

人工知能等の IT 技術を活用した砂防関係施設における維持管理の高度化

○星本 真秀, 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)
堀口 礼顕 (アジア航測株式会社)
水山 高久 (京都大学名誉教授)

1. はじめに

近年, 砂防関係施設においても日常的な維持管理が求められ, 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, 各施設の健全度 (A, B, C) や対策優先度について総合的に検討することとなった. 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評価については留意する必要がある. これまで, 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等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. 一方, 近年の砂防分野においては, IT (AI: 人工知能, ICT) 技術や, 小型ドローン等の活用による施設点検や除石等の維持管理における効率化が期待されている.

本稿では, 筆者らの提案する定量化された評価指標²⁾を基本とし, 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) による点検の効率化を図った砂防関係施設の維持管理支援システム (図-2) や, CIM 運用により構築された地形情報と小型ドローンを活用した効率的な除石管理における生産性の向上等について提案する.

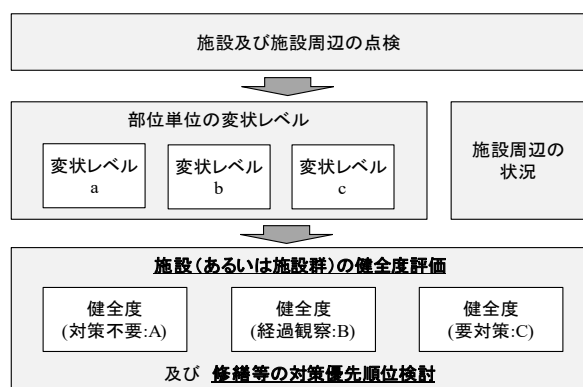


図-1 砂防関係施設の維持管理（長寿命化）計画の流れ¹⁾

2. 老朽化した砂防関係施設の定量的な健全度評価手法

学識経験者, 施設管理者ならびにエンジニアら複数の熟年技術者によって回答された評価結果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) の一例を表-1 に示す. 表-1 に示される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²⁾.

ここで, 更なる機能拡張提案として, 既往研究²⁾において提案している一般的な評価指標の更なる高度化 (例えば, 地域特性との整合や補正) を目的に, 後述する点検時において使用するシステムやデータベース等で蓄積された膨大な点検結果 (例えば, 点検技術者の見解) を対象に収集・分析して, これらの評価指標を自動的に補正させていく人工知能を搭載させたマネジメント・システム (図-2) を提案している.



図-2 今回提案する砂防関係施設の維持管理支援システム (砂助)³⁾

表-1 砂防関係施設の健全度評価における評価値の一例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 (ブロック幅の 1/2 未満): b 50
		水平方向のひび割れ (ブロック幅の 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

3. IT 技術や小型ドローン等を活用した砂防関係施設の維持管理における効率化

(1) 携帯情報端末機を活用した施設点検時における効率化

近年の携帯情報端末機（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や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、健全度評価支援システムの統合システム等）により構成されている。

システム運用に際して、まず、点検者はデータベースに保存された対象となる各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、既往情報等を保存させ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（表-2）。そして、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等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、施設台帳等を一括的に出力させることが可能である。また、更なる拡張として、ライフサイクルコストの算出も可能である。

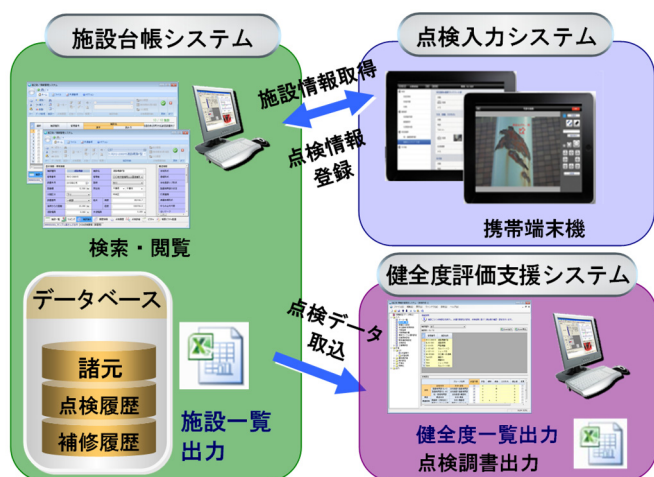


図-3 提案する砂防関係施設の維持管理に関するシステムの概要

表-2 提案する現地点検入力システムの機能

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

(2) 小型ドローンを活用した砂防堰堤での除石管理の効率化

近年、課題となっている砂防堰堤の除石管理に関して、堰堤上流の堆砂状況（地形情報）を効率的に精度良く把握することが求められる。そこで、本システムでは、CIM運用等により初期値として構築された3次元地形情報を基に、一般的なドローン空撮機（図-4）等により把握された地形情報との差分（図-5）より、効率的かつ安全に堆砂状況の把握が可能である。なお、地形情報の分析や解析に際しては、専用のGISソフトは不要であり、本システムのみで簡易的に実施できるように工夫している。今後、これらの地形情報を用いた除石工事におけるICT技術の適用も可能となり、建設現場における生産性や安全性の向上が期待される。



図-4 一般的な小型ドローンの概要と砂防堰堤における堆砂状況

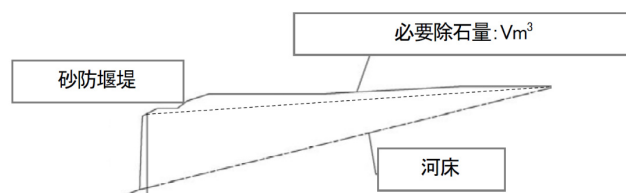


図-5 砂防堰堤における堆砂状況の把握に関する概要（縦断面図）

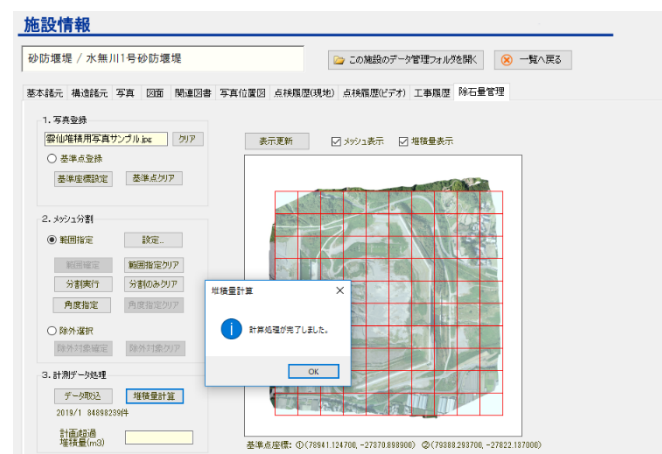


図-6 本システムによる地形情報を用いた除石管理計画の策定支援

参考文献

- 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。
- 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。