

i-Construction 小委員会活動報告書(第 3 期)
活動報告書

公益社団法人 土木学会 建設マネジメント委員会

i-Construction 小委員会

目次構成

第 1 編 活動概要

第 2 編 WG1 報告書

「建設生産プロセスにおける情報マネジメントに向けて」

第 3 編 WG2 報告書

「BIM/CIM モデルの供用・維持管理段階の活用」

第 4 編 WG3 報告書

「建設業の AI モデル, ブロックチェーン等を用いたシステム開発」

第 5 編 WG4 報告書

「メタバース等を活用した本邦建設技術の技術伝承, 他業種連携」

2 編参考資料



第1編：活動概要



委員構成

委員長： 小澤 一雅 (政策研究大学院大学・東京大学)

幹事長： 堀田 昌英 (東京大学)

委員：

天下井 哲生	(熊谷組)	WG4 幹事
荒井 弘毅	(共立女子大学)	
碓本 大	(東日本高速道路)	WG2 主査 (～24/3)
出本 剛史	(オリエンタルコンサルタンツ)	WG1 主査
遠藤 健司	(建設技術研究所)	
大八木 美由紀	(電源開発)	
岡本 博	(日本道路交通情報センター)	
小川 智弘	(国土交通省)	
尾高 潤一郎	(基礎地盤コンサルタンツ)	
片柳 貴文	(日本工営)	
久徳 大貴	(前田建設工業)	
日下 寛彦	(東日本高速道路)	WG 2 主査 (24/4～)
後閑 淳司	(鹿島建設)	
児玉 敏男	(Adjunction Space AI)	WG3 幹事
坂藤 勇太	(前田建設工業)	
佐藤 正憲	(大林道路)	WG4 主査
澁谷 宏樹	(東京大学)	WG2 幹事
関 健太郎	(国土交通省)	
高尾 篤志	(奥村組)	
高野 伸栄	(北海道大学)	
多田 直人	(国土交通省)	
玉井 誠司	(清水建設)	WG1 幹事
全 邦釘	(東京大学)	
中納 健太	(建設技術研究所)	
西村 徹	(国土交通省 国土技術政策総合研究所)	
新田 直司	(大成建設)	
平田 将一	(オリエンタルコンサルタンツ)	
廣瀬 健二郎	(国土交通省)	
福本 勝司	(大林道路)	
榎谷 有吾	(国土交通省)	

松下 文哉	(東京大学)	WG3 主査
松實 崇博	(国土交通省)	
松村 泰行	(長大)	
見波 潔	(村本建設株式会社)	
宮岡 香苗	(東京大学)	
宮崎 尚人	(大成建設)	
宮崎文平	(三菱総合研究所)	
元村 亜紀	(大林組)	
門間 正拳	(東日本高速道路)	
山下 淳	(東京大学)	
矢本 貴俊	(東京大学)	
吉澤 和明	(電源開発)	
渡邊 玲恵子	(宇都宮大学(元))	

(2022年9月～2024年5月、一部期間を含む)

1. はじめに

1.1 委員会設置の背景と目的

1.1.1 背景

生産性革命プロジェクトにおいて建設産業の本格的な i-Construction への転換が加速している。i-Construction は、インフラの計画・調査・測量・設計から施工・検査，さらには維持管理・更新までのあらゆる建設プロセスにおける三次元モデル，ICT，IoT，AI，空間情報処理技術等（以下、高度情報化技術・システム）の活用による建設生産管理システムの変革への取り組みである。

土木学会建設マネジメント委員会においても，2018 年度に特別小委員会「i-Construction 小委員会」が設置され，2020 年 6 月に第 1 期の活動成果，2022 年 7 月に第 2 期の活動成果を取りまとめた。本報告書は第 3 期と位置付けられる 2022 年 8 月から 2024 年 7 月までの活動成果を取りまとめたものである。

1.1.2 目的

本小委員会の設立時の目的は，下記の活動を産官学の連携の下で行うことであった。

- ① 高度情報化技術・システムの開発と活用
- ② 建設生産管理プロセスにおける新たなマネジメント体系（手法、しくみ）の開発
- ③ その体系に基づいて実際にマネジメントする技術者の役割の明確化と必要な能力開発等

第 1 期においては，上記を達成するために，

1. インフラ事業のプロセスにおいて，三次元モデル，BIM/CIM，ICT，IoT，AI，空間情報処理技術等を活用することにより実現可能なインフラマネジメントシステムの将来像を描くこと
2. 世界の多様な分野における最新技術の動向を調査すること
3. 目標とする将来像を実現するために必要な研究を行い，その成果を社会に還元すること

を目指した。第 2 期においては，第 1 期で得られた成果を基に，引き続き検討すべき重点課題として下記の 3 つを挙げた。

1. 職能，人材育成，教育
2. 社会制度，建設生産管理システム，社会実装
3. 協調領域，デジタル・プラットフォーム，国際標準

第 3 期においては、これらの成果を踏まえ、小委員会が社会実装の主体となって取り組む事項に沿って下記 4 つの課題に取り組むこととして、それぞれ WG を設置した。

- [WG1] 実際の設計～施工 BIM/CIM モデル連携の検証，三者協議の支援
- [WG2] BIM/CIM モデルの供用・維持管理段階の活用
- [WG3] 建設業の AI モデル，ブロックチェーン等を用いたシステム開発
- [WG4] メタバース等を活用した本邦建設技術の技術伝承，国際展開，他業種連携

各 WG の設置目的および活動内容は下記の通りである。

[WG1] 実際の設計～施工 BIM/CIM モデル連携の検証，三者協議の支援

建設生産プロセスにおいては、プロジェクト全体の効率化と品質向上を図るために、データの一貫性と正確性の保持，異なるフェーズや関係者間でのスムーズなデータ移行・連携が求められる。すなわち、BIM/CIM を用いた情報マネジメントのあり方を模索することが必要である。

そこで、WG1 では、実プロジェクトをユースケースとして、建設生産プロセスにおけるデータ連携や引き渡しに必要な仕組みについて検討を行った。

具体的には、現状、受注者が BIM/CIM の活用方法等を提案し、作成している BIM/CIM 実施計画書に対して、発注者自らが BIM/CIM の活用方針を指示する、いわゆる EIR（発注者情報要件）を例示することとした。この EIR を作成するために必要な要件（能力や留意点）を示し、EIR を前提とした BIM/CIM を用いた情報の流通によって、事業マネジメントの高度化を図ることを目指した。

また、工事発注後に実施している三者会議は、発注者、設計者、施工者が集う貴重な機会である。そこで、この場を様々な情報共有の場とする機会と捉え、事業課題や EIR の意図などを共有する場と出来ないか試行してみた。

これらの試行を通じて、BIM/CIM を情報プラットフォームとして活用するための仕組みや留意点等を具体的に洗い出すことを目的として、活動を行った。

[WG2] BIM/CIM モデルの供用・維持管理段階の活用

維持管理段階で BIM/CIM, GIS を有効に活用するには、データの信頼性，整合性，不完全性，多様性等，様々な課題に対処する必要がある。そのためには、データベースの基本設計に加えて、関与する多くの主体の構築と活用のプロトコルを定めていく必要がある。WG2 においては、これらの検討の第一歩として、維持管理段階における BIM/CIM 活用事例調査を行うとともに、高速道路を対象とした災害時の活用についての検討を行う。具体的には、以下の 2 つを目的とした。

- ① WG 委員の実務経験に基づいた維持管理段階での BIM/CIM 活用事例を調査・共有し、その効果や課題を把握すること

- ② NEXCO 東日本で高速道路管理のために実際に運用されている「危機管理 GIS」を対象とし、災害などの緊急時に活用するためのシステムやデータの要件を整理し、これらを統合・連携するための方法の検討や工数（費用）を例として試算すること

[WG3] 建設業の AI モデル、ブロックチェーン等を用いたシステム開発

WG3 の活動目的は、AI などの新技術の具体的な活用事例を示し、必要な枠組みを明らかにすることで、ユーザー主導の開発を促進し、新技術の利用を促進することである。具体的なユースケースを設定し、プロトタイプの開発を行うことで、建設施工現場における新技術の実装の容易さを示しました。また、生成 AI を活用してユースケースの提示を行い、ユーザーが新技術を効果的に利用できるようにした。

WG3 では、AI 等のエマージングテクノロジーを土木技術者が利活用可能な環境を整備する特色ある実践例として、活動報告書自体を対話的に生成する i-Con WG3 Navigator を開発した。

[WG4] メタバース等を活用した本邦建設技術の技術伝承、国際展開、他業種連携

WG4 では、現在は黎明期ではあるものの 2030 年には世界規模で約 79 兆円市場まで成長すると言われている「メタバース」について、建設業における活用の可能性を以下の視点で情報収集と検討を行った。

1. 他業種における活用事例調査
 - ・ メリット、デメリットおよび課題の整理
2. 建設業における設計、施工、維持管理の各段階における活用の検討
 - ・ 各段階をシームレスに繋ぐための基盤としてメタバースを考えた場合、どのような情報を共有すると効果的か
3. 4DBIM との違いとメタバース活用の優位性
 - ・ 4DBIM の利用においても合意形成、シミュレーションツールとして活用は可能だが、メタバース空間から得られる情報をどのように利用したら良いか
4. メタバースを活用することによる評価
 - ・ 活用による生産性向上の評価はどのように考えるべきか

本報告書は WG 毎に Part 1~4 に分けて構成されている。各 Part において、WG の活動内容と調査研究成果を報告するものである。

1.2 小委員会活動の概要

(1) 小委員会の開催実績（第3期）

本小委員会（第3期）は2022年9月より2024年5月まで計8回開催された。開催実績と主な議事は下記の通りである。

2022年度第1回小委員会：2022年9月29日

- 委員紹介
- アンケート回答結果
- 第Ⅲ期活動方針について

2022年度第2回小委員会：2022年12月6日

- WGの設置について
- 今後の進め方について
- 各WG討議

2022年度第3回小委員会：2023年2月16日

- 委員の交代について
- WG報告

2023年度第1回小委員会：2023年4月18日

- 委員の交代について
- WG報告
- 第4回 i-Construction シンポジウムの論文公開について

2023年度第2回小委員会：2023年9月15日

- 委員の交代について
- WG報告

2023年度第3回小委員会：2023年12月12日

- 委員の交代について
- WG報告

2023年度第4回小委員会：2024年2月13日

- WG報告
- 2023年度第5回 i-Construction シンポジウム講演概要のJ-Stage 登載について

2024年度第1回小委員会：2024年5月27日

- WG報告
- 2024年度第6回 i-Construction シンポジウムの準備について

(2) i-Construction の推進に関するシンポジウム

本小委員会では、その研究活動を社会に発信すると共に、現在多くの主体によって実施さ

れている i-Construction 研究の成果を広く共有する機会を設けるため、「i-Construction の推進に関するシンポジウム」を建設マネジメント委員会主催行事としてこれまで計 6 回企画しており、内第 3 期において計 2 回を開催した。シンポジウムにあたっては、基調講演に加え、一般論文を募集し、研究発表会を開催した。第 3 期に開催した各シンポジウムの詳細は下記の通りである。

第 5 回「i-Construction の推進に関するシンポジウム」

2023 年 7 月 19 日 9:00~16:50 於：土木学会講堂他（オンライン配信）

シンポジウム次第：

- 小委員長挨拶
- 基調講演「i-Construction と DX 推進」
国土交通省大臣官房 森下博之 参事官(イノベーション)
- 小委員会各 WG 報告
- 投稿論文発表（計 39 編）
発表セッション・テーマ名：
 - 1) データプラットフォーム
 - 2) 計測／新技術開発
 - 3) VR／AR、メタバース、デジタルツイン
 - 4) システム設計／開発
 - 5) 仕組み検討
 - 6) BIM／CIM
 - 7) AI・IOT
 - 8) 点検・補修
 - 9) 実施事例／活用事例

第 6 回「i-Construction の推進に関するシンポジウム」

2024 年 7 月 23 日 9:00~16:50 於：土木学会講堂他（オンライン配信）

シンポジウム次第：

- 小委員長挨拶
- 基調講演「インフラ DX・i-Construction2.0 の推進について」
国土交通省大臣官房 森下博之 参事官(イノベーション)
- 小委員会各 WG 報告
- 投稿論文発表（計 39 編）
発表セッション・テーマ名：
 - 1) 最新計測手法
 - 2) 省人・自動化施工

- 3) シミュレーション
- 4) 仕組み検討
- 5) BIM/CIM
- 6) AI・IoT
- 7) 点検・補修
- 8) 実施事例/活用事例



第2編 WG 1 報告書

「建設生産プロセスにおける情報マネジメントに向けて」

目次構成

1. はじめに	1
1.1 背景	1
1.2 目的	1
1.3 あるべき姿	1
1.4 本WGでの取り組み内容	3
2. EIRの活用	5
2.1 現状の課題と対応方針	5
2.2 試行内容	7
2.2.1 概要	7
2.2.2 対象事業	7
2.2.3 EIRの構成と記載事項のポイント	7
2.2.4 BEPの目次構成例と記載事項のポイント	11
2.3 ヒアリング内容	15
2.3.1 ヒアリング目的	15
2.3.2 ヒアリング項目・結果	15
2.4 本試行とヒアリングで受けた気づき・方向性	17
2.4.1 EIRとBEPの試行で得られた気づき	17
2.4.2 ヒアリングで得られた気づき	18
2.4.3 EIR活用に対する方向性	19
3. BIM/CIMを用いた三者会議	20
3.1 現状の課題と対応方針	20
3.1.1 運用方針	20
3.1.2 課題	21
3.2 試行内容	22
3.2.1 概要	22
3.2.2 対象事項	22
3.2.3 三者会議デモにて取り扱ったテーマ	22
3.3 ヒアリング内容	22
3.3.1 ヒアリング目的	22
3.3.2 ヒアリング項目・結果	23
3.4 本試行とヒアリングで受けた気づき・方向性	24

3.4.1	本試行とヒアリングで受けた気づき	24
3.4.2	今後の方向性	25
3.4.3	検討しておくべき事項	26
4.	結論と提案	28
4.1	結論	28
4.1.1	発注者支援による情報マネジメントの充実・高度化	29
4.1.2	三者会議による情報マネジメントの充実・高度化	30
4.1.3	情報マネジメントに対するEIRの活用方法	31
4.1.4	情報マネジメントに対するBIM/CIM活用の認知度向上	32
4.2	提案	32
4.2.1	情報マネジメントに対する仕組み, ツール, マインド・スキル	33
4.2.2	これらを有効にする視点や留意点	34
WG1	委員構成	36

参考資料

1. はじめに

1.1 背景

現状において、BIM/CIM の使用方法や適用範囲は、受注者（施工会社やコンサルタントなど）の提案や意向をもとに決定されている。例えば、設計段階では 3D モデルによる構造物の可視化や関係者との早期合意形成に向けた活用、施工段階では工事の進捗管理や品質管理など、BIM/CIM が各フェーズで個別に利用されている。

一方、建設プロジェクトにおいては、BIM/CIM を情報プラットフォームとして利用することで、設計、施工、運用の各フェーズにわたって情報を統合・共有することが期待されている。しかしながら、ソフトウェアやツール間でデータの形式や構造が異なる点（データの互換性の問題）、プロジェクトの各段階で使用されるデータが更新されず、古い情報が引き継がれ、設計ミスや施工ミスが発生する点（情報の一貫性の欠如）、データの整理や保存が適切に行われず、必要な情報が見つからない、またはアクセスできない状況が発生する点（データ管理の不足）など、情報管理の点で多くの問題が存在している。

1.2 目的

建設生産プロセスにおいては、プロジェクト全体の効率化と品質向上を図るために、データの一貫性と正確性の保持、異なるフェーズや関係者間でのスムーズなデータ移行・連携が求められる。

すなわち、BIM/CIM を用いた情報マネジメントのあり方を模索することが必要と考えている。

そこで、本 WG では、実プロジェクトをユースケースとして、建設生産プロセスにおけるデータ連携や引き渡しに必要な仕組みについて検討を行った。

具体には、現状、受注者が BIM/CIM の活用方法等を提案し、作成している BIM/CIM 実施計画書に対して、発注者自らが BIM/CIM の活用方針を指示する、いわゆる EIR（発注者情報要件）を例示することとした。この EIR を作成するために必要な要件（能力や留意点）を示し、EIR を前提とした BIM/CIM を用いた情報の流通によって、事業マネジメントの高度化を図ることを目指した。

また、工事発注後に実施している三者会議は、発注者、設計者、施工者が集う貴重な機会である。そこで、この場を様々な情報共有の場とする機会と捉え、事業課題や EIR の意図などを共有する場と出来ないか試行してみた。

これらの試行を通じて、BIM/CIM を情報プラットフォームとして活用するための仕組みや留意点等を具体的に洗い出すことを目的として、本 WG の活動を行った。

1.3 あるべき姿

事業マネジメントにおいて情報マネジメントの重要性を認識し、この情報マネジメントに BIM/CIM を活用することが、情報の一貫性、正確性の点で有効であると考えている。

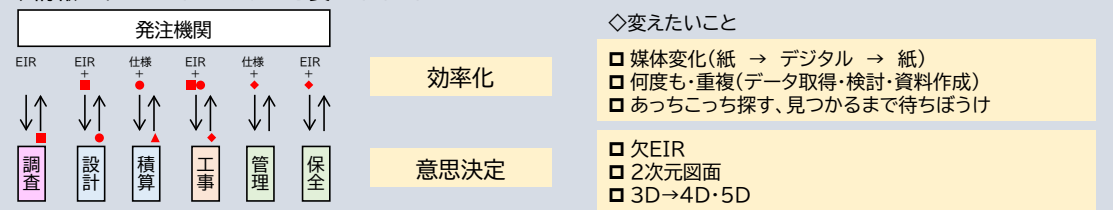
我々は、情報マネジメントのあるべき姿を次のように捉えている。

- ・判断すべき事項や創出すべき成果に対して、その根拠となる情報（仕様、数量、制約、履歴等）が整理・管理されている
- ・後工程に引継ぐべき情報が特定、加工できる媒体として記録されている

◆情報マネジメントのあるべき姿

- 判断すべき事項・創出すべき成果に対して、その根拠となる情報（仕様・数量・制約等）が整理・管理されている
- 後続に引継ぐべき情報が特定され、その情報（品質、仕様、履歴等）が加工できる媒体として記録されている

◆情報マネジメントのあるべき姿のポイント



◆得られる効果

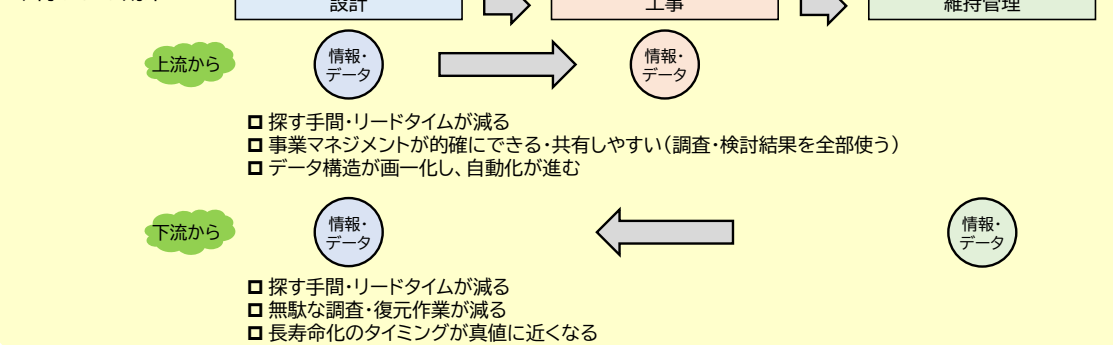


図 1-1 情報マネジメントのあるべき姿

あるべき姿を実現することによって、情報連携による発注者のデータ検索に要する手間が削減でき、発注者の異動があっても効率的に情報が伝達できるようになる。

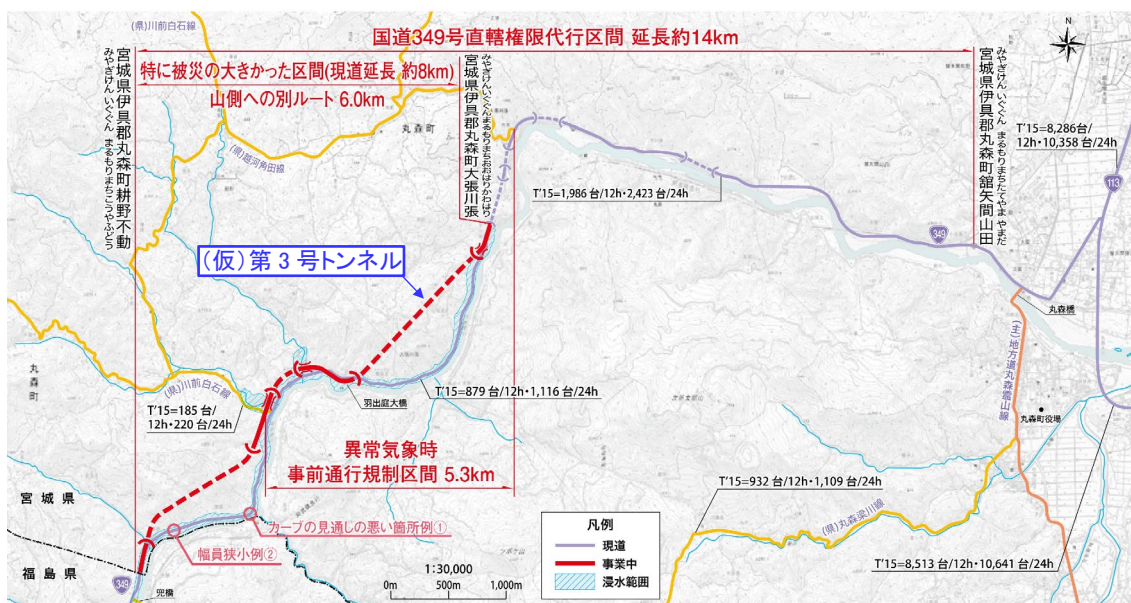
また、事業マネジメントの観点から、事業主体者、すなわち発注者が事業上の課題の優先度や重要度を判断し、受注者に対応を指示することが望ましい。この事業課題の対応に BIM/CIM が有する 3 次元視覚機能や情報マネジメント機能が効果的であると考えており、発注者が事業マネジメントの一環として BIM/CIM の活用方針を示すことが期待される。この考え方に基づいて建築のプロジェクトでは、事業主体者が事業を進めるうえで必要なことを踏まえ、EIR として BIM/CIM の活用方針を示している。土木のプロジェクトにおいても同様の仕組みを導入することで、事業マネジメントの高度化に寄与し、結果として BIM/CIM の一貫した利用に繋がり、あるべき姿に近づくことが出来るのではないかと考える。

1.4 本WGでの取り組み内容

本WGでは、令和元年東日本台風により被災した宮城県伊具郡丸森町内の「国道349号」のうち、山岳トンネル建設事業（災害復旧事業）をユースケースとして、設計・施工における情報連携の円滑化、確実性等を目的としたEIRとBEP（BIM/CIM実施計画）を作成した。また、BIM/CIMを用いた三者会議を試行し、これらについて発注者との意見交換を行った。

□ ユースケースの事業概要

- ・事業内容：宮城県丸森町内における災害復旧事業
- ・発注者：東北地方整備局宮城南部復興事務所
- ・事業概要：（仮）第3号トンネル延長L=1,893m
- ・設計会社：（株）オリエンタルコンサルタンツ（令和2年度）
- ・施工会社：前田建設工業（株）（令和3年3月～令和6年8月）
- ・BEP：BIM/CIM活用業務【発注者指定型】，BIM/CIM活用工事【発注者指定型】
- ・位置図：図1-2のとおり



出典：宮城南部復興事務所ホームページ（一部加筆）

図1-2 ユースケースとした事業位置

具体には、ユースケースに対して事業課題を5つ仮定し、EIRを作成した。EIRは、目的や適用業務/工事に関する情報等の雛形を作成するとともに、仮定した事業課題に応じて、解決を要請する内容や情報連携を図るべき内容を活用項目として取り纏めた。

また、既に設計コンサルタント及び施工会社がBIM/CIM実施計画書を作成していたが、仮にEIRが示されたとして当該BIM/CIM実施計画書がどのように充実するのか当WGで

加筆修正を試みた。

三者会議については、ユースケースに対する事業課題を一つ取り上げ、従来通りドキュメントベースの資料での説明と BIM/CIM を用いた説明の 2 通りを行い、その違いを発注者に直に体験頂いた。

これらの取り組みについて、当該事業を進める発注者と意見交換を行い、実情や課題等を探った。

さらに、発注者との意見交換から見えてきた情報マネジメントに対する今後の方向性について当 WG の提案として検討した。

2. EIR の活用

2.1 現状の課題と対応方針

BIM/CIM を活用する業務あるいは工事においては、表 2-1 に示すような特記仕様書に BIM/CIM を活用することを指示する記載がある。これに基づいて、受注者は、実施内容を検討し、BIM/CIM 実施計画書として発注者と合意する。この場合、図 2-1 に示すように受注者の意向に基づいて、BIM/CIM 活用内容が定まる傾向となる。受注者の意向で活用内容が決定される風潮では、事業全体を俯瞰した意思決定が行えないため、設計と施工での活用方法の連携や情報の管理方法などが統一できない。そのため、建設生産プロセスの中で多様な関係者が一貫した思想の元で情報を活用・管理できないことが問題である。また、業務や工事の成果物は、電子納品要領に沿って発注者に提出されるため、ある事象（課題や対応結果）に関する情報を引き出すためには、多数の電子納品データから情報を検索する必要がある。更に、メールでやり取りされただけの電子納品されていないデータの検索は、困難を極める。

これらの問題を解決するために、次の3つの課題に対応する必要がある。

- ・ 多様な関係者間でいかに情報の共有を図るか
- ・ 情報共有の方法をいかに受注者に対して指定するか
- ・ 事業の推進で障壁となるリスクをいかに抽出して受注者に解決を促すか

以上の3つの課題への対応方針を以下に示す。

- ・ 事業で取り扱う情報に対して一貫した方針が必要であり、BIM/CIM の活用内容や事業関係者と共有すべき情報、後続プロセスのために蓄積すべき情報要件を明確にする
- ・ 事業の特性や課題に対して、BIM/CIM の活用方針を示すことが出来れば、受注者がより高度な技術力を発揮して、課題を解決できるようになる。
- ・ このようなことを定めた指示書があれば受発注者の協議が円滑に進むと考えられ、建築事業では、発注者情報要件（Employer's Information Requirements）がこれに該当する。したがって、土木事業においてもこの発注者情報要件を用いることが考えられる。この発注者情報要件（Employer's Information Requirements）を EIR と称す。
- ・ EIR への対応方針について、BIM/CIM 等を用いて実施する事項を BIM/CIM 実施計画書（BIM/CIM Execution Plan）として受注者に提出を求め、実施事項の詳細を協議・決定する。この BIM/CIM 実施計画書（BIM/CIM Execution Plan）を BEP と称す。

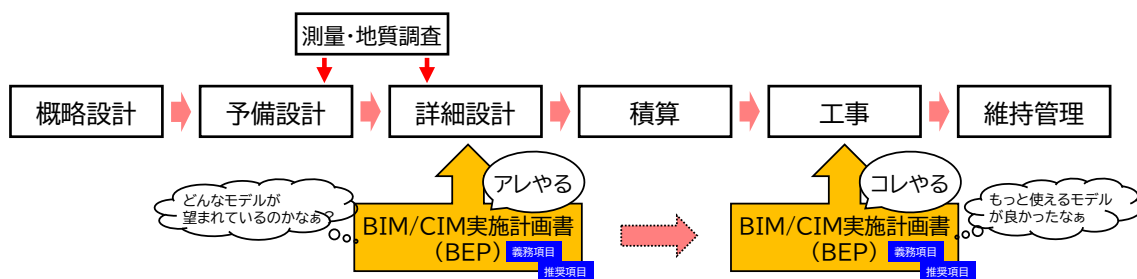
本対応方針によって、次の効果が得られると考えている。

- ・ EIR を活用して情報を加工できる媒体として整理するように求めることで、プロセス間の情報連携が実現し、発注者の情報検索に係る手間の大幅な削減を図る。
- ・ EIR と BEP によって、発注者が真に必要とする事業の推進で障壁となるリスク解決につながるかどうかを協議・共有することができる。

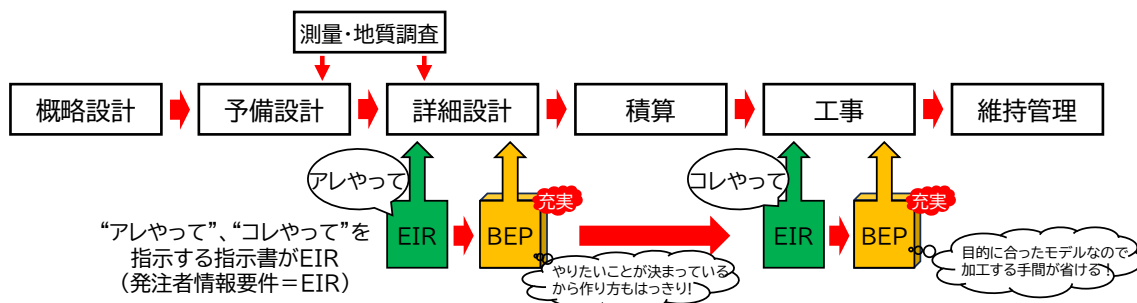
本章では、図 2-2 に示す建設生産プロセスにおける「情報マネジメントのあるべき姿」に向けて必要と考えている EIR を作成したので、その内容を解説する。また、EIR はユースケースを元に作成したので、ユースケースの事業管理者である「国土交通省 東北地方整備局 宮城南部復興事務所殿」へ EIR に関する感想を伺った。そのヒアリング結果を元に、得られた気づき及び今後の方向性を示すものである。なお、試行として作成した EIR 及び BEP は巻末の参考資料に付すこととし、本章では着目するポイントと作成方法を示す。

表 2-1 現行の BIM/CIM に関する記述のまとめ

主な用途	活用項目	仕様書への反映例			項目を発注者が選定
		A(設計)	B(設計)	C(設計)	D(工事)
可視化による理解促進	・関係者での全体イメージ共有 ・事業計画の検討 ・2次元図面理解への補助	○ ○	○	○ ○ ○	○ ○
支障の有無の確認	・干渉やずれ等の確認 ・現場条件の確認	○		○ ○	○ ○
施工管理への活用	・施工ステップの確認 ・出来形計測、管理等への活用	○		○	○ ○



2-1 現行の BIM/CIM の活用フロー



2-2 BIM/CIM の活用で目指すフロー

2.2 試行内容

2.2.1 概要

EIR とは、前節にて記載した通り発注者情報要件 (Employer's Information Requirements) であり、BIM/CIM の活用内容や事業関係者と共有すべき情報、後続プロセスのために蓄積すべき情報への要件を明確にする、受注者に向けた BIM/CIM に関する仕様書である。作成する EIR によって、どのような事項を実施し、情報マネジメントによって実現したい事象について、方針・目的を記載し、受注者が実施すべき事項を明確にすることを目的とする。

情報マネジメントによって実現したい事象とは、例えば、事業を進めるにあたって想定されるリスクの解決に向けた方針や、事業関係者と共有すべき情報や後続プロセスのために蓄積すべき情報などである。これら情報の要件には、3次元モデルに求める要件や情報の付与方法、使用するソフトウェアの具体、データ共有環境の方法などが挙げられる。

BEP とは、前節にて記載した通り EIR を受けて受注者が具体的な実施事項に関する検討を行い、発注者に対して提出する書類である。発注者が考える事業特有課題への受注者としての認識や課題への具体的な対応内容、実施体制、工程計画などを記載することになる。

本節では EIR と BEP の構成と各項目における記載のポイントを示し、その具体的な内容をユースケースの一部で例示する。

2.2.2 対象事業

ユースケースとした対象事業の概要を以下に示す。対象事業の詳細は第1章にて記載した。

事業内容	: 山岳トンネル建設事業
発注者	: 東北地方整備局 宮城南部復興事務所
対象プロジェクト	: 丸森3号トンネル
トンネル延長	: L=1,893m

2.2.3 EIR の構成と記載事項のポイント

EIR は、前述した通り BIM/CIM の活用方針を、事業課題の解決の観点と情報マネジメントの観点から要求するものであり、方針・目的を示して受注者が実施すべき事項を明確にすることを目的としている。そのため、まず初めに EIR 自体の意義を明示することが必要となる。次に何の事業や業務に対する EIR なのかということを明示するために事業名称や工事場所、工期といった基本情報を記載する。更に、BIM/CIM の活用内容、事業関係者と共有すべき情報、後続プロセスのために蓄積すべき情報要件等を BIM/CIM 実施要件として記載する。

EIR の目次構成例を図 2-3 に示す。目次構成例の内、主な記載事項のポイントを以下に示

す。

なお、具体的に記載した EIR の例は、参考資料 1 として巻末に閉じている。

目次構成	
1. EIRの目的 1.1 目的 1.2 EIRへの対応	} 本EIRの目的、受注者に求めるBEP提出、BIM/CIM実施によって実現したいことを明確化
2. 業務/工事情報 2.1 事業名称 2.2 業務/工事名称 2.3 工事場所 2.4 業務/工事開始日 2.5 業務/工事終了日	
3. BIM/CIM実施要件 3.1 取り組み内容	} 事業の特長に関わらず、全ての事業で求める対応事項
3.1.1 基本事項	
3.1.2 事業特有課題	
3.1.3 情報要件 (1)貸与品 (2)打合せ計画 (2)モデル作成範囲 (3)詳細度 (4)属性情報	} 取り組み内容に応じてBIM/CIM作成に求める詳細事項
3.1.4 管理方針 (1)適用基準 (2)体制	
3.1.5 技術要件 (1)使用ソフトウェア (2)データ共有環境(CDE)	

図 2-3 EIR の目次構成例

(1) EIR の目的

作成する EIR がどの事業の何の業務/工事に対する要件なのか、実現したい事象の位置づけを記載するとともに受注者に求める対応事項を記載する。

(2) 基本事項

事業の特徴に関わらず全ての建設事業で対応が必要となる基本事項を記載し、建設事業全体として情報マネジメントを向上させることを目的とする。記載する具体的事項は下記とする。

3次元モデルを用いて、3次元の視覚効果を活用しつつ、測量・業務・施工等の各段階における判断すべき事項や創出すべき成果に対して、その根拠となる情報（仕様・数量・制約等）の整理、管理を行う。

また、後続に引継ぐべき情報（品質、使用、履歴 等）を特定し、後続の各段階にて加工できる媒体として記録、保管する。

これらの情報を蓄積しながら、長期的な視野でインフラ施設の計画から維持管理・運用までの建設生産プロセス全体を包括的に管理し、事業全体にわたる関係者間の情報共有を容易にすることで将来のアセットマネジメントに貢献する。

実施事項は以下の通りとする。

- ✓ 3次元モデルの作成・更新 :
 - ・建設生産プロセスに活用するための3次元モデルの作成または更新
- ✓ 3次元モデルの照査 :
 - ・BIM/CIMモデルと2次元図面（設計図書）との整合の確認
- ✓ 3次元モデルと属性情報の納品 :
 - ・前段階から受け渡された属性情報（測量・地質情報）の更新
 - ・後段階に引継ぐべき属性情報（判断根拠，合意形成に関する情報）の保管

（3）事業特有課題

事業特有課題とは，それぞれの事業で生じる特有の課題である。

従来の特記仕様書では，すべての事業で活用できるように一般的な BIM/CIM の活用内容が記載されているのみで，事業において真に想定されるリスクを回避するための指示事項となっていなかった。

EIR で事業特有課題を明確にすることによって，発注者が解決を要請する内容を具体化すると共に，受注者が意図を汲み取ったうえで自社の技術力を発揮し，より効果的に課題を解決に導くことを目的とする。

事業特有課題の記載は，現地状況や想定されるリスクを記載し，課題解決のための要求事項を記載する。

当 WG では，ユースケースの各種条件を鑑み，表 2-2 に示す事業課題を抽出し，EIR を作成した。本章では，代表例として環境影響リスクについての事業特有課題を解説する。

表 2-2 対象現場で抽出した事業課題

事業課題(案)	情報連携モデル					
	調査	設計	積算	施工	維持管理	
地質リスク	←----- ----- ----- ----- -----→					
環境影響リスク		←----- ----- ----- ----- -----→				
施工手順・施工計画		←----- ----- ----- ----- -----→				
設計・積算・設計変更連携		←----- ----- ----- ----- -----→				
施工情報・品質情報				←----- ----- ----- ----- -----→		

本トンネルのルートは、宮城県伊具郡丸森町耕野字沼地先～伊具郡丸森町大張川張字館地先を通過する計画で、起点側の坑口周辺には、坑口からおよそ 200～400m の距離に 2 軒の家屋が存在している。

また、本トンネルの掘削方式は発破掘削を想定していることから、これら家屋及び住居人に騒音・振動の影響が及ぶ可能性を懸念している。

以上より、本事業においては、トンネル工事に対する騒音・振動の影響が近隣住民等に与える影響を適切に予測し、必要な対策を講じつつ、近隣住民の生活を脅かすことなく施工を完了させることを事業課題として捉えている。

そのため、設計段階では、トンネル工事における騒音・振動の程度を概略検討し、影響が受忍限度等を超えると想定される場合は、その対応方針を検討すること。

特に、騒音は地形の起伏によって影響の及ぶ範囲や影響度合いが坑口からの距離と異なる可能性があることから、地形の起伏を 3 次元的に考慮した影響予測手法を用いること。また、影響予測結果と地形の起伏との関係を視覚的に把握するため、対象とする家屋を明示した上で影響予測結果をヒートマップとして BIM/CIM に重畳すること。なお、想定する防音扉等の対策設備があれば影響予測に織り込み、仕様を BIM/CIM に重畳すること。

更に、影響予測検討に用いた条件、家屋等の現地確認内容、近隣住民との協議内容等について、BIM/CIM の属性に付与して、施工段階で設計内容を把握できるようにすること。

施工段階に引き継ぐために有効となる情報については、受注者からの提案に基づき、発注者との協議によって最終決定することとし、その内容を「BEP」に記載すること。

(4) 情報要件

情報要件では、取り組み内容に応じて発注者から受注者への貸与品、打合せ計画の考え方、モデル作成範囲、詳細度、属性情報の付与方法などを記載する。

代表例として環境影響リスクについてのモデル作成範囲及び詳細度、属性情報を以下に示す。

◆モデル作成範囲

騒音・振動の影響予測検討を実施するため、「3.1.1 基本事項」を満足した上で坑口部及びトンネル部分、仮設ヤード、対象となる民家の位置を含む周辺の地形をモデル作成範囲とする。また、受注者側で作成範囲の提案がある場合は、発注者と協議した上で、決定した事項を BEP に記載すること。

◆詳細度

騒音・振動の影響予測検討を実施するために、「3.1.1 基本事項」を満足した上で、必要となる詳細度を以下の目的に従って設定し、BEP にて提案すること。また、受注者側の希望に

よって詳細度を設定したい場合は、発注者と協議した上で、決定した事項を「BEP」に記載すること。本事業特有課題に対しては、基本の詳細度を 100～300 とし、下記事項を満足できるものとする。

・坑口部及び仮設備から発生する騒音・振動を評価できるように坑口部，トンネル部分，覆工部分，仮設備，対象家屋をモデル化すること

◆属性情報

騒音・振動の影響予測検討の条件及び結果をモデルに属性情報として反映すること。また，地元協議結果等の情報及び施工段階に引き継ぐために有効となる情報は外部参照とするが，該当する箇所のフォルダ・ファイル名・該当ページを属性情報としてプロパティに付与することを原則とする。具体的な情報付与方法については，発注者と協議した上で，決定した事項を「BEP」に記載すること。

2.2.4 BEP の目次構成例と記載事項のポイント

BEP は，前節にて記載した通り BIM/CIM 実施計画書（BIM/CIM Execution Plan）であり，EIR を受けて受注者が BIM/CIM の活用内容，事業関係者と共有すべき情報や後続プロセスのために蓄積すべき情報への対応方法，事業特有課題に対応する具体的実施事項を受注者が発注者に提出することを目的とする。

そのため，まず，業務/工事の概要とともに，EIR に対する実施事項の概要と事業特有課題の認識を記載する。次に実施事項を実現するための体制及び工程計画を記載する。更に，BIM/CIM に関する具体的な実施事項を明記すると共に，受注者が発注者に提出する成果品に関する情報を記載する。

BEP の目次構成例を図 2-4 に示す。従来の BEP では，受注者自身が BIM/CIM の活用内容を提案していたため，事業を進めるにあたって真にリスクとなりうる事項への対応や情報マネジメントに関する記載が行われなかった。これに対して EIR の提示によって，一貫した目的に沿った BIM/CIM の実施事項が定まることを期待している。EIR の有無に伴うメリットについては次項に示す。ここでは，目次構成例の内，主な記載事項のポイントを以下に示す。

なお，具体的に記載した BEP 例は，参考資料 1 として巻末に閉じている。

目次構成	
1. 業務/工事概要 1.1 業務/工事の目的 1.2 業務/工事概要	BEPの目的、EIRに対して実施する事項の概要を明確化、事業特有課題への認識も明記
2. 担当者の配置 2.1 BIM/CIM担当技術者 2.2 体制組織図	BEPで記載する実施事項を実現するための体制を構築していることを明記
3. 工程計画	BEPで記載する実施事項に応じた作業手順や打合せ計画を含めた工程計画を明記
4. BIM/CIMに関する実施事項 4.1 実施目的 4.2 実施内容 4.3 BIM/CIMの作成仕様 4.3.1 モデル作成範囲 4.3.2 詳細度 4.3.3 属性情報付与方法 4.3.4 BIM/CIMの格納 4.3.5 使用するソフトウェア 4.3.6 データ共有環境(CDE)	どのような事業特有課題に対応するか、実現したい事象への認識を明確化 事業特有課題への具体的な対応事項を明記 具体的な対応事項を実現するために必要となるモデルの作成仕様や情報付与方法、使用するソフトウェア・データ共有環境を明記
5. 実施成果 5.1 成果物一覧	

図 2-4 BEP の目次構成例

(1) 業務/工事の概要

ここでは表 2-3 に示すように事業特有課題への受注者としての認識を記載し、事業特有課題の解決に向けた実施事項と成果品の概要を記載する。

表 2-3 業務/工事の概要での記載事項

事業課題	<p>本トンネルのルートは、宮城県伊具郡丸森町耕野字沼地先～伊具郡丸森町大張川張字館地先を通過する計画で、起点側の坑口周辺には、坑口からおよそ 200～400m の距離に 2 軒の家屋が存在している。</p> <p>また、本トンネルの掘削方式は発破掘削を想定していることから、これら家屋及び住居人に騒音・振動の影響が及ぶ可能性を懸念している。</p> <p>併せて、トンネルの仮設備ヤードから発生する騒音についても、同様に住居人の受忍限度を超える可能性を懸念している。</p> <p>以上より、本事業においては、トンネル工事に対する騒音・振動の影響が近隣住民等に与える影響を適切に予測し、必要な対策を講じつつ、近隣住民の生活を脅かすことなく施工を完了させることを事業課題として捉えている。</p>
業務概要	<p>(1) 騒音・振動の概略影響予測結果の BIM/CIM への重畳</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地形の起伏を 3 次元的に考慮した影響予測手法 ・対象とする家屋の明示 ・影響予測結果をヒートマップとして属性情報として付与 <p>(2) 騒音・振動対策設備のモデル化</p>

	<ul style="list-style-type: none"> ・防音扉等 <p>(3) 騒音・振動の影響予測検討に関わるドキュメントの BIM/CIM モデルへの属性情報としての付与</p> <ul style="list-style-type: none"> ・影響予測検討に用いた条件 ・家屋等の現地確認内容 ・近隣住民との協議内容 <p>(4) 施工段階に引き継ぐ情報の BIM/CIM への付与</p> <ul style="list-style-type: none"> ・最終的な対策決定までの検討記録
BIM/CIM 設計成果物	<ul style="list-style-type: none"> ・周辺地形（騒音・振動の概略影響予測に用いる範囲） ・坑口部，トンネル部，仮設備，対象家屋 ・騒音予測結果を3次元モデルに重畳 ・騒音予測条件を3次元モデルに属性付与

(2) 担当者の配置

ここでは図 2-5 に示すように基本事項の履行と事業特有課題の解決に向けて必要となる実施体制を記載する。

役割	氏名	所属	資格	担当内容
全体統括	〇〇 〇〇	〇〇〇	〇〇〇	BIM/CIM の全体管理
モデル作成担当	〇〇 〇〇	〇〇〇	〇〇〇	BIM/CIM 作成指示
オペレーター	〇〇 〇〇	〇〇〇	〇〇〇	CAD オペレーター
	〇〇 〇〇	〇〇〇	〇〇〇	同上
	〇〇 〇〇	〇〇〇	〇〇〇	同上
照査責任者	〇〇 〇〇	〇〇〇	〇〇〇	BIM/CIM の照査

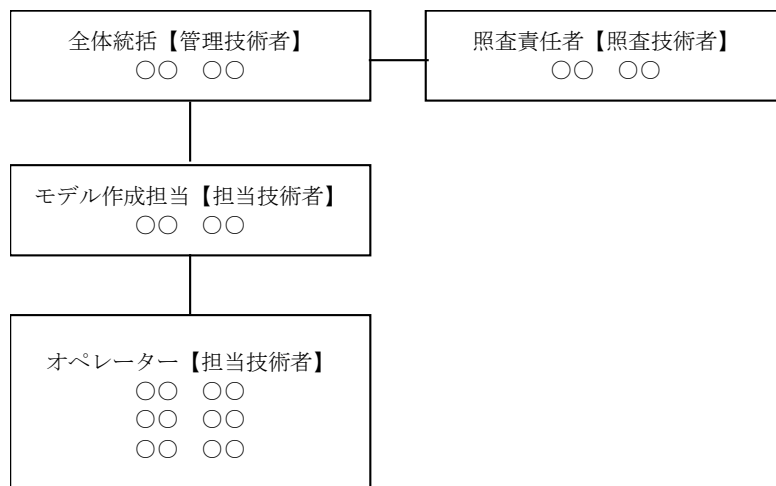


図 2-5 実施体制例

(3) 工程計画

ここでは事業特有課題の解決に向けたマイルストーンを抽出し、実施ステップを明確にすることで実現性のある計画を立案する。

自) 令和2年6月16日

至) 令和3年2月19日

項目	令和2年							令和3年	
	6	7	8	9	10	11	12	1	2
打合せ計画	①		②		③	④	⑤		⑥
影響予測検討		■							
対策検討					■				
地元協議							■		
成果品作成								■	

①検討内容確認段階：設計開始前に完成のイメージを共有すること

②設計条件確認段階：騒音・振動の影響予測検討を実施する上で必要な条件が充分であるかどうかを受発注者間で確認すること

③モデル確認段階：設計計算に基づくモデルについて共有すること

④対策検討段階：騒音・振動の影響予測検討結果に基づき講じられる対策について協議すること

⑤地元協議段階：上述した対策に関しての地元協議内容について共有すること

⑥成果品提出段階：最終的な成果品を報告すること（照査を含む）

図 2-6 工程計画例

(4) BIM/CIMに関する実施事項

ここではBIM/CIMの実施事項を具体的に記載する。実施事項と併せてモデル作成範囲、詳細度、地形データの精度、属性情報付与方法、ドキュメント情報の形式、データの格納方法、使用するソフトウェア、データ共有環境を具体的に記載することで発注者が求める要件と齟齬がないか確認することができる。

2.2.5 BEPの変化によるメリット

EIRに対応したBEPを作成することで、当WGが得られると考えているメリットを以下に示す。なお、本ユースケースでの試行を通じて、実感したメリットを記載している。

- ・ 発注者が事業特有課題に対する受注者の認識を確認でき、齟齬が発生しにくい
- ・ 事業特有課題を解決するための実施事項を受注者自身の工夫で設定できるため、より高度な技術力を発揮することができる
- ・ 事業特有課題解決のためのマイルストーンが明記されているため、3次元情報やドキュメント情報を含め、情報を計画的に整理することができる

- ・ EIR で情報連携を指定しているため、成果品が加工できる状態で納品され、多様な関係者間で閲覧が可能となり、発注者の情報検索の手間軽減が想定される

2.3 ヒアリング内容

2.3.1 ヒアリング目的

建設生産プロセスにおける情報マネジメントについて、「あるべき姿」を提案し、活用の具体的事例として EIR を検討した。そこで、ユースケースの実発注者である“宮城南部復興事務所”様に、検討した EIR を説明した上で、現状の発注手続きの課題や BIM/CIM に期待する事項などをヒアリングした。ヒアリングは、最前線で業務にあたっておられる事務所の方々に、EIR に対する感想と共に、EIR を作成することのメリットやデメリットを伺い、意見交換することを目的として行った。

2.3.2 ヒアリング項目・結果

ヒアリングでは、始めに現行の業務や工事発注の実態を把握することを目的とした質問を行った。次に、事業を進めるにあたって想定されるリスクを発注時点でどの程度 EIR に盛り込むことができるかを把握するために、事業課題への意識を把握することを目的とした質問を行った。続いて、事務所の方々が BIM/CIM に対して期待している事項を把握することを目的とした質問を行った。最後に当 WG が検討した EIR に対して、率直な意見を頂くことを目的とした質問を行った。

具体的な質問項目と質問に対する回答を以下に示す。

【①現行の業務や工事発注の実態を把握するための質問】

質問 1：現行の業務や工事発注への対応状況を把握するため、どの程度の作業量（日数）を要しているかを教えていただきたい。

回答 1：案件にもよるが 1～2 か月程度の作業量である。

質問 2：現行の業務・工事発注を実施するにあたってどの立場の人がどのようなことを実施しているかを把握するため、どの程度の体制を要しているか教えていただきたい。

回答 2：係員が作成し、係長⇒課長⇒副所長⇒所長と確認した上で発注となる。

質問 3：現行の業務・工事発注における課題を把握するため、手間がかかっている作業を教えてください。

回答 3：最も手間がかかっている作業は数量計算である。設計では大きな範囲で実施するが、工事では予算に合わせて発注のロットを微修正し、トライアンドエラーを繰り返すため。現在発注している工事は 2～3 年前の詳細設計業務のものが多く、2 次元図面から数量算出する作業については外注を活用して対応している。

【②事業課題への意識を把握するための質問】

質問4：発注段階において事業における課題をどの程度意識して発注作業を実施しているか把握するため、業務・工事発注や事業進捗における事業・技術的な課題をどの程度把握・理解されているか教えていただきたい。

回答4：事業監理業務を設計コンサルタントに対して発注し、事業における課題の抽出を実施している。担当者ベースでは報告書の内容を適切に把握し、理解している。

質問5：業務・工事発注に際して、抽出した事業における課題をどの程度意識して仕様書を作成しているか把握するため、事業・技術的課題解決に向けた内容を仕様書に対してどの程度盛り込んでいるか教えていただきたい。

回答5：発注段階において事業監理業務の課題や詳細設計業務の引継事項を読み込んで把握しており、施工段階に入る時点で発注条件確認のために上長と課題を共有している。

【③BIM/CIM に対する期待を把握するための質問】

質問6：WG 活動の参考にさせていただくため、BIM/CIM で解決できると良いと考える希望を教えていただきたい。希望に関しては現状できるかどうかという実現性は考慮せずに、期待を述べていただきたい。

回答6：施工会社側が BIM/CIM で解決できることを提示してもらった方が都合良い。実際に BIM/CIM を活用するのは施工会社側であって発注者側ではない。また、現状の職員にはモデルの仕組みが全く分かっていないので、何ができるのか、どのようなことを解決できるのか、どのような情報を付与することができるのかの想像ができず、鉄筋の干渉チェックや施工計画への活用ぐらいしか思いつかない。BIM/CIM に関して新たな知識を得るということもできていない状況である。このような状況の中での期待としては、予備設計から詳細設計、施工、維持管理と情報が伝達される中で属性情報として各段階で起きた内容を保存して関係者（その段階のコンサルタントや施工会社など）がこれまでの履歴を確認して検討すべき内容を把握してデータを連携していくことである。

質問7：発注者として必要となるであろう BIM/CIM リテラシーがあれば教えていただきたい。

回答7：リテラシーのレベル感についても想像が全くつかない。

質問8：発注者として BIM/CIM リテラシーを専門官・係長・係員など、どの立場の人が身につけるべきか教えていただきたい。

回答8：BIM/CIM や i-Construction の研修は係長クラス以下が対象で初級と中級がある。どの立場の人がこのスキルを身につけるべきかという考えは現状持っていない。

【④当WGで検討した EIR の感想を聞くための質問】

質問9：業務・工事発注のたびに事例としてご説明したような EIR を作成することへの率直な感想を教えていただきたい。

回答9：EIRとはこれまでリクワイヤメントと言われてきたものよりも詳細に記載したものと認識した上で、予備設計段階では設計コンサルタントから成果品として課題を出してもらう形にはできないか、詳細設計の段階であればプロポーザルで設計コンサルタントから課題を出してもらえるのではないかと考える。このような形であれば設計コンサルタントの技術力や経験から課題は把握できると想定され、その課題に対応してもらえる方が良いのではと考える。

今回の事業ではトンネルに起因して水枯れするかどうかの検討をしたかった。こういったことは地質調査段階で地質業者であれば課題を抽出できると考えている。その地質業者の意見を成果物として作成してもらい、発注者が課題認識して設計・工事段階において特記仕様書に記載するというのであればあえてEIRを作成する必要性はないように感じる。

発注者の担当者のスキルや経験が必ずしも求められるレベルにない上に、数年に一度転勤することとなるため、情報をより深く理解することは現実的ではない。専門性の高い設計コンサルタントがチェックリストのようなものを作成し、発注者が知りうる他の懸念事項と合わせてBIM/CIMの活用する項目を判断する方が現実的であると思われる。発注者自身がEIRを作成することは、発注者が気付かない課題が生じてしまうリスクがあるように思う。

詳細設計の発注時点で特記仕様書にEIRのたたき台を成果品として提出することを記載する程度が現実的ではないかと考える。施工段階まで進めば発注者側でも課題を特定することはできるかもしれないが、設計の初期段階でEIRに記載すべき課題を抽出できるほどの技術力はない。また、発注者はトンネル、橋梁など様々な工種に対応する必要があるため、EIRを作成するためには多くの専門性を有していなければならないと想定され、発注者が実行することは現実的ではないと考える。

2.4 本試行とヒアリングで受けた気づき・方向性

2.4.1 EIRとBEPの試行で得られた気づき

ユースケースに対してEIRとBEPを試行として作成し、得られた気づきを以下にまとめる。

今回試行したEIRとBEPでは、当WGにて議論を度々重ねながら作成に至った。特に事業特有課題の選定とそれに基づく実施内容をEIRで作りこむことに労力を要した。この経験より、EIR及びBEPの作成者には以下に示すスキルが必要であると考え。なお、本スキルは個人もしくは組織で保有しておけば良いものとする。

- ・ 道路、橋梁、トンネルなど工種に対する専門技術力（技術士相当が最低限）
- ・ 事業・各工種を俯瞰し、課題の大小、優先順位をつけるマネジメント力
- ・ 設計・施工・維持管理で必要となる情報に対する知識

- ・ 課題と対応方針を正確に示す論理的思考力と文章力
- ・ BIM/CIM のソフトで出来ることの基本的な理解

2.4.2 ヒアリングで得られた気づき

ヒアリングを実施し、得られた主な意見を以下にまとめる。

【①現行の業務や工事発注の実態】

- ・ 現状の発注で最も手間がかかっている作業は数量計算である。工事で予算に合わせて発注ロットを微修正するために2次元図面を基にトライアンドエラーすることに手間がかかっている。

【②事業課題への意識】

- ・ 事業における個別の業務/工事に対する課題については、設計コンサルタントに発注し、担当者ベースではその内容を適切に把握・理解しており、施工段階の発注条件確認の際に担当者と上長で課題を共有している。

【③BIM/CIM に対する期待】

- ・ 現状の発注者は、BIM/CIM は3次元モデル（立体的でわかりやすいもの）という認識から脱却できておらず、情報マネジメントのツールとしての可能性を共有できていないと思われる。
- ・ 発注者はBIM/CIM に関する専門知識をインプットできておらず、活用方針を示すことが難しいため、受注者側がBIM/CIM で解決できることを提示するような形態が望ましい。
- ・ 建設生産プロセスの各段階で得られた情報をそれぞれの関係者が確認することができるようなデータ連携を期待している。

【④当WGで検討した EIR への感想】

- ・ 発注者自身が EIR を作成することは能力的に難しい。建設生産プロセスの後続プロセスに想定される課題を上流側のプロセスを担当する受注者であれば抽出できるのではないかと考える。
- ・ 発注者は抽出された課題と受注者が実施可能な活用方法を確認し、総合的な観点で実施事項を判断する方が現実的である。

以上より、ヒアリングで得られた気づきを以下にまとめる。

- ・ 発注者自身が EIR を作成することは難しいため、各段階において専門性を有した受注者の成果の一つとして事業課題を抽出してもらい、その成果を取りまとめて事業全体を俯瞰しながら EIR の要件をまとめる役割を担う仕組みを構築する必要がある。
- ・ 事業特有課題に対して具体的な BIM/CIM の活用方法をマッチングできるように BIM/CIM 活用の事例やその効果等を認知させるような仕組みが必要である。

- ・ EIR を活用した情報マネジメントが、建設生産プロセスの中で発揮する効果を具体化し、これを周知することで BIM/CIM の認知度を向上させることが必要である。

2.4.3 EIR 活用に対する方向性

EIR では、建設生産プロセスの各段階で個別に作成されたデータを、次の段階へ引き継ぐことを可能とする情報要件を定義することに加えて、設計段階で事業特有課題を抽出・整理し、その情報を共通事項と合わせて後続プロセスへと伝達し、BIM/CIM を活用した課題解決への対応方針を明確にすることが求められる。

上述した試行とヒアリングで得られた気づきより、今後の EIR の活用に向けた方向性として以下に示す事項の実現が必要であると考え。

- ・ 発注者の現状を踏まえて適切に EIR を運用するために、職種別に高度な専門知識を有した技術者の発注者支援による情報マネジメントの充実と高度化を図るべきである。
- ・ 一貫、且つ統一した情報マネジメントの実現には、BIM/CIM をプラットフォームとした運用が近道ではないかと考えており、そのためには EIR の適用が必要である。
- ・ 情報マネジメントを適切に実施することによって、企画段階から調査測量、設計、施工、維持管理という長期間において、且つ、様々な関係者が参画する状況下で膨大な情報を容易に管理できるようになることが想定される。
- ・ BIM/CIM によって情報マネジメントの高度化が図れる点を踏まえ、事例ベースでの活用方法とその効果を分析し、情報マネジメントに対する BIM/CIM の認知度を向上させるべきである。

3. BIM/CIM を用いた三者会議

3.1 現状の課題と対応方針

当 WG では、第 1 章で示した「情報マネジメントのあるべき姿」を実現するためには、事業で取り扱う情報連携の方法として、3 次元視覚効果と情報格納機能を有する BIM/CIM を有効活用し、発注者、設計者及び施工者の三者間にて、工事着手前の設計・施工技術連絡会議（「以下、三者会議」）にて工事での課題の共有や課題に対する対応策を十分に理解することが有効なのではないかと考えた。

3.1.1 運用方針

三者会議の概要は、「設計・施工技術連絡会議（「三者会議」）運用方針（国土交通省）」は下記の通りである。

【目的】

設計・施工技術連絡会議（「三者会議」）における本来の目的としては、公共工事の品質確保及び円滑な事業執行を目的として、発注者、設計者、施工者（工事受注者）の三者が工事着手前等において一堂に会して、事業目的、設計思想・条件、関係機関等との協議状況等の情報の共有及び施工上の課題、新たな技術提案に対する意見交換等を行う場として開催するものである

【対象工事】

対象工事については、工事着手前に三者会議を 1 回以上開催されるものである。

- ①工期が 6 ヶ月以上の構造物を主体とする工事
- ②施工上の情報共有や意見交換等が必要な工事等、三者会議の導入効果が高いと判断される工事

【組織】

三者会議は、下記のメンバー構成を標準として開催される。

- ①発注者：当該工事の発注担当副所長(技)、工事発注担当課長、設計担当課長、担当出張所長 等
- ②設計者：当該工事設計業務の管理技術者、照査技術者、担当技術者 等
- ③施工者：当該工事の現場代理人、監理技術者(主任技術者)、担当者 等

【会議内容】

- ◎発注者から事業目的及び協議調整状況や現地条件等の工事全般に関する注意事項等の伝達を行う
- ◎設計者から設計業務の成果品により設計思想・条件等の伝達を行う
- ◎施工者から設計図書の照査を踏まえた現場条件又は施工上の課題、設計照査結果や仮設計画等に関する事、及び新技術の提案等の説明を行う

3.1.2 課題

現行の三者会議は、図 3-1 に示すように設計不整合を確認することが主体となっており、本来の目的である公共工事の品質確保及び円滑な事業執行を目的とした情報の共有や施工上の課題を把握する機会になっていないと考えられる。また、発注者は三者会議のセッティング役となる傾向があり、事業者として工事課題を正確に把握する場になっていないと考えられる。

3.1.3 本WGの取り組み方針

BIM/CIM を活用した三者会議の機会を通じて、発注者、設計者及び施工者の三者間にて工事の課題を理解・共有することで、的確な指示や対応が可能となり、発注者の業務効率化や施工者の手戻り防止が期待できる。

本章では、建設生産プロセスにおける情報マネジメントのあるべき姿を構築するため、三者会議での BIM/CIM 活用によって得られる効果を、ユースケースに基づく試行から確認するとともに、「国土交通省 東北地方整備局 宮城南部復興事務所殿」へのヒアリングとヒアリングから得られた気づき及び今後の方向性を示すものである。なお、試行として作成した三者会議デモにて使用した資料は、巻末の参考資料に付すこととし、本章では着目するポイントと実施方法を示す。

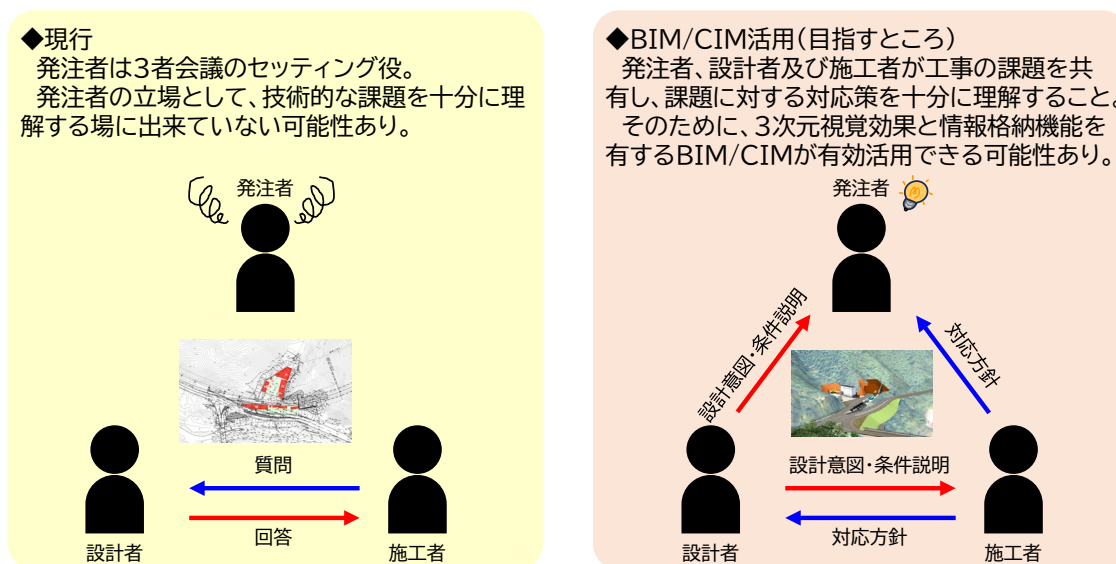


図 3-1 三者会議概要図（現行・BIM/CIM 活用）

3.2 試行内容

3.2.1 概要

実際の工事に関する課題のユースケースを対象に、従来の紙ベースにおける三者会議と BIM/CIM を活用した場合の三者会議のデモを各々実施し、三者会議の理解度の違いや情報連携の方法を比較した。

3.2.2 対象事業

ユースケースとした対象事業の概要を以下に示す。対象事業の詳細は第1章に記載した。

事業内容	: 山岳トンネル建設事業
発注者	: 東北地方整備局 宮城南部復興事務所
対象プロジェクト	: 丸森第3号トンネル
トンネル延長	: L=1,893m
対象業務名	: 丸森地区トンネル設計業務(その2) (株式会社オリエンタルコンサルタンツ)
対象工事名	: 丸森第3号トンネル工事 (前田建設工業株式会社)

3.2.3 三者会議デモにて取り扱ったテーマ

本トンネルでは、坑口から約200～400mの距離にて2軒の家屋が存在しており、本トンネルの掘削方式として発破を想定していることから、『家屋及び住居人に騒音・振動の影響』が環境影響リスクとして取り扱った。

このため、本事業においては、トンネル工事に対する騒音・振動の影響が近隣住民等に与える影響を適切に予測し、必要な対策を講じつつ、近隣住民の生活を脅かすことなく施工を完了させることを三者会議デモのテーマとした。

なお、三者会議デモで用いた資料は、参考資料に掲載する。

3.3 ヒアリング内容

3.3.1 ヒアリング目的

BIM/CIM を用いた三者会議デモを行い、従来の三者会議との違いや BIM/CIM 活用の有効性・課題を洗い出す機会とすることを目的に実施した。下記に三者会議デモの参加者を示す。

【三者会議デモ参加者】

- ・東北地方整備局 宮城南部復興事務所 (発注者)
事務所長, 副所長, 工務課長, 建設専門官, 建設監督官, 調査設計係長
- ・i-Construction 小委員会 WG1 メンバー (施工者想定として説明)

3.3.2 ヒアリング項目・結果

(1) ヒアリングの意図

- ・発注者が求める三者会議の位置づけや意義と、三者会議における情報共有（情報連携）の期待について確認する。
- ・これまで一つのテーマに対し、紙ベースの従来手法と BIM/CIM を活用した手法の2ケースでプレゼンを受けた経験がないと考えられる。そこで、本試行を通して両手法の違いを実体験した上での感想を確認する。
- ・発注者にとって、三者会議における設計と施工の情報連携の必要性や重要性を確認する。

(2) ヒアリング項目

ヒアリング項目及び結果を以下に示す。

【①三者会議での情報共有（情報連携）としての必要性・期待についての質問】

質問1：発注者にとって三者会議の必要性はどのような点だと思われるか。

回答1：設計内容の確認、施工方法の確認、積算の内容の確認を行うこと。また、三者会議は施工者から出された意見を発注者のみでなく、設計者にも聞いてもらい、妥当性を判断することは非常に有効だと考える。

質問2：発注者の役職（立場）によって、三者会議に期待することは具体的にどのように異なるか。

回答2：設計者や施工者の議論から、地元の事業者や住民との対話の中で知っておくべき内容を把握することと考える。

【②BIM/CIM 活用による情報連携としての有効性の質問】

質問3：三者会議に限らず設計や工事で BIM/CIM を用いた説明を受けていると思うが、今回は同じ内容を a)従来手法と b)BIM/CIM にて説明したが、有効性を感じられたか。

回答3：視覚的にわかりやすい。また、会議の中でこの解析（騒音影響解析）を条件変更して、リアルタイムに結果を可視化できるようになれば、協議がより効果的だと思う。

質問4：具体的に BIM/CIM による説明によって、どこに違いを感じたか。

回答4：地元の事業者や住民と対話するために、知っておかなければならない事業や技術的課題を BIM/CIM を活用することで、より理解しやすくなる。

【③事業課題の把握や設計・施工間の情報連携についての質問】

質問5：これまで携わった工事監督において、発注者として設計段階での課題をどこまで把握できていたか。

回答5：設計者に事業監理業務を発注し、事業における課題の抽出を行わせている。担当はその報告書の内容を把握し理解している。また、担当者によって、課題の重要性の捉え方が違うため、職員一人ひとりの力量はばらつきが発生して

いる可能性はある。

質問6：設計から施工への情報連携する必要性や重要性については、どのように感じるか。

回答6：設計段階から工事段階で担当者が変わる場合があり、これまでの経緯も含めて課題を把握するには多大な時間が掛かるが、BIM/CIMで情報が整理されていれば内容の理解度も含めて省力化になると思う。

質問7：設計から施工への情報連携が実現した際に期待することはなにか。

回答7：工事の受注者に必要な資料を整理して渡す場合にどの資料が該当するのかを把握し、その場所を探す仕事に多くの時間を労している。BIM/CIMで情報連携してくれるとかなりの効率化に繋がる。

【④発注者が関与する際の情報連携の課題についての質問】

質問8：設計から施工への情報連携を実現させるためには、発注者の関与が欠かせないが、発注者が関与する際に、どのような課題があるか。

回答8：データの受渡しには、ファイル形式やデータ容量の問題がある。簡単に受け渡しできるような環境があると助かる。また、ASPやDXデータセンターがあることは知っているが、これまで使い慣れている媒体（DVDなど）を使った受け渡しになってしまっている。3次元モデルを閲覧するソフトも、すべてのフォーマットに対応できていないのも要因となっている。

3.4 本試行とヒアリングで受けた気づき・方向性

3.4.1 本試行とヒアリングで受けた気づき

本試行における三者会議デモのヒアリング結果より、得られた三者会議におけるBIM/CIM活用によるメリット等の意見は下記の通りである。

- ・3次元化による三者会議での理解度向上や効率化
三者会議は設計内容や施工方法を確認するために有効であり、BIM/CIMによる可視化を行うことで、さらに視覚的・直感的に理解しやすくなり、三者会議自体の効率化に寄与する。
- ・技術的な課題の正確な共有
BIM/CIMを活用することで、発注者が地元住民等との協議において説明すべき点の理解が容易となる。
- ・情報連携による事業の理解促進
BIM/CIMによって設計・施工間の情報が連携されていれば、課題の把握や検討経緯などが容易に行えると思われる、事業そのものの理解の効率化に繋がる。
- ・情報の検索性の向上
異動に伴い、ゼロから情報の理解に努めなければならないため、あらかじめBIM/CIMで

情報が整頓されていれば、検索作業の労力が大幅に軽減される

- ・意思決定のリアルタイム化

三者会議の場で施工条件の変更が判明した場合、リアルタイムに解析を行い、解析結果等を可視化できるようになれば、その場での意思決定ができ、三者会議がより効果的となる。

ヒアリングから得られた三者会議における BIM/CIM 活用のメリットに対して、三者会議での BIM/CIM 活用上の課題は、下記の通りと推察される。

(1)事業課題の正しい理解

発注担当者の経験年数や経験によって事業に対する課題の理解度が異なる可能性が指摘された。そのため、正しく事業課題が受注者に伝達されず、BIM/CIM の効果的活用を阻害する可能性がある。事業課題の正しい理解を促す取り組みが期待される。

(2)情報連携における運用ルールの整備

現状、BIM/CIM を活用した情報連携の運用ルールが不明確であるため、三者会議の場にて、誰が、どのタイミングで、どのように活用するか曖昧である。BIM/CIM 活用により三者会議の効率化を図るためには、情報連携における運用ルールを整備する必要がある。

(3)技術開発

検討のリアルタイム化が三者会議をより充実させることが確認されたが、現時点でこれに応えるソリューションは存在しない。民間企業の技術開発の方向性を指し示す指摘と考える。

3.4.2 今後の方向性

三者会議のデモを通じて、設計・施工における情報連携の重要性が改めて確認できた。また、三者会議によって、事業の理解促進に繋がっている上、BIM/CIM を活用することで相乗的に理解が深まることも確認できた。

そこで、設計・施工における情報連携の視点から、設計及び施工の情報マネジメントのあるべき姿を論じてみる。

(1) 設計段階

設計者は、施工者へ引き継ぐことを前提に BIM/CIM を作成する。そのため、どのように情報を格納すべきか、設計・施工を通じて一貫した情報マネジメントに繋がるよう整理することが求められる。この思想は、EIR の必要性和趣意を同じくするものだと考える。情報の整理は、従来通りドキュメント情報で保有しても差し支えない情報、加工できる状態で保有しておくべき情報に分類することが考えられる。例えば、前者は設計条件、後者は図面が該当すると思われる。また、時間軸を伴って理解することが好ましい情報については BIM/CIM の位置情報とセットで格納することで検索性が向上すると思われる。例えば、関係機関協議が該当すると思われる。従来のように、報告書、数量計算書、図面という括りに

とどまらず、情報マネジメントという観点で管理・納品する。

(2) 三者会議

発注者、設計者及び施工者は、三者会議の場において正確に伝達したい事項について、各々BIM/CIMを活用して説明を行う。発注者は地元等の協議調整状況、設計者は設計意図や技術課題と対応結果、施工者は設計照査の結果、設計条件と現場条件の乖離やそれに対する対応方針等が考えられる。

本試行で実施したユースケースでは、詳細設計に対して現地の借地条件が変更となったため、仮設備の配置や仕様を見直し、これを発注者に説明するためにBIM/CIMを活用した。

(3) 施工段階

施工段階では、設計段階からの条件変更や新たな課題が発出することがしばしばである。そこで、条件変更に対する対応や、新たな課題がこれまでの検討経緯と整合するかどうかなどについて、設計段階で示した情報マネジメントと同様の手法を用いることで、受発注者間の意思疎通や工事の手戻りを防止することが出来ると思われる。

3.4.3 検討しておくべき事項

設計・施工における情報連携に向けて、検討しておくべき事項の洗い出しを試みる。

(1) 事業課題の正しい理解

多様に及ぶ課題に対して、多くの業務を処理しながら、発注者が独力で全てを理解・対処することは、現実的でない。アウトソーシングなどを適切に活用しながら、事業課題の理解に努めることが肝要である。また、三者会議のような設計者と施工者、すなわち考え方の異なるエンジニアが集う機会に事業課題をヒアリングすることでより正確な課題の理解に繋がることも期待できるし、BIM/CIMの3次元視覚効果も有効となる。そこに至る準備や機会の重要性を理解できる指導も有効になると思われる。

(2) 情報連携におけるBIM/CIMの運用・共有方法のルール整備

BIM/CIMのデータ運用・維持に向けては、「事業監理のための統合モデル活用ガイドライン(案)」がその端緒となっていると理解しているが、これら事例を通して更なるルールの整備を進めることが望ましい。

- ・ 3次元モデル、属性情報の更新頻度、方法、担当者
- ・ 更新に必要な情報の収集、情報の形式、粒度、頻度
- ・ 設計、施工間を繋ぐCDE環境の構築、管理者

(3) 技術開発

本試行においては、環境影響リスクを例にとり、近隣住民への騒音・振動影響を事業課題とした三者会議デモを実施した。その際、検討ケースをリアルタイムに変更することができれば、三者会議が充実するとの意見があった。

このようなソリューションの開発が進めば、迅速な意思決定に繋がり、三者会議がより効果的となると考えられる。

4. 結論と提案

4.1 結論

EIR（発注者情報要件）において「工事内容、ソフトウェア、活用項目、納品内容」を指定することによって発注者としての BIM/CIM 活用方法が明確になり、受注者が作成する BIM/CIM 実施計画書（BEP）が具体化され、受注者の BIM/CIM 活用にも効果があることがわかった。

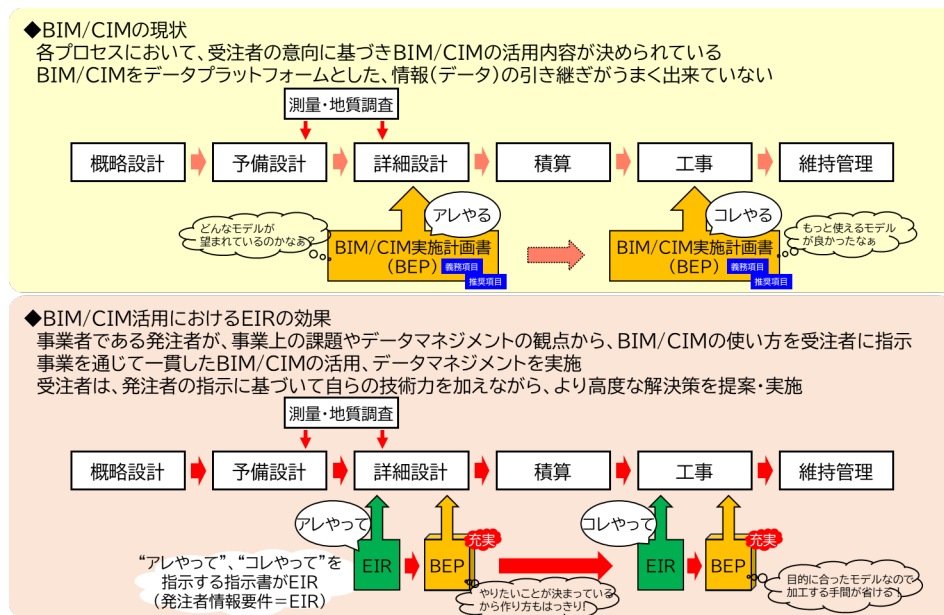


図 4-1 BIM/CIM 活用における EIR の効果

また、BIM/CIM を活用することで、三者会議において受発注者双方の課題に関する理解促進に効果があることもわかった。

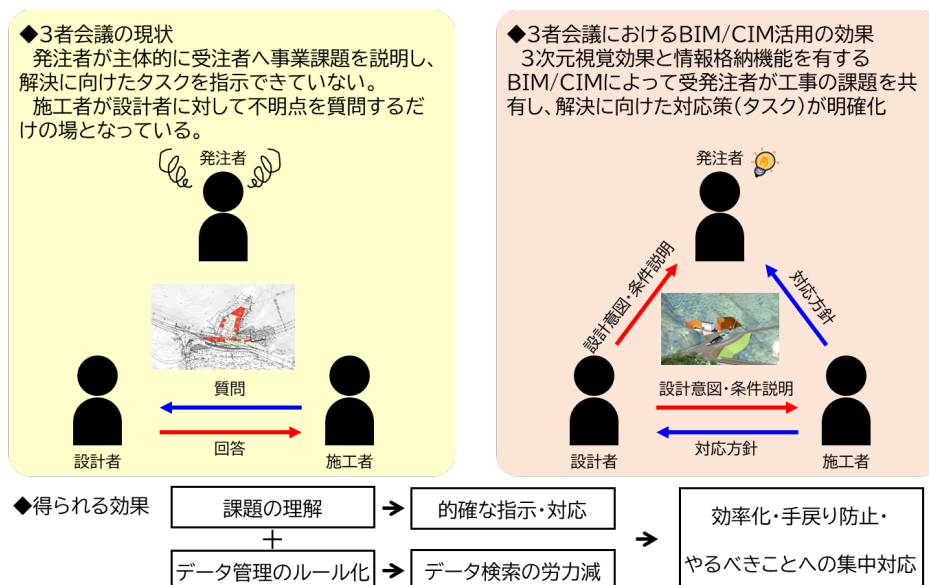


図 4-2 三者会議における BIM/CIM 活用の効果

ただし、ヒアリング結果より発注者自らが EIR を作成することは能力的に難しいと思われる、BIM/CIM を活用する能力（スキル）についても、OFF-JT は実施されてはいるものの OJT としてワークフローに組み込まれていないことから、定着していないことがわかった。

また、発注者は事業課題を設計段階に作成された報告書等で把握しているが、担当者の個人差で課題の重要度や優先度にばらつきがあることも確認できた。

以上のことから、次の4つの項目が結論として得られた。

- 発注者支援による情報マネジメントの充実・高度化
- 三者会議による情報マネジメントの充実・高度化
- 情報マネジメントに対する EIR の活用方法
- 情報マネジメントに対する BIM/CIM 活用の認知度向上

4.1.1 発注者支援による情報マネジメントの充実・高度化

現行において、コンサルタント業務のひとつに発注者支援があるが、EIR の作成も発注者支援業務とする案が提示された。つまり設計段階から事業監理業務を実施することになる。以下に発注者支援として行うべき業務を示す。

(1) 事業課題の整理

- ・ 工種別に基本的な検討項目をリスト化し、事業ごとにその必要性と優先度を設定

今回の検討事例（トンネル）を例に取れば、地質による切羽崩落リスクや騒音・振動による生活環境影響リスク、坑口周辺の作業エリアにおける施工性リスクなどが想定されているが、その優先度や検討の実施者と検討内容の粒度（詳細度）を決めることまでが具体的な業務と言える。

- ・ 事業として得られた地元関係者との懸案事項の整理

復興事務所のヒアリングでは、トンネル工事による水枯れのリスクが地元の生活環境の特徴として挙げられていた。事業の初期段階で得られた関係者との懸念事項なども、前項と合わせて事業課題として整理することも業務の一部である。

(2) 情報マネジメント

- ・ 設計段階や施工段階の情報整理による検索性の向上（下流側からの視点）

具体的な一例としては、積算や施工情報が該当する。下流側の積算業務で必要となるデータ項目とそのデータフォーマットをどのような形式（今回の検討事例では3次元モデルのオブジェクト命名規則や属性情報のルールなど）で作成するか設定して受注者に提示することで、積算業務担当者はデータの検索性やプログラム実行のためのデータ整理の生産性が向上する。

- ・ 情報の2次3次利用を可能とするデジタルデータの保管（上流側からの視点）

データの活用方法を下流側からの要求事項で明確にできない場合、目的に応じたデータフォーマットや保存形式を選択できないこととなる。このような場合は事業全体

として共通のフォーマットを設定し、保管場所 (CDE) を用意して関係者すべてに周知することで、情報の効率的な利活用につなげることができる。この情報の2次3次利用とは、いわゆる「データマネジメントの3原則」※につながる事となる。

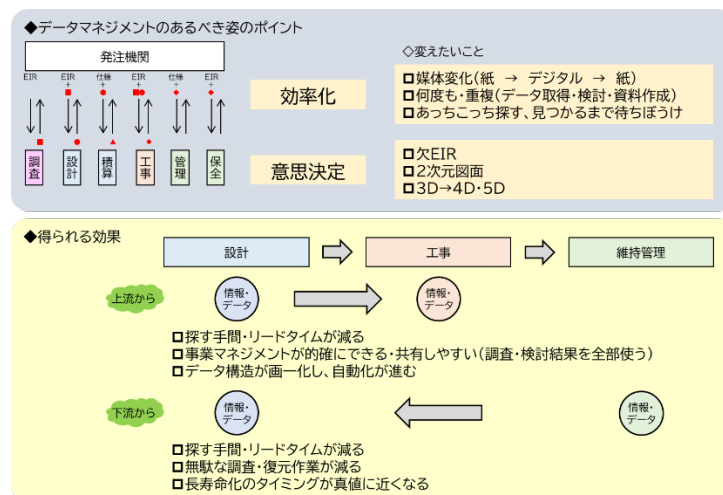


図 4-3 情報マネジメントのあるべき姿

※「データマネジメントの3原則」とは、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（令和5年度第1回）において、建設生産・管理システムのDXのためのデータマネジメントの取組方針（案）として示されたもので図4-4のような内容である。

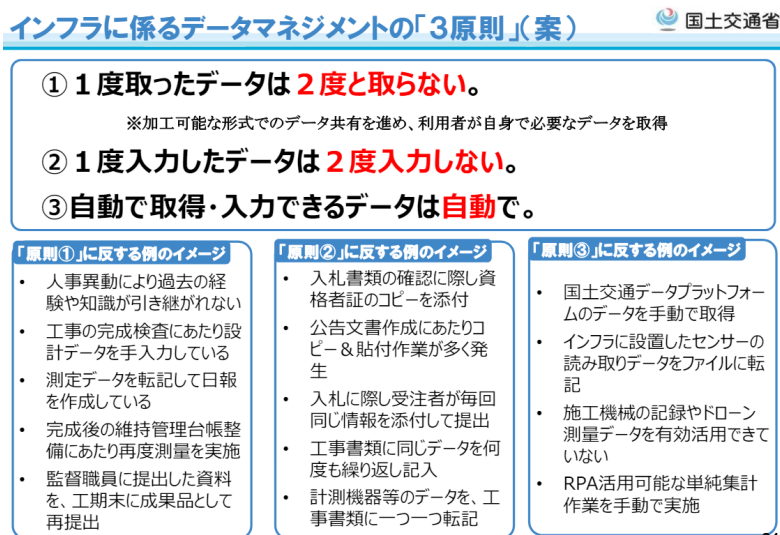


図 4-4 インフラに係るデータマネジメントの3原則

4.1.2 三者会議による情報マネジメントの充実・高度化

三者会議における受発注者双方の課題に関する理解促進に加えて以下のような効果が期待される。

(1) 課題解決をリアルタイムに検討・協議することによる意思決定の高速化

宮城南部復興事務所のヒアリングにおいて、3次元モデルの視覚効果による理解促進に加えてリアルタイムに対策工のケースを変えた解析結果を見ることができれば、その場で対策工を決定できるとの意見が得られた。現状では騒音解析をリアルタイムに表現できるソリューションが存在しないが、今後の三者会議による課題解決方法の方向性として大いに参考になるものと考えられる。

(2) 事業課題の重要度や優先度の共有と役割分担

前項の情報マネジメント業務で「基本的な検討項目をリスト化し、事業ごとにその必要性と優先度を設定」したものを三者会議で共有することで、課題解決に向けたタスクを誰がいつまでに実施するのかを明確にできる。

(3) 新たな課題の共有と役割分担

施工段階に入ると多くの場合に設計段階で想定されなかった課題が発生する。三者会議において課題の詳細と優先度を更新し、解決に向けたタスクの整理とその役割分担を決めることが情報マネジメントの充実となる。

4.1.3 情報マネジメントに対する EIR の活用方法

(1) 発注者側における効果

例えば数量計算や積算への活用を考えた場合、ソリッド等のモデルから体積等の数量が算出可能なデータ形式を指定する必要性や、属性情報として材料の仕様等が付与されている必要があるが、これらの技術要件や情報要件を事前に提示するために EIR を活用することとなる。このように各段階で必要な情報を、どのような形式で保存・共有するのかを明確化する EIR によって、事業における課題解決の迅速化・最適化が可能となる。

また、これまでのインフラ整備において膨大な情報を取得していたにもかかわらず、その情報の整理ができていなかったことから十分に活用できていなかった。少子高齢化や労働人口が減少する時代において、管理の省人化・省力化を図るためにも、情報を適切に整理・保管することが重要となってくる。その情報の整理・保管を行うために、EIR を活用した統一的な情報マネジメントが求められる。そのことによって、一つの事業に対する情報マネジメントだけでなく、全てのインフラに対する情報マネジメントに寄与できると考える。

(2) 受注者側におけるデータ活用

EIR によって課題解決のために必要な情報の納品方法が規定されることから、その検討過程を計画する BEP の内容が具体化し、受注者の作業効率が向上する効果が期待できる。

また、EIR で指定された情報マネジメント（例えば下流側で利用するソフトウェアでも扱えるようなデータフォーマットを指定）によって、設計・施工双方で迅速なデータ活用が可

能となり事業課題解決の最適化が図られる。

4.1.4 情報マネジメントに対する BIM/CIM 活用の認知度向上

インフラを整備するに際しては、企画段階から調査測量、設計、施工、維持管理という長期間に様々な関係者が参画し、膨大な情報を扱うことになる。長期間且つ、膨大な情報を BIM/CIM で管理することで、以下のような効果が得られる。

(1) 過去や現在、未来における関係者に対して情報共有が容易となる

(1) 受発注者双方の担当者が変わっても、3次元モデルによる視覚効果と情報が整理されていることにより、迅速な情報共有が図られる。

(2) 3次元モデルや地図上にデータが整理されていることで、過去に取得された情報が視覚化され、検索性の向上と調査検討の重複や情報不足による事業の停滞などのリスクが回避できる。

(2) 建設生産プロセスの各段階にて情報が加工できる媒体として記録、保管される

(1) 設計段階で、BIM/CIM に積算における数量や部材情報を3次元モデルの各オブジェクトに付与しておくことで、迅速に積算ソフトへのデータ入力が可能になる。

(2) 構造体の形状寸法、建築限界や必要な部材強度などの与条件や各種検討結果を BIM/CIM にリンクしておくことで、施工段階における条件変更などが発生した時でも速やかに適切な設計変更を行うことが可能となる。

このような効果を得るためには、発注者支援業務を請け負うコンサルタントが存在していたとしても、受発注者双方が BIM/CIM を扱えるスキルを持っていないければ、納品時に必要な情報が保存されているのか、どのような情報が引き出せるのか、その情報はどのように活用できるのか実運用できないと思われる。このような BIM/CIM 活用の事例を公開して BIM/CIM が情報マネジメントに活用できることの認知度を向上させるべきである。

4.2 提案

結論の中で述べてきた様々な現状の課題を仕組み、ツール、マインド・スキルの観点で整理し、情報マネジメントのあるべき姿を仕組み、ツール、マインド・スキルの観点から提案する。(図 4-5 参照)

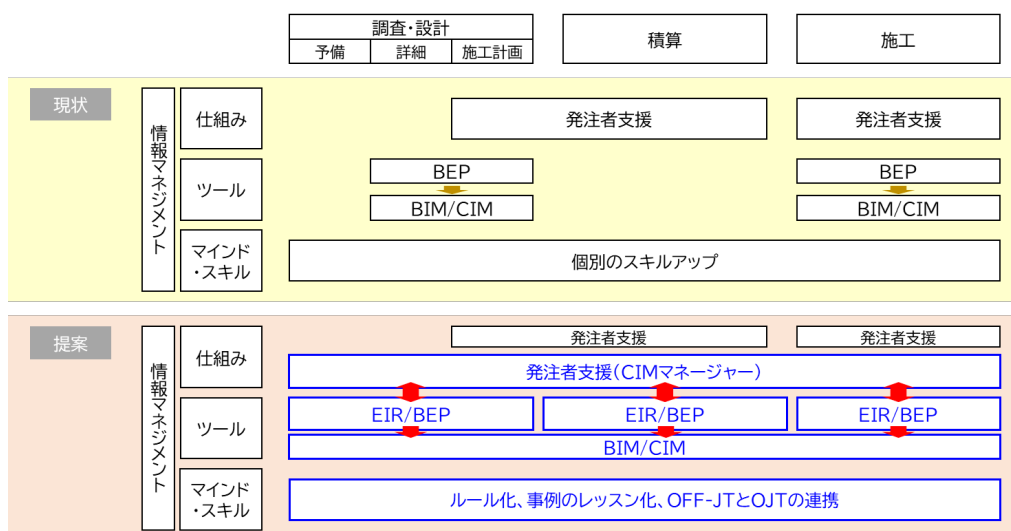


図 4-5 情報マネジメントの現状とあるべき姿

4.2.1 情報マネジメントに対する仕組み、ツール、マインド・スキル

(1) 現状の情報マネジメント

(1)仕組み

現状における発注者支援業務という仕組みは、設計段階や積算段階で発注者の人手不足を補う作業員として、積算用の施工計画や数量計算を実施している。

(2)ツール

BIM/CIM は、原則適用となったことから設計段階で作成され、施工段階で利用されるようにはなっているが、その作成方法などの計画は受注者の意向に基づいて個々に BEP が作成されているため、事業全体として情報の一貫性や整合性に欠けているとともに、BIM/CIM に関する費用を的確に評価できない状況となっている。

(3)マインド・スキル

BIM/CIM の作成及び活用が義務化されたことから、受注者側のマインドやスキルは向上してきてはいるものの、その能力には差異がある。一方で発注者は、OFF-JT の機会はあるものの OJT の機会がほぼないため、スキルを磨く機会がないことから、BIM/CIM を活用するマインドが芽生えていない。

(2) 情報マネジメントを高度化する提案

(1)仕組み

従来の発注者支援とは違い、「4.1.1 発注者支援による情報マネジメントの充実・高度化」で記載したとおり、「事業課題の整理」と「情報の2次3次利用と検索性向上」を図る CIM マネージャー を置くことで、プロセス全体の情報を整理・活用できる環境 (CDE) を構築する。プロセス全体の情報マネジメントを実施できるからこそ、CIM マネージャーは各段階 (調査測量・設計・積算・施工・維持管理) において、発注者に代わり EIR の

発行を代行することができる。

このような情報マネジメントを行える CIM マネージャーには、協調領域として以下のような能力を求めて仕組み化することで、コンサルティング業務に新たな競争領域が生まれ、BIM/CIM 活用のマインド・スキル向上にもつながるものとする。

なお、下記に示した能力は、“個”で保有するケースと“組織”で保有するケースが考えられる。

- ・ 道路、橋梁、トンネルなど工種に対する専門技術力（技術士相当が最低限）
- ・ 事業・各工種を俯瞰し、課題の大小、優先順位をつけるマネジメント力
- ・ 設計・施工・維持管理で必要となる情報に対する知識
- ・ 課題と対応方針を正確に示す論理的思考力と文章力
- ・ BIM/CIM のソフトで出来ることの基本的な理解

(2) ツール

「4.1.1 発注者支援による情報マネジメントの充実・高度化」で記載したとおり、下流側から見た情報の活用方法を考慮した情報によって、BIM/CIM は目的に合致した形で高度利用されるようになり、上流側から提供される情報提供に機械可読性を付与させることで、BIM/CIM の作成効率が向上する。このような情報マネジメントを実現するためには、EIR による情報の内容と仕様を明確化する必要がある。この EIR に対して受注者が BEP を作成し、受発注者双方の合意の下で業務を実施することで、BIM/CIM の対価が健全に評価できるようになる。

(3) マインド・スキル

受注者が自らの生産性向上のために独自にスキル向上を進めてきた状況から、受発注者間の情報共有の手段として BIM/CIM を活用する業務体系とすることで、発注者にもスキル向上のマインドを持ってもらうべきである。最低限のスキルは OFF-JT で確保するとし、日常業務に BIM/CIM を活用するシーンを設けることや事例集による反復学習の機会を設けることで、マインド・スキルを確保することを提案する。一例として、施工会社では、施工開始前の社内検討会において、必ず 3次元モデルによる工事概要や施工上の留意点の説明を行っている。視覚的効果による会議参加者の合意形成が図られるとともに、施工中の様々な検討に BIM/CIM を活用するマインドとスキルの向上にも寄与しているので、参考にしていただきたい。

4.2.2 これらを有効にする視点や留意点

まずは、これらの有効性をできるだけ早期に実感することが重要である。早期に実装するためには、簡単に BIM/CIM を導入できる工種や業務に絞って取り組むことを提案する。復興事務所へのヒアリング結果では、積算のための数量算出に多大な労力が掛かっているとのことであった。そこで、図 4-5 に示した設計から積算にあたるプロセスに BIM/CIM を導入し、3次元モデルからの数量算出、4D シミュレーションによる施工方法の数値化（歩掛

や投入資源量等)及び報告書等のドキュメント情報による施工条件(作業可能時間や作業エリア等)といった情報をどのような形式で作成・保存すれば、業務の省人化が図られるかを検証する取り組みから始めることを提案する。

また、数量算出や施工条件設定が比較的単純な工種(例えば、橋梁下部工)を、検証ケースとして選定することで短時間に検証できるものと思われる。

さらに、既に「3次元計測技術を用いた出来形管理の監督・検査要領(構造物工(橋脚・橋台)編)(案)」によって施工段階での出来形管理が取り入れられているため、2次利用にも展開できることから、有効性の早期実感にもつながると思われる。

留意点として、BIM/CIMを実装するための環境整備が重要である。積算業務の観点から言えば、実装のための環境とは数量算出要領や積算基準等のルールをBIM/CIMで実施できるように改訂することである。積算数量が算出できる3次元モデルを作成する方法として、各オブジェクト(部材)の分割方法や命名規則、属性情報の付与ルールと言ったこと、積算ソフトとのデータ連携を図るための施工条件のデジタルデータ化(ファイル形式)や、これまで検討書や報告書といった形で納品されていたものを「データマネジメント3原則」に則したものに変わっていく必要がある。

さらに、積算以外の業務も考慮すると、当WGが「2.2.3 EIRの構成と記載事項のポイント」で提案した基本事項の具体化、より柔軟で利用しやすいデータ共有環境(CDE)の発展、3次元設計の定義や出来形・品質管理基準の見直し等検討すべき内容は多岐に亘るものと想像される。

もう一つの留意点として、BIM/CIMが活用できる環境(共通のルール)のもとに公平な競争領域を設けることである。民間企業の体力(会社の規模)によって競争できる領域を分ける配慮は必要であるが、発注者支援業務におけるCIMマネージャーの業務内容をマニュアル化して、単純なオペレーションにしてしまうと、生産性向上のマインドが低くなり、発展を阻害してしまう懸念がある。技術力を競争させることで、発注者の便益につながる発注仕様とするなどの工夫が重要である。

WG1 委員構成

委員：

氏名	所属先
出本 剛史	(株)オリエンタルコンサルタンツ DX 推進本部 副本部長 (主査)
久徳 大貴	前田建設工業(株) 土木事業本部 土木設計部
後閑 淳司	鹿島建設(株) 土木管理本部 統括技師長
坂藤 勇太	前田建設工業(株) 土木事業本部 土木設計部
高尾 篤志	(株)奥村組 ICT 統括センター イノベーション部 i-Construction 推進課
多田 直人	国土交通省 大臣官房 技術調査課 建設生産性向上推進官
玉井 誠司	土木技術本部 設計第一部 設計技術 G (幹事)
新田 直司	大成建設(株) 土木営業本部 公共営業部
廣瀬 健二郎	国土交通省 大臣官房 参事官グループ
榎谷 有吾	国土交通省 大臣官房 参事官グループ 企画専門官
松村 泰行	(株)長大 構造事業本部 第2構造事業部 第5構造技術部マネージャー
宮崎 尚人	大成建設(株) 土木営業本部
見波 潔	村本建設株式会社 専務執行役員

50 音順

(2022 年 9 月～2024 年 7 月、一部期間を含む)



第3編 WG 2報告書

「BIM/CIM モデルの供用・維持管理段階の活用」

第1章	はじめに	1
1.1	背景	1
1.2	目的	2
1.3	本WGで対象とする技術	3
1.4	本WGにおけるBIM/CIMの課題認識	4
第2章	維持管理におけるBIM/CIMの活用事例調査	6
2.1	事例1：高速道路（東日本高速道路株式会社）	6
2.2	事例2：道の駅（パシフィックコンサルタンツ株式会社）	10
2.3	事例3：水力発電施設（電源開発株式会社）	12
2.4	BIM/CIM適用の現状と課題	14
第3章	災害等緊急時における情報システムの検討（高速道路）	15
3.1	第3章における議論の方針	15
3.2	災害等緊急時における情報システム	17
3.2.1	災害等緊急時における判断のポイントと現状	17
3.2.2	連携データ	18
3.2.3	連携システム	19
3.2.4	連携の方法	20
3.2.5	開発費用の算出	22
第4章	おわりに	23
4.1	結論	23
4.2	今後の課題	23

第1章 はじめに

1.1 背景

国土交通省は、令和 5 年度から BIM/CIM（Building/Construction Information Modeling, Management）を原則適用し、建設生産・管理システム全体のコミュニケーションシステムとして、高効率化と高度化を図る流れを進めている。具体的には、BIM/CIM の活用目的に応じて 3 次元モデルを作成・活用することにより、関係者のデータ活用と共有を容易にし、一連の建設生産・管理システムの効率化を図ることが目指されている¹。しかし、BIM/CIM は設計や施工段階のユースケースは多くみられるが、維持管理段階での報告はまだ少ない。さらに、こうした BIM/CIM や GIS といった空間情報をベースに、多種多様なデータやシステムの統合によって新たな価値を創出する取り組みも求められている。

我が国では、地理的に自然災害の多発地帯に位置しており、地震、津波、台風、豪雨、火山噴火、豪雪など、多種多様な自然災害が頻繁に発生している。近年、これらの自然災害がますます激甚化していることが指摘されており、その影響は社会、経済、環境の各方面に広がっている。こうした災害対応強化のために、BIM/CIM や GIS といった物理的な空間情報をベースに、維持管理情報や交通情報、気象情報などを連携することで、避難経路や迂回経路の可視化、被災地の状況や避難所の混雑状況のリアルタイム共有といった活用が期待されている。

このような多様な目的で、BIM/CIM、GIS を活用するためには、それらのモデルに組み込まれるデータが常に現実の状況と齟齬がないことが求められる。一方、維持管理段階においては、設計や施工段階とは異なり、維持工事やメンテナンスといった小規模な対応も対象とする必要があり、道路の地下埋設物等施工者が管理者と異なる場合もある。また、交通データや劣化状況など座標と時間の 4 次元で管理すべきデータや、気象等予測値を含むデータも対象としなければならない。そのためには、データベースの基本設計に加えて、関与する多くの主体の構築と活用のプロトコルを定めていく必要がある。本 WG においては、これらの検討の第一歩として、維持管理段階における BIM/CIM 活用事例調査を行うとともに、高速道路を対象とした災害時の活用についての検討を行うものである。

1.2 目的

以上の背景から、本 WG では、施設管理者が、BIM/CIM や GIS などを活用して新しい価値を創出する際の、システムやデータの連携を行う際の参考情報（工数など）を提供することを旨として、以下の2つの具体的な目的を掲げた。

- ① 本 WG の委員の実務経験に基づいた維持管理段階での BIM/CIM 活用事例を調査・共有し、その効果や課題を把握すること
- ② NEXCO 東日本で高速道路管理のために実際に運用されている「危機管理 GIS」を対象とし、災害などの緊急時に活用するためのシステムやデータの要件を整理し、これらを統合・連携するための方法の検討や工数（費用）を例として試算すること

1.3 本 WG で対象とする技術

国土交通省によれば、BIM/CIM とは、「建設事業で取り扱う情報をデジタル化することにより、調査・測量・設計・施工・維持管理などの建設事業の各段階に携わる受発注者のデータ共有・活用を容易にし、建設事業全体における一連の建設生産・管理システムの効率化を図ること」を言う。²

こうした BIM/CIM は、建設分野におけるデジタル技術の中核をなす手法として、世界的に広く浸透している。2005 年頃から、BIM は建築分野で急速に普及し始めた。BIM は、建物の設計、施工、運用、維持管理のライフサイクル全体にわたる情報をデジタルモデルで一元管理する手法であり、多くの国々でその効果が認められている。日本では、2010 年頃から国土交通省が BIM の試行プロジェクトを開始した。この試行プロジェクトを通じて、BIM の実用性や効果が検証され、国内の建設業界において BIM の導入が進められた。

2012 年頃には、国土交通省は CIM (Construction Information Modeling) を提唱し、試行を開始している。CIM は、土木分野における設計、施工、維持管理に関する情報をデジタルモデルで統合的に管理する手法であり、土木インフラプロジェクトの効率化や品質向上を目的とした³技術である。現状の維持管理段階における課題として、複数の情報が異なるシステムで管理されている点、点検記録等と位置関係が直感的に把握できない点、経時的な変化をすぐに確認できない点等が挙げられており、CIM を活用して一元管理することで上記の課題を解決することが期待されている。

GIS (Geographic Information System、地理情報システム) は、地理空間データの収集、管理、分析、および可視化を行うためのシステムである。GIS は、地理的な位置情報に基づいてデータを統合し、さまざまな地理的な課題や問題を解決するためのツールとして広く利用されている。また、GIS の特徴として、空間データ (地理的な位置情報を含むデータ。例として、地図、航空写真、衛星画像、地形データ) と属性データ (地理的な特徴やオブジェクトに関連する情報。例として、人口統計、土地利用情報、インフラの属性情報など) がある。維持管理段階ではこれまでも様々な土木関連施設の管理システムとして活用されており、3次元点群データや BIM/CIM モデルとの連携を行っている事例もみられる。

本 WG では、維持管理段階において期待される空間情報や属性情報などの多種多様なデータやシステムを統合することで、新しい価値を創出することに重きを置いている。土木構造物は建築物と比べて線的・面的に広がるケースもあり、維持管理段階では、BIM/CIM だけでなく GIS が活用されることもあるため、BIM/CIM だけでなく GIS も同様に取り扱うこととした。

1.4 本 WG における BIM/CIM の課題認識

(1) 国内の現状

国土交通省では R5 年度から直轄工事における BIM/CIM の原則適用により、データ活用度合いを高めることで維持管理の高度化を目指しているところである。設計・施工段階で作成された BIM/CIM を基に維持・管理をすることで、従来は維持管理時では困難であった鉄筋等の不可視部分の確認など、設計・施工段階の情報を引き継ぐことで容易に確認することが可能となる。

一方で、現状では維持管理における BIM/CIM の活用事例は少ない状況である。維持管理段階の課題としては、事例が少ないため必要となる情報が不明であり、設計・施工時に十分な情報が引き継がれないことなどが考えられる。

国土交通省以外でも BIM/CIM は活用されており、本 WG では、各委員が担当した実務(設計や維持管理の事例)をベースに 7 施設毎の課題を広く共有した(表-1)。

(2) BIM/CIM 活用時の課題認識

WG で BIM/CIM を活用した事例の共有をしたところ、BIM/CIM の課題認識としては以下の内容が確認された。

- データ容量が大きく扱いが不便
- 運用方針が決まらない
- 実施体制の整備に人材育成が必要
- データ連携・互換性に問題がある
- 実施前に費用対効果を定量的に把握できない
- 維持管理段階で必要なデータが不明確

(3) 対象施設の選定

抽出された課題に対して更に具体的な内容を把握するべく、現時点で BIM/CIM を活用した施設の維持管理を行っている、高速道路構造物、道の駅、水力発電施設を対象として、活用上の課題などについて議論を進めた。

表-1 各委員が担当したユースケース

対象	No.	対象施設	課題の概要
○	1	高速道路 構造物	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>データ容量が大きく納品や閲覧が不便</u>、維持管理で活用できない ・ 設計段階での BIM/CIM 導入（<u>制度</u>）、ICT 土工との <u>連携</u>、防災危機管理運用
○	2	道の駅	<ul style="list-style-type: none"> ・ 商用パッケージソフト依存（<u>高価</u>） ・ 緊急時活用のためには、現場スタッフを交えた日常時からの <u>教育訓練が必要</u>
○	3	水力発電 施設	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高さ方向の情報を必要としない面的な工事の場合は 3 次元モデルのメリットは無い ・ 電力における運用側（電気部門）と <u>CIM 運用の連携ができていない</u> ・ 初期の理解度向上の効果を得た後の <u>便益がイメージできない</u>
	4	直轄国道	<u>BIM/CIM を維持管理で如何に活用するか</u> （年々増加する老朽施設の更新作業の効率化に貢献出来る方法は）
	5	道路施設	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>施工・維持管理段階への引き継ぎ事項が明確でない</u>（効率的でない） ・ BIM/CIM 効果の定量化ができない。 ・ 維持管理段階の BIM/CIM 活用における <u>運用体制が不明確</u>
	6	橋梁，ト ンネル， 舗装	・ 3次元モデル（BIMCIMモデル）の <u>効果的な活用方針が明確でない</u> こと
	7	ICT 活用 工事全般	BIM/CIM で作成した 3 次元設計データと ICT 活用工事で作成する 3 次元データでの <u>データ連携ができていない</u>

第2章 維持管理における BIM/CIM の活用事例調査

2.1 事例 1：高速道路（東日本高速道路株式会社）

(1) 危機管理 GIS⁴

- ・ 目的：災害等緊急時の状況を迅速に把握し、対応すること
- ・ 開始時期：2022 年から試行運用開始、2023 年より本格運用中
- ・ 概要：現場状況写真、地図、管理用平面図などの情報を一元的に表示
- ・ 効果：情報の一元管理と迅速な意思決定、効率的な災害対応、リアルタイムの情報共有、維持管理の効率化など

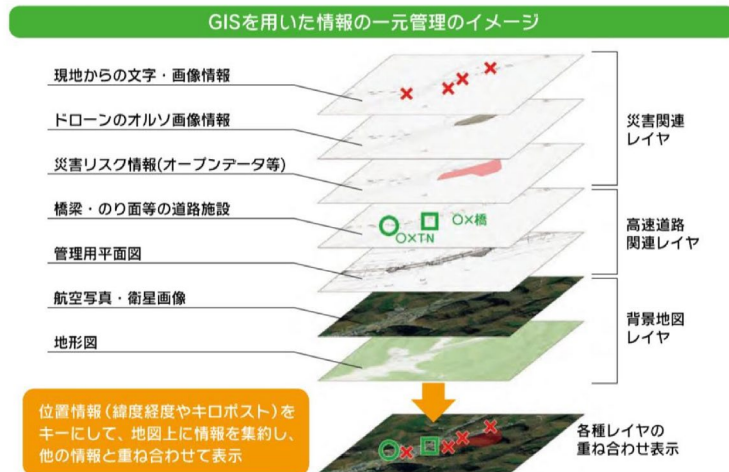


図-1 危機管理 GIS のレイヤ構成

【災害対応での活用イメージ】

アプリ画面イメージ

アップロード

【アプリの特徴】

- ・ 自位置情報の確認が可能
- ・ 音声入力や自動入力により、簡単な操作だけで情報連携が可能

時系列画面

日時	No	名称	内容(コメント)	発生所	種別	上下道	KP	作業	備考
2022/07/08 14:59		橋梁倒壊	橋梁倒壊(14.46)	谷和野管理事務所	谷和野中央連絡橋	下り線	134.4 KP	NEE	...
2022/07/08 15:12		橋梁倒壊	橋梁倒壊(15.12)	谷和野管理事務所	谷和野中央連絡橋	上り線	135.70 KP	NEE	...
2022/07/08 15:05		橋梁倒壊	橋梁倒壊(15.05)	谷和野管理事務所	谷和野中央連絡橋	下り線	135.23 KP	NEE	...

GIS画面

図-2 危機管理 GIS の画面イメージ

(2) 全周囲道路映像システム⁵

- ・ 目的：発災前の状況確認、構造物の規模や特徴の確認等
- ・ 開始時期：2018年（平成30）年から試行導入（令和2年から本格導入）
- ・ 概要：全周囲道路映像を閲覧できるシステム
- ・ 効果：施工計画の立案（交通規制形態の検討や作業機械の選定）、資産管理の効率化、効率的な維持管理など



図-3 全周囲道路映像システムの概要

(3) 補修工事における簡易的な 3次元-CAD の活用

- ・ 目的：補修工事における設計内容の確認等
- ・ 開始時期：NEXCO 東日本札幌管理事務所発注工事で受注者が試行的に実施⁶
- ・ 概要：簡易的な 3次元-CAD や電子記録の活用
- ・ 効果：(実用化された場合には) 補修箇所や塩害箇所の把握の効率化、職員の理解度の向上 等

【最近の補修工事】

- ✓ 簡易的な3D-CADや電子記録を現場では活用
- ✓ 契約上必要な工事記録以外は、施設管理者（発注者=NEXCO東日本）には、引き継がれていない・・・
(データをもっても、正式な工事契約書類でないので、散逸リスク大)

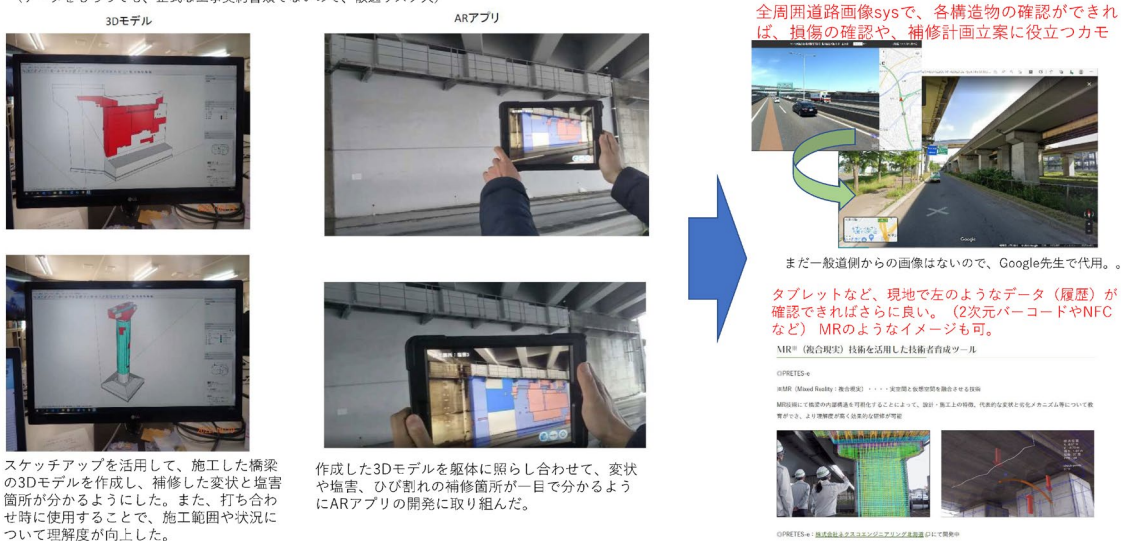


図- 4 補修工事における簡易的な 3次元-CAD の利用状況

(4) その他、考えられる 3次元モデルの活用方法

- ・ **住民説明や関係者協議に活用**：施設全体では 3次元点群データを定期的に取得・更新して維持管理の計画に活用。具体的には、住民説明や関係者協議、設計・施工時における現況把握の際に、BIM/CIM モデル作成ほどの手間をかけず日々の定期点検時に収集した点群データを活用することで維持管理に活用することを想定。
- ・ **属性付与をせず、記録は従来システムを活用**：維持管理・更新の記録は従来のシステムを活用することで負担を削減。属性を付与することを前提としない代わりに、維持管理に携わる技術者が BIM/CIM 以外のツールで、計画・設計・施工時に記録情報が知りたい時にアクセスできる限定公開のオープンデータベースを活用。
- ・ **複雑な個所での活用**：BIM/CIM モデルは維持管理・更新の計画時に、インターチェンジなど複雑な路面設計のため点群では明確に把握できない場所で随時作成。

- ・ **大規模修繕工事での活用**：集中工事のような通行止めを伴う大規模修繕工事で、施工条件が良いことから ICT 活用の効果が大いと思われる場所の設計時に BIM/CIM モデルを作成。
- ・ **その他**：巡回（定期点検）、除草・剪定、除雪、舗装調査・補修、防災対策、交通事故、落下物、道路緊急ダイヤルへの活用、三次元点群データを道路土工構造物点検への活用

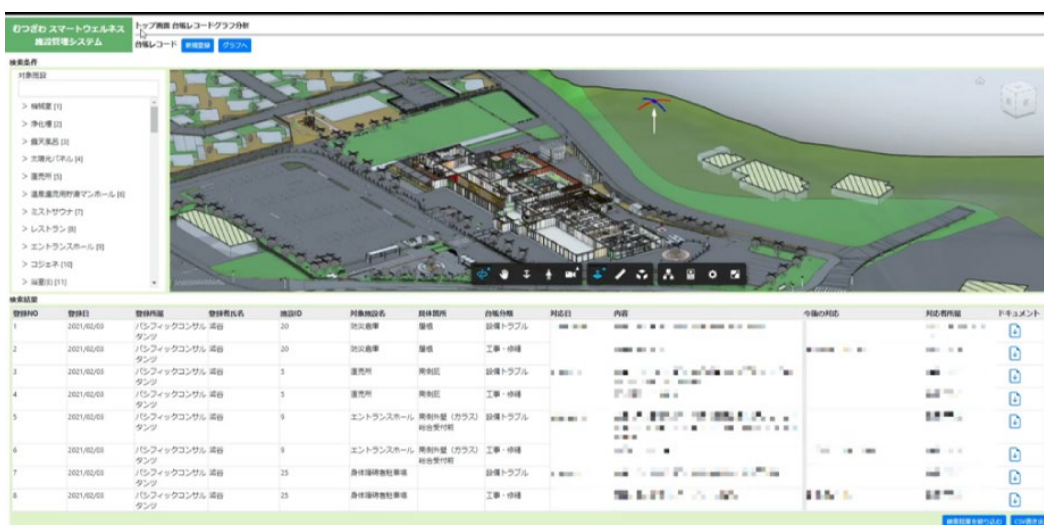
(5) 事例 1 における課題

- 3次元モデルのデータフォーマット
- BIM/CIM を導入する際、詳細設計の 3次元-CAD データから LANDXML で出力することで、ICT 建機で使えると喧伝されていたが、実際に導入しはじめると変換作業等煩雑であったと聞いている。
- 3次元モデルと他のデータとの連携
 - ・ 断面図や構造図、3次元データ、災害・補修履歴と未連携
 - ・ タグ情報（災害履歴等）の不足
- 3次元モデルの構築費用
 - ・ 工事単位で持ってきた土の性質等は書面で記録しているが、3次元化は初期投資の問題から難しいと感じている。
- 3次元モデルの効果
 - ・ 高速道路は線でとらえることができるため、舗装断面の補修履歴は現時点においても 2次元図で表して分かりやすくなっている。これを 3次元モデルにする意味が本当にあるのかという話もある。

2.2 事例2：道の駅（パシフィックコンサルタンツ株式会社）

(1) 3次元モデルと連動した維持管理情報システム⁷

- ・ 目的：災害等緊急時の状況を迅速に把握し、対応すること
- ・ 開始時期：2021年4月～
- ・ 概要：3次元モデルと施設管理台帳データを連携（API連携）
- ・ 効果：故障の原因追及の迅速化、検索の省人化・省力化等



図・5 道の駅における3次元モデルと連携した維持管理情報システム

(2) その他、考えられる3次元モデルの活用方法

- ・ **デジタルサイネージと専用アプリによる情報周知**：道の駅の現在の状況をエントランスでのデジタルサイネージや専用アプリにてお客様へ周知する。道の駅の施設の外観は作成した3次元モデルを使用し、道の駅の管理者や出店者が写真や携帯電話のLiDAR機能による3次元点群データ等を伝えたい内容とともにアップロードする。お客様はエントランスでのデジタルサイネージや専用アプリでこれらの情報を取得できる。
- ・ **既設機器の管理に活用**：施設全体ではBIM/CIMモデルを活用した維持管理を行う。既に従来手法で管理している施設の点検記録をベースに個別で設定し、点検や更新の計画、属性情報を元にした既設機器の管理などに活用する。
- ・ **三次元点群データの活用**：定期的に取得・更新する三次元点群データを維持管理時の現地寸法の確認や現場との連携時に活用する。BIM/CIMモデル上では点群データの保存場所を管理し、必要な情報を効率的に参照できるようにする。

(3) 事例2における課題

➤ 3次元モデルとデータ連携

- ・ 実事例においては、運用開始後に設計・施工段階で予期していなかった不具合が多数発生。設備不具合時は、該当設備の設計・施工情報を迅速に収集したい。しかし、データ形式（紙媒体、PDF、CAD、EXCEL等）や保管場所（現地、設計担当者のPC内フォルダ、浄化槽システム等）がバラバラであるため、設計・施工段階から連携した情報管理の必要性を感じた。

➤ 3次元モデルの形態や色

- ・ 設計図からモデルを作成したため、実際の配管の色とモデルの色が異なることや、設置位置がモデルと異なる場合があり、専門家が遠隔から現場スタッフに指示をする際に、コミュニケーションがとりにくい等といった問題があった。

➤ 3次元モデルの構築

- ・ 配管設備については維持管理・更新のタイミングで3次元モデルを構築するよりかは、点群データのほうが扱いやすいと考えている。

表-2 道の駅における事後保全の際に分析したい情報

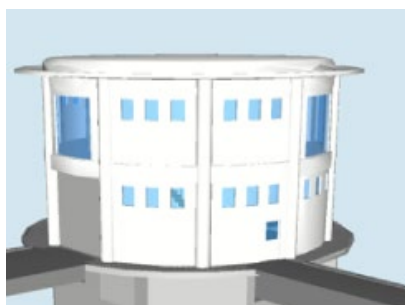
情報の取得時期	分析したい情報	分析の観点
設計段階	設計段階の設計要件、設備仕様、設備選定理由、設計者、メーカー、設計図、設計時点の3次元モデル、設計品質、設備カタログ等	基本設計は適切だったか 詳細設計は適切だったか
施工段階	施工段階における施工方法、施工日、施工者、施工図、竣工時点の3次元モデル、施工品質、竣工写真等	施工は適切だったか
維持管理段階	維持管理段階における点検実施日、点検結果、点検者、現在の3次元モデル・点群データ等	維持管理は適切だったか

2.3 事例3：水力発電施設（電源開発株式会社）

(1) 水力発電施設の維持管理段階における3次元モデルの活用

- ・ 目的：常時水没しており、直接確認することが難しい設備の調査中のトラブル（設備への接触、水中ドローンのケーブルひっかかり）回避
- ・ 概要：直接立ち入ることのできない領域を対象とした調査の実施にあたり、発注者と受注者（調査関係者（水中ドローン操作者含む））が、CIMモデルを基に作成したアニメーション（図-6）により、調査動線を確認し、調査中の設備への接触や水中ドローンの進行方向変更時におけるケーブルのひっかかり等を回避した。
- ・ 効果：直接立ち入ることができない領域における効果的な動線検討によりトラブルを回避できた。また、従来方法（参考）では、発注者と受注者でイメージにばらつきが生じていたが、3次元モデルを活用することで、イメージのばらつきを解消することができた。

（参考）従来方法は、2次元図面上で、数枚の図面を組合せながら、動線を検討していた。この方法では、発注者と受注者の図面の理解度の差により、調査動線のイメージにばらつきが発生すること、動線において注意すべき箇所が2次元図面に記載のない場所の場合、時間の確認に時間を要するという課題があった。



アニメーションにより、
発電設備へのアクセス方法等を確認

図-6 関係者で共有した3次元モデルを基に作成したアニメーションの一例

(2) その他、考えられる3次元モデルの活用方法

- ・ **点検の自動化**：3次元モデルに点検ルートを設定し、そのルートの位置情報を点検ロボットに入力して自動で点検を行う。
- ・ **計画・設計に係る検討の省力化**：3次元モデルを基に、補修・改修の仕様を決定する際必要となる解析に用いるデータを作成する。
- ・ **関係者（地域住民や関係事業者等）との合意形成**：人が容易には入れない場所について、3次元モデルを用いて、イメージを共有する。

(3) 事例3における課題

➤ 3次元モデルとデータ連携

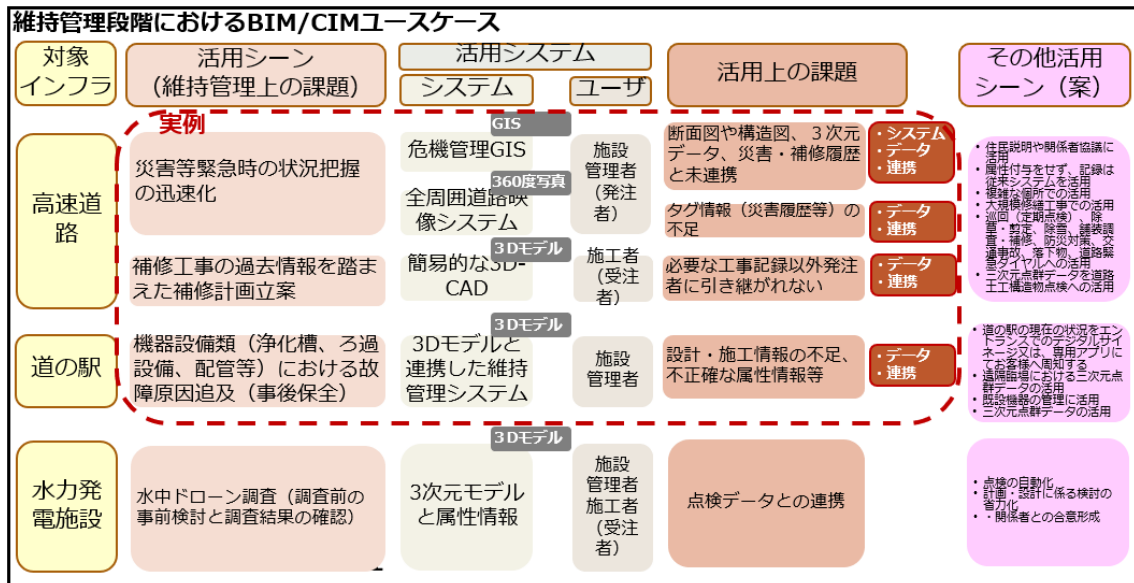
- ・ 3次元を活用することによる効果が高いものは、関係者が多く、情報量も多いものである。しかしながら、発電設備の維持管理段階においては、関係者は限定的であり、情報量（例えば、設備の劣化に伴う変化）は少ないため、維持管理段階における情報を3次元モデルに連携することによる効果は得られにくい。維持管理段階において、情報量がより多くなるデータを連携して3次元モデルを活用することが必要と感じている。

➤ 3次元モデルの構築

- ・ 現在作成した3次元モデルは、竣工図書を基本に作成している。しかしながら、現場に存在する構造物の寸法は、施工の状況により、竣工図書とわずかではあるが異なる場合がある。より詳細な検討等を実施する際は、より精度の高いモデルを作成する、または点群データを取得するなど、3次元モデルへの反映が必要と感じている。

2.4 BIM/CIM 適用の現状と課題

以上の、高速道路、道の駅、水力発電施設における維持管理段階での BIM/CIM のユースケースから得られた活用場面、活用システム、活用上の課題、その他で考えられる活用シーンを分析した (図・7)。このうち、活用上の課題は、大きくシステム、データ、またこれらの連携に分類できると考えた。



図・7 本WGにおけるBIM/CIM適用の現状と課題の認識

第3章 災害等緊急時における情報システムの検討（高速道路）

3.1 第3章における議論の方針

第2章では、維持管理段階における BIM/CIM 活用事例を調査・共有し、その効果や課題を把握、データ、情報システム、データ連携に関する課題を抽出した。第3章では、これら3つのテーマについてより深い議論をするために、対象を絞り込んで議論を実施することとした（図-8）。

(1) 検討の目的

第3章では、実際のフィールドで利用されているシステムやデータを対象とし、災害等緊急時の活用に着目した。①災害時に必要となるシステムやデータ要件の整理、②これらのシステムを統合・連携するための望ましい方法の検討、③データの統合・連携のための工数（開発費用）を試算することを目的として掲げた。この目的は、施設管理者が、BIM/CIM や GIS などを活用して新しい価値を創出する際の、システムやデータの連携を行う際の参考情報（工数など）を提供することを目指している。

(2) 検討の対象

検討の対象は以下の通りである。

- ・ 構造物：高速道路
- ・ 管理者：NEXCO 東日本（首都高、NEXCO 中・西は対象外）
- ・ 場面：災害等緊急時（平常時は対象外）
- ・ システム：危機管理 GIS（舗装工事発注支援システム等他システムは対象外）

(3) 対象の選定理由

対象を選定した理由は、以下の通りである。

- ・ 土木構造物であり、土木分野における BIM/CIM 有効活用の検討がしやすいこと
- ・ 多種多様なシステムやデータの統合による新たな価値創出が期待されていること
- ・ 高速道路管理は、自然災害に対する迅速かつ効果的な対応が期待されていること

前半の議論

維持管理段階におけるBIM/CIM活用事例を調査・共有、その効果や課題の把握

後半の議論

データ、システム、連携方法についてNEXCO東日本が実際に運用している“危機管理GIS”を対象に具体的に議論

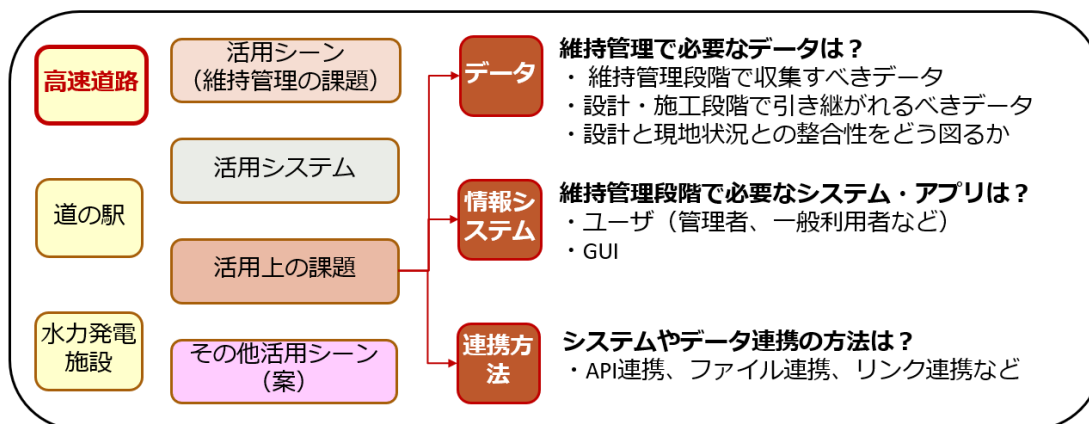


図-8 第3章で議論する内容

3.2 災害等緊急時における情報システム

3.2.1 災害等緊急時における判断のポイントと現状

まず、NEXCO 東日本における災害等緊急時に求められる機能や情報を整理した。こうした災害時に求められる判断や意思決定のポイントとしては、以下の2点が指摘できる（図-9、図-10）。

- ・ リソース（人的資源・資機材）を有効に活用できるか
- ・ 災害等の復旧時間の見積もりを立てられるか

これらのポイントを踏まえ、災害等緊急時において管理者が実施すべきタスクとして、お客様の被災状況の確認、交通状況の確認、被害規模の把握や復旧方法の検討、過去の補修履歴の確認などが挙げられる。これらのタスクをリアルタイムで把握して判断する必要があるが、現状では横断図や構造図、施工データ、災害補修履歴などのデータやシステムが空間情報と連携されていない。



図-9 災害等緊急時における判断のポイント

ユーザ	必要な判断・情報	情報取得の迅速性	情報の正確性	現時点の課題 (作業の手間)
管理者	<ul style="list-style-type: none"> ・ 現時点の交通運用マネジメント (現場の状況写真等) ・ 復旧方法・規模検討 (発災前状況、災害・補修履歴等) ・ お客様の被災状況の確認 (ITVカメラ、パトロールカー記録等) ・ 天候状況の把握 	リアルタイムに近い	<ul style="list-style-type: none"> ・ 位置情報：ほぼ正確に必要 ・ 復旧方法、規模の検討のできる情報：ある程度正確であればよい 	横断図、構造図、施工データ、災害補修履歴はGISに連携していないため、別途探す必要あり
応急復旧工事実施者	<ul style="list-style-type: none"> ・ 応急復旧方法、規模 ・ 資材の把握 	管理者が応急復旧方法を確定後速やかに取得	<ul style="list-style-type: none"> ・ 応急復旧方法、規模：方法は確定、規模はある程度正確であればよい 	—
管理者⇒一般ユーザ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 生じた事象 ・ 位置 ・ 通行可否 	リアルタイムに近い	<ul style="list-style-type: none"> ・ 生じた事象：事故・災害等 ・ 位置：IC間、上下線 ・ 通行可否：通行止め、速度規制 	—
一般ユーザ⇒管理者	<ul style="list-style-type: none"> ・ 被災状況 (事故、ケガ等) 	リアルタイムに近い	<ul style="list-style-type: none"> ・ 被災場所と状況のある程度正確に必要 	—

図-10 災害等緊急時に管理者が必要な判断や情報の特徴

3.2.2 連携データ

管理者が災害等緊急時に迅速な対応ができるよう、空間情報と連携すべきデータの項目を整理し、それぞれの件数、容量、形式、保存システムの実態を以下に示す（表-3）。なお、表に示す数値は道路延長等から算出した概略値である。

表-3 NEXCO 東日本における連携すべきデータの内容

現在の保存状況	必要な書類	件数	データ量	データ形式
点検システム	点検データ	2000万件	5TB	C S V
工事情報共有・保存システム	補修データ	40万件	5TB	PDF、TIFF、CAD、エクセル、ワード
部門サーバ	3次元データ	4万地点	10TB	RVT、DWG
部門サーバ	災害履歴	4万地点	10TB	エクセル、ワード
技術情報サービス	調査関係資料	40万件	5TB	PDF、TIFF、CAD、エクセル、ワード
技術情報サービス	設計関係資料	40万件	5TB	PDF、TIFF、CAD、エクセル、ワード
図画像管理システム	管理用図面（2次元）	500GB/10MB=5万件	500GB	TIFF、CAD
全周囲道路映像システム	現場写真	400万地点	500TB	izic（画像系の独自拡張子）
部門サーバ	資機材データ	800件	1GB	エクセル

3.2.3 連携システム

次に、現在の危機管理 GIS (WebGIS) のシステム構成と、連携したいデータの内容及び保管されているシステムを整理した。現状は各システムが独立し、連携できていない状態である (図- 11)。

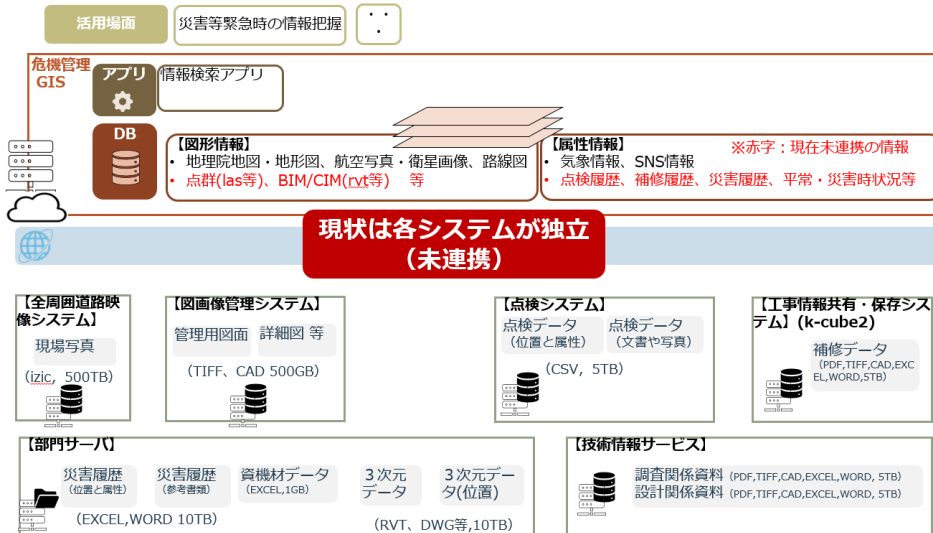


図- 11 危機管理 GIS と連携したいデータ・システムの関係

3.2.4 連携の方法

ESRI ジャパン株式会社の協力のもと、これらのデータ及びシステムの連携方法を検討した。危機管理 GIS と他システムとの連携パターンは大きく 4 つあり、①リンク連携、②GIS データへ変換、③ファイル連携、④API 連携があり、それぞれのメリット、デメリットを整理した（表- 4）。

さらに、NEXCO 東日本のシステムやデータ毎に好ましい連携方法を選定した結果、今回は操作性や連携容易性の観点から“①リンク連携”や“②GIS データ変換”がよいと判断した（表- 5、図- 12）。ただし、リンク連携は更新性、GIS データ変換は操作性などの観点から課題はある。また、本検討では既存のシステムに API 連携機能がないため候補に選定していないが、別途システムの改修がある場合など、それにあわせて API 連携機能を付与することができれば、より合理的な連携ができるシステムもあると考える。

表- 4 一般的な GIS との連携パターン

連携パターン	内容	主なメリット	主なデメリット
①リンク連携	GIS データの属性テーブルに関連するファイルの URL を記入し、リンクをクリックしてファイルを開く	<ul style="list-style-type: none"> 【汎用性・操作性】リンクを連携するのみで、GIS 上に格納され操作しやすい 【容量・形式】GIS 側のファイル形式やファイルサイズを気にせずに参照が可能 	<ul style="list-style-type: none"> 【ネットワーク】ファイルの格納先が web サービスでないと難しい 【認証】認証の連携が必要 【運用保守】リンク切れの対応など
③GIS データへ変換	GIS のフィーチャにファイルを添付	<ul style="list-style-type: none"> 【一覧性】GIS データに変換することにより、一覧性が高まる 	<ul style="list-style-type: none"> 【変換・操作性】データ形式やデータサイズによって、変換や閲覧に時間がかかる
②ファイル連携	他ソフトで作成されたファイルや DB などから吐き出されたファイルを変換	<ul style="list-style-type: none"> 【汎用性・操作性】汎用性が高く、GIS 上に格納され操作がシンプル 	<ul style="list-style-type: none"> 【変換】ファイル変換の処理が必要 【開発コスト】定期的に処理を行う場合はバッチプログラムを作成 【データ管理】既存システムでデータがある場合は 2 重管理
④API 連携	ArcGIS または他システムから提供されている API を利用し、連携する	<ul style="list-style-type: none"> 【きめ細かな連携】日時バッチでの連携可。GIS で取り込み可能なフォーマット形式で出力される API もある 	<ul style="list-style-type: none"> 【開発コスト】API の製造に費用が発生 【運用保守】API の仕様変更が発生する場合はメンテナンスが必要

表-5 今回のシステム・データ毎の連携パターン

システム名	データ概要				連携方法				推奨理由
	種別	件数	容量	形式	①リンク連携	②GIS変換	③ファイル連携	④API連携	
点検システム	点検データ	2000万件	5TB	C S V	●	●	○	—	・位置情報が入っているcsvファイルがあるため、「GISデータへ変換」する方法を推奨 ・関連データは、ポップアップ画面から閲覧できる「リンク連携」を推奨
工事情報共有・保存システム	補修データ	40万件	5TB	PDF、TIFF、CAD、xlsx、docs	●	●	○	—	・CADデータは、GISデータに変換するため、「GISデータへ変換」する方法を推奨 ・その他のデータ形式は、ファイル件数も多いため、「リンク連携」を推奨
画像管理システム	管理用画面(2次元)	5万件	500GB	TIFF、CAD	●	●	—	—	・CADデータは、GISデータに変換するため「GISデータへ変換」する方法を推奨 ・TIFFデータは、ポップアップ画面では閲覧不可ため、「リンク連携」を推奨
全周国道路映像システム	現場写真	400万地点	500TB	izic (画像系の独自拡張子)	●	—	—	—	・該当地点の映像を参照可能な「リンク連携」を推奨
技術情報サービス	調査関係資料	40万件	5TB	PDF、TIFF、CAD、xlsx、docs	●	●	○	—	・CADデータは、GISデータに変換するため、「GISデータへ変換」する方法を推奨 ・その他のデータ形式は、ファイル件数も多いため、「リンク連携」を推奨
	設計関係資料	40万件	5TB	PDF、TIFF、CAD、xlsx、docs	●	●	○	—	・CADデータは、GISデータに変換するため、「GISデータへ変換」する方法を推奨 ・その他のデータ形式は、ファイル件数も多いため、「リンク連携」を推奨
部門サーバ	3次元データ	4万地点	10TB	RVT、DWG	—	●	—	—	・RVTやDWGファイルは、3Dデータとして変換、表示可能なため、「GISデータへ変換」する方法を推奨
	災害履歴	4万地点	10TB	xlsx、docs	●	—	○	—	・ファイル件数も多く、ファイル連携ではダウンロードが必要となるため、「リンク連携」を推奨
	資機材データ	800件	1GB	xlsx	●	—	○	—	・ファイル件数も多く、ファイル連携ではダウンロードが必要となるため、「リンク連携」を推奨

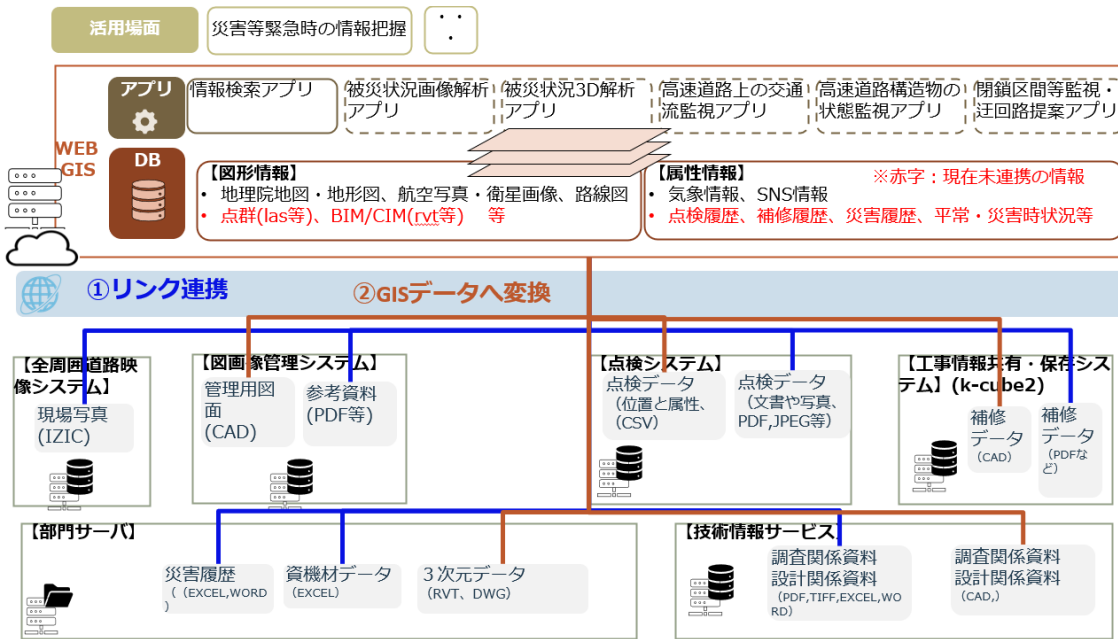


図-12 今回のシステム・データ毎の連携パターン

3.2.5 開発費用の算出

ESRI ジャパン株式会社の協力のもと、各システムやデータ毎にリンク連携および GIS データ変換を想定して見積りを行った。その結果、各システムの開発費用は以下の表（表-6）の通りとなった。この見積りには、要件定義、基本設計、製造、セットアップ、テスト、ドキュメント作成の費用が含まれているが、運用・保守費用や NEXCO 東日本の内部工数は含まれていない。

ほとんどのシステムの費用は 400 万～700 万円の範囲に収まった。データ件数やデータ形式（特に CAD データか否か）によって基本設計・製造・テスト工数が変動するため、システム毎の費用に差異が見られた。また、前述したとおり NEXCO 東日本の内部工数は含まれておらず、連携するための対照表といった資料作成費用は含まれていないため、場合によっては資料作成の時間や費用を別途見込む必要がある。全てのデータ・システムを連携しようとした場合、開発費用の概算は約 5,680 万円という結果になった。

表-6 連携するデータ・システム毎の開発費用

システム名	データ概要				連携方法	費用	概算見積 留意事項
	種別	件数	容量	形式			
点検システム	点検データ	2000万件	5TB	C S V	・GISデータへ変換 ・リンク連携	500万円	・位置情報が入ったcsvファイルのポイント化については、比較的短時間で実施可能：100件あたり：5分程度 ・2000万件のデータ公開は、ESRIジャパン株式会社での対応実績がないため、「ビックデータストア」などを入れて、対応する必要あり
工事情報共有・保存システム	補修データ	40万件	5TB	PDF、TIFF、CAD、xlsx、docs	・GISデータへ変換 ・リンク連携	700万円	・CADデータについては、位置情報をもっているデータとする：1件あたりのデータ変換：10分とする ・リンク連携をするにあたり、データと関連するリンクの対照表が用意されている
図画像管理システム	管理用図面（2次元）	5万件	500GB	TIFF、CAD	・GISデータへ変換 ・リンク連携	540万円	・CADデータについては、位置情報をもっているデータとする：1件あたりのデータ変換：10分とする ・リンク連携をするにあたり、データと関連するリンクの対照表が用意されている
全周四道路映像システム	現場写真	400万地点	500TB	izic（画像系の独自拡張子）	・リンク連携	480万円	・リンク連携をするにあたり、データと関連するリンクの対照表が用意されている
技術情報サービス	調査関係資料	40万件	5TB	PDF、TIFF、CAD、xlsx、docs	・GISデータへ変換 ・リンク連携	660万円	・CADデータについては、位置情報をもっているデータとする：1件あたりのデータ変換：10分とする ・リンク連携をするにあたり、データと関連するリンクの対照表が用意されている
	設計関係資料	40万件	5TB	PDF、TIFF、CAD、xlsx、docs	・GISデータへ変換 ・リンク連携	660万円	・CADデータについては、位置情報をもっているデータとする：1件あたりのデータ変換：10分とする ・リンク連携をするにあたり、データと関連するリンクの対照表が用意されている
部門サーバ	3次元データ	4万地点	10TB	RVT、DWG	・GISデータへ変換	1320万円	・RVT、DWGデータについては、位置情報をもっているデータとする：1件あたりのデータ変換：10分とする ※GIS上での表示にあたっては、AutoDesk社 BIM360を入れていただくも推奨
	災害履歴	4万地点	10TB	xlsx、docs	・リンク連携	420万円	・リンク連携をするにあたり、データと関連するリンクの対照表が用意されている
	資機材データ	800件	1GB	xlsx	・リンク連携	400万円	・リンク連携をするにあたり、データと関連するリンクの対照表が用意されている

第4章 おわりに

4.1 結論

- ・ 高速道路、道の駅、水力発電施設における BIM/CIM 活用事例を調査した結果、BIM/CIM の活用における課題は以下の 3 つのカテゴリに分類できることが明らかになった。これらは、データ（データの不足や正確性が不足していることなど）、情報システム（新たな価値を生み出すアプリケーションなど）、データ連携（データ連携のためのパターンや工数など）に関するものである。これらの課題を解決することが、維持管理段階における BIM/CIM の有効活用につながる可能性があると考えられる。
- ・ NEXCO 東日本の高速道路を対象に、災害等緊急時に管理者が迅速にリソース（人や資機材等）を活用し、復旧時間を見積もるための判断に寄与する、①データ、②情報システム、③データ連携を議論した。その結果として、まずは災害時の判断のポイントやそれに必要なデータやシステムについて整理した。また、一般的な GIS へのデータ連携方法（①ファイル連携、②リンク連携、③GIS への変換、④API 連携）の特徴を整理し、今回のケースにおける望ましい連携方法を選定した。さらに、災害等緊急時の迅速な情報検索の場面を想定し、実際に運用するシステムやデータ仕様にに基づきシステム・データ連携の構成を検討した結果、5,680 万円の見積りを得た。

4.2 今後の課題

土木構造物の維持管理における多種多様なデータやシステムの統合による新たな価値創造のためには、今後も以下について議論が求められる。

- ・ **投資対効果の定量化と新たな価値の創出**：BIM/CIM の導入による直接的・間接的効果を定量化する必要がある。例えば、災害対応時間の 20%削減、維持管理コストの 15%削減、施設寿命の 10%延長などの具体的な数値目標を設定し、その達成度を測定する指標（KPI）を開発すべきである。例えば英国の Construction2025⁸などの目標設定は参考になる。さらに、BIM/CIM データの二次利用による経済波及効果の予測と実現に向けたロードマップの策定も重要である。
- ・ **平常時における活用範囲の拡大、維持管理業務プロセスの再構築**：災害時・緊急時のみならず、日常的な維持管理業務や予防保全活動への BIM/CIM 活用方法を具体化する必要がある。例えば、点検・診断業務から得られるデータを BIM/CIM モデルと連携させることで、3次元的に損傷を理解しやすくするとともに、構造物の経年変化を予測し、また異常を早期検知するシステムの構築を視野に入れることができる。そのように、BIM/CIM によって得られる詳細かつリアルタイムな情報を活用した意思決定プロセスの確立が求められる。さらに、カーボンニュートラルや環境モニタリングなど、維持管理以外の分野への応用可能性も探るべきである。
- ・ **組織間・施設間の相互運用性の確保**：特に、大規模災害時には複数の組織や施設が連

携して対応する必要があるということを踏まえ、異なる管理者間での BIM/CIM データの共有プロトコルの策定が不可欠である。これには、ISO19650 シリーズに準拠したデータ交換規格の採用や、欧州の BUILDingSMARTAlliance が推進する openCDE イニシアチブを参考にした Common DataEnvironment (CDE) の構築なども重要であると考えられる。またそのためには、OpenBIM の概念に基づき、IFC (IndustryFoundation Classes) や COBie (Construction Operations Building InformationExchange) などのオープンな標準形式の採用を促進することも、ベンダーロックインを回避しつつ、多様なシステム間の連携を実現するために有効である。

- ・ **長期的な運用・保守体制の確立**：システムの継続的な更新と的確なデータマネジメントは、BIM/CIM の有効性を長期的に確保する上で極めて重要である。クラウドベースのシステム構築を検討し、初期投資とランニングコストの最適化を図るとともに、システムの柔軟性と拡張性を確保する必要がある。また、セキュリティ対策とデータバックアップ体制の強化、システムの運用・保守・発展を担う人材の育成も重要である。

■参考文献

- 1 国土交通省：令和5年度 BIM/CIM 原則適用について、
〔<https://www.mlit.go.jp/tec/content/001510002.pdf>〕（最終検索日時：2024年6月1日）
- 2 国土交通省：直轄土木業務・工事における BIM/CIM 適用に関する実施方針
〔<https://www.mlit.go.jp/tec/content/001733473.pdf>〕（最終検索日時：2024年6月1日）
- 3 矢吹 信喜：海外の CIM 事情（その1）、建設総合ポータルサイト けんせつ Plaza
2014-04 - 20
- 4 NEXCO 東日本：GIS を用いた危機管理ツールの開発、[img_pamphlet_04.pdf \(e-nexco.co.jp\)](#)
- 5 NEXCO 東日本：全周囲道路映像システム、[img_pamphlet_06.pdf \(e-nexco.co.jp\)](#)
- 6 秋山 貴：橋梁補修工事から始める CIM モデルの活用、第5回「i-Construction の推進に関するシンポジウム」発表論文集
- 7 澁谷 宏樹，小澤 一雅："道の駅のファシリティマネジメントのためのデータプラットフォームのプロトタイプ開発"，土木学会建設マネジメント委員会第3回「i-Construction の推進に関するシンポジウム」，July 2021.
- 8 GOV.UK：Construction 2025: industrial strategy for construction - government and industry in partnership, July 2013
〔<https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a7b7ea140f0b62826a03f2c/bis-13-955-construction-2025-industrial-strategy.pdf>〕



第4編 WG3 報告書

「建設業の AI モデル, ブロックチェーン等を用いたシステム開発」

目次

第1章	はじめに（本報告書について）	1
第2章	本報告書作成プロセス	3
第3章	転移学習した情報項目（活動内容）一覧	4
第4章	おわりに（今後のAI技術の利用に向けて）	5
付録1	i-Con WG3 Navigator の利用方法	6
付録2	i-Con WG3 Navigator への質問サンプル	9
1	はじめに	9
1. 1	本報告書の目的	9
1. 2	WG3における議論の概説	11
2	他産業/建設産業におけるユースケースの検討	13
2. 1	検討概要	13
2. 2	検討内容	16
3	システム・アプリケーションのプロトタイプの開発	21
3. 1	検討概要	21
3. 2	検討内容	24
4	生成AIを活用したユースケースの提示	29
4. 1	検討概要	29
4. 2	検討内容	31
5	まとめ	32
付録2	発表資料	エラー! ブックマークが定義されていません。

第1章 はじめに（本報告書について）

WG3 では、活動目的の1つとして AI 等のエマージングテクノロジーを土木技術者が利活用可能な環境を検討することを掲げている。生成 AI の急速な技術革新及び爆発的な普及には目を見張るものがあり、インフラ産業においてもこれらの技術を積極的に取り入れ、生産性向上や業務の高度化を進める動きが加速している。

一方で、2023 年 4 月に開催された AI スタートアップ主催のセミナーで、参加者に対する調査において「生成 AI を業務に取り入れて日常的に使用している」と回答した建設業の従事者はゼロであったという記事も見受けられる¹。こういった記事から、実務レベルにおいては、生成 AI などを使ったことがない技術者が多数であることが想定される。この原因としては、例えば ChatGPT のホームページにアクセスすることを会社が禁止している、仮にアクセスできたとしても何を書き込んで良いか分からない（プロンプトに何を入力したらよいか分からない）などが想定される。新しい技術を活かす場合、これをどのように活用すれば良いか分からないことは当然のこととして認識される。

この認識に立った時、「使うきっかけを作ること」は重要であると考え、WG3 で議論した内容を大規模言語モデルの ChatGPT に転移学習させ、i-Construction 特別小委員会 WG3 専用の Application (i-ConWG3 Navigator) を開発した。このアプリケーションのプロンプトに付録 1 の利用方法を参考に、付録 2 の質問サンプル（プロンプト）を入力することでシステムが WG3 で議論した内容について説明する仕様となっている。入力は（ ” ）の文字が入力例となる。また、転移学習済みのため、プロンプトとして記載のある内容以外についても、各人で内容を考え実行することを試されたい。

なお、本 WG ではエマージングテクノロジーとしては主に AI を取扱うこととする。



図 1 開発した i-Con WG3 Navigator のアイコン（ChatGPT 画像生成 AI を用い作成）

¹ <https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/mag/ncr/18/00201/110900001/>

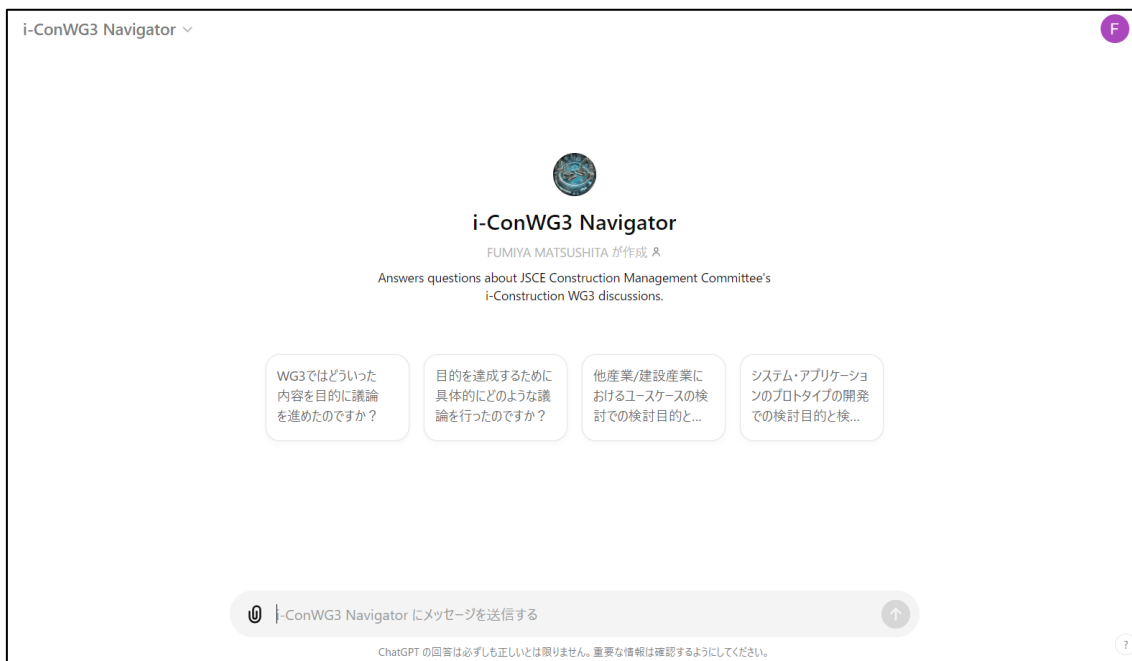


図 2 i-Con WG3 Navigator の画面イメージ

また生成 AI を活用し WG3 の報告内容を参照する際には、次のことに注意されたい。

1. ハルシネーションの問題

AI におけるハルシネーションとは、事実と異なる出力が行われることを指す。このため、ファクトチェック（事実確認）を実施する必要がある。報告書の他に第 6 回 i-Construction 推進に関するシンポジウムでの WG 発表資料を付録 2 に掲載した。この発表資料には WG で議論された内容を正確に記載しているため、事実確認の際に参考にされたい。

2. ChatGPT の利用について

本報告は ChatGPT を利用し転移学習を行っている。このため、ChatGPT のサービスが停止された場合、プロンプトに情報を入力できなくなる。また予告なく i-Con WG3 Navigator は削除される可能性がある。

3. その他

本報告書を読むために必要な ChatGPT の利用方法への質問等は控えていただくようお願いします。また出力結果について WG3 では一切責任を持ちません。利用に必要なライセンス等は個人で負担をお願いします。

第2章 本報告書作成プロセス

本報告書作成 (i-Con WG3 Navigator の開発) プロセスを概説する。今回は、転移学習のモデルとして、ChatGPT²を活用した。ChatGPT などの LLM(Large Language Model) に対して、転移学習を行うためには学習データの作成が必要となる。また、WG3 では i-Con WG3 Navigator からの出力値をもって報告書の代替とすることを指すため、必要な情報が出力される入力値 (プロンプト) も検討した。以上を踏まえて、学習データの作成からアプリケーション開発及びプロンプトまでのプロセスを概説する。

Step1: 学習データの作成

WG3 での議論をもとに、i-Construction 推進に関するシンポジウムでの発表用パワーポイント資料 (付録3に掲載) を作成する。作成した資料をもとに発表者が口頭で説明し、音声認識AI等を活用することで文字起こしする。文字起こしした結果を、LLM を活用し要約を行うことで伝えるべき要点が含まれていることを確認する。結果、要点が含まれていることが確認された場合、文字起こし結果のドキュメントを学習データとする。

Step2: 転移学習とアプリケーションの開発

ChatGPT では転移学習を活用したアプリケーション構築を行う環境が用意されている。本開発においても、この環境を活用しアプリケーション開発を行った。開発方法は別途書籍等で紹介されているため、適宜、参考にされたい³。

Step3: プロンプトの検討

LLM では言語をベクトル化し、このベクトル値をもって近しい言葉であるか否かを判別する。すなわち、学習データで用いられている用語と同様の用語を利用しプロンプトを構成することで、必要な情報が出力されやすくなることが想定される。以上を踏まえて、プロンプトを検討した。プロンプト例と出力結果を付録2に掲載する。

² <https://chatgpt.com/>

³ ChatGPT GPTs が作れるようになる本, ChatGPT 研究所, 2024年3月29日

第3章 転移学習した情報項目（活動内容）一覧

転移学習した情報項目として、WG3での活動内容一覧を表-1に示す。項目は大項目、小項目に分けた。また、それぞれの項目に対するプロンプトの例を合わせて記載する。

本WGの活動目的は、「ユーザー（土木技術者）主導の開発を促進すること」と「新技術の利用を促進すること」にある。このため、表-1に示す通り、前者・後者に共通し、他産業のユースケースを整理し、類似開発例の有無を明らかにすることは重要と考え、他産業も含むAIの活用事例調査を行った。また、実施結果をユースケースマップとして整理し、開発技術の類似事例の有無を明らかにした。この上で、開発環境をクラウドベンダーのクラウドサービスを整理することで明らかにし、具体のプロトタイプ開発を通して、その開発難易度を示した。最後に、生成AIについても、そのユースケースを検討しまとめた。

表-1 WG3の活動内容一覧

大項目	小項目	プロンプト例
目的の設定		WG3ではどういった内容を目的に議論を進めたのですか？
他産業/建設産業におけるユースケースの検討	国内外におけるAIの活用事例調査	国内外においてAIを活用した事例はどのような事例がありますか？
	ユースケースマップの検討と作成	ユースケースマップでは具体的にどのような内容を整理したのですか？
システム・アプリのプロトタイプの開発	クラウドベンダーのクラウドサービスの整理	クラウドベンダーがクラウドサービスについてはWG内での議論内容を教えてください
	ベルトコンベアの状態監視用アプリケーションの開発	ベルコンの事例ではどういった開発内容が求められますか？
生成AIを活用したユースケースの提示	建設産業における生成AIのユースケース検討	生成AIを活用したユースケースの提示の検討での検討目的と検討内容を教えてください。

第4章 おわりに（今後の AI 技術の利用に向けて）

本 WG の活動目的は、「ユーザー（土木技術者）主導の開発を促進すること」と「新技術の利用を促進すること」とした。この目的と WG3 での議論を踏まえて、今後の AI 技術の利活用に向けて必要なことをまとめる。

「ユーザー（土木技術者）主導の開発を促進する」ためには、ユースケースの明確化と実装難易度の把握が必須と考えられる。今回、WG3 では日本と海外の他産業における AI 導入状況を調査し、それをユースケースマップとしてまとめた。このマップでは、産業分野を横軸に、機械学習の種類を縦軸に取り、他産業のユースケースをマッピングしている。すなわち横軸に種類が多いものは、他産業で実装事例が多いということになり、比較的容易にユースケースに適応可能なアプリケーション開発が可能ということが示唆される。このユースケースマップを活用し比較的簡易に実装可能なユースケースとして捉えたベルトコンベアの異常検知について、実際に容易にアプリケーション開発することができ、マップの重要性が確認された。一方で、日々ユースケースは進化するため、このユースケースマップは常に更新し整理されることが求められる。このため、マップ更新の仕組みとマップの建設産業において共有可能な仕組みの構築が望まれる。

「新技術の利用を促進する」ためには、その機会自体を醸成することも必要となる。今回、この機会の醸成の一環として i-Con WG3 Navigator を開発したが、実際に報告書を読む際に利活用されるかは未知数である。利活用されなかった場合は、その原因を整理し対策する必要がある。この原因を整理したうえで、関係者が利活用しやすいシステムやアプリケーション開発が求められるため、今回、対象とした AI 以外の技術も含めてその利活用について幅広い議論が求められる。こういった議論の一端に WG3 での活動成果や開発成果が活かされることを望む。

付録1 i-Con WG3 Navigator の利用方法

Step1 :

下記の URL にアクセスしてください。(リンクを知っている人のみアプリケーションにアクセス可能です)

<https://chatgpt.com/g/g-7NlnjXeDp-i-conwg3-navigator>

Step2 :

サインアップしてください。



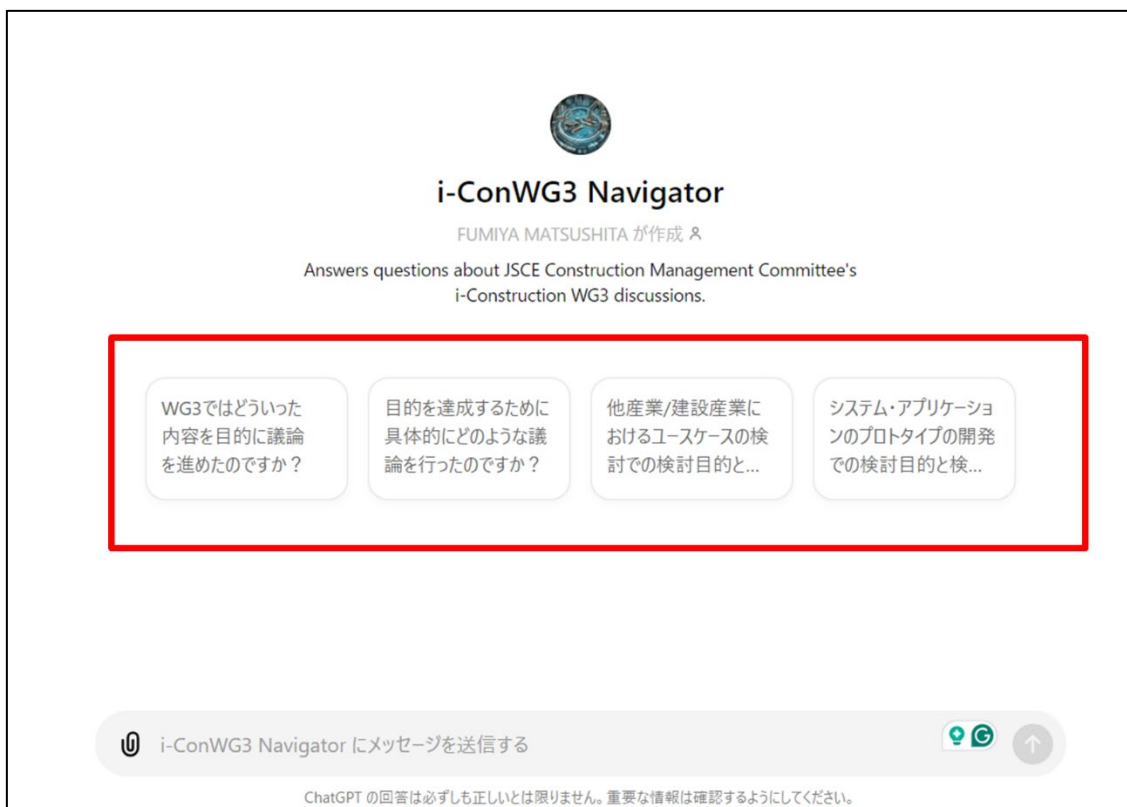
Step3 :

チャットを開始できます。



Step4 :

赤枠の部分はサンプルの質問です。クリックするとサンプルのプロンプトを入力可能です。また「i-ConWG3 Navigator にメッセージを送信する」にプロンプトをコピー&ペーストしてください。



i-ConWG3 Navigator

FUMIYA MATSUSHITA が作成 8

Answers questions about JSCE Construction Management Committee's i-Construction WG3 discussions.

WG3ではどういった内容を目的に議論を進めたのですか？

目的を達成するために具体的にどのような議論を行ったのですか？

他産業/建設産業におけるユースケースの検討での検討目的と...

システム・アプリケーションのプロトタイプの開発での検討目的と検...

i-ConWG3 Navigator にメッセージを送信する

ChatGPT の回答は必ずしも正しいとは限りません。重要な情報は確認するようにしてください。

プロンプト「WG3 ではどういった内容を目的に議論を進めたのですか？」に対する実行結果を次項に示します。

WG3ではどういった内容を目的に議論を進めたのですか？



WG3の活動目的と議論内容は次の通りです。

活動目的

WG3の活動目的は、AIなどの新技術の具体的な活用事例を示し、必要な枠組みを明らかにすることで、ユーザー主導の開発を促進し、新技術の利用を促進することです。

具体的な議論内容

1. 他産業／建設産業におけるユースケースの検討:

- 日本と海外の他産業におけるAIの導入状況を調査し、ユースケースマップを作成。このマップは産業分野と機械学習の種類に基づき、事例の実装の難易度を事前に知るためのものです。
- 具体的なユースケースの検討では、建設業におけるベルコンの運搬異常や設備の計測異常検知、PDFデータからGIS情報への変換、スランブの画像処理による計測、コンクリートの帳票読み込み、コンクリート構造物の点検・診断などが挙げられました。

2. システム及びアプリケーションのプロトタイプ開発:

- ユースケースのプロトタイプ開発において、特にベルコンの異常検知システムをカスタムモデル作成のレイヤーで実装。これはGUIベースでの開発で済み、プログラムコードを必要としません。
- クラウドベンダーのサービスを整理し、具体的なユースケースに対するプロトタイプを開発し、プログラムレスで建設業特化型のAIアプリケーションを簡単に開発できることを示しました。

3. 生成AIを活用したユースケース提示:

- 生成AIモデルの建設業への活用を検討。自然言語によるドローン操作やCADソフトでの形状生成を試行し、プロンプトエンジニアリングの重要性を確認しました。

得られた成果

- ユースケースマップの作成により、建設産業におけるユースケースの検討に役立つ実装の難易度を事前に知ることが可能となりました。
- プロトタイプ開発を通じて、ユーザー主導で簡単にAIアプリケーションを開発できることを示しました。
- 生成AIの利活用方法を提示し、新技術の利用促進を図りました。

これらの活動を通じて、土木技術者が主導する新技術の利用促進に向けた結論と成果を得ることができました。



付録2 i-Con WG3 Navigator への質問サンプル

WG3 では i-Con WG3 Navigator からの出力値をもって報告書の代替とすることを旨とするため、プロンプトも活動内容を踏まえ、「序論」から「まとめ」に分解し示す。それぞれの章におけるプロンプトの例と出力結果例を以下に示す。なお、出力結果は ChatGPT からの文字情報に加えて画面のスクリーンショットも参考として掲載する。

1 はじめに

1. 1 本報告書の目的

プロンプト:

("WG3 ではどういった内容を目的に議論を進めたのですか?");

出力結果例:

i-Construction 特別小委員会 WG3 では、主に以下の目的で議論が進められました【4† source】:

1. ****AI などの新技術の具体的な活用事例を示す****:
 - 新技術の具体的なユースケース（利用事例）を設定し、建設施工現場におけるプロトタイプを開発。
 - 他産業および建設産業における AI 導入状況の調査とユースケースマップの作成。
2. ****必要な枠組みを明らかにする****:
 - AI やブロックチェーンを用いたシステム開発のための枠組みを明確化。
 - クラウドベンダーの提供する AI サービスを整理し、簡単に実装可能なシステム開発手順の確立。
3. ****ユーザー主導の開発を促進する****:
 - 土木技術者が簡単に実装できる AI アプリケーションの開発方法を示す。
 - プログラムレスでの開発手順書の作成と GUI ベースでの実装手法の提示。
4. ****新技術の利用を促進する****:
 - 生成 AI を活用したユースケースの提示（例：ドローン操作や CAD 形状生成）。
 - プロンプトエンジニアリングの重要性を確認し、効率的な生成 AI の利活用方法を提示。

具体的な議論内容としては、建設業における AI モデルやブロックチェーン等のシステム開発、他産業のユースケースの検討とそのマッピング、システム及びアプリケーションのプロトタイプ開発、生成 AI を活用したユースケース提示などが含まれます。これらを通じて、建設業における新技術の具体的な適用例を示し、ユーザーが主導する形での開発と利用促進を目指しました。

WG3ではこういった内容を目的に議論を進めたのですか？



i-Construction特別小委員会WG3では、主に以下の目的で議論が進められました：

1. AIなどの新技術の具体的な活用事例を示す：
 - 新技術の具体的なユースケース（利用事例）を設定し、建設施工現場におけるプロトタイプを開発。
 - 他産業および建設産業におけるAI導入状況の調査とユースケースマップの作成。
2. 必要な枠組みを明らかにする：
 - AIやブロックチェーンを用いたシステム開発のための枠組みを明確化。
 - クラウドベンダーの提供するAIサービスを整理し、簡単に実装可能なシステム開発手順の確立。
3. ユーザー主導の開発を促進する：
 - 土木技術者が簡単に実装できるAIアプリケーションの開発方法を示す。
 - プログラムレスでの開発手順書の作成とGUIベースでの実装手法の提示。
4. 新技術の利用を促進する：
 - 生成AIを活用したユースケースの提示（例：ドローン操作やCAD形状生成）。
 - プロンプトエンジニアリングの重要性を確認し、効率的な生成AIの利活用方法を提示。

具体的な議論内容としては、建設業におけるAIモデルやブロックチェーン等のシステム開発、他産業のユースケースの検討とそのマッピング、システム及びアプリケーションのプロトタイプ開発、生成AIを活用したユースケース提示などが含まれます。これらを通じて、建設業における新技術の具体的な適用例を示し、ユーザーが主導する形での開発と利用促進を目指しました。



1. 2 WG3 における議論の概説

プロンプト:

("目的を達成するために具体的にどのような議論を行ったのですか?");

出力結果例;

i-Construction 特別小委員会の WG3 では、AI やブロックチェーンを用いたシステム開発について具体的な議論が行われました。その目的は、新技術の活用事例を示し、ユーザー主導の開発を促進するための枠組みを明らかにし、技術の利用を推進することです。以下は主要な議論の内容とその成果です:

1. **他産業・建設産業におけるユースケースの検討**:

- 日本および海外の他産業における AI 導入状況を調査し、ユースケースマップを作成。
- ユースケースマップでは、産業分野（金融、医療、小売り、製造業など）を横軸に、機械学習の種類（画像認識、データ分類など）を縦軸にとり、各産業の AI 活用事例をマッピング。
- 建設業での具体的なユースケース（例：ベルコンの運搬異常検知、PDF から GIS 情報への変換など）を検討し、特にベルコンの異常検知について詳細に議論。

2. **システムおよびアプリケーションのプロトタイプ開発**:

- クラウドベンダーが提供する AI サービスを整理し、簡単に実装可能な方法を検討。
- ベルコンの異常検知システムのプロトタイプを GUI ベースで開発し、適合率 81.3%、再現率 86.7%を達成。
- プログラムレスで建設業特化型 AI アプリケーションを開発できることを示し、技術の実用性を確認。

3. **生成 AI を活用したユースケース提示**:

- 自然言語によるドローン操作や CAD ソフトでの形状生成を試行し、生成 AI の活用方法を検討。
- プロンプトエンジニアリングの重要性を確認し、適切なプロンプトにより必要な結果を得る方法を学んだ。

これらの議論を通じて、WG3 は新技術の具体的な活用事例を示し、建設業におけるユーザー主導の技術開発を促進するための枠組みを構築しました。さらに、新技術の利用促進に向けて具体的な手法やプロトタイプを提供することで、実際の施工現場での応用可能

性を高めました【4†source】。

目的を達成するために具体的にどのような議論を行ったのですか？



i-Construction特別小委員会のWG3では、AIやブロックチェーンを用いたシステム開発について具体的な議論が行われました。その目的は、新技術の活用事例を示し、ユーザー主導の開発を促進するための枠組みを明らかにし、技術の利用を推進することです。以下は主要な議論の内容とその成果です：

1. 他産業・建設産業におけるユースケースの検討：

- 日本および海外の他産業におけるAI導入状況を調査し、ユースケースマップを作成。
- ユースケースマップでは、産業分野（金融、医療、小売り、製造業など）を横軸に、機械学習の種類（画像認識、データ分類など）を縦軸にとり、各産業のAI活用事例をマッピング。
- 建設業での具体的なユースケース（例：バルコンの運搬異常検知、PDFからGIS情報への変換など）を検討し、特にバルコンの異常検知について詳細に議論。

2. システムおよびアプリケーションのプロトタイプ開発：

- クラウドベンダーが提供するAIサービスを整理し、簡単に実装可能な方法を検討。
- バルコンの異常検知システムのプロトタイプをGUIベースで開発し、適合率81.3%、再現率86.7%を達成。
- プログラムレスで建設業特化型AIアプリケーションを開発できることを示し、技術の実用性を確認。

3. 生成AIを活用したユースケース提示：

- 自然言語によるドローン操作やCADソフトでの形状生成を試行し、生成AIの活用方法を検討。
- プロンプトエンジニアリングの重要性を確認し、適切なプロンプトにより必要な結果を得る方法を学んだ。

これらの議論を通じて、WG3は新技術の具体的な活用事例を示し、建設業におけるユーザー主導の技術開発を促進するための枠組みを構築しました。さらに、新技術の利用促進に向けて具体的な手法やプロトタイプを提供することで、実際の施工現場での応用可能性を高めました。

🔊 📄 🔄 📌

2 他産業/建設産業におけるユースケースの検討

2. 1 検討概要

プロンプト:

("他産業/建設産業におけるユースケースの検討での検討目的と検討内容を教えてください。");

出力結果例:

他産業/建設産業におけるユースケースの検討に関して、以下の目的と検討内容が議論されました。

検討目的

活動目的は、AI などの新技術の具体的な活用事例を示し、必要な枠組みを明らかにすることで、ユーザー主導の開発を促進し、新技術の利用を促進することです。この目的を達成するために、以下の具体的な活動が行われました。

検討内容

1. **日本と海外の AI 導入状況調査**:

- 他産業における AI の導入状況を調査し、ユースケースをマップ化。
- 産業分野を横軸、機械学習の種類を縦軸にとり、他産業のユースケースを整理。

2. **ユースケースマップの作成**:

- 10 の産業分野（金融、医療、小売り、製造業など）と 25 種類の機械学習モデル（画像認識、データ分類など）を対象にユースケースをマッピング。
- マップを通じて、参考事例の多さや実装の難易度を把握可能に。

3. **国内外の AI 活用事例**:

- 日本の建設業における AI 導入事例（建設生産プロセスの各段階での進展）を紹介。
- 海外事例として、米国運輸省の AI 活用プログラムを例示し、維持管理やエネルギー管理での AI 活用を説明。

4. **具体的なユースケースの議論**:

- WG 内で具体的な建設業ユースケースを検討（例：ベルコンの運搬異常・設備の計測異常検知、PDF データから GIS 情報への変換など）。
- ベルコンの異常検知システムの具体的な説明（正常な運搬状態の定義、不純物の検出など）。

5. ****成果の整理****:

- ユースケースマップを作成し、建設産業でのユースケース検討時に実装難易度を事前に把握する手段を提供。

これらの検討内容を通じて、他産業の AI 活用事例を参考にしながら、建設業におけるユースケースの実装可能性とその難易度を明確にすることが目指されました【4†source】。

他産業/建設産業におけるユースケースの検討での検討目的と検討内容を教えてください。



他産業/建設産業におけるユースケースの検討に関して、以下の目的と検討内容が議論されました。

検討目的

活動目的は、AIなどの新技術の具体的な活用事例を示し、必要な枠組みを明らかにすることで、ユーザー主導の開発を促進し、新技術の利用を促進することです。この目的を達成するために、以下の具体的な活動が行われました。

検討内容

1. 日本と海外のAI導入状況調査:
 - 他産業におけるAIの導入状況を調査し、ユースケースをマップ化。
 - 産業分野を横軸、機械学習の種類を縦軸にとり、他産業のユースケースを整理。
2. ユースケースマップの作成:
 - 10の産業分野（金融、医療、小売り、製造業など）と25種類の機械学習モデル（画像認識、データ分類など）を対象にユースケースをマッピング。
 - マップを通じて、参考事例の多さや実装の難易度を把握可能に。
3. 国内外のAI活用事例:
 - 日本の建設業におけるAI導入事例（建設生産プロセスの各段階での進展）を紹介。
 - 海外事例として、米国運輸省のAI活用プログラムを例示し、維持管理やエネルギーマネジメントでのAI活用を説明。
4. 具体的なユースケースの議論:
 - WG内で具体的な建設業ユースケースを検討（例：バルコンの運搬異常・設備の計測異常検知、PDFデータからGIS情報への変換など）。
 - バルコンの異常検知システムの具体的な説明（正常な運搬状態の定義、不純物の検出など）。
5. 成果の整理:
 - ユースケースマップを作成し、建設産業でのユースケース検討時に実装難易度を事前に把握する手段を提供。

これらの検討内容を通じて、他産業のAI活用事例を参考にしながら、建設業におけるユースケースの実装可能性とその難易度を明確にすることが目指されました。



2. 2 検討内容

プロンプト:

("国内外において AI を活用した事例はどのような事例がありますか?");

出力結果例:

国内外における AI を活用した事例について、以下のような具体例があります。

日本国内

日本の建設業では、AI の導入がさまざまな段階で進んでいます。具体的な事例としては、以下のようなものがあります。

- **ベルコンの運搬異常・設備の計測異常検知**：シールドトンネル工事で使用されるベルコンの正常な動作を確認するために、AI を用いて異常な運搬状態や設備の異常を検知します。
- **PDF データから GIS 情報への変換**：AI を用いて PDF 形式のデータを GIS 情報に変換し、地理情報システムの精度を向上させます。
- **スランブを画像処理で計測**：コンクリートのスランブ試験において、画像処理技術を用いて正確な計測を行います。
- **コンクリートの帳票読み込み**：コンクリートの帳票を AI で読み込み、データのデジタル化を促進します。
- **コンクリート構造物の点検・診断**：AI を用いてコンクリート構造物の点検や診断を行い、維持管理の効率を向上させます【4†source】。

海外

海外における AI の活用例としては、以下のようなものがあります。

- **米国の運輸省**：2021 年に AI 活用のプログラムを発表し、維持管理やエネルギーマネジメントなど 11 のターゲット領域に対して 60 の AI 活用項目を整理しています。具体的には、インフラの維持管理に AI を使用して異常検知を行ったり、エネルギー効率の最適化を図るための AI 技術が導入されています【4†source】。

ユースケースマップ

日本と海外の他産業における AI 導入状況を調査し、それをユースケースマップとしてまとめました。このマップでは、産業分野を横軸に、機械学習の種類を縦軸に取り、他産業のユースケースをマッピングしています。この結果、実装の難易度を事前に把握しやすくなり、建設産業における AI 導入の参考になります【4†source】。

これらの事例は、AI 技術が建設業および他産業において実際にどのように利用されてい

るかを示しており、今後の技術導入の参考となる具体例です。



国内外におけるAIを活用した事例について、以下のような具体例があります。

日本国内

日本の建設業では、AIの導入がさまざまな段階で進んでいます。具体的な事例としては、以下のようなものがあります。

- ベルコンの運搬異常・設備の計測異常検知：シールドトンネル工事で使用されるベルコンの正常な動作を確認するために、AIを用いて異常な運搬状態や設備の異常を検知します。
- PDFデータからGIS情報への変換：AIを用いてPDF形式のデータをGIS情報に変換し、地理情報システムの精度を向上させます。
- スランプを画像処理で計測：コンクリートのスランプ試験において、画像処理技術を用いて正確な計測を行います。
- コンクリートの帳票読み込み：コンクリートの帳票をAIで読み込み、データのデジタル化を促進します。
- コンクリート構造物の点検・診断：AIを用いてコンクリート構造物の点検や診断を行い、維持管理の効率を向上させます。

海外

海外におけるAIの活用例としては、以下のようなものがあります。

- 米国の運輸省：2021年にAI活用プログラムを発表し、維持管理やエネルギーマネジメントなど11のターゲット領域に対して60のAI活用項目を整理しています。具体的には、インフラの維持管理にAIを使用して異常検知を行ったり、エネルギー効率の最適化を図るためのAI技術が導入されています。

ユースケースマップ

日本と海外の他産業におけるAI導入状況を調査し、それをユースケースマップとしてまとめました。このマップでは、産業分野を横軸に、機械学習の種類を縦軸に取り、他産業のユースケースをマッピングしています。この結果、実装の難易度を事前に把握しやすくなり、建設産業におけるAI導入の参考になります。

これらの事例は、AI技術が建設業および他産業において実際にどのように利用されているかを示しており、今後の技術導入の参考となる具体例です。



プロンプト:

("ユースケースマップでは具体的にどのような内容を整理したのですか?");

出力結果例:

ユースケースマップでは、以下の内容が具体的に整理されています。

目的と内容

- **目的**: 他産業での AI 導入状況を調査し、それをもとに建設産業でのユースケースを検討する際の参考にするため。
- **内容**: 産業分野と機械学習の種類を軸に取ったユースケースの整理。

マッピングの軸

- **横軸**: 産業分野。これには金融、医療、小売り、製造業などの 10 分野が含まれます。
- **縦軸**: 機械学習の種類。これには識別モデルを対象とし、画像認識やデータ分類など 25 種類が含まれます。

ユースケースマップの作成方法

1. **産業分野の選定**: 対象とする産業分野を決定します。具体的には、金融、医療、小売り、製造業などの分野を選びます。
2. **機械学習の種類選定**: 識別モデルを中心に、画像認識やデータ分類などの機械学習の種類を選びます。
3. **事例のマッピング**: 横軸に産業分野、縦軸に機械学習の種類を配置し、各事例をこの二つの軸に沿ってマッピングします。

ユースケースマップの成果

- **事例の多寡の把握**: 横軸に多くのケースがある場合、その分野での事例が多く、他事例を参考に実装しやすいことが分かります。逆に事例が少ない分野は、比較的开発が難しいことが分かります。
- **実装の難易度の事前把握**: こういったマッピングにより、建設産業でのユースケースを検討する際に、実装の難易度を事前に知ることが可能となります。

実際のユースケースの検討

WG3 では、委員の意見を中心に具体的なユースケースを検討しました。以下のような案が出されました。

- **ベルコンの運搬異常・設備の計測異常検知**

- **PDF データから GIS 情報への変換**
- **スランプを画像処理で計測**
- **コンクリートの帳票読み込み**
- **コンクリート構造物の点検・診断**

得られた成果

ユースケースマップの作成により、建設産業における具体的なユースケースの検討が容易になり、実装の難易度を事前に知ることができるようになりました【4†source】。

ユースケースマップでは具体的にどのような内容を整理したのですか？



ユースケースマップでは、以下の内容が具体的に整理されています。

目的と内容

- 目的：他産業でのAI導入状況を調査し、それをもとに建設産業でのユースケースを検討する際の参考にするため。
- 内容：産業分野と機械学習の種類を軸に取ったユースケースの整理。

マッピングの軸

- 横軸：産業分野。これには金融、医療、小売り、製造業などの10分野が含まれます。
- 縦軸：機械学習の種類。これには識別モデルを対象とし、画像認識やデータ分類など25種類が含まれます。

ユースケースマップの作成方法

1. 産業分野の選定：対象とする産業分野を決定します。具体的には、金融、医療、小売り、製造業などの分野を選びます。
2. 機械学習の種類選定：識別モデルを中心に、画像認識やデータ分類などの機械学習の種類を選びます。
3. 事例のマッピング：横軸に産業分野、縦軸に機械学習の種類を配置し、各事例をこの二つの軸に沿ってマッピングします。

ユースケースマップの成果

- 事例の多寡の把握：横軸に多くのケースがある場合、その分野での事例が多く、他事例を参考に実装しやすいことが分かります。逆に事例が少ない分野は、比較的開発が難しいことが分かります。
- 実装の難易度の事前把握：こういったマッピングにより、建設産業でのユースケースを検討する際に、実装の難易度を事前に知ることが可能となります。

実際のユースケースの検討

WG3では、委員の意見を中心に具体的なユースケースを検討しました。以下のような案が出されました。

- ヘルコンの運搬異常・設備の計測異常検知
- PDFデータからGIS情報への変換
- スラップを画像処理で計測
- コンクリートの振動読み込み
- コンクリート構造物の点検・診断

得られた成果

ユースケースマップの作成により、建設産業における具体的なユースケースの検討が容易になり、実装の難易度を事前に知ることができるようになりました。



3 システム・アプリケーションのプロトタイプの開発

3. 1 検討概要

プロンプト:

("システム・アプリケーションのプロトタイプの開発での検討目的と検討内容を教えてください。");

出力結果例:

システム・アプリケーションのプロトタイプ開発に関する検討目的と検討内容は以下の通りです:

検討目的

- AI などの新技術の具体的な活用事例を示し、ユーザー主導の開発を促進し、新技術の利用を促進すること。
- 建設施工現場を対象とした具体的なユースケースを設定し、プロトタイプを開発することで、実装の容易さを示すこと。

検討内容

1. **ユースケースの設定と具体的な議論**:

- 他産業や建設産業のユースケースを検討し、建設業に適用可能なユースケースを選定。
- 具体的なユースケースとして、ベルコンの運搬異常や設備の計測異常検知などが検討されました。

2. **クラウドサービスの利活用**:

- クラウドベンダーが提供する AI サービスを整理し、各レイヤー（アプリケーション、API、カスタムモデル作成、AI プラットフォーム、インフラ）ごとの難易度を評価。
- クラウドサービスを活用して、簡単に実装可能なプロトタイプを開発を行いました。

3. **ベルコンの異常検知システムの開発**:

- 画像認識を利用したベルコンの異常検知システムのプロトタイプを開発。
- カスタムモデル作成レイヤーでの開発により、GUI ベースで簡単に開発を行うことができました。
- 開発成果として、適合率 81.3%、再現率 86.7%を達成し、建設業特化型の AI アプリケーションの開発が容易であることを示しました。

4. **生成 AI の活用**:

- 生成 AI モデルの建設業への活用方法を検討し、具体的な事例（自然言語によるドローン操作や CAD ソフトでの形状生成）を試行。
- プロンプトエンジニアリングの重要性が確認され、適切なプロンプト設定により効果的な結果が得られることが示されました。

得られた成果

- クラウドサービスを活用することで、プログラムレスで建設業特化型の AI アプリケーションが比較的簡単に開発できることが実証されました。
- 生成 AI の利活用に関する知見が得られ、プロンプトエンジニアリングの重要性が明確になりました。

これらの検討内容と成果により、ユーザー主導の開発の可能性が示され、新技術の利用促進に寄与する結論が得られました【4†source】。



システム・アプリケーションのプロトタイプの開発での検討目的と検討内容を教えてください。



システム・アプリケーションのプロトタイプ開発に関する検討目的と検討内容は以下の通りです：

検討目的

- AIなどの新技術の具体的な活用事例を示し、ユーザー主導の開発を促進し、新技術の利用を促進すること。
- 建設施工現場を対象とした具体的なユースケースを設定し、プロトタイプを開発することで、実装の容易さを示すこと。

検討内容

1. ユースケースの設定と具体的な議論:

- 他産業や建設産業のユースケースを検討し、建設業に適用可能なユースケースを選定。
- 具体的なユースケースとして、バルコンの運搬異常や設備の計測異常検知などが検討されました。

2. クラウドサービスの利活用:

- クラウドベンダーが提供するAIサービスを整理し、各レイヤー（アプリケーション、API、カスタムモデル作成、AIプラットフォーム、インフラ）ごとの難易度を評価。
- クラウドサービスを活用して、簡単に実装可能なプロトタイプの開発を行いました。

3. バルコンの異常検知システムの開発:

- 画像認識を利用したバルコンの異常検知システムのプロトタイプを開発。
- カスタムモデル作成レイヤーでの開発により、GUIベースで簡単に開発を行うことができました。
- 開発成果として、適合率81.3%、再現率86.7%を達成し、建設業特化型のAIアプリケーションの開発が容易であることを示しました。

4. 生成AIの活用:

- 生成AIモデルの建設業への活用方法を検討し、具体的な事例（自然言語によるドローン操作やCADソフトでの形状生成）を試行。
- プロンプトエンジニアリングの重要性が確認され、適切なプロンプト設定により効果的な結果が得られることが示されました。

得られた成果

- クラウドサービスを活用することで、プログラムレスで建設業特化型のAIアプリケーションが比較的簡単に開発できることが実証されました。
- 生成AIの利活用に関する知見が得られ、プロンプトエンジニアリングの重要性が明確になりました。

これらの検討内容と成果により、ユーザー主導の開発の可能性が示され、新技術の利用促進に寄与する結論が得られました。



3. 2 検討内容

プロンプト:

("クラウドベンダーがクラウドサービスについては WG 内での議論内容を教えてください");

出力結果例;

クラウドベンダーが提供するクラウドサービスに関する WG 内での議論内容は以下の通りです。

クラウドサービスのレイヤー整理

WG 内では、クラウドベンダーが提供する AI サービスを以下の 5 つのレイヤーに整理しました。

1. **アプリケーション**: エンドユーザーが直接利用する AI 搭載のアプリケーション。
2. **API**: 開発者が利用する API サービス。既成の AI モデルを利用することができます。
3. **カスタムモデル作成**: 開発者が自分で AI モデルをカスタマイズ・作成するサービス。
4. **AI プラットフォーム**: AI モデルの開発、トレーニング、デプロイメントを行うための包括的なプラットフォーム。
5. **インフラ**: AI モデルのトレーニングやデプロイメントに必要なインフラストラクチャ。

各レイヤーでの開発の難易度

- **議論内容**: どのレイヤーで開発を行うかによって、開発の難易度が異なることが分かりました。例えば、API の活用やカスタムモデル生成は比較的容易であり、既成のサービスを利用することで迅速に開発が可能です。一方、AI プラットフォームやインフラを活用する場合は、より高度な技術的知識やリソースが必要となります。

プロトタイプ開発におけるクラウドサービスの利用

- **議論内容**: 具体的なユースケースに基づき、クラウドサービスを利用したプロトタイプ開発が検討されました。特に、ベルコンの異常検知システムのプロトタイプ開発では、カスタムモデル作成のレイヤーを利用しました。画像認識のユースケースが多くあり、転移学習を用いることで比較的簡単に開発が可能であることが確認されました。

- **成果**: GUI ベースで開発を行い、プログラムコードを書く必要がなく、簡単に開発ができることを示しました。結果として、適合率 81.3%、再現率 86.7%の精度が得られました。この成果により、建設業特化型の AI アプリケーションを比較的簡単に開発できることが実証されました。

クラウドサービス活用の結論

- ****議論内容****：クラウドベンダーの AI サービスを整理し、具体的なユースケースを対象にプロトタイプを開発することで、建設業における AI 活用の実現性が示されました。特に、クラウドサービスの利用により、土木技術者が簡単に AI アプリケーションを開発できる環境が整備されていることが分かりました。

このように、クラウドサービスのレイヤーを明確に整理し、具体的なプロトタイプ開発を通じて、その利便性と実現可能性を示すことができました **【4†source】**。

クラウドベンダーがクラウドサービスについてはWG内での議論内容を教えてください



クラウドベンダーが提供するクラウドサービスに関するWG内での議論内容は以下の通りです。

クラウドサービスのレイヤー整理

WG内では、クラウドベンダーが提供するAIサービスを以下の5つのレイヤーに整理しました。

1. アプリケーション：エンドユーザーが直接利用するAI搭載のアプリケーション。
2. API：開発者が利用するAPIサービス。既存のAIモデルを利用することができます。
3. カスタムモデル作成：開発者が自分でAIモデルをカスタマイズ・作成するサービス。
4. AIプラットフォーム：AIモデルの開発、トレーニング、デプロイメントを行うための包括的なプラットフォーム。
5. インフラ：AIモデルのトレーニングやデプロイメントに必要なインフラストラクチャ。

各レイヤーでの開発の難易度

- 議論内容：どのレイヤーで開発を行うかによって、開発の難易度が異なることが分かりました。例えば、APIの活用やカスタムモデル生成は比較的容易であり、既存のサービスを利用することで迅速に開発が可能です。一方、AIプラットフォームやインフラを活用する場合は、より高度な技術的知識やリソースが必要となります。

プロトタイプ開発におけるクラウドサービスの利用

- 議論内容：具体的なユースケースに基づき、クラウドサービスを利用したプロトタイプの開発が検討されました。特に、ペルコンの異常検知システムのプロトタイプ開発では、カスタムモデル作成のレイヤーを利用しました。画像認識のユースケースが多くあり、転移学習を用いることで比較的簡単に開発が可能であることが確認されました。
- 成果：GUIベースで開発を行い、プログラムコードを書く必要がなく、簡単に開発ができることを示しました。結果として、適合率81.3%、再現率86.7%の精度が得られました。この成果により、建設業特化型のAIアプリケーションを比較的簡単に開発できることが実証されました。

クラウドサービス活用の結論

- 議論内容：クラウドベンダーのAIサービスを整理し、具体的なユースケースを対象にプロトタイプを開発することで、建設業におけるAI活用の実現性が示されました。特に、クラウドサービスの利用により、土木技術者が簡単にAIアプリケーションを開発できる環境が整備されていることが分かりました。

このように、クラウドサービスのレイヤーを明確に整理し、具体的なプロトタイプ開発を通じて、その利便性と実現可能性を示すことができました。



プロンプト:

("ベルコンの事例ではこういった開発内容が求められますか?");

出力結果例:

ベルコンの事例で求められる開発内容は以下の通りです:

1. ****運搬異常の検知****: ベルコン (コンベヤベルト) が正常に稼働しているか否かを確認するシステムの開発が求められます。正常な稼働状態とは、土が適切に改質され、不純物が含まれず、均等に運ばれている状態です。異常な状態はこれに反する状態を指します。
2. ****設備の計測異常検知****: ベルコンの各種設備の計測値が正常範囲内にあるかどうかを監視し、異常を検知するシステムの開発が必要です。例えば、センサーを使って温度、振動、音などをリアルタイムで計測し、異常値を検出する仕組みが求められます。
3. ****カスタムモデル作成****: 画像認識技術を活用し、運搬物の状態を評価するカスタム AI モデルの作成が含まれます。既存の画像認識ユースケースを転移学習に利用し、ベルコン特有の異常検知に対応したモデルを開発します。
4. ****クラウドサービスの活用****: クラウドベンダーが提供する AI サービスを利用して、プログラムレスで GUI ベースの開発が行われます。これにより、技術者が簡単にシステムを実装できる環境を整備します。
5. ****実装の簡易化****: 開発手順書を用意し、GUI ベースで開発が進められるようにし、プログラムコードを書く必要を最小限に抑える工夫がされています。

この開発によって、ベルコンの運搬異常や計測異常を迅速かつ正確に検知できるシステムが構築され、建設現場での作業効率と安全性の向上が期待されます【4†source】。

ベルコンの事例ではどのような開発内容が求められますか？



ベルコンの事例で求められる開発内容は以下の通りです：

1. **運搬異常の検知:** ベルコン（コンベヤベルト）が正常に稼働しているか否かを確認するシステムの開発が求められます。正常な稼働状態とは、土が適切に改質され、不純物が含まれず、均等に運ばれている状態です。異常な状態はこれに反する状態を指します。
2. **設備の計測異常検知:** ベルコンの各種設備の計測値が正常範囲内にあるかどうかを監視し、異常を検知するシステムの開発が必要です。例えば、センサーを使って温度、振動、音などをリアルタイムで計測し、異常値を検出する仕組みが求められます。
3. **カスタムモデル作成:** 画像認識技術を活用し、運搬物の状態を評価するカスタムAIモデルの作成が含まれます。既存の画像認識ユースケースを転移学習に利用し、ベルコン特有の異常検知に対応したモデルを開発します。
4. **クラウドサービスの活用:** クラウドベンダーが提供するAIサービスを利用して、プログラムレスでGUIベースの開発が行われます。これにより、技術者が簡単にシステムを実装できる環境を整備します。
5. **実装の簡易化:** 開発手順書を用意し、GUIベースで開発が進められるようにし、プログラムコードを書く必要を最小限に抑える工夫がされています。

この開発によって、ベルコンの運搬異常や計測異常を迅速かつ正確に検知できるシステムが構築され、建設現場での作業効率と安全性の向上が期待されます。

🔊 📄 🔄 🔒

4 生成 AI を活用したユースケースの提示

4. 1 検討概要

プロンプト:

("生成 AI を活用したユースケースの提示の検討での検討目的と検討内容を教えてください。");

出力結果例 ;

生成 AI を活用したユースケース提示の検討目的と検討内容は以下の通りです :

検討目的

- **識別モデル**に加えて、**生成 AI モデルの建設業への活用**を目的としています。生成 AI を活用することで、建設業の現場における新たな可能性や効率化を探ることを目指しています。

検討内容

- **具体的な事例の試行**:

- **自然言語によるドローン操作 (シミュレーション) **:

- マイクロソフトリサーチが公開しているプログラムを活用。

- ドローンに対して「前に進め」と指示すると動く、また「車の上に飛べ」と指示するとその通りに動作するシミュレーションを行いました。

- **CAD ソフトでの形状生成**:

- Rhinoceros という CAD ソフトと ChatGPT の API を活用。

- 球や複数の立体を自動生成する試みを行いました。

得られた成果

- **プロンプトエンジニアリングの重要性**が確認されました。適切なプロンプトを利用することで、必要なニーズに合った処理結果を得ることができていることが明らかになりました【8:0 † source】【8:4 † source】。



生成AIを活用したユースケースの提示の検討での検討目的と検討内容を教えてください。



生成AIを活用したユースケース提示の検討目的と検討内容は以下の通りです：

検討目的

- 識別モデルに加えて、生成AIモデルの建設業への活用を目的としています。生成AIを活用することで、建設業の現場における新たな可能性や効率化を探ることを目指しています。

検討内容

- 具体的な事例の試行:
 - 自然言語によるドローン操作（シミュレーション）：
 - マイクロソフトリサーチが公開しているプログラムを活用。
 - ドローンに対して「前に進め」と指示すると動く、また「車の上に飛べ」と指示するとその通りに動作するシミュレーションを行いました。
 - CADソフトでの形状生成:
 - RhinocerosというCADソフトとChatGPTのAPIを活用。
 - 球や複数の立体を自動生成する試みを行いました。

得られた成果

- プロンプトエンジニアリングの重要性が確認されました。適切なプロンプトを利用することで、必要なニーズに合った処理結果を得ることができることが明らかになりました。



4. 2 検討内容

プロンプト:

("どのような事例を対象に生成 AI の活用を検討したか教えてください。");

出力結果例:

生成 AI の活用を検討した事例は以下の通りです:

1. **自然言語によるドローン操作 (シミュレーション)**:

- マイクロソフトリサーチが公開しているプログラムを活用しました。
- ドローンに対して自然言語で指示を出すと、その指示通りにドローンが動作するシミュレーションを行いました。
- 例として、「前に進め」と指示すればドローンが前に進み、「車の上に飛べ」と指示すれば車の上にドローンが飛んでいくことがシミュレーションできました。

2. **CAD ソフトでの形状生成**:

- Rhinoceros という CAD ソフトと ChatGPT の API を活用しました。
- 自然言語を用いて球や複数の立体形状の自動生成を試みました。

これらの事例を通じて、生成 AI を効率的に利用するためには、プロンプトエンジニアリングが重要であることが確認されました。適切なプロンプトを使用することで、ニーズに合った処理結果が得られることがわかりました【12:0† source】【12:2† source】。



生成AIの活用を検討した事例は以下の通りです:

1. 自然言語によるドローン操作 (シミュレーション):

- マイクロソフトリサーチが公開しているプログラムを活用しました。
- ドローンに対して自然言語で指示を出すと、その指示通りにドローンが動作するシミュレーションを行いました。
- 例として、「前に進め」と指示すればドローンが前に進み、「車の上に飛べ」と指示すれば車の上にドローンが飛んでいくことがシミュレーションできました。

2. CADソフトでの形状生成:

- RhinocerosというCADソフトとChatGPTのAPIを活用しました。
- 自然言語を用いて球や複数の立体形状の自動生成を試みました。

これらの事例を通じて、生成AIを効率的に利用するためには、プロンプトエンジニアリングが重要であることが確認されました。適切なプロンプトを使用することで、ニーズに合った処理結果が得られることがわかりました。

5 まとめ

プロンプト:

("WG 活動を通じて得られた結論を教えてください。");

出力結果例:

WG 活動を通じて得られた結論は以下の通りです:

1. ****AI などの新技術の具体的な活用事例の提示****:
 - 活動の目的は、AI やその他の新技術の具体的な活用事例を示し、必要な枠組みを明らかにすることです。
2. ****ユーザー主導の開発の促進****:
 - 建設施工現場を対象とした具体的なユースケースを設定し、プロトタイプの開発を行うことで、ユーザー（ここでは土木技術者）主導の開発を促進しました。
3. ****簡便な開発手法の提示****:
 - GUI ベースで簡単に建設業に特化した AI を開発できることを示しました。これにより、技術者が専門的なプログラミング知識を必要とせずに AI 技術を活用できることが確認されました。
4. ****生成 AI の活用方法の提示****:
 - 生成 AI についての活用方法を提示しました。具体的には、自然言語によるドローン操作や CAD ソフトでの形状生成などのユースケースを通じて、生成 AI の効率的な活用方法を検討しました。
5. ****新技術の利用促進****:
 - 報告書自体も生成 AI を活用して内容を確認するなど、実際の作業に生成 AI を取り入れ、新技術の利用を促進しました。
6. ****結論と成果****:
 - 一定の内容に対して土木技術者が主導で開発を行えることを示し、新技術の利用促進につながる結論と成果を得たと考えています 【16:0 † source】 【16:3 † source】。

WG活動を通じて得られた結論を教えてください。



WG活動を通じて得られた結論は以下の通りです：

1. AIなどの新技術の具体的な活用事例の提示:

- 活動の目的は、AIやその他の新技術の具体的な活用事例を示し、必要な枠組みを明らかにすることです。

2. ユーザー主導の開発の促進:

- 建設施工現場を対象とした具体的なユースケースを設定し、プロトタイプの開発を行うことで、ユーザー（ここでは土木技術者）主導の開発を促進しました。

3. 簡便な開発手法の提示:

- GUIベースで簡単に建設業に特化したAIを開発できることを示しました。これにより、技術者が専門的なプログラミング知識を必要とせずにAI技術を活用できることが確認されました。

4. 生成AIの活用方法の提示:

- 生成AIについての活用方法を提示しました。具体的には、自然言語によるドローン操作やCADソフトでの形状生成などのユースケースを通じて、生成AIの効率的な活用方法を検討しました。

5. 新技術の利用促進:

- 報告書自体も生成AIを活用して内容を確認するなど、実際の作業に生成AIを取り入れ、新技術の利用を促進しました。

6. 結論と成果:

- 一定の内容に対して土木技術者が主導で開発を行えることを示し、新技術の利用促進につながる結論と成果を得たと考えています。



付録3 発表資料

建設業のAIモデル、ブロックチェーン等を用いたシステム開発

i-Con特別小委員会WG3

活動概要

テーマ

建設業のAIモデル、ブロックチェーン等を用いたシステム開発

実施事項

AIモデル等を用いたシステム開発

- ・他産業／建設産業におけるユースケースの検討
- ・システム及びアプリケーションのプロトタイプ開発
- ・生成AIを活用したユースケース提示

目的：AI等のエマージングテクノロジーの具体的な活用事例の
明示と活用に必要な枠組みを明らかにし、これらのテクノロジーを利活用した

ユーザ（土木技術者）主導の開発を目指す
ユーザ（土木技術者）の利用を促進する

目次

- ・ **他産業／建設産業におけるユースケースの検討**
 - ー日本における建設業×AIの導入状況
 - ー海外における建設業×AIの導入状況
 - ー他産業を対象としたユースケースマップの提示
 - ー建設産業におけるユースケースの検討
- ・ **システム及びアプリケーションのプロトタイプ開発**
 - ークラウドベンダのAIサービスの整理
 - ープロトタイプ開発
- ・ **生成AIを活用したユースケース提示**
 - ー対象とするAIモデルの整理
 - ー試行

目次

- ・ **他産業／建設産業におけるユースケースの検討**
 - ー国内外における建設業×AIの導入状況
 - ー他産業を対象としたユースケースマップの提示
 - ー建設産業におけるユースケースの検討
- ・ **システム及びアプリケーションのプロトタイプ開発**
 - ークラウドベンダのAIサービスの整理
 - ープロトタイプ開発
- ・ **生成AIを活用したユースケース提示**
 - ー対象とするAIモデルの整理
 - ー試行

他産業を対象としたユースケースマップ



産業分野

金融、医療、小売り、製造業など10分野に分類

機械学習の種類

識別モデルを対象に画像認識、データ分類等、25種類に分類

ユースケース

ユースケースを産業分野、機械学習の種類にマッピング

横軸に多くのケースがある場合、事例が多いすなわち実装しやすいユースケースといえる

リンク: https://docs.google.com/spreadsheets/d/1P7MuwqVZX_h05U0u6XO1Gls7Hi-C6z3/edit?usp=sharing&ouid=105623890716548066148&rtmpof=true&sd=true

建設産業でのユースケース

- ・ ベルコンの運搬異常・設備の計測異常検知
- ・ PDFデータからGIS情報への変換
- ・ スランプを画像処理で計測
- ・ コンクリートの帳票読み込み
- ・ コンクリート構造物の点検・診断
- ・ . . .

建設産業でのユースケース

- ・ **ベルコンの運搬異常・設備の計測異常検知**
- ・ PDFデータからGIS情報への変換
- ・ スランプを画像処理で計測
- ・ コンクリートの帳票読み込み
- ・ コンクリート構造物の点検・診断
- ・ . . .

9

ユースケース（ベルコンの状態監視）

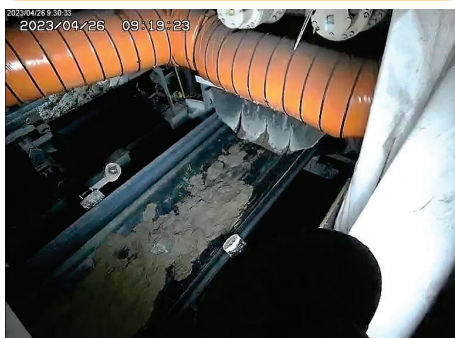
連続BC→振り分けフィーダー



23_2023-04-26_08-37-14.mp4

正常：ベルコンから土が離れて飛んでる状態。
異常：土の粘性が高く、ベルコンに張り付いて離れてない状態

スプレッタBC右



22_2023-04-26_09-30-12.mp4

正常：異物無し
異常：異物あり

10

ユースケース（ベルコンの状態監視）

連続BC→振り分けフィーダー



23_2023-04-26_08-37-14.mp4

正常：ベルコンから土が離れて飛んでる状態。
異常：土の粘性が高く、ベルコンに張り付いて離れてない状態

スプレッドBC右



正常：異物無し
異常：異物あり

どれだけ簡単に実装できるか？

目次

- ・ **他産業／建設産業におけるユースケースの検討**
 - ー日本における建設業×AIの導入状況
 - ー海外における建設業×AIの導入状況
 - ー他産業を対象としたユースケースマップの提示
 - ー建設産業におけるユースケースの検討
- ・ **システム及びアプリケーションのプロトタイプ開発**
 - ークラウドベンダのAIサービスの整理
 - ープロトタイプ開発
- ・ **生成AIを活用したユースケース提示**
 - ー対象とするAIモデルの整理
 - ー試行

クラウドのAIサービス

アプリケーション、API、転移学習、モデル開発、インフラのレイヤに分けてサービスを展開（どのレイヤでの開発になるかが重要）

Application

アプリケーションとしてすぐに利用可能

APIs
事前学習モデル

3rd PartyのアプリケーションとのAPI連携により利用可能

AutoML
カスタムモデル（転移学習）

利用者が有するデータを活用して特化型のAIを開発し利用

AI Platform
モデル開発

AIモデルを開発

Infrastructure
AI基礎環境

AIモデルを支えるインフラの実装

13

他産業との事例比較

ユースケースマップより

他産業ですでに事例が多いもの

⇒ 転用できる内容が多い

他産業で事例があまり見られないもの

⇒ 1から開発する必要がある

どのレイヤに対する開発かについて検討

※ただし、WGとしては、AIモデルの開発には踏み込まない

クラウドのAIサービス

アプリケーション、API、転移学習、モデル開発、インフラのレイヤに分けてサービスを展開（どのレイヤでの開発になるかが重要）

Application

アプリケーションとしてすぐに利用可能

APIs
事前学習モデル

3rd PartyのアプリケーションとのAPI連携により利用可能

AutoML
カスタムモデル（転移学習）

利用者が有するデータを活用して特化型のAIを開発し利用

AI Platform
モデル開発

AIモデルを開発

Infrastructure
AI基礎環境

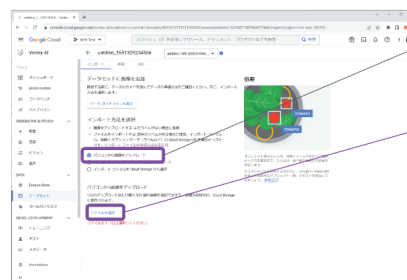
AIモデルを支えるインフラの実装

15

プロトタイプ開発（ハンズオン資料）

ベルトコンベア
ハンズオン資料

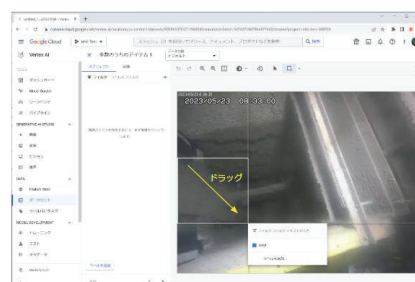
データセットの作成(3)



パソコンから画像をアップロードを選択

「ファイルを選択」ボタンをクリックし、アップロードする画像を選択します。(PCにダウンロードしたフォルダ内に入っています)

アノテーション(2)



アップロードした画像をダブルクリックすると、画像が拡大表示され、アノテーション情報の編集画面になります。

砂の範囲をドラッグして枠で囲むと、その範囲に付けるラベルを選択するメニューが表示されます。

先ほど作成したラベルを選択します。



適合率81.3% 再現率86.7%

17

目次

・他産業／建設産業におけるユースケースの検討

- ー日本における建設業×AIの導入状況
- ー海外における建設業×AIの導入状況
- ー他産業を対象としたユースケースマップの提示
- ー建設産業におけるユースケースの検討

・システム及びアプリケーションのプロトタイプ開発

- ークラウドベンダのAIサービスの整理
- ープロトタイプ開発

・生成AIを活用したユースケース提示

- ー対象とするAIモデルの整理
- ー試行

最近、話題の生成系AIへの対応は？ (ChatGPT, LLaMA, Geminiなど)



19

対象とするAIモデル

識別モデル (Discriminative Model)

建設産業での既存のユースケースあり

識別問題では、個々のデータ x がどのクラス（分類）に所属するかを確立的に解く機会学習手法

生成モデル (Generative models)

建設産業での既存のユースケース??

コンテンツやモノについてデータから学習し、それを使用して創造的かつ現実的な、まったく新しいアウトプットを生み出す機械学習手法 (Gartner社)

例： Audio ML (音声)
ChatGPT-4 (Text to Text)
GenerativeAI (写真)

対象とするAIモデル

識別モデル (Discriminative Model)

建設産業での既存のユースケースあり

識別問題では、個々のデータxがどのクラス（分類）に所属するかを確立的に解く機会学習手法

生成モデル (Generative models)

建設産業での既存のユースケース??

コンテンツやモノについてデータから学習し、それを使用して創造的かつ現実的な、まったく新しいアウトプットを生み出す機械学習手法（Gartner社）

例： Audio ML（音声）
ChatGPT-4（Text to Text）
GenerativeAI（写真）

<https://kento1109.hatenablog.com/entry/2018/01/10/111249>

https://www.mlit.go.jp/tochi_fudousan_kensetsugyo/const/tochi_fudousan_kensetsugyo_const_tk1_000001_00021.html

対象とするAIモデル

識別モデル (Discriminative Model)

建設産業での既存のユースケースあり

識別問題では、個々のデータxがどのクラス（分類）に所属するかを確立的に解く機会学習手法

生成モデル (Generative models)

建設産業での既存のユースケース??

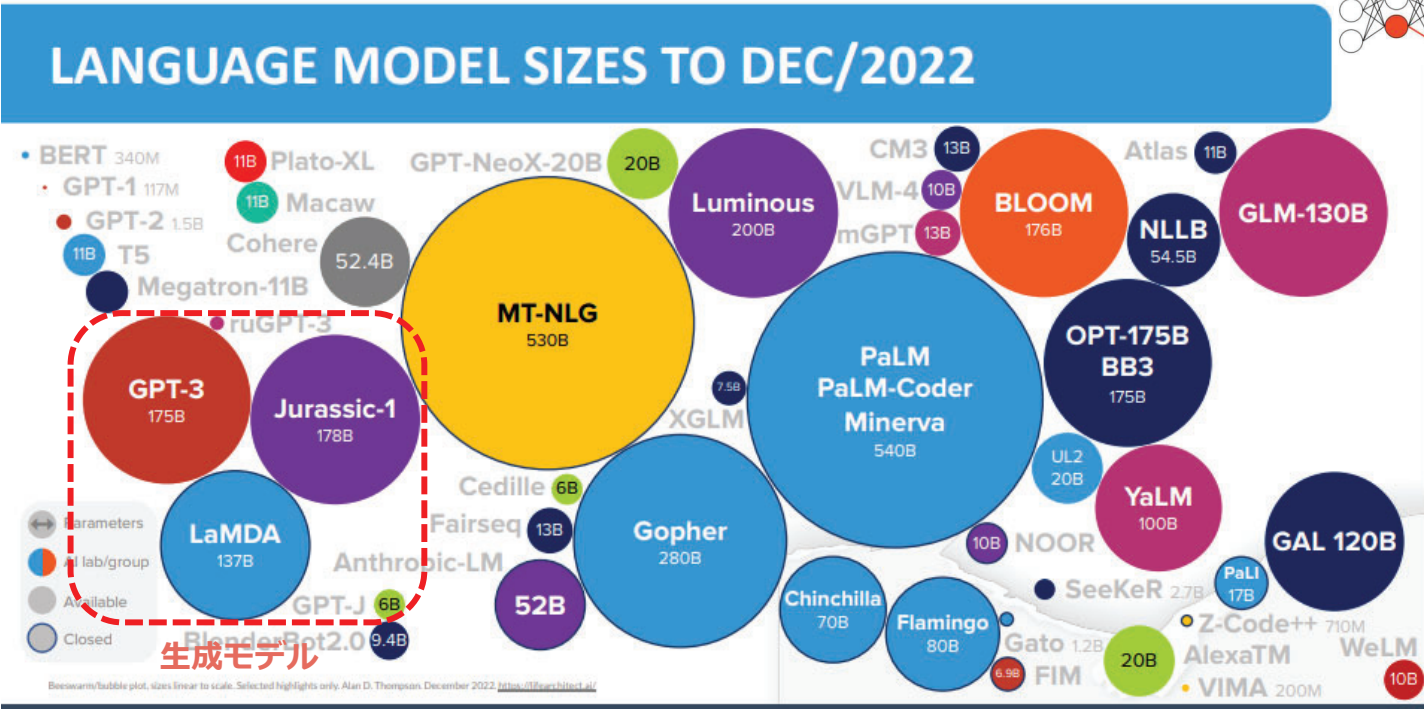
コンテンツやモノについてデータから学習し、それを使用して創造的かつ現実的な、まったく新しいアウトプットを生み出す機械学習手法（Gartner社）

例： Audio ML（音声）
ChatGPT-4（Text to Text）
GenerativeAI（写真）

<https://kento1109.hatenablog.com/entry/2018/01/10/111249>

https://www.mlit.go.jp/tochi_fudousan_kensetsugyo/const/tochi_fudousan_kensetsugyo_const_tk1_000001_00021.html

LLMのノード数比較



(試行 1) 自然言語によるロボットの操作

Goal with ChatGPT: user on the loop

Prompt, APIs + Objective → **Any task, any robot**

- Inspect the shelves in a lawnmower pattern
- Arrange the colored blocks to form the Microsoft logo
- Go to the kitchen, and find where I can warm up my lunch

LLM → **Deploy, improve**

```

import numpy as np
import time

class Drone:
    def __init__(self, x, y, z):
        self.x = x
        self.y = y
        self.z = z
        self.heading = 0
        self.yaw = 0

    def fly_to(self, x, y, z):
        # Fly to the specified position
        pass

    def spin(self, degrees):
        # Spin the drone around by the specified degrees
        pass

    def yaw(self, degrees):
        # Set the current yaw of the drone
        pass

    def set_yaw(self, degrees):
        # Set the current yaw of the drone using simple arithmetic
        pass

    def spin_around(self, degrees):
        # Spin the drone around by the specified degrees
        pass

    def yaw_around(self, degrees):
        # Set the current yaw of the drone using simple arithmetic
        pass

    def set_yaw_around(self, degrees):
        # Set the current yaw of the drone using simple arithmetic
        pass
    
```

Code Snippets:

```

def fly_to(car_pos[0], car_pos[1], car_pos[2]+5)
    # This code uses the 'set_position()' function to get the current position of the object in the scene. It then creates a new list with the same x and y coordinates as the car, but with the z coordinate increased by 5 to hover 5 meters above the car. It then calls 'fly_to()' to fly to this new position using 'fly_to()'.

Please wait while I run the code in AirSim...
Done!

[33AirSim] - [spin around by 360 degrees]
'''python
yaw = 360
set_yaw(yaw=360)

This code uses the 'set_yaw()' function to set the current yaw of the drone. It then adds 360 degrees to the current yaw using simple arithmetic. This will cause the drone to spin around by 360 degrees.

Please wait while I run the code in AirSim...
Done!

[33AirSim] - [spin around by 180 degrees]
'''python
yaw = 180
set_yaw(yaw=180)

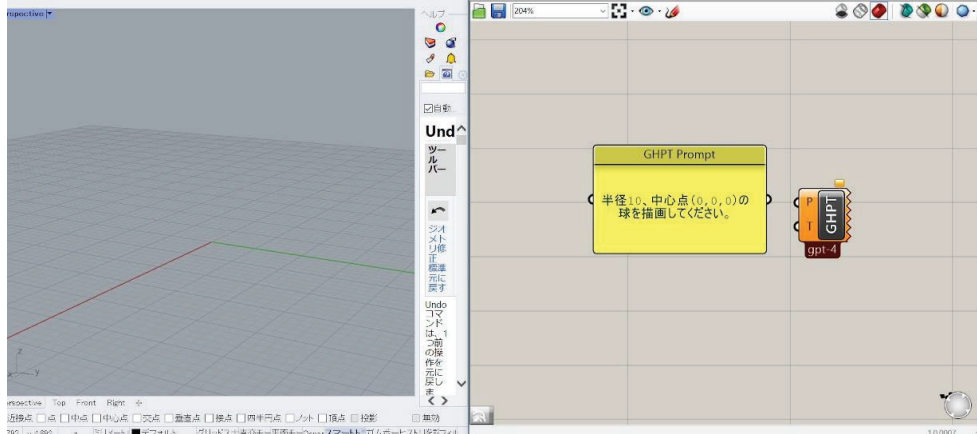
This code uses the 'set_yaw()' function to set the current yaw of the drone. It then adds 180 degrees to the current yaw using simple arithmetic. This will cause the drone to spin around by 180 degrees.

Please wait while I run the code in AirSim...
Done!

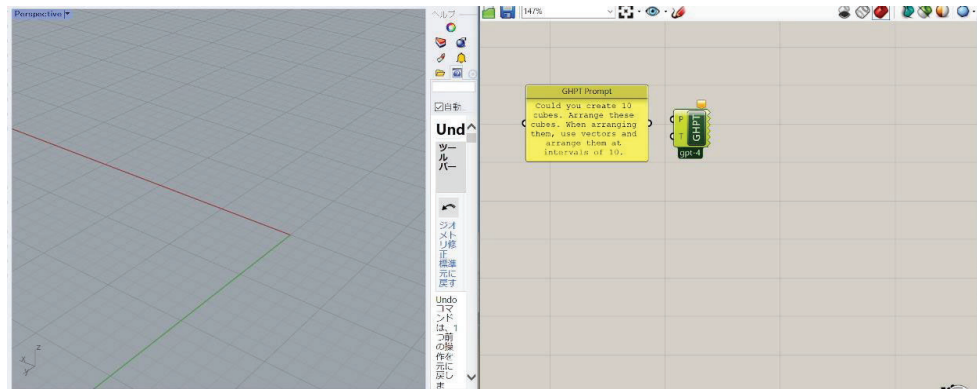
[33AirSim] - [
    
```

(試行 2) モデルの自動生成

球の自動生成



複数の立方体の自動生成



25

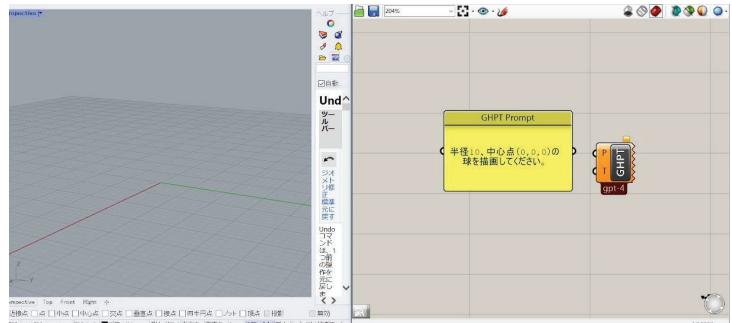
プロンプトエンジニアリング

大規模言語モデルを効率的に使用するためのプロンプト（入力値）の開発が重要

プロンプト



- Zero Shotプロンプティング
- Few-Shotプロンプティング
- Chain-of-Thoughtプロンプティング
- Self-Consistency (自己整合性) などなど



26

まとめ

目的：AI等のエマージングテクノロジーの具体的な活用事例の
明示と活用に必要な枠組みを明らかにする

ユーザ（土木技術者）主導の開発を目指す
ユーザ（土木技術者）の利用を促進する

- ・ **ユーザ（土木技術者）にとっての開発難易度を整理するため**
ユースケースを調査し、ユースケースマップを作製
- ・ **ユーザ（土木技術者）にとっての開発環境を明らかにするため**
クラウドベンダ等が提供するサービスについて調査
- ・ **プロトタイプの開発を通し、実際の開発内容を確認するために**
ベルコンの状態監視を対象としたAPIモデルのプロトタイプを開発
- ・ **生成モデルについては**
プロンプトエンジニアリングによって建設産業のニーズを活かすことを検討

27

まとめ

目的：AI等のエマージングテクノロジーの具体的な活用事例の
明示と活用に必要な枠組みを明らかにする

ユーザ（土木技術者）主導の開発を目指す
ユーザ（土木技術者）の利用を促進する

- ・ **ユーザ（土木技術者）にとっての開発難易度を整理するため**
ユースケースを調査し、ユースケースマップを作製
- ・ **ユーザ（土木技術者）にとっての開発環境を明らかにするため**
クラウドベンダ等が提供するサービスについて調査
- ・ **プロトタイプの開発を通し、実際の開発内容を確認するために**
ベルコンの状態監視を対象としたAPIモデルのプロトタイプを開発
- ・ **生成モデルについては**
プロンプトエンジニアリングによって建設産業のニーズを活かすことを検討

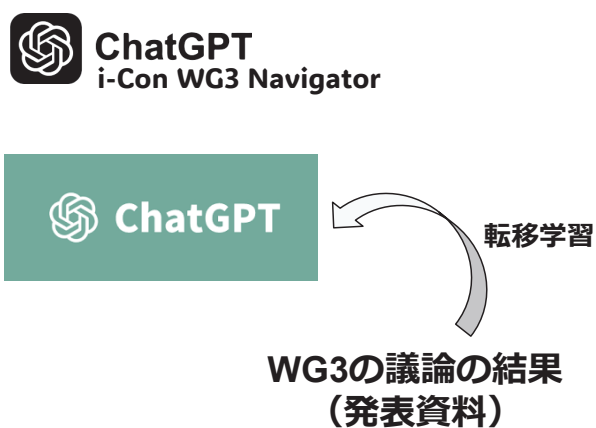
報告書自体、生成AIに書いてもらう形をとって
「ユーザ（土木技術者）の利用を促進する」の目的を果たすことを考える

報告書のイメージと作成手順



29

報告書のイメージと作成手順



30

報告書のイメージと作成手順



報告書のイメージと作成手順

報告書本文 1ページ

1. 活動背景
WG3の活動背景は何ですか? ←プロンプト
2. 目的
WG3の活動背景は何ですか? ←プロンプト
3. . . .





WG3の活動目的と議論内容は次の通りです。

活動目的

WG3の活動目的は、AIなどの新技術の具体的な活用事例を示し、必要な仕組みを明らかにすることで、ユーザー主導の開発を促進し、新技術の利用を促進することです。

具体的な議論内容

1. 他産業／建設産業におけるユースケースの検討:
 - 日本と海外の他産業におけるAIの導入状況を調査し、ユースケースマップを作成。このマップは産業分野と機械学習の種類に基づき、事例の実装の難易度を事前に知るためのものです。
 - 具体的なユースケースの検討では、建設業におけるベルコンの運搬異常や設備の計測異常検知、PDFデータからGIS情報への変換、スラブの画像処理による計測、コンクリートの振動読み込み、コンクリート構造物の点検・診断などが挙げられました。
2. システム及びアプリケーションのプロトタイプ開発:
 - ユースケースのプロトタイプ開発において、特にベルコンの異常検知システムをカスタムモデル作成のレイヤーで実装。これはGUIベースでの開発で済み、プログラムコードを必要としません。
 - クラウドベンダーのサービスを整理し、具体的なユースケースに対するプロトタイプを開発し、プログラムレスで建設業特化型のAIアプリケーションを簡単に開発できることを示しました。
3. 生成AIを活用したユースケース提示:
 - 生成AIモデルの建設業への活用を検討。自然言語によるドローン操作やCADソフトでの形状生成を試行し、プロンプトエンジニアリングの重要性を確認しました。

得られた成果

- ユースケースマップの作成により、建設業におけるユースケースの検討に役立つ実装の難易度を事前に知ることが可能となりました。
- プロトタイプ開発を通じて、ユーザー主導で簡単にAIアプリケーションを開発できることを示しました。
- 生成AIの利活用方法を提示し、新技術の利用促進を図りました。

これらの活動を通じて、土木技術者が主導する新技術の利用促進に向けた結論と成果を得ることができました。

🗨️ 📄 🔄 📌

～

以上



第5編 WG 4 報告書

「メタバース等を活用した本邦建設技術の技術伝承, 他業種連携」

目次

第1章	はじめに.....	1
第2章	メタバースの定義と取り巻く環境.....	1
2.1	定義.....	1
2.1.1	メタバースとは.....	1
2.1.2	メタバースとデジタルツイン.....	2
2.2	国内外における検討.....	3
2.2.1	国内における検討.....	3
2.2.2	海外における検討.....	4
第3章	異業種における活用事例.....	11
3.1	メタバースの活用事例.....	11
3.1.1	自動車業界.....	11
3.1.2	ゲーム業界.....	14
3.1.3	重工業業界・電気機器業界.....	15
3.2	活用事例の評価・分析・課題.....	17
第4章	建設業における活用事例と今後の活用方法の提案.....	20
4.1	国土交通省における取り組み.....	20
4.2	建設業における今後の活用方法の提案.....	20
4.2.1	設計段階.....	20
4.2.2	施工段階.....	22
4.2.3	維持管理段階.....	20
第5章	まとめ.....	25

第1章 はじめに

本WGでは、現在は黎明期ではあるものの2030年には世界規模で約79兆円市場まで成長すると言われている「メタバース」について、建設業における活用の可能性を以下の視点で情報収集と議論をして参りました。

1) 他業種における活用事例調査

メリット、デメリットおよび課題の整理。

2) 建設業における設計、施工、維持管理の各段階における活用の検討

各段階をシームレスに繋ぐための基盤としてメタバースを考えた場合、どのような情報を共有すると効果的か。

3) 4DBIMとの違いとメタバース活用の優位性

4DBIMの利用においても合意形成、シミュレーションツールとして活用は可能だが、メタバース空間から得られる情報をどのように利用したら良いか。

4) メタバースを活用することによる評価

活用による生産性向上の評価はどのように考えるべきか。

現在の仮想空間市場はリテラシーが高いユーザーが利用している段階であり、一般消費者まで利用が拡大し仮想空間ビジネスとして成立するためには法的整備など課題はあるものの、本WGにおいてメタバースの特性を理解しメタバース内で解決できる課題について議論を行った結果について以降に報告する。

第2章 メタバースの定義と取り巻く環境

2.1 定義

2.1.1 メタバースとは

メタバースとは、「Meta（超越）」＋「Universe（世界）」を組み合わせた造語であり、オンライン上の仮想空間を意味している¹。一般に、仮想的なデジタル空間の要素を含むサービス・仮想空間上のコンテンツ創作・利用等を指すものとされており、研究領域では2010年代から一般には2020年代から用いられてきた言葉である（情報処理学会論文誌では2009年から、一般向けの学会誌では2022年から「メタバース」という用語が用いられている。).

（注）土木学会関連では、「XRの活用による橋梁点検者支援システムの研究」江本久雄、佐藤華苗子、太田隆夫（2022）AI・データサイエンス論文集3巻J2145-157において最初

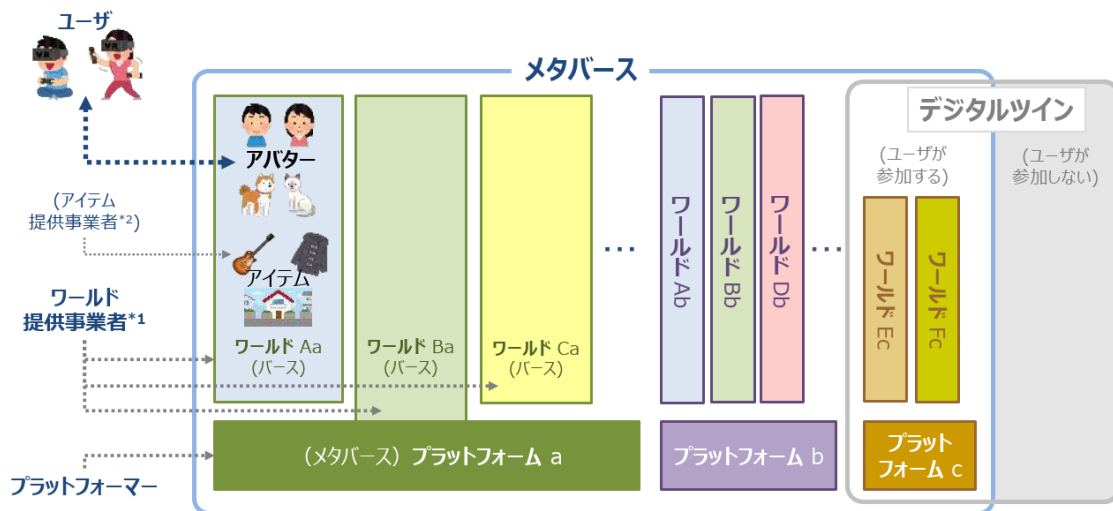
¹国土交通白書2023年

の使用例が見られる。

メタバースに関し、国土交通省では九州地方整備局の2022年1月の「全国初！メタバース（仮想世界）を用いた川づくり」以来、PLATEAUでの「都市AR空間とメタバースの連携プラットフォーム」（2022年7月）など、主として仮想空間でのコンテンツを指すものとして用いられている。

2.1.2 メタバースとデジタルツイン

両者の定義は以下のように述べられている。デジタルツインはフィジカル空間（現実世界）に存在する情報、データをサイバー空間（仮想世界）で再現する技術であり、その仮想モデルを用いたシミュレーションなどに活用されている。一方でメタバースは、コミュニケーション、経済活動を行うことが可能な仮想空間と定義されている。概念図を図1に示す。



*1 プラットフォーマーがワールドを提供する場合（図のワールドBa）もある

*2 プラットフォーマーやワールド提供事業者、ユーザーの場合もある

引用元：「Web3時代に向けたメタバース等の利活用に関する研究会」中間とりまとめ資料 2023.2

図 2-1 概念図

図1で記載されている「プラットフォーム」とはメタバースを構築し利用するための基盤である。メタバースを構築するための機能や素材、法則やルールなどを提供するもの、ユーザーの認証・管理やアイテム等の管理、コミュニケーション機能、契約・取引などの基盤的サービスを提供するもの、すぐに利用できるようにメタバースの基本的なサービス自体を運営・提供するものなど多岐にわたる。プラットフォームを提供する事業者はプラットフォームと呼ばれる。

2.2 国内外における検討

本項では、国内外における検討状況について調査した結果を記載する。

2.2.1 国内における検討

国内でのメタバースをめぐる規制等の動向については、内閣府知的財産戦略推進事務局による「メタバース上のコンテンツ等をめぐる新たな法的課題への対応に関する官民連携会議」が2022年11月から始まっているほか、Web3.0時代におけるクリエイターエコノミーの創出に係る調査事業（経済産業省：2022年7月～2023年3月）、Web3時代に向けたメタバース等の利活用に関する研究会（総務省：2022年8月～2023年7月）、Web3.0研究会（デジタル庁：2022年10月～2022年12月）などの検討が進められてきている。ここでは技術的な課題として、同時接続数や同時収容数の向上、相互接続性の向上、体のインフラの技術進化、ビジネス上の課題として収益モデルをいかに構築するか、クリエイターエコノミーの創出、利用者が安心して安全に利用できるような仕組みの構築そして、法的な課題として知的財産権の保護、人格的権利の保護、デジタル資産をはじめとするメタバース上で購入したものの法的な位置付けの整理、プラットフォームの法的な責任、利用者間の紛争が国境を越える可能性があることが挙げられている²。

産業別の検討状況として土木関連分野では、まちづくりや地域活性化・観光等の様々な分野において、都市のデジタルツインによるメタバース空間を活用したソリューションを開発する検討がなされているほか、仮想空間でシミュレーション・分析を行い、その結果を現実空間にフィードバックすること、防災やまちづくりなど幅広い分野での活用により、多様な主体によるオープンイノベーションが展開されている³。また、建設業においては「施工前の測量から完成後の検査・納品までの建設生産プロセス全体をデータで見える化し、現場全体の生産性向上を目指す施工のデジタルトランスフォーメーションを進めており、施工に先立ちデジタルツイン上で様々なシミュレーションを行い、それを実際の現場に反映し、現場の状況を再度デジタルツインで再現して再検討を繰り返すことにより、現場の生産性を向上させていた」と纏められている⁴。

このほか、土木関連産業では次のような検討がなされている情報がある。

「インフラの維持管理や防災対策などがさらに効率化、高度化される。これにより、デジタルツインとメタバース空間が融合し、時空間を超えたメタなインフラマネジメントの世界が拓かれる」⁵。

²総務省「Web3時代に向けたメタバース等の利活用に関する研究会」

³国土交通白書2023年第2章

⁴総務省 Web3時代に向けたメタバース等の利活用に関する研究会報告書13ページ

⁵総務省 Web3時代に向けたメタバース等の利活用に関する研究会：資料4-1 一般財団

「リアルの現場・デジタルの現場」を同期させながら施工の最適化が可能」として工事全体の安全性・生産環境適応安全性・環境適応性を飛躍的に向上」⁶。

2.2.2 海外における検討

(1) 米国⁷

米国のメタバース市場における主要なトレンドの1つは、仮想環境内でのさまざまな業界の融合がある。ゲーム、エンターテインメント、教育、小売などの分野の企業は、メタバースを活用して自社のサービスを強化し、革新的な方法で顧客と関わっている。たとえば、バーチャルコンサート、バーチャル教室、バーチャルショッピング体験などが、ますます人気を集めている。もう一つのトレンドは、メタバース内での仮想通貨とデジタル資産の増加である。ユーザーは、暗号通貨またはブロックチェーンベースのトークンを使用して、仮想商品やサービスを購入、販売、取引できる。これにより、個人と企業の両方に新たな経済的機会と収益源が生まれる。

米国では仮想現実の導入が急増しており、メタバース市場が急速に成長している。メタバースの経済的影響は次のようにまとめられている：メタバース市場は、2024年までに230億米ドル、年間成長率（2024～2030年）は38.03%になると予測されているので、2030年までには1,592億米ドルに達すると見込まれている。ユーザー数で見ると、メタバース市場のユーザー数は2030年までに合計1億9,710万人に達すると予想されている。2024年現在20.5%のユーザー普及率は、2030年までに56.0%に達すると予想されている。メタバース市場におけるユーザーあたりの平均価値（Averaged Revenue Per User（ARPU）：特定の期間（週、月、四半期など）に生成された総収益を、同じ期間のアクティブユーザーの総数で割ったもの）は0.3千米ドルに達すると予想される。図2-2と図2-3はメタバースの発展トレンドを示す。図2-2では、ゲームと電子商取引のメタバースが他の分野よりも大きな割合を占め、最も急速に増加している。図2-3は、健康と教育分野でメタバースのアプリケーションが急速に増加すると予測されていることを示している。

法人首都高速道路技術センター資料 PDF

⁶ 総務省 Web3 時代に向けたメタバース等の利活用に関する研究会：資料 4-2 コマツ（株式会社小松製作所）資料

⁷ Metaverse - United States. <https://www.statista.com/outlook/amo/metaverse/united-states#market-size>

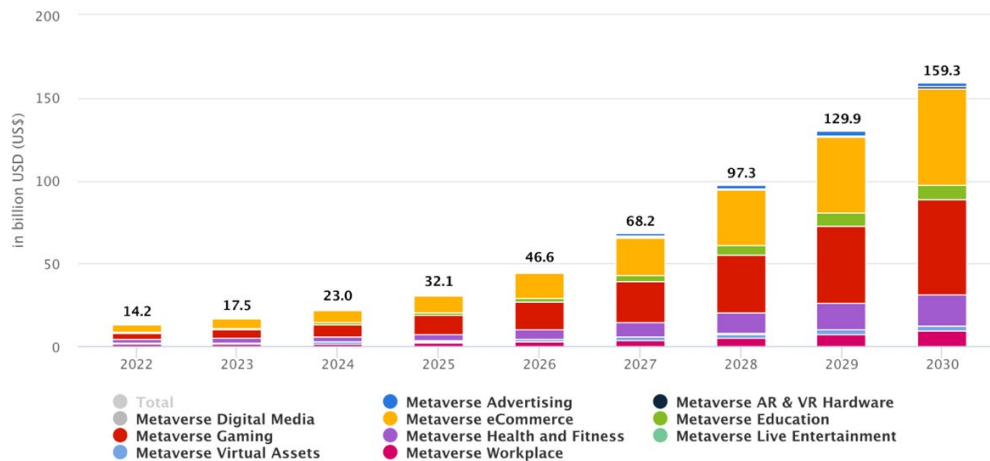


図 2-2 メタバースの市場規模.

Notes: most recent update: Mar 2024

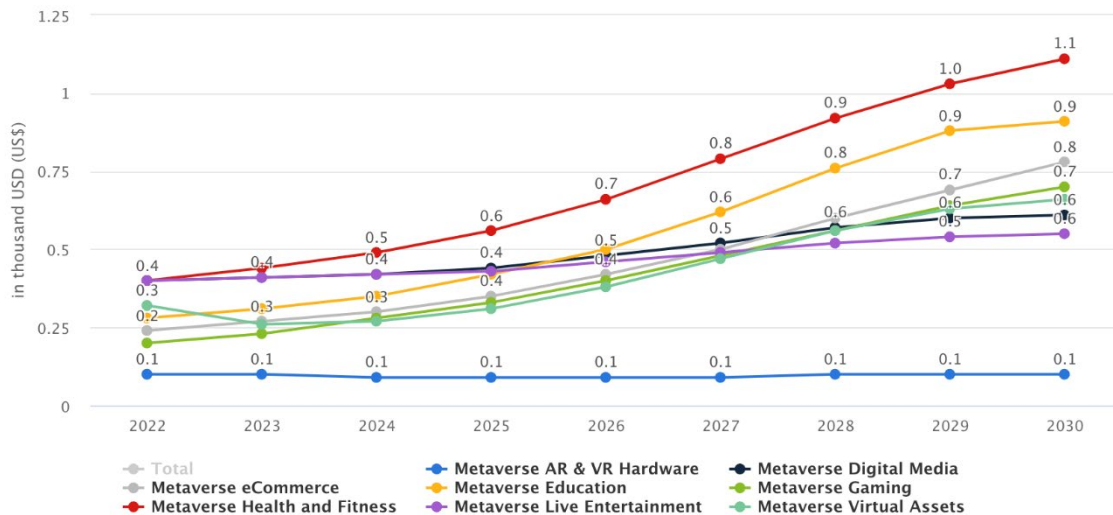


図 2-3 市場別のユーザー当たりの平均市場規模

(2) EU

メタバースは経済全体にわたって既存及び将来の様々なユースケースを提供している。Analysis Group の推定によると、メタバースは 2031 年までに欧州の GDP に最大 4,000 億ユーロ貢献する可能性がある。次の分野はメタバースを適用することが期待されている。

- ・ 建築、建設、及び都市計画。CGarchite の調査における⁸、いくつかの著名な建築事務所

⁸ CGarchitect. (2016). Survey results: VR usage in archviz.

<https://www.cgarchitect.com/features/articles/919b2174-survey-results-vr-usage-in-arch->

はすでに、顧客へのプレゼンテーションやコンセプト策定に head-mounted displays (HMD) を使用している。製品設計とマーケティングを超えて、メタバースは、建設現場の仮想レプリカをシミュレーションすることで、プロジェクト管理や作業員のトレーニングに適用することができる。

・教育. PwC (2022)⁹ の研究結果によると、VR の学習者は教室でのトレーニングによる習得が 4 倍速く、トレーニングで学んだスキルを応用する自信が 3 倍になったことが示されている。コペンハーゲンに拠点を置き、仮想科学シミュレーション実験室を販売する Labster 社は、すでに 3000 以上の学校や大学をサポートしており、ベンチャーキャピタル資金で 1 億 3,000 万ユーロ以上を調達している。(Labster, 2023)¹⁰。

・健康管理. フィンランドのタンペレ大学では、VR、多感覚プレゼンテーション、音声とジェスチャーコントロール、3D プリント、触覚フィードバックを活用して、人間の組織やその特性などの大量のデータを扱う新しい方法を実践者に提供している。(Tampere University, 2019)¹¹。これらのツールにより、診断と治療が迅速化され、改善される。

・製造業. デジタルツインと呼ばれるこのコンセプトにより、仮想シミュレーションによってパフォーマンスを最適化し、複雑なシステムにおける障害を予測することが可能になる。自動車メーカーは、電気自動車 (EV) 生産への移行コストを軽減するために、3D モデルにますます依存するようになってきている。

・メディア、クリエイティブ、文化分野. ルーブル美術館やグッゲンハイム美術館など、ヨーロッパの最も有名な文化芸術施設のいくつかは現在、バーチャルツアーを提供している。メタバース Metaverse は、歴史的建造物の保存と修復のためのデジタルツインも提供できる。

(3) アジアにおけるメタバースの潜在的な経済的影響¹²

アジア太平洋地域については、分析グループの報告書によると、GDP への純寄与は

viz

⁹ PwC. (2022, September). How virtual reality is redefining soft skills training.

<https://www.pwc.com/us/en/tech-effect/emerging-tech/virtual-reality-study.html>

¹⁰ Labster. (2023, May 16). Labster secures \$47M in new funding. Labster | Virtual Labs for Universities and High Schools. <https://www.labster.com/news/new-funding-april-2022>

¹¹ Tampere University. (2019). Tampere University is revolutionising medical imaging with the help of virtual reality and AI. <https://www.tuni.fi/en/news/tampere-university-revolutionising-medical-imaging-help-virtual-reality-and-ai>

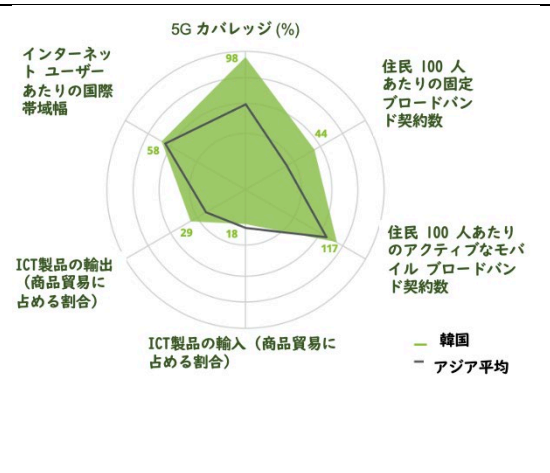
¹² The Metaverse in Asia. <https://www2.deloitte.com/sg/en/pages/about-deloitte/articles/the-metaverse-in-asia.html>

2031年までに年間1兆2,800億米ドルになる可能性があるとは推定されている。メタバースとそれを取り巻くテクノロジーは進化を続けているが、メタバースが最終的にどのような形になるのか、現在の成長をどの程度置き換えるのか、または追加されるのかはまだ不透明である。したがって、メタバースの経済的影響のタイミングと規模は予測が難しく、さまざまな社会経済的要因と実現要因に依存している。表2-1はアジアの様々な国がメタバース発展するテクノロジーの基礎と注目セクターをまとめた。

表2-1 アジアにおけるメタバースの潜在力

香港：2035年のメタバースの潜在的な経済効果: 年間70～140億米ドル	
<p>テクノロジーの基礎</p> <p>5Gカバレッジ(%)</p> <p>インターネットユーザーあたりの国際帯域幅</p> <p>ICT製品の輸出(商品貿易に占める割合)</p> <p>ICT製品の輸入(商品貿易に占める割合)</p> <p>住民100人あたりの固定ブロードバンド契約数</p> <p>住民100人あたりのアクティブなモバイルブロードバンド契約数</p> <p>— 香港 — アジア平均</p>	<p>注目セクター</p> <ul style="list-style-type: none"> ・建築環境：香港と中国で事業を展開する最大手の不動産仲介会社の1つであるMidlands Holdingsは、デジタルツインを活用して、自社の不動産ポートフォリオ全体に対して仮想3Dエクスペリエンスを作成した。 ・メタバース内での競争：テクノロジーの分野では、この都市はSenseTime, Lalamove, WeLab, Klooなどのユニコーンスタートアップ企業を輩出してきた実績がある。
シンガポール：2035年のメタバースの潜在的な経済効果: 年間90～170億米ドル	
<p>テクノロジーの基礎</p> <p>5Gカバレッジ(%)</p> <p>インターネットユーザーあたりの国際帯域幅</p> <p>ICT製品の輸出(商品貿易に占める割合)</p> <p>ICT製品の輸入(商品貿易に占める割合)</p> <p>住民100人あたりの固定ブロードバンド契約数</p> <p>住民100人あたりのアクティブなモバイルブロードバンド契約数</p> <p>— シンガポール — アジア平均</p>	<p>注目セクター</p> <ul style="list-style-type: none"> ・医療：ホログラフィック技術の使用は、教育や研究を超えて医療現場にも広がり、シンガポールでは世界初のホログラフィー誘導心臓手術が実施されている。 ・都市計画：バーチャルシンガポールを通じて国規模のデジタルツインのビジョンを明確にした最初の国の1つである。プランナーは3Dモデルを使用して、人口増加や新築建設に応じて都市がどのように発展、進化するかを視覚化できる。

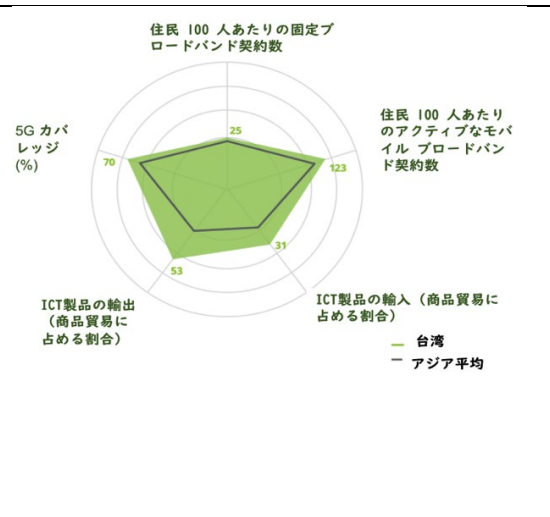
韓国：2035年のメタバースの潜在的な経済効果: 年間 360 ～ 670 億米ドル



注目セクター

- ・エンターテインメントとメディア：過去 10 年間，韓国のエンターテインメントおよびメディア産業は，人々の想像力を魅了するために飛躍的に成長してきた。
- ・製造業：中小企業でもメタバーステクノロジーを展開できるようになると，より大きな経済効果が実現できる。

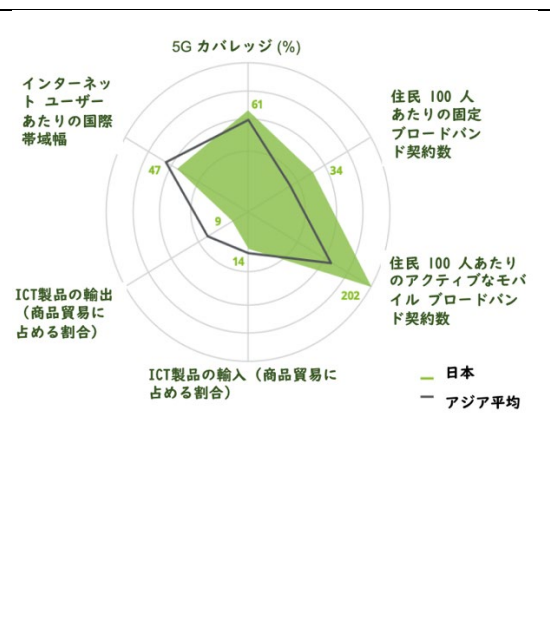
台湾：2035年のメタバースの潜在的な経済効果: 年間 170 ～ 320 億米ドル



注目セクター

- ・技術と製造：TSMC, MediaTek, HTC などの企業は，グローバルなテクノロジーエコシステム内での地位を確立し，メタバース計画を示唆している。
- ・政府：AR/VR ソリューションプロバイダーである iStaging は，スマートシティ台湾プログラムと協力して，工業団地開発の計画段階で投資家に AR/VR ツアーを提供する実験を行っている。

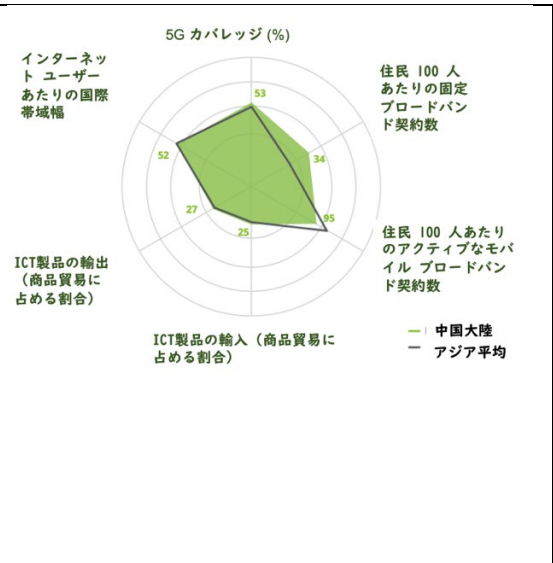
日本：2035年のメタバースの潜在的な経済効果: 年間 870 ～ 1650 億米ドル



注目セクター

- ・観光：パンデミック前，日本はアジアで 3 番目に人気の観光地にランクされていたが，パンデミックは特に東京オリンピックの開催準備の真最中に発生し，観光産業に大きな打撃を与えた。この危機を機会に変えるため，様々なメタバースソリューションの実験が行われている。
- ・商売と電子商取引：伊勢丹や大丸松坂屋などの日本の小売企業は，自社製品の宣伝や販売に仮想現実，ライブコマースを活用している。

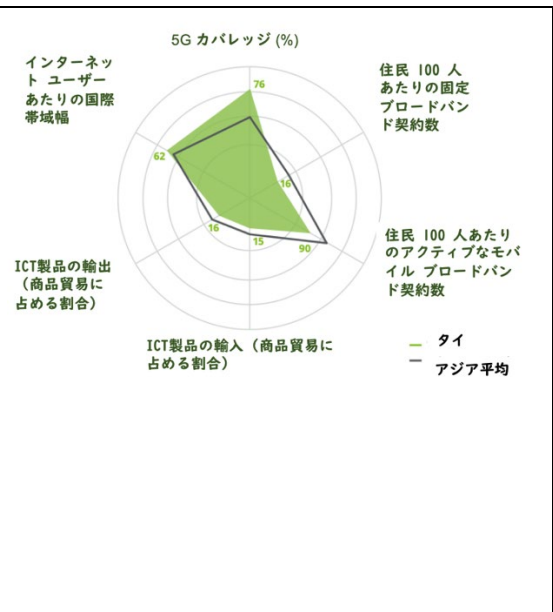
中国大陸：2035年のメタバースの潜在的な経済効果: 年間 4560 ～ 8620 億米ドル



注目セクター

- 自動車：中国瀋陽にある BMW グループのリディア工場は、メタバース内で設計された世界初の工場の 1 つとなる予定である。生産プロセス全体が Epic Games の Unreal Engine 3D 作成プラットフォームを通じて事前に計画されている。
- 医療：北京中医薬大学の学生は、VR テクノロジーを使用して、経穴と経絡がマークされた 3 次元の人体を用いて鍼治療トレーニングを行っている。

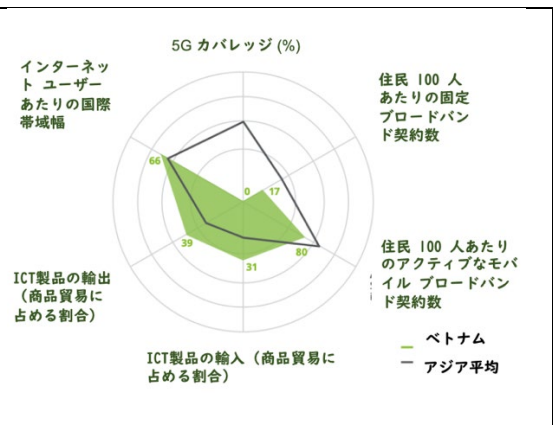
タイ：2035年のメタバースの潜在的な経済効果: 年間 110 ～ 210 億米ドル



注目セクター

- 観光：パンデミック前は GDP に年間約 18% の貢献をしていた観光業は、没入型コンテンツを活用することでメタバースからさらなる価値を引き出すことができる。
- Creative Services：「タイランド 4.0」戦略で説明されている技術的および産業的目標の 1 つである。それを達成する手段として、業界を ASEAN の創造的ハブにするためのタイ創造経済庁の設立と、クリエイティブ産業に対する税制上と税制以外の優遇措置が挙げられている。

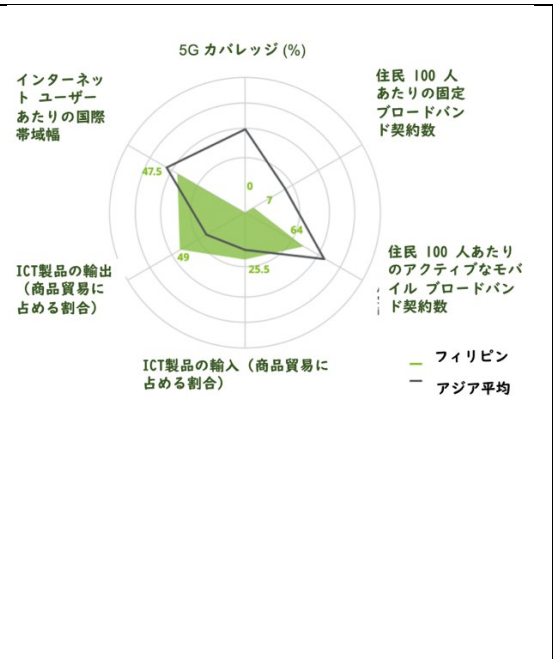
ベトナム：2035年のメタバースの潜在的な経済効果: 年間 90 ～ 170 億米ドル



注目セクター

- ゲーム：ダウンロードされたゲームの回数は、東南アジア全体の 22% を占める。
- 教育：ベトナムの e ラーニング市場は、2023 年までに 30 億米ドルに達すると予測されている。ベトナム政府は 2030 年までに大学の 90%、中等学校と職業訓練施設の 80% でオンライン教育を利用できるようにするという目標を設定した。

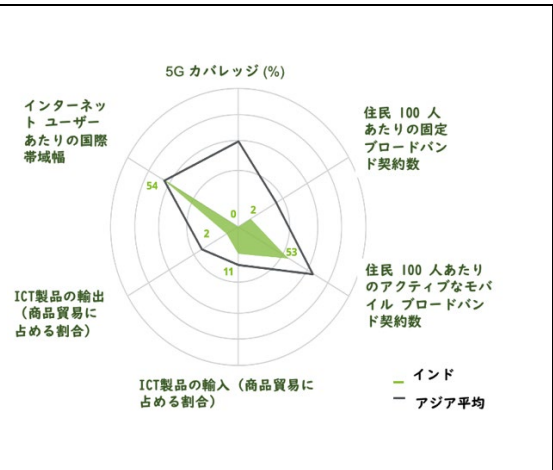
フィリピン：2035年のメタバースの潜在的な経済効果: 年間100～190億米ドル



注目セクター

- ・ゲームとエンターテインメント：
フィリピンのゲーム産業は約10億ドルであり、ベトナムに次いで東南アジア第2位の規模である。同産業は、ベンチャーキャピタリストからの後押しを受けている。2021年には、メディア&エンターテインメント部門が、新興企業にとって2番目に資金が多い部門（1億4,250万米ドル）として浮上している。
- ・ビジネスプロセスアウトソーシング：
英語能力について高いリーディングとライティング能力を持つ労働力を擁している。

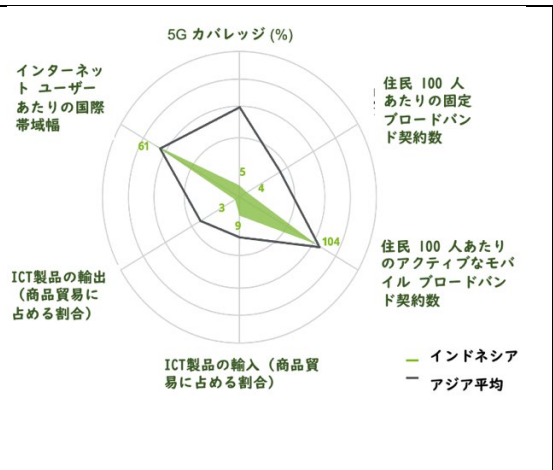
インド：2035年のメタバースの潜在的な経済効果: 年間790～1480億米ドル



注目セクター

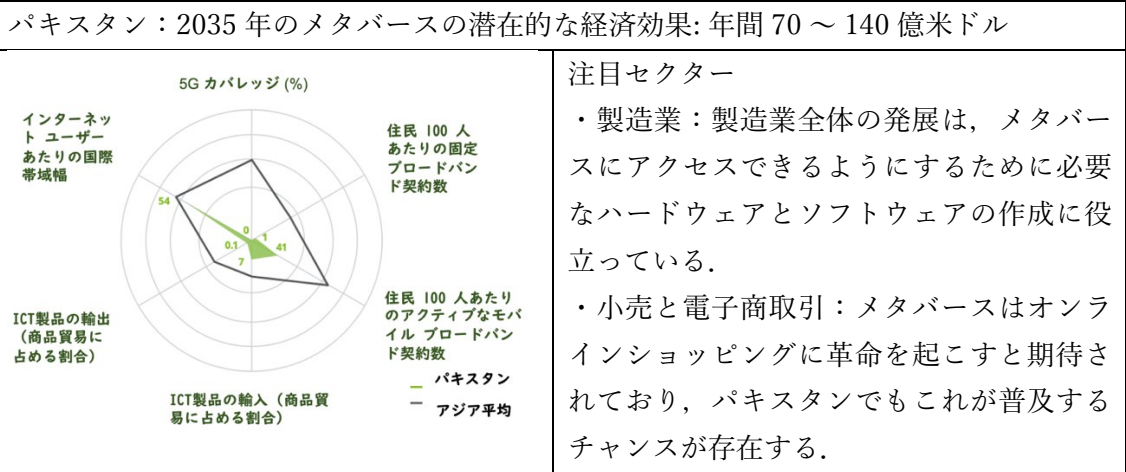
- ・デジタル決済：政府は2022年から23年にかけてインド準備銀行が発行するデジタルルピーも検討している。
- ・ゲームおよびエンターテインメント：
インドのゲーム市場は2026年までに3倍以上の70億米ドルに達すると予想されている。ゲームはメタバースへの入り口であるため、これはメタバースの展開が有望であることを示している。

インドネシア：2035年のメタバースの潜在的な経済効果: 年間280～520億米ドル



注目セクター

- ・ファイナンス：ブロックチェーン企業であるIBF Netは、インドネシアで急成長する機会を捉えて、イスラムのメタバース経済における可能性を研究し開発するためのセンター・オブ・エクセレンスをジャカルタに設立した。インドネシアの中央銀行であるインドネシア銀行も、2022年末に中央銀行デジタル通貨（CBDC）開発に関する白書を発行する予定である。



deloitte/articles/the-metaverse-in-asia.html

第3章 異業種における活用事例

本章では、異業種におけるメタバース活用事例について述べる。

3.1 メタバースの活用事例

3.1.1 自動車業界

データドライブ型インテリジェント交通システムおよび自動車業界におけるメタバースの応用が徐々に現実になりつつある。日産自動車株式会社による Invisible-to-Visible (I2V) 技術と WayRay 株式会社による Holograktor (車輪上のメタバース) 技術は、メタバースが自動車業界で実現した事例である¹³。

(1) 日産による Invisible-to-Visible (I2V) 技術

I2V 技術は VR と AR を利用して仮想世界と現実世界を融合し、ドライバーが見えない物が見えるようにする。I2V 技術は安全、快適なドライブ体験をご提供することを目指している。この技術はまだ実現していないが、I2V にはメタバースの導入によってもたらされる独自の利点がある¹⁴。

I2V 技術により、車両およびクラウドテクノロジーによって収集された情報の視覚的表

¹³ Judith Nkechinyere Njoku, Cosmas Ifeanyi Nwakanma, Gabriel Chukwunonso Amaizu, Dong-Seong Kim. Prospects and challenges of Metaverse application in data-driven intelligent transportation systems. IET Intelligent Transport Systems. Vol 17 (1), 1-21, 2023.

¹⁴ NISSAN: Invisible-to-visible (i2v). <https://www.nissan-global.com/EN/TECHNOLOGY/OVERVIEW/i2v.html>. Accessed 22 May 2024

現と通信が可能となる。I2V テクノロジーは 4 つの主な機能で構成される (図 3-1)。

- ・ **Omni-sensing 技術**：リアルタイムでのデータ収集を可能にする仮想ハブである。このようなデータには、交通環境データや車両の外部および内部環境に関する情報が含まれている。車内情報には、ドライバーまたは仮想アバターの感情や表情、注意力のレベル、身体追跡情報が含まれ得る。
- ・ **Seamless autonomous mobility**：リアルタイムの交通分析を実行するシステムである。システム全体が交通状況を予測し、ドライバーに代替ルートを提案できるようになる。
- ・ **ProPILOT**：センサーにより車内環境を把握しながら、車両の外部状況も把握できるシステムである。
- ・ **Digital twin**：I2V テクノロジーは、メタバースのこのコンポーネントを多くのアプリケーションで採用している。オムニセンシング技術により蓄積された膨大なデータにより、物理世界がデジタル的に構築される。

これら全ての技術が連携して、目に見えない物の視覚化を可能にする。ドライバーは、潜在的な危険や隠れた障害物に関する情報を受け取ることができる。

I2V 技術は次の 5 つのシナリオで非常に役立っている：(i) 運転；(ii) 交通渋滞；(iii) 山岳地帯での運転；(iv) 自動運転；(v) 駐車。

- (i) 平常時の運転シナリオでは、システムは歩行者にとって隠れた潜在的な危険に関する情報を提供し、道路状況をリアルタイムで分析する。
- (ii) 交通渋滞のシナリオでは、システムは交通状況とその原因に関する情報を提供し、ドライバーが代替ルートを選択できるようにする。
- (iii) 山岳地帯の運転シナリオでは、ドライバーには隠れた障害物や対向車の画像が表示されている。
- (iv) 悪天候時の自動運転シナリオでは、車の窓に鮮明な景色を投影することで運転体験が向上することができる。
- (v) 駐車シナリオでは、ドライバーは利用可能な駐車スペースに関する情報を確認できる。

さらに、運転者と乗客はメタバースに接続され、友人や家族が遠方の知人が 3D アバターとなって車内に現れて同乗することができ、車内での快適な楽しい時間に導く。

この事例のメタバースの実装では、物理世界の建物、車両、環境がデータを使用してデジタル世界にリアルタイムで作成される。デジタル世界と実現世界は接続されているため、Digital Twin 技術により、情報の共有と、現実世界での仮想現実、拡張現実、及び複合現実のインターフェイスの利用が可能になる。I2V 技術は、AR, VR, MR, XR などメタバースの概念を全て含めている。I2V の技術は 2055 年に実現すると予想されているが、画期的なアイデアであると思われる。

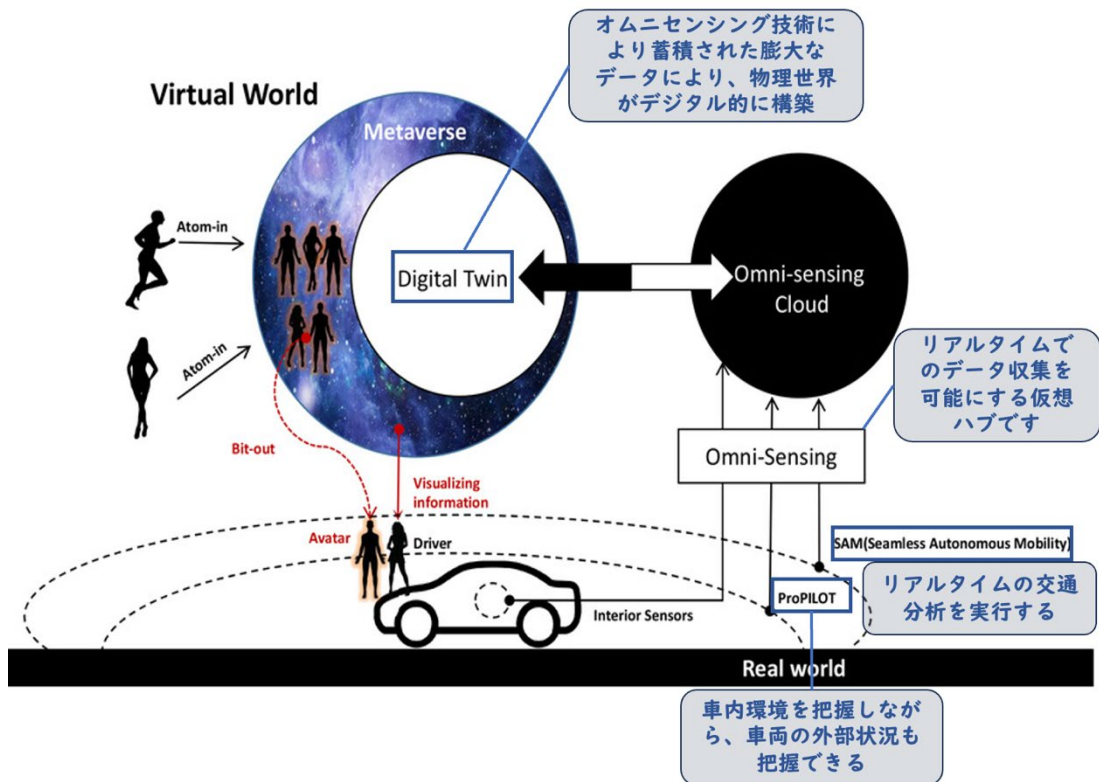


図 3-1 I2V 技術の主な機能で構成

(2) WayRay による Metaverse on wheels(MoW)

WayRay テクノロジーの最前線にある革新の 1 つは、車輪付きメタバース (MoW) のコンセプトである¹⁵。現実世界と仮想世界を結び付けて安全性、快適性、プレミアムなエンターテイメントを強化するという究極の目標を掲げ、この 3 人乗り車両は Uber のような配車サービスを提供している。VR 制御または従来通りの遠隔操作が可能である。

MoW 技術の特徴は以下となる。

- ・ AR グレーディング：MoW は WayRay の Deep Reality Display 技術を通じて安全で快適な体験を提供している。現実世界と仮想世界との完璧なリンクの結果、ユーザーはフロントガラスを通して見たときに本物の運転体験を得ることができる。
- ・ リモコン：資格のあるドライバーは、VR リモコンを使用して MoW をリモート制御できる (図 3-2)。これにより、ドライバーは特定の運転ステーションに留まり、配車リクエストに基づいて交代で別の車を運転することができる。

¹⁵ Wayray: Metaverse on wheels. <https://hologractor.com/>. Accessed 28 May 2024)



(a)

(b)

図 3-2 ドライバーのリモートワークステーション

- ・ AirKnife :安全性を確立するために、この MoW は AirKnife と呼ばれる内部イノベーションを実装している。AirKnife は乗客の気流を分離し、くしゃみや会話によって粒子が空気中に持ち込まれるのを防ぐシステムである。基本的に、車内が清潔に保たれ、快適な乗り心地が確保される。
- ・ Passenger oriented: ML を使用して乗客の好み（通常のルートやお気に入りのルートなど）を学習できる。したがって、好みのルート、雰囲気、目的地を予測できる。
- ・ 安全なりモート配車: MoW を通じて、乗客は Holograktor アプリケーションを使用して配車をリクエストできます。資格のあるドライバーは VR リモコンを使用して車を制御し、乗客を乗せることができる。

3.1.2 ゲーム業界

ゲーム業界はメタバース技術の活用が最も進んでいる業界となる。常に技術革新の最前線において、新しい技術を取り入れエンターテインメントの可能性を広げることに積極的である。そのためメタバースは、これまでのゲーム体験を大幅に拡張するものであるため業界にとって非常に魅力的となっている。活用が最も進んでいる具体的な要因を挙げる。

- (i) ユーザー体験の拡張：現実世界の制約を超えた仮想空間を提供するため、ユーザーにとって没入感の高い体験を可能し、ゲームプレイヤーは、ゲーム内でアバターを操作し、仮想空間内での活動やゲーム内の経済活動を楽しむことができる。
- (ii) コミュニティの形成と交流の促進：多くのプレイヤーが集まり、仮想空間内でコミュニティを形成し、交流する場を提供することでプレイヤーは同じ興味や趣味を持つ他のプレイヤーとつながり、集団活動やチームプレイを楽しむことができ、これにより、ゲーム内の社会的要素が強化され、プレイヤー同士のつながりや競争が生まれる。
- (iii) 経済面の発展：プレイヤーは仮想空間内での活動やゲーム内の経済活動を通じて、

仮想通貨の獲得、アイテムの購入、売買することができる。これにより、プレイヤーは実際のお金を投入せずに仮想空間内の経済活動を楽しむことができる。

近年では単なるゲームを超えコンサートや映画等、仮想イベントのプラットフォームとしても利用が進められている事例がある。アメリカの人気アーティストは、ゲーム内でバーチャルコンサートを開催し約 10 分間のライブで、同時接続数はライブイベント史上最多の 1230 万人、グッズ販売を含めた売上は 2000 万ドル以上といった記録的な数字を残した。

このようにゲームを通して経済活動を取り入れることが容易であり、バーチャルグッズの販売や仮想イベントの収益化等、新しいビジネスモデルを生み出しやすい環境が整っており、活用が進められている。また、小学校の教育ツールとしても取り入れられており、ゲーム内に構築をした仮想空間に海外の提携学校の小学生を招待し、プレゼンテーション等を通して文化的、言語的な交流を行っている。経済的格差による教育の機会の不平等が問題となっている中で、ゲームを活用することで課題解決の一つの方法となる可能性を示した活用事例となっている。

3.1.3 重工業業界・電気機器業界

重工業業界では、大規模で複雑な設備やインフラのメンテナンスが重要となり、仮想空間に物理的な装置やシステムを再現し、リアルタイムでの監視や分析を行い故障予測や効率的な改善に活用をしている。また、現場では高度な技術が求められるため、VR や AR を使って仮想空間でシミュレーションを行い、危険を伴う作業のトレーニングを安全な状態で実施することができ、実際の作業現場でのリスクを減少させることができる。加えて設計や製造プロセス段階でのシミュレーションにもメタバースが活用されており、複雑な機械や構造物の設計を仮想空間でシミュレーションし、製造前に問題を発見し修正することにより設計ミスを減少させ、製造コストを削減することができる。このようにメタバースを様々な段階で活用し、効率化や安全性の向上、コスト削減を図っている。

重工業業界でのメタバースの活用に関する具体的な事例を紹介する。

川崎重工（株）では工場や製品等を仮想空間に再現し、開発から設計、試験までのすべての工程を仮想空間上でシミュレーションすることで効率的な開発を実施している。また、Microsoft が提供するプラットフォーム「Azure Percept」を活用することで、これまでに気付くことができなかった産業用ロボットのトラブルや予兆を事前に把握することで未然にトラブルを防ぐことも可能になる。加えて遠隔地にいる熟練した経験と技術的な知識を備えたエキスパートの技術者が複数の工場に技術力や知見を提供することで迅速なトラブルシュートを実施しており、インダストリアルメタバースにより現場にいない状態でも仮想空間上で過去、現在、未来の動作状態の把握によって、物理的に離れた拠点でのトラブル原因の特定と解決を可能にしている。



https://www.khi.co.jp/news/detail/20220525_1.html

図 3-3 製造現場にインダストリアルメタバース構築を目指す

次に電気機器業界の事例を紹介する。

(株)日立製作所では鉄道システムの制御と車両設計にメタバースを活用する研究「鉄道メタバース」を加速させている。線路の工事や保全のシミュレーション、異常検出、車両の組み立て保守のシミュレーション、設計製造などへのフィードバック、さらに輸送障害対応などの指令業務の改善、快適な駅空間の設計・保守など多方面に活用が想定されている。線路の保全での活用では3つの大きな用途があると考えられている。

- (i) メタバース空間をスマートグラスやタブレットなどによって現場でARのように表示させて、線路などが赤く表示されたら保全するように作業を支援する方法。
- (ii) 保守員が自宅などから現場で撮影した画像とオーバーレイした異常な状態の画像を見て、保守計画などを立案していく完全リモート保守。
- (iii) メタバース空間で補修箇所が赤く表示された現場の画像を見て、どういった場合に補修が必要かを学ぶトレーニング。メタバース空間には保守の方法に関する写真や動画を同時に表示することができるため、その場で保守の仕方が学ぶとともにメタバースの線路に生成 AI で異常をわざと作り、新人の補修員がいくつ見つけれられるかといったトレーニングキットの開発し、ゲームのように楽しみながら学習ができる。



(<https://www.hitachi.co.jp/rd/sc/story/mv/index.html>)

図 3-4 メタバース空間での補修箇所

車両においては、実際の CAD データを使用して作った車両メタバースの取組みを進めており、車両の整備や設計保守に役立てることを想定されている。図の提灯には車両の運用情報や設計の仕様変更情報等が紐付けられており、単に設計変更情報を見るだけではなく、設計変更前後の仕様を比較表示する事で、設計変更が必要となった状況をメタバースで追体験できる。また、現場を知っている技術者の知見等の適切な情報を埋め込んで、それを元に保全や設計保守などに活かせるかどうか重要となり、メタバースに関係者が入り情報を手軽に共有できることで、立場の異なる人の意思疎通や合意形成が促進されると思われる。



(<https://www.hitachi.co.jp/rd/sc/story/mv/index.html>)

図 3-5 車両の運用情報や設計の仕様変更情報等が紐付けられた提灯

3.2 活用事例の評価・分析・課題

活用事例からメタバースの技術を適用することで、建設業界におけるリスクを軽減される及び遠距離教育することを期待されている。

受発注者間のリスクコミュニケーションに関する問題点：発注者は人材不足のため、工事中の検査について、コンサルタントに外注したケースがある。発注者と受注者の間で、

直接のコミュニケーションを取る機会が少ない。

解決方法：メタバースを用いたバーチャルな現場検察。参考技術としては、川崎重工業株式会社によるメタバース上の工場等の再現、ロボットの不具合の予兆の把握、現場では困難な実証実験の遠隔実施が挙げられる。また、日産自動車株式会社の Omni-sensing 技術と Digital twin, WAYRAY の遠隔操作などの技術は、建設業のバーチャル現場検察の参考になると思われる。

施工段階の見えないリスクに関する問題点：多くのリスクは目に見えないため、工事の安全性やコストが不確実性になる。例えば、トンネル工事における、地山押し出し、集中湧水、土砂流出などの地質リスクの予測は困難であり、その精度も高くない。

解決方法：日産自動車株式会社が開発している Omni-sensing 技術によってリアルタイムでのデータ収集が、Seamless autonomous mobility の技術によってリアルタイムでの分析が実現できる可能性もある。この二つの技術を用いて、トンネルの工事における、目に見えないリスクの可視化・分析が進展することが期待されている。

現場で安全性リスクに関する問題点：建設現場では、大型機械により大きく重い材料が頻繁に運搬されている。作業への集中が途切れ、周りの危険物に気づけない場合には、事故が発生しやすくなる。

解決方法：メタバースの技術を用いて、現場作業時に周辺の危険物を感知できるようになる可能性があると考えられる。例えば、日産自動車が開発している ProPILOT 技術は、センサーにより外部状況を把握することができるシステムである。この技術によって、作業員はこのセンサーを身に着け、近くに危険が迫っている時に警告を受け取る事ができるようになると考えられている。

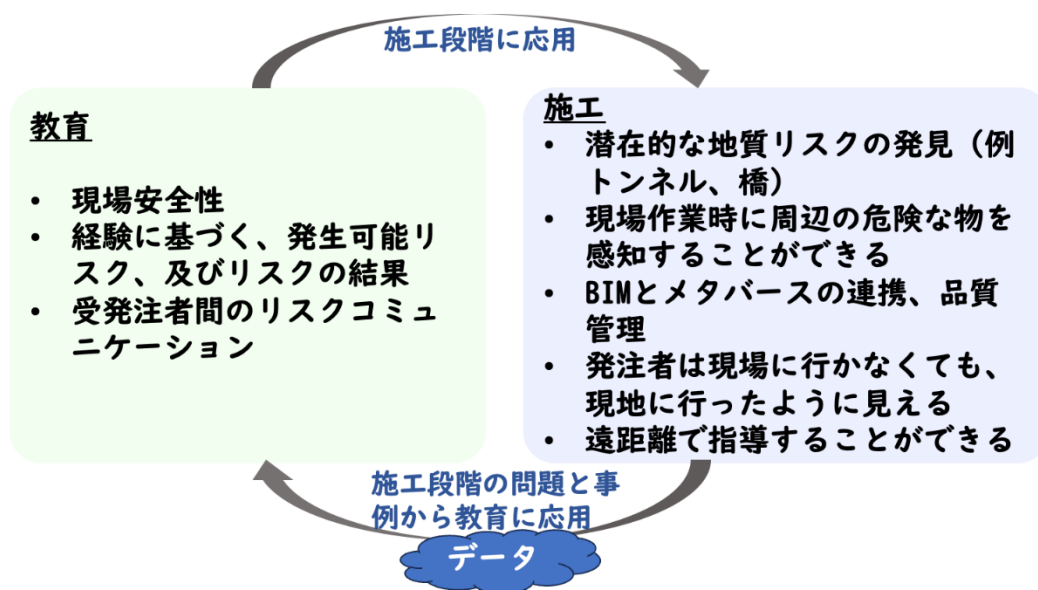


図 3-6 建設業におけるメタバース活用可能性に関する仮説モデル

図 3-6 に、メタバースの活用事例に基づいて構築した、建設業におけるメタバースの活用可能性に関する仮説モデルを示す。メタバース技術応用の分析に基づいて、施工段階は教育及びトレーニングと密接に関連していると考えられる。施工段階のデータは教育と研修の資料として記録することによって、現場のリスクを分かりやすく、かつリアリティーをもって理解することができるようになると考えられるからである。建設現場のさらなる改善と効率的な人材育成の双方を達成できることが期待される。

ただし、施工段階は複雑なので、メタバースを適用するためには、多くの課題を考慮する必要がある。

- ・メタバースの技術精度に関する課題。メタバースはリスクの可視化を目的とする。ただし、リスクの見間違いは、誤った決断・決定をもたらし、さらなるリスクの増大に直結する。

- ・インターネットの容量に関する課題。多くの建設現場は、トンネル工事など、都市から遠く離れた僻地や山岳地帯にある。これらの地域の現場における施工現場管理をインターネットでカバーすることは必ずしも容易ではない。メタバースを通じた円滑なコミュニケーションを保証するには、十分な通信容量の確保が基本的な要素であると考えられた。

- ・ハードウェアの課題：高品質な VR ヘッドセットや AR デバイスは高価であり、購入のハードルが高く、長時間の使用による疲労や、ヘッドセットの重さ、視覚的な不快感、解像度や視野角、バッテリー寿命等に限界があり課題となっている。これらが改善されないと広範なユーザーの受け入れが難しい状況となっている。

- ・メタバースを操作する人材の育成に関する課題。建設現場の複雑さを踏まえると、メタバース上でのプログラミングには高度なスキルが必要であり、建設の知識とメタバースの使い方の両方を備えた人材を育成する必要があると思われる。

- ・メタバースのコストと効果に関する課題。建設現場にメタバースを適用するには相当のコストが必要となる。正確な費用対効果の評価が必要である。

- ・メタバースによる現場安全管理に関する課題。建設現場では複数の機械が稼働し、複数の作業が進行する場合が多い。過度な安全警告音の使用は、現場を混乱させ、作業員の生産性と安全管理にかえって逆効果をもたらす可能性もある。現場全体の生産性・安全性向上を目指した活用が望まれる。

また、一般的な課題として利用者の健康や心理に関する課題が挙げられる。リアルな社会との繋がりの希薄化、仮想空間での過度な没入による健康リスクが懸念されている。特に若い世代においてはメタバース内での社交が現実のコミュニケーションを置き換えるリスクがあり、これらによる心理的な影響や社会的な孤立の問題がある¹⁶。

¹⁶ デジタルツイン活用事例集～製品・都市開発からサービスまで、NTS, 2024.2.12

第4章 建設業における活用事例と今後の活用方法の提案

4.1 国土交通省における取り組み

国土交通省九州地方整備局では、河川整備事業、ならびにバイパス整備事業の設計段階において地元住民との合意形成の手段としてメタバースを活用した¹⁷。川づくりの地元説明会にはパースや模型などを用いることが一般的だが、限定された視点からの映像に限定されることや、元々3次元測量データを取得していても、パースや模型にする時点でアナログとなりデジタルデータの不連続性が課題であった。そこで、データゲームエンジンを活用して極めてリアルな3Dモデルを低コストで作成することで、2つの課題を解決する手法を開発した。一方で、実際の測量結果に基づいたデジタルツインを作成するためには複雑な作業が生じるため、広く活用するための教育や情報提供が課題としている。

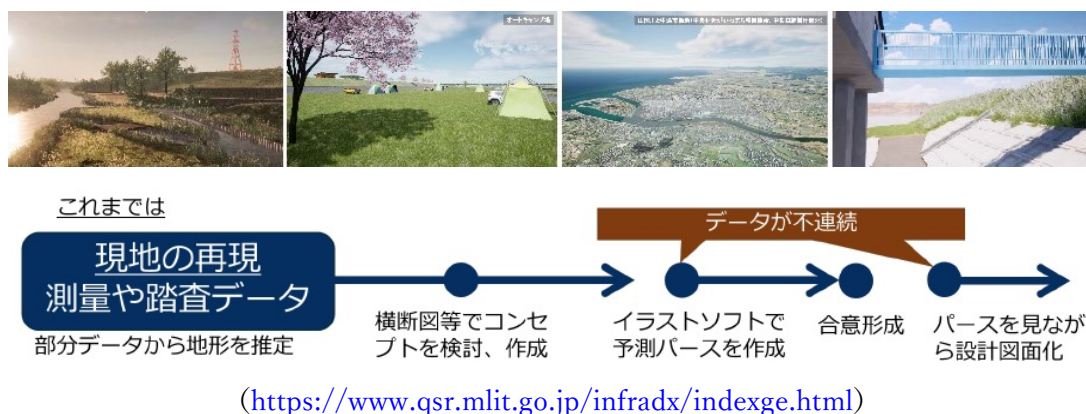


図4-1 住民との合意形成の手段として活用した事例

4.2 建設業における今後の活用方法の提案

本章では、設計、施工および維持管理の各段階における活用方法の事例を紹介する。

4.2.1 設計段階

設計段階の取り組みとして、コンサルタント会社により開発が進められているサービスをいくつか紹介する。

¹⁷ 建設分野のメタバース・デジタルツインの活用，建設マネジメント技術，202206

建設環境研究所は、合意形成サポートのための“景観作成 簡易 VR サービス”を提供している。風力発電事業における環境アセスメントや、各種工事の計画段階では、住民説明や有識者との協議など様々なシーンで合意形成サポートのニーズがある。また、将来景観についての共通認識を容易に得るための技術として、3D モデリングや VR（仮想現実）等がある。しかしこれらはコストや難易度の点で手軽とは言えない。建設環境研究所では、円滑な合意形成をサポートするためにいくつかの簡易 VR を開発した。全方位写真（360 度写真）をベースにアニメーションを組み込んだ VR では、Windows 標準ソフトで誰でも自由に視方向を変えることができ、ゲームエンジンをベースにした VR では、自由に視点場を移動することができる。これにより事業者、有識者、地元住民、認証機関等の関係者との合意形成を図ることが期待できる。



<https://www.kensetsukankyo.co.jp/news/20231019.html>

図 4-2 ゲームエンジンを利用した VR 活用

ダムなどの大規模建設事業では、地質調査で採取された大量のボーリングコアの保管場所の確保が事業者の悩みの一つとなっている。また、ボーリングコアは時間が経つにつれ風化や変質の影響を受け、採取直後の状態を保つことは困難である。ボーリングコアを保存するコア箱は 20kg 以上の重量があるため取り扱いに労力を要し、コア箱を運搬する際には重労働が強いられる。

基礎地盤コンサルタントはこれらの課題を解決するため、デジタル化したボーリングコアデータと複合現実（Mixed Reality：MR）技術を組み合わせた「CoreViewer」アプリを開発した。「CoreViewer」は米国マイクロソフト社の MR デバイス「HoloLens2」上で動

作するアプリであり、デジタル化した 3D ボーリングコアを実寸スケールのホログラムとして実空間上に表示する。HoloLens2 を装着したユーザーは「CoreViewer」アプリ上でホログラム表示の 3D ボーリングコアを手指で直接触れて動かしながら、コアの状況を観察することができる。

本アプリの特長としては、①実際のボーリングコアと異なりオリジナル状態を半永久的に保つことができ、保管場所も不要で、運搬・取り出しの手間なく観察ができること、②ボーリング柱状図や土質・岩石試験結果を 3D コアにリンクさせることで、資料を確認しながら観察できること、③クラウド上にデジタルボーリングコアデータを保管することで、場所や時間を選ばずにボーリングコアの観察や評価が可能となること等が挙げられる。



図 4-3 3D ボーリングコアをホログラム表示させた例（人物は合成）

※ホログラムの 3D ボーリングコアは手指で自由に動かすことができる

令和 5 年 4 月より、大規模事業の詳細設計業務において BIM/CIM 原則適用が始まっており、多くの事業で BIM/CIM により作成された 3 次元モデルを活用することが可能となっている。設計段階の BIM/CIM では合意形成や施工ステップの可視化、干渉チェック等の活用が考えられるが、BIM/CIM モデルをメタバース空間に投影し活用することでさらなる効率化やミス防止等が図られることが期待できる。

4.2.2 施工段階

施工段階での取り組み事例として、建設会社で開発しているいくつかのシステムを紹介する。

大林組で開発した「Holonica」は、MR 技術を活用して施工場所と BIM データを重ね合わせ表示することで、現場で設計情報を確認したり施工管理情報を BIM 上に記録したりすることができるシステムである。これにより、施工現場と BIM 情報を相互に同期させながら効率的な施工管理ができ、施工情報管理の一元化が図れるシステムである（2021 年 4 月

19日大林組プレスリリース)。



図 4-4 Holonica (https://www.obayashi.co.jp/news/detail/news20210419_2.html)

また、清水建設(株)で開発したメタバース検査システムは、メタバース空間に施工中の建物を再現し、遠隔地から建物の諸検査を実施できるシステムである。メタバース上には建築確認を受けた BIM データと施工中建物の空間をスキャンした 3次元点群データが結合される。「xR チェッカー」機能により BIM と点群で許容値をコア得た差分を色分け表示することができるとともに、メタバース上で工程写真や各種検査報告書などを確認できる。別の場所にいる関係者がメタバース空間にアバターとして入り諸検査を実施できるシステムである (2024.2.6 清水建設プレスリリース)。

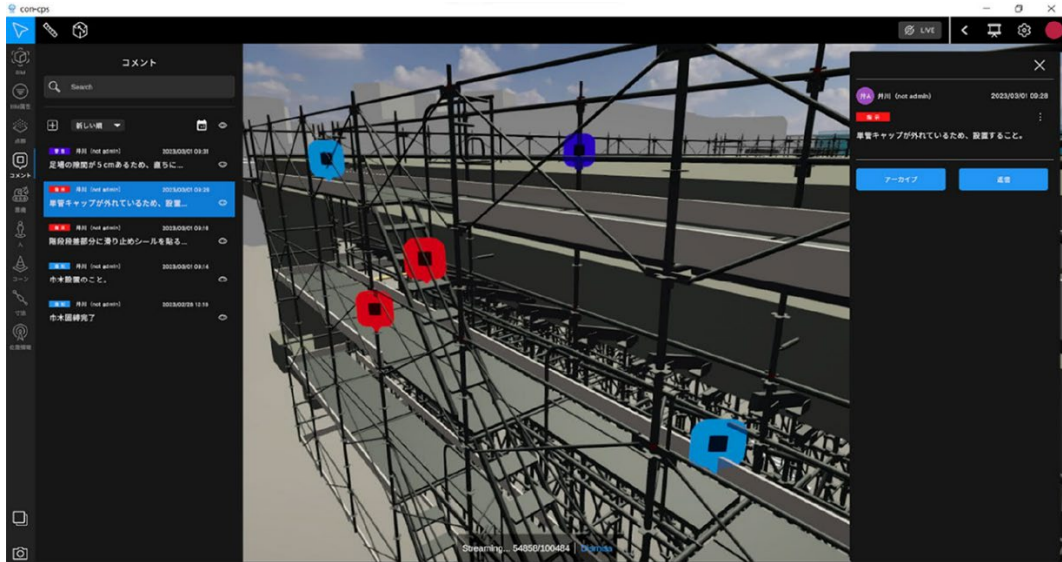


(<https://www.shimz.co.jp/company/about/news-release/2024/2023063.html>)

図 4-5 メタバース検査システム

(株)大林組で開発した「CONNECTIA」は、建設現場のデジタルツインを容易に構築で

きるデジタルツインアプリである。3D 空間上に BIM/CIM, 地形, 点群などの静的データと人や工事車両などの動的データを統合表示した現場のデジタルツインを活用して、誰でも簡単に 3 次元モデルを活用できる環境を構築した。このデジタルツイン上で写真やファイルの共有, 関係者間でのコミュニケーションを行うことができるシステムである。



https://www.obayashi.co.jp/news/detail/news20230412_2.html

図 4-6 デジタルツインアプリ

いずれの事例も、デジタルの空間上で設計情報や施工情報等の情報の共有を行い、検査や指示確認等、関係者間でのコミュニケーションに使うシステムである。BIM/CIM の属性情報には、設計情報や施工記録が保存されるが、BIM/CIM を記録媒体として用いるだけではなく、施工時の検査や取引など、さまざまなコミュニケーションに活用することで、施工や施工管理の効率化に繋がると考えられる。そのためにメタバース空間は、閲覧するだけではなく、施工の進捗に伴い簡単に情報を更新できることが求められる。

4.2.3 維持管理段階

維持管理段階のメタバース活用事例として、基礎地盤コンサルタンツによる道路斜面点検の効率化ツールを示す。

斜面勾配が 60° 以上の急斜面では、多くの転石や重力的に不安定な岩盤が落石発生源となり得るが、そうした急斜面は大変危険な場所であるため、アプローチの困難さと落石源調査時の安全確保に課題がある。本技術は、斜面の 3D デジタルデータと MR 技術を駆使し、有識者を交えた道路防災診断業務等において、安全な室内空間で急斜面の観察や災害リスク検討、斜面对策の協議に活用している。

斜面の 3D デジタルデータ (3D 露頭モデル) は、ドローンや現地調査員による写真撮影ならびに LiDAR による点群データからフォトグラメトリソフトを利用して予め作成し、

PC の 3D CAD ソフト上に露頭データを表示させると同時に、MR デバイスの HoloLens2 や iPad・スマートフォンなどのモバイル端末上にリアルタイムストリーミングのホログラム画像として表示させる。HoloLens2 装着者やモバイル端末を持つ観察者は、ホログラムとして表示された 3D 露頭モデルを室内で動き回って自由な位置から観察することができる。これにより落石源となり得る巨石・岩塊の安定度を安全に確認することができる。また、3D 露頭モデルは落石シミュレーション等に利用することも可能である。

維持管理段階におけるメタバース活用の取組み



図 4-7 維持管理段階における活用事例

維持管理段階における点検業務は近接目視が原則とされてきたが、近年では DX 技術を活用した効率化が推奨されており、今後のメタバース技術の活用が期待される。

第 5 章 まとめ

本WGでは、国内外および業界を問わずメタバースに関する活用事例を収集し、建設業における活用とその有効性について議論を進めてきた。現状では、仮想空間内におけるコミュニケーション（合意形成）、イベントの開催およびデジタルツインをメタバース上で再現する事例は様々な業界で報告されている。また、デジタルツインを構築、利用する環境の開発は進んでおり、IoT デバイスなどから取得したデータを重畳し、ゲームエンジンなどを利用して円滑にハンドリングが行えるようになった。今後も更なる技術の進展により、ユーザーがより利用しやすくなることが考えられる。

メタバースは、①利用目的に応じた臨場感・再現性があること、②自己投射性・没入感があること、③リアルタイムにインタラクティブであること、④誰でも仮想世界に参加で

きるオープン性があることなどが備わっている仮想的なデジタル空間であることを前提とした場合、建設業における設計、施工、維持管理段階において、今後以下の活用が見込まれる。

【設計段階】

- ・HMD（ヘッドマウントディスプレイ）を利用し、メタバース空間内でコミュニケーションをとり合意形成を図る。
- ・修繕計画にあたってはリアルタイムに取得されたデータによりデジタルツイン環境が更新されることにより、現地の環境にあった設計を実施する。

【施工段階】

- ・デジタルツイン環境にリアルタイムな現場情報が反映されることで、受発注者間のコミュニケーション、発注者による確認をスムーズに実施できることから、生産性向上に寄与できる。

【維持管理段階】

- ・施工段階と同様にリアルタイムな現場情報が反映されることで、維持管理の対応および判断の正確性とスピードの向上が期待できる。

現状の調査結果から、メタバースはどの業界においても試行、有効性の検証を行っている段階のものが多く、定量的に業務効率化および生産性向上を評価した事例がない状況である。また、仮想空間の環境を提供するサービス（プラットフォーム）は個社が独自に展開されており、互換性および共通のルールが無いと見受けられる。しかしながら、技術的な課題等を解決することで様々な分野での活用が期待されており、新しいビジネスモデルが生まれ社会に大きな変化をもたらすと考える。そのため今後、建設業界全体で有効に活用するためにも国が主導することはもとより、土木学会をはじめとした各学会や日本建設業連合会、建設コンサルタンツ協会といった産学官が協調して取り組みを進めることが重要である。

WG4 委員構成

委員：

天下井 哲生	(熊谷組)	※WG2 幹事
荒井 弘毅	(共立女子大学)	
岡本 博	(日本道路交通情報センター)	
尾高潤一郎	(基礎地盤コンサルタンツ)	
佐藤 正憲	(大林道路)	※WG2 主査
福本 勝司	(大林道路)	
元村 亜紀	(大林組)	
渡邊玲恵子	(宇都宮大学)	

(2022年7月～2024年6月)

参考資料（第2編）

- 参考資料 2-01 : 地質リスク [設計段階] 発注者情報要件 (EIR)
- 参考資料 2-02 : 地質リスク [設計段階] BIM/CIM 実施計画書 (BEP)
- 参考資料 2-03 : 地質リスク [施工段階] 発注者情報要件 (EIR)
- 参考資料 2-04 : 地質リスク [施工段階] BIM/CIM 実施計画書 (BEP)
- 参考資料 2-05 : 周辺影響リスク [設計段階] 発注者情報要件 (EIR)
- 参考資料 2-06 : 周辺影響リスク [設計段階] BIM/CIM 実施計画書 (BEP)
- 参考資料 2-07 : 周辺影響リスク [施工段階] 発注者情報要件 (EIR)
- 参考資料 2-08 : 周辺影響リスク [施工段階] BIM/CIM 実施計画書 (BEP)
- 参考資料 2-09 : 施工計画リスク [設計段階] 発注者情報要件 (EIR)
- 参考資料 2-10 : 施工計画リスク [設計段階] BIM/CIM 実施計画書 (BEP)
- 参考資料 2-11 : 施工計画リスク [施工段階] 発注者情報要件 (EIR)
- 参考資料 2-12 : 施工計画リスク [施工段階] BIM/CIM 実施計画書 (BEP)
- 参考資料 2-13 : 積算 [設計段階] 発注者情報要件 (EIR)
- 参考資料 2-14 : 積算 [設計段階] BIM/CIM 実施計画書 (BEP)
- 参考資料 2-15 : 設計変更 [施工段階] 発注者情報要件 (EIR)
- 参考資料 2-16 : 設計変更 [施工段階] BIM/CIM 実施計画書 (BEP)
- 参考資料 2-17 : 施工情報・品質情報 [施工段階] 発注者情報要件 (EIR)
- 参考資料 2-18 : 施工情報・品質情報 [施工段階] BIM/CIM 実施計画書 (BEP)
- 参考資料 2-19 : 宮城南部復興事務所への説明資料

参考資料 2-01

テーマ：地質リスク [設計段階]

発注者情報要件 (EIR)

発注者情報要件書（EIR）（案）

- 事業段階：設計段階
- ユースケース：山岳トンネル整備事業
- テーマ：地質リスク

1. EIR の目的

1.1 目的

本 EIR は「国道 349 号 丸森地区災害復旧事業」における丸森地区トンネル設計業務で後述する「3.事業課題への要件」に示す課題に対して、BIM/CIM の視覚的効果、情報連携による業務の効率化、高度化を図ることを目的に、BIM/CIM の活用方針（モデル、ドキュメント、データ）を受発注者間で明確にするために使用する。

1.2 EIR への対応

本 EIR に対応して受注者が具体的に実施する予定の事項、管理方法について BIM/CIM 実施計画書（BEP）（以下、「BEP」と略記）を作成し、提出すること。業務の実施中に「BEP」の変更が必要と認められる場合は、更新した上で提出すること。

また、業務完了時には BIM/CIM 実施報告書を提出すること。

2. 業務情報

2.1 事業名称

事業名：国道 349 号 丸森地区災害復旧事業

国道 349 号は茨城県水戸市から福島県伊達市を經由し、宮城県柴田町を結ぶ約 260km の幹線道路で、丸森町内の当該路線は重要物流道路の代替・補完路に指定されている。

本災害復旧事業は、令和元年東日本台風（台風第 19 号）により被災した、国道 349 号の宮城県伊具郡丸森町耕野不動～舘矢間山田間に対し、国土交通省の権限代行により実施している。

2.2 業務名称

丸森地区トンネル設計業務

2.3 工事場所

宮城県伊具郡丸森町耕野字沼～伊具郡丸森町大張川張字舘地内

2.4 業務開始日

令和3年6月16日

2.5 業務終了日

令和4年2月19日

3. 事業課題への要件

3.1 取り組み内容

3.1.1 基本事項

BIM/CIM モデルを用いて、3次元の視覚効果を活用しつつ、測量・業務・工事等の各段階における判断すべき事項や創出すべき成果に対して、その根拠となる情報(仕様・数量・制約等)の整理、管理を行う。

また、後続に引継ぐべき情報(品質、仕様、履歴等)を特定し、後続の各段階にて加工できる媒体として記録、保管する。

これらの情報を蓄積しながら、長期的な視野でインフラ施設の計画から維持管理・運用までの建設生産プロセス全体を包括的に管理し、事業全体にわたる関係者間の情報共有を容易にすることで将来のアセットマネジメントに貢献する。

実施事項は以下の通りとする。

- ✓ 3次元モデルの作成・更新：
 - ・建設生産プロセスに活用するための3次元モデルの作成または更新
- ✓ 3次元モデルの照査：
 - ・BIM/CIMモデルと2次元図面(設計図書)との整合の確認
- ✓ 3次元モデルと属性情報の納品：
 - ・前段階から受け渡された属性情報(測量・地質情報)の更新
 - ・後段階に引継ぐべき属性情報(判断根拠、合意形成に関する情報)の保管

3.1.2 事業特有課題

本事業のトンネル部周辺では、複数リニアメントが確認されている。またトンネル部の地質は花崗閃緑岩となっており、阿武隈東道路の花崗岩施工の実績・知見よりコアストーンの出現リスクも低いながら存在する。

また、調査結果から起点坑口付近は、礫～短柱状コア岩芯まで弱風化が進行し礫～岩片状破碎を呈している。一方、終点坑口付近においても、割れ目が発達し割れ目に沿って脆弱化が見られている。

これら両坑口部の施工における地滑り等の地山崩壊リスクが懸念される。またトンネル掘削は全般的に花崗閃緑岩主体ではあるが、事前調査によるとトンネル中央部におい

て弾性波速度が低速化する範囲が確認されている。弾性波速度が低速化する範囲では割れ目が多く岩片～破碎上からなり風化が進行し脆弱であると推定され、切羽崩壊リスクが懸念される。

以上より、本事業においては両坑口部の地滑り等の地山崩壊リスク及びトンネル中央部に想定される脆弱地山の施工において安全な支保パターン設計を適正に行うことが重要であり、事業課題として捉えている。

そのため、設計段階ではトンネル部の地質を準3次元地質断面図モデルとして作成する。

準3次元地質断面図モデルを構築することにより、坑口部の地質の変化や弾性波速度が低下する範囲を予測することが可能となり、支保パターン設計を安全にかつ適正に施工できる設計を行うことを目的とする。作成においては、地質調査者の知見を取り込み作成し、作成において情報の不足があれば、追加ボーリングの実施を協議する。

施工段階に引き継ぐために有効となる情報については、受注者からの提案に基づき発注者との協議によって最終決定することとし、その内容を「BEP」に記載すること。

3.1.3 情報要件

(1) 貸与品

設計業務を確認し、本 EIR・BEP に必要な貸与品を検討し、記載する。

地形モデル、地質・土質モデル、線形モデル、構造物モデル（第3号トンネル）は過年度成果の3次元モデルを引継ぐため、以下の成果品を貸与する。

- ・令和3年度 道路詳細設計業務
- ・令和3年度 第3号トンネル予備設計業務
- ・令和3年度 地質調査業務

(2) 打合せ計画

BIM/CIM を実施するにあたって、下記に示す各段階において打合せを計画し、工程及び提出する資料を BEP で提案すること。ただし、これ以外に受注者が確認したい事項があった場合は、「BEP」で提案すること。

- ・検討内容確認段階：設計開始前に完成のイメージを共有すること。
- ・設計条件確認段階：支保パターン計画を実施する上で必要な条件が充分であるかどうかを受発注者間で確認すること
- ・モデル確認段階：トンネル形状、地質状況及び支保パターンに基づくモデルを共有すること
- ・成果品提出段階：最終的な成果品を報告すること

(3) モデル作成範囲

地質モデルの作成範囲は、以下の通りとする。

- ・縦断方向：地表面からトンネル下 1 D 程度までをモデル化する
- ・横断方向：トンネル側壁からおおよそ 2 D 程度までをモデル化する

地質は、準 3 次元地質断面図モデルとして作成することとし、その作成根拠については記録に残すこと。

トンネル本体工は、ソリッドモデルとして、起点坑口(坑門工)～終点坑口(坑門工)までをモデル化する。その他、明かり部構造物については任意とする。

また、受注者側で作成範囲の変更の提案がある場合は「BEP」に記載し提案すること。

(4) 詳細度

地質モデルは、準 3 次元地質断面図モデルとすることから、詳細度を適用しない。

トンネル本体工(トンネル支保工/覆工/インバート工/坑門工)は、詳細度 300 にて作成する。

上記以外のモデルを作成する場合、もしくは受注者の希望によって詳細度を設定したい場合は、「BIM/CIM 活用ガイドライン (案)」の詳細度を参照しつつ、発注者と協議した上で決定した事項を BEP に記載すること。

(5) 属性情報

支保パターン及び弾性波探査等の事前調査結果を属性情報として付与すること。

支保パターンの設定根拠、ボーリングデータ、室内試験結果(一軸圧縮強度等)及び準 3 次元地質断面図を作成した判断根拠は外部参照とするが、格納されているフォルダ・ファイル名等を属性情報として付与すること。また、受注者が、施工段階に引き継ぐために有効となる情報についての情報付与方法を提案し、発注者と協議した上で決定した事項は「BEP」に具体的に記載すること。

3.1.4 管理方針

(1) 適用基準

本業務の BIM/CIM 活用で適用する基準・要領等は下記の通りとするが、この EIR に記載した内容を優先する。ただし、受注者の希望によって詳細度を変更する場合は「BEP」に記載し提案すること。

- ・BIM/CIM 活用ガイドライン 第 1 編 共通編
- ・BIM/CIM 活用ガイドライン 第 5 編 道路編
- ・事業監理のための統合モデル活用ガイドライン (素案)
- ・設計一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)

- ・ BIM/CIM 活用における「段階モデル確認書」作成手引き【試行版】（案）
- ・ 3次元モデル成果物作成要領（案）
- ・ 土木工事数量算出要領（案）に対応する BIM/CIM モデル作成の手引き（案）
- ・ 土木工事等の情報共有システム活用ガイドライン

（2）体制

本業務において BIM/CIM を活用するために必要な体制を「BEP」に記載すること。

3.1.5 技術要件

（1）使用ソフトウェア

本業務において BIM/CIM を活用するために必要なソフトウェアは bSJ が認定する IFC 検定に合格したものを使用することとし，使用するソフトウェアを「BEP」に記載すること。

（2）データ共有環境（CDE）

本業務（工事）において BIM/CIM を活用し，受発注者間の情報共有を円滑にするためのデータ共有環境は，国土技術政策総合研究所で運用している「DX データセンター」を基本とする。作業領域のフォルダやアーカイブ（納品）フォルダ及び使用可能なソフトウェアの取り扱いなど詳細な内容については別紙「令和3年 丸森地区トンネル設計業務段階モデル確認書」に記載するが，サブフォルダの構成や成果品のフォルダ構成については最適な環境を検討した上で「BEP」に記載すること。

参考資料 2-02

テーマ：地質リスク [設計段階]

BIM/CIM 実施計画書 (BEP)

BIM/CIM 実施計画書 (BEP) (案)

- 事業段階：設計段階
- ユースケース：山岳トンネル整備事業
- テーマ：地質リスク

1. 業務概要

1.1 業務の目的

本業務は、宮城県伊具郡丸森町大張川張地内において災害復旧事業の一環として、トンネル設計を行うとともに本事業特有の事業課題を解決するものである。

1.2 業務概要

業務名：丸森地区トンネル設計業務（その2）

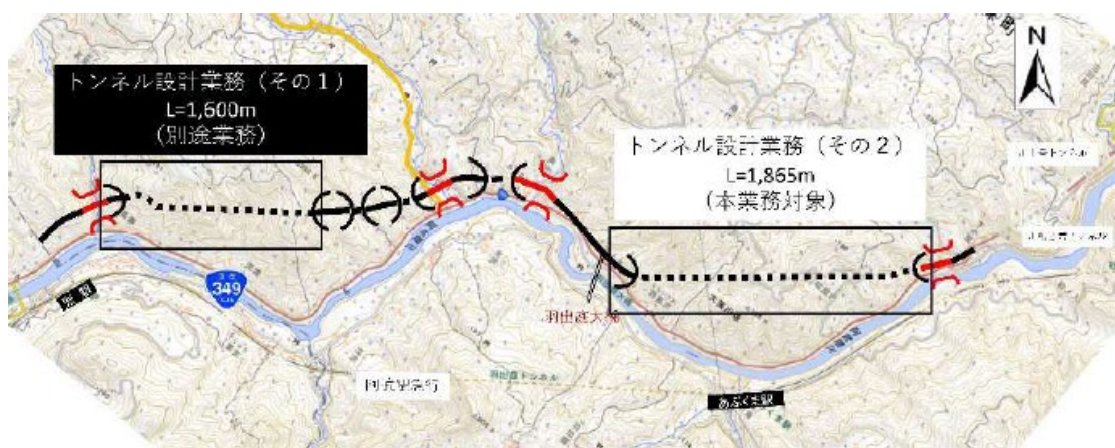
契約金額：

業務箇所：宮城南部復興事務所管内（図 1.1 参照）

工期：令和2年6月16日～令和3年2月19日（249日間）

発注者：国土交通省 東北地方整備局 宮城南部復興事務所

受注者：株式会社オリエンタルコンサルタンツ



1-1 位置図

表 1-1 BIM/CIM 実施概要一覧

項目名	詳細
業務名	丸森地区トンネル設計業務（その2）
プロジェクト名	災害復旧事業（国道349号）
履行場所	宮城県伊具郡丸森町大張川張地内
発注者	国土交通省 東北地方整備局 宮城南部復興事務所
調査職員	宮城南部復興事務所 ○○
受注者	株式会社オリエンタルコンサルタンツ
履行期間	令和2年6月16日～令和3年2月19日（249日間）
事業課題	<p>本トンネルの調査結果から起点坑口付近は、礫～短柱状コア岩芯まで弱風化が進行し礫～岩片状破碎を呈している。一方、終点坑口付近においても、割れ目が発達し割れ目に沿って脆弱化が見られている。</p> <p>これら両坑口部の施工における地滑り等の地山崩壊リスクが懸念される。またトンネル掘削は全般的に花崗閃緑岩主体ではあるが、事前調査によるとトンネル中央部において弾性波速度が低速化する範囲が確認されている。弾性波速度が低速化する範囲では割れ目が多く岩片～破碎上からなり風化が進行し脆弱であると推定され、切羽崩壊リスクが懸念される。</p> <p>以上より、本事業においては両坑口部の地滑り等の地山崩壊リスク及びトンネル中央部に想定される脆弱地山の施工において安全な支保パターン設計を適正に行うことが重要であり、事業課題として捉えている。</p>
業務概要	<p>(1) 地質モデルは準3次元地質断面図モデルとして作成する</p> <p>(2) 地質モデル作成に関わるドキュメントの BIM/CIM モデルへの属性情報としての付与</p> <ul style="list-style-type: none"> ・支保パターン ・ボーリングデータ・弾性波速探査等の地質調査結果 ・室内試験結果(一軸圧縮強度等) ・モデル作成時の判断根拠 <p>(3) 施工段階に引き継ぐ情報の BIM/CIM への付与</p> <ul style="list-style-type: none"> ・支保パターン設定根拠
BIM/CIM 設計成果物	・準3次元地質断面図モデル

2. 担当者の配置

2.1 BIM/CIM 担当技術者

表 2-1 BIM/CIM 担当技術者リスト

役割名	氏名	所属・役職	資格・実績	担当する業務内容
				CIM 実施方針検討 CIM モデル作成管理 結果の分析・評価・ 総括
				CIM モデル作成、 電子納品
				山岳トンネルモデル 構成作成
				山岳トンネルモデル 構成作成
				CIM 実施業務の経験 を活かした実施方針 指導・作成モデルの レビュー
				CIM モデルの照査

2.2 体制組織図

図 2-1 BIM/CIM 実施体制

3. 工程計画

自) 令和2年6月16日

至) 令和3年2月19日

項目	令和2年							令和3年	
	6	7	8	9	10	11	12	1	2
打合せ計画	○		○		○	○	○		○
地質検討									
支保検討									
成果品作成									

4. BIM/CIM に関する実施事項

4.1 実施目的

トンネル工事において、両坑口部の地滑り等の地山崩壊リスク及びトンネル中央部に想定される脆弱地山の施工において安全な支保パターン設計を適正に行うことを事業課題とし、BIM/CIM を効果的に活用することで事業課題の解決と設計-施工のデータ連携を図ることを実施目的とする。

4.2 実施内容

本業務で実施する BIM/CIM は下記内容とする。

- (1) 地質モデルは準3次元地質断面図モデルとして作成する。
- (2) 地質モデル作成に関するドキュメントの BIM/CIM モデルへの属性情報としての付与
 - ・支保パターン
 - ・ボーリングデータ・弾性波探査等の地質調査結果
 - ・室内試験結果(一軸圧縮強度等)
 - ・モデル作成時の判断根拠
- (3) 施工段階に引き継ぐ情報の BIM/CIM への付与
 - ・支保パターン設定根拠

4.3 BIM/CIM の作成仕様

4.3.1 モデル作成範囲

地質モデルの作成範囲は、以下の通りとする。

- ・縦断方向：地表面からトンネル下 1D 程度までをモデル化する
- ・横断方向：トンネル側壁からおおよそ 2D 程度までをモデル化する

地質は、準 3 次元地質断面図モデルとして作成することとし、その作成根拠については記録に残す。

トンネル本体工は、ソリッドモデルとして、起点坑口(坑門工)～終点坑口(坑門工)までをモデル化する。

4.3.2 詳細度

地質モデルは、準 3 次元地質断面図モデルとすることから、詳細度を適用しない。

トンネル本体工(トンネル支保工/覆工/インバート工/坑門工)は、詳細度 300 にて作成する。

4.3.3 地形データの精度

地形データの精度は細部測量データと航空測量データを用いて地形のモデル化を行う。

表 4-1 設計の段階と縮尺・地形データ精度

設計段階	縮尺(標準偏差)	地形データ精度
概略設計	1/5000 (5m 以内)	国土地理院・基盤地図情報※1 (数値標高モデル) 10m メッシュ (標高) (全国)
	1/2500 (2.5m 以内)	国土地理院・基盤地図情報 (数値標高モデル) 5m メッシュ (標高) (一部)
予備設計, 詳細設計	1/1000 (1m 以内)	国土地理院・基盤地図情報 (数値標高モデル) 5m メッシュ (標高) では精度が不足するため、 必要な箇所について 10 cm レベルのレーザ計測、 TS 測量、写真測量計測、UAV 写真測量、 UAV レーザ測量、地上レーザ測量等で補完する必要がある。
	1/500 (50cm 以内)	
	1/200 (20cm 以内)	
	1/100 (10cm 以内)	

※1 国土地理院・基盤地図情報：<http://www.gsi.go.jp/kiban/>

※2 TS：トータルステーション

4.3.4 属性情報付与方法

属性情報の付与方法を表 4-2 に示す。

表 4-2 属性情報の付与方法

情報内容	形式	属性情報の付与方法
ボーリング調査結果	ドキュメント	該当する箇所のフォルダ・ファイル名・ 該当ページをプロパティに付与
弾性波探査結果	ドキュメント	該当する箇所のフォルダ・ファイル名・ 該当ページをプロパティに付与
現地踏査情報	ドキュメント	該当する箇所のフォルダ・ファイル名・ 該当ページをプロパティに付与
設計時の地山検討記録	ドキュメント	該当する箇所のフォルダ・ファイル名・ 該当ページをプロパティに付与
支保パターン設定根拠	ドキュメント	該当する箇所のフォルダ・ファイル名・ 該当ページをプロパティに付与
地山物性値	ドキュメント	該当する箇所のフォルダ・ファイル名・ 該当ページをプロパティに付与
湧水状況	ドキュメント	該当する箇所のフォルダ・ファイル名・ 該当ページをプロパティに付与
地山等級	ドキュメント	該当する箇所のフォルダ・ファイル名・ 該当ページをプロパティに付与
室内試験結果	解析入力データ	参考資料として BIM/CIM とは別に提示
FEM 解析データ	解析入力データ	参考資料として BIM/CIM とは別に提示

4.3.5 BIM/CIM の格納

「BIM/CIM モデル等電子納品要領（案）及び同解説，令和 4 年 3 月，国土交通省」より図 4-1 に示すフォルダ構成とする

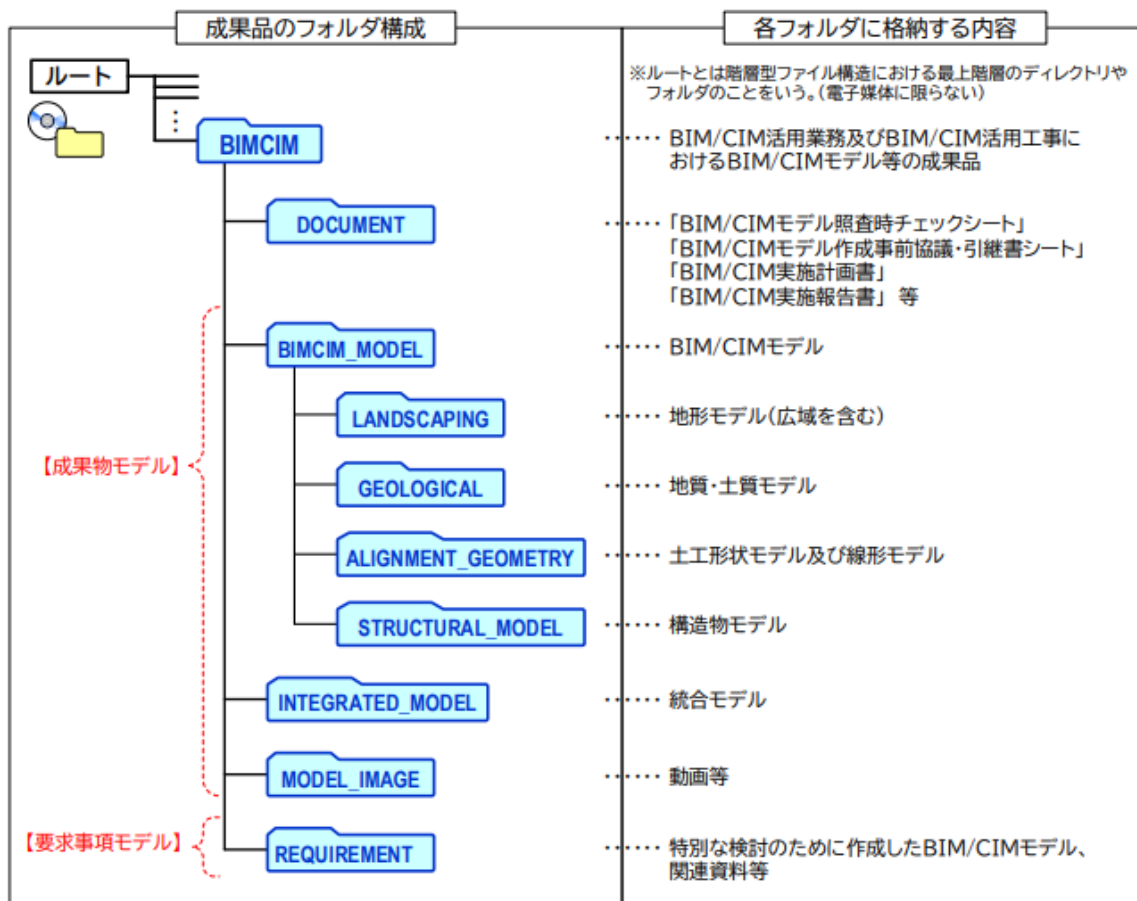


図 4-1 BIM/CIM 成果品フォルダ構成

4.3.6 使用するソフトウェア

本業務において BIM/CIM を活用するために必要なソフトウェアは bSJ が認定する IFC 検定に合格したものを使用することとし、使用するソフトウェアを以下に示す。

- Autodesk Revit 2023
- Autodesk Civil3D
- Autodesk Navisworks
- V-nasClair
- E-G Modeling for NATM

4.3.7 データ共有環境 (CDE)

本業務において BIM/CIM を活用し、受発注者間の情報共有を円滑にするためのデータ共有環境は国土技術政策総合研究所で運用している「DX データセンター」を利用する。

5. 実施成果

5.1 成果物一覧

本業務で作成する成果物は、以下の通りとする。

- BIM/CIM データ
- 各種ドキュメント情報 (外部参照をプロパティに付与)
- 各種ドキュメント情報 (参考資料)
- 解析データ (参考資料)

参考資料 2-03

テーマ：地質リスク [施工段階]

発注者情報要件 (EIR)

発注者情報要件書（EIR）（案）

- 事業段階：施工段階
- ユースケース：山岳トンネル整備事業
- テーマ：地質リスク

1. EIR の目的

1.1 目的

本 EIR は「国道 349 号 丸森地区災害復旧事業」における丸森地区トンネル工事で後述する「3.事業課題への要件」に示す課題に対して、BIM/CIM の視覚的効果、情報連携による工事の効率化、高度化を図ることを目的に、BIM/CIM の活用方針（モデル、ドキュメント、データ）を受発注者間で明確にするために使用する。

1.2 EIR への対応

本 EIR に対応して受注者が具体的に実施する予定の事項、管理方法について BIM/CIM 実施計画書（BEP）（以下、「BEP」と略記）を作成し、提出すること。工事の実施中に「BEP」の変更が必要と認められる場合は、更新した上で提出すること。

また、工事完了時には BIM/CIM 実施報告書を提出すること。

2. 工事情報

2.1 事業名称

事業名：国道 349 号 丸森地区災害復旧事業

国道 349 号は茨城県水戸市から福島県伊達市を經由し、宮城県柴田町を結ぶ約 260km の幹線道路で、丸森町内の当該路線は重要物流道路の代替・補完路に指定されている。

本災害復旧事業は、令和元年東日本台風（台風第 19 号）により被災した、国道 349 号の宮城県伊具郡丸森町耕野不動～舘矢間山田間に対し、国土交通省の権限代行により実施している。

2.2 工事名称

丸森地区トンネル工事

2.3 工事場所

宮城県伊具郡丸森町耕野字沼～伊具郡丸森町大張川張字舘地内

2.4 工事開始日

令和4年3月9日

2.5 工事終了日

令和6年8月5日

3. 事業課題への要件

3.1 取り組み内容

3.1.1 基本事項

BIM/CIM モデルを用いて、3次元の視覚効果を活用しつつ、測量・業務・工事等の各段階における判断すべき事項や創出すべき成果に対して、その根拠となる情報(仕様・数量・制約等)の整理、管理を行う。

また、後続に引継ぐべき情報(品質、仕様、履歴等)を特定し、後続の各段階にて加工できる媒体として記録、保管する。

これらの情報を蓄積しながら、長期的な視野でインフラ施設の計画から維持管理・運用までの建設生産プロセス全体を包括的に管理し、事業全体にわたる関係者間の情報共有を容易にすることで将来のアセットマネジメントに貢献する。

実施事項は以下の通りとする。

- ✓ 3次元モデルの作成・更新：
 - ・建設生産プロセスに活用するための3次元モデルの作成または更新
- ✓ 3次元モデルの照査：
 - ・BIM/CIMモデルと2次元図面(設計図書)との整合の確認
- ✓ 3次元モデルと属性情報の納品：
 - ・前段階から受け渡された属性情報(測量・地質情報)の更新
 - ・後段階に引継ぐべき属性情報(判断根拠、合意形成に関する情報)の保管

3.1.2 事業特有課題

本事業のトンネル部周辺では、複数リニアメントが確認されている。またトンネル部の地質は花崗閃緑岩となっており、阿武隈東道路の花崗岩施工の実績・知見よりコアストーンの出現リスクも低いながら存在する。

また、調査結果から起点坑口付近は、礫～短柱状コア岩芯まで弱風化が進行し礫～岩片状破碎を呈している。一方、終点坑口付近においても、割れ目が発達し割れ目に沿って脆弱化が見られている。

これら両坑口部の施工における地滑り等の地山崩壊リスクが懸念される。またトンネル掘削は全般的に花崗閃緑岩主体ではあるが、事前調査によるとトンネル中央部におい

て弾性波速度が低速化する範囲が確認されている。弾性波速度が低速化する範囲では割れ目が多く岩片～破碎上からなり風化が進行し脆弱であると推定され、切羽崩壊リスクが懸念される。

以上より、本事業においては両坑口部の地滑り等の地山崩壊リスク及びトンネル中央部に想定される脆弱地山のトンネル施工を安全かつ手戻りなく完了させることを事業課題として捉えている。

そのため、設計段階で作成された準3次元断面図モデルを施工で得られる切羽観察記録等で判明した地質分布状況や地層の走行傾斜等を参考にモデルの修正を行う。これにより切羽前方の地山傾向の推察しやすい環境となる。更に、地質変動（A計測等）に対するリスクを評価しモニタリングすることにより、適切な掘削計画を立案することが出来、安全な施工の一助とすることを目的として、準3次元モデルの修正を実施する。また、地質モデルに切羽観察（切羽状況・風化変質状況・割れ目の状況・湧水状況等）や切羽写真、A計測結果等を属性情報として追記することにより、道路開通後の覆工コンクリート変状や舗装面の変状についての変状要因究明に役立てることが可能となる。

維持管理段階に引き継ぐために有効となる情報については、受注者からの提案に基づき発注者との協議によって最終決定することとし、その内容を「BEP」に記載すること。

3.1.3 情報要件

（1）貸与品

設計業務を確認し、本 EIR・BEP に必要な貸与品を検討し、記載する。

地形モデル、地質・土質モデル、線形モデル、構造物モデル（第3号トンネル）は過年度成果の3次元モデルを引継ぐため、以下の成果品を貸与する。

- ・令和3年度 地質・土質モデル（準3次元地質断面図モデル）
- ・令和3年度 道路詳細設計業務
- ・令和3年度 第3号トンネル予備設計業務
- ・令和3年度 地質調査業務
- ・令和5年度 第3号トンネル詳細設計業務

（2）打合せ計画

BIM/CIM を実施するにあたって、下記に示す各段階において打合を計画し、工程及び提出する資料を BEP で提案すること。ただし、これ以外に受注者が確認したい事項があった場合は、「BEP」で提案すること。

- ・検討内容確認段階：工事開始前に完成のイメージを共有すること。
- ・設計内容確認段階：岩質区分(支保パターン)を決定する上で必要な設計的裏付けが

明確であるかどうかを受発注者間で確認すること

- ・モデル確認段階：実施されたトンネル形状，切羽観察情報（風化の程度，その他（受注者からの提案による））及び支保パターンのモデル修正（新規追加を含む）について共有すること
- ・成果品提出段階：最終的な成果品を報告すること

（３）モデル作成（修正）範囲

設計で作成した準３次元断面図モデルに対して，切羽観察記録で判明した地質分布・地層の走行傾斜等を参考にし，準３次元断面図モデルを修正する。

トンネル本体工は，設計で作成したソリッドモデルをそのまま活用することを想定しているが，支保パターンを変更した場合は，これを反映した修正すること。

また，受注者側で作成（修正）範囲の変更の提案がある場合は「BEP」に記載し提案すること。

（４）詳細度

詳細度は，設計段階で作成したモデルの詳細度をそのまま引き継ぐものとする。

また，受注者の希望によって詳細度を設定したい場合は，「BIM/CIM 活用ガイドライン（案）」の詳細度を参照しつつ，発注者と協議した上で決定した事項を BEP に記載すること。

（５）属性情報

切羽評価点及び支保パターンは，トンネル本体工のプロパティに属性情報として付与すること。切羽観察記録及び A 計測結果は，pdf 等のデジタルデータとして保管し，対象測点のトンネル本体工にリンク機能を使って外部参照できるようにすること。また，岩判定にて支保パターンの変更時には変更根拠を属性情報として付与すること。

また，受注者が，維持管理段階に引き継ぐために有効となる情報についての情報付与方法を提案し，発注者と協議した上で決定した事項は「BEP」に具体的に記載すること。

3.1.4 管理方針

（１）適用基準

本業務の BIM/CIM 活用で適用する基準・要領等は下記の通りとするが，この EIR に記載した内容を優先する。ただし，受注者の希望によって詳細度を変更する場合は「BEP」に記載し提案すること。

- ・ BIM/CIM 活用ガイドライン 第 1 編 共通編
- ・ BIM/CIM 活用ガイドライン 第 5 編 道路編

- ・ 事業監理のための統合モデル活用ガイドライン（素案）
- ・ 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）
- ・ BIM/CIM 活用における「段階モデル確認書」作成手引き【試行版】（案）
- ・ 3次元モデル成果物作成要領（案）
- ・ 土木工事数量算出要領（案）に対応する BIM/CIM モデル作成の手引き（案）
- ・ 土木工事等の情報共有システム活用ガイドライン

（2）体制

本業務において BIM/CIM を活用するために必要な体制を「BEP」に記載すること。

3.1.5 技術要件

（1）使用ソフトウェア

本業務において BIM/CIM を活用するために必要なソフトウェアは bSJ が認定する IFC 検定に合格したものを使用することとし、使用するソフトウェアを「BEP」に記載すること。

（2）データ共有環境（CDE）

本業務（工事）において BIM/CIM を活用し、受発注者間の情報共有を円滑にするためのデータ共有環境は、国土技術政策総合研究所で運用している「DX データセンター」を基本とする。作業領域のフォルダやアーカイブ（納品）フォルダ及び使用可能なソフトウェアの取り扱いなど詳細な内容については別紙「令和3年 丸森地区トンネル設計業務段階モデル確認書」に記載するが、サブフォルダの構成や成果品のフォルダ構成については最適な環境を検討した上で「BEP」に記載すること。

参考資料 2-04

テーマ：地質リスク [施工段階]

BIM/CIM 実施計画書 (BEP)

BIM/CIM 実施計画書 (BEP) (案)

- 事業段階：施工段階
- ユースケース：山岳トンネル整備事業
- テーマ：地質リスク

1. 工事の概要

本工事は、国道 349 号 丸森第 3 号トンネル新設に伴うトンネルを構築する工事(図 1.1 参照)である。

また、国土交通省が提唱する i-Construction の取り組みにおいて、BIM/CIM(Building/Construction Information Modeling,Management)を導入することにより ICT の全面的な活用を推進し、CIM モデルの活用による建設生産・管理システム全体の課題解決及び業務効率化を図ることを目的とする BIM/CIM 活用工事(発注者指定型)である。



図 1-1 位置図

表 1-1 工事の概要

項目名	詳細
業務名	国道 349 号 丸森第 3 号トンネル工事
プロジェクト名	
履行場所	宮城県伊具郡丸森町耕野宇沼～ 伊具郡丸森町大張川張宇館地内
発注者	国土交通省 東北地方整備局 宮城南部復興事務所
調査職員	宮城南部復興事務所 ○○
受注者	前田建設工業株式会社
履行期間	令和 4 年 3 月 9 日～令和 6 年 8 月 5 日（29 カ月）
事業課題	<p>調査結果から起点坑口付近は、礫～短柱状コア岩芯まで弱風化が進行し礫～岩片状破碎を呈している。一方、終点坑口付近においても、割れ目が発達し割れ目に沿って脆弱化が見られている。</p> <p>これら両坑口部の施工における地滑り等の地山崩壊リスクが懸念される。またトンネル掘削は全般的に花崗閃緑岩主体ではあるが、事前調査によるとトンネル中央部において弾性波速度が低速化する範囲が確認されている。弾性波速度が低速化する範囲では割れ目が多く岩片～破碎上からなり風化が進行し脆弱であると推定され、切羽崩壊リスクが懸念される。</p> <p>以上より、本事業においては両坑口部の地滑り等の地山崩壊リスク及びトンネル中央部に想定される脆弱地山のトンネル施工を安全かつ手戻りなく完了させることを事業課題として捉えている。</p>
業務概要	<p>(1) 地質モデルは準 3 次元地質断面図モデルとして作成する</p> <p>(2) 地質モデル作成に関わるドキュメントの BIM/CIM モデルへの属性情報としての付与</p> <ul style="list-style-type: none"> ・支保パターン ・切羽観察記録(切羽評価点) ・A 計測データ
BIM/CIM 設計成果物	<ul style="list-style-type: none"> ・準 3 次元地質断面図モデル ・トンネル本体工モデル
貸与資料	<ul style="list-style-type: none"> ・令和 3 年度 地質・土質モデル（準 3 次元地質断面図モデル） ・令和 3 年度 道路詳細設計業務 ・令和 3 年度 第 3 号トンネル予備設計業務 ・令和 3 年度 地質調査業務 ・令和 5 年度 第 3 号トンネル詳細設計業務

2. 検討体制

2.1 BIM/CIM 担当技術者

BIM/CIM 全体統括は、監理技術者が兼務するものとする。また、BIM/CIM モデル作成調整者として、ICT 活用など現場の生産性向上の経験が豊富な現場職員を配置する。

また、国土技術政策総合研究所の BIM/CIM 関連業務、ICT 活用工事に精通し、土木学会や日本建設連合会において BIM/CIM 関連の委員会に参画するなど BIM/CIM の知見が深い土木技術部 ICT 推進グループの人員を配置する。

表 2-1 BIM/CIM 担当技術者リスト

役割名	氏名	所属・役職	資格・実績	担当する業務内容
				CIM 実施方針検討 CIM モデル作成管理 結果の分析・評価・ 総括
				CIM モデル作成、 電子納品
				山岳トンネルモデル 構成作成
				山岳トンネルモデル 構成作成
				CIM 実施業務の経験 を活かした実施方針 指導・作成モデルの レビュー
				CIM モデルの照査

2.2 体制組織図

図 2-1 BIM/CIM 体制組織図

3. 工程計画

BIM/CIM 活用は、下表に示す工程により実施する。

自) 令和 4 年 3 月 9 日

至) 令和 6 年 8 月 5 日

項目	令和 3 年				令和 4 年				令和 5 年		
	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	8
打合せ計画	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
切羽観察整理		■									
計測整理		■									
成果品作成									■		

4. BIM/CIM を活用した検討等

4.1 実施目的

トンネル工事において、両坑口部の地滑り等の地山崩壊リスク及びトンネル中央部に想定される脆弱地山のトンネル施工を安全かつ手戻りなく完了させること事業課題とし、BIM/CIM を効果的に活用することで事業課題の解決と施工-維持管理のデータ連携を図ることを実施目的とする。

4.2 実施内容

本業務で実施する BIM/CIM は下記内容とする。

- (1) 地質モデルは準 3 次元地質断面図モデルとして作成する。
- (2) 地質モデル作成に関するドキュメントの BIM/CIM モデルへの属性情報としての付与
 - ・支保パターン
 - ・切羽観察記録 (切羽評価点)
 - ・A 計測データ

4.3 BIM/CIM の作成仕様

4.3.1 モデル作成範囲

設計で作成した準3次元断面図モデルに対して、切羽観察記録で判明した地質分布・地層の走行傾斜等を参考にし、準3次元断面図モデルを修正する。

トンネル本体工は、設計で作成したソリッドモデルをそのまま活用することを想定しているが、支保パターンを変更した場合は、これを反映した修正する。

4.3.2 詳細度

詳細度は、設計段階で作成したモデルの詳細度をそのまま引き継ぐものとする。

4.3.3 地形データの精度

地形データの精度は細部測量データと航空測量データを用いて地形のモデル化を行う。

表 4-1 設計の段階と縮尺・地形データ精度

設計段階	縮尺(標準偏差)	地形データ精度
概略設計	1/5000 (5m 以内)	国土地理院・基盤地図情報 ^{※1} (数値標高モデル) 10m メッシュ (標高) (全国)
	1/2500 (2.5m 以内)	国土地理院・基盤地図情報 (数値標高モデル) 5m メッシュ (標高) (一部)
予備設計, 詳細設計	1/1000 (1m 以内)	国土地理院・基盤地図情報 (数値標高モデル) 5m メッシュ (標高) では精度が不足するため、必要な個所について 10 cm レベルのレーザ計測, TS 測量, 写真測量計測, UAV 写真測量, UAV レーザ測量, 地上レーザ測量等で補完する必要がある。
	1/500 (50cm 以内)	
	1/200 (20cm 以内)	
	1/100 (10cm 以内)	

※1 国土地理院・基盤地図情報：<http://www.gsi.go.jp/kiban/>

※2 TS：トータルステーション

4.3.4 属性情報付与方法

属性情報の付与方法を表 4-2 に示す。

表 4-2 属性情報の付与方法

情報内容	形式	属性情報の付与方法
支保パターン	BIM/CIM	BIM/CIM モデルで直接モデル化する
切羽観察記録（切羽評価点）	BIM/CIM	BIM/CIM モデルで直接モデル化する
A 計測データ	BIM/CIM	BIM/CIM モデルで直接モデル化する
A 計測の管理基準値 の設定根拠	ドキュメント	該当する箇所のフォルダ・ファイル名・該当ページをプロパティに付与

4.3.5 BIM/CIM の格納

「BIM/CIM モデル等電子納品要領（案）及び同解説，令和 4 年 3 月，国土交通省」より図 4.1 に示すフォルダ構成とする

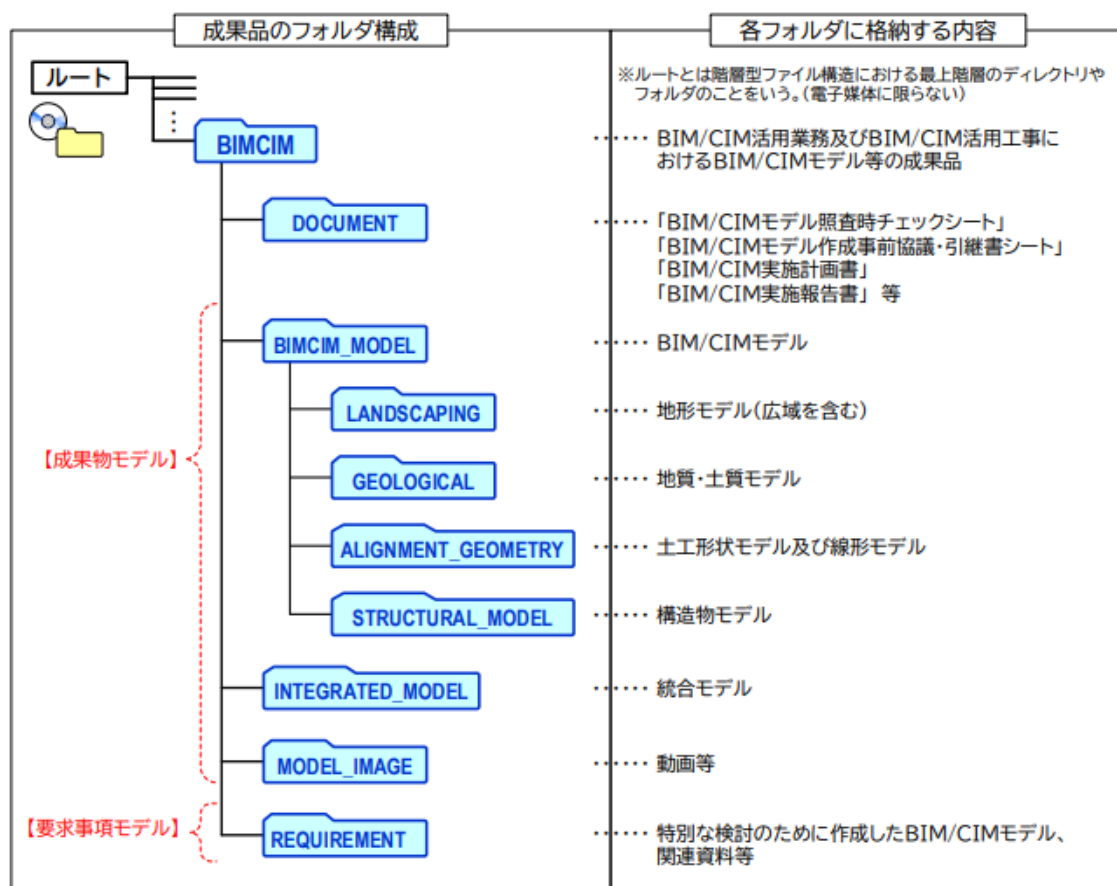


図 4-1 BIM/CIM 成果品フォルダ構成

4.3.6 使用するソフトウェア

本業務において BIM/CIM を活用するために必要なソフトウェアは bSJ が認定する IFC 検定に合格したものを使用することとし、使用するソフトウェアを以下に示す。

- Autodesk Revit 2023
- Autodesk Civil3D
- Autodesk Navisworks
- V-nasClair
- E-G Modeling for NATM

4.3.7 データ共有環境 (CDE)

本業務において BIM/CIM を活用し、受発注者間の情報共有を円滑にするためのデータ共有環境は国土技術政策総合研究所で運用している「DX データセンター」を利用する。

5. 実施成果

5.1 成果物一覧

本業務で作成する成果物は、以下の通りとする。

- BIM/CIM データ
- 各種ドキュメント情報 (外部参照をプロパティに付与)
- 各種ドキュメント情報 (参考資料)
- 解析データ (参考資料)

参考資料 2-05

テーマ：周辺影響リスク [設計段階]

発注者情報要件 (EIR)

発注者情報要件書（EIR）（案）

- 事業段階：設計段階
- ユースケース：山岳トンネル整備事業
- テーマ：周辺環境

1. EIR の目的

1.1 目的

本 EIR は国道 349 号災害復旧事業における国道 349 号丸森第 3 号トンネル設計業務で「3.事業課題への要件」に示す課題に対して、BIM/CIM の視覚的効果、情報連携による業務の効率化、高度化を図ることを目的に、BIM/CIM の活用方針（モデル、ドキュメント、データ）を受発注者間で明確にするために使用する。

1.2 EIR への対応

本 EIR に対応して受注者が具体的に実施する予定の事項、管理方法について BIM/CIM 実施計画書（BEP）（以下、「BEP」と略記）を作成し、提出すること。業務の実施中に「BEP」の変更が必要と認められる場合は、更新した上で提出すること。

また、業務完了時には BIM/CIM 実施報告書を提出すること。

2. 業務/工事情報

2.1 事業名称

事業名：国道 349 号 丸森地区災害復旧事業

国道 349 号は茨城県水戸市から福島県伊達市を經由し、宮城県柴田町を結ぶ約 260km の幹線道路で、丸森町内の当該路線は重要物流道路の代替・補完路に指定されている。

本災害復旧事業は、令和元年東日本台風（台風第 19 号）により被災した、国道 349 号の宮城県伊具郡丸森町耕野不動～舘矢間山田間に対し、国土交通省の権限代行により実施している。

2.2 業務名称

国道 349 号 丸森第 3 トンネル詳細設計業務

2.3 工事場所

宮城県伊具郡丸森町耕野字沼～伊具郡丸森町大張川張字舘地内

2.4 業務開始日

令和2年6月16日

2.5 業務終了日

令和3年2月19日

3. BIM/CIM 実施要件

3.1 取り組み内容

3.1.1 基本事項

BIM/CIM モデルを用いて、3次元の視覚効果を活用しつつ、測量・業務・施工等の各段階における判断すべき事項や創出すべき成果に対して、その根拠となる情報(仕様・数量・制約等)の整理、管理を行う。

また、後続に引継ぐべき情報(品質、仕様、履歴等)を特定し、後続の各段階にて加工できる媒体として記録、保管する。

これらの情報を蓄積しながら、長期的な視野でインフラ施設の計画から維持管理・運用までの建設生産プロセス全体を包括的に管理し、事業全体にわたる関係者間の情報共有を容易にすることで将来のアセットマネジメントに貢献する。

実施事項は以下の通りとする。

- ✓ 3次元モデルの作成・更新：
 - ・建設生産プロセスに活用するための3次元モデルの作成または更新
- ✓ 3次元モデルの照査：
 - ・BIM/CIMモデルと2次元図面(設計図書)との整合の確認
- ✓ 3次元モデルと属性情報の納品：
 - ・前段階から受け渡された属性情報(測量・地質情報)の更新
 - ・後段階に引継ぐべき属性情報(判断根拠、合意形成に関する情報)の保管

3.1.2 事業特有課題

本トンネルのルートは、宮城県伊具郡丸森町耕野字沼地先～伊具郡丸森町大張川張字館地先を通過する計画で、起点側の坑口周辺には、坑口からおおよそ200～400mの距離に2軒の家屋が存在している。

また、本トンネルの掘削方式は発破掘削を想定していることから、これら家屋及び住居人に騒音・振動の影響が及ぶ可能性を懸念している。併せて、トンネルの仮設備ヤードから発生する騒音についても、同様に住居人の受忍限度を超える可能性を懸念している。

以上より、本事業においては、トンネル工事に対する騒音・振動の影響が近隣住民等に与える影響を適切に予測し、必要な対策を講じつつ、近隣住民の生活を脅かすことなく施工を完了させることを事業課題として捉えている。

そのため、設計段階では、トンネル工事における騒音・振動の程度を概略検討し、影響が受忍限度等を超えると想定される場合は、その対応方針を検討すること。

特に、騒音は地形の起伏によって影響の及ぶ範囲や影響度合いが坑口からの距離と異なる可能性があることから、地形の起伏を3次的に考慮した影響予測手法を用いること。また、影響予測結果と地形の起伏との関係を視覚的に把握するため、対象とする家屋を明示した上で影響予測結果をヒートマップとして BIM/CIM に重畳すること。なお、想定する対策を BIM/CIM に属性付与すること。

更に、影響予測検討に用いた条件、家屋等の現地確認内容、近隣住民との協議内容等について、BIM/CIM の属性に付与して、施工段階で設計内容を把握できるようにすること。

施工段階に引き継ぐために有効となる情報については、受注者からの提案に基づき、発注者との協議によって最終決定することとし、その内容を「BEP」に記載すること。

3.1.3 情報要件

(1) 貸与品

本仕様書に基づく業務を実施するに当たり、甲が乙に貸与するものは以下の通りである。これら以外で業務遂行に必要となる資料は協議すること。

- ・ 航空レーダー測量成果（4点/m²程度）
- ・ 国土地理院の測量成果
- ・ 土質調査報告書
- ・ トンネル線形基本計画モデル

(2) 打合せ計画

BIM/CIM を実施するにあたって、下記に示す各段階において打合せを計画し、工程及び提出する資料を BEP で提案すること。ただし、これ以外に受注者が確認したい事項があった場合は、「BEP」で提案すること。

- ・ 検討内容確認段階：設計開始前に完成のイメージを共有すること
- ・ 設計条件確認段階：騒音・振動の影響予測検討を実施する上で必要な条件が充分であるかどうかを受発注者間で確認すること
- ・ モデル確認段階：設計計算に基づくモデルについて共有すること
- ・ 対策検討段階：騒音・振動の影響予測検討結果に基づき講じられる対策について協議すること

- ・ 地元協議段階：上述した対策に関しての地元協議内容について共有すること
- ・ 成果品提出段階：最終的な成果品を報告すること

(3) モデル作成範囲

騒音・振動の影響予測検討を実施するため、「3.1.1 基本事項」を満足した上で坑口部及びトンネル部分、仮設ヤード、対象となる民家の位置を含む周辺の地形をモデル作成範囲とする。また、受注者側で作成範囲の提案がある場合は、発注者と協議した上で、決定した事項をBEPに記載すること。

(4) 詳細度

騒音・振動の影響予測検討を実施するために、「3.1.1 基本事項」を満足した上で、必要となる詳細度を以下の目的に従って設定し、BEPにて提案すること。また、受注者側の希望によって詳細度を設定したい場合は、発注者と協議した上で、決定した事項を「BEP」に記載すること。本事業特有課題に対しては、基本の詳細度を100～300とし、下記事項を満足できるものとする。

- ・ 坑口部及び仮設備から発生する騒音・振動を評価できるように坑口部、トンネル部分、覆工部分、仮設備、対象家屋をモデル化すること

(5) 属性情報

騒音・振動の影響予測検討の条件及び結果をモデルに属性情報として反映すること。また、地元協議結果等の情報及び施工段階に引き継ぐために有効となる情報は外部参照とするが、該当する箇所のフォルダ・ファイル名・該当ページを属性情報としてプロパティに付与することを原則とする。具体的な情報付与方法については、発注者と協議した上で、決定した事項を「BEP」に記載すること。

3.1.4 管理方針

(1) 適用基準

本業務のBIM/CIM活用で適用する基準・要領等は下記の通りとする。これにより難しい場合は、発注者と協議した上で、決定した事項を「BEP」に記載すること。

- ・ BIM/CIM活用ガイドライン 第1編 共通編
- ・ BIM/CIM活用ガイドライン 第5編 道路編
- ・ 事業監理のための統合モデル活用ガイドライン（素案）
- ・ 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）
- ・ BIM/CIM活用における「段階モデル確認書」作成手引き【試行版】（案）
- ・ 3次元モデル成果物作成要領（案）

- ・土木工事数量算出要領（案）に対応する BIM/CIM モデル作成の手引き（案）
- ・土木工事等の情報共有システム活用ガイドライン

（２）体制

本業務において BIM/CIM を活用するために必要な体制を「BEP」に記載すること。

3.1.5 技術要件

（１）使用ソフトウェア

本業務において BIM/CIM を活用するために必要なソフトウェアは bSJ が認定する IFC 検定に合格したものを使用することとし、使用するソフトウェアを「BEP」に記載すること。

（２）データ共有環境（CDE）

本業務において BIM/CIM を活用し、受発注者間の情報共有を円滑にするためのデータ共有環境は、国土技術政策総合研究所で運用している「DX データセンター」の利用、もしくは「情報共有システム提供者機能要件工事 Rev.5.5 対応状況一覧表」に掲載されているベンダーが提供するサービスの利用のいずれかを基本とする。作業領域のフォルダやアーカイブ（納品）フォルダ及び使用可能なソフトウェアの取り扱いなど詳細な内容については別紙「令和 3 年 丸森地区トンネル設計業務段階モデル確認書」に記載するが、サブフォルダの構成や成果品のフォルダ構成については最適な環境を検討した上で「BEP」に記載すること。

参考資料 2-06

テーマ：周辺影響リスク [設計段階]

BIM/CIM 実施計画書 (BEP)

BIM/CIM 実施計画書（BEP）（案）

- 事業段階：設計段階
- ユースケース：山岳トンネル整備事業
- テーマ：周辺環境

1. 業務概要

1.1 業務の目的

本業務は、宮城県伊具郡丸森町大張川張地内において災害復旧事業の一環として、トンネル設計を行うとともに本事業特有の事業課題を解決するものである。

1.2 業務概要

業務名：丸森地区トンネル設計業務（その2）

契約金額：〇円

業務箇所：宮城南部復興事務所管内（図 1.1 参照）

工期：令和2年6月16日～令和3年2月19日（249日間）

発注者：国土交通省 東北地方整備局 宮城南部復興事務所

受注者：株式会社オリエンタルコンサルタンツ

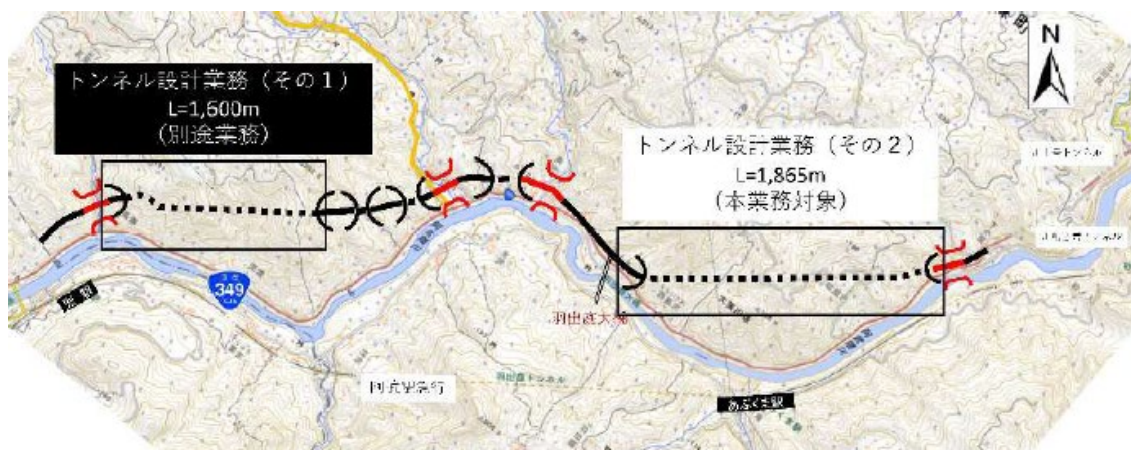


図 1-1 位置図

表 1-1 BIM/CIM 実施概要一覧

項目名	詳細
業務名	丸森地区トンネル設計業務（その2）
プロジェクト名	災害復旧事業（国道349号）
履行場所	宮城県伊具郡丸森町耕野字沼～伊具郡丸森町大張川張字館地内
発注者	国土交通省 東北地方整備局 宮城南部復興事務所
調査職員	宮城南部復興事務所 ○○
受注者	株式会社オリエンタルコンサルタンツ
履行期間	令和2年6月16日～令和3年2月19日（249日間）
事業課題	<p>本トンネルのルートは、宮城県伊具郡丸森町耕野字沼地先～伊具郡丸森町大張川張字館地先を通過する計画で、起点側の坑口周辺には、坑口からおよそ200～400mの距離に2軒の家屋が存在している。また、本トンネルの掘削方式は発破掘削を想定していることから、これら家屋及び住居人に騒音・振動の影響が及ぶ可能性を懸念している。併せて、トンネルの仮設備ヤードから発生する騒音についても、同様に住居人の受忍限度を超える可能性を懸念している。</p> <p>以上より、本事業においては、トンネル工事に対する騒音・振動の影響が近隣住民等に与える影響を適切に予測し、必要な対策を講じつつ、近隣住民の生活を脅かすことなく施工を完了させることを事業課題として捉えている。</p>
業務概要	<p>(1) 騒音・振動の概略影響予測結果の BIM/CIM への重畳</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地形の起伏を3次的に考慮した影響予測手法 ・対象とする家屋の明示 ・影響予測結果をヒートマップとして属性情報として付与 <p>(2) 騒音・振動対策設備のモデル化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・防音扉等 <p>(3) 騒音・振動の影響予測検討に関わるドキュメントの BIM/CIM モデルへの属性情報としての付与</p> <ul style="list-style-type: none"> ・影響予測検討に用いた条件 ・家屋等の現地確認内容 ・近隣住民との協議内容 <p>(4) 施工段階に引き継ぐ情報の BIM/CIM への付与</p> <ul style="list-style-type: none"> ・最終的な対策決定までの検討記録
BIM/CIM 設計成果物	<ul style="list-style-type: none"> ・周辺地形（騒音・振動の概略影響予測に用いる範囲） ・坑口部、トンネル部、仮設備、対象家屋 ・騒音予測結果を BIM/CIM に重畳 ・騒音予測条件を BIM/CIM に属性付与

2. 担当者の配置

2.1 BIM/CIM 担当技術者

表 2-1 BIM/CIM 担当技術者リスト

役割	氏名	所属	資格	担当内容
全体統括	〇〇 〇〇	〇〇〇	〇〇〇	BIM/CIM の全体管理
モデル作成担当	〇〇 〇〇	〇〇〇	〇〇〇	BIM/CIM 作成指示
オペレーター	〇〇 〇〇	〇〇〇	〇〇〇	CAD オペレーター
	〇〇 〇〇	〇〇〇	〇〇〇	同上
	〇〇 〇〇	〇〇〇	〇〇〇	同上
照査責任者	〇〇 〇〇	〇〇〇	〇〇〇	BIM/CIM モデルの照査

2. 2 体制組織図

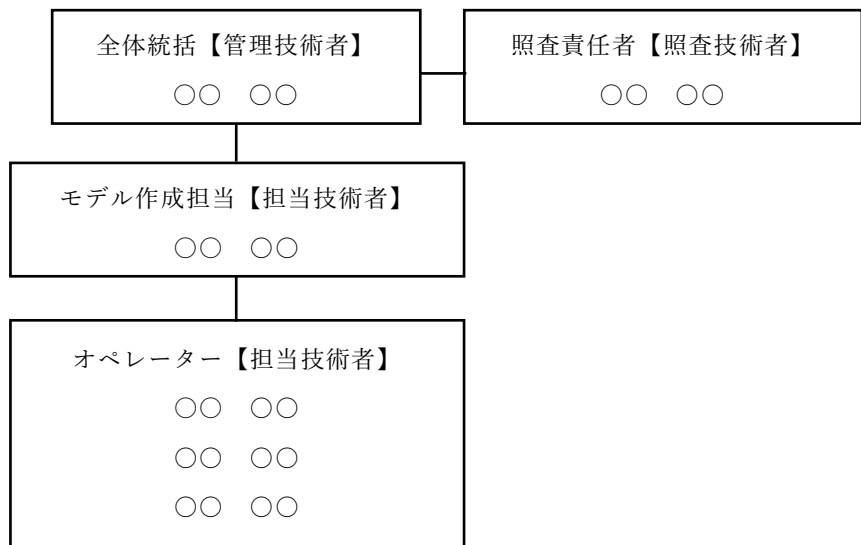


図 2-1 BIM/CIM 実施体制

3. 工程計画

自) 令和2年6月16日

至) 令和3年2月19日

項目	令和2年							令和3年	
	6	7	8	9	10	11	12	1	2
打合せ計画	①		②		③	④	⑤		⑥
影響予測検討									
対策検討									
地元協議									
成果品作成									

- ①検討内容確認段階：設計開始前に完成のイメージを共有すること
- ②設計条件確認段階：騒音・振動の影響予測検討を実施する上で必要な条件が充分であるかどうかを受発注者間で確認すること
- ③モデル確認段階：設計計算に基づくモデルについて共有すること
- ④対策検討段階：騒音・振動の影響予測検討結果に基づき講じられる対策について協議すること
- ⑤地元協議段階：上述した対策に関しての地元協議内容について共有すること
- ⑥成果品提出段階：最終的な成果品を報告すること

4. BIM/CIM に関する実施事項

4.1 実施目的

トンネル工事に対する騒音・振動の影響が近隣住民等に与える影響を適切に予測し、必要な対策を講じつつ、近隣住民の生活を脅かすことなく施工を完了させることを本事業特有の事業課題とし、BIM/CIM を効果的に活用することで事業課題の解決と設計－施工のデータ連携を図ることを実施目的とする。

4.2 実施内容

本業務で実施する BIM/CIM は下記内容とする。

- (1) 騒音・振動の概略影響予測結果の BIM/CIM への重畳
 - ・地形の起伏を3次元的に考慮した影響予測手法
 - ・対象とする家屋の明示
 - ・影響予測結果をヒートマップとして属性情報として付与
- (2) 騒音・振動対策設備のモデル化
 - ・防音扉等
- (3) 騒音・振動の影響予測検討に関わるドキュメントの BIM/CIM への属性情報

としての付与

- ・影響予測検討に用いた条件
- ・家屋等の現地確認内容
- ・近隣住民との協議内容

(4) 施工段階に引き継ぐ情報の BIM/CIM への付与

- ・最終的な対策決定までの検討記録

4.3 BIM/CIM の作成仕様

4.3.1 モデル作成範囲

騒音・振動の影響予測検討を実施するため、坑口部及びトンネル部、仮設ヤード、トンネル仮設備、対象となる民家の位置を含む周辺地形をモデル作成範囲とする。

4.3.2 詳細度

モデル化にあたっての詳細度を表 4-1 に示す。

表 4-1 詳細度

対象	詳細度	定義	サンプル
坑口部	200	構造形式が確認できる程度の形状を有したモデル	
トンネル部	200	構造形式が確認できる程度の形状を有したモデル	
仮設備	100	配置が分かる程度の矩形形状を有したモデル	
対象家屋	100	配置が分かる程度の矩形形状を有したモデル	
防音壁等の対策	200	構造形式が確認できる程度の形状を有したモデル	

4.3.3 地形データの精度

地形データの精度は細部測量データと航空測量データを用いて地形のモデル化と騒音振動影響予測検討を行う。検討内容と縮尺・地形データ制度を表 4-2 に示す。

表 4-2 検討内容と縮尺・地形データ精度

検討内容	縮尺	地形データ精度
騒音影響予測・ 振動影響予測	1/5000 (5m 以内)	国土地理院・基盤地図情報 ^{※1} (数値標高モデル) 10m メッシュ (標高) (全国)
	1/1000 (1m 以内)	対象となる近隣住民の民家周辺では国土地理院・基盤地図情報 (数値標高モデル) 5m メッシュ (標高) は騒音影響予測の精度が不足するため、騒音影響予測検討に必要な範囲について、1m レベルのレーザ測量、TS 測量 ^{※2} 、写真測量計測、UAV 写真測量、UAV レーザ測量、地上レーザ測量等で補完する。

※1 国土地理院・基盤地図情報：<http://www.gsi.go.jp/kiban/>

※2 TS：トータルステーション

4.3.4 属性情報付与方法

属性情報の付与方法を表 4-3 に示す。

表 4-3 属性情報の付与方法

情報内容	形式	属性情報の付与方法
騒音影響予測検討結果	数値	BIM/CIM でヒートマップを表示すると共に対象家屋のプロパティに直接付与
振動影響予測検討結果	数値	BIM/CIM でヒートマップを表示すると共に対象家屋のプロパティに直接付与
影響予測検討に用いた条件	文字・数値	該当モデルのプロパティに付与
家屋等の現地確認内容	ドキュメント	該当する箇所のフォルダ・ファイル名・該当ページをプロパティに付与
近隣住民との協議内容	ドキュメント	該当する箇所のフォルダ・ファイル名・該当ページをプロパティに付与
設計時の対策決定までの検討記録	ドキュメント	参考資料として BIM/CIM とは別に提示

4.3.5 BIM/CIM の格納

「BIM/CIM モデル等電子納品要領（案）及び同解説，令和 4 年 3 月，国土交通省」より図 4-1 に示すフォルダ構成とする

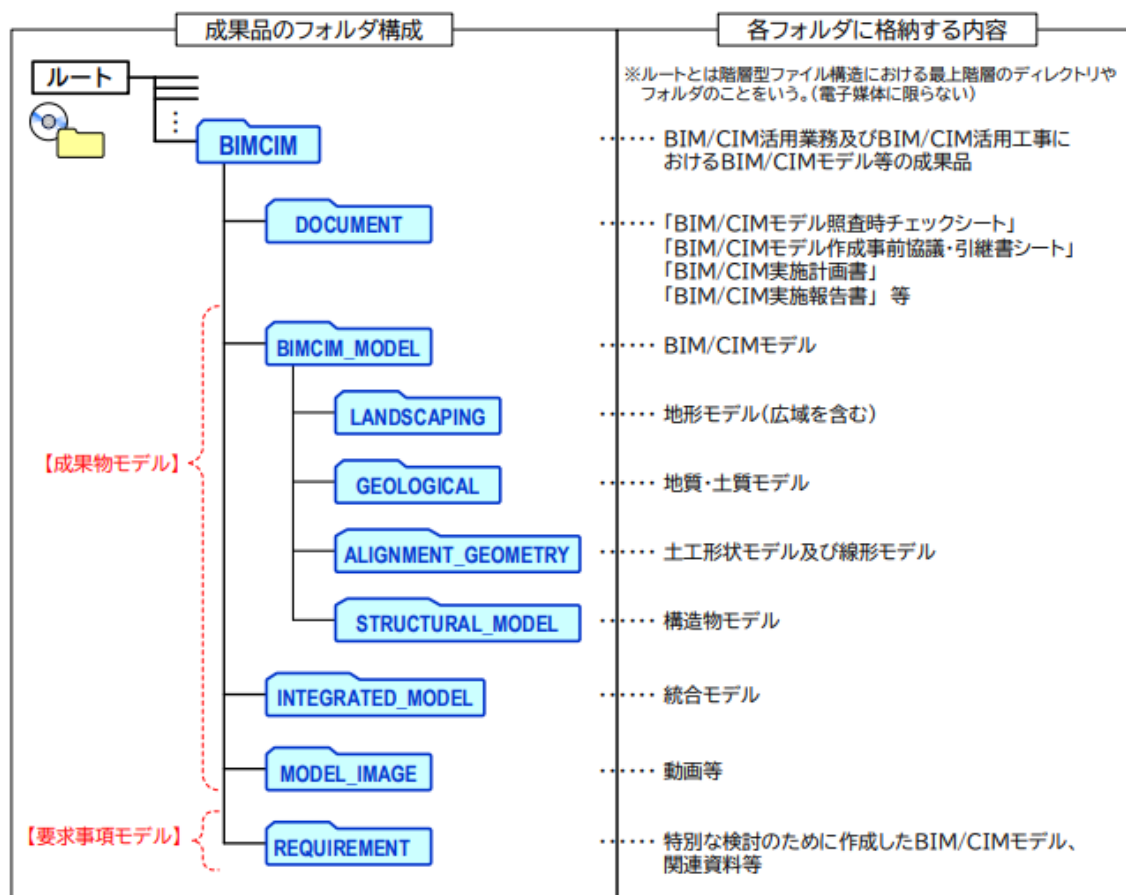


図 4-1 BIM/CIM 成果品フォルダ構成

4.3.6 使用するソフトウェア

本業務において BIM/CIM を活用するために必要なソフトウェアは bSJ が認定する IFC 検定に合格したものを使用することとし，使用するソフトウェアを以下に示す。

- ・ Autodesk Revit 2023
- ・ V-nasClair

4.3.7 データ共有環境（CDE）

本業務において BIM/CIM を活用し，受発注者間の情報共有を円滑にするためのデータ共有環境は国土技術政策総合研究所で運用している「DX データセンター」を利用する。

5. 実施成果

5.1 成果物一覧

本業務で作成する成果物は、以下の通りとする。

- ・ BIM/CIM データ
- ・ 騒音影響予測結果（属性情報）
- ・ 振動影響予測結果（属性情報）
- ・ 各種ドキュメント情報（外部参照をプロパティに付与）
- ・ 各種ドキュメント情報（参考資料）
- ・ 解析データ（参考資料）

参考資料 2-07

テーマ：周辺影響リスク [施工段階]

発注者情報要件 (EIR)

発注者情報要件書（EIR）（案）

- 事業段階：施工段階
- ユースケース：山岳トンネル整備事業
- テーマ：周辺環境

1. EIR の目的

1.1 目的

本 EIR は国道 349 号災害復旧事業における国道 349 号丸森第 3 号トンネル工事で「3.事業課題への要件」に示す課題に対して、BIM/CIM の視覚的効果、情報連携による業務の効率化、高度化を図ることを目的に、BIM/CIM の活用方針（モデル、ドキュメント、データ）を受発注者間で明確にするために使用する。

1.2 EIR への対応

本 EIR に対応して受注者が具体的に実施する予定の事項、管理方法について BIM/CIM 実施計画書（BEP）（以下、「BEP」と略記）を作成し、提出すること。工事の実施中に「BEP」の変更が必要と認められる場合は、更新した上で提出すること。

また、工事完了時には BIM/CIM 実施報告書を提出すること。

2. 業務/工事情報

2.1 事業名称

事業名：国道 349 号 丸森地区災害復旧事業

国道 349 号は茨城県水戸市から福島県伊達市を經由し、宮城県柴田町を結ぶ約 260km の幹線道路で、丸森町内の当該路線は重要物流道路の代替・補完路に指定されている。

本災害復旧事業は、令和元年東日本台風（台風第 19 号）により被災した、国道 349 号の宮城県伊具郡丸森町耕野不動～舘矢間山田間に対し、国土交通省の権限代行により実施している。

2.2 工事名称

国道 349 号 丸森第 3 トンネル工事

2.3 工事場所

宮城県伊具郡丸森町耕野字沼～伊具郡丸森町大張川張字舘地内

2.4 工事開始日

令和5年6月13日

2.5 工事終了日

令和6年3月20日

3. BIM/CIM 実施要件

3.1 取り組み内容

3.1.1 基本事項

BIM/CIM モデルを用いて、3次元の視覚効果を活用しつつ、測量・業務・施工等の各段階における判断すべき事項や創出すべき成果に対して、その根拠となる情報(仕様・数量・制約等)の整理、管理を行う。

また、後続に引継ぐべき情報(品質、仕様、履歴等)を特定し、後続の各段階にて加工できる媒体として記録、保管する。

これらの情報を蓄積しながら、長期的な視野でインフラ施設の計画から維持管理・運用までの建設生産プロセス全体を包括的に管理し、事業全体にわたる関係者間の情報共有を容易にすることで将来のアセットマネジメントに貢献する。

実施事項は以下の通りとする。

- ✓ 3次元モデルの作成・更新：
 - ・建設生産プロセスに活用するための3次元モデルの作成または更新
- ✓ 3次元モデルの照査：
 - ・BIM/CIMモデルと2次元図面(設計図書)との整合の確認
- ✓ 3次元モデルと属性情報の納品：
 - ・前段階から受け渡された属性情報(測量・地質情報)の更新
 - ・後段階に引継ぐべき属性情報(判断根拠、合意形成に関する情報)の保管

3.1.2 事業特有課題

本トンネルのルートは、宮城県伊具郡丸森町耕野字沼地先～伊具郡丸森町大張川張字館地先を通過する計画で、起点側の坑口周辺には、坑口からおおよそ200～400mの距離に2軒の家屋が存在している。

また、本トンネルの掘削方式は発破掘削を想定していることから、これら家屋及び住居人に騒音・振動の影響が及ぶ可能性を懸念している。併せて、トンネルの仮設備ヤードから発生する騒音についても、同様に住居人の受忍限度を超える可能性を懸念している。

以上より、本事業においては、トンネル工事に対する騒音・振動の影響が近隣住民等に与える影響を適切に予測し、必要な対策を講じつつ、近隣住民の生活を脅かすことなく施工を完了させることを事業課題として捉えている。

そのため、工事段階では、トンネル工事における騒音・振動の程度を詳細検討し、影響が受忍限度等を超えると想定される場合は、その対応方針を検討すること。

特に、騒音は地形の起伏によって影響の及ぶ範囲や影響度合いが坑口からの距離と異なる可能性があることから、地形の起伏を3次的に考慮した影響予測手法を用いること。また、影響予測結果と地形の起伏との関係を視覚的に把握するため、対象とする家屋を明示した上で影響予測結果をヒートマップとして BIM/CIM に重畳すること。なお、想定する対策を BIM/CIM に属性付与すること。

更に、影響予測検討に用いた条件、家屋等の現地確認内容、近隣住民との協議内容等について、BIM/CIM の属性に付与して、地元協議において活用できるようにすること。

採用する対策については、受注者からの提案に基づき、発注者との協議によって最終決定することとし、その検討フローを「BEP」に記載すること。

3.1.3 情報要件

(1) 貸与品

本仕様書に基づく工事を実施するに当たり、甲が乙に貸与するものは以下の通りである。これら以外で工事遂行に必要となる資料は協議すること。

- ・ 航空レーダー測量成果（4点/m²程度）
- ・ 国土地理院の測量成果
- ・ 土質調査報告書
- ・ トンネル線形基本計画モデル
- ・ 設計段階における騒音・振動概略検討結果及び BIM/CIM モデル

(2) 打合せ計画

BIM/CIM を実施するにあたって、下記に示す各段階において打合せを計画し、工程及び提出する資料を BEP で提案すること。ただし、これ以外に受注者が確認したい事項があった場合は、「BEP」で提案すること。

- ・ 検討内容確認段階：工事開始前に完成のイメージを共有すること
- ・ 条件確認段階：騒音・振動の影響予測検討を実施する上で必要な条件が充分であるかどうかを受発注者間で確認すること
- ・ モデル確認段階：設計計算に基づくモデルについて共有すること
- ・ 対策検討段階：騒音・振動の影響予測検討結果に基づき講じられる対策について協議すること

- ・ 地元協議段階：上述した対策に関しての地元協議内容について共有すること
- ・ 成果品提出段階：最終的な成果品を報告すること

(3) モデル作成範囲

騒音・振動の影響予測検討を実施するため、「3.1.1 基本事項」を満足した上で坑口部及びトンネル部分、仮設ヤード、対象となる民家の位置を含む周辺の地形をモデル作成範囲とする。また、受注者側で作成範囲の提案がある場合は、発注者と協議した上で、決定した事項をBEPに記載すること。

(4) 詳細度

騒音・振動の影響予測検討を実施するために、「3.1.1 基本事項」を満足した上で、必要となる詳細度を以下の目的に従って設定し、BEPにて提案すること。また、受注者側の希望によって詳細度を設定したい場合は、発注者と協議した上で、決定した事項を「BEP」に記載すること。本事業特有課題に対しては、基本の詳細度を100～300とし、下記事項を満足できるものとする。

- ・ 坑口部及び仮設備から発生する騒音・振動を評価できるように坑口部、トンネル部分、覆工部分、仮設備、対象家屋をモデル化すること

(5) 属性情報

騒音・振動の影響予測検討の条件及び結果をモデルに属性情報として反映すること。また、地元協議結果等の情報は外部参照とするが、該当する箇所のフォルダ・ファイル名・該当ページを属性情報としてプロパティに付与することを原則とする。具体的な情報付与方法については、発注者と協議した上で、決定した事項を「BEP」に記載すること。

3.1.4 管理方針

(1) 適用基準

本工事のBIM/CIM活用で適用する基準・要領等は下記の通りとする。これにより難しい場合は、発注者と協議した上で、決定した事項を「BEP」に記載すること。

- ・ BIM/CIM活用ガイドライン 第1編 共通編
- ・ BIM/CIM活用ガイドライン 第5編 道路編
- ・ 事業監理のための統合モデル活用ガイドライン（素案）
- ・ 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）
- ・ BIM/CIM活用における「段階モデル確認書」作成手引き【試行版】（案）
- ・ 3次元モデル成果物作成要領（案）

- ・土木工事数量算出要領（案）に対応する BIM/CIM モデル作成の手引き（案）
- ・土木工事等の情報共有システム活用ガイドライン

（２）体制

本工事において BIM/CIM を活用するために必要な体制を「BEP」に記載すること。

3.1.5 技術要件

（１）使用ソフトウェア

本工事において BIM/CIM を活用するために必要なソフトウェアは bSJ が認定する IFC 検定に合格したものを使用することとし、使用するソフトウェアを「BEP」に記載すること。

（２）データ共有環境（CDE）

本工事において BIM/CIM を活用し、受発注者間の情報共有を円滑にするためのデータ共有環境は、国土技術政策総合研究所で運用している「DX データセンター」の利用、もしくは「情報共有システム提供者機能要件工事 Rev.5.5 対応状況一覧表」に掲載されているベンダーが提供するサービスの利用のいずれかを基本とする。作業領域のフォルダやアーカイブ（納品）フォルダ及び使用可能なソフトウェアの取り扱いなど詳細な内容については別紙「令和 3 年 丸森地区トンネル工事段階モデル確認書」に記載するが、サブフォルダの構成や成果品のフォルダ構成については最適な環境を検討した上で「BEP」に記載すること。

参考資料 2-08

テーマ：周辺影響リスク [施工段階]

BIM/CIM 実施計画書 (BEP)

BIM/CIM 実施計画書（BEP）（案）

- 事業段階：施工段階
- ユースケース：山岳トンネル整備事業
- テーマ：周辺環境

1. 工事概要

1.1 工事の目的

本工事は、宮城県伊具郡丸森町大張川張地内において災害復旧事業の一環として、トンネル設計を行うとともに本事業特有の事業課題を解決するものである。

1.2 工事概要

工 事 名：丸森地区トンネル工事

契 約 金 額：〇円

工 事 箇 所：宮城南部復興事務所管内（図 1.1 参照）

工 期：令和 5 年 6 月 13 日～令和 6 年 3 月 20 日

発 注 者：国土交通省 東北地方整備局 宮城南部復興事務所

受 注 者：株式会社オリエンタルコンサルタンツ

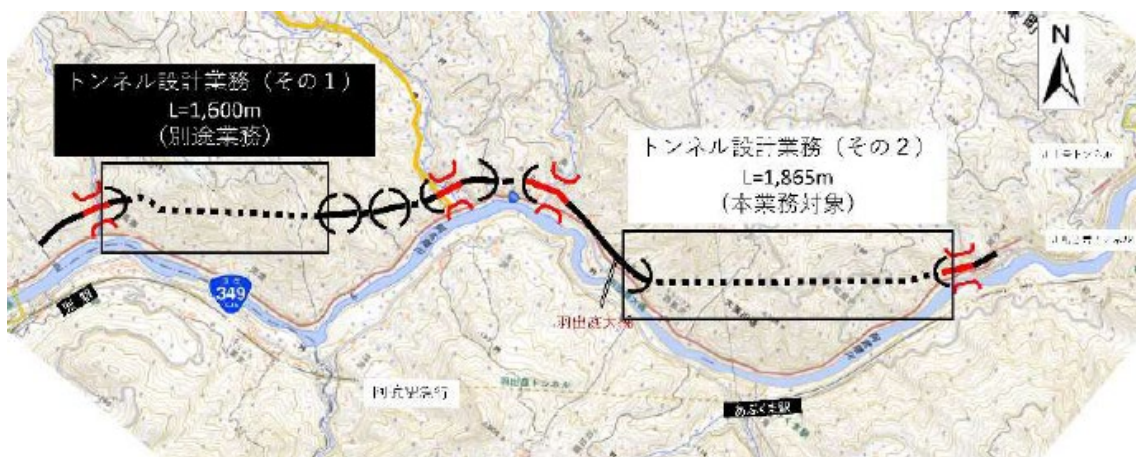


図 1-1 位置図

表 1-1 BIM/CIM 実施概要一覧

項目名	詳細
工事名	丸森地区トンネル工事
プロジェクト名	災害復旧事業（国道349号）
履行場所	宮城県伊具郡丸森町耕野字沼～伊具郡丸森町大張川張字館地内
発注者	国土交通省 東北地方整備局 宮城南部復興事務所
調査職員	宮城南部復興事務所 ○○
受注者	前田建設工業株式会社
履行期間	令和5年6月13日～令和6年3月20日
事業課題	<p>本トンネルのルートは、宮城県伊具郡丸森町耕野字沼地先～伊具郡丸森町大張川張字館地先を通過する計画で、起点側の坑口周辺には、坑口からおおよそ200～400mの距離に2軒の家屋が存在している。また、本トンネルの掘削方式は発破掘削を想定していることから、これら家屋及び住居人に騒音・振動の影響が及ぶ可能性を懸念している。併せて、トンネルの仮設備ヤードから発生する騒音についても、同様に住居人の受忍限度を超える可能性を懸念している。</p> <p>以上より、本事業においては、トンネル工事に対する騒音・振動の影響が近隣住民等に与える影響を適切に予測し、必要な対策を講じつつ、近隣住民の生活を脅かすことなく施工を完了させることを事業課題として捉えている。</p>
工事概要	<p>(1) 騒音・振動の詳細影響予測結果の BIM/CIM への重畳</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地形の起伏を3次的に考慮した影響予測手法 ・対象とする家屋の明示 ・影響予測結果をヒートマップとして属性情報として付与 <p>(2) 騒音・振動対策設備のモデル化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・防音扉等 <p>(3) 騒音・振動の影響予測検討に関わるドキュメントの BIM/CIM モデルへの属性情報としての付与</p> <ul style="list-style-type: none"> ・影響予測検討に用いた条件 ・家屋等の現地確認内容 ・近隣住民との協議内容 <p>(4) 地元協議に用いる情報の BIM/CIM への付与</p> <ul style="list-style-type: none"> ・最終的な対策決定までの検討記録
BIM/CIM 成果物	<ul style="list-style-type: none"> ・周辺地形（騒音・振動の詳細影響予測に用いる範囲） ・坑口部、トンネル部、仮設備、対象家屋 ・騒音予測結果を BIM/CIM に重畳 ・騒音予測条件を BIM/CIM に属性付与

2. 担当者の配置

2.1 BIM/CIM 担当技術者

表 2-1 BIM/CIM 担当技術者リスト

役割	氏名	所属	資格	担当内容
全体統括	〇〇 〇〇	〇〇〇	〇〇〇	BIM/CIM の全体管理
モデル作成担当	〇〇 〇〇	〇〇〇	〇〇〇	BIM/CIM 作成指示
オペレーター	〇〇 〇〇	〇〇〇	〇〇〇	CAD オペレーター
	〇〇 〇〇	〇〇〇	〇〇〇	同上
	〇〇 〇〇	〇〇〇	〇〇〇	同上
照査責任者	〇〇 〇〇	〇〇〇	〇〇〇	BIM/CIM モデルの照査

2.2 体制組織図

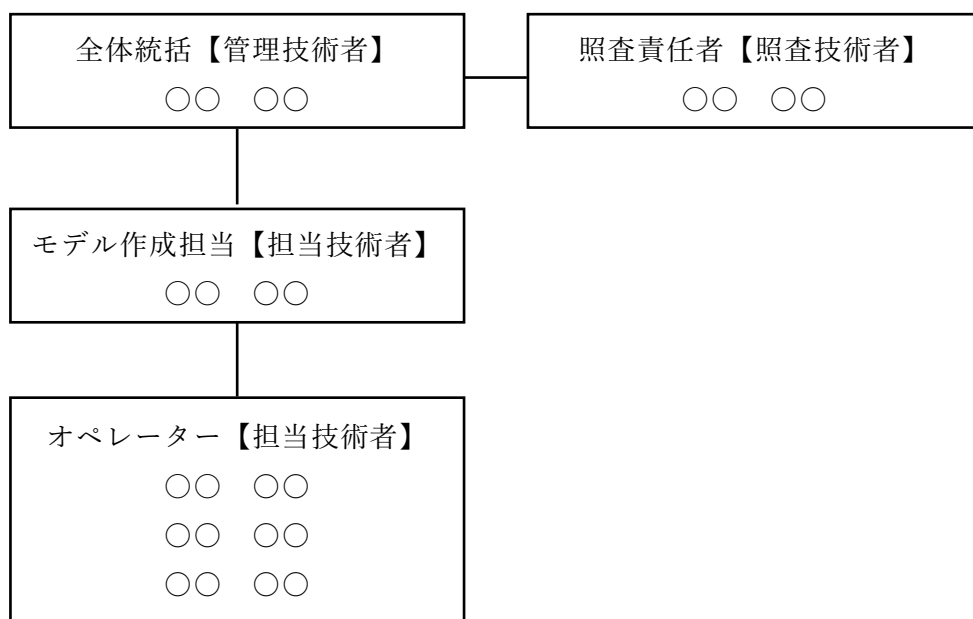


図 2-1 BIM/CIM 実施体制

3. 工程計画

自) 令和5年6月13日

至) 令和6年3月20日

項目	令和5年							令和6年	
	6	7	8	9	10	11	12	1	2
打合せ計画	①		②		③	④	⑤		⑥
影響予測検討									
対策検討									
地元協議									
成果品作成									

- ①検討内容確認段階：工事開始前に完成のイメージを共有すること
- ②条件確認段階：騒音・振動の影響予測検討を実施する上で必要な条件が充分であるかどうかを受発注者間で確認すること
- ③モデル確認段階：設計計算に基づくモデルについて共有すること
- ④対策検討段階：騒音・振動の影響予測検討結果に基づき講じられる対策について協議すること
- ⑤地元協議段階：上述した対策に関しての地元協議内容について共有すること
- ⑥成果品提出段階：最終的な成果品を報告すること

4. BIM/CIM に関する実施事項

4.1 実施目的

トンネル工事に対する騒音・振動の影響が近隣住民等に与える影響を適切に予測し、必要な対策を講じつつ、近隣住民の生活を脅かすことなく施工を完了させることを本事業特有の事業課題とし、BIM/CIM を効果的に活用することで事業課題の解決と設計－施工のデータ連携を図ることを実施目的とする。

4.2 実施内容

本業務で実施する BIM/CIM は下記内容とする。

- (1) 騒音・振動の概略影響予測結果の BIM/CIM への重畳
 - ・地形の起伏を3次元的に考慮した影響予測手法
 - ・対象とする家屋の明示
 - ・影響予測結果をヒートマップとして属性情報として付与
- (2) 騒音・振動対策設備のモデル化
 - ・防音扉等
- (3) 騒音・振動の影響予測検討に関わるドキュメントの BIM/CIM への属性情報

としての付与

- ・影響予測検討に用いた条件
- ・家屋等の現地確認内容
- ・近隣住民との協議内容

(4) 地元協議に用いる情報の BIM/CIM への付与

- ・最終的な対策決定までの検討記録

4.3 BIM/CIM の作成仕様

4.3.1 モデル作成範囲

騒音・振動の影響予測検討を実施するため、坑口部及びトンネル部、仮設ヤード、トンネル仮設備、対象となる民家の位置を含む周辺地形をモデル作成範囲とする。

4.3.2 詳細度

モデル化にあたっての詳細度を表 4-1 に示す。

表 4-1 詳細度

対象	詳細度	定義	サンプル
坑口部	200	構造形式が確認できる程度の形状を有したモデル	
トンネル部	200	構造形式が確認できる程度の形状を有したモデル	
仮設備	100	配置が分かる程度の矩形形状を有したモデル	
対象家屋	100	配置が分かる程度の矩形形状を有したモデル	
防音壁等の対策	200	構造形式が確認できる程度の形状を有したモデル	

4.3.3 地形データの精度

地形データの精度は細部測量データと航空測量データを用いて地形のモデル化と騒音振動影響予測検討を行う。検討内容と縮尺・地形データ制度を表 4-2 に示す。

表 4-2 検討内容と縮尺・地形データ精度

検討内容	縮尺	地形データ精度
騒音影響予測・ 振動影響予測	1/5000 (5m 以内)	国土地理院・基盤地図情報 ^{※1} (数値標高モデル) 10m メッシュ (標高) (全国)
	1/1000 (1m 以内)	対象となる近隣住民の民家周辺では国土地理院・基盤地図情報 (数値標高モデル) 5m メッシュ (標高) は騒音影響予測の精度が不足するため、騒音影響予測検討に必要な範囲について、1m レベルのレーザ測量、TS 測量 ^{※2} 、写真測量計測、UAV 写真測量、UAV レーザ測量、地上レーザ測量等で補完する。

※1 国土地理院・基盤地図情報：<http://www.gsi.go.jp/kiban/>

※2 TS：トータルステーション

4.3.4 属性情報付与方法

属性情報の付与方法を表 4-3 に示す。

表 4-3 属性情報の付与方法

情報内容	形式	属性情報の付与方法
騒音影響予測検討結果	数値	BIM/CIM でヒートマップを表示すると共に対象家屋のプロパティに直接付与
振動影響予測検討結果	数値	BIM/CIM でヒートマップを表示すると共に対象家屋のプロパティに直接付与
影響予測検討に用いた条件	文字・数値	該当モデルのプロパティに付与
家屋等の現地確認内容	ドキュメント	該当する箇所のフォルダ・ファイル名・該当ページをプロパティに付与
近隣住民との協議内容	ドキュメント	該当する箇所のフォルダ・ファイル名・該当ページをプロパティに付与
具体的な対策決定までの検討記録	ドキュメント	参考資料として BIM/CIM とは別に提示

4.3.5 BIM/CIM の格納

「BIM/CIM モデル等電子納品要領（案）及び同解説，令和4年3月，国土交通省」より図4-1に示すフォルダ構成とする

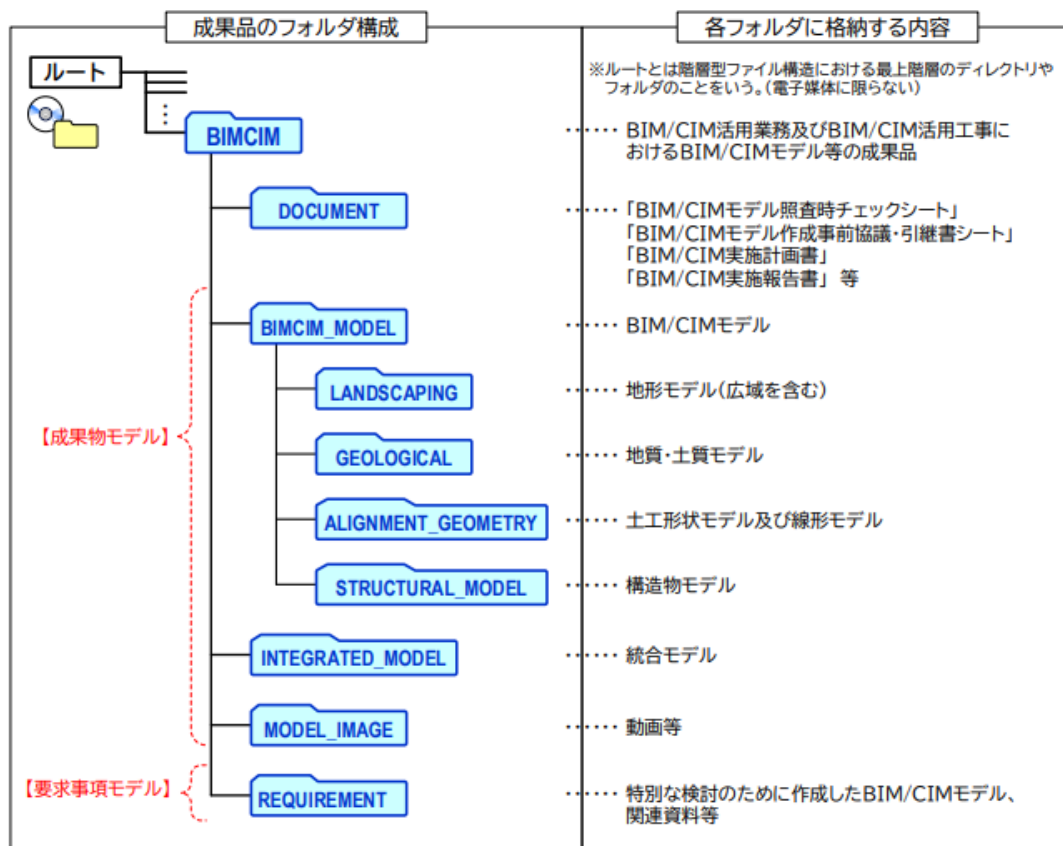


図 4-1 BIM/CIM 成果品フォルダ構成

4.3.6 使用するソフトウェア

本工事において BIM/CIM を活用するために必要なソフトウェアは bSJ が認定する IFC 検定に合格したものを使用することとし，使用するソフトウェアを以下に示す。

- ・ Autodesk Revit 2023
- ・ V-nasClair

4.3.7 データ共有環境（CDE）

本工事において BIM/CIM を活用し，受発注者間の情報共有を円滑にするためのデータ共有環境は国土技術政策総合研究所で運用している「DX データセンター」を利用する。

5. 実施成果

5.1 成果物一覧

本工事で作成する成果物は、以下の通りとする。

- ・ BIM/CIM データ
- ・ 騒音影響予測結果（属性情報）
- ・ 振動影響予測結果（属性情報）
- ・ 各種ドキュメント情報（外部参照をプロパティに付与）
- ・ 各種ドキュメント情報（参考資料）
- ・ 解析データ（参考資料）

参考資料 2-09

テーマ：施工計画リスク [設計段階]

発注者情報要件 (EIR)

発注者情報要件書（EIR）（案）

- 事業段階：設計段階
- ユースケース：山岳トンネル整備事業
- テーマ：施工計画

1. EIR の目的

1.1 目的

本 EIR は国道 349 号 丸森地区災害復旧事業における第 3 号トンネル詳細設計業務で後述する「3.BIM/CIM 実施要領」に示す課題に対して、BIM/CIM の視覚的効果、情報連携による業務の効率化、高度化を図ることを目的に、BIM/CIM の活用方針（モデル、ドキュメント、データ）を受発注者間で明確にするために使用する。

1.2 EIR への対応

本 EIR に対応して受注者が具体的に実施する予定の事項、管理方法について BIM/CIM 実施計画書（BEP）（以下、「BEP」と略記）を作成し、提出すること。業務の実施中に「BEP」の変更が必要と認められる場合は、更新した上で提出すること。

また、業務完了時には BIM/CIM モデルとともに BIM/CIM 実施報告書を提出すること。

2. 業務情報

2.1 事業名称

事業名：国道 349 号 丸森地区災害復旧事業

国道 349 号は茨城県水戸市から福島県伊達市を經由し、宮城県柴田町を結ぶ約 260km の幹線道路で、丸森町内の当該路線は重要物流道路の代替・補完路に指定されている。

本災害復旧事業は、令和元年東日本台風（台風第 19 号）により被災した、国道 349 号の宮城県伊具郡丸森町耕野不動～舘矢間山田間に対し、国土交通省の権限代行により実施している。

2.2 業務名称

国道 3 4 9 号 丸森第 3 号トンネル詳細設計業務

2.3 工事場所

宮城県伊具郡丸森町耕野字沼～伊具郡丸森町大張川張字舘地内

2.4 業務開始日

令和2年6月16日

2.5 業務終了日

令和3年2月19日

3. BIM/CIM 実施要領

3.1 取り組み内容

3.1.1 基本事項

BIM/CIM モデルを用いて、3次元の視覚効果を活用しつつ、測量・業務・施工等の各段階における判断すべき事項や創出すべき成果に対して、その根拠となる情報(仕様・数量・制約等)の整理、管理を行う。

また、後続に引継ぐべき情報(品質、仕様、履歴等)を特定し、後続の各段階にて加工できる媒体として記録、保管する。

これらの情報を蓄積しながら、長期的な視野でインフラ施設の計画から維持管理・運用までの建設生産プロセス全体を包括的に管理し、事業全体にわたる関係者間の情報共有を容易にすることで将来のアセットマネジメントに貢献する。

実施事項は以下の通りとする。

- ✓ 3次元モデルの作成・更新：
 - ・建設生産プロセスに活用するための3次元モデルの作成または更新
- ✓ 3次元モデルの照査：
 - ・BIM/CIMモデルと2次元図面(設計図書)との整合の確認
- ✓ 3次元モデルと属性情報の納品：
 - ・前段階から受け渡された属性情報(測量・地質情報)の更新
 - ・後段階に引継ぐべき属性情報(判断根拠、合意形成に関する情報)の保管

3.1.2 事業特有課題

本業務では、第3号トンネルに近接する3号橋(鋼単純箱桁橋)の施工・架設計画も踏まえ、終点側坑口部に進入するための工事用道路、仮橋の計画を立案したうえで、詳細設計を行うものとする。

詳細設計段階において施工計画を検討する目的は、3次元モデルにより3号橋も含めた第3号トンネル終点部の施工に係る重機・設備の配置計画や工事用進入路等を立案し、施工手順、施工ヤードの確実性、実現性を確認し、施工段階での手戻り防止を図るためである。

ここで、災害復旧事業における第3号トンネルは、早期の供用開始が要求される。そ

のため、工事期間の短縮に向けて、起点・終点側からのトンネル掘進を計画しているが、崩落性が高く急斜面を呈す終点側坑口部へのアプローチが困難な状況にある。

また、第3号トンネルは3号橋と同時施工であり、狭隘な当該箇所においては、工事用車両、施工重機、仮設備等が輻輳し、相互の調整が難航する場合は工事工程の遅延が懸念される。

これらを踏まえ、第3号トンネル終点側坑口部の施工計画、施工順序、アプローチ方法（土工、仮橋）、施工ヤード（重機、設備配置）等について、3号橋（A1橋台施工、上部工架設）、法枠工、擁壁工の施工ステップも踏まえて3次元モデルを活用して検討することとする。

3.1.3 情報要件

(1) 貸与品

地形モデル、地質・土質モデル、線形モデル、構造物モデル（3号橋）は過年度成果の3次元モデルを引継ぐため、以下の成果品を貸与する。

- ・令和3年度 道路詳細設計業務
- ・令和3年度 第3号トンネル予備設計業務
- ・令和3年度 地質調査業務
- ・令和4年度 3号橋詳細設計業務

(2) 打合せ計画

BIM/CIMを実施するにあたって、下記に示す各段階において打合せを計画し、工程及び提出する資料を「BEP」で提案すること。

- ・設計条件、施工条件を整理した段階
- ・施工計画が完了した段階
- ・トンネル詳細設計が完了した段階
- ・成果品提出段階

(3) モデル作成範囲

「3.1.1 基本事項」及び「3.1.2 事業特有課題」に対する提案内容に応じた3次元モデル作成範囲について発注者と協議した上で、決定した事項を「BEP」に記載すること。

なお、本業務で作成するモデルは、以下の範囲を予定している。

- ・終点側坑口の施工ステップ検討のため、坑門工、坑口、インバート工、主要な工事用仮設備の3次元モデルを作成する。
- ・設計（積算）で想定している施工重機、仮設備（吹付プラント設備、電力設備、照明設備、換気設備等）のモデル化を行う。

- ・本業務で詳細設計を実施するアンカー付き場所打ち法枠工（坑口背面）および擁壁工（坑口前面左右）の3次元モデルを作成する。
- ・現道から坑口および3号橋へのアプローチに必要となる工事中道路、仮橋等の仮設構造物についても3次元モデルを作成する。

(4) 詳細度

「3.1.1 基本事項」及び「3.1.2 事業特有課題」に対する提案内容に応じた詳細度について発注者と協議した上で、決定した事項を「BEP」に記載すること。

なお、本業務で作成するモデルは、以下の詳細度を予定している。

1) 詳細度 200（構造形式が確認できる程度の形状を有したモデル）

- ・トンネル標準横断面をモデル化する。

2) 詳細度 300（主構造の形状が正確なモデル）

- ・坑門工，坑口，インバート工は外形寸法を正確にモデル化する。
- ・坑口部の法枠工，擁壁工は外形寸法を正確にモデル化する。
- ・工事中道路，仮設構造物は外形寸法を正確にモデル化する。
- ・施工重機，仮設備は外形寸法を正確にモデル化する。

(5) 属性情報

「3.1.1 基本事項」及び「3.1.2 事業特有課題」に対する提案内容に応じた属性情報について発注者と協議した上で、決定した事項を「BEP」に記載すること。

なお、本業務では、坑門・坑口、電源設備、擁壁、仮設構造物のほか、施工重機や施工ヤードの規模に関係する坑口補助工法（垂直縫地ボルト，パイプルーフ等），斜面对策（吹付けコンクリート，アンカー等）についても施工段階で活用できるように、属性情報として付与する。

3.1.4 管理方針

(1) 適用基準

本業務の BIM/CIM 活用で適用する基準・要領等は下記の通りとする。これにより難しい場合は、発注者と協議した上で、決定した事項を「BEP」に記載すること。

- ・「直轄土木業務・工事における BIM/CIM 適用の実施方針」の解説
- ・ BIM/CIM 適用業務実施要領
- ・ BIM/CIM 適用工事実施要領
- ・ BIM/CIM（統合モデル）管理支援業務実施要領

(2) 体制

本業務において BIM/CIM を活用するために必要な体制（BIM/CIM 業務全体総括、モデル照査、モデル作成、CAD オペレータ等）を「BEP」に記載すること。

3.1.5 技術要件

(1) 使用ソフトウェア

本業務において BIM/CIM を活用するために必要なソフトウェアを設定し、「BEP」に記載すること。

本業務では、「LandXML1.2 に準じた 3次元設計データ交換標準(案)Ver.1.4(R3.3)」に基づいて作成される LandXML データに対する CAD ソフト、ビューワソフトを使用するものとする。

(2) データ共有環境（CDE）

本業務において BIM/CIM を活用し、受発注者間の情報共有を円滑にするためのデータ共有環境は、国土技術政策総合研究所で運用している「DX データセンター」の利用、もしくは「情報共有システム提供者機能要件工事 Rev.5.5 対応状況一覧表」に掲載されているベンダーが提供するサービスの利用のいずれかを基本とする。作業領域のフォルダやアーカイブ（納品）フォルダ及び使用可能なソフトウェアの取り扱いなど詳細な内容については別紙「令和3年 丸森地区トンネル設計業務段階モデル確認書」に記載するが、サブフォルダの構成や成果品のフォルダ構成については最適な環境を検討した上で「BEP」に記載すること。

参考資料 2-10

テーマ：施工計画リスク [設計段階]

BIM/CIM 実施計画書 (BEP)

BIM/CIM 実施計画書 (BEP) (案)

- 事業段階：設計段階
- ユースケース：山岳トンネル整備事業
- テーマ：施工計画

1. 業務概要

1.1 業務の目的

本業務は、国道 349 号 丸森地区災害復旧事業における第 3 号トンネル詳細設計業務であり、BIM/CIM の視覚的効果、情報連携による業務の効率化、高度化を図ることを目的とする。

1.2 業務概要

業務名：丸森地区トンネル設計業務（その 2）

契約金額：〇円

業務箇所：宮城県伊具郡丸森町耕野字沼～伊具郡丸森町大張川張字館地内

工期：令和 2 年 6 月 16 日～令和 3 年 2 月 19 日（249 日間）

発注者：国土交通省 東北地方整備局 宮城南部復興事務所

受注者：株式会社オリエンタルコンサルタンツ

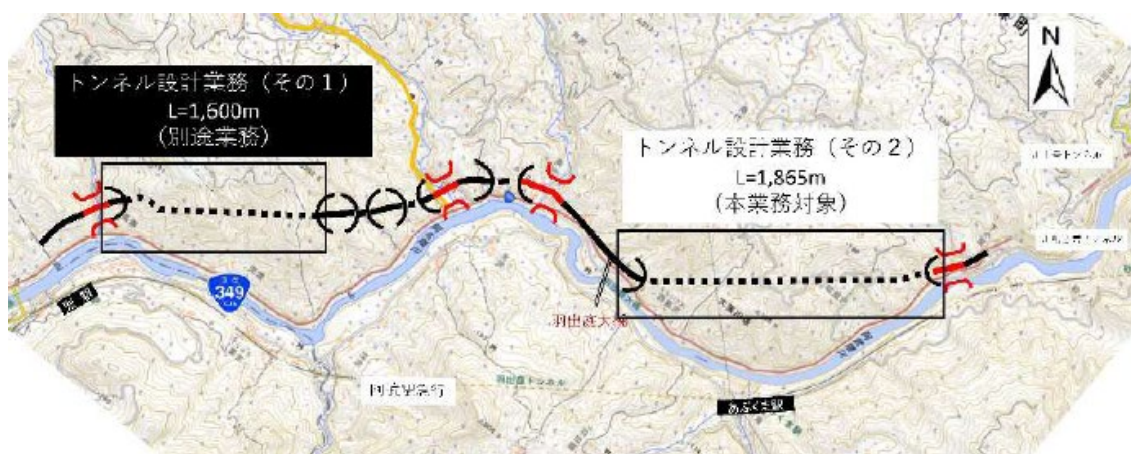


図 1-1 位置図

表 1-1 BIM/CIM 実施概要一覧

項目	詳細
業務名	丸森地区トンネル設計業務（その2）
プロジェクト名	災害復旧事業（国道349号）
履行場所	宮城県伊具郡丸森町耕野字沼～伊具郡丸森町大張川張字館地内
発注者	国土交通省 東北地方整備局 宮城南部復興事務所
調査職員	宮城南部復興事務所 ○○
受注者	株式会社オリエンタルコンサルタンツ
履行期間	令和2年6月16日～令和3年2月19日（249日間）
事業課題	<p>災害復旧事業における第3号トンネルは、早期の供用開始が要求される。そのため、工事期間の短縮に向けて、起点・終点側からのトンネル掘進を計画しているが、崩落性が高く急斜面を呈す終点側坑口部へのアプローチが困難な状況にある。</p> <p>また、第3号トンネルは3号橋と同時施工であり、狭隘な当該箇所においては、工事用車両、施工重機、仮設備等が輻輳し、相互の調整が難航する場合は工事工程の遅延が懸念される。</p> <p>これらを踏まえ、第3号トンネル終点側坑口部の施工計画、施工順序、アプローチ方法（土工、仮橋）、施工ヤード（重機、設備配置）等について、3号橋（A1橋台施工、上部工架設）、法枠工、擁壁工の施工ステップも踏まえて3次元モデルを活用して検討することとする。</p>
業務概要	<p>BIM/CIM モデルを活用して以下の項目を検討する。</p> <p>(1) 3次元モデル（視覚的効果）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・トンネル終点側坑口部における施工ヤード（重機、設備配置）の確認 ・トンネル工事及び橋梁上部工工事へのアプローチ方法（土工、仮橋）の確認 <p>(2) 4D モデルによる施工計画の確認（施工実現性の確認）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・施工順序（3号橋、法枠工、擁壁工含む）の確認
BIM/CIM 設計成果物	<ul style="list-style-type: none"> ・3次元モデル ・4D モデル

2. 担当者の配置

2.1 BIM/CIM 担当技術者

表 2-1 BIM/CIM 担当技術者リスト

役割	氏名	所属	資格	担当内容
全体統括	〇〇 〇〇	〇〇〇	〇〇〇	BIM/CIM の全体管理
モデル作成担当	〇〇 〇〇	〇〇〇	〇〇〇	BIM/CIM 作成指示
オペレーター	〇〇 〇〇	〇〇〇	〇〇〇	CAD オペレーター
	〇〇 〇〇	〇〇〇	〇〇〇	同上
	〇〇 〇〇	〇〇〇	〇〇〇	同上
照査責任者	〇〇 〇〇	〇〇〇	〇〇〇	BIM/CIM モデルの照査

2.2 体制組織図

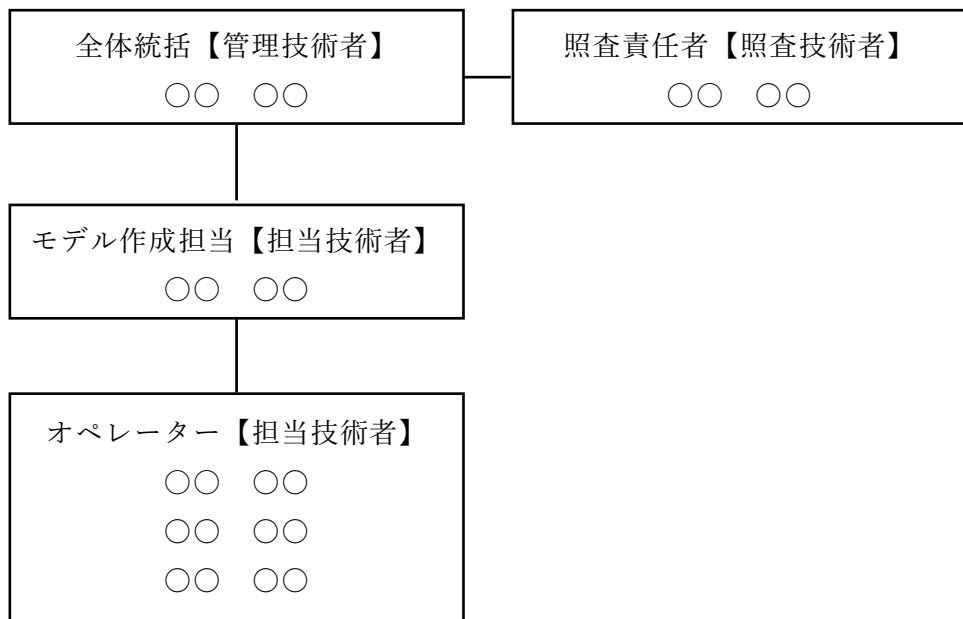


図 2-1 BIM/CIM 実施体制

3. 工程計画

表 3-1 工程表

業務内容	業務工程									CIM工程の出力	
	令和5年						令和6年				
	6	7	8	9	10	11	12	1	2		3
【設計準備】										情報共有システム	
既存モデルの調査											
情報共有システムの調査・決定											
CIM実施計画書の作成											
CIM実施計画書の照査											
【詳細設計】											
設計条件の確認											
設計細部事項の検討											
設計計算、動的照査、座標計算											
下部工モデルの作成・更新											モデル(詳細度300)
上部工モデルの作成・更新											モデル(詳細度300)
付属物モデルの作成											モデル(詳細度300)
属性情報の付与											
効率的な設計照査											
施工段階における活用方策の検討											
合意形成の円滑化											
【CIMモデルの照査】											
【成果品の作成】											
打合せ計画		①					②	③		④	

- ①設計条件，施工条件を整理した段階
- ②施工計画が完了した段階
- ③トンネル詳細設計が完了した段階
- ④成果品提出段階

4. BIM/CIM に関する実施事項

4.1 実施目的

詳細設計段階では、3次元モデルにより3号橋も含めた第3号トンネル終点部の施工に係る重機・設備の配置計画や工専用進入路等を立案し、施工手順、施工ヤードの確実性、実現性を確認し、施工段階での手戻り防止を図ることを目的とする。

4.2 実施内容

本業務で実施するBIM/CIMは下記内容とする。

(1) 3次元モデル（視覚的効果）

- ・施工ヤード（重機、設備配置）の確認
- ・アプローチ方法（土工、仮橋）の確認

(2) 4Dモデルによる施工計画の確認（施工実現性の確認）

- ・施工順序（3号橋、法枠工、擁壁工含む）の確認

4.3 BIM/CIM の作成仕様

4.3.1 モデル作成範囲

モデルの作成範囲は、以下のとおりとする。

- ・終点側坑口の施工ステップ検討のため、坑門工、坑口、インバート工の3次元モデルを作成する。
- ・設計（積算）で想定している施工重機、トンネル仮設備（吹付プラント設備、電力設備、照明設備、換気設備等）のモデル化を行う。
- ・本業務で詳細設計を実施するアンカー付き場所打ち法枠工（坑口背面）および擁壁工（坑口前面左右）の3次元モデルを作成する。
- ・現道から坑口および3号橋へのアプローチに必要な工専用道路、仮橋等の仮設構造物についても3次元モデルを作成する。

4.3.2 詳細度

モデルの詳細度は、以下のとおりとする。

1) 詳細度 200（構造形式が確認できる程度の形状を有したモデル）

- ・トンネル標準横断面をモデル化する。

2) 詳細度 300（主構造の形状が正確なモデル）

- ・坑門工、坑口、インバート工は外形寸法を正確にモデル化する。
- ・坑口部の法枠工、擁壁工は外形寸法を正確にモデル化する。
- ・工専用道路、仮設構造物は外形寸法を正確にモデル化する。
- ・施工重機、トンネル仮設備は外形寸法を正確にモデル化する。

4.3.3 属性情報付与方法

属性情報の名称，付与方法を表 4-1 に示す。

表 4-1 属性情報付与方法

属性種別	属性名称	付与方法
施工計画条件	工事用道路の条件 (設計速度, 対象車両, 幅員, 活荷重)	該当モデルのプロパティに付与
	仮橋の材料条件 (リース期間, 強度, 材質)	該当モデルのプロパティに付与
関係機関協議	ドキュメント	該当する箇所のフォルダ・ファイル名・該当ページをプロパティに付与

4.3.4 BIM/CIM の格納

「BIM/CIM モデル等電子納品要領（案）及び同解説，令和 4 年 3 月，国土交通省」より，図 4-1 に示すフォルダ構成とする。

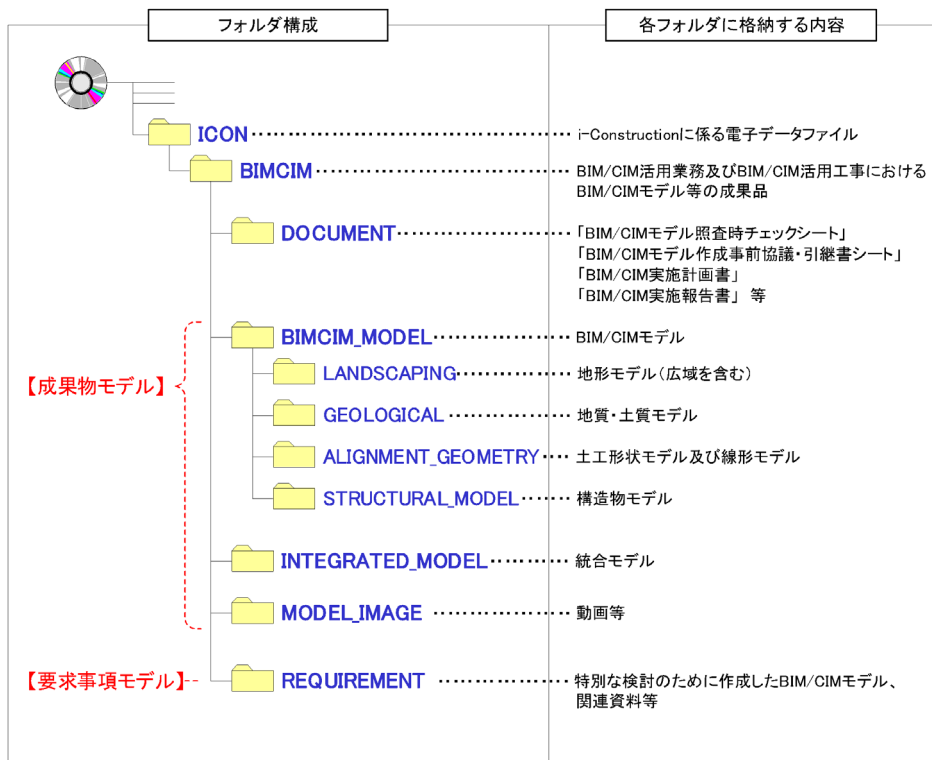


図 4-1 モデル等電子納品フォルダ構成

4.3.5 使用するソフトウェア

本業務において BIM/CIM を活用するために必要なソフトウェアは、bSJ が認定する IFC 検定に合格したものを使用することとし、使用するソフトウェアを下表に示す。

表 4-2 使用するソフトウェア

ソフトウェア	開発会社名	バージョン	用途
V-nasClair	川田テクノシステム(株)	2023	土木向け汎用 3DCAD
V-nasClair 『Basic Suite』	〃	2023	線形モデル, 地形モデル作成
V-nasClair 『STR_Kit』	〃	2023	構造物モデル作成
AutoCAD Civil3D	Autodesk 社	2023	土木向け汎用 3DCAD
Navisworks	〃	2023	統合モデルの作成
Revit	〃	2023	統合モデル用構造物作成

4.3.6 データ共有環境 (CDE)

本業務において BIM/CIM を活用し、受発注者間の情報共有を円滑にするためのデータ共有環境は、国土技術政策総合研究所で運用している「DX データセンター」を利用する。

5. 実施成果

5.1 成果物一覧

本業務で作成する成果物は、以下のとおりとする。

- ・ BIM/CIM データ
- ・ 各種ドキュメント情報 (外部参照をプロパティに付与)
- ・ 各種ドキュメント情報 (参考資料)

参考資料 2-11

テーマ：施工計画リスク [施工段階]

発注者情報要件 (EIR)

発注者情報要件書（EIR）（案）

- 事業段階：施工段階
- ユースケース：山岳トンネル整備事業
- テーマ：施工計画

1. EIR の目的

1.1 目的

本 EIR は国道 349 号 丸森地区災害復旧事業における第 3 号トンネル工事で後述する「3.BIM/CIM 実施要領」に示す課題に対して、BIM/CIM の視覚的効果、情報連携による工事の効率化、高度化を図ることを目的に、BIM/CIM の活用方針（モデル、ドキュメント、データ）を受発注者間で明確にするために使用する。

1.2 EIR への対応

本 EIR に対応して受注者が具体的に実施する予定の事項、管理方法について BIM/CIM 実施計画書（BEP）（以下、「BEP」と略記）を作成し、提出すること。工事の実施中に「BEP」の変更が必要と認められる場合は、更新した上で提出すること。

また、工事完了時には BIM/CIM モデルとともに BIM/CIM 実施報告書を提出すること。

2. 工事情報

2.1 事業名称

事業名：国道 349 号 丸森地区災害復旧事業

国道 349 号は茨城県水戸市から福島県伊達市を經由し、宮城県柴田町を結ぶ約 260km の幹線道路で、丸森町内の当該路線は重要物流道路の代替・補完路に指定されている。

本災害復旧事業は、令和元年東日本台風（台風第 19 号）により被災した、国道 349 号の宮城県伊具郡丸森町耕野不動～舘矢間山田間に対し、国土交通省の権限代行により実施している。

2.2 工事名称

令和 5 年度 第 3 号トンネル工事

2.3 工事場所

宮城県伊具郡丸森町耕野字沼～伊具郡丸森町大張川張字舘地内

2.4 工事開始日

令和 5 年 6 月 13 日

2.5 工事終了日

令和 8 年 3 月 20 日

3. BIM/CIM 実施要領

3.1 取り組み内容

3.1.1 基本事項

BIM/CIM モデルを用いて、3次元の視覚効果を活用しつつ、測量・業務・工事等の各段階における判断すべき事項や創出すべき成果に対して、その根拠となる情報(仕様・数量・制約 等)の整理、管理を行う。

また、後続に引継ぐべき情報(品質、仕様、履歴 等)を特定し、後続の各段階にて加工できる媒体として記録、保管する。

これらの情報を蓄積しながら、長期的な視野でインフラ施設の計画から維持管理・運用までの建設生産プロセス全体を包括的に管理し、事業全体にわたる関係者間の情報共有を容易にすることで将来のアセットマネジメントに貢献する。

実施事項は以下の通りとする。

- ✓ 3次元モデルの作成・更新：
 - ・建設生産プロセスに活用するための3次元モデルの作成または更新
- ✓ 3次元モデルの照査：
 - ・BIM/CIMモデルと2次元図面(設計図書)との整合の確認
- ✓ 3次元モデルと属性情報の納品：
 - ・前段階から受け渡された属性情報(測量・地質情報)の更新
 - ・後段階に引継ぐべき属性情報(判断根拠、合意形成に関する情報)の保管

3.1.2 事業特有課題

本工事では、第3号トンネルに近接する3号橋(鋼単純箱桁橋)の同時施工も踏まえ、終点側坑口部に進入するための工事用道路、仮橋を利用したうえで、工事を行うものとする。

工事段階において施工計画を検討する目的は、3号橋も含めた第3号トンネル終点部の施工に係る重機・設備の配置計画や工事用進入路等を3次元モデル化し、施工手順、施工ヤードの確実性、実現性を確認し、手戻り防止を図るためである。

ここで、災害復旧事業における第3号トンネルは、早期の供用開始が要求される。そのため、工事期間の短縮に向けて、起点・終点側からのトンネル掘進を計画しているが、

崩落性が高く急斜面を呈す終点側坑口部には仮橋等によりアプローチする必要がある。

また、3号橋は、既に一部工事に着手しており、当初の施工計画から変更点が複数ある。

そのため、第3号トンネル終点側坑口部の施工計画、施工順序、工事用進入路(土工、仮橋)、施工ヤード(重機、設備配置)等について、3号橋(A1橋台施工、上部工架設)の施工状況を踏まえて、3次元モデルを活用して検討することとする。

3.1.3 情報要件

(1) 貸与品

地形モデル、地質・土質モデル、線形モデル、構造物モデル(3号橋、第3号トンネル)は過年度成果の3次元モデルを引継ぐため、以下の成果品を貸与する。

- ・令和3年度 道路詳細設計業務
- ・令和3年度 第3号トンネル予備設計業務
- ・令和3年度 地質調査業務
- ・令和4年度 3号橋詳細設計業務
- ・令和5年度 第3号トンネル詳細設計業務

(2) 打合せ計画

BIM/CIMを実施するにあたって、下記に示す各段階において打合を計画し、工程及び提出する資料を「BEP」で提案すること。

- ・設計図書を照査する前段階
- ・施工計画が完了した段階
- ・施工が完了した段階
- ・竣工検査が完了した段階

(3) モデル作成範囲

「3.1.1 基本事項」及び「3.1.2 事業特有課題」に対する提案内容に応じた3次元モデル作成範囲について発注者と協議した上で、決定した事項を「BEP」に記載すること。

なお、本工事では、トンネル詳細設計で作成したモデル作成範囲をそのまま活用する。

(4) 詳細度

「3.1.1 基本事項」及び「3.1.2 事業特有課題」に対する提案内容に応じた詳細度について発注者と協議した上で、決定した事項を「BEP」に記載すること。

なお、本工事では、トンネル詳細設計で作成したモデルを活用することを基本とし、新たに作成するモデルは下記の詳細度を予定している。

1) 詳細度 300 (主構造の形状が正確なモデル)

- ・ 工事用道路, 仮設構造物は外形寸法を正確にモデル化する.
- ・ 施工重機, トンネル仮設備は外形寸法を正確にモデル化する.

(5) 属性情報

本工事では, トンネル詳細設計で作成したモデルに付与された属性情報をそのまま確認するに留める.

「3.1.1 基本事項」及び「3.1.2 事業特有課題」に対し, 新たに提案がある場合は「BEP」に記載すること.

3.1.4 管理方針

(1) 適用基準

本工事の BIM/CIM 活用で適用する基準・要領等は下記の通りとする. これにより難しい場合は, 発注者と協議した上で, 決定した事項を「BEP」に記載すること.

- ・ 「直轄土木業務・工事における BIM/CIM 適用の実施方針」の解説
- ・ BIM/CIM 適用業務実施要領
- ・ BIM/CIM 適用工事実施要領
- ・ BIM/CIM (統合モデル) 管理支援業務実施要領

(2) 体制

本工事において BIM/CIM を活用するために必要な体制 (BIM/CIM 工事全体総括, モデル照査, モデル作成, CAD オペレータ等) を「BEP」に記載すること.

3.1.5 技術要件

(1) 使用ソフトウェア

本工事において BIM/CIM を活用するために必要なソフトウェアを設定し, 「BEP」に記載すること.

本工事では, 「LandXML1.2 に準じた 3次元設計データ交換標準(案)Ver.1.4(R3.3)」に基づいて作成される LandXML データに対する CAD ソフト, ビューワソフトを使用するものとする.

(2) データ共有環境 (CDE)

本工事において BIM/CIM を活用し, 受発注者間の情報共有を円滑にするためのデータ共有環境は, 国土技術政策総合研究所で運用している「DX データセンター」の利用, もしくは「情報共有システム提供者機能要件工事 Rev.5.5 対応状況一覧表」に掲載されているベンダーが提供するサービスの利用のいずれかを基本とする. 作業領域のフ

フォルダやアーカイブ（納品）フォルダ及び使用可能なソフトウェアの取り扱いなど詳細な内容については別紙「令和3年 丸森地区トンネル設計業務段階モデル確認書」に記載するが、サブフォルダの構成や成果品のフォルダ構成については最適な環境を検討した上で「BEP」に記載すること。

参考資料 2-12

テーマ：施工計画リスク [施工段階]

BIM/CIM 実施計画書 (BEP)

BIM/CIM 実施計画書 (BEP) (案)

- 事業段階：施工段階
- ユースケース：山岳トンネル整備事業
- テーマ：施工計画

1. 工事概要

1.1 工事の目的

本工事は、国道349号 丸森地区災害復旧事業における第3号トンネル工事であり、BIM/CIMの視覚的効果、情報連携による工事の効率化、高度化を図ることを目的とする。

1.2 工事概要

工 事 名：国道349号 丸森3号トンネル工事

契 約 金 額：〇〇〇〇〇〇円

工 事 箇 所：宮城県伊具郡丸森町耕野字沼～伊具郡丸森町大張川張字館地内

工 期：令和4年3月9日～令和6年8月5日

発 注 者：国土交通省 東北地方整備局 宮城南部復興事務所

受 注 者：前田建設工業株式会社

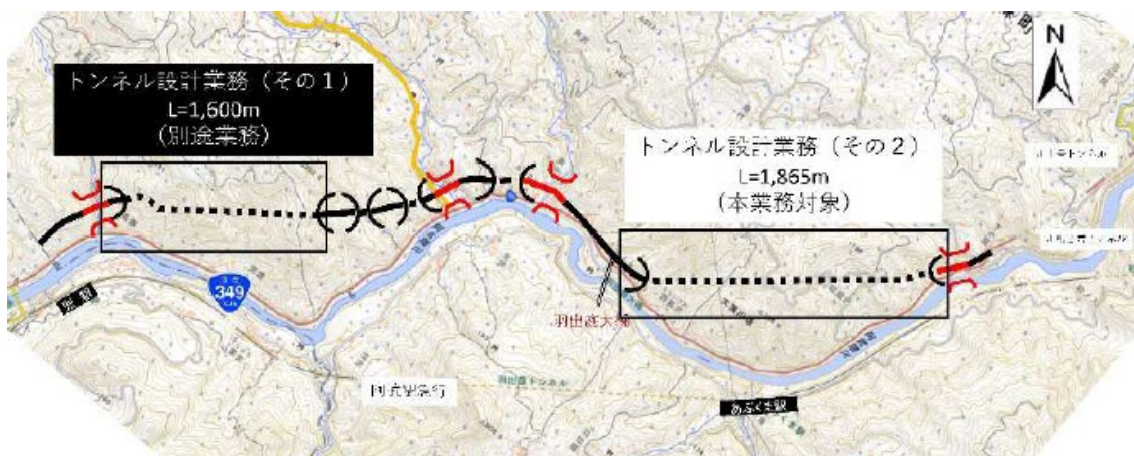


図 1-1 位置図

表 1-1 BIM/CIM 実施概要一覧

項目	詳細
工事名	国道 349 号 丸森第 3 号トンネ工事
プロジェクト名	災害復旧事業（国道 349 号）
履行場所	宮城県伊具郡丸森町耕野字沼～伊具郡丸森町大張川張字館地内
発注者	国土交通省 東北地方整備局 宮城南部復興事務所
調査職員	宮城南部復興事務所 ○○
受注者	前田建設工業株式会社
履行期間	令和 4 年 3 月 9 日～令和 6 年 8 月 5 日
事業課題	<p>災害復旧事業における第 3 号トンネルは、早期の供用開始が要求される。そのため、工事期間の短縮に向けて、起点・終点側からのトンネル掘進を計画しているが、崩落性が高く急斜面を呈す終点側坑口部には仮橋等によりアプローチする必要がある。</p> <p>3 号橋は、既に一部工事に着手しており、設計段階の施工計画から変更されている。</p> <p>そのため、第 3 号トンネル終点側坑口部の施工計画、施工順序、工事用進入路（土工、仮橋）、施工ヤード（重機、設備配置）等について、3 号橋（A1 橋台施工、上部工架設）の施工状況を踏まえて、3 次元モデルを活用して検討することとする。</p>
工事概要	<p>BIM/CIM モデルを活用して以下の項目を検討する。</p> <p>(1) 3 次元モデル（視覚的効果）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・施工ヤード（重機、トンネル仮設備の配置）の見直し ・アプローチ方法（土工、仮橋）の確認 <p>(2) 4D モデルによる施工計画の確認（施工実現性の確認）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・施工順序（法枠工、擁壁工含む）の確認及び 3 号橋への影響の有無
BIM/CIM 設計成果物	<ul style="list-style-type: none"> ・ 3 次元モデル ・ 4D モデル

2. 担当者の配置

2.1 BIM/CIM 担当技術者

表 2-1 BIM/CIM 担当技術者リスト

役割	氏名	所属	資格	担当内容
全体統括	〇〇 〇〇	〇〇〇	〇〇〇	BIM/CIM の全体管理
モデル作成担当	〇〇 〇〇	〇〇〇	〇〇〇	BIM/CIM 作成指示
オペレーター	〇〇 〇〇	〇〇〇	〇〇〇	CAD オペレーター
	〇〇 〇〇	〇〇〇	〇〇〇	同上
	〇〇 〇〇	〇〇〇	〇〇〇	同上
照査責任者	〇〇 〇〇	〇〇〇	〇〇〇	BIM/CIM モデルの照査

2.2 体制組織図

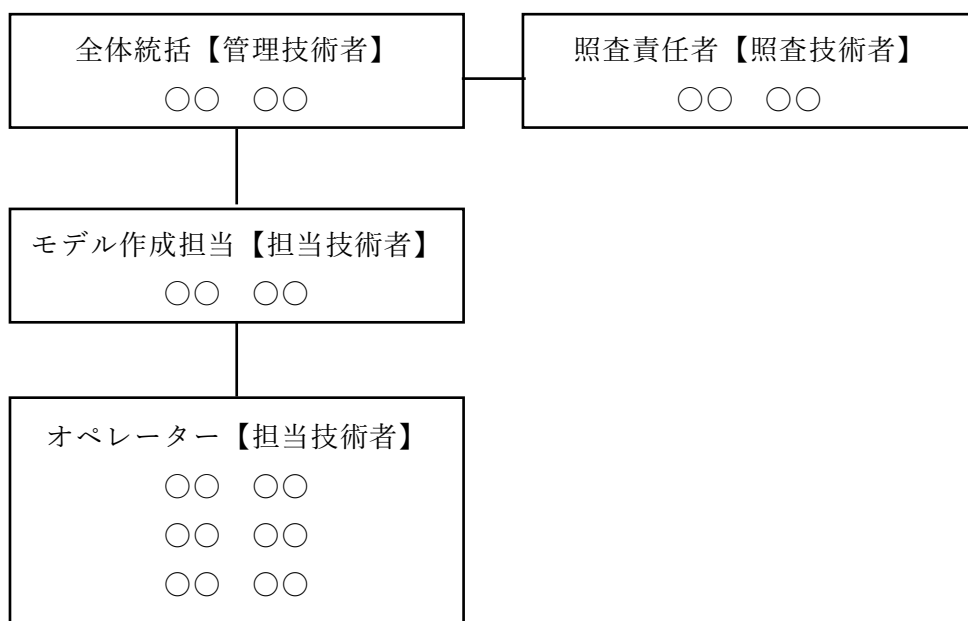


図 2-1 BIM/CIM 実施体制

3. 工程計画

表 3-1 工程表

業務内容	業務工程									CIM工程の出力		
	令和5年						令和6年					
	6	7	8	9	10	11	12	1	2		3	
【設計準備】												
既存モデルの調査												
情報共有システムの調査・決定												情報共有システム
CIM実施計画書の作成												
CIM実施計画書の照査												
【詳細設計】												
設計条件の確認												
設計細部事項の検討												
設計計算、動的照査、座標計算												
下部工モデルの作成・更新												モデル(詳細度300)
上部工モデルの作成・更新												モデル(詳細度300)
付属物モデルの作成												モデル(詳細度300)
属性情報の付与												
効率的な設計照査												
施工段階における活用方策の検討												
合意形成の円滑化												
【CIMモデルの照査】												
【成果品の作成】												
打合せ計画		①					②	③		④		

- ①設計図書を照査する前段階
- ②施工計画が完了した段階
- ③施工が完了した段階
- ④竣工検査が完了した段階

4. BIM/CIM に関する実施事項

4.1 実施目的

工事段階では、3号橋も含めた第3号トンネル終点部の施工に係る重機・設備の配置計画や工事用進入路等を3次元モデル化し、施工手順、施工ヤードの確実性、実現性を確認し、手戻り防止を図ることを目的とする。

4.2 実施内容

本工事で実施するBIM/CIMは下記内容とする。

(1) 3次元モデル（視覚的効果）

- ・施工ヤード（重機、トンネル仮設備の配置）の見直し
- ・アプローチ方法（土工、仮橋）の確認

(2) 4Dモデルによる施工計画の確認（施工実現性の確認）

- ・施工順序（法枠工、擁壁工含む）の確認及び3号橋への影響の有無

4.3 BIM/CIM の作成仕様

4.3.1 モデル作成範囲

モデルの作成範囲は、トンネル詳細設計で作成された範囲を踏襲する。

4.3.2 詳細度

モデルの詳細度は、トンネル詳細設計で作成されたモデルをそのまま活用することを基本とするため、詳細度についてもそのまま活かす。

1) 詳細度 300（主構造の形状が正確なモデル）

- ・工事用道路、仮設構造物は外形寸法を正確にモデル化する。
- ・施工重機、トンネル仮設備は外形寸法を正確にモデル化する。

4.3.3 属性情報付与方法

本 EIR で求められる事項に対する属性情報は必要ないと判断するが、今後の維持管理に向けた情報伝達を目的として、表 4-3 に示す内容の属性付与を提案する。

表 4-3 属性情報付与方法

属性種別	属性名称	付与方法
地山に関する情報	ボーリング結果	3次元モデルに直接付与する
品質管理記録等	吹付コンクリートの検尺結果	3次元モデルに直接付与する
	ロックボルトの打設位置	打設後の点群データをリンク付与
	覆工コンクリートの検尺結果	3次元モデルに直接付与する
	補助工法の打設位置※ (垂直縫地ボルト、パイプルーフ等)	打設後の点群データをリンク付与

※対策工が必要となった場合に限る

4.3.4 BIM/CIM の格納

「BIM/CIM モデル等電子納品要領（案）及び同解説，令和 4 年 3 月，国土交通省」より，図 4-1 に示すフォルダ構成とする。

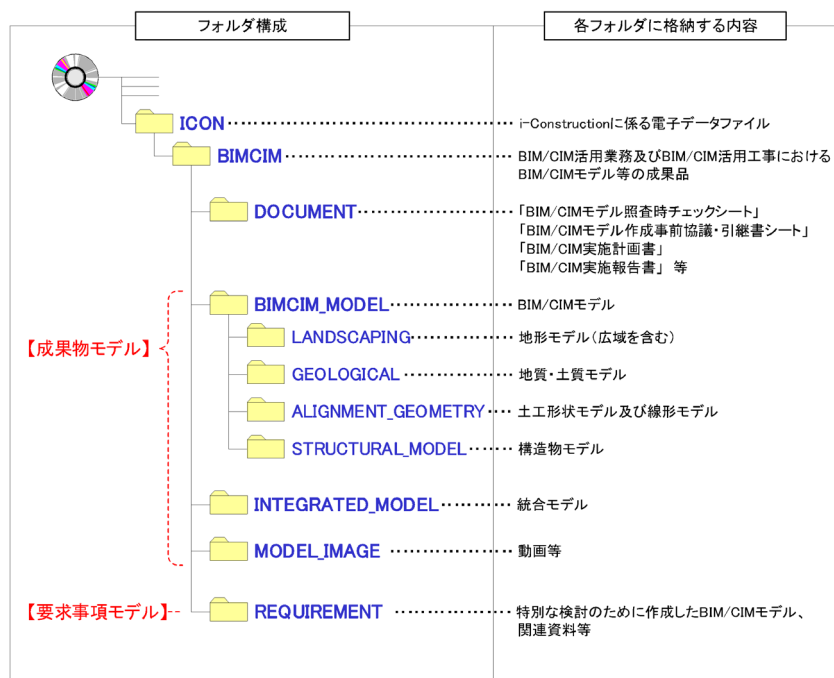


図 4-1 モデル等電子納品フォルダ構成

4.3.5 使用するソフトウェア

本工事において BIM/CIM を活用するために必要なソフトウェアは、bSJ が認定する IFC 検定に合格

したものを使用することとし、使用するソフトウェアを下表に示す。

表 4-4 使用するソフトウェア

ソフトウェア	開発会社名	バージョン	用途
V-nasClair	川田テクノシステム(株)	2023	土木向け汎用 3DCAD
V-nasClair 『Basic Suite』	〃	2023	線形モデル, 地形モデル作成
V-nasClair 『STR_Kit』	〃	2023	構造物モデル作成
AutoCAD Civil3D	Autodesk 社	2023	土木向け汎用 3DCAD
Navisworks	〃	2023	統合モデルの作成
Revit	〃	2023	統合モデル用構造物作成

4.3.6 データ共有環境 (CDE)

本工事において BIM/CIM を活用し、受発注者間の情報共有を円滑にするためのデータ共有環境は、国土技術政策総合研究所で運用している「DX データセンター」を利用する。

5. 実施成果

5.1 成果物一覧

本工事で作成する成果品は、以下のとおりとする。

- ・ BIM/CIM データ
- ・ 各種ドキュメント情報 (外部参照をプロパティに付与)
- ・ 各種ドキュメント情報 (参考資料)

参考資料 2-13

テーマ：積算 [設計段階]

発注者情報要件 (EIR)

発注者情報要件（EIR）（案）

- 事業段階：設計段階
- ユースケース：山岳トンネル整備事業
- テーマ：積算

1. EIR の目的

1.1 目的

本 EIR は「国道 349 号 丸森地区災害復旧事業」における丸森地区トンネル設計業務で後述する「3.事業課題要件」に示す課題に対して、BIM/CIM の視覚的効果、情報連携による業務の効率化、高度化を図ることを目的に、BIM/CIM の活用方針（モデル、ドキュメント、データ）を受発注者間で明確にするために使用する。

1.2 EIR への対応

本 EIR に対応して受注者が具体的に実施する予定の事項、管理方法について BIM/CIM 実施計画書（BEP）（以下、「BEP」と略記）を作成し、提出すること。業務の実施中に「BEP」の変更が必要と認められる場合は、更新した上で提出すること。また、業務完了時には BIM/CIM 実施報告書を提出すること。

2. 業務情報

2.1 事業名称

事業名：国道 349 号 丸森地区災害復旧事業

国道 349 号は茨城県水戸市から福島県伊達市を經由し、宮城県柴田町を結ぶ約 260km の幹線道路で、丸森町内の当該路線は重要物流道路の代替・補完路に指定されている。本災害復旧事業は、令和元年東日本台風（台風第 19 号）により被災した、国道 349 号の宮城県伊具郡丸森町耕野不動～舘矢間山田間に対し、国土交通省の権限代行により実施している。

2.2 業務名称

丸森地区トンネル設計業務

2.3 工事場所

宮城県伊具郡丸森町耕野字沼～伊具郡丸森町大張川張字舘地内

2.4 業務開始日

令和 3 年 6 月 16 日

2.5 業務/工事終了日

令和 4 年 2 月 19 日

3. BIM/CIM 実施要領

3.1 取り組み内容

3.1.1 基本事項

BIM/CIM モデルを用いて、3次元の視覚効果を活用しつつ、測量・業務・工事等の各段階における判断すべき事項や創出すべき成果に対して、その根拠となる情報(仕様・数量・制約等)の整理、管理を行う。

また、後続に引継ぐべき情報(品質、仕様、履歴等)を特定し、後続の各段階にて加工できる媒体として記録、保管する。

これらの情報を蓄積しながら、長期的な視野でインフラ施設の計画から維持管理・運用までの建設生産プロセス全体を包括的に管理し、事業全体にわたる関係者間の情報共有を容易にすることで将来のアセットマネジメントに貢献する。

実施事項は以下の通りとする。

- ✓ 3次元モデルの作成・更新：
 - ・建設生産プロセスに活用するための3次元モデルの作成または更新
- ✓ 3次元モデルの照査：
 - ・BIM/CIMモデルと2次元図面(設計図書)との整合の確認
- ✓ 3次元モデルと属性情報の納品：
 - ・前段階から受け渡された属性情報(測量・地質情報)の更新
 - ・後段階に引継ぐべき属性情報(判断根拠、合意形成に関する情報)の保管

3.1.2 事業特有課題

これまでトンネル関連の積算数量は数量一覧表、数量計算書、2次元設計図及び地山分類と断面設計をそれぞれ確認することで理解できるものとなっていた。そのため、発注者や施工者の数量計算の確認は煩雑な作業と人的ミスによって正確に行われない懸念があった。また、施工段階において設計段階で想定した地盤条件(岩区分)とは異なる地盤が現れたときに設計変更協議のための原設計確認などの資料確認業務が煩雑であった。

そこで BIM/CIM モデルに想定された地質構造を配置しトンネルの支保パターンの根拠を明らかにするとともに岩級毎の掘削工数量、支保工(吹付コンクリート、鋼製支保

工、ロックボルト) 数量, 鏡吹付工数量, 防水工数量, 覆工コンクリート量及び鉄筋量をオブジェクトのプロパティ (属性情報) の所定の欄に記載することで数量一覧表の根拠を正確に伝達することを目的とする。

3.1.3 情報要件

(1) 貸与品

地形モデル, 地質・土質モデル, 線形モデルは過年度成果の 3 次元モデルを引継ぐため, 以下の成果品を貸与する。

- ・令和 3 年度 道路詳細設計業務
- ・令和 3 年度 第 3 号トンネル予備設計業務
- ・令和 3 年度 地質調査業務

(2) 打合せ計画

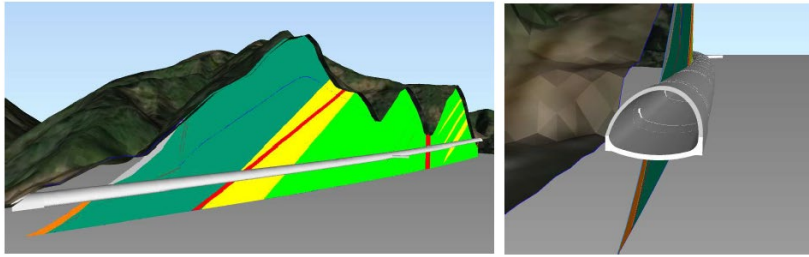
BIM/CIM を実施するにあたって, 下記に示す目的において別紙「令和 3 年 丸森地区トンネル設計業務段階モデル確認書」に示すプロセスマップで設定した打合せを計画している。ただし, これ以外に受注者が確認したい事項などがあった場合は「BEP」で提案すること。

- 調査測量段階の資料の情報を整理しモデル作成に必要な情報が充分であるかどうかを受発注者間で確認すること。
- BEP に従って作成されるモデルのサンプル (詳細度や属性情報の項目) によって受発注者間で完成モデルのイメージを共有すること。
- 基本的な形状 (断面形状や線形, 断面変化点等) が設計図書 (2 次元図面) と整合していること。

なお, 「令和 3 年 丸森地区トンネル設計業務段階モデル確認書」は「令和元年 5 月 BIM/CIM 活用における「段階モデル確認書」作成手引き【試行版】(案)」に従って作成されているが情報確認要件でこの EIR と重複する部分は EIR を優先するものとする。

(3) モデル作成範囲

坑口及び明かり区間を除きトンネル掘削及び覆工部分をモデル作成範囲とする。また, 岩区分の根拠となる地質構造がわかるように下図のようなイメージで準 3 次元モデルを配置すること。また, 岩区分線をトンネル内空線に配置すること。



ただし、受注者側で作成範囲の変更の提案がある場合は「BEP」に記載し提案すること。

(4) 詳細度

以下の目的に従って詳細度を設定する。ただし、受注者の希望によって詳細度を変更する場合は「BEP」に記載し提案すること。

- 掘削工数量及び支保工数量、覆工コンクリート数量を岩区分毎に計算できるように設計内空半径のソリッドモデルを作成し岩区分ごとに分割すること。
- 設計内空ソリッドは上半、下半、インバートに分割すること。

(5) 属性情報

基本的に数量を算出するための数値情報と積算上単価算出のために必要な仕様や施工区分情報は分割されたトンネル設計内空のソリッドオブジェクト毎に直接付与するものとする。なお、オブジェクト名は「令和3年3月 3次元モデル成果物作成要領(案)」を参考に階層構造とするが、これに寄り難い場合は「BEP」に記載すること。さらに、その仕様や施工方法の根拠となる情報は外部参照とするが、該当ページまで誘導されるように格納されているフォルダとファイル名および該当ページをプロパティに付与するものとする。

また、準3次元地質構造図から岩区分を判定した根拠を岩区分線のプロパティに直接付与すること。

その他の積算数量の付与方法については受注者が「BEP」に具体的な内容（プロパティ構造）を記載すること。

3.1.4 管理方針

(1) 適用基準

本業務の BIM/CIM 活用で適用する基準・要領等は下記の通りとするが、この EIR に記載した内容を優先する。ただし、受注者の希望によって詳細度を変更する場合は「BEP」に記載し提案すること。

- ・ BIM/CIM 活用ガイドライン 第1編 共通編
- ・ BIM/CIM 活用ガイドライン 第5編 道路編

- ・ 事業監理のための統合モデル活用ガイドライン（素案）
- ・ 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）
- ・ BIM/CIM 活用における「段階モデル確認書」作成手引き【試行版】（案）
- ・ 3次元モデル成果物作成要領（案）
- ・ 土木工事数量算出要領（案）に対応する BIM/CIM モデル作成の手引き（案）
- ・ 土木工事等の情報共有システム活用ガイドライン

(2) 体制

本業務において BIM/CIM を活用するために必要な体制を「BEP」に記載すること。

3.1.5 技術要件

(1) 使用ソフトウェア

本業務において BIM/CIM を活用するために必要なソフトウェアは bSJ が認定する IFC 検定に合格したものを使用することとし、使用するソフトウェアを「BEP」に記載すること。

土木基本IFC検定2022（2022年4月より実施中）

ソフトウェア	バージョン	会社名	検定区分	備考
TREND-CORE	Ver.9	福井コンピュータ株式会社	入力・出力	認証期間 入力 2023年7月24日～2024年7月31日 出力 2023年9月13日～2024年9月30日
V-nasClair	Version 2023	川田テクノシステム株式会社	入力	認証期間 入力 2023年7月24日～2024年7月31日
Autodesk Revit 2023 (JPN)	2023	オートデスク株式会社	入力・出力	認証期間 入力 2023年7月27日～2024年7月31日 出力 2023年7月27日～2024年7月31日

(2) データ共有環境（CDE）

本業務（工事）において BIM/CIM を活用し、受発注者間の情報共有を円滑にするためのデータ共有環境は、国土技術政策総合研究所で運用している「DX データセンター」の利用、もしくは「情報共有システム提供者機能要件工事 Rev.5.5 対応状況一覧表」に掲載されているベンダーが提供するサービスの利用のいずれかを基本とする。作業領域のフォルダやアーカイブ（納品）フォルダ及び使用可能なソフトウェアの取り扱いなど詳細な内容については別紙「令和3年 丸森地区トンネル設計業務段階モデル確認書」に記載するが、サブフォルダの構成や成果品のフォルダ構成については最適な環境を検討した上で「BEP」に記載すること。

表3.2 地山分類表

地山等級	岩石グループ	代表岩石名	弾性波速度 Vp(km/s)					地山の状態			コアの状態, RQD(%)	地山強度比	トンネル掘削の状況
			1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	岩質, 水による影響	不連続面の間隔	不連続面の状態			
B	H塊状	花崗岩, 花崗閃緑岩, 石英斑岩, ホルンフェルス	■	■	■	■	<ul style="list-style-type: none"> 新鮮で堅硬又は, 多少の風化変質の傾向がある。 水による劣化はない。 	<ul style="list-style-type: none"> 節理の間隔は平均的に50cm程度。 層理, 片理の影響が認められるがトンネル掘削に対する影響は小さい。 	<ul style="list-style-type: none"> 不連続面に鏡肌又は挟在粘土がほとんどみられない。 不連続面は概ね密着している。 	コアの形状は岩片状～短柱状～棒状を示す。コアの長さが概ね10cm～20cmであるが5cm前後のものもみられる。RQDは70以上。	—	岩石の強度は, トンネル掘削によって作用する荷重に比べて非常に大きい。不連続面に状態も良好でトンネル掘削による緩みはほとんど生じない。掘削壁面から部分的に肌落ちする場合もある。切羽は自立する。掘削幅10m程度のトンネルでは, 掘削にともなう内空変位は15mm程度以下の微小な弾性変形にとどまる。	
		安山岩, 玄武岩, 流紋岩, 石英安山岩	■	■	■	■							
	M塊状	第三紀砂岩, 礫岩	■	■	■	■							
		L塊状	蛇紋岩, 凝灰岩, 凝灰角礫岩	■	■	■							■
	L層状	M層状	粘板岩, 中古生層頁岩	■	■	■							■
		L層状	黒色片岩, 緑色片岩, 第三紀層泥岩	■	■	■							■
C I	H塊状	花崗岩, 花崗閃緑岩, 石英斑岩, ホルンフェルス	■	■	■	■	<ul style="list-style-type: none"> 比較的新鮮で堅硬又は, 多少の風化変質の傾向がある。 固結度の比較的良好軟岩。 水による劣化はない。 	<ul style="list-style-type: none"> 節理の間隔は平均的に30cm程度。 層理, 片理が顕著でトンネル掘削に影響を与えるもの。 	<ul style="list-style-type: none"> 不連続面に鏡肌又は挟在粘土がごく一部みられる。 不連続面は部分的に開口しているが開口幅は小さい。 	コアの長さが概ね5cm～20cmであるが5cm以下のものもみられる。RQDは40～70。	—	岩石の強度は, トンネル掘削によって作用する荷重に比べて大きい。不連続面の状態も比較的良好でトンネル掘削による緩みは部分的なものにとどまる。比較的すべりやすい不連続面に沿って, 局部的に抜け落ちる場合もある。切羽は自立する。掘削幅10m程度のトンネルでは, 掘削にともなう内空変位は15～20mm程度以下の小さな弾性変形にとどまる。	
		安山岩, 玄武岩, 流紋岩, 石英安山岩	■	■	■	■							
	M塊状	第三紀砂岩, 礫岩	■	■	■	■							
		L塊状	蛇紋岩, 凝灰岩, 凝灰角礫岩	■	■	■							■
	L層状	M層状	粘板岩, 中古生層頁岩	■	■	■							■
		L層状	黒色片岩, 緑色片岩, 第三紀層泥岩	■	■	■							■
C II	H塊状	花崗岩, 花崗閃緑岩, 石英斑岩, ホルンフェルス	■	■	■	■	<ul style="list-style-type: none"> 比較的新鮮で堅硬又は, 多少の風化変質の傾向がある。 風化・変質作用により岩質は多少軟化している。 固結度の比較的良好軟岩。 水により劣化や緩みを部分的に生じる。 	<ul style="list-style-type: none"> 節理の間隔は平均的に20cm程度。 層理, 片理が顕著でトンネル掘削に影響を与えるもの。 	<ul style="list-style-type: none"> 不連続面に鏡肌又は薄い挟在粘土が部分的にみられる。 不連続面が開口しており, 開口幅も比較的大きくなる。 幅の狭い小断層を挟むもの。 	コアの長さが10cm以下のものが多く, 5cm以下の細片が多量に取れる状態のもの。RQDは10～40。	—	岩石の強度は, トンネル掘削によって作用する荷重に比べてあまり大きくはないが, 概ね弾性変形をとどめる程度である。岩石の強度は大きくても不連続面の状態が悪く, 掘削によりすべりやすい不連続面に沿って岩塊が落下しようとして緩みが大きくなる。切羽はほぼ自立する。掘削にともなう内空変位は, 岩石の強度が作用する荷重に比べて小さい場合には, 掘削幅10m程度のトンネルで弾塑性境界である30mm程度発生するが, 2D離れるまでにほぼ収束する。	
		安山岩, 玄武岩, 流紋岩, 石英安山岩	■	■	■	■							
	M塊状	第三紀砂岩, 礫岩	■	■	■	■							
		L塊状	蛇紋岩, 凝灰岩, 凝灰角礫岩	■	■	■							■
	L層状	M層状	粘板岩, 中古生層頁岩	■	■	■							■
		L層状	黒色片岩, 緑色片岩, 第三紀層泥岩	■	■	■							■
D I	H塊状	花崗岩, 花崗閃緑岩, 石英斑岩, ホルンフェルス	■	■	■	■	<ul style="list-style-type: none"> 岩質は多少硬い部分もあるが, 全体的に強い風化・変質を受けたもの。 層理, 片理が非常に顕著なもの。 不連続面の間隔は平均的に10cm以下で, その多くは開口している。 不連続面の開口も大きく鏡肌や粘土を挟むことが多い。 小規模な断層を挟むもの。 転石を多く混じえた土砂, 塵埃など。 水により劣化や緩みが著しい。 	<ul style="list-style-type: none"> 節理の間隔は平均的に10cm以下で, その多くは開口している。 不連続面の開口も大きく鏡肌や粘土を挟むことが多い。 小規模な断層を挟むもの。 転石を多く混じえた土砂, 塵埃など。 水により劣化や緩みが著しい。 	<ul style="list-style-type: none"> 不連続面に鏡肌又は薄い挟在粘土が部分的にみられる。 不連続面が開口しており, 開口幅も比較的大きくなる。 幅の狭い小断層を挟むもの。 	コアは細片状となる。時には, 角礫混じり砂状あるいは粘土状となるもの。RQDは10程度以下。	4～2	岩石の強度は, トンネル掘削によって作用する荷重に比べて大きくなく, 弾性変形とともに一部塑性変形を生じる。岩石の強度は弾性変形をとどめるに足りるほど大きくても, 不連続面の状態が非常に悪く, 掘削により多くのすべりやすい不連続面に沿って地山の緩みが拡大する。切羽の自立が悪く, 地山条件によってはリングカットや鏡吹きを必要とする。掘削にともなう内空変位は, 岩石の強度が作用する荷重に比べて小さい場合には, インバートで早期に閉合しないならば, 掘削幅10m程度のトンネルで30～60mm程度発生し, 切羽が2D離れても収束しないことが多い。	
		安山岩, 玄武岩, 流紋岩, 石英安山岩	■	■	■	■							
	M塊状	第三紀砂岩, 礫岩	■	■	■	■							
		L塊状	蛇紋岩, 凝灰岩, 凝灰角礫岩	■	■	■							■
	L層状	M層状	粘板岩, 中古生層頁岩	■	■	■							■
		L層状	黒色片岩, 緑色片岩, 第三紀層泥岩	■	■	■							■
D II	H塊状	花崗岩, 花崗閃緑岩, 石英斑岩, ホルンフェルス	■	■	■	■	<ul style="list-style-type: none"> 岩質は多少硬い部分もあるが, 全体的に強い風化・変質を受けたもの。 層理, 片理が非常に顕著なもの。 不連続面の間隔は平均的に10cm以下で, その多くは開口している。 不連続面の開口も大きく鏡肌や粘土を挟むことが多い。 小規模な断層を挟むもの。 転石を多く混じえた土砂, 塵埃など。 水により劣化や緩みが著しい。 	<ul style="list-style-type: none"> 節理の間隔は平均的に10cm以下で, その多くは開口している。 不連続面の開口も大きく鏡肌や粘土を挟むことが多い。 小規模な断層を挟むもの。 転石を多く混じえた土砂, 塵埃など。 水により劣化や緩みが著しい。 	<ul style="list-style-type: none"> 不連続面に鏡肌又は薄い挟在粘土が部分的にみられる。 不連続面が開口しており, 開口幅も比較的大きくなる。 幅の狭い小断層を挟むもの。 	コアは細片状となる。時には, 角礫混じり砂状あるいは粘土状となるもの。RQDは10程度以下。	2～1	岩石の強度は, トンネル掘削によって作用する荷重に比べて小さく, 弾性変形とともに大きな塑性変形を生じる。岩石の強度が小さいことに加えて, 不連続面の状態も非常に悪く, 掘削により多くのすべりやすい不連続面に沿って地山の緩みが拡大し変位も大きくなる。切羽の自立が悪く, 地山条件によってはリングカットや鏡吹きを必要とする。掘削にともなう内空変位は, インバートで早期に閉合しないならば, 掘削幅10m程度のトンネルで60～200mm程度発生し, 切羽が2D離れても収束しない。	
		安山岩, 玄武岩, 流紋岩, 石英安山岩	■	■	■	■							
	M塊状	第三紀砂岩, 礫岩	■	■	■	■							
		L塊状	蛇紋岩, 凝灰岩, 凝灰角礫岩	■	■	■							■
	L層状	M層状	粘板岩, 中古生層頁岩	■	■	■							■
		L層状	黒色片岩, 緑色片岩, 第三紀層泥岩	■	■	■							■

(注) 1. 本分類にあてはまらないほど地山が良好なものを地山等級A, 劣悪なもの (掘削幅10m程度で内空変位200mm以上) を地山等級Eとする。
 2. H, M, Lの区分: 岩石の初生的な新鮮な状態での強度により, 一軸圧縮強度で次のように区分する。
 $H: qu \geq 80N/mm^2$ $M: 20N/mm^2 \leq qu < 80N/mm^2$ $L: qu < 20N/mm^2$
 3. 塊状, 層状の区分 塊状: 節理面が支配的な不連続面となるもの。
 層状: 層理面あるいは片理面が支配的な不連続面となるもの。
 4. 内空変位とは, トンネル施工中に実際に計測されるトンネル壁面間距離の変化で, 掘削以前に変位したものは含まない。
 5. 緩みとは, 土圧によって閉鎖されていた岩盤中の不連続面が, トンネル掘削により応力を解放することで開口し, それに沿って岩塊が重力により落下しようとするをいう。
 6. 岩石の強度とは, 割れ目の影響を受けない岩石の強度のことをいう。

参考資料 2-14

テーマ：積算 [設計段階]
BIM/CIM 実施計画書 (BEP)

BIM/CIM 実施計画書 (BEP) (案)

- 事業段階：設計段階
- ユースケース：山岳トンネル整備事業
- テーマ：積算

1. 業務概要

1.1 業務の目的

本業務は、宮城県伊具郡丸森町大張川張地内において災害復旧事業の一環として、トンネル設計を行うとともに本事業特有の事業課題を解決するものである。

1.2 業務概要

業務名：丸森地区トンネル設計業務（その2）

契約金額：〇円

業務箇所：宮城南部復興事務所管内（図 1-1 参照）

工期：令和2年6月16日～令和3年2月19日（249日間）

発注者：国土交通省 東北地方整備局 宮城南部復興事務所

受注者：株式会社オリエンタルコンサルタンツ

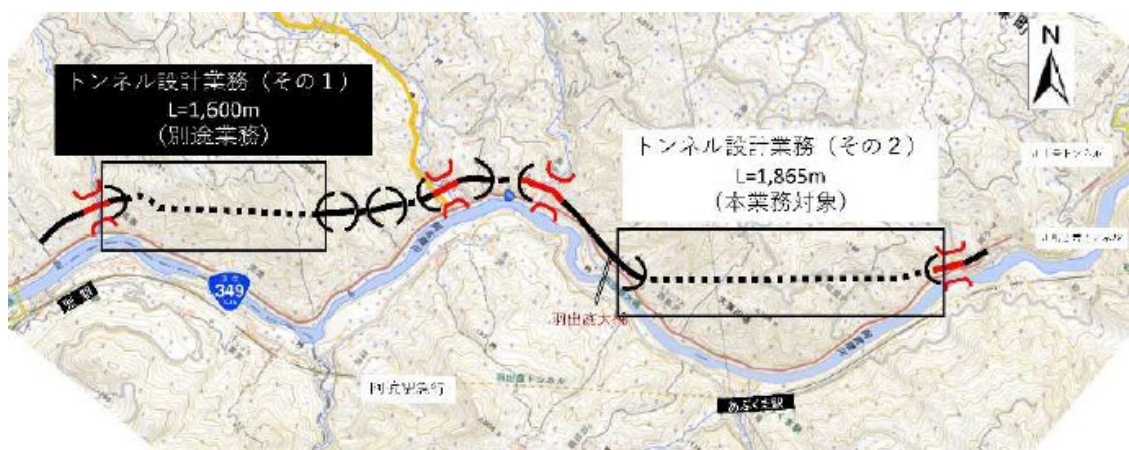


図 1-1 位置図

表 1-1 BIM/CIM 実施概要一覧

項目	詳細
業務名	丸森地区トンネル設計業務（その2）
プロジェクト名	災害復旧事業（国道349号）
履行場所	宮城県伊具郡丸森町耕野字沼～伊具郡丸森町大張川張字館地内
発注者	国土交通省 東北地方整備局 宮城南部復興事務所
調査職員	宮城南部復興事務所 ○○
受注者	株式会社オリエンタルコンサルタンツ
履行期間	令和2年6月16日～令和3年2月19日（249日間）
事業課題	<p>これまでトンネル関連の積算数量は数量一覧表、数量計算書、2次元設計図及び地山分類と断面設計をそれぞれ確認することで理解できるものとなっていた。そのため、発注者や施工者の数量計算の確認は煩雑な作業と人的ミスによって正確に行われない懸念があった。また、施工段階において設計段階で想定した地盤条件（岩区分）とは異なる地盤が現れたときに設計変更協議のための原設計確認などの資料確認業務が煩雑であった。</p> <p>そこで BIM/CIM モデルに想定された地質構造を配置しトンネルの支保パターンの根拠を明らかにするとともに岩級毎の掘削工数量、支保工（吹付コンクリート、鋼製支保工、ロックボルト）数量、鏡吹付工数量、防水工数量、覆工コンクリート量及び鉄筋量をオブジェクトのプロパティ（属性情報）の所定の欄に記載することで数量一覧表の根拠を正確に伝達することを目的とする。</p>
業務概要	<p>坑口及び明かり区間を除きトンネル掘削及び覆工部分をモデル作成範囲とする。また、岩区分の根拠となる地質構造がわかるように下図のようなイメージで準3次元モデルを配置し、岩区分線をトンネル内空線に配置する。</p>
BIM/CIM 設計成果物	<ul style="list-style-type: none"> トンネル部岩区分図

2. 担当者の配置

2.1 BIM/CIM 担当技術者

表 2-1 BIM/CIM 担当技術者リスト

役割名	氏名	所属・役職	資格・実績	担当する業務内容
				CIM 実施方針検討 CIM モデル作成管理 結果の分析・評価・ 総括
				CIM モデル作成、 電子納品
				山岳トンネルモデル 構成作成
				山岳トンネルモデル 構成作成
				CIM 実施業務の経験 を活かした実施方針 指導・作成モデルの レビュー
				CIM モデルの照査

2.2 体制組織図

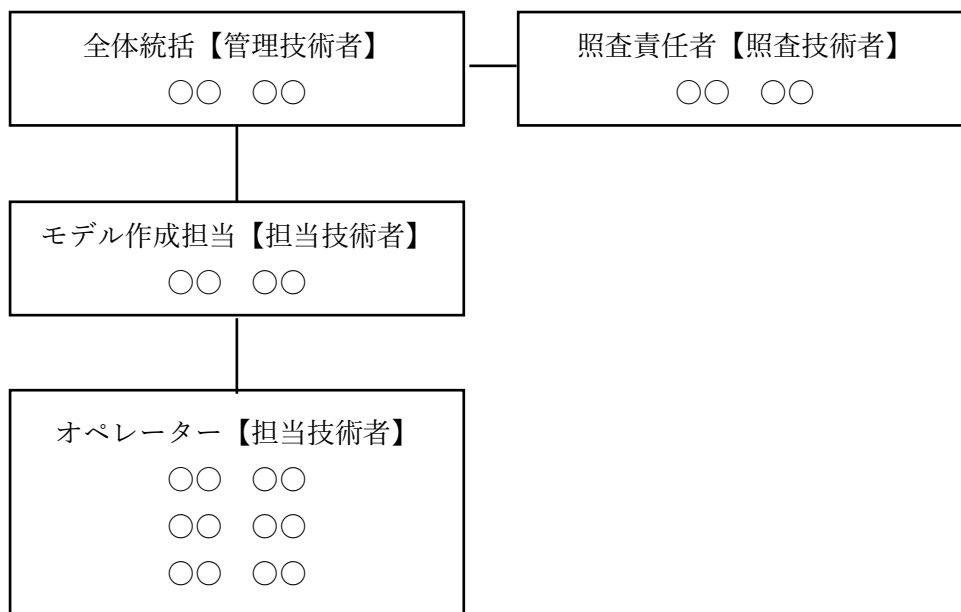


図 2-1 BIM/CIM 実施体制

3. 工程計画

「令和3年 丸森地区トンネル設計業務段階モデル確認書」に示されたプロセスマップに合わせて表3-1に示すような打合せ及び作成するモデル確認の時期を考えている。

表 3-1 工程表

自) 令和2年6月16日

至) 令和3年2月19日

年月	業務内容	打合せ内容	対象モデル
R 2.7	条件設定	条件等の確認	地形・線形・地質モデル
	関係機関調整		地形・線形・地質モデル
	線形設計		地形・線形・地質モデル
R 2.9	照査状況確認①	地形・線形の妥当性評価	地形・線形・地質モデル
	道路構造設計		本体構造モデル
R 2.11	照査状況確認②	道路構造の妥当性評価	本体構造モデル
	岩区分の設定		数量算出モデル
	土捨場の設定		数量算出モデル
	数量算出		数量算出モデル
R 3.1	照査状況確認③	岩区分・数量算出の妥当性確認	数量算出モデル
	成果品作成		
R 3.2	報告書提出・検査		

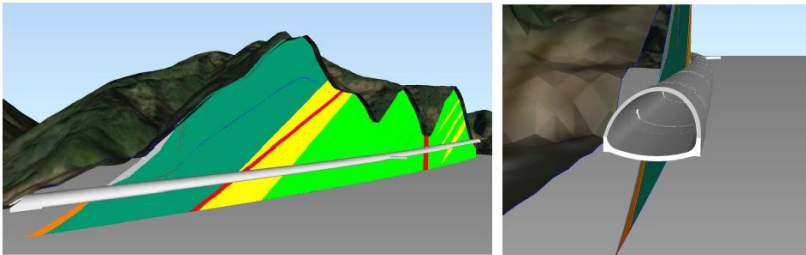
4. BIM/CIM に関する実施事項

4.1 実施目的

BIM/CIM モデルに想定された地質構造を配置しトンネルの支保パターンの根拠を明らかにするとともに岩級毎の掘削工数量，支保工（吹付コンクリート，鋼製支保工，ロックボルト）数量，鏡吹付工数量，防水工数量，覆工コンクリート量及び鉄筋量をオブジェクトのプロパティ（属性情報）の所定の欄に記載することで数量一覧表の根拠を正確に伝達することを目的とする。

4.2 実施内容

トンネルの積算数量及び仕様をトンネル全体で視覚化できるように 3D モデル（各オブジェクトに属性情報を付与したもの）としたものと，その属性情報を積算ソフトに読み込めるように csv ファイルで出力したものを電子納品要領に則って作成する。



岩区分線は支保工ピッチに合わせて設定し区間毎にソリッドのオブジェクトとして属性情報を付与する。属性情報に付与された岩区分によってソリッドを色分けすることでトンネル全体を視覚化する。

なお，区間ごとのソリッドは上半，下半，インバートに分割して作成する。

合わせて，施工段階で新たな施工管理用モデルを作成する場合に形状に不整合が生じないように線形モデルとして J-LandXML を作成し，岩区分ごとに横断面を設けることとする。

4.3 BIM/CIM の作成仕様

4.3.1 モデル作成範囲

坑口及び明かり区間を除きトンネル掘削及び覆工部分をモデル作成範囲とする。また，岩区分の根拠となる地質構造がわかるように下図のようなイメージで準 3 次元モデルを配置し，岩区分線をトンネル内空線に配置する。

施工時用モデル作成のために線形モデルとして J-LandXML 形式のモデルを作成する。このモデルには岩区分ごとに横断面を作成する。

4.3.2 詳細度

モデル化にあたっての詳細度を表 4-1 に示す。

表 4-1 詳細度

対象	詳細度	定義	サンプル
トンネル部	200	構造形式が確認できる程度の形状を有したモデル	

4.3.3 地形データの精度

地形データは細部測量データと航空測量データを用いてトンネル周辺の地形モデルを作成する。トンネル土被りの課題認識を目的とするため地形データの精度（尺度）は1/1000（1m以内）とする。

4.3.4 属性情報付与方法

ソリッドモデルのオブジェクト毎に表4-2に示すプロパティセットを設ける。

表4-2 プロパティセット

上半・下半・インバート区分	
開始測点	No.●●+△△
終了測点	No.■ ■+××
区間長	▽.×××m
岩区分	C I

また、これらの属性情報を csv ファイルとして一覧表で作成する。

4.3.5 BIM/CIM の格納

「土木設計業務等の電子納品要領，令和5年3月，国土交通省」及び「土木設計業務等の電子納品要領同解説，令和5年3月，国土交通省」より図4-1，図4-2に示すフォルダ構成とする。

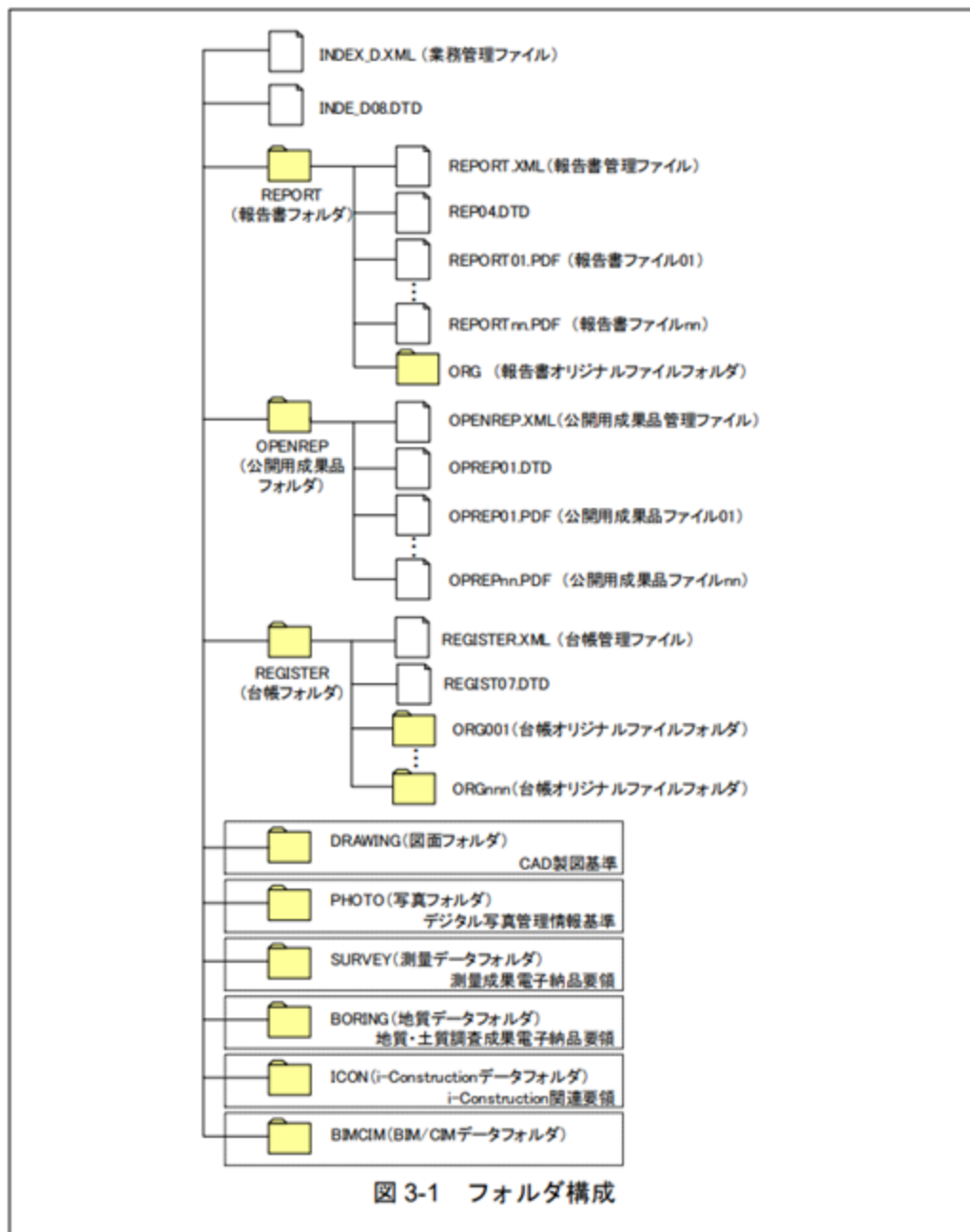


図 4-1 詳細設計成果物全体フォルダ構成

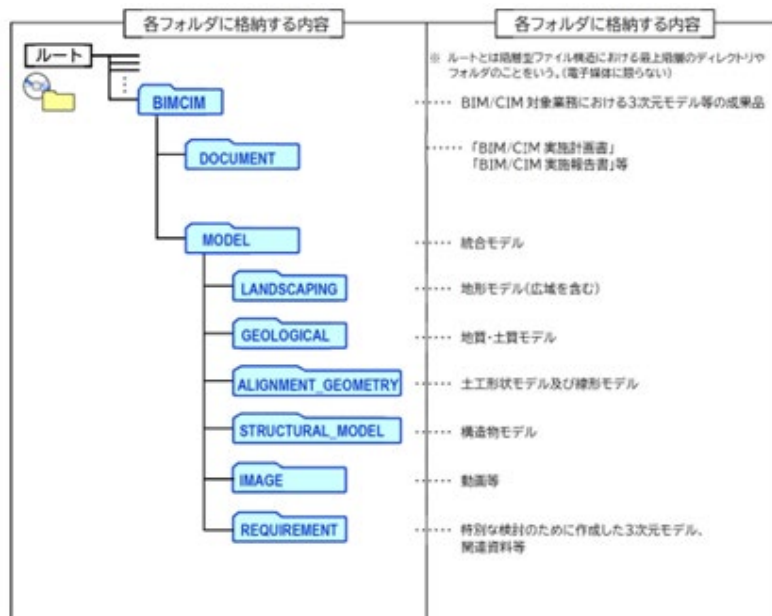


図 4-2 BIM/CIM 成果品フォルダ構成

4.3.6 使用するソフトウェア

本業務において BIM/CIM を活用するために必要なソフトウェアは bSJ が認定する IFC 検定に合格したものを使用することとし、使用するソフトウェアを以下に示す。

- ・ Autodesk Civil3D 2023
- ・ Autodesk Navisworks Manage 2023

4.3.7 データ共有環境 (CDE)

本業務において BIM/CIM を活用し、受発注者間の情報共有を円滑にするためのデータ共有環境は国土技術政策総合研究所で運用している「DX データセンター」を利用する。

5. 実施成果

5.1 成果物一覧

本業務で作成する成果物は、以下の通りとする。

- ・ BIM/CIM データ
- ・ 騒音影響予測結果 (属性情報)
- ・ 振動影響予測結果 (属性情報)
- ・ 各種ドキュメント情報 (外部参照をプロパティに付与)
- ・ 各種ドキュメント情報 (参考資料)
- ・ 解析データ (参考資料)

参考資料 2-15

テーマ：設計変更 [施工段階]

発注者情報要件 (EIR)

発注者情報要件書（EIR）（案）

- 事業段階：施工段階
- ユースケース：山岳トンネル整備事業
- テーマ：設計変更

1. EIR の目的

1.1 目的

本 EIR は「国道 349 号 丸森地区災害復旧事業」における丸森地区トンネル工事で後述する「3. 事業課題要件」に示す課題に対して、BIM/CIM の視覚的効果、情報連携による業務の効率化、高度化を図ることを目的に、BIM/CIM の活用方針（モデル、ドキュメント、データ）を受発注者間で明確にするために使用する。

1.2 EIR への対応

本 EIR に対応して受注者が具体的に実施する予定の事項、管理方法について BIM/CIM 実施計画書（BEP）（以下、「BEP」と略記）を作成し、提出すること。工事の実施中に「BEP」の変更が必要と認められる場合は、更新した上で提出すること。

また、工事竣工時には BIM/CIM 実施報告書を提出すること。

2. 工事情報

2.1 事業名称

事業名：国道 349 号 丸森地区災害復旧事業

国道 349 号は茨城県水戸市から福島県伊達市を經由し、宮城県柴田町を結ぶ約 260km の幹線道路で、丸森町内の当該路線は重要物流道路の代替・補完路に指定されている。

本災害復旧事業は、令和元年東日本台風（台風第 19 号）により被災した、国道 349 号の宮城県伊具郡丸森町耕野不動～舘矢間山田間に対し、国土交通省の権限代行により実施している。

2.2 工事名称

国道 349 号 丸森第 3 号トンネル工事

2.3 工事場所

宮城県伊具郡丸森町耕野字沼～伊具郡丸森町大張川張字舘地内

2.4 工事開始日

令和 4 年 3 月 9 日

2.5 工事終了日

令和 6 年 8 月 5 日

3. 事業課題への要件

3.1 取り組み内容

3.1.1 基本事項

BIM/CIM モデルを用いて、3次元の視覚効果を活用しつつ、測量・業務・工事等の各段階における判断すべき事項や創出すべき成果に対して、その根拠となる情報（仕様・数量・制約等）の整理、管理を行う。

また、後続に引継ぐべき情報（品質、仕様、履歴等）を特定し、後続の各段階にて加工できる媒体として記録、保管する。

これらの情報を蓄積しながら、長期的な視野でインフラ施設の計画から維持管理・運用までの建設生産プロセス全体を包括的に管理し、事業全体にわたる関係者間の情報共有を容易にすることで将来のアセットマネジメントに貢献する。

実施事項は以下の通りとする。

- ✓ 3次元モデルの作成・更新：
 - ・建設生産プロセスに活用するための3次元モデルの作成または更新
- ✓ 3次元モデルの照査：
 - ・BIM/CIMモデルと2次元図面（設計図書）との整合の確認
- ✓ 3次元モデルと属性情報の納品：
 - ・前段階から受け渡された属性情報（測量・地質情報）の更新
 - ・後段階に引継ぐべき属性情報（判断根拠、合意形成に関する情報）の保管

3.1.2 事業特有課題

これまでトンネル関連の積算数量は数量一覧表、数量計算書、2次元設計図及び地山分類と断面設計をそれぞれ確認することで理解できるものとなっていた。そのため、発注者や施工者が地山の変化に応じて設計変更を行う場合にその根拠の整理に煩雑な作業と人的ミスによって正確に行われない懸念があった。

そこで設計段階で想定された地質構造に基づくBIM/CIMモデルに対して施工段階で日常的に取得される切羽の地山情報を配置することで掘削区分（岩級）毎の掘削数量、支保パターンの延長、覆工コンクリート及び鉄筋量の設計変更数量の算出と変更根拠の整理の効率化を目的とする。地山情報をモデルに付与し実際の掘削区分を明確に残すことで維持管理段階における点検箇所の留意点や点検頻度などのマネジメントに活用することにも応用する。

3.1.3 情報要件

(1) 貸与品

地形モデル、地質・土質モデル、線形モデルは過年度成果の3次元モデルを引継ぐため、以下の成果品を貸与する。

- ・令和3年度 道路詳細設計業務
- ・令和3年度 第3号トンネル予備設計業務
- ・令和3年度 地質調査業務
- ・令和5年度 第3号トンネル詳細設計業務
- ・令和5年度 第3号トンネル積算用モデル

(2) 打合せ計画

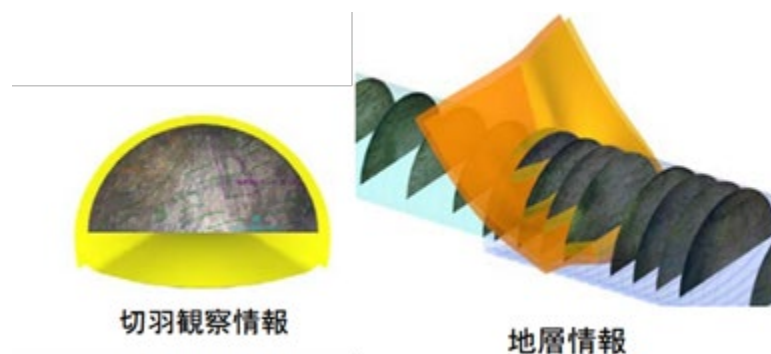
BIM/CIM を実施するにあたって、下記に示す目的において別紙「令和3年 丸森第3号トンネル工事段階モデル確認書」に示すプロセスマップで設定した打合せを計画している。ただし、これ以外に受注者が確認したい事項などがあつた場合は「BEP」で提案すること。

- ◆ 設計段階の BIM/CIM モデルと設計図書の整合性を受発注者間で確認すること。
- ◆ BEP に従つて作成されるモデルのサンプル（切羽情報の配置や属性情報の項目）によつて受発注者間で完成モデルのイメージを共有すること。
- ◆ 部分既済検査や中間技術検査において設計変更内容とモデルの整合性が取れていることを確認すること。

なお、「令和3年 丸森第3号トンネル工事段階モデル確認書」は「令和元年5月 BIM/CIM 活用における「段階モデル確認書」作成手引き【試行版】(案)」に従つて作成されているが情報確認要件でこの EIR と重複する部分は EIR を優先するものとする。

(3) モデル作成範囲

坑口及び明かり区間を除きトンネル掘削及び覆工部分をモデル作成範囲とする。また、支保パターンの根拠となる地質構造がわかるように下図のようなイメージで切羽情報を配置すること。



ただし、受注者側で作成範囲の変更の提案がある場合は「BEP」に記載し提案すること。

(4) 詳細度

以下の目的に従つて詳細度を設定する。ただし、受注者の希望によつて詳細度を変更する場合は「BEP」に記載し提案すること。

- ◆ 掘削工数量及び支保工数量、覆工コンクリート数量を岩区分毎に計算できるように設計内空半径のソリッドモデルを作成し岩区分ごとに分割すること。
- ◆ 設計内空ソリッドは上半、下半、インバートに分割すること。

(5) 属性情報

基本的に数量を算出するための数値情報と積算上単価算出のために必要な仕様や施工区分情報は分割されたトンネル設計内空のソリッドオブジェクト毎に直接付与するものとする。なお、オブジェクト名は「令和3年3月 3次元モデル成果物作成要領(案)」を参考に階層構造とするが、これに寄り難い場合は「BEP」に記載すること。さらに、その仕様や施工方法の根拠となる情報は外部参照とするが、該当ページまで誘導されるように格納されているフォルダとファイル名および該当ページをプロパティに付与するものとする。

以下に付与すべき主な属性情報を列挙するので、その付与方法については受注者が「BEP」に具体的な内容を記載すること。

- ◆ 切羽観察記録として切羽写真、A計測、B計測、岩判定（切羽判定表）
- ◆ 掘削ズリの運搬先及び仮置きの有無
- ◆ 補助工法を実施した場合の仕様及び数量

3.1.4 管理方針

(1) 適用基準

本業務の BIM/CIM 活用で適用する基準・要領等は下記の通りとするが、この EIR に記載した内容を優先する。ただし、受注者の希望によって詳細度を変更する場合は「BEP」に記載し提案すること。

- ・ BIM/CIM 活用ガイドライン 第 1 編 共通編
- ・ BIM/CIM 活用ガイドライン 第 5 編 道路編
- ・ 事業監理のための統合モデル活用ガイドライン（素案）
- ・ 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）
- ・ BIM/CIM 活用における「段階モデル確認書」作成手引き【試行版】（案）
- ・ 3 次元モデル成果物作成要領（案）
- ・ 土木工事数量算出要領（案）に対応する BIM/CIM モデル作成の手引き（案）
- ・ 土木工事等の情報共有システム活用ガイドライン

(2) 体制

本業務において BIM/CIM を活用するために必要な体制を「BEP」に記載すること。

3.1.5 技術要件

(1) 使用ソフトウェア

本業務において BIM/CIM を活用するために必要なソフトウェアは bSJ が認定する IFC 検定に合格したものを使用することとし、使用するソフトウェアを「BEP」に記載すること。なお、設計段階で作成された BIM/CIM モデルのファイル形式は「丸森地区トンネル設計業務 BIM/CIM 実施報告書」に記載のとおりである。

(2) データ共有環境（CDE）

本工事において BIM/CIM を活用し、受発注者間の情報共有を円滑にするためのデータ共有環境は国土技術政策総合研究所で運用している「DX データセンター」を基本とする。作業領域のフォルダやアーカイブ（納品）フォルダ及び使用可能なソフトウェアの取り扱いなど詳細な内容については別紙「令和 3 年 丸森地区トンネル設計業務段階モデル確認書」に記載するが、サブフォルダの構成や成果品のフォルダ構成については最適な環境を検討した上で「BEP」に記載すること。

参考資料 2-16

テーマ：設計変更 [施工段階]

BIM/CIM 実施計画書 (BEP)

BIM/CIM 実施計画書（BEP）（案）

- 事業段階：施工段階
- ユースケース：山岳トンネル整備事業
- テーマ：設計変更

1. 工事の概要

本工事は、国道349号丸森第3号トンネル新設に伴うトンネルを構築する工事（図 1.1 参照）である。また、国土交通省が提唱する i-Construction の取り組みにおいて、BIM/CIM（Building/Construction Information Modeling, Management）を導入することにより「発注者情報要件（EIR）書（案）ユースケース：山岳トンネル整備事業施工編～設計変更～」に記載の本事業特有の事業課題を解決するものである。

表 1-1 工事の概要

項目名	詳細												
工事名	国道349号 丸森第3号トンネル工事												
プロジェクト名													
履行場所	宮城県伊具郡丸森町耕野字沼～伊具郡丸森町大張川張字館地内												
発注者	国土交通省 ●●地方整備局 ▽▽復興事務所												
調査職員													
受注者	●●建設株式会社												
履行期間	令和4年3月9日～令和6年8月5日：29ヶ月												
工事概要	<div data-bbox="517 622 1286 927" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>(主な工事内容) 丸森第3号トンネル L=1,893m</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">掘削・支保工</td> <td style="text-align: right;">1,891.8 m</td> </tr> <tr> <td>覆工</td> <td style="text-align: right;">1,891.8 m</td> </tr> <tr> <td>インバート工</td> <td style="text-align: right;">243.0 m</td> </tr> <tr> <td>坑門工</td> <td style="text-align: right;">2 箇所</td> </tr> <tr> <td>トンネル仮設備工</td> <td style="text-align: right;">1 式 その他明り工事</td> </tr> <tr> <td>請負金額</td> <td style="text-align: right;">4,432,010,000円 (税抜き)</td> </tr> </table> </div> <div data-bbox="571 936 919 1173" style="text-align: center;"> </div>	掘削・支保工	1,891.8 m	覆工	1,891.8 m	インバート工	243.0 m	坑門工	2 箇所	トンネル仮設備工	1 式 その他明り工事	請負金額	4,432,010,000円 (税抜き)
掘削・支保工	1,891.8 m												
覆工	1,891.8 m												
インバート工	243.0 m												
坑門工	2 箇所												
トンネル仮設備工	1 式 その他明り工事												
請負金額	4,432,010,000円 (税抜き)												
BIM/CIM 対象構造物	トンネル (延長 L=1,893m)												
貸与資料	<ul style="list-style-type: none"> ・ 令和3年度 道路詳細設計業務 ・ 令和3年度 第3号トンネル予備設計業務 ・ 令和3年度 地質調査業務 ・ 令和5年度 第3号トンネル詳細設計業務 ・ 令和5年度 発注者情報要件 (EIR) 書 (案) ・ 令和5年度 第3号トンネル積算用モデル 												



図1-1 位置図

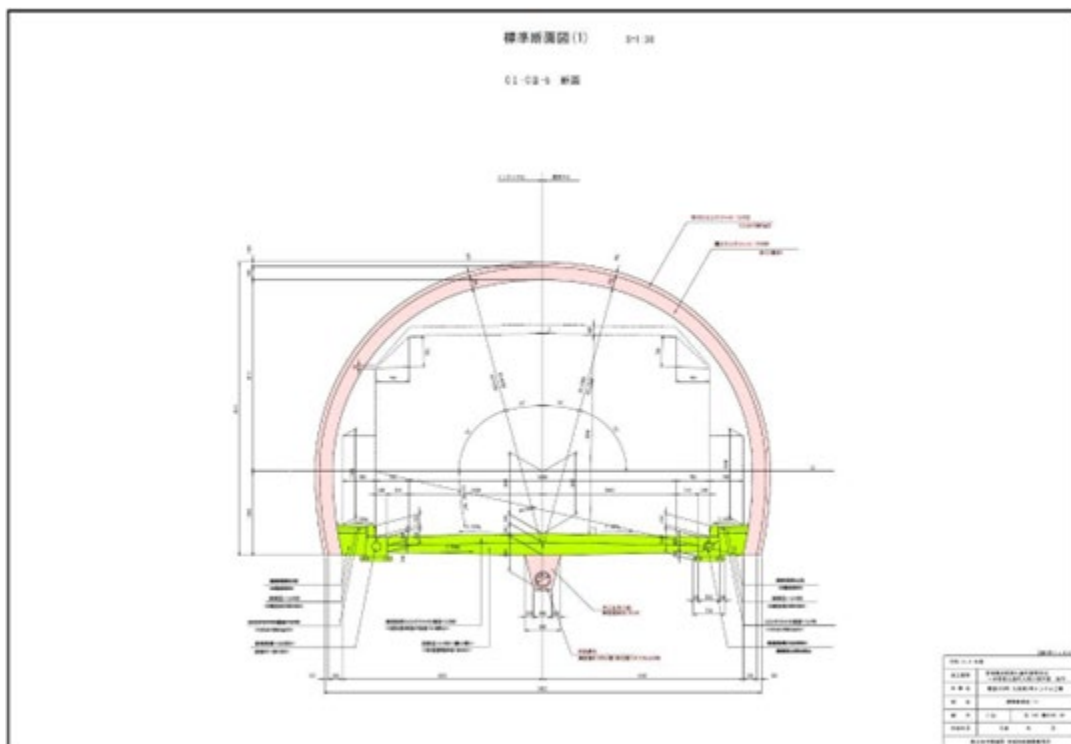


図1-2 標準断面図

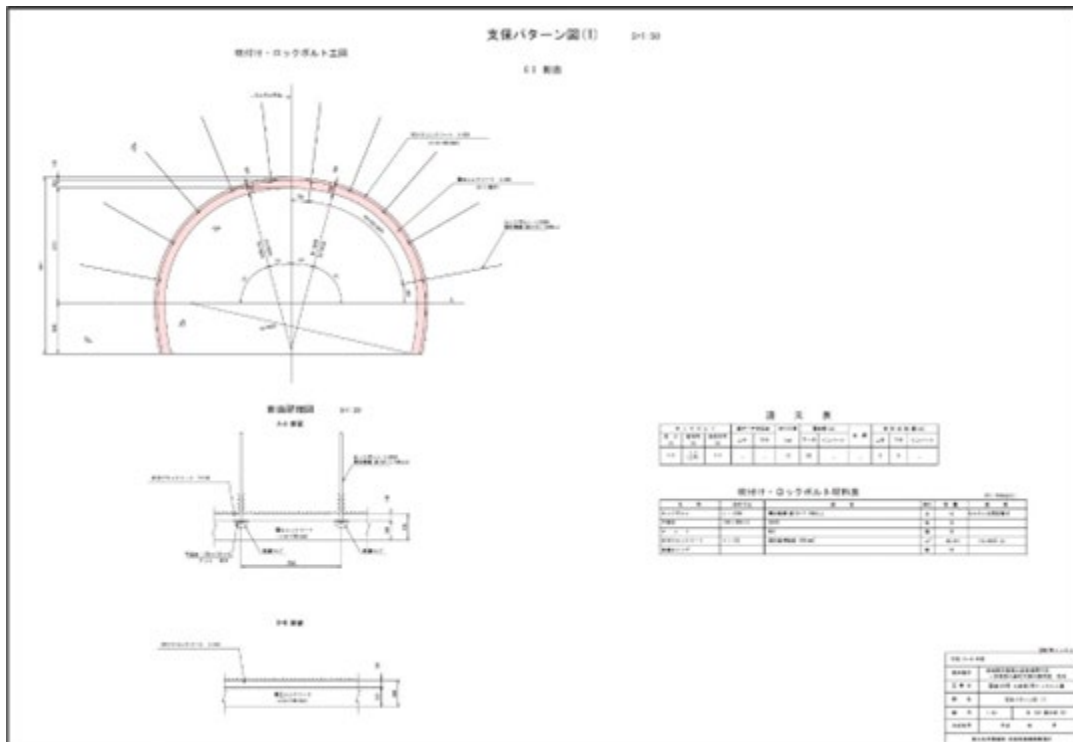


図1-3 支保パターン図

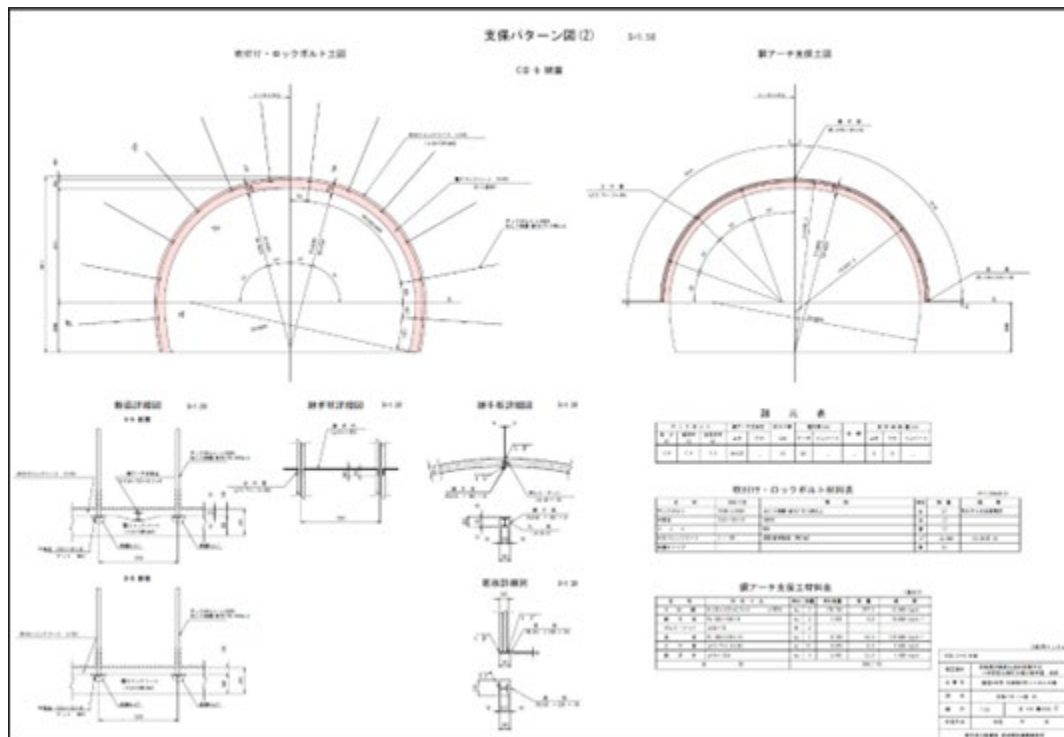


図1-4 鋼製支保工図

2. 担当者の配置

2.1 BIM/CIM 担当技術者

BIM/CIM 全体統括は、監理技術者が兼務するものとする。また、BIM/CIM モデル作成調整者として、ICT 活用など現場の生産性向上の経験が豊富な現場職員を配置する。

また、国土技術政策総合研究所の BIM/CIM 関連業務、ICT 活用工事に精通し、土木学会や日本建設連合会において BIM/CIM 関連の委員会に参画するなど BIM/CIM の知見が深い土木技術部 ICT 推進グループの人員を配置する。

表 2-1 BIM/CIM 担当技術者一覧表

役割名	氏名	所属・役職	資格・実績	担当内容
BIM/CIM 全体統括	■■ ■■	丸森 3 号トンネル作業所 ・監理技術者	1 級土木施工管理技士	全体管理
BIM/CIM モデル作成調整	■■ ■■	丸森 3 号トンネル作業所 ・主任	1 級土木施工管理技士	モデル作成調整
CAD オペレータ (責任者)	■■ ■■	土木技術部 ICT 推進 グループ ・主任	1 級土木施工管理技士 コンクリート技士	モデル作成・更新
BIM/CIM モデル照査	■■ ■■	丸森 3 号トンネル作業所 ・担当	1 級土木施工管理技士 コンクリート技士	モデル照査
BIM/CIM モデル照査 (補佐)	■■ ■■	土木技術部 ICT 推進 グループ ・主査	技術士 (建設部門) 1 級土木施工管理技士 コンクリート技士	モデル照査

2.2 体制組織図

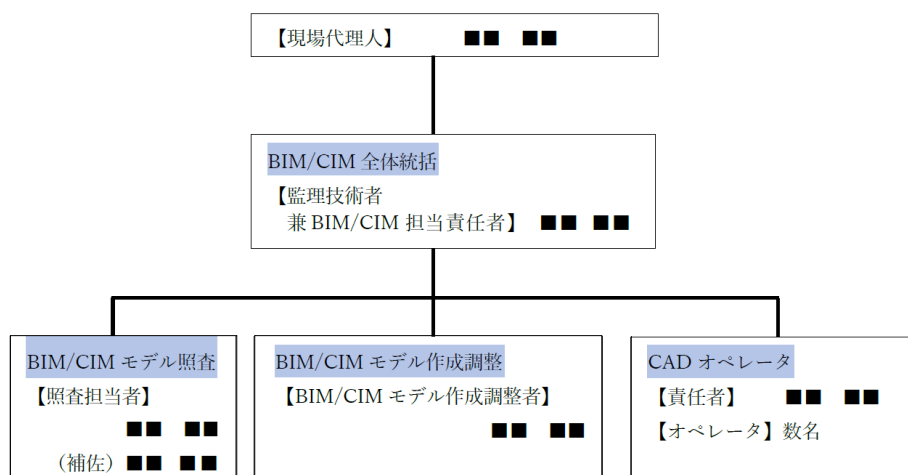
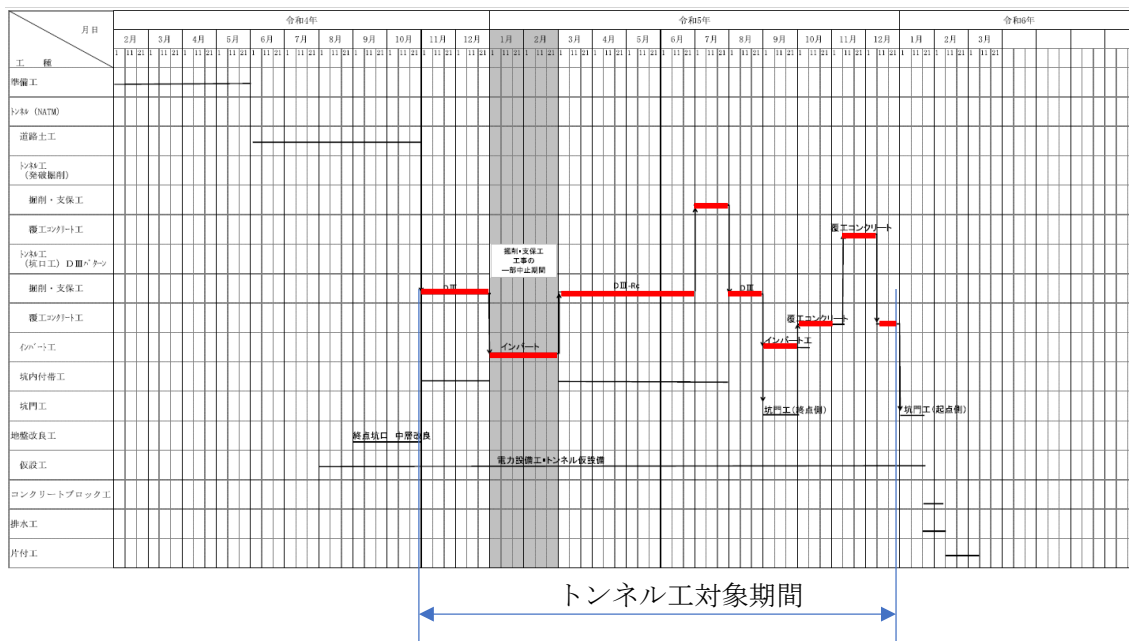


図 2-1 体制組織図

3. 工程計画

BIM/CIM 活用は、下表に示す工事工程のうち対象期間（トンネル工）において実施する。

表 3-1 工程計画案



この期間において、着手当初の1か月後に BIM/CIM モデルの作成状況を確認し、設計変更協議対象となる施工条件の変更（地山の岩区分の変更等）が生じるとに BIM/CIM モデルを活用する。

また、竣工時にトンネル範囲の地盤情報を属性情報として付与した BIM/CIM モデルを納品する。

4. BIM/CIM に関する実施事項

BIM/CIM 活用工事【発注者指定型】として、以下の項目を実施する。

- ✓ 3次元モデルの作成・更新：
 - 建設生産プロセスに活用するための3次元モデルの作成または更新
- ✓ 3次元モデルの照査：
 - BIM/CIMモデルと2次元図面（設計図書）との整合の確認
- ✓ 3次元モデルと属性情報の納品：
 - 前段階から受け渡された属性情報（測量・地質情報）の更新
 - 後段階に引継ぐべき属性情報（判断根拠，合意形成に関する情報）の保管
- ✓ 設計変更数量の算出と変更根拠の整理の効率化：
 - 地山情報をモデルに付与
 - 掘削区分（岩級）毎の掘削数量，支保パターンの延長，覆工コンクリート及び鉄筋量

4.1 実施目的

トンネル地質情報を BIM/CIM モデルに一元的に集約することで、設計変更協議を迅速に進めることと不可視部分となる地質情報を維持管理段階に引き継ぐデータとすることを目的とする。

4.2 BIM/CIM モデルの作成及び更新

4.2.1 BIM/CIM モデル作成・更新の対象範囲及びデータファイル

設計段階で作成された BIM/CIM モデルに日常的に観測された地質情報（A 計測，切羽写真，切羽スケッチ）を図 4-1 のようなイメージで付与する。

設計 BIM/CIM モデルを活用し，4.2.2 BIM/CIM モデルの詳細度に基づき，トンネル支保パターン区分の更新を行う。モデル作成は Civil3D を使い，更新されたソリッドモデルは設計段階とは別レイヤーとする。また，プロパティセットは設計段階と同様のものを使い効率的に設計変更金額の算出できるように csv ファイルを出力する。

設計変更協議の打合せ簿と紐付けるために Navisworks を用いて Meet フォルダの該当する打合せ簿と外部リンクさせる。

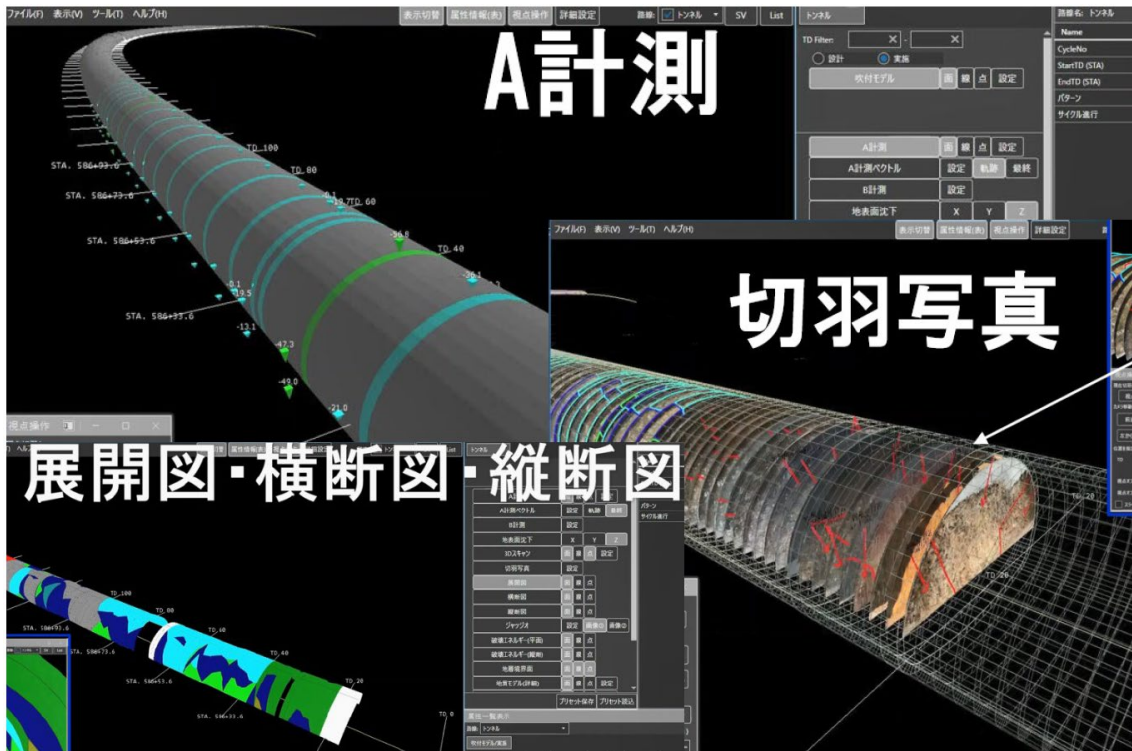


図 4-1 地質情報イメージ

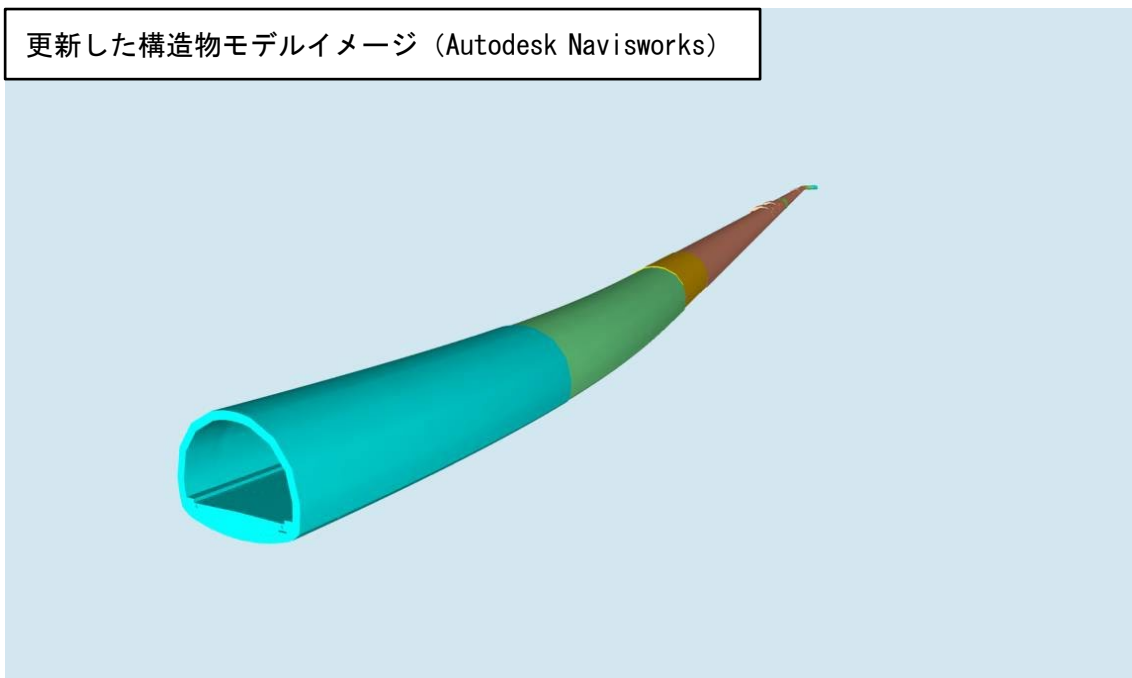


図 4-2 岩区分モデル

4.2.2 BIM/CIM モデルの詳細度

今回の BIM/CIM 活用の目的は必ずしも詳細な形状情報を必要としないため、設計段階と同様の詳細度で作成する。

4.2.3 属性情報及び参照資料

(1) 属性情報

モデルの付与する属性情報の項目および内容については、「発注者情報要件 (EIR) 書 (案) ユースケース：山岳トンネル整備事業施工編～設計変更～」に記載のとおり、以下の内容を付与する。

- ・ 切羽観察記録として切羽写真，A 計測，B 計測，岩判定（切羽判定表）
- ・ 掘削ズリの運搬先及び仮置きの有無
- ・ 補助工法を実施した場合の仕様及び数量

これ以外に付与する情報が発生した場合は受発注者間で協議し設定するものとする。モデルの作成は Autodesk Civil3D を使用するが、属性情報の付与は Autodesk Navisworks 及び Navis+を使用する。

4.3 使用するソフトウェア，オリジナルデータの種類

本工事の BIM/CIM モデル作成及び活用において、使用するソフトウェアを表 4-1 に示す。

表 4-1 使用するソフトウェア

ソフトウェア名（開発会社名）	バージョン	用途
Autodesk Autocad Civil3D (Autodesk)	2021	モデル作成
Autodesk Navisworks Simulate (Autodesk)	2021	モデル統合，施工ステップ 4D シミュレーション作成
Navis+（伊藤忠テクノソリューションズ）	2021	属性情報付与
Autodesk NavisworksFreedom (Autodesk)	2021	モデル閲覧
Autodesk 3dsMAX (Autodesk)	2020	モデル編集・変換

本工事の BIM/CIM モデルおよび活用において、納品するオリジナルデータを表 4-2 及び表 4-3 に示す。

表 4-2 オリジナル納品ファイル形式及び適用ソフトウェア

モデル区分	ファイル形式	適用ソフトウェア	前工程ファイルの更新
線形モデル	dwg, Land-XML	Civil3D	未更新（変更なし）
土工形状モデル	dwg, Land-XML	Civil3D	新規？
地形モデル	dwg, Land-XML	Civil3D	未更新
構造物モデル (トンネル)	dwg,nwd	Civil3D	更新
地質・土質モデル	dwg, nwd	Civil3D	更新
統合モデル	nwd	Navisworks	更新

表 4-3 閲覧用納品ファイルの形式及び適用ソフトウェア

モデル区分	ファイル形式	閲覧ソフトウェア名	確認用ファイル名
地形モデル	nwd,	NavisworksFreedom	地形モデル
地質・土質モデル	nwd	NavisworksFreedom	地質・土質モデル
統合モデル	nwd	NavisworksFreedom	統合モデル

4.4 情報共有システム

本業務において BIM/CIM を活用し、受発注者間の情報共有を円滑にするためのデータ共有環境は国土技術政策総合研究所で運用している「DX データセンター」を利用する。

4.5 成果品の作成

「土木設計業務等の電子納品要領，令和5年3月，国土交通省」及び「土木設計業務等の電子納品要領同解説，令和5年3月，国土交通省」より図4-3，図4-4に示すフォルダ構成とする。

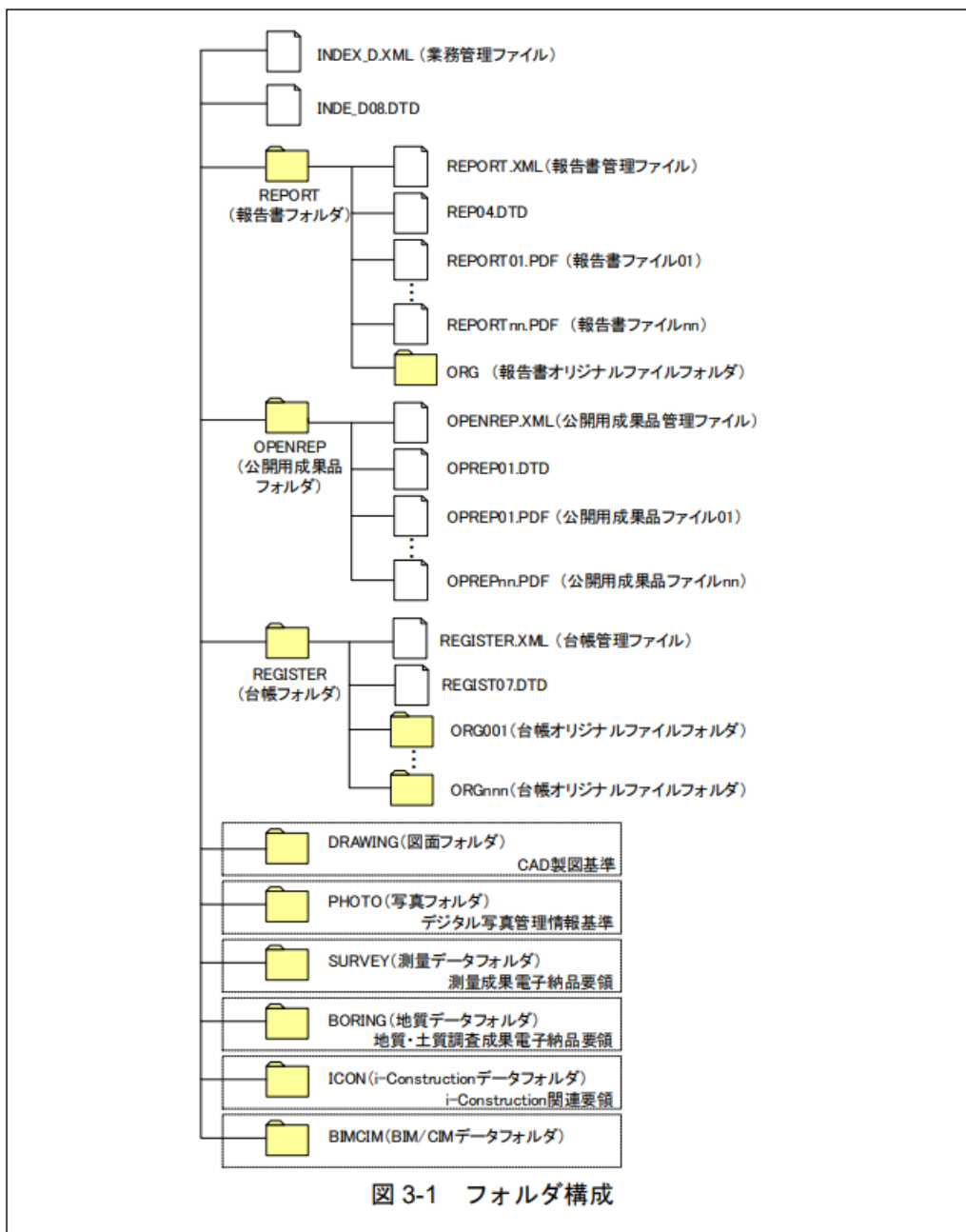


図 3-1 フォルダ構成

図 4-3 詳細設計成果物全体フォルダ構成

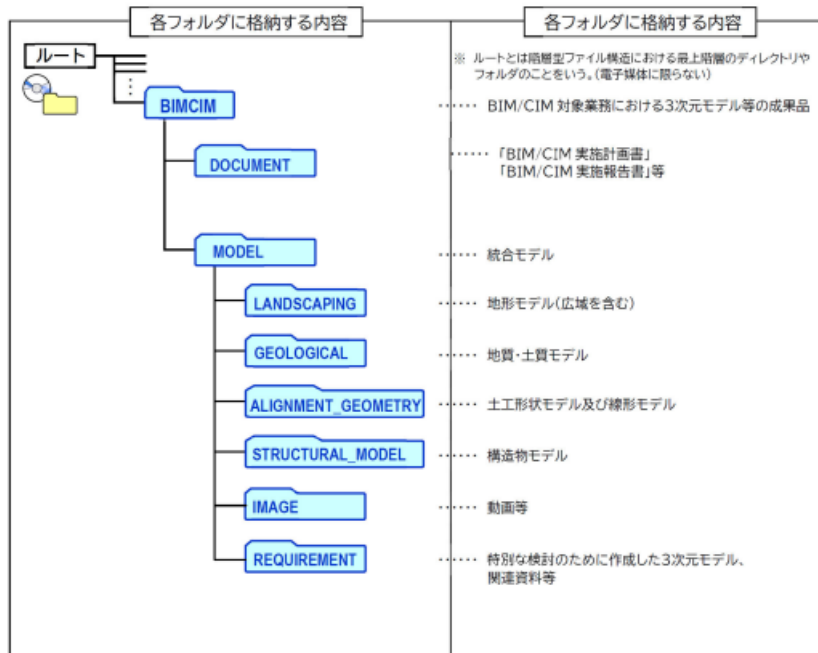


表 4-4 BIM/CIM 成果品フォルダ構成

参考資料 2-17

テーマ：施工情報・品質情報 [施工段階]

発注者情報要件 (EIR)

発注者情報要件書（EIR）（案）

- 事業段階：施工段階
- ユースケース：山岳トンネル整備事業
- テーマ：施工情報・品質情報

1. EIR の目的

1.1 目的

本 EIR は「国道 349 号 丸森地区災害復旧事業」における国道 349 号 丸森第 3 号トンネル工事で後述する「3.事業課題要件」に示す課題に対して、BIM/CIM の視覚的効果、情報連携による業務の効率化、高度化を図ることを目的に、BIM/CIM の活用方針（モデル、ドキュメント、データ）を受発注者間で明確にするために使用する。

1.2 EIR への対応

本 EIR に対応して受注者が具体的に実施する予定の事項、管理方法について BIM/CIM 実施計画書（BEP）（以下、「BEP」と略記）を作成し、提出すること。工事の実施中に「BEP」の変更が必要と認められる場合は、更新した上で提出すること。

また、工事完了時には BIM/CIM 実施報告書を提出すること。

2. 工事情報

2.1 事業名称

事業名：国道 349 号 丸森地区災害復旧事業

国道 349 号は茨城県水戸市から福島県伊達市を經由し、宮城県柴田町を結ぶ約 260km の幹線道路で、丸森町内の当該路線は重要物流道路の代替・補完路に指定されている。

本災害復旧事業は、令和元年東日本台風（台風第 19 号）により被災した、国道 349 号の宮城県伊具郡丸森町耕野不動～舘矢間山田間に対し、国土交通省の権限代行により実施している。

2.2 工事名称

国道 349 号 丸森第 3 号トンネル工事

2.3 工事場所

宮城県伊具郡丸森町耕野字沼～伊具郡丸森町大張川張字舘地内

2.4 工事開始日

令和4年3月9日

2.5 工事終了日

令和6年8月5日

3. BIM/CIM 実施要件

3.1 取り組み内容

3.1.1 基本事項

BIM/CIM モデルを用いて、3次元の視覚効果を活用しつつ、測量・業務・工事等の各段階における判断すべき事項や創出すべき成果に対して、その根拠となる情報(仕様・数量・制約等)の整理、管理を行う。

また、後続に引継ぐべき情報(品質、仕様、履歴等)を特定し、後続の各段階にて加工できる媒体として記録、保管する。

これらの情報を蓄積しながら、長期的な視野でインフラ施設の計画から維持管理・運用までの建設生産プロセス全体を包括的に管理し、事業全体にわたる関係者間の情報共有を容易にすることで将来のアセットマネジメントに貢献する。

実施事項は以下の通りとする。

- ✓ 3次元モデルの作成・更新：
 - ・建設生産プロセスに活用するための3次元モデルの作成または更新
- ✓ 3次元モデルの照査：
 - ・BIM/CIMモデルと2次元図面(設計図書)との整合の確認
- ✓ 3次元モデルと属性情報の納品：
 - ・前段階から受け渡された属性情報(測量・地質情報)の更新
 - ・後段階に引継ぐべき属性情報(判断根拠、合意形成に関する情報)の保管

3.1.2 事業特有課題

施工段階において、上流工程より受け渡された3次元モデルを活用し、地質、騒音、浸水等のリスクに関するシミュレーションや施工ステップの確認といったBIM/CIMの活用が行われる。BIM/CIMの活用結果や施工段階において取得したデータを下流工程に受け渡し、維持管理段階における施工の品質情報や不可視部分に関する情報などの情報収集を容易化することを目的とする。

維持管理・修繕等におけるBIM/CIM活用のため、設計変更や施工段階で得た情報を基にモデルを更新し、工事において得た情報をBIM/CIMモデルにプロパティ(属性情報)として記載する。

3.1.3 情報要件

(1) 貸与品

地形モデル，地質・土質モデル，線形モデル，構造物モデル（3号橋，第3号トンネル）は過年度成果の3次元モデルを引継ぐため，以下の成果品を貸与する。

- ・ 令和3年度 道路詳細設計業務
- ・ 令和3年度 第3号トンネル予備設計業務
- ・ 令和3年度 地質調査業務
- ・ 令和4年度 3号橋詳細設計業務
- ・ 令和5年度 第3号トンネル詳細設計業務

(2) 打合せ計画

BIM/CIMを実施するにあたって，下記に示す各段階において打合せを計画している。ただし，これ以外に受注者が確認したい事項などがあった場合は「BEP」で提案すること。

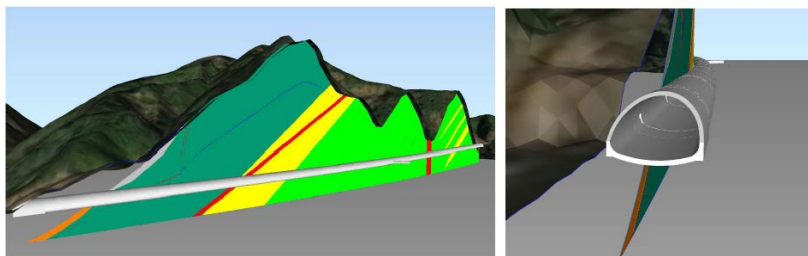
- ・ BEP作成時（貸与データの照査）
- ・ 中間協議時（BIM/CIM活用の進捗状況およびモデル作成状況の確認）
- ・ 竣工検査完了時（BIM/CIM活用の実施結果および成果品の確認）

(3) モデル作成範囲

「3.1.1 基本事項」及び「3.1.2 事業特有課題」に対する提案内容に応じた3次元モデル作成範囲について発注者と協議した上で，決定した事項を「BEP」に記載すること。

なお，本工事において作成するモデルの範囲は下記を想定している。

- ・ 線形モデル
- ・ 構造物モデル（本体工モデル，坑門工モデル，排水構造物モデル）
- ・ 地形モデル（準3次元地盤モデル）



準3次元モデルイメージ

(4) 詳細度

以下の目的に従って詳細度を設定する。ただし，受注者の希望によって詳細度を変更

する場合は「BEP」に記載し提案すること。

- ◆ 原則，設計段階より取得した 3 次元モデルを活用し，設計変更や施工段階で新規取得した情報に従って更新を行う。更新の際は，元の 3 次元モデルの詳細度を維持することを基本とする。
- ◆ ただし，維持管理・修繕等における設備管理を目的とし，箱抜き位置および形状をモデル内で表現すること。その際の詳細度は 300 を想定している。
- ◆ 支保パターンの根拠となる地質構造がわかるように準 3 次元地盤モデルを作成する。

(5) 属性情報

維持管理・修繕等に必要な属性情報をオブジェクト毎に直接付与もしくは外部参照を行う。なお，オブジェクト名は「令和 3 年 3 月 3 次元モデル成果物作成要領（案）」を参考に階層構造とする。BIM/CIM モデルに記載する属性情報として下記の項目から該当するものを選択する。付与する属性情報および付与方法について「BEP」に記載すること。

- ・ 地山に関する情報
 - 切羽観察記録
 - 切羽前方探査・追加ボーリング結果
 - き裂分布
 - 崩落岩塊
 - 岩石・岩盤試験結果
 - 地下水観測結果
 - 多量湧水箇所
- ・ 計測情報
 - A 計測結果
 - B 計測結果
- ・ 品質管理記録等
 - 支保パターン
 - 吹付けコンクリート
 - 鋼製支保工
 - ロックボルト
 - 覆工コンクリート
 - 防水工
 - 初期クラック調査
 - 追加補助工法

3.1.4 管理方針

(1) 適用基準

本工事の BIM/CIM 活用で適用する基準・要領等は下記の通りとするが、この EIR に記載した内容を優先する。ただし、受注者の希望によって詳細度を変更する場合は「BEP」に記載し提案すること。

- ・ BIM/CIM 活用ガイドライン 第1編 共通編
- ・ BIM/CIM 活用ガイドライン 第5編 道路編
- ・ 事業監理のための統合モデル活用ガイドライン（素案）
- ・ 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）
- ・ BIM/CIM 活用における「段階モデル確認書」作成手引き【試行版】（案）
- ・ 3次元モデル成果物作成要領（案）
- ・ 土木工事数量算出要領（案）に対応する BIM/CIM モデル作成の手引き（案）
- ・ 土木工事等の情報共有システム活用ガイドライン

(2) 体制

本工事において BIM/CIM を活用するために必要な体制を「BEP」に記載すること。

3.1.5 技術要件

(1) 使用ソフトウェア

本工事において BIM/CIM を活用するために必要なソフトウェアは bSJ が認定する IFC 検定に合格したものを使用することとし、使用するソフトウェアを「BEP」に記載すること。

(2) データ共有環境（CDE）

本工事において BIM/CIM を活用し、受発注者間の情報共有を円滑にするためのデータ共有環境は、国土技術政策総合研究所で運用している「DX データセンター」の利用、もしくは「情報共有システム提供者機能要件工事 Rev.5.5 対応状況一覧表」に掲載されているベンダーが提供するサービスの利用のいずれかを基本とする。作業領域のフォルダやアーカイブ（納品）フォルダ及び使用可能なソフトウェアの取り扱いなど詳細な内容については別紙「令和3年 丸森地区トンネル設計業務段階モデル確認書」に記載するが、サブフォルダの構成や成果品のフォルダ構成については最適な環境を検討した上で「BEP」に記載すること。

参考資料 2-18

テーマ：施工情報・品質情報 [施工段階]

BIM/CIM 実施計画書 (BEP)

BIM/CIM 実施計画書（BEP）（案）

- 事業段階：施工段階
- ユースケース：山岳トンネル整備事業
- テーマ：施工情報・品質情報

1. 工事の概要

本工事は、国道349号丸森第3号トンネル新設に伴うトンネルを構築する工事(表1-1 参照)である。また、国土交通省が提唱する i-Construction の取り組みにおいて、BIM/CIM (Building/Construction Information Modeling, Management) を導入することにより ICT の全面的活用を推進し、CIM モデルの活用による建設生産・管理システム全体の課題解決および業務効率化を図ることを目的とする BIM/CIM 活用工事（発注者指定型）である。BIM/CIM 活用とともに本事業特有の事業課題を解決するものである。

表 1-1 工事の概要

項目名	詳細
工事名	国道349号 丸森第3号トンネル工事
プロジェクト名	
履行場所	宮城県伊具郡丸森町耕野字沼～伊具郡丸森町大張川張字館地内
発注者	国土交通省 東北地方整備局 宮城南部復興事務所
調査職員	
受注者	●●建設株式会社
履行期間	令和4年3月9日～令和6年8月5日：29ヶ月
工事概要	<p>BIM/CIM 活用工事【発注者指定型】として、以下の項目を実施する。</p> <p>① 設計BIM/CIMモデルを活用した図面照査及び施工計画の検討</p> <p>② BIM/CIMモデルを活用した検討の実施</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ BIM/CIM を活用した監督・検査の効率化 ・ BIM/CIM を活用した変更協議等の効率化 ・ リスクに関するシミュレーション（地質，騒音，浸水等） ・ 対外説明（関係者協議，住民説明，広報等） <p>（上記検討項目のいずれかを実施）</p> <p>③ 3次元モデルの照査</p> <p>④ 3次元モデルと属性情報の納品</p>
BIM/CIM 対象構造物	トンネル（延長 L=1,893m）
貸与資料	<ul style="list-style-type: none"> ・ 令和3年度 道路詳細設計業務 ・ 令和3年度 第3号トンネル予備設計業務 ・ 令和3年度 地質調査業務 ・ 令和4年度 3号橋詳細設計業務 ・ 令和5年度 第3号トンネル詳細設計業務



図 1-1 位置図

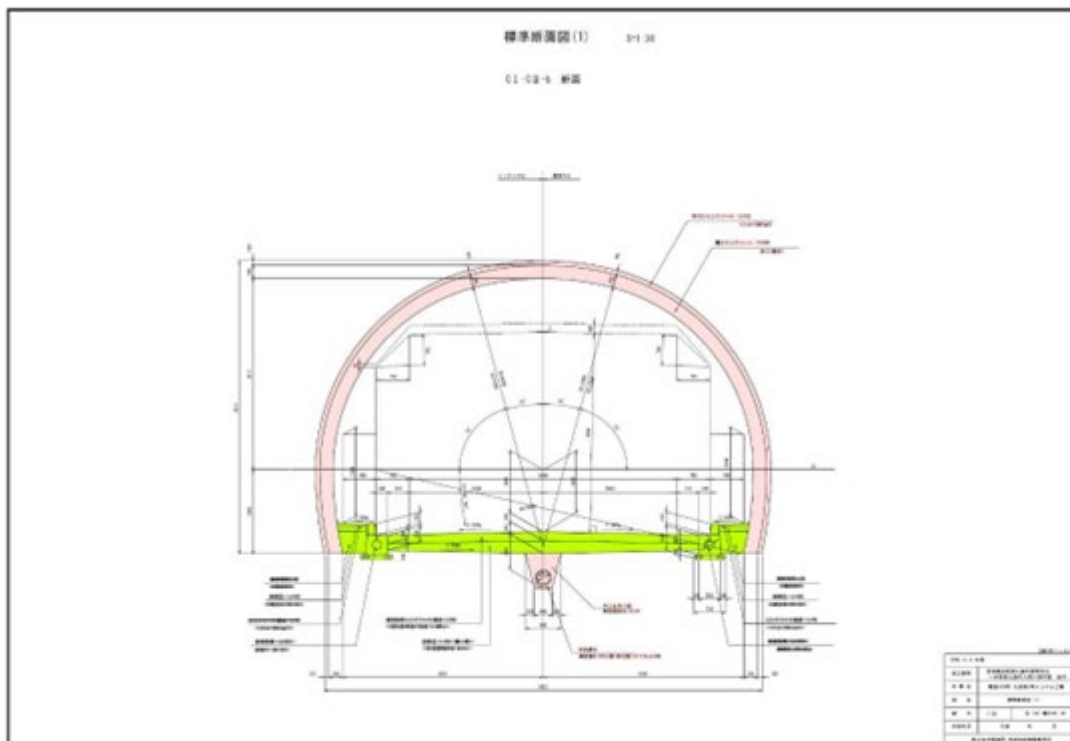


図 1-2 標準断面図

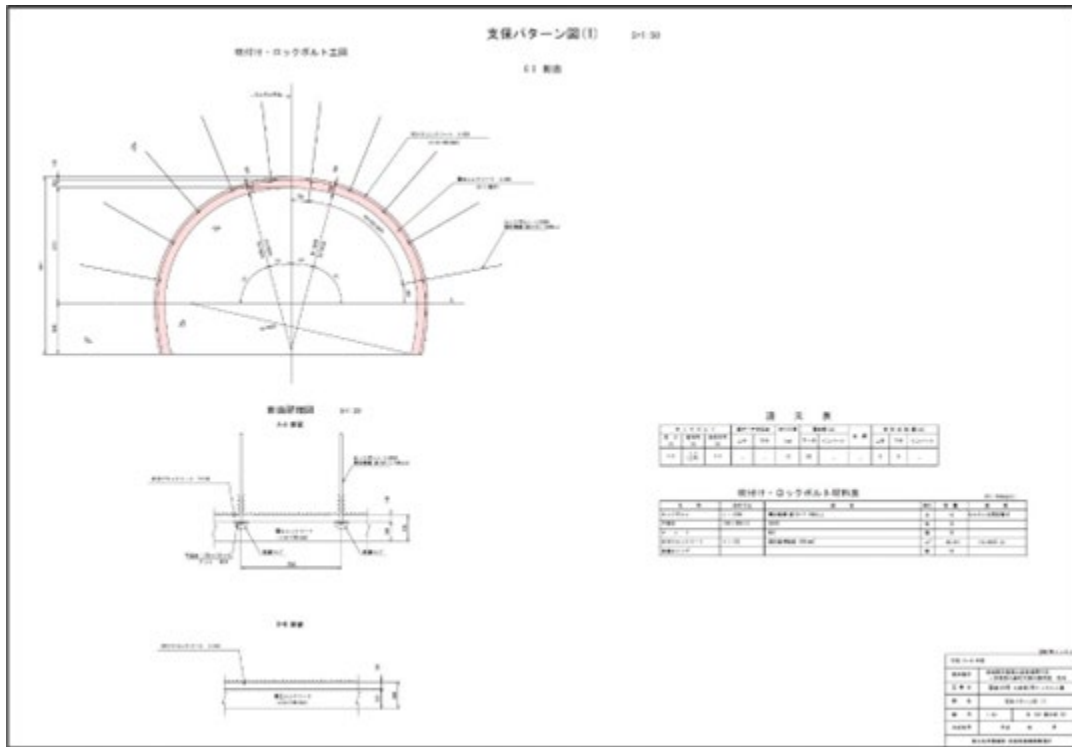


図 1-3 支保パターン図

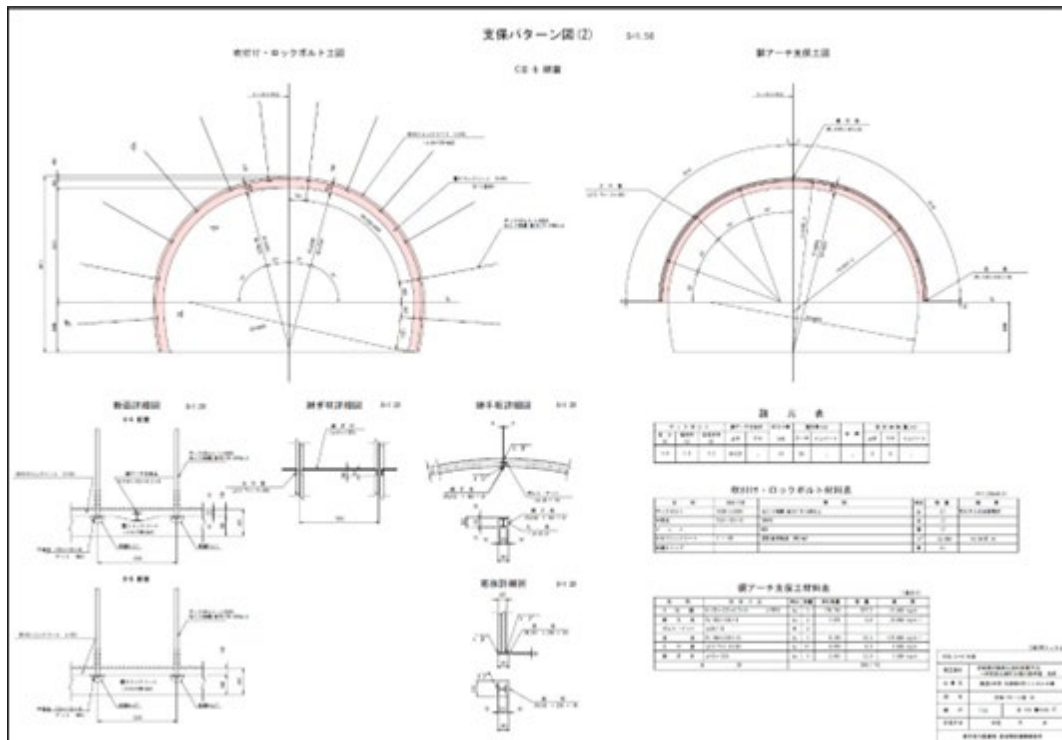


図 1-4 鋼製支保工図

2. 検討体制

2.1 BIM/CIM 担当技術者

BIM/CIM 全体統括は、監理技術者が兼務する。また、BIM/CIM モデル作成調整者として、ICT 活用など現場の生産性向上の経験が豊富な現場職員を配置する。

また、国土技術政策総合研究所の BIM/CIM 関連業務、ICT 活用工事に精通し、土木学会や日本建設連合会において BIM/CIM 関連の委員会に参画するなど BIM/CIM の知見が深い土木技術部 ICT 推進グループの人員を配置する。

表 2-1 BIM/CIM 担当技術者一覧表

役割名	氏名	所属・役職	資格・実績	担当内容
BIM/CIM 全体統括	■■ ■■	丸森 3 号トンネル作業 所 ・監理技術者	1 級土木施工管理技士	全体管理
BIM/CIM モデル作成調整	■■ ■■	丸森 3 号トンネル作業 所 ・主任	1 級土木施工管理技士	モデル 作成調整
CAD オペレータ (責任者)	■■ ■■	土木技術部 ICT 推進グ ループ ・主任	1 級土木施工管理技士コ ンクリート技士	モデル 作成・更新
BIM/CIM モデル照査	■■ ■■	丸森 3 号トンネル作業 所 ・担当	1 級土木施工管理技士コ ンクリート技士	モデル照査
BIM/CIM モデル照査 (補佐)	■■ ■■	土木技術部 ICT 推進グ ループ ・主査	技術士（建設部門） 1 級土木施工管理技士 コンクリート技士	モデル照査

4. BIM/CIM に関する実施事項

4.1 実施目的

施工段階において、上流工程より受け渡された3次元モデルを活用し、地質、騒音、浸水等のリスクに関するシミュレーションや施工ステップの確認といった BIM/CIM の活用が行われる。BIM/CIM の活用結果や施工段階において取得したデータを下流工程に受け渡し、維持管理段階における施工の品質情報や不可視部分に関する情報などの情報収集を容易化することを目的とする。

4.2 実施内容

本工事で実施する BIM/CIM 活用は下記の内容とする。

- ・ 設計変更や施工段階で新規取得した情報を基にしたモデルの更新
- ・ 維持管理段階に引き継ぐ情報の BIM/CIM モデルへの属性付与

4.3 BIM/CIM モデル作成仕様

4.3.1 BIM/CIM モデル作成範囲

明かり区間を除く坑口含むトンネル掘削及び覆工部分について BIM/CIM モデルを作成する。

4.3.2 詳細度

モデル化にあたっての詳細度を下記に示す。

表 4-1 モデル詳細度

モデル区分	詳細度	備考
線形モデル	100	
構造物モデル	300	トンネル本体、坑口部、排水構造物
地質・土質モデル	—	準3次元地盤モデル

4.3.3 属性情報付与方法

BIM/CIM モデルに付与する属性情報および付与方法を下記に示す。

表 4-2 属性情報付与方法

属性種別	属性名称	付与方法
地山情報	切羽観察記録	外部参照として対象ドキュメントへのリンクを設定する
	切羽前方探査・追加ボーリング結果	BIM/CIM モデルを作成
	き裂分布	外部参照として対象ドキュメントへのリンクを設定する
	岩石・岩盤試験結果	外部参照として対象ドキュメントへのリンクを設定する
	地下水観測結果	外部参照として対象ドキュメントへのリンクを設定する
	多量湧水箇所	モデル内にマーカーを付与
計測情報	A 計測結果	外部参照として対象ドキュメントへのリンクを設定する
品質管理記録等	支保パターン	モデルにプロパティとして設定する。
	吹付けコンクリート	BIM/CIM モデルを作成
	鋼製支保工	外部参照として対象ドキュメントへのリンクを設定する
	ロックボルト	外部参照として対象ドキュメントへのリンクを設定する
	覆工コンクリート	BIM/CIM モデルを作成
	防水工	外部参照として対象ドキュメントへのリンクを設定する
	初期クラック調査	外部参照として対象ドキュメントへのリンクを設定する
	追加補助工法	外部参照として対象ドキュメントへのリンクを設定する

4.4 使用するソフトウェア

本工事の BIM/CIM モデル作成及び活用において、使用するソフトウェアを下記に示す。

表 4-3 使用するソフトウェア

ソフトウェア名（開発会社名）	バージョン	用途
Autodesk Autocad Civil3D（Autodesk）	2021	モデル作成
Autodesk Navisworks Simulate（Autodesk）	2021	モデル統合、施工ステップ 4D シミュレーション作成
Navis+（伊藤忠テクノソリューションズ）	2021	属性情報付与
Autodesk NavisworksFreedom（Autodesk）	2021	モデル閲覧
Autodesk 3dsMAX（Autodesk）	2020	モデル編集・変換

4.5 成果品の作成

「BIM/CIM モデル等電子納品要領（案）及び同解説，令和 4 年 3 月，国土交通省」より図 4.4 に示すフォルダ構成とする

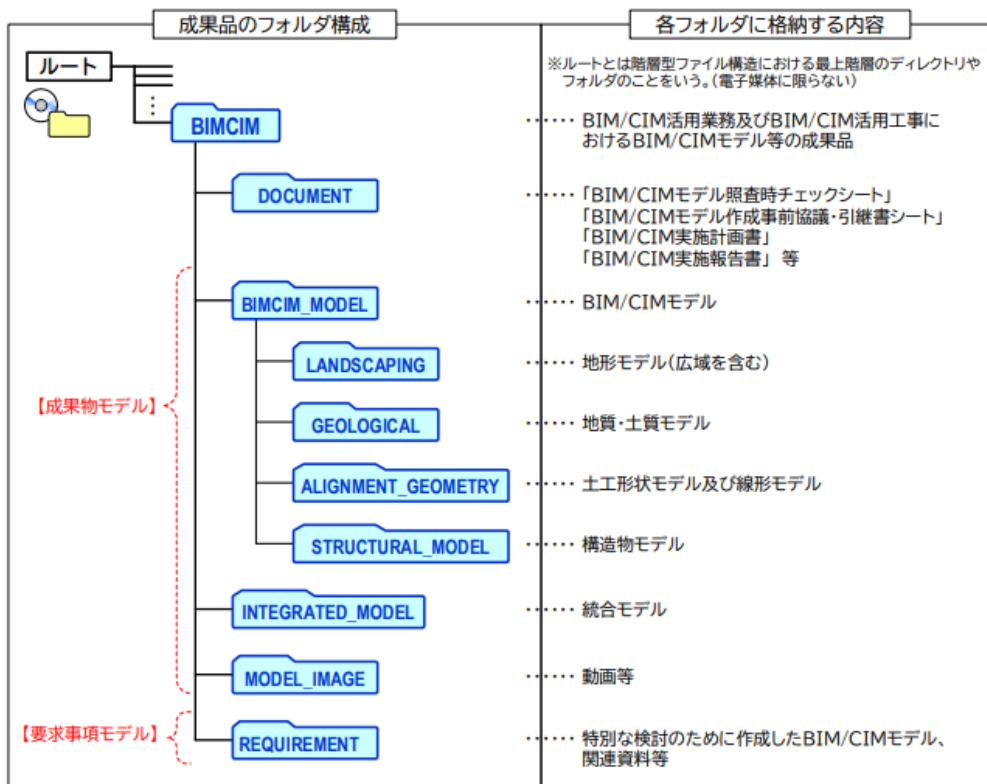


図 4-4 BIM/CIM 成果品フォルダ構成

4.6 データ共有環境

本工事において BIM/CIM を活用し、受発注者間の情報共有を円滑にするためのデータ共有環境は国土技術政策総合研究所で運用している「DX データセンター」を利用する。

参考資料 2-19

宮城南部復興事務所への説明資料

宮城南部復興事務所への説明資料

～ BIM/CIMを活用した3者会議のデモについて ～



目次構成

1. 3者会議デモの目的

2. 3者会議デモで行うこと

～ 従来手法での3者会議デモ ～

1. 検討条件の整理

- (1)位置関係
- (2)検討条件
 - ①音源パワーレベル
 - ②管理目標値
 - ③仮設備の配置

2. 検討結果

3. 引き継ぎ事項

4. 施工者の対応方針

～BIM/CIMを活用した3者会議デモ～



1. 3者会議デモの目的

情報連携の場として3者会議の活用が考えられるが、現状では設計不整合を確認することが主体となっており、本来の目的である情報共有や施工上の課題を把握する使い方になっていない。

発注者は3者会議のセッティング役に徹する傾向があり、事業者として工事課題を十分に理解する場となっていないと思われる。

そこで、BIM/CIMを用いて工事課題を共有するデモを行い、従来の3者会議との違いやBIM/CIM活用の有効性・課題を洗い出す機会とすることを目的とする。

2. 3者会議デモで行うこと

本3者会議のデモでは、『仮設備の騒音に対する家屋への影響』をテーマとする。

「トンネル仮設ヤードに配置される仮設備から発生する騒音について、設計時の検討条件・検討結果・引き継ぎ事項を説明し、そのあと、施工者が対応方針を説明する」

この一連の流れを

- a) 従来手法(紙ベース)で実施する
- b) BIM/CIMを用いて実施する

で行い、BIM/CIMを用いた3者会議に関する感想をいただく。

代表的なトンネル仮設備



送風機



吹き付けプラント



従来手法での3者会議デモ

～ 紙ベースでの協議 ～

1. 検討条件の整理

(1) 位置関係

仮設備は、第3号トンネル起点側から発破・掘進するものとして、**本線左側の土工部に配置**する。このときの対象物件として、**民家2件(A、B)を設定**する。

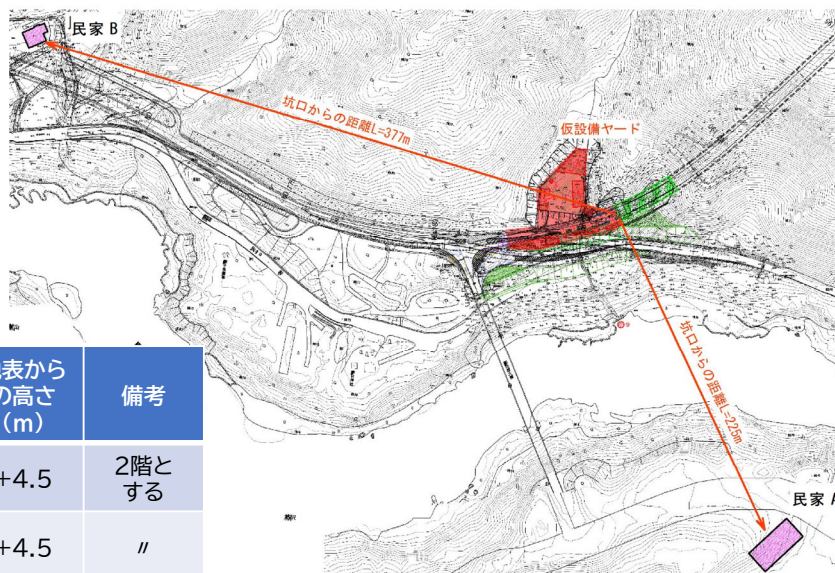


表-1 位置関係

	坑口からの距離 (m)	地盤高 (m)	地表からの高さ (m)	備考
対象民家 A	225	50	+4.5	2階とする
対象民家 B	377	46	+4.5	//

図-1 位置図

(2) 検討条件

① 音源パワーレベル

発生音源のパワーレベル(dB)および音源高さは「**仮設備用騒音対策 設計・積算基準書(平成23年度版 建設機械騒音対策協会)**」の値を参考とする。

なお、作業箇所周辺で、最も近接して機械音が影響すると思われる**民家を受音点として設定**する(受音点設定高さ:1階窓付近の高さGL+1.5m)。

表-2 音源パワーレベル

音源	音源名称	音源レベル(dB)	音源高 (m)
S1	送風機(1500m ³ /min)	111	1
S2	吹付プラント設備(エアシリンダー音)	106	4
S3	汚濁処理プラント(30m ³ /h)	82	1
S4	ざり小割音(ブレーカー小割音)	118	1
S5	10tダンプトラック走行音(19km/h)	97	1

(2) 検討条件

② 管理目標値

トンネル工事の機械騒音は、法令規制の対象外であるが、円滑に工事を推進するため、「宮城県HP／騒音に係る環境基準と類似指定地域のある市長村」に準じて管理目標値を設定する。

当該地域は、周辺環境状況より右表のB地域相当と考え、以下に示す管理目標値とする。

表-3 管理目標値

	管理目標値(dB)
昼間	55
夜間	45

騒音に係る環境基準と類型指定地域のある市町村

地域類型	地域類型を当てはめる地域	基準値(昼間)	基準値(夜間)	市町村名
A	一 第一種低層住居専用地域	55dB	45dB	<ul style="list-style-type: none"> 大河原町 村田町 柴田町 亘理町 松島町 七ヶ浜町 利府町 大和町 大衡村 美里町 女川町 南三陸町
	二 第二種低層住居専用地域			
	三 田園住居地域			
	四 第一種中高層住居専用地域			
	五 第二種中高層住居専用地域			
B	一 第一種住居地域	55dB	45dB	
	二 第二種住居地域			
	三 準住居地域			
C	一 近隣商業地域	60dB	50dB	
	二 商業地域			
	三 準工業地域			
	四 工業地域			

出典:宮城県HP

(2) 検討条件

③ 仮設備の配置

第3号トンネル起点側の本線左側土工部に配置する。

表-4 音源・仮設備一覧

音源	音源名称
S1	10tダンプトラック走行音(19km/h)
S2	10tダンプトラックざり捨て音
S3	汚濁処理プラント(30m ³ /h)
S4	パッチャープラント(混練負荷時)
S5	パッチャープラント(エアシリンダー音)

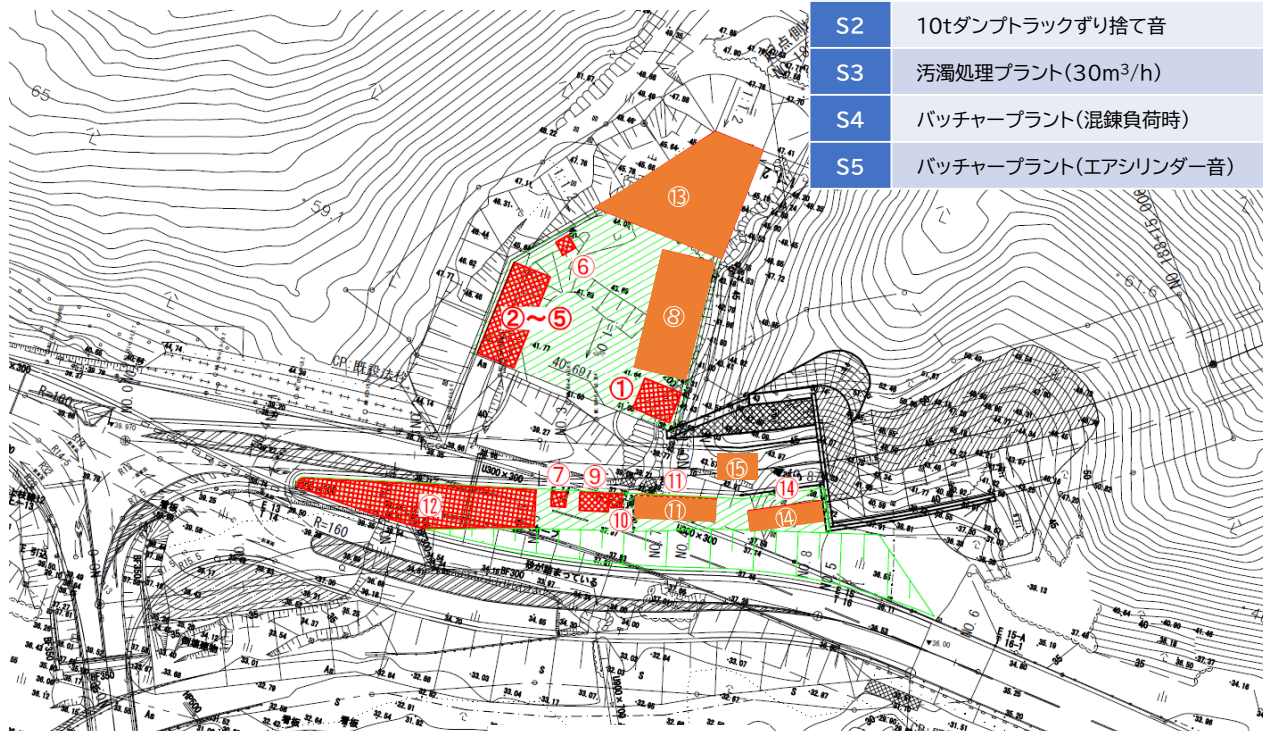


図-2 音源・仮設備配置図

2. 検討結果

無対策では、対象民家Aにおいて、昼夜ともに**管理目標値を超過**するため、以下のケースを検討する。

表-5 検討結果一覧

検討ケース	目標値	対象民家A	対象民家B	評価
無対策	昼間 (55dB)	64dB (9dB超過)	33dB	対象民家Aにおいて、昼夜ともに管理目標値を超過する。 ×
	夜間 (45dB)	63dB (18dB超過)	29dB	
第1案 低騒音型仮設備	昼間 (55dB)	59dB (4dB超過)	32dB	対象家屋Aにおいて、昼夜ともに管理目標値を超過する。 ×
	夜間 (45dB)	53dB (8dB超過)	26dB	
第2案 低騒音型仮設備 +防音壁 (H=5m,L=40m)	昼間 (55dB)	52dB	32dB	対象民家すべてにおいて、管理目標値を満足する。 ○
	夜間 (45dB)	45dB	26dB	
第3案 標準型仮設備 +防音壁 (H=6m,L=56m)	昼間 (55dB)	51dB	33dB	対象民家すべてにおいて、管理目標値を満足する。 ◎
	夜間 (45dB)	45dB	29dB	

上表より、**標準積算基準に準拠し、防音壁で基準値を満足できる第3案を採用**する。

表-6 騒音レベル図(その1)

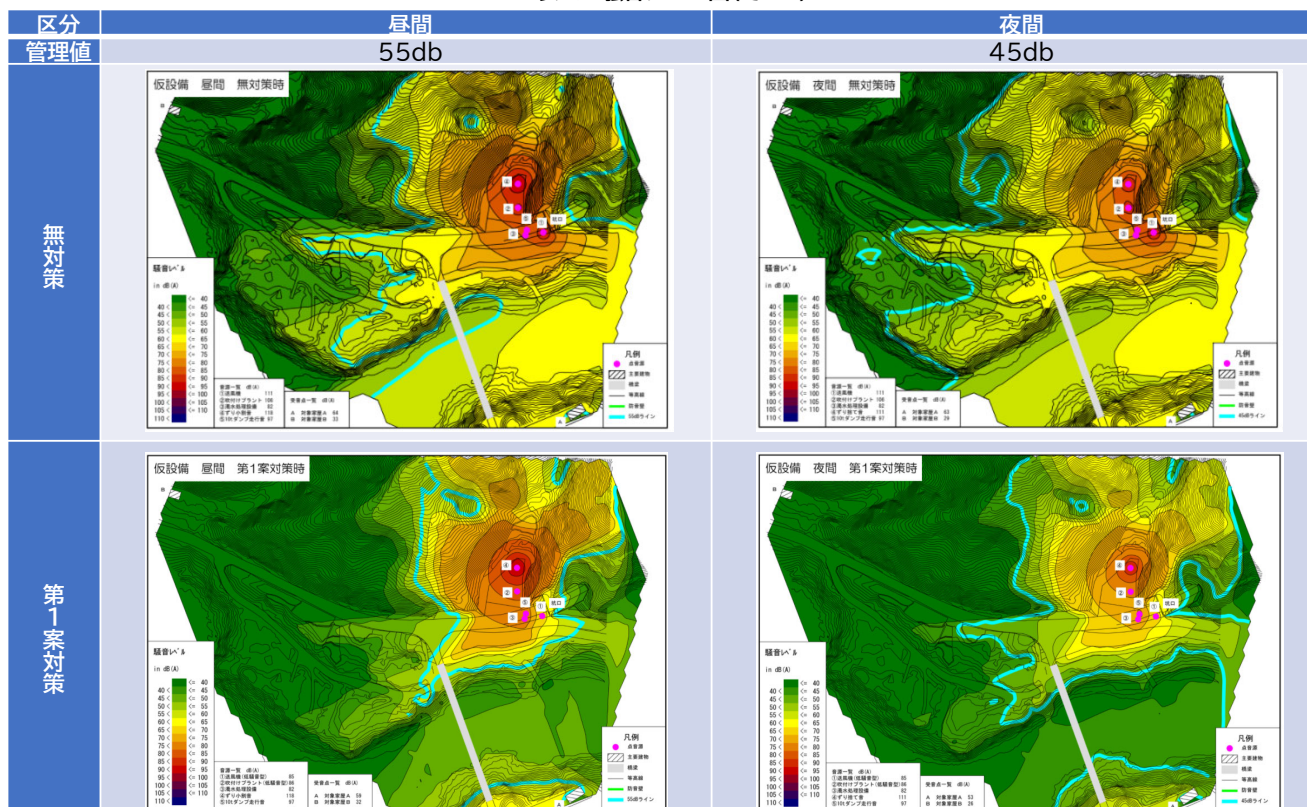
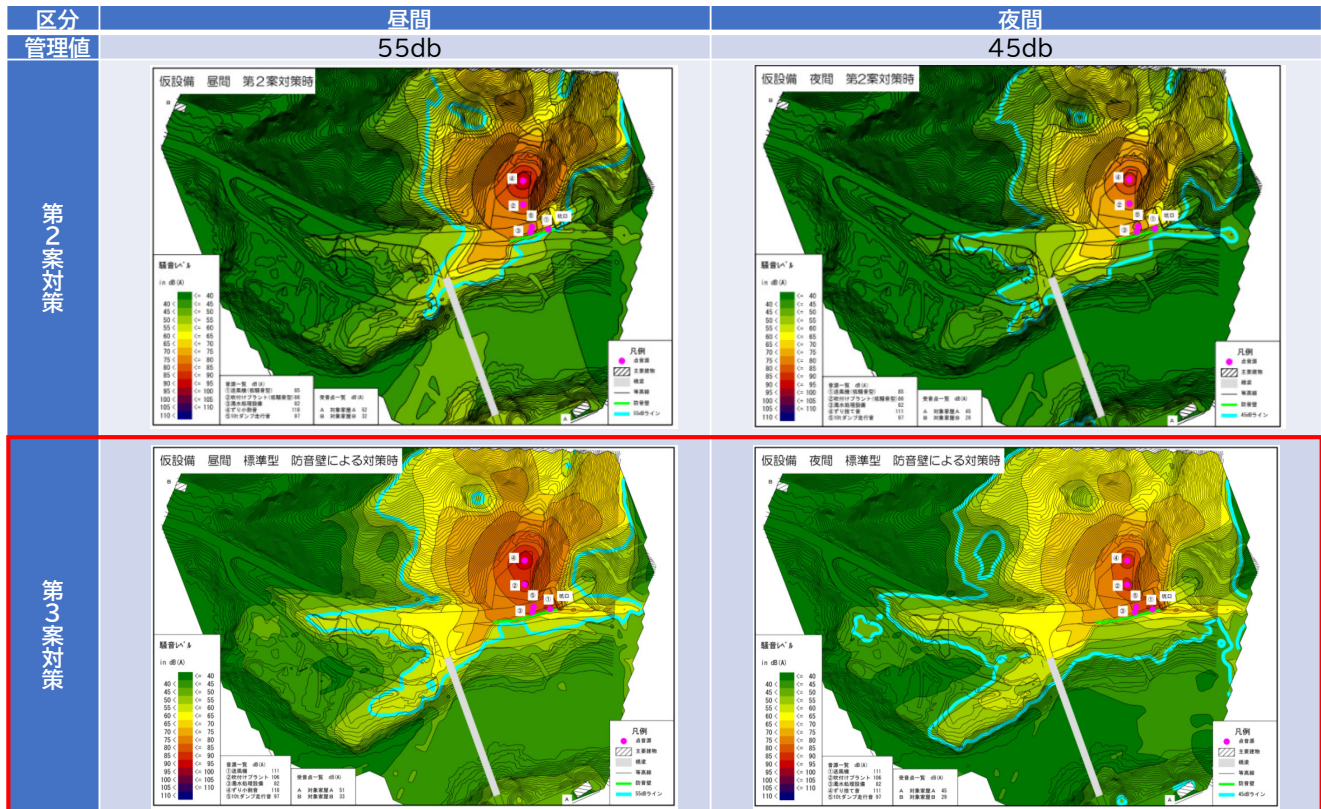


表-7 騒音レベル図(その2)



3. 引継ぎ事項

① 管理目標値

- ・住居地域であることを鑑みて、昼間55dB、夜間45dBと設定
- ・住民と対話しながら、最終確定が望ましい

② 音源位置

- ・仮設備の配置はヤードの使い勝手等を想定して配置
- ・実配置に基づき、再度騒音影響の程度を検討することが望ましい

③ 対策

- ・標準積算基準に基づいた仮設備を使用し、防音壁をH=6m、L=56m区間設置する案を提案
- ・仮設備の実配置や個別音源対策なども含めた施工者の提案を元に協議

4. 施工者の対応方針

① 管理目標値

住居地域であることを鑑みて、住民と対話をしながら、管理目標値を最終決定することとする。なお、工事中の騒音レベルの計測・管理を実施する。

② 音源位置

残土搬出方法にベルトコンベア方式を採用したため、仮設ヤード内のズリ仮置き場までのベルトコンベア設置スペースが必要となった。このため、仮設備のヤード配置を設計配置図面より一部変更した。

③ 対策

仮設備配置の変更に伴い、

- ・送風機：坑口上部へ設置することとして、低騒音型の送風機に変更する。
また、仮囲いを設置し、外部への騒音低減に努める。
- ・吹付プラント：設置位置を変更したため、防音ハウスを設置することとし、騒音低減に努めることとする。

工事中の騒音レベルの計測・管理を実施し、管理目標値と対比する。

BIM/CIMを活用した

3者会議デモ

～BIM/CIMでの協議～

1. 検討条件の整理

(1) 位置関係

仮設備は、第3号トンネル起点側から発破・掘進するものとして、**本線左側の土工部に配置する(図中坑口付近)**。このときの対象物件として、**民家2件(A、B)を設定する**。

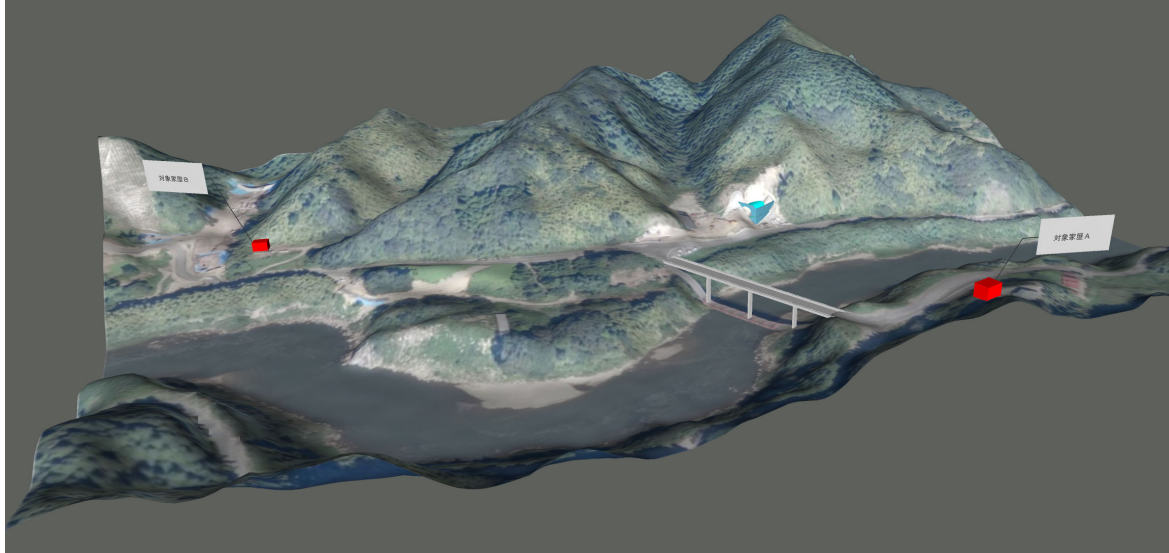


図-1 位置図

(2) 検討条件

① 音源パワーレベル及び仮設備の配置

発生源のパワーレベル(dB)および音源高さは「**仮設備用騒音対策 設計・積算基準書(平成23年度版 建設機械騒音対策協会)**」の値を参考とする。

なお、作業箇所周辺で、最も近接して機械音が影響すると思われる**民家を受音点として設定する(受音点設定高さ:1階窓付近の高さGL+1.5m)**。

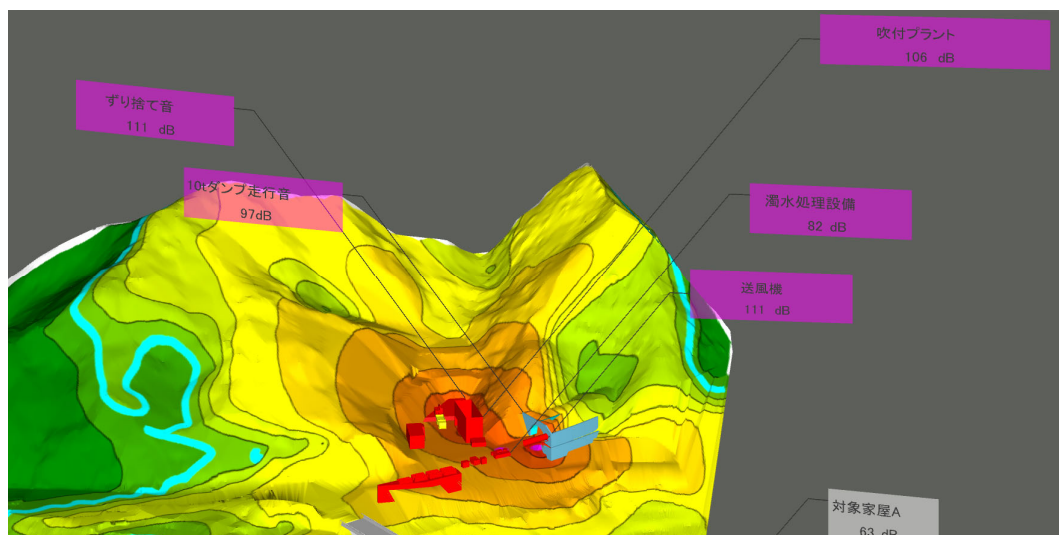


図-2 音源パワーレベル

(2) 検討条件

② 管理目標値

トンネル工事の機械騒音は、法令規制の対象外であるが、円滑に工事を推進するため、「宮城県HP／騒音に係る環境基準と類似指定地域のある市長村」に準じて管理目標値を設定する。

当該地域は、周辺環境状況より右表のB地域域相当と考え、以下に示す管理目標値とする。

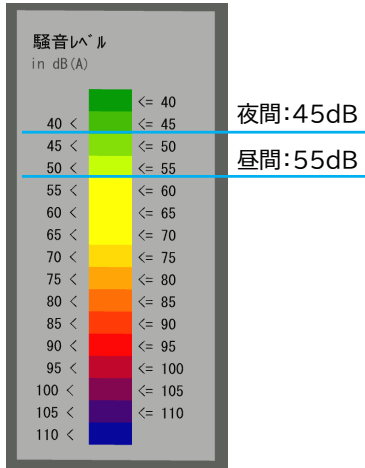


図-3 管理目標値

地域類型	地域類型を当てはめる地域	基準値(昼間)	基準値(夜間)	市町村名
A	一 第一種低層住居専用地域	55dB	45dB	<ul style="list-style-type: none"> 大河原町 村田町 柴田町 亶理町 松島町 セヶ浜町
	二 第二種低層住居専用地域			
	三 田園住居地域			
	四 第一種中高層住居専用地域			
	五 第二種中高層住居専用地域			
B	一 第一種住居地域	55dB	45dB	<ul style="list-style-type: none"> 利府町 大和町 大衡村 美里町 女川町 南三陸町
	二 第二種住居地域			
	三 準住居地域			
C	一 近隣商業地域	60dB	50dB	
	二 商業地域			
	三 準工業地域			
	四 工業地域			

出典:宮城県HP

2. 検討結果

無対策では、対象民家Aにおいて、昼夜ともに**管理目標値を超過**する。
(**図中水色線**が夜間における管理目標値:45dB境界線)

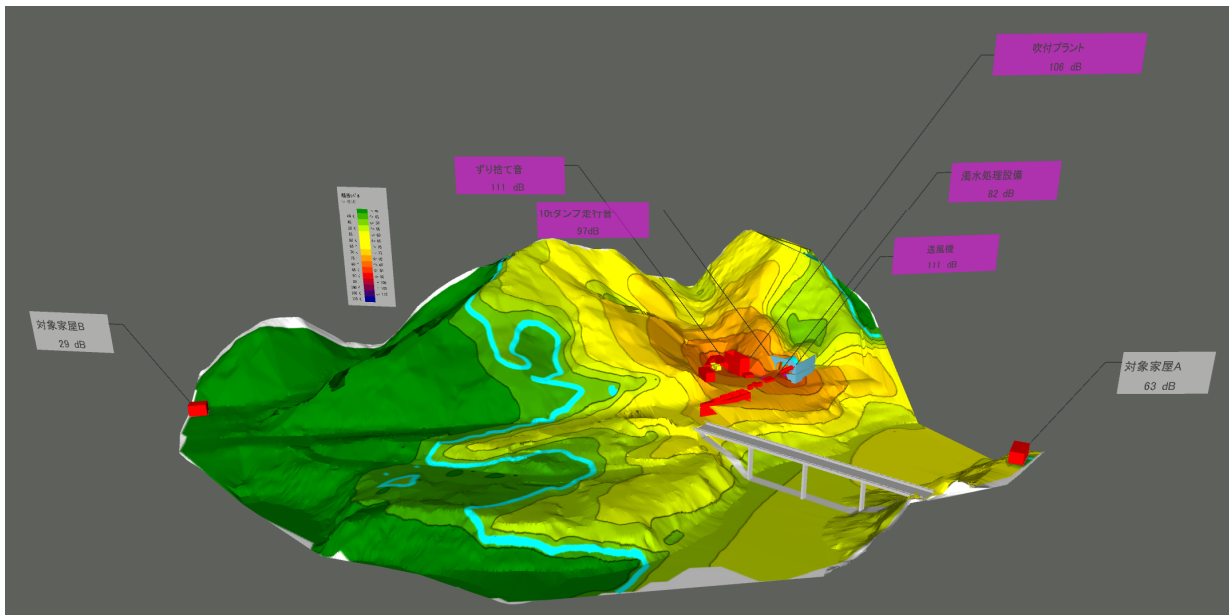


図-5 音源・仮設備配置図及び検討結果(対策工なし・夜間)

2. 検討結果

対策工を実施した結果、昼夜ともに**管理目標値を満足**することを確認した。
 (図中水色線が夜間における管理目標値:45dB境界線)

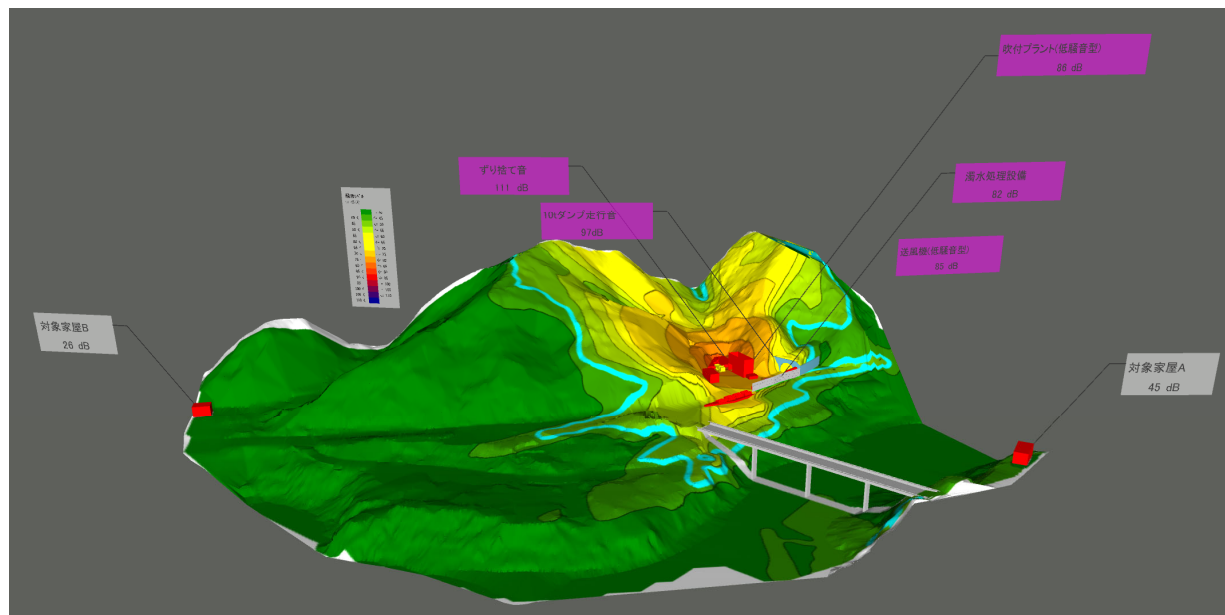


図-6 音源・仮設備配置図及び検討結果(対策工あり・夜間)

3. 引継ぎ事項

① 管理目標値

- ・住居地域であることを鑑みて、昼間55dB、夜間45dBと設定
- ・住民と対話しながら、最終確定が望ましい

② 音源位置

- ・仮設備の配置はヤードの使い勝手等を想定して配置
- ・実配置に基づき、再度騒音影響の程度を検討することが望ましい

③ 対策

- ・標準積算基準に基づいた仮設備を使用し、防音壁をH=6m、L=56m区間設置する案を提案
- ・仮設備の実配置や個別音源対策なども含めた施工者の提案を元に協議

4. 施工者の対応方針

① 管理目標値

住居地域であることを鑑みて、住民と対話をしながら、管理目標値を最終決定することとする。なお、工事中の騒音レベルの計測・管理を実施する。

② 音源位置

残土搬出方法にベルトコンベア方式を採用したため、仮設ヤード内のズリ仮置き場までのベルトコンベア設置スペースが必要となった。このため、仮設備のヤード配置を設計配置図面より一部変更した。(次頁黄色矢視参照)

③ 対策

仮設備配置の変更に伴い、(次頁黄色矢視参照)

- ・送風機：坑口上部へ設置することとして、低騒音型の送風機に変更する。
また、仮囲いを設置し、外部への騒音低減に努める。
- ・吹付プラント：設置位置を変更したため、防音ハウスを設置することとし、騒音低減に努めることとする。

工事中の騒音レベルの計測・管理を実施し、管理目標値と対比する。

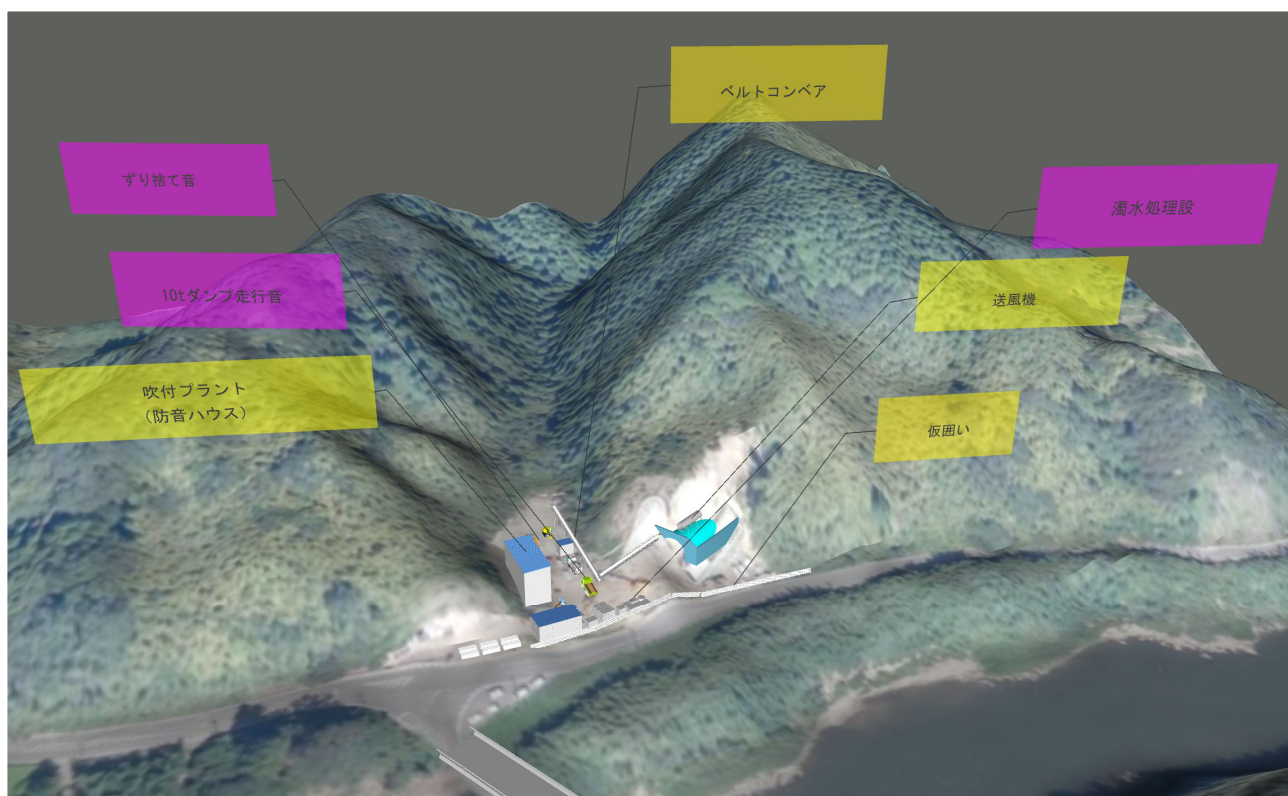


図-7 仮設備変更位置図