

土壌雨量指数を用いて求めた解析地下水位の経時変化

西日本高速道路エンジニアリング四国(株)正会員○内田純二

西日本高速道路エンジニアリング四国(株)正会員高畑東志明

西日本高速道路四国支社建設・改築事業部正会員福原力

1. はじめに

降雨による高速道路の通行規制は、時間雨量と連続雨量(2mm/h以下の状況が6時間以上でリセット)を基に行なわれている。建設時の斜面や切土のり面の安定性は、切土によるすべり抵抗土塊のバランスが崩れ不安定になるが、供用後は、主に降雨による地下水位の上昇による有効応力の低下から安定性が低下する。このため既往の研究は、現地計測による土中水分変化に応じた事前通行止めの研究¹⁾や気象庁等で採用されている土壌雨量指数とNEXCOで採用の時間・連続雨量による通行規制の研究²⁾がある。

本件は、表-1に示すとおり建設中に地すべり対策を実施し、供用後、長期間地下水位を観測し、地形・地質・対策工等のデータ³⁾を有している切土のり面2地区と盛土1地区について、地下水位と土壌雨量指数の相関を分析し、維持管理における安全性確保に向けた着眼点について報告する。

2. 地下水位設置地区の概要

表-1に示すとおり鳴門盛土以外は、斜面・切土の地すべり対策検討および供用後の安定性確認として水位計を設置・観測している。水位計の深度は10mから深いもので33mと幅広く、花園は不透水層である断層破碎帯を挟んだ上下の層に花5-10と花6-25の観測深度を設け(図-1)、井川はキレツの発達した緑色片岩の水みち等の確認のため井3-30を観測深度としている(図-2)。また地形は、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で、花園と井川地区は断層破碎帯を確認している。流域面積は、8,700m²～195,000m²と幅広く、なかでも井川地区内で2倍以上の流域差がある。鳴門盛土は横ボーリング等の抑制工を実施しているが、花園と井川はグラウンドアンカー工と切土補強土工の抑止工等を採用している。加えて花園は、集水井による水位低下工法を採用している。観測期間は、6年～20年で現在も観測継続中で、水位Noの末尾は観測深度を示している。

3. 時間雨量・連続雨量・土壌雨量指数と地下水位の相関

表-2に1年間の地下水位データ14孔に対する時間雨量・連続雨量・土壌雨量指数の相関係数を示す。なお土壌雨量指数は、降った雨が土壌中に水分量としてどれだけ溜まっているかを気象庁が用いている3段に重ねたタンクモデルで数値化したものである。時間雨量と相関係数は-0.001～0.190と最も低く、連続雨量の相関係数は-0.003～0.498である。一方土壌雨量指数は、0.354

表-1 地下水位計設置地区の概要

路線	地区	水位No (地名・番号 -深度m)	流域面積 m ²	地質	破碎帯 有無	地形	対策工	観測期間 : 月	観測期間 : 年	計測期間 : 年
高松道	鳴門盛土	鳴1-18	195,000	和泉層群	無	沢盛土	横ボーリング工 ふとんかご工	2010	2016	6
		鳴2-13	195,000		無			2010	2016	6
		鳴3-21	195,000		無			2010	2016	6
徳島道	花園	花1-10	10,500	和泉層群	有	凸状尾根型	集水井 横ボーリング工 グラウンドアンカー工 切土補強土工	1999	2019	20
		花2-33	10,500		有			1999	2019	20
		花3-13	10,500		有			1999	2019	20
		花4-10	10,500		有			1999	2019	20
		花5-10	10,500		有			1999	2019	20
		花6-25	10,500		有			1999	2019	20
徳島道	井川	①地区 井1-21	15,500	三波川 変成岩類	有	凹状台地	横ボーリング工 グラウンドアンカー工 切土補強土工	2006	2019	13
		②地区 井2-18	8,700		有			2000	2019	19
		②地区 井3-30	28,700		有			2006	2019	13
		③地区 井4-31	18,800		無		横ボーリング工 切土補強土工	2011	2019	8
		③地区 井5-20	18,800		無			2006	2019	13

表-2 地下水位と土壌雨量指数等の相関

路線	地区	地下水位との相関係数				地下水位と 土壌雨量指数 の採用年
		水位No	時間雨量	連続雨量	土壌雨量 指数	
高松道	鳴門盛土	鳴1-18	0.093	0.375	0.695	2015
		鳴2-13	-0.001	0.064	0.432	
		鳴3-21	0.031	0.140	0.633	
徳島道	花園	花1-10	0.062	0.257	0.868	2018
		花2-33	0.009	0.207	0.649	
		花3-13	0.020	0.216	0.619	
		花4-10	-0.026	-0.003	0.354	
		花5-10	0.142	0.498	0.639	
		花6-25	0.092	0.377	0.637	
徳島道	井川	①地区 井1-21	0.183	0.449	0.848	2018
		②地区 井2-18	0.094	0.215	0.452	
		②地区 井3-30	0.190	0.485	0.701	
		③地区 井4-31	0.102	0.277	0.644	
		③地区 井5-20	0.125	0.284	0.662	

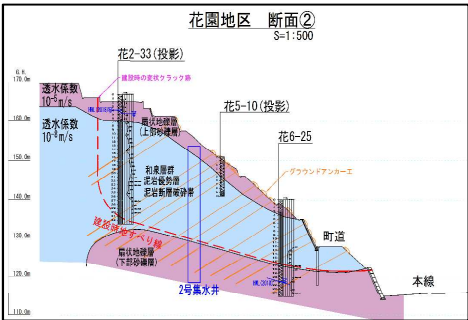


図-1 花園地区 断面図

キーワード 地下水位、土壌雨量指数、地形地質

連絡先 〒 760-0072 香川県高松市花園町 3-1-1 Tel 087-834-2413 Fax 087-834-1193

～0.868 と前者に比べ相関が高いことが確認できる。図-1, 2 に示す花園の扇状地礫層や井川の緑色片岩の切土のり面に設置した水位計で相関が高いことが確認できた。

しかし、花 4-10 は相関性が低く、カメラによる保孔管区間の確認など追加調査を含めた検討が必要である。

4. 地下水位と連続雨量の経時変化

図-3 に示すとおり、約 1 年間の連続雨量(青線)と地下水位(赤線)について 1 日ごとに整理した。連続雨量が記録していない期間でも地下水位の経時変化は水位低下するが最低水位を示していない。特に井 3-30 は、その傾向が顕著で雨量による水位の経時変化がどのように影響しているかを確認する必要がある。

5. 地下水位と土壌雨量指数の経時変化

図-4 も図-3 と同様に整理した。花園地区の花 5-10 は、地下水位と土壌雨量指数の変化が連動し、地下水位が上昇し平常水位に戻るまでに 5 日程度である。表-1 に示すとおり比較的小さい流域(10, 500m²)と図-1 の浅く透水性の高い(10^{-5} m/s)扇状地礫層に支配された水位変動と思われる。花 2-33 は、図-1 に示す建設時の変状クラック跡等に雨水が侵入したことにより敏感な水位上昇を示すが 5 日の短期間で平常水位に回復している。これは集水井による排水効果が機能していると思われる。また図-1 に示すとおり透水係数の低い泥岩断層破碎帯(10^{-8} m/s)⁴⁾は、流域外から雨水を遮断し狭い流域の地下水位の流れを表していると思われる。

井川は、図-4 のとおり花園に比べ地下水位と土壌雨量指数の変動の連動が小さく、定水位になるまでは 40 日程度と時間を要している。図-5 に示すとおり凹状台地地形や断層破碎帯による流域外からの地下水位の流入などから、雨水が時間をかけて流入し地下水位の低下を抑制していると思われる。加えて、図-2 に示すとおり谷側の断層破碎帯が、地下水を遮水することも平常水位までの時間を要する要因と思われる。

6. おわりに

今回四国の岩盤組織を残した地すべりにおいて、土壌雨量指数による地下水位の変化を整理・分析した。その結果、地下水位と土壌雨量指数の傾向から①緑色片岩の井川において地下水位と土壌雨量指数の相関を確認、②花園は泥岩断層破碎帯の影響と集水井の効果から浅層・深層の水位と土壌雨量指数の相関が推定され、③井川の深い水位は凹状台地地形や断層破碎帯の影響が疑われるなどを確認した。以上から土壌雨量指数を活用す

ることで、維持管理における地すべり対策切土のり面の安全性確保に向けた着眼点を定性的ではあるが抽出することができた。今後は、カメラによる保孔管区間やコアのキレツ係数など確認し検討を進めていく予定である。

参考文献

- 1) 館野他, 現地計測に基づいた道路法面における道路規制基準の検討, 第 54 回地盤工学研究発表会 0993
- 2) 花岡他, 土砂災害警戒情報と高速自動車道通行規制に関する検討, 第 58 回平成 21 年度砂防学会研究発表会概要集
- 3) 紙田他, 地盤災害情報マップ(D-map)の改良について, 第 51 回地盤工学研究発表会 1052
- 4) 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)

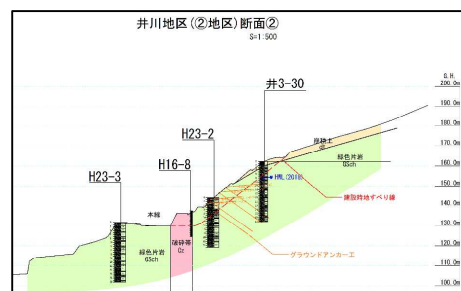


図-2 井川地区 断面図

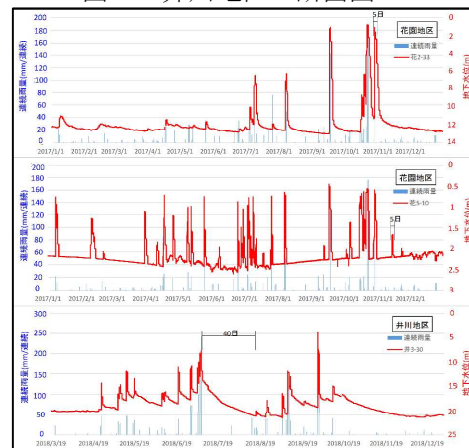


図-3 地下水位と連続雨量

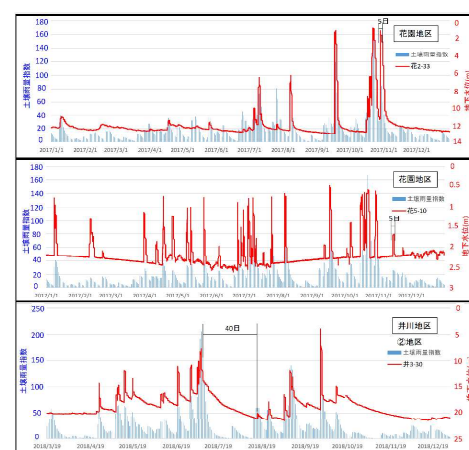


図-4 地下水位と土壌雨量指数

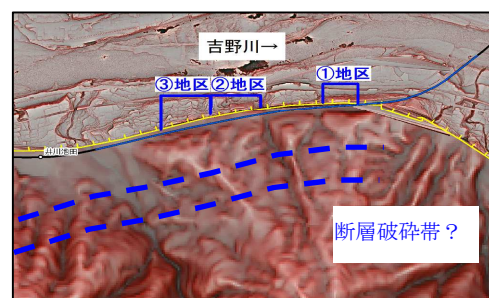


図-5 井川地区赤色立体図(国土地理院 DEM データより)