

砂防関係施設におけるライフサイクルコスト縮減に向けた定量的な評価手法の提案

○原田 紹臣, 木下 悦男, 河野 文俊 (三井共同建設コンサルタント株式会社)
小杉賢一朗 (京都大学大学院)
里深 好文 (立命館大学)
水山 高久 (京都大学名誉教授)

1. はじめに

砂防関係施設の長寿命化計画策定に関する考え方が見直され、これまでの事後保全型の維持管理から予防保全型の維持管理の考え方が導入された¹⁾。その際、改築(表-1)による施設の長寿命化やライフサイクルコスト縮減は、重要な課題である。なお、筆者らは、これまで老朽化した施設の健全度に対する定量的な評価手法²⁾やライフサイクルコスト縮減に関する検討手法^{3,4)}について提案している。

本稿では、既往研究成果^{3,4)}を用いて、砂防関係施設の一つである地すべり対策における地下水排除工を例に、改築によるライフサイクルコスト縮減の有効性や適用範囲について具体的に検討し、考察することを目的としている。

2. 定量的手法を用いたライフサイクルコストの検討

2.1 改築によるライフサイクルコスト縮減の考え方

ライフサイクルコスト縮減の検討に際して、ガイドラインに示されている対応方針¹⁾(表-1)に整合させる必要がある。そこで、これまでの一般的な予防保全(修繕等)や事後保全(更新等)等との比較によるライフサイクルコストの縮減に追加して、改築による更なるライフサイクルコスト縮減を目指す。ここで、これまでの一般的なライフサイクルコスト縮減の概要図¹⁾に対して、改築(ただし、性能

表-1 老朽化した砂防関係施設における対策方針¹⁾

対応方針	内容
維持	砂防関係施設の機能や性能を確保するために行う軽微な作業のこと
修繕	既存の砂防関係施設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	砂防関係施設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	既存の砂防関係施設を用途廃止し、既存施設と同等の機能及び性能を有する施設を、既存施設の代替として新たに整備すること

向上)を考慮した検討のイメージを、図-1に示す⁴⁾。

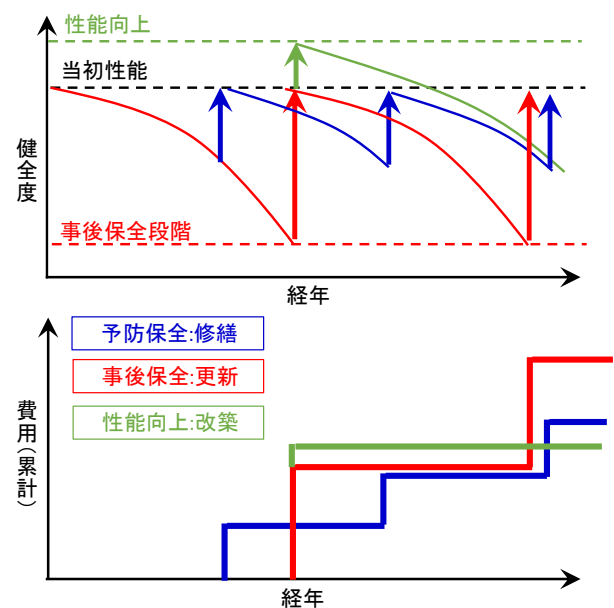
一方、ライフサイクルコスト縮減の検討における改築(ただし、性能向上)の有効性を評価する条件式 f_{IC} は、

$$f_{IC} = C/t - (C + \Delta C)/(t + \Delta t) \geq 0 \quad (1)$$

である⁴⁾。ここに、 C は従来の工法での修繕等に要する費用、 t は従来の従来の工法での修繕等による耐用年数(修繕サイクル)、 ΔC は改築に要する増額費用、 Δt は性能向上による耐用年数増分(例えば、改築補強材料により延長される耐用年数)である(図-2)。なお、その他の詳細については既往論文^{3,4)}を参照されたい。

2.2 集排水ボーリング工における改築の有効条件

一般的な環境化における地下水排除工の集排水ボーリング工を対象に、材料の耐久性に着眼し、改築による長寿命化に伴うライフサイクルコスト縮減における具体的な有効条件(改築が有効となる耐用年数 t の範囲等)について検討する。ここで、修繕等に要する費用 C (直接工事費)は、

図-1 ライフサイクルコスト縮減のイメージ¹⁾に加筆

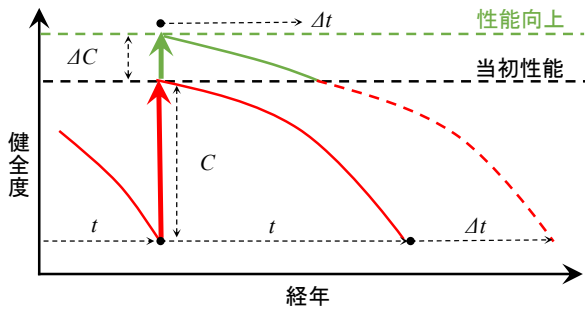


図-2 改築による長寿命化の評価に関する概要図⁴⁾

$$C = C_b + C_m + C_s + C_p \quad (2)$$

である⁵⁾。ここに、 C_b は削孔費（φ90）、 C_m は保孔管材料費・加工挿入費、 C_s は機械据付・撤去費及び C_p は足場仮設費である⁵⁾⁶⁾。ここで、改築による効果の事例⁷⁾として、保孔管の材料特性に着眼し、従来の一般的な硬質塩化ビニル管（VP； C, t ）と、材料の耐久性を向上させた恒久集排水ボーリング保孔管（耐候性； $C + \Delta C, t + \Delta t$ ）との比較により、ライフサイクルコスト削減における改築の有効条件（式：1による従来の材料における耐用年数 t の範囲や閾値）について試算する。その際、修繕に要する費用 C や施工規模（例えば、削孔延長）に応じて、有効条件（耐用年数 t ）が変化することが予想されるため、一般的な、削孔地質条件（レキ質土と軟岩）、1本あたりの削孔延長（5～20m）及び削孔本数を変化させて検討する。なお、改築時における耐候性材料の耐用年数（ $t + \Delta t$ ）は、80年とする⁷⁾。

各条件において、式（2）より算出した直接工事費（ただし、1unitでの検討結果）を図-3に示す。次に、図-3に示す各条件における直接工事費 C （ $C + \Delta C$ 含む）を用いて、式（1）より、従来の修繕等（VP）と比べて改築（耐候性材料の採用）が有効となる条件（従来工法VPの耐用年数 t ）を図-4に示す。図-4に示すとおり、削孔延長計 L （施工規模）に応じて有効条件（耐用年数 t ）が変化している（例えば、レキ質土、削孔延長計 L が200m/unitの場合、修繕サイクルであるVPでの耐用年数 t が概ね60年未満において改築が有効）。この要因は、 ΔC （ C_m の差分）とその他の費用（例えば、 C_s や C_p ）との関係比によるものである。

これらより、提案する手法を用いて検討したところ、概ね一般的な耐用年数（例えば、50年程度）において、今回検討した規模での施工の場合、耐候性材料の採用による性能向上が、ライフサイクルコスト削減において有効であることが定量的に明らかとなること分かった。

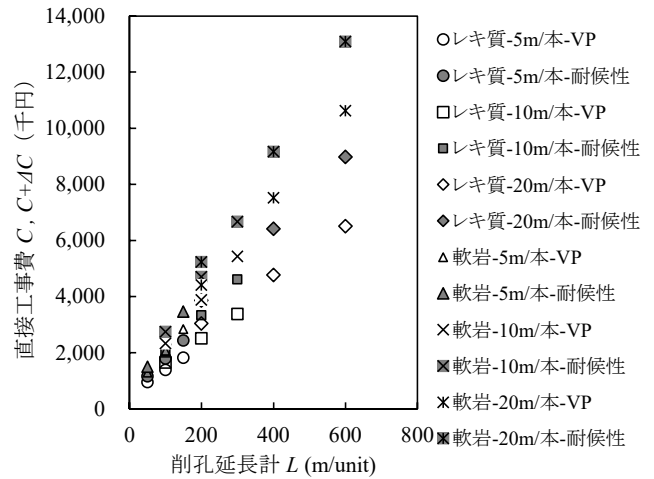


図-3 集排水ボーリング工の直接工事費（削孔延長計毎）

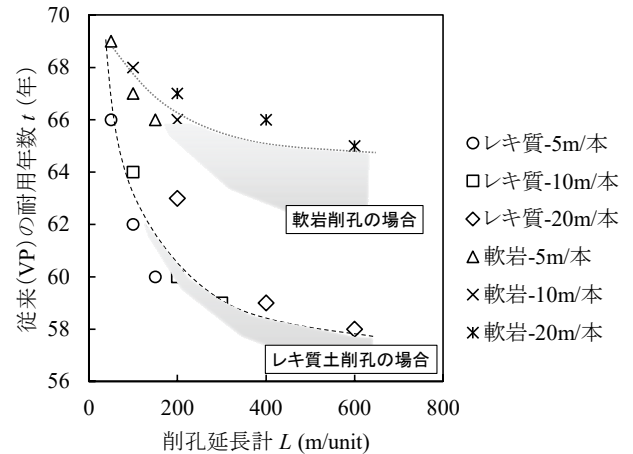


図-4 集排水ボーリング工における改築の有効条件（閾値；境界線より下部の条件における場合にライフサイクルコストが有効）

参考文献

- 1) 国土交通省:砂防関係施設の長寿命化計画策定ガイドライン案, 2020.
- 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.
- 3) 原田紹臣・里深好文・水山高久:ライフサイクルコストを考慮した砂防関係施設の長寿命化計画策定に関する提案, 砂防学会誌, Vol.73, No.2, 2020.
- 4) 原田紹臣・里深好文・水山高久:砂防設備における除石や延命化を考慮したライフサイクルコスト削減に関する一考察, 土砂災害に関するシンポジウム論文集, Vol.10, 2020.
- 5) 国土交通省:土木工事積算基準, 2020.
- 6) 一般財団法人 建設物価調査会:土木工事積算標準単価, 2020.
- 7) 国土交通省:ライフサイクルコスト改善例 (<https://www.mlit.go.jp/tcc/chiebukuro/zireishu/pdf/H20-22.pdf>)