

2 - 8 . 植生基材吹付工

2-8-1 . 植生基材の使用材料

- (1) 植生基材吹付工の材料は、分析試験等で品質が証明されているものを使用するものとする。
- (2) 法面緑化において在来木本植物の導入に使用する植生基材吹付工の材料は、客土を含まない有機質系基盤材を標準とする。

【解説】

(1)材料の特性と品質証明

植物の生育基盤となる材料は、以下の特性を備えている必要がある。

主構成種の発芽・生育に適していること

- 1)強酸性・強アルカリ等の障害がないこと(化学的)
- 2)在来木本種子の発芽・生育を阻害する草本類の埋土種子が少ないこと(生物的)
- 3)硬度が適切な範囲(10~25mm)で、根系の発達に障害のないこと(物理性)

耐侵食性に優れていること

肥料や土壌改良材等が混和されている場合は、導入植物の生育に適していること

市販されている植生基材吹付工の生育基盤材に関しては、一般に品質保証のある優良な材料が使用されていることから、概ね上記の特性に関しては問題はないと判断される。

(2)有機質系基盤材の使用による草本類埋土種子の回避

在来木本植物の導入に当たっては、「草本類の埋土種子が少ない」ことが重要な条件である。一般に、植生基材吹付工の工法の種類による使用材料と埋土種子の関係は表 2-8-1 の通りである。従って、在来木本植物の導入に使用する植生基材吹付工は、客土を含まない有機質系基盤材を設定する。

表 2-8-1 植生基材吹付工と草本類埋土種子

	基盤材の種類・概要	草本類埋土種子の混入率
有機質系基盤材	有機質資材 + 客土 + 無機質資材等	高い
	有機質資材 + 無機質資材等	低い
無機質系基盤材	砂質土 + 有機質資材、または無機質資材等	高い
		高い

出典：建設省土木研究所資料

2-8-2 . 吹付厚

植生基材吹付工の生育基盤の吹付厚は、緑化対象法面に関する次の4つの要素（条件）から得られるそれぞれの吹付厚を求め、その最大吹付厚について経済性も考慮の上、評価・設定する。

- (1) 地山の状態
- (2) 降水量
- (3) 法面勾配
- (4) 導入植物

【解説】

(1)地山の状態からの検討

植物の根系が土中で伸びるためには、土中に連続した間隙があるか、または根の伸長圧が山中式土壌硬度計による土壌硬度指数で27mm程度より小さいことが必要である。しかし、粘性土では間隙が極めて少なく、酸素の流通が不良になることから、硬度指数23mm程度でも根系の伸長が妨げられる。

表 2-8-2 に土壌硬度と植物の生育の関係を示す。

表 2-8-2 土壌硬度と植物の生育の関係

基盤の硬度	植物の生育状態
10mm 未満	乾燥のため発芽不良になる。 安息角より急な勾配となると崩れやすくなる。
粘性土 10～23mm 砂質土 10～27mm	根系の伸長は良好となる。 樹木の植栽にも適する。
粘性土 23～30mm 砂質土 27～30mm	木本類の一部のものを除いて、根系の伸長が妨げられる。
30mm 以上	根系の伸長はほとんど不可能。
軟岩・硬岩	岩に亀裂がある場合には、木本類の根系の伸長は可能である。

注) 基盤の硬度は山中式土壌硬度計による。

出典：社団法人日本道路協会、平成11年3月、道路土工 - のり面工・斜面安定工指針

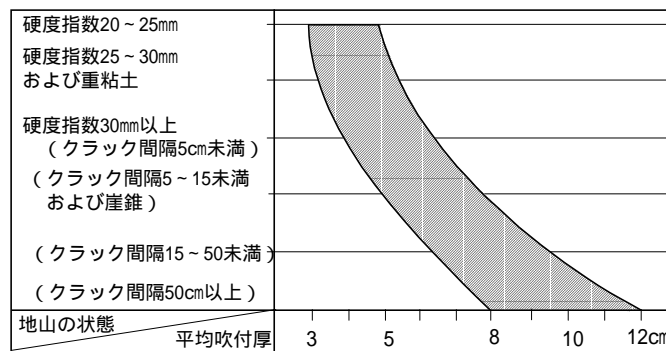
一方、岩盤の場合はクラックの多少や風化の進み具合などにより根の伸長が左右される。従って、これらの根が伸長できるスペースが地山にどの程度存在するかによって、造成する生育基盤の厚さが決まることになる。吹付厚の設定にあたっては、地山の土壌硬度やクラックの状態を調査する必要がある。

参考として、各土質に対する生育基盤の最小必要吹付厚の目安を図 2-8-1 に、また地山の状態に対する日本岩盤緑化工協会の平均吹付厚の目安を図 2-8-2 にそれぞれ示す。

なお、節理のない硬岩の一枚岩やモルタル吹付面などの緑化を行う場合には、植物の根系の伸長領域を確保することから最低 10cm 厚の生育基盤が必要である。

土壌硬度 (土研式)	1	5	10	20	30	(Nc)
(山中式)	10	25	30	35	40	(mm)
	砂地 軟弱地	普通土	硬質土	強風化岩 石礫地	軟岩 強風化岩	硬岩
生育性	生育不良	生育良好	生育不良		生育困難	
必要吹付厚	0.5~2cm	0.5~1cm	1~3cm	3~5cm	4~6cm	7cm以上

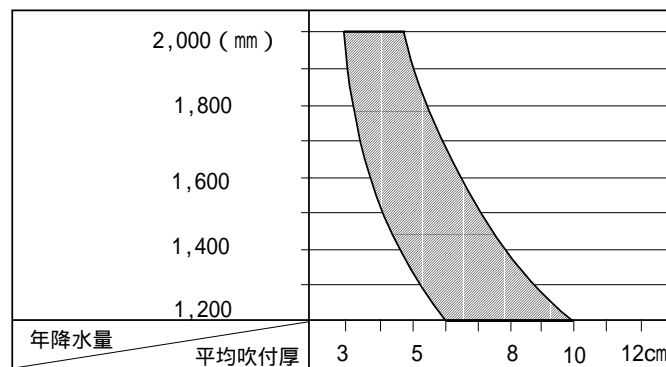
出典：(社)農業土木事業協会、平成5年、自然環境を再生する緑の設計
 図 2-8-1 土質に対する生育基盤の最小必要吹付厚の目安(参考)



出典：(社)日本岩盤緑化工協会、1992、有機質系岩盤緑化工法技術資料
 図 2-8-2 地山の状態と平均吹付厚の目安(参考)

(2)降水量からの検討

植物の枯死は水分条件に起因することが多く、特に降水量に左右されることが多い。法面は水分条件が悪いため、造成する生育基盤の含水量、水分供給量など水分の確保に注意を払う必要がある。吹付厚の設定にあたっては、水分条件に大きく関与する降水量を基準として検討を行う。図 2-8-3 に年降水量と平均吹付厚の目安を示す。

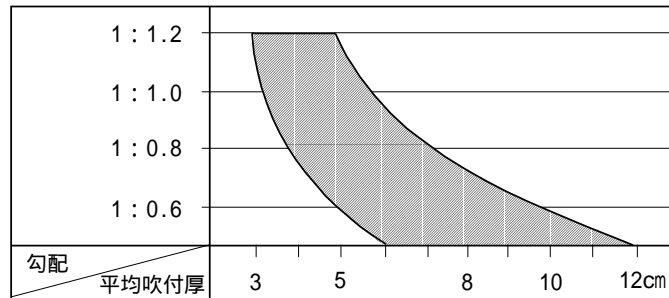


出典：(社)日本岩盤緑化工協会、1992、有機質系岩盤緑化工法技術資料
 図 2-8-3 年降水量と平均吹付厚の目安(参考)

(3)法面勾配からの検討

法面の勾配が急になるに従って、法面単位面積当たりの降水量は減少し、表流水となって流去しやすくなり、従って生育基盤に貯留されにくくなるため、植物の発芽・生育は不良になる。なお、60度（1：0.6）より急勾配な法面では、生育基盤を過度に厚く造ると崩落の危険性が増加するため好ましくなく、適切な緑化基礎工が必要となる。

勾配と平均吹付厚の目安を図2-8-4に示す。



出典：(社)日本岩盤緑化工協会、1992、有機質系岩盤緑化工法技術資料
 図2-8-4 勾配と平均吹付厚の目安（参考）

(4)導入植物からの検討

植物は種類によって肥料要求度が異なる。先駆植物と極盛相を構成する植物とでは、自然界における生育条件、生育環境が異なることから、使用植物によって吹付厚を検討する必要がある。一般に、極盛相を構成する植物（常緑広葉樹など）を導入する場合には、自然界では長い植生遷移過程を経た厚い肥沃な土層上に生育する樹種であることから、一般の樹種より厚い生育基盤を造る必要がある。常緑樹等の大粒種子を使用する場合には、最低5cm以上の生育基盤を確保する必要がある。

表2-8-3に使用植物の種類と発芽生育に必要な吹付厚を示す。

表2-8-3 使用植物の種類と吹付厚

使用植物	必要吹付厚	備考
先駆植物	3cm以上	
極盛相構成植物	5cm以上	常緑樹等の大粒種子の植物

【参考】吹付厚検討例

下記の例（表2-8-4）では、切土法面の地山が「土砂」、「軟岩」に分類されるため、土砂部では土壌硬度から設定される吹付厚（図2-8-2）、軟岩部では図2-8-1を参考としてそれぞれ目安と考えられる吹付厚を設定している。

表2-8-4 各検討要素の吹付厚の目安（例：参考）

検討要素	現況・計画	吹付厚(cm)	備考
(1)地山の状態 土壌硬度(mm) / クラック間隔(cm)	土砂：硬度 25mm	3~5	土砂部では安全のため比較的硬い部位の土壌硬度から設定される吹付厚を示す。
	軟岩：亀裂なし	4~6	
(2)降水量(mm/年)	926.7	>8	観測所過去5ヶ年の平均
(3)勾配	切土部 1：1.2	3~5	
(4)導入植物	在来木本類	5	

2 - 9 . 種子の配合

2-9-1 . 在来木本類を復元目標にする場合

種子配合は、下記の項目について設定を行う。

- (1) 導入樹種
- (2) 発生期待本数
- (3) 播種量

【解説】

- (1) 導入樹種は、当該法面の既存木、周辺の植物相等と「2-4-3 . 種子 (1) 播種パターン及びタイプ」を参考に決めるものとする。
- (2) 発生期待本数とは、播種量の算出の基礎となるものであり、播種適期に播種したときの播種後 1 年間に発芽する総本数である。また、自然淘汰や被圧による枯損も含まれる数値で、成立本数とは異なり、発芽後は、自然淘汰によって本数は徐々に減少し、立地に適合した密度に落ち着く。従って、自然淘汰による本数減少が多い植物では多く、本数減少が少ない植物では少なく設定する必要がある。
播種パターン別の発生期待本数を表 2-9-1 に示す。

表 2- 9- 1 播種パターン別 1m²当たりの発生期待本数一覧 (単位: 本 / m²)

NO	播種パターン	タイプ	補全種			主構成種												
			コマツナギ	ヤマハギ	アキグミ	トベラ	シャリンバイ	ウバメガシ	ネズミモチ	ヤブツバキ	チャノキ	アラカシ	ヌルデ	ヤマハゼ	ヤマウルシ	ヤマモミジ	ガマズミ	
1	海岸ウバメガシ型	A			30	30	15	10										
2		B			30	30	15			10								
3		C		50		30	15	10										
4		D		50		30	15			10								
5		E			30	30		10										
6		F			30	30				10								
7		G		50		30		10										
8		H		50		30				10								
9	海岸クロマツ型	A			30	30			35									
10		B			30				35	10								
11		C		50		30				35								
12		D		50						35	10							
13	低地常緑型	A			30				35			20						
14		B			30				35		20							
15		C			30				35	10								
16		D		50					35			20						
17		E		50					35		20							
18		F		50					35	10								
19	低地落葉型	A			30							50	30					
20		B			30							50					30	
21		C		50								50	30					
22		D		50								50						30
23	高地常緑型	A			30				35			20						
24		B			30				35		20							
25		C			30				35	10								
26		D		50					35			20						
27		E		50					35		20							
28		F		50					35	10								
29	高地落葉型	A			30							50	30					
30		B			30							50					30	
31		C			30							50						30
32		D			30							50		30				
33		E		50								50	30					
34		F		50								50					30	
35		G		50								50						30
36		H		50								50		30				

- 注) 1. 補全種のコマツナギ・アキグミ、および主構成種はすべて日本国内産の種子を使用すること。
 2. コマツナギについては工事請負者が適正と思われる発生期待本数を決定すること。
 3. 播種パターンの選定は、「播種パターン選定フロー」(図 2- 4-)及び「播種パターン図」(図 4- 2-)により選定する。
 4. 各播種パターンの中のタイプの選定は、設計時に施工箇所の周辺の木を調査し、播種パターンに導入している[主構成種の樹種]のうち周辺に生育している方の樹種を採用する。
 5. 周辺植林地や果樹園等で不明な場合は、「播種パターン別種子の優先順位」(表 2- 4-)により播種パターンの中からタイプを選定する。なお、上記の表は低地落葉型および高地落葉型の「法面に人が入る場所」以外では優先順位を A (各型の上) から順に採用すれば良いように並べてある。
 出典: 愛媛県建設研究所、平成 12年 3月、郷土種による樹林化工法(植生基材吹付)技術必携
 種子は、植物の種類や種子の採取年によって、発芽率、単位粒数などが異なり、また、播種時の覆土厚は発芽率に影響を与える。主な植物の発芽に好ましい覆土厚は表 2- 9-1に示すとおりである。

表 2-9-2 主な植物の発芽可能覆土厚

発芽可能覆土厚	0.5cm	1cm	1.5cm	2cm	3cm	5cm
樹種名	ヨモギ	メドハギ アキグミ トベラ ヤマハゼ	ヤマハギ コマツナギ	シャリンバイ ネズミモチ ヌルデ ヤマウルシ ヤマモミジ ガマズミ	ウバメガシ	アラカシ シラカシ チャノキ ヤブツバキ

出典：愛媛県建設研究所、平成 12 年 3 月、郷土種による樹林化工法（植生基材吹付）技術必携

- (3) 種子の播種量は、当該法面及び周辺の既存木の母樹機能（「2-3-3. 植物相調査及び既存木調査」参照）を勘案するものとし、母樹機能として十分な場合は、種子なしの植生基盤材吹付を行うことを検討する。

植物の発芽・定着は、使用する植生基材吹付工の基材特性や吹付厚、使用植物、施工時期、施工後の気象状況等によって大きく左右されるため、播種量を一般化することは困難であるが、通常下記のように算出している。

播種量は、発生期待本数を基礎として、次の式によって算出する。

$$W = A \div (B \times C \times D \times E \times F \times G)$$

W：導入種毎の播種量(g/m²)

設計厚に対する施工面積 1m² 当たりの播種量である。

A：発生期待本数(本/m²)

目標群落を成立させるのに必要と考えられる発生本数で、播種後に発芽成立を期待する本数を示す。発芽後は、自然淘汰によって徐々に成立本数は減少し立地に適合した密度に落ち着く。

B：吹付厚に対する各工法の補正率（覆土補正率）

植物の発芽・成立は、基材の質の違いによって大きく異なることが知られている。また、吹付厚によっても発芽・成立は大きく異なる。このため、播種量を決定する際には、使用植物毎に適用する工法の吹付厚と発芽・成立の関係を調べ、補正率を予め確認しておく必要がある（表 2-9-2 参照）。覆土補正率の算出式及び算出例を以下に示す。

【覆土補正率の算出式】 B = (発芽可能覆土厚) ÷ (吹付厚)

表 2-9-3 主な植物の覆土補正率算出例

発芽可能覆土厚	覆土補正率	
	吹付厚 3cm の場合	吹付厚 5cm の場合
0.5cm	0.17	0.10
1cm	0.33	0.20
1.5cm	0.50	0.30
2cm	0.67	0.40
3cm	1.0	0.60
5cm	-	1.0

C：立地条件(土質、勾配、方位等)に対する各工法の補正率

法面の土質、勾配、方位などの条件の違いにより、発芽・成立本数は影響を受けるので、これを補正する必要がある。

表 2-9-4 立地条件の補正 (C) の目安 (参考)

項目	立地条件	補正率
法面勾配	50°	0.9
	< 50°	1.0
土質	硬岩	0.9
	その他	1.0
法面方位	南向きで硬岩	0.8
	その他	1.0
降水量	<1,000mm	0.7
	1,000mm	1.0

D：施工時期の補正率

不適期に施工する場合には補正する必要がある。

表 2-9-5 施工時期の補正 (D) の目安 (参考)

施工時期	補正率
3～6月	1.0
7～8月	0.7
9月	0.5
10～11月	0.5
12～2月	0.8

E：使用種子の発芽率

実際に用いる種子の発芽率を求め、この値を使用する。

F：使用種子の単位粒数(粒/g)

実際に用いる種子について、単位重量当たりの種子の粒数を求めて、この値を使用する。

G：使用種子の純度(%)

実際に用いる種子について、夾雑物の混入する重量割合 を求めて、この値を使用する。

当該種の種子と夾雑物の混入物から一定重量を採取し、種子と夾雑物を分別・計量して求められる夾雑物の重量割合。

2-9-2 . ハギ類等先駆性樹種を導入する場合

やむを得ずハギ類等先駆性樹種を導入する場合の種子の配合は、当該法面の既存木及び周辺の樹木等、母樹と期待できるものが存在する場合、播種量を標準より少なくすることを検討すること。

【解説】

- (1) 播種工による法面緑化において導入実績のあるハギ類等先駆性樹種は表 2-9-6 に示したとおりである。やむを得ず先駆性樹種を導入する場合には、下表を参考に種子配合を決定する。なお、播種量の算定は、前項(2-9-1)の解説(3)を参照のこと。

表 2-9-6 主な種子配合と播種植物の発期待本数の目安(低木林型)

植物	地域		備考
	寒冷地	温暖地	
ヤシャブシ	100～200	100～200	
ネズミモチ		20～50	常緑樹
シャリンバイ		10～30	常緑樹
ヤマハギ	50～100	50～100	
コマツナギ	30～80	30～80	

- 注) 1. 植物の組み合わせは、本表から緑化の目標となる主構成種を2～3種、補全種を2～3種選定する。
 2. 播種量は上表の数値を標準に植物の組み合わせ、立地条件、施工時期、施工方法、種子の発芽率、発芽深などにより算出する。

出典：(社)日本道路協会、平成11年3月、道路土工-のり面工・斜面安定工指針(抜粋)

- (2) 当該法面及び周囲に既存木が成立している場合には、周囲からの自然侵入(自然播種)を誘導するため、先駆性樹種の導入本数を少なくすることを検討する。

2 - 1 0 . 植栽工等の併用

2-10-1 . 植栽工の併用

法面周辺に平坦部等植栽可能な適地がある場合は、母樹を造成を図るための植栽工を考慮する。

【解説】

法面に既存木がない場合や、法面周辺に樹林がない場合には、法面周辺に在来樹木を植栽することによって母樹群を造成し、当該樹木からの種子供給（自然侵入）を期待することが出来る。

母樹群の造成場所としては、法面安定の観点から法面への直接的な植栽は避けることとし、法面周辺（法肩、法尻、法端部）等の敷地とする。

樹木植栽の方法は、植栽工とする。なお、複数本を同時に植栽する等、当該樹木の特性（自家受粉の難易）を考慮する。

2-10-2 . 埋土種子表土吹付工法

自然林内の表土が採取可能な場合は、当該表土を客土材とする吹付工法の採用を検討する。

【解説】

自然林内の表土には埋土種子が含まれており、在来樹木種子の供給源として有効な資源と位置づけることが出来る。

また、pH が非常に低い等、植生の成立が困難な地域では特に、当該環境圧に対して耐性を持った植生の種子等が埋土種子に含まれている場合があるため、表土（埋土種子）の移植による緑化対策は極めて有効である。

なお、埋土種子表土吹付工法は、手順、施工方法、表土の採取方法、保管方法等に課題も多くあり、現状においては、各社とも技術開発の段階にあり、試験的に実施されているのが実態である。

採取場所

表土の採取場所としては、以下が想定される。

表 2-10-1 表土の採取

区分	工事理由	採取場所
既設法面	法面の改修	法面周囲の林内表土
新設法面	法面の新規造成	法面造成区間の地山表土 法面周辺の林内表土

採取時期

樹木種子の供給は概ね 5～6 月及び 9～10 月が一般的である。埋土種子の法面緑化への利用は、採取時期と施工時期を考慮する必要がある。6 月の種子は採取後 2 ヶ月の間に発芽する特性を持つ（牧理子、平成 13 年 3 月）。従って、緑化工では採取直後の利用となるが、

当該時期は緑化工の不適期に当たる。一方、冬期採取の種子は休眠状態にあり、保存状態が良いことが確認されている（最先端の緑化技術、1989年1月）。また当該時期に採取した種子は、緑化工の施工適期（2月～5月）に利用が可能となる。

表 2-10-2 表土の採取と利用

採取時期	利用時期	備考
5～6月	採取直後に利用	施工不適期であり、十分な対策を要する
10～2月	2月～5月	施工適期

採取方法

表土の採取方法としては、吸引機械等を利用する方法が提案されているが、実用段階ではないことから、人力による方法が主になる。表土を採取する厚さは、地表から5～10cmの深さとする。

保存方法

表土の保存は、通気と排水を考慮し、袋詰めにして積み上げる。これにより、埋土種子は1年以上保存可能とされる（最先端の緑化技術、1989年1月）。

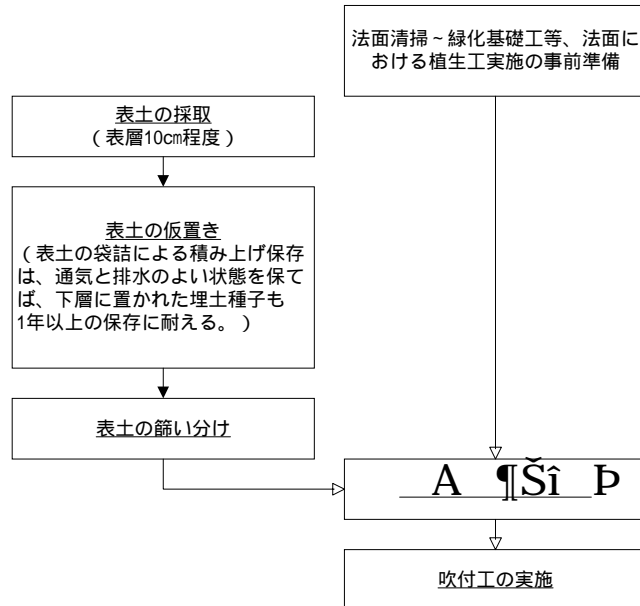


図 2-10-1 表土吹付工法の手順（例）

作業手順（例）：図 2-10-1 参照

埋土種子利用上の問題点

埋土種子の利用は画期的であるが、問題点・課題を多く含むため、積極的な活用がされておらず、現在は試験的な技術開発の段階にある。以下に、利用上の問題点を示す。

種子の量と種類がどの程度混入しているかが判らない。埋土種子として表土に混入している種子は、草本類が木本類と比較して明らかに多いと思われ、吹付基盤材と混合して施工した場合、目標とする植生が造成できるかどうか判らない。

表土の採取量と計画施工面積とのバランスの検討が必要である。

表土には混入物（石、枝）等の吹付の施工に障害となる異物が混入しており、異物を取り除くための篩い分け等の作業が必要である。

採取方法は、吸引機械等の方法も考案されているが実用段階ではなく、人力による作業が主体となる。

埋土種子の長期保存方法は確立されておらず、保存途中に発芽するものが少なくないとの情報がある。

埋土種子（表土）の仮置きヤードが必要となる。

表土の混入量により基盤材の安定性（耐侵食性）が変化すると考えられるため、試験的な施工により確認する必要がある。

2 - 1 1 . 緑化基礎工

緑化基礎工は、下記のように導入植物の生育に好ましい環境を創造することを目的とするものである。

木本類を復元目標とする緑化は、将来基盤が不安定になる恐れがあるので、緩傾斜の法面以外は、法枠等の緑化基礎工を併用することを標準とする。

- (1) 生育基盤の安定化
- (2) 不良な生育基盤の改善
- (3) 不良な生育環境の緩和

緑化基礎工は、緑化対象法面の安定や湧水等の状況、保存対象となる既存木の状況、並びに植生工を考慮して選定を行う。

緑化基礎工の施工に当たっては、法面清掃工程を最小限度に止めて表土保全を図り、当該表土中の埋土種子による植生回復を誘導する。

【解説】

- (1) 植物が永続的に生育するためには生育基盤が侵食や崩壊に対して安定していることが重要な条件である。不安定な法面に強引に植物を導入すると、施工後に崩壊等が生じて植生導入が無駄になるばかりでなく、災害に結び付く可能性がある。木本類を復元目標とする場合は、現時点において安定していても将来基盤が不安定になる恐れがあり、緩傾斜の法面以外は法枠等の緑化基礎工を併用することが望ましい。
- (2) 主な緑化基礎工の種類、並びに緑化基礎工となる構造物の機能は、表 2-11-1 及び表 2-11-2 に示した通りである。湧水や落石等、当該法面の条件に応じて、適宜、緑化基礎工を選定する必要がある。

表 2-11-1 主な緑化基礎工

工法	概要	主な使用材料	適用地
金網張工	#14 番以上の金網を張り、植生基材吹付工で生育基盤を造成する工法。雨滴の衝撃、少量の流下水などから生育基盤を保護し、滑落を防止する効果大きい。網目は木本類の成長に支障とならないよう、50mm 目以上の菱形金網を用いるのがよい。	ラス金網 主アンカー 補助アンカー	[対象]切土、盛土 [勾配]一般に1:1.0よりも急勾配
枠工	法面に土圧が生じたり、すべり面崩壊の危険性がある場所に対して、それらの規模に応じて断面や形状を変えて造成する工法。地山に密着して施工できるので、枠下部の洗掘は少ない。枠内中詰工として、厚層基材吹付工、客土工、土のう工等が使用できる。	モルタル・コンクリート 鉄筋アンカー	[対象]切土 [勾配]一般に1:0.8よりも緩勾配
積工・かご工	積工・籠工は、法面勾配の緩和、不安定土砂の固定を目的とする工法。湧水の多い法面では、布団籠や蛇籠等の積工を設置し、その表面に厚層基材吹付工(5cm厚)を施工することもある。	線材 詰め石 止め杭	[対象]切土(土砂)、盛土 [勾配] 蛇かご工は一般に1:1.0よりも緩勾配 布団かご工は一般に1:0.5よりも緩勾配
植生擁壁工	ジオテキスタイル(強化シート、鉄筋格子、連続長繊維等)等を用い、勾配60度の補強盛土法面を造成し、全面を植物で覆う工法。景観保全、騒音吸収、環境改善、土壌保全、土地の有効利用などに優れている。	鉄筋格子 緑化シート 強化シート	[対象]切土、盛土 [勾配]1:0.6よりも急勾配
階段状基盤工	法面に階段状の生育基盤を造成する工法。布団かご、各種編柵工、連結式階段金網工、生育テラス工を指す。編柵工は、一定間隔に打ち込んだ杭に、金属網、樹脂網、丸太等を組合わせて階段状の生育基盤を筋状に造成する工法。連結式階段金網工は、階段状の鉄金網をアンカー等を用いて岩盤法面等に連結固定し、客土して生育基盤を造成する工法。	階段状金網 断熱シート 土留めシート アンカーピン	[対象]切土、構造物法面 [勾配]1:0.3~1:1.0

出典：農業土木事業協会編、平成2年、法面保護工 - 設計・施工の手引

表 2-11-2 緑化基礎工となる構造物の選定目安

緑化基礎工	使用目的					地山条件					備考	
	侵食防止	風化防止	落石防止	表面水浸透対策	地下水湧水対策	多少の土圧対策	岩	土砂	破砕地	地滑り地		植生不良土
蛇籠・布団籠工				×			×					*1:1.0より急勾配では土砂落下に注意 :特に適していると思われるもの :一部の例外を除いて適していると思われるもの :適するケースと適さないケースがあるもの :間接的な効果があるもの :本例の目的でないが効果があるもの ×:適用しない方が好ましいもの
プレキャスト法枠工*			×		×							
現場打ち法枠工				×								
表面排水工												
地下排水工												

出典：福岡正巳、1992年1月、写真と図でみる法面工の施工ノウハウ(抜粋)

2-11-1 . 法枠工

法枠工は、緑化基礎工として一般的に用いられている。

既存木の利活用に際して法枠工を用いる場合は、植生の生育環境に配慮した構造を採用し、植生との共生を図ることが望ましい。

【解説】

従来型（角形）の法枠による既存木の利活用事例では、以下の問題点が明白である。これらに関する法枠の改善策（改良型法枠）は以下の通りである。

<問題点>

法枠の角により樹木（幹・枝・樹皮）が損傷を受ける

横梁の下部では雨水の供給が少ないため、乾燥により植生基盤が剥落する

枠により植生基盤・根系が分断され、植物の自然侵入が阻害されやすい

<改善策>

改良型法枠（図 2-11-1 参照）

改良型法枠は、上記の従来型（角形）法枠の問題点が改善されている。四国地域における施工事例は表 2-11-3 に示した通りである。

表 2-11-3 改良型法枠（丸形）の施工事例

路線	距離標	施工年月	工事名称 / 工区	所在	所管
一般国道55号	64K380	平成8年3月	海部防災工事 / 海部4(B)工区	徳島県海部郡牟岐町	徳島工事事務所

【施工事例】



<全景>



<導入植物の生育状況>



<生育基盤の状態>



<利活用木の状況>

地下茎繁殖に適した構造の採用（図 2-11-2 参照）

改良丸形法枠の採用は、横梁下部への雨水の供給状況は大幅に改善されるが、横梁上部に雨水が貯留される構造である。

また、硬い岩盤などの条件では、従来型、改良型に関わらず、法枠工では樹木の根系は枠内で主に発達し、根鉢を形成していることが予想される。地下茎繁殖を行う植物（例：ササ）は、生育範囲が法枠内に止まることを免れない。

そこで、法枠に半割の塩ビ管（直径 5～10cm）を適宜、挿入し、横梁上部の雨水浸透・排水及び地下茎繁殖型植物に配慮した構造への改良を行う。

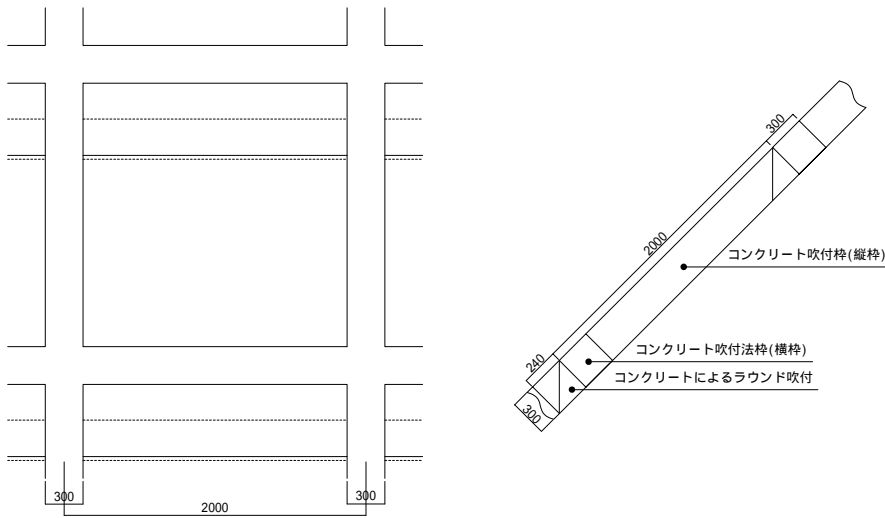


図 2-11-1 改良型法枠の例

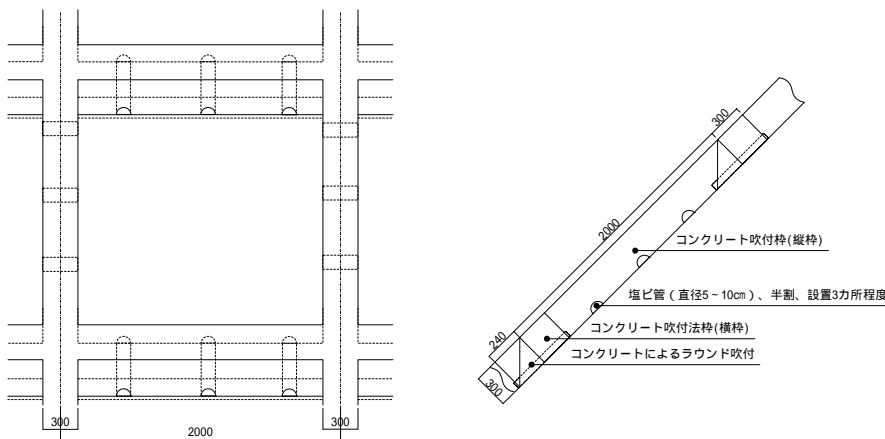


図 2-11-2 地下茎繁殖及び雨水の浸透・排水に関する構造改良（イメージ）

2-11-2 . 樹木利活用対策として考えられるその他の工法例

既存木利活用の対策として法枠工の採用や改良型法枠の適用が困難な場合には、その他の安定工法について検討することが出来る。

【解説】

改良型法枠工の他に、樹木利活用対策の適用が可能な工法の例を以下に示す。対策工は、当該法面の条件に応じて適宜選定することが望ましい。

ロックボルト工：自穿孔型ロックボルト等を使用し、法面及び斜面の浮石、転石、岩盤の亀裂を固定して安定を図る工法。

補強土擁壁工：ジオテキスタイル等を用いて補強盛土法面を造成する斜面安定工法。

グラウンドアンカー工：構造物にアンカーを設けることにより地盤の土圧に対する抵抗力を高め手斜面の安定性の向上を図る工法。

2 - 1 2 . 植生基盤材吹付工の施工時期

施工適期とは、種子採取後、種子の品質と施工時期以降の気象条件からみて播種に最適な期間のことである。施工可能時期とは、多少のリスクはあるが補正率等により一応施工が出来る期間のことである。

- (1) 従って、緑化工は可能な限り施工適期 (表 2-12-1、図 2-12-1) に施工することが重要である。
- (2) やむを得ず施工適期に施工出来ない場合においては、施工可能時期まで暫定的な侵食防止処理で対応し、施工可能時期に播種を施工すること。

表 2-12-1 緑化工 (植生基材吹付工) の施工時期

施工場所	標高	施工適期	施工可能時期
高地	約 800m を越える地域	当年度の 3 月上旬 ~ 翌年度の 5 月末	採取種子の出荷可能時期 (発芽試験等終了時) ~ 翌年度の 6 月下旬 当年度 10 月中旬 ~ 翌年度の 3 月末 (但し、冬期で凍上が発生する恐れのある時期は除く)
低地	約 800m 以下の地域	当年度の 2 月中旬 ~ 翌年度の 5 月末	採取種子の出荷可能時期 (発芽試験等終了時) ~ 翌年度の 6 月中旬 当年度 10 月下旬 ~ 翌年度の 3 月末

(出典 : 愛媛県土木部、平成 12 年 3 月、「郷土種による樹林化工法 (植生基材吹付) 」技術必携)

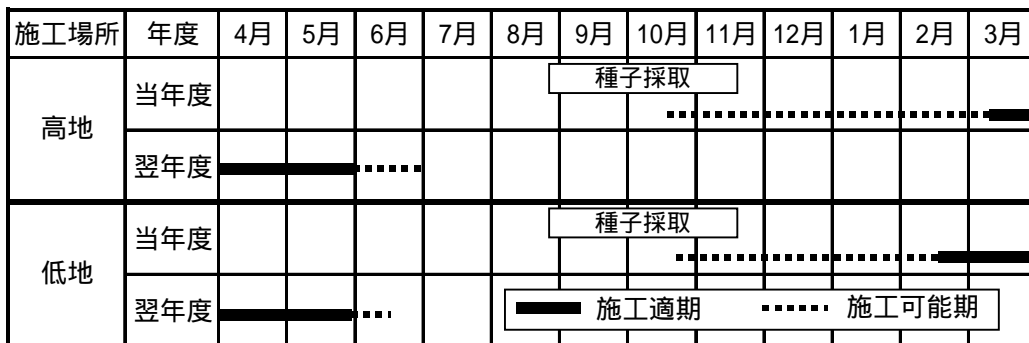


図 2-12-1 施工時期の目安

【解説】

緑化工事で導入を図った植物が当該法面で成長するためには、温度、水分、光などが必要である。特に温度条件によって、施工後の発芽・生育が影響を受けるため、緑化工の実施に当たっては、適切な施工時期を把握しなければならない。

温帯地域に位置する我が国の植物は、春～秋までの生育期間があるので、冬までに十分成長を期待できる時期に施工を行う必要がある。また、早霜等の影響を受けない時期を選定することも重要である。

このためには、当該地域の気象資料に基づき、緑化工の施工適期を把握する必要がある。

やむを得ず施工適期に施工出来ない場合においては、施工可能時期まで暫定的な侵食防止処理で対応し、施工可能時期に播種を施工することが望ましい (表 2-12-2)。

表 2-12-2 暫定的な侵食防止対策（例）

法面の土質		侵食防止対策（例）	備考
土砂		侵食防止剤吹付工	各販売元に施工方法を確認する。 侵食防止効果の期間を確認する
		有機質系厚層基材吹付工	1cm 程度を吹き付ける。ラス金網は併用しない。 本施工の際は、造成基盤の剥離防止のため、ラス金網を必ず敷設後、吹付を実施する。 有機質系厚層基材吹付工は2度吹きした層が剥離しやすい。
岩盤	軟岩	ラス金網張工	地表流の拡散、水流の減衰により効果が期待される。
		ブルーシート敷設工	施工規模・施工性に留意する
	その他	スレーキング等の強風化を伴う土質の場合は、別途、法面安定対策が必要となる。	
	硬岩	-	放置可能

(1) 施工時期の検討項目

植物が発芽するためには適度の水分と温度が必要である。施工現場で播種したものが発芽するためには、平均気温が5～10 以上（28 以下）の日が1～2 週間程度必要である。

発芽した植物が生育を続け、多少の気象変化に耐え得る個体となるためには、十分な水分条件と上述の温度条件が2～3 カ月以上続く必要がある。特に、木本植物の場合は初期生育が遅いことから、不良な気象条件となる季節までに十分生育できる期間が必要である。

梅雨期を過ぎてからの施工は、高温等による発芽・生育不良や、台風等の来襲による基盤侵食の危険性が高く、緑化目標の達成は困難になると予想される。

従って、緑化の施工時期は、次の項目を十分検討し、設定する必要がある。

(1) 植物の発芽条件

(2) 植物の生育条件

(2) 施工時期の設定の考え方

施工時期は、緑化対象法面の近隣で観測された気象データを基に、気温及び降水量の分布図を作成し、植物の発芽及び生育の限界温度である5～10 を下回らない期間かつ28 を越えない期間に植物が十分生育できるよう施工時期を設定する必要がある（図2-11-2）。

のり面工・斜面安定工指針における施工時期の考え方を参考として図2-12-3に示す。

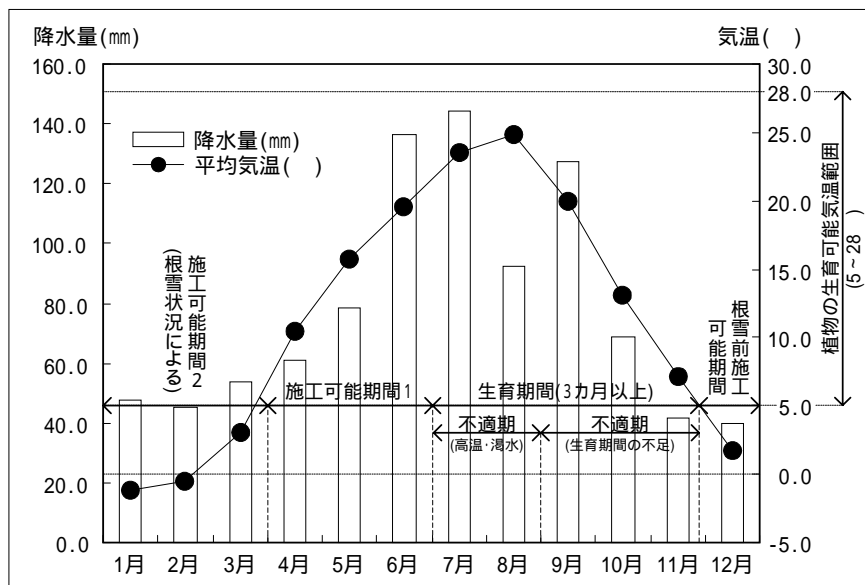
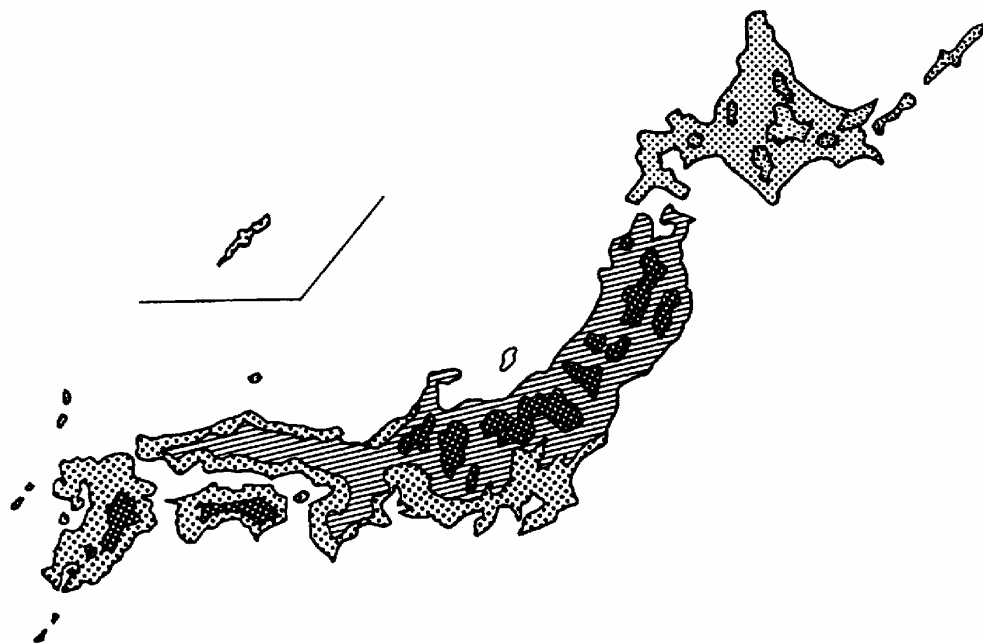


図 2-12-2 施工時期設定の考え方



区分

- (1) 3月下旬~10月中旬 (木本類の播種は6月下旬まで)
- (2) 4月上旬~10月上旬 (木本類の播種は6月下旬まで)
- (3) 4月下旬~9月下旬 (木本類の播種は6月中旬まで)
- (4) 5月下旬~9月上旬 (木本類の播種は6月中旬まで)
- (5) 5月下旬~8月下旬 (木本類の播種は6月上旬まで)

出典：社団法人日本道路協会、平成 11 年 3 月、道路土工 - のり面工・斜面安定工指針

図 2-12-3 平均気温からみた施工適期の目安 (参考)

2 - 1 3 . 成績判定

在来木本類（播種）による法面緑化の判定基準は以下の通りとする。

表 2-13-1 在来木本類（播種）による法面緑化の判定基準

評価時期	施工後 4～12 カ月後の植生の状況（9月下旬～10月下旬の落葉前に確認）
判定基準	主構成種の木本類が 1 本/m ² 以上確認できる。基盤材の流亡がない。（植被率が 50～70%）

判定基準内の（ ）書きの植被率は主構成種を除く植物の植被率であり、目安とするが、同植被率を越えてはならないこととする。

吹付施工後、5月頃の乾燥期と夏期の乾燥期をそれぞれ1回ずつ経過した後に確認検査を行うこととする（標高の高い箇所は9月に実施すること）。

7月～9月の内、降水量が10mm未満の日が60日以上連続して発生した場合、時間雨量100mm以上の降雨が発生した場合、及び台風により明らかに周辺区域を含めて塩害が発生した場合は異常気象とし、上記判定基準は適用外とする。また、上記の気象条件以外の場合で、湧水又は法面外からの流水等により基盤材が部分的に流亡した箇所についても適用外とする。（この場合は現地に適合した種子配合で再施工とする。）

【判定の方法】

判定は、施工面積 200 m²につき 1 箇所、面積 200 m²以下のものは 1 施工箇所に 2 箇所行う。

法枠が無い場合：2m×2mの調査枠を設け、枠内の成立本数を数え 1 m²に換算して判定する。

法枠が有る場合：1つの枠内全体の成立本数を数え 1 m²に換算して判定する。

【解説】

(1)緑化目標に対する確認検査の必要性

緑化工事は、一般の土木工事と異なり、工事の完了によって直ちに成果物が得られるわけではなく、施工後徐々に期待する成果物（目標とする植物群落）に近づくところに特徴がある。従って、完成検査とは別に目標とする植物群落が成立するかどうかを、施工後一定期間を経過した後に確認する必要がある。

(2)検査実施時期

成績判定は、使用植物、施工時期、施工目的等に応じて、一定期間を経過した時点で行う必要がある（木本植物の発芽確認には、月平均気温 15 以上で最低 3 カ月経過後がよい）。

本来は、施工後 3～5 年を経過した後にその確認を行うのが理想であるが、現実には不都合な点が多々生じるため、当面、吹付施工後、5月頃の乾燥期と夏期の乾燥期をそれぞれ1回ずつ経過した後に確認検査を実施する（図 2-13-1）。

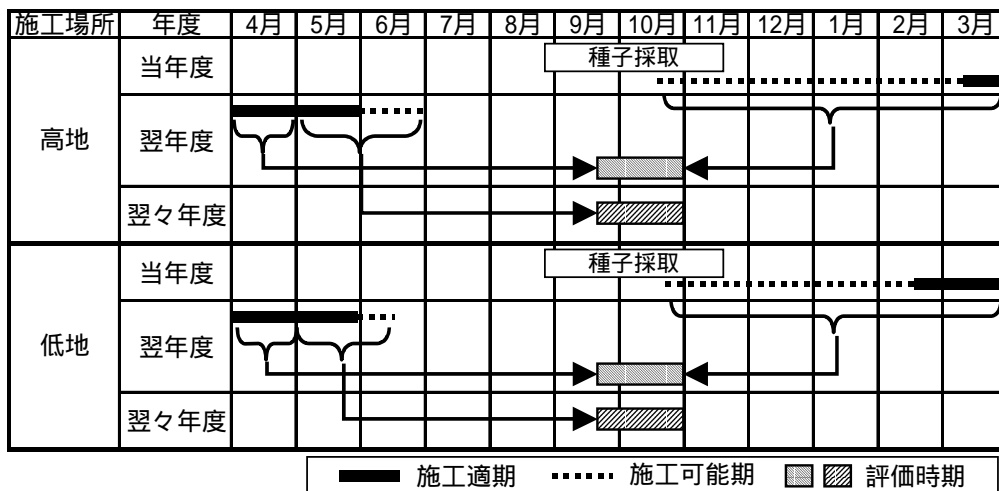


図 2-13-1 検査実施時期イメージ

(3)成績判定の留意点

法面緑化工の成績判定に係る留意点は以下の通りである。

- 1) 植物の生育状態は、法面の方位、地形、地質、水分状態等によって初期には部分的にムラが生じることもあるので、法面全体の状態からの判断を重視する。
- 2) 目標とする植物群落を形成することができるか否かに判断の主眼をおく。
- 3) 全体的に成立本数が不足する場合で、施工後の気象等の影響に因ることが明らかな場合には一定期間様子を見る。成立本数が不足する場合は、その原因を確かめて追播・補植等を行う。
- 4) 配合した植物の全てが発芽、生育している必要はないが、目標とする植物群落を形成する植物種が大半であることを確認する。
- 5) 配合した植物種以外の植物が 10%を越える場合には、それらがどのように影響するかを検討し、対策を講じる。
特に既設法面の場合は、従前の法面植生が吹付基材からの養分供給により成長が旺盛となることが予想されるため、吹付前に根元付近にて低刈り処理を行うのが望ましい。
- 6) 草本類の生えすぎを見落とさないようにする。草本植物と木本植物の混播の場合、草本植物が生えすぎると木本植物が成立しないので注意する。
特に既設法面の場合は、従前の法面植生が吹付基材からの養分供給により成長が旺盛となることが予想されるため、吹付前に根元付近にて低刈り処理を行うのが望ましい。
- 7) 植生の衰退、立ち枯れ、病虫害等の現象の発見に努める。
- 8) 植生工を施した部分が流亡していたり、崩落していたりする場合は、法面の排水機能に問題がある場合が多いのでよく確かめる。
- 9) 主構成種の導入種の内、いずれか 1 種が 1 本/m²以上成立していれば合格とする。但し、1m²当たりの本数は最低基準であり、法面のどの部分でも満足していなければならない。
植物は、個々適正な播種時期やその後の気象条件の影響を受けるものである。しかし、施工性の問題からそれらの植物を同時期に一度に播種せざるを得ないことから、導入した植物を全て成立させることは困難であり、草本種・補全種・主構成種としてそれぞれの役割を持たせた植物の中から、それぞれ 1 種類以上が成立していれば、最低合格としなければならない。
- 10) 当面 1m²当たりの主構成種の本数で判定を行い、植被率は一応の目安とする。但し、目安の植被率を越えてはならない。
草本種と補全種は主構成種の木本植物に比べて初期成長が速いため、草本種や補全種による植被率が高いと、その下に生育する主構成種の植物には日照・降雨が供給されなくなり被圧されて枯死する可能性が高くなる。従って、植被率（草本種と補全種のみを植被率とする）は一応の目安とはしているが、主構成種の木本植物を生育させるためには重要な要素であるので、1m²当たり本数と植被率の両方を満足していることが望ましい（次頁 [参考] 他指針類の判定基準を参照）。
- 11) 異常気象の場合は判定基準は適用外とする。
施工計画書に、施工箇所の気象条件に一番近い「地域気象観測所等」を明記して監督員に提出し、異常気象の判定の基準値とする。但し、湧水または法面外からの流水等によりやむを得ず基盤材が部分的に流亡した箇所については、適用外とするが協議の上、再施工とする。
- 12) 判定は施工面積 200m²につき 1 箇所、面積 200m² 以下の場合は 1 施工箇所に 2 箇所行う。
[判定の方法]
(1)法枠がない場合： 2m×2m の調査枠を設置し、その枠内の成立本数を数え、1m² 当たりの本数に換算して判定する。
(2)法枠がある場合： 1 つの枠内全体の成立本数を数え 1m² に換算して判定する。

(4)不合格の場合の措置等

現時点における判定基準（表 2-13-1）を満たさない場合の措置は、愛媛県土木部の基準を準用する。

なお、上記判定基準、並びに関連する措置等は、今後、本手引の運用によって蓄積される情報に基づき、3～4 年程度毎を目途に改訂を行う方針である。

[参考] 他指針類の判定基準

他の指針等において示されている判定基準を参考として示す。

愛媛県土木部、平成 12 年 3 月、「郷土種による樹林化工法（植生基材吹付）」技術必携

【緑化目標に対する判定基準】

評価	施工後 4～12 カ月後の植生の状況（9 月下旬～10 月下旬の落葉前に確認）注）2・3
良	主構成種の本木類が 3 本/m ² 以上確認できる。基盤材の流亡がない。（植被率が 30～50%）
可	主構成種の本木類が 1 本/m ² 以上確認できる。基盤材の流亡がない。（植被率が 50～70%）
判定保留	補全種の本木類のみ 1 本/m ² 以上確認できる。基盤材の流亡がない。（植被率が 70～80%） <対策>この場合、翌年の 9 月中旬まで様子を見る。 改善されない場合は翌々年の 3 月下旬から 4 月中旬までに草刈り後、木本の種木定子を手播きする。注）4 所々に発芽が見られるが、法面全体が裸地状態に見える。基盤材の流亡がない。 <対策>この場合は、翌年の 9 月中旬まで様子を見る。 改善されない場合は草刈り後、無肥料の基盤材に木本の種子を入れ、厚さ 1cm 以上吹付ける。注）4
不可	生育基盤が流亡して、植物の成立の見込みがない。 <対策>この場合は再施工する。 草本植物の植被率が 90%以上で、木本植物が被圧されている。基盤材の流亡がない。 <対策>この場合、翌年 1 月に草刈り後様子を見て対策を講じる。 改善されない場合は翌々年の 3 月下旬から 4 月中旬までに草刈り後、木本の種子を手播きする。また、木本種子発芽後も適時に草刈りを実施し、木本植物の成長に支障がないように努める。注）4

- 注）1． 判定基準内の（ ）書きの植被率は草本種及び補全種（主構成種を除く）の植被率であり、目安とするが、同植被率を越えてはならないこととする。
- 2． 吹付施工後、5 月頃および夏期の乾燥期をとともに経過した後に確認検査を行うこととする。（標高の高い箇所は 9 月に実施すること）
- 3． 7 月～9 月の内降水量が 10mm 未満の日が 60 日以上連続して発生した場合、時間雨量 100mm 以上の降雨が発生した場合、及び台風により明らかに周辺区域を含めて塩害が発生した場合は異常気象とし、上記判定基準は適用外とする。また、上記の気象条件以外の場合で、湧水又は法面外からの流水等によりやむを得ず基盤材が部分的に流亡した箇所についても適用外とする。（この場合は現地に適合した種子配合で再施工とする。）
- 4． 判定保留又は不可の場合の対応策について、より有効な手法がある場合は、協議のうえ変更することができるものとする。
- 5． 判定は、施工面積 200 m²につき 1 箇所、面積 200 m²以下のものは 1 施工箇所に 2 箇所行う。

【判定の方法】

法枠が無い場合：2m×2m の調査枠を設け、枠内の成立本数を数え 1 m²に換算して判定する。
法枠が有る場合：1 つの枠内全体の成立本数を数え 1 m²に換算して判定する。

（社）日本道路協会、平成 11 年 3 月、道路土工 - のり面工・斜面安定工指針（抜粋）

【播種後の成績判定の目安 / 木本群落型】

評価	施工 3 ヶ月後の植生の状態
可	植被率が 30～50%であり、木本類が 10 本/m ² 以上確認できる。 植被率が 50～70%であり、木本類が 5 本/m ² 以上確認できる。
判定保留	草種に 70～80%覆われており、木本類が 1 本/m ² 以上確認できる。この場合、翌年の春まで様子を見る。 所々に発芽が見られるが、法面全体が裸地状態に見える。この場合は、1～2 ヶ月様子を見る（不適期施工の場合）。
不可	生育基盤が流亡して、植物の成立の見込みがない。この場合は再施工する。 草本植物の植被率が 90%以上で、木本植物が被圧されている。この場合、草刈り後様子を見て対策を講じる。

2 - 1 4 . 維持管理

2-14-1 . 植生工の目的・目標と維持管理作業

法面緑化工の維持管理作業は、植生工の目的及び目標を早期に達成し、かつ安全性を確保するために行うものであり、植生発達の段階に応じて実施するものとする。

【解説】

- (1) 植生工は、侵食防止等の法面保護の目的と、周辺環境との調和等の環境の保全・創造の目的を合わせ持つものであり、また植生工は緑化目標のもとに施工される。維持管理作業はこれらの目的・目標を早期に達成し、かつ安全性を確保するために行うものであり、植生発達の段階に応じた実施が必要である。
- (2) 施工後初期の段階においては、法面保護の機能の安定的発揮を早期に図るため、導入植物による全面被覆のための保護・育成が維持管理の主目的となる。
- (3) 導入植物による全面被覆後は、目標とする植生タイプの実現のため、導入植物の育成や植生遷移の促進が主目的となる。そして目標群落に近づくとつれ、植生の維持が主目的となり、また成長の抑制が必要となる場合もある。

2-14-2 . 点検項目と着眼点

緑化法面に関する点検は、導入植物、侵入植物及び生育基盤を対象に実施する。

【解説】

- (1) 維持管理作業を適切に実施するためには、点検の実施が不可欠であり、植物に関しては導入植物の活力、繁茂、病虫害、損傷のほか、侵入植物の状況について、生育基盤に関しては地盤、排水、崩壊、緑化基礎工についてが主な点検項目となる。

表 2-14-1 植生工の点検項目と着眼点

区分	点検項目	着眼点
導入植物	活力	葉色、茎葉・枝葉の生育程度等
	繁茂	過繁茂、通行障害の有無、視距の確保等
	病虫害	種類、発生程度等
	損傷	枯死、損傷の程度、すり切れ、焼失、踏圧等
侵入植物	種類	クズ、アレチウリ、ニセアカシア等の有害植物の有無等
	繁茂	有害植物による導入植物の被圧の程度等
生育基盤	基盤	生育基盤の流出及び劣化
	排水	湧水、オーバーフロー等
	崩壊	亀裂、陥没、崩れの有無等
	緑化基礎工	安定性等

出典：社団法人日本道路協会、平成11年3月、道路土工 - のり面工・斜面安定工指針

- (2) 点検結果に応じた検討事項と対策方法の目安は表 2-14-2 に示したとおりである。

表 2-14-2 木本類播種工の点検の着眼点と維持管理の目安

植生の状態	原因、留意事項	維持管理方法
裸地が多い	施工時期が悪く、温度不足による	温度条件のよくなる時期まで様子を見て、その時の状態で再施工を検討する
	乾燥状態が続いた	降雨条件のよくなる時期まで様子を見て、その時の状態で再施工を検討する
	幼芽期までに消滅した土質条件に適していない工法で施工された	再施工する 工法の再検討、再施工する
木本類がない	施工後 1 年以内	施工後 2 年目の春まで待って発芽がなければ、追播(手播き)する
木本類の発生にむらがある	地山の水分条件による 施工むらによる	3 年目の春まで様子を見て、発芽のない部分に追播(手播き)する
木本類の発生が多すぎる	土質、気候条件が良好	5 年程度は自然淘汰を待つ 6 年目以後、間伐、除伐を行う
希望しない植物の侵入がある	クズ、アレチウリ等による被圧 ニセアカシアが多い	除去 極端に大きくなったものは除伐する
木本類が枯れ始めた	密生、病虫害、長期乾燥、倒木の恐れ	原因を検討し、必要に応じて除伐、間伐、等の作業を実施する
倒れた木がある	播種導入したものは徐々に淘汰される。	特に支障がある場合は除去する
枯死した	法面火災、病虫害、長期の乾燥等による	次の春まで様子を見てその時の状態で検討する
木が高くなりすぎた	勾配、土質、気象等がその木の生育条件に適した	法面の安定や視距に支障があるものは除伐する

出典：社団法人日本道路協会、平成11年3月、道路土工 - のり面工・斜面安定工指針（一部修正）



<ニセアカシア>



<アレチウリ>



<クズ>