

# 土地改良事業計画設計基準・ 設計「頭首工」の改定について

農林水産省大臣官房政策課企画官

(前 農村振興局整備部設計課施工企画調整室課長補佐 (設計基準班))

小倉 健一郎

## 1 はじめに

頭首工は、農業用水を河川から取水する必要の大きいわが国において古くから発達した取水施設であり、取入口、取水堰、附帯施設及び管理施設を総称したものをいう。国営土地改良事業により造成された頭首工は381か所あり、利水の状況としては、農業用水単独が328か所、他種利水を含むものが53か所である。自然取入れの時代から近年の全可動堰まで、その時代の背景や築造技術によって、取水方式や堰の形式も変遷してきた。

2011(平成23)年3月に発生した東日本大震災の後、耐震設計に関する基準類が改定されてきた。また、2020(令和2)年3月に策定された「食料・農業・農村基本計画」や2011(平成23)年3月策定の「土地改良長期計画」では、農業・農村の強靱化に向けた防災・減災対策、農業水利施設の機能強化による農業水利施設の長寿命化、戦略的な保全管理が位置付けられた。さらに本年5月に一部改正された食料・農業・農村基本法においても、施設の老朽化の進展や、気候変動に伴う災害の頻発化・激甚化といった状況を踏まえ、農業生産基盤の整備に加え、「保全」を基本法の中に位置付けるとともに、これらの取組を災害の防止又は軽減のためにも行うこととしている。

こうした状況を踏まえ、2024(令和6)年3月に、農業用水の確保に欠かせない重要な土地改良施設である頭首工の設計基準を最新の内容

に改定したので、その概要を報告する。

## 2 改定の背景と主要改定項目

土地改良計画設計基準・設計「頭首工」(以下「本基準」という)は、国営土地改良事業の実施に当たり、頭首工の設計を行う際に遵守しなければならない基本的な事項等を定めたものである。1952(昭和27)年に制定して以降、以下に示すとおり4度の改定が行われてきた。

- ・1967(昭和42)年及び1978(昭和53)年  
設計・施工技術の進歩、河川管理施設等構造令の施行に伴う改定
- ・1995(平成7)年
  - ①基準書及び技術書の体系に再編
  - ②新技術の導入(ゴム引布製起伏堰の記述、魚道・溪流取水工の研究・施工経験を踏まえた見直し)
  - ③関連技術基準類の改定に係る見直し
- ・2008(平成20)年
  - ①「土地改良施設 耐震設計の手引き」を踏まえた頭首工の設計における耐震設計の考え方を明記
  - ②環境との調和に配慮する旨の明記
  - ③関連技術基準類の改定に係る見直し

今回の改定は、2008(平成20)年の改定から16年が経過し、この間、前述したとおり、東日本大震災を踏まえた耐震設計に関する他の基準類が改定されたこと、「食料・農業・農村基本計画」や「土地改良長期計画」に農業水利

表-1 関連技術書類等

法律	脱炭素社会の実現に資するための建築物等における木材利用の促進に関する法律 (R3.10.1 施行)
関連技術書	河川構造物の耐震性能照査指針・同解説 (R2.6)
	ダム・堰施設技術基準 (案) (H28.3)
	よりよき設計のために「頭首工の魚道」設計指針 (H26.3)
	水管理制御方式技術指針 (計画設計編) (H25.3)
	電気設備計画設計技術指針 (高低圧編) (R1.9)
新技術の開発	取水口における「浮遊塵芥対策」の特徴・留意点
	頭首工ゲートに採用されている「ゴム袋体支持式鋼製起伏ゲート」(SR 堰)の特徴・留意点

施設の戦略的な保安全管理が位置付けられたことなど、頭首工の設計においても効果的な耐震化や機能保全が重要となっていることに鑑み、これらに関する技術的な内容を追加するために行ったものである。なお、改定作業を進める中で発生した頭首工の漏水事故から得られた知見についても追加した。

主要な改定項目とその主旨を次に示す。

**(1) 耐震化技術に関する内容の追加・改定**

土地改良長期計画 (2021 (令和3) 年3月閣議決定) において「国土強靱化」が位置付けられ、施策として「農業水利施設の耐震化」の取組が明記されている。このため、既設頭首工の耐震化に関する遵守すべき具体的な運用等について記載した。

**(2) 機能保全技術に関する内容の追加**

食料・農業・農村基本計画 (2020 (令和2) 年3月閣議決定) において「農業の成長産業化や国土強靱化に資する農業生産基盤整備」が位置付けられ、「農業水利施設の戦略的な保安全管理」の取組が明確化されている。

改定前の本基準は、ゲートやエプロンなど特定の施設の補修方法が技術書に記載されているのみであった。このため、頭首工施設全体としての保安全管理を進める観点から、保安全管理に関する遵守しなければならない事項等について記載した。

**(3) 近年における各種法令及び設計基準類の制・改定内容や新技術等を反映**

前回改定された2008 (平成20) 年以降、表-1 に示す関連技術書類の見直しや新たな技術の開発などが行われていることから、これらを反映することなどにより、内容の充実を図った。

**(4) 頭首工の漏水事故から得られた知見等の反映**

2022 (令和4) 年5月の頭首工漏水事故から得られた知見等を基に、パイピングに関する検討及び設計時の留意点、今後の保安全管理における着目点等を整理し、これらを追記することにより、本基準の充実を図った。

**3 主要改定項目の改定内容**

**(1) 耐震化技術に関する内容の追加・改定**

**A 改定の背景**

既設頭首工の耐震化が重要となっているが、改定前の本基準では、新設の設計を想定した内容が中心であり、既設頭首工の耐震に関しては記載されていないことから、耐震性能照査及び耐震化対策に関する内容を記載する必要がある。

また、耐震性能照査手法については、2020 (令和2) 年度に国土交通省「河川構造物の耐震性能照査指針」が改定されるなど、最新の耐震技術に基づいて関係基準・指針の整備・改定が行われていることから、これらの考え方を本基準に反映させる必要がある。

## イ 改定内容

### ①基準書に、既設頭首工の耐震性能照査の基本方針を追加

基準の運用では、新たに「10-26 既設頭首工の耐震性能照査」の項を設け、新設する頭首工の耐震設計と同様に重要度区分を定めて耐震性能を設定し、構造物の劣化状況や配筋手法も適切に評価した上で、それに応じた条件を満足するように行うことを追記した。また、基準及び運用の解説においても、同様に新たな項を設け、同様の記載を追記した。

### ②技術書に既設頭首工の耐震性能照査の照査手法、耐震性能の設定の考え方を追加

技術書では、新たに「第 27 章 既設頭首工の耐震性能照査」の項を設け、「新設頭首工と同様に留意する部分」と「既設頭首工の場合に留意する部分」を区別しつつ、一連の考え方を記載した。また、既設頭首工についても、耐震性能は新設相当を目標とし、それぞれの現場条件・構造条件を踏まえた照査が必要であることなど、既設頭首工が保持すべき耐震性能の基本的な考え方を技術書 27.2.3 に追記した。

技術書 27.7 には、耐震性能照査手法について追記した。照査手法として、静的照査手法である「地震時保有水平耐力法」を基本とすることを記載した。また、複雑な施設などには「動的解析」が有効な場合があることも追記した。なお、技術書 27.7.3 にはゲートの耐震性能照査に関する関連技術書について追記した。

技術書 27.8 には、既設頭首工の物性値・設計条件等の適切な設定について追記した。既存資料や現状を把握し、構造性能を適切に評価することとし、新設頭首工の設計の際には安全側からの配慮から必ずしも考慮されていない構造モデル、部材の断面定数、荷重条件等について、既設頭首工においてその効果が確実に見込める場合には、考慮してもよいこととした。ただし、考慮する際には、安全側の条件設定、考慮できる諸条件を可能な限り設定するなど、適切に耐震性能を評価することについて追記した。

技術書 27.9 には、耐震性能の確保のための整備水準を追記した。耐震補強計画時に求める耐震性能の考え方として、被災後の運用方法を整理したうえで、限界状態を設定すること、その施設の重要度区分、代替措置の有無、保持すべき性能に応じて、部材ごとに限界状態を整理すること、また、基礎の耐震性能として、レベル 2 地震動に対して基礎が終局限界に達しないことを照査することについて追記した。

### ③耐震性能照査手法に関する記載の関連技術書との整合

国土交通省「河川構造物の耐震性能指針」の改定を受け、その改定内容との整合を図るため、技術書の「第 12 章 頭首工設計の基本」を一部改正した。主な改正内容は以下の 3 点である。

#### ・地域別補正係数の細分化

地域区分を 3 区分から 5 区分（A → A1、A2、B → B1、B2、C → C）にするとともに、補正係数を 1 区分から 3 区分（補正係数 C<sub>z</sub> に加え、C1<sub>z</sub>、C2<sub>z</sub> を新設）に改正

#### ・レベル 2 地震動タイプ I（プレート境界型）の加速度応答スペクトル標準値を改定（十勝沖地震等のプレート境界型の大規模な地震から近年得られた強震記録等の情報からの推定結果等による対応：図-1）

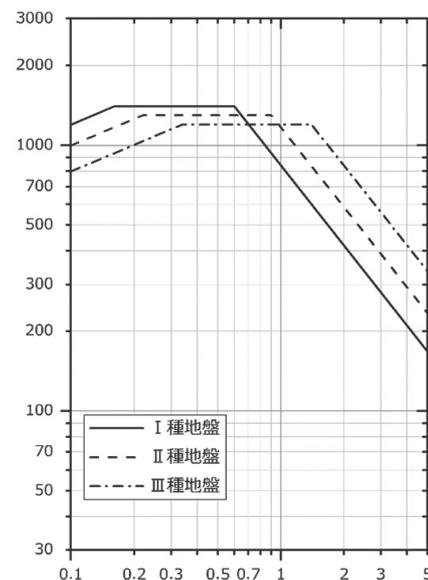


図-1 レベル2地震動（タイプ I）の固有周期（標準値）

I種地盤：700gal → 1400cm/s<sup>2</sup>（最大値）、  
 II種地盤：850gal → 1300cm/s<sup>2</sup>（最大値）、  
 III種地盤：1000gal → 1200cm/s<sup>2</sup>（最大値）  
 ・液状化の判定に当たっての土質定数の低減係数の見直し

動的せん断強度比Rについて、R 0.3未満と0.3超えの項目に小区分でレベル1、2の4区分から地震動の区分を省略し2区分に簡素化（現行は、R0.3未満でレベル1、レベル2、R0.3超えでレベル1、レベル2の4区分）

## (2) 機能保全技術に関する内容の追加

### ア 改定の背景

老朽化が進行する既存の頭首工の機能を将来にわたって安定的に発揮させるためには、機能診断と機能の発揮状況の評価に基づく、適切な補修・補強対策の選定が重要となっている。また、現行基準は、新設頭首工の設計内容が中心であり、機能保全に関する記載が不足していることから、頭首工が持つ機能と性能に関する考え方を整理し、補修・補強対策の留意事項を分かりやすく記載することにより、機能保全に関する内容を充実させる必要があった。

### イ 改定内容

- ① 保全管理の必要性について、全ての設計で遵守すべき「基準」として新たに記載  
 「基準」では、新たに「基準13 保全管理」

の項を設け、頭首工の設計に際しては、その機能が十分発揮されるように、関係法令に遵守しつつ適切な保全管理に配慮しなければならないことを追記した。

「基準の運用」では、「基準の運用13 保全管理」に、頭首工は水利用機能のほか、水理機能や社会的機能を有していること、保全管理に配慮した設計の留意点、関係法令に基づき適切に点検等を行う必要があることを追記した。

「基準及び運用の解説」では、保全対策等の設計段階において、河川整備計画等との整合性、工事期間、環境との調和への配慮等に留意するほか、供用後に合理的な管理を行えるよう配慮することが、施設の機能を安全に維持保全し、ライフサイクルコストの低減に寄与する旨を追記した。

- ② 頭首工の保全管理について、機能と性能の整理等、具体的な考え方を技術書に追記

技術書では、新たに「第28章 保全管理」の項を設け、これまで運用されてきた「農業水利施設の機能保全の手引き「頭首工編」(2016(平成28)年8月)」との整合を図りつつ、既設頭首工の耐震性能照査を念頭に置いた機能診断方法及び評価手法の検討、頭首工を構成するエプロンや護床工等の変形の評価手法（図-2）、頭首工におけるストックマネジメントの概念や

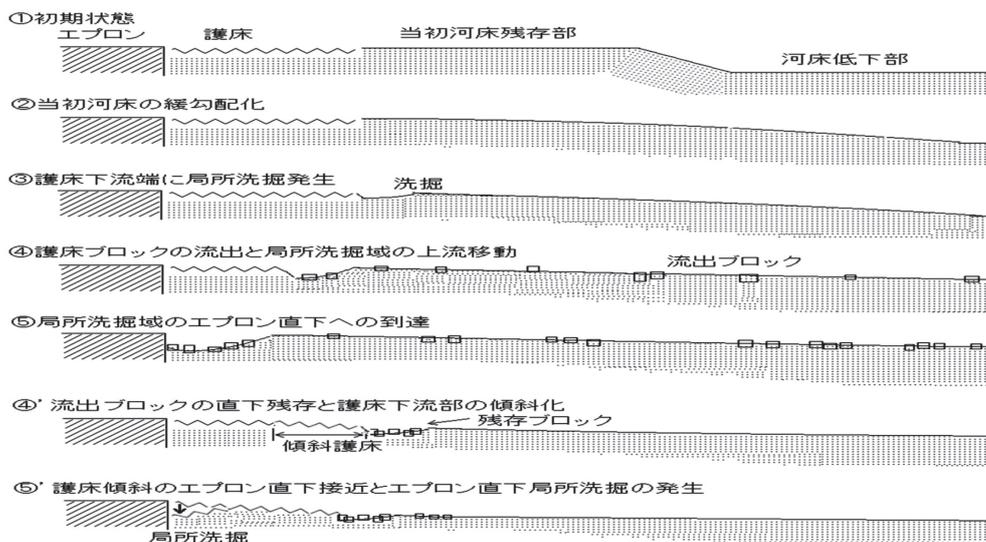


図-2 護床変形パターン模式図

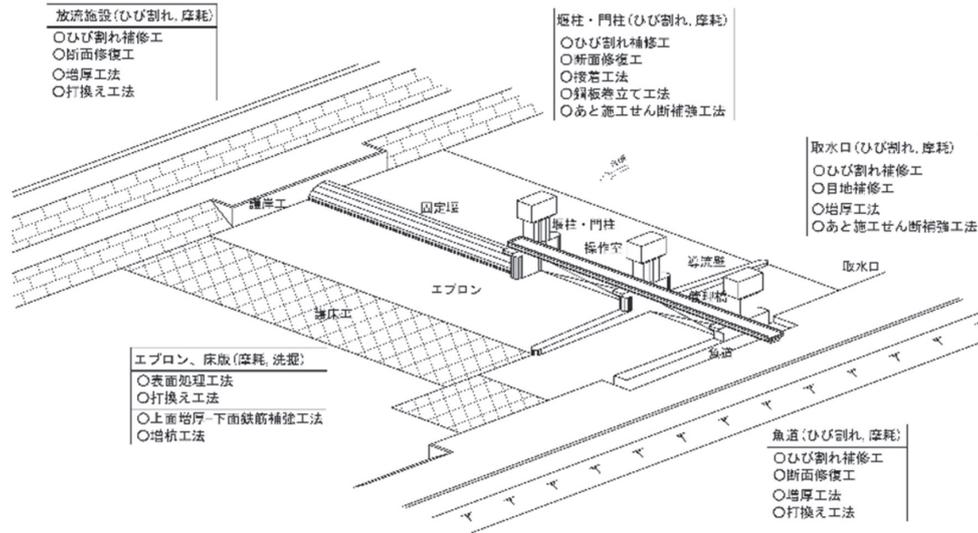


図-3 各構成要素の主な劣化と補修・補強工法

保全管理の考え方を追記した。また、補修・補強対策では、対策工法の例を記載するとともに、工法選定における留意事項を追記した。

頭首工の機能は、農業用水を取水する目的を果たすための本来の機能のほか、農業水利施設全般に求められる社会的機能がある。それらの機能を表す性能指標について、技術書 28.2.1 に頭首工の機能ごとに整理した。また、技術書 28.3 に性能低下の特徴とその評価として、頭首工における性能低下の調査・評価では、コンクリート施設、施設機械など、構成施設ごとの特性に着目することが重要であることを追記するとともに、現状の評価、将来的な変状の進行予測の参考例等を記載した。

技術書 28.4 には、補修・補強工法に関する記載を追加した。機能診断、劣化予測等の結果を踏まえ、水利用性能、水理性能、構造性能等における要求性能の確保の観点や、施工性の観点から妥当な対策工法を検討する基本的な方針を記載するとともに、構成要素ごとの主な劣化、補修・補強工法の事例を記載した(図-3)。

### (3) その他関係基準類の内容反映などによる改定

#### ア 改定の背景

2001(平成13)年度に土地改良法が改正され、「環境との調和に配慮」、2003(平成15)年度

には、「景観との調和への配慮」が原則化されており、頭首工の設計における環境との調和に配慮した基本的な考え方を記載する必要がある。また、現行基準の改定(2008(平成20)年3月)以降、国土交通省『ダム・堰施設技術基準(案)』の改定など、関係法令や関係基準類が制定・改定されているため、必要な内容を技術書に反映する必要がある。

#### イ 改定内容

##### ① 関係基準類と技術書との整合

「第3章 頭首工設計の標準的な手順」に、新たに「技術書 3.2 環境との調和に配慮した設計に関する基本的な考え方」の項を設け、環境との調和として、生態系だけでなく景観への配慮についても追記するとともに、景観配慮事例(写真-1)についても記載した。生態系への配慮については、「第19章 魚道の設計」において、新たに「技術書 19.5.5 頭首工の設置位置における生物の移動にかかる留意点」の項を設け、頭首工の設置位置(河川下流域、河川中流以上)に応じて、特に留意すべき点を追記した。また、「技術書 19.12 魚道の維持管理」を「技術書 19.12 魚道機能の保全管理」に改め、魚道の機能保全に関する記載の充実を図った。

「第16章 護床工の設計」において、護床工の長さなどについて、頭首工の従来の設計思想

は残しつつ、河川協議の状況を踏まえて必要に応じて国交省の関連技術書を参考とし設計する旨を追記した。また、多様なブロックの適応方法等が不明であったことから、護床ブロックの大きさの計算方法における前提条件（イボ型ブロックの場合）や、関連技術書を参考に適切な設計をする旨を追記した。

「第17章 頭首工ゲートの種類と設計」において、国土交通省『ダム・堰施設技術基準（案）』の改定を踏まえ、「17.4.3 設計荷重」で考慮する設計荷重に津波荷重を追加するとともに、津波の遡上到達範囲の設定方法について追記した。

②保全管理について、機能と性能の整理等、具体的な考え方を技術書に追記

「第24章 管理施設」において、「脱炭素社会の実現に資する等のための建築物等における木材の利用の促進に関する法律」の施行を踏まえ、管理施設等の建築物では、木材利用を図る旨を「技術書 24.1.2 操作室」に追記した。また、用水路への転落事故が依然として多い状況を踏まえ、新たに「技術書 24.4.6 安全設備」の項を設け、頭首工の安全設備（写真－2）について

追記した。

頻発する地震への対応として、大規模地震が発生した際に、構造物が目標とした耐震性能を有していることの確認及び今後の耐震設計への参考となるよう、新たに「技術書 24.4.7 地震観測」の項を設け、地震時挙動を解明するために、耐震化対策を講ずる施設における地震観測の必要性について追記した。

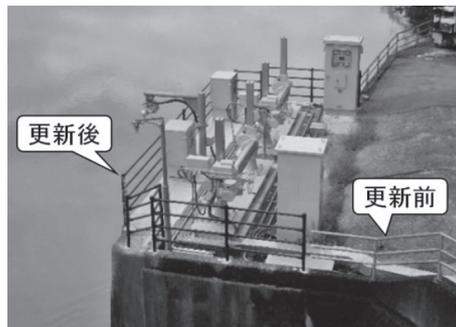
③新技術、近年採用されている施設の特徴と留意点を技術書に追記

「第17章 頭首工ゲートの種類と設計」において、近年、頭首工ゲートに採用されている「ゴム袋体支持式鋼製起伏ゲート」（SR 堰：写真－3）を新たに「技術書 17.3.7」として項を設け、その特徴及び設計上の留意点等を追記した。

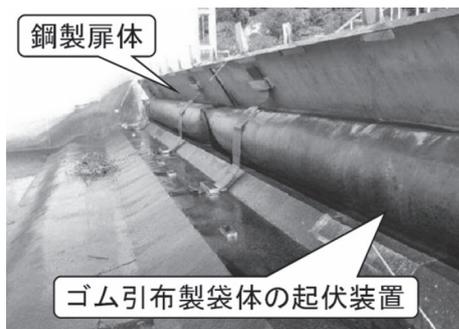
「第24章 管理施設」において、維持管理の中で行われる浮遊塵芥対策に関して、目的に適った対策（装置）の選定が容易となるように「技術書 24.4.1 除塵施設」に浮遊塵芥対策（写真－4）を追加し、近年開発された対策（装置）などの特徴を整理するとともに、採用事例



写真－1 周辺の里山景観との調和に配慮したゲート機械室



写真－2 整備前後の安全設備



写真－3 SR 堰の採用



写真－4 浮遊塵芥を流下させる対策例

を追記した。

#### (4) 頭首工の漏水事故から得られた知見等に関する事項

##### ア 改定の背景

2022（令和4）年に大規模な漏水事故が発生した。漏水事故の発生メカニズムは、漏水発生の状況及び調査結果からパイピングによるものと結論付けられている。このため、漏水事故から得られた知見を反映させる必要があった。

##### イ 改定内容

###### ①パイピングに関する検討及び設計時の留意点を技術書に追記

漏水事故を受け、パイピング対策の確認が重要であることを「第1章 頭首工の歴史的経緯」の「技術書 1.4 フローティングタイプ取水堰」に追記した。パイピングに関する事項は現行基準にも記載されているが、より確実に検討がなされるよう、「第11章 フローティングタイプ頭首工の浸透路長、浸透量の計算」に以下の事項を追記するとともに、記載の充実を図った。

- ・現場の条件や施工（締固め等）が浸透路長の計算の前提条件と合っていることが重要な旨を追記するとともに、浸透路長の計算例を示した図を明確化
- ・透水性地盤が単一でない場合の検討事項など、設計時に配慮すべき事項を追記

また、浸透路を形成するおそれがある弱部層等に対して適切に処理を行うことが重要であるため、「第19章 魚道の設計」の「技術書 19.8 魚道形式の選定」に魚道基礎部に係る設計及び施工時の留意事項について追記した。

###### ②パイピングの兆候を把握するための留意事項を技術書に追記

「第24章 管理施設」にパイピングの予兆を事前察知する手法や留意点を追記した。具体的には、「技術書 24.4.5 点検及び補修のための設備」に、重要度が高く、砂質地盤で、かつ、堰上下流の水位差が大きい場合や、通年通水のため常に水位差が生じているフローティングタイプの堰の場合はパイピングが生じやすいと考え

られるため、間隙水圧計の設置と併せて、下流側の河川水位を計測する水位計の設置を検討することが望ましいことを追記した。同様の事項を「第28章 保全管理」にも追記している。また、「技術書 24.5.2 構造物の維持管理」に予兆の早期発見の留意点を追記した。

なお、上記の観測機器を設置し、水位、水圧変化等を把握・分析することが効果的ではあるが、設置箇所、設置位置等については、引き続き知見を蓄積していく必要があることから、技術書に間隙水圧計等を設置する場合、設置位置などの詳細については、施設規模、水頭差、エプロン下の地質状況や数値解析の結果等を踏まえ、学識経験者等に相談の上検討する旨を併せて記載した。

###### ③変状発見時等に係る対応について、技術書に追記

頭首工施設の変状、特にパイピングによる浸透破壊は予見が難しく、事象が発生すると加速的に浸透破壊が進行する。このため、変状発見時の対応はもとより、平時からあらかじめ対応の検討、体制の構築を行っておくことが重要である。

このため、「第28章 保全管理」に以下の事項を追記した。

- ・「技術書 28.1 頭首工の保全管理」に、平時から施設管理者、利水関係者等と連携した業務継続計画（BCP）の作成、見直しの実施、漏水などの予兆が見られた場合に適切な対応を行うために迅速に学識経験者へ相談できる体制の構築
- ・新たに「技術書 28.7 浸透破壊につながる変状発見時の対応」の項を設け、変状が発見された場合の対応、留意点等について、調査、応急対策、復旧対策の段階ごとに追記した。

## 4 おわりに

農業用水等の安定確保に重要な役割を果たしている頭首工は、施設の老朽化や近年頻発する地震や豪雨へ対応するため、その設計の重要度

は増している。また、食料・農業・農村基本法にも位置付けられた「保全」という視点も重要となっており、施設の状況、地域の営農状況等に応じて、現位置での改修（補修）、他の位置への移設（新設）、統廃合などを検討する必要がある。

今回の改定では、既設頭首工の耐震対策や大規模漏水事故の知見も含めた保全管理の視点が盛りこまれた。設計基準は遵守しなければならない事項等が示されたものであるが、技術書は標準的な設計の考え方、手法等を示したものである。技術書に記載のある内容だけに捉われず、新技術の導入も含め、地域の水利用や各頭首工

の特徴を踏まえて特性に応じた適切かつ柔軟な設計が望まれる。

最後に、本基準の改定に当たっては、令和2年度から頭首工に関する専門的な知識を有する学識経験者から成る土地改良事業計画設計基準「頭首工」改定委員会を設置し、検討を行った。貴重な御意見をいただきとりまとめることができた。改めて感謝申し上げます。

本基準の改定内容については、国の職員のみならず、地方公共団体、設計を担当する民間事業者など幅広く周知・理解され適切に頭首工の設計がなされることを期待する。