

盛土のり肩の防音壁まわりの構造条件が地下水流動に及ぼす影響

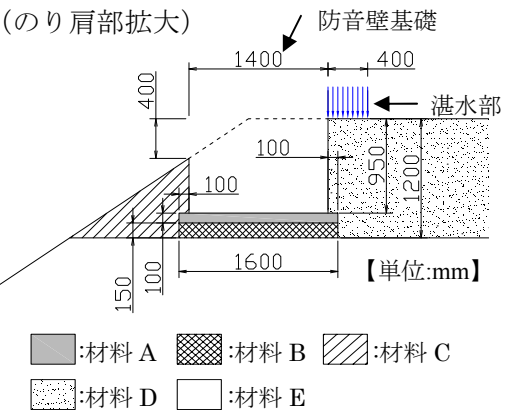
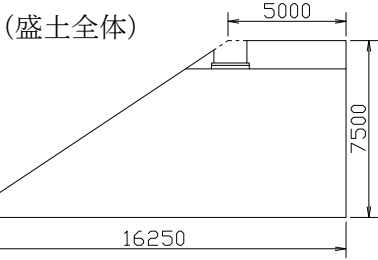
(財) 鉄道総研 正会員○渡邊 諭 正会員 太田 直之 正会員 高馬 太一
JR 西日本 正会員 泉並 良二 岡山大学 正会員 西垣 誠

1. 目的

防音壁等が施工されている鉄道盛土では、のり肩部の基礎付近に土砂流出による空洞や土羽の緩みが発生し、それらに起因すると考えられる防音壁の縁切れや傾斜などの変状が発生した事例がある。これらは、防音壁背面の排水不良により湛水した雨水が締固めの緩い部分に浸透して発生させたものと考えられる。そこで、本検討では防音壁基礎周辺の構造条件に着目し、防音壁基礎およびその周辺をモデル化した飽和・不飽和浸透流解析により、それらの構造条件が地下水流動に及ぼす影響について検討した。

2. 解析モデル

図-1 に作成した二次元解析モデルを示す。モデルの形状等については、著者らが過去に実施した盛土の安定性に関する検討¹⁾と同様とした。のり肩の凹部は基礎と壁体が一体化した幅 1400mm の防音壁基礎の形状を再現している。図中のモデル材料 A は基礎下部の均しコンクリート部分を、材料 B はぐり石部分を、材料 C は緩みが発生しやすいと想定される土羽部分を、材料 D は防音壁背面を、材料 E は盛土本体をそれぞれ想定している。



3. 解析条件および解析パラメータ

不飽和領域の透水特性は Brooks&Corey 法とし、表-1 に示すパラメータを用いた。また、不飽和透水係数は Irmay 型とし、パラメータ n については西垣の方法²⁾により下式から求めた。

$$n=0.69-1.31\cdot\log_{10}k \quad k:\text{飽和透水係数 (cm/s)}$$

盛土に作用させる外力として、図-1 中に示すように防音壁基礎背面の通水不良を模擬した湛水条件を継続的に与えている。なお、盛土底面は不透水条件とした。表-2 に、各解析ケースにおける盛土各部の透水係数の組み合わせを示す。基本的な盛土部分 (材料 E) の透水係数は $5\times10^{-4}\text{cm/s}$ とし、均しコンクリート部分 (材料 A) を難透水とみなして $5\times10^{-6}\text{cm/s}$ の値を、ぐり石部分 (材料 B) を透水性が高い層とみなして $5\times10^{-2}\text{cm/s}$ の値を与えている。また、土羽部分 (材料 C) および防音壁背面 (材料 D) の緩みを想定する場合は $5\times10^{-3}\text{cm/s}$ の値を与えた。

4. 解析結果

図-2 は、解析時刻 24 時間における盛土のり肩部周辺の飽和度のコンター図を解析ケース別に示したものである。ケース 1 の飽和度をみると、湛水部分から浸透した水はほぼ鉛直方向に浸透しており、のり面表層付近の飽和度変化には影響していないことが分かる。一方、ケース 2 およびケース 3 では、ぐり石部分に沿って水が流れており、ケース 3 では、ケース 2 と比較して土羽部分の領域の飽和度が高くなっているのが分かる。

図-1 二次元解析モデル

表-1 浸透流解析の保水性パラメータ

土質	保水性			
	体積含水率		限界吸引圧力 水頭(1/cm)	λ
	飽和(%)	最小(%)		
鉄道盛土	32.0	19.5	-5.5	0.35

表-2 各ケースにおける透水係数の組合せ

ケースNo.	材料A	材料B	材料C	材料D	材料E
1	5×10^{-4}	5×10^{-4}	5×10^{-4}	5×10^{-4}	5×10^{-4}
2	5×10^{-6}	5×10^{-2}	5×10^{-4}	5×10^{-4}	5×10^{-4}
3	5×10^{-6}	5×10^{-2}	5×10^{-3}	5×10^{-4}	5×10^{-4}
4	5×10^{-6}	5×10^{-2}	5×10^{-3}	5×10^{-3}	5×10^{-4}

単位:cm/s

キーワード 盛土, 地下水, 飽和度

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (財)鉄道総合技術研究所 042-573-7263

次に、盛土内の飽和度の変化を定量的に示すため、全ケースを通じ透水係数が一定の材料 E の最上部の要素に着目して整理する。図-3 は、解析時刻 24 時間において、抽出した要素ののり面表面からの各距離とその位置での飽和度との関係を示したものである。

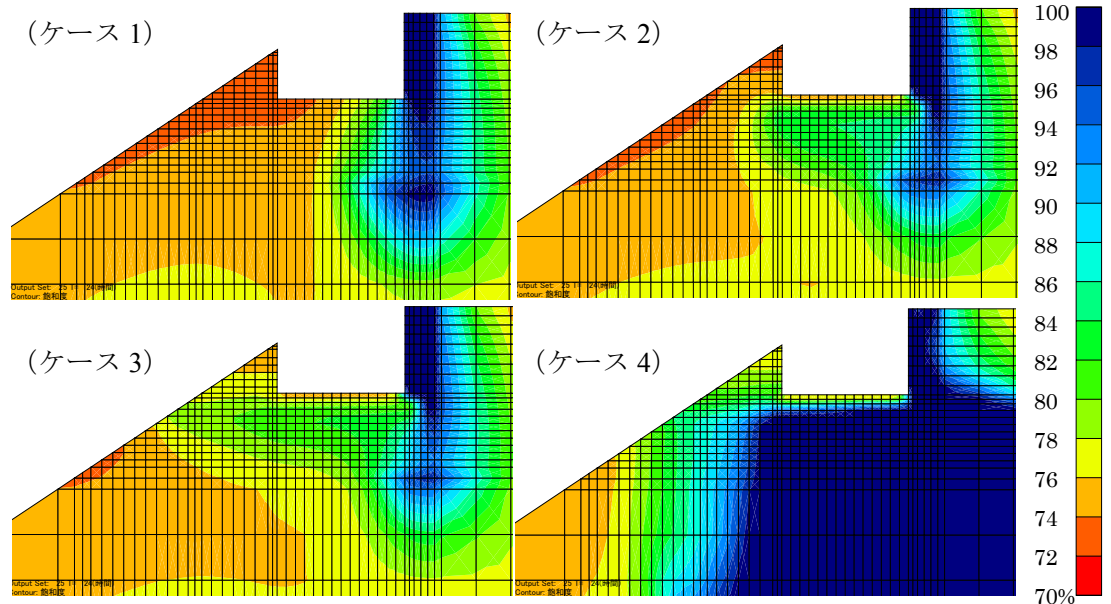


図-2 飽和度コンター図（解析時刻 24 時間）

る。ケース 1 では湛水部分を中心とした領域で飽和度が高いもののその範囲は限定的であり、のり面表面における飽和度 S_{r0} は約 73% となっている。ケース 2 では、ぐり石部分（のり面表面からの距離=0.11~0.27m）に隣接する範囲でケース 1 よりも飽和度が大きな値を示すものの、土羽付近での S_{r0} はケース 1 とほぼ同じ値となっている。なお、図には示していないが、この値は解析の初期条件からほとんど変化していない。一方、ケース 3 では、ケース 2 と同様にぐり石部分に隣接する範囲に加え、さらに土羽付近にかけてケース 1 よりも飽和度が大きな値を示しており、 S_{r0} は約 77% となっている。ただし、土羽付近まで水が浸透しているため、ぐり石部分に隣接する範囲の飽和度はケース 2 と比較して相対的に小さくなっている。ケース 4 では、ぐり石に隣接する範囲まで盛土が完全に飽和した状態であり、 S_{r0} は約 83% となっている。ケース 4 では、図-2 から分かるように他のケースと比べて盛土全体の飽和度が大きく上昇している。これは背面の緩みにより盛土内への水の供給量が著しく増加したためと考えられる。

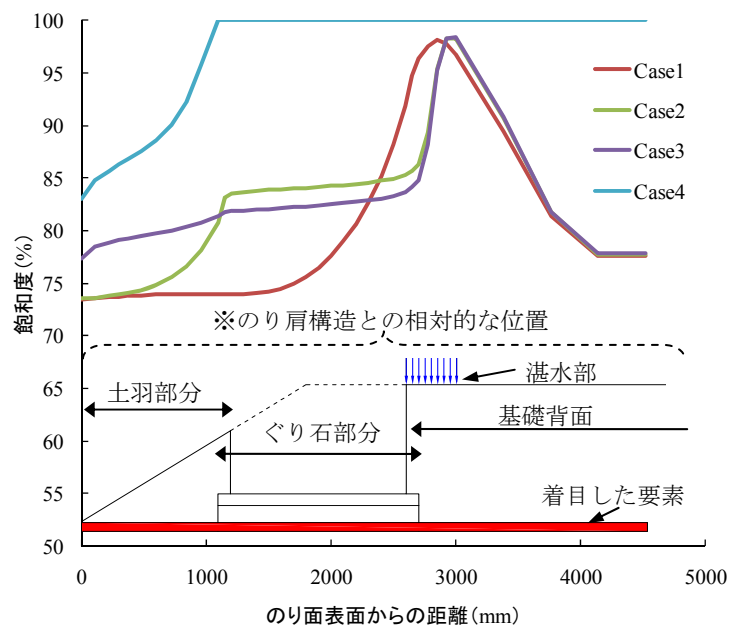


図-3 のり面表面からの距離と飽和度との関係（解析時刻 24 時間）

5. まとめ

(1) 浸透流解析の結果、解析時刻 24 時間の時点において、のり面表面付近の飽和度 S_{r0} を比較した場合、ケース 1, 2 では約 73% 程度であるが、ケース 3 で約 77%、ケース 4 では約 83% となる。

(2) 今回の検討により、透水性の良いぐり石が防音壁基礎の下部に存在し、かつ土羽に緩い部分がある場合には、ぐり石部分に沿って水が浸透し土羽付近が不安定化する可能性があることが分かった。これは、過去に発生した変状メカニズムを検証する結果の一つとなり得る。また、防音壁基礎背面にも緩みを想定した場合には、土羽付近とともに盛土全体の安定性が低下する可能性があることが分かった。

【参考文献】 1) 渡邊諭, 太田直之, 高馬太一, 杉山友康: 盛土の構造条件が降雨時の盛土内地下水位上昇に及ぼす影響評価, 第 45 回地盤工学研究発表会, 2010.8 2) 西垣誠, 楠見和紀: 不飽和土の浸透特性の評価に関する考察, 土質工学会, 不飽和土の工学的性質研究の現状シンポジウム発表論文集, 1986.