

第1章 総則

1.1 背景及び目的

全国に展開する農業用鋼管等（ダクタイル鋳鉄管、ステンレス管を含む）の管路（以降、「鋼管等」という。）は、経年的な性能の低下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を低減させるため、腐食機構に応じた適切な長寿命化のための機能保全対策（以降「対策」という。）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（鋼管等腐食対策編）」（以降「本マニュアル」という。）は、鋼管等の腐食に対する対策の実施に当たり、腐食環境や腐食状態の把握、対策の要否判定、防食工法の選定に関する考え方や留意すべき事項をとりまとめたものであり、鋼管等のライフサイクルコスト（以降「LCC」という。）低減や保全管理の推進を目的としている。

【解説】

1.1.1 基幹的水利施設の耐用年数の超過状況と管水路の延長

平成28年度時点での全国の基幹的な農業水利施設は約7.6千箇所、支線水路を含めた農業用排水路は約40万kmに及び基幹的農業水利施設の総資産価値（再建設費ベース）で18.5兆円 of the stock is accumulated (図1.1-1)。

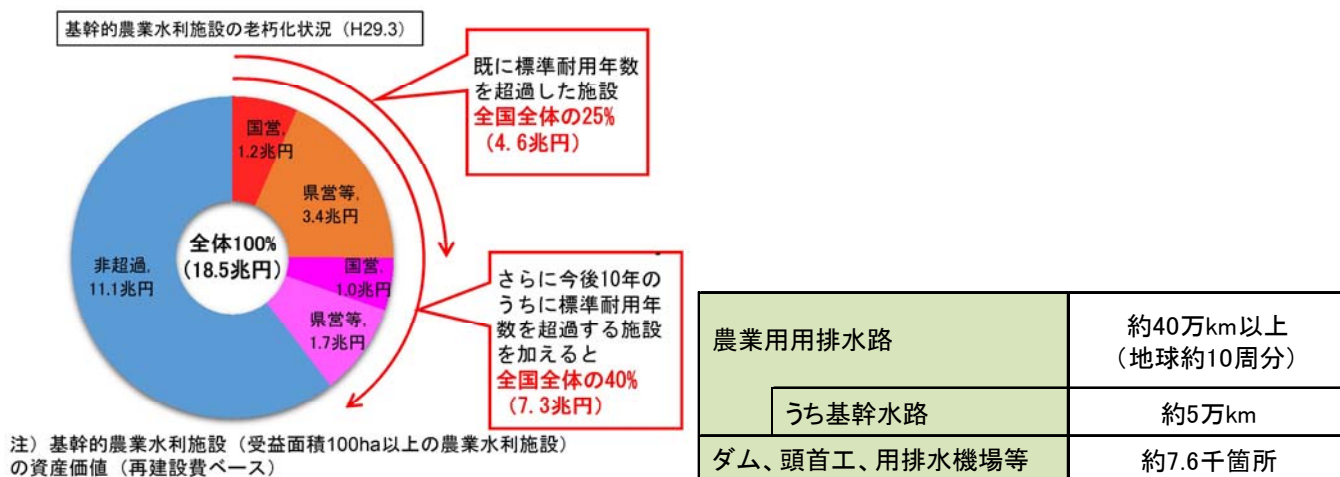


図 1.1-1 農業水利ストックの現状 (出典：H31.2 農林水産省ホームページ)

農業水利ストック情報データベースに登録（平成25年6月時点）されているパイプラインの材質は「鉄鋼系」、「樹脂系」、「コンクリート系」に大別できるが、材質ごとの施設延長割合で見ると、鉄鋼系が占める割合が高く全体の53%（鋼管が6%、ダクタイル鋳鉄管が47%）を占め、次いで樹脂系が37%（硬質ポリ塩化ビニル管20%、強化プラスチック複合管16%、ポリエチレン管1%）となっている（図1.1-2）。

小～中口径管（800mm未満）ではダクタイル鋳鉄管及び硬質ポリ塩化ビニル管の割合が高く、大口径管（800mm以上）では強化プラスチック複合管や鋼管、コア式プレストレストコンクリート管、鉄筋コンクリート管の割合が高い。

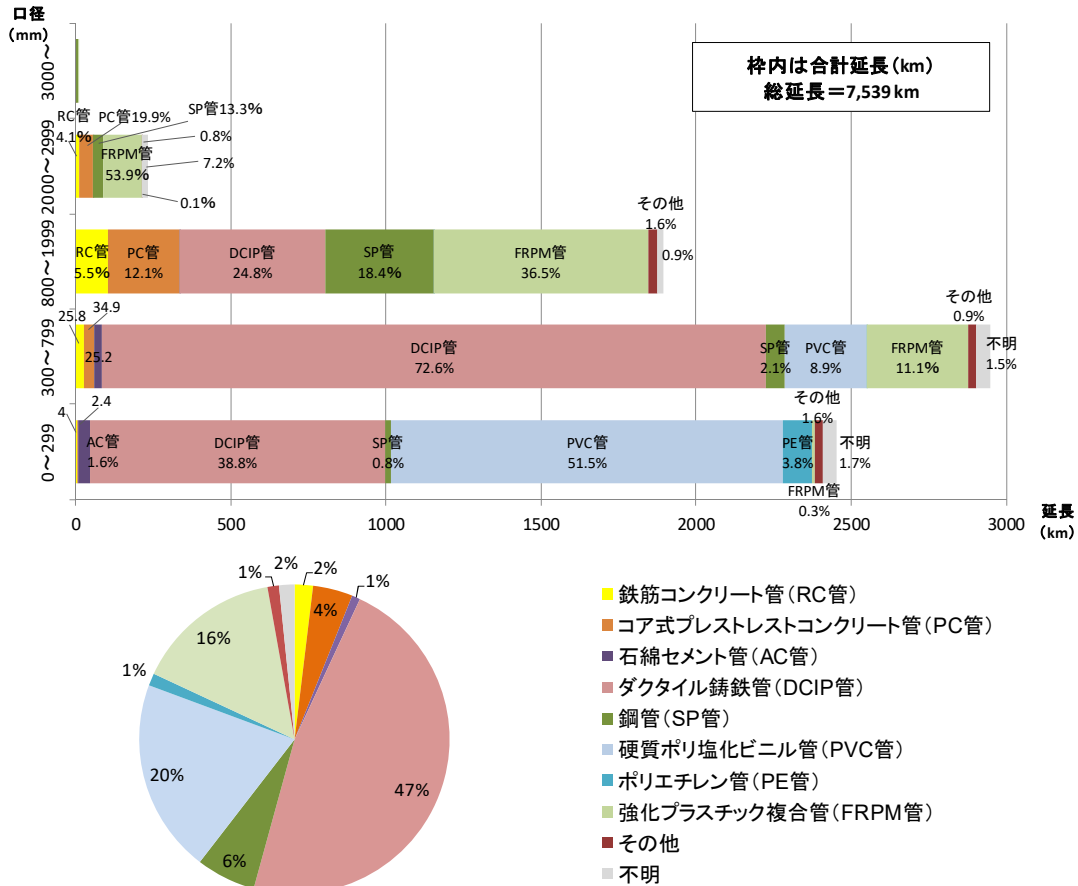


図 1.1-2 パイプラインの管種別の賦存量 (出典：H25.6 農業水利ストック情報データベース)

1.1.2 農業水利施設の突発事故

基幹的な農業水利施設は、多くが戦後から高度成長期にかけて整備されてきたことから、標準的な耐用年数を超過した施設が平成に入り急増 (図 1.1-3) するとともに、突発事故の件数も増加している。突発事故のうち、管水路の占める割合は 65% と高い。(図 1.1-4)

特に、平成 23~26 年にかけて 595 件 (内管水路 426 件で県営・団体営 332 件) から 1,378 件 (内管水路 972 件で県営・団体営 872 件) と県営事業等で造成された事故件数が急増している。この背景には県営施設で主に使用されるφ300 程度以下の小口径で管種が硬質ポリ塩化ビニル管による破損が急増しているものと考えられる。

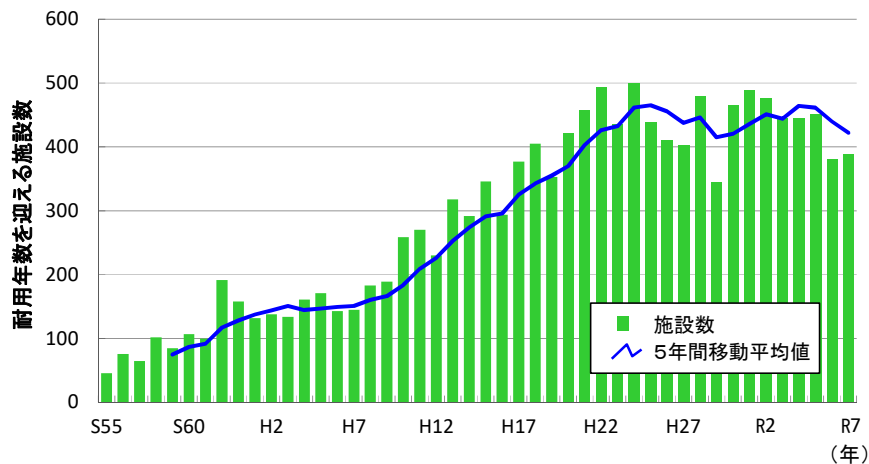


図 1.1-3 耐用年数を迎える基幹的水利施設数 (出典：農林水産省農村振興局調べ)

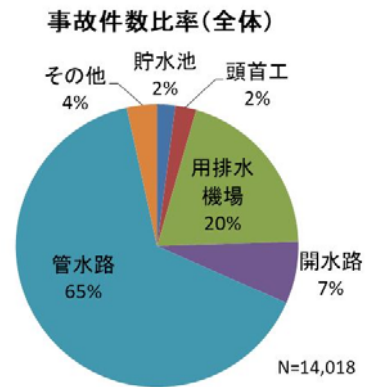
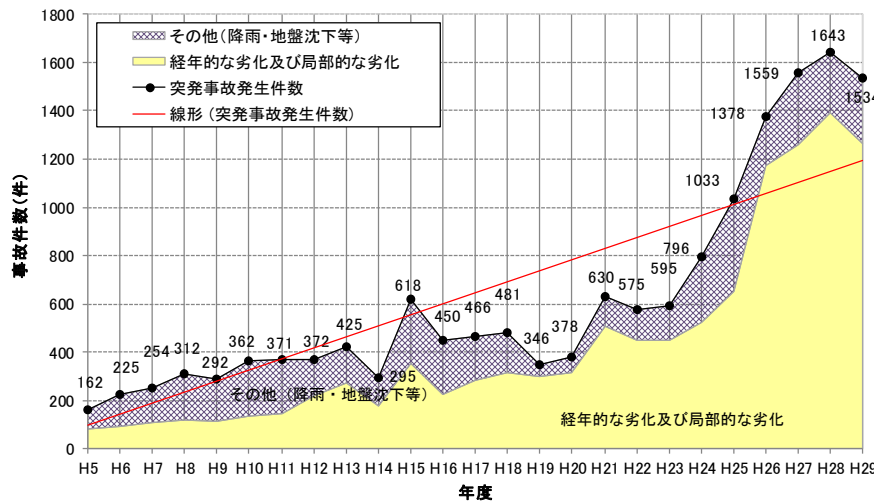


図 1.1-4 突発事故発生状況 (H5～29年度) (出典：農林水産省農村振興局調べ)

国営造成施設の管水路の管種別事故件数 (平成 21～28 年度) では、全体で 447 件 (φ100mm 以下の事故は除く) あり、比率で見ると、鋼管 (SP 管) 25%、硬質ポリ塩化ビニル管 (PVC 管) 21%、コア式プレストレストコンクリート管 (PC 管) 15%、強化プラスチック複合管 (FRPM 管) 14%、ダクタイル鋳鉄管 (DCIP 管) 8%である。(図 1.1-5)

区分	管種	事故件数
鉄鋼系	DCIP 管	34
	SP 管	111
コンクリート系	RC 管	41
	PC 管	68
	AC 管	35
樹脂系	PVC 管	96
	PE 管	1
	FRPM 管	61
計		447

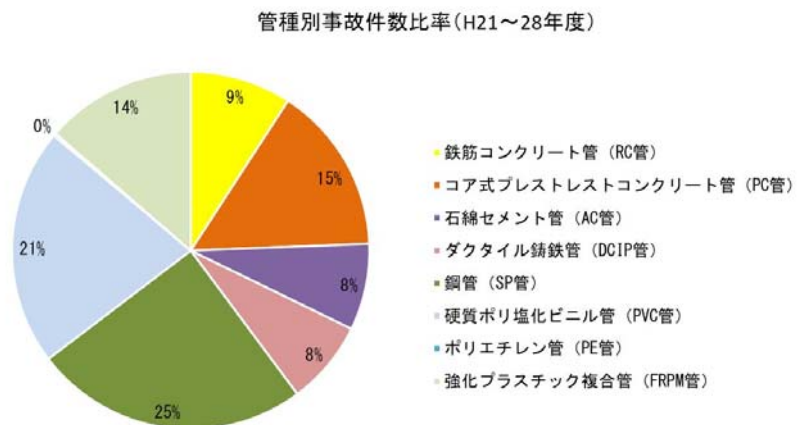


図 1.1-5 国営造成施設の管水路の管種別事故件数 (平成 21～28 年度) 比率

(出典：農林水産省九州農政局土地改良技術事務所調べ)

1.1.3 鋼管及びダクタイル鋳鉄管における事故原因

国営造成施設を対象とした突発事故調査結果 (平成 21～28 年度) (図 1.1-6) によると、鋼管の事故原因は、コンクリート/土壌マクロセル腐食 (以降、「C/S マクロセル腐食」という。) 42 件、通気差マクロセル腐食 5 件、異種金属腐食 2 件、マイクロセル腐食 1 件、その他の損傷 61 件 (内面腐食 20 件：腐食原因は、確認できていないが、小口径管路の現場溶接部に対する内面塗装が施工できないために腐食が生じた等が考えられる (内面腐食に対する対策例は「参考資料③更生工法 (管路更生局所補修工法)」に示しているため参考にされたい。なお、対策の要否は鋼管の腐食状態に応じて判断する)。経年劣化 11 件、原因不明 26 件、その他 4 件)

であり、C/S マクロセル腐食が多くを占めている。

ダクトイル鋳鉄管の事故原因は、継手損傷 7 件、通気差マクロセル腐食 6 件、マイクロセル腐食 5 件、C/S マクロセル腐食 3 件、その他の損傷 13 件（他工事による損傷 3 件、原因不明 6 件、その他 4 件）である。どちらの管も電食による事故は発生していない。（腐食の分類は P. 2-7 参照）

なお、平成 14 年度以降の鋼管等の管水路工事では、土木工事共通仕様書の規定（参考資料①参照）により、腐食性土壌に埋設する場合のポリエチレンスリーブ被覆やターミナルを設置して鉄筋と鋼管等との絶縁を確認する等の腐食対策が講じられているので、平成 15 年度以降の工事においては C/S マクロセル腐食の件数はほとんど発生していない（H21～H28 の鋼管等漏水事故 111 件中 H14 年度以降の施工事故は 1 件）。

鋼管は溶接継手構造のため電氣的に導通状態となる。一方、ダクトイル鋳鉄管は、材質の電気抵抗（ $50\sim 70\mu\Omega\cdot\text{cm}$ ）が鋼管（ $10\sim 20\mu\Omega\cdot\text{cm}$ ）に比べ、2.5倍～7.0倍程度と大きく、またゴム輪を使用しているため継手自体が抵抗体となっており、継手抵抗値は管内満水状態で $100\sim 3000\Omega$ 程度を有している。そのため管路全体としては導通状態でなく、迷走電流の影響による電食を受けにくい。また、ダクトイル鋳鉄管は鋳物でありコンクリートピット内の鉄筋との溶接は基本的にできないため、メタルタッチの発生は極めて少ない。

地下埋設のダクトイル管路に生じる外面腐食の原因は、腐食性土壌やバクテリアによる腐食が主体である。

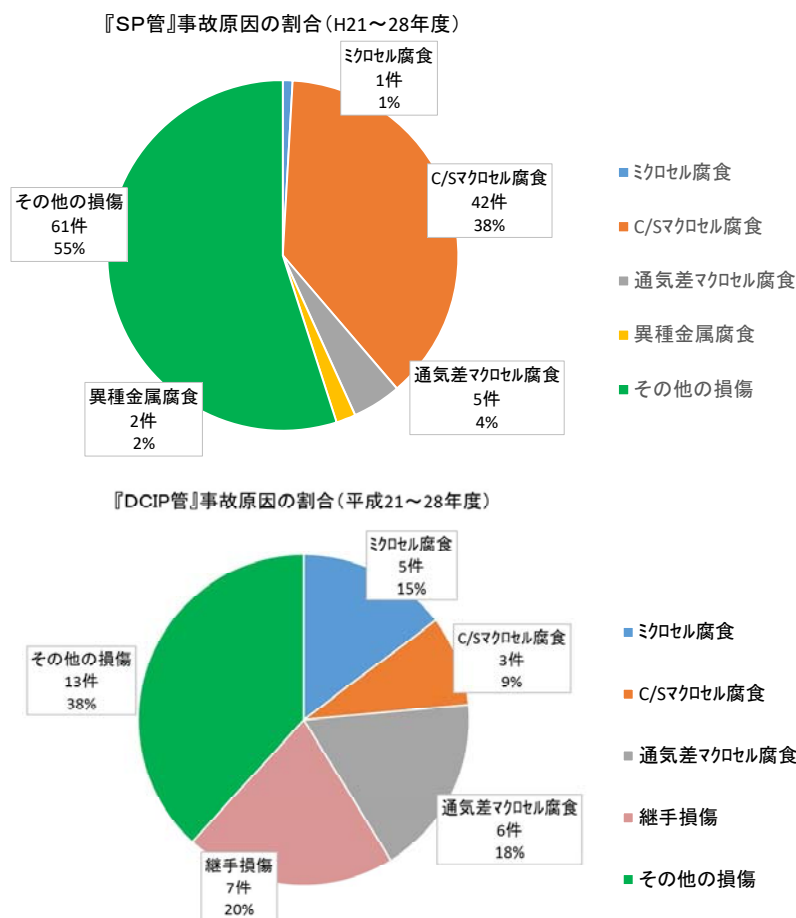


図 1.1-6 突発事故要因の割合（平成 21～28 年度）

（出典：農林水産省九州農政局土地改良技術事務所調べ）

腐食環境下に存在しても塗覆装が健全であれば外面からの腐食は進行しにくいですが、以下に列記する施工に起因する欠陥により激しいマクロセル腐食が生じる場合があることに留意する必要がある。

【施工に起因する欠陥】

- ・配管吊降ろし時のワイヤーロープによる塗覆装の擦傷
- ・現場塗装の不具合（工場塗装と現場塗装の継ぎ目部の不良）
- ・石礫等を含んだ埋戻し土の転圧による塗覆装の損傷
- ・バックホウ等の重機やスコップ等による塗覆装の損傷
- ・造成当初からのメタルタッチ（既設鋼管等とコンクリートピット内の鉄筋の接触）
（S40～60年代には、あえて接触させている施設も多く見られた）
- ・材料にタールエポキシやアスファルトを使用した場合の養生不足による不完全な塗覆装の形成



図 1.1-7 石礫等を含んだ埋戻し土の転圧による塗覆装の損傷例

1.1.4 背景

今後、標準的な更新基準年数（参考耐用年数：鋼管等 40 年）をむかえる農業水利施設が急速に増加する一方、財政的な制約がきびしくなる等の状況を踏まえると、既設の農業水利施設には適切な対策を講じることにより、長寿命化のための適切な保全管理を実施することが求められている。特に、突発事故の 65%を占める管水路に対する取り組みは急務である。

本マニュアルでは、農業用管路の材質が「鉄鋼系（鋼管・ダクタイル鋳鉄管）」の占める割合が多いこと、突発事故要因の主要因が C/S マクロセル腐食等の外面腐食であり、適切な腐食対策を講ずることにより長寿命化が可能となることから、鋼管等を対象としている。

1.1.5 目的

本マニュアルの目的は、鋼管等の腐食に対する対策を実施するに当たり、自然条件、設計・施工条件により腐食環境が異なる施設の腐食状況を把握し、対策の要否判定や最適な防食工法を選定するための視点や考え方、留意事項をとりまとめたものであり、施設の LCC の低減や保全管理の推進に寄与することを目的としている。

1.2 内容と適用

本マニュアルは、腐食により低下した鋼管等の性能を回復又は向上させる、若しくは腐食の抑制により施設の長寿命化を図るために、施設に生じている腐食機構の特定及び腐食環境や腐食状態を把握する各種調査、また、対策の要否判定を行ったうえで検討する各種防食工法の設計・施工についてとりまとめたものである。

【解説】

1.2.1 本書の内容

本マニュアルは、腐食機構の特定や施設の対策の要否判定のための詳細調査、防食工法の設計・施工方法、防食工法実施後のモニタリング調査方法等について、関連の基礎知識と実務の進め方をまとめたものである。

本マニュアルの記載内容をより理解しやすいものとするため、『コラム』として関連する技術情報を示している。また、本マニュアルの記載内容に関連する他図書の内容の一部を参考資料として巻末に掲載する。

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
要観察（継続監視）	目視により施設の劣化の進行を見極めること。
補 修	主に施設の耐久性*を回復又は向上させること。
補 強	主に施設の構造的耐力を回復又は向上させること。
改 修	失われた機能を補い、又は新たな機能を追加すること。
更 新	施設又は設備を撤去し新しく置き換えること。

*構造物の劣化に対する抵抗性

ここで、本マニュアルと「農業水利施設の補修・補強工事に関するマニュアル（パイプライン編）（案）」で対象としている鋼管等の対策工法は補修・改修のいずれにも該当する「管路更生工法」、補修に該当する「止水工法」、「防食工法」がある（図 1.2-1）。

本マニュアルで扱う「電気防食」、「塗覆装」、「メタルタッチ切断」は防食工法に該当し、腐食を抑制あるいは腐食に対する耐久性を回復又は向上させるものであるため、対策区分は「補修」となる。

ただし、腐食程度が著しく、補強又は改修・更新を選定した場合は、『土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「パイプライン」』（以降「設計基準パイプライン」という。）や「農業水利施設の補修・補強工事に関するマニュアル（パイプライン編）（案）」等を参照し、設計、施工を行う。

なお、本マニュアルは、詳細調査や防食工法の運用、対策後の施設のモニタリング調査などを通じた技術情報の蓄積、技術開発・研究の進展状況を踏まえて適宜、内容の見直しや充実を図っていくものである。

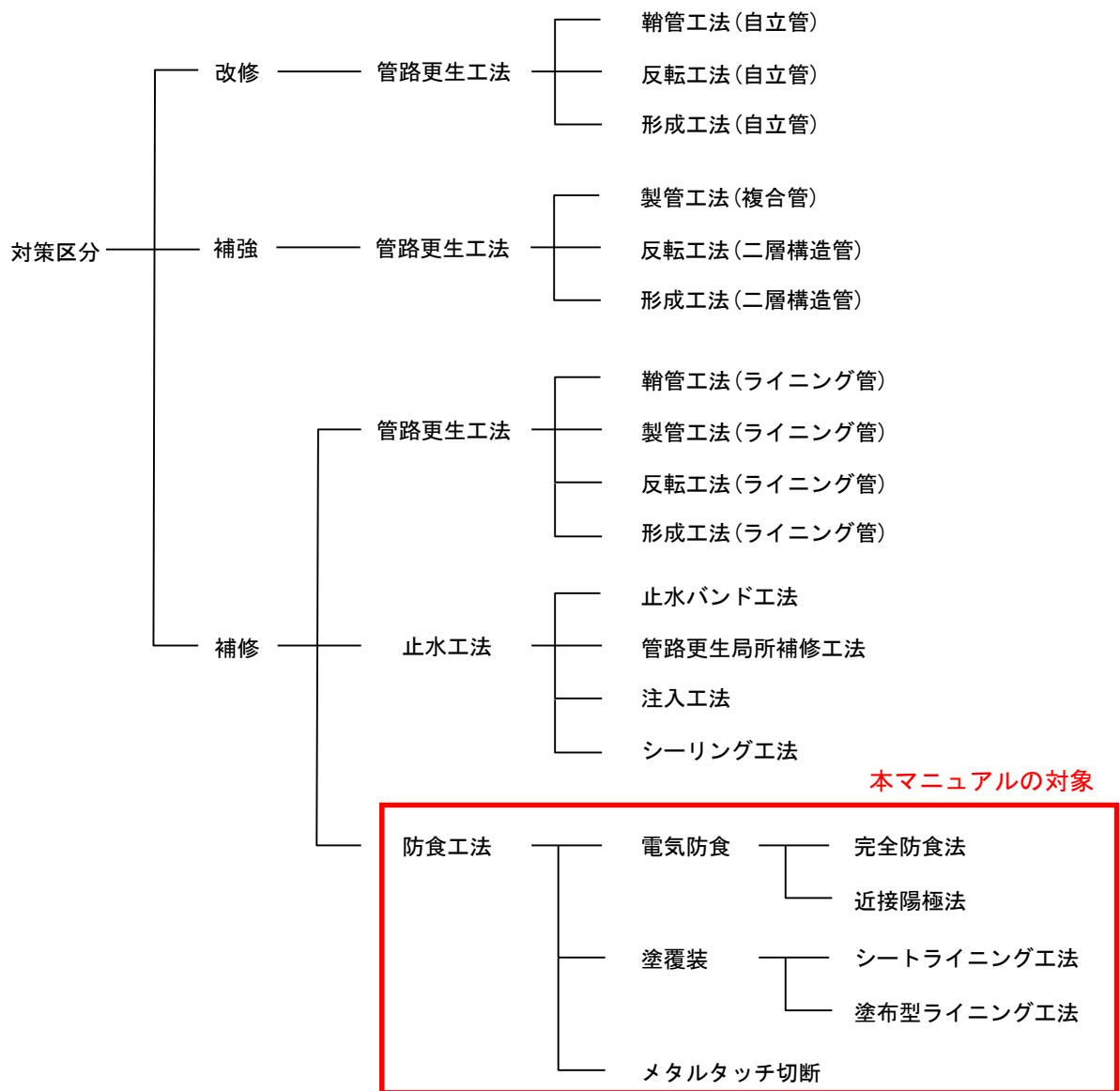


図 1.2-1 鋼管等の対策工法体系図

管路更生工法と止水工法の扱いは「農業水利施設の補修・補強工事に関するマニュアル（パイプライン編）（案）」を参照。

1.2.2 本書の適用範囲

(1) 本書を適用する施設状態

本マニュアルは、変状種別が腐食と判断され、孔食による貫通孔や断面欠損（図 1.2-2）がなく構造性能を保持するための管厚が残存する鋼管等（「4.2 対策工法の検討」参照）に対して補修を行う場合、又は腐食に対する予防保全のために補修を行う場合に適用する。



図 1.2-2 断面欠損が生じたダクタイル鋳鉄管の例

(2) 本書を適用する実施段階

本マニュアルは、農業水利施設のストックマネジメントにおける基本サイクル（図 1.2-3）に示す各プロセスのうち、パイプラインにおける③機能保全計画の策定及び⑤対策工事の実施設計、補修（施工）、対策後の施設のモニタリング時において参考とする。

なお、実施設計段階とは、対策工事の設計・施工のために必要となる施設状態や施設使用環境等の施設情報の把握と、それに応じた対策の要否判定や対策方針・範囲の検討、防食工法の選定、設計等をいう。

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マニュアルと「農業水利施設の機能保全の手引き「パイプライン」（平成 28 年 8 月）」との関連を図 1.2-4 に示す。

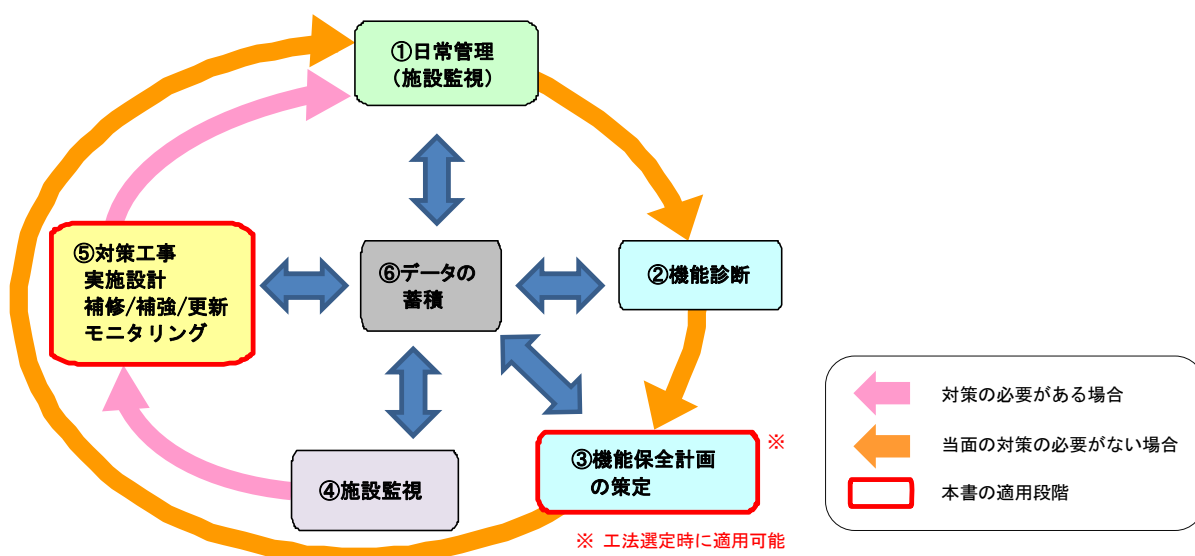


図 1.2-3 農業水利施設のストックマネジメントの基本サイクル

		機能保全の手引き (パイプライン編)	補修補強工事に関するマニュアル (鋼管等腐食対策編)
主な適用段階		保全計画 策定段階	保全計画 策定段階 対策工事 実施段階
日常管理・施設監視		△	—
ストックマネジメントの概要 (性能管理、性能指標、性能低下の概要等)		△	—
変状の特徴		△	—
機能診断(調査・評価) (劣化要因推定、現地調査、健全度評価等)		○	—
機能 保全 計画 策定	劣化予測	○	—
	管理水準の設定	△	—
	対策工法検討	△	○
	コスト算定・比較 機能保全計画策定	△	—
実施 設計	腐食機構特定、腐食状態把握のための詳細調査		○
	工法概要、工法選定		○
	設計		△
対策 工事	品質管理、施工管理 出来形管理		○
	モニタリング		○

○：具体的な手法等について記載 △：基本的概念や留意事項等について記載

図 1.2-4 「農業水利施設の機能保全の手引き「パイプライン」(平成 28 年 8 月)」との関連

1.3 関連する基準等

本マニュアルに関連する基準としては、設計基準パイプラインがあり、これには腐食の概念や分類、発生要因、調査・評価方法の概要が示されている。

本マニュアルは、基準に準拠したうえで関連図書とこれまでのストックマネジメント技術高度化事業の取り組み事例を参考にとりまとめている。

【解説】

腐食、防食に関連する基準等は、鋼管等の他に、現場条件（埋設管、圧力管）が類似している水道分野と電食・電気防食に関連する電気分野において策定されているものがある。

1.3.1 農水分野

農水分野の関連する基準「土地改良事業計画設計基準」における腐食・防食に係る記述の変遷を表 1.3-1 に示す。

表 1.3-1 土地改良事業計画設計基準における腐食・防食の記述

図書名	腐食・防食に係る記述
土地改良事業計画設計基準 設計水路工 (その2) パイプライン (昭和52年10月)	<ul style="list-style-type: none"> ・金属管では迷走電流による腐食の問題があることが示され、電気防食法として主に以下の工法について記載された。 (1) アスファルト系、コールタール系等の塗料を用いた管の被覆 (2) 絶縁継手により鋼管の電気抵抗を大きくして絶縁する方法 (3) 強制排流法 (現在の外部電源法) (4) 低電位金属体の接続埋設法 (現在の流電陽極法)
土地改良事業計画設計基準 設計水路工 (その2) パイプライン (昭和63年3月)	<ul style="list-style-type: none"> ・腐食の概念と金属管の内面防食、外面防食に関する考え方が記載された。 ・内面防食では、使用材料 (タールエポキシ樹脂塗料、コールタールエナメル、モルタルライニング) と該当する規格が示された。 ・外面防食では、下記の要求性能と使用材料 (ダクタイル鑄鉄管では瀝青質系塗料、鋼管ではアスファルトやコールタールエナメル等の塗料とビニロンクロス、ガラスクロス等の塗覆材と合せたもの)、該当する規格が示された。 <p>【外面防食の要求性能】</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) 吸水性、透水性が小さく電気絶縁性が大きいこと (2) 機械的強度があり、運搬中、埋設中の損傷に対して抵抗があること (3) 金属管に対して十分な密着性があり、剥がれにくいこと (4) 耐薬品性があること (5) 上記(1)～(4)の性能が長期にわたり安定していること
土地改良事業計画設計基準 設計「パイプライン」(平成10年3月)	<ul style="list-style-type: none"> ・腐食の分類 (ミクロセル腐食、マクロセル腐食、電食) と解説が示され、腐食速度が速いマクロセル腐食を重視する必要性が記載された。 ・解説の中では、鋼管等で想定される腐食の発生要因 (コンクリートピット貫通部におけるメタルタッチ等) が具体的に示されている。 ・腐食、防食調査として、調査項目と標準調査間隔、評価方法が示された。記載された調査項目は以下のとおり。 土質・地下水位調査、土壌採取・分析、土壌抵抗率、土壌 pH、管対地電位、地表面電位勾配、レール対地電位、レール対管電位差、仮通電試験、仮排流試験、他構造物の電位、干渉調査 ・腐食対策について、基本となる「塗覆装」、「絶縁」、「電気防食」の分類と概要が記載された。また、腐食防止対策の選定手順が示された。 ・外面塗覆装として、一般路線は、アスファルト塗覆装を主体、それ以外の路線は、現場条件や施設重要度に応じて塗覆装と電気防食の併用を検討と記載されており、その場合の塗覆装はアスファルト、コールタールエナメル、ポリエチレン、ポリウレタンから選定することが示されている。
土地改良事業計画設計基準 設計「パイプライン」(平成21年3月)	<ul style="list-style-type: none"> ・基本的には上記 (平成10年3月版) と同様の記載である。 ・腐食、防食を含めたパイプラインの補修・補強に係る概念が記載された (ただし、工法選定や設計手法に係る記載はない)。 ・外面塗覆装として、プラスチック被覆 (ポリエチレン、ポリウレタン) のみ記載。

1.3.2 その他の分野

他分野における腐食・防食に係る記述の概要を表 1.3-2 に示す。

表 1.3-2 関連する基準等

分野	資料名	記載概要等	発行元	制定年月
水道	マクロセル腐食防食指針 (WSP045-2008)	・設計・施工上の技術的事項 (メタルタッチ、塗覆装等) を記載。	日本水道鋼管協会 (WSP)	H20. 3
	水道用塗覆装鋼管の電気防食指針 (WSP050-2017)	・地中埋設に使用する水道用塗覆装鋼管及び水道用塗覆装鋼管の異形管等の電気防食法について記載。	日本水道鋼管協会 (WSP)	H29. 9
	長寿命形水道用ジョイントコート (WSP012-2014)	・水道用塗覆装鋼管ジョイントコートに関する規格を記載。	日本水道鋼管協会 (WSP)	H26. 10
	農業用プラスチック被覆鋼管 (WSP A 101-2009)	・農業用鋼管を対象にプラスチック被覆に関する規格を記載。	日本水道鋼管協会 (WSP)	H21. 3
	農業用水用 ダクタイル鉄管管路 設計と施工	・ダクタイル鉄管管路の設計と施工上の基本的事項について記載。	日本ダクタイル鉄管協会	H30. 2
電気	電食防止・電気防食ハンドブック	・電食の機構、調査、計測手法、防食工法、健全性の評価手法等について記載。	電気学会・電食防止研究委員会	H23. 1
	電食防止・電気防食用語辞典	・電食防止、電気防食に係る用語の定義や解説を記載。	電気学会・電食防止研究委員会	H25. 8

1.4 用語の定義

本マニュアルで使用している各用語の定義を以降に示す。

表 1.4-1 用語の定義 (1/5)

区分	用語	定義
あ	アノード(陽極)	酸化が起こる電極又は金属の場所を指す。3)
	硫黄酸化細菌	通気性に富んだ pH 2~4 の酸性土壌・油田・硫黄・鉱床・汚水等の中で繁殖しやすい。 この細菌は、元素硫黄 (S) 又は硫化鉄を硫酸にするため、硫黄酸化細菌の活性が高い土壌中に埋設された配管は、鉄酸化細菌と同様に、極めて激しく腐食する。また、硫黄酸化細菌は鉄酸化細菌と同様の環境中で繁殖しやすいため、共生することが多い。
	イオン化傾向	溶液中で金属がイオンへのなりやすさ(腐食のしやすさ)の相対尺度を表す。
	維持管理	構造物の供用期間において、構造物の性能を所要の水準以上に保持するための全ての行為。2)
か	外面腐食	埋設鋼管等の場合、埋設土中部で生じる腐食が外面腐食であり、管の内面で生じる腐食は内面腐食。4)
	外部電源方式	交流や太陽電池等、外部から受電した電源を直流に変換し、地中や水中に設けた不溶性電極から防食電流として防食対象施設に供給し、腐食を抑制するシステム。
	カソード(陰極)	還元が起こる電極又は金属の場所を指す。3)
	管対地電位	埋設配管の外面が土壌に接している状態での照合電極に対する電位。4)
	管路更生工法	既設管にひび割れや破損、腐食等が発生し、耐荷性、水密性、通水性、耐久性が低下している場合、又は継手部の水密性が全面的に低下している、若しくは低下するおそれがある場合に、既設管内面から新たな管を構築し、管路の耐荷性、水密性、通水性等を回復又は向上させる工法の総称。施工方法によって「反転工法」、「形成工法」、「製管工法」、「鞘管工法」に大別される。5)
	含浸	多孔質に液状物質をしみこませること。更生材の場合は、硬化性樹脂を含浸用基材(ガラス繊維、有機繊維等)にしみこませる工程。5)
	機能保全	全施設又は施設系の機能が失われたり、性能が低下することを抑制又は回復すること。1)
	機能保全コスト	施設を供用し、機能を要求する性能水準以上に保全するために必要となる建設工事費、補修・補強費等の経費の総額。1)
	機能保全計画	性能指標や健全度指標について管理水準を定め、それを維持するための中長期的な手法をとりまとめたもの。1)
機能保全対策	機能保全計画に基づく工事等のこと。1)	

表 1.4-1 用語の定義 (2/5)

区分	用語	定義
か	供用年数	施設を供用する年数。1)
	局部電池	金属が土壌等の電解質に接する環境に置かれた際に、金属表面の組成の不均一などによって微視的なアノードとカソードが無数に生じている状態。4)
	局部腐食	金属が土壌等の電解質に接する環境に置かれた際に、金属表面の腐食が全面均一に進行せず、局所的に集中して生じた腐食。4)
	近接陽極法	防食対象配管が構造物やコンクリート中の鉄筋等、防食電流が分流する要素と電氣的に絶縁できない場合に行われる電気防食法。4)
	形成工法	熱又は光等で硬化する樹脂を含浸させた材料を既設管内に引き込み、空気圧又は水圧等で拡張・圧着させ、加圧拡張したまま温水、蒸気、光等で圧着硬化する工法、又は、熱可塑性樹脂のパイプを既設管内に引き込み、空気圧、蒸気圧等で拡張・圧着させ、加圧拡張したまま冷却固化する工法等。5)
	嫌気性バクテリア	空気又は酸素を必要としない状態で活動するバクテリアの総称。
	孔食	局部腐食が孔状に深く進行する腐食。
さ	再対策	長寿命化対策後の施設に対して行う補修・補強・改修・更新の各行為。5)
	錆 (さび)	金属表面に生成する腐食生成物。4)
	酸化還元電位	物質の酸化力又は還元力の強さを示す尺度。
	施設の機能	施設の設置目的又は要求に応じて施設が果たすべき役割、働きのこと。1)
	施設監視	施設監視計画等に基づき行う施設の監視(施設管理者及び施設管理委託者(以降、「施設管理者」という)は通常、日常管理の一環として行う)。5)
	自然電位	金属が与えられた環境中で実際に示す電位。
	シャント抵抗器 (分流器)	正確な抵抗を持った標準抵抗器で電流測定に用いる。
	照合電極	金属の絶対的な電位は測定できないので基準となる電極を用いて電位を測定する。 このときに用いる電極が照合電極又は基準電極。4)
	初期欠陥	施設の計画・設計・施工に起因する欠陥。1)
	性能低下	経時的に施設の性能が低下すること。1)
	全面腐食	金属表面全面にほぼ一様に生じる腐食。4)
	損傷	偶発的な外力に起因する欠陥。1)

表 1.4-1 用語の定義 (3/5)

区分	用語	定義
た	耐用年数 (耐用期間)	施設の水利用性能、水理性能、構造性能が低下することなどにより、必要とされる機能が果たせなくなり、当該施設が供用できなくなるまでの期間として期待できる年数。1)
	地表面電位勾配	地中を流れる地電流により、地表面に生じた電位差。
	長寿命化	施設の機能診断に基づく機能保全対策により残存の耐用年数を延伸する行為。1)
	長寿命化対策	施設の長寿命化のための機能保全対策。5)
	抵抗	電流の流れにくさを表す。単位は Ω で表す。
	抵抗率	単位面積、単位長さ当たりの電気抵抗をいい、 $\Omega \cdot \text{cm}$ 又は $\Omega \cdot \text{m}$ で表す。4)
	鉄細菌	主としてFe・Mn等を含んだ井戸水・泉水・湧水等の地下水に多く繁殖し、pH 6~8の中性環境で最も活性が高い。鉄細菌は $\text{Fe}(\text{OH})_2$ を溶存酸素によって酸化し、 $\text{Fe}_3\text{O}_4 \cdot \text{FeOOH}$ 等からなる錆こぶを形成し、酸素濃度差電池の作用により錆こぶの下の腐食を促進する。
	鉄酸化菌	通気性に富んだpH 2~4の硫酸酸性土壌中で繁殖しやすい。この細菌は、 Fe^{2+} を Fe^{3+} に酸化する。この時生成する $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ は加水分解され、硫酸を生成する。このため、鉄酸化細菌の活性が高い土壌中に埋設されている配管は、生成した硫酸により極めて激しく腐食する。
	電圧	回路に電流を流すために必要な電氣的圧力。単位はVで表す。4)
	電位	金属が有する電氣的なエネルギー。単位はV(ボルト)で示す。
	電極	電解質に接触するように設置された伝導体を指す。3)
	電解質	電場で泳動するイオンを含む化学物質。 物質を水に溶かしたとき、陽イオンと陰イオンに電離する物質で、電気を通しやすい性質がある。
	電流	電気の流れる量を電流。単位はA(アンペア)で表す。
	電流密度	単位面積当たりの電流値。単位は A/m^2 で表す。4)
	塗覆装	鋼管の外表面が直接土壌と接しないよう施される絶縁性の被覆。
土壌杖	長さ1m程度の土壌抵抗率を測定する杖状の治具で、土中に押し込んで測定する。	
土壌腐食	土壌中で起きる金属の腐食の総称。	
な	熱硬化性樹脂	加熱すると重合を起こし、高分子の網状構造を形成して硬化する合成樹脂。更生材に使用される樹脂には、不飽和ポリエステル樹脂、エポキシ樹脂、ビニルエステル樹脂等がある。5)

表 1.4-1 用語の定義 (4/5)

区分	用語	定義
は	反転工法	熱又は光等で硬化する樹脂を含浸させた材料を、既設管内に反転加圧させながら挿入し、既設管内で加圧状態のまま樹脂を硬化させることで管を構築する工法。反転挿入には、水圧又は空気圧等によるものがあり、硬化方法も温水、蒸気、温水と蒸気の併用、光等がある。5)
	微生物腐食	土中又は水中に生息する微生物の代謝作用によって生成された腐食物質によって発生する腐食。
	ピンホール	塗装や被覆などの防食層の欠陥の一つで、金属素地まで貫通した微細な孔を指す。
	腐食	環境との相互作用の結果生じる材料の劣化を指し、通常、材料は金属を指す。3)
	腐食速度	腐食が進行する速度、通常、mm/y(年間腐食速度)で表す。3)
	腐食電流	腐食電池回路内を流れる電流。
	腐食度	一定期間における腐食の平均進行速度。4)
	プローブ	埋設された塗覆装鋼管の腐食の程度、又は電気防食の効果を定量化するために用いられる表面積が既知の金属サンプルで、クーポン(coupon)とも呼ばれる。 プローブは塗覆装鋼管の損傷(欠損)部で、鋼面が直接土壌等の電解質と接している部位を模擬している。
	分極	金属が土壌等の電解質との間の電流の流れに起因して起こる電位の変化。3)
	変状	初期欠陥、損傷、劣化を合わせたもの。1)
	pH	水素イオン濃度を表す数値。4)
	防食	金属が腐食するのを防止すること。4)
	防食電位	金属が腐食するのを防止するために必要な構造物対電解質電位。 3) 4)
防食電流	電気防食において防食電位を保つために防食対象となる金属体に対し流すべき電流。4)	
ま	迷走電流	金属本体上で生じる腐食電池回路以外から流れる電流。3)
や	要求性能	施設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。1)
ら	ライフサイクルコスト (LCC)	施設の建設に要する経費に、供用期間中の運転、補修等の維持管理に要する経費及び廃棄に要する経費を合計した金額。1)
	硫酸塩還元菌	嫌気性かつ中性環境の土壌中で菌の代謝作用により硫酸イオンを硫化物イオンに還元し金属の腐食を促進させる細菌。3)

表 1.4-1 用語の定義 (5/5)

区分	用語	定義
ら	流電陽極方式	土壌中など電解質中の防食対象金属より自然電位が卑(マイナス)な金属(流電陽極)と接続し、防食電流として防食対象金属に流し、腐食を抑制させるシステム。4)
	劣化	立地や気象条件、使用状況(流水による浸食等)等に起因し、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。1)

用語の定義 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「パイプライン」、平成 28 年 8 月
- 2) 土木学会：2013 年制定 コンクリート標準示方書【維持管理編】、平成 25 年 10 月
- 3) 電気学会・電気防食研究委員会：電食防止・電気防食ハンドブック、平成 23 年 1 月
- 4) 日本水道鋼管協会：WSP 水道用塗覆装鋼管の電気防食指針 WSP 050-2017、平成 29 年 9 月
- 5) 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(パイプライン編)(案)、平成 29 年 4 月