

氏名	宇野尚雄 うのたかお
学位の種類	工学博士
学位記番号	論工博第403号
学位授与の日付	昭和46年3月23日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	土中の非定常浸透と地下水位変動に関する研究
論文調査委員	(主査) 教授 赤井浩一 教授 芦田和男 教授 石原藤次郎

論文内容の要旨

この論文は、土中水の諸現象に関連して、非定常浸透と地下水位変動の問題を総合的にとりあげ、一連の理論的ならびに実験的研究を実施した結果を記述したもので、序論と2つの編からなっている。

序論では、本研究の目的と意義を述べ、第1編および第2編の各章の内容を簡単に説明している。

第1編は土中の非定常浸透に関するものである。

第1章においては、河川堤防の漏水とその防止工法について述べ、実際の河川堤防の災害には堤体および基礎の漏水に起因するものが多いことを指摘し、透水性基礎地盤上の堤体と不透水性地盤上の堤体のそれぞれの浸透破壊に対する安定性について考察している。とくに堤体基礎の透水性が大きい場合には、堤体内部の浸潤線が外水位の変化にきわめて速く追従することを指摘している。また漏水防止工法に関する検討を電氣的相似浸透実験によって行ない、淀川支川木津川堤防と長良川の輪中堤について各種の工法の効果を究明している。

第2章においては、土中水の運動の解析に必要な基本的関係式を整理考察し、それにもとづいて浮透現象につき水平一次元場と鉛直一次元場で実験的に検討を加えている。すなわち、浸透現象は運動の式としてのDarcyの法則と連続の式とから導かれる基礎式を境界値問題として解析することによって究明できるが、従来の土中水運動の取扱いには、浸潤面を境に急変または漸変する含水量分布を仮定するふたとおりの考え方があることを指摘し、とくに浸透速度の支配的なパラメーターとしての土の貯留係数の意義と土性との関係について詳細な検討を行なっている。さらに直立堤体に対して広範囲な実験的研究を行ない、透水性基礎地盤上の堤体浸透と不透水性地盤上の堤体浸透を対比させながら考察し、前者については重ね合わせの原理の適用性を確かめている。また実際の河川堤防のような台形堤体内の浸透に関しては、砂模型とHele-Shaw模型を用いた実験による計測結果を述べ、準一次的解析によってある程度の説明が可能であることを示している。

第3章においては、現地の土中水運動を取扱うさいの工学的問題として、解析に必要となる滞水層定数

を算出するための揚水試験における非定常解の研究を述べている。すなわち、従来の揚水試験の解析法に関する種々の研究において、滞水層の水理学的境界条件の相違が水位低下特性に与える影響を整理考察し、それらの結果から揚水にともなう水位低下曲線の特性を吟味して、試験結果の解析に指針を与えている。

第4章は第1編の結論である。

第2編は地下水位変動に関するものである。

第1章においては、琵琶湖周辺の地下水位変動に関する調査研究の成果を述べている。まず一般的に地下水位変動の解析法について概説し、未知量の選定の仕方により種々の解析法を考へることを示唆するとともに、現地の境界条件の把握が重要なことを強調している。これにもとづいて、とくに琵琶湖周辺地盤の土層構成と地下水流況との関連性や境界条件の選定法を究明するとともに、滞水層定数を決定する手法に対して検討を加え、最後に計画される湖面低下にともなう周辺地下水位低下を、観測地下水位資料の分析および数値計算結果から総合的に推論している。

第2章においては、前章で推論された湖面変動にともなう周辺地下水位の低下を、観測された地下水位の変動と比較考察することによって解析法の妥当性を確かめ、同時に境界値問題としての実際の地下水位変動は、おもに降雨量と上下流両端の境界条件により支配されることを強調している。すなわち、揖斐川・長良川水系の高須輪中にみられるような平坦な小範囲の沖積平野における地下水位は、降水や河川水位に対して時間的に遅れて変動するという典型的なものに対して、琵琶湖周辺の広大な地域の地下水位は、降水に対しては遅れて変動するが、湖面変動に対してはこのような遅延がないという特徴があることを見出し、その相違の原因を地域の地勢的、地質的特性が反映した結果として指摘している。

第3章においては、水路浸透による地下水位上昇に関する基礎的研究の結果を述べている。すなわち、水路浸透による地下水位の上昇量と水路浸透流量の関係を、水路より下流側の境界の水位が一定に保たれているとき、水路より上流側有限距離において地下水位を一定に保つ場合と、地下水流量を一定に保つ場合のそれぞれについて理論的ならびに実験的検討を行なっている。その結果、水路浸透によって当初のレベルから上昇した地下水面が平衡した定常状態において水路浸透流量の計算式を求め、そのときの自由水面形を写像関数を用いて誘導するとともに、これを実験的に検討して満足すべき結果を得ている。

第4章は第2編の結論である。

論文審査の結果の要旨

土中の浸透に関する研究は、土質基礎工学の分野において古くから行なわれてきたが、非定常的な現象の解析については理論的にも実験的にも取扱いが少なく、解明すべき点が少なくない。河川堤防や海岸堤防は洪水や高潮などの外水位に対して設計されるが、それらによって引き起こされる堤体および基礎地盤内の浸透は非定常性を有し、地下水位には時間的な変動が認められる。

著者はこの観点から土中水の運動の基本的理論に立脚して、非定常浸透と地下水位変動の問題を総合的にとり上げ、それらに対して理論的ならびに実験的研究を行なって新しい解析法を示した。

本研究のおもな成果は次のとおりである。

(1) 実在堤防の漏水災害の実態を検討した結果、堤体材料や施工の問題にも増して、基礎地盤の透水性が浸透を加速する原因となることを指摘した。また堤防の浸透破壊形態として従来示されていた洗掘破壊とすべり破壊の発生は、堤防裏法面の勾配や堤体材料の強度定数によって左右されることを室内実験より見出した。さらに漏水防止工法の検討を砂礫層を基礎地盤にもつ実在堤防について行ない、堤内地に設ける排水路工、排水暗渠工などの効果を定量的に示した。

(2) 水平一次元浸透に関しては、浸潤面で急変する含水量分布を仮定した連続の式にもとづく解析式が、一般に粗粒土や初期含水量の低い細粒土に対して良好な結果を与えることを見出した。また鉛直一次元浸透においては、土質によって一定の高さの負圧領域を自由水面上に仮定して土柱内部の水頭変化を解析すれば、実験結果をよく説明しうることを示した。さらに堤体内の非定常浸透に関しては、準一次元運動の仮定をおき、毛管帯を無視して基本式を解析した。その結果、堤体基礎が透水性であるときの浸透では基本式が線形拡散型となって重ね合わせの原理が適用されるが、一方堤体基礎が不透水性のときには非線形の基本式の解として Polubarinova-Kochina の式が妥当であることを認めた。これらはいずれも砂模型と Hele-Shaw 模型により検証され、その結果から透水性基礎地盤上の堤体浸透は不透水性地盤上のものに比べて時間的な応答が速いことを解析的に立証した。

(3) 実際の現地揚水試験において現われる水位低下曲線の種々のパターンが、滞水層の地層構成や水理学的境界条件にいかに関連するかを明らかにし、理想的な条件に対して誘導された非定常解によって滞水層定数を算出するさいの重要な指針を示した。

(4) 琵琶湖周辺の土層の構成と地下水の流況について総括的な検討を加えたのち、既往の湖水位記録にもとづいて湖面低下を想定した場合の地下水位変動を計算し、湖東と湖西にみられる地勢および地質的条件の差が湖周辺地下水の挙動に与える影響を明らかにした。

(5) 前項で推論された湖面変動にともなう周辺地下水位の低下を、実際に観測された地下水位の変動と比較考察することによって解析法の妥当性を確かめ、一般に広範囲の地下水運動を考えると、降水が地表から浸透して地下水に転化するまでの時間的遅れはきわめて少ないこと、さらに境界値問題としての実際の地下水位変動はおもに降雨量と上下流両端の境界条件に大いに支配されることを指摘した。

(6) 地下水位変動の局所的な問題として、水路浸透による自由地下水面上昇量と水路浸透流量の関係を明らかにし、水路浸透によって当初のレベルから上昇した地下水面が平衡した定常状態において水路浸透流量の計算式を求め、その自由水面形を決定するとともに、とくに地下水流量を一定に保つ場合の水路浸透による水面の上昇が水路近傍に形成される、いわゆる Water-Curtain によるせき上げ効果に依存することを示した。

これを要するに、この論文は土中の非定常浸透と地下水位変動に関する未解明な問題に対して詳細な理論的、実験的研究を行ない、新しい解析法を提案したもので、学術上、実際上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。