

盛土の豪雨崩壊に及ぼす施工基面被覆工の影響解析

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

1. まえがき

日本では梅雨時期の長雨や豪雨によって盛土、切土などの斜面構造物は過去に度々崩壊し、構造物の安全性を阻害することが多くあった。このような崩壊が起こらないために、盛土に法面被覆工、施工基面被覆工を施工することなどが行われるが、これらが崩壊防止に及ぼす影響を予測することが重要になってきている。そこで本研究では、施工基面を被覆した鉄道盛土について、降雨の不飽和浸透流解析を考慮した地下水位上昇計算と、それに対する斜面安定解析を実施し、その結果をもとに、降雨に対する被覆工の遮水効果について検討する。

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 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。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、過去に崩壊した砂質盛土 19 例の pF 試験をもとに、Books-Corey 法により推定した。

(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。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⁴⁾。

(3) **被覆条件**：盛土法面工の被覆形態は図 - 1 に示すように、盛土被覆のないものを caseA (遮水率 $w = 0\%$)、施工基面全面が被覆されたものを caseB とした。なお、caseB 被覆工の遮水率 w は 100、80、60、40 と 20% の 5 パターンで行なうことにした。

3. 遮水率が盛土内地下水位断面形状に与える影響

盛土施工基面に施工した被覆工の降雨の遮水率 w が及ぼす盛土内地下水位への影響について検討する。

施工基面を被覆した caseB で、被覆部分の遮水率 w が 20% と 60% の時の盛土地下水位断面を図 - 2 に示した。なお、図 - 2 の地下水位曲線は、下から、定常地下水位、10 時間後、30 時間後と 50 時間後を示す。降雨強度は $r = 30\text{mm/h}$ であるので、遮水率 $w = 20\%$ の被覆部分には降雨が $r = 24\text{mm/h}$ 、遮水率 60% では $r = 12\text{mm/h}$ の降雨が浸透するということになる。遮水された降雨は施工基面端部の排水溝から流下するものと仮定し、盛土法面への浸透は考慮しない。

遮水率 $w = 100\%$ の場合には、施工基面直下の水位上昇は抑制され、平坦な地下水位形状を示す。一方、 $w = 20\%$ の場合には、施工基面被覆工の効果は小さくなり、地下水位は法尻から施工基面中心部に向かって徐々に上昇する傾向を示す。

遮水率 w が 100%、60%、20% と 0% に対して、50 時間後の盛土中央の地下水位は、それぞれ、274mm、345mm、417mm と 440mm である。また、斜面崩壊に大きく関与する法面中央直下の地下水位は、それぞれ、285mm、298mm、312mm と 316mm である。このように、遮水率 w は盛土地下水位形状に大きな影響を与えることが分かる。

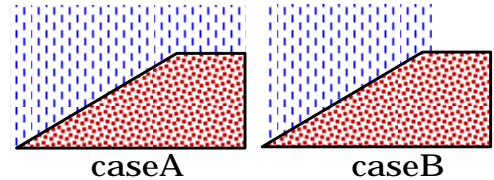


図 - 1 盛土の被覆パターン

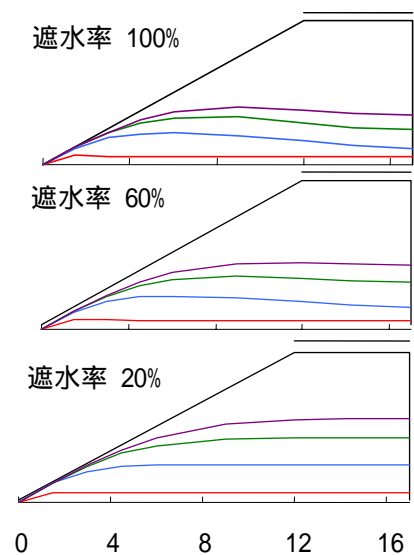


図 - 2 caseB の遮水率の効果

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, 国土館大学理工学部, 岡田勝也, Tel & Fax: 03-5481-5862)

4. 遮水率の違いによる地下水位上昇の時間的变化

遮水率 w の違いによる盛土中央の地下水位の経時変化を図 - 3 に示した。図の一番下の曲線から遮水率 100%、60%、20%、0%を示している。

降雨開始から地下水位は急速に上昇を続けるが、しばらくの間は、遮水率 w にかかわらず、地下水位に大きな差はない。しかし、時間の経過とともに、遮水率 w の影響によって地下水位に大きな差が生じることになるが、 $w = 0\%$ と $w = 20\%$ に対する曲線は上昇傾向がほぼ同じであり、遮水効果があまり見られない。

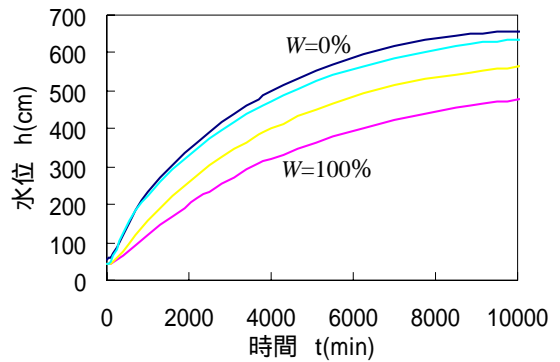


図 - 3 地下水位 h の経時変化

5. 遮水率が崩壊安全率に与える影響

降雨による地下水位上昇に伴う円弧すべり安全率 F_s をフェルニウス法によって求める。盛土の内部摩擦角は $= 35^\circ$ とした。図 - 4 は経過時間 t と安全率 F_s の関係を示したものである。図の一番下の曲線から遮水率 w が 0%、20%、60% と 100% を示している。

安全率 F_s は時間の経過とともに急激に低下する傾向を示すが、2500min を過ぎると低下傾向は鈍化する。しかし、これらの傾向は、遮水率 w が大きい場合には緩やかである。

遮水率 w が小さいほど、安全率 F_s は大きくなるが、経過時間 t が小さい間は、ほとんど安全率 F_s は同じであり、また遮水率 w が 0% と 20% の曲線では大きな差がないことも分かる。

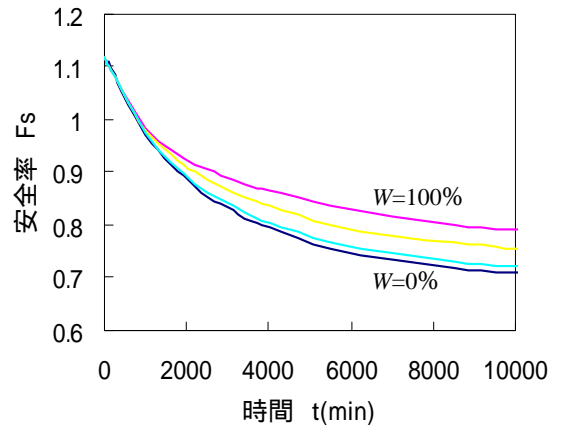


図 - 4 安全率 F_s の経時変化

6. 崩壊限界雨量の比較

円弧すべり安全率 F_s が 1 に到達すると斜面崩壊が起きるものと仮定し、その崩壊までの総雨量を限界雨量 R_c として求め、図 - 5 に示した。

この図から限界雨量 R_c は遮水率 w に影響されることが分かる。その傾向は、遮水率 w が大きくなると、限界雨量 R_c の増分は小さくなる。遮水率 $w = 100\%$ の限界雨量に対して遮水率 $w = 0\%$ のそれは、約 30mm 大きい。

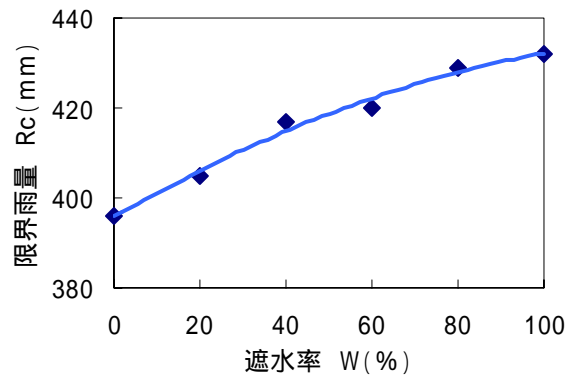


図 - 5 限界雨量 R_c の比較

7. あとがき

盛土施工基面に被覆工を施工した場合としない場合の降雨時の斜面崩壊に与える影響について検討した。その結果、施工基面に被覆工を施工することによって耐雨効果を生じさせることができるとわかった。しかし遮水率の限界雨量に及ぼす影響は、約 7% であることが明らかになった。

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