雲仙・普賢岳(水無川)砂防設備長寿命化計画

令和２年６月
国土交通省　九州地方整備局
雲仙復興事務所

目　次

1 長寿命化計画の目的 1
2 適用範囲 2
3 長寿命化計画の基本方針 4
4 用語の定義 5
5 雲仙・普賢岳（水無川）砂防設備長寿命化計画 6
5.1 計画対象砂防設備 6
5.2 日常的な維持の方針 7
5.3 点検結果を踏まえた健全度 8
5.4 対策の優先度 12
5.5 経過観察の方法 13
5.6 対策工法 14
5.7 年次計画 15
5.8 修繕等の実施結果の記録・保存 17
6 参考資料 20
6.1 ライフサイクルコスト算定の考え方 20
6.2 砂防設備の劣化予測 23
6.3 最新の点検計画に基づいて変状レベル評価を見直した場合の施設健全度の評価結果 28

1　長寿命化計画の目的

雲仙・普賢岳（水無川）砂防設備長寿命化計画（以下「長寿命化計画」という）は、保全対象を守る観点から水無川における砂防設備の健全度を把握するとともに、維持、修繕、改築、更新を的確に実施することにより、長期にわたりその機能及び性能を維持、確保することを目的としている。

写真 1.雲仙・普賢岳と水無川の砂防設備（平成 27 年 12 月撮影）

2　適用範囲

図 1は、本長寿命化計画と密接に関連する雲仙・普賢岳（水無川）砂防設備点検計画（以下「点検計画」という）及び雲仙・普賢岳（水無川）土砂管理計画（以下「土砂管理計画」という）との関係を示している。

長寿命化計画を適切に運用することにより、点検計画に基づく点検によって健全度が把握され、対策が必要な砂防設備や損傷等の推移状況を経過観察する必要のある砂防設備が抽出され、さらには本計画に基づき修繕等の年次計画が立案され、修繕等が実施された後は、その結果を記録・保存することとなる。

長寿命化計画の運用にあたっては、土砂管理計画の対象設備に係る流域監視（施設監視）の結果等に留意し実施するものとする。

また、点検計画における巡視（監視カメラによる代替え）や土砂管理計画における流域監視（施設監視）は、図 2に示すとおり、雲仙・普賢岳（水無川）監視観測機器運用計画（以下「監視観測機器運用計画」という）とも密接に関連することとなる。

このように、4つの計画（長寿命化計画、設備点検計画、土砂管理計画及び監視観測機器運用計画）の相互補完関係に留意のうえ、一体的かつ円滑な運用に努めるものとする。

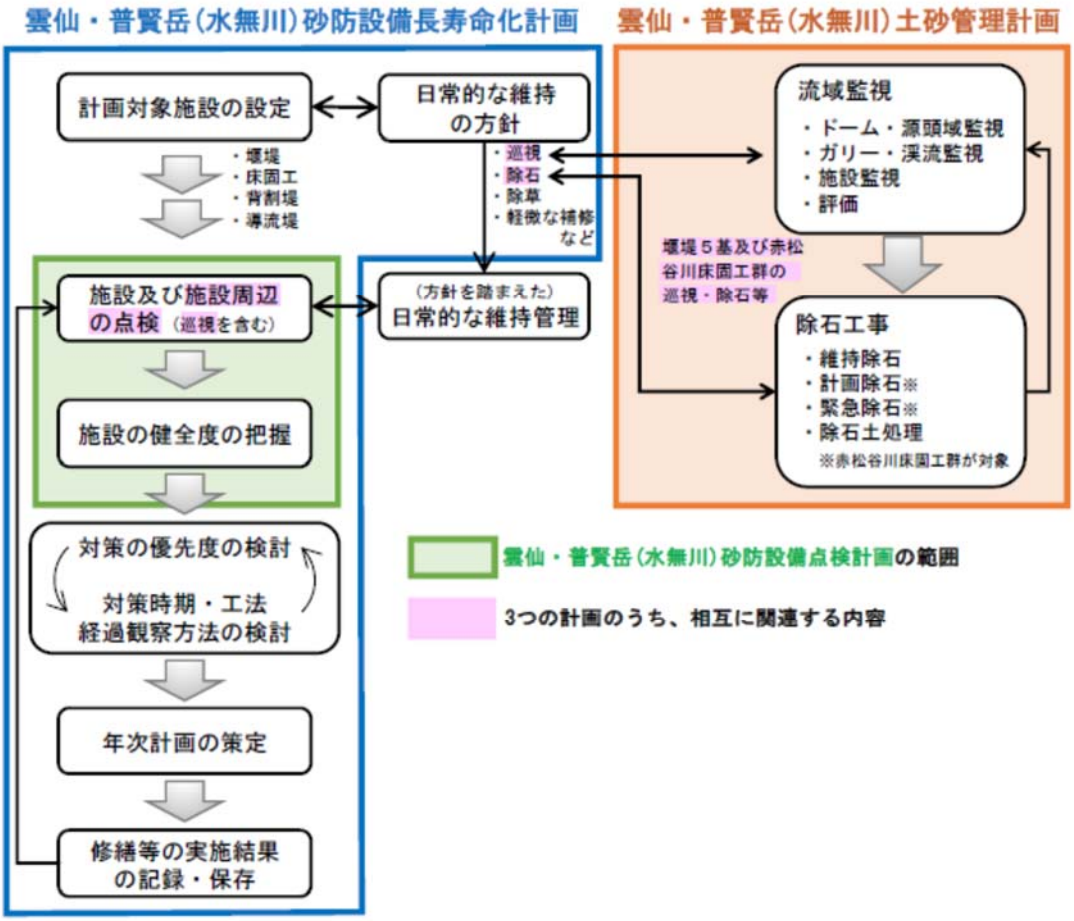

図 1. 雲仙・普賢岳（水無川）砂防設備長寿命化計画、雲仙・普賢岳(水無川)砂防設備点検計画及び雲仙・普賢岳（水無川）土砂管理計画の関係

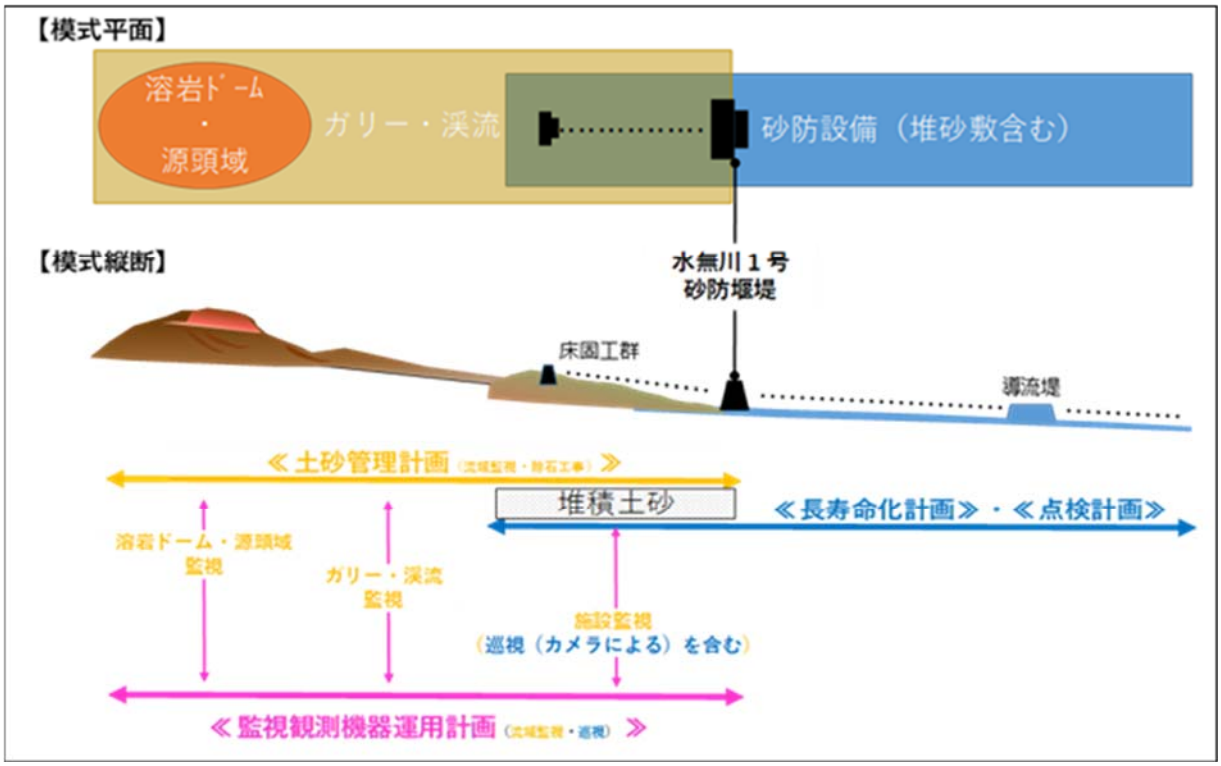

図 2.雲仙・普賢岳(水無川)砂防設備長寿命化計画、雲仙・普賢岳(水無川)砂防設備点検計画、雲仙・普賢岳(水無川)土砂管理計画及び雲仙・普賢岳(水無川)監視観測機器運用計画の空間的な関係

3　長寿命化計画の基本方針

雲仙・普賢岳（水無川）の砂防設備の長寿命化計画 は、水無川における土砂災害に対する安全性を低下させないよう、個々の砂防設備の健全度に基づく適切な維持管理を優先度の高い砂防設備から対策を行う計画とする。

長寿命化計画における年次計画は、保全対象の位置関係、施設の重要度、過去の災害履歴など防災上の観点、対策に係わるコスト等を総合的に勘案してとりまとめるものとするが、予防保全によるライフサイクルコストの縮減等に関しては、点検や維持補修等のデータ蓄積状況等から劣化予測が未実施であること、令和２年３月時点で要対策とされた砂防設備がないこと等を踏まえ、参考資料として巻末にその考え方を示すこととする。

長寿命化計画は、継続的に見直しを行い最適な計画となるよう努めるものとするが、次回以降の見直しの際に、ライフサイクルコストの縮減及び維持管理コストの平準化を検討することができるよう点検データ等の蓄積や劣化予測等に努めることとする。

4　用語の定義

本長寿命化計画で用いる用語の定義は表 1 のとおりとする。

表 1. 用語の定義

用語	用語の説明
長寿命化計画	雲仙・普賢岳（水無川）における既存の砂防設備の健全度等を把握し、長期にわたりその機能及び性能を維持・確保することを目的として計画的に維持、修繕、改築、更新の対策を的確に実施するための計画である。計画の策定、実施にあたっては、施設の維持、修繕、改築、更新にかかるライフサイクルコストの縮減及び修繕等に要する費用の平準化を図る「予防保全型維持管理」の導入が必要とされている。
機　　能	砂防設備が土砂災害防止のために、有すべき施設の働きのこと。
性　　能	当該砂防設備が機能を発揮するために必要となる、構造上保持すべき強度、安定性等のこと。
健 全 度	有すべき機能及び性能に対して、当該砂防設備が有している程度のこと。
巡　　視	日常的な維持管理行為を為すために砂防設備及び砂防設備周辺を見まわること。なお、警戒区域内の砂防設備については遠隔操作によるカメラ映像確認で代替えすることができる。
維　　持	砂防設備の機能や性能を確保するために行う日常的な作業のこと。
修　　繕	既存の砂防設備の機能や性能を確保、回復するために、損傷または劣化前の状況に補修すること。
改　　築	砂防設備の機能や性能を確保、回復すると共に、さらにその向上を図ること。
更　　新	既存の砂防設備を用途廃止し、既存砂防設備と同等の機能及び性能を有する砂防設備を、既存砂防設備の代替として新たに整備すること。
災害復旧	砂防設備が災害により被災した場合に、被災した施設の原形復旧を行うこと。
予防保全	砂防設備が有する所定の機能及び性能が確保できなくなる前に修繕等の対策を講じる管理手法のこと。
事後保全	砂防設備が有する所定の機能及び性能が確保できなくなった段階で更新等の対策を講じる管理手法のこと。
ライフサイクルコスト LCC: Life Cycle Cost	砂防設備における新設、維持、修繕、改築、更新等を含めた生涯費用の総計のこと。
砂防設備の健全度評価	定期点検及び必要に応じて実施する詳細点検等の結果に基づき、個々の砂防設備の構造や材料の特性を踏まえた上で、機能の低下、性能の劣化状況及び砂防設備周辺の状況を把握し、その程度に応じて、砂防設備の健全性を評価することをいう。健全度評価基準に基づき、健全度評価はA～C の 3 区分とする。

5　雲仙・普賢岳（水無川）砂防設備長寿命化計画

5.1　計画対象砂防設備

長寿命化計画 の対象となる砂防設備は、雲仙・普賢岳（水無川）流域に設置されている図 3 に示す全ての砂防設備を対象とし、その概要を表 2 に示す。

なお、土石流捕捉等の土砂処理機能を有する砂防設備以外に、管理用道路が整備されており、これらも、長寿命化計画の対象施設とする。このほか、現地には監視観測のための機器等があるが、これらの取り扱いは監視観測機器運用計画によるものとする

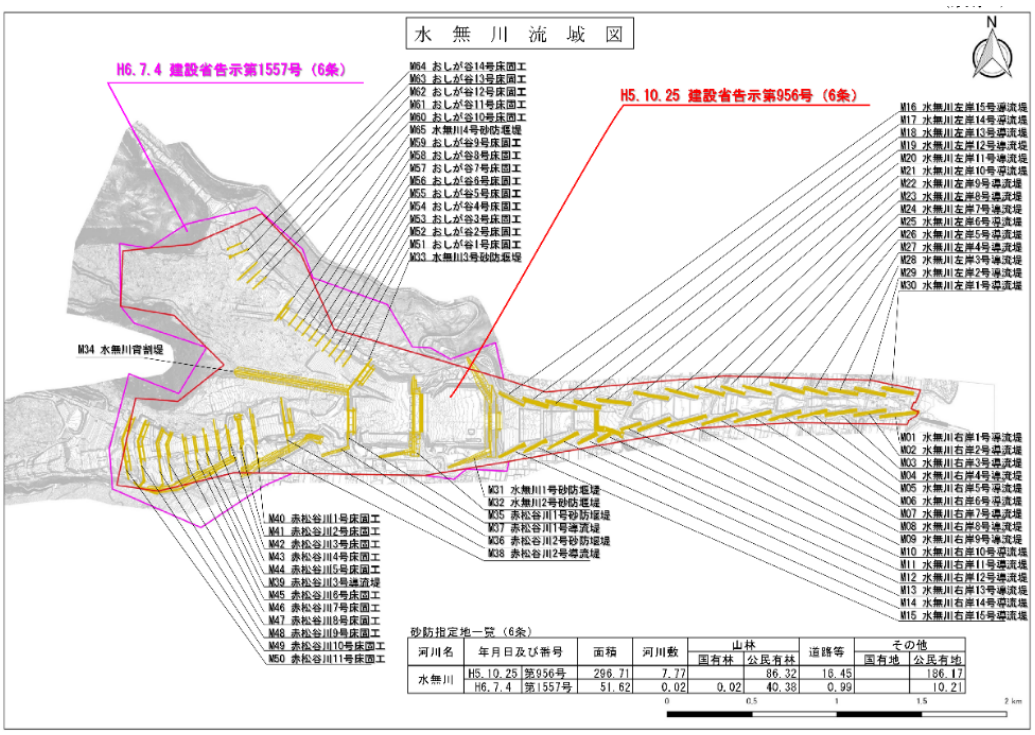

図 3. 計画対象となる砂防設備

表 2. 水無川の砂防設備一覧

渓流名		砂防設備の種類 下段（警戒区域内の砂防設備数：内数）			
		導流堤	砂防堰堤	床固工	背割堤
水無川	水無川	30 基 (-)	4 基 (1 基)	- (-)	1 基 (1 基)
	赤松谷川	3 基 (-)	2 基 (1 基)	11 基 (11 基)	- (-)
	おしが谷	- (-)	- (-)	14 基 (14 基)	- (-)
合　計		33 基 (-)	6 基 (2 基)	25 基 (25 基)	1 基 (1 基)

5.2　日常的な維持の方針

巡視結果等を踏まえて、日常的な維持として必要な以下の事項について適切に実施するものとする。

・砂防設備及び管理用道路等の巡視

・土砂管理計画に基づく維持除石や計画除石

・除草、ごみの撤去

・砂防設備等の安全設備の軽微な維持修繕

・管理用道路等における軽微な維持修繕

なお、令和２年３月時点において、要対策とされた砂防設備はないが、日常的な維持としての上記事項を適時適切に実施することにより、砂防設備周辺の状況の維持、改善を図っていくものとする。

5.3　点検結果を踏まえた健全度

長寿命化計画における砂防設備の健全度は、点検計画に基づいて実施された点検結果を用いることとする。

令和2年3月までに実施された点検結果に基づく砂防設備の健全度は、表 3及び表 4に示すとおりである。表 3及び表 4では、以前の点検計画（平成28年5月版）に基づき令和元年度に実施された点検結果と、その点検結果を最新の点検計画（令和2年3月版）に基づいて評価を見直した結果を比較して示した。各部位ごとの変状レベル評価の詳細については、参考資料の表 12に示す。

なお、健全度評価の考え方については点検計画に示されているが、参照しやすいよう表 5に示しておく。

表 3.令和 2 年 3 月時点における砂防設備健全度（1/2）

設備名	令和元年度評価（注 1）	見直し評価（注 2）	備　考（見直し評価において健全度を変更した理由）
水無川 1 号砂防堰堤	B	A	・ひび割れは鉛直のため機能・性能に問題なし ・コールドジョイントの変状なし ・水抜ボックスカルバートに局所的ひび割れがあるが経年変化なし ・副堤に漏水の痕跡がみられるが機能・性能に問題ない ・緩衝盛土法面の一部に侵食、表土崩落（植生あり）があるが、経年変化なく、機能・性能に問題ない
水無川 2 号砂防堰堤	B	A	・ひび割れは鉛直のため機能・性能に問題なし ・水抜ボックスカルバートに局所的鉄筋露出部があるが経年変化なし ・漏水の痕跡がみられるが機能・性能に問題ない ・緩衝盛土法面の一部に侵食、表土崩落（植生あり）やや拡大しているが法先侵食深 0.7m～1.5m 程度で機能・性能に問題ない
水無川 3 号砂防堰堤	B	A	・漏水の痕跡がみられるが機能・性能に問題ない ・越流部局所的摩耗・欠損ありただし余裕代内 ・鋼製脚部発錆あるが問題なし
水無川 4 号砂防堰堤	－	A	・修繕工事を令和元年度に実施した直後のため問題なし
水無川背割堤	B	B	
赤松谷川 1 号砂防堰堤	B	A	・漏水の痕跡がみられるが機能・性能に問題ない ・コールドジョイントの変状なし ・鋼製脚部発錆あるが問題なし ・越流部局所的摩耗・欠損あり（部分補修必要） ・護床ブロック下流洗堀（本体に影響なし）
赤松谷川 2 号砂防堰堤	B	A	・副堤に漏水の痕跡がみられるが機能・性能に問題ない ・水抜ボックスカルバートに局所的鉄筋露出部があるが経年変化なし
赤松谷川 1 号床固工	B	A	・本体基礎下流の洗堀は対策済
赤松谷川 2 号床固工	A	A	
赤松谷川 3 号床固工	A	A	
赤松谷川 4 号床固工	A	A	
赤松谷川 5 号床固工	C	A	・土砂管理計画に基づく限界断面河床高さを越えていない
赤松谷川 6 号床固工	C	A	・土砂管理計画に基づく限界断面河床高さを越えていない
赤松谷川 7 号床固工	C	B	・管理断面河床高さを越えているが限界断面河床高さを越えていない
赤松谷川 8 号床固工	C	B	・管理断面河床高さを越えているが限界断面河床高さを越えていない
赤松谷川 9 号床固工	C	B	・管理断面河床高さを越えているが限界断面河床高さを越えていない
赤松谷川 10 号床固工	C	B	・管理断面河床高さを越えているが限界断面河床高さを越えていない ・袖上端に一部ずれがあるが経年変化はない ・袖に鉛直クラックがあるが、経年変化なし
赤松谷川 11 号床固工	B	B	

表 4.令和 2 年 3 月時点における砂防設備健全度（2/2）

設備名	令和元年度評価（注 1）	見直し評価（注 2）	備　考（見直し評価において健全度を変更した理由）
おしが谷 1 号床固工	―	A	・遠望からの目視確認範囲で顕著な変状はみられない。
おしが谷 2 号床固工	B	A	・本体基礎洗堀の変状レベルは対策の必要な状況ではない（根入れ 2.0m 以上は維持されている）
おしが谷 3 号床固工	B	A	・本体基礎洗堀の変状レベルは対策の必要な状況ではない（根入れ 2.0m 以上は維持されている）
おしが谷 4 号床固工	B	A	・本体基礎洗堀の変状レベルは対策の必要な状況ではない（根入れ 2.0m 以上は維持されている）
おしが谷 5 号床固工	B	B	
おしが谷 6 号床固工	B	A	・本体基礎洗堀の変状レベルは対策の必要な状況ではない（根入れ 2.0m 以上は維持されている）
おしが谷 7 号床固工	B	B	
おしが谷 8 号床固工	B	A	・本体基礎洗堀の変状レベルは対策の必要な状況ではない（根入れ 2.0m 以上は維持されている）
おしが谷 9 号床固工	B	B	
おしが谷 10 号床固工	B	A	・本体基礎洗堀の変状レベルは対策の必要な状況ではない（根入れ 2.0m 以上は維持されている）
おしが谷 11 号床固工	B	A	・本体基礎洗堀の変状レベルは対策の必要な状況ではない（根入れ 2.0m 以上は維持されている）
おしが谷 12 号床固工	―	A	・遠望からの目視確認範囲で顕著な変状はみられない。 ・本体基礎洗堀の変状レベルは対策の必要な状況ではない（根入れ 2.0m 以上は維持されている）
おしが谷 13 号床固工	―	A	・遠望からの目視確認範囲で顕著な変状はみられない。
おしが谷 14 号床固工	B	A	・本体基礎洗堀の変状レベルは対策の必要な状況ではない（根入れ 2.0m 以上は維持されている）

注 1）令和元年度の点検結果を「雲仙砂防施設点検計画（案）平成 28 年 5 月版」に基づき健全度評価したもの
注 2）令和元年度の点検結果を「雲仙・普賢岳(水無川)砂防設備点検計画（令和 2 年 3 月版）」に基づいて健全度を評価しなおしたもの。なお、水無川導流堤 30 基、赤松谷川導流堤 3 基については令和元年度の点検結果がないものの、平成 27 年度の健全度評価 A 以降、顕著な変化は確認されていない。

【備考】健全度は経年的に変化するものであるから、日常的な維持や経過観察により状態を把握のうえ、年次計画（長寿命化計画）の見直し時に必要な情報を記録、整理していくものとする。

表 5.施設の損傷等・周辺の状況の程度と砂防設備の健全度評価（点検計画の健全度評価の考え方より）

健全度	損傷等の程度	表記
対策不要	当該施設に損傷等は発生していないか、軽微な損傷が発生しているものの、損傷等に伴う当該施設の機能の低下及び性能の劣化が認められず、また、当該施設周辺で施設に大きな影響を与える変化が認められず、対策の必要がない状態	A
経過観察	当該施設に損傷等が発生しているが、問題となる機能の低下及び性能の劣化が生じていない。また、当該施設周辺で施設にとって問題となるような影響の程度の変化が認められない。現状では対策を講じる必要はないが、将来対策を必要とするおそれがあるので、巡視や臨時点検等により、経過を観察する必要がある状態	B
要対策	当該施設に損傷等や当該施設周辺で施設に大きな影響を与える程度の変化が発生しており、損傷等や周辺状況からの影響等に伴い、当該施設の機能低下が生じている、あるいは当該施設の性能上の安定性や強度の低下が懸念される状態	C

5.4　対策の優先度

今後、修繕・改築・更新による対策の優先度を検討する際の考え方としては、健全度評価結果を基本に、ライフサイクルコストの縮減と維持管理コストの平準化の観点を踏まえながら、近年の土砂移動状況、保全対象に対するリスクの程度、砂防設備の重要度、対策コスト等を総合的に検討することとする。

なお、令和２年３月時点において、要対策とされた砂防設備はないため、本計画において対策の優先度の検討は実施していない。

5.5　経過観察の方法

健全度の評価結果により、経過観察と評価された場合には、損傷等の原因を推定するとともに、引き続き点検計画に基づき巡視・定期点検により砂防設備の状態を把握し、変状等が確認された場合には適切に臨時点検や詳細点検に移行し､対策の遅延により影響を拡大させないよう努めることとする。

経過観察の方法は、点検計画に基づく点検の方法によるものとするが、写真データを同一位置・アングルにて撮影し時系列で比較ができるようにするなど経年的な変化が把握できるよう留意するものとする。なお、土砂管理計画の対象設備に係る周辺の状況の経過観察の方法としては、土砂管理計画に基づく流域管理（施設監視）の結果も用いることとする。

表 3 及び表 4 に示したように、最新の点検計画に基づいて評価し直した結果では、令和 2 年 3 月時点において、経過観察とされた砂防設備は、背割堤、赤松谷川 7 号床固工～赤松谷川 11 号床固工、おしが谷 5 号床固工、おしが谷 7 号床固工、おしが谷 9 号床固工の計 9 設備である。このため、巡視時には監視カメラ（「赤松谷川上流」及び「おしが谷上流」等）により、定期点検時には目視により当該箇所の洗堀の進行状況を把握し、顕著な変化が認められた場合には詳細点検等に移行することとする。

5.6　対策工法

令和２年３月時点において、要対策とされた砂防設備はないため、本計画において対策工法の検討は実施していない。

なお、今後、修繕・改築・更新による対策工法を検討する際の考え方としては、点検結果によって把握された損傷部位等に対し、対策コスト、施工性、環境への影響等を踏まえ総合的に検討することとする。

特に警戒区域内の砂防設備に対する対策は、十分な監視や作業中止基準を明確にするなど安全確保に努める必要があり、原則として無人化施工となることから、施工性はもとより最新技術の動向を踏まえ検討することが望ましい。

対策は変状レベル「c」の部位等を対象とするが、変状に関係している部位等が隣接していたり、隣接部位等の変状レベルが「b」と評価されたりしている場合は、予防保全の観点から隣接部位等も同時に対策を実施することも検討する。修繕・改築・更新に係る対策工法決定の手順の考え方を図 4 のフローに示す。

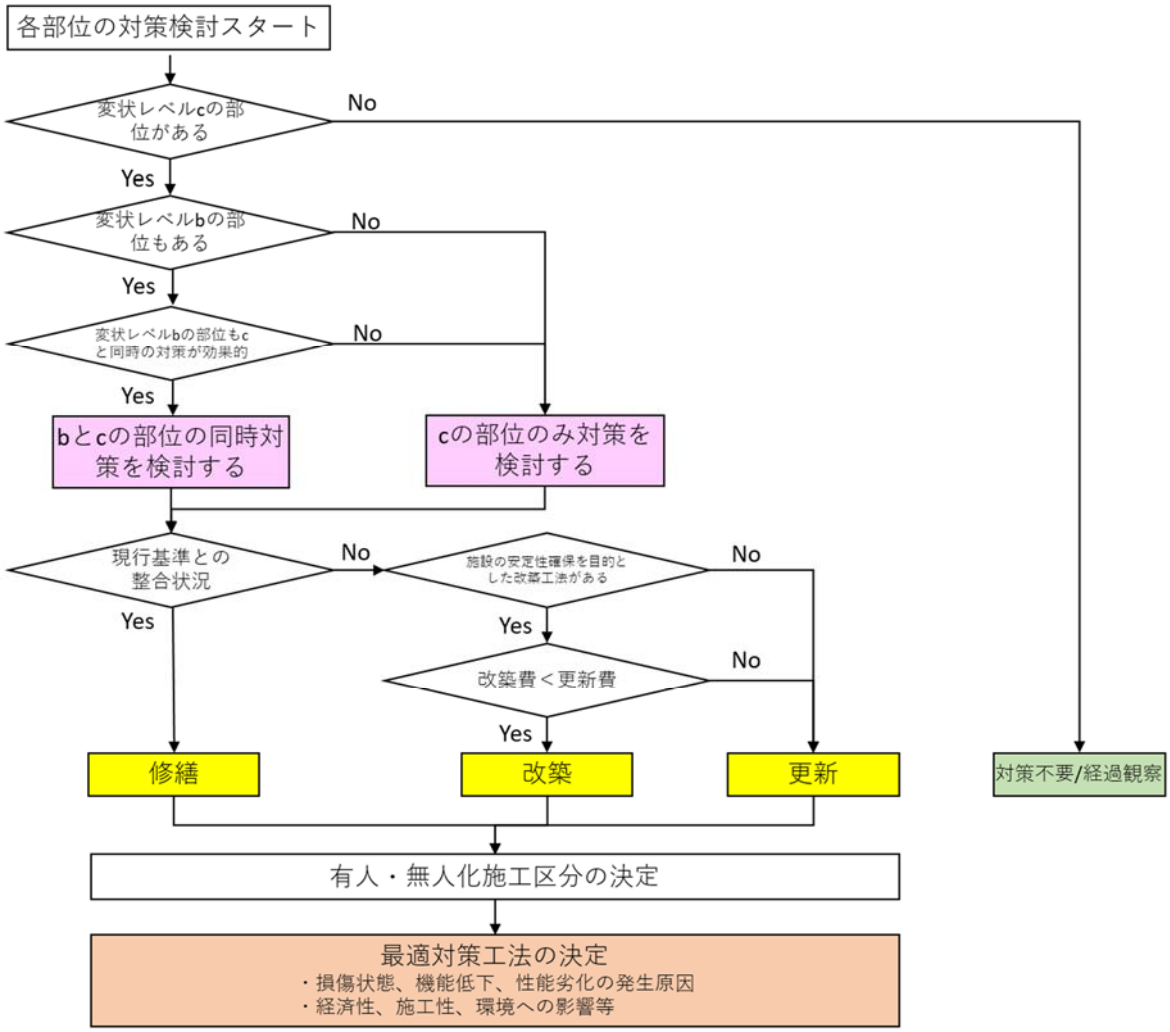

図 4. 修繕、改築、更新の手順フロー

5.7　年次計画

砂防設備の健全度、流域の荒廃状況、保全対象との位置関係、砂防設備の重要度、過去の災害履歴、対策工法及び施工方法、ライフサイクルコストの縮減、費用の平準化等を総合的に考慮のうえ、修繕・改築・更新による対策の優先順位を検討し、年次計画を策定するものとする。

計画対象期間は 30～50 年程度を目安とするが、令和２年３月時点で要対策とされた砂防設備はないので、本計画においては年次計画の検討は実施していない。

なお、今後は、水無川全体の砂防設備を５グループに分けて、毎年１グループずつ、概ね５年ごとに定期点検を実施することとし、点検結果、対策状況、予防保全にかかる取組事例を蓄積しながら、必要に応じて年次計画を見直すものとする。その目安となる予定時期を表 6 に示す（グループ分けについては別途検討）。

また、年次計画を検討する際の参考として、これまでの砂防設備の竣工年度の推移を図 5 に示す。

表 6. 年次計画の見直し予定時期

年度	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11
初期値調査	○	○	○	○	○					
定期点検	○ １巡目	○ １巡目	○ １巡目	○ １巡目	○ １巡目	○ ２巡目	○ ２巡目	○ ２巡目	○ ２巡目	○ ２巡目
年次計画見直し						○				
年度	**R12**	**R13**	**R14**	**R15**	**R16**	**R17**	**R18**	**R19**	**R20**	**R21**
定期点検	○ ３巡目	○ ３巡目	○ ３巡目	○ ３巡目	○ ３巡目	○ ４巡目	○ ４巡目	○ ４巡目	○ ４巡目	○ ４巡目
年次計画見直し	○					○				
年度	**R22**	**R23**	**R24**	**R25**	**R26**	**R27**	**R28**	**R29**	**R30**	**R31**
定期点検	○ ５巡目	○ ５巡目	○ ５巡目	○ ５巡目	○ ５巡目	○ ６巡目	○ ６巡目	○ ６巡目	○ ６巡目	○ ６巡目
年次計画見直し	○					○				

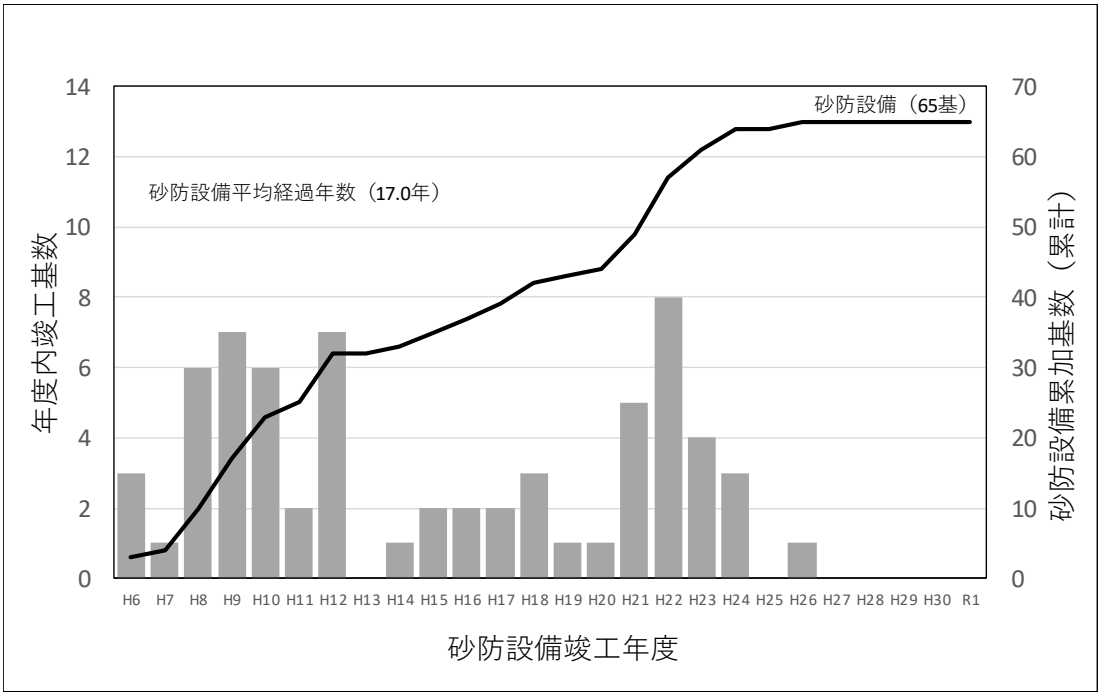

図 5. 雲仙・普賢岳（水無川）砂防設備の竣工年度の推移

5.8　修繕等の実施結果の記録・保存

修繕等の実施結果は、その概要を記録・保存し、その後の点検や健全度評価の基礎データとして活用するとともに、長寿命化計画の見直しの際に反映させる。将来的には、砂防データベースシステム（国土交通省砂防部が検討している台帳、点検等のデータに関する統合型のデータベースシステム）を活用して、点検及び修繕、改築等の対策履歴を保存、　整理しておくことが望ましい。

なお、これまでの砂防設備の修繕等の履歴を表 7、表 8 に示す。

表 7.雲仙・普賢岳（水無川）砂防設備の経過年数と修繕・改築・更新の履歴（1/2）

凡例　●：修繕　★：改築　■：更新

砂防設備名	種類	構造	竣工年度	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	経過年数	備考
水無川右岸１号	導流堤	土堤	H9																																	23	H9.7
水無川右岸２号	導流堤	土堤	H12																																	20	H13.1
水無川右岸３号	導流堤	土堤	H8																																	24	H8.7
水無川右岸４号	導流堤	土堤	H8																																	24	H8.3
水無川右岸５号	導流堤	土堤	H8																																	24	H9.3
水無川右岸６号	導流堤	土堤	H8																																	24	H9.3
水無川右岸７号	導流堤	土堤	H12																																	20	H13.3
水無川右岸８号	導流堤	土堤	H6																																	26	H7.3
水無川右岸９号	導流堤	土堤	H8																																	24	H8.6
水無川右岸10号	導流堤	土堤	H11																																	21	H12.3
水無川右岸１１号	導流堤	土堤	H12																																	20	H12.9
水無川右岸１２号	導流堤	土堤	H12																																	20	H12.7
水無川右岸１３号	導流堤	土堤	H10																																	22	H11.3
水無川右岸１４号	導流堤	土堤	H10																																	22	H11.3
水無川右岸１５号	導流堤	土堤	H10																																	22	H10.11
水無川左岸１号	導流堤	土堤	H9																																	23	H10.3
水無川左岸２号	導流堤	土堤	H12																																	20	H10.3
水無川左岸３号	導流堤	土堤	H6																																	26	H7.2
水無川左岸４号	導流堤	土堤	H7																																	25	H8.3
水無川左岸５号	導流堤	土堤	H9																																	23	H10.3
水無川左岸６号	導流堤	土堤	H6																																	26	H7.3
水無川左岸７号	導流堤	土堤	H12																																	20	H13.3
水無川左岸８号	導流堤	土堤	H12																																	20	H13.3
水無川左岸９号	導流堤	土堤	H8																																	24	H9.3
水無川左岸10号	導流堤	土堤	H10																																	22	H11.3
水無川左岸11号	導流堤	土堤	H9																																	23	H10.3
水無川左岸12号	導流堤	土堤	H9																																	23	H10.3
水無川左岸13号	導流堤	土堤	H9																																	23	H10.3
水無川左岸14号	導流堤	土堤	H10																																	22	H10.11
水無川左岸15号	導流堤	土堤	H10																																	22	H10.11
水無川１号	砂防堰堤	コンクリート重力式	H9																								★									23	H10.3　(H29.7 改築)
水無川２号	砂防堰堤	コンクリート重力式	H11																							★										21	H12.3　(H29.3 改築)
水無川３号	砂防堰堤	コンクリート重力式	H14																									●								18	H15.3　(H31.3 修繕)
背割堤	－	CSG+土砂型枠	H16																																	16	H16.9

表 8.雲仙・普賢岳（水無川）砂防設備の経過年数と修繕・改築・更新の履歴（2/2）

凡例　●：修繕　★：改築　■：更新

砂防設備名	種類	構造	竣工年度	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	経過年数	備考
赤松谷川 1 号	砂防堰堤	コンクリート重力式	H17																																	15	H17.9
赤松谷川 2 号	砂防堰堤	コンクリート重力式	H17																									●								15	H17.7 （H30.4 修繕）
赤松谷川 1 号	導流堤	土堤	H15																										★							17	H16.2（R 元年度修繕）
赤松谷川 2 号	導流堤	土堤	H16																										★							16	H17.3（R 元年度修繕）
赤松谷川 3 号	導流堤	土堤	H15																	★																17	H16.2（H22.12 修繕）
赤松谷川 1 号	床固工	コンクリート重力式	H18																																	14	H19.1
赤松谷川 2 号	床固工	コンクリート重力式	H21																																	11	H22.3
赤松谷川 3 号	床固工	コンクリート重力式	H23																																	9	H23.5
赤松谷川 4 号	床固工	コンクリート重力式	H18																																	14	H18.11
赤松谷川 5 号	床固工	コンクリート重力式	H23																																	9	H23.12
赤松谷川 6 号	床固工	コンクリート重力式	H22																																	10	H23.3
赤松谷川 7 号	床固工	コンクリート重力式	H18																																	14	H19.3
赤松谷川 8 号	床固工	コンクリート重力式	H24																																	8	H25.1
赤松谷川 9 号	床固工	コンクリート重力式	H21																																	11	H22.3
赤松谷川 10 号	床固工	コンクリート重力式	H20																																	12	H20.11
赤松谷川 11 号	床固工	コンクリート重力式	H26																																	6	H27.3
おしが谷 1 号	床固工	コンクリート重力式	H22																																	10	H23.3
おしが谷 2 号	床固工	コンクリート重力式	H22																																	10	H23.3
おしが谷 3 号	床固工	コンクリート重力式	H22																																	10	H23.3
おしが谷 4 号	床固工	コンクリート重力式	H21																																	11	H22.3
おしが谷 5 号	床固工	コンクリート重力式	H21																																	11	H22.3
おしが谷 6 号	床固工	コンクリート重力式	H22																																	10	H22.9
おしが谷 7 号	床固工	コンクリート重力式	H22																																	10	H22.9
おしが谷 8 号	床固工	コンクリート重力式	H22																																	10	H22.9
おしが谷 9 号	床固工	コンクリート重力式	H22																																	10	H22.9
おしが谷 10 号	床固工	コンクリート重力式	H23																																	9	H23.11
おしが谷 11 号	床固工	コンクリート重力式	H23																																	9	H23.11
おしが谷 12 号	床固工	コンクリート重力式	H20																										★							11	H21.12（R 元年度修繕）
おしが谷 13 号	床固工	コンクリート重力式	H24																																	8	H24.7
おしが谷 14 号	床固工	コンクリート重力式	H24																																	8	H24.7
水無川 4 号	砂防堰堤	コンクリート重力式	H20																							★										13	H20.3 （H29.2 修繕） （R 元年度修繕）

6　参考資料

6.1　ライフサイクルコスト算定の考え方

平成 31 年 3 月に「砂防関係施設の長寿命化ガイドライン」が改定され、予防保全の考え方を取り入れ、「予防保全型維持管理にあたっては、砂防関係施設の損傷が軽微な段階で修繕等を実施し、維持、修繕、改築、更新等にかかるライフサイクルコストの縮減を図る（図 6、図 7 参照）とともに、事後保全と比較し、少ない費用で砂防関係施設の長寿命化を図ること」を基本としている。

予防保全としての対策時期は、健全度評価及び劣化予測の結果より検討することになるが、対策サイクルが短くなり、対象期間における修繕等の対策回数が多くなり、結果として事後保全よりライフサイクルコストが増加するケースがあることを踏まえ、ライフサイクルコストの最小化の観点から対策時期を検討することが望ましい。（図 8 参照）

ライフサイクルコストを算定するうえで、維持、修繕、改築、更新等に要する費用について、それぞれ算出することが必要であり、維持、修繕、改築、更新等に要した費用やその実施時期及び実施対策の内容などの実績データを蓄積し、とりまとめておくことが望ましい。保存すべき費用の内訳は、表 9 に示すとおりであり、時系列に記録するものとする。

また、修繕等の費用の過度な集中を回避し、限られた予算の中で確実に砂防設備の機能及び性能を保持するため、各年の費用の平準化を図ることが望ましい。例えば、健全度 B とされた設備の予防保全の実施時期を健全度 B から C へと劣化するまでの期間内で調整することが考えられる。

なお、ライフサイクルコストの算定は、新技術・新工法の開発、労務・資材単価の変動、点検に基づく健全度評価の状況、劣化予測の見直し等により変動しうるものであり、適宜、分析、評価の上ライフサイクルコストを見直し、長寿命化計画へと反映することが重要である。

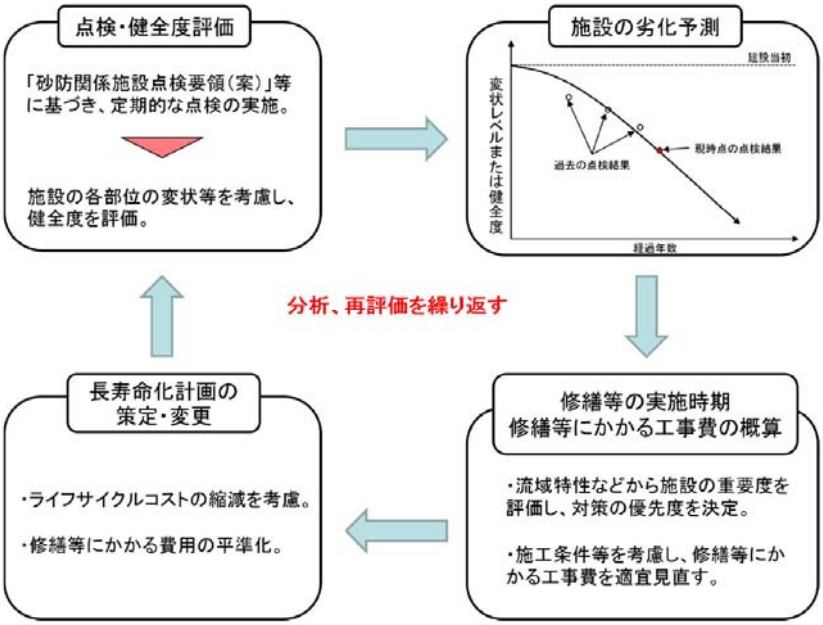

図 6. ライフサイクルコスト算定の流れ

(「砂防関係施設の長寿命化ガイドライン（案）（水管理・国土保全局砂防部保全課、令和 2 年 3 月）」)

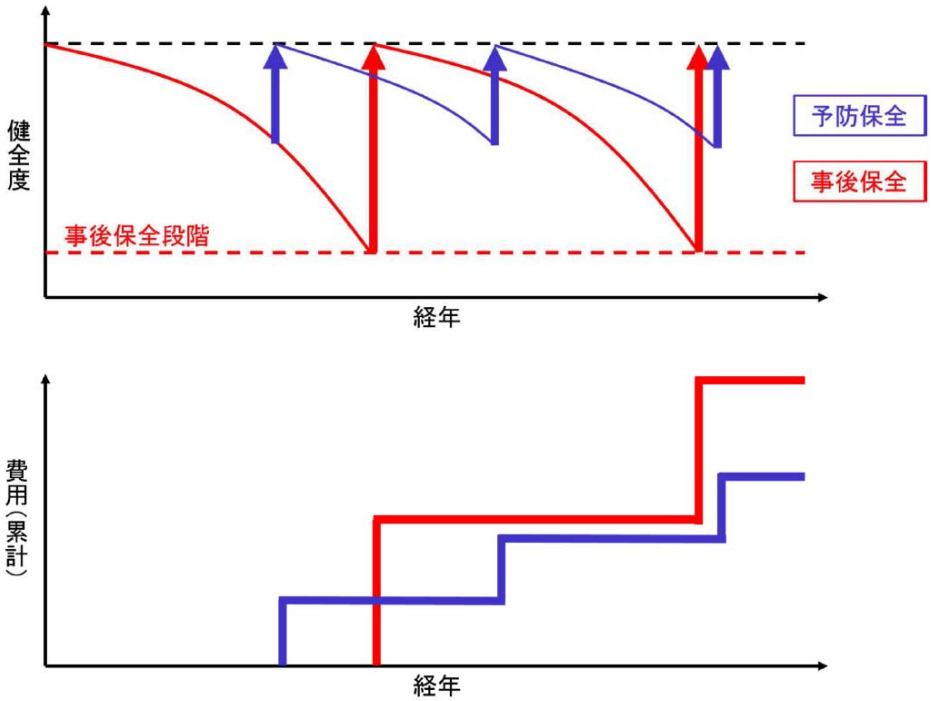

図 7. ライフサイクルコスト縮減の考え方

(「砂防関係施設の長寿命化ガイドライン（案）（水管理・国土保全局砂防部保全課、令和 2 年 3 月）」)

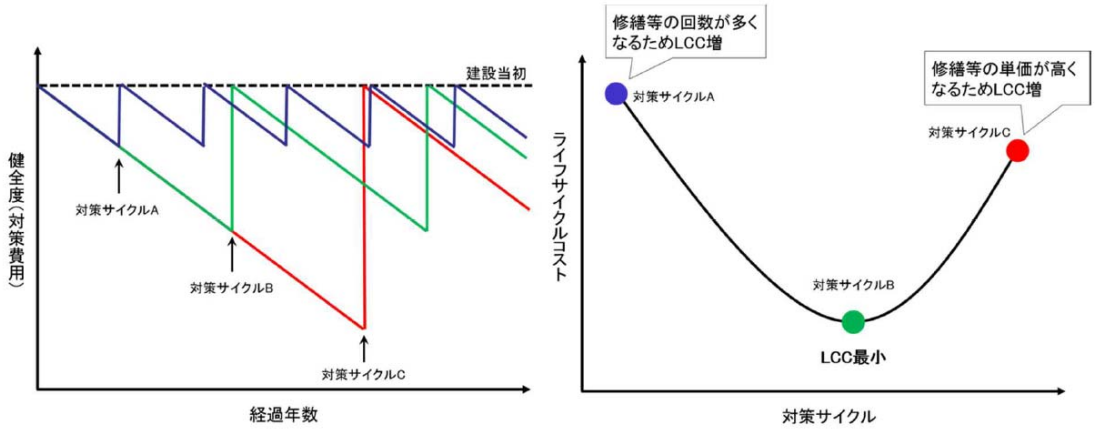

図 8. ライフサイクルコスト最小化の考え方

（「砂防関係施設の長寿命化ガイドライン（案）（水管理・国土保全局砂防部保全課、令和 2 年 3 月）」）

表 9. ライフサイクルコストを算定に要する費用内訳

区分	発生の特性	該当する費用の例
①定常的費用	毎年定常的に発生する費用【一般管理費に該当する費用】	● 人件費　・電力費　・燃料費 ● 巡視や定期的な点検等に要する調査費用 ● その他の日常的な維持管理費用
②周期的費用	一定の期間毎に発生する費用	維持補修費に該当する費用のうち ● 鋼材の塗装塗替え費用(設計費含む) ● 土木構造物以外の各設備系の部品取替・補修費用など
③臨時的費用	臨時発生する費用	維持補修費に該当する費用のうち、「周期的コスト」以外のもの ● 堰堤等の土木構造物の補修費(設計費含む) ● 新たな管理設備の増設費用　など
④偶発的費用	事前に予測できない事象により発生する費用	緊急除石・緊急除木・災害復旧費用など

6.2　砂防設備の劣化予測

砂防設備の劣化予測は、対象施設の健全度評価と経過年数との関係より把握する。その際、各施設・部位・点検項目の劣化予測をもとに、施設の存する流域特性等を考慮し、評価することが望ましい。このため、各設備の健全度評価結果だけでなく、部位毎、点検項目毎の変状レベルの判定結果等のデータを記録・保存しておくことが重要である。

特に、水無川においては、土砂移動が激しく、出水等において急激に変状が進行する可能性があるため、十分な点検データの蓄積ができるまでは幅を持たせて劣化予測を検討する必要がある。

こうして得られた劣化予測の結果をもとに、予防保全としての修繕等の対策時期を検討することとなるが、対策工法の選定にあたっては、変状している部位及び点検項目のみならず、施設全体の変状状況を踏まえ、全体としてどのような対策を実施することが効果的であるかに留意し検討する。

図 9 に劣化予測と対策実施の考え方を示す。

また、次ページには、管内における多数の施設を対象として中長期的な年次計画を立案する際などにおいて、点検において劣化がない施設であっても将来の劣化を簡易に推定する手法の一例として「経過年数と健全度変化の予測例」を示す。さらに、データの蓄積が十分でない場合における参考となるよう「累積ハザード法による検討例」、「基本耐用年数による手法例」についてもあわせて示すこととする。

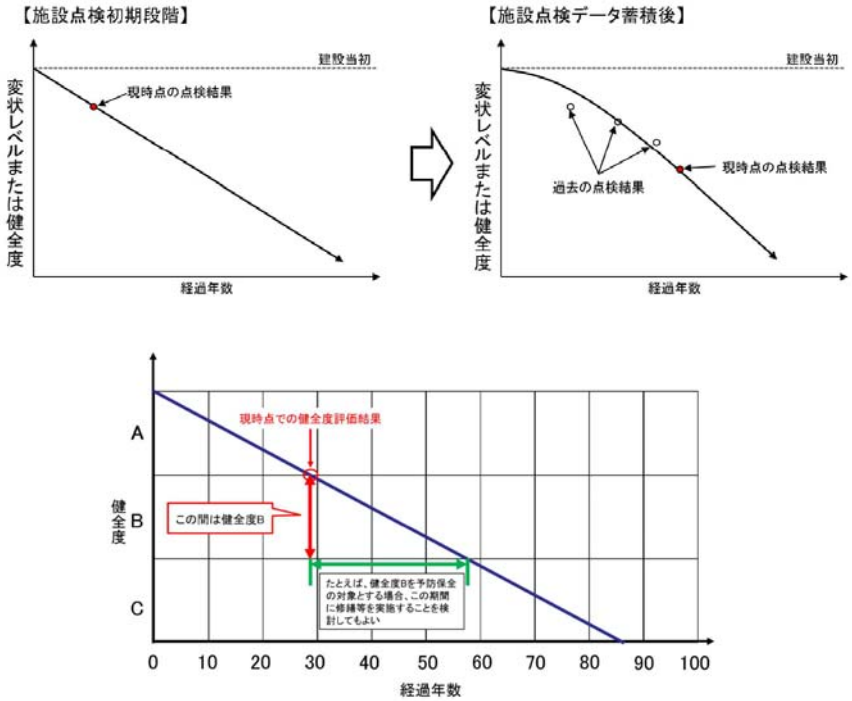

図 9. 劣化予測と対策実施の考え方

（「砂防関係施設の長寿命化ガイドライン（案）（水管理・国土保全局砂防部保全課、令和 2 年 3 月）」）

ア）経過年数と健全度変化の予測例

点検において劣化がない健全度Aの施設について将来的な劣化予測を検討する際には、当該砂防設備以外の類似施設を対象とした既往点検データを多数収集し、活用することが考えられる。

多数の施設の点検データを用いて、平均的な劣化予測線を設定する手法としては、確率論的手法などが検討される場合もあるが、図 10に示す「劣化予測線の設定（例）」は、より簡易に平均的な劣化予測線を設定する手法の一例である。具体的には、管内（または同一流域など）の多数の施設を対象とした既往の点検で評価された健全度を基に、それぞれの施設の健全度（A、B、C）と経過年数との関係をグラフにプロットし、回帰近似したものを劣化予測線とするものである（横軸は経過年数をとるが、縦軸は健全度A,B,Cというデータのラベルであり、ラベル間の差の物理的な意味合いは定性的である）。回帰近似にあたっては、健全度B及びCの評価対象となった砂防設備の経過年数の平均値を算出した上で、健全度Aの経過年数0年のプロットと健全度Bの経過年数平均値プロットを直線回帰し、次に、健全度Bと健全度Cの経過年数平均値プロットを直線回帰する（図10の例では、経過年数の平均値は健全度Bで30年、健全度Cで35年）。

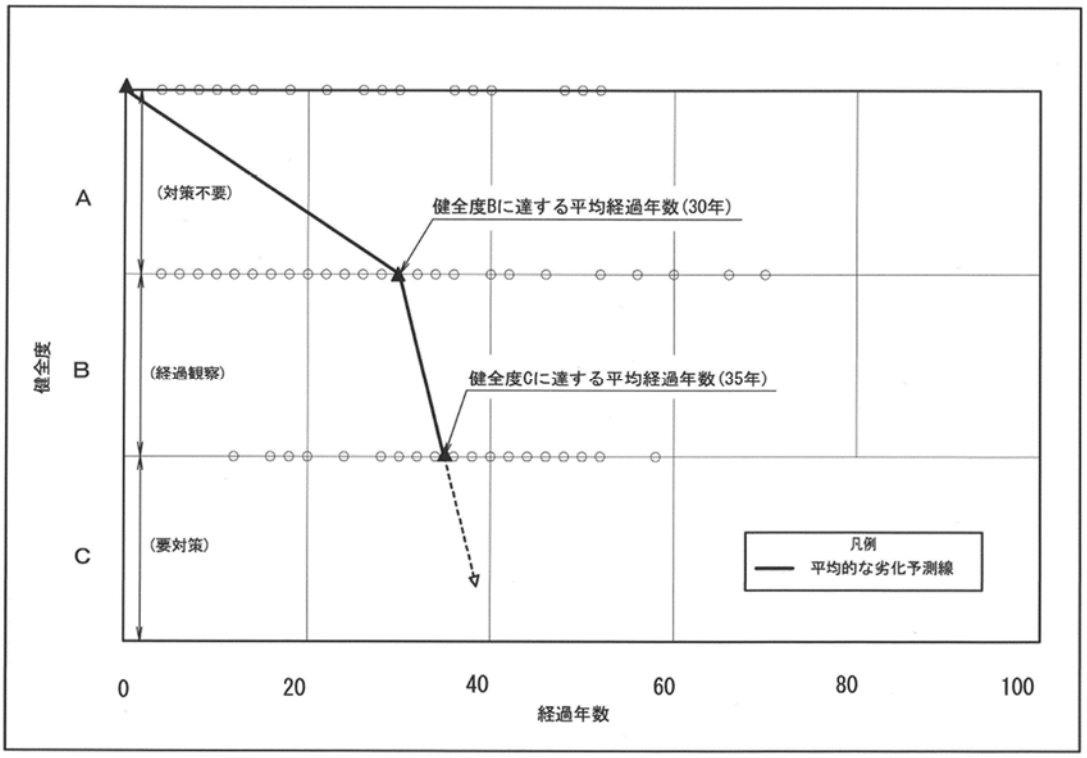

図 10. 劣化予測線の設定（例）

イ）累積ハザード法による検討例

累積ハザード法とは、信頼性工学分野に用いられているデータ解析手法である（図 11）。例えば、事後保全となる期間について、過去の補修実績より整理した期間を用いることがある。事後保全に至る期間については、「河道及び河川管理施設の長寿命化計画策定の手引き（国土交通省、平成 30 年 3 月）」及び「累積ハザードを用いた砂防堰堤の平均修繕年数に関する試算（2019 砂防学会研究発表会概要集（三池ら、2019））」などが参考となる。

「河道及び河川管理施設の長寿命化計画策定の手引き（国土交通省、平成 30 年 3 月）」によれば、「標準とする平均修繕年数は、補修履歴に基づき累積ハザード法により算定された累積不良率 50%の経過年数とする」と記載されている。

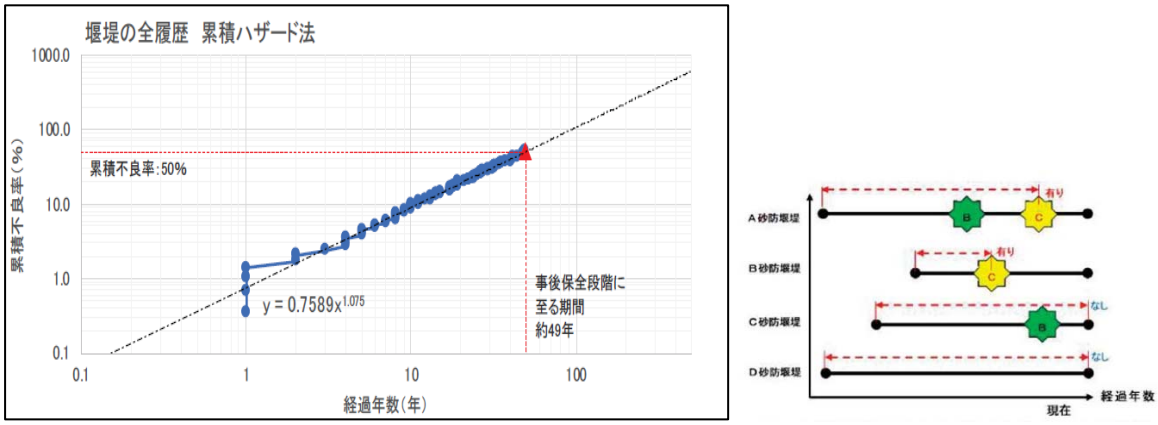

図 11. 平均修繕年数の算定例

（右図は「累積ハザードを用いた砂防堰堤の平均修繕年数に関する試算（2019 砂防学会研究発表会概要集）より抜粋」

ウ）基本耐用年数による手法例

財務省令「減価償却資産の耐用年数等に関する省令（昭和 40 年 3 月大蔵省令第 15 号)」による、事後保全段階に至る期間を設定する方法がある。すなわち「事後保全に至る期間＝50 年」と設定する考え方である（表 10)。

表 10. 減価償却資産の耐用年数等に関する省令

別表B2 基本耐用年数表

	本資産算定で使用する耐用年数		財務省令での耐用年数	
	資産名	耐用年数	資産名	耐用年数
有形固定資産	建 物	別表B3参照	建 物	
	道 路 注1)	48	道 路	15
	林道(道路に準ずる)	48		
	農道(道路に準ずる)	48		
	橋 梁	60	橋 梁	60
	トンネル	75	トンネル	75
	立体交差(地下式)	75	立体交差(地下式)	75
	人工地盤	60	人工地盤	60
	区画整理	40		
	公 園 注2)	40	公 園	20
	防火水槽	30	防火水槽	30
	プール	30	プール	30
	河川(治水) 注1)	49	河川	30
	水 路	30	水 路	30
	水門・樋門	25	水門・樋門	25
	池 沼	30	池 沼	30
	農業農村整備	20		
	治 山	30		
	砂 防	50		
	漁 港 注1)	50	漁 港	50
	港 湾 注1)	49	港 湾	50
	空 港	25		
	海岸保全 注1)	30		
	ポンプ施設 注4)	15		
	(防災用排水用)			
	ごみ焼却場			
	機械及び装置	別表B4参照		
	物 品	別表B4参照		
無形固定資産	地役権(地上権)	5		
	特許権	8	特許権	8
	ソフトウェア(複写後販売用)	3	ソフトウェア(同左)	3
	ソフトウェア(その他)	5	ソフトウェア(同左)	5
	電話加入権	20	電話加入権	20
	漁業権	10	漁業権	10
	ダム使用権	55	ダム使用権	55
	水利権	20	水利権	20
その他	下水道施設(例) 注3)			
	下水管きょ	50		
	処理設備	50		
	ポンプ設備	20		
	施設利用権			
	(流域下水処理場利用分)	50		

【参考】総務省方式改訂モデルの耐用年数

決算統計上の区分	耐用年数
総務費	
庁舎等	50
その他	25
民生費	
保育所	30
その他	25
衛生費	25
労働費	25
農林水産業費	
造林	25
林道	48
治山	30
砂防	50
漁港	50
農業農村整備	20
海岸保全	30
その他	25
商工費	25
土木費	
道路	48
橋りょう	60
河川	49
砂防	50
海岸保全	30
港湾	49
都市計画	
街路	48
都市下水路	20
区画整理	40
公園	40
その他	25
住宅	40
空港	25
その他	25
消防費	
庁舎	50
その他	10
教育費	50
その他	25
(公営事業会計)	
簡易水道事業	38
港湾整備事業	50
市場事業	25
と畜場事業	25
観光施設事業	25
住宅用地造成事業	40
工業用地造成事業	25
下水道事業	44
駐車場整備事業	40
公立大学附属病院事業	25

エ）予測結果の整理

予防保全に要する費用の検討において、既往の点検結果に基づく変状レベル（a、b、c）や健全度（A、B、C）の平均経過年数を基に算出した劣化予測、及び累積ハザード法による手法で求めた事後保全段階に至る期間を整理し、予防保全のサイクルタイムの根拠とする例を表 11 に示す。

表 11. 予測結果の整理例

	劣化予測（各段階へ至る期間）				
	変状レベルb	変状レベルc	事後保全		
	平均経過年数	平均経過年数	平均経過年数	累積ハザード法	耐用年数
天端摩耗	38	38	38	－	50
天端石欠損	39	39	39	－	50
本体ひび割れ	31	38	44	54	50
基礎洗堀	26	44	62	118	50

この結果を基に、変状レベルに応じた対策時期（補修サイクル）に補修を繰り返したケースと、事後保全で補修した時との工事費を算定し、ライフサイクルコストの比較を行う。なお、砂防設備の維持管理費用のコストミニマムを検討することとなるため、劣化予測には点検記録は勿論のこと補修工事記録などのデータの蓄積が要となる。

6.3　最新の点検計画に基づいて変状レベル評価を見直した場合の施設健全度の評価結果

表 12.既往点検計画に基づく健全度結果と最新の点検計画（令和 2 年 3 月版）に基づいて評価を見直した健全度の評価結果の比較表

設備名	令和元年度健全度結果								最新の点検計画（令和2年3月版）に基づいて評価を見直した健全度																																	見直した健全度評価に関するコメント （赤文字は要観察「B」となっている根拠）
									本堤					副堤					袖		前庭部			鋼材		垂直壁					安全設備	点検標識	導流堤	背割堤	管理道路	周辺地域の状況				健全度評価	
	報告書	本堤	副堤	袖	前庭保護工	垂直壁	近年の土砂移動状況	健全度評価	天端摩耗	ひび割れ	上下流摩耗破損	基礎洗堀	漏水	天端摩耗	ひび割れ	上下流摩耗破損	基礎洗堀	漏水	ひび割れ	漏水	水叩き摩耗	側壁護岸ひび割れ	側壁護岸洗堀	変形欠損等	腐食・摩耗	天端摩耗	ひび割れ	上下流摩耗破損	基礎洗堀	漏水	腐食損傷等	劣化損傷等	洗堀損傷等	洗堀損傷等	路盤、のり面、排水施設の損傷等	赤松谷川1～6号	赤松谷川7～11号	除石管理型堰堤	その他、上下流の渓床の状況等		
									表13	表14	表15	表16	表17	表13	表14	表15	表16	表17	表18	表19	表21	表22	表23	表25	表26	表13	表14	表15	表16	表17	表28	表29	表30	表31	表32	表33	表34	表35	表36		
水無川1号砂防堰堤	REP24	b	b	a	a		有り	B	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a			a	a	a	a	a	a		a					a	a	A	・ひび割れは鉛直のため機能・性能に問題なし ・コールドジョイントの変状なし ・水抜ボックスカルバートに局所的ひび割れがあるが経年変化なし ・副堤に漏水の痕跡がみられるが機能・性能に問題ない ・緩衝盛土法面の一部に侵食、表土崩落(植生あり)経年は変化なし
水無川2号砂防堰堤	REP25	b	b	a	a		有り	B	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a								a		a					a	a	A	・ひび割れは鉛直のため機能・性能に問題なし ・水抜ボックスカルバートに局所的鉄筋露出部があるが経年変化なし ・漏水の痕跡がみられるが機能・性能に問題ない ・緩衝盛土法面の一部に侵食、表土崩落(植生あり)やや拡大しているが、軽微(法先侵食深0.7m～1.5m程度)
水無川3号砂防堰堤	REP26	a	b	a	a	a	有り	B	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a								a	a	A	・漏水の痕跡がみられるが機能・性能に問題ない ・越流部局所的摩耗・欠損ありただし余裕代内 ・鋼製脚部発錆あるが問題なし
水無川4号砂防堰堤								―																																A	・修繕工事を令和元年度に実施した直後のため問題なし
水無川背割堤	REP27	b					有り	B																										b					b	B	・側線No.9付近に局所的洗堀・法面崩れあり、経年変化なし(経過観察必要)
赤松谷川1号砂防堰堤	REP28	a	b		a	a	活潑	B	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a								a	a	A	・漏水の痕跡がみられるが機能・性能に問題ない ・コールドジョイントの変状なし ・鋼製脚部発錆あるが問題なし ・越流部局所的摩耗・欠損あり(部分補修必要) ・護床ブロック下流洗堀(本体に影響なし)
赤松谷川2号砂防堰堤	REP29	b	b		a	a	活潑	B	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a			a	a	a	a	a							a	a	A	・副堤に漏水の痕跡がみられるが機能・性能に問題ない ・水抜ボックスカルバートに局所的鉄筋露出部があるが経年変化なし
赤松谷川1号床固工	REP30	a			a	b	活潑	B	a	a	a	a	a						a	a	a	a	a			a	a	a	a	a					a			a	A	・下流洗堀は対策済
赤松谷川2号床固工	REP31	a			a	a	活潑	A	a	a	a	a	a						a	a	a	a	a			a	a	a	a	a					a			a	A	・下流洗堀なし(設工事用道路が左岸側にある)
赤松谷川3号床固工	REP32	a			a	a	活潑	A	a	a	a	a	a						a	a	a	a	a			a	a	a	a	a					a			a	A	・天端摩耗が局所的にあるがすべて下流端部の余裕代内
赤松谷川4号床固工	REP33	a			a	a	活潑	A	a	a	a	a	a						a	a	a	a	a			a	a	a	a	a					a			a	A	・コールドジョイントの変状なし ・ひび割れは鉛直のため機能・性能に問題なし
赤松谷川5号床固工	REP34	c			c	c	活潑	C	a	a	a	a	a						a	a	a	a	a			a	a	a	a	a					a			a	A	・土砂管理計画に基づく限界断面河床高さを越えていない
赤松谷川6号床固工	REP35	c			c	c	活潑	C	a	a	a	a	a						a	a	a	a	a			a	a	a	a	a					a			a	A	・土砂管理計画に基づく限界断面河床高さを越えていない
赤松谷川7号床固工	REP36	a			c	c	活潑	C	a	a	a	a	a						a	a	a	a	a			a	a	a	a	a						b		b	B	・管理断面河床高さを越えているが限界断面河床高さを越えていない
赤松谷川8号床固工	REP37	c			c	c	活潑	C	a	a	a	a	a						a	a	a	a	a			a	a	a	a	a						b		b	B	・管理断面河床高さを越えているが限界断面河床高さを越えていない
赤松谷川9号床固工	REP38	c			c	c	活潑	C	a	a	a	a	a						a	a	a	a	a			a	a	a	a	a						b		b	B	・管理断面河床高さを越えているが限界断面河床高さを越えていない
赤松谷川10号床固工	REP39	b			c	c	活潑	C	a	a	a	a	a						a	a	a	a	a			a	a	a	a	a						b		b	B	・管理断面河床高さを越えているが限界断面河床高さを越えていない ・袖上端に一部ずれがあるが経年変化はない ・袖に鉛直クラックがあるが、経年変化なし
赤松谷川11号床固工	REP40	a			b	b	活潑	B	a	a	a	a	a						a	a	a	a	a			a	a	a	a	a						b		b	B	・管理断面河床高さを越えているが限界断面河床高さを越えていない ・垂直壁基礎洗堀の変状レベルは対策の必要な状況ではない
おしが谷1号床固工								―																																A	・遠望からの目視確認範囲で顕著な変状はみられない。
おしが谷2号床固工	REP41	b					有り	B	a	a	a	a	a						a	a																			a	A	・下流側の洗堀は対策が必要な程度ではない(H=4.5mに対して基礎までの余裕2.3m)
おしが谷3号床固工	REP42	b					有り	B	a	a	a	a	a						a	a																			a	A	・下流側の洗堀は対策が必要な程度ではない(H=4.5mに対して基礎までの余裕2.7m)
おしが谷4号床固工	REP43	b					有り	B	a	a	a	a	a						a	a																			a	A	・下流側の洗堀は対策が必要な程度ではない(H=4.5mに対して基礎までの余裕3.0m)
おしが谷5号床固工	REP44	b					有り	B	a	a	a	b	a						a	a																			a	B	・下流側の洗堀がみられるが、基礎面までは達していない(堤高H=4.0mの根入れ2.0mに対して基礎面までの余裕0.6m)
おしが谷6号床固工	REP45	b					有り	B	a	a	a	a	a						a	a																			a	A	・下流側の洗堀は対策が必要な程度ではない(H=4.0mに対して基礎までの余裕2.1m)
おしが谷7号床固工	REP46	b					有り	B	a	a	a	b	a						a	a																			a	B	・下流側の洗堀がみられるが、基礎面までは達していない(堤高H=4.0mの根入れ2.0mに対して基礎面までの余裕1.4m)
おしが谷8号床固工	REP47	b					有り	B	a	a	a	a	a						a	a																			a	A	・下流側の洗堀は対策が必要な程度ではない(H=4.0mに対して基礎までの余裕2.2m)
おしが谷9号床固工	REP48	b					有り	B	a	a	a	b	a						a	a																			a	B	・下流側の洗堀がみられるが、基礎面までは達していない(堤高H=4.5mの根入れ2.0mに対して基礎面までの余裕1.9m)
おしが谷10号床固工	REP49	b					有り	B	a	a	a	a	a						a	a																			a	A	・堆積高さの経年変化なし
おしが谷11号床固工	REP50	b					有り	B	a	a	a	a	a						a	a																			a	A	・下流側の洗堀は対策が必要な程度ではない(H=5.0mに対して基礎までの余裕3.2m)
おしが谷12号床固工	REP51	b					有り	―	a	a	a	a	a						a	a																			a	A	・遠望からの目視確認範囲で顕著な変状はみられない。 ・下流側の洗堀は対策が必要な程度ではない(H30年度点検時、H=7.5mに対して基礎までの余裕3.3m)
おしが谷13号床固工								―																																A	・遠望からの目視確認範囲で顕著な変状はみられない。
おしが谷14号床固工	REP52	b					有り	B	a	a	a	a	a						a	a																			a	A	・下流側の洗堀は対策が必要な程度ではない(H=5.0mに対して基礎までの余裕3.0m)