

# 国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of  
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.1237

February 2023

## 既設シェッドの設計法の変遷、維持管理及び 被災の実態に関する基礎資料

七澤利明・谷俊秀・山田薫・澤口啓希・谷口勝基

Basic data and documents on sheds:

changes in the design method, maintenance, and disaster cases

NANAZAWA Toshiaki, TANI Toshihide, YAMADA Kaoru, SAWAGUCHI Hiroki, TANIGUCHI Masaki

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management  
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan

# 既設シェッドの設計法の変遷、維持管理及び 被災の実態に関する基礎資料

## 概 要

本資料は、既設シェッドにおける維持管理時の留意点等を明らかにするために、設計法の変遷、定期点検結果や被災事例を整理したものである。

キーワード : シェッド、設計法の変遷、維持管理、被災事例、変状の傾向

## Basic data and documents on sheds: changes in the design method, maintenance, and disaster cases

### Synopsis

This document is a compilation of changes in design methods, periodic inspection results, and disaster cases in order to clarify points to keep in mind for maintenance of sheds.

Key Words: sheds, Changes in design methods, Maintenance and management, Damage cases,  
Trend of deformation

## 執筆者一覽

国土交通省 国土技術政策総合研究所

元 道路構造物研究部 構造・基礎研究室 室長 七澤利明  
(現 国土交通省 近畿地方整備局 大阪国道事務所 所長)

道路構造物研究部 構造・基礎研究室 主任研究官 谷 俊秀

道路構造物研究部 構造・基礎研究室 研究官 山田 薫

道路構造物研究部 構造・基礎研究室 交流研究員 澤口啓希

元 道路構造物研究部 構造・基礎研究室 交流研究員 谷口勝基  
(現 株式会社大林組)

## 目次

1. はじめに.....	1
2. シェッドの概要.....	2
2.1 シェッド施設数.....	2
2.2 シェッドの種類.....	3
2.3 シェッドの構造形式.....	4
2.3.1 シェッドの材質.....	4
2.3.2 シェッドの構造形式.....	5
3. 設計の変遷.....	8
3.1 はじめに.....	8
3.2 設計手法の変遷.....	9
3.2.1 ロックシェッド.....	9
3.2.2 スノーシェッド.....	9
3.3 想定する作用の変遷.....	10
3.3.1 ロックシェッド.....	10
(1) 荷重の組合せ.....	10
(2) 堆積土.....	11
(3) 積雪.....	11
(4) 落石の衝撃力.....	11
(5) 地震時.....	14
3.3.2 スノーシェッド.....	14
(1) 積雪.....	14
(2) 雪崩荷重.....	14
3.4 構造形式の変遷.....	16
3.4.1 RC 製.....	16
3.4.2 PC 製.....	17
3.4.3 鋼製.....	17
3.5 構造諸元及び部材ごとの変遷.....	18
3.5.1 ロックシェッド.....	18
(1) 建築限界.....	18
(2) 材料.....	18
(3) 頂版、主梁.....	20
(4) 柱.....	20

(5) 山側受台	21
(6) 谷側受台	21
(7) その他部材	21
3.5.2 スノーシェッド	23
(1) 屋根勾配	23
3.6 まとめ	24
4. 既設シェッドの維持管理	25
4.1 はじめに	25
4.2 点検	25
4.2.1 道路防災点検	25
4.2.2 定期点検	27
4.3 定期点検結果の傾向	34
4.3.1 定期点検の概要	34
4.3.2 1巡目定期点検結果の傾向	35
(1) 建設年次別の判定区分の傾向	35
(2) 積雪寒冷地別の判定区分の傾向	36
(3) 材質別の判定区分の傾向	37
(4) 補修履歴の有無による判定区分の傾向	38
4.3.3 1巡目と2巡目の比較	39
4.4 補修等の状況	40
4.5 まとめ	44
5. 既設シェッドの被災事例	45
5.1 はじめに	45
5.2 災害種類の整理	45
5.3 通行止めの期間	46
5.4 地震動により被災した事例紹介	47
5.5 斜面崩壊等により被災した事例紹介	49
5.6 洗堀により被災した事例紹介	57
5.7 まとめ	59
謝辞	60
参考文献	61

## 1. はじめに

シェッドは鋼材や鉄筋コンクリートの屋根で道路を覆い、落石が路面に直接落下するのを防ぐ<sup>1)</sup>、または雪崩を屋根面上を通して滑走させて、谷側に流下させる<sup>2)</sup>ことで人命や道路を防護するための重要な構造物である。図 1.1 は構造物種別ごとの建設後 50 年以上経過した施設の割合を示しており、シェッドについては、2025 年頃から建設後 50 年以上経過する施設数の割合が他構造物と比較して急激に増加する。これらの膨大なストックをいかに合理的に維持管理していくかが重要な課題となっている。

一方、シェッドの設計に関しては統一的な基準が示されていないという課題がある。設計にあたっては現在、「落石対策便覧（(社)日本道路協会)」、「道路防雪便覧（(社)日本道路協会）」に準拠し、許容応力度は「道路橋示方書（(社)日本道路協会)」、落石・雪崩以外の荷重は「道路橋示方書」や「道路土工-擁壁工指針（(社)日本道路協会）」に準拠している。また、地整の設計要領に準拠する場合もある。どのような設計法に基づいているかが明らかでないと、変状や被災が生じた際に安全性を適切に評価することが困難となる。

また、構造条件や環境条件の違いによりどのような変状が生じているのかについては、予防保全も含めた維持管理を適切に行うために重要である。さらに、被災の実態や被災した条件を知ることは、被災リスクを考慮した事前対策、被災後の安全性評価、復旧対策工の検討等の参考となる。

本資料は、既設シェッドにおける維持管理時の留意点等を明らかにするために、設計法の変遷、定期点検結果や被災事例を整理したものである。

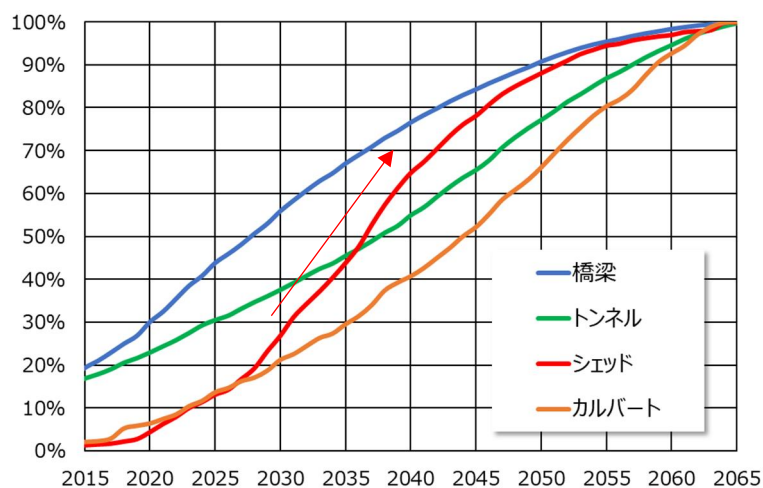


図 1.1 建設後 50 年以上経過した施設の割合（全国）<sup>3)</sup>

## 2. シェットの概要

### 2.1 シェット施設数

定期点検データ（平成 26 年～30 年）<sup>4)</sup>によると、全国で 3,426 施設となっている。図 2.1 は管理者別の施設数を示しており、都道府県・政令市等のシェアが大きく 71%に上っている。図 2.2 は建設年次別の施設数を示しており、1990 年をピークに減少傾向にある。

なお、本資料では定期点検結果を元に作成した表やグラフを示しており、図表題では（全国）、（直轄）の表記をしている。（全国）は国、地方公共団体および高速道路会社が管理するシェットのデータを元に作成したことを意味する。（直轄）は国が管理しているシェットのデータのみを用いて作成したことを意味する。

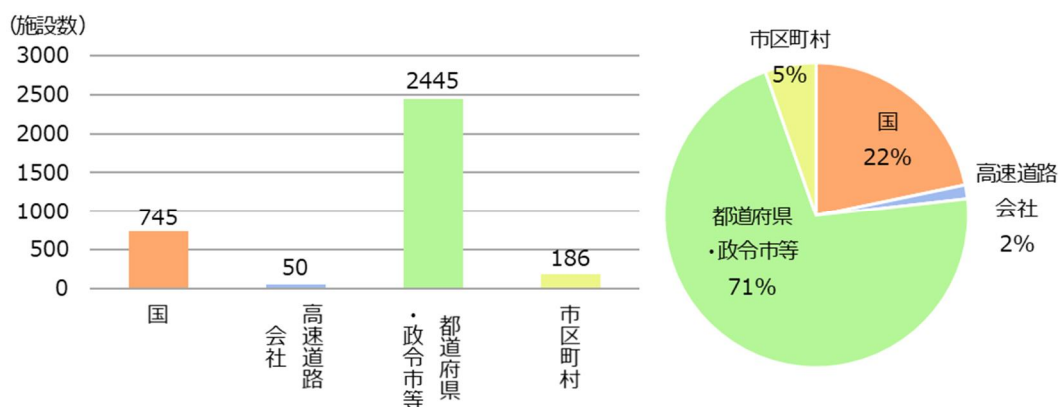


図 2.1 道路管理者別シェット施設数（全国）

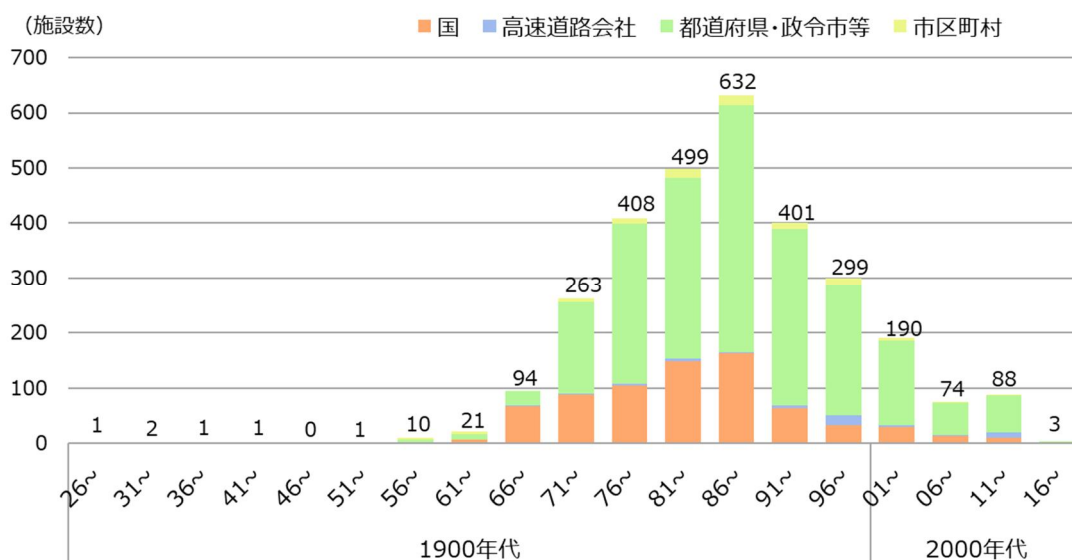





図 2.2 建設年次別の施設数（全国）



## 2.2 シェッドの種類

シェッドは覆工や洞門の名称で呼ばれることもあり、その種類は、ロックシェッドとスノーシェッドに分かれる。ロックシェッドは落石防護工の一種であり、一般に道路際に余裕がなく、落石が発生しやすい連続する急斜面下の道路で、落石規模が大きく落石防護柵等他の工法では防げない場合や、跳躍力が高く、柵を設けても落石がその上を飛びこすおそれのある場合に用いられる<sup>5)</sup>。スノーシェッドは、防雪対策施設の一種であり、一般に斜面勾配が30度以上のような急な場所で用いられる<sup>6)</sup>。また、類似する施設として道路を覆って雪を完全に遮蔽する構造で吹きだまり・視程障害の発生防止を目的としたスノーシェルターがある。なお、土砂を屋根上に堆積させる、もしくは掃流力を与えて受け流すアースシェッドもあるが、設置数が少ないこと、ロックシェッドとの違いがわかりにくいことから本資料ではロックシェッドとして取り扱う(表2.1)。図2.3には使用目的別の割合を示す。ロックシェッドの割合が68%となっている。なお、シェッドの他、スノーシェルターも法定点検の対象施設となっているが、本資料ではシェッドのみを対象としたデータを掲載する。

表 2.1 シェッドの種類ごとの特性の概略比較

	ロックシェッド※	スノーシェッド	スノーシェルター
主たる荷重	落石、堆積土※	雪崩、積雪	積雪
緩衝材	あり	なし	なし
屋根勾配	10%以下が多い	10%以上が多い	アーチ形状が多い
主部材間隔	狭い	広い	広い
代表例			

※アースシェッドを含む

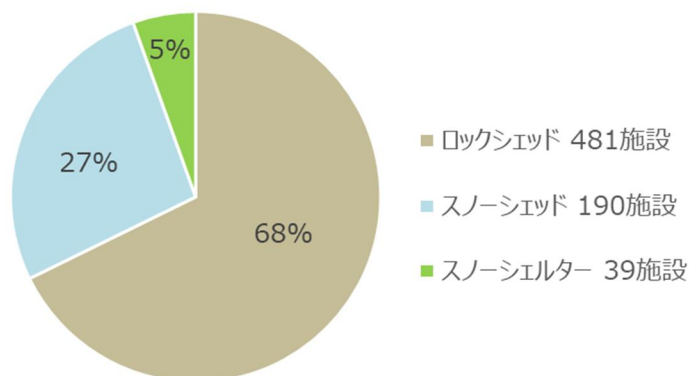


図 2.3 種類別の割合 (直轄)

## 2.3 シェッドの構造形式

### 2.3.1 シェッドの材質

ヨーロッパでは古くは木造や石造のものが用いられていた時代もあり、幅員も狭いものであった。わが国でも鉄道関係で古レールを利用したものがあつた<sup>6)</sup>。道路にシェッドが設置されはじめた 1950 年以降では鋼製と RC 製と PC 製が主な材料として現在に至っている。各材料の特徴を以下に述べる。

RC 製シェッドは、施工が場所打ちであるため一体構造を構築しやすい。構造上の特徴として部材厚を任意に選定できるため、荷重が確実に分散され、かつ他の材料に比較して剛性を大きくできる点がある。一方で、施工期間が長くなるので、供用中の道路での交通規制期間が長くなることもある<sup>7)</sup>。

PC 製シェッドは、PC のプレキャスト部材を用いて現地で組み立てるシェッドである。構造上の特徴として屋根支持部および基礎部の支点条件の選択肢が多く、地盤条件、供用条件に対応して構造形式選定の自由度が高い。施工面では、工場製品を現地組立するため施工期間が短く、供用中の道路での交通規制期間を大幅に短縮できる。また、シェッドに損傷が生じた場合の修復も部分取替が可能であるため短期間に行うことができる<sup>7)</sup>。

鋼製シェッドは、H 形鋼やデッキプレートなどの鋼部材で現地組立を行うものである。構造上の特徴は、屋根支持部を剛節点とする H 形鋼を用いた骨組構造で、屋根部にデッキプレートを敷き並べて場所打ちスラブを形成する点にある。施工面では、工場製品の現地組立であるため PC 製シェッドと類似の特徴を有する上、部材が軽いことから現地への運搬が容易である<sup>7)</sup>。しかし、維持管理面で、防錆のための塗替を考慮しておく必要がある<sup>2)</sup>。

以下では各材料ごとの施設数について述べる。図 2.4 に材質別の施設数割合を示す。PC 製が一番多く次いで鋼製となっている。図 2.5 に建設年次別の施設割合を示す。1970 年頃は鋼製のシェアが 61%と高いが徐々に PC 製に移り変わってきている。RC 製については 1966 年以降、10~30%程度で推移している。

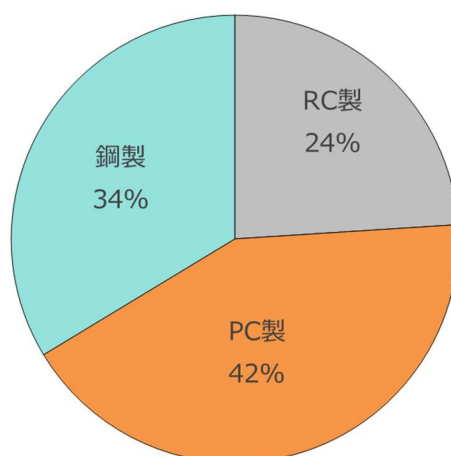


図 2.4 シェッドの材質別の割合（直轄）

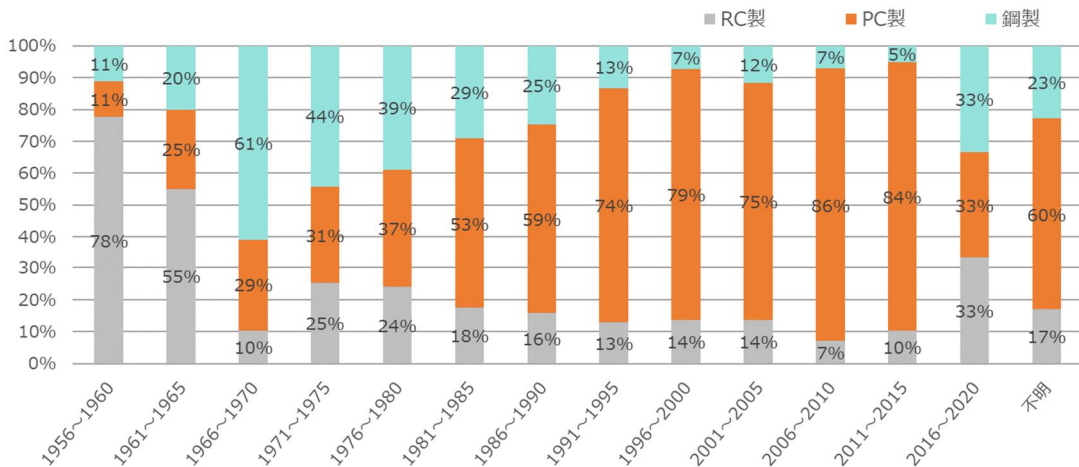


図 2.5 材質別の建設年次別施設割合 (直轄)

### 2.3.2 シェッドの構造形式

図 2.6 に材質ごとの構造形式の割合を示す。表 2.2、表 2.3 には構造形式の模式図および代表写真を示す。RC 製では箱形式と門形式がそれぞれ 40%を越えており、アーチ式、片持ち式は少ない。PC 製では単純梁式のシェアが多く次いで逆 L 式となっている。鋼製では門形式のシェアが多く逆 L 式と逆 L・方杖式が同数程度となっている。

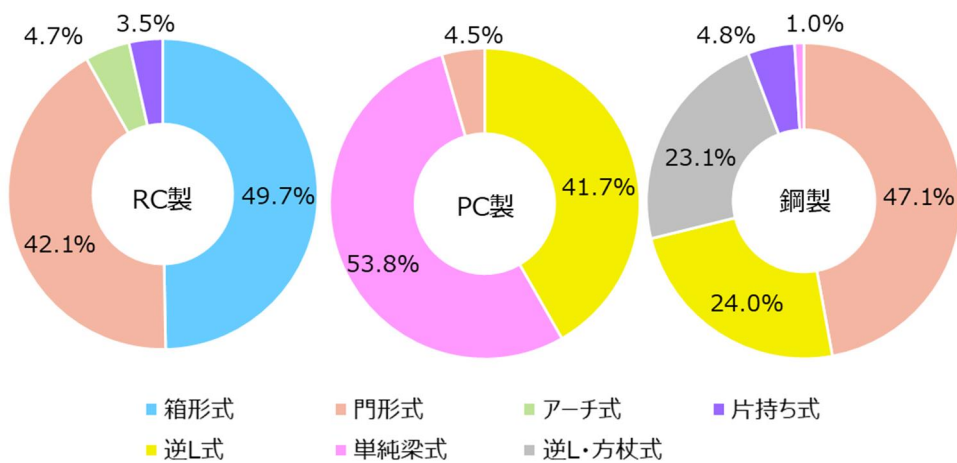


図 2.6 構造形式の割合 (直轄) ④

表 2.2 シェッドの主な構造形式

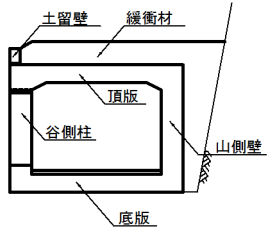
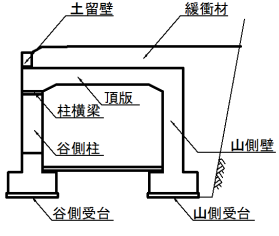
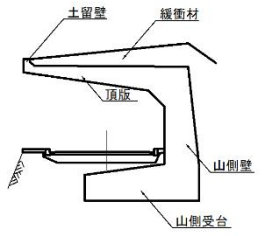
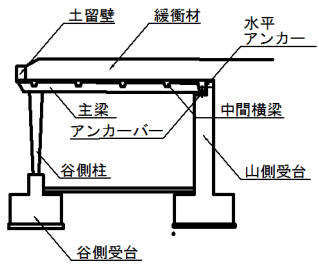
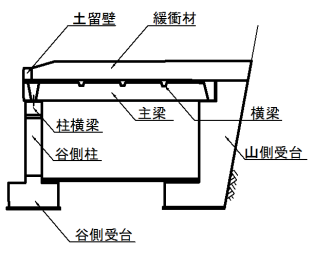
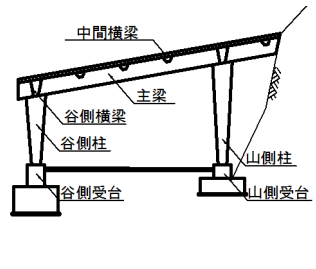
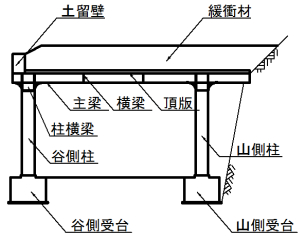
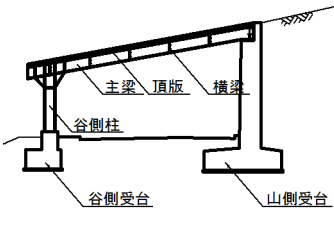
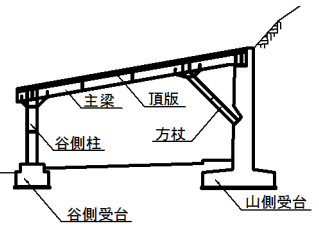
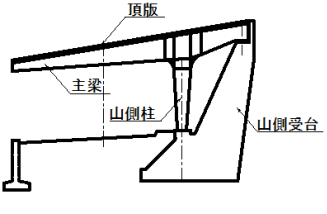
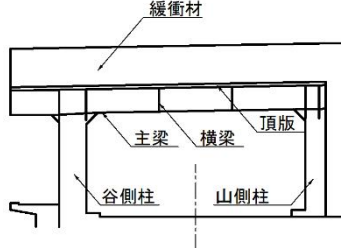
		主な構造形式				
RC 製	箱形式		門形式		片持ち式	
	逆L式		単純梁式		門形式	
鋼 製	門形式		逆L式		逆L・方杖式	
	片持ち式		単純梁式			

表 2.3 構造形式ごとの代表写真

		主な構造形式				
RC 製	箱形式		門形式		片持ち式	
	逆L式		単純梁式		門形式	
鋼 製	門形式		逆L式		逆L・方杖式	
	片持ち式		単純梁式			

### 3. 設計の変遷

#### 3.1 はじめに

シェッドの設計に関しては統一的な基準が示されていない。現在、一般的には「落石対策便覧（（社）日本道路協会）」、「道路防雪便覧（（社）日本道路協会）」に準拠し、許容応力度は「道路橋示方書（（社）日本道路協会）」、落石・雪崩以外の荷重は「道路橋示方書」や「道路土工-擁壁工指針（（社）日本道路協会）」に準拠して設計を実施している。表 3.1, 3.2 に示す以上の基準類のほか各地整の設計要領の変遷もシェッドの設計に影響している。

本章では、シェッドの設計に関する基準類およびその変遷を整理し、維持管理での留意点を示す。

表 3.1 ロックシェッドの設計に関連する基準類

年	関連する基準類	発行元
1949	コンクリート標準示方書 <sup>8)</sup>	(社) 土木学会
1961	プレストレストコンクリート設計施工指針	(社) 土木学会
1966	土木技術者のための振動便覧 <sup>9)</sup>	(社) 土木学会
1972	道路橋耐震設計指針・同解説 <sup>10)</sup>	(社) 日本道路協会
1973	道路橋示方書 I 共通編、II 鋼橋編・同解説	(社) 日本道路協会
	新しい落石覆の開発に関する研究 <sup>11)</sup>	鋼材倶楽部
1976	ロックシェード上の落石による衝撃力の推定に関する実験、道路 <sup>12)</sup>	吉田博、竹島忠、古市進作、石塚賢吉
1978	道路橋示方書 III コンクリート橋編・同解説	(社) 日本道路協会
	プレストレストコンクリート標準示方書	(社) 土木学会
1980	道路橋示方書 II、IV 下部構造編、V 耐震設計編・同解説 <sup>13)</sup>	(社) 日本道路協会
1983	落石対策便覧 <sup>1)</sup>	(社) 日本道路協会
1984	道路橋の塩害対策指針(案)・同解説 <sup>14)</sup>	(社) 日本道路協会
1986	コンクリート標準示方書 改訂	(社) 土木学会
1990	道路橋示方書・同解説 改訂	(社) 日本道路協会
1992	コンクリート標準示方書	(社) 土木学会
1996	道路橋示方書・同解説	(社) 日本道路協会
	コンクリート標準示方書	(社) 土木学会
2000	落石対策便覧 <sup>15)</sup>	(社) 日本道路協会
	PC ロックシェッド設計の手引き <sup>16)</sup>	(社) プレストレスト・コンクリート建設業協会
2002	道路橋示方書・同解説	(社) 日本道路協会

	コンクリート標準示方書	(社) 土木学会
2012	道路橋示方書・同解説	(社) 日本道路協会
	コンクリート標準示方書	(公社) 土木学会
2017	道路橋示方書・同解説	(公社) 日本道路協会
	落石対策便覧 <sup>5)</sup>	(公社) 日本道路協会

表 3.2 スノーシェットの設計に関連する基準類

年	関連する基準類	発行元
1968	防雪工学ハンドブック <sup>17)</sup>	(社) 日本建設機械化協会
1977	新防雪工学ハンドブック <sup>6)</sup>	(社) 日本建設機械化協会
1988	新編防雪工学ハンドブック <sup>18)</sup>	(社) 日本建設機械化協会
1990	道路防雪便覧 <sup>2)</sup>	(社) 日本道路協会
2005	除雪・防雪工学ハンドブック <sup>19)</sup>	(社) 日本建設機械化協会

## 3.2 設計手法の変遷

### 3.2.1 ロックシェット

ロックシェットにおいて、1983年の「落石対策便覧 昭和58年7月((社)日本道路協会)」(以下「S58落対便覧」と称す)では、許容応力度法を基本的な設計の考え方としている。2000年の(社)日本道路協会「落石対策便覧 平成12年6月((社)日本道路協会)」(以下「H12落対便覧」と称す)でも、許容応力度法を基本とする設計が適用されている。2017年の(公社)日本道路協会「落石対策便覧 平成29年12月((公社)日本道路協会)」(以下「H29落対便覧」と称す)ではロックシェットについても、限界状態設計法で設計するとしているが、従来の適用範囲を大きく超えない範囲で、従来の落石防護施設と同様の応答特性や破壊特性を有すると認められる場合には、慣用設計法の適用を妨げるものではない、とも記載され、従来の設計法である許容応力度法の設計も認められている。

### 3.2.2 スノーシェット

スノーシェットにおいて、1990年の「道路防雪便覧 平成2年5月((社)日本道路協会)」(以下「H2防雪便覧」)では、原則として「道路橋示方書・同解説((社)日本道路協会)」に準拠するものとし、応力度の照査を行う場合の許容応力度は「道路橋示方書」に規定する許容応力度の基本値に割増係数を乗じた値とするとされている。

### 3.3 想定する作用の変遷

#### 3.3.1 ロックシェット

##### (1) 荷重の組合せ

表 3.4、表 3.5 に 1983 年の「S58 落対便覧」と 2000 年の「H12 落対便覧」のロックシェットの荷重の組合せをそれぞれ示す。「S58 落対便覧」では崩土が予想される場合に荷重を考慮することになっていたが、「H12 落対便覧」で崩土荷重は考慮しなくなった。これは、崩土の衝撃力は非常に大きく、通常のロックシェット等の防護工では対処できない場合が多いからとされている<sup>15)</sup>。「H29 落対便覧」は「H12 落対便覧」と変わらない。

鋼部材の許容応力度の割増率について、「S58 落対便覧」では常時、施工時を除き 1.70 となっているが、1990 年(平成 2 年)の「道路橋示方書・同解説 II 鋼橋編 平成 2 年((社)日本道路協会)」<sup>20)</sup>において 1.50 に統一され、現在に至っている。

表 3.4 荷重の組合せ 「S58 落対便覧」

設計時の状態	荷重の種類	死荷重	土圧	堆積土	積雪	落石	崩れ	なだれ	地震	自動車衝突	施工時	許容応力度の割増率		PC 部材の許容引張応力度 (kg/cm <sup>2</sup> )		
												鋼部材	R部C材・P部C材	基準強度 (kg/cm <sup>2</sup> )		
														300	400	500
常時*	○	○	○	○								1.00	1.00	—	—	—
落石*	○	○				○						1.70	1.50	道路橋示方書 III 2・4・3 (2) 2) 適用		
崩土	○	○				○						1.70	1.50			
なだれ	○	○	○	○			○					1.70	1.50			
地震*	○	○	○	○				○				1.70	1.50			
自動車衝突	○	○	○	○						○		1.70	1.50			
施工時											○	1.25	1.25	22	25	28

\*は必ず考慮すべき組合せを示す。

表 3.5 荷重の組合せ 「H12 落対便覧」

設計時の状態	荷重の種類	死荷重	土圧	水圧	堆積土	積雪	落石	地震	なだれ	自動車衝突	の許容増係力数度
常時*	○	○	●	●	●						1.00
落石時*	○	○	●		●	○					1.50
地震時*	○	○	●	●	●		○				1.50
なだれ等	○	○	●	●	●				○		1.50
自動車衝突	○	○	●							○	1.50

\*は必ず考慮すべき組合せを示す。

○は想定する状態において必ず考慮すべき荷重を示す。

●は想定する状態において現場条件により考慮すべき荷重を示す。

注) 堆積土荷重は非常に大きいので、土砂が堆積した場合には、取り除くことを原則とする。



## (2) 堆積土

「S58 落対便覧」では、土砂の堆積が予想される場合、安息角 30° の土砂荷重を見込むことになっている (図 3.1)。「H12 落対便覧」では、原則堆積土砂は取り除き、土砂荷重は考慮しないこととなっているが、やむを得ない場合は、「S58 落対便覧」と同様の荷重を見込むことになっている。

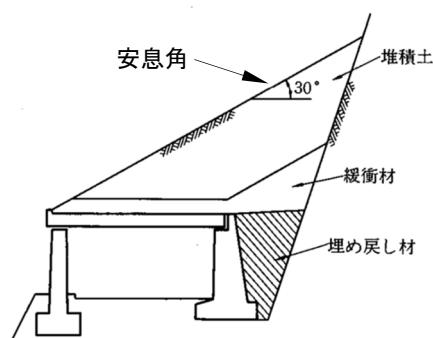


図 3.1 土砂荷重<sup>3)</sup>

## (3) 積雪

積雪荷重は、「S58 落対便覧」では「新防雪工学ハンドブック 1977年12月 ((社) 日本機械化協会)」(以下「S52 新防雪 HB」と称す)を参考とするとされている他、「H12 落対便覧」では「H2 防雪便覧」等に、「H29 落対便覧」では「2005 除雪・防雪ハンドブック 平成16年12月 ((社) 日本建設機械化協会, (社) 雪センター)」等にそれぞれ準拠するとされている。また、積雪荷重の算出式は上記書籍いずれも共通して、式 (3.3.1(3)) の通りとしている。なお、設計積雪荷重 (m) は、一般に年最大積雪深の 30 年再現期間値を採用しており、その地域の実情に合わせて設定している。

積雪荷重 :  $qs$

$$qs = Hs \cdot \gamma_s \text{ (t/m}^2\text{)} \text{ ----- (3.3.1(3))}$$

$Hs$  : 設計積雪深 (m),  $\gamma_s$  : 雪の単位体積重量 (平均密度) (t/m<sup>3</sup>)

## (4) 落石の衝撃力

ロックシェッドにおいて落石荷重は衝撃力を静的荷重に置き換えて設計している<sup>1)</sup>。1983年以前では「土木技術者のための振動便覧 昭和41年 ((社) 土木学会)」に示された理論式 (以下「振動便覧の式」と称す、図 3.2)、「新しい落石覆の開発に関する研究、昭和48年4月 (鋼材倶楽部)」に示された鋼製ロックシェッドに対して実験的に求めた式 (以下「鋼材倶楽部の式」と称す、図 3.3)、「ロックシェード上の落石による衝撃力の推定に関する実験、道路、1976.10 (吉田ら)」に示された PC 製ロックシェッドに対して実験的に求めた式 (以下「吉田らの式」と称す、図 3.4) の三式のいずれかを用いるのが普通であった<sup>2)</sup>。「S58

落対便覧」において、上記三式が示されており、適用に当たっては実験条件を十分理解しておくこととされている。同時に、衝撃力推定式の比較（図 3.5）が示されており、振動便覧の式に衝突するものの硬さを示すラーメ定数に 100 (t/m<sup>2</sup>) を代入したときの衝撃荷重が他の式よりも大きくなることが示されている。「H12 落対便覧」以降では、本編には「振動便覧の式」のみが示され、「鋼材倶楽部の式」および「吉田らの式」は資料編に示されるようになった。

また、衝撃力の作用方向について、当初は鉛直方向のみに载荷させていたが、1990 年の事務連絡<sup>22)</sup>において、斜面を転落してくる落石については入射角を設定し、衝撃力を鉛直方向と水平方向に分解して载荷させることとなり、現在に至る。

$$P_{\max} = 2.455 W^{2/3} \cdot \lambda^{2/5} \cdot H^{3/5} \dots\dots\dots$$

ここに、 $W$  : 落石重量 (t)  
 $H$  : 落下高さ (m)  
 $\lambda$  : ラーメの定数 (t/m<sup>2</sup>)

非常に軟らかいもの…………… 100 t/m<sup>2</sup>  
 軟らかいもの…………… 300~500 t/m<sup>2</sup>  
 固いもの…………… 1,000 t/m<sup>2</sup>

図 3.2 「振動便覧の式」<sup>9)</sup>

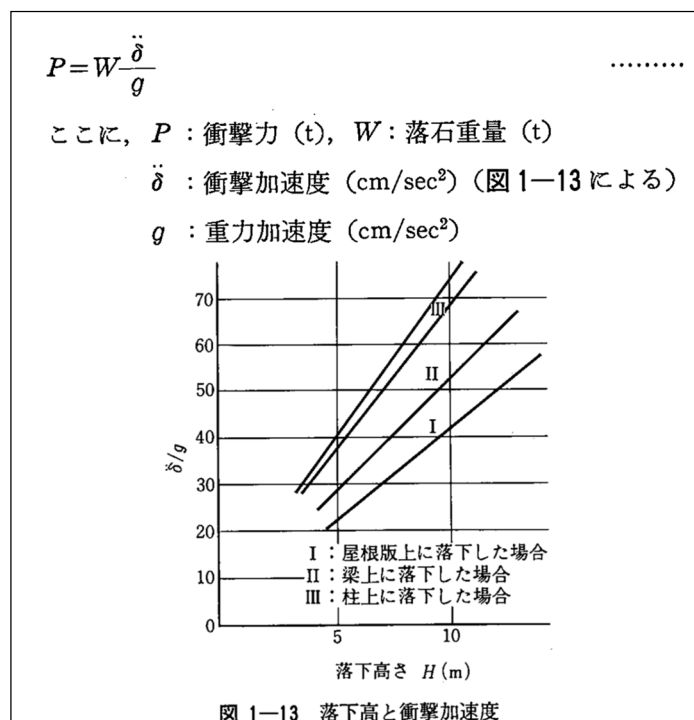


図 1-13 落下高と衝撃加速度

図 3.3 「鋼材倶楽部の式」<sup>11)</sup>

$$P = \frac{W}{g} \cdot \frac{2}{T_0} \sqrt{2gH}$$

ここに、 $P$  : 衝撃力 (t)

$W$  : 落石重量 (t)

$g$  : 重力加速度 (m/sec<sup>2</sup>)

$T_0$  : 落石の静止時間 (sec) (表 1-4 による)

$H$  : 落石の落下高さ (m)

表 1-4 緩衝材の種類と  $T_0$

緩衝材	$T_0$ (sec)
砕砂	$0.0102W + 0.0755$
海砂	$0.0051W + 0.0614$
山砂	$0.0220W + 0.0485$

図 3.4 「吉田らの式」<sup>12)</sup>

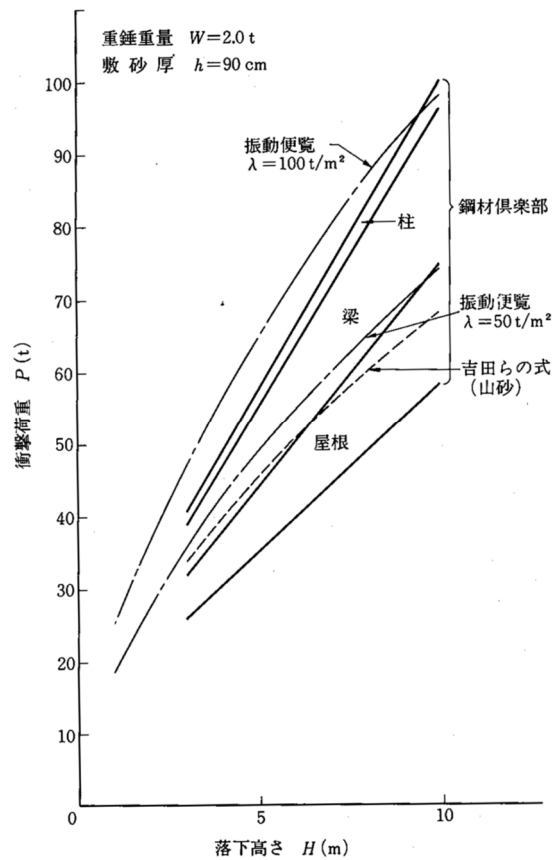


図 3.5 衝撃力推定式の比較 (落石重量  $W=2.0$ t)<sup>1)</sup>

(5) 地震時

1972年の(社)日本道路協会「道路橋耐震設計指針・同解説、昭和47年4月」(以下「S47耐震」と称す)以前ではシェッドにおいて震度法が用いられていたが、設計水平震度については統一が図れていなかった。1972年以降では「S47耐震」に準拠し修正震度法が用いられている。1996年の「道路橋示方書・同解説 V耐震設計編 平成8年((社)日本道路協会)」<sup>23)</sup>(以下「H8道示」と称す)を受け、「H12落対便覧」ではレベル1地震動に対しては修正震度法により、レベル2地震動に対しては保有水平耐力法により設計することになった。しかし、箱形式、門形式、逆L式等の地山や裏込め土等による地震動の減衰効果が期待できる構造形式ではレベル1地震動(修正震度法)のみの設計でよいとされている。「H29落対便覧」で、(社)日本道路協会「道路橋示方書・同解説 V耐震設計編 平成24年3月」<sup>24)</sup>に準拠することとされ、静的解析と動的解析を特性に応じて適切に考慮することとなっている。

3.3.2 スノーシェット

表3.6にスノーシェットの荷重の組合せを示す。考慮する荷重の種類については年代ごとの変更はない。

表3.6 荷重の組合せ 「H2防雪便覧」

死荷重	自 重	○
	積 雪	○
雪荷重	な だ れ	○
	な だ れ 衝 撃	△
	デ ブ リ	△
	巻 だ れ	△
	沈 降 力	△
	斜 面 雪 圧	△
土 圧・水 圧		△
そ の 他	地 震	○
	温 度 変 化	△
	風 荷 重	△
	衝 突 荷 重	△
	地盤の変動・支点移動	△
	施 工 時	△

○ 必ず考慮すべき荷重  
△ 特に影響のある場合考慮すべき荷重

(1) 積雪

積雪荷重は、スノーシェット上部構造に等分布荷重として載荷する。その算出式は、式(3.3.1(3))と同様としている。

(2) 雪崩荷重

雪崩荷重は、スノーシェット上部構造に等分布荷重として鉛直、水平方向に作用させ

る。その算出式は1988年を境に更新されており、1988年以前の算出式を図3.6に、1988年以降から現在までの算出式を図3.7に示す。また、 $h_1=1.0\text{m}$ 、 $\alpha_2=45^\circ$ 、 $\gamma_a=0.4\text{t/m}^3$ と仮定した場合の $\alpha_1$ を変数としたときの雪崩荷重値を求めたものを図3.8に示す。1988年以前は屋根勾配に関係せずに鉛直、水平荷重は共に一定値となる。一方で1988年以降では鉛直荷重は屋根勾配が急になるほど小さくなり、1988年以前に比して大きい、水平荷重も屋根勾配が急になるほど小さくなり、1988年以前に比して小さいことがわかる。

c) なだれ荷重:  $q_a, q_a'$

$$q_a = \gamma_a \cdot h_2 \quad (\text{t/m}^2) \quad (3.1-40)$$

$$q_a' = \mu \cdot q_a \quad (\text{t/m}^2)$$

$q_a$ : なだれの鉛直荷重 ( $\text{t/m}^2$ )  
 $q_a'$ : なだれの水平荷重 ( $\text{t/m}^2$ )  
 $\gamma_a$ : なだれの見かけ密度 (通常  $0.4 \sim 0.45 \text{ t/m}^3$ )  
 $h_2$ : スノーシェットの屋根上を通過するときの流雪深 (m)

$$h_2 = h_1 \sqrt[3]{\sin \alpha_2 / \sin \alpha_1}$$

$h_1$ : 発生地におけるなだれの層厚 (m)  
 $\alpha_1$ : スノーシェットの屋根こう配  
 $\alpha_2$ : スノーシェットから発生区までの平均こう配  
 $H$ : 設計積雪深  
 $\mu$ : なだれの動摩擦係数 (通常  $0.3$ )

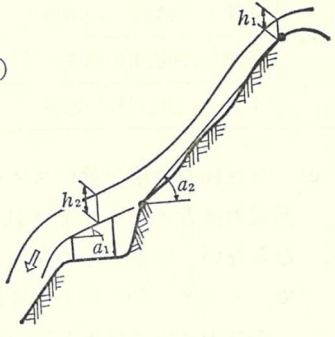


図 3・1-68

図 3.6 雪崩荷重算出式 (～1988 年) 「S52 新防雪 HB」

iii) 雪崩荷重:  $q_a, q_a'$

$$q_a = (1 + \mu \cdot \sin \alpha_1 \cdot \cos \alpha_1) \gamma_a \cdot h_2 \quad (6.1.43)$$

$$q_a' = \mu \cdot \cos^2 \alpha_1 \cdot \gamma_a \cdot h_2 \quad (6.1.44)$$

$q_a$ : 雪崩の鉛直荷重 ( $\text{t/m}^2$ ),  $q_a'$ : 雪崩の水平荷重 ( $\text{t/m}^2$ )  
 $\gamma_a$ : 雪崩の見かけ密度 (通常  $0.4 \sim 0.45 \text{ t/m}^3$ )  
 $h_2$ : スノーシェットの屋根上を通過するときの流雪深 (m)

$$h_2 = h_1 \sqrt[3]{\sin \alpha_2 / \sin \alpha_1} \quad (6.1.45)$$

$h_1$ : 発生地における雪崩の層厚 (m),  $\alpha_1$ : スノーシェットの屋根勾配  
 $\alpha_2$ : スノーシェットから発生区までの平均勾配,  
 $\mu$ : 雪崩の動摩擦係数 (通常  $0.3$ )

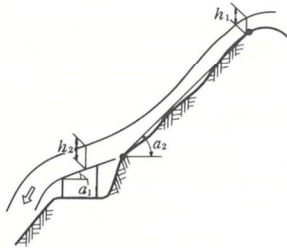


図 6・1・62

図 3.7 雪崩荷重算出式 (1988 年～現在) <sup>18)</sup>

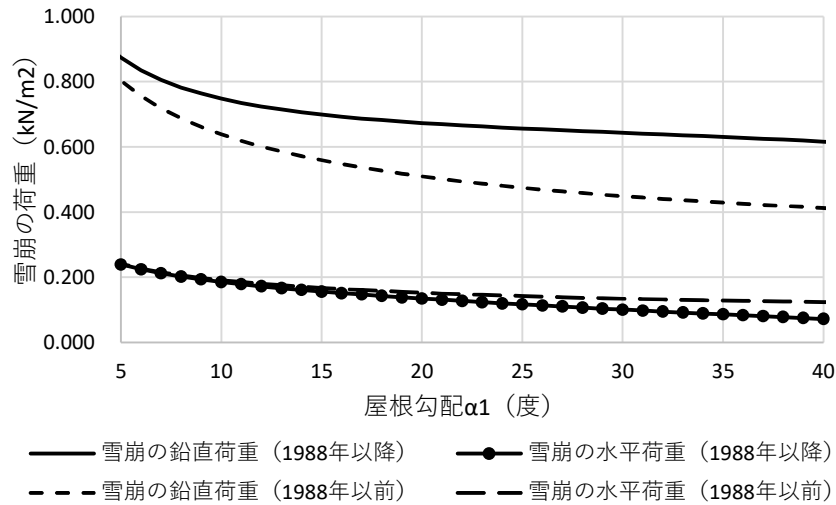


図 3.8 屋根勾配  $\alpha_1$  ごとの雪崩荷重値 ( $h_1=1.0\text{m}$ 、 $\alpha_2=45^\circ$ 、 $\gamma_a=0.4\text{t/m}^3$ と仮定)

### 3.4 構造形式の変遷

本節では、シェッドの上部構造の構造形式の変遷の背景を設計基準の変遷とともに述べる。

#### 3.4.1 RC 製

図 3.9 に RC 製シェッドの構造形式と建設年次関係を示す。図より 1980 年以前は門形式が、1981 年以降は箱形式が主流となっている。

1968 年の (社) 日本建設機械化協会「防雪工学ハンドブック 昭和 43 年」では、コンクリート製の場合は、門型、まれにはボックス型のラーメン (箱形式) とするとあり、スノーシェッドでは、門形式が主流であったことが伺える。「S58 落対便覧」でも設計例に門形式が採用されているが、「H12 落対便覧」では設計例に箱形式が採用されているように、構造形式の移り変わりが伺える。

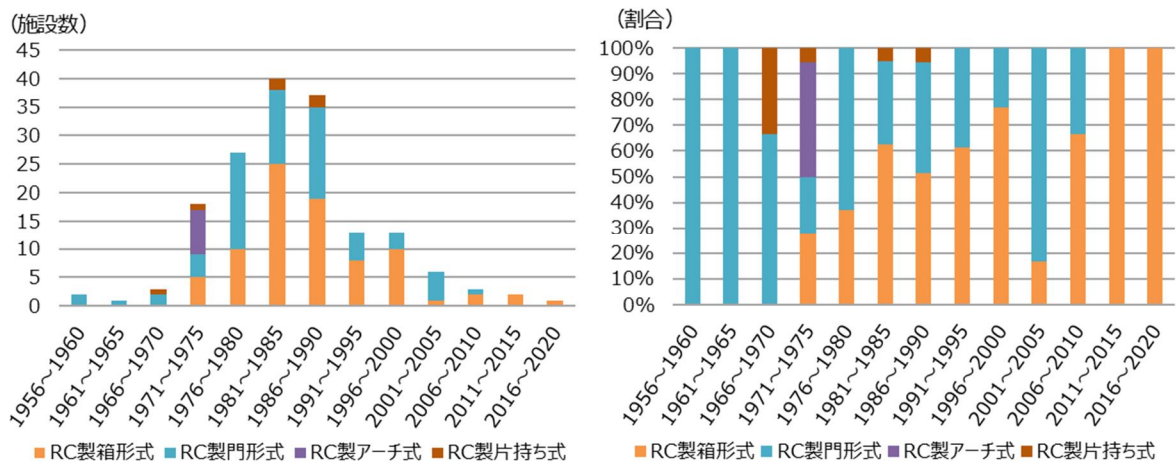


図 3.9 RC 製シェッドの構造形式別施設数 (直轄)

### 3.4.2 PC 製

図 3.10 には PC 製シェットの構造形式と建設年次の関係を示す。

1975 年以前の PC 製シェットは、単純梁式がほとんどであった。当時シェットの設計に携わった専門家へのヒアリングによると、シェットのために主梁を製作していたのではなく、橋梁の主桁を転用していたことから単純梁式のシェアが大きかったようである。1975 年以降、逆 L 式に移行している。PC 製シェットは逆 L 式を標準とする旨が記述されている地整の設計要領<sup>例えは 25)</sup>もある。

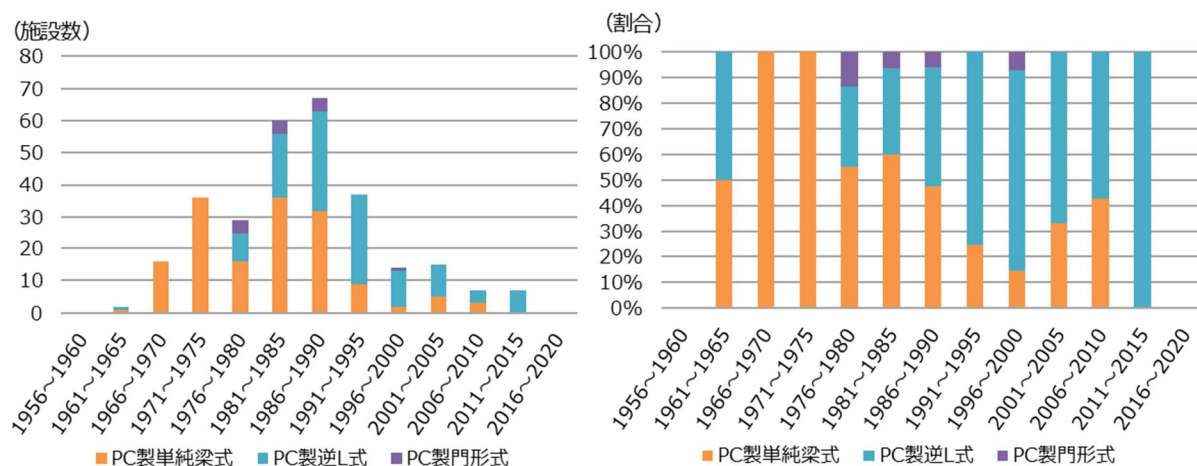


図 3.10 PC 製シェットの構造形式別施設数

### 3.4.3 鋼製

図 3.11 には鋼製シェットの構造形式と建設年次の関係を示す。

鋼製シェットは、1990 年の前後で極端に施工数が変化している。門形式は全年代通して 50%前後の割合で施工されている。逆 L・方杖式は古くから設置されているが、一方で各地整の要領<sup>26)</sup>によると、方杖部に大型車が接触し破損するおそれがあるとも記載されている。1971 年頃から逆 L 式のシェアが増えてきている。

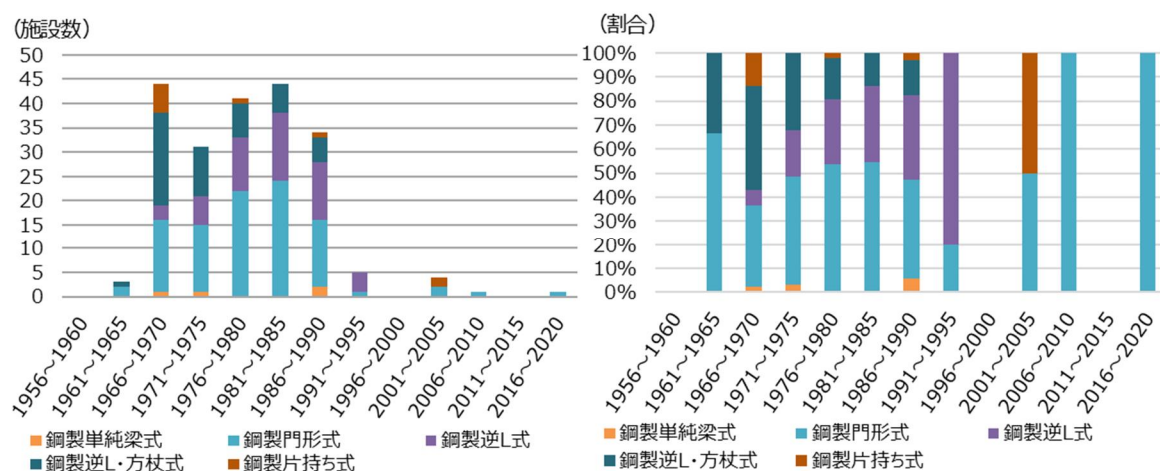


図 3.11 鋼製シェットの構造形式別施設数

### 3.5 構造諸元及び部材ごとの変遷

#### 3.5.1 ロックシェッド

##### (1) 建築限界

建築限界は、道路構造令の変遷に応じて変化している。

1958年(昭和33年)道路構造令(政令第244号)では、建築限界 $h=4.5\text{m}$ であり、この条件に適合する構造としている。

1970年(昭和45年)道路構造令(政令第320号)では、建築限界 $h=4.5\text{m}+0.2\text{m}$ のオーバーレイ(=4.7m)であり、現在もこの条件に適合している。

##### (2) 材料

###### 1) コンクリート

###### a) 設計基準強度

RC材料では、1980年の「道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 昭和55年((社)日本道路協会)」(以下「S55道示IV」と称す)の規定において、最低設計基準強度が $18\text{N}/\text{mm}^2$ から $21\text{N}/\text{mm}^2$ に変更された。2012年の「道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 平成24年((社)日本道路協会)」<sup>25)</sup>では、塩害の影響が懸念される地域では(中略)設計基準強度 $30\text{N}/\text{mm}^2$ のコンクリートを選定するのが望ましいとしている。

###### b) 最小かぶり

最小かぶりに関する基準類およびかぶり厚を表3.7～表3.9に示す。RC製シェッドの約半数が1984年以前に設置された施設であることから、比較的多くの施設が、かぶり不足による鉄筋腐食等の変状を生じやすい状況にあると考えられる。



表 3.7 最小かぶりの変遷 (mm)

年代 基準類		PC 製 プレキャスト部材 主梁・柱	RC 製					
			頂版	柱横 梁	柱	底版・受台		
						土中	一般	
1956年 (社) 土木学会「コンクリート標準示方書 昭和22年」 <sup>8)</sup>		25	30	25	30	70	70	
1980年 S55 道示IV		25	30	35	40	70	70	
1984年 (社) 日本道路協会「道路橋の塩害対策指針(案)・同解説 昭和59年2月」 <sup>14)</sup>		I	50	50	70	70	70	
		II	35	40	50			
		III	25	30	35			40
2002年 (社) 日本道路協会「道路橋示方書 IV 下部構造編 平成14年」 <sup>26)</sup>		S	70※	70※	90※	70	90※	
		I	50	70※	90		90	
		II	35	70	70		70	
		III	25	50	50		50	70
		他		35	35		40	

※塗装鉄筋の使用、コンクリート塗装の併用

表 3.8 1984年 (社) 日本道路協会「道路橋の塩害対策指針(案)・同解説 昭和59年2月」<sup>14)</sup> の対策区分

	地域	海岸線からの距離
I	地域区分A・地域区分B	海上部および海岸線から100mまで
II	地域区分A	上記以外の範囲
	地域区分B	100mをこえて200mまで
	地域区分C	海岸線をこえて100mまで
III	地域区分B	200mをこえて300mまで
	地域区分C	100mをこえて200mまで

表 3.9 2002 年（社）日本道路協会「道路橋示方書 IV 下部構造編 平成 14 年」

28) の対策区分

	地域	海岸線からの距離
S	地域区分 A・地域区分 B	海上部および海岸線から 100m まで
	地域区分 C	海上部および海岸線から 20m まで
I	地域区分 A・地域区分 B	100m をこえて 300m まで
	地域区分 C	20m をこえて 50m まで
II	地域区分 A	上記の範囲
	地域区分 B	300m をこえて 500m まで
	地域区分 C	50m をこえて 100m まで
III	地域区分 B	500m をこえて 700m まで
	地域区分 C	100m をこえて 200m まで

## 2) 鉄筋、鋼材

「道路橋示方書」に準拠している。

### (3) 頂版、主梁

単純梁式では、「親不知のみち-建設百周年記念-、昭和 57 年 2 月（北陸地方建設局高田工事事務所）」<sup>29)</sup>によると、1970 年以前はフルプレストレッシングが使用され、1971 年以降はパーシャルプレストレッシングが使用されるようになった。

PC 逆 L 式や PC 門形式としてでは、2000 年の「PC ロックシェッド設計の手引き、平成 12 年 10 月（（社）プレストレスト・コンクリート建設業協会）」が発刊され、従来のひびわれ発生を許容しない PC 製ではなく、ひびわれを制御した構造である PRC 製が推奨されている。

このように PC 主梁にも構造形式により種別や限界状態が異なるため。点検時には事前に種別を把握しておくことが重要である。

### (4) 柱

PC 逆 L 式の谷側柱において、1985 年以前はグラウトタイプのグラウト鋼棒（図 3.12 中の旧タイプ）もあったが、グラウト不良による縦クラックの発生が問題となっていた。そこで 1986 年に「PC スノーシェッド標準設計解説書（逆 L 式）、昭和 61 年（（社）北陸建設弘済会）」<sup>30)</sup>が発刊以降、全国的にアンボンド PC 鋼材が使用されている<sup>31)</sup>。

RC 製の柱については、道路橋示方書の規定に準拠している。

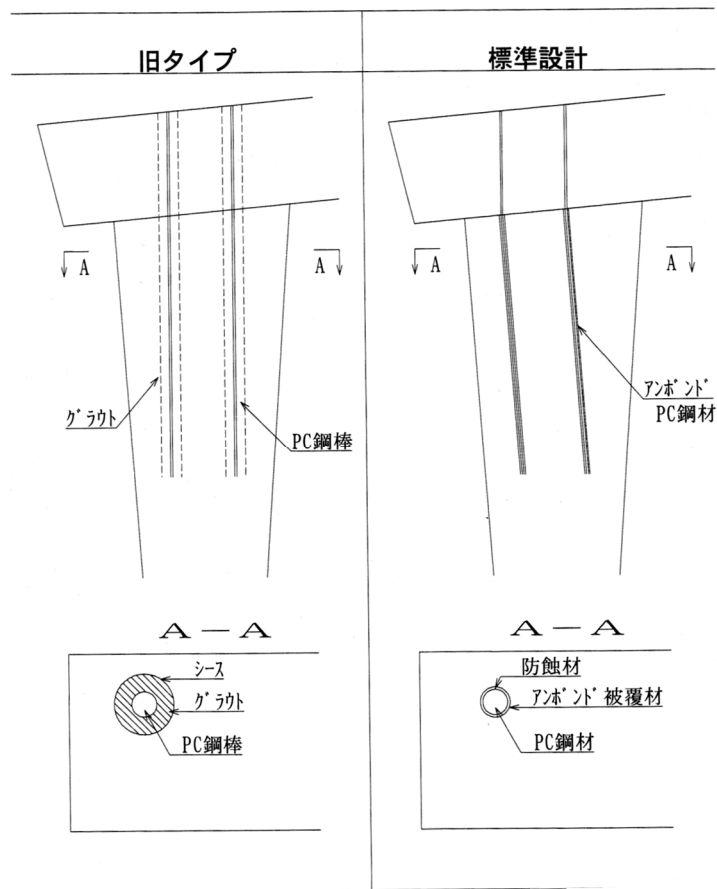


図 3.12 グラウト鋼棒とアンボンド PC 鋼材の違い<sup>31)</sup>

(5) 山側受台

山側受台の構造形式は、重力式、重力もたれ式および逆 T 式または L 形式があり、「H12 落対便覧」以降にその特徴とともに表記されている。

(6) 谷側受台

谷側受台の構造形式は、重力式、逆 T 式、単独式およびラーメン式があり、「H12 落対便覧」以降にその特徴とともに表記されている。

(7) その他部材

1) 水平アンカー

水平アンカーは、山側受台支承部、主梁と柱の連結部及び柱と谷側受台の結合部の水平力に対し抵抗することを目的に設置される (図 3.13)<sup>5)</sup>。

1990年 (平成2年) の「【通知】 PC 製落石覆工の設計上の留意点について (建設省道路局)」<sup>32)</sup> より上部桁については落下しないように山側受台支承部および柱との水平方向の連結を十分に確保することと記載され、これ以降、落石対策便覧には記載され標準化され

ている。

維持管理では1990年以前の施設において、水平アンカーの設置の有無も確認しておく必要がある。

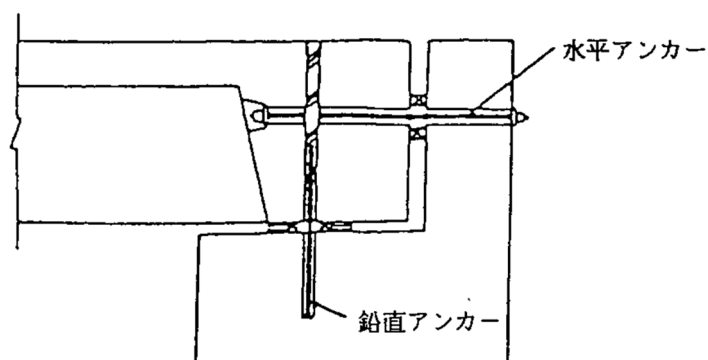


図 3.13 山側受台支承部<sup>5)</sup>

## 2) 谷側擁壁基礎

谷側擁壁基礎とは、谷側の河川や海岸の擁壁をシェッドの基礎として利用するものである。1971年頃の「黄金道路（国道236号帯広管内）覆道工の設計について（広田ら）」<sup>33)</sup>では、谷側柱の上下ヒンジの支柱構造を適用した場合、現行一般擁壁タイプの上幅、背面勾配等一部変更することにより基礎として利用できるとあるが、現在では擁壁と基礎を併用した構造はみられなくなっている。

## 3) 緩衝材

### ①材料

落石荷重に対しては、「S58 落対便覧」以前に様々な緩衝材が使用されている。サンドクッションや軽量緩衝材（EPS、SAM、発泡ウレタン）の他には、古タイヤが用いられている。

「S58 落対便覧」でサンドクッションの設計手法が示され、「H29 落対便覧」では、砂（50cm）・RC版（20～30cm）・EPS材（50～100cm）を組み合わせた三層緩衝構造の設計手法も示されている（図3.14）。

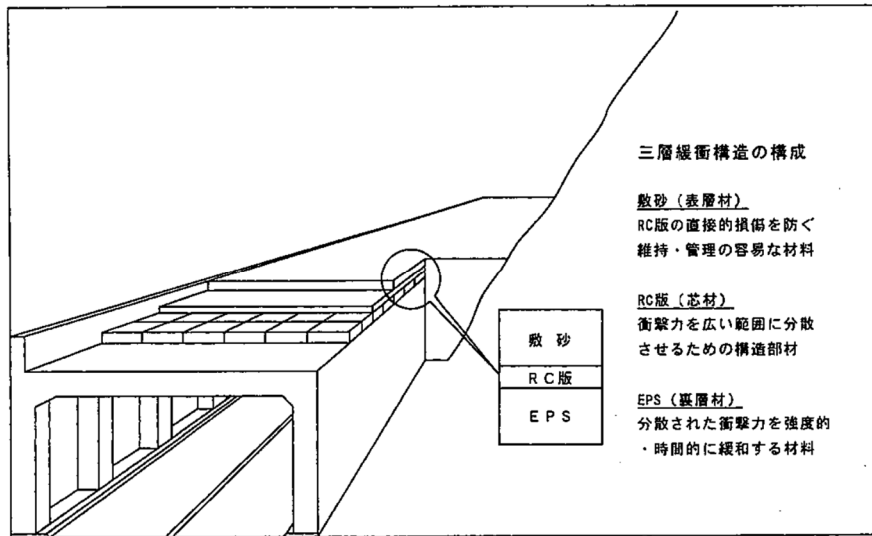


図 3.14 三層緩衝構造の概念図<sup>5)</sup>

## ②緩衝材厚

「S58 落対便覧」以前では、緩衝材厚の明確な基準はなく、「S58 落対便覧」では砂層厚を 90cm とすることが多いと記載され、「H12 落対便覧」において緩衝材厚 90cm を下限とし、「H29 落対便覧」では落石径 1/2 かつ 90cm を下限とするとされている。

## 4) 背面ポケット

1990年（平成2年）の「【事務連絡】PC製落石覆工の設計上の運用について、平成2年（建設省道路局）」<sup>32)</sup>において、山側擁壁裏側については埋め戻しを十分に行い、地山斜面と緩衝材とのすりつけを行うこととされたため、それ以降は一般的に背面ポケットは設けていない。

## 3.5.2 スノーシェッド

ロックシェッドと同じ構造については省略し、スノーシェッド特有の構造についてのみ述べる。

### (1) 屋根勾配

1977年の「S52 新防雪 HB」では理想的な屋根勾配は、斜面勾配と限りなく一致させることであると記載されている一方で、完全な一致は現実に不可能に近いとも記載されている。1988年（昭和63年）の「新編防雪工学ハンドブック 1988年3月((社)日本機械化協会)」<sup>18)</sup>では、上記に加え、屋根勾配は10度をとる例が多いと追記された。2000年のH2防雪便覧<sup>2)</sup>にも記載され、以降、屋根勾配は10度が標準となる。

### 3.6 まとめ

本章では設計に関する基準類およびその変遷を整理した。そこから得られた維持管理における建設年代別の留意点を表 3.10 に示す。なお、年代は概略とし、設計時の詳細については施設ごとに準拠している基準類を確認するのがよい。

表 3.10 設計の変遷からみた維持管理時の留意点

年代	種類	材質	形式	留意点
全年代	ロックシェッド	全材質	全形式	落石の衝撃荷重の推定式により荷重値や適用範囲が違うことから、現在想定される荷重と設計時想定していた荷重を比較し、必要に応じて対応する必要がある。
	全種類	鋼製	方杖式	大型車の接触により方杖が破損する恐れがあるため、部材の破損状況を注視する必要がある。
1984以前	全種類	RC 製 PC 製	全形式	かぶり不足による鉄筋腐食等の変状を生じやすい状況にあるので注視する必要がある。
1985以前	全種類	PC 製	逆 L 式	谷側柱にグラウト鋼棒が採用されている場合、縦クラックが発生しやすいことに注意し、必要に応じて対応する。
1988以前	スノーシェッド	全材質	全形式	雪崩荷重値が現行の設計値よりも小さいことから、現在の状況と比較し、必要に応じて対応する。
1990以前	全種類	全材質	全形式	落石の衝撃荷重の水平方向分力を考慮していないかつ水平アンカーが設置されていない場合があるので、注意する必要がある
	全種類	全材質	全形式	原則、背面ポケットは埋め戻すことになっているので注意する必要がある。
2000以前	全種類	全材質	全形式	崩土荷重が考慮されていないので、崩土が予想される場合は対応を検討する必要がある。
	全種類	全材質	全形式	堆積土荷重が考慮されていないことがあるので、堆積土が確認された場合は速やかに除去する必要がある。
	全種類	全材質	箱、門、逆 L 形式以外の形式	レベル 2 地震動の計算がされていないので、地震発生時の点検は注意する必要がある。
	全種類	PC 製	門、逆 L 形式	主梁が PC 製か PRC 製かを把握し、変状について適切に評価する必要がある。

## 4. 既設シェッドの維持管理

### 4.1 はじめに

既設シェッドに関する維持管理には、防災対策として十分かの検証と既設シェッド自体の健全性の確認の二つの役割がある。

前者においては、落石や雪崩といった事象について、必要に応じた対策を講じるもので、落石に対しては、のり面・自然斜面自体の風化等の経年変化や豪雨・地震等の影響を踏まえて落石発生の危険性を把握すること、雪崩に対しては、できるだけ長期にわたり雪崩の有無の履歴を調査し、気象条件や被害の程度、頻度等を記録保存して、今後の雪崩予測をすることが重要となる。後者においては、設置したシェッドが供用期間中に想定している機能を満足している状態にあるかを定期的に点検し、必要に応じて補修・補強あるいは更新を行うものである<sup>2) 5)</sup>。

本章では主として後者を扱っていく。効果的な維持管理を行うためには点検が必須である一方で、点検業務のコストや労務の負担が重荷となっている自治体も多い<sup>34)</sup>。急激に老朽化する道路構造物の点検の省力化や精度向上による合理化が求められている。

本章では、点検の種類や事例を述べるとともに、2014年から始まり二巡目に入っている定期点検の結果から得られたシェッド自体の変状に関する傾向を紹介する。

### 4.2 点検

点検は、「道路防災点検」と「定期点検」に分かれる。以下に主な内容と「定期点検」における過去の事例を紹介する。なお、シェッドの諸元等が記載された管理用の台帳を所有している管理者もあるが、点検時に参照することで点検の高度化が図れる。

#### 4.2.1 道路防災点検

道路防災点検は、落石・崩壊の災害危険箇所について、地形・地質等の斜面の状況、既設シェッドの効果、災害履歴等を技術者等により詳細に調査点検するもので、安定度調査の結果「対策が必要とされる」あるいは「防災カルテを作成し対応する」と判定された箇所に対するカルテを作成する他、作成したカルテにより適切な日常管理等を行うといった、効果的なカルテ運用からなる。一般に、シェッドの設計外力を超える規模でかつ安定度の低い浮石・転石が存在する等、明らかな災害要因が認められる場合には「対策が必要と判断される」と評価する。将来的には対策が必要となるが当面新たな対策の適用を見送ると判断された箇所に対し、落石の発生に関する兆候あるいは落石対策施設の機能低下につながる事象に着眼して管理する場合に「防災カルテを作成し対応する」と判断する。図 4.1 に示す安定度調査表<sup>35)</sup>を用いて、要因による評価および総合評価を行う。

点検者	
所属機関	

表 3-2 安定度調査表 (落石・崩壊)

項目	要 因	の り 面		自 然 斜 面		
		配点 評点	評点 区分	配点 評点	評点 区分	
地 形	G1: 崖線地形 G2: 崩壊跡地 G3: 台地の頂部、脚部、側部 G4: 崖線地形、土石堆積地など	3 0 2 0	G1に該当する G1に該当せず G2.3の内、頂部地形線 G2.3の内、1地形線 G2.3の内、2地形線 G2.3の内、3地形線 G4に該当する	3 2 3 2 0	3 2 3 2 0	
土 質	崩壊に深い原因を 示し、水を含む地盤 その他	8 4 0	崩壊 やや崩壊 崩壊せず	2 1 0	2 1 0	
傾 斜	傾斜に深い原因 崩壊に深い原因 崩壊に深い原因 崩壊に深い原因	12 6 0 0	崩壊 やや崩壊 崩壊せず 崩壊せず	8 4 0 0	8 4 0 0	
構 造	構造[等重直、等角] 不透水地帯上の地 上部分の境界/脚部崩壊 その他	6 0 0 0	崩壊 やや崩壊 崩壊せず 崩壊せず	4 0 0 0	4 0 0 0	
表 土 及 び 落 石 の 状 況	不安定 やや不安定 安定	12 6 0	不安定 やや不安定 安定	24 12 0	24 12 0	
層 の 状 況	浮石・落石が不安定 海水あり 土質崩壊 なし	0 8 0 0	0 崩壊 崩壊 なし	0 4 0 0	0 4 0 0	
表 面 の 状 況	連続-残土主体 割合(植生・構造物) 崩壊跡地	5 3 1	連続-残土主体 割合(植生・構造物) 崩壊跡地	16 10 6	16 10 6	
形 状	勾配 (1)、高さ	H > 30m 15 ≤ H < 30m 10 ≤ H < 15m H < 10m	崩壊 崩壊 崩壊 崩壊	18 15 10 5	10 8 4 4	10 8 4 4
		H ≤ 30m, 1 > 傾斜 30 ≤ H < 50m 15 ≤ H < 30m 10 ≤ H < 15m H < 10m	崩壊 崩壊 崩壊 崩壊	15 10 5 5	8 4 4 4	8 4 4 4
		H ≤ 30m 30 ≤ H < 50m 15 ≤ H < 30m 10 ≤ H < 15m H < 10m	崩壊 崩壊 崩壊 崩壊	18 16 12 5	10 10 5 5	10 10 5 5
		H > 30m 30 ≤ H < 50m 15 ≤ H < 30m 10 ≤ H < 15m H < 10m	崩壊 崩壊 崩壊 崩壊	12 10 5 5	4 4 4 4	4 4 4 4
		H > 30m 30 ≤ H < 50m 15 ≤ H < 30m 10 ≤ H < 15m H < 10m	崩壊 崩壊 崩壊 崩壊	12 10 5 5	4 4 4 4	4 4 4 4
		H > 30m 30 ≤ H < 50m 15 ≤ H < 30m 10 ≤ H < 15m H < 10m	崩壊 崩壊 崩壊 崩壊	12 10 5 5	4 4 4 4	4 4 4 4
要 因	当該のり面の状況(崩壊、小落石、ドリフト、 表層/ピロンの状況、岩塊、ばら出し、植込み、倒木、 落石、開口電線、その他(施工の状況)	12 0 0 0	崩壊 崩壊 崩壊 崩壊	10 0 0 0	10 0 0 0	
状 況	崩壊するのり面、崩壊等変状 (落石・崩壊・電線・ばら出し・その他状況)	5 3 0 0	崩壊 崩壊 崩壊 崩壊	4 2 0 0	4 2 0 0	
合 計		(A1)		(A2)		

注) ( ) は本項目の配点を示す。  
 該当する場合は配点を欄に○印をつけると共に点数を記入する。  
 不明な場合は中間的な値を採用する。

【対象工】(B1)=(A1)+αまたは(A1)×0  
 既設対象工の効果の程度  
 想定される崩石・崩壊を十分に予防している。  
 もしくは、それが発生しても十分に防護し得る。  
 想定される崩石・崩壊をかなり予防している。  
 もしくは、それが発生した場合、かなり防護しているが万全ではない。  
 想定される崩石・崩壊を一部予防している。  
 もしくは、それが発生した場合、かなり防護しているが、その他に対しては効果がない。  
 対策がなされていない。  
 もしくは、なされていても、効果が全くない。

評点	α
(B1)のり面	(B2:脚部)
点	点

【評価】(C)  
 ●崩壊の対策実施以降、落石・崩壊が当該のり面・斜面等で発生している場合には、現状からの評価は実施する必要無し。  
 ~ (C) を 0 点とする。

要 因 の 傾 度 程 度 区 分	配 点	評 点
垂直の対照以降、道路交換への影響が生じたことあり。(対象工の効果なし)	100点	(D)=MAX(B,C)
交換への影響はないが斜面に達する比降の大きな落石・崩壊の崩壊あり。(対象工の効果なし)	70点	(B)=MAX(B1, B2)
のり面・斜面等による現在の崩壊な落石・崩壊の懸念はあり、(対象工の効果はあるが、追加対策工が必要と思われるもの)	40点	(C)

【総合評価】

対 応	判 定
対策が必要と判断される。	安 定
崩壊がかなり発生し得る。	不 安 定
特に重大な対応を必要としな。	大 崩 壊

【地盤時の安定性】

安定	(B)=MAX(B1, B2)
不安定	(C)
大崩壊	(D)=MAX(B,C)

図 4.1 安定度調査票 35)

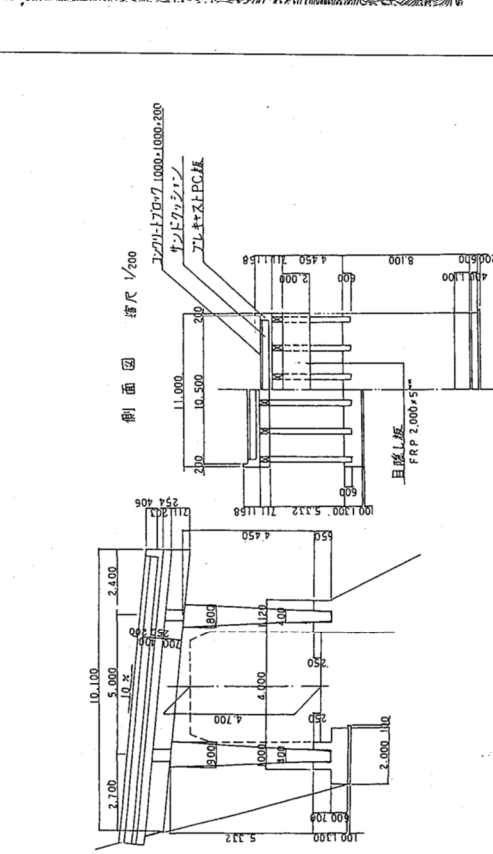
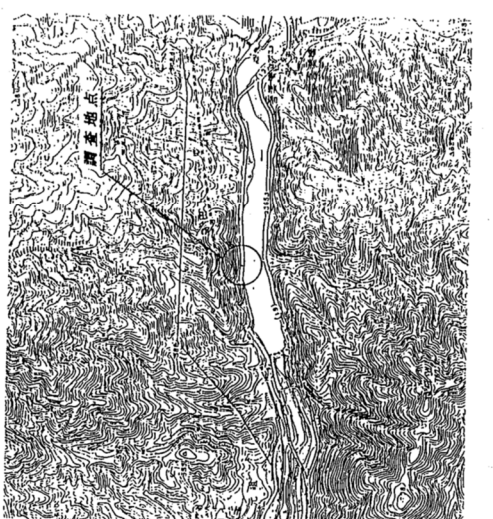


#### 4.2.2 定期点検

定期点検は、シェッドの機能について、点検要領等を用いて詳細に点検を行う。施設の変状（損傷や劣化）、機能低下につながるおそれのある施設周辺の変化等にも着眼して点検し、結果を記録する。

シェッドの最初の全国的な一斉点検は1996年の「平成8年度道路防災総点検要領(地震)平成8年」(道路保全技術センター)<sup>36)</sup>である。この時の点検対象は国管理施設のみであった。その時の様式の一部を図4.2、図4.3に示す。しかしながら、この後に全国一斉点検はなく、道路管理者ごとに独自の点検様式(図4.4～図4.7)を作成し点検が行われていた。このように、シェッドの点検業務は管理者に委ねられていたことで、点検内容にもバラつきがあったことがわかる。その後、2014年より全道路管理者を対象とした現行の定期点検<sup>37)～40)</sup>が開始された。

表一4.8.1 箇所別記録表（地震）ロックシェットスノーシェット記入例

地籍・都道府県等名		〇〇市		管理機関名		〇〇工事業務所		管理機関コード		緊急輸送道路区分		該当（1次・2次・3次）		非該当		
施設管理番号	点	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
事業区分	（一般）	有料	道路種別	一般国道	施設名	〇〇市	所在地	〇〇郡	〇〇町	字	北橋	35° 35' 09.0"	経度	137° 34' 46.0"	完成年月	550年
管理区分	（一般）	有料	道路種別	一般国道	施設名	〇〇市	所在地	〇〇郡	〇〇町	字	北橋	35° 35' 09.0"	経度	137° 34' 46.0"	完成年月	550年
管理区分	（一般）	有料	道路種別	一般国道	施設名	〇〇市	所在地	〇〇郡	〇〇町	字	北橋	35° 35' 09.0"	経度	137° 34' 46.0"	完成年月	550年
現況写真・スケッチ（既設対策工、位置目印との位置関係が分かるもの）																
																
位置図（縮尺 1/25,000）																
																
重複点検箇所																
点検対象項目 落石・崩壊・雷害・その他																
対応施設管理番号 N**A001																
平成8年度点検結果 異常なし（77点）																
予想災害履歴 吹付けのり面の崩落（高さ7m×幅10m×深さ1m=70m <sup>3</sup> ）																
30年度点検管理																

表一4.8.2 箇所別記録表（地震）ロックシェットスノーシェット記入例

図4.2 道路防災総点検要領（平成8年）の点検様式の例

表-4.8.3 ロックシェッド・スノーシェッドデータ記入票

施設管理番号																
分類	点検項目		記入欄													
(1)構造諸元	①道路幅員		歩道部	□	車道部	□	その他	□	総幅	□						
	②延長		□													
	③ブロック割		ブロック数	□	ブロック長	max	□	min	□							
	④機能															
	⑤上部構造形式															
	⑥上部構造の材料形式															
	⑦緩衝材		材料	□	単位体積重量	tf/m <sup>3</sup>										
			厚さ	山側	□	谷側	□									
	⑧飛散防止材		有無	□												
			単位体積重量	tf/m <sup>3</sup>			厚さ	□								
	⑨主梁の支間		□													
	⑩支承の構造		山側	□						谷側	□					
	⑪受台		構造の形式と高さ	山側	□						谷側	□				
			基礎形式	山側	□						谷側	□				
			杭径・杭長	杭径	□						杭長	□				
⑫設計荷重		落石	直径	□						落下高	□					
			重量	tf						衝撃力	tf					
		土砂堆積	算定式	□						ラマ定数	tf/m <sup>2</sup>					
			堆積	□						体積	m <sup>3</sup> /m					
			単位体積重量	□						単位体積重量	tf/m <sup>3</sup>					
積雪		積雪深	□						積雪荷重	tf/m <sup>2</sup>						
		雪荷重	□						支配荷重	コト	数値・単位					
(2)耐震設計	①耐震設計の有無		□													
	②本体の適用基準		□													
	③設計水平震度		補正係数	地域	□	地盤	□	重要度	□	周期	□					
			震度標準	□						設計水平震度	□					
	④堆積土砂		体積	m <sup>3</sup> /m						設計水平震度	□					
	⑤積雪		積雪深	□						設計水平震度	□					
	⑥桁端から下部構造縁端までの桁長さ		SE	□										cm		
⑦落下防止装置		山側支点	□						谷側支点	□						
(3)地盤条件	①ボーリング資料		山側基礎	□						谷側基礎	□					
	②地質		山側地盤の分類	地質	N値						地すべり地形	□				
			谷側地盤の分類	地質	N値						地すべり地形	□				
(4)現況	①ネット上の負荷		負荷物の有無	落石	□						堆積土砂	□				
			負荷物の寸法	落石	□						堆積土砂	m <sup>3</sup>				
	②ネットの有無		□													
	③本体の変状		上部構造	□	支承	□	受台	□								
	④緩衝材の変化		□													
	⑤谷側斜面の状況		□													
⑥予想される荷重		落石	重量	tf						落下高	□					
		雪崩	積雪深	□						雪崩荷重	鉛直	□			水平	□
		支配荷重	コト	□						数値・単位	□					
(5)変状履歴	①既往被災履歴の有無と復旧工事の状況		地震	有無	□						復旧工事	□				
			落石・崩壊	有無	□						復旧工事	□				
			岩石崩壊	有無	□						復旧工事	□				
			雪崩	有無	□						復旧工事	□				
			その他	有無	□						復旧工事	□				
②対策工法		□														
(6)点検履歴	①震災点検の有無		□													
	②点検の頻度と最終点検年月		頻度	□						最終点検年月	昭和・平成	年月				

図 4.3 道路防災総点検要領（平成 8 年）の点検様式の例

点検調査(その1) シェッドの諸元の諸元と総合検査結果														
フリガナ	シニ スノウツツド													
施設名	三国スノーシェッド													
所在地	自	新潟県 南魚沼郡 湯沢町 大字 三国												
	至	新潟県 南魚沼郡 湯沢町 大字 三国												
供用開始日	平成3年	延長	394.7	荷重・等級	設計積雪深 Hs=3.00m			適用示方書		道路標示方書 道路標示方書・同解説 I・III (昭和53年1月) 道路標示方書・同解説 IV・V (昭和55年5月)		調査年	平成11年(1999年)	
	上部構造形式	単純PCプレテンT桁		幅	全幅員	12.50m	地覆幅	歩道幅	車道幅・車線	車道幅・車線	歩道幅	車道幅・車線	中央分攤帯	2,637台
下部構造形式	山側-RC逆T式受台 谷側-RC櫛形ラーメン受台			員	有効幅員	11.00m	-	-	3.00m	1	1.50m	-	調査交通条件	24時間
基礎形式	山側-直接基礎 谷側-深礎杭 φ2.0~3.0m			備考	登坂車線 (W=3.00m) あり								大型流入率	49.9%
<p>(点検日：平成18年11月2日)</p> <p>この施設は竣工後16年経過しており、上部構造の主要部材については『損傷が軽微で補修を行う必要がない』損傷が局部的に発生している程度であるが、屋根防水工の破損により漏水がみられ、『状況に応じた補修を行う必要がある』損傷と判定している。</p> <p>下部構造については、谷側柱部材と壁筋欄に剥離・鉄筋露出箇所があり、鉄筋の余裕が不足し、塩害・凍害等による変状と想定されることから、詳細調査を実施し、対策を検討する。また、山側受台における乾燥取霜によるものと想定されるひび割れ、谷側柱部材と壁筋欄に剥離、谷側柱部材と壁筋欄に剥離(コンクリートの浮き・剥離)がある。これらの変状は軽微なものと判断されるため、定期点検で今後の経緯を観測する。</p>												荷重制限	-	
総合検査結果														

図 4.4 過去の点検様式の例 (地整)

点検調書 (その6) 損傷写真 (2)		ブロック番号		—																	
フリガナ 施設名	スノーフエッド スノーシエッド	路線名	一般国道	現道	管轄	地方整備局	施設コード	—													
	所在地		自 至						距離標	調査更新年月日	平成18年11月6日										
写真番号	1473	ブロック番号	2	写真番号	1475	ブロック番号	1	撮影年月日	2006.11.06												
部材名	山側受台	要素番号	—	部材名	山側受台	要素番号	—	撮影年月日	2006.11.06												
損傷の種類	ひび割れ	損傷程度	d	損傷の種類	ひび割れ	損傷程度	d	撮影年月日	2006.11.06												
損傷写真						1471 主梁 鋼材腐蝕		1~6 — c		2006.11.06 — —											
												写真番号	1472	ブロック番号	1~6	写真番号	1471	ブロック番号	1~6	撮影年月日	2006.11.06
												部材名	主梁	要素番号	—	部材名	主梁	要素番号	—	撮影年月日	2006.11.06
損傷の種類	鋼材腐蝕	損傷程度	c	損傷の種類	鋼材腐蝕	損傷程度	c	撮影年月日	2006.11.06												
損傷写真						1471 主梁 鋼材腐蝕		1~6 — c		2006.11.06 — —											
												写真番号	1472	ブロック番号	1~6	写真番号	1471	ブロック番号	1~6	撮影年月日	2006.11.06
												部材名	主梁	要素番号	—	部材名	主梁	要素番号	—	撮影年月日	2006.11.06
損傷の種類	鋼材腐蝕	損傷程度	c	損傷の種類	鋼材腐蝕	損傷程度	c	撮影年月日	2006.11.06												

図 4.5 過去の点検様式の例 (地整)

様式-1 箇所別記録表

名称	距離	自	延長	上部工	施工年度	施設管理番号
所在地	至	至		下部工	主たる 設計年度	管轄
路線名	バス路線	該当 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/>		基礎工	適用した 設計年度	石川県
現況写真・スケッチ(全景写真等、現況の全体が把握できるもの)						
位置図(縮尺 )						
【特記事項】						
点検実施： (天候：晴・曇・雨) / 点検者：						
調査方法： 路上からの遠望目視 / 高所作業車を用いた近接目視						
判定結果(それぞれ該当するものに○)						
本体工	斜面	判定区分	判定理由および今後対応が望まれる課題			
		E2 緊急対策(供用性)				
		E1 緊急対策(安全性)				
		S 詳細調査				
		C 維持補修				
		B 監視・観察				
		A 日常管理				
本体工 概算補修費用(直工) 千円 一様式-4参照						
判定結果は、様式-3、様式-7の判断結果群の中で最も危険度の高いもの(E>S>C>B>A)とする。						
【道路防災総点検記録等からの留意事項】 ※道路防災総点検記録から転記する。 ・被災履歴 ・その他留意事項 施設番号 判定: 点検日:						

図 4.6 過去の点検様式の例 (都道府県)

様式-3 構造物本体工チェックリスト

対策区分の ( 日常管理 A、監強・観察 B、維持補修 C )  
 判定記号 ( 詳細調査 S、緊急対策 E、(安全性)、E<(供用性) )

名称	所在地	距離	自標至	延長	建設年度			施設管理番号	管轄	事務所	
					上	下	基礎				
部位・部材		チェックの内容			チェック		判定区分		所見		
主桁、構梁、支柱、斜材、プレース材 (鋼製)		バス路線	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 無	主構、屋根床面に変状が見られない。 主構の一部に防食機能の劣化が見られるが軽微であり、錆は生じていない。 防食機能の劣化がみられ、錆が発生しているが、鋼材断面は保持されており安全性の低下はない。 安全性の低下が懸念される鋼材腐食の進行、亀裂等による断面欠損があるが、原因、範囲が特定できる。 安全性の低下が著しい鋼材の腐食、断裂があり、原因、範囲が容易に特定できない。 主梁と山側受台、或いは主梁と柱の接合部が容易に変位している。 主梁、柱が曲げ破壊している。または、柱が軸方向座屈している。 屋根床版がパンチング破壊している。 主梁や構梁の接合ボルト、ナット、プレージング、鋼材の一部が腐食等で路上に落下する恐れがある。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A B C C S A A B C		
山側受台頂部 (逆L型) (単純梁型)					省座面から錆汁、エフロレッセンスの流出はない。 逆L型及び単純梁型の山側受台に水平アンカーが健全に設置されている。 逆L型及び単純梁型の主梁・山側受台接合部に、水平アンカーが設置されていない。 省座面から錆汁またはエフロレッセンスの流出痕がある。 異常はない。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A A A C S A A B C		
柱下端のヒンジ					鋼製ヒンジに錆が発生しているが、機能低下には至っていない。 鋼製ヒンジ部のプレート、アンカーボルトの腐食により、機能低下が懸念される。 変状が見られない。 一部に鉄筋の露出や錆が発生しているが、鋼材断面は保持されており、安全性の低下はない。 安全性の低下が懸念される鉄筋の腐食の進行、剥離によるコンクリート断面欠損が見られるが、原因、範囲が特定できる。 安全性の低下が著しい鉄筋の腐食、破断、コンクリート断面の欠損があり、原因、範囲が容易に特定できない。 受台自身が変位したり傾斜したりしている。 敷砂の流出がなく、砂の側方移動の妨げはない。または、緩衝材に損傷が無く機能が保持されている。 屋根面の谷側部分で局部的な砂の流出がある。 敷砂上に草は繁茂しているが、樹木は露茂していない。 屋根面上の山側又はスパン中央部から砂が流出している。または、緩衝材に損傷、めくれや欠損が生じている。 敷砂上に樹木が繁茂しており、砂の側方移動を抑制している。 変状がない。 堅硬なひび割れや局部的な鉄筋の露出はあるが、コンクリート剥離はない。 コンクリート片やフェンス部品の一部が路上に落下する恐れがある。 屋根面上のコンクリート、防水シート、目地部に錆状があるが、曲げ耐力やパンチング耐力の低下はない。 コンクリート表面に軽微なひび割れや局部的な錆があるが、曲げ耐力やパンチング耐力の低下はない。 防水シートや目地の一部にはがれ等の変状が見られるが、屋根下面への漏水は浸みだし程度である。 防水シートや目地が損傷又は劣化し、屋根下面への漏水がある。また、その漏水が部材劣化の原因となる恐れがある。 コンクリートの一部が落石等によって損傷、曲げ又はパンチング耐力の低下が懸念される。 配水管の目詰まりもなく、屋根雨水が構造物を伝った形跡もない。 屋根雨水が構造物を伝った形跡はあるが、防食機能の劣化、腐食、ASR、凍害等の部材劣化の兆候や路面への到達がな 屋根雨水が構造物を伝った形跡があり、防食機能の劣化、腐食、ASR、凍害等の部材劣化が顕著である。 屋根雨水が路面にまで到達しており、路面凍結の懸念がある。 通行の障害となるような路面の起伏、段差、陥凹は見られない。 路面が剥打ったり、段差や陥凹を生じたりして、通行の支障が懸念される。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A B B C C C A A B C E2 A B B C C S A A B C E2 A B C C A A B C		
屋根上											
緩衝材											
土留壁											
スノーシールドの場合 (緩衝材無)											
排水工											
路面											

図 4.7 過去の点検様式の例 (都道府県)

### 4.3 定期点検結果の傾向

#### 4.3.1 定期点検の概要

道路構造物のメンテナンスサイクルを持続的に回すため、2013年に道路法が改正され、2014年7月より道路管理者はトンネル、橋梁、シェッド、大型カルバート及び大型附属物について5年に1回の頻度で近接目視を基本とした定期点検を行うこととしている<sup>37)~40)</sup>。定期点検では当該構造物および周辺環境の変状を抽出、評価し、部材単位ごとに判定を区分する。そのうえで、施設ごとに代表する判定区分を決定する。表4.1に判定区分とその状態の関係を示し、図4.8に道路構造物ごとの平成26年～30年の1巡目の判定区分の割合を示す。図よりシェッドの判定区分Ⅲの割合が45%程度と他の道路構造物と比べ高いことがわかる。

本節ではシェッドの今後の維持管理に参考となるデータとして、平成26年～30年で実施された1巡目の定期点検結果を示す。

表 4.1 構造物および部材の判定区分

判定区分		状態
I	健全	構造物の機能に支障が生じていない状態。
II	予防保全段階	構造物の機能に支障が生じていないが、予防保全の観点から措置を講ずることが望ましい状態。
III	早期措置段階	構造物の機能に支障が生じる可能性があり、早期に措置を講ずるべき状態。
IV	緊急措置段階	構造物の機能に支障が生じている、又は生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずるべき状態。

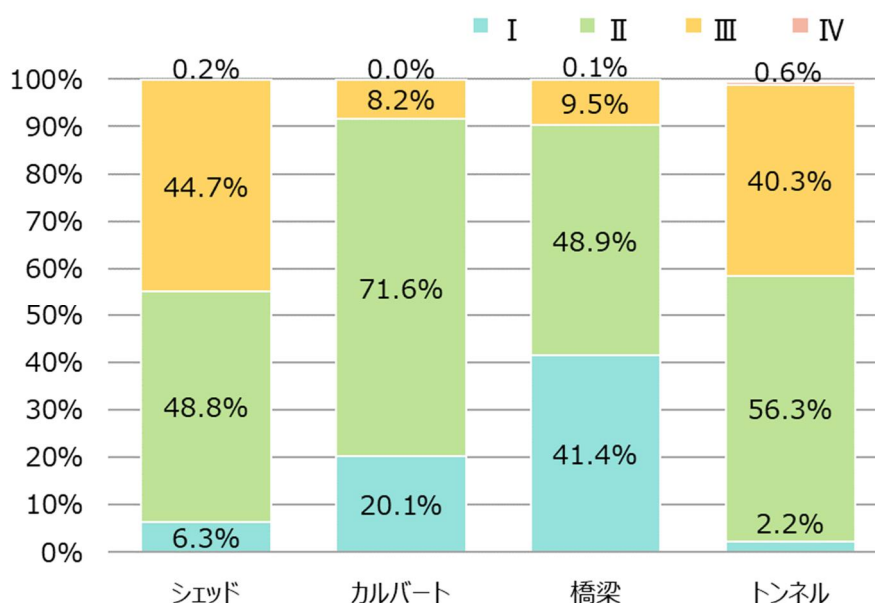


図 4.8 道路構造物種類ごとの健全性の割合 (全国)



### 4.3.2 1 巡目定期点検結果の傾向

#### (1) 建設年次別の判定区分の傾向

図 4.9 は、建設年次別の判定区分の割合を示す。建設年次が古いほど判定区分Ⅲの割合が高いことがわかる。

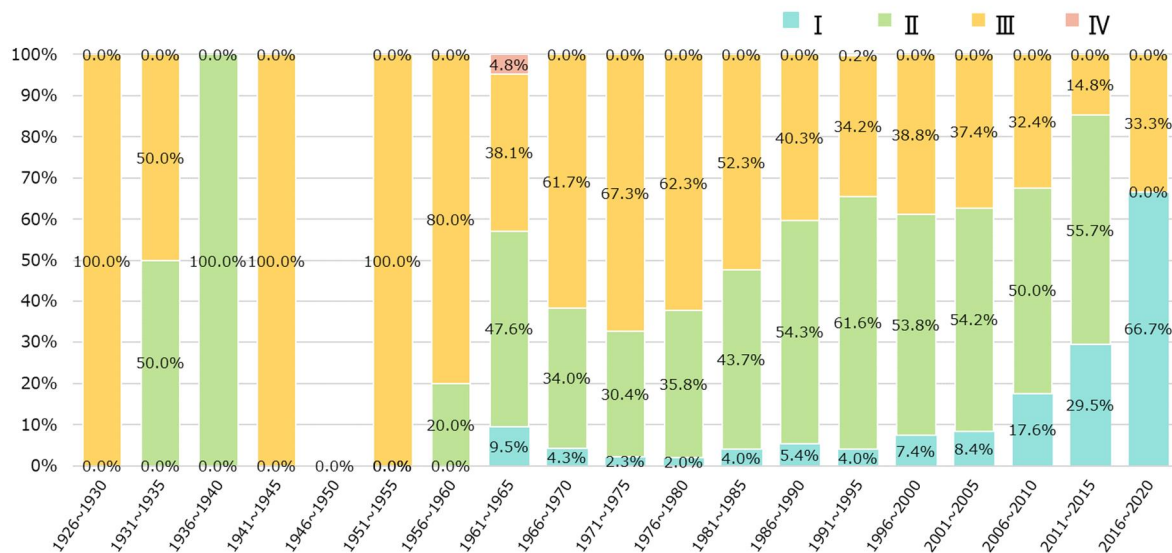


図 4.9 建設年次別の判定区分割合（全国）

(2) 積雪寒冷地別の判定区分の傾向

図 4.10 には積雪寒冷地の区域およびそれぞれの地域に設置されている施設数および分布の割合を示す。なお、図 4.10 に示す積雪寒冷地域分布図は、1 巡目点検期間である平成 26～平成 30 年との関連性を持たすため、平成 30 年 12 月 18 日の閣議決定以前に用いられていた設置環境特性が反映された地域図である。

積雪または寒冷地域に属している施設数が全体の 85% と非常に多いことがわかる。また、図 4.11 に示す地域別の判定区分の割合では、その他地域に比べ、積雪または寒冷地における判定区分Ⅲの割合が高いことがわかる。

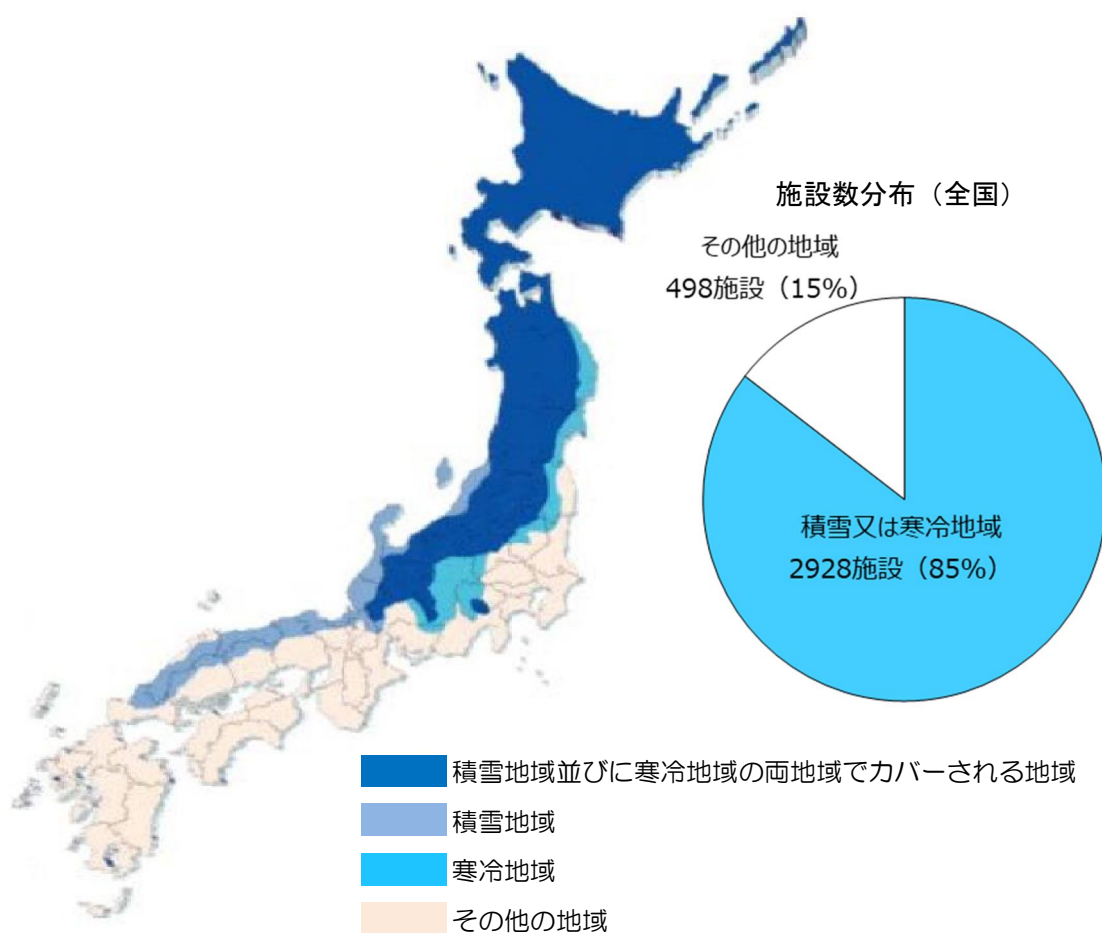


図 4.10 積雪寒冷地域図および施設数分布割合（全国）

地域図出典：公益社団法人 雪センターHP より ([yukicenter.or.jp](http://yukicenter.or.jp))

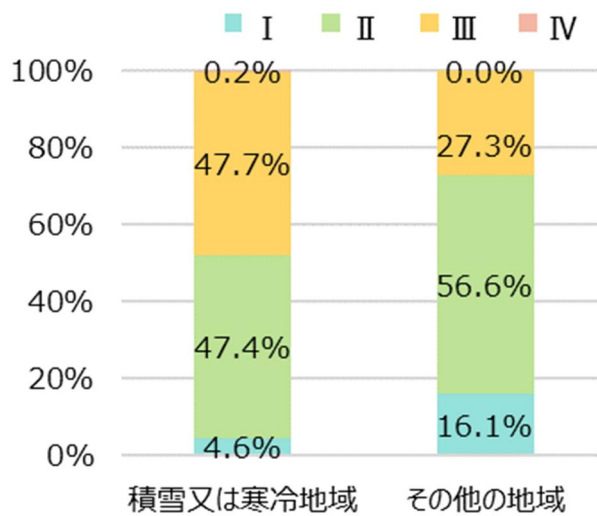


図 4.11 地域別の判定区分割合（全国）

（3）材質別の判定区分の傾向

図 4.12 に全国における材質別の判定区分割合を示す。鋼製シェッドにおける判定区分Ⅲの割合が高いことがわかる。また、図 4.13 に直轄の鋼製シェッドにおける、変状種類別の評価区分毎の変状発生数を示す。なお、変状なしの評価区分 a は除外したものとなっている。鋼材部の変状である腐食と防食機能の劣化の数が多く、特に防食機能の劣化については変状程度が大きい評価である区分 e の割合が高いことがわかる。

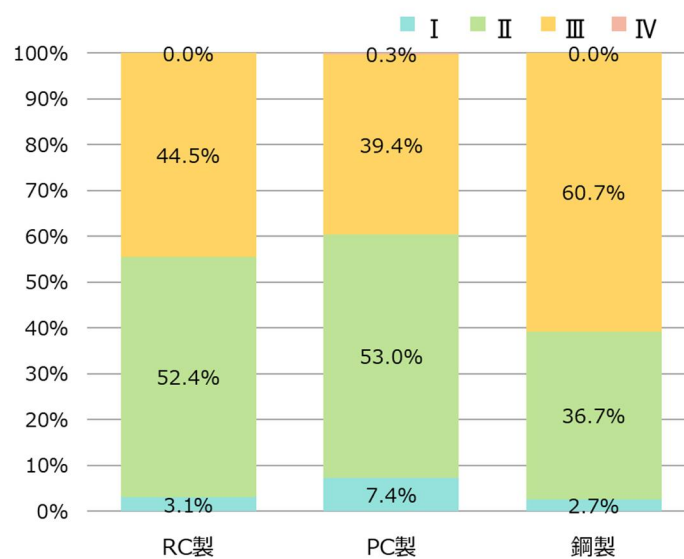


図 4.12 材質別の判定区分割合（全国）

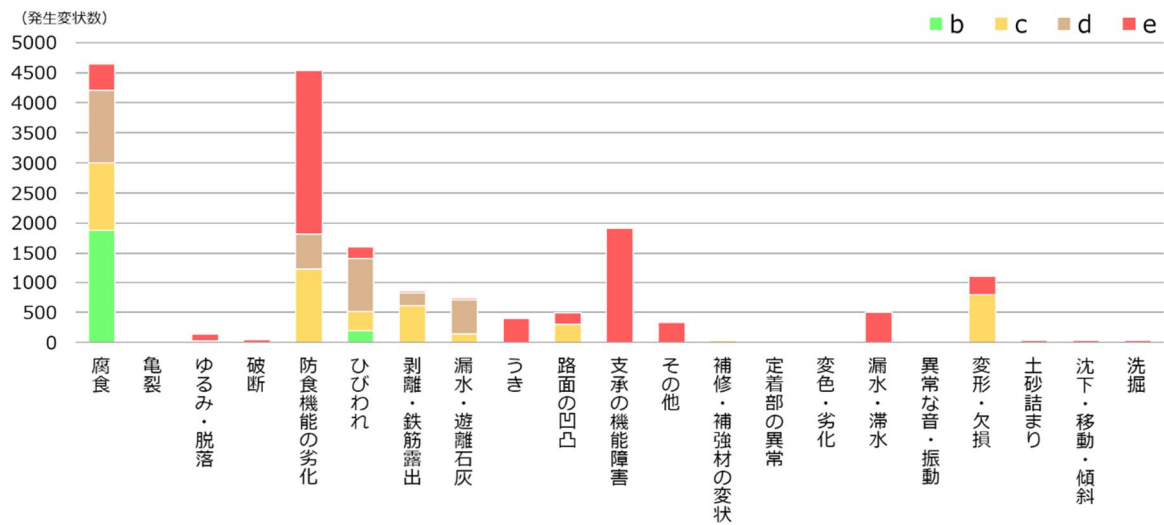


図 4.13 変状種類別 評価区分 (b~e) 毎の変状発生数 (鋼製シェッド) (直轄)

(4) 補修履歴の有無による判定区分の傾向

図 4.14 は、点検結果から読み取れる範囲で、過去の補修履歴の有無別に判定区分を整理したものである。補修履歴ありの施設は、なしに比べて判定区分Ⅲの割合が高い傾向にある。

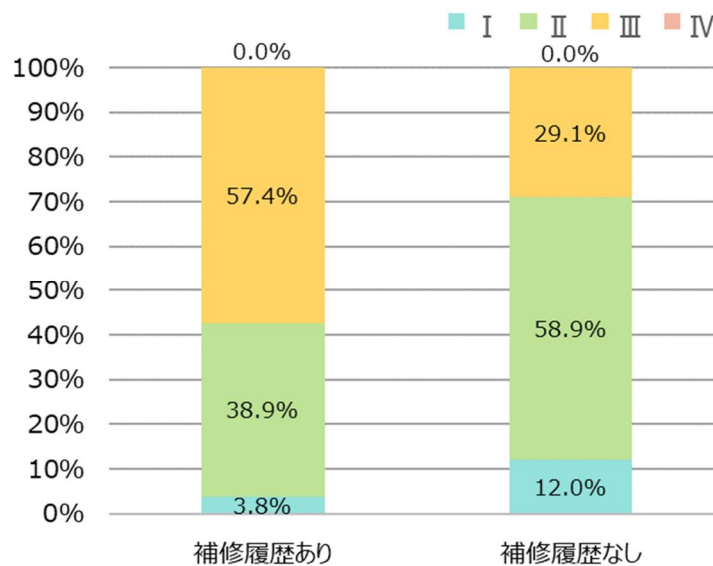


図 4.14 補修履歴の有無による判定区分割合 (直轄)

### 4.3.3 1巡目と2巡目の比較

令和元年度に2巡目点検が行われた直轄の150施設について、1巡目点検と2巡目点検における判定区分の割合を図4.15に示す。1巡目と2巡目における判定区分割合の差は、判定区分Ⅲは4.6%減、判定区分Ⅱは6.7%増、Ⅰ判定は2.0%減となっている。参考として、図4.16、図4.17に経年による変状進行が確認された事例を示す。

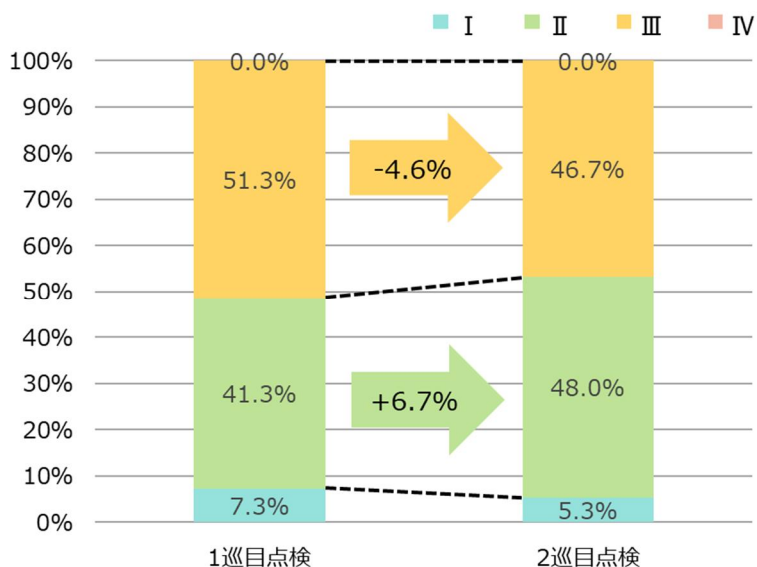
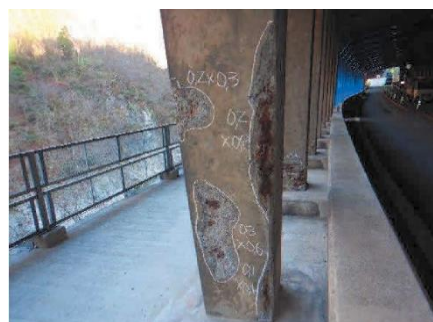


図 4.15 1巡目点検と2巡目点検の判定区分割合の変化（直轄）



うき（1巡目）



剥離・鉄筋露出（2巡目）

図 4.16 変状進行が確認された事例（PC製シェッド）



腐食 変状程度の評価 b (1 巡目)

腐食 変状程度の評価 c (2 巡目)

図 4.17 変状進行が確認された事例 (鋼製シェッド)

#### 4.4 補修等の状況

表 4.3 に 1 巡目と 2 巡目の直轄の定期点検データの比較により確認できた補修等の状況を示す。コンクリート部材ではひびわれ注入工、断面修復工が多く、鋼部材では主部材取替工が多い。

図 4.18 に部材ごとの補修箇所数を示す。主部材である山側受台、谷側柱、主梁の補修箇所数が多い。図 4.19 には補修が確認できた施設の判定区分が 1 巡目から 2 巡目にかけての動向の割合である。判定区分が良くなった施設を「改善」、変わらなかった施設を「同等」、悪くなった施設を「悪化」としている。補修された施設の内、改善されたのは 36%でありそれ以外の 64%は「同等」又は「悪化」である。これは補修箇所が再劣化したことが理由ではなく、補修対象以外の箇所に新たな変状が発生した、もしくは変状が進行したことによるものである。

また、図 4.20 は RC 製シェッドの頂版が剥離し落下したもので、これは過去に頂版の断面修復と表面被覆が施工された事例である<sup>41)</sup>。頂版下面などの利用者被害のおそれのある部位で変状が確認された場合には、早急な対策が必要となるが、過去に変状の確認や補修の実施が行われている箇所では、特に注意が必要である。

表 4.3 1 巡目-2 巡目間の補修状況 (直轄)

補修工	部材数	部材
ひびわれ注入工	82	頂版、主梁、谷側柱、谷側受台、山側壁、山側受台、柱横梁、袖擁壁、土留壁
断面修復工	122	頂版、主梁、横梁、谷側柱、谷側受台、山側壁、山側受台、柱横梁、支承モルタル、防護柵、袖擁壁、土留壁、舗装 (縁石含む)、側溝蓋
剥落防止工	30	頂版、主梁、柱横梁、谷側柱、山側壁
含浸材塗布工	4	頂版、主梁、横梁
主部材取替工	23	頂版、主梁、横梁、谷側柱、山側壁、頂版ブレース、柱ブレース (谷側)
当て板補強	2	主梁
支承取替工	12	谷側支承
PC 鋼材突出防止工	1	頂版
塗装塗替え	4	鋼全部材
部分塗装塗替え	6	頂版、主梁、横梁、谷側柱
Co 塗装塗替え	1	谷側柱
下部更新工	1	下部工
目地材補修工	6	頂版、主梁、横梁、山側壁
漏水防止板の設置	9	頂版、主梁、山側受台
防水工の設置	5	頂版
簡易排水装置の設置	3	主梁
スプレー防水	1	頂版
緩衝材設置	4	緩衝材
付属物取替え	10	防護柵、排水管、反射板
付属物撤去	3	排水管、照明

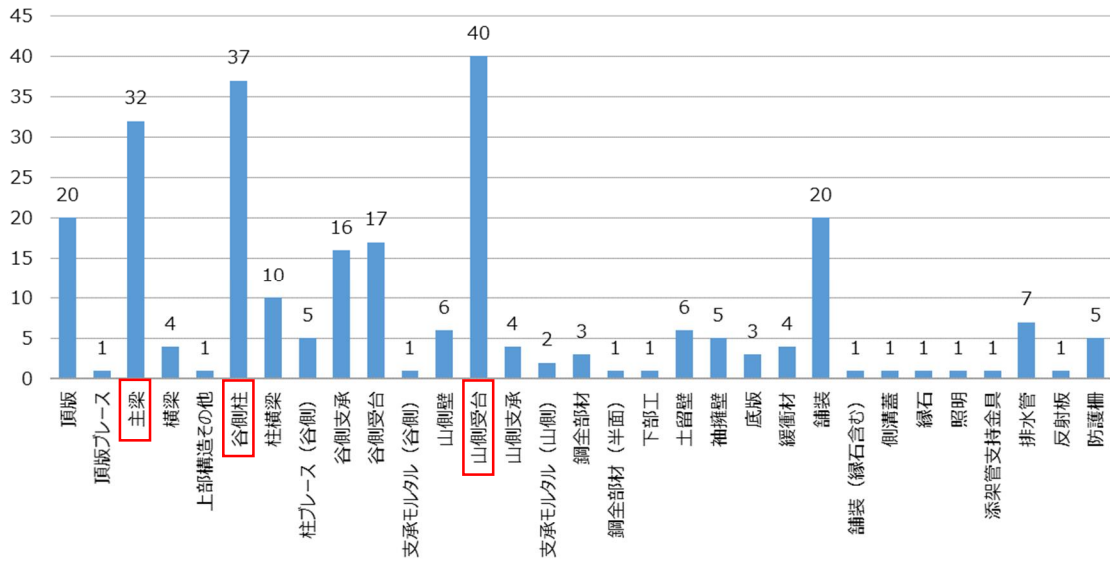


図 4.18 部材別補修箇所数 (直轄)

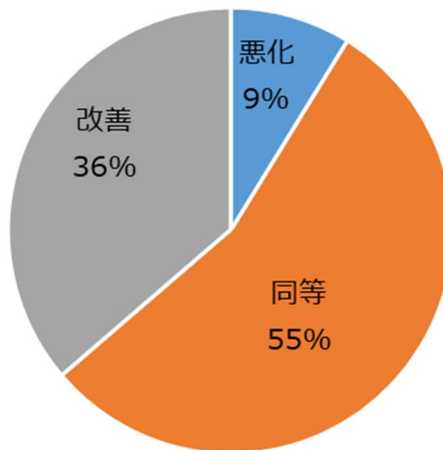
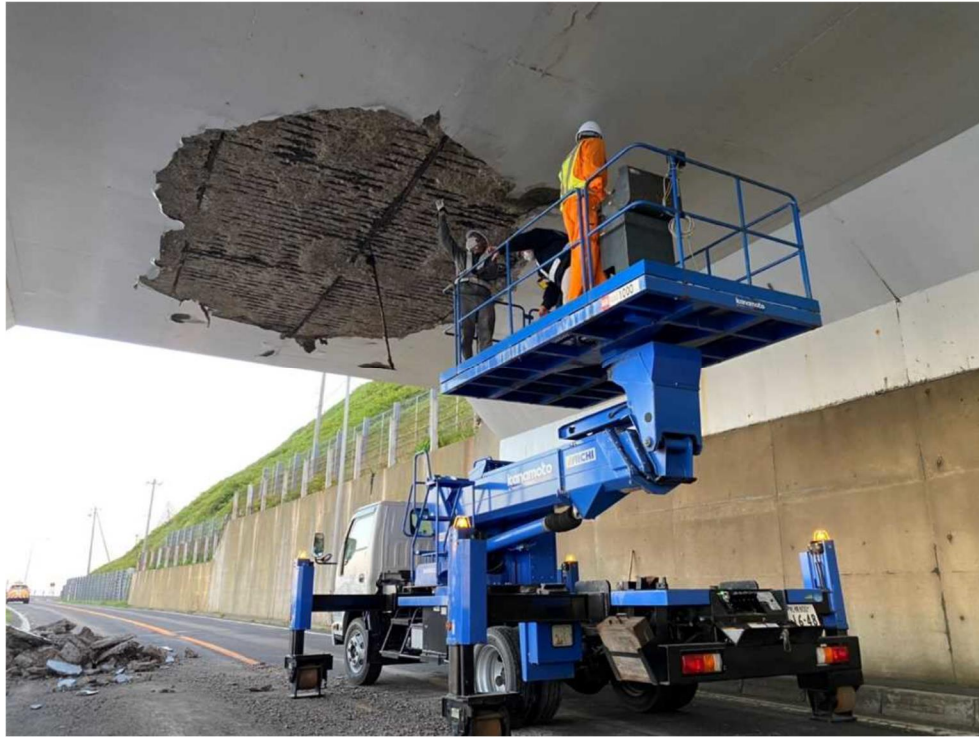


図 4.19 補修が確認された施設の判定区分の動向 (直轄)





(a) 落下箇所点検状況



(b) コンクリート剥離状況

図 4.20 頂版の補修材及びコンクリートが落下した事例<sup>41)</sup>

#### 4.5 まとめ

本章では、点検の種類や事例を述べるとともに定期点検データから得られた劣化に関する傾向を示した。本章で得られた維持管理での留意点を以下にまとめる。

- 建設年次が古いほど判定区分Ⅲの割合が高い。
- 積雪又は寒冷地域にあると判定区分Ⅲの割合は高くなる。
- 鋼製シェッドの判定区分Ⅲの割合が高い。
- 過去に補修履歴があるとその後も判定区分Ⅲの割合が高い。
- 1 巡目の点検から補修は施工されるものの新たな変状発生により判定区分が改善されない事例がある。
- 利用者被害のおそれのある部位で過大に変状の被害や補修の実施が行われている箇所では、特に注意が必要である。頂版下面などの利用者被害のおそれのある部位で変状が確認された場合には、早急な対策が必要となるが、過去に変状の確認や補修の実施が行われている箇所では、特に注意が必要である。

## 5. 既設シェッドの被災事例

### 5.1 はじめに

豪雨や地震によりシェッドに被災が生じる場合がある。被災事例は決して多くないことから統計的な傾向を把握することは難しいものの、被災の条件や要因を把握することで設計や維持管理の参考になるものと考えられている。

そこで、本章では、降雨、地震等により近年シェッドに被災が発生した事例に関して、被災の種類、交通開放までの期間および被災事例を整理して示す。なお、事例は各種図書、文献、管理者ホームページ等から収集した。

### 5.2 災害種類の整理

表 5.1 に被災要因別に整理した事例数を示す。地震動によるものが4事例、斜面崩壊、落石・岩盤崩壊、地すべり又は土石流（以下、斜面崩壊等と称す）によるものが16事例、洗掘によるものが4事例の全24事例である。斜面崩壊等の誘因としては、地震または降雨と明確に示されているものとそうでないものに分けられる。洗掘の誘因としては、降雨と高潮に分けられる。図 5.1 は被災要因別の事例数を示しており、斜面崩壊等が多い。図 5.2 はシェッド種類別の事例数を示しており、ロックシェッドとスノーシェッドでほぼ同じ事例数である。

表 5.1 被災要因別の整理

被災要因	発生原因	種類	事例数
地震動	地震	ロック	1
		スノー	3
斜面崩壊等	地震	ロック	1
		スノー	1
	降雨	ロック	1
		スノー	2
	不明	ロック	5
		スノー	5
不明		1	
洗掘	降雨	ロック	2
		スノー	1
	高潮	ロック	1
合計			24

※国総研集計

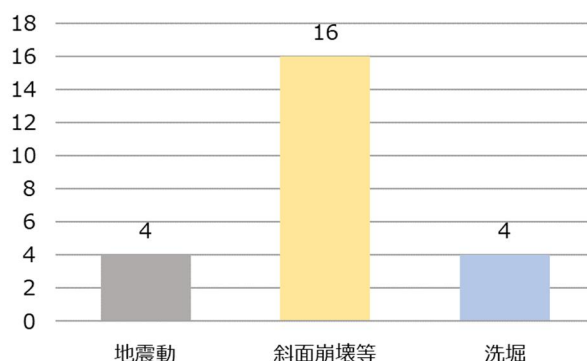


図 5.1 被災要因別の事例数

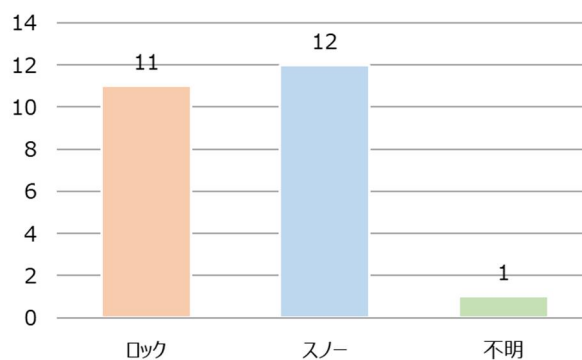


図 5.2 シェッド種類別の事例数

### 5.3 通行止めの期間

図 5.3 は通行止めから片側交互通行開始および全線通行開始までの日数と事例数の関係を示している。被災事例のうち、各日数がある程度把握できた事例を対象とした。

片側交互通行開始については、概ね 30 日以内となっているが、それ以上となっている事例もある。全線通行開始については 101 日以上となっている事例が多い。シェッドが被災すると道路復旧までに時間を要することがわかる。

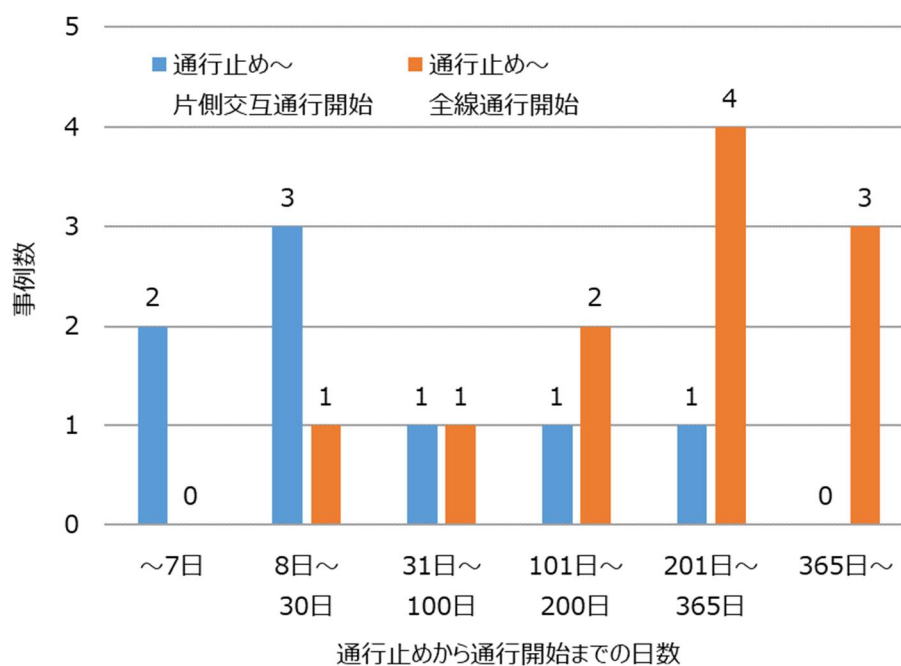


図 5.3 交通開放日数別の事例数

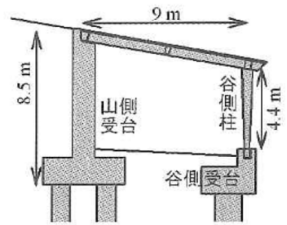

5.4 地震動により被災した事例紹介

事例①

被災要因	地震動
構造諸元 (図 5.4)	スノーシェッド-PC 製逆 L 式 基礎形式：山側、谷側共に直接基礎 設計水平震度：0.17、設計積雪深：6m <div style="text-align: right;">  <p>図 5.4 シェッド構造図</p> </div>
被災概要	2004 年の新潟県中越地震発生の中強震域（震度 6 強）に位置しており、地震動により被災した。
変状概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・斜面の変状によりシェッド構造物全体が谷側に最大で 90mm 移動、傾斜</li> <li>・ユニット間に最大で上下方向に 200mm の相対変位 (図 5.5)</li> <li>・谷側柱基部および基部から高さ約 0.6m の PC 鋼材の定着部にひびわれが確認された (図 5.6)。谷側柱の配筋図から PC 鋼材の段落とし部とひびわれ発生位置が一致する。</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>図 5.5 上下方向変位 (谷側受台)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>図 5.6 谷側柱基部のひびわれ</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>図 5.7 谷側柱の配筋図</p> </div> </div>

出典：2004 年新潟中越地震におけるシェッド構造物の損傷と分析 土木技術資料 48-7  
 平成 18 年（堺淳一、運上茂樹、小林寛）<sup>42)</sup>

事例②

被災要因	地震動
構造諸元 (図 5.8)	<p>スノーシェッド-PC 製逆 L 式</p> <p>基礎形式：地盤条件に応じて 3 種類の基礎条件があり、①山側、谷側ともに直接基礎区間、②山側が直接基礎、谷側が杭基礎区間、③山側、谷側ともに杭基礎区間</p> <p>設計水平震度：0.17、設計積雪深：4m</p> 
被災概要	2004 年の新潟県中越地震発生の強震域（震度 6 強）に位置しており、地震動により被災した。
変状概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・事例①と同様に谷側柱の PC 鋼材定着部にひびわれ</li> <li>・ブロック間の衝突による主梁コンクリートの剥離 (図 5.9)</li> </ul>  <p>図 5.9 ブロック間衝突による主梁コンクリートの剥離</p>

出典：2004 年新潟中越地震におけるシェッド構造物の損傷と分析 土木技術資料 48-7  
平成 18 年（堺淳一、運上茂樹、小林寛）<sup>42)</sup>

5.5 斜面崩壊等により被災した事例紹介

事例③

被災要因	斜面崩壊等（岩盤崩壊）
構造諸元	ロックシェッド-RC 製
被災概要	<p>2007年の能登半島地震発生時に当該シェッド上部の崩壊した岩塊がシェッドを直撃した（図 5.10）。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">  </div> <p style="text-align: center;">図 5.10 シェッド全景</p>
変状概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 頂版、谷側柱が海側に 40cm 変位</li> <li>・ 頂版、谷側柱接合部にひびわれ（図 5.11）</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">  </div> <p style="text-align: center;">図 5.11 谷側柱の変形、ひびわれ</p>
復旧概要	<p>応急復旧：シェッド内にボックスカルバート築造（図 5.12） 片側交互通行開始までの日数：100 日</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">  </div> <p style="text-align: center;">図 5.12 仮復旧状況</p> <p>本復旧：現洞門、トンネルの山側に迂回する新ルート案</p>

出典：国道 249 号八世乃洞門供用再開 応急仮工事完成（石川県）<sup>43)</sup>

事例④

被災要因	斜面崩壊等（岩盤崩壊）
構造諸元 (図 5.13)	<p>ロックシェッド-PC 製逆 L 式</p> <p>基礎形式：山側、谷側ともに直接基礎</p> <p>緩衝材：サンドクッション t=90cm</p> <p>設計時の想定落石：主桁 1 本（幅 1.5m）当たり 60cm 立方体の岩塊が高さ 40m より主桁スパン中央に鉛直に落下する</p>
被災概要	<p>最大高さ 25m、最大幅 30m、崩壊土量 1,100m<sup>3</sup> の岩盤崩壊が発生しシェッド約 15m 区間に直撃した（図 5.14）。崩壊箇所の地質は上位から凝灰質頁岩、凝灰角礫岩であり、吸水し湿潤状態となると一軸圧縮強度が 3 割程度低下する性質がある。また斜面に対して受け盤となっている（図 5.15）。</p>
変状概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・主桁 10 本の内、9 本が落下。5 番桁のみ山側受台に残った（図 5.16）。</li> <li>・主桁 5 番桁以外の主桁には部材耐力に影響するような変状はみられなかった。</li> <li>・山側擁壁は谷側に 7～9 度傾斜しており、多数のひびわれ、欠損が発生している。8,9 番桁の受台上部が欠損していることから岩塊が直撃したものと考えられる（図 5.17）。</li> <li>・主桁と山側擁壁接合部において、アンカー鉄筋は破断したものはなく、すべて抜け出していた（図 5.18）。</li> <li>・谷側柱の谷側面を主体とする曲げひびわれが発生していたが、破断したものはなかった（図 5.19）。</li> <li>・谷側受台では谷側の支壁が欠損しているものがあつた（図 5.20）。</li> <li>・シェッド倒壊のメカニズムは、岩石崩壊により主梁および山側擁壁に鉛直荷重のみならず、水平荷重が作用し、山側擁壁が谷側に傾斜した。それと同時に山側擁壁接合部のアンカー鉄筋が抜け出し主梁が谷側に変位した。そして谷側柱が曲げ変形し、谷側受台の支壁が破壊され倒壊に至った（図 5.21）。</li> </ul>

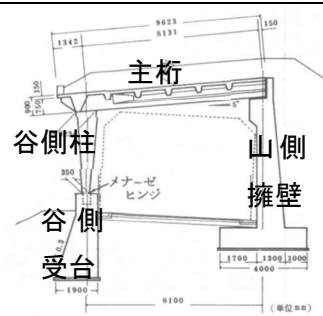


図 5.13 シェッド構造図

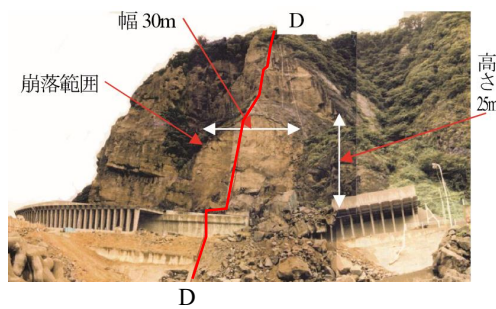


図 5.14 シェッド全景

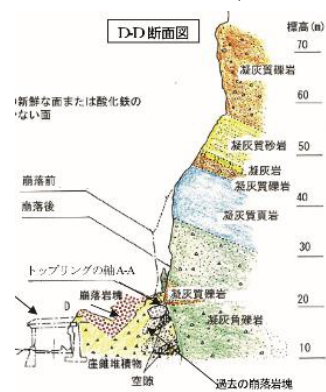


図 5.15 地質横断面図



変状概要

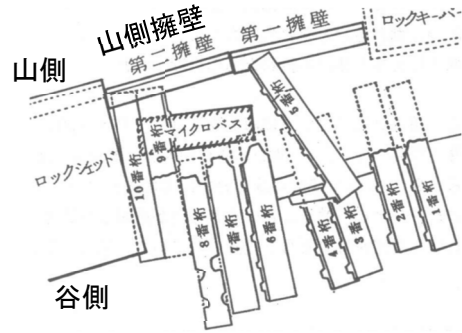


図 5.16 被災状況平面図

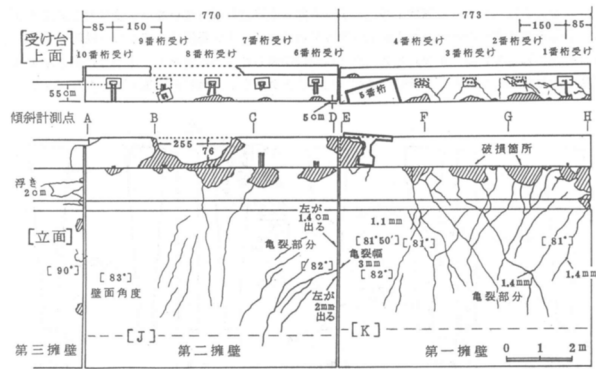
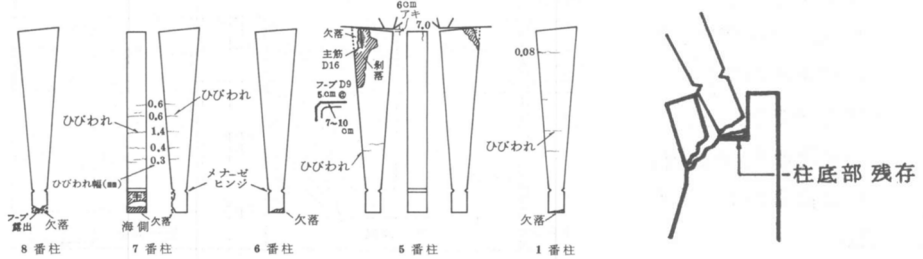
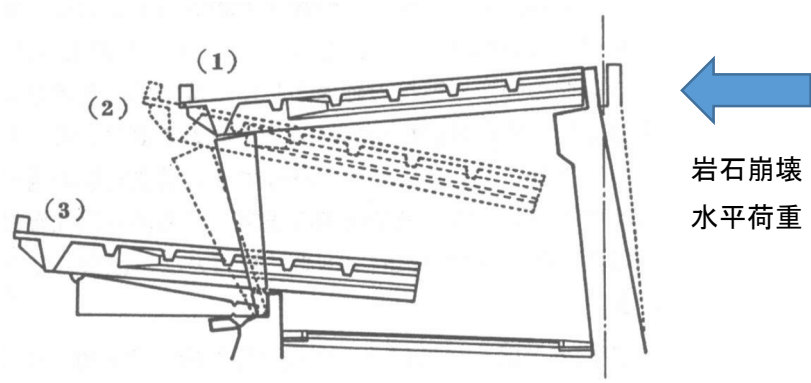


図 5.17 山側擁壁の変状図


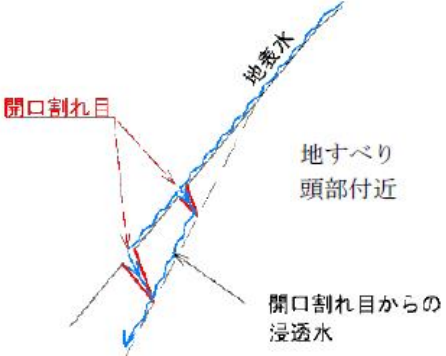
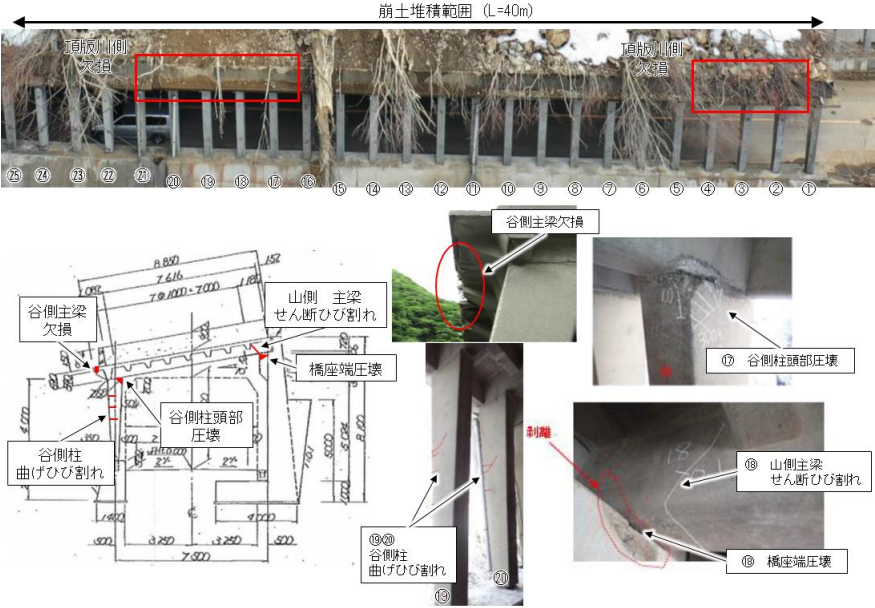


図 5.18 主桁、山側擁壁接合部 配筋図

<p>変状概要</p>	 <p>図 5.19 谷側柱の変状図</p> <p>図 5.20 谷側受台支壁欠損</p>
<p>復旧概要</p>	 <p>図 5.21 倒壊メカニズムの概念図</p>
<p>復旧概要</p>	<p>迂回トンネル建設 全線開通（迂回トンネル開通）までの日数：1067 日</p>

出典：ロックシェッドの崩壊機構 コンクリート工学年次論文報告集 12-2 1990 (川上英男)<sup>44)</sup>、  
 岩盤崩壊災害の不確実性を考慮したリスクマネジメントの検討 土木学会論文集 C Vol.65  
 No.4,767-775、2009.10 (小俣新重郎)<sup>45)</sup>

事例⑤

被災要因	斜面崩壊等（地すべり）
構造諸元	ロックシェッド-PC 製逆L式 基礎形式：谷側、山側ともに直接基礎 設計基準：S58 落対便覧
被災概要	<p>40m×40m×深さ 3.5m の地すべりが発生し、当該シェッドに直撃した（図 5.22）。地すべりの発生要因は、たわみ性トップルが発生している受盤の岩盤面に沢筋からの雨水等が長年供給され乾湿繰り返しや凍結融解などが重なり破碎、土砂化が進行し、すべり面が形成されたと推定される（図 5.23）。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="411 770 877 1115"> <p>平成30年12月崩壊発生 規模：40m×40m×3.5m</p>  </div> <div data-bbox="906 761 1353 1115">  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div data-bbox="523 1137 753 1171">図 5.22 被災全景</div> <div data-bbox="922 1137 1295 1171">図 5.23 すべり面形成模式図</div> </div>
変状概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・主梁の谷側に欠損、山側にせん断ひびわれが発生</li> <li>・山側受台橋座端に圧壊が発生</li> <li>・谷側柱頭部に圧壊、谷側面に曲げひびわれが発生</li> </ul> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <p>崩土堆積範囲 (L=40m)</p>  </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <p>図 5.24 被災状況図</p> </div>

復旧概要  
 仮復旧：安全性を確保した上で早期に交通開放をするため、主梁、サンドクッション、堆積土砂の重量及び施工中の重機の偏荷重に対し、十分な安全率を確保することおよび早期に交通開放ができる手段として、ロックシェッド内に鋼製支保工を設置した（図 5.25）。  
 片側交互通行開通までの日数：217 日

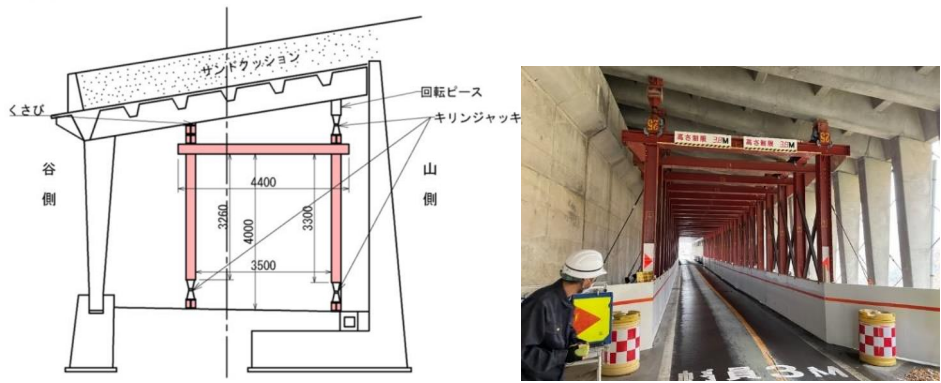


図 5.25 仮復旧断面図と設置状況写真


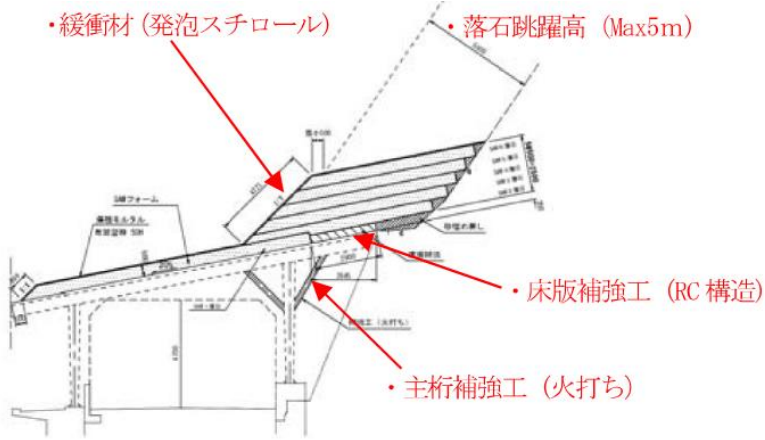
本復旧：シェッドの本復旧は下表による。

表 5.2 シェッドの変状対策工 一覧表

部材	変状	部材番号	個所数	対策工法
斜面	崩壊	-	-	アンカー工、法枠工
主梁谷側	欠損	②～④ ⑱～⑳	2か所	断面修復工
主梁山側	ひびわれ	⑮、⑱、⑲	3か所	縁端拡幅、支承設置、ひびわれ被覆工
山側受台 橋座端	圧壊	⑮、⑱、⑲	3か所	
谷側柱 頭部	圧壊	⑭、⑯～⑰	4か所	
谷側柱 谷面	ひびわれ	⑪～⑳	25か所	

出典：石川県提供資料

事例⑥

被災要因	斜面崩壊等（落石）
構造形式	スノーシェッド-PC 逆L式
被災概要	<p>直上からの落石（φ約 80cm）により、スノーシェッドが被災した。</p>  <p style="text-align: center;">図 5.26 落石発生直後の状況写真</p>
変状概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・主梁コンクリート（T型梁のフランジ部）に押し抜きせん断破壊が発生。</li> </ul>
復旧概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・EPSを使用した緩衝材を追加設置</li> <li>・当該施設のみならず、落石の危険があるスノーシェッドを抽出し、10施設に対して同様の対策を行っている。</li> </ul>  <p style="text-align: center;">図 5.27 対策工断面図</p>

出典：高山国道におけるシェッドの維持管理の現状と課題（柳澤里奈）<sup>46)</sup>

事例⑦

被災要因	斜面崩壊等（落石）
構造形式	スノーシェッド-鋼製門型式
被災概要	<p>直上からの落石（φ約 1.8m）により、スノーシェッドが被災した。斜面は不連続面が発達しているかつオーバーハングして不安定な状態にあったと推定される。</p>  <p style="text-align: center;">図 5.28 被災全景</p>
変状概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 頂版に押し抜きせん断破壊が発生</li> </ul>  <p style="text-align: center;">図 5.29 被災箇所横断面図</p>  <p style="text-align: center;">図 5.30 落石と変状部写真</p>
復旧概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 落石のあった法面及び周辺法面を緊急的に点検した結果、今回のような規模の落石が発生する可能性は極めて少ないことを確認した。</li> <li>・ 応急対応として、屋根部に鉄板を敷設して穴を塞ぎ、片側交互通行による早期の交通解放を目指す。</li> </ul>

出典：国道341号五十曲スノーシェッドへの落石について 平成28年10月（秋田県道路課）<sup>47)</sup>

5.6 洗掘により被災した事例紹介

事例⑧

被災要因	洗掘（河川増水）
構造形式	ロックシェッド-PC 逆 L 式 基礎形式：山側、谷側ともに直接基礎 地形・地質：当該シェッドは沢埋盛土上
被災概要	<p>令和元年台風 19 号により河川が増水し、水衝部に位置した護岸、舗装、ロックシェッドが被災し、舗装幅 1.5m と山側受台以外のすべての構造物、部材が流失した（図 5.32、図 5.33）。上方斜面では表層崩壊が確認された（図 5.34）。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="411 801 874 1126"> </div> <div data-bbox="895 786 1353 1126"> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div data-bbox="424 1227 866 1556"> </div> <div data-bbox="895 1223 1345 1556"> </div> </div>
変状概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・山側受台頂部に欠損が見られる（図 5.35）。</li> <li>・山側受台と主梁接合部の上位に設置された防護カバーは健全であった（図 5.36）。</li> <li>・上部構造が落下したメカニズムは、まず河川増水により谷側基礎周辺の護岸盛土が洗掘され崩壊し、上部構造もろとも谷側基礎が川側へ落下したと想定される（図 5.37）。上方斜面の崩壊は防護カバーが比較的健全であることから限定的であったと想定される。</li> </ul>



図 5.35 山側受台頂部



図 5.36 シェッド上方より

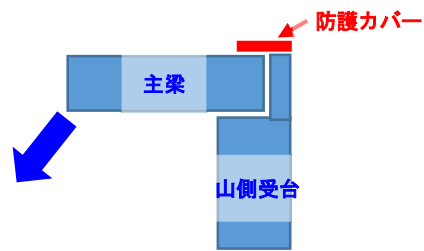


図 5.37 上部構造落下イメージ

復旧概要

仮復旧：川側に仮栈橋を設置し交通開放

本復旧：堅固な岩盤層まで基礎を根入れし、基礎とは別に護岸擁壁を設置

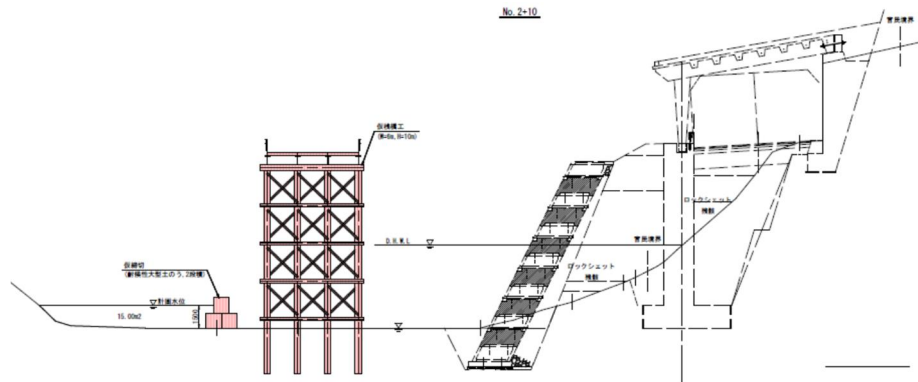


図 5.38 仮復旧、本復旧 横断面図

出典：埼玉県提供資料



## 5.7 まとめ

本章では、降雨、地震等により近年シェッドに被災が発生した事例を整理し示した。以下に事例により得られた知見をまとめる。

- シェッドが被災すると全線通行開始までの通行止め期間が長くなる。
- 地震動により被災した場合、著しく耐荷力の低下につながるような部材の損傷は発生していないが、シェッド全体が滑動、転倒し交通に支障を来すことがある。
- 斜面崩壊等の内、岩盤崩壊により被災した場合、耐荷力低下につながる変状が発生した事例が多い。一方で、地すべり等の土砂化が進んだ土質の崩土の場合、耐荷力の低下事例はあるものの、シェッド内に鋼製支保工等の応急対策をすることで早期の通行開放を実現している事例もある。
- 落石により被災した事例はスノーシェッドが多く、頂版や主梁が押し抜きせん断破壊されるに至っている。スノーシェッドにおいても落石が想定される場合には、緩衝材を設ける等の検討が必要である。
- 河川沿いの直接基礎では、河川増水時に洗掘によりシェッドに被害が生じやすい状況にある。点検時は擁壁基礎の洗掘について確認が必要である。

## 謝辞

本資料の執筆に際し、資料提供頂きました地方自治体他の皆様におかれましては、心より感謝の意を表し、謝辞にかえさせていただきます。

## 参考文献

- 1) (社) 日本道路協会：落石対策便覧 昭和 58 年 7 月
- 2) (社) 日本道路協会：道路防雪便覧 平成 2 年 5 月
- 3) 谷口勝基、七澤利明、伊藤浩和：定期点検結果から得られるシェッド等の劣化傾向に関する分析、令和 3 年度土木学会全国大会第 76 回年次学術講演会、VI-816
- 4) 七澤利明、伊藤浩和、佐々木惇郎、谷口勝基：シェッド、大型カルバート等の定期点検結果データ集（平成 26 年度～30 年度）、国総研資料第 1145 号、2021
- 5) (公社) 日本道路協会：落石対策便覧 平成 29 年 12 月
- 6) (社) 日本機械化協会：新防雪工学ハンドブック 1977 年 12 月
- 7) (社) 土木学会：ロックシェッドの耐衝撃設計、平成 10 年 11 月
- 8) (社) 土木学会：コンクリート標準示方書 昭和 24 年
- 9) (社) 土木学会：土木技術者のための振動便覧 昭和 41 年
- 10) (社) 日本道路協会：道路橋耐震設計指針・同解説、昭和 47 年 4 月
- 11) 鋼材倶楽部：新しい落石覆の開発に関する研究、昭和 48 年 4 月
- 12) 吉田博、竹島忠、古市進作、石塚賢吉：ロックシェード上の落石による衝撃力の推定に関する実験、道路、1976.10
- 13) (社) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編 昭和 55 年
- 14) (社) 日本道路協会：道路橋の塩害対策指針（案）・同解説 昭和 59 年 2 月
- 15) (社) 日本道路協会：落石対策便覧 平成 12 年 6 月
- 16) (社) プレストレスト・コンクリート建設業協会：P C ロックシェッド設計の手引き、平成 12 年 12 月
- 17) (社) 日本建設機械化協会：防雪工学ハンドブック 昭和 43 年
- 18) (社) 日本機械化協会：新編防雪工学ハンドブック 1988 年 3 月
- 19) (社) 日本建設機械化協会、(社) 雪センター：2005 除雪・防雪ハンドブック 平成 16 年 12 月
- 20) (社) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 II 鋼橋編 平成 2 年
- 21) 建設省土木研究所 構造橋梁部橋梁研究室：衝撃力を受ける落石覆工部材に関する実験報告書（I） 土木研究所資料第 1886 号 昭和 57 年 11 月
- 22) 建設省道路局：【事務連絡】 P C 製落石覆工の設計上の運用について、平成 2 年 7 月
- 23) (社) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編 平成 8 年 12 月
- 24) (公社) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編 平成 24 年 3 月
- 25) 北陸地方整備局：設計要領 平成 10 年
- 26) 北陸地方整備局：道路防災覆工設計マニュアル（案） 昭和 58 年
- 27) (公社) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編 平成 24 年
- 28) (社) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編 平成 14 年
- 29) 北陸地方建設局高田工事事務所：親不知のみち-建設百周年記念-、昭和 57 年 2 月

- 30) (社)北陸建設弘済会：PC スノーシェッド標準設計解説書（逆L式）、昭和 61 年
- 31) (社)北陸建設弘済会：道路防雪施設マニュアル【コンクリート構造編】平成 20 年 3 月
- 32) 建設省道路局：【通知】PC 製落石覆工の設計上の留意点について、平成 2 年 6 月
- 33) 広田ら：黄金道路（国道 236 号帯広管内）覆道工の設計について 北海道開発技術研究発表会 1974 年 4 月
- 34) 第 9 回道路技術小委員会配布資料（2018 年 11 月 2 日）  
([https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/s204\\_dourogijyutsu01\\_past.html](https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/s204_dourogijyutsu01_past.html))
- 35) (財)道路保全技術センター：道路防災点検の手引き 平成 18 年
- 36) 道路保全技術センター：平成 8 年度道路防災総点検要領（地震） 平成 8 年
- 37) 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 平成 26 年
- 38) 国土交通省道路局国道・技術課：シェッド、大型カルバート等定期点検要領 平成 26 年
- 39) 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 平成 31 年
- 40) 国土交通省道路局国道・技術課：シェッド、大型カルバート等定期点検要領 平成 31 年
- 41) 北海道開発局 函館開発建設部：国道 228 号 松前町白神 コンクリート片落下による通行止めについて（第 2 報） 令和 3 年 7 月
- 42) 堺淳一、運上茂樹、小林寛：2004 年新潟中越地震におけるシェッド構造物の損傷と分析 土木技術資料 48-7 平成 18 年
- 43) 石川県：国道 249 号八世乃洞門供用再開 応急仮工事完成
- 44) 川上英男：ロックシェッドの崩壊機構 コンクリート工学年次論文報告集 12-2 1990 年
- 45) 小俣新重郎：岩盤崩壊災害の不確実性を考慮したリスクマネジメントの検討 土木学会論文集 C Vol.65 No.4,767-775、2009.10
- 46) 柳澤里奈：高山国道におけるシェッドの維持管理の現状と課題
- 47) 秋田県道路課：国道 3 4 1 号五十曲スノーシェッドへの落石について 平成 28 年 10 月

-----

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of N I L I M

No. 1237                      February 2023

-----

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは

〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地

企画部研究評価・推進課      TEL 029-864-2675