

# 道路防災点検および防災カルテ点検 における点検の着目点

# 道路防災点検

## 道路防災点検の流れ

箇所別記録表の作成



安定度調査表の作成

評点法 >> 最終評点 >> 総合評価



調査結果一覧表の作成



調査結果一覧図の作成

### 点検対象項目

- 落石・崩壊
- 岩盤崩壊
- 地すべり
- 雪崩
- 土石流
- 盛土
- 擁壁
- 橋梁基礎の洗掘
- 地吹雪
- その他(越波、冠水など)

- 項目ごとの様式で実施
- 複数の項目の点検実施

- 最終評点から機械的に総合評価の対応区分を決めない
  - ・ 点検対象項目が異なれば具体的な危険度が異なる
  - ・ 災害発生時の影響度や復旧難易度の差異などによって対応が異なる
  - ・ 他の機関等が管理している場合には対応において調整が必要となる
 → 道路管理者と点検技術者が協議をしたうえで決めることが望ましい
- 三次元点群データの活用・・・精度向上や効率化を図る
- 複数の点検対象項目について点検

[点検対象]	[必要な点検対象項目]
① 盛土部の擁壁	: 擁壁 + 盛土
② 切土・自然斜面の擁壁	: 擁壁 + 落石・崩壊(または岩盤崩壊)
③ 地すべり箇所の擁壁	: 擁壁 + 地すべり
④ 岩盤崩壊	: 岩盤崩壊 + 落石・崩壊

# 講義の構成

落石・崩壊  
 岩盤崩壊  
 地すべり  
 雪崩  
 土石流  
 盛土  
 擁壁  
 橋梁基礎の洗掘  
 地吹雪  
 その他

V

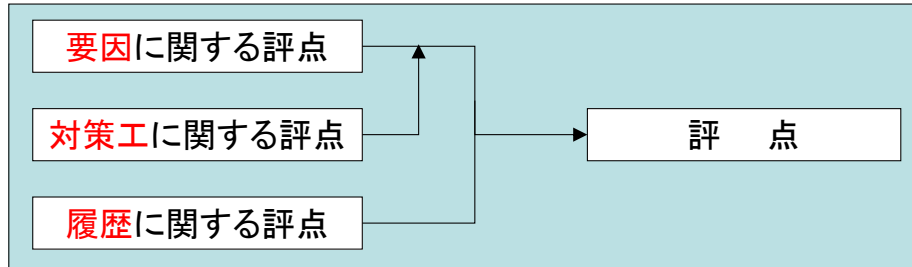
## 点検対象項目①

# 落石・崩壊

①-1

### 落石・崩壊(1)

## 落石・崩壊の安定度調査の考え方



### 評価の求め方

- ① 要因は、のり面部分と自然斜面部分について別々に評価点を求める
- ② のり面と自然斜面の対策工の状況に対して評価点を加える
- ③ ①と②の合計の結果、評価点の大きい方を選択
- ④ 上記③の結果と災害履歴の状況から得られる評価点とを比較
- ⑤ 評価点の大きい方を最終評価点とする

### 地震時の安定性の評価

総合評価 → 「要対策」、「カルテ対応」、「対策不要」

①-2

### 落石・崩壊(2)

## 安定度調査表

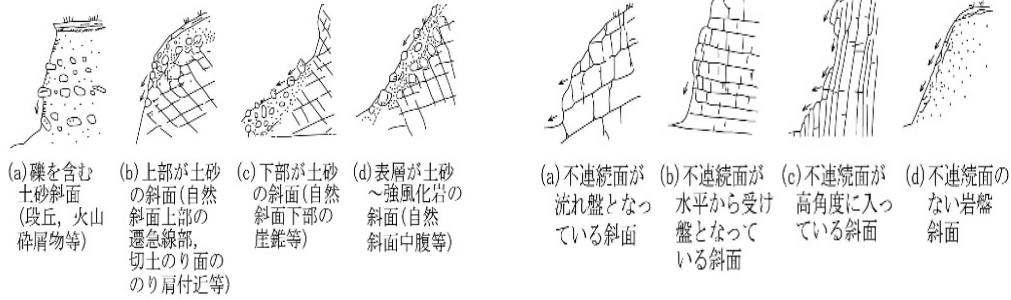
表-4.2.3 安定度調査表(落石・崩壊)の記入例

総合管理番号	N	*	*	*	0	0	0	0	7	部分記号	S-1	N-1	H18年追加	点検者	防災本部																																																																																																																																						
要因	<table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>要 素</th> <th>点 数</th> <th>点 数</th> <th>点 数</th> <th>点 数</th> <th>点 数</th> <th>点 数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">崩壊</td> <td>G1:崖形状</td> <td>0</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>G2:崖斜面</td> <td>0</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">土質</td> <td>G3:石の露出、脚状露出、</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>砂心ハシ、集水型排水、</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>壁面剥離など</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>地質</td> <td>G4:緩急地帯</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">土質</td> <td>H1:土質</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>H2:土質</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>H3:土質</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>H4:土質</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">構造</td> <td>C1:構造</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>C2:構造</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">表面</td> <td>S1:表面</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>S2:表面</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">状態</td> <td>状態</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>状態</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td colspan="2">22</td> <td colspan="2">77</td> <td colspan="2">77</td> <td colspan="2">77</td> </tr> </tbody> </table>													項目	要 素	点 数	点 数	点 数	点 数	点 数	点 数	崩壊	G1:崖形状	0	2	2	2	2	2	G2:崖斜面	0	2	2	2	2	2	土質	G3:石の露出、脚状露出、	2	2	2	2	2	2	砂心ハシ、集水型排水、	2	2	2	2	2	2	壁面剥離など	2	2	2	2	2	2	地質	G4:緩急地帯	0	0	0	0	0	0	土質	H1:土質	2	2	2	2	2	2	H2:土質	2	2	2	2	2	2	H3:土質	2	2	2	2	2	2	H4:土質	2	2	2	2	2	2	構造	C1:構造	0	0	0	0	0	0	C2:構造	0	0	0	0	0	0	表面	S1:表面	0	0	0	0	0	0	S2:表面	0	0	0	0	0	0	状態	状態	0	0	0	0	0	0	状態	0	0	0	0	0	0	合計	22		77		77		77	
項目	要 素	点 数	点 数	点 数	点 数	点 数	点 数																																																																																																																																														
崩壊	G1:崖形状	0	2	2	2	2	2																																																																																																																																														
	G2:崖斜面	0	2	2	2	2	2																																																																																																																																														
土質	G3:石の露出、脚状露出、	2	2	2	2	2	2																																																																																																																																														
	砂心ハシ、集水型排水、	2	2	2	2	2	2																																																																																																																																														
	壁面剥離など	2	2	2	2	2	2																																																																																																																																														
地質	G4:緩急地帯	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																														
土質	H1:土質	2	2	2	2	2	2																																																																																																																																														
	H2:土質	2	2	2	2	2	2																																																																																																																																														
	H3:土質	2	2	2	2	2	2																																																																																																																																														
	H4:土質	2	2	2	2	2	2																																																																																																																																														
構造	C1:構造	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																														
	C2:構造	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																														
表面	S1:表面	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																														
	S2:表面	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																														
状態	状態	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																														
	状態	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																														
合計	22		77		77		77																																																																																																																																														
対策工	<table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>対 策</th> <th>点 数</th> <th>点 数</th> <th>点 数</th> <th>点 数</th> <th>点 数</th> <th>点 数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">災害履歴</td> <td>H1:災害履歴</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>H2:災害履歴</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">総合評価</td> <td>G1:総合評価</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>G2:総合評価</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">追加</td> <td>A1:追加</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>A2:追加</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td colspan="2">0</td> <td colspan="2">0</td> <td colspan="2">0</td> <td colspan="2">0</td> </tr> </tbody> </table>													項目	対 策	点 数	点 数	点 数	点 数	点 数	点 数	災害履歴	H1:災害履歴	0	0	0	0	0	0	H2:災害履歴	0	0	0	0	0	0	総合評価	G1:総合評価	0	0	0	0	0	0	G2:総合評価	0	0	0	0	0	0	追加	A1:追加	0	0	0	0	0	0	A2:追加	0	0	0	0	0	0	合計	0		0		0		0																																																																											
項目	対 策	点 数	点 数	点 数	点 数	点 数	点 数																																																																																																																																														
災害履歴	H1:災害履歴	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																														
	H2:災害履歴	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																														
総合評価	G1:総合評価	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																														
	G2:総合評価	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																														
追加	A1:追加	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																														
	A2:追加	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																														
合計	0		0		0		0																																																																																																																																														

①-3

### 落石の発生機構

誘因: 降雨、地震、凍結融解、融雪、風など



抜け落ち(転石)型

はく離(浮石)型

### はく離(浮石)型落石 災害事例



岩盤斜面から地震時に浮石が落下した事例で、落下高さが低かった右の事例では落石防護柵で落石が捕捉されている。①-5

### はく離(浮石)型落石の発生源

節理の発達する安山岩がクリープしている。手前の斜面は既に崩壊している。



### 抜け落ち(転石)型落石 発生源と災害事例



斜面の転石は地震時に落下しやすい。

転石が分布する場合は、更に上方斜面に存在する供給源である岩盤斜面の状況を確認する必要がある。

## クサビ崩壊 事例



崩壊土砂は崩壊斜面の高さの1~2倍の距離に達し、幅が大きく広がることもある。深層崩壊は地質構造に支配され、写真の例は二組の割れ目をすべり面とするクサビ破壊を生じている。 ①-8

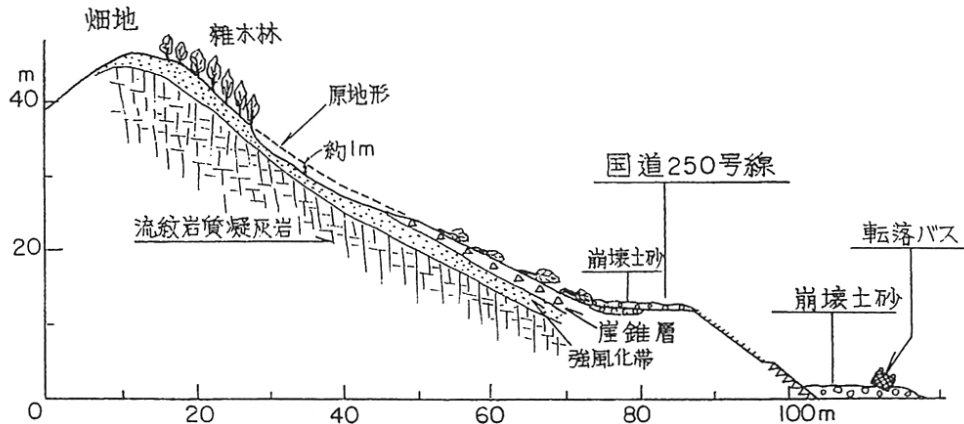
## 表層崩壊 事例



表層の植生を含めた層厚1~2mの風化帯の崩壊は地質構造に関係なく発生する。

## 豪雨時の表層崩壊 事例

小規模な表層崩壊でも重大な被害を与えることに注意



## ●地震時の落石・崩壊

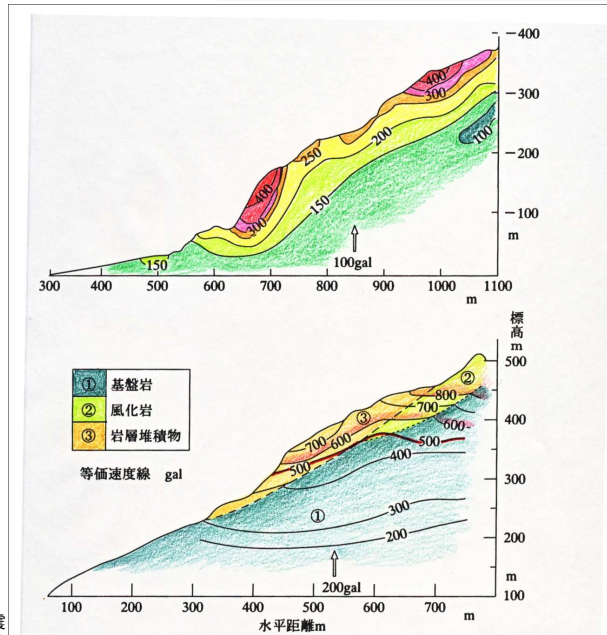
- 1) **オーバーハング**の存在, 斜面形状が尾根型や凸型斜面
- 2) **高さの高い斜面**: 斜面長が長く崩壊発生の確率が高くなる。地震による崩壊は斜面高位部で発生しやすい。
- 3) **勾配の急な斜面**ほど
- 4) **風化した岩盤**や**転石・浮石**のある岩盤からなる斜面ほど
- 5) **表土が厚い**ほど
- 6) **崩壊**: **受け盤35°**以上で発生。  
深層地すべりが発生しにくい受け盤斜面では、斜面表層に発達した風化層が、地震動で粒子間の結合が解かれ、急斜面から剥れ落ちる。

・地震時に

1) 凸状地形

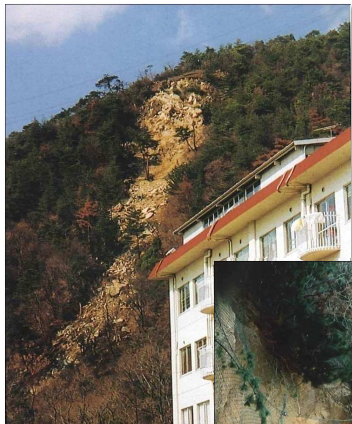
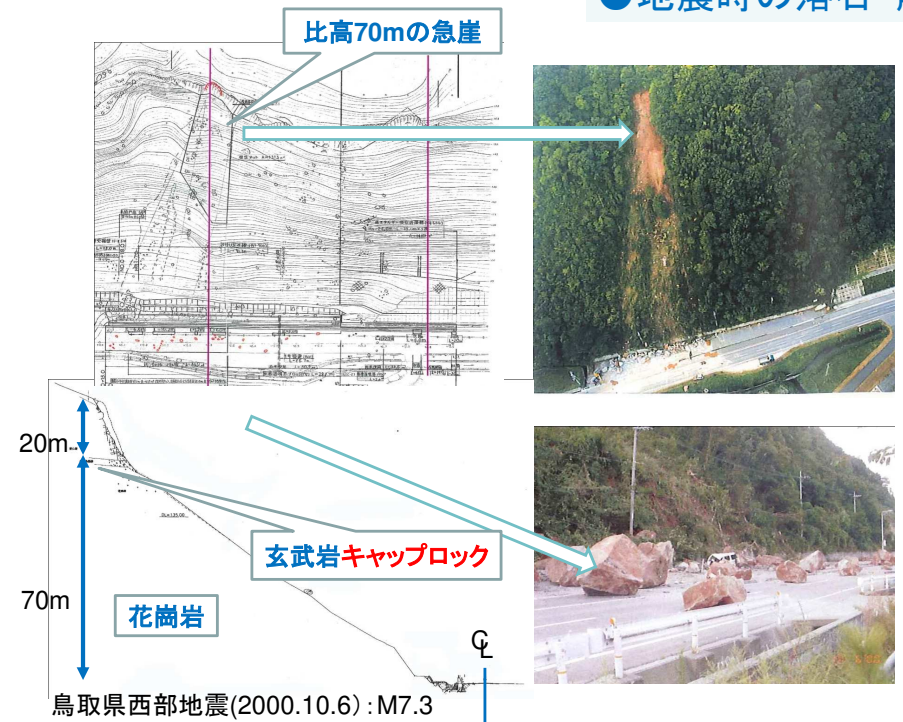
2) 軟質層 では

→地震加速度が増幅

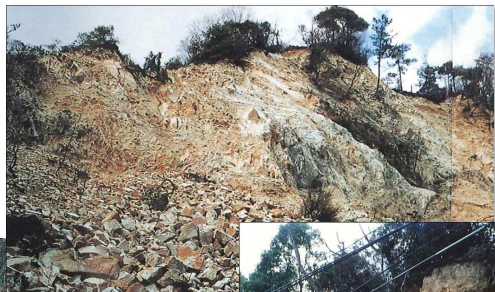


山腹斜面における地形形状、地質構造を加味した地震加速度の増幅状況

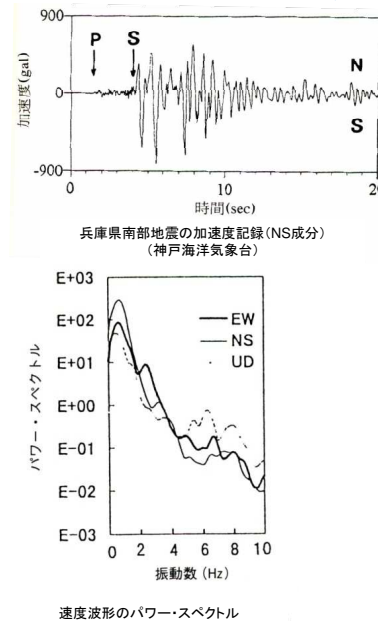
(治山技術研究会編:地震による山地災害とその対策, 161p,1998. a.山口伊佐夫:第1章 地震の概要と地震による山地災害 図-12山腹斜面における地形形状、地質構造を加味した地震加速度の増幅状況)



岩盤の  
節理崩壊



兵庫県南部地震(1995. 1. 17, M7.2)

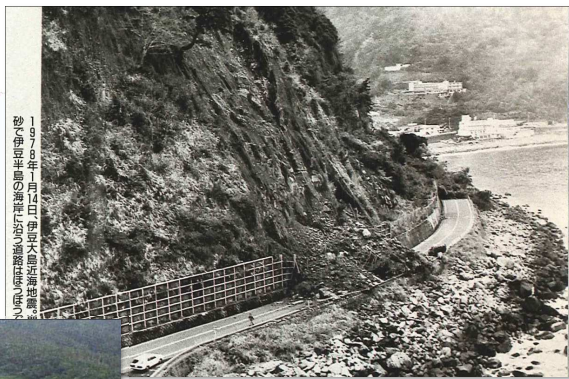
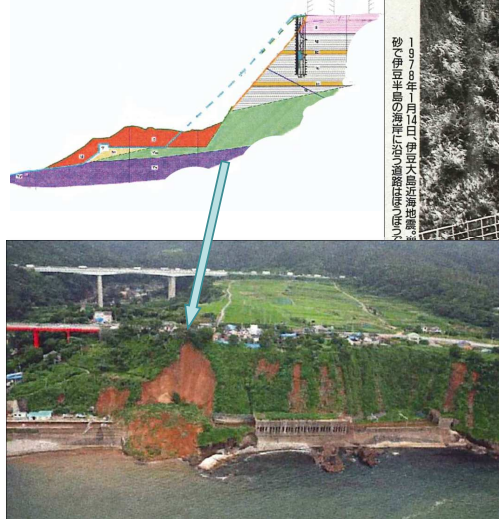


兵庫県南部地震

(仁川の地すべり)



2007年: 中越沖地震  
段丘崖の海側の崩壊



1978年: 伊豆大島近海地震  
海岸道路の山側の崩壊

(アサヒグラフ1993.7.25)

地震時の崩壊

東日本大震災  
白河市葉の木平

崩壊後



崩壊前

集水地形

地質は脆弱な火砕岩

L130m, W100m, d7m, V30,000m<sup>3</sup>.  
140m移動, 常時湧水あり,



東北新幹線

写真

遷急線

土木研究所HPより引用



斜面上部で発生した  
崩壊の源頭部  
崩壊深: 約2~3m

斜面下部の状況

遷急線

火山性堆積物,  
崩壊後, 泥流化

東日本大震災  
白河市白沢

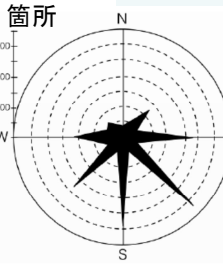


火山灰層の斜面災害

日高幌内川流域

滑落した火山灰層が谷底平地上に大きく広がって堆積している  
(樽前火山降下軽石層(Ta-d)の介在)

崩壊は**受け盤**斜面で発生



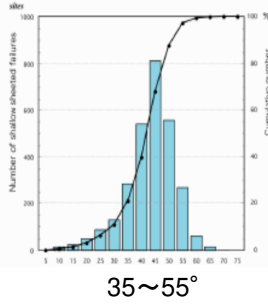
流れ盤

崩壊斜面の地形と構造

受け盤



(社)日本地すべり学会: 中山間地における地震斜面災害  
—2004年新潟県中越地震報告(1)  
—地形・地質編, 172p.2007.)



崩壊斜面の傾斜

35~55°

中越地震

特に注意を要する判定項目

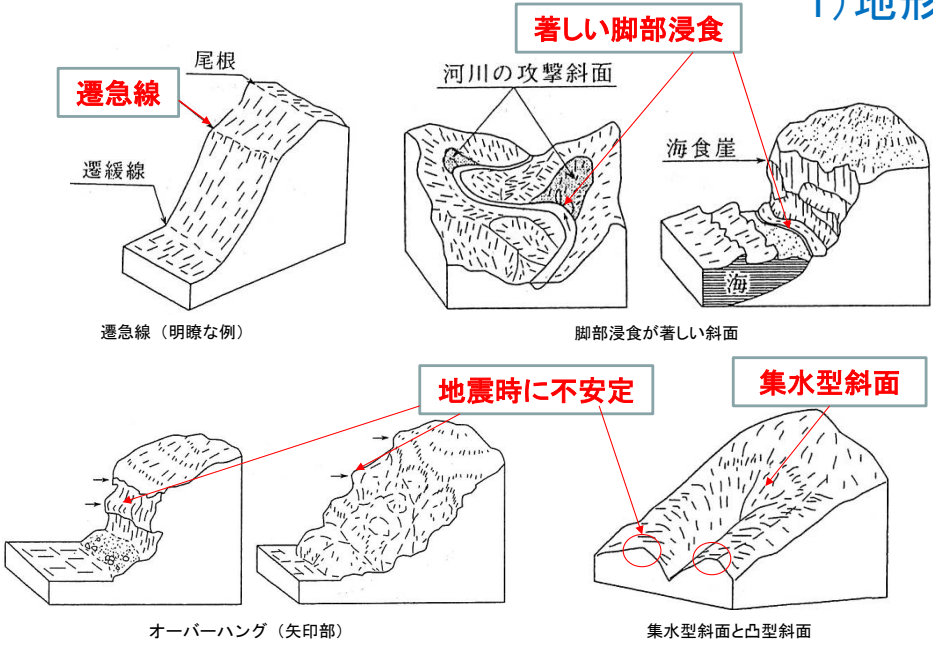
表-4.2.3 安定度調査表(落石・崩壊)の記入例

項目	要項	のり面		自然斜面	
		評点区分	配点	評点区分	配点
崩壊	G1: 崖崩壊 G2: 崖崩壊 G3: 岩塊の崩落、脚部浸食、 根の切断、風化型崩壊 崩壊 G4: 傾斜角の変化、 $\theta = \theta_0 + \Delta\theta$	①に該当する ②に該当する ③に該当する ④に該当する ⑤に該当する ⑥に該当する ⑦に該当する ⑧に該当する ⑨に該当する ⑩に該当する ⑪に該当する ⑫に該当する ⑬に該当する ⑭に該当する ⑮に該当する ⑯に該当する ⑰に該当する ⑱に該当する ⑲に該当する ⑳に該当する ㉑に該当する ㉒に該当する ㉓に該当する ㉔に該当する ㉕に該当する ㉖に該当する ㉗に該当する ㉘に該当する ㉙に該当する ㉚に該当する ㉛に該当する ㉜に該当する ㉝に該当する ㉞に該当する ㉟に該当する ㊱に該当する ㊲に該当する ㊳に該当する ㊴に該当する ㊵に該当する ㊶に該当する ㊷に該当する ㊸に該当する ㊹に該当する ㊺に該当する ㊻に該当する ㊼に該当する ㊽に該当する ㊾に該当する ㊿に該当する	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100	①に該当する ②に該当する ③に該当する ④に該当する ⑤に該当する ⑥に該当する ⑦に該当する ⑧に該当する ⑨に該当する ⑩に該当する ⑪に該当する ⑫に該当する ⑬に該当する ⑭に該当する ⑮に該当する ⑯に該当する ⑰に該当する ⑱に該当する ⑲に該当する ⑳に該当する ㉑に該当する ㉒に該当する ㉓に該当する ㉔に該当する ㉕に該当する ㉖に該当する ㉗に該当する ㉘に該当する ㉙に該当する ㉚に該当する ㉛に該当する ㉜に該当する ㉝に該当する ㉞に該当する ㉟に該当する ㊱に該当する ㊲に該当する ㊳に該当する ㊴に該当する ㊵に該当する ㊶に該当する ㊷に該当する ㊸に該当する ㊹に該当する ㊺に該当する ㊻に該当する ㊼に該当する ㊽に該当する ㊾に該当する ㊿に該当する	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100
総合		73 点 (A1)		77 点 (A2)	

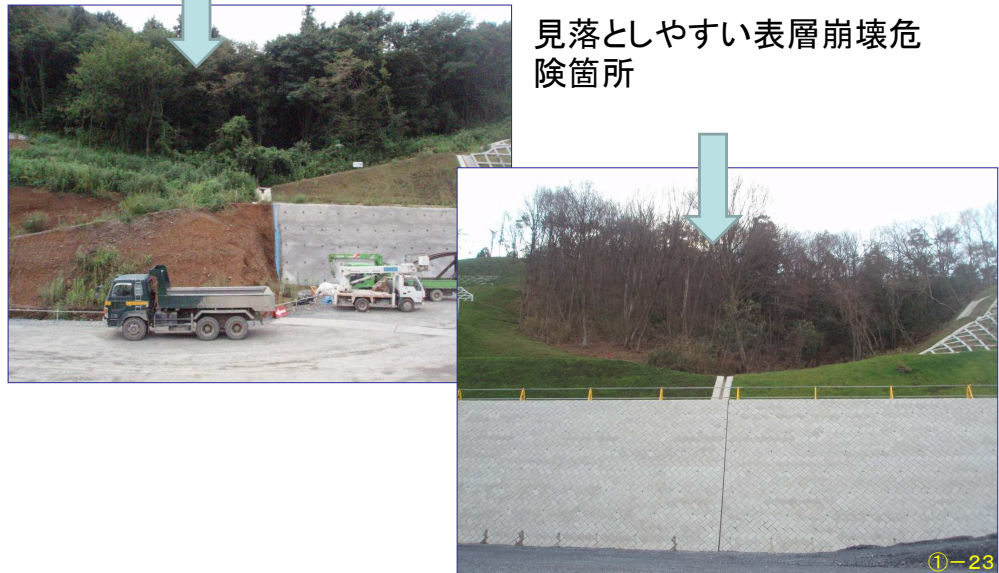
①-21

1) 地形



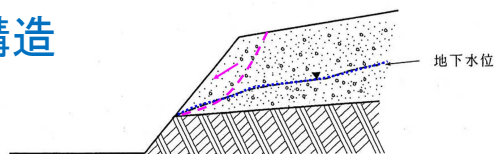
1) 地形

小規模な凹状集水斜面

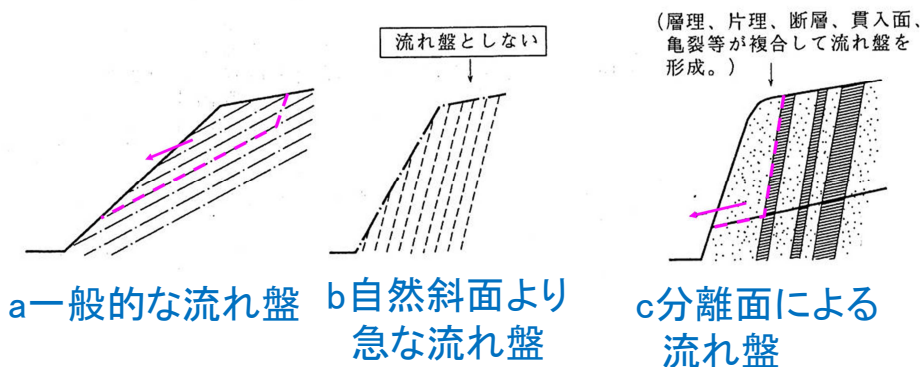


## 2) 土質・岩質及び構造

### ・崩壊性の構造



不透水性基盤上の土砂



## 2) 土質・岩質及び構造

### ・崩壊性の構造

軟岩の上位に硬質岩がある事例

下位に軟質な地層が分布すると、上部の硬質な岩盤はオーバーハングを形成して崩壊しやすくなる。



- ① 脚部脆弱層の浸食変形
- ② 上部硬質岩の縦亀裂

## 2) 土質・岩質及び構造

### 崩壊性の土質／岩質の状況



火山泥流堆積物／火山碎屑岩 火山礫凝灰岩／泥岩を挟む

これらの地層は侵食に弱く、透水性が良好な場合は急斜面で浸透した水に起因するパイピングによる崩壊が多発する。

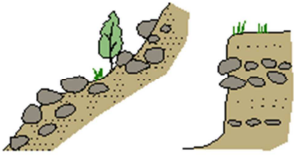

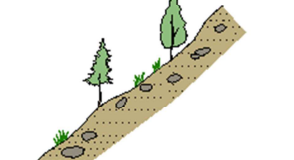
## 3) 表層の状況

表-5.1.3 表土及び浮石・転石の安定度の評価手法

評価	《表土層》	《浮石・転石》
『不安定』	・表土層が厚く (50cm以上) 表層の動きが見られたり、浸食を受けている。	・以下のような物が多数散在する場合。 ①直径のほぼ2/3以上が地表から露出するもの。 ②完全に浮いており、人力で容易に動く判断されるもの。
『やや不安定』	・表土層が厚くても表層の動きや浸食が見られない。 ・表土層は薄い、動きや浸食の可能性はある。	・上記①②のような物が少ない。 ・露出の程度が小さい。 ・やや浮いているが、人力では動かせない。
『安定』	・表土層が薄いかほとんど無く植生状況からも表層の動きがない。	・浮石・転石がない。 ・あっても比較的安定しているもの。



転石の安定度の評価の目安

不安定		<ul style="list-style-type: none"> <li>以下のようなものが多数散在する場合。</li> <li>①直径のほぼ2/3以上が地表から露出するもの。</li> <li>②完全に浮いており、人力で容易に動く判断されるもの。</li> </ul>
やや不安定		<ul style="list-style-type: none"> <li>上記の①、②のようなものが少ない。</li> <li>露出の程度が小さい。</li> <li>やや浮いているが、人力では動かせない。</li> </ul>
安定		<ul style="list-style-type: none"> <li>浮石、転石が少ない。</li> <li>あっても比較的安定している。</li> </ul>

(「道路土工・切土工・斜面安定工指針」より抜粋)

浮石の安定度の目安



節理が発達した岩盤



不安定な浮石



やや不安定な岩盤



安定した岩盤

遷急線付近の不安定な露岩の状況



遷急線は浸食前線とも言われ、斜面は不安定化している場合が多い。岩盤斜面では、浮石の分布や状態を観察する。

不安定な転石の状況



不安定な転石は分布、大きさ、を調査し、あわせて供給源について確認する。

樹木の成長を考慮した安定度を評価する。

落石の安定度評価の島根県方式



図-5 樹木と根系の成長による落石形態

落石事故の再発防止の提言(H28.8)落石事故再発防止検討委員会

表土層の安定度評価の目安

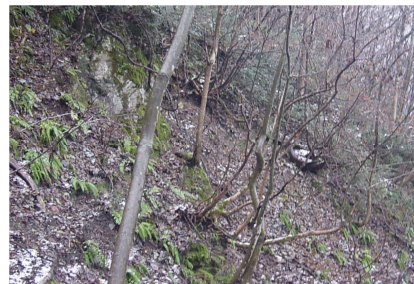
不安定		・表土層が厚く(50cm程度以上)、表層の動きが見られたり、浸食を受けている。
やや不安定		・表土層が厚くても表層の動きや浸食が見られない。 ・表土層は薄い、動きや浸食の可能性はある。
安定		・表土層が薄いかほとんどなく、植生状態から表層の動きがない。

(「道路土工・切土工・斜面安定工指針」より抜粋)

自然斜面の安定性の目安



斜面上の0次谷のガリ浸食



急斜面の表層剥落



表層が『不安定』な例 竹が侵入

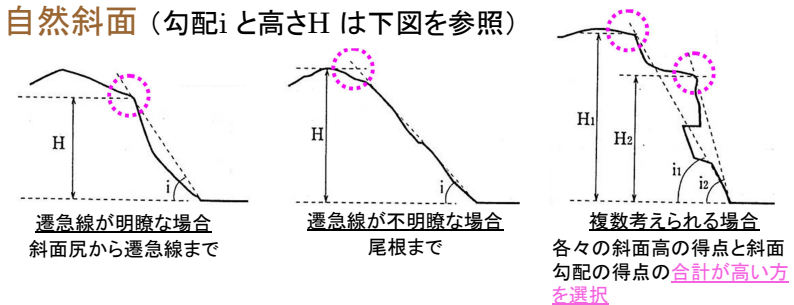


崩壊地形(滑落崖が顕著)

のり面と自然斜面で、評価が手法が異なる。

a) のり面→主体が“土砂”か“岩”かのどちらか一方で主として高さで評価

b) 自然斜面 (勾配*i* と高さ*H* は下図を参照)



のり面上部の自然斜面の扱い

斜面高：のり面部の高さを含めた**全体の高さ**

勾配：のり面を含めない**自然斜面そのものの勾配**

### 斜面内の変状



亀裂の方向、開口幅、段差、性状(引っ張り、せん断)などに注意する。

**段差を伴う引張亀裂の例(崩壊の前兆)**

### 崩壊危険箇所の兆候



パイピングホールは降雨時の水圧で土粒子が流出したものの

斜面に存在する小さな孔はパイピングホールと呼ばれ、降雨時の浸透水の噴出により形成されたもので、崩壊が発生する恐れのある斜面です。



### 吹き付けのり面の劣化による剥離



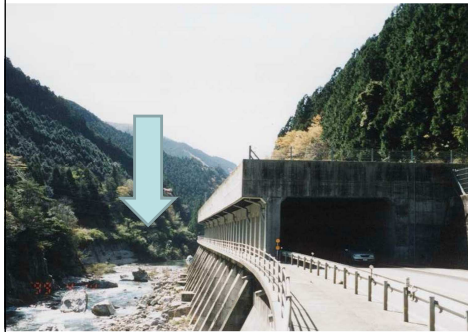
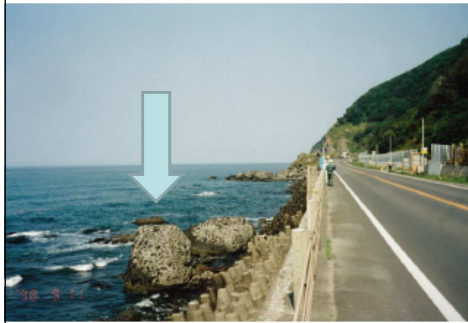
吹き付けのり面は背後が密着していない場合、雨水が浸透して大きな水圧で変状したり剥離落下する。

### 落石防護柵背面の落石

落石は上部斜面の不安定化を示すことが多い。



落石の大きさ、防護柵等の施設の効果・被害状況を確認する。

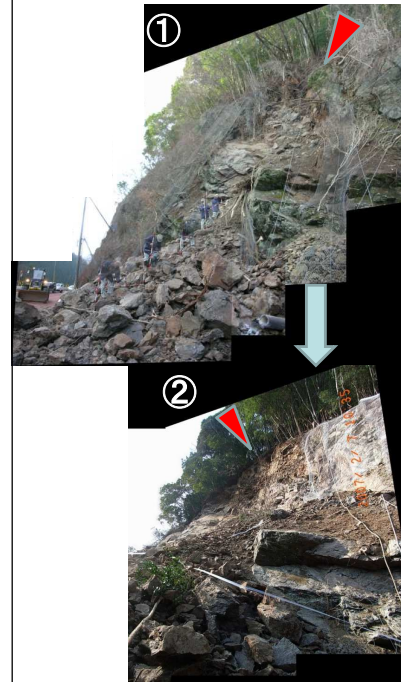


## 6) 被災の履歴

河床や海岸に散在する  
落石



山腹斜面に存在する落石源が見  
通し困難であっても、河床や海岸  
には過去の落石が残存するこ  
とが多いので、点検時の参考にする。



## 6) 被災の履歴

(隣接箇所の崩壊にも注意)



## 落石・崩壊の点検の着目点 (1/2)

- 小規模な凹状の集水地形では降雨時の表層崩壊が発生しやすいが点検では見逃されやすい
- 対象区間の山側にある道路は多量の雨水を集めて斜面崩壊の原因となるため注意する
- のり面表層の不安定化を示す凹凸・段差などの微地形に注意。のり面部だけでなく変状が良く現れるのり肩部での確認が必要
- 落石や小崩壊が大崩壊や地すべりの前兆となることもあり、広域地形の判読によりその可能性を検討する
- 尾根や斜面の凸部は地震動が増幅され、落石・崩壊が発生しやすい
- 崩壊しやすい流れ盤などの地質構造に注意する

## 落石・崩壊の点検の着目点 (2/2)

- 火山灰に被覆された斜面などでは必ずしも斜面勾配が急でなくても崩壊しやすい場合がある
- 落石防護施設の裏の小崩壊や小石の落下などは見逃さず、発生源を確認する
- 点検対象区域内や近傍での地形改変や樹木伐採には注意する。また、樹木の成長による強風時や地震時に根元から落石や崩壊が誘発されることがあるので注意する
- 対象区間だけでなく隣接箇所の施工時の変状や小崩壊の情報、供用後の災害履歴を参考にする
- 既設対策工の効果に関する評価は、想定災害の形態や規模と道路との位置関係など、道路への影響を十分に考慮する

## 点検対象項目②

# 岩盤崩壊

②-1

## 岩盤崩壊(1)

# 岩盤崩壊の安定度調査の考え方

要因に関する評点 → 対策工に関する評点 → 評点

※ 岩盤崩壊の安定度調査では、『履歴』からの評価はない。

対象：岩盤が露出した高さ15m以上

かつ

傾斜60° 以上ののり面・斜面が存在する箇所

②-2

## 岩盤崩壊(2)

# 安定度調査表

項目	要因	評点区分	配点	評点
現象・前兆	開口亀裂の規模	大	(30)	
		小	15	-30
		なし	0	(30)
連続する水平系亀裂の目の方向	流れ目方向	現象・前兆	(10)	
	受け目方向		5	-10
	なし		0	(10)
小崩壊・落石	有り		(7)	
	なし		0	(7)
	定期的で間隔が1m未満		(11)	
亀裂等の状況	硬い岩	亀裂などの状況	7	-11
	不規則		0	(15)
	なし		11	
軟い岩	定期的で間隔が1m以上		7	
	定期的で間隔が1m未満		4	0
	不規則		0	(7)
上部硬質/下部軟質	上部硬質/下部硬質		7	
	上部軟質/下部硬質		0	
	全体が軟質		0	(7)
岩質の組み合わせ	全体が硬質		(7)	
	全体が硬質		0	
	全体が硬質		0	(7)
受け盤、流れ盤	有り		5	-15
	有り		0	
	無し		0	(15)
のり面・斜面の傾斜	60° 以上		2	-4
	60° 未満		0	(4)
	100m以上		7	
崖壁の高さ	50~100m		7	
	30~50m		0	-4
	30m以下		2	(10)
斜面型	崖壁型斜面		3	
	崖壁堆積斜面		1	-4
	谷型斜面		0	(4)
崖壁型・谷型の中間斜面	明確		(7)	
	どちらともいえない		4	-7
	不明		0	(7)
凍結融解	水溜りが長期に渡る、もしくは常時湧水あり		(4)	
	水溜り凍結はすぐ融ける、もしくは降雨後湧水あり		2	-4
	水溜りは凍らない		0	(4)
地下水・降雨	重層亀裂間		2	
	水平系地層境界		1	-2
	ほとんど認めず		0	(2)
合計			(86)	98

対策工	点數(α)	評点
想定される岩盤崩壊を十分に予防している、もしくは、それが発生したとしても十分に防護し得る。	×0点	
想定される岩盤崩壊をかなり予防している、もしくは、それが発生した場合かなり防護しているが、万全ではない。	(-20点)	-20
想定される岩盤崩壊を一部予防している、もしくは、それが発生した場合一部を防護しているが、その他の部分に対しては効果がない。	-10点	
対策がなされていない、もしくは、なされていても、効果があまり期待できない。	±0点	
合計	(B)	78

「履歴」からの評価がない！

### 総合評価

総合評価	対	応	判定
対策が必要と判断される。			○
防災カルテを作成し対応する。			
特に新たな対応を必要としない。			

②-3

## 岩盤崩壊(3)

# 豊浜トンネルの岩盤崩壊

平成8年2月10日発生



北海道積丹半島の古平町の国道229号豊浜トンネル坑口で高さ約60m、幅約40m、体積約11,000m<sup>3</sup>の岩盤崩壊が発生し、通行中のバス・乗用車が被災し、20名の尊い命が失われた。  
(豊浜トンネル崩落事故調査委員会資料より)

②-4

# 第二白糸トンネル坑口崩壊

平成9年8月25日

崩壊3か月前



崩壊直後



北海道後志管内島牧村の国道229号第2白糸トンネルで岩盤崩壊が発生した。トンネル入り口の洞門部が岩盤崩壊により押しつぶされた。

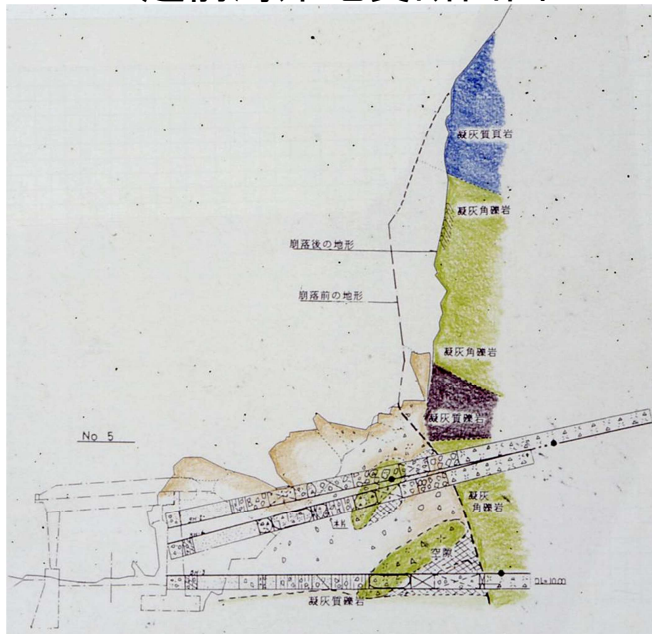
# 国道305号越前海岸岩盤崩壊



平成元年7月16日に福井県越前町の国道305号で発生した岩盤崩壊である。幅30m、高さ25m、体積は1,100m<sup>3</sup>で、落石覆工を破壊し、通行中のマイクロバスを直撃し死者15名の惨事となった。

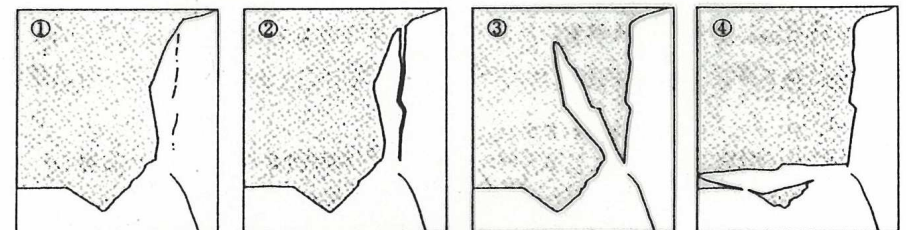
(一般国道305号岩石崩落災害調査委員会報告より)

# 越前海岸地質断面図

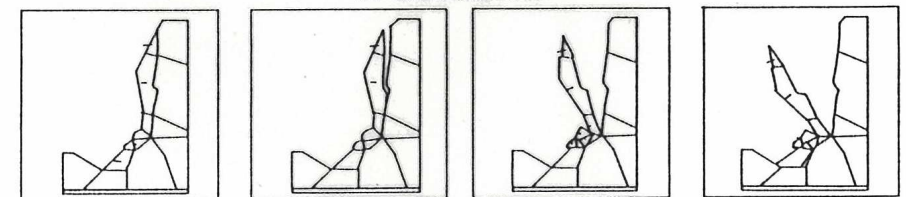


凝灰角礫岩等からなる急崖部下端が海食され形成されたオーバーハング部の縦亀裂進展により剥離崩壊したものと考えられる。

# 越前海岸岩盤崩壊のシミュレーション

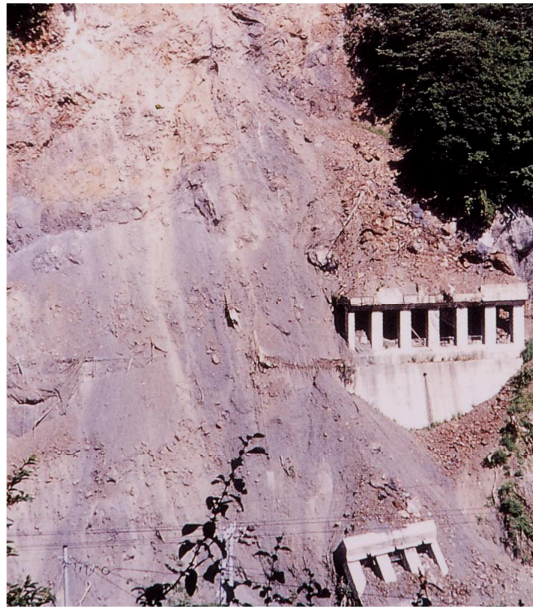


(a) 底面摩擦模型実験



(b) 個別要素解析

### 猿なぎ洞門での崩壊



平成3年10月発生  
高さ65m, 幅65m,  
崩壊土量1万m<sup>3</sup>  
風化粘板岩、チャート

### 大崩海岸でのくさび型の岩盤崩壊

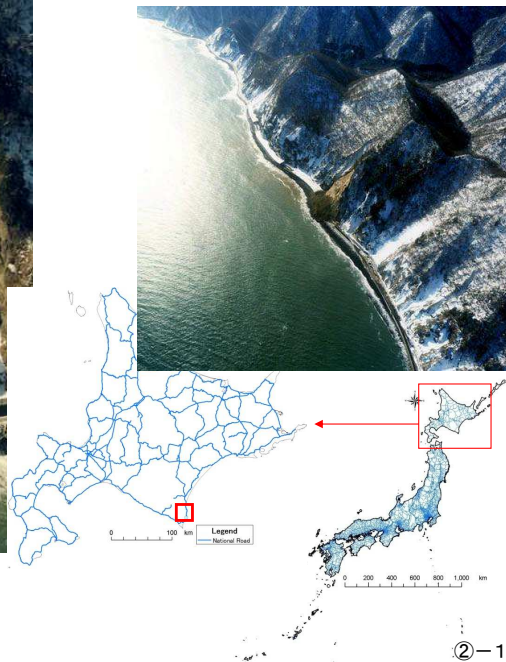
海蝕崖では道路下方斜面も注意



### えりも町国道336号

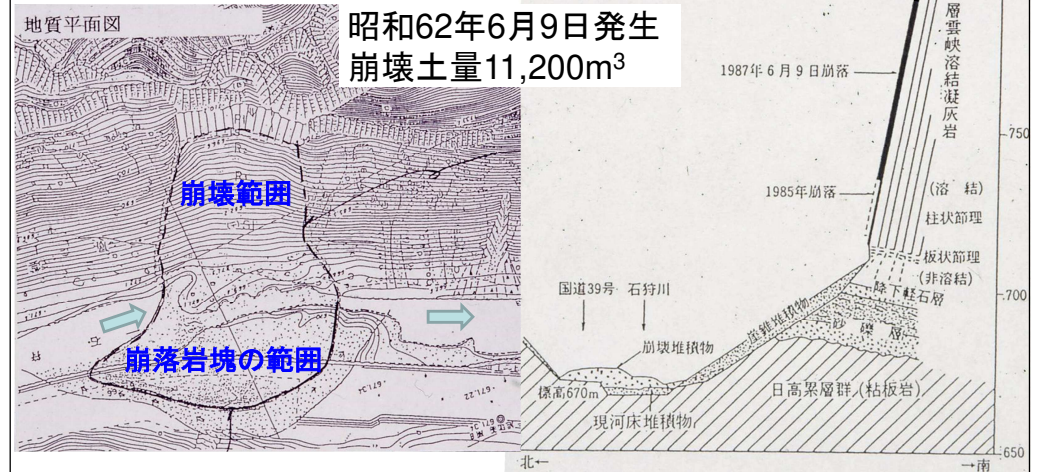


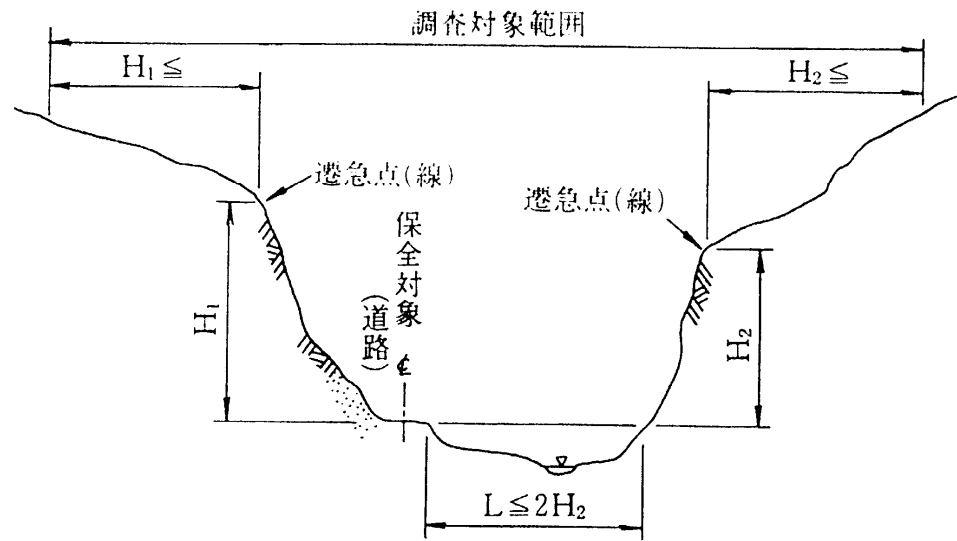
平成16(2004)年1月13日PM10:25



### 層雲峡岩盤崩壊

昭和62年6月9日発生  
崩壊土量11,200m<sup>3</sup>





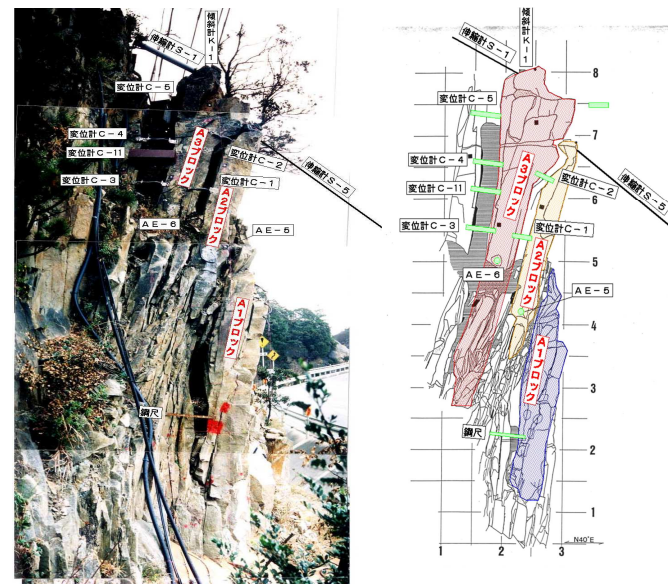
### 岩盤崩壊の形態

岩盤崩壊の形態	模 式 図
<p><b>崩落</b></p> <p>岩盤からなる急斜面または急崖より、節理等の不連続面を境として、岩塊が剥離する現象で、崩落岩塊が自由落下、跳躍、バウンド回転によって空中を降下する運動形態をいう。</p>	
<p><b>転倒 (トッピング破壊)</b></p> <p>移動岩塊に働く重力、近接ブロックの押し力または亀裂間の水圧に伴う転倒モーメントによって、移動岩塊の下端部を支点として前方へ回転する運動形態をいう。</p>	<p>Aは最初に崩壊した岩塊 Bは転倒後、2つに分離した岩塊 Cは転倒中の岩塊 Dは転倒中でCにもたれた岩塊 Eは転倒前の岩塊</p>
<p><b>岩すべり</b></p> <p>ひとつあるいは数箇所の面に沿い、せん断変位する運動形態をいい、円弧すべり面に沿う回転すべりや平面すべり面に沿う平面すべりとなる。また、くさび破壊は岩すべりの一形態で、交差するいくつかの不連続面に沿って、これより上部のくさび状岩塊がすべる運動形態をいい、岩盤斜面に特有なものである。</p>	<p>円弧すべり 平面すべり くさび破壊</p>

### 崩落型の崩壊



### 転倒型の崩壊が予想される岩盤斜面



高角度な亀裂が発達した受盤構造の岩盤では、上方の亀裂から開口剥離したブロックが下端を支点として転倒する崩壊形態となりやすい



## すべり型の崩壊(平面すべり)

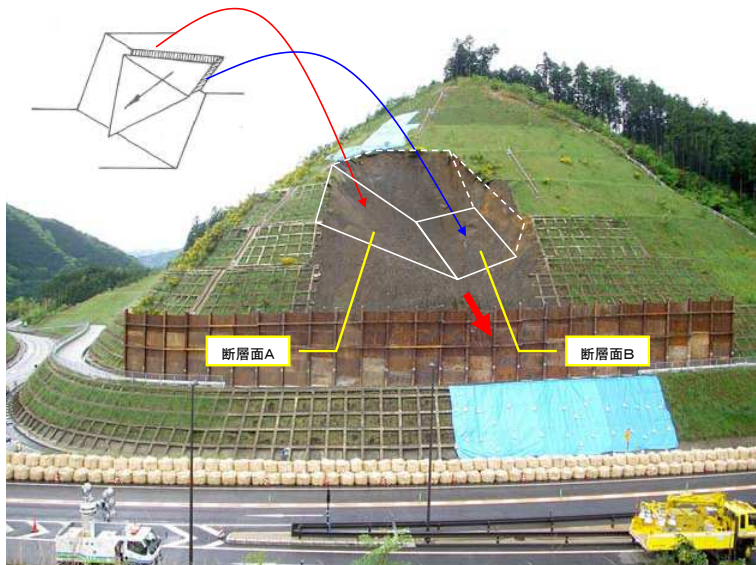


亀裂面等が斜面傾斜と同じ方向に傾斜しており、その分離面上の岩盤がすべり崩壊しやすい。

## すべり型の崩壊



## くさび型の崩壊



## 岩盤崩壊の点検で特に重要なこと

- 過去の崩壊履歴、痕跡があるか
- オーバーハングはあるか
- 亀裂の方向や性状はどうか
  - ✓ 亀裂の方向と組み合わせはどうか(崩壊のタイプ)
  - ✓ 亀裂の間隔はどうか(崩壊の規模)
  - ✓ 亀裂は開口しているか(安定度)
  - ✓ 亀裂が新鮮か(進行性)
- 湧水や氷柱があるか
- 遷急線の上に亀裂や段差はないか

# 過去の岩盤崩壊の 履歴は海側にヒントがある



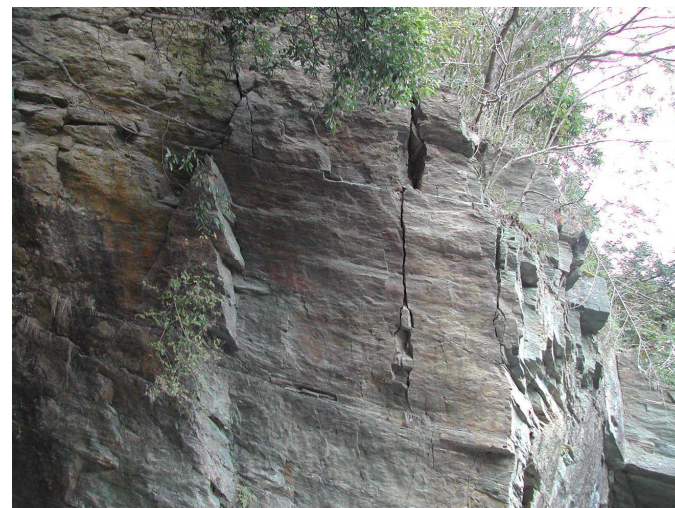
## 崩壊が拡大した事例

崩壊範囲が①→②→③と順次  
左のほうへ拡大していった。  
↓は崩壊頭部, ◎は同じ岩盤を  
示す。

# 前面が崩壊した後に現れた開口亀裂: 亀裂大

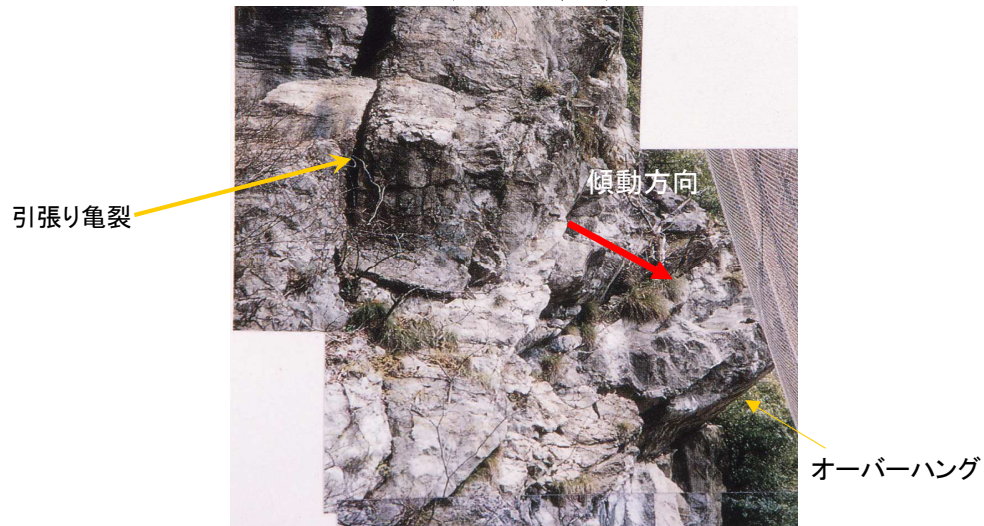


# 岩盤の亀裂



新たな開口亀裂の例、背後に同様の亀裂  
がないか留意する必要がある

# 引張亀裂



岩塊が傾動したため、基盤から引き離されるように発生した亀裂である。

# 圧縮性の亀裂



上部岩盤の重さに耐えかねて、下方に亀裂が発生し始めているもの。

# 規則的な亀裂



層理面とそれに直交する亀裂で立方体状の岩塊に区分されている硬質砂岩層

# 不規則な亀裂



塊状の凝灰岩の岩盤表層に発生した不規則な亀裂

### 着目点: 開口幅と亀裂の進展



クラックの端部にマーキングしたり簡易なクラックゲージを設置するなど定量的な指標による監視が有効



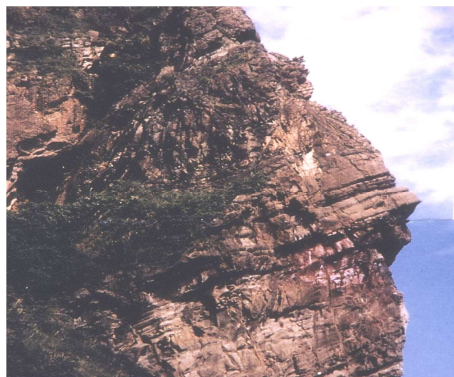
必要なときは、傾斜計や伸縮計などを設置して監視

### 着目点: 落石発生状況の監視



圧縮部の剥離、剥落の監視や斜面末端部の落石量増加を監視することが有効

### 流れ盤と受け盤



流れ盤側は平面すべり、受け盤側は急崖となり崩落型の崩壊が多い

### 遷急線



緩斜面が急勾配となる境界線。侵食前線とも呼ばれ、遷急線付近は小崩壊が発生することが多い。

## 湧水



亀裂沿いに地下水が滲みだしている。降雨時等は、亀裂沿いの間隙水圧が上昇し不安定化の要因となる。

## 氷柱



亀裂沿いの湧水出口が凍結によりふさがれ、冬期においても岩盤亀裂の間隙水圧が上昇することがある。

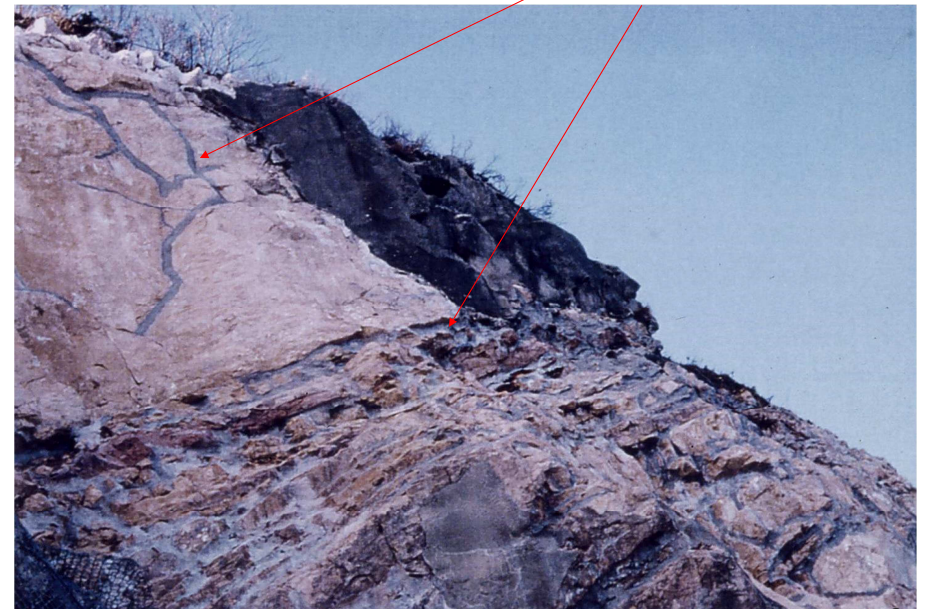
## 対策工事例(1)



排除工  
根固め工  
グランドアンカー工

## 対策工の例(2)

亀裂充填工



## 対策工の例 (3)



②-37

## 崩落型の岩盤崩壊対策 (4)



②-38

## 岩盤崩壊の点検時の着目点

- **近傍に過去の崩壊履歴、痕跡**があるか
  - 同一の地形地質分布域での災害履歴、周辺斜面の崩壊の痕跡や崩壊状況から、規模や崩壊形態を推定
  - 地震時に発生した崩壊箇所に隣接する斜面**では、**ゆるみが進行**し岩盤崩壊が発生することがある
- **道路に影響する広い範囲**(道路下、対岸の急崖部を含む)を、斜め写真や空中写真等から、岩盤崩壊の可能性のある斜面を的確かつ効率的に絞り込む
- **オーバーハング**はあるか、**亀裂**の方向や性状はどうか
  - ✓ 組み合わせ(崩壊形態) ✓ 亀裂の間隔(崩壊の規模)
  - ✓ 亀裂の開口(安定度) ✓ 亀裂の新鮮さ(進行性)
  - 不安定化の状態を反映する亀裂の発達状況や**開口亀裂**
- **遷急線の上部に亀裂や段差**はないか
  - 崖正面だけでなく、背後や側面にも注意して状況把握

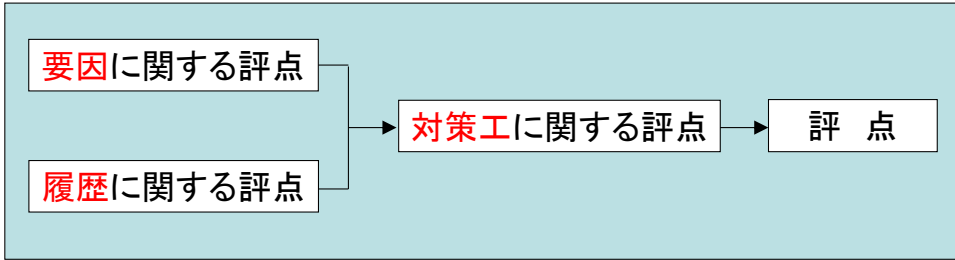
②-39

## 点検対象項目③

# 地すべり

③-1

# 地すべりの安定度調査の考え方



- 地すべりブロックが隣接あるいは重複して相互に関連している場合は、関連した地すべりブロック全体を調査対象の単位とする。
- 評点の記入にあたっては、最も評点の高いブロックをもとに行い、総合評価もそれを基準に判定する。

# 安定度調査表

**要因**

項目	着眼点	配点	評点
地すべり地形	清薄層、丘状地形、緩傾斜地、等高線の乱れ、河川などへの押し出し等の地形が認められる。	30 (取-)	0
地質構造等	崩壊・破砕帯、火山灰質帯、温泉余土、流れ層、受け層、貫入岩構造、キャップ構造、その他	18 (取-)	0
質等	中・古生層(結晶片岩、堆積岩)、第三紀層(堆積岩)、第四紀層(未固結堆積物または堆積岩)、その他(火山岩、火成岩等)	7 (取-)	0
湧水	あり(危険程度も含む)	10 (取-)	0
水	なし	0 (取)	0
合計	(最大の)	74	0

**履歴**

項目	着眼点	配点	評点
地すべり履歴	過去の災害、地すべりの記録や確かな伝承等	ありなし 100 (取)	0 (100)
地すべり兆候	斜面の亀裂、隆起や陥没、路面の隆起、亀裂等	顕著な兆候 100 (取)	0 (100)
	小規模(兆候発生後対策が実施されたものは、「兆候なし」とする。)	軽微な兆候 75 (取)	0 (100)
		兆候なし 0	75 (100)
合計	(但し、100点を限度とする)	(取)	75

**総合評価**

要因からの評点 (A)	履歴からの評点 (B)	(A)と(B)の内、大きい方 (C)	(C)=MAX(A,B)
44	75	75	75

**対策工**

既設対策工の効果の程度	点数(α)	判定
対策工が無い、効果が低い。	±0	0
一定の効果。	-30	-30
高い。	×	×
合計	(D)	45

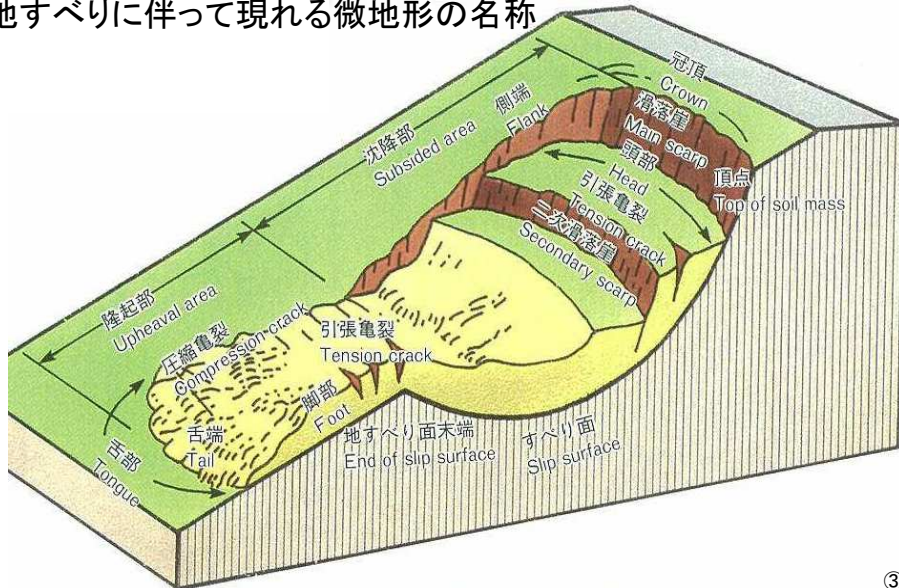
**総合評価表**

対応	判定
対策が必要と判断される。	
防災カルテを作成し対応する。	○
特に新たな対応を必要としない。	

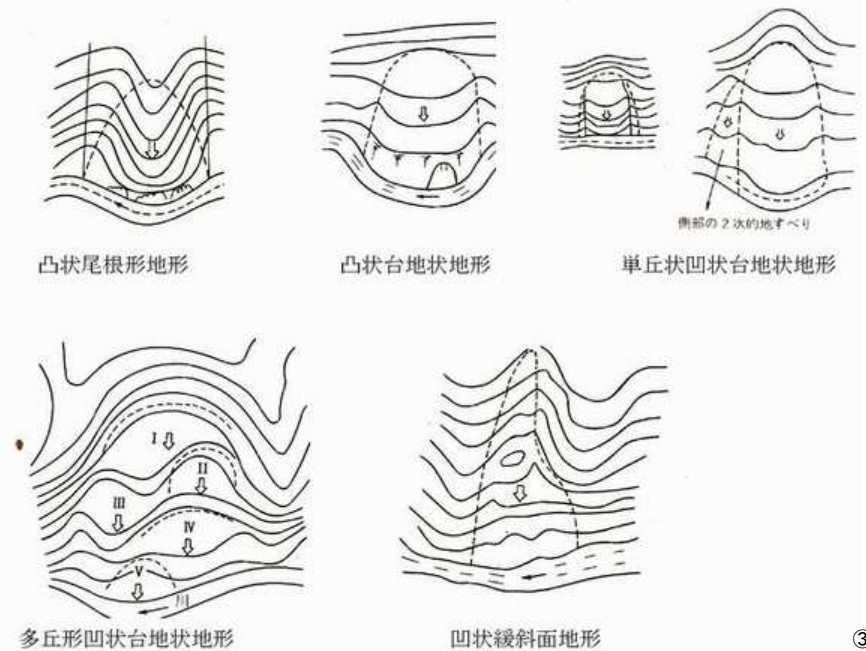
※特に新たな対応を必要としない場合であっても、年1~2回の点検等を行う必要がある。

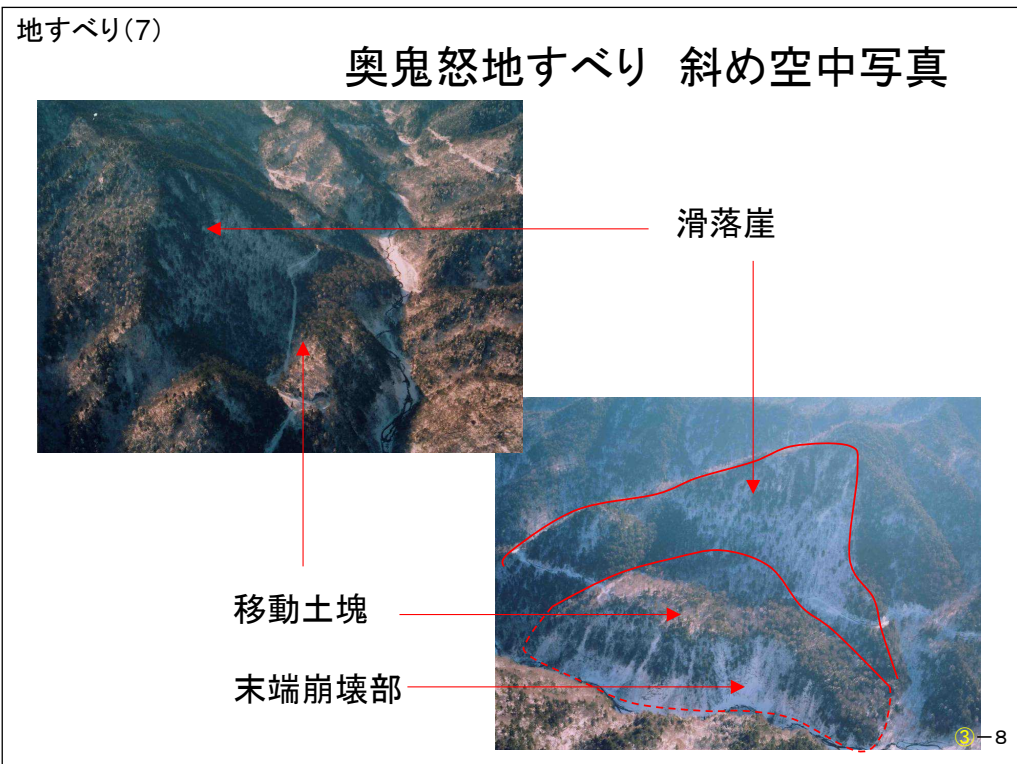
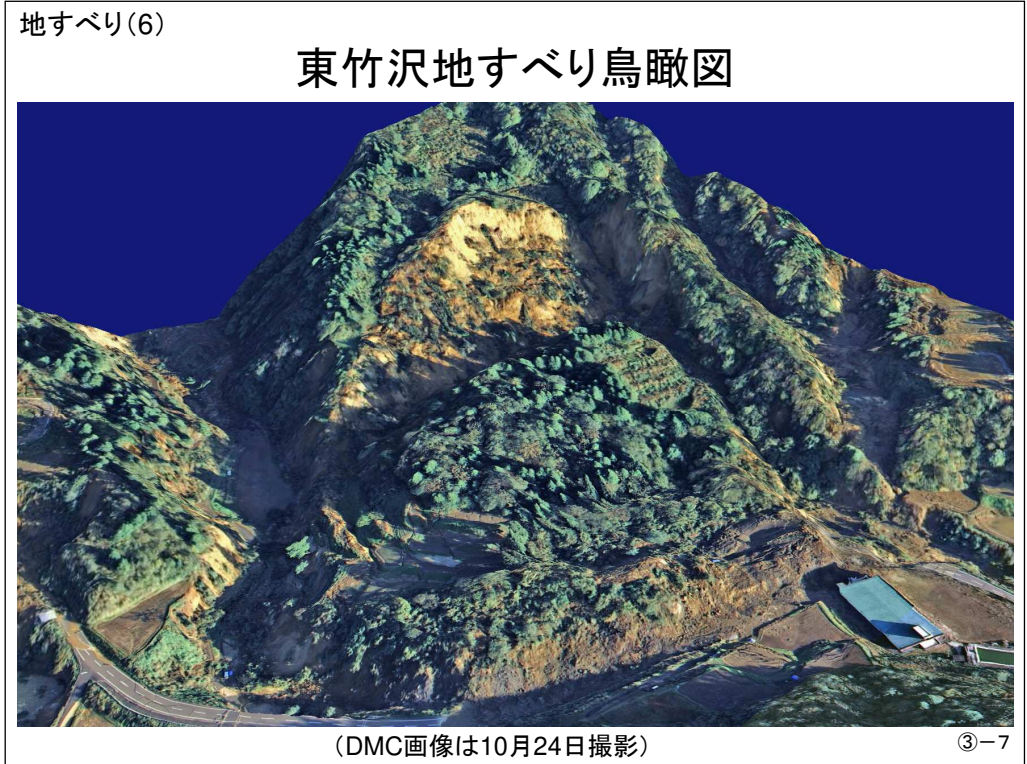
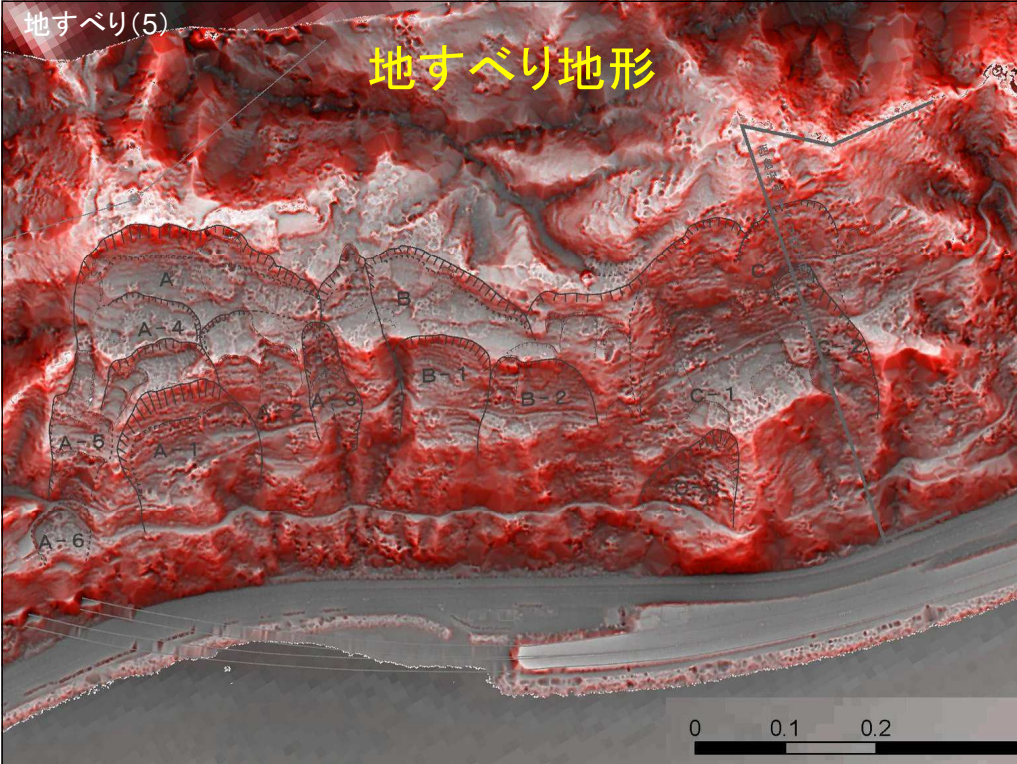
# 代表的な地すべり地形の模式図

地すべりに伴って現れる微地形の名称



# 地すべり地形の判読







### 地すべり災害例(融雪)

3月9日7時頃の写真



新潟県上越市  
国川地すべり

3月17日9時頃の写真



#### 地すべりの概要

発生場所:新潟県上越市板倉区国川

発生日:平成24年3月7日

地すべり規模(3月14日現在)

- 幅 約150m
- 長さ 約500m
- 移動距離 約250m
- ※地すべり頭部から末端までの距離  
長さ:500m+移動距離:250m=約750m
- 深さ 約20m
- 移動土砂量 約75万m<sup>3</sup>

### 地すべり災害事例 中越地震で発生した寺野地すべり



### 地すべり災害事例 尾根に平行に延びる滑落崖



### 地すべり災害例 国道168号奈良県大塔村宇井地すべり

奈良県により全面通行止め  
を行い、監視を行っていたところ、  
平成16年8月10日午前0  
時15分、地すべりによる崩落  
が発生



# 地すべり災害例: 台風12号関連

赤谷(あかたに)



栗平(くりだいら)



熊野(いよ)



宇井(うい)



地すべり地形分布図データベースweb-GIS - Windows Internet Explorer

http://lsweb1.ess.bosai.go.jp/lsweb\_ip\_new/gis/map\_blue.html

地すべり地形分布図(防災科学技術研究所)

地すべり地形分布図データベースweb-GIS

地図検索

- 代表的地すべり地
- 地すべり防止区域

住所や地名を入力  
例: 富士山 [範囲指定] 722-11  
地すべりマップを開く

地図情報

- 表示レイヤの選択
- 凡例の解説

ご利用にあたって

NIED

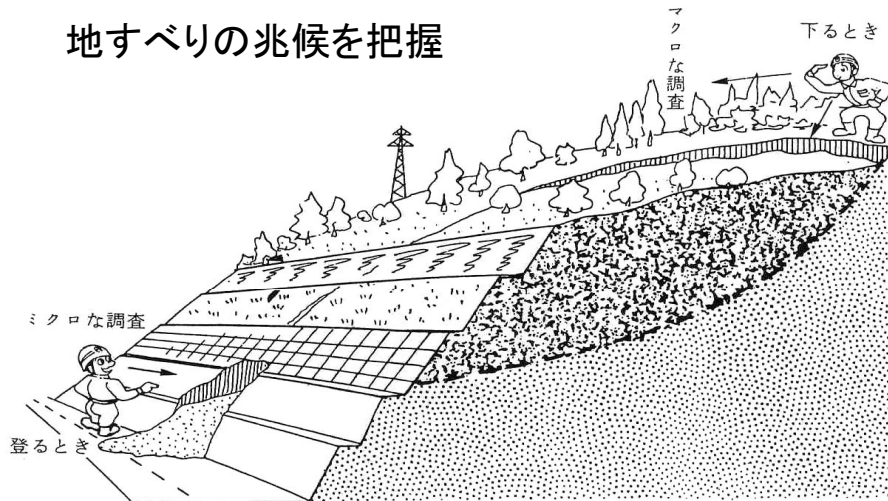
ページが表示されました

インターネット

95%

## 斜面の点検(1)

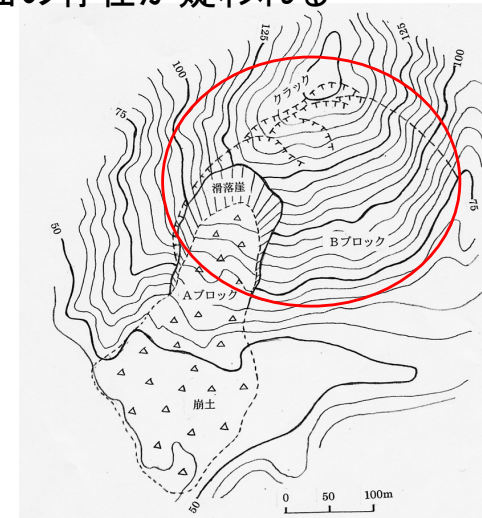
地すべりの兆候を把握



▲のり面調査のポイント

## 斜面の点検(2)

崩壊や小規模な地すべりの背後には大きな規模の不安定斜面の存在が疑われる



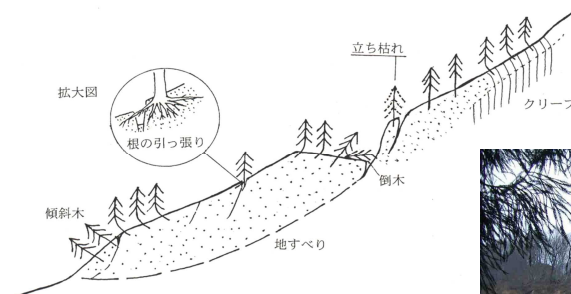
### 不安定斜面-1

左：線状の凹地、右：尾根に平行に延びる滑落崖



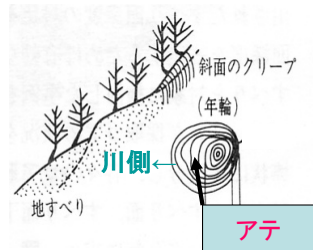
### 不安定斜面-2 (1)

植生の異常に注意



### 不安定斜面-2(2)

樹木の屈曲・年輪に見る異常生育  
(積雪地域では同じ方向の屈曲が顕著に見られるので地盤変動との区別に注意)



### 顕著な兆候の例-1 頭部



段差を伴う開口クラック、植生分布域での見逃しに注意

## 顕著な兆候の例-2

(道路・法面構造物の変状に着目)



## 顕著な兆候の例-3 側部

(亀裂の性状に着目)



## 地すべりの点検時の着目点

- 事前の**既存資料の確認**と**地すべり地形判読**は必ず実施
- 全景の確認、地すべり輪郭【特に**頭部の亀裂と末端部の押し出し、隆起などの変形**】. 道路との関係を把握
- 地すべりの兆候【**新しい亀裂、陥没、隆起、崩壊、構造物の変状、樹木の根曲り等**】を把握
- **表流水や湧水状況**の確認。融雪時や降雨直後の再確認も場合により実施
- **最も評点の高い地すべりブロック**で総合評価
- 地元住民等への**聞き取り**は有用

## 地すべりの点検のまとめ

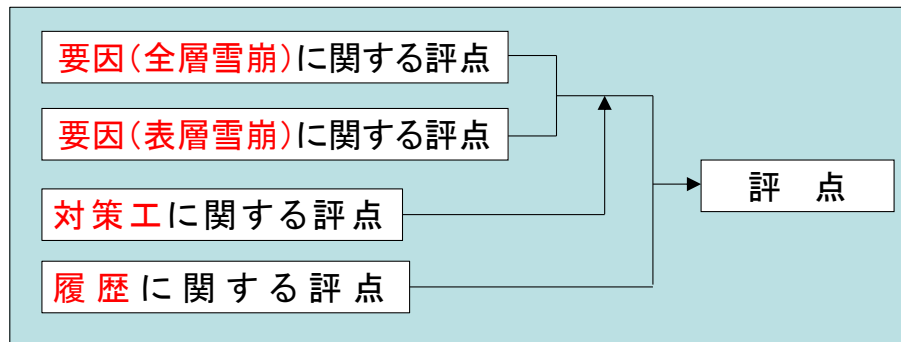
- 事前の**既存資料の確認**と**地すべり地形判読**は必ず実施
- 全景の確認、道路との関係、**構造物の変状等**の地すべりの兆候を把握する。特に**新しいクラック、陥没等の兆候**があるかが重要
- 地すべり輪郭の把握、特に**頭部の亀裂と末端部の押し出し、隆起などの変形**に留意
- **表流水や湧水状況**の確認。融雪時や降雨直後の再確認も場合により実施
- 地元住民等への**聞き取り**は有用

## 点検対象項目④

# 雪崩

## 雪崩(1)

### 雪崩の安定度調査の考え方



要因に関する評価項目：

- ・積雪深 ・斜面勾配 ・植生 ・斜面方位 ・斜面の種類

新規項目：発生区における斜面の積雪状況のチェック【積雪期】

斜面勾配25度以上の場合に記載⇒総合評価に反映

## 雪崩(2)

### 安定度調査表

#### 全層雪崩の要因

#### 表層雪崩の要因

#### 履歴(雪崩頻度)

要因	評点区分	配点	評点
積雪深	年最大積雪量(30年確率)が1m以上～2m未満	(1)	4
	年最大積雪量(30年確率)が2m以上～3m未満	5	5
	年最大積雪量(30年確率)が3m以上	7	(7)
斜面勾配	発生区における斜面勾配が25度未満	2	3
	発生区における斜面勾配が25度以上～40度未満	(1)	(4)
植生	樹高8m以上の高木の疎密度が中程度(50%)以上	(1)	(7)
	樹高8m以上の高木の疎密度が小～中程度(20～50%)	(1)	(4)
	または樹高4m以上の中高木の疎密度が中程度以上	5	5
斜面方位	北西・北・北東・東	(2)	3
	南東・南・南西・西	(4)	(4)
斜面の種類	平斜面	(2)	2
	沢型斜面	(3)	(3)
合計	(A1)	(29)	12

要因	評点区分	配点	評点
積雪深	年最大積雪量(30年確率)が1m以上～2m未満	(1)	4
	年最大積雪量(30年確率)が2m以上～3m未満	5	5
	年最大積雪量(30年確率)が3m以上	7	(7)
斜面勾配	発生区における斜面勾配が25度未満	3	3
	発生区における斜面勾配が25度以上～40度未満	(1)	(4)
植生	樹高8m以上の高木の疎密度が中程度(50%)以上	(1)	(7)
	樹高8m以上の高木の疎密度が小～中程度(20～50%)	(1)	(4)
	または樹高4m以上の中高木の疎密度が中程度以上	5	5
斜面方位	北西・西・南西	3	5
	北・北東・東・南東・南	(5)	(5)
斜面の種類	平斜面	0	1
	沢型斜面/その他	(1)	(1)
合計	(A2)	(29)	17

履歴	配点	評点
3年に1回以上	29	22
3～10年に1回程度	(22)	22
10年に1回未満	0	(20)
発生履歴なし	(C)	22
発生履歴不明	(C)	22
合計	(C)	22

要因からの評点	履歴からの評点	総合評点
(A)=MAX(A1,A2)	(B)=MAX(B,C)	(D)=MAX(B,C)
12	15	22
17	22	22
17	22	22

注) ( )は各項目の満点を示す。  
●は半点、○は配点満点、◎は半点と配点満点を併記する。  
不明な場合は中間的な値を採用する。

#### 対策工の効果

既設対策工の効果の程度	点数(α)	評点
想定される雪崩に対して十分効果が期待できる。対策工が設置されている。	α0	○
対策工が設置されているが、万全な対策工ではない。	<α0	○
対策工が設置されていない。	α0	○
合計	(B)	15

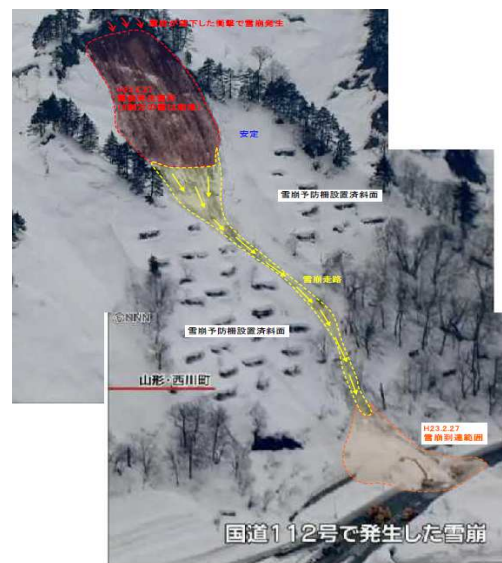
#### 総合評価

総合評価	対	応	判	定
対策が必要と判断される。				
防災カルテを作成し対応する。			○	
特に新たな対応を必要としない。				

斜面の積雪状況  
チェック  
※勾配25度以上

## 雪崩(3)

### 雪崩とはどんな現象か



➤ 雪崩とは

❖ 「いったん斜面上に積もった雪が、重力の作用により、肉眼で識別し得るほどの速さで崩れ落ちる自然現象」

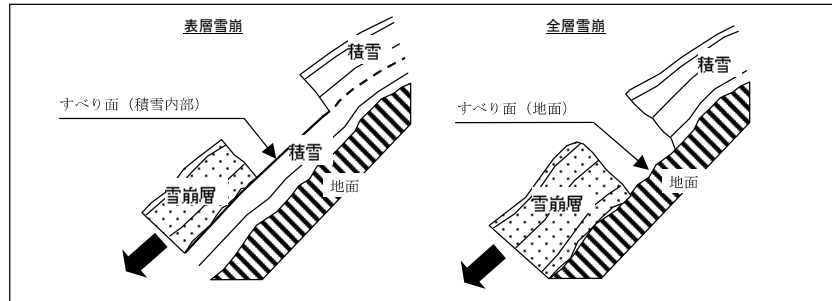
(土木研究所ほか, 2010,2-1p)

➤ 左は平成23年2月27日に発生した月山道路の全層雪崩

(写真:日テレニュース映像より)

## 全層雪崩と表層雪崩

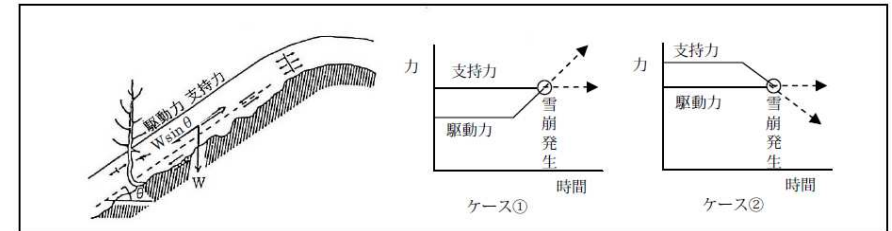
- 雪崩のすべり面が積雪内部にあるのが「**表層雪崩**」、地面となるのが「**全層雪崩**」である。



(土木研究所ほか, 2010,2-1p)

## 雪崩の発生機構

- 斜面に積もった雪には下方への力(重力:雪崩の**駆動力**)が常に働いている。
- 雪の強度や積雪と地面との摩擦力(**支持力**)  
が積雪が移動するのを防止している。



(土木研究所ほか, 2010,2-5p)

## 雪崩災害の特徴

- 雪崩には**常習性**があり、**同じ箇所**で**繰り返し発生**することが多い
- 堆雪の多い斜面**で発生する(限定的な箇所)
- 発生区**、**走路**、**堆積区**を**把握**することが重要
- 発生区における植生の育成や対策が効果的、  
道路際では対策工に限られる



- **無雪期**: 対策工の状況を把握する
- **積雪期**: 斜面の状況をやや離れた箇所から観察する



典型的な雪崩跡

## 調査は無雪期と積雪期に実施

### 【無雪期】

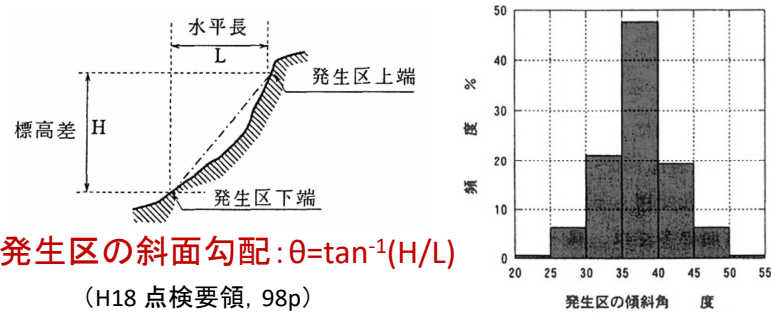
- 積雪期に雪で覆い隠されてしまう項目を調査
  - ❖ 地形条件(雪崩斜面の形状・勾配・方位など)
  - ❖ 樹木の育成状況
  - ❖ 対策工の状況(工種・健全度・配置など)

### 【積雪期】

- 路上もしくは、やや離れたところから斜面全体を見渡して調査
  - ❖ 堆雪状況や雪崩の兆候を示す現象の有無
  - ❖ 斜面勾配25度以上の場合に積雪量の多少を安定度調査表に記載

(H21 道路防災点検の手引き, 54p)

# 雪崩発生区の斜面勾配



## 斜面の方位と配点

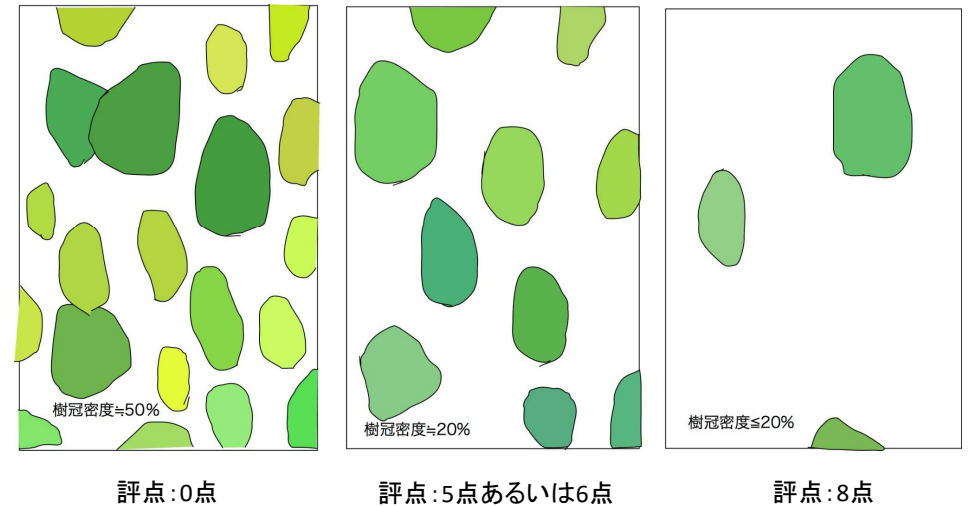
### 全層雪崩

- 北西・北・北東・東 → 3点
- 南東・南・南西・西 → 5点

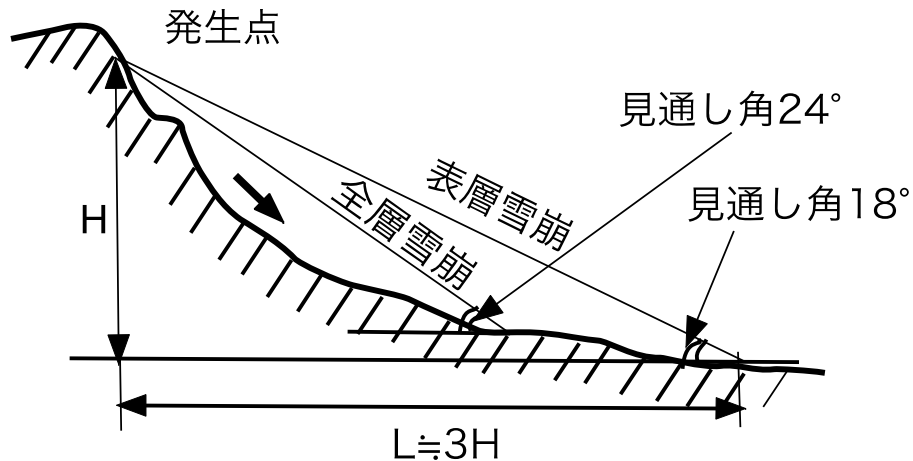
### 表層雪崩

- 北西・西・南西 → 3点
- 北・北東・東・南東・南 → 5点

# 植生—樹冠疎密度



# 雪崩の到達距離と見通し角



(寒地土木研究所, 2010, 2-7p)

# 点検のポイント —道路上だけでなく遠くから全体を—



【道路上から】  
発生区がほとんど見えない



【遠くから】  
発生区の全体状況を確認

# 点検のポイント -前兆現象の見え方の違い-



【道路上から】  
前兆はほとんど見えない



【遠くから】  
明瞭な雪割れを確認

# 雪崩の発生しやすい状況(1)



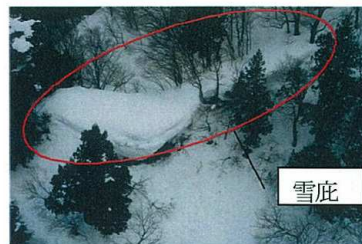
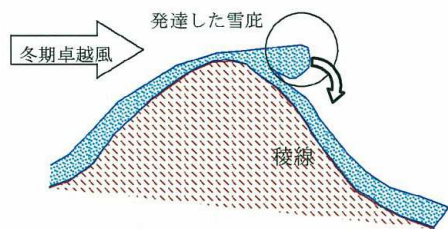
小規模な雪崩の発生した上に  
さらに新雪が堆雪する箇所



斜面に土砂崩壊の跡などが  
見られ、植生が失われている  
箇所

(長岡国道事務所「雪崩巡視の手引き(案)」平成17年より、引用・加筆)

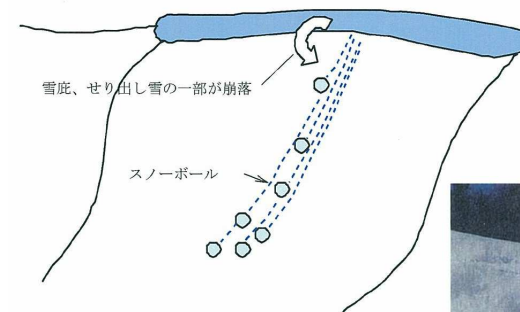
# 雪崩の発生しやすい状況(2)



## 雪庇の崩壊

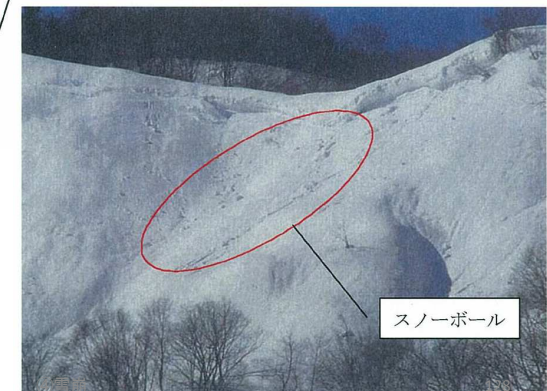
(長岡国道事務所「雪崩巡視の手引き(案)」  
平成17年より、引用・加筆)

# 雪崩の発生しやすい状況(3)



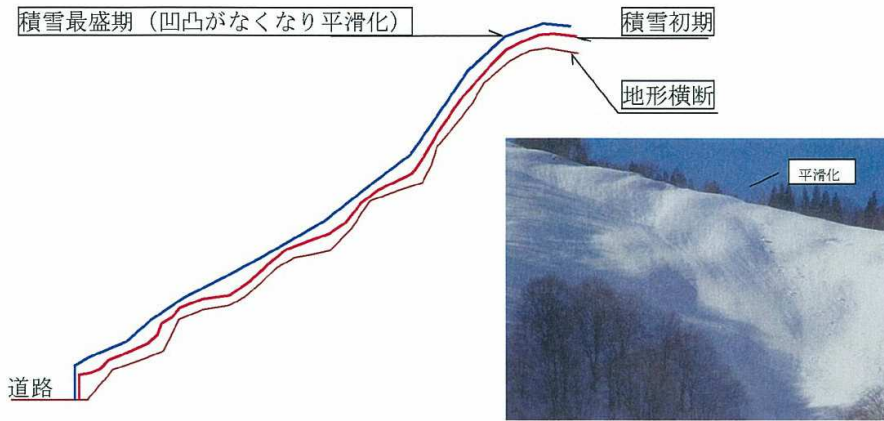
## 雪庇、せり出しからスノーボールが発生している箇所

(長岡国道事務所「雪崩巡視の手引き(案)」  
平成17年より、引用・加筆)





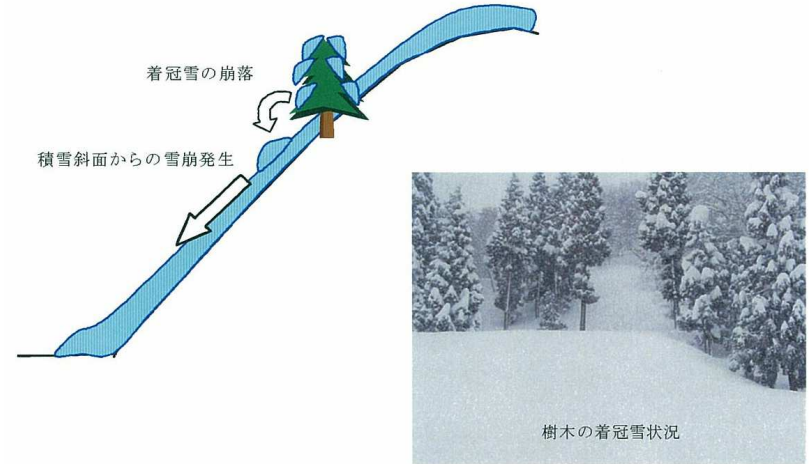
### 雪崩の発生しやすい状況(4)



積雪が多く、斜面の凹凸や植生が雪に覆い隠されて、平滑になった斜面

(長岡国道事務所「雪崩巡視の手引き(案)」平成17年より、引用・加筆)

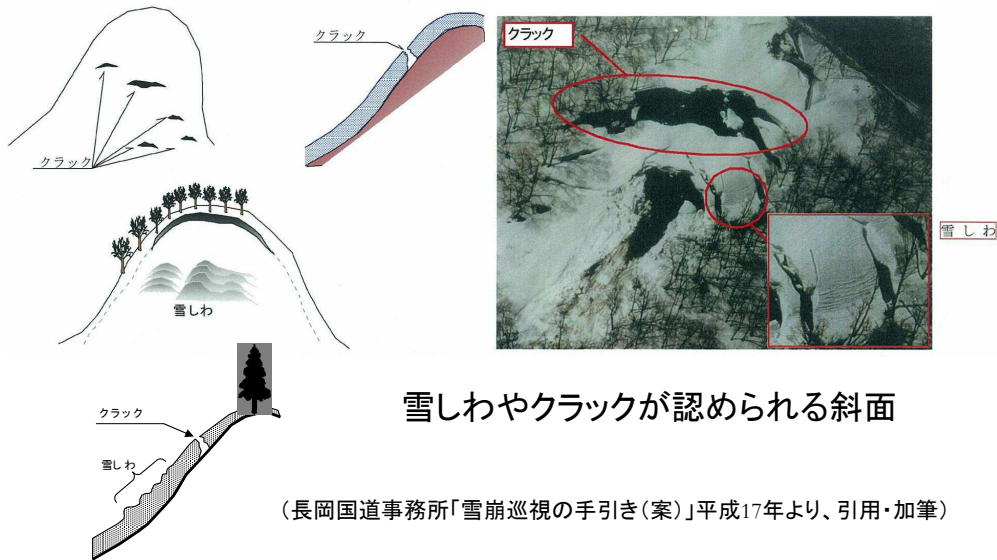
### 雪崩の発生しやすい状況(5)



樹木の着雪、冠雪が斜面に崩落するような箇所

(長岡国道事務所「雪崩巡視の手引き(案)」平成17年より、引用・加筆)

### 雪崩の発生しやすい状況(6)



雪しわやクラックが認められる斜面

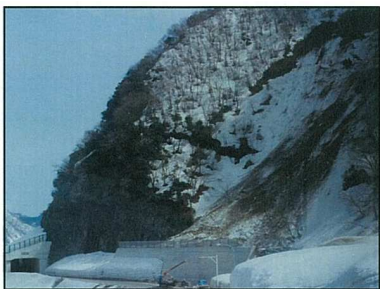
(長岡国道事務所「雪崩巡視の手引き(案)」平成17年より、引用・加筆)

### 雪崩の発生しやすい状況(7)



(長岡国道事務所「雪崩巡視の手引き(案)」平成17年より、引用・加筆)

# 雪崩の発生しやすい状況 (8)



既に積雪や雪崩により対策工のポケットが埋められている箇所



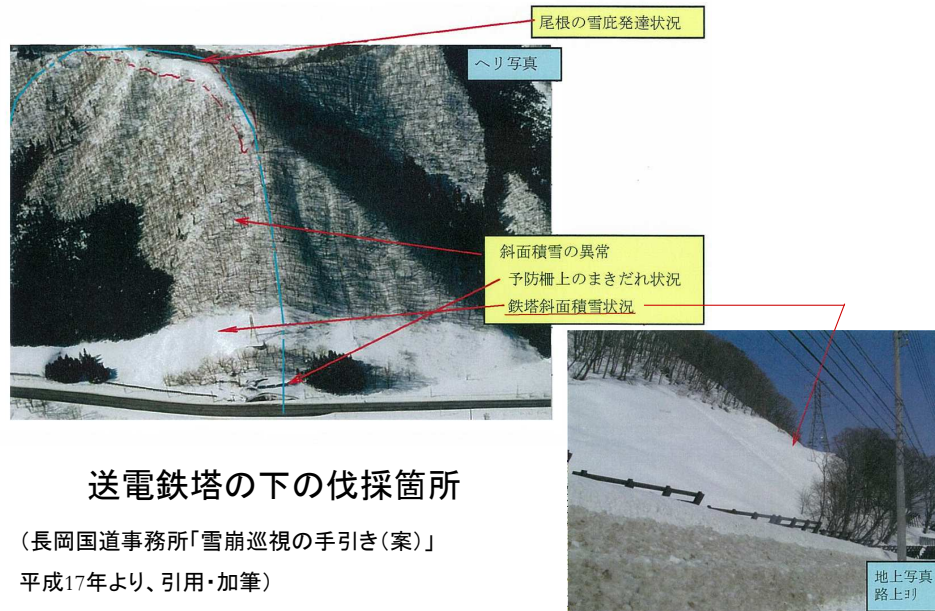
道路への雪崩流出



スノーシェッドの出入り口などで柵が切れているような箇所

(長岡国道事務所「雪崩巡視の手引き(案)」平成17年より、引用・加筆)

# 雪崩の発生しやすい状況 (9)



送電鉄塔の下の伐採箇所

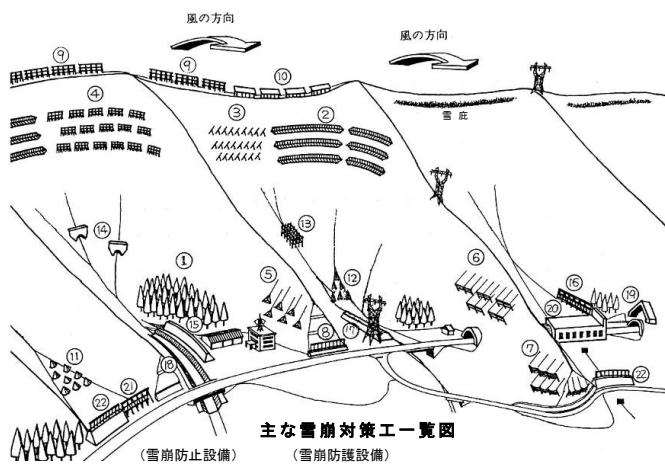
(長岡国道事務所「雪崩巡視の手引き(案)」

平成17年より、引用・加筆)

地上写真  
路上時

# 雪崩の対策工の評価

雪崩の発生区、走路、堆積区に適切な対策工が実施されているかを評価



主な雪崩対策工一覧図

- |            |                  |             |
|------------|------------------|-------------|
| (雪崩防止設備)   | (雪崩防護設備)         |             |
| 1. 雪崩防止林   | 9. 吹きだめ柵         | 17. 誘導堤     |
| 2. 階段工     | 10. 吹き払い柵        | 18. 誘導溝     |
| 3. 予防杭     | 11. 土塁(アスマウンド)   | 19. 雪崩割り    |
| 4. 予防柵     | 12. 減勢杭(群杭)      | 20. スノーシェッド |
| 5. 吊柵      | 13. 枠組工(ジャングルジム) | 21. 防護柵     |
| 6. 吊柵      | 14. 減勢擁壁         | 22. 防護擁壁    |
| 7. スノーネット  | 15. 誘導擁壁         |             |
| 8. せりだし防止柵 | 16. 誘導柵          |             |

日本建設機械化協会・雪センター「2005 除雪・防雪ハンドブック(防雪編)」より

# 雪崩の点検時の着目点

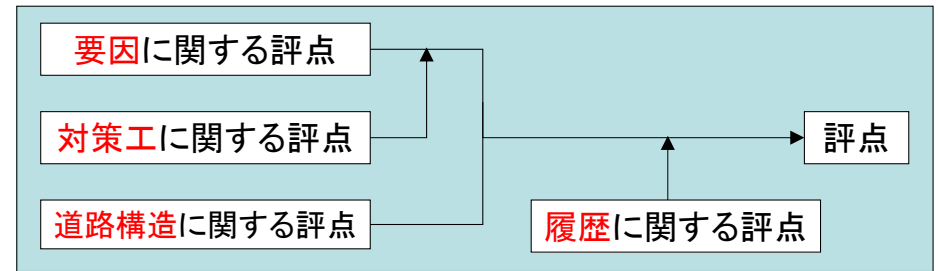
- 災害履歴等の確認
- 積雪のない時期の点検: 雪崩対策施設や樹木の育成状況を現地調査  
→ 雪崩防護施設の隣接部や防護施設の無いトンネル坑口部も注意  
→ 樹林の発達が不十分な山腹斜面等に注意
- 積雪時期の点検: 堆雪状況や雪崩の兆候を示す現象の有無について現地調査
- 総合評価に際しては、雪の多い年のカルテ点検や日常点検の結果を参考に実施  
← 積雪の量が多いと既存雪崩対策工が雪に埋没し、効果が発揮されない場合があるため
- 過去の点検の際の要対策箇所は、既に雪崩の発生源となっていない場合がある  
→ 樹林の状況を十分把握する

## 点検対象項目⑤

# 土石流

## 土石流(1)

### 土石流の安定度調査の考え方



#### 評点に考慮する要因

- ✓ 発生流域面積
- ✓ 最急渓床勾配
- ✓ 斜面の特性
- ✓ 既設対策工の効果の程度
- ✓ 道路施設の横過構造物による補正
- ✓ 被災の履歴

集水面積が小さくても、道路に影響する土石流が発生する可能性がある。



小渓流が道路を横断する地点においても、河床堆積物の状況や斜面状況を調べる。

## 土石流(2)

### 安定度調査表

#### 道路構造

構造	評点区分	点数(α)	評点
10m以上		-40点	
流路幅	5m~10m	<math>30\alpha</math>	-30
	3m~5m	-20点	
	3m未満	±0点	
桁下高さ	1m未満または橋梁・ボックスガレージのない場合	±0点	
	1m~2m	-5点	
	2m~3m	<math>15\alpha</math>	
	3m~5m	-20点	
	5m以上	-40点	
合計	(C)		55点

#### 総合評価

総合評価	対	応	判定
対策が必要と判断される。			
防災カルチを作成し対応する。			○
特に新たな対応を必要としない。			

#### 履歴

履歴(D)	評点区分	配点	評点
直近の対策後に、土石流により交通に支障が生じたことがある。		90	
交通に支障が生じたことはないが、土石流の発生履歴がある。		40	
土石流の発生履歴がない。		0	0
(D)			0点

想定被災形態	構造物の破壊	塵土流出	路上への土石泥濘堆積
			○

\*該当欄に○印をつける

想定被災形態をチェック

#### 要因

項目	要因	評点区分	配点	評点
深流の特性	発生流域面積	0.50km <sup>2</sup> 以上	10	
	渓床勾配15°以上の流域面積	0.15km <sup>2</sup> 以上0.50km <sup>2</sup> 未満	8	4
		0.15km <sup>2</sup> 未満	5	10
斜面の特性	最急渓床勾配	40°以上	10	
		30°以上40°未満	5	10
		30°未満	0	10
斜面の特性	斜面勾配が30°以上の斜面の面積	0.20km <sup>2</sup> 以上	8	4
		0.02km <sup>2</sup> 以上0.20km <sup>2</sup> 未満	4	8
		0.02km <sup>2</sup> 未満	0	8
	崖地及び灌木(樹高10m程度以下)の占める面積	0.20km <sup>2</sup> 以上	8	0
		0.02km <sup>2</sup> 以上0.20km <sup>2</sup> 未満	4	0
		0.02km <sup>2</sup> 未満	0	0
	不安定な土砂を伴う土工の有無	有り	4	5
	無し	0	5	
対策工	新しい亀裂、湧水、崖の有無	有り	5	0
		無し	0	5
	比較的規模の大きい崩壊履歴	有り	10	10
		無し	0	10
合計				26点

#### 対策工

項目・区分	[要因]の合計評点(A)				[対策工]の効果を[十分]
	20点以上	15点以上	10点以上	10点未満	
既設対策工の効果の程度	「無い」「低い」	100点	70点	50点	30点
	「普通」	70点	50点	30点	10点
	「高い」	50点	30点	10点	0点
	「十分」				0点
					100点

## 土石流(3)

### 安定度調査個所の選定

- ✓ 道路を横断して流下する流域面積1ha以上
- ✓ かつ上流の最急渓床勾配10°以上の渓流(小河川含む)
- ✓ 横断地点の河床勾配2°以上(横断しない渓流も要注意)

で

下記の①、②を除く個所

- ① トンネルで渓流を横断している個所
- ② 桁下10m以上、かつ流路幅20m以上の橋梁で渓流を横断している個所

## 土石流(4)

### 調査表の評価点と砂防要領等の記載との比較

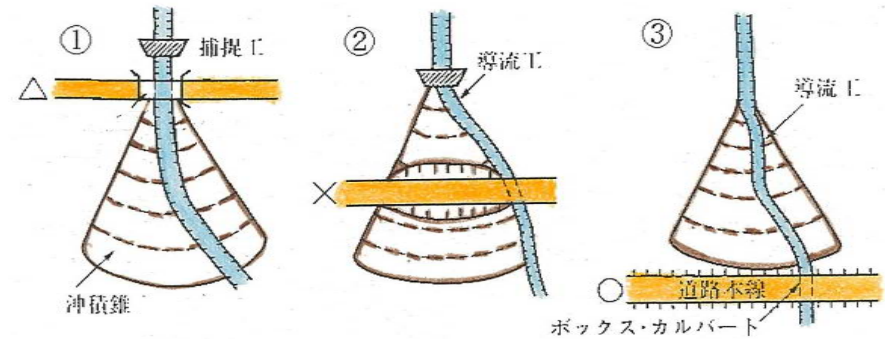
	JH調査の流れ	防災点検要領	砂防要領
横過勾配	3° (2°)	2° 以上	-
発生流域面積	渓床勾配 15° (10°) 以上が 5ha以上	渓床勾配15° 以上の面積 (0.5km <sup>2</sup> 以上/0.15-0.5km <sup>2</sup> /0.15km <sup>2</sup> 未満)	a1: 渓床勾配15° 以上で流域面積5ha以上 a2: 渓床勾配15° 以上で流域面積5ha未満 b: 渓床勾配10-15° c: 渓床勾配10° 未満
渓床勾配		最急渓床勾配 (40° 以上/30-40° /30° 未満)	
斜面面積	-	30° 以上の斜面面積 (0.2km <sup>2</sup> 以上/0.08-0.2km <sup>2</sup> /0.08km <sup>2</sup> 未満)	-
堆積土砂量	-	-	渓床勾配10° の土砂量 (2m以上もしくは多い、0.2-2mもしくは中、0.2m未満)

※ ()内は火山地域

⑤-5

## 土石流(5)

### 土石流堆積物を横断する道路の危険度



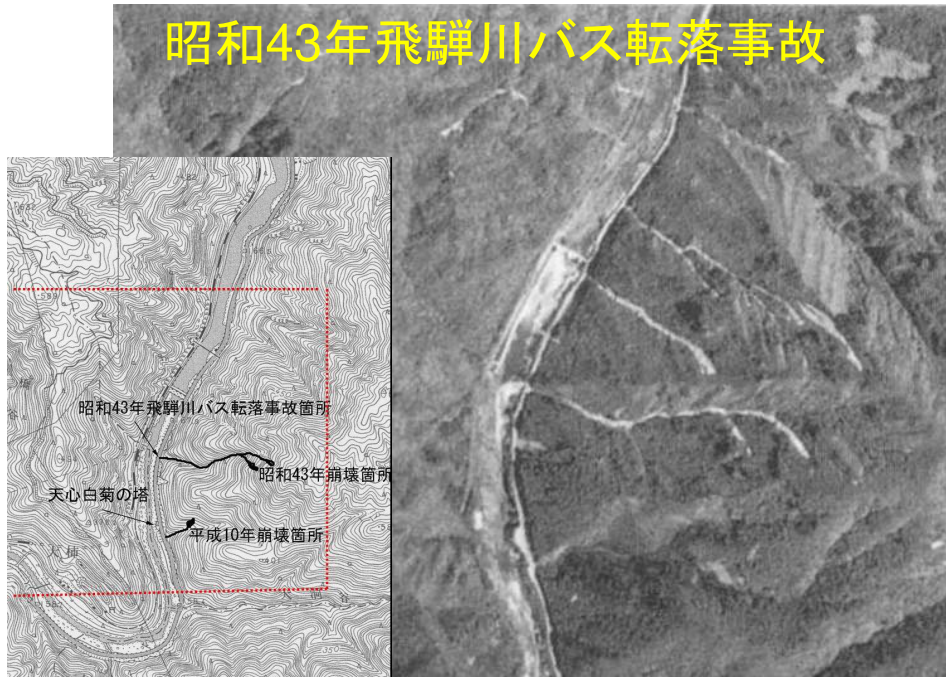
○：最良、△：問題は少ない、×：問題が多い

土石流堆積物の切土は避けるべき

⑤-6

## 土石流(6)

### 昭和43年飛騨川バス転落事故



⑤-7

## 土石流(7)

道路防災点検や事前通行規制の契機となった昭和43(1968)年8月の一般国道41号で発生した飛騨川バス転落事故。道路災害としては死者102名という最大規模の災害となった。

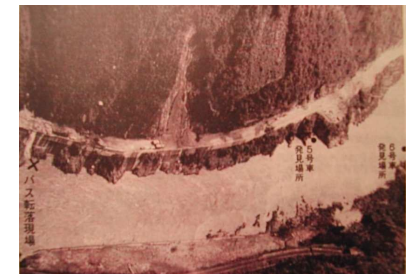
### 飛騨川バス転落事故 (昭和43年8.17豪雨災害)



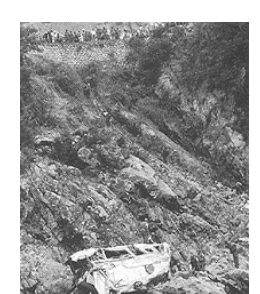
▲国道41号河下山区にて観光バス2台が飛騨川に転落。死者104人。(白川町提供)



▲飛騨川バス転落事故現場 (白川町提供)



▲飛騨川バス転落事故現場 (白川町提供)



▲飛騨川バス転落事故現場 (白川町提供)

⑤-8

土石流(8)

### 花崗岩地帯の土石流

平成11年6月の梅雨前線豪雨で起きた、広島市の土石流災害の写真。  
風化したマサが主体のため、道路を遠くまで流下。  
平成13年に施行された「土砂災害防止法」の契機となった。



土石流(9)

### 平成21年7月21日山口県防府市豪雨災害



土石流(10)

### 土石流による4車線道路と交通の被害

平成21年7月21日山口県防府市豪雨災害



2012/8/24

5-11

土石流(11)

### 2009年7月 九州道豪雨災害



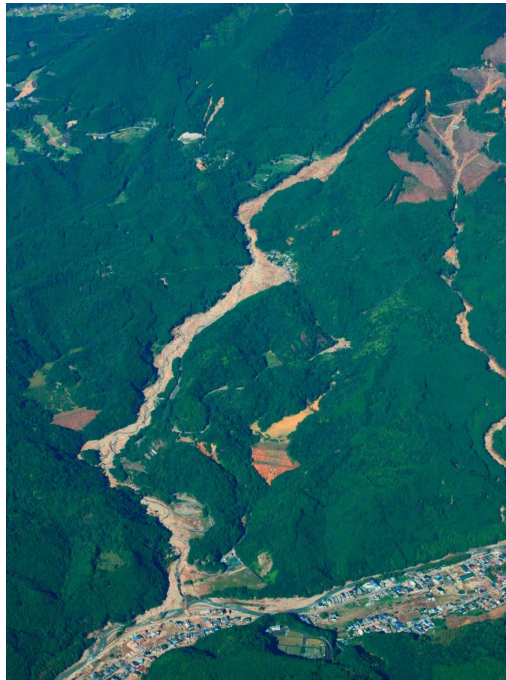
148

5-12

### 土石流(12)

平成23年9月の台風12号による土砂災害

溪流源頭部の崩壊土砂が溪岸や溪床部を削り取るように流下し、谷出口に堆積している。



⑤-13

### 土石流(13)

平成23年9月の台風12号による土砂災害

溪流源頭部の崩壊土砂が流下し、谷出口に堆積している。



⑤-14

### 土石流(14)

#### 火山地域(シラス地帯等)の土石流

平成5(1993)年8月の鹿児島県豪雨災害では、鹿児島湾岸沿いのシラス台地縁の急斜面で崩壊と土石流が多発。

竜ヶ水地区では、崩れた土砂が国道10号線を寸断し、JR日豊線の電車を巻き込み、海岸まで達した。



⑤-15

### 土石流(15)

#### 火山地帯での土石流や岩屑流

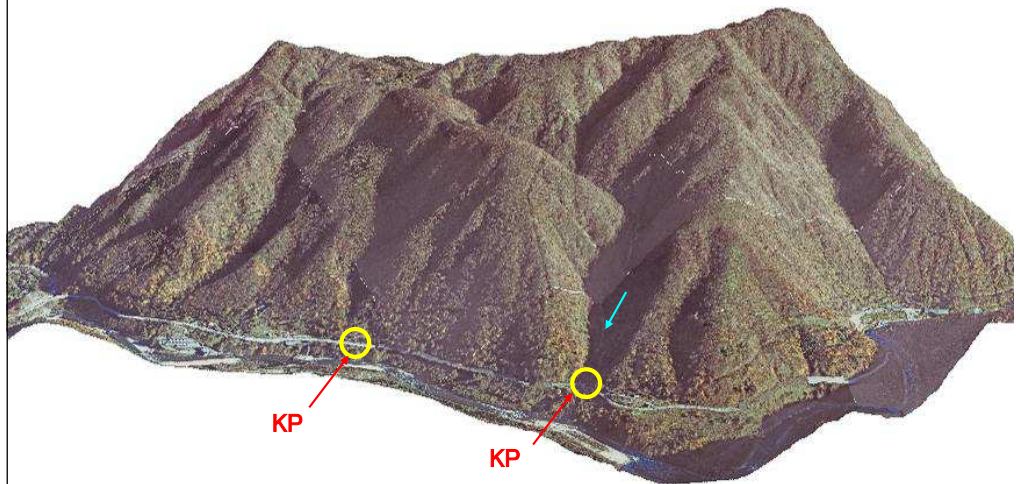
火山では噴火時や地震時に大規模な山体崩壊に起因した土石流や岩屑流がしばしば発生する。長野県西部地震(昭和59(1984)年9月14日)による御岳崩れ発生前後のもの。大規模な岩屑流の流下痕跡が見られる。



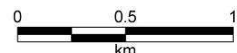
⑤-16

### 土石流調査の実際

通常、樹木に覆われている道路斜面では、斜面区分および水系分布の把握が重要。

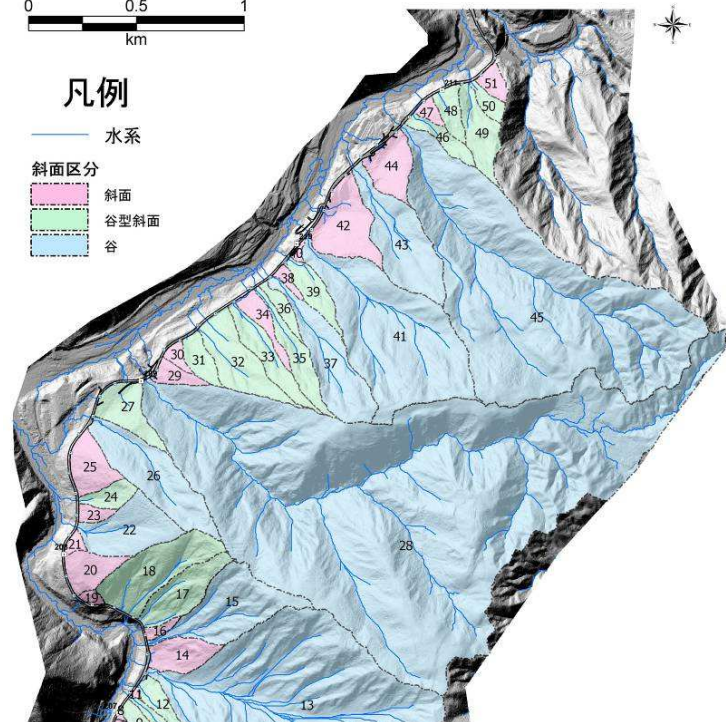


### 集水地形の把握

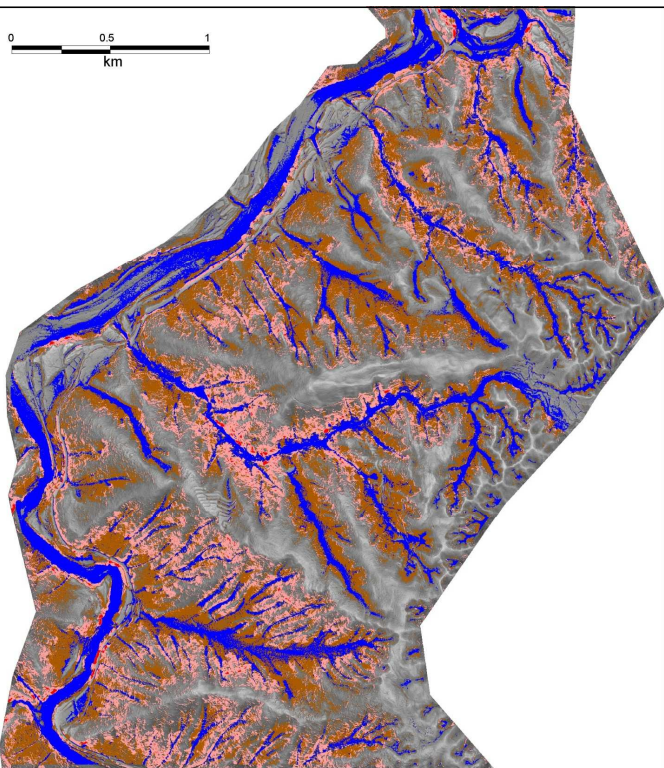


#### 凡例

- 水系
- 斜面
- 谷型斜面
- 谷



渓床堆積物や崖錐堆積物、崩壊地の把握



### 上流部の地形改変に留意



## 土石流(20)

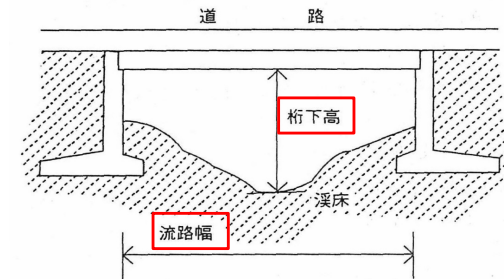
平成18(2006)年7月19日長野県岡谷の土石流災害(小田井沢川)。  
山間部の扇状地や沖積錐はもともと土石流によって作られた地形であり、  
その上に乗っている集落や道路は土石流に襲われる危険性が高い。



## 土石流(21)

### 道路構造の評価

- 溪流横過部の道路構造(桁下高さ・流路幅)の規模により評点を補正する。
- ボックスカルバートの場合は内空高さ、パイプカルバートの場合は内径を読み替える。



⑤-22

## 土石流(22)

長野県岡谷土石流災害であるが、高速道路は土石流に対して十分なクリアランスがあったため無事であったが、その下流の集落が被災した。

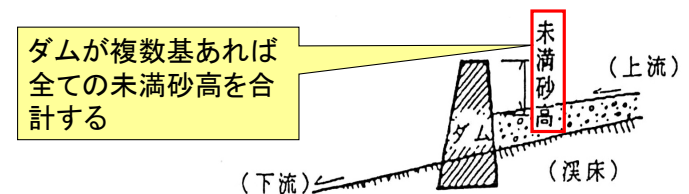


## 土石流(23)

### 既設対策工の効果

- 既設対策工の効果補正はダムの未満砂高ののべ高さで評価する

評 価	調査溪流にあるダムの未満砂高ののべ高さ(m)			
	0m	0m~14m	14m~28m	28m以上
	無い、低い	普通	高い	十分



⑤-24



## 対策工の評価

(治山ダムや道路の横過構造物)2005.9 大隅R220



⑤-25

## 土石流発生履歴を示す運搬礫



この例では未満砂高がほとんどない状況を示している

⑤-26

## 道路防災管理においては

- 0次谷等の小溪流や集水地形では、小規模土石流や土砂流出の発生頻度が高く、防災管理上の課題となっている。



⑤-27

## 土石流の点検時の着目点

- 第2絞込み(机上調査)でまとめた溪流と斜面の特性について、**大幅な乖離がないか**を確認(砂防施設等も資料に基づき確認)。
- **土砂の堆積状況**、崩壊地はレーザー測量地形図等も活用して確認。
- **堰堤の未満砂高さ**はレーザー測量地形図等も活用して確認。
- **道路構造の調査**は溪流の横過構造の**流路幅と桁下高さ**を確認。
- 道路の土石流災害は**小溪流での発生が目立つ**ので、小溪流であっても見逃さない。
- **道路上方の谷埋め盛土**や**トンネル坑口付近**を通過する溪流に留意。
- 被災履歴の記録がない場合、住民への聞き取りや**空中写真等による土石流堆や沖積錐の状況**から被災履歴を推定。

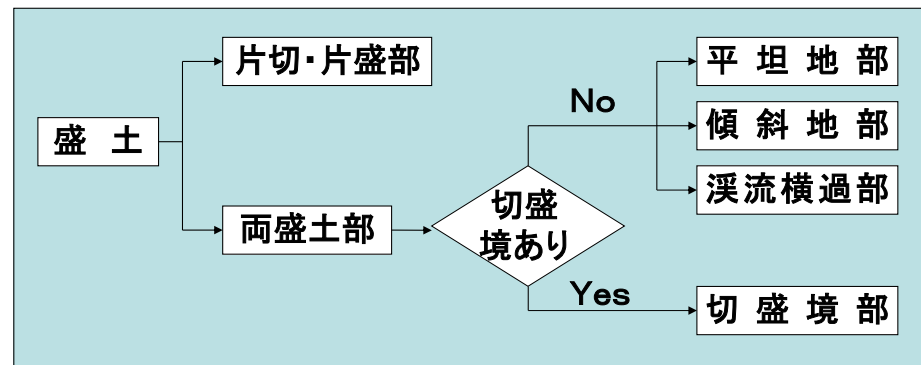
⑤-28

## 点検対象項目⑥

# 盛土

## 盛土(1)

# 盛土の形態区分

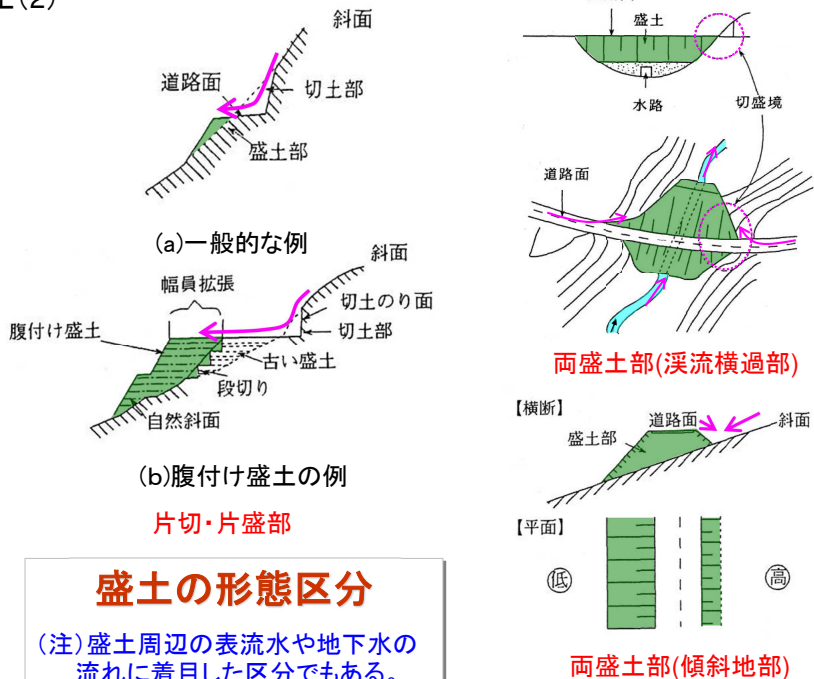


盛土の形態で区分して評価 ← 道路への雨水の集まりやすさ

(改訂) 地形と盛土の形態により区分 (部分記号⇒安定度調査の追加)

※のり面勾配が1:0.6かそれより緩い補強盛土や軽量盛土などは「盛土」、1:0.6より急なものは「擁壁」の点検要領に準じて、個別に検討・点検実施することがよい。

## 盛土(2)



## 盛土(3)

# 安定度調査表

表-5.6.3 安定度調査表(盛土)の記入例

項目	評価区分	内切部	両盛土部	片盛部	切盛境部	全要素の最高得点
構造物	構造物なし	3	3	3	3	3
状況	積雪被害あり	2	2	2	2	2
基礎地質	特殊土	1	1	1	1	1
地下水	地下水影響あり	0	0	0	0	0
表流水	表流水影響あり	0	0	0	0	0
対策	対策あり	1	1	1	1	1
対策	対策なし	0	0	0	0	0
深部対策	深部対策あり	1	1	1	1	1
深部対策	深部対策なし	0	0	0	0	0
河川	河川影響あり	0	0	0	0	0
河川	河川影響なし	1	1	1	1	1
合計		10	10	10	10	10

※(A)が0点の場合外装工の効果補正は行わない

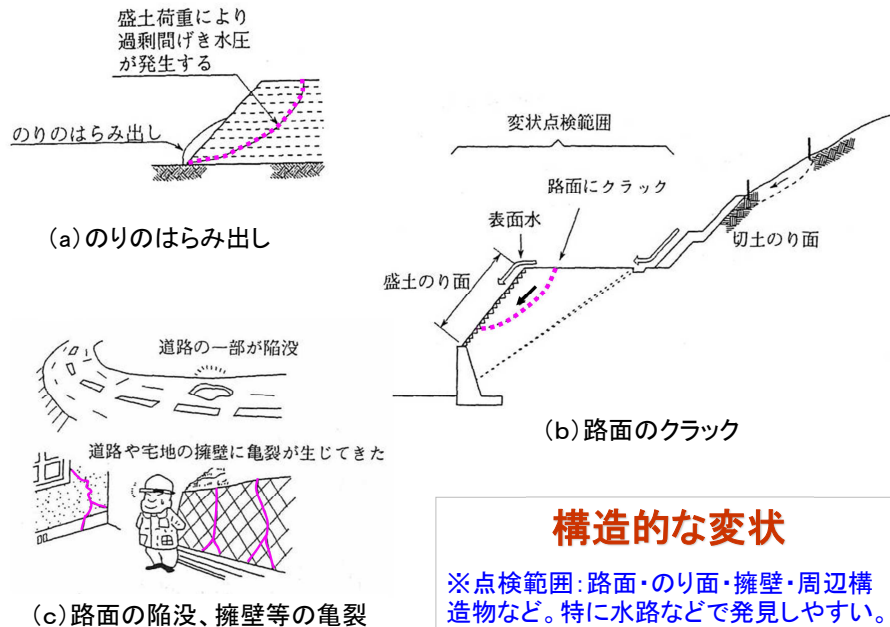
評価区分: (A) (B) (C) (D) (E)

総合評価: (E)=MAX(C,D)

判定: 対 応 判 定

注2) 切盛境部が溪流横過部に隣接する場合には溪流横過部の列を用いて評価する。

盛土(4)

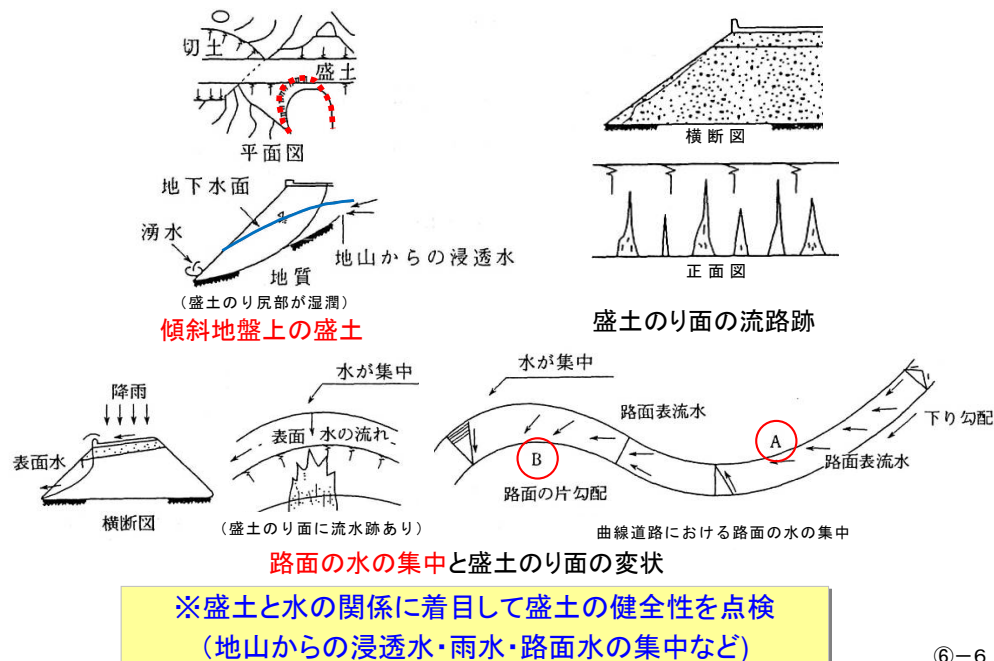


**構造的な変状**

※点検範囲: 路面・のり面・擁壁・周辺構造物など。特に水路などで発見しやすい。

**浸透水・路面水の集中**

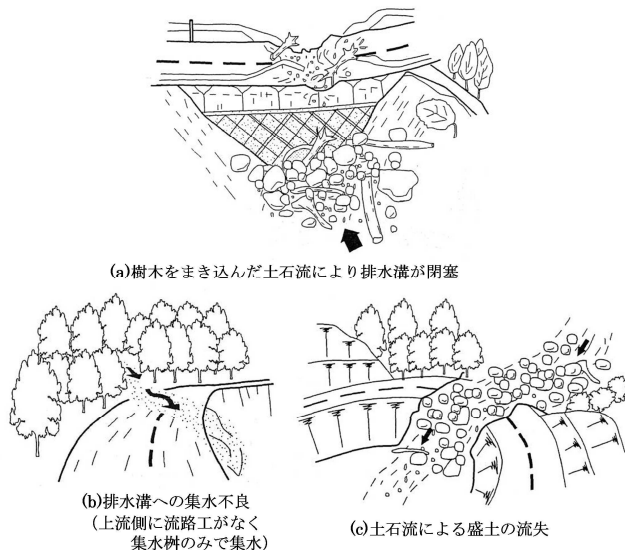
盛土(5)



盛土(6)

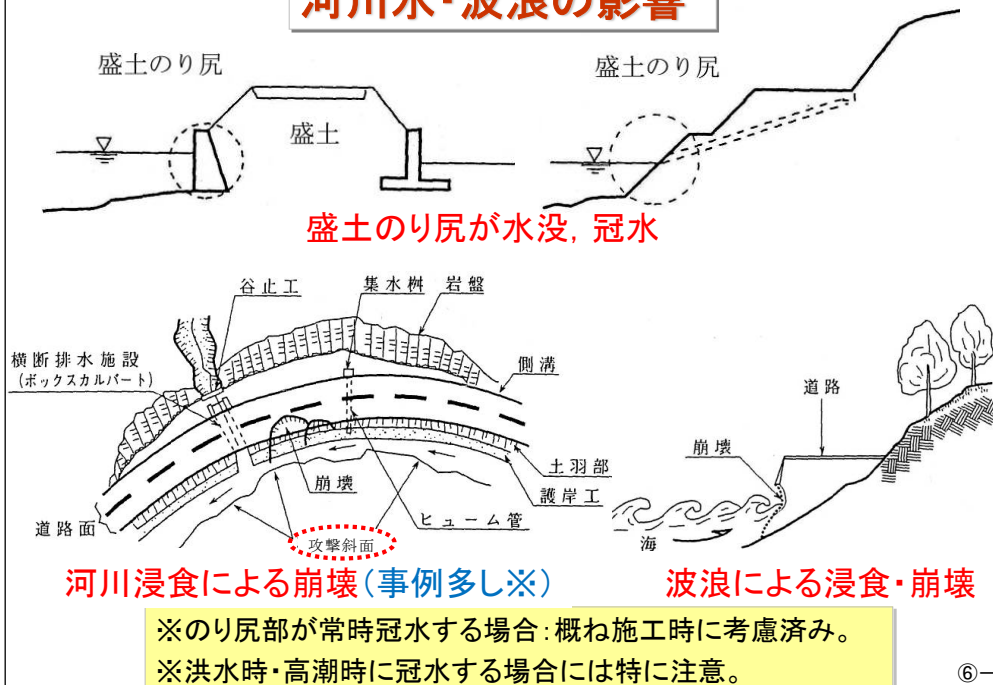
**溪流横過部  
(谷埋め盛土)**

- (a) 排水函渠の閉塞  
特に流木などが多くなると容易に閉塞が起きやすい。
- (b) 集水不良  
盛土山側の表流水処理として集水柵のみを採用した箇所は集水機能が低下し、オーバーフローしやすい。
- (c) 土石流危険溪流  
土石流の発生の可能性ある溪流では、流路の断面(横過構造)が十分か。



**河川水・波浪の影響**

盛土(7)



### 変状・前兆現象

路面に認められる盛切り境界のクラック



盛土上部の開口クラックとのり面のはらみ



盛土の形態(区分)を確認したのち、路面のクラック・段差・陥没、のり面のはらみ、構造物の変状などの原因を検討し、構造的な変状か浸透水の影響かなどを評価する。

### 変状・前兆現象



のり面の崩壊



のり面の浸食

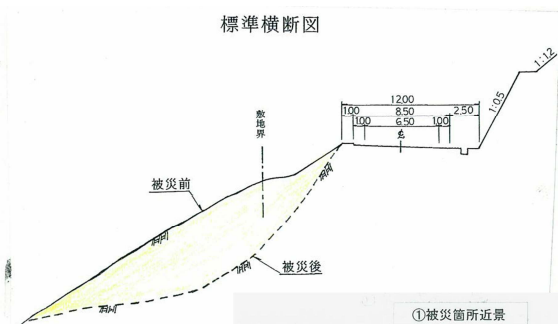
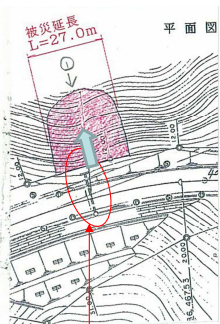


のり面の肌落ち



排水路基礎の洗掘

### 片切り片盛り部 崩壊

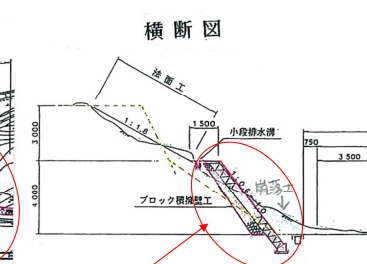
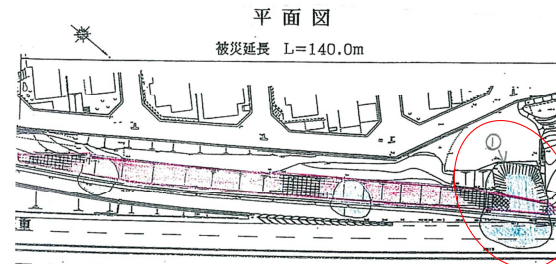


道路山側の側溝の排水を盛土下側へ流すための横断排水管の不具合



排水が盛土を含む斜面崩壊を誘発

### 盛土のり尻擁壁の崩壊



盛土のり尻の擁壁が転倒

盛土のり尻に擁壁が有る場合には盛土だけでなく、擁壁の点検も行う。

擁壁の排水に不具合があると盛土内の水位が上がって、擁壁もろとも崩壊する場合がある。

## 集水地形での盛土の崩壊

平成17年9月7日 山陽道盛土崩壊



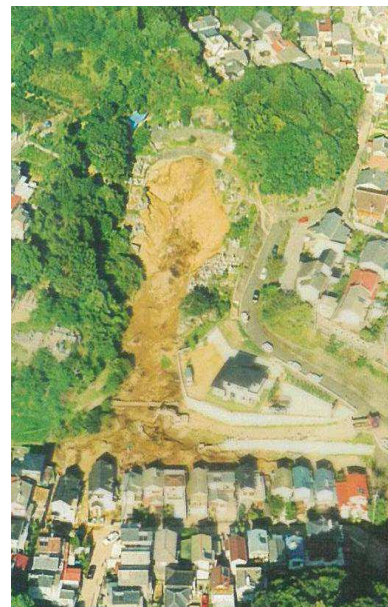
この災害後以下の3項目に全てに該当する盛土で緊急点検が実施された。

- ①地山傾斜地で集水地形上に造成された盛土
- ②のり尻から測った盛土高さが10m程度を上回る盛土
- ③盛土のり尻近辺に民家や避難施設が存在する盛土

H18点検より、盛土の安定度調査表には、上記3項目に加え以下をチェック欄を設けた(上流の植生荒廃による流木の発生等による障害を考慮)。

- ④降雨時に土砂が流出して横断排水管を閉塞する可能性がある。

## 谷埋め盛土の崩壊



○管理域外の盛土による地形改変に注意。

○谷埋め盛土は排水処理が不十分な場合が多い。

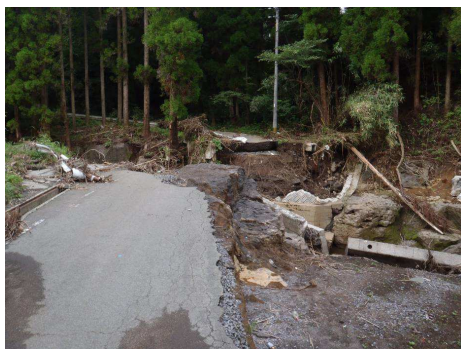
○雨水や地山からの浸透水の処理が問題。

○大規模な崩壊となる。緩斜面でも、泥流化して到達距離が長い。

高知市横浜西町

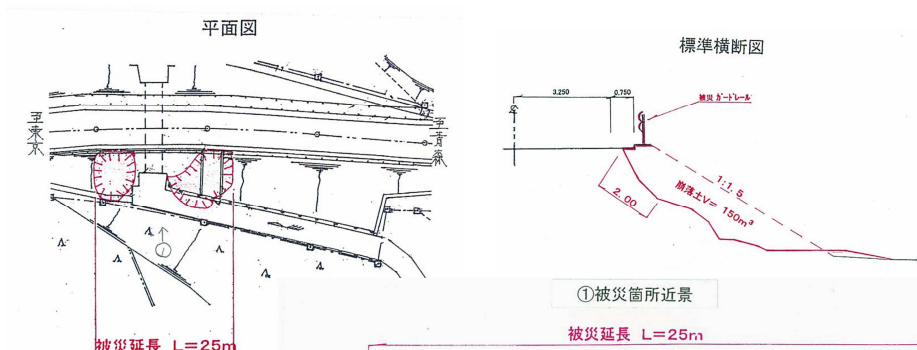


## 溪流横過部の盛土の崩壊



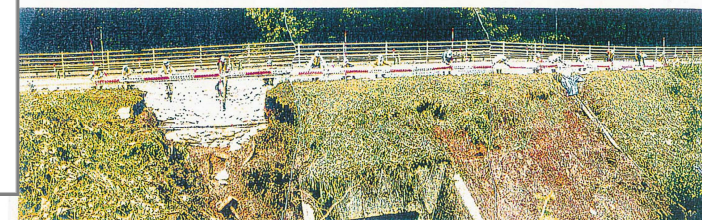
横過施設として、横断ボックスが設置されていた。  
 写真右側: 集中豪雨時の土石流により盛土が流失。  
 写真左側: 豪雨時の排水機能不良により盛土が崩壊。

## 縦排水路, ボックスの周辺部の崩壊

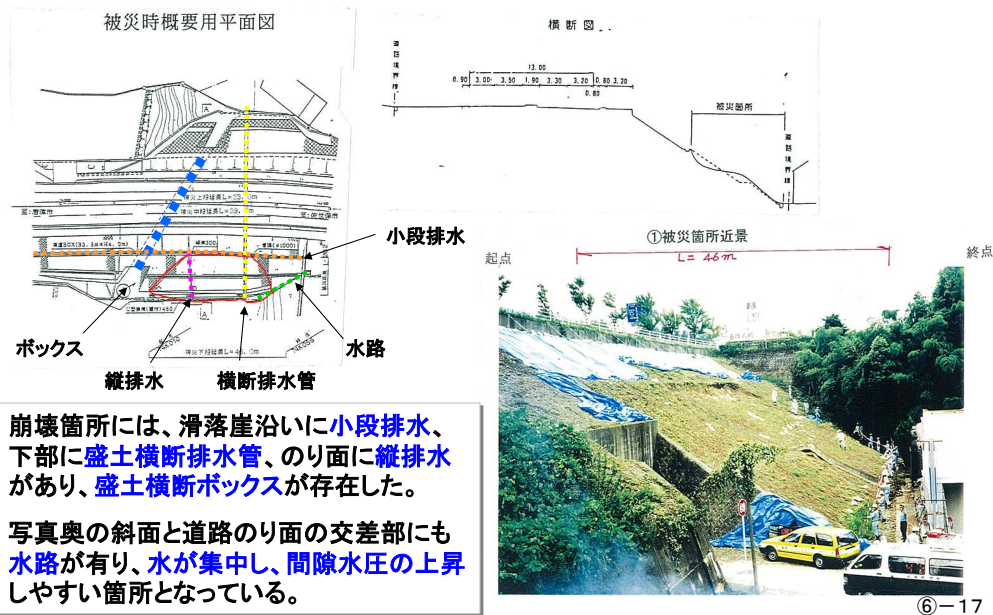


盛土表面の縦排水路周辺で崩壊が発生

道路横断するボックスの周辺は間隙水圧が上昇しやすい。



### 横断排水管, ボックスの周辺部の崩壊



### 降雨に伴うのり面崩壊



盛土施工後間もないのり面の崩壊の例

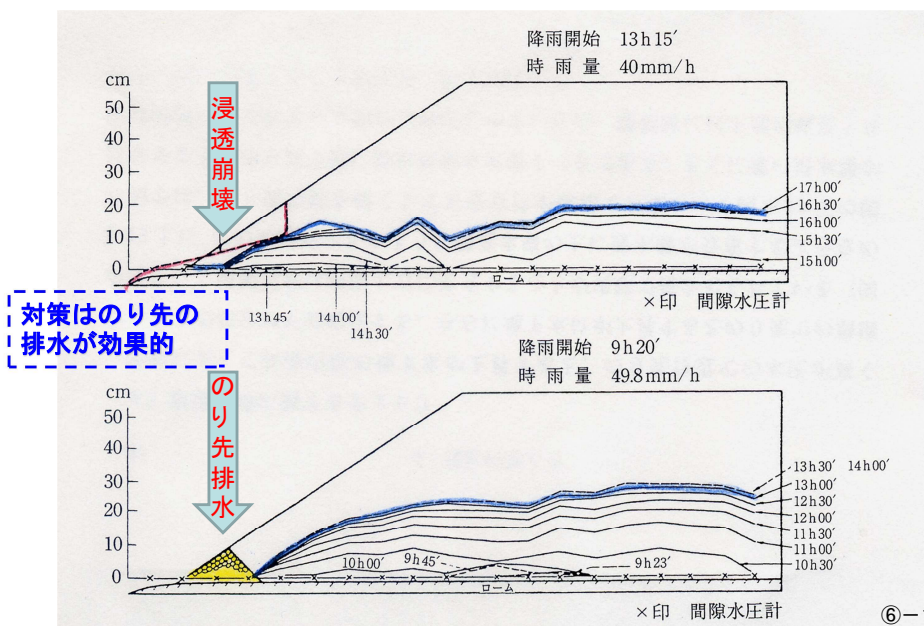
盛土のり尻の崩壊

⇒のり尻部の変状・湧水に注意

(点検のポイントとなる)



### 雨水浸透によるのり面崩壊のモデル実験



### ●地震時の盛土崩壊

地震時に谷埋め盛土や傾斜地上の片盛土で、大規模な崩壊が発生



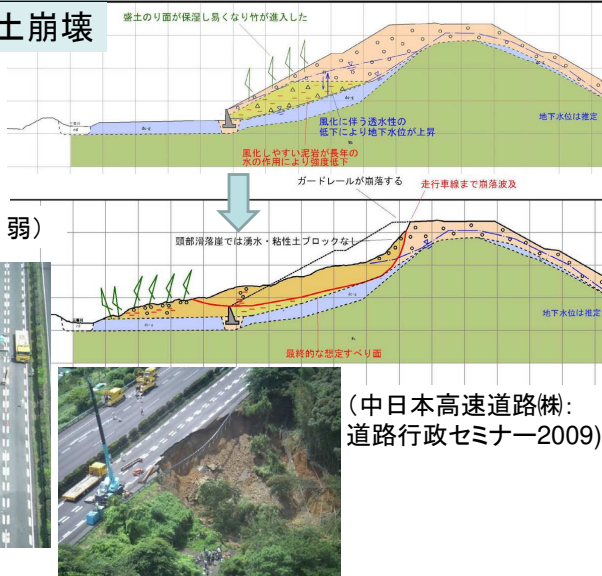
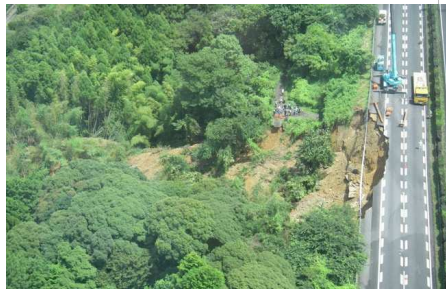
地山から盛土内への浸透水が被害を拡大

2004年新潟県中越地震、2007年能登半島地震、2009年駿河湾を震源とする地震など

東名高速道 盛土崩壊  
牧之原SA付近

駿河湾を震源とする地震

(2009.8.11発生M6.5 最大震度 6弱)

(中日本高速道路(株):  
道路行政セミナー2009)

- 集水地形(片切り片盛り, 沢横断, 傾斜地, 沢埋め)
- 高い地下水位
- スレーキングしやすい岩質材料(泥岩, 頁岩, 凝灰岩)

⑥-21

## H18点検時の追加項目

(山陽道の盛土崩壊を受けて)

- ① 傾斜地で集水地形上に造成された盛土。
- ② 盛土のり尻から測った盛土高が10m以上。
- ③ 盛土のり尻近傍に民家や避難施設が存在する。
- ④ 降雨時に土砂が流出して横断排水管を閉塞する可能性がある。上流の植生荒廃→流木の発生

⑥-22

## H21年度 盛土のり面の緊急点検

(東名高速道牧之原SA付近の崩壊を受けて)

- ① 盛土材=スレーキングしやすい岩質材料  
泥岩や熱変質岩・高含水比の火山灰など
- ② 沢埋め部等の集水地形に作られた盛土
- ③ 盛土高10m以上の盛土

- 盛土のり面からの湧水の有無  
降雨後などに点検すること

⑥-23

## 盛土の点検の着目点

- 机上で盛土区分、盛土材料、集水地形、道路横断函渠、表面排水系統等について把握(原地形、周辺の地形、構造物の影響で間隙水圧が上昇しやすい箇所は注意)
- 流域外の雨水が表流水となって路面や側溝を介して多量に盛土に流入する箇所は注意する。
- 盛土の湧水と変状(クラックやはらみだし、侵食による小崩壊)の有無を確認
- のり尻擁壁の変状の有無および排水性の良否を確認
- 排水路の沈下、変形、目地の開き、洗掘の有無を確認
- 横断排水施設への土砂が流入して閉塞する可能性の有無
- 豪雨時を想定して、雨水の流下経路と排水施設の能力や健全性を点検(特に表面排水溝の屈曲、勾配変化、マス位置などに注意)
- 地形改変等による地下水・表面水の流れの変化や集水域の拡大に注意

⑥-24

## 点検対象項目⑦

# 擁壁

## 擁壁(1)

# 擁壁の安定度調査の考え方

擁壁周辺条件に関する評点

擁壁本体に関する評点

履歴に関する評点

評点

## 安定度評点の考え方（人工構造物としての擁壁）

- ・設計時に不安定要因がどの程度考慮されているか？
- ・前回点検以降の履歴や変状が点検（確認）の対象となる。

※補強土擁壁や特殊な擁壁、急勾配の擁壁形式の盛土などは本点検要領の対象外であるが、本点検要領に準じて、個別に検討・点検を実施することが望ましい。

## 擁壁(2)

# 安定度調査表

施設管理番号	M	*	*	G	D	F	部分記号	点検者	防災本部		
[擁壁周辺条件要因(A)]								所属機関 〇〇〇株式会社			
項目	要因	評点	区分	①設計に考慮した地山条件や現地状況などから評価				項目	要因	評点	区分
地形	地すべり	地すべり地帯ではない 地すべり地帯が部分的に発生 地すべり地帯が好ましくない	10					履歴(C)	変状なし	10	(10)
基礎地盤	軟弱地盤	軟弱な地盤ではない 軟弱な地盤が適切な対策を講じた 軟弱な地盤が対策がない、ある	0					壁体の変状	変状有	25	(25)
	基礎底面	良好な地盤に設置している 基礎底面の基礎地盤の傾斜が傾 基礎地盤に30°以上傾斜している	0 5 10						2年 対策工実施後変状の発生なし(毎年未満)	10	50
	支持力	平均載荷試験により支持力を確認している 試験による支持力を確認していない 支持力の確認が不十分	0 5 10						対策工実施後変状の発生なし(毎年未満)	5	(50)
水	地下水	付近に湧水は認められない 付近に湧水がある	0 10					合計	(C)	50	点
	排水施設	周辺に十分な排水施設あり 排水施設が不十分	0 25					但し0点を上限とする			
立地	洗濯	前面に河川がない 洗濯禁止が無いが、高層は高層水より高い 洗濯禁止に適合した洗濯禁止の取付	0 5 10					(D)=(A)+(B)+(C)			
		洗濯禁止の取付が不十分	0					擁壁周辺条件要因(A)	40		
合計								擁壁本体要因(B)	10		
但し20点を上限とする								履歴からの評点(C)	50		
合計								合計評点(D)	100		
但し20点を上限とする											
[擁壁本体要因(B)]								[総合評価]			
項目	要因	評点	区分	②擁壁形式と地山や裏込めの状態から評価				対	応	判定	
擁壁形式	石積 混合擁壁	安定した地山の中式のり面傾斜 安定した地山が確保されている 上式式 上式式	25					対策が必要と判断される		○	
	無筋等 片持梁式	点検要領参照 点検要領参照	5 0					防災カルテを作成し対応する			
合計											
但し20点を上限とする											
								注：( )は各項目の満点を示す。 該当する場合は記号欄に○印をつけると共に点数を記入する。 不明な場合は中間的な値を採用する。			

## 擁壁(3)

# 擁壁の倒壊事例

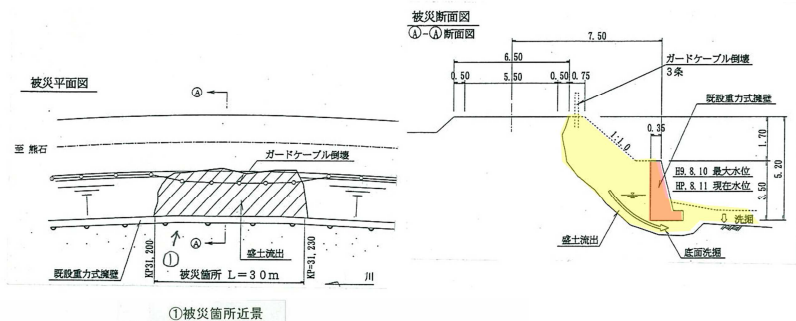


倒壊した橋台取付部の擁壁

倒壊した道路下の擁壁  
流末処理の不適切



# 盛土のり尻の擁壁基礎の洗掘による崩壊



河川の**水衝部**に位置する擁壁の基礎が洗掘されて盛土路体が流出

近年、降雨強度の高い降雨の増加でこの種の災害が増える傾向にある(※)

# 盛土のり尻の擁壁基礎の洗掘による崩壊 (東北での事例)



令和元年台風19号による宮城県での被災例。

水衝部での洗掘が被災前から発生しており、台風により洗掘拡大・吸い出しにより崩壊



# 切土箇所のブロック積擁壁の変状



上: **水平亀裂**(押し出しあり)

亀裂を生じさせた外力についても点検する必要がある

左: **湧水と目地切れ**(植生活着)

# 変状の事例



擁壁天端の段差



擁壁目地の開口



擁壁基礎の洗掘



擁壁基礎の洗掘

## 変状の計測(継続調査)



重力式擁壁に現れたクラックのカルテ点検時の継続調査の例。

このような変状の場合、継続調査で変状の進行がないと確認され、総合評価が安定側となる場合が多い。

⑦-8

## 補強土擁壁の変状



点検要領では対象外の擁壁形式だが、変状の有無だけでなく、定量的な変状の進行を把握する。

上: 傾斜地の壁面材に見られた変状。不同沈下や移動(傾動)が推定される。  
右: 壁面が全体に沈下し、継目が開口している。地震時の液状化が原因であり、周辺に噴砂が堆積している。



⑦-9

## 擁壁の点検の着目点

- 集水地形の箇所、斜面上、軟弱地盤上に設置された擁壁等で変状・損傷が発生しやすい
- 擁壁は一般に縦断方向に長い構造物であり、横断及び縦断方向において設置条件が変化する場合があることに留意する
- 可能であれば点検前に設計図書の確認が重要
- 変状が認められた場合、擁壁周辺の状況と擁壁の変状との関係に注意(当初設計条件との差異)
- 変状の進行程度(履歴)を定量的に評価
- 排水機能の低下や湧水量の多い箇所に注意
- 擁壁周辺の地形改変等による集水域の拡大に注意
- 擁壁の変状のみに着目するのではなく、のり面全体の変状の一部として大局的に捉えて評価

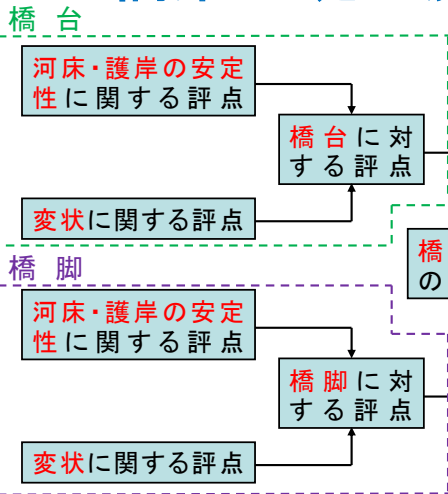
⑦-10

## 点検対象項目⑧

# 橋梁基礎の洗掘

⑧-1

# 橋梁基礎の洗掘の考え方



## 安定度評点の考え方

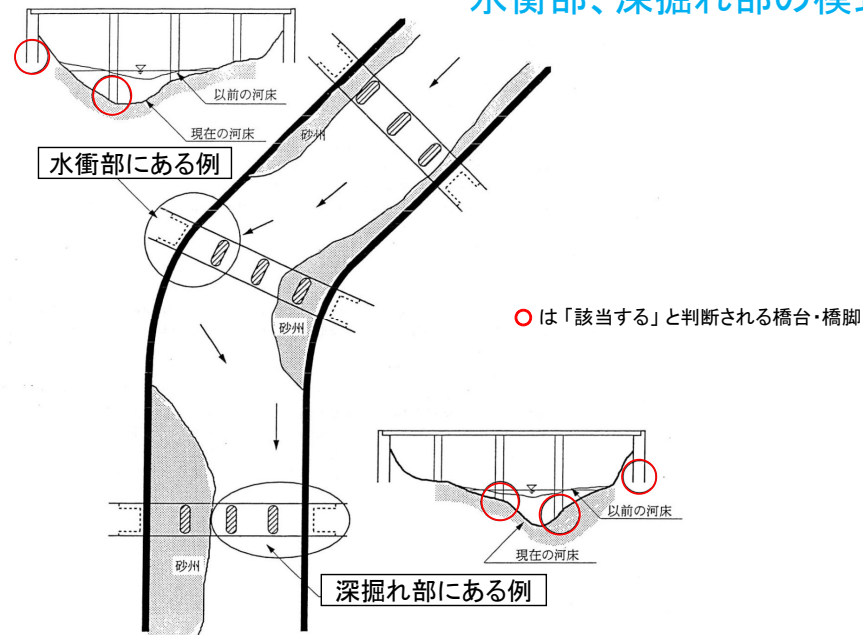
- 橋台と橋脚
- 河床・護岸の安定性と変状について評点

## 目視以外の調査の併用

- ・深淺調査
- ・カーイメージングソナー
- ・その他

◎ 洗掘の可能性が高い橋台・橋脚をそれぞれ1基ずつ選定し、得点を付ける。ただし、複数の橋台・橋脚を調査するときは、安定度評価が最も低くなるものに着目して評価する。

# 水衝部、深掘れ部の模式図



# 安定度調査表

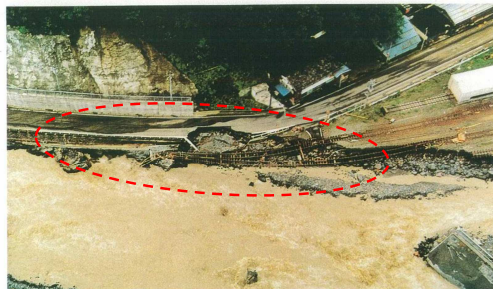
施設管理番号		部分記号	
[河床・護岸の安定性] (橋台・橋脚共通事項)(A)			
項目	要因	評点区分	配点
河床形(急流河川である)	17/100未満/250以上	10	0
深掘れ位置(水衝部または深掘れ部に橋台・橋脚がある)	該当する	10	20
架設年代	昭和20年以前	10	0
最小径間長	10m以下	10	0
河床間隔率	5%以上	10	0
新下高	300cm以下	10	0
災害発生頻度	15歳(15)	10	0
共通事項の合計			0
(橋台調査橋台A1)(B)		評点区分	配点
橋脚と橋脚の引先の離れ	5m以内	10	0
橋台の設置位置	橋台が河川内に突出している	10	0
橋脚に対する安定性(基礎の露出)	該当する	10	-10
橋脚の全面(周辺)の護岸	護岸・嵩上げが不足している	10	0
(橋脚調査橋脚P1)(E)		評点区分	配点
橋脚の基礎形式	パイル・ベントである	10	0
流向と橋脚の交角	20°以上	10	0
洗掘に対する安定性(基礎の露出)	該当する	10	-10
洗掘対策工	基礎の基礎	10	0
洗掘対策工	連続橋脚的	10	0
洗掘対策工	なし	10	0
合計		(B) (25~20)	-20
(橋梁全体の評点)(K)		(G)と(H)の大さい方	75
橋梁全体の評点		(K)	75
総合評価			
対	応	判	定
			○

# 護岸の洗掘

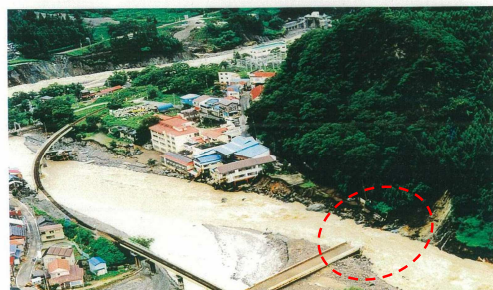
平成7年7月11~12日 姫川流域豪雨災害事例



橋梁基礎の洗掘(5)



溪岸洗掘によるJR軌道の被災例



水衝部側の橋脚と橋台の流出による落橋

⑧-6

橋梁基礎の洗掘(6)



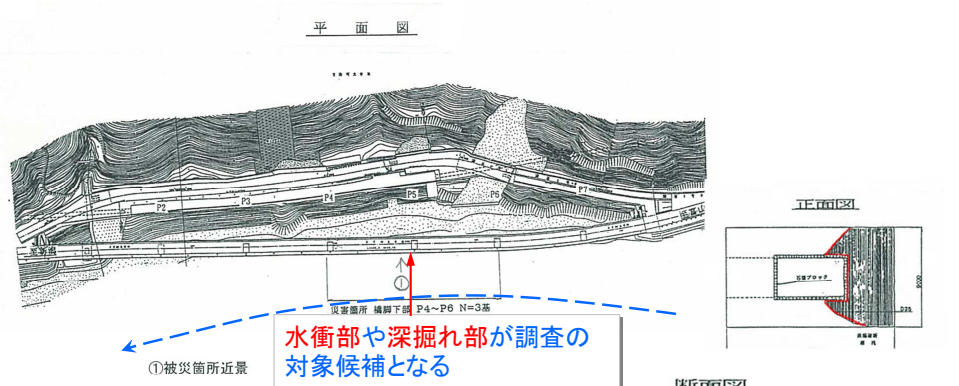
土石流により路体が流出し道路が切断



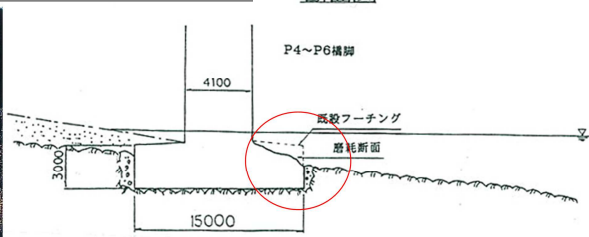
溪岸が浸食を受け、橋脚基礎杭が洗掘により露出

⑧-7

橋梁基礎の洗掘(7)

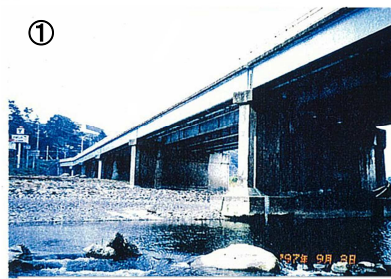
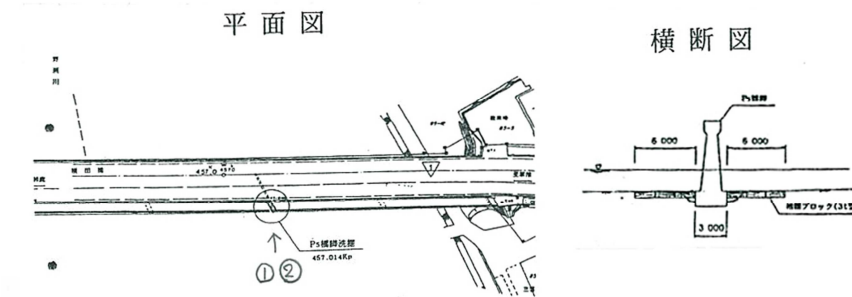


箱メガネによる水中の観察

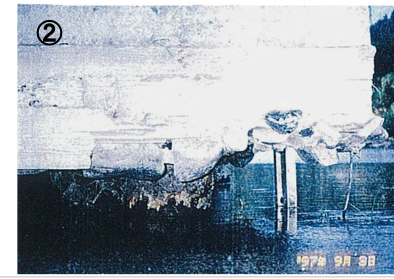


⑧-8

橋梁基礎の洗掘(8)



①



②

深掘れ部の変状の例: みお筋の変化、砂利採取、浚渫等による河床低下が生じる箇所などで発生しやすい。

⑧-9

### 東日本大震災の津波による橋脚基礎の洗掘状況



### 河川水による橋台基礎の洗掘



令和元年10月の台風19号に伴う豪雨による(宮城県丸森町)

### 橋梁基礎の洗掘の点検の扱い

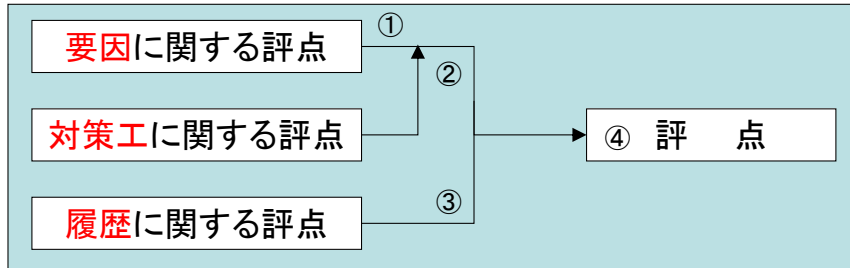
- 点検は、橋梁定期点検要領(平成31年2月 国土交通省道路局)で不足があった場合など、必要に応じて実施。
- 平成8年度点検以降、河川改修の実施や洪水が発生し、**護岸の変状、みお筋の変化、河床低下**が生じている可能性がある場合は**点検を実施**。
- **水没**している橋台や橋脚の基礎部分では、ソナーや潜水による調査であったが、最近では**水中ドローン**による調査、また、深淺測量やみお筋の確認には**グリーンレーザ**が用いられているので活用。

### 点検対象項目⑨

# 地吹雪

※「地吹雪」は点検項目の一つであるが、平成18年9月事務連絡「道路における災害危険箇所の再確認について」の再確認点検対象になっていない。

## 地吹雪の安定度調査の考え方



- ① 要因の評点を求める
- ② ①の評点を対策工の実施状況により補正する
- ③ 災害履歴の状況から得られる評点を求める
- ④ 上記②と③の結果を比較し、評点の大きい方を最終評点とする

総合評価 → 「要対策」、「カルテ対応」、「対策不要」

## 吹雪・地吹雪とは

- **吹雪**: 降雪中の雪や積雪が強風によって空中に舞いあげられる現象 (道路吹雪対策マニュアル, 2011, 1-2-2)
- **地吹雪**: 地面に降り積もった雪が、風によって吹き上げられる現象 (大辞泉)



(左写真: <http://www.geocities.jp/jh8neb/konsyu/hokkaido-no-syasin-.htm>)

(右写真: <http://dosankomami.blog.so-net.ne.jp/archive/c2300151942-1>)

## 対象とする吹雪等の種類

- 視程障害・吹き溜まり発生による交通障害を起こす次の現象を対象とする
- 「地吹雪」「吹雪」「風雪」「ブリザード」

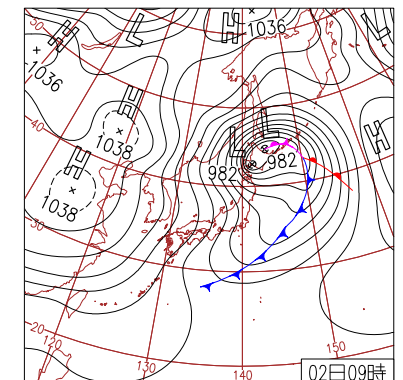
	分類および定義		降雪	飛雪の運動形	
地吹雪	積雪表面の雪粒子が風によって飛び跳ねながら移動する現象。	低い地吹雪	雪が目の高さより低く飛ぶ	無	転動・滑動・跳躍
		高い地吹雪	雪が目の高さより高く飛び視程を悪くする	無	転動・滑動・跳躍・浮遊
吹雪	強い風で地表に積もった雪が舞い上がり、同時に雪が降っているため視程が悪くなる現象		有	転動・滑動・跳躍・浮遊	
風雪	飛雪の有無には関係なく、強い風によって横なぐりに雪が降る現象		有	-	
ブリザード	もともとは北米の方言で、風速 15m/sec 以上、視程 400m 以下で、3 時間以上続く吹雪のことを言う。ホワイアウトになることが最も多い気象条件である。日本では猛吹雪、暴風雪を表すのに使われることが多い。		有	転動・滑動・跳躍・浮遊	

(寒地土木研究所, 2011, 道路吹雪対策マニュアル (平成 23 年改訂版) .1-4-4p.)

## 平成25年3月2日の猛吹雪



中標津町 (毎日JP: 2013年3月3日)



2日(土)北日本 大荒れの天気  
低気圧が北海道付近で急速に発達、全国的に風強く、北日本は猛ふぶきの所も。北海道えりも岬で37.4m/s。寒気の移流が強く、西～東日本の最高気温、昨日より10℃以上低い所も。

(気象庁ウェブサイト)

## 安定度調査表

### 要因

項目	要因	配点	評点
気象条件	-0.9℃ ~ -1.9℃ 8m/S以上	20	15 (20)
	-1.9℃ ~ -2.9℃ 7m/S未満	15	
	-2.9℃ ~ -3.9℃ 4m/S未満	10	
地形	平野や山間部に近い平地の場合	15	15 (20)
	山間部で沢や谷に沿っている場合	5	
土地利用状況	家屋・樹林帯が道路に接している場合	10	10 (20)
	家屋・樹林帯が道路から離れた場合	5	
	家屋・樹林帯が道路から離れた場合	0	
道路構造	切土の勾配	5	5 (10)
	路肩の勾配	5	
	路側の堆積スペース	0	
その他	イン・ホル・坑口、立体交差部等	10	15 (25)
合計		(100点)	65点

### 履歴(程度と頻度)

有無と程度	発生頻度	配点	評点
発生回数以上	年に1回以上	100	60
発生回数以上	年に1回未満	70	
発生回数以上	発生回数以上	40	
発生回数以上	発生回数以上	80	30
発生回数以上	発生回数以上	30	
発生回数以上	発生回数以上	0	

注) ( )は各項目の満点を示す。  
該当する場合は配点欄に○印をつけて共に点数を記入する。  
不明な場合は中間的な値を採用する。

### 総合評価

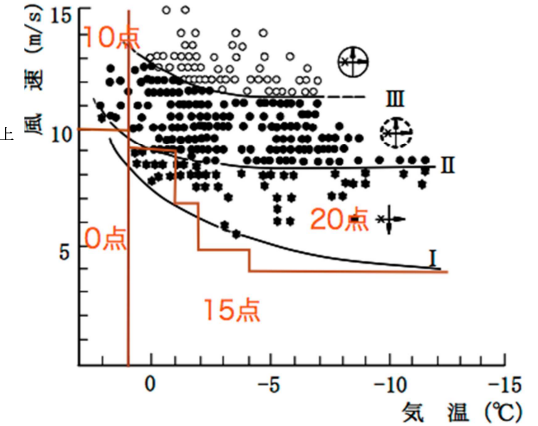
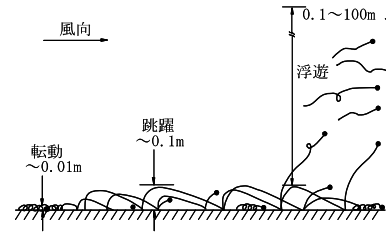
総合評価	対応	判定
対策が必要と判断される。		
防災カルテを作成し対応する。	○	
特に新たな対応を必要としない。		

### 対策工の効果

対策工の効果	点数	評点
対策工の効果	10点	65点
対策工の効果	5点	
対策工の効果	0点	0

(D)=MAX(B, C)  
(B) 65点  
(C) 20点  
(D)=MAX(B, C)  
65点

## 気象条件(1)-風速と気温-



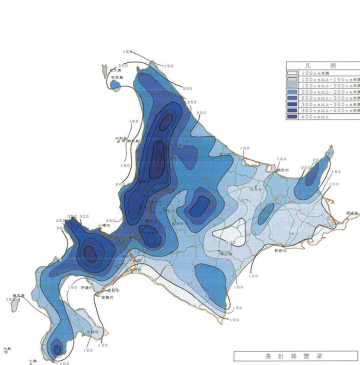
### 飛雪の運動形態

地表1cm以下の高さを移動する転動, 10cm以下を移動する跳躍, それ以上の高さを移動する浮遊に分けられる。(マニュアル, 1-4-3)

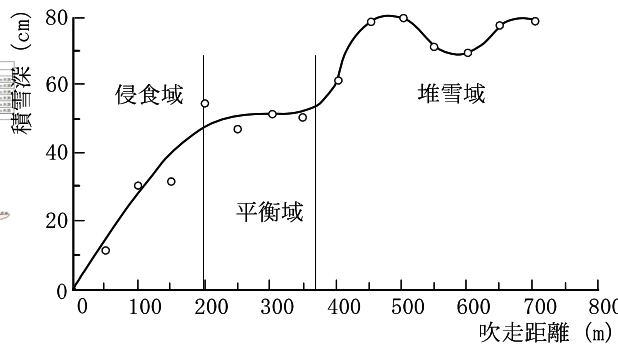
### 降雪時の吹雪発生限界風速

「曲線II」は低い地吹雪と高い地吹雪の発生限界である。  
「曲線III」は連続的な高い地吹雪の発生限界である。  
(マニュアル, 1-4-5pに評点を加筆)

## 気象条件(2)-積雪深-



1981年12月~1994年3月の日降雪深の積算値(マニュアル, 1-4-15)



地吹雪の発生地点から200m付近までは侵食域で積雪深が増加する。それより遠くなると平衡状態となり、さらに350m付近から堆雪域となる。  
(マニュアル, 1-4-7)

## 地吹雪の発生しやすい地形

- ①平野や山間部に近い平地
  - 道路から風上側の平坦部(障害物の無い開け場所)が300m以上の場合は可能性大
- ②山間部で沢や谷に沿っている場合
  - 沢風・谷風等が自然斜面に沿って吹き上げ道路に吹き溜まる

(H18 手引き, 173p)



## 家屋・樹林帯の効果

- ▶ **家屋が密集する地域**(市街地・集落内)では障害となるような地吹雪・吹き溜まりは発生しにくい
- ▶ **建物が点在する場合には風下側に吹き溜まることもあるので注意を要する**
- ▶ **家屋間隔が数10mも離れているような場合は効果無しと判断する**
- ▶ **防雪林や自然の樹林がある場合は防雪効果あり**(目安として道路から50m)

(H18 手引き, 174p)

## 防雪柵(1)

- ▶ **吹きだめ柵**:道路の風上側に設置して風速を弱め、柵の前後(風上側、風下側)に飛雪を堆積させる
- ▶ **吹き止め柵**:風上側に雪を多く捕捉し、かつ風上の防雪容量を大きくするために、柵の空隙率を小さく柵高を大きく、更に下部間隙をゼロにした構造の防雪柵
- ▶ **吹き払い柵**:防雪板で風を制御し、柵の下部空隙から加速されて吹き抜ける強い風で道路の路側や路面の雪を吹き払う
- ▶ **吹き上げ防止柵**:飛雪を風上に捕捉し道路の風速を弱める機能を有するなど、吹き止め柵の一種

## 防雪柵(2-1)



吹きだめ柵

道路からやや離れた位置に設置して風上側と風下側の両方に雪を溜める構造である。

(寒地土木研究所, 2011年3月, 道路吹雪対策マニュアル)



吹き止め柵

右側からの飛雪を柵の風上側の溜めるものである。視程障害, 吹溜りの両方に効果的である。

## 防雪柵(2-2)



吹き払い柵

左側からの飛雪を柵の下の隙間から勢いよく飛ばして路面の雪を吹き払う2車線程度の道路で用いる

(寒地土木研究所, 2011年3月, 道路吹雪対策マニュアル)



吹き上げ防止柵

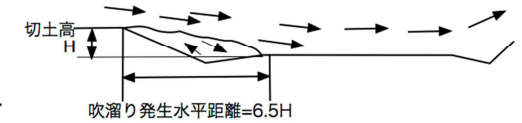
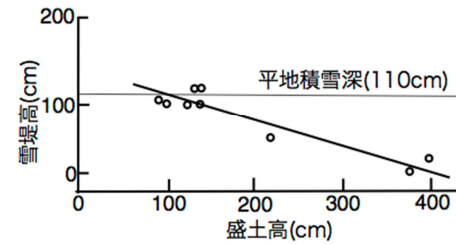
左の谷から吹き上げてくる雪の勢いを弱め、谷側に雪を溜める



## 道路構造の影響

- 盛土高が高くなると吹き溜まりを生じにくい
- 盛土のり長が短ければ法面に堆雪できず吹き溜まりを発生しやすくなる
- 切土法面ではのり面勾配が急な場合、そこが溝となり吹き溜まりを発生しやすい
- トンネル坑口や立体交差部は地形の変化点となるため吹き溜まりが発生しやすい

## 道路構造



平地の積雪深が110cmの場合:

- 盛土高が1m程度だと雪堤高も1mくらいになり視程障害が発生しやすい。
- 盛土高が4m程度になると雪堤はほとんど無くなる。

(H18点検要領, 175-176)

切土部の場合:

- 切土部では風が渦を巻いて吹溜りが出来る。
- 切土高5mでは32.5m以上必要。切土勾配3割とすると、のり尻から17.5mの堆雪幅を取れば吹き溜まりはできにくい。

## 防雪のための道路構造



**防雪切土:** 風上側の切土勾配を1:3.0より緩くし、路側に溜まる雪(路側雪堤)の高さを抑えるために堆雪スペースを設ける。



**防雪盛土:** 道路脇に盛土をして路面に吹溜りが形成されにくくする。路側雪堤を低く抑えられる。



**緩勾配盛土:** 盛土法勾配を1:4.0程度にする。  
1) 法肩での吹溜りを少なく出来る。  
2) 路側雪堤を低く抑えられる。

## 被災履歴の評価

- 被災履歴は過去の交通障害の有無と程度、発生頻度により評価する
- 発生頻度は道路パトロール記録、路線バスの運行記録等を基にして実態把握する
- 「著しい交通障害」とは通行止めや絶えず吹き溜まり排雪を行わなければならない場合  
「交通障害」は視程障害により走行速度が大幅に低下した場合とする

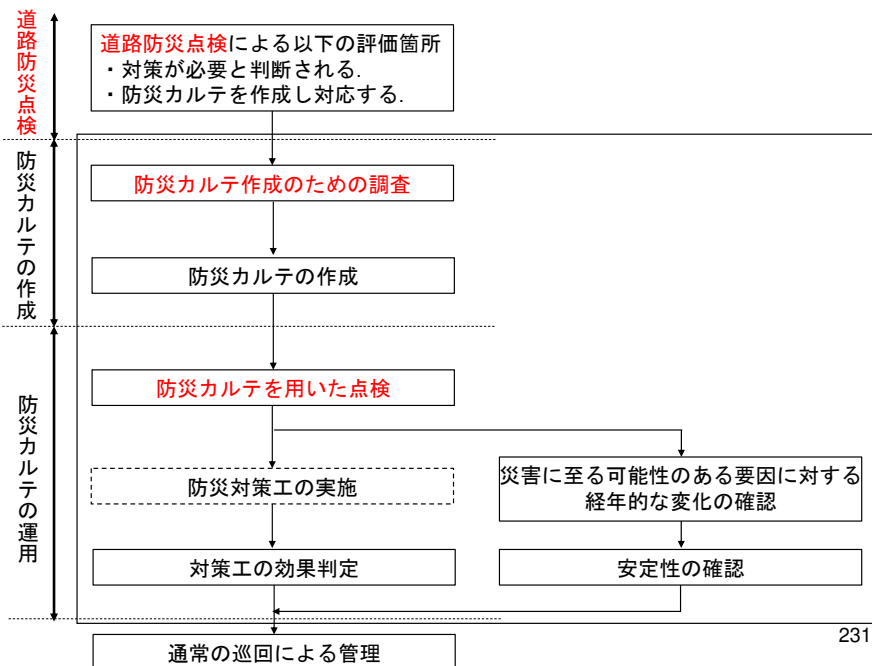
(H18点検要領, 176p)

## 地吹雪のまとめ

- 気温・積雪深は**2月の気象状況**を検討して評点を付ける
- 地形条件・土地利用状況は現地で確認
- **地吹雪対策の道路構造**に注意
- 対策工の効果は**防雪柵の構造**に注意
- 履歴の「著しい交通障害」とは**通行禁止等の規制処置**がとられた場合など。「交通障害」とは視程障害により**大幅に走行速度低下**した場合

## 防災カルテ点検

### 道路防災点検と防災カルテ点検の関係



### 道路防災点検と防災カルテ点検の関係

- 箇所別記録表・安定度調査表等を作成し、各種の災害に至る可能性を判断・評価するのが「**道路防災点検**」。
- 各種の既存資料から内的要因を推定することは可能。
- 豪雨による地下水位の作用（湧水の有無）や地震による構造物の破損の拡大（亀裂の発生・拡大）等、内的要因を踏まえた外的要因と変状の関係を、安定度調査実施時のみで適切に評価することは困難。
- ⇒内的要因と外的要因とともに変状の発生・進行状況の関わり合いを適切にとらえることを目的として、**定期的に点検**を行い、災害発生の可能性と防災対策の必要性や緊急性を適切に判断するため「**防災カルテ点検**」を実施。

## 防災カルテ点検時の留意点

- ① 「防災カルテ」に登録された「**着目すべき変状**」だけに注目した点検としない。
- ② 「着目すべき変状」の**背景を理解**して点検を行う。
- ③ 変状の**目視確認に適した時期**に点検を実施する。
- ④ 点検**頻度**の検討を行う。
- ⑤ **緊急点検・臨時点検**として行う防災カルテ点検はゆるみや変形等に対し注意深く行う。
- ⑥ 点検**対象区間周辺域の災害リスク**を把握する。
- ⑦ 変状の**進行や状況の変化**が確認された場合は、「防災カルテ様式」に**記録**を残す。

233

## 防災カルテ点検時の留意点

- ⑧ 各種の既設防災対策工の老朽化や損傷、排水施設の機能不全、倒木や枯損木の発生等の現象が発見されたら、**早急に道路管理者に報告し、適切な補修・修繕につなげる。**
- ⑨ **道路防災点検と防災カルテの更新を必要に応じて行う。**
- ⑩ **経年的なカルテ点検の実施により、点検頻度や点検の必要性を見直す。**

234

## 防災カルテ点検時の留意点「落石・崩壊」

- ・ 対象区域の**遠望目視**により前回との顕著な**状況変化**の有無を確認
- ・ **着目点以外**の落石や崩壊等の発生・拡大に注意し、発生源を確認、着目点の追加、対策工の必要性の検討等の適切に対応
- ・ **樹根の発達**に伴う落石発生はカルテ点検で継続監視や伐採で対応
- ・ 必要に応じて**着目点位置**や**計測内容**を**変更**も検討
- ・ **落石防護柵の背面**の落石や崩土の状況変化は特に注意深く観察
- ・ 道路区域外から**地表水の流入が増加する場合**はその影響を考慮
- ・ **新たな人工改変**が隣接して実施されている場合はその影響を確認
- ・ **野生動物**による掘り返しや、**倒木**による根返りにも注意
- ・ **倒木による交通障害の可能性**のある場合には道路管理者へ通知

235

## 防災カルテ点検時の留意点「岩盤崩壊」(1/2)

- ・ **着目すべき変状箇所の変化の有無**【亀裂の進展、落石・小崩壊の発生など】を把握。災害に至る要因を早期に発見し、対応。
- ・ **前兆現象**【崖面背後の開口亀裂、対象岩体底部の水平系亀裂や圧縮性亀裂、岩盤のゆるみ、対象岩体からの小崩壊や落石、岩体下部の浸食、岩体上面の沈下など】に注意。
- ・ 開口量は小規模でも、**連続性の高い亀裂がみられる場合は**、軽微な変形が進行している可能性、その変化に注意。
- ・ **隣接斜面の変状や小規模な災害**（落石・小崩壊）が、大規模災害の兆候となっている可能性。
- ・ 見た目が良好な岩盤でも、厚さ数 mmの弱層の連続性があり流れ盤であれば**すべる可能性**、**亀裂の分離による崩落**が生じることにも留意。

236

## 防災カルテ点検時の留意点「岩盤崩壊」(2/2)

- ・ 岩盤斜面やのり面吹付け工の亀裂やはらみ出しも、その進行に注意。亀裂のズレや開口の程度、亀裂の系統性、剥離等から地山の変動によるものか、また、詳細調査や計測、対策工の必要性について検討。
- ・ 着目すべき変状箇所で変化が確認された場合、**詳細調査**【急峻な岩盤斜面での**クライミング調査**や **UAV** を利用した**近接写真**（対象岩体背後に分布する亀裂の状態把握に有効）】で**変化の進行を把握**。
- ・ 変化の進行を把握する**計測**【伸縮計、土圧計、クラック変位計、歪計、移動杭、地下水位計等】も**必要に応じて採用**。

237

## 防災カルテ点検時の留意点「地すべり」(1/2)

- ・ **地すべりの活動範囲の変化**（拡大、細分化など）を追跡できるようにしておく。
- ・ **最新の空中写真判読**や**レーザ測量地形図**等を確認し、地すべり形状を事前に把握した上で点検することが有効。
- ・ **積雪地**では融雪期に変状が発生しやすいため、植生繁茂前（春先など）に**定期点検**。
- ・ 定期点検のほか、**活動が活発化する時期がある場合には点検の頻度を上げる**。
- ・ **外的要因の変化**（河川浸食や土工など）があった場合、それらが地すべりに与える影響を想定し、地すべりの安定度が低下することによる**変状の拡大や、活動範囲の変化に注意**。

238

## 防災カルテ点検時の留意点「地すべり」(2/2)

- ・ **対策施設の老朽化**などによりその効果が低下していることが考えられる場合は、対策工効果の評価を見直す。
- ・ カルテ点検により把握された地すべり変動の状況変化に応じて、**監視**の範囲・手法・頻度、**応急対策**の必要性とその規模を検討。

239

## 防災カルテ点検時の留意点「雪崩」

- ・ **無雪期**の防災カルテ点検では、**道路構造や地形の変化、植生の成長や伐採、対策工の損傷・老朽化・撤去による対策効果の変化**などに留意、**過去の記録と比較**し、雪崩が道路へ及ぼす影響を推定・検討。過去の点検の際の要対策箇所でも、樹木が生育し既に雪崩の発生源となっていない場合がある。**最新の情報**を得ることが大事。
- ・ **積雪期**の防災カルテ点検では、**降雪・積雪が多い年には、尾根部の雪庇の形成や発生区の積雪深の増大**を確認。特に雪庇の形成、**深い積雪、走路にクラックや雪しわが発生している場合**などには、雪崩発生が懸念される、道路への影響を検討し、**緊急対応として、重点監視や通行止め、雪庇の除去などの対応**をとる。

240

## 防災カルテ点検時の留意点「土石流」

- ・ 道路横過地点の溪流で、**土砂の堆積や巨石・流木の発生**が見られる場合は、発生源の状況が変化し、**土石流発生の危険性**が大きいため、**上流域に対する調査**を必要とする。
- ・ 道路横過地点の**断面が小さい場合**、閉塞や盛土ごと道路が流出する可能性があるため、断面の**空間形状を継続的に観察**する。
- ・ 土石流**発生源の状況**は、最新の空中写真やレーザー測量地形図等が整備されている場合、**事前に机上で検討**する。
- ・ 砂防堰堤による対策がある場合、**堰堤の未満砂高さ**は土砂流出によって減少するため、**継続的に計測**する。

241

## 防災カルテ点検時の留意点「盛土」

- ・ 地形的に**地表水や地下水が集まりやすい盛土**は注意が必要
- ・ 路面や道路区域外からの**排水が流入する箇所**は特に注意が必要
- ・ **盛土自体の排水不良等による経年的な脆弱化**による変状に注意
- ・ **スレーキングしやすい盛土材料**の場合、変状等に注意
- ・ 変状の**進行性を把握**する場合には**計測**等を提案
- ・ **排水施設からの溢水**による変状は災害に直結するため注意
- ・ 沢を横過する盛土では**横断排水機能**を確認
- ・ 前回以降に**記録的な降雨履歴**がある場合、排水系統の機能確認
- ・ **新たな保全物件**が建てられた場合にはそれへの影響を考慮

242

## 防災カルテ点検時の留意点「擁壁」

- ・ 変状等の**新たな発生、進行や変化**を見逃さない
- ・ **地下水が集まりやすい箇所**は変状が進行しやすいので注意
- ・ **下方斜面の地すべりや崩壊、河川浸食等**の進行の確認
- ・ **新たに人家等の保全物件**への影響を考慮
- ・ 変状の進行程度は**計測機器によるモニタリング**の提案
- ・ 変状進行メカニズムの解明や対策検討では**必要な調査**を提案
- ・ **構造物自体の劣化なのか立地箇所の地山等に起因した変状**なのか検討
- ・ 変状発生の要因の推定では、**擁壁の立地条件等、設計図書**を確認

243

## 防災カルテ点検時の留意点「橋梁基礎の洗掘」

- ・ これまでの点検は、「防災カルテ作成・運用要領(H8.12)」を基に実施、現在では橋梁の定期点検が5年に1回の頻度で実施、よって、**洗掘が進行する水衝部や深掘れ部の橋台や橋脚**に留意。
- ・ 橋梁の**上下流での河道の変化や河道整備**による流域の環境変化があると、**河床洗掘**が急速に**進行**、周辺域の変化に注意する。
- ・ 洗掘に対する安定度は経年的に低下するため、**時系列的な変化**に**重点**を置いた点検が重要である。
- ・ **豪雨による洪水**では、突発的に**洗掘が進行**するので注意する。
- ・ 洗掘は出水時に進行するため、**点検は出水後**に実施する。

244