

### 3. 3次元地形データの流通・利用に関する実態調査

#### 3-1 3次元地形データを用いた道路設計の概要

3次元地形データを用いた道路設計の概要を図3-1-1に示す。3次元CADソフトを利用して、3次元地形モデルを作成した後に、平面線形、縦断計画、横断設計を3次元CADの機能により自動的に実施することにより、設計の効率化に寄与する。また、3次元道路モデルを作成することで、道路の3次元形状がわかりやすく表現される。さらに、3次元道路モデルを利用してCGを作成することができる。

また、図3-1-2に道路設計の全体の流れを示す。3次元地形データは、概略設計、予備設計の前段の地形測量業務で作成され、それぞれの設計段階で利用される。

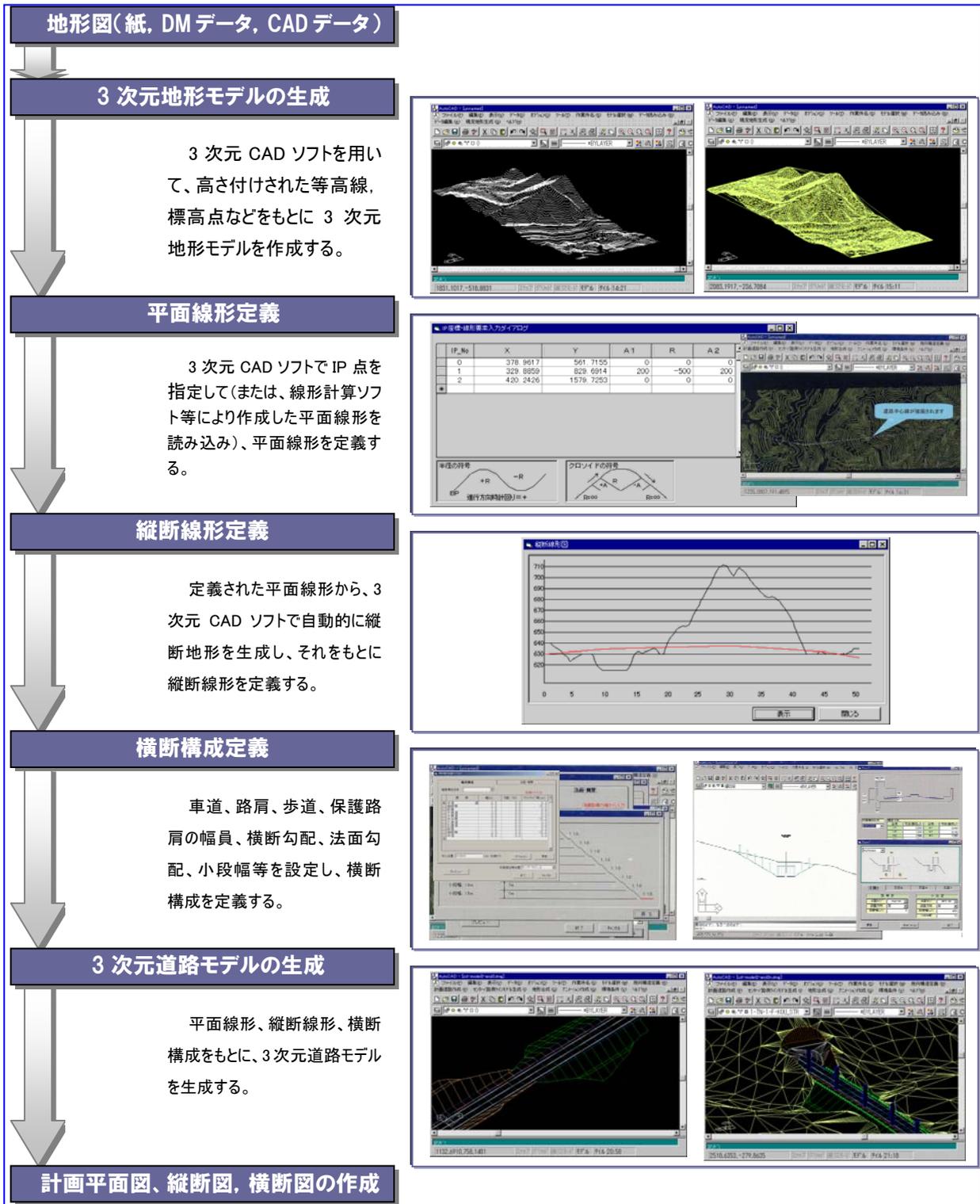


図 3-1-1 3次元地形データを用いた道路設計 (イメージ)

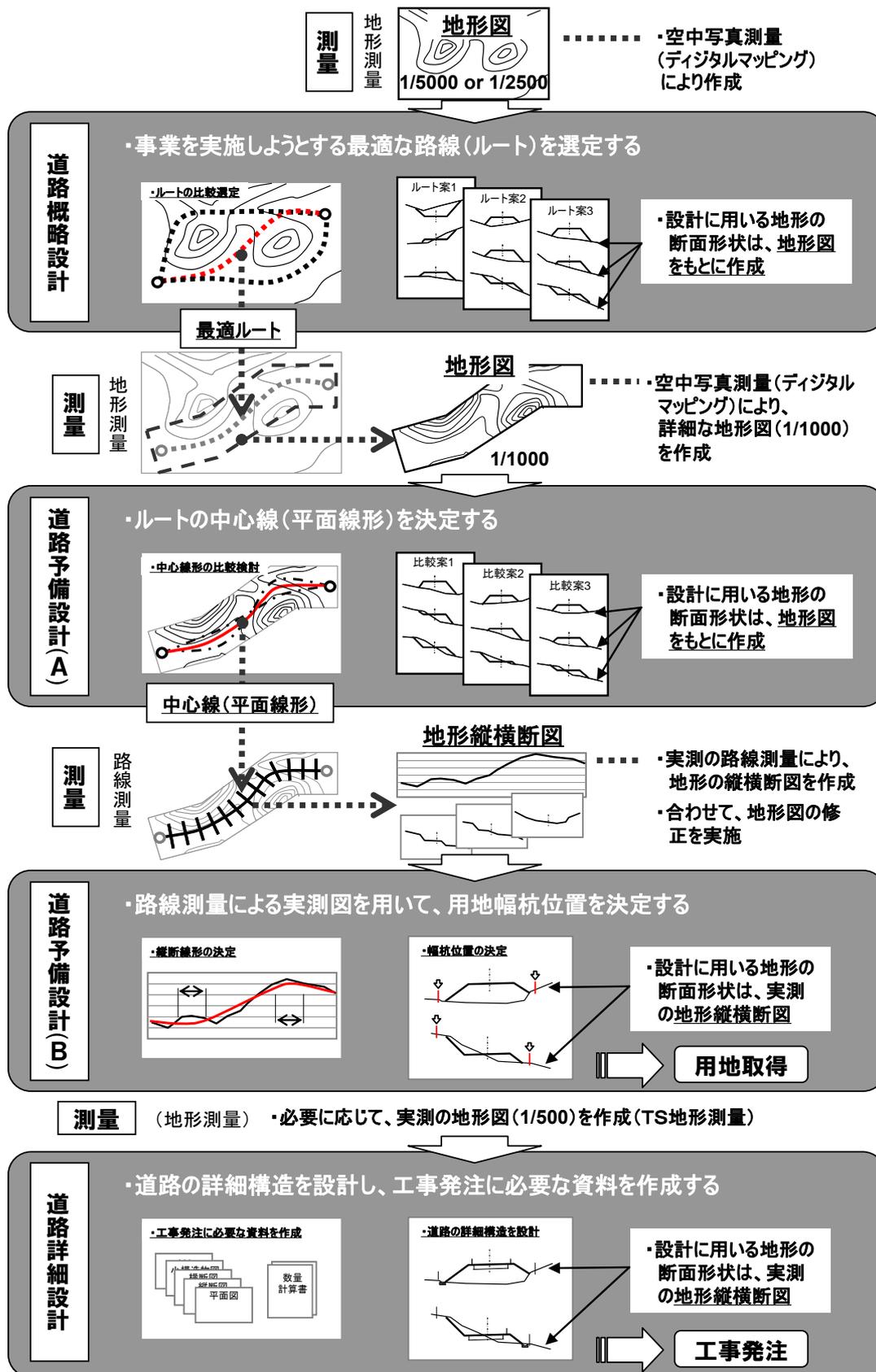


図 3-1-2 道路設計業務全体の流れ

### 3-2 3次元 CAD の利用環境調査

#### (1) 調査方法

3次元 CAD の利用環境調査では、道路設計用 3次元 CAD の機能要件を次のように定義して、資料収集により調査した。

- ・線形計画図、平面図および縦横断面図が作成可能
- ・TIN データが作成可能
- ・3次元地形データを利用した何らかの計算・解析が可能

#### (2) 調査結果

機能要件を満足する道路設計用 3次元 CAD として 12 種が該当した。その道路設計用 3次元 CAD に対し、それぞれ入出力が可能であるフォーマットを調査した結果を表 3-2-1 に示す。表に示すとおり、12 種のうち、オプション追加による対応を含めると 8 種の道路設計用 3次元 CAD で拡張 DM に対応していることが分かった。

表 3-2-1 道路設計用 3次元 CAD の対応フォーマット

製品名	会社名	入力		
		DM/拡張 DM	DXF	SXF
Autodesk Civil 3D 2007	株式会社オートデスク	○	●	●
InRoads(v8.7)	株式会社ベントレー・システムズ	●	●	
LandForms	株式会社アイ・エス・ピー	●	●	
V-ROAD	川田テクノシステム(株)	○	●	●
WingNeo4	アイサンテクノロジー	○	●	
Mercury-WinII	ウチダデータ	○		●
STRAX-R	株式会社三英技研	●	●	
BLUETREND V	福井コンピュータ	○	●	●
TeamGEO2	マイゾックス		●	●
陣	シビルデザイン		●	●
Win-Road	株式会社アクセスソフトウェアテクノロジー		●	

凡例：●取り込み可能 ○オプションによる対応  
※各社より 1 製品を選定 ※平成 19 年度時点

#### (3) 考察

3次元 CAD の対応フォーマット調査結果と 3次元 CAD の導入普及状況調査結果より、拡張 DM ファイルに対応した 3次元 CAD は多く存在し、普及していることが判明した。このことから、流通データのフォーマットとして拡張 DM を採用することは、利用環境上問題ないと言える。

一方、表 3-2-1 に示すとおり、3次元 CAD は DXF や SXF の CAD フォーマットにも対応しており、3次元地形データを CAD フォーマットで測量段階から設計段階にデータを流通させる方法もある。しかし、DXF や SXF はどちらも電子納品で定められている地形測量成果の電子納品のフォーマットではない。特に DXF は、固有の CAD のフォーマットであり、公共事業で利用する標準にはなじまない。SXF ver.3.0 は、地図記号に十分対応できておらず、かつ任意属性情報として地物に高さ情報を付加できるものの、任意属性情報を用いて作成された高さ情報に対応した CAD が普及していないため、現時点では採用が難しい。

以上より、利用環境や地形測量成果の電子納品のフォーマットを考慮すると、3次元地形データのフォーマットに CAD フォーマットではなく、拡張 DM を採用することが、妥当であると言える。

### 3-3 設計者の利用実態及びニーズ調査

#### (1) 調査方法

道路設計における3次元地形データの利用実態を把握するため、道路設計を実施している建設コンサルタントに対しアンケート調査を行った。

【調査方法】：建設コンサルタンツ協会を通じ、建コン CALS/EC 委員会に所属する企業に対してアンケート調査を実施。11社から回答を得た。

#### (2) 調査結果

3次元 CAD の導入普及状況調査結果を図 3-3-1 に示す。

図に示すとおり、回答者の90%以上が3次元 CAD を保有していることが分かった。

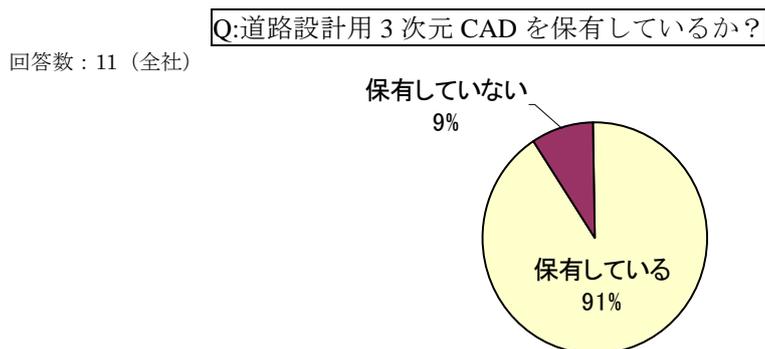


図 3-3-1 道路設計用3次元CADの保有状況

図 3-3-2 に“3次元地形データ（すべてのフォーマット）が貸与されることがあるか”のアンケート結果を示す。図に示すとおり、現状でも3次元地形データが少ないが貸与されている場合があることが明らかになった。

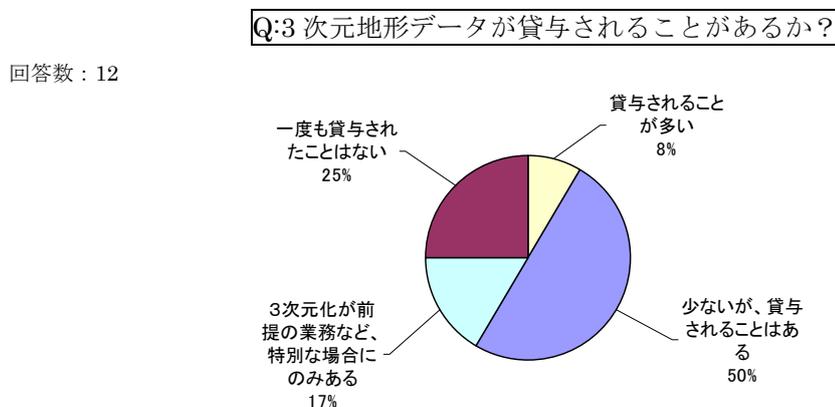


図 3-3-2 3次元地形データの貸与状況

図 3-3-3 に“拡張 DM ファイルが貸与されることがあるか?”のアンケート結果を示す。図に示すとおり、現状でも少ないが地形データが拡張 DM で貸与されていることが明らかになった。

Q:拡張 DM ファイルが貸与されることがあるか？

回答数：12

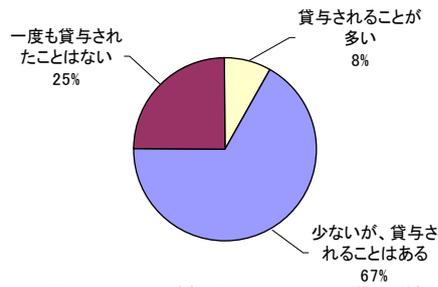


図 3-3-3 拡張 DM での貸与状況

これらの調査結果から考察すると、3次元地形データは、少ないが流通しているものの、3次元化の実施レベルや品質が統一されていない状況であることが明らかになった。3次元地形データの流通のためには、3次元地形データ作成仕様の規定化、拡張 DM ファイルによる電子納品、そして設計段階における拡張 DM ファイルの貸与などのルール徹底が必要である。

図 3-3-4 に“3次元道路設計により、どのような作業が効率化するか”のアンケート調査結果を示す。図に示すとおり、3次元道路設計を行うことにより、回答者の全員が“路線選定等の線形検討”を効率化できると回答しており、“設計図（平面図、縦断図、横断図）の作成”についても回答者の60%以上が効率化できると回答している。

図 3-3-5 に“3次元道路設計における作業効率化以外のメリット”のアンケート調査結果を示す。3次元設計における作業効率化以外のメリットとして回答者の80%以上が“3次元描画によるわかりやすい説明資料の作成”に効果があると回答している。

図 3-3-6 に“3次元道路設計の実施促進のための意見”に関するアンケート調査結果を示す。図に示すとおり、回答者の全員が3次元道路設計の実施促進には、“3次元地形データの流通”が必要であると回答していることが分かった。

Q:3次元道路設計により、どのような作業が効率化するか？

回答数：11 (3次元 CAD 保有者)

0% 20% 40% 60% 80% 100%

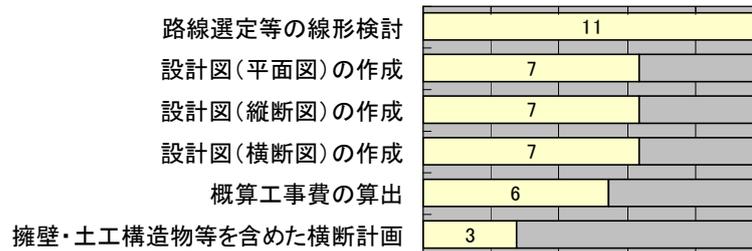


図 3-3-4 作業効率化の効果

Q:3 次元設計における作業の効率化以外のメリットは？

回答数：11 (3次元 CAD 保有者)

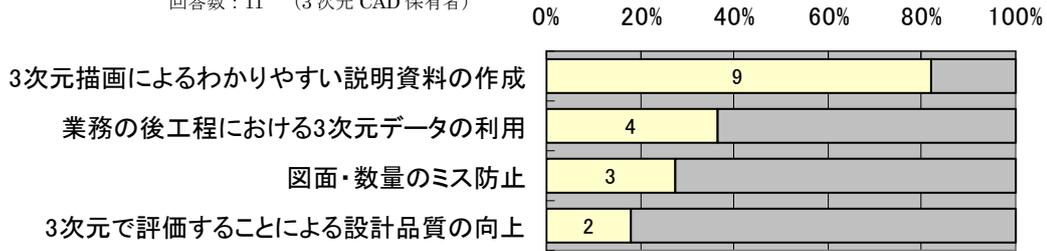


図 3-3-5 作業の効率化以外の効果

Q:3 次元道路設計促進のための意見

回答数：12

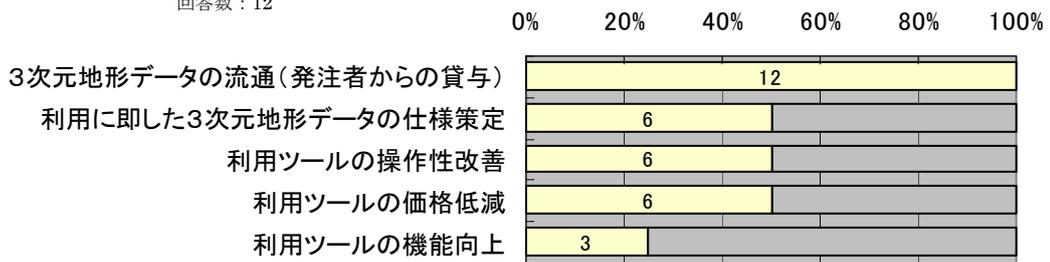


図 3-3-6 3次元道路設計促進のための意見

図 3-3-7 に“3次元設計実施における課題”のアンケート調査結果を示す。図に示すとおり、現状の地形情報、すなわち、地形図(紙図面)や地形データを用いた3次元設計の実施にあたり、回答者の65%以上が「地形データの作成・加工の手間」、回答者の55%以上が「地形情報不足」が課題と回答している。

図 3-3-8 に“各道路設計業務における3次元設計の実施頻度(地形図が紙図面での入手の場合)”のアンケート調査結果を示す。図に示すとおり、概略設計および予備設計Aで3次元設計を実施する頻度が高いこと明らかになった。

図 3-3-9 に“利用に即した3次元地形データを入手した場合の3次元設計利用拡大”のアンケート結果を示す。図に示すとおり、利用に即した3次元地形データを入手することで、3次元設計利用の拡大に繋がると回答者の80%以上が考えていることが明らかになった。

Q:3 次元設計実施における課題

回答数：12

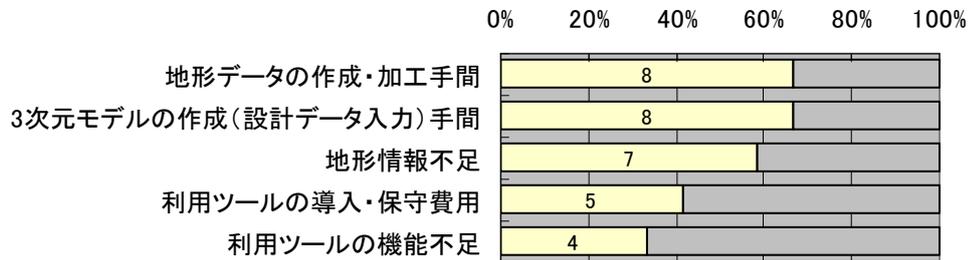


図 3-3-7 3次元設計実施における課題

Q:地形データが紙図面での入手の場合における各道路設計業務の3次元設計実施頻度について  
 回答数：5（紙図面の地形図から3次元道路設計を行う人）

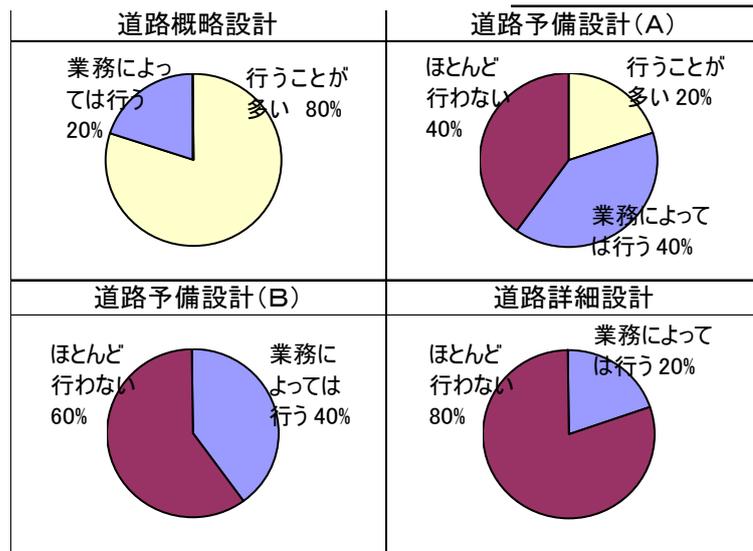


図 3-3-8 各道路設計業務における3次元設計実施頻度（地形データが紙図面での入手の場合）

Q:利用に即した3次元地形データがある場合、利用頻度は増えるか  
 回答数：12



図 3-3-9 3次元地形データ入手による利用拡大

(3) 考察

調査の結果より、道路設計者は、3次元道路設計を導入することで効果があると感じており、3次元道路設計は、道路設計者にとって、利用ニーズがあると言える。また、道路設計者は、3次元道路設計の実施促進のために、3次元地形データの流通が必要であると考えおり、3次元地形データの利用ニーズも高いことが確認できた。

また、紙、データのいずれも、3次元設計を行うには、地形情報に不足が多く、3次元地形データの編集作業や新たな入力作業に労力がかかっていると想定される。さらに、概略設計や予備設計Aでは、地形図（紙図面）での入手にもかかわらず、3次元設計を実施頻度が高い理由として、3次元地形データの作成編集の手間よりも、3次元設計の効率化効果が大きく、また、概略設計や予備設計Aに対応した道路設計用3次元CADが多く普及しているためと考えられる。さらに、3次元設計の利用に即した拡張DMファイルを測量段階で作成し、設計段階に流通させることで、3次元道路設計が促進されると考えられる。

### 3-4 道路設計のための3次元地形データの要件調査

#### (1) 調査方法

“3-3 設計者の利用ニーズ調査”と合わせて、道路設計に必要な3次元地形データの要件を把握するため、道路設計を実施している建設コンサルタントに対しアンケート調査を行った。調査は、建設コンサルタント協会を通じ、建コン CALS/EC 委員会に所属する企業に対して実施し、11社から回答を得た。

#### (2) 調査結果

##### 1) 不足する3次元地形データ

図3-4-1に“入手した3次元地形データの加工内容”のアンケート調査結果を示す。回答者の85%以上は、3次元地形データに必要な高さ情報が不足（等高線・標高点以外）しているため、形状が急激に変化する地形の特徴的な線であるブレイクラインなどを追加入力している。また、回答者の70%以上が、線が途切れている場合や明らかに間違っているデータを加工していることが明らかになった。

図3-4-2に“3次元設計を行うにあたり、どのような高さ情報が必要か”のアンケート調査結果を示す。図に示すとおり、回答者の90%以上が、道路設計に必要な3次元地形データとしては、等高線や標高点以外の高さ情報に加え、法面、道路、歩道、鉄道、橋梁および水部などの地物の高さ情報が必要であると回答している。

これらの調査結果から考察すると、道路の3次元設計の利用に即した3次元地形データの要件として、各地物の高さ情報を取得する必要があることが分かった。必要な地物の高さ情報を確実に取得する方策として、データ作成仕様を定めることが考えられる。

Q:入手した3次元地形データの加工内容について

回答数：7（入手したデータの加工経験がある人、複数回答可）次元

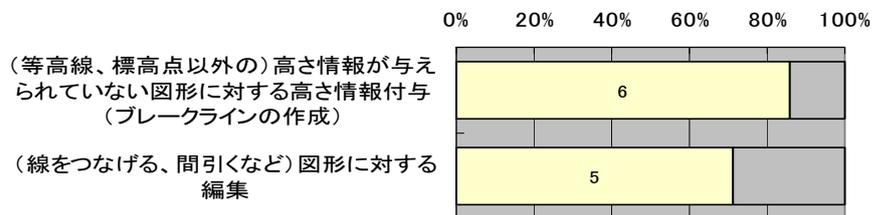
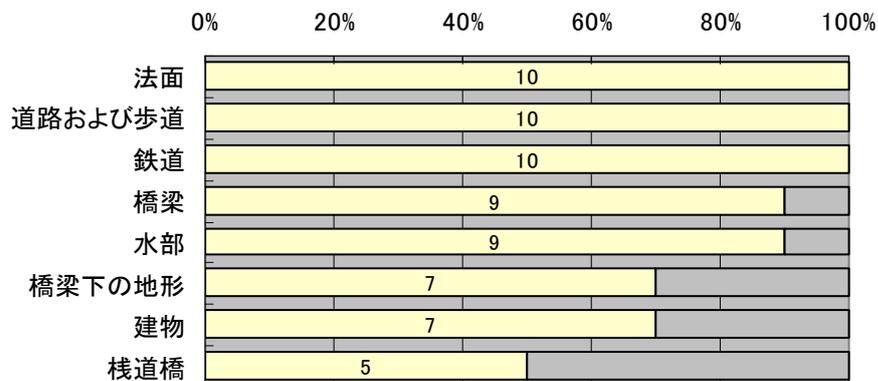


図3-4-1 3次元地形データの加工内容

Q:3次元設計を行う場合どのような高さ情報が必要か

回答数：10（等高線、標高点以外に高さ情報が必要だと考えている人）



[その他]・宅盤、田畑などの面の情報

図3-4-2 道路設計に必要な高さ情報

**Q:上記地物以外に高さ情報がないと、どのような問題があるか**

- ・平面図や横断図の作成において、道路端、法面の高さ情報が無いと正確な形状とならないため、設計で用いることが出来ない
- ・予備設計レベルで構造物の検討等を行う際に、発注者の要求レベルの成果作成が困難
- ・縦断計画を行う際に、コントロールとなる対象の正確な高さが無いと設計出来ない
- ・法面展開・横断作成・体積計算などにおいて、算出数値に誤差が生じる
- ・詳細レベルで、取り合いの検討ができない
- ・景観検討で建物を立体で表す必要がある場合、建物の高さが分からないと検討できない

以上の項目を高さ情報の取得を必須にすることが考えられるが、データ作成上、以下の問題がある。

**【送電線】**

- 電線については、空中写真測量で高さ情報を取得できるか調査が必要
- 拡張デジタルマッピング実装規約では、送電線は中心線を取得することになっているが、上下左右に複数ある電線をどのように表現するか検討が必要

65	送電線	一般 道路 河川		中心線を取得 (拡張版で区別せず連続データとする)	線 #2	3	おおむね20kV以上の高圧電線を送電するものをいう。
		一般					1 送電線は、おおむね20kV以上の高圧電線を送電するものによって表すものとする。ただし、地中にある部分は表示しない。 2 送電線は正射影の方向に一線として表示する。 3 送電線の図柄は、基準(図式分類コード42-35)の記号を適用し、本柱及びコンクリート塔は表示しない。

拡張デジタルマッピング実装規約「取得分類基準表」より

**図 3-4-3 拡張 DM データにおける送電線の取得方法**

**【水路の底高】**

- 水路の底高については、現地調査による取得が必要（空中写真測量では取得困難）
- 設計に不要な部分まで現地調査を実施するのは無駄が大きい
  - ◇ 水路の底高については、仕様の中で高さ情報の取得を必須としないことを考える

**【高架橋の桁下・トンネルの内空上端】**

- 高さ情報の取得には、現地調査が必要（空中写真測量では取得困難）
- 設計に不要な部分まで現地調査を実施するのは無駄が大きい
  - ◇ 高架橋の桁下・トンネルの内空上端については、仕様の中で高さ情報の取得を必須としないことを考える

**2) 3次元地形データ利用に関する問題**

測量段階で作成される DM 形式の地形図データについて、必要な高さ情報が無いことの他に利用上の問題があるか確認した。

**(A) DMデータの利用（ソフトウェア）に関する問題**

DM データの利用に関して、以下のような回答が挙げられた。

- 現在使用しているソフトは、直接 DM を読み込めない。既存のソフトでは DM データに含まれる全ての情報を生かしきれない。
- レイヤ数が多すぎる。色設定が大変。
- 高さや形状をおさえるのに陰線が必要となるが、成果図面（2次元）とするときに陰線が邪魔になる

(B) ファイルサイズに関する問題

地形データのファイルサイズが大きいものがあり、扱いづらいという回答が多かった。

この問題については、ある程度やむを得ない部分があるが、次に示すように、等高線などが必要以上に細かな線分で構成されていることが大きな要因であると思われる。

(C) 等高線などのデータ作成に関する問題

等高線などの線データが細かく分割されていたり、必要以上に細かな線分で構成されているために、データの編集作業が必要となっていることを多くの回答者が挙げている。

(D) DMデータの記述方法に関する問題

データによってDMデータの記述方法に差異があり、CADデータへの変換時などに問題が生じることが回答として挙げられている。

これは、データ作成においてDMデータの仕様に準じていないものがあることや、仕様の曖昧さに起因する問題であると考えられる。

この問題については、データの確認、検査など運用上の課題として検討すべきと考える。

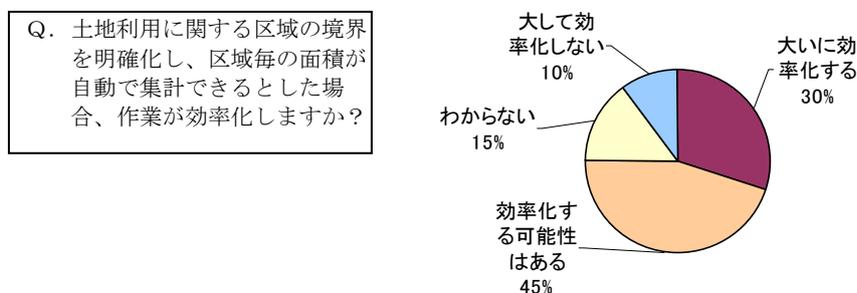
(E) 面としての利用が必要なデータ

境界が不明確な場合がある土地利用に関する区域について、境界を明確化し、面積の集計など面としての利用を可能とすることを考慮したが、この有効性や、その他に面としての利用が必要なものがあるか確認した。

a) 土地利用に関する区域の明確化の有効性

土地利用に関する区域の境界を明確化し、区域毎の面積が自動で集計できる場合、設計作業が効率化するか、また、それはどのような作業であるか質問した。調査結果を、**図 3-4-4** 示す。

結果として、効率化すると答えた回答者が多く、その作業内容としては「概算の用地補償費算出」、「排水計画（流域図作成・流出係数の設定）」などが多かった。



**図 3-4-4** 土地利用に関する区域の明確化の有効性

以上より、土地利用に関する区域を明確化することは、有効性があると判断できる。

b) 土地利用区分以外に面としての利用が必要なもの

土地利用に関する区域以外に、境界を明確にして面としての利用が必要なものについて質問した結果、以下のような回答があった。

- 官民境界など土地の境界
- 自然保護区域など保護すべき用地の区域

上記のような区域の境界を取得するためには、別途資料調査等が必要であり、作成仕様の中で作成を必須とすることを定めることは妥当ではないと考える。

### 3-5 施工段階における 3 次元地形データの利用調査

#### (1) 調査方法

施工段階における 3 次元地形データの利用用途や、設計段階で作成された地形図 (DM データ) の利用価値等を把握するため、(社) 日本土木工業協会を通じて、同協会 CALS/EC 部会に所属する道路施工業務に従事する技術者に対し、アンケート調査を実施した。

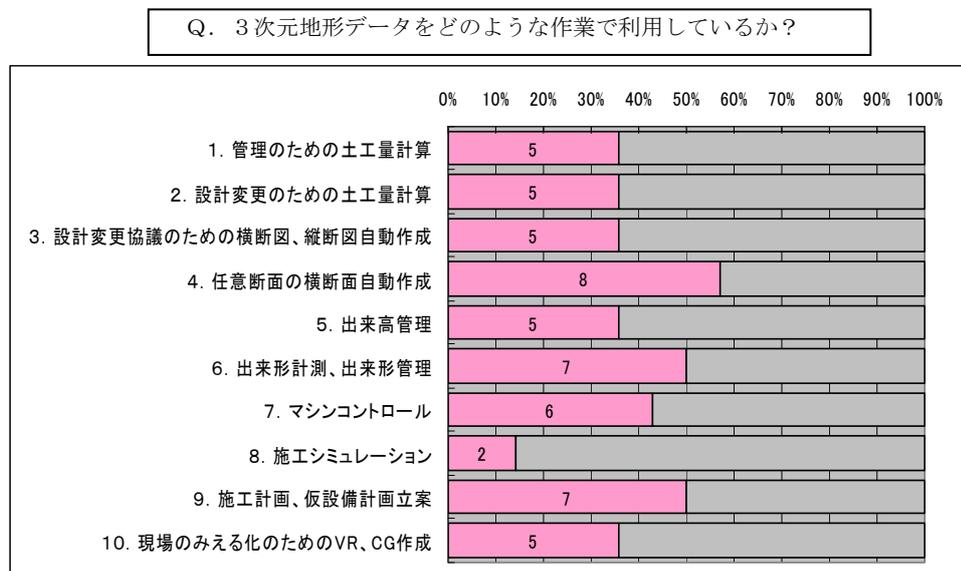
- アンケート調査回答数：21 社、26 人

#### (2) 調査結果

以下にアンケート調査の結果を示す。

##### 1) 3 次元地形データの利用用途

工事における 3 次元地形データの利用用途について把握するため、どのような作業で 3 次元地形データを利用しているか確認した。図 3-5-1 に調査結果を示す。



(全回答対象者数：14)

図 3-5-1 施工における 3 次元地形データの利用用途

また、その作業に必要なデータの精度 (許容誤差) について確認した。図 3-5-2 に調査結果を示す。

Q. 各作業に必要な精度（許容誤差）を教えてください

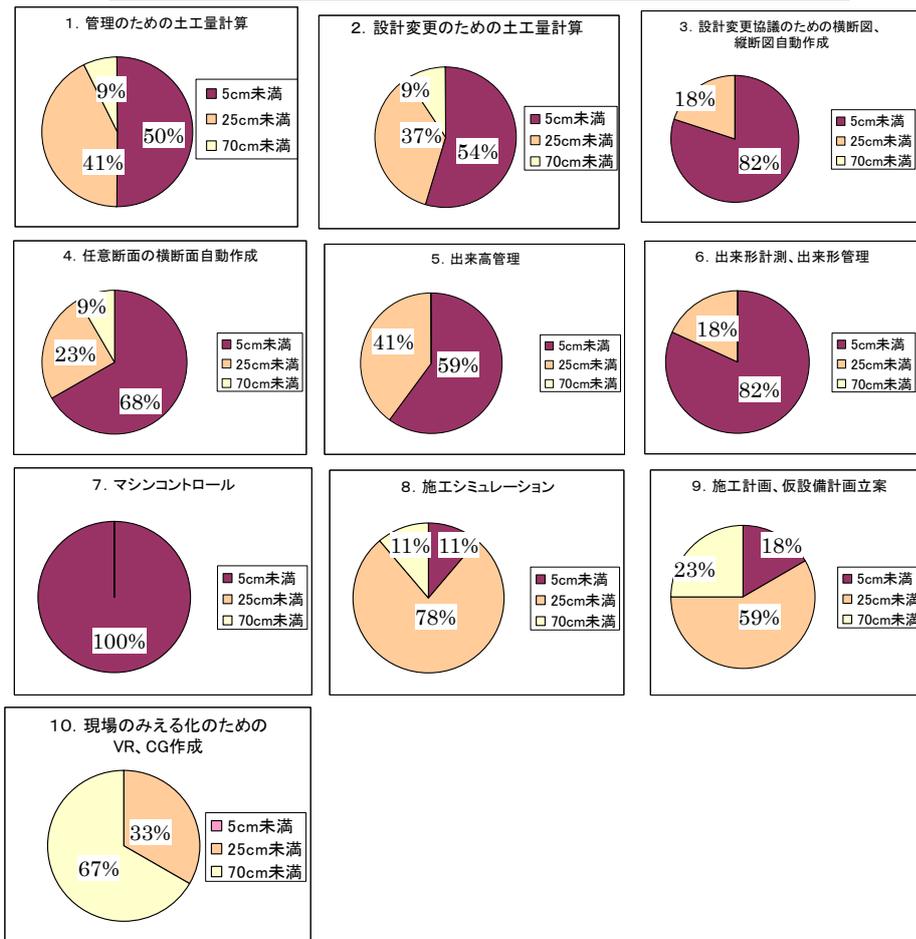


図 3-5-2 施行において必要なデータ精度

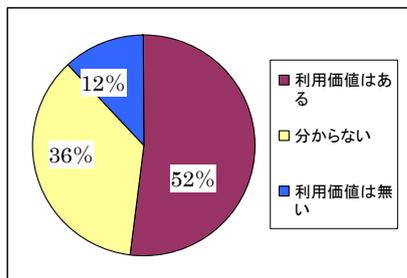
空中写真測量による地図情報レベル 1000 の地形図 (1/1000 地形図) の精度 (標準偏差) は、水平位置が 70cm 以内、等高線が 50cm 以内であるが、土工量計算や出来高・出来形管理、マシンコントロールなど施工作业に直接用いるための地形データはこれと比べて非常に高い精度が必要とされていることが分かる。

ただし、施工シミュレーション、施工計画、VR・CG作成に用いるための地形データについては、上記のような直接施工作业に用いるものほど高い精度は要求されない。

## 2) 設計段階で作成された地形図（DMデータ）の利用価値

設計段階で作成されるDMデータについて、利用価値があるか、またどのような利用が可能か確認した。図 3-5-3 に調査結果を示す。

Q. 地形データが空中写真測量（1/1000：地図情報レベル 1000）により作成されたもの（精度：水平位置 70cm, 等高線 50cm）である場合、利用価値はありますか



Q. どのような活用方法がありますか？

- ・ 工事用道路の計画
- ・ 施工計画・機械配置計画
- ・ 概略の土工量の把握
- ・ 地形のイメージ把握
- ・ 技術提案資料・住民説明資料のためのCG作成

図 3-5-3 設計段階で作成される DM データの施工での利用価値

上記のように、設計段階で作成される地形データ（DMデータ）について、施工作业に直接用いるには精度が不足しているが、施工計画等を行うためのデータとしては利用価値があることが分かる。

### 3-6 流通している地形データの品質調査

3次元地形データが設計段階で流通していない原因を究明し、課題を抽出するには、実際に流通している地形データの内容（品質）や設計に即した3次元地形データを明らかにする必要がある。本研究では、道路路設計に係る地形測量業務の電子納品成果を収集し、収録されているDMデータが「拡張デジタルマッピング実装規約（案）」の規定を満足しているか調査した。

#### (1) 調査方法

国土交通省直轄業務における測量成果として電子納品されたDMデータについて、以下の13業務成果をサンプルとして入手し、調査を行った。サンプル一覧を表3-6-1に示す。

さらに、規定を満足していないものについての原因を解明するため、(財)日本測量調査技術協会にヒアリングを行い、調査した。

表 3-6-1 DM データ調査サンプル一覧

No.	実施年度	測量分類	地図情報レベル	バージョン 拡張DM：1 (現行)DM：0	備考
1	H18	TS 地形測量	500	拡張DM (1)	
2	H18	デジタルマッピング	1000	DM (0)	
3	H17	TS 地形測量	500	拡張DM (1)	
4	H17	デジタルマッピング	500	DM (0)	
5	H17	TS 地形測量	1000	DM (0)	
6	H17	TS 地形測量	500	DM (0)	
7	H17	TS 地形測量	500	DM (0)	
8	H16	デジタルマッピング	1000	DM (0)	
9	H16	デジタルマッピング	2500	DM (0)	
10	H16	TS 地形測量	500	DM (0)	
11	H15	デジタルマッピング	500	DM (0)	
12	H15	TS 地形測量	500	DM (0)	
13	H15	既成図数値化	1000	DM (0)	

#### 用語解説

デジタルマッピング：空中写真測量

TS 地形測量：トータルステーション (TS) を用いた地形測量

既成図数値化：既成図から DM データを作成する作業

#### ※調査サンプルの抽出方法

九州地方整備局において、電子納品保管管理システムに登録された納品成果を、“DM”をキーワードに検索。抽出された51業務の中から、業務名をもとに道路設計のための測量調査である可能性のある16成果を借用して、内容の調査を実施した。調査の結果、実際にDMデータが含まれていたものは上表に示す8成果であった。

#### (2) 調査結果

##### 1) エラー項目の抽出

電子納品成果のサンプル調査(表3-6-2)を行った結果では、高さ情報が必須の標高点・等高線については高さ情報の設定があるケースが殆どであるが、実施レベル(高さ情報を設定する対象数)にはバラツキが生じていたほか、不完全(エラー有り)で読み込めないものも存在した。

表 3-6-2 DM データのサンプル調査結果

No.	実施年度	測量分類	取得分類				備考
			標高点	等高線	法面	境界杭等 (点地物)	
1	H17	デジタルマッピング	3次元	3次元	2次元	2次元	
2	H17	TS 地形測量	3次元	—	3次元	3次元	数値・記号以外、 ほぼ全て3次元
3	H17	TS 地形測量	3次元	3次元	2次元	3次元	
4	H17	TS 地形測量	—	—	—	—	不完全なデータ (ファイルサイズ 1KB)
5	H16	デジタルマッピング	3次元	3次元	2次元	3次元	
6	H16	TS 地形測量	2次元	3次元	2次元	2次元	取得分類コードが 記入されていない (全て“9999”)
7	H16	TS 地形測量	—	—	—	—	図面表題欄しか 図形が無いデータ
8	H15	デジタルマッピング	3次元	3次元	2次元	2次元	

入手した DM データを調査した結果、以下のエラーが確認された。

- 拡張 DM 形式で納品されていない

「測量成果電子納品要領 (案)」(平成 16 年 6 月) では、地形測量成果の DM データファイルについて、拡張 DM 形式で納品することが定められている。

上記要領 (案) は、平成 16 年 10 月以降契約の直轄業務において適用されているが、対象となる No.1~No.9 業務成果のうち、拡張 DM 形式で納品されている成果は 2 業務のみであった (図 3-6-1)。

- インデックスファイル (.dmi) の作成されていない

DM データのファイル仕様では、CD-ROM 等へ物理的に記録する際に、その中に含まれる数値地図情報のメタデータを、インデックスレコードとして記述する必要がある。このインデックスレコードを記述したファイルをインデックスファイル (拡張子: .dmi) と呼ぶが、以下の業務成果ではインデックスファイルが作成されていない。

➤ No.5、No.6、No.7、No.12

- 内容が記述されていない

No.7 のデータについては、DM データのファイルの中に意味のある情報が何も含まれておらず、図形データが一つも記述されていないデータであった。

また、No.10 のデータについては、図形データとして図面表題欄の線と表題の文字だけが記述されたデータであった。

- 分類コードが正しく記入されていない

取得分類コードは、DM データの中で記述される各図形要素ごとに、その図形が何であるか分類するための 4 桁のコードであり、大縮尺地形図図式として標準で定められた地物ごとに、割り当てられたコードを記述する必要がある。

しかし、No.12 のデータについては、全ての図形要素に対して、取得分類コードが“9999” (未定義) で記述されていた。

- 1つの要素の中で高さを持つ点と持たない点の混在

現在の DM データの仕様に対して明確に誤りであるとはいえないが、No.3 のデータについては、法面や被覆（擁壁）などで、1つの要素の中で高さを持つ点と持たない点（高さが0の点）が混在していた。

・法面等の地物を3次元で作成している納品成果(No.2)

データ	注記	要素	座標値
	勾配%	標高	水平... Z座標
1			200.162
2	▲ 15.977	0.131	0.820 200.293
3	▲ 11.152	0.242	2.170 200.535
4	▼ -4.324	-0.088	2.035 200.447
5	▼ -22.118	-0.482	2.179 199.965
6	▲ 16.454	0.110	0.668 200.075

不完全な DM データファイル(No.4)

・地物情報が1つも設定されていないデータ

・(参考)通常の DM データ

図 3-6-1 DM データのサンプル調査結果（エラー事例）

## ●参考：「拡張デジタルマッピング実装規約（案）」における 3次元座標取得に関する規定

(等高線)

第41条 等高線は、計曲線、主曲線、補助曲線、特殊補助曲線及びそれらの凹地曲線に区分して表示する。

2 等高線には、属性数値に等高線数値を格納する。

(地形の座標次元)

第50条 等高線、基準点、数値地形モデルの座標次元は3次元とする。

2 座標次元が3次元であっても、標高値が同一の場合は、属性数値を使用して標高値を格納し、XY座標は2次元座標レコードを使用して格納するものとする。

(等高線データの記述)

第99条 等高線データは、要素レコードと2次元座標レコードを使用して格納するものとする。

2 等高線標高は、要素レコードの属性数値にmm単位で格納するものとする。

(ファイルの座標次元)

第101条 ファイルの座標次元は、3次元を標準とする。

2 3次元で取得されたデータであっても、標高が同一な場合には、Z値を要素レコードの属性数値に格納し、2次元座標とする。

3 2次元で取得あるいは数値編集時に標高値を破棄したデータも、同一のファイルに2次元要素として格納する。

(等高線)

第41条 等高線は、計曲線、主曲線、補助曲線、特殊補助曲線及びそれらの凹地曲線に区分して表示する。

2 等高線には、属性数値に等高線数値を格納する。

(基準点)

・・・(中略)・・・

3 標高数値は、属性数値に少数点以下3位まで格納するものとし、有効桁数以下の位には0を与えるものとする。

(データタイプ)

第47条 数値地形図のデータタイプは、その特性等により面、線、円、円弧、点、方向、注記、属性、グリッドデータ及び不整三角網の各タイプにより表現する。

## 2) エラーの原因

前項で抽出したエラー項目について、(財)日本測量調査技術協会にヒアリングを行い、推定される発生原因の調査を行った。

### ● 拡張DM形式で納品されていない原因

拡張DM形式での納品について、運用が徹底されていないことが一番の原因と思われる。

また、測量CADメーカーの対応や、作成者が古いソフトウェアをそのまま使い続けていることも要因と考えられる。

### ● インデックスファイル(.dmi)が作成されていない原因

作成者のDMデータに関する理解不足が原因と考えられる。

- 内容が記述されていない原因

内容が記述されていないデータについては、電子納品成果作成時に作られたダミーのデータと思われる。こうしたデータが作成される背景として、設計で利用するためのデータは CAD データで別途作成して設計会社に渡され、納品時の検査は紙により行われているため、電子納品成果についてはチェックが行われていないという状況があるものと考えられる。

- 取得分類コードが正しく記入されていない原因

作成者の DM データに関する理解不足が原因と考えられる。

- 1つの要素の中で高さを持つ点と持たない点の混在の原因

データは TS 地形測量の成果であるが、TS により数値地形図の作成を行う場合、実際に TS で計測した位置以外に編集作業で図形の作成が行われるので、TS で計測した点は 3 次元データとして格納されるが、編集で作成した点は高さ取得されない。このために、実際に計測した点のみ高さが設定された高さを持つ点と持たない点が混在する DM データが作成されたものと考えられる。

以上より、TS 地形測量により 3 次元地形データを作成する場合には、高さ情報を取得する地物は全ての点を計測するか、編集作業で作成した図形に適切な高さ情報を与えることが必要となる。

### (3) 考察

測量成果、データに欠落があり、不完全（エラーあり）のまま納品されている地形データもあることが分かった。

また、エラーの原因として、測量成果としての DM データを納品することが徹底されていないことに起因した、データ作成者の DM データ作成の理解不足、納品された DM データのチェック不足が考えられることから、運用の徹底を図ることが必要と考えられる。