

盛土のり面における土中水分計測結果の考察

西日本高速道路(株) 正会員 ○星野弘明

西日本高速道路(株) 正会員 田山聡, 藤原優

NEXCO 西日本コンサルタンツ(株) 正会員 松方健治, 松川耕治

1. はじめに

近年盛土のり面においては、短時間異常降雨の増加による災害発生リスクへの対策が喫緊の課題となっている。盛土のり面の崩壊は集中豪雨が引き金となるが、深さ1m未満の表層部におけるものが大半を占め、その要因としては降雨の浸透による盛土内の地下水（間隙水圧）上昇の影響が大きいと考えられる。

本論は、高速道路の盛土のり面調査箇所において表層付近に土壌水分計を設置し、降雨時の盛土内の体積含水率の挙動を確認するとともに、盛土深部の地下水位の挙動との比較・考察を行ったものである。

2. 計測概要

図-1に調査箇所を示す。山陽自動車道 神戸JCT～神戸北IC間に位置する幅約30m程度の谷を埋めた3段盛土である。既往の地質図から本調査地付近は神戸層群の砂岩・泥岩および礫岩を基盤岩とする区間であり、盛土材料には脆弱化しやすい材料が用いられていると考えられる。過去の点検ではのり尻付近等にて湧水が確認されている。

図-2に断面図と観測の調査位置を示す、N値等の違いから盛土部を表層・深部等に分類した(表-1)。表-2に室内透水試験結果を示す、透水係数は $k=1.35 \times 10^{-9} \sim 3.64 \times 10^{-9} \text{m/s}$ であり、盛土表層部・深部ともに透水性の低いのり面といえる。

ボーリング孔を用いた地下水観測孔は、盛土下部にNo.1、盛土上部にNo.2を設置した。全長有孔管とし孔内に水圧式水位計を設置した。

間隙水圧計は盛土下部にてGL-5.0mの位置に設置した。設置位置から上部1mを砂利フィルター層、その上部～GLまでベントナイト等による遮水層とした。

土壌水分計は盛土下部にてGL-0.5m, 1.0m, 2.0mの深さに設置した。

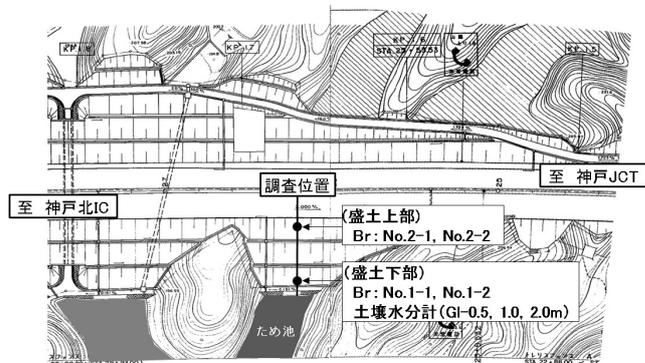


図-1 調査箇所平面図

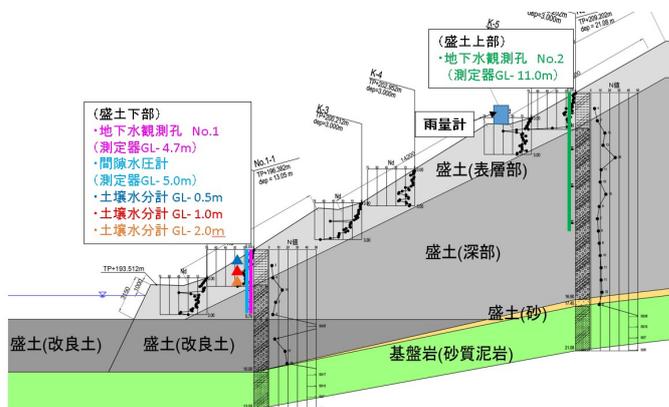


図-2 断面図と観測の調査位置

表-1 盛土各層土質分類

地質時代	地層名	地層名	土質・岩種	N値	層厚(m)	記 事
第四紀 現世	盛土	盛土(表層部)	砂質シルト	3～7	2.85	・スレーキングしたシルト主体 ・含水量低位～中位 ・φ50mm程度の風化礫が混じる ・風化礫は指圧で容易に崩壊する
		盛土(深部)	粘土質砂礫	4～28	2.75～13.85	・φ2～80mmの礫主体で粘性土が混じる ・含水量中位で粘性大 ・礫は砂岩・泥岩の風化礫で風化の度合いは礫により異なる ・所々φ150mm程度の玉石が混じる
		盛土(改良土)	粘土質砂礫	6～19	7.3	・セメント改良による改良土だが部分的に未改良と考えられる軟らかい粘性土を挟む ・φ2～80mmの礫主体
		盛土(砂)	砂	8	0.8	・含水量の少ない細砂主体 ・細粒分少量混じる
古第三紀	基盤岩	基盤岩	砂質泥岩	50以上	層厚3.0m程度確認	・神戸層群吉川層の砂質泥岩 ・棒状コアで採取され、上部は亀裂が多いものの下部の亀裂は非常に少ない

表-2 室内透水試験結果

地点No.	試料No.	土層記号	試験深度(GL-m)	粒 度				室内透水 透水係数 (m/s)	
				礫分 (%)	砂分 (%)	シルト分 (%)	粘土分 (%)		
No.1-2	w1-2-1	B(表層)	0.50～1.00	0.0	13.9	44.6	41.5	86.1	3.22E-09
No.1-3	w1-3-2	B(表層)	2.00～3.00	4.5	19.8	30.0	45.7	75.7	1.35E-09
No.2-2	w2-2-9	B(深部)	9.00～10.00	0.0	30.3	30.4	39.3	69.7	3.64E-09

キーワード 土壌水分計 体積含水率 地下水位

連絡先 〒530-0003 大阪市北区堂島 1-6-20 堂島アバンザ 18F 西日本高速道路(株) Tel:06-6344-7095

3. 計測結果

図-4、図-5は降雨イベントにおける体積含水率と地下水位、降雨の経時変化をそれぞれ示している。

図-4は2019年8月の時間最大20mm、累計雨量116mmにおける変化を示す。降雨に伴い表層に近いGL-0.5mの体積含水率が大きく上昇し、その後GL-1.0m、GL-2.0mが上昇した。降雨終了後の体積含水率の低下速度は緩やかで、定常位置までは戻っていない。地下水位は同位置の地下水観測孔 No. 1・間隙水圧計が降雨後に上昇するが、間隙水圧計の方が降雨に対して連続的に上昇し、降雨後の低下も緩やかである。地下水位は降雨後に数日かけ定常水位まで低下した。

図-5は2019年10月の時間最大10mm、累計雨量67mmにおける変化を示す。図-4と同様に降雨後GL-0.5mの体積含水率が大きく上昇した。地下水位は同位置の地下水観測孔 No. 1と間隙水圧計を比較し、間隙水圧計が降雨時間中の大きな水位の上昇をとらえた。

4. 考察

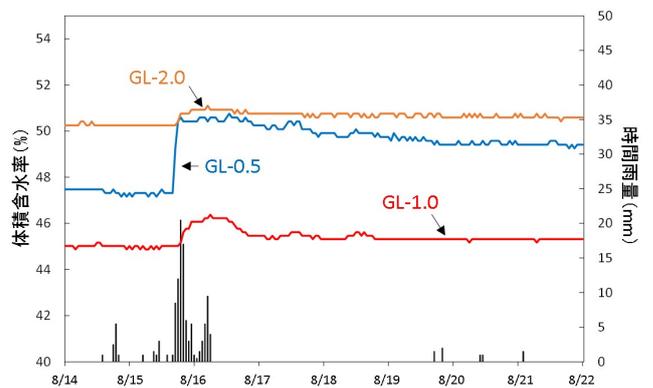
観測から次のことが確認された。

- ・降雨開始後、表層付近の体積含水率が大きく上昇し、その後深部の体積含水率及び地下水位が上昇した
- ・地下水位は降雨後に数日をかけて定常水位まで回復するが、体積含水率の低下速度は著しく遅い
- ・地下水位が低下後も表層の体積含水率は高い状態を保った

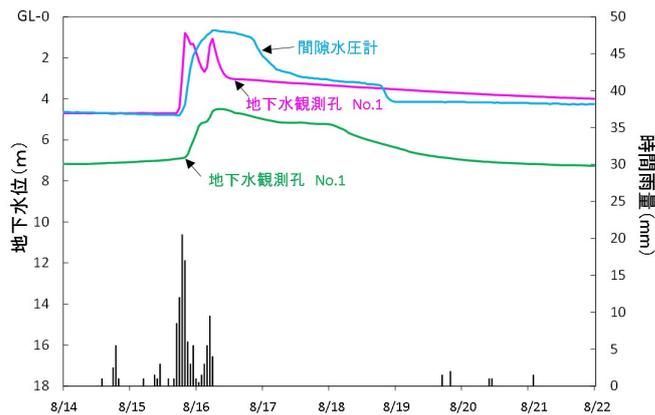
表層部では、降雨時に早期に水位が発生し間隙水圧が増加することを観測し、斜面変形リスクの高まりを観測した。また、一度上昇した表層部の体積含水率の低下速度は著しく遅く、盛土深部の地下水位が定常状態まで回復しても表層部では斜面変形の危険性が高いままであるため、後続降雨が発生する場合には変形リスクが高いといえる。

地下水位の観測結果を比較すると、地下水観測孔は降雨量に敏感に反応し、間隙水圧計は連続的かつ大きな変動を示した。間隙水圧計の値は降雨後も高い状態を示した後低下しており、盛土上部や集水地形からの水の移動の影響をとらえた。緩やかな低下は透水性の低い盛土の特徴にも合致するため、間隙水圧計による観測の有効性を示した。

今後、他の土質での計測から降雨時の体積含水率等の挙動を蓄積することで、雨水浸透に伴う表層崩壊の発生予測等に繋げていきたい。

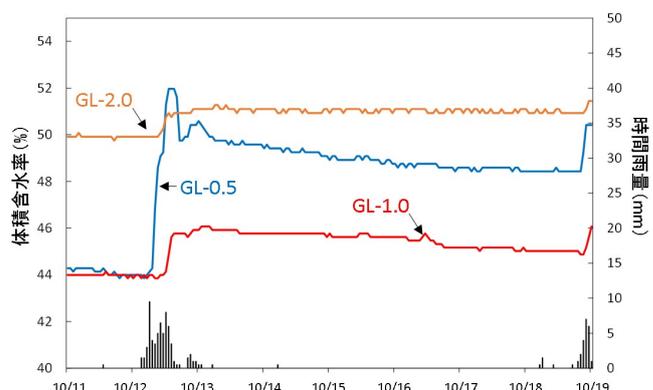


(a) 体積含水率と雨量の経時変化

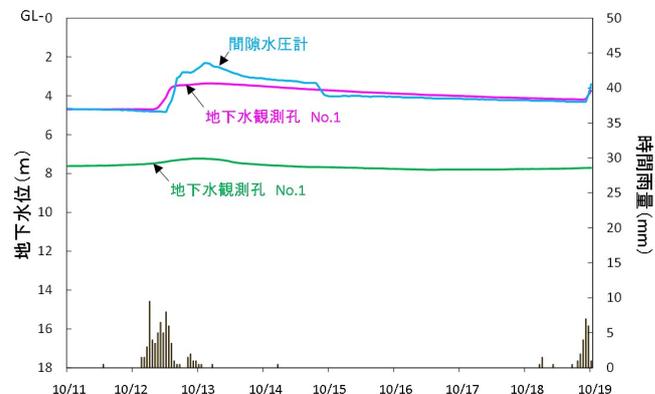


(b) 地下水位と雨量の経時変化

図-4 2019/8/14~22 計測結果



(a) 体積含水率と雨量の経時変化



(b) 地下水位と雨量の経時変化

図-5 2019/10/11~19 計測結果