

1. はじめに

のり面植生工の目的は、表層土の浸食防止であると設計上位置づけられている。しかしながら、この浸食防止についての定量的な適用限界に関する指標は現在のところ明確にされておらず、一方で、その経済性と施工性の利点からのり面改良の工種として植生工を採用することが多い。

植生工に期待されるのり面防護機能、すなわち耐雨性は、浸食防止効果に限られるわけではない。例えば、降雨中の植被による雨滴の遮断や付着は雨水の土中侵入量の減少と延滞を引き起こし、また、植物の蒸散は根系の water-uptake(水抜き)として土壤乾燥を促進し、次降雨に対する雨水浸透の抵抗を備える。これらの効果ものり面植生工においては定性的な要因と認識され、降雨に対して不確定な安全要素として取扱われて、設計及び評価に特に反映されていないのが現状である。

以上を背景に、のり面防護機能としての3つの効果；(a)植被による雨水遮断¹⁾、(b)蒸散による土中水の消失作用²⁾³⁾、(c)植物根系による表層土粒子の拘束、に着目し、屋内実験を中心に検証を行っている。ここでは、(a)と(c)の効果に関する実験結果を報告する。

2. 実験の概要

上述の(a)の効果を確認する散水実験と(c)の効果を確認する浸透崩壊実験をそれぞれ実施した。各実験の概要を以下に示す。

2.1. 散水実験

小型土槽 (l=50cm,w=50cm,d=60cm；図 1)に土試料を締固め、ヤマハギとケンタッキー31 フェスクをそれぞれ地表面に播種育成(期間 8 週及び、10 ヶ月間)した植生槽(YHG, K31F)と裸地の状態を維持した裸地槽(bare)を準備し、散水強度 10~45mm/h にて散水実験を実施した。植生槽の場合には地表面高さにて周囲にダミー植生を設置する。散水実験中、土槽底に重量計を設置することで、小型土槽はウエイイング・ライシメータとしての機能する。

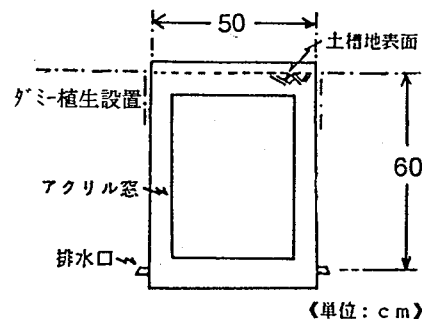


図 1 小型土槽の仕様

2.2. 浸透崩壊実験

稲城砂を用いて模型盛土(盛土高=72cm,奥行=60cm,天端幅=60cm,勾配 1:1.3；図 2)を中型土槽内に構築した。土槽内底面と模型盛土との境界面での摩擦がすべり面形成に影響を及ぼさないように、のり先部に粘土帯を設置している。のり面にケンタッキー31 フェスクを播種後 8 週間育成した植生ケース(case #v)と無被覆の裸地ケース(case #b)について、半断面中心から徐々に背圧をかけて浸透流を生じさせ、上昇した内部水位によって崩壊が生じる実験を実施した。実験中はマンメータによる内部水位の測定を行い、のり肩を切るすべり面が発生した時点で実験終了とした。

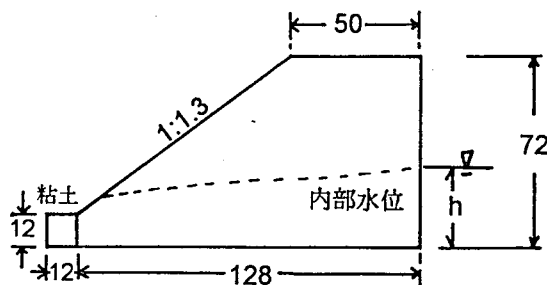


図 2 模型盛土の模式図

表 1 土試料の初期状態

ケース#	ρ_d (g/cm ³)	e	ω (%)	k_s (cm/s)
case #v	1.078	1.45	12.62	2.61×10^{-3}
case #b	1.082	1.45	11.24	5.53×10^{-3}

各ケースの模型盛土から採取した土試料の土質試験結果を表 1 に示す。また、浸透崩壊実験とは別に、使用した稲城砂について三軸

表 2 三軸圧縮試験(CD)結果

ρ_s (g/cm ³)	初期 ρ_s (g/cm ³)	初期 ω (%)	c (Pa)	ϕ (度)
2.645	1.232	12.23	0.0	32.3

圧縮試験(圧密排水条件：CD)を実施した。得られた土の強度定数を表2に示す。

3. 植被による雨水遮断

植生ののり面被覆によって、降雨時に雨水が地表面に到達せずに対象外地へ持ち去られることを雨水遮断(雨滴飛沫損失)という。この遮断によって地表面から土中へ侵入する水フラックスが減少し、湿潤及び飽和域の拡大すなわち、降雨時の不安定化を抑制する。

散水実験の結果を図3に示す。散水強度 35mm/h 付近までは、被度 100%のヤマハギ(YHG)及びケンタッキー31フェスク(K31F)による遮断損失強度は共に増加し、35mm/h を超えると誤差損失(図3中の×プロット)が発生すると共に、損失強度はばらつき始める。すなわち、散水強度 35mm/h を超える部分については、×プロットの誤差損失を除いた損失強度が、植被による遮断損失強度と捉えられる。散水強度や植物の形態により変化しながらも、約 4~15%の降雨が遮断損失として消失することが確認される。

4. 根系による土粒子拘束

のり面を植生が覆う場合、その根系ネットにより根域層の土粒子が拘束を受け、過飽和による土粒子の流動を抑制する。これにより、のり面崩壊に対抗する土の有するせん断強さに擬似的な強度成分が付加されることが確認されている⁴⁾。

背圧により内部水位を上昇させて過飽和状態を引き起こし、土粒子の流動によって促進されるのり面崩壊を模擬した浸透崩壊実験から、裸地ののり面と植生ののり面におけるのり肩部崩壊時の内部水位分布が図4に示すように得られた。この結果を導入した盛土モデルにて、極限平衡法の簡易ヤンプ法による安定解析を行い、せん断強さを示す強度定数の逆解析を試みる。このときすべり面の形状は、実験観測結果を反映させて、のり肩部からのり先部を切る深さ 15~20cm の円弧状に設定する。すべり面の深さが比較的浅いことから、拘束圧に無関係である強度定数の粘着力(c)が、植生根系によって擬似的に増加されると設定し、内部摩擦角(ϕ)は三軸圧縮試験から得られた 32.2° に固定する。

逆解析の結果、裸地ののり面では $c=128.3\text{Pa}$ が得られたのに対して、植生ののり面では $c=222.8\text{Pa}$ となり、植生の根系による擬似粘着力の増加が認められた。

5. まとめ

のり面防護機能の3つの効果：(a)(b)(c)について、実験を中心とした検証を行った結果、(a) 植被により約 4~15%の降雨が遮断損失として消失すること、(c) 若年生草本植物の根系においても擬似粘着力の増加(約 100Pa)が認められること、といった耐雨性の向上を示す評価を得ることができた。また、(b) の蒸散による土中水の消失作用に関しても、耐雨性向上の定量的評価が得られている³⁾。これら個別の効果を複合的に捉えることが今後の課題となる。

[参考文献] 1)外狩ら：のり面植生工における降雨時の土中水分挙動に関する基礎実験，平成7年度砂防研究発表概要集，1995。2)外狩ら：植生工の土中水分に及ぼす影響に関する基礎実験，平成8年度砂防研究発表概要集，1996。3)外狩ら：植生工の water-uptake 効果に関する実験的研究，第32回地盤工学会研究発表会講演集，1997。4)例えば、小橋：斜面安定に及ぼす根系の影響についての最近の知見，緑化工技術，第10巻，第1号，1983。

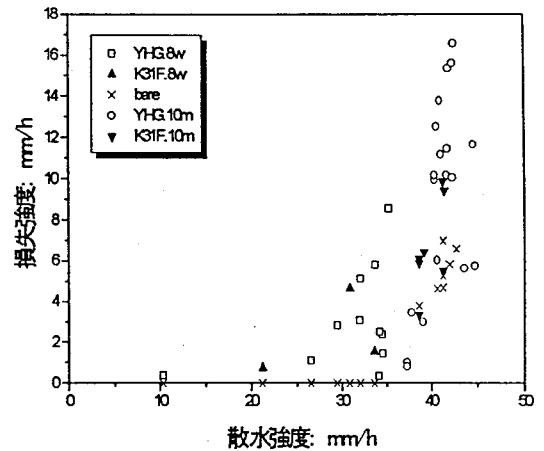


図3 遮断損失強度と散水強度との関係

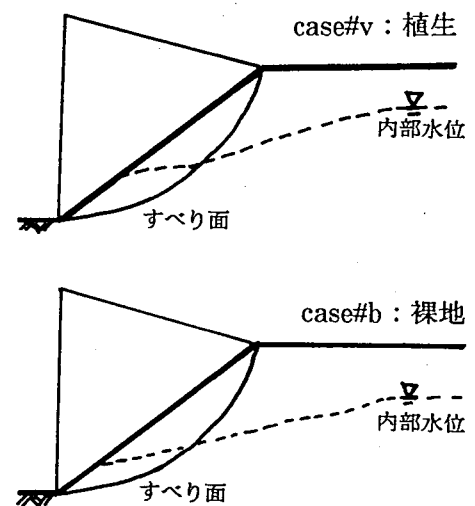


図4 崩壊時の内部水位分布