

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 30 日現在

機関番号：82116

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2016

課題番号：15K16288

研究課題名（和文）宅地盛土の地震時安全性評価の実用化に向けたパラメータ解析と地形復元手法の開発

研究課題名（英文）Parameter analysis for practical application of earthquake safety evaluation of residential fill and development of generation method of topography data

研究代表者

中埜 貴元（Nakano, Takayuki）

国土地理院（地理地殻活動研究センター）・その他部局等・研究官

研究者番号：60511962

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,700,000円

研究成果の概要（和文）：地震時の盛土造成地の滑動崩落リスク評価手法のひとつである統計的側部抵抗モデルを対象に、従来不足していた海溝型地震での事例を踏まえてモデルパラメータの再解析を実施した結果、内陸直下型地震と海溝型地震とでパラメータを変える必要があることが分かり、それぞれの最適パラメータを導出した。

また、評価に必要な造成前地形データを米軍写真等からSfM/MVS技術により簡便に作成できる可能性を示した。

研究成果の概要（英文）：As a result of reanalysis of the model parameters based on the case of the trench type earthquake for the statistical lateral resistance model which is one of the sliding collapse risk evaluation method of the artificial fill at the earthquake, it was found that it was necessary to change the parameters between the inland type earthquake and the trench type earthquake. So, the optimum parameters of each earthquake type were derived.

In addition, I showed the possibility to easily generate the topography data before artificial fill from US military photographs etc. by SfM / MVS technique.

研究分野：地理学、自然災害科学、空間情報科学、応用地球科学

キーワード：盛土造成地 滑動崩落リスク 統計的側部抵抗モデル 造成前後地形データ SfM/MVS 米軍空中写真

1. 研究開始当初の背景

(1) 大規模地震時に発生が懸念される大規模盛土造成地の滑動崩落現象に対し、地方公共団体が予め大規模盛土造成地の変動予測調査(盛土の位置と規模の把握、崩落リスク評価)を実施することが求められており、盛土の幾何形状データを用いたリスク評価手法がいくつか提案されている(例えば、釜井・守随, 2002; 橋本・三輪, 2008; 中埜ほか, 2012; 国土交通省, 2015 等)。中埜ほか(2012)では、盛土の幾何形状データ(造成前後の地形データ)のみを用いて簡易に相対的な滑動崩落リスクを評価する手法(統計的側部抵抗モデル)と、それらを組み込んだ評価支援システム(以下、「現行システム」という)を開発し、過去の被害事例において90%を超える高い的中率を得ていたが、ここでのモデルパラメータを決めている事例は、過去の内陸直下型地震3事例に限られており、海溝型地震による検証が不十分であった。現に、2011年東北地方太平洋沖地震に伴う仙台市での事例の一部(8盛土)についてモデルの妥当性を検討した結果、比較的高い中率を示したものの、最適パラメータがこれまでの内陸直下型地震の場合と異なることが分かり、最適パラメータの再検討の必要性が生じていた。

(2) 現行システムによる評価に必要な造成前後の地形データのうち、造成前の地形データは古い空中写真を用いた写真測量により作成することが望ましいが、この場合、精度が高いもののコストがかかり、地方公共団体が調査を進めるうえでネックとなっているため、より簡便な作成方法が求められていた。

2. 研究の目的

(1) 現行システムの「統計的側部抵抗モデル」における最適パラメータ決定に、2011年東北地方太平洋沖地震に伴い仙台市で発生した多数の盛土崩落事例も組み込み、海溝型地震にも対応した最適パラメータを導出し、盛土評価支援システムを改良することを目的とした。

(2) 近年発展が目覚ましい SfM(Structure from Motion)/MVS(Multi-View Stereo)による三次元形状復元技術を導入することで、米軍空中写真等の過去の空中写真から、どの程度の精度で旧地形データが作成できるかを検証するとともに、効率的な作成手法の確立することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 2011年東北地方太平洋沖地震に伴い、仙台市で発生した宅地盛土の滑動崩落被害の分布情報を、現地調査や各種報告(例えば、清田・京川(2011)など)、行政機関(仙台市の造成宅地滑動崩落緊急対策事業区域図)から入手・整理するとともに、同地域の造成

前後の地形データを作成して、「統計的側部抵抗モデル」の最適パラメータの再解析を行った。パラメータの再解析は以下の手順で実施した。1) 過去の内陸直下型の3地震の事例と東北地方太平洋沖地震での事例を合わせた全事例を用いて、①崩壊盛土の的中率が最も高くなる場合、②崩壊盛土と非崩壊盛土の的中率の和が最も高くなる場合、③崩壊盛土の的中率が90%以上で、かつ非崩壊盛土の的中率が最も高くなる場合、の3パターンのパラメータを導出。2) 東北地方太平洋沖地震での事例のみを用いて、1)と同様のパラメータを導出。3) 1)と2)の結果を比較することにより、内陸直下型地震と海溝型地震によりパラメータを分ける必要があるかどうかを検討し、それぞれの地震タイプにおいて最適なパラメータを提案。また、上記で導出した最適パラメータを現行システムで利用できるように改良した。

(2) SfM/MVS ソフトウェアを用いて、米軍空中写真等の古い空中写真からデジタル表層モデル(DSM)を作成し、別途従来の写真測量等によって作成された地形データやその際に使用した地上基準点(GCP)座標を用いて精度検証を実施した。この検証は、仙台地区と阪神地区を対象に実施した。

4. 研究成果

(1) 現行システムの最適パラメータの再解析とシステム改良

①盛土形状抽出と滑動的変動盛土リストの作成

仙台市が盛土・切土分布図作成用に作成した造成前後の地形データを入手し、それをベースに現行システムで使用する造成前後地形データの形式(ASCII グリッド形式)に変換した。この造成前後地形データを6つの地区に分割して現行システムで読み込み、盛土抽出機能で谷埋め盛土及び腹付け盛土を抽出した。その結果、抽出した盛土総数は1,697箇所となった。滑動的変動盛土は、各種文献、資料を調査した結果、仙台地区においては182箇所確認された。

②現行システムによる安全性評価結果及び正答率算出

上記(1)①での結果を基に、現行システムで安全性評価を実施し、表-1の基準に従って正答・誤答を判定し、統計的側部抵抗モデルの評価結果の正答率を全盛土、谷埋め盛土のみ、腹付け盛土のみ、の3つのケースで算出した(表-2)。統計的側部抵抗モデルのパラメータ①は、内陸直下地震で変動盛土の正答率を100%とする評価パラメータであるが、今回の仙台地区での事例では変動盛土の正答率は65.9%となった。その理由として、仙台地区の谷埋め盛土の旧谷の断面形状は底面が平坦なV字形のものが多く、旧谷軸の下流方向への滑動的変動ではなく、旧谷軸と直

交する方向に滑った側壁滑りが含まれていることが考えられる。パラメータ②は全盛土の正答率が高いパラメータであり、変動・非変動盛土の各正答率のバランスが良くなるはずであるが、仙台地区では谷埋め盛土の変動盛土の正答率が60%未満で、全体でも63.7%と低くなった。パラメータ③は変動盛土の正答率が90%以上かつ非変動盛土の正答率が高くなるパラメータだが、仙台地区では谷埋め盛土の変動盛土の正答率が50%未満で、全体でも55.5%となった。以上から、改めて現行の内陸直下型地震の最適パラメータでは、海溝型地震事例の評価が十分に行えないことが示された。

表-1 正誤判定基準

変動種別	変動盛土	非変動盛土
正答	安全評価指数 1.0 未満	安全評価指数 1.0 以上
誤答	安全評価指数 1.0 以上	安全評価指数 1.0 未満

表-2 現行の統計的側部抵抗モデルの評価パラメータによる仙台地区の安全性評価正答率

パラメータ①：変動盛土の正答率が100%となる設定値（変動100%、非変動38%）

(1) 全盛土

	正答率			
	全体	変動盛土	非変動盛土	変動+非変動
総数	1697	182	1515	
正答数	1256	120	1136	
正答率	74.0%	65.9%	75.0%	140.9%

(2) 谷埋め盛土のみ

	正答率		
	全体	変動盛土	非変動盛土
総数	1661	151	1510
正答数	1225	90	1135
正答率	73.8%	59.6%	75.2%

(3) 腹付け盛土のみ

	正答率		
	全体	変動盛土	非変動盛土
総数	36	31	5
正答数	31	30	1
正答率	86.1%	96.8%	20.0%

パラメータ②：変動・非変動盛土の正答率合計が最大となる設定値（変動85%、非変動98%）

(1) 全盛土

	正答率			
	全体	変動盛土	非変動盛土	変動+非変動
総数	1697	182	1515	
正答数	1430	116	1314	
正答率	84.3%	63.7%	86.7%	150.5%

(2) 谷埋め盛土のみ

	正答率		
	全体	変動盛土	非変動盛土
総数	1661	151	1510
正答数	1400	87	1313
正答率	84.3%	57.6%	87.0%

(3) 腹付け盛土のみ

	正答率		
	全体	変動盛土	非変動盛土
総数	36	31	5
正答数	30	29	1
正答率	83.3%	93.5%	20.0%

パラメータ③：変動盛土正答率90%以上、非変動盛土の正答率最大（変動91%、非変動79%）

(1) 全盛土

	正答率			
	全体	変動盛土	非変動盛土	変動+非変動
総数	1697	182	1515	
正答数	1401	101	1300	
正答率	82.6%	55.5%	85.8%	141.3%

(2) 谷埋め盛土のみ

	正答率		
	全体	変動盛土	非変動盛土
総数	1661	151	1510
正答数	1371	72	1299
正答率	82.5%	47.7%	86.0%

(3) 腹付け盛土のみ

	正答率		
	全体	変動盛土	非変動盛土
総数	36	31	5
正答数	30	29	1
正答率	83.3%	93.5%	20.0%

③統計的側部抵抗モデルにおける最適評価パラメータの導出

上記(1)②で得られた結果と、現行システムにおける評価パラメータ導出に用いた阪神・長岡・柏崎地区の事例を用いて、(A) 仙台地区のみの場合、(B) 全地区の場合について、統計的側部抵抗モデルの最適評価パラメータを導出した。その結果を基に、現行の内陸直下地震対応型のパラメータと今回の事例に基づく海溝地震対応型パラメータを分けるか否かを検討した。

導出する評価パラメータは (a) 側面粘着力 $c1$ 、(b) 過剰間隙水圧高 $\angle h$ 、(c) 底面内部摩擦角 $\phi 2$ 、(d) 側面内部摩擦角 $\phi 1$ の4つであり、現行システムと同様の3つの正答率条件 (①~③) を満たすものを導出し、それらをパラメータ①'、②'、③' とした。最適評価パラメータは、(a) ~ (d) の4つのパラメータを実際の地盤強度の取り得る範囲において0.1単位で順次変化させ、すべての組み合わせの中から①' ~ ③' の正答率条件を満たす最適値を探索した。導出した最適評価パラメータ①' ~ ③' を、(A) 仙台地区のみの場合と (B) 全地区の場合に分けて表-3に示す。この結果から、内陸直下地震対応型、海溝地震対応型、両地震対応型の3つの地震対応型それぞれで最適評価パラメータが異なることが分かり、想定される地震のタイプによって評価パラメータを変更する必要性が示された (表-4)。つまり、内陸直下地震、海溝地震のみが想定される地域ではそれぞれ内陸直下地震対応型、海溝地震対応型の評価パラメータで評価し、両方の地震が想定される地域では両地震対応型の評価パラメータで評価するか、各地震対応型の評価パラメータでそれぞれ評価することとなる。

④現行システムの改良

上記の結果を基に、現行システム内のパラメータ設定箇所を改良するとともに、従来盛土1つずつしか評価できなかったExcel版評価ワークシートを、多数の盛土を一括して評価できるように改良した。

表-3 2 ケースにおける各正答率条件の最適評価パラメータ (黄色マスクは正答率条件の該当部)

(A) 仙台のみ									
パラメータ①: 変動盛土の正答率が100%となるパラメータ									
	c1	∠h	φ2	φ1	全体	変動盛土	非変動盛土	変動・非変動	
最適値	8.8	4.5	15.8	44.9	21.4%	100.0%	12.0%	112.0%	
パラメータ②: 変動盛土と非変動盛土の正答率の合計が最大となるパラメータ									
	c1	∠h	φ2	φ1	全体	変動盛土	非変動盛土	変動・非変動	
最適値	32.2	2.5	24	38.7	84.2%	65.9%	86.4%	152.3%	
パラメータ③: 変動盛土の正答率が90%以上かつ非変動盛土の正答率が最大となるパラメータ									
	c1	∠h	φ2	φ1	全体	変動盛土	非変動盛土	変動・非変動	
最適値	32.2	3.6	19.3	41.3	59.1%	90.1%	55.4%	145.5%	
(B) 全地区 (阪神・長岡・柏崎・仙台)									
パラメータ①: 変動盛土の正答率が100%となるパラメータ									
	c1	∠h	φ2	φ1	全体	変動盛土	非変動盛土	変動・非変動	
最適値	12.5	5.8	16.8	44.8	22.3%	100.0%	11.1%	111.1%	
パラメータ②: 変動盛土と非変動盛土の正答率の合計が最大となるパラメータ									
	c1	∠h	φ2	φ1	全体	変動盛土	非変動盛土	変動・非変動	
最適値	33.1	2.7	24.4	38.2	84.6%	71.0%	86.6%	157.5%	
パラメータ③: 変動盛土の正答率が90%以上かつ非変動盛土の正答率が最大となるパラメータ									
	c1	∠h	φ2	φ1	全体	変動盛土	非変動盛土	変動・非変動	
最適値	34.7	2.8	17.2	39.9	62.5%	90.3%	58.5%	148.8%	

表-4 地震対応型別最適評価パラメータと正答率

内陸直下地震対応型						正答率			
地震型	∠h	c1	φ1	c2	φ2	全体	変動盛土	非変動盛土	変動・非変動
パラメータ①内陸	4.5	25.0	35.0	0.0	36.0	—	100%	38%	138%
パラメータ②内陸	3.0	39.0	35.0	0.0	25.0	—	85%	98%	183%
パラメータ③内陸	4.4	39.0	35.0	0.0	33.0	—	91%	79%	170%
海溝地震対応型						正答率			
地震型	∠h	c1	φ1	c2	φ2	全体	変動盛土	非変動盛土	変動・非変動
パラメータ①海溝	4.5	8.8	44.9	0.0	15.8	21.4%	100.0%	12.0%	112.0%
パラメータ②海溝	2.5	32.2	38.7	0.0	24	84.2%	65.9%	86.4%	152.3%
パラメータ③海溝	3.6	32.2	41.3	0.0	19.3	59.1%	90.1%	55.4%	145.5%
両地震対応型						正答率			
地震型	∠h	c1	φ1	c2	φ2	全体	変動盛土	非変動盛土	変動・非変動
パラメータ①両者	5.8	12.5	44.8	0.0	16.8	22.3%	100.0%	11.1%	111.1%
パラメータ②両者	2.7	33.1	38.2	0.0	24.4	84.6%	71.0%	86.6%	157.5%
パラメータ③両者	2.8	34.7	39.9	0.0	17.2	62.5%	90.3%	58.5%	148.8%
内陸直下地震対応型 阪神・長岡・柏崎地区のデータでの最適評価パラメータ (銀行システムでの評価パラメータ)									
海溝地震対応型 仙台地区のみでの最適評価パラメータ									
両地震対応型 阪神・長岡・柏崎・仙台地区のデータでの最適評価パラメータ									
∠h: 過剰間隙水圧高 (m)、c1: 側面粘着力 (kN/m ²)、φ1: 側面内部摩擦角 (°)、c2: 底面粘着力 (kN/m ²)、φ2: 底面内部摩擦角 (°)									

(2) SfM/MVS 技術を用いた旧地形データの効率的作成手法

①阪神地区の米軍空中写真を用いた SfM/MVS による DSM の作成とその有効性の検討

使用した米軍空中写真は、1949 年撮影の USA-R601-23~29 と 40~43 の計 11 枚 (撮影縮尺 1/19,831、撮影高度 3048m、焦点距離 153.7mm) である。写真の重複率は、オーバーラップが約 70%、サイドラップが約 50% であった。今回は、国土地理院の HP から無償で入手可能な 400dpi の画像を用いた。SfM/MVS 処理には、Agisoft 製 PhotoScan Pro を用いて、5m メッシュ DSM と地上画素寸法 50cm のオルソ画像を作成した。地上基準点 (GCP) は、過去の写真測量に際して、現地 VRS-GNSS 測量により位置座標を取得した 10 点のうち、配置を考慮した 5 点とした (残りの 5 点は検証点として使用)。また、カメラキャリブレーションはセルフキャリブレーションとした。

SfM/MVS 処理により作成した DSM とオルソ画像を確認すると、概ね良好に三次元モデルが生成されたが、宅地部については想定よりも建物が立体化され、起伏の多い DSM データとなった。ここで、基準点 5 点での残差と検証点 5 点での較差を調べた結果、基準点残差

の平均二乗誤差 (RMSE) は、水平方向 1.26m、高さ方向 1.91m、検証点残差の RMSE は水平方向 2.09m、高さ方向 2.31m であった。合算すると水平方向 1.77m、高さ方向 2.15m であり、米軍空中写真から写真測量により作成する場合と遜色ない精度が得られた。

一方、過去に写真測量により米軍写真から作成した 5m メッシュ DEM の陰影図 (図-1) と、今回 SfM/MVS 処理により作成した 5m メッシュ DSM の陰影図 (図-2) を比較すると、宅地部や谷合の森林部では後者の DSM に多数の起伏が生じている。また、点線で囲んだ範囲は特徴点が取得されていないため、DSM は強制的な補間処理により生成された箇所である。今回はこの起伏を除去するため、3×3 メッシュ内の平均をとったものを作成した (図-3)。その結果、比較的滑らかな DSM が生成できたが、図-1 と比較すると細かな谷地形などが十分に表現できていないことが分かる。この 3×3 メッシュ平均化処理後の DSM から写真測量による DEM を差し引いた差分図を図-4 に示す。暖色部分は SfM/MVS 処理による DSM の方が写真測量による DEM よりも高い箇所を、寒色部分は低い箇所を示す。SfM/MVS 処理において特徴点が抽出されず、DSM が適切に生成されなかった範囲や谷底部分では、大きな差が生じているが、その他の部分は概ね ±5m 以内の差となった。

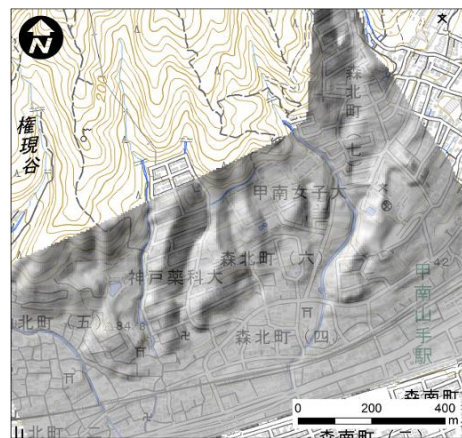


図-1 阪神地区の写真測量による DEM の陰影図

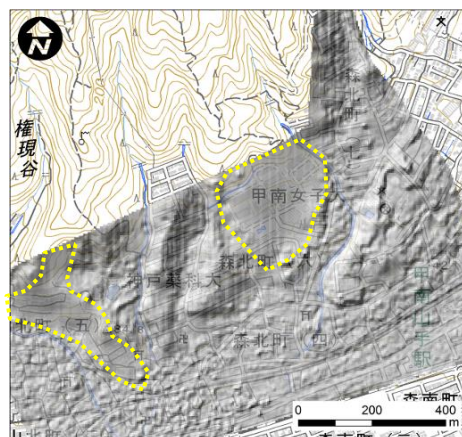


図-2 SfM/MVS 処理による阪神地区の DSM 陰影図。黄色点線部は特徴点がなく、内挿補間で DSM が生成された範囲。

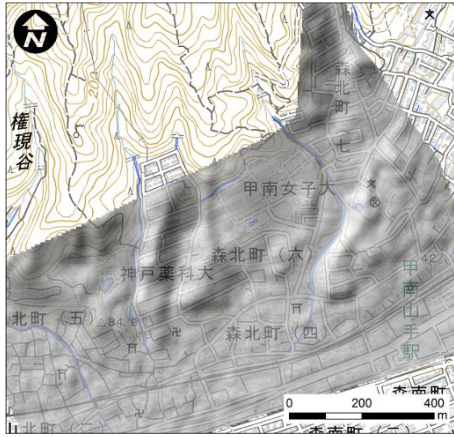


図-3 3×3メッシュ平均化処理後のDSM陰影図

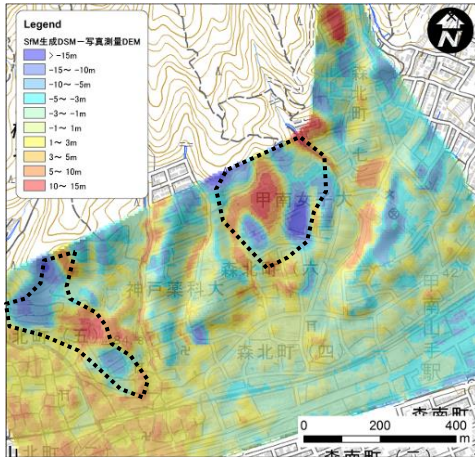


図-4 3×3メッシュ平均化処理後のDSMと写真測量DEMの差分図。黒点線部は特徴点がなく、内挿補間でDSMが生成された範囲。

②仙台地区における米軍空中写真を用いたSfM/MVSによるDSMの作成とその有効性の検討

対象地域は、仙台市により盛土・切土分布図が作成されている範囲のうち、仙台市太白区緑ヶ丘地区周辺とした。SfM/MVS処理に使用した作成前の空中写真(米軍空中写真)は、1947年撮影のUSA-R276-30~35、43~48、57~62の3コース計18枚(撮影縮尺1/16,000、撮影高度2,438m、焦点距離152.4mm)と、同年撮影のUSA-R349-32~37、45~50、57~61の3コース計17枚(撮影縮尺1/15,958、撮影高度2,438m、焦点距離152.8mm)である。空中写真画像の解像度は1200dpiのものを用いた。SfM/MVS処理は、①USA-R276の写真18枚のみ、②USA-R349の写真17枚のみ、③USA-R276とR349の写真合わせて35枚、の3パターンで実施した。写真の重複率は、パターン①でオーバーラップ(OL)が約60%、サイドラップ(SL)が約34%、パターン②でOLが約63%、SLが約31%、パターン③ではOLが約80%で、SLは大きい方で約89%、小さい方で約45%であった。

SfM/MVS処理には、Agisoft製PhotoScan Proを用いて、5mメッシュDSMと地上画素寸法50cmのオルソ画像を作成した。地上基準

点(GCP)は、地理院地図において現在も残存している構造物(交差点等)20点の座標を使用した。精度検証にはGCPと同様の条件で抽出した8点を使用した。また、カメラキャリブレーションはセルフキャリブレーションとした。これにより作成した作成前のDSMと作成後のDEM(基盤地図情報5mメッシュ標高)との差分をとり、盛土・切土分布図を作成し、仙台市が作成した盛土・切土分布図と比較した。

DSMの作成範囲の最高標高は概ね200m程度、最低標高は0m程度であるが、パターン①では平野部の標高が全体的に低くなった。また、範囲西側の丘陵地は他のパターンと比べてうまくデータが生成されなかった。パターン②も平野部の標高が全体的に低くなったうえ、南東側に傾いていた。パターン③は最高・最低標高値が実際の値と比べて大きく離れたが、これは範囲の周縁部で局所的なエラー値があるため、平野部や丘陵地の標高値は実際の標高値と近い値となった。作成したオルソ画像とDSMについて、基準点20点での残差と検証点8点での較差(いずれもRMSE)を調べた結果を表-5に示す。いずれのパターンも数mレベルの大きなRMSEで、精度としては不十分であった。DSMについては、平野部における検証点は基本的に道路の交差点等の平坦地で取得しているため、DSMとDEMとの間に大きな差はないと考えられる。そのため、今回の精度の低さは、米軍空中写真のボケ等でGCPの取得精度が低いことや重複率が低いことが影響していると考えられる。パターン③は重複率が高いためか、他のパターンと比べて高さ精度が向上している。パターン③は周縁部で傾き(反り)がみられるが、範囲の中央部付近は良好なDSMが作成されていると言える。

また、今回作成したDSMと基盤地図情報5mメッシュ標高との差分により盛土・切土分布図を作成してみると、パターン①や②ではある方向に大きく傾いていた。パターン③は周縁部で傾き(反り)がみられたが、範囲の中央部付近は良好なDSMが作成されていた(図-5)。そのため、パターン③での盛土・切土分布図と仙台市作成の盛土・切土分布図を比較したところ、規模の大きな盛土は問題なく抽出できていた(図-6)。

表-5 各パターンにおける検証結果(RMSE, 単位:m)

	パターン①		パターン②		パターン③	
	水平	高さ	水平	高さ	水平	高さ
基準点残差	5.8	10.4	16.3	6.3	9.3	3.8
検証点較差	8.0	10.4	26.9	8.3	10.9	4.1

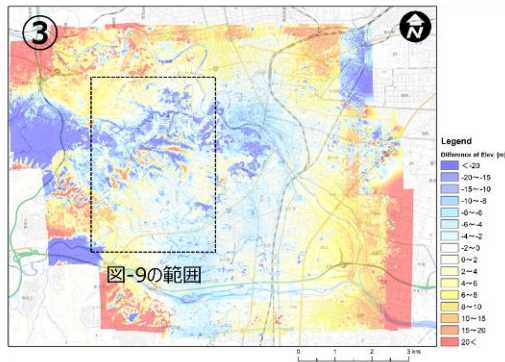


図-5 パターン③による 5m メッシュ DSM と基盤地図情報 5m メッシュ DEM との差分による盛土切土分布図

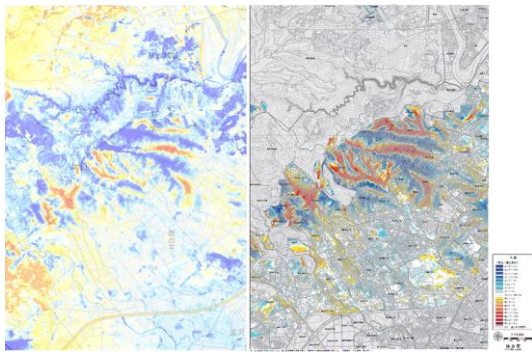


図-6 パターン③の差分図(左)と仙台市作成盛土切土分布図(右)の比較

③ SfM/MVS 技術を用いた旧地形データの効率的作成手法の提案

上記の検証結果から、位置精度の高い GCP が設置でき、通常の中空写真並みのラップ率が確保できれば、米軍空中写真からでも 1~2m 程度の誤差で DSM を作成することができることが分かった。ただし、ここで生成されるのは DSM であり、山間地の谷部や市街地においては DEM との差異が大きい。本研究では、DSM に対して 3×3 メッシュ内の平均値を取ることである程度の改善がみられることを確認したが、3×3 メッシュ内の最低値を取ることにより DEM に近い標高モデルが生成できると考える。また、ラップ率が大きいほど精度は向上するが、GCP の配置によっては周縁部において反りが発生することから、データを得たい範囲よりもより広範な範囲を対象にして処理を行う必要がある。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 件)

- ① 中埜貴元、宅地盛土形状把握のための旧地形データの効率的作成手法の検討、日本地理学会 2016 年秋季学術大会、2016. 9. 30~10. 1、東北大学(宮城県仙台市)
- ② 中埜貴元、川又基人、宅地盛土形状把握の

ための旧地形データの効率的作成手法の検討(その2)―仙台地区の事例―、日本地理学会 2017 年春季学術大会、2017. 3. 28~29、筑波大学(茨城県つくば市)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等
盛土形状計測・相対的滑動崩落発生可能性評価支援システム
<http://www.gsi.go.jp/chirijoho/chirijoho40029.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中埜 貴元 (NAKANO, Takayuki)
国土地理院(地理地殻活動研究センター)・研究官
研究者番号：60511962

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：

(4) 研究協力者

()