

機械設備における使用目的に合わせた 3次元点群モデル作成について

船戸 光太郎¹・菅 俊和

¹関東地方整備局 関東技術事務所 施設技術課 (〒270-2218 千葉県松戸市五香西6-12-1)

関東地方整備局管内における河川用土木機械設備（以降「機械設備」という）の多くが設置後40年を経過している。これらは通常時は待機状態だが、出水時に確実な稼働が求められており、既設設備が増えていく中で維持管理の効率化が重要である。維持管理の効率化にはBIM/CIMの導入が有効であり、新設設備ではBIM/CIM活用が原則化されている中で、既設の機械設備においては、点群によるモデル化（以降「点群モデル」という）が効率的であるが、点群モデルの作成手法には未規定である項目が多い。よって、本報告では点群モデルに関する点群モデル作成手法について検討した結果を報告するものである。

キーワード 3次元点群モデル, 機械設備, 測定機器選定, BIM/CIM

1. はじめに

国土交通省では、建設生産システム全体の生産性向上を目的にBIM/CIMの導入を推進している。河川・道路における機械設備の点検・修繕といった維持管理の分野にも3次元データを含むBIM/CIM情報の活用が求められる。

維持管理においてBIM/CIMを活用することにより、設備情報、点検データ、過去の故障情報などの維持管理に必要な属性情報を一元管理することが可能となり、維持管理の効率化や故障発生時に迅速な対応を実現できる。

しかし、関東地方整備局が管理する多くの機械設備は、老朽化が進んでいる。このような既設設備に対してBIM/CIMを効果的かつ効率的に活用するためには、現場測定による3次元モデル化が可能な点群による機械設備のモデル化を行う必要がある。

一方で、国土交通省で定められている「BIM/CIM活用ガイドライン(案)第6編 機械設備編」(以降「ガイドライン」という)ではCADによるモデル化(以降「CADモデル」という)を前提としており、点群モデルにおける詳細度の定義、使用目的、目的別の必要詳細度、測定機器選定方法が定められていない。

そのため、点群モデルを活用した機械設備モデル作成においては実務上の指針不足という課題が残る。

よって本報告では点群モデル作成手法及び点群モデル活用にあって定められていない項目についての検討結果を報告する。

2. 詳細度

前項で述べた通りガイドラインではCADモデルという)の詳細度のみ定義している。そのため、ガイドラインの意図を踏まえつつ実際に点群モデルを作成し、CADモデルと同等のモデルとなるよう詳細度を定義した。

(1) 実測定施設の選定

実測定施設は、関東地方整備局管内の大形水門、中形水門、小形水門施設から選定した。選定にあたっては、地上型レーザスキャナ(以降「TLS」という)の設置場所や測定者の動線を考慮した。選定した施設は以下の通り。

大形水門：荒川ロックゲート(前扉)

中形水門：樋野口(ひのくち)排水樋管

小形水門：古ヶ崎(こがさき)排水樋管(川裏)

(2) 実測定の機器選定

機械設備の点群測定として、次の機器が主であると考えられる。「①TLS」「②ハンディ」「③モバイル」また、測定に使用した機器の特徴を表-1に示す。

表-1 各測定機器の特徴

機器名	① TLS	② ハンディ	③ モバイル
距離精度	1.9mm @10m	6~20mm @10m	数cm @10m
測定距離	0.5~130m	0.5~25m	0.3~5m 未滿
機器価格	約1000万	約500万	約20万

(3) ①TLSによる点群取得結果と適した使用場面

a) 点群取得結果

広範囲を高精度に測定でき、三脚固定や自動傾斜補正により安定した点群取得が可能だが、死角部分の撮り直しや測定時間が長く、人の映り込み等のノイズを拾いやすいなどの制約がある。

点群処理では専用編集ソフトを用いて処理すれば、データ生成に30～50分で精度の高い点群合成ができる。

b) 適した使用場面

設備規模が大きい施設や広範囲にわたる測定、天井部に設置された機器(クレーン等)の測定、装置・機器部品や配管の位置確認が可能な高い精度の測定に適している。

(4) ②ハンディによる点群取得結果と適した使用場面

a) 点群取得結果

測定時間が最も短く、歩くだけで広範囲を測定でき、操作性も高いため、一定の精度を確保できる。点群処理には、点群精度により自動合成が使えない場合があり、手動調整が必要になることや、広範囲測定は点群のズレが生じやすい。

b) 適した使用場面

装置や機器部品、配管の位置確認、並びにTLSの設置が困難な狭い箇所での測定に適している。

(5) ③モバイルによる点群取得結果と適した使用場面

a) 点群取得結果

機器導入費が最も安価であり50cm四方程度の測定は精度が高く、時間をかけずに測定可能で、点群取得後の事後処理が不要である。しかし、細い支柱や暗所、ガラスカバーなどは精度低下や点群欠落が発生しやすい。

また、測定距離は最大5mだが、約1.5m以内の距離でないと高精度に測定できない。

b) 適した使用場面

装置や機器部品、配管の位置確認、並びにTLSの設置が困難な狭い箇所での測定に適している。



写真-1 点群取得施設(一部抜粋)

(6) 点群詳細度の検討

実測定して作成した点群モデルとガイドラインのCAD詳細度を比較し、CADモデルと同等のモデルとなるように点群モデルの詳細度を定義した。

点群取得施設(抜粋)を写真-1、実測定時の点群モデルを図-1としガイドラインの詳細度から置き換えた点群モデルの詳細度を表-2とする。



①TLS



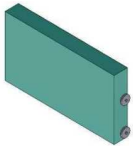
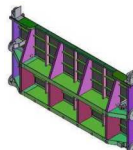
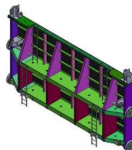
②ハンディ



③モバイル

図-1 点群モデル

表-2 3次元点群モデルの詳細度

詳細度	200 (低詳細度)	300 (中詳細度)	400 (高詳細度)
ガイド ライン 定義	対象の構造 形式がわか る程度のモ デル 	細部構造、 接続構造等 を除き、外 形形状を正 確に表現し たモデル 	細部構造、 接続構造等 も正確に表 現したモデ ル 
点群 定義	主要機器配 置の確認が できるモデ ル	機器の外形 形、主要配 管の確認が できるモデ ル	機器の詳 細、小配管 等の確認が できるモデ ル

出典：国土交通省（2023）「BIM/CIM活用ガイドライン(案) 第6編 機械設備編」

3. 3次元モデル作成手法の検討

機械設備の点群モデルを目的に応じて適切に活用するためには、それに見合った詳細度の点群モデルを取得する必要がある。そのため、想定される各使用目的に対して求められる詳細度を整理するとともに、使用目的や現場条件に応じて最適な測定機器を選定できるよう検討を行った。

(1) 使用目的の詳細度

a) 想定される使用目的

点群実測定結果から得られた、想定される点群モデルの使用目的について、使用内容ごとに以下の3項目に分類し、表-3に整理した。

- ・設備管理への利用
- ・施工に関する利用
- ・説明時の利用

b) 意見照会による詳細度決め

前項2で実施した点群モデルをもとに、使用目的に適した詳細度を評価するため、意見照会の実施をした。

集計した意見から、各使用目的に適した詳細度を分類整理をした。意見を反映し以下のような分類し(一部抜粋)整理した結果を図-3中の赤字箇所とする。

- ・高詳細度 「部品単位の形状確認」
- ・中詳細度 「写真に近い形での寸法確認」
- ・小詳細度 「概要説明への活用が可能」

表-3 使用目的による適切な詳細度

使用内容	使用目的	必要詳細度
設備管理への 利用	不具合箇所の共有	高詳細度
	点検整備記録の整理	高詳細度
	中長期計画の管理	中詳細度
	現場調査	低詳細度
施工に関する 利用	機器搬入出検討	高詳細度
	足場検討	中詳細度
	重機配置検討	高詳細度
	施工検討	低詳細度
説明時の利用	専門外の方へ効果的な説明	高詳細度
	土木職への説明	中詳細度
	上長への説明	低詳細度
	第三者への説明	高詳細度
	若手技術者の学習	中詳細度

(2) 使用目的や現場条件から機器選定

点群モデルの詳細度は、使用する測定機器の性能に大きく依存する。したがって、詳細度の選定は、実質的に、測定機器の選定と同義である。

しかし、これらに関する専門的知識を有さない、いわゆるBIM/CIMに不慣れた利用者にとっては、使用目的に応じた適切な測定機器を選定することは容易ではない。

この課題を解消し、誰もが適切な測定機器を選定できるようにするため、本検討では以下2種類の図を作成した。

1. フロー図：現場条件に応じて適切な比較図
(図-3) を簡単に選定するもの

2. 比較図：使用目的や選定指標項目に応じた、
(図-4) 適切な測定機器を選定するもの。

3次元点群モデルの測定機器の選定指標となる特徴として、主に以下の項目を想定する。

- ・点群作成時の作業時間や労力
- ・点群作成時の費用（機器導入費用や維持費等）

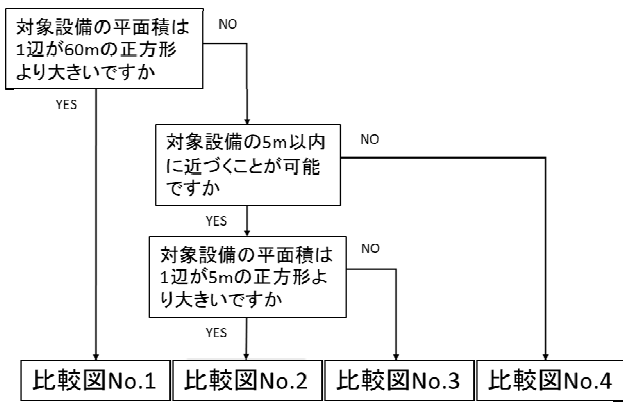


図-3 フロー図

(3) フロー図

点群測定を行う対象設備の規模及び接近可能/不可能から測定機器を選定するための比較図を選定する。

また、各比較図に分類される水門設備の例を以下とし、No.1～No.4までの設備イメージを図-5～8とする。

- No.1: 「大型水門設備外観」「大型排水機場全体」
- No.2: 「開閉装置室内」
「小型水門・樋門」(上流側又は下流側に立ち入りが可能なこと)
- No.3: 機器単体(機器更新時に対象点群のみの差し替え等への利用)
- No.4: 立入可能場所から距離のある扉体

(4) 比較図

上記(3)により選定した比較図から、使用目的による必要詳細度を定め、その中で点群作成時間および価格帯の優先度に基づき測定機器の選定が容易となる。

また、図-4中の「詳細度：低～中」が同一の区分として扱われているのは、この現場条件だと当該機器が視認性の「低」及び「中」の両条件に対応した点群取得を行えるということである。

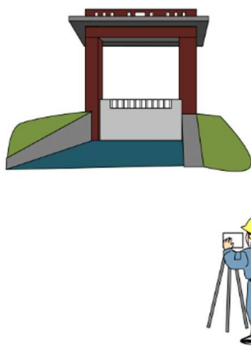


図-5 No.1の設備イメージ



図-6 No.2の設備イメージ

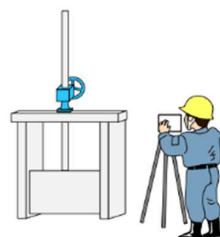


図-7 No.3の設備イメージ

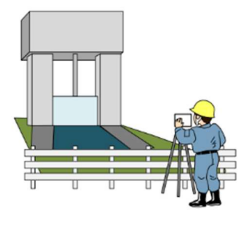


図-8 No.4の設備イメージ

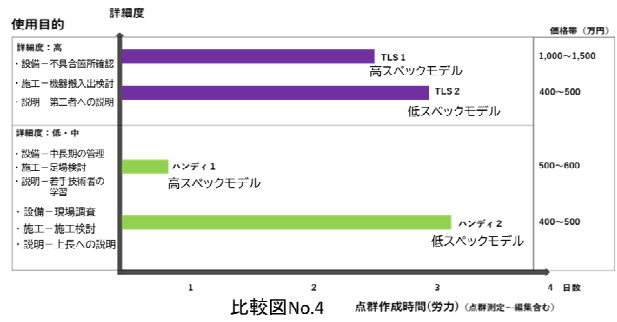


図-4 比較図(一部抜粋)

4. まとめ

老朽設備に対するBIM/CIM活用を行うため、点群モデルの詳細度定義と測定機器選定手法を検討した。

点群の実測定により、ガイドラインに記載のない点群モデルの詳細度をCADモデルと同等のモデルとなる水準に置き換え、使用目的に応じた必要詳細度を分類したとともに、各種測定機器の特性比較から様々な現場条件に対応できるフロー図を作成した。また、使用目的による必要詳細度の分類に応じて、機器選定ができる比較図を作成した。

これら成果を組み合わせることで、専門知識がなくても測定機器の選定が可能であると考えられる。

今回検討した内容は「機械設備BIM/CIM活用の手引き」として取りまとめ、イントラに掲載する予定である。

ただし、BIM/CIMを含むDX分野は技術は急速に進歩しており、利用者ニーズも変化し続けるため、継続的な情報収集とブラッシュアップが必要である。

謝辞：点群モデルの作成に際し設備をご提供いただいた事務所の皆様、また、意見照会にご協力いただきました皆様には多大なるご支援を受け賜りました。

この場をお借りして、心より御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 国土交通省：BIM/CIM活用ガイドライン(案)
第6編 機械設備編。