

## デジタル地形データの道路設計CADへの活用と今後の展開\*

### Digital Terrain Data Specifications for Highway Planning and Design

山崎元也\*\*・本郷廷悦\*\*\*・高橋広幸\*\*\*・安達伸一\*\*\*\*・大友正晴\*\*\*\*・加藤哲\*\*\*\*

Motoya YAMASAKI, Teietu HONGO, Hiroyuki TAKAHASHI, Shinichi ADACHI, Masaharu OTOMO, Satoshi KATOU

#### 1. はじめに

地形図のデジタル化は「公共測量作業規程第4編数値地形測量」の定めに基づき従前より進められてきている。測量により作成されたデータ（以下「DM」という）を直接的に設計CAD上に共有・再利用することは、まさに建設CAL Sの入り口ともいえる。これまで一般的にはDMを道路設計CADに取り込むことはできない、難しいといわれてきていた。一方、コンピュータ技術の急速な発展によりパソコン上で3次元CAD設計やデータ量が大きいデジタル化された地形が比較的容易に扱えるようになったことから、DMとCADのスムーズな連携を図ることが今日強く求められてきた。

なお以下論文ではこのDMと区別を明確にするため、新たに提案する電子化された地形情報を「デジタル地形データ」という。

本論文は日本道路公団（以下、JHという）の事業における道路設計CADでの活用を可能とするデジタル地形データの仕様を提案し、地形図作成から設計業務での実証成果による検証に加える。

#### 2. 調査設計段階での地形情報の高度化・共有化

##### (1) JHによる建設CAL Sへの取組み

###### a) 図面の電子化

JHではこれまで建設CAL Sへの取組みとして設計図面の電子標準化を進めてきており、「CADによる図

面作成要領（暫定案）」を定め実証してきた。これは単に製図情報のみの電子化（CAD第I段階）であり、地形情報の電子化は課題として残したままであった。この段階では道路事業のライフサイクルで、図面を中心とする情報を一貫して利用し、業務を効率化する為には不十分である。このため、CAD第II段階では設計データの交換・連携に重点をおくこととし、特に地形情報の交換について検討を加えているところである。

###### b) 地形情報デジタル化の重要性

ライフサイクルにおいて測量作業は図-1に示すようにその各段階において実施される。地形情報を電子化することにより、計画・設計段階では次の効果を得ることができる。

- ①地形の読み取り、転写などによる労力・時間の縮減、ヒューマンエラーの防止
- ②図面の加工が容易でかつ常に精度が確保できる
- ③GISの活用により解析・判断が容易となり設計の高度化が図れる
- ④3次元元設計への拡張によるCG等判りやすい視覚的表現が期待できる

地形情報の高度利用をライフサイクルにわたって進めることにより、従来より質の高い成果を効率的に提供することが可能となる。

#### 3. 道路設計で使うためのデジタル地形データ

##### (1) JHにおける暫定仕様

###### a) 設計用デジタル地形データ作成の基本方針

DMデータの設計側への利活用を図るため、JHでは地形情報を電子データとして作成するための基本的方針を以下のように定めた。

- ①設計CADと完全なデータ互換性を有する
- ②等高線・標高単点を含め基本的な地形情報には高さの情報を与える

\* キーワーズ：Digital photogrammetry, CAD, CALS, GIS, CG

\*\* 正会員 日本道路公団 試験研究所 技術情報課  
(〒194-8508 東京都町田市忠生 1-4-1,  
TEL 042-791-1621, FAX 042-791-3717)

\*\*\* 日本道路公団 試験研究所 技術情報課

\*\*\*\* 国際航業株式会社

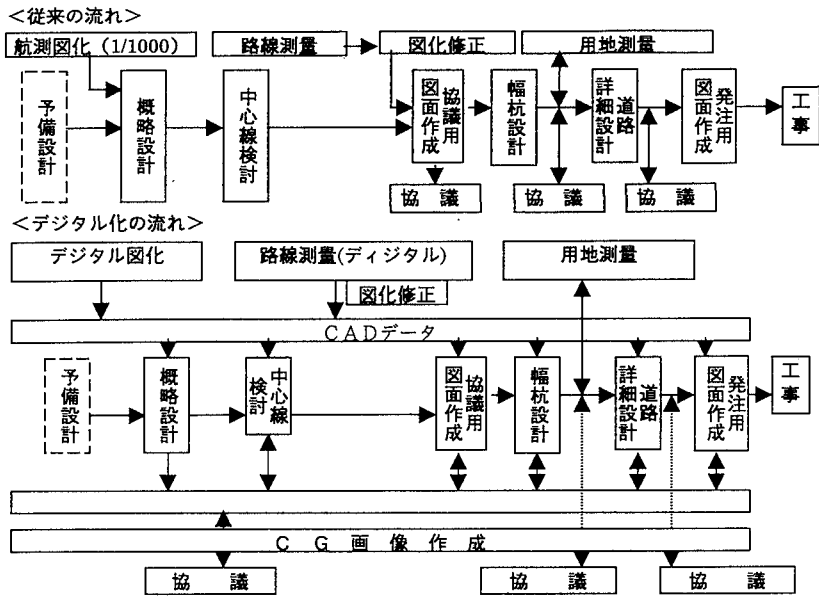


図-1 デジタル化による設計の流れ

③宅地、田畑などの敷地境界は閉合するなど、データの取得方法についても新たな規定を設ける

④設計での活用を考慮したレイヤ設定を行う

**b) 道路設計が求める要求仕様**

今回、「測量作業規程」<sup>2)</sup>を補足し、道路設計CADでの利用を目的として主に地形3次元データ取得のための暫定的な仕様「デジタル地形データ作成要領、暫定案：Ver.1.05」(以下、暫定要領という)を定めた。この仕様は主にDM取得項目のうち、地形をそのまま表現している項目(等高線・凹地・真幅道路・水涯線・田畑など)を3次元で取得し効果的に格納するためのものである。

**c) ファイル形式**

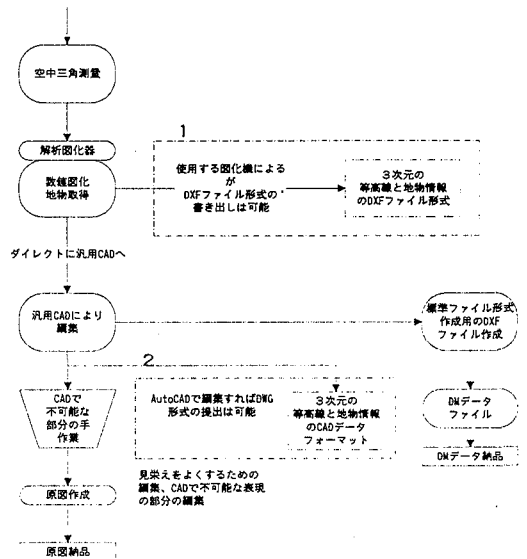
デジタルマッピングでは、一般的に図-2に示すように解析図化機からDMデータファイルを作成し、以下の工程に引きわたす。デジタル地形データを、設計CADに使えるようにするために、設計CADデータのファイル形式の中間フォーマットにして納めるようにした。

DMのファイル仕様を設計CADで利用できるように拡張することも考えられるが、次の利点から設計CADのデータファイル形式を採用することにした。

・数値編集で使用する測量CADと設計で使用するCADが同じ汎用CADをベースとしている場合、データ変換の必要がない

・測量と設計それぞれで使用するCADが異なる場合であっても中間的ファイルフォーマット(DXF)を介してデータの交換が可能である

CADのファイル形式には、現状最も汎用性が高いとされるフォーマットとして、バイナリ形式の場合にはDW



G形式、ASCII形式の場合にはDXFを規定した。なお、暫定要領では、デジタル地形データ作成におけるファイル形式については、使用する編集用CADのバージョンによって差異があるため、データ互換の完全性を確保するためにバージョンも明記している。

**d) 取得次元**

原則として、地形情報の取得に関しては、等高線、標高点は3次元で取得する(高さ情報を与える)。さらに、道路、宅盤、田畑など比較的水平的な土地に関しては等高線の間隔が広がるため、それらの境界線等(ここでは、「ブレイクライン」と定義する)も3次元データとすることとした。なお、それ以外の家屋、生垣、記号、文字などは2次元とした。

**e) レイヤ**

レイヤ区分は、データ活用における簡便性の観点から最小限に設定し、計曲線とブレイクライン、主曲線、標高点、2次元データ、グリッドおよび図枠それぞれに設定されている。これらのレイヤ設定に関しては、「CADによる図面作成要領(暫定案)」に適合させている。したがって、レイヤに設定される線種および線色に関してはこれを参照させている。レイヤに関する規定は表-2にまとめた。

表-2 暫定要領におけるレイヤ

レイヤ名称	地図情報レベル	地形区分
DPLN_HICON	1000	等高線(計曲線)、ブレイクライン
DPLN_LOCON	1000	等高線(主曲線)
DPLN_POINT	1000	標高点
DPLN_EXIST	1000	2次元データ
DPLN_GRID	1000	グリッド線
DPLN_FRAME	1000	図郭
DPLN_EG_RASTER	1000	1/1000 地形図ラスタデータ

**f) 座標系**

座標系は公共座標系を用い、CAD上でこれを表現する場合の方法に関しては「CADによる図面作成要領(暫定案)」に従うこととした。

なお先に述べた通り、公共座標系自体の精度の問題や、今後、準楕円体の変化に伴う成果の改正なども予想されることから、再計算などの後処理に対応した観測記録の保持等を徹底した。

**4. デジタル地形データを使った道路設計の実証実験**

**(1) 実証実験の概要**

JH佐久工事事務所では、前述のデジタル地形データを使った道路概略設計を実施した。設計データは、「CADによる図面作成要領(暫定案)」に基き作成、編集された。デジタル地形データを利用した道路概略設計の結果については、設計を行ったコンサルタントにヒアリング調査を実施した。

**(2) デジタル地形データの道路概略設計での実証実験結果**

**a) 実験結果の概要**

設計時における利用性及び作業効率化の実現性に関するヒアリング結果をまとめると次のとおりである。

- ① 道路設計CADを利用するために実施していた地形図をCAD化する作業が省略された
- ② デジタル地形データに少しでもエラーがあると読み込み作業及び設計作業に支障をきたした。とくに、市販されている汎用CADでは、3次元データの利用が実質的に困難であり、必ずしも良好な効果が得られていない。
- ③ 道路設計CADの種類によっては、直接デジタル地形データを入力できないものがあつた。
- ④ 図面表示と異なった表示(たとえば計曲線が太くない)などにより読みにくい
- ⑤ 道路の橋梁部分についても3次元で取得しているため、橋の下の地形データではなく橋梁部分を現況地盤と誤認する可能性がある。

まず①からデジタル地形データの当初の目的は達成されたと考えられる。一般にコンサルタントが、今回のような道路概略設計時の地形データ読み込みにかかる作業の内、「地形読み込み」、「ベクトルデータへの変換」、「3次元データ入力」、「データのチェック」といった3次元地形データ作成プロセスの削減が確認された。今回の実験結果によると、各社数十万から百数十万の経費が削減できたことが報告された。また、このようなコスト削減効果の他に、今まで誤入力や読み込み時にあつたヒューマンエラーが無くなったことや、品質の確保が図れたなども確認された。

また、②については、データのチェック、技術的な改善など作成者側の尽力が望まれるところであると同時に、3次元設計CADの普及が待たれるところである。

③については、前項にもあつたように道路設計CAD

の機能の問題と言える。設計で利用するCADによっては、2次元と3次元データが混在するファイルやZ座標が同一レイヤに混在するファイルなどを正確に処理できない場合がある。これについてはCADで扱う場合にデータを分割するなどの対処方法が考えられるが、個々の設計業務で異なるため基準化することは困難である。

④は、現状のCADでは色を換えるなどの方法が考えられる。

⑤については、地形データの取得段階で現況地形を表現するレイヤ、および、構造物のレイヤに分類することにより、誤認の危険性を回避できると考えられる。

### 5. デジタル地形データ作成要領(暫定案)の修正

これらの実験結果および考察から、暫定要領については、

- ① 測量作業で取得する対象地物とCADのレイヤの関係が不明確であった。
- ② 編集作業の効率を考慮しつつ、設計段階の要求事項を満たすレイヤの細分化が必要である。

以上の点を考慮して、レイヤに関しては表-3のように分類し、大縮尺地形図図式で表示される対象地物ごとに線の色、取得次元、レイヤをそれぞれ定めることとした。

これにより、実証実験における暫定要領の問題点として挙げられた事項についての、当面の改善がなされるも

のと考えられる。

JHでは、以上の実証実験結果より暫定要領の改訂を進めており、設計においてより使い易く、見易いデータと測量段階での作業効率等に配慮すべく鋭意努力中である。

### 6. おわりに

今回提案したデジタル地形データ仕様は、道路設計での利用を目的として、空間情報の一部である地形情報を設計CADで正確に表現し活用するためのものである。

これに基づいて航測図化によるデジタル地形データを作成したうえで、道路概略設計を実施し、本案によるデータ作成が設計の省力化・効率化に繋がることを実証した。

今後測量業務で作成された地形データさらには3次元CADを利用することにより、作業がより安価で手軽なものとなり、付加価値の高い設計が行えるものとする。

### 参考文献

- 1) 建設省土木研究所ほか：総合情報活用による建設事業の高度化技術に関する共同研究報告書、(7分冊の3)調査・設計積算段階の情報活用方策研究、PP.157-194、2000
- 2) 日本道路公団：測量作業規程、測量作業要領、1997

表-3 レイヤ設定の修正案

レイヤ名称(修正後)	レイヤ名称(修正前)	地図情報レベル	図形区分
DPLN_HICON	DPLN_HICON	1000	等高線(計曲線)、凹地含む
DPLN_HICON_SUB		1000	2次元の対象物と同じ範囲に存在する等高線(計曲線)、出図の対象とならない。
DPLN_HICON_HIDE		1000	B-LINEの対象物と同じ範囲に存在する等高線(計曲線)、出図の対象とならない。
DPLN_LOCON	DPLN_LOCON	1000	等高線(主曲線)、凹地含む
DPLN_LOCON_SUB		1000	2次元の対象物と同じ範囲に存在する等高線(主曲線)、出図の対象とならない。
DPLN_LOCON_HIDE		1000	B-LINEの対象物と同じ範囲に存在する等高線(主曲線)、出図の対象とならない。
DPLN_POINT	DPLN_POINT	1000	標高点
DPLN_EXIST	DPLN_EXIST	1000	2次元データ
DPLN_GRID	DPLN_GRID	1000	グリッド線
DPLN_FRAME	DPLN_FRAME	1000	図枠
DPLN_EG_RASTER	DPLN_EG_RASTER	1000	1/1000地形図のラスターデータ
DPLN_B-LINE	新規追加	1000	等高線、標高点を除く3次元データ
DPLN_B-LINE_SUB		1000	上記と重複する箇所の補助データまたは2次元記号と同じ範囲にあり出図の対象とならないもの
DD_HICON	DD_HICON	500または200	等高線(計曲線)、凹地含む
DD_HICON_SUB		500または200	2次元の対象物と同じ範囲に存在する等高線(計曲線)、出図の対象とならない。
DD_HICON_HIDE		500または200	B-LINEの対象物と同じ範囲に存在する等高線(計曲線)、出図の対象とならない。
DD_LOCON	DD_LOCON	500または200	等高線(主曲線)、凹地含む
DD_LOCON_SUB		500または200	2次元の対象物と同じ範囲に存在する等高線(主曲線)、出図の対象とならない。
DD_LOCON_HIDE		500または200	B-LINEの対象物と同じ範囲に存在する等高線(主曲線)、出図の対象とならない。
DD_POINT	DD_POINT	500または200	標高点
DD_EXIST	DD_EXIST	500または200	2次元データ
DD_B-LINE	新規追加	500または200	等高線、標高点を除く3次元データ
DD_B-LINE_SUB		500または200	上記と重複する箇所の補助データまたは2次元記号と同じ範囲にあり出図の対象とならないもの
DD_EG_RASTER	DD_EG_RASTER	500または200	1/500または1/200地形図のラスターデータ