

Ⅲ-A201

降雨による盛土崩壊に及ぼす簡易格子枠工の耐雨性評価法の検討

J R 東日本 正会員 秋山 保行

J R 九州 正会員 山崎 慎介

鉄道総研 正会員 杉山 友康

国士舘大学 正会員 岡田 勝也

1. まえがき

土構造物は明治以来の鉄道構造物の主流であり、J R 在来線の87%を占める。なかでも盛土は、未熟な建設労働者しか確保できない時代に、災害が発生してもすぐ復旧できるという利点に支えられ、多用されてきた。このような盛土は豪雨によって崩壊することが多かったため、のり面工をはじめとする盛土防護工が施工されてきた。しかし、降雨に対する対策工の効果は十分解明されてはいない。

筆者らは、防護工を有しない盛土の耐雨性を限界雨量という指標によって評価する方法をすでに提案している¹⁾。この限界雨量による評価法を適用して、防護工の一つである格子枠の耐雨性について検討する。

2. 限界雨量による盛土の評価法

鉄道盛土の降雨による危険度評価は、連続雨量 R と時間雨量 r の積の0.3乗で表される限界雨量によって判定することができる¹⁾。すなわち、

$$R^{0.3} r^{0.3} = \Sigma (H, S_E, N_C, k, S_B, \theta_B, W_G, T_L, T_H, R_E) + 13.14 \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 H ：盛土高さ、 S_E ：土質、 N_C ：盛土強度、 k ：透水係数、 S_B ：表層地盤地質、 θ_B ：基盤傾斜角、 W_G ：集水地形、 T_L ：縦断形態、 T_H ：横断形態、 R_E ：経験雨量、である。

式(1)の限界雨量曲線は図1の破線のような双曲線で表される。

3. 盛土防護工の耐雨性効果の推定法

格子枠工などの盛土防護工の耐雨性効果は、これらの防護工がない時の盛土の限界雨量（式(1)による $R^{0.3} r^{0.3}$ ）に対して、防護工を施工した盛土がどこまで図1の限界雨量曲線を上げることができるか、によって評価することができる。

すなわち、防護工効果によりアップした限界雨量を $\{R^{0.3} r^{0.3}\}_P$ で表せば、その限界雨量曲線は図1の実線のようになる。ここで、式(1)のアイテムが和で表されていることを考え、防護工の効果も和であるとすれば、その効果 α は、

$$\alpha = \{R^{0.3} r^{0.3}\}_P - R^{0.3} r^{0.3} \quad \dots\dots (2)$$

である。

一方、盛土の被覆効果に関する模型実験で筆者らが用いた耐降雨量比という概念⁵⁾を適用すれば、防護工の効果 β は、

$$\beta = \{R^{0.3} r^{0.3}\}_P / (R^{0.3} r^{0.3}) \quad \dots (3)$$

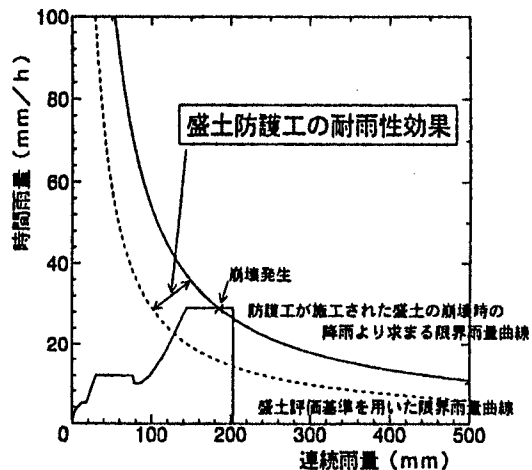


図1 防護工耐雨性効果の概念図

〒151 東京都渋谷区代々木2-2-6 J R 東日本・安全研究所
 〒801 福岡市博多区博多駅中央街1-1 J R 九州・本社施設部
 〒185 国分寺市光町2-8-38 鉄道総研・環境防災事業推進部
 〒154 東京都世田谷区世田谷4-28-1 国士舘大学土木工学科

TEL.03-3372-1173, FAX.03-3370-7912
 TEL.093-332-6621, FAX.093-332-6541
 TEL.0425-73-7265, FAX.0425-73-7398
 TEL.03-5481-3586, FAX.03-5481-3586

で表されることになる。

4. 盛土防護工の耐雨性効果の検討方法

盛土防護工の耐雨性効果の検討方法には、
 (1) 格子砕工を施工した盛土が降雨で崩壊した事例に対して、限界雨量 $\{R^{0.3}r^{0.3}\}_P$ を直接求めて、式(1) などから格子砕工の効果を求める方法、(2) 格子砕工を施工した盛土の建設後から現在までの降雨に耐え得た降雨量を求めて、間接的に式(1) などから効果を求める方法、がある。

(1) の手法については、防護工盛土が崩壊した事例は非常に少なく、直接的な手法であるが、多くのデータを期待できない。

筆者らがケーススタディとして既に報告した3例²⁾³⁾⁴⁾はこれに相当する。この3例について、式(1)の右辺のアイテムにより求めた防護工がないと仮定した時の限界雨量の評価値 $(R^{0.3}r^{0.3})$ と崩壊時の降雨量から求めた防護工盛土の限界雨量 $\{R^{0.3}r^{0.3}\}_P$ の両者から、防護工効果 α と β を求めると、 $\alpha \approx 2.2 \sim 4.5$ 、 $\beta \approx 1.2 \sim 1.3$ が得られる。

一方、式(1)は統計的に算出されたもの

であり、バラツキを有する¹⁾。これに対する実測値と評価値の差である残差の頻度分布は図2のようであるが、これと α の関係を図示すると図2の●印のようになる。残差の標準偏差 $\sigma = 1.73$ から考えると、 α は防護工のない時の残差の母集団からはずれており、防護工の効果があると考えても良さそうである。

(2) の手法については、降雨によって崩壊した無防護盛土を簡易格子砕工で復旧した健全な盛土事例に適用できる。無防護盛土が降雨によって崩壊したときの限界降雨量は式(1)の $(R^{0.3}r^{0.3})$ で求められるが、その復旧後は現在まで健全であるので、直接的に限界雨量 $\{R^{0.3}r^{0.3}\}_P$ を算定することはできない。

そこで、復旧工事で降から現在までの間に受けた降雨履歴のうち、 $R^{0.3}r^{0.3}$ が最大となるものを $\{R^{0.3}r^{0.3}\}_P$ の下限値とし、防護盛土はそれ以上の降雨で崩壊すると仮定する方法である。

前述の3つの事例に対して、崩壊現場近傍のアメダスにより1976年以降から崩壊するまでの間の年最大値 $\{R^{0.3}r^{0.3}\}_Y$ を求め、これを大きい順に描くと図3のようになる。この図から、崩壊年に相当する $\{R^{0.3}r^{0.3}\}_Y$ ($y=0$) とこれに続く第2位の降雨量(未崩壊時の $\{R^{0.3}r^{0.3}\}_Y$, $y=1$)との差はそれほど大きくないことがわかる。したがって、この事例が示す限りでは、経過年数が多い場合には防護工の限界降雨量 $\{R^{0.3}r^{0.3}\}_P$ の近似値として、既往の年最大値 $\{R^{0.3}r^{0.3}\}_{MAX}$ の最大値を適用してもよいことがわかる。

今後はこの仮定をもとに盛土の防護工効果の近似値を推定していくことにする。

(参考文献)

- (1) 岡田, 杉山, 野口, 村石: 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, No. 448, 土木学会論文集, 1992.
- (2) 秋山, 杉山, 村石, 岡田, 山崎: 簡易格子砕工を施工した盛土の降雨安定性に関するケーススタディ, 第31回地盤工学研究発表会, 1996.
- (3) 秋山, 杉山, 村石, 岡田: プレキャスト格子砕工を施工した鉄道盛土の耐降雨性に関する一考察, 第50回土木学会年次学術講演会, 1996.
- (4) 秋山, 杉山, 岡田: 崩壊時の降雨からみた盛土のり面防護工の耐降雨性に関する一考察, 第32回地盤工学研究発表会, 1997.
- (5) 岡田, 野口, 村石, 池内, 垣尾: 盛土斜面の被覆効果に関する降雨模型実験, 第25回土質工学研究発表会, 1990.

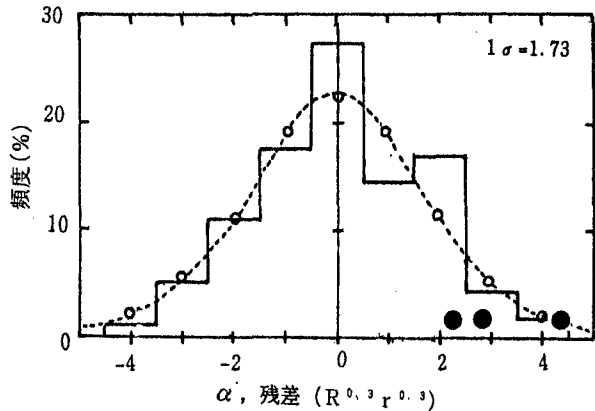


図2 残差の頻度分布

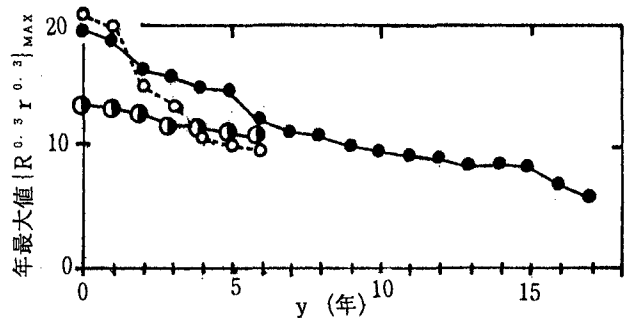


図3 $\{R^{0.3}r^{0.3}\}_Y$ の分布