

第9回 盛土のあり方検討会議 有識者検討会

日時：令和5年12月25日(月) 13時00分～

場所：オンライン

■ 前回議事の確認

■ 東京都版基礎調査実施マニュアルの検討

- 審議事項1 既存盛土等分布調査
- 報告事項1 東京都版基礎調査実施マニュアル(既存盛土等調査編)原稿案

■ 盛土規制法運用上の課題

- 盛土規制法運用に当たり検討を要する事項

審議事項1

既存盛土等分布調査

既存盛土等調査 | 盛土等の抽出

都において使用する抽出方法

| | ① 色調変化の抽出 | ② 標高差分の解析 | ③-1 地形判読 (空中写真、地形図) | ③-2 地形判読 (LP地形図) |
|-----|---|---|--|---|
| 概要 | <ul style="list-style-type: none"> 空中写真等から色調の変化箇所を抽出 | <ul style="list-style-type: none"> 既存DEMを重ね合わせ標高変化箇所を抽出 ※大規模盛土造成地調査の主たる手法 | <ul style="list-style-type: none"> 空中写真や地形図から技術者が判読 | <ul style="list-style-type: none"> LP地形図※から技術者が判読 ※LP（航空レーザ測量成果）から作成した地形図 |
| 精度 | <ul style="list-style-type: none"> 500m²程度を抽出可能 ※高精度の画像を用いた場合 | <ul style="list-style-type: none"> 500m²程度を抽出可能 ※高精度のDEMを用いた場合 時期の違うDEM同士では精度低下の懸念 | <ul style="list-style-type: none"> 500m²程度を抽出可能 ※高精度の光学画像を用いた場合 | <ul style="list-style-type: none"> 500m²程度を抽出可能 ※高精度のLPを用いた場合 |
| コスト | <ul style="list-style-type: none"> 空中写真は都または国土地理院が撮影（無償） | <ul style="list-style-type: none"> 既存DEM活用の場合には安価 ※山間部や島しょ部は既存DEMなし | <ul style="list-style-type: none"> 技術者の目視作業を要するため、比較的高価 | <ul style="list-style-type: none"> 技術者の目視作業を要するため、比較的高価 |
| 手法例 |  <p>1970年代空中写真</p> <p>最新空中写真</p> |  <p>標高変化量</p> <p>> +5m</p> <p>< -5m</p> <p>(C) 国土地理院</p> <p>▲DEMを用いた差分解析例 [引用]基礎調査実施要領（案） （既存盛土調査編）参考資料</p> |  <p>▲空中写真からの盛土範囲の判読イメージ</p> |  <p>▲LP地形図からの盛土範囲の判読イメージ</p> |

試行調査の実施

□ 調査対象

- 3地区程度での実施を予定する

A地区 山間地の地区 奥多摩町、檜原村などから候補地を選定⇒奥多摩町で実施

B地区 丘陵地の地区 多摩地区のニュータウンなどから候補地を選定⇒八王子市で実施

C地区 市街化が進んだ地区 23区内などから候補地を選定⇒目黒区で実施

□ 調査手法

- 地区の特徴に合わせて、調査手法を複数組み合わせ実施

□ 結果の整理

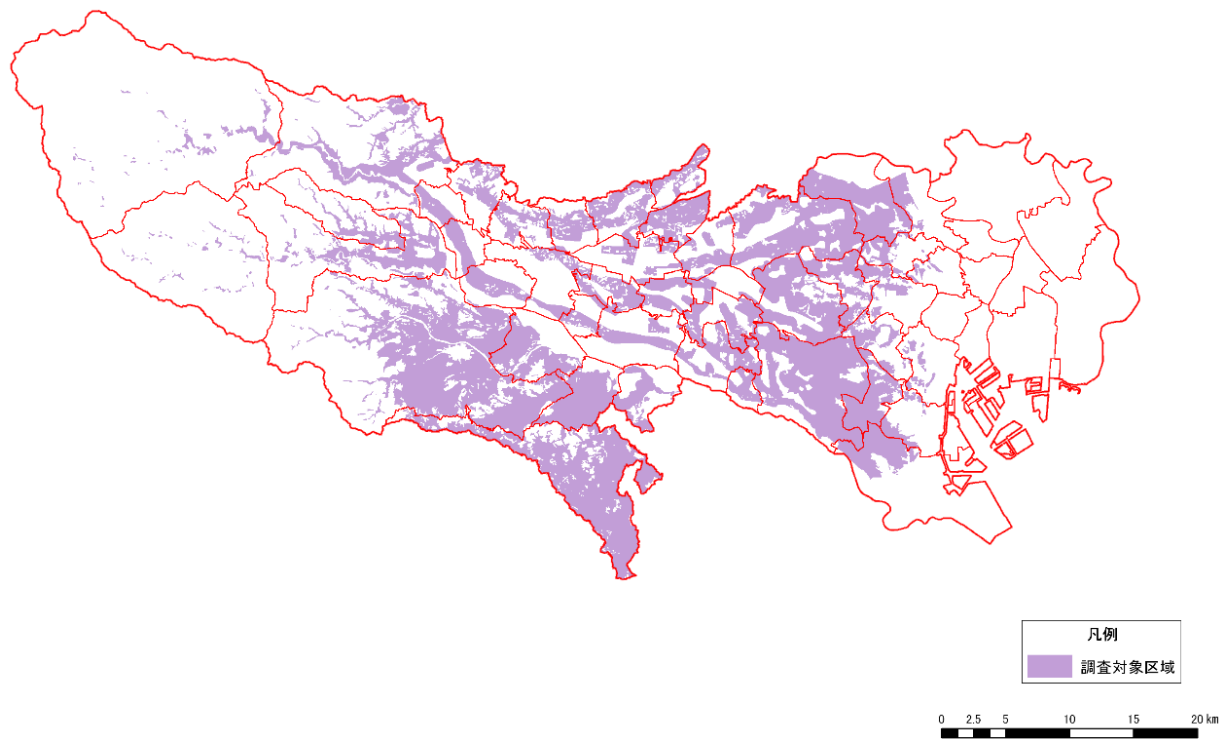
- 調査手法ごとに抽出可能な盛土の規模を整理する
- 地区の特徴に合わせた最適な調査手法について整理

対象地区の既存資料の確認

- 都においては、過去に実施した大規模盛土造成地の調査において一部地域のDEM化を実施済（造成前は昭和20年代の米軍空中写真、造成後は1:2,500 DMデータ（2004年）から作成）
- 昭和初期段階の旧版地形図において開発済みの範囲は、DEM化の対象外

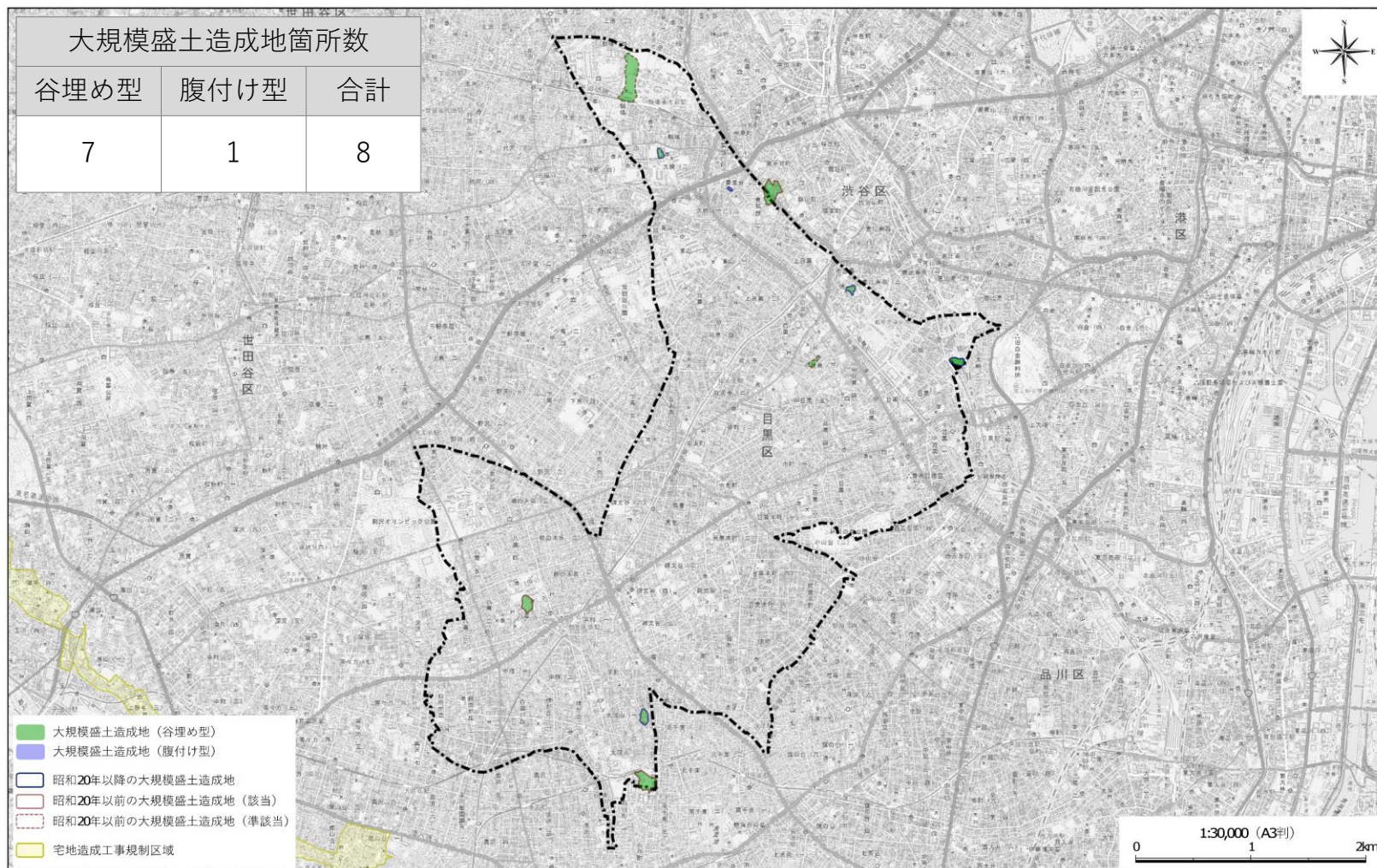


参考 大規模盛土造成地の調査対象区域



- 大規模盛土造成地調査の対象除外範囲
 - ✓ 地形条件 : 多摩川低地、東部低地、武蔵野台地、集落を除く山地
 - ✓ 利用条件 : 宅地以外の区域等
 - ✓ その他条件 : 旧地形図にて開発済みの区域、現地形図にて未開発区域

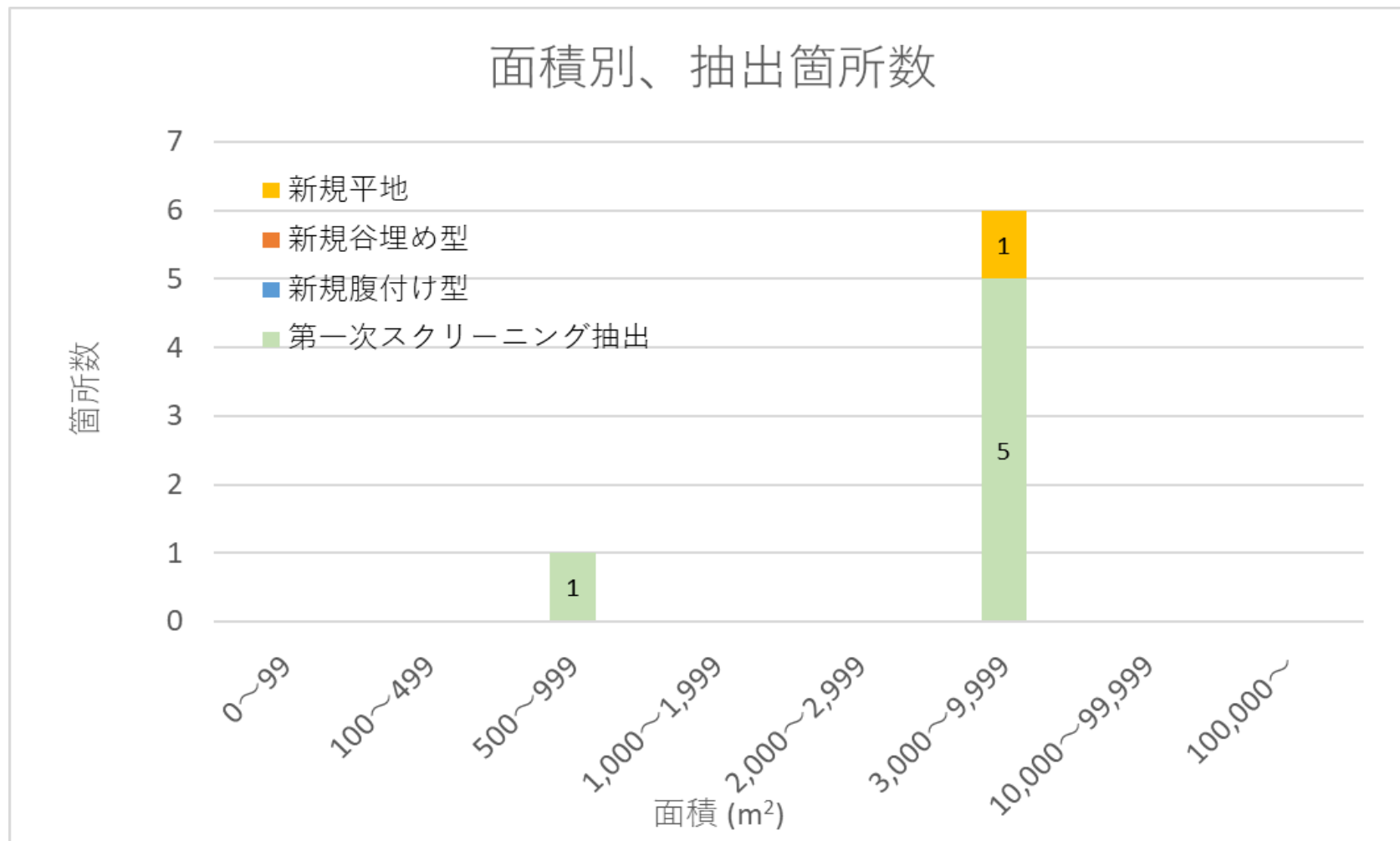
大規模盛土造成地マップ（2019年度末時点）



測量法に基づく国土地理院長承認（複製）R1Hf1376 本製品を複製する場合には、国土地理院の長の承認を受けなければならない。

令和2年3月作成

試行調査（C地区）における抽出結果



抽出箇所の内訳

| 面積区分 (m ²) | 第一次スクリーニング 抽出箇所 | | 新規 抽出箇所 | | | | 合計 |
|---------------------------|--------------------|------|------------|------|----|-------------|----|
| | 腹付け型 | 谷埋め型 | 腹付け型 | 谷埋め型 | 平地 | 対象外 ※要検討 | |
| 0 ~ 99 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| 100 ~ 499 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| 500 ~ 999 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 4 |
| 1,000 ~ 1,999 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2,000 ~ 2,999 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| 3,000 ~ 9,999 | 0 | 5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 6 |
| 10,000 ~ 99,999 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 100,000 ~ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 計 | 1 | 5 | 0 | 0 | 1 | 9 | 16 |
| | 6箇所 | | 1箇所 | | | | |
| | 7箇所 | | | | | | |

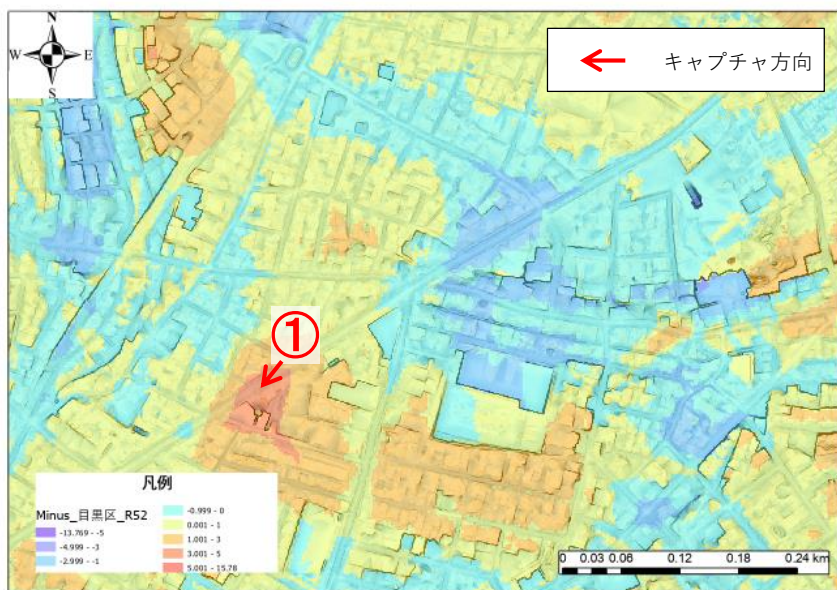
■ 手法の検証

- C地区（市街化が進んだ地区）の特徴
 - 山間地・丘陵地に比べ、原地形の起伏が小さい
 - 改変が進み、原地形が保存されている箇所が少ない
 - 改変規模が比較的小さい
 - 1970年代以降の道路・区画の変化は小さい

検証結果

② 標高差分の解析

- 3-5mの標高増加と解析された範囲にも、既存盛土等を示唆する地形は認められない



▲ 標高差分析結果
(2022年と2004年の標高差分)



▲ Google ストリートビュー

① 色調変化の抽出、③-1 地形判読（空中写真、地形図）

- 明瞭な変化があった箇所では、空中写真から既存盛土等の抽出が可能
- 空中写真では、建築物の建て替えなど造成以外の変化を抽出する可能性あるため、標高差解析やLP地形図と組み合わせた作業が必須

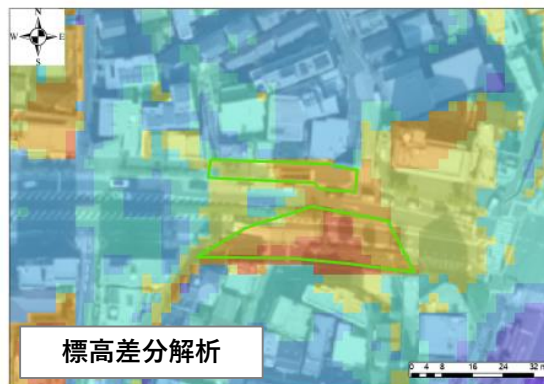


[背景図] 国土地理院「地理院地図」

道路盛土



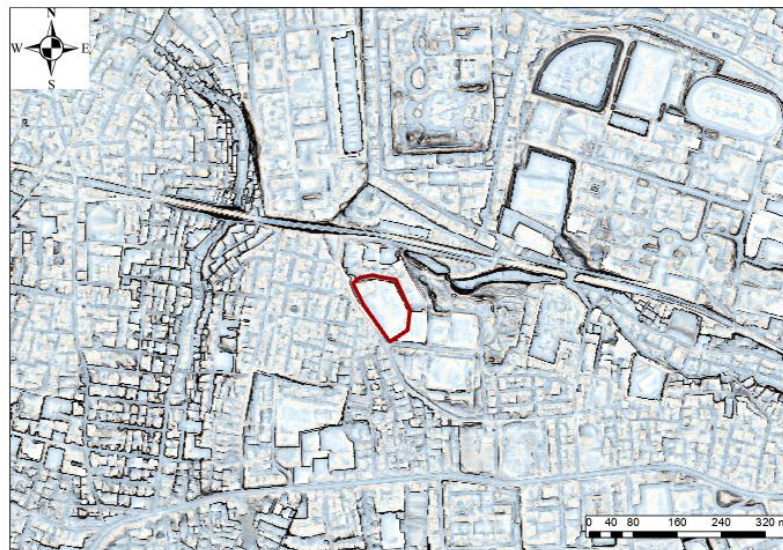
[背景図] 国土地理院「地理院地図」



▲ 色調変化・地形判読による抽出（道路盛土のため既存盛土の対象外）

③-2 地形判読（LP地形図）

- 1970年以前から開発されており、旧地形が不明な範囲が大半
- 擁壁等の構造物が密集しており、地形面の推定が困難



 既存盛土（他の手法により抽出）

▲ 既存盛土箇所を含むエリアのLP地形図
（造成面の確認ができない）

抽出結果

□ 谷埋め盛土

- 谷埋め盛土は確認できなかった

□ 腹付け盛土

- 腹付け盛土は確認できなかった
- 腹付け盛土と推定される盛土の法高は推定可能と考えられるが、盛土厚の推定は困難

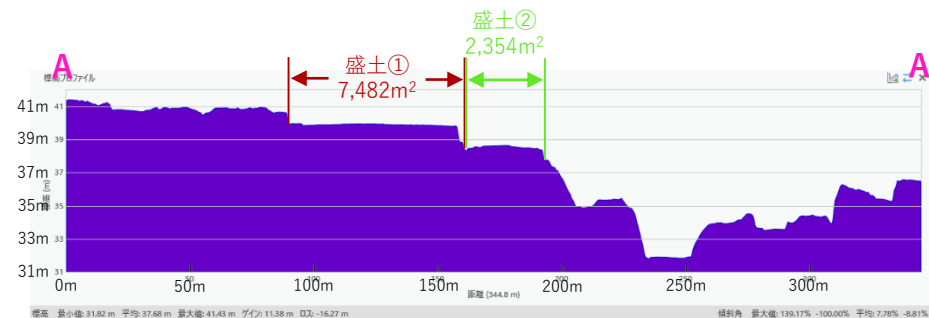
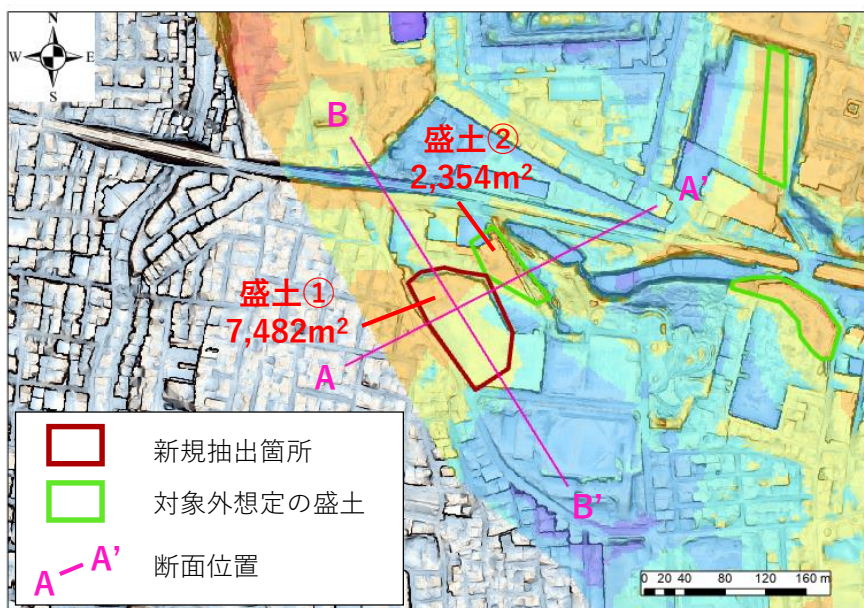
➔ **盛土をする前の地盤面が水平面に対し20度以上の角度をなし、かつ、盛土の法高が5m以上であれば腹付け盛土として抽出**

腹付け型大規模盛土造成地の定義

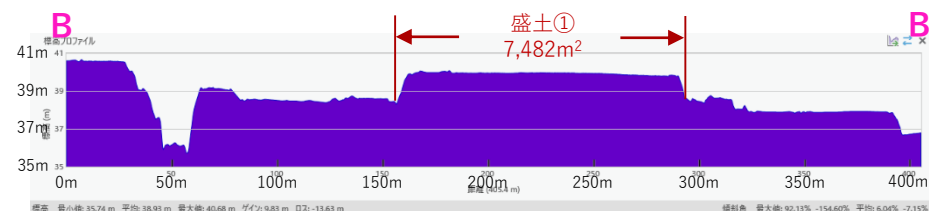
盛土をする前の地盤面が水平面に対し20度以上の角度をなし、かつ、盛土の高さが5 m以上

平地盛土

- C地区は、平地盛土（勾配が1/10以下の土地において行われた盛土）のみ確認された



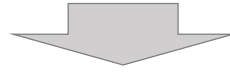
▲ 断面図 (A-A')



▲ 断面図 (B-B')

既存盛土等調査 | 抽出対象の規模

- 腹付け盛土：法高で判断することにより、大規模盛土造成地相当の規模から抽出可能
- 平地盛土：3000m²程度から抽出可能

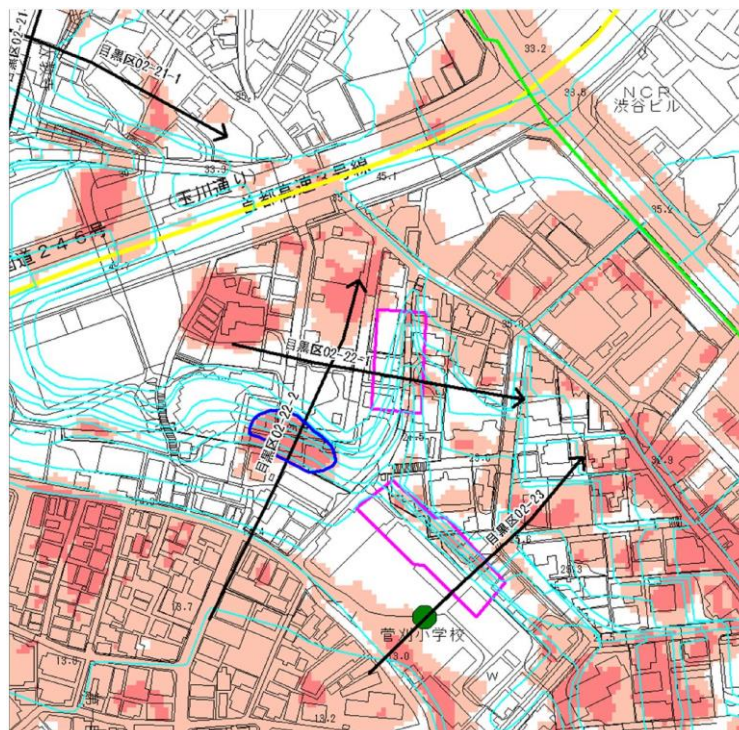


□ 抽出対象規模（案）

- 過去に災害が発生した盛土、切土
- 住民からの通報等により地方公共団体が危険性を把握している盛土、切土
- 500m²以上の谷埋め盛土（切土と一体のものを含む）
- 保全対象が直下に存在する谷埋め盛土（100m²以上を目標）
- **盛土をする前の地盤面が水平面に対し20度以上の角度をなし、かつ、盛土の法高が5m以上**
- **3,000m²以上の平地盛土**
- 切土高が特に高く（15m以上）、土砂災害警戒区域（急傾斜地の崩壊）に指定されている切土

参考 3000m²未満の盛土

- 小規模な盛土は、空中写真からの判読が困難



▲ 腹付け型大規模盛土 (A=920m²)
差分図により抽出



2019年

[背景図] 国土地理院「地理院地図」



1961~1969年

[背景図] 国土地理院「地理院地図」

▲ 既存盛土箇所の空中写真

既存盛土等の抽出方法・対象規模（案）

| | 山間地、丘陵地 | 市街地 |
|-----------|--|--|
| 対象とする造成年代 | カラーの空中写真が整備された1970年以降 | |
| 対象規模 | <ul style="list-style-type: none"> 大規模盛土造成地相当の盛土 500m²以上の谷埋め盛土 保全対象が直下に存在する100m²以上の谷埋め盛土 盛土をする前の地盤面が水平面に対し20度以上の角度をなし、かつ、盛土の法高が5m以上 3,000m²以上の平地盛土 | |
| 主たる抽出方法 | <ul style="list-style-type: none"> 標高差分の解析※ 地形判読（LP地形図） 色調変化の抽出 | <ul style="list-style-type: none"> 色調変化の抽出 地形判読（LP地形図） 地形判読（空中写真、地形図） |
| 補助的な抽出方法 | <ul style="list-style-type: none"> 地形判読（空中写真、地形図） | <ul style="list-style-type: none"> 標高差分の解析※ |
| 備考 | ※標高差分の解析は、差分図作成済範囲のみ | |

既存盛土等の抽出における留意点

□ 検証結果のまとめ

- 建造物の高さを含めて抽出するおそれがある
- 高さ2m程度の盛土は抽出漏れとなるおそれがある
- 面の精度の違いや座標のずれの影響等によっても標高差分が発生するおそれがある
- 勾配が緩い（等高線間隔が大きい）縁辺部等では、抽出精度が低下するおそれがある
- 空中写真を活用した色調変化の抽出・地形判読は、盛土等以外の変化を抽出する可能性がある



□ 抽出時の留意事項

- 標高差分には、データ取得精度に起因する誤差が含まれることに留意
- 局所的な標高差分については、建造物による影響を考慮する必要
- 人工改変が考えにくい箇所で標高差分が生じている場合には、図面の精度の違いや座標のずれによる影響を確認
- 等高線間隔の大きい箇所では、抽出精度が低下しやすいことに留意
- 空中写真を活用した色調変化の抽出・地形判読は、盛土等以外の変化を抽出する可能性があることに留意

➔ **複数の判読手法を併用し、抽出漏れ・誤抽出の防止を図る**

報告事項1

東京都版基礎調査実施マ ニュアル（既存盛土等調 査編）原稿案

盛土規制法運用上の 課題

課題の抽出・検討

- ヒアリング及び審査基準等から現行制度運用上の課題を抽出し、背景や必要性を確認
- 盛土規制法運用後に新たに生じる課題についても都における現状を踏まえ検討

課題解決に向けた方策

- 盛土等に伴う災害防止のため、強化する基準（技術的基準を除く）⇒条例に位置付け
- 盛土等に伴う災害防止のために適合すべき基準⇒技術的基準として規則に規定
- 盛土等に伴う災害防止のために適合することが望ましい基準⇒行政指導指針に位置付け
- 法令等の定めに従って許可をするかどうか判断するための基準⇒審査基準に位置付け
- 盛土規制法以外の法令・条例に適合させるため行うもの⇒情報提供として位置付け

盛土規制法運用に向けた課題の検討

参考 条例・規則で規制強化ができる旨の規定一覧

| | 委任根拠規定 | 委任先 | 強化項目 | 法令での規定内容 (一部抜粋) |
|-------|--|-----|--------------------------|--------------------------------|
| 工事の許可 | 【宅】法第13条第1項、施行令第20条 【特】法第31条第1項、施行令第20条 | 規則 | 技術的基準の <u>強化・付加</u> | 地盤の安全確保、盛土等の形状、擁壁の設置 |
| | 【特】法第32条 | 条例 | 許可を要する規模要件の <u>切り下げ</u> | 高さ5m超又は3000m ² 超の盛土 |
| 中間検査 | 【宅】法第18条第4項 【特】法第37条第4項 | | 検査対象となる規模要件の <u>切り下げ</u> | 高さ5m超又は3000m ² 超の盛土 |
| | | | 検査項目の <u>追加</u> | 暗渠排水施設の埋設 |
| 定期報告 | 【宅】法第19条第2項 【特】法第38条第2項 | | 報告対象となる規模要件の <u>切り下げ</u> | 高さ5m超又は3000m ² 超の盛土 |
| | | | 報告項目の <u>追加</u> | 盛土量、盛土の高さ、勾配、工事の実施状況 |
| | | | 報告頻度の <u>増加</u> | 3月ごとに報告 |

【宅】宅地造成等工事規制区域 【特】特定盛土等規制区域

課題の検討結果

□ 中間検査に係る規制強化

- 全ての許可対象工事が中間検査の対象となるよう対象規模を裾切り
- 以下の工程を中間検査の対象となる特定工程として追加

| 特定工程 | 特定工程後の工程 |
|----------------------------------|------------------------|
| 盛土をする前の地盤に対し段切りを行う工事 | 盛土をする工事 |
| 擁壁の設置のための根切りを行う工事 | 擁壁を設置する工事 |
| 擁壁の基礎地盤の改良を行う工事 | 擁壁を設置する工事 |
| 擁壁の基礎ぐいの打込みを行う工事 | 擁壁を設置する工事 |
| 擁壁（鉄筋コンクリート造のものに限る。）の鉄筋の組立てを行う工事 | コンクリートを打設する工事 |
| 擁壁の根入れ部分（練積み造のものに限る。）を築造する工事 | 擁壁の地表面を超える高さの部分を築造する工事 |
| 盛土の内部に排水施設を設置する工事 | 排水施設の周囲を砕石その他の資材で埋める工事 |
| 盛土の内部に透水層を設ける工事 | 透水層の上面に盛土をする工事 |

□ 技術的基準の強化・付加

- 以下の項目について技術的基準を強化・付加

| 項目 | 技術的基準の強化・付加の内容 |
|----------|---|
| 法面形状 | 盛土・切土を行う際は標準的な法面形状とすること（安定計算を行った場合は適用除外） |
| 盛土全体の安定性 | 次の場合には盛土全体の安定性の検討を実施すること ①谷埋め型大規模盛土②腹付け型大規模盛土③高さ10mを超える盛土 |
| 地耐力 | 擁壁設置の際は、現地で地耐力試験を実施すること（許可申請時は建築基準法施行令93条ただし書きの数値の使用可） |
| 擁壁の構造 | 次の盛土等にRC擁壁等を設置する場合には、地震時を含めた構造計算を行うこと ①谷埋め型大規模盛土②腹付け型大規模盛土③高さ10mを超える盛土・切土 |
| 任意設置擁壁 | 任意に設置する擁壁の構造は、鉄筋コンクリート造、無筋コンクリート造又は練積み造とすること（施行令13条の適用を受けないものに限る） |
| 認定擁壁の制限 | 次の盛土等に施行令17条の認定擁壁を設置する場合には、中地震・大地震対応の擁壁を選定すること ①谷埋め型大規模盛土②腹付け型大規模盛土③高さ10mを超える盛土・切土 |

□ その他

- 以下の項目について、新たに制度を構築

| 項目 | 内容 |
|-----------|--|
| 許可申請情報の共有 | 地元自治体へ許可申請情報の提供を行う（法定では許可時） |
| 盛土規制法調書 | 都独自の情報公開制度として、許可情報等を記載した盛土規制法調書を閲覧できるサービスを開始 |
| 監督処分の公表 | 監督処分に係る盛土等が行われた土地の情報等を公表 |

位置づけの背景

規制区域の拡大

- 盛土規制法に基づく規制区域が、従来の宅地造成工事規制区域よりも広範囲に拡大されることにより、これまで以上に**山地・森林の場が有する地盤の複雑性・脆弱性や溪流・集水地形といった特性への配慮**が必要

規制対象の拡大

- 住宅用地等の造成の際に行われる盛土等だけではなく、残土処分場や太陽光発電施設等の**多様な開発形態、土石の堆積等を考慮した規制**が必要



地盤の変動等の擁壁の機能を損なう事象が生じる場所での利用が考えられる、崖面崩壊防止施設について基準を規定

[引用]盛土等防災マニュアルの改正概要と考え方

崖面崩壊防止施設の設置に関する技術的基準（施行令14条）

法第13条第1項の政令で定める宅地造成に関する工事の技術的基準のうち崖面崩壊防止施設の設置に関するものは、次に掲げるものとする。

一 盛土又は切土（略）をした土地の部分に生ずる崖面に（略）**擁壁を設置することとした場合に、当該盛土又は切土をした後の地盤の変動、当該地盤の内部への地下水の浸入その他の当該擁壁が有する崖の安定を保つ機能を損なうものとして主務省令で定める事象が生ずるおそれが特に大きいと認められるときは、当該擁壁に代えて、崖面崩壊防止施設を設置し、これらの崖面を覆うこと。**

擁壁が有する崖の安定を保つ機能を損なう事象

- ① 盛土又は切土をした後の**地盤の変動**
- ② 盛土又は切土をした後の地盤の内部への地下水の浸入
- ③ 前二号に掲げるもののほか、擁壁が有する崖の安定を保つ機能を損なう事象

二 前号の崖面崩壊防止施設は、次のいずれにも該当するものでなければならない。

イ 前号に規定する事象が生じた場合においても**崖面と密着した状態を保持することができる**構造であること。

ロ **土圧等によつて損壊、転倒、滑動又は沈下をしない**構造であること。

ハ その裏面に浸入する**地下水を有効に排除することができる**構造であること。

崖面崩壊防止施設の適用

参考1 崖面崩壊防止施設の設置に関する技術的基準

- 盛土又は切土（略）をした土地の部分に生ずる崖面に（略）**擁壁を設置することとした場合に、当該盛土又は切土をした後の地盤の変動、当該地盤の内部への地下水の浸入その他の当該擁壁が有する崖の安定を保つ機能を損なうものとして主務省令で定める事象が生ずるおそれが特に大きいと認められるときは、当該擁壁に代えて、崖面崩壊防止施設を設置し、これらの崖面を覆うこと。**

擁壁が有する崖の安定を保つ機能を損なう事象

- ① 盛土又は切土をした後の**地盤の変動**
- ② 盛土又は切土をした後の地盤の内部への地下水の浸入
- ③ 前二号に掲げるもののほか、擁壁が有する崖の安定を保つ機能を損なう事象

➔ **具体的には、支持力の小さい地盤、湧水や常時流水等が認められる場所において適用するものと解釈**

□ 参考2 盛土等防災マニュアル

- 崖面崩壊防止施設は、擁壁と異なり地盤の変動が生じた場合においても崖面と密着した状態を保持することができ、地下水を有効に排除することが可能な構造を有する施設です。土地利用条件や保全対象との位置関係等により適用性があると判断される場合に、擁壁に代わる施設として適用が可能です。
- 対象の崖面において、基礎地盤の支持力が小さく**不同沈下等により擁壁設置後に壁体に変状が生じてその機能及び性能の維持が困難な箇所**や、**地下水や浸透水等を排除する必要がある箇所等**では、保全対象との位置的関係等を総合的に判断し、**地盤の変形を許容できる場合に限り、擁壁に代えて崖面崩壊防止施設の適用が可能です。**

[引用]

➔ 地盤の変動を許容する施設であるため、適用できる土地は限定される

崖面崩壊防止施設の適用可能な土地（案）

ゴルフコース/スキー場/採草放牧地/山地・森林/農地 等

※地盤が一部変形しても、建築物や第三者の土地に影響を与えないことを前提とする

□ 崖面崩壊防止施設を設置した土地の保全

- 盛土規制法調書に崖面崩壊防止施設が設置されている（変動を許容するつくりである）旨を記載

崖面崩壊防止施設に求められる性能 1 構造

□ 崖面崩壊防止施設の設置に関する技術的基準

イ 前号に規定する事象が生じた場合においても崖面と密着した状態を保持することができる構造であること。(略)

ハ その裏面に浸入する地下水を有効に排除することができる構造であること。

※前号に規定する事象 = 擁壁が有する崖の安定を保つ機能を損なう事象

- ① 盛土又は切土をした後の地盤の変動
- ② 盛土又は切土をした後の地盤の内部への地下水の浸入
- ③ 前二号に掲げるもののほか、擁壁が有する崖の安定を保つ機能を損なう事象

➔ 崖面崩壊防止施設として考えられる施設は鋼製枠工、かご枠工、補強土壁工の3分類

崖面崩壊防止施設に求められる性能2 安定性

□ 崖面崩壊防止施設の設置に関する技術的基準

□ 土圧等によつて損壊、転倒、滑動又は沈下をしない構造であること。

➔ 治山技術基準・道路土工 擁壁工指針に準じて転倒、滑動、沈下の検討を実施

- 単位体積重量、土留め工の基礎に対する摩擦係数の一般値については、鉄筋コンクリート造擁壁等の数値を準用

□ 治山技術基準 土留め工の安定性の検討

- 1 転倒に対する安定：躯体が転倒を引き起こさないこと
- 2 滑動に対する安定：躯体が滑動を引き起こさないこと
- 3 躯体の破壊に対する安定：躯体の最大応力に対して破壊を引き起こさないこと
- 4 基礎地盤に対する安定：躯体の最大応力に対して基礎地盤の地耐力が十分であること

土留工の種別

- (1) 遮水型：コンクリート土留工、鉄筋コンクリート土留工、練積土留工等
- (2) 透水型：**枠土留工、鉄線かご土留工、丸太積土留工**等

[引用]治山技術基準（総則・山地治山編）（令和5年5月1日改訂、林野庁）

崖面崩壊防止施設に求められる性能3 地震時の安定性

□ 崖面崩壊防止施設の設計・施工上の留意事項

崖面崩壊防止施設自体の安定性については、土質条件、荷重条件等の設計条件を的確に設定した上で**常時及び地震時における崖面崩壊防止施設の要求性能を満足**するように、次の各事項についての安定性を検討するものとする。

[引用]盛土等防災マニュアルの解説（令和5年10月、盛土等防災研究会）

□ 土留工の安定計算に用いる荷重

土留工の安定計算においては、**次のような場合に、地震動を考慮するものとする。**（略）

- (1) 高さ8 mを超える土留工
- (2) **倒壊が付近に重大な影響を与えるおそれ大きい土留工**
- (3) 倒壊等の施設被害が生じた場合には、復旧が極めて困難な土留工
- (4) その他、現地の状況から地震動を考慮する必要があると認められる土留工

[引用]治山技術基準（総則・山地治山編）（令和5年5月1日改訂、林野庁）

➡ 次の盛土等に当該施設を設置する場合に、地震時の検討を求める（擁壁と同様）

- ① 谷埋め型大規模盛土造成地
- ② 腹付け型大規模盛土造成地
- ③ **長大法（盛土又は切土高10m超）**

設計照査項目

| | 鋼製枠工 | かご枠工 | 補強土壁工 |
|----------|--------------|--------|--------------|
| 転倒※ | 常時1.5/地震時1.2 | | |
| 滑動※ | 常時1.5/地震時1.2 | | |
| 沈下※ | 常時3.0/地震時2.0 | | |
| 材料強度 | 許容応力度以内 | | |
| 盛土全体の安定性 | 必要に応じて実施 | | 常時1.2/地震時1.0 |
| その他 | — | かご間の滑動 | 補強材の引抜きの抵抗 |

※補強土壁は補強材部分を仮想的な擁壁とみなして検討

□ もたれ式擁壁の場合の地盤反力の算定

- もたれ式擁壁は、壁が後方へ傾斜しているため、主動土圧によるモーメントに比べて自重によるモーメントが卓越する
- 重力式擁壁と同様な方法で安定計算を行うと、壁面の地盤反力を考慮に入れていないため、荷重の合力が擁壁底面そのものから後方へ外れ、地盤反力を算定できないことが生じる

➔ 地盤係数法（簡便法）により地盤反力を算定する （もたれ式擁壁とみなして計算する崖面崩壊防止施設を含む）

地盤係数法（簡便法）

$$Q_t = \frac{M_a - k_d \cdot B \cdot V_o}{B \cdot \sin \theta (1 - k_d) + l \left(1 - \frac{k_l}{3}\right)}$$

$$Q_v = V_o - Q_t \cdot \sin \theta, \quad Q_H = H_o + Q_t \cdot \cos \theta$$

$$q_{v1} = \frac{2Q_v(2-3k_d)}{B}, \quad q_{v2} = \frac{2Q_v(2k_d-1)}{B}, \quad q_{t1} = \frac{2Q_t}{k_l \cdot l}$$