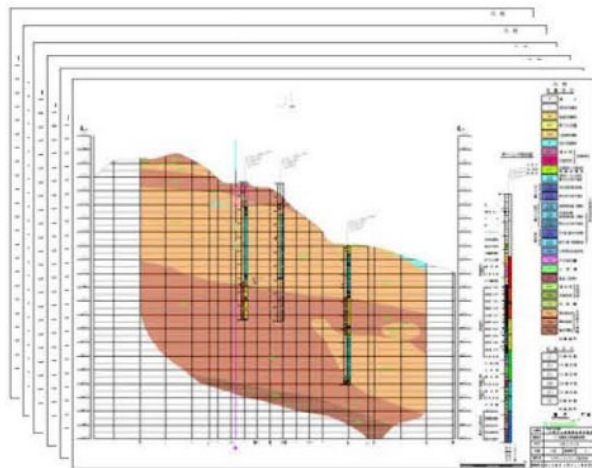


各WGにおけるその他の取組

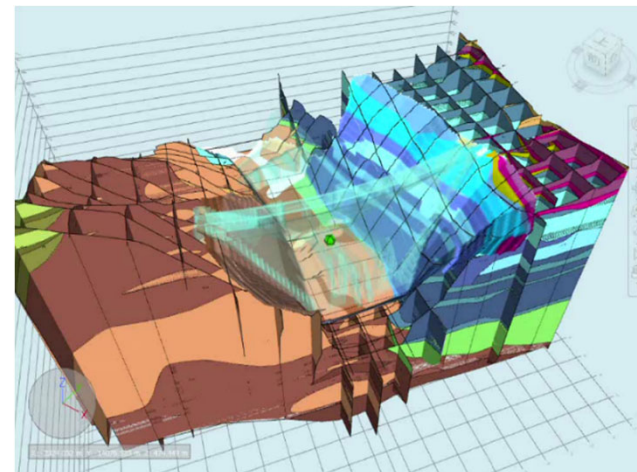
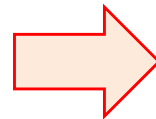
番号	基準要領等名	制・改定	WG
①	BIM/CIM活用ガイドライン(案) (地質リスク等を後工程へ引き継ぐ手法の検討)	改定	基準国際
②	3次元モデル成果物作成要領(案)	改定	基準国際 活用
③	3次元データを用いた構造物の出来形管理要領	制改定	実施
④	設計－施工間の情報連携を目的とした4次元モデル活用の手引き(案)	改定	活用

①地質リスク等を後工程へ引き継ぐ手法の検討

- 地質・土質モデル（地質・土質調査の成果を3次元的に可視化したモデル）により、構造物周辺の地質区分や位置関係、地質・土質上の課題（破碎帯、湧水、高透水帯等）を容易に把握でき、最適な設計、施工計画の効率化等に資することが期待される。
- 一方、**地質・土質モデルは調査の質と量に応じた不確実性を含む**ので、モデル作成で用いた地質・土質調査成果やこれらに基づく推定の考え方を後工程へ継承する必要がある。
- また、**モデリング手法も「ボーリングモデル」「3次元地盤モデル」「準3次元地盤モデル」と多岐に渡り、適切な手法を選択する必要がある。**
- 将来的には、地質・土質モデルに必要な仕様を作成し、活用効果の高い事業で適用していくことを想定しているが、現時点で地質・土質モデルの活用事例が十分揃っていないことから、**当面は有効な活用方法を確認した場合にBIM/CIM活用ガイドラインに記載し、具体的な内容をBIM/CIM事例集にとりまとめる。**
(「土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン」も適宜参照する。)



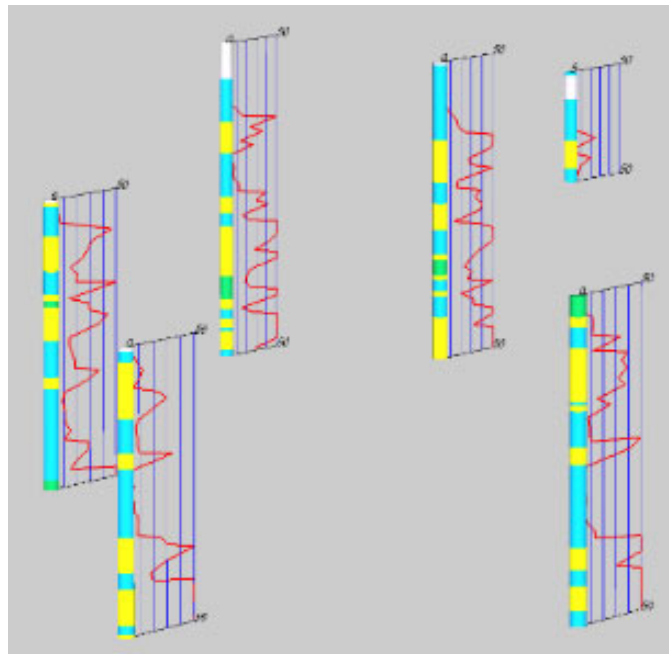
(2次元地質断面図)



(準3次元地質断面図)

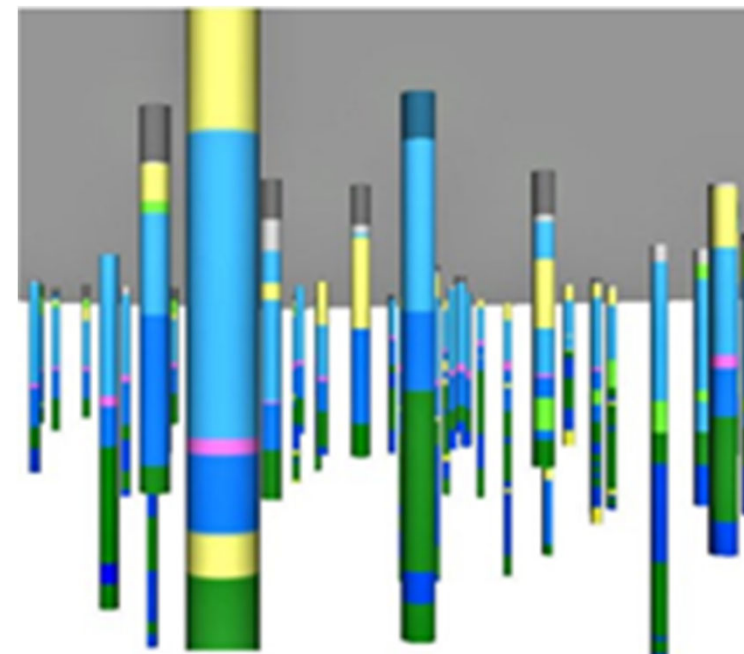
- ボーリングモデルは、地質・土質調査業務の調査結果であるボーリング柱状図（ボーリング交換用データ、又は、電子簡略柱状図）を、孔口の座標値・標高値、掘進角度、方位から3次元空間上に配置・表現したものである。
- 実際の調査結果そのものを用いて作成した「調査結果モデル」と、既往資料から工学的解釈を行い作成した「推定・解釈モデル」がある。

（※モデルの形状情報としての違いはない）



調査結果モデルの例

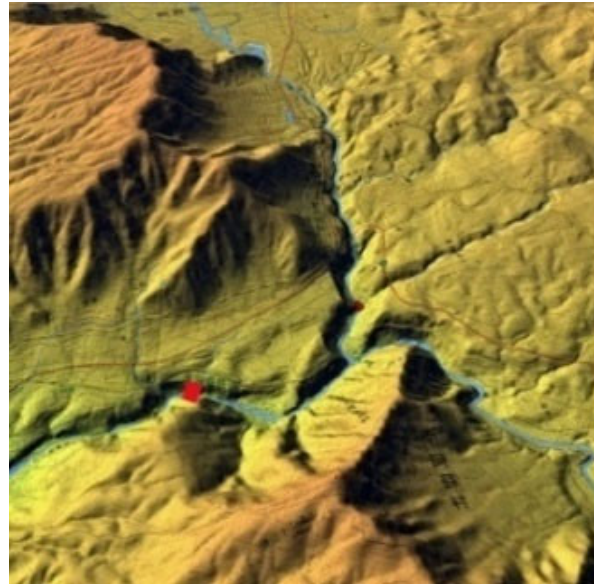
※地質・土質調査業務の調査結果であるボーリング柱状図を表現したもの



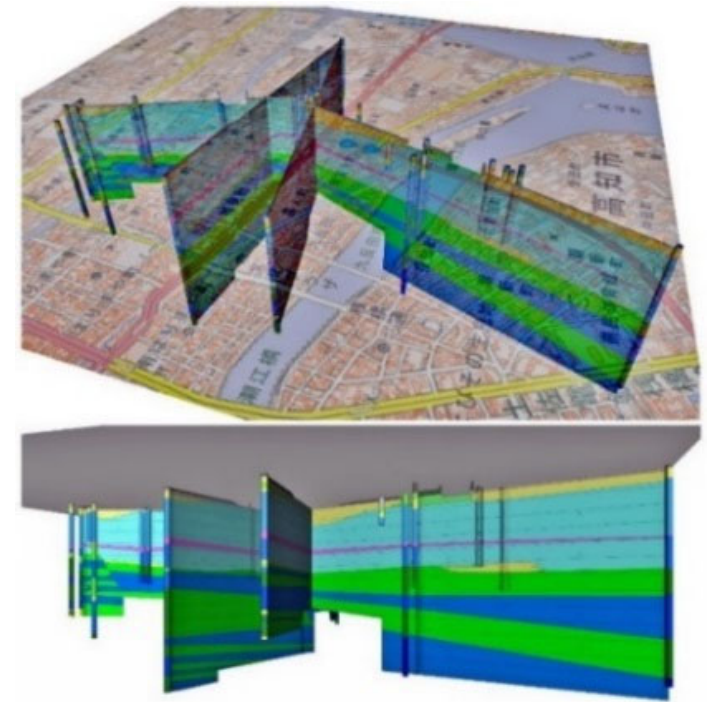
推定・解釈モデルの例

※周辺のボーリング柱状図等の既往資料を活用し、工学的解釈を加えて対象箇所の地質を表現したもの

- 準3次元地盤モデルは、地質・土質調査業務の調査結果である2次元の地質平面図、地質縦断面図等を地形データ等とともに3次元空間に配置したモデルである。
- 地形表面（地形データ）に地質平面図、オルソ処理した空中写真等を貼り付けた「テクスチャモデル」と、地質断面図、速度層断面図や地山条件調査結果図等を地形データとして3次元空間に配置した「準3次元地質断面図モデル」がある。



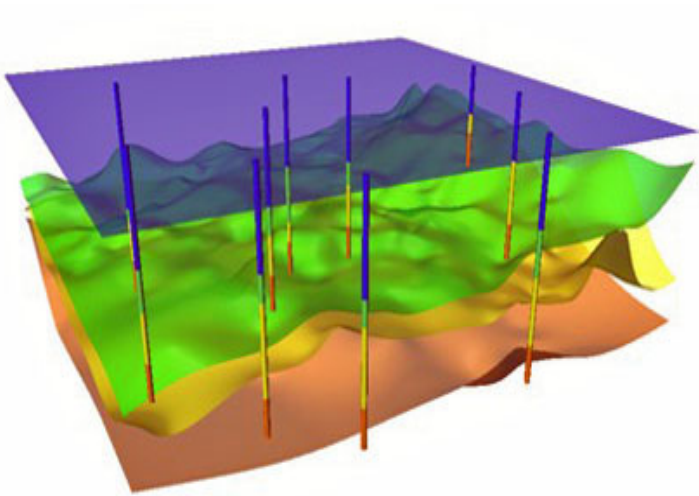
テクスチャモデルの例



準3次元地質断面図モデルの例

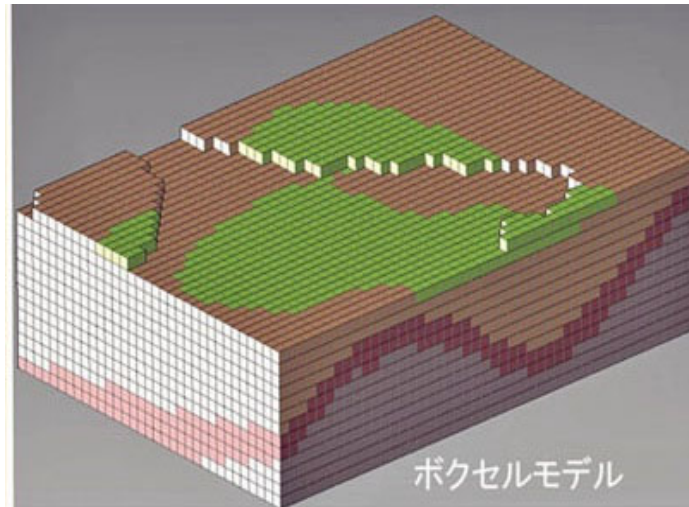
【参考】地質・土質モデル（3次元地盤モデル）

- 3次元地盤モデルは、複数のボーリング柱状図等の地質・土質調査結果を基に、様々な情報を地質学的な解釈を加えて総合的に表現したものである。
- 地層・岩盤分類・土軟硬区分などの境界面を表現した「サーフェスモデル」、上面・下面・側面等の境界面とで挟まれた内部の地質情報などを付加した「ソリッドモデル」等、異なる範囲・目的・用途・空間補間方法で地質学的な解釈を経て作成される。
- ボーリングモデルや準3次元地盤モデルに比べて推定や解釈の余地が大きくなるため、後工程においても注意しながら活用する必要がある。



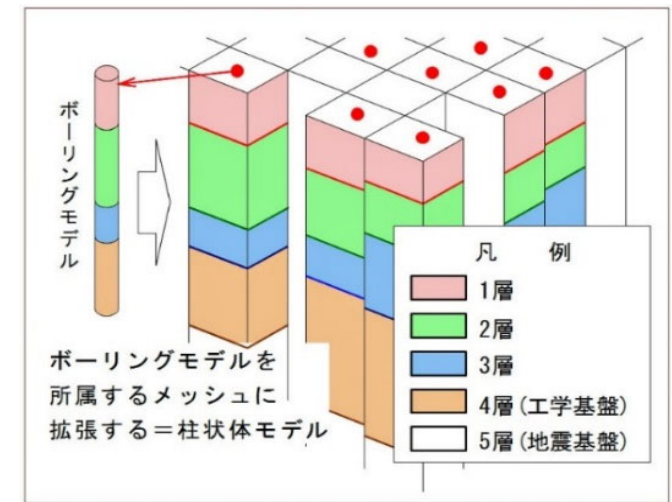
サーフェスモデルの例

※地層等の境界面に地層・岩体区分等の属性を持つ面を貼り付けて作成



ソリッドモデルの例（ボクセルモデル）

※モデル全体を小さな立方体（空間格子）の集合体として表現



ソリッドモデルの例（柱状体モデル）

※地層等の境界面を真上から見て小さな格子（メッシュ）に区分し、メッシュ内の境界面間の属性情報と関連付けて作成

② 3次元モデル成果物作成要領（案）の改定

3次元モデル成果物作成要領（案）は、設計意図の伝達・設計照査・施工計画・ICT施工等の活用のために必要となる最小限の仕様を定めたもの。

詳細度300を基本とすること、3次元モデルからの切り出しにより2次元図面（契約図書）を作成すること、建築限界等の空間オブジェクトを作成すること、階層に分けた属性情報を付与すること等を定めている。

確認された課題

- ・橋梁、土工等で曲線等の複雑な形状の場合は、ソフトウェアの機能上、3Dから2D切り出しができない。
- ・3Dから2D切り出しを実施する対象が不明確。
- ・後工程における活用方法次第では、属性情報の階層分けは不要ではないか。
- ・オブジェクト毎のIDを整理しないと業務によりバラつきが生じるのではないか。

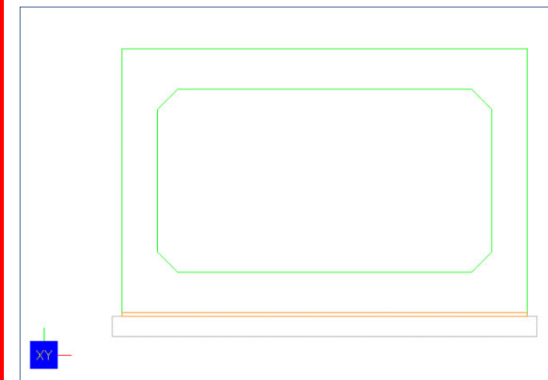
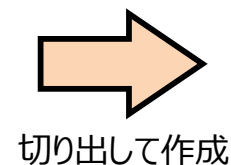
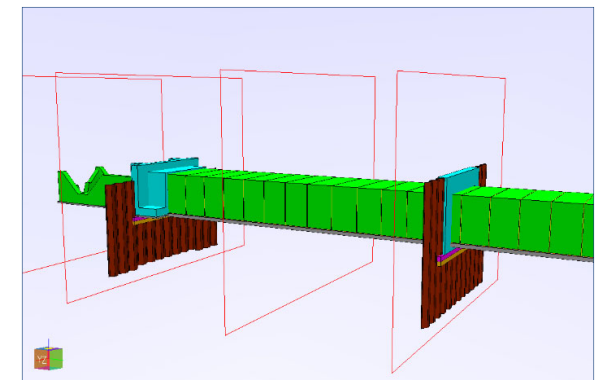
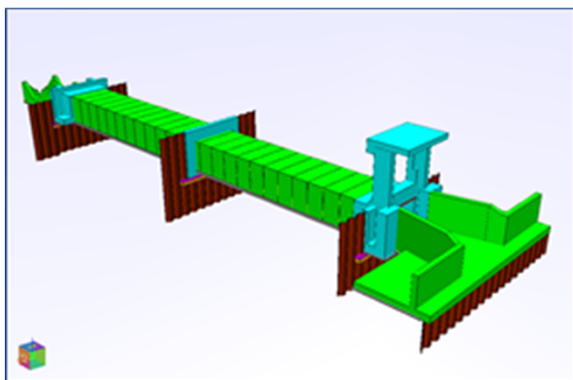
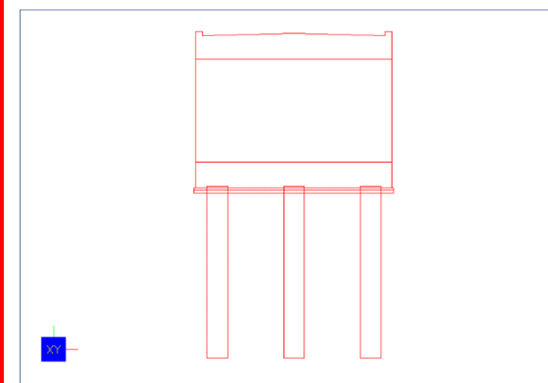
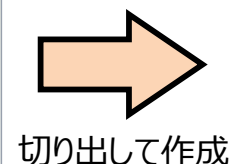
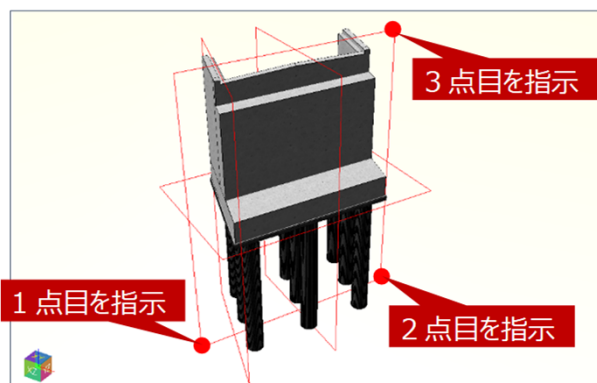
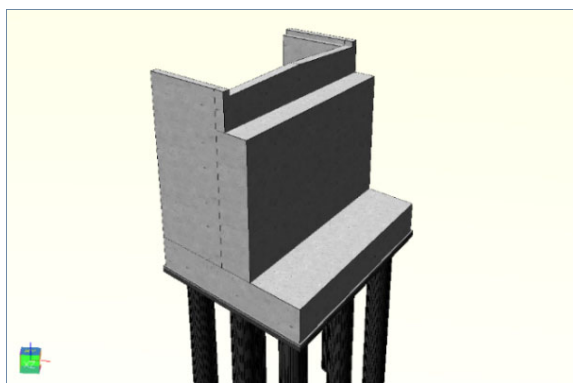
→実務上の支障が生じないよう、各意見に対する対応を検討の上、要領を改定（3Dから2D切り出しの範囲、属性情報の付与方法、ID等）

【参考】3次元モデル成果物作成要領（案）の概要

＜契約図書（2次元図面）の作成＞

○2次元図面は、3次元モデルからの切り出し、または投影して作成した2次元形状データを元に、寸法線や注記情報を加えて作成する。

「3次元モデル成果物作成要領（案）」適用範囲



3次元モデル
（詳細度300）

3次元モデルに2次元図面の
切り出し位置を明示

2次元図面

3次元CAD・BIM/CIMソフトウェアで作成

3次元CADの機能で作成
2次元CADで作成

【参考】3次元モデル成果物作成要領（案）の概要

【詳細度】

本要領が定める3次元モデル成果物の詳細度は、300を基本とする。ただし、業務途中で段階的に作成される3次元モデルの詳細度はこの限りではない。

3次元モデル成果物の詳細度は300とするが、設計照査に必要な項目として挙げられている項目の検討のため、より詳細度の高いモデル作成が必要となる場合等はこの限りでない。なお、設計照査に使用した3次元モデルは検討結果として成果品の対象とする。

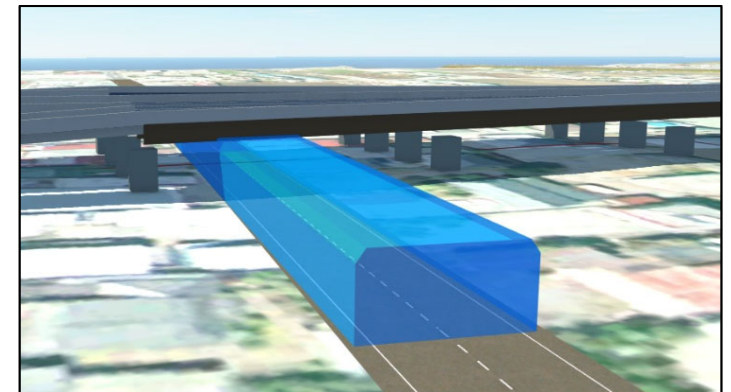
＜例＞ 詳細度400であるコンクリート構造物内部の鉄筋やPC鋼材・シース等は、過密鉄筋となる箇所やPC鋼材の定着部周辺の鉄筋についての照査が必要となるため、該当部分の鉄筋等を3次元モデルを作成し、干渉等について設計照査を行う。

【寸法、注記等】

3次元モデル成果物への寸法線、注記等の付与は必須でない。

契約図書として必要となる寸法・注記等は、2次元図面に付与して、必要な情報を後工程へ伝達することが基本となる。

ただし、建築限界範囲、用地境界等の後工程に引き継ぐべき設計条件等については、3次元空間上に（色分け等により）視認可能な状態で明示するとともに、必要に応じて属性情報を付与することが望ましい。



（例）建築限界の明示

【属性情報】

3次元モデル成果物に付与する属性情報は、4段階に階層分けを行う。なお、部材（階層4）への属性情報の付与は、対象となる部材によって任意とする。ただし、発注者によるリクワイアメントに応じて、必要となる部材に対してそれぞれ属性情報を付与する場合もある。

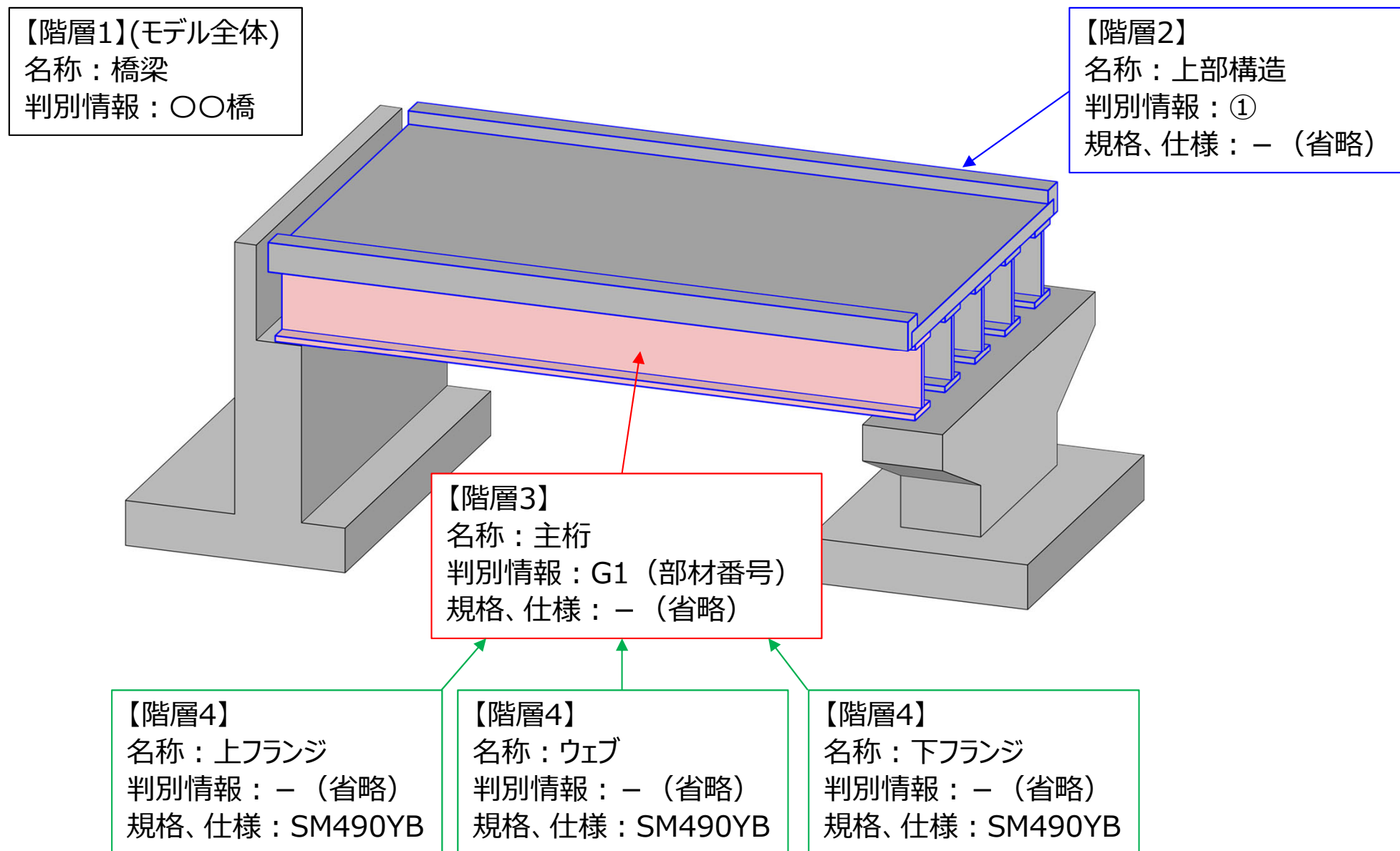
3次元モデルに直接付与する属性情報は、2次元図面の注記情報である名称、判別情報、規格・仕様とする。その他の属性情報は任意とする。

基本属性情報の階層

階層	階層分けの対象	定義	付与
階層1	構造全体	構造物の分類（橋梁、山岳トンネル、道路、樋門・樋管 等）	必須
階層2	構造体	工種に相当する構成要素の集合体	必須
階層3	構成要素	主部材等に相当する部材要素の集合体	必須
階層4	部材	部品等に相当する最小の階層	任意

階層分けした属性情報の付与機能がないソフトウェアにおいては、階層毎に属性情報を付与することができないため、1つの構造体・構成要素・部材に対して、各階層の属性情報を各々付与してもよいこととする。

橋梁詳細設計におけるオブジェクト分類・属性情報の付与例



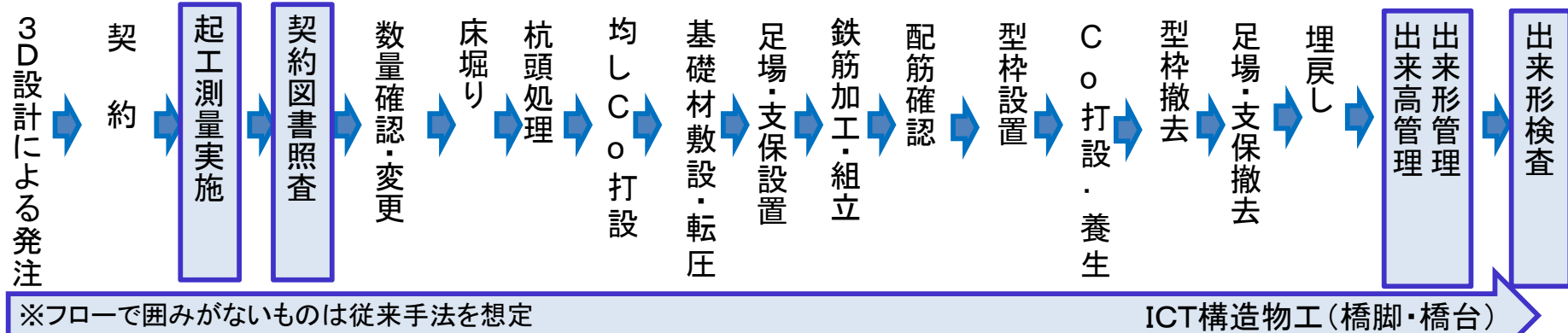
③ i-Constructionに関する工種拡大(3次元データを用いた構造物の出来形管理要領)

○国交省では、ICTの活用のための基準類を拡充してきており、構造物工へのICT活用を推進。
○今後、中小建設業がICTを活用しやすくなるように小規模工事への適用拡大を検討

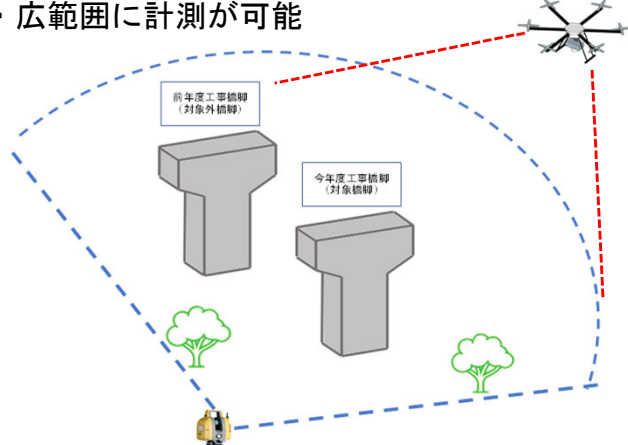
平成28年度	平成29年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度	令和3年度	令和4年度 (予定)
ICT土工						
	ICT舗装工(平成29年度:アスファルト舗装、平成30年度:コンクリート舗装)					
	ICT浚渫工(港湾)					
		ICT浚渫工(河川)				
			ICT地盤改良工(令和元年度:浅層・中層混合処理、令和2年度:深層混合処理)			
			ICT法面工(令和元年度:吹付工、令和2年度:吹付法砕工)			
			ICT付帯構造物設置工			
				ICT舗装工(修繕工)		
				ICT基礎工・ブロック据付工(港湾)		
					ICT構造物工(橋脚・橋台)	
					ICT路盤工	
					ICT海上地盤改良工(床掘工・置換工)	
						ICT構造物工 (橋梁上部)(基礎工)
						小規模工事へ拡大 (床掘工、小規模土工)
				民間等の要望も踏まえ更なる工種拡大		

【ICT構造物工（橋脚・橋台）（試行）】

- ・3次元計測技術を用いることで、広範囲に計測が行えるため、計測作業の効率化
- ・高所での計測作業の省力化による作業の安全性向上
- ・出来形・出来高を点群等電子データを利用してデスクトップ上で安全・迅速に実施
- ・R3年度に各地整で試行し、試行結果を踏まえて出来形管理要領としてとりまとめ、R4年度から本格導入する。



○起工計測にレーザスキャナやUAV等を活用
・広範囲に計測が可能



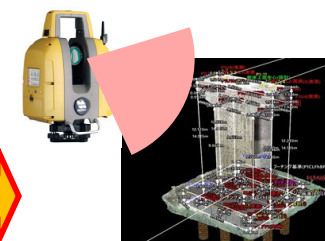
○出来形・出来高計測はレーザスキャナ、ノンプリTS等を活用
○計測データを活用して、デスクトップ上で計測を実施



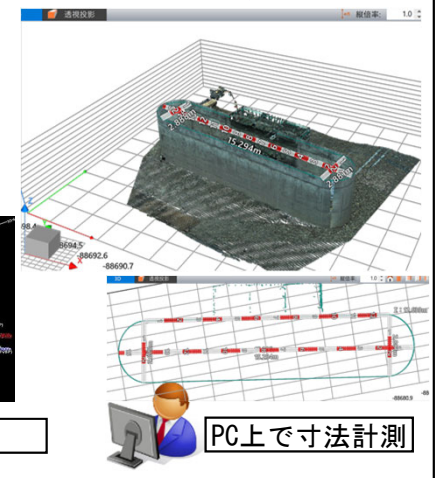
従来施工
（高所での測量）



書面を電子化
して検査



TLSで点群測量

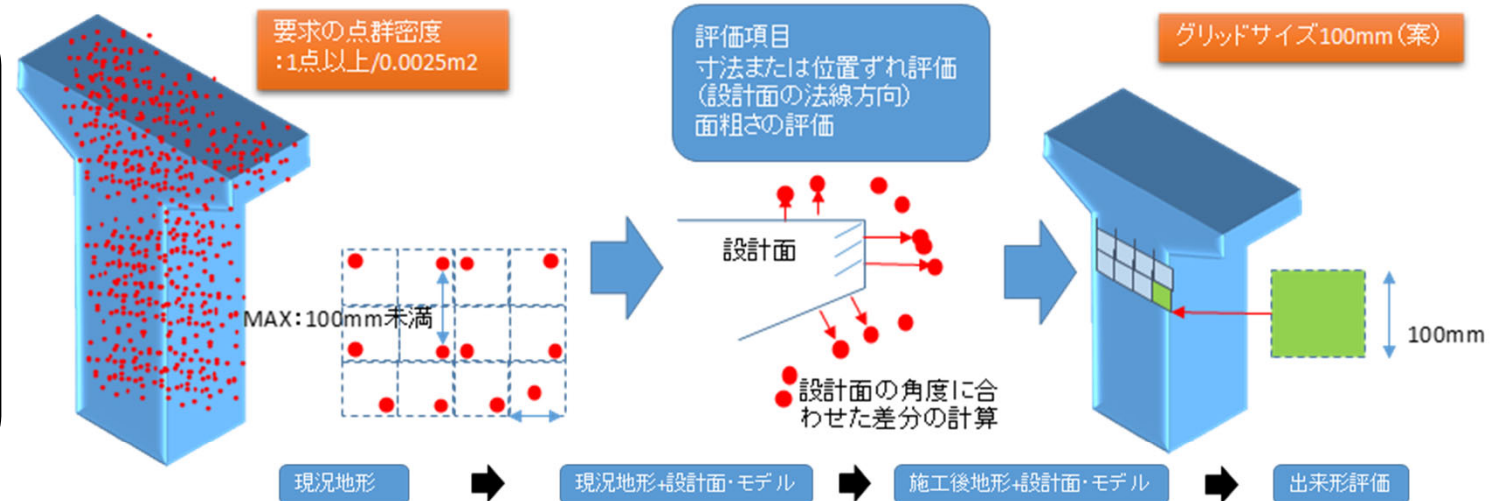


PC上で寸法計測

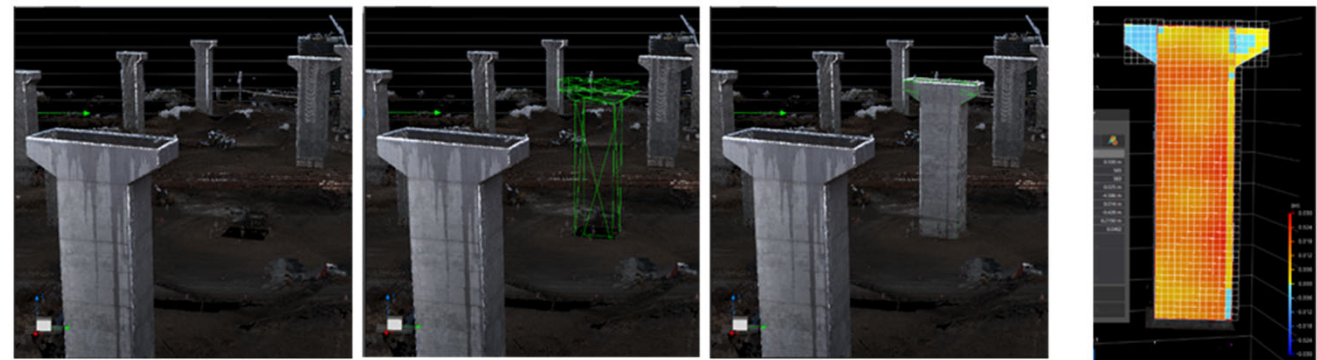
- ・ICT施工工種拡大に伴い策定した基準
- 3次元計測技術を用いた出来形管理要領（橋脚・橋台編）（試行）
- 3次元計測技術を用いた出来形管理の監督・検査要領（橋脚・橋台編）（試行）

R3年度に試行を実施

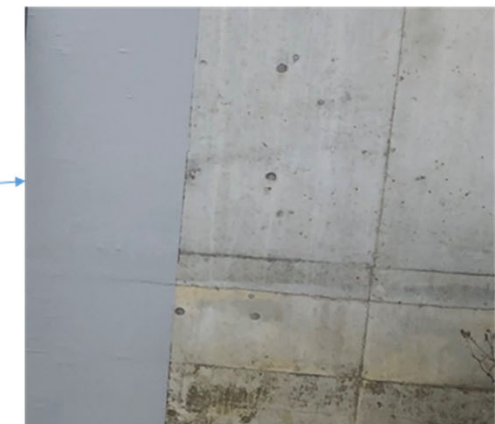
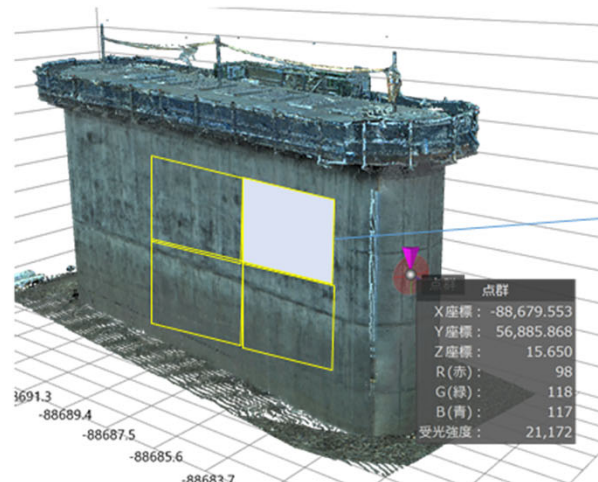
- ・3次元出来形計測費用と従来の出来形管理費用との比較検証
- ・面管理による出来形管理の更なる効率化や維持管理への活用を検証



- ・点群データを用いた構造物の位置および出来形管理を試行し検証

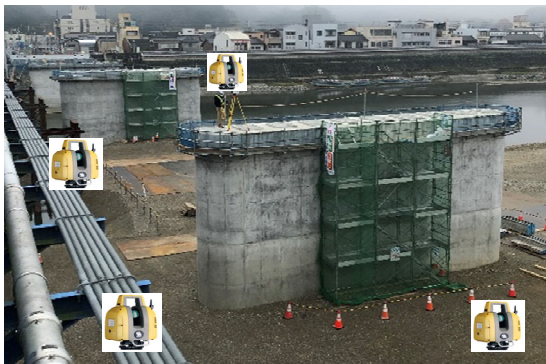


- ・面管理で取得できる写真データを活用したひび割れ調査を試行し検証



3次元計測技術による点群の計測方法

- 本要領を用いた出来形管理では、計測対象となる橋台、橋脚の管理項目に該当する箇所について、寸法算出に十分な点群（色付きを推奨）を取得する。
計測間隔の設定の目安は、計測最大距離（精度確認試験において、要求精度を満足できる最大距離）において、1点以上/0.0025m²（計測機器に対して直交する平面）とする。
※実際の取得点群の間隔ではない。
- 本要領を用いた出来形管理では、計測対象となる橋台、橋脚だけでなく、隣接する橋台や橋脚、周辺地形を含めた3次元形状データの取得を目指していることから、計測は構造物周囲を含む計測（計測最大距離の範囲）を実施することとする。
- 多点計測技術を用いた出来形計測において、計測条件（狭隘箇所、立入り制限箇所など）により対象構造物の全面を所定の密度で計測することが困難となる場合、出来形の算出用に選点する箇所（寸法値の端部や基準高の管理箇所）以外については、施工後の出来形を示す写真で補完することができる。



複数箇所から計測



橋脚上部の計測

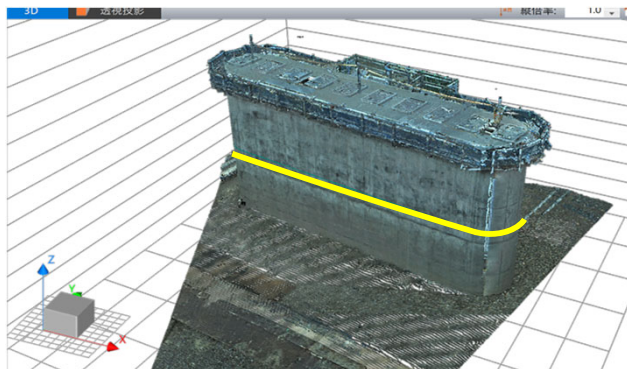


点群取得のイメージ（橋脚全体の点群）

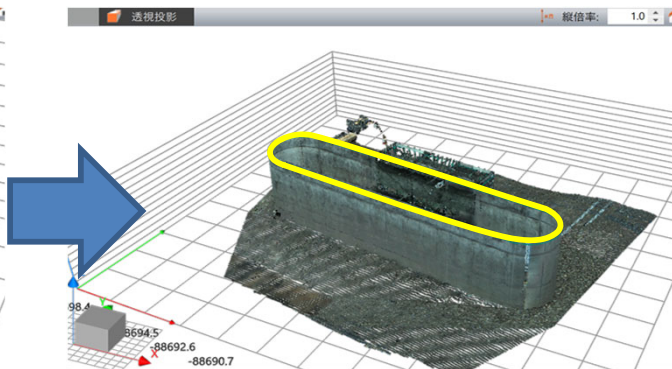
3次元計測点群を用いた出来形計測

＜ソフトウェアによる出来形の抽出方法＞

- ・取得した点群を用いて設計図書で示される寸法に対する出来形値の抽出を行う。
- ・出来形寸法の抽出においては、橋軸方向（線など）、橋軸方向と直交する軸方向、垂直軸方向を示す面などのガイドを利用して、出来形の抽出箇所を特定する。（イメージ：図－1）
- ・出来形計測箇所(point cloud)に点群が存在しない場合は、出来形写真により出来形としての存在が認められる場合においては、補助線などを用いて点間を補完しても良い。（イメージ：図－2）

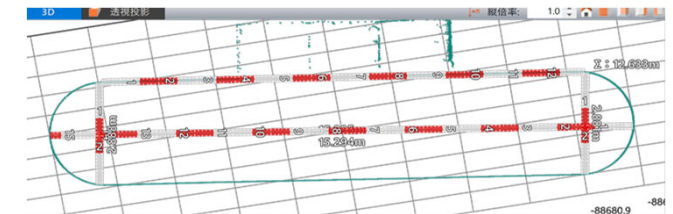
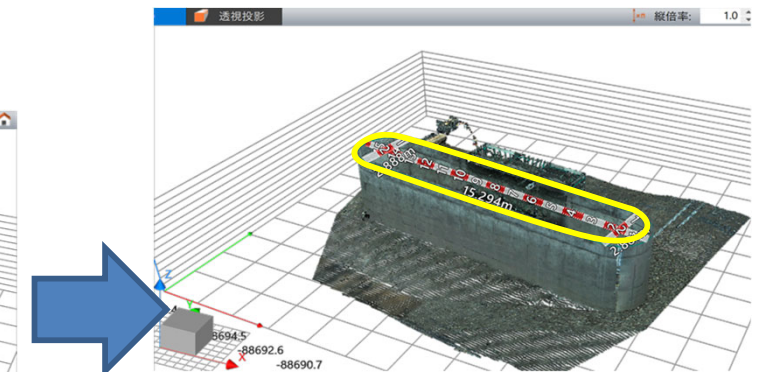


計測対象の橋脚を抽出

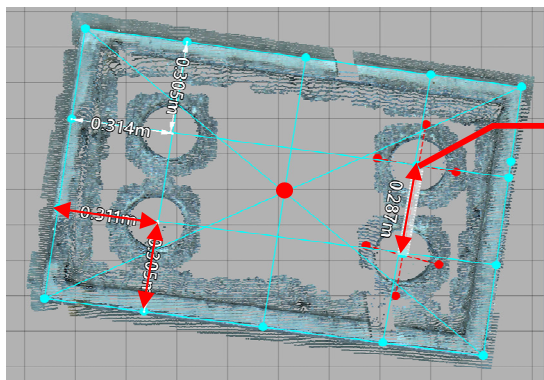


計測位置や断面を抽出

（イメージ：図－1）



計測の実施・記録

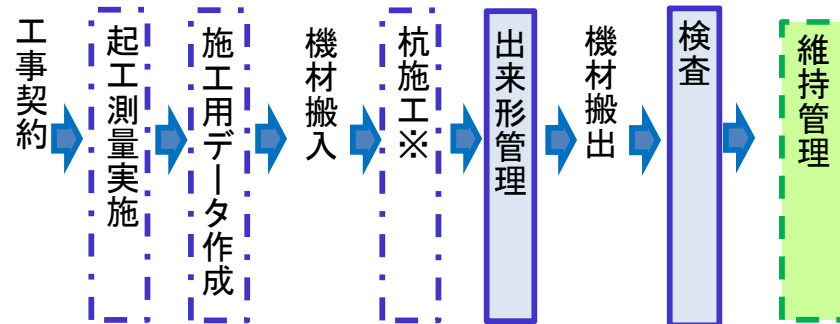


点群には実在点が存在しない。補助線(青線)から中心点を設定して寸法を計測することができる

（イメージ：図－2）

- 構造物の出来形管理等へICT施工を拡大するとともに、取得する3次元データを活用し維持管理分野の効率化を図る。
- 構造物工の関連工種として、基礎工の出来形管理に3次元計測技術を活用し、出来形計測時間の短縮（杭芯位置、杭径計測作業）を図る

施工フロー



必要に応じ
整備予定

対象範囲

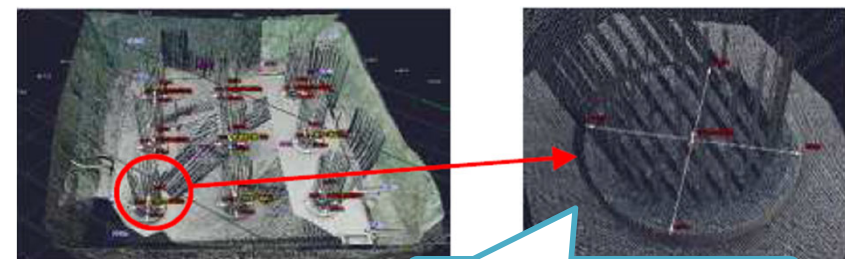
フローで囲みが無いものは従来手法を想定
※今後、施工履歴データの活用が可能となる場合は要領化も検討

イメージ

●3次元計測技術を活用した出来形管理



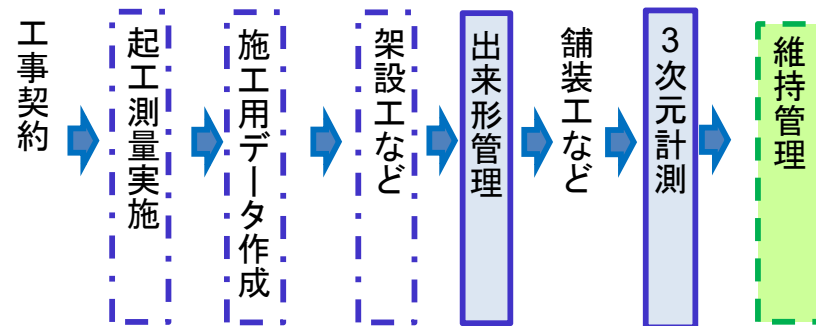
TLSを用いた場所打ち杭の出来形計測



点群から出来形を確認

- 構造物の出来形管理等へICT施工を拡大するとともに、取得する3次元データを活用し維持管理分野の効率化を図る。
- 構造物工の関連工種として、上部工の出来形管理に3次元計測技術を活用し、出来形計測時間の短縮を図る
- 竣工時の3次元計測データの維持管理への活用を検討

施工フロー



必要に応じ
整備予定

対象範囲

フローで囲みが無いものは従来手法を想定

イメージ

●3次元計測技術を活用した出来形管理

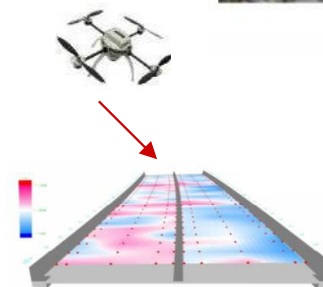
ドローン、TLS、TS等
をもちいて橋梁上部の
現場での出来形計測



TS計測状況

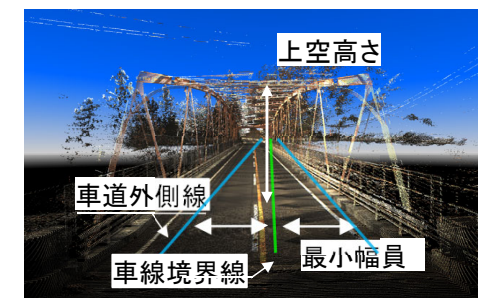


タブレット端末



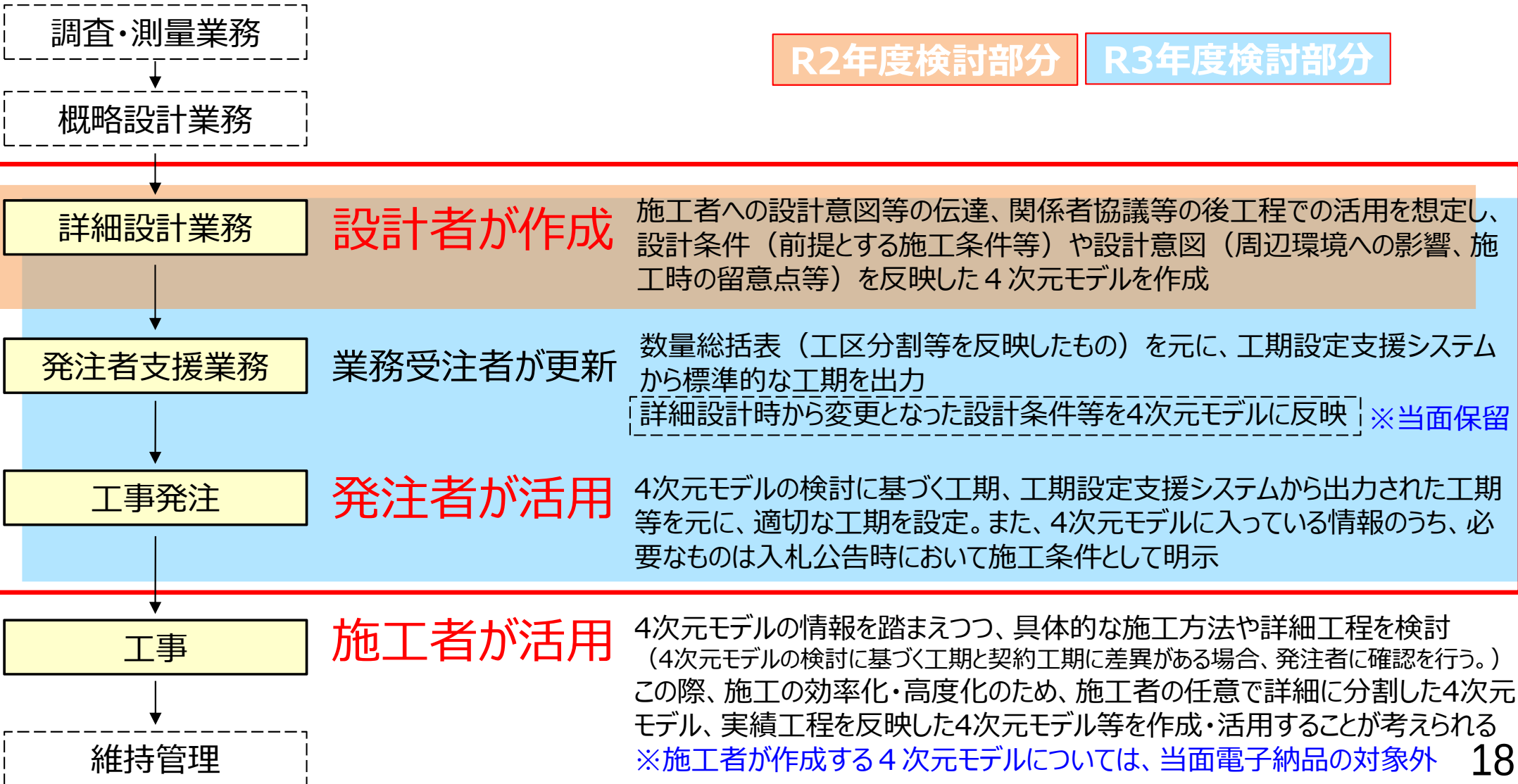
ヒートマップで橋梁上部の施工
結果を表示

●竣工時の計測データの活用



建設プロセス全体における4次元モデルの作成及び活用の流れ

詳細設計業務で作成された4次元モデルは、後工程において以下のように活用される。
令和2年度は「設計者の作成内容」、令和3年度は「発注者の活用内容」を中心に検討。



4次元モデル活用に向けた令和3年度の実施予定

1) 4次元モデルの対象範囲を拡充

- ・ 後工程の発注者支援業務や工事発注段階についても対象範囲を拡充

2) 設計段階で作成された4次元モデルの効果・課題の分析

- ・ BIM/CIM活用業務、活用工事で作成された4次元モデルの効果や課題について分析し、実成果品を踏まえた4次元モデルの作成方法や活用方法について検討
- ・ 設計段階で作成された4次元モデルを施工段階で活用された事例について分析し、設計-施工間の連携に係る課題や連携方法について具体化

3) 4次元モデルを活用できるサンプルの試作

- ・ BIM/CIM活用業務、活用工事での4次元モデルの活用を支援するため、4次元モデルのサンプルを試作し、4次元モデルを活用すべき分野・工種、現場条件、活用方法等のパターンについて検討

4) 発注者の活用方法に関する検討

- ・ 令和2年度に設計段階で作成された4次元モデルを元に地整ヒアリング等を実施し、4次元モデルの情報のうち入札公告時においてどのような情報を施工条件として明示すべきか、また発注者が行う各種調整においてどのように活用できるかを活用事例として整理し、効果の高いものはサンプルモデルに反映