

樹木による緑化が降雨に対する盛土のり面の安定性に与える影響に関する一考察

ハザマ 正会員 今井 久, 中島 聡, 池田 穣

1. はじめに

斜面工では, 環境的配慮からモルタル吹きつけなど人工材料による斜面工に代わり, 樹木による緑化工に移行する傾向にある. 緑化の効果を工学的に評価することは環境技術の普及に不可欠である. 本報では, 樹木による緑化の工学的評価として樹木の降雨遮断効果が盛土のり面の安定性に与える影響について試算した.

2. 樹木による降雨遮断効果

樹冠による降雨遮断効果を確認するため1本の樹木周辺に雨量計3個(R1,R2,R3), テンシオメータ5個設置(S1,S2,S3,D1,D2)した(図-1). 対象とした樹木はハザマ技術研究所(茨城県つくば市)構内の植樹帯にあるシラカシ(樹高6m, 胸高直径30cm)で, 4m間隔で植えられている. 雨量計は幹から離れるようR1からR3へと設置している. また, 樹木から離れた箇所に雨量計1個設置し, 樹木の影響のない雨量も計測した. 雨量計はR1からR3へと順に幹から離れるよう設置している. まだ豪雨に対する計測データは取得していないが, 今までに得られた13の降雨イベントにおける雨量を図-2に示す. 降水量と樹冠通過率(樹冠の影響のない雨量に対する比率)の関係を図-3に示す.



図-1 計測地点

図-2 から R1,R2,R3 の順で降水量が多く, 樹冠通過率が大きい傾向が認められる. これは樹冠の厚さの影響と考えられる. 図-3 からは降水量と樹冠通過率との相関性はほとんどなく, このデータからは降雨量の関係なく樹冠通過率はおよそ 60%程度と考えられる.

3. 降雨遮断効果を考慮した盛土斜面の安定性評価

樹木による降雨遮断効果の影響を仮想盛土斜面(図-4, 盛土地盤はローム質土を想定, 高さ 5m, 法面勾配 1:1.5, 間隙率 0.6, 土粒子密度 2.65, 透水係数 $1e-4\text{cm/s}$, 鉛直 2 次元断面で検討)において浸透流解析と円弧すべり解析により試算した.

浸透流解析は, 平均的な樹木の影響として定常解析により通常想定される地盤内の水頭分布への影響を評価し, 引き続き 12 時間継続する 100 年確率降雨 (20mm/hr, 関東での平均的値¹⁾)に伴う地盤内の地下水, 水分分布・密度分布への影響を評価した.

斜面安定解析は浸透流解析から得られる飽和度分布から密度分布 ($1.45\text{Mg/m}^3, 1.55\text{Mg/m}^3, 1.65\text{Mg/m}^3$ の 3 段階に区分) を算定, この密度分布をもとに盛土斜面の円弧すべりによる最小安全率を算定した. 粘着力, 内部摩擦角は鉄道構造物等設計標準・同解説 土構造物²⁾を参考に設定(表-1)した. 解析は常時, 地震



図-2 降雨イベントにおける各地点の降水量

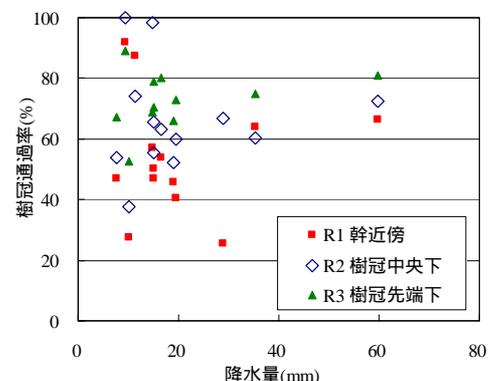


図-3 降水量と樹冠通過率の関係

キーワード 斜面安定, 樹木緑化, 降雨

連絡先 〒305-0822 茨城県つくば市苅間 515-1 (株)間組技術・環境本部 技術研究第一部 TEL 029-858-8813

時(震度 0.15)で実施した。円弧すべり解析の一例を図-5に示す。円弧すべり解析の結果として降雨経過に伴う最小安全率を図-6に示す。樹木の効果を考慮するとおよそ20%安全率が向上する。この解析では樹木の効果として初期条件設定時の樹冠遮断,蒸散効果,非定常過程では樹冠遮断効果だけを考慮した。

円弧すべりによる斜面安定計算結果として図-6に降雨継続時間と最小安全率の関係を示す。最小安全率は降雨継続に伴い低下する。安全率低下の程度は樹木のない場合のほうが大きく,樹木のある場合には降雨に対する抵抗性を有することが確認される。図-6からは樹木の有無による最小安全率の差は降雨経過4時間で0.35(=2.05 - 1.7)と最も大きく,樹木の有る場合平均して約20%最小安全率が高い。

4. おわりに

樹冠の降雨遮断効果に着目し盛土斜面安定性への影響について,現地計測と解析により,従来実施されることの少なかった樹木による緑化の効果を工学的に評価することを試みた。この結果,樹木を植えることは降雨を遮断するという効果より地盤内の水分を抑制し間隙水圧を低下する役割を果たすことが確認された。また,この作用により豪雨に際しても盛土斜面の安定性を増す効果があり,ここで実施したケースでは安全率として約20%増加することが示された。このことは,斜面などへの樹木による緑化工により豪雨への許容量(判定基準値)を緩和できる可能性のあることを示唆しており,樹木が防災対策技術として利用できる可能性も示唆された。

今回の評価は降雨計測から得られた降雨通過率をもとに,主に樹木の有効な効果を中心に検討した。気象条件,樹木の種類などにより結果が変動することも想定され,樹木を植えることが斜面を不安定にする可能性に関しても今後評価しておく必要もあると考える。

【参考文献】

- 1) (独)土木研究所: 水工研究グループアメダス降雨確率解析プログラム
<http://www.pwri.go.jp/jpn/seika/amedas/top.htm>
- 2) 鉄道総合技術研究所編: 鉄道構造物等設計標準・同解説 土構造物, 丸善, 2007

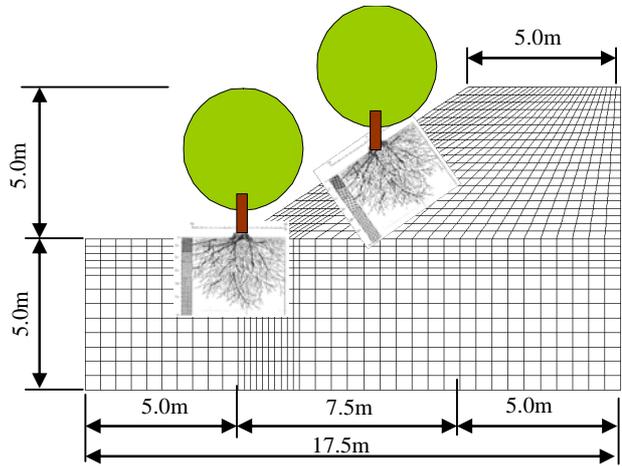


図-4 仮想盛土斜面

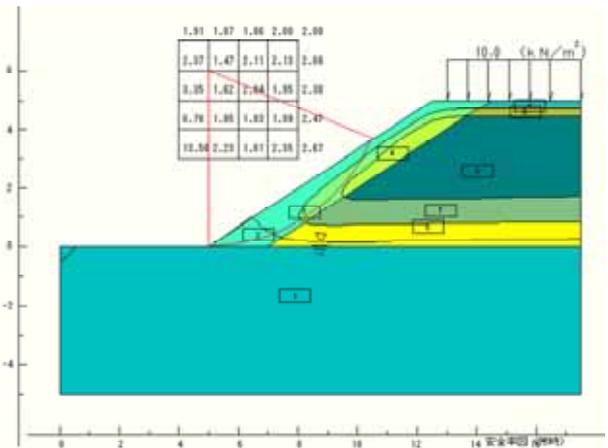


図-5 降雨が8時間継続した時点での降雨浸透を反映した密度分布と円弧すべり解析結果

表-1 円弧すべり解析のパラメータ

パラメータ	単位	盛土表層			盛土内部			基礎地盤
密度	[Mg/m ³]	1.45	1.55	1.65	1.45	1.55	1.65	1.80
粘着力	[kN/m ²]	10.0	5.0	5.0	20.0	10.0	10.0	40.0
内部摩擦角	[DEG]	20	20	20	25	25	25	30

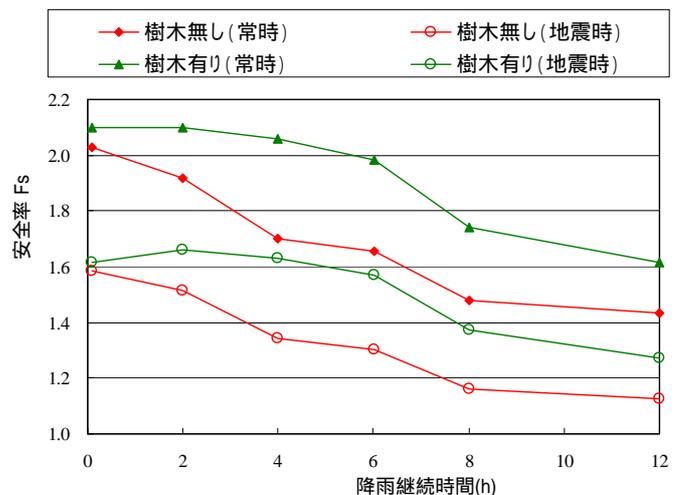


図-6 降雨経過に伴う最小安全率