

(9) 地形を対象とした3次元製図基準に関する検討

窪田 諭¹・中村 健二²・重高 浩一³・今井 龍一³・櫻井 淳⁴

¹正会員 関西大学准教授 環境都市工学部 (〒564-8680 大阪府吹田市山手町3丁目3番35号)

E-mail: skubota@kansai-u.ac.jp

²正会員 大阪経済大学准教授 情報社会学部 (〒533-8533 大阪市東淀川区大隈2丁目2番8号)

E-mail: k-nakamu@osaka-ue.ac.jp

³正会員 国土交通省国土技術政策総合研究所防災・メンテナンス基盤研究センターメンテナンス情報基盤研究室 (〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地) / 関西大学大学院総合情報学研究科連携大学院客員教授

E-mail: {shigetaka-k258, imai-r92ta}@nilim.go.jp

⁴学生会員 関西大学大学院 総合情報学研究科 (〒569-1095 大阪府高槻市霊仙寺町2丁目1番1号)

E-mail: k400448@kansai-u.ac.jp

社会基盤施設の3次元モデルと密接な関連を有する地形については、施設と地形の密接な関連を考慮した上で、その3次元での取得と利用を促進することが必要である。しかし、取得した地形データを3次元で作成するための定義と基準が存在しないため、3次元地形の表記としての描き方とビューのガイドラインである「地形を対象とした3次元製図基準」が必要である。本研究では、地形の3次元データを取得・整備し、円滑に流通する環境を構築することを目的に、3次元地形の描画とビューを定義する「地形を対象とした3次元製図基準」について検討した。これは、3次元製図基準を策定するための元資料となる点と、これらの描画とビューを検証するための3次元ブラウザの開発につながるものである。

Key Words : *three-dimensional data, CIM, standardization, landform*

1. はじめに

社会基盤施設の3次元モデルはCIM (Construction Information Modeling) の実現の中核をなすものであり、3次元モデル作成のために3次元の図形の描き方を定義し、標準化することが必要である。しかし、現在の土木製図基準¹⁾は2次元を対象としており、3次元を対象とした製図の定義がなく、土木製図基準も策定されていない。したがって、3次元の図形の描き方を定める「3次元製図」に関する定義と基準が必要である。

社会基盤施設の3次元モデルと密接な関連を有する地形については、施設の計画、設計段階では現状の地形を元に実施され、施工段階においては現状、掘削時、完成時などにおいて異なり、維持管理段階においては地滑りや土砂崩落などの被害への対応が急務であるなど、施設と地形の密接な関連を考慮した上で、その3次元での取得と利用を促進することが必要である。しかし、地形データについては、3次元にてその取得が進んでいるにもかかわらず、業務段階を跨って十分に活用されているとは言い難い。

そこで、本研究では、地形の3次元データを取得・整備し、円滑に流通する環境を構築することを目的に、3

次元地形の表記としての描画とビューを定義する「地形を対象とした3次元製図基準」について検討する。既存の仕様における表記を参考に、3次元製図の定義を検討し、3次元図形の描き方の共通事項と地形特有の事項を整理して、「3次元製図基準」の構成項目を提案する。これは、今後、3次元製図基準を策定するための基本資料となる点と、これらの描画とビューを検証するための3次元ブラウザの開発につながる点に意義がある。なお、本研究は、一般財団法人日本建設情報総合センター社会基盤情報標準化委員会の小委員会検討テーマとして、「地形を対象とした3次元製図基準検討小委員会」を組織し、5回の小委員会によって検討を行った成果である。

2. 3次元地形データに係わる既存資料と利用場面の整理

3次元地形データに係わる既存資料と利用場面を整理することを目的に、既存資料の調査と測量業界などへのヒアリングによる利用場面の調査を行った。

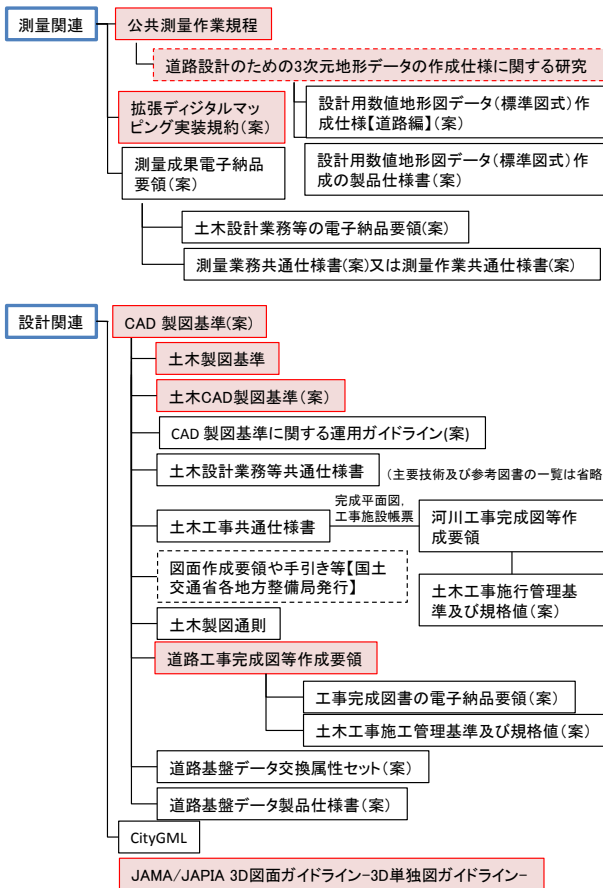


図-1 既存資料の関連性

(1) 3次元地形データに係わる既存資料の調査

3次元地形データに係わる共通性の高い基準類と項目を整理することを目的に、既存仕様を調査した。対象の仕様は、土木製図基準[2009年改訂版]、土木CAD製図基準(案)²⁾、CAD製図基準(案)³⁾、3D図面ガイドライン-3D単独図ガイドライン⁴⁾、道路工事完成図等作成要領(第2版)⁵⁾、道路設計のための3次元地形データの作成仕様に関する研究⁶⁾、公共測量作業規程の準則⁷⁾、拡張デジタルマッピング実装規約(案)改訂版⁸⁾である。以上の8つの基準類の概要をまとめるとともに、図-1に示すように、既存資料との関連性を図化した。また、図-2に示すように、これらの基準類が対象とする測量、設計、施工、維持管理の各フェーズを図化して整理した。これらの図化結果より、3次元地形モデルを測量・調査、設計、施工、維持管理で利用する際に関連する既存仕様を整理できた。

これらの整理結果は、3次元地形モデルの利用場面を考慮して3次元製図基準を検討する際の元資料として使用し、関連する条項を抽出して3次元製図基準に反映させることを考えている。本研究で特に参照できる既存仕様として、3D単独図ガイドラインと道路設計のための3次元地形データの作成仕様に関する研究が挙げられる。

| | 測量・調査 | 設計 | 施工 |
|-----|-------------------|------------------------|--------------------|
| 2次元 | 公共測量作業規程 | CAD製図基準(案) | |
| | 測量成果電子納品要領(案) | 土木製図基準 | |
| | 測量業務共通仕様書(案) | 土木CAD製図基準(案) | |
| | | CAD製図基準に関する運用ガイドライン(案) | |
| | | 土木製図通則 | |
| 3次元 | 土木設計業務等の電子納品要領(案) | | 土木工事共通仕様書 |
| | 土木設計業務等共通仕様書(案) | | 土木工事施行管理基準及び規格値(案) |
| | | | 工事完成図書の電子納品要領(案) |
| | | | 道路工事完成図等作成要領 |
| | | | 道路基盤データ交換属性セット(案) |
| | | | 河川工事完成図等作成要領 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

分類: 共通 道路 河川

図-2 既存資料の整理(各フェーズ)

3D単独図ガイドラインでは、3D単独図を製品モデルと製品特性(アノテーション、属性)を表した3Dモデルと製品特性(注記など)および管理情報を3Dモデルから独立した情報として表すものと定義し、3D単独図を作成するための方法をISOに準拠して記している。道路設計のための3次元地形データの作成仕様に関する研究では、公共測量作業規程の準則に基づいて、設計用の数値地形図データ作成仕様を定義している。そこでは、作成する3次元モデルの利用用途に応じて、3次元として取得・描画するレベルが設定されている。

(2) 3次元地形データに係わる利用場面の調査

3次元地形データに係わる利用場面の調査として、3次元地形モデルが地形を対象とした3次元製図基準に従って作成される場合のニーズと利用場面を測量業界やCADベンダ、地図調製企業が提供するサービスやソフトウェアを参考に抽出した。抽出結果を表-1に示す。地形を対象とした3次元製図基準に従い、3次元CADによって高精度な3次元地形モデルが作成されることにより、高精度なデータの整備とそれを活用した業務支援での利用場面が多いと考える。

3. 地形を対象とした3次元製図の定義

3次元製図は、これまでの社会基盤情報の標準化活動において明確に定義されていない。そこで、本研究で検討する地形を対象とした3次元製図基準を定義し、本研究の検討範囲を明確にした。

表-1 3次元地形データの利用場面

| 業務段階 | 利用場面 |
|---------|--|
| 調査・計画 | <ul style="list-style-type: none"> 道路の線形計画 景観シミュレーション 防災シミュレーション |
| 設計・施工 | <ul style="list-style-type: none"> 関係者間のより正確なイメージの共有 概略の土量算出 縦横断面の現況データの自動生成 |
| 運用・維持管理 | <ul style="list-style-type: none"> 林道や法面の管理 埋設管の干渉チェック トンネル内のケーブル接続位置の確認 災害予防対策（急崖など危険箇所の把握） 災害復旧の計画立案 災害原因分析での利用 |
| その他 | <ul style="list-style-type: none"> カーナビゲーションでの難交差点案内の補助コンテンツ 高精度・高密度な標高・勾配 データを有する地図データの調製 勾配情報を加味した経路誘導システム（災害時誘導ルート、エコルート） 空間設計・シミュレーション ロボット制御用データ（自動運転車、農耕機械の自動走行） |

表-2 地形を対象とした3次元製図基準の構成項目
(目次案)

| 大分類 | 小分類 |
|--------------------|------------------------------|
| 1. 総則 | 1-1 概要 |
| | 1-2 適用 |
| | 1-3 地形を対象とした3次元モデルの作成における考え方 |
| | 1-4 用語の定義 |
| 2. 地形を対象とした3次元製図基準 | 2-1 次元の考え方 |
| | 2-2 適合性クラス |
| | 2-3 3次元モデルの作成レベル |
| | 2-4 座標系 |
| | 2-5 管理情報および表題欄 |
| | 2-6 地形の3次元モデルの作成に係わる一般事項 |
| | 2-7 アノテーションの表記 |
| | 2-8 使用する点 |
| | 2-9 使用する線 |
| | 2-10 使用する面 |
| | 2-11 対象地物 |

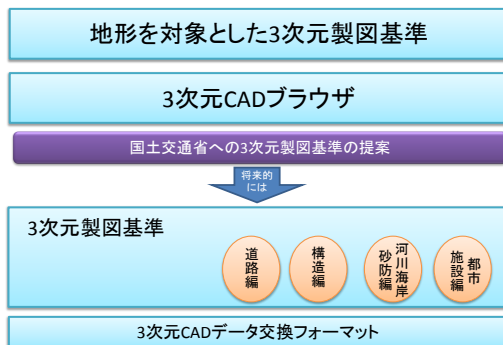


図-3 地形を対象とした3次元製図基準の展開

- 地形のみを対象とし、ドメインに共通する地形の共通編を作成する。対象とする地形は、道路、橋梁、河川などの既設地物を含む地形および新設造成地（盛土、切土）とする。
- 3次元CADソフトを用いた地形の3次元モデルの表記（描き方とビュー）を対象とする。紙図面への表記と3次元CADデータの交換フォーマットは対象外とする。
- 地形の3次元モデルの取得の仕方と取得分類については、公共測量作業規程の準則、設計用数値地形図データ（標準図式）作成仕様【道路編】（案）などを参照し、地形を対象とした3次元製図基準に採用する。なお、計測機器によって利用用途や精度が異なるため、計測機器による地形データの取得を考慮する。

地形を対象とした3次元製図基準によって、3次元地形の描画と表示に関する取り決めが明確になることにより、3次元CADブラウザの機能要件を検討できる（図-3）。将来的には、地形を対象とした3次元製図基準をもとに構造や河川などのドメイン毎の3次元製図基準と3次元CADデータ交換フォーマットを策定することを考える。

4. 地形を対象とした3次元製図基準の構成項目

既存の仕様における表記を参考に、地形を対象とした3次元製図基準の目次案である構成項目（案）を検討した。検討した構成項目（案）を表-2に示す。

1. 総則では、本基準の定義、位置づけ、適用範囲などを明確にする。これらの内容は、本論文の3章で既述したものである。

2. 地形を対象とした3次元製図基準においては、基準として定めるべき適合性クラス、座標系、管理情報の表示、アノテーション、使用する点・線・面の描画、対象地物を策定する必要があるとしている。基準の策定にあたっては、管理情報やアノテーションの表示などソフトウェアの創意工夫によって対応すべき内容と使用する線・点・面の表示など基準として対応すべき内容を明記する。本基準では、既存地物を対象としているため、道路、道路施設、鉄道、鉄道施設、建物、河川、法面および基準点を対象地物と選定することを考えている。

5. 地形を対象とした3次元製図基準を策定するための検討項目

地形を対象とした3次元製図基準を策定するための留意点を検討し、項目にまとめた。

- 2次元製図において重要な線は、3次元モデルの作成においても重要と考えられる。構造物形状（道路縁、家形）、地形（水域、緑地、等高・等深線）、管理区域界（行政界、敷地界）、埋設管の位置、護岸被覆、切土盛土、崖、崩壊地、急斜面、砂防堰堤、堰、ダム、堤防などの線の取り扱いを検討する。
- 2次元では盛土・切土を線色で分けており、3次元でも描き方を検討する。土地と構造物の区域の境界を明確に表記する。地形のブレイクラインを3次元で取得し、3次元地形に描画する。
- SXFが準拠しているISO10303（Standard for the exchange of product model data）や3D単独図ガイドラインが準拠しているISO16792などのISO規格がある場合には、これらの国際規格を採用して基準の内容を検討する。
- ISO10303/AP203の適合性クラスを参照して基準を検討するため、SXFとの関係性を整理する。
- Land XMLとの親和性を調査する。
- 2次元のレガシーデータとの関係性を考慮し、レガシーデータの取り込みを検討する。
- 描き方について、作成者・利用者にとって分かりやすい描き方とソフトウェアにとっての描き方の2通りを考慮する。
- 基準点など実体がない点や田畑などの記号の表記方法を検討する。
- 3次元モデル地形を取得し作成するにあたり、単位と有効数字の考え方を示す。

地形を対象とした3次元製図基準の構成項目と検討項目をもとに、本基準は、3次元地形の作成者のための描画ルールと、3次元地形を利用者と3次元CADソフトが理解するための表示ルールから構成されるものとする。

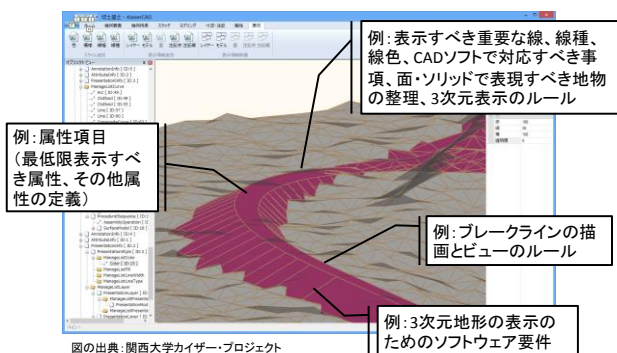


図-4 3次元地形の表示に関する検討イメージ

3次元地形の表示に関する検討イメージを図-4に示す。この検討においては、3次元地形を作成するワイヤフレーム、サーフェス、ソリッドにおいて表示すべき幾何情報や地物、および属性項目などの規定が必要である。これにより、3次元地形の表示のための3次元CADブラウザのソフトウェア要件を明らかにできる。

6. おわりに

本研究では、地形の3次元データを取得・整備し、円滑に流通する環境を構築することを目的に、3次元での地形の描き方とビューを定義する「地形を対象とした3次元製図基準」について検討した。具体的には、既存の仕様における表記を参考に、3次元製図の定義を検討した。そして、3次元図形の描き方の共通事項と地形特有の事項を整理して、地形を対象とした3次元製図基準の構成項目とその策定のための留意点を明らかにした。今後は、地形を対象とした3次元製図基準および3次元CADブラウザの構築を目指し、3次元地形の表示を対象として基準の検討を進める予定である。

謝辞: 本研究は、一般財団法人日本建設情報総合センター社会基盤情報標準化委員会の小委員会検討テーマにより行い、活動支援を受けたものである。「地形を対象とした3次元製図基準検討小委員会」の委員各位には数多くのご助言を賜った。ここに記して深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 土木学会：土木製図基準 [2009年改訂版]，2009。
- 2) 土木学会：土木CAD製図基準（案），2005。
- 3) 国土交通省：CAD製図基準（案），2008。
- 4) JAMA/JAPIA：3D図面ガイドライン—3D単独図ガイドライン—，2009。
- 5) 国土交通省国土技術政策総合研究所：道路工事完成図等作成要領（第2版），2008。
- 6) 国土交通省国土技術政策総合研究所：道路設計のための3次元地形データの作成仕様に関する研究，国総研資料第664号，2012。
- 7) 国土交通省国土地理院：公共測量作業規程の準則，2008。
- 8) 国土交通省国土地理院：拡張デジタルマッピング実装規約（案）改訂版，2005。