

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.1102

March 2020

港湾におけるBIM/CIM活用促進に向けた検討

鈴木達典・井山繁

Study on Promoting Utilization of BIM for Infrastructure in Harbor Construction

SUZUKI Tatsunori, IYAMA Shigeru

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

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM

No. 1102

March 2020

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:y.sk.nil-pr@gxb.mlit.go.jp

国土技術政策総合研究所資料

No1102

港湾におけるBIM/CIM活用促進に向けた検討

March 2020

港湾におけるBIM/CIM活用促進に向けた検討

鈴木達典*・井山 繁**

要 旨

道路や河川、橋梁等の各分野では、2012年に橋梁、ダム等の設計業務11件にCIMが導入された。その後、試行業務・工事を重ね、2017年3月に共通編、土工編、河川編、ダム編、橋梁編、トンネル編から構成されるCIM導入ガイドライン(案)が策定された。2018年度には設計業務147件、工事65件と累計630件のCIM事業が実施されている。また、CIM導入ガイドライン(案)は、2018年3月に機械設備編(素案)の追加、2019年5月に下水道編、地すべり編が追加された。

港湾分野においては、2018年度にCIM活用試行業務10件とCIMモデル業務・工事1件が実施され、2019年3月にCIM導入ガイドライン(案)港湾編が策定されたが、試行業務等を踏まえたガイドライン等の検証はなされていない。

そこで、本検討は、2018年度の試行業務とモデル業務・工事で提出されたCIMデータを分析するとともにアンケート調査による施工者のニーズを把握し実態を踏まえた検討を行い、CIMモデル作成の指針となる「CIMモデル作成業務の実施概要」の改定案の作成と、維持管理の観点から必要な属性情報の項目案を整理し、CIM導入ガイドライン(案)港湾編の属性項目案を提案し、CIM活用促進に向けた検討を行うものである。

キーワード：港湾，i-Construction，BIM/CIM，CIM，モデル詳細度，属性情報

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

〒239-0826 横須賀市長瀬3-1-1 国土交通省国土技術政策総合研究所
電話：046-844-5019 Fax：046-842-9265 e-mail：ysk.nil-kikaku@m1.mlit.go.jp

Study on Promoting Utilization of BIM for Harbor Infrastructure Construction

SUZUKI Tatsunori *
IYAMA Shigeru **

Synopsis

In the construction field, building information modeling (BIM) has been introduced to facilitate the design and construction of infrastructures such as roads, rivers, and bridges. In 2012, BIM was used to design 11 bridges and dams, after which, trial designs and trial construction projects were repeated. In March 2017, general “CIM (Construction Information Modeling/Management) introductory guidelines (draft)” were formulated for typical earthworks, rivers, dams, bridges, and tunnel sections. A total of 630 BIM infrastructure projects were underway in fiscal 2018, which included 147 designs and 65 construction projects. In addition, a section on mechanical equipment (rough draft) was added to the “CIM introductory guidelines (draft)” in March 2018, and another on sewer and landslides in May 2019.

In the port and harbor field, 11 BIMs for trial infrastructure designs and 1 BIM for infrastructure construction were utilized in fiscal 2018, for which “CIM introductory guidelines (draft)” were formulated in March 2019. As yet, these draft guidelines have not been verified based on trial designs.

In this study, we analyzed the BIMs developed based on infrastructure data submitted for the trial designs and those developed for infrastructure trial construction projects in fiscal 2018. Using questionnaire format, we queried builders to understand their needs, and considered items that require revision in the “CIM introduction guidelines (draft) port version.” A revised plan was developed for the outline of the original “CIM model” guidelines. We list required attribute information from the maintenance perspective and propose attribute items for inclusion in the “CIM introductory guidelines (draft) port version.”

Key Words: harbor, “i-construction,” BIM for infrastructure, levels of development, attribute information

* Exchanging Researcher, Port Construction Systems and Management Division, Port and Harbor Department, NILIM. (TOYO CONSTRUCTION CO., Ltd.)

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

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism
3-1-1 Nagase, Yokosuka, 239-0826 Japan
Phone : +81-46-844-5019 Fax : +81-46-842-9265 e-mail : ysk.nil-kikaku@ml.mlit.go.jp

目 次

1. はじめに	1
1.1 研究の背景と目的	1
1.2 本資料の構成	1
2. CIMの概要	2
2.1 CIMの概要	2
2.2 CIM導入ガイドライン（案）の概要	3
2.3 CIM導入ガイドライン（案）港湾編の概要	6
3. モデル詳細度からCIM活用促進に向けた検討	9
3.1 適切な3次元モデルの検討方法	9
3.2 CIM活用試行業務等のモデルの種類及びモデル詳細度	10
3.3 詳細度等に関するアンケート調査	13
3.4 港湾における地形モデルの活用検討	13
3.5 港湾における地質・土質モデルの活用検討	14
3.6 港湾における構造物モデルの活用検討	16
3.7 CIMモデル作成業務の実施概要の改定案	23
4. 属性情報からCIM活用促進に向けた検討	24
4.1 適切な属性情報の検討方法	24
4.2 属性情報の項目案の検討	24
4.3 属性情報の項目案の提案	26
5. おわりに	31
謝辞	31
参考文献	31
付録A 施工者アンケート調査回答	33
付録B CIMモデルにおける維持管理の活用例	35

1. はじめに

1.1 研究の背景と目的

我が国は、人口減少時代を迎え高齢化が進むことで、生産年齢人口も減少しているが、生産性を向上させることで経済成長の実現が可能と考えられる。そこで、国土交通省では、2016年を「生産性革命元年」と位置づけ、調査・測量から設計、施工、検査、維持管理・更新までのあらゆる建設生産プロセスにおいて抜本的に生産性を向上させるi-Constructionを推進している¹⁾。

i-Constructionのトップランナー施策として、「ICTの全面的な活用（ICT土工）」、「全体最適の導入（コンクリート工の規格の標準化等）」、「施工時期の平準化」を推進している¹⁾。そして、その施策の一つである「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BIM/CIM（Building/Construction Information Modeling, Management）が導入されている²⁾。

BIM/CIMとは、計画・調査・設計段階から3次元モデルを導入し、その後の施工、維持管理の各段階においても情報を充実させながらこれを活用し、あわせて事業全体にわたる関係者間で情報を共有することにより、一連の建設生産システムにおける受発注者双方の業務効率化・高度化を図るものである³⁾。

道路や河川、橋梁等の各分野では、2012年に橋梁、ダム等の設計業務11件にCIMが導入された²⁾。その後、試行業務・工事を重ね、2017年3月に共通編、土工編、河川編、ダム編、橋梁編、トンネル編から構成されるCIM導入ガイドライン（案）（以下、「CIMガイドライン」という。）が策定された。2018年度には設計業務で147件、工事で65件と累計630件のCIM事業が実施されている²⁾。また、CIMガイドラインは、2018年3月に機械設備編（素案）の追加、2019年5月に下水道編、地すべり編が追加された⁴⁾。

港湾分野においては、2018年度にCIM活用試行業務（以下、「試行業務」という。）10件とCIMモデル業務（以下、「モデル業務」という。）1件、CIMモデル工事（以下、「モデル工事」という。）1件が実施され、2019年3月にCIM導入ガイドライン（案）港湾編（以下、「CIMガイドライン港湾」という。）が策定された⁵⁾が、それらの業務・工事の分析や結果を踏まえたガイドライン等の検証、改善等はなされていない。

そこで、本検討は、2018年度の試行業務とモデル業務・工事で提出されたCIMデータを分析するとともにアンケート調査による施工者のニーズを把握し実態を踏まえた検討を行い、CIMモデル作成の指針となる「CIMモデル作成業務の実施概要」（以下、「実施概要」という。）

の改定案の作成と、維持管理の観点から必要な属性情報の項目案をCIMガイドライン港湾の属性項目案として提案し、CIM活用促進に向けた検討を行うものである。

国土交通省では2018年5月から従来の「CIM（Construction Information Modeling/Management）」という名称を「BIM/CIM（Building/Construction Information Modeling, Management）」に変更している。これは、海外では「BIM」は建設分野全体の3次元化を意味し、土木分野での利用は「BIM for infrastructure」と呼ばれ、BIMの一部として認知されていることから、国内の建築分野の「BIM」、土木分野の「CIM」といった従来の概念を改め、国際標準化等の動向に呼応し、地形や構造物等の3次元化全体を「BIM/CIM」として名称を整理したものである⁶⁾。

本稿においては、現在運用されているCIMの実施概要の提案等を提言しているため、「BIM/CIM」ではなく、「CIM」という名称を用いることとする。

1.2 本資料の構成

本資料の構成を図-1.1に示す。第1章では、研究の背景と目的を記載する。第2章では、CIMの概要を記載する。第3章では、2018年度の試行業務等のCIMデータの実績と施工者対象のアンケート調査結果を勘案し、作成した実施概要の改定案を記載した。第4章では、維持管理計画書に必要な項目からCIMの属性情報の項目案を作成し、設計段階で付与すべき項目、施工段階で付与すべき項目を整理し、CIMガイドライン港湾の属性情報の項目の改定案を記載した。

第1章 はじめに ・研究の背景と目的
↓
第2章 CIMの概要 ・CIMの概要 ・CIM導入ガイドライン(案)の概要 ・CIM導入ガイドライン(案)港湾編の概要
↓
第3章 モデル詳細度からCIM活用促進に向けた検討 ・適切な3次元モデルの検討方法 ・CIM活用試行業務等のモデルの種類及びモデル詳細度 ・詳細度等に関するアンケート ・港湾における地形モデルの活用検討 ・港湾における地質・土質モデルの活用検討 ・港湾における構造物モデルの活用検討 ・CIMモデル作成業務の実施概要の改定案
↓
第4章 属性情報からCIM活用促進に向けた検討 ・適切な属性情報の検討方法 ・属性情報の項目案の検討 ・属性情報の項目案の提案
↓
第5章 おわりに

図-1.1 本資料の構成

2. CIMの概要

2.1 CIMの概要

(1) CIMの概要

CIMとは、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⁶⁾。CIMの概要を図-2.1に示す。

(2) CIMの効果

CIMの導入効果を示す用語として、「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」がある。フロントローディングとは、初期工程において負荷をかけて事前に集中的に検討する手法で、後工程で生じそうな仕様変更や手戻りを未然に防ぎ、品質向上や工期の短縮化に効果がある。建設生産システムにおける効果のイメージを図-2.2に示す。フロントローディングの具体的な効果として、設計成果の可視化による設計ミス防止や事前確認によるコンクリート構造物の鉄筋干渉回避、合理的な仮設工法の選定、施工手順ミス等による施工段階での手戻り防止等の効果がある⁷⁾。

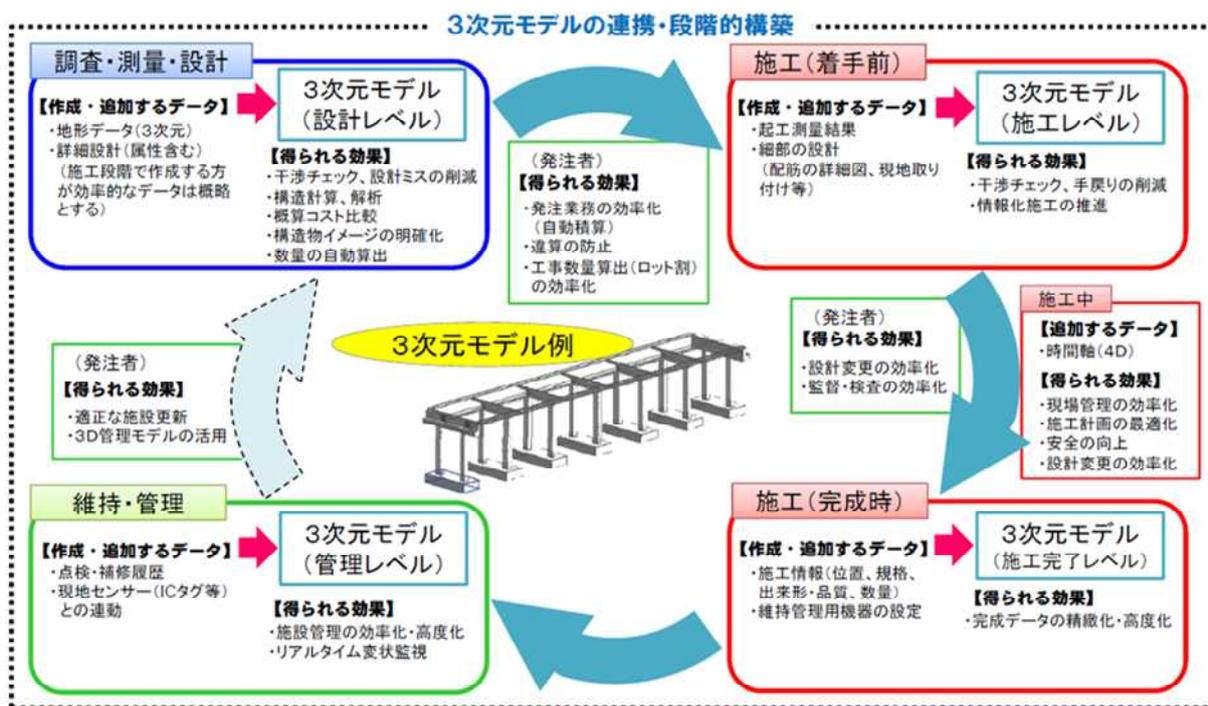


図-2.1 CIMの概念⁶⁾

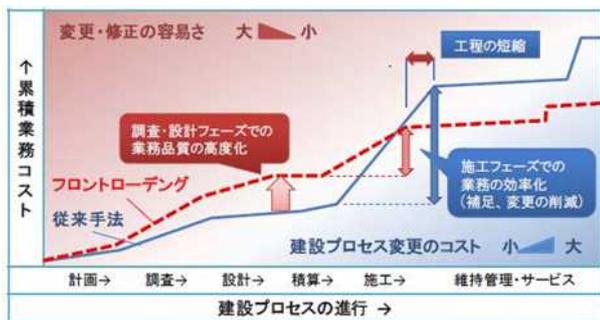


図-2.2 フロントローディングのイメージ⁶⁾

コンカレントエンジニアリングとは、製造業等での開発プロセスを構成する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手法で、開発期間の短縮やコストの削減に効果がある。コンカレントエンジニアリングの効果イメージを図-2.3に示す。コンカレントエンジニアリングの具体的な効果として、設計段階で施工担当者の知見も反映でき、施工性や供用後の品質を確保できる。また、事業に携わる関係者との共同作業化ができ、意思決定の迅速化及び手待ち時間の縮小による工期及び事業全体期間の短縮化等の効果がある⁷⁾。

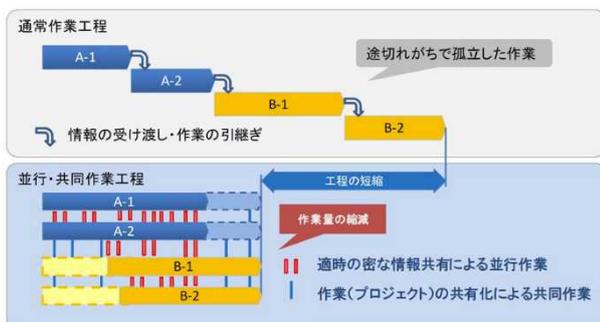


図-2.3 コンカレントエンジニアリングのイメージ⁶⁾

社会資本整備では、関係者が多く、多岐にわたるため迅速な合意形成等には事業等を正確に分かり易く伝える必要があり、CIMモデルによるシミュレーションや仮想体験を利用すれば、必要な情報を言葉や2次元データよりも正確で分かり易く伝えることができる。また、コンピュータネットワークにより電子データの共有が容易となっており、CIMモデルをデータベースとして共有し、関係者が適時に情報の修正・変更・追加等を行い、適時に情報を共有すれば、迅速な判断及び合意形成が可能となる⁷⁾。

2.2 CIM 導入ガイドライン (案) の概要

道路や河川、橋梁等の各分野では、2012年に橋梁、ダム等の設計業務11件にCIMが導入され²⁾、実績が積まれている(図-2.4)。2016年8月には2016年度CIM試行業務・工事での評価版としてCIM導入ガイドライン(素案)が作成された⁶⁾。そして、CIM導入推進委員会にて試行事業による素案の検証結果を踏まえ検討され⁸⁾、2017年3月にCIM導入ガイドライン(案)の初版が策定された。CIMガイドラインの初版は、共通編、土工編、河川編、ダム編、橋梁編、トンネル編の6編構成であった。その後の改定にて、2018年3月には機械設備編(素案)が追加され、2019年5月には下水道編と地すべり編が追加され、現在、9編構成となっている。

共通編は、CIM導入の目的や方針、CIMモデルの考え方やモデル詳細度(以下、「詳細度」という。)等の基本的な事項が記載されている。また、各分野共通の測量、地質・土質モデルの考え方や作成手順等が記載されている。

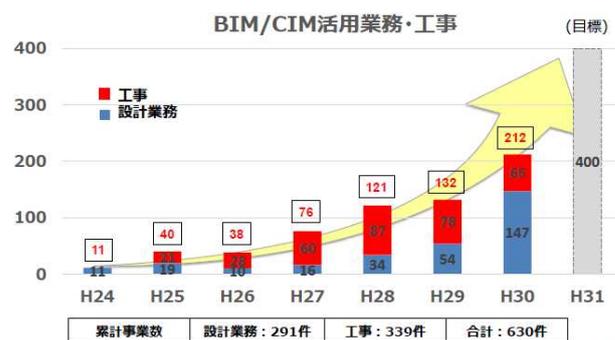


図-2.4 CIM活用業務・工事³⁾

(1) CIMモデル

CIMモデルとは、「3次元モデル」と「属性情報」を組み合わせたものを指す。3次元モデルとは対象とする構造物等の形状を3次元で立体的に表現した情報を指す。属性情報とは3次元モデルに付与する部材(部品)の情報(部材等の名称、形状、寸法、物性及び物性値(強度等)、数量、その他付与が可能な情報)を指す。なお、属性情報には、構造物の部材の諸元や数量等のデータを定型化し、ソフトウェアの機能により「3次元モデルに直接付与する属性情報」と、文書や図面のように非定型な情報を「外部参照のファイル」として参照(リンク)するような「3次元モデルから外部参照する属性情報」がある⁶⁾。構造物のCIMモデルの例を図-2.5に示す。

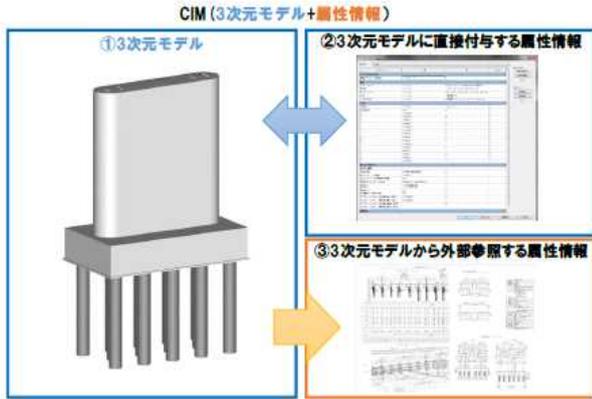
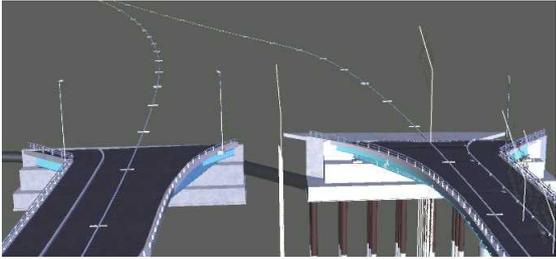
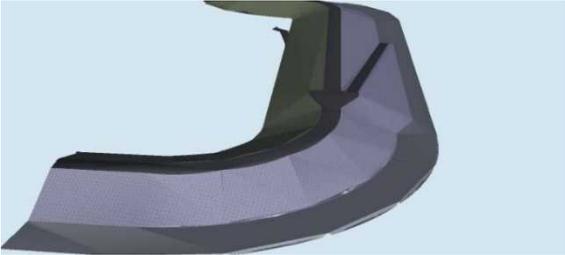
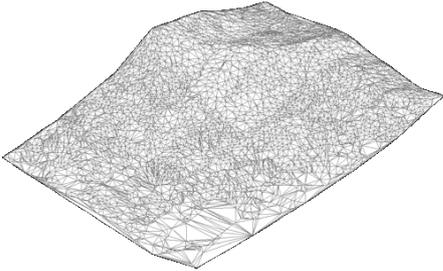
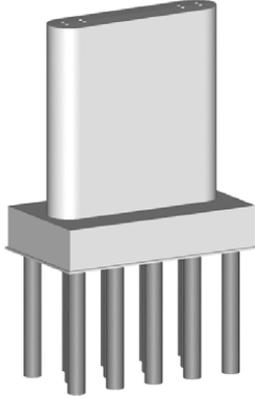
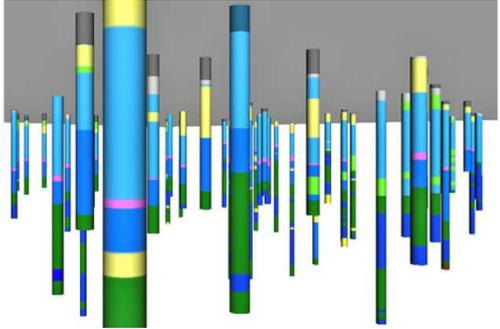


図-2.5 構造物のCIMモデル⁶⁾

CIMモデルは7種類に分類され、用途に応じて組み合わせて用いる。表-2.1にCIMモデルの分類の一覧を示す。

表-2.1 CIMモデルの分類⁶⁾

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> 

3次元モデルの作成や活用の目的により、3次元モデルを構築・納品した際に、作成者毎にモデルの作り込み内容が異なる等の理由から、無駄、手戻り等の発生や混乱が生じる可能性があるため⁶⁾、詳細度が定められている。詳細度はCIMモデルをどこまで詳細に作成するかを表す指標である。

詳細度の設定目的は、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務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がある⁶⁾。CIMモデル作成の用いる詳細度の工種共通の定義を表-2.2に示す。

表-2.2 詳細度の共通定義⁶⁾

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イー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、正確に表現したモデル。
500	対象の現実の形状を表現したモデル。

(2) 地形モデル

地形モデルは、構造物とは性質を異にしているため構造物に対する詳細度のような区分定義はない⁶⁾。地形モデルの詳細度を規定する項目を表-2.3に示す。

表-2.3 地形モデルの詳細度を規定する項目⁶⁾

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

(3) 地質・土質モデル

地質・土質モデルとは、地質ボーリング柱状図、表層地質図、地質断面図、地層の境界面等の地質・土質調査の結果または地質調査の成果を基に作成した地層の境界

面のデータ等を、3次元空間に配置したモデルである⁶⁾。

地質・土質モデルについて、CIMガイドライン共通編には、「地形や構造物等のモデルは測量や設計成果を基に作成されて実際の形状を表現しているのに対して、地質・土質モデルは地質・土質調査成果による地質・土質の分布や物性等の限られた情報によって調査成果が無い箇所を推定して作成することから、両者の基本的な性格の違いを十分に把握し」と記載されており、詳細度の定義はない。また、地質・土質モデルは、各事業の特性や計画、調査、設計、施工及び維持管理における各事業段階で使用目的が異なるため、モデルの種類毎の特性に留意し目的に応じたモデルを選択する。CIMガイドラインで扱う地質・土質モデルの種類を表-2.4に示す。

表-2.4 地質・土質モデルの種類と概要⁶⁾

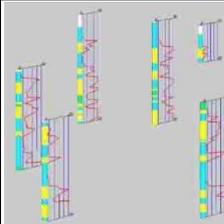
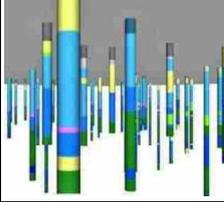
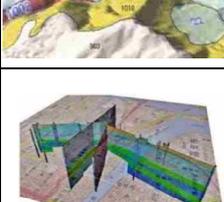
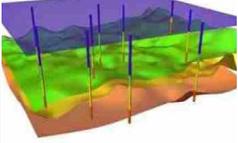
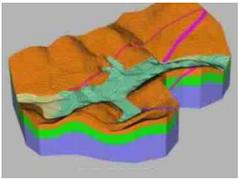
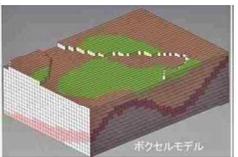
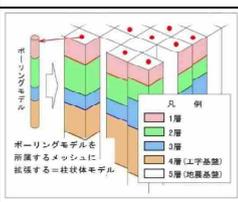
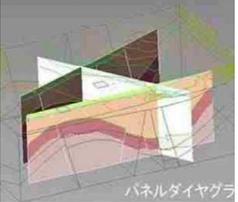
種類	概要	モデル例
ボーリングモデル	地質・土質調査業務で作成されたボーリング柱状図や柱状図から3次元的位置に配置し作成するモデル。	
	地質・土質調査業務の調査結果であるボーリング柱状図を3次元空間上に配置・表現したモデル。	
推定・解釈モデル	地質・工学的解釈を加えて作成した柱状体モデルを3次元空間上に配置・表現したもの。	
準3次元地盤モデル	2次元の地質平面図及び地質縦断面図等を地形データとともに3次元空間に配置したモデル。	
	テクスチャモデル (準3次元地質平面図)	地形モデルに地質平面図などを貼り付けたモデル。
準3次元地質断面図	地質断面図等に基に地形データ等を3次元空間に配置したモデル。	

表-2.4 地質・土質モデルの種類と概要⁶⁾

種類	概要	モデル例	
3次元地盤モデル	サーフェスモデル	地層などの境界面に地層・岩体区分などの属性を持つ面を貼り付けたモデル。 	
	ソリッドモデル	B-R-eps	複数の境界面を組み合わせることで閉じた空間を構成する。内部空間には属性情報を付与。 
		ボクセルモデル	モデル全体を小さな立方体の集合体として表現。 
	柱状体モデル	サーフェスモデルを真上からみて小さな格子に区分し、メッシュ内の境界面間の属性情報と関連付けて作成されたモデル。 	
	パネルダイアグラム(参考)	サーフェスモデルなどから作成された任意の断面図群。 	

2.3 CIM 導入ガイドライン (案) 港湾編の概要

港湾分野では、2018年度に試行業務10件とモデル業務1件とモデル工事1件が実施され、その実施結果等を踏まえ、港湾施設において3次元データを活用した業務や工事を実施する上で必要な「CIMガイドライン港湾」、「CIM事業における成果品作成の手引き(案)」、「2019年度CIM実施計画書(例)港湾編」が2019年3月に策定された⁵⁾。各要領の概要を表-2.5に示す。

CIMガイドライン港湾は、港湾分野におけるCIMモデルの詳細度、受発注者の役割、基本的な作業手順や留意点とともに、CIMモデルの作成指針(目安)、活用方針(事例)を参考として明記している。目次を表-2.6に示す。また、対象施設は港湾施設の水域施設(泊地、航路等)、外郭施設(防波堤、護岸等)、係留施設等となっている。

表-2.5 港湾におけるCIMに関する要領類(2019年)⁵⁾

文書名	概要
CIM導入ガイドライン(案)港湾編	港湾分野におけるCIMモデルの詳細度、受発注者の役割、基本的な作業手順や留意点とともに、CIMモデルの作成指針(目安)、活用方針(事例)を参考として明記。
CIM事業における成果品作成の手引き(案)	港湾分野におけるCIM事業を対象に提出する成果品の作成方法や、その確認方法を規定。
2019年度CIM実施計画書(例)港湾編	CIM活用業務、CIM活用工事の受注者が発注者に提出する「CIM実施計画書」の記載例について明記。

表-2.6 CIM導入ガイドライン(案)港湾編の目次(2019年)⁹⁾

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 対応するソフトウェア環境
2 測量および地質・土質調査
2.1 業務発注時の対応【発注者】
2.2 事前準備
2.3 測量成果(3次元データ)、地質・土質モデルの作成【受注者】
2.4 業務完了時の対応
3 調査・設計
3.1 業務発注時の対応【発注者】
3.2 事前準備
3.3 CIMモデルのデータ共有【受注者・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
4 施工
4.1 工事発注時の対応【発注者】
4.2 事前準備
4.3 CIMモデルのデータ共有【受注者・発注者】
4.4 CIMモデルの更新【発注者・受注者】
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】
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【発注者・受注者】
参考文献

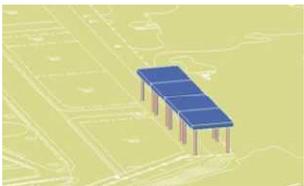
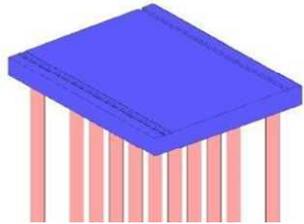
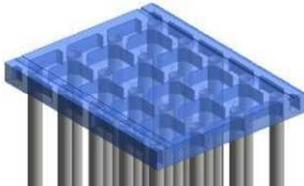
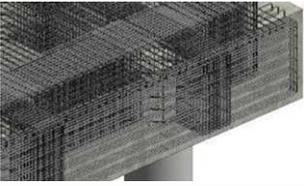
(1) 港湾編のモデル詳細度

CIMガイドライン港湾の詳細度の定義を表-2.7に示す。CIMガイドライン共通編の共通定義に従い、港湾分野の構造物(杭式栈橋)における詳細度の定義を示している。詳細度200では栈橋の構造形式が分かる程度で、モデル化対象は主構造程度で部材厚の情報は持たない。詳細度300では主構造の本体工(鋼杭)及び上部工の外形状及び配置を正確にモデル化する。詳細度400では詳細度300に加えて接続部構造や配筋を含め、また主な付属物(防舷材、係船柱)の配置と外形を含めてモデル化することとなっている。

(2) 港湾編の属性情報

港湾編の属性情報について、構造物モデルへの属性付与は設計段階で計画された物性情報、施工段階で管理される材料情報(ミルシート等、品質管理情報)、維持管理段階での活用情報となっている。また、構造物情報として必要とされる属性項目は、「港湾工事共通仕様書における品質管理基準、出来形管理基準、等を参考に必要とされる属性項目を標準とする」と記載されている⁹⁾。属性項目(例)として、プロジェクト情報(表-2.8)、現況地形(表-2.9)、コンクリート(表-2.10)、鉄筋、鋼材が記載されている。

表-2.7 構造物(杭式栈橋)の詳細度(参考)⁹⁾

詳細度	共通定義 ^{※1}	工種別の定義	
		構造物(栈橋)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。栈橋の配置が分かる程度の矩形形状もしくは線状のモデル。	
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、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リーブ ^{※2} 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。栈橋では、栈橋の構造形式が分かる程度のモデル。モデル化対象は主構造程度で部材厚の情報は持たない。地形との高さ関係から概ねの規模を想定してモデル化する。	
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(栈橋)計算結果を基に主構造をモデル化する。主構造は本体工(鋼杭)および上部工を指す。外形状および配置を正確にモデル化。	
400	詳細度 300 に加えて、附帯工、接続構造等の細部構造および配筋も含めて、正確に表現したモデル。	詳細度 300 に加えて接続部構造や配筋を含めてモデル化(栈橋)する。また、主な付属物(防舷材、係船柱)の配置と外形を含めてモデル化する。	
500	対象の現実の形状を表現したモデル	—	—

※1:「土木分野におけるモデル詳細度標準(案)【改訂版】(平成 30 年 3 月) 社会基盤情報標準化委員会 特別委員会 (http://www.jacic.or.jp/hyojun/modelyosaido_kaiteil.pdf)」より

※2:スリーブ・・・平面に描かれた図形をある基準線に沿って移動させて 3 次元化する技法のこと。

表-2.8 属性項目 (例) プロジェクト情報⁹⁾

●プロジェクト情報

工程	属性種別	属性名称
設計時、施工時、 維持管理時	プロジェクト情報	港湾名
		構造物名称
		構造物形式
		設計水深
		天端高
		施設延長
		上部工下端高
		施設番号
	ファイル添付 (設計計算書等)	ファイルリンク

表-2.9 属性項目 (例) 現況地形⁹⁾

●現況地形

工程	属性種別	属性名称
設計時	地形情報出典	測量年度
		測量業務名
		座標系
	ファイル添付 (ボーリングデータ等)	ファイルリンク

表-2.10 属性項目 (例) コンクリート⁹⁾

●コンクリート

工程	属性種別	属性名称
設計時	部材情報	ID
		構造物名称
部材名称 1		
部材名称 2		
部材名称 3		
設計、施工時	施工手順	打設ロット
設計時	品質管理基準情報	規格(設計基準強度)
施工時		コンクリート体積
		圧縮強度(目標)
		単位重量
		単位水量
		コンクリート温度
		打設時外気温
		スランプ
		塩化物含有量
		空気量
		コンクリート引き渡し時の 品質試験結果
		セメント生産者
		細骨材種類
		細骨材産地
		細骨材配合量
	粗骨材種類	
	粗骨材産地	
	粗骨材配合量	
	粗骨材最大寸法	
	混和剤種類	
	混和剤商品名	
	混和剤配合量	
	プラント名	
	製造業者名	
	備考 1	
	備考 2	
	ファイル添付 (試験成績書等)	ファイルリンク 1
		ファイルリンク 2
		ファイルリンク 3
維持管理	栈橋基本情報	栈橋管理番号
	点検履歴情報	点検時期
		点検業務名
		点検業者
		点検区分
		点検対象部材
	損傷種別情報	損傷の種類
		損傷程度
		対策区分の判定
		健全度の診断
	損傷状況情報	損傷図
		損傷写真
	補修・補強履歴情報	補修時期
		補修対象部材
		補修工法
備考 1		
備考 2		
点検台帳等添付	ファイルリンク 1	
	ファイルリンク 2	
	ファイルリンク 3	

(3) CIMモデル作成業務の実施概要

港湾分野では試行業務の開始にあたり、2018年10月に開催された「第6回港湾におけるICT導入検討委員会」にて、表2.11に示すとおり栈橋の実施概要を提示している¹⁰⁾。各地方整備局ではこの実施概要を参考にして試行業務の特記仕様書にCIMモデル作成範囲と詳細度を記載している。

3. モデル詳細度から CIM 活用促進に向けた検討

CIMモデルとは、構造物等の形状を3次元で立体的に表現した「3次元モデル」に部材等の名称、形状、物性値、数量等、その他付与が可能な情報「属性情報」を組み合わせたものである。この「3次元モデル」と「属性情報」を効率的かつ効果的に情報共有させることがCIMを活用する際に重要である。

この章では、「3次元モデル」を効率的かつ効果的に情報共有させるために、3次元モデルを作成する際の適切なモデルの種類（地形モデル、地質・土質モデル）と構造物モデルの詳細度及びモデル化内容を検討する。

3.1 適切な3次元モデルの検討方法

3次元モデルは調査・設計段階で作成され、施工段階で活用され、場合によっては現場状況及び施工方法に即したモデルの修正が行われ、そして最終的に維持管理段階で活用される。維持管理の期間は、設計期間や施工期間と比べ長期間である。2018年度に国総研で実施したアンケート¹¹⁾において維持管理者は、詳細度200程度の3次元モデルに点検記録等を属性情報として付与することで十分という意見や、施工完了時のモデルをそのまま使うなどといった意見があった。また、施工段階ではCIMモデルが設計図という位置づけから詳細度は必然的に高いものが求められる。

詳細度の高いモデルが必要な場合で詳細度の低いモデルを引き継いだ場合、例えば配筋の干渉チェックが必要な場合には配筋のない詳細度300の構造物モデルを引き継げば配筋を作成し、詳細度400に作り直す必要がある。また、詳細度の低いモデルで十分な場合、例えば詳細度200の施工ステップを作成する場合に詳細度300のモデルを引き継いでもそのモデルを詳細度200に作り直す必要はなく詳細度300のモデルをそのまま使うことができる。

表-2.11 栈橋の「CIMモデル作成業務の実施概要」¹⁰⁾

「CIMモデル作成業務」の実施概要							
ICT技術の全面的活用を図るため、CIM (Construction Information Modeling / Management) を導入し、 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 を目的にCIMモデルを作成する業務である。							
作成範囲	線形モデル	地形モデル	地質・土質モデル	道路形状モデル	構造物モデル	広域地形モデル	統合モデル
	—	○	○	—	○	—	○
※構造物モデルは、栈橋（上部工・本体工・付属工）、地形モデルは、海底地盤面を対象とする。							
詳細度	① 上部工は、数量算出や過密配筋部の検証を行うため「詳細度400」を基本としたモデルを作成。ただし、配筋モデルの作成範囲については、必要に応じて、監督職員と協議を行う。 ② 本体工（杭・ジャケット）は、「詳細度300」を基本としたモデルを作成。 ③ 付属工は、栈橋本体に関連する部分（渡版、係船柱、防舷材、車止め、電気防食）を「詳細度300」を基本としたモデルを作成。 ④ 施工計画の検討に際してモデルが必要な場合は、上記モデル以外に「詳細度200」を基本としたモデルを作成。 ⑤ 地形（海底地盤面）は、「詳細度200」を基本としたモデルを作成。 ⑥ 地質・土質は、「詳細度200」を基本としたモデルを作成。 ⑦ 統合モデルは、「詳細度200」を基本としたモデルを作成。						
モデルの構築環境	モデル作成には、CIMガイドライン対応ソフトウェアおよびLandXML対応ソフトウェアを使用						
関連費用	3次元モデルの作成に係る費用については計上していないため、監督職員と協議し、工期末日までに必要な費用を契約変更にて計上する。						

このことから施工段階での詳細度をそのまま維持管理段階に活用できると考えられる。そこで試行業務等での実績を踏まえて、施工段階で必要とする詳細度をアンケート調査で把握し、モデルの特徴を踏まえて、現時点における設計段階で作成する適切なモデルの詳細度等を検討する。

ここで、詳細度の検討において、将来3次元モデルのみの発注や、3次元モデルから部材の数量を算出することが標準になれば詳細度が高くなると考えられるが、現状は CIM 導入期であり CIM モデル作成に際して設計者に過度な負担をかけないことを念頭に置いて、現状での適切なモデルの詳細度等を検討する。

3.2 CIM 活用試行業務等のモデルの種類及びモデル詳細度

(1) CIM 活用試行業務等の概要

検討に使用した試行業務とモデル業務・工事を表-3.1 に示す。試行業務は10件の内、基本設計が3件、細部設計が6件、実施設計が1件であった。また、試行業務での主要な構造形式は、ジャケット式栈橋2件と直杭式栈橋1件、矢板式係船岸2件、橋梁（臨港交通施設）4件、土留鋼管矢板1件であった。

モデル工事はモデル業務で作成した CIM モデルを引き継ぎ活用している。構造形式は直杭式栈橋であった。

(2) 試行業務等のモデルの種類とモデル詳細度

表-3.2 に試行業務等で作成された地形モデルの種類及び地質・土質モデルの種類と構造物モデルの詳細度及びモデル化の補足事項を整理した。ただし、CIM ガイドライン港湾の対象施設外であった臨港交通施設の試行業務

は除外している。

a) 地形モデル

地形モデルの種類は、表-3.2を参考に水深図や設計水深から作成した海底地盤面（図-3.1）、UAVによる空撮や地上レーザスキャナ等を使用した周辺地形（図-3.2）、基盤地図情報等から取得した広域地形（図-3.3）の3つに種類に整理した。

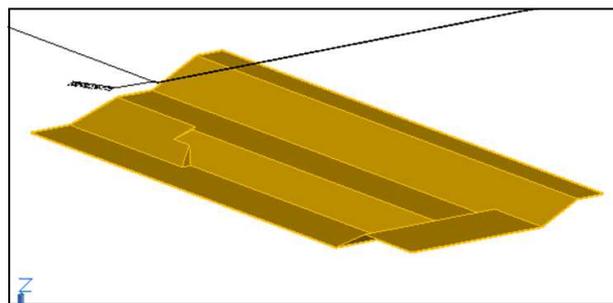


図-3.1 海底地盤面の事例（本牧栈橋）



図-3.2 周辺地形の事例（富山岸壁）

表-3.1 2018年度_試行業務及びモデル業務・工事一覧

No.	局名	略称	業務及び工事名	業務種別	主な構造形式
1	関東	本牧栈橋	横浜港本牧地区岸壁構造検討業務	基本設計	ジャケット式栈橋
2	関東	大黒矢板	横浜港大黒ふ頭地区岸壁(-12m)取付部基本設計	基本設計	土留鋼管矢板
3	北陸	富山岸壁	伏木富山港(富山地区)岸壁(-10m)(2号)(改良)取付部細部設計	細部設計	矢板式係船岸 (一部ケーソン)
4	中部	清水岸壁	清水日の出岸壁(-12m)(改良)詳細構造検討業務	細部設計	矢板式係船岸
5	中部	名古屋栈橋	名古屋港飛島ふ頭東地区岸壁(-15m)栈橋部撤去工実施設計	実施設計	栈橋
6	中国	徳山栈橋	徳山下松港下松地区栈橋(-19m)細部設計	細部設計	ジャケット式栈橋
7	中国	岩国臨港	岩国港臨港道路基本設計等業務	基本設計	橋梁
8	沖縄	那覇臨港1	那覇港(新港ふ頭地区)臨港道路(若狭港町線)詳細設計業務	細部設計	橋梁
9	沖縄	那覇臨港2	那覇港(新港ふ頭地区)臨港道路(若狭港町線)詳細設計業務(その2)	細部設計	橋梁
10	沖縄	那覇臨港3	那覇港(新港ふ頭地区)臨港道路(若狭港町線)詳細設計業務(その3)	細部設計	橋梁
11	近畿	舞鶴業務	舞鶴港第2ふ頭地区岸壁(-10m)細部設計業務	細部設計	栈橋
12	近畿	舞鶴工事	舞鶴港第2ふ頭地区岸壁(-10m)改良等工事	工事	栈橋

表-3.2 試行業務等におけるモデルの種類とモデル詳細度

業務名 (略称)	主な構造形式	業務種別	地形モデル	地質・土質モデル	構造物モデル								
					上部工				本体内				
					上部コンクリート	付属工			鋼杭	鋼管矢板	鋼矢板	ケーソン	
	係船柱	防舷材	車止め										
試行業務	本牧栈橋	ジャケツト式栈橋	基本	海底地盤面	準3次元地盤モデル サーフェスモデル	詳細度200	本体あり	本体あり	なし	詳細度300	—	—	—
						基本設計のため配筋なし	アンカーなし	アンカーなし	—	肉厚あり	—	—	
	大黒矢板	土留矢板	基本	海底地盤面	準3次元地盤モデル	—	—	—	—	—	詳細度200	—	—
						—	—	—	—	—	肉厚なし、継手なし	—	—
	富山岸壁	矢板式係船岸 (一部ケーソン)	細部	海底地盤面 周辺地形	ソリッドモデル	詳細度400	本体あり	本体あり	本体あり	—	—	詳細度300	詳細度300
						過密配筋部の配筋	アンカーあり	アンカーなし	アンカーなし	—	—	肉厚あり、継手あり	スリット、隔壁あり
清水岸壁	矢板式係船岸	細部	海底地盤面 広域地形	ソリッドモデル	詳細度400	本体あり	本体あり	なし	—	詳細度200	—	—	
					過密配筋部、標準部の配筋	アンカーあり	アンカーあり	—	—	肉厚なし、継手なし	—	—	
名古屋栈橋	直杭式栈橋	実施	海底地盤面	ボーリングモデル ソリッドモデル	詳細度200	なし	なし	なし	詳細度200	—	—	—	
					実施設計のため配筋なし	—	—	—	肉厚なし	—	—	—	
徳山栈橋	ジャケツト式栈橋	細部	海底地盤面	なし	詳細度400	なし	なし	なし	詳細度200	—	—	—	
					全ての配筋部分	—	—	—	肉厚なし	—	—	—	
モデル業務	舞鶴業務	栈橋土留矢板	—	ソリッドモデル	詳細度400	本体あり	なし	なし	詳細度300	—	詳細度300	—	
					全ての配筋部分	アンカーあり	—	—	肉厚あり	—	肉厚あり、継手あり	—	



図-3.3 広域地形の事例 (清水岸壁)

b) 地質・土質モデル

地質・土質モデルの種類は、表-3.2を参考にボーリングモデル（調査結果モデル）（以下、「ボーリングモデル」という。）（図-3.4），準3次元地盤モデル（準3次元地質断面図）（以下、「準3次元地盤モデル」という。）（図-3.5），3次元地盤モデル（サーフェスモデル）（以下、「サーフェスモデル」という。）（図-3.6），3次元地盤モデル（ソリッドモデル（B-Raps））（以下、「ソリッドモデル」という。）（図-3.7）の4つ種類に整理した。ボーリングモデルとサーフェスモデルを組合わせた事例（図-3.8），準3次元地盤モデルとサーフェスモデルを組合わせた事例（図-3.9）を参考に示す。

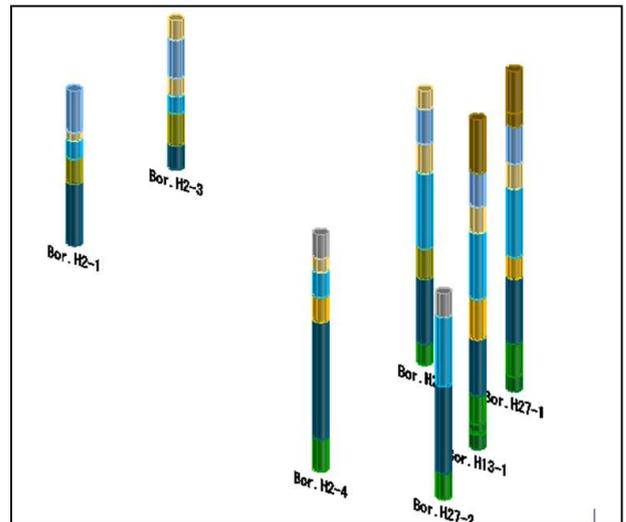


図-3.4 ボーリングモデルの事例 (名古屋栈橋)

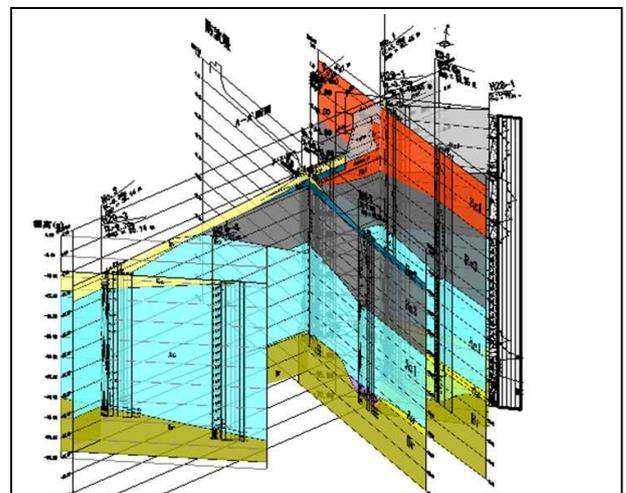


図-3.5 準3次元地盤モデルの事例 (大黒矢板)

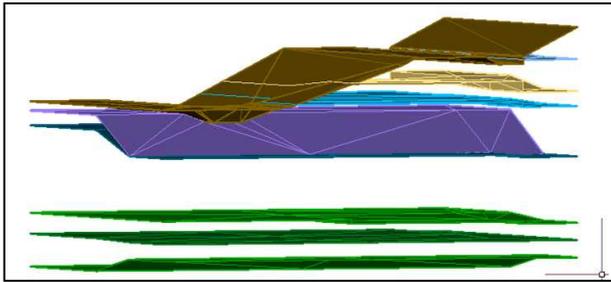


図-3.6 サーフェスモデルの事例（名古屋栈橋）

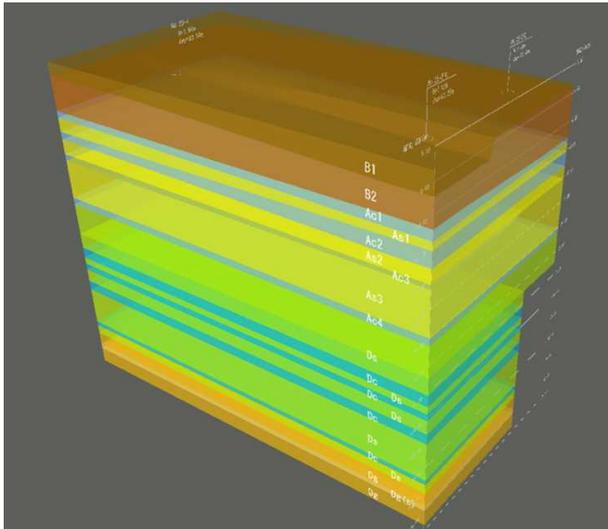


図-3.7 ソリッドモデルの事例（富山岸壁）

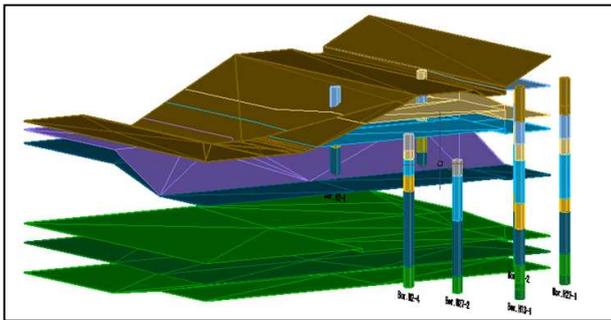


図-3.8 ボーリング+サーフェスモデルの事例（名古屋栈橋）

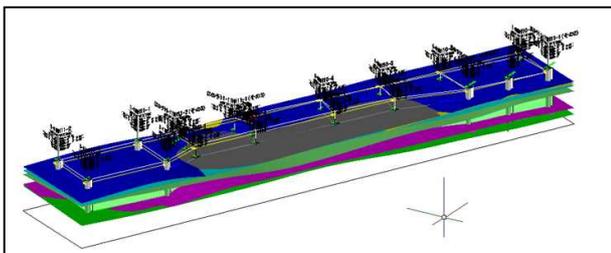


図-3.9 準3次元地盤モデル+サーフェスモデルの事例（本牧栈橋）

c) 構造物モデル（上部工）

構造物モデルの上部工は上部コンクリート工と付属工に分け、上部コンクリート工では詳細度と配筋のモデル化状況（図-3.10）を、付属工では本体とアンカー等のモデル化の状況（図-3.11）を整理した。

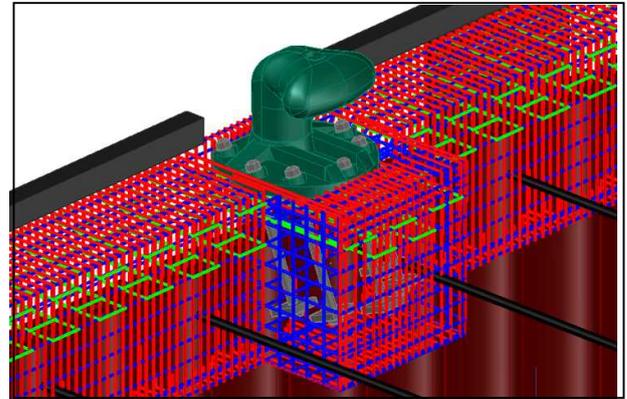


図-3.10 上部コンクリート工の詳細度400（過密配筋部）のモデル事例（清水岸壁）

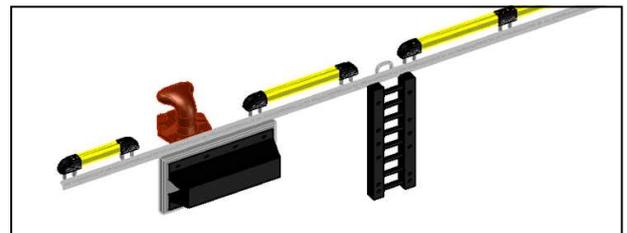


図-3.11 付属工のモデル事例（富山岸壁）

d) 構造物モデル（本体工）

構造物モデルの本体工は詳細度と継手等のモデル化の状況を整理した。試行業務等の事例を図-3.12～図-3.15に示す。

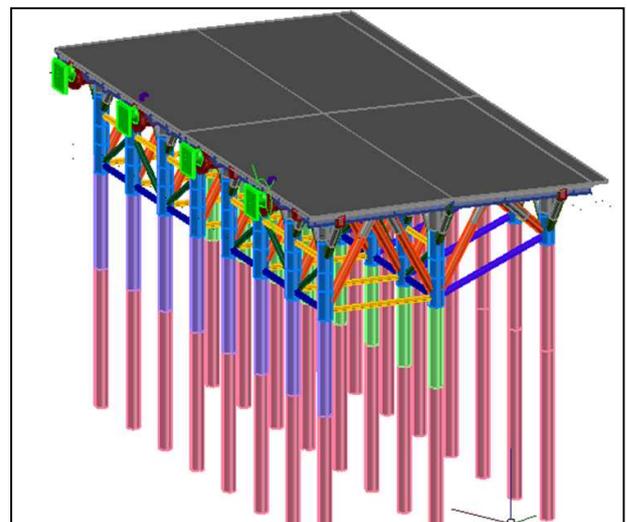


図-3.12 本体工（鋼杭）のモデル事例（本牧栈橋）

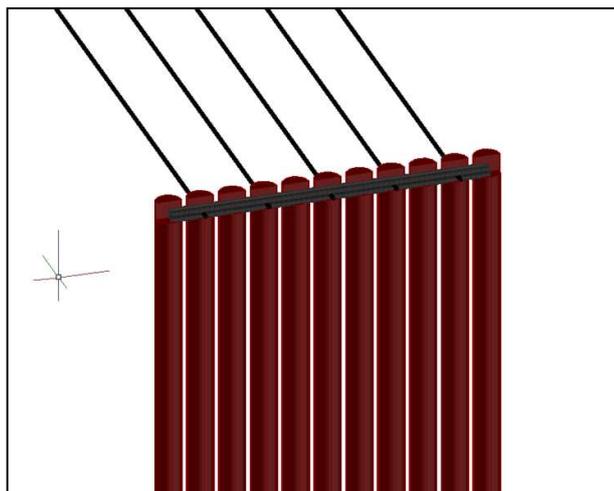


図-3.13 本体工（鋼管矢板）のモデル事例（清水岸壁）

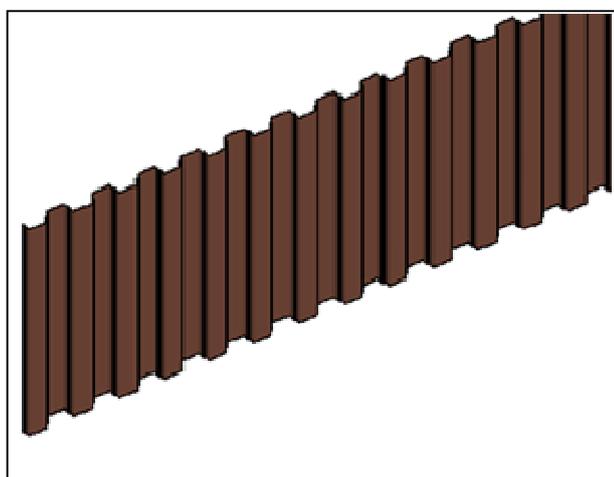


図-3.14 本体工（鋼矢板）のモデル事例（富山岸壁）

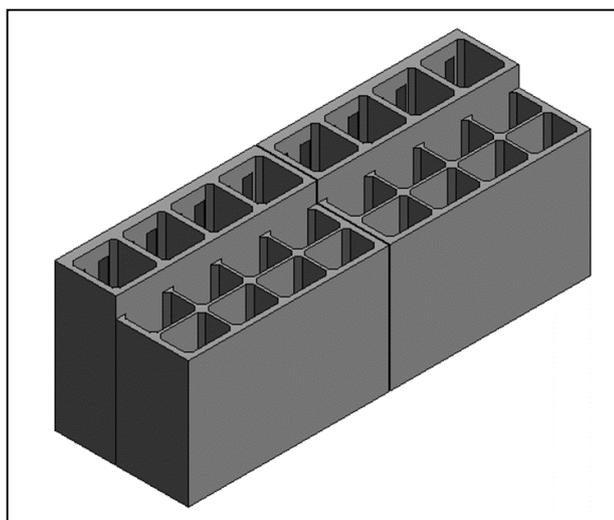


図-3.15 本体工（ケーソン）のモデル事例（富山岸壁）

(3) モデル工事におけるCIMデータの更新状況

モデル業務で作成されたCIMモデルをモデル工事へ引き継いだ後のCIMモデルの更新状況を表-3.3に整理した。モデル業務では、地質・土質モデルはソリッドモデルを作成、構造物モデルは詳細度400の上部工に係船柱をモデル化、本体工では詳細度300の鋼杭と鋼矢板をモデル化している。そして、モデル工事ではモデル業務のCIMデータから地形モデルの周辺地形と広域地形を追加、構造物モデルは付属工の防舷材と車止めを追加している。周辺地形は地上レーザスキャナとUAVによる航空写真より取得、広域地形はUAVによる航空写真と国土地理院の基盤地図情報より取得している。

表-3.3 モデル業務からモデル工事へのCIMモデルの更新状況

業務名 (略称)	地形モデル	地質・土質モデル	構造物モデル						
			上部工			付属工		本体工	
			上部コンクリート	係船柱	防舷材	車止め	鋼杭	鋼矢板	
モデル業務	なし	ソリッドモデル	詳細度400	あり	なし	なし	詳細度300	詳細度300	
モデル工事	[モデル追加] 周辺地形 広域地形	変更なし	変更なし	変更なし	モデル追加	モデル追加	変更なし	変更なし	

3.3 詳細度等に関するアンケート調査

適切な詳細度を検討するにあたり施工者のニーズを把握するために、詳細度に関する施工者へのアンケート調査（以下、「施工者アンケート」という。）を実施した。

- ・対象：CIM工事实績のある施工会社 2社2名ずつ計4名
- ・実施期間：2020年1月

施工者の視点から設計段階で作成して欲しいと考えるCIMモデルの詳細度、その他（表現が望ましい部材、付属工等）を把握するために、表-3.2に整理した試行業務等のモデルの種類と詳細度等の表現内容を参考にアンケートの選択肢を決めた。モデルの種類は、地形モデルでは海底地盤面、周辺地形、広域地形から選択、地質・土質モデルではボーリングモデル、準3次元地盤モデル、サーフェスモデル、ソリッドモデルから選択とした。構造物モデルは、上部工、本体工の各詳細度と、付属工では本体とアンカーボルト等の付属品、鋼杭等では継手と吊金具等の付属品¹²⁾、ケーソンでは吊鉄筋等の表現の必要性について調査した。各アンケートの回答は付録Aに示す。

3.4 港湾における地形モデルの活用検討

試行業務等で作成された地形モデルの種類と施工者アンケートより必要とされる地形モデルの種類を参考に港湾における地形モデルの活用について検討する。

(1) 試行業務等のモデル作成状況

試行業務等で作成された地形モデルの種類の集計結果を表-3.4に示す。該当した業務7件に対する各地形モデルを作成した件数の割合を示している。

海底地盤面が86%と一番高く、続いて広域地形が43%、周辺地形が14%であった(複数作成の業務があったため、和は100%にならない)。

表-3.4 地形モデルにおける試行業務等のモデル作成状況の割合

モデル名	地形モデル		
モデル種類	海底地盤面	周辺地形	広域地形
試行業務	86%	14%	43%

(2) 施工者アンケートによるモデル作成ニーズ

施工者アンケートで選択された地形モデルの種類の集計結果を表-3.5に示す。回答者4件に対する選択された各地形モデルの件数の割合を示している。

広域地形が100%と一番高く、続いて海底地盤面と周辺地形が75%であった。

表-3.5 地形モデルにおける施工者のモデル作成ニーズの割合

モデル名	地形モデル		
モデル種類	海底地盤面	周辺地形	広域地形
施工者 アンケート	75%	75%	100%

以下に回答理由を示す。()は回答。

・詳細設計においては従来の2次元図面で表現していた設計思想に関わるものについて同レベルで全て3次元化するべきと考える。(海底地盤面, 広域地形)

・施工時の重機計画, 運行経路の検討に活用するため。(周辺地形, 広域地形)

・①海底地盤面は数量算出に必要。また, 起工測量をした場合, 設計時との比較が可能。②架空線などの情報が含まれるなら施工検討に有益。設計時に想定している施工機械の配置できるかを事前確認可能。③関係各所(保安部, 漁港など)との協議時に周辺地形があった方が合意形成が容易。(全て選択)

・自然地形については受注前の段階でオープンデータ化してもらった方が良い。3次元計測をした場合も受注前の段階でそのデータをオープンデータ化してもらえば良い。

使った基盤地図情報が特定できるようにするのが望ましい。(全て選択)

(3) まとめ

海底地盤面は, 海上工事では潜水作業や作業船の使用, 杭打設時の杭の着底等, 海底深度の把握が必要である。また, 作業船の係留アンカーを配置するために周辺の海底地盤面もあると施工計画を立て易い。これより海底地盤面は作成範囲の対象として良いと考える。

周辺地形はフロントローディングの考えからも事前検討が可能となり施工計画に大いに役に立つが, 現地での点群取得には非常に労力と費用がかかる。架空線がある現場や搬入口, ヤードが狭い等の現場条件の場合には非常に有効ではあるが, 共通して周辺地形を必須とすることは過度な負担をかける恐れがある。そこで現場状況により周辺地形のモデル化の要否を決めることが良いと考えるので, 周辺地形のモデル化は必須とせず現場条件等により監督職員との協議とする。

広域地形は従来の2次元図面の位置図や全体図に相当する。また, 国土地理院の基盤地図情報等のホームページ上で簡易に取得でき, 設計者の負担も少ないと思われるので, 周辺地形はモデルの作成範囲の対象として良いと考える。

3.5 港湾における地質・土質モデルの活用検討

試行業務等で作成された地質・土質モデルの種類と施工者アンケートより必要とされる地質・土質モデルの種類を参考に港湾における地質・土質モデルの活用について検討する。

(1) 試行業務等のモデル作成状況

試行業務等で作成された地質・土質モデルの種類の集計結果を表-3.6に示す。該当した業務6件に対する各地質・土質モデルを作成した件数の割合を示している。

ソリッドモデルが67%と一番高く, 続いて準3次元地盤モデルが33%, ボーリングモデルとサーフェスモデルが17%であった(複数作成の業務があったため, 和は100%にならない)。

作成理由には, サーフェスモデルは杭の根入れ確認のため, ソリッドモデルは鋼矢板や地盤改良箇所の地層構成確認のためとのことであった。

表-3.6 地質・土質モデルにおける試行業務等のモデル作成状況の割合

モデル名	地質・土質モデル			
モデル種類	ボーリングモデル	準3次元地盤モデル	サーフェスモデル	ソリッドモデル
試行業務	17%	33%	17%	67%

(2) 施工者アンケートによるモデル作成ニーズ

施工者アンケートで選択された地質・土質モデルの種類の集計結果を表-3.7に示す。回答者4件に対する選択された各地質・土質モデルの件数の割合を示している。

サーフェスモデルが100%と一番高く、続いてボーリングモデルが75%、準3次元地盤モデルが50%、ソリッドモデルが25%であった。ソリッドモデルにおいては試行業務等が67%に対して施工者アンケートでは25%と下がったが、サーフェスモデルでは試行業務等が17%に対して施工者アンケートでは100%と上がった。

表-3.7 地質・土質モデルにおける施工者のモデル作成ニーズの割合

モデル名		地質・土質モデル			
モデル種類		ボーリングモデル	準3次元地盤モデル	サーフェスモデル	ソリッドモデル
施工者	アンケート	75%	50%	100%	25%

以下に回答理由を示す。

- ・詳細設計においては従来の2次元図面で表現していた設計思想に関わるものについて同レベルで全て3次元化すべきと考える。ただし、3次元地盤モデルは地質技術者の確認が必要。(ボーリングモデル、サーフェスモデル)
- ・施工検討に活用するため。(サーフェスモデル)
- ・ボーリングデータをモデル化するのは基本と考える。準3次元地盤モデルは視覚的に3次元地層構造を理解するのに有益。サーフェスモデルは構造物の杭が貫入しているかを評価するのが容易。ソリッドモデルは任意の断面で切断した時に地層の理解が容易であるのに加え、層別の掘削数量など算出に活用可能(全て選択)
- ・ソリッドモデルは互換性が乏しく、作り替えの手間を考えると今まだ必須としなくとも良いと思う。ビューア側の表現の使いやすさなどで選択させるなどで良い(ソリッドモデル以外選択)

(3) まとめ

ボーリングモデルは実際の地質・土質調査結果そのものを表現したモデルであり、全ての地質・土質モデルの基本データとなるので、作成範囲の対象として良いと考える。

次に準3次元地盤モデル、サーフェスモデル、ソリッドモデルであるが、CIMガイドラインに表-3.8のとおり留意点が記載されている⁹⁾。栈橋の鋼杭を考えた場合、サーフェスモデルは活用例にあるとおり支持層の貫入確認を視覚的に確認することが容易なので必要と考える。試行業務でも栈橋の鋼杭の根入れ管理のためにサーフェスモデルを作成している。準3次元地盤モデルは断面を配置した箇所以外の空間的な状況が分からないため、鋼杭の打設箇所の根入れ状況が分からないので鋼杭の施工には適さないと思われる。ソリッドモデルは層別の掘削数量等の体積計算や地層構成が容易に確認できる等のメリットがある。デメリットにはサーフェスモデルに比べてデータ容量が大きく作成時間を要することや各種標準技術が未整備などところがあり、ソリッドモデルは互換性が乏しく、モデルの修正に手間がかかるという施工者意見もあった。また、サーフェスモデルは試行業務等では作成割合が低かったが施工者のニーズは高かった。

これらを踏まえると栈橋等の杭の根入れ管理する工種にはサーフェスモデルが適すると思われる。よって、栈橋構造の場合にはボーリングモデルとサーフェスモデルを作成範囲の対象とすることが良いと考える。今回は根入れ管理を重点としたのでサーフェスモデルとしたが、準3次元地盤モデルやソリッドモデルも目的や工種によって必要になると思われるので、現場条件等により監督職員との協議とする。

表-3.8 準3次元地盤モデルと3次元地盤モデルのメリット・デメリットと活用例⁶⁾

種類	準3次元地盤モデル	3次元地盤モデル	
	準3次元地質断面図	サーフェスモデル	ソリッドモデル
メリット	・地質解釈に矛盾がある場合は比較的簡単に判明する	・ソリッドモデルに比べてデータ容量が小さく作成時間が短い	・1つの地盤をモデルを1つのソリッドモデルで表現できる ・体積計算や構造物モデルとの干渉計算が容易である
デメリット	・断面を配置した箇所以外の空間的な状況が分からない	・複数のサーフェスモデルを用いないと1つの地盤モデルを表現できない ・各種標準技術が未整備	・サーフェスモデルに比べてデータ容量が大きく作成時間を要する ・各種標準技術が未整備
活用例	—	・杭・基礎構造物が支持層に貫入されていることを視覚的に確認 ・地質・土質別の数量算出	・盛土の分布を把握して地盤改良の範囲設定 ・地質・土質別の数量算出

3.6 港湾における構造物モデルの活用検討

試行業務等で作成された構造物モデルの詳細度とモデル化の補足事項と施工者アンケートより必要とする詳細度とモデル化の補足事項を参考に港湾における構造物モデルの活用について検討する。

補足事項では、上部工の上部コンクリート工の詳細度400時の配筋の作成範囲の違いと付属品の付属品の作成範囲の違いを検討した。本土工では、鋼杭、鋼管矢板、鋼矢板の継手や付属品の作成範囲の違いとケーソンの吊鉄筋等の作成範囲の違いを検討している。

(1) 上部工

a) 試行業務等のモデル作成状況

試行業務等で作成された上部工の各詳細度の集計結果を表-3.9に示す。ただし、詳細度400については配筋のモデル化を「過密配筋部のみ作成」と「全て作成」に分けた。これは実施概要に「過密配筋部の検証」または「配筋モデルの作成範囲については必要に応じて」と記載さ

れており、業務によっては配筋と係船柱のアンカーボルト等の干渉を確認するため一部の配筋のモデル化を指示している場合もある。該当した業務4件に対する各詳細度で作成された件数の割合を示している。

詳細度400（過密配筋部）と詳細度400（全て配筋）が50%であった。詳細度300と詳細度200で作成した業務はなかった。

表-3.9 上部工における試行業務等の詳細度毎の作成割合

モデル名		構造物モデル			
工種/種別		上部工/上部コンクリート工			
詳細度		200	300	400	400
配筋状況		なし	なし	過密配筋部	全て配筋
試行業務	細部設計	0%	0%	50%	50%

b) 施工者アンケートによるモデル作成ニーズ

施工者アンケートで選択された上部工の各詳細度の集計結果を表-3.10に示す。回答者4件に対する選択された各詳細度の件数の割合を示している。

詳細度400（全て配筋）が50%と一番高く、続いて詳細度400（過密配筋部）と詳細度300が25%、詳細度200の回答はなかった。

表-3.10 上部工における施工者の詳細度ニーズの割合

モデル名		構造物モデル			
工種/種別		上部工/上部コンクリート工			
詳細度		200	300	400	400
配筋状況		なし	なし	過密配筋部	全て配筋
施工者	アンケート	0%	25%	25%	50%

以下に回答理由を示す。（ ）は回答。

- ・詳細設計においては従来の2次元図面で表現していた設計思想に関わるものについて同レベルで全て3次元化すべきと考える。ただし、2次元図面を併用する間は過密部のみ3次元化する。（詳細度400（過密配筋部））
- ・施工前の干渉の確認，作業員への説明に活用する。（詳細度400（全て配筋））
- ・設計段階で図面間不整合が無い状態であること。また、付属工取付場所での補強鉄筋が追加されたときの干渉検討には、全体のモデル化が望ましい。（詳細度400（全て

配筋))

・受注後すぐに施工ステップ図で施工検討出来れば助かる。配筋は施工時に調整するので、無駄になることが懸念される。参考程度と割り切って安価に描いてもらえるならあっても良いが、施工段階で配筋が入り得ることを証明したい場合についても、結局モデル通りの配筋ができるかどうかは保証されないの、やはり議論の余地がある。関連して、維持管理段階用にAS BUILD (出来形)で配筋モデルを残すのは負荷が大きいので計測システム等のデータや検査結果のデータをリンクするなど、他の工夫をしたい。(詳細度300)

c) まとめ

試行業務等では詳細度400(過密配筋部)と詳細度400(全て配筋)が同じであり、施工者は詳細度400(全て配筋)の方が多くあった。施工者アンケートでは詳細度300の回答もあり、施工ステップでの施工検討や配筋も変更前提になるので設計段階から表現する必要ないといった意見もあった。しかし、事前の過密配筋部での干渉チェックに一定の効果も出ているので詳細度400での配筋の作成は必要と考える。また、詳細度400で全ての配筋をモデル化することは、現状では過度な作業負担になり兼ねないとする。

これより今回の検討で詳細まで決めることは厳しく、現行のまま詳細度400を基本とするが、配筋モデルの作成範囲については必要に応じて監督職員と協議とする。

(2) 鋼管矢板

a) 試行業務等のモデル作成状況

試行業務等で作成された鋼管矢板の各詳細度の集計結果を表-3.11に示す。該当した業務1件に対する各詳細度で作成された件数の割合を示している。

詳細度200のみの該当であった。

表-3.11 鋼管矢板における試行業務等の詳細度毎の作成割合

モデル名		構造物モデル		
工種/細別		本体工/鋼管矢板		
詳細度		詳細度200	詳細度300	詳細度400
試行業務	細部設計	100%	0%	0%

また、表-3.12に試行業務等の鋼管矢板の継手と付属品

の作成状況を示す。該当する業務1件に対する継手と付属品の作成された件数の割合を示している。

詳細度200なので継手、付属品は作成されていなかった。

表-3.12 鋼管矢板における試行業務等のモデル化補足の作成割合

モデル名		構造物モデル	
工種/細別		本体工/鋼管矢板	
モデル化補足		継手	付属品
試行業務	細部設計	0%	0%

b) 施工者アンケートによるモデル作成ニーズ

施工者アンケートで選択された鋼管矢板の各詳細度の集計結果を表-3.13に示す。回答者4件に対する選択された各詳細度の割合を示している。

詳細度400が50%と一番高く、続いて詳細度200と詳細度300が25%の回答であった。

表-3.13 鋼管矢板における施工者の詳細度ニーズ

モデル名		構造物モデル		
工種/細別		本体工/鋼管矢板		
詳細度		詳細度200	詳細度300	詳細度400
施工者	アンケート	25%	25%	50%

また、表-3.14に施工者アンケートの鋼管矢板の継手と付属品の回答状況を示す。回答者4件に対する継手と付属品の選択された件数の割合を示している。

継手が75%と高く、付属品は50%の回答であった。

表-3.14 鋼管矢板における施工者のモデル化補足ニーズの割合

モデル名		構造物モデル	
工種/細別		本体工/鋼管矢板	
モデル化補足		継手	付属品
施工者	アンケート	75%	50%

以下に回答理由を示す。

・詳細設計においては従来の2次元図面で表現していた設計思想に関わるものについて同レベルで全て3次元化するべきと考える。(詳細度400)

・施工前の干渉の確認，作業員への説明に活用する。（詳細度400）

・鋼管の中をグラウト充填する場合などを考慮すると肉厚を持たない鋼管モデルは数量を算出できない．そのためモデルはソリッドではなく空中モデルであるべきである．また，複雑な形状箇所については継手モデルでの事前確認を望む．（詳細度300）

・受注後すぐに施工ステップ図で施工検討出来れば助かる．施工側の知見がないと決まらない部分は描かなくとも良い．（詳細度200）

c) まとめ

表-3.11，表-3.12と表-3.13，表-3.14を比較すると，試行業務等は詳細度200で継手や付属品なしのモデルの作成が多いのに対して，施工者は詳細度300から詳細度400で継手や付属品ありのモデルを必要としている割合が高く，今回のデータでは設計者は簡素に，施工者は詳細にモデル化という傾向であった．

ここで，鋼管矢板の部材を細かく区分すると，図-3.16に示すように鋼管本体，継手，付属品に分けることができる¹²⁾．また，付属品はさらに吊金具，先端補強バンド等に分けることができる．改めて詳細度の定義に従ってモデル化すると，詳細度300では「付帯工等の細部構造，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」とあるので鋼管本体（肉厚も表現）をモデル化することになり，詳細度400では鋼管本体に加えて継手と付属品をモデル化することになる．

施工者意見の中に「施工側の知見がないと決まらない部分は描かなくとも良い」という意見もあるように，設計段階で作成したモデルが施工段階の施工検討の中で変更されることがある．変更の可能性がある部材をモデル化することは設計者側からすると無駄な労力を費やしたことになり兼ねない．構造上必要な部材は施工の都合で変わることはほとんどないため，設計段階で作成したモデルはそのまま使用できるのでモデル化の無駄になることはないと考え．そこで，部材を施工時に変更のない構造上必要な部材と，施工時に変更される可能性のある施工上必要な部材に分けることで効率的なモデルの引き継ぎができるようになる．

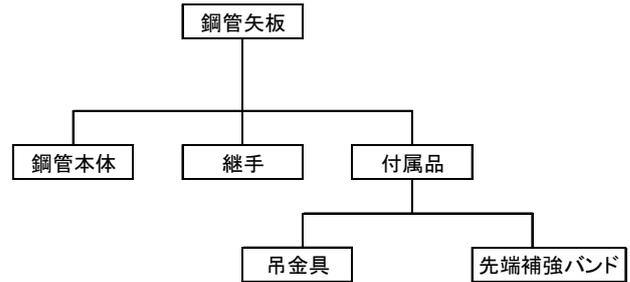


図-3.16 鋼管矢板の構造

これより設計段階における鋼管矢板のモデル化は，詳細度300に構造上必要な部材（継手等）をモデル化することが良いと思われる．

(3) 鋼杭

a) 試行業務等のモデル作成状況

試行業務等で作成された鋼杭の詳細度の集計結果を表-3.15に示す．該当した業務2件に対する各詳細度で作成された件数の割合を示している．

詳細度200と詳細度300が50%で，詳細度400で作成した業務はなかった．

表-3.15 鋼杭における試行業務等の詳細度毎の作成割合

モデル名		構造物モデル		
工種/細別		本体内/鋼杭		
詳細度		詳細度200	詳細度300	詳細度400
試行業務	細部設計	50%	50%	0%

また，表-3.16に試行業務等の鋼杭の継手と付属品のモデル化状況を示す．該当する業務2件に対する継手と付属品の作成された件数の割合を示しているが，作成した業務はなかった．

表-3.16 鋼杭における試行業務等のモデル化補足の作成割合

モデル名		構造物モデル	
工種/細別		本体内/鋼杭	
モデル化補足		継手	付属品
試行業務	細部設計	0%	0%

(b) 施工者アンケートによるモデル作成ニーズ

施工者アンケートで選択された鋼杭の各詳細度の集計

結果を表-3.17に示す。回答者4件に対する選択された各詳細度の割合を示している。

詳細度400が50%と一番高く、続いて詳細度200と詳細度300が25%であった。

表-3.17 鋼杭における施工者の詳細度ニーズ

モデル名		構造物モデル		
工種/細別		本体工/鋼杭		
詳細度		詳細度200	詳細度300	詳細度400
施工者	アンケート	25%	25%	50%

また、表-3.18に施工者アンケートの鋼管矢板の継手と付属品の回答状況を示す。回答者4件に対する継手と付属品の選択された件数の割合を示している。

継手が75%と高く、付属品は50%の回答であった。

表-3.18 鋼杭における施工者のモデル化補足ニーズの割合

モデル名		構造物モデル	
工種/細別		本体工/鋼杭	
モデル化補足		継手	付属品
施工者	アンケート	75%	50%

施工者アンケートでは鋼杭と鋼管矢板の仕様は同じということで回答は同じであったため、回答理由も同じであった。

c) まとめ

表-3.15、表-3.16と表-3.17、表-3.18を比較すると、設計者は詳細度200や詳細度300で継手や付属品なしのモデルに対して施工者は詳細300や詳細度400で継手や付属品ありのモデルを必要としている割合が高かった。

鋼杭と鋼管矢板はほぼ同じ仕様と考えると、鋼管矢板の考え方を適用できるので、現状の設計段階における鋼杭のモデル化は、詳細度300（構造上必要な部材（継手等）をモデル化）として問題ないと思われる。

(4) 鋼矢板

a) 試行業務等のモデル作成状況

試行業務等で作成された鋼矢板の各詳細度の集計結果を表-3.19に示す。該当した業務2件に対する各詳細度で

作成された件数の割合を示している。

詳細度300のみの該当で、詳細度200と詳細度400で作成した業務はなかった。

表-3.19 鋼矢板における試行業務等の詳細度毎の作成割合

モデル名		構造物モデル		
工種/細別		本体工/鋼矢板		
詳細度		200	300	400
試行業務	細部設計	0%	100%	0%

また、表-3.20に試行業務等の鋼矢板の継手の作成状況を示す。該当する業務2件に対する継手の作成件数の割合を示している。

継手は全てモデル化されていた。

表-3.20 鋼矢板における試行業務等のモデル化補足の作成割合

モデル名		構造物モデル
工種/細別		本体工/鋼矢板
モデル化補足		継手
試行業務	細部設計	100%

b) 施工者アンケートによるモデル作成ニーズ

施工者アンケートで選択された鋼杭の各詳細度の集計結果を表-3.21に示す。回答者4件に対する選択された各詳細度の件数の割合を示している。

詳細度400が50%と一番高く、続いて詳細度200と詳細度300が25%の回答であった。

表-3.21 鋼矢板における施工者の詳細度ニーズ

モデル名		構造物モデル		
工種/細別		本体工/鋼矢板		
詳細度		200	300	400
施工者	アンケート	25%	25%	50%

また、表-3.22に施工者アンケートで選択された鋼矢板の継手の回答状況を示す。回答者4件に対する継手に選択された件数の割合を示している。

継手は75%の回答であった。

表-3.22 鋼矢板における施工者のモデル化補足ニーズの割合

モデル名		構造物モデル
工種/細別		本体内工/鋼矢板
モデル化補足		継手
施工者	アンケート	75%

- ・詳細設計においては従来の2次元図面で表現していた設計思想に関わるものについて同レベルで全て3次元化するべきと考える。(詳細度400)
- ・施工前の干渉の確認, 作業員への説明に活用する。(詳細度400)
- ・線だけではなく厚みを持たせることは必須であると考ええる。また, 複雑な形状箇所については継手モデルでの事前確認を望む。(詳細度300)
- ・受注後すぐに施工ステップ図で施工検討出来れば助かる。施工側の知見がないと決まらない部分は描かなくとも良い。(詳細度200)

c) まとめ

鋼矢板も鋼管矢板と同じ考え方を適用すると, 詳細度300に構造上必要な部材のモデル化をすることになる。鋼矢板は付属品がなく, 継手も部材一体となっているので, 詳細度300で良いと思われる。ちなみに鋼矢板は付属品がないので詳細度300で外形形状を正確にモデル化すれば詳細度400に相当する。

(5) ケーソン

a) 試行業務等のモデル作成状況

試行業務等で作成されたケーソンの詳細度の集計結果を表-3.23に示す。該当した業務1件に対する各詳細度で作成された件数の割合を示しており, 詳細度300であった。

表-3.23 ケーソンにおける試行業務等の詳細度毎の作成割合

モデル名		構造物モデル		
工種/細別		本体内工/ケーソン		
詳細度		200	300	400
試行業務	細部設計	0%	100%	0%

また, 表-3.24に試行業務等のケーソンのモデル化の補足事項として隔壁, 吊鉄筋(引寄鉄筋), 摩擦増大マットの作成状況を示す。該当する業務1件に対する各補足事項の作成件数の割合を示している。

隔壁のみモデル化されていた。

表-3.24 ケーソンにおける試行業務等のモデル化補足の作成割合

モデル名		構造物モデル		
工種/細別		本体内工/ケーソン		
モデル化補足		隔壁	吊鉄筋(引寄鉄筋)	摩擦増大マット
試行業務	細部設計	100%	0%	0%

b) 施工者アンケートによるモデル作成ニーズ

施工者アンケートで選択されたケーソンの各詳細度の集計結果を表-3.25に示す。回答者4件に対する選択された詳細度の件数の割合を示している。

詳細度400が75%と一番高く, 続いて詳細度200が25%, 詳細度300はなかった。詳細度200の回答者は詳細度300でも良いとの回答であった。

表-3.25 ケーソンにおける施工者の詳細度ニーズ

モデル名		構造物モデル		
工種/細別		本体内工/ケーソン		
詳細度		200	300	400
施工者	アンケート	25%	0%	75%

また, 表-3.26に施工者アンケートのケーソンの補足事項の回答状況を示す。回答者4件に対する選択された補足事項の件数の割合を示している。

隔壁, 吊鉄筋(引寄鉄筋), 摩擦増大マットがそれぞ

れ75%であった。

表-3.26 ケーソンにおける施工者のモデル化補足ニーズの割合

モデル名		構造物モデル		
工種/細別		本体工/ケーソン		
モデル化補足		隔壁	吊鉄筋(引寄鉄筋)	摩擦増大マット
施工者	アンケート	75%	75%	75%

以下、回答理由を示す。()は回答。

- ・詳細設計においては従来の2次元図面で表現していた設計思想に関わるものについて同レベルで全て3次元化すべきと考える。干渉チェックに活用するため。(詳細度400)
- ・施工前の干渉の確認, 作業員への説明に活用する。(詳細度400)
- ・配筋も含めてモデル化しておくことが望まれる。また, 隔壁, 隔室は中詰め材料投入などの施工システム情報として必要。吊筋モデルも自動据付を見据えれば必要である。摩擦増大マットは構造上大切なので欠かせないと考える。(詳細度400)
- ・受注すぐに施工ステップ図で施工検討出来れば助かる。施工側の知見がないと決まらない部分は描かなくとも良い。(詳細度200)

c) まとめ

ケーソンは、ケーソン進水据付工を対象とする。ケーソンも鋼管矢板等と同じ考えで分けると、詳細度300に構造上必要なものとして隔壁, 摩擦増大マット, 施工上必要なものとして吊鉄筋(引寄鉄筋)が該当する。しかしケーソンは、別途ケーソン製作工で製作され、ケーソンは支給品となる。吊鉄筋は施工上必要なものではあるが変更することが出来ないでモデル化しても無駄にないと思われる。これより、ケーソン据付工では詳細度300に摩擦増大マットと吊鉄筋(引寄鉄筋)もモデル化することが良いと考えられる。

(6) 付属工(係船柱)

a) 試行業務等のモデル作成状況

試行業務等で作成された係船柱の各モデル作成範囲の集計結果を表-3.27に示す。該当した業務4件に対する各

モデル作成範囲の件数の割合を示している。

「本体+アンカーボルト+アンカー板」の作成が50%と一番高く、続いて「作成なし」と「本体+付属品全て」の作成が25%、「本体のみ」の作成の業務はなかった。

表-3.27 係船柱における試行業務等のモデル作成範囲の作成割合

モデル名		構造物モデル			
工種/種別		付属工/係船柱			
モデル作成範囲		なし	本体のみ	本体+アンカーボルト+アンカー板	本体+付属品全て
試行業務	細部設計	25%	0%	50%	25%

b) 施工者アンケートによるモデル作成ニーズ

施工者アンケートで選択された係船柱の各モデル作成範囲の集計結果を表-3.28に示す。回答者4件に対する各モデル作成範囲の件数の割合を示している。

「本体+付属品全て」の作成の回答が50%と一番高く、続いて「本体+アンカーボルト+アンカー板」と「本体のみ」の作成の回答が25%、「作成なし」の回答はなかった。

表-3.28 係船柱における施工者のモデル作成範囲ニーズの割合

モデル名		構造物モデル			
工種/種別		付属工/係船柱			
モデル作成範囲		なし	本体のみ	本体+アンカーボルト+アンカー板	本体+付属品全て
施工者	アンケート	0%	25%	25%	50%

以下に回答理由を示す。()は回答。

- ・詳細設計においては従来の2次元図面で表現していた設計思想に関わるものについて同レベルで全て3次元化すべきと考える。干渉チェックに活用するため。(本体+付属品全て)
- ・施工前の干渉の確認, 作業員への説明に活用する。(本体+付属品全て)
- ・付属工は施工者責任であり、設計時点では参考図に過ぎないとしても、施工可能かを事前に設計時点で確認を

望む。(本体+アンカーボルト)

・細かい部品については、形状は厳密でなくとも、1)部品の使われている位置がおおよそ記録され、2)型番が追えるようにしてあれば良いと思う。(本体のみ)

c) まとめ

試行業務等では「本体+アンカーボルト+アンカー板」までの作成が多いのに対して施工者では「本体+付属品全て」の作成を望む声が多かった。係船柱は基本的に参考図であるため施工段階では変更の可能性がある。しかし、参考図であっても鉄筋と干渉する可能性のある部分の干渉チェックは必要と考える。そのために本体に加えて干渉の可能性のあるアンカーボルト、アンカー板までモデル化することが望ましい。ただし、一般的に参考図となるため簡易なモデルとする。

(7) 付属工(防舷材)

a) 試行業務等のモデル作成状況

試行業務等で作成された防舷材の各モデル作成範囲の集計結果を表-3.29に示す。該当した業務4件に対する各モデル作成範囲の件数の割合を示している。

「作成なし」が50%と一番高く、「本体のみ」と「本体+アンカー」の作成が25%で、「本体+付属品全て」を作成している業務はなかった。

表-3.29 防舷材における試行業務等のモデル作成範囲の作成割合

モデル名		構造物モデル			
工種/種別		付属工/防舷材			
モデル作成範囲		なし	本体のみ	本体+ボルト	本体+付属品全て
試行業務	細部設計	50%	25%	25%	0%

b) 施工者アンケートによるモデル作成ニーズ

施工者アンケートで選択された係船柱の各モデル作成範囲の集計結果を表-3.30に示す。回答者4件に対する各モデル作成範囲の件数の割合を示している。

「本体+付属品全て」の作成の回答が50%と一番高く、続いて「本体+アンカーボルト+アンカー板」と「本体のみ」の作成の回答が25%、「作成なし」の回答はなかった。

表-3.30 防舷材における施工者のモデル作成範囲ニーズの割合

モデル名		構造物モデル			
工種/種別		付属工/防舷材			
モデル作成範囲		なし	本体のみ	本体+ボルト	本体+付属品全て
施工者	アンケート	0%	25%	25%	50%

回答理由は係船柱と同じである。

c) まとめ

防舷材も係船柱と同じで一般的に参考図であるため施工段階では変更の可能性がある。しかし、参考図であっても鉄筋と干渉する可能性のある部分の干渉チェックは必要と考える。また、防舷材の埋込栓やボルトは係船柱のアンカーボルトより寸法が小さいことが多い。これより本体に加えて、埋込栓やボルトは防舷材の規格に合わせて干渉チェックが必要な場合はモデル化するのが望ましい。ただし、一般的に参考図となるため簡易なモデルとする。

(8) 付属工(車止め)

a) 試行業務等のモデル作成状況

試行業務等で作成された車止めの各モデル作成範囲の集計結果を表-3.31に示す。該当した業務4件に対する各モデル作成範囲の件数の割合を示している。

「作成なし」が50%と一番高く、「本体のみ」と「本体+アンカーボルト」の作成が25%で、「本体+付属品全て」を作成している業務はなかった。

表-3.31 車止めにおける試行業務等のモデル作成範囲の作成割合

モデル名		構造物モデル			
工種/種別		付属工/車止め			
モデル作成範囲		なし	本体のみ	本体+アンカーボルト	本体+付属品全て
試行業務	細部設計	50%	25%	25%	0%

b) 施工者アンケートによるモデル作成ニーズ

施工者アンケートで選択された車止めの各モデル作成

範囲の集計結果を表-3.32に示す。回答者4件に対する各モデル作成範囲の件数の割合を示している。

「本体のみ」、「本体+アンカーボルト」、「本体+アンカーボルト+ナット」、「本体+付属品全て」の作成の回答がそれぞれ25%で、「作成なし」の回答はなかった。

表-3.32 車止めにおける施工者のモデル作成範囲ニーズの割合

モデル名		構造物モデル				
工種/種別		付属工/車止め				
モデル作成範囲		なし	本体のみ	本体+アンカーボルト	本体+アンカーボルト+ナット	本体+付属品全て
施工者	アンケート	0%	25%	25%	25%	25%

回答理由は係船柱と同じであった。

c) まとめ

車止めも係船柱と同じで一般的に参考図であるため施工段階では変更の可能性がある。しかし、参考図であっても鉄筋と干渉する可能性のある部分の干渉チェックは必要と考える。しかし、車止めのアンカーボルトは防舷材の埋込栓やボルトよりもさらに規格の小さい部材であり、配筋に干渉しても現場合わせ（鉄筋を少しずらす）程度で問題ないとする。これより、車止めは本体のみモデル化するのが望ましい。ただし、一般的に参考図となるため簡易なモデルとする。

3.7 CIMモデル作成業務の実施概要の改定案

3章4節、3章5節、3章6節より実施概要の改定案を表-3.33に示す。またこの実施概要は、栈橋を対象としているが、今回検討した鋼管矢板、鋼矢板、ケーソンは栈橋背後の土留部構造にも適用できるため実施概要に記載する。

表-3.33 「CIMモデル作成業務の実施概要」の改定案

「CIMモデル作成業務」の実施概要の改定案							
ICT技術の全面的活用を図るため、CIM (Construction Information Modeling / Management) を導入し、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を目的にCIMモデルを作成する業務である。							
作成範囲	線形モデル	地形モデル	地質・土質モデル	道路形状モデル	構造物モデル	広域地形モデル	統合モデル
	-	○	○	-	○	○	○
詳細度	※構造物モデルは、栈橋（上部工・本体内工・付属工）を対象とする。 ※地形モデルは、海底地盤面と広域地形モデルを対象とする。広域地形モデルは基盤地図情報等の提供された情報で良い。周辺地形は現場条件（架空線等の施工に支障をきたす恐れのある条件）により協議とする。 ※地質・土質モデルは、ボーリングモデル、サーフェスモデルを基本、対象とする。準3次元地盤モデル、ソリッドモデル等は目的、用途により協議とする。						
	① 上部工は、数量算出や過密配筋部の検証を行うため「詳細度400」を基本としたモデルを作成。ただし、配筋モデルの作成範囲については、必要に応じて、監督職員と協議を行う。 ② 本体内工（杭・ジャケット）は、「詳細度300」を基本としたモデルを作成。ただし、継手等の構造上必要な部材はモデル化する。 ③ 付属工は、栈橋本体に関連する部分（渡版、係船柱、防舷材、車止め、電気防食）を上部工の詳細度400の時に本体部分をモデル化する。ただし、配筋等に干渉の可能性のあるアンカーボルト等の付属品をモデル化する（係船柱必須、防舷材協議、車止め不要）。ただし、参考図の場合は簡易な形状で良い。 ④ 施工計画の検討に際してモデルが必要な場合は、上記モデル以外に「詳細度200」を基本としたモデルを作成。 ⑤ 本体内工（鋼管矢板、鋼矢板）は、「詳細度300」を基本としたモデルを作成。ただし、継手等の構造上必要な部材はモデル化する。 ⑥ 本体内工（ケーソン進水）は、「詳細度300」を基本としたモデルを作成。ただし、構造上必要な部材はモデル化する。しかし、ケーソンの場合、ケーソン製作時に配置される吊鉄筋等の変更のできない部材はモデル化する。						
モデルの構築環境	モデル作成には、CIMガイドライン対応ソフトウェアおよびLandXML対応ソフトウェアを使用						
関連費用	3次元モデルの作成に係る費用については計上していないため、監督職員と協議し、工期末日までに必要な費用を契約変更にて計上する。						

※改定内容を下線で示す。

4. 属性情報から CIM 活用促進に向けた検討

この章では、「属性情報」を効率的かつ効果的に情報を共有させるために、適切な属性項目について検討する。属性情報は、属性情報の付与方法と付与する属性項目があり、今回は属性項目に着目する。属性項目については CIM ガイドライン港湾に、共通事項であるプロジェクト情報(表-2.8)、現況地形(表-2.9)、コンクリート(表-2.10)、鉄筋、鋼杭の品質管理項目を中心に設計時、施工時、維持管理時に区分して属性項目(例)として記載されている⁹⁾。属性項目(例)の内容は、設計水深等の港湾特有の項目もあるが共通的な事項が多い。そこで、属性情報の活用を促進するため、港湾分野に適した属性項目の検討を行う。

4.1 適切な属性情報の検討方法

属性情報は、調査・設計段階で3次元モデルに付与し、設計段階で付与された項目を施工段階で更新、追加したものを維持管理段階で活用していく。属性情報は付与された部材の特性や状態等の情報から適切な点検診断、補修方法、改良設計等を検討するために維持管理段階で活用される。これより維持管理に必要な項目を3次元モデルに付与することが重要である。現在、施設を適切に維持するために策定される維持管理計画がある。維持管理計画書は設計や施工段階の情報も含まれており、維持管理計画書の内容を網羅することで全ての段階に必要な情報を活用することができる。

維持管理計画書は、維持管理の基本的な考え方や施設が置かれる諸条件等を取り纏めた総論、点検診断の時期や方法及び対象とする部材等を定めた点検診断計画、点検診断の結果等に基づく総合評価、維持工事等の時期及び方法等を定めた維持補修計画から構成されている¹³⁾。

4.2 属性情報の項目案の検討

(1) 維持管理計画書の項目内容の抽出

維持管理計画書に必要な項目は、港湾の施設の維持管理計画策定ガイドライン¹³⁾の3章維持管理計画書の内容および第2部作成事例¹⁴⁾に記載されており、構成に合わせて各章毎に抽出する。

I 章の総論には、維持管理の基本的な考え方や施設が置かれる諸条件等が示されている(表-4.1)。

表-4.1 I 章. 総論¹³⁾

①計画の目標
②維持管理の基本的な考え方 ・点検診断区分
③施設に関連する計画 ・港湾計画上の本施設の位置付け ・予防保全計画の概要
④施設の情報 ・基本情報 ・維持管理に必要な書類等の保管場所 ・設計条件等 ・施工履歴、補修履歴
⑤付随する施設 ・付随する施設の情報
⑥維持管理レベル ・維持管理レベル、維持管理の方針
⑦座標系、位置座標の設定 ・部材の座標系 ・位置座標
⑧初回点検結果の概要
⑨その他の配慮事項

II 章の点検診断計画には、点検診断の時期、方法及び対象とする部材等を定めるものが示されている(表-4.2)。

表-4.2 II 章. 点検診断計画¹³⁾

①点検診断計画の概要 ・点検診断の種類、項目、時期等
②点検診断の項目及び対象部材 ・点検診断項目、点検診断の種類
③点検診断の方法 ・点検診断の方法 ・適用するマニュアル等
④詳細定期点検診断の調査箇所 ・計測、分析等の実施位置

III 章の総合評価には、点検診断結果で得られた施設の変状に対する工学的知見・判断に基づく評価及び計画的かつ適切な維持工事等に向けた現場的・行政的判断に基づく評価が示されている。また、総合評価の結果を踏まえて、施設の維持管理に関する方針を示している(表-4.3)。

表-4.3 Ⅲ章. 総合評価¹³⁾

①点検診断の項目
・点検診断項目, 点検診断の種類
②点検診断結果(劣化度評価)
・劣化度
・計測, 分析結果
・劣化予測
③総合評価
・総合評価の結果

Ⅳ章の維持補修計画には, 施設の安全性, 重要性, 補修の難易度や実現性, 効果の持続性, 補修に係わる費用等を考慮して補修の時期や方法等を示している(表-4.4).

表-4.4 Ⅳ章. 維持補修計画¹³⁾

①補修の対象部材
②補修の検討
・補修工事の概要
③補修の概算費用
・想定される補修工事の概算費用
④維持補修計画
・補修の方法, 実施時期, 概算費用

(2) 維持管理に必要な追加項目の検討

上記の4章2節1項で抽出した項目以外に必要な項目を検討する。

詳細定期点検診断等の点検の際に基礎となるデータが必要な部材や不定期に変更(取替や劣化対策)の可能性のある部材の情報を追加する。表-4.5に追加項目を整理した。

- ①鋼材(鋼管杭, 鋼管矢板, 鋼矢板)
 - ・鋼材の肉厚測定を実施した際に当初の肉厚または履歴の肉厚測定結果等の情報が必要となる。
- ②陽極
 - ・陽極の消耗量測定を実施した際に当初の寸法または履歴の寸法, 設置時期等の情報が必要となる。
- ③鋼材の被覆防食
 - ・供用期間中に設置される可能性のある部材であり, 設置時期等の情報が必要となる。
- ④コンクリート(塩害対策)
 - ・港湾構造物は厳しい自然環境下に置かれるため, 塩害対策を目的とした補修工法が選定される場合が多くあるので塩害対策の有無や対策施工時期の情報が必要となる。

⑤防舷材

・防舷材は船舶の接岸等が原因で損傷する 경우가多く, 不定期に取替が実施される可能性があり, 設置時期等の情報が必要となる。

表-4.5 維持管理に必要な追加項目

部材名	項目
①鋼材 (鋼管杭, 鋼管矢板, 鋼矢板)	鋼材規格
	当初肉厚
②陽極	陽極規格
	当初寸法
	耐用年数
	設置時期
③鋼材被覆防食	工法
	設置時期
④コンクリート	塩害対策等の有無
	対策施工時期
⑤防舷材	防舷材規格
	設置時期
	移設状況

また, 位置座標についても主要基準点と補助基準点の情報のみなので施設の位置を特定する情報を追加する。これは施設のモデル化においても必要となる。

(3) 設計・施工段階での付与項目の検討

4章2節1項及び2項で挙げた項目の中で, 設計段階及び施工段階で付与可能な項目は各段階で付与することにより維持管理段階での省力化, 効率化が期待できる。

施工段階で付与できる項目を表-4.6に, 設計段階で付与できる項目を表-4.7に整理した。

設計段階では設計に必要な項目は港湾の施設の技術上の基準及び港湾構造物設計事例集を参考に, 施工段階では施工管理に必要な品質管理項目や出来形管理項目は港湾工事共通仕様書を参考とした。

表-4.6 設計段階で付与できる項目

属性名称		入力情報例、イメージ	設計段階で付与可能
港湾計画の内容	施設の規模(水深)	〇〇m	○
	施設の規模(延長)	〇〇m	○
港湾名		〇〇港	○
港格		重要港湾	○
地区名		〇〇地区	○
施設名称	設置者の施設名称	〇〇岸壁	○
施設番号		C-1-〇	○
施設の種類		係留施設(栈橋)	○
構造形式		直杭式栈橋	○
設計供用期間	期間	50年	○
供用期間(維持管理期間)	期間	50年	○
測量・設計図書	測量	〇〇年度〇〇測量	○
	土質調査	〇〇年度〇〇土質調査	○
	設計	〇〇年度〇〇設計	○
適用基準類		港湾基準(〇〇年版)	○
自然条件	潮位(基本水準面)	D.L.±〇.〇〇(m)	○
	潮位(H.W.L.)	D.L.±〇.〇〇(m)	○
	潮位(L.W.L.)	D.L.±〇.〇〇(m)	○
	潮位(R.W.L.)	D.L.±〇.〇〇(m)	○
	設計震度	kh=〇.〇〇	○
利用条件	対象船舶	〇〇DWT	○
	主な取扱貨物及び取扱貨物量	〇〇(千トン/年)	○
	上載荷重	〇.〇kN/m ²	○
構造特性	設計水深	〇〇(m)	○
	計画水深	〇〇(m)	○
	延長	〇〇(m)	○
	天端高(設計)	D.L.+〇〇(m)	○
	エプロン勾配	〇.〇(%)	○
	その他特記事項	(コメント等を入力)	○
材料特性	下部工(鋼材)	φ1000,t=〇	○
	下部工(被覆防食工)	ペトロラタム被覆	○
	下部工(電気防食工)	3.5A,50年耐用	○
	栈橋上部工(コンクリート)	〇〇コンクリート	○
	栈橋上部工(鉄筋)	鉄筋径等	○
	舗装	コンクリート舗装、t=〇(m)	○
	係船柱	〇〇t型	○
	防衝設備	V型防舷材、L=〇、H=〇	○
	車止め	材質、寸法	○
	はしご	材質、寸法	○
鋼材(鋼管杭、鋼矢板)	鋼材規格	φ1000、IVL型等	○
	元厚	〇.〇mm	○
陽極	陽極規格	3.5A	○
	当初寸法	断面寸法、長さ	○
	耐用年数	50年	○
鋼材被覆防食	工法	ペトロラタム被覆	○
コンクリート	塩害対策等の有無	表面被覆、電気防食等	○
防舷材	防舷材規格	V型、H=〇、L=〇	○
主要基準点・補助基準点の情報	X座標	X=〇〇〇.〇	○
	Y座標	Y=〇〇〇.〇	○
	Z座標	Z=〇〇〇.〇	○
	測量時期	〇〇年〇月	○
施設の位置を特定する情報(施設の四隅等)	測点名	NO.〇	○
	X座標	X=〇〇〇.〇	○
	Y座標	Y=〇〇〇.〇	○
	Z座標	Z=〇〇〇.〇	○
	測量時期	〇〇年〇月	○

表-4.7 施工段階で付与できる項目

属性名称		入力情報例、イメージ	施工段階で付与可能
設計供用期間	開始	1975年	○
	終了	2024年	○
供用期間(維持管理期間)	開始	1975年	○
	終了	2024年	○
測量・設計図書	測量	〇〇年度〇〇測量	●
	土質調査	〇〇年度〇〇土質調査	●
工事関係図書	下部工	〇〇年度〇〇築造工事	○
	上部工	〇〇年度〇〇築造工事	○
	その他	〇〇年度〇〇築造工事	○
構造特性	延長	〇〇(m)	■
	天端高(設計)	D.L.+〇〇(m)	■
	エプロン勾配	〇.〇(%)	●
	その他特記事項	(コメント等を入力)	■
材料特性	下部工(鋼材)	φ1000,t=〇	■
	下部工(被覆防食工)	ペトロラタム被覆	■
	下部工(電気防食工)	3.5A,50年耐用	■
	栈橋上部工(コンクリート)	〇〇コンクリート	■
	栈橋上部工(鉄筋)	鉄筋径等	■
	舗装	コンクリート舗装、t=〇(m)	■
	係船柱	〇〇t型	■
	防衝設備	V型防舷材、L=〇、H=〇	■
	車止め	材質、寸法	■
はしご	材質、寸法	■	
陽極	設置時期	1980年	○
鋼材被覆防食	設置時期	1985年	○
コンクリート	塩害対策等の有無	表面被覆、電気防食等	●
コンクリート	対策施工時期	2000年	○
防舷材	防舷材規格	V型、H=〇、L=〇	■
防舷材	設置時期	1998年	○
主要基準点・補助基準点の情報	X座標	X=〇〇〇.〇	●
	Y座標	Y=〇〇〇.〇	●
	Z座標	Z=〇〇〇.〇	●
	測量時期	〇〇年〇月	●
施設の位置を特定する情報(施設の四隅等)	測点名	NO.〇	●
	X座標	X=〇〇〇.〇	●
	Y座標	Y=〇〇〇.〇	●
	Z座標	Z=〇〇〇.〇	●
	測量時期	〇〇年〇月	●

○:新規に付与可能項目

●:更新の可能性のある項目

■:出来形や品質管理等の添付資料

4.3 属性情報の項目案の提案

4章2節で検討した属性情報の項目案を表-4.8~表-4.11に整理した。港湾の施設の維持管理計画策定ガイドラインより維持管理計画書に必要な項目と点検診断等で必要な情報を整理し、その中から設計段階と施工段階で付与可能な項目を整理した。

また、一覧表には属性項目を付与する際の設定単位を

記載している。

- ・施設：施設全体の情報として付与する項目
- ・部材-全体：上部工，鋼管杭など部材毎に一律の情報として付与する項目
- ・部材-詳細：鋼管杭1本ずつ，陽極1個ずつ，梁・床版1部材ずつ個別に情報を付与する項目
- ・部材-点検診断項目：エプロン（沈下・陥没），エプロン（損傷）のように部材毎に一律の情報として付与する項目
- ・基準点：基準点のオブジェクトを作成し，個別に情報を付与する項目
- ・測定箇所：測定箇所のオブジェクトを付与し，個別の属性を付与する項目

表-4.8～表-4.11に提示した属性情報の項目案は，「CIM導入ガイドライン（案）港湾編 3.4.4属性情報（2）付与する属性情報」に提案する。

また今後，これらの項目がCIMモデルに付与されることで維持計画書を別途作成するのではなく，CIMモデルが維持管理計画書の役割を担うことができると考える。

表-4.8 施設の基本的な情報：「I.総論」に関連する情報①

維持管理計画書の記載項目	属性種別	属性名称		入力情報例、イメージ	設計段階で付与可能	施工段階で付与可能	属性の設定単位※	
1 計画の目標(供用期間等)	※「4施設の情報」であわせて整理				—	—	省略	
2 維持管理の基本的考え方	点検診断区分	点検診断区分		重点点検診断施設	—	—	施設	
3 施設に関連する計画	港湾計画上の本施設の位置付け	港湾計画の内容	計画策定年	〇〇年	—	—	施設	
			改訂または一部変更の予定	予定あり/無し	—	—	施設	
			施設の規模(水深)	〇〇m	○	—	施設	
			施設の規模(延長)	〇〇m	○	—	施設	
			備考	—	—	—	施設	
	予防保全計画の概要	予防保全計画の内容	計画策定年	〇〇年	—	—	施設	
			対応方針(案)	対応方針(案)	—	—	施設	
4 施設の情報	基本情報	港湾名		〇〇港	—	—	施設	
		港格		重要港湾	—	—	施設	
		地区名		〇〇地区	—	—	施設	
		施設名称	設置者の施設名称	〇〇岸壁	—	—	施設	
		施設名称	港湾管理者の施設名称	〇〇岸壁	—	—	施設	
		施設番号		C-1-〇	—	—	施設	
		施設の種類の		係留施設(栈橋)	○	—	施設	
		構造形式		直杭式栈橋	○	—	施設	
		設計供用期間	開始	1975年	—	○	施設	
			終了	2024年	—	○	施設	
			期間	50年	○	—	施設	
		供用期間(維持管理期間)	開始	1975年	—	○	施設	
			終了	2024年	—	○	施設	
			期間	50年	○	—	施設	
		劣化度の判定の実施単位	実施単位	上部工1ブロックごと	—	—	施設	
			総ブロック数	12ブロック	—	—	施設	
		点検診断等の留意点(現場条件等)			(コメント等を入力)	—	—	施設
			維持工事等の留意点(施工条件等)		(コメント等を入力)	—	—	施設
		維持管理に必要な書類等の保管場所	測量・設計図書	測量	〇〇年度〇〇測量	○	—	施設
	土質調査			〇〇年度〇〇土質調査	○	—	施設	
	設計			〇〇年度〇〇設計	○	—	施設	
	工事関係図書		下部工	〇〇年度〇〇築造工事	—	○	施設	
			上部工	〇〇年度〇〇築造工事	—	○	施設	
			その他	〇〇年度〇〇築造工事	—	○	施設	
	初回点検診断等の点検診断結果			〇〇年度〇〇調査	—	—	施設	
	設計条件等	適用基準類		港湾基準(〇〇年版)	○	—	施設	
		自然条件	潮位(基本水準面)	D.L.±〇.〇〇(m)	○	—	施設	
			潮位(H.W.L.)	D.L.±〇.〇〇(m)	○	—	施設	
			潮位(L.W.L.)	D.L.±〇.〇〇(m)	○	—	施設	
			潮位(R.W.L.)	D.L.±〇.〇〇(m)	○	—	施設	
			設計震度	kh=〇.〇〇	○	—	施設	
		利用条件	対象船舶	〇〇DWT	○	—	施設	
			主な取扱貨物及び取扱貨物量	〇〇(千トン/年)	○	—	施設	
			土載荷重	〇.〇kN/m ²	○	—	施設	
		構造特性	設計水深	〇〇(m)	○	—	施設	
			計画水深	〇〇(m)	○	—	施設	
			延長	〇〇(m)	○	—	施設	
			天端高(設計)	D.L.+〇〇(m)	○	■	施設	
			エプロン勾配	〇.〇(%)	○	■	施設	
			その他特記事項	(コメント等を入力)	○	■	施設	
材料特性		下部工(鋼材)	φ1000,t=〇	○	■	部材-全体		
		下部工(被覆防食工)	ベトログラム被覆	○	■	部材-全体		
		下部工(電気防食工)	3.5A,50年耐用	○	■	部材-全体		
		栈橋上部工(コンクリート)	〇〇コンクリート	○	■	部材-全体		
		栈橋上部工(鉄筋)	鉄筋径等	○	■	部材-全体		
		舗装	コンクリート舗装、t=〇(m)	○	■	部材-全体		
		係船柱	〇〇t型	○	●	部材-全体		
		防衝設備	V型防舷材、L=〇、H=〇	○	●	部材-全体		
		車止め	材質、寸法	○	●	部材-全体		
		はしご	材質、寸法	○	●	部材-全体		

表-4.9 施設の基本的な情報：「I.総論」に関連する情報②

維持管理計画書の記載項目	属性種別	属性名称	入力情報例、イメージ	設計段階で付与可能	施工段階で付与可能	属性の設定単位※	
	部材情報	鋼材(鋼管杭、鋼欠板)	鋼材規格	φ1000, IVL型 等	○	—	部材-詳細
			元厚	○.○mm	○	—	部材-詳細
		陽極	陽極規格	3.5A	○	—	部材-詳細
			当初寸法	断面寸法、長さ	○	—	部材-詳細
			耐用年数	50年	○	—	部材-詳細
			設置時期	1980年	—	○	部材-詳細
		鋼材被覆防食	工法	ペトロラタム被覆	○	—	部材-詳細
			設置時期	1985年	—	○	部材-詳細
		コンクリート	塩害対策等の有無	表面被覆、電気防食等	○	—	部材-詳細
			対策施工時期	2000年	—	○	部材-詳細
		防舷材	防舷材規格	V型、H=○,L=○	○	●	部材-詳細
			設置時期	1998年	—	○	部材-詳細
			移設状況	2010年に(位置座標)より	—	—	部材-詳細
		施工履歴・補修履歴	施工履歴・補修履歴	時期	○○年	—	—
補修箇所	陽極			—	—	部材-全体	
補修内容	更新			—	—	部材-全体	
備考(工事名等)	○○年度○○工事			—	—	部材-全体	
5 付随する施設	付随する施設の情報	付随する施設の情報	施設名	○○泊地	—	—	施設
			施設番号	A-2-○	—	—	施設
			維持管理計画策定上の分類	通常点検診断施設	—	—	施設
			備考	(コメント等を入力)	—	—	施設
6 維持管理レベル	維持管理レベル、維持管理の方針	維持管理レベル	部材等の名称	鋼管杭	—	—	部材-全体
		維持管理レベル	維持管理レベル	I～III	—	—	部材-全体
7 座標系、位置座標の設定	部材の座標系	座標系	ブロック番号	10	—	—	部材-詳細
			部材の種類(座標系記号)	梁→B、鋼管杭→P	—	—	部材-詳細
			X軸方向座標	1	—	—	部材-詳細
			Y軸方向座標	2	—	—	部材-詳細
			位置座標	主要基準点・補助基準点の情報	X座標	X=○○○.○	○
	Y座標	Y=○○○.○			○	●	基準点
	Z座標	Z=○○○.○			○	●	基準点
	測量時期	○○年○月			○	●	基準点
	施設の位置を特定する情報(施設の四隅等)	測点名		NO.○	○	●	基準点
		X座標	X=○○○.○	○	●	基準点	
Y座標		Y=○○○.○	○	●	基準点		
Z座標		Z=○○○.○	○	●	基準点		
測量時期	○○年○月	○	●	基準点			
8 初回点検結果の概要	※「III総合評価」にてあわせて整理			—	—	省略	
9 その他の配慮事項	その他の配慮事項	維持工事等の配慮事項		(コメント等を入力)	—	—	施設
		補修優先順位の検討における配慮事項		(コメント等を入力)	—	—	施設

表-4.10 点検診断の体系・手法に関する情報：「Ⅱ.点検診断計画」に関連する情報

維持管理計画書の記載項目	属性種別	属性名称		入力情報例、イメージ	設計段階 で検討	施工段階 で検討	属性の設 定単位
1 点検診断計画の概要	点検診断の種類、項目、 時期等	点検診断の種類		一般定期点検診断	—	—	施設
		担当部所		〇〇事務所〇〇係	—	—	施設
		点検頻度もしくは実施条 件		1回/3年	—	—	施設
		点検診断方法		点検診断方法	—	—	施設
		点検診断項目		点検診断様式参照	—	—	施設
		点検診断の範囲及び位 置		点検診断計画参照	—	—	施設
		実施体制		港湾管理者/外部委託	—	—	施設
		点検記録様式		港湾管理者様式	—	—	施設
備考		(コメント等を入力)	—	—	施設		
2 点検診断の項目及び対 象部材	点検診断項目、点検診断 の種類	点検診断の項目		沈下、陥没	—	—	部材-全体
		点検診断項目の分類		I～Ⅲ類	—	—	部材-全体
		点検方法		目視 等	—	—	部材-全体
		点検診断の種類		日常/一般/詳細	—	—	部材-全体
		調査数量	単位		—	—	部材-全体
			数量		—	—	部材-全体
対象ブロック		〇(実施)/ー(対象外)	—	—	部材-ブ ロック		
3 点検診断の方法	点検診断の方法	※「2.点検診断の項目及 び対象部材」で整理			—	—	
	適用するマニュアル等	適用するマニュアル等		使用するハンドブック・JIS等	—	—	施設
4 詳細定期点検診断の調 査箇所	計測・分析等の実施位置 箇所	肉厚測定	実施箇所	〇(実施)/ー(対象外)	—	—	部材-詳細
			頻度	1回/10年	—	—	部材-詳細
			測定位置	測定深度・位置等	—	—	部材-詳細
		陽極消耗量測定	実施箇所	〇(実施)/ー(対象外)	—	—	部材-詳細
			頻度	1回/10年	—	—	部材-詳細
			測定位置	測定深度 等	—	—	部材-詳細
		塩化物イオン含有量測定	実施箇所	〇(実施)/ー(対象外)	—	—	部材-詳細
			頻度	1回/10年	—	—	部材-詳細
	測定位置	梁側面/下面 等	—	—	部材-詳細		
5 点検診断計画	年次計画	年次計画		次回以降の実施年	—	—	部材-全体

表-4.11 点検診断結果に関する情報：「Ⅲ.総合評価」に関連する情報

維持管理計画書の記載項目	属性種別	属性名称		入力情報例、イメージ	設計段階 で付与可 能	施工段階 で付与可 能	属性の設 定単位	
- 点検診断の項目	点検診断項目、点検診断 の種類	※「Ⅱ.点検診断計画」で 整理			—	—	省略	
- 点検診断結果(劣化度評 価)	劣化度	劣化度		a～d	—	—	部材-ブ ロック	
	計測・分析結果	鋼材肉厚測定	測定位置	対象部材座標	—	—	測定箇所	
			測定深度	-1.0m	—	—	測定箇所	
			測定肉厚	〇.〇mm	—	—	測定箇所	
		陽極消耗量調査	測定位置	対象部材座標	—	—	測定箇所	
			測定深度	-1.0m	—	—	測定箇所	
			測定寸法	断面寸法、長さ	—	—	測定箇所	
		電位測定	測定位置	測点No. 等	—	—	測定箇所	
			深度別測定結果	-〇〇	—	—	測定箇所	
		コンクリート塩化物イオン 量調査	測定位置	対象部材座標	—	—	測定箇所	
			表面からの深度	1cm,3cm,5cm...	—	—	測定箇所	
			深度別塩化物イオン量	1.2(kg/m3)	—	—	測定箇所	
		劣化予測	劣化度を用いた予測(マ ルコフ連鎖)	所定の状態までの残存年	〇年	—	—	部材-点検 診断項目
			鋼材腐食速度算出結果	年平均腐食量	〇.〇mm/y	—	—	測定箇所
			陽極残存年数予測	消失までの残存年	〇年	—	—	測定箇所
塩化物イオン量による残 存年数予測	2.0kg/m3までの残存年		〇年	—	—	測定箇所		
総合評価(点検診断)実 施年			2014年	—	—	施設		
- 総合評価	総合評価の結果	点検診断項目ごとの性能 低下度		A～D	—	—	部材-点検 診断項目	
		工学的知見・判断に基づ く評価	所見	(コメントを入力)	—	—	部材-点検 診断項目	
			措置の区分	緊急的措置、経過観察措 置等	—	—	部材-点検 診断項目	
		現場的・行政的判断に基づ く評価	所見	(コメントを入力)	—	—	部材-点検 診断項目	
			実施時期	2020年	—	—	部材-点検 診断項目	
		施設全体の性能低下度		A～D	—	—	施設	

表-4.12 維持管理・LCCに関する情報：「IV. 維持補修計画」に関連する情報

維持管理計画書の記載項目	属性種別	属性名称		入力情報例、イメージ	設計段階で付与可能	施工段階で付与可能	属性の設定単位
1 補修の対象部材	補修の対象部材	補修の内容		補修の理由、概要	—	—	部材-全体
		実施時期		2024年	—	—	部材-全体
2 補修の検討	補修工事の概要	補修工法		補修工法の名称	—	—	部材-全体
3 補修の概算費用	想定される補修工事の概算費用	補修の1回あたりの費用	対象数量	〇〇(m2)	—	—	部材-全体
			単価	〇〇(円/m2)	—	—	部材-全体
			補修費用	〇〇(円)	—	—	部材-全体
		補修の累計費用	(グラフ等で整理)	—	—	施設	
4 維持補修計画	補修の方法、実施時期、概算費用	ライフサイクルコスト		〇〇(円)	—	—	部材-全体
		年次計画(補修費用)	年度別費用	〇〇(円)	—	—	部材-全体

5. おわりに

本検討では、試行業務等の実績と施工者アンケート調査を踏まえて、現状での適切なモデルの種類と詳細度の実施概要の改定案を作成した。また、維持管理計画書に必要な項目を整理し、CIMガイドライン港湾編の属性情報の項目案を作成した。また、付録Bには今回の検討とは別途、3次元モデルに劣化判定の直接表示した事例を紹介している。

港湾分野におけるCIMの活用は始まったばかりであるが、次年度にはCIM導入ガイドライン(案)港湾編が改定予定であり、栈橋式構造から他構造へ拡大される。また3次元モデル表記標準(案)港湾編等の新たな要領案も策定される予定である。

今回の提案内容が次年度のCIM業務・工事に活用され、今後の要領等の改定に資することを期待する。

(2020年2月12日受付)

謝辞

最後に本検討にあたって、アンケート調査及びヒアリングにご協力頂いた建設会社及び建設コンサルタントの方々には、貴重なご意見を頂きました。ここに記して深く感謝いたします。

参考文献

- 1) i-Construction委員会：i-Construction～建設現場の生産性革命～，2016，<http://www.mlit.go.jp/common/001127288.pdf>，(2020.2.14アクセス)。
- 2) BIM/CIM推進委員会：第2回委員会資料(資料4)，2019，<http://www.mlit.go.jp/common/001286930.pdf>，(2020.2.14アクセス)。
- 3) 国土交通省大臣官房技術調査課：BIM/CIM講演会(2019東京第二回)配布資料，2020，<https://bimcim.org/gdsy/>，(2020.2.14アクセス)。

- 4) BIM/CIM推進委員会：第2回委員会資料(資料2)，2019，<http://www.mlit.go.jp/common/001286927.pdf>，(2020.2.14アクセス)。
- 5) 国土交通省港湾局：港湾におけるICT導入検討委員会，第8回委員会資料，2019，<http://www.mlit.go.jp/kowan/content/001316994.pdf>，(2020.2.14アクセス)。
- 6) 国土交通省：CIM導入ガイドライン(案)第1編 共通編 令和元年5月，2019，<http://www.mlit.go.jp/common/001289030.pdf>，(2020.2.14アクセス)。
- 7) 国土交通省大臣官房技術調査課：初めてのBIM/CIM，2019，http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bimcim/bimcim1stGuide_R0109__hidaritojiryomen_0909.pdf，(2020.2.14アクセス)。
- 8) 国土交通省：CIM推進委員会，第1回委員会資料，2016，<http://www.mlit.go.jp/tec/it/pdf/shiryoku1.pdf>，(2020.2.14アクセス)。
- 9) 国土交通省港湾局：CIM導入ガイドライン(案)港湾編 平成31年3月，2019，<http://www.mlit.go.jp/common/001281860.pdf>，(2020.2.14アクセス)。
- 10) 国土交通省港湾局：港湾におけるICT導入検討委員会，第6回委員会資料，2018，<http://www.mlit.go.jp/common/001260633.pdf>，(2020.2.14アクセス)。
- 11) 吉田英治，井山繁：港湾分野におけるCIM導入促進に向けた検討，国土技術政策総合研究所 第1067号，2019。
- 12) 一般社団法人鋼管杭・鋼矢板技術協会：鋼管杭・鋼管矢板の附属品の標準化，2015，<http://www.jaspp.com/shiryoku/pdf/standardization10.pdf>，(2020.2.14アクセス)。
- 13) 国土交通省港湾局：港湾の施設の維持管理計画策定ガイドライン【第1部 総論】，2015，<http://www.mlit.go.jp/common/001087609.pdf>，(2020.2.14アクセス)。
- 14) 国土交通省港湾局：港湾の施設の維持管理計画策定ガイドライン【第2部 作成事例】，2015，

<http://www.mlit.go.jp/common/001087612.pdf>,
(2020.2.14アクセス) .

- 15) 国土交通省港湾局：港湾の施設の点検診断ガイドライン【第1部 総論】，2018，
<http://www.mlit.go.jp/common/001238900.pdf>,
(2020.2.14アクセス) .
- 16) 国土交通省港湾局：港湾の施設の点検診断ガイドライン【第2部 実施要領】，2018，
<http://www.mlit.go.jp/common/001238903.pdf>,
(2020.2.14アクセス) .

付録 A 施工者アンケート調査回答

◎施工段階で必要と考える(設計段階で作成してほしい)モデル詳細度またはモデル種類を下記より選択し、その理由をお書きください。
また、補足回答欄にはモデル化が望ましいものに○をつけて下さい。

		地形モデル	地質・土質モデル	構造物モデル							
				上部工			本体工				
				上部コンクリート	付属工			鋼杭	鋼管矢板	鋼矢板	ケーソン
			係船柱	防舷材	車止め						
アンケート 選択肢	①	海底地盤面	ボーリングモデル	200	本体	本体	本体	200	200	200	200
	②	周辺地形(3次元計測より取得)	準3次元地盤モデル	300	アンカーボルト	ボルト	アンカーボルト	300	300	300	300
	③	広域地形(基盤地図情報等より取得)	3次元地盤モデル(サーフェスモデル)	400(過密配筋部のみ配筋)	アンカー板	埋込柱	ナット	400	400	400	400
	④	—	3次元地盤モデル(ソリッドモデル)	400(全ての配筋)	ナット	座金(ワッシャー)	座金(ワッシャー)	—	—	—	—
	⑤	—	—	—	座金(ワッシャー)	—	—	—	—	—	—
	⑥	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	⑦	上記以外	上記以外	上記以外	上記以外	上記以外	上記以外	上記以外	上記以外	上記以外	上記以外
選択方法	複数選択可	複数選択可	一つ選択	複数選択可	複数選択可	複数選択可	一つ選択	一つ選択	一つ選択	一つ選択	
回答者①	回答(①~⑦)を選択	①③	①③	とりあえず③→いずれ④に移行	①②③④⑤	①②③④	①②③④	③	③	③	③
	⑦選択の場合の内容										
	補足回答(モデル化が望ましいものに○をつける)							①.肉厚 ②.継手 ③.吊金具 ④.補強バンド	①.肉厚 ②.継手 ③.吊金具 ④.補強バンド	①.肉厚 ②.継手	①.隔壁 ②.吊鉄筋(引寄筋) ③.摩擦増大マット
その理由	詳細設計においては、従来の2次元図面で表現していた設計思想に関わるものについて、同レベルで全て3次元化すべきと考える	同左(ただし、3次元地盤モデルは地質技術者の確認が必要)	同左(ただし、2次元図面を併用する間は過密部のみ3次元)	同左(干渉チェックに活用するため)	同左(干渉チェックに活用するため)	同左(干渉チェックに活用するため)	同左	同左	同左	同左	
回答者②	回答(①~⑦)を選択	①~③	①~④	④	①、②は必須	①、②は必須	①、②は必須	②	②	②	③
	⑦選択の場合の内容										
	補足回答(モデル化が望ましいものに○をつける)							①.肉厚 ②.継手 ③.吊金具 ④.補強バンド	①.肉厚 ②.継手 ③.吊金具 ④.補強バンド	①.肉厚 ②.継手	①.隔壁 ②.吊鉄筋(引寄筋) ③.摩擦増大マット
その理由	①海底地形は数量算出に必要。また、起工測量をした場合、設計時との比較が可能。 ②架空線などの情報が含まれるなら施工検討に有益。設計時に想定している施工機械の配置できるかを事前確認可能。 ③関係各所(保安部、漁協など)との協議時に周辺地形があった方が合意形成が容易。	①ボーリングデータをモデル化するのとは基本と考える。 ②準3次元地盤断面は視覚的に3次元地層構造を理解するのに有益。 ③サーフェスモデルは構造物の杭が貫入しているかを評価するが容易。 ④ソリッドモデルは任意の断面で切断した時に地層の理解が容易であるのに加え、層別の掘削数量など算出に活用可能。	④設計段階で図面間不整合が無い状態であること、また、付属工取付場所での補強鉄筋が追加されたときの干渉検討には、全体のモデル化が望まれる。	②付属工は施工者責任であり、設計時点では参考図に過ぎないとしても、施工可能かを事前に設計時点で確認を望む。	②付属工は施工者責任であり、設計時点では参考図に過ぎないとしても、施工可能かを事前に設計時点で確認を望む。	②付属工は施工者責任であり、設計時点では参考図に過ぎないとしても、施工可能かを事前に設計時点で確認を望む。	②鋼管の中をグラウト充填する場合などを考慮すると、肉厚を持たない鋼管モデルは数量算出ができない。そのため、モデルはソリッドではなく中空モデルであるべきである。また、複雑な形状箇所については継手モデルでの事前確認を望む。	②鋼管の中をグラウト充填する場合などを考慮すると、肉厚を持たない鋼管モデルは数量算出ができない。そのため、モデルはソリッドではなく中空モデルであるべきである。また、複雑な形状箇所については継手モデルでの事前確認を望む。	②線ではなく厚みを持たせることは必須である。また、複雑な形状箇所については継手モデルでの事前確認を望む。	③配筋も含めてモデル化しておくことが望まれる。また、隔壁、隔壁は中詰め材料投入などの施工システム情報として必要。吊筋モデルも自動据付を見据えれば必要な情報である。摩擦増大マットは構造上大切なので欠かせないと思う。	

◎施工段階で必要と考える(設計段階で作成してほしい)モデル詳細度またはモデル種類を下記より選択し、その理由をお書きください。 また、補足回答欄にはモデル化が望ましいものに○をつけて下さい。											
アンケート	選択肢	地形モデル	地質・土質モデル	構造物モデル							
				上部工			本体内				
				上部コンクリート	付属工		鋼杭	鋼管矢板	鋼矢板	ケーソン	
	係船柱	防眩材	車止め								
	①	海底地盤面	ボーリングモデル	200	本体	本体	本体	200	200	200	200
	②	周辺地形(3次元計測より取得)	準3次元地盤モデル	300	アンカーボルト	ボルト	アンカーボルト	300	300	300	300
	③	広域地形(基盤地図情報等より取得)	3次元地盤モデル(サーフェスモデル)	400 (適密配筋部のみ配筋)	アンカー板	埋込栓	ナット	400	400	400	400
	④	—	3次元地盤モデル(ソリッドモデル)	400 (全ての配筋)	ナット	座金(ワッシャー)	座金(ワッシャー)	—	—	—	—
	⑤	—	—	—	座金(ワッシャー)	—	—	—	—	—	—
	⑥	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	⑦	上記以外	上記以外	上記以外	上記以外	上記以外	上記以外	上記以外	上記以外	上記以外	上記以外
	選択方法	複数選択可	複数選択可	一つ選択	複数選択可	複数選択可	複数選択可	一つ選択	一つ選択	一つ選択	一つ選択
回答者③	回答(①~⑦)を選択	②③	③	④	①②③④⑤	①②③④	①②③	③	③	③	③
	⑦選択の場合の内容										
	補足回答 (モデル化が望ましいものに○をつける)							①肉厚 ②継手 ③吊金具 ④補強バンド	①肉厚 ②継手 ③吊金具 ④補強バンド	①肉厚 ②継手	①隔壁 ②吊鉄筋(引寄筋) ③摩擦増大マット
その理由	施工時の重機計画、運行経路の検討に活用するため	施工検討に活用するため	施工前の干渉の確認、作業員への説明に活用する	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
回答者④	回答(①~⑦)を選択	①②③	①②③	②	①	①	①	①②(でも良い)	①②(でも良い)	①②(でも良い)	①②
	⑦選択の場合の内容										
	補足回答 (モデル化が望ましいものに○をつける)							1. 肉厚 2. 継手 3. 吊金具 4. 補強バンド	1. 肉厚 2. 継手 3. 吊金具 4. 補強バンド	1. 肉厚 2. 継手	1. 隔壁 2. 吊鉄筋(引寄筋) 3. 摩擦増大マット
その理由	自然地形については、受注前の段階で、オープンデータ化してもらったが良い。3次元計測をした場合も、受注前の段階で、そのデータをオープンデータ化してもらえば良い。使った基盤地図情報が特定できるようにするのが望ましいと思う。	④のソリッドは互換性が乏しく、作り替えの手間を考えると今はまだ必須となくとも良いと思う。ビュー側の表現の使いやすさで選択させるなど良い。	受注後すぐに4Dのステップ図で施工検討出来れば助かる。③④配筋は施工時に調整するのが、むだになることが懸念される。参考程度と割り切って安価に描いてもらえるならあっても良いが、施工段階で十分な費用を付けて描くほうが無駄が防げる。設計段階で配筋が入り得ることを証明したい場合についても、結局モデル通りの配筋ができるかどうかは保証されないの、やはり議論の余地がある。関連して、維持管理段階用にAS BUILT(出来形)で配筋モデルを残すのは負荷が大きいため計測システム等のデータをリンクするなど、他の工夫をしたい。	細かい部品については、形状は厳密でなくとも、1)部品の使われている位置がおおよそ記録され、2)型番が追えるようにしてあれば良いと思う。	細かい部品については、形状は厳密でなくとも、1)部品の使われている位置がおおよそ記録され、2)型番が追えるようにしてあれば良いと思う。	細かい部品については、形状は厳密でなくとも、1)部品の使われている位置がおおよそ記録され、2)型番が追えるようにしてあれば良いと思う。	受注後すぐに4Dのステップ図で施工検討出来れば助かる。施工側の知見がないと決まらない部分は描かなくとも良い。	受注後すぐに4Dのステップ図で施工検討出来れば助かる。施工側の知見がないと決まらない部分は描かなくとも良い。	受注後すぐに4Dのステップ図で施工検討出来れば助かる。施工側の知見がないと決まらない部分は描かなくとも良い。	受注後すぐに4Dのステップ図で施工検討出来れば助かる。施工側の知見がないと決まらない部分は描かなくとも良い。	

付録 B CIMモデルにおける維持管理の活用例

係留施設の点検診断時の部材の劣化度判定¹⁵⁾を3次元モデルに直接表示した場合の事例を紹介する。なお、点検診断の劣化度の表示はCADの一般的な機能である画層機能を使い、画層の表示・非表示の切り替えで表現している。

B.1 3次元モデルの劣化度判定の直接表示の例

モデル化する直杭式棧橋の標準断面図を図-B.1に示す。また、標準断面図を基に詳細度200から300程度でモデル化した3次元モデルを図-B.2に示す。全体の外形形状が分かるように上部工は詳細度300、本体工は詳細度200、付属工は空中や水中に目視できる形状をモデル化している。配筋や係船柱のアンカーボルト等の外観から目視できない部材は表現していない。

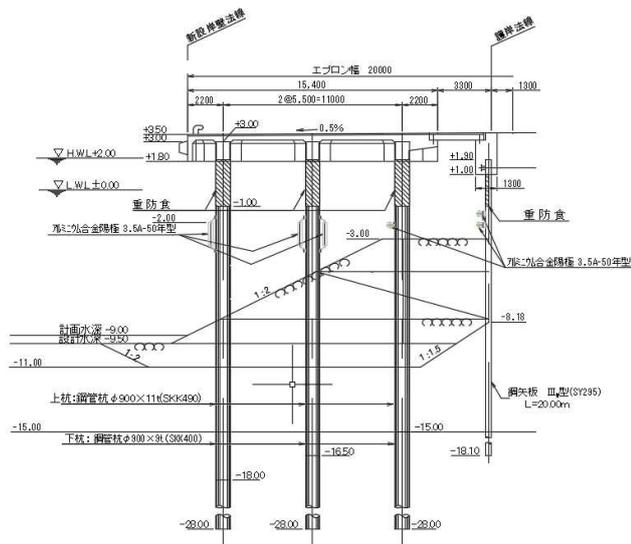


図-B.1 直杭式棧橋の標準断面図

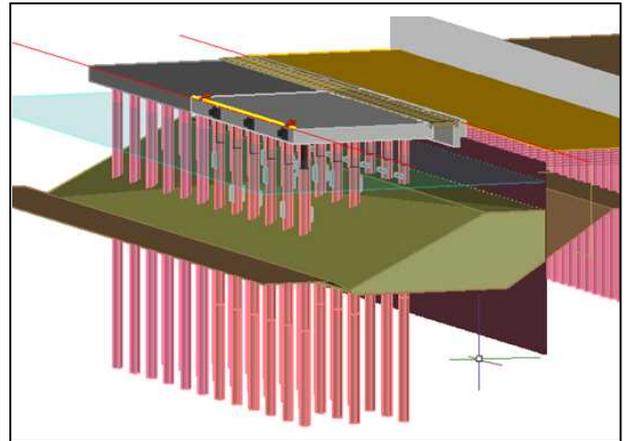


図-B.2 直杭式棧橋の3次元モデル

この3次元モデルを使って点検診断結果の劣化度判定を直接表示する。点検診断項目を表-B.1に示す。点検診断項目は棧橋の一般定期点検診断及び詳細定期点検診断の部材の劣化度判定a, b, c, dの評価ができる項目とした。劣化度判定の表示色を表-B.2に示す。

表-B.1 棧橋の一般及び詳細点検診断時の劣化度判定 a, b, c, dの点検項目¹⁶⁾

点検診断項目	劣化度判定の点検項目(a,b,c,d判定)	
	一般点検	詳細点検
法線全体	凹凸, 出入り	—
エプロン	沈下, 陥没 コンクリート等の劣化, 損傷等	—
上部工(側面部)	コンクリートの劣化, 損傷	—
上部工(下面部)	コンクリートの劣化, 損傷	—
本体工	鋼材の腐食, 亀裂, 損傷	鋼材の腐食, 亀裂, 損傷(潜水)
被覆防食工	塗装, 重防食被覆等	塗装, 重防食被覆等(潜水)
電気防食工	電位測定	陽極(潜水)
係船柱	本体の劣化, 損傷等	—
車止め	本体の劣化, 損傷等	—
渡版	変形, 腐食	—
海底地盤	—	洗掘, 堆積(潜水, 深淺測量)

表-B.2 劣化度判定の表示色¹⁵⁾

部材の劣化度	色	部材の劣化度の判定基準
a	赤	部材の性能が著しく低下している状態
b	橙	部材の性能が低下している状態
c	緑	変状はあるが、部材の性能の低下がほとんど認められない状態
d	水色	変状が認められない状態

(1) エプロン

エプロンの劣化度判定表示を以下に示す。2次元図面の座標系の設定例（図-B.3）と同じようにエプロンを区分し、劣化度判定を表示させる（図-B.4、図-B.5）。

エプロンについては、通常は上部工と一体のモデルとなっているため、座標系を設定するための区分が必要である。

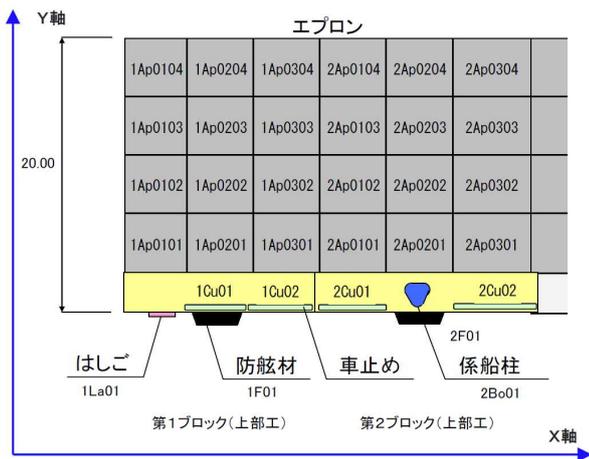


図-B.3 座標系の設定例（エプロン）¹⁴⁾

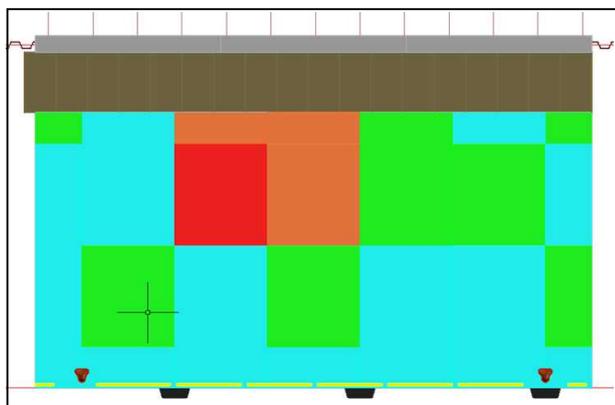


図-B.4 エプロン劣化度判定表示（上からの視点）

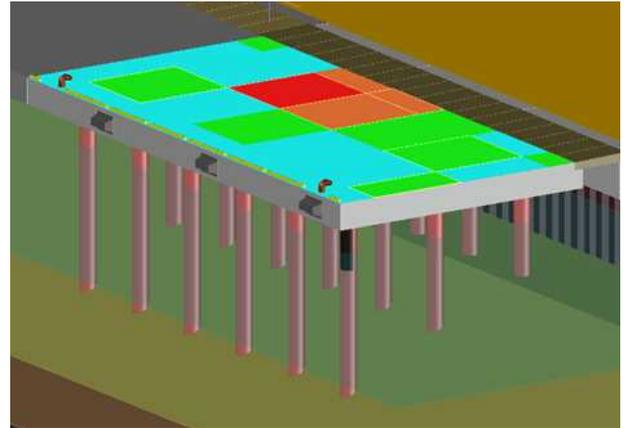


図-B.5 エプロン劣化度判定表示（斜め上からの視点）

(2) 上部工（下面部）

上部工下面部の劣化度判定表示を以下に示す。2次元図面の座標系の設定例（図-B.6）と同じように床版、梁、ハンチで区分し、劣化度判定を表示させる。

上部工下面部については、上部工のモデルは通常一体となっているため、座標系を設定するための区分が必要である。また、床版、梁、ハンチを区分するためには詳細度300の上部工のモデルが必要である（図-B.7、図-B.8）。

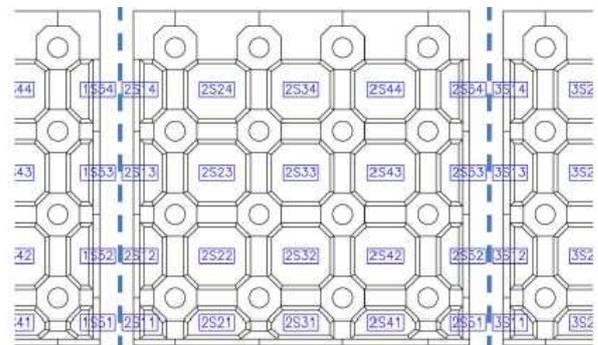


図-B.6 座標系の設定例（床版）¹⁴⁾

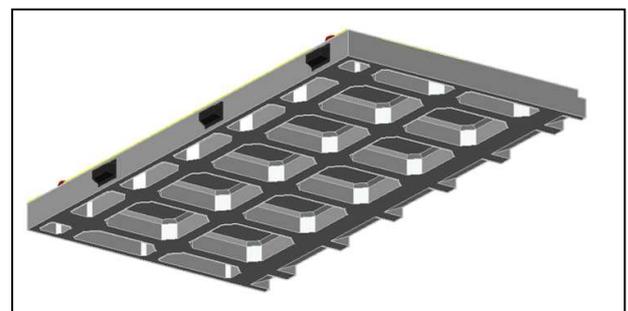


図-B.7 詳細度300の上部工の3次元モデル（斜下からの視点）※鋼杭等非表示

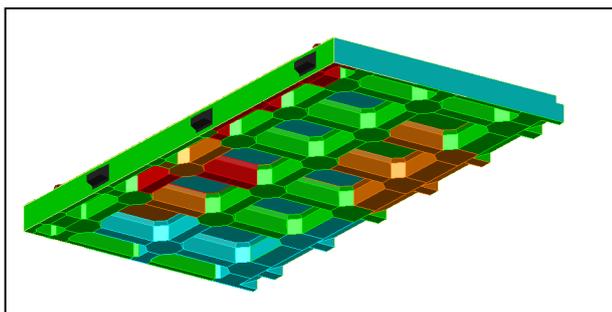


図-B.8 上部工下面部劣化度判定表示（斜下からの視点）※鋼杭等非表示

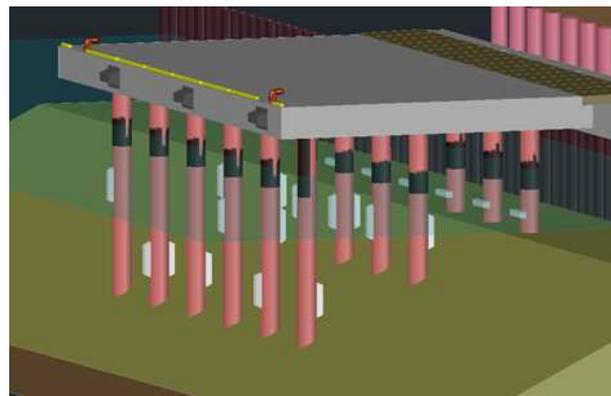


図-B.10 本体工等の3次元モデル（斜上からの視点）

(3) 本体工（鋼杭工），被覆防食工，電気防食工
 本体工（鋼杭工），被覆防食工，電気防食工の劣化度判定表示を以下に示す。2次元図面の座標系の設定例（図-B.9）では平面上，杭1本に対して設定してあるが，3次元モデルでは本体工（鋼杭工），被覆防食工，電気防食工と単独の部材なので改めて区分する必要はない。しかし，点検診断では気中の目視と潜水調査の目視と分かれるため，L.W.L.付近で区分する必要がある（図-B.10，図-B.11）。

詳細度については，鋼杭は肉厚不要であり詳細度200で問題ない。被覆防食工は簡易なモデルで良いがL.W.L.付近での気中と潜水と区分が必要なので防食範囲は正確に表現する必要があると考える。電気防食工は簡易なモデルで良く設置位置も大きくずれなければ問題ないと思われる。ただし，海底地盤面との取り合いや杭に陽極が何個設置されているかは把握する必要がある。

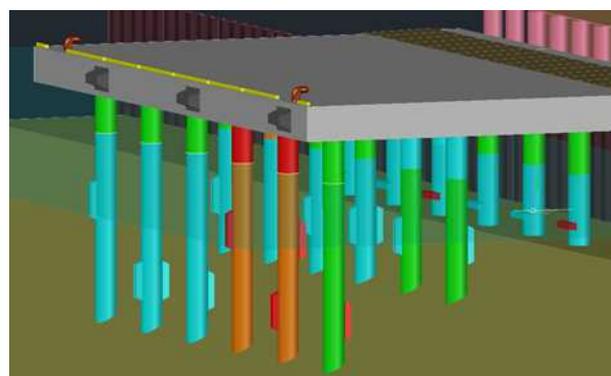


図-B.11 本体工等の劣化度判定表示（斜上からの視点）

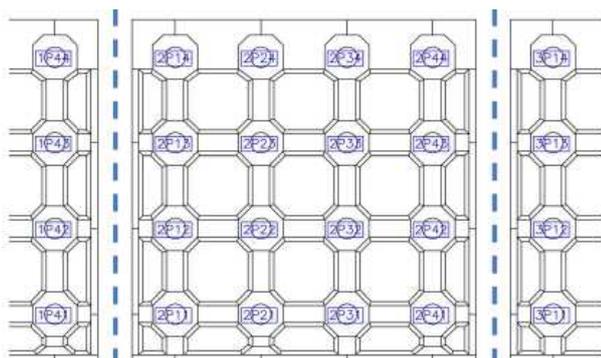


図-B.9 座標系の設定例（鋼杭等）¹⁴⁾

(4) 付属工（係船柱，防舷材，車止め）
 付属工（係船柱，防舷材，車止め）の劣化度判定表示を以下に示す。2次元図面の座標系の設定例（図-B.12）と同じように単独の部材なので改めて区分する必要はない（図-B.13，図-B.14）。

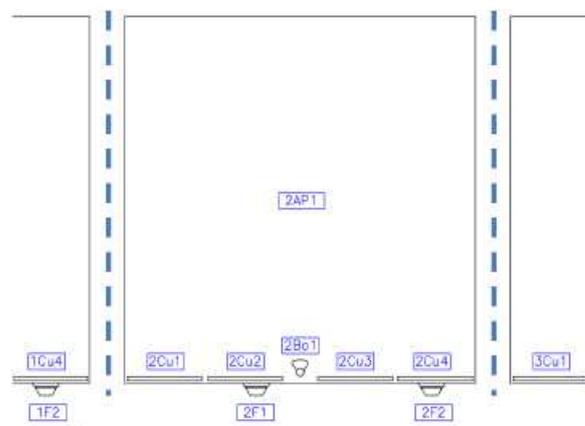


図-B.12 座標系の設定例（付属工）¹⁴⁾

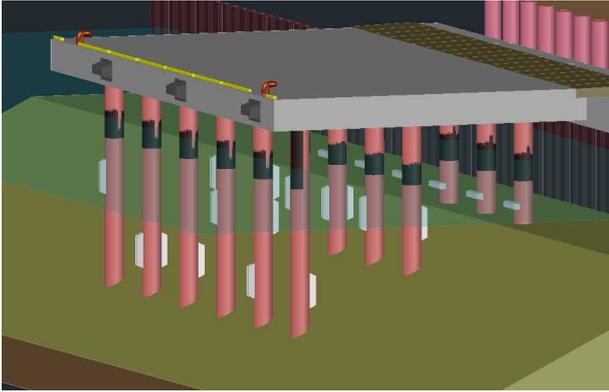


図-B.13 付属工の3次元モデル（斜上からの視点）

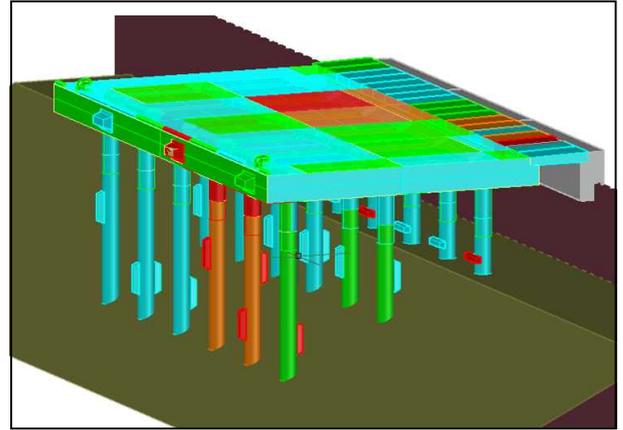


図-B.15 劣化度判定全体表示（斜上からの視点）

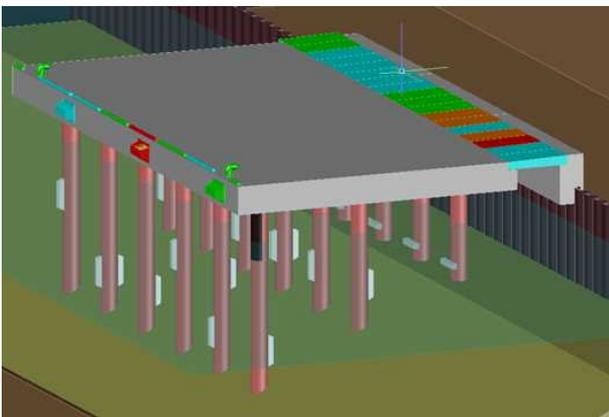


図-B.14 付属工の劣化度判定表示（斜上からの視点）

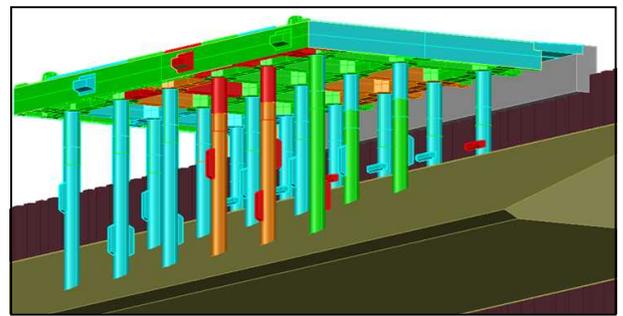


図-B.16 劣化度判定全体表示（斜下からの視点）

(5) 全体

劣化度判定を全て表示したモデルを図-B.15, 図-B.16に示す. 3次元モデルに劣化度判定を色分けで全体表示や関連のある部材を同時に表示させることで, 防食の劣化や損傷が原因による鋼管杭の腐食が生じるような変状連鎖等の関係が分かり易く, 劣化原因や補修対策が検討し易くなり効果的であると思われる.

詳細度に関しては, 今回の栈橋では上部工下面部の梁や床版, 杭頭を分けて表示する必要があり, 詳細度300程度必要であった. 本体工は詳細度200程度, 付属工は本体の簡易モデル程度で十分であった.