## 崩壊限界雨量評価のための盛土のり面の被覆効果に関する基礎解析

国士舘大学 工学部 正員 岡田勝也、 学生員 土屋博幸、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

在来線鉄道の多くは明治から昭和初期に建設されたものが多く、その沿線の盛土・切取などの斜面は過去に度々 崩壊し、列車の走行安全性を阻害することが多かった。著者らは、こうした鉄道斜面の降雨による崩壊に対して、 限界雨量による危険度評価手法を開発するとともに降雨時の崩壊シミュレーションについても検討してきた<sup>4)-7)</sup>。

ここでは、盛土のり面の被覆工が崩壊限界雨量に及ぼす影響を検討することを目的として、盛土のり肩からのり 面を被覆したときののり面被覆長さが及ぼす盛土内の水位上昇とそれに伴う崩壊安全率の影響について述べた。

#### 2.限界雨量による斜面の危険度評価法

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<sup>m</sup>r<sup>n</sup>)を外的規 準として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あ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1)と、格子枠工を施工したときの限界雨量曲線2)は、十分に実用 に耐えることが確認された。

# 3.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 解析的なシミュレーションを行って豪 雨時の地下水位上昇の追跡と崩壊安全 率を求め、危険度評価法に反映するこ とももちろん必要である。

そうした観点から、鉄道盛土に着目し て年間を通した盛土内水位の定常時変動 解析4)を行い、それを初期値にして実降

雨に対する盛土内水位の変動解析による結果と実測値の比較を行った5)。その結果、比較的良く水位変動履歴を追 跡できることが判った。さらに、その成果を受けて前線性の豪雨によって実際に崩壊した盛土に不飽和浸透解析と 円弧滑り解析を実行し、降雨の進展に伴う盛土安全率の変化を計算したところ、うまく実際の盛土崩壊を説明でき ることが判った5)。

4.のり面被覆効果に対するシミュレーションのための盛土と被覆のモデル

(1) 盛土条件: 盛土高さは鉄道しては比較的高い12.0mとし、施工基面幅は複線を対象に12.0m、のり面勾配は1: 1.5とした。盛土モデルとしては、均質かつ単純な盛土構造とし、盛土半断面とした。また、土の浸透特性としては、 ・過去に崩壊した鉄道盛土の約70%が砂質土であったので、砂質盛土19例のpF試験をもとに、Books-Corey法により 推定した。計算に用いた水分特性値は表1のようである。

(2) 雨量条件:鉄道盛土において崩壊時間雨量の平均値は30mm/hであったので、これを外力として与える降雨強 度とし、この降雨強度が連続するものとした。

(3) 被覆条件:盛土のり面工の被覆形態は、図1に示すように、盛土被覆のないcaseA、のり尻から被覆された caseB、のり肩から被覆されたcaseC、全面被覆のcaseDが考えられるが、ここでは、のり肩からのり面が被覆さ れるcaseCに着目した。のり長Lに対するのり肩からの被覆長さCの比を被覆率W(%)で表す。

キーワード:豪雨、斜面崩壊、鉄道盛土、のり面工、斜面安定、被覆効果 ·連絡先(154-8515東京都世田谷区世田谷4-28-1,国士舘大学工学部,岡田勝也、Tel & Fax:03-5481-5862)







被覆パターン

# 5.盛土被覆に対する地下水位上昇の経時変化

被覆のないW = 0 (case A) では、降り始めはのり先の 方の水位が盛土中心部より高くなるが、図2に示すように、 時間の経過とともにともにほぼ水平に地下水位が上昇して いく。が大きい場合には、被覆の影響を受けて、降り始 めには盛土中心部の水位の上昇が抑制される。

のり尻からのり長さLの1/4の位置の地下水位の 時間的変化を描いたのが図3である。Wが大きくな るとのり尻付近の水位上昇が始めのうちは抑制され るが、時間の経過とともにW=0の水位上昇線に漸 近していく。

このようにのり面を被覆することによって、特に 降雨開始の時期には、地下水位上昇の速度を抑える ことができる。しかし、のり面のり肩部を被覆した だけでは、その効果は低い。

#### 6.盛土被覆に対する円弧すべり安全率の経時変化

盛土の水位上昇に伴って、円弧すべり安全率は低 下する。図4は安全率 Fsと経過時間 tの関係を描い たものである。

被覆のないW = 0の場合には、地下水位の上昇が 早いので、安全率 Fs の低下は急激である。それに 比べて =1.0の場合には暫くはFsの低下はなく、 その後緩やかに低下していく傾向を示す。

#### 7.被覆率と崩壊雨量の関係の関係

盛土の崩壊を図5の円弧すべり安全率Fs=1.0のと きの被覆雨量で起こると仮定し、それを崩壊雨量Rc とすれば、被覆率WとRcの関係は図5のようになる。

これによれば、Wが40%程度までは、Rcはあまり 大きくならない。しかし、Wがそれ以上になると、ほ ぼWに比例してRcが大きくなる。

したがって、盛土のり面をのり肩から被覆する場合、 被覆率がW < 40%ではあまり効果がないといえる。

#### 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 木学会論文集,664, -46,2000. (3) 杉山友康:降雨時の鉄道斜 面災害防止のための危険度評価手法に関する研究:鉄道総研報 告,S-19,1997.(4) 岡田勝也, 岩崎昭次, 杉山友康, 村石尚: 豪雨 時の盛土の安定解析のための定常地下水位の推定、第34回地盤 工学研究発表会,1999. (5) 岡田勝也,岩崎昭次,杉山友康,村 石尚:鉄道盛土の降雨による斜面崩壊のシミュレーション,第 (6) 岡田勝也, 岩崎昭次, 杉山 35回地盤工学研究発表会,2000. 友康:豪雨時の盛土限界雨量評価のためののり面被覆効果の基 礎解析,第36回地盤工学研究発表会,2001.(7)岡田勝也,岩崎昭 次,杉山友康,小野勇:豪雨時の盛土限界雨量評価のためののり 面被覆効果の基礎解析,第37回地盤工学研究発表会,2002







図3 のり尻から1/4点の地下水位の経時変化

