

土地改良事業計画設計基準

設 計

水路工

技 術 書

(抜 粋)

第1章 水路工の歴史的変遷

第2章 水路の分類

- 2.1 目的による分類
- 2.2 系統による分類
- 2.3 形式による分類

第3章 水路組織の設計

- 3.1 一般事項
- 3.2 用水路組織設計の基本事項
- 3.3 排水路組織設計の基本事項
- 3.4 水路工設計の手順
- 3.5 更新・再編事項における留意事項
- 3.6 開水路内に小水力発電設備を設置する場合の留意事項

第4章 水路工に必要な各種の調査方法

- 4.1 調査計画 ・・・P. 1
- 4.2 調査

第5章 基本設計

- 5.1 設計流量・設計水位
- 5.2 水路形式による特性
- 5.3 路線選定
- 5.4 通水施設の工種選定
- 5.5 組織設計の統括
- 5.6 環境との調和に配慮する水路の設計（環境配慮） ・・・P. 9
- 5.7 環境との調和に配慮する水路の設計（景観配慮） ・・・P. 10
- 5.8 環境との調和に配慮した水路の考え方（参考）

第6章 水理設計

- 6.1 許容流速
- 6.2 等流計算と粗度係数
- 6.3 不等流の計算
- 6.4 不定流の計算
- 6.5 損失水頭及び水位の変化量
- 6.6 余裕高
- 6.7 水理設計の総括

第7章 構造設計

- 7.1 設計の基本
- 7.2 荷重
- 7.3 基礎反力
- 7.4 開水路に作用する荷重
- 7.5 埋設する水路に作用する荷重
- 7.6 基礎の検討

7.7 土質構造物

7.8 安定計算

7.9 許容応力度法による断面設計

7.10 限界状態設計法による断面設計

7.11 耐震設計の考え方

・・・P. 12

7.12 水路構造物の凍害対策

第8章 水路施設の設計

8.1 許容応力度法による設計

8.2 限界状態設計法による設計

第9章 分水工、量水施設及び合流施設

9.1 分水工

9.2 量水施設

9.3 合流施設

第10章 調整施設

10.1 水位調整施設

10.2 余水吐

10.3 放水工

10.4 調整池

10.5 排水門、排水樋門

第11章 保護施設

11.1 法面保護工

11.2 排水構造物

第12章 安全施設

第13章 維持管理及び水管理

13.1 管理計画の概要

13.2 管理計画

13.3 維持管理施設

13.4 水路の除草管理に関する留意事項

第14章 保全管理

14.1 農業用排水施設の補修・改修対策

・・・P. 19

14.2 機能と性能

・・・P. 22

14.3 機能診断調査

14.4 機能診断評価

14.5 補修・補強工法

14.6 対策工法選定に当たっての留意事項

14.7 関係機関との合意形成

第15章 プレキャストコンクリート水路

第 16 章 施工

16.1 施工計画及び施工管理

16.2 仮設工事

16.3 本工事

16.4 試験通水

4.2.5 環境に関する調査及び計画（生態系配慮）

農村地域には、様々な生物が生息・生育しており、生活史を通じて様々な環境を利用している。このため、これらの生物を保全するためには、生物が生息・生育するための良好な環境と移動経路が確保されていることが重要であり、ネットワークの保全・形成に視点を置いた調査を行う必要がある。

(1) 環境に関する調査

概査の実施

概査では、現地踏査及び文献調査、聞き取り調査等を中心に、補足的に生物調査、アンケート調査等実施し、地域環境の概況の把握や生物に関する情報等を整理する。生物調査は、文献調査では情報が不足する場合や、文献にはないが聞き取りで得た希少生物を確認する等、必要に応じで行う。

地区が広範囲な場合、「田んぼの生きもの調査」等の既存資料をもとに魚類などの生息場の推定マップを作成することにより、重点的な調査エリアをスクリーニングすることができる。



図-4.2.8 魚類生息場の推定マップの例

利根川流域で、いくつかの魚種のグループごとに作成した推定マップ。推定マップは、生物調査と環境情報の既存データから統計モデルにより生物の生息確率を推定し、生息確率の高低を図示したものである。

環境保全目標の概定

概査で得られた地域環境の概況や地域住民等の意向を踏まえ、地域の生態系や景観、歴史・文化等の環境について、農業の営みや農地・農業水利施設等との関連を明確にする。次に、地域が目指す将来の地域環境の姿及びその実現に向けて取り組むべき基本的な考え方を長期的な視野に立って検討し、環境保全目標として取りまとめる。

注目すべき生物の選定

地域の生態系を代表すると考えられる生物について、生態系の指標性（上位性、典型性、特殊性、希少性）、地域住民とのかかわりなどを踏まえ、注目すべき生物として選定する。

精査方針の作成

注目すべき生物の生息、生育状況やネットワークに関する情報を収集するために、有識者等の意見を踏まえつつ必要な調査項目、範囲等を明確化し、精査方針を作成する。なお、作成に当たっては、精査の結果を施工中や施工後におけるモニタリング結果と併せて環境配慮対策の評価を行うために活用することを念頭に置くことが重要である。

精査の実施

精査方針に基づいて精査を実施し、注目すべき生物のネットワークを把握した上で、事業による生態系への影響を予測する。

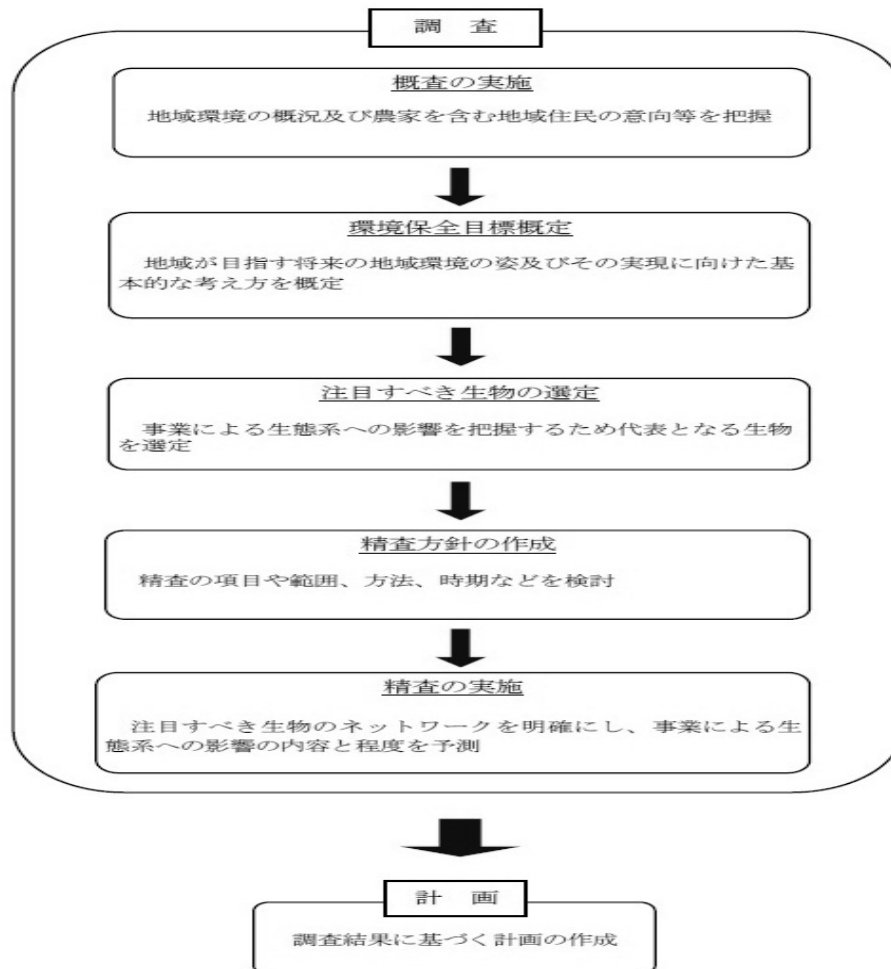


図-4.2.9 調査のフロー図

(2) 環境に関する計画

計画の進め方

農業生産性の向上と農村環境の保全・形成を両立させるため、環境保全目標や環境配慮対策、維持管理計画等を取りまとめ、事業地区における環境との調和に配慮した計画（以下、「環境配慮計画」という。）を作成する。

環境保全目標の設定

調査段階で概定した環境保全目標を点検し、地域が目指す将来の地域環境の姿及びその実現に向けた基本的な考え方を環境保全目標として設定する。

保全対象生物の設定

計画、設計を行うに当たり、環境配慮の検討のポイントを明確にするために、生態系の代表となる生物を保全対象生物として設定する。

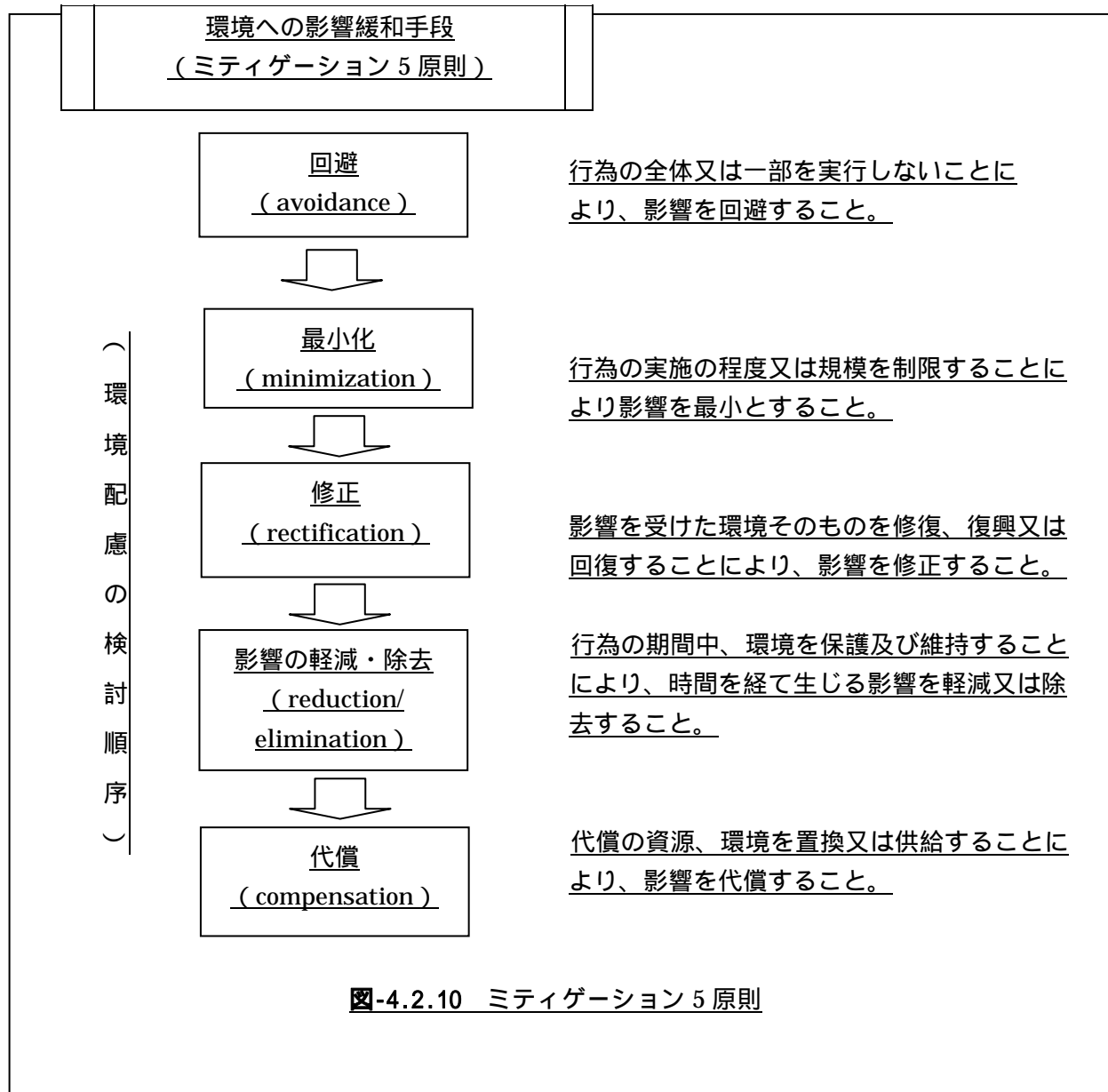
環境配慮対策の検討

計画的かつ効果的にネットワークを保全・形成するために、環境配慮対策の検討を行う範囲（以下「エリア」という。）を設定し、ネットワークの阻害要因や事業による影響予測結果に基づき、

ミティゲーション5原則を踏まえ環境配慮対策を検討する。

ミティゲーション5原則の適用に当たっては、事業の実施による環境への影響を考慮し、まず「回避」の検討を行い、それが困難な場合は低減（「最小化」、「修正」、「影響の軽減/除去」）の検討を行う。低減についても困難であり、事業の実施が環境に大きく影響を与えざるを得ない場合は「代償」の検討を行う。

また、これらの優先順位を踏まえた対策を適切に組み合わせ、保全対象生物が生活史を全うできるように生息・生育環境の量的・質的な低下を防ぐことが重要である。



環境配慮に係る維持管理計画の検討

環境に配慮して計画された施設について必要となる維持管理項目や内容、管理主体の検討を、関係者の合意形成を図りつつ行い、維持管理計画として取りまとめる。

環境配慮計画の作成

環境保全目標や環境配慮対策等を取りまとめ、事業地区において設計や施工、維持管理に取り組むための環境配慮計画を作成する。

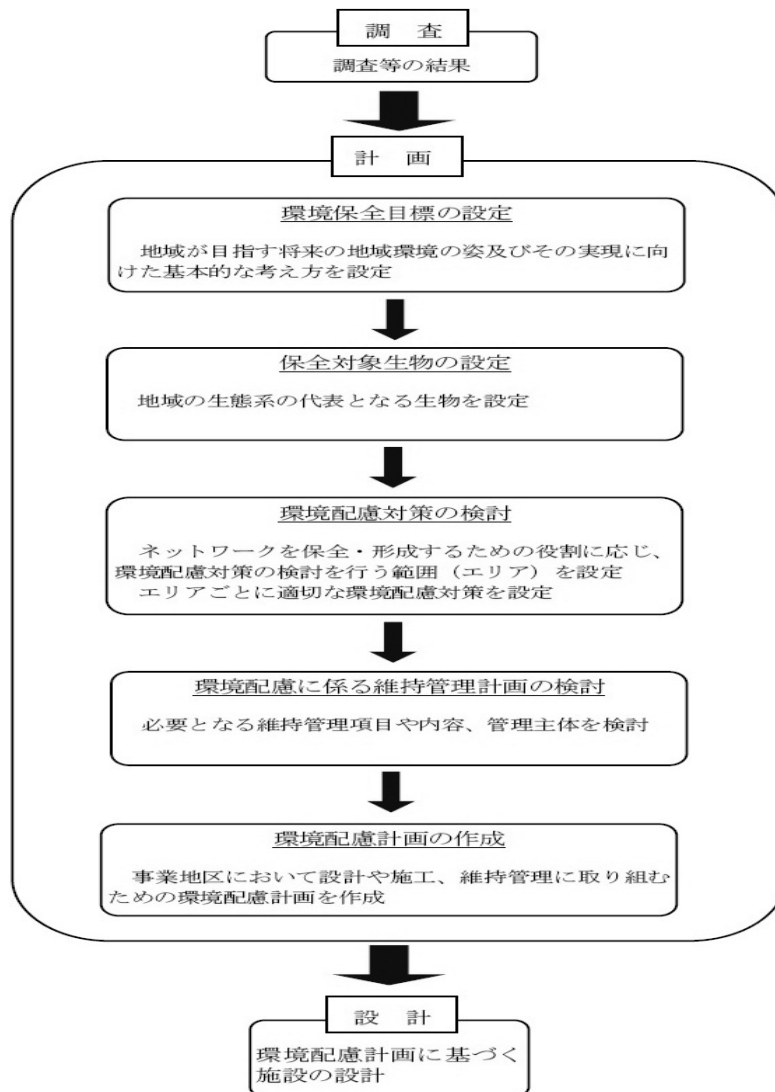


図-4.2.11 計画策定のフロー図

4.2.6 環境に関する調査及び計画（景観配慮）

農村景観は、自然、地形的な要素と土地利用的な要素に、住宅の意匠や植栽などの要素が加わることで成り立っている。

特に我が国の農村は、水田を基調とする水利用と土地利用が骨格部分を構成しているという特徴がある。水をコントロールする技術は、農業生産と農村生活を可能にする地域づくりの基本的な技術であり、また、水田や畑、宅地などの土地利用は、地域経済の状況を景観として表している。

このため、農村景観における「水」と「土」が果たしてきた役割を十分踏まえ、農業農村整備事業における景観との調和への配慮を行うことが重要である。

(1) 調査

調査の進め方

調査では、地域の景観要素やデザインコードなど地域の景観に関する情報を収集し、景観の特性及び事業による景観への影響の把握等を行うため、整備対象を含む地域を対象とした基礎調査と、整備対象の周辺を対象とする詳細調査を段階的に実施する。

デザインコードは、地域の景観を構成している空間の秩序や建物、施設などの形や色彩などに共通するパターンであり、景観配慮対策を検討する上で地域の統一性を生むために必要な事項である。

a 調査の目的

調査では、地域の景観特性やデザインコード等を把握し、整備対象の景観への影響を把握するなど、将来の地域景観の保全、形成の方向性等を検討するために必要な情報を収集、分析することを目的とする。

b 調査の手順

(a) 基礎調査

基礎調査では、地域のまとまりを踏まえ、事業を実施する区域を含む地域を調査対象として、大景観～中景観における地域の景観構成要素、デザインコードなどの情報を、既存の文献や、地域住民へのアンケート、聞き取りなどにより収集し、地域景観特性を把握する。

(b) 詳細調査

詳細調査では、基礎調査における地域景観特性を踏まえて、整備対象の周辺を対象として、中景観～小景観における景観要素、デザインコードなどの情報を現地踏査等により収集し、景観特性の把握及び事業による景観への影響の把握を行う。

c 調査における留意点

調査の初期段階から地域住民が参加し、地域住民により地域の景観特性の再認識が行われるよう促すとともに、学識経験者や専門家との十分な連携を図りながら調査を進めていくことが重要である。

また、景観に関する情報は、

・気象や季節等、時間的な変化を伴うものが多いこと
・物的情報に人文情報が複合的に絡まり、視覚ではとらえられない意味のある空間を形成していること

・視点と視対象の関係によっては情報が変化すること
を常に意識して調査を実施することが必要である。

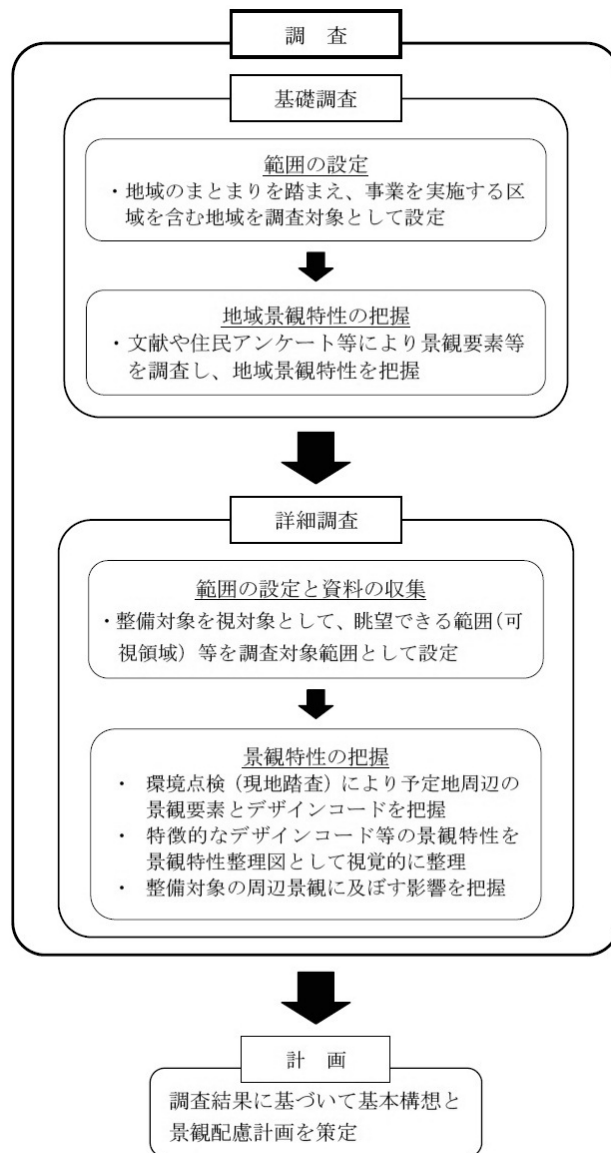


図-4.2.11 調査のフロー図

基礎調査

a 基礎調査の方法

基礎調査では、農業農村整備事業の実施区域を含む地域を対象として、地域の景観要素等の情報や資料を収集し、地域景観特性を把握する。

地域景観特性を把握するため、地域景観を成立させている景観要素等について、それぞれ現状が把握できるような情報を収集し整理する。

なお、基礎調査では、広範囲にわたる情報を収集する必要があるが、実施する事業の性格に応じた情報を的確に集めることが重要である。

また、地域の「自然・地形」、「土地利用」、「施設・植栽等」の景観要素の他、歴史や文化、行政区画などの地域のまとまりを踏まえ、事業の実施区域を含む範囲を設定して調査を実施する。

b 地域景観特性の把握

収集した地域の景観要素等から、地域景観特性を明らかにする。

「自然・地形」、「土地利用」、「施設・植栽等」の三つの景観要素と生活慣行や祭礼神事などの不可視的な事項である社会環境について調査を実施するとともに、景観の保全、形成の担い手である地域住民の景観に対する認識や意向等を把握する。

なお、地域の景観要素等に係るデザインコードの把握を行うことも必要である。

詳細調査

a 詳細調査の方法

詳細調査では、整備対象を視対象として眺望できる範囲を調査対象とする。また、整備対象と周辺景観が調和するために必要な情報を収集し整理する。

整備対象と周辺景観が調和するためには、整備予定地周辺の景観特性を十分に理解するとともに、事業の実施による周辺景観への影響を造形的な視点から把握し、計画、設計を検討する必要がある。

このため、詳細調査では、現地踏査を中心に景観要素やデザインコードの収集に加え、必要に応じて地域住民等からの聞き取りによって、景観の調和を図るための詳細な情報を収集する。

b 景観特性の把握

現地踏査により、整備対象周辺の景観構成要素とデザインコード等を調査し、周辺景観との調和の在り方を検討するために必要な資料を収集、整理するとともに、整備対象が周辺景観に及ぼす影響を把握する。

景観やデザインについての専門家等の協力を得ながら、環境点検を行うことにより「景観要素調査」と「デザインコード調査」を実施する。また、地域住民が参加したワークショップ方式による環境点検を実施することにより、より詳細で有効な情報を収集することが可能となる。

(a) 景観要素調査

整備対象の周辺景観を成立させている景観構成要素を把握する。現地調査により収集した景観構成要素等を地図に書き込み整理する。

(b) デザインコード調査

現地踏査により景観秩序を把握し、空間及び整備対象に関するデザインコードを抽出する。

なお、デザインコードは、自然条件や伝統文化など「農村に必要な機能」が反映された結果であることが多いことから、デザインコードの根拠を明確にしておくことが重要である。

(2) 計画

計画の進め方

計画段階では、調査において把握された地域景観特性等を踏まえ、住民参加による合意形成を通じて、基本構想、景観配慮計画の策定を段階的に進める。

基本構想

a 景観保全目標

基本構想では、調査結果における地域景観特性等を踏まえ、地域が目指す将来の地域景観の姿及びその実現に向けた基本的な考え方として景観保全目標を設定する。

b 景観に配慮する区域と各区域における景観配慮の方向性

調査から得られた地域景観特性等を踏まえて、景観に配慮する区域及び区域ごとの景観配慮の方向性を設定する。

c 基本構想の取りまとめ

景観保全目標、景観配慮区域及び景観配慮区域ごとの景観配慮の方向性を基本構想として取りまとめる。

景観配慮計画

a 計画範囲と視点場の設定

景観配慮計画の検討範囲は、基本的に整備対象の可視領域等であり、この範囲において、地域住民等のまなざし量を検討し、整備対象の景観配慮を検討する上で適切な視点場を設定し、計画を検討する。

b 景観への影響の検討

整備対象の規模、形等の特性が、周辺景観に与える影響について、景観シミュレーションによって検討する。

c 景観配慮方針の検討

景観配慮の基本原則を用いて整備対象の景観配慮に係る基本的な方向性を明らかにし、景観上の役割、調和の方向及び景観設計要素について検討を行い、景観配慮方針を取りまとめる。

d 景観配慮計画の取りまとめ

基本構想及び詳細調査等を踏まえ、整備対象の景観配慮方針などを景観配慮計画として取りまとめる。

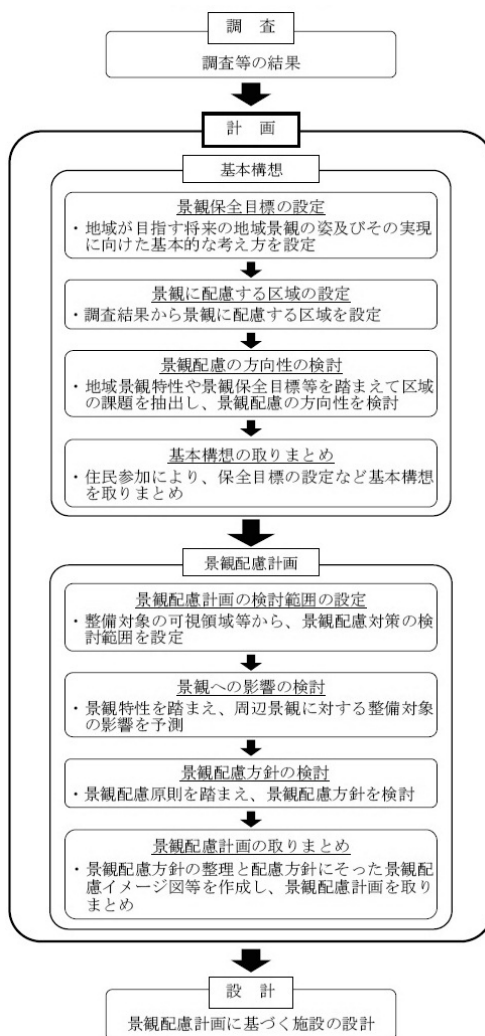


図-4.2.12 計画策定のフロー

5.6 環境との調和に配慮する水路の設計（生態系配慮）

5.6.1 設計の進め方

調査結果や環境配慮計画等を踏まえ、現地への導入が可能と考えられる複数の環境配慮工法を選定した上で、現地の条件から設定された設計条件をもとに工法を決定し、詳細設計を行う。

(1) 環境配慮工法の選定

水路に求められる農業の生産基盤等としての機能を満足するとともに、保全対象生物のネットワークを保全・形成するための役割を明確にして、現地への導入が可能と考えられる複数の環境配慮工法を選定する。

(2) 設計条件の設定

農業の生産基盤等として施設を設計するために必要な基本的な条件（計画用水量、計画排水量、計画水位、用排水系統等）を満足した上で、保全対象生物のネットワークの保全・形成のための条件、流域・水系等条件、用地条件、資材利用条件、維持管理条件等について、個々の現地の条件から設定する。

(3) 環境配慮工法の決定

設計条件や施工計画を考慮して選定した複数の工法について、施設の機能性、安全性、経済性、施工性、維持管理作業性、景観面等の観点から検討を行い、最適な工法を決定する。

(4) 工法等詳細設計

決定された工法について、設計条件をもとに水理設計や構造設計等を行い、断面形状、使用する材料等の詳細設計を行う。

また、設計により得られた施工上の留意点等を施工指針等として整理する。

事業を実施する上での施工時における環境配慮事項を環境配慮のための施工指針等として取りまとめ、設計業務や工事における特別仕様書等の契約書類に記載することにより、事業主体や施工業者等の関係者間で、環境配慮に対する考え方を徹底する。

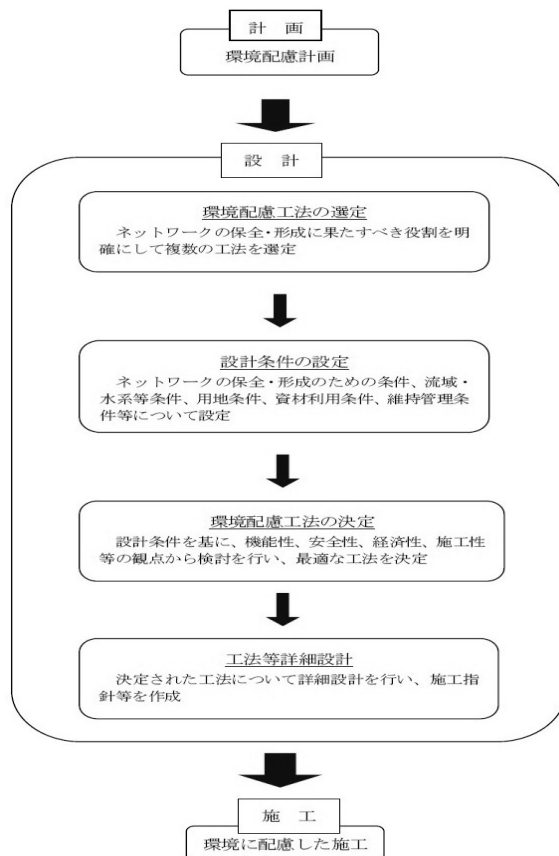


図-5.6.1 設計のフロー図

5.7 環境との調和に配慮する水路の設計（景観配慮）

5.7.1 設計の進め方

景観配慮方針に基づき、デザインコード等を手掛かりとして整備対象の景観設計を進め、具体的な設計案を作成する。さらに、地域住民や専門家等とともに予測画像等を用いて周辺の景観構成要素との調和を検討し、維持管理方法等も含め総合検討を行った上で最終的な景観設計案を決定する。

(1) 設計の目的

設計では、整備対象の基本的な性能としての機能性（利便性や効率性など）、経済性、安全性、維持管理の容易さ等とともに、周辺景観との調和への配慮を同時に検討する。

景観設計では、山並みや河川、集落といった周辺の景観構成要素と整備対象の調和を図るため、景観配慮方針に基づき、規模・配置などを空間的な関係や時間的な観点から検討した上で、整備対象自体の形、色彩、素材等の細部を検討し、より洗練されたデザインとすることを目的とする。

(2) 設計の手順

景観設計

a 景観設計の検討

景観配慮方針に基づき、基礎調査で収集した地域の特徴的な景観要素やデザインコード、詳細調査で収集した整備対象周辺の景観構成要素やデザインコード等を手掛かりとして、空間的な関係及び時間的な経過の観点から設計を検討する。

また、景観配慮方針及び空間的、時間的な検討を踏まえて、デザインコントロールとして整備対象の規模・配置及び整備対象自体の形、色彩、素材など景観設計要素を検討する。

b 景観設計案の作成

地域住民、専門家等の意見を踏まえて、複数の視点場からの見え方を想定し、複数の景観設計案を作成する。また、必要に応じて景観予測資料を作成することを検討する。

景観設計案の決定

a 比較検討と絞り込み

地域住民や専門家等とともに景観設計案の予測画像等により、機能性、経済性、安全性、維持管理の容易さ、景観配慮の効果等を比較検討し、少数の有力案への絞り込みを行う。

b 最終案の決定と地域住民の合意形成

絞り込まれた有力案を基本に、景観に関する地域の協議会等を開催し、地域住民や専門家等の意見を取り入れながら、施工に向けた景観設計案を決定する。

また、地域住民に最終案が決定されるまでの経緯を説明し合意形成を醸成することも重要である。

(3) 設計の留意点

基本構想における景観保全目標や景観配慮区域の方向性を踏まえ、整備対象が地域住民にどのように見られるかということを常に念頭に置いて、設計を行うことが重要である。

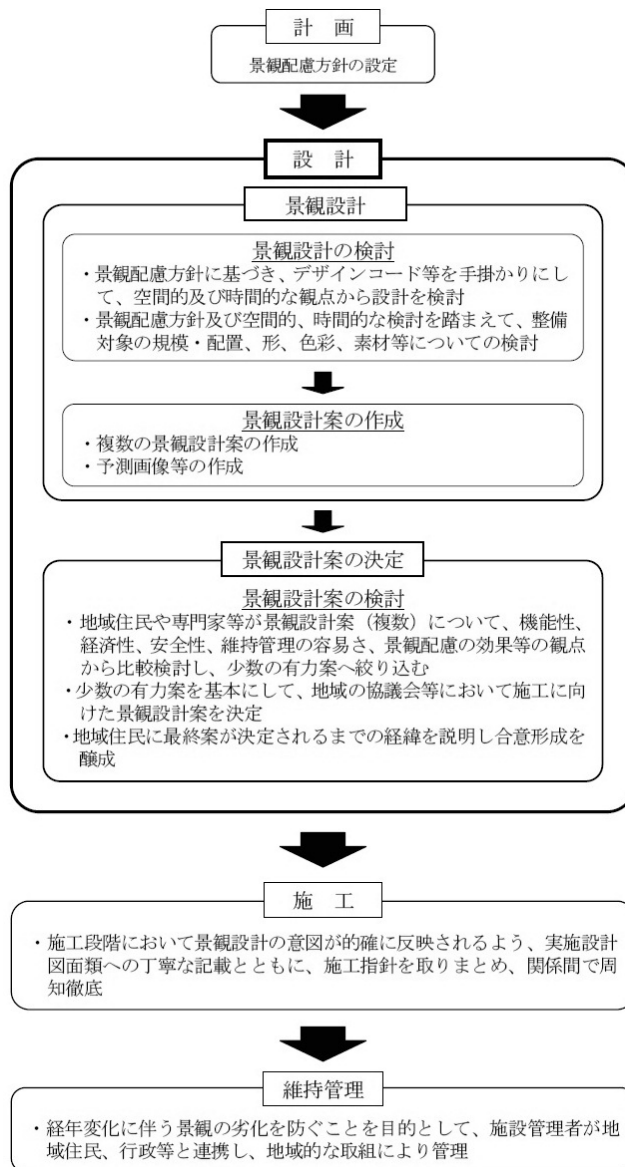
また、設計上工夫することによって、整備対象に新たな意味付けを付加し、調和を図ることが可能な場合もあることについて留意する。

(4) 施工

施工段階において景観設計の意図が的確に反映されるよう、設計者は、実施設計図面等へ丁寧な記載を行うとともに、景観配慮のための施工指針を取りまとめ、関係者間で周知徹底を行う。

(5) 維持管理

整備後の維持管理では、経年変化に伴う景観の劣化を防ぐことを目的として、施設管理者が住民、行政等と連携し、地域的な取組により適切な維持管理を行う。



【図-5.7.1 設計のフロー図】

7.11 耐震設計の考え方

7.11.1 一般事項

農業用の水路は水源地からほ場までの区間、あるいは、ほ場の吐口から河川に至る線状の構造物である。開水路は地形上の高位部から低位部にかけて基本的に等高線形状を考慮して路線が決められ、パイプラインは変化に富んだ地形に埋設される。また、幹線水路系開水路では、施設の設置位置を選定しながら、比較的安定した地盤に設置されることが多い。一方、末端水路系では軟弱地盤や地下水、湧水などの影響を強く受ける場合が多いことになる。さらには、水路工には、サイホン、落差工、分土工等の附帯施設が付属して構築される。このように地盤条件や水路工の構成材料が多種・多様であることから、水路系全体の耐震性能を均一に確保することは極めて困難である。

また、頻発する大規模地震の被害として、開水路においては継目の離脱、矢板の倒伏等の被害が生じ、管水路においては液状化による管体の浮上などの被害が顕在化してきた。

したがって、農業用水路の耐震性については地震被害を軽減するための対策としては、地盤の液状化判定や震度法、応答変位法などの設計手法を用いて検討する対策と、設計手法は確立していないものの過去の被災事例などから有効と考えられる対策の両面から設計・施工を実施することを基本とする。

長大な構造物となる水路工全体の耐震化は多額の費用を要するだけでなく、過大な構造物となる場合も想定されることから、施設の所在毎に施設の重要度区分や保持すべき耐震性能等を設定し、地震による被害を受けた場合の影響を最小限とするような設計上の配慮が不可欠である。また、地震被害からの早期復旧のためには、当初造成時における路線選定や水利システム面からも弱部付近には点検施設を設ける等十分な配慮が必要である。

なお、管水路に関しては土地改良事業計画設計基準・設計「パイプライン」を参照とする。

(1) 計画設計上の一般事項

水路工は長大で多種の地盤にまたがり、耐震検討の場合の地震力についても場所によって異なることから、構造物全般について均一な耐震性を確保することは容易でない。このため、その重要度区分と保持すべき耐震性能に応じ、以下に示す方針に従い、計画設計を行う。

水路（特に開水路）は、水路壁に作用する土圧等が大きい影響を与えるので、路線の選定、附帯施設の位置の決定に当たっては、土質調査、地盤調査に基づき、軟弱地盤（液状化が見込まれる地盤）、高い切土及び盛土部、地形及び地質の急変部等は避けることが望ましい。

水路は目地部でのずれが生じやすい。特に、サイホン、落差工、分土工、量水施設、水位調整施設、余水吐、調整池、排水門、排水樋門等と水路との接合部では、地震時に大きな変形や応力が発生することが考えられるので、良好な地盤に設置することが望ましい。

水路の路線選定は、地理、水理条件等によって大きく左右されるが、耐震上できる限り地形・地質条件が良好な場所を選定することが望ましい。特に幹線水路では液状化が想定されるような場所を避けることが望ましい。

送配水における危険分散又は被災後の早期復旧対策（通水断面の確保等）についても考慮しておく。

(2) 開水路系の構造的な弱部

開水路も過去にいくつかの大きな地震で被害を受けている。新潟地震（1964 年）から東北地方太平洋沖地震（東日本大震災：2011 年）までの大規模な地震等によって被災を受けた農業用排水路はその震害原因と被害の特徴を次のように整理することができる。

震害の原因

地震波動伝播によるもの

地盤あるいは埋戻し砂の液状化によるもの

地震による地盤沈下によるもの

斜面のすべりによるもの

近接構造物や附帯構造物によるもの

断層によるもの

津波によるもの

被害の特徴

施設の倒壊、側方移動、破損、浮上

盛土部等や山腹の崩壊

軟弱地盤や地形、地質が変化する境界での目地部のずれ

矢板護岸水路の部分倒伏

土砂・がれきの堆積による通水断面阻害



•水路が周辺地盤に押され、はらみだし
•コンクリート矢板の排水路(笠コン有)



地震動による被害

排水機能が消失
(利根川沿岸)



液状化による被害

図-7.11.1 東北地方太平洋沖地震の被災状況

これらのような被害の特徴は震度5以上の地区において顕著で、水路の目地のずれや水路の移動、破損、折損等を引き起こし、場合によっては流出水によって地盤の一部が流亡するなどの二次的被害にも及んでいる。

以上のことから開水路系の弱部は、地形・地質的な要因と施工・構造的な要因に分けて整理することができる。現実の地震被災はこれらの要因が重畳して発生していることから、設計・施工上の配慮によって危険となる要因を排除し、開水路系全体の耐震性を改善することも可能である。

【地形要因】

地形の変化点にある構造物周辺部（法肩、法尻部）

現地盤が軟弱な場合（沢部を横断する場合、地下水位が高く、液状化しそうな場所）

地震基盤上の表層地盤の厚みが急変する場合

【土質要因】

地下水位が水路底版よりも高い場合

現地盤の液状化の可能性が高い場合

【施工要因】

盛土部に施工する場合

【水路の構造要因】

他形式構造物（サイホン、分土工等）との接続部

(3) 開水路の耐震対策

開水路の耐震性を向上させるに当たっては、地震動に対応して考える必要がある。

さらに、地震動及び地盤変状に対応する対策は、それぞれ耐震設計手法が確立しており数値化が可能な対策と、耐震設計手法が確立していないが有効な対策に分けて考える必要がある。

耐震設計手法が確立しており数値化が可能な対策については、施設の重要度に応じた地震動レベルにて検討を行う。耐震設計手法が確立されていないが有効な対策は、水管橋、サイホン等他形式水路との接続部、土質の変化点、ごく軟弱な粘性土層及びシルト層等において検討する。

地震動に対応する場合

開水路については、地震動により開水路側壁に作用する地震時土圧、動水圧及び躯体自重による慣性力を考慮して、開水路の耐震性を検討する。このような条件では、震度法（固有周期を考慮しない）を用いた検討手法があり、開水路の安全性を評価できる。

擁壁に作用する地震時土圧及び擁壁の自重による慣性力を考慮して、剛体としての転倒、滑動、鉛直安定及び基礎地盤安定性について検討する。開水路と同様、震度法（固有周期を考慮しない）を用いた検討手法により、擁壁の安全性を評価できる。

暗きょ（ボックスカルバート）の構造計算として、暗きょの横断方向及び縦断方向について検討する。このような条件では、応答変位法を用いた検討手法があり、暗きょの安全性を評価できる。

水路橋及び水管橋の橋脚は、橋脚躯体及び上部工等の自重による慣性力を検討する。地震動はレベル1地震動については、震度法を用い、レベル2地震動については構造物部材のじん性を考慮した地震時保有水平耐力法を適用して設計水平震度を算定する。

地盤変状に対応する場合

一方、被災の事例では、地盤の大きな変状により倒壊、側方移動を受けて被災している。このため、震度法のみで開水路・擁壁の安全性を評価することは難しい。

したがって、地盤変状の事例などから開水路系全体の弱部を整理し、対策方法を検討しなければならない。ここで地盤変状とは、地震動により生じた現地盤の液状化、地すべり、斜面崩壊、地盤沈下などの永久的変位をいう。

なお、盛土地盤における斜面崩壊による側方移動などについては、地盤変状に対する検討・評価手法がなく、安全性を評価できない。このため、路線変更を含めて水路継目部のダウエルバー等、別途対策工法を検討する必要がある。

(4) 耐震設計の基本方針

耐震設計の基本的な考え方は、施設が地震の影響を受けてもその機能を維持し、構造物の崩壊に

よる人命への二次被害を防止し、さらに経済的損失を極力抑えることにある。

しかし、耐震設計によって担保される構造物の耐震性や安全性には、おのずから限界があるため、以下に耐震設計の考え方を示す。

施設の供用期間内に 1～2 度発生する確率を持つ大きさの地震動をレベル 1 地震動とする。

施設の供用期間内に発生する確率は低い、極めて大きな破壊力のある地震動をレベル 2 地震動とする。これはさらに日本列島付近の 2 種類のプレートの運動が原因となるプレート境界地震（タイプ ）と列島内部の断層の運動が原因となる内陸直下型（タイプ ）に区分される。

施設の重要度に応じて、作用させる地震動レベルを区分する。

地震動レベルに対し目標とする耐震性能を定める。レベル 1 地震動は「健全性を損なわない」を目標とし、レベル 2 地震動は「致命的な損傷を防止する」を目標とすることを基本とする。

施設の重要度区分に応じた地震動レベルと、目標とする耐震性能により耐震設計を行う。つまり、重要度区分が A 種の場合、レベル 2 地震動の目標とする耐震性能は「致命的な損傷を防止する」とする。

レベル 2 地震動を考慮する場合は、レベル 1 地震動、レベル 2 地震動の 2 段階について検討を行う。

(5) 耐震設計の手順

擁壁及び開水路については、震度法を用いた地震動に対する検討を行う。

暗きょ（ボックスカルバート）については、応答変位法を用いた地震動に対する検討と地盤変状に対する検討を行う。

水路橋及び水管橋については、震度法を用いた地震動（レベル 1）と地震時保有水平耐力法を用いた地震動（レベル 2）に対する検討と地盤変状に対する検討を行う。

7.11.2 重要度区分と保持すべき耐震性能

(1) 重要度区分の考え方

耐震設計を行うに当たっては、水路組織の区間または個別の施設を「極めて重要度の高い区間または施設（重要度区分 A 種）」、重要度区分の高い区間または施設（重要度区分 B 種）及び「被災の影響が少ない区間または施設（重要度区分 C 種）」の 3 種類に区分する。

重要度区分は、水路区間等の地形・地質、社会・経済状況に留意し、表 - 7.11.1 に示す「水利施設としての規模」、「被災による二次災害危険度」及び「応急復旧の難易度」の 3 項目で判断する。

ただし、次に示すような場合においては、他の技術基準等と整合を図り、耐震性能を決定するものとする。

道路法の適用を受ける道路上部または下部に設置される施設

河川法の適用を受ける河川区域に設置される施設

鉄道下などを横断する施設

重要度判定のイメージを図 - 7.11.2 に示す。

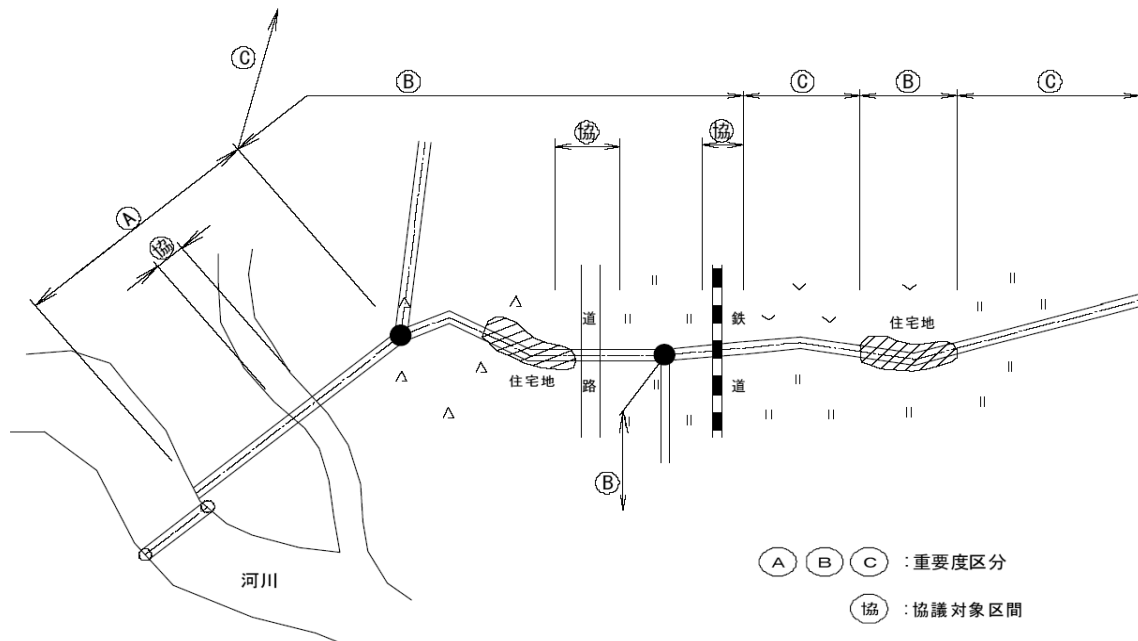


図-7.11.2 重要度判定のイメージ

表-7.11.1 重要度区分の考え方

区 分	項 目 ～ のいずれかに該当する施設	判断する上での参考指標
重要度区分 A種 (レベル2 地震動を 考慮する)	水利施設の大きさ 供給される用排水の中断あるいは減 量が地域の住民生活及び経済活動・生 産活動に与える影響の度合い。	・ 水路組織の中で施設規模が極めて大きく、かつ 被災した際にライフライン、用水供給、ひいて は住民生活への影響や地域の経済活動に著しい 支障をきたす場合。
	被災による二次災害危険度 水路施設が被災することにより第三 者への被害で、特に人命・財産やライ フラインなどへの影響。	・ 水路施設に隣接して家屋、避難場所若しくは公 道、鉄道、各種ライフラインなどの重要公共施 設が水路の破損によって直接被害を生じる場合 や、水路の破損による流出水が大量にこれらの 場所に流入、又は湛水し、人命若しくは社会経 済に重大な影響を及ぼすおそれがある場合。
	応急復旧の難易度 水路組織が被災した場合に直ちに実 施すべき応急復旧・代替のための現場 作業の難易度。	・ 応急復旧のための作業が極めて困難、若しくは 長期間を要する場合 例) 宅地などの隣接部や構造物の埋設が深い場合 などに復旧の難易度が高くなると考えられる。
重要度区分 B種 (レベル1 地震動を 考慮する)	施設規模の大きさ 同上	・ 施設規模が大きく、かつ被災した場合にライフ ラインとしての用水供給、ひいては住民生活へ の影響や地域の農業・経済活動に相当の支障を きたす場合でA種以外のもの
	被災による二次災害危険度 同上	・ 水路施設に隣接して家屋、避難場所、若しくは 重要公共施設があり、水路の破損による流出水 がこれらの場所に流入又は湛水し、人命に重大 な影響はないものの、社会経済的に多大な影響 を及ぼすおそれがある場合。

	応急復旧の難易度 同上	・ 応急復旧のための作業に比較的長時間を要する場合。
重要度区分 C種 (耐震設計は行わない)	施設規模の大きさ 同上 被災による二次災害危険度 同上 応急復旧の難易度 同上	・ A種及びB種に該当しない場合は、特に二次被害危険度が認められない場合は、応急復旧のための作業が容易で短期間で実施できる場合。

(2) 重要度区分と耐震性能

耐震性能の定義

耐震性能の定義は、表 7-11.2 に示す。

表 - 7.11.2 耐震性能の定義

耐震性能	定義（損傷度）
1.健全性を損なわない	・ 設計通水能力を維持できること (施設が構造的にも支障なく計画最大流量を流下可能等) ・ 降伏状態を超えるような損傷を生じないこと(補修不要)
2.限定された損傷にとどめる	・ 地震による損傷が限定的なものに留まり、水路又は橋としての機能の回復が速やかに行い得る性能 ・ 施設の機能回復をより速やかに行うために、3.の状態より余裕を持った状態にあること(場合により、補修必要)
3.致命的な損傷を防止する	・ 用排水が周辺に漏水しないこと (施設の流亡や目地ずれを生じない等) ・ 主要構造部材が破壊する手前の状態にあることにあること (構造物全体の崩壊も防止する。補修必要)

重要度区分と耐震性能

水路の設計で考慮する要求性能は、事業地区毎に重要度区分を定め耐震性能が規定されていなければならない、その要求性能を基本とする。

ここで水路設計での要求性能は、想定する作用と水路組織の重要度に応じて区分する。

開水路、擁壁及び暗きょ（ボックスカルバート）、水路橋及び水管橋の橋脚における重要度区分と耐震性能は、以下のとおりとする。

表 - 7.11.3 開水路（フル ム型、擁壁型）の重要度区分と耐震性能

地震動レベル 重要度区分		レベル1 地震動	レベル2 地震動
A種	耐震性能	1. 健全性を損なわない	3. 致命的な損傷を防止する
	耐震設計	耐震設計を行う	耐震設計を行う
B種	耐震性能	1. 健全性を損なわない	- (対象としない)
	耐震設計	耐震設計を行う	- (耐震設計を行わない)
C種	耐震性能	- (対象としない)	- (対象としない)
	耐震設計	- (耐震設計を行わない)	- (耐震設計を行わない)

表 - 7.11.4 暗きょ（ボックスカルバート）の重要度区分と耐震性能

地震動レベル 重要度区分		レベル1地震動	レベル2地震動
A種	耐震性能	1．健全性を損なわない	3．致命的な損傷を防止する
	耐震設計	耐震設計を行う	耐震設計を行う
B種	耐震性能	1．健全性を損なわない	-（対象としない）
	耐震設計	耐震設計を行う	-（耐震設計を行わない）
C種	耐震性能	-（対象としない）	-（対象としない）
	耐震設計	-（耐震設計を行わない）	-（耐震設計を行わない）

表 - 7.11.5 水路橋及び水管橋の橋脚の重要度区分と耐震性能

地震動レベル 重要度区分		レベル1地震動	レベル2地震動
A種	耐震性能	1．健全性を損なわない	3．致命的な損傷を防止する
	耐震設計	耐震設計を行う	耐震設計を行う
B種	耐震性能	1．健全性を損なわない	-（対象としない）
	耐震設計	耐震設計を行う	-（耐震設計を行わない）
C種	耐震性能	-（対象としない）	-（対象としない）
	耐震設計	-（耐震設計を行わない）	-（耐震設計を行わない）

7.11.4 地盤変状に対する耐震設計

(1) 地盤の液状化の一般事項

一般事項

液状化とは、一般的に地震力等によって緩い砂質地盤等に過剰間隙水圧が発生し、地盤支持力を失うような現象である。このため、構造物の沈下、側方移動や浮き上がりが生じたり、噴砂による地盤の崩壊が生じる場合が見られる。

液状化に關与する因子として次のものが挙げられる。

- ・土質条件：土質、密度（締固め度）
- ・静的応力条件：地震前の有効拘束圧の大きさ（深さ）
- ・動的応力条件：地震力（加速度の大きさ、継続時間）

液状化のメカニズムは完全には解明されていないが、砂質土が飽和され、かつ、ゆる詰め状態の場合に地震力が加わると体積が収縮しようとするため、それに伴って間隙水圧が上昇し、間隙水が排水されるまでの間、土粒子が間隙水の中に一時的に浮いた状態になり、土粒子間のせん断強度が失われるものと解釈されている。したがって、地盤が地下水で飽和した砂質土及び軟弱な中間土（細粒度含有率が35%以下の土）で構成される場合は、その地層の液状化の可能性の有無について判定を行う。

地盤が液状化し、水路に大きな被害が生じるおそれのある場合、特に重要な幹線は、このような地盤を避けることが望ましい。

検討対象となる構造物

本技術書では、原則として重要度区分A種及びB種の水路工を液状化の可能性のある地盤に設置する場合、液状化対策に関する検討を行うものとする。

14.1 農業用排水施設の補修・改修対策

基幹的な農業用排水施設は、その多くが、戦後の食糧増産や高度経済成長の時代に整備されたものであるため、近年、老朽化が進行し、補修・補強等の改修が必要とされるものや、更新等が必要とされるもの、また、新しい水路システムにより更新・再編事業として改築されたものがあるなど、施設の状況は様々である。現在の施設の老朽化の程度やその要因調査、耐久性、機能性等を判断したり、地震や地すべり等に対する安全性や余寿命を評価する等の判断基準が求められている。

このような背景の下、農業水利施設の分野においても、施設に深刻な性能低下が発生する前に、施設の機能診断に基づく必要な補修・補強等の予防保全対策を実施し、施設のライフサイクルコスト（建設・維持管理等に必要な全ての費用）の低減を図るストックマネジメントの取り組みが導入されている。

本技術書は、既存施設の長寿命化を念頭においた補修・改修等を行うための、調査、計画、実施に至る基本的な考え方を示すものであり、そのフローチャートを図-14.1.1に示す。

また、施設の改修及び補修が必要と判断された場合の補修・改修技術の基本的な考え方や、その技術・工法の概要を示すが、施設の性能を定量的に評価し、改修の要否等を判断する一般的な手法は現在確立されていないため、ここに述べる技術・工法が最良、最善と判断されるものではなく、技術の適用目的、地域性、現場条件、耐久性、維持管理対策、施工性、経済性等を総合的に検討し、技術開発の動向や経験のある技術者の意見等を聴取して適切に計画するものとする。

用語の定義

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（力学的安全性）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。

改築：従前の機能又は新たな機能を確保することを目的として既存の施設を新しい施設で置き換えること。

更新：施設全体又は設備全体を新しい施設で置き換えること。なお、施設系全体を対象とした場合は、施設系を構成する施設の改築だけでなく、補修、補強、改修、改築を包括して行うことも更新という。

保全：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若しくは向上させること。

変状：初期欠陥、損傷（偶発的な外力に起因する欠陥）、劣化を合わせたもの。

劣化：時間の経過とともに施設の性能低下をもたらす部材・構造の変化。

初期欠陥：施設の計画・設計・施工に起因する欠陥。

農業用排水施設			
土木・建築設備構造物			電気、機械設備
コンクリート構造物(点、線の構造物)、 開水路、トンネル、サット、暗きよ、 排水門、排水樋門、建屋等	管体構造物等(線の構造物) RC管、PC管、鋼管、ダクタイル鉄管、 FRPM管、石綿管等	水路橋・ 水管橋	施設機械類、ポンプ、除塵機、 スクリーン、水門扉等
水利用性、水理性、使用性・構造安全性、構造物の耐久性、安全性・信頼性、 経済性、環境性等			水利性、設備信頼性、構造 安全性・耐久性、修復性、 経済性、環境性、維持管理 性等

表-14.1.1 参照

表-14.1.2 参照

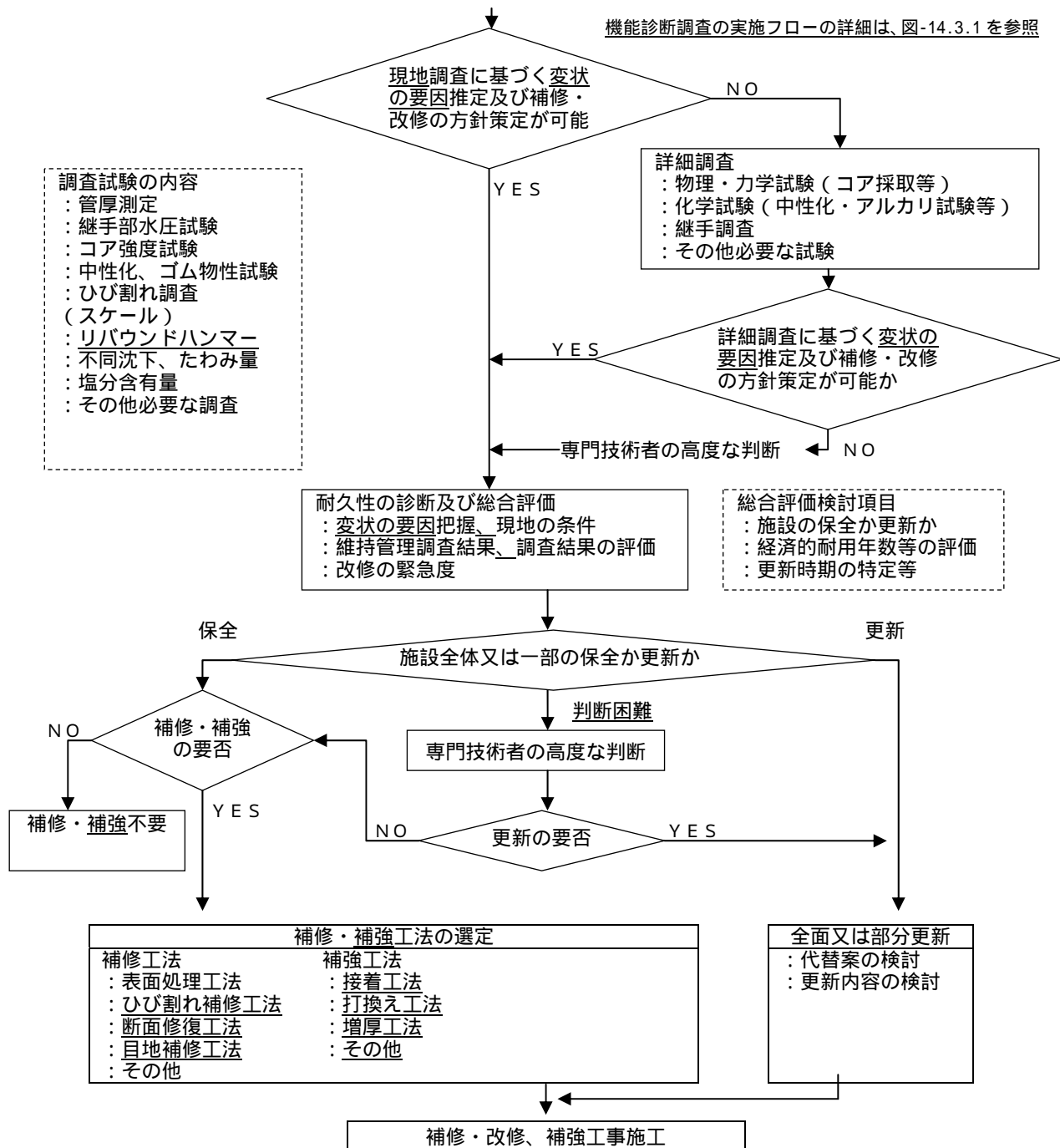
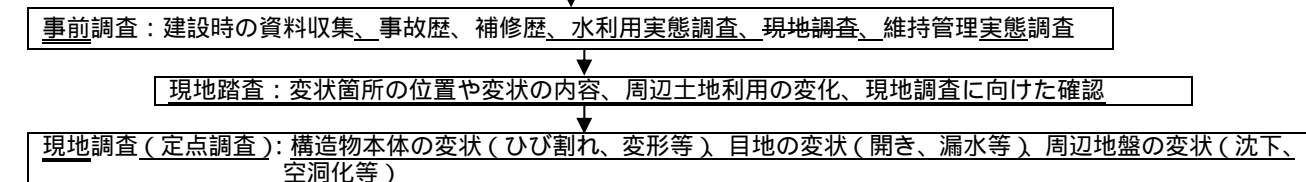


図-14.1.1 補修改修の調査、計画、実施のフロー

表-14.1.1 土木・建築設備構造診断

着目する性能	主な診断内容
送配水性、送配水弾力性、保守管理・保全性	送配水効率、用水到達時間 送配水自由度、調整容量 保守管理頻度・費用、容易性
通水性、水位制御性、分水制御性	通水量、漏水量、水位、流速係数 水位・流量の制御状態 分水量・水位の制御状態 水撃圧 堆積物の状況
使用性・構造安全性・耐久性	ひび割れ形状(鉄筋に沿うもの、目地間中央部や部材解放部の垂直のもの、水平・斜めのもの、格子・亀甲状のもの等)、幅、延長 材料劣化(浮き、剥離、スケーリング、エフロレッセンス、錆汁、摩耗・すり減り、漏水痕跡、鉄筋露出等) 圧縮強度(各種力学試験) 中性化(中性化深さとかぶり深さ) 鋼矢板や鋼管の腐食(マクロセル腐食、電食) 材料の品質(単位セメント量、海砂の使用、反応性材料の使用) 変形・歪み・撓み 転倒・滑動、浮上 欠損・損傷 不同沈下(蛇行・沈下) 漏水・湧水、背面土砂吸出し 水路底の浸食や深掘れ、矢板の露出 地盤変形(背面土の空洞化、周辺地盤の陥没、抜け上がり) 目地の劣化(開き、段差、止水板の破断、漏水痕跡、周縁コンクリートの欠損等) 供用環境、水質、土質、土かぶり(地上部の土地利用)、荷重条件
安全性・信頼性	漏水・破損事故履歴、補修履歴、耐震性
経済性	建設費、維持管理費
環境性	騒音、振動、景観、親水性、歴史的価値、自然環境

表-14.1.2 電気・機械設備機能診断

着目する性能	主な診断内容
水利性	用・排水量、全揚程、取水位(量)
設備信頼性	耐用年数、使用時間、バックアップ、故障・整備履歴
構造安全性・耐久性	腐食、摩耗、振動、異常音、過熱、ひずみ変形、油脂類の劣化、絶縁抵抗、接地抵抗、耐震性、材料の品質
修復性	修復容易性、損傷・故障時の対応(部品調達、予備品保有)
経済性	建設費、維持管理費
環境性	騒音、振動、異臭、環境負荷(CO ₂ 排出、生態系への影響)、景観
維持管理性	施設管理者や第三者の人的安全性(防護柵、危険表示板、危険部位の保護)、止水性、操作性(水利調節)

14.2 機能と性能

14.2.1 農業用排水施設の機能と性能

農業用排水施設は、農業用水及び農用地等からの排水を流送する目的を果たす機能を有し、これらの機能は水利用機能、水理機能、構造機能に分類される。これらの機能は重層的に構成されており、構造機能が水利用機能と水理機能を下支えする関係にある。また、これらの機能のほかに、事故時におけるリスクなどに対して農業用排水施設全般に求められる安全性・信頼性といった社会的機能がある。開水路（用水路）の機能と性能の種類の例を表-14.2.1 に示す。

表-14.2.1 開水路（用水路）の機能と性能の種類の例

機 能		性能の例	指標の例
本来的機能	1)水利用機能	送配水性	送配水効率、用水到達時間
		送配水弾力性	自由度、調整容量
		保守管理・保全性	保守管理頻度（費用）、容易性
	2)水理機能	通水性	通水量、漏水量、表面抵抗の大小、水位
		水位制御性	水位・流量の制御
		分水制御性	分水量・水位の制御
	3)構造機能	使用性	ひび割れ、変形量
		耐久性	摩耗量、鉄筋腐食量
		構造安全性	不同沈下、周辺地盤の沈下や陥没、断面破壊に対する安全性
社会的機能	安全性・信頼性	漏水・破損事故履歴（率・件数）、補修履歴、耐震性	
	経済性	建設費、維持管理経費	
	環境性	景観、親水性、歴史的価値、自然環境、地域用水（生活用水、防火用水）	

表-14.2.1 は、農業水利施設の機能保全の手引き「開水路」（平成 22 年 6 月）から一部修正、加筆して作成

14.2.2 性能の管理

(1) 開水路の性能管理

農業用排水施設の性能管理は、水利用機能、水理機能及び構造機能に着目し、水路形式ごとに適切な性能管理手法を適用する必要がある。また、性能管理の指標は可能な限り定量的な個別の指標を用いることとする。

以下に、水利用機能及び水理機能を支える構造機能に着目した開水路の性能管理手法の考え方を示す。

開水路の性能管理

a. 「鉄筋コンクリート開水路」

「鉄筋コンクリート開水路」には、フルーム水路や二次製品水路等があり、水路側壁と底板が構造的に一体となって土圧、水圧等の荷重を支持する形式である。一般的に水利用機能（所要量を送水する性能等）や水理機能（通水性能等）は、構造機能（力学的安全性、安定性、耐久性）に支えられており、その構造機能の性能低下の状況は、ひび割れや摩耗、鉄筋の腐食による錆汁の発生等の躯体の状態や基礎地盤の状態等の外形の状態から相当程度把握できる。そのため、ひび割れや変形等の外形的な構造状態に着目した性能管理を行うことを基本とする。

b. 「無筋コンクリート開水路」

「無筋コンクリート開水路」には、重力式擁壁水路やもたれ式擁壁水路等があり、構造物自体が自重で外力に対して安定性を保つ、または、地山や裏込め土等の背面土に支えられて安定性を保つため、外力により躯体の滑動や転倒、沈下などの変状が生じやすく、構造物と接する地盤や地下水等の環境条件により影響を受ける。このため、コンクリートのひび割れ、剥離、剥落、摩耗等の材料的な変状だけでなく、構造物自体の変状（転倒や滑動、沈下や蛇行等）や構造物周辺の変状（背面土の空洞化、周辺地盤の陥没等）といった外部要因による構造安定性に関する指標に着目した性能管理を行うことを基本とする。

c. 「その他開水路」

「その他開水路」には、鋼矢板やコンクリート矢板等の矢板型水路、コンクリートブロック積水路、石積水路、ライニング水路等があり、地山や裏込め土等の背面土に支えられるか、地盤の安定性に基づいて施設の安定性を保つため、構造物と接する地盤や地下水等の環境条件により影響を受ける。このため、構造物自体の変状（変形や傾き、沈下や蛇行等）や構造物周辺の変状（背面土の空洞化、周辺地盤の陥没等）といった外部要因による構造安定性に関する指標に着目した性能管理を行うことを基本とする。

d. 性能管理の留意事項

ア. 水利用機能・水理機能への着目

堆砂、ゴミ、雑草などを原因とした通水障害のように、構造機能の性能低下以外にも水利用機能や水理機能に与える影響が大きい要因が存在する場合には、水利用機能や水理機能に着目した検討を行う必要がある。特に現在のストックマネジメントにおける農業用排水施設の機能診断では、主として各施設の構造機能の検討に重点が置かれているが、長大な農業用排水施設をシステムとして取扱う場合、構造機能の他に水理及び水利用機能の診断評価も加えた各機能の検討を行う必要がある。また、水源から末端ほ場までを対象とする用水路の水路システムの更新・改修を行う際は、既存の水路システムの当初の設置目的・機能、その後の管理実態を調査し、その課題となっている事象を十分把握した上で、各機能の維持・回復や管理・操作の改善等を施設利用者や施設管理者等と十分協議した上で検討することが重要である。

また、主要道路や鉄道、住宅地等が隣接している水路や天井川となっている水路の場合、そこでの漏水や破損事故は、水利用機能や水理機能の他、安全性・信頼性、経済性といった社会的機能に関する性能低下を引き起こすことから、これらに関する指標も必要に応じて検討する。

施設の重要度評価

施設の重要度とは、農業面では農業への影響度や復旧の難易度（費用・期間）等に置き換えて考えることができ、農業以外の面では、住宅地、公共機関等の周辺施設の立地条件から、事故が起こった場合の被害額等で示される損失で表すことができる。これらの損失は、経済性を表す指標でもある。

開水路においては、漏水・破損事故等による農業面と農業以外の面（施設周辺環境等）に与える影響から施設の重要度の評価を行うものとする。重要度は、定性的・定量的な判断から評価・区分を行うこととし、評価区分は、表-7.1.1 に示すように地震リスクの観点から設定した評価区分の例や表-14.2.2 に示す施設の重要度区分などを参考に、検討の目的や地区の状況に応じて個別に定める。

表-14.2.2 施設の重要度区分の例

評価区分	想定される事故による影響	評価指標の例
A A	人的被害が想定される	
A	経済的被害が大きい	被害額 > 予防的な保全対策費用
B	経済的被害が小さい	被害額 < 予防的な保全対策費用
C	事後保全でも許容できる	被害額 < 予防的な保全対策費用

(2) 開水路の性能低下

開水路の変状の要因は、現場条件、設計条件、水路形式ごとに異なることに留意する。

開水路の性能低下

a. 「鉄筋コンクリート開水路」

鉄筋コンクリート施設の性能低下には、コンクリートの摩耗、中性化などの内部要因、不同沈下、基礎地盤の空洞化などの外部要因のほか、目地の劣化などのその他の要因など様々なものがあり、その劣化の進行も施設ごとに異なる。しかし、いずれの場合も鉄筋の腐食により劣化が急速に進展する共通の性質を持っていること、鉄筋の腐食とひび割れには相互に因果関係があることから、調査・評価、性能低下予測、対策工法の検討においては、これらの特質に着目することが重要である。

なお、「鉄筋コンクリート開水路」の主要な性能低下プロセスと鉄筋コンクリートの変状の種類とその要因をそれぞれ、図-14.2.1、表-14.2.3 に示す。

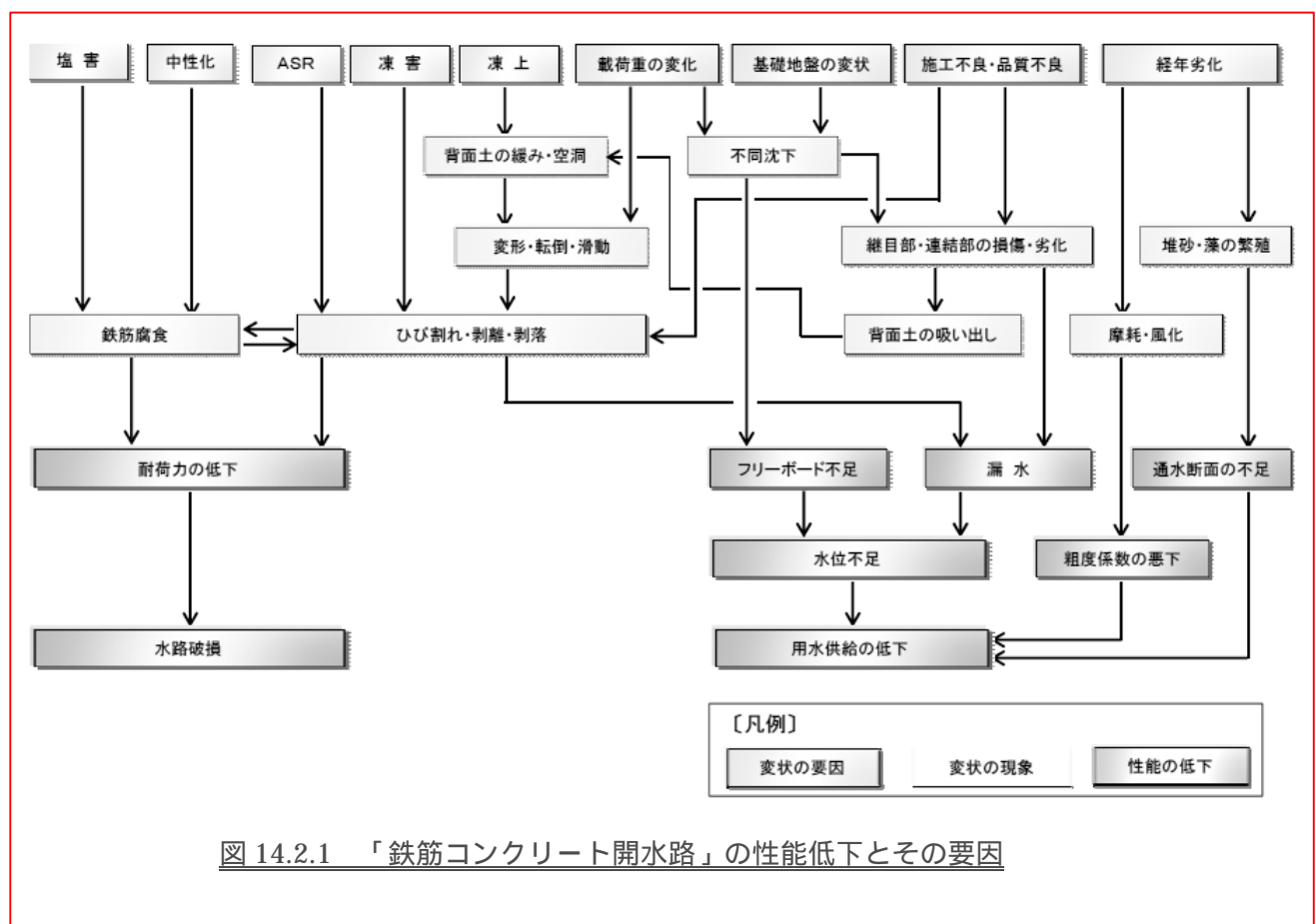


図 14.2.1 「鉄筋コンクリート開水路」の性能低下とその要因

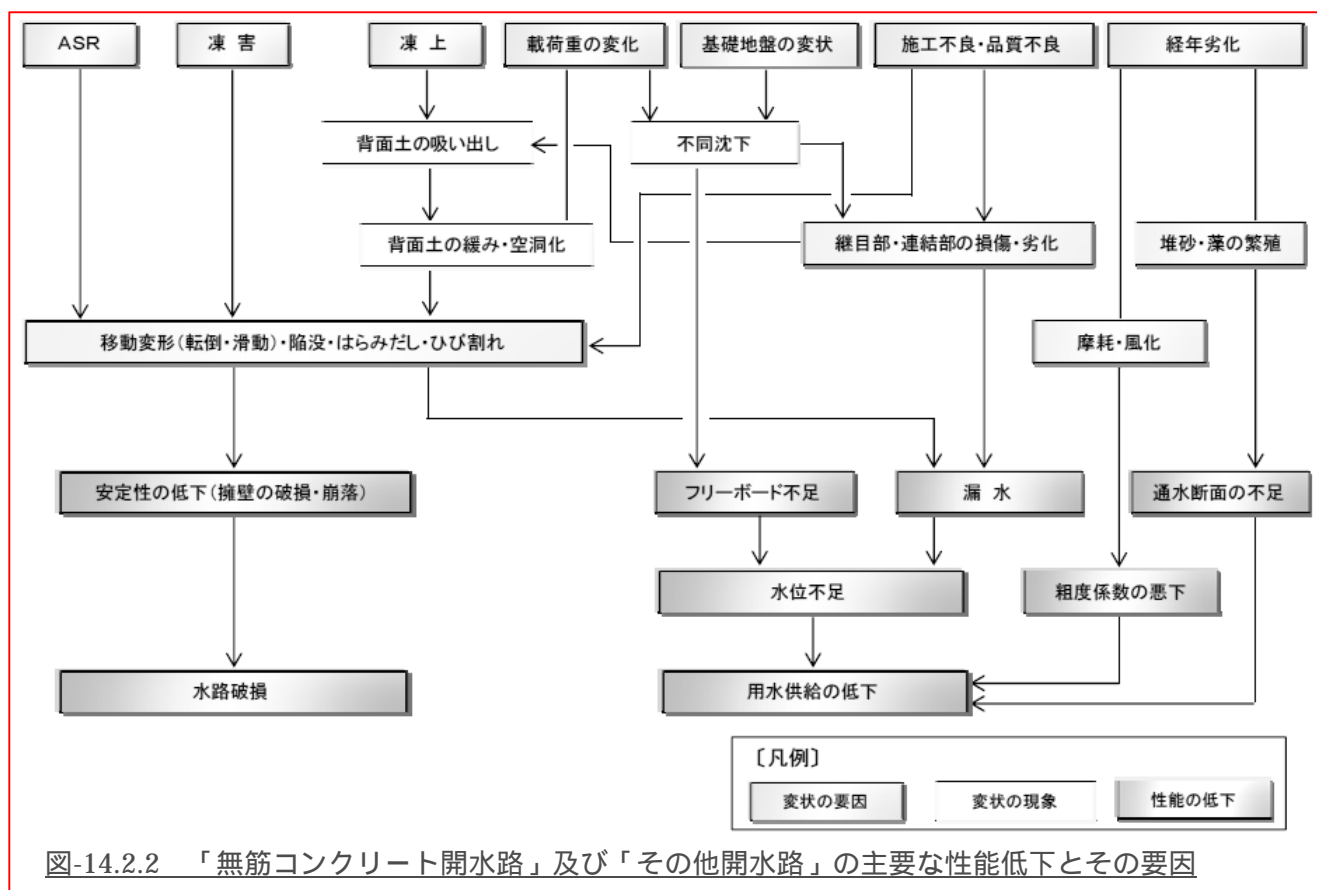
表-14.2.3 鉄筋コンクリートの変状の種類とその要因

変状の種類			変状の要因										
			初期欠陥	中性化	塩害	応（ASR）	アルカリシリカ反応	凍害	化学的腐食	疲労	磨耗・風化	構造・外力	
初期欠陥	ジャンカ		—										
	コールドジョイント		—										
	内部欠陥（空洞等）		—										
	砂スジ		—										
	表面気泡		—										
	非進行性ひび割れ ・乾燥ひび割れ ・乾燥収縮ひび割れ ・温度ひび割れ		—	非進行性ひび割れは、施工中、または完成後早い時期に処理を行えば、耐久性に問題は生じない。放置しておいた場合は、他の劣化要因と複合し、進行性のひび割れに変わる場合もある。									
	材料劣化 （内部要因に よるものが 多い）	ひび割れ	鉄筋腐食先行型		—	—							
ひび割れ先行型						—	—	—	—			—	
浮き・剥落			—	—	—	—	—	—			—		
錆汁			—	—	—		—	—					
エフロレッセンス						—				—			
変色				—	—		—			—			
すりへり（摩耗）										—			
断面欠損			—	—				—	—			—	
構造劣化 （外部要因に よるものが 多い）	曲げ・せん断ひび割れ											—	
	たわみ								—			—	
	変形			—	—	—			—			—	
	振動（剛性の低下）			—	—	—			—			—	

「コンクリート診断技術」((社)日本コンクリート工学協会)を参考に整理
材料劣化は主に内部要因、構造劣化は外部要因によるものが多い。しかし、材料劣化の場合には、疲労や構造外力のような外部要因でもひび割れなどの変状・劣化が生じる。

b. 「無筋コンクリート開水路」及び「その他開水路」

「無筋コンクリート開水路」及び「その他開水路」の性能低下は、コンクリートの摩耗、ASRなどの内部要因によるものよりも、外力等の外部要因による施設の移動変形といった変状として多く現れる。このため、機能診断調査・評価に当たっては、構造物単体だけでなく、隣接し、または連続する構造物群などの位置関係を考慮して、周辺環境に関する診断項目の設定や変形の影響範囲、進行性の評価を行う必要がある。なお、「無筋コンクリート開水路」及び「その他開水路」の主要な性能低下プロセスは、図14.2.2のとおりである。



(3)変状の特徴

「鉄筋コンクリート開水路」

「鉄筋コンクリート開水路」では、乾燥収縮や温度応力により、打設単位の間部分で垂直方向に発生するひび割れが多く見られる。また、他の要因により発生するひび割れは、中性化や塩害など鉄筋コンクリート特有のもの、凍害・ASRなど鉄筋の有無に拠らないもの、外力によるもの等がある。

コンクリートの摩耗は、粗度係数の増大による通水量の低下といった水理性能の低下のみならず、部材断面の減少による構造性能の低下につながる場合がある。

また、目地材の劣化等による目地からの漏水・湧水が見られることが多く、そのまま放置すると背面土砂の吸出しや周辺地盤の侵食の発生又は周囲のコンクリートの劣化に進展することもある。

「無筋コンクリート開水路」

「無筋コンクリート開水路」の代表である擁壁型水路（重力式、もたれ式）は、自重により背面土圧に抵抗する形式の水路であり、軟弱地盤や背面土の空洞化、土圧の増大、地下水位の上昇、凍上の影響などによる転倒や変形が発生することが多い。

「その他開水路」

a．矢板型水路

矢板型水路は、鋼矢板では矢板自体の腐食コンクリート矢板ではコンクリートの摩耗・欠損などの材料劣化が発生する。また、軟弱地盤や地下水の変動に起因する不同沈下や矢板等のはらみ、ズレ、変形が発生することが多い。

b．コンクリートブロック積水路

コンクリートブロック積水路は、ブロック自体の安定性により水路断面を維持しているため、基礎地盤の沈下や背面地盤・法面の崩壊・陥没による変形、傾き、蛇行、崩落が発生することが

多い。コンクリートブロック積水路は、ブロックの組み合わせ方によっては、変形部位が他の部位に拡大していく可能性がある。

c．石積水路

石積水路は、コンクリートブロック積水路と同様に、基礎地盤の沈下や背面地盤・法面の崩壊・陥没による変形、傾き、蛇行、崩落が発生することが多い。石積水路は、積石が複雑に組み合わさって建造されていることから、変形部位が他の部位に拡大していく可能性が高い。このため、変状箇所だけでなく、その前後の地盤や背面地盤の崩壊や陥没、水路底の洗掘等の変状にも注意を要する。

d．ライニング水路

ライニング水路は、流水の水面変動や背面地盤の地下水位の影響による法面の変形や崩壊、コンクリートブロックのずれ、剥がれ、水路底の洗掘、堆砂による底面上昇、藻や雑草の繁殖による通水阻害等が発生することが多い。

e．無ライニング水路

無ライニング水路については、水路断面が自然地盤を掘削した水路か、堤防を盛立てた水路かに留意する。特に堤防を盛立てた水路についてはパイピング等による破堤の可能性がある、社会的影響が広範囲に及ぶ場合がある。

また、自然地盤を掘削した水路においては、法面洗掘及び侵食が進行し、水路沿いの農地や農道を破損する場合がある。