

砂防関係施設における劣化傾向整理および劣化予測手法検討

福岡県 県土整備部砂防課 三浦正嗣、嶋田翔

アジア航測株式会社 鳥田英司、佐藤厚慈、○菊地瑛彦、金子剛史

1. はじめに

砂防関係施設の維持管理では、「事後保全型の維持管理」から「予防保全型の維持管理」への転換が望まれており、劣化予測を踏まえ事後保全となる前に補修を行い、ライフサイクルコストの縮減を行うことが重要である。

福岡県の砂防関係施設は、平成27年より健全度を評価するための施設点検を継続的に実施している。本検討では、県全体の施設点検のデータを対象とし、劣化予測手法の検討を行った。県内における砂防堰堤の経過年数別の基数と健全度の分布を図-1に示す。

劣化予測においては、経過年数以外にも素因、誘因を考慮する必要がある。検討では、まず砂防堰堤の地域特性を踏まえた劣化傾向を整理し、劣化に影響する素因・誘因の各指標と健全度との相関を分析した。その後、劣化予測を行う対象区域を検討し、損傷の発現率、発現傾向に着目した劣化曲線から、施設種別ごとの予防保全実施のタイミングを設定した。

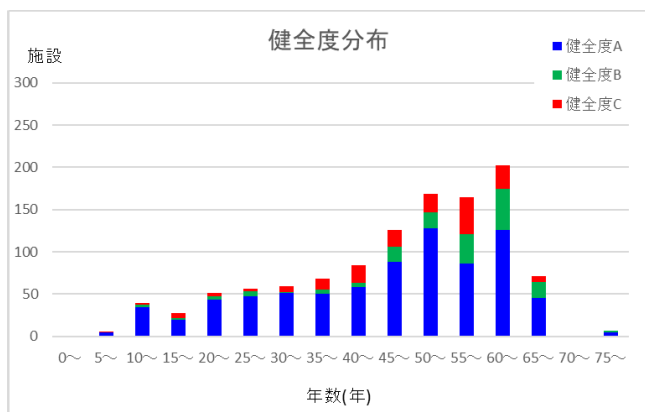


図-1 砂防堰堤の経過年数別の基数と健全度

2. 劣化傾向整理把握

劣化傾向整理の流れを図-2に示す。原田他（2015）の方法では、健全度は評価値Vdの最大値によって決定されるが、本稿では堰堤毎の劣化進行程度をより明確化するため、発生している変状のVd値の累積値を評価値Vd値（以下「健全度Vd」とした）。

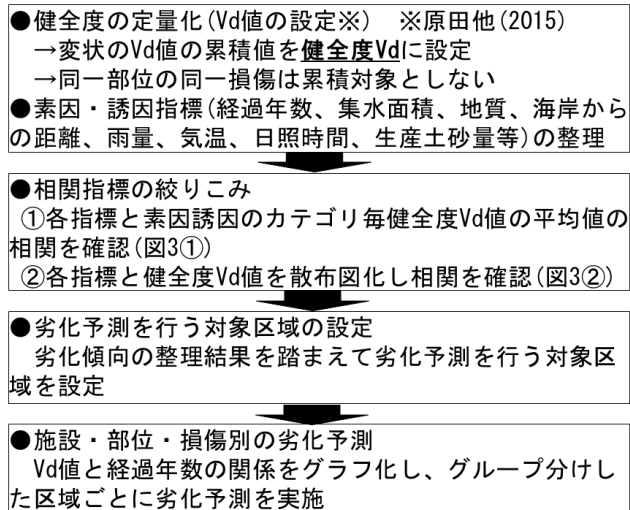


図-2 劣化傾向整理手法

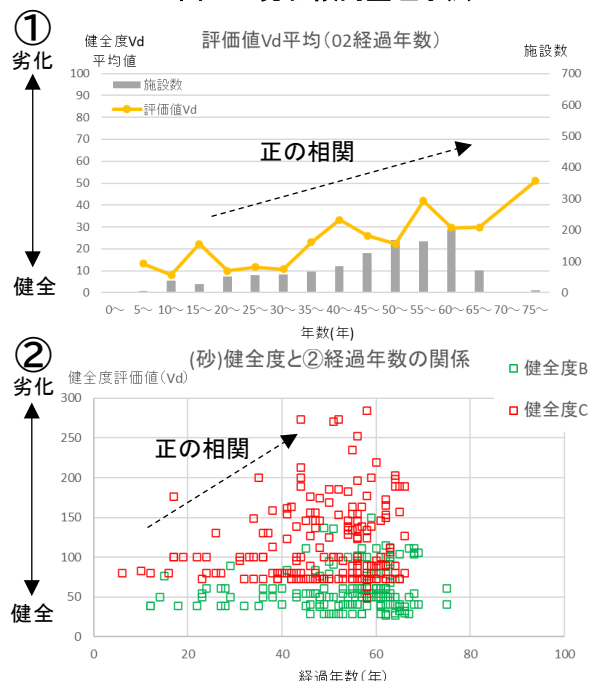


図-3 劣化傾向把握状況（縦軸：健全度Vd値）

検討の結果、経過年数との相関が比較的大きい傾向がみられた。集水面積とは若干の相関がみられたが、その他の指標と健全度はばらつきが大きかった。そこで、県全体での劣化予測は、以下の2手法を検討した。

- (1) 経過年数と健全度Vd値の関係から劣化予測実施
- (2) 損傷の出現時期、出現率から劣化予測実施

3. 劣化予測手法検討

3. 1 既往手法による劣化予測

図4に縦軸に健全度 HI 値（100-健全度 Vd）、横軸に経過年数をプロットした図を図-4に示す。プロットの分布を元に劣化曲線作成を試みた結果、本県では同一経過年数における HI 値のばらつきが大きく、劣化予測が推定しづらい結果となった。

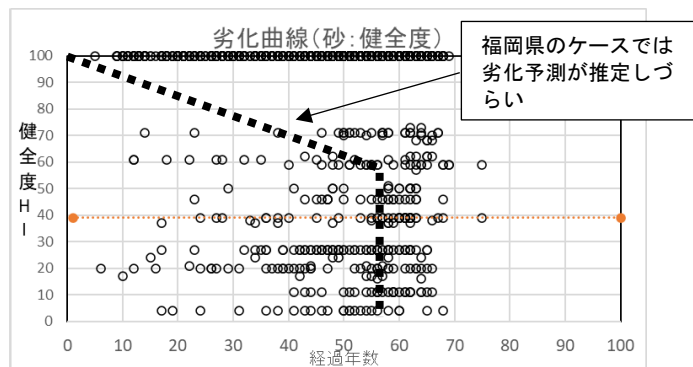


図-4 劣化曲線（既往手法）

3. 2 損傷発現に基づく劣化予測

次に、「要対策」である健全度 C（変状レベル c）施設について、代表的な損傷の発現時期や発現の割合に着目し、劣化曲線を作成した。具体的には以下の式に基づき、損傷ごとに健全性 SR 値を決定し、値を折れ線で結んだものである（図-5）。本グラフでは、経過年数 30 年前後の施設までは折れ線の傾きが緩いが、40 年を超えると折れ線が急減する傾向が確認できた。

$$\text{健全性SR(\%)} = \left(1 - \frac{\Sigma C}{C}\right) \times 100$$

C：健全度（変状レベル）C 全施設

ΣC ：X 年時点の健全度（変状レベル）C 施設数（累積）

X：10 年おきに設定

SR：Soundness Range

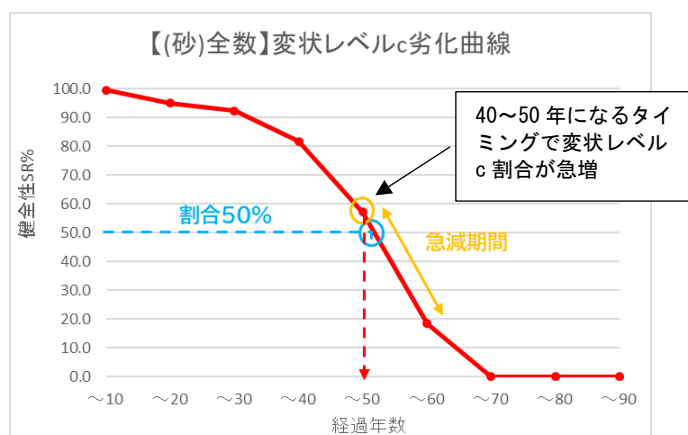


図-5 健全度 C（変状レベル c）劣化曲線

損傷毎作成した劣化曲線を踏まえ、予防保全に最適なタイミングを設定する。最適なタイミングとしては、以下の 2 つのタイミングの早い方を採用した。

- (1) 劣化曲線の傾き（減少率）が最も大きくなる期間（急減する期間）の直前
- (2) 健全性 SR が 50% となる直前

3. 3 予防保全対策実施時期の設定

砂防堰堤における代表的な損傷であるひび割れ、洗堀について、劣化曲線を図-6に示す。ひびわれは洗堀に比べ早期から変状レベル c が発現する傾向がある一方で、洗堀は約 40 年まではあまり変状レベル c は増えず、40 年を過ぎてから一気に増えるといった、損傷によって発現時期にばらつきがある。ただ、いずれの損傷も概ね 40～50 年経過後に健全度が急激に低下し、健全度 C の出現率が急増あるいは 50% を超えるため、経過年数約 40 年を予防保全の実施タイミングとした。劣化曲線は、極端な差がない限り、1 つの施設種別で 1 つの曲線とした。なお、「土砂堆積」が変状レベル c のため健全度 C となっている施設が複数みられたが、補修や修繕ではなく日常的な維持管理対策の範囲内で対処できる損傷であると判断した場合は、劣化予測対象の損傷からは除外した。

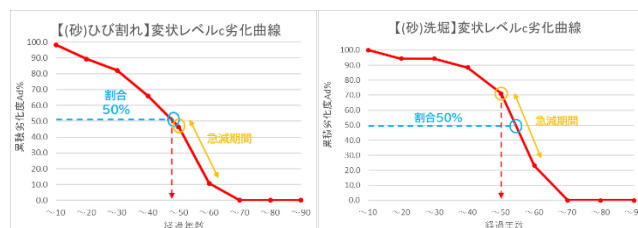


図-6 健全度 C（変状レベル c）劣化曲線

4. まとめと今後の課題

本稿では県全体の一時期の施設点検結果から、損傷の発現時期や発現割合に着目し劣化予測を行い、劣化曲線を作成した。今後は定期的な点検を実施していくことで、新たな点検データが蓄積されていくことが想定される。これら複数時期の点検結果を加味し、本手法を改良し、より高度で実態に即した劣化予測を実施していくことが課題である。

【参考文献】

1. 老朽化した砂防関係施設の健全度および対策優先度に関する定量的な評価手法の提案、原田・小杉・里深・水山(2015)