

JR 東日本 ○外狩麻子
 鉄道総研 杉山友康
 JR 東海 山田英機 山名修一

1. はじめに

のり面植生工は、表層土の浸食防止を設計上の主目的として、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採用されることが多い。こののり面植生工の降雨に対する耐性（すなわち、耐雨性）には、(a)のり面表面流による浸食防止、(b)植生根系の土粒子拘束による土の擬似的せん断強さの増加、(c)植被による雨水遮断、(d)植生の蒸発散による土中水消失(土壌乾燥)、の主に4項目が挙げられる¹⁾。このうち、(b)²⁾ (c)³⁾及び(d)⁴⁾についてはそれぞれ植生を用いた崩壊実験及び散水実験を実施し既に報告している。

これらの実験の実施目的は、植生工でのり面に導入された植生による耐雨性効果とその適用範囲を把握し、植生工の有効性を明確にすることである。そのためには、限定された条件下で得られた実験的成果が実際の現地に対して過剰あるいは過小となる危険性を回避し、適切な定量的評価を行えるよう考慮する必要がある。そこで、実際の植生工施工現地における追跡調査を行い、調査データと実験上の諸条件との比較を通じて、現地に適用する処置方法の設定を試みている⁵⁾。

ここでは、既に報告している遮断効果(上記 c)に関する適用方法⁵⁾と同様のコンセプトに基づき、植生の蒸散効果(上記 d)に関する適用方法を提案し、現地調査データに基づく試算結果を報告する。

2. フィルタ・ファクターの設定

これまでに実施してきた植生の耐雨性に関する散水及び崩壊実験は、結果に対照性を持たせ、成果の派生因を明確にするため、単一種の植生を意図的に用いて実施している。一方、現地では、植生が数種の植物種で構成される植物群落の形態を呈し、また、施工からの経過時間や季節的要因によっても植生の状況は変化する。そこで、実験結果を現地に適用するにあたっては、それぞれの現地の状況を加味した、ある種のフィルタ-を介して投入する必要があり、ここで、フィルタ・ファクターを設定し現地状況を反映させる方法を提案する。

実験での諸条件・状況を 100%とし、それに対して現地はどの程度の比率で条件を満たすのか、あるいは状況であるのかという比較係数を、現地調査結果を基に設定して、関連する比較係数からフィルタ・ファクターを算出する。

植生の蒸散効果(ET 効果)とは、無降雨期に植生の蒸散作用によって *water-uptake* が生じ、土壌乾燥が促進されることによって、次降雨への耐雨性が向上することをここでは意味する。この ET 効果に関しては、気象条件、植生根系の分布状態及び、植物の水要求度という3つの項目によって主に支配されると考えられる。そこで、この3つの項目に関する比較係数： R を用いて ET 効果に関するフィルタ・ファクターを、

$$f_{ET,i} = R_M R_{RDi} R_{Pi} / F_A \quad (1)$$

$$R_{RDi} = f(R_c, RC_i, R_{VGi}) \quad (2)$$

と設定する。ここで、 $f_{ET,i}$ ：植物タイプ*i*の ET 効果に関するフィルタ・ファクター(無次元)、 R_M ：気象条件に関する比較係数、 R_{RDi} ：根系分布に関する比較係数、 R_{Pi} ：植物による水要求度に関する比較係数、 F_A ：対象地の立地条件による安全率、 R_c ：対象地の植被による被度の比較係数、 RC_i ：植物タイプ*i*の占める植層冠占有率の比較係数、 R_{VGi} ：植物タイプ*i*の植層の状況に関する比較係数である。ET 効果の基本となる蒸散作用による土中水損失は、植物上部体の状況に影響を受けるため、式

表 1 測定項目

① 植物種(植物のタイプ)
② 植被による被度
③ 植層冠占有率
④ 活力度、植層の密度
⑤ 植物の高さ及び直径

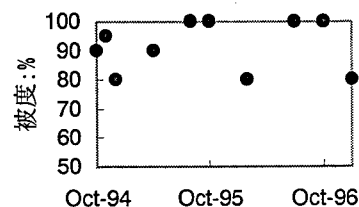


図 1 植被による被度の推移

(2)のように、植被の状況を示す比較係数の関数と考えられる。

蒸発散による土中水損失： $\Delta\theta$ は、既存の土中水分値： ψ_{int} 、深さ： d 、経過時間： t 、植生のタイプと植齢： i に主に依存すると考え、実験で得られた損失値を現地データを基に式(3)より求め、式(1)から算出された植物タイプ毎のフィルタ・ファクターを乗じた総和を、当該時点の対象地での損失量とする。すなわち、

$$\Delta\theta_{ET}(d_{jk}) \times \Delta d_{ijk} = f(\psi_{int}, t, i, d) \quad (3)$$

$$\Delta\theta_{ET}(d_{jk}) \times d_{jk} = \sum f_{ET,i} \Delta\theta_{ET}(d) \times \Delta d_{ijk} \quad (4)$$

となる。ここで、 $\Delta\theta_{ET}$ ：植物タイプ i の損失量の実験値、 Δd_{ijk} ：植物タイプ i の対象としている深さ $j \sim k$ (cm)、 $\Delta\theta_{ET}$ ：当該時点の対象地での損失量、 Δd_{jk} ：対象としている深さ $j \sim k$ (cm)、となる。

3. 追跡調査の概要と測定結果

東海地方の鉄道盛土にのり面植生工を施工した箇所を調査対象地として採用した。現地調査での測定項目を表1に示す。運行中の鉄道沿線盛土のり面のため、測定項目として主にのり面表層の植生の状況のみを測定するという制限が生じている。すなわち、上記2.で提案したような土中の植生根系の分布状況を調査によって把握することは困難であり、また本方法が体系化して実用するに当たってもこの制限を回避することは難しい。そこで、式(2)を活用することとなる。

1994年10月から1997年1月までの追跡調査の結果を図1～3に示す。図1には対象地全体での植物による被度の推移を示す。観測された植物種をイネ型と非イネ型の2つのタイプに分類し、それぞれのタイプでの植層冠占有率を図2及び図3に示す。

4. ET効果に関する現地適用の試算結果

現地調査データの制約により定まらない比較係数については、全て、実験実施条件と同一と仮定して、フィルタ・ファクターを算出した(表2)。また、実験結果より算出した($\Delta\theta_{ET} \times \Delta d_{ijk}$)値を表3示す。これにより降雨停止

から2.7・5.7・14.7日後のET損失値が得られ、表2のフィルタ・ファクターと共に式4に導入して、各観測時点での現地におけるET効果の試算結果が、表4のように得られた。

5. おわりに

植被による耐雨性効果の1つであるET効果について、現地適用の処置方法としてフィルタ・ファクターの設定を行い、現地調査データ・実験データを使用しET効果に関する現地適用の試算を行った。既に報告している植生の遮断効果に関するフィルタ・ファクターと合わせ、他の効果についても処置方法を検討する。また、現地データを補足する意味からも、諸解析方法を導入して、植生工の耐雨性効果についての定量的評価を体系的に実施できるよう整理と検討を行う予定である。

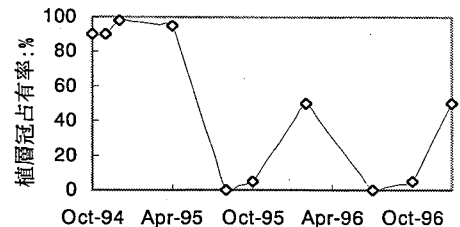


図2 植層冠占有率の推移(イネ型)

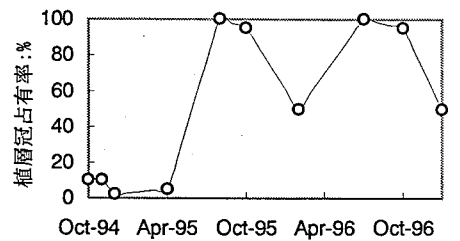


図3 植層冠占有率の推移(非イネ型)

表2 ET効果に関する諸係数

		イネ型	非イネ型
1994年 11月	R_c	0.95	
	R_{Ci}	0.85	0.15
	$f_{ET,i}$	0.8075	0.1425
1995年 10月	R_c	1.00	
	R_{Ci}	0.75	0.25
	$f_{ET,i}$	0.7500	0.2500
1996年 10月	R_c	1.00	
	R_{Ci}	0.25	0.75
	$f_{ET,i}$	0.2500	0.7500

表3 ET損失に関する実験結果

	2.7日後	5.7日後	14.7日後
イネ型	0.010	0.252	0.481
非イネ型	0.484	1.101	2.292

表4 適用例の結果

		1994年11月		1995年10月		1997年1月	
フィルタ・ファクター	イネ型	0.8075		0.7500		0.2500	
	非イネ型	0.1425		0.2500		0.7500	
ET効果による 土中水損失	2.7-day	0.08	2.7-day	0.13	2.7-day	0.36	
		14.7-day	0.72	14.7-day	0.93	14.7-day	1.84

[文献] 1) Gray, D., H., and Leiser, A., T.: Biotechnical slope protection and erosion control, van Nostrand Reinhold co., 1982, 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：のり面植生工の耐雨性に関する実験的検証，平成9年度砂防研究発表概要集，1997. 4)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. 5)外狩ら：のり面植生工の追跡調査と現地適用に関する試案，J-Rail 概要集，1996.