

破碎帯地すべり地における地すべり安定度予測システムの開発

Development of landslide stability forecasting system in a shear zone landslide area

○中里裕臣*・海野寿康*・井上敬資*・高木圭介**

Hiroomi NAKAZATO, Toshiyasu UNNO, Keisuke INOUE, and Keisuke TAKAGI

1. はじめに

地すべりの安定度は、すべり面に作用するせん断応力とせん断抵抗力との釣り合いで記述され、地すべり土塊形状及びすべり面強度に変化がない場合、すべり面に作用する間隙水圧に応じて変化する。このため、地すべりブロック内の地下水位（間隙水圧）変動を降水量データを入力値としてモデル化し、地すべり活動を予測する手法が検討されてきた（吉松，1980；榎田，1992；森田ほか，2000；松浦，2004 など）。演者らは、地すべり土塊の透水性が比較的高く地下水位の降雨応答が期待され、降雨－地下水位および地下水位－移動量の良好な相関の報告事例（土江・河相，2006）がある破碎帯地すべりを対象として、地下水位の降雨応答の検討を行ってきた（中里，2007；海野ほか，2008）。本報告では、実効雨量を指標として地下水位を介して農地地すべりの安定度を予測するシステムについて四国の破碎帯地すべり地域で検討した結果について述べる。

2. 農地地すべり危険度予測システム

実効雨量は指数関数を用いて浸透した降水の地盤内の貯留を表現する指標であり、1つの流出孔を持つ1段のタンクモデルということもできる。実効雨量を用いた地下水位の降雨応答解析には榎田ら（1994）、松浦（2004）などの報告があり、森田ほか（2000）は神戸層群地すべりにおいて実効雨量と地下水位の相関を示し、想定降雨に対する地すべり安全率の評価による地すべり管理システムを提案した。演者らのシステムでは、1kmメッシュの解析雨量分布がリアルタイムで把握できるレーダアメダス情報を利用し、信頼性の高い自記水位データのある地点で降雨－水位応答をモデル化し、最終的に現地観測データが未整備であっても降雨状況からモデルブロック周辺の地すべりの安定度評価を可能にすることを目的としている。

3. 実効雨量による地下水位の降雨応答解析

対象とした試験地は、地下水位の自記観測データが豊富な高知県大豊町の直轄地すべり対策事業高知三波川帯地区である。総数60孔あまりの自記記録の内、降雨応答が認められた約20孔について、2004年の豪雨を含む2003.1.1～2006.1.1の時間雨量データ及び毎時の地下水位自記データを用い、GSI社製雨量データ解析システムにより、最大半減期155時間、最大遅れ時間100時間までの範囲で水位変化と高い相関の得られる実効雨量を求めた。

結果の1例を図1に示す。このボーリング孔では半減期151時間の実効雨量に対し地下水位は最大相関を示すが、実効雨量－地下水位のグラフでは直線Aで示される傾きの小さい変化と直線群Bで示される傾きの大きな変化の異なるモードが見られる。Bモードは豪雨時に生じており、このとき地すべりの安定を損なう高水位が記録されるため、降雨強度の小さい場合の基底的な変化を示すAモードとBモードについては異なる水位推定式を求めるとともに、特にBモード時の地下水位予測精度を上げる必要がある。

検討した地すべりブロックの孔内傾斜計による地中変位記録を見ると、当該ブロックでは地下水位がおおむね標高275mを越えたとき変位が生じていると解される（図2）。いくつかの水位急上昇時の降雨状況について累積雨量変化を見ると、累積雨量が150mmを越えた豪雨で地中変位が

*（独）農研機構，農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering,**中国四国農政局 Chugoku-Shikoku Agricultural Administration Office, 地すべり，実効雨量，地下水位，安全率，安定度予測

生じている（図3）．このため、ここでは累積雨量が150mmを越える豪雨についてBモード、それ以外の降雨についてはAモードで近似するバイリニア式により実効雨量から地下水位を推定した．

検討した地すべりブロックでは標準スライス法により地下水位と安全率の関係は図4のように得られる．図4によると $F_s=1.0$ となる地下水位標高は274mであるが、図2より $F_s=1.0$ となる地下水位標高を275mとして水位-安全率式を求め、実効雨量から安全率を計算した（図5）．図5では、変位の見られる豪雨に対応して実効雨量から1.0を下回る安全率が推定された．

3. おわりに

今回は、変位を伴う豪雨に着目して安全率推定を行ったが、豪雨時以外の地下水位の再現性は低い．モード切替の閾値設定方法は今後の課題である．また、他の地すべりブロックへの適用を通じて手法の妥当性を検証する必要がある．なお、本研究は「平成19年度先端技術を活用した農林水産研究高度化事業、ため池等の低コスト改修・高度防災情報による防災対策技術の開発」および「平成19年度高知三波川帯農地保全事業所委託業務」の一環として実施した．

参考文献：榎田(1992)地すべり，29(2)，28-44．榎田ら(1994)水文水資源学会誌，7，177-187．松浦(2004)地すべり技術，30(3)，12-22．森田ら(2000)第39回地すべり学会研究発表会講演集，503-506．中里ら(2007)平成19年度農業農村工学会大会講演会要旨集，828-829．土江・河相(2006)第61回農土学会中四支部講演会講演要旨集，139-141．海野ら(2008)日本地すべり学会誌，45，印刷中．吉松(1980)地すべり，62，20-25．

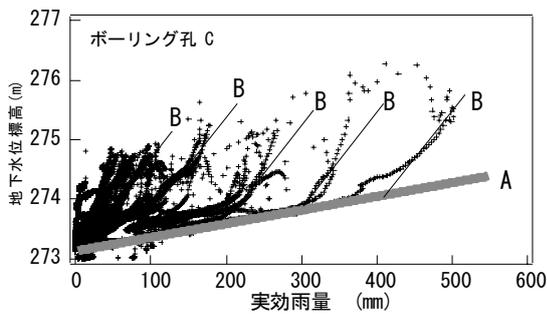


図1 実効雨量-地下水位相関図

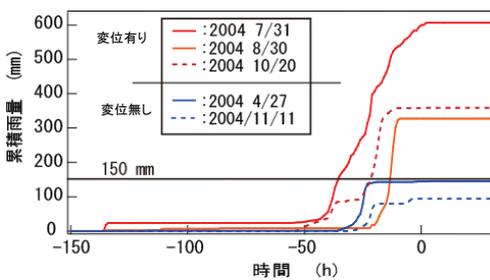


図3 豪雨時の累積雨量と変位の有無

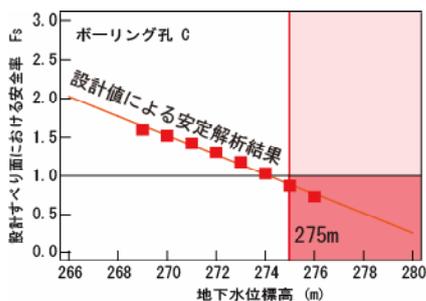


図4 主断面における地下水位標高-安全率の関係

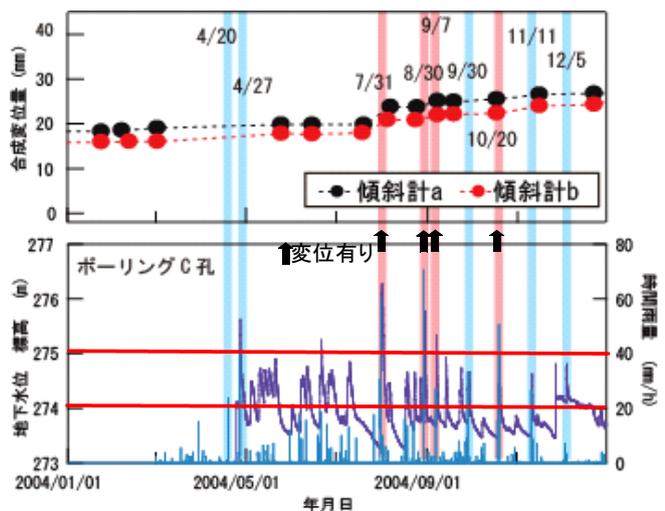


図2 孔内傾斜計による変位と地下水位の関係

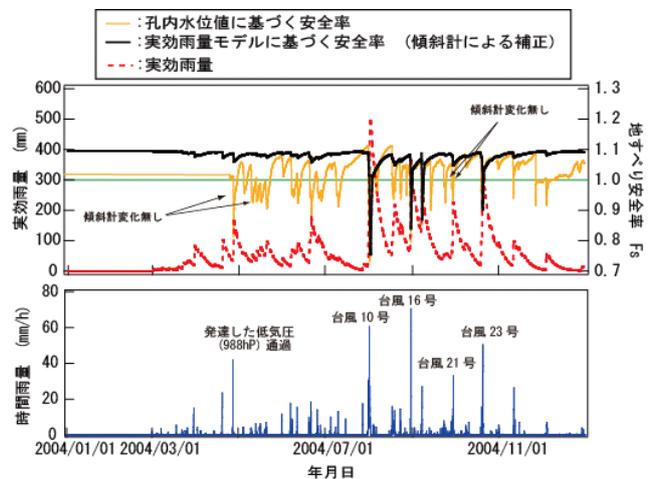


図5 実効雨量モデルに基づく推定安全率