

第2章 補強・復旧(補修)の概要・要求性能及び工法の選定

2.1 補強・復旧(補修)の概要

ダムの補強・復旧(補修)は、補強・復旧(補修)後のダムが有する機能を十分考慮した上で実施しなければならない。

- (1) 補強は、主に施設の構造的耐力を回復又は向上させること（農業用ダムにおける位置付け：レベル2地震動に対して、ダムが損傷を受けたとしても貯水機能が維持される程度にとどまるための対策及び、レベル1地震動に対して所要の安全率を満足させるための対策）を目的として行う。
- (2) 復旧は、主に従前施設の機能が発揮できるまで施設の耐荷性や剛性等の力学性能を回復させること（農業用ダムにおける位置付け：主として地震等に伴う損傷に対して、従前の機能（効用）まで力学性能を回復させること）を目的として行う。
- (3) 補修は、主に施設の耐久性を回復又は向上させること（農業用ダムにおける位置付け：老朽化に対する機能劣化・損傷に対して、耐久性を回復又は向上させること）を目的として行う。

第2.1章の記述範囲

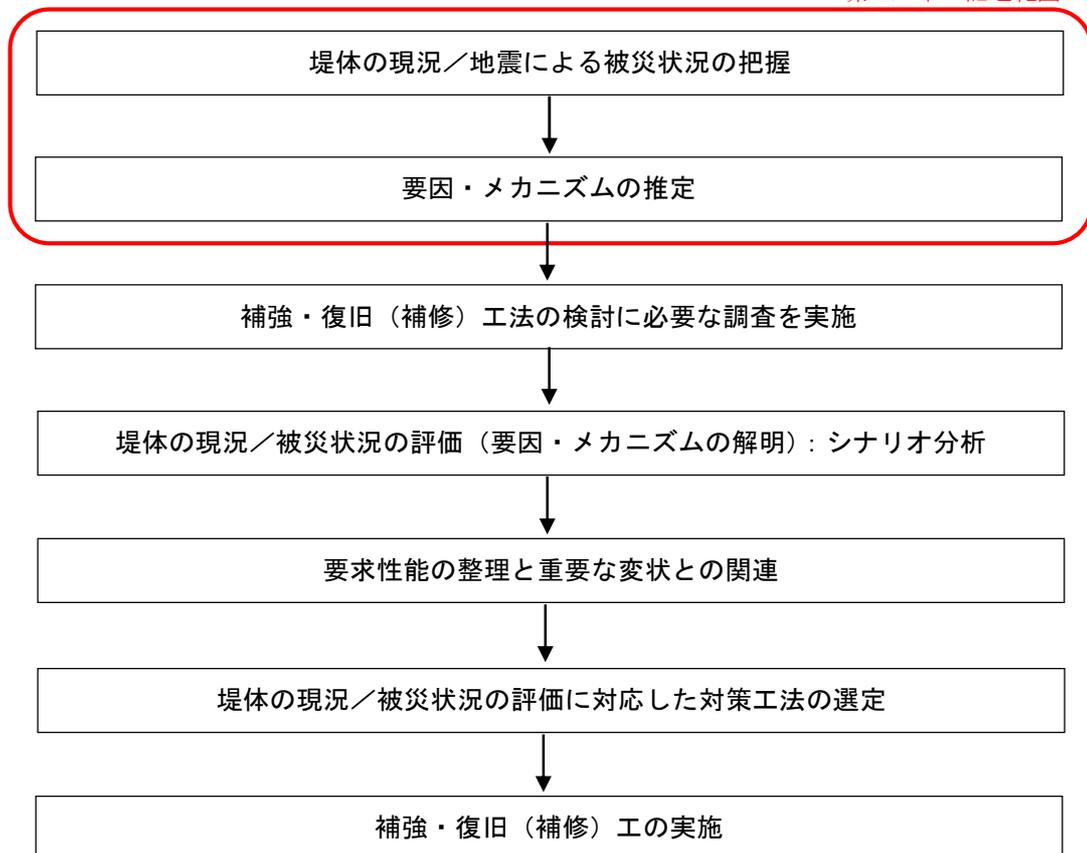


図-2.2-1 補強・復旧(補修)工の実施フロー

(1) 補強工法

1) 補強工法の考え方 (※)

(※) 参考資料：ダム技術 No. 227

【フィルダム】

地震時の堤体の安定性向上のためには、「堤体のすべり破壊に対する安全性を向上させる案」、または「変形抑制案」が基本であり、有効であると考えられる。

堤体または基礎に液状化の可能性がある場合には、「浸潤線を低下させて地震時の過剰間隙水圧の上昇を抑える案」、または「堤体及び基礎の強度を大きくする（液状化に対する抵抗を増やす）案」が基本であり、有効であると考えられる。

想定される不具合と発生要因、要因解明のための調査一覧表を以下に示す。

表-2.1-1 想定される不具合と発生要因、要因解明のための調査一覧表

項目	考えられる不具合の状態	発生の要因	要因解明のための調査
変形	<ul style="list-style-type: none"> ・堤体のすべり破壊 ・堤体のすべり破壊以外の変形（沈下、浮き上がり等） 	<ul style="list-style-type: none"> ・所要の安全率不足 ・基礎地盤、堤体ゾーニングの特殊性 	<ul style="list-style-type: none"> ・文献、記録調査 ・外観調査 ・堤体測量 ・原位置調査、試験 ・地質調査 ・計測データ収集、分析 ・室内試験 ・解析
浸潤線	<ul style="list-style-type: none"> ・浸潤線が高く不安定 	<ul style="list-style-type: none"> ・フィルター・インターセプター等の機能低下（目詰まりによる透水則の不成立等） ・周辺地山の地下水状況変化 	
漏水	<ul style="list-style-type: none"> ・堤体下流面、地山境界部からの漏水の発生 ・ハイドロリックフラクチャリング／パイピング 	<ul style="list-style-type: none"> ・浸潤線の上昇 ・フィルター・インターセプター等の機能低下（目詰まりによる透水則の不成立等） ・フィルター・インターセプター等の機能低下（細粒分流出によるパイピング則の不成立等） 	
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・液状化 	<ul style="list-style-type: none"> ・強度不足（液状化に対する抵抗が低い） 	

【重力式コンクリートダム】

地震時の堤体の安定性向上のためには、「断面変化点・堤踵部・堤趾部等への応力集中や発生応力を低減させる案」、または「クラック発生箇所を対策により、引張・せん断に抵抗させる案」が基本であり、有効であると考えられる。

想定される不具合と発生要因、要因解明のための調査一覧表を以下に示す。

表-2.1-2 想定される不具合と発生要因、要因解明のための調査一覧表

項目	考えられる不具合の状態	発生の要因	要因解明のための調査
変形	<ul style="list-style-type: none"> ・ひび割れの発生、進展 ・継目の開き ・堤体の不安定化 	<ul style="list-style-type: none"> ・ひび割れ（建設時、経年、構造的） ・止水板や充填グラウトの損傷 ・断面不足 	<ul style="list-style-type: none"> ・文献、記録調査 ・外観調査 ・堤体測量 ・原位置調査、試験 ・地質調査 ・計測データ収集、分析 ・室内試験 ・解析
漏水	<ul style="list-style-type: none"> ・堤体下流面からの漏水の発生、増減 ・基礎排水孔、継目排水管からの浸透量の増大 	<ul style="list-style-type: none"> ・ひび割れ（建設時、経年、構造的） ・基礎処理不足 	

【アーチダム】

地震時の堤体の安定性向上のためには、「堤体への応力集中や発生応力を低減させる案」、または「クラック発生箇所を補強等により、引張・せん断に抵抗させる案」が基本であり、有効であると考えられる。

想定される不具合と発生要因、要因解明のための調査一覧表を以下に示す。

表-2.1-3 想定される不具合と発生要因、要因解明のための調査一覧表

項目	考えられる不具合の状態	発生要因	要因解明のための調査
変形	<ul style="list-style-type: none"> ・ひび割れの発生、進展 ・継目の開き ・堤体の不安定化 	<ul style="list-style-type: none"> ・ひび割れ(建設時、経年、構造的) ・止水板や充填グラウトの損傷 ・断面不足 	<ul style="list-style-type: none"> ・文献、記録調査 ・外観調査 ・堤体測量 ・原位置調査、試験
漏水	<ul style="list-style-type: none"> ・堤体下流面からの漏水の発生、増減 ・基礎排水孔からの浸透量の増大 	<ul style="list-style-type: none"> ・ひび割れ(建設時、経年、構造的) ・基礎処理不足 	<ul style="list-style-type: none"> ・地質調査 ・計測データ収集、分析 ・室内試験 ・解析

2) 補強が必要となる不具合の要因 (まとめ)

【フィルダム】

- ① 所要の安全率不足
- ② 基礎地盤、堤体ゾーニングの特殊性
- ③ フィルタ・インターセプター等の機能低下 (目詰まりによる透水則の不成立等)
- ④ 周辺地山の地下水状況変化
- ⑤ 浸潤線の上昇
- ⑥ フィルタ・インターセプター等の機能低下 (細粒分流出によるパイピング則の不成立等)
- ⑦ 強度不足 (液状化に対する抵抗が低い)

【重力式コンクリートダム】

- ① ひび割れ
- ② 止水板や充填グラウトの損傷
- ③ 断面不足
- ④ 基礎処理不足

【アーチダム】

- ① ひび割れ
- ② 止水板や充填グラウトの損傷
- ③ 断面不足
- ④ 基礎処理不足

(2) 復旧（補修）工法

1) 復旧（補修）工法の考え方

【フィルダム】

地震によるフィルダム堤体の被災は、ほとんどが天端付近の被災や上下流法面の表層崩壊である（堤頂部のクラックや沈下、堤頂法肩部波返工（パラペット）部の損傷、上下流法面のすべり破壊・はらみだしの変状が確認されている）。

これらの変状は、地震動により天端が大きく揺らされた事による引張力発生や堤体材料の低い締固め度に起因するものと考えられる。また、波返工（パラペット）の損傷は堤体（土質材料）と波返工（パラペット：コンクリート）の応答特性（剛性）の違いによるものと考えられる。

想定される不具合と発生要因、要因解明のための調査一覧表を以下に示す。

表-2.1-4 想定される不具合と発生要因、要因解明のための調査一覧表

項目	考えられる不具合の状態	発生要因	要因解明のための調査
変形	<ul style="list-style-type: none"> ・堤頂道路舗装のクラック ・堤体のすべり破壊 ・堤体のすべり破壊以外の変形 ・付帯構造物（パラペット等）及び周辺の損傷 ・表面保護工の変形（段差、はらみだし、ずれ） ・表面保護工の劣化 ・堤体の決壊 	<ul style="list-style-type: none"> ・経年劣化 ・所要の安全率不足 ・地震動に対する応答特性の違い ・基礎地盤、堤体ゾーニングの特殊性 	<ul style="list-style-type: none"> ・文献、記録調査 ・外観調査 ・堤体測量 ・原位置調査、試験 ・地質調査 ・計測データ収集、分析 ・室内試験 ・解析
浸潤線	<ul style="list-style-type: none"> ・浸潤線が高く不安定 ・ハイドロリックフラクチャリング／パイピング 	<ul style="list-style-type: none"> ・フィルタ・インターセプター等の機能低下（目詰まりによる透水則の不成立等） ・周辺地山の地下水状況変化 ・フィルタ・インターセプター等の機能低下（細粒分流出によるパイピング則の不成立等） 	
漏水	<ul style="list-style-type: none"> ・漏水の発生、浸透量の増大 ・堤体下流面の湿潤化、好湿性植物の繁茂 ・堤体周辺部からの湧水、漏水 	<ul style="list-style-type: none"> ・フィルタ・インターセプター等の機能低下（目詰まりによる透水則の不成立等） ・浸潤線の変化（上昇、低下） ・周辺地山の地下水状況変化 ・フィルタ・インターセプター等の機能低下（細粒分流出によるパイピング則の不成立等） 	
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・液状化 	<ul style="list-style-type: none"> ・強度不足（液状化に対する抵抗が低い） 	

【重力式コンクリートダム】

重力式コンクリートダムの復旧（補修）工法は、被災内容により工法が異なる。
想定される不具合と発生要因、要因解明のための調査一覧表を以下に示す。

表-2.1-5 想定される不具合と発生要因、要因解明のための調査一覧表

項目	考えられる不具合の状態	発生要因	要因解明のための調査
変形	<ul style="list-style-type: none"> ひび割れの発生、進展 継目の開き 堤体の不安定化 コンクリートの劣化 	<ul style="list-style-type: none"> ひび割れ（建設時、経年、構造的） 止水板や充填グラウトの損傷 断面不足 経年劣化 	<ul style="list-style-type: none"> 文献、記録調査 外観調査 堤体測量 原位置調査、試験 地質調査 計測データ収集、分析 室内試験 解析
漏水	<ul style="list-style-type: none"> 堤体下流面からの漏水量の増大、発生 基礎排水孔からの排水異常 監査廊継目からの漏水 	<ul style="list-style-type: none"> ひび割れ（建設時、経年、構造的） 基礎処理不足 排水管の目詰まり 経年劣化 	<ul style="list-style-type: none"> 文献、記録調査 外観調査 堤体測量 原位置調査、試験 地質調査 計測データ収集、分析 室内試験 解析

【アーチダム】

アーチダムの復旧（補修）工法は、被災内容により工法が異なる。
想定される不具合と発生要因、要因解明のための調査一覧表を以下に示す。

表-2.1-6 想定される不具合と発生要因、要因解明のための調査一覧表

項目	考えられる不具合の状態	発生要因	要因解明のための調査
変形	<ul style="list-style-type: none"> ひび割れの発生、進展 継目の開き 堤体の不安定化 コンクリートの劣化 	<ul style="list-style-type: none"> ひび割れ（建設時、経年、構造的） 止水板や充填グラウトの損傷 断面不足 経年劣化 	<ul style="list-style-type: none"> 文献、記録調査 外観調査 堤体測量 原位置調査、試験 地質調査 計測データ収集、分析 室内試験 解析
漏水	<ul style="list-style-type: none"> 堤体下流面からの漏水量の増大、発生 基礎排水孔からの排水異常 監査廊継目からの漏水 	<ul style="list-style-type: none"> ひび割れ（建設時、経年、構造的） 基礎処理不足 経年劣化 	<ul style="list-style-type: none"> 文献、記録調査 外観調査 堤体測量 原位置調査、試験 地質調査 計測データ収集、分析 室内試験 解析

2) 復旧（補修）が必要となる不具合の要因（まとめ）

【フィルダム】

- ① 所要の安全率不足
- ② 基礎地盤、堤体ゾーニングの特殊性
- ③ フィルタ・インターセプター等の機能低下（目詰まりによる透水則の不成立等）
- ④ 周辺地山の地下水状況変化
- ⑤ 浸潤線の変化（上昇、低下）
- ⑥ フィルタ・インターセプター等の機能低下
（細粒分流出によるパイピング則の不成立等）
- ⑦ 強度不足（液状化に対する抵抗が低い）
- ⑧ 経年劣化
- ⑨ 地震動に対する応答特性の違い

【重力式コンクリートダム】

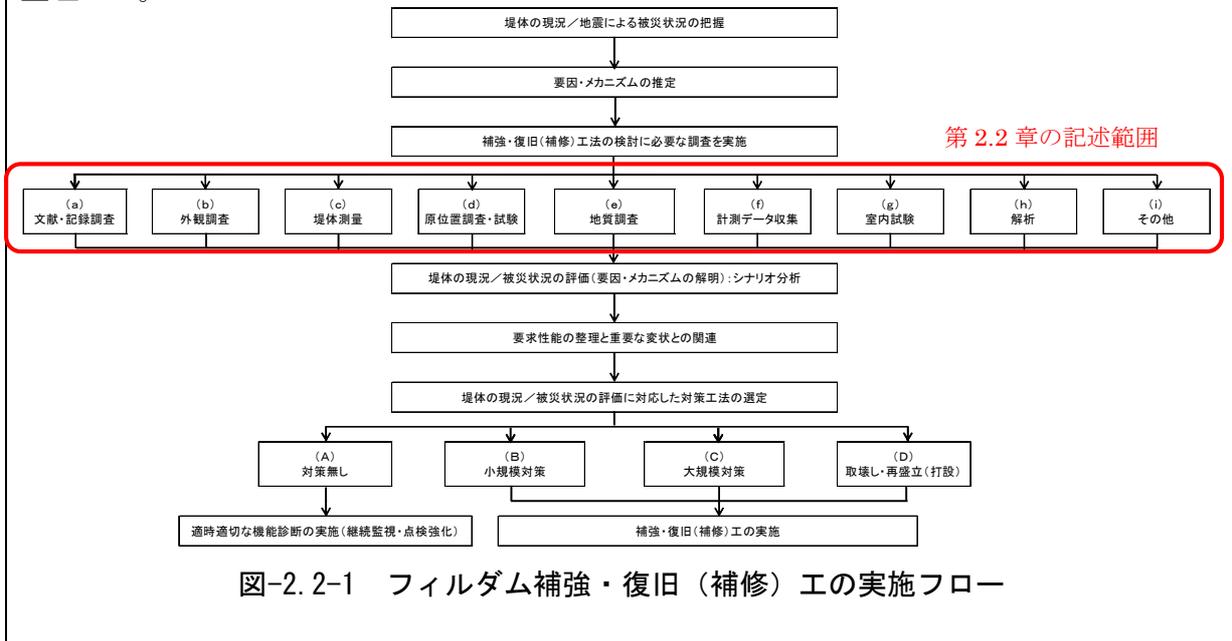
- ①ひび割れ
- ②止水板や充填グラウトの損傷
- ③断面不足
- ④基礎処理不足
- ⑤経年劣化
- ⑥排水管の目詰まり

【アーチダム】

- ①ひび割れ
- ②止水板や充填グラウトの損傷
- ③断面不足
- ④基礎処理不足
- ⑤経年劣化
- ⑥排水管の目詰まり

2.2 補強・復旧(補修)工法の検討に必要な調査

補強・復旧工法選定のための調査は、現在までに得られている知見や収集した事例を基に整理した。



(1) 補強・復旧(補修)工法の検討に必要な調査

補強・復旧(補修)工法選定のための調査は、確認される変状に対して過不足なく、また定量的な指標をより効果的に得ることが可能な方法を選定する必要がある。

詳細調査方法は、以下のように分類される。

- ①文献・記録調査 … 基本図面、ダム技術資料、施工記録、調査・補修等履歴図
- ②現地調査 … 外観調査(目視確認、写真撮影、スケッチ、計測等)
 測量(縦横断・平面測量等)
 原位置調査・試験(現場密度・透水試験、調査ボーリング等)
 計測データ収集(観測データの挙動確認)
- ③室内試験 … 土質試験、コンクリート試験等
- ④解析 … 安定解析、浸透流解析等の数値解析による堤体の安定性評価

農業用ダムで確認される変状について、各ダムタイプでの調査内容と調査目的を整理した。なお、具体的な調査の方法や調査に必要な資機材、また調査結果の整理・評価等に関するポイントを巻末資料3に整理した。

また、この資料は既往の調査事例や文献等を参考にまとめたものであり、現場条件や変状の状態、さらに調査実施段階での新たな技術の開発状況を考慮することが必要である。

①フィルダム

フィルダムの補強・復旧（補修）工法の検討に必要な調査を以下に示す。

表-2.2-1 フィルダム補強・復旧工法の検討に必要な詳細調査一覧表

	調査方法	調査目的	調査内容
(a)	文献・記録調査	ダムの特徴を把握するために必要な基本情報を収集する。	ダム基本図面、地質関係図面、計測計器点検記録、ダム技術資料、ダム委員会資料、施工記録、検査記録、調査・補修等履歴
(b)	外観調査	ダムの現況・被災状況(変状程度)を把握する。	目視確認、写真撮影、計測、スケッチ等
(c)	堤体測量	堤体の変形程度を定量的に把握する。	堤体の縦横断・平面測量
(d)	原位置調査・試験	堤体材料の性状、ゾーニング等の形状、変状範囲(掘削除去範囲)を把握する。	現場密度・透水試験、コーン貫入試験、トレンチ調査、調査ボーリング等
(e)	地質調査	堤体基礎及び両岸地山性状、築堤材料に関する基本情報を把握する。	目視確認、写真撮影、湧水状況確認、スケッチ、トレンチ調査、調査ボーリング、試料採取等
(f)	計測データ収集、分析	変状要因の解明のため、堤体の経年的な挙動変化を把握する。	観測データ(浸透量、間隙水圧計、表面変位計、孔内水位計、地震計 [※] 等)の収集、分析
(g)	室内試験	堤体材料の物理・力学特性、ダム周辺環境を把握する。	採取試料の土質試験、水質分析等
(h)	解析	ダムの水理・力学的安定性を定量的に評価する。	安定計算、浸透流解析等の数値解析による評価
(i)	その他	特別な制約条件等について把握する。	かんがい時期等における貯水条件のヒアリング、用地測量、水文データ収集、埋設物調査等

※ 現在、地震波及び常時微動の伝播速度(特性)により、堤体の剛性及び強振動に起因する堤体内の力学特性の変化を評価・監視する研究がなされている

②重力式コンクリートダム

重力式コンクリートダムの補強・復旧（補修）工法の検討に必要な調査を以下に示す。

表-2.2-2 重力式コンクリートダム補強・復旧工法の検討に必要な詳細調査一覧表

	調査方法	調査目的	調査内容
(a)	文献・記録調査	ダムの特徴を把握するために必要な基本情報を収集する。	ダム基本図面、地質関係図面、計測計器点検記録、ダム技術資料、ダム委員会資料、施工記録、検査記録、調査・補修等履歴
(b)	外観調査	ダムの現況・被災状況(変状程度)を把握する。	目視確認、写真撮影、計測、スケッチ等
(c)	堤体測量	堤体の変形程度を定量的に把握する。	堤体の縦横断・平面測量
(d)	原位置調査・試験	クラック範囲の特定、堤体着岩部及び基礎地盤内の性状を確認する。	超音波法、衝撃弾性法等の非破壊検査、ボーリング調査(ポアホールスキャナ等)
(e)	地質調査	堤体基礎及び両岸地山性状に関する基本情報を把握する。	目視確認、写真撮影、湧水状況確認、スケッチ、トレンチ調査、調査ボーリング、試料採取等
(f)	計測データ収集、分析	変状要因の解明のため、堤体の経年的な挙動変化を把握する。	観測データ(浸透量、ブルドン管式圧力計、間隙水圧計、ブルムライン、地震計 [※] 等)の収集、分析
(g)	室内試験	堤体材料の物理・力学特性、ダム周辺環境を把握する。	採取試料のコンクリート試験、水質分析等
(h)	解析	ダムの水理・力学的安定性を定量的に評価する。	安定計算、浸透流解析等の数値解析による評価
(i)	その他	特別な制約条件等について把握する。	かんがい時期等における貯水条件のヒアリング、用地測量、水文データ収集、埋設物調査等

※ 現在、地震波及び常時微動の伝播速度(特性)により、堤体の剛性及び強振動に起因する堤体内の力学特性の変化を評価・監視する研究がなされている

③アーチダム

アーチダムの補強・復旧（補修）工法の検討に必要な調査を以下に示す。

表-2.2-3 アーチダム補強・復旧工法詳細調査一覧表

	調査方法	調査目的	調査内容
(a)	文献・記録調査	ダムの特性を把握するために必要な基本情報を収集する。	ダム基本図面、地質関係図面、計測計器点検記録、ダム技術資料、ダム委員会資料、施工記録、検査記録、調査・補修等履歴
(b)	外観調査	ダムの現況・被災状況(変状程度)を把握する。	目視確認、写真撮影、計測、スケッチ等
(c)	堤体測量	堤体の変形程度を定量的に把握する。	堤体の縦横断・平面測量
(d)	原位置調査・試験	クラック範囲の特定、堤体着岩部及び基礎地盤内の性状を確認する。	超音波法、衝撃弾性法等の非破壊検査、ボーリング調査(ポアホールスキャナ等)
(e)	地質調査	堤体基礎及び両岸地山性状に関する基本情報を把握する。	目視確認、写真撮影、湧水状況確認、スケッチ、トレンチ調査、調査ボーリング、試料採取等
(f)	計測データ収集、分析	変状要因の解明のため、堤体の経年的な挙動変化を把握する。	観測データ(浸透量、ブルドン管式圧力計、間隙水圧計、ブルムライン、地震計 [※] 等)の収集、分析
(g)	室内試験	堤体材料の物理・力学特性、ダム周辺環境を把握する。	採取試料のコンクリート試験、水質分析等
(h)	解析	ダムの水理・力学的安定性を定量的に評価する。	安定計算、浸透流解析等の数値解析による評価
(i)	その他	特別な制約条件等について把握する。	かんがい時期等における貯水条件のヒアリング、用地測量、水文データ収集、埋設物調査等

※ 現在、地震波及び常時微動の伝播速度(特性)により、堤体の剛性及び強振動に起因する堤体内の力学特性の変化を評価・監視する研究がなされている

2.3 現況堤体／被災状況の評価（要因・メカニズムの把握）：シナリオ分析

前項の詳細調査を基に、堤体の現況及び地震による被災状況を把握し、対策工法選定に資するように、変状等の発生要因・メカニズムについて正確な評価を行わなければならない。

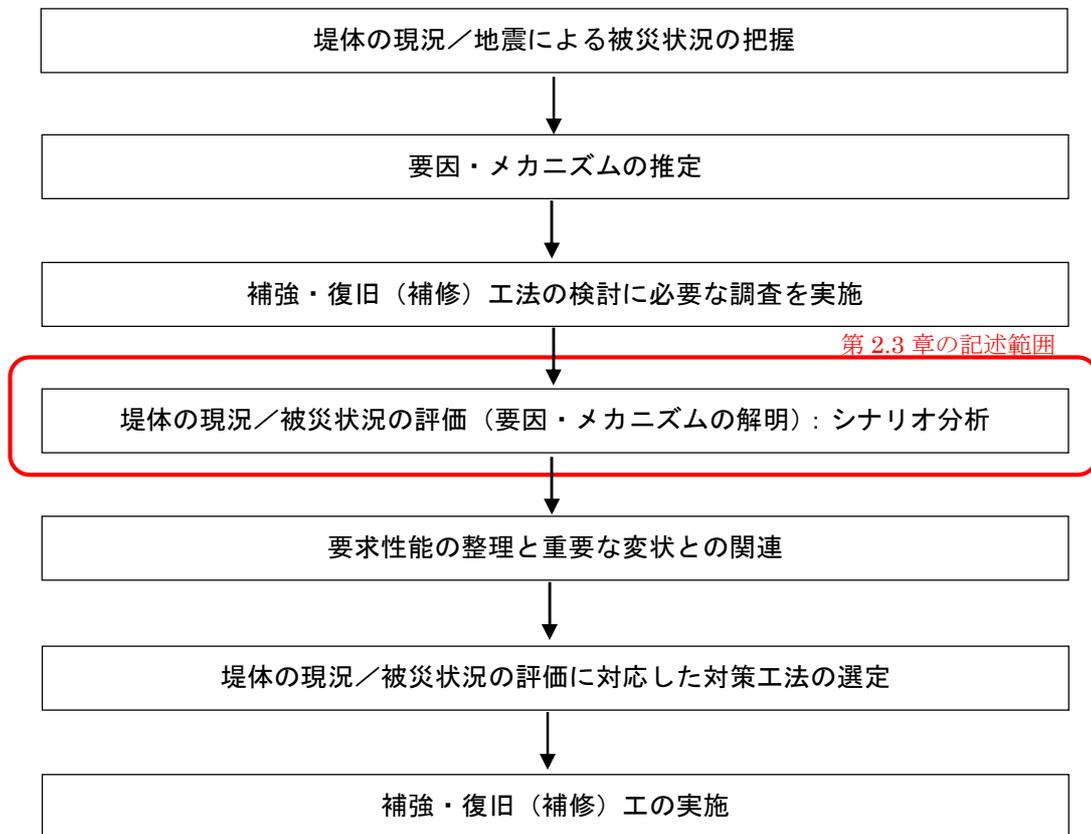


図-2.3-1 補強・復旧（補修）工の実施フロー

※シナリオ分析

現在までに得られている知見や経験的な評価（既設のダムで確認される変状の事例や既往文献資料から類推される因果関係等）に基づき、変状要因の把握と機能低下の進行予測を行うこと

(1) シナリオ分析による現況堤体／被災状況の評価

変状要因の把握及び機能低下の進行予測を行い現況堤体の評価を行うこととしたシナリオ分析は、工種・性状毎に以下のとおり5種類作成した。

- ①フィルダム：堤体の変形に伴う機能低下のシナリオ分析（p. 19）
- ②フィルダム：堤体の漏水・湿潤化に伴う機能低下のシナリオ分析（p. 20）
- ③コンクリートダム：洪水吐の変形に伴う機能低下のシナリオ分析（p. 21）
- ④コンクリートダム：堤体の観測計器の挙動に関連する機能低下のシナリオ分析（p. 22）
- ⑤共通項目：基礎処理部の観測計器の挙動に関連する機能低下のシナリオ分析（p. 23）

また、このシナリオの適用にあたっては、以下の点に留意する必要がある。

- ・作成したシナリオは、農業用ダムでみられる一般的な変状と機能低下の進展の方向を示したものである
- ・シナリオの中の要素（変状）が必ず次の変状に進行するものではなく、環境条件や変状の発生要因によっては、ある段階で留まる可能性もある
- ・健全度と変状の位置付けは、現段階では相対的な評価に留まっている
- ・変状の進展に関する確率等の定量的な判断は未確立である

(2) 確認される変状と機能低下による健全度区分

現場で直接確認される変状、また観測計器・埋設計器等により間接的に確認される挙動の変化から、「現在生じている変状がどのような原因・要因で発生・進展し、今後どのような劣化・機能低下を生ずる可能性があるか」、「ダムの機能に関して、現状でどの程度低下しているか」という評価を本書に示すシナリオ分析を参考に行い、対策の要否を判断することが有効であると考えられる。

「確認される変状」及び「機能低下の程度」による健全度区分の分類を以下のように整理した。

表-2.3-1 健全度区分一覧表

健全度区分	確認される「変状」の程度	「機能低下」の程度
I	変状は確認されない	機能低下は生じていない
II	軽微な変状が確認される	機能低下は顕在化していない
III	変状の進行が確認される	機能低下が顕在化している
IV	重大な変状が確認される	機能そのものの損失に至る可能性がある

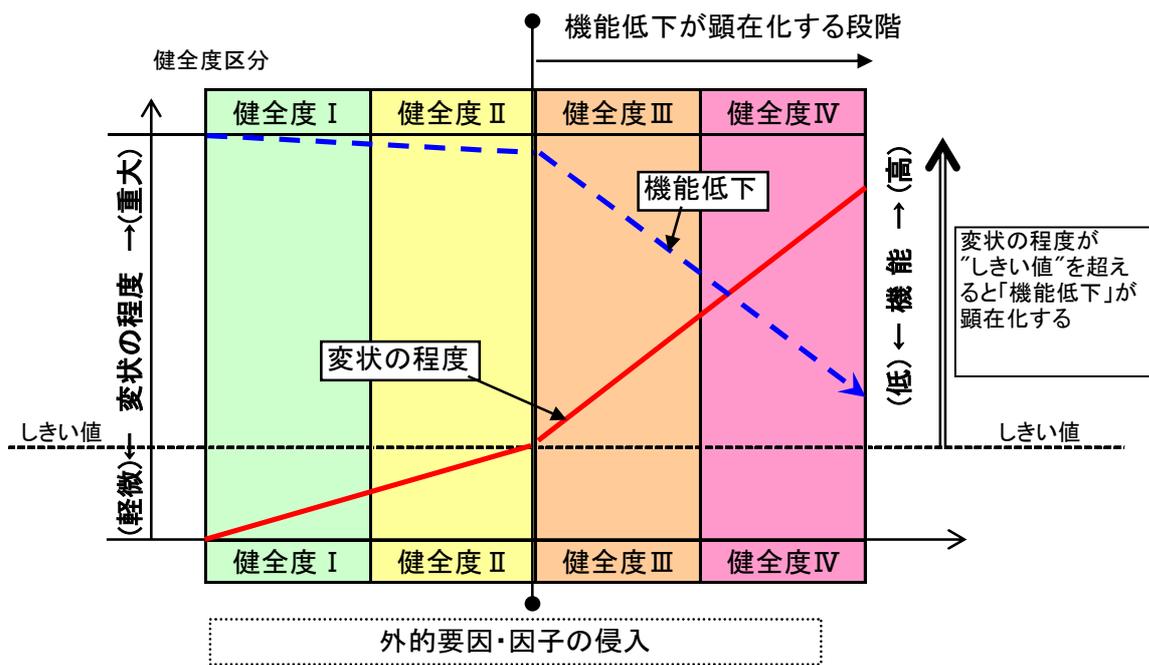
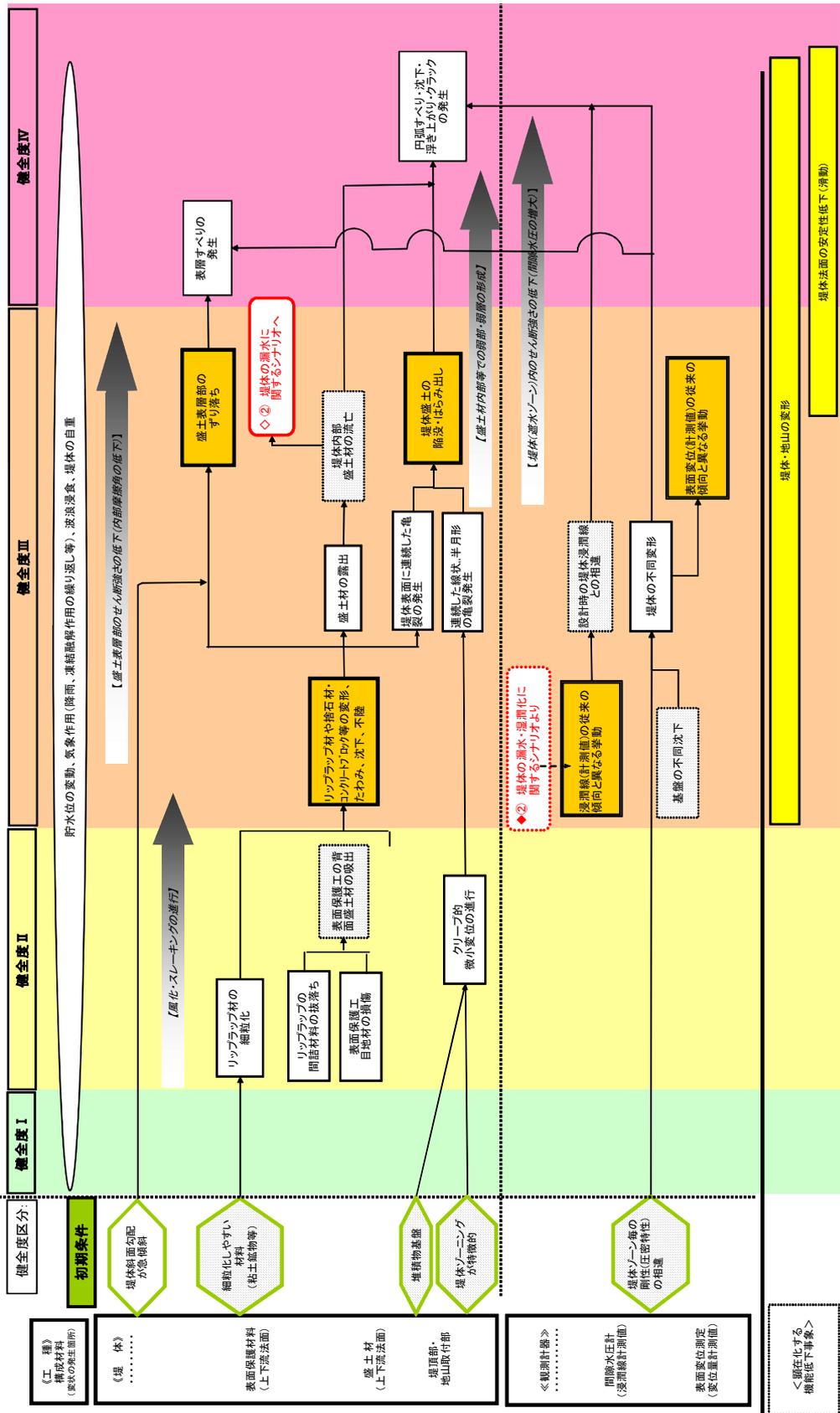


図-2.3-2 変状の進行と機能低下の概念図



※1 本資料は、長期使用ダムの変状要因と機能低下の進行予測についてシナリオ分析を用いて、ダムの変状事例とこれに対する一般的な評価に基づき整理したものである。

※2 個別ダム毎に構造、環境等が異なるため、現地で確認される変状や想定される要因を適切に分析・整理すること。

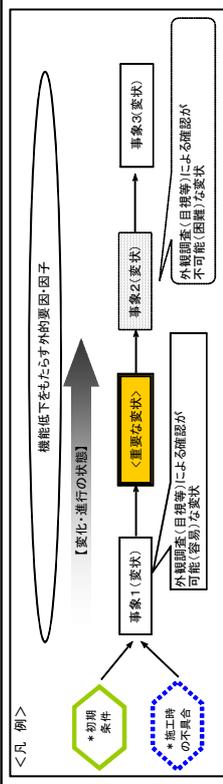
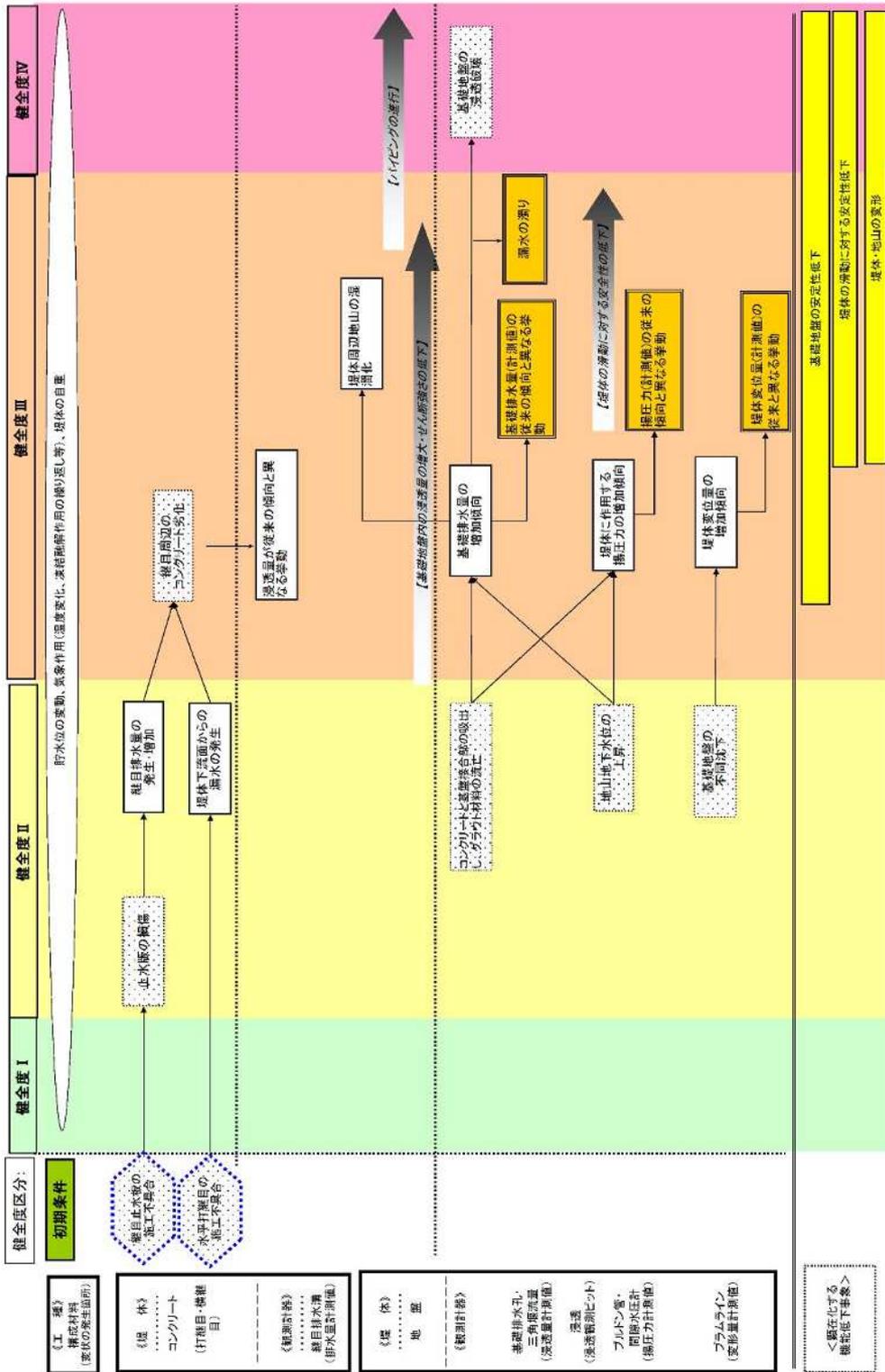


図-2.3-3 フィルダム：堤体の変形に伴う機能低下のシナリオ分析



※1 本資料は、長期供用ダムの変状要因と機能低下の進行予測についてシナリオ分析を用いて、ダムの変状事例とこれに対する一般的な評価に基づき整理したものである。

※2 個別ダム毎に構造、環境等が異なるため、現地で確認される変状や想定される要因を適切に分析・整理すること。

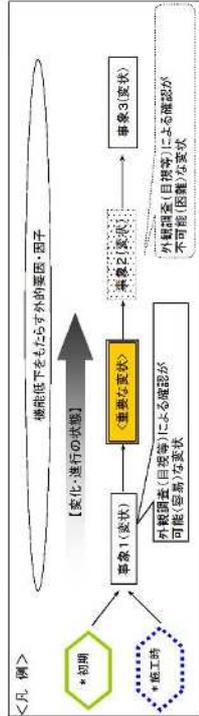


図-2.3-6 コンクリートダム：堤体等の観測計器の挙動に関連する機能低下のシナリオ分析

2.4 補強・復旧(補修)工法に求められる性能

農業水利施設の機能の分類方法に関して、水理的機能、水利的機能、構造的機能に分類する方法など、いくつかの方法が提案されているが、いずれの方法もまだ確立されていない状況にある。

ここでは、農業用ダムの機能の内容及び機能の低下に係る事象を分かりやすくするため、機能を設計VEにおける機能分析手法(「～を～する」という形式)を参考に、次頁に示す表のように分類整理した。

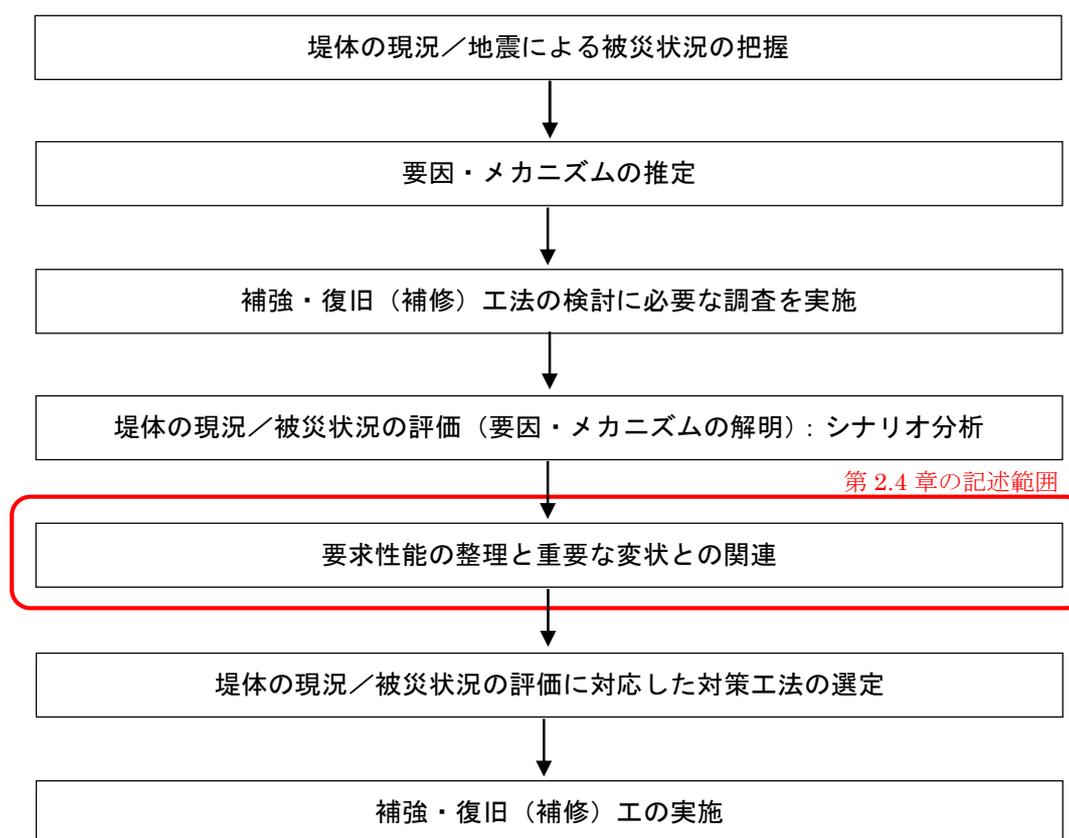


図-2.4-1 補強・復旧(補修)工の実施フロー

(1) 補強・復旧（補修）工法に求められる性能

下表のうち、本手引きに関係する部分は着色箇所である。

表-2.4-1 農業用ダムの機能と求められる性能（水理的安定性及び構造的安定性）一覧表

番号	機能の名称	機能分析	機能の定義	機能低下事象	求められる性能
1	貯水機能	水を貯める	用水計画における必要水量の貯留が可能であること	①堤体からの浸透量の増加 ②基礎地盤（地山を含む）からの浸透量の増加 ③堆砂による貯水容量の減少	水理的安定性
2	取水機能	水を取る、流す	必要水量の取水及び放流が可能であること	①堆砂による取水設備の埋設 ②取水・放流設備の機能低下（特に電気設備や金物）	
3	利水機能	水を使う	貯留水が利用可能であること	①水質の悪化	
4※	洪水調節機能	洪水を調節する	洪水調節が可能であること	①堆砂による貯水容量の減少 ②放流設備の機能低下	
5	安全保持機能	安全を保持する	ダムの安全性を保持していること	①堤体からの漏水 ②堤体・地山の变形 ③堤体法面の安定性低下（滑動） ④基礎地盤の安定性低下 ⑤堤体表面劣化による安定性低下 ⑥コンクリート構造物の安定性低下（転倒、滑動、沈下） ⑦コンクリート構造部材の安定性低下 ⑧ダムの安全管理（埋設計器等）機能の低下 ⑨堆砂による放流設備の埋設	構造的安定性
6	環境保全機能	環境を保全する	貯水により自然環境等が保全されていること	①景観の悪化（周辺地山の地すべり、堤体表面の劣化等） ②生態系への影響（周辺地山の地すべり） ③水質の悪化	
7	管理者等に対する安全保持機能	管理者の安全を保持する	管理者等に対する安全性を確保していること	①管理作業への支障 ②管理者等の安全性低下	

※農地防災事業及び共同事業により建設されたダムに限る。

(2) 機能低下事象と重要な変状

(1)で整理した各機能の機能低下事象と、現地に生じると考えられる変状との関連性（施設の機能低下に伴い具体的に顕在化してくる現象）を次頁の表に整理した。

整理において、機能低下事象と関連性が高い又は影響が大きいと考えられる変状を抽出し、これらを本手引きの検討にあたり、注目すべき重要な変状と位置付ける。

表-2.4-2 農業用ダムに求められる性能と重要な変状との関連一覧表（フィルダム）

【1. フィルダム】			ダムに求められる性能	I. 貯水機能 (水理的安定性)		II. 安全保持機能(構造的安定性)						
工種	変状の発生箇所 /計測値	構成材料	各機能に対する低下事象	I-1	I-2	II-1	II-2	II-3	II-4	II-5	II-6	II-7
				堤体 透水量の増加	基礎地盤 の浸透量の増加	堤体からの 浸透水	堤体・地山の 変形	助 堤体表面の 安定性の低下(滑 動)	基礎地盤の 安定性の低下	低堤体表面劣化による 安定性の低下	低堤体・ 堰脚・ 消波・ 沈下	附帯 構造物の 安定性の低下
			原因・変状	機能低下事象								
I. 堤体	天端	盛土材・舗装	ひび割れの発生				◎	◎	○			
		付帯構造物	沈下 損傷、変形				○		○			
	上下流法面	盛土材	①、②、⑦、⑧、⑨ 表層すべり、円弧すべりの発生 すべり以外の変状(沈下、浮き上がり、クラック)				◎	◎		○		
		表面保護材料	リフラップ材や捨石材、コンクリートブロック等の 変形、たわみ、沈下、不陸				◎	◎		○		
下流法面 (地山取付含む)	盛土材	③、④、⑤、⑥ 堤体中腹の湿潤化・雑生の種類・繁茂状況の 周囲との相違	△		◎							
II. 観測計器	浸透量計測値	浸透量計	③、④、⑤、⑥ 浸透量の急増、貯水位との相関に異常	○	○	◎			○			
	浸透量観測ピット		⑥ 浸透水の濁り、土粒子の堆積	△	△	◎			○			
	浸潤線計測値	間隙水圧計 浸潤線観測孔	③、⑤、⑥ パイピング	△	△	◎		◎	○			
	変形量計測値	表面変位測定	①、⑥、⑧ 表面変位量の急激な変化				◎	◎		○		

※想定される変状の発生要因
 ①: 所要の安全率不足
 ②: 基礎地盤、堤体ゾーニングの特殊性
 ③: フィルタ・インターセプター等の機能低下(透水則)
 ④: 周辺地山の地下水状況変化
 ⑤: 浸潤線の変化(上昇、低下)
 ⑥: フィルタ・インターセプター等の機能低下(パイピング則)
 ⑦: 強度不足(液状化に対する抵抗が低い)
 ⑧: 経年劣化
 ⑨: 地震力/地震動に対する応答特性の違い

注)「変状」と「機能低下事象」の関係の分類
 ◎: 関連性が高い、または影響が大きい
 ○: やや関連性が高い、または影響がある
 △: 関連性が低い、または影響が小さい

表-2.4-3 農業用ダムに求められる性能と重要な変状との関連一覧表
(重力式コンクリートダム)

【2. コンクリートダム】			ダムに求められる性能	I. 貯水機能 (水理的安定性)		II. 安全保持機能(構造的安定性)						
工種	変状の発生箇所 /計測値	構成材料	各機能に対する低下事象	I-1	I-2	II-1	II-2	II-3	II-4	II-5	II-6	II-7
				堤体 透水量の増加	基礎地盤 の浸透量の増加	安 堤体の 安定性の 低下	堤体からの 浸透水	堤体・地山の 変形	基礎地盤の 安定性の低下	低堤体表面劣化による 安定性の低下	低堤体・ 堰脚・ 消波・ 沈下	附帯 構造物の 安定性の低下
			原因・変状	機能低下事象								
I. 堤体	上流面 下流面 監査廊	堤体(マス) コンクリート	①、②、⑤ クラック、剥離・剥落、劣化 継目の開き、スレ	△		○	△	△	○	△	○	△
			①、②、⑤ 下流面の水平打継目、横継目、クラックからの 漏水(遊離石灰、錆汁の湧出を含む)	○	△	◎	○				○	
			④、⑤、⑥ 監査廊内継目部からの漏水	○	△	○	○					
II. 観測計器	浸透量計測値	基礎排水孔・ 三角堰流量	①、④ 浸透量の急増、貯水位との相関に異常	○	○	○	○		○			
	浸透量観測ピット		④、⑤ 浸透水の濁り、土粒子の堆積	△	△	◎			○			
	擁圧力計測値	ブルドン管式圧力 計・間隙水圧計	④、⑥ 擁圧力の急増、貯水位との相関に異常	△	△	◎	○		○			
	変形量計測値	ブラムライン	③ 堤体変位急増、貯水位との相関に異常						◎			

※想定される変状の発生要因
 ①: ひび割れ
 ②: 止水板や充填グラウトの損傷
 ③: 断面不足
 ④: 基礎処理不足
 ⑤: 経年劣化
 ⑥: 排水管の目詰まり
 ⑦: 地震力

注)「変状」と「機能低下事象」の関係の分類
 ◎: 関連性が高い、または影響が大きい
 ○: やや関連性が高い、または影響がある
 △: 関連性が低い、または影響が小さい

表-2.4-4 農業用ダムに求められる性能と重要な変状との関連一覧表（アーチダム）

【3. アーチダム】			ダムに求められる性能		I. 貯水機能 (水理的安定性)		II. 安全保持機能(構造的安定性)							
工程	変状の発生箇所 /計測値	構成材料	各機能に対する低下事象		I-1	I-2	II-1	II-2	II-3	II-4	II-5	II-6	II-7	
			機能低下事象	原因・変状	浸透体 量からの 増加	基礎 浸透量 の増加 (地山を含む)か	安定性 の低下 ・ 滑動に 対する	堤体 からの 浸透水	堤体・ 地山の 変形	基礎 地盤の 安定性の 低下	堤体 表面劣 化による 安定性	コン クリート 構造物の 安定性	附帯 構造物 の安定性 低下	
I. 堤体	上流面 下流面 監査廊	堤体(マス) コンクリート	①、②、⑤	クラック、剥離・剥落、劣化 継目の開き、ズレ							△		△	
			①、②、⑤	下流面の水平打継目、横継目、クラックからの漏水(遊離石灰、錆汁の湧出を含む) 監査廊内継目部からの漏水	○	△	◎	○					○	
			④、⑤、⑥	基礎排水孔の排水異常(濁りや砂・泥分の流出、排水量の増加・減少、閉塞等)	○	○	◎	○		○				
			④、⑤	浸透量の急増、貯水位との相関に異常	△	△	◎			○				
II. 観測計器	浸透量計測値	基礎排水孔	①、④	浸透量の急増、貯水位との相関に異常	○	○	○	○		○				
	浸透量観測ピット		④、⑤	浸透水の濁り、土粒子の堆積	△	△	◎			○				
	掘圧力計測値	ブルドン管式圧力計・間隙水圧計	④、⑥	掘圧力の急増、貯水位との相関に異常	△	△	◎	○		○				
	変形量計測値		③	堤体変位急増、貯水位との相関に異常					◎					

※想定される変状の発生要因
 ①: ひび割れ
 ②: 止水板や充填グラウトの損傷
 ③: 断面不足
 ④: 基礎処理不足
 ⑤: 経年劣化
 ⑥: 排水管の目詰まり
 ⑦: 地震力

注)「変状」と「機能低下事象」の関係の分類
 ◎: 関連性が高い、または影響が大きい
 ○: やや関連性が高い、または影響がある
 △: 関連性が低い、または影響が小さい