

# 落石対策便覧の改訂における要点整理

|        |                  |
|--------|------------------|
| 平野 翔士  | 鹿児島土木設計株式会社      |
| 中島 溪   | 株式会社新日本技術コンサルタント |
| 野元 優也  | 朝日開発コンサルタント株式会社  |
| 保坂 健太郎 | 大福コンサルタント株式会社    |
| 柳川 海洋  | 株式会社大亜測量設計       |
| 福元 健介  | 新和技術コンサルタント株式会社  |
| 山之上 健司 | コスモコンサルタント株式会社   |
| 梶 恵一   | 株式会社アジア技術コンサルタント |
| 樋口 岳   | 株式会社萩原技研         |

令和3年11月8日（月）

道路技術委員会専門部会 第2班

## 便覧の位置づけ

- ・日本道路協会の出版物であり、「便覧」とは本来、技術が確立しておらず、関連する技術情報を網羅的に整理して技術者に提供することを目的としたものであった。
- ・国土交通省（本省）が行政的に位置付ける（「通達」する）ものではない。
- ・しかしながら、各地法整備局が定める「設計業務等共通仕様書」において準拠すべき図書として位置づけられており、実質上、拘束力を有するものと理解すべき。

「設計業務共通仕様書」（国土交通省九州地方整備局、令和2年3月）の例

### 第2章 設計業務等一般

#### 第1201条 使用する技術基準等

受注者は、業務の実施にあたって、最新の技術基準及び参考図書並びに特記仕様書に基づいて行うものとする。なお、使用にあたっては、事前に調査職員の承諾を得なければならない。

（参考）主要技術基準及び参考図書

#### 〔3〕道路関係

102 落石対策便覧

104 道路土工構造物技術基準

# 改訂の背景

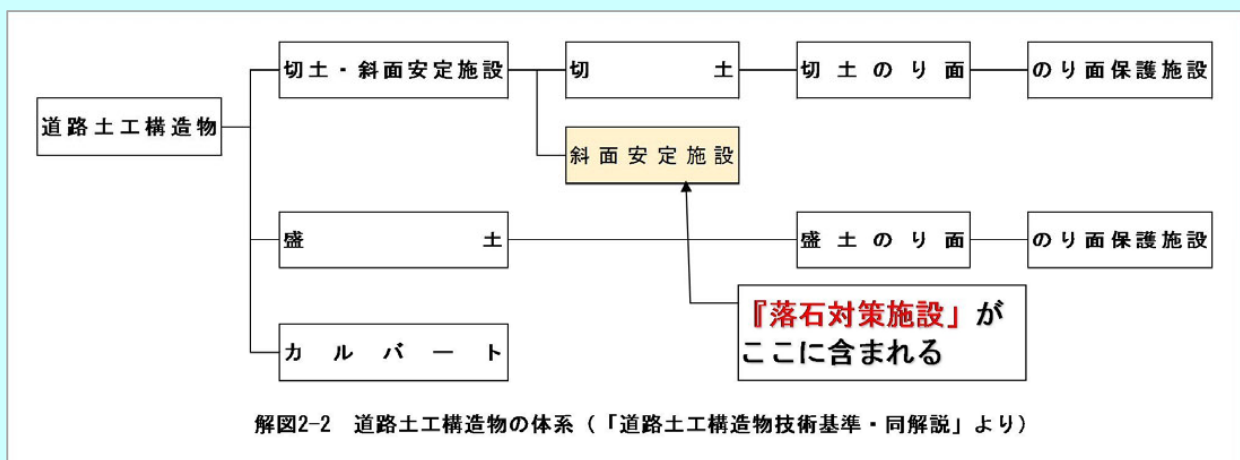
## 改訂の背景

- ・平成12年の改訂から10年以上経過しており、この間に道路土工構造物技術基準や維持管理の分野での新たな法令等が制定された。
- ・調査技術や対策技術の面で様々な技術開発が行われ、新たな法令等への対応や技術水準の向上や新技術の導入への対応が必要となった。

## 落石対策施設の位置づけ

「道路土工構造物技術基準」の制定（2015年3月）

「道路土工構造物技術基準・同解説」の発刊（2017年3月）



「上記道路土工構造物の設計は、常時、降雨時、地震時において対象構造物の重要度に合わせて要求性能を満足する必要がある」

# 改訂のポイント

## ①性能設計の枠組みの導入

- ・道路土工構造物技術基準の策定に伴う措置。
- ・落石対策については技術基準における斜面安定施設の一部の位置づけ。
- ・落石予防施設・防護施設の要求性能、性能照査の考え方および照査方法等。

## ②従来型構造物の慣用設計法の摘要範囲の明確化

- ・従来型のポケット式落石防護網や落石防護柵の定義（構造・使用）や慣用設計法の適用範囲を明確化した。

## ③落石防護施設の性能照査としての実験的検証法の記述

- ・近年開発が進められている様々な形式の落石防護施設の導入に対応するために、落石防護施設の性能の検証法として統一的な実験的検証方法を示した。

## ④新しい知見等を踏まえた設計法の導入

- ・ロックシェッドの設計法について、許容応力度設計法から塑性変形を考慮した弾塑性設計法に移行した。

## ⑤維持管理の記述の充実

# ～ 目 次 ～

|     |           |
|-----|-----------|
| 第1章 | 概 説       |
| 第2章 | 調 査       |
| 第3章 | 計 画       |
| 第4章 | 落石予防施設の設計 |
| 第5章 | 落石防護施設の設計 |
| 第6章 | 維持管理      |

## 資料編

- |              |                  |
|--------------|------------------|
| 1. 落石の実態     | 5. 落石防護施設の被害の実態  |
| 2. 落石の運動と衝撃力 | 6. 落石予防施設の設計・施工例 |
| 3. 安定度判定方法の例 | 7. 落石防護施設の設計例    |
| 4. 調査事例      | 8. 落石・岩盤計測システム   |

# 第 1 章 概 説

**落石に関する用語や発生形態・運動機構に関する基礎的事項について記載**

- 1 - 1 落石対策便覧の目的および概要**
- 1 - 2 適用上の留意事項**
- 1 - 3 用語の解説**
- 1 - 4 落石の発生源**
- 1 - 5 落石の連動機構**

【主な変更点】 なし

7

# 第 2 章 調 査

**落石に関する各調査（概査、精査、維持管理点検、その他）の目的と手順について記載**

- 2 - 1 調査の目的と手順**
- 2 - 2 概査**
- 2 - 3 精査**

【主な変更点】 なし

ただし、調査結果から対策工設計用の落石荷重を決定する手順を整理した（→p.66, pp.344-347）

8

# 第 3 章 計 画

## この章の主な改訂ポイント

### 「3-1 落石対策の基本的な考え方」

- ・ 近年の状況に合わせた形で文言等の削除と追記

### 「3-2 落石対策工の計画と工種の選定」

- ・ 落石の広がり目安や一般的な選定の流れを追記
- ・ LCCへの配慮等、近年状況を追記

### 「3-3 落石対策施設の要求性能」

- ・ 節ごと追記された。第3章の**最大の変更点**。

新基準 P.103-106

## 3-3 落石対策施設の要求性能

### 落石対策施設の設計における配慮事項

- |            |                 |
|------------|-----------------|
| ・ 使用目的と適合性 | ・ 維持管理の確実性及び容易さ |
| ・ 構造物の安全性  | ・ 環境との調和        |
| ・ 耐久性      | ・ 経済性           |
| ・ 施工品質の確保  |                 |

※配慮事項:設計にあたり常に考慮する事項

### 落石対策施設の設計における要求性能

#### 【重要度】

重要度 1 : 高速道路や国道、特に重要な地方道に設置される構造物  
損傷すると隣接する施設に著しい影響が発生する構造物

重要度 2 : 上記以外の構造物

#### 【要求性能】

性能 1 ～ 3 に分類 ※詳細は第5章 落石防護工の設計で説明

※要求性能:設計を行うにあたり設定すべき事項

### 3-3 落石対策施設の要求性能

#### 予防施設

「予防施設は定量的な性能評価は現在の技術レベルでは困難。」



「通行規制や補修・補強等が行われることを前提に、過去の経験に基づく慎重な設計を行ことで、所定の性能を満足していると考える。」

= 性能評価困難のため、これまでの設計手法で照査を行う。

#### 防護施設

「信頼性・精度の違いがあるものの定量的な性能評価が可能。」



「防護施設の安定性や部材の強度、変状等について、防護施設の状態が要求性能を満足することを照査する。」

= 性能評価可能のため、性能設計に準じた照査を行う。

## 第 4 章 落石予防施設の設計

### この章の改訂ポイント

・記載施設の分割（切土・ワイヤーロープ掛・落石防護網）

#### 改訂前

|               |
|---------------|
| 4-1 設計の一般的事項  |
| 4-2 切土工       |
| 4-3 接着工       |
| 4-4 ワイヤロープ掛工  |
| 4-5 グラントアンカー工 |
| 4-6 ロックボルト工   |
| 4-7 根固め工      |
| 4-8 植生工       |
| 4-9 排水工       |
| 4-10 編棚工      |
| 4-11 吹付工      |
| 4-12 張工       |
| 4-13 のり砕工     |
| 4-14 落石防護網工   |
| 4-15 擁壁工      |

改訂後 5-5 ポケット式落石防護網

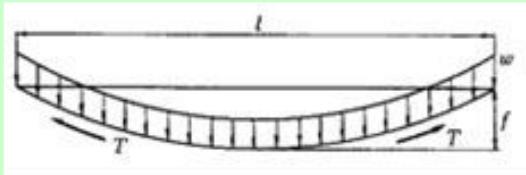
#### 改訂後

|              |
|--------------|
| 4-1 設計の一般的事項 |
| 4-2 切土       |
| 4-3 除去       |
| 4-4 接着       |
| 4-5 ワイヤロープ掛  |
| 4-6 ロープ伏せ    |
| 4-7 グラントアンカー |
| 4-8 ロックボルト   |
| 4-9 根固め      |
| 4-10 植生      |
| 4-11 排水施設    |
| 4-12 編棚      |
| 4-13 吹付      |
| 4-14 張       |
| 4-15 のり砕     |
| 4-16 覆式落石防護網 |
| 4-17 擁壁      |

# 4-16 覆式落石防護網

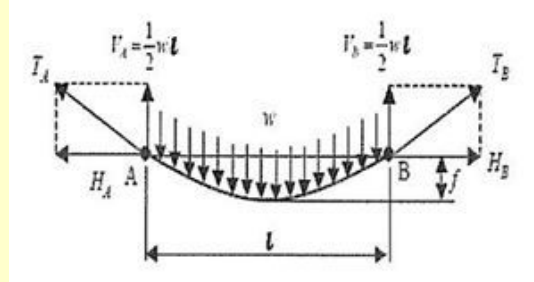
## 1. 覆式落石防護網の計算方法 (横ロープの張力) の変更

改訂前



$$T = \frac{w \cdot l^2}{8f}$$

改訂後



$$T_A = \sqrt{V_A^2 + H_A^2}$$

13

## 第 5 章 落石防護施設の設計

### 改訂の主なポイント

1. 性能設計の枠組みの導入
2. ポケット式落石防護網が3つに分類
3. 落石エネルギー E W の計算式の変更
4. 従来型ポケット式落石防護網の適用範囲
5. アンカーボルトの許容せん断応力度
6. 構造細目に金網が追加

### 目次

- 5-1 設計の一般的事項
- 5-2 荷重
- 5-3 使用材料
- 5-4 許容応力度

- 5-5 ポケット式落石防護網
- 5-6 落石防護柵
- 5-7 落石防護棚
- 5-8 落石防護擁壁
- 5-9 ロックシェッド
- 5-10 落石防護土堤及び溝

14

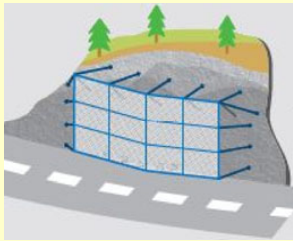


# 5－1 設計の一般的事項

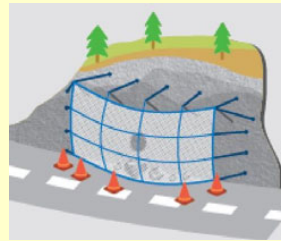
## 1. 性能設計の枠組みの導入

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が原則となった。

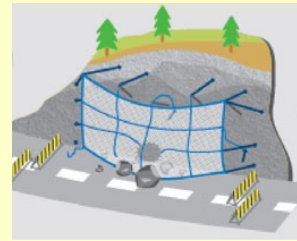
性能1：健全性に問題なく道路としての通行機能に機能支障なし



性能2：一時通行規制を行うが簡易な復旧により通行機能を回復



性能3：全面通行止めを行うが支保工設置等により道路の通行機能が回復



要求性能設定のイメージ

土木情報サービス いさぼうネットより  
<https://isabou.net/sponsor/sankaku-fence/02-kyoujin.asp>

# 5－5 ポケット式落石防護網

## 2. ポケット式落石防護網が3つに分類

### ①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、仕様で設計されるポケット式防護網

### ②高エネルギー吸収型ポケット式落石防護網

緩衝装置や緩衝機構を取り込んだり、支柱間隔を大きくとって構造全体系でエネルギーを吸収すること等により、従来型の適用範囲を超える大きなエネルギーに対応するもの。

### ③その他のポケット式落石防護網

②のように適用範囲は大きくないが、①の従来型とは使用材料や構造等の一部が異なるもの。

### ※改訂ポイント

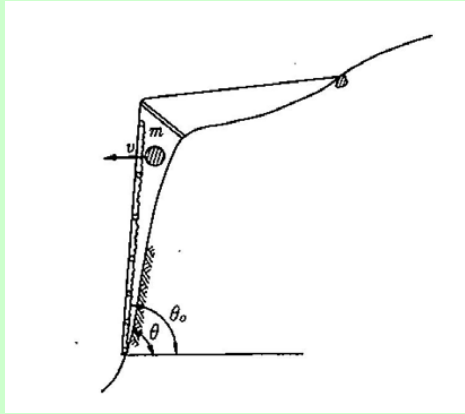
「路側に設置する場合は、落石衝突時に防護網の突出が道路空間に安全性を損なわないことを確認する」と追記がある。その背景には高エネルギー吸収型落石防護網（変形量が大）が増加していることが挙げられる。



## 5-5 ポケット式落石防護網

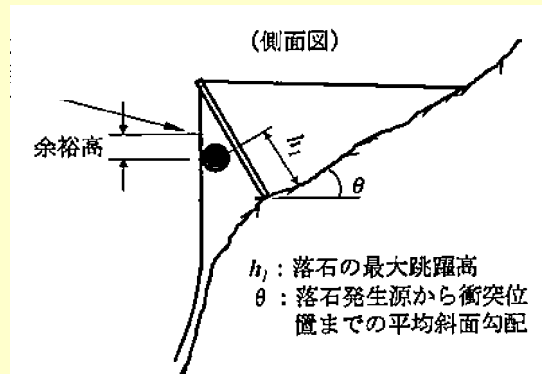
### 3. 落石エネルギーEWの計算式の変更

#### 改訂前



$$E_w = (1 - \mu / \tan \theta) m \cdot g H \sin^2 \theta$$

#### 改訂後



$$E_w = (1 + \beta)(1 - \mu / \tan \theta) m \cdot g \cdot H$$

17

## 5-5 ポケット式落石防護網

### 4. 従来型ポケット式落石防護網の適用範囲

- ・ 可能吸収エネルギー 1 5 0 k J 以下を明記
- ・ 落石の衝突前後のエネルギー差 **EL** の算出に用いる防護網の質量として有効とする範囲は、幅 1 2 m 以下 × 高さ 1 2 m 以下とする。

18

# 5－5 ポケット式落石防護網

## 5. アンカーボルトの許容せん断応力度

### 改訂前

(3) アンカーボルト及びビンの許容応力度  
アンカーボルト及びビンの許容応力度は、表-3.2.11 に示す値とする。

表-3.2.11 アンカーボルト、ビンの許容応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

| 応力の種類  | 部材の種類         | 鋼種 | SS400     | S35CN     | S45CN     |
|--------|---------------|----|-----------|-----------|-----------|
| せん断応力度 | アンカーボルト<br>ビン |    | 60<br>100 | 80<br>140 | 80<br>150 |
|        |               |    |           |           |           |
| 曲げ応力度  | ビン            |    | 190       | 260       | 290       |
| 支圧応力度  | ビン(回転を伴わない場合) |    | 210       | 280       | 310       |
|        | ビン(回転を伴う場合)   |    | 105       | 140       | 155       |

「道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋編 (平成14年3月) P.143」

### 改訂後

(3) アンカーボルト及びビンの許容応力度  
アンカーボルト及びビンの許容応力度は、表-3.2.11 に示す値とする。

表-3.2.11 アンカーボルト及びビンの許容応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

| 応力の種類  | 部材の種類          | 鋼種 | SS400     | S35CN      | S45CN      |
|--------|----------------|----|-----------|------------|------------|
| せん断応力度 | アンカーボルト<br>ビン  |    | 80<br>100 | 110<br>140 | 110<br>150 |
|        |                |    |           |            |            |
| 曲げ応力度  | ビン             |    | 190       | 260        | 290        |
| 支圧応力度  | ビン (回転を伴わない場合) |    | 210       | 280        | 310        |
|        | ビン (回転を伴う場合)   |    | 105       | 140        | 155        |

「道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋編 (平成24年3月) P.150」

19

# 5－5 ポケット式落石防護網

## 6. 構造細目に金網が追加

### (1) 金網

金網の線径は最低でも  $\phi 3.2 \text{ mm}$  を用い、落石 外力が大きめ、ないし腐食しやすい環境の下では  $\phi 4.0 \text{ mm}$  程度を用いるのがよい。

### (2) 従来型以外の構造形式に用いる部材

従来型ポケット式落石防護網には用いられていない材料・部材、例えば高エネルギー吸収型における緩衝装置・緩衝用部材等については、所定の性能を供用期間内に安定して発揮できることが確認されたものを使用する。

20

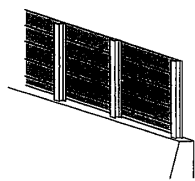
## 5－6 落石防護柵

### (1) 落石防護柵の種類

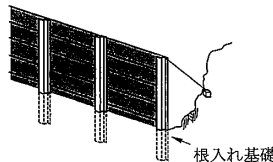
落石防護柵の構造形式別が明文化。

表 5-8 落石防護柵の種類

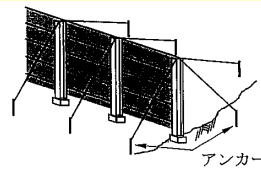
|            | (阻止面)                        | (支持部材) + (基礎)                |
|------------|------------------------------|------------------------------|
| ①自立支柱式     | ・ 網状部材 + ワイヤロープ<br>・ 高強度網状部材 | ・ 支柱 (剛結) + 基礎               |
|            |                              | ・ 基礎一体型支柱                    |
| ②ワイヤロープ支持式 |                              | ・ 支柱 (下端ヒンジ) + 控えワイヤロープ + 基礎 |
| ③ H 鋼式     | ・ H 鋼                        | ・ H 鋼 + 基礎                   |



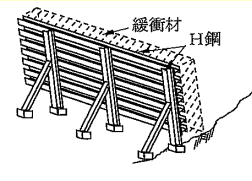
①自立支柱式



②ワイヤロープ支持式



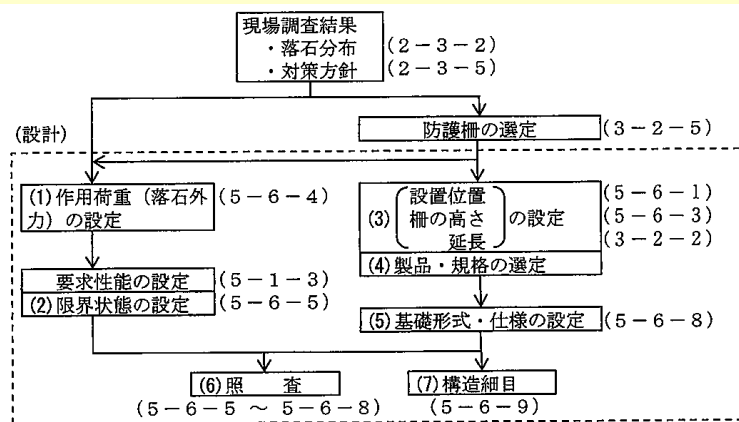
③ H 鋼式



## 5－6 落石防護柵

### (2) 落石防護柵の設計の一般的手順

設計手順の明文化。



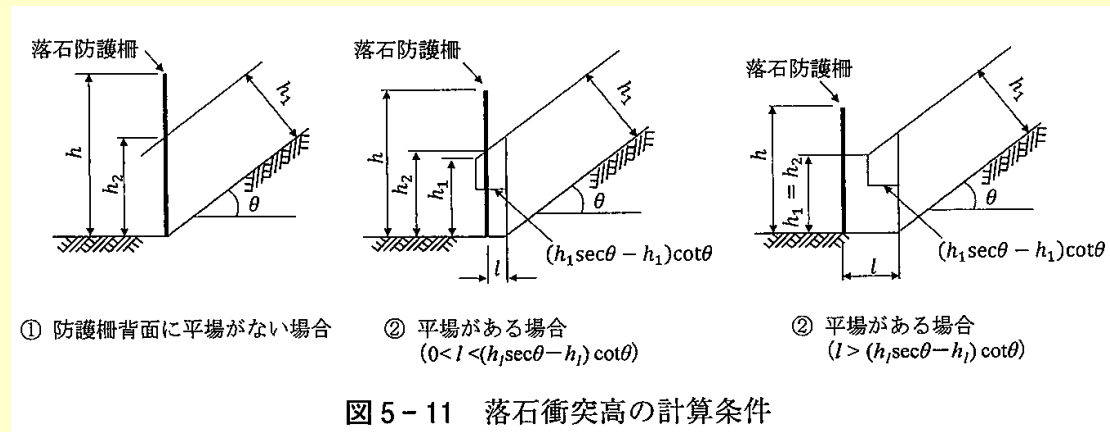
(注) カッコ内は対応する本文の項番号

図 5-10 落石防護柵の設計の一般的手順

## 5－6 落石防護柵

### (3) 落石衝突高の計算条件

設置位置に応じた柵高のすみわけ

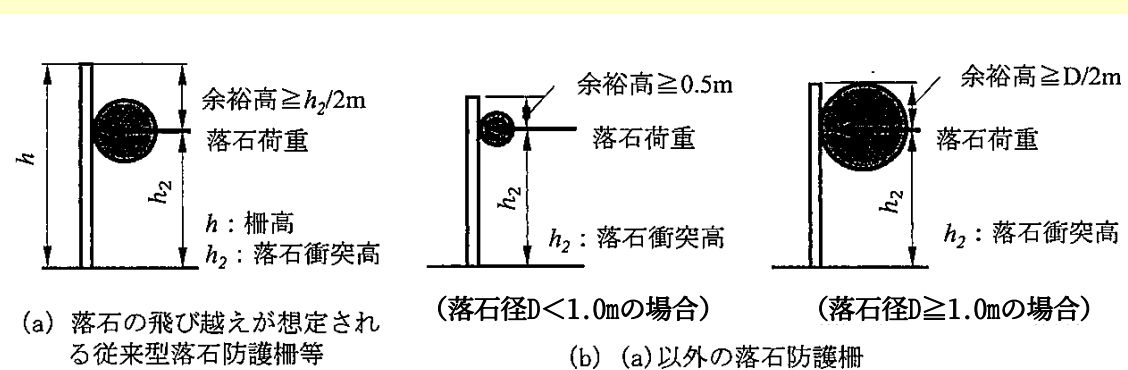


23

## 5－6 落石防護柵

### (4) 落石防護柵の余裕高

従来型や落石径に応じた余裕高の設定



24

## 5－6 落石防護柵

### (5) 作用荷重の改訂

#### 改訂前

落石防護柵の設計に用いる荷重としては、落石荷重のみを考える。設計に用いる落石エネルギー ( $E_s$ ) は、「1-5-4 落石の運動エネルギー」で述べられている式 (1-5) により計算する。

設計における落石の衝突位置は、図 5-18 に示すように支柱間の中央で柵高の  $2/3$  の位置とし、落石の衝突方向は柵に直角とする。

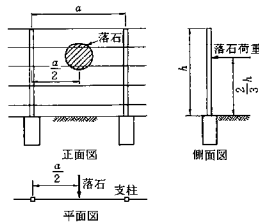


図 5-18 落石荷重の作用位置

支柱間の中央で柵高の  $2/3$  の位置

#### 改訂後

設計における落石荷重の作用位置は、図 5-14 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。

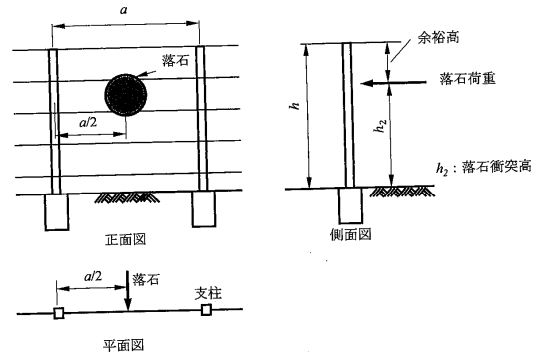


図 5-14 落石荷重の作用位置

支柱間の中央で最大跳躍高の位置

## 5－6 落石防護柵

### (6) 積雪荷重の考慮の追加 (P178)

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。

### (7) 端末支柱の設計の追加 (P188)

端末支柱は、落石防護柵に落石が衝突した時にワイヤーロープ設置方向への張力をそのまま受けるので、控え材(斜材)を設けて補強することが多い。

## 5－6 落石防護柵

### (8) 主要構成部材の一般的な限界状態

主要構成部材の一般的な限界状態を例示

表 5-10 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 <sup>*2</sup>                                                 | 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、もしくは有意な傾斜を生じない限界の状態 <sup>*1</sup>                            | 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ないことなく、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いうる限界の状態         | 力学特性が弾性域を超えない限界の状態 <sup>*1 *4</sup><br>損傷の修復を容易に行いうる限界の状態 <sup>*1 *3</sup> | 力学特性が弾性域を超えない限界の状態 <sup>*3</sup><br>損傷の修復を容易に行いうる限界の状態 <sup>*4</sup> | 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。また、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。

\*2：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。

\*3：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。

\*4：ワイヤロープに塑性化または主たるエネルギー吸収を考慮する場合。

## 5－6 落石防護柵

### (9) 照査方法

上記(1)に述べた各々の限界状態に対する照査は、「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を確認することも重要である（鋳鉄製の固定金具・連結金具等が飛散した事例がある）。

なお、「5-6-1 落石防護柵の種類と一般的事項」に規定する従来型落石防護柵については、「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。

本項に述べる設計法は、5-6-1 に述べた従来型落石防護柵に適用してもよい。なお、従来型落石防護柵の落石作用時の詳細な挙動、限界状態等については不明な点が多く、今後の研究が待たれるところである。

# 5－6 落石防護柵

## (10) 可能吸収エネルギーの算定の変更

改訂前

支柱の塑性ヒンジを形成する力

$$F_Y = \frac{\sigma_Y Z}{h_2}$$

支柱根入れ部のかぶりの照査

$$M = F_Y \left( \frac{2}{3} h_2 + \frac{d}{2} \right)$$

改訂後

支柱の塑性ヒンジを形成する力  
(P185)

$$F_Y = \frac{\sigma_Y Z}{h_2}$$

変更なし

支柱根入れ部のかぶりの照査  
(P190)

$$M = F_Y \left( \boxed{h_2} + \frac{d}{2} \right)$$

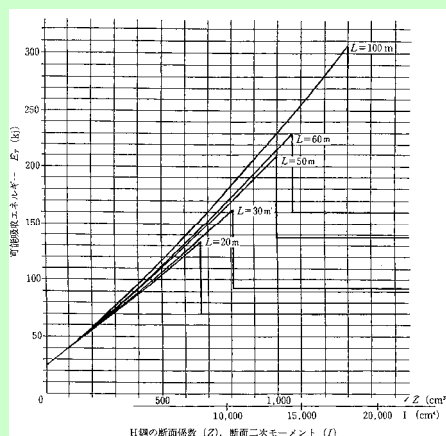
変更

# 5－6 落石防護柵

## (11) 金網吸収エネルギーの見直し

改訂前

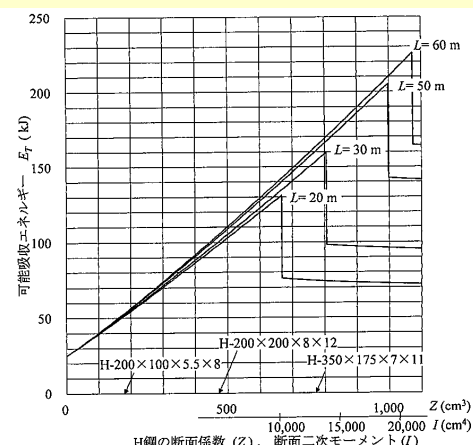
図5-22は、ワイヤロープの径が18mmの落石防護柵において、落石の衝突位置が2mの高さにある場合に、ワイヤロープ長を変化させた場合の防護柵の可能吸収エネルギーの変化を示している。同図によると断面係数が670cm<sup>2</sup>以下(支柱下端に塑性ヒンジができる領域)においては、ワイヤロープ長が長くなると可能吸収エネルギーは大きくなる。しかし、この場合でもその差はワイヤロープ長が20～100mの範囲内ではそれほど大きなものではない。また、ワイヤ



20～100mの範囲で・・・

改訂後

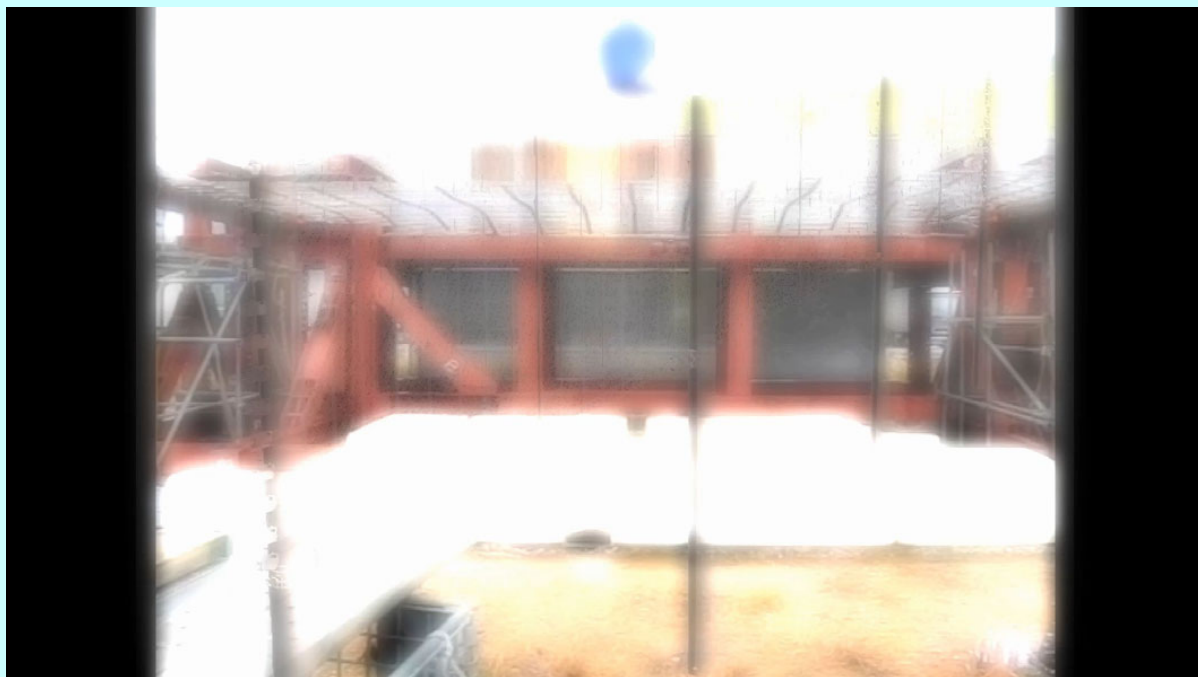
図5-17は、ワイヤロープの径が18mmの落石防護柵において、落石の衝突位置が2mの高さにある場合に、ワイヤロープ長を変化させた場合の防護柵の可能吸収エネルギーの変化を示している。同図によると断面係数が670cm<sup>2</sup>以下(支柱下端に塑性ヒンジができる領域)においては、ワイヤロープ長が長くなると可能吸収エネルギーは大きくなる。しかし、この場合でもその差はワイヤロープ長が20～60mの範囲内ではそれほど大きなものではない。また、



20～60mの範囲で・・・



## 実験の様子 (ゼロハチフェンス)



31

## 5－6 落石防護柵

新基準 P.189

### (12) 慣用設計法（基礎）

#### 基礎の適用事例の明示

表 5-12 基礎の主な種類

| 防護柵の種類    | 本体の基礎                                                   | アンカー基礎             |
|-----------|---------------------------------------------------------|--------------------|
| 自立支柱式     | 擁壁<br>のり留め擁壁<br>連続コンクリート基礎<br>独立コンクリート基礎<br>支柱一体型（根入れ杭） | —                  |
| ワイヤロープ支持式 | アンカー<br>独立コンクリート基礎                                      | アンカー<br>独立コンクリート基礎 |
| H 鋼式      | 独立コンクリート基礎                                              | —                  |

擁壁や連続コンクリート基礎は地表面傾斜が緩く縦断方向に地盤の凹凸が少ない場合に、独立コンクリート基礎は地表面傾斜が緩い場合に、アンカー基礎は地表面傾斜が急であり岩盤が地表面に露出しない浅い場合に、それぞれ適用されることが多い。また、それらの中間的な条件のときに、コンクリート基礎とアンカー基礎が併用されることがある。

32

## 5－8 落石防護擁壁

### 【主な改定点】

- 1) 限界状態に関する記述が追加 p.198～
- 2) 実験による性能検証の項が追加 p.200～
- 3) 重力式コンクリート構造は慣用設計法 p.200～

33

## 5－8 落石防護擁壁

### 改訂前

### 改訂後

#### ○設計条件

明確な記載なし

#### ○擁壁高

余裕高に関して明確な記載なし

#### ○根入れ

根入れに関して明確な記載なし

#### ○安定の判定

擁壁に生じる最大回転角の  
許容値を設定

許容回転角： $\theta_a = \mu \cdot \theta_y$   
(許容回転角 2～3°以下を目安)

#### ○設計条件

運動エネルギーが最大と 運動量が最大の両者に対して照査する必要がある。 p.197

#### ○擁壁高

落石衝突高に落石半径以上かつ 0.5m程度の余裕 p.200

#### ○根入れ

50cm程度 p.197

#### ○安定の判定

擁壁に生じる最大回転角の  
許容値を設定 p.209

(許容回転角 2～3°以下を目安)

34

# 5-9 ロックシェッド

## 5-9-1 ロックシェッド

ロックシェッドは、一般的に道路の側方に余裕がなく、落石の発生しやすい急斜面がある場合、落石の規模が大きい場合あるいは落石防護柵等では、その上を飛び越えるおそれのある場合等に使用される。



35

## 5-9-2 ロックシェッドの種類

### ① 上部構造

表 5-14(a) ロックシェッドの形式選定の目安（上部構造）

| 材質            |          | 鉄筋コンクリート (RC) 製                         |                                               | プレストレスコンクリート (PC) 製                           | 鋼製                                                    | 鋼製                                             |
|---------------|----------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
|               |          | ①箱形式                                    | ②門形式                                          | ③逆し式                                          | ④単純梁式                                                 | ⑤門形式                                           |
| 構造形式          |          |                                         |                                               |                                               |                                                       |                                                |
| 構造の特徴         |          | 箱形の一体構造                                 | 梁柱接合部および柱付根は剛結                                | 梁柱接合部は剛結<br>山側支点および柱付根はヒンジ                    | 山側支点固定（ヒンジ）、<br>谷側支点可動（スベリ）の単純梁                       | 梁柱接合部および柱付根は剛結<br>山側張出し支点はスベリまたはヒンジ            |
| 形状            | 頂版       | RC スラブ                                  |                                               | T 桁：上フランジ(PC)<br>矩形桁：プレキャスト RC 版+PC           | T 桁：上フランジ (PC)<br>ホロー桁：桁の上床版                          | デッキプレート+RC の合成または非合成                           |
|               | 主梁       | スラブ形式または梁+スラブ形式                         |                                               | T 桁または矩形桁                                     | T 桁またはホロー桁                                            | H 鋼                                            |
| 道路線形への対応      | 柱        | RC 矩形柱または円形柱                            |                                               | PC 矩形柱                                        | 谷側受台の RC 矩形柱                                          | H 鋼または鋼管                                       |
|               | 平面曲線への対応 | 現場打ちなので、あらゆる形状に対応できる                    |                                               | T 桁：上フランジ、張出し長さで調整する<br>矩形桁：RC 床版で調整する        | T 桁：上フランジ張出し長さ、または間詰めコンクリートで調整する<br>ホロー桁：桁間を RC で調整する | 横桁および床版（デッキプレート+RC）で調整する                       |
|               | 縦断勾配への対応 |                                         |                                               | T 桁：上フランジ、あるいは桁を縦断線形どおりに傾ける<br>矩形桁：RC 床版で調整する | 桁を縦断線形どおりに傾ける                                         |                                                |
| 地盤および基礎形式との適合 |          | 構造全体の剛性が高く、あらゆる地盤および基礎形式に対応できる          | 地盤の変形が予測される箇所および杭基礎等の変位を前提とする基礎形式には別途検討が必要となる | 地盤の変形が予測される箇所および杭基礎等の変位を前提とする基礎形式には別途検討が必要となる | あらゆる地盤および基礎形式に対応できる                                   | 地盤の変形が予測される箇所および杭基礎等の変位を前提とする基礎形式には別途検討が必要となる。 |
| 施工の難易         |          | 施工は場所打ちとなり、施工期間が長くなる。特に、現場では底版の施工は煩雑となる | 箱形式に比べ、底版施工が容易である                             | プレキャスト部材なので、架設が容易である                          |                                                       | 部材が軽く、分割可能で、運搬架設が容易である                         |

36

## 5-9-2 ロックシェッドの種類

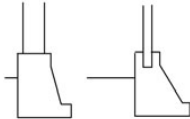
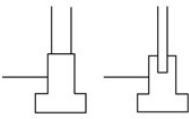
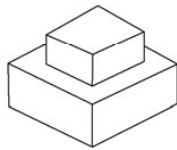
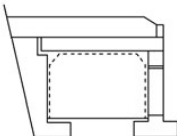
### ②-1 下部構造 (山側受台)

| 構造形式          |          | ①重力式                                                               | ②重力もたれ式                                                              | ③逆 T 式または L 形式                                                     |
|---------------|----------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 対応する上部構造      |          | 単純梁式または逆 L 式                                                       |                                                                      | 単純梁式または逆 L 式                                                       |
| 構造の特徴         |          | 受台の自重によって安定を確保する<br>主壁の剛性が高く安定感がある                                 | 受け台の自重と安定な地山にもたれかかることで安定を確保する<br>剛性が高く安定感がある<br>背面を安定な地山とするので、施工性が良好 | 受台と底版上の埋戻し土砂の自重で安定を確保する                                            |
| 地形との適合        |          | 緩斜面、平坦地等の背面に余裕がある場合に採用する<br>掘削が大きくなり、絶壁、急斜面では不適切である<br>背面の露出を極力避ける | 比較的安定な絶壁、急斜面、切土斜面で採用する<br>背面の露出を避ける<br>不安定な地山では不適切である<br>地盤の解析法に留意する | 緩斜面、平坦地等の背面に余裕がある場合に採用する<br>掘削が大きくなり、絶壁、急斜面では不適切である<br>背面の露出を極力避ける |
| 道路線形への対応      | 平面曲線への対応 | 主壁面と斜面の間隔次第で、重力式と重力もたれ式を使い分ける                                      |                                                                      | 主壁面と斜面の間隔次第で使い分ける                                                  |
|               | 縦断勾配への対応 | 底版面は縦断線形に近い平面とする (ただし 10%以下)                                       |                                                                      | 底版面は縦断線形に近い平面とする                                                   |
| 地盤および基礎形式との適合 |          | あらゆる地盤および基礎形式に対応できる                                                | 背面が安定な地山に採用する<br>あらゆる基礎形式に対応できる                                      | あらゆる地盤および基礎形式に対応できる                                                |
| 施工の難易         |          | コンクリート量が多く、配筋作業をとまなう<br>山側に余裕がある場合に用いる                             | 山側斜面の安全性に配慮して、工事を進めなければならない                                          | コンクリート量は比較的少ないが底版が大きく、山側に余裕がある場合に用いる                               |

37

## 5-9-2 ロックシェッドの種類

### ②-2 下部構造 (谷側受台)

|               |          | ①重力式                                                                                | ②逆T式                                                                                | ③単独式                                                                                 | ④ラーメン式                                                                                |
|---------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 構造形式          |          |  |  |  |  |
| 対応する上部構造      |          | 逆L式または門形式                                                                           |                                                                                     | 逆L式または門形式                                                                            | 単純梁式                                                                                  |
| 構造の特徴         |          | 受台の自重で安定を確保する<br>柱付根に補強鉄筋を配置する                                                      | 受台と底版上の埋戻し土砂の自重によって安定を確保する                                                          | 荷重が小規模な場合に採用する<br>自重が小さく安定性に劣る                                                       | 単純梁式の受台として採用する<br>柱間隔等形状を自由にできる                                                       |
| 地形との適合        |          | 受台の構造高さによって使い分ける<br>施工時の交通規制を考慮して形状を決定する                                            |                                                                                     | 平坦地に設ける<br>斜面上は不適切である                                                                | あらゆる場合に用いる                                                                            |
| 道路線形への対応      | 平面曲線への対応 | 現場打ちなので、あらゆる形状に対応できる                                                                |                                                                                     | 現場打ちなので、あらゆる形状に対応できる                                                                 |                                                                                       |
|               | 縦断勾配への対応 | 底版面は縦断線形に近い平面とする                                                                    |                                                                                     | 底版面は縦断線形に近い平面とする                                                                     |                                                                                       |
| 地盤および基礎形式との適合 |          | 比較的良好的な地盤に対応する                                                                      | 比較的緩い地盤および杭基礎にも対応できる                                                                | 堅固な地盤の直接基礎に対応する                                                                      | あらゆる地盤および基礎形式に対応できる                                                                   |
| 施工の難易         |          | コンクリート量が多い配筋作業をとまなう                                                                 | コンクリート量は比較的少なく済む                                                                    | 施工が容易である                                                                             | 型枠、配筋作業が繁雑となる                                                                         |

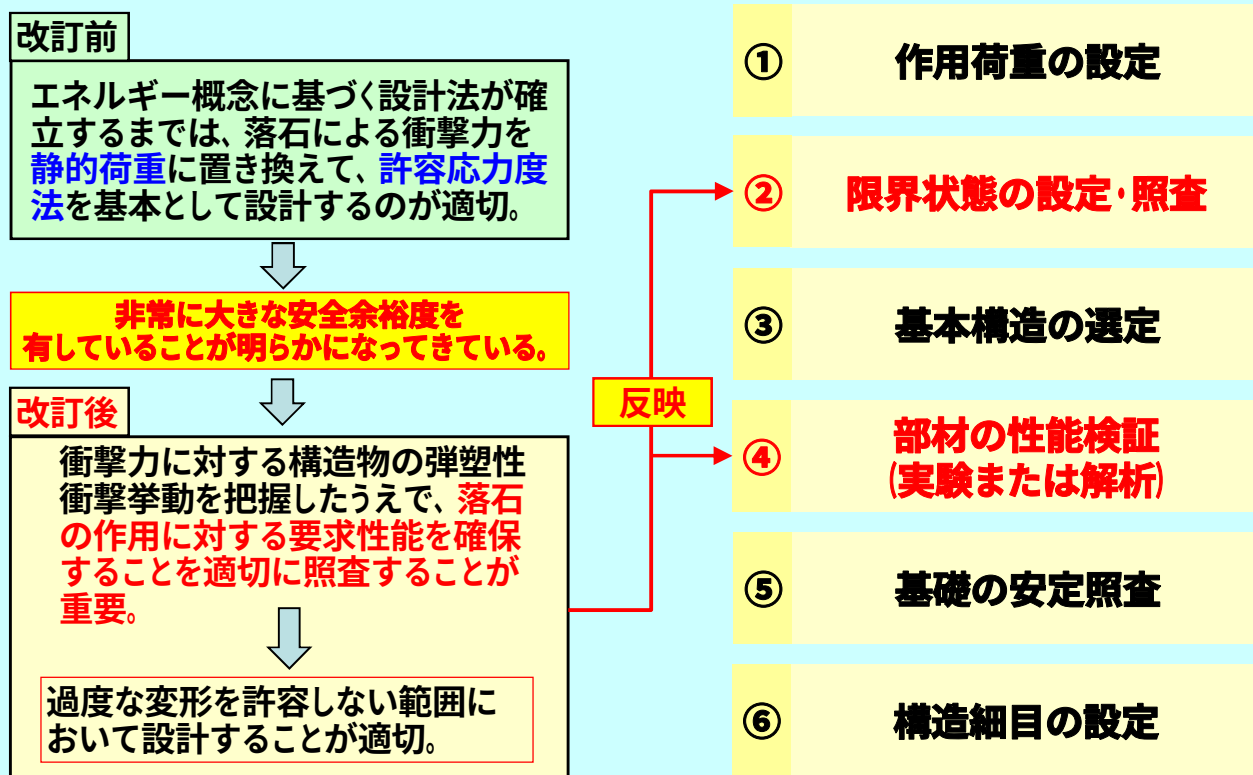
38



## 5-9-3 主な改訂内容と設計の手順

### 落石による衝撃力について

### 設計の手順



39

## 5-9-4 限界状態の設定・照査

### ① 限界状態の設定

表 5-18 コンクリート製ロックシェッドの主要構成部材の限界状態

(上部構造に塑性化や主たるエネルギー吸収を考慮する場合の例)

| 性能水準 | 上部構造               | 下部構造               | 下部構造 (基礎)                                | 支承                                                |
|------|--------------------|--------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 性能 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ない限界の状態 | 力学特性が弾性域を超えることなく、地盤の力学特性に大きな変化が生じない限界の状態 | 力学特性が弾性域を超えない限界の状態 (弾性支承・鋼製支承)                    |
| 性能 2 | 損傷の修復を容易に行いうる限界の状態 | 副次的な塑性化に留まる限界の状態   | 副次的な塑性化に留まる限界の状態                         | 安定した力学特性を示す限界の状態 (弾性支承) 力学特性が弾性域を超えない界の状態 (鋼製支承)  |
| 性能 3 | 鉛直力を保持できる限界の状態     | 副次的な塑性化に留まる限界の状態   | 副次的な塑性化に留まる限界の状態                         | 安定した力学特性を示す限界の状態 (弾性支承) 力学特性が弾性域を超えない限界の状態 (鋼製支承) |

40

## 5-9-4 限界状態の設定・照査

### ② 限界状態の照査

表 5 -19 シンクリート製ロックシェッドの各限界状態に対する主な照査項目

| 性能水準 | 上部構造                                                     | 下部構造                                  | 下部構造（基礎）                               | 支承                                           |
|------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------|
| 性能 1 | ・応力度＜許容応力度                                               | ・応力度＜許容応力度                            | ・支持力＜許容支持力<br>・応力度＜許容応力度<br>・応答変位＜許容変位 | ・せん断ひずみ＜許容せん断ひずみ<br>・応力度＜許容応力度               |
| 性能 2 | ・作用曲げモーメント＜降伏曲げモーメント<br>・作用せん断力＜せん断耐力<br>・落石衝撃力＜押抜きせん断耐力 | ・作用曲げモーメント＜降伏曲げモーメント<br>・作用せん断力＜せん断耐力 | ・設計水平力＜基礎の降伏耐力<br>・作用せん断力＜せん断耐力        | ・せん断ひずみ＜許容せん断ひずみ（弾性支承）<br>・断面力＜耐力（弾性支承、鋼製支承） |
| 性能 3 | ・作用曲げモーメント＜終局曲げモーメント<br>・作用せん断力＜せん断耐力<br>・落石衝撃力＜押抜きせん断耐力 | ・作用曲げモーメント＜終局曲げモーメント<br>・作用せん断力＜せん断耐力 | ・設計水平力＜基礎の降伏耐力<br>・作用せん断力＜せん断耐力        | ・せん断ひずみ＜許容せん断ひずみ（弾性支承）<br>・断面力＜耐力（弾性支承、鋼製支承） |

41

## 5-9-5 部材の性能検証（実験・解析）

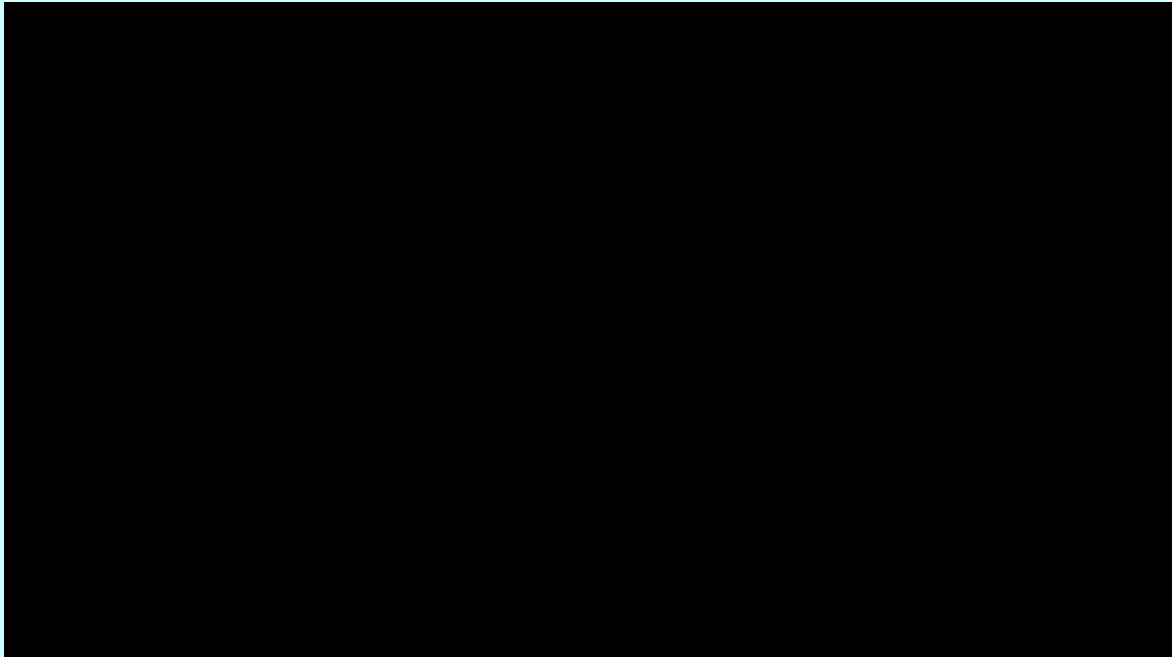
### ① 実験

実験によりロックシェッドの性能検証を行う場合には、要求性能を正確に評価できる応答値が得られるような実物大実験あるいは十分な信頼性を持って実構造物への適用が可能な模型実験によって照査するのがよい。  
実験方法は、重錘を使用した鉛直落下衝撃実験を基本としている。



42

## 実験の様子 (メガロックキーパー)



43

## 5-9-5 部材の性能検証 (実験・解析)

### ②解析

#### 改訂前

部材の設計にあたっては、部材に作用する軸方向力、曲げモーメント、せん断力、ねじりモーメントあるいは、これらの組合せに対して部材が安全であるように設計しなければならない。断面に対する安全度の検討は、許容応力度法を基本とする。



(i) 構造モデル  
ロックシェッドの断面力の算定は、平面骨組(フレーム)計算により実施してもよい。

#### 改訂後

部材の性能照査にあたっては、部材に作用する軸方向力、曲げモーメント、せん断力、ねじりモーメントあるいは、これらの組合せに対して部材が安全であるように照査する。断面に対する安全度の照査は、要求性能に対する限界状態を設定し、十分な信頼性のある応答値が得られるような数値解析法を用いて照査することを原則とする。



(i) 構造モデル  
ロックシェッドの断面力の算定は、立体構造物としての効果を適切に評価するために、また解析手法の汎用性を考慮し三次元的骨組(フレーム)解析により実施してもよい。

44

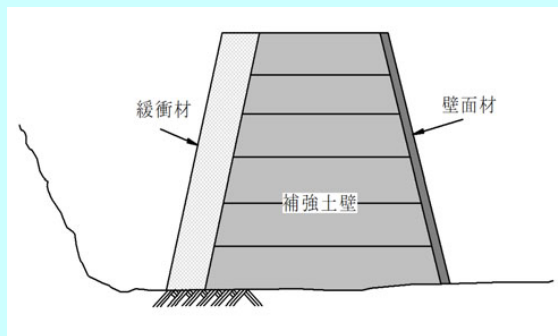


# 5-10 落石防護土堤および溝

## 5-10-1 設計の考え方

落石防護土堤および溝は地形・地質等の現場条件を利用して、落石のエネルギーの吸収・消散を図ろうとするものであり、現場条件によっては施工が容易であり、また経済的な対策となる場合がある。

また、近年では補強土等を用いて急勾配の盛土を構築し土堤自体の変形により落石のエネルギー吸収を図る工法もあり、さらに衝突面に緩衝材等を設置することによりエネルギーの吸収・消散効果を高めた工法も開発されている。



45

## 5-10-2 形状・寸法

落石防護土堤および溝の高さ（深さ）および幅は設計対象となる落石の落下速度、跳躍高、または斜面地山および土堤・溝の反発係数等を考慮して決定する。一つの研究例として表5-20がある。斜面高が高い場合等においては、落石シミュレーション等により検証するのがよい。

表 5-20 落石防護溝の寸法（文献<sup>22)</sup>による）

| 斜面の勾配<br>$\beta$                         | 斜面高<br>H (m) | 溝の幅<br>W (m) | 溝の深さ<br>D (m) | 備考 |
|------------------------------------------|--------------|--------------|---------------|----|
| ほぼ鉛直<br>$90^\circ$                       | 5~10         | 4            | 1.0           |    |
|                                          | 10~20        | 5            | 1.5           |    |
|                                          | 20~          | 6            | 1.5           |    |
| 1 : 0.25~0.3<br>$76^\circ \sim 73^\circ$ | 5~10         | 4            | 1.0           |    |
|                                          | 10~20        | 5            | 1.5           |    |
|                                          | 20~30        | 6            | 2.0           |    |
|                                          | 30~          | 8            | 2.0           |    |
| 1 : 0.5<br>$63^\circ$                    | 5~10         | 4            | 1.0           |    |
|                                          | 10~20        | 5            | 2.0           |    |
|                                          | 20~30        | 6            | 2.0           |    |
|                                          | 30~          | 8            | 2.5           |    |
| 1 : 0.75<br>$53^\circ$                   | 0~10         | 4            | 1.0           |    |
|                                          | 10~20        | 5            | 1.5           |    |
|                                          | 20~          | 5            | 2.0           |    |
| 1 : 1.0<br>$45^\circ$                    | 0~10         | 4            | 1.0           |    |
|                                          | 10~20        | 4            | 1.5           |    |
|                                          | 20~          | 5            | 2.0           |    |

文献<sup>22)</sup> Ritchie, A.M.: Evaluation of rockfall and its control, Highway Research Record, No.17, 1963.

46

# 6 維持管理

## 6-1 基本的な考え方

「点検、維持補修、対策等」→「防災管理と機能保持のための維持補修の2つの役割」に改訂

道路構造物の点検に関しては点検要領が定められている。

国土交通省道路局

「シェッド、大型カルバート等定期点検要領」、「道路土工構造物点検要領」

のり面・斜面については、防災管理の観点から、のり面・斜面及び落石対策施設の現状や着眼すべき変状を調査する。防災カルテ等により点検結果を記録し、以後の点検に活用する。  
(日常的な点検、定期的な点検、異常時の実施する巡視等)

落石対策施設について、構造諸元、設計条件、変状履歴等を整理しておき、点検により施設の健全性を確認する。施設の諸元、施工時に得られた地質データ、被災変状履歴、補修補修履歴の記録は、大切な情報となる。(点検記録、防災カルテ、構造物データベース等に適切に整理記録し、長年にわたって蓄積活用していくことが重要である。)

## 6-2 点検

効果的な維持管理を行う点検を安全かつ効果的に行うために、のり面・斜面及び対策施設に点検用の通路、足場、足かけ金具、安全ロープ用のアンカー等を必要に応じて設置し安全な状態を整備しておくことが望ましい。(点検や継続的な観測の他、補修・修繕を行う場合に役立つ。)

47

### 6-2-1 のり面・斜面に対する点検

道路防災点検、日常的な点検、定期的な点検、臨時点検の記述の充実。  
点検の着眼点の項目が追加。

| 表 6-1 点検調査における着眼点の例 |                                                                                                                                 |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 斜面の種類               | 着 眼 点                                                                                                                           |
| 土砂斜面<br>(転石型)       | ・裸地や表土の変形、小崩壊箇所の転石の状態<br>・木の根の成長や枯れ、倒木等の箇所の転石の状態<br>・流水箇所や含水状態の高い部分の転石の状態<br>・規模が大きい等、落下時に影響の大きい転石の状態<br>・路肩、対策施設等への落石の有無や個数、規模 |
| 岩盤斜面<br>(浮石型)       | ・岩盤の亀裂のずれや開口の度合と方向・その原因、および前回調査からの進展度<br>・木の根の成長や枯れ、倒木等の箇所の浮石の状態<br>・凍結融解等の風化の進行による剥離・抜け落ち岩盤の有無<br>・路肩、対策施設等への落石の有無や個数、規模       |
| のり面                 | ・のり面の亀裂の分布、ずれや開口の方向・度合とその原因<br>・のり面保護施設の老朽化、劣化、破損の箇所とその原因<br>・路肩、対策施設等への落石の有無や個数、規模<br>・湧水および湧水跡の有無                             |

### 6-2-2 「対策工に関する点検」→「落石対策施設に対する点検」に改訂。

### 6-3 「落石予防工」の維持管理→「落石予防施設」の維持管理に改訂。

#### 6-3-1 概説

各施設における設計上の地盤強度や使用材料の老朽度の点検、地山の変化を把握し、防災カルテ等の記録表に記載する。次回点検時に変状等が見られる場合はのり面・斜面と落石予防施設の点検結果を考慮した健全性の診断を実施し、必要な措置を講じること。覆式落石防護網と擁壁の点検項目・着眼点は、「6-4-2 落石防護網」、「6-4-5 落石防護擁壁」によるものとしている。

#### 6-3-2 ワイヤロープ掛・ロープ伏せ ～ 6-3-10 のり枠

各施設の維持管理の点検項目、着眼点例が記載されている。

48

### 6-3-2 ワイヤーロープ掛・ロープ伏せ

| 表 6-2 ウィヤージュ・ロフの主要産出地 |                |                          |                                               |
|-----------------------|----------------|--------------------------|-----------------------------------------------|
| 産出延長                  | 産出項目           | 産出地                      |                                               |
| ウィヤージュ                | ロフの砂岩<br>凝結砂岩等 | 凝結、砂岩、<br>凝結砂岩、<br>変質、発露 | 産出するが産出量は少ない<br>産出は全体的に減少しているが<br>材料は製品に使用される |
| アンカー                  | ウィヤージュ         | 変質、凝結                    | 産出量は増加している（鉄鉱石や<br>石灰石等の有用）                   |
| 併設設備                  | 凝結ウィヤージュ       | 凝結、変質                    | 産出の増加しやすさ、資源のおおさは無い                           |
| 製造地                   | 凝結             | 凝結                       | 配分状況（凝結、高炉等）は無い                               |

### 6-3-3 グランドアンカー

| 点検項目                        | 点検項目                   | 点検項目                                                           |
|-----------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 鋼部保護膜<br>コンクリート、キヤブ、<br>防錆油 | 点検項目<br>腐蝕、貫通、<br>劣化、穴 | 点検項目<br>「腐蝕は気や油にさらされていない、<br>」<br>「ペンシドや腐蝕部に腐蝕、腐<br>食、抜けは、ないか」 |
| テンション<br>(通せんえない)           | 腐蝕、穴、<br>劣化、貫通         | 点検項目<br>「腐蝕に付いては腐蝕は無い、<br>」<br>「材質の劣化や腐蝕は無い、<br>」              |
| 受圧構造物<br>法帖、受圧管等            | 腐蝕、変形                  | 点検項目<br>「劣化による腐蝕や劣化張力下<br>にある部分下り受圧は無い、<br>」                   |
| 周辺地山<br>構造物周囲               | 変状                     | 点検項目<br>「周辺地山（崩壊、液状等）は<br>無い、<br>」                             |

#### 6-3-4 ロックボルト

|          | 点検部位       | 点検項目              | 点検点                 |
|----------|------------|-------------------|---------------------|
| 鋼矢保材材    | コンクリート、キヤブ | 変形、変位、腐蝕、劣化、異音、劣化 | 変形は外見で目下で与られていないか   |
| ナット、プレート |            | 欠損、劣化、腐蝕、劣化       | 欠損や劣化は鋼材本体に及ぼしているか  |
| 引張り材     | （通常見えない）   | 変形、変位、腐蝕、劣化       | 増強との間に、亀裂が生じているか    |
| 金具・係留物   | 法側、土圧側等    | 変形、変位、腐蝕、劣化       | 変形は鋼材の腐蝕や鉄線低下によるものか |
| 両面造山     | 鋼造山面       | 変位、変位             | 想定外変位（崩落、隆起等）は無い    |
| その他      | 鋼造山面       | 鋼材劣化              | 目下や将来的な腐蝕は無い        |

### 6-3-5 根固め

| 表 6-8 復興期の点検項目 |           |              |                                    |     |
|----------------|-----------|--------------|------------------------------------|-----|
| 点検項目           |           | 点検内容         |                                    | 着目点 |
| 振興めど           | コンクリート、石積 | 築造、垂れクラック、変化 | 固定化の程度より安定しているか<br>土壌汚染の発生を懸念しているか |     |
| 固定装置           | 復興期の現象    | 開口、亀裂の発生、拡大  | 装置に亀裂や変形の兆候は無いのか                   |     |
| 周辺地山           | 湧水利用など    | 評価、沈降        | 地盤の安定化状況下では無いのか                    |     |
| 補修部分           | 瓦葺、鉄骨等    | 腐食、変形、強度低下   | 屋根の破損無し等（瓦葺は鉄骨部のコンクリート部損傷発生は無いのか）  |     |

### 6-3-6 排水施設

| 点検部位                | 点検項目                        | 着目点                                                                                                                |
|---------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 排水溝                 | 本体<br>水漏れ<br>腐蝕<br>変形<br>固定 | 破損、変形、腐り<br>浸透、逆水の逆流<br>亀裂、陥り、浮腫                                                                                   |
| 地下排水<br>(暗渠、水カマンボウ) | 流れ<br>同定<br>閉鎖              | 流れ、腐り<br>排水<br>閉鎖                                                                                                  |
|                     |                             | ・果水・泥下能力は確保されているか<br>・表面に水が逆流していないか<br>・管底の形状や変形に異常がないか<br>・側面に水を貫通していないか<br>・暗渠の閉鎖（閉鎖、破損等）は適切か<br>・施設に使用や機能低下は無いか |

### 6-3-7 編柵

| 点検部位              | 点検項目     | 着眼点               |
|-------------------|----------|-------------------|
| 編組<br>杭<br>側<br>面 | 破損、変形、欠損 | ・浮石・転石の周辺は固定しているか |
| 周辺地山              | 湧出、落石    | ・湧水が安定して生育できるか    |
| 上方部               | 腐食など有害害  | ・塩化土の必要量は知るか      |
| 隅部                | 欠陥       | ・制氷で砂洗出しの電流値が高いか  |
| 排水                | 管塞       | ・材料貯蔵面に十分な生育が見えるか |

### 6-3-8 吹付

| 表6-5 吹付の点検項目 |      |                      |                                          |
|--------------|------|----------------------|------------------------------------------|
| 点検部位         |      | 点検項目                 | 観察点                                      |
| 吹付           | 本体表面 | クラック等の性状<br>形状、程度、位置 | ・管根部の変形、剥離、起動、漏れ、<br>上への膨らみ<br>・管根、変形は無い |
|              | 本体管周 | 変形、起動（音響）            | ・管根部の浸潤、流注による吹付や変<br>化は無い                |
|              | 目録   | 固く、ずれ、劣化             | ・管根部の変形、流注や吹付の悪化の<br>下                   |
|              | 排水孔  | 通水、詰り                | ・水圧作用や風化による劣化、破損や<br>1枚流注のおそれはない         |
|              | 砂砂漏  | 状況                   | ・想定外現象（崩壊、流漏等）は無い                        |
|              | 吹付周辺 | 変状                   |                                          |

6-3-9 張

[illegible]

### 6-3-10 のり枠

[illegible]

## 6-4 落石防護施設の維持管理

### 6-4-1 概説

落石防護施設の維持管理は、初期のひび割れ、破損等、その後の大きな変状につながる前兆を早期に発見することが重要であり、ひび割れ、変形、傾斜、破損の有無とそれらの進行を定期的に入念に点検して経過を記録する。重大なものと判断される場合にはすみやかに対策を講じる必要がある。

6-4-2～6-4-7に各施設の維持管理の点検項目、着眼点例が記載されている。

### 6-4-2 落石防護網

[illegible]

#### 6-4-4 落石防護柵の維持管理

「6-4-6 ロックシェッド」に準拠

#### 6-4-6 ロックシェッド

表6-14 判定の評価単位の関係

|      |    |    |     |      |      |     |     |
|------|----|----|-----|------|------|-----|-----|
| 上部構造 |    |    |     | 下部構造 |      | 支保脚 | その他 |
| 主梁   | 橋脚 | 調振 | 壁・柱 | 受台   | 台座基礎 |     |     |

表6-15 変位の評価単位の関係

|          |                                |
|----------|--------------------------------|
| 材料の種類    | 変位の種類                          |
| 鋼部材      | 縦変、横変、縦曲、その他                   |
| コンクリート部材 | ひびわれ、その他                       |
| その他      | 支保の機能障害、継手の機能障害、<br>付随物の劣化、その他 |

#### 6-4-5 落石防護擁壁

| 点検部位 | 点検項目                 | 留意点                                  |
|------|----------------------|--------------------------------------|
| 本体   | 管体<br>亀裂の性状、分布、規模、漏洩 | ・漏水防止と安全、管か<br>・管破損は即時に閉鎖を要する        |
|      | 留置口<br>閉鎖状況          |                                      |
|      | 目録<br>目録、開閉状況        | ・管破損の発生、閉鎖、流出等を停め、<br>・排水設備は安全で      |
|      | 排水孔<br>排水状況          | ・本管内の排水は常に一定の流量の設備や<br>・管破損の発生、流出防止に |
| 点検口  | 流況部<br>新設と劣化         | ・流況状況の変化による（規模、管径、<br>・管破損の発生        |
|      | 新設と劣化（劣化等）<br>管径、管径  | ・管径による流量の増加による                       |
| 四角溝  | 流況部<br>流況、管径         | ・管径不安定による流量の増加による                    |
| 円溝   | 流況部<br>流況、管径         | ・管径不安定による流量の増加による                    |
|      | 流況部<br>流況、管径         | ・管径不安定による流量の増加による                    |
|      | 流況部<br>流況、管径         | ・管径不安定による流量の増加による                    |

#### 6-4-7 落石防護土堤・溝

| 圖6-17 燕石防土築・溝の直線図形 |                    |                                    |
|--------------------|--------------------|------------------------------------|
| 古墳記述               | 古墳図形               | 着眼点                                |
| 本形 尾形              | 東部の西の分ち、<br>南東、遙遠形 | ・背面的な形状、東部より土層の形成、隆起、<br>隆起部、窪みは無い |
| 古キント               | 散石、<br>空る磐石        | ・散石は土質に富み(腐腐、土を粘り、<br>崩壊層)         |
| 埴田地山               | 土層隆起<br>間道         | ・堆積による空さ背層減少、溝有無の確々の<br>おそれ無い      |
|                    | 伏臥、不等底下<br>寛伏、墓石跡形 | ・断り列装(南側、西側等)は無い                   |
|                    |                    | ・埴田を透視した石は無い                       |
|                    |                    | ・惣形(南側、西側、東側)は無い                   |

### 6-4-3 落石防護柵

[illegible]

# 資料編

落石に関する調査事例、被害の実態、設計・施工例について記載

1. 落石の実態
2. 落石の運動と衝撃力
3. 安定度判定方法の例
4. 調査事例
5. 落石防護施設の被害の実態
6. 落石予防施設の設計・施工例
7. 落石防護施設の設計例
8. 落石・岩盤計測システム

項目、文面、基準等の変更はあるが、内容については変更なし

51

新基準 P.331

## 3-1. はじめに

### 改訂前

### 改訂後

|                                                                                                                                                                           |                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| <div>・平成8年度道路防災点検の<br/>「落石・崩壊に関する安定度評価手法」</div> <div>・旧落石対策便覧(S58.7)の<br/>落石危険度判定手法</div> <div>・高速道路調査会の落石危険度<br/>判定方法(案)</div> <div>更新</div> <div>削除</div> <div>削除</div> | <div>・平成18年度道路防災点検の<br/>「落石・崩壊に関する安定度評価手法」</div> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|

・基準が更新されているが、内容は変更なし

52

## 4-2. 精査

## 改訂前

## 改訂後

- 4-2-1 精査の流れ
- 4-2-2 壁面の図化
- 4-2-3 詳細現地調査
- 4-2-4 検討内容

変更

- 4-2-1 落石平面図の作成と安定度評価
- 4-2-2 落石エネルギーの算定と対策工選定のための整理

・改訂前は、群馬県の国道17号の斜面で実施された精査方法が記載されていたが、改訂後は、特定箇所の事例ではなく、項目や文面が一新されている。  
(ただし内容や、精査の流れが大きく変更されている訳ではない)。

53

## 資料編

## 改訂前

## 改訂後

- 6 落石予防工の設計・施工例
  - 6-1 根固め工
  - 6-2 ロックボルト併用吹付工
  - 6-3 グラウンドアンカー併用のり枠工
  - 6-4 編柵工
  - 6-5 ワイヤロープ掛工
- 7 落石防護工の設計例
  - 7-1 ロックシェッド
    - 7-1-1 PC製ロックシェッド
    - 7-1-2 RC製ロックシェッド
  - 7-2 落石防護柵の吸収エネルギーの計算例
- 8 落石・岩盤計測システム
  - 8-1 総説
  - 8-2 落石検知システム
    - 8-2-1 落石検知システムの種類
    - 8-2-2 検知システムによる落石の検知例
    - 8-2-3 落石検知システムの問題点と将来性
  - 8-3 落石監視システム
    - 8-3-1 落石監視システムの概要
    - 8-3-2 落石監視システムの事例

- 6 落石予防施設の設計・施工例
  - 6-1 ワイヤロープ掛
- 7 落石防護施設の設計例
  - 7-1 RC製ロックシェッド
- 8 落石・岩盤計測システム
  - 8-1 総説
  - 8-2 落石検知システム
    - 8-2-1 落石検知システムの種類
    - 8-2-2 検知システムによる落石の検知例
    - 8-2-3 落石検知システムの問題点と将来性
  - 8-3 落石監視システム
    - 8-3-1 落石監視システムの概要
    - 8-3-2 落石監視システムの事例

項目に一部変更・削除があり、内容の追加項目もある

54



## 追加項目

## 7 落石防護施設の設計例 (P371)

## 7-1 RC製ロックシェッド

**(9) 三次元動的骨組解析による照査・追加**

※平成29年度版では「許容応力度法」から「限界状態設計法」への移行に伴い、落石の作用に対する断面照査に「数値解析法」を用いることになった。

## 8 落石・岩盤計測システム (P393)

## 8-2 落石検知システム

## 8-2-2 検知システムによる落石の検知例

**(4) 国道279号易国間地区における落石検知例・追加**

## 8-3 落石監視システム

## 8-3-1 落石監視システムの概要

**「岩盤斜面の動態観測方法」に関する記載が追加されている。**

(一社) 鹿児島県建設コンサルタンツ協会 技術委員会 道路部会

令和2～3年度 道路技術委員会専門部会 第2班

『落石対策便覧の改訂における要点整理』

ご清聴ありがとうございました

