

# 港湾施設の維持管理における BIM/CIM モデルの活用手法の検討について

中島 一朗\*・稲田 勉\*\*・板生 考司\*\*\*・鬼頭 孝明\*\*\*\*・富田 健\*\*\*\*\*

\* 前 (一財) 沿岸技術研究センター 調査部 主任研究員

\*\* (一財) 沿岸技術研究センター 調査役

\*\*\* 国土交通省 中部地方整備局 港湾空港部 港湾事業企画課長

\*\*\*\* 国土交通省 中部地方整備局 港湾空港部 港湾事業企画課 課長補佐

\*\*\*\*\* 国土交通省 中部地方整備局 港湾空港部 港湾事業企画課 施設維持管理係長

我が国では少子高齢化による労働人口の減少に対して生産性の向上が急務となっている。国土交通省は生産性の向上を目的に ICT 等を活用した i-Construction の取り組みを推進しており、設計段階、施工段階への BIM/CIM モデルの適用が進んでいる。港湾施設の長寿命化、適正な維持管理を推進するためには、維持管理段階においても BIM/CIM モデルの活用手法の検討が急務である。本稿では、港湾施設の維持管理における BIM/CIM の試行モデルを作成し、その活用手法について検討した成果を報告する。

キーワード：港湾施設、維持管理、BIM/CIM、三次元モデル、試行モデル

## 1. はじめに

国土交通省では、ICT や三次元データ等を活用し、建設生産システムの生産性向上を目指す i-Construction の取り組みを推進している。i-Construction の推進に向けたロードマップ(案)によれば、令和 5 年度から小規模を除く全ての詳細設計・工事を対象として、三次元モデルを活用した管理手法である BIM/CIM (Building/ Construction Information Modeling) への対応を行うこととなっている。完成した施設は、BIM/CIM モデルを活用した維持管理を行うこととなる。

港湾施設の BIM/CIM の議論は、設計段階及び施工段階が中心で、維持管理の視点で三次元データを活用するという議論は始まったばかりであり、全国的にみても先進事例は見当たらない。

港湾施設の長寿命化、適正な維持管理を推進するためには、維持管理段階においても BIM/CIM の議論をスタートし、BIM/CIM モデルの活用手法の検討が急務である。本稿は、こうした状況を踏まえ、維持管理段階における BIM/CIM の試行モデルを作成し、BIM/CIM モデルの活用手法を全国に先駆けて検討したものである。ここに本稿の新規性があるものと考えている。

## 2. 維持管理における BIM/CIM モデルの活用手法

### 2.1 BIM/CIM の試行モデルの検討フロー

維持管理における BIM/CIM の試行モデルの検討フローを図-1 に示す。検討にあたっては、利用者である港湾管理者の声をどのような方法で反映するか留意した。具体的には、港湾管理者に BIM/CIM の試行モデルの

イメージを理解してもらうため、試行モデルの素案を提示し、その案に対する要望に応えることとした。

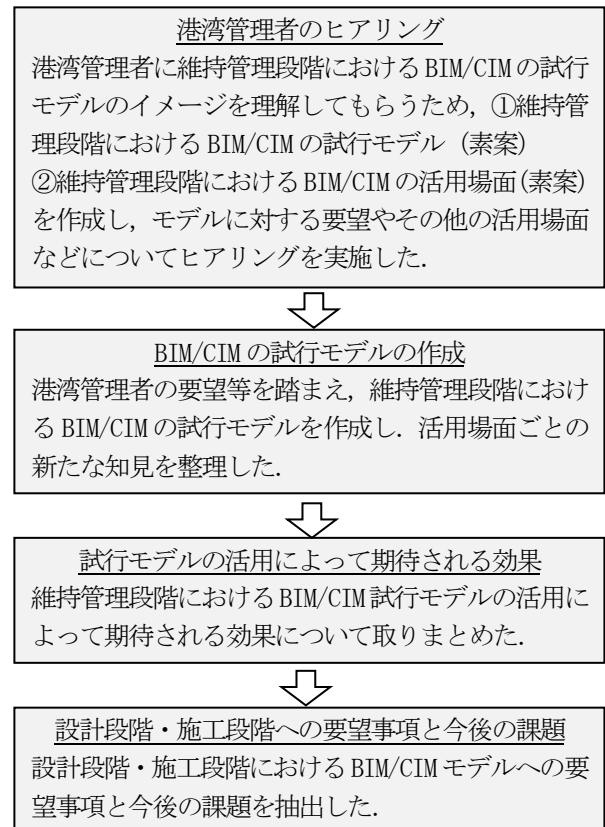


図-1 BIM/CIM の試行モデルの検討フロー

### 2.2 港湾管理者のヒアリング

試行モデルの作成に際しては、港湾施設の維持管理主体である港湾管理者の意見を反映するためヒアリングを実施した。ヒアリング対象は、保有する施設の規模等を勘案し、中部地方整備局管内の名古屋港管理組合、静

岡県、三重県とした。

ヒアリングでは、維持管理段階における BIM/CIM の理解を共有するため、試行モデルとその活用場面の素案を提示し意見を求めた。提示した活用場面を下表に示す。

表-1 維持管理段階の BIM/CIM モデルの活用場面

活用場面	活用イメージ
①劣化度判定, 性能低下度評価の可視化	点検診断結果の表示
②劣化予測および LCC の推定	LCC 計算プログラムと連携するための情報整理(点検年次ごとの劣化度の集計等)
③補修工法の効率的な選定	LCC 計算プログラムと連携するための情報整理(LCC 計算プログラムが求める部材数量等)
④三次元モデルを利用した地元・利用者への説明, 協議	劣化箇所・補修箇所・全体の表示, 写真等点検結果詳細の表示
⑤劣化予測, 補修, LCC 等に関する資料検索の効率化	調査・設計, 施工, 点検・調査, 補修設計等関係資料の呼び出し

提示した 5 つの活用場面については港湾管理者の賛同を得たが、維持管理情報データの入力負荷の軽減や関連データの紐付けなどの要望があり、試行モデルの作成に際して、モデル化、付与する情報、データ連携等において考慮することとした。

### 2.3 BIM/CIM の試行モデルの作成

#### (1) 試行モデルの対象施設

BIM/CIM では、設計段階から施工段階、そして維持管理段階と三次元モデルを引き継ぎ、構成要素に紐づけされた属性情報を含めて更新していくこととなる。

本検討では、設計、施工段階で試行的に BIM/CIM が導入された「飛島ふ頭東地区岸壁(-15m) (R1)」を対象にその BIM/CIM モデルを引き継ぎ更新することによって、維持管理段階の BIM/CIM モデルの作成を試みた。対象とした施設の概要を以下に示す。

表-2 対象施設の概要

港湾名	名古屋港
施設名	飛島ふ頭東地区岸壁(-15m) (R1)
施設の種類	耐震強化施設
構造形式	直杭式 PC 栈橋

#### (2) 階層と詳細度の設定

試行モデルの骨組みとなる階層については、作成要領<sup>3)</sup>に準拠して 4 段階の階層で構成するものとし、維持管理での利用を考慮して階層 3 は点検診断項目に合わせた構造区分に、階層 4 では劣化度判定の実施単位に合わせた構造単位(部材, ブロック)に整理した。

また、三次元モデルの詳細度については、港湾管理者に提示し、賛同を得た活用場面から必要と想定される詳細度を検討した結果、外形形状を正確に表現することの

できる詳細度 300 を基本とした。

設計・施工段階のモデルにおいても詳細度が 300 を基本に作成されていることから、維持管理段階においては詳細度を更新する必要はないと判断した。ただし、附帯工については、位置や数量を合わせておく必要がある。

#### (3) 三次元モデルの更新

維持管理では、港湾の施設の点検診断ガイドライン<sup>4)</sup>の劣化度判定の実施単位に合わせてモデルを区分する必要があるため、維持管理段階においては施工段階から引き継いだモデルの変更が必要になる場合がある。

モデル更新のタイミングと内容を試行モデルにより検討した結果、維持管理段階のモデルは施工段階のモデルをほぼそのまま引き継ぐことができた。モデル更新のタイミングと内容の検討結果を表-3 に示す。

表-3 モデル更新のタイミングと内容

設計段階	施工段階	維持管理段階
<ul style="list-style-type: none"> <li>・3次元モデル成果物作成要領(案)港湾編<sup>3)</sup>に準拠した階層・詳細度のモデルを作成する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・設計段階のモデル(オブジェクト単位等)をほぼそのまま引き継ぐ。</li> <li>・過密配筋部干渉等の検討に必要な場合は、設計段階のモデル(オブジェクト単位等)を変更する。</li> <li>・設計変更等があった場合は、その情報をモデルおよび属性情報に反映する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・施工段階のモデル(オブジェクト単位等)をほぼそのまま引き継ぐ。</li> <li>なお、必要に応じて下記の更新作業を行う場合がある。</li> <li>・点検診断の実施単位に応じて、施工段階のモデルを変更する。</li> <li>・点検診断項目に合わせてレイヤ名を変更する。</li> </ul>

点検診断ガイドライン<sup>4)</sup>に準拠した実施単位であれば、基本的に大きな変更なく施工段階のモデルを引き継ぐことが可能と推察される。

一方、附帯工に関しては、設計段階で基本仕様のみが定められ、施工段階で形状、配置、数量が決まることが多い。このため、設計段階では外形形状のモデル作成を基本とし、具体的なモデル化が難しい場合は、施工段階において配置・数量を正確にモデル化するよう申し送る必要がある。また、施工段階では、作成要領<sup>3)</sup>に準拠するとともに外形形状、配置および数量を施工結果と差異のないようにモデル化しておく必要がある。

#### (4) 属性情報の更新

BIM/CIM では、三次元モデルの構成要素に属性情報としてさまざまな情報を付与して管理する。属性情報の付与方法には、情報をそのまま記録する直接付与と情報のリンク先を記録する外部参照がある。

試行モデルでは、ガイドライン<sup>1),2)</sup>や作成要領<sup>3)</sup>に準拠した情報と維持管理で蓄積すべき情報である点検診断から得られた劣化度と性能低下度を属性情報として直接付与した。また、報告書等の関連情報を階層 1 に、点検時の写真等を階層 4 にそれぞれ属性情報として外

部参照することとした。

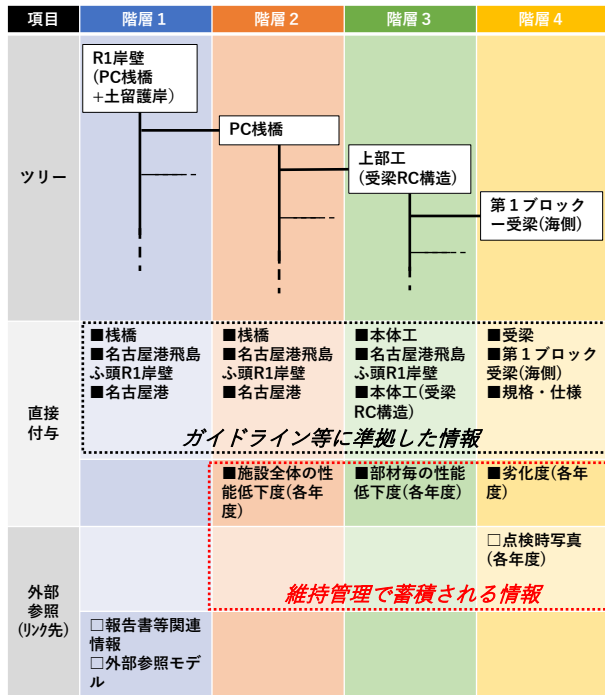


図-2 属性情報のツリー (試行モデル)

### 3. 試行モデルを使って得た新たな知見

#### 3.1 活用場面ごとの新たな知見

本検討で作成した維持管理段階の BIM/CIM 試行モデルを使って得た知見を、活用場面ごとに紹介する。

**【活用場面】劣化度判定、性能低下度評価の可視化**

劣化度や性能低下度を三次元モデルで可視化し表現できれば、施設の維持管理や補修の計画の有効な手立てとなる。

本検討では、仮想の点検診断結果を試行モデルに入力し、その可視化を行った。可視化するには、点検診断結果を属性情報として付与する必要がある。港湾施設の点検診断結果は、国土交通省が運用する維持管理情報データベースで一元管理されているが、今後はBIM/CIMモデルとの連携を強化することで、入力負荷の軽減が可能となり、さらに識別番号等を共有できれば、情報検索も容易になるものと期待される。これらは、港湾管理者から求められている入力負荷の軽減につながるものである。

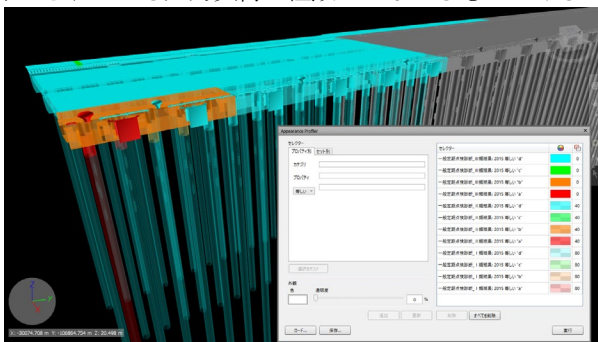


図-3 劣化度の可視化

**【活用場面】劣化予測と維持管理費用の推定・補修工法の効率的な選定**

国土交通省が提供するLCC計算プログラムにより、維持管理情報データベースの入力情報を用いて劣化予測、維持管理費用の推定、補修工法の選定等が可能である。LCC計算プログラムとBIM/CIMモデルを連携させることができれば、維持管理のさらなる省力化も可能となる。

本検討では、仮想の属性情報を試行モデルに入力し、LCC計算プログラムに必要な劣化度の集計と部材情報の抽出を試みた。その結果、維持管理費用の推定・補修工法の効率的な選定につながることを確認した。

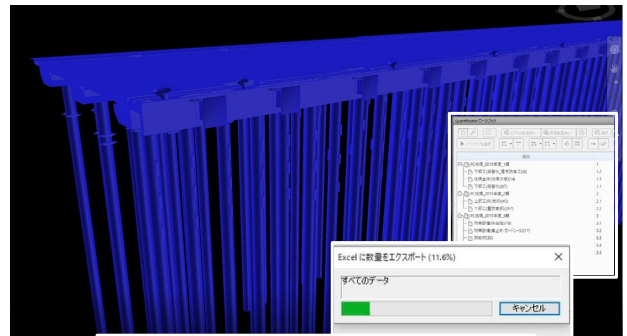


図-4 劣化度の集計と部材情報の抽出

**【活用場面】三次元モデルを利用した地元・利用者への説明、協議**

補修工事などに際して、三次元モデルにより工事の内容や状況を可視化できれば、地元・利用者の理解も得やすくなる。また説明時に、BIM/CIMモデルの属性情報から点検時の状況写真等を簡単に呼び出すことが可能である。

本検討では、試行モデルの属性情報から写真情報を容易に呼び出せることを確認した。

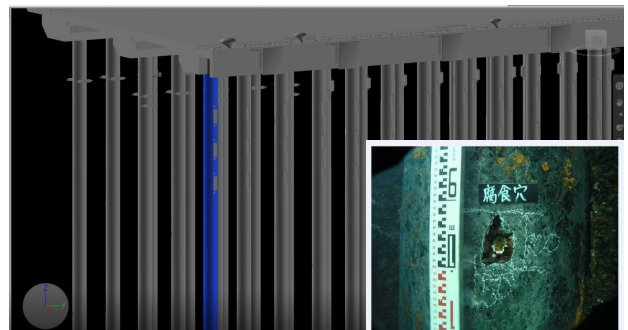


図-5 写真情報の呼び出し

**【活用場面】劣化予測、補修、LCC等に関する資料検索の効率化**

BIM/CIMモデルでは、外部参照された属性情報として、クラウド上などに保存された関連資料を簡単に呼び出



すことが可能である。例えば、劣化予測や補修工費の算定において、外部参照された設計、施工時の資料をすぐに確認できる。本検討では、試行モデルで外部参照された属性情報から、設計、施工時の資料が容易に呼び出せることを確認した。

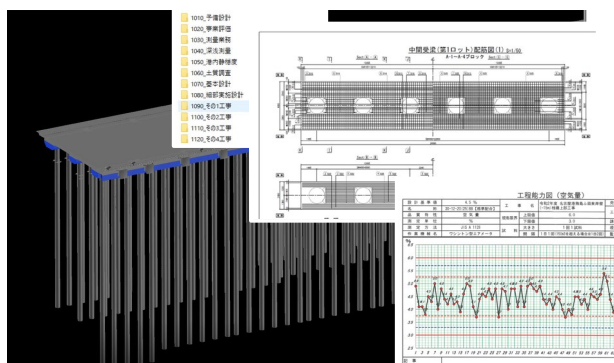


図-6 設計・施工時資料の呼び出し

### 3.2 試行モデルの活用によって期待される効果

試行モデルを使い得られた知見等を踏まえ、維持管理段階において BIM/CIM モデルを活用した場合の効果をキーワード的に整理した結果を以下に示す。

#### ①属性情報の活用による効果

- ・集計作業の効率化
- ・部材等への情報の紐づけによる点検作業の効率化
- ・関連資料検索の効率化

#### ②維持管理情報データベースとの連携による効果

- ・データベース内の劣化度判定結果の可視化
- ・維持管理情報の入力負荷の軽減
- ・LCC 計算プログラムを利用した情報整理の効率化

このように、集計作業、点検作業、資料検索の効率化が期待できる BIM/CIM モデルの導入は、大いに意義があり、早期の取り組みが望まれる。

## 4. 設計段階・施工段階への要望事項と今後の課題

### 4.1 設計段階・施工段階への要望事項

維持管理段階におけるモデルの更新作業を簡素化するため、設計段階および施工段階の BIM/CIM モデルへの要望事項を以下に示す。

#### 【設計段階の BIM/CIM モデルへの要望事項】

##### ①三次元モデル

- ・附帯工の外形形状のモデル作成  
(具体的なモデル化が難しい場合は、施工段階で配置・数量を正確にモデル化するように申し送る)

##### ②属性情報

- ・設計段階で検討した維持管理に関わる情報
- ・施設の所有者や管理者の情報

#### 【施工段階の BIM/CIM モデルへの要望事項】

##### ①三次元モデル

- ・附帯工のモデル化の具体化  
(外形形状、配置、数量などの出来形)

##### ②属性情報

- ・変位や劣化等を評価する際の初期値となる出来形に関する情報

## 4.2 今後の課題

### (1) システム連携に関する課題

維持管理段階で BIM/CIM を活用するには、維持管理情報データベースや LCC 計算プログラムとの連携が重要であった。この連携を強化していくには、双方向でデータを共有できるツールの開発や検索機能の統合などシステムの整備が必要である。

### (2) ソフトウェアに関する課題

BIM/CIM モデルの属性情報の取り扱いは、使用するソフトウェアに依存する。このため、モデルの引き継ぎや統合に際しては、ソフトウェアの互換性が課題となる。

BIM/CIM を広く普及させるには、データ形式や機能の標準化などによりソフトウェア間の互換性を確保する必要がある。

## 5. おわりに

本稿は、維持管理における BIM/CIM について、試行モデルにより活用手法を検討した成果の紹介である。港湾施設への BIM/CIM 適用が本格化することにより、維持管理の分野でも BIM/CIM の活用に関する議論が全国的に展開されるであろう。本稿がその先駆けとして、議論の呼び水となれば幸いである。

## 謝辞

本稿は、国土交通省中部地方整備局発注の「令和 4 年度 港湾施設の維持管理方策検討業務」によって得られた成果の一部を取りまとめたものである。この業務では、有識者による「維持管理における BIM/CIM モデルの活用手法に関する検討会（委員長：東京工業大学岩波教授）」を開催し、各委員、中部地方整備局港湾空港部の関係者より貴重なご意見、ご指導を賜った。ここに厚く御礼申し上げます。

## 参考文献

- 1) 国土交通省：BIM/CIM 活用ガイドライン(案) 第1編 共有編, 2022
- 2) 国土交通省：BIM/CIM 活用ガイドライン(案) 第8編 港湾編, 2022
- 3) 国土交通省 港湾局：3次元モデル成果物作成要領(案) 港湾編(令和4年4月版), 2022
- 4) 国土交通省 港湾局：港湾の施設の点検診断ガイドライン, 2021