

令和 4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

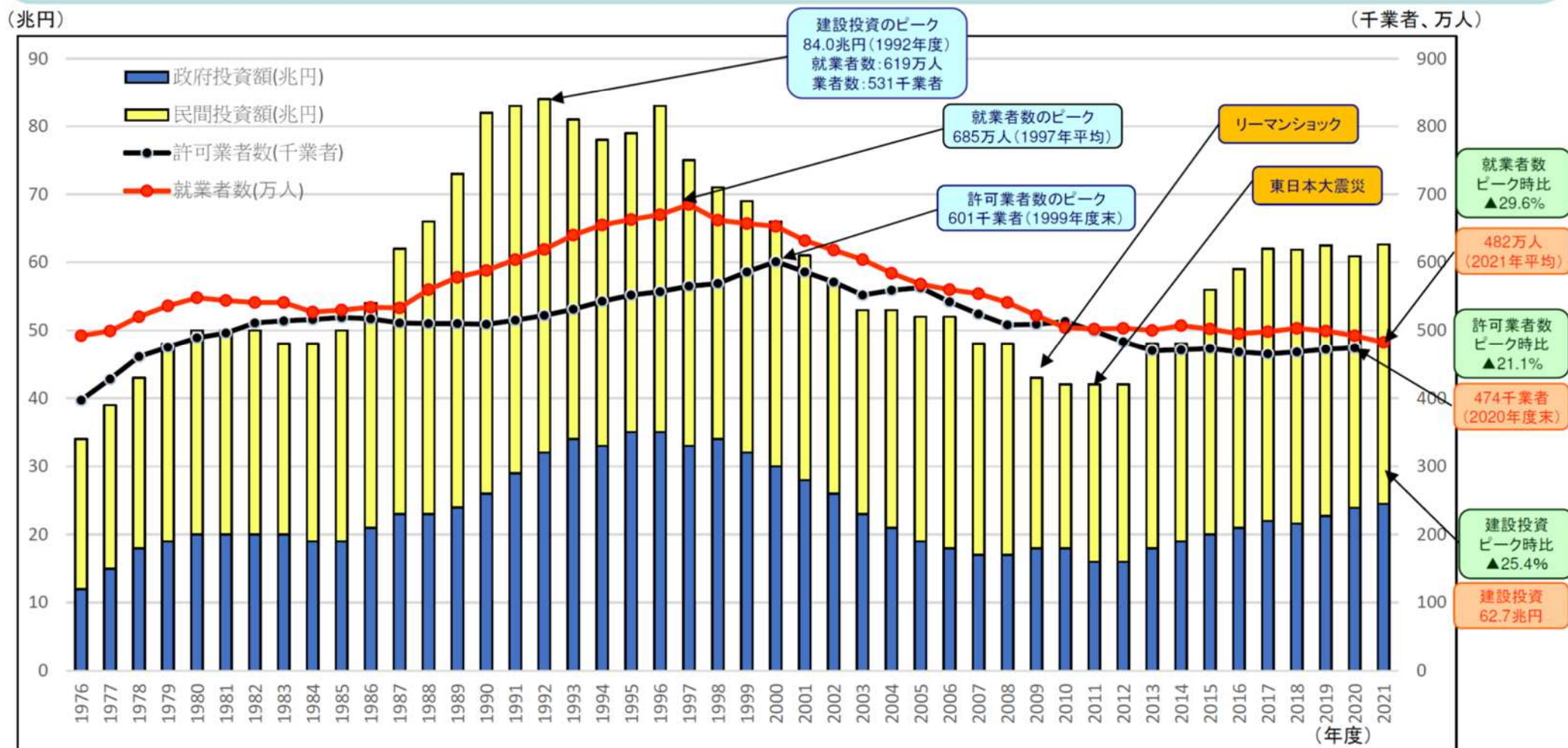
1. はじめに(建設産業の現状と課題)

2. i-Constructionの動向

3. DXの取り組み(i-Bridgeの取り組み)

4. CIMの活用

- 建設投資額はピーク時の1992年度：約84兆円から2010年度：約41兆円まで落ち込んだが、その後、増加に転じ、2021年度は約63兆円。（ピーク時から**約25%減**）。
- 建設業者数（2020年度末）は約47万業者で、ピーク時（1999年度末）から約21%減。
- 建設業就業者数（2021年平均）は482万人で、ピーク時（1997年平均）から**約30%減**。



出所: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2018年度まで実績、2019年度・2020年度は見込み、2021年度は見通し

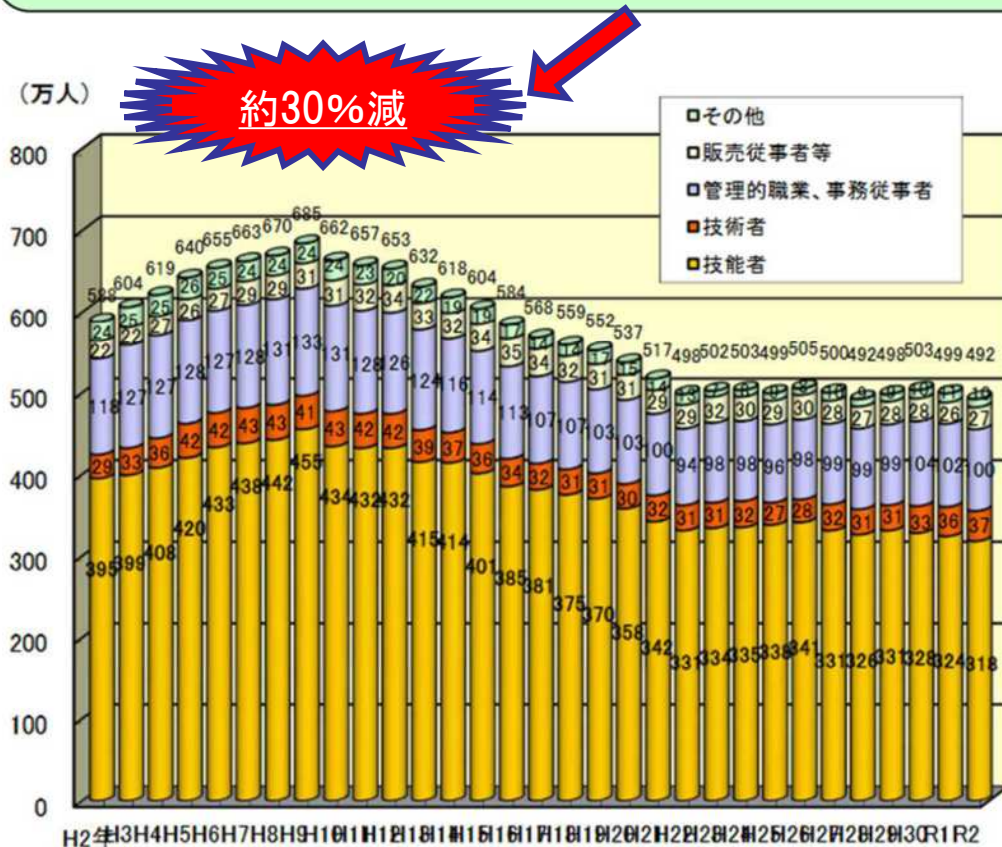
注2 許可業者数は各年度末(翌年3月末)の値

注3 就業者数は年平均。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2010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

1 建設業就業者の現状

技能者等の推移

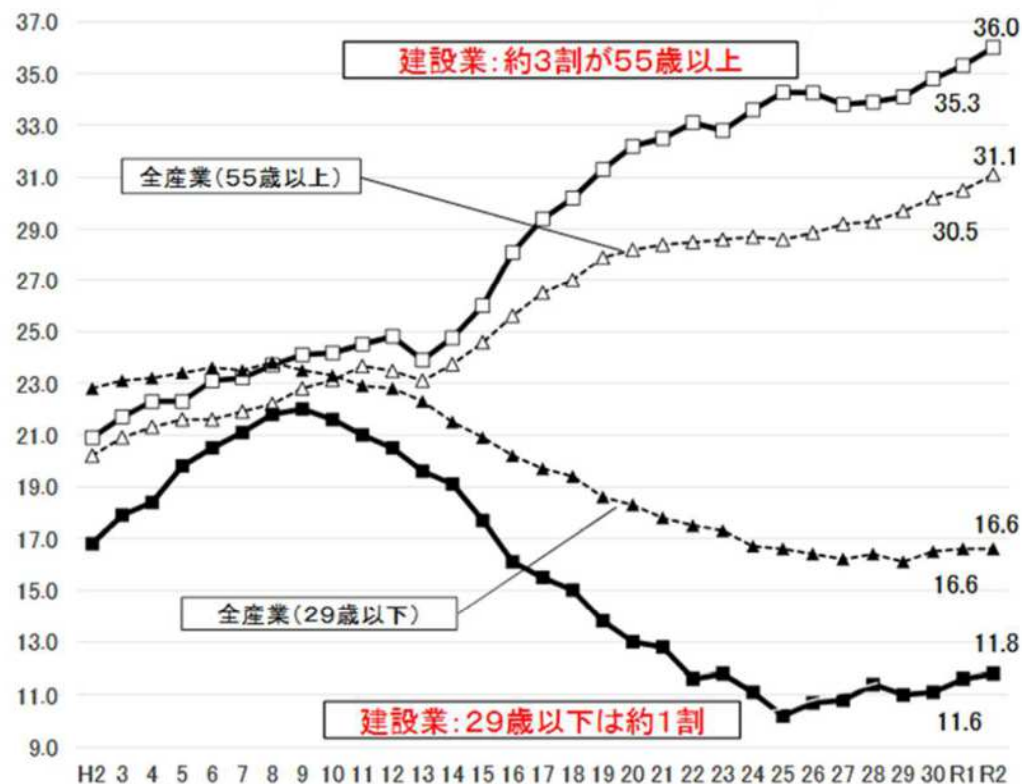
○建設業就業者： 685万人(H9) → 498万人(H22) → 492万人(R2)
 ○技術者： 41万人(H9) → 31万人(H22) → 37万人(R2)
 ○技能者： 455万人(H9) → 331万人(H22) → 318万人(R2)



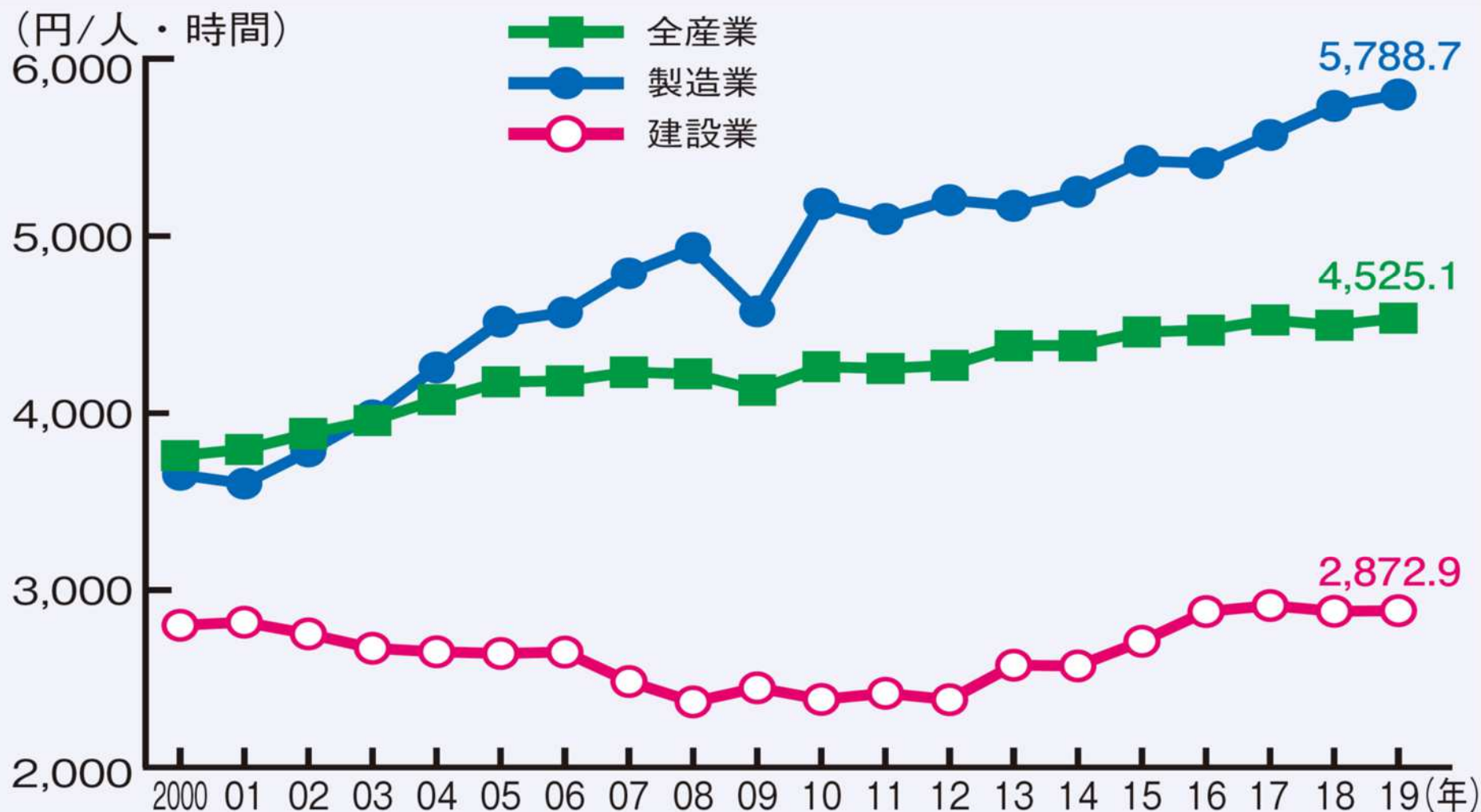
出典：総務省「労働力調査」(暦年平均)を基に国土交通省で算出
 (※平成23年データは、東日本大震災の影響により推計値)

建設業就業者の高齢化の進行

○建設業就業者は、55歳以上が36%、29歳以下が約12%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元年と比較して55歳以上が約1万人増加、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」

1990年代後半から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した。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. CIMの活用

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。

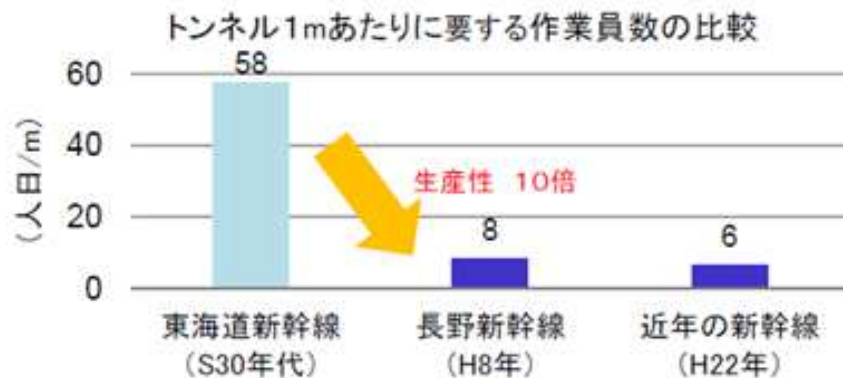
国土交通省においては、建設現場における生産性を向上させ、魅力ある建設現場を目指す新しい取組である i-Construction を進めることとした。

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。

重点的な取り組み

■ 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

■ 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

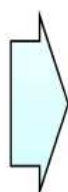
- 建設業は社会資本の整備の担い手であると同時に、社会の安全・安心の確保を担う、我が国の国土保全上必要不可欠な「地域の守り手」。
- 人口減少や高齢化が進む中であっても、これらの役割を果たすため、建設業の賃金水準の向上や休日の拡大等による働き方改革とともに、生産性向上が必要不可欠。
- 国土交通省では、調査・測量から設計、施工、検査、維持管理・更新までの全ての建設生産プロセスでICT等を活用する「i-Construction」を推進し、建設現場の生産性を、2025年度までに2割向上を目指す。

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



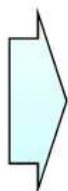
UAV(ドローン等)による3次元測量

施工

ICT建機による施工(ICT土工用積算基準の導入)



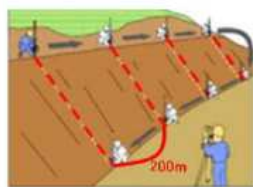
従来施工



ICT建機による施工

検査

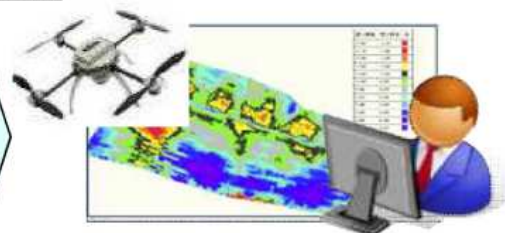
検査日数・書類の削減



人力で200m毎に計測

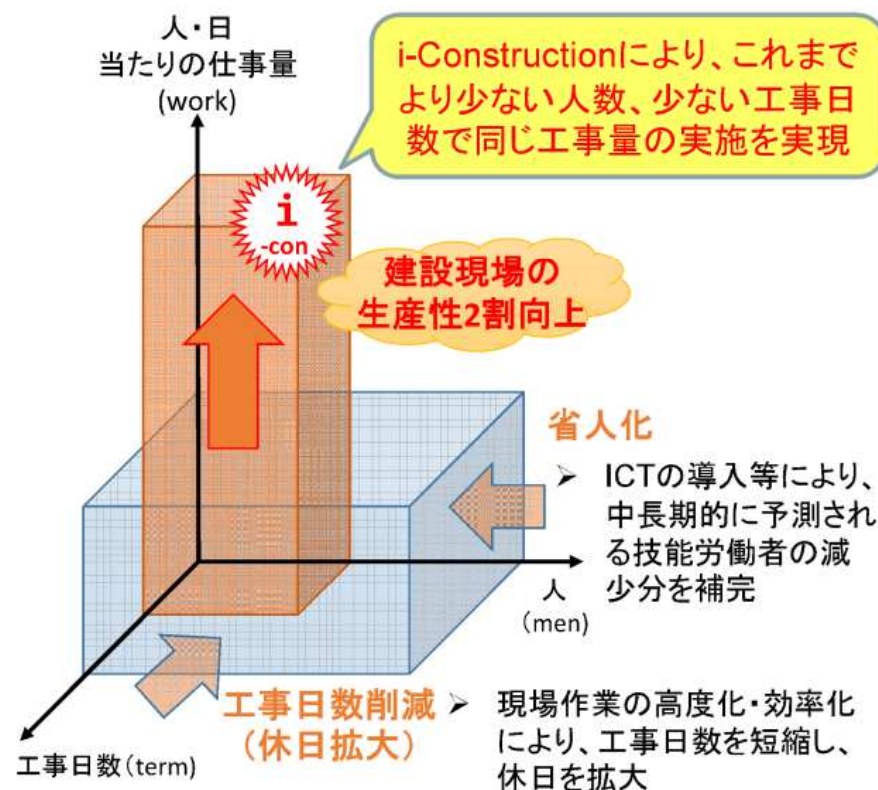


計測結果を書類で確認



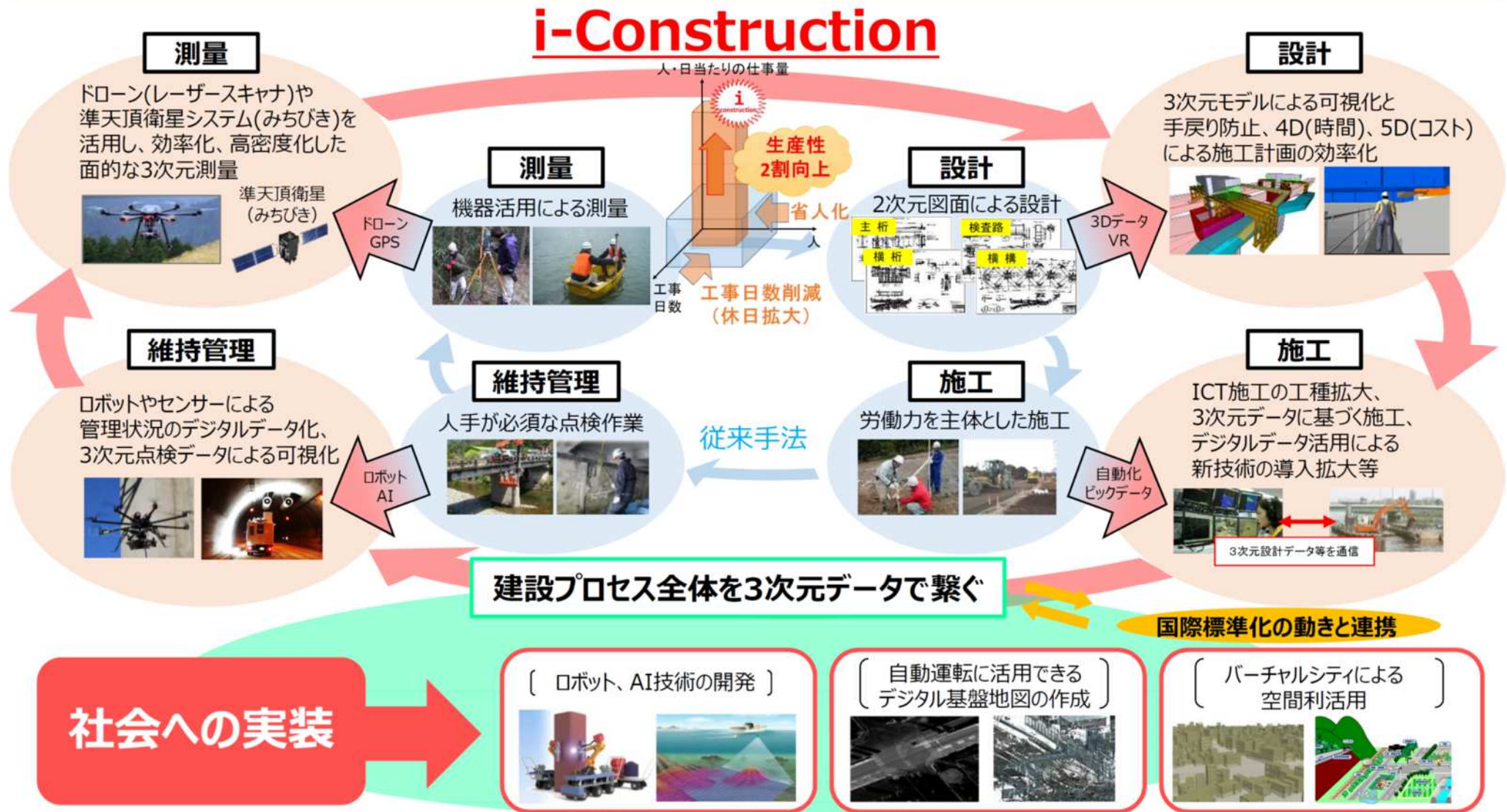
3次元データをパソコンで確認

【生産性向上イメージ】



2 i-Constructionの動向

- Society5.0の実現に向け、**i-Construction**の取組を推進し、建設現場の生産性を**2025年度までに2割向上**を目指す
- **ICT施工の工種拡大**、現場作業の効率化、**施工時期の平準化**に加えて、測量から設計、施工、維持管理に至る**建設プロセス全体**を**3次元データで繋ぎ**、**新技術、新工法、新材料の導入、利活用**を加速化するとともに、**国際標準化の動きと連携**



出典:i-Construction推進コンソーシアム(第3回企画委員会)資料-1より
およびi-constructionの推進に関するシンポジウム(令和元年7月30日)より

2 BIM/CIMの動向

令和5年度のBIM/CIM原則適用に向けた進め方

〔 出典：国土交通省 第7回BIM/CIM推進委員会 資料3-1より 〕

- 令和5年度の小規模を除く全ての公共工事におけるBIM/CIM原則適用に向けて、段階的に適用拡大。**令和4年度の適用対象は下図のとおり。**
- リクワイヤメント**は円滑な事業執行のために**原則適用の上乗せ分**として実施。
- リクワイヤメントの分析を踏まえ、円滑な事業執行のために**どの段階からどのよう**に**3次元モデルを活用するか**、業界団体等とも協議の上、**工種別に整理**。
- あわせて、インフラ管理の効率化のために蓄積すべき情報や手法を検討。

原則適用拡大の進め方(案)(一般土木、鋼橋上部)

	R2	R3	R4	R5
大規模構造物	(全ての詳細設計・工事で活用)	全ての詳細設計で原則適用 (R2「全ての詳細設計」に係る工事で活用)	全ての詳細設計・工事で原則適用(※)	全ての詳細設計・工事で原則適用
上記以外 (小規模を除く)	—	一部の詳細設計で適用(※) —	全ての詳細設計で原則適用 R3「一部の詳細設計」に係る工事で適用	全ての詳細設計・工事で原則適用

(※) 詳細設計における適用：3次元モデル成果物作成要領(案)に基づく3次元モデルの作成及び納品
工事における適用：設計3次元モデルを用いた設計図書の照査、施工計画の検討

令和2年度 発注者責任を果たすための今後の建設生産・管理システムのあり方に関する懇談会
第1回（令和2年12月24日）資料から作成

すぐに整備 ⇔ 10年後までに整備

	発注者	建設産業	IT業界等
共通	・オンライン電子納品 ・事業者・技術者情報のネットワーク化 ・3次元データ契約に対応した電子納品 ・インフラデータプラットフォーム ・3次元データ対応のプラットフォーム ・フロントローディングのための入札契約方式（ECIなど） ・3次元に対応したデータ処理環境（ハードウェア・ソフトウェア、クラウド）整備 ・3次元データの後工程での利活用やプロセス間連携を考慮した設計、積算、契約、検査、納品、データ保管の基準・要領 ・普及のためのシステムやデータの標準化 ・3次元データや技術に対応する人材育成制度	・デジタル技術等を建設現場に応用する技術開発	・高度・効率化したデータ処理システム開発 ・3次元データ化、リモートセンシング、管理等に活用できるAI等の技術開発
調査・計画	・後工程へリスク情報を伝達する仕組み		・調査の高度化・効率化に資する技術開発
設計	・設計照査のシステムを認証する仕組	・設計照査を高度化・効率化するシステム開発	・自動設計等の3次元モデルの高度化・効率化
施工	・2次元契約を前提とし、受発注者双方の生産性向上に資するBIM/CIM活用の要領 ・3次元契約を前提とした契約、検査、納品、データ保管の基準・要領 ・設計照査や検査のシステムを認証する仕組 ・遠隔臨場、リモートでの監督 ・新技術活用（認証）の仕組、制度	・遠隔臨場等に対応するシステム整備	・施工に活用できる技術開発
管理	・既存インフラの3次元データ化技術 ・リモートセンシング、探査、画像解析、AI等の技術による管理手法 ・新技術活用（認証）の仕組、制度	・デジタル技術等を建設現場に応用する技術開発	・管理に活用できる技術開発

〔出典：国土交通省 第5回BIM/CIM推進委員会 資料3-1より〕

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. CIMの活用

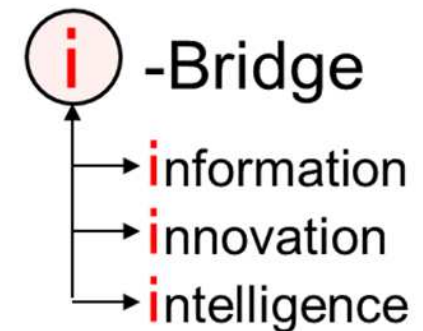
3 DXの取り組み（i-Bridgeの取り組み）

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）

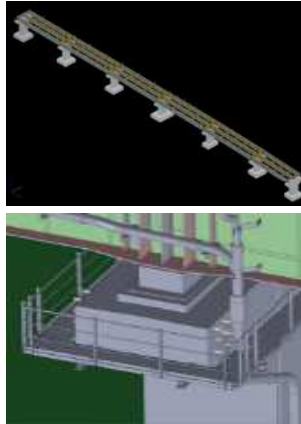
i-Bridge

①測量・地質調査



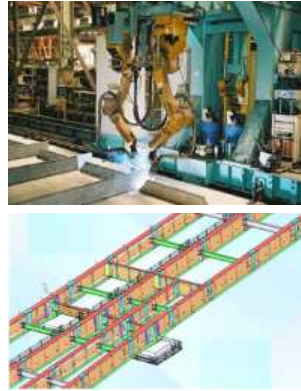
- ドローン、3Dレーザースキャナの導入・活用
- 地形や周辺建築物等の高密度な3D情報を短時間で収集・整理

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

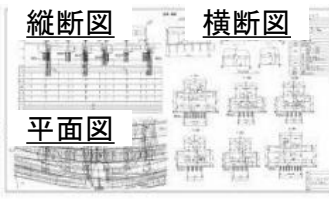
⑤検査・納品

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

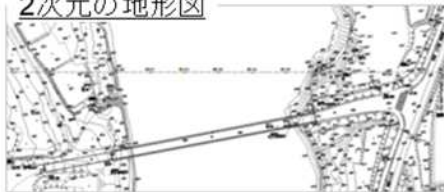
従来方法

□ 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

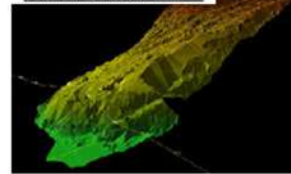
ドローン



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

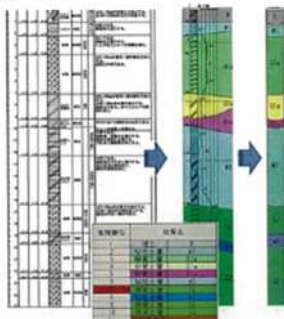
- 測量作業の時間短縮・精度向上〔生産性〕
- 危険ゾーンへの立ち入り回避〔安全性〕
- 合理的橋梁設計の進展〔生産性〕
- 施工計画への反映〔生産性・安全性〕...Step-2
- 架設工事中の建築限界情報〔安全性〕...Step-2

● 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

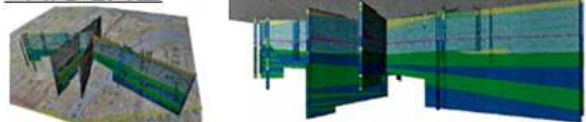
2次元柱状図



i-Bridge: 3次元情報化

□ 3次元の既往地質・土質情報

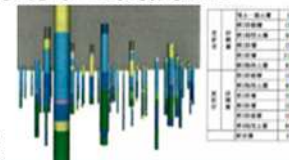
3次元地質図



〔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

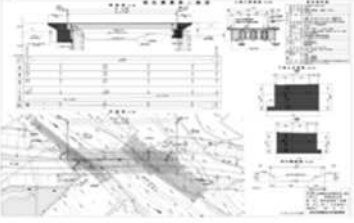
[出典: [1] NETIS. TH-100021-V]

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

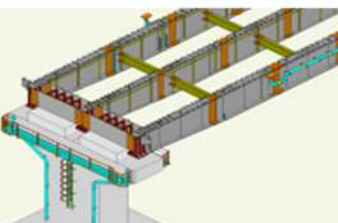


設計図から
資材量算出

1-200M 276x204(L2)
1-000M 276x20x285
1-SPL PL 380x5x455 (SS400)
2-SPL PL 190x10x455 (SS400)
16-TGB 122x75 (S10T)

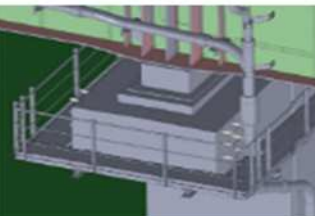
i-Bridge: 3次元モデリング

□ 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

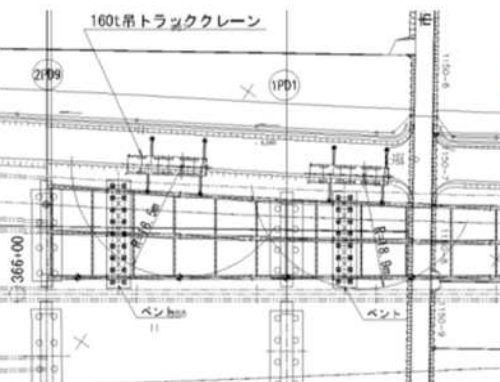
生産性／安全性向上への寄与

- 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画
架設計画平面図



160t吊トラッククレーン

ベンチ

ベンチ

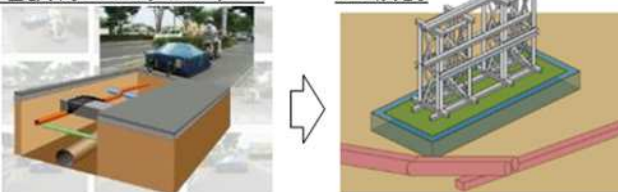
i-Bridge: 3次元モデリング

□ 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



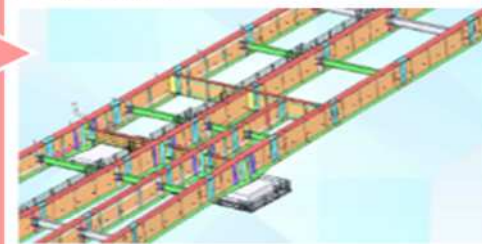
従来方法

□ 床書き原寸作業

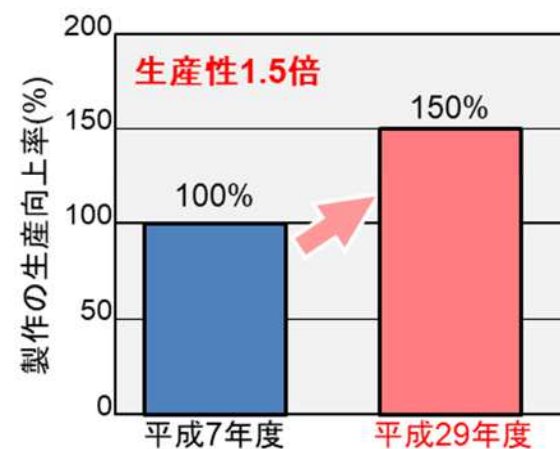


データ(3D)化

□ 数値原寸



鋼橋工場製作における生産性向上効果(例)

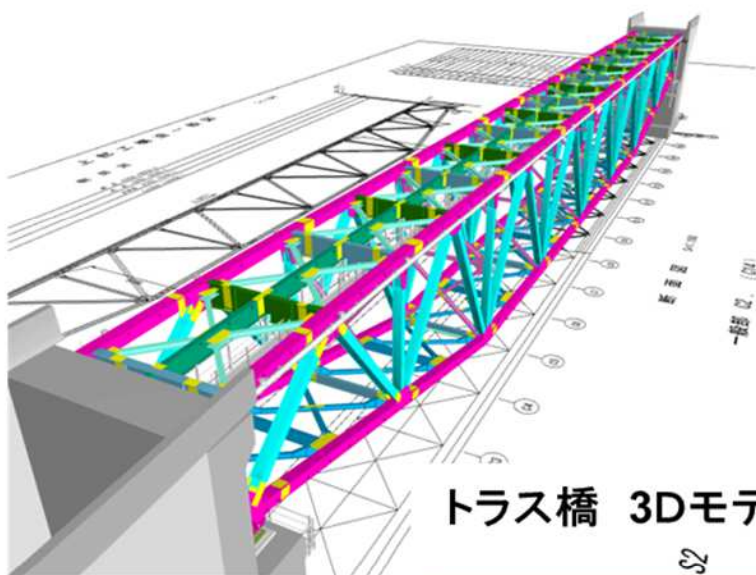


○ 比較算定条件

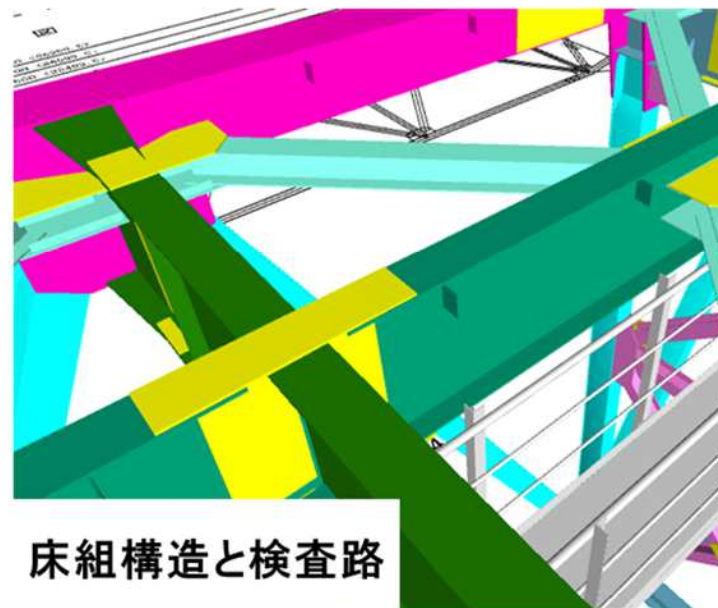
- ・3径間連続鋼鈑桁橋
- ・直線橋
- ・加工重量 約400t
- ・原寸から仮組立までの延工数を比較

3 Step-3. 工場製作（鋼橋）

3Dモデリングによる工場製作

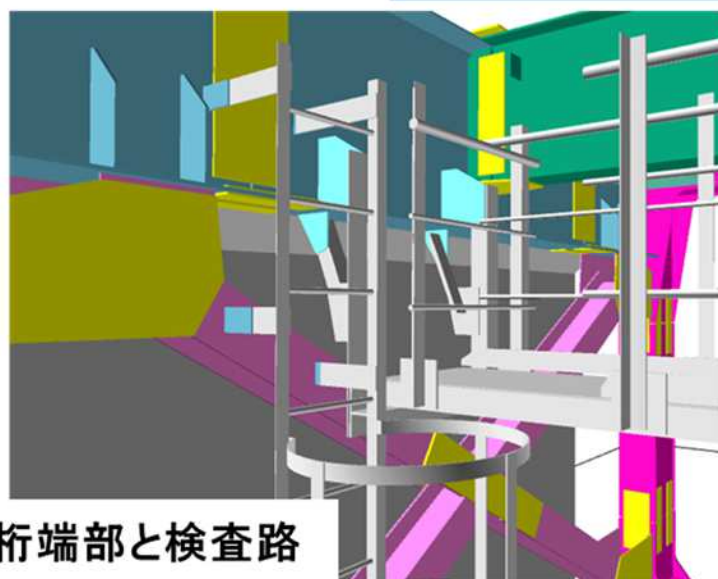


トラス橋 3Dモデル

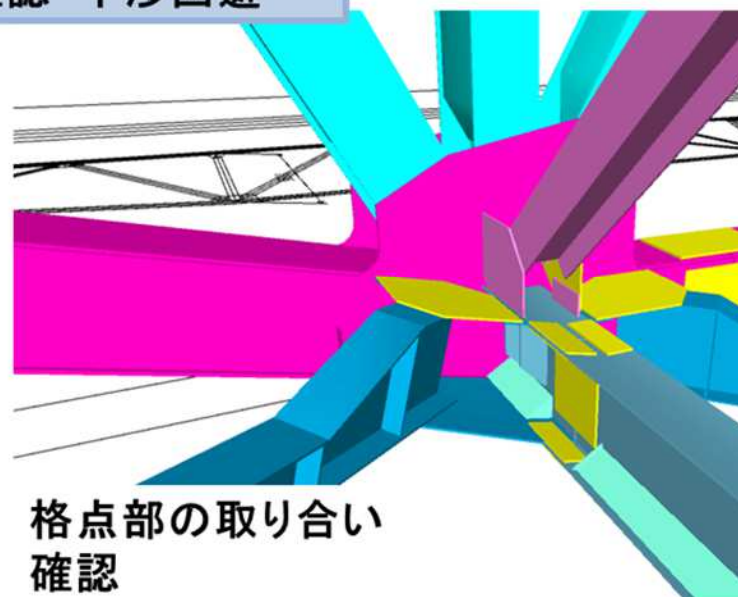


床組構造と検査路

構造検討 取り合いの確認 干渉回避



桁端部と検査路



格点部の取り合い
確認

3 Step-3. 工場製作（鋼橋）

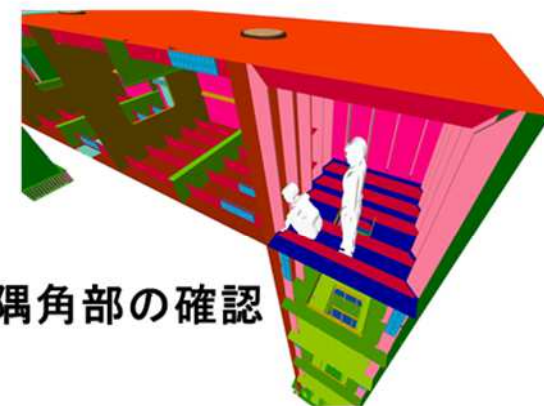
3Dモデリングによる工場製作



門型鋼製橋脚 3Dモデル



VRにて施工性
確認



隅角部の確認

構造検討 施工性の検討

3Dモデル・3Dプリンター・VR(仮想現実)・模型

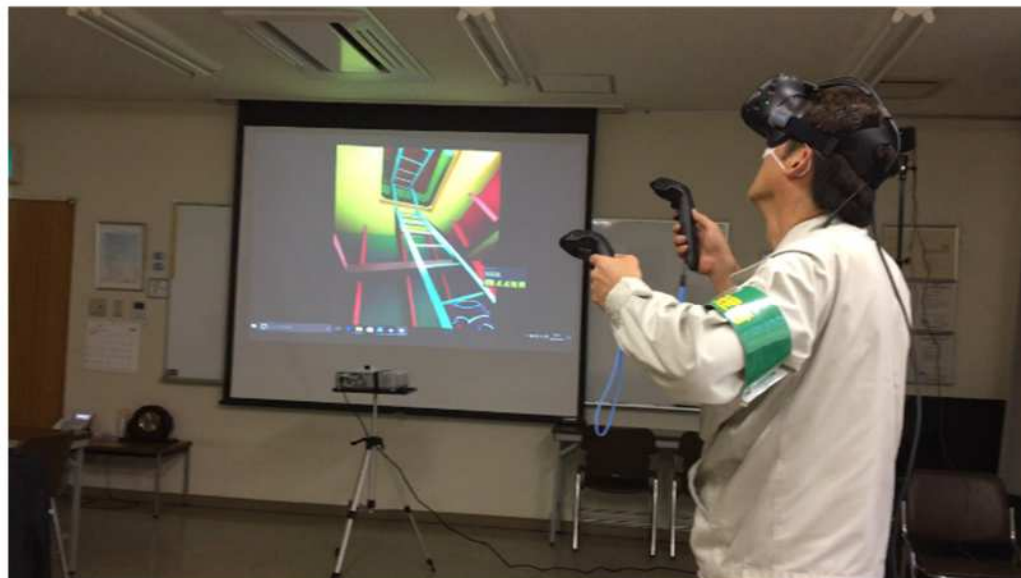


実施工

生産性向上
安全性向上への寄与

3 Step-3. 工場製作（鋼橋）

3Dモデリングによる工場製作

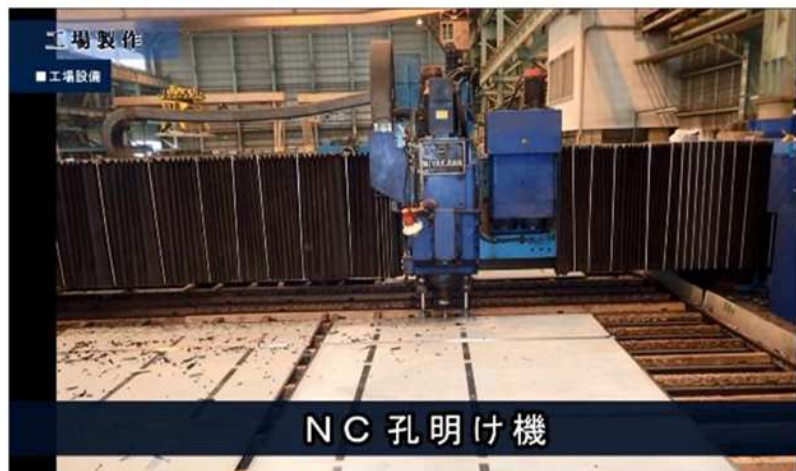


VRにて橋脚内部の梯子を昇降

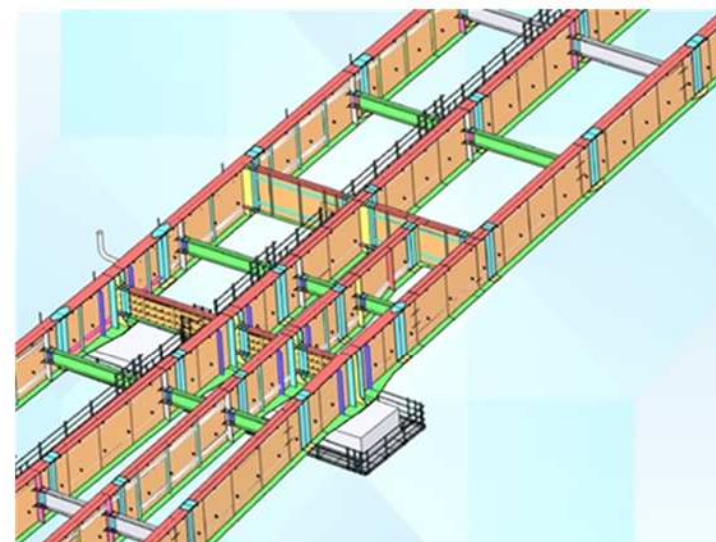
VR(仮想現実)用いた安全確認・安全訓練・安全教育

3 Step-3. 工場製作（鋼橋）

3Dモデリングによる工場製作



各種NC設備、ロボット溶接の活用
＜生産性向上への寄与＞



3D計測 三次元解析 仮組立シミュレーションへの活用
＜生産性向上・安全性向上への寄与＞

3 Step-3. 工場製作（鋼橋）

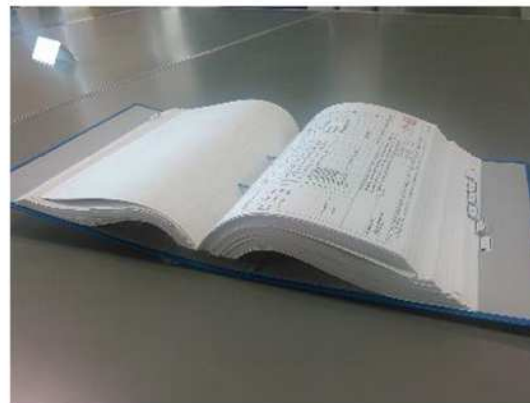
検査書類の電子化 各種検査の適性化

ミルシートの電子化

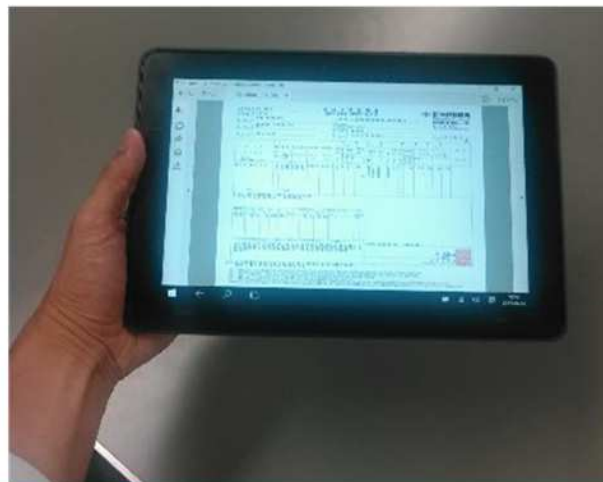
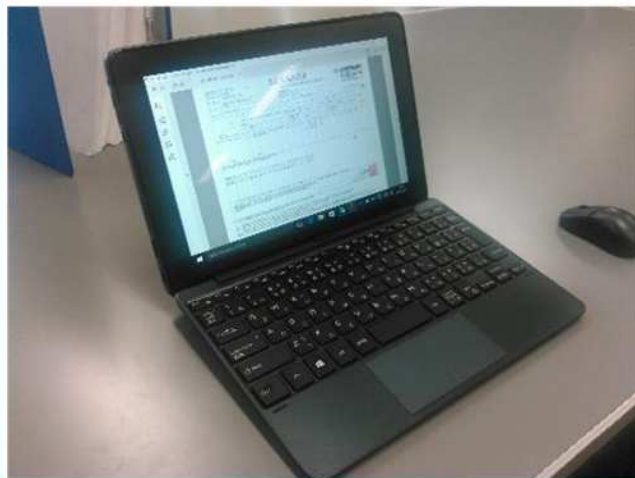
検査項目	検査結果	検査員	検査日
1. 寸法	100.0	田中	2023.10.01
2. 重量	10.0	田中	2023.10.01
3. 強度	100.0	田中	2023.10.01
4. 硬度	100.0	田中	2023.10.01
5. 引張	100.0	田中	2023.10.01
6. 圧縮	100.0	田中	2023.10.01
7. 曲げ	100.0	田中	2023.10.01
8. ねじり	100.0	田中	2023.10.01
9. 衝撃	100.0	田中	2023.10.01
10. 疲労	100.0	田中	2023.10.01

従来方法

材料検査報告書



i-Bridge: ミルシートの電子化



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＞

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）

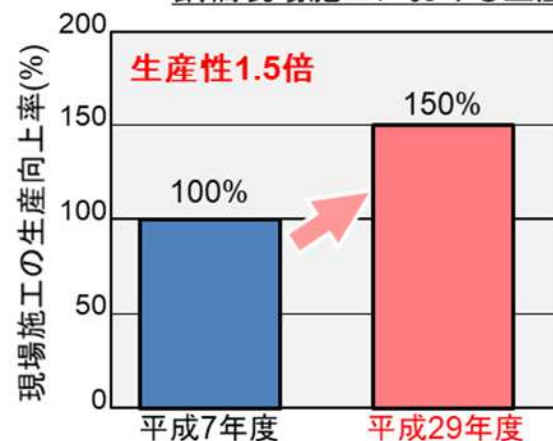
従来方法



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径間連続鋼鈑桁橋
- ・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：①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

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



生産性向上への寄与

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】



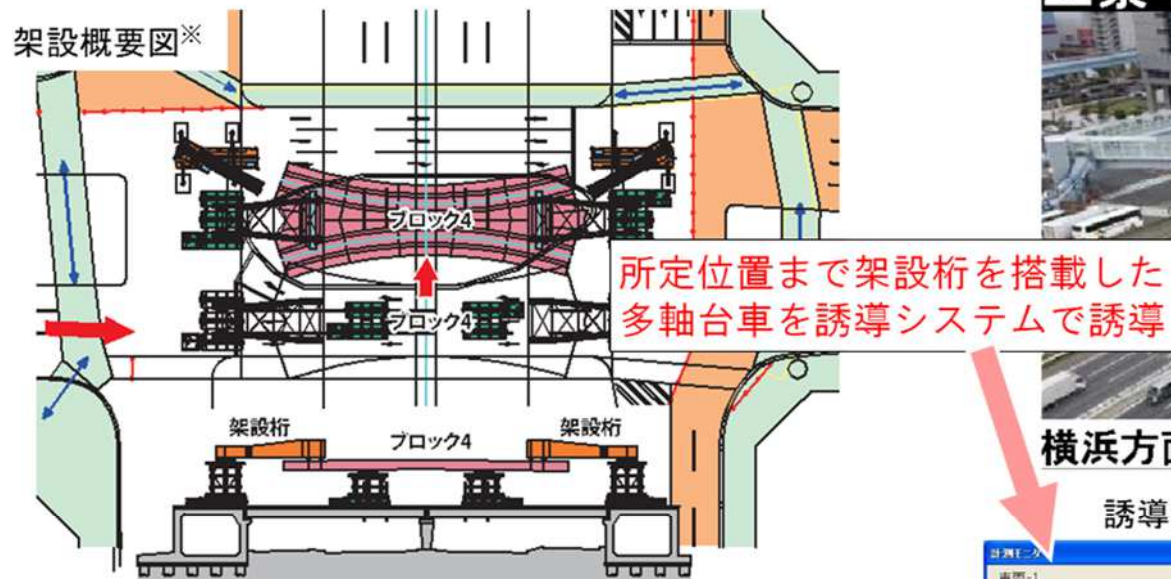
誘導システム 監視画面



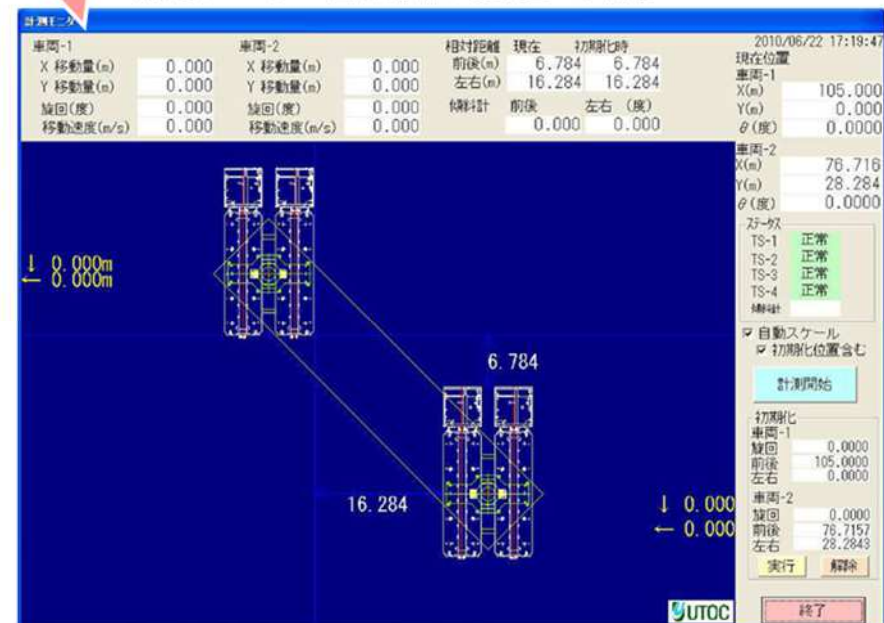
3 Step-4. 現場施工：①大ブロック化

● 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

【実工事例：国土交通省 関東地方整備局 実施工事】



誘導システム画面【株式会社 宇徳】



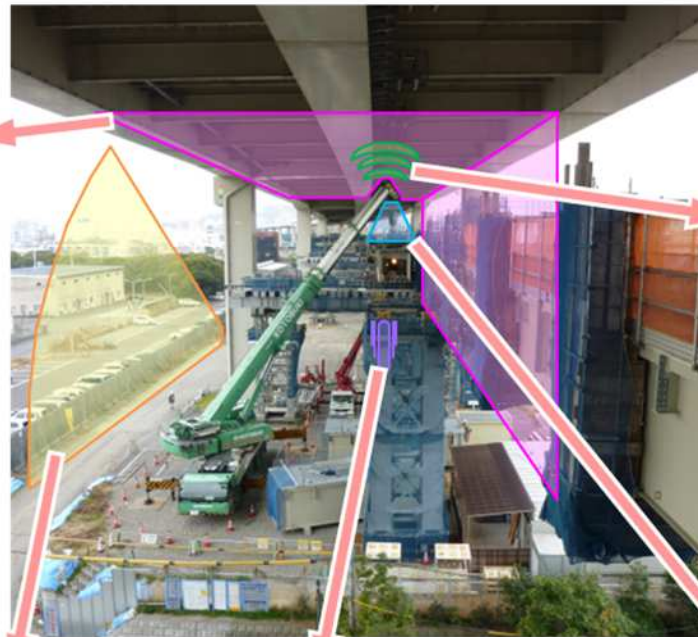
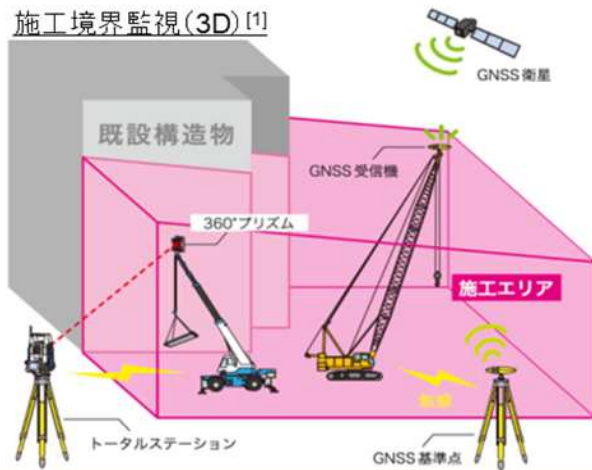
3 Step-4. 現場施工：② ICTによる安全性向上

● 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]

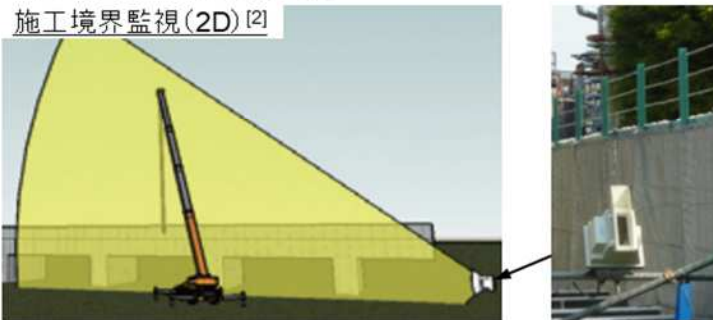


ICTクレーン(仮称)
近接建築物・高架橋・架空性の3D情報を
インプット(接触事故防止の確実性向上)

i-Bridge: レーザーセンサ

□ 用地外への越境監視

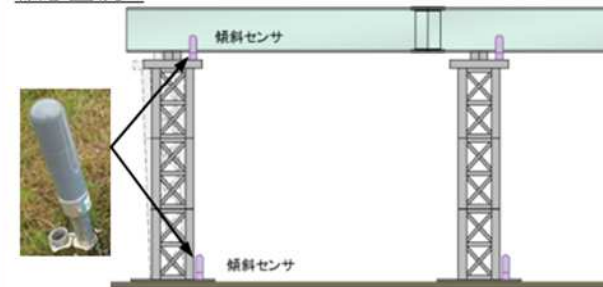
施工境界監視(2D) [2]



i-Bridge: 傾斜センサ

□ ベント設備の変動監視

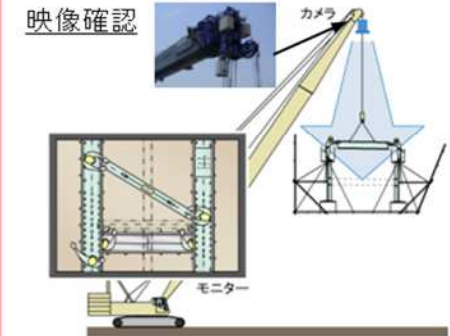
傾き監視[4]



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-A, [2] NETIS. KT-130018-A
[3] NETIS. KT-140059-A, [4] NETIS. HK-150012-A〕

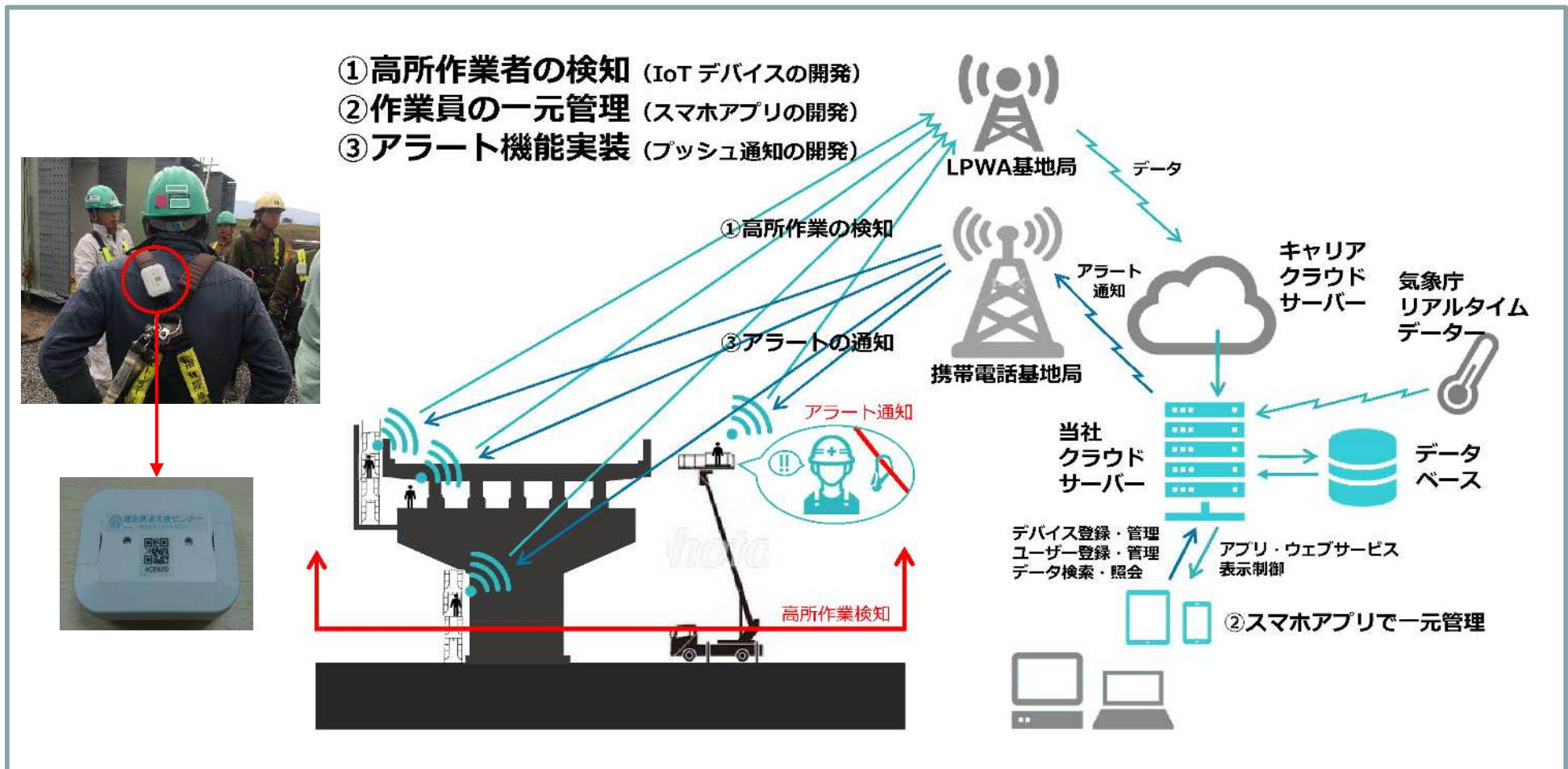
3 Step-4. 現場施工：② ICTによる安全性向上

● SafeTrackerの開発と実地試験

位置検知システム(高度管理)のデバイスとアプリの開発(株)TACK & Co.と共同開発)を行い、実現場での実地試験により、使い勝手の向上を含め今後アプリ等の更新を行う予定

安全性向上への寄与

- ⇒ 作業員の状況をリアルタイムで確認可能〔安全性〕
- ⇒ 現場状況をリアルタイムで確認〔安全性〕安全帯使用
- ⇒ 状況のリアルタイムでの確認〔安全性〕



3 Step-4. 現場施工：③プレファブ・プレキャスト化

●床版



[出典: [1]『若戸大橋(拡幅)工事写真集』日本道路公団]

3 Step-4. 現場施工：③プレファブ・プレキャスト化

床版：支保工・型枠効率化

● 鋼コンクリート合成床版

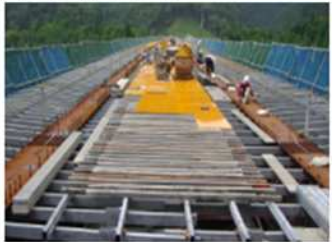
従来方法

場所打ち
鉄筋コンクリート床版

□ 支保工組立



□ 型枠組立



生産性／安全性向上
への寄与

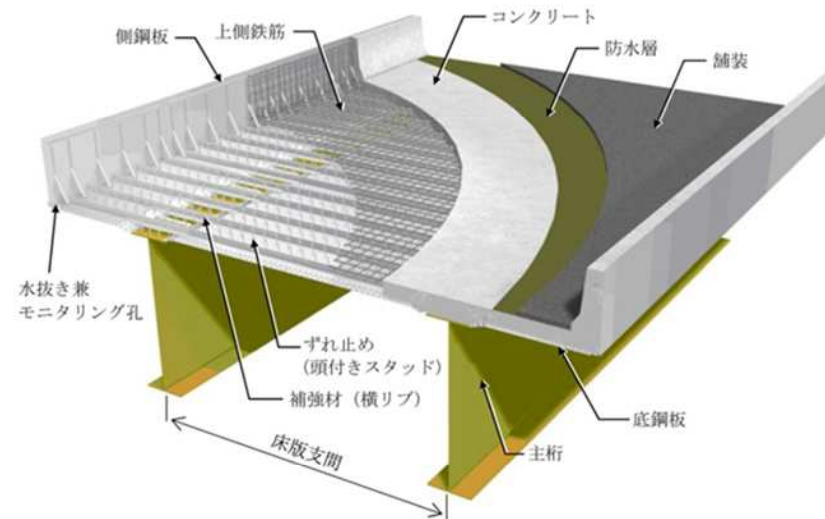
→ 支保工・型枠の組立・解体作
業の省力化により

生産性が約1.7倍に向上^[2]

i-Bridge

支保工・型枠
効率化

鋼コンクリート合成床版の構造例^[1]



鋼板パネルの架設



床版コンクリートの打設



[出典：[1] 鋼コンクリート合成床版設計・施工指針(案)，土木学会、[2] NETIS. KT-990362-V(掲載終了)]

3 Step-5. 検査・納品

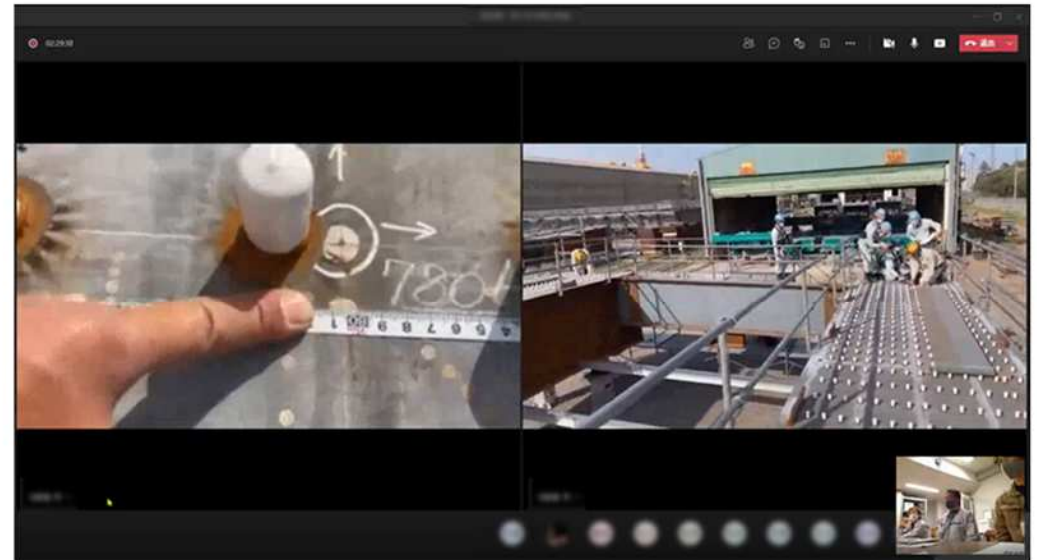
● 遠隔臨場 WEB会議システムを使ったリモート仮組立検査

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)



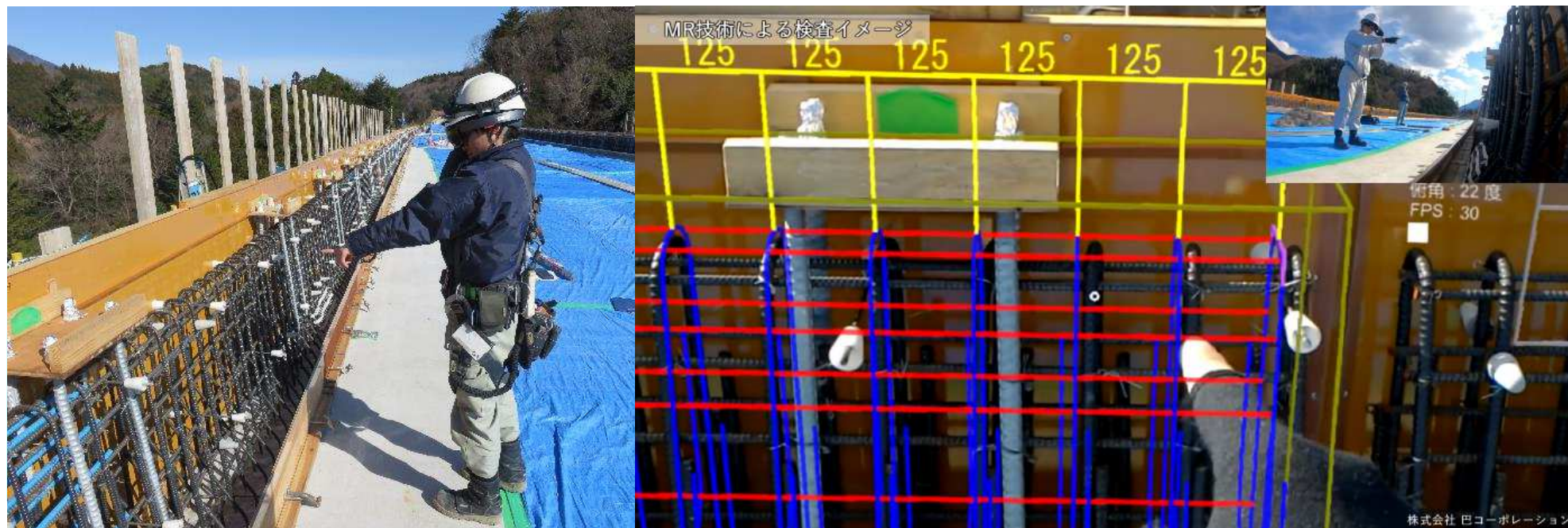
監督職員は執務室にて検査

- ・移動時間の削減
- ・日程調整を簡素化
- ・新型コロナウイルス感染症拡大防止

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

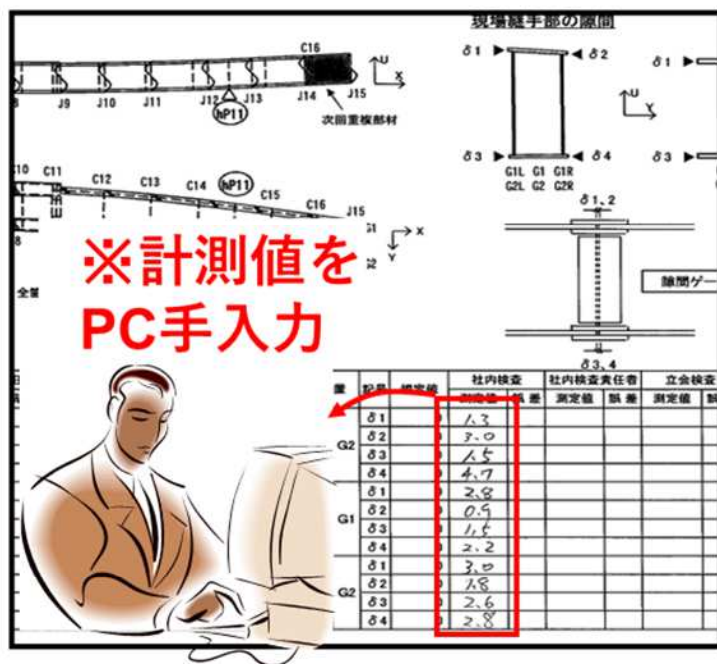
出典：国土交通省 令和3年7月8日 Press Release

検査書類の効率化① Denshi-Pen(電子ペン)

【目的】塗膜厚や部材寸法等計測値手入力業務の効率化を図る！

従来方法

帳票に手書き⇒手作業で入力



※エクセル帳票への入力時間
10頁で10～20分

ICT機器を用いた書類作成

①電子ペンで手書き

②USBで取り込み



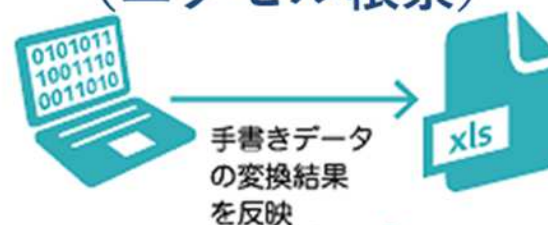
FUJI xerox



Denshi-Penに搭載された小型カメラが、埋め込まれたデジタルコードを撮影し、手書き情報を読み取り。

手書き文字の形状や筆順など、Denshi-Penに記憶された情報を、USBを通してパソコンへ取り込み。

③自動でデータ化
(エクセル帳票)



従来に比べて入力時間の短縮！

3 Step-5. 検査・納品

検査書類の効率化② 電子小黒板(蔵衛門Pad)

【目的】工程写真撮影・整理の効率化を図る！

従来方法



黒板持ち

工事毎の黒板



電子アルバム
で整理

- ・工事毎に黒板を用意、工種毎に内容を手書き
- ・撮影者(カメラマン)と黒板持ち2名で撮影
- ・撮影者が電子アルバムで工種毎に整理

ICT機器を用いた書類作成

- ①工事毎に黒板を登録
工種毎に内容を登録
- ②蔵衛門Padで撮影
画面上で黒板配置



- ③ワンタッチでアルバムの作成



黒板持ち不用、複数の黒板不用！

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



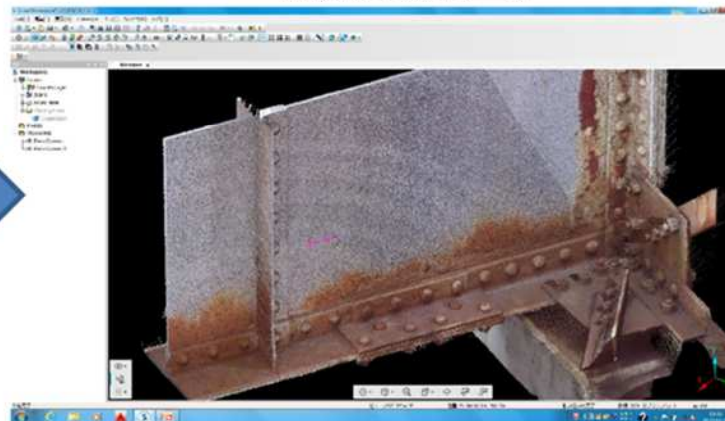
i-Bridge: 3次元計測

□ 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



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

LS利用例(1) 変状の把握

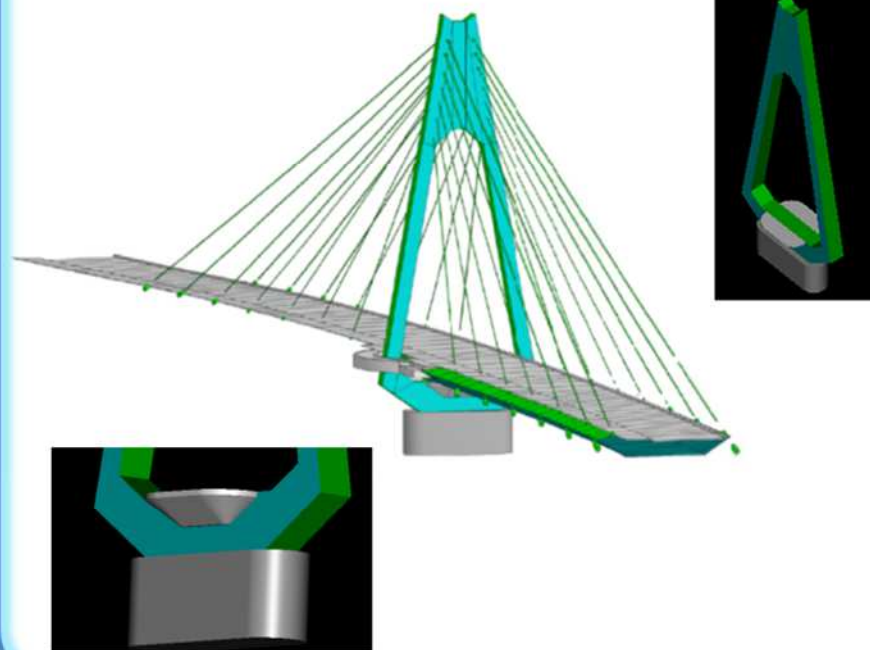
既設鋼斜張橋の変状の把握を目的にLSで以下を計測

- ・主桁のたわみ, 主塔の倒れ
- ・ケーブルの形状(ケーブル張力)

対象橋梁

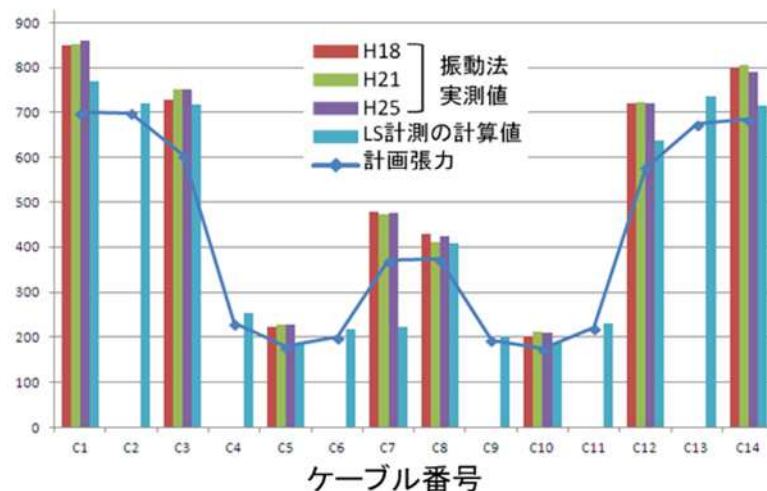


3Dモデル化



【ケーブル張力】

単位: ton



ケーブルサグ量から張力を評価

LS利用例(2) 補修・補強設計における形状把握

既設トラス橋に新設部材を追加して支間長を拡張する工事

- 新設追加部材の寸法形状, および, 既設部材との取り合を正確に設計に反映する必要がある.
- 既設鋼トラス橋を対象にLSで以下を計測
 - ・全体形状
 - ・添接部の詳細形状(ガセット形状, ボルトピッチ等)

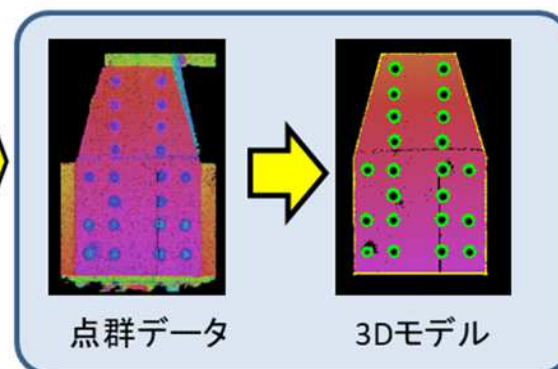
対象橋梁



3Dモデル



添接部詳細モデル



災害時迅速対応を可能とする橋梁台帳

地震など自然災害が発生したとき、地域に存在する多くの既設橋梁の中から、対応必要のある橋梁を瞬時に選択する必要に迫られます。

地図と結び付けられた橋梁台帳システムを、公開地震情報と連動させ、一般図や点検結果などを登録・参照できるようにすることで、迅速な被害調査が可能となります。

地震発生



対象橋梁抽出



対応

点検



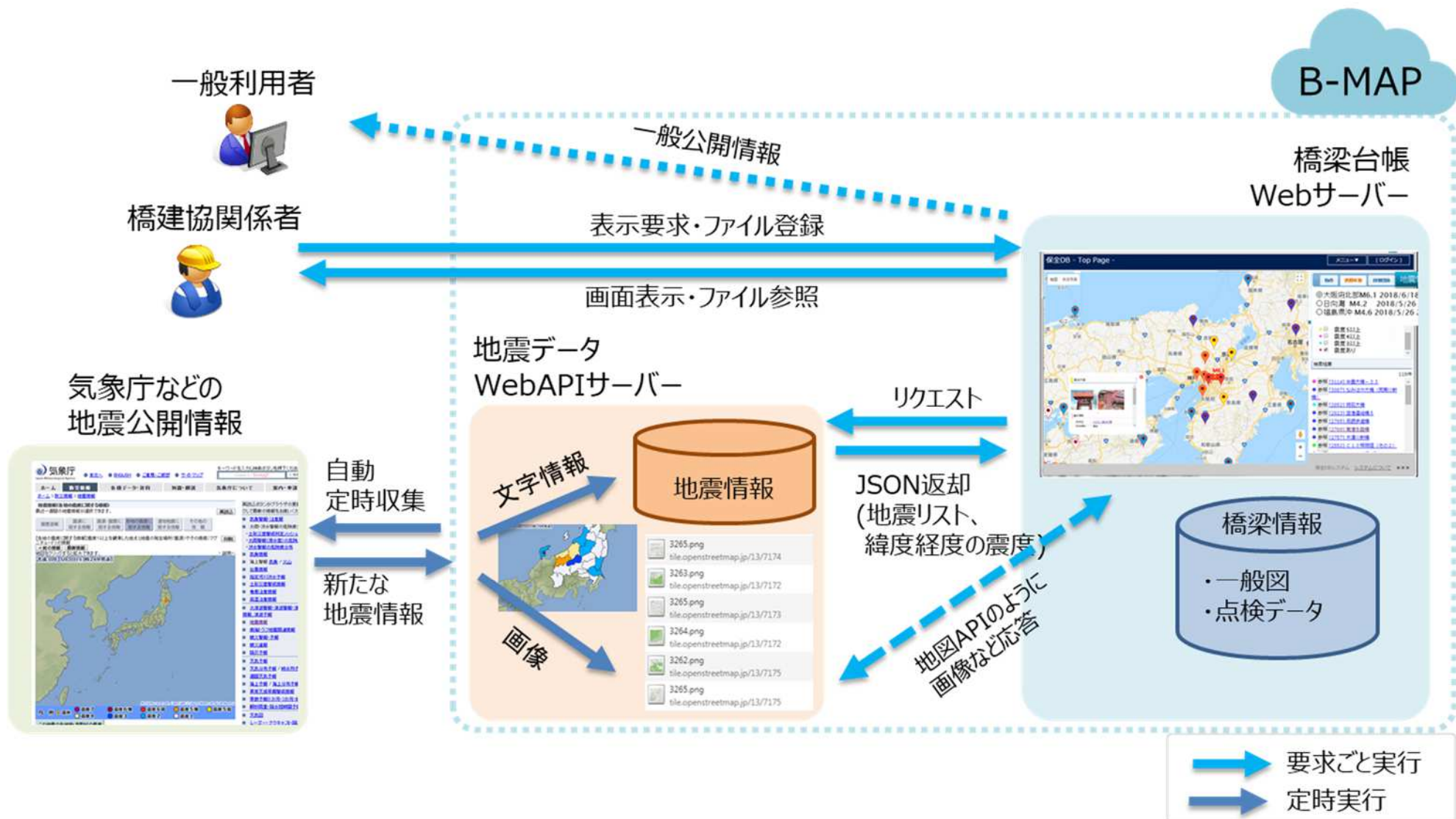
判断

応急対応
など

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



「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

	○		
	○		
	○		
	○		
	0	※2項目	
	○		
	○		
	○		
	○		
●施工管理・安全管理			
1	○	事業作業の安全監理にGNSSなどを使用する。 〔「施設環境安全監視システム」などを活用〕	0
2	○	GPSによる工事車路の進行管理システムを活用する。	0
3	○	専用、専有無線結線防止センサを安全管理に活用する。	0
4	○	レーザースキャン、レーザバリヤを安全管理に活用する。	0
5	○	傾斜センサを安全管理に活用する。	0
6	○	WEBカメラによる現場中継にて管理を強化する。	0
7	○	忠告確認等にリアルタイム情報共有システムを活用する。	0
8	○	ウェアラブル端末を活用する。 〔社会保険等にもスマートヘルメットを活用するなど〕	0
9	○	GPS付き安全帽を活用する。	0
10	○	Aフット機能付きの安全帯フックを使用する。 〔イボロンヨリやゼンチミタルなどを活用〕	0
11	○	ワイプジャッキ型エアパッドを活用する。	0
12	○	MEMSセンサを活用する。	0
13	○	Dマシモノセンサーシステム・タブレット転送を活用する。	0
14	○	計費照付利用NOA認証工法を活用する。	0
15	○	I-Husteを活用する。	0
16	○	(施設設計・Design)にある現場研修を事務所で集中管理するシステム等)	0
17	○	総合危険統制ユニットを活用する。	0
18	○	(情報共有のために)現場に気象状況機材などを設置)	0
19	○	リアルタイム気象情報提供サービスを活用する。	0
20	○	デジタルサイネージを活用する。	0
21	○	ソーラータイプの電光掲示板等を活用する。	0
22	○	機械化経管管理システムを活用する。	0
23	○	タブレットや電子ペン等を活用し記録を自動作成する。	0
24	○	電子小帳簿表を活用する。	0
25	○	音声データによる出来形部作製システムを活用する。	0
26	○	施工履歴管理システムを活用する。 〔グリーンサイト等の活用〕	0
27	○	東映日曜のグループワーク文化を適用する。	0
28	○	建設キャリアアップシステムを活用する。	0
29	○	上記以外のICT技術を活用する。 【 内容を記載する 】	0
合計	0	95項目	
試験官の氏名	0	27点満点(100%)	

i-Bridge 適用工事 登録証

重慶市第一中學

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 高田 和彦



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. CIMの活用

4 BIM/CIMの原則適用

令和5年度のBIM/CIM原則適用に向けた進め方

[出典: 国土交通省 第7回BIM/CIM推進委員会 資料3-1より]

- 令和5年度の小規模を除く全ての公共工事におけるBIM/CIM原則適用に向けて、段階的に適用拡大。**令和4年度の適用対象は下図のとおり。**
- リクワイヤメント**は円滑な事業執行のために**原則適用の上乗せ分**として実施。
- リクワイヤメントの分析を踏まえ、円滑な事業執行のために**どの段階からどのように3次元モデルを活用するか**、業界団体等とも協議の上、**工種別に整理**。
- あわせて、インフラ管理の効率化のために蓄積すべき情報や手法を検討。

原則適用拡大の進め方(案)(一般土木、鋼橋上部)

	R2	R3	R4	R5
大規模構造物	(全ての詳細設計・工事で活用)	全ての詳細設計で原則適用 (R2「全ての詳細設計」に係る工事で活用)	全ての詳細設計・工事で原則適用(※)	全ての詳細設計・工事で原則適用
上記以外 (小規模を除く)	—	一部の詳細設計で適用(※) —	全ての詳細設計で原則適用 R3「一部の詳細設計」に係る工事で適用	全ての詳細設計・工事で原則適用

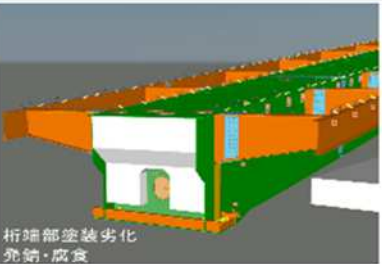
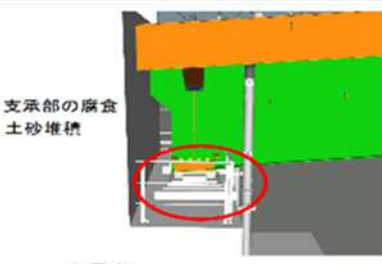
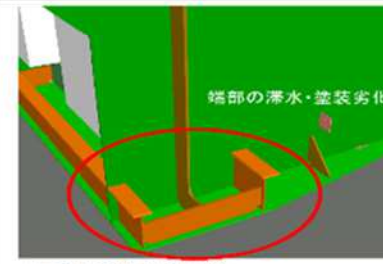
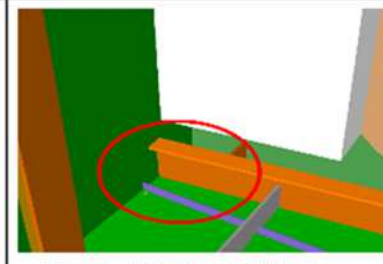
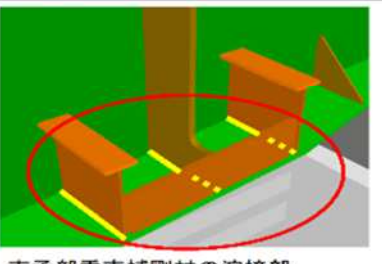
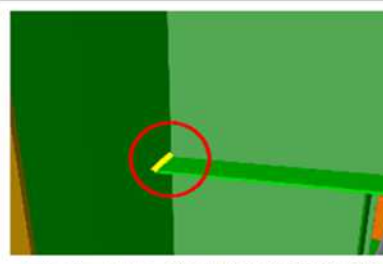
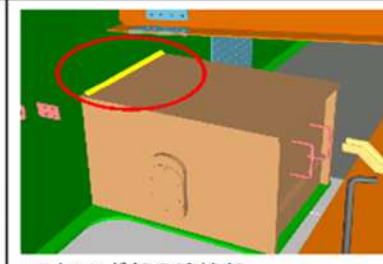
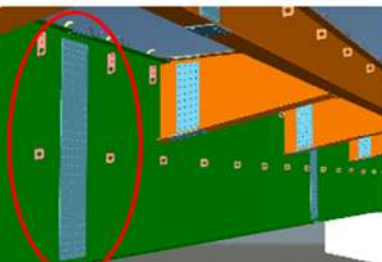
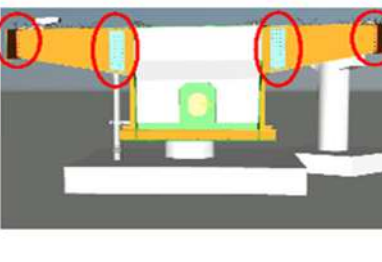
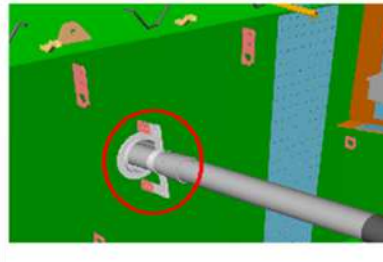
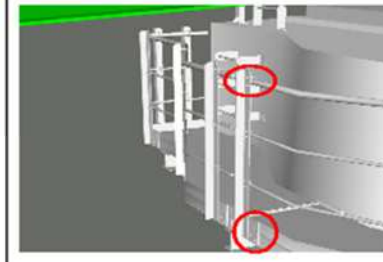
(※) 詳細設計における適用: 3次元モデル成果物作成要領(案)に基づく3次元モデルの作成及び納品
工事における適用: 設計3次元モデルを用いた設計図書の照査、施工計画の検討

リクワイアメント実施状況(予定含む)のアンケート結果

リクワイヤメント(2020年度) -24 件	選定数
①段階モデル確認書を活用したBIM/CIMモデルの品質確保	3
②情報共有システムを活用した関係者間における情報連携	14
③後工程における活用を前提とする属性情報の付与	20
④工期設定支援システム等と連携した設計工期の検討	2
⑤BIM/CIMモデルを活用した自動数量算出	—
⑥契約図書としての機能を具備するBIM/CIMモデルの構築	2
⑦異なるソフトウェア間で互換性のあるBIM/CIMモデルの作成	—
⑧BIM/CIMモデルを活用した効率的な照査	24
⑨BIM/CIMを活用した監督・検査の効率化	1
⑩後段階におけるBIM/CIMの効率的な活用方策の検討	15

後工程における活用を前提とする属性情報の付与

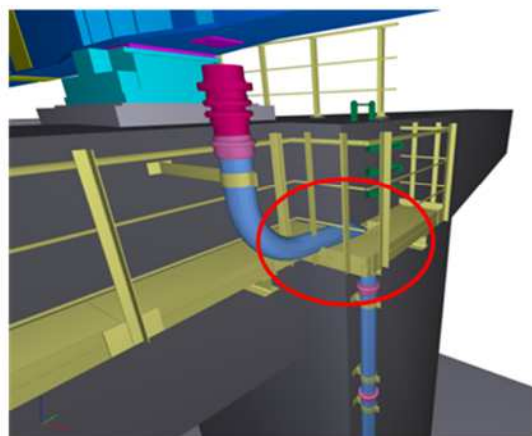
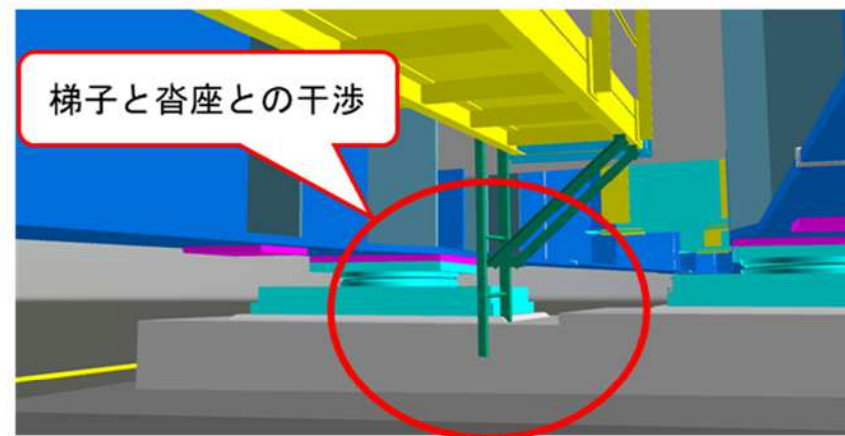
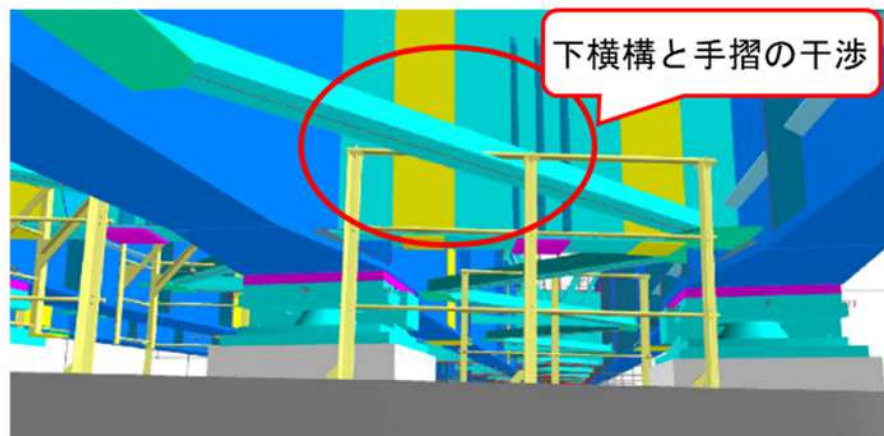
- ・維持管理時の点検ポイント情報をモデルに付与

損傷種類	着目箇所			
腐食・塗装劣化	 桁端部塗装劣化 劣部・腐食 桁端部	 支承部の腐食 土砂堆積 支承部	 端部の滞水・塗装劣化 支承との取り付け部	 下フランジの滞水・塗装劣化
亀裂	 支承部垂直補剛材の溶接部	 ブラケット仕口の溶接部	 ブラケット仕口箱内控え材の溶接部	 アウトリガ部の溶接部
ゆるみ・脱落	 主桁添接部高力ボルト	 ブラケット添接部高力ボルト	 排水装置の取付けボルト	 検査路の取付けボルト

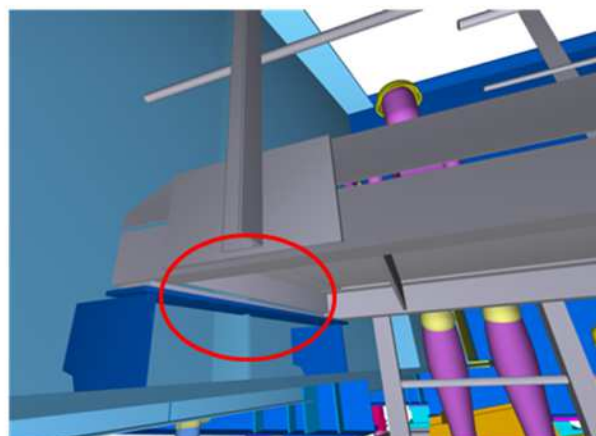
- ・属性情報の項目・付与方法(直接、外部)、閲覧方法等、統一されていない

BIM/CIMモデルを活用した効率的な照査 後工程におけるBIM/CIMの効率的な活用方法の検討

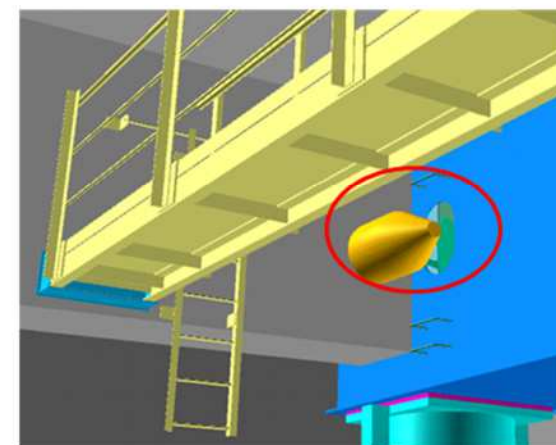
支点部(脚上)の干渉チェック



下部工検査路と排水管



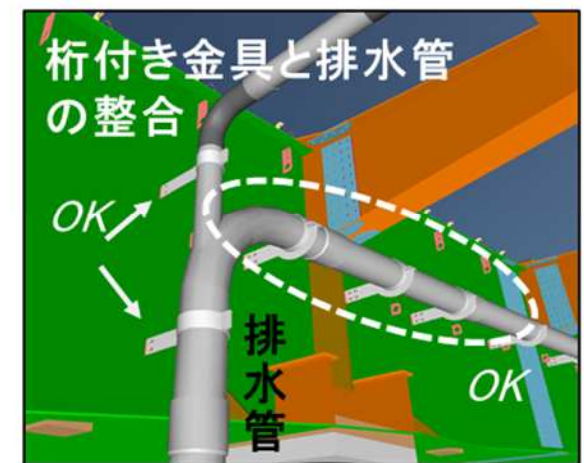
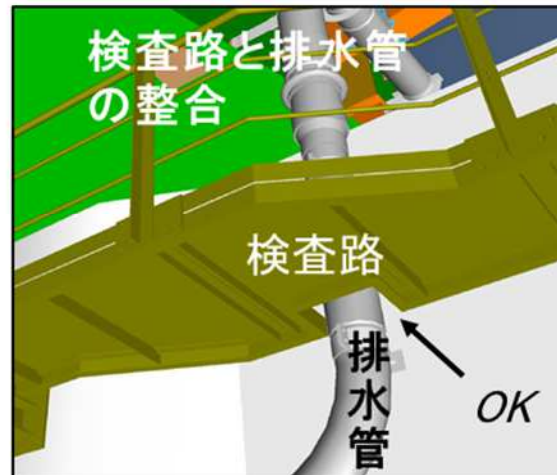
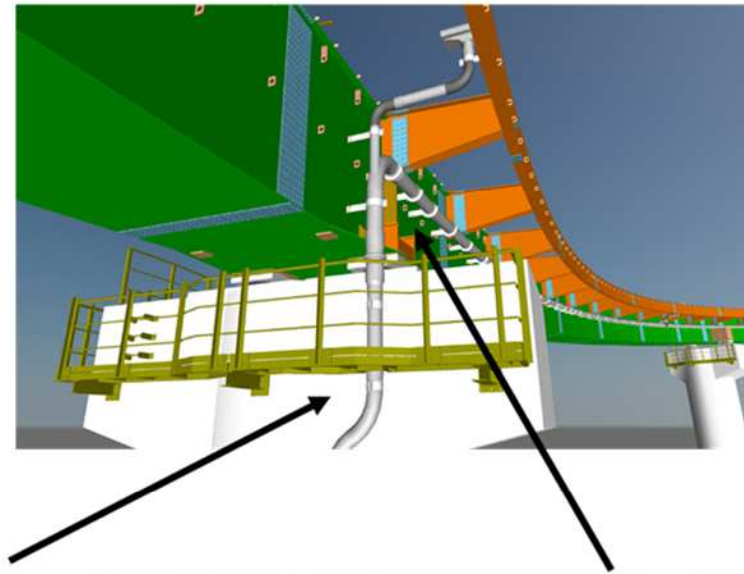
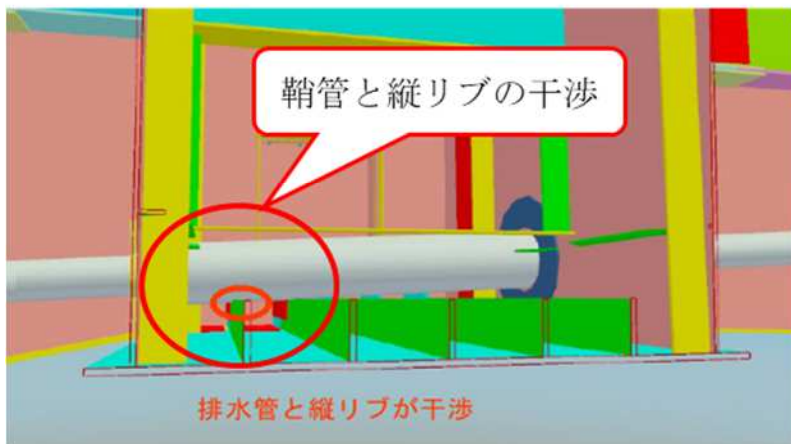
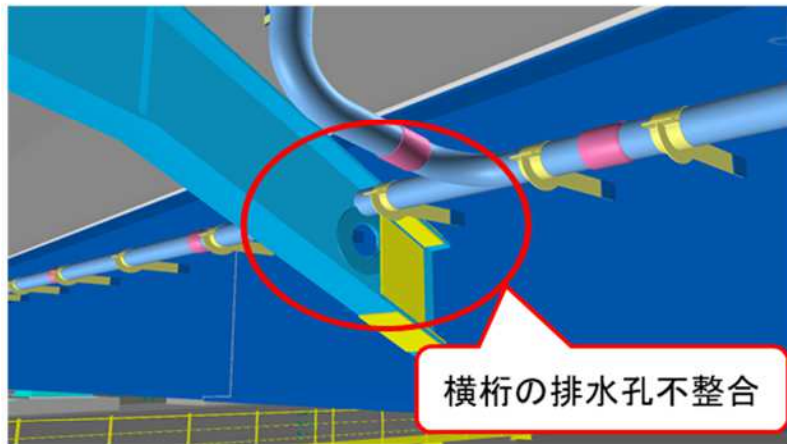
垂直補剛材と検査路受け台



マンホールとPCケーブル

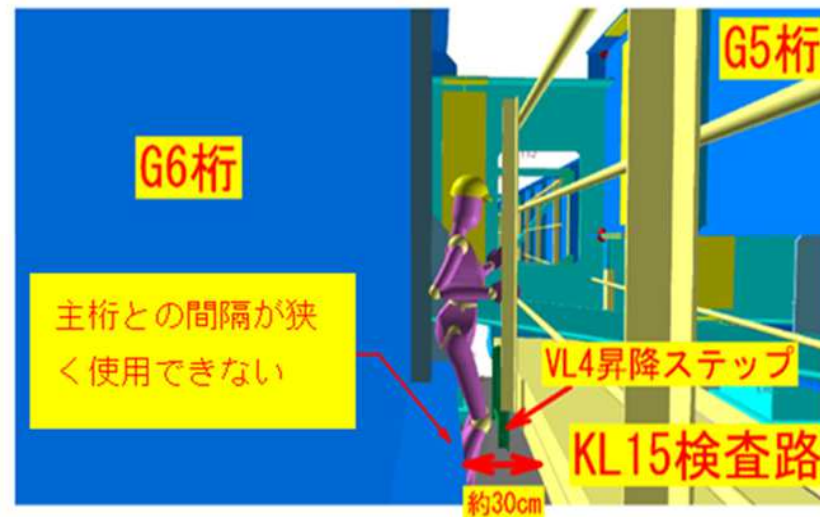
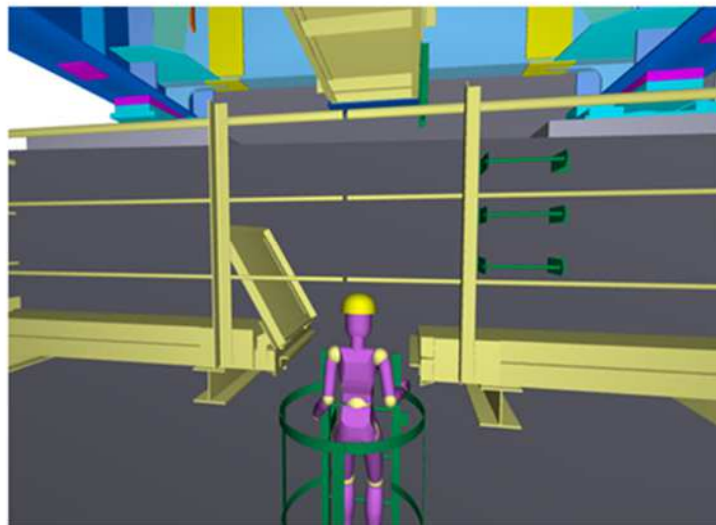
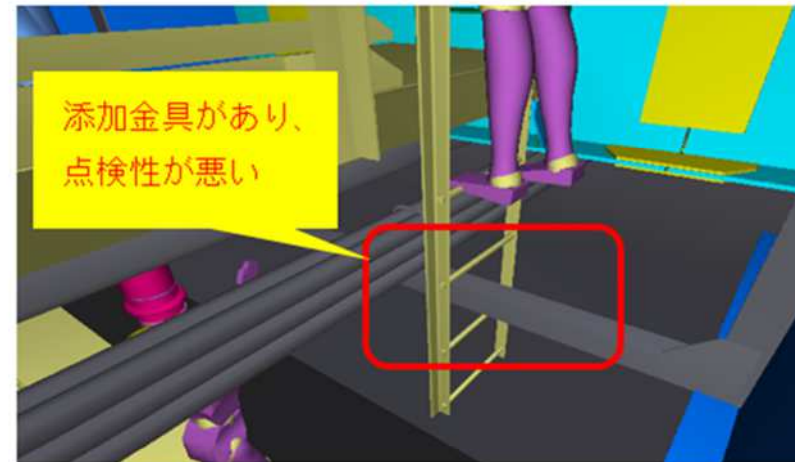
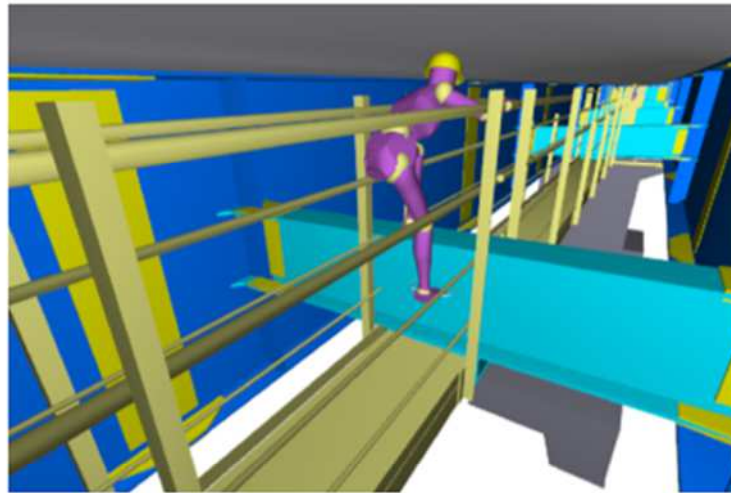
4 CIMモデルの活用事例

横引き排水管の干渉チェック



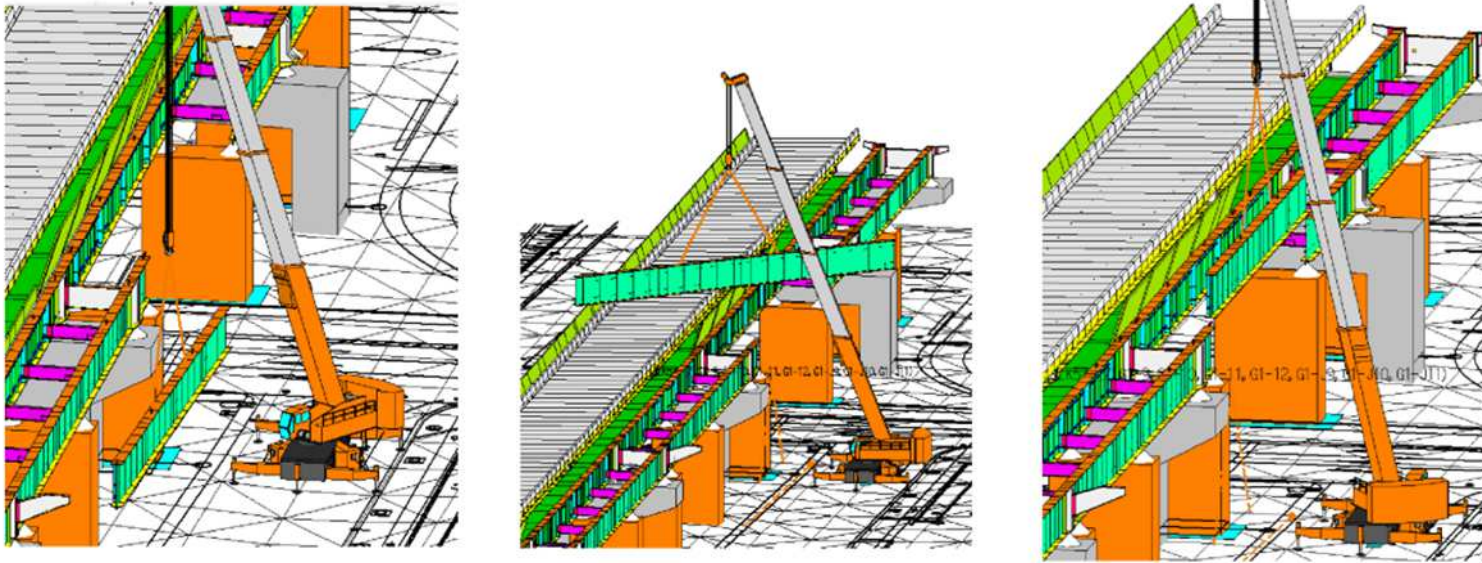
4 CIMモデルの活用事例

維持管理時の動線チェック



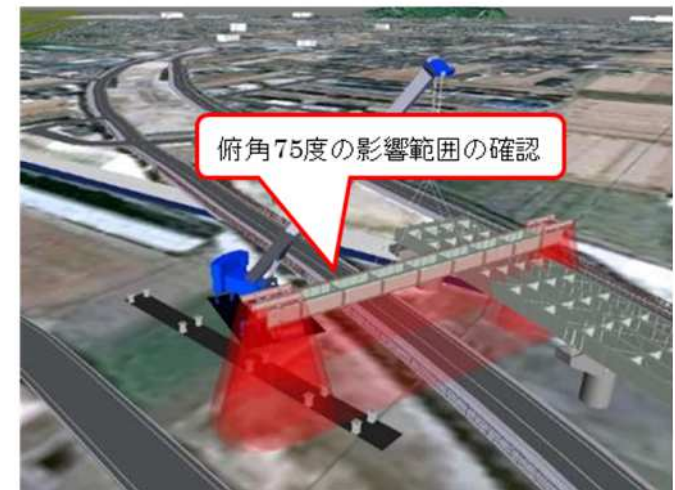
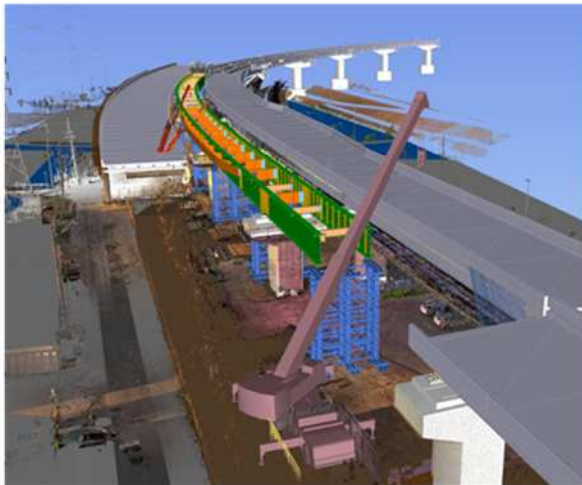
4 CIMモデルの活用事例

施工手順の見える化による安全管理。工程管理に活用

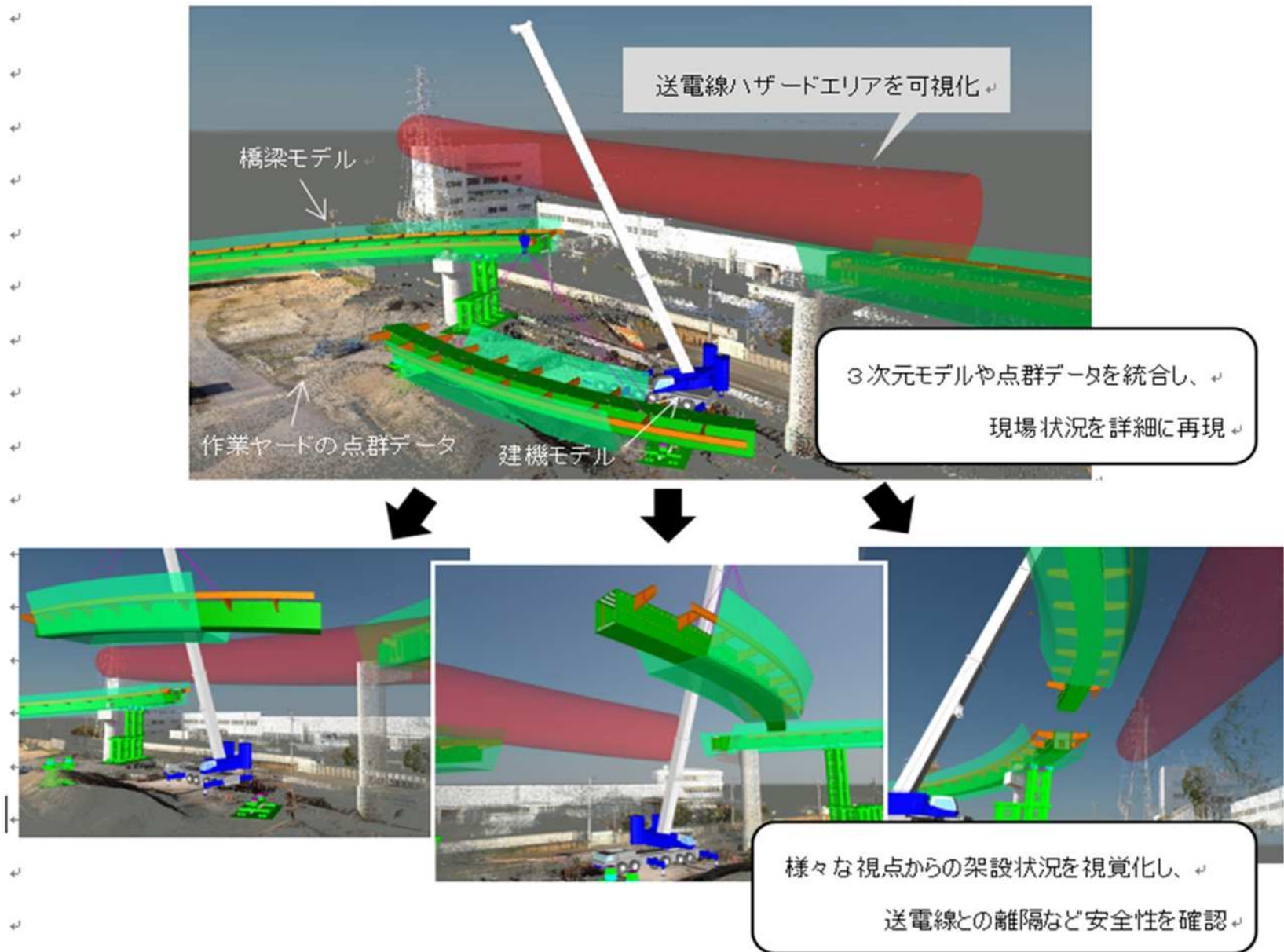


吊上げ⇒旋回⇒架設をステップ化

架設時の既設構造物との干渉チェック、俯角のチェック

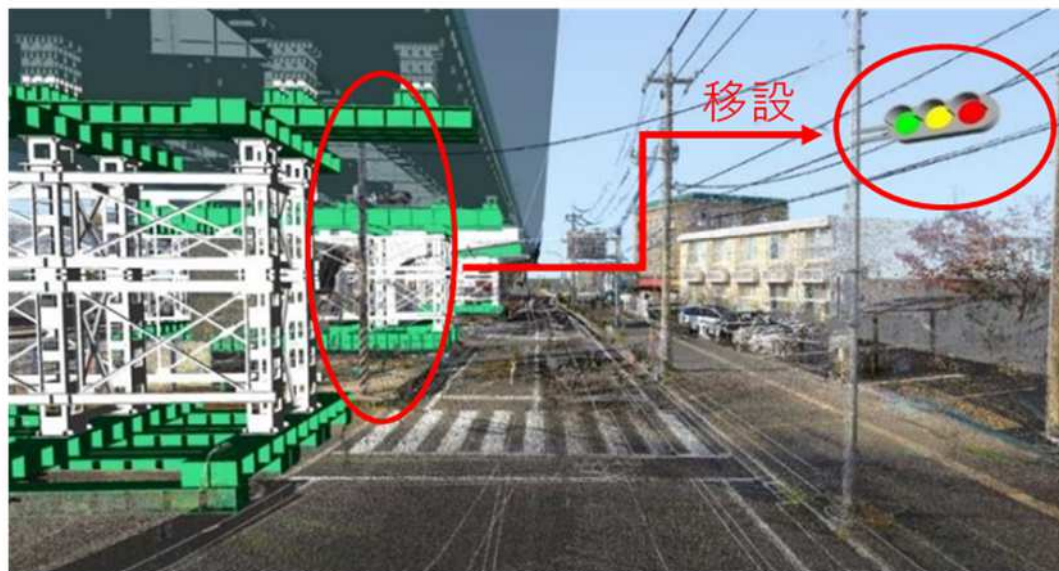


高圧線に近接した架設時の架設シミュレーション



4 CIMモデルの活用事例

車両からの既設信号機の見え方を確認



完成イメージを作成 地元説明に活用



4 鋼橋の自動設計一貫システムの概要

線形

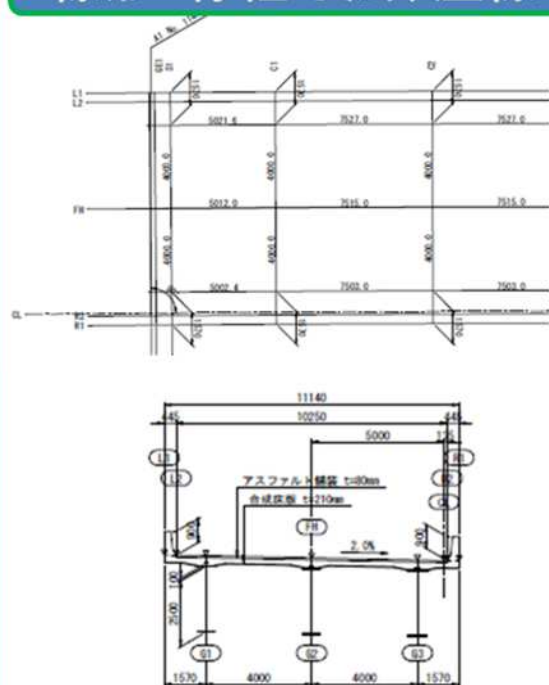
解析

設計

図面

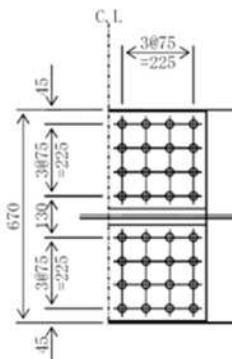
材料

線形：骨組寸法、座標



設計：板厚・材質決定

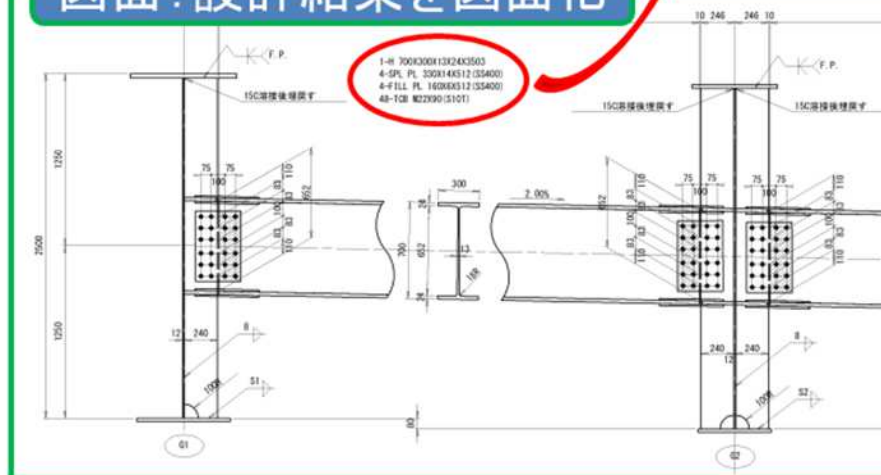
- (a) 作用応力度
 $\sigma_{tmax} = 112 \text{ N/mm}^2$ $0.75 \sigma_{ta} = 0.75 * 210 = 158 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{cmax} = -32 \text{ N/mm}^2$ $0.75 \sigma_{ca} = 0.75 * 173 = 130 \text{ N/mm}^2$
 $\therefore \sigma_c = 130 \text{ N/mm}^2$
- (b) 母材総断面
 1-LFLG PL 670 * 30 $A_g = 201.0 \text{ cm}^2$ (SM490Y)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



材料：鋼材・ボルト集計

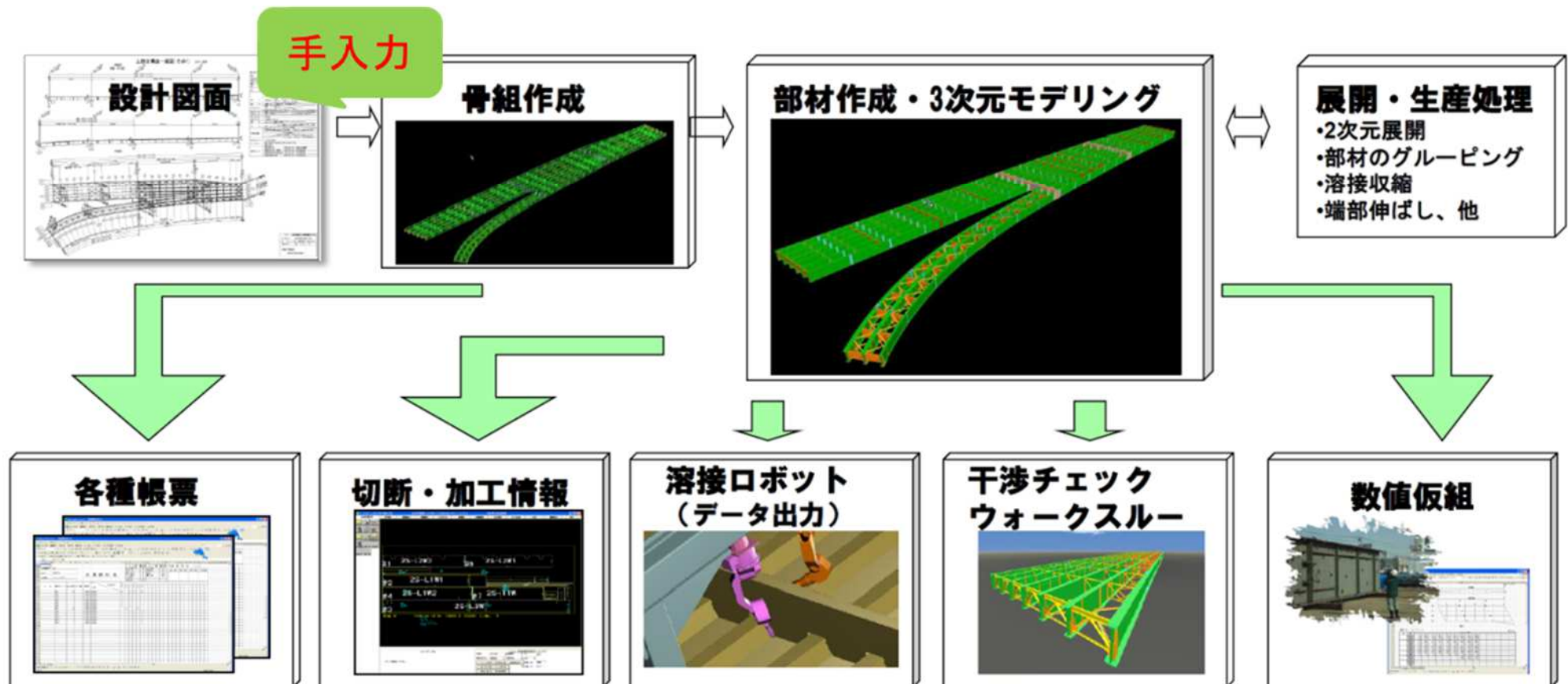
品数	部材名	材質	断面	長さ	単位質量	単品質量	質量	材質	仕様	備考
1	SPL	PL	370* 9	400	70.65	10.5	11	SS400	小型	UFLG
2	SPL	PL	155* 12	400	94.20	5.84	12	SS400	小型	UFLG
14	TCB	M 22* 80				0.553	8	S10T	購入	UFLG

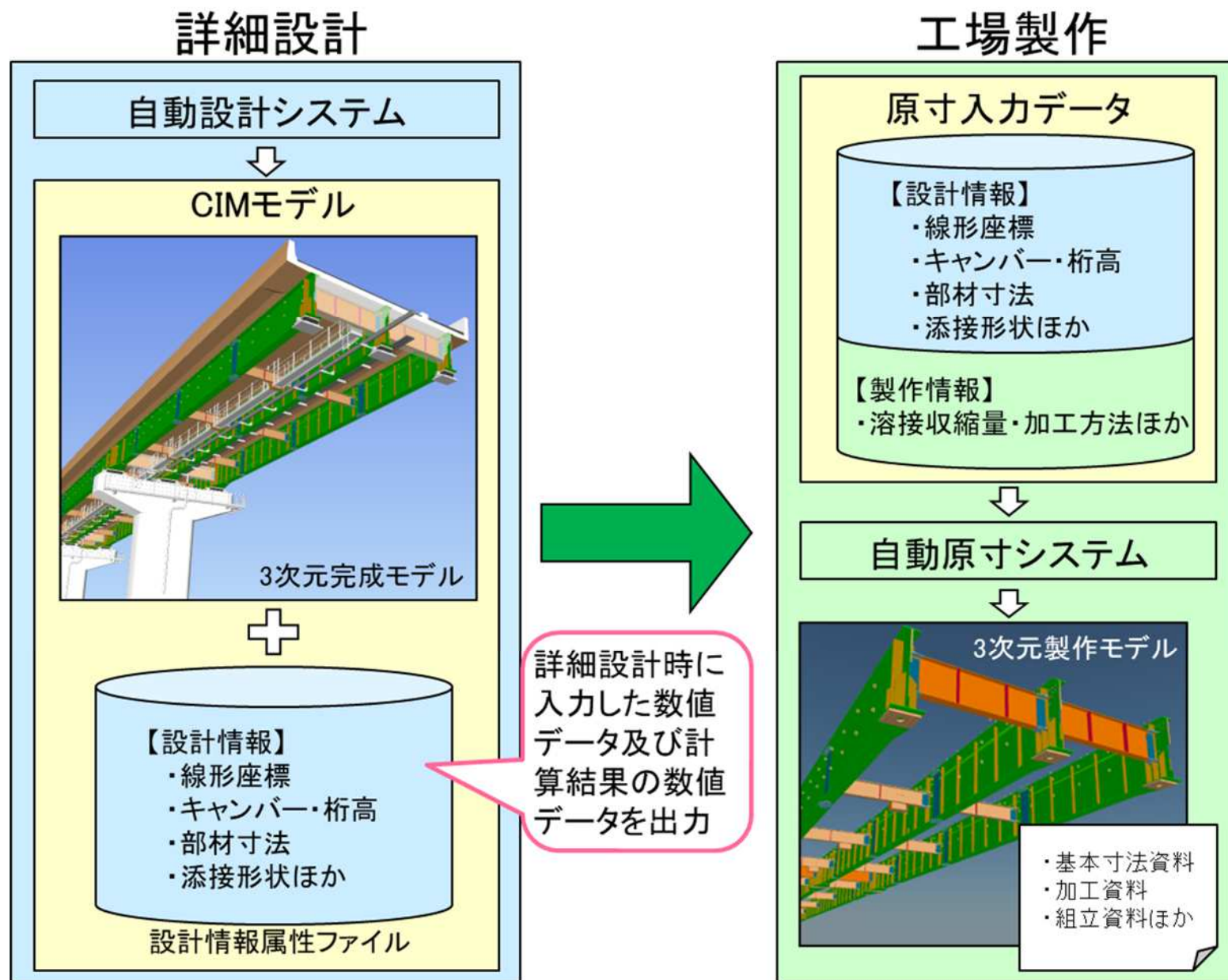
図面：設計結果を図面化



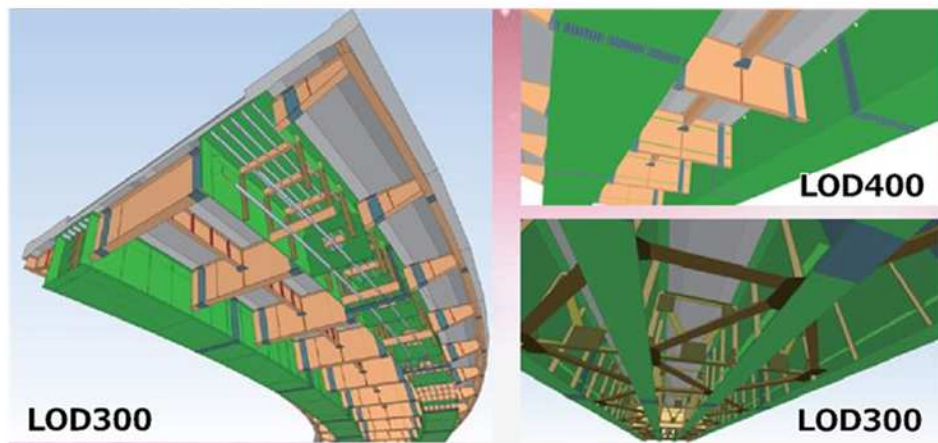
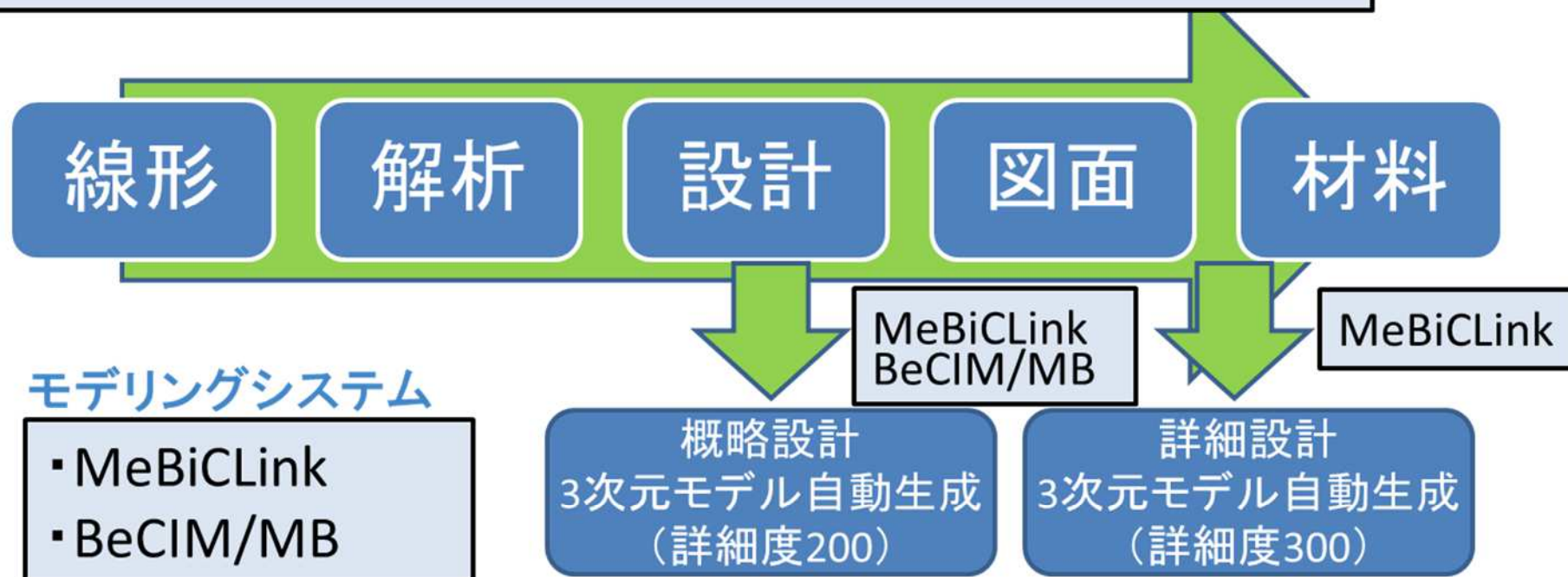
4 鋼橋の生産情報の作成（自動原寸システム）の概要

- ・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。

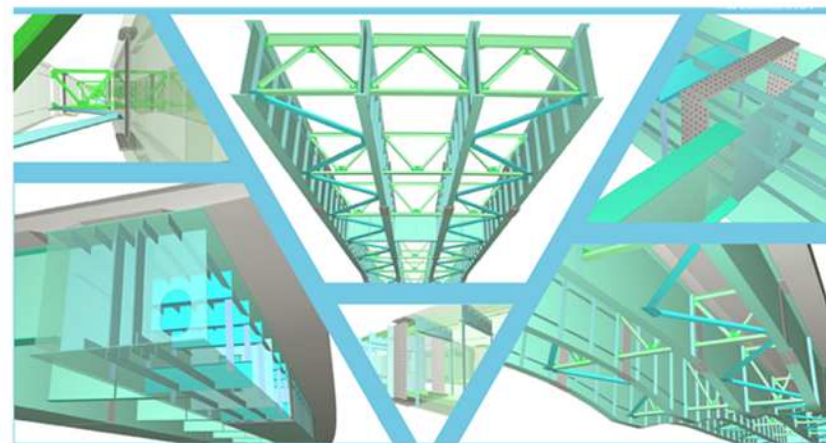




- 自動設計一貫システムからの3次元モデル自動生成



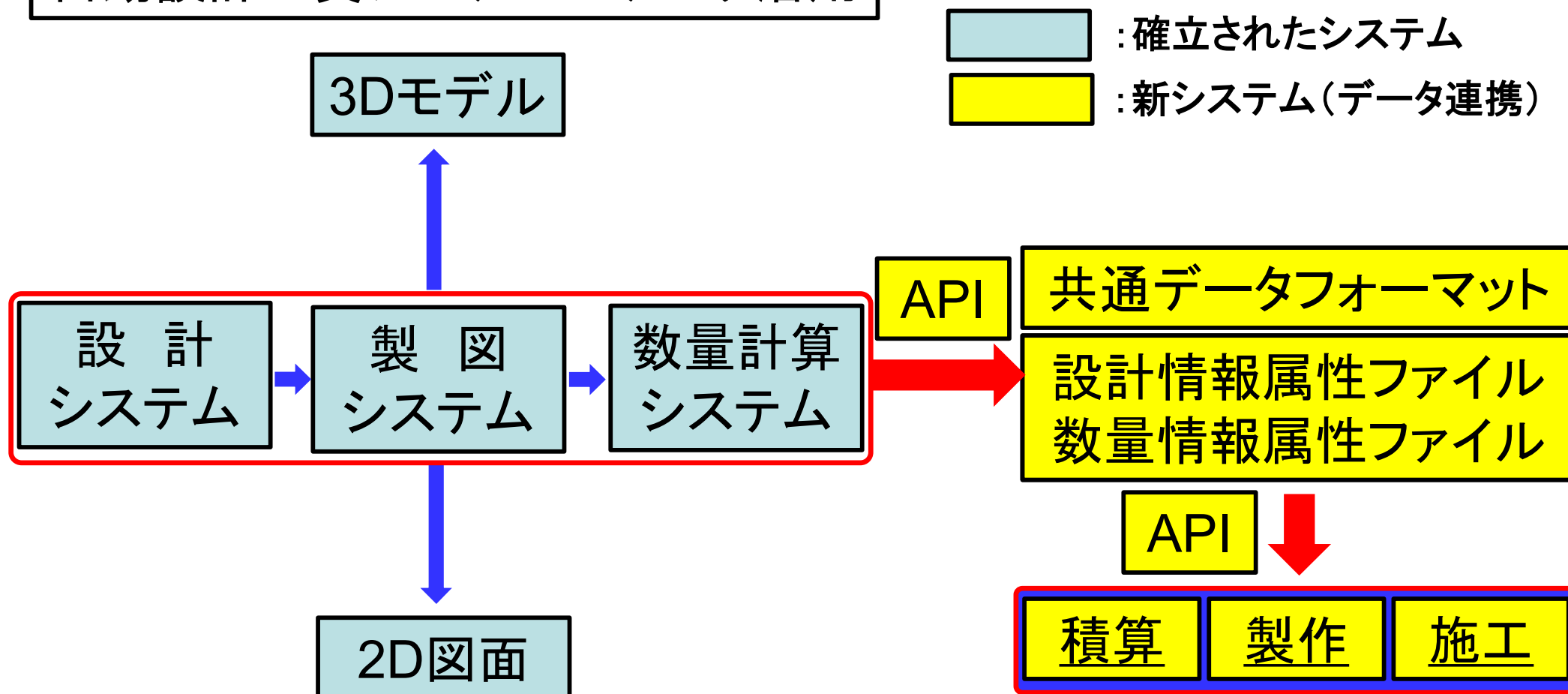
[出典: MeBiCLink リーフレットより]



[出典: BeCIM/MB リーフレットより]

4 自動設計システムからのデータ連携

自動設計一貫システムのデータ活用



〈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API開発と実装

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