

傾斜基盤上に構築された鉄道盛土の豪雨時の地下水位応答と安全率の経時変化

国土舘大学 正員 岡田勝也、学生員 松浦雄一、正員 小野 勇
 鉄道総合技術研究所 正員 杉山友康、正員 太田直之、正員 布川修

1. まえがき

盛土や切土などの斜面構造物は長雨や豪雨によって度々崩壊する。筆者らはこのような現象に対して模型実験と理論解析を進め、さらに、崩壊の防止としての法面被覆工の崩壊防止に及ぼす限界雨量の影響を定量的に予測する手法についても提案した^{1) - 5)}。しかし、これらは盛土の基盤が水平な場合の豪雨時の限界雨量について論じたものである。同じモデルを用いて、傾斜土地盤の盛土に対して傾斜角と盛土内水位上昇との関係についても既に報告した⁶⁾。

今回は、基盤傾斜角 15° の地盤上に構築された盛土高さ 8m の複線盛土と単線盛土を対象に、これら両盛土の豪雨時の地下水位上昇傾向と安全率の経時変化について試算した一例を報告する。

2. 解析条件

(1) **盛土条件**：盛土高さは鉄道盛土の平均的な高さである 8m とし、施工基面幅は 10m (複線) と 5m (単線)、法面勾配は 1:1.5 とした。基盤傾斜角 (図-1 の谷側 (左側) 法先における水平面と盛土基盤とのなす角度) は $\theta = 15^\circ$ とした。また、土の浸透特性としては、過去に崩壊した砂質盛土 19 例の pF 試験をもとに、Books-Corey 法により推定した³⁾。

(2) **降雨条件**：日本の年平均降水量から求めた 13.6mm/day の降雨を 1 日降らせ 2 日空けるという 72 時間のサイクルを繰り返し行い、定常地下水位をまず計算して初期水位とした³⁾。その後、崩壊した鉄道盛土における時間雨量の平均値が 30mm/h であった¹⁾ ことを考慮し、外力としてはこの降雨強度が連続するものとした。

3. 定常地下水位の変動

盛土内の定常地下水位は、基盤が水平 ($\theta = 0$) の場合には施工基面中心で最大値を示す対称形を示す³⁾。しかし、 θ が大きくなると、定常地下水位が生じる範囲は谷側法面では高くなり、山側法面では発生したとしても定常地下水位は非常に小さくなる傾向を示す⁶⁾。今回の $\theta = 15^\circ$ の場合も同様であり、地下水位は法先から数 m の範囲にしかほとんど発生しない。

4. 地下水位上昇の断面変化

複線盛土と単線盛土の地下水位の断面分布の変動パターンを図-2 と 3 に示した。図は、降雨開始から 60, 120, 180, 480, 780, 1080, 1380, 1680 と 1980min 後の地下水位断面を示している。豪雨が続くにしたがって、谷側だけでなく山側でも地下水位の上昇が起こり、やがてこの二つコブの地下水位断面は合体して、一つの地下水位断

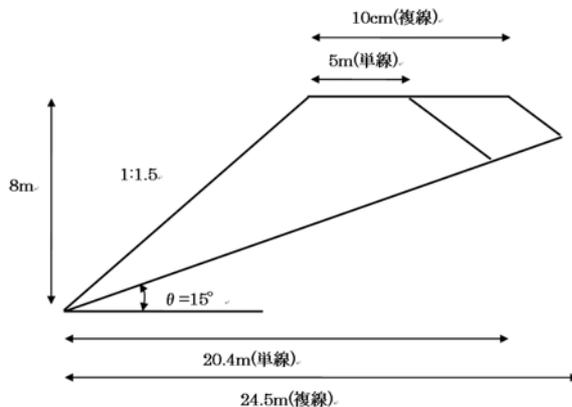


図-1 盛土断面モデル

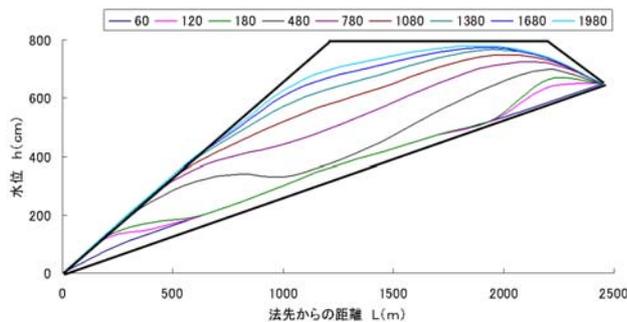


図-2 複線盛土の地下水断面

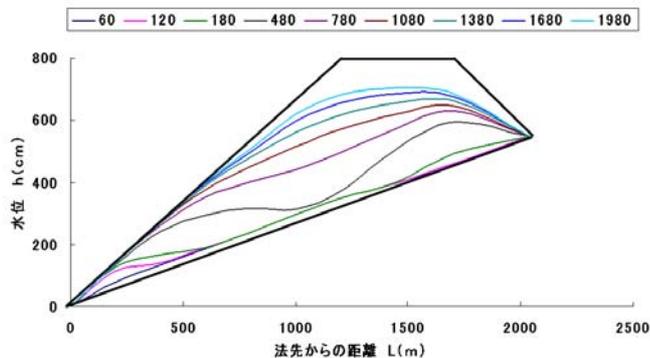


図-3 単線盛土の地下水断面

キーワード：斜面安定、地下水位、傾斜基盤、豪雨、斜面崩壊、盛土、崩壊安全率、鉄道盛土

連絡先 (154-8515 東京都世田谷区世田谷 4-28-1, 国土舘大学理工学部, 岡田勝也 Tel & Fax:03-5481-5862)

面を形成することが判る。

5. 水位上昇の時間的变化

地下水位の経時変化を複線と単線について描いたのが図-4と5である。図中の a、b、c と d は、谷川法面中央、谷川法肩、施工基面中央と山側法肩のそれぞれの直下部の地下水位を示す。複線盛土の場合、a は約 200min を過ぎると上昇を始め、1000min を過ぎる付近からほぼ一定となる。法肩の b と d を比較すると、基盤傾斜のために法尻標高の高い d の方が早く地下水位が上昇し始めるのが判る。

一方、単線盛土では、a は複線盛土と同じように約 200min を過ぎると上昇を始め、1000min 程度でほぼ一定となる。この a とほぼ同じ軌跡を示すのが山側法肩の d であるが、水位上昇は約 150min から発生する。しかし、b は複線のそれとほぼ同じような軌跡を示すことが判る。

6. 安全率の経時変化

複線盛土と単線盛土の安全率の経時変化を図-6 に示した。谷側法面では複線/単線共に幾何学的形状が同一であるので、両者の安全率はほとんど同じである。しかし、両者の間に安全率に僅かな差が生じるのは、盛土が接する基礎底面の長さの差による定常地下水位の差が影響していると考えられる。谷側(単線・複線)と山側(単線)の安全率がほぼ同じような低下傾向を示すのに対して、山側(複線)は、他の安全率に対して約 0.1 高いことが判る。

このような傾向をより明らかにするために、谷側(複線)の谷側の安全率を基準に無次元化して経時変化を示したのが図-7 である。谷側の無次元安全率はほぼ 1 である。これに対して山側の無次元安全率はいずれも 1 よりも大きい。しかも複線の方が単線よりも無次元安全率は 1.10~1.16 ほど大きい。これは複線と単線による谷側の盛土高さの差によるものと考えられる。

7. あとがき

傾斜基盤上 ($\theta=15^\circ$) の複線盛土と単線盛土を対象にそれらの地下水位応答と安全率の経時変化について述べた。今後、基盤傾斜角 θ を変化させた解析や法面被覆工の地下水位抑制効果を考慮した解析などを実施し、限界雨量に及ぼす傾斜地盤の影響を深度化していきたい。

参考文献: (1)岡田勝也, 杉山友康, 村石尚, 野口達雄: 統計的手法による鉄道盛土の降雨災害危険度の評価手法, 土木学会論文集, No. 448/III-19, 1992. (2)杉山友康, 岡田勝也, 秋山保行, 村石尚, 奈良利孝: 鉄道盛土の崩壊限界雨量に及ぼす防護工の効果, 土木学会論文, 664, VI-46, 2000. (3)岡田勝也, 杉山友康, 太田直之, 布川修, 柴田英明: 鉄道盛土の法面被覆が降雨崩壊に及ぼす影響, 土木学会論文集, No. 778/III-69, 2004. (4)岡田勝也, 杉山友康, 布川修, 太田直之, 土屋博幸, 岩崎昭治: 鉄道盛土の降雨崩壊に及ぼす法面上部被覆の効果, 土木学会論文 C, Vol. 63, 441-446, 2007. (5)岡田勝也, 杉山友康, 太田直之, 布川修, 高柳剛, 差溝昌彦: 鉄道盛土の降雨崩壊に及ぼす法面工の遮水効果, 土木学会論文 C, Vol. 66, 280-288, 2010. (6)岡田勝也, 加藤明, 小野勇, 杉山友康, 太田直之, 布川修: 傾斜基盤上盛土の合字安定性評価のための盛土断面地下水位応答, 第63回土木学会年次学術講演会III部門, 2008

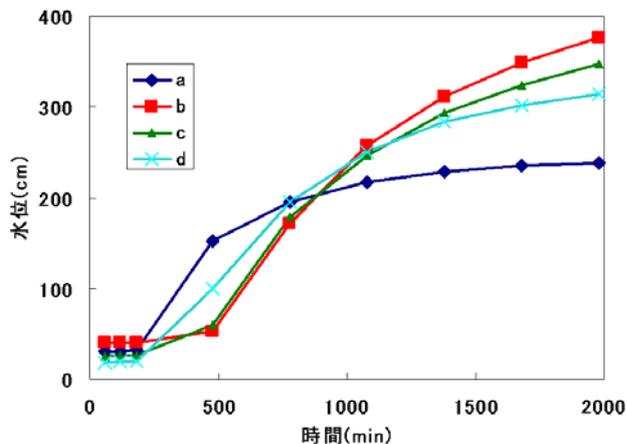


図-4 複線盛土の地下水位の経時変化

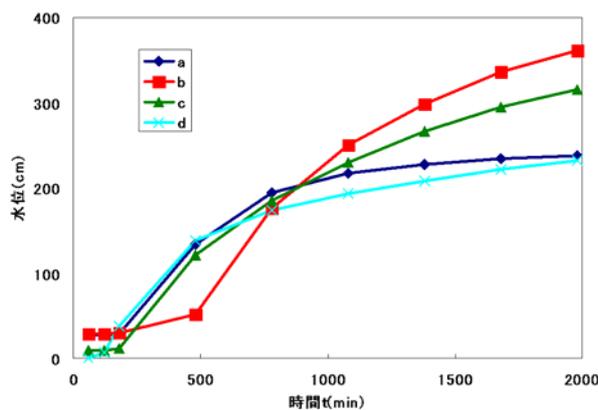


図-5 単線盛土の地下水位の経時変化

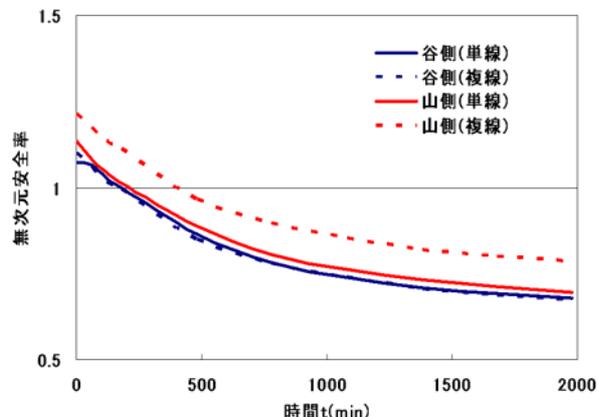


図-6 安全率の経時変化

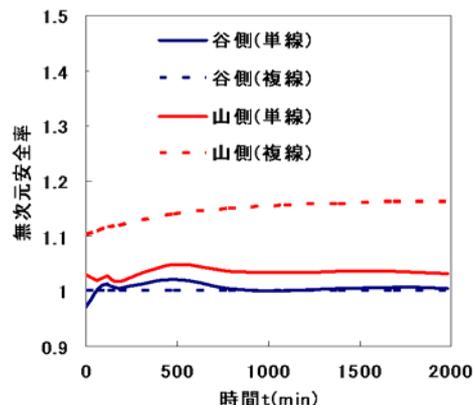


図-7 無次元安全率の経時変化