

河川管理施設の 3次元モデリングにおけるLODの検討

原 恒太

近畿地方整備局 福井河川国道事務所 河川管理第一課 (〒918-8015 福井県福井市花堂南2-14-7)

現在、公共、民間を含めた関係者間で3次元モデルデータなどの情報を共有できるCIM (Construction Information Modeling/Management) の活用により、インフラ事業全体の生産性向上が期待されている。CIMは設計段階から3次元による設計を行い、工事での活用を推進することとなっており、工事完了後は3次元データにより維持管理に引き継がれる。しかし、河川や道路事業においては、既に完成し管理に移行している施設が多く存在し、現時点では2次元図面を基本として管理されているのが現状である。本研究は、河川管理施設のひとつである樋門を例に、既設建造物の3次元化の必要性について点検からの視点で整理し、3次元モデリングにおけるLOD (Level of detail) の検討を行った。

キーワード 河川管理、樋門、LOD、CIM、3次元モデリング

1. はじめに

福井河川国道事務所では合計22の樋門（水門）を管理しており、こういった既設の建造物ですでに管理されている施設は2次元のCAD図面または、手書きの図面で管理している施設が多数存在する。今後3次元で河川管理を行っていくうえで、全ての施設を高い詳細度（Level of detail：以下LOD）で3次元化することは非常に困難である。本研究では河川管理を行う上で、最低限必要なLODはどの程度か、また職員自ら河川管理に必要なLODに基づく3次元モデリングを行った場合どの程度の時間を要するのかについて試みた。

2. LODとは

今後、CIM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いる¹⁾。

3. 点検要領から考える3次元モデリング

樋門等河川建造物詳細点検要領²⁾のなかで建造物の観察は、建造物、堤体及び護岸の変状状況を、外部から観察する外観観察と、樋門内部から建造物の全体及び壁面の個々の部位の変状状況を観察する函内観察がある。従来の外観観察では建造物を正面図、背面図、側面図に分け、クラック等の変状を書き込むことでその変状状態を示してきた。しかし複雑な建造物の2次元図面は、その実物を見たことがなく図面を見慣れていない者にとって、その建造物をイメージするのは難しい。

一方で3次元化したものであれば初めて図面を見た人にもその建造物がどのような形をしているのかすぐに理解することができる。また、点検時に正面と側面など2

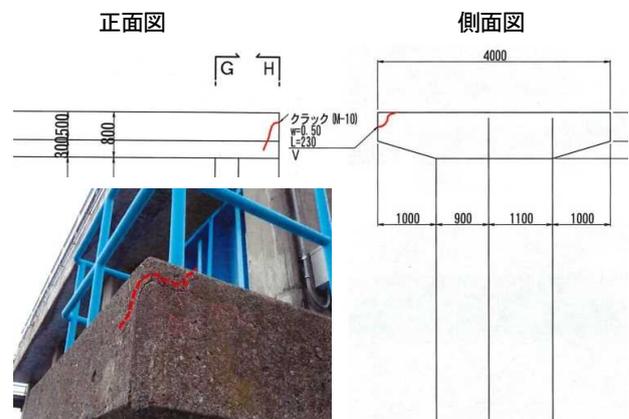


図-1 詳細点検時の2次元表示の例

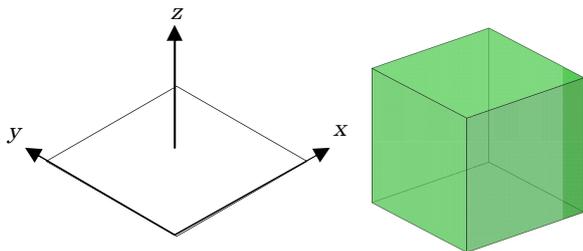
面で貫通しているクラック等を発見し図面に書き込む際にも、現時点では図-1のように2つの図面に描き込むことになり、そのクラックが連続していることが分かるような別途の記載が必要となる。一方で3次元化したものに示せば、そのクラックが連続したものであることは視点を移動させることで安易に理解することが出来る。図内観察でも従来は側壁、頂板、底板を展開して表し変状等を書き込んできたが、3次元化したものであれば図内からの視点で変状を確認することも可能となる。

4. 3次元モデリングの概要

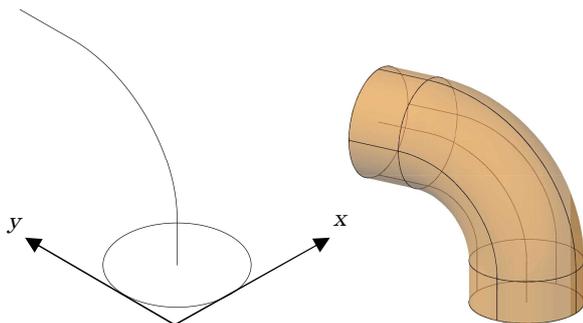
3次元モデリングとは、ソフトウェアを利用して、数学的に表される線を組み合わせて立体的な物体や形を表現する手法である。作成されたオブジェクトは3次元モデルと呼ばれ、この3次元モデルを使ってビジュアル的に完成度の高いグラフィックで表現し、シミュレーションを行うこともできる。この3次元モデリングの基礎となる主な手法を以下に示す。

(1) 押し出し

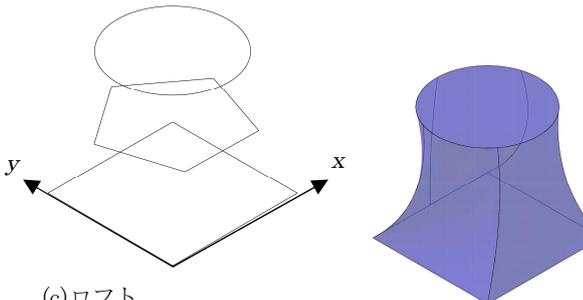
押し出しとは図-2(a)のように、x-y軸上に描かれた2次元の図面を、z軸方向に押し出すことで3次元モデルを



(a)押し出し



(b)スイープ



(c)ロフト

図-2 3次元モデリング手法

作成する機能である。

(2) スイープ

スイープは図-2(b)のように、2次元で描かれた図形を、任意のパスに沿って押し出して、3次元モデルを作成する機能である。

(3) ロフト

ロフトは図-2(c)のように、3次元空間にある2つ以上の違った2次元の図形を繋げて、3次元モデルを作成する機能である。

5. 対象とする樋門と事前準備

今回は、はじめてのモデリングということもあり、当事務所が管理する施設のうち、規模が中程度であり比較的モデリングしやすい樋門として、九頭竜川右岸20k付近にある芳野川樋門を対象とした。

(1) 現地調査

3次モデリングを行う前に、設計図面では読み取れない部分の寸法や構造を理解するために現地調査を行い、樋門の特徴や各部位の位置関係を確認し、併せて重要となるおそれのある箇所を図面および写真で記録した。

(2) アイソメ図による3次元モデリングの準備

樋門の構造図は2次元の紙図面であるため、3次元モデリングの準備として、アイソメ図法を用いて手書きでイメージを掴むこととした(図-3)。

アイソメ図法とは、投影図のひとつで等角投影図ともいい、直交する3軸が120度に交わって見えるように投影した図法で、物体を斜め上から俯瞰するように描画することができる。

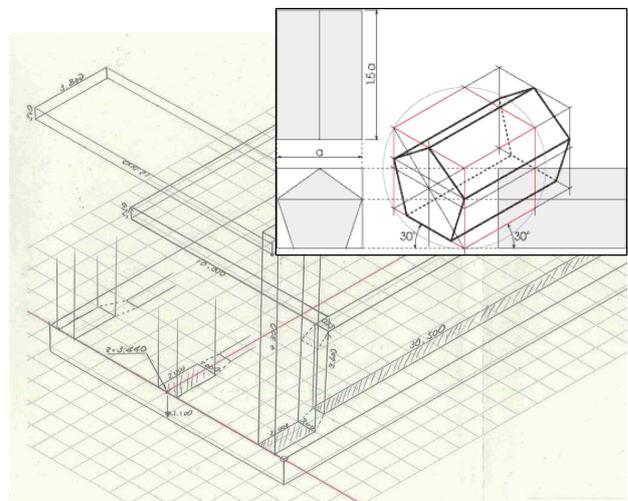


図-3 アイソメ図法を用いたイメージ確認

6. 3次元モデリング

(1) 2.5次元モデリングの試行

構造が比較的複雑であり、かつ施設数も多い樋門のモデリングではLODを高くすることに比例して作成にかかる時間もふえる。そこで、職員が勤務時間内で3次元モデリングにさける時間を考慮し、まず今ある紙の2次元図面を立ててみる（以下2.5次元モデル）ことでその効率性と有用性を検討した。

紙の正面図、側面図、平面図をスキャンし3DCAD上で組み立てる。このとき図面の縮尺を統一し、角度の修正を行ったうえでそれぞれの図面の位置を合わせる作業を行った。図-4がその結果である。

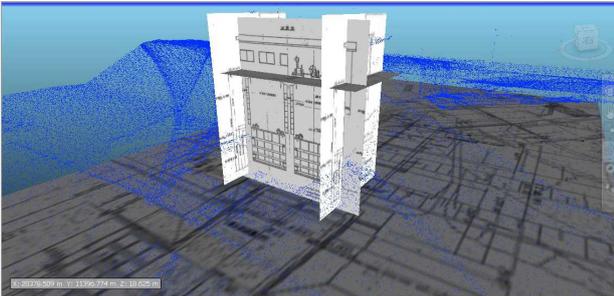


図-4 2.5次元による表現

当初は既存の図面活用であり、簡素にできるものと思っていたが、縮尺統一、角度の調整等で以外と時間を要した。この結果を踏まえ、当初どおり3次元モデリングで進めることとした。

(2) 各部位ごとのモデリング

樋門を基礎、門柱、函体側面、函体頂板、扉体、建屋基礎、建屋の7つに分け、それぞれを個別に作成し位置を合わせることで作成した。

基本的に用いる機能は押し出し機能のみであるため比較的安易で、施設の全体像が非常に分かりやすくできている。作成時間は3時間程度であったが、完成したモデルを図-5に示す。

(3) 詳細度を上げたモデリングの挑戦

図-6は、前項のモデルに加え、建屋と門柱などの接続部構造や、函体の止水鋼矢板などの細部構造のモデリン

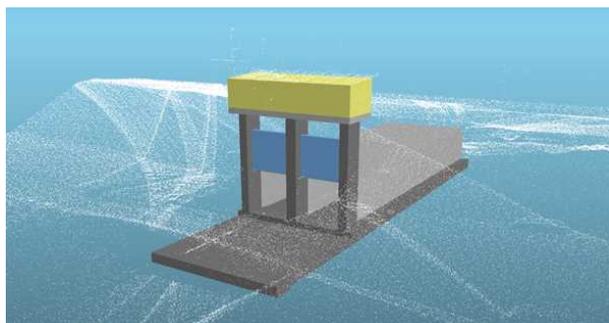


図-5 3Dモデリング結果

グをしたものであるが、より詳細なモデリングには、単純な押し出し法や複写といった機能だけでなく、ロフトや各オブジェクトとの合成、差し引きといった技術が必要となるため、本研究の目的である、職員自らが時間を要しないといったコンセプトには馴染まないことを確認した。



図-6 細部を詳細に表現

(4) その他の応用技術

6. (2)で作成したモデル（図-5）に写真や2次元の図体内の展開図をテクスチャとして貼り付けることで、図-7のように表すことも出来る。この方法を用いることで、詳細点検における図体内のクラック調査³⁾のデータを3次元モデルにも反映することができる。

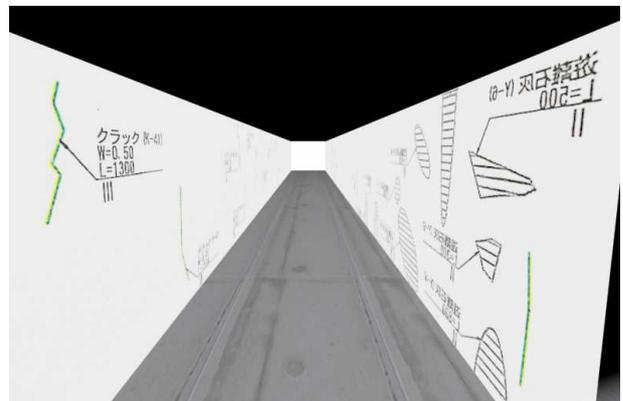


図-7 詳細点検時の結果をオブジェクトに反映

7. 作成したモデルから考える樋門のLOD（案）

土木分野におけるモデル詳細度標準（案）のなかで、構造物（橋梁）の詳細度（案）が示されており、LOD 100から500の5段階で定義付けをしている。それに準拠した樋門のLOD（案）を表-1に示す。

表-1 維持管理における樋門のLOD (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。各構造物一般図に示される標準横断面を 各部分毎に押し出し で作成する程度の表現。
300	附帯工等の細部構造を除き、 接続部構造を含めた 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正確に表現したモデル。

8. 結論

作成した3次元モデルから考える樋門のLOD (案) で示した詳細度の共通定義を踏まえ、モデリングした2つの樋門のLODを考察する。

6. (2)に示した図-5のモデルは、各部分を押し出しのみで作成したが、構造形式が十分理解できるものとなっていることから、LODは200程度と考えられる。

6. (3)で示した図-6のモデルは、接続部等の細部に加え、附帯構造についても正確にモデリングされているが、配筋については考慮していないためLODは300程度であると考えられる。

河川管理者として業務を行うなかで必要な情報はその位置や門扉の数、函体形状などの簡単な構造、施設年数などであり、また、その構造物の外観と位置の把握が可能であれば問題ないと考える。よって既に管理されている樋門に求められる3次元モデルのLODは200程度であると考えられる。ただし樋門の詳細点検等においては構造物に小さな変状を示す必要があるような場合は、LOD 300以上が求められるケースも考えられ、今後の課題といえる。

参考文献

- 1) 社会基盤情報標準化委員会特別委員会：土木分野におけるモデル詳細度標準 (案)
- 2) 国土交通省水管理・国土保全局治水課：樋門等河川構造物詳細点検要領
- 3) 九頭竜川・北川河川構造物点検とりまとめ業務報告書