

## 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1）

西日本高速道路エンジニアリング四国（株） 正会員 ○伊藤 博信  
 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 橋本 燎  
 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（株）四国支社 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/時間 以下の状況が 6 時間以上でリセット)をもとに行なわれている。

建設時の斜面や切土のり面の安定性は、切土によりすべり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り安定性が低下する。このため既往の研究では、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<sup>1)</sup>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<sup>2)</sup>などがある。本件は、表-1 に示す建設中に地すべり対策を実施し供用後、長期間にわたる地下水位の観測と、地形・地質・対策工等のデータを有している切土のり面2 地区と盛土のり面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、維持管理段階での安全性確保に向けた着眼点について報告する。

### 2. 地下水位観測地区の概要

本件では水位の観測期間が 6 年～20 年で現在も観測継続中の地区を選定している。水位 No.の末尾は観測孔の深度を示す。鳴門盛土地区は沢埋め盛土であり、盛土の安定を把握するための水位観測を実施しており、基盤岩としては和泉層群が分布する。花園地区、井川地区は、切土斜面の地すべり対策および供用後の安定性確認として自記水位計による水位観測をしている。花園地区は、中央構造線 北側に位置し、凸状尾根型地形を呈し和泉層群と扇状地礫層が分布する。観測結果は不透水層である和泉層群の断層破碎帯を挟んだ上下の層に設置している花 5-10 と花 6-25 の水位に着目している(図-1)。井川地区は凹状台地地形を呈し、中央構造線南側の三波川変成岩類の分布地域に位置しており、キレツの発達した緑色片岩の水みち等を確認する目的で観測している井 3-30 の観測結果に着目している(図-2)。後背斜面の流域面積は、鳴門盛土地区で 195,000m<sup>2</sup>、花園地区は 10,500m<sup>2</sup>、井川地区では 8,700～28,700m<sup>2</sup>を示し、井川地区内では2 倍以上の流域面積差がある。対策工としては、鳴門盛土地区は横ボーリング等の抑制工を花園地区と井川地区では横ボーリング等の抑制工とあわせて、グラウンドアンカー工や切土補強

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 <sup>2</sup>	地質	破碎帯 有無	地形	対策工	観測期間	観測期間	計測期間
								自	至	年
高松道	鳴門盛土	鳴1-18	195,000	和泉層群	無	沢埋め	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			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	

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三丁目1 番1 号 西日本高速道路エンジニアリング四国（株） TEL087-834-1121

土工の抑止工を採用している。

### 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。なお土壌雨量指数の算出は、気象庁で採用される直列 3 段モデルを採用している。これは、降水が土壌中の水分量として溜まる程度を数値化したものである。相関係数は、地下水位と時間雨量の相関が $-0.001\sim 0.190$  と最も低く、地下水位と連続雨量の相関が $-0.003\sim 0.498$  を示す。一方、地下水位と土壌雨量指数との相関は、タンクモデルにより過去に降った降水も土壌中に溜まることから再現されるために、 $0.354\sim 0.868$  と相関が高いことが確認できる。図-1,2 に示す花園地区の扇状地礫層や井川地区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、地下水検層などによる地下水流入深度の確認など追加調査を含めた検討が必要と考えている。

### 4. 地下水位と土壌雨量指数の経時変化

図-3 に約 1 年間の土壌雨量指数(青線)と地下水位(赤線)について 1 日ごとに整理した。花園地区の花 5-10 は、水位が土壌雨量指数上昇に敏感に反応する。これは、表-1 に示すとおり観測地点の流域面積が  $10,500\text{m}^2$  と小さく、浅い深度の水位を観測していることの影響と考えられる。花 2-33 では、花 5-10 と比較すると平常水位に回復するまでやや時間がかかり 5 日程度で平常水位に回復している。これは、図-1 に示すとおり透水係数の低い泥岩断層破碎帯( $10^{-8}\text{m/s}$ )を流下している深部の地下水も水位形成に寄与していることがうかがえる。

井川地区は、図-3 のとおり花園地区に比べ地下水位と土壌雨量指数の連動が小さく、定水位に戻るまでは 40 日程度と時間を要している。これは、地表面付近で浸透する降水に加えて、図-4 に示す凹状台地地形や断層破碎帯を通過する流域外からの地下深部の地下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ことがうかがえる。また、図-2 に示すとおり谷側の断層破碎帯が地下水を遮水して、地下水の流出の妨げになっていることも要因としてあげられる。

### 5. おわりに

今回、四国の高速道路のり面において、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花園地区では泥岩断層破碎帯の影響と浅層・深層の水位と土壌雨量指数の相関が推定された。②緑色片岩の分布する井川地区において 地下水位と土壌雨量指数の相関を確認するとともに、③井川地区の水位は地表面付近の降水の浸透のみならず、凹状台地地形や断層破碎帯の影響による深部の地下水の流動が水位形成に寄与していることを確認した。その 2 では、ニュートラルネットワークを用いた解析により土壌雨量指数から求めた解析水位と実測水位との相関係数から、切土のり面の安定性を評価したモデルの構築、また、安定性評価結果を可視化した事例を報告する。

#### 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
- 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

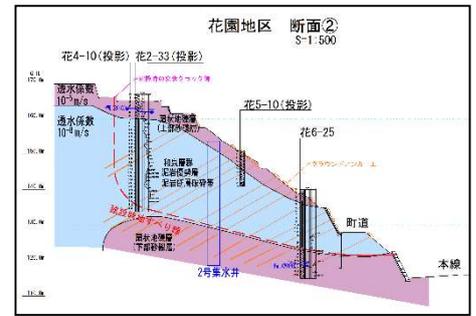


図-1 花園地区 断面図

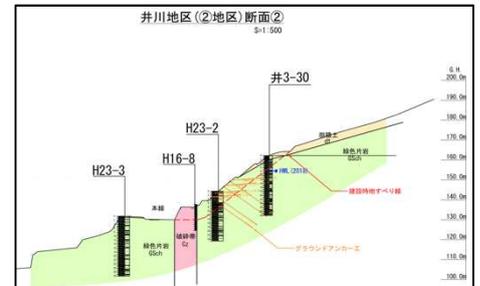


図-2 井川地区 断面図

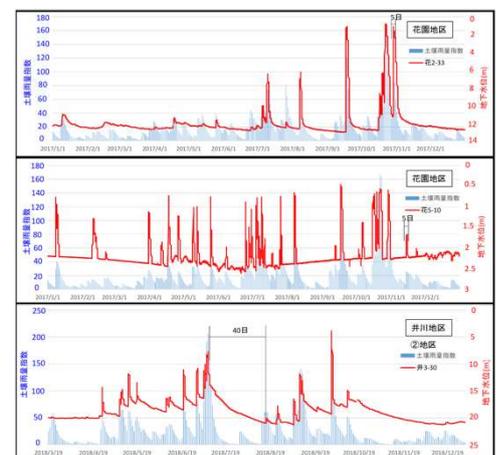


図-3 地下水位と土壌雨量指数

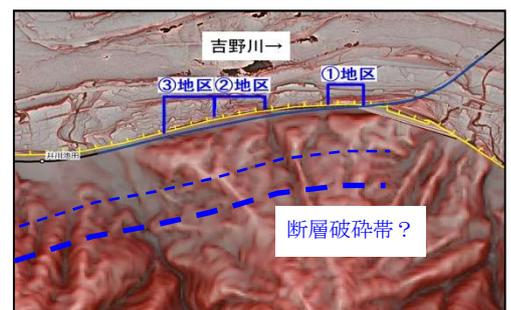


図-4 井川地区赤色立体図

(国土地理院 DEM データより)