

## 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

国土館大学 工学部 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

### 1. まえがき

明治から昭和初期に建設された鉄道構造物のうち、盛土・切土などの斜面構造物は豪雨などによって過去に度々崩壊し、鉄道の安全性を阻害することが多かった。そうした対策の一環として、盛土に法面工を施工して耐雨性を向上させる工法が古くから採用されてきた。その耐雨性を定量的に評価するための限界雨量による危険度評価法の開発<sup>1)~3)</sup>の一環として、盛土法面に被覆工が施工された場合の被覆効果については既に報告した<sup>4)~7)</sup>。ここでは、法面あるいは施工基面に被覆工を施工した時の耐雨性評価の基本となる盛土内初期水位について考察した。

### 2. 限界雨量による斜面の危険度評価法と解析的手法による崩壊安全率の追跡法

(1)限界雨量による斜面の危険度評価法と解析的手法：限界雨量による危険度評価法は、連続雨量  $R$  と時間雨量  $r$  の積値として求まる崩壊限界雨量 ( $R^m r^n$ ) を外的規準とした多変量解析によって求めたものである。この手法をのり面被覆の有る盛土と無い盛土について適用したところ、防護工を施工していない時の限界雨量曲線<sup>1)</sup>と、格子枠工を施工したときの限界雨量曲線<sup>2)</sup>は、十分に実用に耐えることが確認された。

(2)解析的手法による地下水位と崩壊安全率の追跡：上述のような数量化理論にはよらず解析的な手法によって豪雨時の崩壊安全率を追跡し、危険度評価法に反映することも必要である。筆者らは、そうした観点からの実験と解析も進めている<sup>4)~6)</sup>。実降雨に対する盛土内水位の変動解析の結果と実測値の比較、降雨の進行に伴う盛土崩壊安全率の変動解析から、実際の盛土崩壊の挙動をうまく説明できることが判った。

### 3. 被覆パターンの相違による盛土内定常地下水位の変化

これまで盛土法面に被覆工をした場合の解析を行ってきたが、施工基面に被覆工を施工したときの解析を行うための基礎解析として、盛土内定常地下水位について検討する。

(1)盛土条件：盛土高さは鉄道盛土の平均的な高さ 8m とし施工基面幅は複線を対象に 10.0m、のり面勾配は 1 : 1.5 とした。盛土材料は均質とし、土の浸透特性は、過去に崩壊した砂質盛土 19 例の  $p$ - $F$  試験をもとに Books-Corey 法により推定した。

(2)雨量条件：日本の年平均降水量から求めた 13.6mm/day の降雨を 3 日ごとに与えて定常地下水位をまず計算した。これは、**図 1** に示す 1 年間の実降雨に対して、**図 2** に示すような渇水期と多雨期の定常地下水位に関する変動解析から決定した<sup>4)</sup>ものである。

(3)被覆パターン：盛土法面工の被覆形態は、**図 3** のように、盛土被覆のない case A、法尻あるいは法肩から被覆された case B と case C、全面被覆の case D、施工基面幅を被

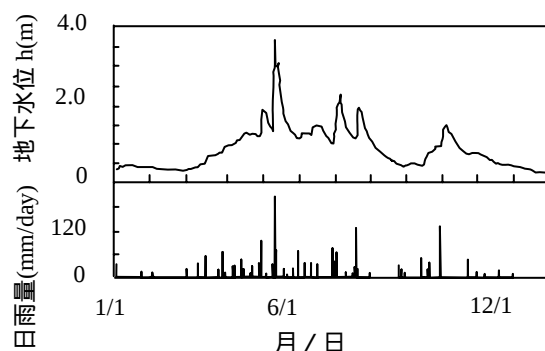


図 - 1 実降雨による地下

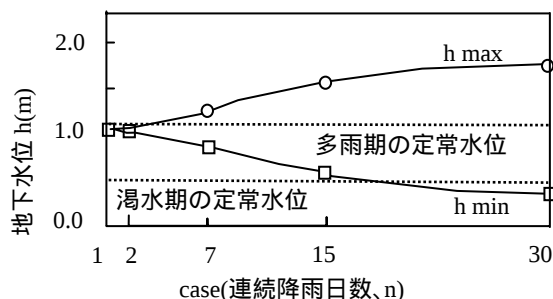


図 - 2 連続降雨日数と最大・最小地下水位の

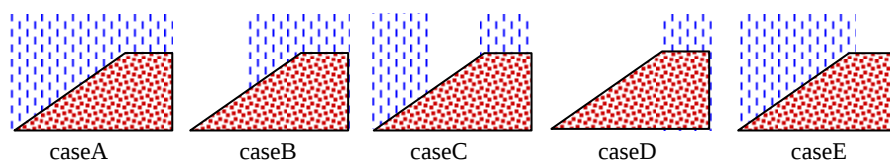


図-3 盛土の被覆パターン

キーワード：定常地下水位、豪雨、斜面崩壊、鉄道盛土、法面工、被覆効果

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

覆したcase E とした。

#### 4. 被覆パターンの相違による盛土内の定常地下水位

(1) 盛土内地下水位の時間的変動：盛土の基本的な被覆パターンである case A に着目し、定常地下水位の経時変化を示したのが、**図4**である。日雨量 13.6mm/h の矩形波に対して、盛土中央直下、法肩直下と法面中央直下の定常地下水位には位相遅れが生じる。この位相遅れは盛土中心部に向かうにしたがって大きくなる。法面中央直下は降雨に連動して早く応答し、盛土中央直下では降り止み後 10 時間程度遅れて水位が最大値となる。

##### (2) 盛土内定常地下水位の最大値の断面分布の比較

それぞれの被覆パターンについて、定常地下水位の最大値を連ねたのが、**図5**である。

これによれば、被覆のない case A の水位が一番高く、法先から緩やかに水位が上昇していくことがわかる。

それに比べて、法面を全面被覆した case D では、地下水位は全体的に低くなっている。法面の上部を被覆したケース C と法面下半分を被覆した case B を比較すると、case B の方が遮水効果に優れていることが判る。これら両者の水位は case A と case D の中間になる。

一方、施工基面を遮水した case E は、法面被覆よりも遮水効果は小さく、地下水位の低下も少ないことが判る。しかし、いずれにせよ、定常地下水位による地下水位変動は、どの被覆パターンでも 50cm 前後であることが明らかになった。

##### (3) 盛土内定常地下水位の振幅差の断面分布の比較

盛土内定常地下水位は、**図4**に示したように、周期的な変動をしている。この周期的変動の差  $\delta$ （最大値と最小値の差）を断面分布として描いたのが**図6**である。

被覆のない case A では盛土のいずれの場所においても  $\delta$  は大きい。他の case においては、被覆された部分直下付近では  $\delta$  は小さくなる傾向を示している。case B では法先からの距離  $L$  がほぼ 6m 以下で、case E では法先からの距離、 $L$  が 10m 以上の区間では、 $\delta$  が低下する。しかしながら、いずれの被覆パターンでも地下水位の周期的変動の差  $\delta$  は小さく、大きくても 4cm 程度であることが明らかになった。

#### 5. あとがき

鉄道盛土を対象として、法面工と施工基面の被覆パターンの変化に対する定常地下水位の検討を行った。この結果、定常地下水位を検討する限りにおいては、被覆パターンの影響は非常に小さいことが明かになった。今後、この成果を考慮して、施工基面を被覆した時の豪雨時の盛土の安定性解析を進めたい。

**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609回土木学会講演会 部門, 2005.

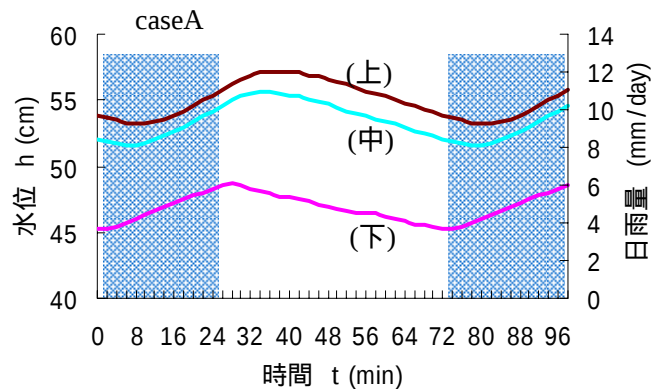


図 - 4 盛土地下水位の変化

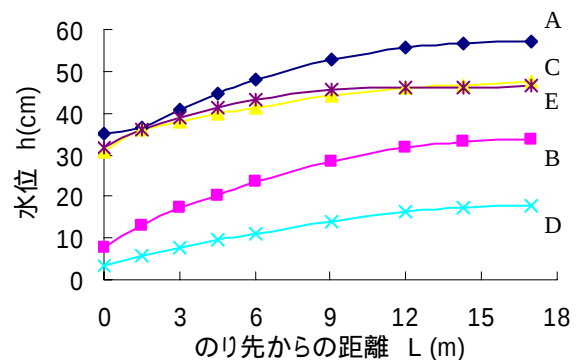


図 - 5 最大値の比較

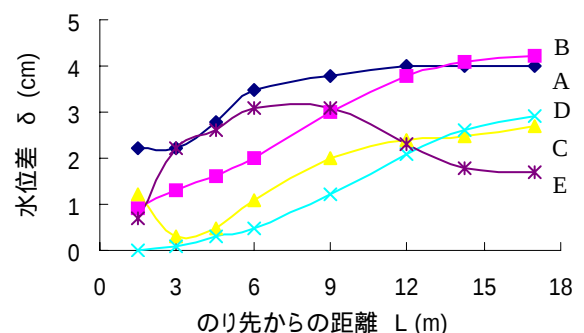


図 - 6 最大値と最小値の差