

# 第1章 総則

## 1.1 本図書策定の背景と目的

全国に展開する農業水利施設は、老朽化の進行とともに更新時期を迎えるものが増加傾向にあり、施設の長寿命化を図りライフサイクルコスト（以下「LCC」という）を低減させるため、変状要因に応じた適切な補修・補強工事の実施が求められている。

「農業水利施設の補修・補強工事に関するマニュアル【鋼矢板水路腐食対策（補修）編】（案）」（以下「本図書」という。）は変状主要因を鋼矢板の腐食と判断した鋼矢板水路に対する補修の実施に当たり、鋼矢板の調査・情報整理、材料・工法の品質規格、施工管理、施設監視等に関する考え方や留意すべき事項を取りまとめたものであり、鋼矢板水路の長寿命化や戦略的な保全管理の推進を目的としている。

### 【解説】

#### (1) 背景

基幹的水利施設の相当数は、戦後から高度成長期にかけて整備されており、近年標準的な耐用年数を超過する施設が増加し、突発事故や施設の性能低下が懸念されている（図 1.1-1、図 1.1-2 参照）。

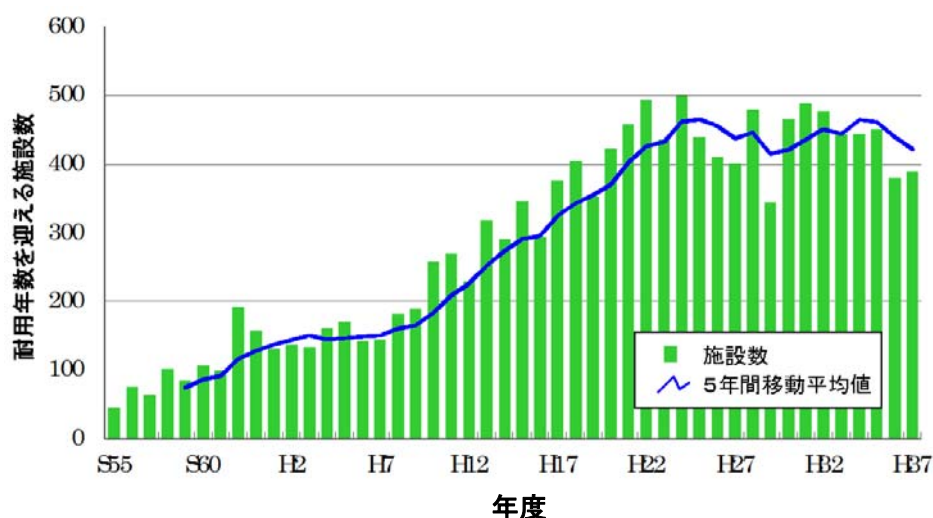


図 1.1-1 耐用年数を迎える基幹的水利施設

出典：「農林水産省農村振興局調べ」

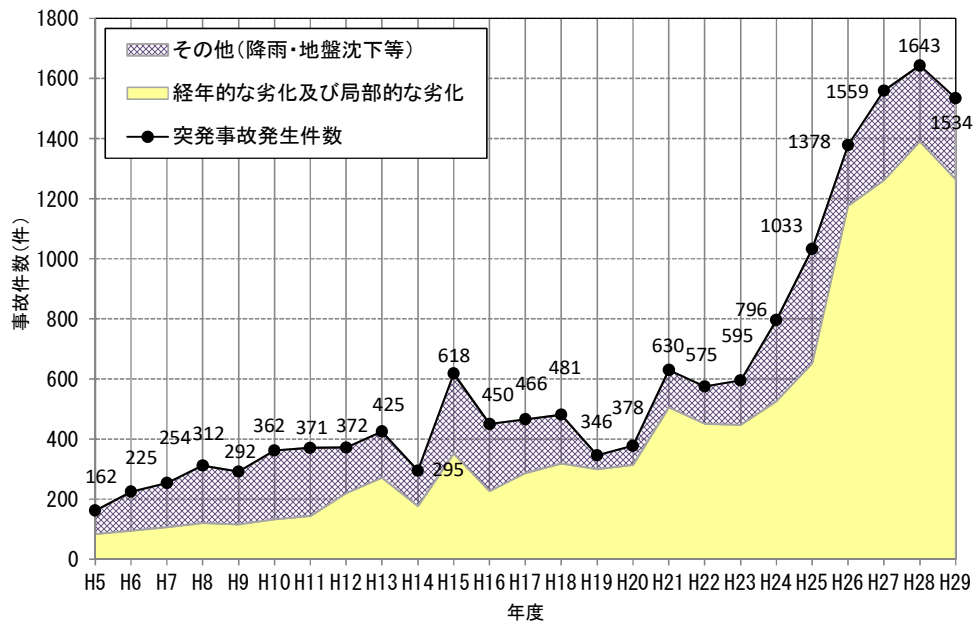


図 1.1-2 突発事故の発生状況

出典：「農林水産省農村振興局調べ」

現在、農業水利ストック情報データベースに登録(平成 29 年 5 月時点)されている全国の国営造成施設の開水路(排水路)は約 5,349km である。その内、鋼矢板水路は、約 6% の 298km に及んでいる(図 1.1-3 参照)。

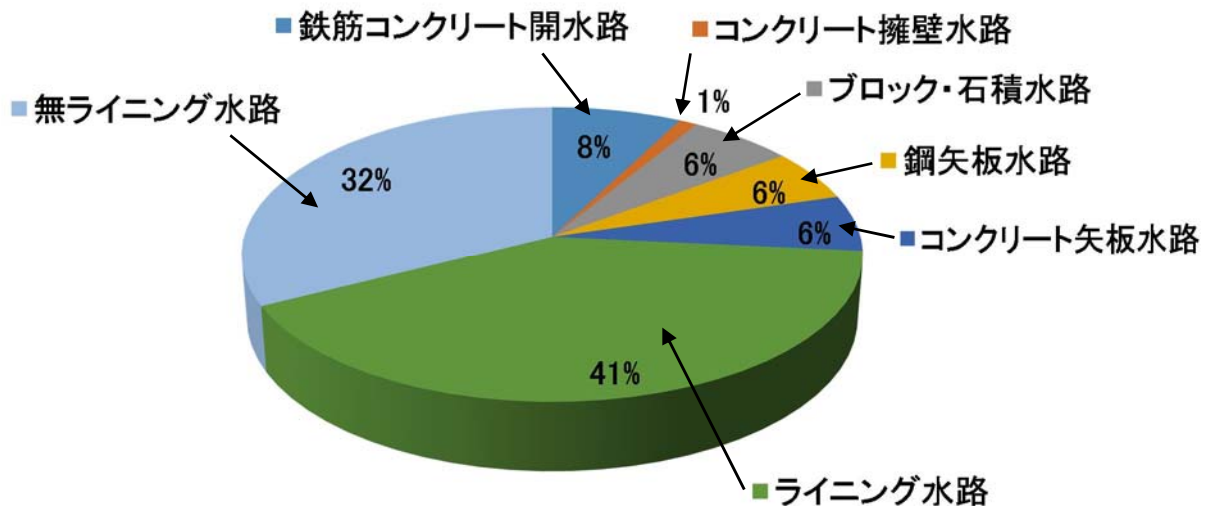


図 1.1-3 排水施設の構造形式別延長割合

資料：「農業水利ストック情報データベースシステム」

鋼矢板水路は、一般的に無防食であるため、年数の経過とともに腐食が進行する。そのため、施設の性能低下を引き起こし、その結果構造的に不安定となる事例も報告されている。

これまでは、耐用年数を迎えた施設に対し全面的な改築を行ってきたが、機能診断評価・施設監視等によるリスク管理を行いつつ劣化の状況に応じた補修・補強を計画的に行うことにより、施設の長寿命化とLCCの低減を図る戦略的な保全管理の推進が必要とされている。

一方、農業水利施設の長寿命化対策に係る材料・工法については、他分野も含め多種多様な対策技術（材料・工法）が開発されているところである。

鋼矢板水路においては、その主要な変状である腐食に対し、耐久性の向上を目的とした補修対策の適用が増えている状況にあるが、現状では各工法の要求性能及びその照査方法と品質規格等は製造業者が独自に設定しているため、本図書にて、補修工事の要求性能に応じた品質規格、施工管理基準等の設定を図るものである。

また、鋼矢板の傾倒や折損・損傷など、腐食以外の変状に対する補修実績は少なく、今後も継続して情報を蓄積していく必要がある。

なお、鋼矢板の種類と工法は下記のようなものがある。

**【参考 鋼矢板の種類、工法、名称】**

**①鋼矢板の種類**

鋼矢板は、鋼矢板及び軽量鋼矢板に分類される。

**【鋼矢板】**

- ・ 反復使用・施工性を重視して開発された標準型（Ⅱ型、Ⅲ型、Ⅳ型、V<sub>L</sub>型、VI<sub>L</sub>型）
- ・ 経済性を重視して開発された改良型（I<sub>A</sub>型、Ⅱ<sub>A</sub>型、Ⅲ<sub>A</sub>型、Ⅳ<sub>A</sub>型）及び広幅鋼矢板（Ⅱ<sub>w</sub>、Ⅲ<sub>w</sub>、Ⅳ<sub>w</sub>）
- ・ 施工性、経済性を追求したハット形鋼矢板 900（10H, 25H）

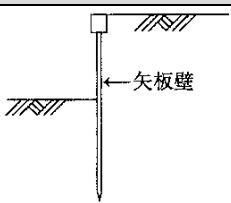
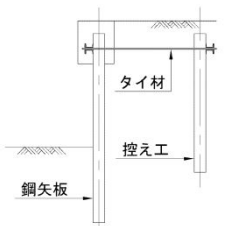
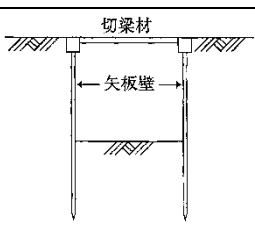
**【軽量鋼矢板】**

- ・ 鋼帯（コイル）の冷間成形により製造されるA～E型

**②工法**

鋼矢板の工法を構造形式から分類すると次のとおりであり、このうち水路護岸として一般に多く用いられているのは自立式矢板工法及び切梁式矢板工法である。

表 1.1-1 鋼矢板工法の概要

工法区分	概 要
自立式矢板 工法	<p>・ 矢板に控えや切梁を設けない形式のもので、根入れ地盤の横方向支持力と矢板の曲げ剛性だけによって土圧等を支えているものである。</p> 
アンカー式 (控え式) 矢板工法	<p>・ 矢板の上部においてタイロッド、タイロープ等のタイ材で控え工をとり、根入れ地盤とタイ材を支承として矢板壁を安定させる工法である。矢板の背面に壁高の2～3倍のスペースが必要で、地質条件により変わるが、一般に壁高 3m 以上での採用例が多い。</p> 
切梁式 矢板工法	<p>・ 切梁式矢板工法は、水路の両側に矢板壁を設け、矢板の上部に切梁をとり、根入れ地盤と切梁取付け点を支承として、矢板壁を安定させる工法であり、一般に水路幅 10m 程度以下の排水路での施工例が多い。</p> 

### ③名称

本図書で用いる鋼矢板の名称は次のとおりである。

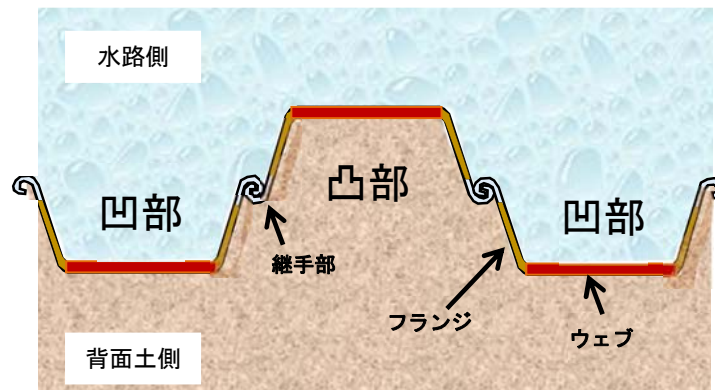


図 1.1-4 鋼矢板の名称

### (2) 図書の目的

本図書は、鋼矢板水路の性能低下状況や、当該分野の研究成果等を踏まえて、鋼矢板水路の腐食を対象とした対策工事の品質向上や施設のLCC低減に資することを目的としており、調査・情報処理、材料・工法の品質規格、施工管理、対策実施後の施設監視等の留意事項を取りまとめたものである。

## 1.2 図書の内容と適用範囲

本図書は、腐食が原因で低下した鋼矢板水路の耐久性能を向上させるための補修工法のうち、国営事業等で施工実績のある工法について、主として工法適用時の調査、施工、供用の各段階における技術的に留意すべき事項について取りまとめたものである。

適用範囲は、鋼矢板水路の予防保全として補修を行う場合を対象とする。

### 【解 説】

#### (1) 図書の内容

本図書は、以下の項目について関連の基礎知識と実務の進め方をまとめたものである。

- ◇既設鋼矢板水路の調査・情報整理
- ◇対策工法の概要（種類・特徴）
- ◇対策工法に求められる性能に応じた品質規格（照査方法と品質規格値）
- ◇対策工法の施工手順
- ◇対策工事の施工管理及び完成検査
- ◇対策後の施設監視

なお、対策区分は「農業水利施設の機能保全の手引き」によると表 1.2-1 のように分類される。

表 1.2-1 対策区分

対策区分	内 容
補 修	主に施設の耐久性を回復又は向上させること。
補 強	主に施設の構造耐力を回復又は向上させること。
更 新	施設又は設備を撤去し新しく置き換えること。

出典：「農業水利施設の機能保全の手引き H28. 8」

本図書で扱う対策工法は、国営事業等の施工実績から鋼矢板水路の腐食による劣化に対する耐久性を向上させるもので、対策区分は「補修」とする。また、「補強」については、参考資料として工法概要のみを紹介している。

本図書では、鋼矢板水路の腐食による劣化に対する耐久性の向上のための補修のうち国営事業等や国営造成水利施設ストックマネジメント推進事業（旧：ストックマネジメント技術高度化事業）において施工実績が多い被覆防食工法（有機系被覆工法とパネル被覆工法）を対象とする。

また、本図書で取り上げた対策工法は、鋼矢板水路の補修実績として期待される耐用期間（20年：有機系被覆工法、30年：パネル被覆工法）を経過している実績がない。

このため、本図書は現時点で得られている知見等を基に取りまとめた試行案である。

したがって、本図書については、今後、多くのモニタリング結果に基づいた持続的な研究・開発の成果を得ながら、段階的に内容の見直しや充実を図っていく必要がある。

なお、以下に示す内容は現時点では鋼矢板水路における施工実績が極めて少なく、その手法や考え方も一般化されていないため、現在把握している知見を基に整理した内容を「参考資料」として位置づけ、巻末に掲載している。

参考①と参考②は既設鋼矢板の補修に係る設計の考え方を示し、参考③は対策後の施設監視の方法を示し、参考④は補強とその他の工法を示す。

#### **参考①：鋼矢板の腐食特性と腐食調査**

腐食代を考慮して設計された鋼矢板の構造機能を確認するためには、腐食特性（鋼矢板の腐食メカニズム、鋼矢板の腐食形態など）を理解し適切に腐食状態を調査する必要がある。

また、補修における適否判定の基礎資料となる鋼矢板腐食調査は、対象となる鋼矢板水路に生じている腐食の程度、施設の構造形式、施設状態に応じて個別に調査項目や調査精度、調査範囲を設定する必要がある。参考①に考え方の一例を示す。

参考①については、基礎的事項を網羅しているため、マニュアル活用の際に、事前に確認されたい。

#### **参考②：鋼矢板の性能評価**

補修の適否の判定に当たっては、鋼矢板の腐食特性を踏まえた腐食調査結果、及び構造計算による性能評価を踏まえ、各現場において適切に判断する必要がある。しかし、鋼矢板水路における実績は極めて少ない。参考②に考え方の一例を示す。

参考②については、既設鋼矢板の性能評価（構造性能の低下状況の把握、応力度、変位量などの照査）、対策実施後の腐食代を踏まえた性能評価（補修の適否判定）の詳細を詳述しているため参照されたい。

#### **参考③：対策後の施設監視**

対策後の施設監視は、対策工法の施工後に、当該工法が備えるべき性能を確認することを目的とし、施設管理者が実施する目視を主体とした日常点検と、施設造成者が実施するモニタリングを対象としている。

対象となる対策工法の防食機構を把握し、防食効果を発現するために必要となる性能、外観上の変状程度等を対象とし、対策工法を適切に評価するための点検例を示しているため参照されたい。

なお、モニタリングについては第7章に示す。

#### 参考④：補強その他工法の事例紹介

構造耐力を回復又は向上させる補強工法は、各鋼矢板水路においてそれぞれ異なる構造耐力の低下状況に応じて工法の内容を決めなければならない。現段階では、鋼矢板水路における補強工法の施工実績は極めて少ない。他方、新たな材料を用いた補修工法も開発されていることから、工法の概要を紹介する。

これらの工法は、技術的な知見が十分得られていないことから、本図書では、これらの工法の概要のみを「参考④補強その他工法の事例紹介」に整理している。

なお、本工法の採用に際しては、性能評価、要求性能、期待される耐用期間を検討する必要がある。

本図書の各章の構成と記載内容を図 1.2-1 (1/2) (2/2) に示す。

また、鋼矢板の腐食調査や性能評価及び補修工法の施設管理を実施する際に、活用する資料として施工時の有機系被覆工法とパネル被覆工法における施工管理項目参考例、鋼矢板及び軽量鋼矢板の断面性能及び製品規格図、開孔が断面性能に与える影響、土壌腐食性調査の例、設計基準の変遷を巻末資料に示す。



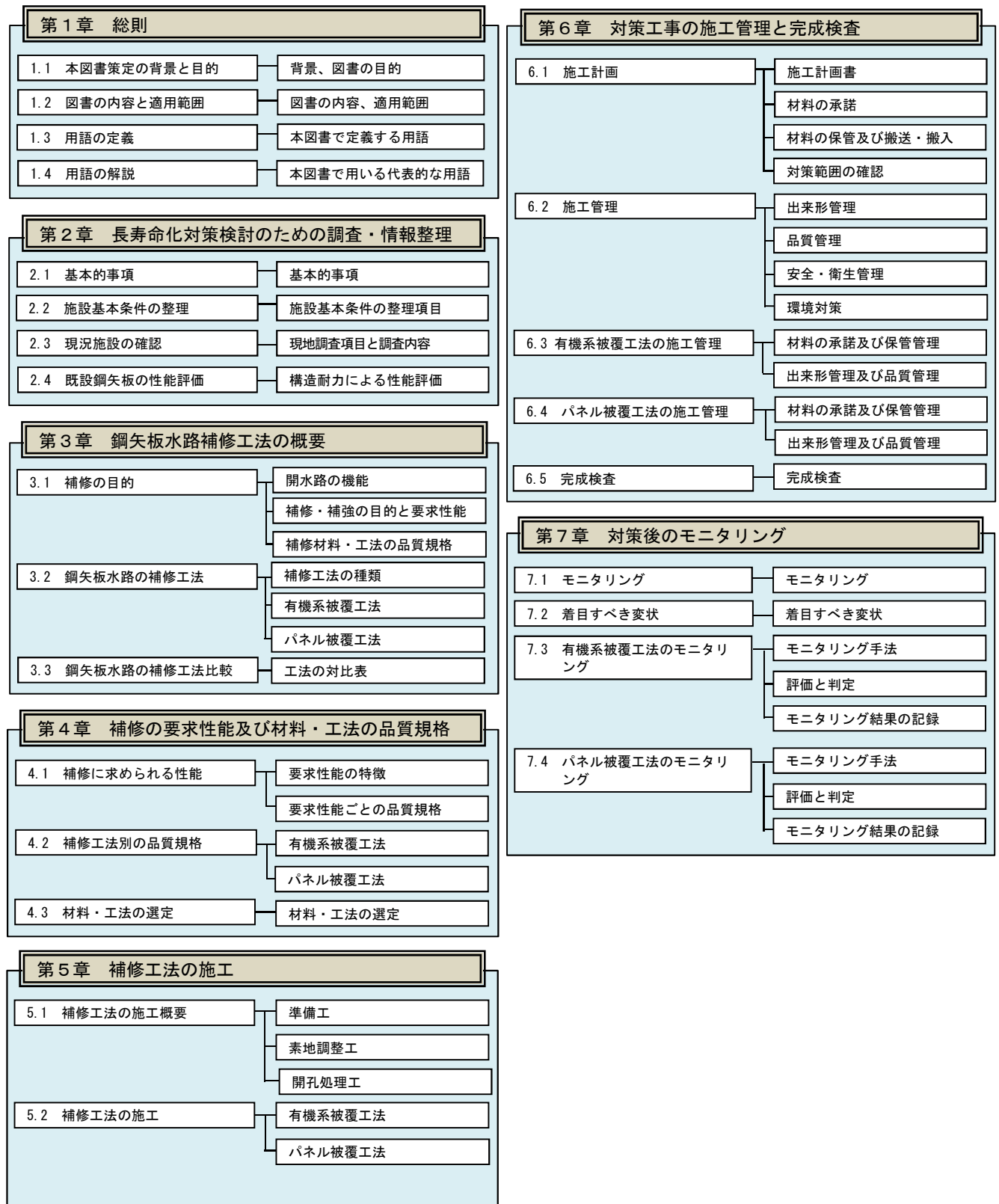


図 1.2-1 本図書の構成と内容 (1/2)



図 1.2-1 本図書の構成と内容 (2/2)

## (2) 図書の適用範囲

### 1) 図書を適用する鋼矢板水路の状態

本図書は、変状主要因が腐食と判断され、鋼矢板のウェブに全体的な断面欠損がなく、又は腐食代が残存する鋼矢板水路（写真 1.2-1 参照）に対して、予防保全のために補修を行う場合に適用する。

ただし、開孔、断面欠損あり（写真 1.2-2、写真 1.2-3 参照）又は腐食代以上に腐食が進行した鋼矢板水路に対しては別途、現場条件を反映した性能評価により、補修の適用が可能と判断される場合は本図書を適用することを妨げない。なお、性能評価の例示は、「参考②鋼矢板の性能評価」に記載している。

また、ウェブ全体的に断面欠損が生じた鋼矢板（写真 1.2-4 参照）は本図書の適用対象外とする。

#### ① 本図書の適用対象



写真 1.2-1 腐食代が残存する鋼矢板水路の例

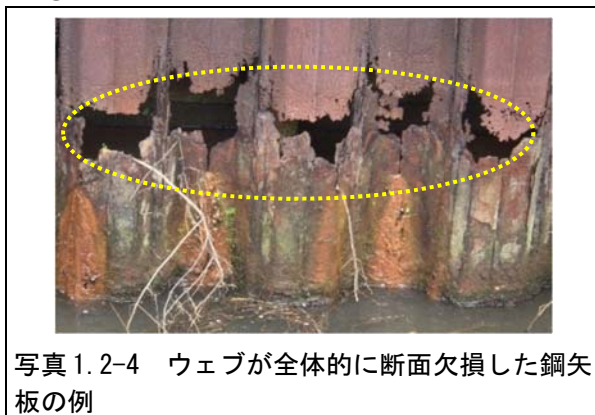


写真 1.2-2 開孔がある鋼矢板の例



写真 1.2-3 断面欠損した鋼矢板の例

## ② 本図書の適用外



### 【参考 鋼矢板水路に生じる変状】

機能診断調査・評価に基づき何らかの対策が必要と判断された鋼矢板水路は S-3 又は S-2 と評価され、腐食をはじめ、矢板の折損・損傷、切梁・腹起こしの座屈、漏水・湧水・土砂の吸出し等、多種多様な変状が含まれている。

「農業水利施設の機能保全の手引き（開水路）」に示される矢板型開水路の施設状態評価表を参考に、鋼矢板水路に生じる主な変状を抽出すると下表のように整理できる。

表 1.2-2 鋼矢板水路の変状

部位	変状種別
鋼矢板	腐食
	折損・損傷
	天端の沈下・ズレ
	土砂の吸出し
笠コン	ひび割れ、鉄筋露出、損傷
切梁・腹起こし	たわみ、座屈
水路底面	侵食、洗掘
周辺地盤	背面土の空洞化
	陥没、ひび割れ

なお、平成 22～24 年度に実施された国営造成水利施設保全対策指導事業における機能診断結果（図 1.2-2 参照）によると、鋼矢板水路において発生する変状（S-3 以下）としては腐食が最も多く、これらの施設では腐食の進行により孔食が生じている。

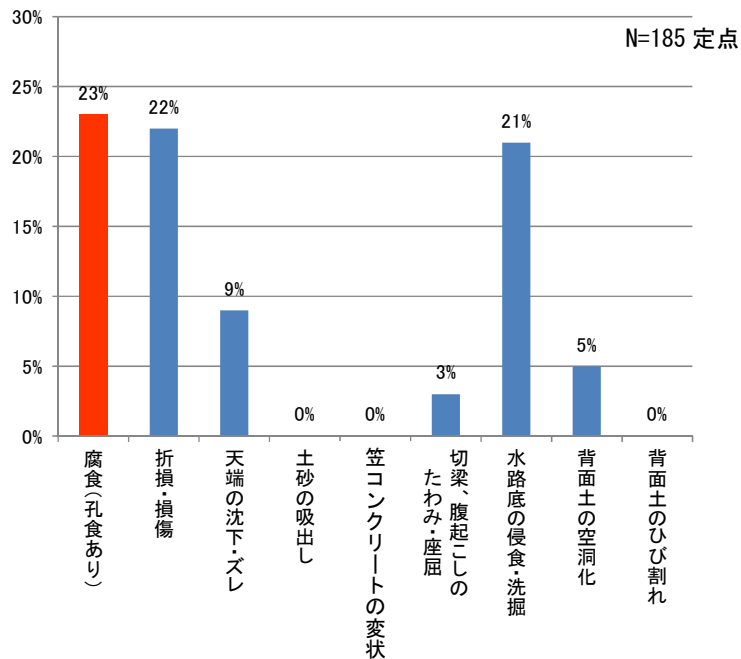


図 1.2-2 指導事業（平成 22～24 年度）における鋼矢板水路の変状発生割合

## 2) 図書を適用する段階

本図書は、鋼矢板水路の調査・情報整理、材料・工法の品質規格、施工管理、対策実施後の施設監視を包括している。このため本図書は、農業水利施設の機能保全の手引き「開水路」に基づき機能診断調査・評価が実施され、機能保全計画が立案された鋼矢板水路について、対策工事の実施設計着手段階や施工時、施工後の施設監視時において適用する。ただし、機能保全計画や長寿命化計画の策定及び計画の見直しに係る対策工法の検討において、本図書を参考とすることを妨げるものではない。

実施設計着手段階とは現況施設の確認（現地調査）時を指し、調査・情報整理によって機能診断調査結果において不足している情報を補足し、適切な設計を行うことを目的としている。

本図書は、現地調査で得られた板厚、変位量、局部腐食等のデータを基に腐食対策を検討するもので、腐食以外の変状については適用対象外としている。

ストックマネジメントによる機能保全の各プロセスにおける本図書と「農業水利施設の機能保全の手引き「開水路」」（平成 28 年 8 月）との関係を図 1.2-3 に、対策工法検討の流れを図 1.2-4 に示す。

なお、図 1.2-3、図 1.2-4 の黄色着色部分は、本図書本編が適用可能な検討項目である。また、破線で示している検討項目は、本図書本編の適用対象外であることを示している。

本図書本編対象外の主な検討項目は、「参考①鋼矢板の腐食特性と腐食調査（鋼矢板の腐食特性、現地調査時の鋼矢板腐食調査）」、「参考②鋼矢板の性能評価（既設鋼矢板の性能評価、対策実施後の腐食代の設定、対策実施後の腐食代を踏まえた性能評価、対策範囲の設定）」、「参考③対策後の施設監視（基本的事項、日常点検）」及び「参考④補強その他工法の事例紹介（鋼矢板水路の補強工法、その他の補修工法）」であり、これらの検討の際には、本図書参考資料の内容等を参考に、対象施設や地区の実情を踏まえ設計基準等の図書を適用するものとする。

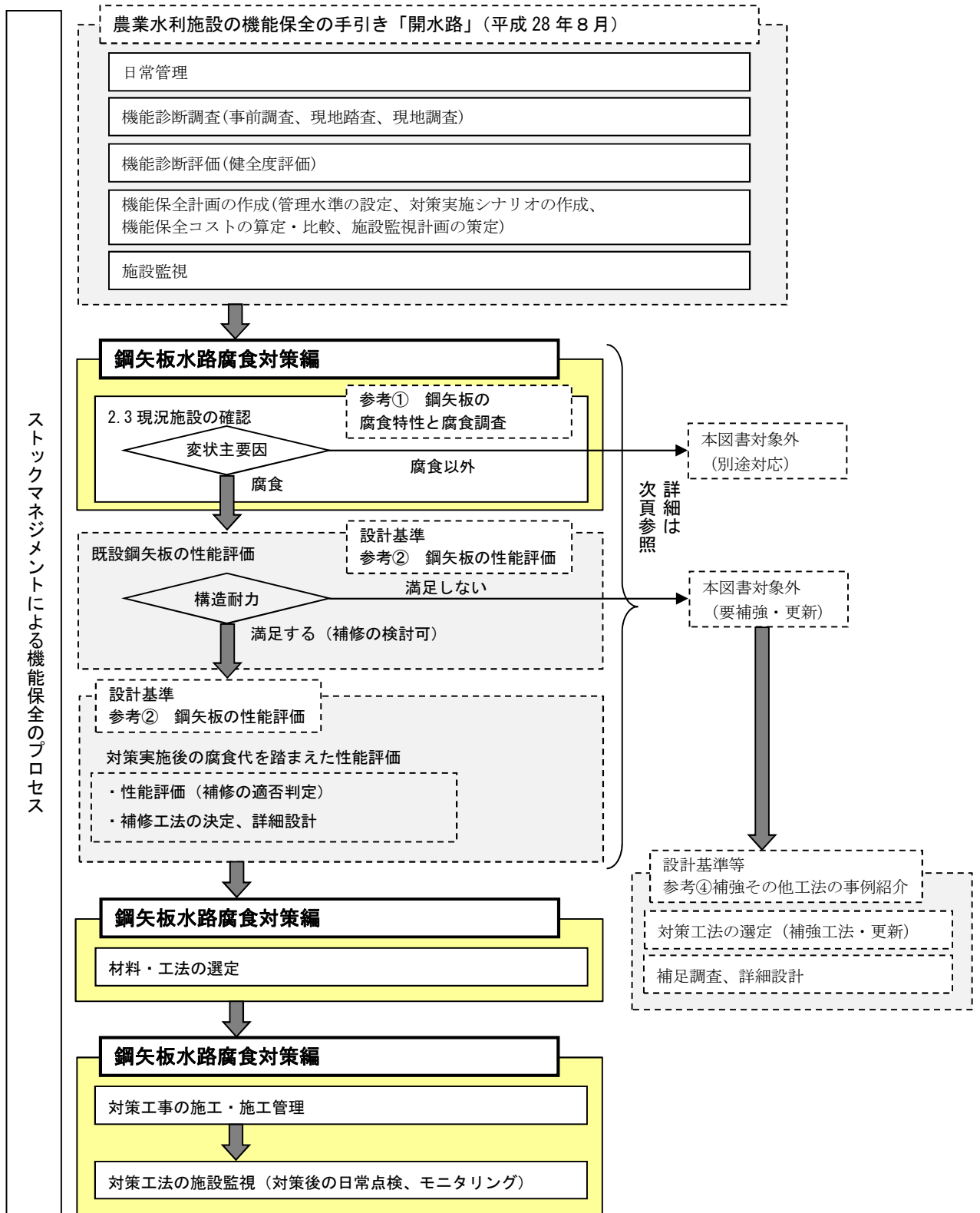


図 1.2-3 スtockマネジメントによる機能保全のプロセスと本図書の関係

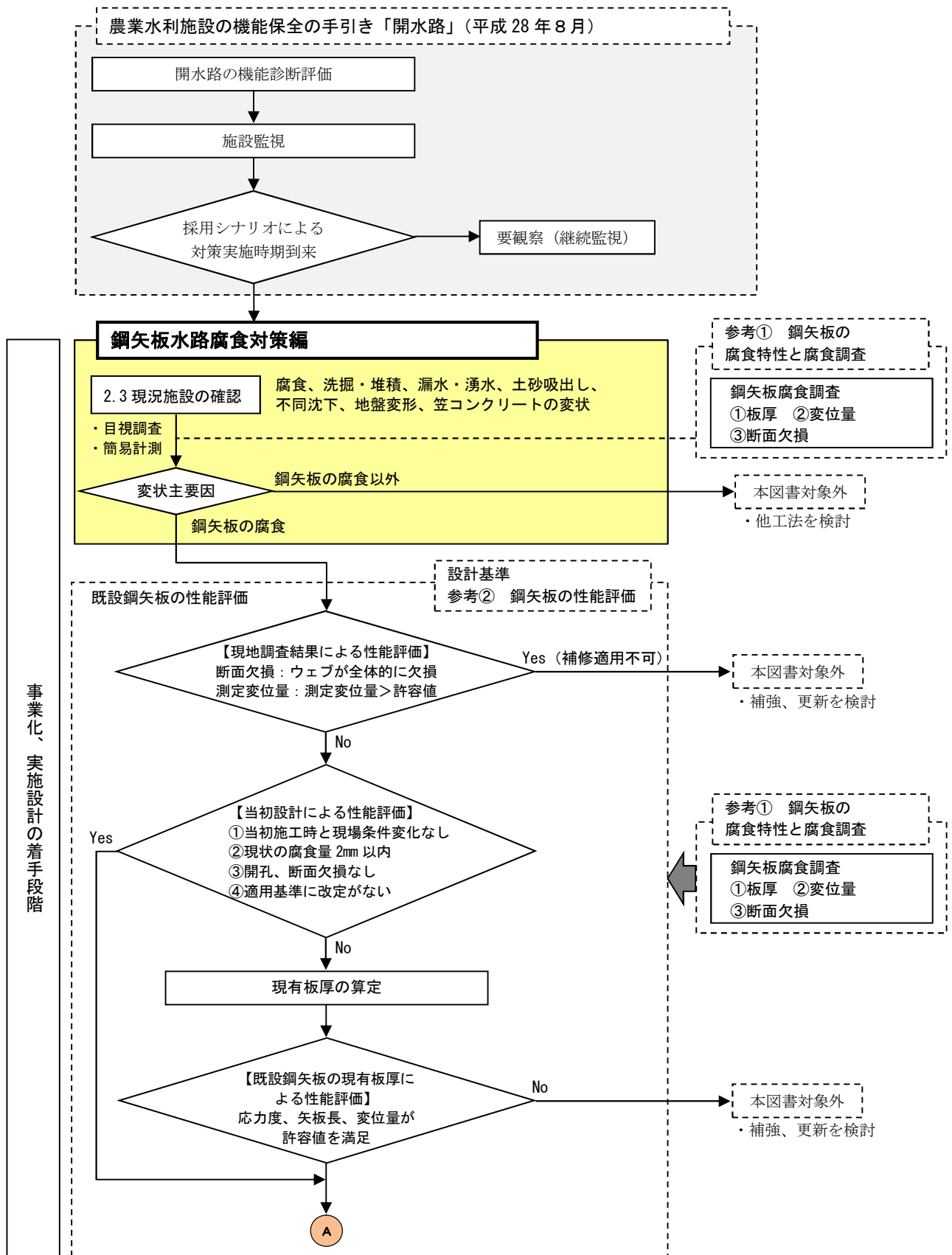


図 1.2-4 対策工法検討の流れ (1/2)



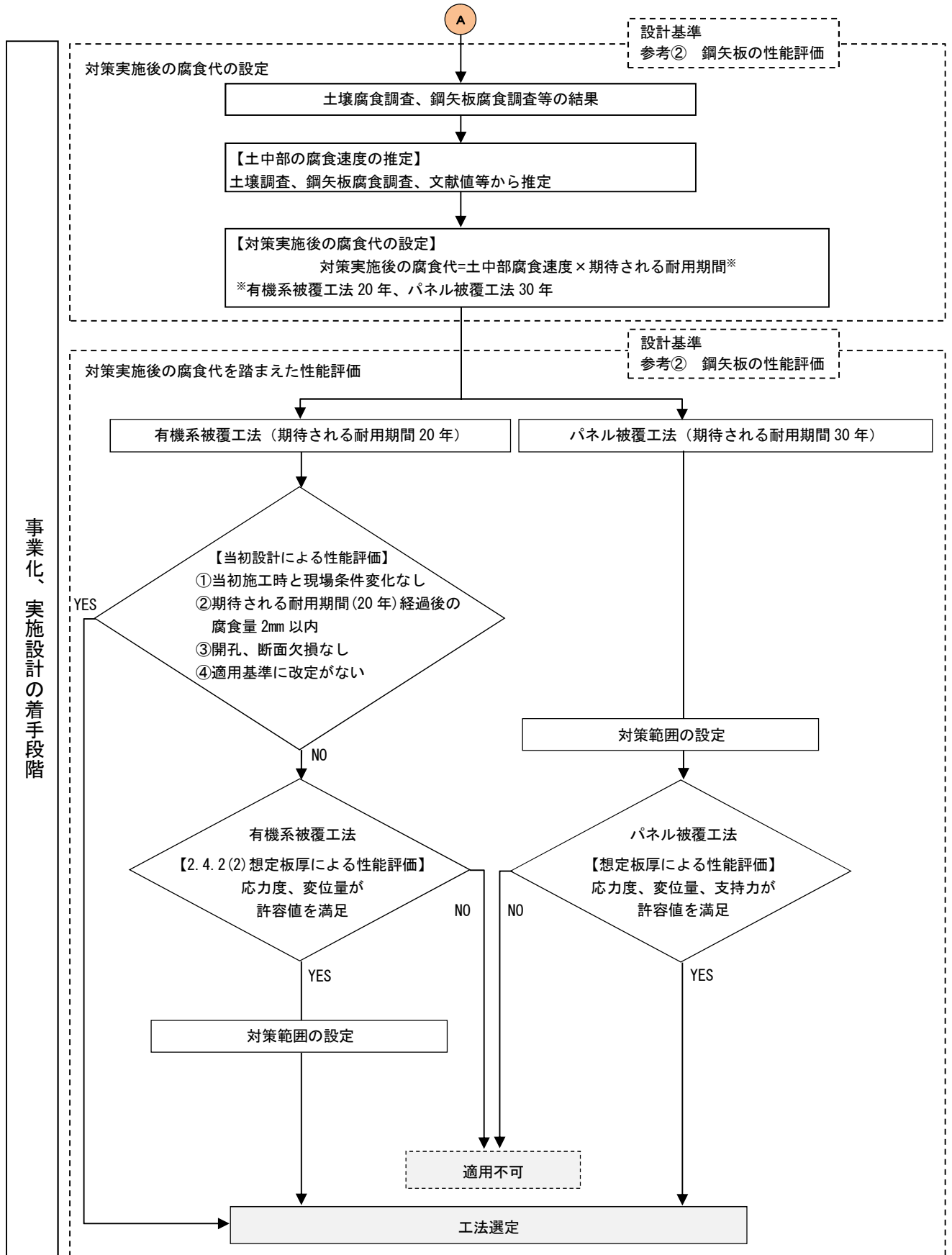
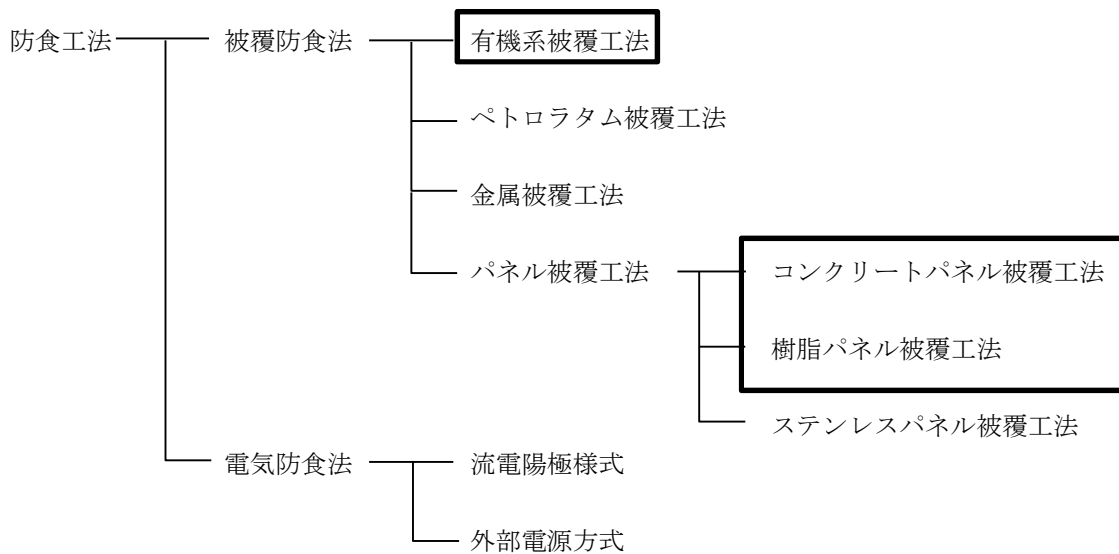


図 1.2-4 対策工法検討の流れ (2/2)

### 3) 図書を適用する補修工法

一般に鋼構造物に適用される腐食対策工法（防食工法）は、電気防食工法と被覆防食工法に大別される。

電気防食工法と被覆防食工法は、使用する材料種別や防食方式により図 1.2-5 に示されるように細分化されるが、本図書が対象とする防食工法は、国営事業等において採用実績を有する有機系被覆工法とパネル被覆工法を対象としている。



【凡例】 □は、本図書の対策工法を示す。

図 1.2-5 防食工法の分類

参考：「港湾鋼構造物防食・補修マニュアル（2009年版）」を基に一部修正

### 1.3 用語の定義

本図書では、次のように用語を定義する。

**腐食**：鋼矢板がそれを取り囲む環境物質によって、化学的又は電気化学的に侵食される現象<sup>3)</sup>

**局部腐食**：鋼矢板表面の腐食が均一でなく、局部的に集中して生じる腐食<sup>2)</sup>

**干満帯**：洪水時を除き季節的、日常的な通水量の変化により水位が変動する部分

**孔食**：鋼矢板内部に向かって孔状に進行する局部腐食

**開孔**：孔食が進行して鋼矢板を貫通した形態

**断面欠損**：腐食が進行し一定の広がりをもって鋼矢板を貫通した形態

**初期欠陥**：施設の計画・設計・施工に起因する欠陥<sup>1)</sup>

**損傷**：偶発的な外力により矢板に生じる欠陥<sup>1)</sup>

**劣化**：腐食を含め時間の経過とともに施設の性能低下をもたらす部材・構造等の変化<sup>1)</sup>

**変状**：初期欠陥、損傷、劣化を合せたもの<sup>1)</sup>

**要求性能**：材料や工法が果たすべき機能や目的を達成するために必要とされる性能<sup>4)</sup>

**品質規格値**：工事に使用する材料・工法の品質を確認するための上限あるいは下限値<sup>4)</sup>

**耐腐食性**：水や酸素など腐食因子の鋼材への侵入に対する抵抗性

**耐候性**：紫外線、温度等に起因する劣化に対する抵抗性<sup>4)</sup>

**付着性**：補修後に補修材が鋼矢板から分離しない性能<sup>4)</sup>

**一体化性**：補修後に補修材が鋼矢板から分離しない性能、また樹脂パネル材と裏込めコンクリートの界面に亀裂や分離が生じない性能

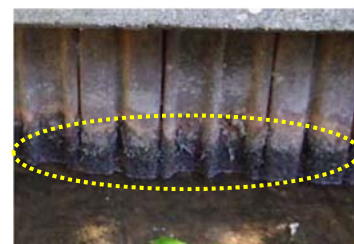
**耐衝撃性**：補修後の補修材が流下物等の衝撃を受けても破壊されにくい性能

**中性化抑止性**：中性化の原因である二酸化炭素の侵入を抑制する性能<sup>4)</sup>

**耐凍害性**：寒冷地等における凍結融解作用に対する抵抗性<sup>4)</sup>

**通水性**：計画通水量を安全に流下できる性能<sup>4)</sup>

**有機系被覆工法**：腐食因子である水分、酸素等の侵入の抑制を目的とし、有機系の塗料又は被覆材、主として熱硬化性エポキシ樹脂塗料やポリウレタン樹脂被覆材等を塗布して鋼矢板の表面（露出面）を被覆防食する工法である。



局部腐食



孔食



開孔



断面欠損

**パネル被覆工法**：型枠材兼カバー材（保護材）としてパネルを鋼矢板前面に設置し、その間にコンクリートを充填することにより、鋼矢板の表面を強アルカリ性のコンクリートで被覆防食する工法である。

**施設監視**：施設監視計画等に基づき行う施設の監視（施設管理者は通常、日常管理の一環として行う）

**日常点検**：目視や打音調査により、補修材料や鋼矢板の変状の有無を把握すること。

**モニタリング**：補修工法の劣化度を評価し、補修工法の要求性能を保持しているか判定すること。

#### 1.4 用語の解説

本図書で用いる代表的な用語について解説する。

**素地調整**：防食被覆材の付着性とその防食効果を高めるために、防食被覆に先立って行う鋼材素地表面の処理。代表的な素地調整の方法には、ブラスト処理工法（サンドブラスト、高圧洗浄等）、や動力工具処理工法（ディスクサンダー等）によるものがある。

**開孔処理**：腐食による開孔や局所的な断面欠損が認められた箇所を当て板等により修復すること。

**止水処理**：既設鋼矢板水路の継手部等からの漏水を止めるため、止水セメントや弾性シーリング材等を充填すること。

**導水処理**：既設鋼矢板水路の継手部等から漏水が見られる、又は想定される場合に打込式ウィープホールや弾性シーリング材（又は水中ボンド）により背面からの浸出水の排除等を行うこと。

**端部処理**：有機系被覆工法において、被覆防食工法の上下方向及び延長方向の被覆材端部から、水や酸素等の腐食因子が侵入するのを防止するため、弾性シーリング材等の充填を行うこと。

**プライマー（下塗り）**：素地又は防食下地との付着を確保し、腐食因子の浸入を抑制するために鋼材素地又は防食下地に塗布する材料

**防食下地**：鋼材よりもマイナス側の電位を持つ金属亜鉛末などの犠牲防食作用により鋼材の腐食を防ぐ材料

**中塗り**：プライマー（下塗り）材に塗布する材料で、プライマー（下塗り）と上塗りとの付着性を確保する部分、又はこの部分を塗布すること。なお、色相調整による下塗りの隠ぺい性を確保する機能も有している。

**上塗り（仕上げ）**：中塗りの耐候性の向上、仕上げ面の着色、光沢の付与等を目的として仕上げ面に塗布する材料。又はこの部分を塗布すること<sup>5)</sup>。

**熱膨張係数**：温度の上昇によって物体の長さや体積が膨張する割合を1℃当たりで示したものの。

**相対動弾性係数**：JIS A1127「共鳴振動によるコンクリートの動弾性係数、動せん断弾性係数及び動ポアソン比試験方法」によって計測されるたわみ振動の一次共鳴振動数の劣化を受ける前の値に対する劣化後の値の比を百分率で表したものの<sup>4)</sup>。

用語の定義及び用語の解説 参考文献

- 1) 農業農村整備部会技術小委員会：農業水利施設の機能保全の手引き、平成 27 年 5 月
- 2) 一般財団法人沿岸技術研究センター：港湾鋼構造物防食・補修マニュアル、平成 26 年 8 月
- 3) 農業土木事業協会九州支部：腐食防食マニュアル、平成 10 年 7 月
- 4) 農林水産省農村振興局整備部設計課施工企画調整室：農業水利施設の補修・補強工事に関するマニュアル【開水路補修編】(案)、平成 27 年 4 月
- 5) 土木学会：表面保護工法設計施工指針(案)、平成17年4月