機能保全計画を踏まえた排水路補修工事の設計業務

吉田　正志

REPORT

技術本部　水工部
吉田　正志

概　要

今回、対象とした幹線排水路は、供用開始後 40 年以上が経過した施設で、護岸等施設の老朽化に起因した機能低下により冠水被害が度々発生していた。このため、農業排水路等長寿命化・防災減災事業により機能回復を目的とした排水路補修工事を計画、令和 5 年度に機能保全計画の策定、令和 6 年度に排水路補修区間の詳細設計を実施した。

本稿では、機能保全計画策定から詳細設計に至るまでの業務の流れや、詳細設計時の課題・問題点及び解決策について紹介する。

キーワード　｜　機能診断、健全度評価、機能保全計画、PC 柵渠

1.　はじめに

本事例の対象施設は、昭和 55 年～57 年にかけてかんがい排水事業により整備された、水田地帯を貫流している幹線排水路である。

当該排水路の現況は下流より連節ブロック、V 型 2 面張り PC 柵渠、U 型 2 面張り PC 柵渠、L 型擁壁水路といった護岸形式となっている。

近年、護岸等施設の老朽化に起因する機能低下により冠水被害が度々起こっており、2016 年 8 月の台風 11 号の影響による大雨では**図-1** の箇所で周辺農地の浸水被害や隣接した道路が冠水するといった被害が発生していた。

このような被災状況を踏まえ、農業事業である「農業排水路等長寿命化・防災減災事業」により機能保全計画を策定、補修設計を行い、機能回復を図ることとなった。

図-1　浸水被害範囲

2.　機能保全計画策定

(1) 機能保全計画策定までの流れ

機能保全計画は、「農業水利施設の機能保全の手引き」に準拠し策定を行った。

まず「機能診断」として、対象となる施設全般について把握し、施設の劣化予測や劣化要因の特定及び対策工法の検討に必要な事項について資料収集や現地踏査を行った。

次に「健全度評価」として、現地踏査等により明らかとなった施設状態について、対象施設の変状がどの程度のレベルにあるか総合的評価を行った。

最後に「機能保全計画策定」として、機能診断、健全度評価等の結果を踏まえ「劣化予測」を行い、技術的・経済的な観点から実施可能と考えられる「対策工法」とその実施時期を組合せた「対策実施シナリオ」を複数案作成して、比較検討を行い当該施設に最適なシナリオを機能保全計画として採用した。

次項よりそれぞれの検討結果の抜粋を略記する。

(2) 機能診断

機能診断では、①資料収集等による事前調査、②施設概況の把握を行う現地踏査、③近接目視、損傷範囲の計測等を行う現地調査、の 3 段階で調査を実施した。

構造変化点で当該排水路を 20 区間に分割し、それぞれの区間ごとに対象施設の変状・損傷状況の整理を行った。

表-1 に損傷概要の抜粋を示す。

表-1　損傷概要表(抜粋)

区間番号	区間(SP)	施設名	変状概要	
			状況	範囲
⑬	1621.03 ～ 1750.88	PC 柵渠 (U 型)	沈下・ずれ	L=57.0m
			土砂堆積	(左岸)L=50.0m
			河床洗堀	(右岸)L=79.0m
			背面吸出し	(右岸)L=1.5m

(3) 健全度評価

機能診断結果から明らかとなった施設状態に基づき、主に構造性能に影響する対象施設の変状等のレベルを指標化した「健全度指標」(**表-2**)(農業水利施設の機能保全の手引き P.38)を用い、健全度評価を実施した。

表-2　健全度指標

線　種	評 価	評価のポイント
	S-1	施設の構造安定性に影響を及ぼす重大な変状が複数認められる状態。
	S-2	施設の構造安定性に影響を及ぼす変状が認められる状態。
	S-3	変状が顕著に認められる状態。
	S-4	軽微な変状が認められる状態。
	S-5	変状がほとんど認められない状態。

健全度評価結果から、損傷状況が同程度の施設毎にグルーピングを行い、グループ別健全度評価を実施した。

当該排水路のグループ別健全度評価結果を**図-2** に示す。当該排水路では、「S-1」に該当するグループは無かったが、「S-2」と判定された区間が 2 グループ見られた。

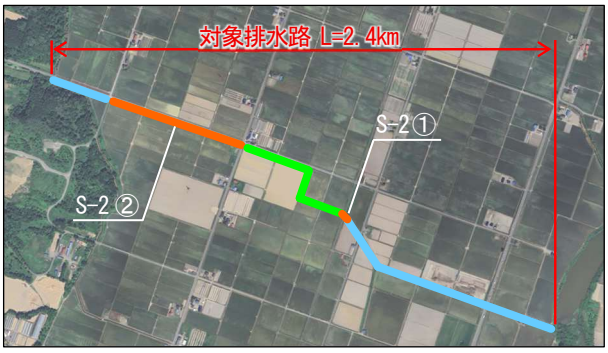


図-2　グループ別健全度評価区分図

(4) 機能保全計画策定

機能保全計画は、検討対象期間を計画策定年から 40 年間(農業水利施設の機能保全の手引き P.81)として以下のとおり策定した。

1) 劣化予測

劣化予測は、対策が必要となる時期や方法の比較検討を行う目的で実施する。

施設健全度(y)、施設供用年数(x)を用い、劣化予測係数(a)を、$y=ax^2+5$ (農業水利施設の機能保全に関する調査計画の参考資料(案)計画編 計-67) より求める。劣化予測係数(a)を式に代入し、S-1 時点の供用年数を算出する。

劣化予測の結果、S-2 グループでは 2031 年、S-3 グループでは 2042 年、S-4 グループでは 2067 年にそれぞれ S-1 となった(**図-3**)。

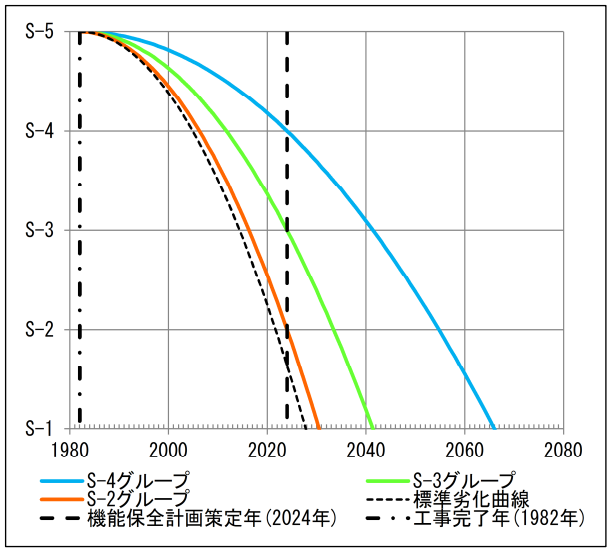


図-3　単一劣化曲線図

2) 対策工法

対策工法は、水理性能（通水性等)、構造性能（力学的安定性、耐久性、安全性等）における要求性能が確保されているか、また管理制約条件、社会的影響等を勘案し検討を行う。

採用する対策工法については、機能診断結果に基づく施設の劣化予測を踏まえ、技術面・経済面・リスク面で妥当と考えられるものとした。

表-3 に対策工算定結果の抜粋を示す。

表-3　対策工算定表(抜粋)

健全度評価	変状	対策工法	対策費(直接工事費)	耐用年数(年)
S-2 ②(開渠 U型柵渠　2024年S-2)				
S-2	柵渠天端の沈下ずれ 柵板損傷 柵板背面の空洞化 河床洗堀	U型柵渠改修	45,238　円/m	42
S-1	柵渠天端の沈下ずれ 柵板損傷 柵板背面の空洞化 河床洗堀	U型柵渠改修	63,569　円/m	42

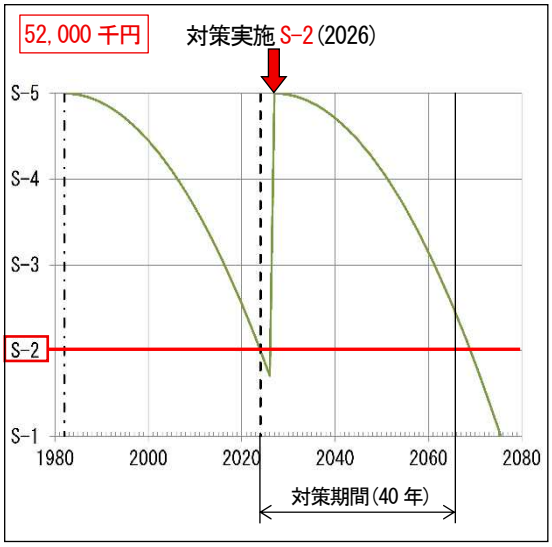
3) 対策実施シナリオ

対策実施シナリオは、各施設の対策工について、対策実施年や対策工法を基に設定を行った上で、複数案作成して経済比較を行い、安価となったシナリオを機能保全計画として採用した。

下記にS-2 ②区間の2つのシナリオを示す。

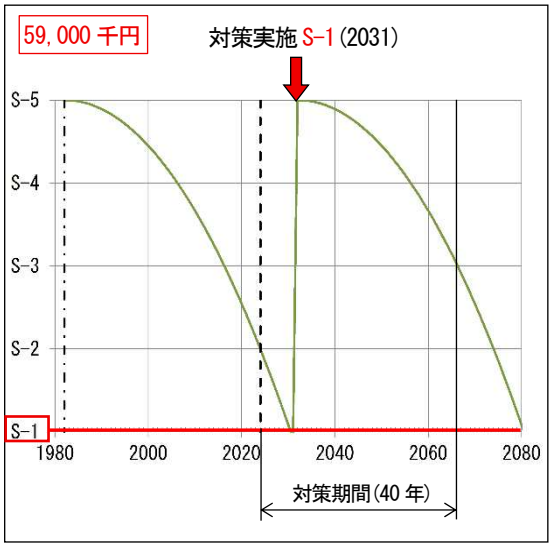
［シナリオⅠ］

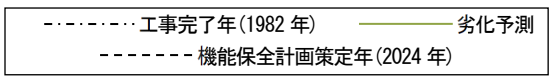
機能保全計画策定後、翌年より補修工事を実施。



［シナリオⅡ］

対象施設の健全度が S-1 となってから、補修工事を実施。





S-2 ②区間では安価となった、［シナリオⅠ］を機能保全計画として採用した。

3. 補修工詳細設計の概説

詳細設計では、前項の健全度評価にて「S-2」と判定され、機能保全計画策定後すぐに補修工事を行った方が経済的となったS-2 ②(**図-4**)のU型PC柵渠500m区間を設計範囲とした。

図-4 設計範囲

当該設計区間では、以下の2点が設計時における主な課題・問題点として抽出した。

① 排水区間の流下能力不足

② 道路横断管の排水不良

上記課題に対する解決策を以下に概説する。

(1) 流下能力不足の解消

当該排水路に対し、農業の手法である「4時間雨量・4時間排水」により計画流量の算定を行い、現況断面で流下能力を確認したところ、設計区間内に流下能力が不足する箇所が散見した（**図-5**）。

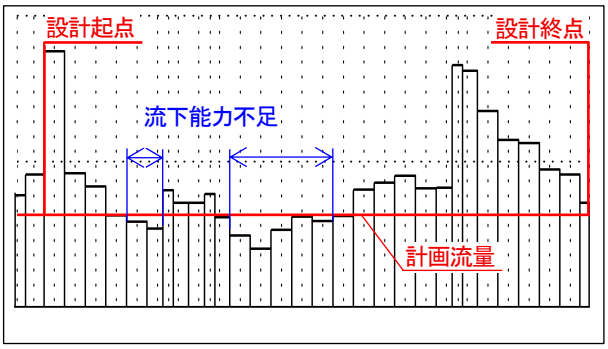


図-5 現況流下能力図

流下能力低下の主な要因として、以下の3点を抽出した。

① 周辺地盤の沈下に伴う河岸の低下

② 河床洗堀及び沈下に伴う既設柵渠の変状・損傷

③ 土砂流出及び堆積に伴う河積阻害

これらの流下能力不足の要因を解消するため「現況水路縦断の見直し」、「柵渠断面の見直し」を行い機能回復を図った。

1) 現況水路縦断の見直し

設置当初よりはるかに河床が下がってしまった現況排水路に対し、「現況河床高に合わせた計画案」と「設置当初の河床高に合わせた計画案」の 2 案を立案、各々のメリット・デメリットを整理して検討を実施した。

「現況河床高に合わせた計画案」による特徴

- 現況洗掘深に合わせて柵渠工を設置するため、増加荷重が少なく、不同沈下が起こりにくい。
- 接続する BOX カルバートの改築が必要となる。
- 鉄塔・高圧電線下での近接施工が必要となる。
- 設計範囲外の下流まで改修が必要となる。

「設置当初の河床高に合わせた計画案」による特徴

- 近接構造物の移設・改築が必要なく、設計範囲内での改修が可能である。
- 計画河床高まで河床を埋戻す必要があるため、現況河床高に合わせた計画案に比べ、沈下が生じやすい。

上記 2 案の特徴を踏まえ、現況河床高に合わせた計画案は鉄塔・高圧電線下での施工難易度が高く、本体工事費で約 3 倍、鉄塔移設等を含めるとさらに高価となるため、施工性・経済性で有利な「設置当初の河床高に合わせた計画案」を採用した(**図-6**)。

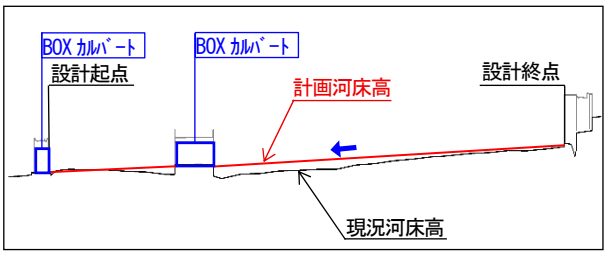


図-6　縦断計画図（設置当初の河床高案）

2) 柵渠断面の見直し提案

前項、縦断計画案により流下能力不足は改善されたが、今後の河床洗掘防止に加え、流下能力の向上、土砂堆積抑制のため、柵渠断面の見直しを提案した。

既設 2 面装工 PC 柵渠（幅 2.5m）を 3 面装工とし、合成粗度係数を下げることで流下能力が向上するほか、既設柵渠沈下の要因の一つでもある河床洗掘の防止も図った(**図-7**)。

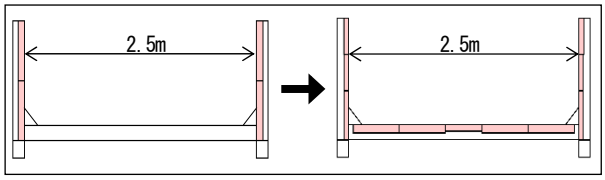


図-7　柵渠断面図

(2) 排水不良の解消

当該設計区間内には多くの流入工が設置されており、その中でも地盤沈下した道路横断排水管については、前項採用した縦断計画案では計画河床高以下となっていた。既設流用をした場合、**図-8** のように横断排水管の断面が確保できず、排水できない事が予想される。

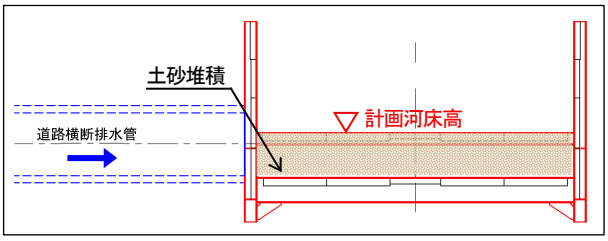


図-8　土砂堆積図

現状の縦断計画では、計画河床以上に流入工を設置する場合、最低土被り 50cm を満足することが出来ない。再度、縦断計画を見直し、勾配変化点を設けることで土被りを満足するように設定を行った(**図-9**)。

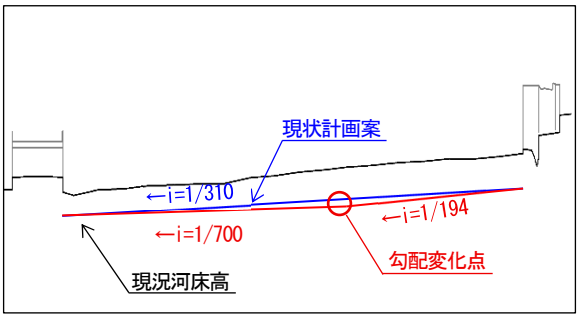


図-9　縦断計画図（勾配変化点追加）

4.　おわりに

農業者の高齢化・減少、農業水利施設の老朽化が進む中でも、農業水利施設の機能が安定的に発揮されるよう、今後も補修・補強・更新により適切に機能保全を図っていきたいと思う。

〈参考文献〉

1) 農林水産省：農業水利施設の機能保全の手引き 令和 5 年 4 月

2) 農林水産省：農業水利施設の機能保全の手引き「開水路」 平成 28 年 8 月

3) 農林水産省：農業水利施設の機能保全に関する調査計画参考資料（案）「計画編」平成 30 年 3 月