

## 盛土地形データ作成手法の検討 Study of Methods of Making Topographic Data of Fills

地理調査部 星野 実・吉武勝宏・木村幸一

Geographic Department Minoru HOSHINO, Katsuhiko YOSHITAKE and Koichi KIMURA

### 要 旨

平成 19 年度～21 年度の期間で、国土交通省総合技術開発プロジェクト「高度な画像処理による減災を目指した国土の監視技術の開発」に係る「地盤の脆弱性把握のための開発」において盛土地の危険度評価システムを開発した。このシステムは、地震により盛土地が崩壊などの被害を受ける箇所を危険度の高い順に抽出を行い、地震が起きる前に対策を行う優先順位をつけるためのものである。

本稿はこの危険度評価システムで使用する盛土地形データ作成手法について、空中写真測量（メッシュ法、ブレイクライン法、ステレオマッチング法）及びマップデジタイズ法を用いて丘陵地及び低地でそれぞれ 2 km<sup>2</sup> の試験計測を行い、この中で計測精度、均質性、効率性について比較した。また、最近行われている航空レーザによる標高データ作成手法との比較を行った結果についても報告する。

### 1. はじめに

近年の大規模な地震では、多くの地盤災害が報告されているが、宅地開発が行われた土地、特に盛土地形における地盤の変位が顕著である。

盛土地形と地山の境界部や、盛土地形が周辺と比較して脆弱であることから、盛土地形がどこに分布するか、また盛土地形の規模等を把握することが重要である。平成 18 年に国土交通省が策定した「大規模盛土造成地の変動予測調査ガイドライン」により、地方公共団体が、盛土地形を把握し、盛土地形の危険性評価を行い、危険性の高い順に対策を進めるためには、基礎データとして使用する盛土地形データを定量的に取得する必要がある。

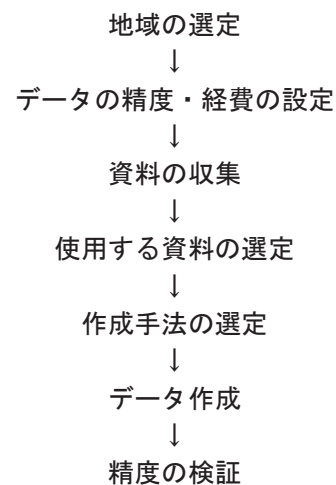
本検討業務では、人工改変前後の地形データから作成する盛土地形データ作成について、空中写真及び地形図を使用した作成方法による計測精度、均質性、効率性について比較・検討を行い、盛土地形データ作成の手順書を作成して公表する予定である。

### 2. 盛土地形データ作成の手順

盛土地形データは、宅地造成など人工的に盛土を行う前と後の標高データをそれぞれ作成し、それらの差分により作成する。データ作成には、既存の地形図や空中写真から標高データを取り出し、メッシュ毎の標高データの作成を行う。なお、人工改変後

の標高データとして既存のレーザデータがある場合には使用することにより高精度の成果が得られる。

盛土地形データを作成する場合の手順としては、①必要とする盛土地形の地域の選定、②必要とする盛土地形の精度及び経費、③作成に使用する資料の収集と選定、④作成手法の選定、⑤データ作成、⑥精度検証の流れで実施する（図－1）。



図－1 盛土地形データの作成手順

### 3. 盛土地形データ作成手法の整理

危険度評価システムで使用するデータ作成手法についての比較を行った。

これまで行われているデータ作成手法には、空中写真を使用して標高データを作成する方法と、既存の地形図を使用して、地図上に表示された標高データを読み込んで作成する方法がある。最近では、直接標高データを取得するレーザによるデータ作成が行われている。これらの手法の長所及び短所について整理を行った。

#### 3. 1 空中写真を使用した作成方法

空中写真を使用した盛土地形データ作成方法には、メッシュ法、ブレイクライン法、ステレオマッチング法がある。それぞれの作成手法の特長について述べる。

##### 3. 1. 1 メッシュ法

空中写真を使用して、ステレオ図化機（写真－1）

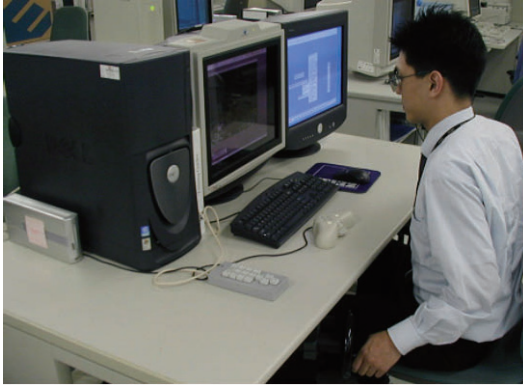


写真-1 ステレオ図化機

により、あらかじめ座標設定した格子点（メッシュ）の標高データを取得する方法である。

この手法では、格子点の標高データを直接測定するため高精度なデータ取得ができ、DEM データを直接作成することができる。反面、この手法では、メッシュ毎に標高データを計測するため、計測に時間がかかる。また、陰影部のデータ取得ができないなどの課題がある。

### 3. 1. 2 ブレークライン法

この方法は、メッシュ法で作成した標高データを補完し、より詳しい地形データの取得を行うことにより精度の高い盛土地形データ作成方法である。

空中写真を使用して、ステレオ図化機により、被覆の上下端など地形形状が連続的に変化する箇所を3次元のラインとして取得する方法である。

この手法は、地形変化点を取得するため、詳細な地形モデルを作成することができる。反面、連続する地形を連続的に計測するため、凹凸の地形が多数分布する地域では計測に時間がかかり、陰影部のデータ取得ができないなどの課題がある。

### 3. 1. 3 ステレオマッチング法

オーバーラップした空中写真を使用して対応する像を画像の濃度分布などの類似性を指標として自動的に探索し標高データを取得する方法である。

この手法は、自動処理のため効率的な作業が可能である。しかし、表層のデータしか取得できないため、人工構造物などを取り除くフィルタリング処理が必要である。また、使用する画像の劣化状態により取得できない箇所が生ずる。

## 3. 2 地形図を使用した作成方法

地形図を使用した盛土地形計測手法についてはマップデジタル化による方法がある。

### 3. 2. 1 マップデジタル化法

スキャニングした地形図データから等高線や標高

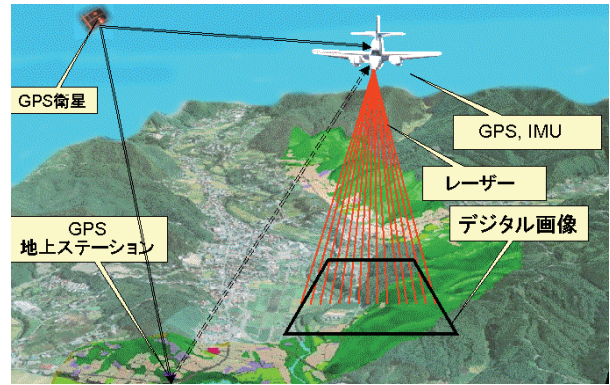


図-2 航空レーザ測量イメージ図



図-3 試験計測範囲（低地）

値を標高データとして取得する方法である。

この手法は、大縮尺の地形図があれば標高データの作成が可能である。

## 3. 3 航空レーザ計測法

航空機から地上に向けてレーザ光を照射し地上から反射して戻ってくる時間差で地物の高さを取得する方法である（図-2）。

この手法では、データの取得密度及び精度が高く、作成に人の介入が少ないため、効率的である。しかし、表層のデータしか取得できないため、人工構造物などを取り除くフィルタリング処理が必要であり、取得に多くの経費がかかる。

## 4. 盛土地形データ作成と作成手法によるデータの比較

各手法によりデータを作成し、盛土地形がどの程度正確に把握されているかの比較を行うため、千葉市（図-3）、仙台市（図-11）でそれぞれ2km<sup>2</sup>の範囲で盛土地形分布図の比較を行い、精度、均質性及び効率性について評価を行った。

丘陵地及び低地について4つの計測手法により、新旧の地形データの計測を行った。また、既存のレーザデータも使用して、それぞれの差分から盛土地



図-4 旧地形の状況

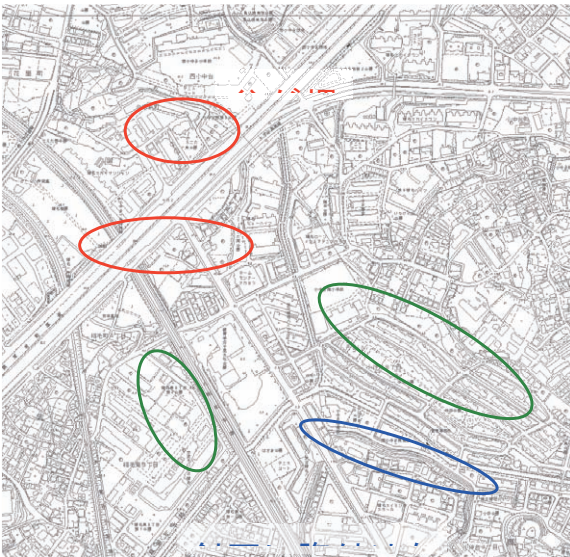


図-5 新地形の状況

形データを作成した。データ作成にかかった時間の比較により効率性の評価を行った。また、盛土地形データから作成した盛土地形分布図の比較により、手法ごとにどれだけ正確に盛土地形を取得しているかについて以下の視点で比較した。

- 1) 谷埋め盛土の範囲を捉えているか
- 2) 腹付け盛土の範囲、特に法面部分の連続性を捉えているか
- 3) 尾根と谷・沢を造成した切盛りが混在する範囲を捉えているか
- 4) 造成していないと考えられる範囲において、標高変化を示していないか

#### 4. 1 低地（千葉地区）のデータ比較

図-4及び図-5は、千葉地区における盛土前後の地形図である。図の中の赤、緑、青の楕円は、作成手法毎に比較するための共通エリアである。手法

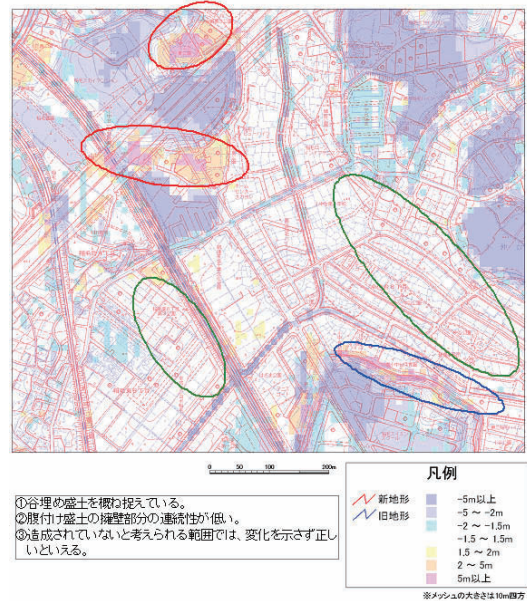


図-6 盛土地形の計測結果（メッシュ法）

毎に作成した盛土地形データ（10mメッシュ）から作成した縮尺 1/2,500 の盛土地形分布図（ピンク、黄色が盛土）が盛土地形を正しく表示しているかについて比較を行った。

#### 4. 1. 1 メッシュ法

図-6は、写真測量のメッシュ法により作成した盛土地形分布図である。赤で囲んだ箇所のピンクと黄色部分が盛土地形で、谷を埋めた盛土を概ね捉えている。青の範囲では、斜面の盛土の擁壁部分の連続性が低い。グリーンの範囲は造成されていない地区なので盛土を示さず正しい結果となっている。

メッシュ法では、谷埋盛土は概ね正確に計測できたが、擁壁などによる盛土の位置の取得が比較的難しい。

#### 4. 1. 2 ブレークライン法

図-7は、ブレークライン法により作成した盛土地形分布図である。赤で囲んだ箇所のピンク及び黄色部分が盛土地形で、谷を埋めた盛土を捉えている。青の範囲では、斜面の盛土の擁壁部分の連続性があり、切土と盛土の境界を捉えている。グリーンの範囲は造成されていない地区なので盛土を示さず正しい結果となっている。

この手法では、谷埋盛土は概ね正確に計測できたほか、斜面の上下端や擁壁位置を連続的に取得できるため、腹付け盛土も概ね正確に計測できた。

#### 4. 1. 3 ステレオマッチング法

図-8は、ステレオマッチング法により作成した盛土地形分布図である。赤で囲んだ箇所のピンク及

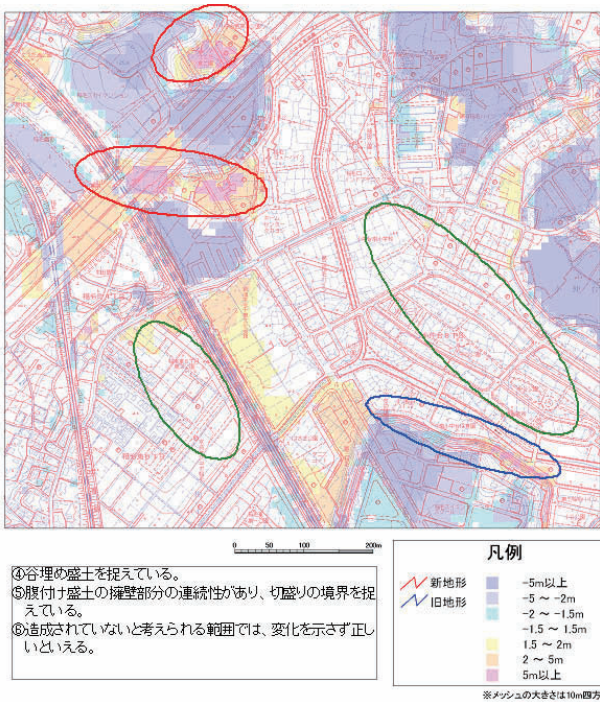


図-7 盛土地形の計測結果（ブレイクライン法）

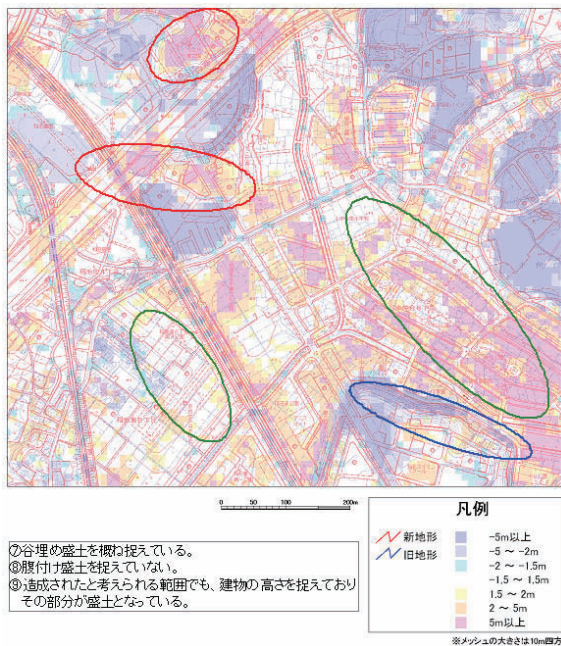


図-8 盛土地形の計測結果（ステレオマッチング法）

び黄色部分が盛土地形で、谷を埋めた盛土を概ね捉えている。青の範囲では、斜面の盛土を捉えていない。グリーンの範囲では、造成されていないと考えられる地点でも、建物の高さを捉えており、その部分が盛土となっている。

ステレオマッチング法では、谷埋盛土は概ね正確に計測できたが、腹付け盛土を正確に計測することは難しかった。また、住宅地では建物の高さを計測し、地表面の正確なデータ取得ができなかった。

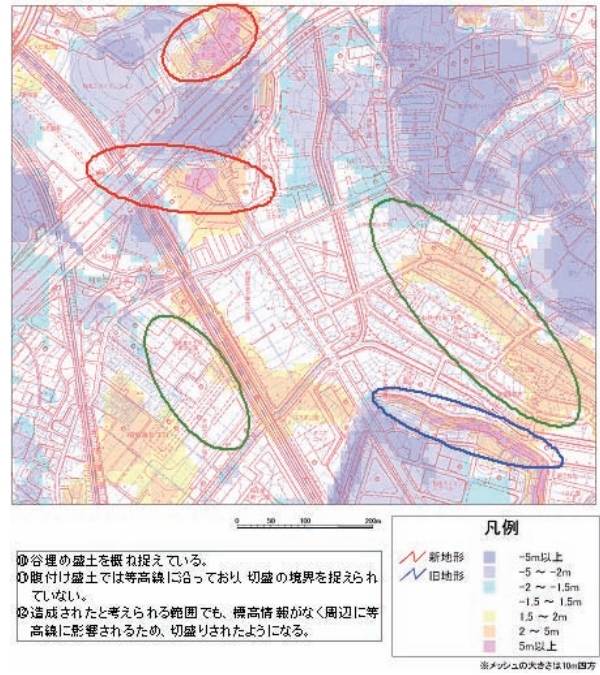


図-9 盛土地形の計測結果（マップデジタイズ法）

#### 4. 1. 4 マップデジタイズ法

図-9は、マップデジタイズ法により作成した盛土地形分布図である。赤で囲んだ箇所のピンク及び黄色部分が盛土地形で、谷を埋めた盛土を概ね捉えている。青の範囲では、盛土が等高線に沿っており、切土と盛土の境界を捉えていない。グリーンの範囲では、造成されていないと考えられる地点でも、標高情報が無く、周辺の等高線に影響されるため、盛土として表示され、誤った結果となっている。

マップデジタイズでは谷埋盛土は概ね正確に計測できたが、腹付け盛土では等高線のみしか情報がなく、切盛境界を正確に捉えることは難しかった。また、平坦地では、内部に等高線が存在しないため周辺の等高線の分布に標高値が大きく影響され、正確な値の取得は難しかった。

#### 4. 1. 5 レーザとブレイクラインの併用

図-10は、レーザと空中写真測量ブレイクラインを併用して作成した盛土地形分布図である。赤で囲んだ箇所のピンク部分が盛土地形で、谷を埋めた盛土を捉えている。青の範囲では、斜面の盛土の擁壁部分の連続性があり、切土と盛土の境界を捉えている。グリーンの範囲は造成されていない地区なので盛土を示さず正しい結果となっている。

この手法は、比較的標高の精度が高い。しかし、このレーザ計測手法は最近の手法なので、宅地造成前のデータ取得は難しい。宅地造成後の地形データとしての利用が可能である。なお、宅地造成前の地形データ取得には、前述の各手法のいずれかを選択することになる。