

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)

令和3年3月

国土交通省

まえがき

従来、設計段階にて検討された施工計画に関する情報（工事用道路、資材運搬方法、施工ヤード、施工に影響する近接構造物や支障物件など）は、図面や報告書等に記載され、発注者は公共工事の品質確保及び円滑な事業執行を目的とした設計・施工技術連絡会議（三者会議）等を通して情報伝達を実施している。しかし、これらの情報が施工段階で発注者から施工者に確実にわかりやすく伝達されないことが問題となっている。情報の伝達が不十分のため、施工段階での検討に時間を要したり、設計意図の理解不足により施工時に手戻りが発生したりすることもある。

国土交通省では、建設生産プロセスにおける 3 次元モデルの連携による生産性向上を目的として、BIM/CIM（Building/ Construction Information Modeling, Management）を推進している。BIM/CIM が普及される中で、4 次元モデルの活用が注目されている。設計時に、4 次元モデルを活用した施工計画シミュレーションで施工計画の検討が行われ、確実に施工段階に伝達できれば、施工計画をわかりやすく受発注者間で共有できるようになる。これによって、施工者はその情報が設計段階で検討された内容を把握した上で、設計意図に則した施工計画の立案や、円滑な受発注者協議の実現、施工の手戻り防止に結びつく。

しかし、4 次元モデルを設計段階で作成し、それを施工段階で活用した事例は少ないため、施工段階へどのような 4 次元モデルを受け渡せば設計意図の伝達に繋がるのかが明確でなく、発注者や設計者の知見によらざるを得ないことが課題となっている。

そこで、設計業務及び発注者支援業務において、設計－施工間の情報連携を目的とした 4 次元モデルを作成する際の参考資料として、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をとりまとめた。

【改定履歴】

基準・要領名称	年月	備考
設計－施工間の情報連携を目的とした 4次元モデルの考え方（案）	令和元年5月	初版発行
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）	令和2年3月	改定
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）	令和3年3月	改定

目 次

1 総則	1
1.1 目的	1
1.2 適用範囲	3
1.3 用語の定義.....	5
2 4次元モデルの作成	6
2.1 4次元モデル作成に係る基本的な考え方	6
2.2 工程表の検討・作成	10
2.3 3次元モデルと工程表の関連付け（4次元モデルの作成）	11
2.4 4次元モデルの作成に関する補足.....	13
3 今後の課題.....	14
【参考】 工事段階での4次元モデルの活用場面	15
1) 事業管理	15
2) 施工方法や設定工期の妥当性の確認.....	16
3) 複数の関係者間の意思決定	17
4) 施工者への設計意図の伝達	18

1 総則

1.1 目的

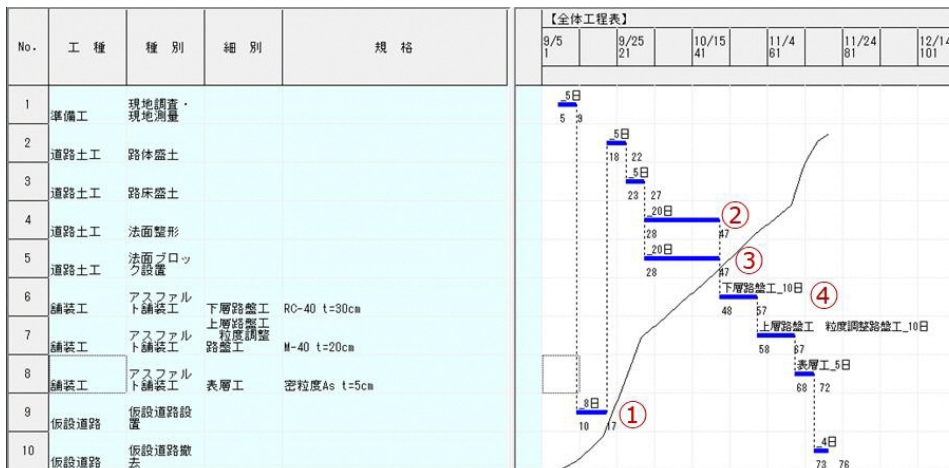
BIM/CIM において、事業段階をまたいで 3 次元モデルや属性情報を適切かつ効率的に伝達し、前工程で作成した情報と ICT を活用した仕事の進め方に移行することで、後工程での生産性向上を図っていくことを狙いとしている。しかし、従来の BIM/CIM 試行事業において、3 次元モデルを用いた設計－施工間での情報連携がなされた事例は、ほとんど見られないのが実状である。

この要因として、発注者が設計者からどのような 3 次元モデルを受け取れば施工者にとって有用なのかを把握していないためと考えられる。そのため、BIM/CIM 試行業務にて、発注者から設計者に適切な指示が行えず、結果として、設計者と施工者の情報連携に課題が生じていた。

施工者にとって有用な情報の一つとして、設計時に検討される施工計画がある。3 次元モデルでわかりやすく表現された施工計画が提供されれば、設計意図に則した施工計画の立案や、円滑な受発注者協議を実施することができる。昨今、施工計画シミュレーションが可能な 3 次元ソフトウェアが普及している。設計段階で検討する施工計画をシミュレーションし、3 次元モデルに施工ステップ等の工程に関する情報を付与した 4 次元モデルとして施工の実現性を考慮した設計を行うことで円滑な施工に繋がると期待される。

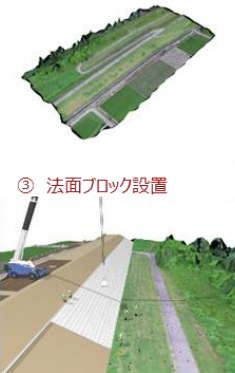
設計－施工間の情報連携を目的とした 4 次元モデル活用の手引き（以下、「手引き」という。）は、複数工区に分割された工事の監理等において、手戻りのない円滑な事業実施に資するよう、設計者が作成すべき 4 次元モデルの考え方と作成方法の例を示すものである。本手引き（令和 3 年 3 月版）では、4 次元モデルの具体例や施工時の留意点を可視化する方法等を追加して改定を行った。

一般的に、4 次元モデルとは、3 次元モデルに時間情報を付与したものである。4 次元モデルを用いて施工ステップを可視化する事例を図 1 に示す。



工期設定の情報を3次元モデル
に属性情報として付与

現況



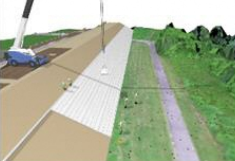
① 仮設



② 法面整形



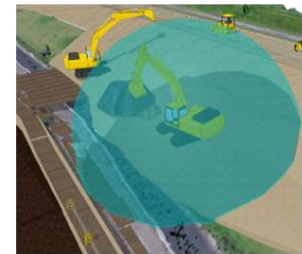
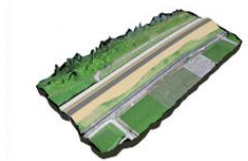
③ 法面ブロック設置



④ 舗装



完成



建機の可動範囲の
可視化

図 1 4次元モデルによる施工計画の可視化事例

図 1 に示す事例では、想定する工程表に対応する時間情報を 3 次元モデルに付与することで、施工手順を可視化し、実現可能な工程になっているか、安全を考慮した施工が可能か等を確認することができる。

1.2 適用範囲

本手引きは、設計段階で作成した4次元モデルをその後の発注者支援業務や施工段階で活用することを想定している。詳細設計業務で設計者が作成した4次元モデルは、後工程において図2のように活用される。このうち、令和3年3月版は詳細設計業務の段階に着目した内容となっている。次年度以降、後工程の発注者支援業務での4次元モデル更新や工事発注段階についても対象範囲を拡充し、設計-施工間で4次元モデルを活用できるよう改定していく予定である。

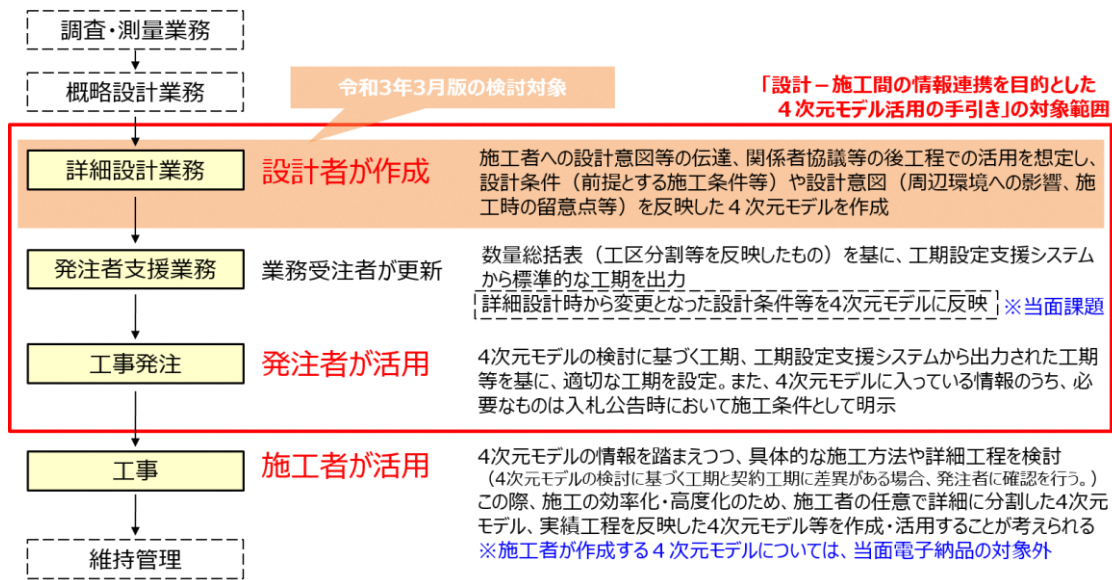


図2 4次元モデル活用の流れ及び対象範囲

4次元モデルは、表現する事象の施工ステップを細かくモデル化していくことで、詳細な施工計画シミュレーションを作成できる。一方、事象に応じた施工ステップ毎の3次元モデルを数多く作成するため、コストが増加する問題点がある。そのため、利用目的に応じて表現すべき事象の細かさ（施工ステップの「粒度」という）を変えることで、適切な4次元モデルを作成することとした。図3は計画・設計段階及び施工段階における4次元モデルの施工ステップの粒度を示す。

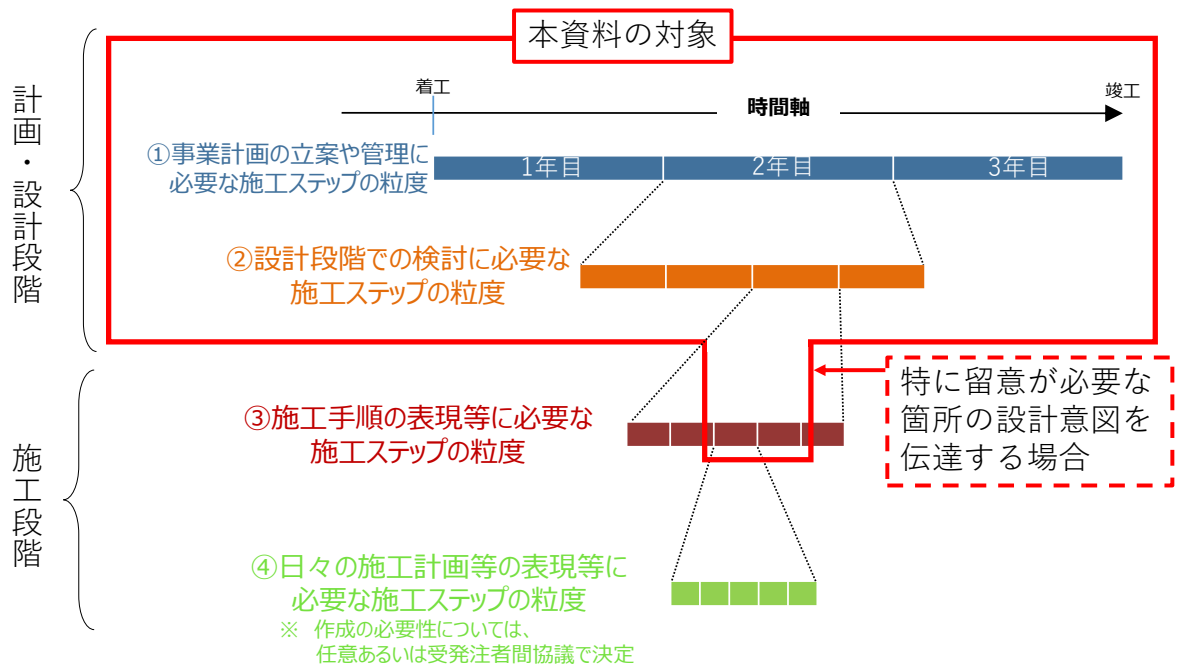


図 3 4次元モデルの施工ステップの粒度

図 3 に示す通り、計画・設計段階における 4 次元モデルは、事業計画の立案、設計段階で想定した施工計画の検討や施工者への伝達等を目的とするため、4 次元モデルそのものの詳細度や施工ステップの粒度は、施工段階での活用時に比べて詳細なものを必要としない場合が多い。また、計画・設計段階においても、①事業計画の立案・管理に必要なモデルと②設計段階での検討に必要なモデルは、表現すべき施工ステップの粒度が異なる。施工段階においても、③施工手順の表現等に必要な施工ステップと④日々の施工計画等の表現に必要な施工ステップ等、4 次元モデルの活用場面によって表現すべき粒度が異なる。

そのため、本手引きでは、発注者が利用場面毎にどのような 4 次元モデルを作成することを設計者に指示するべきかという基本的な考え方を示す。

1.3 用語の定義

本手引きで使用する用語の定義は、表 1 による。

表 1 本手引きで使用する用語と定義

用語	定義
4次元モデル	3次元モデルに時間情報を付与したモデル
施工ステップ	施工手順を示したもの
粒度	施工ステップや工程表の項目を区切る単位の詳細度
工期設定支援システム	工期設定に際し、歩掛かり毎の標準的な作業日数や、標準的な作業手順を自動で算出するシステム (https://www.mlit.go.jp/tec/tec_tk_000041.html)

2 4次元モデルの作成

2.1 4次元モデル作成に係る基本的な考え方

BIM/CIM では、活用場面によって適切なモデルの作成が必要となる。そのため、本章では、施工段階における以下の場面における4次元モデルの活用を想定し、そのために設計段階で作成すべき4次元モデルの要件、基本的な作成手順等について解説する。

<活用場面①：事業管理>

事業管理を目的とした4次元モデルは、以下の要件を備える必要がある。

- 事業の進捗がわかる程度の施工ステップの粒度（例えば、年度毎の工事の進捗状況、主要構造物の完成時点を単位とする施工ステップ）で分割されていること。
- 3次元モデルそのものの詳細度は、事業計画上の留意点に分かる程度とすること（例えば、施工条件によって工事の難易度や工程が左右される場合は、施工に及ぼす要因をモデル化するなど）。

<活用場面②：施工方法や設定工期の妥当性の確認>

設計時に想定した標準的な施工方法や設定工期の妥当性の確認を目的とした4次元モデルは、以下の要件を備える必要がある。

- 詳細設計では、標準的な施工方法や工期で施工計画を策定することから、4次元モデルの施工ステップは工期設定に用いた工程表の粒度に揃えて分割されていること（施工段階で検討する施工手順よりも細かい施工ステップの粒度での表現は不要）。
- 3次元モデルそのものの詳細度は、目的に合わせて変えること。例えば、標準的な工法が導入可能な箇所では、設計段階で検討した施工手順が分かる程度であればよい。しかし、難しい施工方法を想定する場合や特別に留意すべき内容があれば、施工計画上の留意点が見えるような詳細度で作成すること。

<活用場面③：複数の関係者間の意思決定>

意思決定が必要となる地方自治体等との関係者協議での活用を目的とした4次元モデルは、以下の要件を備える必要がある。

- 意思決定に必要な情報を備えるモデルを作成すること（周辺環境への影響を考慮する場合は、施工現場を含む周辺環境をモデル化すること）。
- 近接する施設の管理者が定める離隔が確保されていることを示すモデルを作成すること（高圧送電線など施設に沿って離隔範囲をモデル化すること）

<活用場面④：施工者への設計意図の伝達>

施工者に発注意図を適切に伝達するためには、以下の要件を備える4次元モデルの作成が必要である。

- 設計時に留意した項目が含まれること。
- 総合評価落札方式における技術提案に活用する場合は、技術提案のテーマ選定の意図がわかるように時間分割や3次元モデルそのものの詳細度に留意した上で、入札参加者が利用できるよう公告時に公開すること。
- 施工者に伝達すべき情報として、4次元モデルに施工における制約条件（施工期間の制約や地理的制約等）と施工上の留意点（地質条件や濁水・粉塵・騒音等の環境条件、設計上必要な高密度配筋等の詳細構造）のポイントとなる点を含めること。
- 施工時に留意すべき施工手順が一部でもある場合は、限られた部分だけを切り出し、留意事項が表現できる程度の施工ステップの粒度でモデルを分割していること。

4次元モデルを作成するためには、3次元モデルに時間情報を付与する必要がある（3次元モデルの作成方法については、3次元モデル成果物作成要領（案）※を参照）。4次元モデルを作成する際、3次元モデルの詳細度や時間情報の粒度等は、個々の業務・工事によって異なるが、基本的な4次元モデルの作成手順は同じである。そこで本章では、汎用的な3次元ソフトウェアを活用した、工程表と3次元モデルが連携した4次元モデルの作成手順について解説する。

4次元モデルの基本的な作成手順及び4次元モデルのイメージを以下の図4及び図5に示す。

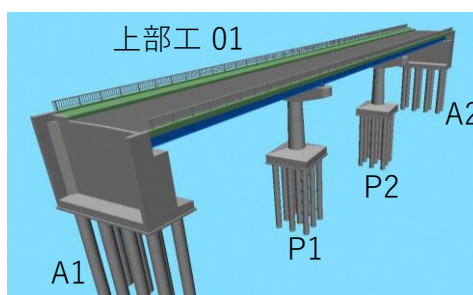
※ 3次元モデル成果物作成要領（http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bimcim/spec_cons_new.html）

＜4次元モデルの作成手順（連携手順）＞

・ 3次元モデルを作成する。

（例）3次元モデル作成時の構成要素

- ・下部工_A1
- ・下部工_P1
- ・下部工_P2
- ・下部工_A2
- ・上部工_01



・ 工程表を作成する（ステップの設定、ステップごとの開始時期・終了時期の設定）。

項目	備考	開始日	終了日	2019年 4/1	2019年 7/1	2019年 10/1	2019年 12/1
作業土工 (床掘り、…)	下部工_A1	2019/4/1	2019/7/31				
場所打杭工 (場所打杭、土砂等運搬、…)	下部工_A1	2019/7/1	2019/12/31				
橋台躯体工 (足場、支保、支保工基礎…)	下部工_A1	*****	*****				
*****	下部工_P1	*****	*****				
*****	下部工_P2	*****	*****				

＜留意点＞

施工ステップの粒度については、事業計画の立案や施工計画の立案等の目的によって異なるため、目的に応じて適切な粒度を設定することで、不必要に細かい粒度とならないようにすることに留意が必要である。

・ 工程表で設定したステップごとに、対応する3次元モデルの要素を関連付ける。

（例）施工ステップの粒度

- ・作業土工
- ・場所打杭工
- ・橋台躯体工
- ・*****

（例）3次元モデル作成時の構成要素

- ・下部工_A1
- ・下部工_P1
- ・下部工_P2
- ・下部工_A2
- ・上部工_01

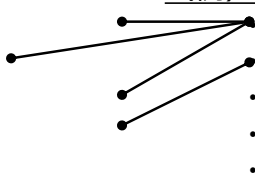


図4 4次元モデルの基本的な作成手順

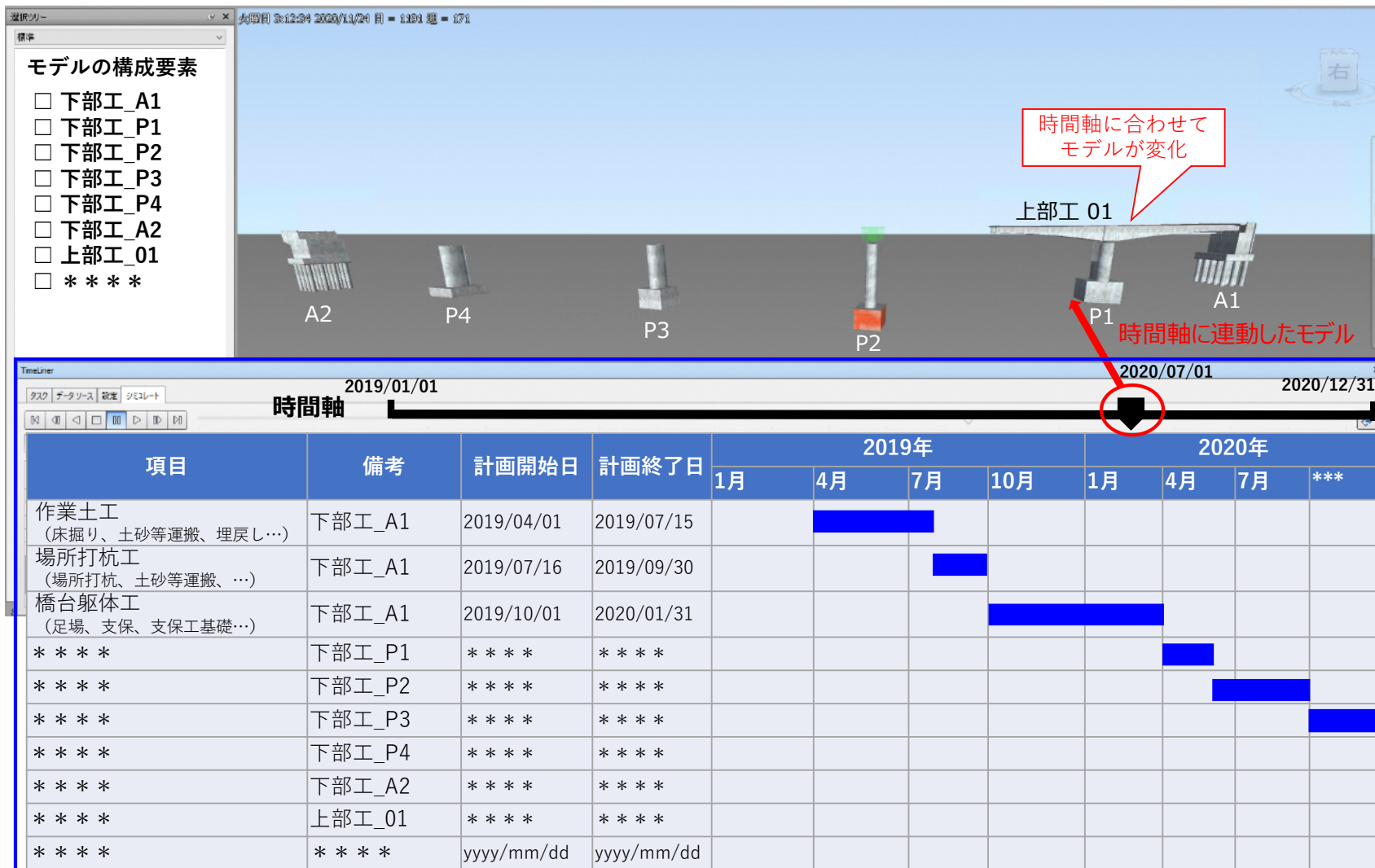


図 5 4次元モデルのイメージ

(北陸地方整備局信濃川河川事務所実施 平成 28 年度新野積橋詳細設計業務の事例 (一部編集))

2.2 工程表の検討・作成

工種ごとに開始時期・終了時期を設定し、工程表を作成する。なお、工程表で設定すべき項目、記載順、ファイル形式等については、使用する3次元ソフトウェアで読み込める内容であるか事前に確認する必要がある。

<4次元モデルに活用する工程表を作成する際の留意点>

- 工程表は、積算や施工などの後工程で内容が修正・更新される可能性がある。そのため、工程表のファイル形式については、CSVやEXCEL等の後工程で編集可能な形式で作成する。
- 工程表で設定する項目は、作成する4次元モデルの活用目的に応じて設定することを基本とするが、後工程での活用を踏まえると、新土木工事積算体系における工事工種体系ツリー*の各工種(レベル3種別・レベル4細別)に合わせた項目とすることが望ましい。ただし、このような項目を設定したとしても、各部材の場所情報は不明確であるため、備考として、場所がわかる情報を付与すべきことに留意する(図6参照)。

※ 工事工種体系ツリーの参考

(<http://www.nilim.go.jp/lab/pbg/theme/theme2/sekisan/tree/tree.htm>)

- ・ 設定する項目が使用する3次元ソフトウェアで読み込めるか事前に確認
- ・ 記載順などのルール(3次元ソフトウェア)について事前に確認

項目	備考	開始	終了
作業土工 (床掘り、土砂等運搬、埋戻し…)	下部工_A1	2019/04/01	2019/07/15
場所打杭工 (場所打杭、土砂等運搬、…)	下部工_A1	2019/07/16	2019/09/30
橋台躯体工 (足場、支保、支保工基礎…)	下部工_A1	2019/10/01	2020/01/31
****	下部工_A1	****	****
****	下部工_P1		
****	下部工_P2		
****	下部工_P3		
****	下部工_P4		
****	下部工_A2	****	****
****	上部工_01	****	****
****	****	****	****

3次元ソフトウェアで読み込める記載方法(yy/mm/ddなど)であるか事前に確認

設計段階で設定した各項目の開始時期や終了時期は、施工段階の実工程合わせて施工者が更新可能

新土木工事積算体系における
工事工種体系ツリーの各工種
(レベル3種別・レベル4細別)

場所に関する
参考情報

図6 工事工種体系ツリーに合わせた工程表のイメージ

2.3 3次元モデルと工程表の関連付け（4次元モデルの作成）

作成した工程表を3次元ソフトウェアに読み込み、図7に示すように3次元モデルの構成要素と工程表で設定した項目の関連付けを行う。なお、3次元ソフトウェアへの読み込み方法や3次元モデルの構成要素と工程表で設定した項目の関連付けの具体的な作業内容については、使用する3次元ソフトウェアごとに異なるため、各ソフトウェアが具備している機能に合わせてモデルを作成する必要がある。

3次元モデルと工程表が関連付いた4次元モデルのイメージを図8に示す。

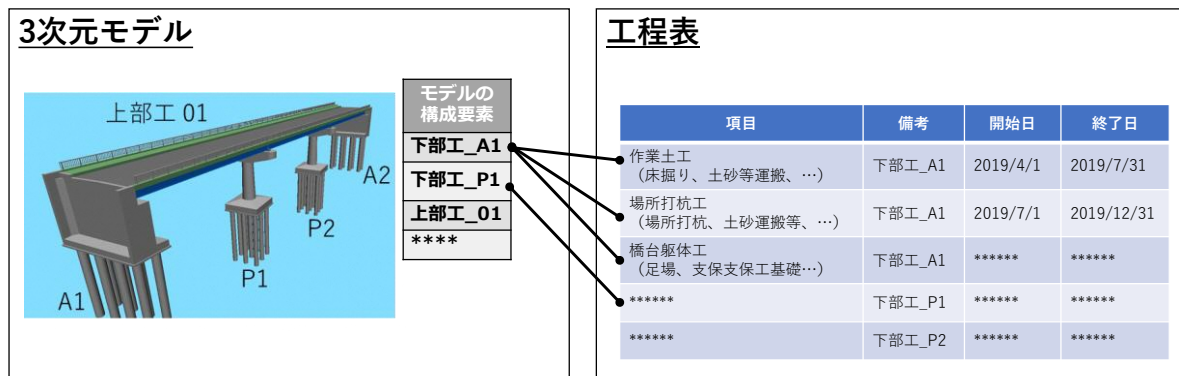


図7 3次元モデルと工程表の関連付けのイメージ

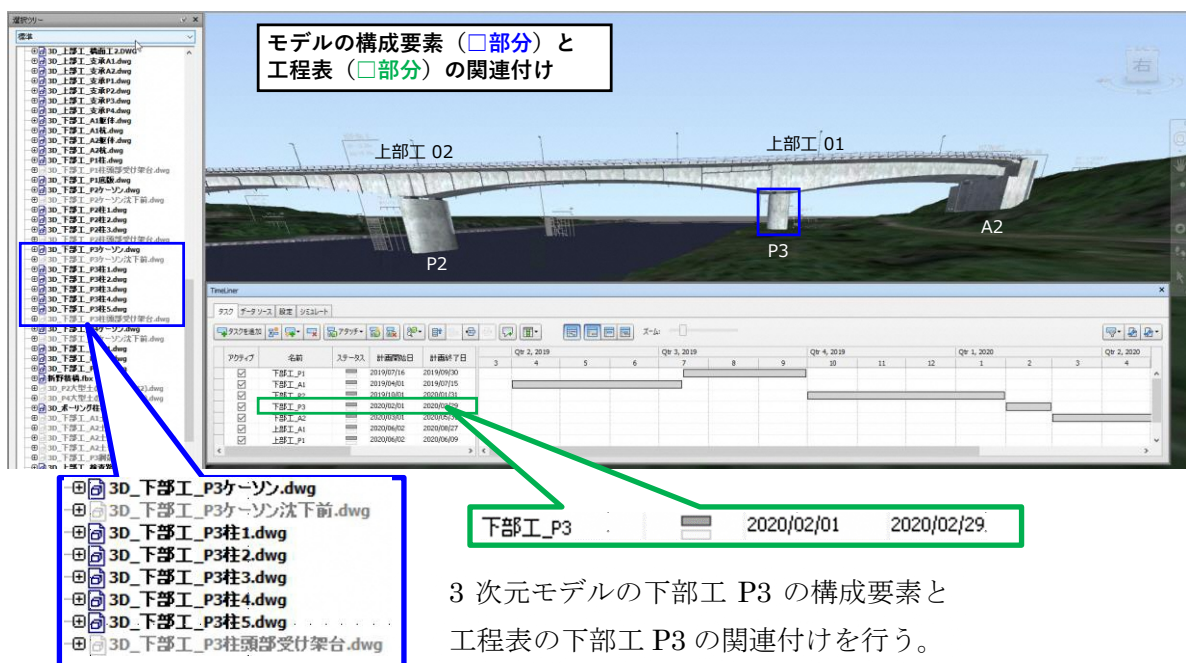


図8 3次元モデルと工程表が関連付いた4次元モデルのイメージ

(北陸地方整備局信濃川河川事務所実施 平成28年度新野積橋詳細設計業務の事例 (一部編集))

<参考>橋梁の施工ステップを4次元モデルで作成した事例を図9に示す。

- 業務名：新野積橋詳細設計業務
- 事務所：北陸地方整備局 信濃川河川事務所
- 3次元ソフトウェア：Autodesk Navisworks (TimeLiner 機能を活用)

1) 台船を活用した橋脚(P2)の施工

2) 上部工の施工方法や施工ステップの確認① (上部工01)

3) 上部工の施工方法や施工ステップの確認② (上部工02)

4) 橋梁の完成イメージ

図9 4次元モデルの事例

2.4 4次元モデルの作成に関する補足

前述までは、利用する3次元ソフトウェアが、3次元モデルと工程表を連携できる機能を有している場合の4次元モデルの作成方法について解説したものである。しかし、すべての3次元ソフトウェアでこの機能を有しているとは限らない。3次元モデルと工程表を連携させる機能がない場合は、モデルの表示・非表示の切替によって4次元モデルを作成することもできる。

4次元モデルを作成することで、受発注者間で施工計画の情報共有や円滑な連携が可能となる。しかし、4次元モデルの作成に多大な作業負荷がかかってしまうと、生産性向上や業務効率化の阻害となってしまう可能性もある。そのため、4次元モデルを作成する際は、受発注者間協議を通じて、目的に応じたモデルを作成することが重要である。

3次元モデルの構成要素は、前述した工程表との関連付け作業を簡易化するために、不必要に分割しないことに留意する必要がある。3次元モデルの構成要素のイメージを図10に示す。

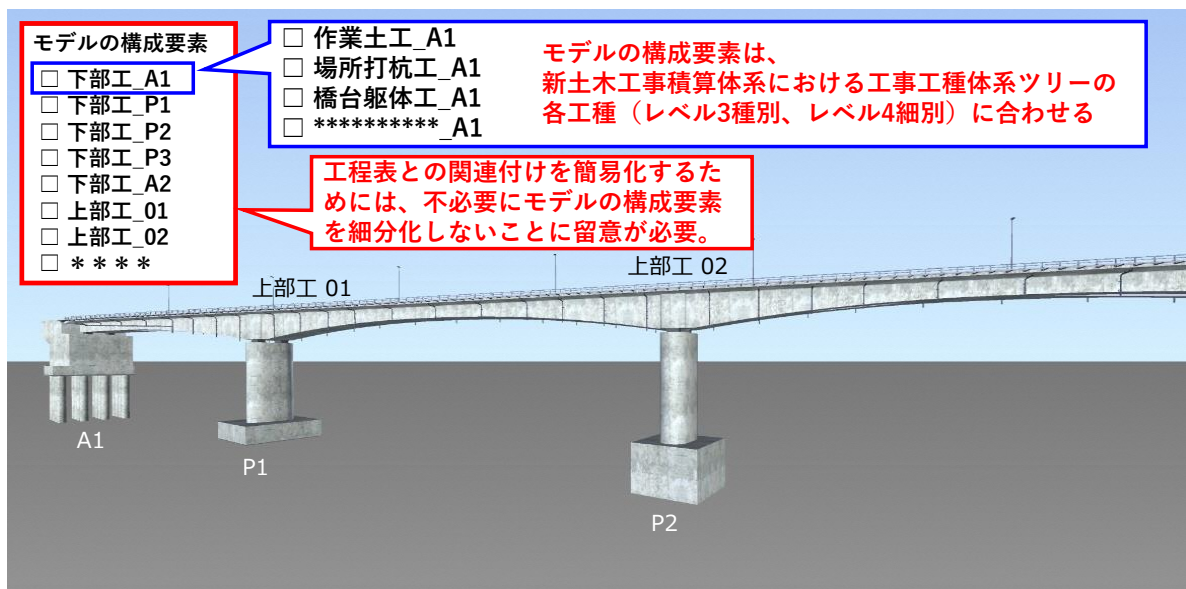


図 10 3次元モデルの構成要素のイメージ

(北陸地方整備局信濃川河川事務所実施 平成28年度新野積橋詳細設計業務の事例 (一部編集))

3 今後の課題

4次元モデルを用いた設計－施工間の情報連携を実施するにあたり、今後の課題を認識しておく必要がある。

- 発注者が施工者に伝達すべき情報として、施工における制約条件と施工上の留意点があるが、4次元モデルの利用場面としては事業計画から積算を考慮した詳細設計までと広範囲であり、各場面で求められる施工ステップの粒度も異なることが想定される。そのため、施工者へ受け渡す情報を検討する必要がある。
- 施工段階では、発注者が提供する4次元モデルだけでなく、施工者が独自の施工計画を検討する設計図として3次元モデルが作成される。設計段階で作成した4次元モデルを保存・流通させることで、後工程における生産性向上に対してどの程度効果があるかについて、事例を通して検証する必要がある。さらに、工程情報を詳細化した発注者支援業務での4次元モデル更新や工事発注段階での4次元モデルの活用方法についても検討する必要がある。
- 4次元モデルを作成するための機能を様々なソフトウェアが実装するための環境を整備する必要がある。
- 各段階で作成・活用された4次元モデルを別の段階で活用できるようにするため、「時間」や「位置座標」等の情報を付与した4次元モデルを管理するためのデータプラットフォームや4次元モデルをGIS等のプラットフォーム上で参照できる環境を構築する必要がある。
- 設計段階で作成した4次元モデルを官積算や施工等で円滑に利用できるようにするための効果的な手法の一つとして、後工程で利用する工期設定支援システムなどと連動することが挙げられる。ただし、現状では、当該システムで出力されたエクセルファイルを3次元ソフトウェアで読み込めるようにするためのエクセルファイルの加工やプロジェクトマネジメントツールとの連携が必要であるため、今後は、この作業を効率化できる3次元ソフトウェアやツールの開発を行う必要がある。

【参考】工事段階での4次元モデルの活用場面

工事段階で想定している4次元モデルの活用場面を以下に示す。

1) 事業管理

複数年度にまたがる事業や複数工区に分割された事業では、事業の順番や工事用道路の計画の是非等が、事業全体の期間、費用、難易度及び安全性に影響を与える場合がある。また、供用開始の時期が決まっている場合は、用地の買収等を含めた事業工程上のクリティカルパスを把握し、進捗状況を管理することが重要となる。

4次元モデルを用いて事業計画を可視化（図11）することにより、効率的な事業管理を行うことができる。

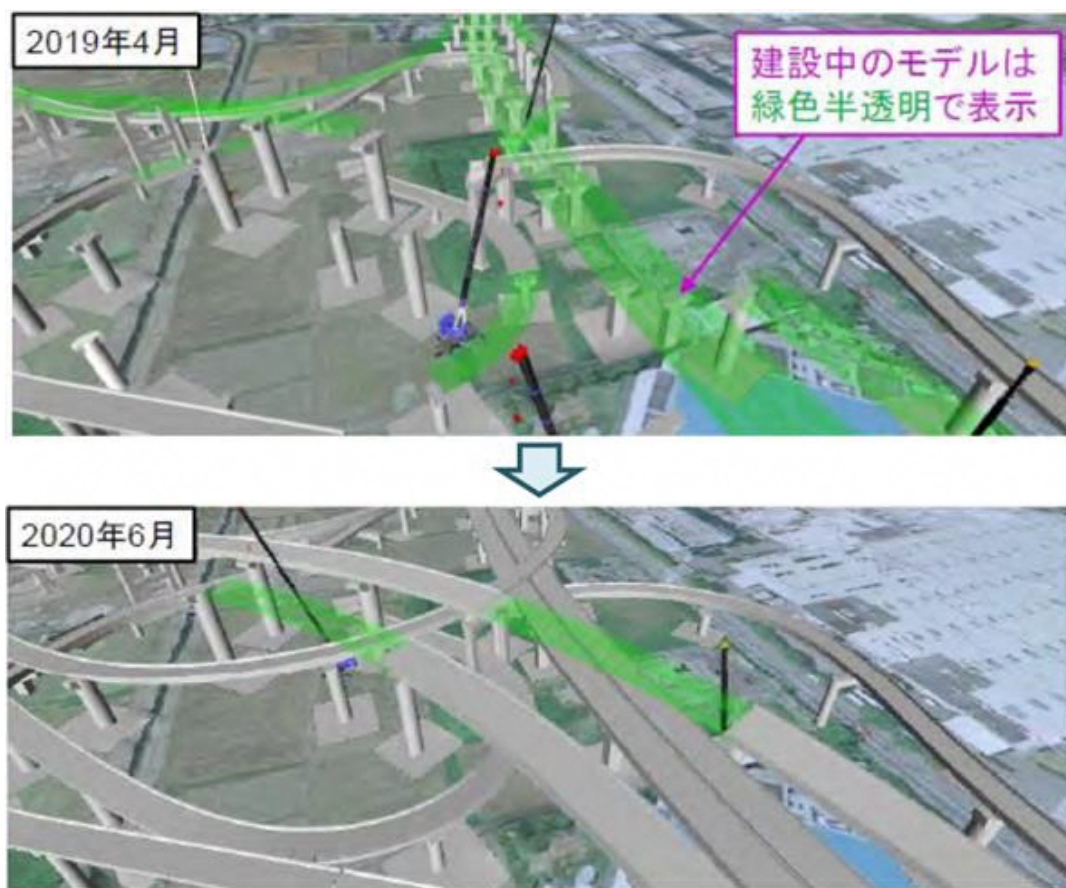


図 11 4次元モデルを用いた事業計画の可視化

（関東地方整備局横浜国道事務所実施 高速横浜環状南線栄IC・JCTの事例）

全体事業の管理のために必要となる4次元モデルの施工ステップとしては、図3①に示す通り、事業計画が表現できる年単位の粒度で十分である。ただし、詳細な各種調整が必要な場合等においては、これ以上に細分化する必要がある。

2) 施工方法や設定工期の妥当性の確認

4次元モデルを用いた施工ステップの表現により、設計時に想定した施工方法や設定工期の妥当性の確認を従来手法よりも容易に行うことができる。また、図 12 に示すように部材の搬入や仮置き場の確保の確認が想定されているか、施工の安全性を考慮しているか等の確認にも活用が期待される。

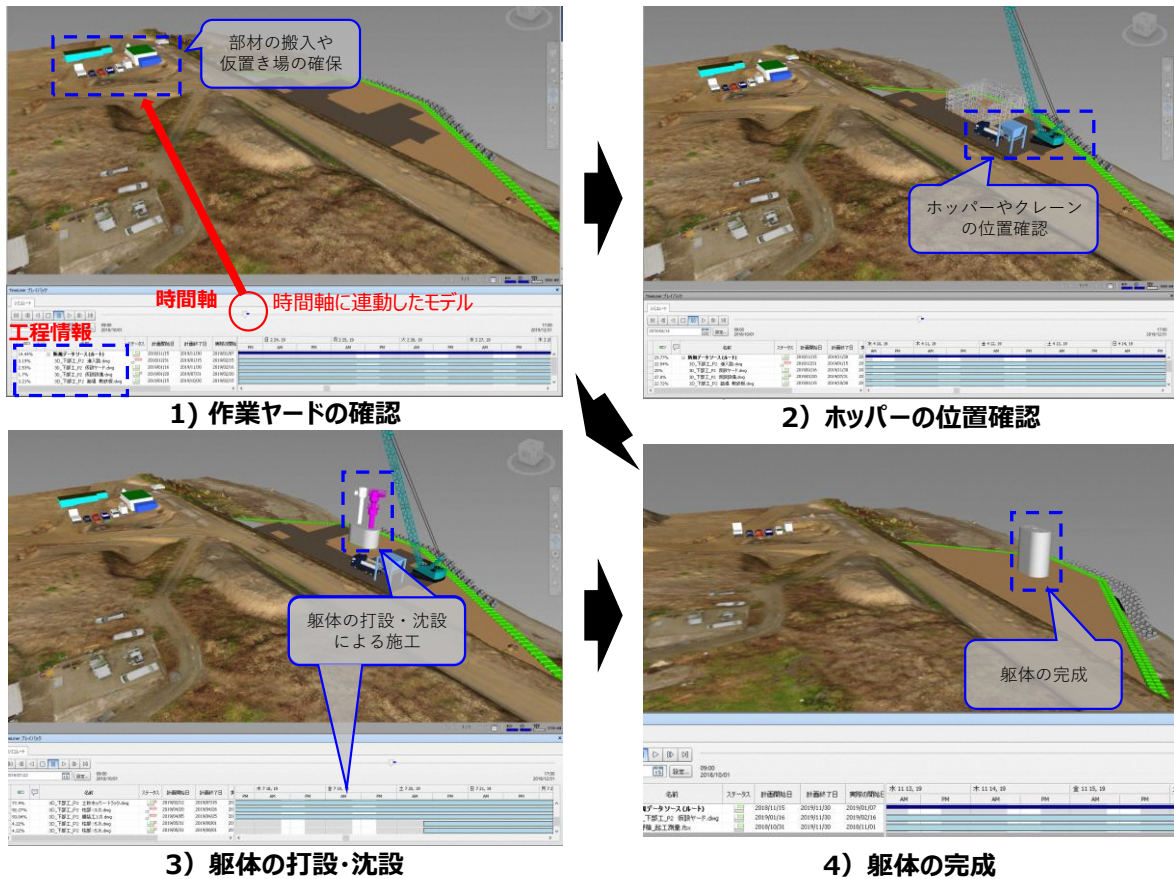


図 12 4次元モデルを用いた施工方法や手順等の確認

(北陸地方整備局信濃川河川事務所実施 新野積橋橋脚その2工事の事例)

施工計画や設定工期の妥当性の確認時に作成する4次元モデルの施工ステップは、図 3②に示す通り、大まかな施工の順序がわかる程度の粒度での表現が望ましい。

3) 複数の関係者間の意思決定

意思決定が必要となる関係者協議の場では、全員が同じイメージを共有しながら議論することで効率化が期待できる。

4次元モデルを用いて工事の進め方や重機ヤードの確保、現道や水路等の切り回し、工事用道路の建設、安全対策等といった現場の状況を事前に明確にすることで、問題点や課題の迅速な共有を支援し、スムーズな意思決定を実現できる。また、これらの情報を伝達できれば、発注者が留意している外的要因を明確化できる。

複数の関係者間の意思決定時に作成する4次元モデルの施工ステップは、2)と同様、図3②に示す通り、大まかな施工順序を表現できる粒度で表現できる。また、内容によっては、1)と同様、図3①に示す年単位の粒度でも十分に表現できる場合がある。

トンネルと橋梁が近接して施工される条件下における詳細設計の際に、現道の切り回しが複数にわたって実施される場合の4次元モデルの施工ステップの例を図13に示す。施工ステップの粒度については、施工順序がわかる程度とする。また、モデルの詳細度は、構造物本体は300程度、それ以外の仮設工などは200程度とすることで、過度な作り込みをしないように留意する。

施工手順を工程情報として4次元モデルに付与すべき例（橋梁の例）

<複雑な条件>

- 1) トンネルからしか重機が搬入できない（現道が狭いため） ⇒ 現道の切り回しを明示
- 2) トンネルの近接箇所（明かり部）に橋台が施工される ⇒ 橋台を施工するための地盤改良を明示
- 3) 橋台の施工に伴い、再度、道路の切り回しが必要 ⇒ 再度、現道の切り回しを明示

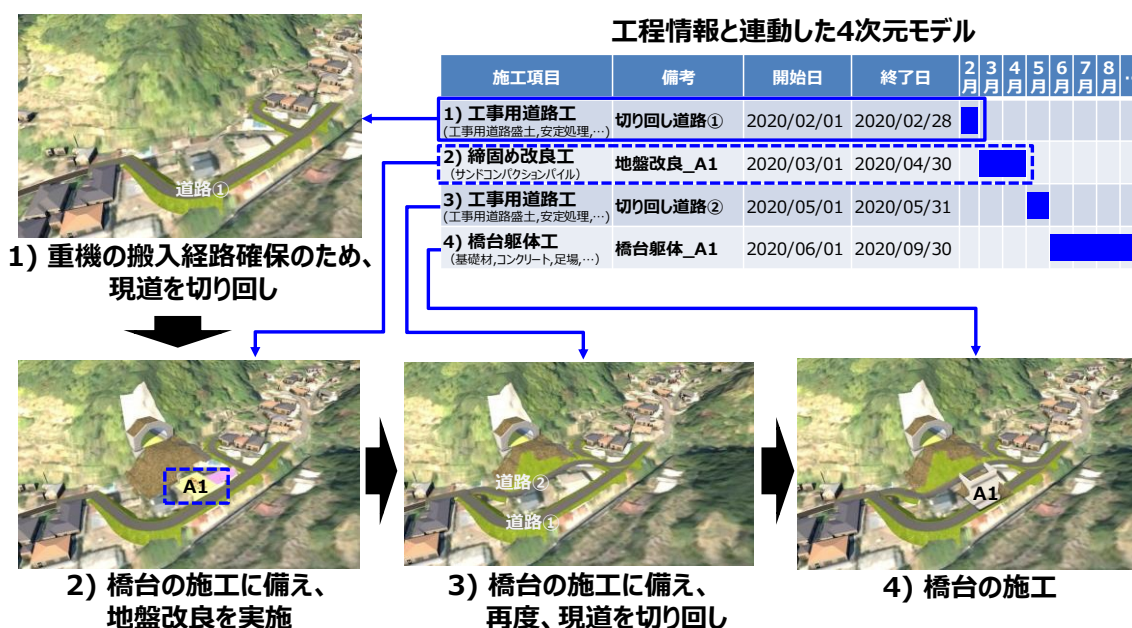


図 13 4次元モデルの施工ステップの事例

(中部地方整備局 紀勢国道事務所実施 平成30年度 熊野道路北部トンネル
詳細設計業務の事例 (一部編集))

4) 施工者への設計意図の伝達

工事を発注する際、想定する施工方法や施工時の留意点などの情報を4次元モデルにより可視化することで、施工者に設計意図を適切に伝達することができる。これにより、施工時の技術提案の効果や設計変更が必要な場合の変更内容の把握が容易になり、協議がスムーズになるといったメリットもある。このように、施工者への設計意図の伝達は、生産性向上の一助となると考えられる。

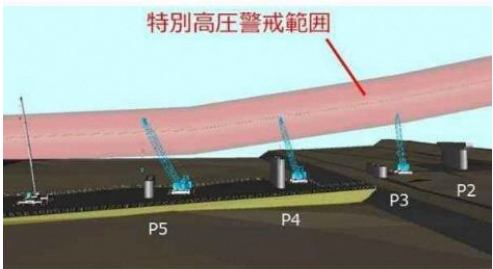
施工者への設計意図の伝達時に用いる4次元モデルの施工ステップは、基本的には大まかな施工の順序がわかる程度の粒度で表現されていれば良い。しかし、特に留意が必要な個所の設計意図を伝達する場合に限り、部分的に図3③のように施工ステップの粒度を細かくして表現する必要がある。

また、施工時の留意点については、必ずしも4次元モデルで表現する必要はなく、3次元モデルで可視化することも可能である。3次元モデルで施工時の留意点を可視化する方法の例を図14に示す。可視化する方法にはモデルでそのまま可視化する方法や、属性情報に付与することで可視化する方法などがあり、設計意図の伝達のしやすさの観点で最適な方法を選定する必要がある。

【参考】施工時の留意点を3次元モデルとして可視化した例
 ※ 特定の施工工程に関する3次元モデルであって、その時点における施工時の留意点等を属性情報として付与した例。

<施工時の留意点の例>

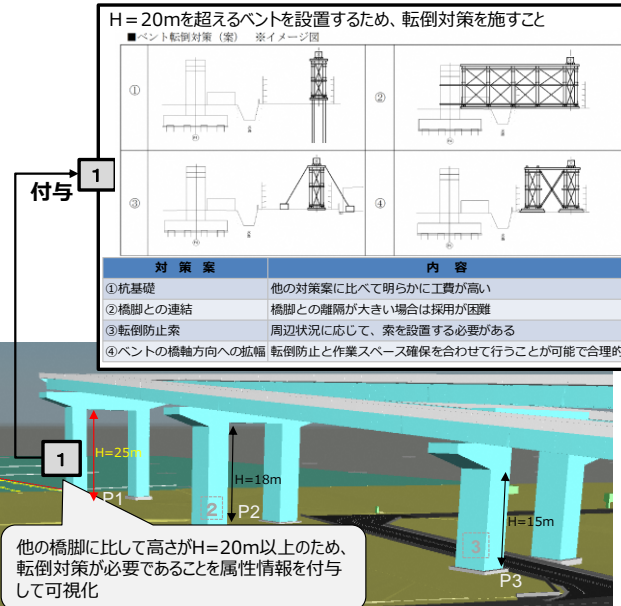
- 1) 重機稼働範囲に高圧線があり、橋脚の施工時に警戒が必要な場合
- 2) 橋脚の高さが他の橋脚に比して高く、転倒対策が必要な場合



1) 重機稼働時の高圧線警戒範囲の可視化
 (モデルでそのまま可視化するパターン)
 (BIM/CIM活用ガイドライン(共通編)より抜粋)

H=20mを超えるベントを設置するため、転倒対策を施すこと
 ■ベント転倒対策(案) ※イメージ図

対策案	内容
①杭基礎	他の対策案に比べて明らかに工費が高い
②橋脚との連結	橋脚との離隔が大きい場合は採用が困難
③転倒防止索	周辺状況に応じて、索を設置する必要がある
④ベントの橋軸方向への拡幅	転倒防止と作業スペース確保を合わせて行うことが可能で合理的



2) 安全対策を施すべき箇所の可視化
 (属性情報に付与することで留意点を可視化するパターン)
 (近畿地方整備局 浪速国道事務所実施 大阪湾岸道路西伸部六甲アイランド地区 第五高架橋詳細設計業務の事例(一部編集))

図 14 施工時の留意点を3次元モデルとして可視化した事例