

第6編 道路附属施設事業編
 第7章 落石崩壊防止施設
 第1節 落石対策の基本的な考え方と点検

現 行

ページ：6-7-1

第7章 落石崩壊防止施設

この基準は道路防災事業の設計にあたり、特に問題となる点、計画で注意する点等を取り上げたものである。記述のない事項については表7-1 関係図書による。

表7-1 関係図書

No	関係図書	発行年月	発行元
1	落石対策便覧	H12年6月	(社)日本道路協会
2	道路土工一切土工・斜面安定工指針	H21年6月	(社)日本道路協会
3	道路震災対策便覧(震後対策編)	H18年9月	(社)日本道路協会
4	道路震災対策便覧(震前対策編)	H18年9月	(社)日本道路協会
5	道路震災対策便覧(震災危機管理編)	H23年1月	(社)日本道路協会
6	道路防災総点検要領(地震)	H8年8月	(財)道路保全技術センター
7	道路防災総点検要領(豪雨・豪雪等)	H8年8月	(財)道路保全技術センター
8	道路土工一擁壁工指針	H24年7月	(社)日本道路協会
9	道路構造令の解説と運用(改定版)	H16年2月	(社)日本道路協会
10	のり枠工の設計・施工指針	H25年10月	(社)全国特定法面保護協会
11	のり面保護工施工管理技術テキスト	H19年5月	(社)全国特定法面保護協会
12	のり面保護工に関する質疑応答集	H12年5月	(社)全国特定法面保護協会
13	改訂版フリーフレーム工法	H15年3月	フリーフレーム協会

注) 関係図書を使用する際には、最新版であることを確認して使用すること。

第1節 落石箇所点検と落石対策

落石発生箇所では斜面の浮石・転石状況を点検し、落石防護工が設置されていない箇所では適切な防護工の設置を検討する。また、落石防護工のある箇所では、落石防護工が適切な位置と高さにあるか確認し、必要に応じて追加対策を検討する。

また、径数cm以下の落石の発生する箇所には、網目の細かいネットの併設なども必要に応じて採用する。

落石対策便覧では、落石の跳躍高2mを標準として設計することが示されているが、落下高(発生源から防護工までの高さ)が10mを超える場合は、跳躍高が2m以上になることがあり、必要に応じて設計跳躍高を上乗せすることが望ましい。

落石危険度の評価

落石防護施設が設置済の区間においても落石事故が発生している点を踏まえ、道路パトロールの強化、既設施設の補強又は補足などの対応が求められている。維持も含めた落石対策を図7-1-1に示す。

改 定

第7章 落石崩壊防止施設

この基準は道路防災事業の設計にあたり、特に問題となる点、計画で注意する点等を取り上げたものである。記述のない事項については表7-1 関係図書による。

表7-1 関係図書

No	関係図書	発行年月	発行元
1	落石対策便覧	H29年12月	(公社)日本道路協会
2	道路土工一切土工・斜面安定工指針	H21年6月	(公社)日本道路協会
3	道路震災対策便覧(震後対策編)	H18年9月	(公社)日本道路協会
4	道路震災対策便覧(震前対策編)	H18年9月	(公社)日本道路協会
5	道路震災対策便覧(震災危機管理編)	H23年1月	(公社)日本道路協会
6	道路防災総点検要領(地震)	H8年8月	(財)道路保全技術センター
7	道路防災総点検要領(豪雨・豪雪等)	H8年8月	(財)道路保全技術センター
8	道路土工一擁壁工指針	H24年7月	(公社)日本道路協会
9	道路構造令の解説と運用	H27年6月	(公社)日本道路協会
10	のり枠工の設計・施工指針	H25年10月	(一社)全国特定法面保護協会
11	のり面保護工施工管理技術テキスト	H19年5月	(一社)全国特定法面保護協会
12	のり面保護工に関する質疑応答集	H12年5月	(一社)全国特定法面保護協会
13	改訂版フリーフレーム工法	H15年3月	フリーフレーム協会
14	道路土工構造物技術基準・同解説	H29年3月	(公社)日本道路協会

注) 関係図書を使用する際には、最新版であることを確認して使用すること。

第1節 落石対策の基本的な考え方と点検

(1) 落石対策の基本的な考え方

落石等による災害を防止するための対策の基本的な考え方としては、路線の性格や予想される落石の規模、落石の発生確率、被災の頻度やその状況等を考慮して、落石予防工や落石防護工を実施して落石によるリスクを最小限におさえるよう努めるとともに、気象や斜面の状況等を踏まえて通行制限等の手段も活用し、道路交通の安全確保に努めることが重要である。

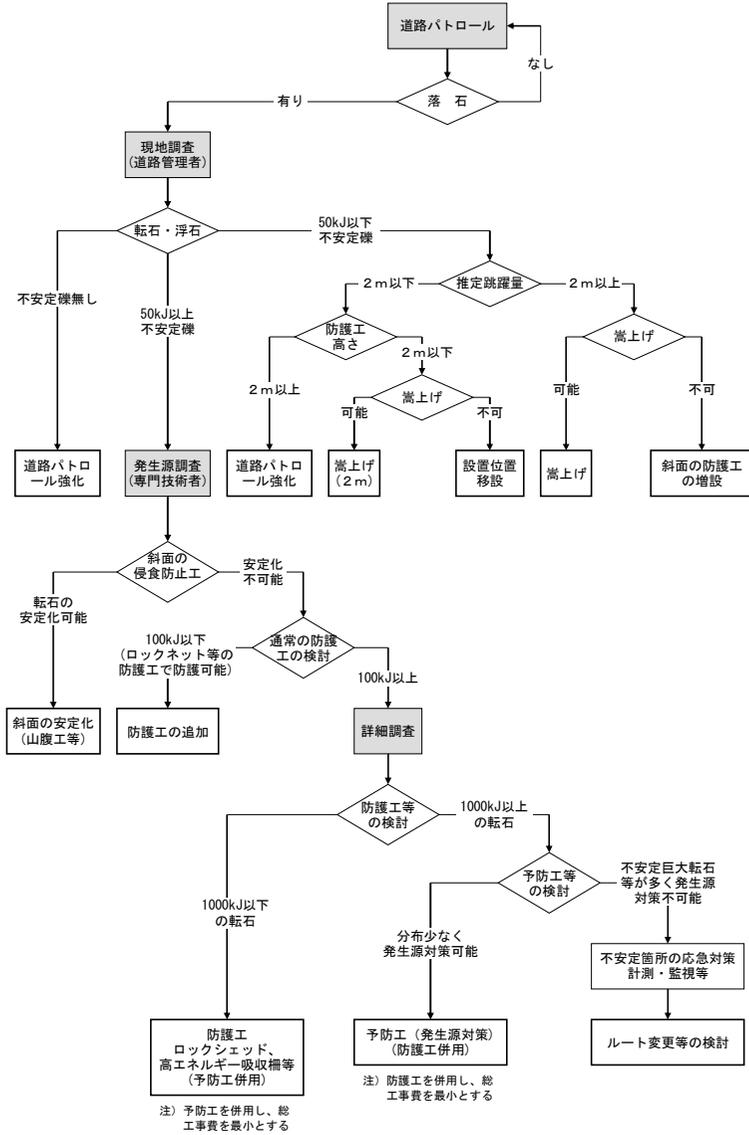
(2) 落石対策箇所

落石対策箇所については、路線の重要性(緊急輸送路、交通量、バス路線、孤立集落対策等)などを勘案し、下記に該当するものから選定して整備を進める。特に、緊急輸送路については、重点的に対策を実施する。

- ① 近年の落石等災害発生箇所
- ② 異常気象時の事前通行規制解除を目標とした箇所
- ③ 平成8,9年道路防災総点検の要対策箇所
- ④ 県独自の点検による要対策箇所(後述する落石危険箇所点検の要対策箇所)

現 行

ページ : 6-7-2 図 7-1-1 落石防護施設が設置済の区間における対策工の選定フロー



改 定

(3) 落石危険箇所の点検

近年は、樹木の成長による岩盤剥離、斜面の風化の進行等により、対策済みの箇所でも落石や崩落が増加している。

こうした現状を踏まえ、落石に対する安全度の底上げを行うため、「落石危険箇所点検マニュアル(案)」平成29年12月長野県(以下マニュアルという)により、落石危険箇所の定期的な点検を実施するものである。点検フローを図7-1-1に示す。

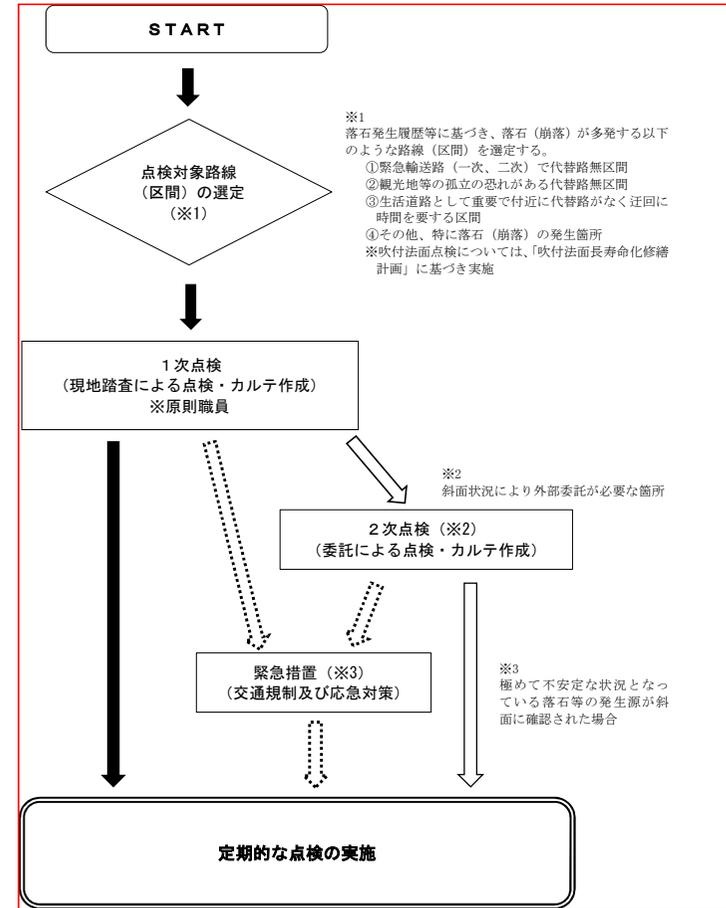


図 7-1-1 点検フロー図

現 行

改 定

点検の実施頻度は斜面の安定度によって以下のとおりとする。

表 7-1-1 落石危険箇所の特易点検の実施頻度

落石危険箇所の安定度		評価の内容	点検実施頻度
I	対策不要	当面は対策の必要がない箇所	5年に1回
II	経過観察段階	経過観察を継続する箇所	3年に1回
III	早期措置段階	早期の対策が望ましい箇所	年1回
IV	緊急措置段階	緊急に対策が必要な箇所	—

また、定期的な点検のほか、以下の2つの点検がある。

① 日常点検

主として道路管理者が行う日常の徒歩や車上による巡視（道路パトロール）等の際に、斜面や既設の落石対策施設に異常が認められた場合に実施する。主に近接目視により点検を行う。

② 臨時点検

梅雨期、台風期、融雪期、地震時等において、定期点検を実施している箇所や最近災害の発生した箇所等、安定度の低い箇所について重点的に点検し、落石やのり面・斜面崩壊等の新たな斜面の変状や既設の落石対策施設の機能低下の有無について調査を行う。

落石や斜面崩壊の災害等の発生が確認されたときは、まず現地踏査による観察や写真撮影を行い、必要に応じて応急措置や二次災害防止等の対策を行うための詳細調査を速やかに実施する。また、災害に至らない小規模な落石についても、災害をもたらす落石や斜面崩壊の前兆となることもあるので、必要に応じ詳細調査を実施することが望ましい。

(3) 道路管理者と森林管理者の連携

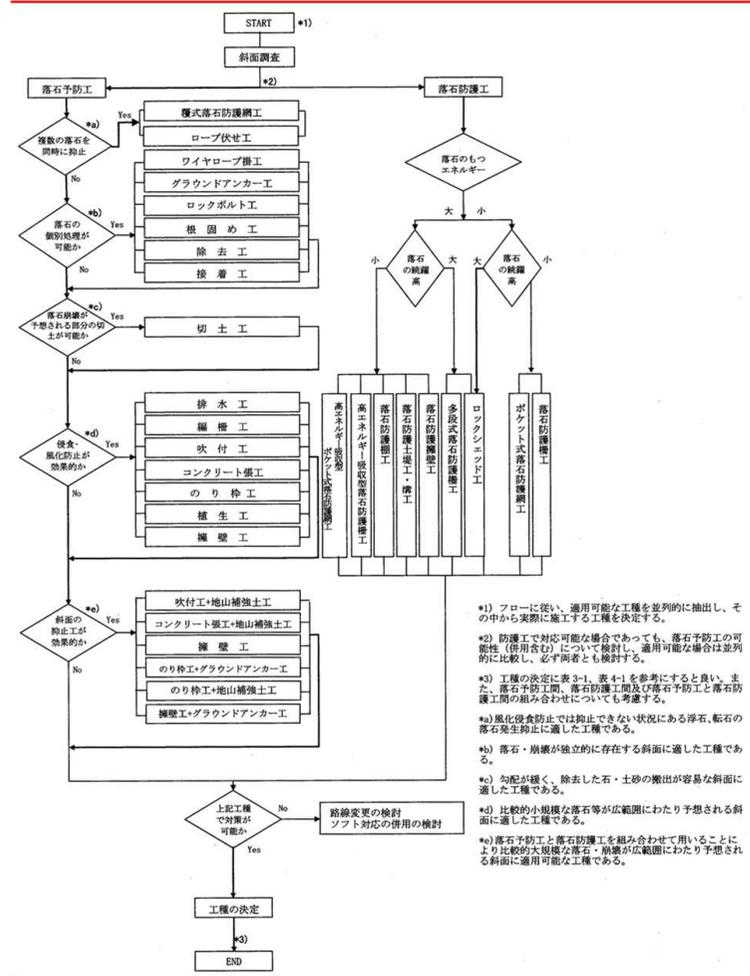
主な落石は、道路法面より上方の山林を発生源としており、道路法面での防護工だけで対策するより、発生源近くに予防工や防護工を設け、落石エネルギーを減少させる対策を併せると効果的と考えられる。

したがって、今後の対策にあたっては発生源対策や斜面途中の落石防護柵の設置等と定期的な維持管理など、さらには森林づくりや治山事業などの対策を含め、山林などの管理者（所有者）と道路管理者が連携していくことが重要である。

現 行

分類	特 徴	落 石 対 策 工 の 効 果					耐 久 性	維 持 管 理	施 工 の 難 易	信 頼 性	経 済 性
		風 化 侵 食 防 止	発 生 防 止	方 向 変 更	エ ネ ル ギ ー	衝 撃 に 抵 抗					
工 種	◎	非常によい					非常によい	手がかからない	容易	非常によい	安い
	○	よい					よい	やや手がかかる	やや容易	よい	場合に よる
	△	場合によりよい					落石で 破 損	手が かかる	むずか しい	場合 に よる	高 い
落 石 予 防 工	切 土 工						◎	○	△	◎	○
	除 去 工		◎				○	○	△	○	○
	根 固 め 工		◎				◎	○	△	◎	○
	接 着 工	○	◎				△	○	◎	△	△
	ア ン カ ー 工		◎				○	◎	○	◎	○
	ワ イ ヤ ー ロ ー プ 掛 工		◎				○	◎	△	○	◎
	排 水 工	◎					○	○	○	○	◎
	編 籠 工	○	○	△			○	○	◎	△	◎
	植 生 工	○	○				○	◎	◎	△	◎
	吹 付 工	○	○				○	◎	◎	◎	◎
	張 の り 工	○	◎				◎	◎	◎	◎	◎
	擁 壁 工	◎	◎	△			◎	◎	◎	◎	◎
	落石防護工+ロックボルト工		◎				○	◎	◎	◎	◎
	吹付工+ロックボルト工	◎	◎				○	◎	◎	◎	◎
	張工+ロックボルト工	◎	◎				◎	◎	◎	◎	◎
のり枠工+ロックボルト工	◎	◎				◎	◎	◎	◎	◎	
のり枠工+アンカー工	◎	◎				◎	◎	◎	◎	◎	
擁壁工+アンカー工	◎	◎				◎	◎	◎	◎	△	
落 石 防 護 工	覆 式 落 石 防 護 網		○	○	◎		○	○	◎	◎	◎
	ポ ケ ッ ト 式 落 石 防 護 網				○		○	○	◎	◎	◎
	落 石 防 護 柵		◎	◎	◎	△	○	○	◎	◎	◎
	多 段 式 落 石 防 護 柵		△	◎	◎		○	○	◎	◎	◎
	落 石 防 護 柵		◎	◎	◎		◎	◎	◎	◎	◎
	落 石 防 護 擁 壁		◎	◎	△		◎	◎	◎	◎	◎
	ロ ッ ク シ ェ ッ ト		◎	◎	◎		◎	◎	◎	◎	◎
	落 石 防 護 土 堤 ・ 溝		◎	○	△		◎	○	◎	◎	◎

改 定

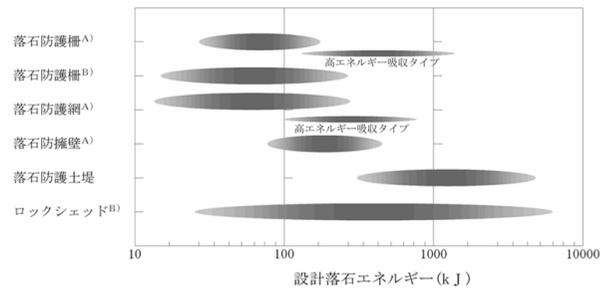


- *1) フローに従い、適用可能な工種を並列的に抽出し、その中から実際に施工する工種を決定する。
- *2) 防護工で対応可能な場合であっても、落石予防工の可能性(併用含む)について検討し、適用可能な場合は並列的に比較し、必ず両者とも検討する。
- *3) 工種の決定に表3-1、表4-1を参考にすると良い。また、落石予防工間、落石防護工間及び落石予防工と落石防護工間の組み合わせについても考慮する。
- *4) 風化侵食防止では防止できない状態にある碎石、転石の落石発生防止に適した工種である。
- *5) 落石・崩壊が独立的に存在する斜面に適した工種である。
- *6) 勾配が緩く、除去した石・土砂の搬出が容易な斜面に適した工種である。
- *7) 比較的小規模な落石等が広範囲にわたり予想される斜面に適した工種である。
- *8) 落石予防工と落石防護工を組み合わせて用いることにより比較的大規模な落石・崩壊が広範囲にわたり予想される斜面に適用可能な工種である。

図7-2-1 落石対策工選定フローチャート

現 行

図 7-2-2 落石エネルギーと落石防護工の種類



A) エネルギー計算により設計される工法 B) 静的強度計算により設計される工

(2) 落石のメカニズム

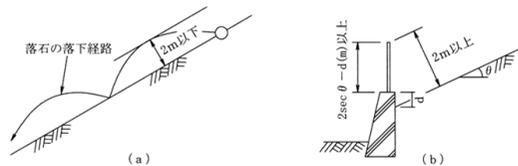
① 落石の到達位置と被害

「落石対策便覧」資料編 5. 落石防護工の被害の実態に平成 9 年度に実施した落石防護工の被害について調査した結果が整理されている。その結果によると高さ 3 m 以下の落石防護柵によって防ぎ得る落石エネルギーの最大値は 100 kJ であると推定され、100 kJ を越える落石は落石防護柵のところで必ずしも止まらないため他の対策工法を検討する必要がある。「落石対策便覧」(図 5-1-3 参照)

② 落石の跳躍量

既往の実験結果により標準の落石跳躍量は図 7-2-3 のとおり 2 m とする。

図 7-2-3 落石の落下経路と防護柵の高さ



ただし、以下の場合は 2 m を越える跳躍量が予想されるので設計時に注意をする。

- I 斜面に突起があったり、凸凹が存在する場合。
- II 斜面勾配が変化する場合 (緩→急勾配)
- III 落下高さが大きい場合

2 m を越える参考事例が落石対策便覧に掲載されている。

改 定

(2) 落石対策施設の要求性能

① 落石対策施設の設計における配慮事項

落石対策は、交通車両の安全かつ円滑な走行を確保することが第一の目的であるとともに、降雨、地震等の自然現象によって生ずる落石によって道路の受ける被害、ならびに周辺道路の人命、財産に及ぶ被害を、建設時から供用期間中の長期間にわたり最小限にとどめる役割が課されている。

施設による落石対策を実施するにあたっては、以下の事項を常に考慮すること。

- I 使用目的との適合性
- II 構造の安全性
- III 耐久性
- IV 施工品質の確保
- V 維持管理の確実性および容易さ

② 落石対策施設の要求性能

落石対策施設は、道路土工構造物の斜面安定施設の一つに位置付けられており、技術基準に示されている要求性能を踏まえた設計を行わなければならない。道路土工構造物の施設設計においては、想定される作用に対して安全性、使用性、修復性の観点から道路土工構造物の重要度等を踏まえて、要求性能の性能 1 から性能 3 のいずれかを設定して設計を行う。道路土工構造物の要求性能および道路土工構造物の重要度については以下のとおりである。

【道路土工構造物の要求性能】

性能 1：道路土工構造物が健全である。又は、道路土工構造物は損傷するが当該道路土工構造物の存する区間の道路としての機能に支障を及ぼさない性能

性能 2：道路土工構造物の損傷が限定的なものとどまり、当該道路土工構造物の存する区間の道路の機能の一部に支障を及ぼすが、すみやかに回復できる性能

性能 3：道路土工構造物の損傷が、当該道路土工構造物の存する区間の道路の機能に支障を及ぼすが、当該支障が致命的なものとならない性能

【道路土工構造物の重要度】

重要度 1：下記 (ア)、(イ) に示す道路土工構造物

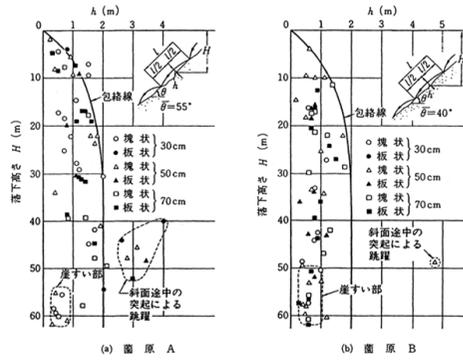
(ア) 下記に掲げる道路に存する道路土工構造物のうち、当該道路の機能への影響が著しいもの

- ・一般国道
- ・主要地方道及び一般県道のうち、地域の防災計画上の位置づけや利用状況等に鑑みて、特に重要な道路に設置される道路土工構造物

(イ) 損傷すると隣接する施設に著しい影響を与える道路土工構造物

重要度 2：上記以外の道路土工構造物

図 7-2-4 落石の跳躍量と落下高さ



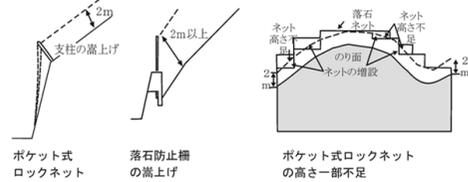
③ 落石の運動エネルギー

落石の運動エネルギーの計算では以下の点に考慮し「落石対策便覧」により設計する。

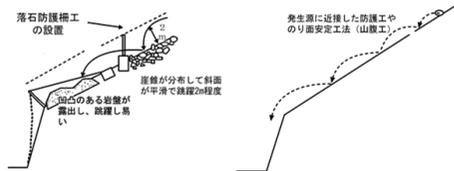
- I 落石の速度は落下高さ40mを越えると一定値に達する傾向がある。
- II 斜面の種類と等価摩擦係数 μ の値は「落石対策便覧」(表1-3)を使用する。
- III 冬期に積雪、雪崩により落石以上の荷重が作用する場合は「道路防雪便覧」により設計をする。

(4) 落石対策工の補強・補足

① 落石対策工が地形の形状の変化により規定の高さが確保できない部分は嵩上げの対応が有効



② 発生源の近くに落石防護柵工を設置



現 行

改 定

(5) 道路管理者と森林管理者の連携

主な落石は、道路法面より上方の山林を発生源としており、道路法面での防護工だけで対策するより、発生源近くに防護工を設け、落石エネルギーを減少させる対策を併せると効果的と考えられる。

したがって、今後の対策にあたっては発生源対策や斜面途中の落石防護柵工の設置と定期的な維持管理など、さらには森林づくりや治山事業などの対策を含め、山林などの管理者（所有者）と道路管理者が連携していくことが重要である。

第6編 道路附属施設事業編
 第7章 落石崩壊防止施設
 第3節 落石予防施設の設計

現 行	改 定
	<p>(追加)</p> <p style="text-align: center;">第3節 落石予防施設の設計</p> <p>(1) 設計の一般的事項</p> <p>予防工は、対象となる落石予備物質自体の除去や固定をしたり、風化・侵食等により落石が生じないようにするものであるが、予防施設に関しては定量的な性能評価は現在の技術レベルでは困難であり、また地盤調査の不確実性もある。他方、過去に調査・設計を経て予防施設が施工された岩塊が落石災害を生じたという報告はほとんど見当たらない。このため、予防施設については、供用中に点検等により対策効果が維持されていることを確認するとともに、予防施設に変状等が生じた場合には必要に応じて通行規制や補修・補強等が行われることを前提に、各工種の特性を踏まえ適切な工種を選定し、過去の経験に基づく慎重な設計を行うことで、所定の性能を満足するものと考えてよい。</p> <p>落石予防施設は、落石対策としては効果的であるが、これ自体で完全に落石を阻止することは、困難な場合もあり、落石の頻度を極力低減させるものと考えらるべきである。したがって、落石防護施設との併用で採用することが望ましい例が多い。また、落石予防では、複数種の落石予防施設を併用することも多い。</p> <p>落石予防施設の設計にあたって考慮すべき主な要素としては次のようなものがある。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 予想される落石の大きさ（岩盤の亀裂と亀裂の間隔、落石の大きさ） ② 予想される落石のタイプ（抜落ち型、はく離型） ③ 落石の起こりやすさ（危険性の大小） ④ 落石によって道路等が受ける被害の度合 ⑤ 予想される落石の必要抑止力の大きさ <p>表7-3-1は、これらの要素とそれに適していると思われる主な落石予防施設との関係を示したものである。この表は、落石予防施設を目的別に次に示す3種類に区分し、予防効果の順（大～小の順）にならべ、その適用性を◎、○、△、×の順で示した。しかし、構造物の抑止効果の評価はまだ不明な点が多く、したがって、この表はあくまでも一般的に考えられる落石予防施設の適用性を示したものであり、実際に対策施設を決定する場合には、現場周辺の過去の実施例や地形地質等を調査するとともに、施工性、将来の管理上の問題点、景観、気象条件等を考慮して総合的な判断を行う必要がある。また、前述のように複数種の予防施設を併用して採用されることも多い。例えば、コンクリート吹付等の上にロックネットを施工したり、さらにこれに加えてロックボルト等の打設が併用されることが多い。これらの設計に関しては外力等が働く場合はその大きさ、地下水の有無等を考慮して設計する必要がある。</p> <p>なお、落石予防施設は斜面安定施設の一つであり、その実施にあたっては、次の指針等に示す斜面安定施設と組み合わせるとより高い効果が得られるように考慮することが望ましい。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 道路土工一切土工・斜面安定工指針 ② 道路土工要綱 ③ グラウンドアンカー設計・施工基準・同解説 <p>また、各施設の設計における留意点等については、「落石対策便覧 4-2～4-17」による。</p>

現 行

改 定

表 7-3-1 落石の規模、タイプ別の主な落石予防施設の適用性

予想される落石 1 個あたりの大きさ (質量)		巨礫 (φ 1 m 位) 数トンの規模		中規模 (φ 40cm 位) 数百キロの規模		小規模 数十キロ以下の規模	
		はく離型	抜落ち型	はく離型	抜落ち型	はく離型	抜落ち型
目的別対策施設		落石タイプ		はく離型		抜落ち型	
浮石・転石の除去	切土・除去	○	○	○	○	○	○
	排水施設	○	◎	○	◎	○	◎
・や礫 流亀間 失裂充 防間充 止充物 填物(マ トリン ク化・ 侵食)	吹付	△	土砂部とのなじみが悪い	○	土砂部とのなじみが悪い	◎	土砂部とのなじみが悪い
	編 柵	×	×	×	○	×	○
	植 生	×	×	×	○	×	○
	張	△	△	○	○	○	○
浮石・転石の固定・安定化	根 固 め	○	○	施工性の理由からほとんど適用されていない			
	接 着	○	△	○	○	施工性や効果の関係等からあまり適用されない	
	のり 枠	○	△	○	○	○	○
	グラウンドアンカー・ロックボルト	単独で用いられず、吹付、現場打ちコンクリート枠等との組合せが多い					
	覆式落石防護網	△	△	○	△	○	○
	ワイヤロープ掛・ロープ伏せ	○	○	覆式落石防護網を併用することが多い			
	擁 壁	擁壁高は 8 m 以下が一般的				×	×
	○	○	○	○			

凡例 ◎：非常によく用いられてる ○：よく用いられてる
 △：用いられる場合がある ×：用いられない

第6編 道路附属施設事業編
 第7章 落石崩壊防止施設
 第4節 落石防護施設の設計

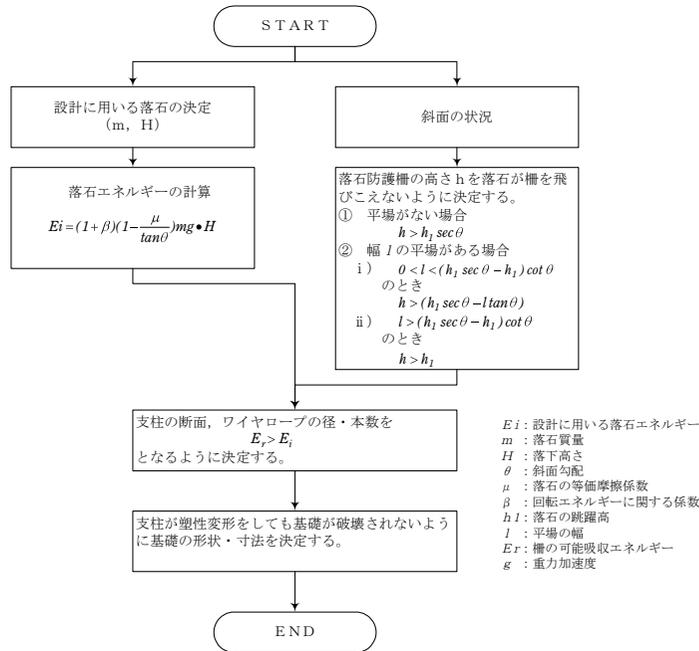
現 行

ページ：6-7-8

第3節 落石防護柵（ロックフェンス）の設計

- ① 落石防護柵の適用範囲
 図7-2-1から落石のエネルギーが100kJ以下で落石の跳躍高が高い場合に適用する。適用に当たってはポケット式ロックネットと比較検討し採用のこと。
- ② 落石防護柵の設計
 設計フローチャートを図7-3-1に示す。

図7-3-1 設計フローチャート



- ③ 設計は「落石対策便覧」(5-4-2~4, 5-4-4)によること。
- ④ 柵の吸収エネルギーの一覧を表7-3-1に示す。
 適用荷重は柵高の2/3の位置に作用した場合である。

改 定

(第3節・第4節→第4節へ統合)

第4節 落石防護施設の設計

- (1) 設計の一般的事項
 落石防護施設の設計にあたっては、使用目的との適合性、構造物の安全性について、想定する作用(常時の作用、落石の作用、降雨の作用、地震動の作用、その他)に対して安全性、使用性、修復性の観点から要求性能を設定し、落石防護施設がそれらの要求性能を満足することを照査することを原則とする。
 個々の作用に対する落石防護施設の要求性能の考え方を下表に例示する。

表7-4-1 想定する作用に対する落石防護施設の要求性能の例

想定する作用 \ 重要度	重要度 1	重要度 2
常時の作用	性能 1	性能 1
落石の作用	性能 2	性能 2
降雨の作用	性能 1	性能 1
レベル 1 地震動の作用	性能 1	性能 2
レベル 2 地震動の作用	性能 2	性能 3

- (2) 設計条件
 - ① 荷重の種類は、以下を考慮する必要がある。
 - I 自重
 - II 落石の影響
 - III 地震の影響
 - IV その他(土圧、積雪、なだれ、風、温度変化、自動車衝突、施工時等)
 - ② 荷重の組合せは、同時に作用する可能性が高い組み合わせのうち、落石防護施設に最も不利となる条件を考慮して行わなければならない。落石防護施設の設計における一般的な荷重の組み合わせは次のとおりである。
 - I 自重
 - II 自重+落石の影響
 - III 自重+地震の影響
 一般的には、上記の組合せのうち、常時の作用に対してはI、落石の作用に対してはII、地震動の作用に対してはIIIの組み合わせについて設計を行う。
 - ③ 自重は、落石防護施設の種類や土質条件等を考慮するとともに、材料の単位体積重量を適切に評価して設定する。
 - 鉄筋コンクリート 24.5kN/m³
 - 無筋コンクリート 23.0kN/m³
 土の単位体積重量は、土質試験結果をもとにして決定するのが望ましい。なお、土質試験が困難な場合は、次表に示す値を用いてもよい。

現 行

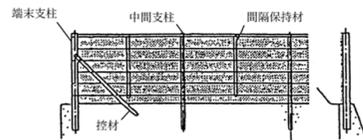
表 7-3-1 柵の吸収エネルギー：E_T
(落石対策便覧表 5-11 の例による)

柵高(m)	柵の可能吸収エネルギー：E _T (kJ)					
	柵長 9m	21m	30m	39m	51m	60m
1.5	54.7	57.2	58.5	59.5	60.8	61.6
2.0	52.5	54.1	55.0	55.7	56.5	57.1
2.5	51.2	52.4	53.0	53.6	54.1	54.5
3.0	50.5	51.4	61.9	52.3	52.7	53.0
3.5	50.0	50.7	51.1	51.4	51.8	52.0
4.0	91.2	93.5	94.8	95.8	97.0	97.8
4.5	90.2	92.2	93.2	94.1	95.1	95.8
5.0	89.4	91.1	92.0	92.8	93.7	94.2
5.5	88.8	90.3	91.1	91.7	92.5	93.0
6.0	88.3	89.6	90.3	90.9	91.6	92.0

⑤ 細部構造

I 落石形状が鋭角状や錘状の場合で災害履歴、斜面の状況により落石がワイヤーロープの間をすり抜ける場合は間隔保持材を設置する。

図 7-3-2



II 柵高さを超える積雪が予想される地域については天端補強材を施工すること。

図 7-3-3 (a) 補助中間支柱を使用する場合

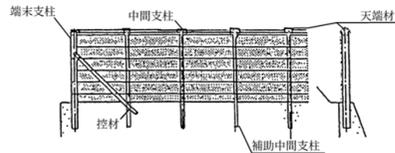


図 7-3-3 (b) 中間支柱間隔を狭める場合

改 定

表 7-4-2 土の単位体積重量 (kN/m³)

地盤	土質	緩いもの	密なもの
自然地盤	砂および砂礫	18	20
	砂質土	17	19
	粘性土	14	18
裏込め土・盛土	砂および砂礫	20	
	砂質土	19	
	粘性土 (ただしw _L <50%)	18	

(注) 地下水位以下にある土に単位体積重量は、表中の値から9kN/m³を差し引いた値としてよい。

- ④ 落石の影響は、落石防護施設の形式毎の照査方法に合わせて個別に検討すること。
- ⑤ 地震の影響は、主に以下のものを考慮するものとし、落石防護施設の種類、設置地点等の諸条件によって適切に選定する。
 - I 落石防護施設の自重に起因する地震時慣性力 (以下、「慣性力」という。)
 - II 地震時の土圧
 - 地震時の作用に対する照査方法としては、静的照査法と動的照査法とがあるが、照査法の特性に応じて地震の影響を適切に考慮する。
- ⑥ 使用材料 (落石防護施設に用いるコンクリートや鋼材等の主要材料の規格および物理定数等) は、原則として「道路土工-擁壁工指針」に従ってよい。
- ⑦ 許容応力度 (落石防護施設に用いるコンクリートや鋼材等の主要材料) は、原則として「道路土工-擁壁工指針」、「道路土工-カルバート工指針」等に従うものとする。なお、落石防護施設の設計において落石荷重、地震の影響、なだれ荷重、衝突荷重を考慮する場合の許容応力度は、上記の許容応力度に割増し係数1.5を乗じた値としてよい。

(3) ポケット式落石防護網の設計

- ① 種類と一般事項
 - ポケット式落石防護網は、上部に落石の入口となる開口部 (ポケット) を設けて斜面下方を覆うように設置することにより、斜面上方からの落石にも対応するものである。
 - ポケット式落石防護網は、以下の3つに分類することができる。
 - I 従来型ポケット式落石防護網 (慣用設計法に示す適用範囲)
 - II 高エネルギー吸収型ポケット式落石防護網
 - III その他のポケット式落石防護網
- ② 設計の考え方と手順
 - ポケット式落石防護網の設計においては、落石が飛び越えずに開口部に誘導されるようその高さを確保し、想定される落石エネルギーを吸収できるように部材断面、設置範囲を決定し、かつアンカーの安定が確保されることを確認する。また、路側に設置する場合には、落石衝突時に防護網の突出が道路空間の安全性を損なわないことを確認する。
 - 設計の一般的な手順は下記のとおりである。

現 行

第4節 落石防護網（ロックネット）の設計

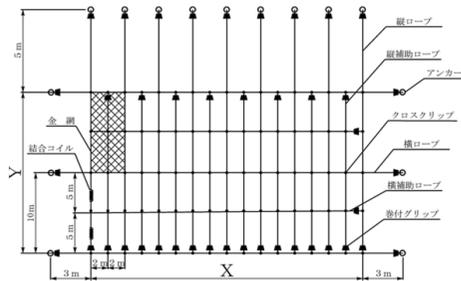
- ① 設計は「落石対策便覧」（5-3-2, 5-3-3）によること。
ただし、ポケット式落石防止網の設計にあたっては、平成26年3月7日付国土交通省道路局からの通知により行うこと。
- ② 覆式ロックネットの構造諸元
 - I 形式による主な使用材料の寸法は下表を下回ってはならない。

表7-4-1 覆式ロックネットの構造諸元

覆式ロックネット	A型	B型	C型	
縦ロープ間隔	4.0m			
横ロープ間隔	10.0m			
縦・横ロープ	3×7G/O16φ		3×7G/O12φ	
補助ロープ	3×7G/O12φ			
金網の径	亜鉛メッキ(Z-G3)	4.0φ	3.2φ	2.6φ
	ビニール被覆(V種)	5.0φ	4.0φ	3.2φ
	着色塗装	4.0φ	3.2φ	2.6φ
金網の網目	50×50			
結合コイル	4.0φ×70×300	3.2φ×50×300		

③ 覆式ロックネット標準施工図

図7-4-1 覆式ロックネット標準施工図



- I 縦ロープの控え長さは5.0m、横ロープの控え長さは3.0mを標準とする。
- II 金網の重ね長さは30cmを標準とし許容範囲は±10cm以内とする。ただし局部的に凸凹がある部分で許容範囲を上回る場合は補強を行う。
- III ロープの両端部については巻き付けグリップを使用しロープの折り返しはしない。

改 定

- III 阻止面の高さ、延長（幅）、支柱設置位置の設定
- IV 構成部材の材料・規格の選定
- V アンカーの形式・仕様の設定
- VI 安全性の照査
- VII 構造細目の設定

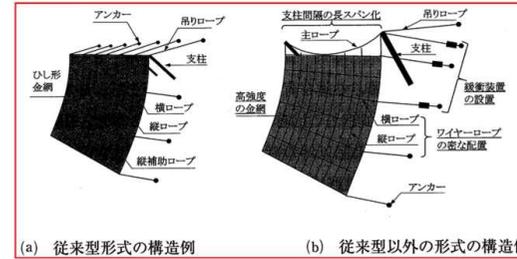


図7-4-1 ポケット式落石防護網

③ 作業荷重

ポケット式落石防護網の設計に用いる荷重としては、通常は落石荷重のみを考えればよい。積雪地帯においては、近隣斜面における積雪・堆積状況等を踏まえ、必要に応じて積雪荷重を考慮する。

設計に用いる落石エネルギー（Ew）は、想定する落石の大きさ、形状、斜面の特性等を踏まえて適切に設定する。一般的には、「落石対策便覧 1-5-4 落石の運動エネルギー」で述べられている下式により求めてよい。ただし、回転エネルギーは考慮せず、θは落石発生源から衝突位置までの平均斜面勾配、Hは落石発生源から衝突位置までの落差としてよい。

$$E = (1 + \beta) \left(1 - \frac{\mu}{\tan \theta}\right) m \cdot g \cdot H$$

- E：落石の全運動エネルギー
- β：回転エネルギー係数（0.1としてよい）
- μ：等価摩擦係数（表7-4-1による）
- θ：斜面勾配
- m：落石の質量
- g：重力加速度
- H：落石の落下高さ

表7-4-1 落石の等価摩擦係数

落石および斜面特性	μ
硬岩、丸状：凹凸小、立木なし	0.05
軟岩、丸状～角状：凹凸中～大、立木なし	0.15
土砂・崖すい、丸状～角状：凹凸小～中、立木なし	0.25

現 行

IV 結合コイルの使用数は以下とする。

- 最下段横ロープ 3ヶ取付/m
- 縦・横ロープ 1ヶ取付/m
- 縦・横補助ロープ 1ヶ取付/m

V 設計面積は $A=X \times Y$ とする。

④ ポケット式ロックネットの構造諸元

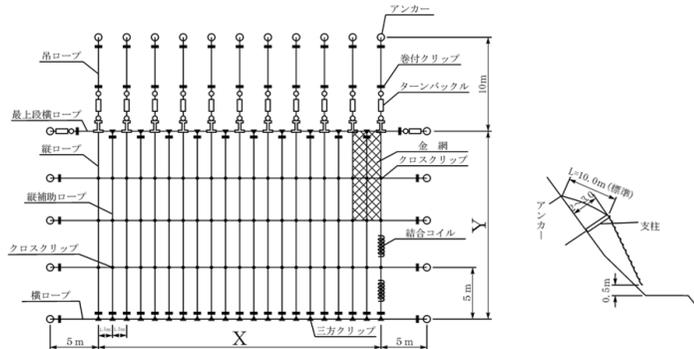
I 形式による主な使用材料の寸法は下表を下回ってはならない。

表 7-4-2 ポケット式ロックネットの構造諸元

ポケット式ロックネット		A型	B型	C型
縦ロープ間隔		3.0m		
横ロープ間隔		5.0m		
縦・横ロープ		3×7G/O18φ	3×7G/O16φ	3×7G/O14φ
補助ロープ		3×7G/O12φ		
の 金 網	亜鉛メッキ(Z-G3)	5.0φ	4.0φ	3.2φ
	ビニール被覆(V種)		5.0φ	4.0φ
金網の網目		50×50		
結合コイル		4.0φ×70×300		3.2φ×50×300
支柱		H100×100×6×8 (SS400)		

⑤ ポケット式ロックネット標準施工図を図7-4-2に示す。

図 7-4-2 ポケット式ロックネット標準施工図



改 定

設計における落石の衝突位置及び衝突方向は、図7-4-2に示すとおりとしてよい。衝突位置は、高さ方向には落石の最大跳躍高さとする。また、横断方向については、支柱間隔中央とする。落石の衝突方向は斜面角度および斜面の表面形状によって異なるが、阻止面に直角とする。

なお、阻止面上端は落石の最大跳躍高(落石衝突高)に落石半径以上、かつ少なくとも0.5m程度の余裕高を確保した位置とするのがよい。

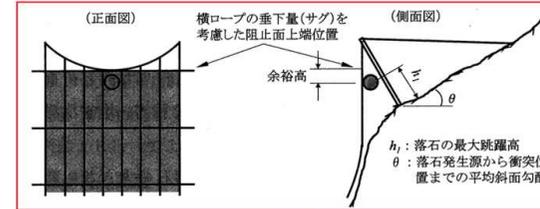


図 7-4-2 落石の衝突位置および衝突方向

④ 限界状態の設定

ポケット式落石防護網の主要構成部材の一般的な限界状態(例)を下表に示す。

表 7-4-3 ポケット式落石防護網の主要構成部材の一般的な限界状態(例)

性能水準	阻止面	支柱	ワイヤロープ ²⁾	支柱基礎、アンカー
性能1	損傷が生じない、もしくは部材交換を要しない限界の状態	力学特性が弾性域を超えない限界の状態 ¹⁾	力学特性が弾性域を超えない限界の状態	力学特性が弾性域を超えることなく、支柱基礎またはアンカーを支持する地盤の力学特性に大きな変化が生じない限界の状態
性能2	損傷の修復を容易に行う限界の状態	力学特性が弾性域を超えない限界の状態 ¹⁾	損傷の修復を容易に行う限界の状態 ³⁾	副次的な塑性化に留まる限界の状態

*1: 落石が支柱を直撃したときに損傷や変形が生じるのはやむを得ないが、支柱の損傷が全体系の崩壊等につながらないとともに、比較的容易に修復が可能でなければならない。
支柱基礎が杭の場合は、有意な傾斜を生じないこと。
*2: 緩衝装置を装着した防護網においては、各性能水準に対して各緩衝装置に設定されている変形量・移動量以内であること。
*3: 例えば、ワイヤロープの締め直し等で復旧が可能な状態であること。

⑤ 照査

上記④に述べた各々の限界状態に対する照査は、「落石対策便覧 5-5-5 実験による性能検証」等の適切な根拠により構成部材の挙動、変形、破損状況等を評価することにより行う。また、構成部材について破断後の飛散事例の有無を調べ、飛散の可能性があるものを用いていないかなどを確認することも重要である。

なお、従来型ポケット式落石防護網については、「落石対策便覧 5-5-6 復元設計法」により適切に設計することで、性能2を満足すると考えてよい。

現 行

- I 縦ロープの控え長さは10.0mを標準としているが現場状況によりアンカーのとれる位置に変更すること。また、横ロープの控え長さは5.0mを標準とする。
- II 金網の重ね長さは30cmを標準とし許容範囲は±10cm以内とする。ただし局部的に凸凹がある部分で許容範囲を上回る場合は補強を行う。
- III ロープの両端部については巻き付けグリップを使用しロープの折り返しはしない。
- IV 結合コイルの使用数は以下とする。

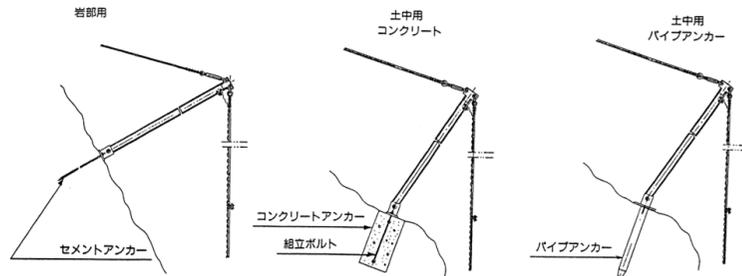
最上段横ロープ	3m当たり8ヶ取付
縦主ロープ	5m当たり8ヶ取付
縦・横ロープ	3m当たり4ヶ取付
縦・横補助ロープ	5m当たり4ヶ取付
- V バインド線は仮設に際し100㎡当たり1kg使用のこと。
- VI 設計面積は $A=X \times Y$ とする。
- VII 網の下端部はポケットに入った落石を処理するのに必要なため、路面より50cm程度上げて設計する。

⑥ アンカーの設計

I アンカーの種類と特徴

落石防護工のアンカーは、土中用と岩部用アンカーの2種類に大きく分類される。初期の段階では、土中用としてはコンクリート基礎のみであり、岩部用アンカーとしてもループボルトアンカーのみであった。しかし、現在では、施工性、確実性の面を考慮し、その種類を増やしている。

図7-4-3 ポケット式ロックネットのアンカーの例



改 定

(4) 落石防護柵の設計

① 種類と一般事項

落石防護柵は、たわみ性の網状部材およびワイヤロープ類で構成された阻止面、阻止面からの荷重を地盤に伝達する支持部材および基礎から構成される。現在採用されている落石防護柵を構造形式別に分類すると、次のような種類がある (図7-4-3参照)。

- I 自立支柱式
- II ワイヤロープ支持式
- III H鋼式

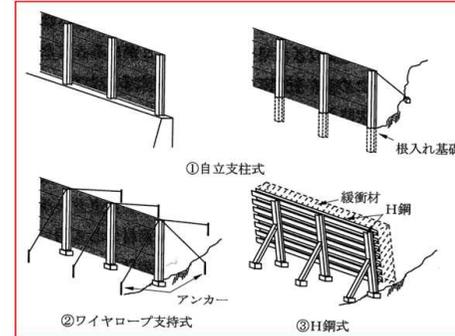


図7-4-3 落石防護柵の種類

なお、自立支柱式の落石防護柵のうち、阻止面をひし形金網と多段のワイヤロープで構成し、H鋼の支柱を用いたものを便宜上、従来型落石防護柵と称することとする (図7-4-4参照)。

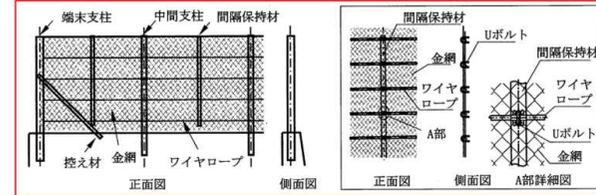


図7-4-4 従来型落石防護柵の構成部材

② 設計の考え方と手順

落石防護柵の設計においては、落石が飛び越えない高さであること、許容変位以内で落石エネルギーを吸収できる部材断面、部材配置であること、かつ基礎の安定性が確保されていることを確認する。また、落石衝突時に防護柵の突出が道路空間の安全性を損なわないことを確認する。

現 行

II アンカー工の設計に使用する岩の分類

表7-4-3に国土交通省の岩の分類に加筆したアンカー工に適用する岩の分類を示す。

表7-4-3 岩の分類（国土交通省の分類に加筆）

国土交通省における岩の分類		アンカー工に使用する岩の分類
名 称	岩 質 の 程 度	
硬 岩 II	けい岩、角岩など石英質に富んで岩質がかたいもの。風化していない新鮮な状態のもの。き裂が少なくよく密着しているもの。	硬 岩
硬 岩 I	花こう岩、結晶岩など全く変化していないもの。き裂間の間隔は1m内外で相当密着しているもの。かたい良好な石材を取り得るようなもの。	
中 硬 岩	石灰岩、多孔質安山岩のように特にち密でないが、相当の硬さを有するもの。風化の程度があまり進んでいないもの。かたい岩石での間隔が30～50cm程度のき裂を有するもの。	
軟 岩 II	凝灰質でかたく固結しているもの。風化は目に沿って相当進んでいるもの。き裂間の間隔は10～30cm程度で軽い打撃により離しうる程度、異種の岩がかたい互層をなしているもので層面を楽に離しうるもの。	軟 岩
軟 岩 I	第三世紀の岩石で固結の程度が良好なもの。風化は相当進み、多少変色を伴い、軽い打撃により容易に割り得るもの。離れやすいもの。き裂間の間隔は5～10cm程度のもの。	風 化 岩
	第三世紀の岩石で固結の程度が弱いもの。風化がはなはだしくもろいもの。指先で離し得る程度のもので、き裂間の間隔は1～5cmぐらゐのもの。	
風 化 岩	変質の可能性のある岩（将来土砂化が予想される岩）第三紀層、第四紀火山岩類	
土 丹	洪積層の硬質粘土層や、固結度の低い泥岩（土質基礎工学ライブラリー10日本の特殊土より）	土 丹

表土層下に存在する岩盤を基礎とする場合は、事前に貫入試験等を行い表土層厚および岩盤に十分な強度があることを予め確認する。岩盤の強度はN値換算で50以上とする。

III アンカーの選定

落石防護網工に使用するアンカー工の選定フローを図7-4-4に示す。

改 定

設計の一般的な手順は下記のとおりである。

- I 作用荷重の設定
 - II 限界状態の設定
 - III 設置位置、阻止面の高さ、延長（幅）の設定
 - IV 製品・規格の選定
 - V 基礎の形式・仕様の設定
 - VI 安全性の照査
 - VII 構造細目の設定
- ③ 防護柵設置位置、高さの設定

設置位置を検討するにあたっては、路側の設置空間、落石防護柵に堆積した土砂や落石の排除作業の容易さ、基礎地盤の良否、落石エネルギーおよび防護柵の可能吸収エネルギー等を考慮する。

路側に設置する場合の落石防護柵の必要高 h_1 は、想定する落石の跳躍量と設置位置によって決定され、落石を捕捉可能な高さとして設定する。

一般的には、次のように設定することが多い。斜面から直角に測った落石跳躍高を h_1 として、斜面勾配が θ の場合の落石防護柵への落石衝突高 h_2 は次のようになる（図7-4-5参照）。

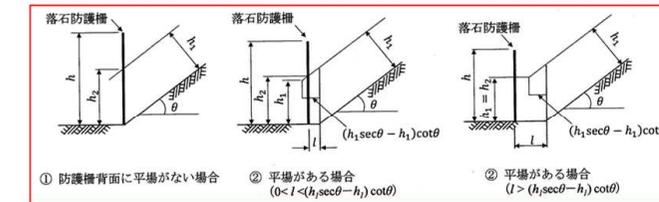


図7-4-5 落石衝突高の計算条件

I 落石防護柵背面に平場（ポケット）がない場合

$$h_2 = h_1 \sec \theta$$

II 幅 l の平場がある場合

$$0 < l < (h_1 \sec \theta - h_1) \cot \theta \text{ のとき、}$$

$$h_2 = h_1 + \{(h_1 \sec \theta - h_1) \cot \theta - l\} \tan \theta$$

$$h_2 = h_1 + (h_1 \sec \theta - h_1) - l \tan \theta$$

$$\therefore h_2 = h_1 \sec \theta - l \tan \theta$$

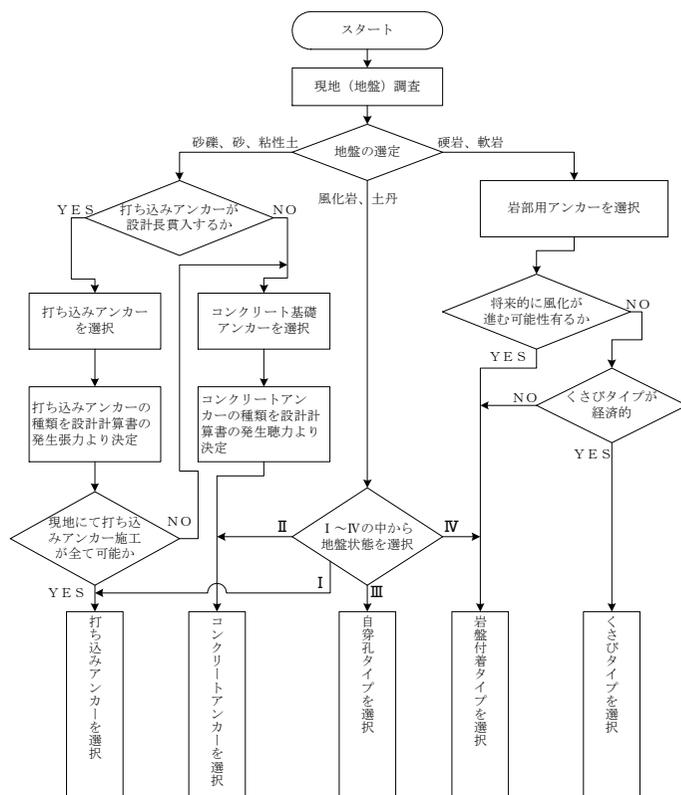
$$l > (h_1 \sec \theta - h_1) \cot \theta \text{ のとき、}$$

$$h_2 = h_1$$

図7-4-6(a)に示す落石跳躍高 h_1 は、斜面の凹凸が大きい場合を除いて一般的に2m以下といわれている。(b)(c)は高さ d の基礎の突出高がある場合であり、最低柵高は $h_2 - d = h_1 \sec \theta - d$ となる。ただし、(d)のように斜面勾配が斜面の途中で変化している場合あるいは斜面の凹凸が大きい場合等には、落石が落石防護柵を飛び越える可能性があるため、設置位置、柵高の設定には注意を要する。

現 行

図 7-4-4 アンカー工の選定フロー図



- I 地表から 1 m 以内に N 値 50 以上の岩盤が存在せず打ち込みアンカーが設計長貫入する。
 - II I の状態で打ち込みアンカーが設計長貫入しない。
 - III 表土が被っているが地表から 1 m 以内に N 値 50 以上の岩盤が存在するが、孔壁は自立しない。
 - IV III の状態で孔壁が自立する。
- 注) 表土を被った岩盤層において、表土を除去した場合、あるいは岩部用アンカーの頭部の変位を抑制する処置 (コンクリート根固め、付属部材による補強) を施した場合、岩部用アンカー

改 定

このような場合には、当該箇所における落石の発生実態や、落石シミュレーション等の結果を踏まえて、落石跳躍高の設定を行うのがよい。

落石防護柵の必要高 h は、特に対象とする落石が大きくなっている実態等を踏まえ、落石衝突高に落石半径以上、かつ少なくとも 0.5m 程度の余裕高を設けるのがよい。また、従来型の落石が柵天端付近に衝突した場合、支柱の傾斜や落石の回転等により柵を跳び越す現象も考えられるので、落石衝突高に対して最低柵高の 1/2 程度の余裕高を設けるのがよい (図 7-4-7 参照)。

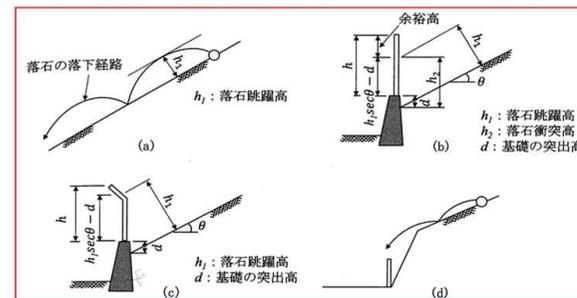


図 7-4-6 落石の落下経路と防護柵高さ

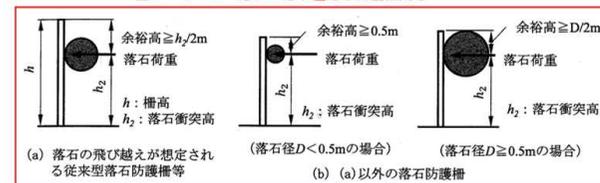


図 7-4-7 落石防護柵の余裕高

④ 作用荷重

I 柵に作用する荷重

落石防護柵の設計に用いる荷重としては、通常は落石荷重のみを考えればよい。設計に用いる落石エネルギー (E_w) は、想定する落石の大きさ、形状、斜面の特性等を踏まえて設定する。一般的には、「落石対策便覧 1-5-4 落石の運動エネルギー」で述べられている下式により求めてよい。

$$E = (1 + \beta) \left(1 - \frac{\mu}{\tan \theta}\right) m \cdot g \cdot H$$

E : 落石の全運動エネルギー

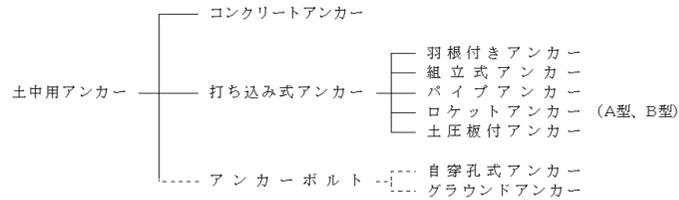
β : 回転エネルギー係数 (0.1としてよい)

μ : 等価摩擦係数 (表 7-4-1による)

現 行

の使用が可能である。ただし、所定の荷重で引張り試験を行なった際、アンカー頭部の変位は規定値内であることが必要である。

IV 土中用アンカー
・土中用アンカーのタイプ

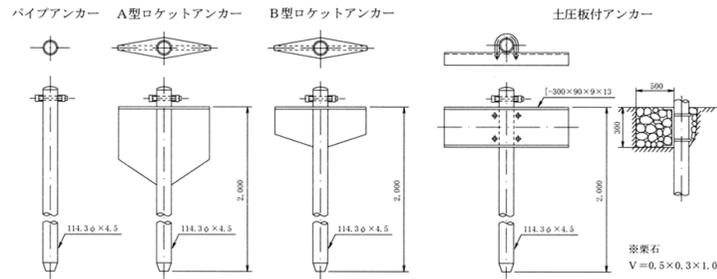


コンクリートアンカーは、落石対策便覧（道路協会発行）にその仕様が記載されている代表的なアンカーである。打ち込み式アンカーにおいて、組み立てアンカー、羽根付きアンカーはアンカーロッドを打ち込むタイプであるが、パイプアンカー、ロケットアンカー、土圧板付アンカーはφ114.3のパイプを打ち込むタイプである。ロケットアンカーはパイプの上部に2枚の羽根を取り付けており、土圧板付アンカーは、パイプ上部に溝型鋼をUボルトで固定したタイプである。

(図7-4-5参照)

打ち込み式アンカーは、落石対策便覧には記載されていないが落石対策工法において多くの実績を有すアンカーである。自穿孔アンカー、グラウンドアンカーは、同工法において土中用アンカーとしては、殆ど実績が無い。

図7-4-5 打ち込み式アンカーの例



改 定

- θ：斜面勾配
- m：落石の質量
- g：重力加速度
- H：落石の落下高さ

設計における落石荷重の作用位置は、図7-4-8に示すように支柱間の中央で最大跳躍高の位置とし、落石の衝突方向は柵に直角としてよい。

なお、当該斜面が積雪地帯であり積雪荷重の影響を無視できない場合にはこれを考慮するものとする。積雪荷重と落石荷重は同時に考慮しなくてもよい。

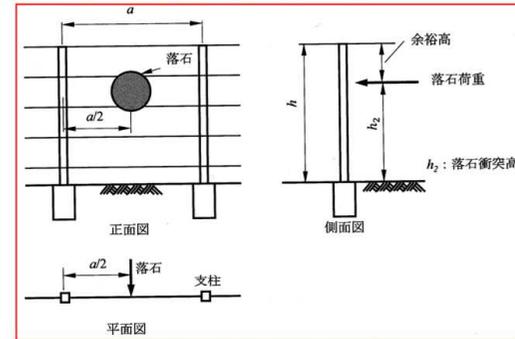


図7-4-8 落石荷重の作用位置

II 基礎に作用する荷重

落石防護柵の基礎において一般に考慮すべき荷重とその組み合わせを下表に示す。

表7-4-4 一般に考慮すべき荷重の組合せ

基礎の種類		自重	土圧	落石	地震
擁壁	常時	○	△		
	落石時	○	△	○	
	地震時	○	△		○
直接基礎	常時	○	○		
	落石時	○	○	○	
根入れ杭	落石時			○	
アンカー	落石時			○	

(注) △は堆積土圧等が必要に応じて考慮する。常時の安定照査は一般に省略してよい。

④ 限界状態の設定

落石防護柵の主要構成部材の一般的な限界状態（例）を下表に示す。

現 行

名 称	鋼 管	抵抗板・土圧板	重量 kg
パイプアンカー	φ114.3×4.5-2,000 (2,130)		27
A型ロケットアンカー		2 P L300×6×600	44
B型ロケットアンカー		2 P L300×6×600	37
土圧板付アンカー		[300×90×9×13-1,000	66

・アンカーの耐力
 コンクリートアンカー、および打ち込み式アンカーの耐力を表7-4-4に示す。

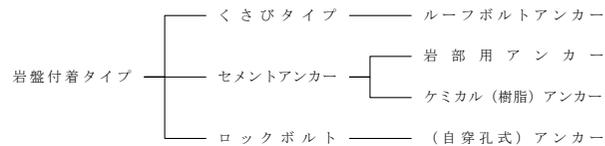
表7-4-4 土中用アンカーの耐力

タイプ	種別	サイズ	アンカー耐力 (kN)
		幅(b)×奥行(l)×深さ(d) ORパイプ径×長さ	
コンクリート	I	1.0×2.0×1.2(m)	60
	II	0.9×1.6×1.2(m)	40
	III	0.8×1.4×1.2(m)	30
	IV	0.7×1.3×1.2(m)	25
	V	0.8×1.2×1.0(m)	20
打ち込み式	土圧板付アンカー	φ114.3×2000(mm)	80
	A型ロケットアンカー	φ114.3×2000(mm)	50
	B型ロケットアンカー	φ114.3×2000(mm)	35
	パイプアンカー	φ114.3×2000(mm)	25
	組立式アンカー	3-φ22×1000(mm)	20
	羽根付アンカー	1-φ22×1000(mm)	8

コンクリートブロックのアンカー耐力は「落石対策便覧」より引用した値である。打ち込み式アンカーの耐力は、ローム質、N値≧3の地盤での試験値を示す。コンクリートタイプの耐力の確認は設計計算により行うが、打ち込み式アンカーの耐力確認は、架設現場での耐力テストにより行う。

III 岩部用アンカー

・岩部用アンカーのタイプ



改 定

表7-4-5 落石防護柵の主要構成部材の一般的な限界状態(例)

性能水準	阻止面	支柱	ワイヤロープ ^{*2}	基礎
性能1	損傷が生じない、もしくは部材交換を要しない限界の状態	力学特性が弾性域を超えない、傾斜を生じない限界の状態 ^{*1}	力学特性が弾性域を超えない限界の状態	力学特性が弾性域を超えることなく、基礎を支持する地盤の力学特性に大きな変化が生じない限界の状態
性能2	損傷の修復を容易に行う限界の状態	力学特性が弾性域を超えない限界の状態 ^{*1} ・ ^{*4} 損傷の修復を容易に行う限界の状態 ^{*1} ・ ^{*3}	力学特性が弾性域を超えない限界の状態 ^{*3} 損傷の修復を容易に行う限界の状態 ^{*4}	副次的な塑性化に留まる限界の状態

*1: 落石が支柱を直撃したときに損傷や変形が生じるのはやむを得ないが、支柱の損傷が落石防護柵全体の崩壊等につながらないとともに、比較的容易に修復が可能でなければならない。
 *2: 支柱基部がヒンジの場合には、有意な傾斜を生じないこと。
 *3: 摩擦系緩衝装置を装着した防護柵においては、性能2に対して許容すべり量以下であること。
 *4: 支柱に塑性化または主たるエネルギー吸収を考慮する場合。

⑤ 照査

上記④に述べた各々の限界状態に対する照査は、「落石対策便覧 5-6-6 実験による性能検証」等の適切な根拠により構成部材の挙動、変形、破損状況等を評価することにより行う。また、使用材料については破断後の飛散事例の有無を調べ、飛散の可能性があるものを用いていないかなどを確認することも重要である。

なお、従来型落石防護柵については、「落石対策便覧 5-6-7 慣用設計法」により適切に設計することで、性能2を満足すると考えてよい。

(5) その他落石防護施設的设计

その他の落石防護施設的设计については、「落石対策便覧」による。

現 行

改 定

盤に定着させる。穿孔後、セメントカプセルあるいは樹脂を孔に挿入した後アンカーボルトを打ち込むタイプである。

ロックボルトアンカーは、岩盤を穿孔した際、孔壁が自立せず穿孔後アンカーボルトあるいは充填剤を挿入できない場合に使用する自穿孔式タイプのアンカーである。

・アンカーの耐力

岩部用アンカーはいずれもアンカーの岩盤への定着方法が異なるだけでありアンカーの耐力はアンカーボルトネジ径のせん断力により設定される。表7-4-5にアンカーボルト径と一般的な耐力を示す。

表7-4-5 アンカーボルト径と耐力

アンカーボルト径	ネジ部の有効断面積 (mm ²)	アンカー耐力 (kN)
M32	694	83.3
M27	459	55.1
M22	303	36.4

注) 許容せん断力 $\sigma_{ca} = 80 \times 1.5$ (短期の割増し) = 120N/mm²

・アンカーの引き抜き力

岩部用アンカーに引き抜き力が発生する場合は、アンカーボルトと岩盤の付着力、充填剤（セメント、樹脂）の強度等検討し、ロープの破断荷重に対して十分安全で有るかを検討する。表7-4-6に岩盤の種類と摩擦抵抗の関係を示す。

表7-4-6 岩盤の種類と摩擦抵抗

岩盤の種類	摩擦抵抗 (N/cm ²)
硬 岩	150~250
軟 岩	100~150
風化岩	60~100
土 丹	60~120
* { JHグラウンドアンカー工設計指針 泥岩アンカー工設計指針 荷重分散型永久アンカー工法設計・施工指針(案) を参照	30以下*

グラウンドアンカー設計・施工指針に加筆

ポケット式ロックネットの場合、最上段に支柱を建てポケット部を設けるため支柱高さ分ロープの引き方向は仰角となり、アンカーへ引き抜き方向の力が作用する。図7-4-6参照。

現 行

改 定

図 7-4-6 落石時のアンカーへの作用力

