

河川構造物セミナー「CIMの活用に向けた取り組み」

平成30年3月12日

国土技術政策総合研究所社会資本情報基盤研究室

構成

1. CIMとは
2. 平成24年度からのCIM試行業務の紹介
3. 国総研の研究紹介
4. 本省の取り組み紹介

CIMとは

CIMとは



C I M (Construction Information Modeling / Management)

建築分野でのB I M (Building Information Modeling) を土木分野に導入して、**建設事業全体での生産性の向上**を図る。

- ・CIMのMは、「**M**odeling」から「**M**anagement」に
- ・「**M**odeling」とは、現実世界をコンピュータで扱えるようにモデル化すること。CIMでは**3次元形状+属性情報**でモデル化される。
- ・「**M**anagement」とは、I C Tを利用した**データマネジメント**（情報管理と見える化）、及び**建設生産プロセス全体のマネジメント**の意味をもつ。

CIMの目指すこと
建設生産プロセスの観点から



I C Tを核として施策・要素技術を統合
<情報共有・設計支援・自動施工、測量等>

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ・コスト削減 ・品質管理 ・環境施策 ・防災施策 等 | <ul style="list-style-type: none"> ・情報の有効活用 ・設計の最適化 ・施工の効率化、高度化 ・維持管理の効率化、高度化 |
|---|---|

建設生産システム改革
(計画～維持管理までの
トータルマネジメント)

■ 少子高齢化社会への適応

減少する熟練土木技術者（技能者・設計者等）に替わる生産・管理手段の確保

■ 品質の向上

施工段階での設計の見直し等による時間的・経済的ロスの減少

■ 生産性向上

計画から設計、施工、維持管理までの全体における最適化
設計、施工、維持管理の高度化、最適設計

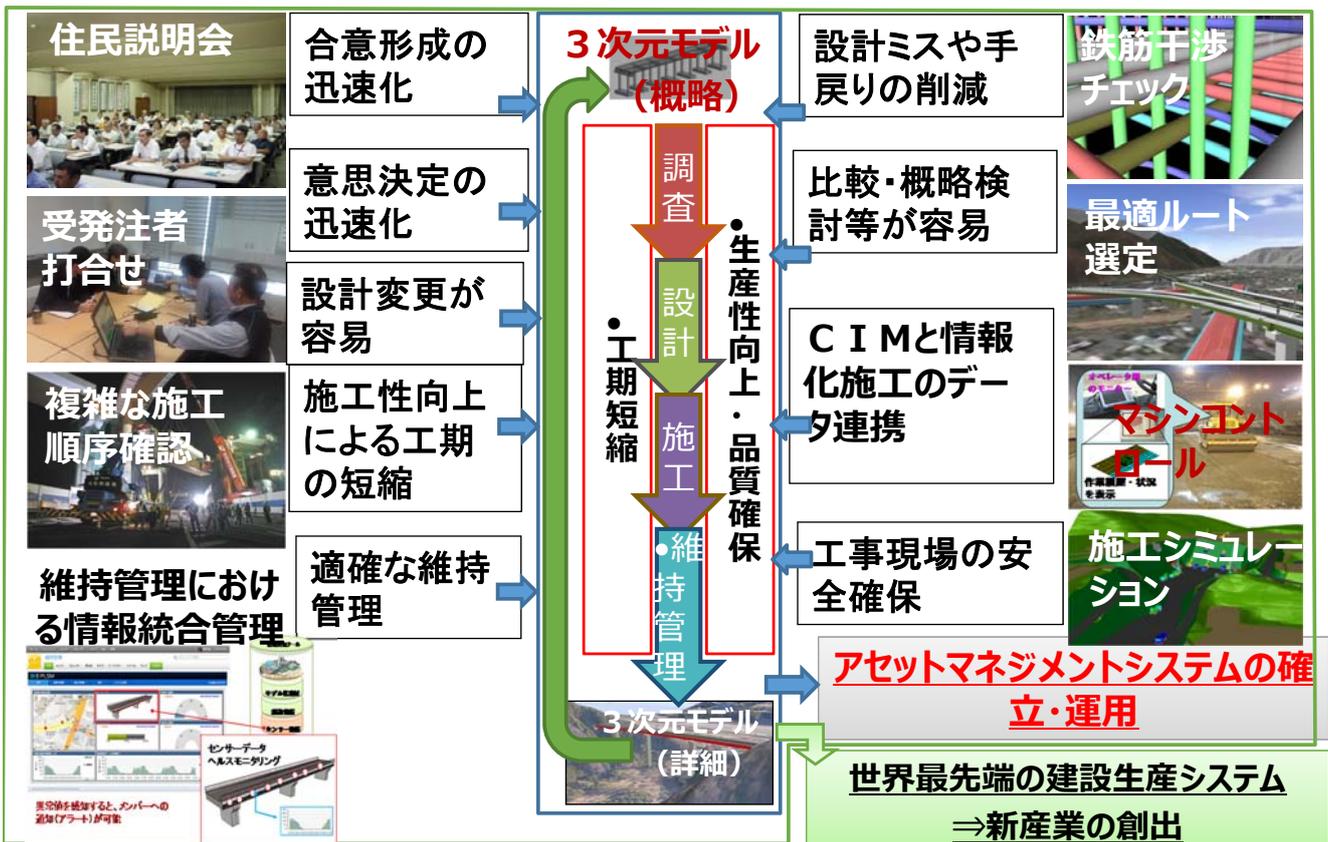
■ 労務環境改善、安全性の向上

建設機械と労働者の混在・輻輳の軽減による労働環境の改善
不可視部分の可視化や危険予知活動への活用による安全性の向上

CIMの活用

（生産性向上、品質確保、工期短縮）

CIM導入による効果



JACICセミナー（H24.4.13） 佐藤直良技監の基調講演
CALISの15年を振り返り、新たなステージへ
～建設生産システムのイノベーションに向けて～



基調講演の様子

CIMのススメ

- ・建設産業の生産性を高めるためには、いわゆるCIMの活用が不可欠
- ・コンピュータ上に作成した三次元モデルの建物に部材の数量やコストなどの属性情報を盛り込んだBIMを土木分野でも積極的に活用することが必要
- ・ICTを核として施策・要素技術を統合化するとともに、ICタグの活用や土木・建築の共通ライブラリーの整備が必要
- ・基準づくりから入るのではなく、まずはモデル工事を進めながら課題を解決してゆくことが重要

CIMのキックオフとしての提言

- ・実際の建設現場で、三次元モデル等のICTを総動員してモデル工事を実施
- ・維持管理からの発想でデータを流通
- ・技術者一人一人が意識改革をして、ICTを前向きに使っていく

平成24年度からのCIM試行業務の紹介

平成24年度実施の現場試行

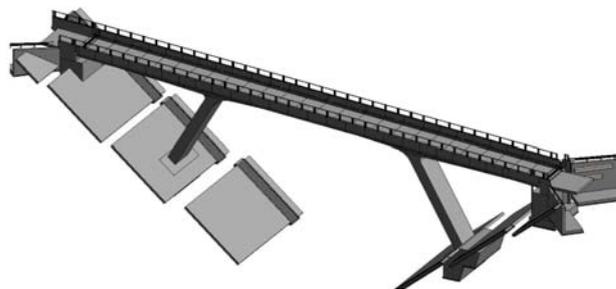


【北陸地方整備局 富山河川国道事務所】
能越自動車道中波2号跨道橋詳細修正設計他業務

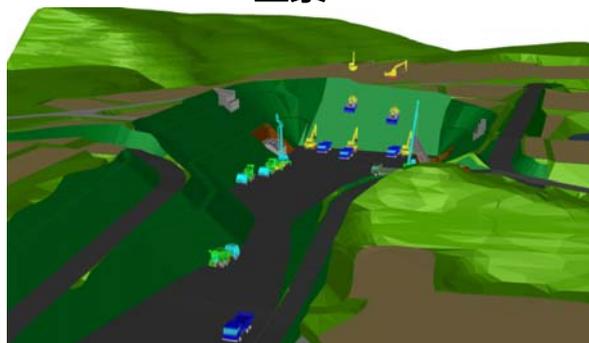
P C方杖ラーメン橋 L = 73 m
パシフィックコンサルタンツ (株)



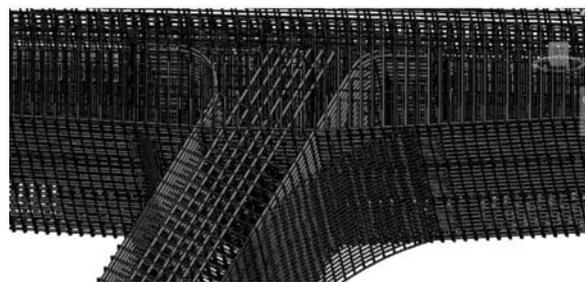
全景



橋梁本体



施工ステップ図

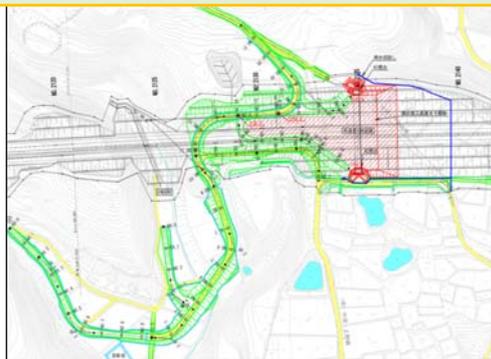


配筋モデル

仮設・施工計画(施工ステップ図)



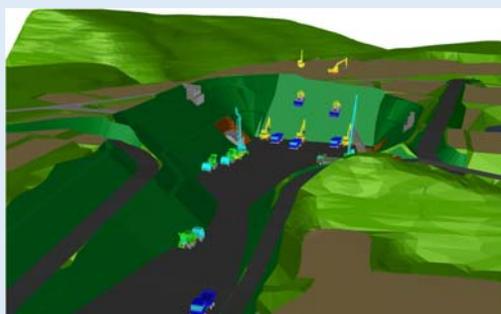
3次元モデルにより施工ステップを検討
受発注者間における設計・施工条件の相互確認を行う上で有効



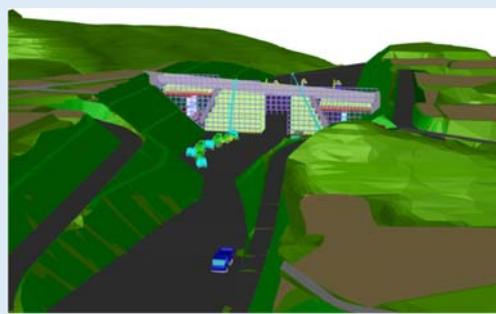
2次元図面



3次元モデル①



3次元モデル②



3次元モデル③

設計の可視化(関係機関との協議)



- 打合せの効率化
- 完成イメージの情報共有化に効果がある
- 立体的な可視化により品質・認識の向上に寄与
 - 車目線での市道の視認性の確認、橋梁と土工部との水路接続構造等における注意事項等

(北陸地方整備局 富山河川国土事務所)
能越自動車道中波2号跨道橋詳細修正設計他業務



発注者と設計コンサルタントの打合せ



富山県 氷見市との協議

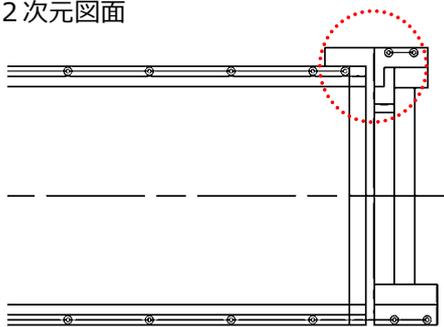
設計の可視化(図面の確認)



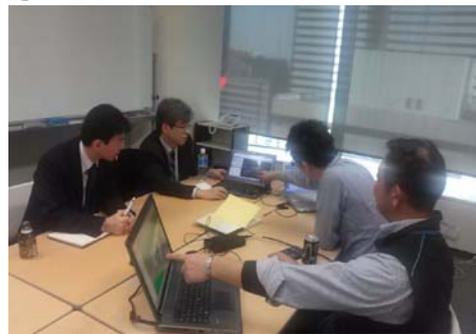
不整合箇所が瞬時に確認でき、設計照査手法として効率化が図られる

(北陸地方整備局 富山河川国土事務所)
能越自動車道中波2号跨道橋詳細修正設計他業務

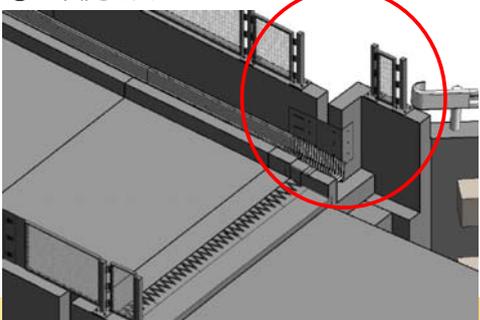
① 2次元図面



③ 打合せ

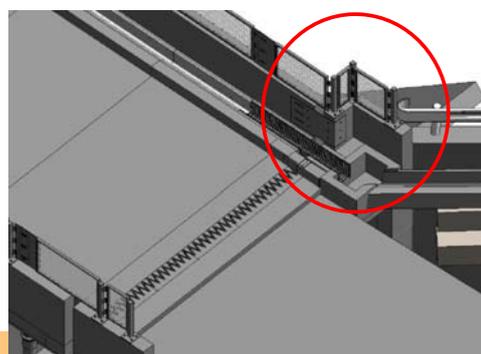


② 3次元モデル



おかしいところがある

④ 修正



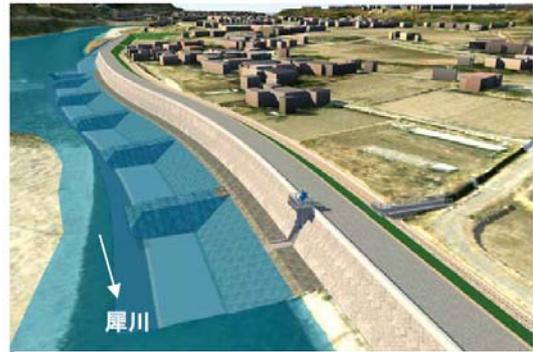
新たな河川管理（築堤事業）の方向性

1. 関係するCIM試行工事概要

- ・工事名: 荻原築堤護岸その2工事
荻原築堤護岸他工事
- ・受注者: 金森建設株式会社
- ・工期: 平成26年9月～平成27年5月

2. CIM試行業務

- ・業務名: 平成26年度千曲川CIM活用検討業務
- ・受注者: (株)東京建設コンサルタント
- ・工期: 平成26年9月～平成27年5月



荻原地区の3次元築堤モデル

3. 事務所での検討テーマ

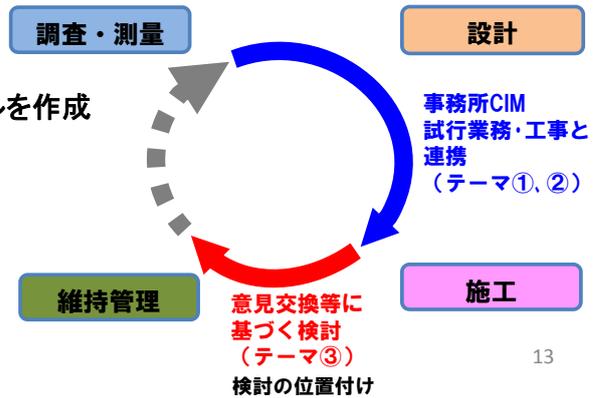
① 設計段階でのCIM活用

築堤、樋門を対象に、計画、施工等の3次元モデルを作成

② 施工段階でのCIM活用

関係機関協議等、設計図書照査、施工計画検討、情報化施工等への活用

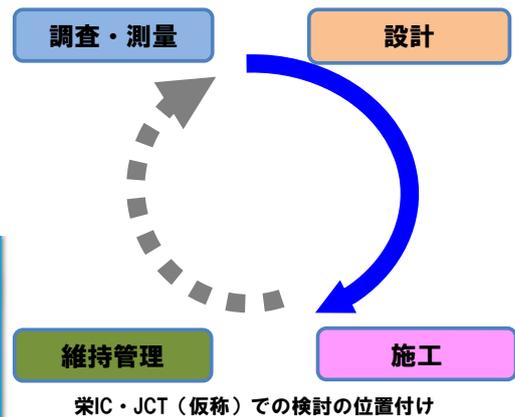
③ 維持管理段階へのCIM活用



輻輳する都市インフラにおける事業計画全体の可視化（効果的な事業実施）

1. 事業進捗等

- ・現況：詳細設計、用地買収中、一部箇所の下部工施工中
- ・開通目標：平成32年度 ※HP公開情報
- ・事業区分：ネクスコ東日本との合併施工
⇒橋梁等本体構造物：国交省
⇒舗装、施設、交通安全施設等
※将来管理者：ネクスコ東日本



2. 関係する業務等

- ・ 件名：H25 IC・JCT本線第3他橋梁詳細設計業務
(上部工形式：鋼少数钣桁橋等)
- ・ 受注者：八千代エンジニアリング(株)
- ・ 工期：平成25年9月～平成27年2月
- ・ 進捗：IC・JCT全体の3次元モデル作成中



钣桁モデルの作成状況 (LOD350程度)



栄IC・JCT(仮称)の全体モデル(H25予備設計成果)

橋梁詳細設計 (CIM試行業務)

CIM試行支援業務

横浜国道事務所計画課

<検討内容(予定)>

工場、住宅、田園等が近接、かつ多層構造となるIC・JCTの狭隘条件下において、全体モデルを効果的に活用し、事業の計画的、かつ円滑実施を図る

- ・ 主部材、付属物等の可視化による綿密設計
- ・ 事業工程の可視化(用地買収、文化財、支障物件等)
- ・ 施工計画の可視化(桁架設、施工ヤード検討等)
- ・ 地元等関係者協議の可視化(工事手順、保安計画等)

関東地方整備局
企画部技術管理課

- ◆ 試行支援
- ◆ データ共有環境等支援

- ・ 試行を進めていくうえでの課題、疑問等の共有
 - ・ 技術(学術)的支援
- 【到達目標】
⇒ 試行の円滑実施
⇒ 産学官CIM検証(①～⑤)

産学官CIM(橋梁CIM)

大臣官房技術調査課

産：建コン協、日建連
橋建協
学：皆川教授
(東京都市大学)
官：国交省

<検討内容>

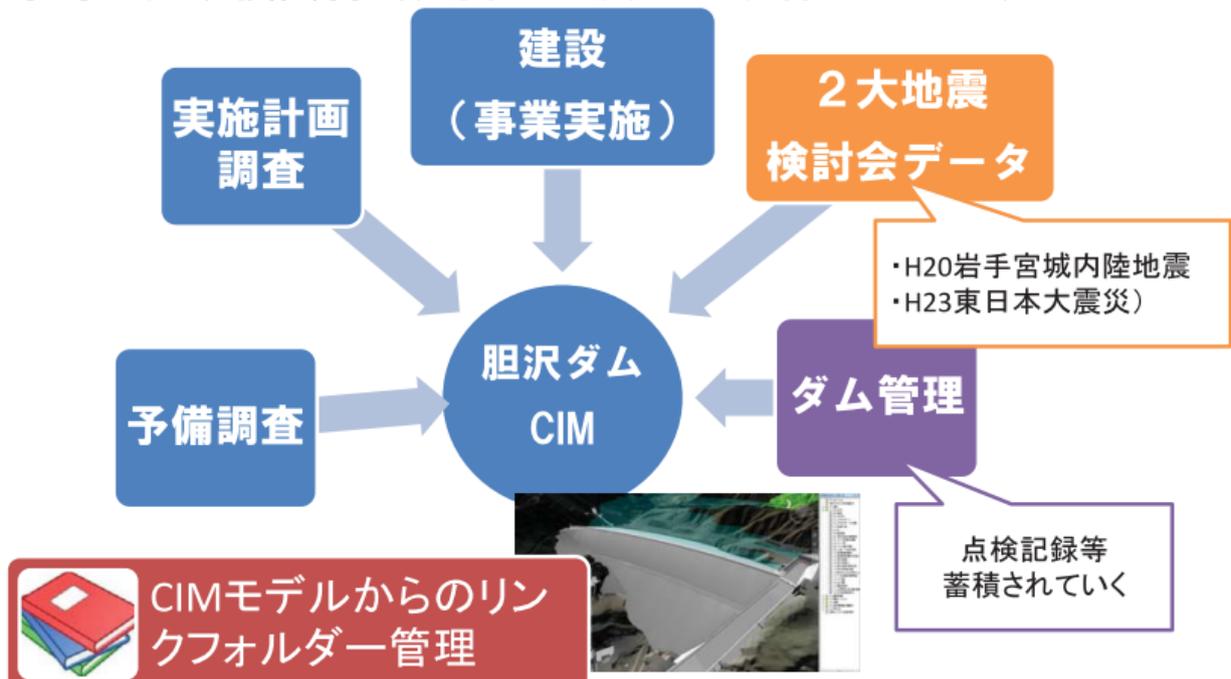
- ①各段階に必要なモデル構築精度
- ②付与すべき属性情報
- ③各段階間のデータ受渡し
- ④受発注者間のデータ共有
- ⑤CIM効果・課題の検証

検証支援
(①LOD,
②属性情報の整理等)

国総研 防災・メンテナンス基盤研究センター
メンテナンス情報基盤研究室

常時 : 日常点検、ダム総合点検、定期検査

非常時 : 大規模災害（大雨、地震、土砂崩れ・・・）



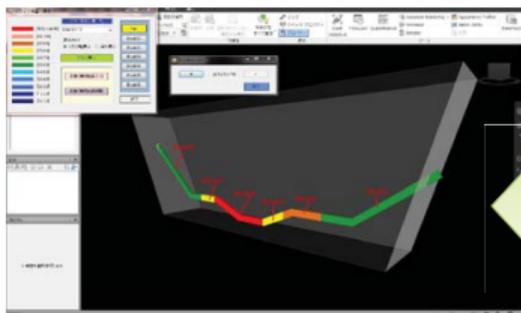
維持管理段階では、常時・非常時に対応するための基礎資料を備えておくことが必要。

胆沢ダムにおけるCIM取り組み状況（～H26）

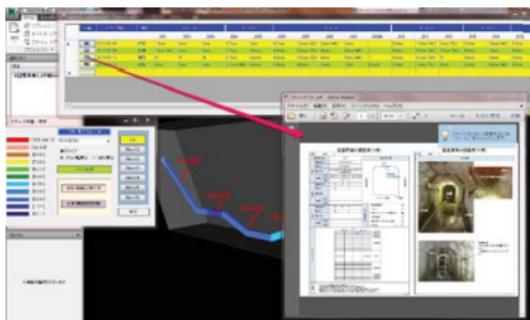
■管理項目の値に短期的に極端な変化がないかチェック

日常点検記録報告書「ジョイントクラック」・「クラックグラフ（時系列）」

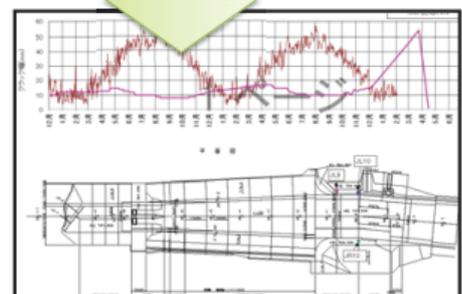
※点検結果の可視化により迅速かつ的確な判断を支援



可視化（時系列-ジョイント幅）



補修履歴の表示

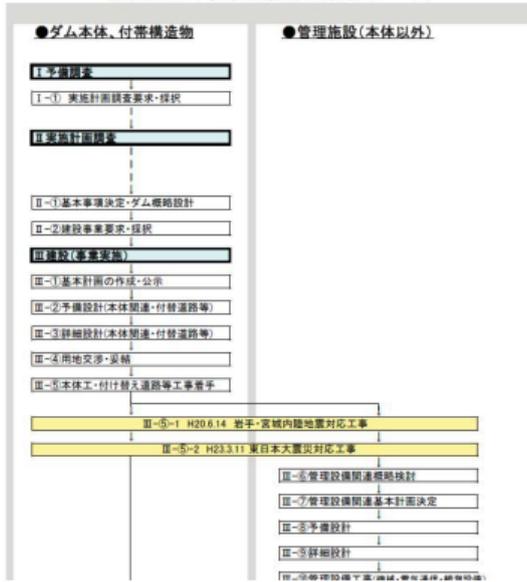


クラックグラフ（時系列）の表示

日常点検、ダム総合点検や定期検査への利用を視野にいれ、日常点検に必要なデータと維持管理に必要なデータを整理、選択

⇒基礎情報の一元化

胆沢ダムの事業段階別の概略フロー図



各段階と項目	胆沢ダムの 書類の発生頻度とCIMへの反映			
	発生頻度	書類の名称	二次元データとして反映	三次元モデルに反映
I 予備調査				
・水文水質統計	随時	時間、日、旬、月、年データ		
・地形地質調査	調査時	LPデータ・地質図	H25	現段階で地質図
・ダム予備調査補記	調査時	調査結果		
I-1実施計画調査要求・採択	採択時	採択時の関係書類		
II 実施計画調査				
・水文水質統計	随時	時間、日、旬、月、年データ		
・地形地質調査	調査時	LPデータ・地質図	H25	現段階で地質図
・水辺の箇所調査	調査時	調査結果		
・用地調査	調査時	調査結果		
・ダム建設事業に係わる検証の検討	調査時			
II-1基本事項決定・ダム概略設計	決定時	決定時の関係書類		
II-2建設事業要求・採択	採択時	事業採択時の関係書類		
III 建設(事業実施)				
・水文水質統計	随時	時間、日、旬、月、年データ		
・地形地質調査	調査時	LPデータ・地質図	H25	現段階で地質図
・水辺の箇所調査	調査時	調査結果		
・用地調査	調査時	調査結果		
・ダム建設事業に係わる検証の検討	調査時			
・ダム基本計画検討	調査時			
・ダムフォローアップ委員会	3年毎	委員会資料		
・水源地ビジョン委員会	不定期	委員会資料		
・ダム事業計画検討委員会	開催時	委員会関係資料		
III-1基本計画の作成・公示	公示時	基本計画公示関係書類		
III-2予備設計(本体関連・付け替え道路等)	調査時			
★B.ダム事業VE検討会	開催時	検討委員会資料	検討委員会資料	
III-3詳細設計(本体関連・付け替え道路等)	調査時	詳細設計の概ね資料		
III-4用地交渉・安積	完結時	用地図		
III-5本体工・付け替え道路等の工事着手	完結時	工事完成図書		H25
III-5-1 H20.6.14 岩手・宮城内陸地震対応工事	被災時	検討委員会資料	検討委員会資料	
III-5-2 H23.3.11 東日本大震災対応工事	被災時	検討委員会資料	検討委員会資料	
III-6管理設備関連概略検討	調査時			
III-7管理設備関連基本計画決定	決定時	基本計画関係書類		
★C.ダム管理設備検討会(新設時)	開催時	検討会関係資料		
III-8予備設計(管理設備関連)	調査時			
★B.ダム事業VE検討会	開催時	検討会関係資料		
III-9詳細設計(管理設備関連)	調査時	詳細設計の概ね資料		
III-10管理設備工事	調査時			

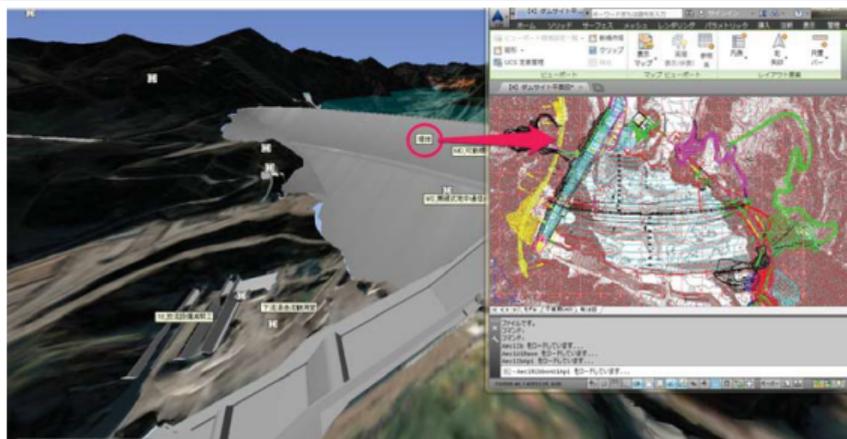
凡例

- 当面発生しない書類
- CIMに反映済の資料
- CIMに反映作業中の資料
- CIMに反映した方が多い資料
- ダムコンで処理している資料

維持管理に必要な基礎情報の検討

「胆沢ダムCIM」

胆沢ダム本体関連に係る既往の調査測量・設計成果を集約し、三次元的に可視化



■現在、整備済みの維持管理に必要な基礎情報

- ・土木構造物
- ・機械設備（取水、発電、ゲート室、インクライン）
- ・地形（国土地理院メッシュ、H23LPデータ）
- ・地質（ルジオンマップ、地すべり図）

現場の意見を反映し「電気・通信系統」「堆砂測量結果」の追加を検討中

国総研の研究紹介

2. 維持管理分野における現場の課題



■：CIMモデルの活用で解決、□：2次元GIS、2次元図面の併用で解決

専門家や現場担当者を相手にヒアリング調査を実施	橋梁	樋門 樋管	堤防 護岸	道路
● 補修工事等の施工時に重機による埋設管の破損などの不可視部分が原因の事故があるため、確認漏れなどの工夫が必要である。	■	■		■
● 現在の維持管理資料では、現地に行かないと点検方法、第三者被害予防措置の範囲、規制方法等を正しく把握することができないため、現地踏査に時間を要している。	■	■	□	□
● 点検調書は部位ごとに損傷が表現されており、構造物全体での損傷を確認・イメージすることが難しい。	■	■		
● 距離標を基準とした管理手法では、点検箇所の記録が曖昧になる。点検箇所周辺の写真を残すなど点検箇所を特定する労力を軽減したい。			□	□
● 関係機関協議や点検結果等を相手に説明する時に2次元の図面や写真を併用しているが、相手にイメージしてもらいにくい場合もある。	■	■		
● 維持管理で一番困っていることは、維持管理に必要な資料がいろいろなところに分散しており、データを収集するのに手間がかかっていることにある。キチンとデータが管理されるとよい。	■	■	□	□
● 災害が生じた時にLPやUAVによる3次元測量データを得た場合に災害前の立体的な形状が把握できなければ詳細な変状が把握できない。			■	■
● 構造物が変位・移動した際に、元の位置が明らかでないと変位量がわからない。工事完成後に変位量を監視する3次元座標の基準点があればよい。	3次元座標の記録、保管			
● 現在の河川定期縦横断面図による管理（200m間隔で測量）では面的な変状が把握できない。			■	
● 樋門・樋管だけでなく、周辺の土の高さを併せて管理しないと構造物と土の間に隙間が発生していないか確認できない。		■		

3-1. 維持管理におけるCIMの活用場面



- 維持管理段階におけるニーズの高いCIMの活用場面毎に必要なモデルの詳細度と属性情報を定義している。
- モデルは可能な限り設計段階で作成する事を基本とし、必要に応じて施工段階・維持管理段階で修正することを基本とする。

維持管理に必要な3次元モデルを明らかにし、設計・施工段階での作成を要求する必要がある。



3-2. 活用場面に応じた部材の詳細度の設定



- 3次元モデルの詳細度は活用場面に応じて、部材毎に設定する。

維持管理段階に必要な詳細度を示し、上流工程で過度な作り込みを防止する。

※ただし、上流工程でより詳細なモデルを作成する事による活用を妨げるものではない。

表4-1 部材ごとの作り込みレベル

クラス2 (橋脚)	(1)上部工										(2)下部工 (河橋脚)										(3)下部工 (河橋脚)										(4)付属物									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
【注用部材1】																																								
【注用部材2】																																								
【注用部材3】																																								
【注用部材4】																																								
【注用部材5】																																								
【注用部材6】																																								
【注用部材7】																																								
【注用部材8】																																								
【注用部材9】																																								
【注用部材10】																																								

主桁を例とした詳細度設定

LEVEL1
・主桁の概略形状を表現した直方体モデル
・寸法形状は不正確

LEVEL2
・主要部材（フランジ・ウェブ）の外形形状を正確にモデル化

LEVEL3
・主要部材の以外の一級部材（補剛材など）を詳細にモデル化

LEVEL4
・スタッドジョイントなど細部部材を含めて、全ての部材を詳細にモデル化

設計で作成したモデルの利用が基本

利用場面、部材毎の詳細度の設定と3次元モデルを作成する段階の整理

- 属性情報も同様に活用場面毎に必要なデータを設定する。

CIMモデルでの維持管理に必要な属性情報に限定し、属性情報の付与手間を抑制する。

3-2. 維持管理に必要な属性情報(属性情報の付与方法)



■属性情報をどのようにして付与するか

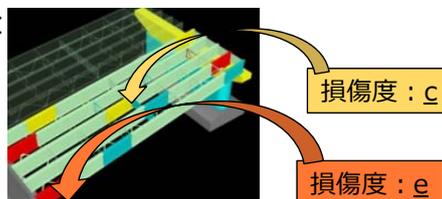
- ✓ 部材の基本的な情報や損傷度はモデルに直接保存、それ以外は外部参照を利用

A. 3次元モデルに**直接保存**する方法

⇒ 3次元モデル内の値として**属性情報を表現(可視化)**

対象：損傷度のように**値**として管理可能な情報

⇒ 対象部材を判定するのに必要な基本的な属性情報



B. 3次元モデルから**リンク**を利用して付与する方法

⇒ サーバで管理されているドキュメント等へ**3次元モデルからアクセス**

対象：橋梁の設計時、施工時、点検時等の**各種ファイル**



3-3. CIMモデルの作成(属性情報の付与)



要素毎に属性情報のリンク先を示したリストを作成して、3次元モデルと属性情報を紐付ける方法
(フォルダをオブジェクト毎の構成にし、3次元モデルなしでも検索可能)



Excelファイル		P2橋脚データリスト			
項目	名称	作成者	作成日時	リンク先	
調査等	測量図	◎◎測量	20010930	WQV橋梁DB...Y測量図	
	地質調査成果	〇〇調査設計	20011220	WQV橋梁DB...Y地質調査結果	
設計関係	詳細設計図	●●設計	20030320	WQV橋梁DB...YP2図面	
	下部工完成図	■土建	20040330	WQV橋梁DB...YP2図面	
維持管理関係	橋梁台帳	◎◎国道	20070602	WQV橋梁DB...Y●●橋台帳	
	定期点検記録	××コンサルタント	20090802	WQV橋梁DB...Y点検記録	
	補修記録	△△設計	20141215	WQV橋梁DB...Y点検記録	
		▼▼工業	20190630	WQV橋梁DB...YP2補修記録	

【メリット】

- 構造体に関連する属性情報がリスト化されているので、直感的な検索が可能となる

【デメリット】

- データを規定のフォルダに格納する手間がかかる。
- 構造体毎のデータリストの作成および分類フォルダへのリンク設定に時間を要する。

【河川維持管理の特徴】

- 維持管理対象として長大な延長を有する。
- 河川は複合構造である。
 = **自然物** (水・土砂・植生) + **周辺環境** (堤内地の活用状況) + **人工物** (樋門・樋管・堰・護岸)
- 剛性の高い構造物（橋梁や樋門・樋管）に比べて大きな変状が生じることを前提として、その様々な**変状の情報を収集・蓄積して管理する**必要がある。



【課題点】

- 河川の管理延長は長大であり、**管理すべき流域面積は膨大**である
- 構造物だけでなく自然条件も対象としており、**管理すべきデータが多い**
- 堤防・河床の変状を捉えるために定期縦横断測量を行っているが、**時間的・距離的な取得間隔が長く必要箇所の形状把握が十分に出来ていない**

4-2. 樋門・樋管の維持管理におけるCIMの活用場面

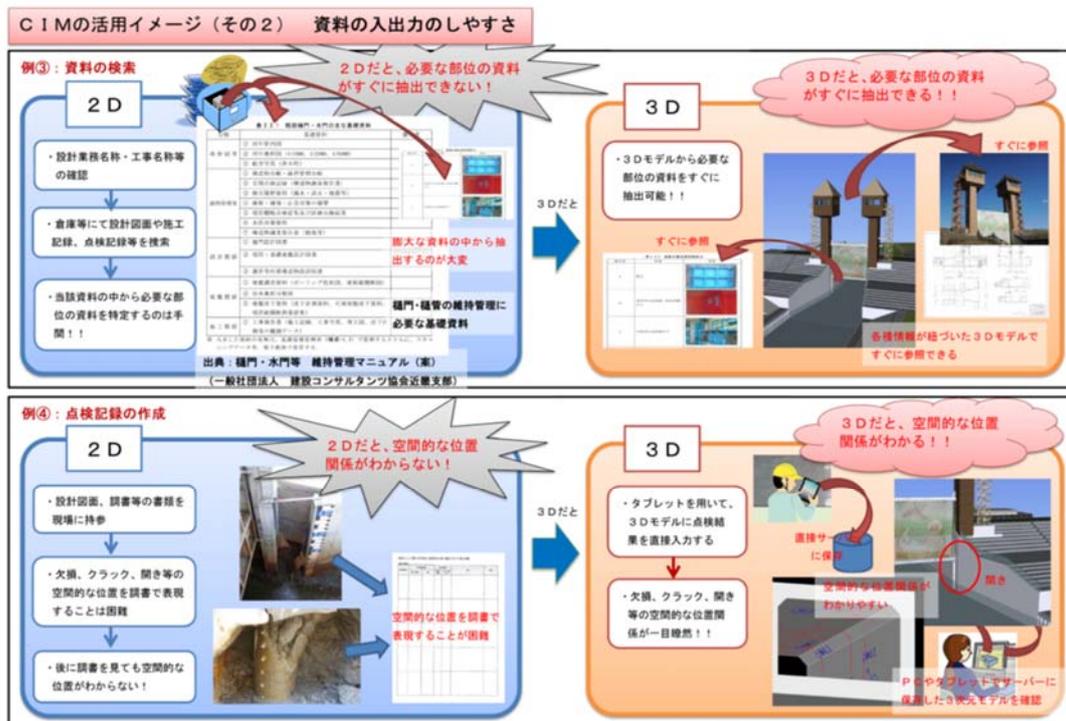
- 構造的なわかりやすさ、維持管理項目の空間的な位置の把握



4-2. 樋門・樋管の維持管理におけるCIMの活用場面



- 3次元モデルを基にした資料の検索、点検記録の管理



National Institute for Land and Infrastructure Management 31

4-3. 堤防・護岸の維持管理段階におけるCIMの活用場面



【維持管理段階のCIMに対するニーズ】

- 堤防形状を確認するためには緻密なモデルは必要としないが、定期縦横断測量では時間的・距離的なピッチが不足することから、これを補完するニーズが高い
- 維持管理段階で様々な河川の変状を3次元測量で計測し、施工直後の3次元モデルに重ねて表現して損傷度や補修の必要性などを判断する、維持管理の高度化のニーズが高い。



【維持管理で利用するCIMモデル】

- 堤防などの土工事では国交省が推進する「i-Construction」によって、情報化施工やTS出来形管理の導入が進んでいくことからこれを活用する。
- TS出来形管理の基本設計データから3次元モデルを作成し、これを維持管理初期モデルとして活用する。
 - 維持管理段階で取得した各種3次元測量データを維持管理初期モデルに重ねることで、定期横断面測量のピッチ間の課題箇所や補修範囲の抽出等に活用。
 - 河川縦横断測のピッチ間を補完可能

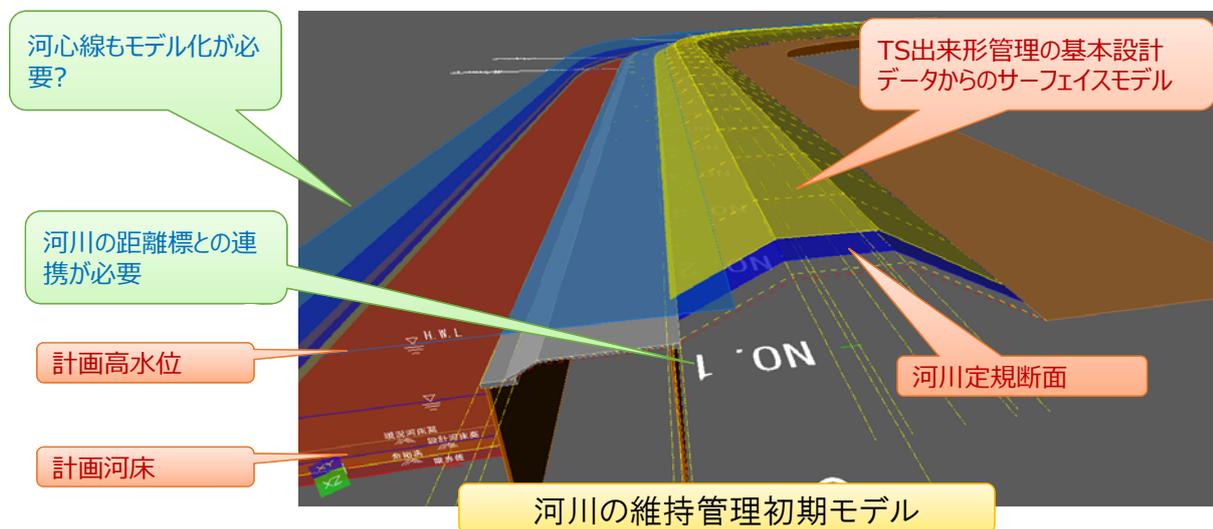
National Institute for Land and Infrastructure Management 32

4-3. 堤防・護岸の維持管理段階におけるCIMの活用場面



▶ ニーズを実現するためのモデル（維持管理初期モデル）

- **TS出来形管理の基本設計データ**より作成した3次元モデルを**維持管理初期モデル**として利用する（下図参照）。⇒ **モデル作成時期は施工段階とする。**
 - ◆ なお、工事範囲外については今後の河川維持管理手法と併せて検討が必要。
 - ◆ 当面は巻末の「配置モデル」を活用し、徐々にこのモデルを追加していくイメージ。



4-4. CIMモデルに付与する属性情報



【利用目的別属性情報の付与方法】

- 3次元モデルと情報共有サーバに保存した利用目的別属性情報との紐付けは、**3次元モデルのハイパーリンク機能**を利用して行う。
- 維持管理段階で取得する各種3次元測量データについてはリスト化し、データの保管場所をハイパーリンクする。
- 設定したクラス2，クラス3の利用目的別属性情報はそのほとんどがテキストで表現できる情報である事から、**各クラスの要素毎にエクセルファイルを作成し、そこに入力する。**

情報共有サーバ

●●河川工事区間

- (1) 調査等
 - 20010930...測量報告書(◎◎測量)
 - 20011220...地質調査報告書(○○調査設計)
- (2) 設計関係
 - 20030320 △△地区詳細設計図(●●設計)
 - 20030320 ○○地区詳細設計図(●●設計)
- (3) 施工関係
 - 20060220 ◇◇工区完成図(◆◆建設)
- (4) 維持管理関係
 - 01_河川カルテ
 - 02_堤防点検記録
 - 03_河川縦横断面測量

この下位フォルダには、上記と同じように実施日と実施者をフォルダ名に示す
- (5) 3次元測量データ
 - 01_航空LP
 - 02_MMS
 - 03_UAV写真測量

この下位フォルダには、上記と同じように実施日と実施者をフォルダ名に示す
- (6) 利用目的別属性情報
 - 01_河道部・土堤
 - 02_河道部・河床
 - 03_護岸工

この中にクラス2、クラス3の利用目的別属性情報のエクセルファイルを入れる

RMDISとの連携が望まれる部分

クラス1のラベルをクリック

工事区域

3次元モデル

河道部・土堤

河道部・河床

クラス2のラベルをクリック

要素をクリック

【クラス2属性情報】

属性情報	値
余盛量	1.2m
右岸・左岸の区分	左岸
法面勾配	1:1.8
盛土材料	○○から運搬粘性土主体

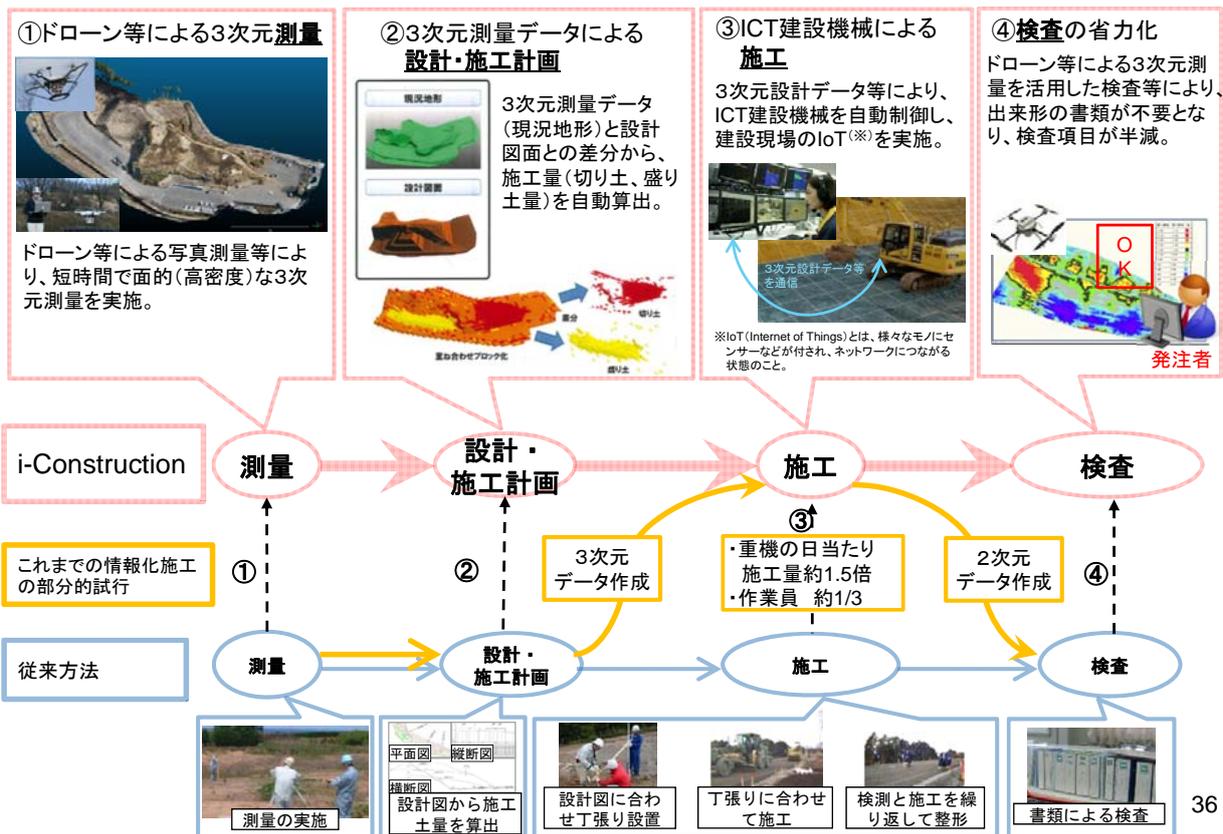
【クラス3属性情報】⇒検討結果を任意に設定

ID	沈下量(mm)	沈下判定	補修の要否
.....
11235	125	A	不要
.....
11405	574	B	経過観察
.....
12634	842	C	要
.....

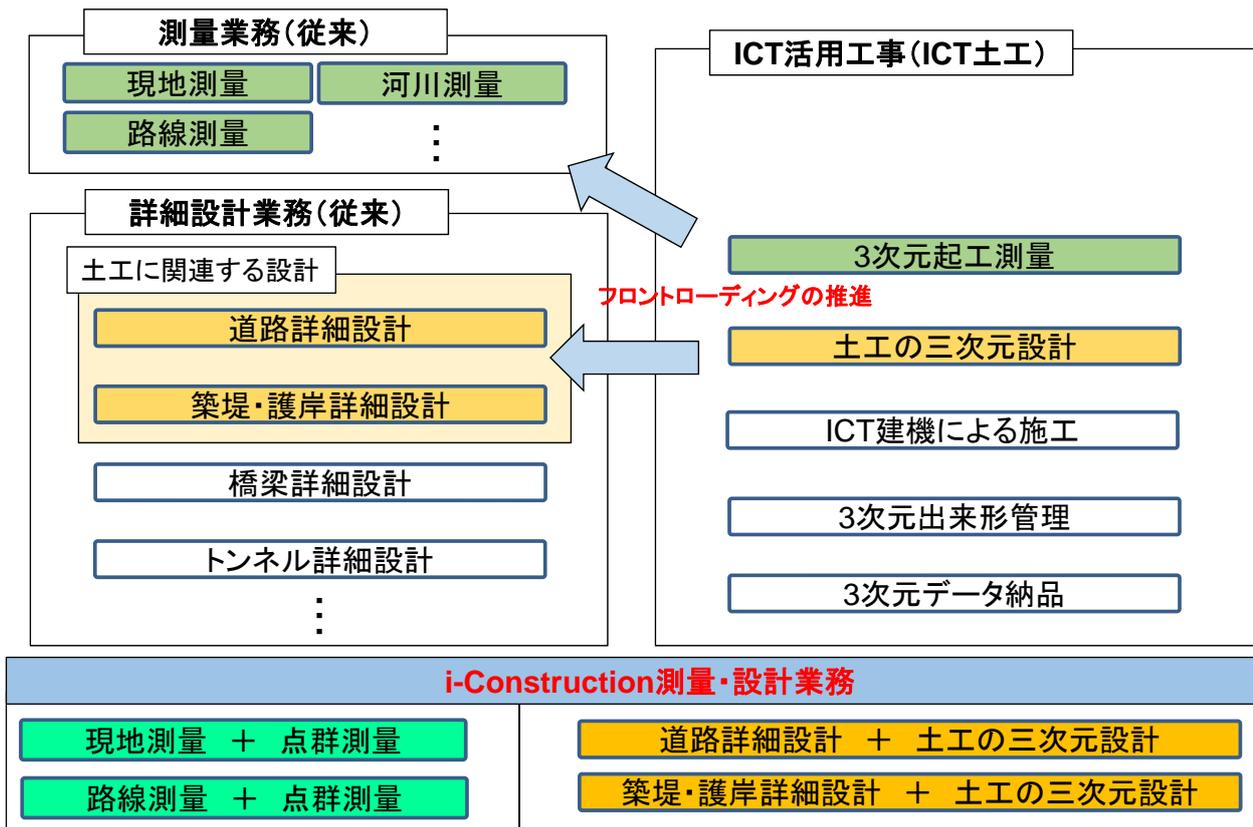
データ表示(エクセルファイル)

本省の取り組み紹介

トプランナー施策(ICTの全面的な活用)



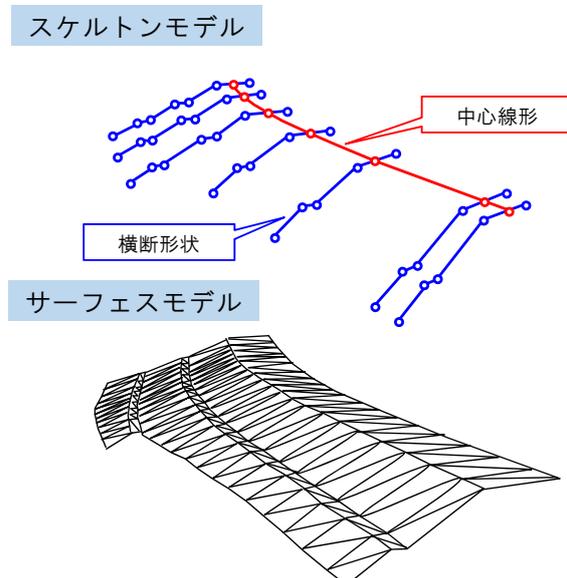
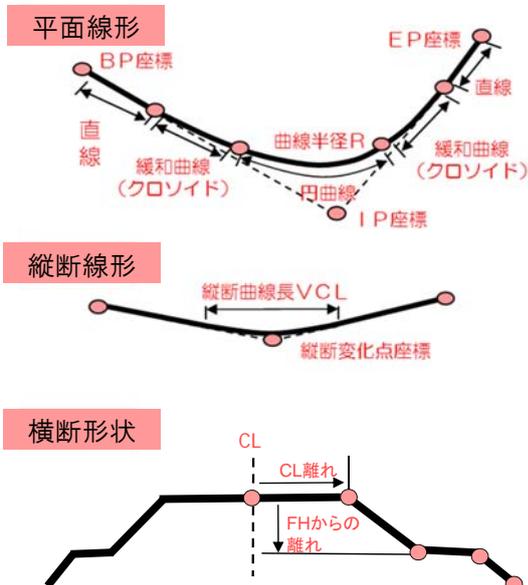
i-Construction測量・設計業務 考え方について



37

【解説】3次元設計データ(LandXMLデータ交換標準)

3次元設計データ	設計のスケルトンモデル及びサーフェスモデル、測量のサーフェスモデルの全体
スケルトンモデル	設計の縦断線形と横断線形の骨組み
サーフェスモデル	設計の表面形状をTINなどでモデル化したもの
TIN	点を直線で繋いで三角形を構築(不等辺三角網)して、面の集合体で地形や設計の表面形状をモデル化したもの

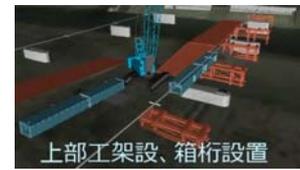


38

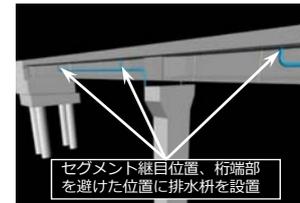
◆ CIM試行事業において、事業の効率化等に資するCIMモデル活用項目を設定し、CIMモデルを活用。活用の効果と課題を抽出し、得られた知見等を基準類の整備など今後の取組みに活かす（※今後発注のCIM試行事業だけでなく既発注の試行事業でも追加し、実施）

実施項目（※以下について、必須・選択項目に分類して設定を検討中。）

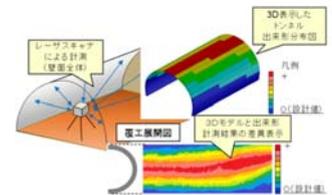
No.	項目	概要
1	必須	■ 属性情報の付与の原則化 <ul style="list-style-type: none"> • CIM導入ガイドライン（案）に記載の属性情報を付与したCIMモデルの作成 • 付与した属性情報の利用目的・用途の整理（属性情報の付与した段階での目的・用途、及び後工程での目的・用途（想定）等）
2	必須	■ 出来形管理への活用 <ul style="list-style-type: none"> • CIMモデルと計測データを連携した段階確認及び出来形管理の実施
3	選択	■ 施工計画の立案 <ul style="list-style-type: none"> • CIMモデルを用いた仮設計画及び施工計画の作成（時間軸を加味した施工ステップ作成含む）
4	選択	■ 数量、工事費、工期の算出 <ul style="list-style-type: none"> • CIMモデルから、概算事業費の算出に必要な各数量の算出、及び従来の2次元図面により算出した数量との比較（数量算出要領と異なる方法で算出を実施した場合は算出方法と結果を分析） • 算出された数量に基づき概算事業費及び工期の算出
5	選択	■ CIMモデルによる照査の実施 <ul style="list-style-type: none"> • CIMモデルによる効率的な照査方法の検討及び実施
6	選択	■ 受発注者間でのCIMモデルのデータ共有 <ul style="list-style-type: none"> • 受発注者間での効率的なCIMモデルの確認、共有及び利活用環境の導入



施工計画の検討



照査の実施（排水計画と上部工との整合）

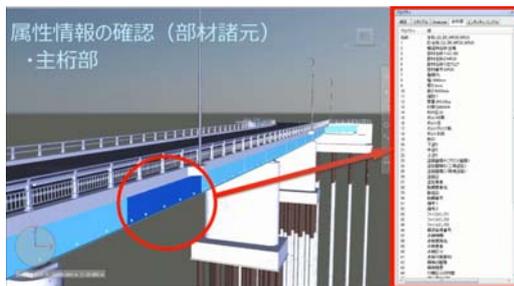


出来形管理への活用（LS測定との連携）

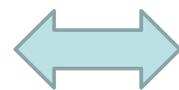
※ 本省と地整が連携して、随時、実施状況をフォローアップ

例：属性情報の付与の原則化

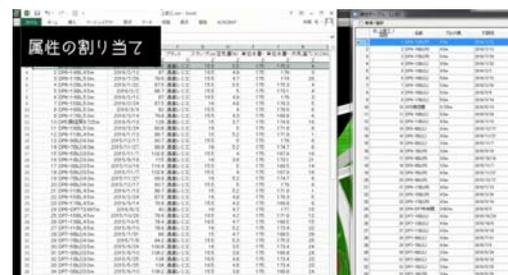
● CIMモデルのCIMガイドラインに沿った属性情報の付与を原則化するとともに、属性付与に関する情報を一覧表（※）としてとりまとめる。



属性情報の直接付与



いずれの方法でも可

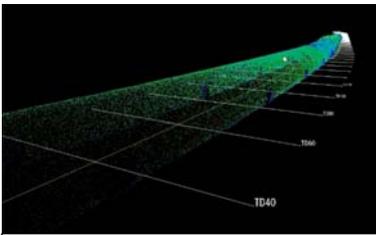


属性情報の外部参照

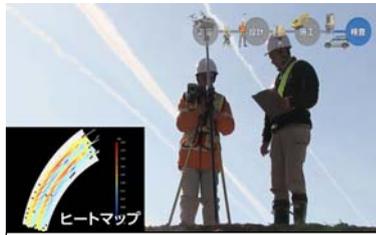
（※付与属性項目一覧表：作成例）

工程	属性種別	属性名称	付与時の用途	申し送り事項	最終更新日時	必須	選択
設計時	部材情報	ID	属性管理	属性情報を管理するため、1000～1999までを〇〇【工程など】、2000～2999を〇〇【工種など】に付与。	2017/8/22	○	
		構造物名称	属性管理	属性情報を管理するため、名称を区画ごとに〇〇といった規則で付与。	2017/8/22	○	
		部材名称	属性管理	属性情報を管理するため、名称を部材ごとに〇〇といった規則で付与。	2017/8/22	○	
設計時	品質管理基準情報	設計基準強度	構造計算	【技術基準】〇〇に従って構造計算に利用。	2017/8/22	○	
		コンクリート体積	費用算出	土木工事数量算出要領に従って3次元モデルから算出する方法によって算出。	2017/8/22	○	
施工時	基準点情報	計測日	属性管理	属性情報を管理するため、計測日を以下の形式で付与。 【平成〇年〇月〇日〇時〇分】	2017/8/22	○	
		xyz座標	施工管理	トータルステーションによって取得したTS点を世界測地系に則って〇〇【測定箇所等】に付与。	2017/8/22	○	

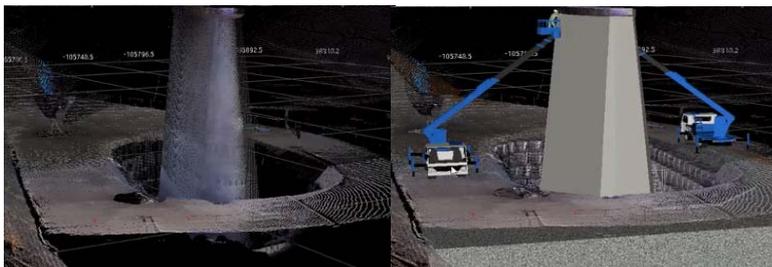
- ICT土工やトンネル工等における面的管理や断面管理を実施する他、施工時に取得した3次元点群データをもとに基準面を作成し、CIMモデル上の基準位置と比較することで段階確認等を効率的に実施する。



トンネル工の出来形管理



土工の出来形管理



点群と3Dモデルの比較による段階確認

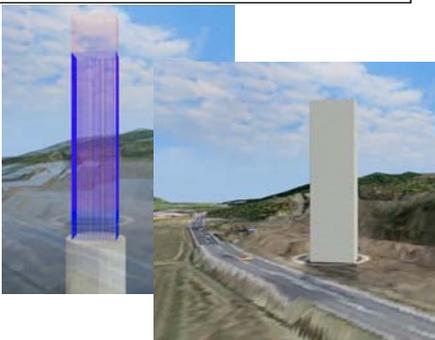
段階確認一覧(抜粋)

種別	確認時期	確認項目	確認の程度
垂直構造物 * 函渠工 (橋脚・橋管を含む)	土(岩)質の変化した時	土(岩)質、変化位置	1回/土(岩)質の変化毎
躯体工 (橋脚)	床版掘削完了時	支持地盤(直接基礎)	1回/1種造物
R/C躯体工 (橋脚)	鉄筋組立て完了時	使用材料、 設計図書との対比	一般: 0%程度/1種造物 重点: 0%程度/1種造物
橋脚7-ツグ工 R/C橋脚 岩除去工 堰本体工 用水機場本体工	覆土前	設計図書との対比 (不可視部分の出来形)	1回/1種造物
水門工 共同溝本体工	位置決定時	位置の位置	1回/1種造物
躯体工 R/C躯体工	土(岩)質の変化した時	土(岩)質、変化位置	1回/土(岩)質の変化毎
トンネル掘削工	支保工完了時 (支保工変更毎)	吹き付けコンクリート厚、 Dφ? 非打ち込み本数及び長さ	1回/支保工変更毎
トンネル掘削工	コンクリート打設前	巻立空間	一般: 1回/種造物の変化毎 重点: 2打設毎又は1回/種造物の変化毎の頻度の多い方 ※重点監督: 地山等級がD/Eのもの 一般監督: 重点監督以外
	コンクリート打設後	出来形寸法	1回/200m以上掘削により確認
橋脚組立て完了時	鉄筋組立て完了時	設計図書との対比	1回/種造物の変化毎

- 施工ステップの各段階における時間軸を付与した3次元モデルを作成し、本体構造物と仮設構造物や支障物との干渉や搬入出路の確保、資機材等の搬入出等の計画について一連のフローを動画等で確認できるように作成する。

一連の流れを動画等で施工前から確認、共有できる環境を整備

下部工(鉄筋配置、打設)



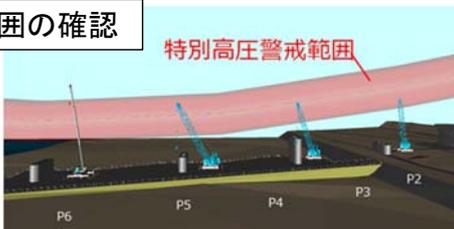
上部工(架設計画)



供用シミュレーション

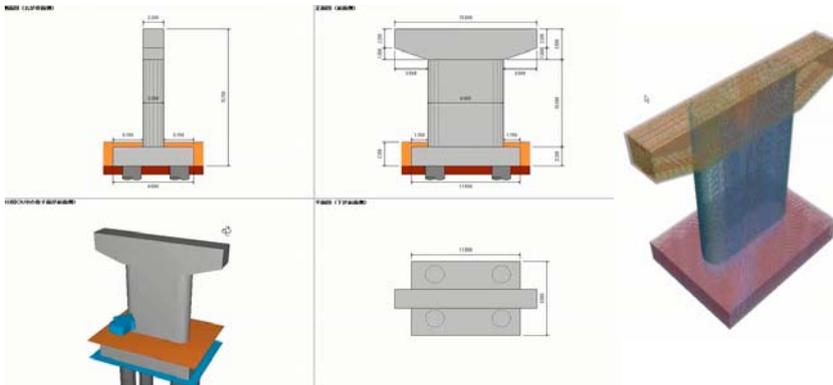


支障範囲の確認



資機材搬入路の確認

- 想定する施工順序や区割りと連動する形で数量が算出できるように施工ステップ等に沿ったCIMモデルを構築し、算出された数量に基づき概算事業費及び工期の算出を行う。
- 土木工事数量算出要領に記載の無い方法によって数量算出を実施した場合には算出方法についてその過程と結果についてとりまとめる



CIMモデルによる数量算出結果

項目	数量
橋脚(鉄筋)	〇〇(t)
橋脚(コンクリート)	〇〇(m³)
基礎杭(中詰Co)	〇〇(m³)
...	〇
	〇
	〇

➡ 3Dモデルを活用した効率的な数量算出を試行的に実施、結果について取りまとめる。

算出された数量結果に基づいて概算事業費、工期を算出する。

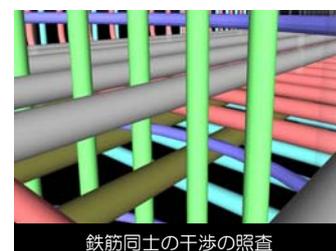
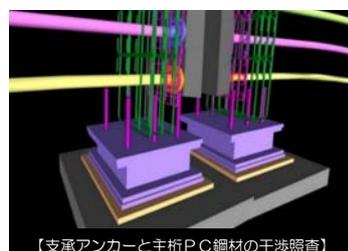
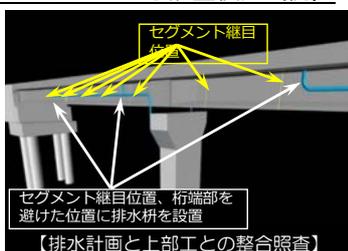
【ねらい】 CIMモデルによる設計、施工に際して従来の算出方法にとられない効率的な方法について検証する。

- 従来、2次元図面にて詳細設計時の照査事項として実施している各項目について、CIMモデルを用いた効率的な照査方法を選定して実施（29年度下半期以降、試行）
- CIMモデルの効率的な照査方法を取りまとめる

No.	項目	照査内容(例)
1	要領・基準の照査	適用した要領・基準類の名称、発行年等を対象物ごとの一覧で照査。
2	構造物の干渉チェック	既存構造物とCIMモデルとの干渉を照査。
3	施工計画の照査	施工時のシミュレーション等により支障物、ヤード、交通条件等、施工計画の妥当性を照査。
4	周辺影響の照査	施工中の周辺影響(騒音、振動、汚染等)について照査。
5	周辺環境の照査	竣工後の周辺環境(日照、景観等)について照査。
6	測量成果の整合確認	測量成果(基準点、縦横断等)を取り込みCIMモデルとの整合を照査。
7	地質調査結果の整合確認	地質調査成果(土質定数、地下水位等)を取り込みCIMモデルとの整合を照査。
8	部材の干渉チェック	鉄筋同士及び鉄筋と部材等の干渉について照査。
9	数量結果の照査	CIMモデルと数量算出結果の整合を照査。
10	構造計算結果の照査	構造計算結果(かぶりや鉄筋量等)とCIMモデルとの整合について照査。
11	図面との整合	CIMモデルと2次元図面との整合について照査。
12	更新履歴チェック	CIMモデルの更新履歴を出力し、更新内容を照査。

※詳細設計照査要領より抜粋（文言補足等あり）

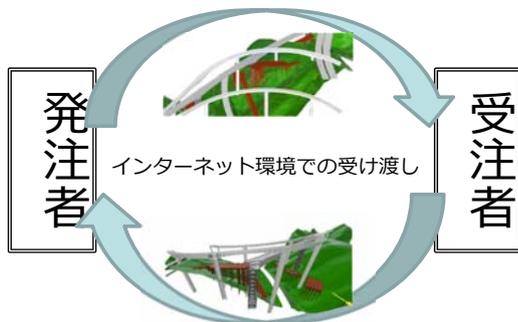
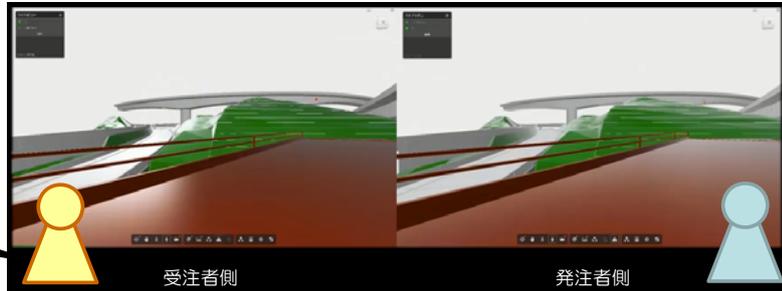
CIMモデルによる照査検討(例)



- 発注者によるインターネットを介したCIMモデル等主要な情報が確認可能な環境を整備および支援する。
- ただし、受注者は共有する情報の漏洩、改ざん、その他情報セキュリティ事案が発生しないよう情報セキュリティ対策を講じているか事前確認し、その結果を発注者へ報告する。

3Dモデルの同時閲覧による意思疎通の合理化

その時点での進捗についてリアルタイムでモデル共有ができるため課題や条件等の確認が効率的に行える。



ネット環境での3Dモデルの受け渡しによる受発注者の確認作業の効率化

【これまでの課題】

- ・2次元図面では修正箇所や状況がわかりにくく、受発注者の確認に時間がかかる。
- ・メール機能では容量を超えるためハードディスク等による受け渡しが必要。

➡ 3Dモデルを即時確認できる環境整備。

45

要領・基準類等の改定

- 1) 3次元モデルの標記標準(案)
- 2) 土木工事数量算出要領(案)の改定(案)

①3次元モデルの標記標準(案)について

- 2次元図面に記載された寸法、注記や各種情報が含まれ、見読性、真正性、保存性の確保が可能なCIMモデルの作成ルールを策定
- 情報の統合化・一元管理による事業の効率化や設計・施工間での円滑な受け渡しを実現、2次元図面とCIMモデルの二重納品の解消、契約図書への活用を目指す

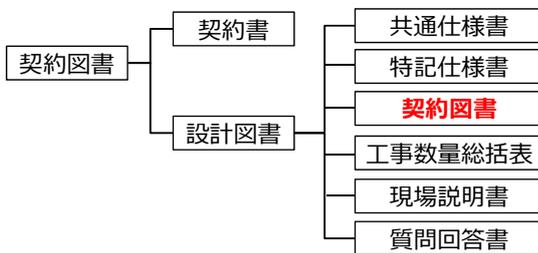
適用・対象

- 本基準は、詳細設計、発注、施工、完成検査時のCIMモデルに適用し、完成後は維持管理段階へ引き渡す
- CIM導入ガイドラインに記載されている構造物を対象。トンネル、河川構造物等については、次年度以降追加

構成	工種	
共通編		H29作成
土工編	道路土工、河川土工	
構造編	橋梁上部工（鋼橋、PC橋）、下部工	H30作成
	山岳トンネル	
河川編	河川構造物（樋門、樋管等）	
ダム編	ロックフィルダム、重力式コンクリートダム	

成果物の活用

- 本基準に基づき作成したCIMモデルを契約図書へ活用
- 成果物はPDF形式を正とし、契約図書としての見読性を担保



従前の2次元図面での発注

- 契約図書：2次元図面(PDF)
- 参考図書：2次元CADデータ(SXF)



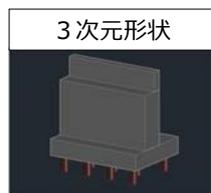
CIMモデルを活用した発注

- 契約図書：CIMモデル(PDF) + 2次元図面(※)
- 参考図書：CIMモデル(IFC、オリジナル)

(※) 現状のソフトウェアでは表現困難な図面(例：位置図、曲線橋の側面図、等)に限り、従来の2次元図面を補助的に活用可能

①3次元モデルの標記標準(案)について

- 3次元形状に寸法、材質・強度、数量等を付与することで、契約図書として具備すべき情報を担保
- 必要な情報の表示・確認は、CIMモデルから切り出した2次元図面を活用
- CIMモデルから切り出した2次元図面では表現できない場合等は、従来の2次元図面の併用可能



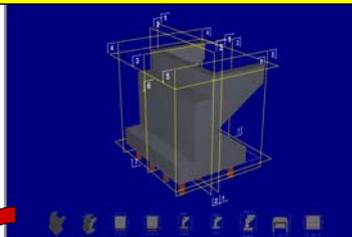
各種情報(寸法,注記,材質・強度,数量等)

種別	ID	名称	寸法	材質	強度	数量
基礎	1	基礎	1000	C30	20	1
	2	基礎	1000	C30	20	1
	3	基礎	1000	C30	20	1
柱	4	柱	1000	C30	20	1
	5	柱	1000	C30	20	1
	6	柱	1000	C30	20	1
梁	7	梁	1000	C30	20	1
	8	梁	1000	C30	20	1
	9	梁	1000	C30	20	1

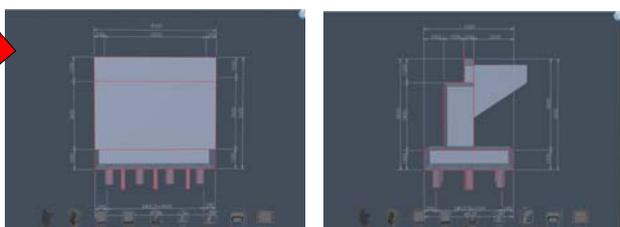
モデル管理情報

工事名: ○○○○工事
 施設名: ○○○○橋
 会社名: ○○○○株式会社
 作成年月日: ○○年○○月○○日

3次元モデルの表示(イメージ)



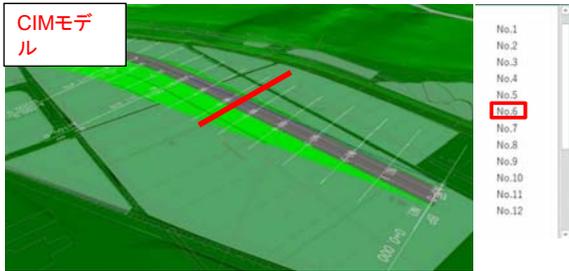
3D PDFによる切り出し断面の表示例



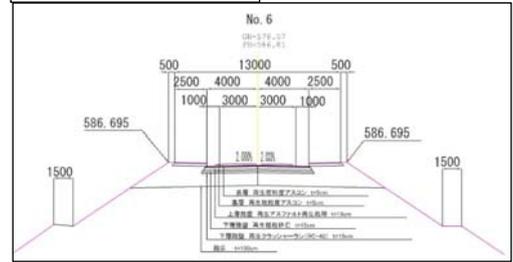
- 必要な寸法等は、3次元モデルから切り出した2次元図面に表記

- ◆ 寸法、注記、材質、数量等を確認できるよう切り出し断面を設定
(従来、2次元図面を作成している部分が切り出せる様設定)

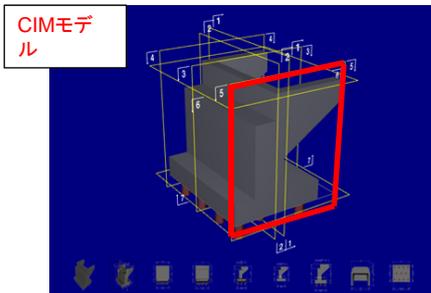
土工



選択により横断面を表示

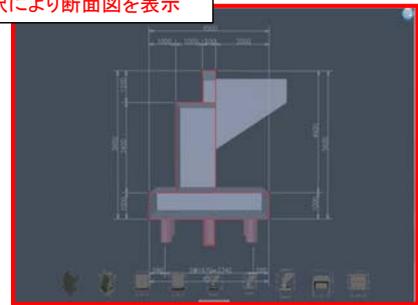


橋梁



2次元図一覧
 平面図
 側面図
 断面図
 ○○○

選択により断面図を表示



要領・基準類等の改定

- 1) 3次元モデルの標記標準(案)
- 2) 土木工事数量算出要領(案)の改定(案)

- ◆ ソフトウェアの数量算出機能を用いた数量を積算に活用できるよう基準を改定
- ◆ 土構造、コンクリート構造及び鋼構造について、算出に必要となる3次元モデルやモデルからの数量算出方法、3次元モデルに対応した「数量算出項目及び区分」を整理

現状の課題

3次元モデルから算出された数量の取り扱いについて、『土木工事数量算出要領(案)』上の記載が不十分

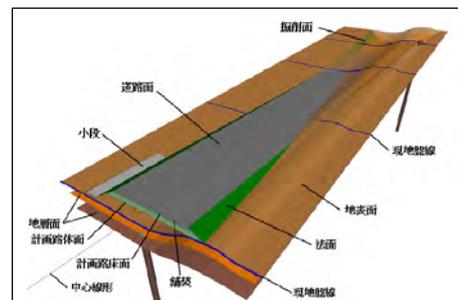
平成26年度～平成27年度(4月版)	平成28年度(10月版)～平成29年度(4月版)
第1編(共通編)「第1章 基本事項」「1.2 数量計算方法」	第1編(共通編)「2章 土工」「4章 コンクリート工」など
4.体積の計算 (1)体積の計算は数学公式によるほか、両断面面積の平均数量に距離を乗じる 平均断面法 により算出する。 (2)上記(1)によることを原則とするが、CIM試行においては、CADソフト等による算出結果について、 適宜結果を確認し、たうえで適用 できるものとする。	4.数量算出方法 第1章に示す方法以外に、3DCADソフト等の機能を用いて3次元モデルを分割する方法等、 標準的な体積計算方法例 を記載
<p> $V = h / 6 * (S_u + S_d + 4 * S_m)$ h:高さ S_u:上面面積 S_m:中面面積 S_d:下面面積 </p>	<p> $V_1 = W_1 * H_1 * L$ $V_2 = W_2 * H_2 * L$ $V = V_1 + V_2$ </p>

3次元モデルを活用した数量算出(土構造)

- ◆ 土構造の数量算出に用いる3次元モデルは、地表面や地層面、掘削面等を重ね合わせてモデルを作成
- ◆ 数量は、各面の標高差分を用いる点高法等により算出

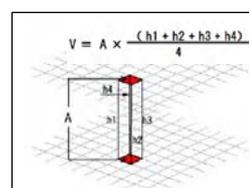
数量算出モデル

- 土構造物を、地表面、地層面、現地盤線または施工基面、計画埋戻し線等を用いて算出
- 土質区分は、ボーリングデータ等に基づく地層断面図を用いて表現し、1次比例で断面を補完して、断面間を接続し、土質区分の境界を表現

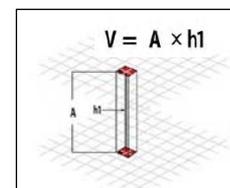


算出方法及び根拠

- 土構造の工事数量算出には、数量算出根拠を確認できる「点高法(四点平均法、一点法)」によることを標準とする
- ※ 土構造のサンプルを用いた検証の結果、各手法ならびに、ソフトウェア間の差異は3σ(約±99.73%以内)



点高法(4点平均法)
メッシュ交点の四隅の標高差を平均する方法

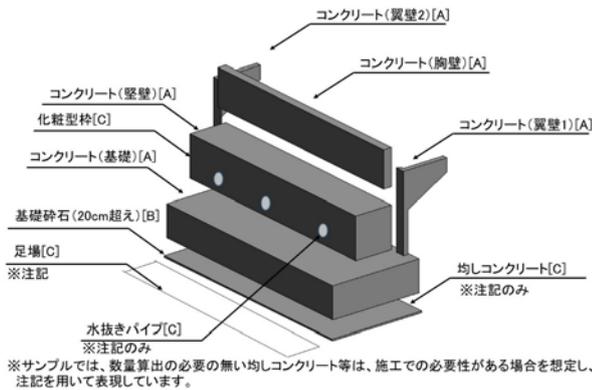


点高法(1点法)
メッシュ交点にて標高差を算出する方法

◆ コンクリート構造物の数量算出は、以下のように、「体積」を求める場合、「長さ」、「面積」や「個数」を求める場合と、数量算出不要の場合で3次元モデル作成方法が分かれる

- A : 3次元モデル (ソリッドモデル) を用いて、「体積」を算出する項目 (例 : コンクリート)
- B : 簡易な形状 (線、面、点) を用いて、「長さ」「面積」「個数」を算出する項目 (例 : 鉄筋)
- C : 注記や属性で必要性の有無を確認し、3次元モデルによる数量算出は不要な項目 (例 ; 均しコンクリート、足場)

数量算出モデル



数量算出項目及び区分例

項目	区分	3次元モデル	属性情報				備考
			規格	形式	必要性の有無	単位	
橋台・橋脚本体コンクリート	A	○	○	—	m ³		注1 注2
基礎	C	×	×	○	—		
砕石	B	○	×	—	m ²		
均しコンクリート	C	×	×	○	—		
化粧型枠	—	×	×	—	m ²		必要量計上
鉄筋	B	○	×	—	t		
足場	C	×	×	(x)	—		注3
水抜パイプ	—	×	×	—	—		逆T式橋台のみ必要に応じて計上

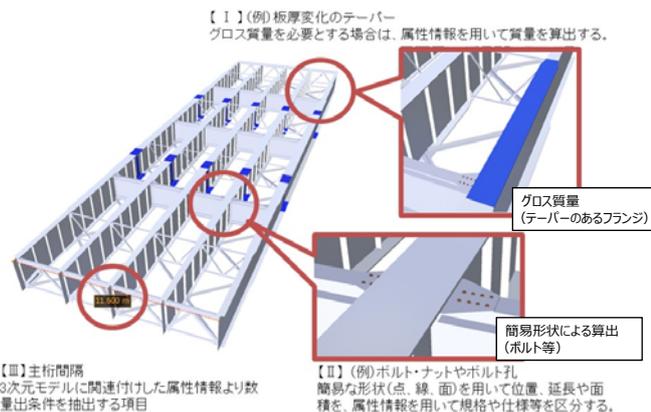
注) 1. 橋台・橋脚本体コンクリートの規格はコンクリート規格とする。
 2. 橋台・橋脚本体コンクリートの形式は、逆T式、T型橋脚、壁式橋脚とし、核形式における打設区分については、3.(2)を参照のこと。
 3. 雪假面等で足場が必要な場合及び特殊な足場を別途計上する必要がある場合は、必要の有無を「×」として別途計上する。なお、一般的な施工をする場合は必要の有無を記載する必要はない。

なお、上記は、数量算出における3次元モデルの基本的な表現方法を示すものであり、必要に応じて「B」や「C」に分類されている項目に「A」や他の表現方法を妨げるものではない。

◆ 鋼構造の数量算出は、以下のように、「質量」を求める場合、「長さ」、「面積」や「個数」を求める場合、3次元モデルの属性情報から数量を算出する場合で、3次元モデルの作成方法が分かれる

- I : 3次元モデル (ソリッドモデル) を用いて、「質量」を算出する項目 (例 : 橋体総質量)。ただし、ガセットプレートやテーパのあるフランジでグロス質量を求める場合は、属性情報より算出
- II : 簡易な形状 (線、面、点) を用いて、「長さ」「面積」「個数」を算出する項目 (例 : 溶接延長、ハンドホール)
- III : 属性情報から、数量を算出 (例 : 架設回数)

数量算出モデル



数量算出項目及び区分例

項目	区分	構造名称	3次元モデル	属性情報			単位	数量	備考
				構造形式	規格	寸法			
鋼材 質量	鋼材	橋体 (連毎に区分)	I	○	○		kg		
		支承	II	×	○		個(kg)		
		高欄	II	×	○		kg		
		防護柵	II	×	○		kg		
		伸縮継手	II	×	○		kg		
		検査路	II	×	○		kg		
		排水装置	II	×	○		kg		
		耐震連結装置	II	×	○		kg		

なお、上記は、数量算出における3次元モデルの基本的な表現方法を示すものであり、必要に応じて「II」や「III」に分類されている項目に「I」や他の表現方法を用いることを妨げるものではない。

◆ 土構造、コンクリート構造、鋼構造あわせて計58工種を改訂

改正理由		標準類の新規制定等に伴う改正		改正現行		橋台・橋脚工 (1)							
現行				改正									
(1) 数量算出項目及び区分一覧表				(1) 数量算出項目及び区分一覧表				P3-7-2					
項目	区分	規格	形式	必要性の有無	単位	数量	備考	属性情報					
								3次元モデル	規格	形式	必要性の有無	単位	数量
橋台・橋脚本体コンクリート	○	○	—	—	m ³	○	注) 2	A	○	○	—	m ³	注) 1 注) 2
基礎	×	×	○	—	—	×		C	×	×	○	—	
砕石	○	×	—	—	m ²	○		B	○	×	—	m ²	
均しコンクリート	×	×	○	—	—	×		C	×	×	○	—	
化粧型枠	×	×	—	—	m ²	○	必要量計上	C	×	×	—	m ²	必要量計上
鉄筋	○	×	—	—	t	○		B	○	×	—	t	
足場	×	×	(×)	—	—	×	注) 3	C	×	×	(×)	—	注) 5
水抜パイプ	×	×	—	—	—	○	逆T式橋台のみ必要に応じ計上	C	×	×	—	—	逆T式橋台のみ必要に応じ計上
<p>注) 1. 橋台・橋脚本体コンクリートの規格はコンクリート規格とする。</p> <p>2. 橋台・橋脚本体コンクリートの形式は、逆T式、T型橋脚、壁式橋脚とし、核形式における打設区分については、3.(2)を参照のこと。</p> <p>3. 雪囲い等で足場が必要な場合及び特殊な足場を別途計上する必要がある場合は、必要の有無を「×」として別途計上する。なお、一般的な施工をする場合は必要の有無を記載する必要はない。</p>								<p>「橋台・橋脚本体コンクリート」は、3次元モデルより体積を算出し、属性情報を用いて規格・形式を区分することより「A」を適用する。</p> <p>「基礎砕石」の「敷均し厚 20cm 以下」は、必要な場合に計上することより「C」を適用する。</p> <p>「基礎砕石」の「敷均し厚 20cm 超え」は、3次元モデルより面積を算出し、属性情報を用いて規格を区分することより「B」を適用する。</p> <p>「均しコンクリート」、「化粧型枠」、「足場」と「水抜パイプ」は、必要な場合に計上するため「C」を適用する。</p> <p>「鉄筋」は、簡易な形状（点、線、面）を用いて位置と延長より質量を算出し、属性情報を用いて規格を区分することより「B」を適用する。</p>					
積算上の注意事項								(控え項) 1/1					

3次元モデルの基本的な表現方法を追加

3次元モデルを用いて算出する内容
と付与する属性情報の説明