

凡例

- 0.000000 - 0.010000
- 0.010001 - 0.100000
- 0.100001 - 0.500000
- 0.500001 - 1.000000
- 1.000001 - 1.500000
- 1.500001 - 2.000000
- 2.000001 - 5.000000
- 5.000001 - 15.000000
- 道路
- 畑
- 水田
- 集落或いは市街地
- コンターライン
- 基準点および補助基準点

中華人民共和国
雲南省小江流域総合土砂災害対策及び
自然環境修復計画調査

独立行政法人 国際協力機構

図 C. 13(4) 土石流氾濫解析結果(桃家小河)

分野 D

地形・地質

付属報告書
分野D 地形・地質

目次

	頁
1. 地形・地質	D-1
1.1 業務概要	D-1
1.2 地形分類図分類項目	D-1
1.3 地形分類項目と災害	D-6
2. 地すべり災害警戒地域.....	D-8
2.1 対象外とする地すべり、及び類似現象	D-8
2.2 地すべりブロックの抽出等.....	D-8
2.3 地すべりによる危害のおそれのある土地(警戒地域)の設定	D-9
2.3.1 警戒区域設定.....	D-9
2.3.2 明らかに土石等が到達しないと認められる区域	D-10

表一覧

表R D.1 地形と主たる災害	D-7
-----------------------	-----

図一覧

図 R D.1 地すべり区域長、幅、移動方向概念図	D-9
図 R D.2 地すべりによる危害のおそれのある土地(警戒地域)の抽出.....	D-9
図 R D.3 明らかに土石等が到達しないと認められる区域	D-10

D. 地形・地質

1. 地形・地質

1.1 業務概要

2005年1月撮影の空中写真を用いて地形判読を行ない、判読結果を1/10,000地形図に移写して地形分類図を作成した。地形分類図の作成は崩壊地やガリー分布等の荒廃状況の把握と、主として地すべり区域抽出を目的とした。昨年度作成の小江流域全域の地形分類図に比べ、崩壊やガリー、地すべり地形内の微地形については、より詳細な内容の判読を行った。なお今年度の調査結果である地形・地質の概要については主報告書に記載したので、ここでは今年度作成した地形分類図項目の説明と地すべり区域および警戒区域設定の詳細について記載した。

1.2 地形分類図分類項目

1) 崩壊地

斜面の風化岩盤や表土などが崩落し、裸地となっている地形。大規模な地すべり性の崩壊もこれに含まれる。滑落崖や地すべりブロック先端部、ブロック縁で規模の大きな崩壊が見られたり、崩壊が多発している場合は、その地すべり地形が不安定なことを示す指標になる。

2) 地すべり地形

a) 地すべりブロック

地すべりによって移動した土塊や破砕された岩盤からなる斜面で、一般的には円弧や馬蹄形状の急斜面に囲まれた緩斜面と先端部の急斜面で構成される。

b) 滑落崖・側方崖（明瞭）

地すべりブロック背後の急斜面で斜面上部の遷急線や斜面脚部の遷緩線が明瞭なもの。平面的には一般に円弧状や馬蹄形状を呈する。滑落崖や側方崖が明瞭な地すべり地形は、地すべりの動きが比較的最近あったことを示す可能性がある。

c) 地すべりブロック境界（明瞭）

明瞭な地すべりブロック境界。地すべりブロックの境界が明瞭な地すべり地形は、地すべりの動きが比較的最近あったことを示す可能性がある。

d) 滑落崖・側方崖（不明瞭）

不明瞭な滑落崖で、このような地すべり地形は、地すべり滑動後時間が経っているため、地形変化によって滑落崖や側方崖としての地形が不明瞭になっていることが多い。

e) 地すべりブロック境界（不明瞭）

不明瞭な地すべりブロック境界。このような地すべり地形は、地すべり滑動後時間が経っているため、地形変化によって滑落崖や側方崖としての地形が不明瞭になっていることが多い。

f) 地すべり移動方向

地すべりブロックの代表的な移動方向を示す。地すべりブロックが平面的に大きく曲がっていたりする場合、移動方向は地すべりブロックの場所によってかなり異なることに留意が必要である。

g) 陥没地・凹地

主として地すべり地形内やその周辺に見られる陥没地・凹地である。地すべり地形の明瞭性を示す指標になる。なおカルスト台地上のドリーネ等の凹地もこの区分としている。

h) 池

主として地すべり地形内にある池。陥没地・凹地に水が溜まったものである。陥没地・凹地と同様に地すべり地形の明瞭性を示す指標になる。また地すべりブロック内に水を供給し地すべりを不安定化させる場となる事がある。

i) 段差地形

地すべり地形内や滑落崖、側方崖周辺に見られる段差地形。段差地形には新しいものと比較的古いものが含まれる。段差地形が多数見られる地すべりブロックは段差が消失する時間が経っていないことを示す可能性があるとともに、地すべりブロックの破碎が進んでいることを示す場合がある。

j) 亀裂

地すべり地形内や滑落崖、側方崖周辺に見られる亀裂で、不明瞭な段差地形もこれに含まれる。亀裂には新しいものと比較的古いものが含まれる。

k) 押出し

地すべりブロック先端部が河床や谷底平野、段丘、下部の地すべりブロック緩斜面などに土塊を押出している地形。押出しの先端部は地すべり末端部となっている。河床に張り出している場合は先端部の侵食が大きく進んでいないことを示す。

l) 明瞭な末端部ライン

地すべりブロック末端部が斜面上の何処にあるか、空中写真で判読するのは困難ことが多いが、地すべり末端部が押出しを形成している場合などは、地すべりブロック末端部の位置を概ね確定することができる。そのような明瞭な地すべり末端部を示す。

3) 谷底堆積地形

a) 現河床（本川筋）

植生の生育しない本川筋の現在の河床。ここでいう本川筋とは小江本川、烏龍河である。

b) 現河床（支川筋）

本川筋の現河床を除く区間の河床。沖積錐や扇状地状に広がる区間も植生がない場合は河床として扱っている。また一部は最近の水や土砂の氾濫域も含まれる。

c) 谷底平野・氾濫平野

谷底内や盆地内の現河床との比高が小さい平坦な堆積面。各所で水や土砂が谷底平野上の耕地に氾濫しており、現河床との区別が難しいところもある。河床との比高が小さいため、洪水の氾濫・堆積や土石流の氾濫・堆積の場になりやすい。

d) 洪水段丘（植生無）

現河床や谷底平野との比高がある最近の洪水や土石流流出時の堆積面。形成時期が新しいため植生を欠いている。洪水や土石流の氾濫・堆積面になりやすい。また新しい堆積物であるため、溪岸侵食等による二次侵食を受けやすい。

e) 洪水段丘（植生有）

現河床や谷底平野との比高がある洪水や土石流流出時の堆積面。形成されてから時間が経っており植生が見られる。河床との比高にもよるが洪水や土石流の氾濫・堆積面になりやすい。また未固結な堆積物であるため、溪岸侵食等による二次侵食を受けやすい。

f) 泥流及び岩屑流性段丘

大規模な崩壊に伴い発生した土石流、泥流、岩屑流の堆積物が段丘化したもの。洪水段丘より現河床との比高が大きく、堆積面は平坦ではなく起伏に富む。現在、河床からの比高が大きいところが多く、現時点では洪水や土石流の氾濫・堆積は生じにくい地形面となっている。

g) 浅い谷（段丘・扇状地上）

段丘や扇状地上に見られる浅い谷地形。段丘上のものは段丘形成以前の旧河道と考えられる。複合扇状地に見られる浅い谷は扇状地間にできた裾合谷である。

4) 段丘

a) 洪積段丘・沖積段丘

かつての河床や谷底堆積地、扇状地などが段丘化した比較的平滑な堆積面。洪水段丘に比べ現河床からの比高が大きく、河床からの比高が100m以上あるものもある。形成年代は更新世から完新世である。一部には近年の急激な河床低下によって比高の大きな段丘になったものも含まれる。一般に段丘は河床からの比高があるため洪水や土石流の氾濫・堆積は生じにくい、一部には河床からの比高の小さい場所もある。河床との比高が小さいところや、激しい河床変動が生ずる区間、河道が大きく屈曲する外湾側では、規模の大きな土石流流下時には土石流が氾濫する可能性も皆無ではない。また段丘面上部に谷口を持つ小渓流からの土石流の流出や、段丘に接する斜面の崩壊土砂の堆積などにも注意を要する。

b) 段丘の縁

洪水段丘や一部の山腹緩斜面も含め段丘状地形の縁で、段丘崖の上部遷急線である。

5) 山麓堆積地

a) 崖錐（植生無）

急崖脚部や急斜面脚部に上部斜面からの崩落物質によって形成された急傾斜な堆積地形。典型的なものは水をあまり含まない状態の礫や土砂の安息角に近い勾配を持つ。落石や崩土が堆積した地形である。この区分は崖錐のうち最近土砂移動があったため植生を欠いて裸地となっているところ。

b) 崖錐（植生有）

最近土砂の動きがなく安定していたため植生が生育した崖錐。

c) 土石流扇状地・小規模な沖積錐・勾配の緩い崖錐

小さな谷やガリーの谷口などに形成された小規模な扇状地状の地形。小規模な土石流や土砂流の堆積物で形成された堆積地形と勾配の緩い崖錐状の堆積地形とそれらの複合地形。

d) 急傾斜谷底堆積地

急傾斜な谷の谷底堆積地形。河床堆積物や崖錐、土石流堆積物とそれらの堆積物の段丘化した地形などからなる複合的な地形。洪水や土石流通過時には土砂を二次生産する場所になりやすい。

e) 山麓侵食斜面・山麓堆積斜面・麓屑面等

斜面脚部に見られる緩傾斜な斜面で、ペディメントのように侵食によって形成されたものや、表面流によって流出した細粒な土砂が堆積した地形、水を多く含む崩土などが堆積した斜面。

f) 沖積錐・扇状地

溪流が盆地や氾濫平野などの平坦地に出る谷口に形成される扇状に広がる堆積地形。勾配が急で小規模なものは沖積錐と呼ばれ、土石流や高濃度な土砂流によって形成されたものは土石流扇状地と呼ばれることもある。洪水や土石流、土砂流の氾濫・堆積の場である。沖積錐や扇状地を形成する溪流の土砂流出が減少すると河床が低下し扇状地は上流部（扇頂部）から段丘化して行く。段丘化が始まった扇状地において、河床と扇状地面の高さが同じになる地点はインターセクションポイントと呼ばれ、最も洪水や土石流が氾濫を開始する可能性が高い箇所である。扇状地では人工、自然を問わず河床が固定されると、扇状地一般面より河床が高い天井川が形成される。当該地域でも天井川化した河床が見られるが、天井川は河床が高いため、洪水や土石流の氾濫の危険性が極めて高くなる。

6) 山頂・山麓緩斜面

a) 山頂・山麓緩斜面・高位段丘

山頂部（尾根）や山腹に広がる比較的平坦な緩斜面。隆起準平原の内の緩斜面、平坦面や侵食が進み丸みを帯びた高位段丘面である。隆起準平原の一部はカルスト台地としての特徴を持つ。

7) その他

a) 小崖地形

局所的な断層や地質構造によって生じた小崖地形。二重山稜や線状凹地になっている所もある。この地形周辺では岩盤が破碎されていることが多く、大規模崩壊等が発生することがある。

b) ガリー・侵食谷

斜面上で流水の集中によって形成されたV字状の小谷および1次ないし0次谷程度の小谷。当該地域では風化層の厚い地域が見られ、そのような地域で植生が貧弱な場合にはガリーがよく発達している。ガリーはそれ自体、重要な土砂生産源になっていることが多い。またガリーが地すべりブロック内に形成され侵食が進むと地すべりを不安定化させる。ガリーを境にして滑りを生じたり崩落した地すべり地形も見られる。

c) 人工改変地（盛土地）

人工的な盛土によって改変された区域。

d) 人工改変地（切土地）

人工的な切土によって改変された区域

e) 人工改変地（盛・切不明）

人工的に改変された区域で盛土地、切土地の区別が付かない区域。

1.3 地形分類項目と災害

地形分類図は区分された地形がどのような営力によって形成され、どのような構成物質から成り、空間的な位置（河床からの比高、標高、地形間相互の位置）がどのような場所にあるか、傾斜は急か緩いか、また時代的にはいつ頃形成されたものかなどを示している。土砂災害は大きな降雨や地震などによって短時間に地形が激しく変化する時に生ずるため、地形の形成営力や地形を構成する材料等を知ることは、そこでどのような土砂災害や水災害が生ずるかを知る重要な手がかりや地形災害を予測する上で貴重な情報を与えてくれる。すなわち地形区分とそこで生じ得る土砂・水災害は概ね対応していると言える。地形分類図利用に当たっての参考に表 R D.1に地形分類図で区分された地形単位上で発生する土砂・水災害を示した。

以下に表 R D.1をまとめて災害と対応する地形区分を示す。

a) 土石流の通過・氾濫危険区域

沖積錐・扇状地、土石流扇状地・小規模な沖積錐・勾配の緩い崖錐、支川の谷底平野と洪水段丘、溪床勾配 2° 以上の現河床（支川筋）や規模の大きなガリー、山麓堆積斜面、急傾斜谷底堆積地は土石流（洪水や土砂流も含む）の通過、氾濫の危険性がある。

沖積錐や扇状地は扇頂部から扇中央部にかけて段丘化している箇所も多い。このような沖積錐や扇状地では扇状地面と河床の高さが同一になる地点（インターセクションポイント）は洪水や土石流の氾濫開始点になりやすい。

b) 地すべり危険斜面

地すべりブロック、地すべり滑落崖、側方崖とその周辺の段差地形、亀裂を含む区域は地すべりを生じる可能性がある。地すべりは繰り返し動く可能性が高いため、地すべり地形の明瞭さを示す微地形を持つ地すべりは繰り返し動く可能性が高い。滑落崖や地すべりブロック内に新しい崩壊状の段差や亀裂が見られるもの、また地すべり先端部や地すべりブロック側方で崩壊が多発したり、規模の大きな崩壊が発生しているもの、地すべり側方で明瞭で深いガリーが形成されている地すべりは不安定になっている可能性が高い。

なお地すべりの危険区域は地すべりの発生区域のみではなく、地すべりブロック末端から一定の距離にある区域は崩落した土砂が到達する危険がある。

c) 崩壊危険斜面

崩壊は地形分類にかかわらず斜面の傾斜が 30° 以上になると生じやすくなる。地すべり先端部の急斜面や侵食の活発なガリーの谷頭付近、河床に接する谷壁斜面のうち攻撃斜面側の斜面などは崩壊を生じやすい。また一般的には植生の貧弱な斜面は崩壊を生じやすいと考えられる。地すべりと同様、斜面脚部から一定の距離にある区域は崩壊土砂が達する危険がある。

d) 洪水氾濫区域

現河床（支川、本川筋）、谷底平野・氾濫平野・洪水段丘、沖積錐・扇状地、土石流扇状地・小規模な沖積錐・勾配の緩い崖錐、山麓堆積斜面、急傾斜谷底堆積地、浅い谷等は洪水氾濫の可能性が高い。

表R D.1 地形と主たる災害

分類項目	主たる形成営力			主たる構成物質			現河床からの位置			一般傾斜			主たる形成時期		区分された地形面における主な災害						備考						
	崩壊	土石流・岩屑流	掃流・浮流	崩落	土石流・岩屑流	岩盤	風化・破砕岩盤	土砂(含巨礫)	土砂	比高小	比高中	比高大	急	比較的急	緩	完新世以前	完新世以降	洪水	土石流	土砂流		崩壊	大規模崩壊	地すべり	落石		
																										土石流	土砂流
一般斜面																											
崩壊地																											
地すべり地形	滑落崖・側方崖																										
	地すべりブロック																										
谷底堆積地	地すべり周辺の段差・亀裂																										
	現河床(本川筋)																										
	現河床(支川筋)																										
	谷底・氾濫平野																										
	洪水段丘(植生無)																										
段丘	洪水段丘(植生有)																										
	泥流・岩屑流段丘																										
	浅い谷																										
山麓堆積地	洪積・沖積段丘																										
	段丘の縁																										
	崖錐(植生無)																										
山頂緩斜面	崖錐(植生有)																										
	土石流扇状地・小規模な沖積錐等																										
	急傾斜谷底堆積地																										
	山麓緩斜面・礫厚面																										
	沖積錐・扇状地																										
その他	山頂・山麓緩斜面																										
	小崖地形																										
	ガリ一・侵食谷																										

2. 地すべり災害警戒地域

ここで扱う地すべりとは「土地の一部が地下水等に起因して滑る自然現象又はこれに伴って移動する自然現象」のことをいう。地すべりと崩壊を現象的に区別するのは困難であるが、一般に地すべりと呼ばれる現象は、明瞭な滑り面をもつこと、土塊の移動に継続性があること、特定の地質や地質構造の部分に集中する傾向があること、移動土塊が比較的原型をとどめたまま移動するなどの特徴をもつ。地すべり地形は地すべりが起こったか、または起こりつつある結果である。

当該地域には地すべり地形が数多く存在し、地すべりによる災害発生頻度は高く、地すべり土塊が家屋を直撃し人的被害に直結した例がある。ここでは地すべり災害警戒地域を日本の「土砂災害防止に関する基礎調査の手引き、平成 13 年 6 月、財団法人砂防フロンティア整備推進機構」を参考にして以下の方法で抽出した。

2.1 対象外とする地すべり、及び類似現象

地すべりとは「土地の一部が地下水等に起因して滑る自然現象又はこれに伴って移動する自然現象」であり、次のような現象は対象外とする。地すべりに伴う現象としては、末端部隆起のみの現象、移動土塊の流動化、地すべり滑動終息後の再移動、雪上等の土塊の移動は対象外の現象とする。またその他の現象として、初生地すべり、大規模な地震等に起因して発生する地すべり、移動速度が速い地すべり、移動土塊に含まれる巨礫、転石等により衝撃力が発生する地すべり、河川の埋塞等による二次的被害、人為的行為によって発生した地すべりなどである。

なお当該地域には地形の変位がわずかな初期地すべり的な地すべり地形が多数見られた。これらの中には新鮮な亀裂や段差地形と地すべり前面での崩壊が多発し、きわめて不安定な地形が見られる。そこで地形にわずかでも変位が見られる箇所は初期地すべりとせず、地すべり地形に含めている。

2.2 地すべりブロックの抽出等

本調査で撮影した空中写真を用いて地すべり地形を判読し 1/10,000 数値地形図に移写し、地すべりブロック（滑落崖、側方崖と滑落崖、側方崖背後の亀裂、段差地形の存在する範囲を含む）を抽出した。必要箇所について地すべり区域長、区域幅の計測を図上で行った。移動方向の確認は空中写真判読によった。

地すべりブロックが単独で存在する場合の区域長、区域幅は図 R D.1 のようになる。地すべりブロックが単独で存在せず、複数の地すべりブロックが連続し、相互に影響を及ぼし合うと判断されるブロックは一連の地すべり区域として区域を統合した。また地すべりが移動方向に平行に並ぶような複合ブロックも、一連の地すべり区域とした。更に地すべり方向に統一性がなく、方向が発散しているブロックについては、区域の統合を避け、移動方向の異なるブロックは単独のブロックとして扱った。

一連の地すべり区域として統合した地すべり区域の場合、統合した区域を一つの地すべりブロックとして、単独の地すべりと同様に区域長、区域幅の計測を図上で行った。

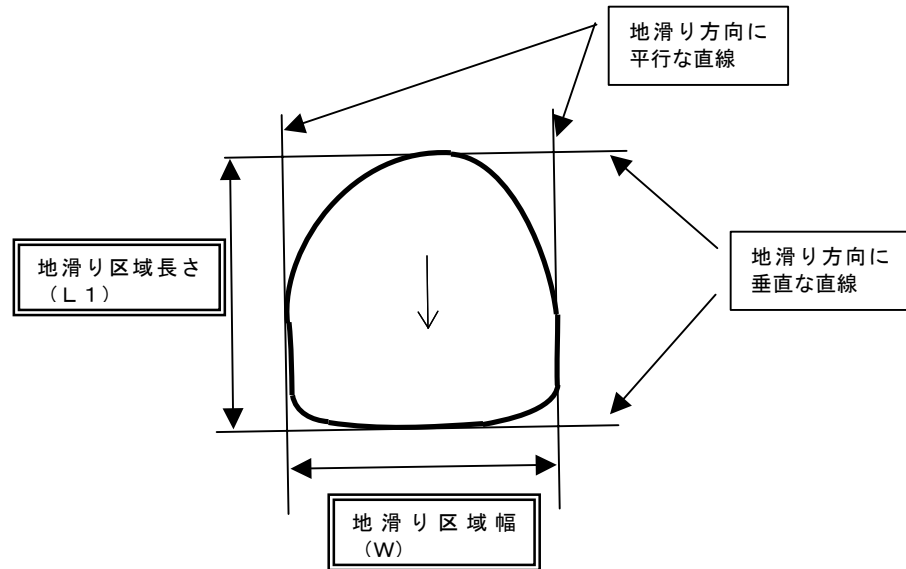


図 RD.1 地すべり区域長、幅、移動方向概念図

2.3 地すべりによる危害のおそれのある土地（警戒地域）の設定

2.3.1 警戒区域設定

抽出された全ての地すべりブロックおよび地すべり末端部から、地すべり地塊の長さに相当する距離（ただし、250mを越える場合は250mを上限とする。また現地の地形状況により、明らかに土石が到達しないと認められる区域は除く）内で地すべり区域幅の範囲に人家や利用可能平坦地がある区域を警戒地域とした。

なお地すべり末端部が急斜面の山腹にあり、地すべり末端部の下に更に急斜面が続く場合が見られる。このような場合は斜面上の地すべり末端部を地すべり末端部と見なさず、急斜面と急斜面脚部の平坦面や緩斜面との境界部の遷緩線を地すべり末端部と見なした。

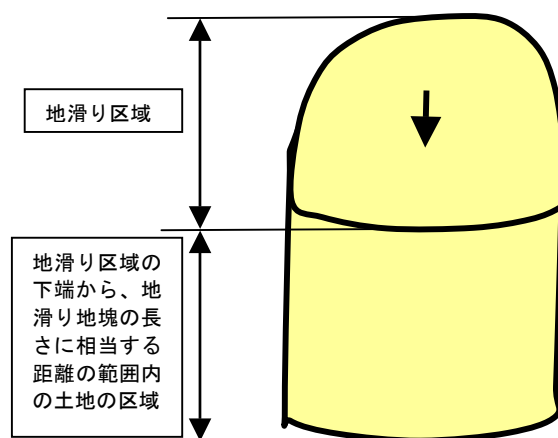


図 RD.2 地すべりによる危害のおそれのある土地（警戒地域）の抽出

2.3.2 明らかに土石等が到達しないと認められる区域

設定された区域のうち、あきらかに土石等が到達しない範囲については、危害のおそれのある土地の区域から除去する。明らかに土石等が到達しないと認められる地形としては、地滑り側方が規制されており大きく曲がる地すべり地形と地すべりの移動方向に河川や谷が存在する地形とがある。以下に後者の場合における土石等の到達範囲の設定方法を示す。

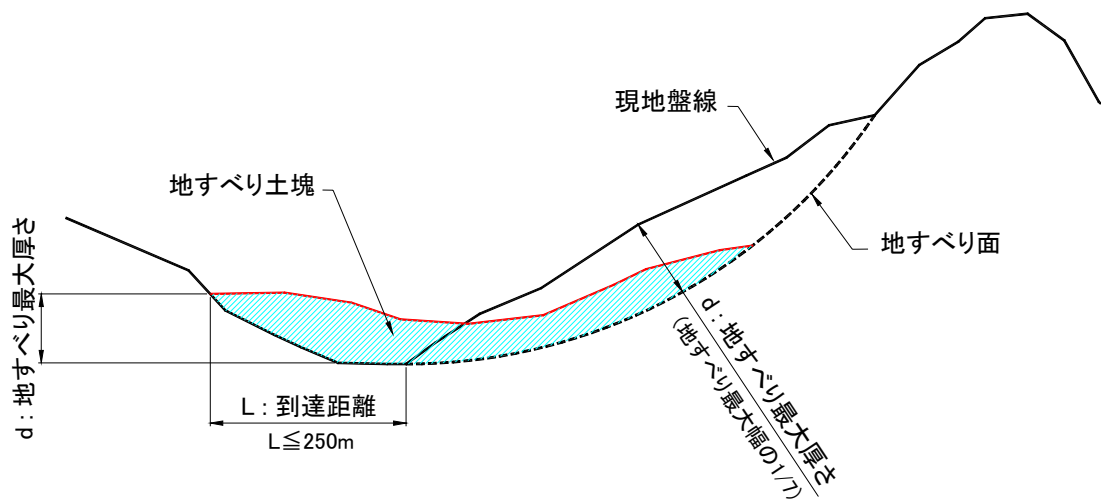


図 RD.3 明らかに土石等が到達しないと認められる区域