

今後の法面対策のあり方検討会（第1回）

説明資料

1. 今後の法面対策のあり方検討	1
1.1 検討方針	1
1.2 法面崩落事故現場付近での総合評価実施例	3

令和元年 6月

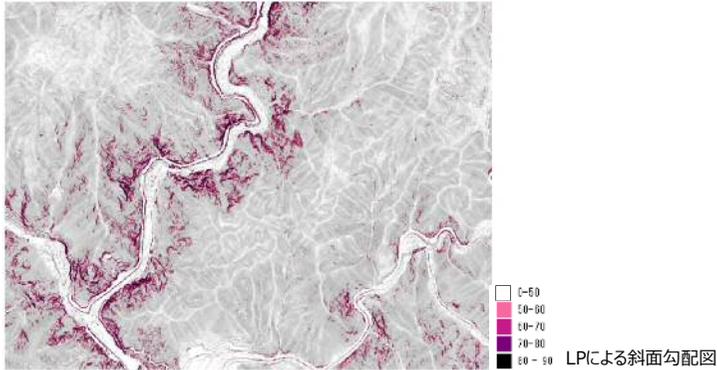
広島県土木建築局 道路整備課

1. 今後の法面対策のあり方検討

1.1 検討方針

1. 検討対象とする斜面の抽出（斜面勾配・高さ）

- 1) 既存航空レーザプロファイル（LP）を用いて斜面勾配図を作成する。
- 2) 道路沿いに傾斜50°以上の傾斜が連続する斜面を、危険度評価対象斜面として抽出する。
- 3) 斜面高さ5m未満の法面は、法面の危険度評価対象（ケース区分）から除外する。



2. 斜面区間の分け・細分化

- 1) 抽出した評価対象区間について、尾根線を境として斜面を細区分する。
- 2) 各斜面の中で法面（道路に接する傾斜50°以上の斜面）範囲を設定する。

3. 勾配と高さによるケース区分

- 1) 各法面の、「勾配」と「高さ」を求める。
- 2) 「勾配」は、斜面肩（法肩ないし遷急線まで）～斜面尻に概ね連続確認される勾配のうち最急勾配を採用する。
- 3) 「高さ」は、採用した勾配が確認される中で、斜面肩～斜面尻の高さが最も高くなる値を採用する。
- 4) 各斜面を、ケース1～24に区分する。

↑第3回 一般国道191号道路法面崩壊検討会での審議済み事項

4. 斜面の危険度評価に係る指標の検討

- 1) 各斜面について地形・地質・履歴の観点から岩盤崩壊の素因の有無を確認する。
 - ・地形：河川洗奪・海食、リニアメント、集水地形
 - ・地質：火山岩・変成岩・古期堆積岩・花崗岩周縁部
 - ・履歴：崩壊、落石
 - ・既往点検結果：要対策・カルテ対応

評価結果のフィードバック：
変状法面と相関を示す指標を特定、
同条件を示す法面を抽出する。

5. 総合評価（机上スクリーニング・現地確認）

- 1) 斜面をケースの大小に応じて、ランクAA～ランクCに仮区分する。
- 2) ランクAA～B+ 既存要対策箇所（2,522箇所）については、現地確認・車載カメラ調査を実施する。
- 3) ランクC未満（7,088箇所）については、車載カメラ調査を実施する。
- 4) 現地確認は道路沿いを対象とし、対策工の種類・区間や変状発生の有無を確認する。
- 5) 背後斜面については、LP斜面勾配図に基づき危険箇所を抽出する（例：傾斜60°以上⇨不安定落石源）
- 6) 以上のデータに基づき、総合評価を行う。「要対策相当」と判断される場合、想定対策工と概略金額を設定する。
※道路沿いに法面が無い区間で、背後に落石等のリスクが抽出される箇所は約900箇所と想定される。

6. 整備方針の検討

- 1) 今回のランク（ケース）区分による危険度評価とあわせ、緊急輸送道路など路線の重要度や道路防災点検結果などを併せ、ハード・ソフト対策方針の検討やハード対策の優先順位付けを行う。

備考：

- 1.1) 斜面勾配図の作成範囲：災害要因の判読に当たり十分な範囲までを確保する。判読範囲の目安は、「道路防災点検の手引き（H19）」に則り、以下とする。路線に面する斜面については斜面の尾根～谷までを判読範囲とする。奥行きが非常に深い場合は道路から1km程度とする。
- 2) 危険度評価対象斜面の抽出根拠（道路沿い傾斜50°以上の斜面）：
 - H30.7の事故は法面の岩盤崩壊によるものであり、本危険度評価は道路の岩盤崩壊リスク抽出を主目的とする。ここで50°を閾値とする根拠は以下のとおりである。
 - ・「道路土工 切土工・斜面安定工指針（H21）」で硬質岩盤の標準法面勾配は73°～51°とされる。
 - ・「既設法面の法高と勾配の関係（地盤工学会、S51）」に基づくと、傾斜50°以上の法面で崩落が発生している。
 - ・「土木学会-大規模岩盤崩落に関する技術検討委員会（H9）」により収集・整理された国内の岩盤崩壊事例の考察より、以下の知見が得られている。
 - …崩壊箇所斜面としては、やや緩傾斜で地すべり的な事例があるが、傾斜50°以上の急崖斜面が多い。
 - 背後斜面からの落石等のもらい災害について、道路沿い斜面が急勾配をなす場合は落石エネルギーが大きくなるとともに、道路直撃型の被災を被るリスクが高くなる。これに対し、道路沿いが緩傾斜をなす場合は落石エネルギーが小さくなり、道路まで落石が到達しないケースも出てくるなど、相対的にリスクが低くなる。
- 3) 危険度評価対象斜面の抽出根拠（高さ5m以上の斜面）：
 - ・「既設法面の法高と勾配の関係（地盤工学会、S51）」に基づくと、高さ5m未満の法面で不安定した箇所は0/70箇所中である（1箇所不明）。
 - ・高さ5m未満の斜面では、崩落が発生した場合でも規模・エネルギーとも小さいため防護網等に留まる可能性が高く、道路への影響は限定的である。
- 4.1) ○「土木学会-大規模岩盤崩落に関する技術検討委員会（H9）」により収集・整理された国内の岩盤崩壊事例の考察より、発生位置に関して以下の知見が得られている。
 - ・地形的特徴は、河川の源流・峡谷・洗奪斜面、海食崖が主体で、いずれも浸食の著しい地区にあたる。地質的には、新規の堆積岩や花崗岩を始めとする深成岩に崩壊事例は少なく、火山岩・変成岩および比較的古い時代の堆積岩に崩壊事例が多い。
 - 一般国道191号道路法面崩壊検討会の中で、事故箇所崩壊の素因の一つとして、花崗岩地質境界とリニアメントが挙げられている。また花崗岩体の周辺は、熱水作用によって地山の中にスメクタイト（膨潤鉱物）のシームが多くなり、不安定化するとされる（トンネルと地下Q&A）。
 - 道路防災点検の手引き 豪雨・豪雪等（H19.9）では、災害事例から見える要注箇所として、上記のほかに、集水地形（道路沿いに急崖や法面があり、その背後にさらに斜面が連続している箇所、0次谷や1次谷などの集水地形がある場所）をあげている。

5.1) 勾配と高さのマトリクス整理によるケース区分（ケース1～24）

勾配 高さ	50°～ 59°	60°～ 69°	70°～ 79°	80°以上
100m以上	ケース18	ケース21	ケース23	ケース24
71m～100m	ケース14	ケース17	ケース20	ケース22
51m～70m	ケース10	ケース13	ケース16	ケース19
31m～50m	ケース6	ケース9	ケース12	ケース15
16m～30m	ケース3	ケース5	ケース8	ケース11
5m～15m	ケース1	ケース2	ケース4	ケース7

2) 斜面の危険度評価（ランクAA～ランクC：仮区分）

勾配 高さ	50°～ 59°	60°～ 69°	70°～ 79°	80°以上	
100m以上	ケース18	ケース21	ケース23	ケース24	ランクAA (0.02%)
71m～100m	ケース14	ケース17	ケース20	ケース22	
51m～70m	ケース10	ケース13	ケース16	ケース19	ランクA (1%)
31m～50m	ケース6	ケース9	ケース12	ケース15	
16m～30m	ケース3	ケース5	ケース8	ケース11	ランクB (21%)
5m～15m	ケース1	ケース2	ケース4	ケース7	
					ランクC (78%)

発生確率 →

1. 今後の法面対策のあり方検討

1.1 検討方針

※法面等抽出作業による区間数量

事務所	区域	ALL	AA	A	B	C	路線距離 (km)	区間/km
甘日市	甘日市市北	235	0	8	86	141	120.63	1.95
	甘日市市南・大竹	234	0	1	54	179	125.56	1.86
	安芸郡・江田島	220	0	0	30	190	125.40	1.75
西部	安芸高田市市北	194	0	2	46	146	124.19	1.56
	安芸高田市市南	121	0	0	27	94	109.23	1.11
	呉市	313	0	3	71	239	118.08	2.65
呉	倉橋・蒲刈	269	0	4	97	168	140.11	1.92
	北広島町西	128	0	4	27	97	90.56	1.41
	北広島町中	187	0	2	32	153	113.89	1.64
安芸太田	北広島町東	87	0	0	14	73	91.83	0.95
	安芸太田町西	156	0	4	71	81	78.36	1.99
	安芸太田町東	141	2	12	57	70	84.31	1.67
	東広島市西	88	0	0	12	76	106.33	0.83
東広島	東広島市東	177	0	2	40	135	133.59	1.32
	東広島市南	62	0	0	13	49	114.00	0.54
	竹原・大崎上島	121	0	1	31	89	75.02	1.61
三原	三原市北	138	0	0	22	116	155.55	0.89
	三原市南	145	0	1	26	118	121.86	1.19
	世羅町西	88	0	0	7	81	105.19	0.84
	世羅町東	113	0	0	15	98	67.05	1.69
東部	尾道市	253	0	0	16	237	117.79	2.15
	向島因島生口島	249	0	0	26	223	122.29	2.04
	府中市	291	0	1	91	199	124.32	2.34
	神石高原町北	357	0	16	107	234	118.49	3.01
北部	神石高原町南	254	0	0	49	205	116.56	2.18
	福山市北	474	0	1	73	400	126.84	3.74
	福山市中	120	0	0	12	108	151.55	0.79
	福山市南	201	0	1	70	130	125.49	1.60
庄原	三次市北	122	0	7	51	64	97.18	1.26
	三次市中	70	0	0	15	55	86.01	0.81
	三次市東	154	0	2	37	115	96.58	1.59
平均	庄原市西	184	0	0	32	152	128.39	1.43
	庄原市中	263	0	0	39	224	140.71	1.87
	庄原市東	210	0	2	33	175	122.56	1.71
	庄原市南	194	0	0	30	164	136.89	1.42
平均	189	0	2	42	145			
全数	6613	2	74	1459	5078	4012	1.65	

※細分化ブロックの数量

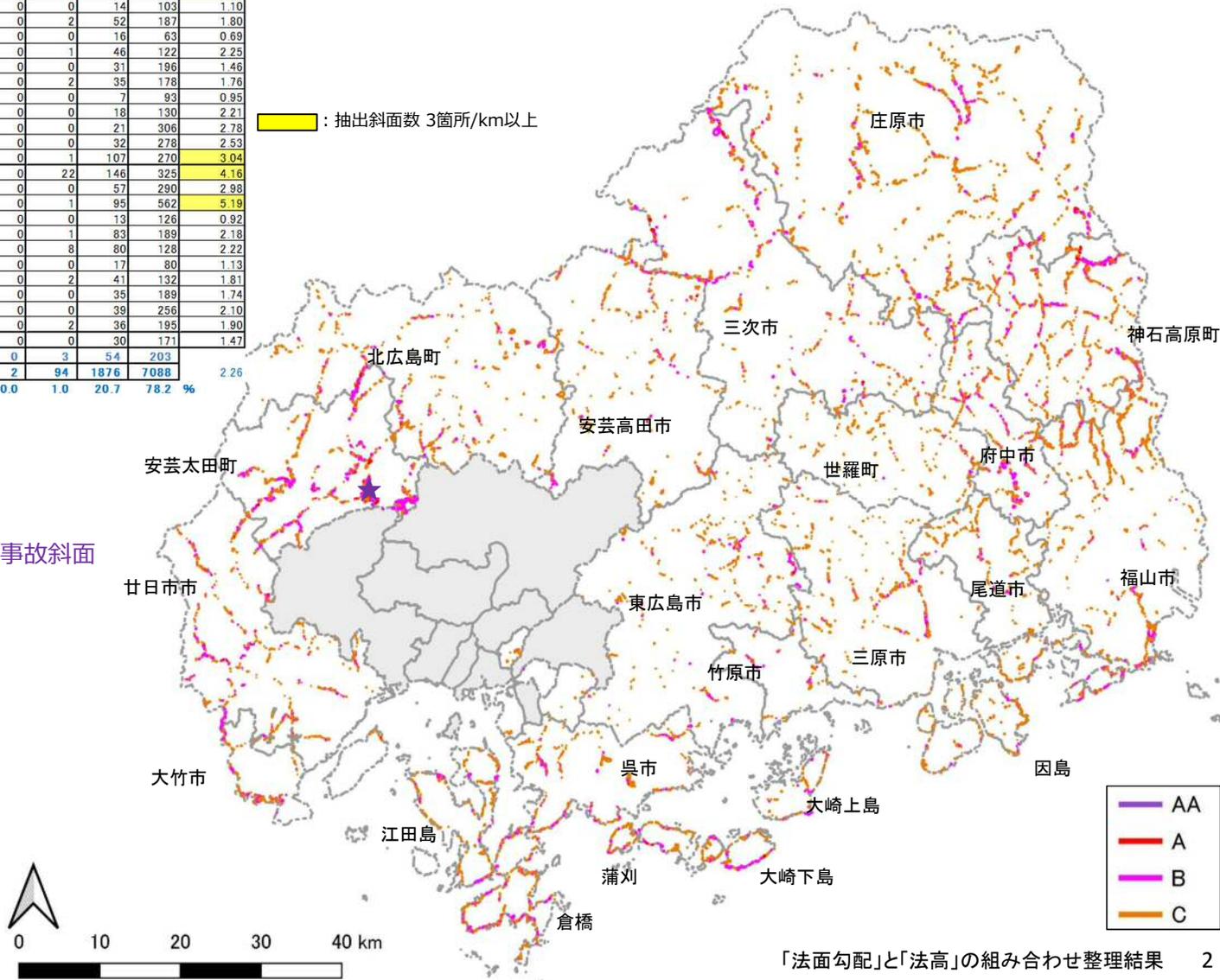
ALL	AA	A	B	C	箇所/km
405	0	9	131	265	3.36
349	0	1	62	286	2.78
270	0	0	37	233	2.15
275	0	2	57	216	2.21
170	0	0	32	128	1.46
409	0	5	99	305	3.46
448	0	4	117	327	3.20
173	0	4	37	132	1.91
276	0	2	40	234	2.42
115	0	0	18	97	1.25
262	0	6	100	156	3.34
256	2	19	95	140	3.04
117	0	0	14	103	1.10
241	0	2	52	187	1.80
79	0	0	16	63	0.69
169	0	1	46	122	2.25
227	0	0	31	196	1.46
215	0	2	35	178	1.76
100	0	0	7	93	0.95
148	0	0	18	130	2.21
327	0	0	21	306	2.78
310	0	0	32	278	2.53
378	0	1	107	270	3.04
493	0	22	146	325	4.16
347	0	0	57	290	2.98
658	0	1	95	562	5.19
139	0	0	13	126	0.92
273	0	1	83	189	2.18
216	0	8	80	128	2.22
97	0	0	17	80	1.13
175	0	2	41	132	1.81
224	0	0	35	189	1.74
295	0	0	39	256	2.10
233	0	2	36	195	1.90
201	0	0	30	171	1.47
259	0	3	54	203	2.26

- 抽出法面はランクAAが2箇所、ランクAが94箇所、ランクBが1876箇所、ランクCが7088箇所となった。
- ランクAA2箇所は安芸太田町に位置する（191号事故現場、中筒賀下線）。
- 1km当たりの箇所数は甘日市市北部～安芸太田町、呉市～倉橋・蒲刈、福山市～府中市～神石高原町で多い傾向があり、それらの地域ではランクB以上の法面も多い。
- 主要河川沿いの道路ないし島嶼部海岸沿いの道路に、ランクB以上の法面が集積する。

抽出斜面数 3箇所/km以上

高さ	勾配	発生確率			
		50° ~ 59°	60° ~ 69°	70° ~ 79°	80° 以上
100m以上	ケース18 0箇所	ケース21 0箇所	ケース23 0箇所	ケース24 0箇所	
71m~100m	ケース14 1箇所 (0.01%)	ケース17 2箇所 (0.02%)	ケース20 2箇所 (0.02%)	ケース22 0箇所	
51m~70m	ケース10 13箇所 (0.14%)	ケース13 12箇所 (0.13%)	ケース16 7箇所 (0.08%)	ケース19 0箇所	
31m~50m	ケース6 85箇所 (0.94%)	ケース9 135箇所 (1.49%)	ケース12 41箇所 (0.45%)	ケース15 3箇所 (0.03%)	
16m~30m	ケース3 551箇所 (6.08%)	ケース5 638箇所 (7.04%)	ケース8 221箇所 (2.44%)	ケース11 28箇所 (0.31%)	
5m~15m	ケース1 3529箇所 (38.95%)	ケース2 3008箇所 (33.20%)	ケース4 747箇所 (8.25%)	ケース7 37箇所 (0.41%)	

★崩落事故斜面
 ランクAA (2箇所 : 0.02%)
 ランクA (94箇所 : 1.03%)
 ランクB (1876箇所 : 20.71%)
 ランクC (7088箇所 : 78.23%)



1. 今後の法面対策のあり方検討

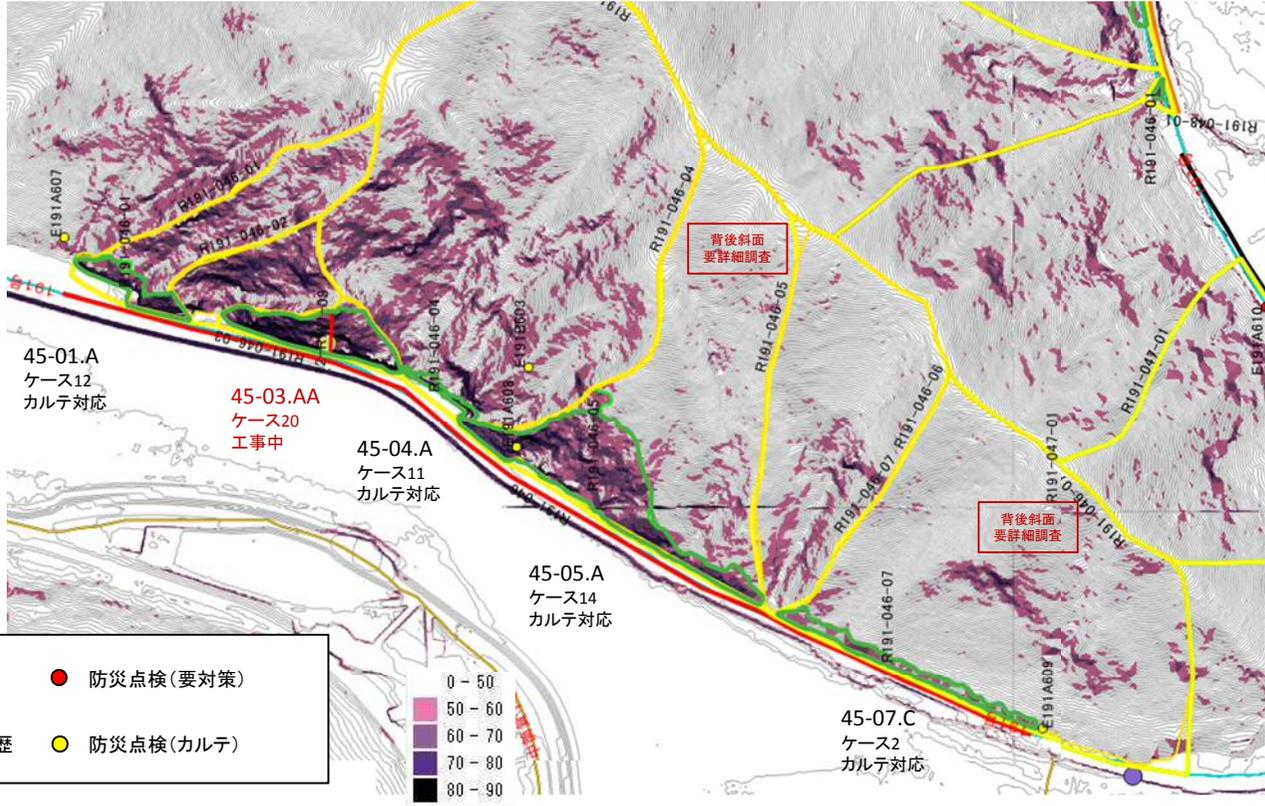
1.2 国道191号法面崩落事故現場付近での総合評価実施例

1. 斜面区間の区分け・細分化			2. 勾配と高さによるケース区分						3. 地形・地質要素				4. 被災履歴・防災点検				5. 総合評価(机上スクリーニング・現地確認)										
路線名	区間番号	斜面区間延長(m)	斜面勾配(°)	斜面高(m)	斜面標高(m)	勾配と高さによるケース区分	斜面危険度リスク	浸食斜面	地質条件	リニアメント	集水地形	落石履歴	崩壊履歴	要対策	カルテ対応	法面			背後斜面				備考				
																表層対策(モルタル、防護網、擁壁等)	抑止対策(法枠、ポルト、アンカー等)	道路に影響を及ぼす損傷・変状	法面評価	想定リスク(机上)	背後斜面に対する対策	残存リスク		想定対策工			
国道191号	R191-45-01	77	70-79	36	184	148	ケース12	A	+	+	+	-	-	-	E191A607	モルタル・ポケット式落石防護網擁壁(起点側沢地形部)	なし	-	カルテ対応相当	落石・崩壊: 大土石流: 小	ポケット式落石防護網 落石防護擁壁(起点側沢地形部)	-	-	-	-	・背後斜面の不安定落石源に対し、落石防護工の補設エネルギーが不足する。ただし、斜面底と道路間には平地が位置し、道路脇には落石防護壁も設置済みであり、落石が道路まで到達する可能性は小さい。 ・背後斜面に不安定な地形が広く分布する。ただし、斜面底と道路間には平地が位置し、道路脇には落石防護壁も設置済みである。落石が道路まで到達する可能性は小さい。	
	R191-45-02	14													E191A607					落石・崩壊: 大土石流: 小	ポケット式落石防護網 落石防護擁壁	-	-	-	-		
	R191-45-03	113	70-79	77	224	148	ケース20	AA	+	+	+	-	-	+	E191B603	モルタル・ポケット式落石防護網 ロープ工(上部法面の凸部)	グラウンドアンカー工(工事中)	法面崩壊	工事中 (対策後の効果判定調査)	落石・崩壊: 小土石流: 無	ポケット式落石防護網 ロープ工(一部)	-	-	-	-	・対策工完了後、対策効果について一定期間経過観察を行う必要がある。	
	R191-45-04	38	80以上	19	167	148	ケース11	A	+	+	+	-	-	-	E191A608	モルタル・ポケット式落石防護網	なし	-	カルテ対応相当	落石・崩壊: 大土石流: 大	ポケット式落石防護網 法枠工、モルタル吹付 リングネット(起点側沢部)	-	-	-	-	・0次谷頂部に新たな崩壊が発生。崩壊土砂の落下による土石流が懸念される。ただし、谷部出口付近にリングネットが施工されており、道路への影響は現時点では小さいものと判断される。	
	R191-45-05	214	50-59	91	238	147	ケース14	A	+	+	+	-	-	-	E191A609	モルタル・カーテンネット ロープ工(起点側一部) 擁壁(起点側一部)	なし	-	カルテ対応相当	落石・崩壊: 小土石流: 小	カーテンネット 法枠工+ロックボルト ロープ工、擁壁(起点側部)	土石流 要詳細調査	リングネット (3000kJ) 10m	-	-	-	・背後斜面沢部からの土石流(発生履歴)に対し、カーテンネットが施工されていない。沢出口は法面上部に位置し、道路へ影響を及ぼす可能性がある。起点側擁壁背後に50cmの転石が散在する。
	R191-45-06	7													E191A609					落石・崩壊: 小土石流: 大	ポケット式落石防護網 水透過型擁壁(沢部出口)	-	-	-	-	・斜面上部に不安定落石源や崩壊浸食の発達した谷地形が確認される。谷部出口付近に流水透過型擁壁が敷設されているが、土石の堆積が進行する。維持業務にて、溜まった土石の除去を行うことが望ましい。	
	R191-45-07	260	60-69	9	155	146	ケース2	C	-	+	+	-	+	-	E191A609	モルタル・ポケット式落石防護網(起点側法面区間) 石積み擁壁(終点側主体)	なし	-	カルテ対応相当	落石・崩壊: 大土石流: 小	ポケット式落石防護網(起点側法面) 石積み擁壁+落石防護柵(終点側主体)	落石 要詳細調査	ロープ工484m2	-	-	-	・背後斜面上部に大規模な不安定露岩が抽出される。予防工が無い場合、現状の防護工では、十分に捕捉できない可能性が高い。

・リスクAA~B: 現地踏査・ドローン調査対応
・リスクC以下: ドローン調査対応

・浸食斜面: 河川洗奪・海食
・地質条件: 火山岩・変成岩・古期堆積岩・花崗岩周縁部
・リニアメント: 断層破砕帯等の弱線部
・集水地形: 道路沿いに急崖や法面があり、その背後に0次谷や1次谷がある場所(+該当) (該当せず)

・落石・崩壊: 背後斜面で傾斜60°以上の範囲を危険箇所とみなす。危険箇所の範囲に応じて大・小。
・土石流: 崩壊地の沖積層が確認される深溝で、渓床勾配10°以上・渓床堆積物あり大。



落石対策判定シート

※落石エネルギー早見表(kJ) 0.5m径

道路と落石源との水平距離m	道路と落石源との標高差m							
	5	10	15	20	25	30	35	40
5	12	30	40	66	83	99	116	132
10	6	24	42	59	78	96	114	132
15		17	36	53	72	89	109	125
20			11	29	48	65	83	102
25				5	23	41	59	77
30					17	35	53	71
35						9	28	47
40							5	22
50								10
60								
70								
80								
90								
100								
110								
120								

— 一般的な落石防護柵(50kJ)で捕捉可能
— 一般的な落石防護網(80kJ)で捕捉可能
— 平均傾斜が60°以上であり、法面対策が必要

仮定条件【数値は落石対策便覧H29.12に基づく】
 ※石の安定度 1~3(要対策)と仮定
 ※3辺の長さm 1.0', 0.5'と仮定
 ※単位体積重量 26kN/m²
 ※落石の等価摩擦係数μ 0.35(樹林帯)

現地確認事項
 ①防護工の捕捉高2m以上
 ②落石範囲 落石源片翼22.5°
 ③道路周辺への新規落石(痕)の有無