

ご意見および課題の提案について

1. 生産性向上技術

(1) 方向性について

そもそも国土交通省が生産性を向上や始めた当時、測量から維持管理までのシームレス化とフロントローディングとコンカレントエンジニアリングの導入が示されていました。しかし現状では要素技術の開発等に重点が置かれている状況ではないでしょうか。

- ・シームレス化→国や自治体がどれだけ早期に測量段階からの3Dを採用できるか(=フロントローディングの実現につながる)
- ・コンカレントエンジニアリング→熟練の技術を持つ建設会社OBの活躍への期待

※コンカレントエンジニアリング

製品やシステムの開発において、設計技術者から製造技術者まですべての部門の人材が集まり、諸問題を討議しながら協調して同時に作業にあたる生産方式。開発のある段階が終わってから次の段階に移るのではなく、開発段階の最後のほうですでに次の段階をオーバーラップしながら開始していく。(三省堂大辞林より)

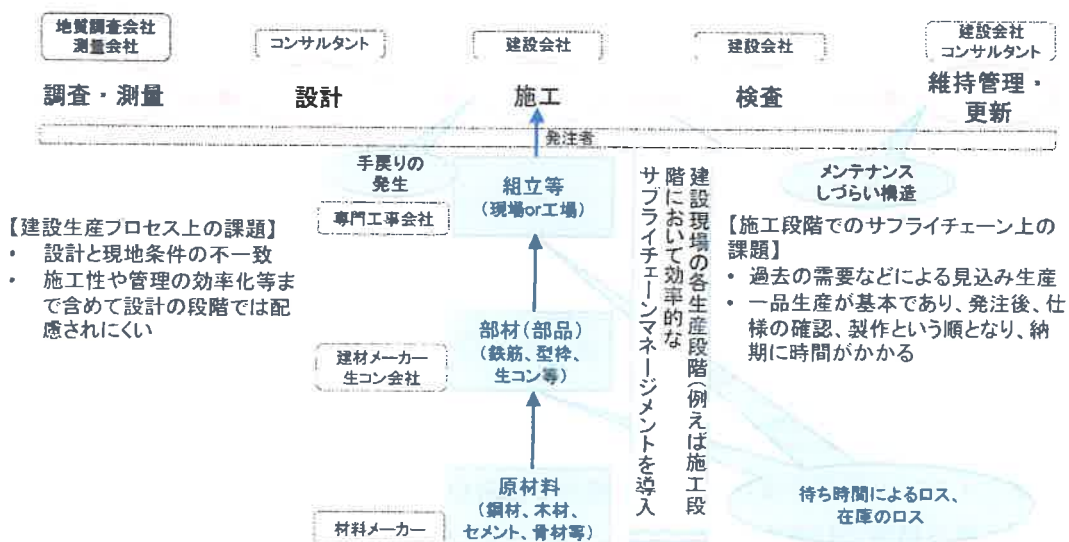
※フロントローディング

システム開発や製品製造の分野で、初期の工程において後工程で生じそうな仕様の変更等を事前に集中的に検討し品質の向上や工期の短縮化を図ること。CIMにおいては、設計段階でのRC構造物の鉄筋干渉のチェックや仮設工法の妥当性検討、施工手順のチェック等の施工サイドからの検討による手戻りの防止、設計段階や施工段階における維持管理サイドから見た視点での検討による仕様の変更等に効果が見込まれる。((一財)日本建設情報総合センターHPより)

2. i-Constructionを進めるための視点 (2)



○ 建設現場の宿命打破のため、衛星測位技術やICT技術による建設生産プロセス全体のシームレス化と、施工段階等における効率的なサプライチェーンマネージメントを導入



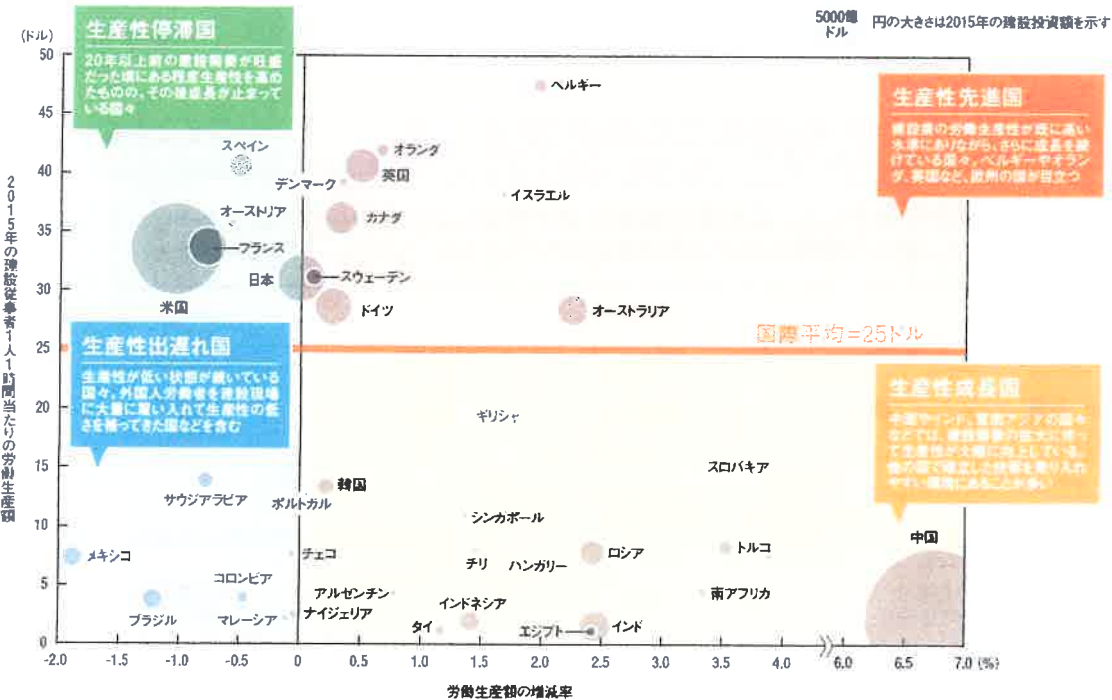
## 2(3)①. 建設現場を最先端の工場へ

○ 調査・測量から設計、施工、検査、維持管理・更新までのあらゆる建設生産プロセスにおいて、3次元データ等を導入することで、ICT建機など新技術の活用が実現するとともに、コンカレントエンジニアリング※1、フロントローディング※2の考え方を導入。



## (2) 海外の事例

図3 建設業の労働生産性の国際比較



原則1995年から2015年までの各国のデータに基づく。日本は1995年から2011年までのデータを使用した。労働生産額の増減率は年率換算した値。マッキンゼー・グローバル・インスティテュートのレポート「Reinventing construction: A route to higher productivity」から抜粋したグラフに本誌が加筆

生産性成長国：インフラ整備事業が活発で、国外の技術などを導入

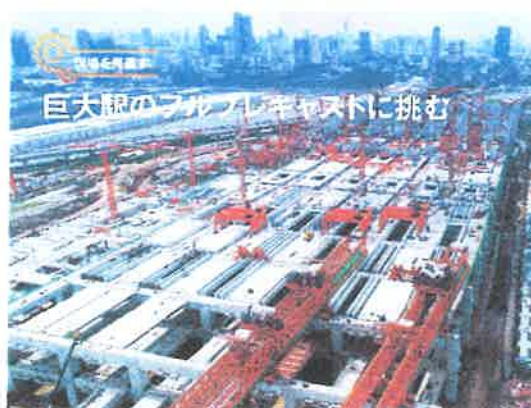
生産性先進国：業界横断の技術開発

### ①徹底した部材のプレキャスト化

米国では、供用中の旧橋の隣に新橋の上部構造を、真下に橋台をそれぞれプレキャスト部材で組み上げておき、旧橋の解体と同時にはめ込む Accelerated Bridge Construction (ABC) という工法が事例数を増やしている。メリットは、①通行止めの時間を大幅に短縮できる、②供用中の道路付近での作業を簡素にし、施工を効率化できるという2点。米国では現在、道路管理者がABCをより採用しやすくなるように、設計の標準化を進めている。また、ABCの設計基準を独自に定めている州では、1つの橋の中で同じ形状の部材を繰り返し使う設計とするほか、州内の他の橋でも共通して使う部材を指定し、量産によって部材の製造コストを抑えている。



タイの首都バンコクで、世界最大級の規模でプレキャスト部材を徹底活用した工事が進行している。周辺国からの出稼ぎ労働者が作業員の大半を占め、熟練した技能者が不足している環境でも、工期短縮や品質向上などの効果を上げている。



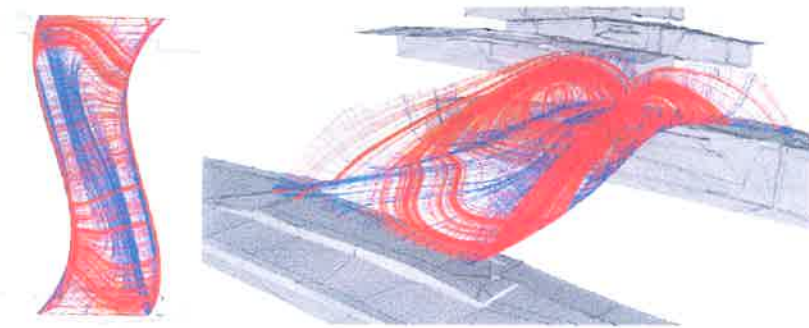
### ②3Dプリンター

オランダのアイントホーフェン工科大学では、3Dプリンターで造った複数の桁部材にプレストレスを導入して一体化した歩行者・自転車橋を作製した。3Dプリンターは、専用のセメントペースト状の材料1cmの厚さで積み重ね、その際、鋼製のケーブルを埋め込みながら造る。コンクリート部材を3Dプリンターで造る利点は、型枠の制限を受けずに空洞や曲面などを自在に配置できる。





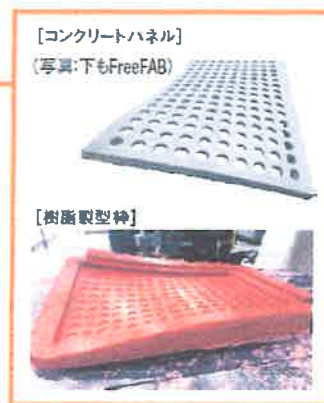
大手設計会社アラップは、オランダのスタートアップ企業MX3Dと組み、人間の腕のような形をした自走式の3Dプリンターロボットが、先端に付けた溶接機を使って桁の金属素材を継ぎ足して鋼橋そのものを作製する。3Dプリンターならではの曲線を多く取り入れた独創的なデザインが可能となり、施工段階の計測データを全て残すことができる利点もある。



英ロンドンで進む欧州最大の鉄道プロジェクト「クロスレール」では、駅部の壁面に仕上げ材として取り付けるコンクリートパネルの樹脂製型枠を3Dプリンターで作製している。設置する場所によってパネルの形状が異なり、従来のような型枠を1つずつ合板などから切り出す手間を考えると効率的である。樹脂製型枠は、流し込んだコンクリートが固まったら、熱を加えて型枠を溶かして落とし、この時に集めた樹脂は、別の型枠の作成に再利用される。



(写真:クロスレール)



[コンクリートハネル]

(写真:下もFreeFAB)

[樹脂製型枠]

2. 課題の提案(橋台フーチングコンクリート粗骨材最大寸法 40mm→25mm)

設計は 24-12-40BB だが、鉄筋間隔が 125mm なので、施工性を考慮して粗骨材最大寸法 25mm で施工できないか？

→今回は発注者側が承認せず。

①施工性、②打設の person 費も含めた単価、③温度ひび割れ対策の 3つを考慮して配合を決める事が重要だが、施工性はどのように定量的に評価すればよいのか。

また、地元の生コン屋さんには、『高性能 AE 減水剤の使用はセメント量が 300kg 程度以上でないと使えない。(土木学会の指針では、270kg 以上) このため、呼び強度 24 での対応は、難しい。この高性能 AE 減水剤に代わる減水剤として、高機能型 AE 減水剤 (中性能) が普及しつつあり、こちらであれば使用が可能。(減水率は、高性能 AE 減水剤ほどではない。) 25mm と 40mm では、単位水量が 10kg 程度の差があり、高機能型 AE 減水剤 (中性能) を用いるだけでは、単位セメント量の低減は難しく、管理材齢の延長をも組み合わせて、セメント量の低減を図るということになるのではないかと。今回の場合だと、高性能 AE 減水剤を使用した場合、価格は、「1400 円のアップ/㎡あたり」また、高機能型 AE 減水剤の場合、「1000 円程度のアップ/㎡あたり」とのこと。混和剤にはいろいろなものがあるのでは何か良い落としどころがないか。

2017 施工編 p72~73

4.5 配合条件の設定

4.5.1 粗骨材の最大寸法

(1) 設計図書に記載された粗骨材の最大寸法が、部材寸法、鉄筋のあきおよびかぶりを考慮して決められていることを確認する。

(2) 粗骨材の最大寸法は、鉄筋コンクリートの場合は部材最小寸法の 1/5 を、無筋コンクリートの場合は部材最小寸法の 1/4 を超えないことを標準とする。

- (3) 粗骨材の最大寸法は、はりおよびスラブの場合は鉄筋の最小水平あきの 3/4 を超えてはならない。また、柱および壁の場合は軸方向鉄筋の最小あきの 3/4 を超えてはならない。
- (4) 粗骨材の最大寸法は、かぶりの 3/4 を超えないことを標準とする。
- (5) 粗骨材の最大寸法は、表 4.5.1 を標準とする。

表 4.5.1 粗骨材の最大寸法

構造条件	粗骨材の最大寸法
最小断面寸法が大きい <sup>a)</sup> かつ、鋼材の最小あきおよびかぶりの 3/4 > 40mm の場合	40mm
上記以外の場合	20mm または 25mm

<sup>a)</sup> 断面寸法として、500mm 程度以上

【解説】 単位水量や単位セメント量を小さくして、経済的なコンクリートとするには、一般に粗骨材の最大寸法を大きくする方が有利である。しかし、鋼材量が多い場合や鋼材あきが小さい場合には、粗骨材の最大寸法が大きすぎると鋼材間の間隙を通過しにくくなり、豆板や未充填箇所等を生じる危険性が高くなる。このため、このような制限を設けるとともに、従来の実績や経験に基づいて適切と認められる粗骨材の最大寸法が標準として定められている。無筋コンクリートの場合は、一般に断面が大きいことから、最大寸法が相応に大きな粗骨材を使用できる可能性もあるが、一般には 40mm 程度のものが多く用いられているのが実状である。

