

Ⅲ－24

河川堤防盛土地盤の水分状態の観測とその考察

東北大学工学部土木工学科 学生会員 ○小川 元

東北大学大学院工学研究科 正 会 員 風間基樹・渦岡良介・仙頭紀明

1. はじめに

盛土の安定性は土のせん断強度で評価されるが、地盤中の水分状態によって強度が大きく左右されることはよく知られている。地震時・降雨時の盛土の安定性を評価する際には、土中の水分特性を把握し、それに応じた土のせん断強度の低下を見積もることが必要である。しかし、地震を受ける前の初期状態として、盛土を構成する土がどの程度の水を含んでいたのかに関してはほとんどわかっていない。

本研究では2003年7月26日の宮城県北部地震で被災した鳴瀬川堤防盛土に設置された土壌水分計データを解析し、実際の降雨時の土中への浸透特性や水分状態を検討した。

度が速く、排出速度も速いようである。また、細粒分を多く含む土質は水分をなかなか排出しないようである。

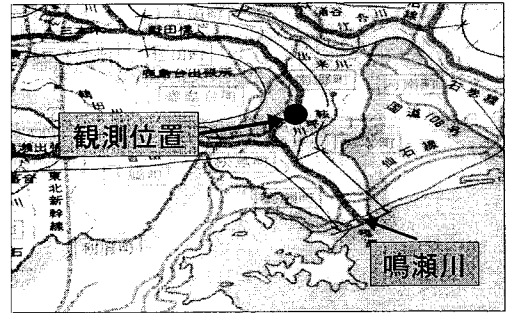


図1 観測場所位置図

2. 河川堤防盛土の含水状態の現地観測

観測場所は宮城県鳴瀬川の河口から13.1km地点の木間塚地区である。その観測位置を図1に示す。また、観測場所の盛土断面および土壌水分計設置位置を図2に示す。堤防直下地盤は粘土層とその下の砂質土層で構成されている。堤防は主に粘土・シルトから成る1次盛土（旧堤）、砂質土から成る2次盛土（旧堤に腹付け造成されたもの）、粘性土質砂礫の3次盛土（今回の被災の復旧時に造成）で構成されている。それぞれの粒度分布を表1に示す。観測期間は平成16年4月10日から同年8月31日である。観測項目は、堤体水分量、河川水位、そして降雨量である。土壌水分計の校正は、それぞれの土質に対して、盛土施工時の密度を一定にした状態で土の含水量を変化させて行った。河川水位は鳴瀬川鹿島台観測所で観測された水位を観測位置断面での水位に換算した。また、降雨量は同所で観測されたものである。

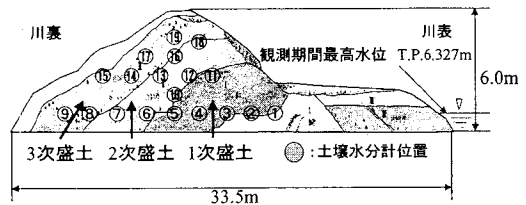


図2 観測堤体断面図

表1 粒度分布表

対象盛土名	1次盛土	2次盛土	3次盛土
石分 (%)	0	0	0
礫分 (%)	0	5	22
砂分 (%)	18	79	43
シルト分 (%)	63	10	24
粘土分 (%)	19	6	11
最大粒径 (mm)	4.75	26.5	37.5
50%粒径 (mm)	0.018	0.152	0.32
均等係数 U_c	14.5	7.7	128
曲率係数 $U_{c'}$	1.6	3.23	0.00979
土粒子密度 ρ_s (g/cm ³)	2.551	2.647	2.646

3. 現地観測データと考察

観測期間での飽和度の変化を図3～5に示す。なお、この期間中に河川の水位は、最高でも S.P.6.3 m以下であったため、河川の水量が盛土の水分特性に与えた影響については省略する。それぞれの図から、飽和度は1次及び2次盛土より上部に位置する3次盛土の方が降雨に対する反応が敏感であることがわかる。盛土の土質に着目すると、最大粒径が大きく、粗粒分を多く含んでいる土質ほど降雨吸収速

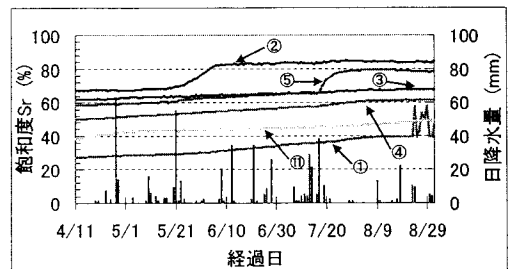


図3 1次盛土飽和度経時変化図

堤体の水分量を把握するために、盛土断面を 19 個の土壌水分計を含んだ要素に分け、各要素の断面積とそれぞれの土壌水分計の値（含水比）と乾燥密度 ρ_d から土中の水分量の合計値を計算した。こうして求めた堤体水分量の各盛土の変化を図 6 に示す。観測初期からの長期的な水分変化傾向として、徐々に水分量が増加し、観測開始 2 ヶ月程度経過して堤体の水分量はほぼ一定の値に収束している。さらに、日降水量が 30mm をこえると堤体水分量が増加していることがわかる。逆に 30mm 以下の場合、堤体水分量にほとんど影響がないようである。

4. 不飽和浸透解析

長期的な水分量の変化を調べるため、非定常浸透解析コード PlaxisFlow を用いて、観測期間の数値シミュレーションを行った。解析に用いたパラメータを表 2 に示す。観測で得られた最終水分分布を図 7 (a) に、解析結果を同図 (b) に示す。両者を比較すると、1 次盛土の底部と 2 次盛土の底部にやや違いが見られる。違いが見られた箇所がこの領域に集中した要因として、解析において湿潤線を盛土から 2m 下方に仮定していたことが考えられる。一方、他の箇所については飽和度が近い値となっている。

5. 結論

本研究の結論は以下のとおりである。

- (1) 堤防盛土の水分量は、短期的に見れば降雨に敏感に反応するが、長期的に見ればほぼ一定の値に収束している。
- (2) 堤防盛土の水分状態は、堤体を構成する土質の影響を強く受ける。
- (3) 非定常浸透解析を行った結果、堤体の飽和度の観測結果を概ね表現することができた。

参考文献

- 1) 朱偉, 山村和也: 堤防の長期的な水分の変動, 土木学会論文集, No.582/Ⅲ, pp99-108, 1997.
- 2) 杉井俊夫, 宇野尚雄, 亀井雄介: 浸透における降雨浸透の取り扱い方について, 不飽和地盤の調査・設計・施工に関する諸問題シンポジウム発表論文集, pp147-150, 1993

謝辞: 本研究の対象とした現地観測は、国土交通省東北地方整備局北上川下流工事事務局が実施したものである。また、計測データの整理は基礎地盤コンサルタンツ東北支店の協力を得たものである。関係各位に謝意を表します。

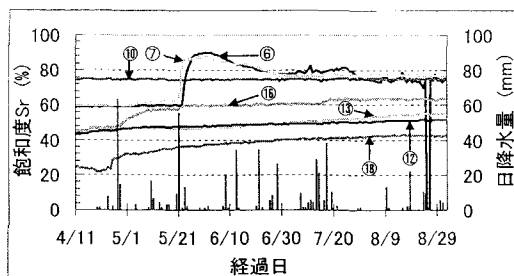


図 4 2 次盛土飽和度経時変化図

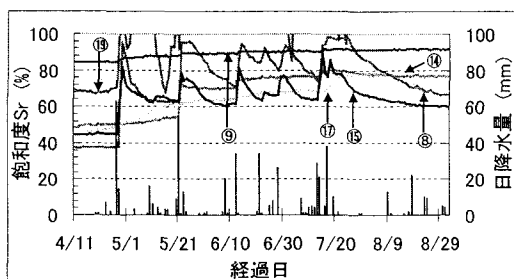


図 5 3 次盛土飽和度経時変化図

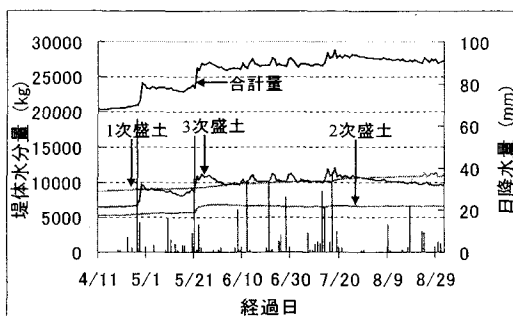


図 6 堤体水分量変化図

表 2 解析に用いたパラメータ

土質名称	透水係数 (cm/s)	間隙比
1 次 盛 土	3.0×10^{-6}	1.094
2 次 盛 土	1.4×10^{-3}	1.06
3 次 盛 土	1.5×10^{-5}	1.054

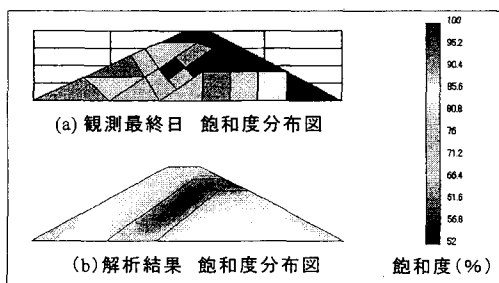


図 7 堤体飽和度分布図