

# 国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of  
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.1067

March 2019

## 港湾分野におけるCIM導入促進に向けた検討

吉田英治・井山繁

Study on Promoting Introduction of BIM for Infrastructure in Harbor Construction

Eiji YOSHIDA, Shigeru IYAMA

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management  
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan



## 港湾分野におけるCIM導入促進に向けた検討

吉田英治\*・井山繁\*\*

### 要 旨

人口減少社会を迎えている我が国では持続的な経済成長のためには、働き手の減少を上回る生産性の向上が必要である。国土交通省は、2016年を「生産性革命」元年と位置付け、建設業においてi-Constructionを推進している。

i-Constructionは、あらゆる建設生産プロセスにおいて生産性を向上させる取り組みで、トップランナー施策のひとつ「ICTの全面的な活用」において、生産性革命のエンジンとしてCIM

(Construction Information Modeling/Management)を導入している。CIMは計画・調査・設計段階から3次元モデルを導入することにより、その後の施工、維持管理の各段階においても3次元モデルを連携・発展させて事業全体にわたる関係者間の情報共有を容易にし、一連の建設生産システムの効率化・高度化を図る取り組みである。

CIMの取り組みは陸上分野に比べて港湾分野では非常に少なく、業務や工事において参考となる資料が少ない状況である。

本検討では、港湾分野におけるCIMの導入促進に向け、港湾構造物におけるモデル詳細度等のCIMの基本事項に関する指標の提示、作図や活用の際に想定される課題への改善案の提示を行った。

CIMの基本事項に関する指標として、「港湾分野におけるモデル詳細度標準(素案)」と「港湾施設のモデル作成指針(素案)」をまとめた。また課題への改善案として、浚渫工における土量計算方法の3次元未対応箇所への対応策を提案している。

本稿では、検討結果が今後の試行等に活用されることを想定し、以上の知見をとりまとめている。

**キーワード**：港湾，CIM，生産性向上，モデル詳細度，ICT浚渫工

---

\* 港湾研究部 港湾施工システム・保全研究室 交流研究員 (若築建設株式会社)

\*\* 港湾研究部 港湾施工システム・保全研究室 室長

## Study on Promoting Introduction of BIM for Infrastructure in Harbor Construction

Eiji YOSHIDA\*  
Shigeru IYAMA\*\*

### Synopsis

To achieve sustainable economic growth in Japan, in spite of the country's decreasing population, it is necessary to improve productivity to a level that exceeds the decrease in the workforce. The Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT) regards 2016 as the first year of the "Productivity Revolution" and is promoting "i-Construction" in the construction industry.

"i-Construction" is a measure to improve productivity in all construction processes. In full utilization of ICT, which is one of the priority measures of "i-Construction," BIM (Building Information Modeling) for infrastructure is being introduced as an engine for the "Productivity Revolution." By introducing a three-dimensional model from the planning, survey and design stages, and linking and developing three-dimensional models in the subsequent process of construction and maintenance, BIM for infrastructure is an effort to facilitate information sharing among all the parties concerned and to realize a more efficient, higher level construction system.

However, in comparison with construction on land, very little effort has been devoted to BIM for infrastructure in harbor construction, and few reference materials are available for harbor construction.

In this study, we propose a draft on basic matters of BIM for infrastructure such as Levels of Development, etc. in harbor structures and improvement plans for tasks at the time of drawing and use in order to promote the introduction of BIM for infrastructure in harbor construction.

We have summarized a "Proposed standard of Level of Development of harbor facilities" and "Proposed guidelines of model drawing of harbor facilities" as drafts on basic matters of BIM for infrastructure. In addition, as improvement plans, we propose countermeasures for the volume calculation method of dredging which does not correspond to three dimensions.

We hope that the results of this study will be utilized in the future.

**Key Words:** harbor, BIM for infrastructure, productivity improvement, Levels of Development, ICT, dredging

---

\* Visiting Researcher, Port Construction Systems and Management Division, Port and Harbor Department, NILIM (WAKACHIKU CONSTRUCTION Co., Ltd.)

\*\* Head, Port Construction Systems and Management Division, Port and Harbor Department, NILIM

## 目 次

1. はじめに	1
1.1 背景と目的	1
1.2 構成	1
2. 既往の取り組み	2
2.1 CIM概要	2
2.2 CIM導入ガイドライン(案)	5
2.3 港湾分野におけるCIMの実施事例	15
3. 港湾分野におけるCIM導入促進に向けた検討	17
3.1 ニーズ把握のためのアンケート	17
3.2 モデル詳細度	24
3.3 作図・活用時の課題と対応案	32
3.4 属性情報	44
3.5 効果的な活用方法	45
3.6 受発注者の役割	48
4. おわりに	48
謝辞	49
参考文献	49
付録A-1 港湾技術コンサルタンツ協会へのアンケート	52
付録A-2 日本埋立浚渫協会へのアンケート	59
付録A-3 海洋・港湾構造物維持管理士へのアンケート	65
付録B 港湾分野におけるモデル詳細度標準(素案)	71
付録C 港湾施設のモデル作成指針(素案)	89
付録D 浚渫工点在箇所余掘の3次元計算方法の要領類記載案	104
付録E ICT浚渫工の土量未計上施工箇所の土量計算方法の要領類記載案	105



## 1. はじめに

### 1.1 背景と目的

人口減少社会を迎えている中、国土交通省では持続的な経済成長のために、2016年に生産性革命プロジェクトを立ち上げ、建設業においてはi-Constructionを推進している。

i-Constructionは、あらゆる建設生産プロセスにおいて生産性を向上させる取り組みで、トップランナー施策のひとつ「ICTの全面的な活用」においては、生産性革命のエンジンとして、CIM（Construction Information Modeling/Management）を導入している。CIMは計画・調査・設計段階から3次元モデルを導入することにより、その後の施工、維持管理の各段階においても3次元モデルを連携・発展させて事業全体にわたる関係者間の情報共有を容易にし、一連の建設生産システムの効率化・高度化を図ることを目的としている<sup>1)</sup>。

CIMは2012年の提唱以来、国土交通省において、試行事業の実施と制度・基準及び技術上の課題についての検討がなされてきた。民間においては、大手建設会社を中心にCIMの活用が大規模工事において検討、実証されてきた。また官民におけるCIMの知見を結集し2017年3月に「CIM導入ガイドライン（案）」（以下、「ガイドライン」という。）が策定され、2017年度より本格運用が開始されている。

ガイドラインは、2019年2月時点で、共通編<sup>1)</sup>、土工編<sup>2)</sup>、河川編<sup>3)</sup>、ダム編<sup>4)</sup>、橋梁編<sup>5)</sup>、トンネル編<sup>6)</sup>、機械設備編<sup>7)</sup>の7編からなる。いずれも建設土木分野の陸上におけるものである。試行業務・工事は2012年の提唱以来400件を超え、活用は着実に拡大している。アンケート調査等で作業量（人員及び日数）削減の生産性向上効果が報告される一方で、浮かび上がった課題への対応もハード、ソフト両面から進められている<sup>8)</sup>。2018年度は、橋梁、トンネル、河川構造物、ダムなどの大規模構造物の詳細設計において、CIMの実施を原則対象とし、CIMのさらなる活用拡大が進められている状況である。

港湾分野におけるCIMの取り組みは陸上に比べると非常に少ない。国土交通省においては、2018年度より栈橋の設計業務及び改修工事においてモデル業務・工事を開始したところであり、民間においては、建設会社による設計施工案件における試行例が僅かにあるだけである（2.3(2)民間における取り組み参照）。今後、栈橋におけるモデル業務等の結果より、ガイドラインの港湾編が策定される予定である。

モデル業務等の開始に当たっては、既済の事例が少な

いため、当事者の参考となる資料、文献が少ない状況であった。今後栈橋以外の港湾構造物についても順次CIMが導入されていくことが想定されるが、本検討では、その際に当事者の参考となる資料を目指し、港湾構造物におけるモデル詳細度（2.2(1)参照、以下、「詳細度」という。）等のCIMの基本事項に関する指標の提示、作図や活用の際に想定される課題への対応策や改善案の提示を行った。検討結果が今後の港湾における試行やCIM活用の議論に活用されることを想定しとりまとめている。

### 1.2 構成

本検討の構成を図-1.1に示す。

第1章に背景と目的を記載する。

第2章においては、既往のCIMの取り組み内容を取りあげる。本検討の中心事項となるガイドライン記載項目について詳述する。一部実施されている港湾における取り組みについても紹介する。

第3章は本検討の主題となる部分である。現場におけるCIMのニーズを把握するために実施したアンケートの結果として代表的回答を記載している。ニーズを踏まえ検討したCIM導入時に必要な指標や想定される課題への対応策や改善案を示している。また、現状を踏まえたうえで今後の導入の方向性や検討すべき項目についても記載している。

第4章は、本検討のまとめをしている。

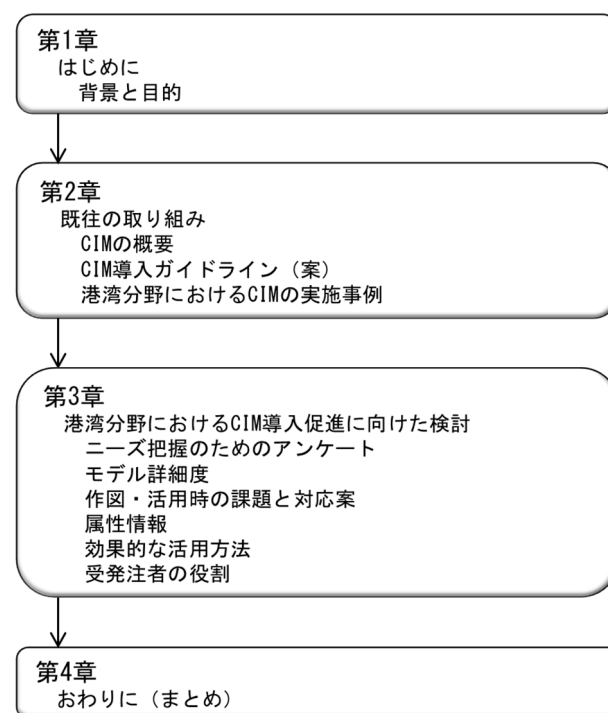


図-1.1 本検討の構成

## 2. 既往の取り組み

### 2.1 CIM 概要

#### (1) CIM の概要

CIM は、計画・調査・設計段階から 3 次元モデルを導入することにより、その後の施工、維持管理の各段階においても 3 次元モデルを連携・発展させて事業全体にわたる関係者間の情報共有を容易にし、一連の建設生産システムの効率化・高度化を図ることを目的としている<sup>1)</sup>。図-2.1 に CIM の概要を示す。

3 次元モデルを活用する取り組みとしては、製造業において、1990 年代以降 3 次元 CAD による製図が主流となり、作られた 3 次元モデルを試作、加工段階にも用い、生産性を向上させてきた。

建設業については、建築分野において、2000 年代に入り海外で始められた BIM (Building Information Modeling) が 2009 年頃より盛んに国内でも取り込まれ始めた。BIM は、属性情報が付与された形状情報をもつ 3 次元モデルを一元的に共有・活用しながら、統合的に設計・施工・維持管理を進めていく手法である<sup>9)</sup>。

2 次元図面において、壁は 2 本の線で表されるが、コンピュータが 2 本の線を壁とは認識できなかった。BIM では、3 次元モデルに建物の部材を区別する属性情報が組み込まれており壁と認識できる。属性情報は、部材情

報のほかには材質や仕様、製品の型番等の情報が定義されている<sup>10)</sup>。属性情報を持つ 3 次元モデルの活用により設計作業が大幅に効率化し、生産性が向上する。

国土交通省では、営繕事業において 2010 年に BIM 導入プロジェクトを開始し、2014 年に BIM ガイドラインを公表している。また、日本建築家協会は 2012 年に BIM ガイドラインを発行している<sup>9)</sup>。

土木分野における CIM は 2012 年 4 月に国土交通省技監 (当時) の佐藤直良氏により BIM の土木版として提唱され、同年 7 月に一般財団法人日本建設情報総合センター (以下、「JACIC」という。) を中心に CIM 技術検討会、同年 8 月に国土交通省に CIM 制度検討会が発足し、制度・基準及び技術上の課題についての整理検討を開始している。また、同年には試行業務を開始している<sup>9)</sup>。

2016 年 6 月に CIM 技術検討会と CIM 制度検討会を一本化した CIM 導入推進委員会が国土交通省に設置され、本格導入の準備段階に入った<sup>11)</sup>。2017 年 3 月に CIM 導入推進委員会の議論やそれまでの試行の知見を踏まえてガイドラインが策定され本格運用が開始された。

海外においては、CIM は BIM の一部とされており、BIM for Infrastructure と呼ぶのが一般的である。CIM は BIM の一部として国際標準化の動きも進んでおり、内外の情勢を踏まえて、CIM 導入推進委員会は、2018 年度より新たに設置された BIM/CIM 推進委員会に移行し、さらなる CIM の活用と生産性の向上を目指している。

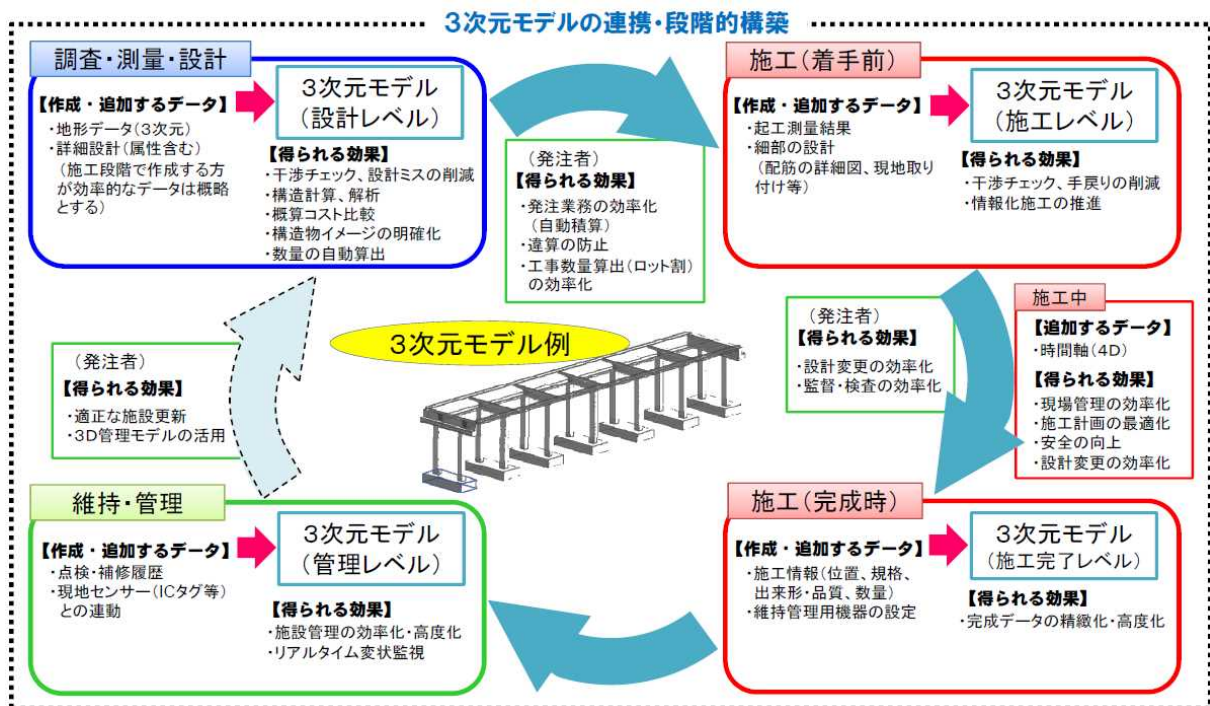


図-2.1 CIM 概要<sup>1)</sup>



(2) CIMに期待される効果

CIM 導入により以下の項目が効果として期待される<sup>1)</sup>。

- ①情報の利活用によるプロジェクトの可視化
- ②設計の最適化（整合性の確保）
- ③施工の高度化（情報化施工）、判断の迅速化
- ④維持管理の効率化、高度化
- ⑤構造物情報の一元化、統合化
- ⑥環境性能評価、構造解析等を目指す

図-2.2 にガイドラインが示す CIM 導入の効果を示す。

従来との一番大きな違いは、図面が 3 次元のモデルになる点である。これによりプロジェクトの可視化が図られ専門知識の無い方々への理解が進む。従来の 2 次元図面では複雑な場合に、関係者における理解に時間を要する場合があったため効率化が進む。

モデルに紐づけられる情報を用いることで各種計算の自動化や統計的な分析等が行えるようになり、既存の業務の効率化や高度化が進む。土木構造物に係る情報は非常に多く、その管理が課題となっているが、モデルに紐づけして一元管理することにより維持管理の効率化も期待できる。

CIM の活用方法については、多方向から検討がなされており、部分的に生産性向上効果が報告されている。今後、CIM 対応のソフトウェア等のさらなる高度化や発展により、現状では実現できていない様々な活用方法の発

見、開発が期待される。また CIM の目的である一連の建設生産システムの効率化・高度化について定量的に評価する指標が定められ、指標を基にフォローアップしつつ、建設生産システムの生産性向上を目指していくこととなる。

CIM の導入効果を示す用語の「フロントローディング」と「コンカレントエンジニアリング」を以下に紹介する。

フロントローディングは、初期工程において集中的に検討を行い、後工程で生じる恐れのある仕様変更や手戻りを未然に防ぎ、品質向上や工期短縮を図る手法である（図-2.3）。

配筋図作成時における鉄筋の干渉チェックや過密配筋部の施工性（実際に鉄筋組立が可能で、コンクリートの打ち込みに影響が無い等）の検証がフロントローディングの代表例である。

コンカレントエンジニアリングは、複数の工程を同時並行で進め、各部門間での情報共有や共同作業を行うことで、期間（工期）の短縮やコストの削減を図る手法である（図-2.4）。

フロントローディングを実施するために設計段階において、施工者の知見を活かして設計者と施工者が設計を共同で行う場合等が該当する。

ただし現状においては、設計、施工等の分離発注が一般的であり、今後の CIM の進展や全体最適を果たすためにより多様な契約方式の検討が進められている。

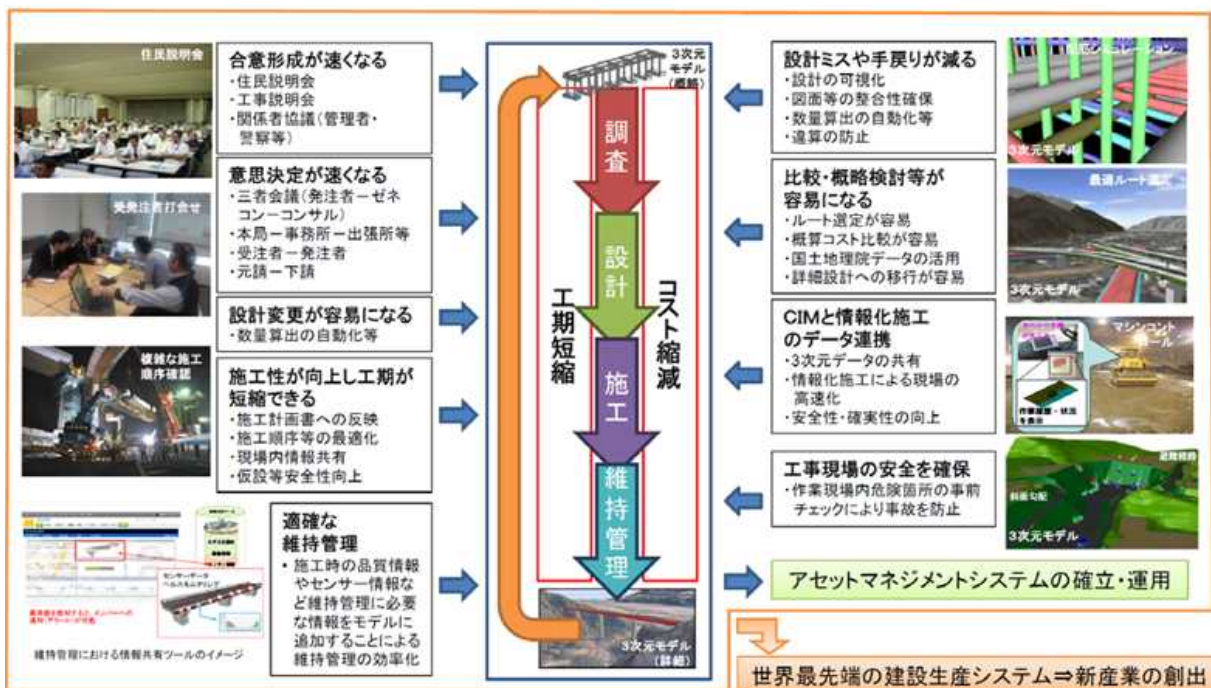


図-2.2 CIM 導入による効果<sup>1)</sup>

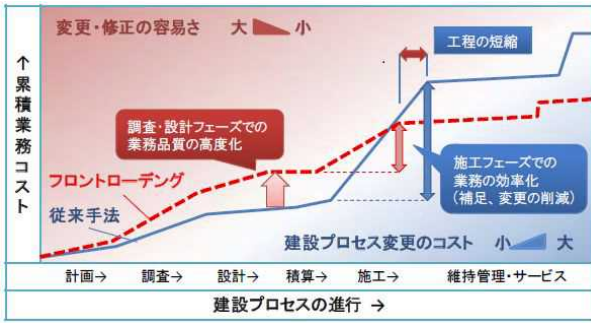


図-2.3 フロントローディングのイメージ<sup>1)</sup>

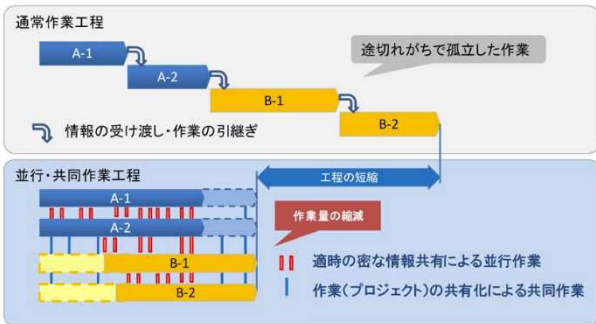


図-2.4 コンカレントエンジニアリングのイメージ<sup>1)</sup>

(3) CIM の今後

CIM 導入推進委員会では、2017 年 3 月 24 日開催の第 3 回委員会において、CIM の段階的な拡大方針（案）を示している（図-2.5）<sup>12)</sup>。

段階は 3 つで、STEP1 は、2017 年度より効果が見込まれる業務・工事に CIM を導入する。STEP2 は、2020 年度までに活用充実にに向けた基準類の整備やシステム開発を推進する。STEP3 は、2025 年度までの概ね 5 年で CIM モデルを用いた維持管理を導入し、2025 年度以降に CIM 活用を原則化する。原則化の段階で建設生産プロセス全体における生産性の 2 割向上を目指すこととしている。

また、CIM 導入推進委員会では各年度の CIM の実施方針を示している。CIM の段階的な拡大方針（案）を示した第 3 回委員会において、平成 29 年度の実施方針として「CIM 活用の充実」を<sup>12)</sup>、2018 年 3 月 6 日開催の第 5 回委員会において、平成 30 年度の実施方針として「大規模構造物工事を中心に CIM を適用」を掲げている<sup>13)</sup>。

年度毎に掲げられた方針に則り CIM の活用が実践されている。その中で挙げられた課題に対して段階的に対応し、基準・要領類の整備、要求事項（リクワイヤメント）の設定、環境の整備等を実施している。こういった議論は、CIM 導入推進委員会から BIM/CIM 推進委員会へと引き継がれてさらなる CIM の活用と生産性の向上を目指している途中段階である。

CIM 拡大方針（案）

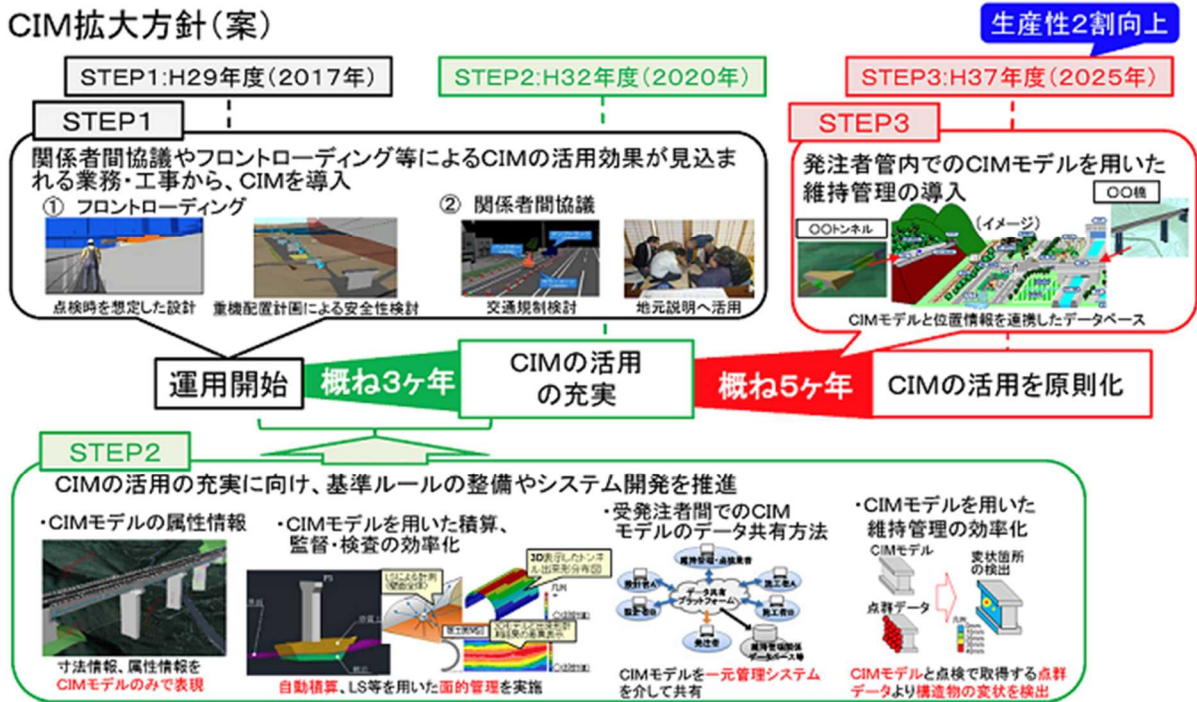


図-2.5 CIM の段階的な拡大方針（案）<sup>12)</sup>

## 2.2 CIM 導入ガイドライン(案)

CIM の活用は陸上分野が先行している。既往の取り組みとして、ガイドラインの掲載内容や策定経緯等を中心に本検討に関連する事項を取り上げる。ガイドラインは共通編、土工編、河川編、ダム編、橋梁編、トンネル編、機械設備編の7編から構成される(2019年2月現在、表-2.1)。

表-2.1 ガイドラインの構成

タイトル	内容(各分野編は対象)
第1編 共通編	CIMの基本的考え方、各分野共通の測量、地質・土質モデルの考え方を示す。
各分野編	受発注者が取り組むべき内容を建設施工プロセスの段階毎に示す。
第2編 土工編	道路土工、河川土工(ICT 土工、ICT 舗装工)
第3編 河川編	河川堤防、構造物(樋門、樋管等)
第4編 ダム編	ロックフィルダム、重力式コンクリートダム
第5編 橋梁編	橋梁上部工(鋼橋、PC 橋)、下部工(RC 橋台・橋脚)
第6編 トンネル編	山岳トンネル
第7編 機械設備編	機械設備

共通編では、CIM 及び CIM モデルの基本的な考え方、詳細度、各分野共通の測量、地質・土質モデルの考え方及び作成方法を記載している。

各分野編においては、各段階において受発注者が取り組むべき内容、活用事例が示されている。

ガイドラインは挙げられた課題への対応策や拡充内容を加える形で毎年改定がなされている。

表-2.2 にガイドラインの記載項目として橋梁編の目次を示す。各分野編のうち、土構造物、ICT 土工等に特化した第2編土工編及び工場製作を範疇とする第7編機械設備編を除く4編については同様の目次構成となっている。

橋梁編等の目次の構成としては、1章で基本事項を示している。詳細度、地理座標系・単位、属性情報、効果的活用方法、対応ソフトウェア情報である。また2章以降においては、測量、調査、設計、施工、維持管理の各段階における事業実施時の受発注者の役割について細かく示している。

表-2.2 ガイドラインの目次(橋梁編)<sup>5)</sup>

はじめに
1 総則
1.1 適用範囲
1.2 モデル詳細度
1.3 地理座標系・単位
1.4 属性情報の付与方法
1.5 CIM の効果的な活用方法
1.6 対応ソフトウェアの情報
2 測量及び地質・土質調査
2.1 業務発注時の対応【発注者】
2.2 事前準備【受発注者】
2.3 測量成果、地質・土質モデルの作成【受注者】
2.4 業務完了時の対応【受発注者】
3 調査・設計
3.1 業務発注時の対応【発注者】
3.2 事前準備【受発注者】
3.3 CIM モデルのデータ共有【受発注者】
3.4 CIM モデルの作成【受注者】
3.5 業務完了時の対応【受発注者】
4 施工
4.1 工事発注時の対応【発注者】
4.2 事前準備【受発注者】
4.3 CIM モデルのデータ共有【受注者】
4.4 CIM モデルの更新【受発注者】
4.5 モデルへの施工情報の付与【受注者】
4.6 出来形計測への活用等【受注者】
4.7 監督・検査への活用【発注者】
4.8 工事完了時の対応【受発注者】
5 維持管理
5.1 CIM モデルの維持管理移管時の作業【発注者】
5.2 維持管理段階での活用【受発注者】
参考文献

本検討の目的は、港湾構造物における詳細度等の CIM の基本事項に関する指標の提示、適用した際に想定される課題への改善案等の提示であり、ガイドライン記載の主要項目について検討を行うため、表-2.2 の目次中から主要項目を取り上げて以下に関連項目とともに示す。

取り上げる項目は、1章に記載の CIM の基本事項である詳細度と属性情報、導入目的の生産性向上につながる

効果的な活用方法及び 2 章以降で示されている受発注者の役割とする。関連項目として、建設生産システムにおいて一貫して活用するために不可欠なファイル交換形式と扱うソフトウェア、CIM の進展のために必要な要求事項（リクワイヤメント）についての紹介も行う。

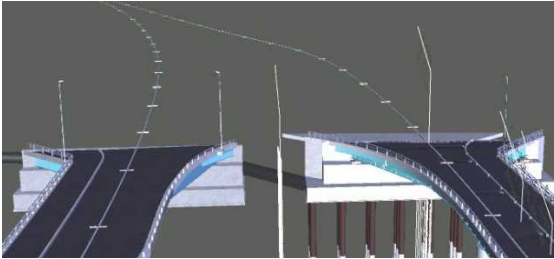
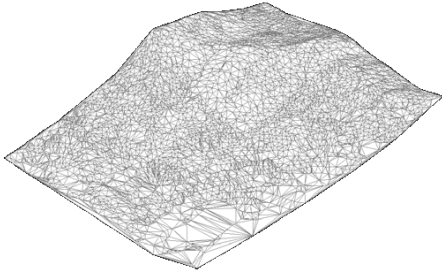
(1) モデル詳細度

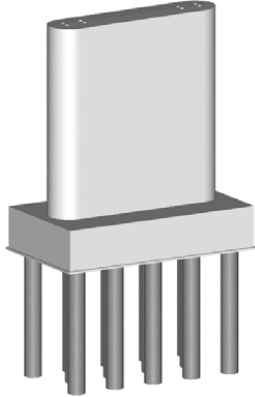
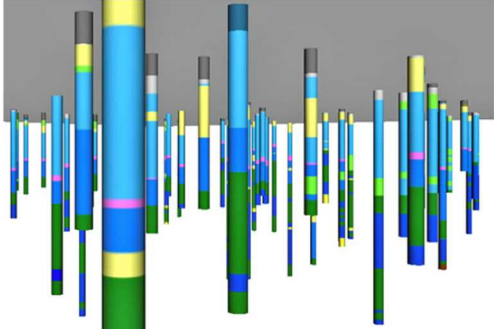


a) CIM モデル

CIM モデルは、対象とする構造物等の形状を立体的に表現した 3 次元モデルに属性情報を付与したものである。属性情報の詳細については次項で取り上げる。

CIM モデルは 7 種類に分類され、用途に応じて組み合わせる。表-2.3 に CIM モデルの一覧を示す。

表-2.3 CIM モデルの分類

モデル名と内容
<p>線形モデル：道路中心線、構造物中心線を表現したもの。</p> 
<p>土工形状モデル：盛土・切土を表現したもの。主にサーフェス（物体の表面のみで表す手法）で表す。</p> 
<p>地形モデル：数値地図、測量成果を基に数値標高モデルとして、TIN、テクスチャ画像等を用いて表現した現況地形。</p> 

モデル名と内容
<p>構造物モデル：構造物、仮設構造物を表現したもの。主としてソリッド（物体の表面と中身を表現する手法）で表す。</p> 
<p>地質・土質モデル：ボーリング結果等の地質・土質調査の成果を基に地層の境界面等を 3 次元空間に配置、表現したもの。</p> 
<p>広域地形モデル：広範囲の地形モデルと建屋等の 3 次元モデルを表現したもの。</p> 
<p>統合モデル：上記 6 つの CIM モデルの統合し表現したもの。</p> 

b) モデル詳細度

CIM モデルの作成に際し、作成者毎のモデルの作り込み具合の差異による手戻り、混乱を防ぐためにモデルの作りこみレベルの指標として詳細度を定めている。

詳細度は、社会基盤情報標準化委員会 特別委員会で検討が進められた。この委員会は産学官から構成され、「円滑な電子データ流通基盤の構築」及び「統合的な電子データ利用環境の創出」を実現させることにより、建設分野全体の生産性向上を図ることを目的とした活動を行っている<sup>1)</sup>。その内部に設置された特別委員会が、「土木分野におけるモデル詳細度標準(案)」(以下、「詳細度標準」という。)を策定している。2018年3月の改訂版が最新版である<sup>14)</sup>。

詳細度は、建築のBIMにおいて米国建築家協会(AIA)が2008年に検討を始め5段階で設定された。2013年にBIMを推進するBIM Forumが「LOD仕様書」において6段階に定義を拡張している。このLODとは、Level of Developmentの略である<sup>15)</sup>。

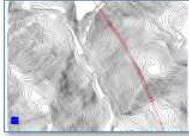



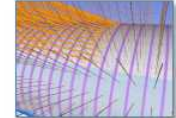
詳細度標準の策定にあたり、AIA及びBIM Forumの検討内容を参考としたうえで、日本の土木分野の状況を考慮し、5段階の共通定義を定めている(表-2.4)<sup>14)</sup>。

表-2.4 詳細度共通定義<sup>14)</sup>

詳細度	共通定義
100	対象を記号や線、単純な形状でその位置を示したモデル。
200	対象の構造形式が分かる程度のモデル。標準横断で切土・盛土を表現、または各構造物一般図に示される標準横断面を対象範囲でスweepさせて作成する程度の表現。
300	附帯工等の細部構造、接続部構造を除き、対象の外形状を正確に表現したモデル。
400	詳細度300に加えて、附帯工、接続構造などの細部構造および配筋も含めて、正確にモデル化する。
500	対象の現実の形状を表現したモデル。

詳細度標準策定の検討を踏まえて、ガイドラインでは、分野毎の詳細度を掲載している(表-2.5)。

表-2.5 モデル詳細度<sup>6)</sup>

詳細度	共通定義	工種別の定義	
		構造物（山岳トンネル）のモデル化	サンプル
100	対象を記号や線、単純な形状でその位置を示したモデル。	対象構造物の位置を示すモデル（トンネル）トンネルの配置が分かる程度の矩形形状又は線状のモデル 	
200	対象の構造形式が分かる程度のモデル。標準横断で切土・盛土を表現又は各構造物一般図に示される標準横断面を対象範囲でスリーブ*させて作成する程度の表現。	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）計画道路の中心線形とトンネル標準横断面でモデル化。坑口部はモデル化せず位置を示す。	
300	附帯工等の細部構造、接続部構造を除き、対象の外形状を正確に表現したモデル。	主構造の形状が正確なモデル（トンネル）避難通路などの拉幅部の形状をモデル化する。検討結果を基に適用支保パターンを記号等で、補助工法は対象工法をパターン化し、記号等で必要範囲をモデル化する。坑口部は外形寸法を正確にモデル化する。舗装構成や排水工等の内空設備をモデル化する。箱抜き位置は形状をパターン化し、記号等で設置範囲を示す。	
400	詳細度 300 に加えて、附帯工、接続構造などの細部構造及び配筋も含めて、正確にモデル化する。	詳細度 300 に加えてロックボルトや配筋を含む全てをモデル化（トンネル）トンネル本体や坑口部、箱抜き部の配筋、内装版、支保パターン、補助工法の形状の正確なモデル化。	
500	対象の現実の形状を表現したモデル	設計・施工段階で活用したモデルに完成形状を反映したモデル	—

c) 詳細度の設定

詳細度標準においては、詳細度設定の基本条件として、調査・設計・製作・設計・維持管理の各事業プロセスに応じて一律に定めるのではなく、対象毎に必要な詳細度を 5 段階の共通定義で区分するとしている。

また、3 次元モデルを活用する際に想定される詳細度は、各事業プロセスの個々の用途（関係者協議や概略設計検討会議等）に対して、現況地形、新設構造物、現況地物等の要素毎に設定することが効果的なモデル作成につながるとしている（図-2.6）。

要素	詳細度
設計対象	400
近接構造物	400
周辺構造物	200
周辺地形	×××
近接地形	●●●

地形については別途整理



図-2.6 モデル内での詳細度混在のケース<sup>14)</sup>

このように共通定義を定めたものの、一律では定めきれない詳細度について、業務毎の事情を勘案し、個別に特記仕様書で指定することが現実的としている。

d) CIM モデル毎の詳細度

CIM モデルの作りこみレベルの指標の詳細度であるが、表-2.3 に示す 7 種類の CIM モデル全てが詳細度の設定

に該当するか確認しておく必要がある。

まず地形モデルについて、ガイドライン及び詳細度標準において、構造物とは性質を異にすることから別の区分定義として、地図情報レベルや点密度で規定するとしている（表-2.6）。

地図情報レベルは、数値地図の精度を表すもので紙の地図の縮尺に相当するものである。また点密度は、昨今の ICT 計測機器の活用により取得される点群データの点密度である。1m メッシュあたりの点数や 1 点当たりの格子間隔で表すものである。よって各業務において、地形モデル及び広域地形モデルは、特記仕様書において共通定義に基づく詳細度が指定されることはなく、地図情報レベルや点密度が指定されることとなる。

表-2.6 地形モデルの詳細度を規定する項目<sup>1)</sup>

項目	設定方法
測量精度	地図情報レベルで設定 (地図情報レベル 250, 500, 1000, 2500, 5000, 10000 の 6 段階)
点密度	1m メッシュあたりに必要な点数 (1m メッシュあたり 10 点以上の場合) 又は 1 点あたりの格子間隔で設定

次に線形モデルは、道路中心線や構造物中心線、堤防法線等が該当する。モデルとしては非常に簡易で 1 本から数本の直線及び曲線で表せる。位置が暫定か確定（正確）かといった主構造物の詳細度 200 及び 300 と連動しているともいえる。ガイドライン等においても線形モデルの詳細度に関する記述は無い。一般的に詳細度を考慮しないと考えるとよいものと思われる。

地質・土質モデルについて、2018 年 3 月の改定により、ガイドライン第 1 編共通編の第 3 章に、ボーリングモデルである 1 次元地盤モデル、準 3 次元地盤モデル、サーフェスやソリッドモデル等の 3 次元地盤モデルの 3 種類の区分でモデルの構成や作成方法が詳細に記載されている。ただし詳細度に関する記載は一切ない<sup>1)</sup>。

ガイドラインの参考文献である「3 次元地盤モデル作成の手引き」には、『地質調査の成果である三次元地盤モデルは、一部を除き地質調査の成果から導き出された「客観的（事実）モデル」ではなく、コンピュータ（モデラーや三次元 CAD）の支援を受けつつ、地質・地盤技術者が仮想空間上に構築する「イメージモデル」であるため、座標値は必ずしも正確では無いのが現状である』との記載がある<sup>16)</sup>。

もう一つの参考文献「3 次元地質解析マニュアル Ver1.0」は、『構造物は規格を規定できるので LOD を設定し易い

が、地質の場合は、見えない地下空間においてその存在自体を予測・推定するものであり、構造物とはモデル化へのアプローチが本質的に異なる』としている<sup>17)</sup>。

両文献ともに地質・土質モデルにおける不確実性をいっており、モデルの予測度とともに詳細度を提案している（表-2.7）が、ガイドラインには採用されていない。

今後の調査技術やコンピュータ支援（3 次元 CAD 等）の高度化に応じつつ CIM を進展させていく中で地質・土質モデルの詳細度の議論が深まっていくものと思われる。

現状では、地質・土質モデルの作図時（主に調査段階）において、2 つの文献で提案されている詳細度を参考にモデル化しつつ、その他の段階では詳細度は考慮しないと考えると差し支えないように思われる。

表-2.7 地質・土質モデルにおいて提案されている詳細度<sup>16),17)</sup>

詳細度	CIM の段階	地盤モデルでの定義	地盤モデルの例
100 程度	企画・計画 (事業計画)	・基盤地図情報や既存資料を利用して作成できる 程度の形状情報 ・境界面のみの属性情報 ・形状情報と属性情報は分離しない	・テクスチャモデル ・ボーリングモデル ・准三次元断面図 ・サーフェスモデル(簡易版)
150 程度	調査 (関係者協議)	・地質調査によって作成できる程度の形状情報 ・境界面のみの属性情報 ・形状情報と属性情報は分離しない	・ボーリングモデル ・准三次元断面図 ・サーフェスモデル ・パネルダイアグラム(サーフェス)
200 程度	調査・解析 (設計・施工)	・地質調査によって作成できる程度の形状情報 ・地層や物性値等による属性情報 ・形状情報と属性情報は ID による関連付けの上、 個別に管理する	上記に加え ・ソリッド, ボクセルモデル ・パネルダイアグラム(ソリッド)
300 程度	施工・維持管理	・掘削土工により判明した観察に基づく形状情報 ・地層や物性値等による属性情報 ・形状情報と属性情報は ID による関連付けの上、 個別に管理する	・テクスチャモデル ・准三次元断面図 ・サーフェスモデル ・ソリッド, ボクセルモデル ・パネルダイアグラム

条件：いずれの詳細度でも「三次元地盤モデルの予測度レベル(PLOGM)」を明記する。

土工形状モデルについて、ガイドラインの土工編では詳細度を設定していない。

最後に統合モデルにおいては、前述のとおり詳細度が  
ない CIM モデルがあることを考慮すると、統合モデルに  
ついては詳細度を考慮しないとしてよいものと思われる。

以上より CIM モデルにおける共通定義に準じた詳細  
度(100~500で設定)は、構造物モデルに適用できるも  
のと整理できる(表-2.8)。

表-2.8 共通定義による詳細度の適用(まとめ)

CIM モデル	詳細度の適用
線形モデル	×
土工形状モデル	×
地形モデル	×
構造物モデル	○
地質・土質モデル	×
広域地形モデル	×
統合モデル	×

#### e) 工種毎の詳細度

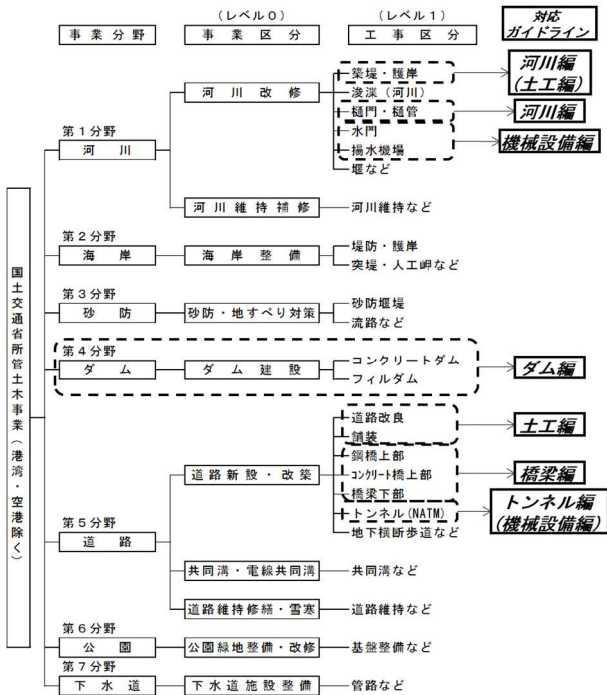
本項目では工種毎の詳細度を扱うが、工種という用語  
が幅広く用いられているため、定義を再確認する。

工種は工事の積算体系により工事工種体系ツリー<sup>18)</sup>  
(港湾の場合は港湾工事工種体系ツリー<sup>19)</sup>、以下、「工種  
体系ツリー」という。)でレベル0事業区分からレベル5  
規格までで表される。ガイドラインは土工(道路土工、  
河川土工)、河川、ダム、橋梁、トンネル、機械設備の6  
編(共通編除く)について策定されているが、これは工  
種体系ツリーの事業分野及びレベル0,1に相当するもの  
である(図-2.7)。

このガイドラインが策定されている区分(分野)にお  
いて詳細度が定義されている。詳細度標準では、この区  
分にあたる言葉として工種を用いているが、本検討にお  
いては工種体系ツリーに合わせ、区分、分野で統一する。

工種体系ツリーレベル2工種以下については、詳細度  
標準において、要素という用語を用い、施設内において  
要素毎に詳細度を設定することで効率的なモデル作成が  
可能となり、個々の用途に応じて要素毎に異なる詳細度  
でモデルを構築することが現実的としている。ただし各  
区分の統一的な詳細度(ガイドラインに掲載されている  
共通定義を用いたもの)が試行されていく中で、より  
細かい要素毎の詳細度を検討することは時期尚早とし、  
要素毎の詳細度は定義しないとしている。当面は区分に  
おける統一的な詳細度を元に事業毎に特記仕様書や協議





注) 参考文献18の工事工種体系における分類と整備状況をまとめ直し対応ガイドラインを加えている。

図-2.7 工事工種体系レベルとガイドラインの関係

により要素毎の詳細度を定めるとしている。

詳細度標準における要素という用語について、本検討においては、工種体系ツリーに合わせて工種、種別、細目に統一する。

f) 維持管理段階における詳細度

ここまで述べた詳細度の既往の検討等は、設計、施工段階を念頭に行われたものが中心で、維持管理を念頭に行われた検討はあまり進んでいない。国土技術政策総合研究所では維持管理段階での CIM の活用場面や、その実現に必要な詳細度等の検討を行っている。成果として「CIM モデル作成仕様【検討案】」(以下、「モデル作成仕様」という。)を取りまとめている。橋梁編<sup>20)</sup>、道路編<sup>21)</sup>、河川・護岸編<sup>22)</sup>、樋門・樋管編<sup>23)</sup>の4編からなる。

(2) 属性情報

属性情報は、3次元モデルに付与する部材の情報(部材等の名称、寸法、物性及び強度等の物性値、数量、そのほか付与が可能な情報)を指す(図-2.8)<sup>1)</sup>。

属性情報の付与方法として、情報を定型化し、3次元CAD等のソフトウェアの機能を用いて、3次元モデルに直接付与する方法と文書、図面等の非定型な情報を3次元モデルにリンク付けし外部参照をする方法がある。

直接付与の場合、CIM対応ソフトウェア上で全ての情報を確認できるため操作等が簡易となるが、多くの情報

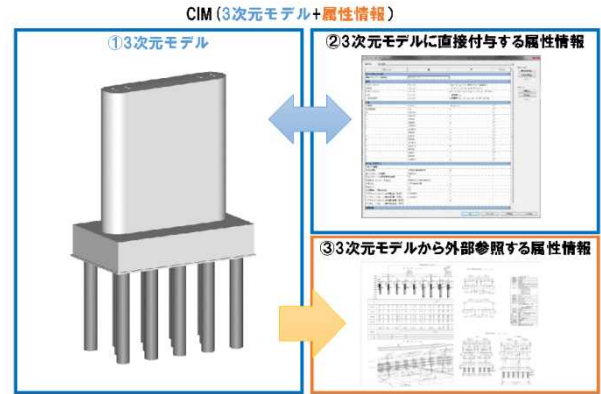


図-2.8 CIMにおける属性情報<sup>1)</sup>

が紐づけされるためファイル容量が過大になり扱いはづらくなる短所がある。一方、外部参照の場合は、付与する情報の格納場所をリンク付けするため、ファイル容量を軽くし CIM 対応ソフトウェア上での操作を快適にすることができるが、ファイルの受け渡しの際に付与情報のリンクが切れてしまう、大量の属性情報の格納場所での整理が煩雑になる等の短所がある。

付与方法については、利用者が必要としている情報を見極めた上で情報量と扱うコンピュータの能力を考慮し選定する必要がある。

属性情報として付与する項目は、ガイドラインにおいて、受発注者の事前協議により定めるとされている。ガイドライン橋梁編においては、設計及び施工段階において付与する属性情報として、共通項目からコンクリート、支承、伸縮装置、排水設備まで比較的幅広く例示されている<sup>5)</sup>。また各編において、維持管理における CIM の活用場面を想定した属性情報が例示されている<sup>3)4)6)</sup>。

詳細度標準において属性情報についても取りまとめている。形状の詳細度(前節で取り上げた詳細度)と同様に属性情報にも詳細度があるとしているが、現状において、付与すべき項目を標準的に定めることが困難かつ項目数自体が相当数になることを考慮して、属性情報の詳細度は定義しないとしている<sup>14)</sup>。

モデル作成仕様においては、維持管理段階における活用場面を想定した属性情報が詳細度とともに検討されている。検討内容は、ガイドラインの属性情報の例示に反映されており、受発注者協議の際に参考とできる。

また2018年3月に策定された「3次元モデル表記標準(案)」(以下、「表記標準」という。)において、3次元CAD等を用いて作成された形状モデル(3次元モデル)に構造特性、モデル管理情報等を加えたモデルを3DAモデルと定義し、図-2.9のとおり情報構成を定めている<sup>24)</sup>。

元々3DAモデルは、3次元CADに関する用語で土木用

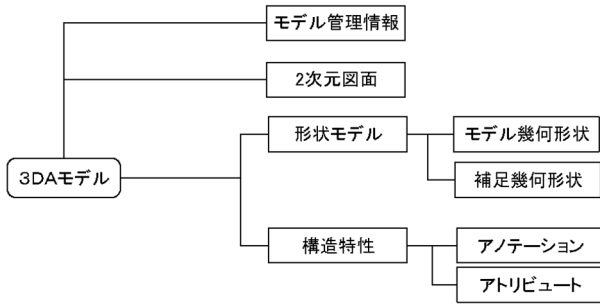


図-2.9 3DAモデルの情報構成<sup>24)</sup>

語ではなく、JIS に規定された用語である。図-2.9 に示すとおり属性情報が幾つかに分類されているが CIM モデルと同義である。

表記標準は、契約図書を 2 次元から 3 次元へ転換することを目的として策定されている。設計段階における成果品が施工の契約図書になり、施工では契約図書に基づき工事を進める。いずれの段階においても、CIM の活用を考慮したときに表記標準が定める契約図書における 3DA モデルの重要性は高い。そのため今後の属性情報の検討は 3DA モデルの情報構成に則り行う必要がある。

図-2.9 において、属性情報にはモデル管理情報と構造特性がある。モデル管理情報は、3DA モデルを確実に管理した状態にするための情報で、例えば、モデル名、業務・工事名、作成年月日、変更履歴、2 次元図面一覧等である。

構造特性には 2 つあり、アノテーションとアトリビュートである。アノテーションは、形状モデルに関連付けて表示する寸法や注記のことで、現状の 2 次元図面にも記載されている情報である。表記標準では、アノテーション及びモデル管理情報を 3 次元で表現する方法を規定している。アトリビュートは、形状モデルに紐づけされる情報で、通常は表示されないが、形状モデルを照会することで表示が可能となる。設計条件や部材の物性値、数量などが該当し、一般的に議論されている属性情報と言えられる。

このアトリビュートの項目や付与法、活用法が CIM の属性情報の議論の中核といえる。

### (3) 効果的な活用方法

ガイドライン共通編には、設計・施工段階毎に効果が認められた CIM の活用例が示されている。CIM は新しい取り組みであるため効果が得られる実感が多くないことが推察される。

初めて CIM に取り組む際には効果が実証されている活用法から取り組み、効果を実感することが重要であり、

効果的な活用方法を展開することは、CIM の進展につながる。

設計段階における効果的な活用方法としては、可視化による関係者協議の迅速化、合意形成の迅速化や数量算出作業の効率化等が挙げられている。数量算出の効率化として、構造物の 3 次元モデルを作成し、モデルに部材及び材料に関する属性情報を付与することで、部材、材料毎の数量算出が自動化される事例がある (図-2.10)。

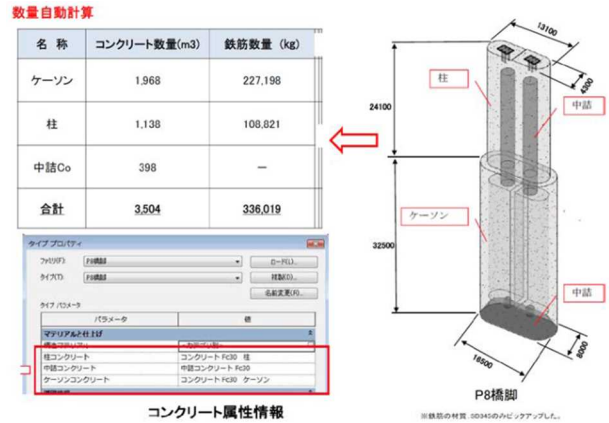


図-2.10 属性情報付与による自動数量算出イメージ<sup>1)</sup>

施工段階における効率的な活用方法としては、可視化による設計照査の効率化や計測機器と連携した出来形管理の高度化等が挙げられる。可視化による設計照査の効率化として、鉄筋の 3 次元配筋モデルを作成し可視化することで容易に干渉確認が行える事例がある (図-2.11)。

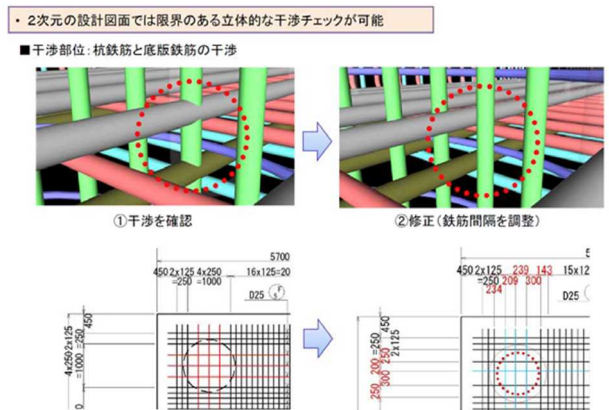


図-2.11 設計照査イメージ (鉄筋干渉確認)<sup>1)</sup>

また施工段階の活用法の事例として、一般社団法人日本建設業連合会 インフラ再生委員会が「2018 施工 CIM 事例集」<sup>25)</sup> を発行している。

維持管理段階における活用法としては、モデル作成

仕様において詳細度や属性情報を検討する際に、活用場面を想定しているが、実現場での活用は、設計・施工に比べるとまだまだ少ないのが現状である。維持管理段階は、建設生産システムの最終段階にあたり、かつその事業期間が長いので、効果的な活用方法は建設生産システム全体での生産性向上に直結すると考えられ重要である。

(4) 受発注者の役割

ガイドラインにおいて、各段階における受発注者の役割が明示されており、CIM 活用を進めていくうえでの実施項目の目安となっている。

ガイドラインは、多くの事項を受発注者間の事前協議により決定することとしている。CIM の活用は取り組みの初期段階にあり、実施項目も詳細度と同様に段階毎に一律に定められない状況にあるためである。事前協議の内容は、活用目的、対象範囲、使用する機器及びソフトウェア、詳細度、付与する属性情報、納品ファイルの形式、事業中の情報共有方法等である。

一方、受発注者の役割として明示されている事項の例としては表-2.9 に示すものが挙げられる。

受発注者双方に記載のある（受注者は設計段階のみ）、維持管理時の活用に応じた前段階で付与すべき属性情報の提示については、現状維持管理における CIM の活用の知見が特に少ないため取り上げられていると考えられる。CIM モデルは最終的に維持管理段階において有効活用されることが建設生産システムの全体最適には必要である。維持管理段階独自の CIM 活用の検討事例を増やしていくことも重要である。

2 次元設計との比較、照査は、CIM 活用の初期段階ということで定着した従来方式との比較確認は当面必要であるが、3 次元設計や発注が浸透することで、3 次元のみの照査により業務量は減少すると考えられる。

重要事項の多くが事前協議で決められることもあり、それぞれの実施事項がまだまだ具体的ではない部分が多い。建設生産システムにおける受発注者の役割自体は、ほぼ明確になっている（図-2.12）ため、CIM 活用の知見の蓄積が進むことにより実施事項の具体性は上がっていくものと思われる。

表-2.9 ガイドラインにおける受発注者の役割

	実施項目
発注者	<ul style="list-style-type: none"> <li>・CIM 活用業務（工事）実施方針<sup>26)</sup>（ICT の全面的な活用の推進に関する実施方針別紙）に準じた発注</li> <li>・CIM モデル作成に活用できる既存成果物の貸与</li> <li>・維持管理時の活用に応じた前段階で付与すべき属性情報の受注者への提示</li> <li>・2 次元設計との比較、照査</li> <li>・施工において 3 次元設計データを活用した監督検査の実施</li> <li>・納品 CIM モデル、CIM 実施報告書を含めた検査の実施</li> <li>・CIM 活用を考慮した評価の実施</li> <li>・納品データを維持管理時に共有活用ができる体制の構築と活用しやすいデータの整理</li> </ul>
受注者	<ul style="list-style-type: none"> <li>・貸与品、過年度成果の確認</li> <li>・発注者協議内容や CIM 実施事項の「CIM モデル作成事前協議・引継書シート」への記載</li> <li>・事業中の情報共有方法の提案</li> <li>・維持管理時の活用に応じた前段階で付与すべき属性情報の発注者への提示（設計段階のみ）</li> <li>・2 次元設計との比較、照査</li> <li>・CIM 実施計画書、報告書の作成</li> <li>・CIM モデルの照査、作成、更新、納品</li> <li>・施工において 3 次元設計データを活用した情報化施工、出来形管理の実施</li> </ul>

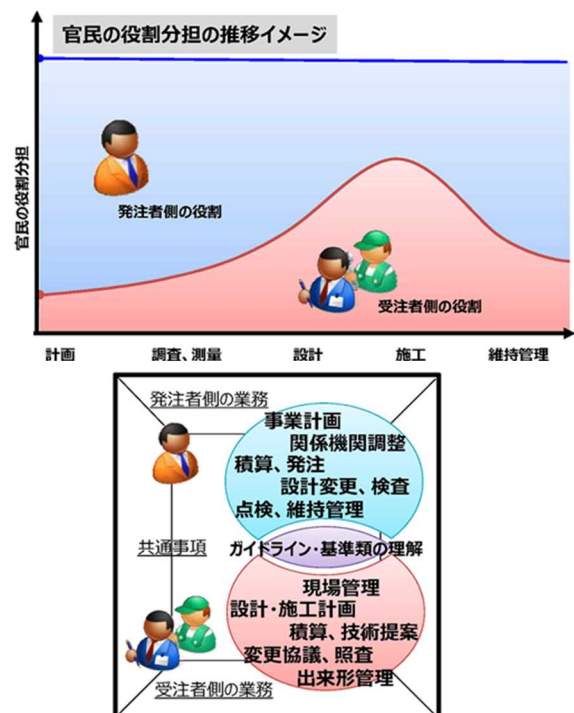


図-2.12 受発注者の役割イメージ<sup>27)</sup>

(5) ファイル交換形式及びソフトウェア

建設生産プロセス全体に CIM モデルを導入するにあたり、各段階間のデータ受け渡しを可能とするファイル形式が必要であり、ガイドラインにおいて LandXML と IFC を定めている。

LandXML は、2000 年から米国で道路用の 3 次元設計データの標準化のために開発された<sup>28)</sup> 交換可能なファイル形式である。要素内に中心線形や横断形状、地形モデルが定義され、汎用 3 次元 CAD において入出力が可能である。ただし国外で開発され、国内に必要な情報を取り扱えないため、必要な情報を拡張情報として追加する仕様を定めた「3 次元設計データ交換標準」<sup>29)</sup> を国土技術政策総合研究所が策定している。

IFC は、BIM で用いられている建物を構成する全てのオブジェクト（例えばドアや窓）の体系的表現方法の仕様を定義したファイル形式である。

IFC は BIM の進展とともに国際的非営利組織である building SMART International（以下、「bSI」という。）が検討・開発を進め、2013 年には国際標準化されている<sup>30)</sup>。IFC も多数の汎用 3 次元 CAD での入出力が可能である。

建築分野で活用されていた IFC の土木分野での採用にあたり、bSI の日本組織である bSJ が検討を進めてきた。合わせて土木分野における国際標準化の動きも活発化しており、2020 年の国際標準認証を目指し bSI が分野毎に研究開発を進めている（道路：IFC-Road、鉄道：IFC-Rail、橋梁：IFC-Bridge、トンネル：IFC-Tunnel、港湾：IFC-Ports and WaterWays）。bSJ と JACIC が設置した国際土木委員会において国内の要望等を取りまとめ、bSI の各分野への活動に参加している。

道路の幾何形状等を主として扱う LandXML は、多くの属性情報を扱う構造物には不向きである。また IFC が検討・開発段階のため、CIM の納品は、オリジナルファイルでの納品を行い、国際標準化の動きを念頭に現時点で IFC 及び LandXML に対応しているソフトウェアにより作成されたモデルについては、同ファイル形式による納品も求めるとしている。各 CIM モデルの納品ファイル形式は表-2.10 のとおり定められている<sup>31)</sup>。

オリジナルファイルは、使用するソフトウェアに依存するという課題があるため、各ソフトウェアで相互利用できる IFC の国際標準化への期待が高い。

IFC 等が取り扱えるソフトウェアは多種に渡り、その一覧は CAD ベンダーにより組織されている一般社団法人オープン CAD フォーマット評議会が運営する Open CIM Forum において公開されている<sup>32)</sup>。

表-2.10 CIM における納品ファイル形式<sup>31)</sup>

CIM モデル	納品ファイル形式
線形モデル	LandXML 及びオリジナルファイル
土工形状モデル	LandXML 及びオリジナルファイル
地形モデル	LandXML 及びオリジナルファイル
構造物モデル	IFC 及びオリジナルファイル
地質・土質モデル	オリジナルファイル
広域地形モデル	LandXML 及びオリジナルファイル
統合モデル	オリジナルファイル

また CIM による生産性向上のために必要となる課題の抽出及び解決方法を検討するため、2017 年度より発注者が受注者に対して要求事項（リクワイヤメント）を設定している。2018 年度のリクワイヤメントは、表-2.11 のとおりである。

表-2.11 リクワイヤメント一覧(2018 年度)<sup>33)</sup>

リクワイヤメント
①契約図書化に向けた CIM モデルの構築（設計・施工） ・新たに策定した「3 次元モデル表記標準（案）」をもとに 2D 図面と連動した 3D モデル作成・活用を実施。
②関係者間での情報連携及びオンライン電子納品の試行 ・新たに策定した「情報共有システム機能要件」をもとに 3D ビューを活用した関係者間共有、オンライン納品を実施。
③属性情報の付与 ・付与すべき属性情報を検討、結果を一覧にとりまとめる。 (H30 年度から IFC による属性情報の直接付与が可能に)
④CIM モデルによる数量、工事費、工期算出 ・3D モデルでの数量算出のため、改定された「土木工事数量算出要領（案）」をもとに課題や結果をとりまとめる。
⑤CIM モデルによる効率的な照査の実施 ・詳細設計照査要領に基づく従来の照査と比較し、3D での照査による効率化の程度についてとりまとめる。
⑥施工段階での CIM モデルの効率的な活用 ・施工計画検討を動画によって実施。工事においては計測機器と連携した出来形確認を実施。

リクワイヤメントは発注者から受注者に向けられたものであるが、その多くが CIM モデルを扱うソフトウェア

上で実現されるため、受発注者の意向を受け、各種基準類に則り、各ベンダーがソフトウェアの改良やリクワイヤメント対応事項の実装を行っている。

例えば表-2.11 の①については、表記標準に則った方法で寸法表記を伴うモデルが作成できるように 3 次元 CAD 等に表記標準を実装し、そのソフトウェアを用いて受注者は 3 次元モデルを作成・活用する。

各ソフトウェアのリクワイヤメント対応状況も Open CIM Forum において公開されている<sup>34)</sup>。

### 2.3 港湾分野における CIM の実施事例

#### (1) 港湾における CIM 導入の議論

国土交通省港湾局では、港湾における ICT 導入検討委員会において CIM の導入・活用の議論を進め<sup>35)</sup>、2018 年度から、栈橋設計において試行業務を開始している。並行し CIM 活用工事の試行に取り組む地方整備局もある。試行において得た知見を基に、ガイドラインの港湾編が策定される予定になっている。

#### (2) 民間における取り組み

陸上における CIM の活用は、国土交通省の試行とあわせて大手建設会社を中心に復興事業や大規模プロジェクトにおいて行われてきたが、港湾分野における事例は少ないが、幾つか以下に紹介する。

##### a) 福島県相馬港の LNG 基地栈橋工事

これは民間事業における設計・施工案件において受注者が自発的に取り組んだ事例であり、設計段階での CIM モデル構築は行わず、施工段階において設計成果の 2 次元図面からモデルを構築・活用している<sup>36)</sup>。実施項目は、構造物モデル及び地質・土質モデル（杭支持層モデル）の作成、モデルに時間情報を付与する施工シミュレーションを用いた工程検討・工程管理、配筋及びジャケット据付時の干渉確認、既設構造物のモデル化による施工検討等である。

構造物モデルは、ガイドライン策定前だったため、AIA が定めた LOD に基づき作図している。施工の進捗により詳細な構造を必要とするのに合わせ、詳細度を上げる手法が取られている。

杭支持層モデルは、ボーリングデータを基にサーフェスモデルとして作成している（図-2.13）。あわせて杭（ここでは鋼管杭）の打設記録をもとに、杭打設箇所の支持層位置を作成したサーフェスモデルに反映、更新し、続く打設検討に活用している。

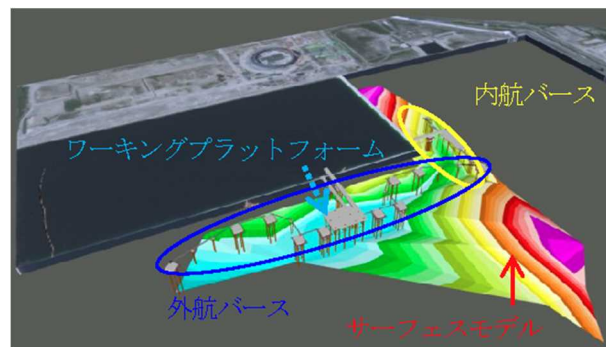


図-2.13 相馬港 LNG 栈橋支持層モデル<sup>36)</sup>

施工シミュレーションを用いた工程検討により、施工順序の確認や施工中の工程修正が行われた。またモデル内への作業船の配置より、航路へのアンカー（錨）の影響を可視化し安全性や施工性の検討にも活用している。

干渉確認として、上部コンクリートの配筋のコンクリート上に配置される設備類（電気設備や油圧配管）との干渉確認を行っている。過密な配置がされ、施工が困難になる場合があるため、事前に確認しておくことで手戻りを防ぐ（フロントローディング）。ただし配筋のモデル化は詳細度が高いこともあり、非常に多くの手間を要するために、過密な部分に限定して行われている。

ジャケット据付時の干渉確認は、受けの鋼管杭の出来形をモデルに反映し、据付前に干渉の有無を確認している（図-2.14）。

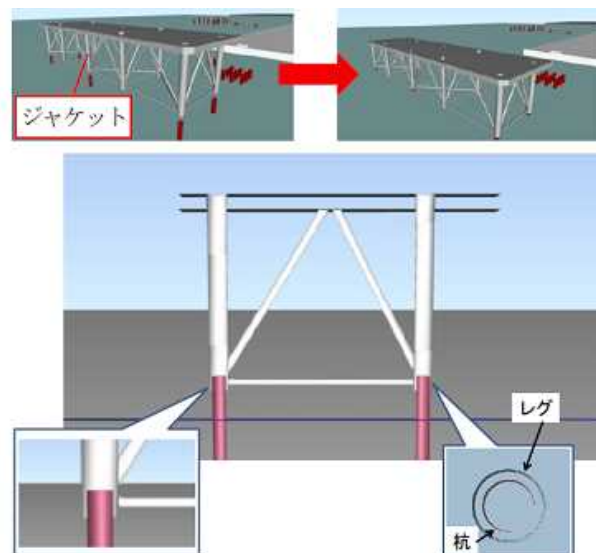


図-2.14 相馬港 LNG 栈橋ジャケット据付干渉確認<sup>36)</sup>

鋼管杭の打設及びジャケット製作は、それぞれに出来形管理基準があり、施工及び製作に当たっては基準の許容範囲内に収めるが、各出来形が許容範囲内の場合にお

いても干渉により据付ができないこともありえる。現状では 2 次元の図面を用い検討しているが、ジャケットの構造が複雑かつ歪みやねじれなどが 2 次元では表現できないため、CIM モデルを使うことにより現実に近い事前検討ができる。鋼管杭の出来形を反映させ、許容範囲内でも干渉の可能性がある範囲が分かり、次の杭の打設目標を明確にして干渉を防ぐ効果がある。

既設構造物のモデル化による施工検討は、既設護岸から栈橋へ渡る橋を設置するにあたり、既設護岸前面に設置されている消波ブロックが橋と干渉することが予測されたため、干渉する消波ブロックの撤去範囲を確認する内容である。消波ブロックは、形状が複雑であり、現況モデルの作成について、従来の測量方法では、確実性と安全性（ブロック上にあがることは足場の確保が困難で危険である）に問題があるため、UAV（Unmanned aerial vehicle、通称ドローン）により撮影した写真から 3 次元点群データを作成する技術 SfM（Structure from Motion）により消波ブロックの現況モデルを作成し、設置する橋との干渉確認を実施している（図-2.15）。

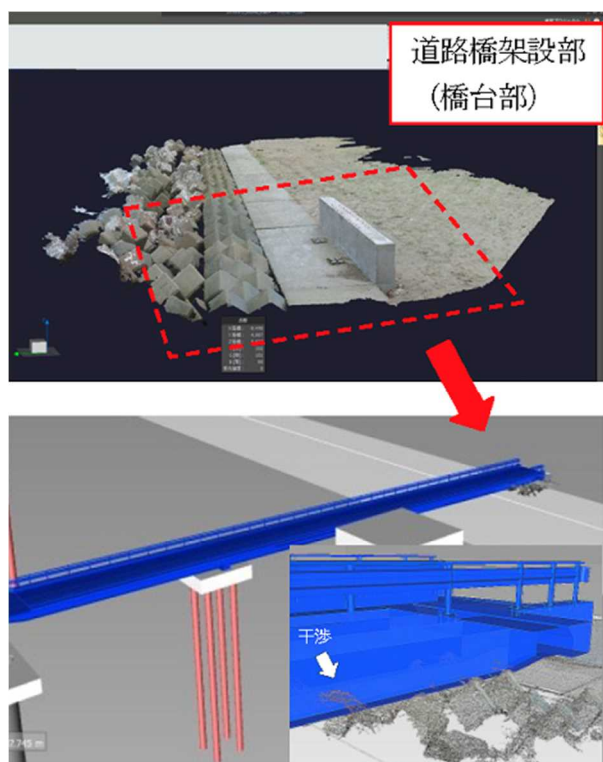


図-2.15 相馬港 LNG 栈橋既設構造物干渉確認<sup>36)</sup>

相馬港における実施事例では、陸上で実施されていた CIM の活用を港湾工事に当てはめて実施する一方で、船舶配置によるアンカーの航路への影響確認や消波ブロックといった面的測量により初めて形状把握が可能なもの

への活用といった港湾独自の活用方法も示されている。今後の港湾における CIM 活用の促進に向け、大いに参考とできる事例のひとつである。

#### b) 北海道函館港のクルーズ船栈橋工事

これは、北海道開発局が設計・施工一括発注方式で発注した岸壁改良工事において受注者が自発的に取り組んだ事例であり、設計段階で従来の 2 次元設計と並行して CIM モデルの構築を行い、設計・施工各段階において活用した事例である<sup>37)</sup>。実施項目は、構造物モデル及び近接構造物モデルの作成、設計段階における鉄筋の干渉確認、既設物（メモリアルシップ摩周丸）近接施工の検討、各種資料作成への活用等である。

近接構造物のモデル化は、レーザースキャナー（LS）測量により点群データを用いている。

鉄筋の干渉確認は、配筋が過密になりやすい栈橋連結部の配筋及び連結部に配置される係船柱のボルトについて行っている（図-2.16）。鉄筋とボルトの干渉が確認され、鉄筋の移動を実施している。この際に鉄筋のあきとコンクリート打設時のバイブレータ挿入箇所を確認を合わせて行っている。

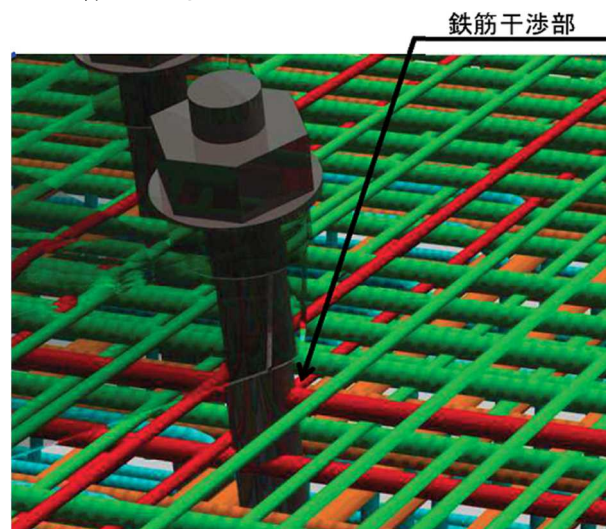


図-2.16 函館港鉄筋係船柱アンカー干渉確認<sup>37)</sup>

既設物の近接施工の検討では、摩周丸に近接した斜杭の打設を検討している。2 次元での検討（平面又は特定の断面での検討）では発見しづらい危険を CIM モデルの活用により発見し、斜杭の施工を回避し直杭の施工を行っている（図-2.17）。

各種資料作成への活用については、詳細に作成された CIM モデルにより現地が再現された資料を用いることで事前の現地確認の頻度（労力）や関係者の確認不足、打合せ回数の減少が報告されている。

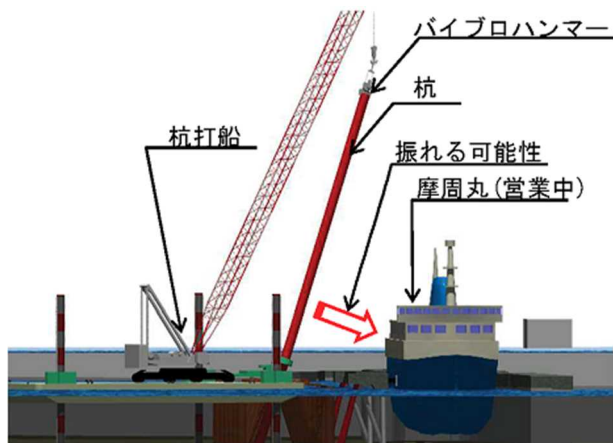


図-2.17 函館港近接施工検討<sup>37)</sup>

c) 2件の取り組みへのヒアリング

紹介した2件の事例は、本年の一般社団法人日本建設業連合会「2018 施工 CIM 事例集」に掲載されている事例である。国土技術政策総合研究所では、港湾における生産性の向上に関する調査研究として、2件の施工会社へヒアリングを実施している。以下に主な意見のみ紹介する。

○相馬港施工社：実施日 2017年9月。

[主な意見]

- ・CIMの導入により、説明資料等が分かり易くなり好評だった。
- ・少ない地盤情報に、施工時の情報をフィードバックし補完することで施工が円滑に行えた。
- ・CIMモデルの作成に費用と労力を要する。扱うソフトウェアが多種で技術習得に時間がかかる。扱える人員が不足している。
- ・施工シミュレーションに活用するモデルの詳細度は200程度の簡易なもので十分である。
- ・CIMモデルを活用した施工計画により、現場作業員の待機時間を減らすことができた。

○函館港施工社：実施日 2018年9月。

[主な意見]

- ・広域地形モデルを用いることにより、構造物の景観とのマッチングを容易に確認できる。
- ・実施工においては、まだまだ2次元図面が必要である。
- ・鉄筋同士の干渉についてモデルの修正は行わず、施工は現場の鉄筋工の裁量で行った。
- ・設計施工案件で2つの段階を1社で行ったが、フロントローディングが重視される中、設計と施工の役割分担や責任範囲の境界を明確にすることが課題である。

・今後、CIMモデルを含む3次元データの活用による自動制御による施工が進んでいくのではないかと。

### 3. 港湾分野における CIM 導入促進に向けた検討

本検討は、港湾構造物におけるモデル詳細度等の CIM の基本事項に関する指標の提示、作図や活用の際に想定される課題への対応策、改善案の提示を目的としており、本章に既往ガイドライン記載の主要項目毎に検討結果を示す。主要項目は詳細度、属性情報、効果的な活用方法、受発注者の役割である（2.2 CIM 導入ガイドライン(案)参照）。また検討にあたり実施した作図や活用検討の過程で浮上した課題への改善案等の検討も実施している。

検討の対象は港湾構造物のうち、今年度モデル業務・工事が開始された棧橋に続き CIM の導入が想定され、かつ事業実施頻度の高い係留施設の岸壁と外郭施設の防波堤、そして ICT の全面的な活用として ICT 浚渫工が行われ 3次元化の取り組みが進んでいる水域施設の航路である。

#### 3.1 ニーズ把握のためのアンケート

検討の実施にあたり、現場のニーズの把握のためにアンケートを実施した。以下に概要と結果及び分析を示す。アンケート結果は巻末の付録 A1～A3 に示す。

##### (1) アンケート概要

・アンケート名：港湾分野における CIM 推進に関するアンケート（以下、「アンケート」という。）

・対象：

設計（一社）港湾技術コンサルタンツ協会 8社(9回答)  
 施工（一社）日本埋立浚渫協会理事会社 11社  
 維持管理 海洋・港湾構造物維持管理士 11名

（うちコンサルタント会社 4社 6名、建設会社 3社 5名）

・実施期間：2018年10月3日～11月3日

・内容：既往のガイドライン記載の主要項目「詳細度」「属性情報」「効果的な活用方法（アンケート中では活用方策としており、本節では表題を除き活用方策で統一する。）」「受発注者の役割」について記述式及び選択式の設問により実施している。CIMを取り扱うソフトウェアの導入状況や各社の CIM 推進のための課題についても聞いている。設計、施工、維持管理各段階共通の質問と個別の質問が混在している。

以下にアンケート結果のまとめ（表-3.1～3.3）と各項目の代表的な回答と分析について示す。

港湾分野における CIM 導入促進に向けた検討  
吉田英治・井山繁

表-3.1 アンケート結果まとめ (1)

項目		段階	設計	施工	維持管理	
			コンサル(回答数 9)	建設会社(回答数 11)	コンサル(回答数 6)	建設会社(回答数 5)
モデル詳細度	詳細度 設定範囲 (選択肢)		・「②工種毎」が最多 【4/9】.	・「②工種毎」が最多 【5/11】.		
	詳細度 自由意見		・“設計の段階毎に設定”【3/9】. ・設計は 300(配筋図に限り 400)【2/9】.	・特になし.	・維持管理用に新規作成する場合は 200. ・200~300 に点検記録の紐づけで十分. ・必要な情報により, 施工完了時の詳細度をそのまま使う.	・100~200 に点検記録の紐づけで十分. ・付属物位置が必要なため 400. ・施工完了時のモデルから簡易なモデルを作成する.
	モデル区分 (活用場面による管理ブロックの違い)		(詳細度設定の意見として, 維持管理を考慮した点検区分の分かる詳細度が必要との意見あり.)		・維持管理計画書の点検区分に即した施工を実施している【2/6】. ・施工情報, ID 等の付与で管理可能【4/6】.	・特段違いはない【2/5】. ・施工の区分を維持管理で用いる. ・施工情報, ID 等の付与で管理可能【2/5】.
	作図の 生産性		・非効率の防止 効果を見込むものからの 3次元化 3次元設計への統一 ・ツールの充実 構造計算ソフトの 3D化【2/9】 ソフトの機能, 部品の充実【2/9】			
属性情報	付与方法 付与項目		・情報が多くなることで非効率になる, 多様な用途に対応するための選定が必要との意見多数.			
			・仕様書記載項目. ・維持管理を考慮した港湾台帳記載項目【2/9】. ・情報整理に表計算シートを活用する.	・現在の 2次元図, 仕様書に記載の項目【2/9】. ・維持管理を考慮した情報【3/11】. ・情報整理に表計算シートを活用する.	・点検, 診断記録. ・維持管理計画書, 点検診断報告書. ・設計資料, 施工資料(材料諸元, 施工時期等).	・点検, 診断記録, 維持管理計画書. ・設計資料, 施工資料(材料諸元, 施工時期等). ・潮位, 水深など. ・必要情報のみ取捨選択できる方法が必要.

※表中の【】は,【回答数/全回答数】を示す. 選択肢からの回答及び複数の自由意見に付している.

※斜線部分は設問無し.



表-3.2 アンケート結果まとめ (2)

項目		設計		施工	維持管理				
		コンサル(回答数 9)		建設会社(回答数 11)	コンサル(回答数 6)	建設会社(回答数 5)			
属性情報	引き継ぎへの要望・懸念	/		◇設計から ・ミスの防止, 確認方法の構築【2/11】. ・各種検討(工程計画, 仮設計画等)の引き継ぎ. ◇維持管理へ ・維持管理計画に準じた引き継ぎの実施【5/11】.	◇施工から ・出来形情報, 補修情報のモデルへの反映. ・施工時の設計変更のモデルへの反映(変更理由も含め)【2/6】.	◇施工から ・施工時の変更のモデルへの反映. ・必要な属性情報を部材毎に付与したモデルの引き継ぎ.			
	期待できる効果(選択肢)			/		・「②記録の一元管理」が最多【4/6】. ・「①見える化」と「③情報プラットフォーム」が半数からの期待がある【3/6】.	・「②記録の一元管理」は全員が期待【5/5】. ・2番目は「①見える可」【4/5】.		
効果的な活用方策	自由意見	・従来から効果が示されているもの(合意形成の迅速化, 数量計算の高度化, 干渉チェック, 情報一元化等). ・構造計算ソフトの3D化による設計の効率化.	・従来から効果が示されているもの(資料作成の効率化, 施工検討の高度化, ICT施工, 情報一元化). ・現場でタブレット等を用いた利活用による業務効率化.			・見える化のために, 点検結果をモデルへ展開する必要があるが, 現状維持管理の標準作業ではない. 標準化への議論が必要.	・特になし.		
	受発注者の役割	<p>・受発注者双方にCIMへの理解を深めることが重要との意見が多数.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; vertical-align: top;"> <p>◇受注者</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・技能習得, 積極的な推進, 効果的活用方策の見出し.</li> </ul> <p>◇発注者</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・適切な制度の整備, 必要費用の計上.</li> </ul> </td> <td style="width: 25%; vertical-align: top;"> <p>◇受注者</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・技能習得, 積極的な推進, 実施体制の整備.</li> </ul> <p>◇発注者</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・適切な制度の整備, 必要費用の計上.</li> </ul> <p>◇双方</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・担当者の設置(情報管理者含).</li> <li>・効果的活用方策の見出し.</li> </ul> </td> <td style="width: 25%; vertical-align: top;"> <p>◇受注者</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・技能習得, 経験の積み重ね.</li> </ul> <p>◇発注者</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・適切なモデル, 情報の追加, 更新.</li> <li>・適切な制度の整備, 必要費用の計上.</li> </ul> </td> <td style="width: 25%; vertical-align: top;"> <p>◇受注者</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・効果的活用方策の見出し.</li> </ul> <p>◇発注者</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・導入による将来像の明確化.</li> <li>・適切な制度の整備, 必要費用の計上.</li> </ul> </td> </tr> </table>					<p>◇受注者</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・技能習得, 積極的な推進, 効果的活用方策の見出し.</li> </ul> <p>◇発注者</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・適切な制度の整備, 必要費用の計上.</li> </ul>	<p>◇受注者</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・技能習得, 積極的な推進, 実施体制の整備.</li> </ul> <p>◇発注者</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・適切な制度の整備, 必要費用の計上.</li> </ul> <p>◇双方</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・担当者の設置(情報管理者含).</li> <li>・効果的活用方策の見出し.</li> </ul>	<p>◇受注者</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・技能習得, 経験の積み重ね.</li> </ul> <p>◇発注者</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・適切なモデル, 情報の追加, 更新.</li> <li>・適切な制度の整備, 必要費用の計上.</li> </ul>
<p>◇受注者</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・技能習得, 積極的な推進, 効果的活用方策の見出し.</li> </ul> <p>◇発注者</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・適切な制度の整備, 必要費用の計上.</li> </ul>	<p>◇受注者</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・技能習得, 積極的な推進, 実施体制の整備.</li> </ul> <p>◇発注者</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・適切な制度の整備, 必要費用の計上.</li> </ul> <p>◇双方</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・担当者の設置(情報管理者含).</li> <li>・効果的活用方策の見出し.</li> </ul>	<p>◇受注者</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・技能習得, 経験の積み重ね.</li> </ul> <p>◇発注者</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・適切なモデル, 情報の追加, 更新.</li> <li>・適切な制度の整備, 必要費用の計上.</li> </ul>	<p>◇受注者</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・効果的活用方策の見出し.</li> </ul> <p>◇発注者</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・導入による将来像の明確化.</li> <li>・適切な制度の整備, 必要費用の計上.</li> </ul>						

※表中の【】は、【回答数/全回答数】を示す。選択肢からの回答及び複数の自由意見に付している。

※斜線部分は設問無し。

港湾分野における CIM 導入促進に向けた検討  
吉田英治・井山繁

表-3.3 アンケート結果まとめ (3)

項目		段階	設計		施工		維持管理	
		コンサル(回答数 9)	建設会社(回答数 11)	コンサル(回答数 6)	建設会社(回答数 5)			
ソフトウェア	導入ソフト	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 全社港湾分野において 2 次元の主流となっている A 社の製品を導入.</li> <li>・ 他社 CAD ソフト導入は 1 社</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ソフト未導入 1 社を除き A 社製品を導入.</li> <li>・ 他社 CAD ソフト導入は 1 社.</li> <li>・ 点群処理ソフト導入 2 社.</li> </ul>					
	ソフト満足度 (選択肢)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 「②使いこなせていない」が多数【7/9】.</li> <li>・ 「③機能が足りない」については、港湾分野へ対応したものが不足しているとの意見.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 「②使いこなせていない」が多数【5/11】.</li> <li>・ 「③機能が足りない」については、かなり使い込んでいる印象を受ける.</li> <li>・ 「④その他」は未導入や必要な機能が不明等の意見.</li> </ul>					
各社の課題		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 技能習得のための教育【6/9】.</li> <li>・ 経験を増やす【3/9】.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 技能習得のための教育【7/11】.</li> <li>・ 経験を増やす【3/11】.</li> <li>・ 現場負担のならない活用方策の見出し.</li> </ul>					
自由意見		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 多大な属性情報を効率的に活用する方法が必要.</li> <li>・ モデル作成だけではメリットは無い.</li> <li>・ 費用の初期負担が大きい (積算未計上).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 建設生産システムで一貫したモデル管理者が必要.</li> <li>・ 企業規模で導入の進み具合に差がある. 中小への浸透方法が不明.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 検討状況の情報を公開してほしい.</li> <li>・ 研究中の無人化, 省力化技術の制度への取り込みが必要.</li> <li>・ 効果と留意点をまとめ公開してほしい.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 既存施設用の CIM を検討すべき.</li> <li>・ 既存老朽化施設への適用に課題.</li> <li>・ 膨大なデータから必要なもののみ抽出できるシステムの構築が必要.</li> </ul>			

※表中の【】は、【回答数/全回答数】を示す. 選択肢からの回答及び複数の自由意見に付している.

※斜線部分は設問無し.

(2) モデル詳細度

a) 回答

設計、施工者は、適当な詳細度の設定範囲として、①構造毎（防波堤、岸壁等の体系ツリーレベル1に相当）、②工種毎（本体工や基礎工等の工種体系ツリーレベル2に相当）、③その他のうち、②工種毎に多数の回答があった（図-3.1）。

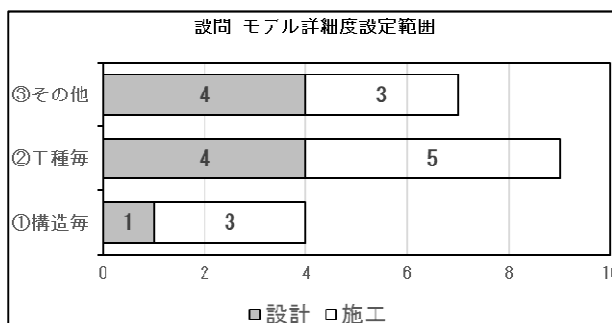


図-3.1 アンケート結果(1)  
(詳細度モデル設定区分)

また③その他の設計者の回答4票のうち3票が予備・基本、細部、実施の設計段階毎に設定するのがよいとの意見だった。

維持管理時に必要な詳細度について、維持管理者へ選択肢を設けずに自由意見を求めた。各自が想定する活用場面により詳細度100~400と幅広い回答となった。

詳細度と関連したモデルの区分について質問では、既往の検討で活用場面により管理ブロック(モデルの区分)が異なる(図-3.2)ため、複数のモデルが必要になるとの懸念がある<sup>14)</sup>ことについて、維持管理者から、港湾では計画・設計時に維持管理計画書の中で点検ブロックを定めているため、点検ブロックに応じた施工スパンで施工されていることが多い、点検ブロックと施工スパンが異なる場合でも工事情報やIDを属性譲渡して付与することで対応可能との意見が多数寄せられた。

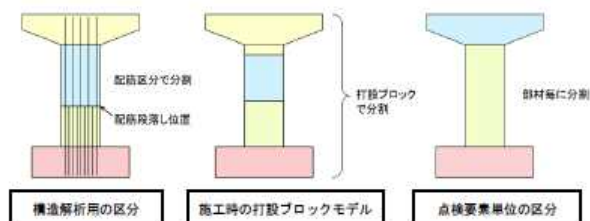


図-3.2 活用場面によるモデル区分の違い<sup>14)</sup>

また、設計者の詳細度に係る意見として、維持管理の点検ブロックを考慮した詳細度が必要との意見もあった。

3次元作図における生産性向上策について設計者から運用に関する意見とツールに関する意見が寄せられた。

運用に関する意見としては、効果が見込まれるものからの3次元化を進める、適切な詳細度を設定する、3次元設計へ統一するなどが挙げられた。

ツールに関する意見として挙げられたのは、構造計算ソフトの3次元対応、簡易な作図ツールの普及、3次元部品及び地形データを容易に利活用できる方策の整備などである。

b) 分析

詳細度の設定範囲として既往の検討等では工種毎に詳細度を定めることは時期尚早としている(2.2(1)e)工種毎の詳細度参照)が一方で、実務者は作図時の指標としてより細かな工種毎の詳細度設定を望んでいる。

設計の段階毎の詳細度設定がよいとの意見が設計者から挙げられたが、「港湾設計・測量・調査等業務共通仕様書」に記載されている設計の各段階の目的や成果<sup>38)</sup>と詳細度の共通定義(表-2.4)を照らし合わせると予備・基本設計は詳細度200程度、細部、実施設計は詳細度300又は400程度が相当するとの指標を示すことができる可能性がある。

維持管理時に必要な詳細度は幅広い回答となったが、設計や施工と異なり、維持管理では一律に詳細度を設定することは難しく、今後の試行において前段階から引き継がれる詳細度を大幅に変えることなく(手間をかけずに)活用する運用方法を模索することが重要と思われる。

一連の維持管理に関する回答より、実務者には維持管理を見据えたCIMの運用が必要との意識が感じられる。

3次元作図の生産性向上に関する運用面の意見では、作図した成果の後段階での未活用や過剰に細かい詳細度設定等の非効率への懸念が強く、制度定着までは作図技能の向上状況を見ながら適用範囲の限定や適切な詳細度設定をする等の措置が必要である。

ツールに関しては、ツールの充実がCIMの進展及び定着の鍵であり、ユーザーの意見がベンダーに反映しやすくなる意見交換の場が必要である。

(3) 属性情報

a) 回答

属性情報の付与方法と付与情報の選定について自由意見を求めた。各段階から回答として、情報が多くなると

非効率になる一方で多様な用途に対応するための選定が必要との意見があった。

特に維持管理者からは、過去の業務において必要な情報が無く苦勞した体験より、必要な付与情報として多種多様な情報・項目が挙げられた。

多種多様なデータを様々な活用場面に応じて利用するための付与方法として、維持管理情報データベース等の既存のデータベースとの連携や表計算シートの活用等の意見が寄せられた。

情報の引き継ぎについて、施工者と維持管理者に前段階からの引き継ぎへの要望と懸念を聞いた。

前段階からの引き継ぎへの懸念として、施工者はミスや誤入力を懸念し確認方法を必要としている。また仮設計画等の各種検討結果の引き継ぎを要望している。

維持管理者は、施工時に設計から変わった箇所モデルへの反映を要望している。

#### b) 分析

各実務者から属性情報として必要な情報に多くの項目が挙げられた。多様な用途に応じているものであり、全て必要なものである。

各情報には重要性の高低があり、必要に応じて既存のデータベース等にアクセスすることができる体制が必要である。

情報の引き継ぎについては、手戻り等が発生しないようにすべきとの内容が寄せられた。

施工者においても維持管理を見据えた CIM の運用が必要との意識が見られた。

維持管理者が望む施工時に変更となった箇所のモデル反映には設計変更に加えて、施工承諾による変更や補修情報も含まれるものと思われる。

#### (4) 効果的な活用方法

##### a) 回答

設計者と施工者に効果的活用方策の自由意見を求めた。回答として迅速化が期待される住民説明会や設計比較等の合意形成、高度化が期待される数量計算、出来形品質管理、フロントローディングが期待できる干渉チェック、情報の一元管理等の既往の取り組みで効果が報告されているものが多数挙げられた。一方で港湾独自の効果的活用方策についての意見は無かった。

設計者からは技術進展を踏まえた構造計算ソフトの 3次元対応による作図の効率化、施工者からはタブレット等の ICT を活用した現場業務の効率化への期待が寄せら

れた。

維持管理に CIM を導入した場合に維持管理者が特に効果を期待しているものは、①点検・劣化箇所の見える化、②点検・診断記録の一元管理、③現在の台帳等に代わる建設情報プラットフォーム、④IoT, ICT, AI 等との連携による業務の効率化、⑤その他のうち、②点検・診断記録の一元管理であった (図-3.3)。

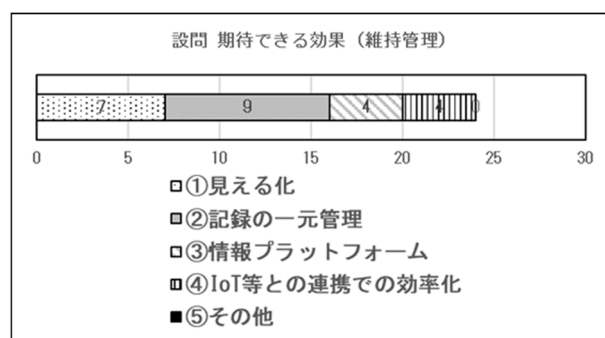


図-3.3 アンケート結果 (2)  
(維持管理において期待できる効果)

2 番目に多くの意見が寄せられた①点検・劣化箇所の見える化については、効果が期待できる一方で点検結果をモデルに展開する作業の標準化が必要なためその議論が必要との自由意見が寄せられた。

#### b) 分析

港湾独自の活用方策が挙げられなかったが、制度の進展とともに独自の策が出てくるものと思われる。

設計者の構造計算ソフトの 3次元化や施工者のタブレット活用等の日常業務の効率化への期待は、現状の業務が非効率であると感じていることを伺わせる。

維持管理へ導入した際の期待として点検・記録の一元管理が多数を占めたが、設計や施工における 3次元化や ICT 活用における期待される効果の代表「見える化」より多い意見だったことは、維持管理における記録の管理に非効率な面があるものと考えられる。

#### (5) 受発注者の役割

##### a) 回答

ガイドラインに CIM を実施する上での受発注者の役割と実施事項が記載されていることを踏まえて、CIM 進展に向けて、受注者が果たしていくべきことと発注者に期待することを聞いた。

受発注者双方について CIM への理解を深めるとの意

見が多く寄せられた。

受注者の果たしていくべきこととしては、技能習得が多数を占め、他に積極的な推進、効果的活用方策の見出し、実施体制の整備、経験の積み重ねなどが挙げられた。

発注者に期待することとしては、適切な制度の整備、適切なモデルの更新と情報の追加、導入による将来像の明確化などが挙げられた。

適切な制度の整備のうち、設計者と維持管理者からの必要経費の計上への意見が多かった。

b) 分析

理解を深めるとの意見については、無理解による手戻り等への懸念があるものと思われる。

費用計上の要望が多く挙げられた設計では従来の2次元での設計(作図)に加えて3次元作図を行う必要があること、維持管理では事例がほぼ無いことが原因と考えられる。

(6) ソフトウェア

a) 回答

設計者と施工者に各社で導入している CIM 対応のソフトウェアとその使い勝手、満足度について聞いた。

導入ソフトウェアについては、未導入の施工者1社を除き全社複数の対応ソフトウェアがあるA社の製品を導入していることがわかった(図-3.4)。

使い勝手、満足度は、①概ね満足、②使いこなせていない、③機能が足りない、④その他のうち、設計者、施工者ともに②使いこなせていないが多数を占めた(図-

3.5).

b) 分析

導入ソフトウェアに顕著な偏りが見られた。港湾分野においてA社の2次元CADが最も普及していることが原因と考えられる。

導入ソフトウェアを使いこなせていない状況は、2次元においてはオールインワンソフト1つでほぼ完結するが、3次元ではソフトウェアが多岐にわたるため、導入初期段階の現在では使いこなせる技術者が少ないことが考えられる。

(7) 各社の課題及び自由意見

a) 回答

設計と施工は、法人へアンケートを依頼しており、各社の CIM 進展のための課題について聞いた。両者ともに技能習得を課題としている社が多く、教育や経験を増やすことが必要と感じている。また現場の負担にならない活用方策を見出すとの意見もあった

CIMに関する自由意見として、取り組むにあたり費用負担が大きい、企業規模で導入具合に差異が生じている、建設生産システム一貫で活用するためのモデル管理者が必要、制度の検討状況の情報公開、既存の老朽化した施設への適用に課題がある等の意見が寄せられた。

b) 分析

各社の意見より CIM の目的である生産性向上より当面の運営の支障にならない方法が必要な現状が伺えた。

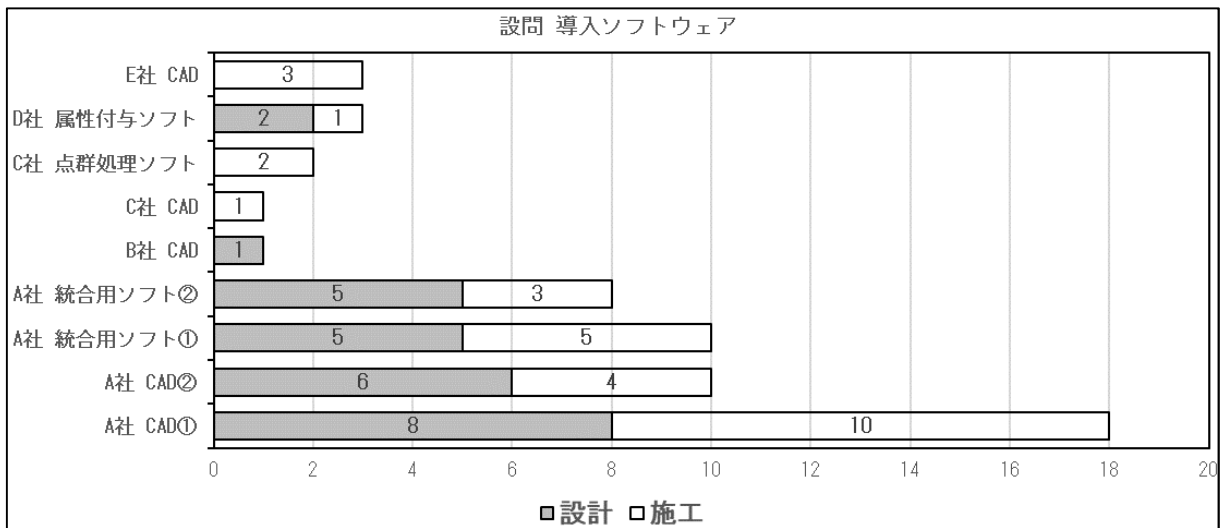


図-3.4 アンケート結果 (3) (導入 CIM 対応ソフトウェア)

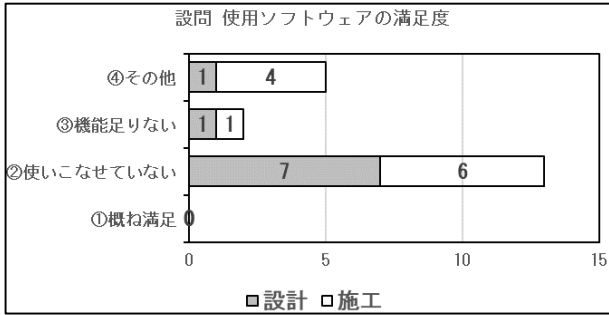


図-3.5 アンケート結果 (5)  
(ソフトウェア満足度)

### 3.2 モデル詳細度

#### (1) 対象とする CIM モデル

2.2 (1) に示す (表-2.3 参照) とおり, CIM モデルには 7 種類のモデルがあり, 各モデルにおいて共通定義 (表-2.4) に準じた詳細度を適用できるのは構造物モデルのみであることが整理されている (表-2.8) ため, 本検討においても同様に構造物モデルについて, 共通定義に準じた詳細度を検討した。

検討対象の航路に含まれる浚渫工は, i-Construction の開始により ICT 浚渫工において設計の 3 次元モデルを LandXML で納品することとなっている<sup>39)</sup>。これは ICT 土工と同様であり, 浚渫工モデルが土工形状モデルに該当するともいえる。一方で国際標準化を目指して検討が進められているファイル交換形式の IFC の港湾版である IFC-Ports and Waterways では航路を対象としており<sup>40)</sup>, 構造物モデルと同じ扱いとなっている。

IFC は LandXML とともに CIM の納品形式になってお

り (表-2.10 参照), 今後の IFC の国際標準化を見据えて, 本検討においては, 航路における浚渫工モデルは構造物モデルとして扱う。

#### (2) 港湾における詳細度の共通定義

以下に共通定義を港湾構造物に適用し作図した場合の各詳細度の概要について記す。

##### a) 詳細度 100

詳細度 100 は現在の試行等で一般的に用いられる詳細度 200~400 に比べ, 活用例を見るのが少なくイメージしづらい。詳細度 200 が標準横断面をスweep (標準横断面を基準線に沿って奥行き方向等に押し広げて 3 次元化する技法) して作図する程度であることを考慮した場合, 港湾には港湾計画図があり, これを簡素に 3 次元化する程度が詳細度 100 としては十分であると考え。

宮城県の仙台塩釜港石巻港区の港湾計画図<sup>41)</sup>を元に作成した 3 次元港湾計画図を図-3.6 に示す。等水深線を用い海底形状をサーフェスにより地形モデルとし, 航路や泊地には深さを持たせた。法面による擦り付けはしていない。防波堤や岸壁は単純な線や面でモデル化している。位置は基準点を用いて, 航路法線や防波堤法線を正確にする程度で十分と考える。背後地の広域地形は必要に応じて基盤地図情報等を用いてモデル化する。

3 次元港湾計画図は各港の CIM の情報プラットフォームとしての活用が期待できる。コンピュータ上で防波堤等の施設をクリックするとその施設の詳細度の高い CIM モデルが新たなウィンドウで表示され, 形状や属性の情報の閲覧を行なうことは容易にできるものと考え。

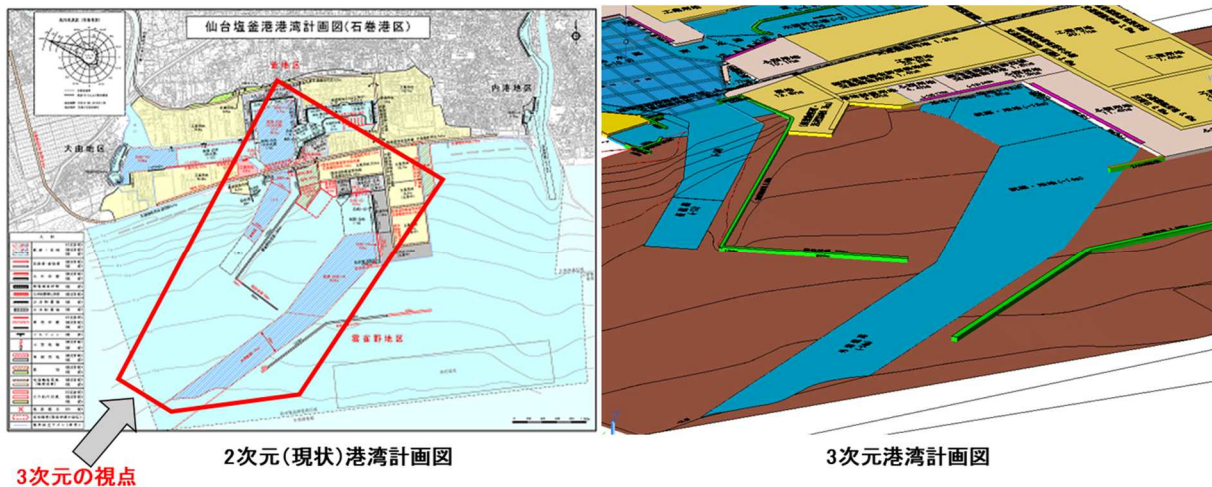


図-3.6 港湾計画図 (左: 2次元<sup>41)</sup>, 右 3次元, 詳細度 100)

b) 詳細度 200

詳細度 200 は共通定義によると「対象の構造形式が分かる程度のモデル」となっており、岸壁の場合、重力式、矢板式といった形式、防波堤の場合、混成堤や消波ブロック被覆堤といった形式が分かる程度ということである。

重力式岸壁の場合、ケーソンの外形形状をモデル化(中詰等は必要に応じてモデル化する)、矢板式岸壁の場合は、鋼矢板を平板、鋼管矢板を円柱程度にモデル化し、部材厚等の情報は持たせない。控工の腹起し等は必要に応じてモデル化する。

防波堤の詳細度 200 の作図例として、消波ブロック混成堤(作図箇所は消波ブロック工未施工範囲)の標準断面図を紙面奥行き方向にスイープした CIM モデルを図-3.7 に示す。ケーソンは外形形状のみモデル化しており、上部斜面の形式がわかるように斜面部まで表現している。基礎捨石は石材の仕様により細目が 3 つに分かれているが、ここでは 1 つの断面として表現している。被覆ブロックは設置範囲を帯状に奥行き方向へモデル化している。

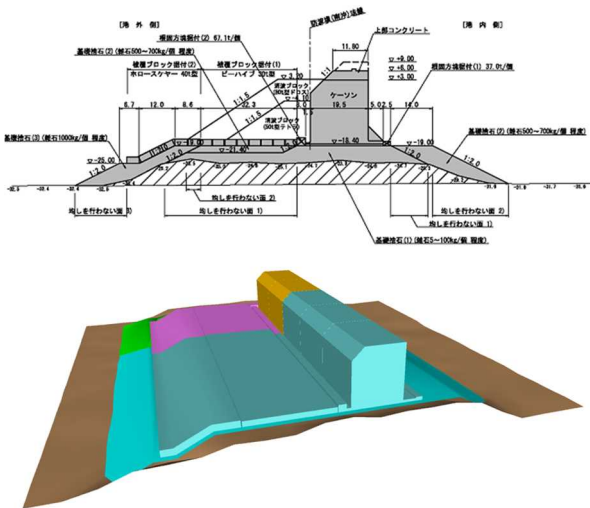


図-3.7 標準断面図と詳細度 200 の例(防波堤)

c) 詳細度 300

詳細度 300 は共通定義によると「細部構造、接続部構造を除き、対象の外形形状を正確に表現したモデル」となっている。この記載を「細部を除き正確に(工事発注に必要な)数量を出せるモデル」と言い換えて各部材へ適用してみると、重力式岸壁や防波堤のケーソンについては、外形形状に加えて、側壁、隔壁、底板、ハンチ等が正確に表現される。壁ができることにより中詰や蓋コンクリートも正確に表現される。矢板式岸壁の鋼矢板、鋼管矢板は部材厚等の情報を持ち、必要重量が正確に出るモデルとなる。鋼管矢板の継手も含まれる。控え工の

腹起しやタイ材(定着プレートを含む)が正確に配置され、腹起しの必要長やタイ材の設置本数が算出できる。岸壁、防波堤に共通する基礎捨石は断面替わりや端部の擦り付け等も正確に表現し、正確な純数量が算出される。根固ブロックや被覆ブロック(層積)については、詳細度 200 の際に帯状にモデル化されていた範囲に 1 個 1 個正確な形状でモデル化されたブロックが配置される。

図-3.7 の防波堤モデルを詳細度 300 の定義に当てはめて作図したものを図-3.8 に示す。前述のケーソン、基礎捨石、根固、被覆ブロックが工事発注に必要な数量が正確に算出できるモデルとなっている。基礎捨石では、石材の仕様により 3 つに分かれている細目毎に数量が出せる。加えて上部コンクリートも暫定上部と完成上部の継ぎ目に設けられたずれ止めや階段部が正確にモデル化され、コンクリート数量が正確に算出できる。

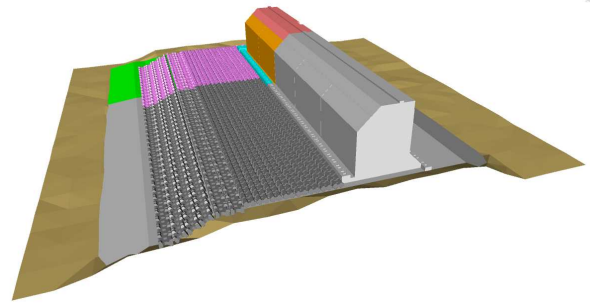


図-3.8 詳細度 300 の例(防波堤)

d) 詳細度 400

詳細度 400 は共通定義によると「詳細度 300 に加えて、細部構造及び配筋も含めて正確に表現したモデル」となっている。ここで各部材の細部構造を考えてみる。

詳細度 300 において除かれた細部構造は、詳細部を除き工事発注に必要な数量に当てはまらない部分である。重力式岸壁や防波堤のケーソンについては、据付ワイヤーや通水管(外径 500 mm 未満のものはコンクリート数量から非控除<sup>43)</sup>)等の付属物及び配筋が当てはまる。矢板式岸壁の鋼矢板、鋼管矢板では重防食塗装や先端バンド、吊り金具等の付属品等である。控え工では、腹起しの取付プレートやボルトがモデル化される。防波堤、岸壁に共通の根固ブロックや被覆ブロック(層積)については、鉄筋や吊筋を必要に応じて配置する(異型ブロックの場合、ブロック毎に数量が決まっており属性情報としてもよい)。

付属工は詳細度 400 よりモデル化する。付属工は、独立した工種であるが、防舷材、係船柱、車止め等を共通定義における本体工や上部工の附帯工として位置づけた

ことによる. 300 以下においては必要に応じて, 記号や矩形や円柱等の簡素なモデルで表現することで十分と考える.

また標識灯や灯浮標など工事に必要な設備(工事の中では共通仮設工等に含まれる)も詳細度 400 においてモデル化する.

配筋は詳細度 400 より表現することとなっているが, 図-3.8 に示す防波堤築造工事等では既に完成したケーソンを用いることが多い. 築造工事のケーソンは製作済のプレキャスト材として扱うことができ, 鉄筋干渉等の用途が無い場合には, ファイル容量を小さくし作業効率の低下を防止するために配筋のないモデルを活用してもよいと考える. その際に配筋を含む詳細度 400 のケーソンモデルは属性情報とし, いつでもアクセスできる形にしておく.

図-3.8 の防波堤モデルを詳細度 400 の定義に当てはめて作図したものを図-3.9 に示す(反対側からの視点となっている). 300 に加えて付属工の梯子(干渉確認のため設置個所のケーソンの配筋も作成した), 共通仮設工の標識灯が加わる程度であった. 細部構造が少ない防波堤では詳細度 300 と 400 の違いは少ないといえる.

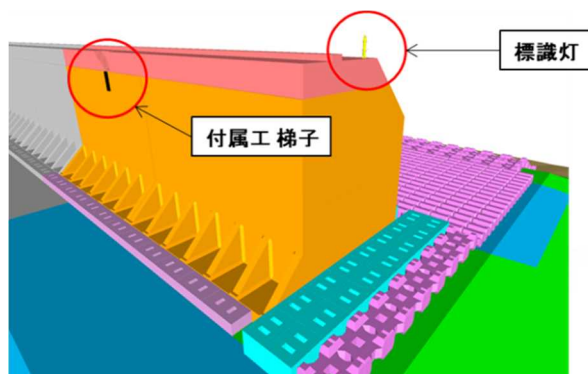


図-3.9 詳細度 400 の例(防波堤)

#### e) 詳細度 500

詳細度 500 は共通定義によると「対象の現実の形状を表現したモデル」となっており, 一般的には工事完成時の形状をモデル化したものといわれる.

既往の取り組みとして, 詳細度 500 のモデル作成事例の報告はほとんどない. また工事完成時の形状である出来形を正確に 3 次元でモデル化する方法が確立されていない状況を考慮し, 本検討において詳細度 500 についてはモデル化しないこととする.

今後の詳細度 500 の在り方の検討のための整理をしておく. 現状の工事完成時の形状は出来形管理表や設計寸法値の上に朱書きで出来形値(実際の出来上がりの寸法

値)を記載する完成図等で納品されており, 現実の形状は 2 次元図面に反映されていない.

3 次元で現実の形状を表現することを考えてみると, 従来の出来形計測で得られる出来形値では, 計測を行う管理断面以外の状況が不明なため, 管理断面以外については現実の形状を表現することはできない.

ICT 活用工事等で用いられている UAV を用いた写真測量や LS, マルチビーム測深(以下, 「MB 測深」という.)等により得られた 3 次元点群データは, 面的に計測しているため現実の形状が表現できているといえる. しかし得られた点群データから詳細度 500 のモデルを構築することは, 自動的にモデル化するツールが一般化されておらず非常に手間を要する上にルールも定まっていない. また施工の後段階の維持管理における活用を考慮すると構造物の時間変化を確認するための初期値として点群データを用いる等, 点群データそのものを活用する頻度の方が高いと考えられる.

以上より詳細度 500 については, 点群データを用いることを基本とし, モデル化ツールの技術進展に応じた用途に見合ったモデルの在り方を検討する必要があると思われる(図-3.10).

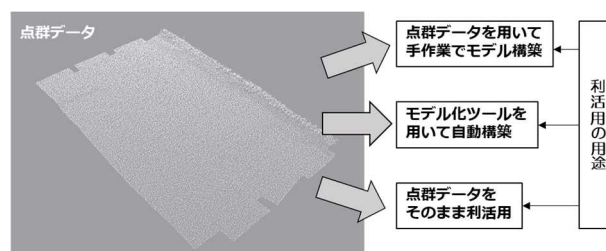


図-3.10 詳細度 500 モデル作成イメージ

#### (3) 港湾における詳細度のとりまとめ

詳細度の検討のとりまとめとして, 2 つの指標を作成した. 詳細度標準の港湾版にあたる「港湾分野におけるモデル詳細度標準(素案)」(以下, 「詳細度標準港湾版」という.)と「港湾施設の CIM モデル作成指針(素案)」(以下, 「モデル作成指針港湾版」という.)である.

詳細度標準港湾版では, 詳細度標準同様に施設毎の詳細度を示している. モデル作成指針港湾版では, 7 種類の CIM モデルの詳細度と工種毎の詳細度を示している. 詳細度標準港湾版を検討する際に工種毎の詳細度を考慮しながら作図を行ったため, 頻度の高い工種について詳細度 200~400 のモデルが蓄積された. アンケート結果のより細かな工種毎の詳細度設定への期待が高いことへの対応として, 工種毎の詳細度の指標をとりまとめた.



2つの指標における工種などの用語についても、2.2(1)e)に示した通り、工種体系ツリーのレベルに応じ工種、種別、細目を使用している。

(4) 港湾分野におけるモデル詳細度標準（素案）

成果として航路、岸壁、防波堤3施設の詳細度を掲載している。これは詳細度標準に準じる形でガイドラインの各編<sup>3), 4), 5), 6)</sup>に掲載されている一覧表（表-2.5）と同

書式の表とサンプル図として補充されている表の2種類である。以下に表-2.5に準じた書式の3施設の詳細度一覧表を示す（表-3.4、表-3.5、表-3.6）。

構成や基本方針は、詳細度標準に準じる形としている。基本方針は、建設生産プロセスの段階毎（設計や施工）に応じて一律の詳細度を定めずにモデル化の対象毎に詳細度を設定すること、詳細度を設定する構造物のうちでも設計対象物と近接構造物では詳細度を分けることによ

表-3.4 航路（水域施設）のモデル詳細度（案）

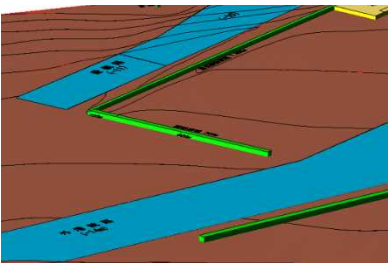
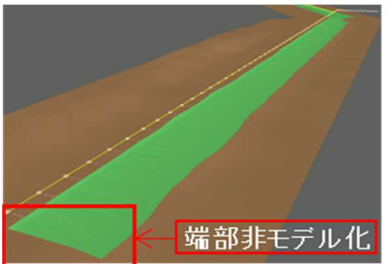
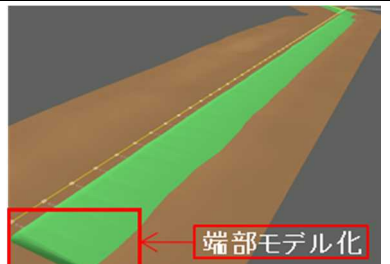
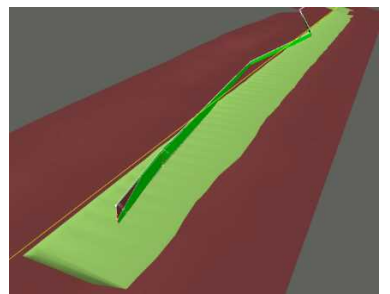
詳細度	共通定義	工事（施設）別の定義	
		航路（水域施設）のモデル化	サンプル
100	対象を記号や線、単純な形状でその位置を示したモデル。	対象位置や範囲を表現するモデル。港湾計画図の航路に水深を持たせたもの。位置はおおまかなもの。（サンプルの青色部分が航路）	
200	対象の構造形式が分かる程度のモデル。 標準横断で切土・盛土を表現、または各構造物一般図に示される標準横断面を対象範囲でスワイプさせて作成する程度の表現。	航路の主形状が確認できる程度のモデル。 位置は正確で航路法線と標準断面を用いてモデル化。断面変化や端部、隅角部分は表現しない。	
300	附帯工等の細部構造、接続部構造を除き、対象の外形状を正確に表現したモデル。	航路形状が正確なモデル。 断面変化や端部、隅角部が表現され、浚渫純土量が算出できる。	
400	詳細度300に加えて、附帯工、接続構造などの細部構造および配筋も含めて、正確にモデル化する。	正確な航路形状に加えて、余掘を加えたモデル。 底面余掘と法面余掘を表現している。 地質・土質モデルと連携して、土質毎の浚渫土量、工事発注に必要な扱い土量が算出できる。	
500	対象の現実の形状を表現したモデル。	—	—

表-3.5 岸壁（係留施設）のモデル詳細度（案）

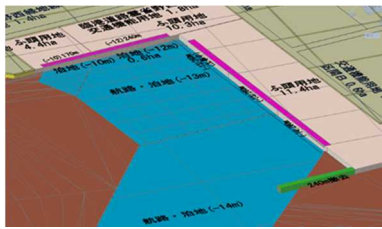
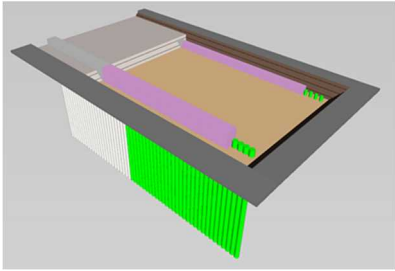
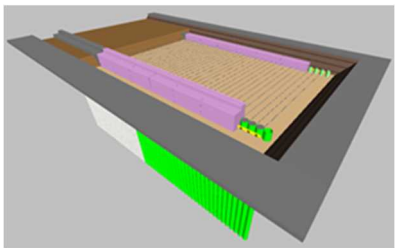
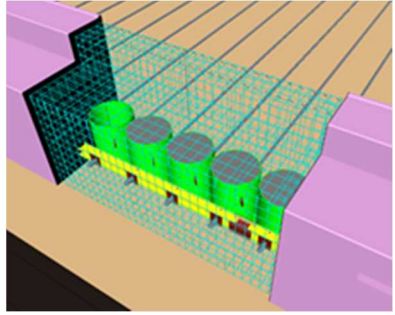
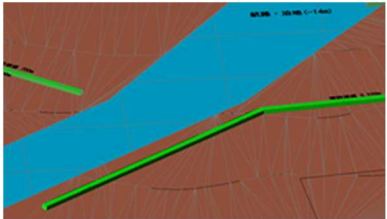
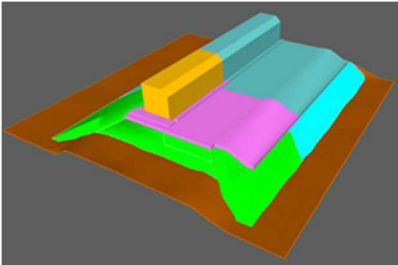
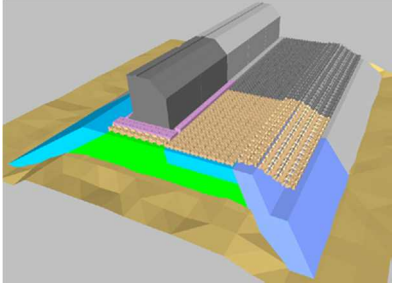
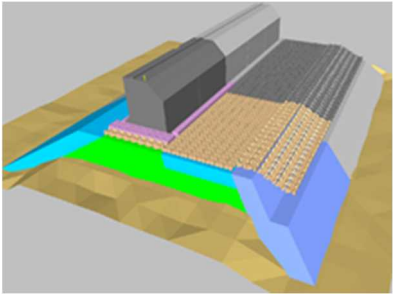
詳細度	共通定義	工事（施設）別の定義	
		岸壁（係留施設）のモデル化	サンプル
100	対象を記号や線，単純な形状でその位置を示したモデル。	対象位置や範囲を表現するモデル。 港湾計画図の岸壁に高さを持たせたもの。位置はおおまかなもの。 (サンプルの桃色部分が岸壁)	
200	対象の構造形式が分かる程度のモデル。 標準横断で切土・盛土を表現，または各構造物一般図に示される標準横断面を対象範囲でスライスさせて作成する程度の表現。	構造形式（矢板式・重力式等）が確認できる程度のモデル。 位置は正確で形状はおおまかなもの。 コンクリート等は矩形での表現を基本とし，ケーソンは外形形状のみで表現する。 矢板は部材厚等の情報を持たない。 控工の腹起し等は必要に応じて表現する。	
300	附帯工等の細部構造，接続部構造を除き，対象の外形形状を正確に表現したモデル。	主構造の形状が正確なモデル。 主構造の数量が算出できるモデル。 コンクリートは箱抜きまでを含め表現，ケーソンは壁厚の情報を持ち，中詰，蓋コンクリートも表現する。 矢板は部材の情報（径・厚み等）及び継手を表現する。 控工の腹起し，タイ材は主材（定着プレート程度まで）を表現する。	
400	詳細度 300 に加えて，附帯工，接続構造などの細部構造および配筋も含めて，正確にモデル化する。	詳細度 300 に加えて，配筋，付属工，付属物等を加えたモデル。 工事に必要な数量を算出できるモデル。 コンクリートは配筋をモデル化する。 矢板は付属物（鋼管矢板の先端バンド等），控工の腹起しのプレート，ボルトも表現する。 付属工の係船柱，防舷材，車止，縁金物，電気防食等を表現する。 (付属工は本體工や上部工の附帯工，細部構造として扱う)	
500	対象の現実の形状を表現したモデル。	—	—

表-3.6 防波堤（外郭施設）のモデル詳細度（案）

詳細度	共通定義	工事（施設）別の定義	
		防波堤（外郭施設）のモデル化	サンプル
100	対象を記号や線，単純な形状でその位置を示したモデル。	対象位置や範囲を表現するモデル。 港湾計画図の防波堤に高さを持たせたもの。位置はおおまかなもの。 (サンプルの緑色部分が岸壁)	
200	対象の構造形式が分かる程度のモデル。 標準横断で切土・盛土を表現，または各構造物一般図に示される標準横断面を対象範囲でスライスさせて作成する程度の表現。	構造形式（混成堤・直立堤・消波ブロック被覆堤等）が確認できる程度のモデル。 位置は正確で形状はおおまかなもの。 コンクリート等は矩形での表現を基本とし，ケーソンは外形形状のみで表現する。 基礎石，被覆石は主要断面を表現する。 ブロックは据付範囲を帯状に表現する。	
300	附帯工等の細部構造，接続部構造を除き，対象の外形形状を正確に表現したモデル。	主構造の形状が正確なモデル。 主構造の数量が算出できるモデル。 コンクリートは断面変化，箱抜き等含め表現，ケーソンは壁厚の情報を持ち，中詰，蓋コンクリートも表現する。 ブロック（消波ブロックを除く）は，正確なモデルを配置する。 消波ブロックは，設置範囲の外周をサーフェス又は設置範囲をソリッドで表現する。	
400	詳細度 300 に加えて，附帯工，接続構造などの細部構造および配筋も含めて，正確にモデル化する。	詳細度 300 に加えて，配筋，付属工，付属物等を加えたモデル。 工事に必要な数量を算出できるモデル。 コンクリートは配筋をモデル化。 付属工の梯子，係船環等を表現する。（付属工は本體工や上部工の附帯工，細部構造として扱う） （施工に関係する）標識灯や灯台を表現する。	
500	対象の現実の形状を表現したモデル。	—	—

り過度の作り込みを防止すること等である。

またユースケースに応じた、工種毎の詳細度設定の例についても詳細度標準に準じて、特記仕様書の記載例を示している。

共通定義に準じた詳細度を設定するのは構造物モデルだけであるが、地形モデル、広域地形モデル、地質・土質モデルは港湾のモデル業務開始時に詳細度設定について混乱があったため、詳細度の考え方を整理している。

アンケートの回答として挙げられ、可能性について触れた設計の段階毎の詳細度設定（予備・基本設計は詳細度 200 程度、細部、実施設計は詳細度 300 又は 400 程度）については現状では時期尚早とし、各詳細度に相応する設計段階を決めなかった。今後の知見の積み重ねにより頻度の高い部分等について設計段階毎の詳細度が決まっていくものと思われる。

詳細度標準港湾版の全文は巻末の付録 B に示す。

#### (5) 港湾施設の CIM モデル作成指針（素案）

詳細度標準において、細かい要素毎の詳細度を検討することは時期尚早であり、要素毎の詳細度は定義しないとし、当面は区分における統一的な詳細度を元に事業毎に特記仕様書や協議で定めるとしている（2.2 (1) e) 工種毎の詳細度参照）。

一方でアンケート結果から当事者においては、詳細度の設定の範囲として、岸壁や防波堤の構造毎より本体工や基礎工などの工種毎のより細かい範囲で設定することが望ましいとの意見をj得ている（3.1 (2) モデル詳細度参照）。また事業毎に特記仕様書等で定める場合においては、工種等毎に共通定義に準じた詳細度の指標があったほうが当事者の作図時の参考になるものと思われる。以上の背景を考慮し、頻度の高い工種等毎の詳細度をモデル作成指針港湾版として取りまとめた。

詳細度は 200, 300, 400 を対象としている。100 は港湾計画図を 3 次元化する、500 はモデル化しないという本検討の方針に沿っている（3.2 (2) 港湾における詳細度の共通定義参照）。

モデル作成指針は、既往のガイドラインの各編<sup>3)</sup>、<sup>4)</sup>、<sup>5)</sup>、<sup>6)</sup>の 3 章の調査・設計において、モデル作成方法の概要や作成時の注意点をまとめている。橋梁編<sup>5)</sup>を例にすると、3.4 CIM モデル作成（表-2.2 参照）に共通編（3.4.2）と上部工鋼橋（3.4.3）、上部工 PC 橋（3.4.4）、下部工（3.4.5）の工種毎の構成としている。共通編は分野により記載の無いモデルもあるが基本的には 7 種類の CIM モデルについて記載している。

モデル作成指針港湾版についても、既往のガイドライ

ンの記載にあわせ、CIM モデル毎の共通編と各工種編の 2 編による構成としている。

また既往のガイドラインにおいては、構造物モデルの詳細度に関連した記述にはなっていない。調査・設計段階における記載であることから、実施設計（詳細設計）の成果で施工段階に引き渡す工事の発注図程度の詳細度 300（細部構造は 400）を想定しているものと考えられる。前述のとおりモデル作成指針港湾版については、工種毎の詳細度について記載しており、既往の取り組みから 1 歩進んだ検討である。

モデル作成指針港湾版は、今後の CIM モデル事業等で活用された上で実情に合わせた形で改定され、将来的にガイドライン港湾編に掲載されることを想定している。

以下に共通編の概要と工種毎の記載事項の概要として 2 工種の指針を示す。

#### a) 共通編

土工形状モデルを除く 6 種類の CIM モデルについて、モデルの対象範囲と作成方式、使用するデータ、必要な属性情報、作図時の留意事項等についてまとめた。

現在港湾における土工形状モデルに何が該当するかは明確になっていない。サーフェスを用いて数量計算をする ICT 土工の盛土や切土と浚渫工や基礎捨石が類似していることから浚渫工モデル等を土工形状モデルとすることもできるが、前述のとおり IFC の対象となっていることから、本稿では構造物モデルとして扱うため、モデル作成指針港湾版では土工形状モデルについて記載していない。

既往のガイドラインにおいて、地形モデルに含まれる周辺構造物のうち近接構造物は、施工に影響を与えるため極力外形形状をモデル化していることから、構造物モデルとして整理し直した。また各編に点在し掲載されている施工計画及び仮設工モデルは、港湾に適合させる形で全て統合モデルに含めるものとした。

#### b) 浚渫工

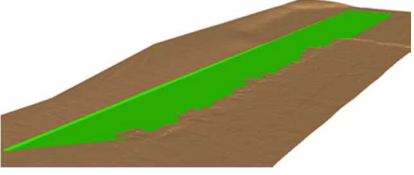
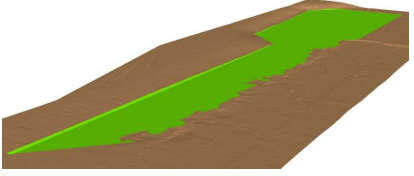
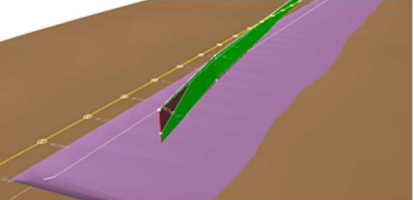
表-3.7 に浚渫工のモデル作成指針を示す。

浚渫工の設計面はサーフェスで作成することを基本とする。地形モデルを用いて土量計算することを考慮してのことであり、導入済の ICT 浚渫工で実施されている。

詳細度 200 において、2 次元の標準断面図に基づき、設計水深の底面及び法面を対象に作成する。

詳細度 300 において、断面変化部や隅角部をモデル化する。この段階で純土量が算出できる。

表-3.7 CIMモデル作成指針（浚渫工）

工種-種別-細目	浚渫工
詳細度 200	標準断面の底面・法面をモデル化. 
詳細度 300	隅角部・断面変化を含め純土量が算出可能. 
詳細度 400	余掘, 地質境界を含む. 扱い土量が算出可能. 

詳細度 400 では、法面余掘や底面余掘までモデル化する。この段階で扱い土量が算出できる。

この他、地質・土質モデルとの連携で工事発注に必要な土質別の数量算出を可能とするモデルの分割法の概要等についても記載している（図-3.11）。

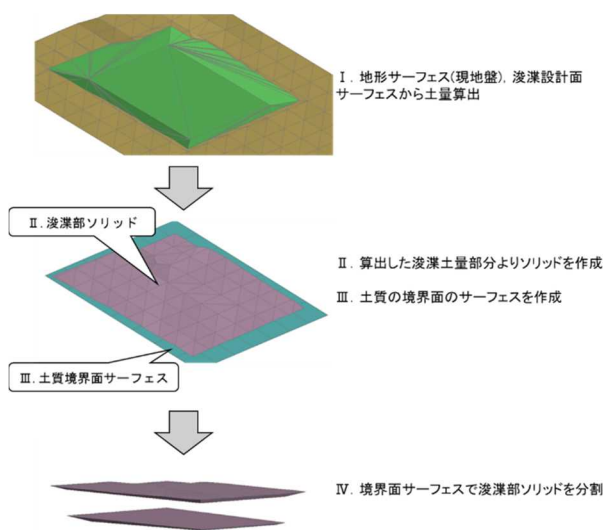
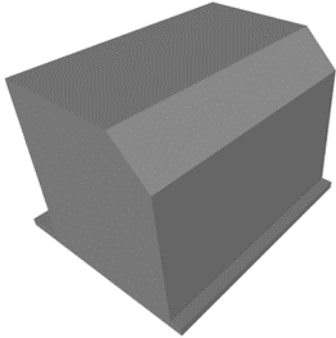
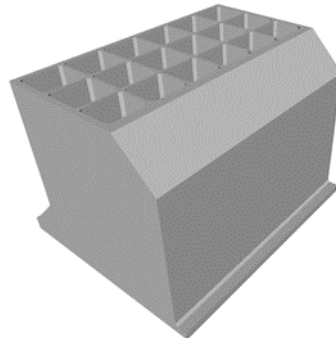
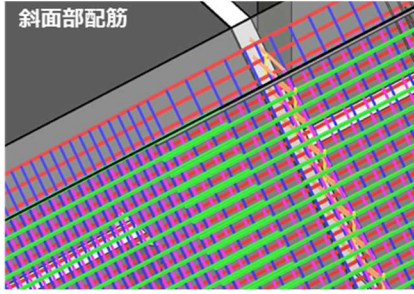


図-3.11 浚渫工 土質境界による土量分割イメージ

c) 本体工-ケーソン製作工

表-3.8 に本体工-ケーソン製作工のモデル作成指針を示す。

表-3.8 CIMモデル作成指針（ケーソン製作工）

工種-種別-細目	本体工-ケーソン製作工
詳細度 200	外形式がわかるモデルで内マスは非表現. 
詳細度 300	内マス, 壁, ハンチ, スリット等を表現. 
詳細度 400	鉄筋, 付属物(吊筋等)を表現. 

コンクリートはソリッドで作成することを基本とする。詳細度 200 において、外形式がわかる程度のモデルとし内マスは表現しない。

詳細度 300 において、正確な数量算出のために内マス、壁、ハンチ、フーチング、スリット等を正確に表現する。

詳細度 400 において、吊筋や据付ワイヤー等の付属物、配筋を表現する。

これに加えて、干渉チェックに関する配筋の作図時の注意点、底面や足場、型枠等の施工に関する項目のモデ

ル化や属性情報としての扱いについても記載している。  
モデル作成指針港湾版の全文は巻末の付録 C に示す。

### 3.3 作図・活用時の課題と対応案

本節では、今回実施した作図や活用検討の過程で浮上した課題への対応策について述べる。

#### (1) 作図時の効率向上策

アンケート結果にも示されたが、3次元作図の手間の削減にはツールの充実が必要である。簡易な作図ツールの普及、3次元部品の整備等である(3.1(2)モデル詳細度参照)。

##### a) 簡易な作図ツール

前述のとおり、現状の設計においては、2次元での設計後に3次元モデルを構築する。構造計算ソフトの3次元化が期待されているが、設計手法を2次元から3次元に転換することとなり、ソフトウェアの開発以上に基準類の改定等、即時の対応が難しい。当面の対応としては、簡易な作図ツールを普及させることがよいと思われる。

図-3.12に簡易な作図ツールのイメージを示す。図-3.7に示す防波堤の2次元断面図から図-3.8に示す詳細度300のCIMモデルを構築するツールのイメージである。詳細度300のモデル作成の際に標準断面図と作図ツールを用いることで作業手間を削減するアイデアである。標準断面図を法線方向にスイープさせたものが、図-3.7の詳細度200のCIMモデルである。

作図ツールのイメージとしては、①構造計算ソフトにより確定した標準断面図を作図ツールに取り込む。②作図対象のケーソン等にケーソンである等の属性を付与する。③属性を付与された構造物毎に決められた処理を行う。ケーソンの場合はケーソンの形式(長さやスリットの有無、ケーソンのモデルがある場合はモデルそのもの)、起点測線、目地間隔、据付函数を入力する。④処理により端部や擦り付け箇所以外のモデルが構築される。被覆ブロックの場合は所定の形式のブロックが起点測線から終点測線の範囲に配置される。⑤汎用3次元CADで端部や擦り付け箇所を作図する。ここまで詳細度300のモデルが作図される流れである。①～④は作図ツールへの取り込みとパラメータの入力のみで作図の作業は一切ない。部品の活用以外すべて汎用3次元CAD上で作図している現状からの効率向上策である。

##### b) 3次元部品の整備

3次元部品の整備についての動きは既に始まっている。

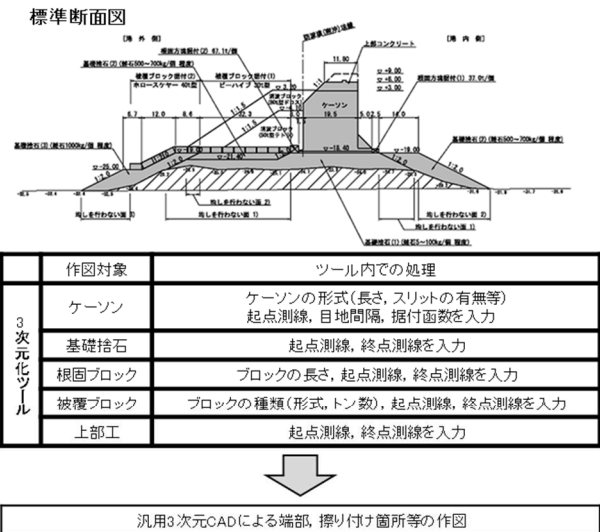


図-3.12 簡易な3次元作図ツールイメージ

BIM/CIM推進委員会(2.1(3)CIMの今後参照)は、3次元オブジェクト(部品)について、供給の目的や利用場面を明確化し、対象とするオブジェクトの仕様、作成主体、規約・権利関係、運用体制等についての検討、国内外の提供事例を調査し、高頻度で使用されるオブジェクトの作成・供給が可能な環境整備についての検討を2018年度に行っている<sup>44)</sup>。








BIM/CIM推進委員会は、3次元部品の種類としてジェネリックオブジェクトとメーカーオブジェクトを示している<sup>44)</sup>。ジェネリックオブジェクトは設計の成果物や工事の発注図に用いることを想定した製造元が特定されない詳細度の低い部品である。一方メーカーオブジェクトは、施工後の竣工図や維持管理における活用を想定した製造元が用意する詳細度の高い部品である。アンケートにおいて部品の充実との回答が多かった設計段階の作図効率向上にはジェネリックオブジェクトの整備が重要であり、モデル事業が始まった段階の港湾分野においても、活用可能な部品を順次ライブラリ化する必要がある。

3次元部品の詳細度については、詳細度標準を定めた社会基盤情報標準化委員会の小委員会であるCIM3D部品に関する標準化検討小委員会が「BIM/CIM 3D 部品標準ガイドライン(Ver1.0)」(以下、「部品ガイドライン」

という。)を定めている<sup>45)</sup>。CIMモデルを効率的に作成するために利用することが有効な3次元部品の作成の標準化に向けた指針である。

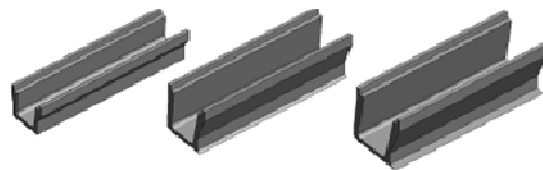
部品ガイドラインでは、構造物の詳細度(2.2(1)モデル詳細度, 3.2モデル詳細度参照)とは別に部品自体のモデル詳細度を定めている(表-3.9)。

表-3.9 3次元部品のモデル詳細度<sup>45)</sup>

詳細度	定義	モデル例示	
		ジャッキ	ミニショベル
100	対象を単純な形状で表現したモデル		
200	対象の構造がある程度分かる程度のモデル		
300	対象の外部形状を正確に表現したモデル		
400	製品が特定できるまで詳細化したモデル		
500	規定なし		

また部品整備に重要なパラメトリックモデルについて示している。パラメトリックモデルとは、特定のパラメータを変えることにより、3次元モデルの形状を変化させられる部品のことで、基本となる3次元モデルから複雑な操作を行わずに(値の入力だけで)類似の3次元モデルを容易に作成することが出来る。側溝のパラメトリックモデルの例を図-3.13に示す。汎用3次元CADには、パラメトリックモデルとして部品を作る機能や一般的な形式の橋脚、橋台をパラメータの入力により作図できる機能を有するものがある。前述のジェネリックオブジェクトは、このパラメトリックモデルの活用により効率的に部品整備をすることができる。

作成した部品の格納場所となるライブラリの整備も必要である。一般財団法人建設物価調査会は3次元部品データの提供サイトを公開している<sup>46)</sup>。2019年1月現在において、擁壁や側溝等のコンクリート2次製品、防護柵



※幅, 深さ, 蓋受幅等のパラメータ入力で形状変更が容易に

図-3.13 パラメトリックモデル例<sup>45)</sup>

等の道路用資材、伸縮装置等の橋梁用資材が掲載されている。メーカーオブジェクトが多く占める中、一般社団法人コンクリート製品協会が登録するJIS規格のコンクリート2次製品の部品は、ジェネリックオブジェクトとして使用できるものである。矢板式岸壁の本体構造となる鋼矢板、鋼管矢板、控え工の鋼材類もJIS規格品が殆どであるため、同様の部品化が期待される。

港湾分野では鋼材や異形ブロック(図-3.14)、付属工の係船柱や車止めなど(図-3.15)部品化が可能なものが多くあり、本稿の詳細度の検討に用いた防波堤や岸壁のモデルを考えると部品化できない部分は地形、基礎捨石等の基礎マウンド、港により形状が異なるケーソン、現場打ちの上部コンクリート、土工及び舗装部分程度である。部品化により作図時間が短縮されることは容易に想像がつく。

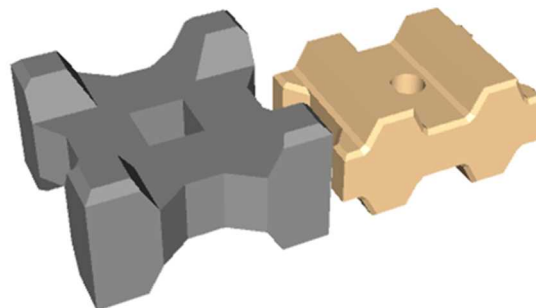


図-3.14 3次元部品例(異形ブロック)

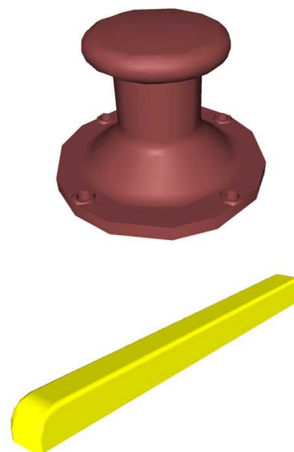


図-3.15 3次元部品例([上]係船柱[下]車止め)

(2) 3次元未対応箇所 の改善案

本項では CIM モデルの作図や活用時に適用される基準や方法が 3次元に対応していない点について、その対応策等について述べる。

浚渫工における 3次元に対応していない土量計算方法の改善案を 2点提案している。i-Construction では、常に建設現場に携わる関係者が問題点を話し合い、継続的な「カイゼン」を行うことが重要である<sup>42)</sup>としており、浚渫工における基準類の「カイゼン」に相当する提案である。

また、活用方法に合った配筋の作図方法と消波ブロック工の 3次元作図方法について考察している。

a) 浚渫工点在箇所 の余掘の 3次元計算方法案

浚渫工では浚渫箇所が点在している場合の余掘土量の計算方法を港湾請負工事積算基準に定めている<sup>43)</sup>。浚渫工は計画水深まで掘り下げるものであるが、グラブ浚渫船等の大規模な施工機械により水中で施工を行うため計画水深丁度に掘り下げることが難しいため、積算上、設計水深までの純土量のほかに余掘を計上する。通常は浚渫範囲底面部分の底面余掘と法面の設計面外側に係る法面余掘である。純土量と余掘土量を合わせたものが扱い土量である。

浚渫が点在する箇所では、1か所あたりの浚渫範囲が小さい場合、前述のとおり大規模な船舶での水中施工のため浚渫範囲の周辺を余計に掘らないと所定の範囲の掘り下げに支障をきたすため、点在箇所の周囲の設計水深より深い位置に法面余掘（前述の法面の設計面外側に係る法面余掘とは別物であり、本項目で以下に法面余掘と記すものは後者とする。）が計上できるとしている（図-3.16、図-3.17）。

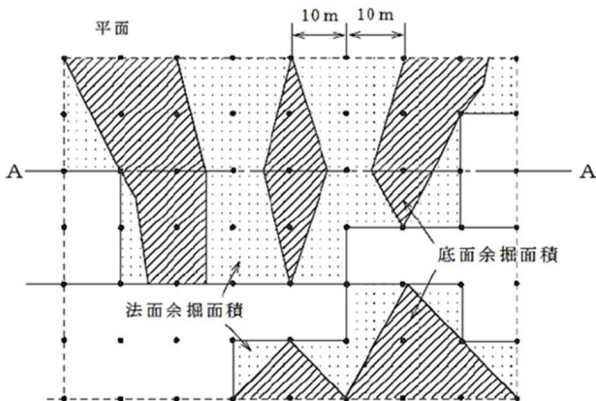


図-3.16 浚渫点在箇所 の法面余掘範囲（平面図）<sup>43)</sup>

法面余掘は、浚渫範囲端部から最大 10m（グラブ浚渫の場合）の幅で管理断面毎（図-3.17）に範囲を定め、平

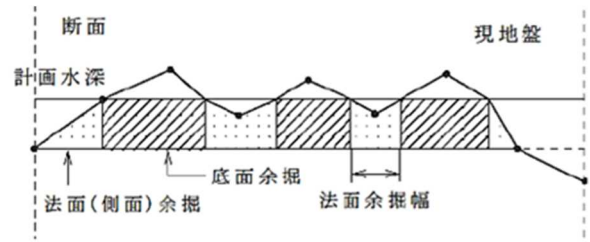


図-3.17 浚渫点在箇所 の法面余掘範囲（A-A 断面図）<sup>43)</sup>

面図（図-3.16）において全体の法面余掘範囲の平面積を算出する。算出された平面積に余掘厚（水深 9m 以深のグラブ浚渫において 0.6m）の半分を乗じたものを法面余掘土量としている<sup>43)</sup>。

$$\text{法面余掘土量} = \text{法面余掘面積} \times (\text{余掘厚} \times 1/2) \quad (\text{式 1})$$

以上に示した点在箇所の法面余掘土量の計算方法は 2次元対応である。管理断面で得られた範囲を隣接する管理断面の範囲と結んでいるため ICT 浚渫工のように MB 測深で得られる範囲には対応できない。

そこで 3次元対応の改善案を以下に提案する。

点在する浚渫箇所の端部（浚渫箇所と設計浚渫面の境界）から 10m 外側（浚渫箇所と反対側）にオフセットした線と浚渫箇所端部で囲まれた範囲を法面余掘範囲として、2次元の方法と同様に余掘厚の半分を乗じて法面余掘土量を算出するという方法である。（式 1）をそのまま使用できる。法面余掘面積の算出方法が異なる。

実施した試算状況を図-3.18、図-3.19、図-3.20 に示す。図-3.18 は試算を行った A 港の浚渫箇所の MB 測深の結果の鯨観図である。中央左側の入り江のような形状の中に浚渫の点在箇所が存在する。

点在箇所を拡大した平面図が図-3.19 である。200m×200m の範囲を抽出したものであるが、入り江の中に島のような形で点在している。今回提案する改善案の法面余掘範囲を右に示している。点在箇所の端部から 10m 外側にオフセットした線と端部との間である。図-3.18 の鯨観図に法面余掘範囲を加えたものが図-3.20 である。

A 港の浚渫において、ICT 浚渫工の基準である「3次元データを用いた港湾工事数量算出要領（浚渫工編）（平成 30 年 4 月改定版）」<sup>47)</sup>（以下、「数量算出要領」という。）に準じ算出した扱い土量は 346,006m<sup>3</sup> である。法面余掘範囲の面積は、範囲を定めた汎用 3次元 CAD の面積計算機能より 9,306m<sup>2</sup> であった。設計水深と浚渫の方式から決まる余掘厚は 0.6m。以上より法面余掘土量は、（式 1）より、 $9,306 \times 0.6 \times 1/2 = 2,792 \text{ m}^3$  となる。



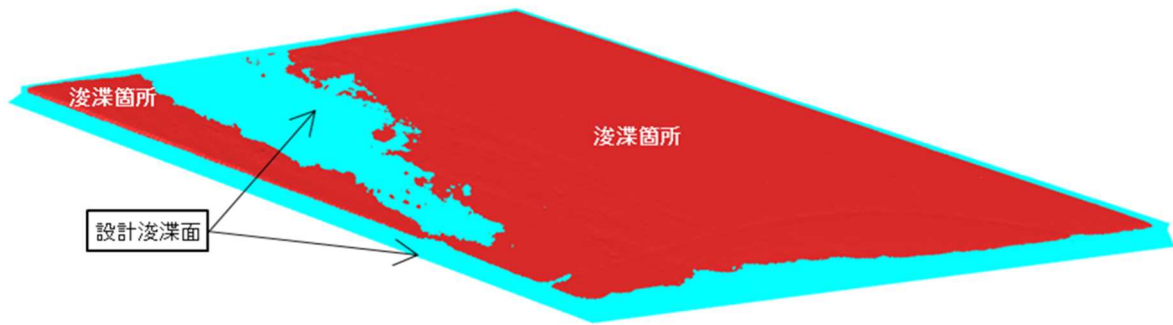


図-3.18 浚渫点在箇所法面余掘土量試算鯨観図 (A 港浚渫)

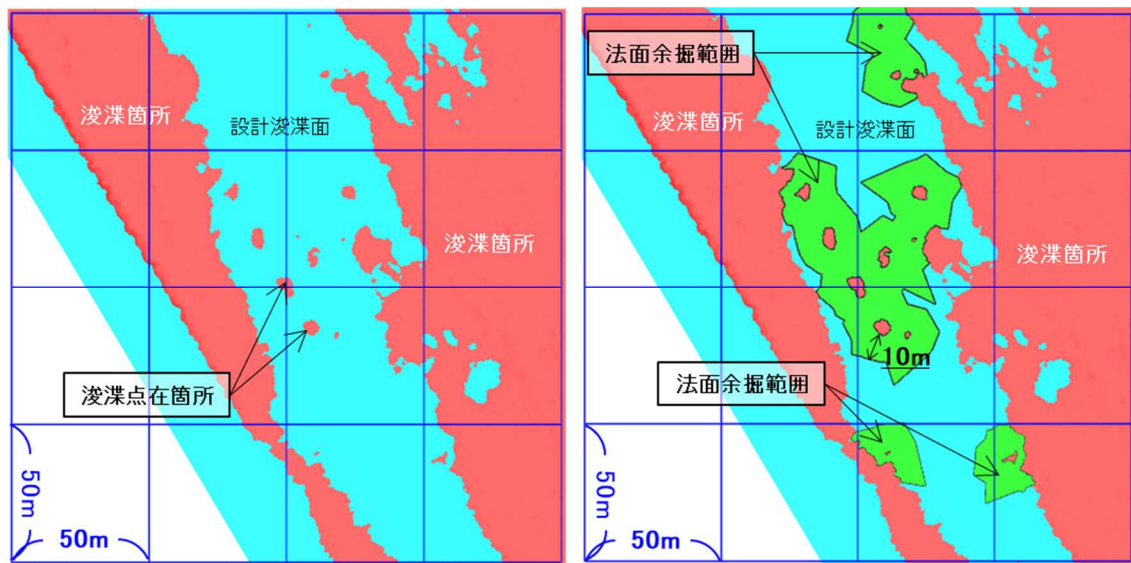


図-3.19 浚渫点在箇所法面余掘土量試算拡大平面図 (A 港浚渫)

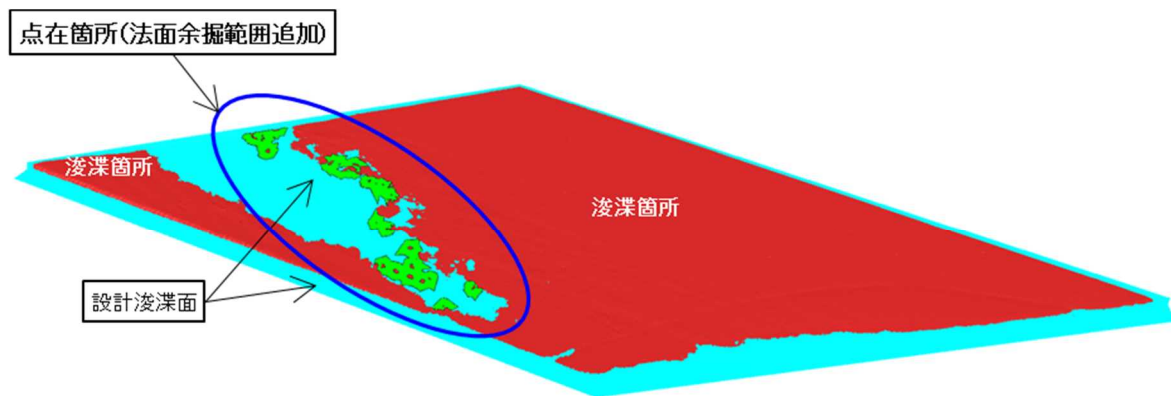


図-3.20 浚渫点在箇所法面余掘土量試算鯨観図 (A 港浚渫；範囲追加)

MB 測深の結果より得た 3 次元点群データを用いて土量計算を実施した場合、従来に比べ詳細になり精度が高度化する上、非常に細かな部分が見えてくる。通常の純土量や底面余掘は、設計の CIM モデル（属性情報の無い 3 次元モデル）と取得した 3 次元点群データを点群処理

ソフトに取り込むことで比較的容易に計算できる。一方、点在箇所の法面余掘の今回の案では、範囲を汎用 3 次元 CAD で決めるため、CAD 上で技術者が目視で点在箇所の有無を確認したうえで境界線の抽出やオフセット等の操作が必要で手間がかかる。

今回の試算では、3次元CAD上の操作に半日程度要したが、維持浚渫等では点在箇所がさらに多く、細くなる場合もあり、今回の方法では非常に手間となることも考えられる。今回、点在箇所の個々の浚渫土量(純土量)が $0.01\text{m}^3$ 以上の部分を点在箇所とし、38か所の点在箇所を対象に計算を行ったが、2次元の平均断面法においても詳細部分の断面の取り方で手間の増減や計算結果に違いが出ることを考慮すると、現状では点在箇所の抽出についてのルールは定めず技術者の判断のもと計算を行うこととする。

浚渫点在箇所の法面余掘土量の3次元対応の計算方法として、点在箇所端部から10m外側にオフセットした線と点在箇所端部で囲まれた範囲を法面余掘範囲とし、余掘厚の半分を乗じて算出する方法を提案する。

b) ICT 浚渫工の土量未計上施工箇所の土量計算方法  
2点示す浚渫工における3次元未対応土量計算方法の改善案のもう1点はICT浚渫工におけるものである。既に本稿において記載のあるICT浚渫工であるが、課題の説明のために概要及び基本事項を以下に示す。

ICT 浚渫工はi-Constructionのトップランナー施策である「ICTの全面的な活用」の港湾における最初の取り組みで2016年度にモデル工事を実施し基準類を策定し、2017年度より試行工事を開始している。

ICT 測量機械のマルチビームソナーを用いたMB測深により得た3次元点群データを土量計算、ICT施工機械による施工、出来形管理(設計水深より浅くないかを確認する)、納品の一連のサイクルに用いて生産性を向上させる取り組みである。

浚渫における従来の測深方法はレッドやシングルビーム測深(以下、「SB測深」という。)によるものであった。レッドでは目盛りの直接の読み値、SB測深では、最も浅い値(最浅値)を施工管理における管理値としている(図-3.21)。この管理値を平均断面法による土量計算や出来形管理に用いる。

一方MB測深の結果を用いるICT浚渫工では管理値が2つ存在する。中央値と最浅値である。

3次元点群データはX,Y,Zの各座標値を持つ点の集合(図-3.22)で座標値が点毎に記載されているテキストデータ等のファイルを土量計算や出来形管理に用いる。

しかし3次元点群データの点数が膨大なためファイル容量が大きく、処理時間が掛かったり作業手間を要したり効率低下の要因となっている。

そのため、算出精度の確保された土量や所定の許容範囲を満たす出来形等の要求性能を保持しつつ効率低下

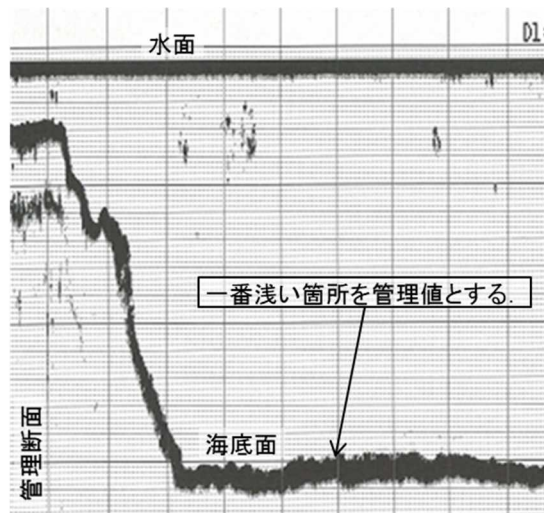


図-3.21 SB測深の計測記録例

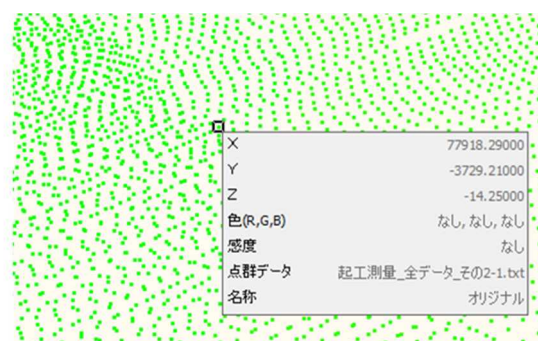


図-3.22 3次元点群データサンプル

を防ぐため、特定の範囲(1m平面格子)から代表値を抽出して土量計算や出来形管理に用いることを「マルチビームを用いた深浅測量マニュアル(浚渫工編)(平成30年4月改定版)」<sup>48)</sup>で定めている。抽出する代表値は、土量計算は中央値、出来形管理は最浅値である。

中央値は1m平面格子内に存在する点のうち浅い方、深い方、双方から数え中間となる点である(図-3.23)。

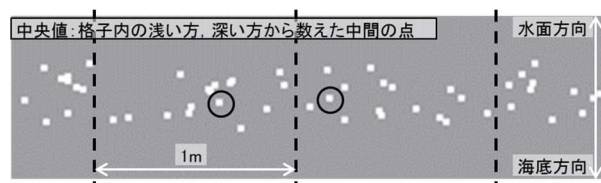


図-3.23 3次元点群データ断面図(○:中央値)

2016年度のモデル工事の際に全データを用いた土量や従来の平均断面法を用いた土量との比較により中央値を用いることが妥当とされ、基準類が策定されている<sup>49)</sup>。

起工測量の際に抽出された中央値を結び作成した現地

盤モデルと設計3次元モデルを用い、汎用3次元CADや点群処理ソフト等の対応ソフトにより土量を算出する(図-3.24)。

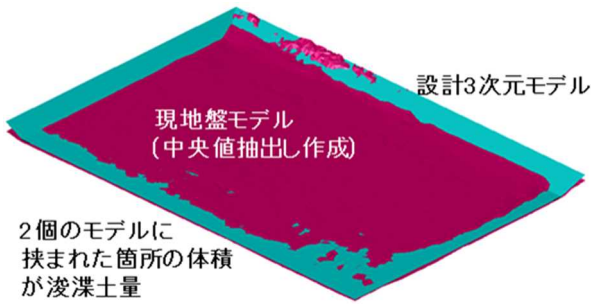


図-3.24 ICT 浚渫工土量計算イメージ

一方最浅値は1m平面格子内に存在する点のうち最も浅い点である(図-3.25)。

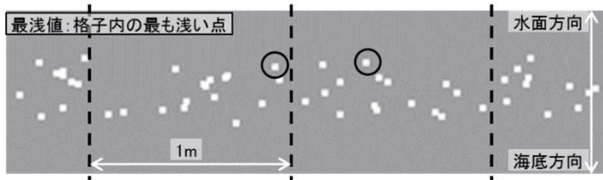


図-3.25 3次元点群データ断面図 (○: 最浅値)

最浅値を出来形管理に用いるのは従来通りであり、浚渫工の主目的である航路等を航行する船舶の安全確保のため、設計水深より浅い箇所が無いことを確認している。

出来形測量の際に抽出した最浅値の設計値との高低差が所定の許容範囲内(0以下)にあることを確認する出来形評価を行う(図-3.26)。

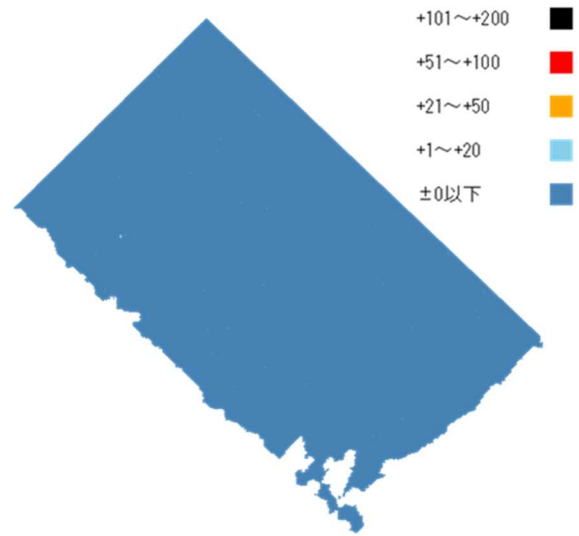


図-3.26 ICT 浚渫工出来形評価イメージ

2つの管理値が存在することによる作業時の混乱を招く懸念もあり、試行の増加に伴って蓄積されたデータを用いて土量の妥当性の再検討も行われているが、現状では中央値を土量計算に使うこととなっている。

続いて課題の内容について浚渫工の施工状況の断面図により示す(図-3.27)。①は設計浚渫範囲を示し、起工

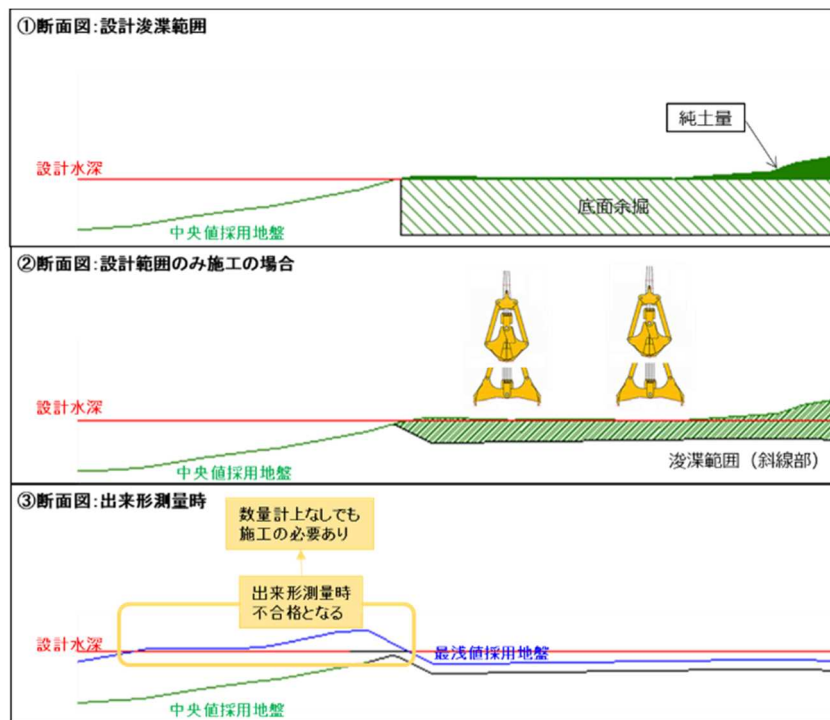


図-3.27 ICT 浚渫工における2つの管理値による課題

測定の中央値を用い作成した現地盤モデルと 3 次元設計モデルより土量を算出した範囲が設計浚渫範囲となっている。施工費はこの数量を元に算出される。地盤（中央値採用地盤）が設計水深より浅い純土量が塗潰した部分、純土量を計上する平面範囲において作業船の種類や作業水深、土質等で厚さが決まる<sup>43)</sup>底面余掘が斜線部分である。所定の設計水深より深くする目的を達するために①の設計浚渫範囲を施工する。②が浚渫の状況である。

③に出来形評価の状況を示す。施工後に MB 測深による出来形測量を実施し、最浅値を抽出し出来形評価を行う。ここで中央値を抽出した際には設計水深より深かったが、最浅値を抽出した場合に設計水深より浅くなってしまふ場所が発生する場合がある。設計浚渫範囲の境界部分（中央値採用地盤と設計水深の交差点）より地盤が深くなる左側に発生することが多い。

③の枠囲いで示す範囲は最浅値を抽出した場合に設計水深より浅くなってしまふ場所で土量が計上されていないが施工する必要がある場所となっている。これは発注者の要求である検査合格のために施工する箇所の土量が計上されていないこととなり、2 個の管理値が存在することにより生じる課題である。課題に該当する枠内の範囲を拡大部と呼ぶ。

全範囲を掘り下げる浚渫の場合は、底面に拡大部が発生することはまず無い。端部の法面天端付近に発生するが、法面天端付近で広がった範囲は法面余掘に含まれており、土量の乖離の大小はあるものの土量の計上はされている。本項目では土量が計上されない底面の拡大部について取り上げる。設計浚渫範囲の境界部分が広くかつ施工土厚が小さい場合に影響が大きいものと考えられる。

通常の施工では、起工測量の際に拡大部の存在を確認

する。土量計上はされていないが、検査不合格による手戻りを避けるため、日々の施工において水深を確認しながら拡大部を施工している。

図-3.28 は A 港の浚渫工事における拡大部を示したものである。浚渫範囲の平面図の一部を抜粋している。左の(a)が所定の中央値による土量算出範囲、中央の(b)が最浅値による土量抽出範囲、右の(c)が拡大部を別色で示したものである。

数量算出要領<sup>47)</sup>では、『薄層浚渫や、起伏が多い箇所等の特殊な現場条件において、算出土量と実際の浚渫土量が大きく乖離する場合には、土量算出方法について監督職員と対応を協議すること』としている。本項目で掲げた課題については、この記載に当てはめられる。しかし、数量算出要領には具体的な数量計算方法の記載がない。そこで本稿では、以下に協議の際の数量計算方法の案を提示する。

その方法は、拡大部（2 個の管理値が存在することにより、土量計上されずに施工を行う必要がある箇所）のみ最浅値を用いて数量計算する方法で、以下に計算順序を示す。①は通常の土量算出方法であり、②③が本提案による方法である。

- ①起工測量結果の 3 次元点群データより中央値を抽出して土量計算を行い、底面余掘範囲の面積を算出する。
- ②起工測量結果の 3 次元点群データより最浅値を抽出して底面余掘土量を算出し、①と②の底面余掘範囲の差異より拡大部の範囲を確定する。
- ③確定した拡大部の範囲について最浅値を用いて純土量を計算し、①②で計算した土量を加えて計上土量とする。

本案における A 港での試算結果を表-3.10 に示す。

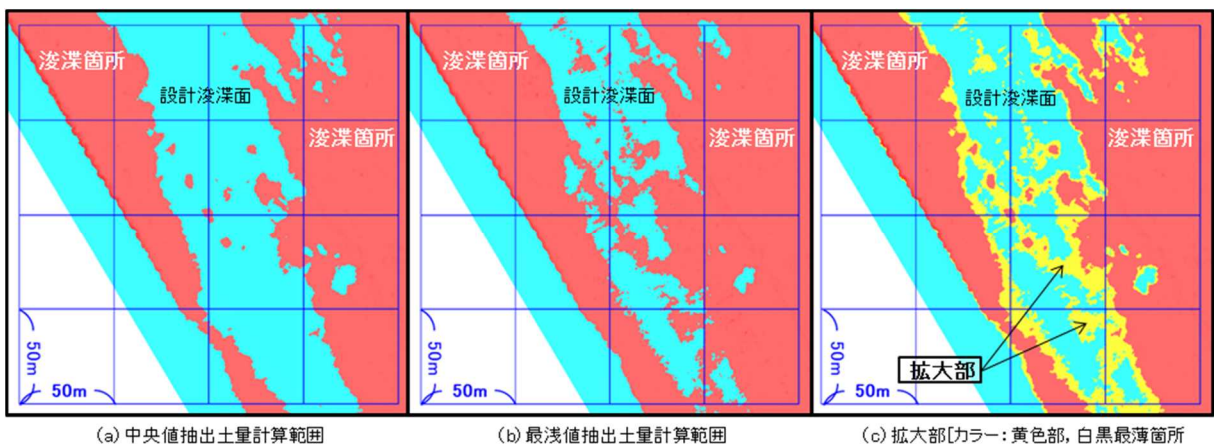


図-3.28 2 個の管理値が存在することによる土量未計上施工箇所の事例（A 港浚渫工事の拡大部）

表-3.10 拡大部土量算出試算 (A 港)

項目	A 港の試算
中央値と最浅値の土量乖離量 [m <sup>3</sup> ]	21,122
中央値抽出による土量 [m <sup>3</sup> ]	346,006
最浅値抽出による土量 [m <sup>3</sup> ]	367,128
拡大部の面積 [m <sup>2</sup> ]	9,973
拡大部の土量 [m <sup>3</sup> ]	6,276
拡大部純土量 [m <sup>3</sup> ]	292
拡大部底面余掘土量 [m <sup>3</sup> ]	5,984

中央値抽出と最浅値抽出で 21,122m<sup>3</sup> の乖離が生じている。拡大部の土量が 6,276m<sup>3</sup> であることから、7 割以上が拡大部以外の範囲となるが、この範囲は乖離の程度に大小あるものの（中央値算出で）土量計上されている。一方で拡大部は（中央値算出では）土量計上されていない。拡大部は面積 9,973m<sup>2</sup>、純土量 292m<sup>3</sup>、底面余掘土量 5,984m<sup>3</sup> であり、底面余掘が殆どで、純土量の平均土厚約 3 cm だった。

しかし試算によりこの計算方法に問題があることが判明した。拡大部の純土量を計上する部分の境界に段差が生じることである（図-3.29、図-3.30）。

図-3.29 は拡大部の 3 次元イメージである。通常浚渫箇所と拡大部の境界に段差（壁）があり、その左側が拡大部の純土量部分となっている。

図-3.30 は拡大部の断面図で塗潰した部分が純土量、斜線部が底面余掘である。丸囲いの拡大部境界部分に段差が生じる。

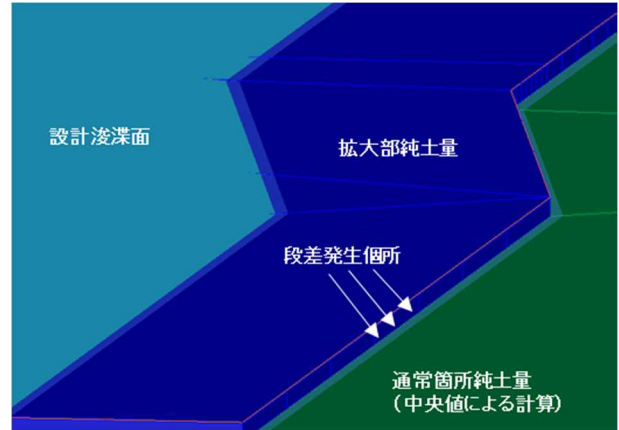


図-3.29 拡大部土量計算の問題点 (3 次元イメージ)

この不連続な段差は、モデル活用時に誤記と判断される可能性があり、図面上の不具合といえる。不具合を解消するため、拡大部の底面余掘のみを計上する方法を図示したものが図-3.31 である。塗潰している通常計算による土量算出部と拡大部の底面余掘が土量計上される範囲であり、拡大部の純土量部分を計上していない。これにより境界に段差が生じる不具合が解消される。

拡大部の底面余掘は、通常の底面余掘と語句の重複を防止するために、ここでは縁端余掘と定義する。

2 個の管理値が存在することにより、土量計上されずに施工を行う必要がある箇所の土量計算方法として、特殊な現場条件における土量乖離についての協議の際に拡大部の縁端余掘を計算する方法を提案する。

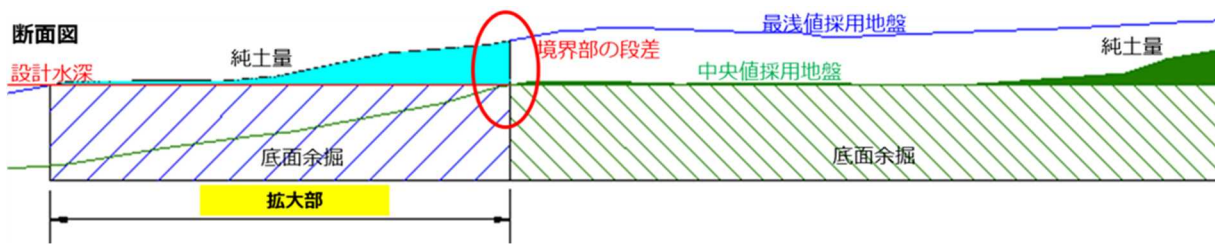


図-3.30 拡大部土量計算の問題点

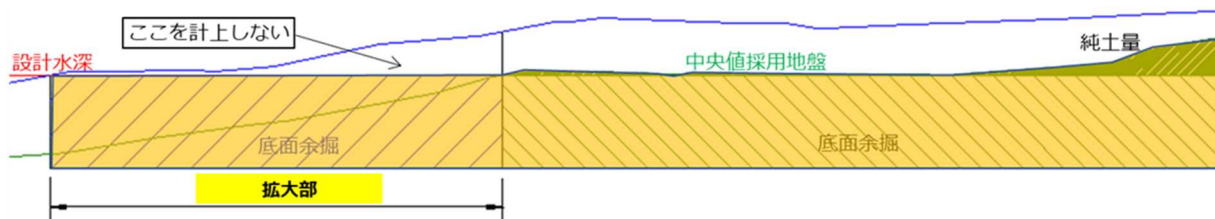


図-3.31 拡大部土量計算の問題点解消

表-3.11 縁端余掘試算結果

項目	A 港	B 港	C 港
中央値と最浅値の土量乖離量[m <sup>3</sup> ]	21,122	1,402	3,129
中央値抽出による土量 [m <sup>3</sup> ]	346,006	100,627	43,399
最浅値抽出による土量 [m <sup>3</sup> ]	367,128	102,029	46,528
拡大部の面積 [m <sup>2</sup> ]	9,973	553	1,977
拡大部縁端余掘土量 [m <sup>3</sup> ]	5,984	332	1,187
[参考] 拡大部純土量 [m <sup>3</sup> ]	292	7	44
[参考] 中央値抽出による底面積[m <sup>2</sup> ]	274,935	41,124	42,244
[参考] 中央値抽出による純土量[m <sup>3</sup> ]	175,838	69,841	15,949
[参考] 中央値抽出による底面部平均土厚[m]	0.64	1.70	0.38

37 頁に①～③で示した計算方法は解消案では以下のようになる。

- ①起工測量結果の 3 次元点群データより中央値を抽出し、設計データを用いて土量計算を行う。
- ②起工測量結果の 3 次元点群データより最浅値を抽出し、設計データを用いて底面余掘土量を算出し、①で計算した純土量と法面余掘土量を加え計上土量とする。

解消案での試算を A 港のほかにも 2 港で実施しており、表-3.11 に示す。

別途計算した B 港、C 港については、浚渫範囲（中央値抽出による底面積）は 4 万 m<sup>2</sup> 強とほぼ同程度であるが、全体土量は B 港が大きく、土量乖離量や拡大部の面積は C 港の方が大きい。本項目の課題については、土量や施工範囲（面積）より土厚の影響が大きいと思われるが、同程度浚渫範囲の B 港と C 港のうち薄層浚渫により近い C 港（平均土厚 0.38m）が B 港（平均土厚 1.70m）より拡大部の範囲が大きいことが分かった。拡大部の純土量は縁端余掘土量に比べて割合が小さく、土厚も 1～4cm 程度であることがわかる。この土厚がわずかな拡大部の純土量範囲を所定水深確保のためにグラブ浚渫船等を用い施工するには縁端余掘の計上が望ましいと考える。

今後 ICT 浚渫工に限らず、3 次元による数量計算においては本項目で記したような数量乖離が生じることは十分考えられる。データの蓄積により一般化できるもの必要領化や協議事例の掲載は、制度の適正な進展や理解促進及びさらなる生産性向上につながるものと考えられる。

#### c) 配筋の作図に関する考察

本項目と次項目では CIM モデルの活用方法に見合う作図方法についての考察を記載する。先に配筋について

記載する。

鉄筋工は港湾分野特有の工種では無く、既往ガイドラインの記載のうち、港湾構造物に比較的近いといえる橋梁下部工のモデル作成指針は、『下部工における鉄筋モデルについては、利用目的・用途に応じたモデルを作成する。干渉チェックを目的としてモデル化を行う場合には、過密配筋部等を中心に必要に応じて作成する。また、鉄筋のモデル化にあたっては継手部のモデル表現は不要とする。なお、配筋モデルの作成範囲は受発注者間協議により決定することを基本とする。』としている。

この表記より現状、干渉チェックを目的とする配筋の 3 次元化が一般的であることがわかる。一方で CIM においては数量計算の自動化も目指しており、ここでは干渉チェックに必要な記載事項が数量計算の自動化には支障が無いのか、さらに必要なことはないかを確認した。

過密配筋部では、太径鉄筋同士の干渉が無く実際に組立可能なのか、鉄筋のあきが確保されているかという観点から干渉確認がされ、不具合が生じる可能性がある場合は鉄筋の移動や配筋変更を検討し、実施可能な配筋状況に変更する必要がある。

過密配筋部以外では太径、細径によらず鉄筋の交差等の干渉は組立の際に干渉箇所をずらして組み立てることで解消される（現場合わせ）。

数量計算を自動で行うためには、過密か否かに関わらず正確にモデル化する必要があるが、現状の 2 次元図をそのまま 3 次元化した際に、干渉チェックの際に不要な部分（現場合わせ可能な部分）まで干渉チェックを行う可能性がある。

不要な部分の干渉チェックを行わないように、現場合わせの鉄筋の交差等の状況を 3 次元モデル上でもずらすことを考えてみる。上部コンクリートにおける配筋で検討を行った。現場と異なり鉄筋のモデルを交差部のみ曲

げることはいかなるため、干渉する鉄筋の径分だけ平行移動する方法で干渉の無い配筋モデルを作成した。用いた上部コンクリートの2次元配筋図のうち、図-3.32に正面図、図-3.33に平面図、図-3.34に断面図、図-3.35に加工図を示す。

正面図及び平面図より鉄筋⑤は①～④と交差しているが、断面図において、配置位置がずれている（⑤と①及び②は水平方向に、⑤と③及び④は鉛直方向に）ことより干渉しないことが分かる。一方、鉄筋①と③及び②と④は断面図より躯体隅角部において直交しているが、加

工図において③と④はフック（各200mmの90度に折れ曲がった部分）があることより、鉄筋①と③及び②と④は配置箇所が（断面図の奥行方向において）同じ場合は干渉することとなる。正面図と平面図を確認すると鉄筋①～④は躯体とのかぶり102.5mmを確保し、同一の鉄筋間隔になっていることがわかる。よって鉄筋①と③及び②と④は干渉していることが分かる。しかしこれらは通常、細径鉄筋であることもあり、現場合合せにより施工を行っている。

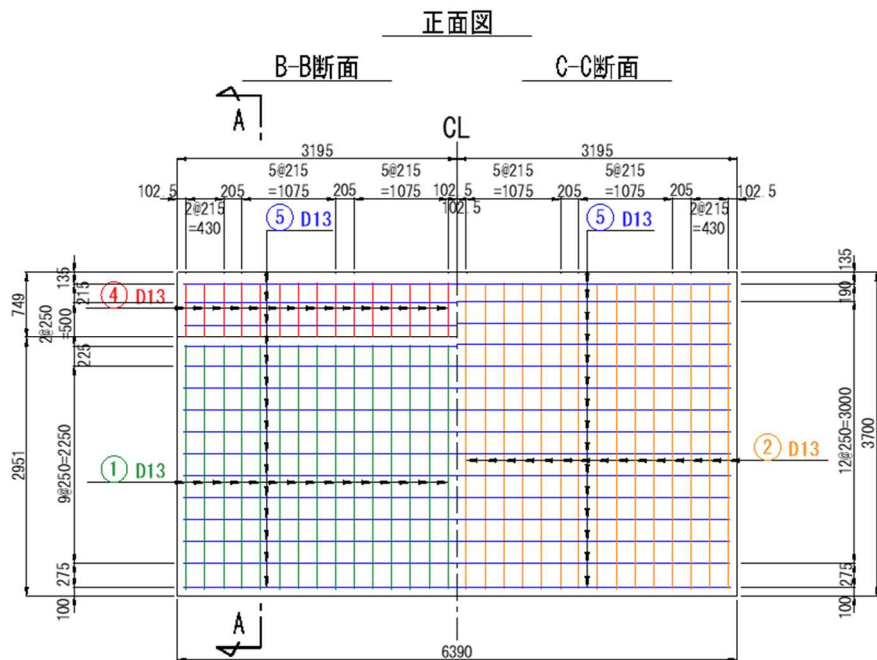


図-3.32 2次元上部工配筋図（正面図）

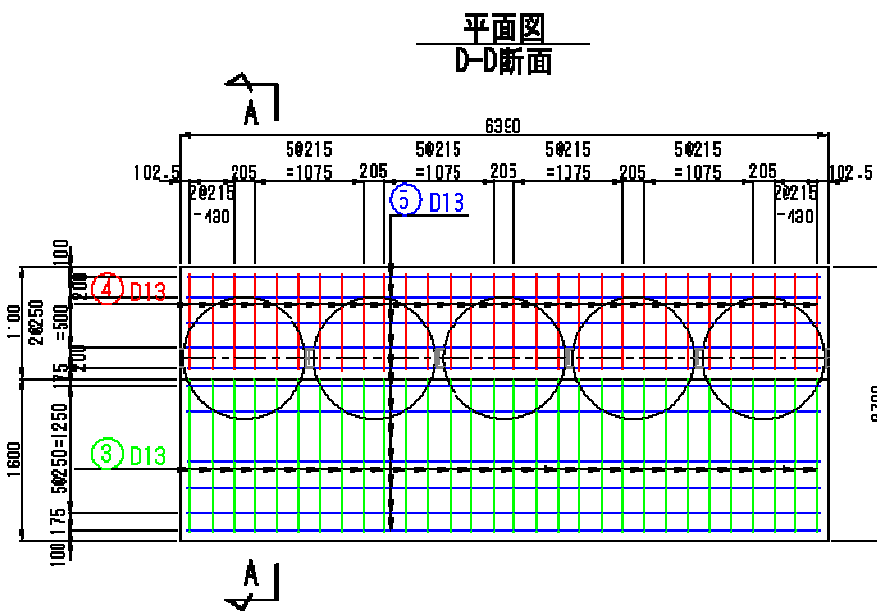


図-3.33 2次元上部工配筋図（平面図）

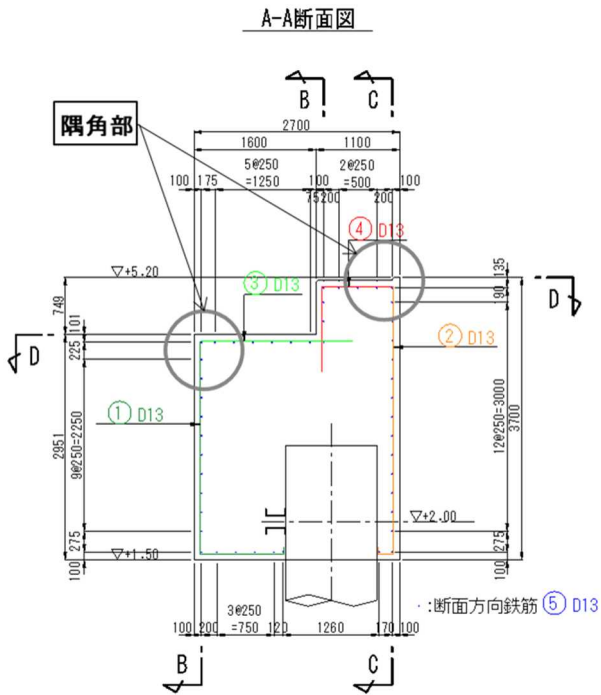


図-3.34 2次元上部工配筋図（断面図）

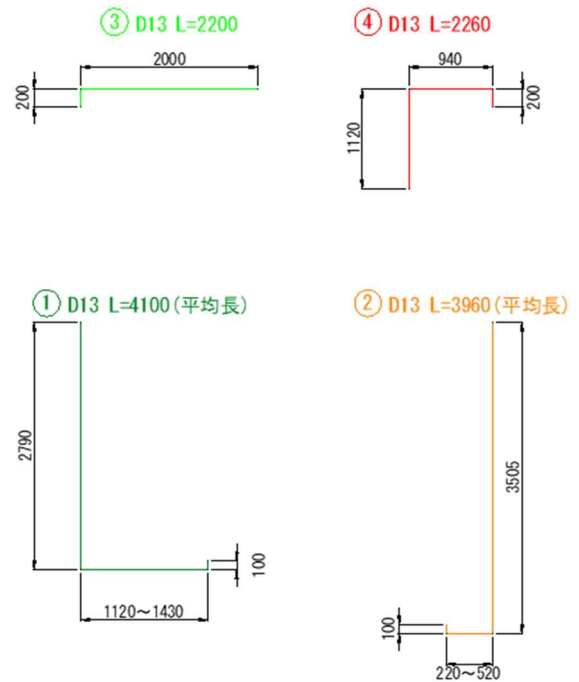


図-3.35 2次元上部工配筋図（鉄筋加工図）

この干渉部分を、現場合わせ同様に交差箇所をずらして干渉が無いように作図した3次元配筋図を抜粋したものが図-3.36である。干渉を無くす作図は可能であるが、以下に示す問題が生じる。

- ・3次元配筋図において、交差する鉄筋の位置をずらす際にルールを決めておかないと作図者によりばらつく。また干渉している鉄筋の数によりずらす距離が一樣ではなくなり同一鉄筋の鉄筋間隔もばらつく。
- ・位置をずらした3次元配筋図が設計図となるため、その通りに組み立てる必要がでてくる（技能工の裁量によ

る現場合わせが許されなくなる）。

- ・現状の現場合わせにおける組立においても、鉄筋間隔やあきが十分確保されており、ルールが増えるだけ手間でしかない。

以上を考慮すると干渉チェックの要、不要のために3次元配筋図において現場合わせの箇所の鉄筋をずらすことは非効率といえる。干渉チェック不要箇所の3次元配筋図は2次元配筋図の寸法どおり作成したほうが良いといえる。

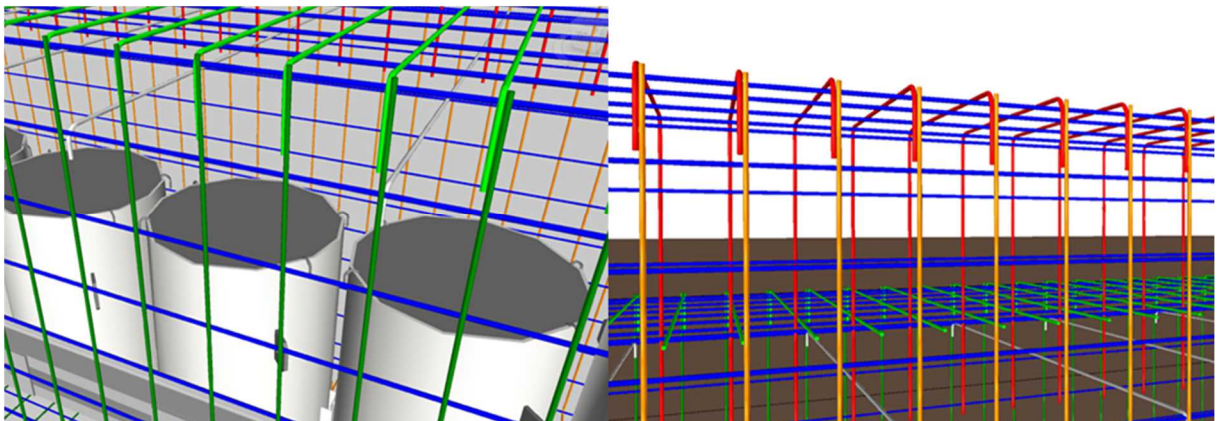


図-3.36 3次元上部工配筋図（左：B-B断面側，右：C-C断面側）



2次元配筋図どおりの寸法で3次元配筋図を作成したうえで干渉チェックの要、不要を反映する方法としては、干渉チェックの要、不要を属性情報として付与する方法や干渉チェックを行う際に範囲を指定する方法等が考えられる。しかし属性情報として付与する方法は、長尺の鉄筋において片方の端部が過密部に属し干渉チェックが必要、もう片方の端部は過密部に属さないため干渉チェックが不要という場合もあり、全てには適用できない。

また継手について考えると、橋梁下部工においてモデル化が不要とされている。重ね継手は正確な数量計算のためにはモデル化が必要である。前述の現場合合せの箇所の鉄筋をずらす作図が非効率であることを考慮すると重ねる2本の鉄筋を同じ鉄筋中心位置で継手長の分だけ重ねてモデル化することが妥当といえる。これも干渉チェックが不要な部分として干渉チェックの際にチェック範囲に入らない方策が必要である。

CIMに期待される活用方法の正確な数量の自動計算において、配筋については干渉チェックの要、不要を注意する必要がある。今後のモデル事業や試行において以下について確認する必要がある。

- ①2次元配筋図と同じ位置、寸法で3次元化する（現場の作業手間を考慮して）。
- ②配筋チェックの要、不要を明確にできる方法が必要である。

d) 消波ブロック工の作図に関する考察

続いて、消波ブロック工についての考察を記す。

消波ブロックは防波堤港外側等に乱積で据え付けられることが多い異形ブロックである。現状では、標準断面図(図-3.37)において据付範囲を定めて、延長を考慮して算出した据付範囲の容積と各ブロック固有の空隙率を用いて据付個数を算出している。

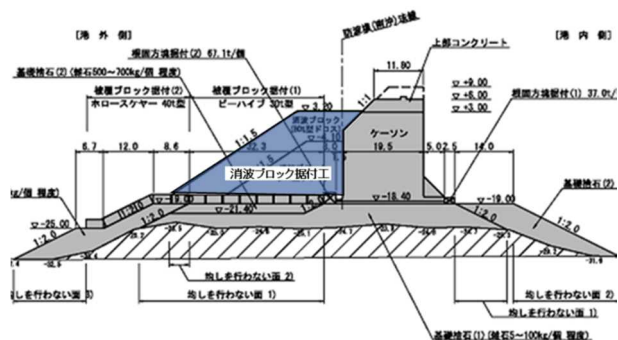


図-3.37 消波ブロック据付範囲

従来方法を3次元化したものが図-3.38であり、詳細度300のCIMモデルである。

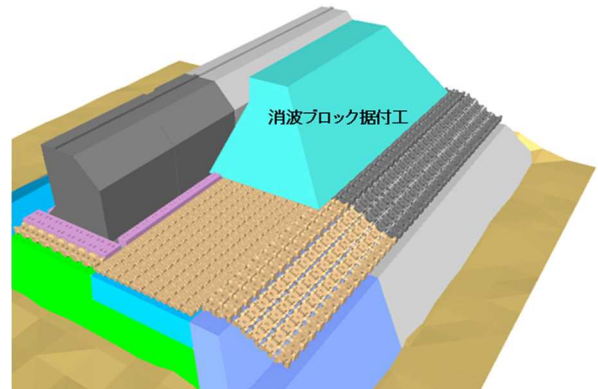


図-3.38 消波ブロック据付工3次元図（詳細度300）

被覆ブロックでは、従来、据付範囲を定め、各ブロックの大きさより据付個数を決めている。消波ブロックと異なり計算により算出されている訳ではないため、モデル化した各ブロックを配置した防波堤モデルを本検討では詳細度300とした。

現在導入が進められているICTブロック据付工では、ICTを活用した施工（情報化施工）として、据付用ブロックの位置や目標据付位置をリアルタイムに可視化し、オペレータ誘導または、クレーンを自動制御する技術を用いて施工を行うことを規定している。据付ブロックの位置や目標据付位置については、2次元CADで配置したブロックより平面位置を特定し施工する方法が一般的であり、3次元位置を特定した方法は限られている。3次元位置を特定するためには3次元CAD上にブロックを1個1個配置し、その位置座標を得る必要がある。しかし汎用3次元CADにおいて、消波ブロックに多い異形ブロックの立体型(図-3.39)を正確に配置することは非常に難しい(図-3.40)

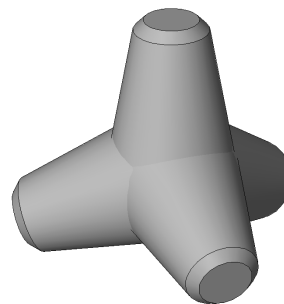


図-3.39 異形ブロック立体型例

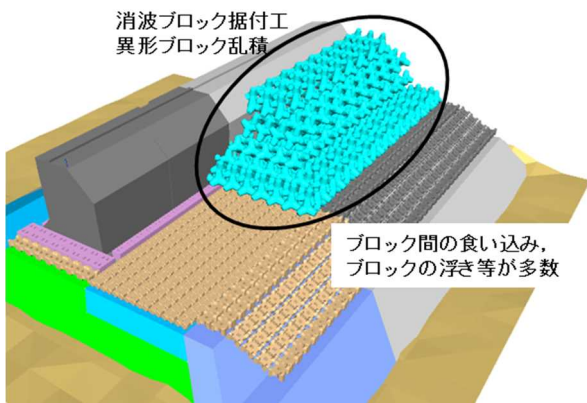


図-3.40 消波ブロック据付工 3次元図（詳細度 400）

被覆ブロックに多い平型の場合は、ブロック表面が平面であり、3次元CADの断面、平面を駆使すると配置は容易である。一方立体型の表面は曲面であることが多く3次元CAD上で正確に配置することは非常に困難である。本検討での作図は図-3.40のとおりとなり、ブロック同士の食い込みや、ブロックの浮き等の不具合が多数発生し、正確な配置を再現できなかつた。

3次元CAD上等での正確な消波ブロックの配置に関する検討<sup>50)</sup>が行われ、簡易な自動配置ツールも開発されているが一般化されておらず、ICTブロック据付工の進展とともに容易に正確な消波ブロックの配置ができるツールの普及が期待される。

ICT活用工事とCIM、それぞれの進展を考慮しながら制度検討を行っていく必要がある例である。

前述のモデル作成指針港湾版では、今後のICTブロック据付工等の進展も考慮し、消波ブロック据付工の詳細度400に実際のブロックを配置したモデルを設定している。

本項で提案した改善案のうち a), b)の要領類における

記載案を巻末の付録D及びEに示す。今後の制度進展及び要領類の改定に係る議論に活用されることを期待する。

### 3.4 属性情報

属性情報について、国土技術政策総合研究所では、港湾分野におけるCIMの属性情報について検討<sup>51)</sup>を行い、その結果は本年度の棧橋CIMの試行業務に反映されている。現状において、属性情報は段階毎（設計、施工、維持管理）に項目が挙げられており、各項目の付与方法等については決まっていない。

またアンケートの回答より、情報が多くなると非効率になる一方で多様な用途に対応するための選定が必要との意見を得た（3.1(3)属性情報参照）。

今までの検討から一歩進み、活用方法を念頭において属性情報を扱う必要があり、以下に契約図書の3次元化を想定した種類による情報の整理と情報の利用法を考慮した用途による情報の整理について示す。またアンケートの回答において提案のあった表計算シートを用いて属性情報を整理、付与方法についての考察も示す。

#### (1) 種類による情報の整理

陸上分野では既に契約図書（図面）の3次元化が検討され、導入されることとなっている<sup>44)</sup>。契約図書の3次元化にあたり、表記標準が定められ、CIMモデル（3DAモデル）の情報構成（図-2.9）を定めている（2.2(2)属性情報参照）。

港湾分野においても、順次契約図書の3次元化が進むものと考えられる。その際に現状の段階毎になっている港湾分野の属性情報を表記標準の情報構成（図-2.9）にあてはめて効率的に活用するために、表記標準の情報構成の下層に新たな構成を加えた。（図-3.41）。

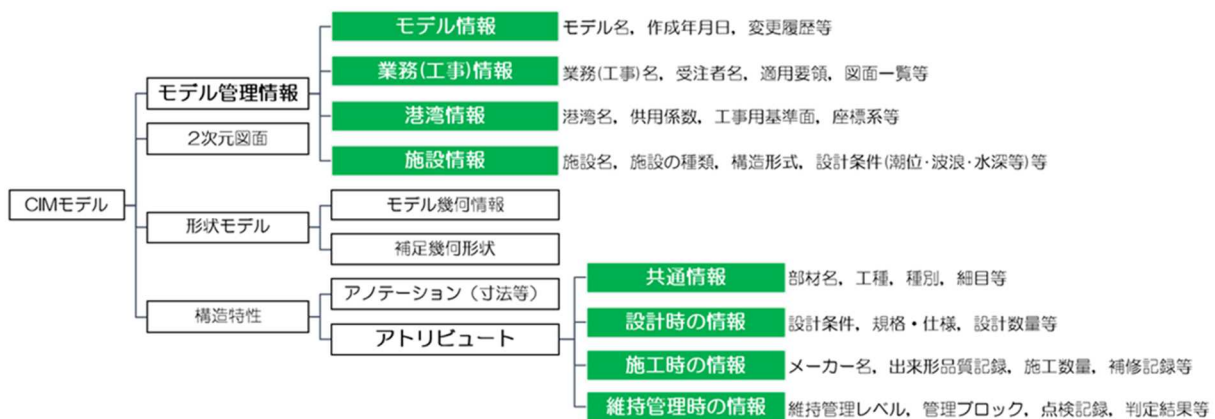


図-3.41 CIMモデルの情報構成（種類による整理）

加えた構成はモデル管理情報下のモデル情報, 業務(工事) 情報, 港湾情報, 施設情報, アトリビュート下の共通情報, 設計時の情報, 施工時の情報, 維持管理時の情報である。

この整理により各モデルに付与する情報はアトリビュートということが明確になる。

また設計計算書や特記仕様書はモデル管理情報の施設情報や業務(工事) 情報に格納されるが, アトリビュートの設計時の情報における各部材の設計条件やコンクリートの仕様等は設計計算書や特記仕様書を参照できる情報であり, 施設情報に格納された設計計算書や業務(工事) 情報に格納された特記仕様書へリンク付けすればよく, 重複入力の手間を省くことができる。

(2) 用途による情報の整理

付与した属性情報の活用方法として, 入力情報を他の各種計算, 解析ソフトウェアへ取り込む活用と情報の閲覧や点検記録の入力といった活用が考えられる。

前者は, 他のソフトウェアで情報を読み込む必要があるため, 情報を直接付与するか情報を読み込み可能なテキストファイル等に保存し外部参照するかが考えられる。

後者は, ドキュメントファイルの格納箇所をリンク付けする外部参照となる。閲覧のみに用いる場合はドキュメントファイル等, 点検記録の入力には表計算シート等で作られた書式が用いられる。

外部参照の際には情報の格納箇所が重要である。外部参照される情報は基本的には, 設計, 施工, 維持管理の各段階における成果や提出書類が多くを占め, その格納箇所は, 電子納品物保管管理システムや維持管理情報データベースが想定される。何れのシステムにおいても, リンク先にアクセスする際に一般的な通信環境においてストレスなくアクセスできることが必要である。

(3) 表計算シートの活用に関する考察

アンケートの回答において提案のあった表計算シートを用いて属性情報を整理, 付与する方法についての考察を示す。表-3.12 に属性情報を整理付与のための表計算シートのイメージを示す。

シートにはアトリビュートの階層にある項目を記載している。ID と項目名と属性情報にあたる入力情報の3列構成としている。このシートを CIM モデルのファイルリンクの箇所にリンク付けする。シートは CIM モデルと同じフォルダ階層に格納すればよい。

ファイル交換形式の IFC は 2020 年に国際標準化され (2.2 (5) ファイル交換形式及びソフトウェア参照), 港

表-3.12 属性情報用表計算シートイメージ

ID	項目名	入力情報
<b>共通情報</b>		
1	部材名	
2	工種	
3	種別	
4	細目	
<b>設計時の情報</b>		
5	設計条件	
6	規格・仕様	
7	設計数量	
16	△△△	
<b>施工時の情報</b>		
8	メーカー名	
9	施工数量	
10	出来形・品質記録	
11	補修記録	
<b>維持管理の情報</b>		
12	維持管理レベル	
13	管理ブロック	
14	点検記録	
15	判定結果 (最新)	

湾の IFC-Ports and WaterWays において必要な属性情報が定められる。国内で必要な項目の漏れや国際標準化後に必要項目の追加が生じた場合は表計算シートを活用すると IFC の改訂を待たずに事業が進められる。

入力情報は直接入力かリンク付けとなる。3.4 (2) で示した他のソフトウェアで活用する場合は直接入力となる。シートをテキスト形式や CSV 形式で保存すると, 他のソフトウェアで読み込むことは容易と考えられる。その際に ID を付与することで項目数が変わった際にも同じ項目であるとソフトウェア上で判断が可能となる。

このような表計算シートを用いた情報の管理, 引き継ぎは COBie と呼ばれるデータを用いて欧米の BIM で実施されており<sup>52)</sup>, 国内の土木構造物への適用の検討も行われ報告書が作成されている<sup>53)</sup>。

3.5 効果的な活用方法

(1) 港湾において想定される活用方法

本検討においては, 作図したモデルを用い, CIM 対応ソフトウェアの機能により工程シミュレーション作成と自動数量計算を実施しており, 以下に結果概要を示す。また情報の追加により期待される活用方法についても述べる。

a) 工程シミュレーション

作成した CIM モデルを統合モデル作成ソフトに取り込み, モデルに時間軸を付与し工程シミュレーションを作成した (図-3.42)。

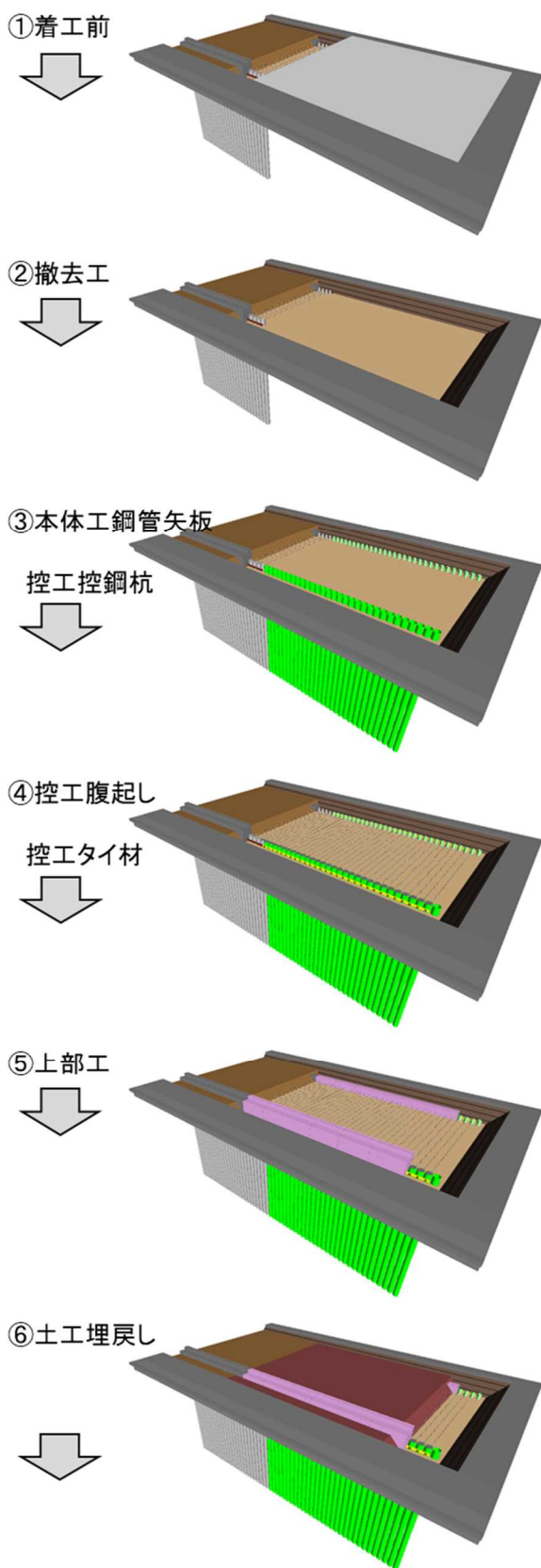


図-3.42 工程シミュレーション

従来、工事で作成する工程表の可視化である。詳細度標準港湾版の詳細度 300 の岸壁モデルを使用している。各工種に該当するモデルに歩掛に見合った日数に対応する施工開始日と施工終了日を入力すると圧縮した時間軸で施工の順序にモデルが変遷していくアニメーションが表示される。

今回作成した工程シミュレーションは各工種の完成形状のモデルを用いている。細かな施工検討を行う際にはさらなるモデルの細分化が必要になる。

工程シミュレーションは単に工程順序の可視化のみならず、若手技術者や新規入場者の施工方法等の理解促進につながる。

モデルに重機、船舶、仮設物、資機材、安全設備、周辺構造物等を配置することで用途に応じた現場の状況を再現でき、各種検討や説明資料等に活用できる(図-3.43)。

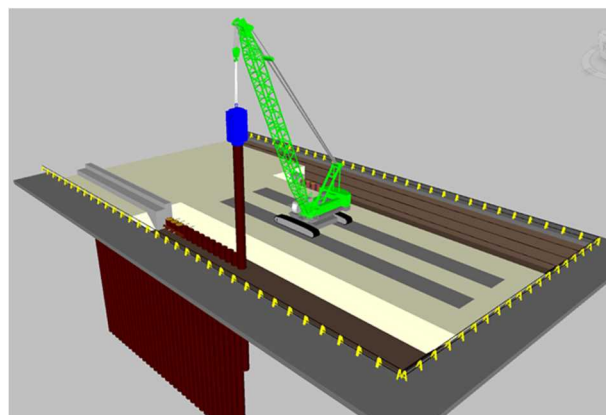


図-3.43 重機等の配置による施工検討状況イメージ

#### b) 数量計算

作図したケーソンモデルから配筋の数量を汎用 3 次元 CAD の機能を用いて自動計算した(図-3.44)。すべての鉄筋を干渉部分が無い位置(鉄筋間隔が一樣になっていない鉄筋が生じている)に加工図の正確な形状で配置している。重ね継手も表現している。

使用した汎用 3 次元 CAD の集計機能では、CAD に登録済の項目が集計でき、鉄筋は既に IFC において標準化されており、即座に集計ができる。港湾独自に集計が必要なものは属性情報を使用して登録する必要がある。

また集計表では、作図した 1 本 1 本全ての鉄筋が一覧表に出力される。今回は数量計算に必要な鉄筋番号、径、長さ、重量を表示させた。全ての鉄筋が表示されるため、工事に必要な数量は表計算ソフトにより再集計する必要がある。

従来の 2 次元図面での鉄筋集計表は、作図後に目視や

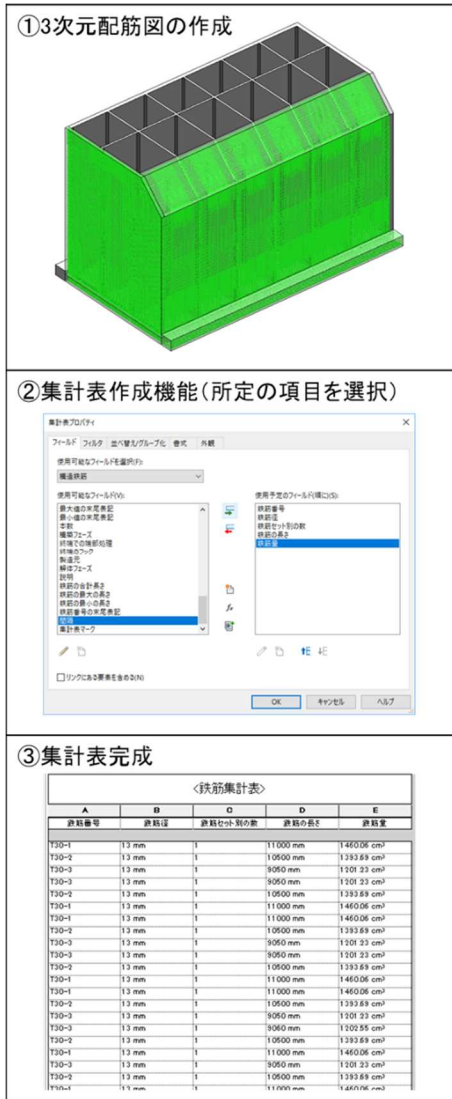


図-3.44 鉄筋数量自動計算イメージ

2次元CADの選択機能を用いて数量を拾い上げ、表計算ソフトに数量、径、長さ等を入力し作成していた。多くの手間を要する上に間違いが起きやすい作業である。一方3次元CADの自動計算機能では、作図後に集計機能の僅かな操作(図-3.44の②③)で1分も要せずに集計できる。大きな手間の削減である。

工事数量の自動計算に続く活用としては積算の効率化、自動化が期待される。積算は工事費用を算出するものであり、工事数量のほか歩掛や労務・材料単価、機械損料等を用いる。一般的には積算専用のソフトウェアを用いることが多く、CADソフトと連携しているものは一般的では無い。歩掛や各種単価、機械損料のデータは各機関の典拠データが積算ソフトに網羅されており、工事数量や条件を入力することで工事費用が算出される。工事数量や条件を情報として持つCIMモデルの活用が期待

できる。

条件は港湾請負工事積算基準<sup>43)</sup>が定める能力算定式に代入される各種能力係数を定める作業条件や自然条件であり、一例を表-3.13に示す。

表-3.13 積算条件(例)

条件名	内容
海象	波浪, うねりの影響の有無
透明度	水中の透明具合
水深	施工箇所の水深
割石質量	施工に用いる割石の質量

海象は波浪, うねりの影響の有無が施工能力に影響を及ぼすための設定条件である。透明度は水中の濁り具合で人力均し等の能力に影響する。これらは港や施設毎に決まる条件であり、図-3.41のCIMモデルの情報構成のモデル管理情報の港湾情報か施設情報に格納する。

水深は深さにより施工能力に影響を及ぼすための設定条件であり、平均干潮面(M.L.W.L)を基準にしている。基準が最低水面である海図の水深や港湾工事の高さ方向の数字として示される水深(-15m航路等)と異なることに注意が必要である。水深(以下、平均干潮面基準について記す)は、工種により5mや10m毎に区分けされており、基礎捨石などは各水深面により水深毎にモデルを区分し水深毎の数量が算出できる。各水深の捨石モデルには、図-3.41のCIMモデルの情報構成のアトリビュートの共通情報に水深区分情報を格納する。

割石質量は均しの際に対象の基礎捨石や被覆石の質量で施工能力に影響を及ぼす条件である。均し範囲の基礎捨石のモデルに付与された仕様(石の規格)より割石質量の範囲を決めることができる。これは図-3.41のCIMモデルの情報構成のアトリビュートの設計時の情報に割石質量区分情報を格納する。

積算の効率化、自動化を目指すため、CIMモデルに必要な条件を付与する検討が今後必要と考えられる。

上述した活用方法は、既往の取り組みにおいて効果的な活用方法として報告されているもので、今後のさらなる生産性向上のための考察を記した。一方、新しい効果的な活用方法は、アンケートの回答にも無かったように検討段階で示すのは難しく、実際の業務や工事で示されるものとする。今後の試行等において示されることを期待する。

## (2) 全体最適に向けて

CIM の目指すところは建設生産システム全体の生産性向上、全体最適である。しかし現状の試行等においては分割発注されていることもあり、事業全体を俯瞰して CIM を活用することが難しいと考えられる。

建設生産システムの最終段階である維持管理における CIM の活用は、設計、施工段階に比べて少なく、特に港湾分野においては事例が無い。CIM は課題の多い社会インフラの点検、更新を行う維持管理を効率的に行うツールとしての期待が高い。

導入が開始された設計、施工と並行して維持管理においても CIM の活用を試行し、独自に得た知見を先行段階である設計、施工にフィードバックすることが設計、施工段階でモデル作成や属性情報付与を効果的かつ効率的にする早道ではないかと思われる。

## 3.6 受発注者の役割

### (1) 実務における役割

既往のガイドラインには、各段階における受発注者の役割が明示され、CIM 活用を進めていく上での実施項目の目安となっている。多くの事項を受発注者協議により決定することとしている(2.2(4)受発注者の役割参照)。試行による経験の積み重ねにより記載内容の具体性が上がるものと思われる。これは港湾分野においても同様と考えられる。

### (2) 制度進展のための役割

アンケートの回答に多数寄せられた制度進展のための役割への意見についての考察を記す。

受注者のなすべきこととして技能習得に多くの意見が寄せられたことは、図面の 3 次元化が制度における取り組みの中核であることを考慮すると当然であり、そのために積極的な推進や経験の積み重ねが必要等の意見も寄せられている。実業務における操作経験を増やすための試行業務等の実施が望まれている。

受発注者双方に必要とされた効果的な活用方法を見出すという意見については、既往の取り組みにおいて多くの効果的な活用方法が報告されている中での意見という点を考慮すると、3 次元作図の手間の増加に見合う効果を得ている事業者が少ないことが考えられる。今後は、効果の大小が明確になるように項目に偏りがないよう試行を実施していく必要がある。

発注者に期待される意見としては、従来の設計(作図)に加えて 3 次元作図を行うこととなった設計段階への経

費計上の早期実現がある。導入初期段階のため、効果を感じていない事業者が多いため経費計上により導入が進むと思われる。

また CIM による生産性向上のために必要となる課題の抽出及び解決方法を検討するためのリクワイヤメント(2.2(5)ファイル交換形式及びソフトウェア参照)は港湾分野においても設定する必要がある(今年度の試行工事においては設定済である)。港湾分野では、当面は既往の取り組み(表-2.11)に準じて設定していくことになるが、既往のリクワイヤメントへの対応を進めるとともに港湾独自のリクワイヤメントの提示によりソフトウェアの港湾分野への対応も促進されるものと考えられる。

既往の表-2.11 に準じた港湾分野におけるリクワイヤメントの案を以下に示す。

- ・維持管理を想定した属性情報の付与(表-2.11③に相当;設計段階に作成される維持管理計画書の内容に準じる)。
- ・CIM モデルを用いた港湾請負工事積算基準に準じた数量計算(表-2.11④に相当;3.5(1)b)数量計算に概要記載)。
- ・UAV 等の ICT 計測機械と連携した CIM モデルを活用した効率的出来形管理(表-2.11⑥に相当;ICT 活用工事と連携し検討する必要がある)。

受発注者が各役割を果たすためには意見交換しやすい体制が必要で、現在設置されている港湾における ICT 導入検討委員会<sup>54)</sup>や各地方整備局で実施されている業界団体との意見交換会の維持が望まれる。また実務者レベルでの意見交換も行う必要があると思われる。

## 4. おわりに

本稿は港湾構造物における詳細度等の CIM の基本事項に関する指標の提示、作図や活用の際に想定される課題への対応策や改善案の提示を目的に検討を実施し成果は以下のとおりである。

- ・モデルと詳細度の関係を整理し、モデル作成時の参考となる指標「港湾分野におけるモデル詳細度標準(素案)」と「港湾施設のモデル作成指針(素案)」を作成した。
- ・基準類の 3 次元未対応箇所の改善案として、浚渫工点在箇所の余掘土量の 3 次元計算方法と ICT 浚渫工の土量未計上施工箇所の土量計算方法を提案した。
- ・CIM の基本事項(詳細度、属性情報、活用方法、受発

注者の役割)と作図等の効率向上策について、今後の検討事項と方向性についての考察を示した。

建設生産システムにおける CIM の活用は従来の 2 次元図面から 3 次元モデルへという大きな転換である。従来の検討や解析、計算等の高度化、簡素化に期待が高まる一方でモデル化による作業手間の増加や効率低下が懸念されている。

全体最適を目指す CIM の取り組みとしては、作業手間の改善や効率向上のためのツールの開発普及とともに当事者の経験の蓄積が非常に重要である。港湾における CIM の取り組みにおいて、経験蓄積のための試行等において本検討が参考となれば幸いである。

(2019 年 2 月 14 日受付)

#### 謝辞

本検討を行うにあたりアンケート及びヒアリングにご協力いただいた一般社団法人港湾技術コンサルタンツ協会及び一般社団法人日本埋立浚渫協会の会員企業、海洋・港湾構造物維持管理士の方々に深謝の意を表する。

#### 参考文献

- 1) 国土交通省 CIM 導入推進委員会：CIM 導入ガイドライン（案）第 1 編 共通編 平成 30 年 3 月，2018 年，<<http://www.mlit.go.jp/common/001229908.pdf>>，(2018.4.3 アクセス)。
- 2) 国土交通省 CIM 導入推進委員会：CIM 導入ガイドライン（案）第 2 編 土工編 平成 30 年 3 月，2018 年，<<http://www.mlit.go.jp/common/001229910.pdf>>，(2018.4.3 アクセス)。
- 3) 国土交通省 CIM 導入推進委員会：CIM 導入ガイドライン（案）第 3 編 河川編 平成 30 年 3 月，2018 年，<<http://www.mlit.go.jp/common/001229911.pdf>>，(2018.4.3 アクセス)。
- 4) 国土交通省 CIM 導入推進委員会：CIM 導入ガイドライン（案）第 4 編 ダム編 平成 30 年 3 月，2018 年，<<http://www.mlit.go.jp/common/001229912.pdf>>，(2018.4.3 アクセス)。
- 5) 国土交通省 CIM 導入推進委員会：CIM 導入ガイドライン（案）第 5 編 橋梁編 平成 30 年 3 月，2018 年，<<http://www.mlit.go.jp/common/001229913.pdf>>，(2018.4.3 アクセス)。
- 6) 国土交通省 CIM 導入推進委員会：CIM 導入ガイドライン（案）第 6 編 トンネル編 平成 30 年 3 月，2018 年，<<http://www.mlit.go.jp/common/001229915.pdf>>，(2018.4.3 アクセス)。
- 7) 国土交通省 CIM 導入推進委員会：CIM 導入ガイドライン（案）第 7 編 機械設備編（素案）平成 30 年 3 月，2018 年，<<http://www.mlit.go.jp/common/001229916.pdf>>，(2018.4.3 アクセス)。
- 8) 国土交通省 BIM/CIM 推進委員会：第 1 回委員会 資料 2-2 これまでの BIM/CIM 事業の実施状況，2018 年，<<http://www.mlit.go.jp/common/001252262.pdf>>，(2018.9.6 アクセス)。
- 9) 矢吹信喜：CIM 入門－建設生産システムの変革－，理工図書，2016 年，pp.15-23。
- 10) 家入龍太：これだけ！BIM，秀和システム，2015 年，pp.29-40。
- 11) 一般財団法人経済調査会：建設 IT ガイド 2017，一般財団法人経済調査会，2017 年，pp48。
- 12) 国土交通省 CIM 導入推進委員会：第 3 回委員会資料，2017 年，<<http://www.mlit.go.jp/tec/it/pdf/shiryous3.pdf>>，(2017.4.5 アクセス)。
- 13) 国土交通省 CIM 導入推進委員会：第 5 回委員会資料 3-1 平成 30 年度の CIM 実施方針（案），2018 年，<<http://www.mlit.go.jp/common/001224375.pdf>>，(2018.3.7 アクセス)。
- 14) 社会基盤情報標準化委員会 特別委員会：土木分野における詳細度標準（案）【改訂版】平成 30 年 3 月，2018 年，<[http://www.jacic.or.jp/hyojun/modelsyosaido\\_kaitei1.pdf](http://www.jacic.or.jp/hyojun/modelsyosaido_kaitei1.pdf)>，(2018.3.13 アクセス)。
- 15) 矢吹信喜：CIM 入門－建設生産システムの変革－，理工図書，2016 年，pp.133-134。
- 16) 一般社団法人全国地質調査業協会連合会，一般社団法人日本建設情報総合センター：三次元地盤モデル作成の手引き 建設現場の生産性向上に向けて，2016 年，pp.3-4，<<https://www.zenchiren.or.jp/geocenter/guide/sanjigen.pdf>>，(2018.8.8 アクセス)。
- 17) 3 次元地質解析技術コンソーシアム：3 次元地質解析マニュアル Ver1.0，2018 年，pp.32，<[https://www.oyo.co.jp/oyocms\\_hq/wp-content/uploads/2018/03/3次元地質解析マニュアル\\_Ver1.0.1.pdf](https://www.oyo.co.jp/oyocms_hq/wp-content/uploads/2018/03/3次元地質解析マニュアル_Ver1.0.1.pdf)>，(2018.10.16 アクセス)。
- 18) 国土交通省国土技術政策総合研究所 社会資本マネジメント研究センター 社会資本情報基盤研究室：平成 30 年度（4 月版）工事工種体系ツリー，2018，<<http://www.nilim.go.jp/lab/pbg/theme/theme2/sekisan/tree/t-3004.pdf>>，(2018.4.4 アクセス)。
- 19) 国土交通省港湾局：港湾工事工種体系ツリー，<

- <http://www.mlit.go.jp/common/001206496.pdf>>, (2017.7.31 アクセス).
- 20) 国土交通省国土技術政策総合研究所 社会資本マネジメント研究センター 社会資本情報基盤研究室 : CIM モデル作成仕様【検討案】 <橋梁編> 平成 28 年 4 月, 2016 年, <[http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bunya/cals/pdf/specification\\_bridge\\_CIM\\_H28.pdf](http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bunya/cals/pdf/specification_bridge_CIM_H28.pdf)>, (2018.4.5 アクセス).
- 21) 国土交通省国土技術政策総合研究所 社会資本マネジメント研究センター 社会資本情報基盤研究室 : CIM モデル作成仕様【検討案】 <道路編> 平成 28 年 4 月, 2016 年, <[http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bunya/cals/pdf/specification\\_road\\_CIM\\_H28.pdf](http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bunya/cals/pdf/specification_road_CIM_H28.pdf)>, (2018.4.5 アクセス).
- 22) 国土交通省国土技術政策総合研究所 社会資本マネジメント研究センター 社会資本情報基盤研究室 : CIM モデル作成仕様【検討案】 <河川・護岸編> 平成 28 年 4 月, 2016 年, <[http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bunya/cals/pdf/specification\\_river\\_CIM\\_H28.pdf](http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bunya/cals/pdf/specification_river_CIM_H28.pdf)>, (2018.4.5 アクセス).
- 23) 国土交通省国土技術政策総合研究所 社会資本マネジメント研究センター 社会資本情報基盤研究室 : CIM モデル作成仕様【検討案】 <樋門・樋管編> 平成 28 年 4 月, 2016 年, <[http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bunya/cals/pdf/specification\\_gate\\_CIM\\_H28.pdf](http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bunya/cals/pdf/specification_gate_CIM_H28.pdf)>, (2018.4.5 アクセス).
- 24) 3次元モデル表記標準(案)第1編 共通編 平成30年3月, 2018年, <<http://www.mlit.go.jp/common/001229922.pdf>>, (2018.4.3 アクセス).
- 25) 一般社団法人日本建設業連合会 インフラ再生委員会 : 2018 施工 CIM 事例集, 2018 年, <[https://www.nikkenren.com/publication/pdf/289/2018\\_CIM.pdf](https://www.nikkenren.com/publication/pdf/289/2018_CIM.pdf)>, (2018.5.24 アクセス).
- 26) 国土交通省 : ICT の全面的な活用の推進に関する実施方針 別紙-9 CIM 活用業務実施要領 及び 別紙-10 CIM 活用工事実施要領, 2018 年, <<http://www.mlit.go.jp/common/001230307.pdf>>, (2018.4.4 アクセス).
- 27) 国土交通省 BIM/CIM 推進委員会 : 第 1 回委員会 資料 3-3 BIM/CIM に関する受発注者の育成計画, 2018 年, <<http://www.mlit.go.jp/common/001252265.pdf>>, (2018.9.6 アクセス).
- 28) 矢吹信喜 : CIM 入門ー建設生産システムの変革ー, 理工図書, 2016 年, pp.122.
- 29) 国土交通省国土技術政策総合研究所 : LandXML1.2 に準じた 3 次元設計データ交換標準(案) Ver.1.2 平成 30 年 3 月, 2018 年, <[http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bunya/cals/information/files/h30\\_basedLandXML1.2.v1.2.pdf](http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bunya/cals/information/files/h30_basedLandXML1.2.v1.2.pdf)>, (2018.4.2 アクセス).
- 30) 家入龍太監修, フォーラムエイト編著 : BIM/CIM ワールド BIM/CIM モデル活用を広げる最新技術, 日刊建設通信新聞社, 2016 年, p.64.
- 31) 国土交通省 大臣官房技術調査課 : CIM 事業における成果品作成の手引き(案) 平成 30 年 3 月, 2018 年, <<http://www.mlit.go.jp/common/001229926.pdf>>, (2018.4.3 アクセス).
- 32) 一般社団法人オープン CAD フォーマット評議会 : Open CIM Forum 国土交通省 CIM 導入ガイドライン 対応ソフトウェア情報, <<http://www.ocf.or.jp/CIM/CIMSoftList.shtml>>, (2019.1.30 アクセス).
- 33) 国土交通省 BIM/CIM 推進委員会 : 第 1 回委員会 資料 3-5 BIM/CIM の課題克服に向けた検討, 2018 年, <<http://www.mlit.go.jp/common/001252267.pdf>>, (2018.9.6 アクセス).
- 34) 一般社団法人オープン CAD フォーマット評議会 : Open CIM Forum 国土交通省 CIM リクワイヤメント 対応情報, <<http://www.ocf.or.jp/CIM/CIMRequirement.shtml>>, (2019.1.30 アクセス).
- 35) 国土交通省 港湾における ICT 導入検討委員会 : 第 5 回委員会資料, 2018 年, <<http://www.mlit.go.jp/common/001224632.pdf>>, (2018.3.13 アクセス).
- 36) 山中哲志, 石田仁, 勝田哲史 : 港湾栈橋工事における CIM 運用手法確立, 土木情報学シンポジウム講演集, Vol.42, 2017 年, pp.27-30.
- 37) 中嶋道雄, 合田和哉, 白川隆司, 古田圭也 : 函館港若松地区クルーズ船栈橋における CIM の活用, 土木建設技術発表会 2018 講演集, 2018 年, pp.21-28.
- 38) 国土交通省港湾局 : 港湾設計・測量・調査等 業務共通仕様書 平成 29 年 3 月, 2017 年, pp.99-106, <<http://www.mlit.go.jp/common/001180389.pdf>>, (2017.5.24 アクセス).
- 39) 国土交通省 : 3 次元データを用いた出来形管理要領(浚渫工編)(平成 30 年 4 月改定版), 2018 年, <<http://www.mlit.go.jp/common/001177804.pdf>>, (2018.3.30 アクセス).
- 40) building SMART International : ビルディングスマート国際標準化サミット 2018 東京 参加者 Web 配布資料, 2018 年, <<https://buildingsmart.sharefile.com/Authentication/Login>>, (2018.10.23 アクセス).
- 41) 宮城県 : 仙台塩釜港石巻港区 港湾計画図, 2011 年, <<https://www.pref.miyagi.jp/uploaded/attachment/>>



- 89789.pdf>, (2018.10.1 アクセス).
- 42) i-Construction 委員会 : i-Construction ～建設現場の生産性革命～, 2016 年, pp.5-6<<http://www.mlit.go.jp/common/001127288.pdf>>, (2017.4.5 アクセス).
- 43) 国土交通省港湾局監修, 港湾空港総合技術センター編集: 港湾土木請負工事積算基準 平成 30 年 3 月, 日本港湾協会, 2018 年.
- 44) 国土交通省 BIM/CIM 推進委員会: 第 1 回委員会資料資料 3-2 3D モデルの契約図書化, オブジェクトの供給検討, 2018 年, <<http://www.mlit.go.jp/common/001252264.pdf>>, (2018.9.6 アクセス).
- 45) 社会基盤情報標準化委員会 CIM 3D 部品に関する標準化検討小委員会: BIM/CIM 3D 部品標準ガイドライン (Ver1.0)平成 30 年 6 月, 2018 年, <[http://www.jacic.or.jp/hyojun/2016shouiinnkai01\\_result.pdf](http://www.jacic.or.jp/hyojun/2016shouiinnkai01_result.pdf)>, (2018.7.9 アクセス).
- 46) 一般財団法人建設物価調査会: i-Get 部品, <<https://www.i-buhinget.com/index.php>>, (2019.1.23 アクセス).
- 47) 国土交通省: 3 次元データを用いた港湾工事数量算出要領 (浚渫工編) (平成 30 年 4 月改定版), 平成 30 年 3 月, 2018 年, <<http://www.mlit.go.jp/common/001228009.pdf>>, (2018.3.30 アクセス).
- 48) 国土交通省: マルチビームを用いた深浅測量マニュアル (浚渫工編) (平成 30 年 4 月改定版), 平成 30 年 3 月, 2018 年, <<http://www.mlit.go.jp/common/001228009.pdf>>, (2018.3.30 アクセス).
- 49) 港湾における ICT 導入検討委員会: 第 2 回委員会参考資料, 2016 年, <<http://www.mlit.go.jp/common/001154286.pdf>>, (2017.4.7 アクセス).
- 50) 昇悟志, 橋田雅也, 萩原照通, 富永柚香, 山崎真史, 前川裕之: 3D データを活用した消波工の設計および施工の効率化・高度化検討, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), Vol.74, No.2, pp.I\_1-I\_6.
- 51) 国土技術政策総合研究所, 一般社団法人港湾空港総合技術センター: 平成 29 年度港湾分野における情報通信技術導入に関する検討業務報告書 平成 30 年 2 月, 2018 年.
- 52) 矢吹信喜: CIM 入門ー建設生産システムの変革ー, 理工図書, 2016 年, pp.151-153.
- 53) 社会基盤情報標準化委員会 社会基盤 COBie 検討小委員会: 社会基盤 COBie 検討小委員会 報告書 平成 28 年 6 月, 2016 年, <[http://www.jacic.or.jp/hyojun/2014shouiinnkai01\\_report.pdf](http://www.jacic.or.jp/hyojun/2014shouiinnkai01_report.pdf)>, (2017.6.14 アクセス).
- 54) 国土交通省港湾局: 港湾における ICT 導入検討委員
- 会<[http://www.mlit.go.jp/kowan/kowan\\_fr5\\_000061.html](http://www.mlit.go.jp/kowan/kowan_fr5_000061.html)>, (2019.1.31 アクセス).

## 付録 A-1 港湾技術コンサルタンツ協会へのアンケート

以下に港湾技術コンサルタンツ協会に協力いただいた設計に関するアンケート結果を記載する。回答は匿名、順不同としている。

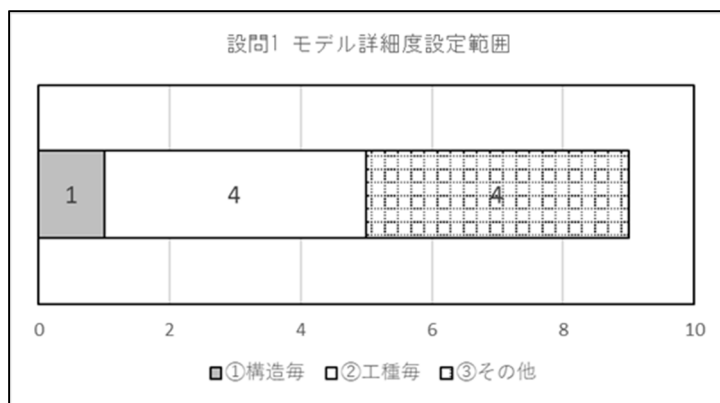
### ◆設問 1

CIM モデルの詳細度は、現在 CIM 導入ガイドライン（案）において、分野毎に定義を定めています。港湾においては、栈橋の試行において工種毎（本体工 300，上部工 400）まで細かく設定しています。詳細度の設定、定義について妥当と思われるものを以下の選択肢よりお選びください。あわせてその理由をお書きください。

#### 選択肢

- ①構造毎（防波堤，矢板式岸壁等）で定義する      ②工種毎（本体工，基礎工等）で定義する      ③その他

#### ◇回答



#### ◇理由（文頭の丸囲い数字は回答）

- ①構造により基礎工や本体工などの構成が大きく異なるので構造毎に設定するのが現実的ではないか。
- ③300では構造物の全体形状，詳細形状がほとんど網羅される。400は上部工などの配筋図と単純に定義  
矢板構造など鋼構造物ではボルト等小さな部材の形状があるが，その都度，オーダーメイドの形状ではないので，一度作成しておけば汎用性があるので300と定義して良いと思う。配筋図の場合，鉄筋の干渉やかぶり，鉄筋の間隔などチェック用には有効であるが，鉄筋に属性を持たせて，加工図まで表現するには，かなりの作業量と熟練度が必要になるので，現時点での適用は困難であると思う。
- ②施工・維持管理に引継ぐ情報は工種毎に異なると思います。情報伝達，作業効率を考え工種毎が適切と考えます。
- ②鋼材等，ある程度規格が決まっているものは，他のモデル作成時に流用できるため。
- ②モデル化への作業量は①に比べて増加すると考えるが，今後は施設の新設よりも補修が増加することを考えれば，維持管理における点検対象の区分にあたる工種毎（部材毎）の状況が分かる詳細度までモデリングされている方が施設を管理するにあたって有効に活用できると考えるため。
- ③港湾構造物は構造形式，工種が多いため，概略形状，概略構造，詳細構造など予備・基本・実施・細部設計に応じた，詳細度を設定する方が分かり易くないでしょうか。
- ③設計のレベル・段階に応じて工種ごとに，詳細度を設定すべきと考えます。栈橋の上部工でも基本設計では，高い詳細度は不要かと思います。一方，細部設計では栈橋上部工の詳細度は400となるべきです。構造や工種で一律設定などは考えにくいのではないのでしょうか。
- ②工種によって施工・維持管理が異なり，必要な詳細度も異なると考えられる。
- ③設計は鉄筋描写を除けば300となるため①，②のように分けないのが妥当だと考えます。「設計は基本的に詳細度300」とし，過密部の鉄筋等の詳細度400に当る項目は，業務ごとに必要に応じて実施することを提案します。イメージパース

は 200 程度で良いと考えます。

◆設問 2

現状の CIM におけるモデリングは、2 次元（単位断面等）で設計を行ったうえで 3 次元のモデリングを行っているかと思えます（この前提が間違っている場合は、現況の設計から 3 次元モデリングの流れの概要を教授ください）。よって従来の設計に比べ 3 次元モデリングの分だけ作業量が増えているものと思われまます。今後 CIM 導入により生産性を上げていくため、3 次元モデリングに必要と思われることを以下にお書きください。

◇回答

- ・3 次元モデル作成には少なくとも平面形状あるいは断面形状が必要ではあるが詳細な構造や内部構造等は 3D 化したモデルを加工して作成すると効率が良い、また構造計算ソフトが 3D に対応していれば必ずしもモデリングの作業が飛躍的に大きくなることは無いと思えます。但し、属性情報を添付するなどの作業は現場では効率的に行うことは難しいのでその部分は作業量が増えると思えます。属性情報については実用性を考えて抑える方向が望ましいのでは無いかと思えます。
- ・弊社でも 3 次元モデリングの技能訓練を行なっている最中であるが、2 次元から 3 次元というステップを踏むよりは、初めから 3 次元でモデリングして、2 次元のプリントアウトをした方が効率的であるという意見が多い。3 次元モデリングに慣れるのには時間を要するが、近い将来に 3 次元モデリングが主流となると予想している。また、メーカーおよび製品等の 3 次元モデリングの部材が充実していけば、3 次元のモデルを配置するだけでよくなり、生産性がより向上していくと思う。
- ・モデリングの標準ソフトの決定。納品方法の統一。浚渫工事等は、3 次元モデルの電子データがそのまま発注図面となるような制度・仕組み。3 次元モデリングでの数量算定に対応した積算体系の構築。
- ・3 次元のソリッドモデルだけでなく、ドローンや地上レーザから取得した点群データを活用する方策があった方がよいと思えます。各構造物のモデルを各社がそれぞれ作成することは生産性が低くなり、国等で標準断面もしくは部品のモデル化を行い、無償公開していただきたい。
- ・CIM は、建設生産システムの効率化・高度化を図るものであるが、3 次元の必要性があるものに関しては効率化が図られ、高度化すると考えられる。栈橋などは、3 次元モデリングした方が、施工の効率化・高度化が図られ、設計時の配筋図のミス防止につながると考えられるが、不必要な 3 次元化を避けることが作業量の増加を抑制し生産性を上げていくと考える。また作業上では、正しく 2 次元の図面描画が出来るオペレータの育成、増員とそれに見合う報酬の増加が必要と考える。3 次元モデリングに必要な安価なソフトウェアの普及、陸海の三次元地形データの安価かつ簡便な利活用形態の構築（地形データの入手がネック）。
- ・詳細度の適切な設定による効率化、2 次元図面と 3 次元モデルの相互性（2 次元設計の省略）、3 次元モデル活用による協議・打合せの円滑化
- ・3 次元モデルを作成するツールだと思います。例えば、配筋図で鉄筋加工図を 3 次元で描いてから、全体モデルにそれを組み立てていくような手順です。CAD 上で模型（プラモデルのほうが近い）を組み立てるようなイメージでしょうか。港湾の構造物はあまり特殊な線形になることはないので、ケーソンにしても寸法を入力すれば 3 次元で組みあがるような標準的な組立てツールが必要だと思います。ベンダーの営業担当者にそういうツールを作らない限り、進まないように思うと話しましたが、港湾ではまだとのことでした。
- ・測量・調査、予備設計、基本設計の段階から 3 次元モデリングしておく必要があると考えられる。
- ・ソフトの機能が十分では無いため、より一層の発展を望みます。例)設計計算結果から直接 3D モデルを描画するようなソフト等。

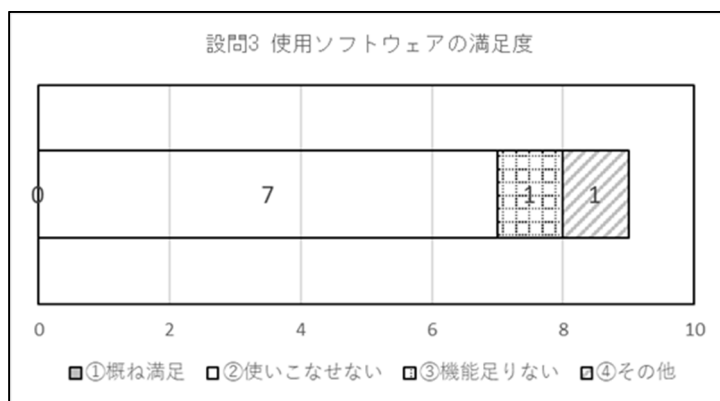
◆設問 3

CIM モデルの作成時に 3D CAD 等のツールを使用していると思いますが、ツールに関して現在感じていることを以下の選択肢よりお選びください。関連意見があればあわせてお書きください。

選択肢

- ①おおむね満足している    ②ツールは揃っているが、使いこなせていない    ③やりたい機能がまだまだ足りない  
④その他

◇回答



◇関連意見（文頭の丸囲い数字は回答）

- ②3D モデル作成は CAD ソフトで対応しているが属性情報については複数のソフトの組み合わせになるのと労力がかかるので中々実用的とはいえない。
- ②複数のソフトがあって、すべてを網羅しているソフトがないため、用途に適合したソフトを組合せて作成する必要があるため、操作手順を熟知するには、経験と時間を要する。
- ②使いこなせる技術者が圧倒的に少ない。よって個の技術者への負担が集中している。また、パソコンのスペックも相応なものが必要となる。
- ②：セミナーをもっと頻繁に開催して欲しい。
- ②主に海岸分野で H16 ぐらいからほぼ独学で三次元データ作成をおこなってきたが、効果的な学習方法があるとなお良い。
- ②モデル作成技術、関連技術の習熟のための体制が不十分、早期に実務等で実施することが必要と考える
- ④設問 2 の回答の通りです。
- ②3 次元モデリングに対応できる技術者が不足している。
- ③ソフト間の連携が十分では無い、テンプレートが港湾に最適化されていないものが多い。

◆設問 4

CIM モデルの作成時に使用しているソフト名とそのソフトを使用している理由およびソフトに対する要望をお書きください。

◇回答：特定の製品名が記載されているため省略する。回答数のみメーカー名を伏せて本文に掲載している。

◆設問 5

CIM モデルに属性情報を付与することになりますが、付与すべき情報は多岐にわたります。属性情報の付与方法、活用方法、付与する情報の選定等、属性情報に関してのご意見をお書きください。

◇回答

- ・足場の CIM 情報は施工検討段階までは有効かと思いますが指定仮設で無い場合は実際に施工した足場のモデルやその情報を改めて施工者が作成することは労力の無駄ではないでしょうか。よほどの現場で無い限り現場で足場はフィットするように組立てされると思います。
- ・属性情報の付与方法等については、上記ソフトウェアにおいて、3次元モデルに直接付与する方法または、3次元モデルから外部参照する方法が考えられる。付与する情報の選定は、業務（試行）での付与する情報の選定および整理を行い、発注者への承諾を受ける方法と考えられる。
- ・一度に全ての属性情報を与えるのは大変であり効率も悪いため、基本的な属性（工事仕様書に記載されるレベル）を付与した後、施工者、維持管理者が必要情報を順次属性の更新、付与していく方法が良いと考える。
- ・属性情報を格納するためのフォーマットをガイドライン内で提示して欲しい。発注者・受注者ともに、業務やモデルによってフォーマットが統一されていないと使い難いと思います。属性情報の利活用イメージを開示していただきたい。
- ・できるだけ簡素に（複雑にすると普及しないと思う）。港湾台帳に記入し管理していた情報は全て属性情報として持たせる等が良いと考える。
- ・構造物全体や構成部材の諸元、地盤等の属性情報を付与し、設計計算、図面作成、数量計算等において効率的な活用ができるように表計算ソフト等で作成した属性一覧を活用できる付与方法が効率的である。また、属性情報は設計、施工、維持管理で活用できる情報も必要であり、発注者・設計者・施工業者間で共有できる形式で付与することが必要と考える。
- ・後付けではなく、3次元モデルを作成する際に属性は付与されるべきだと思います。加工図を書くツールであれば、SD345、D19と情報を持った状態で書くこととする。今のCADで太さ○mm、○色で線を引くようなイメージでしょうか。設計で活用するには数量計算でしょう。あとは維持管理かと思います。設計で使う属性と施工で使う属性は違うと思いますので、最低限これという情報としておいて、あとは都度追加することにはすべきではないでしょうか。設計時では仕様のみですが、施工時にはメーカーなどが決まります。
- ・付与する情報が細かく多くなるため、情報の付与作業に時間が掛かる。
- ・CIMは維持管理に活用し、付与する属性情報も維持管理関係を優先することを提案します。数十年後はわかりませんが、2次元図面の作成を排することは現状難しいため、施工時の活用よりも、維持管理に役立てていくのが良いのではないのでしょうか。

◆設問 6

CIM の効果的活用方策として期待できるものを具体的に以下にお書きください。今後のツールの発展や、操作技能等の向上により効果が期待できるものでも構いません。

◇回答

- ・ケーソンの設計と 3D モデルが連動すれば応力計算と図化、数量算出の作業が効率化できると思います。隅角部などの異形についても効率化が大きいと考えられます。
- ・設計業務においては、3次元モデル（地形モデル・地質モデル、線形モデル、土工形状モデル、構造物モデル、統合モデル）の作成により、施工計画の可視化・設計品質の向上・各種協議における合意形成時間の短縮と判断の迅速化が期待できる。今後は、CIM 導入ガイドライン（港湾編）の作成により、港湾分野に適合したソフトウェアおよびツールが開発されることに期待している。河川分野では現行のソフトがメーカー名入りで整理されているが、国がある程度メーカーを示して導いていただいた方が成果につながると思う。
- ・3次元データの工事発注により、図面枚数の削減、数量計算の迅速化。3次元モデルによる施工可否の検討
- ・施工後の景観チェック/部材同士の干渉チェック/数量計算 等。3次元の点群データを 3D ソリッドモデルに高精度に変

換できるソフトが欲しい。

・地元説明会や設計比較検討打合せ時、視覚的に施工順序等が分かりやすくなる。港湾施設の設計～維持管理まで情報の共有化、数量の自動算出等。

・計画段階から調査、設計情報を CIM モデルに取り込むことができれば、施工時に設計者の意図や工夫点を視覚的に理解につながる。また、住民説明等においても構造物の施工を可視化して説明できることが期待される。さらに、自然環境等の情報も付加できれば環境配慮の施工の可視化できるのではないかと。

・計画、調査、設計段階から 3 次元モデルを導入すれば、設計者と現場作業者との意思疎通が楽になることが期待できる。住民協議等ではどのような構造物が出来上がるのか、視覚的に理解しやすくなることが期待できる。

定期的な実施が必要になる施設点検の業務においては、対象施設構造の CIM モデルがあれば施設状況の把握が台帳図面に拠るよりもイメージしやすく、CAD 諸元から足場や点検機器の配置計画が想定でき、作業の効率化やコスト削減に効果が期待できると考える。また、施設構造を立体的に把握できるため、施設に対して特に悪影響を与える変状を目視によって特定するうえでも役に立つと考える。

・維持管理情報として鉄筋構造物の配筋情報が可視化されることによる点検補修への活用ができる。(配筋の衝突判断による現場作業との乖離の解消など)

・関係者協議や住民説明時に、直感的にわかりやすい 3 次元モデル等を活用し、円滑に業務の効率化を図る。

・発注者、設計者、施工者間で、施工時、維持管理時、被災時等における問題が生じた際に、CIM による情報共有が迅速に可能であれば、関係者間でその対応、対策の理解度が深くなり、早期解決が期待できる。

設計サイドでいえば、維持管理の段階で役に立てると思います。あくまで設計、施工でしっかりデータが更新された場合に限りませんが、またツールもしくはデータの互換が必須だと思います。

・設計自体では、いまのモデルの作成方法では、何に使うにしても手間と金がかかるだけでしょう。ただし、生産プロセスでいえば上流なので、施工、維持管理へのデータの初期値という意味では重要な立場です。それに見合う費用、時間を考慮していただきたいと思います。

・数量計算の効率化が図られる。設計時に施工上の問題点を発見しやすくなる。

・維持管理に期待ができます。施設の情報は、定期点検や補修・改修等、竣工後に付与されるデータは膨大で、現在はその情報管理に苦慮しています。CIM によって、データを一元的に管理することで、施設を適切に維持管理できるようになります。

・打合せ資料に 3D モデルを載せることで、発注者、関係者の理解を深めやすくなります。地域住民等の専門家以外への説明資料として、特に効果的です。

・ツールの発展や、基準の改定が必要ですが、数量計算の根拠資料として期待ができます。

#### ◆設問 7

CIM 導入ガイドライン(案)には、CIM 事業における受発注者の役割・実施事項が記載されています。今後の CIM の進展に向け、受注者が果たしていくべきこと、発注者に期待することについてお書きください。

#### ◇回答

・受注者は設計段階とはいえ施工段階、維持管理段階での考慮など多角的な視点での CIM 作成をどのように実現するか悩ましいところかと思えます。受注者側に属性情報は不必要に広げないでほしいと思えます。

・受注者は、CIM 導入ガイドライン(港湾編)・各種基準等に基づき、調査・計画で取得した情報及び各モデルを施工・維持管理に連携するため、ICT の活用及び CIM の導入を積極的に行い、港湾モデルの作成・活用を推進する。

・発注者は、CIM 導入ガイドライン(港湾編)・各種基準等の作成により、ICT の活用及び CIM の導入の促進及び港湾分野において試行工事の結果をもとに課題を抽出し、カイゼンして頂きたい。

・3D モデルのみの納品。3D モデルでの工事発注。

・受注者：CIM モデルの納品による成果品(書類)の簡略化。発注者：CIM に対する理解を深めること。CIM の環境(PC 等)を整えること。

- ・今後、CIM を活用する十分なスキルを持った発注者と受注者があってこそその CIM と考えるが、両者とも十分な時間、教育、人材（投資）が無い中では、厳しいと考える。発注者は理由がつけばどうにかなると思われるが、民間は投資効果（利益）が見込めないと導入もままならない。
- ・発注者に期待することは、積算での CIM 導入にかかる費用の計上。
- ・CIM 利用の過渡期に当たると考えるため、CIM の作成、活用を行う立場として、発注者へ基本的な活用法を指導できる程度には習熟し、実際に受発注者ともに利用できる環境を整備する役割は果たすべきであるとする。
- ・受注者が果たしていくべきこと：設計・施工現場における積極的な CIM の有効活用への取組み。ただし、打合せ時に 3 次元モデリングが必要になる箇所や、必要な詳細度について協議し、無駄な作業を増やさず、メリハリのある CIM 活用を行う。従来の 2 次元設計で事足りる部分に関しては、詳細度を低くする等の工夫をする。
- ・発注者が果たしていくべきこと：取組みへの評価、支援、作業内容の把握 など
- ・受注者は、それが必要であると理解すること。生産プロセスとしてみた場合に生産性が向上するという希望をもって取り組むこと。ツールの如何によらず、CAD モデル作成の技術を向上すること。
- ・発注者には、CIM、3 次元モデルが何か、いまのツールで何ができて何ができないのか、そもそも何をやりたいのか、それに時間や費用はどの程度かかるのか、ということを理解していただきたい。今も CIM モデル作成業務はあるが、発注者（現場）が何をやりたいのかよく分からない。提案してもそんなことは考えていないと回答はあるが、では何をやりたいのかの具体策は持たれていない。
- ・実施例がないため、今のところ具体的なイメージがない。
- ・受注者が果たして行くべきこと：CIM に関する技術習得。効果的な利用方法の提案。
- ・発注者に期待すること：3 次元モデルを数量根拠として認めて欲しい。そのために必要な基準の改定。CIM の取り組みを成果として認め、費用として考慮して欲しい。

◆設問 8

貴社の CIM 進展のための課題についてお書きください。あわせて解決策等ご意見があればお書きください。

◇回答

- ・協力会社を含めた全社的な 3D での作図、設計の構築。
- ・設計業務での試行開始に伴い、CIM 技術者の人員不足及び育成が課題である。弊社では、積極的に CIM 講習会やソフト操作トレーニングに参加している。
- ・3 次元モデルを扱える技術者を増やすこと。また、3 次元モデルによる設計検討の実施。2 次元データの削減と数量計算の省力化。
- ・CIM に関わる機会が少ない → 今後 CIM に関連する設計業務の発注/受注機会を増やしていただきたい。
- ・附属的、試行的な CIM 業務から始め、CIM に対する理解を深めること。発注者側からの CIM 利用による明確な生産システムの効率化、高度化による明確な投資効果（利益）のアピールが必要。
- ・課題としては 3D-CAD の利用等の作業に習熟した技術者が少ないと考える。CIM 推進、技能向上に関連して、実習形式の講習なども広く実施されることを期待する。
- ・技術者の育成、わかりやすい CIM 導入ガイドラインの制定
- ・恥ずかしながらですが、小さいものでもよいので CIM モデル作成のための具体的仕事、業務と考えます。やはり社内での試行、提案事項の履行では緊張感が足りません。
- ・3DCAD オペレータ及び電子納品に対応できる人材の不足⇒研修等による習得
- ・PC のスペックアップ。CIM ソフトの十分なライセンス数の確保。各社員への CIM 理解と技術習得

◆設問 9

その他 CIM についてのご意見をお書きください。

◇回答

- ・属性情報については設計段階および施工段階での労力が大きくなるべく少なくすることが CIM の発展の上で必要ではないかと思えます。実際には試験成績書なども付属するので属性情報に何でも書き込む必要は無いのではないのでしょうか。
- ・CIM モデルの作成・活用・更新においては、取得するデータが大きくなるため、受発注間での情報共有の方法について対応が必要である。
- ・港湾工事においては、港湾、海岸毎に決められた水深の基準面 (DL) を採用していることから、標高 (T.P) との差が生じるため、設計ミスが生じる可能性が高い、また統合モデルでの XYZ は、世界測地系を適用しているため、ソフトで変換できるようなツールが必要となる。
- ・CIM データを用いた設計、積算、工事発注、施工、維持管理が一連と機能する必要があると考える。3次元データと2次元データが共に存在しているのは、図面管理や情報伝達の面で生産性の低下に繋がる。
- ・現状 CIM モデルは二次元図面を基に作成するため、設計業務の負担の増加が大きく、モデル作成のみが目的であるとメリットをあまり感じられない。
- ・会社の利益追求ノルマがきつくと、実務と平行して CIM 等の技術的な挑戦に取り組んでいる時間が無い。
- ・建設生産システムの効率化・高度化を図る方法は、CIM 以前にやることがあると考える。例えば、発注者（実際の監督職員）の意識改革、前例主義の改善、CAD の実作業能力取得等。
- ・海岸や港湾構造物の維持管理に CIM が活用できるようになればよいと考える。
- ・測量・調査ではナローマルチビームや UAV による 3次元データでの納品が拡大しているが、3次元データでの設計、施工が一般的になるまでには ソフトウェアの普及や発注者、受注者の取組み姿勢など、課題が残っていると感じる。
- ・ツール（ソフト&ハード）が高額かつ操作が難解であることが普及を妨げているように思う。
- ・CIM を利用すること場合の積算歩掛の設定が必要。



付録 A-2 日本埋立浚渫協会へのアンケート

以下に日本埋立浚渫協会に協力いただいた施工に関するアンケート結果を記載する。回答は匿名、順不同としている。

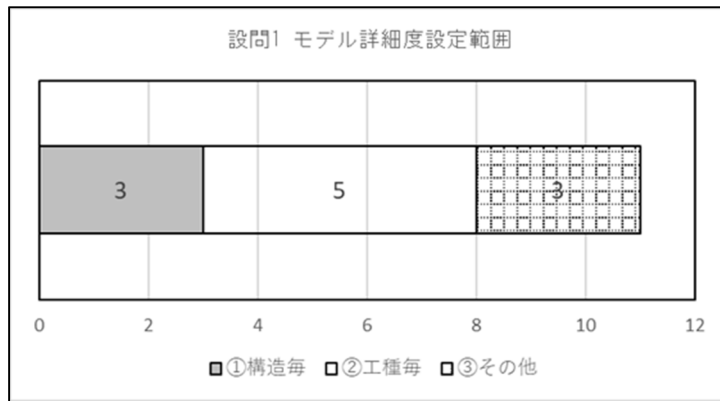
◆設問 1

CIM モデルの詳細度は、現在 CIM 導入ガイドライン（案）において、分野毎に定義を定めています。港湾においては栈橋の試行において工種毎（本土工 300，上部工 400）まで細かく設定しています。詳細度の設定，定義について妥当と思われるものを以下の選択肢よりお選びください。あわせてその理由をお書きください。

選択肢

①構造毎（防波堤，矢板式岸壁等）で定義する      ②工種毎（本土工，基礎工等）で定義する      ③その他

◇回答



◇理由（文頭の丸囲い数字は回答）

- ②工種により必要な詳細度があり，不必要な労力を掛けることはないから。
- ③その部位において，設計上，施工上，維持管理上等でどこまで情報が必要かで設定した方がよい。
- ②上部工については栈橋式岸壁の上部工のみ 400 とし，その他の構造形式の上部工は 300 でよいのでは？
- ①工種毎では，作りこみ範囲が漠然としている。
- ②設計段階の詳細度が不十分な場合，施工段階では高詳細度にするためにモデルを全面的に作り直す必要があり，設計の段階では可能な限り工種毎の高詳細度が望ましいと考えます。設計時点の不整合の減少が期待できるとともに，施工時にはその高詳細度のモデルに施工時に使用する仮設部材，架台などを組み込むことで施工検討が 3D 的に可能になると考えます。
- ①用途による。①，②でどちらかと言えば①
- ③登録すべき属性項目により詳細度を定義する
- ②工事を施工する立場としては，予算書とリンクさせることで工費を算定しやすくなるとともに原価管理に応用できると考える。
- ③詳細度は，成果として必要な情報が入っている状態だけで良いと思います。つまり基本設計で堤体形状だけで良ければ 200 に近いものとなり，細部設計で配筋が入れば 400 になります。従来の 2 次元図面と CIM の併用を考えているため，作業量の低減と言った観点から言っていると考えられますが，本来は CIM だけで検査をするものであり必要な情報が入っていないことはナンセンスでは無いでしょうか。
- ①工種毎とした場合は一つの図面に複数の詳細度が存在して複雑になり混乱すると思われるため。
- ②詳細度の設定要因は，構造よりも工種が支配的であると考えため。

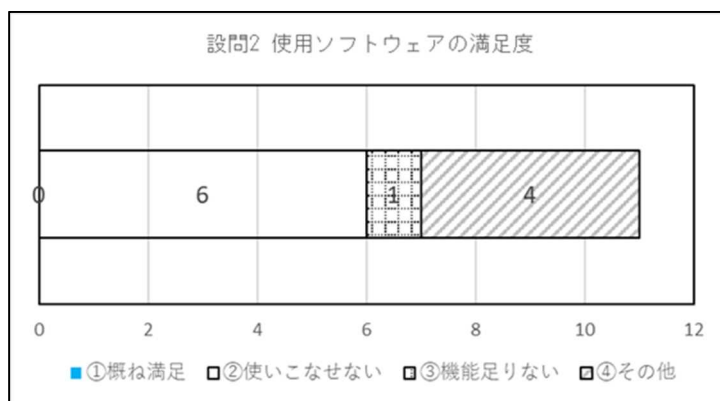
◆設問 2

CIM モデルの作成・活用時に 3D CAD 等のツールを使用していると思いますが、ツールに関して現在感じていることを以下の選択肢よりお選びください。関連意見があればあわせてお書きください。

選択肢

- ①おおむね満足している    ②ツールは揃っているが、使いこなせていない    ③やりたい機能がまだまだ足りない  
④その他

回答



◇関連意見（文頭の丸囲い数字は回答）

- ②ソフトは揃っている。現在はハード面の整備を進めている。  
④まだ使用していない。  
②③CIM は、現状の ICT と違い、奥深いモノであると感じているため。（→集計は④とした）  
④実際に発注者から CIM モデルを付与されたことがないので、どこまで必要かわからない。  
③数量算出機能がまだ十分とは言えない。施工時の設計変更時に数量表、数量計算書などが容易に算定できるまでリンクすることが望まれる。  
ソフト間のデータ共有が不十分である。いずれ IFC が整備されれば解消される問題と期待する。  
3DCAD を用いて作図をしているが、2D の情報から自動的に 3D モデルができる機能が欲しい。  
今後の設計が 3D になったとしても、これまでの 2D 情報の構造物を効率的に 3D 化する必要がある  
価格が高い。3D モデルを通常 PC で扱うのは難しいケースが多い。  
②個人で web 検索等行いながら機能を探している状況。もしくは有償のサポートを利用している。  
②必要最小限では使えているが、範囲が広く詳細なモデルには、手間がかかっている  
②使いこなせる人員が絶対的に不足している。ハイスペックパソコンの調達が必要である。  
④やりたい機能がソフトごとに分散しているため、多くのソフトを使いこなさないといけない。またデファクトスタンダードが定まっておらず、IFC 規格も不十分な状態である。  
②技術者の育成が間に合っていない。

◆設問 3

CIM モデルの作成時に使用しているソフト名とそのソフトを使用している理由およびソフトに対する要望をお書きください。

◇回答：特定の製品名が記載されているため省略する。回答数のみメーカー名を伏せて本文に掲載している。

◆設問 4

CIM モデルに属性情報を付与することになりますが、付与すべき情報は多岐にわたります。属性情報の付与方法、活用方法、付与する情報の選定等、属性情報に関してのご意見をお書きください。

◇回答

- ・実際に属性情報を付与した事例がないので具体的に意見を述べる事ができないが、属性情報は膨大で複雑な印象をもっている。
  - ・品質管理に係る情報や維持管理（劣化予測等）に係る情報等
  - ・維持管理の長期活用を想定し、設計段階における荷重や地盤の条件、施工段階における使用材料品質記録。
  - ・情報として、設計図面に示している 規格、寸法、数量 程度でよいと思います。付与方法、活用方法はガイドライン通りでよい。
  - ・属性は誰でも簡単に付与、確認できるのが望ましいと考えます。施工現場での属性付与や確認をできるようなシステムが望ましく、操作が重たいソフトを使うことが無いようにする必要があります。
  - ・設計時に付与された情報は施工時に現場立会に使用でき、現場立会時の出来形の情報は維持管理時に活用できると考えます。
  - ・付与すべき情報は、施工時の検査項目に準じた設計値を設計時に付与し、施工時にはそれに対する実測値を追加付与する形が望ましいと考えます。
  - ・付与する情報はあまり選定しない（絞り込み過ぎない）ほうがよい。活用方法はやりながら検討している。
  - ・付与する属性の標準化が必要
  - ・直接付与する属性情報は、現状のガイドラインを拡充し、対象工種を増やした方がよい。外部参照する属性は写真や動画、帳票など多岐にわたるため、ルールを決めず柔軟性を持たせるべきと考える。
  - ・CIM で検査を行うため、検査項目が網羅されていなければいけない。設計上で言えば必要な図面情報であり、施工で言えば位置や寸法、材料などの項目がすべて網羅されている必要がある。
  - ・属性情報の付与方法：汎用性をもたせる為に外部参照方式が望ましいと思われる。外部参照のファイルとモデルとのリンクだけを表計算ソフトで管理する等、属性付与に伴う手間が煩雑とにならない方法がよいかと思えます。
  - ・付与する情報の選定：設計上の仕様、施工記録（品質出来形記録／施工日／初期欠陥）、維持管理記録があれば維持管理まで有用かと思えます。事業者が一連の建設生産システムの中で必要と思うものを選定して、各受注者に明確に指示する必要があると思えます。
  - ・属性情報の付与は手間がかかるため、業務の効率化を妨げないような情報の選定が重要になると思われる。
- また、属性によって形成できる工程進捗結果や出来形記録等から分析できる課題を次の事業にフィードバックできるようなことになれば良いと考えます。

◆設問 5

CIM の効果的活用方策として期待できるものを以下にお書きください。今後のツールの発展や、操作技能等の向上により効果が期待できるものでも構いません。

◇回答

- ・3D モデルは詳細に誤りなく作成することにより、施工ミスを大幅に減らすことができると思うが、3D モデルはデータが重い扱いづらくなりがちである。データの軽量化が進めば3D モデルの普及も進むと思われる。
- ・業務効率化：品質・出来形確認の効率化。ICT 重機等の丁張データに使えると良い（現在は図面からデータを作成しているのが一般的）。
- ・施工段階において、施工計画、原価・工程管理、出来形・品質等の施工記録、変更協議、社内ソフトとの連携。
- ・3D 化する事で、事前協議、作業打合せが誰でもわかりやすくなり、問題点の抽出が早くできる。
- ・誰でも簡単にどこでも操作できる、という状況になると効果的活用方策が広がると期待します。

港湾分野における CIM 導入促進に向けた検討  
吉田英治・井山繁

- ・スマートフォン、タブレットで 3D モデル、属性情報を確認し、立ち合い写真、実測値を CIM モデルに付与する、という現場で完結する作業が望ましいと考えます。
- ・一元管理による関連資料検索の効率化
- ・現場事務所でも CIM のツールが扱える仮想デスクトップに期待
- ・構造が複雑な栈橋系は、干渉チェックやステップ図の把握など効果が期待できる。また、数量の自動算出機能等により設計変更対応の効率化も期待できる。ただ、これらを実現するためには、誰もが扱えるようになるように、ツールの操作性向上が鍵となることに加え、CIM モデルの共通フォーマットである IFC や land-xml ファイルの互換性及び取得情報の拡大が課題となる。
- ・現地情報（既設構造物や地形、土質、埋設物等）が精度よく取り込まれ、設計値が 3 次元になると最終的には機械施工が可能になり、建設業界の生産性は飛躍的に向上する。それまでの途中過程で正確な安全検討や施工検討の効率化となる。維持管理面から言うと、水道、下水道、電気、道路、建築物等のそれぞれで行っていた維持管理を一括で管理できると、試掘等の調査が不要となる。インターネット上で提供される地図をインデックスとした各種レイヤ（飲食店情報や会社概要等）の情報提供サービスと同様に CIM の 3D モデルが施工や、設計、維持管理の各種情報を引き出すインデックスとして働く。
- ・施工シミュレーションによる施工検討、数量の自動算出、検査の効率化と書類の簡素化。
- ・3次元データは、今まで時間を要していた数量算出や設計変更の資料作成や、情報の一元管理・共有等の高度化による生産性の向上に期待します。

◆設問 6

CIM 導入ガイドライン（案）には、CIM 事業における受発注者の役割・実施事項が記載されています。今後の CIM の進展に向け、受注者が果たしていくべきこと、発注者に期待することについてお書きください。

◇回答

- ・CIM 活用に向けて設備投資及び、人材の育成を実施する必要があり、人材育成など講習会を通して、発注者の助成をお願いしたい。また、費用面でも現場管理費、一般管理費率の見直しをお願いする。
- ・計画、調査・測量、設計、施工、維持管理の各段階における役割分担の明確化と必要な内容の調整。
- ・維持管理段階での長期活用を踏まえ、管理者側（発注者）が必要とする属性をまず整理すべきと感じている。
- ・発注者、受注者とも CIM に関する（データ処理）専門者が必要になってくる。
- ・受注者は CIM を管理する上での CIM 担当者を置くべきだと考えます。また、発注者は業務ごとに CIM 担当者に対する費用を計上できる仕組みが必要と考えます。
- ・発注者：まず使ってみる。受注者：各フェーズでの効果をコツコツと確認することが必要。
- ・受発注者で協業できる枠組みを作るために双方の理解度を合わせる必要がある。
- ・発注者には、CIM 試行工事をもっと増やしてもらいたい。試行工事を経験しないことには受注者側は具体的な体制を構築できない。
- ・受注者：CIM の推進
- ・発注者：ジェネリックモデルの構築・運用、情報の蓄積方法やバージョン管理方法・提供（閲覧）方法の検討、土木施設のワールドワイドなファイル構造の決定、ソフトベンダーへの綿密な情報提供、現状の平面ベースから 3D-CIM への移行時の運用の課題解消
- ・受注者が果たしていくべきことは 3 次元データを扱える技術者の養成や本社、支店からのバックアップできる体制を整えることが必要と考えます。
- ・発注者に期待することは、現場技術者の負担が減る方向の取り組みとなるようお願いいたします。また、発注者主催の導入ガイドラインの説明会や技術向上を目的とした講習を地方においても開催していただきたいと考えます。
- ・CIM の推進が業務効率化の妨げにならないよう、受発注者間で十分な議論を通じ効果的な活用法を見いだす必要があると考えます。

◆設問 7

CIM モデルを設計段階から引き継ぐ際の属性情報等への要望，懸念等があればお書きください。

◇回答

- ・設計時に属性情報の付与間違いがあるとそのまま施工ミスにつながるのではと懸念している。
- ・設計変更が最終のモデルに反映されていて，フロントローディングを充分におこなっていて欲しい。
- ・発注者の工事担当部署が CIM に関して，しっかり説明できない可能性がある。 受注者に頼ってしまう。
- ・設計時にレイヤ分け，グループ分け，属性の書式などが統一性なく実施される可能性が懸念されます。 鉄筋であれば加工図番号ごとのレイヤなどルール化が必要だと思います。
- ・保有する情報はすべて入力しておいていただきたい。
- ・設計段階と施工段階での属性項目の標準化
- ・詳細度，属性情報の設定は川上側での照査が重要となるが，不必要に詳細度や属性情報の量を上げれば負担が増えるのでよく吟味して設定する必要がある。
- ・属性情報の適切な付与（防波堤で言えば位置情報のみならず，ケーソン製作時の大きさや壁厚なども必要）。 施工検討結果や計画工程，仮設計画，設計検討結果等が付与されている必要がある（現状の IFC ファイル形式では不可なので付与方法の検討）。
- ・CIM モデルを設計段階から引き継いだことが無い為，現状特にありませんが，計画・調査・設計・施工・維持管理に係る者が試行の結果について，互いに改善要望を伝えブラッシュアップしていく取り組みが必要と思います。

CIM モデルのエラーや間違いの有無の確認方法

◆設問 8

CIM モデルを維持管理段階に引き継ぐ際の属性情報等の注意点，懸念等があればお書きください。

◇回答

- ・維持管理に必要な属性情報はどのような内容で，どの程度の範囲で付与するかを十分検討する必要があると思う。 過度に細かくすればデータ量が増加し，間違いも増える。
- ・設計段階から維持管理計画に準じた情報の付与が必要。
- ・ケースバイケースによって柔軟な対応を求められるようになると思うが，初期段階から方針を決めて欲しい。
- ・施工時の躯体構造物の出来形，座標などは今後にも活かされると思いますが，施工時の配筋立会い状況写真などは維持管理段階では不要と考えます。 つまり，維持管理表，点検表に則した初期値データとして施工時出来形データを入力するだけで十分な気がしており，施工モデルのすべてを引き継ぐ必要はないとも考えられます。
- ・引き継ぐ属性項目を設計段階で決めておくこと
- ・維持管理に要する労力や費用は，対象構造物によって異なるを考える。 よって，対象物に対応して引き継ぐ属性情報の項目を適切に設定する必要がある。
- ・維持管理計画書にあたる情報が付与される必要があると考える。
- ・CIM モデルに格納する情報量・質について，各受注者によりばらつきが生じることが懸念されます。 構造物単位で情報を付与するのか，部材単位で情報を付与するのか，付与する情報の項目の多寡などについて，あらかじめガイドライン等で基準を示していただきたい。
- ・CIM モデルのエラーや間違いの有無の確認方法

◆設問 9

貴社の CIM 進展のための課題についてお書きください。 あわせて解決策等ご意見があればお書きください。

◇回答

- ・ CIM 活用工事を受注し、実務経験を積むこと。
- ・ 弊社で 3 次元モデル導入を進展させるためには、専門のオペレータの配置・育成が重要と考える。
- ・ 現場技術者の負担になる CIM ではいけないと思う。こういった形での活用が良いか考案することが課題。
- ・ 現在 3D CAD を使える技術者が少ないため、専門講習等での教育を実施している。
- ・ 全社的に CIM を導入する場合には各個人の CIM への理解が必要と考えます。現在、社内体制を整備しながら CIM の普及に対して対応しようと考えています。
- ・ 課題はマンパワー。ベンダーには、作業効率化のための自動化ツール開発を望む。
- ・ CIM 技術者の教育、ソフト・ハードの管理、導入費用および運用費用
- ・ 昨今の人手不足により、スキルを持った若い人材の育成がままならない。そのため、CAD オペなどの女性の活用が重要であるとともに、習得したノウハウを情報共有する仕組み・教育体制の構築が鍵となる。
- ・ ソフトが不十分なこと。国際的な波に乗らないとソフト制作は十分とならない。国産ソフトで対応しようとするのであれば、必要機能を正確に再現可能なファイル形式を作成する必要がある、この部分は 1 社だけでは如何ともしようが無い。
- ・ 3 次元データを扱える技術者の養成やソフトなどの環境整備が課題となっています。特に現場技術者は教育時間の確保が難しいこと、3 次元データ扱うにしても現場業務で忙しく手が回らないことなどがあります。
- ・ 初期段階では対象工事を担当する者が限られるので、レベルの格差が生じることが懸念される。

◆設問 10

その他 CIM についてのご意見をお書きください。

◇回答

- ・ 大企業では導入が進んでいるものの、一般企業へどのように浸透させるのか、具体的な方法がわかりにくい。
- ・ 計画・調査・設計・施工・維持管理を通じた、一貫した 3 次元モデルの構築・管理者がいると良いと考える（各段階でデータを引き継いで修正・更新するのではなく）。
- ・ 受発注者に係わらず、実際に手を動かさなければ、ツールの活用やその進展はないものと思っている。
- ・ 今後発注者、受注者とも 3D データの修正、作成が出来ないと、全てが専門業者に外注依頼する可能性が高くなる。現場単位で変更図面修正に CAD オペが必要になってくる
- ・ モデル作成をより簡単にできるようなツールが必要。
- ・ ガイドラインの自由度の高さで発注者との協議になっているため、標準化されていない？
- ・ CIM 試行工事が港湾で少なすぎる。経験しないことには導入が進まない。
- ・ ファイル規格は国際的に取り決めているが、必要最低限部分であり、国で推進するフロントローディング部分等はファイルに取り込めないため、イニシアチブを取って規格を決めて行ってほしい。

付録 A-3 海洋・港湾構造物維持管理士へのアンケート

以下に海洋・港湾構造物維持管理士に協力いただいた維持管理に関するアンケート結果を記載する。回答は匿名、順不同としている。

◆設問 1

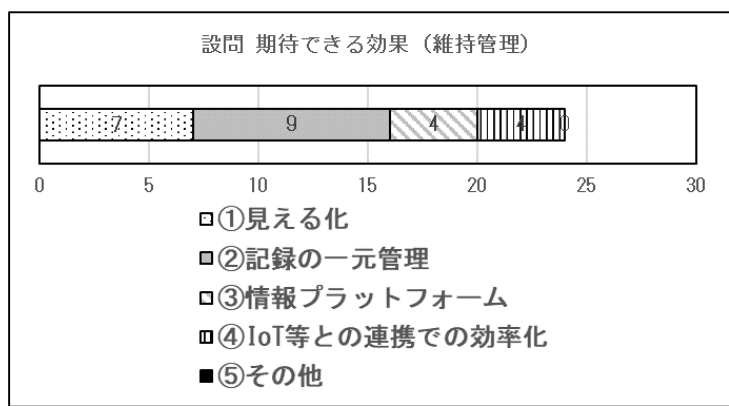
維持管理における CIM 導入において、効果が特に期待できるものを以下の選択肢よりお選びください。

選択肢

①点検・劣化箇所の見える化    ②点検・診断記録の一元管理

③現在の台帳等に代わる建設情報プラットフォーム    ④IoT,ICT,AI 等との連携による業務の効率化    ⑤その他

◇回答



◇関連意見（文頭の丸囲い数字は回答）

- ② ①についても非常に効果があると思いますが、「見える化」のためには、点検結果の CAD 変状図（ひび割れ、欠損等）を CIM モデル（構造物モデル）へ展開する必要があり、現在、そのような議論はされているのでしょうか？なお、点検結果の CAD 変状図の作成は、維持管理業務の作業標準ではない（標準歩掛で考慮されていない）と認識しています。
- ①及び② CIM 導入により、維持管理の点検・診断記録が見やすく、一元管理できるので、効果が期待できそう。

◆設問 2

維持管理における管理ブロックと施工時のブロック（スパン）が異なるため、施工を念頭においた CIM モデルを維持管理時にそのまま使えないといった懸念があります。施工と維持管理の管理ブロックの違いによる維持管理における CIM の活用へ及ぼす影響についてのご意見をお書きください。

◇回答

- ・点検時には施工ブロック（スパン）区分で点検しているため、上記の問題意識はありません。
- ・維持管理におけるブロック（スパン）は、ケーソン1函、上部工1スパン、栈橋1ブロック等であり、施工時と異なるという意味が理解できません。設計時に維持管理計画書案を作成することになるため、設計時から施工時を通じて、維持管理を考慮したブロック（スパン）番号を意識した対応を行うのが良いと考えます。
- ・維持管理における管理ブロックと施工ブロックが異なることは仕方がないですが、番号付けの方向（防波堤であれば、海を眺めて左が起点とか）は管理がしやすいのではないのでしょうか。また、分割竣工する各工区を1施設として管理する予定であれば、施工図（モデル）には施工順にモデルを追記していく形でとりまとめると維持管理に役立つのではないかと考えています。
- ・施工と維持管理においてブロック番号の変更の記録（ログ）を表現できれば、特に問題ないと思います。現状においても、維持管理計画書において施工時のナンバリングと異なる事象もある。

- ・施工時における CIM の情報を反映した竣工データとして活用することにより、上記のような影響は少なくできるものと考えます。
- ・施工時の情報を施工ブロックごとに詳細に記録しておけば、維持管理時に管理ブロック等の割り振りに活用できると考えます。
- ・現状、実施した栈橋では施工ブロックと管理ブロックに違いがみられていない。
- ・施工時のブロックを維持管理での管理ブロックにそのまま使用すれば良いと考える。あるいは、維持管理までを想定したブロック番号を付与すれば良いのではないかと考える。また、それらの相違は、CIM での一元管理を導入することで煩雑な作業が軽減されるのではないかと考える。
- ・施工時の管理ブロック毎の情報を維持管理における管理ブロック用に変換する必要があると考えます。
- ・維持管理の実務において、ご記載の懸念を特に感じたことはありません。
- ・維持管理時の点検や補修した箇所については、その個所と範囲が属性情報に入れる事で対応可能では無いでしょうか。現在は属性情報の結果を表示できるソフト（例えば岸壁法線の計測結果が凸凹で表示される。現状は設計値のみが多い）があまりないですが、将来的には維持管理に特化したこのようなソフトが充実するのではないのでしょうか。維持管理の属性情報の付け方の工夫が必要です。

◆設問 3

CIM モデルの詳細度について、施工時には設計図という位置づけから、より詳しいモデルになるかと思われます。一方維持管理においては、点検記録を紐づけすることにより、簡易なモデルで十分であるとの意見があります。維持管理における CIM モデルの詳細度（モデルの精巧さ、緻密さの指標）についてのご意見をお書きください。

◇回答

- ・現在の調査設計 WG の資料（港湾技術コンサルタンツ協会、港湾における CIM 勉強会（第 1 回・H30.4）を拝見すると、点検記録は CIM モデル（構造物モデル）への附属情報として付与される（外部参照）と認識しています。設計時の構造部材別の詳細度で問題ないと考えます。なお、仮に、維持管理用に別途構造物モデルを作成するのであれば、詳細度 200 で良いと考えます。
- ・詳細度 300 の CIM モデルに、属性情報として点検診断結果等を紐づけすれば良いと思われる。
- ・詳細設計や施工の際に詳細度を高く作成されているモデルがあるのであれば、新たに作成する必要はないかと思いますが、維持管理のために新たに作成するのであれば、詳細度 200~300 あれば十分かと考えています。特にコンクリート等の事後保全型の部材に関しては、高い詳細度は不要かと考えています。
- ・栈橋でいうと、梁ハンチが表現できるレベル（300 相当？）が妥当ではないかと思いますが。
- ・詳細度 200 で、状況写真、点検診断記録が把握できればよいと考えます。なお、点検診断記録にて点検したブロックの位置や座標が正確に把握できるようになっていることが前提です。
- ・施工時の設計図には、配筋等詳細に表現されると考えます。維持管理時には、配筋状況やコンクリートの諸元等があれば、健全度評価等に活用できると考えられるため、あえて詳細度を下げるとは考えないかと考えます。
- ・各部材ごとに管理しているため、維持管理の CIM モデルとしては、躯体の形状に加え、部材形状、付属物位置が必要となることから、詳細度 400 程度が必要と思われる。
- ・施工時の設計図・竣工図での CIM モデルの詳細度は高い（詳しい）ものになるが、それらのベースから簡易なモデルを作成して維持管理用に適用することはできないか。例えば、竣工図の詳細なモデルにおいてレイヤを分けるなどして簡易モデルを作成し、維持管理用として適用すれば良いのではないか。
- ・構造形状・寸法を正確に表現できるレベル（詳細度 300 程度）。
- ・CIM モデルに全ての情報を載せると煩雑、かつ判りにくいものとなることが懸念されます。よって維持管理における CIM では、点検診断記録の紐づけを条件に、簡易な（詳細度 100 や 200 程度の）モデルでよいと考えます。
- ・CIM の目的が、これまで得てきたプロセス情報を欠落することなく付与していけるファイル（データベース）構造を提供する事であると思います。維持管理時には調査・設計・施工で付与してきた多数の属性情報があると思いますが、その



中から必要な情報のみを選択して表示するだけで良いのではないのでしょうか。維持管理時におけるモデルの詳細度は、その時に必要とする情報で変わります。

◆設問 4

CIM モデルに属性情報を付与することになりますが、付与すべき情報は多岐にわたります。属性情報の付与方法、活用方法、付与する情報の選定等、維持管理における属性情報に関してのご意見をお書きください。

◇回答

- ・第1段階としては、施設単位に点検結果表を附属情報としてファイル添付（もしくはフォルダ参照）が良いと思います。スパン別部材 ID 別（例えば、鋼管杭や床版・梁ごとに附属情報を紐付けするのは、膨大な作業となると考えます。
- ・属性情報は外部ファイルを参照する形式でよい。ブロック（スパン）毎に、各部材の劣化度、変状図、各種測定結果等を付与する。また、付与するデータ量に余裕があるのであれば、合わせて点検診断報告書自体も外部参照できるようにしておくが良いと考える。
- ・設計資料等や改良・改修工事の資料はリンク、防食工や付帯設備の規格・設置年等は附属情報として付与、維持管理計画書や点検結果等は容量が大きいため、策定年や点検日を記載・更新
- ・点検診断実施日、劣化度判定、変状記録（ひび割れ、欠損等の計上記録）ぐらいで十分。詳細調査に関する情報は CIM モデルを複雑化する要因になると思います。
- ・鉄筋コンクリート構造の場合、内部鉄筋の腐食等は、鉄筋の材質、かぶり等が影響すると思われるため、前設問とは矛盾しますが、属性情報の付与という観点では、施工時の CIM モデルを維持管理でも引き継ぎ、詳細度を変えないようにすることが望ましいと考えます。
- ・詳細設計時における情報（配筋鉄等）及び施工における情報（コンクリート配合等）の両情報共に必要かと考えます。すなわち、設計・施工時の情報を網羅した方がよいと考えます。施工時期、材料諸元は重要と考えます。
- ・設計計算書、施工記録、使用材料の資料、維持管理計画書、補修・補強記録、点検データ（画像、損傷図、劣化度）
- ・部材名称、部材番号、位置、形状寸法、物性・物性値、数量、設計供用期間、供用期間、点検診断履歴・記録、維持補修履歴・記録（補修方法・材料などを含む）、点検診断・維持補修からの経過期間 などの情報が各部材を選定すると把握できるレベルを期待する。
- ・部材に対しての属性情報はもちろんであるが、港湾の施設の維持管理においてはスパンごとの劣化度判定を行い、スパンごと→点検診断項目ごとや施設全体の性能低下度の評価を行うことから、こうした判定結果をわかりやすく表示できるような工夫が必要であると考えます。
- ・設計時に作成される港湾の施設の維持管理計画書において、施工時や維持管理時を考慮した属性情報を付与できる CIM モデルを準備しておくことで、施工や維持管理でのデータ入力の効率化、省力化をすべきである。
- ・属性情報の入力を省力化できるよう、CIM モデルの区分と調査データベースの区分を関連付けておく。
- ・必要な属性情報として、基本的な各部材の位置情報、潮位との関係、名称、形状・寸法、物性値、数量の他、設計水深と現況水深、点検診断結果や維持補修履歴とその詳細内容等が挙げられると思います。これらの情報も考慮し、新たに点検診断を行った後の将来予測や維持補修計画立案への活用が期待できると思います。
- ・維持管理時に付与される属性情報は非常に多岐にわたると思います。また使用される管理者によっても変わるので、十分に論議がなされる必要があります。これは使用される状態によって岸壁維持管理モデルや電力系維持管理モデル等の様に施設や使用者に応じたモデルを変える必要があるかもしれません。

◆設問 5

維持管理業務において CIM を活用するには設計や施工時の情報が確実に引き継がれなければなりません。今までに携わった維持管理業務（維持管理計画書作成時や点検診断時など）の際に、設計や施工時の情報がなく困ることが多かった内容（事例）をお書き下さい。

◇回答

- ・維持管理業務（維持管理計画書作成や点検診断）では、最低限、標準断面図があればなんとかこなっています。反対に、施工時の資料がある場合には、維持管理計画書作成時に、それらの情報を紙ファイルや電子納品データから収集整理するのに非常に手間がかかっています（事務所倉庫内で資料を探索したこともあります）。なお、設計・施工情報等が CIM モデルの附属情報として整理されていれば、維持管理計画書の記載内容（特に参考資料）も簡便化されることを期待します。
- ・建設後 30 年以上経過した施設では、正確な設計図面が無い場合が多い。施工に関する情報はほとんど見たことがない。
- ・諸条件（竣工年、改良年等）が不明、標準断面図が無い、鋼部材の種類不明（特に杭の肉厚不明）、防食工の設置年や規格不明
- ・防波堤および護岸において、長期間にわたり延伸工事が行われた施設において、工区名称の変更や施設用途の一部変更などが実施されたことの情報が無い（整理されていない）ことが多く、困ることが多い。
- ・これまでの業務において、上記のような状況に遭遇した経験がないため、無回答とさせていただきます。
- ・設計時及び施工時の断面情報、地盤情報、施工時期が不明である事例が多くあります。特に杭や矢板等根入諸元が不明な場合は、対策工の検討自体が不可能になります。また、台帳の断面と実際に断面が異なることもあります。
- ・図面（施工時の変更含む）や補修・補強時の記録がないこと
- ・主として民間事業者の港湾施設の維持管理業務において、以下のような事例がある。
  - 辛うじて設計図は存在するが、設計図書（設計計算書、使用材料、竣工図など）を所有されていない。
  - これまでの点検診断や維持補修工事の履歴や記録が残されていない。
  - 建設年が古い施設の場合、施設所有者が変わっていることが多く、上記のような記録が引き継がれていない。
  - 調査結果で鋼管杭の肉厚が著しく減少していた場合に、設計計算書がないため必要肉厚の判定ができない。
  - 鋼管杭などの電気防食の点検・補修履歴がないため、鋼材の腐食速度や陽極の消耗速度が計算できない。
  - コンクリート配合（セメント種類、材料の単位量、設計基準強度など）が不明な場合は、結果の考察などに困る。
- ・鋼製部材や鋼管杭の元厚や設計思想が不明なため、残存肉厚で構造的に安全か判断に迷う。
- ・特に民間事業主が所有し、建造後数十年が経過した港湾施設の維持管理に携わることが多く、そこでは、設計計算書、図面（特に配筋図等の詳細図）、使用材料、点検診断・維持補修の履歴やその内容が不明なケースが多々ありました。そのため、適正な評価が出来ないことや今後の維持補修方法の検討が不十分となる事がありました。特に鋼製部材については、測定した残存肉厚が必要な断面性能を有しているのか判断がつかず、必要に応じて再現設計により確認するしかなく、多大な労力と費用が必要となるケースが多々ありました。
- ・図面が無いことが多い。部材厚や配筋が不明であったり、見えない部分の構造が分からなかったりした。また設計計算書が必要な場合も多いが、無いことがある。

◆設問 6

設問 5 を踏まえて、施工段階から CIM モデルを引き継ぐにあたり、施工側に要望することをお書き下さい。

◇回答

- ・新設については特にありませんが、補修工事の情報を CIM モデル（構造物モデル）に適切に反映していく必要があると考えます。
- ・設計段階の CIM モデルをもとに施工した結果、出来形をもとに CIM モデルの修正を行っておくことが必要ではないのか。
- ・改修・改良の際に、新たにモデルを作成するのではなく、当初の施工図に改良箇所を追記する形でデータを残すことが

大事になるのではないのでしょうか。

- ・施工者もしくは管理者が、CIMモデルへの情報更新（付加）を適切に実施すること。
- ・竣工段階にて設計から変わった箇所を更新して欲しい。
- ・施工時期、施工方法、コンクリート等の材料諸元、施工時における設計変更部分等設計時から変更や追加となった情報は、理由等も含め、追加していただきたい。
- ・施工で変更した際のCIMモデルの形状作成、使用材料の資料付与、施工記録（出来形や品質）
- ・設問4で記した維持管理に必要な属性情報が、各部材に付与できる（されている）モデルを引き継いで欲しい。
- ・施工側には、鋼管杭や鋼製部材では形状寸法、防食仕様（範囲・位置）、コンクリート部材では配合、圧縮強度、鉄筋かぶりなどの情報を属性情報として付与して欲しい。
- ・回答欄5に示した各情報の引き継ぎを要望します。

◆設問7

今後のCIMの進展に向け、受注者が果たしていくべきこと、発注者に期待することについてお書きください。

◇回答

- ・試行結果を踏まえ、標準仕様を適切に設定していただくとともに、維持管理にかかるCIMモデル作成（属性情報の整理含む）に係る人件費を適性に業務価格に反映していただきたい。
- ・受注者（設計コンサル、マリコン、維持管理コンサル）と発注者が協力して、具体的なガイドラインを早急に作成すること。発注者は、CIMモデル作成、修正等に要する費用を作業実態に応じて適切に計上すること。
- ・受注者：二次元図面から三次元への変換や、現地測量結果からモデリング等のデータの積み上げ、
- ・発注者：設計図面と現場が異なることが多々あるので、工事資料・竣工図面（補修工事も含めて）を管理して欲しいです。
- ・発注者；変状連鎖に関係する情報を吟味して必要な情報を付加することを望みます。
- ・受注者としては、常に新しい情報や技術に対しても目を向け、ニーズに答えていくことが重要と考えます。
- ・発注者としては、後任への引継ぎを確実にし、適宜マニュアル類やデータベースの整備・更新やCIMモデルの更新に努めていただきたいです。
- ・受注者：スムーズなCIM活用に必要なソフト等の充実。CIMが扱える人材育成。
- ・発注者：CIMを活用することにより、どのような省力化等が可能か十分理解する。CIMを設計等にいかに関活用していくか、活用する場面によって、詳細度を明確にする。CIM作成に必要な歩掛作成と、CIM作成期間を考慮した適正な工期設定が必要と考えます。
- ・発注者に期待することは、設計段階でのCIMモデル導入、プラットフォームの統一化、各種資料の簡素化。
- ・受注者は、変更モデルの作成、施工記録の付与、使用材料の資料。
- ・受注者が果たしていくべきことは、CIMを活用する際には計画、調査・設計、施工、維持管理の各段階で作業の効率化を図ることができるシステムを構築していくための意識付けや改良を目指すことであると考えます。
- ・発注者に期待することは、既存の施設にも導入できるシステムや仕組みを構築することで、主として民間事業者の既存施設に対する維持管理の推進を加速できるのではないかと考える。
- ・受注者や発注者の誰もが同じCIM情報を共有できるように、汎用性のあるデータ保存形式とする。また、設計図面を3次元データとして提供して貰えることが標準となる環境を早期に確立して欲しい。
- ・受注者は施工だけでなく、その施設を長期に亘って安全に供用していくことを念頭に、維持管理が重要であり、そこにはCIMの活用が有効であることの認識をさらに深めることが必要だと考えます。
- ・発注者には維持管理におけるCIMが広く一般に定着するには、多額の費用が発生すること（維持管理に必要な労力の削減のためにお金を使う）を理解して頂きたいと考えます。
- ・受注者：CIMによるメリットを見出すこと。
- ・発注者：CIM導入の将来像を明確にすべきであると思う

◆設問 8

その他 CIM についてのご意見をお書きください。

◇回答

- ・協会等を通じて、調査設計 WG の情報（栈橋 CIM の試行業務の情報等）等を適宜公開して頂きたい。
  - ・実用面において必要とする以上のモデルの詳細度や属性情報を求めると、作業と費用が過大となり、CIM モデルの普及を妨げてしまうようなことになるので、配慮が必要と思います。
  - ・維持管理分野における CIM の推進するうえで、現状、研究開発が進められている点検診断における省力化、無人化に関する技術（画像データからの点検診断等）から得られる情報にフィットする必要があると思います。これらを踏まえて規格化、マニュアル化を進めて頂きたい。
  - ・現状において、設計者としては、2次元での図面を作り上げてからの CIM モデル（3D 図面）の作成を行うため、倍以上の労力がかかることが予想されます。そのため、当面はそれらの実情を踏まえた歩掛の設定を事業主体にはお願いしたいと思っています。
  - ・港湾分野における CIM 活用事例とその効果、留意点等を取りまとめ公開していただきたい。全ての業務に CIM を適用する必要があるか等の CIM 適用の判断基準を示していただきたい。
  - ・既存の施設に対して新設の施設と同様の CIM の導入は、非常にハードルが高いと考える。既存の施設へ導入できるような CIM（簡易版）なるシステムを考えていくことも、維持管理の効率化に寄与するものと考えます。
- 設計時や施工時に数多くの属性情報が各部材に付与されるが、維持管理を進めることで膨大なデータ量となる。そのため、維持管理時（補修設計時や原因説明時など）に既往の必要なデータをすばやくピックアップできる機能などが必要になると考える。
- ・港湾の施設で作成を進めている維持管理計画書にどのように CIM を組み込むのか、もしくは CIM を活用した新たな維持管理の書式を構築するのかなどを今後を考えていく必要がある。
  - ・優れた CIM モデルや属性情報付与の事例を公開し、技術者（オペレータ）の技術向上を促進する。
  - ・今後建設される港湾施設については、CIM の活用により、維持管理の効率化・高度化が見えてきていると思います。一方、苦勞しているのは老朽化した既存ストックの維持管理であり、これにどう CIM を活用し、維持管理の効率化・高度化を図るかが最重要課題だと考えます。
  - ・上記にある詳細度の議論は設計段階でも出ているが、これは紙や 2D の図面を CIM と併用することを前提としている事から出ている課題であり、CIM のみでの検査を行う場合には、必要な情報が入っていれば良いと言う事になります。併用する現状での経過措置では上記の意見が出て来るとは思いますが、意見を広く聞くことも大切ですが、何が目的なのかを考えれば自ずと結論は出るのでないでしょうか。

付録 B 港湾分野におけるモデル詳細度標準（素案）

## 港湾分野におけるモデル詳細度標準（素案）

平成 31 年 3 月

## 目 次

1	モデル詳細度とは	73
1-1	モデル詳細度の種類	73
1-2	モデル詳細度を示す指標の活用効果イメージ	73
2	モデル詳細度設定の検討方針	76
2-1	港湾構造物の特性	76
2-2	3次元モデル活用時の詳細度設定	77
2-3	発注時のモデル詳細度指定の例（イメージ）	78
3	港湾分野でのモデル詳細度（形状）の定義（案）	79
3-1	工事（施設）別モデル詳細度の定義	79
3-2	要素毎のモデル詳細度を設定する方法	86
4	構造物モデル以外のモデル詳細度	87
4-1	地形モデルの詳細度	87
4-2	地質・土質モデルの詳細度	87
5	属性情報の詳細度	88
5-1	属性情報の詳細度について	88

※頁数は本付録に対応したものである。

## 1 モデル詳細度とは

我が国では、2012年から国土交通省がCIMの導入検討と試行事業を開始し、取り組みが広がりつつある。CIM（Construction Information Modeling/Management）とは土木分野におけるBIMというべきもので、プロジェクトの各段階で3次元モデルを導入し、連携することにより、建設生産システムの効率化を図るものである。

今後、実運用の場面で3次元CADのモデルを作成することが普及（一般化）した場合、「モデル詳細度」の目安となる基準の策定と標準化が必須の課題となる。

モデルを作成するときの詳細度（作り込みレベル）の基準が存在しなければ、モデル作成の際に受・発注者間の意識の違いが生じ、作業の手戻りや成果引き渡しに支障が発生する可能性がある。

このように、基準の必要性は高いと考えられ、これらを解決するための考え方として、諸外国では“LOD”などの定義がされており、我が国では社会基盤情報標準化委員会 特別委員会が、「土木分野におけるモデル詳細度標準（案）」（以下、詳細度標準土木編という。）の検討及び策定を行い、「国土交通省のCIM導入ガイドライン（案）」が示すモデル詳細度の出典資料となっている。

一方、港湾分野においては、2018年度より栈橋設計における試行が開始され、モデル詳細度は特記仕様書や受発注者間協議で定めることとなっているが、事例が少なく設定の目安が無いため、受発注者の混乱や業務間により差異が発生していることが想定される。

このような背景のもと、「港湾分野におけるモデル詳細度標準（素案）」（以下、本素案という。）の検討を行い、ここに提案するものである。

詳細度区分の設定目的として、詳細度標準土木編では、以下を挙げており、本素案もこれに準じる。

- 受発注者間での対象となる3次元モデルのレベル認識の共有
- 受注者から、モデル作成業者へ作業委託する際の対象となる3次元モデルのレベル認識の共有
- 設計段階から施工段階などの段階を跨いでデータを引き渡す際の3次元モデルに求める要求レベルの共有

### 1-1 モデル詳細度の種類

ここで検討している「モデル詳細度」の構成要素には、形状の詳細度と属性の詳細度の2種類がある。運用時にはそれぞれについてレベルを指定するなどして、それぞれを混同しないように運用する必要がある。

なお、イギリスでは、属性の詳細度については、LOI（Levels Of model Information）という用語を使用し、LOD（Levels Of model Detail）と区別して扱っている。

### 1-2 モデル詳細度を示す指標の活用効果イメージ

3次元モデルを作成指示する場合等の詳細度を示す指標の活用効果を示すイメージとして、

- ①受発注者間でのモデル詳細度の利用場面
- ②複数のモデル作成業者が作成したモデルを統合利用する場面

の2ケースの場面での詳細度指標がある場合と無い場合を対比した例を以降に示す。

【効果活用イメージ①】

受発注者間でのモデル詳細度の利用場面

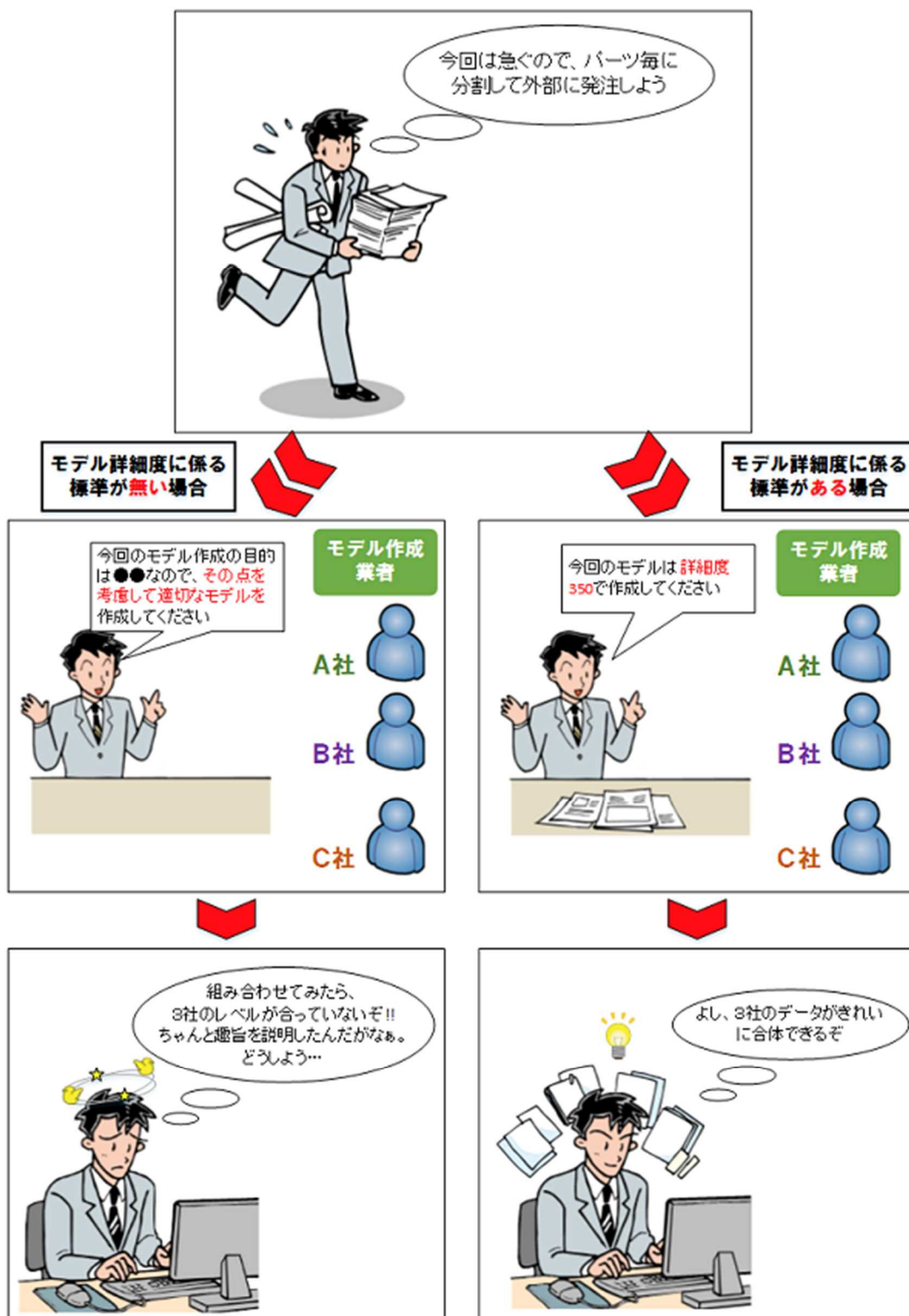


出典：土木分野におけるモデル詳細度標準（案）【改訂版】



【効果活用イメージ②】

複数のモデル作成業者が作成したモデルを統合して利用する場面



出典：土木分野におけるモデル詳細度標準（案）【改訂版】

## 2 モデル詳細度設定の検討方針

詳細度標準土木編において、詳細度区分の定義については、諸外国との関連性も考慮し、米国 AIA（建築家協会）のものを参考に、定義の文言については、これを拡張した BIM Forum のものを参考に各工種の統一的な詳細度の定義（案）（以下、共通定義という。）を示している。

表 B-1 に共通定義を示す。本素案においては、共通定義に準じるものとする。

表 B-1 土木分野における各工種統一的な詳細度の定義（案）

詳細度	共通定義
100	対象を記号や線、単純な形状でその位置を示したモデル。
200	対象の構造形式が分かる程度のモデル。 標準横断で切土・盛土を表現、または各構造物一般図に示される標準横断面を対象範囲でスワイプさせて作成する程度の表現。
300	附帯工等の細部構造、接続部構造を除き、対象の外形形状を正確に表現したモデル。
400	詳細度 300 に加えて、附帯工、接続構造などの細部構造および配筋も含めて、正確にモデル化する。
500	対象の現実の形状を表現したモデル。

### 2-1 港湾構造物の特性

港湾構造物においては、プレハブ化の進んだ建築構造物と異なる。また、地形に合わせて形状を設定することは土木構造物と同じである。プレハブ化は土木構造物同様に一部にとどまっている。

浚渫工や基礎工部分はより現地形との関係に影響される。

また、モデル化においては、サーフェスを中心とする浚渫工部と、ソリッドを中心とする岸壁や防波堤等の構造物ではそれぞれ特性が異なり、モデル化のツールも使い分けがなされている。

#### ●港湾構造物の特性

- プレハブ化されている構造物が少ない。
- 形状設定で現地形の影響を受ける。形状が複雑。
- 浚渫工部と構造物とで特性が異なりモデル化ツールも異なる。

1) モデル詳細度設定の基本条件

詳細度は、調査、設計、製作、施工、維持管理の各事業プロセスに応じて一律に定めるのではなく、モデル化対象毎に必要な詳細度をレベルで区分する。レベルの区分と定義内容は、詳細度標準土木編に準じて、100～500の5段階とする。

2-2 3次元モデル活用時の詳細度設定

実際に3次元モデルを活用する際に想定されるモデル詳細度は、各事業プロセスでの個々のユースケースに対して、対象範囲について一律に設定するよりも、範囲内での要素（現況地形、新設構造物、現況地物など）毎に設定することで、過度の作り込みを防止し、効率的なモデル作成が可能となる。

[ユースケース例：関係者協議]

表 B-2 係留施設（岸壁）設計でのモデル詳細度設定例

要素	詳細度
設計対象（岸壁）	400
近接構造物	300
周辺構造物	別途整理 <sup>※1</sup>
近接地形（海底）	地形については別途整理
周辺地形（海底）	地形については別途整理
周辺地形（陸上）	地形については別途整理

※1：周辺構造物は、国土地理院の基準地図情報等を用いることができるため地形同様に別途整理とする。

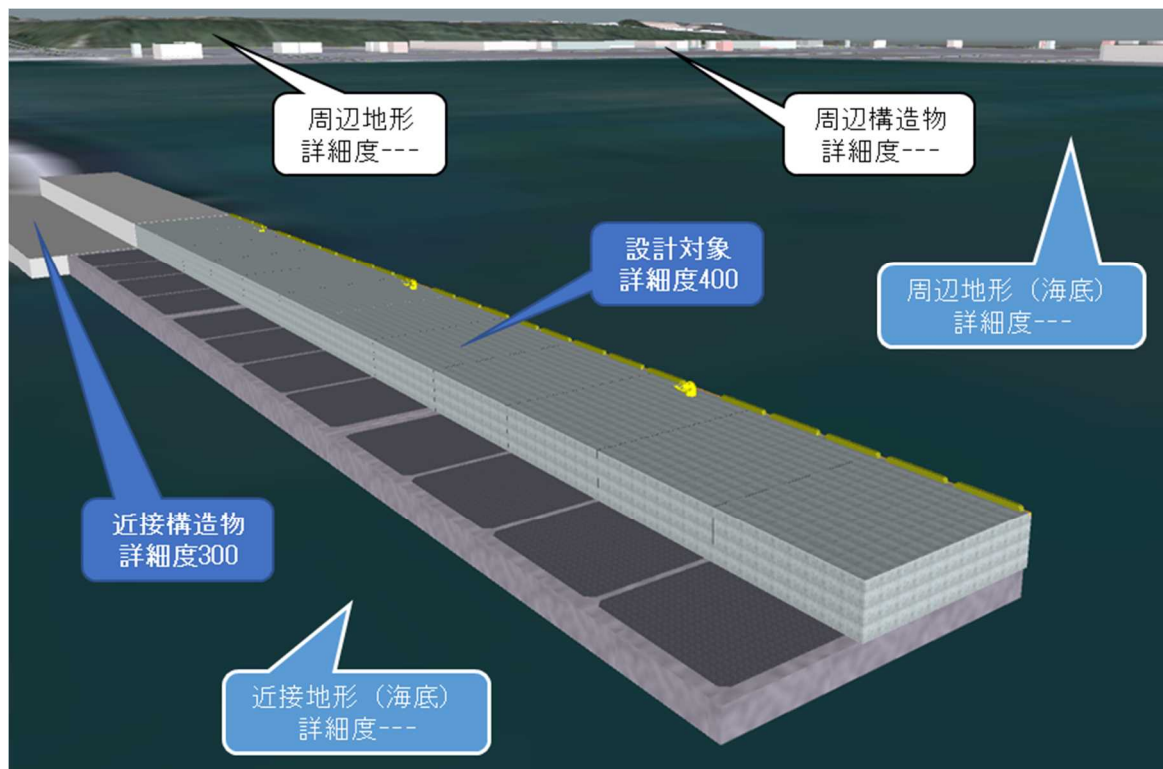


図 B-1 係留施設設計でのモデル内詳細度混在の例

### 2-3 発注時のモデル詳細度指定の例（イメージ）

3次元モデルは様々な目的に使用可能であり、また使用目的によって求められるモデル詳細度は異なる。そのため、予備・基本設計、細部設計、実施設計、施工等の段階による基本的な詳細度の目安として、共通定義を適用することは考えられるが、実施設計だからといって必ず全ての業務で同じモデル詳細度を指定する訳ではなく、業務毎の事情を勘案して、当面は、個別に特記仕様書内でモデル詳細度を指定する運用が現実的である。

2次元から3次元への過渡期であり、詳細度の固定が業務量の過剰な増加とならないための措置でもある。

また前述のように、対象範囲内でも、要素によって指定が異なる場合もありうる。

ここでは、それを踏まえて、特記仕様書での詳細度の指定イメージを示す。

#### モデル詳細度指定例（その1）

・・・・ 本業務で作成する3次元モデルに必要とするモデル詳細度（形状）は300とする。また、上部工は、過密配筋部の検証を行うために400とする。ただし、配筋モデルの作成部分については必要に応じて、受発注者で協議し決定する。また、海底地形は〇〇〇、背景となる周辺地形についてはXXXとする。

なお、モデルに対する属性については本業務では付与を必要としない。・・・・

#### モデル詳細度指定例（その2）

・・・・ 本工事で納品する3次元モデルに必要とするモデル詳細度（形状）は400とする。但し、設計対象に含まれない近接構造物については、発注者から提供されたモデルの詳細度に順ずるものとする。施工計画に必要なモデルを作成する場合は200とする。

また、詳細度（属性）については設計対象物について〇とする。・・・・

### 3 港湾分野でのモデル詳細度（形状）の定義（案）

#### 3-1 工事（施設）別モデル詳細度の定義

前章で、共通定義を整理したが、港湾分野では工事（施設）、工種等によって、対象物の特質が大きく異なることから、ここでは、共通定義を元に代表的な3種類の工事（施設）について、特化した文言を使用して工事（施設）別のモデル詳細度の定義を策定した。3種類の工事（施設）は、航路（水域施設）、岸壁（係留施設）、防波堤（外郭施設）である。結果を次ページ以降に示す。

次ページ以降では、理解しやすくするため、各工種の定義文を共通定義と対比させる形で示し、参考となるサンプルモデルも併せて示している。

本素案において工事は、港湾工事工種体系ツリー（以下、工種体系ツリーという。）のレベル1の工事区分を示し工事（施設）と表記する。また工種は基礎工、本体工等の作業区分を示して一般的に用いられているが、本素案では工種体系ツリーのレベル2に該当するもののみを扱う。それ以下のレベルについては工種体系ツリーに合わせ、種別、細目を用いる。

※次頁からの表 B-3～表 B-8 は A3 を念頭に作成しており、本付録のみ A4 としている。

表 B-3 航路（水域施設）のモデル詳細度（案）

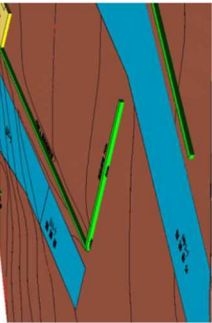
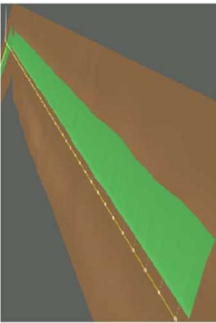
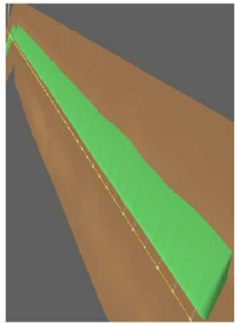
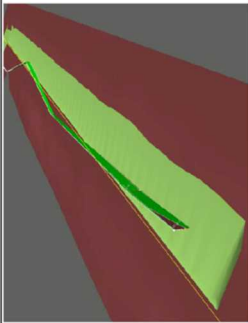
共通定義		工事（施設）別の定義	
詳細度	共通定義	航路（水域施設）のモデル化	サンプル
100	対象を記号や線、単純な形状でその位置を示したモデル。	対象位置や範囲を表現するモデル。 港湾計画図の航路に水深を持たせたもの。位置はおおまかななもの。 (サンプルの青色部分が航路)	
200	対象の構造形式が分かる程度のモデル。 標準断面で切土・盛土を表現、または各構造物一般図に示される標準横断面を対象範囲でスライスさせて作成する程度の表現。	航路の主形状が確認できる程度のモデル。 位置は正確で航路法線と標準断面を用いてモデル化。断面変化や端部、隅角部分は表現しない。	
300	附帯工等の細部構造、接続部構造を除き、対象の外形状を正確に表現したモデル。	航路形状が正確なモデル。 断面変化や端部、隅角部が表現され、液漂純土量が算出できる。	
400	詳細度 300 に加えて、附帯工、接続構造などの細部構造および配筋も含めて、正確にモデル化する。	正確な航路形状に加えて、余掘を加えたモデル。 底面余掘と法面余掘を表現している。 地質・土質モデルと連携して、土質毎の液漂土量、工事発注に必要な取土量が算出できる。	
500	対象の現実の形状を表現したモデル。		—

表 B-4 航路（水域施設）のモデル詳細度（案）補足

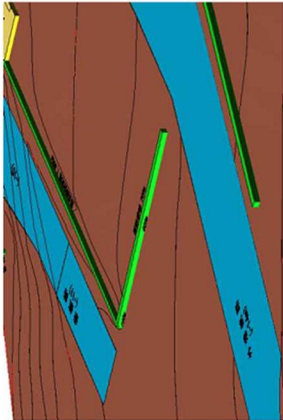
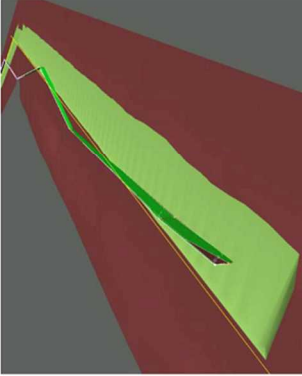
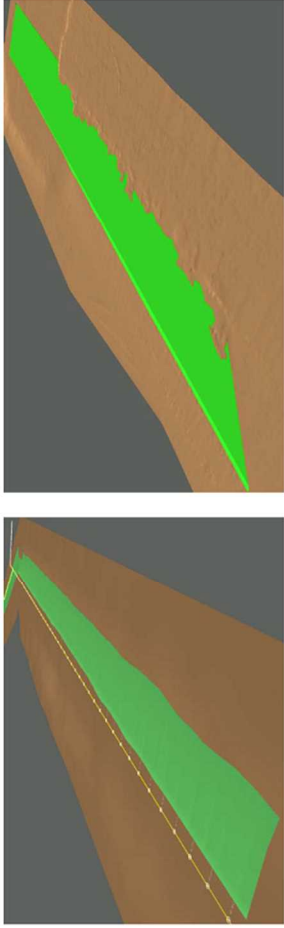
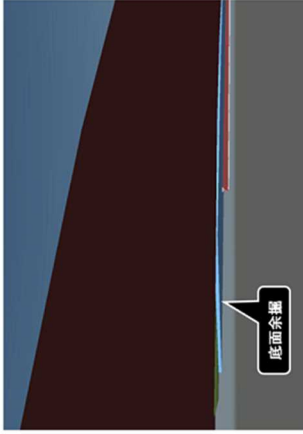
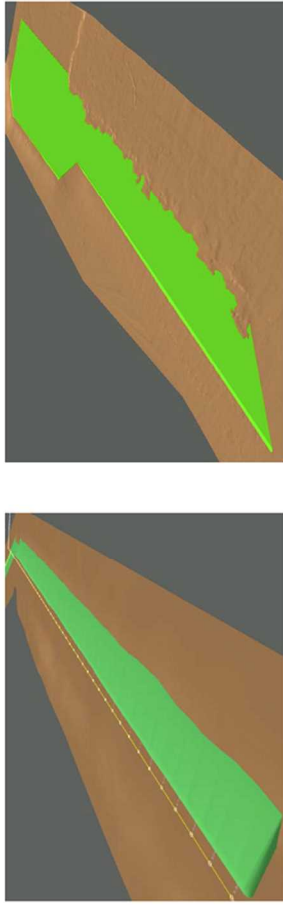
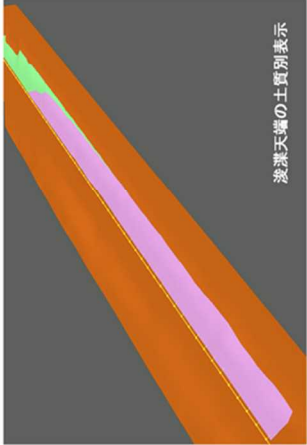
<p>詳細度 100</p> <p>港灣計画の航路に水深を持たせたもの。位置はおおまかななもの。</p> 	<p>詳細度 400</p> <p>底面余堀と法面余堀を表現している。地質・土質モデルと連携して、土質毎の浸透土量、工事発注に必要な掘り土量が算出できる。</p> 
<p>詳細度 200</p> <p>位置は正確で航路法線と標準断面を用いてモデル化。断面変化や端部、隅角部分は表現しない。</p> 	
<p>詳細度 300</p> <p>断面変化や端部、隅角部分が表現され、浸透純土量が算出できる。</p> 	

表 B-5 岸壁（係留施設）のモデル詳細度（案）


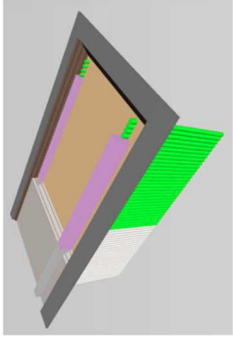
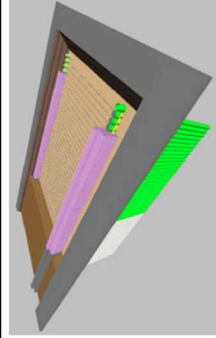
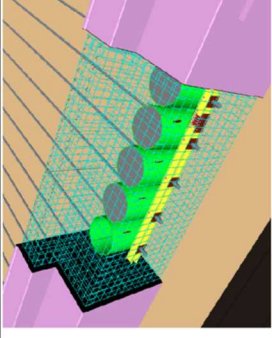
詳細度	共通定義	工事（施設）別の定義	
		岸壁（係留施設）のモデル化	サンプル
100	対象を記号や線、単純な形状でその位置を示したモデル。	対象位置や範囲を表示するモデル。 港湾計画図の岸壁に高さを持たせたもの。位置はおおまかなもの。 (サンプルの桃色部分が岸壁)	
200	対象の構造形式が分かる程度のモデル。 標準横断で切土・盛土を表現、または各構造物一般図に示される標準横断面を対象範囲でスワイプさせて作成する程度の表現。	構造形式（矢板式・重力式等）が確認できる程度のモデル。 位置は正確で形状はおおまかなもの。 コンクリート等は矩形での表現を基本とし、ケーソンは外形形状のみで表現する。 矢板は部材厚等の情報を持たない。 控工の腹起し等は必要に応じて表現する。	
300	附帯工等の細部構造、接続部構造を除き、対象の外形形状を正確に表現したモデル。	主構造の形状が正確なモデル。 主構造の数量が算出できるモデル。 コンクリートは箱抜きまで含め表現、ケーソンは壁厚の情報を持ち、中詰、蓋コンクリートも表現する。 矢板は部材の情報（径・厚み等）及び継手を表現する。 控工の腹起し、タイ材は主材（定着プレート程度まで）を表現する。	
400	詳細度 300 に加えて、附帯工、接続構造などの細部構造および配筋も含めて、正確にモデル化する。	詳細度 300 に加えて、配筋、付属工、付属物等を加えたモデル。 工事に必要な数量を算出できるモデル。 コンクリートは配筋をモデル化する。 矢板は付属物（鋼管矢板の先端バンド等）、控工の腹起しのプレート、ボルトも表現する。 付属工の係船柱、防舷材、車止、縁金物、電気防食等を表現する。 (付属工は本体工や上部工の附帯工、細部構造として扱う)	
500	対象の現実の形状を表現したモデル。		



表 B-6 岸壁（係留施設）のモデル詳細度（案）補足

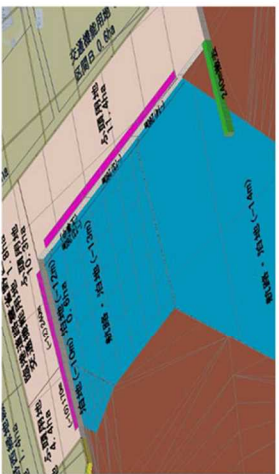
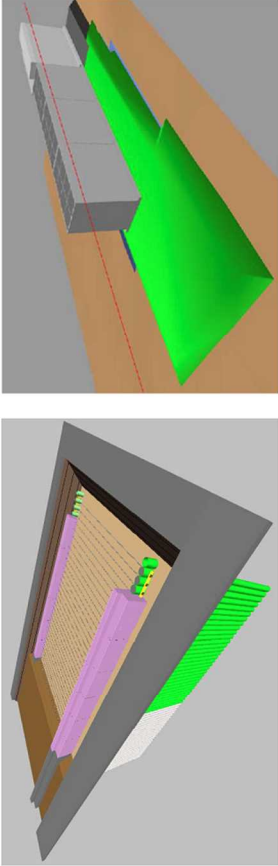
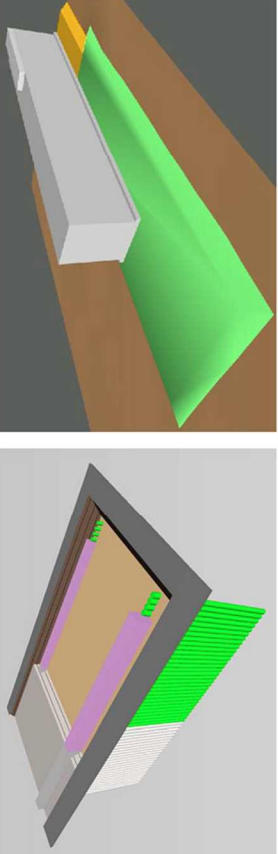
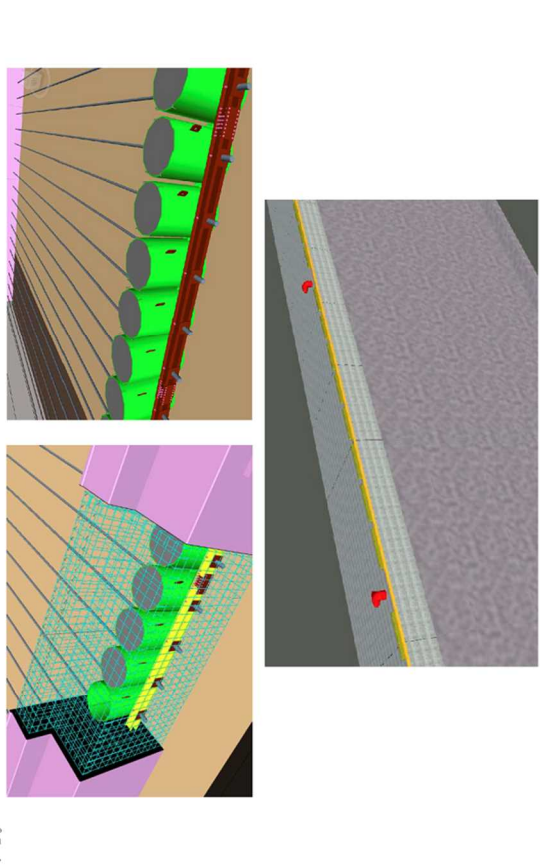
<p>詳細度 100</p> <p>港湾計画図の岸壁に高さをおおまかなもの。位置はおおまかなもの。</p> 	<p>詳細度 300</p> <p>主構造の敷量が算出できるモデル。コンクリートは箱置きまで含め表現、ケーソンは壁厚の情報を持ち、中詰、蓋コンクリートも表現する。矢板は部材の情報（径・厚み等）及び継手を表現する。控工の腹起し、タイ材は主材（定着プレート程度まで）を表現する。</p> 
<p>詳細度 200</p> <p>位置は正確で形状はおおまかなもの。コンクリート等は矩形での表現を基本とし、ケーソンは外形形状のみで表現する。矢板は部材厚等の情報を持たない。控工の腹起し等は必要に応じて表現する。</p> 	<p>詳細度 400</p> <p>工事に必要な敷量を算出できるモデル。コンクリートは配筋をモデル化する。矢板は付属物（鋼管矢板の先端バンド等）、控工の腹起しのプレート、ボルトも表現する。付属工の係留柱、防舷材、車止、縁金物、電気防食等を表現する。</p> 

表 B-7 防波堤（外郭施設）のモデル詳細度（案）



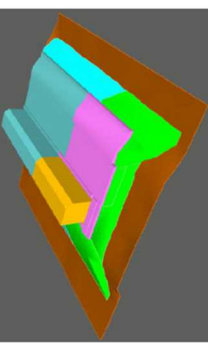
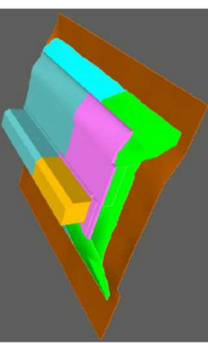
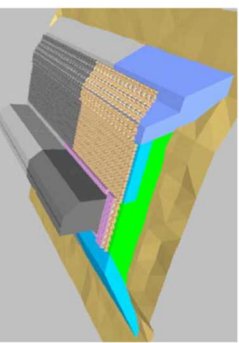
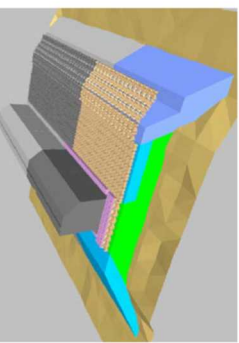
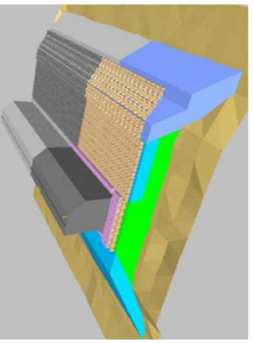
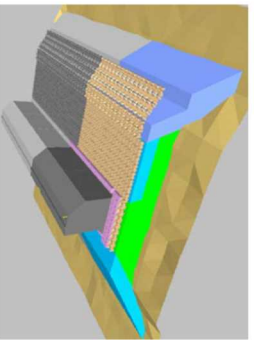
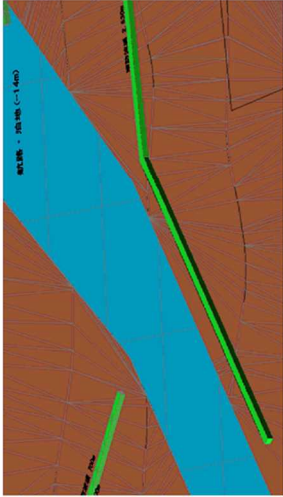

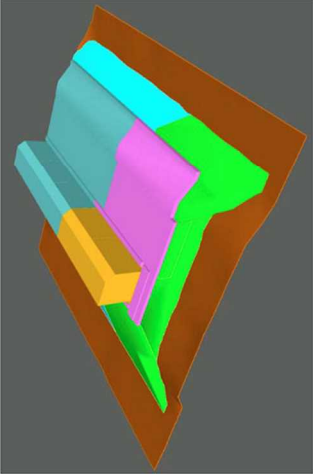
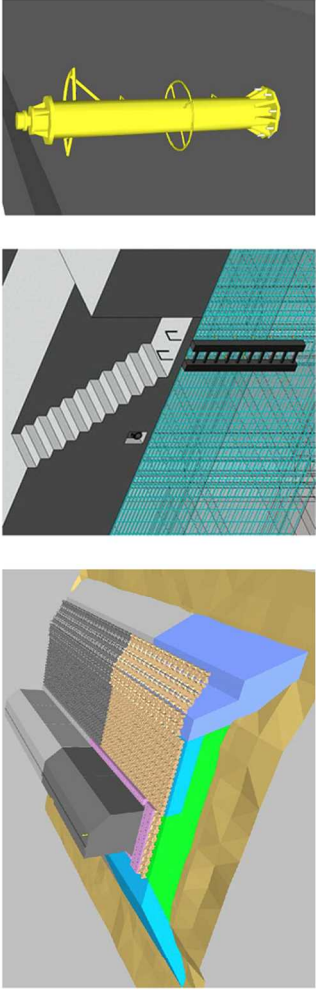
詳細度	共通定義		工事（施設）別の定義	
	防波堤（外郭施設）のモデル化	防波堤（外郭施設）のモデル化	防波堤（外郭施設）のモデル化	防波堤（外郭施設）のモデル化
100	対象を記号や線、単純な形状でその位置を示したモデル。	対象位置や範囲を表現するモデル。 港湾計画図の防波堤に高さを持たせたもの。位置はおおまかなもの。 (サンプルの緑色部分が防波堤)		
200	対象の構造形式が分かる程度のモデル。 標準横断で切土・盛土を表現、または各構造物一般図に示される標準横断面を対象範囲でスライスさせて作成する程度の表現。	構造形式（混成堤・直立堤・消波ブロック被覆堤等）が確認できる程度のモデル。 位置は正確で形状はおおまかなもの。 コンクリート等は矩形での表現を基本とし、ケーンソンは外形形状のみで表現する。 基礎石、被覆石は主要断面を表現する。 ブロックは据付範囲を帯状に表現する。		
300	附帯工等の細部構造、接続部構造を除き、対象の外形形状を正確に表現したモデル。	主構造の形状が正確なモデル。 主構造の数量が算出できるモデル。 コンクリートは断面変化、箱抜き等を含め表現、ケーンソンは壁単の情報を持ち、中詰、蓋コンクリートも表現する。 ブロック（消波ブロックを除く）は、正確なモデルを配置する。 消波ブロックは、設置範囲の外周をサーフェス又は設置範囲をソリッドで表現する。		
400	詳細度 300 に加えて、附帯工、接続構造などの細部構造および配筋も含めて、正確にモデル化する。	詳細度 300 に加えて、配筋、付属工、付属物等を加えたモデル。 工事に必要な数量を算出できるモデル。 コンクリートは配筋をモデル化。 付属工の梯子、係船環等を表現する。 (付属工は本体工や上部工の附帯工、細部構造として扱う) (施工に関連する) 標識灯や灯台を表現する。		
500	対象の現実の形状を表現したモデル。			

表 B-8 防波堤（外郭施設）のモデル詳細度（案）補足

<p>詳細度 100</p> <p>港湾計画図の防波堤に高さを持たせたもの。位置はおおまかなもの。</p> 	<p>詳細度 300</p> <p>主構造の数量が算出できるモデル。コンクリートは断面変化、箱抜き等を含め表現、ケーソンは壁厚の情報を持ち、中詰、蓋コンクリートも表現する。ブロック（消波ブロックを除く）は、正確なモデルを配置する。消波ブロックは、設置範囲の外周をサーフェス又は設置範囲をソリッドで表現する。</p> 
<p>詳細度 200</p> <p>位置は正確で形状はおおまかなもの。コンクリート等は矩形での表現を基本とし、ケーソンは外形形状のみで表現する。基礎石、被覆石は主要断面を表現する。ブロックは据付範囲を帯状に表現する。</p> 	<p>詳細度 400</p> <p>工事に必要な数量を算出できるモデル。コンクリートは配筋をモデル化。付属工の構子、係船環等を表現する。（施工に関係する）標識灯や灯台も表現する。（付属工は本体工や上部工の附帯工、細部構造として扱う）</p> 

### 3-2 要素毎のモデル詳細度を設定する方法

モデル作成範囲内においても、要素毎にモデル詳細度を設定する事で、効率的なモデル作成が可能になる。例えば、橋梁においては下部工モデルと土留め工モデルは、その目的によって詳細度を変えることがモデル作成の効率化に繋がると考えられる。このように、全体的な詳細度だけでなく、同一範囲内においてもユースケースによって対象要素毎に異なるモデル詳細度で構築することが現実的である。

ただし、各工事（施設）の統一的なモデル詳細度がこれから試行されていく中で、これよりも更に細かい要素（工種、種別、細目）毎の共通のモデル詳細度を現段階で設定することは時期尚早であるため、要素毎の共通のモデル詳細度については定義しないものとする。

そのため、当面は共通定義を元に案件毎に要素毎のモデル詳細度を設定する。その場合における対応は以下の通りとする。

#### 【要素毎にモデル詳細度を設定する方法】

- 発注者は、モデル作成者がその作成意図を理解できるように、CIM 適用目的と各要素の詳細度を協議書に明示する。
- 共通定義の考え方に準じて、各要素の詳細度を受発注者協議により設定する。

以下に要素毎にモデル詳細度を設定する際の協議書の参考例を示す。

なお、設定する要素単位は煩雑になる事を避けるためにあまり細かく分類せず、主要要素毎（工種程度；本体工、上部工等）に区分してそれぞれ指定する事が望ましい。ただし、必要があれば細部要素（種別や細目またはボルトやアンカー等の細部部材）について指定する。

#### ・【ユースケース 1】岸壁改良予備・基本設計での関係者協議

##### 要素毎のモデル詳細度設定例

・・・ 本業務で作成する CIM モデルは、港湾関係者協議に用いることを目的に作成する。モデル詳細度は以下の通りとする。

- 上部工 詳細度 400（係船柱、防舷材の形状位置が確認できる詳細度とする）
- 本体工 詳細度 200（構造形式が分かる程度の詳細度とする）
- 舗装工 詳細度 200（進入路が確認できる程度の詳細度とする）
- 近接構造物は詳細度 200 とし、それ以外はモデル化しない

## 4 構造物モデル以外のモデル詳細度

### 4-1 地形モデルの詳細度

地形モデル及び広域地形モデルの詳細度を設定する場合には、構造物とは性質を異にしているため、構造物に対するモデル詳細度のような区分定義ではなく、以下の方法で規定するものとする。

表 B-9 地形モデルの詳細度を規定する項目

項目	設定方法
測量制度	地図情報レベル <sup>※1</sup> で設定 250、500、1000、2500、5000、10000 の 6 段階
点密度	1m メッシュあたり 3 点以上 <sup>※2</sup> または 1 点あたりの格子間隔で設定

※1 「地図情報レベル」の定義は、「作業既定の準則」(国土交通省告示)第 80 条による。

※2 点密度の 1m メッシュあたり 3 点以上は、マルチビームを用いた深淺測量マニュアル(浚渫工編)(平成 30 年 4 月改定版)による。

#### 【指定の例】

- ・ 地図情報レベル 1000、点密度 1m メッシュあたり 3 点以上
- ・ 点密度 1m メッシュあたり 3 点以上(海上のみの場合)
- ・ 点密度 10m メッシュあたり 1 点以上(海上のみでマルチビームによる測量成果が無い場合)

### 4-2 地質・土質モデルの詳細度

既往の取り組みでは地質・土質モデルの不確実性からモデル詳細度を設定していない。CIM 導入ガイドライン第 1 編共通編の第 3 章を参考にモデル作成する。

また CIM 導入ガイドラインの参考文献である「3 次元地盤モデル作成の手引き」及び「3 次元地質解析マニュアル Ver1.0」を参考とできる。2 つの文献では、モデルの予測度とともに詳細度を提案している。

今後の調査技術やコンピュータ支援(3 次元 CAD 等)の高度化に応じつつ CIM を進展させていく中で地質・土質モデルの詳細度の議論が深まっていくものと思われる。

## 5 属性情報の詳細度

### 5-1 属性情報の詳細度について

属性情報の詳細度について、詳細度標準土木編において現時点では定義しないこととしている。本稿においてもそれに準じる。定義しない理由は以下の通りとしている。

- 詳細度の設定としては「事業フェーズによる区分する」、「モデルの要素単位による区分」といった事も考えられるが、詳細度の定義としては違和感がある。
- また、属性情報として何を付与すべきかについて、現時点で標準的に定めることは困難である（属性情報の項目も相当な数になる）。

詳細度標準土木編では、将来の検討に資するために属性情報を設定する際の課題を示しており、参考とされたい。

付録 C 港湾施設のモデル作成指針（素案）

1 港湾施設の CIM モデル作成指針（共通編）

CIM モデル作成にあたり、施工で利用することを念頭に置いた形状とする。また表 C-1 の通り、作成指針の共通事項を定める。

表 C-1 港湾施設の CIM モデルの作成指針（共通）

モデル	作成指針
線形モデル	<p>航路・岸壁・防波堤法線をポリライン（2次元、3次元）等で作成する。必要に応じて、測点、測線 No、測線（ローカル座標）等も作成する。</p>
<p>地形モデル 広域地形モデル （現況地形、設計条件、周辺構造物）</p>	<p>現況地形を表現可能な精度、分解能をもつデータ（航空レーザ測量、地上レーザ測量、UAV 写真測量、マルチビーム測量等）から作成する。作成した3次元モデルには、使用したデータや作成方法を明記する。</p> <p>作成する範囲は、従来（2次元 CAD）の全体一般図等に示される程度とする。</p> <p><b>【地形形状】</b> 現況地形モデルは、サーフェス（面-TIN形式）。</p> <p><b>【設計条件、重要事項や配慮事項】</b> ラスターデータ（例：航空写真、地質断面図、土地利用区分図等） ベクターデータ：ポイント（2次元、3次元）、ポリライン（2次元、3次元）、ポリゴン（2次元、3次元）、サーフェスモデル（メッシュ形式、TIN形式）又はソリッドモデル。</p> <p><b>【周辺構造物】</b> 周辺構造物のうち、施工に影響を及ぼす近接構造物等は、外形形状がわかる範囲で可能な限りモデル化を行うこととし、構造物モデルの範疇とする。構造物モデル参照のこと。</p> <p><b>【注意事項（モデルの軽量化）】</b> 地形モデルを詳細に作成しすぎると、操作性が悪くなることがあるため、モデル化の範囲、詳細度を十分に検討して作成する。</p>
地質・土質モデル	<p>地質・土質調査成果に基づき、ボーリング柱状図モデル、準3次元地質縦断面図・準3次元横断面図モデル等を作成又は更新することが望ましい。（詳細は地質・土質モデル作成指針〔注〕ガイドラインの記載事項、今回は未検討のため省略、策定されるガイドライン港湾編の対象箇所を記載する〕を参照。）</p> <p>なお、詳細な地質・地盤解析を行う場合等において、3次元地盤モデル（サーフェスモデル・ボクセルモデル）を作成する場合、入力データ（座標値を持つ）や使用した地層補間アルゴリズム（及びそのパラメータ）等も明記した資料・データも添付する。</p> <p><b>【注意事項】</b> 地質・土質モデルは推定を含むモデルであり不確実性を含んでおり、地質・土質や推定に起因する設計・施工上の課題（地質リスク）や留意事項は、事前協議・引継書シートに記載して引き継ぐこととする。</p>

モデル	作成指針
土工形状モデル	<p>土工形状モデルには、浚渫工、裏埋土工、埋立土工、基礎捨石工、被覆石工、裏込工の裏込材等が該当する場合がある。</p> <p>しかし、交換可能なファイル形式の港湾版 IFC-Ports and WaterWays では航路等も対象としており、今後の IFC 形式の国際標準化を見据え上記の工種のモデルは構造物モデルとして取り扱う。</p> <p>そのため土工形状モデルは、本指針の対象外とする。</p>
構造物モデル	<p>構造物モデルは、CIM ツールや3次元 CAD ソフト等を用い、ソリッドモデル、又はサーフェスモデルにて作成する。</p> <p>構造物モデルの作成では、作成する部材種類が多く、作成範囲が多岐に渡るため、CIM モデルの作成前に、その業務やその後の施工段階で必要と想定される作成範囲、作成レベルについて、予め、受発注者間協議により決定する。なお、作成した構造物モデルの単位を明示する。</p> <p><b>【近接構造物】</b></p> <p>周辺構造物のうち、施工に影響を及ぼす近接構造物等は、外形形状がわかる範囲で可能な限りモデル化を行う。また、作成した近接構造物モデルには、その形状の根拠となる出典や構造物の概要がわかるように必要な属性項目を付与する。</p>
統合モデル	<p>線形モデル、地形モデル、広域地形モデル、地質・土質モデル及び構造物モデルとその他の電子情報（イメージデータ、GIS データ等）を統合して作成する。</p>
測量基準点	<p>設計時に、測量基準点に関するデータが受領できた場合等は、可能な限りその位置を統合モデル内に反映する。</p>
施工計画モデル 仮設工モデル	<p>必要に応じて、予備・基本設計において計画された施工計画書に沿い、施工の流れが把握できるように、施工計画モデルを施工ステップ単位で作成する。また、可能な範囲で各施工ステップモデルに時間軸を付与し、施工段階で関係者への施工説明に活用できる施工シミュレーションモデルを作成する。</p> <p>仮設工モデルは、設計段階から施工段階へ CIM モデルを用いて設計意図の伝達を図る必要がある場合や指定仮設がある場合に作成する。</p> <p><b>【仮設工】</b></p> <p>スケルトンモデル、サーフェスモデル（メッシュ形式、TIN 形式）又はソリッドモデル。</p>
ICT 活用を考慮したモデル	<p>ICT 活用工事で作成するデータの基礎となるように、各構造物の基準となるデータ（例えば、基準点や法線、横断形状等）は、統合モデルに含めるものとする。</p> <p>浚渫工モデルについては、ICT 浚渫工のマルチビームを用いた深淺測量マニュアルに沿って作成する。</p>



【解説】

○現況地形に用いるデータ

港湾の CIM モデル作成に利用する地形データは、当該構造物周辺における最新の測量地形データを用いることを基本とする。なお測量地形データの入手が困難な場合は、海底地形については、受発注者協議によるものとし、陸上については国土地理院・基盤地図情報（数値標高モデル）5m メッシュ（標高）データ等を用いることを基本とする。

施工段階では、現況地形に沿った施工計画を行うため、可能な限り精度の高い現況地形モデルにする必要がある。海底地形については、マルチビーム測量等より得られたマニュアル類が定める点密度の点群データの使用が望ましい。

なお、利用する地形データについては、後工程において、何の地形情報を基に作成したかがわかるように出典を明記する。

○地形モデル・広域地形モデル

現況地形モデルは、構造物を作成した後に土工等の数量算出を行う必要があることから、数量算出を行えるように、サーフェスモデルとして作成することとした。

また、関係者協議等、合意形成の場での活用を想定し、現況地形の状態をわかりやすくするために、陸上の現況地形モデルにはオルソ画像（航空写真等）をテクスチャマッピングすることとし、後工程において、何の航空写真を元に作成したかがわかるよう出典と撮影時期を属性情報として付与する。

広域地形モデルについては、当該構造物と直接の影響が少ないもの（周辺構造物より近接構造物を除いたもの）について、国土地理院・基盤地図情報（数値標高モデル）を用いて作成する。

○現況地質に用いるデータ

地質情報については、細部・実施設計段階では設計条件の一環であることから、調査段階で行われた地質調査結果情報に編集を加えることなく、そのまま反映することが基本となる。

一般に構造物に関連した地質調査結果は、ボーリング柱状図、地質断面図、土質試験結果であり、そのうち、これまでの 2 次元設計における構造物の一般図等で表現されているボーリング柱状図、必要に応じて地質断面図を CIM モデルに反映することとする。

ボーリング柱状図は、調査段階にて電子納品されている P21 データ等を利用し、3 次元 CAD データとしてモデル内に反映する（BorNO.、調査位置、調査基面標高、調査深度、地下水位、土質記号、N 値）。

○構造物モデル

構造物モデルの作成はソリッドモデルで作成することが望ましい。これは、構造物モデルによる数量計算（体積計算）が可能となるようにすること、また、後工程でモデル修正（モデル分割等）を行いやすくするためである。

ただし、浚渫工のようにマルチビームによる取得点群データからサーフェスモデルを作成し、土量計算を行う場合もあるため、モデルをサーフェス、ソリッドにするかは用途に応じて適宜定めるものとする。

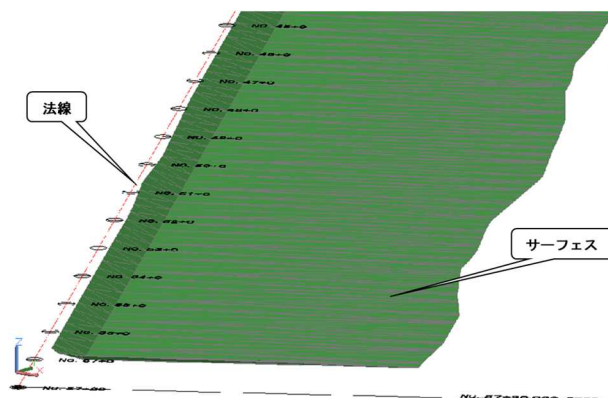


図 C-1 浚渫工モデル（サーフェス）の例

構造物モデルは、構造物の設計に一般に用いられる mm（ミリメートル）の精度で作成するものとする。これは構造物モデル作成時の単位を mm（ミリメートル）に限定するものではなく、単位を m（メートル）として、小数点以下第 3 位の精度でモデルを作成してもよいことを示している。

ただし、世界測地系で使用する単位は m（メートル）を規定していることから、構造物モデルを地形モデル（現況地形）や地質・土質モデルに重ね合わせる際に m（メートル）単位で座標を合わせる必要がある。

構造物モデルを作成する単位は、作成するソフトウェアに依存するため、使用したソフトウェア、バージョン、単位を「CIM モデル作成 事前協議・引継書シート」に明記する。

モデル作成上、各オブジェクト（ソリッドのグループ）には、そのオブジェクトがどの構造部材を指し、どの位置にあるかの判別ができるように、部材名、位置等を明記することとした。

これは、CIM モデルを受領した「施工者」が、オブジェクト名称が無い場合、そのオブジェクト ID を解読し、構造部材が判るように命名していく作業手間が発生することを想定するためである。

オブジェクト名称の付与方法については、技術的には次のやり方が考えられる。

- ・ 多くの CAD ソフトの機能である「画層」を使用。
- ・ オブジェクトのプロパティ（ハイパーリンク等）の入力項目を使用。

構造物モデルにマテリアルデータやテクスチャデータを追加した場合は、そのマテリアルファイル、テクスチャファイルに使い方（PDF ファイル等）を含めて納品する。

#### ○近接構造物モデル

施工時に影響を及ぼす近接構造物は、本体構造物の形状決定の設計条件、施工条件となる場合がある。これは施工段階における施工計画においても認識を漏れなくするためにも、位置や形状把握は必要であり、設計段階で得られた周辺構造物等に関する情報（形状、属性項目、位置）は、できる限りモデル化を行うものとする。

施工段階において、試掘等による施工前調査（事前測量等）により確認を行った結果、近接構造物等の補正や修正が必要となる場合は施工段階においてこれを補正し、維持管理段階へ引き継ぐものとする。

#### <留意事項>

近接構造物、地下埋設物、荷役機械、電線、標識等については、設計条件として、各施設・設備の設計に使用したモデルを取り込み合成することが望ましい。

設計段階では、近接構造物は、①完成図等の既存図面、②レーザースキャン等の測量成果、③市販されている 3 次元モデル等、入手済のデータを用いてモデルを作成する。特に近接構造物との干渉が考えられる場合は、統合モデルに、近接構造物の点群データや 3 次元形状モデル加えると、干渉を確認でき、効果的である。

作成した近接構造物モデルには、属性項目として出典情報の登録を行うが、その項目種別はそれぞれ異なることから、必要な属性項目を受発注者協議により設定し、登録を行うものとする。

### ○統合モデル

統合モデルは、住民説明等の幅広い利用目的が想定されることから、ビューワー付ファイルでの納品が望ましい。またモデル統合時に各 CIM モデルの表記等の重なりが無いよう配慮が必要である。

### ○測量基準点のモデル化

測量基準点は、施工を実施する際には必須となる情報であり、設計段階で施工段階において使用する測量基準点が見える場合は、可能な限りモデル内に反映するものとする。

#### <留意事項>

測量基準点の位置が、地形モデル範囲内にある場合は、その位置を反映する。ただし、地形モデル範囲外となる場合には省略してよい。

測量基準点反映のために地形モデル範囲を拡大する等の必要は無いものとする。

作成した測量基準点モデルには、必要な属性情報（基準点名、座標、出典等）を付与するものとする。

### ○施工計画・仮設工モデル

施工段階では、着手前に、関係者及び作業員への安全教育の一環として、施工の全体把握を目的とした施工計画の概要説明が行われる。

CIM モデルの利活用の一環として、施工の概要説明に CIM モデルを利用する場合、設計段階で作成された CIM モデルを利用して、概要説明を行うための対応は、現状では負担が大きいことから、予め、設計段階において施工シミュレーションモデルを用意し、施工段階での CIM の活用を図りやすくするようにする。

仮設工は、施工段階で改めて検討する機会が多く、設計段階で検討された仮設工は、工事発注のために実施可能な工法での積算をするための側面があるため、施工段階でモデル化の方が効果的な場合がある。特に施工ステップは、工事発注の区間や期間、施工方法などでも変化するため、設計段階よりも施工段階で作成した方が効果的である。

#### <留意事項>

型枠や足場等は必要に応じて作成すればよい（数量計算のためのみであれば、躯体への属性情報付与等で済む場合がある）。

分割施工や、コンクリート打設ステップ等について、設計時に計画した手順は、施工時に補正、追加等が行われることが多いことため、設計段階で作成する施工モデルでは、受発注者協議等により、必要に応じ参考モデルとして作成するものとする。

施工計画に用いるモデルについては、船舶・機械・仮設等のモデルを必要とする場合が多い。これらのモデルは近い将来に部品化が進み、部品のデータベースから利用することでモデル化の手間が大幅に削減できることが期待されている。データベース構築までの間は、目的に応じた可能な限り簡素なモデルで作成することが望ましい。

### ○ICT 活用を考慮したモデル

ICT 活用（情報化施工）で用いられるデータは、陸上の ICT 土工等では、施工管理用（出来形管理）と施工用データ（マシンコントロール又はマシンガイダンスによる建設機械施工に用いるデータ）に大きく分けられる。港湾においては、ICT 浚渫工のマルチビームを用いた深浅測量マニュアルに施工管理用（土量計算・出来形管理）データの作成について記載されているが、施工用データについては、ICT 建設機械による施工が 2018 年度よりモデル工事として採用されたため規定がない。

これらの情報化施工用のデータは、施工段階で用途や使用機器に応じて適宜作成する必要があるため、設計段階で作成するより施工段階で作成する方が効率的である。

したがって、施工段階で効率的にデータを作成するために必要な基礎データを設計段階における CIM モデルに含めることが望ましい。

## 2 港湾施設の CIM モデル作成指針（各要素編）

ここで示すべきは、各要素（工種・種目・細目等）のモデル作成指針である。陸上分野のガイドラインにおいては、工事工種体系ツリーのレベル1工事区分毎にモデル作成指針を定めている（ダム編ではより細かい要素において定めている部分もある）。今回の検討において、港湾においても、港湾工事工種体系ツリーの定めるレベル1工事（施設）区分毎に詳細度を提案しており、モデル作成指針についても同様とすべきものとする。しかし、陸上分野と異なり、栈橋工事以外の試行が進んでいないことや防波堤と岸壁については、レベル2（工種）以下の要素の多くが重複していること、モデリングの対象となる要素がレベルの2から4において一定ではないことを考慮して、今後の試行時にモデリングの際の参考となるよう、レベル2以下の要素毎のモデル作成における注意点を別途提案した詳細度と関連付けて提示することとする。対象要素は頻度の高いものとする。

以下に示す詳細度を関連付けた注意点は、陸上分野のガイドラインのモデル作成指針の解説にあたるものに位置付ける。

### 【各要素の表記方法】

以下に要素毎のモデル作成における注意点を示すが、文頭の要素の表記方法は以下の通りとする。

△△工-□□工-◇◇工【岸壁】

レベル2工種-レベル3種別-レベル4細目【含まれるレベル1；航路、岸壁又は防波堤】

### ○浚渫工【航路】

浚渫工の設計面はサーフェスで作成することを基本とする。地形モデルを用いて数量計算（土量計算）することを考慮してのことであり、これは導入済の ICT 浚渫工で行われていることである。

詳細度 200 において、2次元の標準断面図に基づき、設計水深の底面及び法面を対象に作成する。

詳細度 300 において、断面変化部や隅角部をモデル化する。この段階で純土量が算出できる。

詳細度 400 では、法面余掘や底面余掘（土質や施工形態により法面余掘幅や底面余掘厚が港湾請負工事積算基準に定められている）まで含めてモデル化する。法面余掘はサーフェスで、底面余掘はサーフェスまたはソリッドで作成する。この段階で扱い土量が算出できる。

地質・土質モデルとの連携で工事発注に必要な土質別の数量算出を可能とする。この場合、土質の境界をサーフェスで作成することで、①地形モデル、設計モデル、土質境界の3つのサーフェスで囲まれた部分の数量を算出する、②前記3つのサーフェスより2つのサーフェスを作成しなおし数量を算出する、③地形モデルと設計モデルより作成したソリッドモデルを土質境界サーフェスで分割することにより数量を算出する（図 C-2 参照）、④ある土質の範囲をソリッドで作成し、地形モデルと設計モデルより作成したソリッドとの重複部分より数量を算出する。4つの計算方法が想定される。4つの方法のうち汎用 CAD では③、④が比較的簡易に計算できるため、土質の境界については、状況に応じてサーフェス又はソリッドでモデル化する。

浚渫工に係る施工計画・仮設工モデルとして、排砂管設備（土捨工-排砂管設備工）と汚濁防止柵（共通仮設-事業損失防止施設）が考えられる。3D 部品のジェネリックモデルの整備までは、規格仕様が分かり（属性の付与も含む）、設置延長、個数が算出できる程度のモデルで十分である。

### ○埋立工-埋立土工【航路】

埋立土工の設計面はサーフェスで作成することを基本とする。地形モデルを用いて数量計算（土量計算）することを考慮してのことである。

詳細度 200 において、2次元の標準断面図に基づき、天端及び法面を対象に作成する。

詳細度 300 において、隅角部や擦り付け等を対象に作成する。この段階で土量が算出できる。

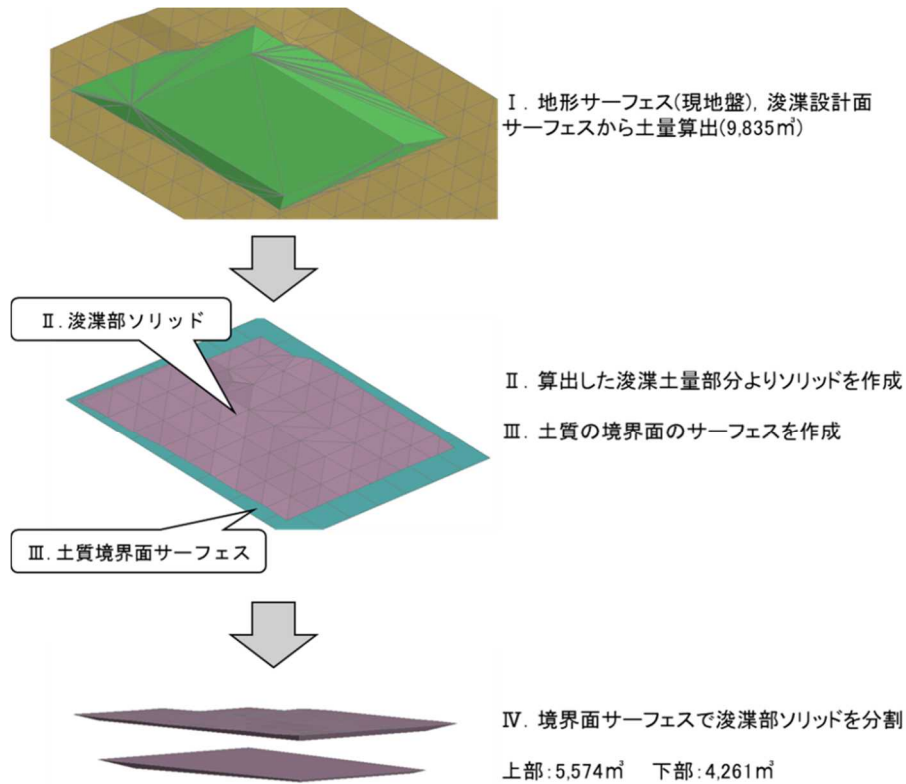


図 C-2 浚渫箇所土量算出箇所分割イメージ (前頁③)

○海上地盤改良工—床掘工【岸壁・防波堤】

浚渫工の余掘を考慮しない状況と一致するため、設計面はサーフェスで作成することを基本とする。  
浚渫と異なり余掘が計上されたいため、モデルについても余掘を除いた浚渫工に準じるものとする。

○海上地盤改良工—締固工—サンドコンパクションパイル【岸壁・防波堤】

改良区域はワイヤースケルトン、サーフェス、ソリッドでモデル化する。改良杭本体はソリッドで作成することを基本とする。

施工段階で改良杭の割り付けが変更となる場合もあるため、改良杭本体のモデル化は状況に応じて行うこととする。詳細度 200 は改良範囲の外郭をワイヤースケルトンで示す程度とし、詳細度 300 において、正確な数量（改良面積、体積）を算出できる改良区域のモデルを作成する。この際に改良率、杭径等の情報を属性情報として付与する。改良杭本体をモデル化する場合は杭径等の改良杭についての情報は省略できる。

海上地盤改良工の圧密・排水工—サンドドレーン、固化工—深層混合処理杭も同様に考えられる。

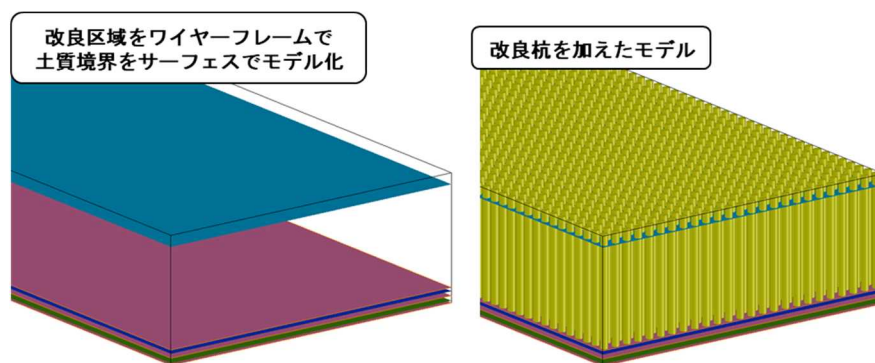


図 C-3 サンドコンパクションパイルモデルイメージ

○海上地盤改良工—締固工—盛上土砂撤去【岸壁・防波堤】

床掘工と同様に考えられるため床掘工を参照のこと。

○基礎工—洗堀防止工—洗堀防止【岸壁・防波堤】

洗堀防止マットは、ソリッド又はサーフェスで作成する。サーフェスで作成した場合は厚さ情報が欠落するため、属性情報として付与する。

詳細度 200 で標準段面に基づきモデル化する。断面変化は表現しない。

詳細度 300 で敷設面積を正しく表現する。洗堀防止マットも 3D 部品のジェネリックモデルのパラメトリックモデル(構造寸法や線形情報をパラメータとし、構造物の寸法自体を変化させるものを指す。以下、パラメトリックモデルという。)として整備されることが期待される。

施工段階において、詳細度 400 相当として、3D 部品のメーカーモデルの利用が考えられるが、現状、材料承諾に添付している仕様書を属性情報として付与することで対応できるものとする。

○基礎工—基礎捨石工【岸壁・防波堤】

基礎捨石は、規格形状(50~200 kg/個など)をそのままモデル化するのは現実ではない。土工や浚渫工と同様に施工箇所の外周形状をサーフェス、または範囲全てをソリッドで作成する。サーフェスで作成した場合は、地形モデルを用いて数量算出が容易にできる。ソリッドで作成した場合は、水深区分や工区分割の際にモデルの分割が容易にできる。

詳細度 200 において、2次元の標準断面図に基づき、天端面及び法面を対象に作成する。

詳細度 300 において、断面変化部や隅角部をモデル化する。この段階で純数量が算出できる。

捨石本均しと捨石荒均しは、基礎捨石のサーフェス面に属性として均し区分を付与することで均し面積を算出することが考えられる。またソリッドで作成した場合には、ソリッドの表面に均し範囲のサーフェス面を重ねてモデル化することで均し面積を算出できる。この場合、表示が重なるため CAD ソフトの画層等の機能を用いて別々に表示できるようにすることが望ましい。また水深区分をポリラインやサーフェスで表現し、均し範囲のサーフェスを分割することで水深区分毎の均し面積を算出できる。

○本体工(ケーソン式) —ケーソン製作工【岸壁・防波堤】

コンクリートはソリッドで作成することを基本とする。

詳細度 200 において、外形式がわかる程度のモデルとし、内マスは表現しない。

詳細度 300 において、正確な数量算出のために内マス、壁、ハンチ、フーチング、スリット等を正確に表現する。

詳細度 400 において、吊筋や据付ワイヤー等の付属物、配筋を表現する。

打設ロッド毎のモデルの分割は、現状、施工段階での属性情報の付与と維持管理段階での活用方法により必要性の判断ができる状況ではないため、設計段階での実施については、受発注者間にて協議することとする。

る。

鉄筋は、土木分野において、既に IFC の対象となっているため、IFC 対応ソフトウェアにおいてモデル化されるのが望ましい。

配筋図のモデル化は相応の労力を要するために、当面は、モデル化の主目的を過密配筋部の鉄筋干渉チェックとし、モデル化の範囲を過密配筋部等と限定する。ただし、設計段階で作成する配筋モデルの作成範囲としては、受発注者間協議を基本とする。

現状では、2次元設計図の内容を CIM モデルに反映して干渉チェックを行うのが目的であるため、重ね継手までモデル化して表現することは不要とする。

鉄筋の数量算出をモデル化の目的とする場合は、重ね継手のモデル化も必要となるが、鉄筋番号を付与した鉄筋について、加工図の正確な形状により決まる単位重量と3次元配筋図の本数より各鉄筋の重量を算出することが考えられる。

この際、2次元設計図をそのまま3次元化すると水平方向鉄筋等が交差・接触（干渉）する 경우가多々あり、干渉チェックを行うと過密配筋部以外にも多くの干渉部分が出てしまう。こういった交差は現場の配筋作業で鉄筋径分を寄せるといった現場合わせで容易に組み立てられるため、過密配筋部と異なり、鉄筋位置の移動を考慮する必要はないと考えられる。そのため、過密配筋部の干渉確認が必要な部分との区別が必要である。属性情報に干渉確認の有無等を入れることで現場合わせができる交差部分の干渉チェックを行わない等の機能が付されることが期待される。

<留意事項>

過密配筋部の詳細をわかりやすくするため、主鉄筋・配力筋等、種別ごとに、任意に色分け等を行うとよい。

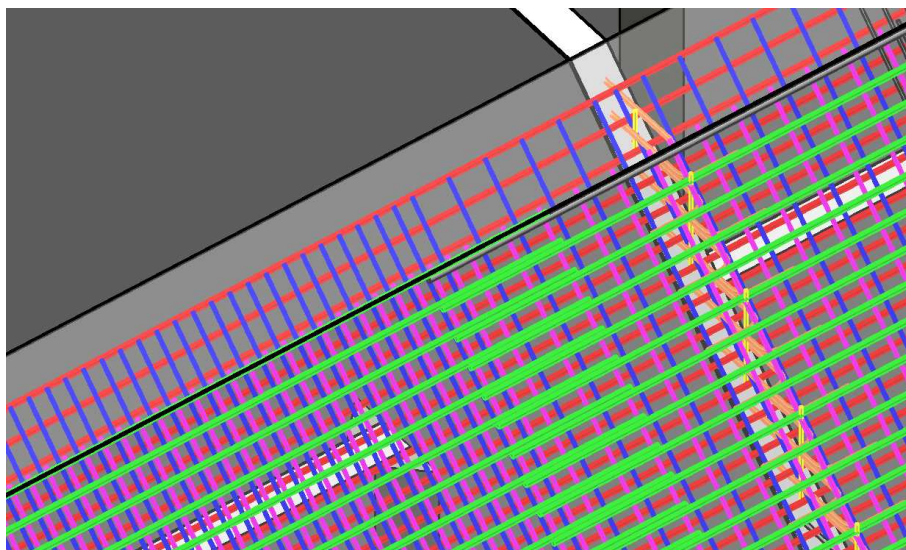


図 C-4 ケースン配筋着色イメージ（図中では重ね継手もモデリングしている）

据付ワイヤーや据付筋（吊筋）等の付属品は、通常のケースン製作工事では、2次元の詳細図が発注図に含まれており、詳細度 400 において2次元詳細図と同等の正確さでモデル化する。港により同一の形状のものが使用されることが多いため、3D 部品のジェネリックモデルとして整備されたものの活用が期待できる。

<積算で底面、マット、支保、足場、型枠を用いる場合>

底面は、モデル化されたケースンの底面積がそのまま活用できるため、それを属性情報として付与する。

マットもケースン底面積をそのまま活用できるが、ケースン据付後に防波堤等の高さに影響するため、必要に応じてソリッドでモデル化する。これについては、パラメトリックモデルとして整備された部品の活用

が期待できる。寸法指定により必要枚数が算出される。

支保は海上打ち継ぎ時に型枠組立等作業に必要な外周足場等を設置するものであるが、ケーソン外周延長より算出できるため属性情報として付与する。斜面ケーソンの斜面部型枠下に設置する等の特殊な支保については施工計画・仮設工モデルとして整備されるためそれに依るものとする。

足場は、ケーソンの外形形状、打設ロット数等により港湾請負工事積算基準で算出式が定められており、ケーソンのモデル化により決定するため属性情報として付与する。

型枠については、モデル化したケーソンの外周面のうち底面や天端以外の部分が該当し、属性情報の付与により数量算出できる機能が付されることが期待される。

#### ○本体工（ケーソン式）－ケーソン進水・据付工【岸壁・防波堤】

ケーソンはケーソン製作工で用いたケーソンモデルをそのまま活用する。鉄筋については、据付後の付属工との干渉確認等に用いる場合以外は省略することができる。製作時の出来形については、据付検討時等に必要な場合について反映させるものとする。

バラストは、製作時にコンクリート打設されるのが一般的であり、コンクリートの場合は、製作工と同様にソリッドで作成するものとし、詳細度 300 で正確な数量が算出できるモデルとする。

止水版は、製作時の CIM モデルがある場合は、そのまま活用する。新たに作成する場合は、簡易な矩形に厚みを持たせた程度のソリッドで作成する（代表幅、厚みで構成する直方体；詳細度 200 程度）、施工検討に重量が必要な場合は、属性情報として付与する。

上蓋が施工検討等で必要な場合は、ケーソンの内マスの平面形状を一回り程度大きくしたものに厚みを持たせた程度の簡易なモデルとして作成する（詳細度 200 程度）。

#### ○本体工（ケーソン式）－中詰工【岸壁・防波堤】

中詰はケーソンの内マスの形状を用いてソリッドで作成する。詳細度 300 で正確な数量を算出できるモデルとする。材料仕様は属性情報として付与する。

#### ○本体工（ケーソン式）－蓋コンクリート工【岸壁・防波堤】

蓋コンクリートはケーソンの内マスの形状を用いてソリッドで作成する。詳細度 300 で、点検孔等の控除部も含めて正確な数量を算出できるモデルとする。材料仕様は属性情報として付与する。

#### ○本体工（鋼矢板式）－鋼矢板工－鋼矢板【岸壁】

鋼矢板及び鋼管矢板は詳細度 300 で本体（鋼管矢板は継手を含む）を所定の径、肉厚、長さによりソリッドで作成する。200 については、構造形式が分かる程度のモデルで厚み等の情報も持たないので外形をワイヤーフレーム、サーフェスで表現するものでもよい。300 以上のモデルについて、JIS 製品の鋼矢板、鋼管矢板を用いる場合は、パラメトリックモデルとして整備された部品の活用が期待できる。材料仕様の鋼材重量が属性情報として付与されるとモデル化（長さが確定）することにより打設 1 枚あたりの重量が算出できる。エキストラに該当する規格や形状（鋼矢板等の種類）の情報も属性情報として付与する。

エキストラのうちで重防食塗装のみは詳細度 400 で塗装範囲をサーフェスまたは記号等によりモデル化する。本体構造である鋼矢板の細部構造である附帯工との位置づけ（付属工と同様）としたためである。

鋼管矢板の付属品である端部補強バンド、吊金具、中蓋等は詳細度 400 でモデル化する。これもソリッドでのモデル化を基本とする。製品であるため 3D 部品の整備が期待される。



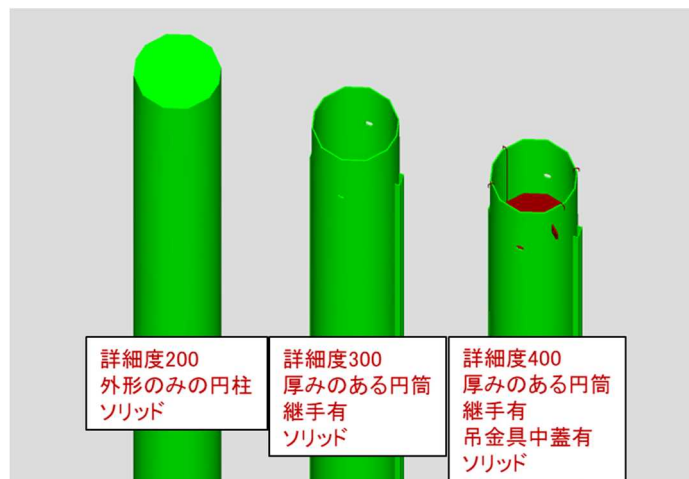


図 C- 5 鋼管矢板（単品）モデル化イメージ

○本体工（鋼矢板式）－控工【岸壁】

控鋼矢板については、鋼矢板工－鋼矢板と同じものとする。

控鋼杭に用いられる鋼管杭や H 型鋼等、腹起しに用いられる溝形鋼等は、詳細度 300 で外形形状（径、幅、肉厚、長さ等）が正確なモデルをソリッドで作成する。これらは鋼材で JIS 製品であることが多いため、パラメトリックモデルとして整備された部品の活用が期待できる。

タイ材についても、詳細度 300 で定着プレートとともに代表径、長さを正確に作成する。これもパラメトリックモデルとして整備された部品の活用が期待できる。施工段階において、詳細度 400 相当として、メーカーモデルの利用が考えられるが、現状、材料承諾に添付している仕様書を属性情報として付与することで対応できるものとする。

全ての部材について詳細度 200 については、構造形式がわかればよいので控杭を簡易に表現する程度とし、他は必要に応じてモデル化する。

腹起し、タイ材の附属品であるプレート、ナット、ボルト等は詳細度 400 でモデル化する（この段階で現状の腹起し取付詳細図に相当する）。ほとんどの附属品は部品化が期待される一般的なものである。

○被覆・根固工－被覆石工【岸壁・防波堤】

被覆石は、基礎捨石と同様とする。

被覆均しは、捨石本均しと捨石荒均しと同様とする。

○被覆・根固工－被覆ブロック工【岸壁・防波堤】

被覆ブロックは、工事の発注段階において、ブロックの種類が指定されることが殆どであるため、3D 部品のメーカーオブジェクトの活用が期待できる。詳細度 300 でブロック部品を据付箇所 zu 正確に配置する。属性情報としてコンクリート数量や型枠面積、鉄筋数量等を付与する（現況においても、各メーカーのカタログ等に記載されている）。

○被覆・根固工－根固ブロック工【岸壁・防波堤】

根固ブロックは、直方体の現場打ちコンクリートであることが多い。詳細度 300 で正確な数量が算定できるソリッドとして作成する。箱抜きや斜面部等も正確に表現する。

鉄筋が含まれる場合もあるが、過密配筋にはならないので、吊筋等と同様に詳細度 400 において必要に応じてモデル化する。材料仕様は属性情報として付与する。

○上部工ー上部コンクリート工【岸壁・防波堤】

コンクリートはソリッドで作成する。

詳細度 200 において矩形等の簡易な形状でモデル化する。

詳細度 300 において、正確な数量算出のために斜面部分、階段、その他箱抜き等を正確に表現する。

打設スパン毎のモデルの分割は、設計段階で維持管理計画書が上部コンクリートの管理ブロックを定めている場合は、管理ブロックに準じて分割してモデル化する。施工段階で打設スパンが管理ブロックと変わる場合は、変更の理由（現状承諾申請書として提出することが多い）を属性情報として付与しモデルを更新する。

鉄筋は、土木分野において、既に IFC の対象となっているため、IFC 対応ソフトウェアにおいてモデル化されるのが望ましい。配筋モデルは詳細度 400 において作成されるものとする。

詳細は本体工（ケーソン式）ーケーソン製作工に順じる。

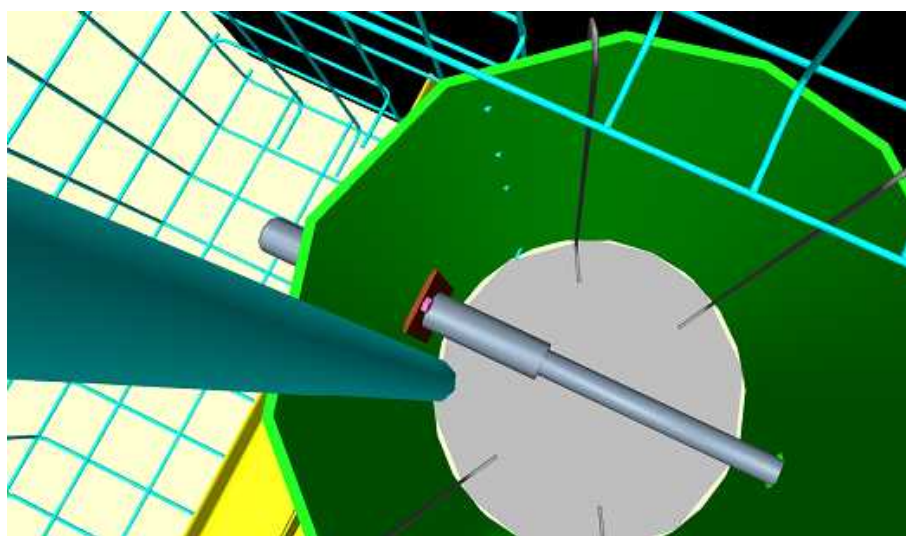


図 C-6 上部コンクリート工鉄筋の本体工鋼管矢板との干渉チェックイメージ

伸縮目地については、詳細度 300 でコンクリートが正確な形状となるので、目地設置個所の隙間を空けないために 300 でモデル化する。ソリッドで作成することを基本とする。伸縮目地についてもパラメトリックモデルとして整備された部品の活用が期待できる。

<積算で支保、足場、型枠を用いる場合>

支保は型枠組立等作業に必要な作業場所（足場設置も含む）を確保するもの等であるが、上部工の施工延長より算出できるため属性情報として付与する。

足場は、上部コンクリートの外形形状より算出でき、属性情報として付与する。

型枠については、モデル化した上部コンクリートのうち外周面とスパン境界面が該当し、属性情報の付与により数量算出できるものとする。

○付属工ー係船柱工【岸壁】

付属工は、詳細度の共通定義における附帯工等の細部構造に該当するものとしたため、詳細度 400 で、上部コンクリートに合わせてモデル化する。

設計段階では、3D 部品のジェネリックモデルとして整備された部品の活用が期待できる。部品にも詳細度があり（BIM/CIM 3D 部品標準ガイドライン参照）、外形形状のみをソリッドで表現したモデル（中空ではないもの）と厚みを持たせたモデル（中空で中詰めするコンクリート量が算定できる）が考えられるが、コ

ンクリート量を算定できる後者を活用することを基本とする。

また上部コンクリートの鉄筋との干渉チェックのため、アンカーを含む部品を使用、又はモデル化するものとする。

施工段階において、3D 部品のメーカーモデルの利用が考えられるが、現状、材料承諾に添付している仕様書を属性情報として付与することで対応できるものとする。

○付属工ー防舷材工ー防舷材、梯子【岸壁（防波堤；梯子のみ）】

付属工は、詳細度の共通定義における附帯工等の細部構造に該当するものとしたため、詳細度 400 で、本体工のケーソンや上部コンクリートに合わせてモデル化する。

設計段階では、3D 部品のジェネリックモデルとして整備された部品の活用が期待できる。本体工ケーソンの鉄筋との干渉チェックのため、アンカーを含む部品を使用、又はモデル化するものとする。

施工段階において、3D 部品のメーカーモデルの利用が考えられるが、現状、材料承諾に添付している仕様書を属性情報として付与することで対応できるものとする。

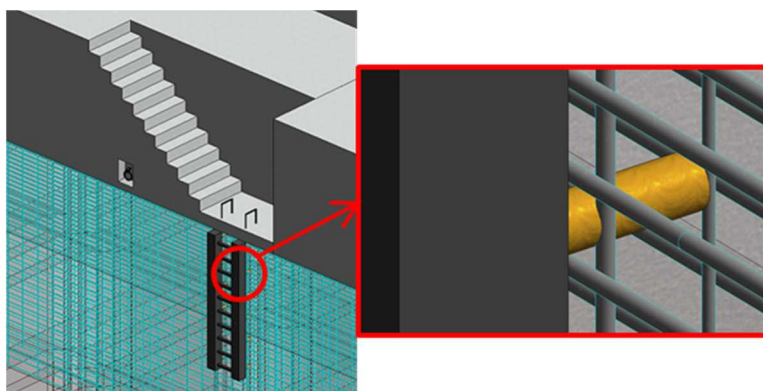


図 C-7 ゴム梯子の干渉チェックイメージ

○付属工ー車止・縁金物工【岸壁】

付属工は、詳細度の共通定義における附帯工等の細部構造に該当するものとしたため、詳細度 400 で、上部コンクリートに合わせてモデル化する。

設計段階では、パラメトリックモデルとして整備された部品の活用が期待できる。上部コンクリートの鉄筋との干渉チェックのため、アンカーを含む部品を使用、又はモデル化するものとする。

施工段階において、3D 部品のメーカーモデルの利用が考えられるが、現状、材料承諾に添付している仕様書を属性情報として付与することで対応できるものとする。

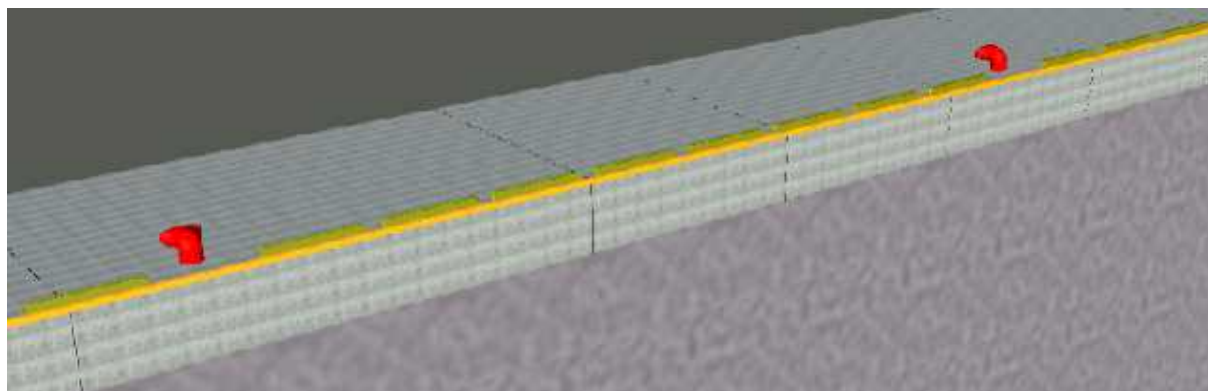


図 C-8 上部コンクリートへの車止・縁金物の配置イメージ

○付属工－防食工－電気防食【岸壁】

付属工は、詳細度の共通定義における附帯工等の細部構造に該当するものとしたため、詳細度 400 で、本土工の鋼矢板等に合わせてモデル化する。

設計段階では、ジェネリックモデルとして整備された部品の活用が期待できる。

施工段階において、3D 部品のメーカーモデルの利用が考えられるが、現状、材料承諾に添付している仕様書を属性情報として付与することで対応できるものとする。

○消波工－消波ブロック工【防波堤】

消波ブロックは、被覆ブロック同様に工事の発注段階において、ブロックの種類が指定されることが殆どであるため、3D 部品のメーカーオブジェクトの活用が期待できる。ただし、現状の設計では、据付範囲を設定しており、ブロック 1 つ 1 つの位置を指定していない。また汎用 CAD ではブロックの乱積を簡易に作図する方法がないため、当面は、詳細度 300 において、ブロック据付範囲の外周をサーフェス、又は据付範囲をソリッドで作成する。コンクリート数量や型枠面積、鉄筋数量等の情報を含むメーカーオブジェクトの部品を属性情報として付与する。

必要に応じて詳細度 400 でブロックの部品を用いて乱積を表現する。これは可視化による関係者協議や施工計画での活用が期待できる。

○裏込・裏埋工－裏込工【岸壁】

裏込材は、基礎捨石と同様とする。

裏込均しは、捨石本均しと捨石荒均しと同様とする。

目地板は、ソリッドで作成する。詳細度 300 で外形形状を正しく表現する。この際にパラメトリックモデルとして整備された部品の活用が期待できる。

吸出し防止材は、サーフェスで作成する。詳細度 300 で敷設箇所を正しく表現する。厚みの情報を属性情報として付与する。

目地板と吸出し防止材は、施工段階において、詳細度 400 相当として、止め金具やボルト等の付属品を含めたメーカーモデルの利用が考えられるが、現状、材料承諾に添付している仕様書を属性情報として付与することで対応できるものとする。

○裏込・裏埋工－裏埋工及び裏埋土工【岸壁】

埋立工－埋立土工と同様とする。

材料仕様を属性情報として付与する。

○舗装工【岸壁】

路盤（下層、上層）及び舗装（コンクリート、アスファルト）は施工範囲の平面形状に厚みを持たせたモデルになることが一般的であることからソリッドで作成する。詳細度 300 で側溝等の構造物部分を控除した正確な数量を算出できるモデルとする。材料の仕様を属性情報として付与する。

目地は、外形形状に隙間を生じさせないために伸縮目地のみ詳細度 300 でモデル化する。ソリッドで作成することを基本とする。伸縮目地についてもパラメトリックモデルとして整備された部品の活用が期待できる。

目地金物については、詳細度 400 においてモデル化する。ジェネリックモデルの活用が期待できる。材料仕様を属性情報として付与する。

○陸上地盤改良工－締固工－サンドコンパクションパイル【岸壁】

海上地盤改良工と同じ種別、細目があるので同様に考えられる。

○構造物撤去工【岸壁・防波堤】

撤去物の築造時における詳細度 300 相当以上のモデルがある場合は、現況把握のために行う測量（TS 測量、地上レーザ測量、マルチビーム測量等）結果から作成した 3 次元現況モデルに組み込み、撤去前後の数量計算等に用いる。築造時のモデルが無い場合は、3 次元現況モデルより目的に応じたモデルを作成する。

## 付録 D 浚渫工点在箇所の余掘の 3 次元計算方法の要領類記載案

### 浚渫箇所が点在する場合の余掘

浚渫箇所が点在する場合は、計画水深以深に法面（側面）余掘を見込むものとする。

- ・法面（側面）余掘土量＝法面余掘面積×（底面余掘厚×1/2）

法面余掘幅の範囲は、次のとおりとする。

- ・純土量算定範囲の底面境界線から各浚渫方式により以下の離間を取った範囲を法面余掘範囲とする。

ポンプ浚渫：1 スイング（中位）の 1/2 以内

グラブ浚渫：10m 以内

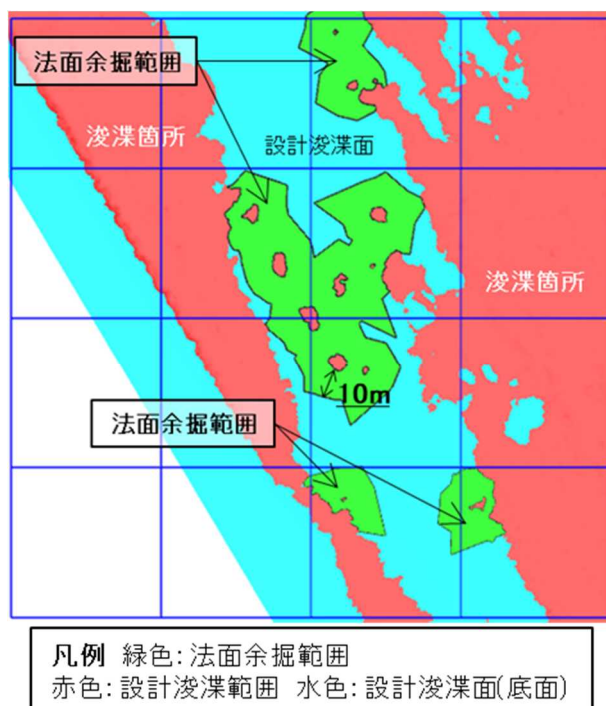


図 D-1 浚渫箇所が点在する場合の余掘の概念（3 次元）

#### 【法面余掘範囲の設定】

上記の離間は、従来の港湾請負工事積算基準が定める 2 次元に対応した算定方法と同じ数値としている。上図では、浚渫範囲（純土量算定範囲）の端部境界線を浚渫しない方向（水色の設計浚渫面方向）にグラブ浚渫の最大離間、10m 分オフセットし、つなげた範囲を法面余掘範囲としている。

オフセット：汎用 CAD 上の選択したオブジェクト（線など）を任意の方向に任意の間隔で複写する機能。

付録 E ICT 浚渫工の土量未計上施工箇所での土量計算方法の要領類記載案

＜特殊な現場条件の土量計算手法＞

薄層浚渫や、起伏が多い箇所等の特殊な現場条件において、算出土量と実際の浚渫土量の大きく乖離する場合には、土量算出方法について、監督職員と対応を協議する。

◇中央値と最浅値による土量計算範囲に差異が生じて土量乖離が見込まれる場合

【拡大部の定義】

維持浚渫等の薄層浚渫では、中央値により算出された土量の範囲（設計浚渫範囲）と最浅値により算出される土量の範囲に差異が生じる場合がある。この差異に該当する設計浚渫面上の範囲を拡大部と呼ぶ。拡大部は、通常の計算方法では土量が算出されないが、出来形検査に合格するためには施工が必要な範囲である。

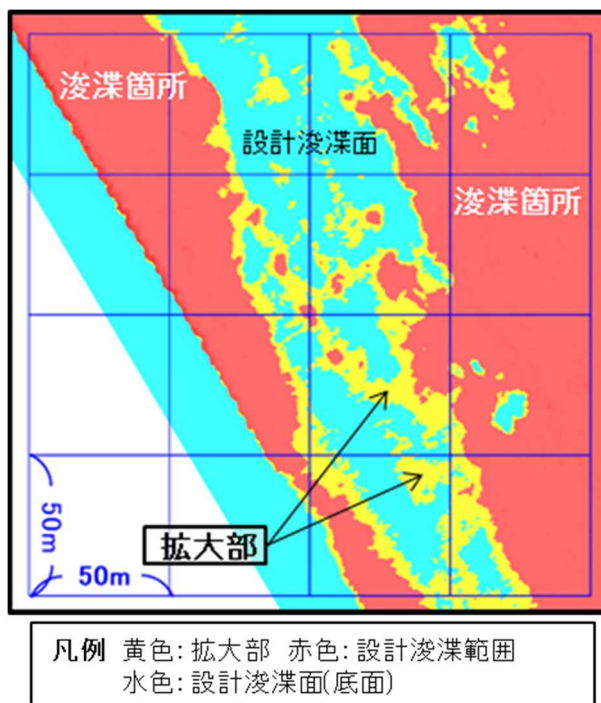


図 E-1 拡大部の概念平面図

【拡大部の定義理由】

拡大部は、通常の計算方法では土量が算出されない範囲であるが、出来形検査に合格するために施工が必要な範囲である。拡大部の土量は設計土量と実施土量（出来形土量）の乖離につながる。浚渫において、大型の作業船を使用するために設計水深丁度に掘り下げることが困難であり余掘が計上されているが、実施工における余掘量の低減により設計土量と実施土量の乖離を抑制できる。しかし、拡大部は一切土量が計上されていない範囲のため、実施工において余掘量の低減を実践する余地がないため土量を計上する範囲として定義している。

また、拡大部による土量乖離は、積算と実施工の費用の乖離を招くにとどまらず、土捨場の計画土量と実施（搬入）土量の乖離を生じる等、多方面への影響がある。

【拡大部の土量計算方法】

拡大部の土量は縁端余掘（拡大部における底面余掘）のみ算出する。

- ①マルチビーム測深で取得された 3 次元点群データのうち、1.0m 平面格子内のデータの中央値及び最浅値を抽出し作成した TIN と設計浚渫面の 3 次元設計データを用いて、中央値を用いた浚渫範囲（通常底面余掘土量を算出する範囲）と最浅値を用いた浚渫範囲を算出する。
- ②二つの浚渫範囲の差異より拡大部の平面積を算出する。
- ③拡大部の縁端余掘土量を算出する。

$$\text{拡大部の縁端余掘土量} = \text{拡大部平面積} \times \text{余掘厚}$$

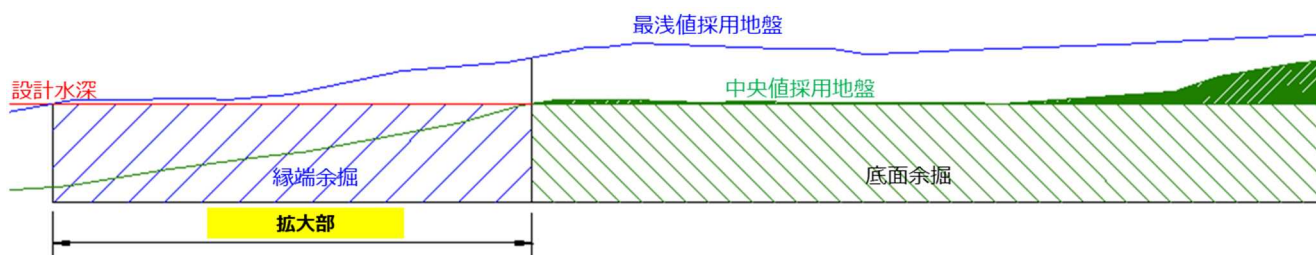


図 E-2 拡大部土量算出範囲断面図（縁端余掘）

【拡大部の純土量部分を計上しない理由】

計上した場合の浚渫範囲の 3 次元モデルの拡大部端部に段差を生じ、モデル活用の際にモデルの作成間違いと判断する等の混乱が予測される。また、現状拡大部の純土量を算出する際に、通常行われる点群処理ソフトを用いての算出が困難であり、汎用 3 次元 CAD において拡大部の TIN モデルを作成する必要がある。拡大部の TIN モデルを作成する作業が一般的な PC の動作環境では非常に手間を要し、生産性を下げる要因となりかねないことも計上しない理由である。

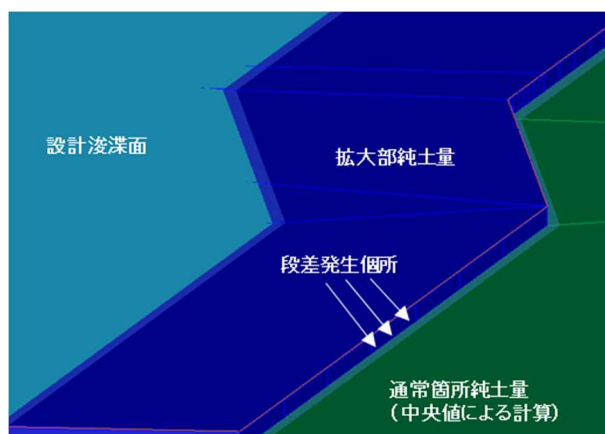


図 E-3 拡大部純土量端部の段差（3次元イメージ）



国土技術政策総合研究所資料

No1067

港湾分野におけるCIV導入促進に向けた検討

March 2019

---

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM

No. 1067

March 2019

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

---

本資料の転載・複写のお問い合わせは  
〔〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1  
管理調整部企画調整課 電話:046-844-5019〕  
E-mail:ysk.nil-kikaku@ml.mlit.go.jp