

第8編 のり面保護・擁壁 目 次

第1章 のり面

1. 適用	8-1
2. 土及び岩の分類	8-2
3. 盛土及び切土の路体，路床の構造.....	8-3
4. 盛土	8-3
4.1 盛土の安定性の照査についての基本的な考え方.....	8-3
4.2 盛土のり面勾配	8-3
4.3 盛土の小段	8-4
4.4 盛土の安定性の照査	8-5
5. 切土	8-7
5.1 切土のり面勾配	8-7
5.2 切土の小段	8-9
5.3 切土のり面のラウンディング.....	8-11
5.4 切土のり面の勾配のすり付け.....	8-11
6. 小段の構造	8-12
7. のり面点検施設	8-14
7.1 のり面点検昇降施設	8-14
7.2 のり面点検手すり	8-14

第2章 のり面保護

1. 適用	8-15
2. のり面保護工の工種と分類.....	8-16
3. のり面保護工の選定	8-17
4. 植生によるのり面保護工の工法.....	8-26
5. 構造物によるのり面保護工の工法.....	8-31
5.1 のり枠工	8-31
5.2 コンクリート及びモルタル吹付工.....	8-34
5.3 のり面アンカー工	8-35
5.4 地山補強土工	8-36
5.5 かご工	8-37
5.6 柵工	8-37
5.7 連続長繊維補強土工	8-38

第3章 落石対策

1. 適用	8-39
2. 落石対策工の選定	8-39
3. 設計フローチャート	8-41
4. 落石防護網工	8-46
5. 落石防護柵工	8-47
6. 各種対策工の設計法	8-48
6.1 ポケット式落石防護網の設計法.....	8-48
6.1.1 支柱高の決定	8-48
6.1.2 工法の検討	8-49
6.1.3 可能吸収エネルギーの算定.....	8-49
6.1.4 アンカー基礎の設計.....	8-49
6.2 落石防護柵の設計法	8-50
6.2.1 防護柵の高さ	8-50
6.2.2 工法の検討	8-50
6.2.3 可能吸収エネルギーの算定.....	8-51
6.3 基礎兼用擁壁の設計法	8-51
6.3.1 高さの決定	8-51

第4章 擁壁

1. 適用	8-52
2. 擁壁工の種類と特徴	8-52
3. 設計計画	8-56
3.1 調査	8-56
3.2 構造形式の選定	8-57
3.3 各種擁壁の概要	8-59
3.4 基礎形式の選定	8-62
3.5 耐震設計の基本方針	8-63
4. 設計一般	8-64
4.1 設計の手順	8-64
4.2 荷重	8-65
4.3 土圧	8-66
4.4 許容応力度	8-67
4.5 安定に関する検討	8-67
4.6 基礎工	8-68
4.6.1 基礎工の根入れ深さ	8-68
4.6.2 直接基礎	8-69
4.6.3 改良地盤（安定処理，置換え）	8-70
4.6.4 杭基礎	8-71
5. 各種擁壁の設計	8-73
5.1 ブロック積擁壁	8-73
5.1.1 ブロック積擁壁の標準	8-73
5.1.2 構造細目	8-76
5.1.3 大型ブロック積擁壁	8-77
5.2 重力式擁壁	8-78
5.3 もたれ式擁壁	8-80
5.3.1 荷重	8-80
5.3.2 安定に関する検討	8-81
5.3.3 断面の検討	8-83
5.3.4 構造細目	8-83
5.3.5 設計施工の注意点	8-85
5.4 片持ばり式擁壁	8-86
5.4.1 構造細目	8-86
5.4.2 配筋細目	8-86
5.5 U型擁壁	8-87
5.6 プレキャスト擁壁	8-87
5.7 井げた組擁壁	8-87
5.8 補強土擁壁	8-88
5.8.1 補強土擁壁の設計手順	8-88
5.8.2 適用にあたっての注意事項	8-89
6. 耐久性の検討について	8-90

7.	共通構造細目	8-91
7.1	目地工	8-91
7.2	水抜工	8-92
7.3	裏込め工	8-92
7.4	高さ変化時の形状	8-92
7.5	防護柵の設置	8-94
8.	擁壁の修景	8-95
8.1	一般事項	8-95
8.2	表面処理	8-95

第3章 落石対策

1. 適用

落石対策は、道路利用者ならびに道路施設を落石等の災害から守ることを目的とする。このため、施設等を設置する対策には、落石の発生が予想される斜面内の浮石や転石を取り除いたり、斜面に固定するなど落石予防工と斜面から転落してくる落石を道路際に設置した施設で防護する落石防護工とがある。

なお、この手引きに明記されない事項は次の基準・指針類によるものとする。

また、防災カルテとして点検を行っている箇所もあるため、カルテ箇所かの確認を必ず行い、カルテ箇所の場合にはカルテ着目点が解消できるように対策を講ずることとする。

表 1.1 適用基準類

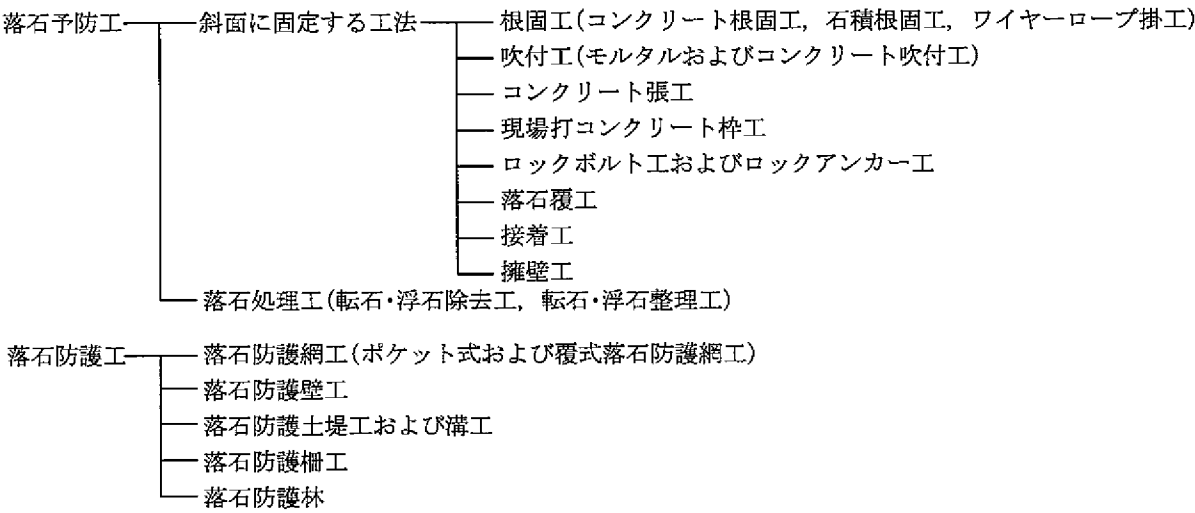
基準・指針類	発刊期	発 刊 者
落石対策便覧	H29. 12	(公社)日本道路協会
道路土工, 切土工・斜面安定工指針	H21. 6	(公社)日本道路協会
道路土工, 擁壁工指針	H24. 7	(公社)日本道路協会

2. 落石対策工の選定

(1) 落石対策工の選定にあたっては、道路構造やのり面保護工なども考慮したうえ、斜面状況に最も適したものを選定することとする。

落石対策工を大別すると、落石の発生源対策としての落石予防工と、発生した落石の対策としての落石防護工の2種類となる。工種の選定にあたっては斜面の状況、即ち斜面の地形・地質および植生状況などの調査結果にもとづき、各種対策工の機能、耐久性、施工性、維持管理面などで十分に検討し、必要に応じ単独または複数の工種を採用することとする。

(2) 落石対策工の分類は、以下のとおりとする。

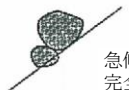
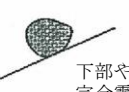
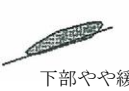
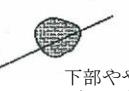
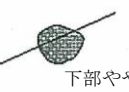


(3) 斜面上部の転石・浮石（対策工実施の目安）

斜面上部の転石・浮石については、安定状態が1～3の箇所について対策検討を行うことを基本とする。

安定状態については、斜面勾配、露出状況、亀裂状況の他、尾根部や谷部等の地形、地質条件による地盤の侵食状況、道路への影響等を考慮し、現場条件に合わせた評価を行うこととする。

道路土工-切土工・斜面安定工指針、P. 330、平成21年6月、（公社）日本道路協会 解図10-2についても参考とすること。

安定状態	転石	安定性
1	 木で停止  急傾斜 完全露出	近い将来必ず 滑落すると考え られるもの
2	 急崖上で停止  急傾斜 2/3以上露出  下部やや緩傾斜 完全露出	時期は予測でき ないが、いずれ 滑落すると考え られるもの
3	 下部やや緩傾斜  急傾斜 安定性のある形状  急傾斜 2/3～1/2程度露出  下部やや緩傾斜 2/3以上露出	滑落する可能性が 大きい
4	 下部に平坦面あり  下部やや緩傾斜 安定性のある形状  急傾斜 1/2以上露出  下部やや緩傾斜 2/3～1/2程度露出	当面滑落する 可能性が小さい
5	 平坦面で停止  下部やや緩傾斜 1/2以下露出	滑落の可能性が ほとんどない

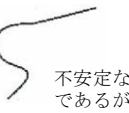
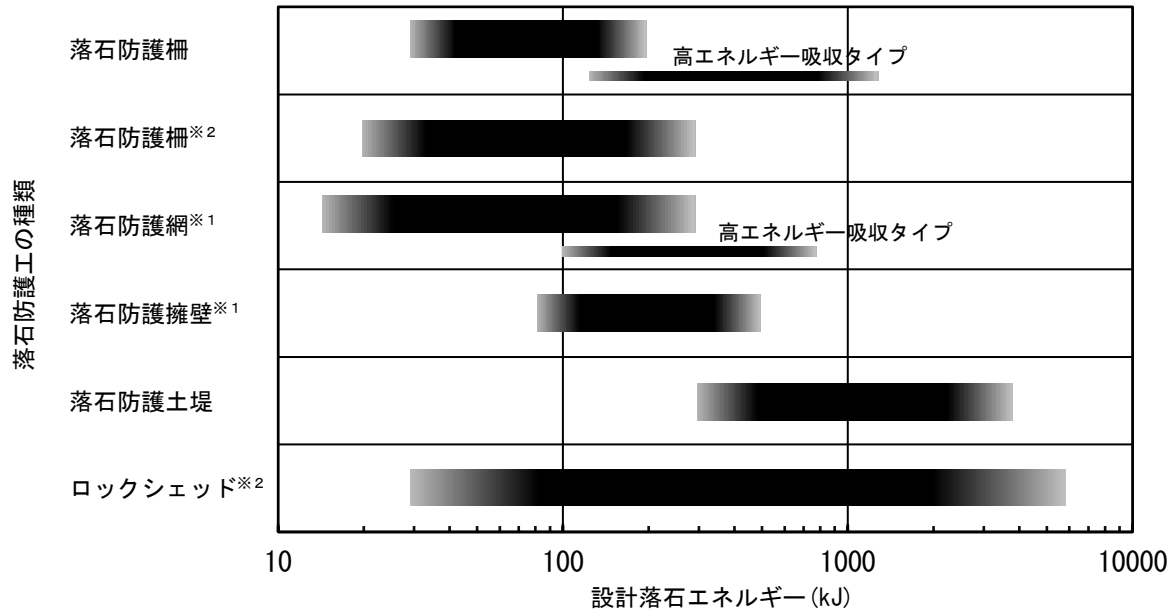
安定状態	浮石	安定性
1	 完全に分離	近い将来必ず 滑落すると考え られるもの
2	 下部の侵食 が進行	時期は予測でき ないが、いずれ 滑落すると考え られるもの
3	 不安定な形状  亀裂が非常に 発達	滑落する可能性が 大きい
4	 亀裂が発達  不安定な形状 であるが健全	当面滑落する 可能性が小さい
5	 ほぼ健全	滑落の可能性が ほとんどない

図 2.1 現地観察による安定度評価の一例

表 3.1 落石対策工種の特徴と効果

分類	工 種	耐久性	維持管理の手間	施工の難易度	信頼性	経済性	対策の効果				
							風化浸食の防止	発生の防止	方向の変更	エネルギーの吸収	衝撃への抵抗
落石予防工	切土工	◎	○	△	◎	○		◎			
	除去工	○	○	△	○	○		◎			
	根固め工	◎	○	○	◎	○		◎			
	接着工	△	○	◎	△	△	○	○			
	アンカー工	○	◎	○	◎	○		◎			
	ワイヤロープ掛工	○	○	△	○	◎		◎			
	排水工	○	○	○	○	◎	◎				
	編柵工	○	○	◎	△	◎	○	○	△		
	植生工	○	◎	◎	△	◎	○	○			
	吹付工	○	○	◎	○	◎	◎	○			
	張工	◎	◎	○	○	◎	◎	◎			
	のり枠工	◎	◎	◎	◎	○	◎	◎			
	擁壁工	◎	◎	○	◎	○	◎	◎			
	落石防護網工+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	◎	○	◎	○	◎			◎	○	△
	ロックシェッド	◎	◎	○	◎	○			◎	◎	◎
	落石防護土堤・溝	◎	○	◎	○	○			◎	○	△
凡 例		◎ ○ △ 落石で破損 よい 非常によい	◎ ○ やや手が かからない	◎ ○ △ やや容易 難しい	◎ ○ △ やや高い 非常に高い	◎ ○ △ 安い 高い 場合による	◎ ○ △ 非常に良い よい 場合により良い				



注 1) 本図は既往の施工実績，実験事例等から，各工法の適用範囲の目安を示されたもの。

注 2) 上記工法のうち「※ 1」はエネルギー計算により設計される工法，「※ 2」は静的な強度計算によりせつけいされる工法であり，工種により設計法が異なるため本来簡単な比較はできない。一般には静的な強度計算により設計されたものは，設計上かなりの安全余裕が含まれていると考えられる。

図 3.2 落石防護工の適用範囲の目安

表 3.2 落石の規模、タイプ別予防工の適用

落石 1 個あたりの 大きさ		巨礫		中規模		小規模	
		径 1m 程度 数トン程度		径 40cm 程度 数百キロ程度		数十キロ以下	
落石のタイプ		はく離	抜け落ち	はく離	抜け落ち	はく離	抜け落ち
浮石・転石除去工，切土工		○	○	○	○	○	○
風化・浸食・流失防止 工法	排水工 (表面排水含む)	○	◎	○	◎	○	◎
	吹付工	△	※1	○	※1	◎	※1
	編柵工	×	×	×	○	×	○
	植生工	×	×	×	○	×	○
浮石・転石の固定・安定化工法	根固め工	○	○	※2	※2	※2	※2
	接着工	○	△	○	○	※3	※3
	コンクリート張工	△	△	○	○	○	○
	現場打ちコンクリート 枠工	○	△	○	○	○	○
	グラウンドアンカー工 及びロックボルト	○※4	○※4	○※4	○※4	○※4	○※4
	落石防止網工	○※5	△※5	○※5	△※5	○	○
	ワイヤロープ掛工	○	○	※6	※6	※6	※6
	擁壁工	○※7	○※7	○※7	○※7	×	×

＜凡例＞ ◎：非常によく適用される ○：よく適用される △：適用される場合がある ×：適用されない

※1：土砂部とのなじみが悪い

※2：施工性の理由からほとんど適用されない

※3：施工性や効果の関係等からあまり適用されない

※4：吹付工，現場打ちコンクリート枠工等との併用が多い

※5：ロックボルトとの併用が多い

※6：覆式落石防護網工との併用が多い

※7：落石位置が低い場合（8.0m 以下）に適用

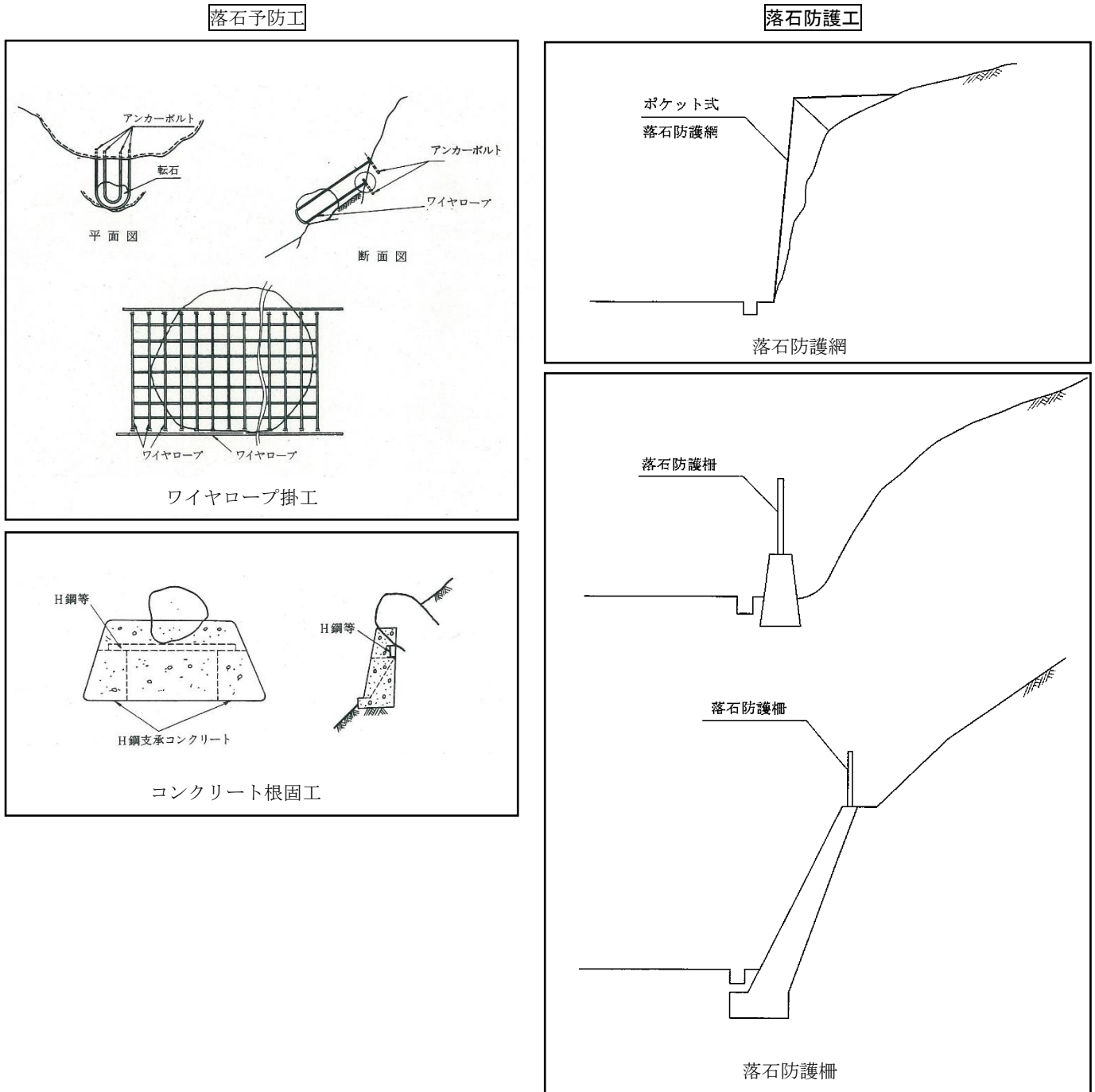


図 3.3 落石対策工のイメージ

なお工種の決定にあつては、用地の制約も考慮すること。広大地や保安林に切土や構造物を計画すると、用地測量や保安林解除手続き等に不測の費用や期間を要する場合がある。とくに局所的な道路災害防止や災害復旧工事においては、事業の経済性や早期復旧に大きく影響することから、工種決定にあたり十分に検討すること。

4. 落石防護網工

(1) 設計の基本

落石防護網工は、それを構成する各部材の性能を発揮させるようにすることによって、可能吸収エネルギーを最大とすることができる。したがって、ネット以外の諸部材がネットより先に破壊しないことを原則として設計する。なお、エネルギーが大きい場合は他の工法と併用することも考えられる。また、機能を発揮するうえで重要なロープのアンカーはロープの性能を十分発揮するまで、強度不足や移動が生じないように設計しなければならない。

落石防護網には、地山との結合力を失った岩石をネットの張力および落石を地山の摩擦によって拘束する覆式落石防護網と、上部に落石の入口を設けネットに岩石が衝突することにより、落石の持つエネルギーを吸収する機能を持つポケット式落石防護網がある。

(2) 調査項目

- (a) 落石予備物質(位置・分布・形状、岩の単位体積重量、岩質、不安定度)
- (b) 斜面形状(凸凹度、植生の状態、縦横断形状、勾配、高さ)
- (c) 斜面地質(割れ目の方向性・卓越性・密度・開口性・表層の岩盤硬度、岩盤の構造物と強度、斜面下部の地盤強度)
- (d) 斜面下端から道路までの間の距離

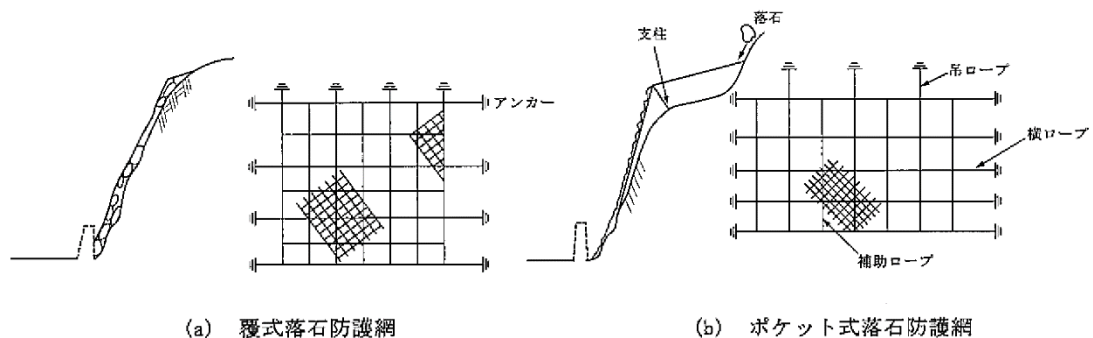


図 4.1 落石防護網の種類

落石防護網は菱形金網を用いる。

落石防護網の施工にあたっては、のり面の浮石等を取り除いた後に被覆する。また、切土のり面に小段があり、排水溝等が設けられている場合は、維持管理の方法等を考慮して小段ごとに被覆する等の検討を行うこととする。

5. 落石防護柵工

(1) 設計の基本

落石防護柵は斜面の最下部又は中段に設置し落石を阻止するのが目的である。したがって斜面の最下部で推定される落石エネルギーが大きい場合には、斜面内にも設置し落石エネルギーを各防止策で順次吸収することが有効である。なお、斜面が急峻すぎて斜面に防護柵設置が不可能な場合には落石防護網と組み合わせて工夫するとよい。

(2) 調査項目

- (a) 落石予備物質（位置・分布・形状・岩の単位体積重量，岩質，不安定度）
- (b) 斜面形状（凸凹度，植生の状態，縦横断形状，勾配，高さ）
- (c) 斜面地質（割れ目の方向性・卓越性・密度・開口性，表層の岩盤硬度，岩盤の構造物と強度，斜面下部の地盤強度）
- (d) 斜面下部から道路までの間の距離

(3) 設計施工上の留意点

- (a) 排土口は，原則として1連の長さが60mを超える場合に設ける。
- (b) 排土口用支柱は，端末支柱を使用する。
- (c) 金網の可能吸収エネルギーは， $EN=25kJ$
- (d) 斜面勾配が斜面の途中で変化しているときは，落石が落石防止柵を飛び越える可能性があるので設置位置には注意すること。

6. 各種対策工の設計法

6.1 ポケット式落石防護網の設計法

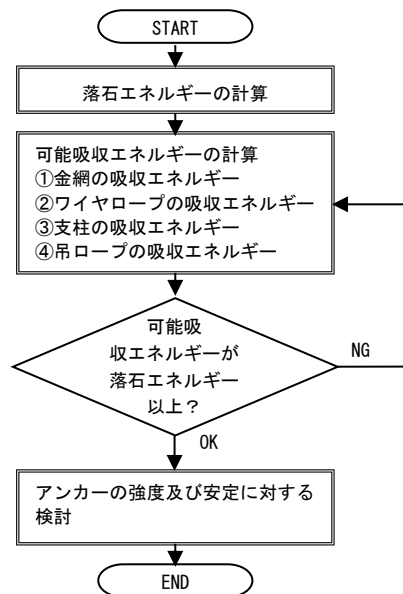


図 6.1 設計フローチャート

詳しくは、道路土工-切土工・斜面安定工指針，10-5(3)，平成 21 年 6 月，(公社)日本道路協会を参照すること。

設計においては，H25. 1. 22 付道路局国道・防災課道路防災対策室課長補佐事務連絡「ポケット式落石防護網の設計について」の取扱いに従う。同事務連絡を「落石対策便覧(H29. 12)」に読み替え，「5-5 ポケット式落石防護網」(P153-170) に示されている構造形式かつ例示の各部材の仕様の範囲のものは落石対策便覧に示す計算式によるものとし，これ以外の製品等については，メーカー等による実験等のデータにより適用範囲を確認したうえで採用する。

6.1.1 支柱高の決定

図 6.2 により高さを決める。ただし，図 6.3 のケースは別途検討する。

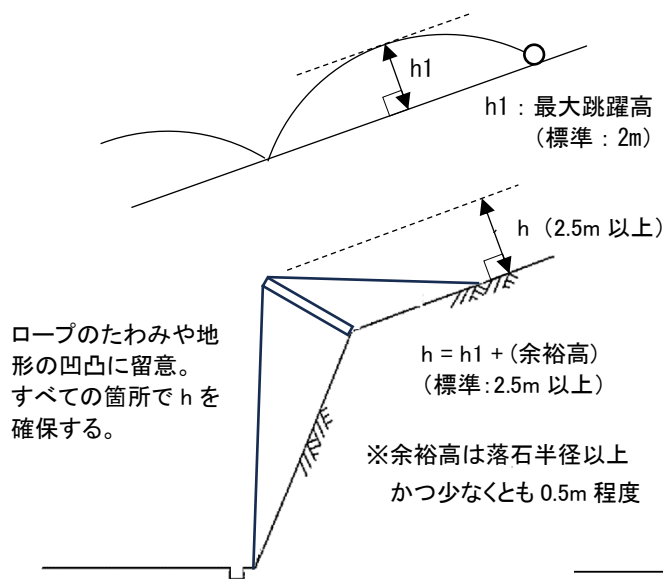


図 6.2

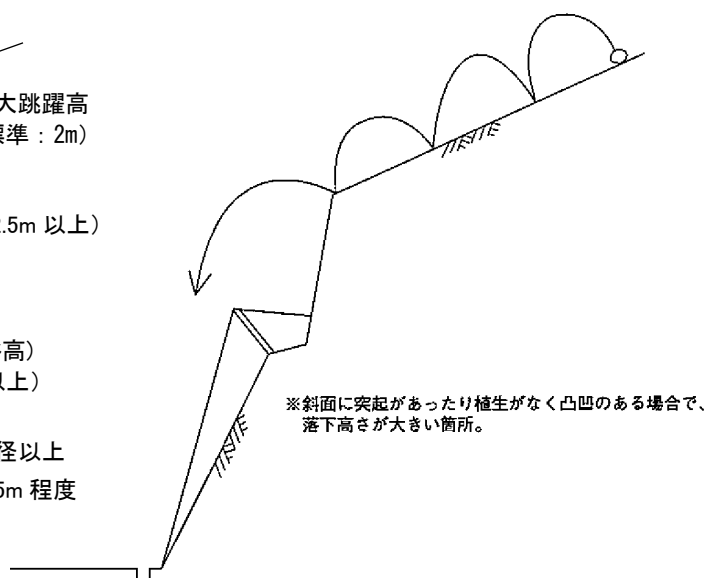


図 6.3 (飛躍高さが大きい場合)

次の場合は，2mを超える跳躍量が予想されるため留意すること。

(参考：落石対策便覧，P. 13～16，平成 29 年 12 月，(公社)日本道路協会 1-5-3)

- ・ 斜面に突起や凹凸が存在する場合
- ・ 斜面勾配が変化する場合 (緩→急勾配)
- ・ 落下高が大きい場合

6.1.2 工法の検討

現場調査により、浮石・軽石の大きさ・分布を調査し、平面図・横断図に記入する。

落石対策便覧，5-5-3，平成 29 年 12 月，（公社）日本道路協会により落石エネルギーを想定し，

落石エネルギーの最大値 < 防護網の可能吸収エネルギー
となるように設計する。

6.1.3 可能吸収エネルギーの算定

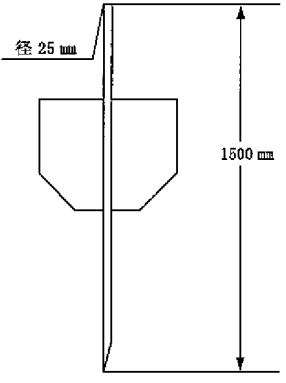
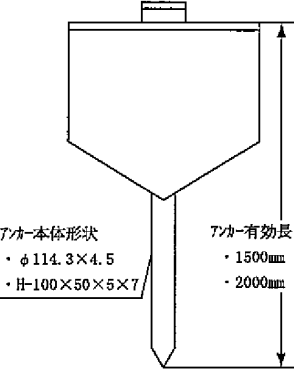
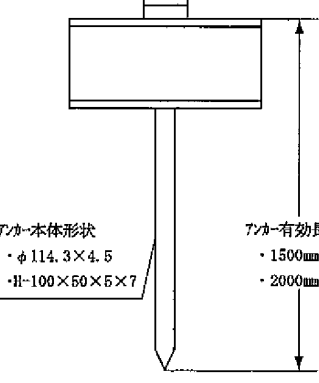
落石防護網の可能吸収エネルギーの算定は，落石対策便覧，5-5-6(4)，平成 29 年 12 月，（公社）日本道路協会による。

6.1.4 アンカー基礎の設計

(1) 土砂部

土砂部に用いられる打込み式のアンカーの設計においては，現地にて引張り試験を行い，耐力を確認することを原則とする。

表 6.1 土中用アンカーの種類

土中用		
羽根付アンカー	高耐力アンカー (プレート羽付)	高耐力アンカー (溝形鋼羽付)
 径 25 mm 1500 mm	 アンカー本体形状 ・ $\phi 114.3 \times 4.5$ ・ H-100 $\times 50 \times 5 \times 7$ アンカー有効長 ・ 1500mm ・ 2000mm	 アンカー本体形状 ・ $\phi 114.3 \times 4.5$ ・ H-100 $\times 50 \times 5 \times 7$ アンカー有効長 ・ 1500mm ・ 2000mm

(2) 岩盤部

岩盤用アンカーは，せん断力に抵抗できるものとし，使用径は下記を目安とする。

表 6.2 岩盤用アンカーの種類

金網	$\phi 3.2 \times 50$	$\phi 4.0 \times 50$	$\phi 5.0 \times 50$
使用径	D25	D29	D32

使用するアンカーは市場性を確認して採用するものとする。

6.2 落石防護柵の設計法

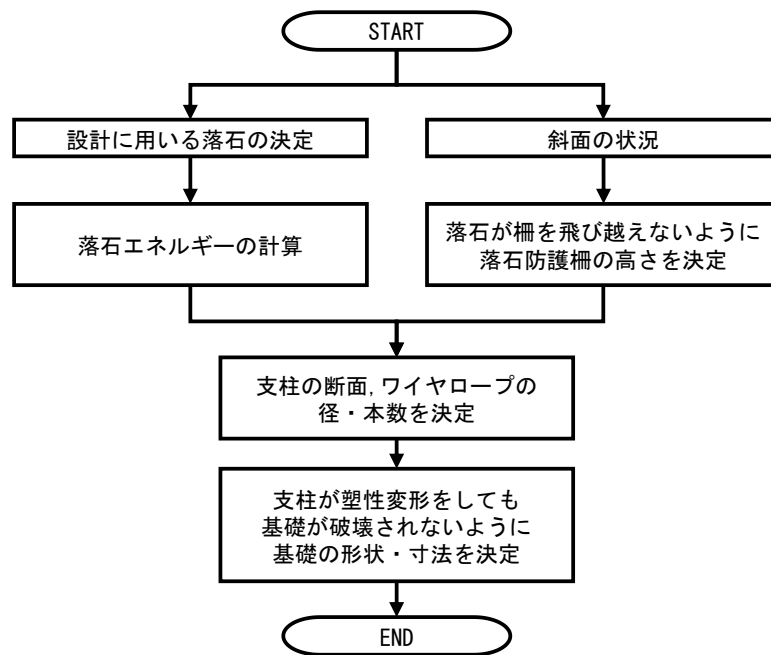


図 6.4 設計フローチャート

詳しくは、道路土工・切土工・斜面安定工指針、10-5(4)、平成 21 年 6 月、(公社)日本道路協会を参照すること。

6.2.1 防護柵の高さ

既往の実験結果によれば、落石の跳躍量は一般的な斜面形状の場合には落石の形状によらず、ほとんど 2m 以下である。ただし、斜面上に局部的な突起のある場合や、凹凸の多い斜面では、跳躍量は 2m 以上になることがあるので注意すること。

防護柵の高さは、落石対策便覧、P. 175～177、平成 29 年 12 月、(公社)日本道路協会により求まる余裕高を踏まえ、図 6.5 により決定する。ただし、図 6.6 のケースは別途検討する。

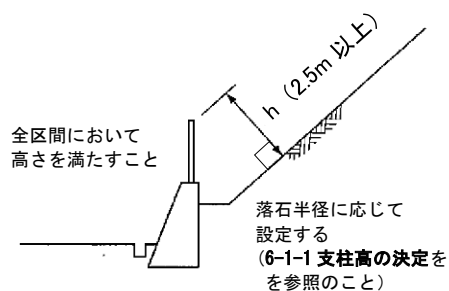


図 6.5

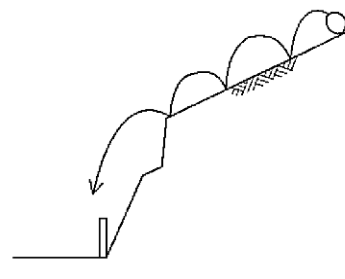


図 6.6

6.2.2 工法の検討

落石防護柵の可能吸収エネルギーは大きくないことから、法面・斜面上の転石は極力取り除く計画とする。また、落石は発生源に近い場所で止めるのが力学上合理的であり、斜面上または小段上で止める方法も検討すること。

防護柵の適用範囲は、道路土工・切土工・斜面安定工指針、P. 344、平成 21 年 6 月、(公社)日本道路協会 解図 10-6 の範囲であるので、現地調査結果を踏まえ、道路土工・切土工・斜面安定工指針、P. 357、平成 21 年 6 月、(公社)日本道路協会により落石エネルギーを想定し、

落石エネルギー > 可能吸収エネルギー

の場合は、浮石の除去、設置位置の検討、工法の再検討等の対策を検討する。

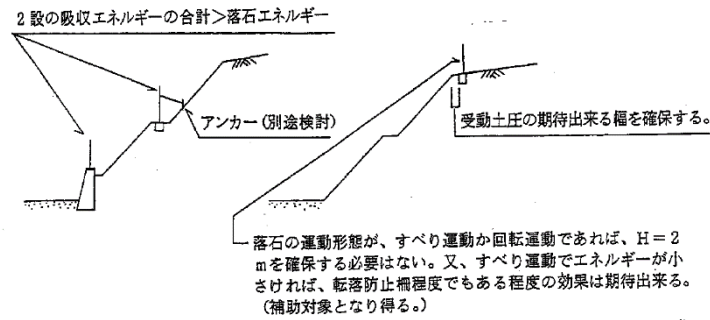


図 6.7 防護柵設置応用例

6.2.3 可能吸収エネルギーの算定

落石防護柵の可能吸収エネルギーの算定は、落石対策便覧，P.183～186，平成 29 年 12 月，(公社)日本道路協会による。

6.3 基礎兼用擁壁の設計法

6.3.1 高さの決定

- (1) ポケット深さについては 50cm 程度を標準とするが、前後の状況によっては 0～1m 程度としてもよい。(地すべり・急傾斜の待ち受け擁壁については、ポケット深さ 1m 以上としているので注意すること。)

根入れ深さは 50cm 程度を標準とするが、前面に側溝等がある場合はその基礎よりも深くすることとする。

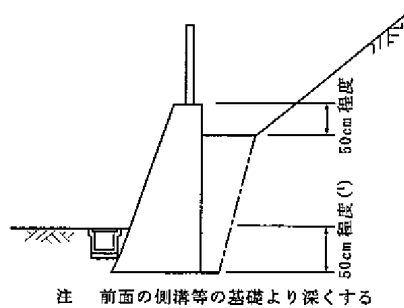


図 6.8 基礎兼用擁壁

- (2) 擁壁の高さが変化すると、フェンスの平面線形に屈曲部ができ、ロープの緊張管理上からは、好ましくないもので、経済性のみではなく、総合的に判断して決定する。