

河川分野における国土強靱化の取り組み



河川政策グループ
上席主任研究員

太田 敏之



河川政策グループ
研究主幹

唐澤 仁士



河川政策グループ
首席研究員

岡安 徹也



河川政策グループ
首席研究員

佐古 俊介

1 河川における国土強靱化の取り組みを述べるにあたって

河川分野では、

- ①人命の保護が最大限図られる
- ②国家・社会の重要な機能が致命的な障害を受けず維持される
- ③国民の財産及び公共施設に係る被害の最小化
- ④迅速な復旧復興

を目的に、その時代の社会情勢、経済力、科学的・技術的知見を取り入れて治水施設の整備と施設の運用・維持管理を実施してきた。

治水に関しては、平成24年10月米国において発生したハ

リケーン・サンディなど、近年の巨大台風等に伴う大規模な災害の頻発化・激甚化や地球温暖化による気候変動への対応等を考慮すると、これまでの降水被害防御を主体とした治水施設整備から、治水施設整備と連携した流域での対策による洪水被害管理の時代へと転換が求められていると考える。

図1に示すように、第1・第2の時代は、近代治水以前の地先防御の治水対策から、既往最大洪水に対して、河道と貯留施設で対応することを目標とし、さらには治水施設の設計外力の設定に際して確率規模の考え方（確率解析）が導入され、河道、ダム貯水池、遊水地など大規模施設群による治水計画が策定され整備を実施する線的防御の時代であった。

第3の時代は、都市化や流域開発に対して、流出解析技術の

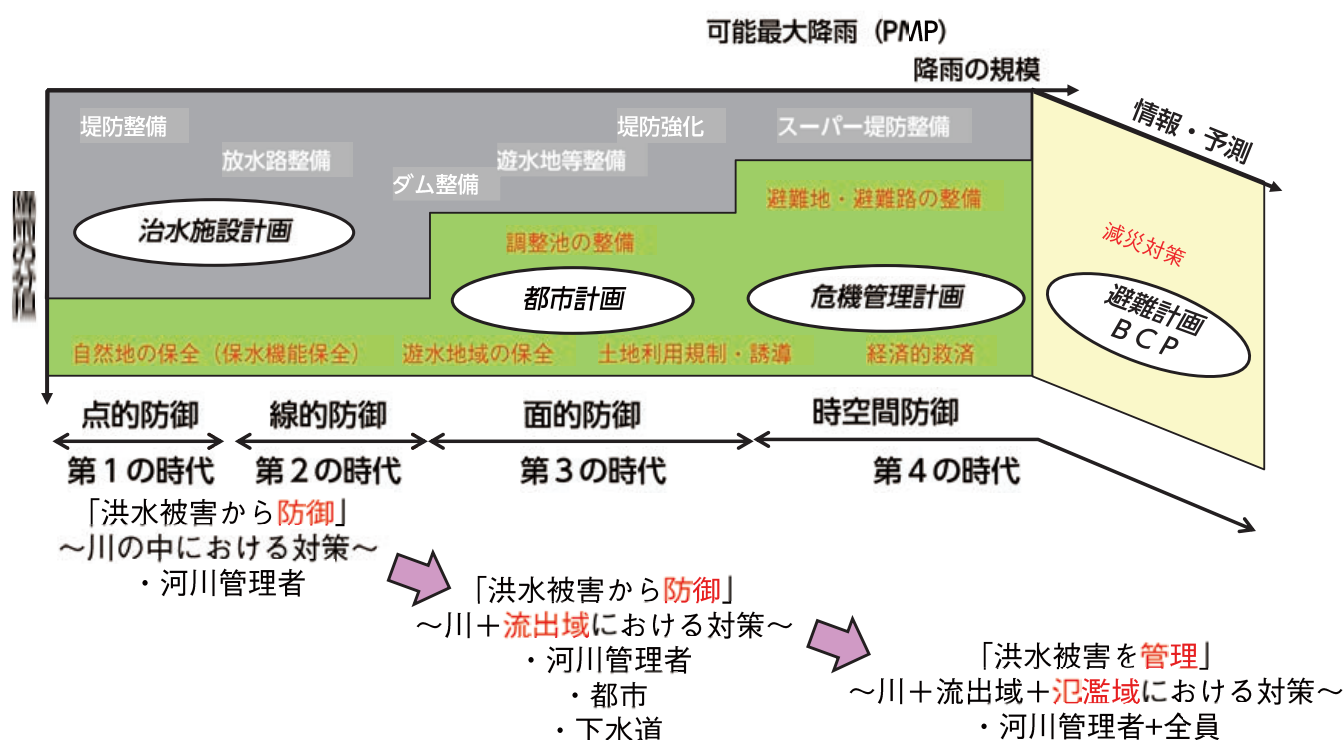


図1 新たな治水計画の枠組みのイメージ

進展により流出域の保水・遊水機能を確保する総合治水対策が導入され、都市計画や下水道整備とも連携する面的防御の時代であった。

そして第4の時代は、治水施設整備途上の洪水、計画規模の外力を超える洪水に対する被害の最小化を目標とした氾濫域での減災対策（避難対策、インフラ・交通機関の浸水対策、企業のBCP）や氾濫後の迅速な復旧・復興対策と連携し、治水施設整備のみならず、河川管理施設の維持管理や運用も考慮した新たなステージにおける治水計画を策定する時空間防御の時代に突入しつつあると考える。¹⁾

水資源開発に関しては、需要と供給のバランスの確保の時代から、各施設の運用実績を踏まえた水系一貫としての効率的な運用への移行、及び、利水者との連携や気象予測精度の向上等を反映した効果的な運用と合わせ、今後さらに厳しくなる渇水時や大規模災害時においても安全・安心を与えてくれる「幅を持った社会システム」の構築をしていく必要がある。

以下、本説では、JICEが検討を実施してきた治水、水資源開発、維持管理の分野における国土強靱化に資する取り組み、及び安全・安心な国土・地域・社会経済を構築するうえで特に重要な役割を果たす河川堤防及びダム、平成23年に発生した東日本大震災の地震、津波によって、その操作や管理に多くの課題を残した水門における取り組みの方向性について述べる。

2 河川における国土強靱化の取り組み

河川には、堤防、ダムのほか、支川・水路等の接続部で堤防の機能を確保するために設けられる水門、樋門・樋管、内水排除のために設けられる排水機場等の治水施設がある。一方、農業・水道・工業用水の確保、流水の正常な機能の維持、水力発電などの目的を併せ持った多目的施設であるダムや堰等の水資源開発施設がある。

これらの施設は、洪水や高潮、津波、渇水と言った自然災害に対して安全・安心な国土・地域・経済社会を構築するうえで極めて重要な施設であり、これまで、想定される計画外力に対して、被害を抑止する「防災」の取り組みが行われてきた。

しかし、近年、我が国においては、地球温暖化の影響を受け、これまでにない規模の集中豪雨や大型台風の来襲による度重なる水害が発生しており、気候変化に伴い計画規模を上回る外力の発生頻度の増大が予想されている。また、平成23年に発生した東日本大震災では、これまでの想定を超える巨大な地震・津波により多くの人命が奪われるなど甚大な被害が発生した。

今後も南海トラフ巨大地震や首都直下地震などの大規模地震の発生が懸念されているとともに、それらの大規模自然災害が複合的に発生することにより過去に例のない被害が発生することが想定されている。

しかし、大規模自然災害は、その発生や規模に不確実性を有しており、このような大規模自然災害に対して、従来の防災の取り組みだけで対応することには限界がある。

そこで、計画を超える大規模自然災害や複合災害（以下、「大規模自然災害等」という。）に対応するため、従来の計画外力に対する防災」の取り組みだけではなく、

- ・ 想定を大きく超える規模の大規模自然災害
 - ・ 大規模自然災害が同時または連続的に発生する複合災害
- を想定し、今すぐにも発生し得る大規模自然災害等に備え、
- ①治水施設や水資源開発施設の大規模自然災害等に対する脆弱性を踏まえた施設整備により、施設の機能を確保する「施設整備による減災対策」
 - ②治水施設や水資源開発施設の適切な点検・維持管理や柔軟な施設操作等により、大規模自然災害等に対して、施設の機能をより確実に確保する「施設の運用方策による減災対策」
 - ③大規模自然災害等に対するリスクや脆弱性等の情報の見える化による国民の自助・共助意識の向上や、災害情報等の発信・伝達等による住民の避難判断等の支援、関係機関による救助・救援、復旧活動等のオペレーションの支援等の「流域として取り組む対策に対する支援」

を総合的かつ一体的に推進する減災の取り組みを進めることが必要である。（図2）

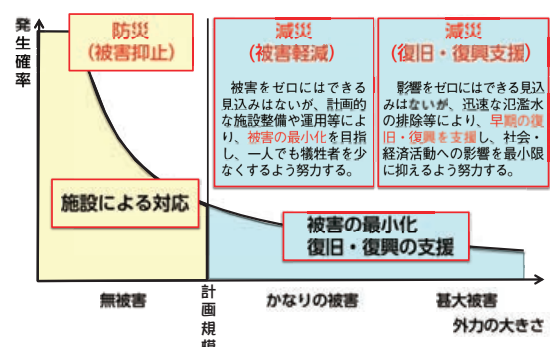


図2 大規模自然災害等に対する防災・減災の取り組みイメージ

2.1 河川分野における「防災」の取り組み

(1) 治水施設における「防災」の取り組み

1) 河川堤防における「防災」の取り組み

河川堤防は、洪水時の流水を河道内において安全に流下させることを目的とする河川構造物の中でも最も重要な構造物である。防災の視点からの取り組みとしては洪水を対象として実施

されてきており、堤防整備にあたっては、古くより逐次強化が図られている。

もともとは、求められる構造は主に過去の被災などの経験に基づいて定められてきたものであり、いわゆる形状規定方式を基本として整備がなされていきていたところであるが、その整備については、「河川管理施設等構造令」（以下、「構造令」という。）によって、計画高水位以下の水位の流水の通常的作用に対して安全な構造とする、という堤防の構造原則に基づき実施されてきた。その設計に関する事項としては、断面形状（堤防高、天端幅、のり勾配等）の最低基準を河川の規模（流量）等に応じて規定したものである。

しかし、近年、治水事業の進捗に伴い、氾濫原における人口や資産の集積には著しいものがあること、既往の被災事例をみると、計画高水位以下の洪水により漏水など構造上の課題となる現象が数多く発生しており、現在の堤防が必ずしも防災構造物としての安全性について十分な信頼性を有するとはいえないこと等から、1997年に改訂した「河川砂防技術基準（案）設計編」（以下、「技術基準」という。）や、2002年に治水課長により通達された、技術基準を補完する「堤防設計指針」において、堤防の設計においても一般の構造物の設計法と同様、外力と耐力の比較を基本とする設計法（安全性照査法）を導入している。

これにより、堤防の断面形状については従来の考えを踏襲しつつ、堤防の耐浸透機能に関しては土質工学的な知見に基づく安全性の照査法を用いた堤防設計法を導入し、計画上で想定する洪水や降雨に対して、堤防の盛土としての安定性や基礎地盤

のパイピングに対する安定性が、所要の安全性に満たない堤防については強化対策が施されることとなった。

（2）水門設備における「防災」の取り組み

河川に設置される水門設備には、洪水、高潮、津波の計画外力に対して、①洪水、高潮、津波時の閉鎖操作による氾濫・浸水の防止（堤防機能）、②洪水、高潮、津波時の閉鎖操作による本川から支川への逆流による浸水の防止（逆流防止機能）、③本川水位低下後の開放操作による支川の内水氾濫の防止（内水排除機能）の機能が求められており、その機能を確保するためには、a) ゲートを実に開閉することができ、かつ必要な水密性および耐久性を有すること、b) ゲートは予想される外力に対して安全であることが必要である。

そこで、水門設備の機能喪失時であっても最低限の機能を確保するため、2007年の「ゲート設備の危機管理対策の推進について（提言）」により故障や事故等を想定した防災の取り組みの必要性²⁾、2008年の「水災害分野における地球温暖化に伴う気候変化への適応策のあり方について（答申）」、2009年の「ダム・堰施設技術基準（案）」改定により地球温暖化に伴う気候変化に対する防災の取り組みの方向性が示された。

これらを受けて、既往の機能喪失要因と故障事例等をもとに、老朽化や落雷、洪水、高潮、津波による水没、地震などの計画外力による「単一要因」により、「個別施設」が機能喪失に陥った場合を想定し、①多重化（Redundancy）、②多様性（Diversity）、③独立性（Independence）の観点からの取り組みが行われてきている。（図3）

以下に、水門設備の機能喪失を想定した「①多重化」「②多

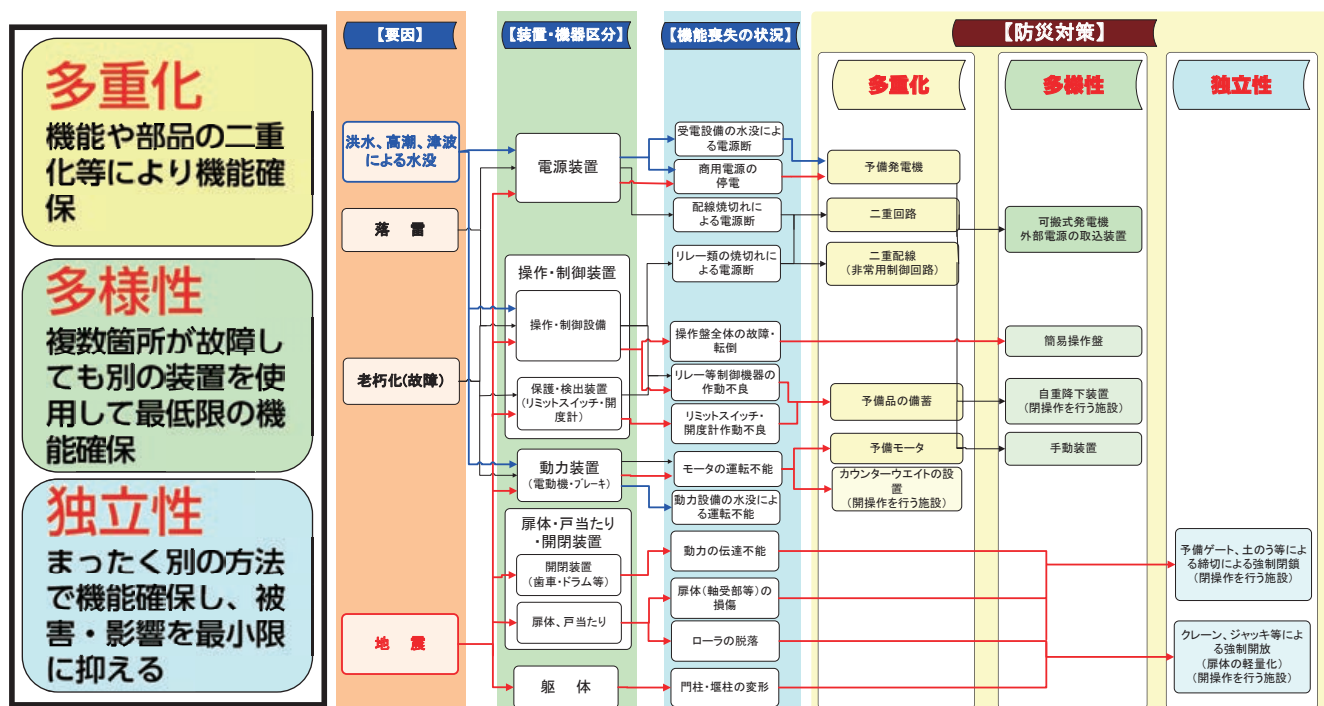


図3 水門設備の機能喪失時の防災の取り組み

様性」「③独立性」の取り組みを示す。

①多重化：（設備の二重化による機能確保（Redundancy））

老朽化や落雷、地震等の単一要因により、単一装置が機能喪失に陥った場合に、確実な操作ができるよう予備発電機の設置（電源の二重化）、制御配線や油圧回路の二重化、予備モータ（動力の二重化）で閉鎖操作を行う。また、開放操作を行う施設では、閉鎖操作を容易にするカウンターウエイトを設置する。

②多様性：別の設備を使用することで機能確保（Diversity）

老朽化や落雷、地震等の単一要因により、複数装置が同時に機能喪失に陥った場合に、自重降下装置、手動装置により強制的に閉鎖操作を行う。また、開放操作を行う施設では、可搬式発電機や簡易操作盤を確保する。

③独立性：まったく別の方法で機能確保（Independence）

老朽化や落雷、地震等の単一要因により、水門設備の機能に致命的な影響を与える装置・機器が機能喪失に陥った場合や、多重化、多様性の対策を実施しても機能が回復しない（または長時間を要する）場合、流域の被害や影響を最小限に抑えるため、閉鎖操作を行う施設では土木的対策（予備ゲート、土のう等による締切）による強制閉鎖、開放操作を行う施設ではクレーンやジャッキ等による強制開放を行う。

（2）ダムにおける「防災」の取り組み

新規水資源開発は、主に1950年代の河川流況を前提に、将来の社会状況等を踏まえ、各施設について、単独又は統合した利水計画に基づき計画・建設された。

各施設の完成後は、水系毎に頻発する渇水に対応した実運用により、水利用の安定が図られ、多くの実運用の実績が積み重ねられて、現在に至っている。

各施設の完成以降、実管理実績（ダム操作の実績とデータ）が積み重ねられた結果、既存施設の改良等によるダム群連携やダム再開発等の効率的・効果的な運用の可能性が見出され、各地で事業が実施されている。今後、更に各種の施設整備・改良を進める為に、ダム使用権等の権利の再設定と費用負担の在り方について整理検討を行い、柔軟な施設対応が可能な仕組みの構築が必要である。

また、多点管理や多点取水に対応した取水施設の統廃合等、利水者と連携した対応が重要となる。

（3）維持管理における「防災」の取り組み

河川管理施設のうち国管理の水門等の施設は約1万施設ある。このうち、建設後50年を経過する施設は2013年3月現在で約25%だが、2033年3月には約64%となる³⁾。高度成長期に集中的に整備された社会資本は国民の安全・安心と日本の経済成長に大いに貢献したが、これらの施設を適切に維持

管理できない場合には、今後老朽化が加速的に進むことが予想され、国民の生命と経済へのリスクが高まることとなる。諸外国に比べ社会資本が未だ十分ではない我が国では、これまでの新たに整備することに主眼を置いた体制、仕組み等に加え、今ある社会資本をこれまでと同様に機能させるために、社会資本の維持管理・更新を的確に行うための体制等を早急に整備していかなければならない。

そのためには個々の施設の長寿命化を図るため、施設の点検や対策履歴に関する情報を蓄積し、長期的視点に立って計画的にメンテナンスを行う仕組みと基準づくりが必要である。新設費用のみを下げるのではなく、維持管理と更新を含めた施設のトータルコストを縮減し、更に施設の統合等の社会経済情勢の変化や新たなニーズへの対応等を踏まえた更新が必要である。個々の施設の点検・診断結果に留まらず、施設の重要度、利用状況、地域の動向、周辺環境との調和、河道等他施設を含めた一体的な河道システムとしての適切性等を含めた対応方針の立案が必要である。更には、複数の関連施設全体を長期的な視点から計画的に管理していくことが重要で、他分野で進められているアセットマネジメントを河川管理施設にも導入していくことも有効と考えられる。

2.2 河川分野における「減災」の取り組み

（1）大規模水害時の「減災」の取り組み

治水施設整備途上での洪水や、計画規模の超える洪水に対しては、堤防等の治水施設だけで氾濫を防止することは困難であることから、氾濫による被害の最小化を目標とした氾濫域での減災の取り組みが進められている。

2001年の水防法改正により、洪水時の円滑かつ迅速な住民避難を確保するため、洪水による浸水範囲・浸水深を示した浸水想定区域図の公表が義務付けられるとともに、2005年の水防法改正では、洪水予報等の伝達方法や避難場所等を住民に周知するため、洪水ハザードマップの作成が義務付けられるなど、洪水等から住民の生命を守るための防災情報の提供の取り組みが進められてきた。

2013年の水防法改正では、地下街、要配慮者利用施設及び大規模工場等に対し、洪水時の円滑かつ迅速な避難や応急対応を行うことにより被害を軽減するため、避難確保計画や浸水防止計画の作成、自衛水防組織の設置等が規定され、民間事業所等による自主的な取り組みを進めることを求められている。

さらに、2011年に発生した東日本大震災では、これまでの想定を超える巨大な津波により、被災地では行政機能の一部が喪失したこともあり、全国から派遣された緊急災害対策派遣隊（TEC-FORCE）によって津波による湛水の排除等の応急

対策や被災した自治体等の支援等が行われた。これを受けて、大規模自然災害時に、国（河川管理者）が円滑に支援を行えるよう、2011年の水防法改正により、国が被災地で直接行う排水や氾濫流制御等の水防活動（特定緊急水防活動）に関する規定が整備され、河川管理者による被災地の早期復旧・復興、迅速な救助・救援を支援する取り組みが進められてきている。

2014年に出された「国土交通省 水災害に関する防災・減災対策本部 防災行動計画ワーキンググループ中間取りまとめ」では、2012年にニューヨークを襲ったハリケーン・サンディから得られた教訓を踏まえ、洪水による被害の最小化を図るため、これまでの国（河川管理者）、自治体、住民、ライフライン事業者等の各機関が独立した発災後の防災行動を行うのではなく、洪水による影響の時空間的分布を明確にしたリスク評価を行ったうえで、各機関が連携し、時間軸に応じて発災前の段階からの防災行動計画（タイムライン）を策定し、洪水による災害が発生することを前提とした防災行動強化の必要性が示された。⁴⁾

（2）治水施設における「減災」の取り組み

河川堤防における減災の取り組みとしては、計画上で想定する洪水や降雨に対しての堤防の安全性確保のためのモニタリング技術の高度化や、計画を超える超過洪水に対して壊滅的な被害を回避するための高規格堤防の整備が行われている。

モニタリング技術の高度化については、従来、堤防の亀裂やはらみ出しといった外観上の変状の有無や大きさ等から、堤防内部の変状の有無や進行度合いを予測し予防保全を行うことや、漏水等の有無や量の経年変化から内部の変状の深刻度を推定し、事後保全箇所を把握すること、すべり等の堤防の破壊そのものを把握し、適切な対策を実施することを目的に、徒歩による目視点検を主体としたモニタリングによって堤防の外観上の変状を網羅的に発見する手法が実施されてきたが、従来手法では時間、労力を要するとともに変状の発見には高度な現場感覚が必要なこと、変状の客観的な評価が得にくいこと等から、レーザー測量技術の応用によるMMS等の活用による堤防変状発見技術の開発が進められている。

また、大河川の破堤による壊滅的な被害を回避するための堤防の超過洪水対策として、「高規格堤防」の整備が行われている。これは1987年に河川審議会答申「超過洪水対策及びその推進方策について」を受け5水系6河川で高規格堤防設置区間が決定され⁵⁾、1991年の河川法改正を経て、1992年の「構造令」改正において高規格堤防に関する設計基準が加えられ、これに基づき越流水によるせん断力に対して堤防表面が侵食、洗掘されないような堤防の設計、整備がなされている。

さらに減災の取り組みとしては、地震に対する堤防の安全性確保のためのものが挙げられ、耐震性能照査手法は、2007年に国土交通省から通知された「河川構造物の耐震性能照査指針（案）・同解説」（以下「耐震指針（案）」という。）により実施されている。もともとは、基礎地盤の液状化による被災を対象とした照査が行われていたが、東北地方太平洋沖地震以降は、堤体の液状化による被災が多数発生した実態を踏まえて、基礎地盤に加えて、堤体の液状化による照査も行われている。

対象とする外力については、レベル1地震動及びレベル2地震動を設定しており、レベル1地震動は、河川構造物の供用期間中に発生する確率が高い地震動、レベル2地震動は、対象地点において現在から将来にわたって考えられる最大級の強さを持つ地震動として、それぞれの水平震度から慣性力、地震時地盤変位、地震時土圧及び地震時動水圧を求め、堤防の沈下量が所要の外水位を下回らないように照査を行っている。

一方、現状の技術では、より妥当と考えられるレベル2地震動に対して適用可能な設計法が見いだせないが、耐震対策は緊急性が高く設計法の確立を待てないことを鑑み、河川堤防の耐震対策については、「建設省河川砂防技術基準（案）同解説・設計編（平成9年10月）」、具体的な手法については「河川堤防の液状化対策工法設計施工マニュアル（案）（建設省土木研究所、H9.10.）」（以下、「液状化対策マニュアル」と呼ぶ）に基づき堤防の耐震対策工が設計されている。

本マニュアルによる手法はレベル2地震動に対応するものではないが、東北地方太平洋沖地震ではこれらの対策箇所において大規模な変状は確認されていないことから、これまでの「液状化対策マニュアル」による設計が、レベル2地震動に対する対策になっている可能性を示唆するものであると考え、これまでの「液状化対策マニュアル」による安定性を照査する設計法を適用して、現在から将来にわたって考えられる最大級の強さを持つ地震動に対する対策を実施している。

（3）水資源開発施設における「減災」の取り組み

各施設の運用目的としては、日々の河川環境の維持・増進と水利用の安定の為、河川水の量と質の両面からの確保が求められている。そのため、通常時から、従前の単独運用から複数のダム等の連携・統合運用への移行や、利水者との情報提供と共有による効率的運用への取り組みが可能な体制（利水者懇談会等の拡充等）が必要であり、更に、河川の流量予測や流域の水需要予測が可能な気象予測の精度向上が不可欠である。

また、今後さらに厳しくなる渇水時や大規模自然災害時への対応として、現在の互譲の精神に基づく渇水調整から、ダム貯水量の枯渇が長期化する様な、より厳しい渇水への対応方策（河

川管理者の斡旋・調整等)の検討とその実施のための体制整備等を進める必要がある。

3 水門設備における国土強靱化の取組の方向性

3.1 今後想定される大規模自然災害とその影響

2011年に発生した東日本大震災では、これまでの想定を超える巨大な地震・津波により多くの人命が奪われるなど甚大な被害が発生した。また、2012年に示された「南海トラフの巨大地震モデル検討会(第二次報告)」では、静岡県から宮崎県にかけての広い範囲で震度7以上が想定されており、大規模地震により広域で水門設備の被災が発生する恐れがある。さらに、気候変化の影響や河川の整備途上により、計画高水位を上回るような洪水が毎年発生している。

このような大規模自然災害等は、その発生確率が極めて小さいに関わらず、ひとたび発生した場合の人命被害・社会的影響は非常に大きくなる。

そこで、強くてもしなやかな国民生活を実現するためには、

- ・ 想定を大きく超える規模の大規模自然災害
- ・ 大規模自然災害が同時または連続的に発生する複合災害を想定し、これらの大規模自然災害等に備えた取り組みを進めていくことが必要である。(図4)

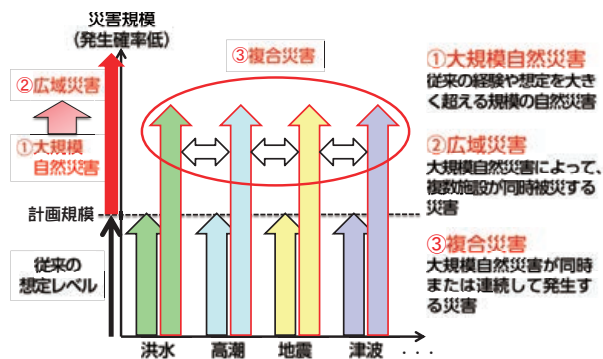


図4 今後想定すべき大規模自然災害

水門設備には、洪水、高潮、津波の計画外力に対する①堤防機能、②逆流防止機能、③内水排除機能のほか、大規模自然災害等を想定した場合には、④氾濫・浸水の早期排水（迅速な氾濫水の排除機能）により、堤内地の浸水範囲・時間の減少、復旧、救助・救援の早期開始を支援し、被害の軽減を図る機能が求められる。

水門設備における大規模自然災害等を想定した場合の、「施設整備による減災対策」「運用方策による減災対策」の取り組みの考え方を以下に述べる。

3.2 施設整備による減災対策

今後想定される大規模自然災害等に対して、施設整備による減災対策により、水門設備に求められる機能を確保していくためには、

- STEP 1 水門設備に求められる機能（目標）の設定
- STEP 2 被害シナリオの設定
- STEP 3 求められる機能に照らした施設の脆弱性の評価・分析
- STEP 4 個別施設及び施設群としての取り組みの優先順位の検討
- STEP 5 重点的かつ計画的な取り組みの実施
- STEP 6 実施結果の評価
- STEP 7 取り組みの見直し・改善

のPDCAサイクルを繰り返し進め、水門設備の脆弱性を順次低減させていくことが重要である。⁶⁾ (図5)

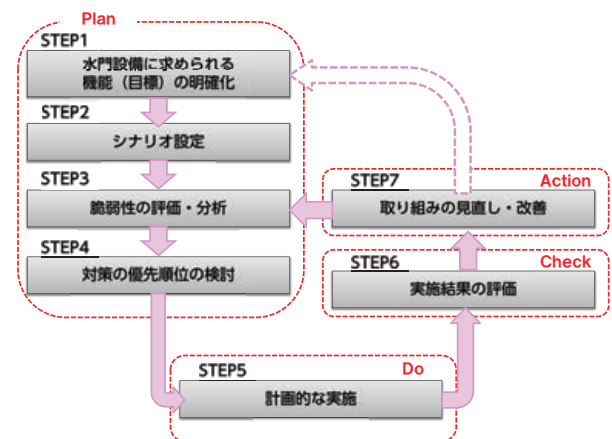


図5 PDCAサイクルによる減災対策の取り組み

●STEP 1 水門設備に求められる機能（目標）の設定

水門設備の立地等を踏まえ、今後発生が想定されている大規模自然災害等に対して、施設群及び個別水門毎としての、1-a) 最低限確保すべき機能（目標）、1-b) 重点的に確保すべき機能（目標）を設定する。

●STEP 2 被害シナリオの設定

水門設備の立地、個別水門の防災対策の実施状況や操作方法等を踏まえ、今後、発生が想定されている大規模自然災害等に対して、

- ・ 大規模自然災害が単独で発生した場合の、最悪の事態を想定した被災シナリオ
- ・ 複数の大規模自然災害が同時または連続的に発生する複合災害が発生した場合の、最悪の事態を想定した被災シナリオを設定する。

●STEP 3 求められる機能（目標）に照らした施設の脆弱

性の評価・分析

水門設備に求められる機能（目標）及び被害シナリオに基づき、個別施設の脆弱性を評価・分析する。

脆弱性を評価する視点として、表1に示す事項が考えられる。

3-a) 大規模洪水に対する脆弱性

大規模洪水により影響を受ける恐れのある受電設備、予備発電機、操作室、操作盤、動力設備等について、その設置高、浸水危険性（氾濫シミュレーション結果による想定浸水深）、耐水状況を把握し、脆弱性を評価・分析する。

3-b) 大規模高潮に対する脆弱性

大規模高潮により影響を受ける恐れのある受電設備、予備発電機、操作室、操作盤、動力設備等について、その設置高、浸水危険性（浸水シミュレーションによる想定浸水深）、耐水状況を把握し、脆弱性を分析する。

3-c) 大規模地震（レベル2地震）に対する脆弱性

大規模地震により影響を受ける恐れのある扉体、門柱・堰柱等について、レベル2地震動に対する耐震性能を照査し、脆弱性を分析する。

3-d) 大規模津波（レベル2津波）に対する脆弱性

大規模津波により影響を受ける恐れのある設備について、i) 受電設備、予備発電機、操作室、操作盤等の設置高、浸水危険性（津波浸水シミュレーションによる想定浸水深）、耐水

状況、ii) 扉体構造、津波流体力、iii) 水門の操作可能時間、浸水危険性（津波浸水シミュレーションによる津波到達時間）を把握し、脆弱性を分析する。

3-e) 応急復旧体制の脆弱性

大規模・広域災害による複数施設の被災を想定した初動体制（必要要員数）や協力会社の支援体制（支援要員数、資機材の備蓄場所・備蓄量）、水門へのアクセス状況を把握し、応急復旧体制の脆弱性を分析する。

●STEP 4 施設群及び個別施設としての取り組みの優先順位の検討

大規模自然災害等に対する減災対策については、大規模自然災害に対する脆弱性の評価・分析結果を踏まえ、4-a) 施設群、4-b) 個別水門としての対策の優先順位を検討する。

4-a) 施設群としての対策の優先順位

施設群としての対策は、河川の氾濫ブロックを1つの単位として、①水門の規模、②（浸水）形態、③水門の立地、④被害ポテンシャル、⑤水門の配置等を踏まえ、水門設備の脆弱性と被害の影響を分析したうえで、対策実施の優先度を設定する。

◆対策実施の優先度の視点

- ①水門の規模：機能喪失による流域への影響や外水氾濫の排水効果の高い大規模水門は対策の優先度が高い。
- ②氾濫（浸水）形態の違い：貯留型の氾濫ブロックに位置する水門は対策の優先度が高い。
- ③水門の立地の違い：津波遡上区間に立地している水門、氾濫ブロックの下流側に立地している水門は対策の優先度が高い。
- ④氾濫（浸水）による被害ポテンシャル：氾濫（浸水）域に人口・資産が集積している水門は優先度が高い。
- ⑤水門の配置：水門の設置密度が疎な方が、対策の優先度が高い。

上記の視点を踏まえ、施設群としての優先度の視点と対策実施の優先順位の関係を図6に示す。

表1 脆弱性評価項目

想定される災害	想定される機能喪失の状況	評価対象事項評価対象事項
洪水	電源設備の水没	受電設備の設置高受電設備の設置高 氾濫シミュレーションによる想定浸水深（深）
	操作・制御設備の水没	操作室、操作盤の設置高 氾濫シミュレーションによる想定浸水深（深）
	動力設備の水没	動力設備の設置高 氾濫シミュレーションによる想定浸水深（深）
		受電設備の設置高 浸水シミュレーションによる想定浸水深（深）
高潮	電源設備の水没	操作室、操作盤の設置高 浸水シミュレーションによる想定浸水深（深）
	操作・制御設備の水没	動力設備の設置高動力設備の設置高 氾濫シミュレーションによる想定浸水深（深）
	動力設備の水没	受電設備の設置高 浸水シミュレーションによる想定浸水深（深）
		浸水シミュレーションによる想定浸水深（深）
地震	扉体、戸当たりの損傷・変形 躯体の損傷・変形	L2地震動に対する耐震性能
津波	電源設備の水没	受電設備の設置高受電設備の設置高 浸水シミュレーションによる想定津波到達高 浸水シミュレーションによる想定浸水深（深）
	操作・制御設備の水没	操作室、操作盤の設置高 浸水シミュレーションによる想定津波到達高 浸水シミュレーションによる想定浸水深（深）
	動力設備の水没	動力設備の設置高 浸水シミュレーションによる想定津波到達高 浸水シミュレーションによる想定浸水深（深）
	扉体、戸当たりの損傷	扉体構造 流体力
	操作時間	水門の操作可能時間 浸水シミュレーションによる到達時間
応急復旧体制	災害対応の要員不足	必要人員数 協力会社の対応可能人員数
	備蓄資機材の不足	協力会社の備蓄場所、備蓄確保量 氾濫・浸水シミュレーションによる想定浸水範囲
	アクセス路の寸断	道路橋と堤防天端のアクセス状況
		堤防の耐震対策の実施状況 浸水シミュレーションによる想定浸水範囲・高さ（深）

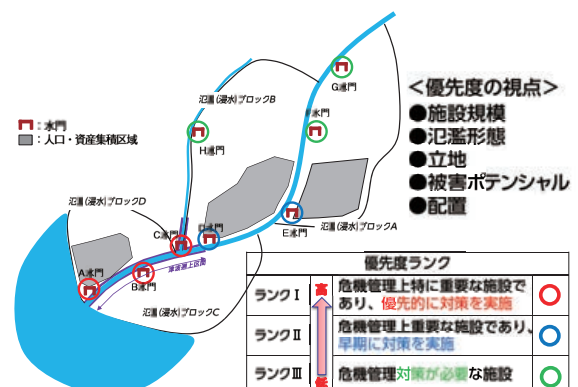


図6 施設群としての優先度の概念図

4-b) 個別水門の対策の優先順位

個別施設の対策は、①防災・減災対策の効果、②防災・減災対策の実施の容易性、③関係機関との調整の有無等、の視点から優先度を設定する。

◆対策実施の優先度の視点

- ①対策の効果：一の対策が複数の大規模自然災害に対する脆弱性の低減につながる対策は優先度が高い。
 - ②対策の実施の容易性：新たな技術開発や施設の大規模な改築等が不要な対策は優先度が高い。
 - ③関係機関との調整の有無：対策の実施にあたり、関係機関、利害関係者等との調整が不要な対策は優先度が高い。
- 上記の視点を踏まえ、個別施設の優先度の視点と対策実施の優先順位の関係を図7に示す。

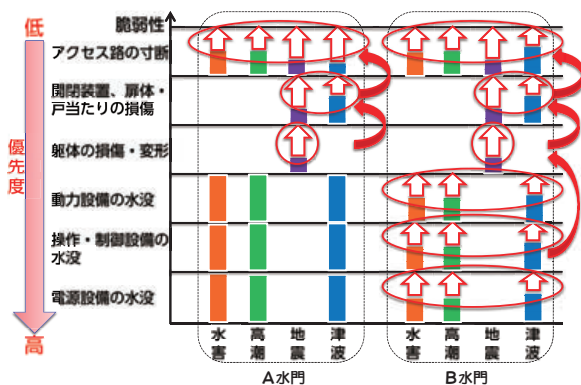


図7 個別施設としての優先度の概念図

●STEP 5 重点的かつ計画的な取り組みの実施

取り組みの優先順位をもとに、最新の技術開発の動向等を考慮しつつ、コスト縮減を図りつつ、重点的かつ計画的に減災の取り組みを実施する。

●STEP 6 実施結果の評価

STEP 7 取り組みの見直し・改善

施設整備による減災対策が完了した段階、あるいは対策途上において、随時、脆弱性の評価項目の改善度を評価・分析したうえで、施設の改善の程度を踏まえて、個別施設の脆弱性の評価・分析（STEP3）にフィードバックしていくPDCAサイクルによる取り組みを進めていくことが必要である。さらに、対策の進捗に応じて、機能（目標）の達成度を評価したうえで、機能（目標）（STEP1）にフィードバックし、機能（目標）の見直しを行うことも重要である。

3.3 施設の運用方策による減災対策

今後想定される大規模自然災害等に対して、水門設備の機能をより確実に確保するためには、施設整備による減災対策とあわせて、水門設備の運用方策による減災対策に取り組むことが

重要である。

水門設備の機能を確実に確保するための運用方策として、以下の取り組みが考えられる。

(1) 予防保全型維持管理

平時の保守点検等を通じて故障を早期に察知するとともに、点検結果による劣化診断等を踏まえ、個別水門毎の長寿命化計画の策定を行い、計画的な維持管理を実施する。

(2) 水門設備の機能回復・維持のための支援体制の確保

水門設備の機能喪失を早期に復旧するため、「機械設備企業」や「土木工事関係企業」、「燃料供給企業」等と緊急対応にかかる協定を締結すること等により、資機材の備蓄・支援体制の強化・充実を図る。

(3) 水門設備の柔軟な操作・運用

大規模自然災害時に水門設備が機能喪失に陥った場合に、水門設備に求められる機能を最低限確保するため、個別水門毎に求められる機能を踏まえ、平時から中間開度としておく等の柔軟な操作・運用を行う。

以上の検討は、研究・技術開発に着手したばかりであり、今後は、大規模自然災害による水門設備の被害特性等の分析を進め、効果的な危機管理対策の技術開発等と併せて検討を進めていく必要がある。今後、検討成果が取りまとめられ、随時報告を行いたい。

【参考文献】

- 1) 堀智晴、池淵周一ら（土木学会論文集B, Vol64, No.1, pp1-12, 2008.1）：氾濫原における安全度評価と減災対策を組み込んだ総合的治水対策システムの最適設計～基礎概念と方法論～
- 2) 堰・水門等ゲート設備の危機管理に関する検討会：ゲート設備の危機管理対策について（提言）平成19年8月
- 3) 国土交通省：平成24年度国土交通白書
- 4) 国土交通省水災害に関する防災・減災対策本部：水災害に関する防災・減災対策本部 防災行動計画ワーキンググループ 中間取りまとめH26年4月
- 5) 河川審議会：超過洪水対策及びその推進方策について（答申）昭和62年3月
- 6) 国土強靱化基本計画平成26年6月3日閣議決定