

地圏シミュレータ構想と北村モデル

鹿児島大学工学部 正会員 北村良介

1. まえがき

IPCC が 2007 年のまとめた報告書によれば人為起源の温室効果ガスの増加が地球温暖化の原因である可能性が高くなった。日本を含む先進国の人間が現在のライフスタイルを維持し、開発途上国が先進国と同じような産業構造・生活環境を実現しようとすれば、温室効果ガスの排出が今後も続くものと考えられる。地球温暖化の影響は異常気象をもたらし、世界各地で台風、洪水、干ばつ等の自然災害が報告されている。日本での過去 100 年間の年間降水量は低下傾向にあるが、年間降水量の最大と最小の差が大きくなっている。また、最近の鹿児島県での降雨パターンを調べてみると¹⁾、降雨量、降雨強度が大きな降雨イベントの数が増加している。すなわち、メリハリの効いた降雨イベントが増える傾向がある。このような状況を考慮した防災・減災対策が今後必要になる。

ところで、海洋研究開発機構に設置された地球シミュレータが稼働し、地球温暖化対策を講じるために必要となる貴重なデータを提供している。地球シミュレータは気圏・水圏を対象としている。本稿では地球シミュレータと同じ考え方を地圏に適用し、北村モデル²⁾による地圏状態(含水量、地下水レベル等)の時系列変化を把握するシミュレータ(以下、地圏シミュレータと称する)の構想を紹介する。

2. 地圏シミュレータ構想

図-2 は地圏シミュレータのイメージを示している。地圏シミュレータが対象とする解析領域の最小単位は表層すべり型斜面崩壊が発生する可能性のある斜面、最大単位は河川流域となる。まず、最小単位である斜面について考えてみる。斜面では北村ら³⁾、酒匂ら⁴⁾が行っているものが地圏シミュレータの原型と考えられる。シミュレータに事前に入力しておく項目は斜面の土層構成(層厚、斜面長、傾斜角、潜在すべり面(不透水層)、地下水レベル等)、植生状況等である。これらの入力項目の具体値を得るためには測量、地盤調査(踏査、サウンディング等)、植生調査を行い、さらには地盤情報データベースの利用も考えられる。時々刻々(10 分間隔程度)と入力する項目は気温、地中温度、日射量(晴天時)、降雨量(雨天時)である。

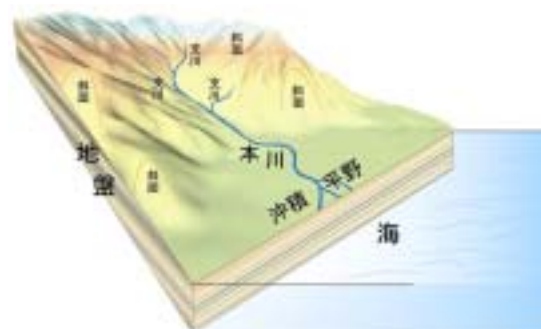


図-1 地圏シミュレータのイメージ図

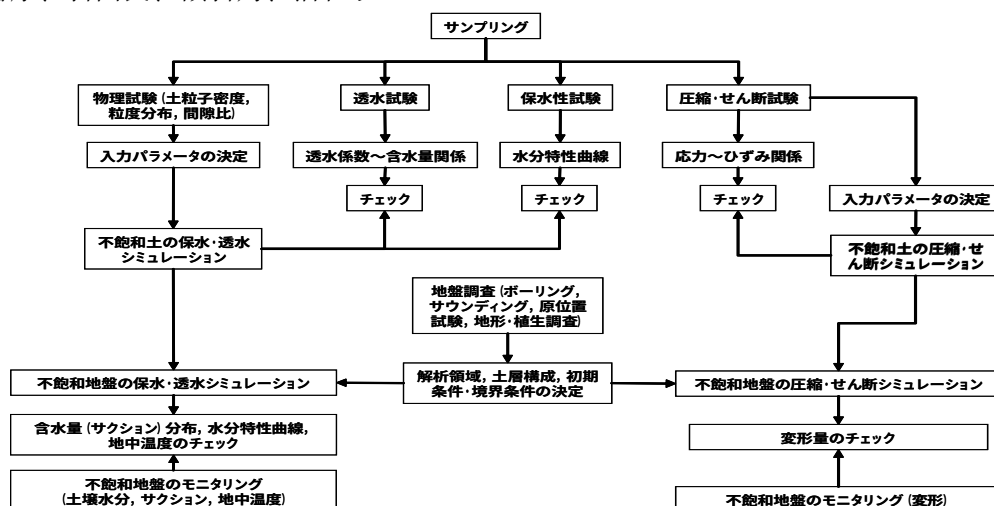


図-2 北村モデルを利用した地圏シミュレータの構成

キーワード 地圏、環境評価、シミュレーション、数値力学モデル

連絡先 〒890-0065 鹿児島市郡元 1-21-40 鹿児島大学 工学部 海洋土木工学科 Tel. 099-285-8473

これらの値を入力し、地圏シミュレータによって計算され、出力される項目は解析領域内の含水量分布、地下水レベル、表面流量の時系列変化である。含水量は解析領域内に設置されたテンシオメータや土壌水分計によって、また地下水レベルは地下水位計から得られた値と比較し、計算結果と計測結果の一致度を向上させるために解析領域の境界条件の修正を検討する。

最小単位での手法を河川流域に拡張することは地圏シミュレータにとっては解析領域を拡大するだけで可能である。しかし、測量、地盤調査、植生調査等は斜面を対象とした場合に比べ膨大なものとなる。地圏シミュレータの精度を上げるためには、気温、地中温度、日射量（晴天時）、降雨量（雨天時）の観測地点数を多くしなければならない。出力される項目は斜面の場合のものに加え河川水位、河川流量、堤防浸潤線の時系列変化等が付け加えられる。これらのデータを実測データと比較し、計算結果と計測結果の一致度を向上させるために解析領域の境界条件の修正を検討する。

3. 北村モデル

北村モデルは保水・透水挙動を表現できるモデル⁵⁾（以下、Kita-RP モデルと称する）と圧縮・せん断挙動を表現できるモデル⁶⁾（以下、Kita-CS モデルと称する）から成り立っている。地圏シミュレータでは含水量分布が主な出力項目になる。含水量分布を得るためには Kita-RP モデルを用い、水分特性曲線、不飽和透水係数～飽和度関係（曲線）を導き（以下、これらの2つの曲線を不飽和浸透曲線と総称する）、不飽和浸透解析を行うことになる。Kita-CS モデルは斜面を含む地盤の変形・破壊挙動をシミュレートするために用いられる。

4. あとがき

本稿は地球温暖化に基因して発生することが想定される各種土砂災害を対象とし、不飽和土の物性解明の成果を不飽和地盤に適用するによって防災・減災対策に貢献する手法（夢）を構想という形で述べたものである。細部については、不備が多々あることを認識している。地質学、水文学、植物生態学、砂防学、河川工学、地盤工学等の専門家との連携が必須である。地圏シミュレータのプログラムでは必ずしも北村モデルを用いる必要はない。次代を担う多くの学際領域に精通した工学者・技術者が本構想の問題点を抽出・解決し、地圏シミュレータ構想を具体化してくれることを祈っている。

本研究に対して科研費（基盤（A））の援助をいただいた。ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 北村良介、鈴木隆文、松元真一、宇都洋一、深川良一、酒匂一成：平成 18 年 7 月鹿児島県北部豪雨災害（その 1：降雨状況）、平成 18 年度自然災害研究協議会西部地区部会研究論文集、第 31 号、pp.27-30、2007.
- 2) 北村良介、酒匂一成、荒木功平、宮本裕二：講座 不飽和土・不飽和地盤（7. 不飽和土・不飽和地盤の数値シミュレーション）、土と基礎、56-9、2008（掲載予定）.
- 3) 北村良介、川井田実、阿部廣史、城本一義、寺地卓也：砂質土地盤でのサクシンの現地計測システムの開発、土木学会論文集、No.652/III-51, pp.287-292, 2000.
- 4) 酒匂一成、深川良一、岩崎賢一、里見知昭、安川郁夫：降雨時の斜面災害防止のための重病文化財周辺斜面における現地モニタリング、地盤工学ジャーナル、Vol.1、No.3、pp.57-69、2006.
- 5) Sako, K. and Kitamura, R.: A practical numerical model for seepage behavior of unsaturated soil, Soils and Foundations, Vol.46, No.5, pp.595-604, 2006.
- 6) 荒木功平・北村良介：粒状体の北村モデルにおける粒子接点の発生・消滅、応用力学論文集、Vol.7, pp.737-746, 2004.