

令和4年度

岩沼市大規模盛土造成地変動予測調査に係る
第二次スクリーニング計画作成委託業務

岩沼市平等二丁目 外 地内

報 告 書

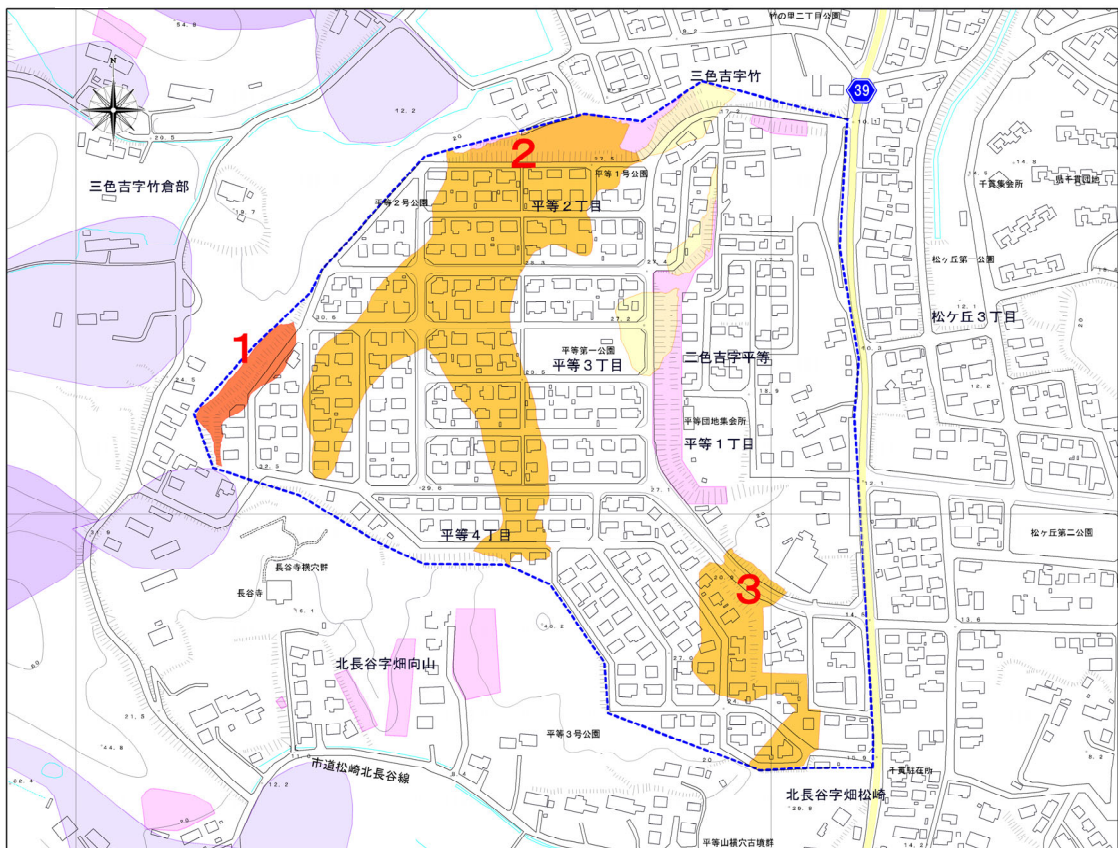
令和5年1月

1. 業務概要

1.1 業務の目的

本業務は、宅地耐震化推進事業の一環として、国土交通省の「大規模盛土造成地の滑動崩落対策推進ガイドライン及び同解説（平成27年5月）」を基本に、第一次スクリーニング調査で抽出した「大規模盛土造成地」等の箇所に対し、第二次スクリーニングの前段階として、現地踏査等を踏まえて、優先度を判定・評価し、第二次調査の計画を策定することを目的とする。

1.2 業務範囲



1.3 実施方針

本業務の流れを下图に示す。

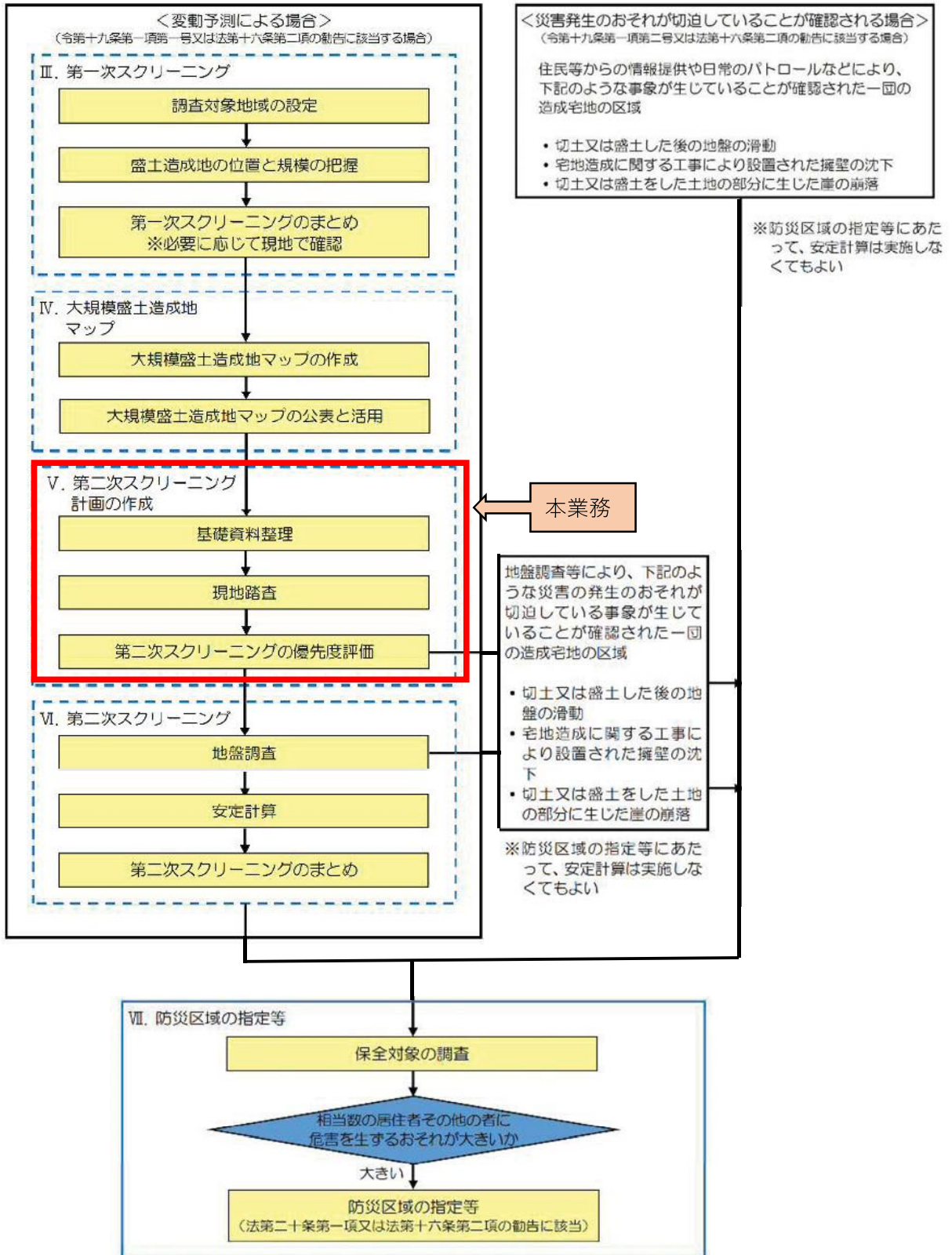


図1.3.1 大規模盛土造成の変動予測調査の流れ

出典:大規模盛土造成地の滑動崩落対策推進ガイドライン及び同解説 p1-16に加筆

具体的なフローを下図に示す。

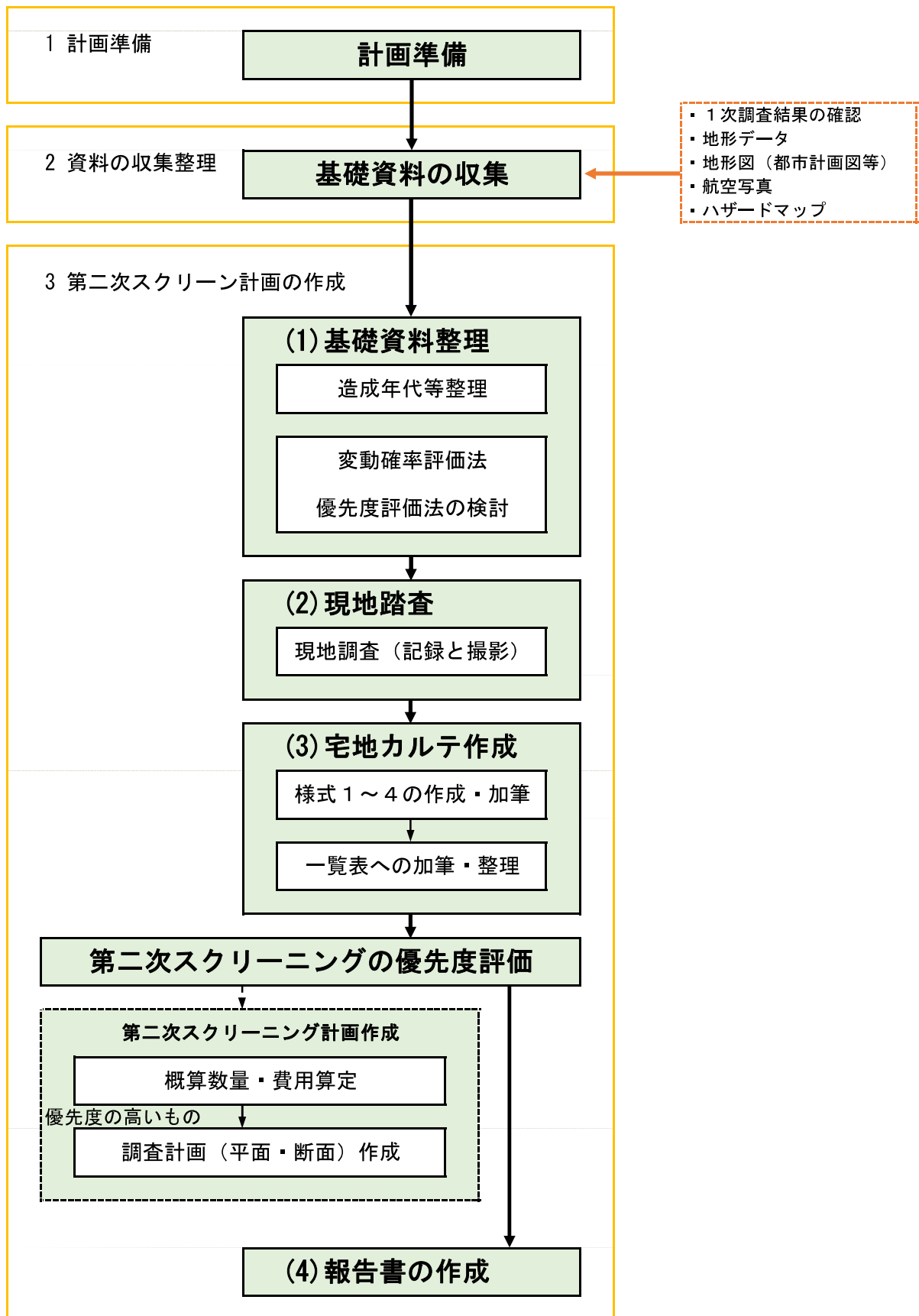


図1.3.2 業務フロー

1.4 参考とした主な既往文献・図書等

調査を進めるにあたって使用する法令、図書一覧を示す

表1.2.1 使用する主な図書

名 称	発行元名	発行年月日
大規模盛土造成地の滑動崩落対策推進ガイドライン 及び同解説	国土交通省	平成27年5月
宅地造成等規制法	国土交通省	昭和36年
宅地造成等規制施工令及び同施行規則	国土交通省	昭和37年
宅地防災マニュアル	国土交通省	平成19年3月
宅地防災マニュアルの解説 I・II（第三次改訂版）	ぎょうせい	令和4年2月
都市計画法	国土交通省	昭和43年6月

2. 盛土造成地の位置と規模の把握

2.1 三次元データの作成

地形データを可視化するために一次調査結果DEMから三次元データを作成した。三次元データは、従来使用されていた等高線図と比較して面的な地形変化を把握しやすいため、主側線の設定などの精度向上に寄与する。

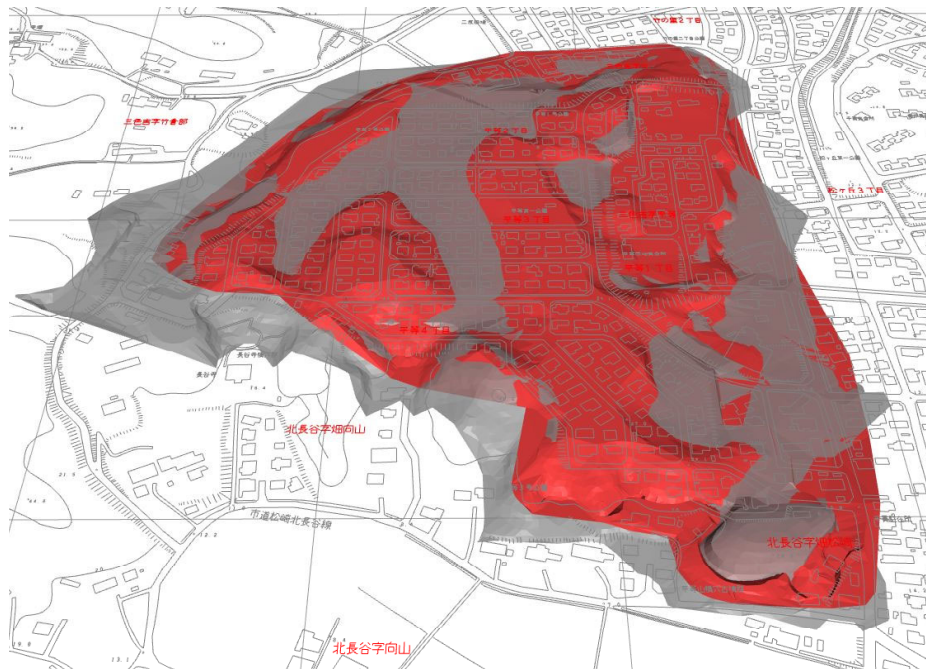


図2.1.1 三次元データ
造成前：赤色
造成後：灰色

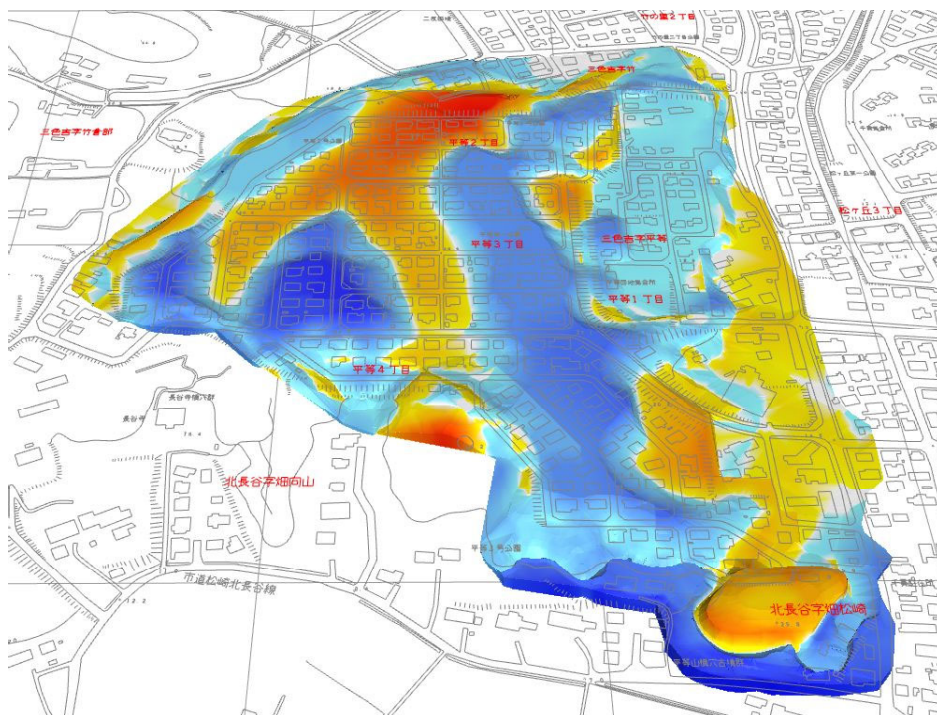


図2.1.2 差分図
盛土部：赤
切土部：青

2.2 差分解析

一次調査利用データのDEMから改めて差分解析を行った。開発前DEMと開発後DEMの標高差を計算し、面的に計算した差分図を作成した。差分図(盛土厚さ)は、下記の式で算出した。

$$\text{標高差 } \Delta h = \text{開発後の標高 } H_a - \text{開発前の標高 } H_b$$

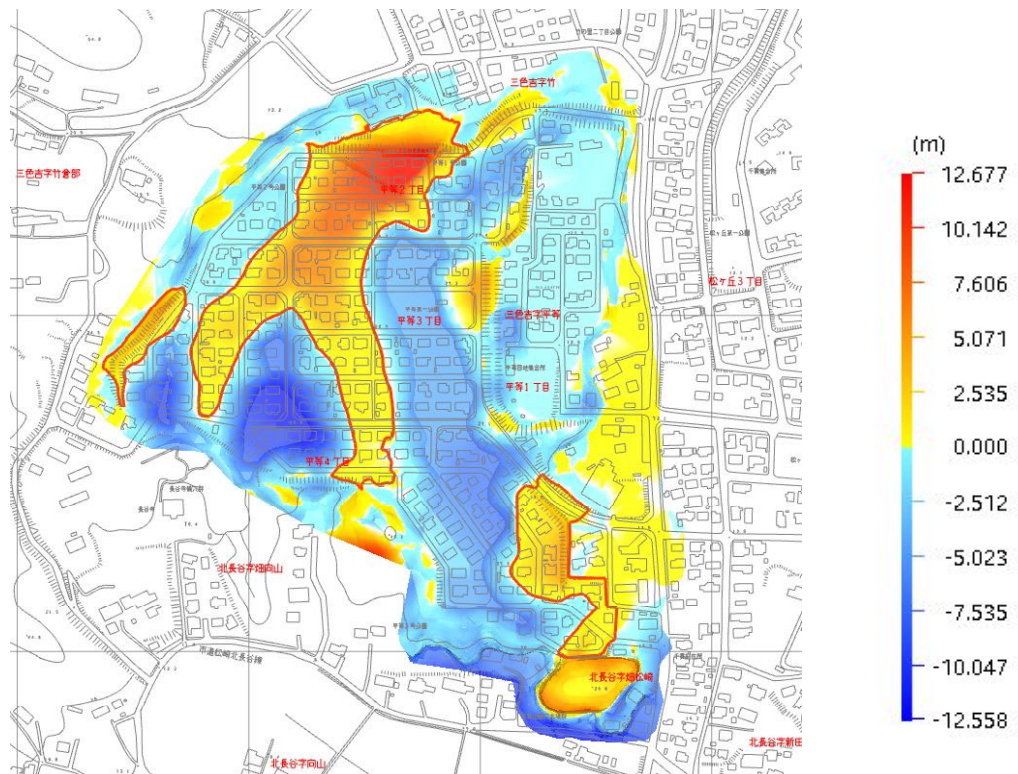


図2.2.1 差分図

差分図において標高差が正の値となる箇所は、開発後の標高が高いため、盛土造成地である可能性が高い。赤枠で囲われている箇所が一次調査で検出した盛土造成地である。二つのデータを比較すると造成位置が一致することから、この三次元データを元に現地地形と旧地形の比較を行う。

3. 第二次スクリーニング計画の作成

3.1 造成年代

(1) 基準年代

表3.1.1は仙台市内で盛土造成を行った年代とその盛土が被災した面積を表した表となる。仙台市内での盛土滑動崩落による被災地区面積は1970年代以降大きく減少している。1970年代では表3.1.2の赤字の1974年に「都市計画法」改正が行われている。このことを参考に、岩沼市では1974年を盛土造成年代と設定する。

表3.1.1 滑動崩落による被災地区面積と造成年代の関係(仙台市内)

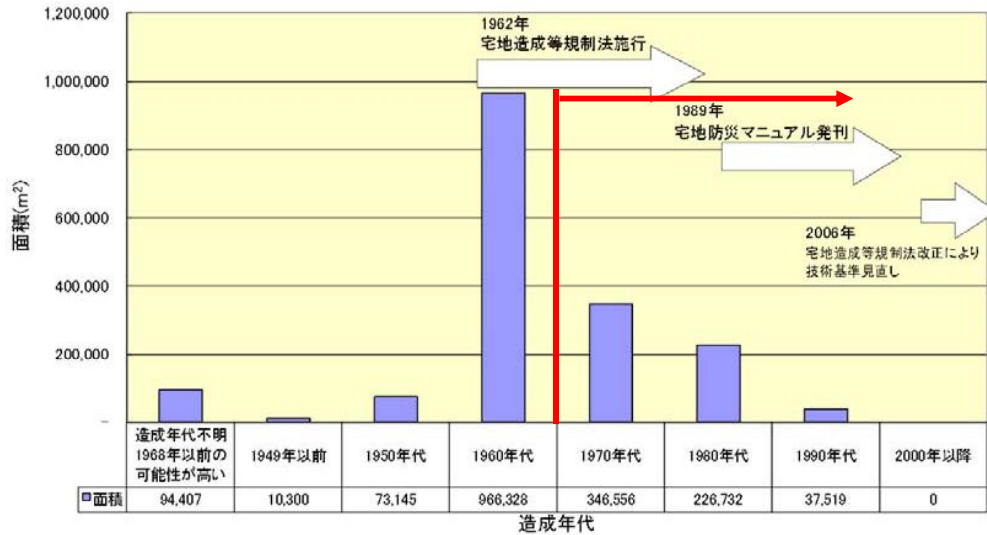


表3.1.2 宅地の災害防止に係る各種規制の制定・改正時期

制定・改正等の年月	制定・改正等の履歴	主な内容
昭和36年11月	「宅地造成等規制法」制定	宅地造成に伴いがけ崩れや土砂の流出による災害が生ずるおそれが大きい市街地又は市街地になろうとする土地の区域を「宅地造成工事規制区域」として指定し、当該規制区域内で行われる一定規模以上の宅地造成工事に伴う災害の防止のため必要な規制を行う。
昭和39年7月	「住宅地造成事業に関する法律」制定	人口の集中に伴う住宅用地の需要の著しい都市及びその周辺の地域を「住宅地造成事業規制区域」として指定し、当該規制区域内で行われる一定規模以上の住宅地の造成に伴う災害の防止及び環境の整備のため必要な規制を行う。(昭和43年6月廃止)
昭和43年6月	「都市計画法」制定 「住宅地造成事業に関する法律」廃止	一体の都市として総合的に整備し、開発し、及び保全する必要がある区域を「都市計画区域」として指定し、一定規模以上の開発行為に対し、環境の保全、災害の防止、利便の増進を図るため必要な規制を行う。 「住宅地造成事業に関する法律」に基づく住宅地造成事業は都市計画法の開発許可制度に発展的に吸収された。
1974年 昭和49年6月	「都市計画法」改正	一定規模以上の開発行為に限り、未線引き都市計画区域においても開発許可制度を導入。
平成12年5月	「都市計画法」改正	一定規模以上の開発行為に限り、都市計画区域外においても開発許可制度を導入。
平成18年4月	「宅地造成等規制法」改正	造成宅地防災区域の導入、宅地造成に関する工事の技術基準の見直し。

出典：大規模盛土造成地の滑動崩落対策推進ガイドライン及び同解説 p1-56、57

(2) 造成年代確認方法

造成年代は「国土画像情報(オルソ化空中写真)国土交通省」を用い、空中写真より判別を行った。図3.1.1は年代ごとの空中写真である。赤枠は第一次スクリーニングより判明した盛土造成地の範囲となる。

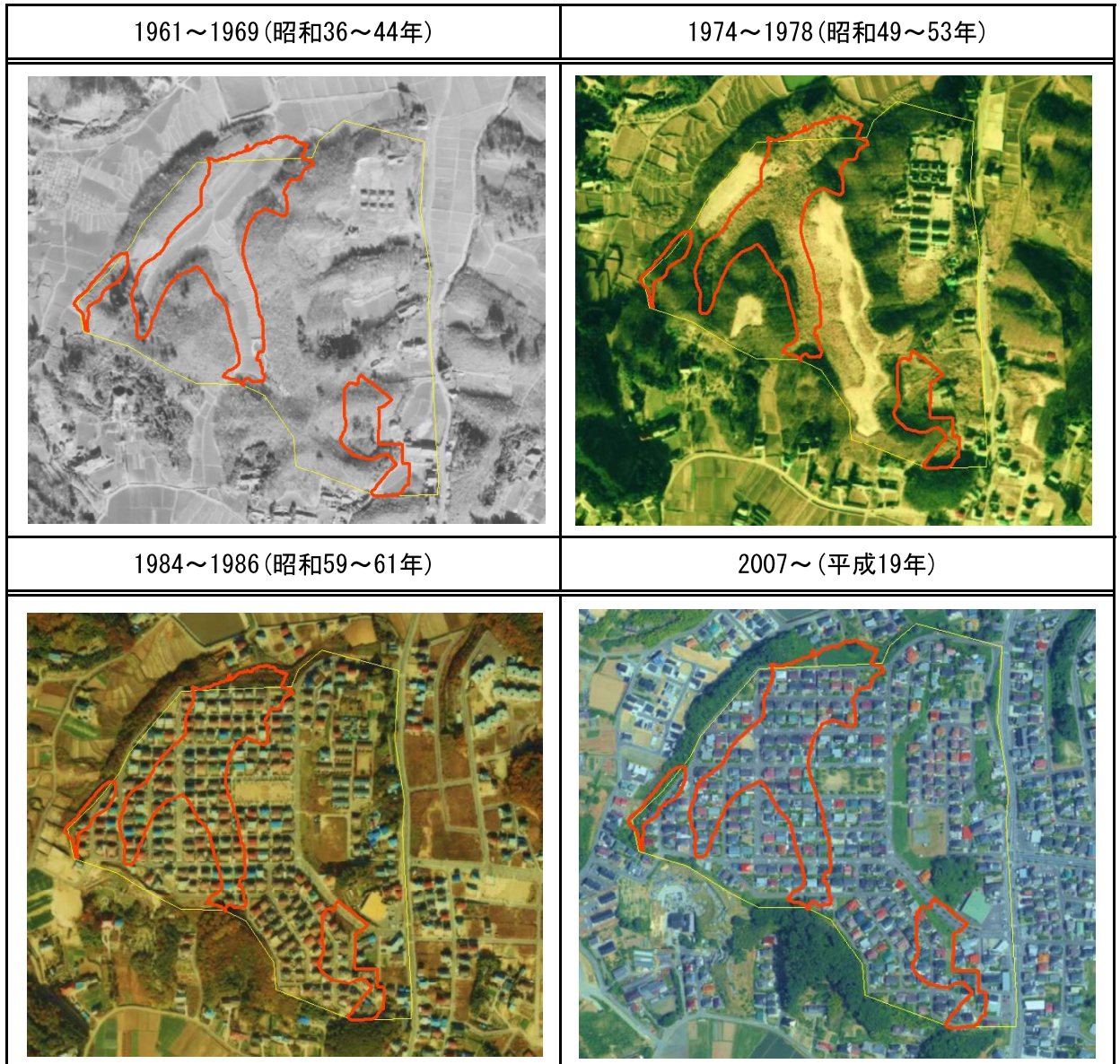


図3.1.1 平等地区年代別空中写真写真

出典：国土地理院

各年代の写真から、赤枠部分の造成状況を確認すると、
1961～1969：旧地形
1974～1978：旧地形とほぼ一致しており、造成は行われていない
1984～1986：現地形とほぼ同一
2007～：現地形
よって、盛土は1979～1983年(昭和54年～58年)の間に造成されたと推測される。

3.2 変動確率

変動確率とは、盛土の安定性を概略評価するものである。変動確率は盛土形状、地山勾配及び地下水の有無などを変数パラメータとし、既往災害事例の統計処理結果に基づいた計算式から得られ、その値が大きいほど優先度が高いと評価する。現地踏査の結果とこの変動確率により、p17「図3.3.1 優先度の評価フロー」にて、第二次スクリーニングの優先度評価を行う。

変動確率の評価手法として、少ない情報量でも計算のできる「点数方式2」の安定性評価を実施した。次頁以降に詳しい計算方法を記載する。下表は評価結果をまとめたものである。

表3.2.1 変動確率算出結果表

団地名	カルテ番号	盛土厚さ (m)	点数 (点)	盛土幅 (m)	点数 (点)	盛土幅 — 盛土厚さ	点数 (点)	原地盤 勾配(度)	点数 (点)	地下水の 有無	点数 (点)	合計 (点)	変動確率 (%)
平等団地	1	4.6	12	98	5	21.3	8	18.2	0	無し	0	25	32.7
	2	4.4	12	107	5	24.3	8	1.2	5	無し	0	30	47.5
	3	4.6	12	112	5	24.3	8	8.4	4	無し	0	29	44.4

※1 点数の算出はp15～p16に記載。

※2 盛土厚さ、盛土幅、原地盤勾配は宅地カルテを作成し、点数を算出した。「宅地カルテ1.1～3.4」参照

※3 地下水の有無については、p18表3.4.1に記載されている「地下水の有無」の項目を参照し、現地踏査にて確認を行った。

点数方式2による変動確率の評価についての考え方は、以下のとおりである。

変動確率が50%以上→変動する可能性が高い

変動確率が50%以下→変動する可能性が低い

点数方式2

方式2は、谷埋め型滑動崩落の災害事例（1978年宮城県沖地震、1995年兵庫県南部地震 計259箇所）から、複雑な因果関係をもつ地形的な要素（盛土の厚さなど）を統計的に単純化して点数化し、谷埋め型滑動崩落の変動確率を評価する手法である。

【点数方式2による評価の特徴】

- ① 地形的な要素により点数化（整数配点）した手法であり、少ない情報量でも簡易に計算できる（盛土幅、盛土厚さ、原地盤勾配、地下水の有無）
- ② 主に盛土の代表主側線における断面形状のパラメータのほかに、盛土の面積（長さ、幅）を評価項目としている。
- ③ 机上調査では確認できない地下水の有無のウェイトを小さく評価し、盛土幅、盛土厚さ、原地盤の勾配、地下水の有無のみだけで危険度を評価する手法である。
- ④ 主に1995年兵庫県南部地震の災害事例に基づき考案された手法であるため、地域によっては実態に合わないことがある。
- ⑤ 薄い盛土ほど危険度が高いと判定される。（そのため、薄い盛土（特に厚さ3 m以下）に対して、危険度が高く、第一次スクリーニングの精度に左右される傾向が高い。）
- ⑥ 原地盤勾配が緩いほど、危険側に評価される。

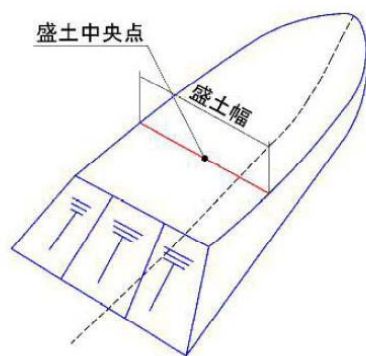
※参考資料：大規模盛土造成地の滑動崩落対策推進ガイドライン及び同解説 p1-62

① 方式2に用いる項目の把握

方式2を行う際に必要な項目をまず把握する。「Ⅲ.2.3 盛土造成地の規模の把握」において示されていない「盛土幅」と「盛土厚さ」についての考え方等を示す。

(a) 盛土幅

盛土造成地中央部における盛土幅は、旧地形などから予想される変動方向と直角の方向に測定することを原則とする。盛土の面積を算出する際に用いる「盛土の最大幅」と一致しない場合もあるので注意が必要である。なお、盛土中央点は、盛土造成地中央部における盛土幅の二等分点付近とする。

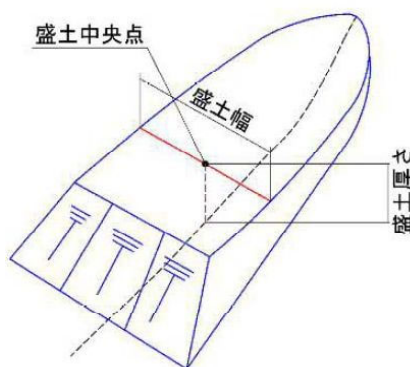


開発前の谷筋

図参 5.3-④ 盛土幅のイメージ

(b) 盛土厚さ

盛土中央点における盛土厚さを盛土の厚さとする。単位はmとする。



開発前の谷筋

図参 5.3-⑤ 盛土厚さのイメージ

(c) 地下水の有無

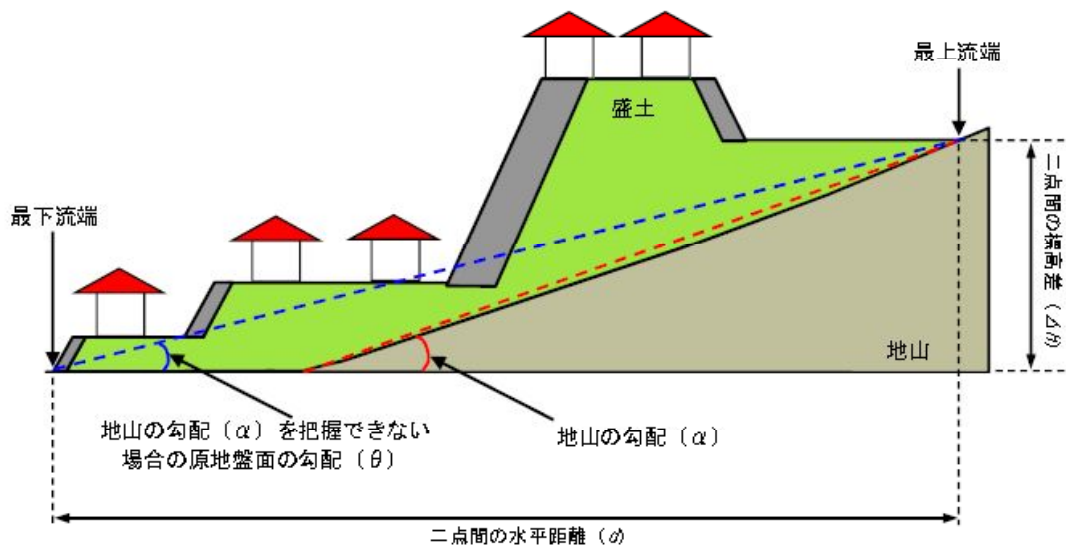
既存資料などで盛土内に地下水が浸入しているかどうかを確認し、地下水がないと断定できる場合を除き、「② 把握した項目の点数化」において、「あり」としておく。

2 原地盤面の勾配

原地盤面の勾配（原地盤面の水平面に対する角度）は地山の勾配（地山斜面の最下流端から盛土の最上流端の勾配 α ）を基本とする。

地山の勾配（ α ）を地形図から把握できない場合は、盛土の最下流端の原地盤面の標高と盛土の最上流端の原地盤面の標高差（ Δh ）と、それを計測した二地点間の水平距離（ d ）の商を求め、その商を逆正接した値（ θ ）としてよいが、この値は地山の勾配（ α ）より小さくなるため、腹付け型大規模盛土造成地の要件の一つである“原地盤面の勾配 20 度以上”の抽出もれにつながるおそれがあることに注意する必要がある。また、第二次スクリーニング計画の作成で実施する現地踏査や第二次スクリーニングで実施する地盤調査によって地山勾配（ α ）を把握し、その後の検討に反映する必要がある。

$$\theta = \tan^{-1} \left(\text{二地点間の標高差} (\Delta h) / \text{二地点間の水平距離} (d) \right)$$



図Ⅲ. 2. 6 原地盤面の勾配の計測イメージ

出典：大規模盛土造成地の滑動崩落対策推進ガイドライン及び同解説p1-33

② 把握した項目の点数化

大規模盛土造成地の盛土厚さ、盛土幅、原地盤の勾配および地下水の有無を点数化し、これを表参 5.3-②に従って、計上して合計点を求める。

点数は、各項目における変動割合をもとに決定した。盛土厚さは、既往の研究において変動への寄与率が幅や盛土幅/盛土厚さ比 (W/D) よりも 3 倍高いとされているので、得点を 3 倍としている(釜井俊孝, 守随治雄, 笠原亮一, 小林慶之:地震時における大規模宅地盛土斜面の不安定化予測, 日本地すべり学会誌第 40 巻第 5 号, pp. 29-39, 2003.)。

方式 2 は、表参 5.3-②において盛土厚さが薄いほど、また、原地盤勾配が緩いほど危険側に評価され、前述した「方式 1」による変動確率とは一致しないことに注意が必要である。

表参 5.3-② 点数表

盛土厚さ(m)		盛土幅(m)		盛土幅/盛土厚さ		原地盤の勾配(度)		地下水	
区分	点数	区分	点数	区分	点数	区分	点数	区分	点数
3以下	21	20以下	0	5以下	1	5以下	5	あり	1
3~6	12	20~50	3	5~10	2	5~10	4	なし	0
6~12	6	50~120	5	10~15	5	10~15	2		
12より大きい	0	120より大きい	10	15より大きい	8	15より大きい	0		

表参 5.3-③ 点数化の例

	厚さ(m)	幅(m)	幅/厚さ	傾斜角(度)	地下水有無	合計点
測定値	3	60	20	1.9	有	-
点数(点)	21	5	8	5	1	40

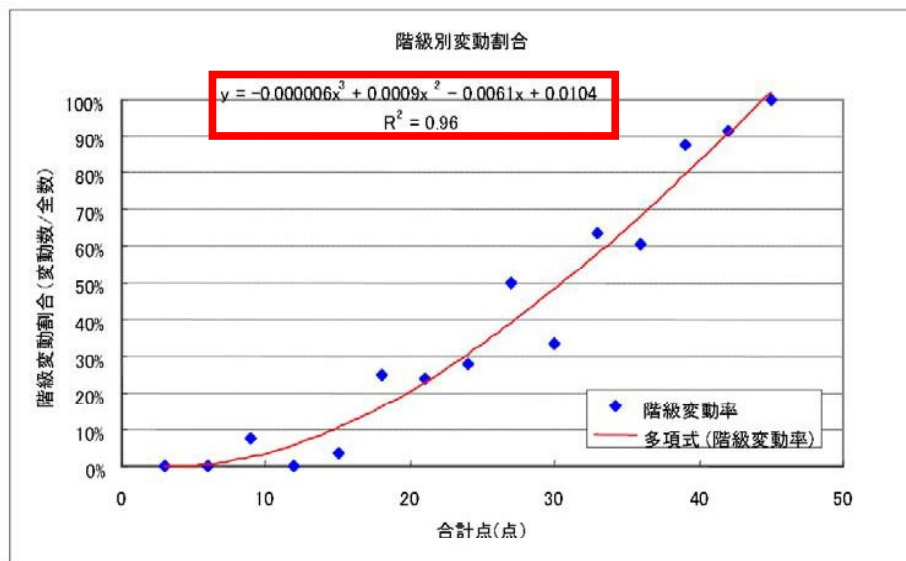
出典:大規模盛土造成地の滑動崩落対策推進ガイドライン及び同解説p1-64

③ 変動確率評価

図参 5.3-⑥は過去の災害事例である 259 箇所の大規模盛土造成地について、表参 5.3-②で求められた合計点分布を表したものである。

◆は過去の 259 箇所の災害事例を点数化し、その合計点を 0 点から 45 点の間で 3 点毎に階級区分して、その区分された階級での変動割合（＝ある階級で変動した大規模盛土造成地箇所数／その階級内の盛土造成地箇所数）をプロットしたものである。その近似値をグラフにしたものが赤線である。

「②把握した項目の点数化」で算出した合計点（ x ）を下記の多項式へ当てはめ、過去の災害事例からどのくらいの割合で大規模盛土造成地が変動しているかを計算し、大規模盛土造成地の変動確率評価を行う。



図参 5.3-⑥ 変動確率曲線

R^2 (決定係数) :

独立変数（上記グラフの多項式）が従属変数（上記グラフの◆）をどれくらい説明できるかを表す。この値が低い場合、得られた回帰式の予測能力が低いことを意味する。（ $0 \leq R \leq 1$ であり、 $R=1$ に近いほど回帰式の予測能力が高い。）

$$\text{変動確率 } y = -0.000006x^3 + 0.0009x^2 - 0.0061x + 0.0104 \quad (\text{式 1})$$

(x は合計点を示す。)

例) 合計得点が 40 点の場合

$$-0.000006 \times (40)^3 + 0.0009 \times (40)^2 - 0.0061 \times (40) + 0.0104 = 0.822$$

以上より変動確率が 82.2%となる。

3.3 評価フロー

第一次スクリーニングで抽出した全ての盛土造成地を対象に、現地踏査を実施する。現地踏査では、「盛土および擁壁の形状と構造」「宅地地盤・擁壁・のり面の変状の有無」「地下水の有無」「盛土下の不安定な土層の有無」などの指標に着目し、その結果を整理する。さらに、基礎資料整理で整理した「造成年代」「変動確率」などの指標を組み合わせ、下図に示す現行ガイドラインの優先度評価フローに従い、第二次スクリーニングの相対的な優先度を評価する。

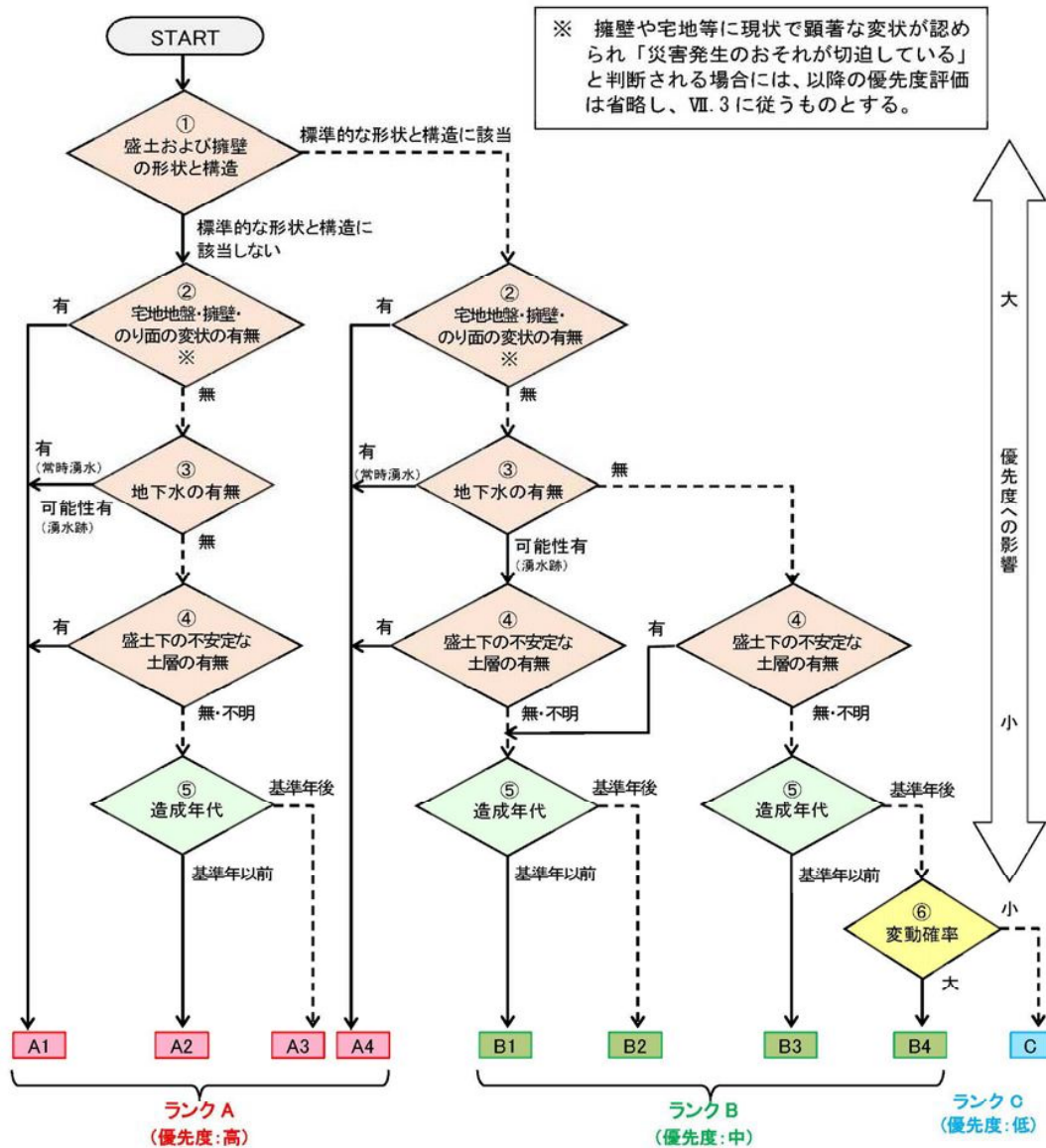


図3.3.1 優先度の評価フロー

出典：大規模盛土造成地の滑動崩落対策推進ガイドライン及び同解説p1-82

3.4 現地調査

実施方針

盛土造成地の現地状況確認の着目箇所を以下の表に示す。

優先度の評価指標	現地踏査における着目点の例
① 盛土および擁壁の 形状と構造	<p><標準的な形状と構造に該当しない></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 盛土のり面勾配が急 ・ 適切な間隔で小段が設置されていない ・ 適切なり面保護工が設置されていない ・ ひな壇部分の傾斜※が急 ・ 適切な擁壁構造ではない
② 宅地地盤・擁壁・のり面の 変状の有無	<p><有></p> <p>宅地地盤</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 亀裂、沈下、隆起 <p>擁壁</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 擁壁とその基礎の亀裂、ズレ、傾斜、沈下、ハラミ ・ 擁壁背面の水溜り、擁壁水抜き穴からの背面土流出 ・ 補修履歴 <p>盛土のり面</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ガリ浸食跡 ・ 表面の不陸または凹凸 ・ 亀裂 ・ 排水工の変状や不備などによるのり尻の侵食 <p>その他</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 災害の痕跡 ・ 根曲がり ・ 道路の亀裂、陥没・隆起、側溝・グレーチングのズレ
③ 地下水の有無	<p><有></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 盛土のり面からの湧水 ・ 擁壁水抜き穴からの恒常的な出水 ・ ひな壇部分の擁壁前面部からの出水 ・ 排水工や擁壁が恒常的に湿っている ・ 盛土のり尻の排水工の水没 ・ 排水工の目地や亀裂などからの表面排水の地下浸透 ・ 盛土のり尻に調整池やため池があり、その満水時水位の跡がのり尻より高い ・ 既存井戸があり、その満水時の水位の跡がのり尻より高い <p><可能性有></p> <p>上記の痕跡</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 盛土のり面からの湧水の痕跡 ・ 擁壁水抜き穴からの出水の痕跡 ・ ひな壇部分の擁壁前面部からの出水の痕跡 ・ 排水工や擁壁が黒ずんでいる ・ 盛土のり尻の排水工の水没の痕跡 <p>その他</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 盛土のり尻に調整池やため池がある ・ 盛土が沢部などの集水地形に位置する ・ 盛土上のガレージ内がジメジメしている ・ 水を好む植生がある
④ 盛土下の 不安定な土層の有無	<p><有></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 盛土周辺に崖錐、崩積土が堆積 ・ 盛土周辺に沖積粘性土が堆積 ・ 盛土周辺に沖積砂質土が堆積

出典：大規模盛土造成地の滑動崩落対策推進ガイドライン及び同解説p1-78

3.5 優先度評価

(1) 優先度フロー判定結果

図3.5.1が優先度の評価フローを用いて評価した結果となる。優先度評価一覧表は次頁に記載する。

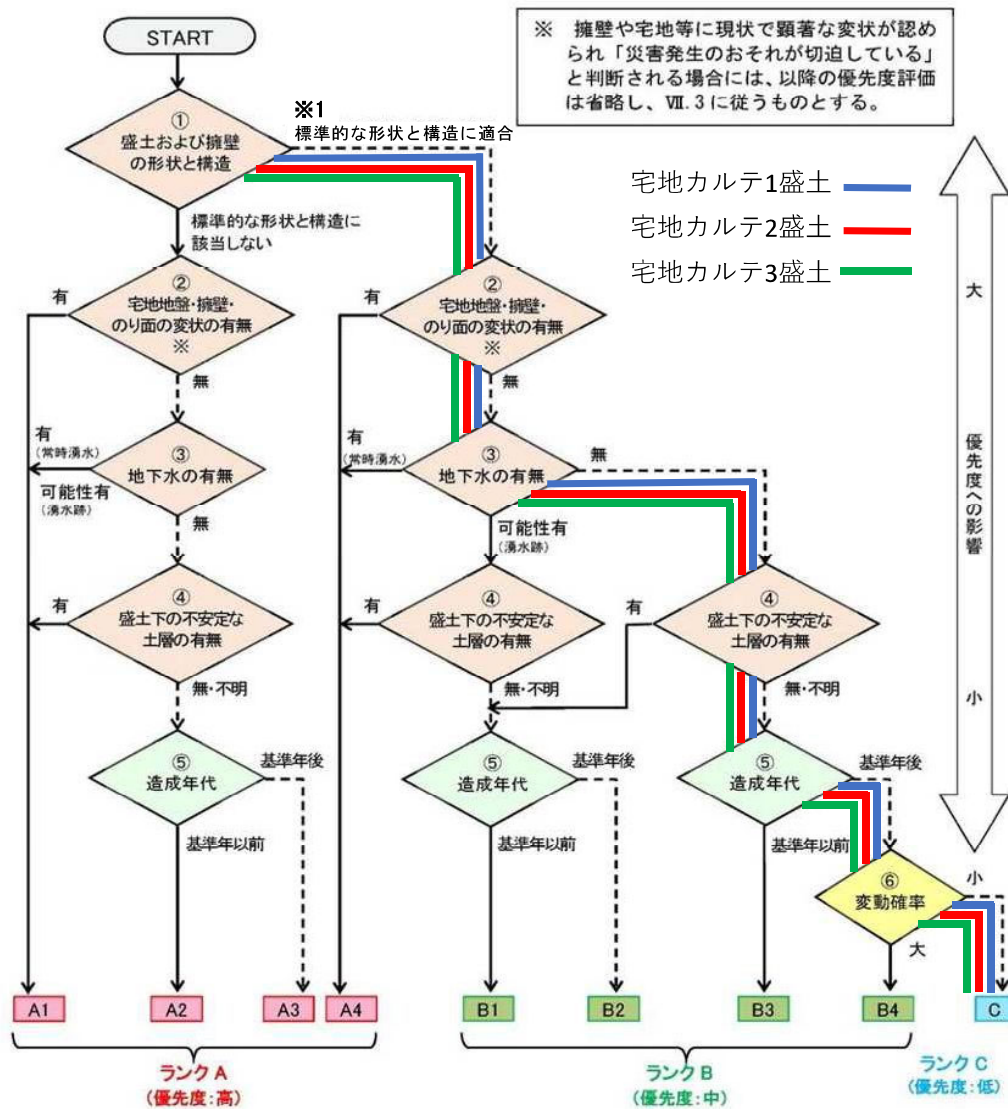


図3.5.1 優先度評価フロー結果

出典:大規模盛土造成地の滑动崩落対策推進ガイドライン及び同解説p1-82

※1 標準的な形状と構造については、ガイドラインに記載されている以下の項目を元に適合・不適合を判別した。

- ・ のり面勾配 : 30度以下であること
- ・ のり面小段間隔 : のり面高5m程度ごとに幅1m～2mの小段が設置されていること
- ・ のり面保護工 : のり面緑地化工もしくはのり面保護工が設置されていること
- ・ ひな壇部分の傾斜 : 緩勾配であること
- ・ 擁壁構造 : 鉄筋コンクリート造、無筋コンクリート造又は間地石練積み造その他の練積み造であること

出典:大規模盛土造成地の滑动崩落対策推進ガイドライン及び同解説p1-76より抜粋

表3.5.1 優先度評価結果一覧表

宅地名	通し番	盛土形式	基礎資料整理										現地調査			優先度評価				
			盛土造成地の位置			盛土造成地の規模							※1				※2			
			所在地	面積 (㎡)	盛土幅 (m)	距離 (m)	高さ (m)	厚さ (m)	原地面 の勾配 (°)	公共施設	住宅	軒数	基準年代	判定	造成年代		算出結果	変動確率	標準的な 盛土・擁壁の 形状・構造 に適合	変状
平等団地	1	腹付け型	宮城県岩沼市平等三丁目	4,600	98	27.5	9	4.6	18.2	無	有	3	1974	後	1979～1983	32.7	小	無	無	C
	2	谷埋め型	宮城県岩沼市平等三丁目・四丁目	68,882	107	325	6.6	4.4	1.2	有	有	85	1974	後	1979～1983	47.5	小	無	無	C
	3	谷埋め型	宮城県岩沼市平等四丁目	14,760	112	55.4	8.2	4.6	8.4	無	有	17	1974	後	1979～1983	44.4	小	無	無	C

※1 点数方式2Iによる変動確率の評価についての考え方は、以下のとおりである。

変動確率が50%以上→変動する可能性が高い→判定【大】
 変動確率が50%以下→変動する可能性が低い→判定【小】

※2 標準的な形状と構造に適合するかは、ガイドラインに記載されている以下の項目を元に適合・不適を判別した。

- ・のり面勾配 : 30度以下であること
- ・のり面小段間隔 : のり面高5m程度ごとに幅1m～2mの小段が設置されていること
- ・のり面保護工 : のり面緑地化工もしくはのり面保護工が設置されていること
- ・ひな壇部分の傾斜 : 緩勾配であること
- ・擁壁構造 : 鉄筋コンクリート造、無筋コンクリート造又は間地石練積み造その他の練積み造であること

3.6 宅地カルテの作成

第一スクリーニングで抽出された盛土造成地について、各盛土造成地の諸元、現地状況、開発前後の地形等について、ガイドラインp1-49~1-52に準拠し「カルテ1-1~3-4」にまとめた。

整理・調査した結果について、A3版4枚を1セットに一覧表形式で整理を行う。以下に「宅地カルテ」の概形を示す。

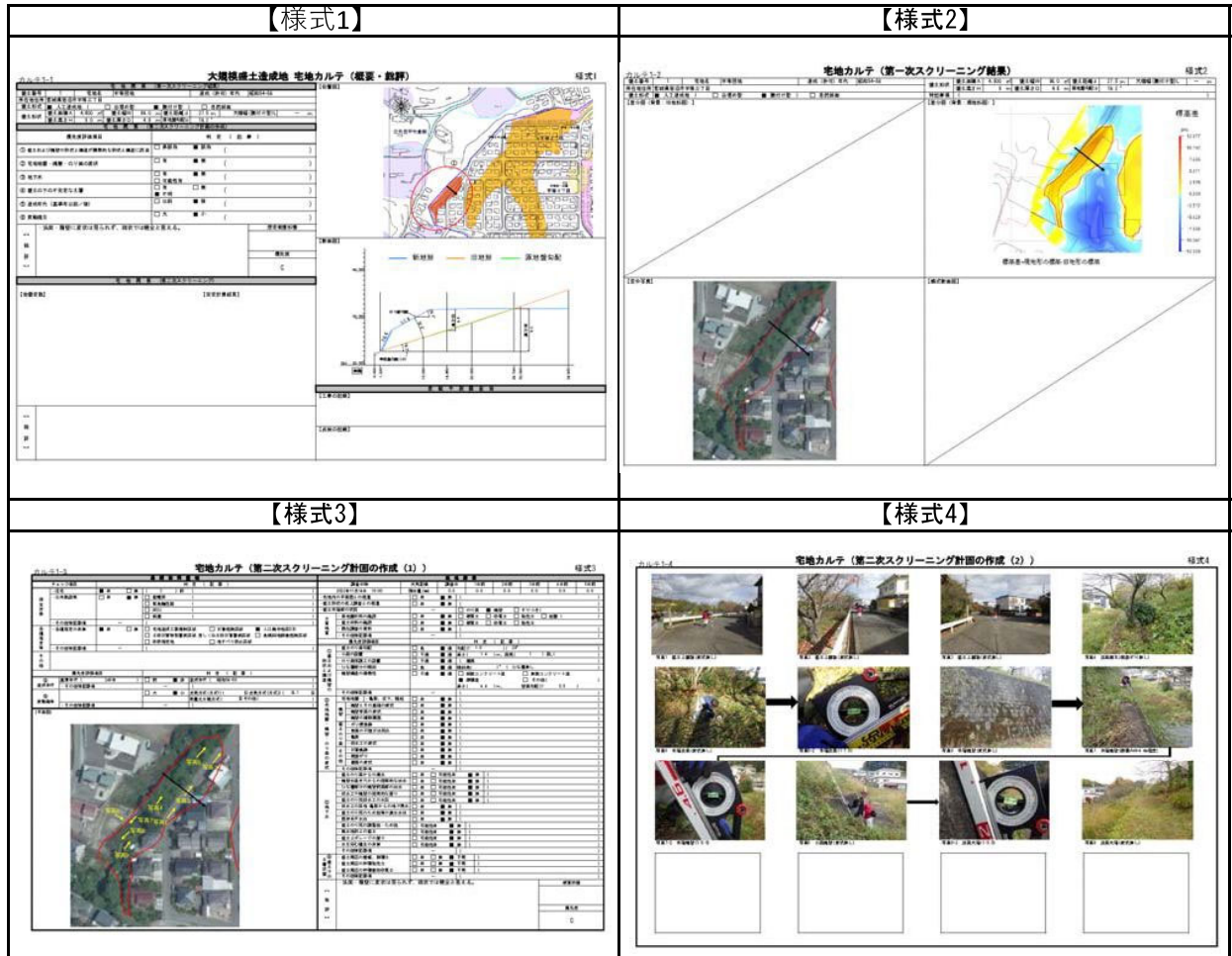


図3.6.1 宅地カルテ一覧