

令和5年度 橋梁技術発表会

鋼橋におけるDXの取り組み

～鋼橋事業の生産性・安全性の向上～

DX推進特別小委員会

嵯峨山 剛、中嶋 浩之



一般
社団法人

日本橋梁建設協会
Japan Bridge Association

1. はじめに(建設産業の現状と課題)

2. i-Constructionの動向

3. DXの取り組み(i-Bridgeの取り組み)

4. BIM／CIM原則適用

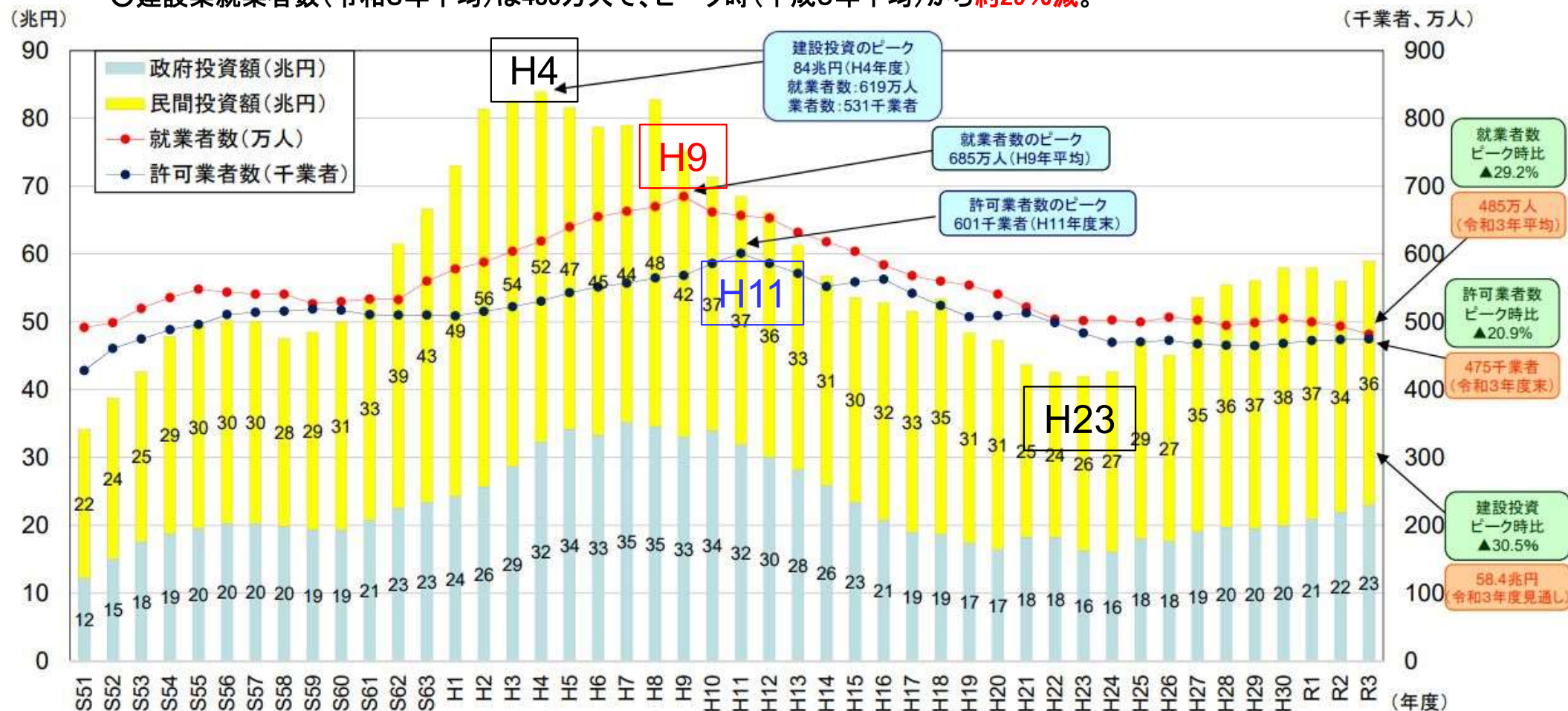
5. 鋼橋のデータ連携

建設産業の現状と課題

○建設投資額は、ピーク時の平成4年度：約84兆円から、平成23年度：約42兆円まで落ち込んだが、その後、増加に転じ、令和3年度は約 58.4兆円となる見通し。(ピーク時から**約31%減**)

○建設業者数(令和3年度末)は約48万業者で、ピーク時(平成11年度末)から**約21%減**。

○建設業就業者数(令和3年平均)は485万人で、ピーク時(平成9年平均)から**約29%減**。



出典:国土交通省「建設投資見通し」「建設業許可業者数調査」総務省「労働力調査」

注1 投資額については平成30年度(2018年度)まで実績、令和元年度(2019年度)・令和2年度(2020年度)は見込み、令和3年度(2021年度)は見通し

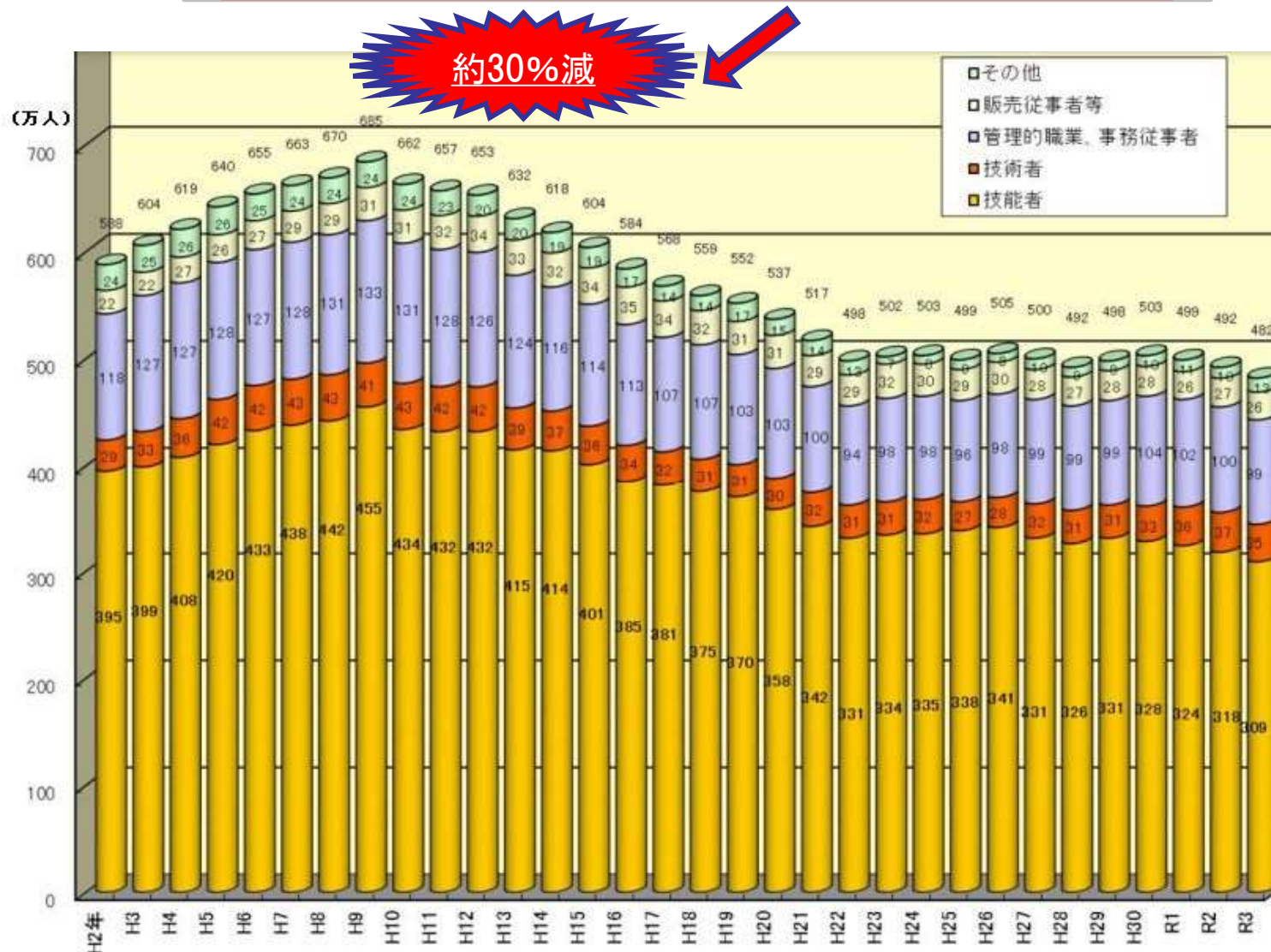
注2 許可業者数は各年度末(翌年3月末)の値

注3 就業者数は年平均。平成23年(2011年)は、被災3県(岩手県・宮城県・福島県)を補完推計した値について平成22年国勢調査結果を基準とする推計人口で遡及推計した値

注4 平成27年(2015年)産業連関表の公表に伴い、平成27年以降建築物リフォーム・リニューアルが追加されたとともに、平成23年以降の投資額を遡及改定している

建設業就業者の現状

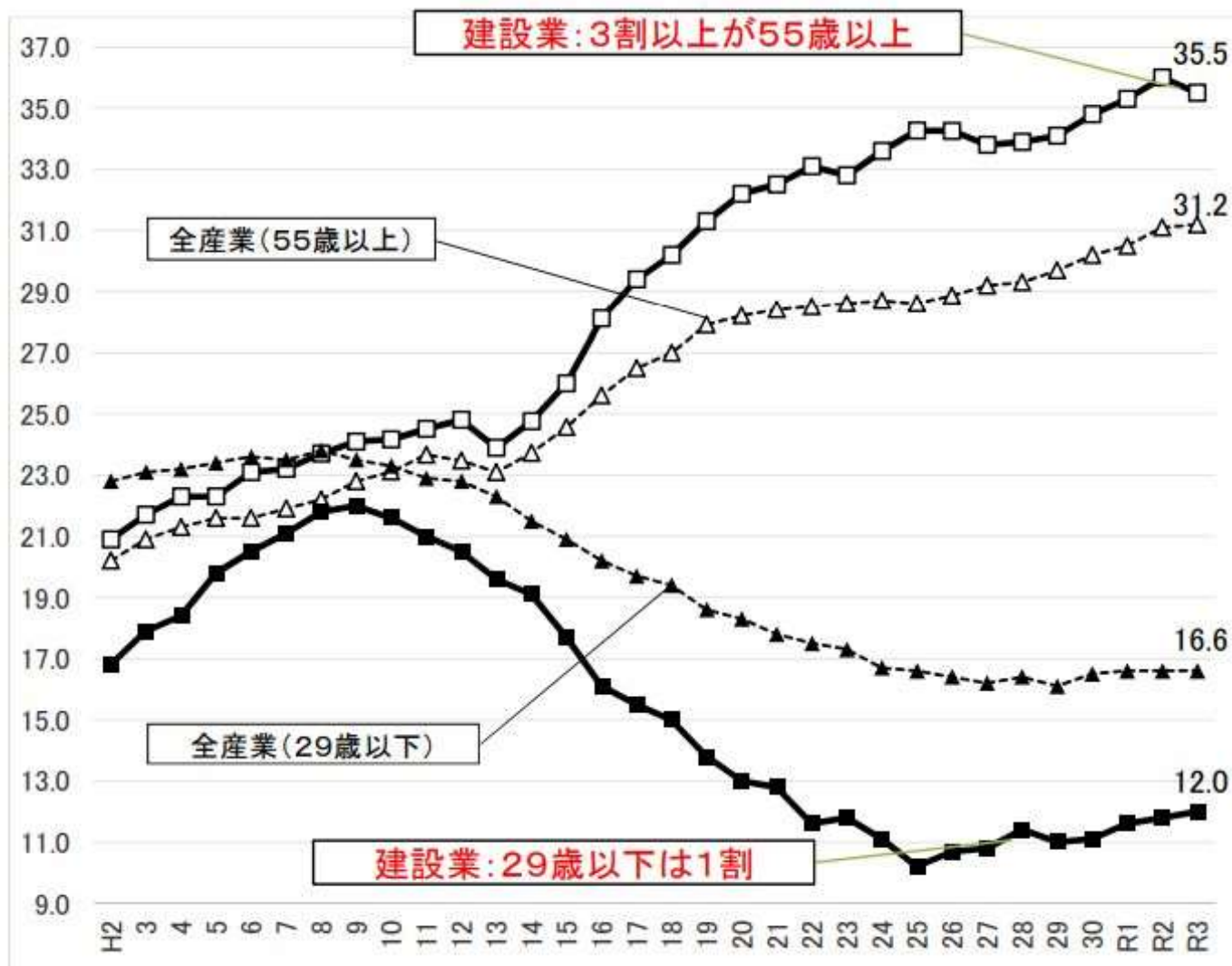
○建設業就業者: 685万人(H9)→ 498万人(H22)→ 482万人(R3)
 ○技術者 : 41万人(H9)→ 31万人(H22)→ 35万人(R3)
 ○技能者 : 455万人(H9)→ 331万人(H22)→ 309万人(R3)



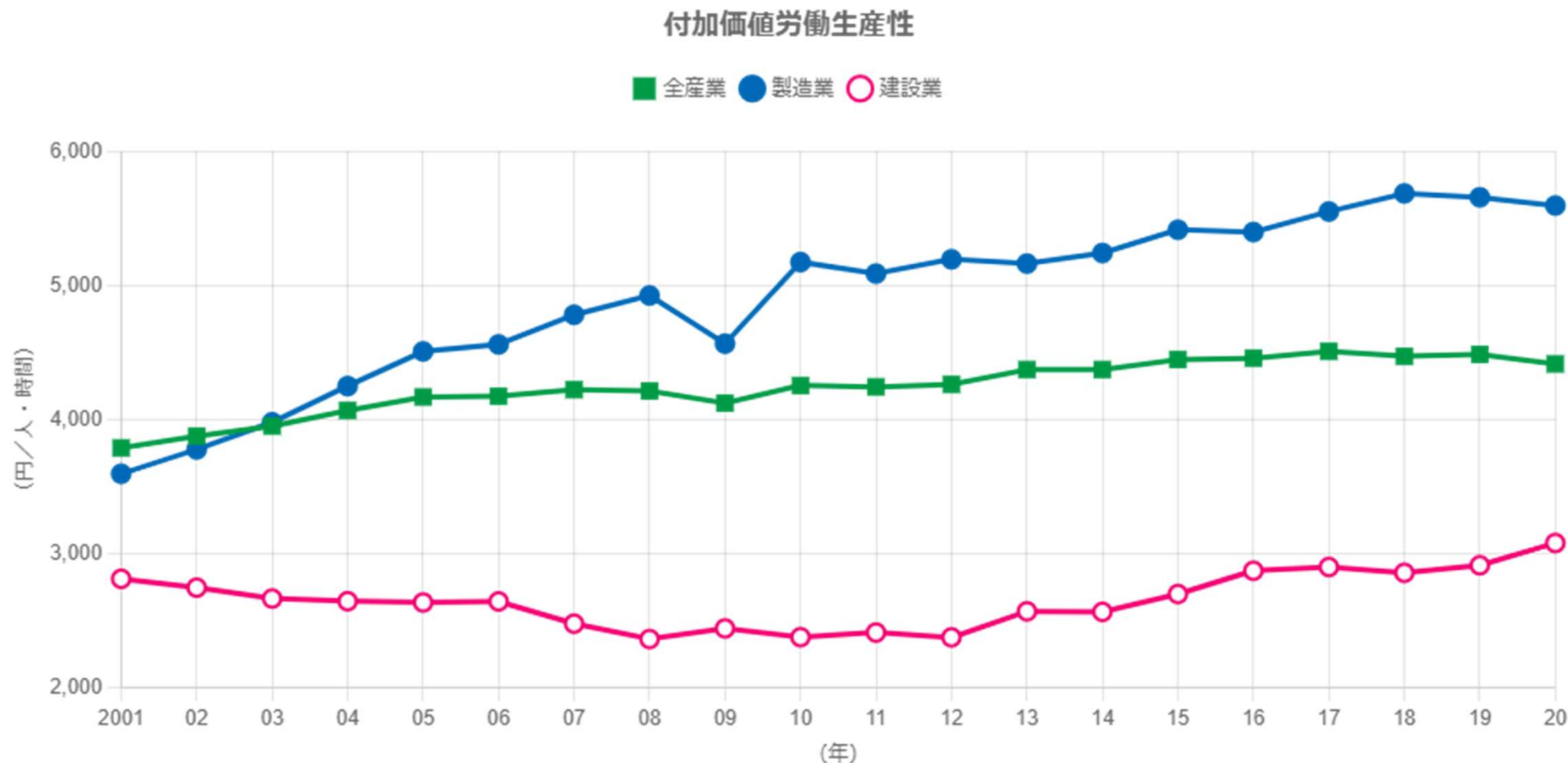
出典: 総務省「労働力調査」(暦年平均)を基に国土交通省で算出
 (※平成23年データは、東日本大震災の影響により推計値)

建設業就業者の現状

- 建設業就業者は、55歳以上が35.5%、29歳以下が12.0%と高齢化が進行し、次世代への技術承継が大きな課題。
- 実数ベースでは、建設業就業者数のうち令和2年と比較して55歳以上が6万人減少。(29歳以下は増減なし)



出典: 総務省「労働力調査」を基に国土交通省で算出



(注) 労働生産性＝実質粗付加価値額(2015年価格)/(就業者数×年間総労働時間数)

資料出所: 内閣府「国民経済計算」、総務省「労働力調査」、厚生労働省「毎月勤労統計調査」

2009年を除いて製造業の生産性がほぼ一貫して上昇したのとは対照的に、建設業の生産性は大幅に低下を続けた。これは主として、建設生産の特殊性(単品受注生産等)と工事単価の下落等によるものと考えられる。近年は2012年を底に上昇傾向にある。

1. はじめに(建設産業の現状と課題)

2. i-Constructionの動向

3. DXの取り組み(i-Bridgeの取り組み)

4. BIM／CIM原則適用

5. 鋼橋のデータ連携

2 i-Constructionの動向

i-Constructionについて

平成27年12月に大臣官房技術調査課より、『i-Construction』について記者発表

■i-Constructionの目的

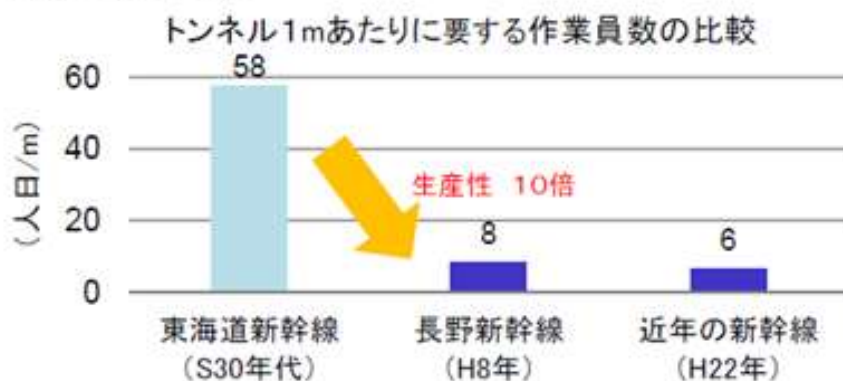
今後、我が国において生産年齢人口が減少することが予想されている中、建設分野において、生産性向上は避けられない課題である。

国土交通省においては、**建設現場における生産性を向上させ、魅力ある建設現場を目指す**新しい取組である i-Construction を進めることとした。

i-Construction によって、建設現場における一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**を図るとともに**安全性の確保**を推進していきたいと考えている。

■トンネル工事

山岳トンネルの場合



出典: 日本建設業連合会 建設イノベーション

重点的な取り組み

■ 土工

盛り土法面整形工(粘土・粘土質)の場合

1000m²あたりに要する作業員数



■ コンクリート工

コンクリートポンプ車打設工(鉄筋構造物)の場合

100m³あたりに要する作業員数



※国土交通省技術調査課記者発表資料より

2 i-Constructionの動向

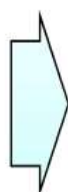
- 建設業は社会資本の整備の担い手であると同時に、社会の安全・安心の確保を担う、我が国の国土保全上必要不可欠な「地域の守り手」。
- 人口減少や高齢化が進む中であっても、これらの役割を果たすため、建設業の賃金水準の向上や休日の拡大等による働き方改革とともに、生産性向上が必要不可欠。
- 国土交通省では、調査・測量から設計、施工、検査、維持管理・更新までの全ての建設生産プロセスでICT等を活用する「i-Construction」を推進し、建設現場の生産性を、2025年度までに2割向上を目指す。

測量

3次元測量(UAVを用いた測量マニュアルの導入)



従来測量



UAV(ドローン等)による3次元測量

施工

ICT建機による施工(ICT土工用積算基準の導入)



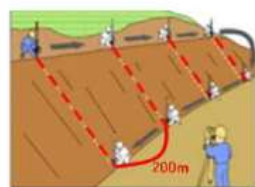
従来施工



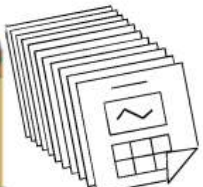
ICT建機による施工

検査

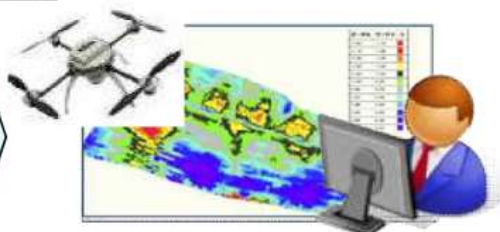
検査日数・書類の削減



人力で200m毎に計測

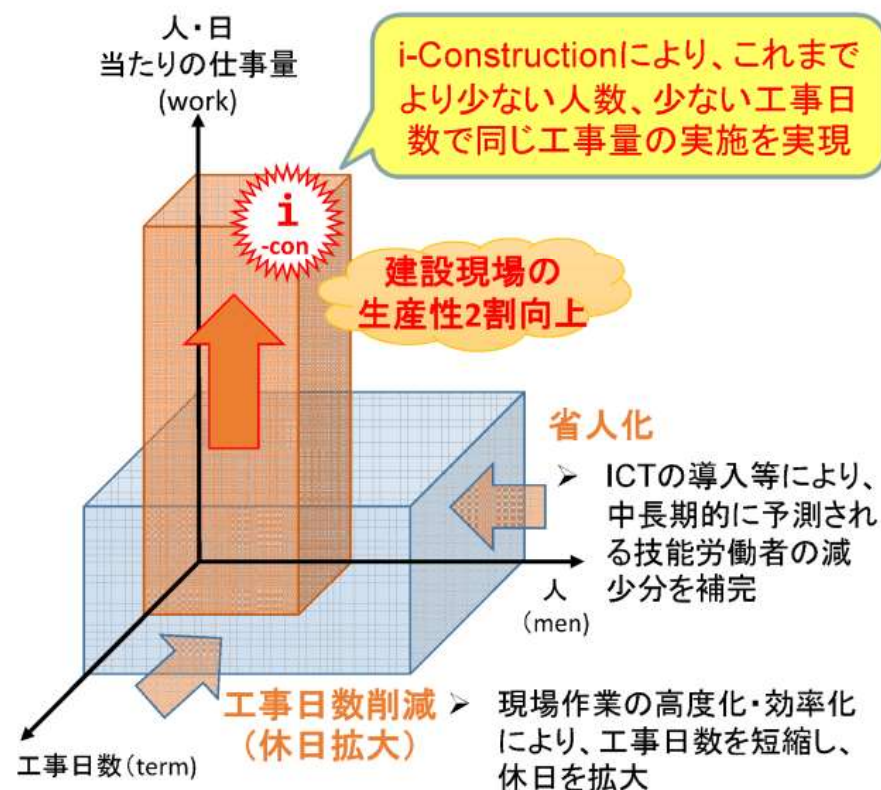


計測結果を書類で確認



3次元データをパソコンで確認

【生産性向上イメージ】



1. はじめに(建設産業の現状と課題)

2. i-Constructionの動向

3. DXの取り組み(i-Bridgeの取り組み)

4. BIM／CIM原則適用

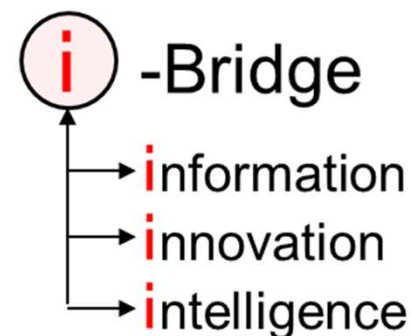
5. 鋼橋のデータ連携

i-Bridge について

＝ 鋼橋事業の生産性・安全性の向上 ＝

(1) i-Bridge の定義

橋梁事業にIT技術の他、多様な新技術・新施工法等を取り込むことにより、事業の生産性・安全性の向上を図るためのプロセス（計画・設計・製作・架設・維持管理）。
または、このプロセスを経て建設された橋梁。



(2) i-Bridge の全体像（鋼橋事業の生産性・安全性向上）

Step-1 測 量 ・ 地 質 調 査

Step-2 設 計 ・ 施 工 計 画

Step-3 製 作

Step-4 施 工

Step-5 検 査 ・ 納 品

Step-6 維 持 管 理

3 i-Bridge の全体像（橋梁工事の生産性・安全性向上）

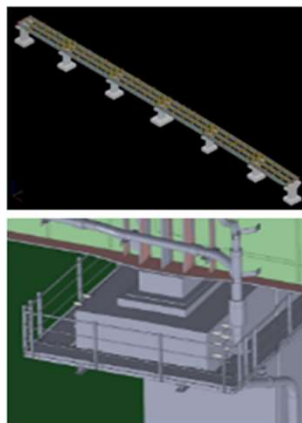
i-Bridge

① 測量・地質調査



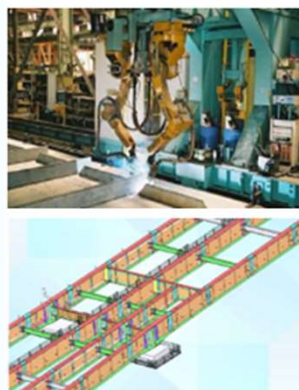
- ドローン、3Dレーザースキャナの導入・活用
- 地形や周辺建築物等の高密度な3D情報を短時間で収集・整理

② 設計・施工計画



- 3Dモデリングによる設計（干渉回避等）
- 3Dビル・架空線情報等を踏まえた施工計画

③ 製作



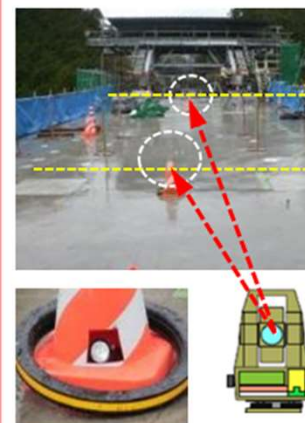
- NCマシンによる材料情報自動印字・自動切断、ロボット溶接
- シミュレーション仮組立

④ 施工



- 大ブロッカー括架設やプレファブ・プレキャスト製品の活用
- センシング・モニタリング技術の高度利用
- ICTクレーン等の導入（電線との接触回避等）

⑤ 検査・納品



- 3Dレーザースキャナ等を用いた出来型検査
- 工事関係図面・書類の電子納品

⑥ 維持管理



- スマート・インフラ
- 構造健全度の自己診断・自動送信
- 〔通常時24時間監視と非常時のアクティブ・アラート〕

① 測量・地質調査

② 設計・施工計画

③ 製作

④ 現場施工

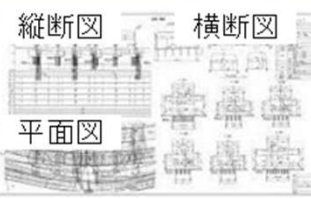
⑤ 検査・納品

⑥ 維持管理

従来方法



- 現地踏査による測量



- 設計図から資材量算出



- 技能者による溶接・塗装



- 部材単位の架設



- 書類による検査



- 定期点検等

3 Step-1. 測量・地質調査

● 測 量

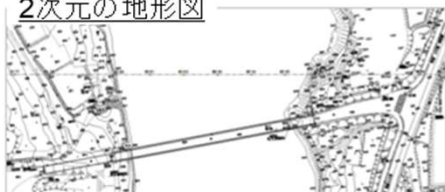
従来方法

□ 現地踏査による測量

現地測量風景



2次元の地形図



i-Bridge: 3次元測量

□ ドローンや3Dレーザースキャナ等による3次元測量

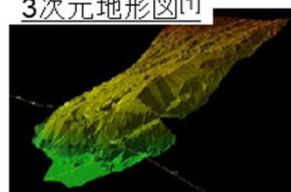
ドローン



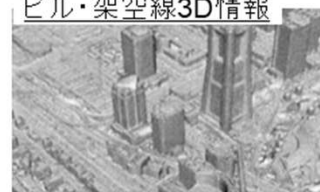
操縦者



3次元地形図[1]



ビル・架空線3D情報



生産性／安全性向上への寄与

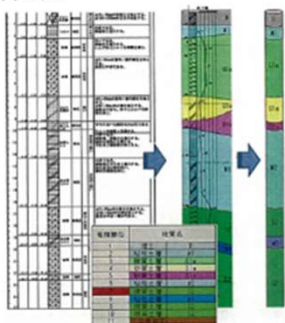
- 測量作業の時間短縮・精度向上〔生産性〕
- 危険ゾーンへの立ち入り回避〔安全性〕
- 合理的橋梁設計の進展〔生産性〕
- 施工計画への反映〔生産性・安全性〕...Step-2
- 架設工事中の建築限界情報〔安全性〕...Step-2

● 地質調査

従来方法

□ 2次元の既往データから柱状図等を作成

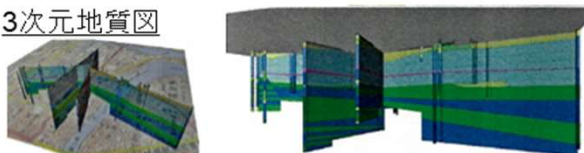
2次元柱状図



i-Bridge: 3次元情報化

□ 3次元の既往地質・土質情報

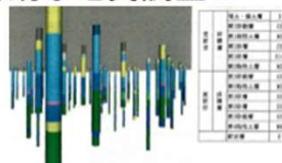
3次元地質図



〔合理的・効率的ボーリング計画立案〕

□ 基礎・下部工設計に有効な地質調査の実施(3D)

3次元地質情報



生産性／安全性向上への寄与

- 地質調査の重点化(無駄の排除)〔生産性〕
- 橋梁設計の合理化〔生産性〕
- 仮設構造物の不等沈下対策等〔安全性〕...Step-4

[出典: [1] NETIS. TH-100021-V(掲載終了)]

3 Step-1. 測量・地質調査

●UAVを活用したハイブリッド測量

- 鋼橋工事現場の起工測量～桁架設後までの出来形測量の作業効率と安全性向上を目的として開発.
- ハイブリッド測量は、従来測量で使用されるトータルステーションに加え、UAVによる写真測量および地上型レーザースキャナーを併用して行います。橋脚上面、桁上などの高所のデータはUAVを用いて収集することで地上からの作業のみで出来形測量が行えます。また、精度は従来測量と同程度となっており生産性及び安全性が向上する測量手法です。



導入効果

生産性
向上

安全設備の設置や作業員の橋脚昇降が不要

省力化

作業日数・作業人工の削減

安全性
向上

下部工上などでの高所作業が不要

(資料提供:株式会社駒井ハルテック)

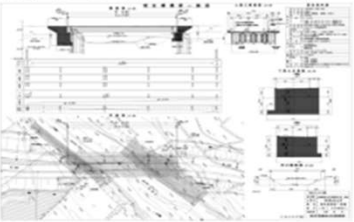
本技術は、「建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術導入・活用に関するプロジェクト」にて試行し、総合評価“A”をいただきました。

3 Step-2. 3次元による設計・施工計画

●設計

従来方法

□ 2次元情報に基づく作業
縦断面図、横断面図、平面図

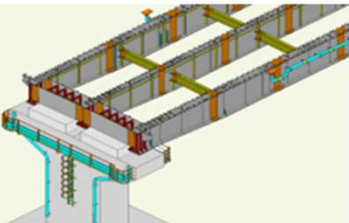


設計図から
資材量算出

1-03M 276x20xL12
1-03M 276x20x285
1-SPL PL 380x5x456 (SS400)
2-SPL PL 180x10x456 (SS400)
16-TGB W22x75 (S10T)

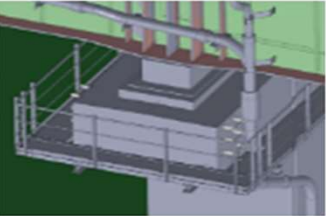
i-Bridge: 3次元モデリング

□ CIMによる3次元データでの設計



CIMデータ(3D)

□ 3次元モデルによる
干渉チェック・
透視性確認



3次元干渉チェック

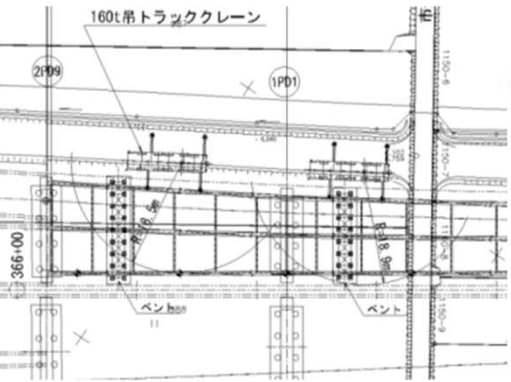
生産性／安全性向上への寄与

- 数量・重量等の自動計算〔生産性〕
- 関係技術者間での情報共有の容易化〔生産性〕
- ステークホルダーへの説明力の向上〔生産性〕
- 設計・製作の手戻りの回避〔生産性〕
- 基礎的技術力での各種チェック体制の確保
(高度な専門性の不可欠領域の緩和)〔生産性〕

●施工計画

従来方法

□ 平面図、現地踏査による施工計
架設計画平面図



160t吊トラッククレーン

356+00

ベン house

ベン ト

i-Bridge: 3次元モデリング

□ 周辺のビル等の3次元
情報による施工計画

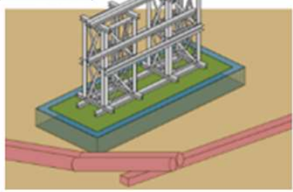


3次元モデルでの
建築限界チェック

□ 3次元地質情報による仮設基礎補強等
埋設物3Dマッピング[1]



3D検討



生産性／安全性向上への寄与

- 周辺ビル、高架橋、架空線等の情報を
取り込んだ施工計画〔安全性〕
(施工機械のスペックチェックほか)...Step-1
- 仮設構造物の的確な補強計画〔安全性〕
...Step-1

〔出典: [1] NETIS. CG-040028-V〕
埋設管マッピングシステム(掲載終了)〕

3 Step-3. 工場製作（鋼橋）

●鋼橋工場製作における生産性向上実施事例

従来方法

□ 溶接技能者



□ 溶射技能士



ロボット化

□ 溶接ロボット



□ 溶射ロボット



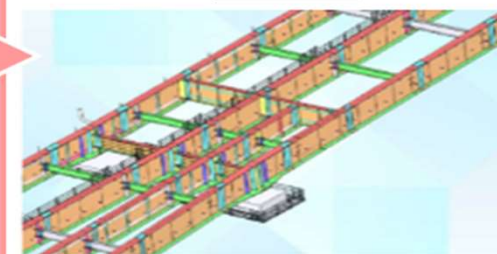
従来方法

□ 床書き原寸作業

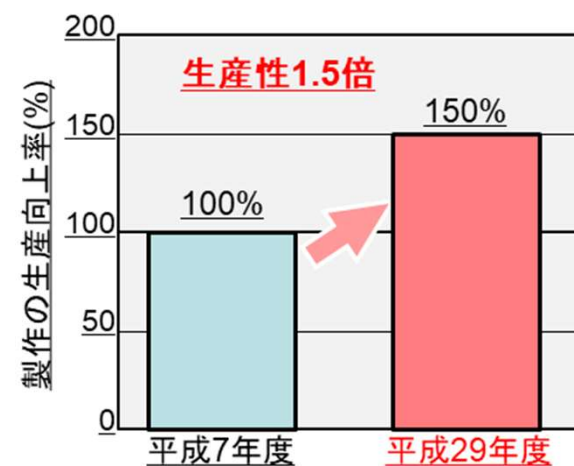


データ(3D)化

□ 数値原寸



鋼橋工場製作における生産性向上効果(例)



○ 比較算定条件

- ・3径間連続鋼鈑桁橋
- ・直線橋
- ・加工重量 約400t
- ・原寸から仮組立までの
延工数を比較

3 Step-3. 工場製作（鋼橋）

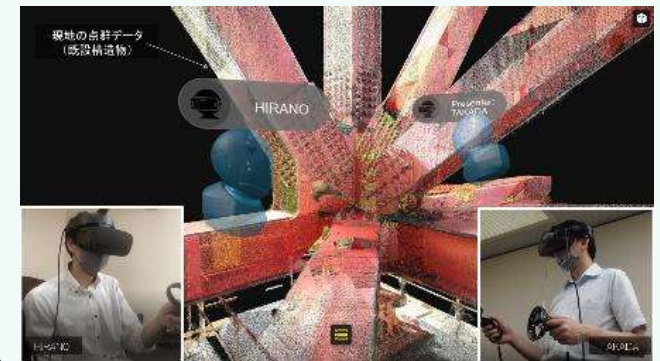
●アバター会議システム

ブラウザを使用して、同一空間内の3Dモデルや点群を複数拠点で同時に閲覧可能
アバター表示機能により、会議参加者の視点を把握できる



アバター表示によるコミュニケーションの活性化や円滑化、またVRゴーグルの使用により、実寸大の3D空間での直観的な判断が可能。

保全工事における既設橋の現況把握や
新設する部材との整合確認にも有効



Presenter:
SAITO



(資料提供: 株式会社横河ブリッジ)

3 Step-3. 工場製作（鋼橋）

●メタバース橋梁施工シミュレーションシステム（NETIS登録：KK-220085-A）

バーチャル空間にBIM/CIMモデルを取り込み、橋梁の溶接継手やボルト継手の施工性のシミュレーションを、バーチャル作業者（アバター）を用いて検証することが可能なシステム



バーチャル空間であらゆる角度から溶接やボルト締め作業時の姿勢の干渉をチェックできるため、施工プロセスの上流において、不具合の防止・品質の向上が可能

離れた地点をインターネット回線で接続して同一のバーチャル空間に異なる地点から複数人が参集し施工性の検証ができる



（資料提供：株式会社駒井ハルテック・宮地エンジニアリング 株式会社・瀧上工業株式会社）

3 Step-3. 工場製作（鋼橋）

●MR(複合現実)を活用した橋梁付属物の取り付け確認

従来方法

仮組立時に付属物を搭載して取り付け確認



MR(複合現実)

仮組立時に付属物をMR投影して取り付け確認

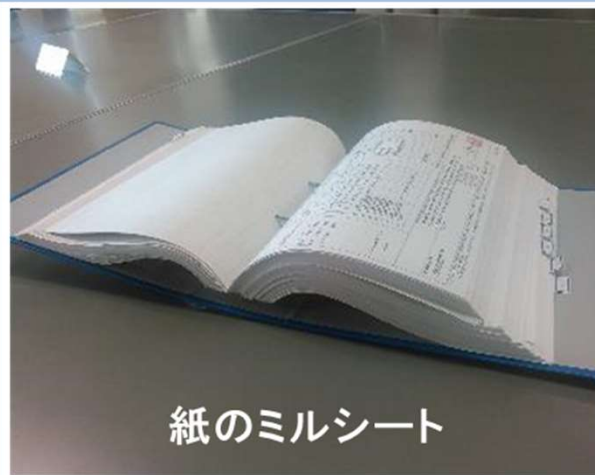


3 Step-3. 工場製作（鋼橋）

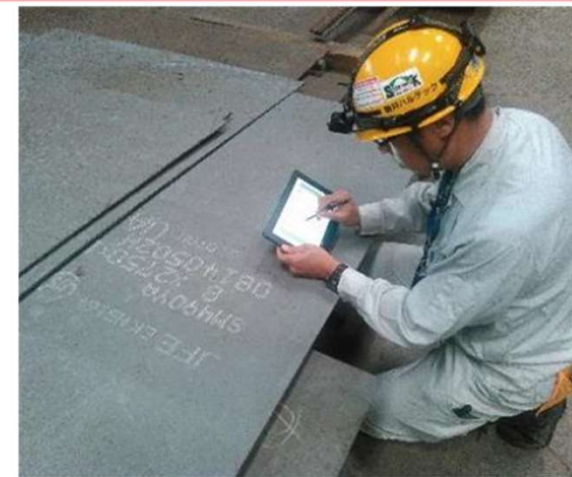
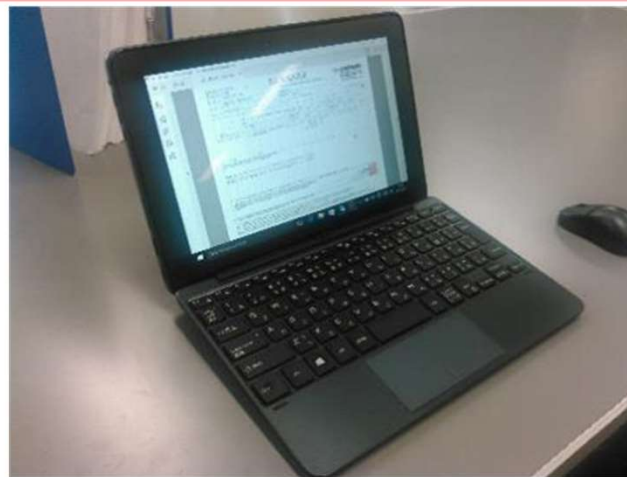
●検査書類の電子化 各種検査の適性化

各検査帳票の電子化、タブレット、無線カメラを用いたモバイル検査の実施
＜生産性向上への寄与＞

従来方法



i-Bridge: ミルシートの電子化



DXミルシート



ソフト開発

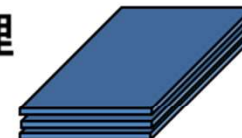
データ抽出



CSVデータ



鋼材管理



予熱管理



3 Step-4. 現場施工（鋼橋）

● 鋼橋現場施工における生産性向上実施事例

従来方法

- ベント設備を用いた部材単位の架設



（高所での添接作業が発生）

高所作業の低減

- 大型特殊重機を用いた径間単位の架設



（高所での添接作業の低減
→ 作業性の向上）

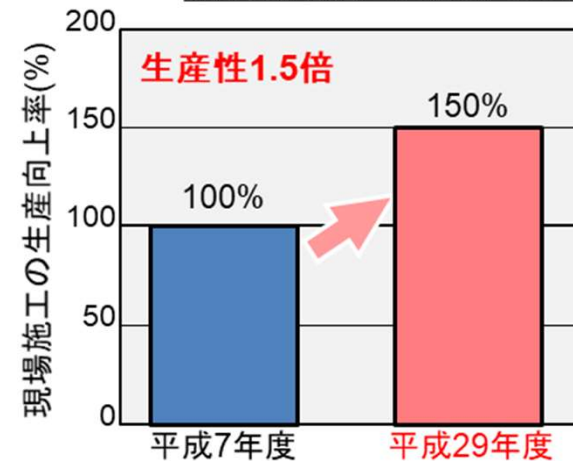
従来方法



クレーンの大型化



鋼橋現場施工における生産性向上効果（例）



○ 比較算定条件

- ・3径間連続鋼鈹桁橋
- ・直線橋
- ・加工重量 約400t
- ・ベント設備、地組立、桁架設、本締めまでの日数を比較

3 Step-4. 現場施工：大ブロック化

●多軸式特殊台車による大ブロック架設時の誘導システムの構築

生産性向上への寄与

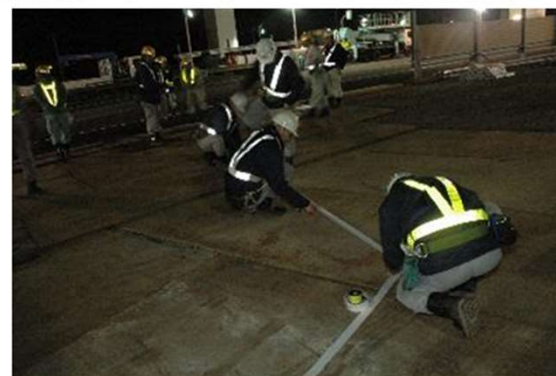
i-Bridge: 大ブロック一括架設

□ 多軸式特殊台車による大ブロック架設



従来方法

□ 走行路にテープ等でマーキングを実施



i-Bridge 多軸式特殊台車 誘導システム

□ 多軸特殊台車架設時の誘導システムの導入例

計測班

【GPSと3次元トータルステーションを用いた誘導と一元管理状況】



誘導システム 監視画面



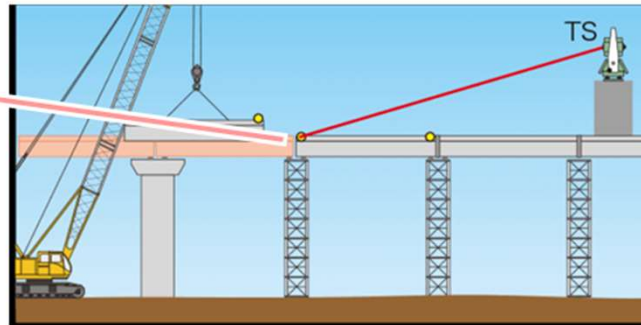
3 Step-4. 現場施工：ICTによる生産性向上

●現場測量

i-Bridge: 3次元測量による出来形管理



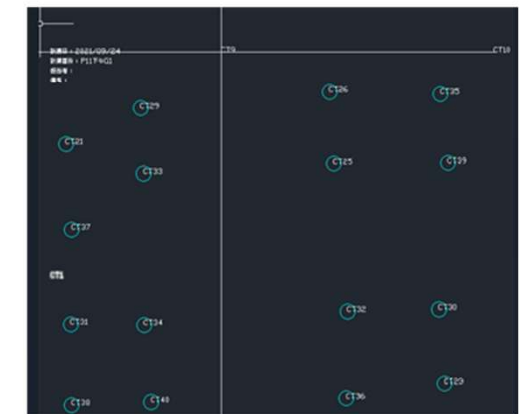
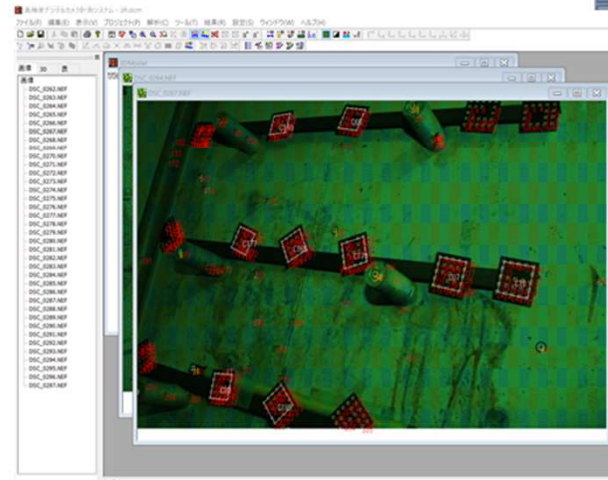
トータルステーションによる桁の出来形計測イメージ



《座標変位》 2022/03/30 14:12 現在

測点	計測日時	X変位	Y変位	Z変位	S変位
計測 G4-P10S-148	2022/03/30 12:41	-10.8	-13.8	-3.1	30726.5
	2022/03/30 14:11	NG	NG	NG	NG
計測 G4-P11-155	2022/03/30 12:41	3.4	-11.5	-6.7	57652.7
	2022/03/30 14:11	NG	NG	NG	NG

i-Bridge: 3次元計測による出来形反映



デジタルカメラによるアンカーボルトの出来形計測状況

計測結果を部材取付時のボルト孔位置製作図面に正確に反映

3 Step-4. 現場施工：ICTによる生産性向上

●床 版：コンクリート養生の効率化

従来方法

□ 手動散水

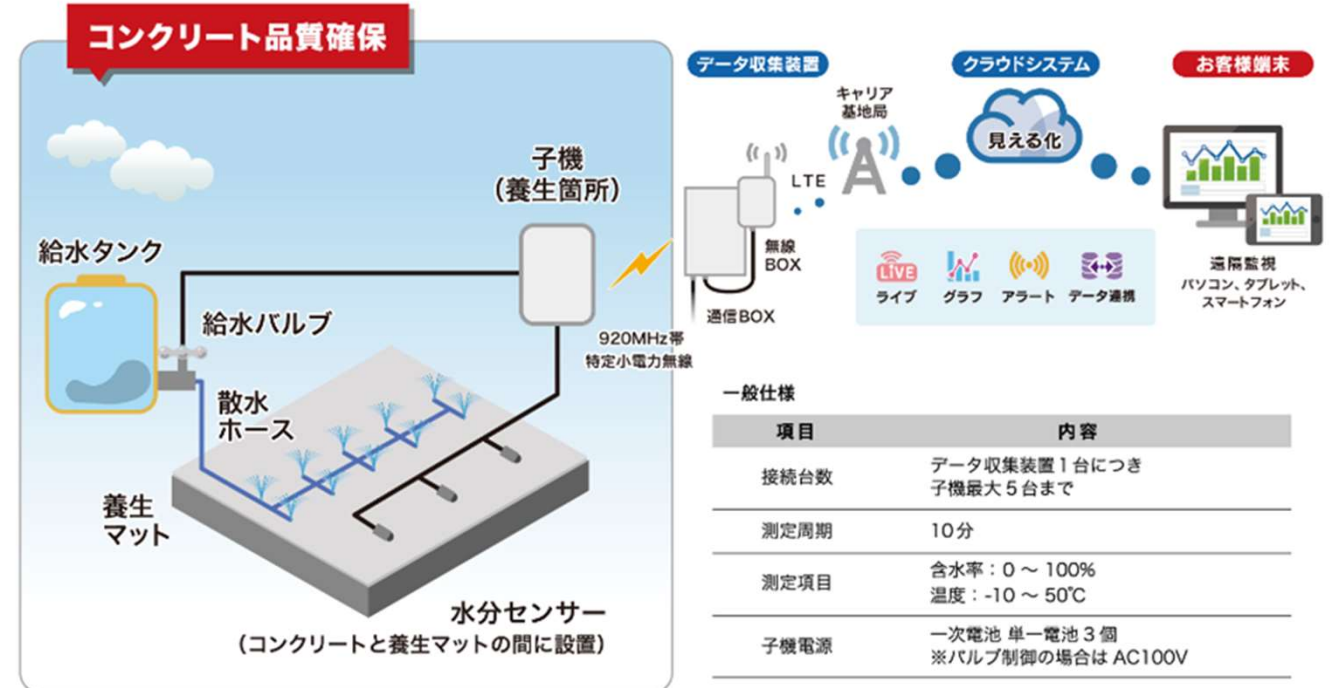


生産性／安全性向上
への寄与

→ 散水と湿潤監視の自動化
により
生産性が約5倍に向上^[1]

i-Bridge
コンクリート養生の
効率化

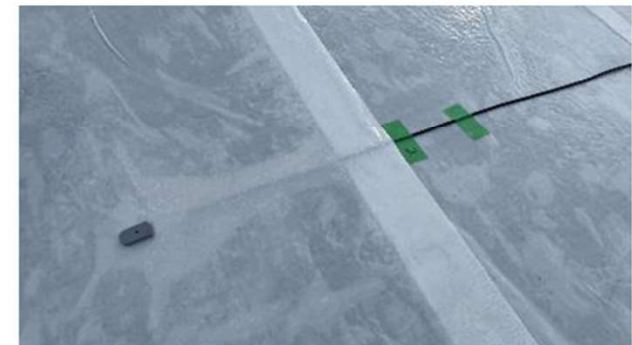
コンクリート養生管理システム「潤(ウル)トワシステム」^[2]



システム稼働状況



センサ設置状況



[出典：[1] 橋梁新聞 2022年11月1日、[2] NETIS. QS-220009-A]

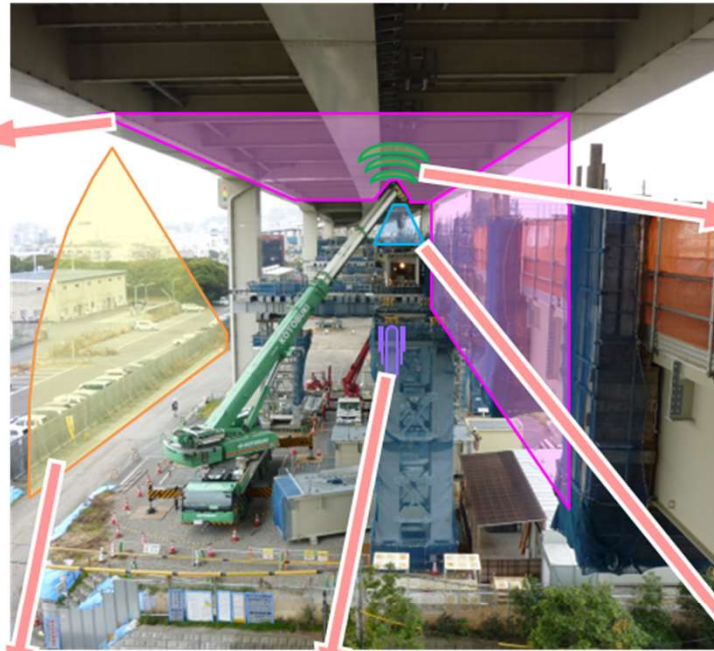
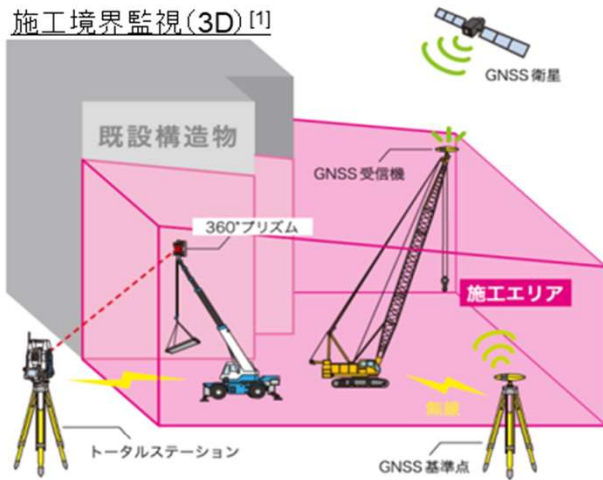
3 Step-4. 現場施工：ICTによる安全性向上

●安全管理

i-Bridge: GNSS・自動追尾トータルステーション

□ 近接物への異常接近監視

施工境界監視(3D) [1]



i-Bridge: 超音波センサ・ICTクレーン

□ クレーンの接触回避

離隔監視[3]

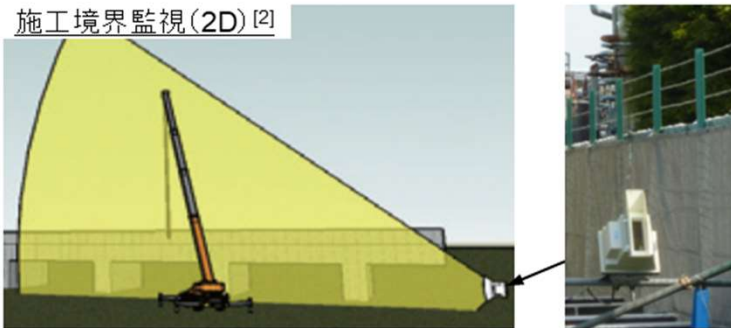


ICTクレーン (仮称)
近接建築物・高架橋・架空性の3D情報を
インプット (接触事故防止の確実性向上)

i-Bridge: レーザーセンサ

□ 用地外への越境監視

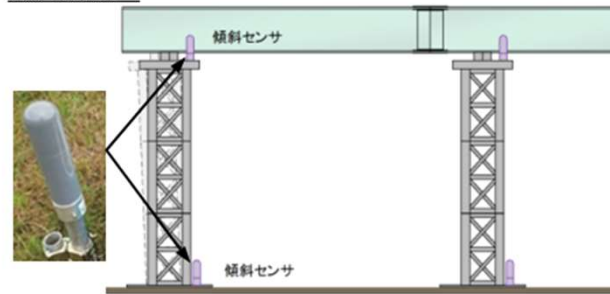
施工境界監視(2D) [2]



i-Bridge: 傾斜センサ

□ ベント設備の変動監視

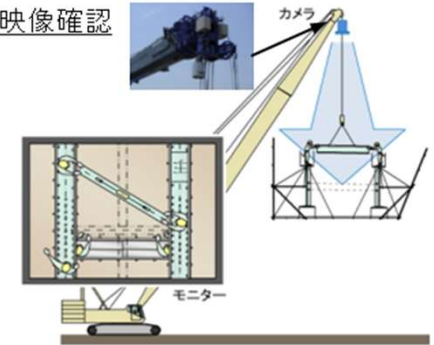
傾き監視[4]



i-Bridge: モニターカメラ

□ 死角作業の安全確認

映像確認



→ 1方向の目視確認を5面同時監視に強化 (安全性が5倍相当)

〔出典: [1] NETIS. KT-140100-VE、[2] NETIS. KT-130018-VE
[3] NETIS. KT-140059-VE、[4] NETIS. HK-150012-A (掲載終了)〕

3 Step-4. 現場施工：プレファブ・プレキャスト化

● 床 版

i-Bridge

型枠・配筋効率化

□ 鋼コンクリート合成床版



→ 支保工、型枠の組立・解体作業が減少

□ プレファブ鉄筋



→ 現場における高所作業が減少

□ 埋設型枠



→ 型枠の組立・解体作業が減少

i-Bridge: 鋼構造活用

□ 鋼床版

新設鋼床版



取替鋼床版[1]



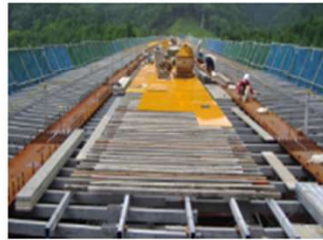
→ 支保工、型枠の組立・解体作業
→ 配筋・生コン打設作業が不要

従来方法

□ 支保工組立



□ 型枠組立



□ 鉄筋組立



□ 生コン打設



i-Bridge: 合成構造活用

i-Bridge

プレキャスト製品

□ プレキャスト床版



→ 支保工・型枠の組立・解体作業が不要、鉄筋組立・コンクリート打設作業が減少

□ プレキャスト壁高欄



□ 鋼コンクリート合成床版橋



→ 足場の組立・解体作業が減少
→ 支保工、型枠の組立・解体作業を省略可能 **約1.7倍向上**

[出典: [1]『若戸大橋(拡幅)工事写真集』日本道路公団]

3 Step-5. 検査・納品

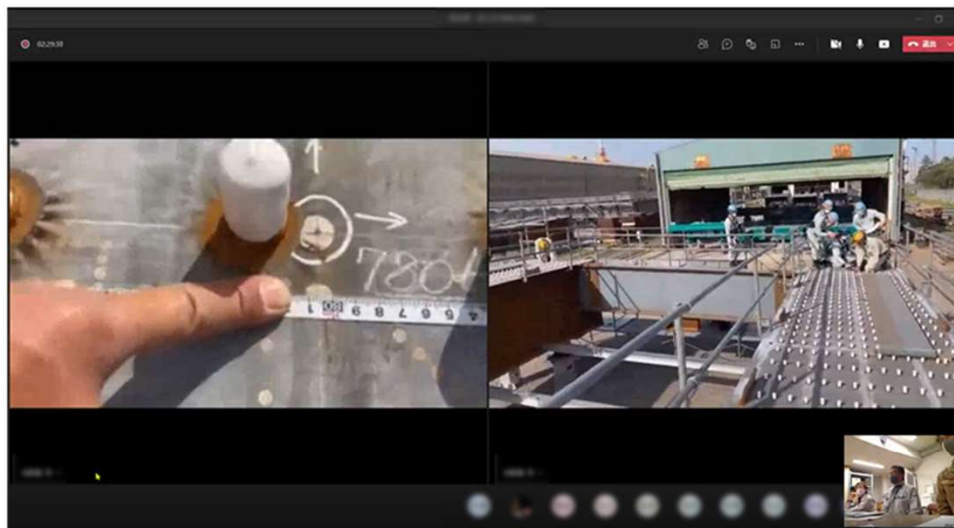
● 遠隔臨場 WEB会議システムを使ったリモート仮組立検査

従来方法



製作工場に赴いて立会検査

i-Bridge: リモート仮組立検査 (Teams使用例)



監督職員は執務室にて検査

<メリット>

- ・新型コロナウイルス感染症拡大防止
- ・移動時間/待機時間の削減
- ・働き方改革の推進

『建設現場の遠隔臨場に関する実施要領(案)』を基に、
『鋼橋の製作工場における遠隔臨場に関するガイドライン(案)』を作成

3 Step-5. 検査・納品

●AI配筋検査システム

2 眼カメラで撮影した画像から鉄筋径・本数・間隔を自動計測し配筋検査を省力化！

小型且つ高性能な計測機器

2眼カメラ搭載のタブレット端末



鉄筋検出	検出率100% (ただし過検出を含む)
対象鉄筋	D 10～D 51 (判定率 90%)
平均鉄筋間隔	±5mm (100mm計測時)

補助器具の設置、結果の記録や写真撮影、転記作業の削減により**約60%の省力化を実現！**
計測結果の電子化により**転記ミス等を防止！**

計測結果をその場で確認



連続撮影機能により広範囲の計測を実現



広範囲計測により**床版工に対応！**
タブレット画面の共有により**遠隔臨場に対応！**

計測結果を遠隔地から確認

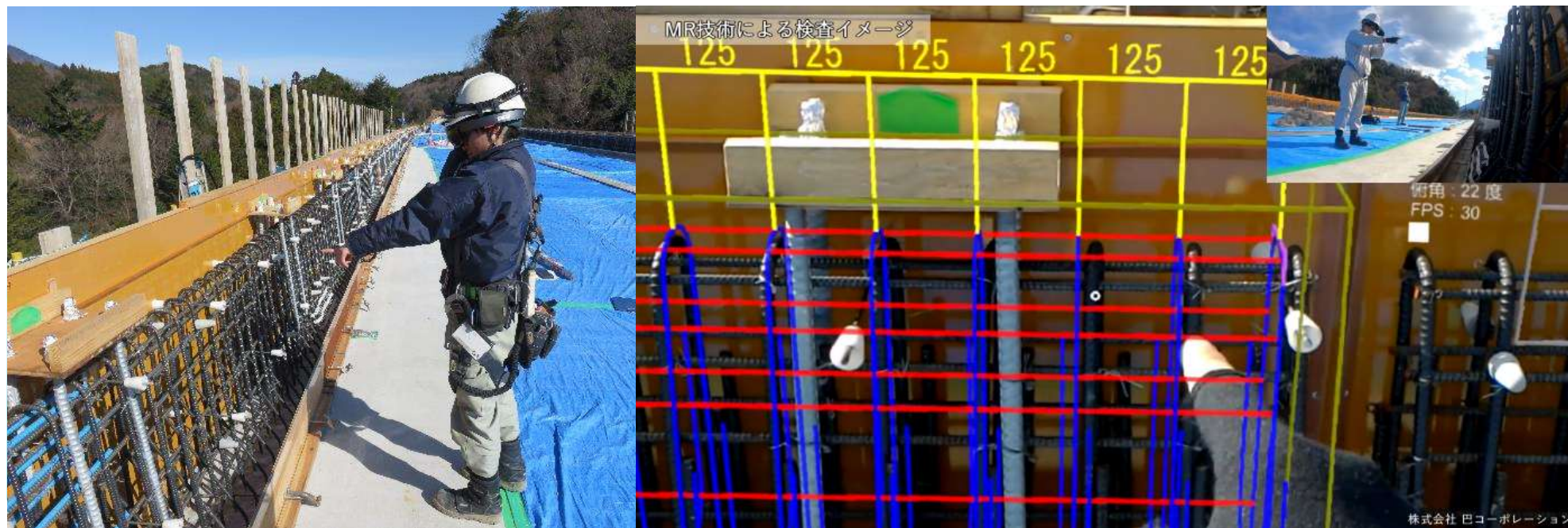


(資料提供: 株式会社横河ブリッジ)

3 Step-5. 検査・納品

● 鉄筋出来形計測

MR技術の活用



「デジタルデータを活用した鉄筋出来形計測」に関する現場試行

- ・デジタルカメラや動画撮影したデータから鉄筋径、鉄筋間隔等の各種数値計測と併せて、計測状況や結果を同時に遠隔地の発注者へリアルタイムで提供することも可能
- ・全国の直轄工事現場において活用を進めるため、「デジタルデータを活用した鉄筋出来形計測に関する試行要領（案）」を作成（令和3年7月）
- ・今年度（令和3年度）より試行を開始し、令和5年度を目標として社会実装を目指す

〔 出典：国土交通省 令和3年7月8日 Press Release 〕

（資料提供：株式会社バコーポレーション）

3 Step-6. 維持管理の効率化

● 既設橋梁の計測技術

現行

橋梁点検車による調査



検査路からの近接目視



橋脚上からの近接目視



i-Bridge: 3次元計測

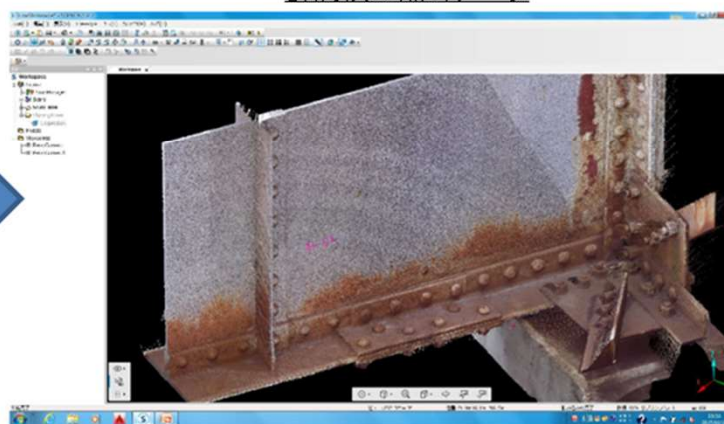
□ 3Dレーザースキャナーによる3次元計測

3Dスキャナーによる計測



3Dスキャナー

計測後の点群データ



生産性／安全性向上への寄与

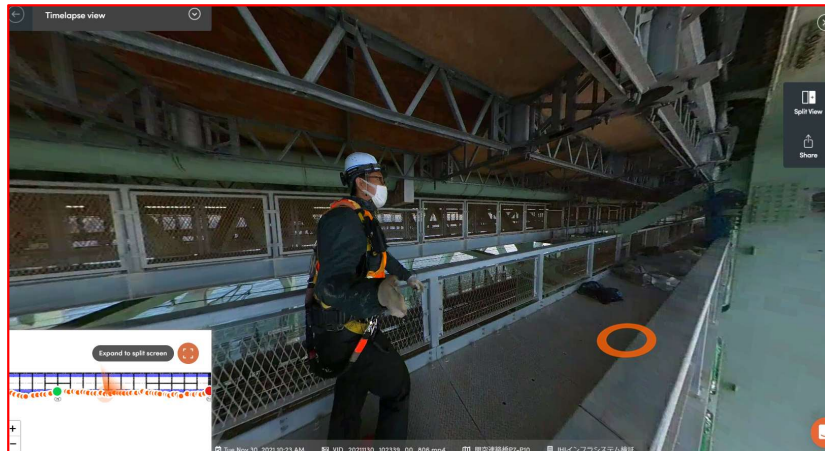
- 現場計測人員の省力化
- 足場等仮設資機材の省力化
- 既設図面作図の省力化
- 高所作業不要による安全の向上

(資料提供: 日立造船株式会社)

3 Step-6. 維持管理の効率化

●360° カメラによる現場ウォークスルー

点検歩廊のストリートビュー作成



同じ位置での時系列表示



ハザードMap作成



施工記録作成（支承取替）

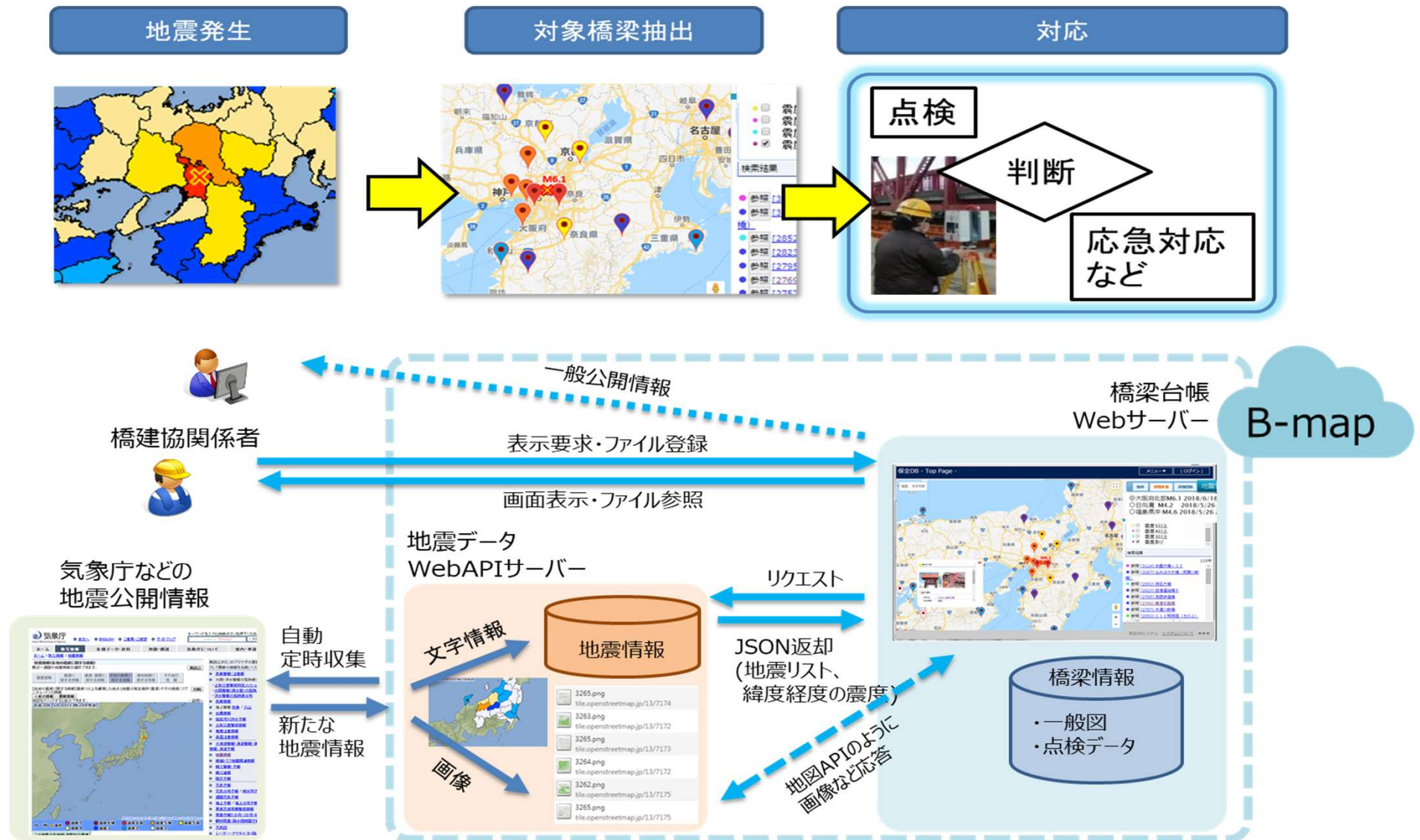


（資料提供：株式会社IHIインフラシステム）

3 Step-6. 維持管理の効率化

●橋梁台帳システム B-map

地図・地震情報と連動した橋梁台帳システムで迅速対応を可能に



【Bridge/工事用】(requirements) 【○必須項目、△選択項目】		別紙-2	
2021年度版 (工事現場に必要となる項目を記載し、別添シート【2021年度版】の表の1～5の欄を赤色で記載してください)			
業務	●ASPECクラウド利用によりプロジェクトメンバーがプロジェクト文書にアクセス可能である。 ●設計BIM/CIMをデフォルトで適用。 (工場製作を含む新設工事とは異なる。ただし、保全工事や架設の工事等は共通とする。) 1) BIM/CIMを適用した品質・検査の効率化に資する。 2) BIM/CIMを適用した実業協議等の協力の促進に資する。 3) リスクに関するリスク・コミュニケーションに資する。(地質、騒音、浸水等) 4) 対応状況に活用する。(関係者協議、住民説明、広報等) 5) その他(業種特性に応じた項目を設定) 【 内容を記載する 】	☒ 必須 ☐ 必須/選択 この項目は必須	
	小計	0	1項目
	必要項目合計数	0	2項目
製作/改修	●生産計画・製造工程 1) 3次元モデルを有効活用する。 (構造設計・施工設計・施工計画などに適用) 2) 部品、部材管理を電子化する。 (電子タグ、バーコード、QR) 3) ロボットスレーブを導入する。 4) NC工作機械 および ロボット 5) 監視画像利用のNOA建設工 6) 特殊加工システムを適用する 7) 材料搬送用吊钩のオンライン 8) 車両管理システムを適用 9) 上記以外のICT技術を適用	☒ 必須 ☐ 必須/選択 この項目は必須	
	小計	0	1項目
	必要項目合計数	0	2項目
完成/撤去	●品質・出来形管理 1) 3次元モデルを有効活用する。 (VR/AR/VR を施工管理・管理) 2) 3次元設計を施工品質管理に(デジタルモデル) レーザ計測 3) シミュレーション検証活用 4) 出来形管理専車 (記録カメラ・カメラ) 5) 出来形確認をスマートフォン(スマートフォン) 使用済システム・システム 6) ドローンを有効活用する。 (画像撮影、工事完了後に活用) 7) 電子手帳を適用する。 8) 電子メールを送信する。 9) 上記以外のICT技術を適用	☒ 必須 ☐ 必須/選択 この項目は必須	
	小計	0	1項目
	必要項目合計数	0	2項目

○「全体(BIM/CIMを含む)」「製作段階」「架設段階」
の項目ごとに必要項目数を設定

○会員会社は達成する工事を、当協会に申請

○当協会は、内容を確認しi-Bridge適用工事として登録及び旗・バッジ・シールを配布

○i-Bridge活動の推進・発注機関へのPR

●施工管理・安全管理		
1)	重機作業の安全管理にGNSSなどを使用する。	○
2)	〈「施工地区安全監視システム」などを活用〉	○
3)	GPSによる工事車等の運行管理システムを活用する。	○
4)	車両、車両前後接触防止センサを安全管理に活用する。	○
5)	レーダーセンサ、レーダーバリアを安全管理に活用する。	○
6)	傾斜センサを安全管理に活用する。	○
7)	WEBカメラによる現場中継にクラウド型を活用する。	○
8)	位置確認等にリアルタイム情報共有システムを活用する。	○
9)	ウェアラブル端末を活用する。	○
	(※位置確認にスマートヘルメットを活用するなど)	○
9)	GPS付き安全帯を活用する。	○
10)	アラート機能付きの安全帯フックを使用する。	○
	(イプロンヒヤリゲンシタミルなどを活用)	○
11)	ライフジャケット型エアバグを活用する。	○
12)	MEMSセンサを活用する。	○
13)	ひずみセンサーシステム・タブレット転送を活用する。	○
14)	自衛隊前立定NOA装置を活用する。	○ 5 項目以上
15)	1-to-Houseを活用する。	○
	(横濱市・Bridgeにある現場情報を事務所で集中管理するシステム等)	○
16)	総合気象観測ユニットを活用する。	○
	(情報共有のために現場に気象観測機材などを設置)	○
17)	リアルタイム気象情報提供サービスを活用する。	○
18)	デジタルサイネージを活用する。	○
19)	ソーラータイプの電光掲示板等を活用する。	○
20)	現場工機管理システムを活用する。	○
21)	タブレットや電子ペン等を活用し経路を自動作成する。	○
22)	電子の取扱等を活用する。	○
23)	音声データによる出来し書制作システムを活用する。	○
24)	施工機台帳管理システムを活用する。	○
	(グリーンサイト等の活用)	○
25)	車載日報のグループウェア化を活用する。	○
26)	建設キャリアアップシステムを活用する。	○
27)	上記以外のICT技術を活用する。【 内容を記載する 】	○
合計		0 85項目
企業活動方針		0 27.7項目 (2020年現在)

i-Bridge 適用工事 登録証

管理番号 〇〇〇〇〇〇〇〇

株式会社〇〇〇〇〇〇

△△道路 ◇◇◇橋上部工事

貴工事は一般社団法人日本橋梁建設協会
が推進する「i-Bridge」の要件を満たし
ていることを認め、ここに適用工事とし
ての登録を証する

令和〇年 〇月 〇日

一般社団法人 日本橋梁建設協会

会 長 川畑 篤敬

見本

標準規格
(形状) 縦42cm x 横68cm



i-Bridge

架ける つなく 支える



一般社団法人 日本橋梁建設協会
Japan Bridge Association



1. はじめに(建設産業の現状と課題)

2. i-Constructionの動向

3. DXの取り組み(i-Bridgeの取り組み)

4. BIM／CIM原則適用

5. 鋼橋のデータ連携

BIM/CIM

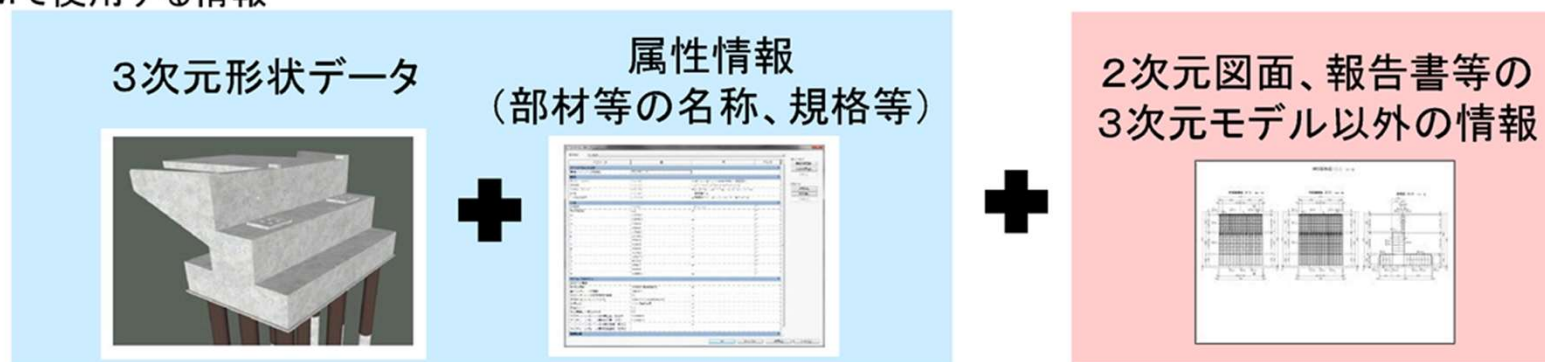
BIM/CIM : **B**uilding/**C**onstruction **I**nformation **M**odeling, **M**anagement の略。

建設事業で取扱う情報をデジタル化することにより、受発注者のデータ活用・共有を容易にし、建設事業全体における一連の建設生産・管理システムの効率化を図ること。

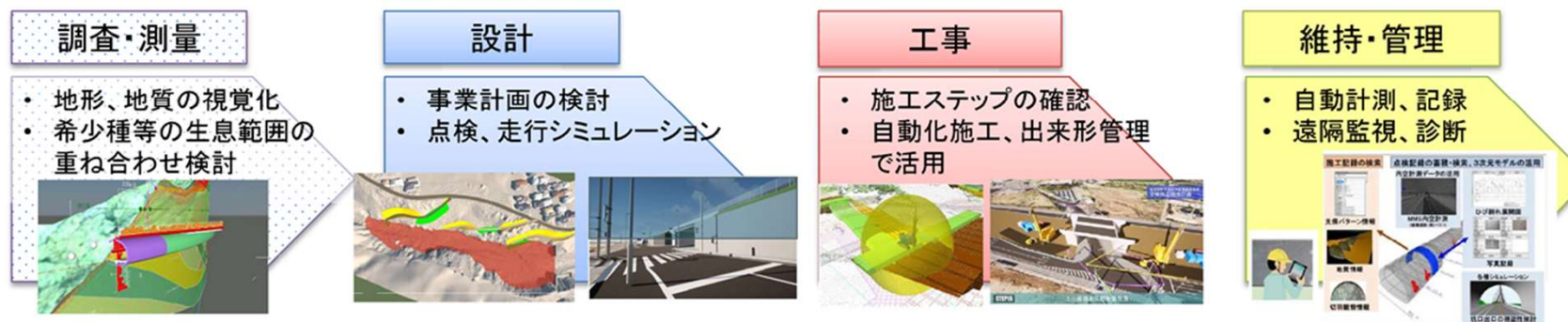
情報共有の手段として3次元モデルや参照資料を使用する。

BIM/CIMの意義：**データの活用・共有**による受発注者双方の生産性向上

BIM/CIMで使用する情報



BIM/CIM適用の流れ（**情報の連続性**が重要）



出典元：BIM/CIM推進委員会資料

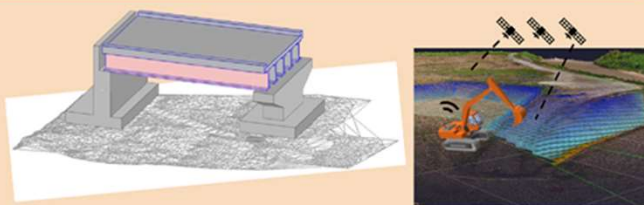
令和5年度からのBIM/CIM原則適用

BIM/CIMの意義

データの活用・共有による受発注者双方の生産性向上

R5原則適用

1. 活用内容に応じた3次元モデルの作成・活用

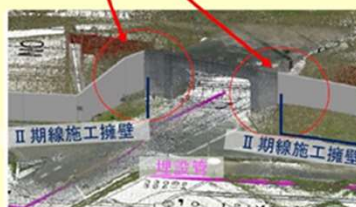


3次元モデルを作成するという手段を目的化するのではなく、業務・工事ごとに発注者が活用内容を明確にした上で、必要十分な3次元モデルを作成・活用する

義務項目

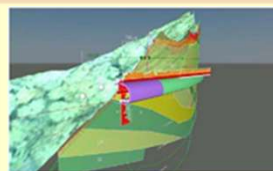
- 「視覚化による効果」を中心に未経験者も取組可能な内容とした活用内容
- すべての詳細設計・工事において適用

既設構造物との取合い確認



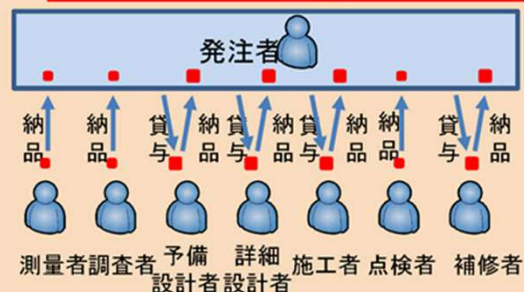
推奨項目

- 「視覚化による効果」の他「3次元モデルによる解析」など高度な活用内容
- 大規模な業務・工事や条件が複雑な業務・工事を中心に、積極的に活用



トンネルと地質の位置確認

2. DS(Data-Sharing)の実施(発注者によるデータ共有)



将来的なデータ管理に向けた第一歩として、業務、工事の契約後速やかに、受注者に設計図書の作成の基となった情報を説明することを発注者に義務づける

詳細設計段階

- ① 出来あがり全体イメージの確認
- ② 特定部の確認(2次元図面の確認補助)
 - ・立体交差部
 - ・既設構造物等との接続部
 - ・2m以上の高低差がある掘削・盛土の施工部
 - ・橋梁の上部工・下部工の接続部 等

施工段階

- ① 施工計画の検討補助
- ② 2次元図面の理解補助
- ③ 現場作業員等への説明

出典元: BIM/CIM推進委員会資料

3次元モデルの活用(義務項目)

義務項目は、業務・工事ごとに発注者が明確にした活用目的に基づき、受注者が3次元モデルを作成・活用するものとする。3次元モデルの作成にあたっては、活用目的を達成できる程度の範囲・精度で作成するものとし、活用目的以外の箇所の作成は問わないものとする。

なお、設計図書については、将来は3次元モデルの全面活用を目指すものの、当面は2次元図面を使用し、3次元モデルは参考資料として取り扱うものとする。

3次元モデルの活用 義務項目

	活用目的	適用するケース	活用する段階
視覚化による効果	出来あがり全体イメージの確認	・ 住民説明、関係者協議等で説明する機会がある場合 ・ 景観の検討を要する場合	詳細設計
	特定部の確認 (2次元図面の確認補助)	・ 特定部を有する場合 ※ 特定部は、複雑な箇所、既設との干渉箇所、工種間の連携が必要な箇所等とし、別による。 詳細度300までで確認できる範囲を対象	詳細設計
	施工計画の検討補助	・ 設計段階で3次元モデルを作成している場合 ※ 3次元モデルを閲覧することで対応(作成・加工は含まない)	施工
	2次元図面の理解補助		
	現場作業員等への説明		

3次元モデル作成の目安

詳細度	200～300程度※1 ※1 構造形式がわかるモデル ～ 主構造の形状が正確なモデル
属性情報※2 ※2部材等の名称、規格、仕様等の情報	オブジェクト分類名※3のみ入力し、その他は任意とする。 ※3 道路土構造物、橋梁等の分類の名称

出典元: BIM/CIM推進委員会資料

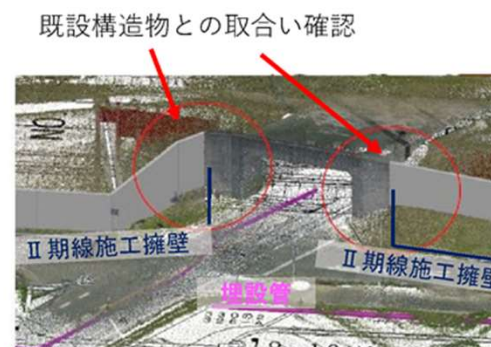
3次元モデルの活用(義務項目)

特定部の定義

各工種共通	(異なる線形) ・ 2本以上の線形がある部分 (立体交差) ・ 立体交差の部分 (障害物) ・ 埋設物がある箇所で掘削又は地盤改良を行う部分 ・ 既設構造物、仮設構造物、電線等の近接施工(クレーン等の旋回範囲内に障害物)が想定される部分 (排水勾配) ・ 既設道路、立体交差付近での流末までの部分 ・ 既存地形に合わせて側溝を敷設する部分 (既設との接続) ・ 既設構造物等との接続を伴う部分 (工種間の連携) ・ 土木工事と設備工事など複数工種が関連する部分
土工	(高低差) ・ 概ね2m以上の高低差がある掘削、盛土を行う部分
橋梁全般	(支点周辺) ・ 上部工と下部工の接続部分



橋梁と架空線の離隔確認



3次元モデル活用時の留意点

- 活用目的以外の箇所に関する3次元モデルの作成・修正を受注者に求めないようにする。
- 地形の精度と構造物の精度のずれにより、地面に埋め込まれたり、隙間があったりすることがあるが、3次元モデルの見栄えを整える作業は必要ではない。(既設構造物との取り合い確認の際は重要であるが、その他の活用目的の場合は原因の把握ができれば十分である。)

出典元:BIM/CIM推進委員会資料

【義務項目】特定部の確認

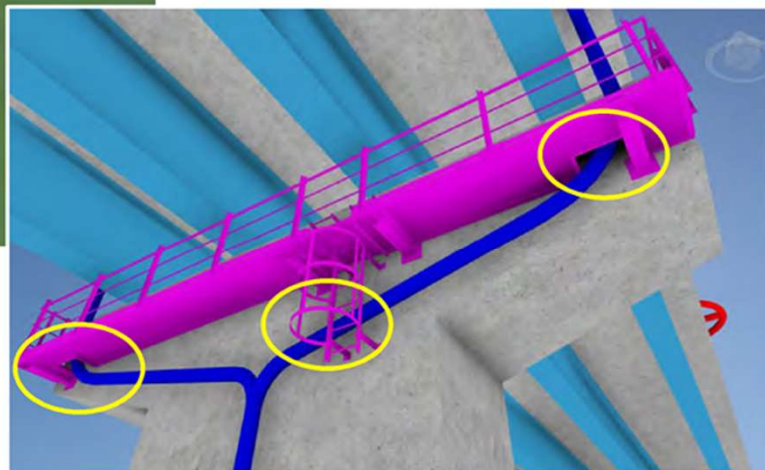
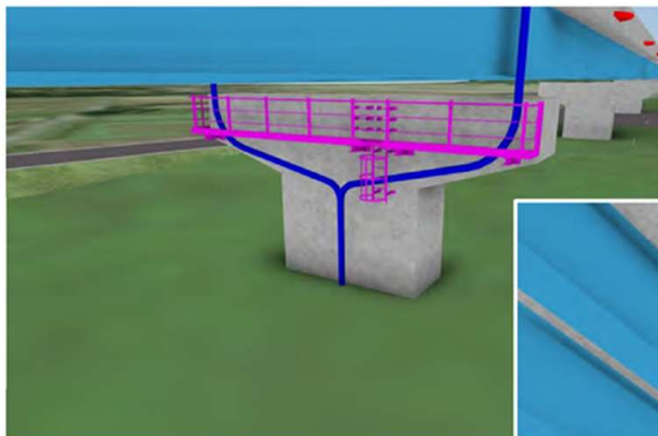
【活用の概要】 2次元では表現が難しい箇所を3次元モデルで視覚化することで、関係者の理解促進や2次元図面の精度向上を図る。

【活用例】 (橋梁) 支点周辺

【事例10】可視化による橋梁検査路や排水管等の取り合いの確認【橋梁】

- 3次元モデルを使用し、検査路や排水管等の付属物の取り合いを確認した。
- 完成後の設置イメージを3次元モデルにより可視化することができるため、橋梁付属物の取り合いが2次元図面より分かりやすく、2次元図面では見落としがちな設計段階での計画妥当性を確認することができた。
- また、工事においても、3次元モデルにすることで、完成形をイメージしやすく、関係者との確実な合意形成を行うことができるため、協議時間の短縮や手戻りの防止に繋がることが期待される。

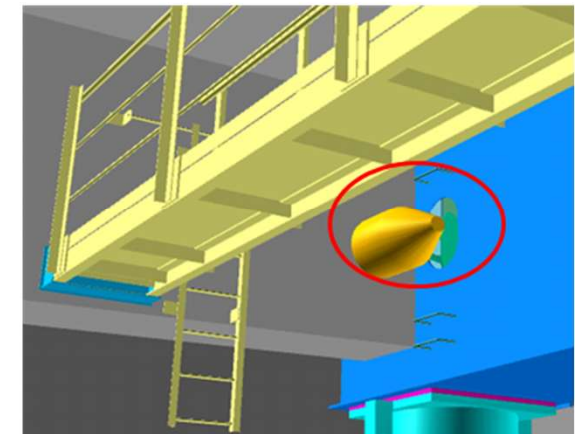
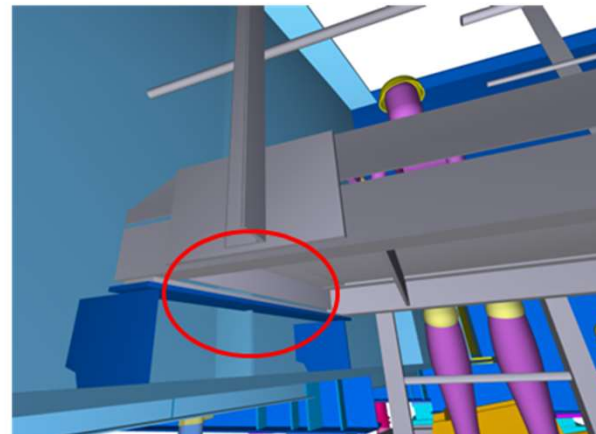
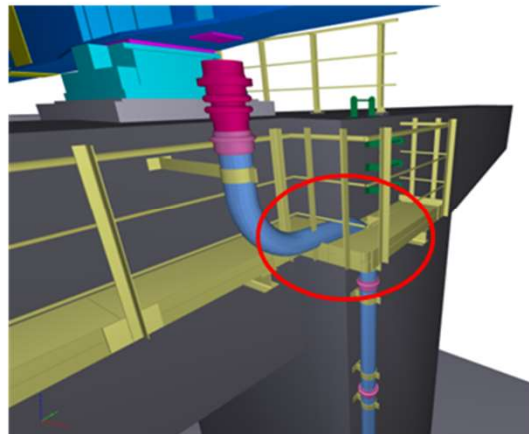
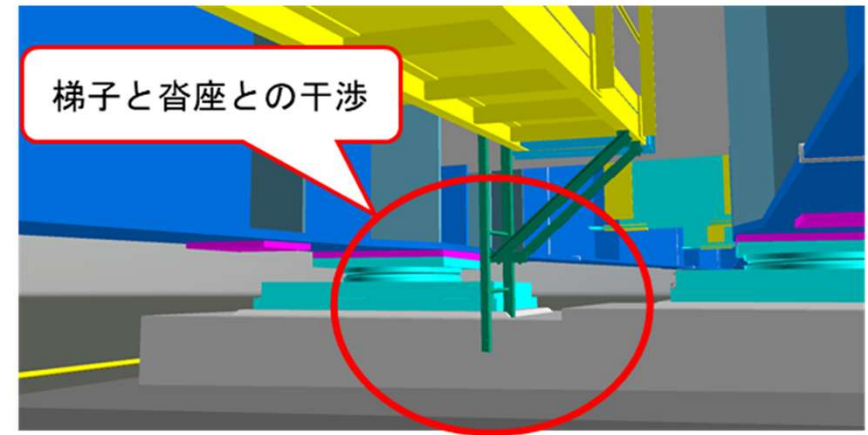
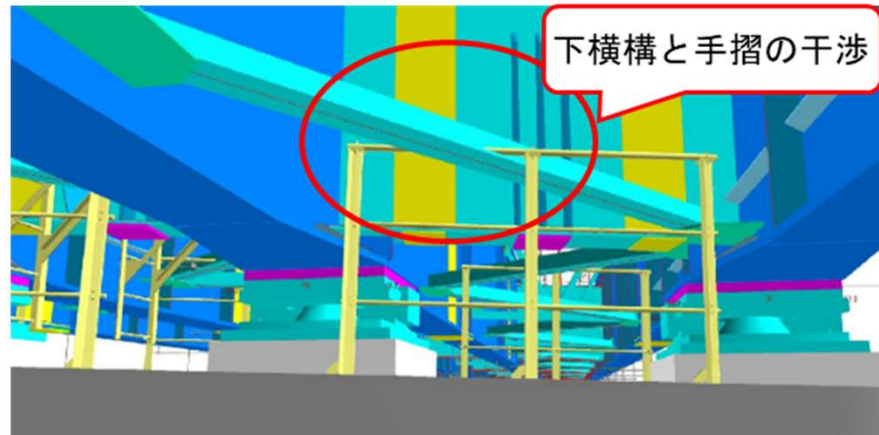
● 下部工検査路・排水管の干渉確認



事業名	令和2年度 上沼道三和 I C 本線橋他詳細設計業務
発注者	高田河川国道事務所
受注者	大日本コンサルタント(株)
工種	道路
使用ソフトウェア	Civil3D、3dsMax、 Navisworks
モデル詳細度	300

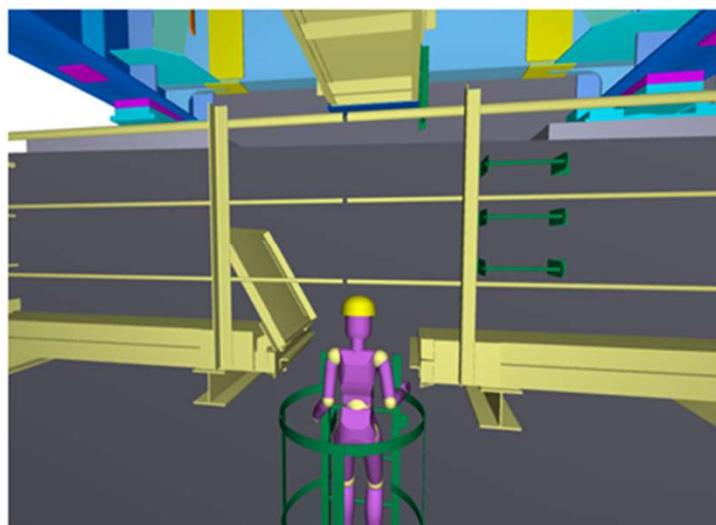
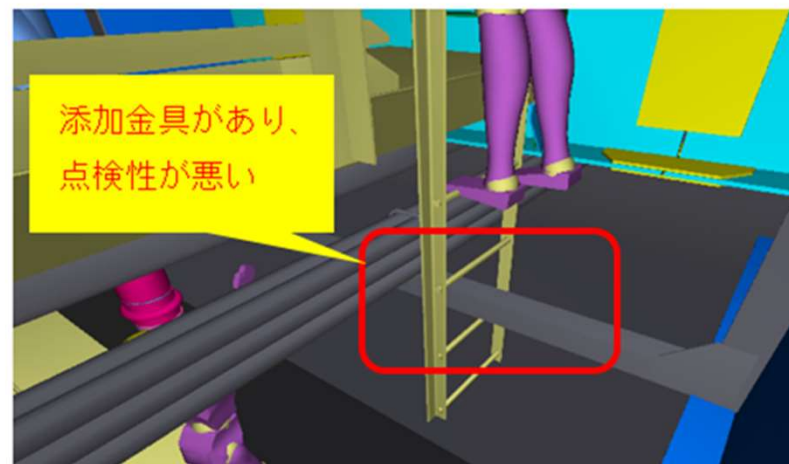
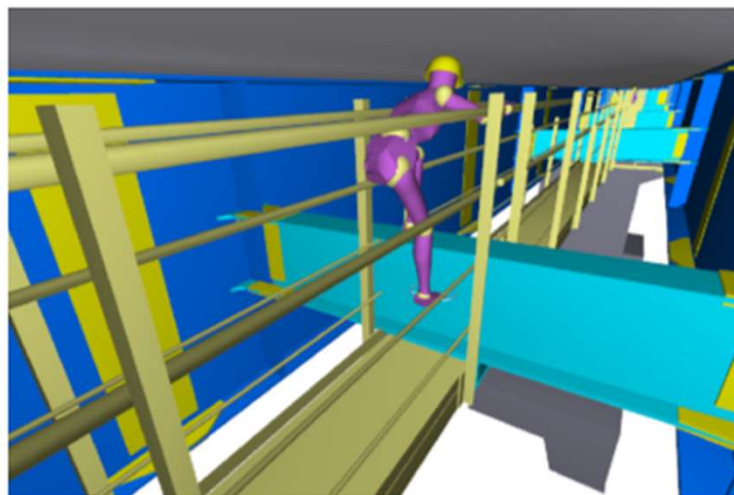
出典元: BIM/CIM推進委員会資料

支点部(脚上)の干渉チェック



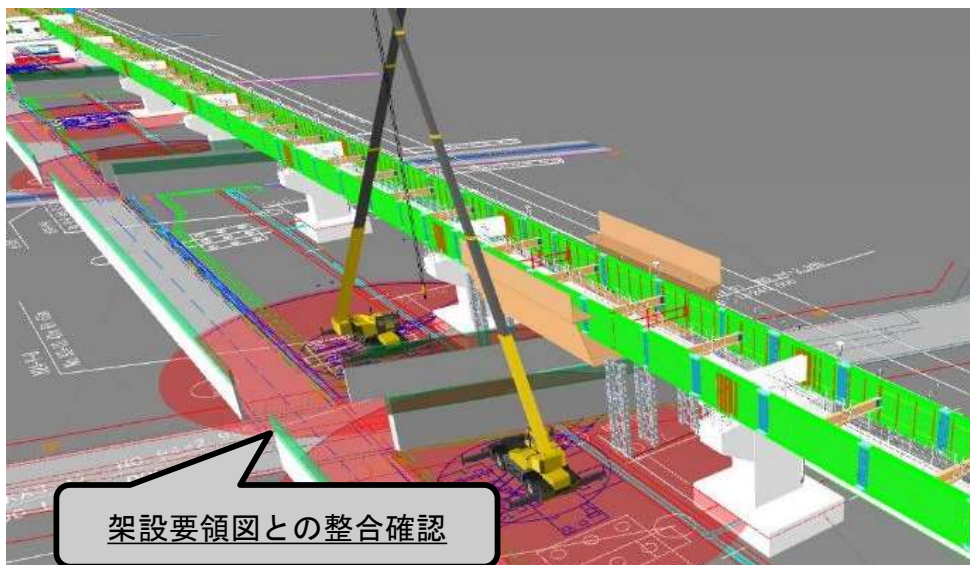
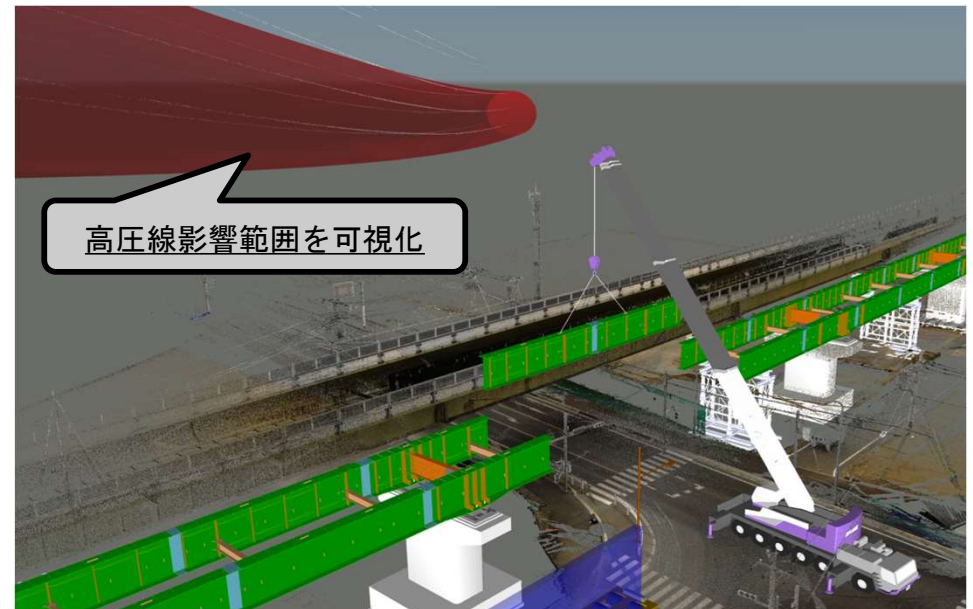
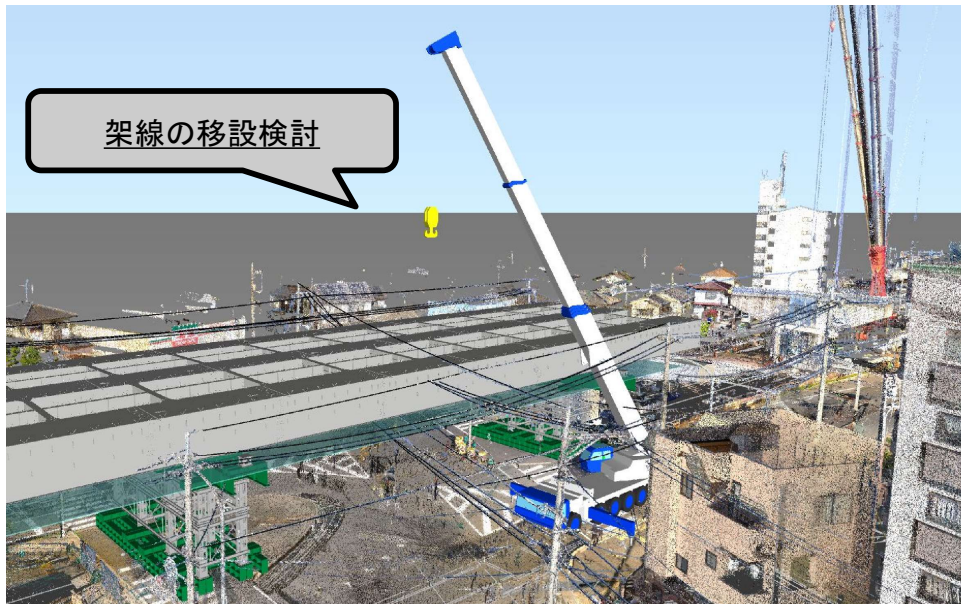
4 CIMモデルの活用事例

維持管理時の動線チェック



4 CIMモデルの活用事例

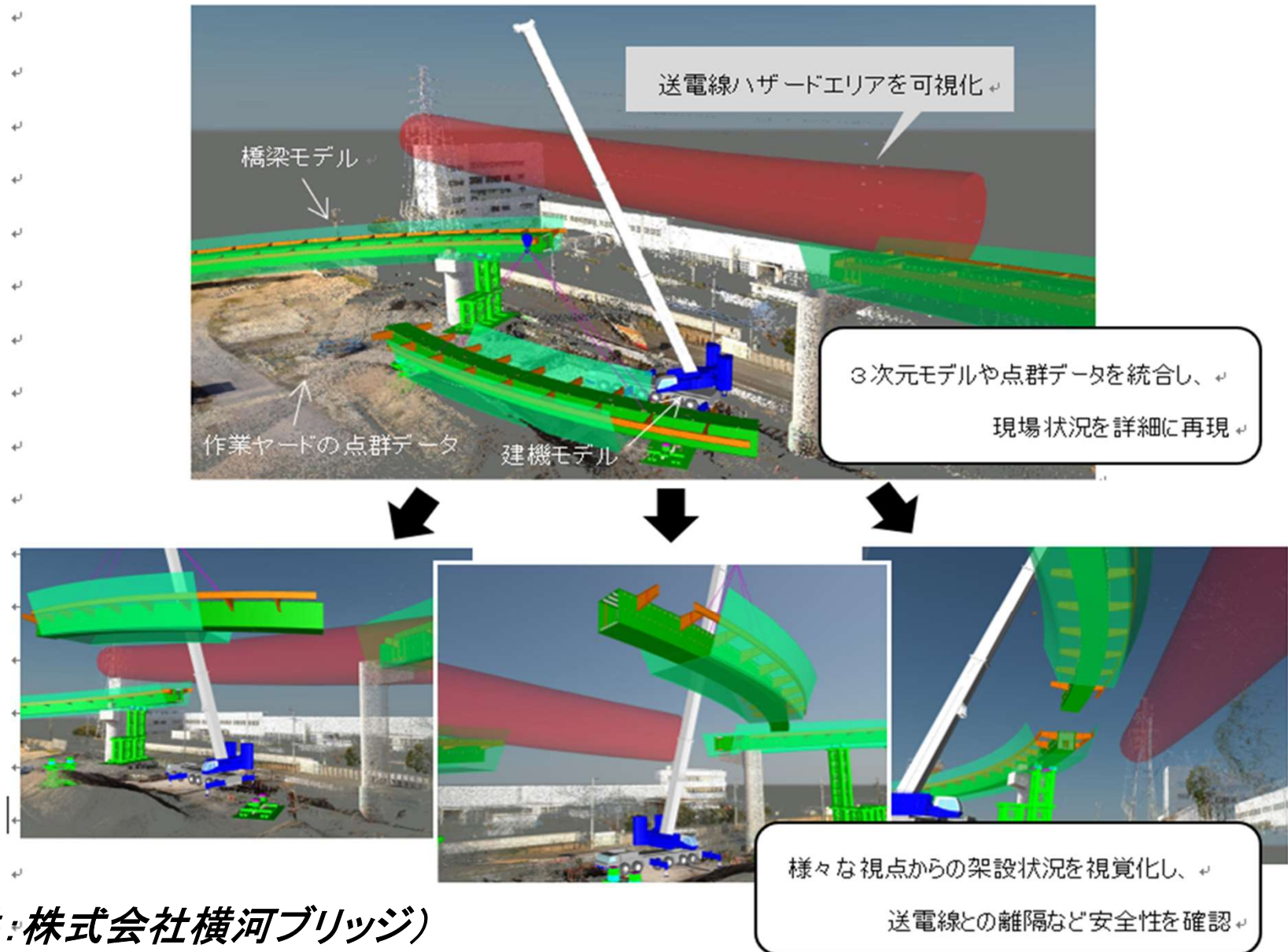
3D架設計画（手順の見える化・課題抽出）



（資料提供：株式会社横河ブリッジ）

4 CIMモデルの活用事例

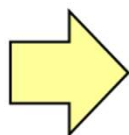
高圧線に近接した架設時の架設シミュレーション



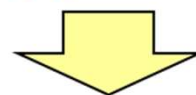
デジタルツインシステム

現場の送り出し状況

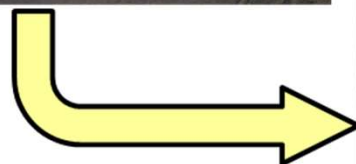
- ・送り出し移動量
- ・通りのずれ
- ・たわみ
- ・ジャッキ反力



ICT技術でデータ収集



クラウド上に3Dモデルで再現する
「デジタルの双子」を構築



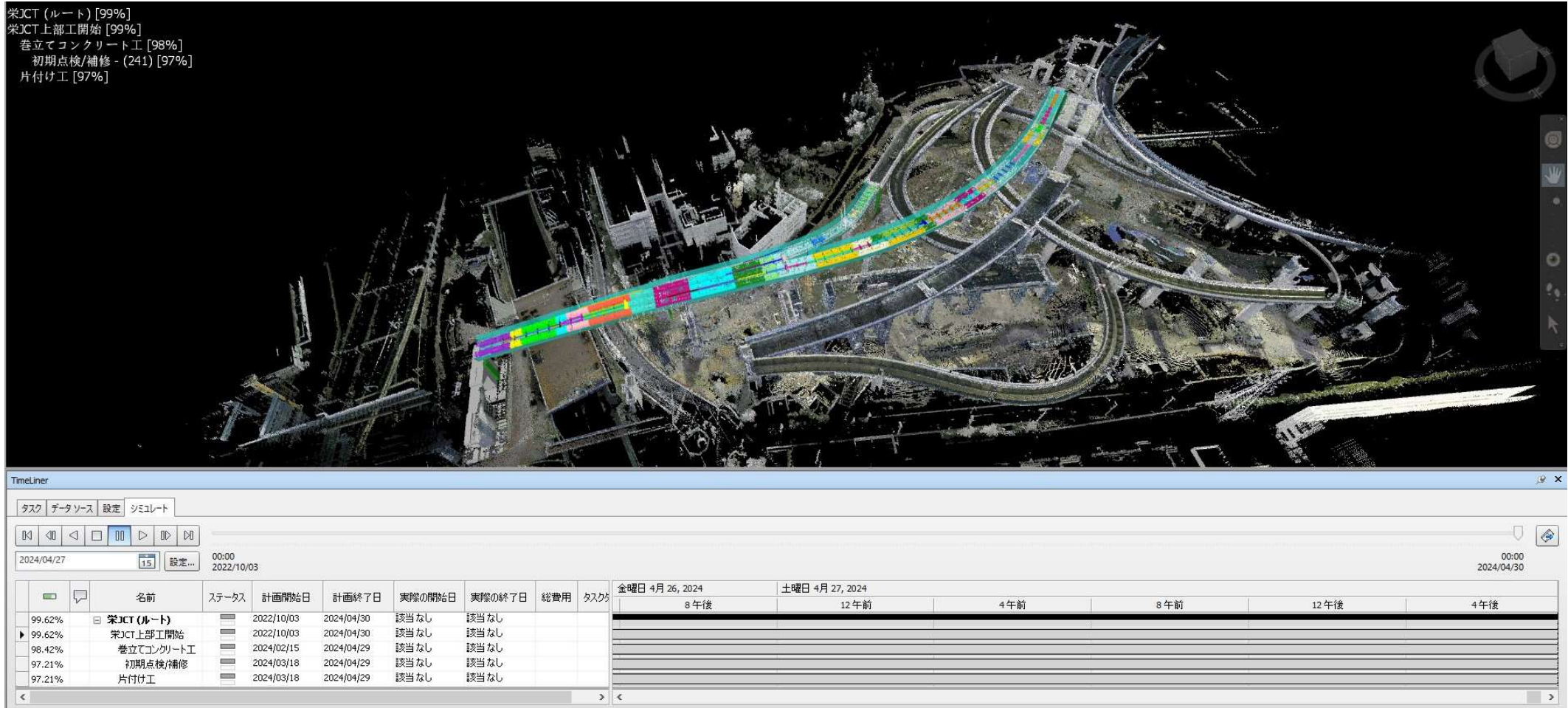
コンピューター上に
リアルタイム再現



(資料提供: 高田機工株式会社)

4D工程管理

2024年4月27日 桁架設完了



(資料提供: 株式会社IHIインフラシステム)

1. はじめに(建設産業の現状と課題)

2. i-Constructionの動向

3. DXの取り組み(i-Bridgeの取り組み)

4. BIM／CIM原則適用

5. 鋼橋のデータ連携

原則適用以降の課題についてPTで検討

橋梁製作システムにつなぐ方法の検討	
現状	設計の3次元モデルから橋梁製作システムに取り込む際に、図面から手入力しており、非効率。中間ファイルの「設計情報属性ファイル交換標準(案)」が策定されているものの、自動設計システムから中間ファイルへの掃き出し機能が未開発。
改善策	中間ファイルを経由し、設計から施工へスムーズに情報伝達を行う。
検討事項	(現状の開発状況) ・ 民間事業者にて、自動設計システムから中間ファイルへの掃き出し機能を開発中。R4年度内に完成予定。 (今後の予定) ・ 現場実証を図り、使い勝手、課題等を抽出する。
検討メンバー(仮)	本省(技調)、建コン、橋建協、事務所
備考	自動設計システムの機能開発後、現場実証を開始する。

出典元：BIM/CIM推進委員会資料

5 鋼橋工事おける取り組み

➤ 「橋梁技術のデータ連携実装に向けた共同宣言」(令和5年4月18日)



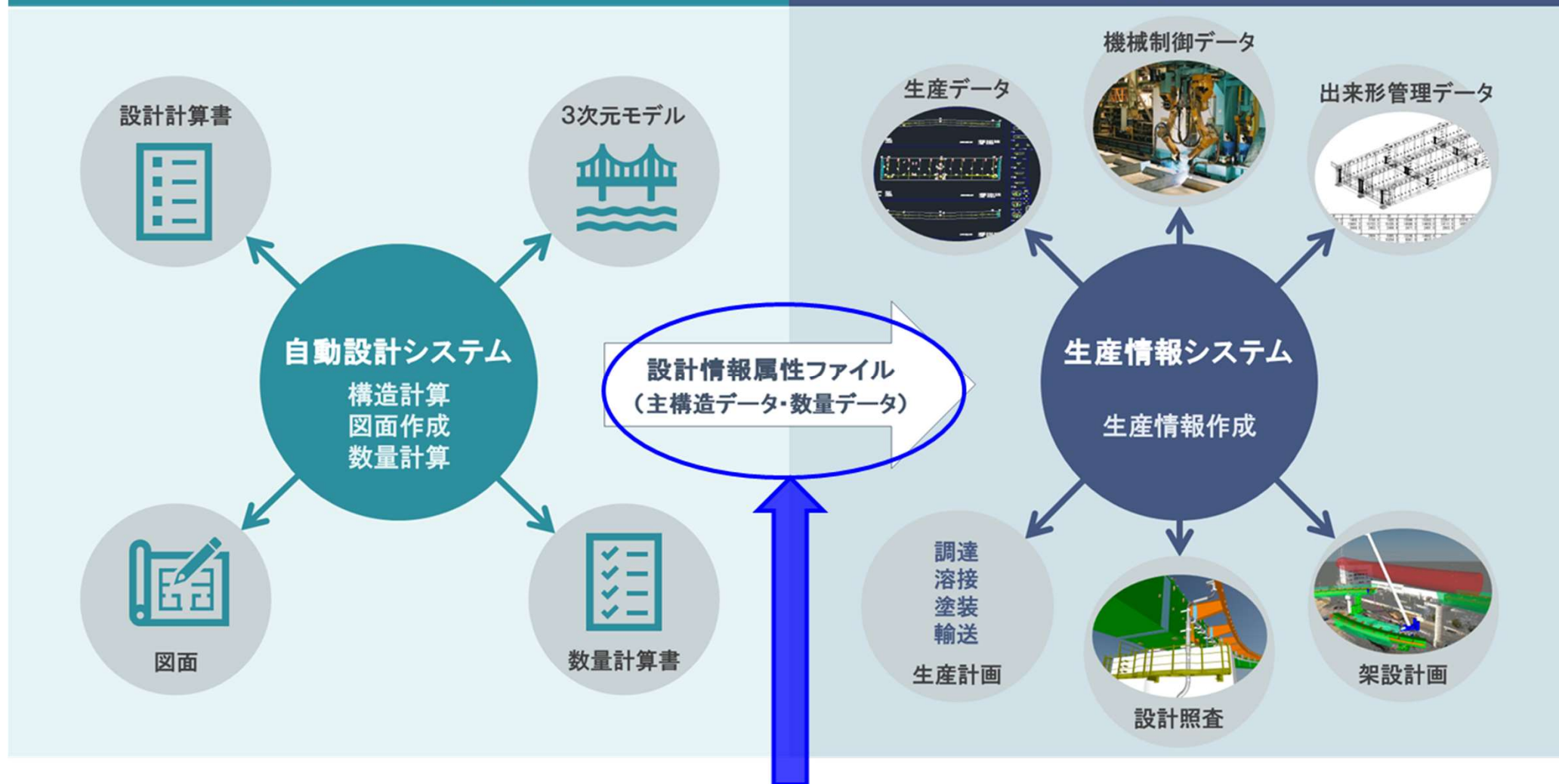
右から高田橋建協会長、吉岡技監、森下参事官、野崎建コン協会長



橋梁技術のデータ連携実装

建設コンサルタンツ協会

日本橋梁建設協会



このデータを「設計成果品」とすることにより、データ連携が可能となる。

鋼橋の自動設計一貫システムの概要

線形

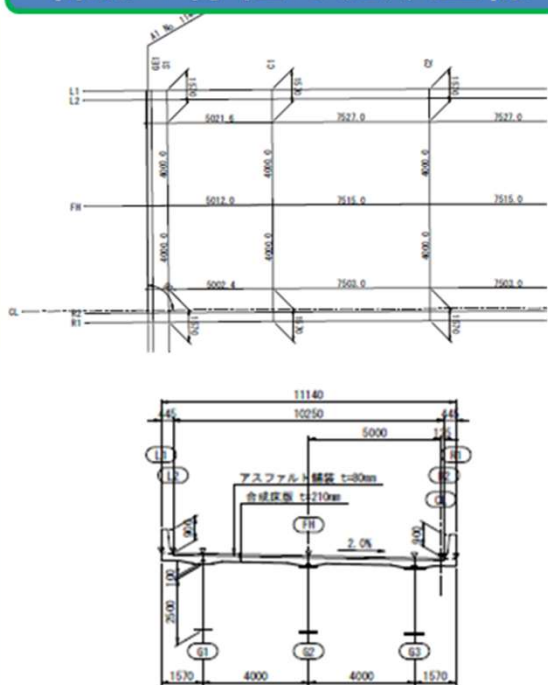
解析

設計

図面

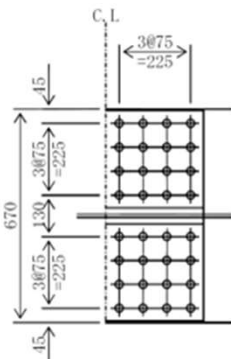
材料

線形：骨組寸法、座標

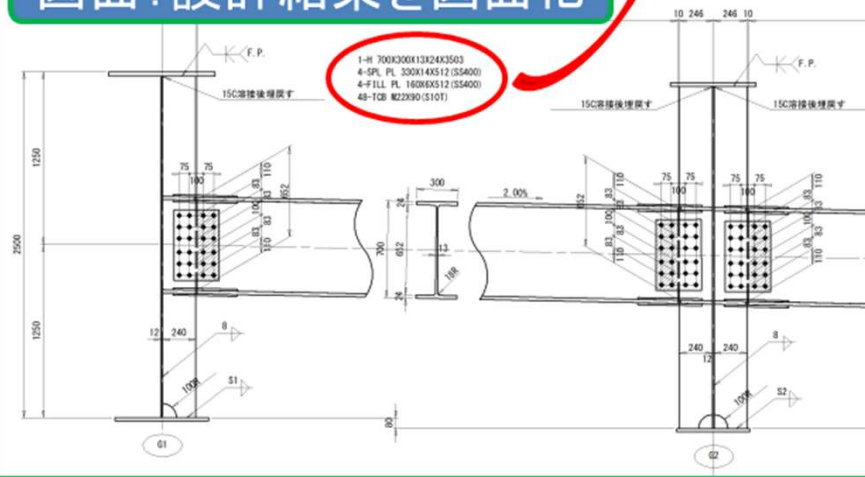


設計：板厚・材質決定

- (a) 作用応力度
- | | |
|--|---|
| $\sigma_{tmax} = 112 \text{ N/mm}^2$ | $0.75 \sigma_{ta} = 0.75 \times 210 = 158 \text{ N/mm}^2$ |
| $\sigma_{cmax} = -32 \text{ N/mm}^2$ | $0.75 \sigma_{ca} = 0.75 \times 173 = 130 \text{ N/mm}^2$ |
| $\therefore \sigma_c = 130 \text{ N/mm}^2$ | |
- (b) 母材総断面
- | | |
|--------------------|-------------------------------------|
| 1-LFLG PL 670 * 30 | Ag = 201.0 cm ² (SM490Y) |
|--------------------|-------------------------------------|
- (c) ボルト配置図



図面：設計結果を図面化

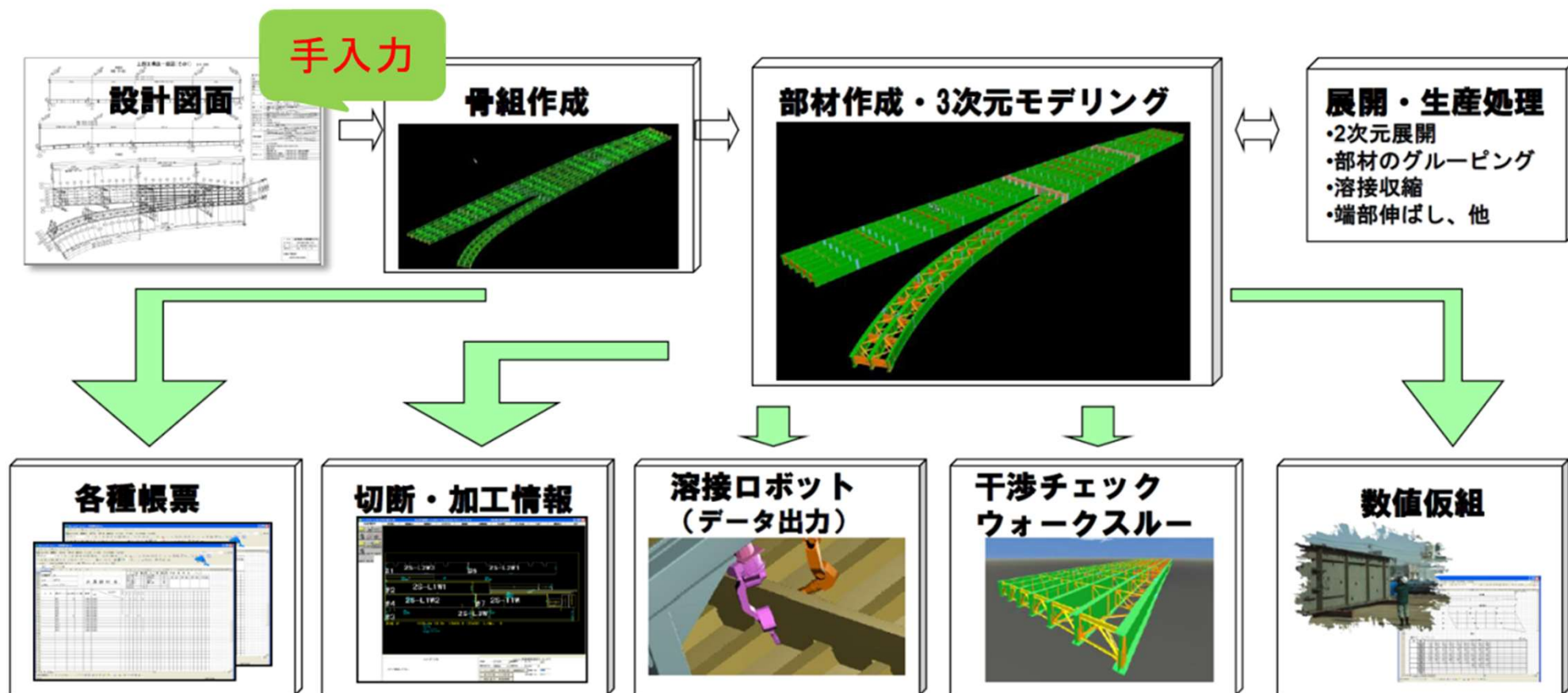


材料:鋼材・ボルト集計

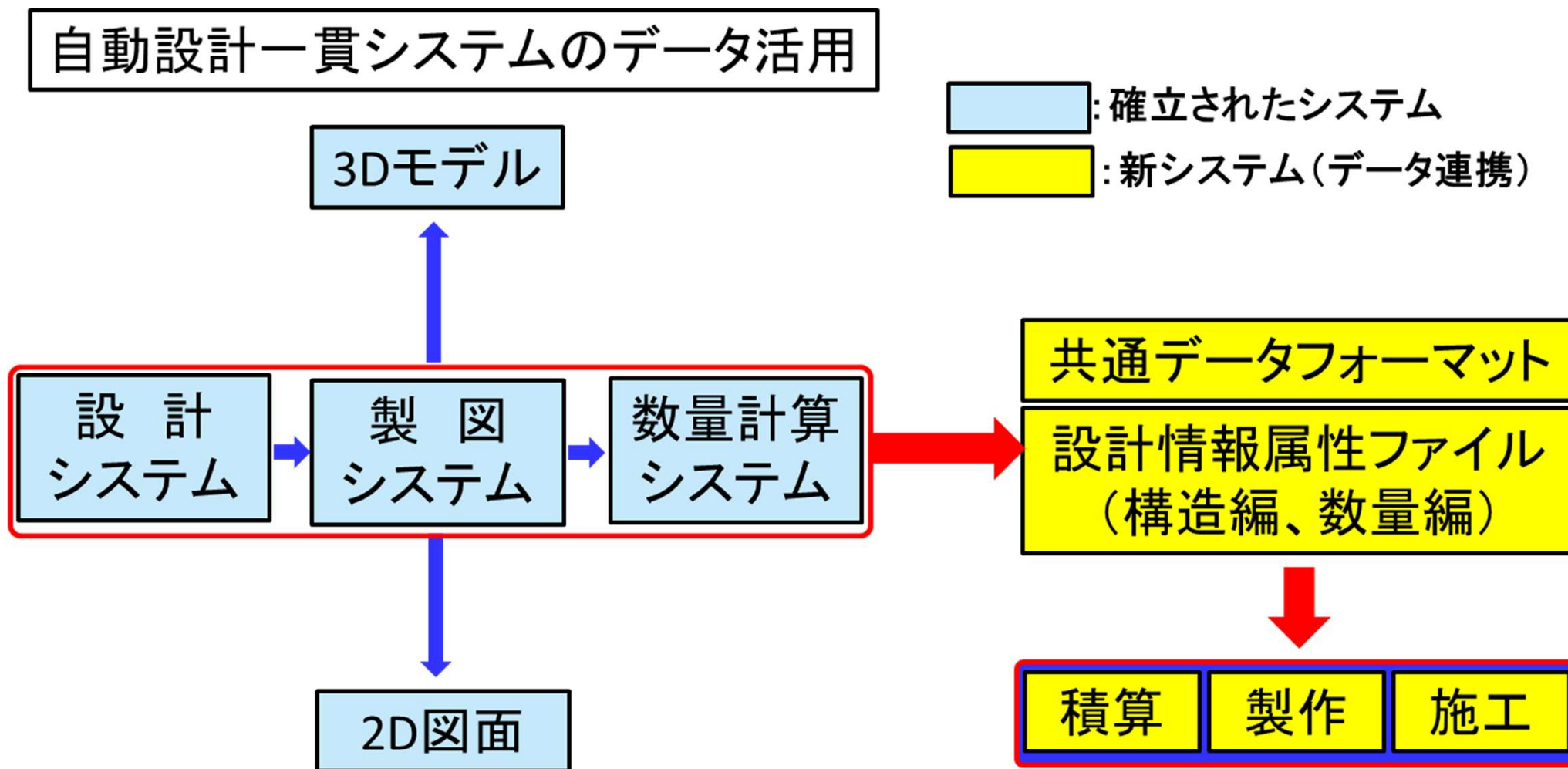
員數	部材名	材種	断面	長さ	單位質量	單品質量	質量	材質	要索	備考
1	H	PL	700×300×13・24	6380	182	1161	1161	SS400	大型	
1	SPL	PL	370・9	400	765	10.5	11	SS400	小型	UFLG
2	SPL	PL	155・12	400	94.20	5.84	12	SS400	小型	UFLG
14	TCB	M 22・80				0.553	8	S10T	購入	UFLG

5 鋼橋の生産情報の作成(自動原寸システム)の概要

- ・設計図面をもとに、橋全体や部材形状の基準となる骨組線と、部材形状を作成し、製作形状の3次元モデルまたは3次元情報を生成する。
- ・溶接收缩量や加工代等の製作情報の付加と、2次元展開を行った後、3次元や2次元情報に基づき、工場製作に必要な情報を出力する。

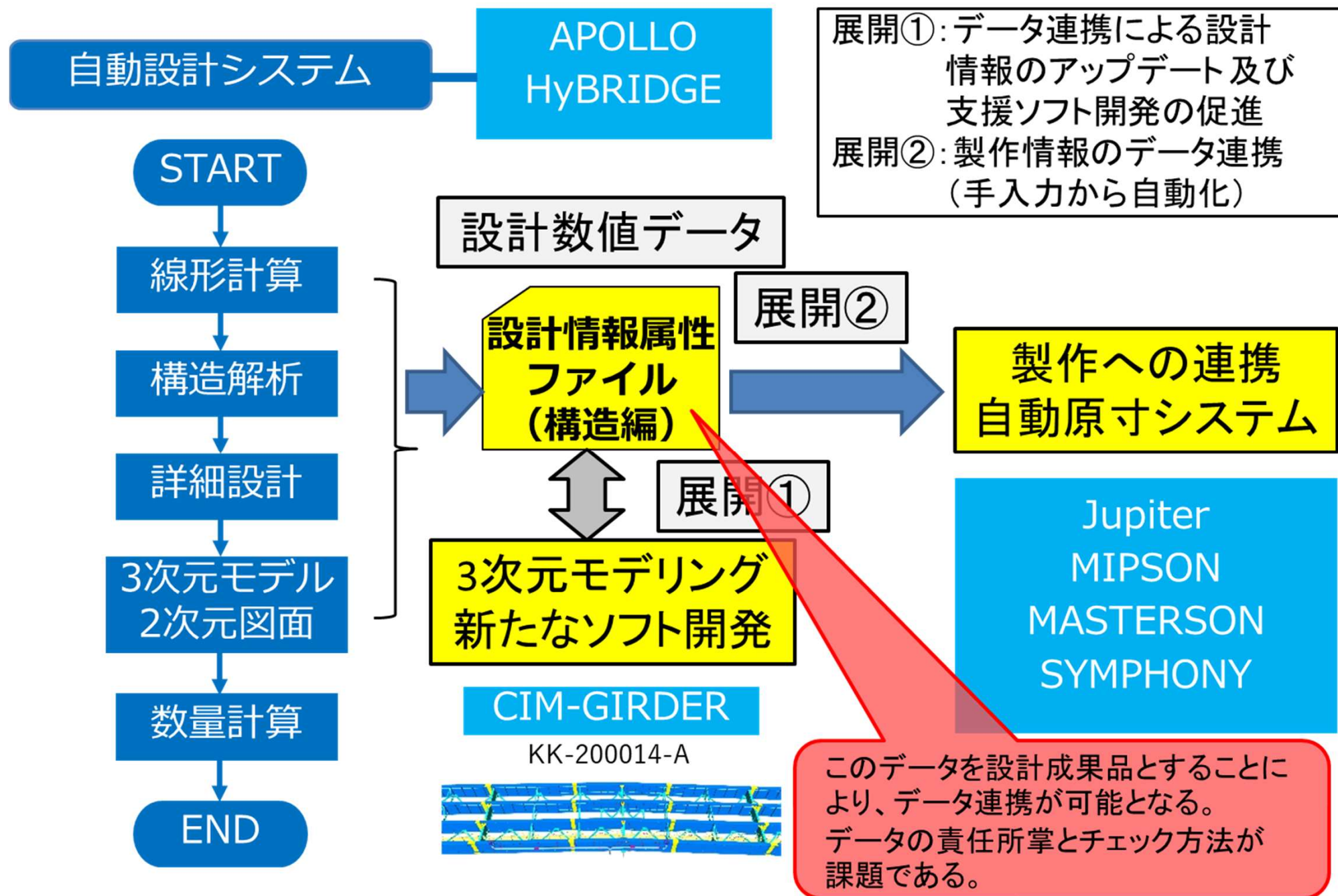


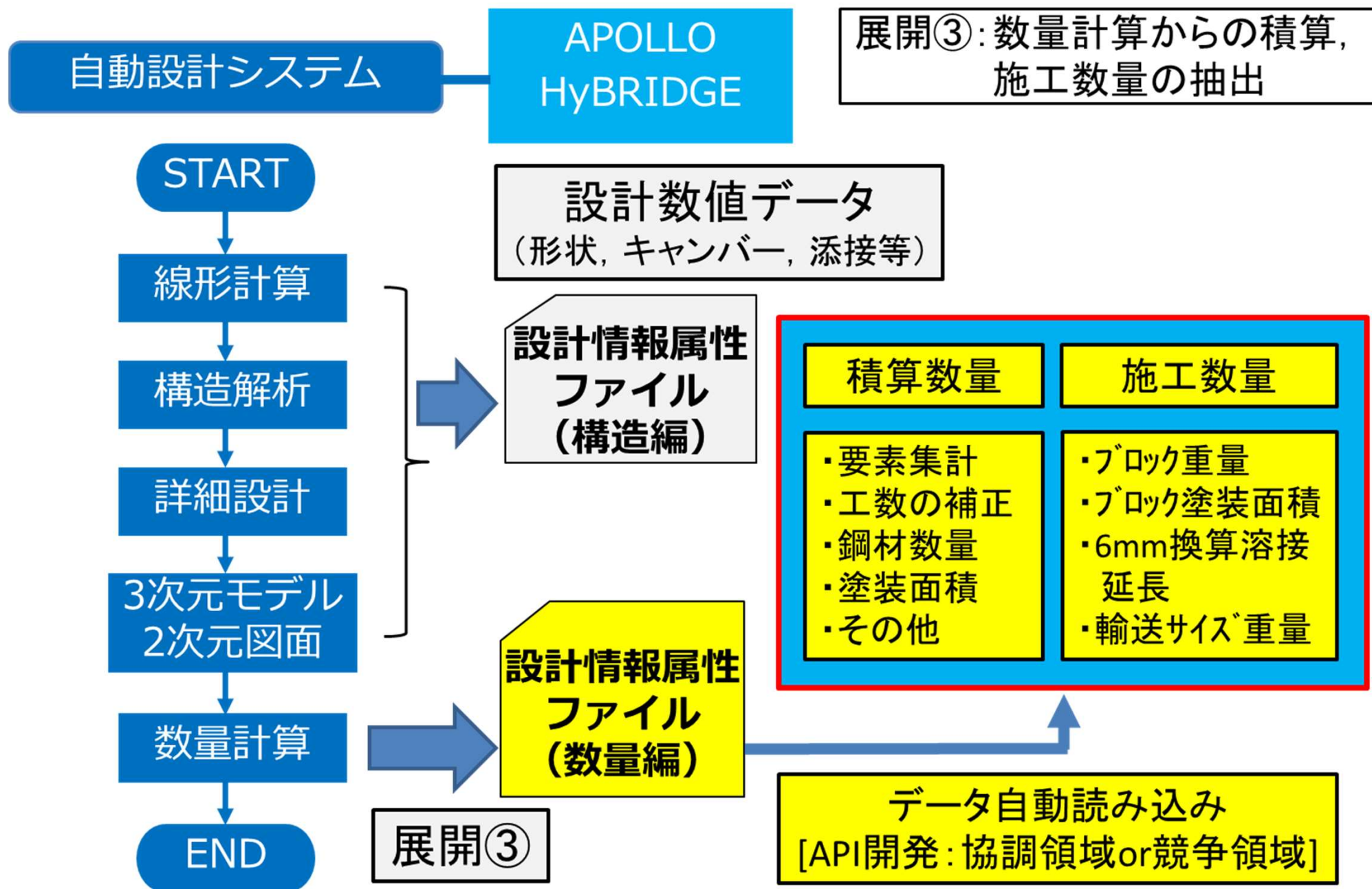
5 自動設計システムからのデータ連携



〈今後のDXの取組み〉

- ・数値情報の共通データフォーマットの構築
- ・積算、製作、施工へのデータ連携のためのプログラム開発と実装





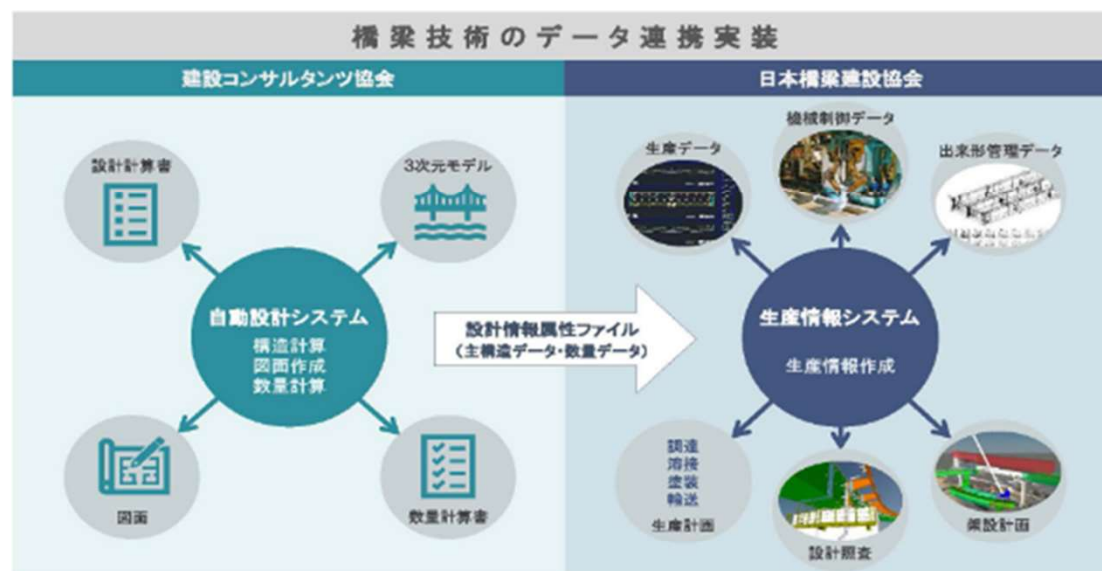
設計情報属性ファイル交換標準(案)

鋼橋の上部工工事における工場製作では、自動原寸システムを使用し、詳細設計の2次元成果から手入力を行っており、CIMモデルを活用できていない。

そこで、右図に示す設計者側の「自動設計システム」から施工者側の「自動原寸システム」へのデータ連携による生産性向上を目的に、両システムで連携可能な数値情報を定義した「設計情報属性ファイル交換標準(案)」を作成した。

また、材料・塗装・溶接・輸送等の数量についてもデータ連携が可能となるように数量編を定義した。

以下に、交換標準(案)とその仕様に沿って作成したサンプル橋データおよび自動生成された3次元モデルを示す。



主構造鉄桁編

主構造箱桁編

数量編

項 目				2022年度				2023年度				2024年度			
				1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q
仕様定義	設計情報属性ファイル、数量データの定義														
システム 開発	構造 データ	鉄桁	(a-1) 上流システムからの設計情報属性ファイル出力												
			(b) 製作情報システムでの設計情報属性ファイルの読み込み												
			発注業務による現場検証、効果検証												
		箱桁	(a-1) 上流システムからの設計情報属性ファイル出力												
			(b) 製作情報システムでの設計情報属性ファイルの読み込み												
			発注業務による現場検証、効果検証												
	数量 データ	(a-2) 上流システム⇄数量データ													
		(c) 数量データ活用システムのための開発													
	積算 データ	(c) 積算情報のための開発(建コン協向け)													

鋼橋におけるDXの取り組み

～鋼橋事業の生産性・安全性の向上～

完

ご清聴ありがとうございました。



一般
社団法人

日本橋梁建設協会
Japan Bridge Association