農業農村工学会誌第 83 巻第 12 号　報文・技術リポート内容紹介

小特集　ため池の耐震性能診断と保全管理戦略

特集の趣旨

東日本大震災からの復旧・復興に対応した新たな政策展開に資するため，平成 24 年 3 月に「土地改良長期計画」が閣議決定され，ため池などの農業水利施設の耐震強化の推進が位置づけられました。合わせて，同年 10 月には会計検査院による報告「公共土木施設等における地震・津波の実施状況等に関する会計検査の結果について」において，農業用施設の耐震整備による安全性確保やハザードマップ作成の重要性が指摘されました。このような状況を踏まえ，多くの地方公共団体で，これまでの老朽化および豪雨対策に加え，耐震対策を考慮に入れたため池の健全度評価が実施されるようになりました。農業用水の供給に占めるため池の割合やそこに期待される多面的機能の捉え方は異なるものの，地方公共団体などが地域の特色をベースにして取り組んでいるため池の保全管理は，総体として，農業農村整備技術の進展に欠かせないものと位置づけられます。

本小特集では，このような背景を踏まえ，①老朽化対策，豪雨対策，耐震対策などに関わる健全度評価の取組みと補修・補強事例，②ため池には古くに建造されたものが多く，堤体および基礎の水理・力学的調査が重要となることから，これらの調査技術の適用事例，新たな開発技術とその展開の可能性，③耐震照査のための解析手法に関する技術検討成果と課題，④限られた予算の制約下での中長期的なため池の保全管理戦略構想，などに関わる報文を広く紹介します。

1．ため池一斉点検と今後の防災・減災対策

遠藤　知庸・神馬　勇雄・門口　隆太

農林水産省では，近年の豪雨や地震によるため池の決壊などを踏まえたため池の防災・減災対策の優先順位付けをするため，平成 25 年度から全国約 11 万カ所のため池の一斉点検を実施している。平成 26 年度までに完了した 81,171 カ所のため池のうち 10,077 カ所が詳細調査を要するとの結果であったが，点検で用いた数量化Ⅱ類による地震時における構造的評価について近年のため池の耐震照査結果と比較したところ，ほぼ妥当な水準であった。本報では，これら一斉点検の結果と下流に住宅などのある防災重点ため池を優先したハード対策とソフト対策を進めていくとともに，農村の都市化や担い手の高齢化に伴い利用の低下や管理の脆弱化がみられるため池の広域的な保全・活用など，今後のため池の防災・減災対策を紹介する。

（水土の知 83-12，pp.3～6，2015）

キーワード　ため池，防災，減災，点検，一斉点検，数量化Ⅱ類

2．兵庫県におけるため池の耐震調査と保全・管理について

小田　哲也・森脇　　馨・谷垣　和彦
野村　純数・澤田　　豊・河端　俊典

兵庫県には約 3 万 8 千カ所のため池が存在し，その数は都道府県別で全国一である。ため池は現在もなお水田農業を支える貴重な農業用水の水源施設である。南海トラフなどの大規模地震への備えが求められていることから，本県では，水害対策（老朽化対策）に加え，ため池の耐震調査など地震対策について取り組んでいる。一方，中長期的にため池を適正に保全・管理していくため，ため池の定期点検制度や「ため池の保全等に関する条例」制定など独自の取組みを実践している。本報では，兵庫県におけるため池耐震調査に関するこれまでの取組み，ならびにため池の保全に関する取組みについて紹介する。

（水土の知 83-12，pp.7～10，2015）

キーワード　ため池，耐震調査，点検制度，適正管理，多面的機能，条例

3．ため池の地震時リスク評価

西村　伸一・柴田　俊文・珠玖　隆行・水間　啓慈

本報は，老朽化したため池を対象に，地震対策のためのリスク評価手法の確立を目的としている。瀬戸内地方には多くのため池が存在するが，その多くが江戸時代以前に築造されており，老朽化が著しい。近い将来，発生が危惧される南海トラフ地震に対して，適切な対策を取る必要があるが，その対策法や優先順位付けなどが重要な課題である。ここでは，この課題に対して，リスク評価に基づく，客観的な意思決定法を提案する。最初にサウンディングを基本とした堤体の内部診断法を示す。さらに，岡山県における，南海地震に対応する今後 50 年におけるため池の損傷確率を算定し，リスク評価を実施した例を示す。

（水土の知 83-12，pp.11～14，2015）

キーワード　ため池，耐震，信頼性解析，地震ハザード，フラジリティ，リスク評価，スウェーデン式サウンディング

4．Newmark-D 法によるレベル 2 地震動に対するため池堤体の耐震診断について

デュッティン アントワン・矢崎　澄雄
龍岡　文夫・毛利　栄征

2011 年東日本大震災では，多数のため池堤体が被災し崩壊した例もあった。その主因は，堤体の締固めが悪く初期非排水強度が小さい上に，砂質であったため地震時に非排水繰返し載荷のために強度が著しく低下したためである。わが国ではため池堤体のこのような被害は古くから多数あり，これを予測できる実務的な安定解析法が必要とされている。本報では，非排水繰返し載荷による非排水強度の低下を考慮する Newmark-Damage（D）法を紹介し，ため池堤体やフィルダムなどの盛土・支持地盤系の耐震診断には締固めの影響の考慮が非常に重要であることを示す。

（水土の知 83-12，pp.15～18，2015）

キーワード　ため池，耐震診断，Newmark-D 法，塑性すべり，レベル 2 地震動，強度低下

5．レベル２地震動に対するため池堤体の簡易耐震診断について

毛利　栄征・デュッティン アントワン
龍岡　文夫・矢崎　澄雄

本報では，レベル２地震動に対するため池堤体の決壊の可能性を定量的に峻別するための解析手法である簡易Newmark-D法の考え方とそのモデルを紹介する。特に，簡易 Newmark-D 法は土質試験と FEM 動的応答解析を実施しないところに特徴がある。具体的には，既往のため池堤体土の繰返し三軸圧縮試験の結果を整理分析して得られるため池堤体土の標準強度低下モデル（K2015 モデル）を提案し，この標準モデルを用いた解析結果の適用性を記述する。また，地震時の堤体の加速度応答については，既往の FEM 動的応答解析結果を用いて，堤体と地震波の振動特性から当該ため池の応答倍率を推定するモデルを提案する。これらの標準モデルなどを採用することによって，所定の精度を有する簡略化された耐震診断が可能であることを紹介する。

（水土の知 83-12，pp.19～22，2015）
キーワード　ため池, 耐震, 解析, 強度, レベル２地震動, Newmark-D 法

6．ため池改修設計に資する二，三の浸透課題について

吉武　美孝・藤原　正幸・小林　範之

ため池堤体改修に資する浸透課題に対し，解析方法の提案および既発表論文で提案した手法の使用法について計算例を提示して解説する。はじめに，Casagrande の基本放物線を用いて，水平ドレーンの必要最短長の求め方を提示するとともに計算例を示す。次に，山間部や丘陵部のため池（谷池）に多い堤体基礎地盤が傾斜している堤体に対して，Dupuit の理論による解を用いた浸潤線の計算式を示し，ゾーン型堤体に対する計算例を示す。最後に，透水性地盤上の堤体の漏水対策として用いられる人工ブランケットの設計に対して，Bennett 解を用いた長方形および三角形形状の最適設計例を示すとともに，三角形ブランケットの有効性を示す。

（水土の知 83-12，pp.23～28，2015）
キーワード　ため池改修，浸潤線，ドレーン，ブランケット，浸透流

（報文）

地震被害を受けた農業用ため池の地盤調査例

市川　　健・千葉　克己・郷古　雅春・上島　照幸

農業用ため池は明治以前に築造されたものが多いため，豪雨や地震などによって毎年多大な被害を受けている。本研究では，宮城県北部連続地震（平成 15 年）と東日本大震災（平成 23 年）により２度堤体に縦断亀裂が発生した宮城県東松島市内の A ため池と被害がなかった B ため池で地盤調査と液状化判定を行った。その結果，A ため池は基礎地盤に粒径のそろった緩い砂層が広く分布しており，この層が液状化したために堤体に縦断亀裂が発生した可能性があり，再度災害の防止には液状化対策が必要と考えられた。また，ため池の耐震化を検討するためには，液状化の可能性がある緩い砂層を把握するため，ボーリングやスウェーデン式サウンディング試験に加え，表面波探査を行うことが有効と考えられた。

（水土の知 83-12，pp.31～34，2015）
キーワード　農業用ため池，地震災害，地盤調査，液状化，耐震化検討

（報文）

東日本大震災による被害の復旧復興に対する人的支援

日置　秀彦・中西　滋樹・末本　　航

東日本大震災からの農地・農業用施設等の復旧復興に当たり，農業土木分野については，全国知事会からの依頼に基づき，農林水産省農村振興局が派遣元の都道府県から派遣先の岩手県，宮城県，福島県への派遣の調整を実施するとともに，福島県の依頼に基づき，地方農政局等の国の職員を福島県内の８市町に派遣し，直接支援を実施している。そこで，東日本大震災から４年を経過した平成 26 年度までの派遣実績を取りまとめるとともに，アンケート調査により人的支援に関する評価や課題について分析し，今後，同様の災害が生じた際に効果的・効率的な派遣を通じた支援を実施するための派遣スキーム構築への提言を取りまとめた。

（水土の知 83-12，pp.35～39，2015）
キーワード　東日本大震災，復旧復興，人的支援，アンケート調査，技術者派遣，自治法派遣，出張派遣

（報文）

国営西濃用水第二期農業水利事業における効果的な事業実施手法について

堤　　寛治・川﨑　　学・岡本　　進・田中　孝典

国営西濃用水第二期農業水利事業は，当初事業計画どおりの事業工期６年，総事業費 50 億円をもって完了した。本事業の計画策定に際しては，対象を緊急性の高い施設の改修に絞ることにより，また，実施に際しては，施設管理者等との事前調整を徹底するなどして，手戻り業務をなくすとともに，官民連携新技術研究開発事業等による新技術，新工法を積極的に採用してコスト縮減，工期短縮を図ったことなど，さまざまな対策を講じることにより，短期間での事業完了と早期の効果発現を達成することができた。本報では，その計画策定から工事実施までの取組みについて紹介する。この事例が今後の他地区における計画策定および事業実施の参考になることを期待するものである。

（水土の知 83-12，pp.41～44，2015）
キーワード　緊急整備，長寿命化，官民連携，再生可能エネルギー，早期効果発現

（技術リポート：北海道支部）

転作作物への暗渠清掃用施設「集中管理孔」を利用した地下灌漑技術

塚本　康貴

近年は集中豪雨や干ばつといった降水量の変動が激しく，農作物の安定生産のためには排水対策とともに小雨への対応が求められている。北海道内の水田地帯では暗渠機能向上のための低コストな暗渠清掃用施設「集中管理孔」の整備が進められているが，集中管理孔を設置した圃場は地下灌漑としての利用が可能である。そのため道総研中央農業試験場では北海道農政部の協力のもとで，転作作物に対する集中管理孔を利用した地下灌漑技術について検討している。2013 年には北海道内の主要な転作作物であるダイズ，秋まきコムギに対して生産者が実施しやすい簡易な方法としてとりまとめたので，その内容と効果について紹介する。

（水土の知 83-12，pp.46～47，2015）
キーワード　地下灌漑，暗渠清掃用施設，集中管理孔，ダイズ，秋まきコムギ，転作作物，簡易判断手法

（技術リポート：東北支部）

津波被災水田における大豆塩害抑制技術

平　　直人

東日本大震災の津波により被災した宮城県の水田では，平成23年5月に創設された除塩事業により，除塩作業が行われている。除塩完了後に栽培される作物は，水稲が優先されており，用水の灌漑については中干しを控えるなどの営農による対策を行うことで塩害は軽減されている。しかし，水田に転作大豆を作付けする場合は，5月および8月の乾燥時期に下層土に含まれる塩分の作土層への上昇と，それに伴い発生する大豆の塩害に注意する必要がある。本報では，除塩後転作大豆圃場における，簡易な地下灌漑および暗渠直接入水による手法を利用した大豆塩害抑制技術の現地実証により，圃場が乾燥する時期に地下灌漑することで，下層塩分の排除と作土塩分の上昇を抑制する可能性が示唆されたので紹介する。

（水土の知 83-12，pp.48～49，2015）

キーワード　地下灌漑，除塩，塩害，土壌EC，地下水，暗渠排水，大豆

（技術リポート：関東支部）

地区内調整池の安全性確認の取組み

田村　英介・加藤　智雄・谷藤　政弘

水資源機構が管理する水路は長大で，途中にいくつかの調整池を擁しているものが多い。調整池は必然的に水路沿いに設置されることから，下流に人家や重要施設がある場合が多く，不測の事態による事故が発生すればその社会的影響は甚大となる。一方，これら調整池はそれぞれの管理所単位で管理されているが，近年は漏水量の計測や巡視などの日常管理は外部委託されるケースも多く，法河川に設置されていないことから河川管理者の定期点検を受けていないなど，統一的な基準で安全性の確認が行われてきてこなかった。水資源機構では平成26年度より，東日本大震災の教訓も踏まえ，ストックマネジメントの一環として，調整池の安全性を確認する「調整池安全点検」と「レベル2地震に対する耐震照査」に取り組んでおりその内容を紹介する。

（水土の知 83-12，pp.50～51，2015）

キーワード　調整池，安全点検，ストックマネジメント，耐震照査，アースダム

（技術リポート：京都支部）

フロート式パワーブレンダーによるため池堤体の耐震補強

犬飼　智也・生倉　弘樹

築水池は愛知県春日井市の北東部に位置する受益面積16.7haの農業用ため池で，明治35年に築造された。昭和47年度から49年度に県営老朽ため池等整備事業により，堤体・取水施設・余水吐の改修が行われた。ため池周辺には野草や樹木が生育しており，多くの散策者が訪れる景勝地となっている。平成19年度に土地改良施設耐震対策事業を実施した結果，安全率1.2を下回ったことから，平成23年度から防災ダム事業築水池地区として耐震対策工事に着手した。堤体下流の環境配慮のため，堤体工事の計画立案に工夫し，軟弱地盤対策にフロート式パワーブレンダーを導入して大幅に工期を短縮した。

（水土の知 83-12，pp.52～53，2015）

キーワード　耐震工事，防災ダム事業，仮設道路，パワーブレンダー工法，フロート式地盤改良機

（技術リポート：中国四国支部）

パイプラインシステムの実践的な水理解析

福井　章夫

設計基準「パイプライン」では「水撃圧の予測は計算による方法を原則とする」となっているが，原則を逸脱した手法やブラックボックス的に市販のソフトを使っている例もみられ，パイプライン設計の技術者には非定常解析の技術力が求められている。また，管口径の決定は表計算ソフトでの定常水理計算や管網計算専用ソフトにより実施されているが，実際の水使用時には，水源からの遠方部や高位部で計画どおりの吐出し量が確保できない場合があり，設計段階において，パイプラインシステム全体の定常流況解析が必要である。本報では，パイプライン設計に必要な非定常流況および定常流況の水理解析において，重要事項である境界条件への対応テクニックを中心に述べる。

（水土の知 83-12，pp.54～55，2015）

キーワード　水撃圧，損失係数，非定常解析，定常解析，パイプラインシステム，Fortran，境界条件

農業農村工学会選書 17

機能保全における性能設計入門

農業農村工学会発行

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　せん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：4,528 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下さい。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(社外領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下さい（連絡先は巻末の奥付をご覧下さい)。

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　9-6-41Akasaka，Minato-ku，Tokyo 107-0052 Japan
Website　http://www.jaacc.jp/
E-mail　info@jaacc.jp　Fax：+ 81-33475-5619