

小特集 ダム保全管理工学の最前線（前編）

特集の趣旨

平成 28 年 8 月に閣議決定された新たな土地改良長期計画では、農業政策および地域政策両者の土台としての「強くてしなやかな農業・農村」という政策課題に対応する政策目標のひとつとして、「老朽化や災害リスクに対応するため、農業水利施設の戦略的な保全管理と機能強化」が掲げられています。

特に、わが国に整備された地下ダムを含む農業用ダムは、食料自給力を構成する不可欠な要素として、安定的に農業用水を確保、供給するという重要な役割を担っています。このため、整備以来長期間を経ているダムを中心に、老朽化への対応を含めて、今後発生が想定される大規模地震に備えるための耐震性の総点検を含めたダムの安全性評価、耐震技術の高度化、新規水源の確保、地球温暖化の影響による洪水および渇水リスクに対応するための嵩上げや再開発などの機能強化、貯水機能を確実に維持するための健全度評価を踏まえた保全管理などが存在しています。さらにそのためのコスト縮減などを目指した設計・施工技術の開発なども重要となっています。このような分野はダム保全管理工学とでも言うべきもので、技術開発および人材育成がますます重要となっています。

そのため、本小特集では、①ダムの維持管理、長寿命化、モニタリング、②ダムの緊急事態の設定とリスク評価手法の確立、③ダムの挙動予測に関する技術開発、④洪水予測に関する技術開発、⑤利水運用技術面での工夫、に取り組まれている民間を含む技術者・研究者の方々からの「ダム保全管理工学の最前線」に関する報文を 2 号にわたり紹介します。

1. 農業用ダム振動特性監視のための
地震観測記録解析システム

黒田清一郎・北谷 康典・田頭 秀和
中村 康明・吉野 英和・増川 晋

大規模地震時の強震動観測記録は、ダムの安全管理と、耐震設計の高度化に必要な不可欠なものである。国営事業によって造成した農業用ダムの地震計については、更新・設置に関する事業も近年行われ、現在ほぼすべてに地震計が設置されてきた。このような地震計を常時健全な状態に保ち、大規模地震発生時にその強震動記録を確実に保存するためにも、蓄積されたダム地震観測記録について適切な、整理や図化および一定の評価解析が行われることが望ましい。そのような観点から、地震観測記録の整理を進めるとともにその解析を行うシステムの整備を図ってきた。その概要と方法について紹介を行うとともに、解析結果の事例を示す。

(水土の知 85-3, pp.3~6, 2017)



農業用ダム、地震計、地震時挙動、耐震評価、維持管理

2. GNSS による小規模ダムの変位挙動監視事例

田頭 秀和・三木 秀一・川邊 昭弘
黒田清一郎・林田 洋一

ダム堤体の変位量の観測方法のひとつに GNSS（全球測位衛星システム）を用いた観測がある。この方法には、観測機設置後の観測労力がきわめて少ないこと、高頻度での計測が可能であることなどの利点がある。一部のダムで試験的な導入が始まっているが、比較的大規模なダムが主体であり、小規模ダムへの適用性の検証は十分ではない。小規模ダムは大規模ダムに比べて堤体の変位量が小さいうえに堤体での上空視界が悪い場合が多く、GNSS 観測の有用性を確保できなくなることが懸念される。本報では、GNSS を用いた堤体変位観測を小規模ダムに適用した事例として、試験湛水中のフィルダム（ため池）と供用開始後の複合ダムの 2 つを紹介し、その有用性を検証した。

(水土の知 85-3, pp.7~10, 2017)



GNSS、ダム、変位、挙動監視、保全管理

3. ダムの地震時挙動の傾向分析から見た耐震性評価の考え方

小林 晃

能登半島、新潟県中越沖、岩手・宮城内陸、東北地方太平洋沖地震で被害を生じたダムのデータを用いて損傷事例の分析を行った。それによるとダム天端の上下流および堤軸方向亀裂、天端高覧の損傷、堤体沈下、上流および下流法面の変形、洪水吐の損傷が堤体損傷として観測されている。それら損傷をダムの特性を用いて判別分析を試みたが分析できたのは堤軸方向亀裂と高覧損傷だけであった。判別分析が困難な損傷に対しては損傷が生じたダムと検討したダムの平均値と比較して傾向を把握した。また、福島県大楯ダムで観測された余震記録を分析したところ、天端での最大加速度は最大断面で発生するとは限らないことがわかった。

(水土の知 85-3, pp.11~14, 2017)



ダム、地震、損傷、加速度応答、現地計測

4. 基礎地盤の液状化に伴うアースダム堤体の
破壊時挙動に関する実験的検討

林田 洋一・増川 晋・田頭 秀和

地震時にフィルダム堤体に大きな変位を引き起こす要因の一つと考えられる堤体基礎地盤の液状化に着目し、傾斜コア型ゾーニング堤体の変形および破壊挙動に関する基礎的な知見を得る目的で、遠心載荷試験装置を用いた振動模型実験により液状化地盤一堤体一貯水の相互作用に伴う堤体の破壊メカニズムを検証した。傾斜コア型ゾーニングを対象とした遠心模型実験の結果より、基礎地盤の液状化による傾斜コア型堤体の破壊は、液状化地盤一堤体一貯水の相互作用により連鎖的に進行することが明らかとなった。また、対策により堤体変形を抑制することで、ある程度の損傷は生じるが、越流を防ぐことが可能となることが示唆された。

(水土の知 85-3, pp.15~18, 2017)



フィルダム、地震時挙動、耐震調査、液状化、遠心載荷実験

5. ダム貯水池の流水管理に利用する流出予測手法の進展

田中丸治哉

ダム貯水池の流水管理では、気象・水象の観測とともに、高水管理および利水管理が求められる。本報では、ダム貯水池の高水管理について説明した後、高水管理に利用する洪水流出予測法のこれまでの進展について述べる。次いで、利水管理と同管理のための長期流出予測法の進展についても述べる。洪水流出予測法については、流出モデル、洪水流出予測に関わる誤差要因、カルマンフィルタ、粒子フィルタについて述べ、流出モデルによらない方法としてNearest-Neighbor法を紹介する。一方、長期流出予測法については、既往水文資料の統計的分析に基づく予測、長期流出モデルに基づく予測、アンサンブル予測の利用について述べる。

(水土の知 85-3, pp.19~22, 2017)



ダム貯水池、高水管理、利水管理、洪水流出予測、長期流出予測

6. 地下ダムにおける地下水質モニタリングと水質保全管理

石田 聡・白旗 克志・土原 健雄・吉本 周平

1993年に完成した沖縄県宮古島の砂川地下ダムの地下水貯留域において、1989年から2015年に行った地下水質のモニタリング結果を報告する。地下水中の硝酸性窒素濃度は地下ダム建設前後で大きな変化は見られなかった。また近年の硝酸性窒素濃度は降水量の影響を受けている。2009年に測定した窒素安定同位体比は1995年の値より低く、自治体を実施している畜産廃棄物の堆肥化施設の効果が示唆された。不活性ガスによる地下水年代測定からは、貯留域内に年代の異なる地下水が存在し、帯水層の透水性の不均一性の影響と考えられた。以上の結果を踏まえ、地下ダム水質保全に係る留意点をとりまとめた。

(水土の知 85-3, pp.23~26, 2017)



地下ダム、地下水、硝酸性窒素、モニタリング、水質、窒素安定同位体比、SF₆

(報文)

富山県における公害防除特別土地改良事業の完成

河合 義則

富山県では、昭和54年度より公害防除特別土地改良事業に着手した。全国初の公害病に認定された「イタイイタイ病」の発生地域であり、その原因が農業用水による土壌汚染を引き起こした「神通川流域地区」と精錬所からのカドミウムが降下煤塵として農地に降り注いだことが原因で土壌汚染が確認された「黒部地区」の2地区が農用地土壌汚染対策地域として指定され、復元事業が始まったものである。この2地区も平成27年度を持って繰越工事も完成し、富山県からカドミウム汚染米が産出されることはなくなり、安全・安心でおいしい富山米の全量一般流通が始まった。目視確認できないカドミウムを相手に、徹底した施工管理によりカドミウム汚染土壌を封じ込めるこの事業について、これまでの取組みや今後のフォローアップについて紹介する。

(水土の知 85-3, pp.27~30, 2017)



カドミウム汚染田、農業用水、降下煤塵、イタイイタイ病、客土母材、埋込客土、上乘せ客土

(報文)

畑地での水分動態や根群分布が上向き補給水量に与える影響

成岡 道男・宮本 輝仁・岩田 幸良
亀山 幸司・中村 俊治

本報では、新潟県のユリ畑で実測した気象、土壌、灌漑および作物などのデータをもとにHYDRUS-1Dで土壌水分移動を解析し、降水、灌漑、地下水位および根群域などが上向き補給水量へ与える影響について考察した。その結果、上向き補給水量は、干天かつ無灌漑の継続や降水量および灌漑水量の減少に伴って減少すること、地下水位の上昇に伴って増加すること、根群域の伸張に伴って減少することなどが判明した。これらのことから、上向き補給水量の決定に降水、灌漑、地下水位および根群域を考慮することの重要性が示された。

(水土の知 85-3, pp.31~36, 2017)



上向き補給水量、計画基準、用水計画、土壌水分動態、数値解析、HYDRUS-1D、Penman法

(報文)

水稻生産における農業水利施設の寄与

濱 武英・甲斐 聡史・永田 稔

国内食料供給能力に対する国民の不安の高まりを背景として、2015年3月に閣議決定された食料・農業・農村基本計画では、従来の食料自給率に加えて、わが国の農林水産業が有する食料の潜在的な生産能力を示す「食料自給力指標」が初めて公表された。本報では、熊本県内で有数の農業水利施設を誇る八代平野を事例に、水稻栽培における農業水利施設の寄与を評価した。地域の気象条件を考慮した水稻収量の推定モデルを用いて、八代平野の水稻生産を評価した結果、農業水利施設は平均的に水稻収量のおよそ60%を支えることが示された。特に、灌漑期間の日照時間が多い場合、水稻単収の増加とともに水稻収量の増加が期待されるが、同時に農業水利施設による灌漑の必要性も増加することが示された。

(水土の知 85-3, pp.37~40, 2017)



食料自給力、水稻、農業水利施設、灌漑、有効雨量

(リポート)

メコン河委員会の流域開発戦略の概要と課題

北村 浩二

メコン河委員会(MRC)では、参加4カ国によるメコン河下流域における水資源の持続可能な開発を実現していくため、流域開発戦略(BDS)を策定している。BDSには2011年に策定されたBDS 2011-2015と、2016年に策定されたBDS 2016-2020がある。BDSでは、主要な水資源開発分野として、農業・灌漑と水力発電をあげている。そのため、農業・灌漑に焦点を当てて、BDS 2011-2015の概要、成果、課題と、BDS 2016-2020の概要、具体的な活動項目、それらの課題について報告する。

(水土の知 85-3, pp.41~44, 2017)



メコン河委員会、流域開発戦略、農業・灌漑、水力発電、統合的水資源管理

(技術リポート：北海道支部)

**地理情報システムを活用した
農業農村整備事業のための地域支援**

片桐 俊英・西野 敏朗

北海道では平成 23 年度より農業農村整備事業の整備履歴を GIS に蓄積し、データを活用して効率的・効果的な整備につなげる地域支援の取組みを進めている。これまでの取組みから、整備履歴を含む地理空間情報は、整備要望に対する最適な整備、営農管理手法の提案のほか、農村地域の現状課題や将来の整備方向を「見える化」するものとして、今後の農業農村整備事業の効果的、効率的な整備を進める上で欠かせないツールであることがわかった。

(水土の知 85-3, pp.46~47, 2017)



GIS, 地域支援, 事業計画, 整備方向, 営農支援

(技術リポート：東北支部)

炭素繊維によるダム管理橋補強工事の施工事例

菊地 裕昭・煙山 義史

衣川 2 号ダムは、洪水調節を目的として岩手県奥州市衣川区(旧衣川村)の北上川水系衣川支川に築造された重力式コンクリート・ロックフィル複合ダムであり、5 基からなる衣川防災ダム群のひとつとして 1972 年に竣工した。近年は経年劣化や地震により、ゲート施設などの損傷が著しく、ダム管理に支障があることから、施設の更新・整備を行っている。本報では、調節工ゲート設備の補修に伴い作業工程で吊り下げクレーンが乗る管理橋スラブ桁において耐荷力照査の結果、発生曲げ応力度が許容値を超過し、クレーン作業での安全が確保されないことが明らかになったことから、炭素繊維シート接着工法により補強を実施した事例について、現場で取り組んだ低温や浸透水の課題への対応も含めて紹介する。

(水土の知 85-3, pp.48~49, 2017)



防災ダム, 橋梁補強, 炭素繊維, 冬期施工, 漏水, 結露, ダム管理

(技術リポート：関東支部)

ハッ場ダムと土地改良事業そして溪流取水

阿野 光志・竹田 祐之・伊藤 弘和

群馬県吾妻郡長野原町、東吾妻町において現在工事中の「ハッ場ダム」は、何かと注目を浴びているが、地元の生活再建のために重要な施策の一つが土地改良事業である。道路や鉄道、河川整備で寸断された農地を、土地改良事業の換地手法を使って農地集積し、区画整理を行って効率のよい農地に仕上げて、農業収益を上げることが目的である。長野原町では、林地で区画整理 12.5 ha (受益面積 10.4 ha) を実施し、横壁地区は地元の話し合いで、まずは「深沢」の灌漑水路(延長 $L=404$ m)の改修を実施することとした。溪流取水工には、チロル式を採用し水クッションを併せた構造で維持管理が大変楽になった。

(水土の知 85-3, pp.50~51, 2017)



ハッ場ダム, 溪流取水, チロル式, 水クッション, 維持管理

(技術リポート：京都支部)

東海農政局水土保全相談センターによる施設機能診断の支援

中井 雅・岡部 光弘・三輪田 隼

土地改良事業において保全技術を重視するようになってきたことに対応するため、東海農政局では水土保全相談センターを設置し、県、市町村、県土地改良事業団体連合会、土地改良区などへの技術支援、技術交流による技術連携ネットワークの充実に努めてきている。本報では、水土保全相談センターの技術支援活動として、管内の市から技術支援の要請があった漏水していた減勢工について、鉄筋探査機やシュミットハンマーなどを用いた施設機能診断を実施し対策について助言することで、市職員の施設の保安全管理に対する意識を高め、市による暫定的な補修・補強対策工事や施設の再建設を含めた検討につながった事例を報告する。

(水土の知 85-3, pp.52~53, 2017)



保全技術, 技術支援, 技術連携ネットワーク, 機能診断, コンクリート, 鉄筋探査

(技術リポート：中国四国支部)

下蚊屋ダムにおける濁水流出防止対策検討事例

加藤 善章

鳥取県西部の大山山麓に広がる農地は、火山灰からなる肥沃な黒ボク土で、国営大山山麓地区総合農地開発事業により造成された下蚊屋ダムを水源として、国営および県営事業によって整備されたパイプラインから送られる農業用水を活用し、ブロッコリーや白ネギ、ナシなどの高収益作物の栽培が行われる県内有数の農業地帯である。しかし、近年は、ゲリラ豪雨の発生などにより、畑地から発生した濁水がダムへ流入し、末端灌漑施設の目詰まり、破裂など、水利用に支障が生じており、その対策が喫緊の課題となっている。本報では、この課題の解決に向けて、現在関係機関が連携して取り組んでいる対策事例について紹介する。

(水土の知 85-3, pp.54~55, 2017)



土壌侵食, 濁水対策, 黒ボク, グリーンベルト, 下蚊屋ダム, 実証試験, 検討事例

(技術リポート：九州沖縄支部)

徳之島ダムにおける生物遡上水路上流端の分水施設の機能

上山 孝行・中野 明久・小出水規行・高橋 義則

徳之島用水農業水利事業所では、建設したダムによる両側回遊性の魚類と甲殻類の移動に対する保全措置として、ダムの下流河川から湛水域までをつなぐ遡上水路を整備した。遡上水路の上流端には、水路内への水供給(通水)だけでなく、遡上してきた個体を湛水域に降下させる分水施設が取り付けられている。本報では、遡上水路の概要を述べ、分水施設の機能確認に実施した現地調査結果を報告する。遡上水路への通水には浄水場からの余剰水しか利用できないため、通水時間は家庭での水使用量が少ない深夜から午前中に限られる傾向にあった。保全対象の小型ハゼ類とエビ類の遡上および降下を確認でき、分水施設が期待される機能を持つことを明らかにした。

(水土の知 85-3, pp.56~57, 2017)



農業用ダム, 生態系配慮, 遡上・降下, 効果検証, 生物多様性, 奄美群島

目 次

第1章 性能設計の現状

- 1.1 はじめに
- 1.2 包括設計コード
- 1.3 性能設計の技術論的特徴
- 1.4 他分野の状況
- 1.5 農業・農村整備事業と性能設計
- 1.6 性能設計とストックマネジメント(マクロマネジメント)
- 1.7 補修・補強と性能規定化(ミクロマネジメント)
- 1.8 性能設計の到達点

第2章 信頼性の照査

- 2.1 施設の信頼性
- 2.2 部分安全係数法の理念と現状
- 2.3 レベルⅡ信頼性設計法
- 2.4 レベルⅠ信頼性設計法
- 2.5 感度係数とその意味
- 2.6 水利構造物に適した部分安全係数の値
- 2.7 開水路側壁基部の安全性に関する信頼性設計例
- 2.8 信頼性設計法の今後

第3章 安全性の照査

- 3.1 限界状態設計法の概要
- 3.2 構造物における安全性の照査

- 3.3 曲げモーメントおよび軸方向力に対する安全性の照査
- 3.4 セン断力に対する安全性の照査
- 3.5 終局限界状態の照査例

第4章 使用性の照査

- 4.1 使用限界状態の検討
- 4.2 断面力および応力度の算定法
- 4.3 曲げひび割れ発生の照査
- 4.4 曲げひび割れ幅の照査
- 4.5 ひび割れの使用限界状態の照査例
- 4.6 今後の課題

第5章 耐久性の照査

- 5.1 長期構造性能の照査
- 5.2 農業水利構造物の耐久性設計
- 5.3 性能照査型のコンクリートの配合設計
- 5.4 鉄筋コンクリート開水路の耐久性設計例

第6章 機能保全

- 6.1 農業水利施設の機能保全
- 6.2 農業水利施設の機能診断

第7章 施工および補修・補強

- 7.1 RC 開水路の施工
- 7.2 RC 開水路の補修・補強

体 裁：A 5 判 約 200 ページ
 定 価：4,628 円（税込・送料学会負担）
 会員特価：2,675 円（税込・送料学会負担）

申込先：〒105-0004 港区新橋 5-34-4
 公益社団法人 農業農村工学会
 FAX：03-3435-8494 E-mail：suido@jsidre.or.jp

複 写 さ れ る 方 へ

公益社団法人 農業農村工学会は下記協会に複写に関する権利委託をしていますので、本誌に掲載された著作物を複写したい方は、同協会より許諾を受けて複写してください。ただし公益社団法人 日本複写権センター（同協会より権利を再委託）と包括複写許諾契約を締結されている企業等法人の社内利用目的の複写はその必要はありません（社外頒布用の複写は許諾が必要です）。

権利委託先：一般社団法人 学術著作権協会

〒107-0052 東京都港区赤坂 9-6-41 乃木坂ビル

FAX(03)3475-5619 E-mail：info@jaacc.jp

なお、著作物の転載・翻訳のような、複写以外の許諾は、同協会に委託していませんので、直接当学会へご連絡ください（連絡先は巻末の奥付をご覧ください）。

Reprographic Reproduction outside Japan

Making a copy of this publication

Please obtain permission from the following Reproduction Rights Organizations (RROs) to which the copyright holder has consigned the management of the copyright regarding reprographic reproduction.

Obtaining permission to quote, reproduce, translate, etc.

Please contact the copyright holder directly.

→ Users in countries and regions where there is a local RRO under bilateral contract with Japan Academic Association for Copyright Clearance (JAACC)

Users in countries and regions of which RROs are listed on the following website are requested to contact the respective RROs directly to obtain permission.

Japan Academic Association for Copyright Clearance (JAACC)

Address 9-6-41 Akasaka, Minato-ku, Tokyo 107-0052 Japan

Website <http://www.jaacc.jp/>

E-mail info@jaacc.jp Fax : + 81-33475-5619