

砂防関係施設維持管理支援システム【^{さすけ}砂助】を活用した維持管理の合理化に関する提案

○木下 悦男, 原田 紹臣, 岩崎 貴志 (三井共同建設コンサルタント株式会社)
 川島 康史, 越 康, 坂下 江 (JIP テクノサイエンス株式会社)
 佐藤 厚慈 (アジア航測株式会社)
 水山 高久 (政策研究大学院大学)

1. はじめに

近年、砂防関係施設についても日常的な維持管理が求められる、砂防関係施設における長寿命化計画策定の流れ(図-1)が示された。図-1に示されるとおり、定期的な施設点検を通じて点検要領¹⁾で規定された各施設の部位における変状レベル(a, b, c)を把握し、それらの健全度(A, B, C)や対策優先度について総合的に検討していく。その際、砂防関係施設は他分野の施設と異なり、施設の老朽化や変状が直接的に土砂災害の発生原因等に影響を与えるため、それらの部位単位における変状の重要度について留意する必要がある。また、対策優先度についても、施設に求められる機能が異なるため、個人や立場によって考え方に差異が生じることも多く、関係者における合意形成が課題になることがある。そこで、筆者はこれらの課題に対応するため、欧州における維持管理手法を参考に、多工種の施設を一元的に評価可能な定量的な施設の健全度に関する評価指標および対策優先度に関する評価指標を提案²⁾しており、これまで多くの国内における砂防関係施設を対象に議論してきた。

本稿では、これらの定量化された評価指標²⁾を基本とし、近年、一般的に普及している高機能な携帯情報端末機(タブレット型パソコン)を点検時に活用した砂防関係施設に関する維持管理の合理化について提案する。

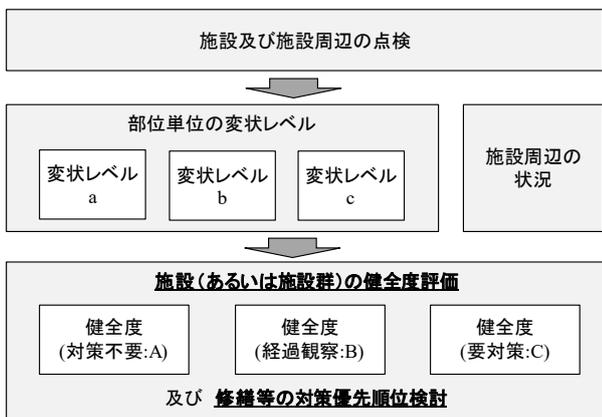


図-1 砂防関係施設の維持管理(長寿命化)計画の流れ¹⁾

2. 定量的な施設健全度及び対策優先度評価手法

学識経験者、施設管理者およびエンジニアら複数の熟年技術者によって回答されたアンケート調査を対象に分析した部位毎のそれぞれにおける変状レベルの評価値(重み係数)の例を表-1に示す。表-1に示される評価指標を用いて要対策として評価された施設を対象に、総合的な外的基準¹⁾の重要度を考慮した定量的な評価指標を得るため、同様に学識経験者らによって回答されたアンケート調査結果を対象に、AHP(階層化意思決定法)手法により分析された評価指標を図-2に示す。なお、紙面の関係より詳細内容については、筆者らの先行研究²⁾を参照されたい。これらの定量的な評価指標を用いることにより、点検者は点検要領¹⁾に準じて部位単位の変状レベルを評価するだけで、施設の健全度が自動的に評価されるとともに、これまで課題であった点検者間の健全度評価における整合を図ることが可能となる。また、施設台帳やデータベース等の各施設における基本的な情報を用いて、要対策箇所(健全度:C)と評価された施設の対策優先度に関する評価が合理的に決定される。

表-1 砂防関係施設における分析結果の一例²⁾

部位 ¹⁾	変状レベル(概要) ¹⁾	評価値 V_d	
本堤副堤床固工垂直壁	天端摩耗	鉛直方向の摩耗(深さ:1リフト程度未満): b	32
		鉛直方向の摩耗(深さ:1リフト程度以上): c	49
	ひび割れ	水平方向のひび割れ(ブロックの1/2未満): b	50
		水平方向のひび割れ(ブロックの1/2以上): c	83
	洗掘	基礎部の洗掘(堰堤基礎面に未到達): b	54
		基礎部の洗掘(堰堤基礎面に到達): c	89
漏水	部分的な漏水: b	50	
	本体の広範囲にわたる漏水等: c	84	

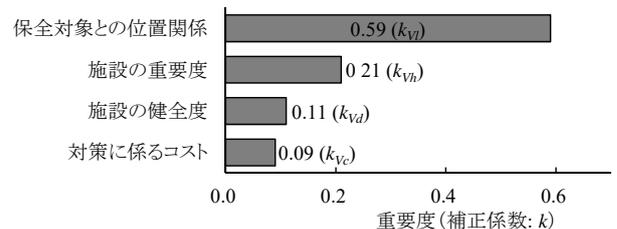


図-2 対策優先順位決定における各因子の重要度(AHP分析結果)²⁾

3. 合理的な施設点検および維持管理計画策定支援システムの提案

近年の高機能化（例えば、電子図書閲覧、写真撮影）された携帯情報端末機（タブレット）を活用した維持管理に関する一連の施設点検および長寿命化計画策定を支援するシステムを提案する（図-3）。図-3に示されるとおり、システムは点検時に必要なタブレット（点検入力システム）と、砂防関係施設の台帳作成や健全度評価に必要な自動計算機（パソコン；データベース、施設台帳および健全度評価支援システムの統合システム）により構成されている。

システムの運用に関して、まず、点検者はデータベースに保存された点検対象である各砂防関係施設の基本情報や既往点検結果をタブレットに移行させる。そして、移行された点検入力システムにより、現地にて点検結果（現地状況写真、部位における変状レベル等）を記録する。なお、点検入力システムに蓄積された点検結果を施設台帳システムへ反映して、データベースを更新させる。さらに、それらの結果を用いて、健全度評価支援システムにより健全度および対策優先度を自動的に評価する。最終的に、一般的な表計算ソフト（MS-Excel）型式の点検調書、施設台帳および対策優先順位一覧表を一括的に出力させる。これらの各システムの機能や特徴を表-2および表-3にそれぞれ示す。

最後に、将来に亘って定期的（例えば、5年毎）に実施される施設点検における本システム導入の経済効果に関して、従来の一般的な点検結果の記録方法（一般的なカメラによる写真撮影、野帳への記載・清書、データ整理・保全、汎用表計算ソフトによる個別の点検調書作成等）と比較するため、点検費用（ただし、点検委託費およびシステム導入費）の時間的な変化（ただし、砂防関係施設 1,000 施設）を図-4にそれぞれ示す。なお、社会的割引率は一般的な年4%としている。図-4に示されるとおり、既に1回目（5年度）の点検において、従来の点検費用がシステム導入費を上回っており、シナリオ2（システム導入）が従来の方法に比べて顕著に優位となっている。この要因として、一般的な施設点検費に関して内業（データ整理、点検調書の作成）に要する費用は、外業（現地での点検）に要する費用に比べて高いため（約2倍以上）、システム導入によりこれらの内業に要する費用が大幅に削減できることによるものである。現在、人工知能及び深層学習機能の導入に取り組んでいる。

参考文献

- 1) 国土交通省 水管理・国土保全局 砂防部：砂防関係施設点検要領（案）、2014。

- 2) 原田紹臣・小杉賢一朗・里深好文・水山高久：老朽化した砂防関係施設の健全度及び対策優先度に関する定量的な評価手法の提案、河川技術論文集、Vol.21、pp.183-188、2015。



図-3 提案する砂防関係施設の維持管理に関するシステムの概要

表-2 提案する点検入力システムの機能（現地点検時）

機能	説明
既存資料の閲覧機能	点検要領や既往点検結果等を情報端末機に保存しておくことにより、現地にて簡易に情報の確認が可能
位置情報機能	情報端末機の搭載機能である位置情報(GPS)機能により、容易な現地までのアクセスや点検路の記録も可能
写真撮影機能	情報端末機に表示される前回の点検写真を確認しながら撮影及び登録していくため、撮影不備や忘却の防止が可能。さらに、GPSにより、自動写真位置図の作成が可能
情報入力機能	表記(a,b,c)や記事については、定型文の事前登録により選択式を採用、特記加筆は文字入力や音声入力が可能

表-3 提案する施設台帳及び健全度評価支援システムの機能

機能	説明
データ移行機能	携帯端末機器とシステムとの情報交換(移行)は有線にて一括更新が可能、さらに自動でのファイル仕分け保存が可能
点検調書作成機能	現地で撮影された写真や変状に関する情報等を用いて、各施設毎の点検調書が自動的に作成が可能
健全度評価機能	現地で点検結果(部位単位の評価結果:a,b,c)と評価指標(表-1)により、施設の健全度(A,B,C)を自動的に評価が可能
対策優先度評価機能	健全度評価で対策を要す施設を対象に、基礎情報と評価指標(図-2)により、対策優先度を自動的に評価が可能
その他	その他の付加機能として、施設台帳作成機能、写真データ自動圧縮保存機能、対策工法および概算事業費算出機能、事業計画および緊急改築事業計画の策定支援機能

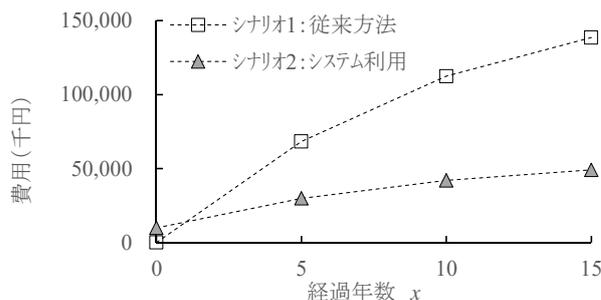


図-4 提案するシステム導入による経済効果例（1,000施設数対象；初年度システム構築及び点検委託費含）