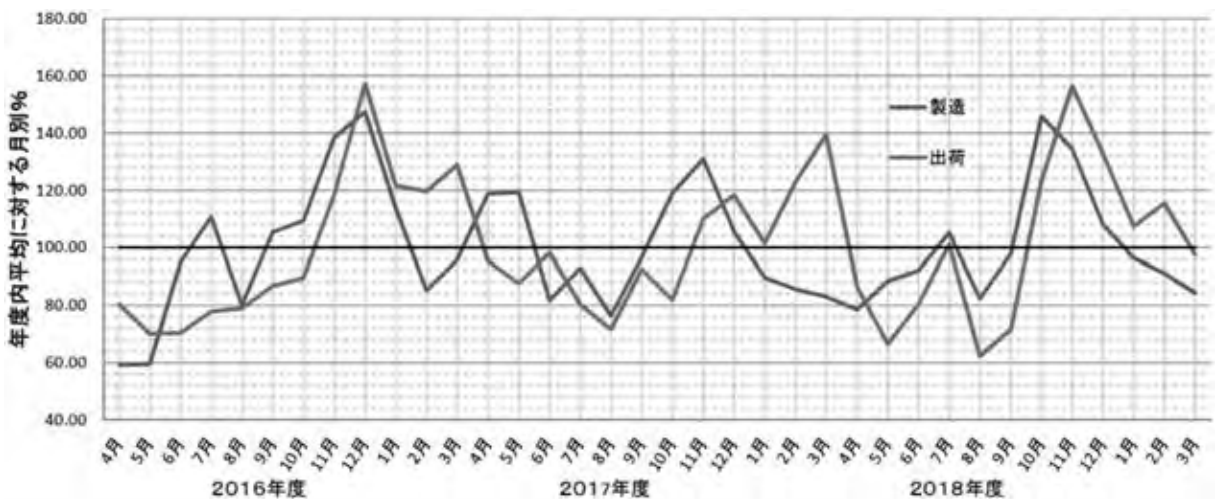
(2) 部材接合技術の課題

製品本体に関しては様々な技術開発がなされている反面、接合に関する技術開発は若干遅れている印象がある。構造・耐久性能両面から、接合に関する要素技術開発が現在行われている。とりわけ、シールドセグメントにおいては接手の開発・実用化は活発で、画期的な接手¹⁰⁾も多数実用化されている（図一16参照）。

シールド工事以外の製品においても、今後行われるであろう様々な研究成果を盛り込んだガイドライン、マニュアルが発行・周知され、採用のハードルがますます下がることを期待したい。

(3) 標準化

同一形状・寸法のものを大量に作るのはコストダウ



図一15 ボックスカルバートの生産と出荷の年間変動⁹⁾

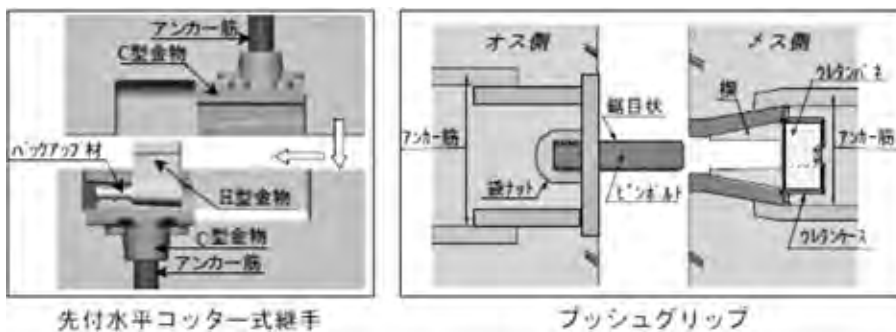


図-16 シールドセグメントの継手 (ワンパスセグメント)¹⁰⁾

ンに最も有効であるのは間違いない。IBS などはそのコンセプトで展開されている。国土交通省が主導するコンクリート生産性向上検討協議会においても主要部材の規格の標準化が議論されている。

4. おわりに

諸事情により建設工事の生産性向上を目指す現在の建設業界の趨勢は、プレキャスト製品の利用拡大にとっては追い風ともいわれている。国土交通省は生産性向上に向けて積極的に業界をリードしており、最近では「コンクリート橋のプレキャスト化」や「コンクリート構造物における埋設型枠・プレハブ鉄筋」などの各種ガイドラインを発行し、プレキャスト製品の利活用の後押しをしている。一方、施工者もメーカーもそれぞれ効率的な活用方法や新材料、新技術などを活用した性能の多様化・高度化に鋭意注力されており、今後様々な新製品、新工法が提案・上市されてくることは想像に難くない。アンケート調査の結果でも、建設工事へのプレキャスト製品の活用事例が増えつつあり、今後も需要が予想されているのは喜ばしい限りである。

しかしながら、このような環境の中にあっても、プレキャスト化の一番の障害要因は“価格が高い”ことであるのは否めない。もちろん、メーカー各社のみならず施工者においても材料、構造、生産方法、そして接合部を含む工法全般に様々な手法を凝らしたコストダウンに注力している。一方、そのコストダウンにおいて、メーカーの企業努力だけではどうにもならな

い、「製品生産の平準化」や「異常に高い（と考えられる）外観品質要求」など、発注者を含む建設業界全体で考え、対策すべき課題も残されているのではないだろうか。活用のさらなる推進のためには、これら大きな課題を解決するための業界全体のパラダイムシフトが起こることを願って本稿のむすびとしたい。

JCMA

【参考文献】

- 1) 春日昭夫：持続可能な日本の建設産業のために今考えること，コンクリート工学，vol.53，No.1，pp.112-117，2014
- 2) 国土交通省 HP
- 3) 市村靖光ほか：コンクリート工の生産性向上のためのプレキャスト化の推進について，第34回建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会講演集，pp.83-88，2016
- 4) 得能達雄：コンクリート構造物プレキャスト化の展望，川田技報，Vol.15，pp.24-29，1996
- 5) 喜多直之ほか：建築プレキャスト工法の鉄道高架橋への展開，コンクリート工学，Vol.55，No.9，pp.815-819，2017
- 6) 伊達重之：再評価されるプレキャスト製品—利用拡大に向けての現状と課題，コンクリートテクノ，Vol.36，No.1，pp.1-5，2017
- 7) M.A. Othuman Mydin, et al. : Industrialised Building System in Malaysia: A Review, MATEC Web of Conferences 10, 01002, 2014
- 8) 堤英彰：コンクリート工の生産性向上に向けた取組み—全体最適の導入（コンクリート工の規格の標準化等）—，建設マネジメント技術 2017年6月号，pp.27-32，2017
- 9) (一社)全国コンクリート製品協会ほか：国土交通省とPCaコンクリート製品業界との意見交換会資料，2019.5
- 10) 宮清ほか：ワンパスセグメント2の研究・開発，土木学会第57回学術講演会梗概集，Ⅲ -194，pp.387-388，2002

【筆者紹介】

伊達 重之（だて しげゆき）
東海大学 工学部 土木工学科

