

高速道路のり面における土壌雨量指数を用いた安定性評価（その2）

西日本高速道路エンジニアリング四国㈱ 正会員 ○橋本 燎

西日本高速道路エンジニアリング四国㈱ 正会員 内田純二 正会員 伊藤博信 正会員 高畑東志明

西日本高速道路㈱四国支社 正会員 福原力

1. はじめに

近年、短時間降雨にともなう地下水位上昇による切土のり面の崩壊が頻発している。切土のり面は、被災すると高速道路本線や周辺道路・民家等に土砂が流出し、大規模な災害を引き起す重要構造物である。本論は、四国支社管内で計測した動態観測の地下水位データと、近年注目されている土壌雨量指数との関係性を分析することで、地下水位が未観測の切土のり面にも適用できる安定性評価手法を提案するものである。

2. 地下水位と土壌雨量指数の関係性

2. 1. 地下水位計設置箇所の概説

四国の地形特性として、中央構造線の影響を受けた凸状尾根型地形および凹状台地地形を呈している地区が多く、地質は中央構造線の北側の和泉層群と南側の三波川変成岩類に分類されるなど、地区によって断層破碎帯が確認されている。また、後背地を含む流域面積、及びその頂点までの高さなど諸元は様々である。建設時や供用中に変状が生じたのり面において動態観測を実施し、雨量データとともに地下水位の観測データを蓄積している。

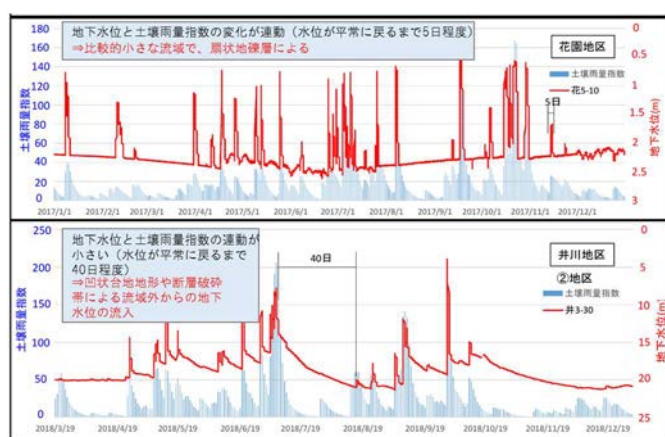


図1 地下水位と土壌雨量指数の経時変化

2. 2. 地下水位と土壌雨量指数の経時変化

地下水位と土壌雨量指数の関係性を確認するため、各データを時系列で整理した結果を図1に示す。地下水位と土壌雨量指数には地点によって特徴的な相関が確認されたため、双方の関係性に着目したのり面安定性の評価指標について検討する。

3. 土壌雨量指数による地下水位解析方法の検討

水位と土壌雨量指数の変動には時間差（花園で5日，井川で40日）¹⁾がみられたため、水位の720時間前までの土壌雨量指数の時系列データを用いた。（例えば、経過時間が24時間の場合は、該当時刻の土壌雨量指数，1h前，2h前，…，24h前の計25個のデータを使用する。）ニューラルネットワーク（以下「NNW」）による解析を行い、土壌雨量指数のみを用いて地下水の解析水位を演算した。図2に、短時間降雨で水位が上昇する場合と、長期で水位が正常に戻らない場合の2つのケースをイメージした概説図を示す。縦軸に、解析により得られた水位と実測水位との相関係数を、横軸に経過時間を示す。図2の3つの指標 a)経過時間0hのときの相関係数（切片）、b)相関係数の最大値、c)相関係数最大時の経過時間)の傾向を確認するため、井川、花園地区の2地区を対象に比較検証した。その結果、経過時間が0hのときに解析水位と実測水位との相関係数が高い場合は、短時間降雨で地下水位が上昇することを花園地区が示しており、近似式による相関係数が最大となる点の経過時間が遅い場合は、井川地区（図1下）のように長期に渡り水位が正

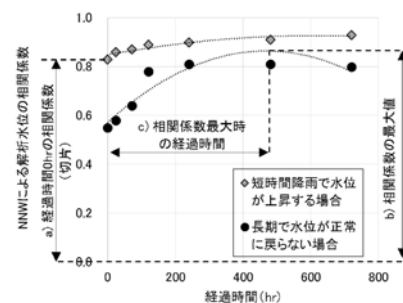


図2 NNW解析水位の概説図

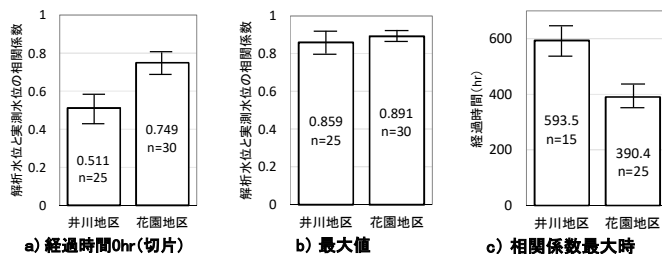


図3 NNWによる解析・実測水位の相関

地下水位 土壌雨量指数 ニューラルネットワーク

〒760-0072 香川県高松市花園町3丁目1-1 TEL:087-834-2413 FAX:087-834-1193

常に戻らない危険性を示唆している（図 3）。以降は高い相関がみられた、NNW による解析水位と実測水位の相関係数 c ）（最大値）と、a)最大値までの経過時間（以下、経過時間という）の 2 つの指標を用いて評価手法を検討することとした²⁾。

4. 切土のり面安定性評価方法の検討

異なる地質・地形や降雨傾向のデータを拡充するため、18 地区の動態観測の地下水位データ（計 25 地点）について、データを整理した。図 4 に、25 孔について、a)経過時間が 0hr の場合の相関係数（図 2 の切片）を縦軸に、c)相関係数が最大となるときの経過時間を横軸に表した安定性評価区分図を示す。縦軸の相関係数が高いことは、降雨時の水位変化が鋭敏なことを示唆することから、高リスクを示す A 評価とした。なお、評価の分類は、ヒストグラムの分布形状（図 5）をみると、0.8 を境に分布が 2 つのグループに分類されることから、この境界値を閾値として採用した。また、高い値を示す地区のほとんどが徳島県域の和泉層群であり、地すべり面に破碎帯と呼ばれるシーム層（写真 1）が存在し、地下水位の上昇により不安定になる特性を有している。次に、横軸の経過時間については、その後の長期監視の判断や、必要に応じた対策実施の優先付けなどに活用できると考えられ、評価区分については、分布が離散的になること、近年の四国の梅雨が 1 か月程度であること、動態観測による降雨から平常水位に戻るまでの時間などを考慮し、本検討では 600hr を閾値とした。

5. 評価モデルの構築

動態観測を実施していないのり面は、地下水位が不明である。そこで、雨量データを用いることで本評価区分を四国管内の全切土のり面に適用するため、統計解析ソフトによりデータマイニングを行い、のり面を分類するために重要度が高い説明変数と、各説明変数の回帰係数を得た（表 1）。のり面の安定性に関係がある変数の重要度が高いことがわかる。なお、水位計観測深度は、のり面高さに置換えて段数別に評価できる。各のり面について、これらの説明変数を得ることで、地下水位計がない切土のり面においても安定性評価の分類ができる。また、本評価モデルを用いて四国支社管内全のり面の評価区分を行い、リスクの可視化（図 6）や異常降雨後の重要箇所との識別が可能となり、点検実施時の判断材料、補修計画の基礎資料など、維持管理における様々な判断に利用できる。

6. まとめ

本検討では地すべり対策箇所など一部の詳細データを分析し、収集可能な予測変数による評価モデルを構築した。これによって、水位計を設置していないのり面についても、横断面図や建設時の土質調査報告書のデータを用いることで安定性評価の分類を可能とした。引き続きデータを整理し、本評価の適用性と活用法を検討する予定である。更には分析データに気象情報を拡充し、災害発生予測モデル構築を目指す所存である。

参考文献

- 1)内田他, 第 55 回地盤工学研究発表会, 地下水位と土壌雨量指数を用いた維持管理における適用性(その 1)
- 2)藤田他, 第 55 回地盤工学研究発表会, 地下水位と土壌雨量指数を用いた維持管理における適用性(その 2)

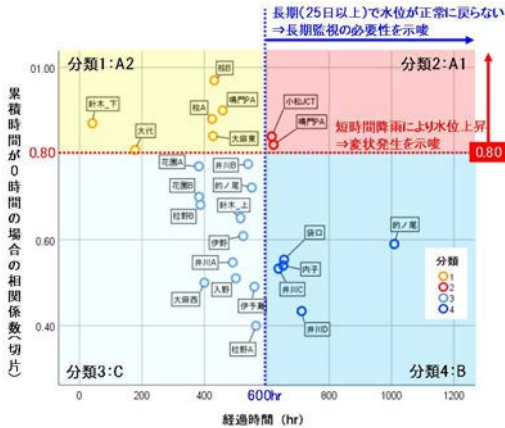


図 4 切土のり面の安定性評価区

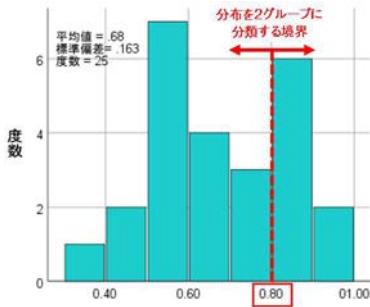


図 5 相関係数（図 4 縦軸）のヒストグラム

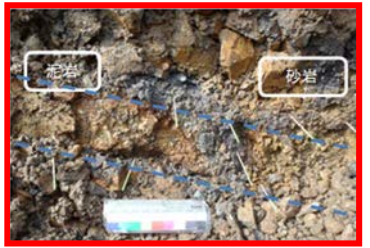


写真 1 地すべり面の粘土シーム層



図 6 本評価のマッピング例

表 1 説明変数の重要度

説明変数	重要度
和泉層群有無	0.15
シーム比率	0.14
土砂比率	0.13
粘土層有無	0.12
破碎有無	0.11
礫層比率	0.11
軟岩比率	0.09
水位計観測深度	0.09
流域範囲の高さ	0.08