

戦-20 ダムの長寿命化のためのダム本体維持管理技術に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 21～平 24

担当チーム：水工研究グループ（ダム構造物）

研究担当者：山口嘉一、岩下友也、佐藤弘行、
林 直良、小堀俊秀、切無沢徹

【要旨】

わが国のダムの総数は 2009 年までにおよそ 2700 に及ぶ。ダムの建設は、1960 年代から 1970 年代にピークを迎えており、これらのダムが今後一斉に完成後 50 年を迎え、老朽化に伴い機能の発揮が不十分になるなどの問題の発生が予想される。現在、ダムは、日常点検や 3～5 年毎に行う定期検査によりダム機能の維持確認を行っている。また、国土交通省では新規施策「ダムドック制度」を検討しており、完成後 30～50 年経過ダムの「総合点検」の実施と必要に応じた「リフレッシュ計画（仮称）」を策定し、ダム機能にかかわる根本的改修等を計画的かつ効率的に行い、ダムの長寿命化により長期的な効用の発揮を目指している。

しかし、ダム本体における各種劣化・損傷のパターン、その将来的な劣化・損傷進行度、さらには劣化・損傷進展が安全性能低下にあたる影響度合いなどを踏まえた、実務的な維持管理技術がないのが現状である。

そのため、本研究において、実際のダムにおける劣化・損傷機構についての調査、類型化、発生原因とその後の進行についてのメカニズムの分析、ダム本体の安全性に与える影響度分析解析を行い、ダム長寿命化のための維持管理技術の提案を行う。

キーワード：長寿命化、維持管理、安全管理、点検、補修

1. はじめに

わが国では、戦後の 1960 年代から 1970 年代にかけて建設されたダムが多く、これらのダムが今後一斉に完成後 50 年を迎える。

1990 年以降に建設された既設ダム（予定を含む）の完成後の経過年数区分の経年推移を図-1 に示す。完成後 50 年以上経過したダムは、2010 年には全完成ダムの 45%に達し、2020 年には 58%と過半数を超える。

これまで、ダムの安全性の点検・検査は、各種計測挙動結果を踏まえた、日々の日常点検と 3～5 年の定期検査を組合せて実施している。今後は、完成後 50 年を超えるようなダムが急増するため、劣化・損傷の状態、分布、ダム機能や安全性への影響度合い等を総合的に調査・点検し、適切な段階で補修を実施することで、安全性の確保を前提としたライフサイクルコストの縮減を達成できる計画的かつ最適化された維持管理が必要となってきた。現時点においても、ダム本体や基礎地盤に関して、経年的な劣化や損傷により直ちに安全性をおびやかすものではないが、予防保全の観点から、堤体表面の劣化や下流面から漏水を補修しなければならない事例が見受けられようになってきている。今後、このようなダム数が増加し、安全性にも大きな

影響を与える事例が発生してくることは容易に推察できる。

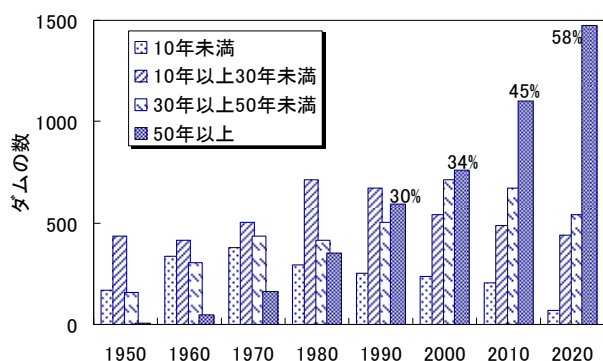
しかし、ダム本体における各種劣化・損傷のパターン、その将来的な劣化・損傷進行度、さらには劣化・損傷進展が安全性能低下にあたる影響度合いなどを踏まえた、実務的な維持管理技術がないのが現状である。そのため、実際のダムにおける劣化・損傷機構についての調査、類型化、発生原因とその後の進行についてのメカニズムの分析、ダム本体の安全性に与える影響度分析解析などによる、ダム長寿命化のための維持管理技術に関する研究を実施する必要がある。

この研究の成果をダムの点検方法に組み込むことにより維持管理の体系化に貢献し、ダムの長寿命化を図ることができると考える。

本研究では、国内外のダムの劣化・損傷事例やこれまでの国内ダムの点検結果等を調査分析し、ダムの健全性に及ぼす各種劣化・損傷の抽出、発生機構及び劣化進行度の評価・類型化を実施する。次に、類型化された劣化・損傷機構が、ダムの安全性に及ぼす影響を、劣化・損傷を有するダムの実測挙動解析や数値解析により分析し、定量的に評価する。この結果に基づき、補修などの対策の優先度、定期点検、地震後臨時点検

などにおける点検優先箇所を明確にし、各種劣化・損傷機構の類型化の提案、ダムの安全性に及ぼす影響度を踏まえた劣化・損傷評価基準の提案を行う。

平成 21 年度は、ダムの劣化・損傷事例、各種ダム点検結果の調査分析ならびに、各種劣化・損傷機構の類型評価や安全管理上の具体的課題を抽出するため、国内ダムの総合点検結果等の調査分析を実施した。



※本図は、1900 年以降の日本のダム数（2007 年 12 月 ICOLD (International Commission on Large Dams、国際大ダム会議) ダム台帳・文書委員会提出)¹⁾ に 2008 年以降のデータとして、ダム便覧 2009 ダム集計表（竣工年別型式別ダム数）のダム数（予定も含む）²⁾ を加え作成したものである。

図-1 既設ダムの完成後経過年数区分の経年推移

2. ダムに発生した各種劣化・損傷の抽出と整理

2.1 分析対象ダム

国土交通省が管理する直轄ダムと都道府県が管理する補助ダムの一部では、これまで、建設当時の設計、施工、試験湛水、日常の管理点検までを含めて、ダムの挙動等について総合的に点検を行う「総合点検」³⁾ を実施している。

総合点検では、現行河川管理施設等構造令に照らした安定解析、管理記録に基づく点検及び解析、現地調査に基づく点検やゲート関連設備の点検を行い、構造物の安全度の評価や危険が想定される場合の事故防止対策及び管理への提言などが行われている。

この総合点検の、堤体、基礎およびゲート部等における点検の実施状況や指摘事項を抽出分析し、ダム経過年数やダム型式などのダムの特性に応じた整理を行う。

データの抽出及び整理は、総合点検を開始した昭和 59 年度から平成 20 年度まで実施した延べ 141 ダムのうち、劣化事象が少ないダム、点検評価がないダムを除いた、104 のダムの総合点検結果資料について抽出した。内訳は、直轄ダムが 25、補助ダムが 79 である。

分析対象ダムの状況を把握するために、ダム型式、堤高、竣工年、総合点検実施時の竣工後経過年数、凍害危険度を指標に頻度分布を作成した。

ダム型式による分類を図-2 に示す。図中の型式略字は以下に示すとおりである。

- G：重力式コンクリートダム
- R：ロックフィルダム
- A：アーチダム
- HG：中空重力式コンクリートダム
- GA：重力式アーチダム
- B：バットレスダム
- GF：重力式コンクリート・フィル複合ダム
- MA：マルチプルアーチダム
- E：アースダム

分析対象ダムは、重力式コンクリートダムが 80% と最も多い。これは総合点検の対象となっている直轄ダム、補助ダムで当時建設されたダムが重力式コンクリートダムの型式が多かったためである。

堤高による分類を図-3 に示す。分析の対象となったダム高さは 25m～50m のダムが 36%、50m～75m のダムが 40% と中規模以下のダムが大半を占めている。

竣工年による分類を図-4 に示す。分析の対象となったダムは、主に 1950 年代から 1970 年代の高度経済成長期に建設されたダムが 89% を占めていた。

総合点検実施時の竣工後経過年数による分類を図-5 に示す。分析の対象となったダムは、竣工後 20～40 年経過したダムが 75% を占めている。なお、総合点検は、その実施時期として竣工後経過年数に明確な規定はないが、長期経過したダムの機能の維持および安全性の確保の観点から、今後の適切な維持管理の推進とダムの安全性確認のために、竣工後 20～40 年経過したダムで多く実施されている。

凍害危険度による分類を図-6 に示す。既往の調査⁴⁾、⁵⁾ より国内ではダムコンクリートの凍害事例が多いことが確認されている。そのため凍害危険度⁶⁾ を指標として整理を行った。凍害危険度とは、図-7 に示す分布図により、凍害の予想程度が極めて大きい⑤から、ごく軽微な①までの分類を行った。また、ダムは一般の構造用コンクリートと比べると貧配合のコンクリートダムであるため、「品質が良くない」という分類には当てはまらないが、構造用コンクリートより凍害を受けやすいという整理の便宜上、図-7 中 3 に示す、「コンクリートの品質がよくない場合」を①として整理した。分析の対象となったダムは、凍害の危険度が②以下のダムが 86% を占めており、凍害危険度の低い地域に建設されたダムが多い結果となった。

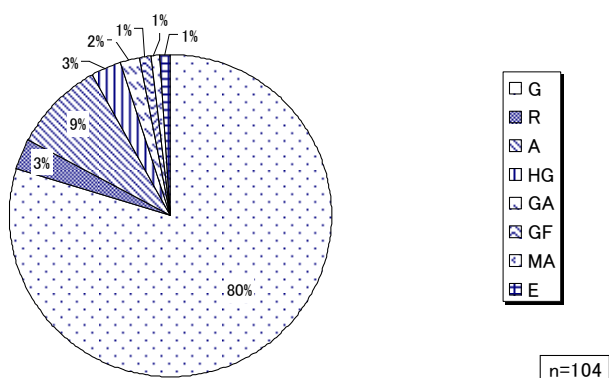


図-2 ダム型式による分類

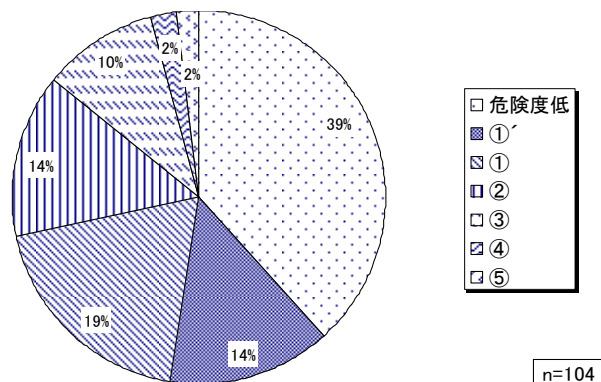


図-6 凍害危険度による分類

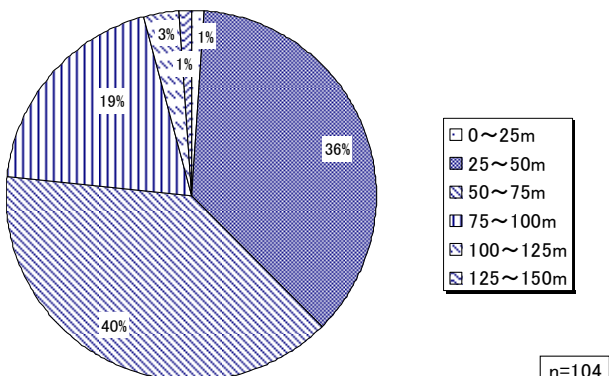


図-3 堤高による分類

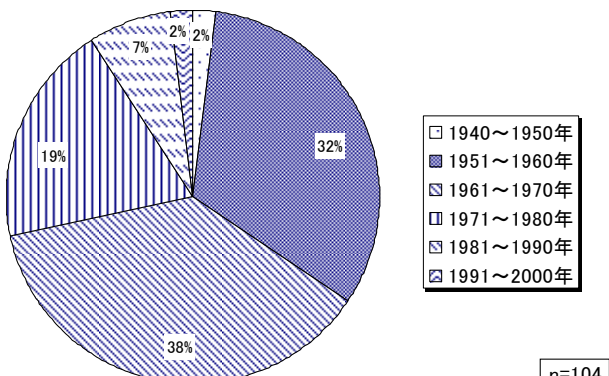


図-4 竣工年による分類

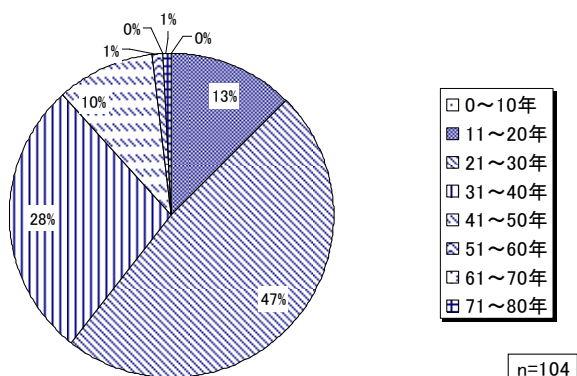


図-5 総合点検実施時の竣工後経過年数による分類



図-7 凍害危険度の分布図⁶⁾

2.2 データ整理項目

総合点検結果の抽出にあたり、まずダムの諸元や各種記録について整理を行った。諸元の整理項目を表-1に示す。地域特性の整理項目を表-2に示す。各種記録の整理項目を表-3に示す。

各ダムにおいて劣化等の事象が発生した箇所を明確にすることを目的とした、対象箇所等の詳細の整理項目を表-4に示す。なお、点検結果において、ダム固有のジョイント・ブロック番号等が記載されている場合は、表-4と図-8に示すように、おおよその場所のわかる名称で整理を行った。

点検結果の整理項目について表-5に示す。分析の対象とした総合点検報告書より、報告書に原因の記載されているものを対象として整理を行った。

表-1から表-5の整理項目に示す、キーワードによる分類を行うことにより、抽出後に整理結果を各項目についてソートを行えるようになる。

表-1 諸元の整理項目

<ul style="list-style-type: none"> ・ダム名 ・事業者（整備局・県名、直轄・補助等） ・ダム型式 ・目的 ・堤高、堤頂長、堤体積、流域面積、湛水面積、貯水容量、水位条件 ・地質 ・着手年、竣工年 ・総合点検年月日

表-2 地域特性の整理項目

<ul style="list-style-type: none"> ・所在地 ・天端標高（堤頂標高） ・地震帯（強震帯、中震帯、弱震帯） ・凍害危険度（2.1章参照）：①～⑤、①' ランク

表-3 記録の整理項目

<ul style="list-style-type: none"> ・既往地震記録（震度4以上） ・既往洪水記録（既往最大） ・改修補修実施年

表-4 劣化等発生箇所の対象種別、対象箇所、位置、位置の詳細の整理項目

<ul style="list-style-type: none"> ・対象種別 堤体、貯水池、放流設備等 ・対象箇所 堤体（上流面、下流面、監査廊、洪水吐き等） ・位置 堤体（左右岸地山部、左右岸部、河床部等） 洪水吐き（流入部、導流部、シュート部、減勢部等） <高さの表示> 低標高部（0～H/3）、 中標高部（H/3～2H/3） 高標高部（2H/3～H）を目安とする（H：ダム高） 記載例：河床高標高部 ・位置の詳細 継目、コンクリート、フーチング、リップラップ等

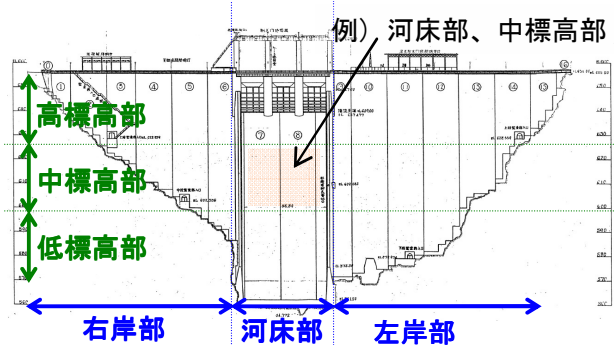


図-8 位置特定例

表-5 点検結果

<ul style="list-style-type: none"> ・現象 クラック、崩落、崩壊、剥離、劣化、風化、漏水、遊離石灰、錆、腐食等 ・程度 クラック（mm等）、漏水（L/min等）、風化（%等） ・原因 クラック・劣化 例えば、凍結融解によって、ポップアウト、微細なひび割れ、スケーリング、崩壊、が確認されているか。 漏水（継目、基礎岩盤、堤体部等） 施工時・基礎岩盤（断層等）、基礎処理
--

104 ダムの資料を整理するにあたっては、点検結果に対する評価指標の統一化を図った。統一化を図るための評価指標は、近年の総合点検で使用されている表-6に基づくものとした。

評価は、劣化事象を A、B、C と3段階に分かれている。評価 A は、構造上の安全性や設備の機能低下から、緊急に対策の必要性があるものであり、警告や注意に該当する。評価 B は、現在はないが、数年で安全性や機能低下に影響を及ぼすことが予想され、対策が必要であるものであり、忠告に該当する。評価 C は、このまま放置すると、将来安全性や機能低下に影響を及ぼす可能性のあるものや、間接的に影響を及ぼすと思われるものであり、助言や推奨に該当する。

昭和59年度～平成5年度の総合点検は、表-6に示す評価そのものが行われていないため、まず、点検結果に記載されている内容から、上表指標にあてはめた整理を行った。平成6年度～平成11年度頃の総合点検は、表-6による評価（対応方法・対応時期）が行われていないため、点検結果に記載されている内容から、上表指標にあてはめた整理を行った。

表-6 評価指標

基本指標		評価指標	
		対応方法	対応時期
A	現在支障が生じており、緊急に対策を講じないと、ダム本体やゲート等の安全性、機能が確保できないもの。	1 原因調査・解析を実施し、対策を実施する。	イ) 緊急に対策を講じる必要がある。
B	現状では支障は生じていないが、早急に対策を講じないと数年の内にダム本体やゲートなどの安全性や機能に支障が生じるおそれがあるもの。	1 原因調査を行って、対策を行う。 2 補修・修繕を実施する。 3 計測・測量を追加して継続的に観測する。	ロ) 早急に対策を講じる必要がある。
C	現状では支障は生じていないが、このまま放置すると将来、ダム本体やゲート等の安全性や機能および日常管理業務に直接または間接的に影響を及ぼすと思われるもの。	1 補修・修繕を実施する。 2 清掃を実施する。 3 監視を継続する。	ハ) 数年の内に対策を講じる必要がある。 ニ) 現状の維持管理を継続する。 ホ) 将来実施の可能性はある。

3. 整理結果

3.1 評価の傾向

評価結果の傾向を把握するために、堤体のみを対象とした「堤体評価」と堤体以外の放流設備・貯水池等も含めた「全体評価」の2種類に分けて整理を行った。

整理結果の例として、全体評価の頻度と総合点検実施時の竣工後経過年数の関係を図-9に示す。また、堤体部評価の頻度と総合点検実施時の竣工後経過年数を図-10に示す。頻度は、図-5に示すように、総合点検実施時の竣工後経過年数は21年～30年が多いため、評価の件数が多くなる。そのため、図-9および図-10の頻度を対象ダム数で割り、1ダムあたりの頻度と総合点検実施時の竣工後経過年数の関係として表した全体評価のグラフを図-11に、堤体評価のグラフを図-12に示す。1ダムあたりに換算すると、全体評価も堤体評価も、総合点検実施時の竣工後経過年数にそれほど差がなくなる。評価は、助言や推奨にあたるCが多い。なお、図-10に示す、それぞれの評価の内訳については、3.4章に示す。

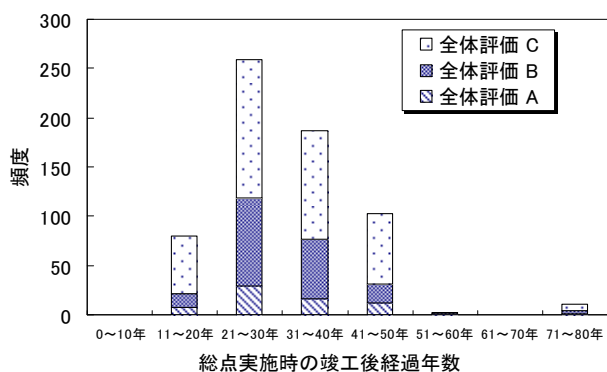


図-9 全体評価の頻度と総合点検実施時の竣工後経過年数の関係

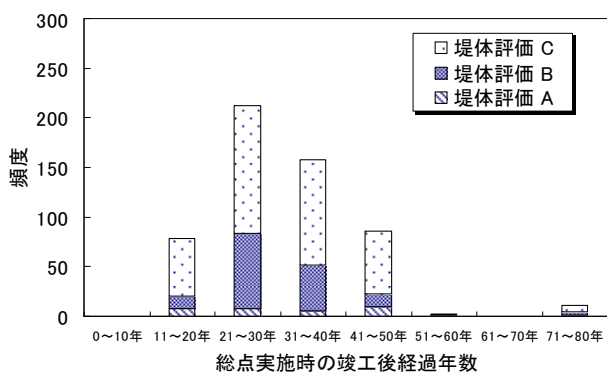


図-10 堤体評価の頻度と総合点検実施時の竣工後経過年数の関係

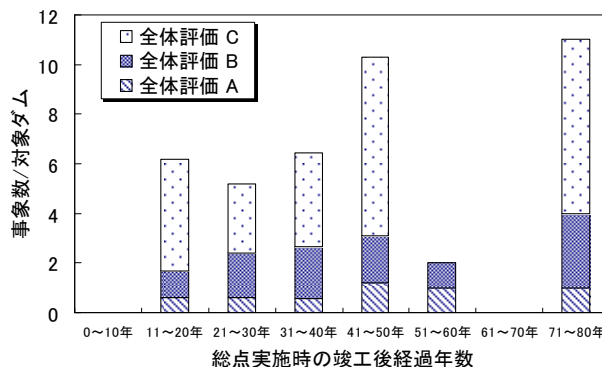


図-11 全体評価の1ダムあたりの頻度と総合点検実施時の竣工後経過年数の関係

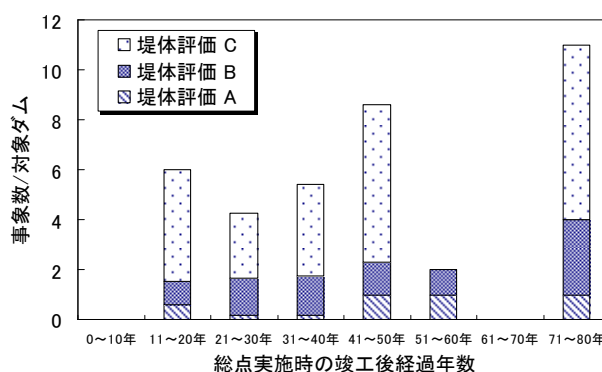


図-12 堤体評価の1ダムあたりの頻度と総合点検実施時の竣工後経過年数の関係

3.2 対策提言根拠の整理

堤体評価 A、B と判断された劣化事象については、評価の他にその劣化事象への対策が提言されている。対策の提言に至った根拠を整理した。

総合点検報告書より、対策の提言に至った根拠は、大きくは表-7に示す5個のキーワードに分けられる。

事象のみとは、対策の提言に至った具体的な根拠が示されておらず、「△△が顕著である」や「××が堆積している」等の抽象的な表現で対策提言に至った根拠が示されている。定性・定量的とは、定性的あるいは定量的な理由より、対策提言が示されており、「○○に××mmのクラックが△△m発生」など具体的に対策の提言に至った理由が示されている。構造面とは、ダムの構造的安全性に係る理由より対策提言が示されているものである。美観・景観とは、美観・景観面より対策提言が示されている事象である。管理面とは、管理者の安全の確保等、管理上から対策提言が示されている事象である。

表-7 管理提言に至った根拠のキーワード

キーワード	内 容
事象のみ	対策の提言に至った根拠が示されていない。
定性・定量的	定性的あるいは定量的な理由より、対策提言が示されている。
構造面	構造面の理由より対策提言が示されている。
美観・景観	美観・景観面より対策提言が示されている。
管理面	管理上から対策提言が示されている。

表-7に示すキーワードにより分類した、評価Aの対策の提言に至った根拠を図-13に、評価Bの対策の提言に至った根拠を図-14に示す。評価A・評価Bともに管理提言理由が記載されていない「事象のみ」が多く、続いて、評価Aでは「構造面」、評価Bでは、「定性・定量的」が多い。

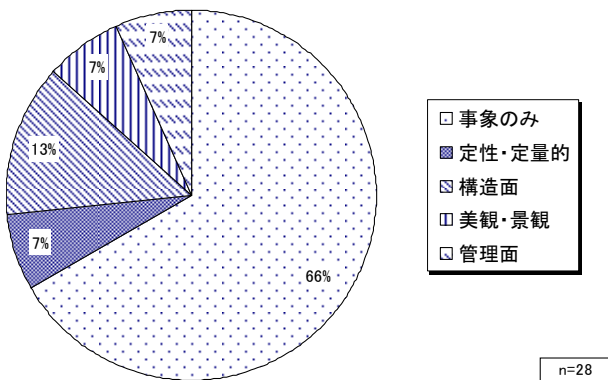


図-13 評価Aの対策の提言に至った根拠

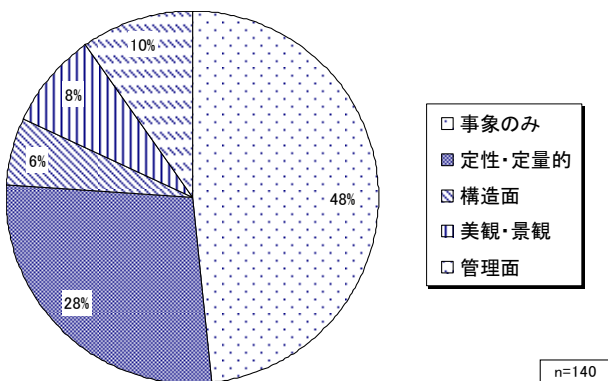


図-14 評価Bの対策の提言に至った根拠

3.3 劣化事象整理結果

調査結果の例として、劣化事象の分析整理結果を示す。劣化事象の分析整理を行うにあたっては、点検結果から表-8に示す劣化事象の分類を行った。

表-8 点検結果の分類

事 象	備 考
漏水・湧水	排水構造下でない状況の中での漏水・湧水、あるいは排水構造下の状況の中で定量的・構造的に問題となる漏水・湧水。
排水異常	排水構造下の状況で排水状態に問題となる場合（水たまり等）、排水の水質的な問題、排水状態の異常等。
観測値異常	観測計器類による計測値が異常値を示す（漏水は除く）。
開き・ずれ	主に継目部の開き・ずれ。
クラック (遊離石灰)	クラック、ヘアクラック、ひび割れ及びそれに伴う遊離石灰。
遊離石灰	施工継目等上記クラックに伴わない場合。
劣化 (錆・中性化・強度低下)	錆による劣化、中性化・強度試験により劣化判定が示された場合。
鉄筋露出	
摩耗・洗掘	
剥離・剥落	
破損・崩壊	損傷、欠損等も含む。
計器異常	計器の取り替え等ハード面での対応が必要な場合。
変形・はらみ出し	
その他	上記以外。

3.3.1 評価Aに関する劣化事象の傾向整理

評価Aの劣化事象発生頻度を図-15に示す。劣化事象は、「漏水・湧水」の事象が最も多く、下流面あるいは監査廊部での発生事象である。また、「排水異常」といった水に関わる事象についての割合が大きい。続いて、「破損・崩壊」が多く、評価B、Cと比較しても、全体を占める割合が大きいことから、事象の規模・程度が大きいことが伺える。つまり、「剥離・剥落」、「変形・はらみ出し」程度では評価Aには至っていない。また、「遊離石灰」の事象は無かった。

評価Aの対象箇所発生頻度を図-16に示す。対象箇所については、監査廊部が最も大きい割合を占め、事象の内訳は、「計器異常」、「排水異常」、「漏水・湧水」、「開き・ずれ」である。

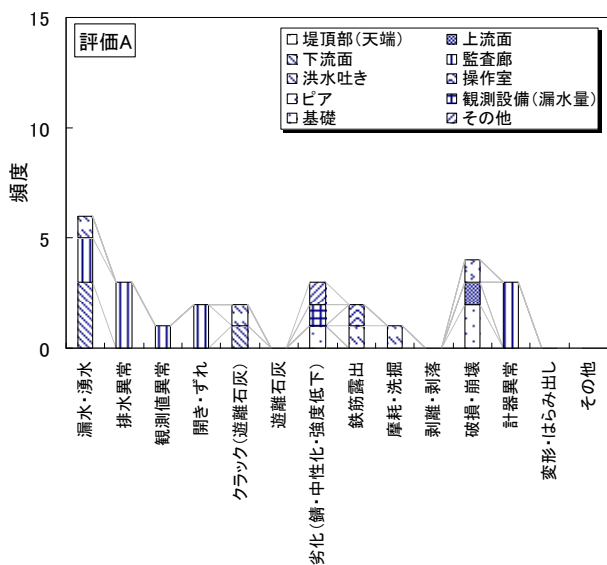


図-15 評価Aの劣化事象発生頻度

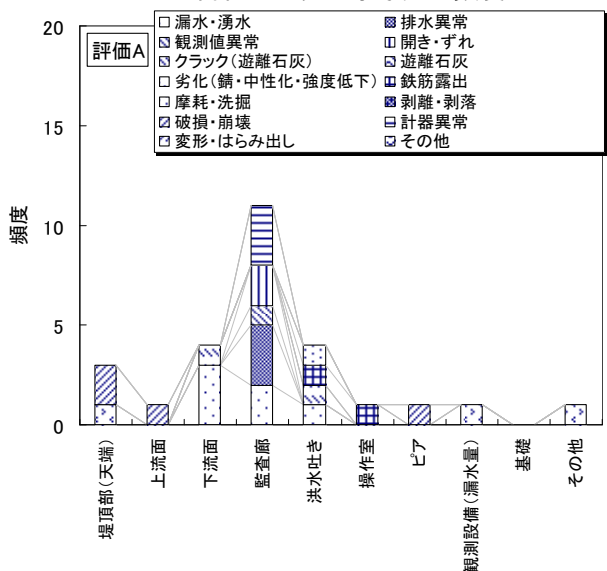


図-16 評価Aの対象箇所発生頻度

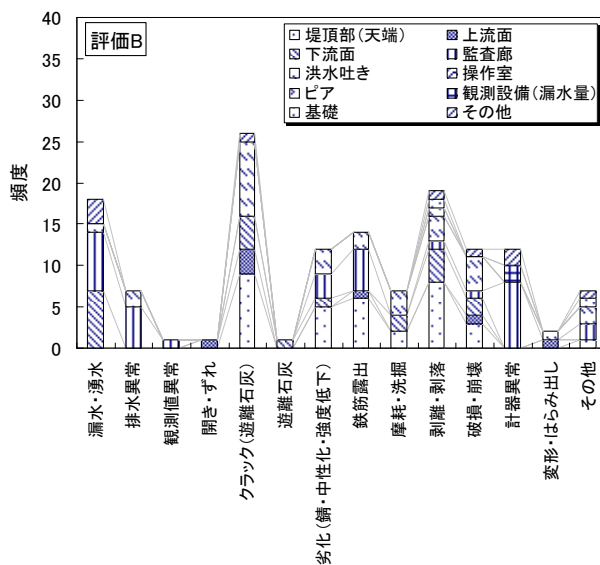


図-17 評価Bの劣化事象発生頻度

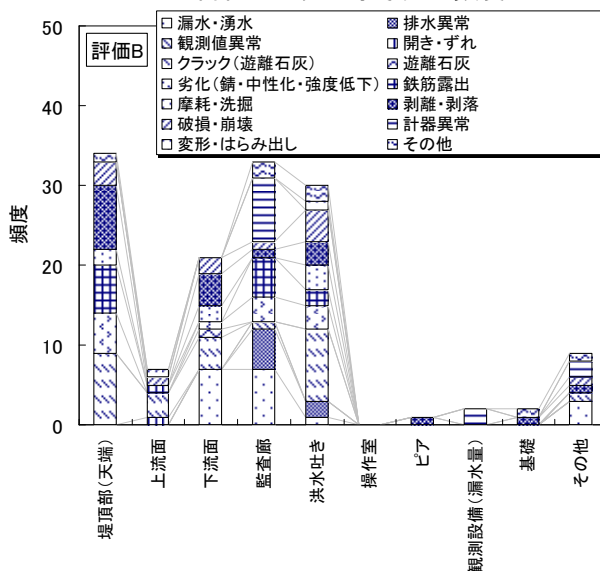


図-18 評価Bの対象箇所発生頻度

3.3.2 評価Bに関する劣化事象の傾向整理

評価Bの劣化事象発生頻度を図-17に示す。劣化事象は、「クラック(遊離石灰)」の事象が最も多く、堤頂部・洪水吐き・下流面での発生事象が大きな割合を占める。続いて、「漏水・湧水」、「剥離・剥落」、「鉄筋露出」の事象が多い傾向となる。

評価Bの対象箇所発生頻度を図-18に示す。対象箇所については、堤頂部・監査廊・洪水吐きが多く、堤頂部においては、「剥離・剥落」、「鉄筋露出」、「クラック(遊離石灰)」、「劣化」、監査廊においては、「計器異常」、「鉄筋露出」、「排水異常」、「漏水・湧水」、洪水吐きにおいては、「クラック(遊離石灰)」、「破損・崩壊」の事象が大きな割合を占める。

3.3.3 評価Cに関する劣化事象の傾向整理

評価Cの劣化事象発生頻度を図-19に示す。評価Bと同じく「クラック(遊離石灰)」の事象が最も多く、堤頂部・洪水吐き・下流面での発生事象が大きな割合を占める。続いて、「漏水・湧水」、「剥離・剥落」、「劣化(錆・中性化・強度低下)」、「遊離石灰」の事象が多い傾向となる。

評価Cの対象箇所発生頻度を図-20に示す。対象箇所については、下流面が最も多く、続いて、監査廊、洪水吐き、堤頂部が多い。下流面・監査廊においては、「漏水・湧水」、「クラック(遊離石灰)」、洪水吐き・堤頂部においては、「クラック(遊離石灰)」の事象が大きな割合を占める。

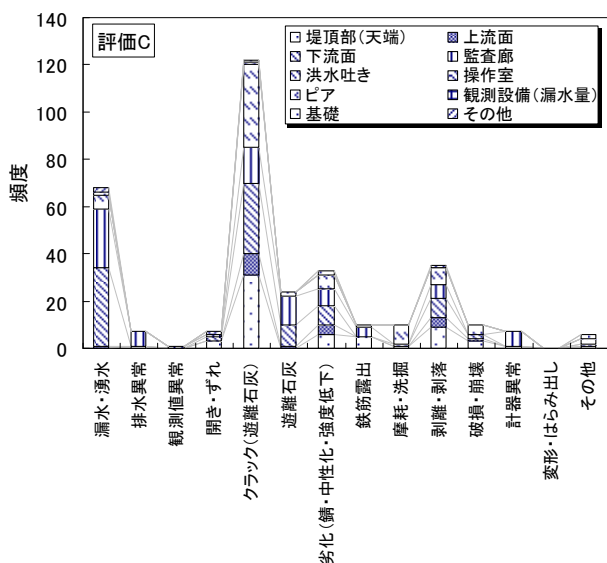


図-19 評価Cの劣化事象発生頻度

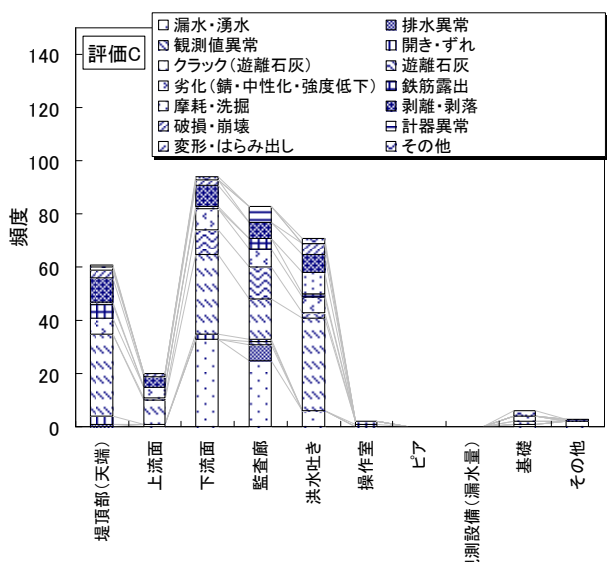


図-20 評価Cの対象箇所発生頻度

3.4 劣化事象と総合点検実施時の竣工後経過年数

評価 A の劣化事象と総合点検実施時の竣工後経過年数を図-21 に、評価 B の劣化事象と総合点検実施時の竣工後経過年数を図-22 に、評価 C の劣化事象と総合点検実施時の竣工後経過年数を図-23 に示す。図-10 に示す堤体評価の頻度と総合点検実施時の竣工後経過年数の関係より、総合点検実施時の竣工後経過年数が 11 年～20 年間でも、評価 A～C が認められる。内訳は、評価 A については、図-21 より「漏水・湧水」、「排水異常」、「開き・ずれ」、「クラック（遊離石灰）」、「摩耗・洗掘」、「計器異常」である。評価 B、評価 C は、図-22～図-23 より主に「漏水・湧水」、「クラック（遊離石

灰）」である。これら事象の一部は、事象発生までの経過年数が短いこともあり、初期からある損傷が原因となっている可能性も考えられる。

総合点検実施時の竣工後経過年数が 20 年以上の劣化事象については、評価 A は「漏水・湧水」が多く、評価 B、評価 C は「漏水・湧水」、「クラック（遊離石灰）」、「剥離・剥落」、「劣化」が多い。

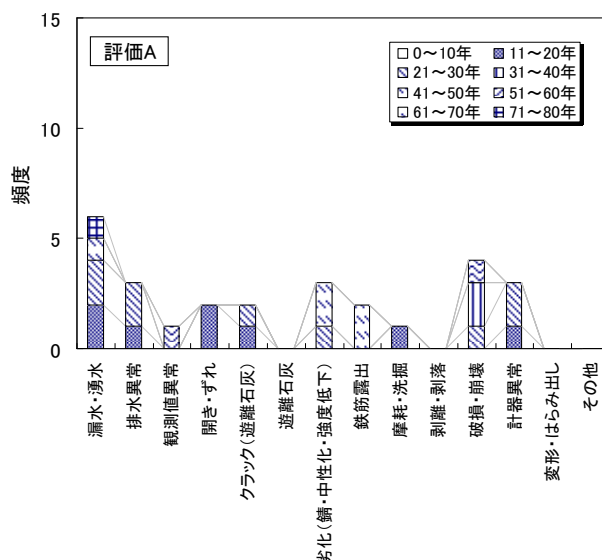


図-21 評価 A の劣化事象と総合点検実施時の竣工後経過年数

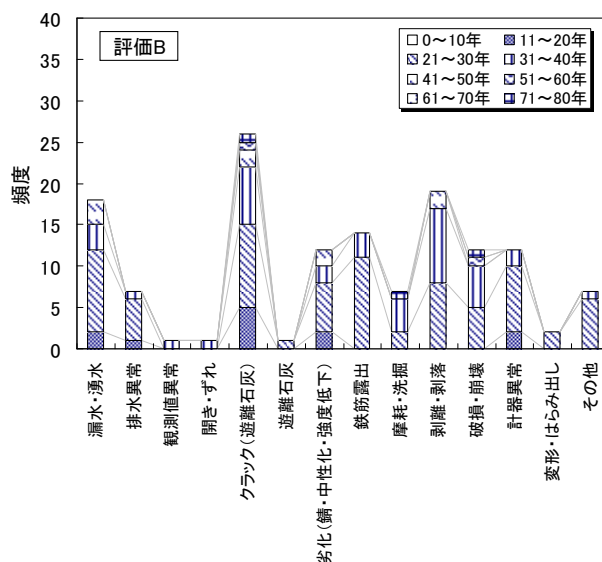


図-22 評価 B の劣化事象と総合点検実施時の竣工後経過年数

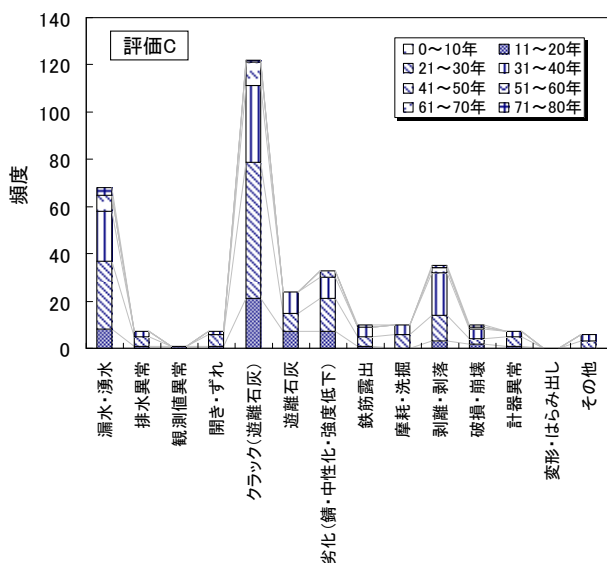


図-23 評価 C の劣化事象と総合点検実施時の竣工後経過年数

3.5 劣化進行度

総合点検を実施した多くのダムは、これまで1回みの点検であるが、調査を行ったダムでは、表-9に示すように、複数回点検を実施したダムもある。これらのダムについて、劣化進行度の評価を行った。

表-9 複数回総合点検を実施したダム

ダム名	型式/堤高	管理者(所在)	1回目点検	2回目点検
SH ダム	G /76.5m	関東地方整備局(群馬県)	1986年	2008年
F ダム	G /95.0m	関東地方整備局(群馬県)	1987年	2008年
O ダム	MA /82.0m	宮城県(宮城県)	1988年	2008年
SB ダム	A /83.0m	長野県(長野県)	1991年	2002年
D ダム	G /62.5m	宮崎県(宮崎県)	1989年	2003年

2回目の点検は、いずれも平成14年度以降に実施されている。2章に示したように、総合点検は、平成6年に表-6の基本指標を導入、平成12年に表-6の対応方法・対応時期を導入し、2回目の総合点検は、評価指標が統一化されている。そのため、1回目の点検内容と比較しても、明らかに点検箇所・項目が多い状況にある。

これらは、経年経過したことによる項目の増加なのか、点検時の項目増加によるものかは、総合点検報告

書からは読み取れない。従って、2回目の点検で新たに劣化事象が確認されたのか判断できないため、ここでは、点検項目の内、共通する箇所に対してのみ点検内容・評価の推移を整理した。共通する箇所は、表-9に示す5ダムにおいて合計で12箇所確認できた。SHダムの劣化進行度の例を表-10および表-11に示す。共通する項目のうち、全体的には、経年により2回目の点検で評価ランクが上がる(→C、表-10参照)傾向にある。ただし、一部の評価では逆に評価ランクが下がる(B→C、表-11参照)事象も存在する。これは、1回目の点検時に対策提案がなされた項目に対して、その後、対策が実行されたためなのか、点検者の判断あるいは評価精度によるものかは不明である。

今後、厳密な事象の変化を分析するためには、過去の点検で対策・調査提案がなされた項目については事後調査(対策・調査が実施されたかどうか等)を行う必要がある。

表-10 SHダムの劣化進行度の例①

1986	評価	-
	内容	左岸フーチング部より地山からの漏水が見られる。



2008	評価	C
	内容	左岸フーチング部付近が全体的に濡れており、一部のフーチング上に小さな水溜まりが認められた。

表-11 SHダムの劣化進行度の例②

1986	評価	B
	内容	減勢工直下の左岸は崖に沿って砂礫が吸出されている。



2008	評価	C
	内容	減勢工の副ダム下流の右岸導流壁先端のブロック基礎は、岩着しているものの一部砂礫を基礎としている。この砂礫が一部洗掘されているのが認められた。

3.6 計器異常

劣化事象の中には、「計器異常」が含まれている。他の事象はダム堤体そのものに発生した事象を示しているのに対して、「計器異常」はダムの挙動を計るための計器の異常である。ダムの計測は、河川法の規定に基づき制定された河川管理施設等構造令⁷⁾で定められており、ダムの安全管理にとって必要な計測事項を規定しているが、その項目はダムの安全管理にとって必要最小限の項目、換言すれば最も重要な計測項目を示したものである。

長期経過したダムの中には、重要な計測項目・箇所であっても、「計器異常」により計測をとりやめた後復旧していない等、安全管理上適切ではないと考えられる計測箇所の削減が行われている事例もあると考えられる。

今後は、河川管理施設等構造令で定められている各計測項目について、どの場所をどの程度の数で計測する必要があるのか、つまりダムの安全管理における必要最小限、必要最低限の計測についても検討を進めていく必要があると考えられる。

4. まとめ

わが国では、高度経済成長期である 1960 年代から 1970 年代に築堤したダムの数が多く、今後これらのダムが完成後 50 年を超える。そのため、劣化・損傷の状態、分布、ダム機能や安全性への影響度合い等を総合的に調査・点検し、適切な段階で、部分的ないしは根本的な補修を実施することで、安全性の確保を前提としたライフサイクルコストの縮減を達成できる維持管理が必要となる。

しかし、ダム本体における各種劣化・損傷のパターン、その将来的な劣化・損傷進行度、さらには劣化・損傷進展が安全性能低下にあたる影響度合いなどを踏まえた、実務的な維持管理技術がないのが現状である。そのため、実際のダムにおける劣化・損傷機構について調査および類型化し、発生原因とその後の進行についてのメカニズムの分析を行い、ダム本体の安全性に与える影響度分析解析による、ダム長寿命化のための維持管理技術を確立する必要がある。これらの維持管理技術を、ダムの点検に組み込むことにより維持管理の体系化を行い、ダムの長寿命化を図ることができると考える。

今年度は、ダムの劣化・損傷事例、各種ダム点検結果の調査分析ならびに、各種劣化・損傷機構の類型評価を行うため、国内ダムの総合点検結果等の調査分析を実施した。

具体には、国土交通省が管理する直轄ダムと都道府県が管理する補助ダムで実施してきた「総合点検」について、104 のダムの点検結果を抽出し、堤体、基礎およびゲート部等における点検の実施状況や指摘事項を抽出分析し、ダム経過年数やダム型式などのダムの特性に応じた整理を行った。整理は、キーワードによる分類を行うことにより、整理結果を各項目についてソートを行えるようにした。本報告書では、整理結果の例として、評価の傾向、対策提言根拠の整理、劣化

事象整理結果、劣化進行度について例示した。

劣化事象整理結果については、構造上の安全性や設備の機能低下から、緊急に対策の必要性があるものである評価 A では、劣化事象の面からは、下流面あるいは監査廊部での発生事象である「漏水・湧水」の事象が最も多く、対象箇所の面からは、監査廊部が最も大きい割合を占め、計器異常などの事象が見受けられた。

今後は、類型化された劣化・損傷機構が、ダムの安全性に及ぼす影響を、劣化・損傷を有するダムの実測挙動解析や数値解析により分析し、定量的に評価する。この結果に基づき、補修などの対策の優先度、定期点検、地震後臨時点検などにおける点検優先箇所を明確にし、各種劣化・損傷機構の類型化の提案、ダムの安全性に及ぼす影響度を踏まえた劣化・損傷評価基準の提案を行う予定である。

参考文献

- 1) 日本大ダム会議ホームページ 日本のダム数 (2007 年 12 月 ICOLD ダム台帳・文書委員会提出)
<http://www.jcold.or.jp/dam/dam.html>
- 2) ダム便覧 2009 ホームページ ダム集計表 (竣工年別型式別ダム数)
<http://www.soc.nii.ac.jp/jdf/Dambinran/binran/SyuukeiSyunKata/SyuukeiSyunKata.html>
- 3) 財団法人ダム技術センター：ダム総合点検検討業務報告書、1993.3.
- 4) 山口嘉一、林直良：千年ダム構想実現のためのダム本体の管理・点検に関する研究、平成 20 年度土木研究所成果報告書、2009.4.
- 5) 山口嘉一、林直良、吉永寿幸、下山顕治、塚越雅之：千年ダム構想に向けた老朽化の形態調査と安全性への影響調査-次世代のダム管理に向けて-、土木技術資料、Vol.52、No.1、2010.1.
- 6) 社団法人日本コンクリート工学協会：コンクリート診断技術 04[基礎編]、p.51、2004.1.
- 7) (財) 国土開発技術研究センター編：改定 解説・河川管理施設等構造令、山海堂、pp.95-97、2000 年 1 月.

MAINTENANCE TECHNOLOGY FOR EXTENSION OF LIFESPAN OF DAMS

Budget: Grants for operating expenses
General account
Research Period: FY2009-2012
Research Team: Hydraulic Engineering Research Group
(Dam Structure)
Author: Yoshikazu YAMAGUCHI
Tomoya IWASHITA
Hiroyuki SATOH
Naoyoshi HAYASHI
Toshihide KOBORI
Toru KIRINASHIZAWA

Abstract: The total number of the Japanese dams increases to about 2,700 by 2009. The period from 1960's through 1970's is the golden age for the construction of the dams in Japan. These dams will greet 50 years old together in the near future. Therefore, we should prepare for the deterioration and the malfunction of existing dams. For this propose, we should establish the appropriate maintenance technology for existing dams.

In this study, at first, we investigate deterioration in existing dams and the damage mechanism. Next, we perform on analysis of origin and the mechanism about the progress of the later deterioration and sensitivity analysis of the safety of the dam body. Finally we make a proposal of maintenance technology for extension of lifespan for existing dams.

Key words: extension of lifespan, maintenance, safety management, inspection, repair