

氏 名	いし い まさ ゆき 石 井 将 幸
学位(専攻分野)	博 士 (農 学)
学位記番号	農 博 第 946 号
学位授与の日付	平 成 9 年 9 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	農 学 研 究 科 農 業 工 学 専 攻
学位論文題目	地下ダム設計のための地下水流動解析手法に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 長谷川高士 教授 河池利彦 教授 高橋 強

論 文 内 容 の 要 旨

地盤の地質構成が難透水性の基盤とそれを覆う帯水層からなり、しかもその基盤層が谷状をなしている場合には、谷状地形に沿って地下水は帯水層中を流れる。こういった場所で、谷状地形を横断して帯水層に不透水性の壁を形成すると、地下水流は遮断され谷状地形の上流部帯水層に地下水が貯留される。このようにして建造される地下ダムでは、地下水流の流れが変わったり貯留地域下の地下水位が上昇したりするため、貯留効率や取水特性はもとより地下水位上昇の影響など、地下水流の流動に関するさまざまな動態を知る必要が生じる。この論文は地下ダムに係わる地下水流のさまざまな流動を解析する手法を研究したもので、6章から成っている。

第1章で研究の意義、目的および論文の構成についてのべた後、第2章では建造や機能発揮に関する経験の蓄積が少ない地下ダムの概要をのべるとともに、地下ダム構成要素のそれぞれについて、機能効果や設計上の問題意識を明らかにしている。

第3章では、解析の根幹となる地下水流動の理論と解析手法を取り扱っている。特にここでは、3次元状態にある地下水流を2次元流として取り扱うことを可能にする条件やそれによって導かれる基礎方程式を詳細に解説し、次いでそれらを解くための一般的手法についてのべて、地下ダム特有の流動現象と、その解析において考慮すべき点をのべている。また、既往の簡単化された地下ダム流動解析の手法を紹介し、その問題点について検討した上で、本研究による解析法の概要を説明している。

第4章では、この研究のために開発した地下ダム流動解析モデルが、広く用いられている地下水涵養モデルと広域地下水流動解析モデルに、さらに、ここで考案した止水壁越流モデルと地表浸出モデルを組み合わせたものであることを示して、モデルの詳細とそれらの融合法について詳細にのべている。地下水涵養モデルは、降水量と涵養量を入力とした2段タンクモデルであるが、特にその定数決定方法について説明している。次いで、地下水盆全体を解析するための有限要素法を用いた水平2次元流動解析モデルにおいて、不圧帯水層を対象とした解析において必要となる水位変動に応じて変化する解析領域の決定方法と、地下水盆全体に生じる涵養量を解析に取り入れるための仮定について説明している。さらに、地下ダム流動モデルがもつ最大の特徴である止水壁越流モデルの開発において行った工夫と考案したモデル、および、地下水面の上昇が過大でそれが地表にまで達した状態、すなわち、地下ダムの洪水解析の手法について説明している。なお、構成したモデルの再現性については、沖縄県宮古島の地下ダム計画地区の地下水盆で得られた気象および地下水位の観測データを用いて、地下ダム止水壁のない状態のモデルで検証している。

第5章では、地下ダムの設計や建造、その関連工事で起こる様々な地下水流動の解析についてのべている。まず、その前半ではダム建造の基本目的である取水施設の設計の基本となる、揚水井配置を決定する手法の開発を取り扱っている。この手法は、まず目的に応じた揚水井の配置基準を定義し、次いで、配置の決定を最小化問題として取り扱うために井戸の位置についての評価関数を導入し、井戸を母点とする Voronoi 分割を用いて定めた積分領域でその関数値を求めて井戸配置を

決定するものである。後半では、被圧帯水層中の地下水流動解析における止水壁の取り扱いに関する工夫についてのべている。ここでは、止水壁のもつ効果を等価な低透水領域のもつ効果として取り扱う手法を確立するため、準一様流の仮定が乱される止水壁周辺の領域の大きさを調べ、これに基づいて止水壁等価要素の大きさと形状を決定する手法を示している。最後に、下部に開口部をもつ地下ダム止水壁の効用と弊害について検討し、その実施可能性について考察している。

第6章では、これらをまとめるとともに、考察を加えて結論としている。

論文審査の結果の要旨

地下ダムは、貯水の蒸発量が少ないことや堆砂がないなど貯水効率がよい、乾燥地帯でも大規模な地下水流が存在する場所があるため、そういった特殊地域にも実施可能である、地表の土地利用に影響しない、汚染が少ないといった利点がある。このために、環境保全型の貯留が出来ることや地球温暖化に伴う乾燥化への対応手段としても注目されている貯水施設である。しかしながら、貯水による地下水位の過度な上昇や、農地下に貯留された場合に半永久的な水の反復利用による汚染物質の蓄積などの問題も指摘できるので、設計に先立って地下水の流動解析を行い、その挙動を予測することは極めて重要である。この論文は、このような新しい技術を確立するために行った予備的研究であるが、評価できる点は以下のようである。

1. 設計システムとして、実用において機能する体系を整備することを目標にして、地下水涵養モデル、移動境界条件に配慮した地下水流動解析、止水壁構築による地下水流動解析、地表湛水を考慮した地下水流動解析などで行われている従来の手法を吟味して、それらを地下ダム設計に適用し体系化するための改良、工夫を行っている。
2. 解析対象領域が極めて広いうえ地表地形と不透水性基盤地形が異なる地下ダム貯留域の地下水流動解析には、膨大な解析情報を必要とする。これを実用的に行うために水平2次元地下水流動解析を利用し、地下水面変動にともなう変化する境界への配慮、流入地下水の涵養水としての取り扱い法、垂直2次元流動解析により得られた止水壁越流解析結果の水平2次元地下水流動解析への導入などにおける工夫が有用であることを示している。
3. 利水計画に基づいた実際条件に配慮したものではないが、揚水井の配置の決定において、単純化した条件下で数学的手法の利用を試み、その適用の可能性を示している。

以上のように、本研究は地表ダムに代わって今後開発可能な貴重な水源と見なされている地下ダムを対象とし、設計に必要な流動解析手法にたいして実用を主眼にしたいくつかの工夫を試みたもので、農業施設工学、ダム工学の発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成9年7月15日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。