

## 傾斜基盤上盛土の豪雨時安定性評価のための盛土断面地下水位応答

国土館大学 正員 岡田勝也、学生員 加藤 明、正員 小野 勇  
 鉄道総合技術研究所 正員 杉山友康、正員 布川修、正員 太田直之  
 J R 四国旅客鉄道 正員 渡辺諭

## 1. まえがき

日本では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してきた。このような崩壊の防止工の一つとして、盛土に法面被覆工などを施工することなどが行なわれているが、これらが盛土の崩壊防止に及ぼす影響を定量的に予測することが重要になってきている<sup>1) - 3)</sup>。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てきたが、ここでは盛土の基盤が水平として豪雨時の限界雨量について論じてきた<sup>4) - 10)</sup>。ここでは、傾斜基盤上に構築された盛土に着目する。この盛土に対して降雨と地震の複合作用を考慮した盛土崩壊安全率を求め、盛土の限界雨量に及ぼす基盤傾斜角の影響を明らかにする解析の第一段階として、ここでは、傾斜基盤上の盛土の豪雨における地下水位応答について考察した。

## 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 8 m とし、施工基面幅は複線を対象に 10 m、法面勾配は 1:1.5 とした<sup>1)</sup>。基盤傾斜角は、図 - 1 の谷側(左側)法先を基準とする水平面と盛土基盤とのなす角度と定義する。盛土基盤が水平な caseA ( $=0^\circ$ ) を基準に、caseB ( $=5^\circ$ )、caseC ( $=10^\circ$ ) と caseD ( $=20^\circ$ ) の 4 パターンについて、基盤傾斜角が異なる盛土モデルを作成した。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<sup>4)</sup>。

(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。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<sup>4)</sup>。

## 3. 定常地下水位の変動

各 case の盛土内定常地下水位の最大値と谷側法先からの距離との関係を示したのが、図 - 2 である。なお、図 - 2 では盛土の左側半断面しか示していない。

基盤角  $=0^\circ$  の基本パターンである caseA の定常地下水位は、谷側法先から約 1m の間で急激に上昇した後、その後は盛土中央に向かって緩やかに上昇し、盛土中央でピークになることがわかる。

それに比べ、caseB では法先で急激に地下水位が上昇した後、水位は徐々に低下していき、法先からの距離 14.3m までしか定常地下水位が達しない。caseC と D にいたっては、caseB と同様、法先で著しく地下水位は上昇するものの急激な低下がみられ、caseC では 3.8m、caseD では 2.3m までの距離までしか、地下水位が応答していない。

基盤傾斜角が水平 ( $=0^\circ$ ) の場合には、定常地下水位は盛土底面の全面に及ぶが、傾斜角が大きくなるにしたがって、定常地下水位の範囲は谷側法先に偏ってくる。また、定常地下水位の最大値は、傾斜角の増加とともに、小さくなる。

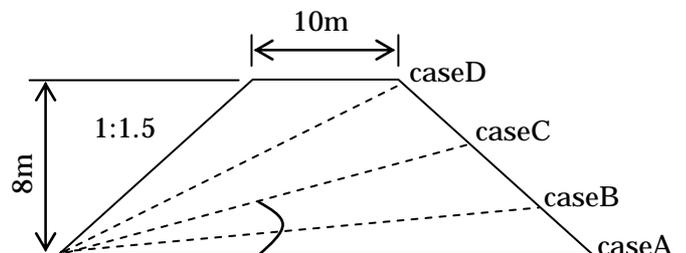


図 - 1 盛土モデル

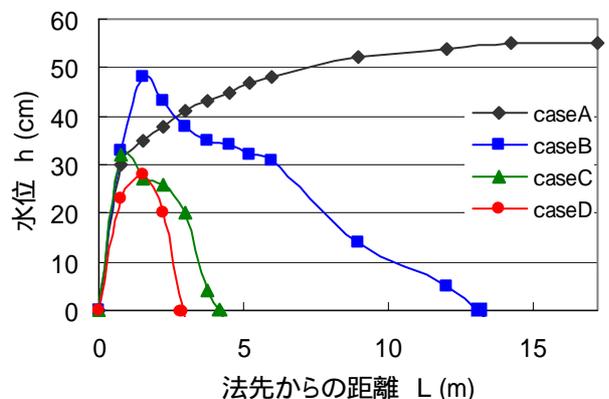


図 - 2 定常地下水位の比較

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、

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

#### 4. 地下水位上昇の時間的变化

基盤傾斜角の違いによる盛土の地下水位の経時変化を図-3に示した。図-3の曲線は、一番下から、それぞれ、降雨開始から60, 120, 180, 480, 780, 1080, 1380, 1680min後の地下水位断面を示している。

caseA ( $\alpha = 0^\circ$ )では、降雨開始から480minまでは盛土中央の地下水位よりも法先近くの法面底部の地下水位の方が高いまま、上昇を続ける。そして、780min後からは、この現象は逆転し、盛土中央の地下水位が法先近くのそれよりも高くなって、法先からなだらかに盛土中央に向かって地下水位は上昇する。

caseB ( $\alpha = 5^\circ$ ), C ( $\alpha = 10^\circ$ )とD ( $\alpha = 20^\circ$ )でも、谷側法面から地下水位の上昇が始まるが、山側斜面ではまだ不飽和状態が続き、およそ180minを過ぎると山側法面の法先近くの地下水位上昇が始まる。そのときには、山側法面と谷川法面のそれぞれ法先近くに地下水位のピークが現れる。そしてこの2つのピークはやがて連結して、平らな地下水面を形成する。

特に、caseD ( $\alpha = 20^\circ$ )は基盤傾斜が大きいので、山側法面が消滅している関係で、地下水位は比較的早く施工基面近くまで上昇する。そのため、780分後からは地下水位の上昇が止まり始めていることがわかる。

したがって、基盤傾斜角は、時間の経過に伴う地下水位断面パターンに大きな影響を及ぼすことがわかった。

#### 5. 地下水位の時間的上昇傾向

谷側の盛土法面1/2地点での地下水位の経時変化を図-4に示した。この位置における地下水位は、基盤傾斜角が小さいほど低い。caseA ( $\alpha = 0^\circ$ ), B ( $\alpha = 5^\circ$ )とC ( $\alpha = 10^\circ$ )の地下水位は時間の経過とともに緩やかに上昇を続ける。

しかし、基盤傾斜角の大きなcaseD ( $\alpha = 20^\circ$ )では、降雨開始時の地下水位も他のcaseと比べて高い上に、500min程度までは急激に上昇し、その後、地下水位はほとんど一定になる傾向を示す。

このことから、基盤傾斜角は、地下水位の経時的な上昇傾向にも大きな影響を及ぼすことが明らかになった。

#### 6. あとがき

傾斜基盤上の盛土の地下水位応答に及ぼす基盤傾斜角の影響について考察した結果、基盤傾斜角は地下水位の盛土断面パターンだけでなく、その上昇速度にも影響を与えることがわかった。次回には、ここで得られた結果を用いて斜面安定解析を行い、傾斜基盤上の盛土の崩壊限界雨量について報告したい。

**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/ -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, -46, 2000. (3)杉山友康, 岡田勝也, 野口達雄, 布川修: 鉄道沿線斜面における降雨災害防止のための危険度抽出・評価手法, 建築総合論文誌, No. 2, 2004. (4)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/ -69, 2004. (5)岡田勝也, 土屋博幸, 小野勇, 杉山友康, 太田直之, 布川修: 崩壊限界雨量評価のための盛土法面の被覆効果に関する基礎解析, 第58回土木学会講演会 部門, 2003. (6)岡田勝也, 土屋博幸, 小野勇, 杉山友康, 太田直之, 布川修: 崩壊限界雨量評価のための盛土法面の被覆効果に関する影響解析, 第59回土木学会講演会 部門, 2004. (7)岡田勝也, 土屋博幸, 小野勇, 杉山友康, 太田直之, 布川修: 鉄道盛土の崩壊限界雨量評価に及ぼす被覆率と遮水率の影響, 第60回土木学会講演会 部門, 2005. (8)岡田勝也, 加藤明, 小野勇, 杉山友康, 太田直之, 布川修: 鉄道盛土の豪雨時安定性評価のための盛土内定常地下水位の比較, 第33回土木学会関東支部技術発表会, 2006 (9)岡田勝也, 加藤明, 小野勇, 杉山友康, 太田直之, 布川修: 豪雨による盛土崩壊に及ぼす被覆工の影響解析, 第61回土木学会講演会 部門, 2006 (10)岡田勝也, 加藤明, 小野勇, 杉山友康, 太田直之, 布川修: 盛土の豪雨崩壊に及ぼす施工基面被覆工の影響解析, 第62回土木学会講演会 部門, 2007

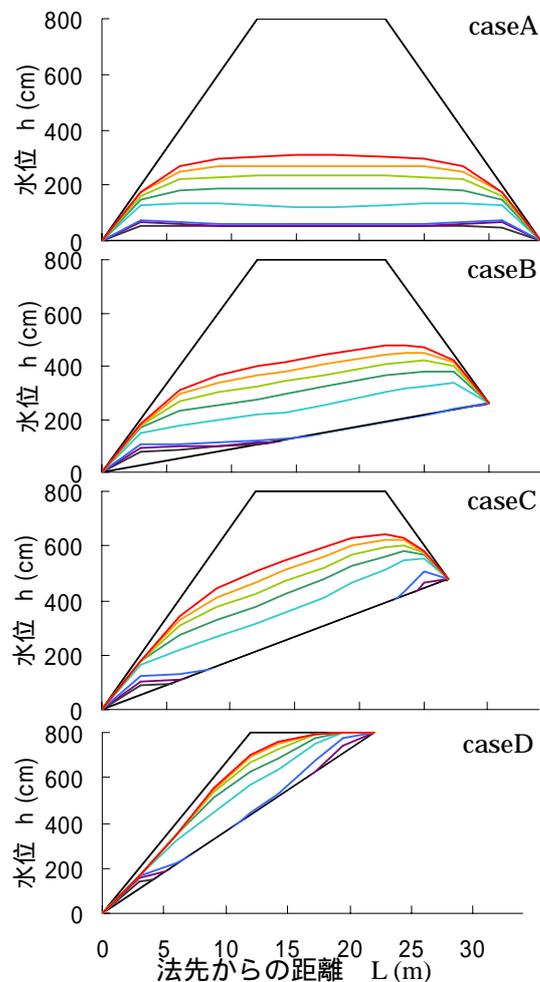


図-3 傾斜基盤の地下水位変化

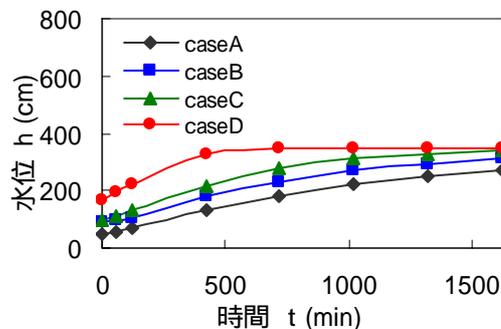


図-4 地下水位の経時変化