

超長期耐久性を考慮した水路護岸材の材料設計とライフサイクルコスト評価 Material Design and Life Cycle Cost Assessment for Extra Long-Term Durability of Agricultural Canal Revetments

○大高範寛* 藤本雄充* 浅野勇** 川邊翔平** 萩原大生*** 鈴木哲也****

Norihiro OTAKA, Yuji FUJIMOTO, Isamu ASANO, Shohei KAWABE, Taiki HAGIWARA and Tetsuya SUZUKI

1. はじめに

社会基盤のデジタルトランスフォーメーション(DX)の進展に伴い、農業水利施設においても同等、もしくはそれ以上の維持管理の効率化と高度化が求められている。現状では、農業水利施設における鋼矢板の標準耐用年数は、20年から40年とされている¹⁾。100年といった長期間にわたって供用するためには、部分補修や施設の更新を繰り返す必要がある。当然ではあるが、維持管理を行うためには、多くの労力と費用がかかり、特に将来的に懸念されている労働力不足の状況下においては、施設を維持することが困難である。官民連携新技術研究開発事業で開発したステンレス鋼矢板²⁾は、淡水環境および塩化物イオン濃度が500ppm以下の汽水環境であれば、50年で0.4mm、100年で0.6mmの腐食代でメンテナンスがほとんど不要な護岸を構築できる。本稿では、農業水利施設において100年の耐久性を期待できる性能を「超長期耐久性」と定義し、水路護岸材の材料設計とライフサイクルコスト(以下、LCCと記す。)の評価を行った。

2. 試算方法

2.1 LCCの算定方法

LCCの算定方法には、発注機関や施設の種別によって様々な方法がある。本来のLCCの計算では、全供用期間に必要な費用の総額、すなわち初期建設費、補修費、維持管理費、撤去費用、残存価値等の全てを計上することが必要であるが、本稿では、LCCの概算を求め比較することにした。超長期の算定期間の場合には、対策シナリオ間のLCCの相对比较ができればよいと考え、初期建設費用と補修・補強費のみで比較する方法³⁾を用いた。本稿で用いたLCCの計算式を以下に示す。

$$LCC = C_I + \sum_t^{T_{EP}} C_{R(t)}$$

ここで、LCCはライフサイクルコスト(円)、 C_I は、初期建設費(円)、 $C_{R(t)}$ は竣工から t 年後に行った補修・補強・更新等の費用(円)、 T_{EP} はLCCの算定期間である。



図-1 大石排水路での試験施工状況

2.2 対象水路

対象とした水路は、ステンレス鋼矢板の試験施工が行われた新潟県亀田郷地区の大石排水路である。試験施工時の状況を図-1に示し、対象護岸の横断図面を図-2に示す。護岸の壁高は2.1m、延長は45mの切梁式の鋼矢板排水路である。本水路における塩化物イオン濃

*日鉄建材株式会社 NIPPON STEEL METAL PRODUCTS CO.,LTD.

**農研機構農村工学研究部門 Institute for Rural Engineering, NARO

***新潟大学大学院自然科学研究科 Graduate School of Science and Technology, Niigata University

****新潟大学自然科学系(農学部) Faculty of Agriculture, Niigata University

キーワード ステンレス鋼, 鋼矢板, 腐食代, ライフサイクルコスト, 超長期耐久性

度は、最大で 400ppm 程度であった。この環境における各種鋼矢板の板厚，腐食代および期待耐用年数を表-1 に示す。

2.3 対策シナリオ

表-2 に想定した対策シナリオを示す。CASE1 は，軽量鋼矢板の更新を 30 年毎に繰り返すシナリオである。CASE2, CASE3 は，表-1 に示すステンレス鋼矢板をそれぞれの耐用年数で更新する想定とした。CASE4, CASE5 は，新設の軽量鋼矢板が 20 年経過した時点で，部分補修による延命を行い，その後それぞれの耐用年数で部分補修を繰り返すシナリオである。

3. 結果および考察

図-3 に各対策シナリオの LCC 試算結果を示す。100 年の供用期末では，CASE3 の供用期間内に対策を行わないステンレス鋼矢板（100 年）が LCC で最も小さい値を示し，CASE4 の有機系被覆による補修を繰り返すケースが最大の値を示す結果となった。インシヤルコストでは，軽量鋼矢板での施工が安価であるものの，補修や更新工事を行った場合には，対策を行わないステンレス鋼矢板の LCC の値を超える結果となった。また，供用期間が長期間になるほど，期待耐用年数が長いステンレス鋼矢板が LCC 評価で優位性があることがわかった。CASE4 および CASE5 の部分補修を繰り返す方法が，CASE1 の軽量鋼矢板を繰り返し更新する方法よりも LCC が大きくなったのは，補修工法の仮設費を補修対策の直接経費の約 1.3~1.8 倍と大きく見積もったことが原因であると考えられる。

4. まとめ

超長期耐久性を考慮した場合，期待耐用年数が長いステンレス鋼矢板が，LCC の面で大きく優位性があることが明らかとなった。特に仮設費用が大きく，補修対策が困難な場所では，その傾向が顕著に表れる。結論として，ステンレス鋼矢板は超長期耐久性において，極めて優れた水路護岸材であると考えられる。

[参考文献]

- 1) 土地改良事業の費用対効果分析に必要な諸係数，農村振興局整備部土地改良企画課，令和4年4月
- 2) 中嶋勇他：農業水利施設に向けたステンレス鋼矢板の開発，ARIC 情報，140, pp. 22~29(2021)
- 3) 高山知司他：ライフサイクルコストの最小化による沿岸構造物被覆材の最適設計，土木学会論文集 B, 65(1), 15-30(2009)

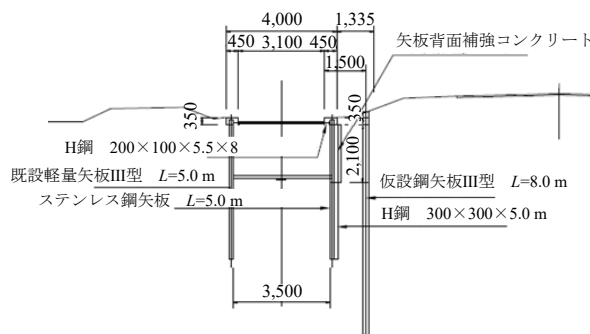


図-2 大石排水路の横断面図

表-1 各種鋼矢板の板厚，腐食代および期待耐用年数

| 鋼矢板種別 | 本体板厚 (mm) | 腐食代 両面 (mm) | 設計板厚 (mm) | 期待される耐用年数 (年) |
|-------------------------|-----------|-------------|-----------|---------------|
| 軽量鋼矢板 | 5.0 | 2.0 | 3.0 | 30 |
| ステンレス鋼矢板 (SUS430, 50年) | 3.4 | 0.4 | 3.0 | 50 |
| ステンレス鋼矢板 (SUS430, 100年) | 3.6 | 0.6 | 3.0 | 100 |

表-2 対策シナリオ

| CSAE | 対策シナリオ | 供用年数100年 | | |
|-------|---------------------------------|----------|------|-------|
| | | 0年 | 工事区分 | 工事期間 |
| CASE1 | 軽量鋼矢板更新(30年) | 新設 | 更新 | 30年毎 |
| CASE2 | ステンレス鋼矢板更新(50年) | | | 50年毎 |
| CASE3 | ステンレス鋼矢板更新(100年) | | | 100年毎 |
| CASE4 | 軽量鋼矢板部分補修(20年) +有機被覆補修(20年) | 新設 | 補修 | 20年毎 |
| CASE5 | 軽量鋼矢板部分補修(20年) +パネル被覆補修(30年) | | | 30年毎 |

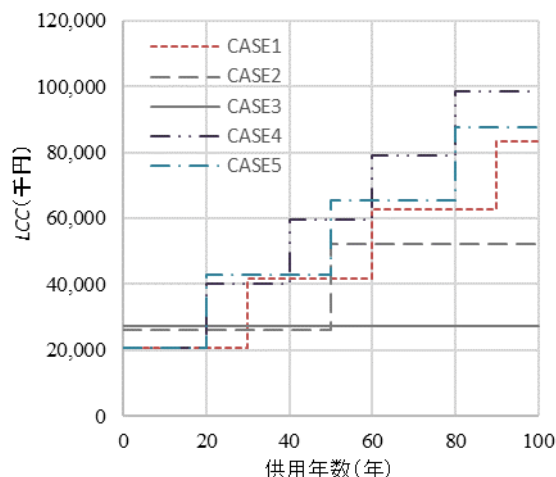


図-3 各対策シナリオの LCC 試算結果