

## 豪雨時の道路盛土の安全性評価とその点検手法の提案

## Proposal of method for evaluating stability of embankment during heavy rainfall

野村 英雄	Hideo Nomura	(山口大学大学院理工学研究科)
大畑 俊輔	Shunsuke Ohata	(山口大学大学院理工学研究科)
鈴木 素之	Motoyuki Suzuki	(山口大学大学評価室)
山本 満男	Mitsuo Yamamoto	(山口県土木建築部)
国重 典宏	Norihiro Kunishige	(山口県柳井土木建築事務所)
小田村 真一	Shinichi Odamura	(山口県土木建築部)

降雨による自然斜面の崩壊は毎年のように発生しているが、近年は集中豪雨の多発にともない、盛土構造物の崩壊が発生している。盛土崩壊に伴う災害を防止するには点検・維持管理が重要になるが、全ての盛土構造物を詳細に調べ直すことはコスト面・時間面の制約のため困難である。そこで、地域独特の特性を考慮した点検手法を構築することで点検精度を向上させることを目的とし、山口県内の盛土の特性の調査を行い、安定計算による盛土の安全率と水位の関係を求めた。本研究ではこの結果と盛土の目視点検を組み合わせた盛土点検手法を提案する。

キーワード：降雨，盛土，崩壊，防災，点検法

(IGC：E06，H06)

## 1. はじめに

近年、豪雨に伴う災害が多発しているが、その中でも人工斜面である道路盛土の崩壊が顕著となっている。平成17年9月には山口県岩国市甘木地区において山陽自動車道の盛土が崩壊した。この崩壊は台風14号による記録的豪雨という気象的要因が引き金になったと考えられるが、この盛土には、背後に断層破砕帯が存在するという地形構造的要因、三つの沢を埋めるように構築され法先部がボトルネックとなり地下水・浸透水が排出されにくいという地形的要因があった。また、地下排水施設の集約排水構造と暗渠内に孔管の破損に伴う盛土内へ地下水が供給された可能性が指摘されている。これらの要因が複合的に作用した結果、この盛土が崩壊に至ったと考えられているが<sup>1)</sup>、当該盛土は完成後十分な時間が経過して安定したと考えられていたところでの崩壊であったことから、多くの注目を集めた。また、平成18年4月には同様の盛土崩壊が山口県岩国市由宇町において発生している。県道銭壺山公園線の完成後間もない盛土が幅約50m、崩壊土量約3000立方メートルに渡って崩壊したもので、この崩壊は、例年の4月の1ヶ月分の降雨量に相当する雨量がおよそ1日で降るとい集中豪雨が引き金となり、集水地形上に築造されたボトルネック形状の盛土、周辺に存在する断層からの地下水供給、地下排水溝を経路とした地表水の盛土内部への流入、擁壁による地下水のダムアップといった要因が複合的に作用して崩壊に至ったと考えられている<sup>2)</sup>。

一般に、道路構造物の排水設備の設計は、降雨確率年を定め、既存の観測結果から得られた確率降雨強度式から降雨強度を設定して雨水流出量を算定する。ところが、近年においては局所的な集中豪雨が多発する傾向があり、設計時に想定した雨量を

上回る危険性がある。気象庁発表の気候変動監視レポート2008<sup>3)</sup>によると、1998年～2008年までの10年間における1時間降水量50mm以上の年間発生回数は1976年～1986年、1987年～1997年のそれに較べておよそ1.3～1.5倍に増加している。また同様に1時間降水量80mm以上の年間発生回数はおよそ1.6～1.8倍に増加したと報告されており、以前よりも集中豪雨の発生が多くなってきている。したがって、現在の既存盛土は設計条件以上の降雨にさらされる可能性が高く、以前よりも崩壊の危険性が高まっているといえる。このような状況下において盛土崩壊に伴う災害を防止するには点検・維持管理が重要になるが、全ての盛土構造物を詳細に調べ直すことはコスト面・時間面の制約のため現実的ではなく、簡易的な点検手法が求められている。

一方、山口県においては、盛土材として用いられた土質は水に弱いまき土が多い。このような地域独特の盛土の土質工学的諸性質を点検項目に盛り込めば、簡易的でありながら精度の高



写真-1 山陽自動車道の崩壊<sup>2)</sup>

い点検手法を構築することができる。本論文はまず現状の盛土点検手法を整理し、それによって抽出された山口県内の道路盛土の特徴を把握した上で、代表的な盛土材であるまさ土の盛土における簡易な点検手法を考案し、提案するものである。

## 2. 現状の盛土点検方法

地域特性を考慮した点検方法を考案するにあたり、まず現在実施されている道路の点検手法を整理する。現状の道路盛土の点検手法は表-1 に示すように分類され<sup>5)~7)</sup>、防災点検によって災害の発生し易い箇所を詳細に調べ、定期点検・日常点検・異常時点検でそれらの箇所を含む全構造物を点検するといった構成になっている。

### 2.1 防災点検

防災点検は図-1 に示すように、点検対象区間の設定、机上調査と現地確認による安定度調査箇所の決定、安定度調査による詳細な情報の収集、対応方針（要対策・防災カルテ作成による対応・対策不要）の決定といった流れをなしている。対象区間の設定に当たっては、以下のような条件の箇所が対象と定められている。

- (1) 高さ 5m以上の盛土で以下の条件に一つでも該当するもの
  - ・ 地滑り地形 ・ 集水地形 ・ 崖水地形
  - ・ 急斜面上 ・ 河川背後地 ・ 谷底低地
  - ・ 埋め立て地 ・ 干拓地などの人口造成地盤
  - ・ 軟弱地盤（旧河道・砂丘間低地・後背湿地・せき止め沼沢地・潟湖跡） ・ 橋梁取り付け部
- (2) 排水施設に問題があるもの
- (3) 過去の点検における要対策箇所に対策未了の箇所
- (4) 過去の点検以降に災害の発生した箇所

このような条件の場所に対して、机上調査で得られた地形地質や災害要因などの情報を平面図上にとりまとめ、発生の可能性のある災害とその影響範囲を想定し、現地確認を行いながら、災害の規模や影響といった観点で安定度調査箇所を決定してい

く。安定度調査は現地における詳細な調査であり、この結果を図-2 の安定度調査表に記載し、今後の対応すなわち要対策、カルテ作成による監視、対応不要のいずれかを決定する。

防災点検は現状の点検体系の中で最も詳細に行う点検である。この点検方法には次のような特徴が見られる。

- ・ 発生する災害規模やその影響を考慮して点検対象を定めることで効率的な対応が実施できる。
- ・ 災害原因のほとんどを地下水・表面水に起因と位置付けている。このため点検は集水地形や排水施設の状況、地山の状況といった項目に関するものが多い。
- ・ 安定度調査表に記載する評点と対応方針の関連性が明確ではないため、対応方針の決定にやや困難な点がある。

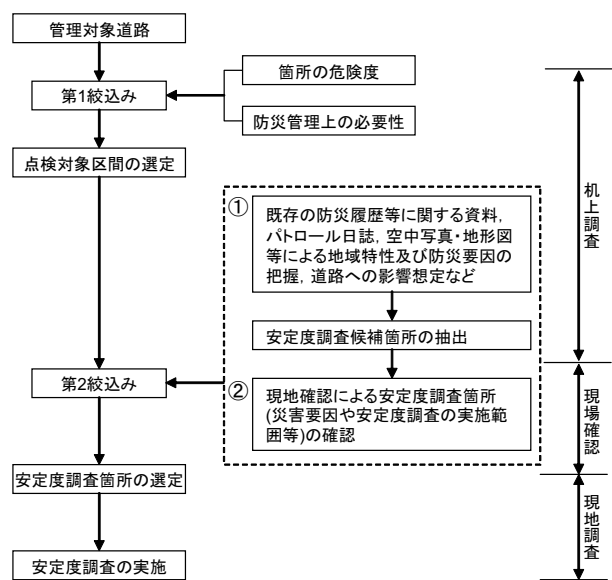


図-1 道路防災点検の流れ

表-1 道路盛土における点検手法の構成

点検種別	点検頻度	点検方法	点検対象	点検目的
防災点検	5年に1度	詳細	高さ 5m以上の盛土, 要注意地形箇所等の災害が発生し易い箇所	要対策箇所, 要監視箇所の発見 防災カルテの作成
定期点検	1~2年に1度	やや詳細	全構造物	健全性の確認 防災カルテ記載事項の状況変化の有無の確認
日常点検	1日に1回	簡易	道路パトロール車から目視可能な全構造物	変状の早期発見
異常時点検	豪雨・地震の発生後	簡易	道路パトロール車から目視可能な全構造物	豪雨・地震による変状発生箇所の発見
緊急点検	災害発生時	簡易~ やや詳細	災害発生箇所との類似箇所	類似災害の発生防止

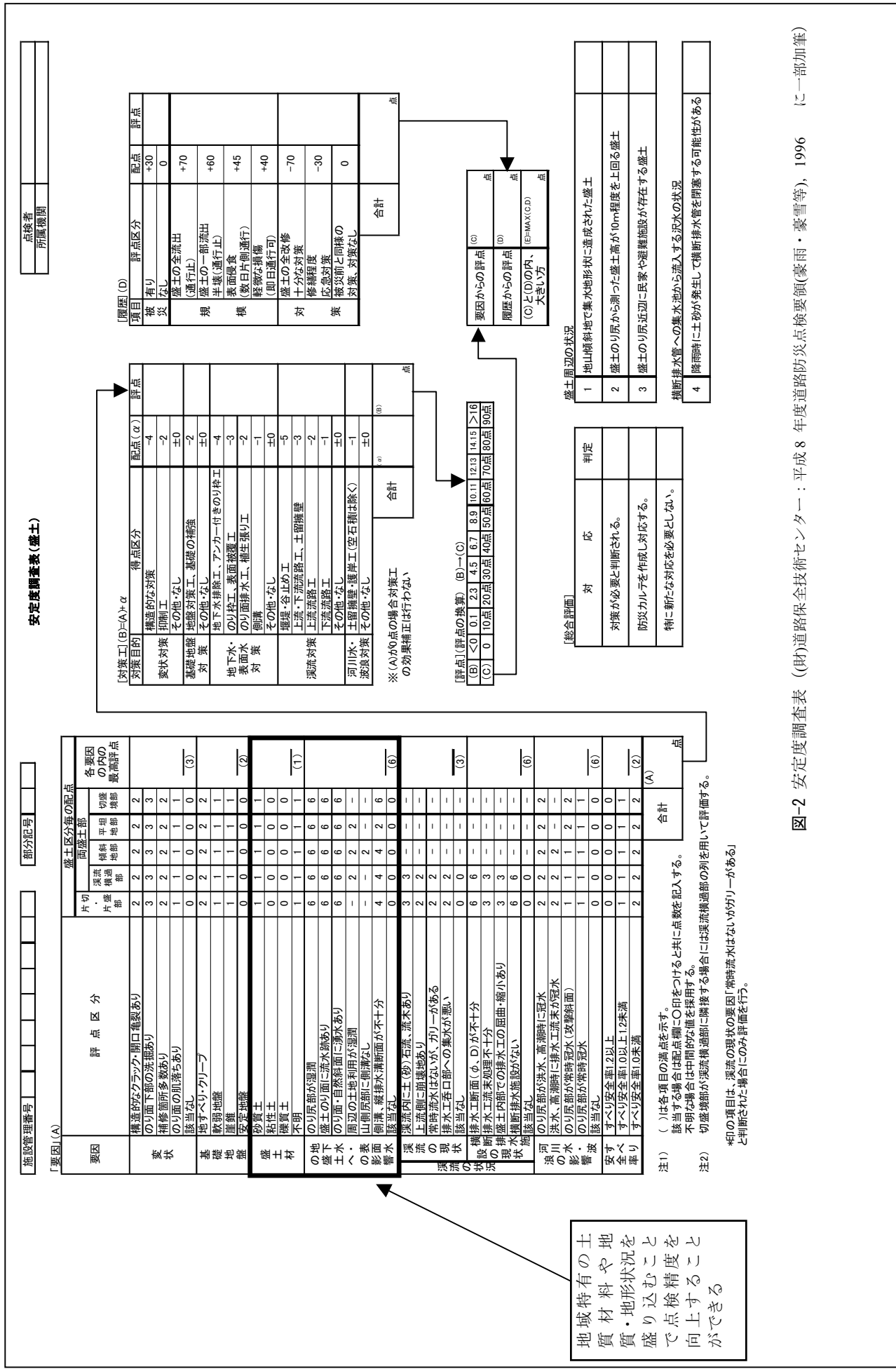


図-2 安定度調査表(財)道路保全技術センター；平成8年度道路防災点検要領(豪雨・豪雪等)，1996 (に一部加筆)

## 2.2 緊急点検

緊急点検は災害が発生した際に、類似箇所での同様な災害発生防止を目的として緊急的に実施されるものである。最近における緊急点検は、平成17年9月の山陽自動車道の盛土崩壊事故を契機に実施された、盛土法面緊急点検および盛土法面詳細点検である。この点検は、以下の条件で対象箇所を選定している。

- ・ 地山傾斜地で集水地形上の盛土
- ・ 盛土高さ10m以上
- ・ 盛土法尻近傍に民家や避難施設等がある盛土

点検の方法は、防災点検結果資料の確認と現地調査によって、以下の項目の確認を行うものである。

- ・ 浸透水・地下水による盛土の高含水比化
- ・ 沢からの集水による路面オーバーフローと法面の洗掘
- ・ 隣接切土部からの表面水のオーバーフローと盛土の洗掘
- ・ 降雨による盛土の安定性の概略検討
- ・ 地下水供給を受けやすい地質・地形構造の確認
- ・ 湧水の存在及び湧水のおそれの確認
- ・ 地下排水施設の健全性の確認

盛土点検票

様式1

機関名		調査年月日	年 月 日	整理番号	
路線名		所在地		距離標	
完成年	年	民家等の状況			
盛土高	m	盛土延長	m	法勾配	1:
H8点検総合評価					
点検状況					
対象項目	チェックポイント	チェック	備考		
のり面	のり面がはらみだしていないか。	Y/N			
亀裂	路面に亀裂がないか。	Y/N			
湧水	のり尻部より浸透水が常時にじみだしていないか。	Y/N			
排水施設	沢上流部に横断排水施設の呑み口を塞ぐ可能性のある流木などはないか。	Y/N			
	側溝、ます、縦排水溝が変形したり、あるいはゴミ等の詰まりはないか。	Y/N			
	排水施設の現状(排水施設の配置、通水断面の大きさ、流末処理等)	Y/N			
対応	①緊急に対応 ②詳細な調査、継続観察 ③対応不要				
現地点検者	所属		氏名		連絡先

図-3 緊急点検結果，盛土点検票（国土交通省道路局：盛土法面の緊急点検要領，2005 より）

点検の結果は図-3、図-4に示すように、とりまとめた上で、今後の対応すなわち詳細な調査を行う、継続的な観察を行う、対応しない、のいずれかを決定する。なお、今後の対応の参考として、図-5に示す手順ですべり安全率を推定することとなっている。これは表-2に示す盛土の土質に応じた強度定数と、図-6に示す想定水位とすべり線から用意された安全率早見表を用いてすべり安全率を推定するものである。この点検方法には次のような特徴が見られる。

- ・ 点検手法が法面の目視のみであり、点検項目も少ないので、比較的簡易に実施できる。
- ・ 盛土土質、盛土高さ、法勾配、想定最大地下水位に基づいた安全性の算出チャートを設定しているため、客観的な評価が可能である。

なお、図-5に示した点検方法は山口県において定期点検である「供用済み道路盛土点検」手法として採用されている。すなわち、点検項目は図-5のままで、実施時期を梅雨入前、梅雨及び台風等異常降雨後として、定期点検を行うものである。

様式3

盛土詳細点検票

機関名		調査年月日	年 月 日	整理番号	
路線名		所在地		距離標	
完成年	年	民家等の状況			
盛土高	m	盛土延長	m	法勾配	1:
H8点検総合評価			H17緊急点検結果		
点検状況					
対象項目		チェック	状況等(必要に応じて記入)		
ア. 異常降雨時を想定した盛土の安定性の概略検討					
イ. 点検箇所の道路供用後の該当箇所近傍における雨量観測値(連続雨量の最大値など)					
ウ. 盛土近傍での、地下水が供給されやすい地質構造の有無(断層破砕帯など)		有/無			
エ. 盛土上方及び下方での河川や池の有無、盛土上方での沢、民家などからの排水施設の有無		有/無			
オ. 盛土背後の地山での隆起、変形、亀裂の有無		有/無			
カ. 平常時(晴天時等)の盛及び盛土のり尻での湧き水の有無		有/無			
キ. 平常時の盛土背後の地山での湧水の有無		有/無			
ク. 平常時には認められないが、降雨時や降雨後での湧水の顕在化の有無		有/無			
ケ. 盛土表面での、ガリ-の発達、あるいははらみだし等の異常の有無		有/無			
コ. 盛土及びその付近からの過去の湧水の有無等に関する、地元の情報					
サ. 地下排水施設の設計の確認(管径、配置、流末処理など)					
シ. 地下排水施設の現状の確認(流末処理、有孔管の欠損の有無など)					
評価	①詳細な調査を行なう、②継続的な観察を行なう、③特に対応を必要としない				
現地点検者	所属		氏名		連絡先

図-4 緊急点検結果，盛土詳細点検票（国土交通省道路局：盛土法面の詳細点検要領，2005 より）



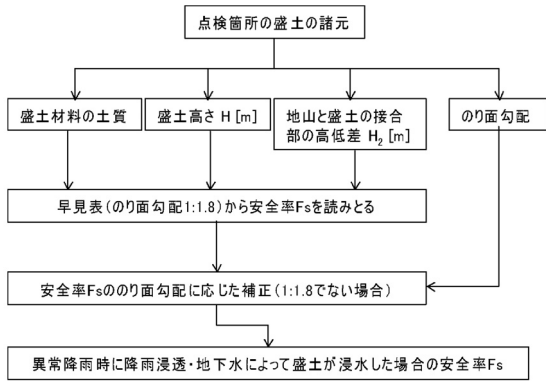


図-5 すべり安全率を推定する手順

表-2 盛土の土質に応じた強度定数

土質区分	地盤工学会による工学的分類	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$c$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\phi$ [°]
土質1	G,G-S,GS G-F,G-F,SGS-F 硬岩ずり(剥離性弱)	20	3	45
土質2	S-F,S-FG,SG-F S,S-G,SG 脆弱岩ずり(粘性化, 泥岩化, 風化の進行の恐れがあるものは除く)	19	3	40
土質3	GF,GF-SGFS SF,SF-G,SFG	18	3	35
土質4	ML,CL,MH,CH 脆弱岩ずり(粘土化, 泥土化するもの) OL,OH,OV,P,t,Mk	15	10	25

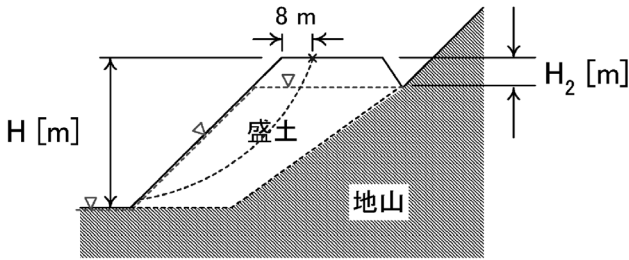


図-6 想定する水位とすべり線

### 2.3 点検手法の比較と望ましい点検手法

前述した点検手法を比較すると以下のようなことがいえる。

- 「供用済み道路盛土点検」は毎年梅雨入り前には点検が実施されるので、経年変化に対応した新しい情報に更新することができる。地下水が豊富になる時期に合わせて点検を行うことは合理的であり、毎年の情報更新は防災の観点から現実的かつ合理的な手法である。これは点検手法が簡便であるため、可能になっている一面がある。
- 「道路防災点検要領」は多くの崩壊パターンに対応する充実した内容であるが、管理対象盛土が多い場合、毎年実施することは現実的ではない。したがって、地域特性に合致する着目点を適用するなどによって、「供用済み道路盛土点検要領」を改善・充実することが適切である。

- 「盛土のり面詳細点検要領」は山陽道崩壊事故の原因を強く意識して構成されたと考えられるが、その点検対象・項目は、一般的に危険と考えられる盛土に共通するものが多い。「供用済み道路盛土点検要領」の改善に取り入れられる項目もある。

以上の考察から、現況の「供用済み道路盛土点検要領」の簡便な点検方法を維持しつつ、「道路防災点検」や「盛土のり面詳細点検」の中の、山口県盛土の特徴に合致する着目点・点検項目を適用することが望ましい。

### 3. 山口県内の道路盛土の特徴

前述した盛土緊急点検及び盛土詳細点検が山口県の34箇所の盛土に対して実施されている。なお、この点検は地山傾斜地で集水地形上にある高さ10m以上の盛土かつ、法尻近傍に民家や避難施設等がある個所に対して実施された。この点検結果に基づいた、山口県の盛土の特徴を以下の図-7～図-11に示す。

図-7に点検に伴う今後の対応方針の構成比を示す。点検の結果、約半数の盛土が対策あるいは継続観察が必要とされている。また、図-8に示した点検所見においては約半数以上の盛土で、湧水や排水施設の異常の記述がある。この結果から、地山傾斜地で集水地形上にある盛土は半数以上が何らかの問題を抱えていると推測される。

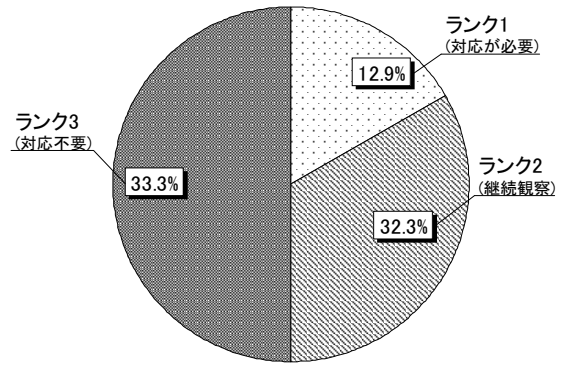


図-7 今後の対応方針の構成比

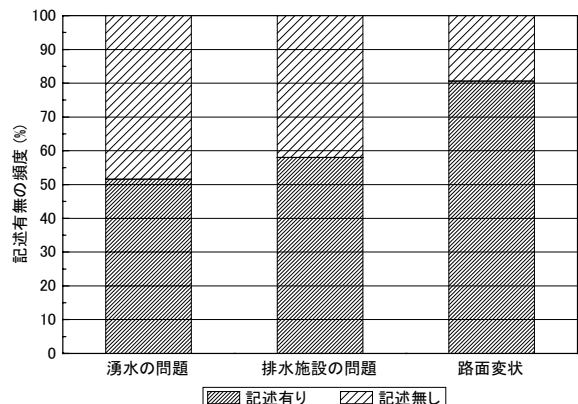


図-8 点検所見中の異常の記述の割合

図-9、図-10 から、盛土高さは 20m以下のものが多く、法面勾配は 1 割 5 分と比較的急なものが多いことが分かる。また、図-11 に示した盛土土質では GFS (細粒分質砂質礫) および SFG (細粒分質礫質砂) が 70%弱を占めている。盛土材は適用可能であれば流用土を用い、適用が困難であれば購入土を用いることとなる。山口県には堆積岩、火山岩類、変成岩類等の様々な岩が分布している。中でも広く分布しているものとして、花崗岩類、三郡変成岩などが挙げられる<sup>8)~10)</sup>。

花崗岩類は中生代深成岩、新生代深成岩に分類され、山口県

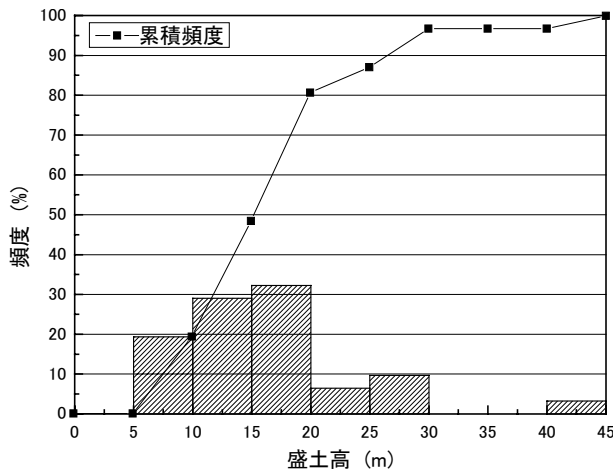


図-9 盛土高さの分布

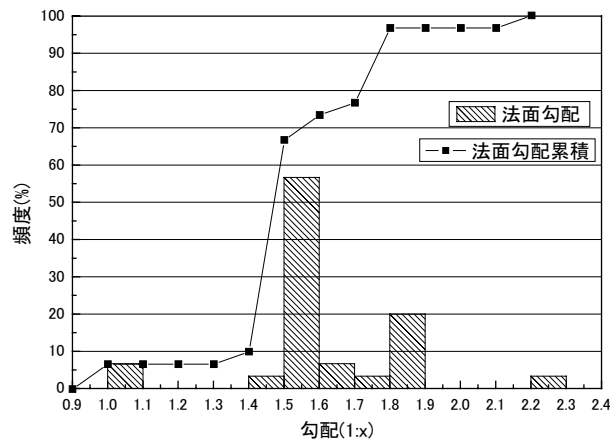


図-10 盛土勾配の分布

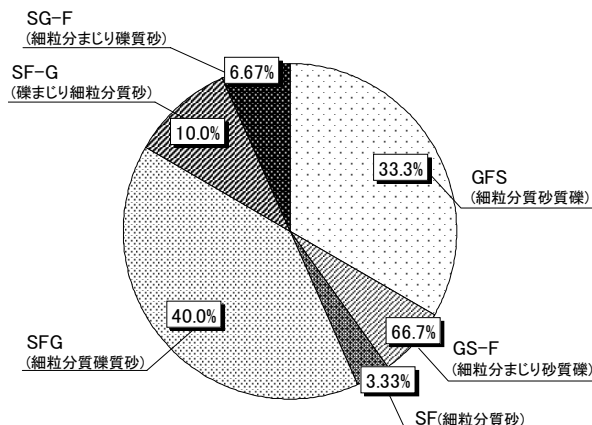


図-11 盛土土質の分布

内の分布面積は23.2%に上る。三郡変成岩類は、中生代高圧型変成岩に分類され、県内の分布面積は10.7%に上る。花崗岩類と三郡変成岩類のうち、三郡変成岩は風化が進むと、土質分類は高液性限界シルトとなり、盛土材として適さない。一方で花崗岩の風化土である「まさ土」となり、一般的には盛土材として適しており良く用いられている。販売されていることも多いため、購入土で盛土を構築する際には用いられている場合も多い。

図-11 では、GFS または SFG が非常に高い割合で見られたが、まさ土は風化の度合いによりどちらにも分類される可能性があることから流用土や購入土などで盛土材としてまさ土が多く利用された可能性が高い。なお、この土質分類は盛土詳細点検要領に示される強度定数 (表-2) ではおよそ 9 割が「土質3」に該当する。

#### 4. 点検手法の提案

##### 4.1 まさ土の土質定数と安定計算結果

前述したように、山口県盛土の代表的な土質としてはまさ土が挙げられる。そこでまさ土における盛土斜面の安定性を求めた。まさ土の土質定数は比較的幅広いが強度定数の測定事例<sup>11)12)13)</sup>及び、工学的土質分類に応じた一般的な設計定数<sup>14)</sup>、前節で示した山口県内盛土の土質分布を参考に、湿潤密度  $\rho_t=1.8g/cm^3$ 、粘着力  $c=0kN/m^2$ 、内部摩擦角  $\phi=35.0^\circ$  と設定した。

なお、この土質定数は盛土法面詳細点検要領に示されている「土質3」の値とはほぼ同一であるが、粘着力項は、浸水による強度低下を粘着力の喪失と考え、見込まないこととした。

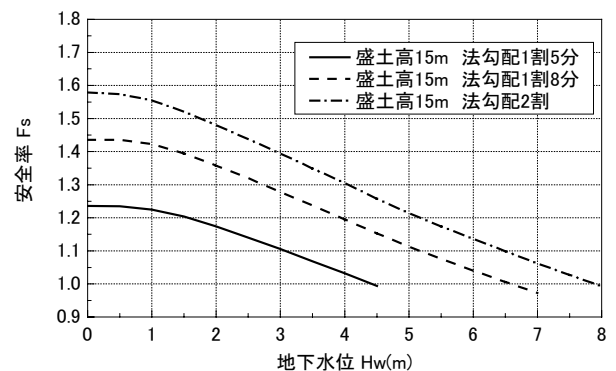


図-12 地下水位と安全率の関係

地下水位を変化させ、安全率が 1.2 及び 1.0 となる地下水位高さを求める

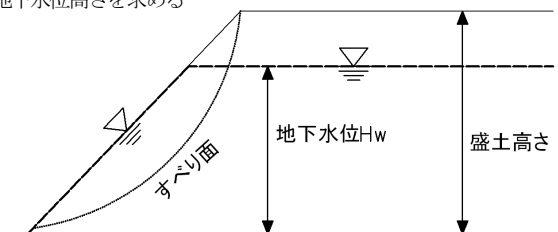


図-13 安定計算の設定

盛土高さ、法面勾配、地下水面を変化させて行った安定計算の結果例を図-12に示す。安定計算は円弧すべり面を仮定して行い、計算方法は修正 Fellenius 法とした。なお、地下水面は図-13に示すように平坦な形状を設定した。計算の結果、すべり安全率が求められるが、この値の解釈については土構造物において設計値として用いられる  $F_s=1.2$  と、臨界値である  $F_s=1.0$  が目安となる。そこで、図-12のような地下水位と安全率の関係曲線から、 $F_s < 1.2$ 、 $F_s < 1.0$  となる地下水位を求め、盛土高さとなら法面勾配との関係をプロットした結果を図-14に示す。

図-14を用いることによって、山口県内の盛土の崩壊限界となる地下水位高さを推定することができる。また、盛土点検時の湧水跡や浸食跡、親水性植物の繁茂、冬枯れ時期における植物の繁茂などから地下水位を推定し、それと照らすことによって、現状の安全率を推定することができ、今後の対応を決定する上で有力な材料となると考えられる。

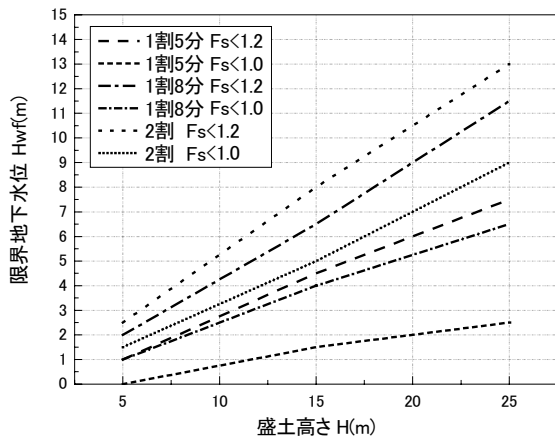


図-14 まさ土の盛土の限界地下水位

#### 4.2 盛土点検手法の提案

前述したように盛土が危険となる地下水位と、現状の地下水位が分かれば、複数の管理対象盛土の中において相対的に危険な盛土を把握することができる。また、個別の盛土においても現状での危険度合いや多雨季における危険度合いを判定することができ、詳細調査や対策工事、要監視といった対応策が立てやすくなる。現在、山口県では、図-3の点検表を用いた供用済み道路盛土点検が行われているが、例えば、この点検の中に図-15に示すような地下水位の推定とすべり安全率の算定を組み込み、図-16のようにとりまとめることが考えられる。

また、この点検は梅雨入り前、梅雨期および台風等の異常気象後に実施されるものであるが、各々の時期において地下水位の推定を行うことで、水位が上昇しやすい盛土の発見にもつながることが考えられる。また、年に2回以上の定期点検であるため、防災点検よりも高い頻度で盛土状態の確認を行うことができるため、周辺地の開発等に伴う盛土の状態変化の早期発見につながると考えられる。なお、地下水位の位置は盛土のすべり

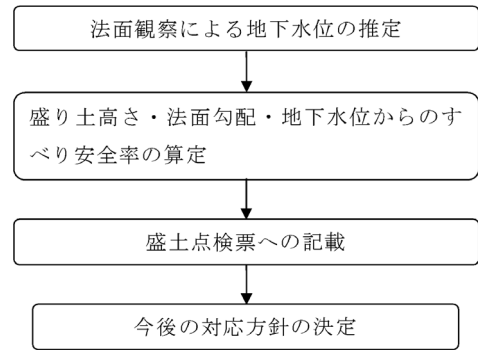


図-15 供用済み道路盛土点検の改善案

盛土点検表				
機関名		調査年月日	年 月 日	整理番号
路線名		所在地		距離標
完成年	年	民家等の状況		
盛土高	m	盛土延長		法勾配 1:
H18点検総合評価			盛土材の種類	
点検状況				
対象項目	チェックポイント	チェック	備考	
のり面	のり面がはらみ出していないか。	Y/N		
亀裂	路面に亀裂がないか。	Y/N		
湧水	法尻部より浸透水が常時にじみだしていないか。	Y/N		
排水施設	沢上流部に横断排水施設の呑み口を塞ぐ可能性のある流木などはないか。		追加項目	
	側溝、ます、縦排水溝が変形したり、あるいはゴミ等の詰まりはないか。	Y/N		
	排水施設の現況に問題はないか。(排水施設の配置、通水断面の大きさ、流末処理等)	Y/N		
地下水位の推定	常時あるいは豪雨時の地下水位の法尻からの高さは？	m		
すべり安全率の算定	すべり安全率の分布範囲は？	1.2以上 1.0~1.2 1.0未満		
対応	①緊急に対応 ②詳細な調査、継続観察 ③対応不要			
現地点検者	所属	氏名	連絡先	

り安全率に直接影響する重要な項目であるが、簡易的な点検方法としては、地下水位の推定に費用・手間のかかる調査法を用いることは望ましくない。そこで地下水位の推定には目視による法面観察によって行うこととした。法面観察における観察項目の内、地下水位と関連する可能性が高い項目は以下のように挙げられる。

- 法面における親水性植物（アシ、ヨシを代表とする湿性植物）の繁茂とその位置（地下水位が浅いため、法面の土砂が湿潤化していると考えられ、地下水位は繁茂位置付近にあることが推定される）
- 湧水付近に発生し易いコケ類の繁茂とその位置（法面から定期的に湧水が発生し、その箇所にはコケ類が繁茂している可能性がある。このため地下水位は繁茂位置と同じかそれ

- よりも高い位置まで上昇することが推定される)
- ・ 植生の冬枯れ時における、部分的な植物の繁茂とその位置(部分的に地下水が供給されているため、冬季でも植物が繁茂していることが考えられ、地下水位は繁茂位置付近にあることが推定される)
  - ・ 法面における湧水(常時、降雨時)(地下水位は湧水箇所と同じかそれよりも高い位置にあることが推定される)
  - ・ ガリ侵食跡(地下水上昇時に法面に湧水が発生して、侵食が起こったことが考えられる。地下水位は侵食跡と同じかそれよりも高い位置まで上昇することが推定される)
  - ・ 降雨時の排水設備の観察による排水機能の効果(排水能力を確認することで、排水設備から溢れた水の浸透に伴う地下水位の押し上げの可能性が考えられる。直接地下水位を推定することはできないが、豪雨時の地下水位上昇量の推定材料となる。)
  - ・ 降雨後の排水設備周辺の排水状況(周辺の排水状況を確認することで、排水設備に土砂や流木が流れ込んで詰まらせる可能性を判定できる。直接地下水位を推定することはできないが、豪雨時の地下水位上昇量の推定材料となる。)

また、地下水位位置が判定し難い場合には、検土杖やハンドオーガ等によって実際に土を採取して地下水位を判定する方法も考えられる。すなわち、採取した土の含水状況が高く地下水の存在が想定されれば、検土杖やハンドオーガで削孔した孔に、触芯式水位計を挿入して水位を観測するものである。

## 5. まとめ

本論文では盛土点検資料、既往文献、安定計算によって地域性を考慮した簡易的な盛土点検手法を提案した。本論文で得られた主な結論を以下に示す。

- 1) 既存点検資料を整理することにより、山口県内の代表的な盛土形状、土質特性、大半の盛土が抱えている問題点を把握することができた。
- 2) 盛土強度を設定し、地下水位とすべり安全率の関係を求めた。これに点検対象盛土の想定水位を照らすことで豪雨時の盛土の安全性を把握する簡易な点検手法を構築できた。
- 3) 本論文で提案する方法を降雨期前後の定期点検として実施していくことで、既存の点検手法では把握していなかった盛土内部の地下水位の経年変化を知ることができ、盛土の安全性をより詳細に把握できると考える。

昨今の自治体の財政状態とあいまって、このような簡易的な点検手法の充実は今後さらに望まれるところである。そのためには下記の課題を検討していく必要があると考えている。

- 1) 簡易的な点検手法の妥当性の検証を行う必要がある。そのため、従来手法による点検結果との比較を行うこと、危険と判

定された代表的な盛土の詳細調査と継続観察を行うことが必要である。

- 2) 点検において多く指摘されている天端および法面のクラックがある場合、それが安全率に与える影響を検討する必要がある。
- 3) 侵食による法肩の小崩壊、せん断による法面のはらみだし、不同沈下による盛土全体の変形といった盛土の変形が盛土の安定性にどのように影響するか、検討を行う必要がある。

## 謝 辞

本研究に当たり、山口大学 故 山本哲朗教授には多大なる御指導を頂きました。ここに深甚の謝意を表するとともに、先生の御冥福を御祈りいたします。

## 参考文献

- 1) 山陽自動車道災害調査検討委員会：山陽自動車道災害調査検討報告書，2006。
- 2) 山口県土木建築部：県道銭壺山公園線災害調査検討委員会報告書，2006。
- 3) 気象庁：気候変動監視レポート2008，pp.31-33，2009。
- 4) Sehara, Y., Suzuki, M., Yamamoto, T., Terayama, T., Tomokiyo, T. and Kochi, Y., Slope disasters caused by Typhoon No. 14 of 2005 in Yamaguchi Prefecture, Soils and Foundations, Vol.46, No.6, pp.817-830, 2006。
- 5) (財)道路保全技術センター：平成8年度道路防災点検要領(豪雨・豪雪等)，1996。
- 6) (財)道路保全技術センター：防災カルテ作成・運用要領，1996。
- 7) 加藤俊二，小橋秀俊：土構造物のメンテナンス 3.国道における点検と維持管理，土と基礎，Vol.54, No.5, pp45-50, 2006。
- 8) 山口県立山口博物館：山口県の地質，1975。
- 9) 山口地学会：山口県の岩石図鑑，第一学習社，1991。
- 10) 山口県：山口県地質図 5万分の1，1968。
- 11) (社)地盤工学会調査部 平成11年広島県豪雨災害緊急調査委員会：平成11年の広島県豪雨災害調査報告書，2000。
- 12) (社)地盤工学会 中国支部，まさ土地帯の風化及び降雨浸透特性と斜面災害に関する研究委員会：まさ土地帯の風化及び降雨浸透特性と斜面災害に関する研究報告書，2003。
- 13) (社)土質工学会：風化花崗岩とマサ土の工学的性質とその応用，1979。
- 14) 日本道路公団：日本道路公団設計要領第1集土工編，p28，2006。
- 15) 鈴木素之，山本哲朗，大畑俊輔，野村英雄，山本満男，国重典宏，小田村真一：山口県における盛土簡易点検法確立に向けた既設盛土の基礎調査，平成20年度土木学会全国大会年次学術講演会集，2008。

(2009年6月29日 受付)