

第 1 編

・

地域生態系の保全に配慮したのり面緑化工の手引き

第 1 章：総則

第 2 章：調査・計画

第 3 章：表土利用工

第 4 章：自然侵入促進工

第 5 章：地域性種苗利用工

第 6 章：植生管理

1.1 目的

地域生態系の保全に配慮したのり面緑化工の手引き（以下、本手引き）は、建設事業等によって出現したのり面について、地域性系統である在来種を利用してのり面を緑化することにより、のり面の安定を確保するとともに、地域生態系の保全を図ることを目的とする。

解説

建設事業により出現したのり面は、風化や落石の恐れがない硬岩を除くと、湧水や風化、降雨等によって、表層の滑落や落石等の危険性を有している。そのため、これらの可能性が考えられる地質や土質等からなるのり面においては、のり面を被覆することで安定を確保することが不可欠であり、のり面緑化がその一手法として実施されてきた。

近年においては、これまでののり面緑化に使用されてきた外来種がのり面外に逸出することにより（写真-1.1）、地域生態系に悪影響を及ぼすとして、以下の①から④に示すようなことが懸念されている。

- ①のり面保護を目的とした従来型ののり面緑化で施工した結果、各地で緑化植物として導入した外来種が繁茂してのり面周辺の在来種への遷移を阻害する場合や、逸出した外来種が地域の在来植物を駆逐するなど、生態系を攪乱する問題が生じるようになっている。
- ②外来種問題に対応するために在来種の利用が試みられているが、国内での種子の供給難やコスト上の理由から外国産などの出所不明の種子が利用されている場合がある。この場合には、在来植物とは種名が同じでありながら、形態や生育状況に明瞭な差が生じることも報告されるなど、固有の地域生態系に対する攪乱が問題となっている。
- ③国内に分布する在来種にも地理的な変異がみられるものがあり、これらの個体群を他地域に移動させることで、交雑等の遺伝子系統の攪乱が起きることが危惧されている。
- ④造成工事箇所の周辺に貴重な生物種や生態系が確認されている場合などは、造成のり面に導入された植物の逸出によって、何らかの影響を与える恐れがある。

このような状況を踏まえ、良好な自然環境が存在する地域においては、建設事業などにより地域の動植物を含む生態系に影響を与えることが懸念される場合については、地域性系統である在来植物種を利用した緑化工により、環境への影響を軽減することが必要となっている。



写真-1.1 ダム湖畔に逸出したイタチハギ

＜特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律＞

情報コラム



（１）特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律（以下：外来生物法）の概要

外来生物法は、特定外来生物による生態系、人の生命・身体、農林水産業への被害を防止し、生物の多様性の確保、人の生命・身体の保護、農林水産業の健全な発展に寄与することを通じて、国民生活の安定向上に資するもので、平成17年6月に施行された。

（２）特定外来生物

特定外来生物とは、外来生物（海外起源の外来種）であって、生態系、人の生命・身体、農林水産業へ被害を及ぼすもの、又は及ぼすおそれがあるものの中から指定される。特定外来生物は、生きているものに限られ、個体だけではなく、卵、種子、器官なども含まれる。

植物については、以下のとおり。

ナガエツルノゲイトウ、ブラジルチドメグサ、ミズヒマワリ、アゾラ・クリスタータ、オオフサモ、ボタンウキクサ（ウォーターレタス）、オオカワヂシャ、スパルティナ・アングリカ、オオキンケイギク、オオハングンソウ、アレチウリ、ナルトサワギク

○飼育、栽培、保管及び運搬することは原則禁止。

○輸入することは原則禁止。

○野外へ放つ、植える及び播くことが禁止。

○許可を受けて飼養等する者が、飼養等する許可を持っていない者に対して譲渡し、引渡しなどをすることは禁止（販売することを含む）。

○許可を受けて飼養等する場合、その個体等にマイクロチップを埋め込むなどの個体識別等の措置を講じる義務がある。

（３）要注意外来生物リスト

外来生物法に基づいた規制はないが、これらの外来生物が生態系に悪影響を及ぼしうることから、利用に関わる個人や事業者等に対し、適切な取扱いについて理解と協力をお願いするもの。また、被害に係る科学的な知見や情報が不足しているものも多く、専門家等の関係者による知見等の集積や提供を期待するもの。

植物のリストについては、以下のとおり。

○被害に係る一定の知見はあり、引き続き特定外来生物等への指定の適否について検討

オオカナダモ、コカナダモ、ホテイアオイ、セイタカアワダチソウ、オオブタクサ

○被害に係る知見が不足しており、引き続き情報の集積に努める

オオサンショウモ、ハゴロモモ、アメリカミズユキノシタ、オトメアゼナ、ハナガバタ、ナガバオモダカ、キシウブ、チョウセンアサガオ属、ムラサキカタバミ、ネバリノギク、タチアワユキセンダングサ、ハルジオン、オオアワダチソウ、ヒメジョオン、ノハカタカラクサ、キクイモ、外来種タンポポ（セイヨウタンポポ、アカミタンポポ）、オランダガラシ（クレソン）、ハリビユ、イチビ、エゾノギシギシ、ハルザキヤマガラシ、ドクニンジン、メマツヨイグサ、コマツヨイグサ、ワルナスビ、ヤセウツボ、ヘラオオバコ、アメリカネナシカズラ、セイヨウヒルガオ（コンボルブルス・アルベンシス）、オオフタバムグラ、アメリカオニアザミ、カミツレモドキ、ブタクサ、ブタナ、オオオナモミ、アメリカセンダングサ、コセンダングサ、オオアレチノギク、ヒメムカシヨモギ、メリケンカルカヤ、メリケンガヤツリ、ショクヨウガヤツリ、ハリエンシダ、ランタナ、ヒマワリヒヨドリ、テリハバンジロウ（キバンジロウ）、サンショウモドキ、アメリカハマグルマ、モリシマアカシア、セイロンマンリョウ、ヤツデグワ、キバナシュクシャ、オオバノボタン、カエンボク、アカキナノキ、アメリカクサノボタン、タマリクス・ラモシッシマ、リグストルム・ロブストウム、カユブテ、ミカニア・ミ克蘭サ、ミモザ・ピグラ、モレラ・ファヤ、オープンティア・ストリクタ、フランスカイガンショウ、プロソピス・グランドウロサ、キミノヒマラヤキイチゴ

○別途総合的な検討を進める緑化植物

イタチハギ、ギンネム、ハリエンジュ（ニセアカシア）、トウネズミモチ、ハイイロヨモギ、シナダレスズメガヤ（ウィーピングラブグラス）、オニウシノケグサ（トールフェスク）、カモガヤ（オーチャードグラス）、シバムギ、ネズミムギ（イタリアンライグラス）及びホソムギ（ペレニアルライグラス）、キシウスズメノヒエ、オオアワガエリ（チモシー）

参照 HP：環境省自然環境局・外来生物法 <http://www.env.go.jp/nature/intro/>

1.2 適用範囲

本手引きは、国立公園や島嶼部等の地域に特有な生物多様性を保全する必要がある地域において、道路、公園、河川、ダム、砂防等の建設事業により出現したのり面を対象として、地域に生育する在来種を利用して緑化する工法を示すものである。具体的には、のり面安定の確保及び周辺環境への配慮を適切に行うための「地域生態系の保全に配慮したのり面緑化工」に関する計画、調査、設計、施工、植生管理に適用する。

解説

建設事業によって出現したのり面は、のり面の安定確保を図るとともに、周辺環境への配慮も可能となる対策工が必要である。

特に、良好な自然環境が存在する地域においては、のり面の安定を確実に確保した上で、その地域の地域生態系の保全に配慮した緑化により、周辺の生態系にも配慮することが重要である。

「地域生態系の保全に配慮したのり面緑化工」を適用する際の基本的な考え方を図-1.1に示す。

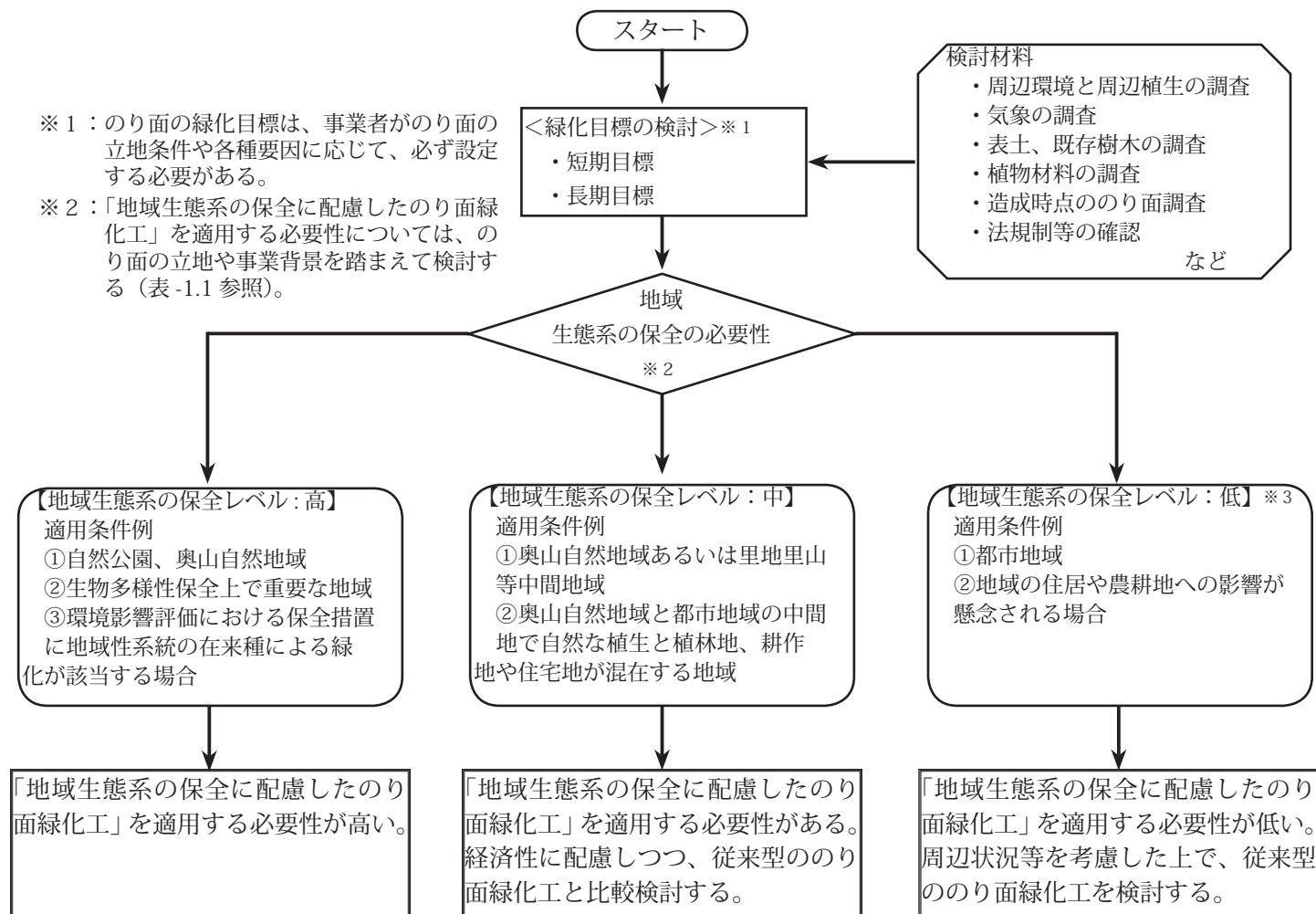


図-1.1 「地域生態系の保全に配慮したのり面緑化工」の必要性に関する判断フロー

このフローチャートでは、工事予定地の地域特性（自然度・土地利用等）や事業特性等を踏まえて、『地域生態系の保全の必要性』を、高・中・低の3段階にランク分けすることで、「地域生態系の保全に配慮したのり面緑化工」の導入の必要性を示している。

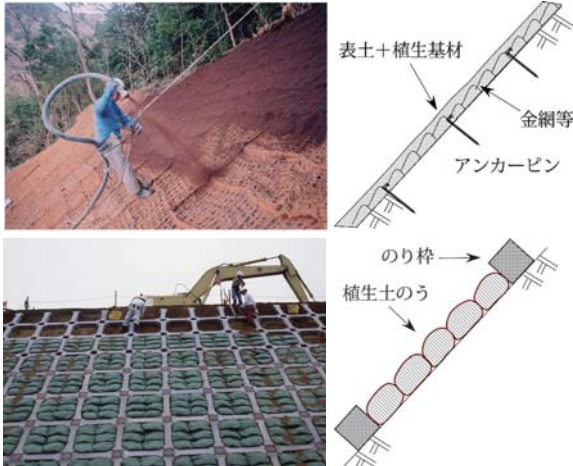
なお、本手引きは、『道路土工 切土工・斜面安定工指針（平成21年度版）』平成21年6月、社団法人日本道路協会』（以下、「道路土工指針」）の「8-3-8 植生工における新技術の活用」に記載されている「森林表土利用工」や「自然侵入促進工」等の地域生態系の保全に配慮した緑化工（表-1.2）に対する具体的な導入方法を示すものであり、地域生態系に配慮した緑化の普及・浸透、並びに今後の技術の研究・発達に寄与することを目指している。

表-1.1 地域生態系の保全の必要性を検討する際の保全レベル（地域区分）と特性

保全レベル（地域区分）	地域の特性等
自然公園	自然公園法に基づいて指定される、「国立公園」、「国定公園」、「都道府県立自然公園」がある。 ・「国立公園」 わが国を代表するすぐれた自然の風景地 ・「国定公園」 国立公園に準ずるすぐれた自然の風景地 ・「都道府県立自然公園」 都道府県におけるすぐれた自然の風景地
奥山自然地域	脊梁山脈（ある地域を分断して長く連なり、主要な分水嶺となる山脈）等の山地で、自然に対する人間の働きかけ、人為の程度が小さく、相対的に自然性の高い地域である。 自然林と自然草原を合わせた自然植生の多くがこの地域に分布している。 国土の各地域ごとに気候条件に応じて成立する代表的、典型的な自然植生がまとまって残されている地域である。
里地里山等中間地域	奥山自然地域と都市地域の間位置する地域で、自然の質や人為干渉の程度においても中間の地域である。 里地里山は、人間の働きかけを通じて環境が形成されており、集落を取り巻く二次林と、それらと混在する農地、草原等で構成される。 人工林が優占する地域も含まれる。 地形、土壌、水分条件等の自然環境基盤の違いや人間活動の干渉の程度に応じて、多様で比較的小さな単位の生育空間がモザイク状に存在している。
都市地域	人間活動が優占しており、高密度な土地利用、高い環境負荷の集中によって、自然空間は極めて少ない地域である。 斜面林、社寺林、屋敷林など都市内に島状に残存する緑地がある。
生物多様性保全上重要な地域	希少種や天然記念物等の生育地であったり、学術的に価値のある植生が形成されていたりするなど、相対的に生物多様性の保全等の重要性が高い地域である。

参考・参考文献：新・生物多様性国家戦略～自然の保全と再生のための基本計画～、編集環境省、発行（株）ぎょうせい、2002.8
 生態系保全のための植生管理方策及び評価指標検討調査（生態系保全のための植生管理方策検討調査）報告書、環境省、農林水産省、国土交通省、2007.3

表-1.2 「道路土工指針」に示されている「森林表土利用工」と「自然進入促進工」の概要

工 種		森林表土利用工*	自然侵入促進工*
施工方法	基 材	施工方法の例 ・ 植生基材吹付工を併用して施工する。植生基材に表土を体積比で 10 ～ 30% 程度混合して植生基材吹付工と同じ要領で施工する。 ・ 編柵を設けて森林表土を設置する。必要に応じて植生基材を混入する。 ・ 土のうに森林表土と肥料を詰めて植生土のう工の要領で施工する。必要に応じてバーク堆肥などの植生基材を混入する。 留意点 ・ 表土の採取はいつでも可能であるが、秋期から冬期が種子量が多くてよい。 ・ 表土は大きな落葉落枝を取り除いた後に採取する。落葉落枝中にも多くの種子が存在するので、分解していない大きなもののみを取り除くようにする。 ・ 表土を植生基材に混ぜて使用する場合には、深さ約 10cm までのものを採取する。 ・ 施工適期は春期から初夏。	施工方法の例 ・ 肥料袋を設置したネット系の資材を全面に張り付ける（人力施工）。 ・ 植生基材吹付工と同じよう要領で植生基材を吹き付ける（機械施工）。 留意点 ・ 適用地域は、国立公園や自然公園など周辺環境の自然度が高く、周辺植生から種子が飛来・定着することが十分期待できる場所である。 ・ 植生基材を吹付ける場合は、植被率が低い状態が継続しても、植生基盤の耐浸食性が長期間にわたり高く保持できるように造成する必要がある。
	植 物	表土中の種子や再生可能な植物体	周囲の植生から飛来する種子
	肥 料	緩効性肥料	緩効性肥料（溶出期間が数年に及ぶものがよい）
	補助材料	金網、編柵、土のう（先駆植物の生育を阻害しないもの）等	金網、繊維網（自然素材、合成素材等）
併用工		植生基材吹付工、植生土のう工、柵工等	植生シート工、植生マット工、植生基材吹付工等
適用条件	地 質	植生基材吹付工と併用する場合は粘性土が硬度 23mm 以下で、砂質土が硬度 27mm 以下。編柵工や植生土のう工を併用する場合は上記の数値以上でも施工可。	網を張り付ける工法は、浸食を受けにくいのにり面条件であることが必要である。植生基材を吹き付ける工法の場合は同左。
	勾 配	1：0.8 より緩勾配（併用する緑化基礎工や各種の工法による）	網を張り付ける工法の場合は安定勾配。それ以外の場合は併用する緑化基礎工や各種工法による。
備 考		・ 夏期から冬期に施工すると初期の被覆率が低いことがある。 ・ 施工地域の表土を用いる。 ・ 種子を混入する場合には、施工地域で採取したものをを用いる。 ・ 併用する工法によって材料は異なる。	・ 緑化速度が遅く、施工後初期における植物の浸食防止効果はほとんどないため、浸食のおそれがないのにり面条件でのみ施工可能である。 ・ 工法によって材料は異なる。
施工写真・断面図の例			

※：これらの工法は開発途上であるため、選定には注意と配慮を要する。

引用文献：道路土工 切土工・斜面安定工指針（平成 21 年度版）、社団法人日本道路協会、2009.6、p260 ～ 261、一部改変

＜植生の遷移：生態遷移＞

情報コラム



火山の噴火による溶岩の上、洪水・土砂崩れなどによる堆積土の上、山火事や森林伐採などによる裸地は、時間が経つにつれて草原や低木林になり、やがて森林となっていく。このように、ある場所において、植物が侵入・定着して成長を続け、さらに優占種が交代しながら安定した群落を形成していく一連の植生の遷移を「生態遷移」という。

生態遷移は、胞子や種子、根系などの繁殖器官や植物体の一部を含まない溶岩上などの場所から始まる「一次遷移」と、土壌が発達していて胞子や種子、根系などが含まれている森林伐採地などの場所から始まる「二次遷移」に区分される。さらに、「一次遷移」は、遷移が始まる場所の環境により、「乾性遷移」（岩などの乾燥した環境）、「湿性遷移」（水湿地などの環境）、「塩性遷移」（塩分濃度が高い環境）、「砂質遷移」（砂丘などの不安定な環境）に区分される。「二次遷移」は、「山火事」、「森林伐採」、「田畑の休耕」、「造成開発」などが要因となる。

生態遷移は、一般に、初期に先駆植物が侵入して定着し、時間の経過とともに植生が複雑化していく「進行遷移」となるが、頻繁な火事や過度の放牧などによって植生が単純化したり裸地化したりする「退行遷移」になることもある。

植物が侵入して定着する始相（先駆期）から安定した植物群落となる極相にいたるまでに出現する一連の植物群落の系列は、「遷移系列」といわれる。

のり面裸地のような乾性遷移系列の場合には、裸地→コケ植物・地衣類→一年生草本→多年生草本→低木林（陽樹）→高木林（陽樹）→高木林（陰樹）といったパターンで進行する。



遷移系列上で最初に裸地または裸地化した場所に侵入・定着する植物は、「先駆植物」といわれ、乾燥遷移系列の一次遷移ではコケ植物や地衣類、二次遷移ではキク科植物がよく知られている。「先駆植物」は、乾燥や貧栄養の環境条件に耐えるもののほかに、窒素固定作用をもつマメ科植物やハンノキ類なども多い。

森林表土を利用したのり面緑化において最初に侵入する木本種（先駆樹種）としては、アカメガシワ、ヌルデ、ネムノキ、ヤマハギ、ヤシャブシ、ヤマハンノキなどが多くみられる。



アカメガシワ



ヌルデ



ヤマハギ

参照・参考文献：生態学事典 編集 巖佐庸・松本忠夫・菊沢喜八郎・日本生態学会、共立出版株式会社、2003.6

1.3 用語の定義

本手引きにおいて使用する用語の定義は、以下に示すとおりとする。

①のり面

人工的に形成された、土または岩の斜面をさす。のり面は、土を盛り上げて築造した際に形成される盛土と、地山を切り下げて築造した切土がある。

②のり面緑化

のり面の安定、表層土壌の浸食防止を目的として、草本あるいは木本植物によって緑化することをさす。

③在来種

自然分布域内の植物をさす。

④地域性系統

在来種のうち、対象地域に自然分布していて、遺伝子にある程度の共通性を有する植物の集団をさす。

⑤外国産在来種

国外で生産された在来種をさし、国外と国内に共通して生育している種が持ち込まれたものと、国内から国外に持ち出した在来種から有性生殖により生産されて持ち込まれるものがある。

⑥外来種

自然分布域の外部から人為的導入によって生育した種をさす。「外来」には、国外から国内に持ち込まれた「国外来」と、国内において自然分布を外れて移動させた「地域外来」がある。

⑦表土利用工

森林や草原などにおける表土内の埋土種子を活用した緑化であり、造成箇所及び周辺地域の樹林地や草地で採取した表土を直接のり面に土羽土として張り付けたり、植生基材と混ぜて吹付機で吹付けるなどにより、緑化する工法をさす。

⑧自然侵入促進工

周辺に生育する自然植生などから自然散布（風・動物等）にて侵入し、落ちた種子がのり面上で発芽・定着することにより、植生回復を図る工法をさす。

⑨地域性種苗利用工

対象地域に自生する植物の種子や苗木を採取して、植栽材料として植生基材と混ぜて吹付機で吹き付けたり、植栽するなどにより緑化する工法をさす。使用する種苗は、対象地域（あるいは地域性系統が同一の地域）で採取されたものとし、詳細な産地が特定できない種苗は含まない。採取した種子から育てた苗木の使用も含む。

⑩表土

地表部分の土壌を示す。表土中には多くの埋土種子が含まれており、緑化の材料として重要である。

⑪埋土種子

土の中で休眠している種子集団をさす。森林表土には多くの木本類の種子が含まれている。

⑫不稔性種子

種子を実らせないよう、遺伝子的な処理を加えた種子で、緑化用外来牧草を対象に開発が進められている。従来の緑化で利用されてきた外来牧草のように早く成長する特徴を持ちながら、種子を散布して周辺に広がる可能性が低いとされている。

解説

用語については、「道路土工指針」で定義されている同一の用語に関しては基本的に内容を整合させた。ただし、「表土利用工」については、「道路土工指針」では「森林表土利用工」とされているものを、本手引きにおいては森林内の表土以外として草原等の表土の利用を含めることとして、「森林」を除いた用語とした。これは、緑化目標となる植生が草地等である場合において、目標となる植生の表土を的確に選定するための選択肢を広げるためである。

「地域性種苗利用工」における「地域性種苗」とは、本来、対象地域（あるいは地域性系統が同一の地域）の自生個体から採取された種子や苗木をさす。対象地域に自生する在来種と同じ種であっても、国外産の在来種は使用すべきでなく、国内産も種子の産地が明らかでないものは好ましくない。また、産地が特定できるものであっても、のり面や公園など人為的に導入された植物が繁茂している可能性の高い箇所では採取された種苗は利用すべきではない。地域性種苗の購入に際しては、これらの留意点を理解した上で、採取地域や採取方法を追跡確認できる種苗を購入することが望ましい（表-1.3）。

表-1.3 「地域性種苗」の考え方

種苗の産地	産地や採取方法 確認の正確性	種苗の 入手方法	地域生態系の保全に配慮したのり面緑化工への適用性
施工地と同じ地域で採取され、採取場所、採取環境を特定できる	高い	現地採取	高い
施工地と同じ地域で採取され、採取場所を市町村単位で特定でき、採取環境も把握できる		購入（難易度） 難	
施工地と同じ地域で採取され、採取場所を都道府県単位で特定でき、採取環境も把握できる			
施工地と同じ地方で採取されたことを特定できる（東北地方、近畿地方などの単位）			
施工地の近隣の地方で採取されたことを特定できる（施工地が関東地方で、採取地が東北地方、近畿地方などの単位）	低い	易	低い

<外国産在来種>

情報コラム

外国産在来種として流通している植物としては、草本植物では「ヨモギ」、「ススキ」、「イタドリ」、「メドハギ」、木本植物としては「ヤマハギ」、「コマツナギ」、「ヤシャブシ」、「ヤマハンノキ」、「アカマツ」、「クロマツ」等がある。「イタドリ」、「コマツナギ」、「ヤマハギ」は国内に自生している個体群と海外から持ち込まれた個体群の間で明らかな形態の違いが確認されているが、芽生え時期では葉の色合い等の違いが多少あるものの形態的に見分けるのは難しい。

【イタドリ】

【コマツナギ】



日本産



中国産



日本産



中国産

1.4 地域生態系の保全に配慮したのり面緑化工の種類と概要

地域生態系の保全に配慮したのり面緑化工は、利用する種子・苗木の形態や、人為あるいは自然による導入方法の違いにより、「表土利用工」、「自然侵入促進工」、「地域性種苗利用工」の3工法に分類される。

解説

地域生態系の保全に配慮したのり面緑化工は、「表土利用工」、「自然侵入促進工」、「地域性種苗利用工」の3工法がある。いずれの工法も造成地域の表土や造成地域に生育する在来植物の種子・苗木などを活用した緑化であり、緑化目標にあった植生を成立させる工法である。

3工法の概要や留意点は表-1.4に示すとおりである。

表-1.4 地域生態系の保全に配慮したのり面緑化工の3工法の概要と留意点

工法		地域生態系の保全に配慮したのり面緑化工		
		表土利用工	自然侵入促進工	地域性種苗利用工
概要		表土に含まれる埋土種子を活用した緑化工法。造成箇所や周辺の自然植生の表土を事前に採取・保管し、造成後ののり面に、植生基材と表土を混合して、植生基材吹付工等によって吹付ける。のり面に、表土を土羽土として張付ける方法や袋詰めして設置する方法もある。	周辺に生育する自然植生などから風散布、鳥散布などにより侵入する種子を捕捉し、捕捉した種子が植生基盤上で発芽・定着するのを待って、植生回復を図る工法である。外部から飛来する種子を捕らえ易くするために、立体ネットを設置するもの、のり面に突起物や肥料袋などで種子を留める工法等がある。	施工のり面周辺の良い樹林地の植物（在来種）から採取した種子や、その種子から育苗した苗木を播種工や植栽工、苗木設置吹付工により緑化する工法である。
材料	種苗	表土（埋土種子を含む）	飛来種子	現地採取種子 採取種子から育成した苗木
	基材	植生基材（バーク堆肥、ピートモス等） 保水材（鉱物資材等）	植生マット 植生基材（バーク堆肥、ピートモス等） 保水材（鉱物資材等）	植生マット、植生土のう 植生基材・土壌改良材（バーク堆肥、ピートモス等） 保水材（鉱物資材等）
	接合材	高分子系樹脂、合成繊維等	高分子系樹脂、合成繊維等	高分子系樹脂、合成繊維等
	肥料	緩効性肥料	緩効性肥料	緩効性肥料
	緑化基礎工	のり砕工、ネット張工、編柵工	ネット張工	のり砕工、ネット張工、編柵工
適用条件	緑化速度	早期緑化が必要な場合。	緑化に多少の時間がかかることを許容できる場合。	確実な早期緑化が必要な場合。
	立地条件	緑化目標となる植生（樹林や草原）の埋土種子を含む表土が周辺に存在する。	緑化目標となる植物群落（飛来種子が期待できる）が隣接する。	緑化目標となる植物の種子や苗木を確保できる植生がある。
	のり面条件（勾配）	1：0.8より緩勾配（緑化基礎工や各種工法により異なる）	1：0.8より緩勾配（緑化基礎工や各種工法により異なる）	1：0.8より緩勾配（緑化基礎工や各種工法により異なる）
	施工時期	種子の落下時期や春先の発芽に合わせ、晩秋～冬（積雪期を除く）の施工が適するが、梅雨までは施工可能。夏～初秋は施工に適さない。	通年 ただし、積雪期を除く。	播種の場合は、春先の発芽に合わせ晩秋～冬（積雪期を除く）の施工が適するが、梅雨までは可能。植栽の場合は、使用する植物種の植栽適期に行うことが望ましい（表-1.8参照）。
留意点		・表土は採取後、期間を空けずに使用することが望ましい（施工時期の調整が重要）。表土の長期間保存は適さない。 ・植生基材吹付工の場合、表土混入割合は体積比20%程度が望ましい。良質の表土では、10%程度の混入割合でもよい。	・飛来種子の捕捉しやすい構造の植生マットや吹付ける植生基盤の表面に凹凸を設けるなどの工夫をすることが望ましい。	・現地の種子をあらかじめ採取しておくことと苗木を育成しておく必要がある。種子採取時期・育苗期間と施工時期との調整が必要であり、種子採取・育苗計画が重要となる。

地域生態系の保全に配慮したのり面緑化工は、造成地域周辺に生育する在来植物の種子や埋土種子を含む表土などを活用した緑化であり、外来種の侵入を抑え、地域固有の植生を保全するための工法であり、周辺樹林との一体化を図る場合などの造成のり面において適用すべき工法である。

なお、3工法のうち、「表土利用工」と「地域性種苗利用工」については「緑化材料（種子や苗木等）の採取・供給」に、「自然侵入促進工」については「緑化材料（種子）の捕捉を兼ねた種子なしの植生基材の設置」と位置づけることができる。

また、施工は「道路土工指針」に示されている「のり面緑化工種」により最適な方法を選定して行うこととなる。表-1.5に地域生態系の保全に配慮したのり面緑化工法に適応する工種を示す。また、「道路土工指針」における「のり面緑化工種」の概要を表-1.6、1.7に示す。

表-1.5 地域生態系の保全に配慮したのり面緑化工法と工種

			(従来型工法)	地域生態系の保全に配慮したのり面緑化工法			
				表土利用工	自然侵入促進工	地域性種苗利用工（種子）	地域性種苗利用工（苗木）
緑化に際して導入する種子や芝、苗木の調達方法			一般に流通する種子・芝・苗木	表土に含まれる種子	自然に飛来する種子（人的には持ち込まない）	現地で採取するなどした種子	現地で採取する種子から育苗する苗木・採取する苗木
のり面緑化工種（道路土工指針）	播種工	種子散布工	○			○	
		客土吹付工	○	○	※1	○	
		植生基材吹付工	○	○	※1	○	
		植生シート工	○		○	○	
		植生マット工	○	○	○	○	
		植生筋工	○				
		植生土のう工	○	○	○	○	
		植生基材注工	○	○		○	
	植栽工	張芝工	○				
		筋芝工	○				
		樹木植栽工	○	○※2			○
	苗木設置吹付工		○	○※3		○※4	○

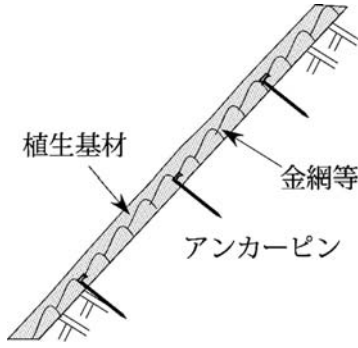
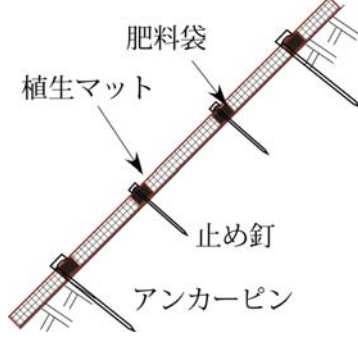
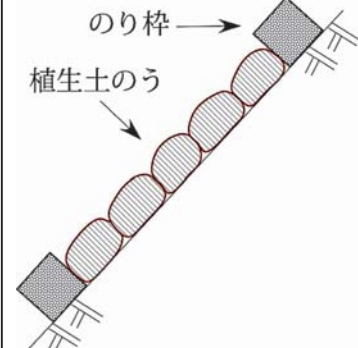
※1：工法の主眼は、「人為的に種子を混入しないこと」、「のり面に飛来する種子を積極的に捕捉する工夫」にある。

※2：工法の主眼は、苗木の植栽にあり、植穴周辺の土壌改良材に表土を利用した工法。

※3：工法の主眼は、苗木の導入にあり、苗木の周辺に吹付ける基材に表土を利用した工法。

※4：工法の主眼は、苗木の導入にあり、苗木の周辺に吹付ける基材に現地で採取した種子を混入した工法。

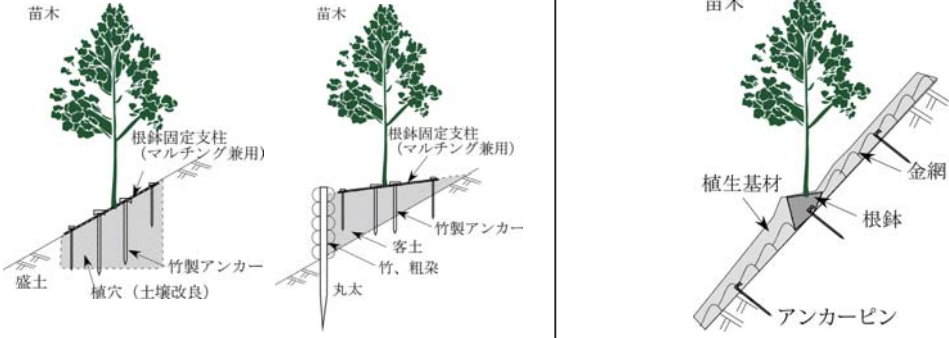
表-1.6 主なのり面緑化工種の概要（播種工）

工法		播種工		
		植生基材吹付工	植生マット工	植生土のう工
施工方法		ポンプまたはモルタルガンを用いて材料を厚さ3～10cmに吹付ける。	のり面全体に展開し、アンカーピン、止め釘等で固定する。	植生土のうまたは植生袋を固定する。
材料	基材	現地発生土、砂質土、パーク堆肥、ピートモス等	種子や肥料等を直接付けたネット（合成繊維、ヤシ繊維等）に間隔をもたせて肥料袋を装着させたもの。 ネット（合成繊維、ヤシ繊維等）に種子、肥料、植生基材等を封入した基材袋を間隔をできるだけ空けずに装着した厚みのあるマット状のもの	繊維袋に土または改良土、種子等を詰めたもの
	接合材	高分子系樹脂、セメント、合成繊維等		
	肥料	緩効性肥料（山型）※ ¹ 、PK化成肥料※ ¹ 、高度化成肥料（草本導入時）	化成肥料	堆肥、PK化成肥料、緩効性肥料
	補助材料	繊維網、金網、吹付枠、連続長繊維補強土工等	目ぐし、アンカーピン、止め釘	目ぐし、アンカーピン
適用条件	施工時期（適期）	春夏期施工：日平均気温が摂氏10～25℃の期間 秋期施工：日平均気温が摂氏15～25℃の期間		
	地質	同左、および岩等に用いる。	同左、および硬質土砂、岩（植生基材入りのもの）	肥料分の少ない土砂、または硬質土砂、岩
	勾配	1：0.5（木本類を用いる場合は1：0.6）より緩勾配※ ² 、主に、切土のり面に用いる。	1：0.8より緩勾配	1：0.8より緩勾配
備考		吹付厚は、緑化目標や適用条件により設定する。 緑化目標により、除伐・追肥などが必要となる場合がある。 種子の代わりに森林表土を用いる表土利用工や、伐採木や抜根材などの建設副産物を有効利用することが可能である。	マットをのり面にできるだけ密着させる必要がある。	勾配が1：0.8より急なところでは落下することがある。 草本種子を使用する場合には保肥性の優れた土を用いる。
断面図の例				

※¹：山型肥料とはN：P：Kの配合がN＜P＞Kとなっているもので、PK化成肥料はNがほとんどないものをいう。
※²：地質、気象、使用植物、浸食防止材等により適用範囲は多少の差異が生じる。

引用文献：道路土工 切土工・斜面安定工指針（平成21年度版）、社団法人日本道路協会、2009.6、p214～217、一部改変

表-1.7 主なのり面緑化工の概要（苗木利用）

工法		植栽工	苗木設置吹付工
		樹木植栽工	
施工方法		のり面に植穴を掘削し、樹木を植える。必要に応じて土壌改良を施した土壌等で埋め戻す。	コンテナ（ポット）苗木をのり面に固定し、その上から植生基材吹付工法を施工する。
材料	基材	盛土材が植物にとって不良な場合、表土利用や土壌改良資材（バーク堆肥、パーライト等）を混入する。	人工土壌または有機基材等（土、木質繊維、バーク堆肥、ピートモス等）、および浸食防止材（高分子系樹脂、セメント、繊維資材等）
	肥料	緩効性の化成肥料	緩効性の化成肥料
	補助材料	支柱、マルチング、（網柵）	金網、アンカーピン（苗木固定用）
適用条件	施工時期（適期）	表-1.8 参照	
	地質	粘性土（硬度 23mm 以下） 砂質土（硬度 27mm 以下）	粘性土（硬度 23mm 以下） 砂質土（硬度 27mm 以下）
	勾配	1：1.5 より緩勾配、1：1.2 より緩勾配（網柵）	1：0.8 より緩勾配
備考		のり肩やのり尻等の境界では、樹木の成長による交通視距の障害を防止するための維持管理が増大しないような配植をする。	のり肩やのり尻等の境界では、樹木の成長による交通視距の障害を防止するための維持管理が増大しないような配植をする。 植生基材は苗木の根鉢が覆われるまで吹き付ける 乾燥や貧栄養状態に耐性のある樹種を中心に選択する。
断面図の例			

引用文献：道路土工 切土工・斜面安定工指針（平成 21 年度版）、社団法人日本道路協会、2009.6、p220～221、一部改変

表-1.8 樹木植栽工・苗木設置吹付工の施工適期

種類	東京標準地域		寒冷地特別地域	
	植栽適期	摘要	植栽適期	摘要
針葉樹	2 月上旬～4 月中旬 5 月下旬～梅雨中 9 月下旬～12 月中旬	マツ類は 2 月中	3 月下旬～5 月中旬 梅雨中 9 月上旬～11 月下旬	寒冷の程度により 多少の差がある
常緑広葉樹	3 月上旬～4 月下旬 梅雨中 9 月中旬～10 月下旬		4 月上旬～5 月中旬 梅雨中 8 月中旬～9 月下旬	寒冷の程度により 多少の差がある
落葉広葉樹	2 月下旬～4 月上旬 10 月中旬～12 月中旬	新芽の出る前	3 月下旬～5 月上旬 9 月中旬～10 月下旬	寒冷の程度により 多少の差がある

注 1：寒冷特別地域とは、雪寒法に基づく地域をいう。

注 2：九州、四国南部などの温暖地方は、東京標準地域よりも春期では 0.5～1.0 ヶ月早くなり、秋期においては 0.5～1.0 ヶ月遅くなる場合がある。

注 3：晩秋および冬期に供用する寒冷特別地域において、不適期（晩秋および冬期）に施工が予定される場合は、その不適期に該当する数量をあらかじめ減じて工事発注するか設計内容の見直しを行うものとする。

注 4：未施工部分については、その後の適期に行うものとする。

引用文献：道路土工 切土工・斜面安定工指針（平成 21 年度版）、社団法人日本道路協会、2009.6、p253、一部改変

2.1 調査

調査は、地域生態系の保全を適切に行うために、①地域特性及び土地利用状況・周辺植生、②気象条件、③緑化材料（表土、既存樹林、地域性種苗）、④のり面造成時点におけるのり面条件について実施する。

解説

（1）調査の基本方針

調査は、建設事業等によって出現したのり面について、地域の生態系を保全しながらのり面の安定を確保することができる、効果的・効率的で、さらに施工後の植生遷移にも配慮したのり面緑化工を設計するための基礎資料を把握する必要がある。

（2）調査の目的

のり面緑化工における「緑化目標」及び「緑化工法」を決定するために必要となる前提条件を把握することを目的とする。

（3）調査の内容

調査の内容は以下に示すとおりであるが、詳細は「道路土工指針、8-3-2 のり面緑化工の構成と調査」を参考とする（表-2.1）。

①地域特性及び土地利用状況、周辺植生

地域生態系への配慮の必要性を検討するため、「第1章 1.2 適用範囲」の表-1.1に示す地域区分やその特性を把握した上で、緑化目標となる植生を検討するために必要な周辺植生を調査する。

②気象条件

施工方法や施工時期等を検討するために必要となる気温、降水量、積雪量、風向風速、日照等について調査を行う。

③緑化材料（表土、既存樹林、地域性種苗）

使用する緑化材料が確保できるのかを確認するため、各材料の品質、種類、量、利用可能性等について調査する。

表土：土壌の理化学性、確保可能量、保管場所の確保、施工地までの運搬性等

既存樹林：樹種、健全度、種子供給量等

地域性種苗：種類、数量、採取地等

④のり面造成時点におけるのり面条件

施工方法を検討するために必要となる、地山の土質・岩質（岩質、土性、土壌硬度、土壌酸度等）、及びのり面形状、規模、高さ、方位、勾配、湧水状況、排水工、構造物等について調査する。

表-2.1 調査結果の活用における留意点

調査項目	調査結果活用上の留意点
①地域特性及び土地利用状況、周辺植生	・「自然公園」、「奥山自然地域」、「里地里山等中間地域」においては、地域生態系に保全に配慮した緑化目標を設定する。 ・「都市地域」においては、土地利用状況に応じた緑化目標を設定する。 ・「生物多様性保全上重要な地域」においては、生物多様性の保全に留意した緑化目標を設定する。
②気象条件	・気象条件（気温、降水量）によって、成立する植生や速度が異なることを踏まえた緑化目標を設定する。 ・年間降水量及び施工時期の降雨条件に適応した植生工を選定する。年降水量 1,000mm 以下の場合、基盤、植物及び施工時期等における具体的な乾燥対策を講じる。なお、1,200mm 以下となる場合には、対策を検討することが望ましい。 ・最高気温が 30℃ 以上となる時期の施工は避け、日平均気温 10℃ 以上が 2 ヶ月以上続くこと等を目安に施工時期を設定する。 ・積雪地においては、現地の特性に応じた施工法を選定する。
③緑化材料	・表土：現地での発生が見込まれる場所、化学性、量等について、調査を行い、表土利用工を設計する際の資料とする。埋土種子の混入量や種類が不足すると考えられる場合には、地域性種苗の利用を検討する。 ・既存樹林：のり面周辺の既存樹林がある場合には、樹種、量、健全度、種子散布型等を調査して、種子供給の可能量等について推定した結果を、自然侵入促進工の設計の資料とする。なお、ニセアカシア、イタチハギ等の侵略的外来種がある場合には、伐採・伐根等の対策を可能な範囲で検討することが望ましい。 ・地域性種苗：対象地域における地域性種苗が確保されているのかを調査し、市場がある場合にはその種類、量、採取地等を把握した結果を地域性種苗利用工の設計に利用する。市場がない場合には、採取及び育苗の可能性を検討する。
④のり面造成時点におけるのり面条件	・のり面勾配については、のり面の安定が確保できるように緑化目標を設定する。また、切土の場合は 1:1.0、盛土の場合は 1:1.5 より急勾配を目安に緑化基礎工との併用を検討する。 ・土壌硬度については、成立させる植物種に応じて吹付厚等の施工方法を検討する。 ・土壌酸度は、pH4 ～ 8 以外では吸着や中和処理、排水または遮水対策の検討を行った上で、施工方法を検討する。 ・岩盤のり面、流亡しにくい植生基材の使用を検討する。 ・流下水が集中する箇所や湧水がある箇所については、地表面あるいは地下排水工を設置する。

引用文献：道路土工 切土工・斜面安定工指針（平成 21 年度版）、社団法人日本道路協会、2009.6、p209、加筆修正

2.2 計画

設計は、「緑化目標」としてのり面に将来的に成立させる植物群落の完成形を表すとともに、その植物群落の形成を達成するために最適な緑化工法を選定するものである。

解説

(1) 緑化目標の設定

緑化目標は、のり面に将来的に成立させる植物群落の完成形を表すものであり、周辺植生や土地利用、道路等の構造物との隣接状況、のり面の形状や勾配等によって異なるものである。

地域生態系の保全に配慮したのり面緑化工においては、地域生態系の保全に配慮した植物群落を形成することを主目的としている。緑化目標としては、多くの場合が周辺樹林と馴染んだ「高木林型」を設定することが想定される。ただし、周辺の植物群落が高木林であっても、以下の特殊な条件がある場所においては、「低木林型」や「草地型」を設定する必要がある（表-2.2、2.3）。

- ①市街化地域の近傍で、樹林化が住居などの生活環境に影響を与える場合。
- ②耕作地の近傍で、樹林化によって作物などに影響（鳥獣や昆虫による食害等）を与える場合。
- ③道路等の施設・構造物に隣接したのり面で、倒木等による交通障害や構造物等への損害が発生すると考えられる場合。
- ④道路施設の IC・JCT 内など、樹林化による交通機能上の支障（見通しの妨げ等）が発生すると考えられる場合。
- ⑤造成箇所が眺望等に配慮した施設内であり、樹林化による眺望阻害が発生すると考えられる場合。

表-2.2 代表的な緑化目標の例

緑化目標 (群落型)	特徴	適用条件	安定を確保できる のり面勾配の目安※1
高木林型	高木が優占する群落	・周辺が樹林地 ・のり面勾配が緩く、厚い土壌の形成が見込める場所	1:1.7 より緩勾配 (35度未満)
低木林型	低木が優占する群落※2	・周辺が樹林地 ・急傾斜地等で薄い土壌しか形成されない場所 ・沿岸部等の強風に晒される場所 ・道路等に隣接したのり面 ・周辺が農地、住宅地等 ・眺望の確保が必要な場所	1:1 より緩勾配 (45度未満)
草地型	草本が優占する群落※2	・自然植生が草本群落の場所 ・道路等に隣接したのり面 ・周辺が草地、農地、住宅地等 ・眺望の確保が必要な場所	1:0.8 より緩勾配 (50度より緩勾配)

※1：のり面内に生育している樹木が倒伏することにより支障が発生すると考えられる場合に考慮する。

※2：植生遷移の状況により、草刈りや高木伐採等を行う必要が生じる。

引用文献：道路土工 切土工・斜面安定工指針（平成21年度版）、社団法人日本道路協会、2009.6、p212、加筆修正

なお、緑化目標が「低木林型」、「草地型」の場合には、表土からの埋土種子や周辺植生からの侵入種子によって、自然に植生が高木林等に遷移することが考えられるため、草刈りや高木伐採等の人為的な遷移抑制のための管理が必要となる。

表-2.3 緑化目標別の施工事例

緑化目標 (工法)	施工事例	
	施工 3 ヶ月後	施工 6 年後
高木林型 (表土利用工)		
低木林型 (表土利用工)	施工 5 ヶ月後 	施工 5 年後 
草地型 (表土利用工)	施工 6 ヶ月後 	施工 7 年後 

（２）工法の選定

工法の選定にあたっては、地域生態系の保全レベルに応じて、経済性や工事工程等にも配慮した緑化速度を考慮することが必要である。

植物の発芽・生育は、気象や地質・地形、のり面勾配、周辺樹林等の様々な条件により、大きく異なるため、植生の成立までに長い時間を必要とすることを理解しておかなければならない。

そのため、地域生態系の保全に配慮したのり面緑化工は、自然に委ねた緑化速度で植生が遷移する。

ただし、使用する植物材料等によっても、目標群落が完成するまでの達成期間には大きな差が生じるため、地域生態系の保全レベルに対して求められる緑化速度に対応した工法を選択する必要がある。

工法の選定フローを図-2.1～2.2に示す。

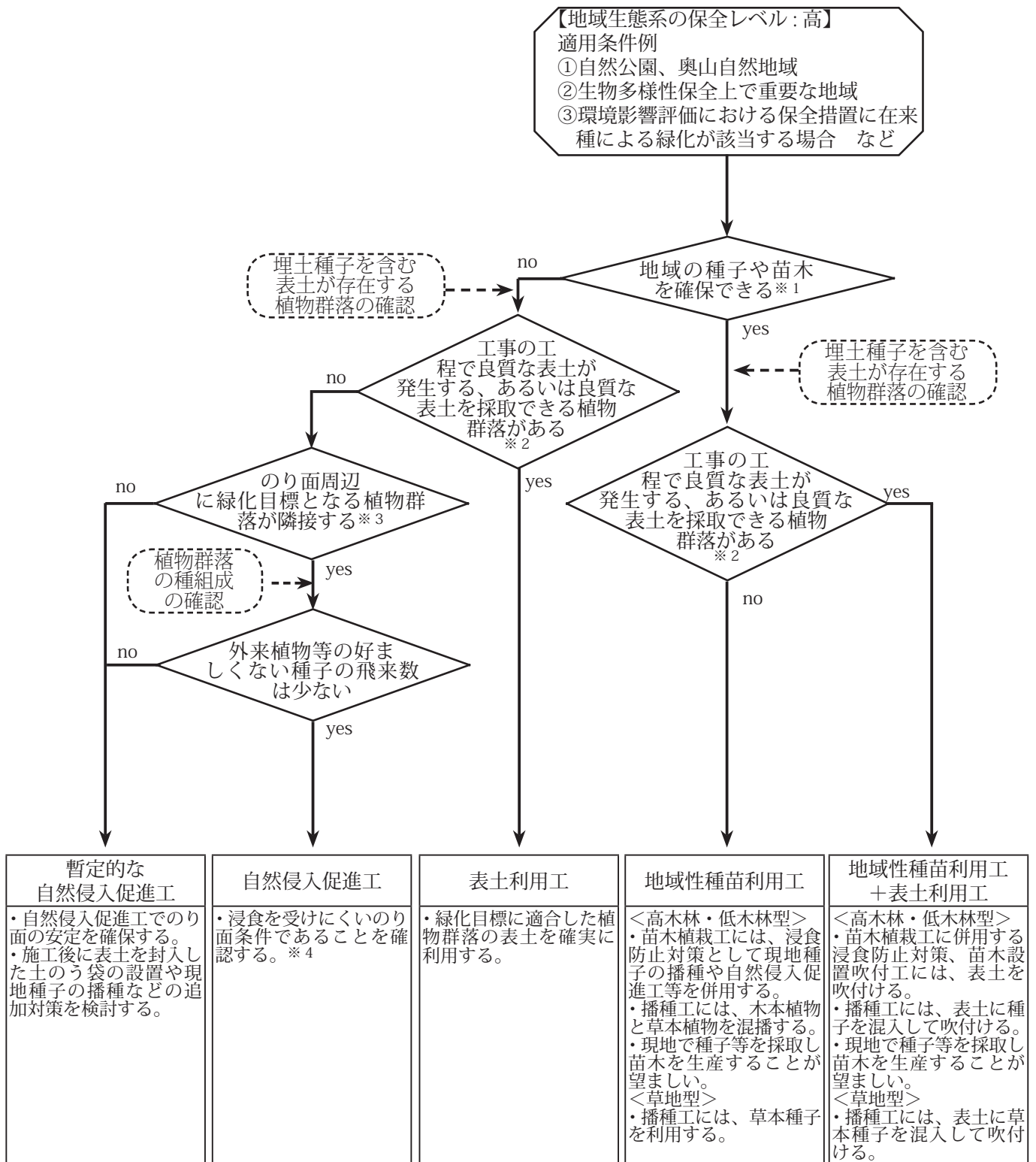
（３）詳細設計

各工法における詳細設計については、「第３章 表土利用工」、「第４章 自然侵入促進工」、「第５章 地域性種苗利用工」において説明する。

（４）計画立案の時期

「緑化目標の設定」や「工法の選定」を計画するにあたっては、施工前に準備しておく作業（準備工）として、表土の採取・保管や地域性種苗の採取・育苗等に時間を要するため、遅くとも１～３年前までには立案しておく必要がある。

各工法における準備工については、「第３章 表土利用工」、「第４章 自然侵入促進工」、「第５章 地域性種苗利用工」において説明する。



※1：地域性種苗を採取・育苗するには、1～3年程度の期間を要することを踏まえておく。

※2：施工時期を調整することで表土の種子の利用が可能となる場合があるので、調整の余地がないかを検討することが望ましい。

※3：＜高木林・低木林型＞のり面上部に張り出した枝から、種子がのり面に供給されることが期待できるのり面。のり面上端が尾根には達しない、のり長の短いのり面。

＜草地型＞のり面周辺に草本植物が繁茂して、種子がのり面に供給されることが期待できるのり面。

※4：乾燥するのり面では植生の定着・生育が遅れる可能性がある。特に年間降水量1,200mm以下の地域で、南向きのり面は注意を要する。

図-2.1 【地域生態系への保全レベル：高】の工法選定フロー

- ※1：ここでは浸食防止対策とは別に、景観保全等の観点からのり面に植生を成立させる必要性を含めて判断する。
- ※2：下記のような条件が好ましい。
 <高木林・低木林型>
 のり面上部に張り出した枝から、種子がのり面に供給されることが期待できるのり面。
 のり面上端が尾根には達しない、のり長の短いのり面。
 <草型型>
 のり面周辺に、草本植物が繁茂して、種子がのり面に供給されることが期待できるのり面。
- ※3：施工時期を調整することで、表土が種子の利用が可能となる場合があるので、調整の余地がないかよく検討することが望ましい。
- ※4：「生態系保全のための植生管理方策及び評価指標検討調査報告書」環境省・農林水産省・林野庁・国土交通省（2007）、p26に示されている「表 2.12 調査対象種の取扱方針（案）」に従い、外国産在来種や、特定外来生物（外来生物法）の利用は避け、結実せず再生産しない不稔性種子や、侵略性の低い種を利用する。
- ※5：自然侵入促進工は自然な植生の回復力に期待する工法であり、乾燥しやすいのり面では植生の定着・生育が遅れる可能性もある。特に、年間降水量が 1,200mm以下の地域の南向き法面では注意が必要である。

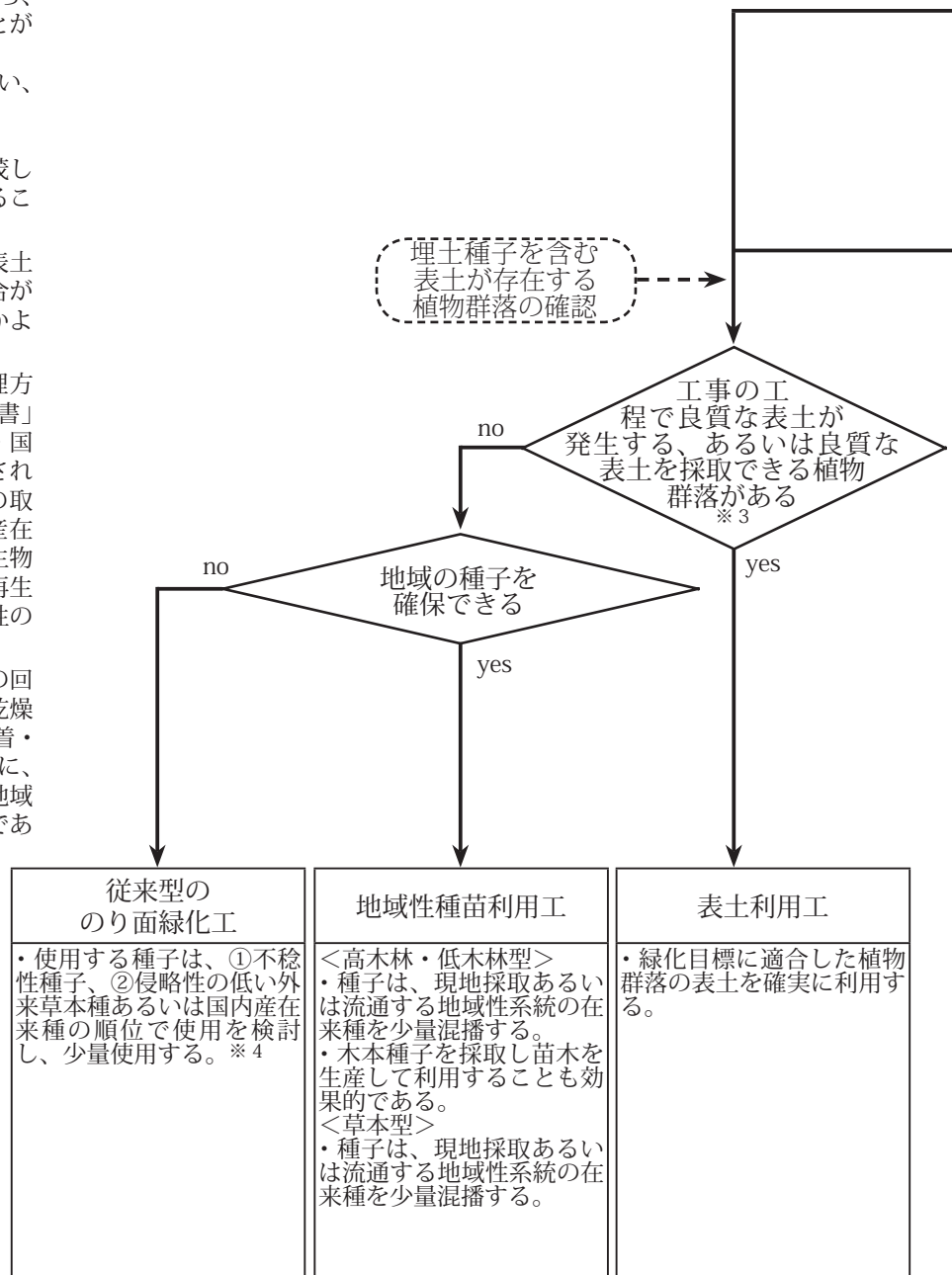
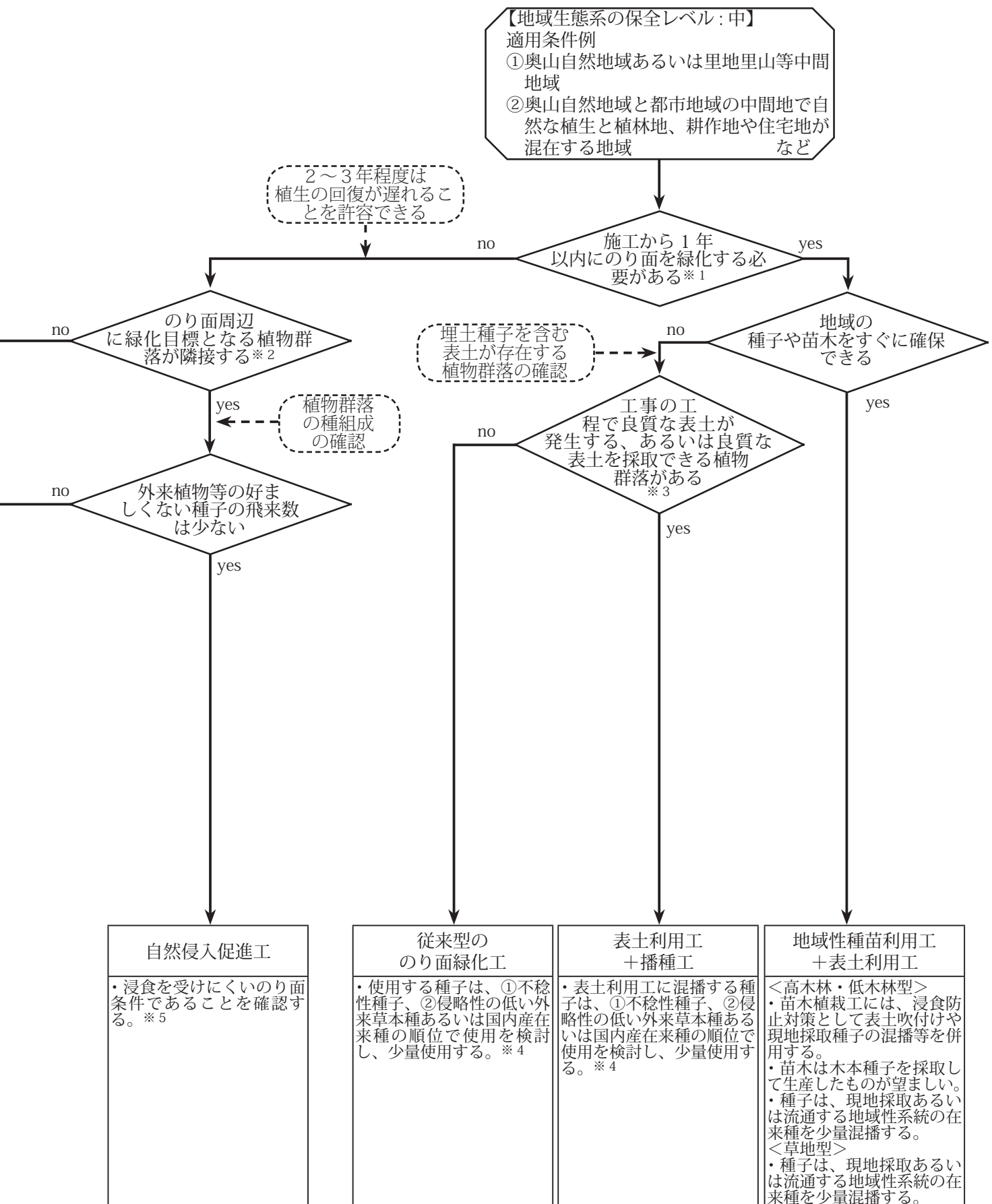


図-2.2 【地域生態系の保全レベル：中】の工法選定フロー



3.1 表土利用工の概説

表土利用工は、周辺の植生群落から採取した表土を利用することにより周辺地域の代表的な植生をのり面に成立させることを目的とした工法であり、設計、準備工、施工、成績判定の一連の工程で構成される。

■ 解説

(1) 表土利用工の特徴

表土利用工は、緑化目標とする植生群落が成立している土壌の表土に含まれている埋土種子を活用した緑化工法である。

そのため、施工地域外の種苗を使用せずにのり面を緑化することが可能であり、地域生態系の遺伝子の攪乱や景観に配慮することができる。一方で、主に埋土種子に植生成立を委ねているため、発芽・生育する植物の種類や量の予測ができない。また、これまで行われている外来牧草による緑化と比較すると、のり面を被覆する速度が遅く、繁殖力の強い大型の外来草本が侵入し、繁茂することも見受けられる。

以上を踏まえ、表土利用工の施工にあたっては、対象のり面の緑化目標とする植生群落を的確に判断し、群落構成となる樹種の埋土種子が十分に含まれている良質な埋土種子であるかを発芽実験により事前に確認した上で、必要十分量を採取して的確に保管し、のり面に施工することが重要である。また、表土利用工の計画・設計においては、出来る限りのり面の造成地内で表土を採取・保管することが、造成地外の樹林地等を改変することなく、コスト低減にも繋がることを考慮しておく必要がある。

(2) 表土利用工の手順

表土利用工は、「第2章 調査・計画」を受けて、①設計、②準備工、③施工、④成績判定の順で実施し、その後は適切な植生管理により目標とする植生を成立させ維持する（図-3.1）。

設計段階においては表土採取地を造成地内とすることを優先的に検討すること、準備工において表土保管期間を短くすること、施工においてはのり面造成後の条件を確認した上で条件が変わっている場合に適切な設計変更を行うこと、成績判定においては埋土種子からの発芽生育には時間がかかること等に留意する必要がある。

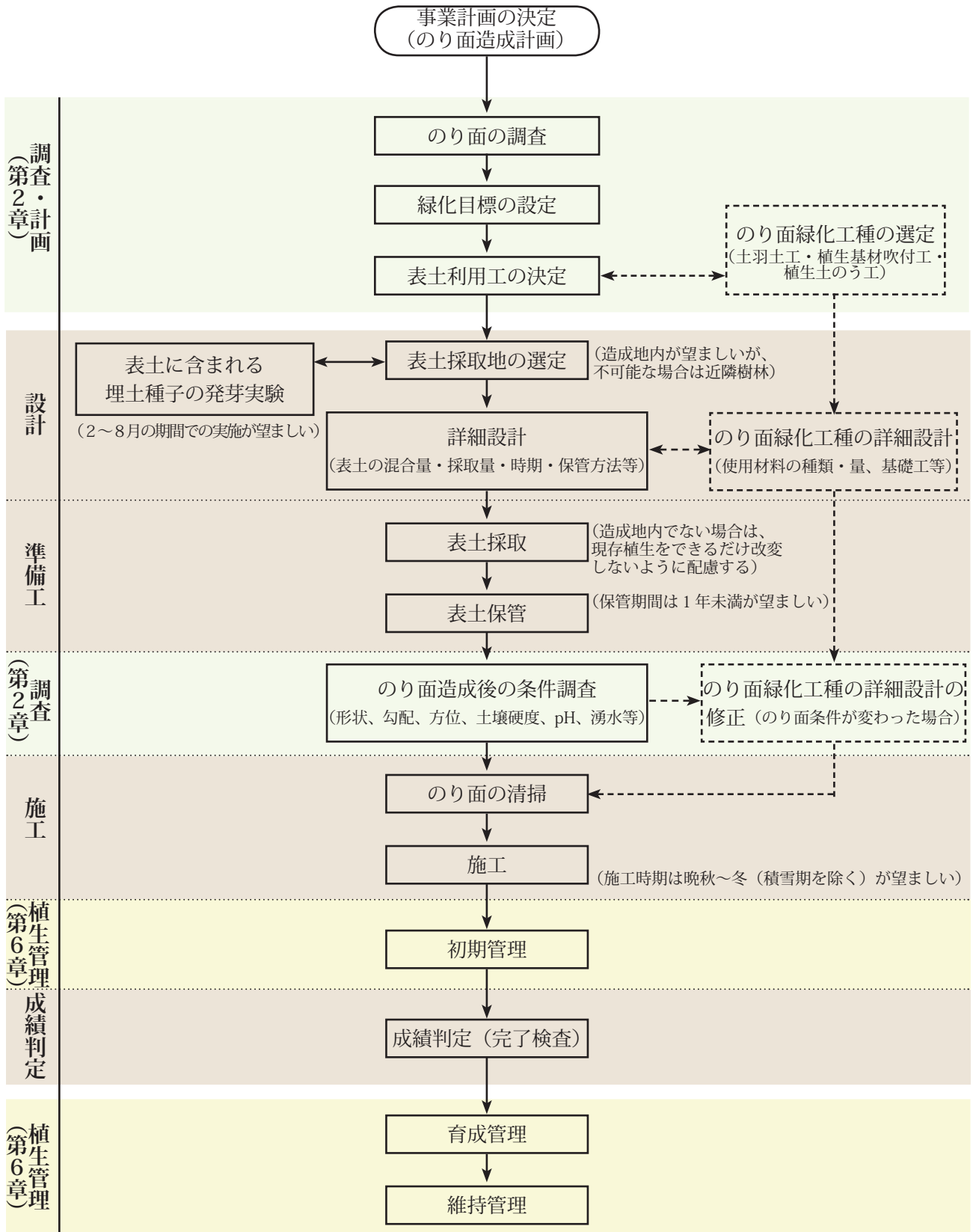


図 -3.1 表土利用工の実施フロー

3.2 表土利用工の設計

表土利用工の設計は、緑化目標に適した表土の採取地、採取方法等を選定するとともに、施工対象のり面の条件に適合したのり面緑化工種を使用材料を含めて選定し、合わせて施工時期を検討する。

解説

(1) 表土採取地の選定

表土利用工において不可欠な使用材料は、緑化目標として期待する植生を成立するために最も適合した埋土種子が含まれている表土であり、採取地の選定は最重要の課題である。

切土のり面の場合には、開削予定地の表土の品質確認（埋土種子の発芽実験）と、事前採取の可能性（工事工程等の調整）を検討する。表土の品質（埋土種子の種・量等）が良好で採取も可能であれば、事前に採取時期と保管する場所を決定しておく（図-3.2）。

切土のり面工事で表土が採取できない場合や、盛土のり面の場合には、周辺の樹林地等を対象として緑化目標との適合性（表土に含まれる埋土種子の発芽実験）や採取認可の必要性等について把握した上で採取地を選定し、あわせて採取時期、保管方法を決定する。

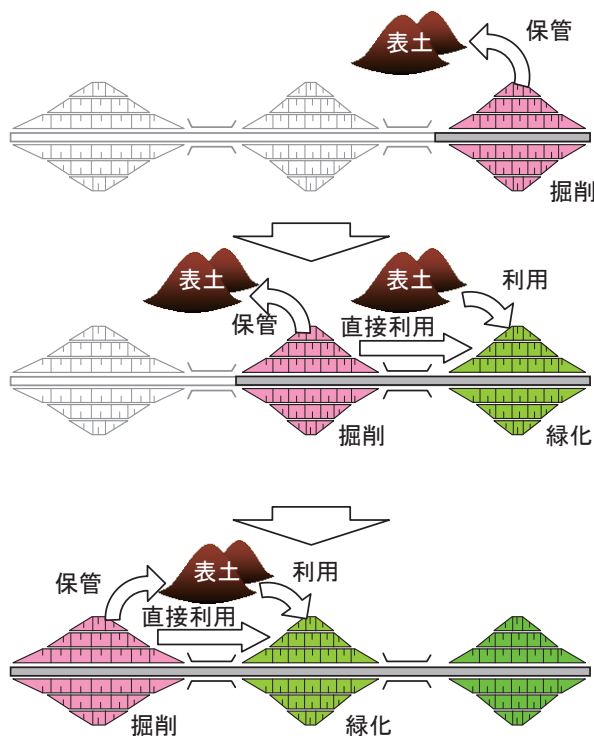


図-3.2 望ましい施工手順のイメージ

※：地域性系統の植物種子を含んでいる表土は一般に流通するものではなく、地域生態系の保全に配慮したのり面緑化工においては非常に重要な緑化材料である。地域環境への配慮から「造成地の最少化」や「廃棄物のリサイクル」が進められており、表土は当該事業の改変地域から採取することや、発生土を利用することが望ましい。

※：一方、表土の保管期間は短いこと（1年未満）が望ましく、表土を保管するためのコストも無視できない。そのため、計画的に表土を採取し、活用して行く施工計画の調整が望まれる。

(2) 採取方法の決定

切土のり面工事で造成地内から表土を採取できる場合には、バックホウ等の機械掘削により採取を行うことができる。造成地以外の樹林地からの採取となる場合は、現存植生への生育影響を避けるため、スコップ等の人力による掘削や圧縮空気を利用した吸引機械による方法で実施することを検討する（写真-3.1）。



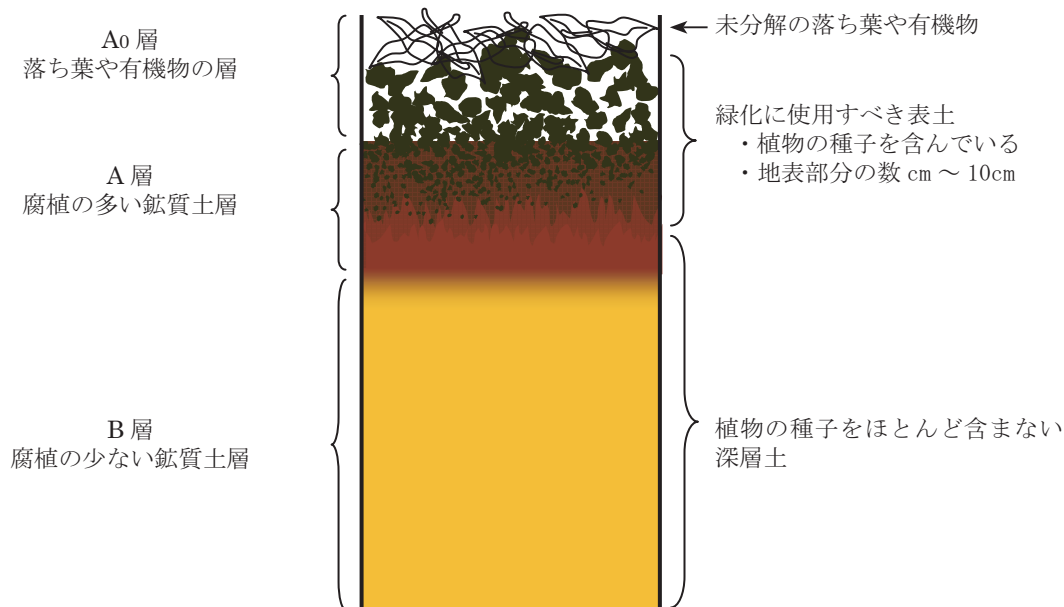
写真-3.1 圧縮空気を利用した表土採取機

＜土壌の分布＞

情報コラム



土壌は、風化の度合いや落ち葉等の分解状況によって、垂直方向にいくつかの層に区分される。この層のうち、種子を含んでいるといわれるのは地表から数 cm ～ 10cm の層で、多くの場合黒褐色の土層である。



(3) 表土に含まれる埋土種子の発芽実験

表土利用工においては、「表土の質」が重要である。表土の埋土種子を確認せずに緑化に使用すると、期待した植物の発芽を確認できないばかりか、特定外来生物や要注意外来生物等の侵略性の高い外来種を導入してしまう可能性も考えられる。そのため、表土採取地の検討段階で、発芽実験用の表土（2～5リットル程度）を採取して、実験を行うことが重要である。なお、この段階で実施が不可能であっても、採取・保管時期には実施しておくことが望ましい。発芽実験の目的や方法、留意点などは以下のとおりである。

①目的

表土に含まれる埋土種子の発芽実験は、緑化に利用する表土に含まれる植物種子の種類や量を、緑化施工前に確認することを目的とする。

②実験方法（図-3.3）

i. 計画準備

発芽実験では、早春期に表土撒き出しを行い、植物の発芽を確認できるまでに概ね半年程度を必要とするため、緑化施工までに十分な期間を設けて検討・実験を行う必要がある。

ii. 表土の撒き出し

表土を採取箇所別にプランターに撒き出す。プランターの底には赤玉土やバーミキュライトなどを撒き出し、その上に表土を1～2cm程度の厚みで撒き出す。この際、表土以外の種子の混入を避けるため、市販の黒土や腐葉土は利用しない。

プランターには飛来する種子をさけるよう覆い（寒冷紗など光や水を通すもの）をかけ、日当たりのよい場所に設置する。毎日十分に灌水する。

iii. 発芽状況の調査

- ・毎日の灌水を続けながら、毎月1～2回以上の調査を行い、表土から発芽する植物の種類と本数を確認する。
- ・発芽した植物は、種（あるいは属するグループ）を確認した後、除去する。発芽直後の植物の種の確認は、十分に経験のある植物の専門家が実施すること。緑化目標に合致しない個体については、「〇〇の一種」にとどめ、必ずしも種まで同定する必要はない。
- ・多くの植物は春季に発芽するため、実験期間には2月～7月頃が含まれるように実験を継続する。

iv. 結果の評価・活用

- ・調査結果から、表土に含まれる植物種子の量と種構成を把握する。
- ・表土に含まれる植物種子の種構成が、緑化目標に対して適合するかどうかを評価する。
- ・緑化目標が高木林と低木林であり、木本種子が含まれていることが求められる場合には、各プランターにおいて「木本類の実生が複数確認できること」が判定基準となる。

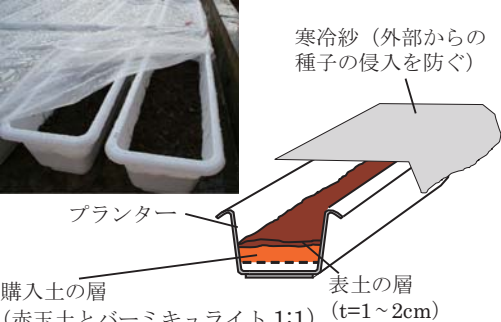
	1) 表土撒き出し準備 表土は良くほぐし、大きな石や葉、根、木屑等を取り除く。 プランターや赤玉土やバーミキュライト、覆うシート（寒冷紗等）を用意しておく。
	2) 実験用プランターと管理 実験用のプランターに、赤玉土やバーミキュライトを敷き、表土（1～2 cm厚程度）で蒔き出す。決して固めないようにする。測定誤差が生じないように、プランターは複数設置することが望ましい。 実験開始後は十分に水をやり、湿潤な条件を保つ。プランターを覆う寒冷紗は常時かけておく。
	3) 実験開始から約6ヵ月後の状態（例） 発芽した個体は同定できるまで成長を待つ。大きく成長させてしまうと、他の発芽個体を確認しづらくなってしまうので、種を確認でき次第除去する。

図-3.3 表土に含まれる埋土種子の発芽実験のイメージ

(4) のり面緑化工種の選定

表土を利用するためののり面緑化工種は、気象条件やのり面条件（のり面の切盛土の構造、地山の状態、勾配、土壌硬度等）の調査結果を基にして、土羽土工、植生基材吹付工、土のう工、植生マット工等から最適な工法を選定する（表-3.1）。同時に、表土等の生育基盤材が流亡するおそれがある場合には、必要性を検討して緑化基礎工を選定する（表-3.2）。表土利用工におけるのり面緑化工種の選定フローの例を図-3.4に示す。

表-3.1 表土利用工における主なのり面緑化工種の特徴

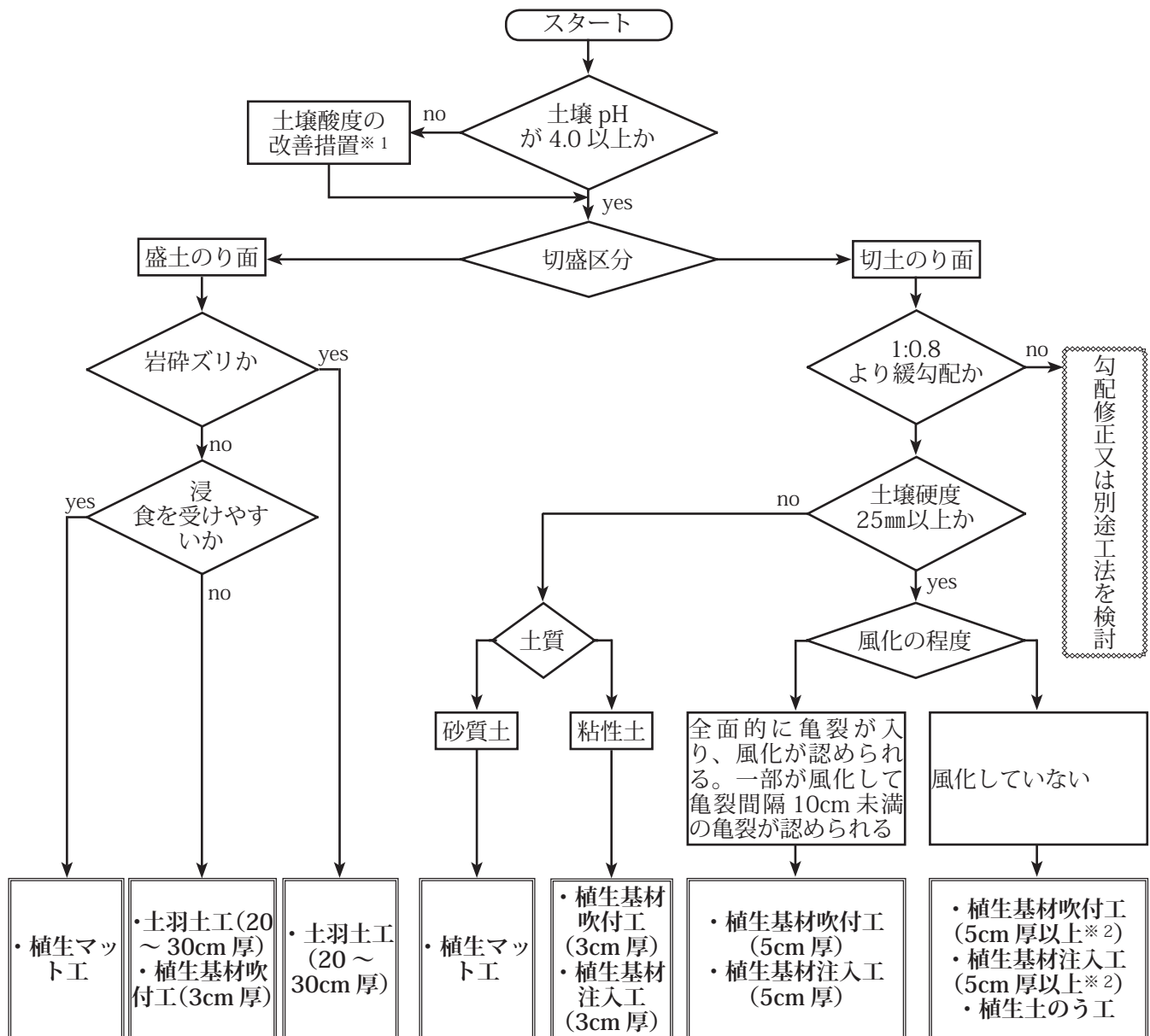
	土羽土工	植生基材吹付工	植生土のう工	植生マット工	植生基材注入工
概要	採取した表土をのり面表面に土羽として張り付ける工法。	表土を植生基材に混合させてのり面に吹き付ける工法。	表土を植生土のう袋に詰めて、のり面に設置する工法。	植生マットに表土を入れた筒状袋を設置する工法。	のり面に袋状マットを敷設し、表土と植生基材を混合した基盤材をマット内に圧送注入する工法。
適用条件	盛土のり面	切土のり面 盛土のり面	切土のり面 盛土のり面	切土のり面 盛土のり面	切土のり面 盛土のり面
のり面保護効果	表土を締め固めた状態で、植生が被覆するまでは強雨等による浸食を受けやすい。	植生基材に接合剤が含まれているため、植生による被覆が無くても強雨等の浸食に耐えて、保護効果が高い。	表土は土のう内に保持されているため、土のうがアンカーピン等でのり面に隙間がないよう確実に固定されていれば、保護効果は高い。	植生マットにより、植生に被覆されていなくてもある程度の雨水等に耐えて、保護効果を有する。	表土は袋状マットに保持され、のり面の保護効果は高い。岩盤のり面の場合には植物の根が地山に伸長しにくく、マットがのり面に確実に固定されていることが必要。
施工性	バックホウ等の機械施工ができるため、施工性はよい。	吹付機による施工であるため、大面積であれば施工性はよい。	植生土のうの設置には人力あるいはクレーンを使用するため、施工性は悪い。	植生マットは軽量であり、人力により容易に施工できる。表土の袋体の人力設置に時間がかかる。	袋状マットを人力で敷設した後、基盤材を専用機械で注入するため、時間がかかる。
緑化基礎工	編柵工	ネット張工	のり枠工、編柵工	特に必要ない。	特に必要ない。
備考	大型機械を使用するため、機器設置等のヤードが必要となる。	大型機械を使用するため、機器設置等のヤードが必要となる。	大型機械を使用するため、機器設置等のヤードが必要となる。		大型機械を使用するため、機器設置等のヤードが必要となる。

参考文献：道路土工 切土工・斜面安定工指針（平成21年度版）、社団法人日本道路協会、2009.6

表-3.2 表土利用工における緑化基礎工の特徴

種類	特徴
のり枠工	吹付枠工現場打ちコンクリート枠工 のり面の浅部で発生する崩壊に対し、形状、規模に対応できることが可能である。のり面の凹凸に対応できる。
	プレキャスト枠工 植物の生育基盤となる土砂や植生土のうをのり面に固定保持することができる。
ネット張工	金網張工 のり表面の表流水、凍上等による剥落防止及び生育基盤の保持、落石防止に効果がある。
	繊維ネット張工 のり表面の表流水による剥落防止や造成基盤の保持に効果がある。
編柵工	盛土のり面に木杭を一定間隔で打込み、これにそだ、竹、プラスチック製のネット等を編んで土留めを行うものである。植物が十分に生育するまでの間、のり表面の土砂流出を防ぐことができる。

引用文献：道路土工 切土工・斜面安定工指針（平成21年度版）、社団法人日本道路協会、2009.6、p206、一部改変



※1：土壌酸度の改善措置として、吸着や中和処理、排水または遮水等の対策を検討する。

※2：のり面条件、緑化目標に適した厚さを確保する。

図-3.4 表土利用工におけるのり面緑化工種の選定フロー（例）

(5) 表土の使用量

表土の使用量は、のり面緑化工種により異なるが、既存の文献や研究事例、工事用道路での試験施工結果などを踏まえると、一般的な目安は表-3.3に示すとおりである。

表-3.3 表土使用量の目安

工種	表土の使用量・使用方法
土羽土工	表土を盛土のり面に20～30cm厚に撒き出し、締め固める。
植生基材吹付工 植生基材注入工	植生基材の総量に対して、表土を10～30%の割合で混合し、のり面に吹付け、注入する。
植生土のう工	植生土のうに表土と肥料（必要性を検討）を混合して詰め、のり面に固定する。
植生マット工	植生マットに、筒状の袋に表土と肥料（必要性を検討）を詰めて、のり面に敷設した植生マットに取り付ける。

土羽土工では採取した表土をそのまま使用するが、植生土のう工、植生マット工では表土の状態が水分を多く含む等により施工性が悪い場合も考えられるため、土壌改良材等を混合して施工性の改善を図ることを検討した上で使用する（必要により肥料も混合する）。

植生基材吹付工においては、表土配合量を植生基材総量に対して10%～30%程度（体積比）とし、基本的には20%の混合割合とする。ただし、表土採取状況（深層部土壌の混合状況など）や表土内の種子量、切土のり面条件によって、最適な配合量は異なることに留意する。

例えば、表土採取状況については、人力やコンプレッサー等による表土採取で、良質な表土が採取できた場合は、表土混入率は10%程度でも良好な結果が得られている。しかし、バックホウ等の機械で掘削した場合、表層部10cm程度までを厳密に剥き取ることは非常に難しいと考えられる。そのため、施工時に表土部下層の土砂を多く剥き取った場合（50cm以上）などは、表土配合割合を30%程度にするなどの対応が必要となる。

いずれの場合も、事前にプランターなどで発芽実験（12月～1月頃に設置、3月～4月頃まで発芽確認）を行い発芽率を確認しておくことが、最適な配合割合とするために重要となる。

（6）肥料

植物は成長の過程で窒素、リン酸、カリウムなどの養分を必要とする。そのため、早期緑化のためには施肥が重要である。しかし、過剰の施肥は草本植物の繁茂を招き、地域生態系の保全に配慮した緑化工で目標としている在来木本植物を被圧させてしまう事例が知られている。

肥料の種類、緑化工法、緑化目標によっても異なるが、木本植物の成長を期待するのり面緑化では、従来型の緑化に比較して施肥量を少なくすること、長期間にわたって施肥の効果が期待される緩効性肥料を主体に利用することを検討すべきである。

（7）施工時期

施工時期は、春先の発芽時期に合わせて、晩秋～冬（11月頃：種子で冬越し）の施工が望ましい。ただし、積雪地では降雪前に施工する必要がある。芽吹き直後の植物は、凍霜害や乾燥害を受けやすいため、春～初夏の施工では梅雨入り前などを選び、乾燥しやすい盛夏の施工は極力避ける。

＜表土利用工における施肥量＞

情報コラム

植物は成長の過程で窒素、リン酸、カリウムなどの養分を必要とする。そのため、早期緑化のためには施肥が重要である。しかし、過剰の施肥は草本植物の繁茂を招き、地域性系統の在来種を被圧させてしまうことが懸念される。実際に、従来の外来牧草種による播種工で使用される施肥量で、植生基材に表土を混入して吹付けを行ったところ、表土から発芽した木本植物の実生が外来草本に被圧されて枯死してしまった事例がある。

また、屋内実験で施肥量（緩効性肥料と高度化成肥料を同量混合）を変えて埋土種子の発芽実験を行ったところ、施肥量30g/m²～60g/m²では木本植物の発芽と成長が良好であったが、120g/m²の施肥量では草本植物が木本植物の実生を被圧してしまった。

肥料の種類、緑化工法、緑化目標によっても異なるが、木本植物の成長を期待するのり面緑化では、従来型の緑化に比較して施肥量を少なくすること、長期間にわたって施肥の効果が期待される緩効性肥料を主体に利用することを検討すべきである。

参照・参考文献：施用量の違いが埋土種子の発芽および初期成長に及ぼす影響、久保満佐子・松江正彦、日本緑化工学会誌 Vol.37. No.3、日本緑化工学会、2012.2

3.3 表土利用工の準備工

表土利用工の準備工は、設計に基づいた表土の採取と保管を行うものである。

解説

(1) 準備工の項目と実施時期

表土利用工は、使用する材料を事前に採取・保管することが必要となるため、事前に準備する必要がある。準備工の項目と実施時期は表-3.4に示すとおりである。

表-3.4 表土利用工の準備工

工法	項目	実施時期		
		調査・計画時	1年前	施工
表土利用工	(緑化目標の検討)	→		
	(設計)		→	
	表土採取・保管			→
	☆表土に含まれる埋土種子の発芽実験			→

※：()内の項目は、計画～設計において実施するもの。

☆は、設計時に設定した採取地から変更があった場合に実施する。

(2) 表土の採取

表土の採取を行うにあたっては、採取行為が生態系に著しい悪影響を与えないことが事前の調査で確認されている必要があるが、あわせて採取地が法規制等に基づいていることも再確認する。

埋土種子を含む土層は、地表部分の黒褐色の土層（及び落ち葉の層）とされており、これより深い土層は多くの場合、腐植の少ない黄褐色の土層で種子はほとんど含まれていない。そこで、表層部にある黒褐色の土層（表層から10cm程度）を採取する。なお、立地条件や土壌の種類によって「表土」と呼べる土壌の厚さは異なるので、掘削部分などを良く観察して把握する必要がある（写真-3.2）。



写真-3.2 土壌断面イメージ：矢印の範囲が表層の植物種子を含むとされる「表土層」

切土のり面で、機械（バックホウ等）を用いて採取する場合は、樹木等の伐採及び切り株除去後、本格的なり面掘削の前に、表土（表層から10cm程度）を剥き取るように掘削して採取し、表土以外の深層土砂と混合させないようにする。ただし、重機を使用した現地の施工では、地形や

施工手順の制約から、深層の黄褐色の土壌の混入が避けられない場合もあるので、あくまで実施可能な範囲での対応とする。なお、伐採後の表土採取までの期間が1年以上経過している場合には、環境の変化により表土に含まれている品質良好な埋土種子が既に発芽してしまっていることが多いため、伐採からの経過期間が短くて埋土種子の発芽があまり認められない表土を採取することが重要である。

圧縮空気を利用した吸引機を利用する場合には、表層の落葉落枝や大きな石を除いた後、表層から10cm程度を吸い取るように採取する。採取にあたっては、採取地の樹林等の植生に悪影響を与えないように留意する。

なお、機械が採取場所付近に入れない場合には、人力によりスコップ等で採取する（写真-3.3）。



【バックホウによる採取】



【圧縮空気利用の吸引機による採取】



【人力による採取】

写真-3.3 表土採取のイメージ

緑化目標として草地型（写真-3.4）が設定されて草原等の表土を採取する場合には、草原植生が地域の特有な要因によって現在の植物構成が維持されている特殊な群落であることを十分に認識した上で、現況の生態系を乱さないよう以下の点に留意する必要がある。

- ・緑化目標となる植物群落の表土であることを再確認する（地上部が消失している場合）。
- ・採取地は、出来る限りのり面造成地内となるように配慮する。
- ・現存する草原等から表土を採取する場合は、草本植生の根系もはぎ取ってしまうことが予想されるため、採取箇所をできる限り最小限とするとともに、採取後の植生が回復しやすいように部分的（パッチ状など）にする（写真-3.5）。
- ・採取時期は、草本植生の生育時期では地上部の刈り取りが必要となるなど作業効率が悪くなるため、晩秋～冬期（降雪期間以外）に作業することが適している。
- ・採取では根系が多く含まれるため、植生基材吹付工で表土を吹付ける場合には、表土の篩い分けによる夾雑物の除去の工程が必要になることを考慮しておく。
- ・採取表土の保管にあたっては、草原では木陰等に保管できないことから、保管小屋や建物の日陰等に積み上げてシートをかけておく必要がある。



写真-3.4 草地植生の例



【草原土壌の断面】



【表土の採取状況】

写真-3.5 草原表土の採取例

(3) 表土の調整・保管

採取した表土は、深層から採取した土壌と混ぜないように留意し、あらかじめ決定しておいた保管場所に一時保管する。また、夾雑物が多く含まれている場合は除去しておく(写真-3.6)。表土は、種子や微生物を含む「いきもの」であるため、下記の条件を守って保管する。

＜保管条件＞

- ・表土には、各植物の種子や多くの微生物が生きている状態で存在するため、土壌内の酸素や水分を保つために、強い圧力での整形は避ける。
- ・袋で保管する場合は、土のう袋や繊維製袋を使用して、加湿状態にならないように、樹林内や木陰に集積保管する。地面にじか置きせず、木製パレット等で空間を設ける方が良い。保存期間が数ヶ月に及ぶ場合は、直射日光が当たらず、水に浸ってしまわないよう設置する。
- ・施工現場の近傍で野積み保管する場合は、表層土（黒褐色）と深層土（黄褐色）を分けて集積する。表土を積む高さは、強い圧力がかからないよう2 m程度以下とする。
- ・極力、密閉せずに自然の状態を保つようにするのが望ましいが、近隣に外来植物の種子の飛散が多い場合は、シート等で覆うようにする。
- ・1年程度の保管は可能であるが、なるべく保管時期は短いほうが良い。多くの植物は春に発芽時期を迎えるので、なるべく採取年度内に緑化に使用できるような工事工程を計画段階から立案しておく。



夾雑物の除去



篩い分け

【表土の調整】



【袋詰め保管】



【野積み保管】

写真-3.6 表土の調整・保管のイメージ

3.4 表土利用工の施工

表土利用工の施工は、施工時期、工程管理、品質管理、安全管理等に十分留意するとともに、湧水の状況、気象条件、材料の品質等に留意して実施する。

解説

(1) 施工時期・のり面条件の確認

設計時に立案した施工時期を再確認し、施工時の気象状況等に勘案して施工日等を決定する。また、施工直前にものり面の条件を再度調査して、設計時から変化したものがないかを確認した上で施工する。特に、表流水による地山の浸食や新たな湧水等に留意し、対処すべき状況が認められた場合には、処置や対策工を検討して必要により実施する。

(2) 施工管理

工程は計画どおり適期に施工できるように配慮する。施工時の気象状況に配慮して、降雨の直前や降雨中での作業は避ける。

使用する材料等の品質は、施工前に確認し、配合量等を正確に計量して使用する。

作業にあたっては、関連法令を遵守するとともに、高所・斜面上となる場所での安全管理を十分に行い、事故のないよう留意して実施する。

(3) 施工上の留意点

①のり面清掃

施工前には、土羽土や吹付基材、植生マットや植生土のうがのり面に密着することを目的として、浮石や浮土砂等を除去するとともに侵入植物がある場合には植物体を抜き取り、のり表面を清掃する。

②施工

i. 土羽土工

土羽土工では、まず盛土の敷き均し厚や仕上がり高が設計値となるよう、丁張りを正確かつ一定間隔（直線部であれば10m間隔が目安）に設置する。バックホウ等でのり面に表土を敷き均した後は、のり面仕上げ用のアタッチメント等を利用して、表層部の締固めを確実に行う（写真-3.7）。締固めが不十分であると、強雨等により表層が浸食され、のり面崩壊の原因となる。



写真-3.7 土羽土工の施工状況

小規模ののり面では、盛土本体に表土を水平に補給しながらバイブロハンマや小型振動ローラ等の小型機械を使用して締め固め、のり面を人力で土羽板でたたきながら整形して仕上げる。

さらに、仕上げたのり表面は、敷きワラやシート等によりマルチングすることで、雨滴等の浸食防止を図ることが望ましい。



写真-3.8 植生基材吹付工の施工状況

ii. 植生基材吹付工

各材料を正確に計量した上で表土と植生基材を設定した混合割合で配合し、基材ミキサーで攪拌した吹付基材を適切な吹付距離とエア圧力を保ちながら吹付機により設計厚となるよう均等に吹付ける。

緑化基礎工として金網やネットを敷設する場合には、のり面に馴染みよく敷設する。凹凸が多い箇所ではアンカーピンを多用して密着させる。のり肩部の浸食を防ぐため、金網等を十分に巻き込むように敷設する（写真-3.8）。

iii. 植生土のう工

植生土のうをのり面に固定する際には、土のう袋を破損しないように注意する。のり枠工内に中詰めする場合には、施工後の沈下やはらみ出しが起きないように十分注意しながら隙間がないように設置し、植生土のう表面を平滑に仕上げる（写真-3.9）。



iv. 植生マット工

植生マットは、のり面の凹凸が大きいと浮上があったり風に飛ばされやすいので、なるべく平滑に均してから設置する。植生マットは、端部をしっかりと固定しながら敷設して、のり肩部を巻き込むように少し広めに設置した後、全面をアンカーピンで固定する。表土を入れた筒状の袋は、後付で確実に設置する（写真-3.10）。



【表土等の袋詰め作業】



【敷設状況】

写真-3.10 植生マット工の施工状況

v. 植生基材注入工

のり面に袋状マットを敷設後、表土と植生基材を混合した基盤材を専用機械でマットに注入する。基盤材を注入した袋状マットは、のり面にできるだけ密着させるようにアンカーピンで確実に固定する。

3.5 成績判定

表土利用工の成績判定は、発芽及び初期成長が遅いという表土利用工の特徴を十分に踏まえた上で、のり面安定の確保と植物の発芽・生育状況の観点から行う。

■ 解説

(1) 成績判定の時期と目安

表土利用工は、緑化の速度が遅く、初期に生育する植物群落の構成種を正確には予測できないなど、一般に多用されている他の工法とは性質を異にする。

本来は施工後3年程度を経た後に成否を判定することが望ましいが、公共事業等の実情に鑑みて、施工後3ヶ月後の表土利用工の成績判定の目安を表-3.5に示す。また、生育状況の例を写真-3.11に示す。

表-3.5 表土利用工の成績判定の目安

工法	評価	施工3ヶ月後の状態 ^{※1}	対応策
表土利用工	可	浸食が認められず、植被率が10%以上であり、1㎡当たり5種類以上 ^{※2} の出現種が認められる。	—
	判定保留	浸食が認められないが、発芽個体も認められない。	翌年の生育期 ^{※3} を経るまで様子を見る。
	不可	浸食が認められ、拡大する可能性がある。造成した植生基盤の硬度が27mm以上 ^{※4} である。	原因を追及し、工法を再検討した上で再施工する。

※1：植物の生育期以外や生育期を3ヵ月以上経過していない時点で判定する場合は、将来の植物の出現可能性に配慮する。

※2：植物の生育が平均的と判断した3ヶ所程度の平均値。

※3：生育期とは、月平均気温おおむね15℃以上の期間を指す。

※4：山中式土壌硬度計による測定値。

引用文献：道路土工 切土工・斜面安定工指針（平成21年度版）、社団法人日本道路協会、2009.6 p265



【判定：可】



【判定：保留】



【判定：不可】

写真-3.11 施工3ヶ月後の植物生育状況の例

(2) 成績不良時の対応

成績評価が不良の場合には、のり表面の浸食が認められなければ翌年の生育期を経過した後に再度判定するが、浸食が認められた際にはその原因を追及して、施工上の問題があれば再施工を、工法の不適合があれば他工法を実施することを検討する。

成績判定までの植生管理については、「第6章6.2 初期管理」を参照する。

4.1 自然侵入促進工の概説

自然侵入促進工は、のり面周辺の植生から飛来する種子により緑化を図る工法であり、設計、準備工、施工、成績判定の一連の工程で構成される。

■ 解説

(1) 自然侵入促進工の特徴

自然侵入促進工は、緑化目標とする植生群落に近接するのり面を対象として、周辺から自然に飛来する現地種子の定着（発芽・生育）によってのり面緑化を図る工法である。

そのため、この工法は地域の自然植生による緑化が可能となる。一方で、のり面に飛来する種子の種類を選択できない、種子量を調整できないことから、緑化目標とする植生と異なる群落が成立することも考えられ、対象のり面の周辺環境等の事前把握を十分に行うことが重要となる。また、周辺環境等の条件によっては植生の成立までに長時間を要する可能性があるため、植生の成立が少ない状態が続いてものり面の安定性が確保されることを確認しておく必要がある。さらに、適用するのり面の条件としては、飛来した種子が定着しやすい勾配や形状であることも重要な要因である。

具体的には、以上の要件を満足したのり面を対象として、飛来する種子を効率よく捕捉して定着させるために表面に種子が留まりやすい構造に工夫された植生マットや植生基材吹付工等の生育基盤のみを施工する工法である。

(2) 自然侵入促進工の手順

自然侵入促進工は、「第2章 調査・計画」を受けて、①設計、②準備工、③施工、④成績判定の順で実施し、その後は適切な植生管理により目標とする植生を成立させ維持する（図-4.1）。

設計段階においては、緑化目標とする施工地周辺の植物群落からの飛来種子を十分に期待できること、初期に成立する植生の被覆が少なくてものり面の安定が確保できる条件であることを確認した上で浸食防止効果を発揮できるのり面緑化工種を選定することが重要である。準備工においては、可能な限り飛来種子の確認（採取実験等）を行うこと、施工においてはのり面造成後の条件を再確認した上で条件が変わっている場合に適切な設計変更を行うこと、成績判定においては飛来種子の侵入には時間がかかること等に留意する必要がある。

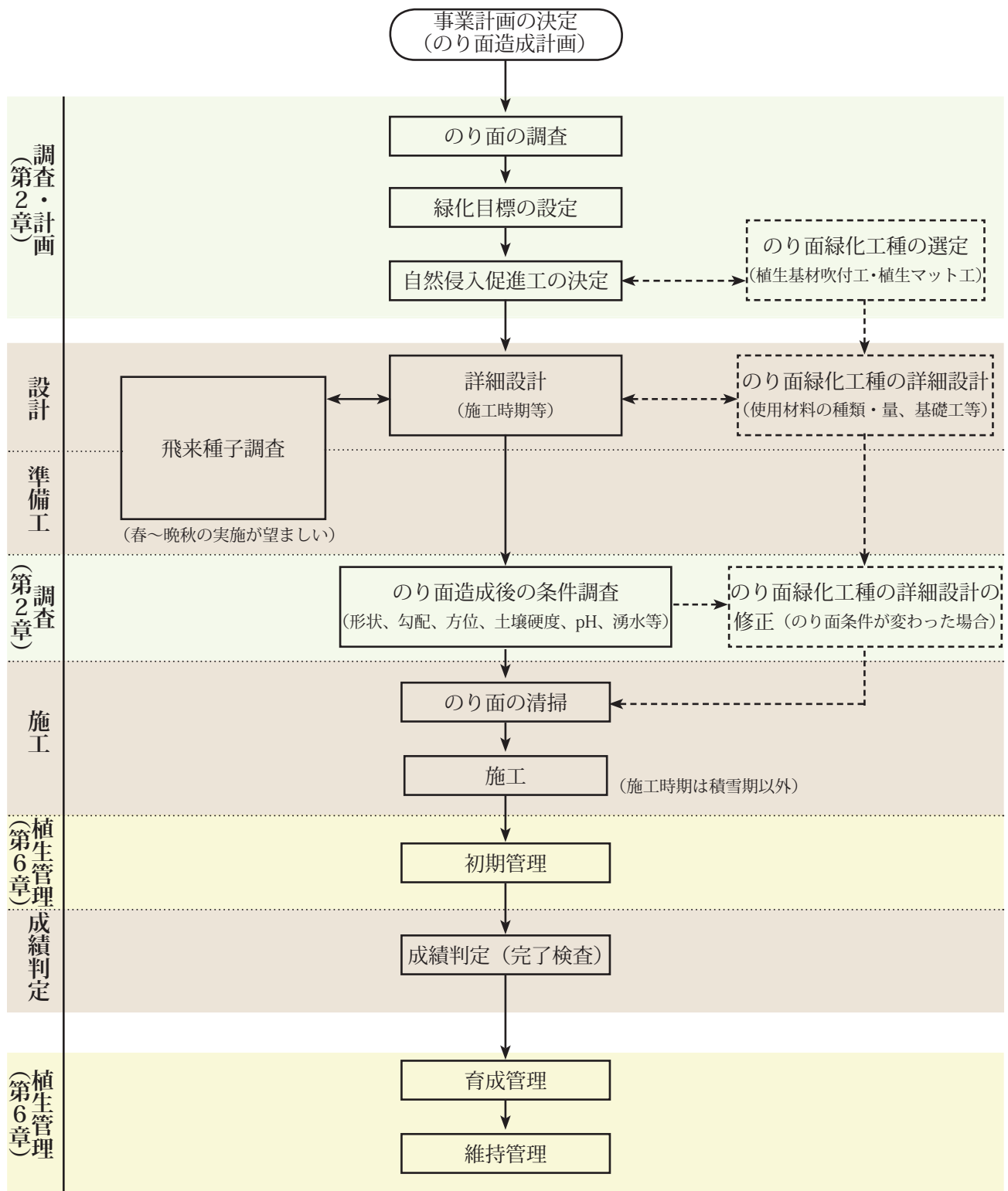


図-4.1 自然侵入促進工の実施フロー

4.2 自然侵入促進工の設計

自然侵入促進工の設計は、緑化目標を考慮した上で、施工対象のり面の条件に適合した飛来種子を定着させるためののり面緑化工種を選定し、施工時期を検討する。

解説

(1) のり面緑化工種の選定

自然侵入促進工におけるのり面緑化工種は、気象条件やのり面条件（切盛土の構造、地山状態、勾配、土壌硬度等）の調査結果を基に、植生基材吹付工、植生マット工、植生土のう工等から最適な工法を選定する（表-4.1、写真-4.1）。当工法は自然に飛来する種子の定着により緑化を図ることが特徴であるため、植生によるのり面被覆が遅く、この期間に吹付基材が流亡する恐れがある場合には、必要性に応じて適切な緑化基礎工を選定することが重要である（表-4.2）。

自然侵入促進工におけるのり面緑化工種の選定フローの例を図-4.2に示す。

表-4.1 自然侵入促進工における主なのり面緑化工種の特徴

	植生基材吹付工	植生マット工
概要	植生基材をのり面に吹き付ける工法。飛来種子が定着しやすいように、表面を凹凸に仕上げるようにしたり、吹付材の上に立体構造のネットを敷設する。	肥料袋を設置した植生マット（飛来種子が定着しやすいように立体構造となっているものもある）を、のり面全面に敷設する工法。
適用条件	切土のり面 盛土のり面	切土のり面 盛土のり面
のり面保護効果	植生基材に接合剤が含まれているため、植生による被覆が無くても強雨等の浸食に耐えて、保護効果が高い。	植生マットにより、植生に被覆されていない程度もある程度の雨水等の浸食に耐えて、保護効果を有する。
施工性	吹付機による施工であるため、大面積であれば施工性はよい。	植生マットは軽量であり、人力により容易に施工できる。
緑化基礎工	ネット張工	特に必要ない。
備考	大型機械を使用するため、機器設置等のヤードが必要となる。	

参考文献：道路土工 切土工・斜面安定工指針（平成21年度版）、社団法人日本道路協会、2009.6

表-4.2 自然侵入促進工における緑化基礎工の特徴

種類	特徴
ネット張工	金網張工
	のり表面の表流水、凍上等による剥落防止及び生育基盤の保持、落石防止に効果がある。
	繊維ネット張工
	のり表面の表流水による剥落防止や造成基盤の保持に効果がある。

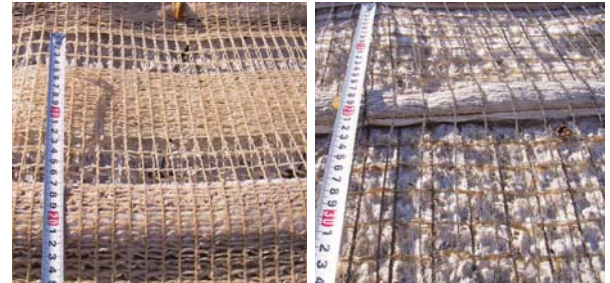
引用文献：道路土工 切土工・斜面安定工指針（平成21年度版）、社団法人日本道路協会、2009.6、p206、一部改変

(2) 施工時期

施工時期は、積雪がある場合を除いて通年とするが、緑化目標となる植物種子が散布される時期の直前が最適である。当工法では、植物の侵入が少ない期間が長くなることを想定した上で、のり面の浸食防止効果を保有するのり面緑化工種を選定することになるため、のり面の表面が現れていれば施工は可能である。積雪期は、施工が困難となるばかりか、降雪上に飛来した種子が融雪時期に流失する可能性が高いため、避ける必要がある。また、のり面には、年間を通じて何らかの種子が飛来すると考えられることから、のり面造成後に速やかに施工を行うことが早期の緑化に繋がる。

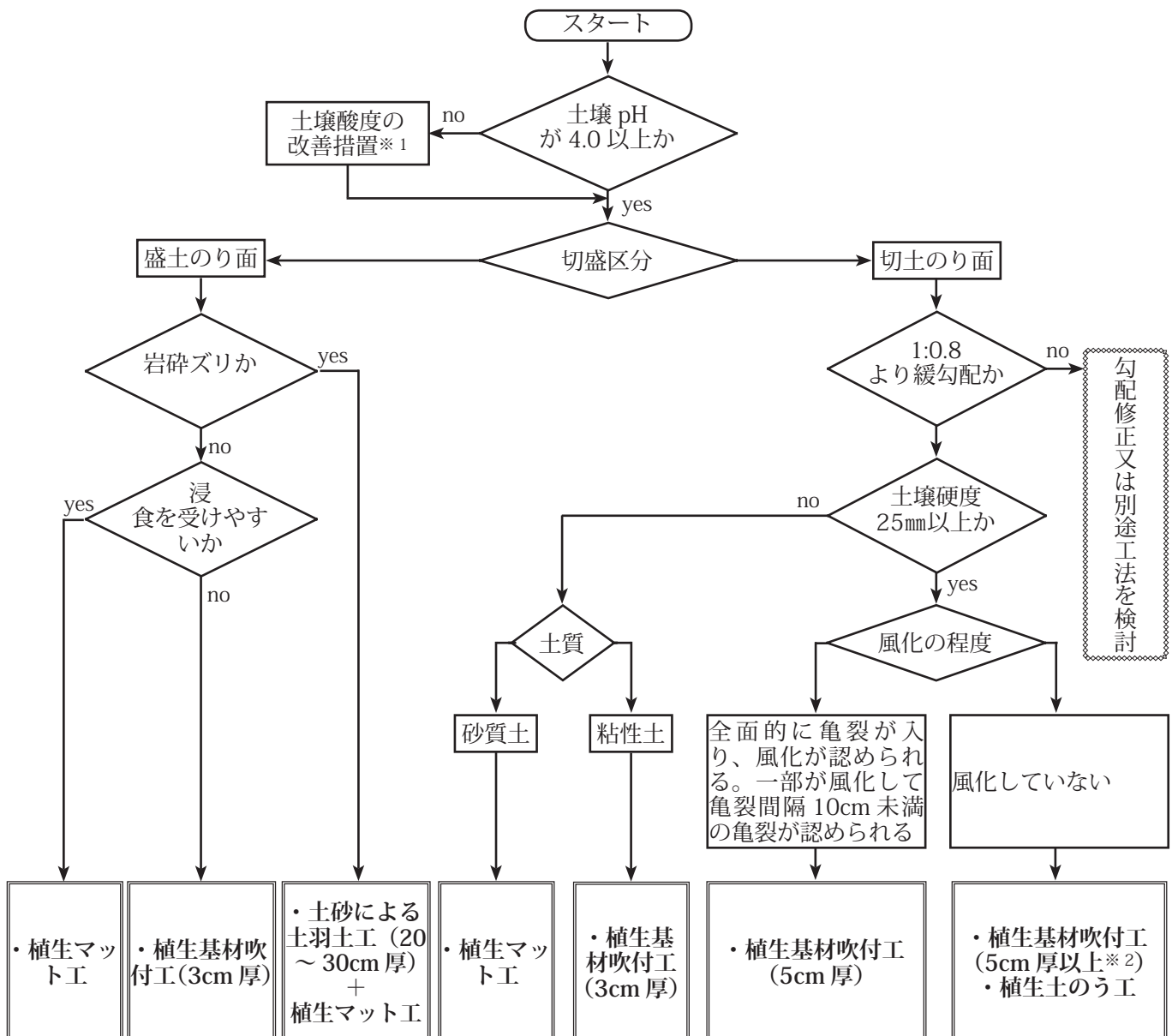


【敷設状況】



【植生マットの立体構造】

写真-4.1 自然侵入促進工で使用される植生マット（例）



※ 1：土壌酸度の改善措置として、吸着や中和処理、排水または遮水等の対策を検討する。

※ 2：のり面条件、緑化目標に適した厚さを確保する。

図-4.2 自然侵入促進工におけるのり面緑化工種の選定フロー（例）

4.3 自然侵入促進工の準備工

自然侵入促進工での準備工は、必要により飛来種子の調査を行い、周辺樹林等から飛来する種子の種類や量等を確認して、施工後に成立する植生を予測する。

解説

(1) 準備工の項目と実施時期

自然侵入促進工では、飛来する種子の量や質が緑化目標とする植生の成立に大きな影響を与えるため、施工前に飛来種子の調査を実施することにより、事前に成立植生の予測をすることが望ましい。準備工となる飛来種子調査の実施時期は表-4.3に示すとおりであるが、飛来種子は時期によって種類や量が異なることから、年間を通した調査を行うことが重要となる。

表-4.3 自然侵入促進工の準備工

工法	項目	実施時期		
		調査・計画時	1年前	施工
自然侵入促進工	(緑化目標の検討)		----->	
	(設計)		----->	
	☆飛来種子調査		----->	

※：○内の項目は、計画～設計において実施するもの。

☆は、必要に応じて可能な限り実施する。

(2) 飛来種子調査

飛来種子調査は、①計画準備、②種子捕捉用のネット（以下：シードトラップ）の設置、③種子の回収と同定・計測、④評価からなり、詳細は以下のとおりである。

①計画準備

飛来種子調査の実施期間、シードトラップの設置位置、評価方法等を立案するとともに、シードトラップ等の必要な調査用具を準備する。なお、飛来種子調査では、通常1年間の調査が必要であり、施工までに十分な期間を設けて検討・調査を行う必要がある。

飛来種子の調査では、シードトラップ（写真-4.2）を使用して飛来する種子を捕捉し、種子を同定して種子の種類や量を把握するため、あらかじめシードトラップの設置箇所を検討しておく。シードトラップを設置する箇所は、周辺植生の種類や施工のり面との距離を勘案して施工するのり面と同等の環境とする必要がある。なお、のり面の造成工事が実施されている場合には、工事の支障とならないように注意する必要がある。

②シードトラップの設置

シードトラップを予定設置箇所に複数個設置する。設置にあたっては、開口部を水平に設置し、上部に枝が張り出すなど特異な状況や、トラップ内の種子が鳥に食べられることがないように注意する（写真-4.3）。



金属製の枠と捕虫網を使用して作成したシードトラップ。開口部には鳥がこまないよう防鳥テープを張る。網の末部は切り取って紐で縛っており、種子を回収する際には紐をほどいて種子を取り出せる構造となっている。

写真-4.2 シードトラップ作製例

③種子の回収と同定・計測

シードトラップ内に捕捉された飛来種子は、1ヶ月に1回程度回収し、乾燥（風乾）させて同定する。同定した種子は、種類毎に区分して数量を計測し、記録する（写真-4.4）。ただし、緑化目標に合致しない外来種等の種子については、「〇〇の一種」ととどめ、必ずしも種まで同定する必要はない。なお、種子の同定には専門的知識が必要であることから十分に経験のある植物の専門家が実施することとなるが、難しい場合には発芽実験で確認することを検討する。

④評価

記録した計測結果は、年間を通した飛来種子の種類構成と量を把握するとともに、月別に整理して季節変動を把握する。飛来種子調査の結果を基に、自然侵入促進工の実施により成立する植生を予測し、緑化目標に対する適合性を確認して、大きく異なる場合には植生管理での対応策等を検討しておく必要がある。



施工地近隣ののり面（のり尻）に設置した事例。シードトラップは開口部の面積0.2㎡のものを1調査区に5個設置した。写真の事例では、後にのり面の植生が高く繁茂してしまい、トラップ周辺の草を刈り取った。

写真-4.3 シードトラップ設置例



【回収した種子】

回収した種子はゴミ等を除去した後、形状や色等から種毎に分類し、種の同定を行う。



【同定した種子の計測】

同定した種子の数を数える。種子の数が多き場合は、100個の種子を数え基準とし、同数の種子の塊を作って全体の概算を把握する。

写真-4.4 種子の回収と同定・計測

<飛来種子調査例>

情報コラム

近畿地方での飛来種子の調査結果を一例として示す。周辺に外来草本が多くみられる地域では、施工後の植生の大部分が外来種となってしまう場合も十分に考えられる。

区分	生活型	種名	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
(在来種が好ましい)	落葉高木 多年草	リョウブ												
		ヨモギ												
		ヒヨドリバナ												
		ススキ												
	1年草	ヤハズエンドウ												
		アキノノゲシ												
		ノゲシ												
		オニタビラコ												
		メヒシバ (オヒシバ・アキメヒシバ含む)												
		イヌビエ												
		ヌカキビ												
		アキノエノコログサ												
		キンエノコロ												
(外来・不明種が好ましくない)	多年草	アレチヌスビトハギ												
		トゲナシヤ												
		セイタカアワダチソウ												
		メリケンカルカヤ												
		オニウシノケガサ												
	1年草	アカザ類 (コアカザ・アカザ・シロザ)												
		アメリカセンダングサ												
		コセンダングサ												
		ペニバナボロギク												
		ダンドボロギク												
		オニノゲシ												
		キク科 (ヒメムカシヨモギ・オオアレチノギク)												
		オオクサキビ												

注) 青 (在来種)・赤 (外来種) 枠: 散布のピーク月、薄い青 (在来種)・薄い赤 (外来種) 枠: ピーク月前後の散布シーズン。

4.4 自然侵入促進工の施工

自然侵入促進工の施工は、施工時期、工程管理、品質管理、安全管理等に十分留意するとともに、湧水の状況、気象条件、材料の品質等に留意して実施する。

解説

(1) 施工時期・のり面条件の確認

設計時に立案した施工時期を再確認し、施工時の気象状況等に勘案して施工日等を決定する。また、施工直前にものり面の条件を再度調査して、設計時から変化したものがないかを確認した上で施工する。特に、表流水による地山の浸食や新たな湧水等に留意し、対処すべき状況が認められた場合には、処置や対策工を検討して必要により実施する。

(2) 施工管理

工程は計画どおり適期に施工できるように配慮する。施工時の気象状況に配慮して、降雨の直前や降雨中での作業は避ける。

使用する材料等の品質は、施工前に確認し、配合量等を正確に計量して使用する。

作業にあたっては、関連法令を遵守するとともに、高所・斜面上となる場所での安全管理を十分に行い、事故のないよう留意して実施する。

(3) 施工上の留意点

①のり面清掃

施工前には、土羽土や吹付基材、植生マットがのり面に密着することを目的として、浮石や浮土砂等を除去するとともに侵入植物がある場合には植物体を抜き取り、のり表面を清掃する。

②施工

i. 土羽土工

土羽土工では、まず盛土の敷きならし厚や仕上がり高が設計値となるよう、丁張りを正確かつ一定間隔（直線部であれば 10m 間隔が目安）に設置する。バックホウ等でのり面に土砂を敷き均した後は、のり面仕上げ用のアタッチメント等を利用して、表層部の締固めを確実に行う。締固めが不十分であると、強雨等により表層が浸食され、のり面崩壊の原因となる。

小規模ののり面では、盛土本体に土砂を水平に補給しながらバイブロハンマや小型振動ローラ等の小型機械を使用して締め固め、のり面を人力で土羽板でたたきながら整形して仕上げる。

ii. 植生基材吹付工

各材料を正確に計量した上で植生基材を配合し、基材ミキサーで攪拌した吹付基材を適切な吹付距離とエア圧力を保ちながら吹付機により設計厚を確保するように吹付ける。

さらに、飛来種子が定着しやすいようにするため、表面を凹凸に仕上げることや、吹付けた基材の上に立体構造のネットを張ることが効果

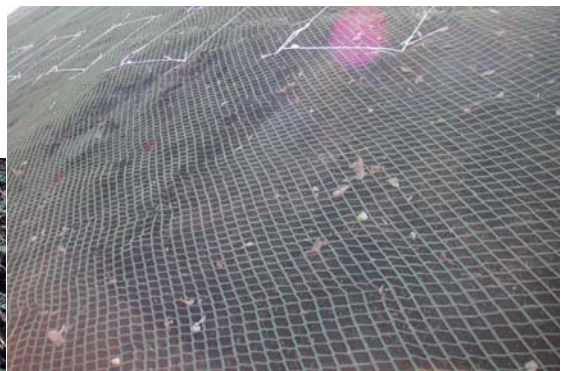


写真-4.5 表面に立体構造ネットを張った植生基材吹付工

的である（写真-4.5）。

緑化基礎工として金網やネットを敷設する場合には、のり面に馴染みよく敷設する。凹凸が多い箇所ではアンカーピンを多用して密着させる。のり肩部の浸食を防ぐため、金網等を十分に巻き込むように敷設する。

iii. 植生マット工

植生マットは、地山と密着するように敷設することで浸食防止効果がより高くなるため、出来る限り凹凸が少なくなるようにのり面に整地しておく必要がある。施工は、植生マットをのり肩を巻き込むように余裕を持たせてアンカーピンで固定した後、のり肩部手前からのり尻方向に敷設してアンカーピンで固定する。敷設にあたっては、隣接する植生マットと隙間ができないように重ね合わせて固定するが、その際に植生マットに装着されている肥料袋が水平方向に連続するように留意する。

寒冷地においては、植生マットの材が薄いことから凍上被害を受けやすいため、気象条件を勘案して、アンカーピンを長いものに変更したり、本数を増加するなどの対応を検討する。また、植生マットの上に金網等を敷設して確実な固定を図ることも検討する（写真-4.6）。



写真-4.6 植生マット（ヤシ繊維）の金網固定（例）

4.5 成績判定

自然侵入促進工の成績判定は、自然に飛来してくる種子を利用するため、種子の定着までに時間がかかるという特徴を十分に踏まえた上で、のり面安定の確保と植物の発芽・生育状況の観点から行う。

解説

(1) 成績判定の時期と目安

自然侵入促進工は、緑化対象となるのり面に対して人為的に種子を導入していないことから、飛来種子の定着までに時間を要するため、埋土種子を利用する表土利用工よりも緑化の速度が遅い。

そのため、実情に鑑みて、施工後6ヶ月目の自然侵入促進工の成績判定の目安を表-4.4に示す。また、生育状況の例を写真-4.7に示す。

表-4.4 自然侵入促進工の成績判定の目安

工法	評価	施工6ヶ月後の状態※ ¹	対応策
自然侵入促進工	可	浸食が認められない。 植生マットを用いた工法の場合には、大きな破れがない。 所々に侵入植物の発芽個体が認められる。	—
	判定保留	浸食が認められないが、侵入植物の発芽個体も認められない。 植生マットを用いた工法の場合、大きな破れはない。 侵入植物の発芽個体は認められない。	翌年の生育期※ ² を経るまで様子を見る。
	不可	浸食が認められ、拡大する可能性がある。 植生マットを用いた工法の場合、大きな破れが認められる。 造成した植生基盤の硬度が27mm以上※ ³ である。	原因を追及し、工法を再検討した上で再施工する。

※1：植物の生育期以外や生育期を6ヵ月以上経過していない時点で判定する場合は、将来の植物の出現可能性に配慮する。

※2：生育期とは、月平均気温おおむね15℃以上の期間を指す。

※3：山中式土壌硬度計による測定値。

引用文献：道路土工 切土工・斜面安定工指針（平成21年度版）、社団法人日本道路協会、2009.6、p266



【判定：可】



【判定：保留】



【判定：不可】

写真-4.7 施工6ヶ月後の植物生育状況の例

(2) 成績不良時の対応

成績評価が不良の場合には、のり表面の浸食が認められなければ翌年の生育期を経過した後に再度判定する。翌年の判定までの間は、当工法が植物による被覆が他の工法に比較して非常に遅いことを考慮して、のり面の浸食状況等も含めた点検を行うことが重要である。

しかし、浸食が認められた際にはその原因を追及して、施工上の問題があれば再施工を、工法の不適合があれば他工法を実施することを検討する。

成績判定までの植生管理については、「第6章 6.2 初期管理」を参照する。

<種子散布>

情報コラム



動物のように移動する能力を持たない植物は、次世代に命をつなげるために、種子や果実（「散布体」と呼ばれる）に様々な工夫を凝らして種子を新しい場所に移動させている（「種子散布」と呼ばれる）。また、種子自体が発芽できる期間を長くすること（散布された場所で発芽の条件が整うまで発芽しないことで、「休眠」と呼ばれる）によって時空移動を可能としているものもある。種子の散布様式は大きく分類すると以下のようである。

①動物散布

鳥や哺乳類などの動物によって果実や種子が運ばれるタイプで、被食型（動物に食べられて運ばれる、動物に地中に蓄えられる）と、付着型（動物の体毛などにくっつく）などがある。

動物散布				
被食型			付着型	
				
ヤマブドウ (鳥・哺乳類)	タケニグサ (アリ)	エゴノキ (ヤマガラ貯食)	ヒカゲノコズチ (刺)	チヂミザサ (粘着)

②風散布

風に乗って運ばれるタイプで、翼をつけるものや毛をつけるものなどがある。

③自動散布

種子を自動的に飛散させるタイプで、果実が乾いて縮むことや、水を吸って膨れることを利用するものがある。

④重力散布

果実や種子に特別な仕組みがなくて、そのまま落下するタイプである。

ただし、ドングリ類やトチノキのように落下後に貯食されるものもある。

⑤水散布

水を利用するタイプで、雨滴を利用して飛散させるものや、水で運ばれるものがある。

風散布		
翼	袋状の果皮	毛
		
イタヤカエデ	アオギリ	アキノノゲシ
自動散布	重力散布	水散布
		
ゲンノショウコ	トチノキ	ヤエヤマヒルギ

参考文献：身近な草木の実とタネ ハンドブック、多田多恵子著、文一総合出版、2010.9

5.1 地域性種苗利用工の概説

地域性種苗利用工は、周辺の自然植生から採取した種苗を用いることで計画的な緑化を図ることを目的とした工法であり、設計、準備工、施工、成績判定の一連の工程で構成される。

解説

(1) 地域性種苗利用工の特徴

地域性種苗利用工は、のり面周辺の自然植生から採取した種子、または、その種子から育苗した苗木を利用することにより、表土利用工や自然侵入促進工では自然に委ねている植生成立を、計画的かつ短期間に行うことが可能となる工法である。

地域性種子の採取や育苗については、最も重要な作業に位置づけられるとともに、採取から調整・保管及び発芽・育成までに専門的な技術が必要となるため、専門業者が行うことが望ましい。

しかし、近年では、地域住民の自然への関心の高まりとともに、地域の緑を保全することに参加しようとする住民（環境教育として小学生の参加等も含む）や地域での社会的責任を果たすために参加する企業が増加していることから、専門知識を有する地域の学識経験者等を加えた体制を構築するなど、協働作業となるよう積極的に働きかけることが効果的である。

また、地域性の苗木を育成するには、育苗場所や2年程度の育苗期間を要するなどの条件が加わるため、事前の種子採取・育苗計画を立案しておく必要がある。

なお、地域性種苗を生産している事業者が存在する地域もあるため、事前に取り扱っている種苗の種類や産地を把握して、利用可能性や適否を確認しておくことも重要である。

(2) 地域性種苗利用工の手順

地域性種苗利用工は、「第2章 調査・計画」を受けて、①設計、②準備工、③施工、④成績判定の順で実施し、その後は適切な植生管理により目標とする植生を成立させ維持する（図-5.1）。

本工法は、これまで行われてきているのり面緑化工法で利用してきた植物材料を地域の在来種としたものであり、基本的には既存の工法の手順と同様である。

ただし、使用する緑化材料の準備を行う必要があるため、設計段階においては種子採取・育苗計画の立案が重要となる。準備工では、種子採取・育苗計画に従って採取した種子の保管や育苗管理を適切に行い、施工時に使用する材料が不足しないよう留意する。

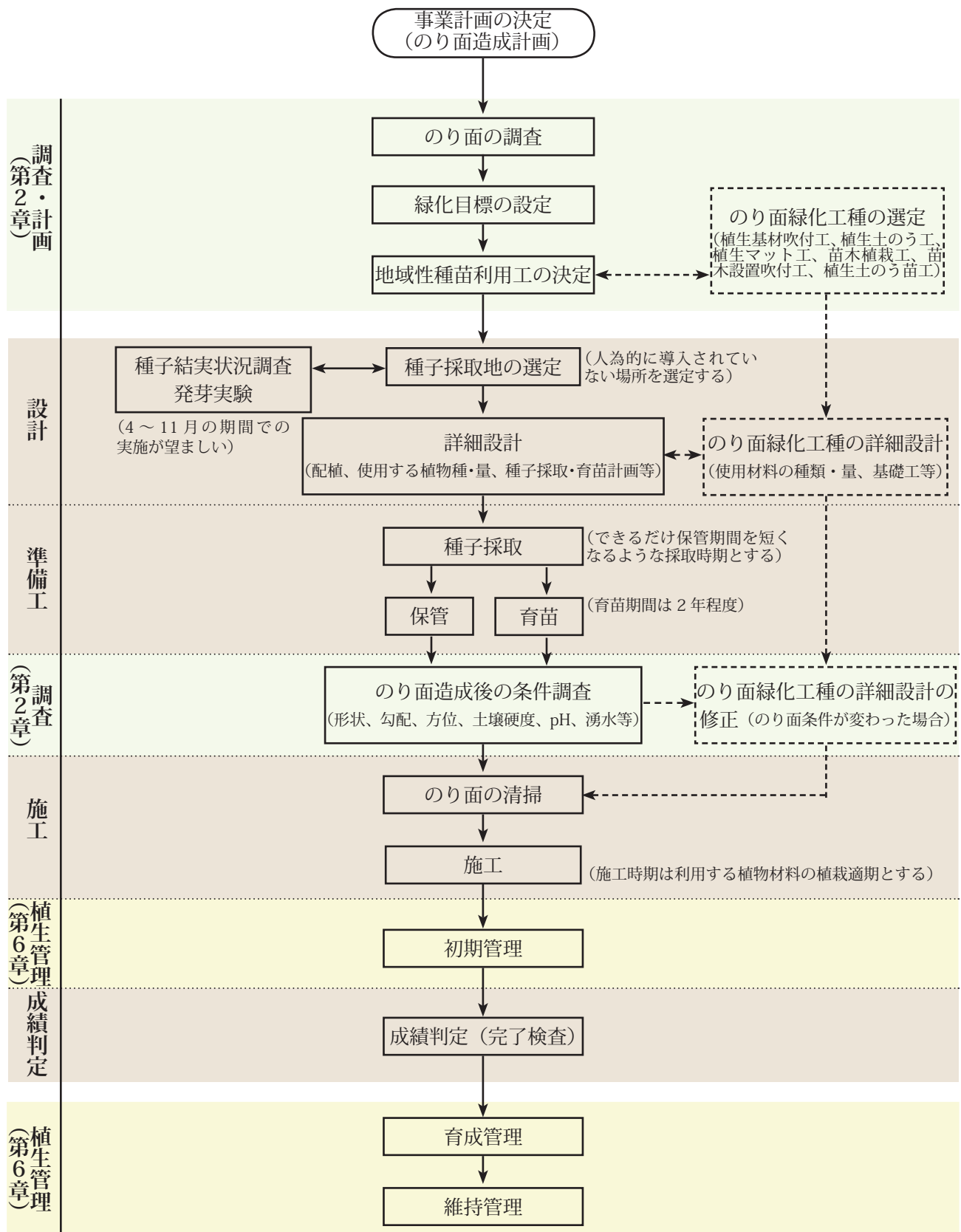


図 -5.1 地域性種苗利用工の実施フロー

5.2 地域性種苗利用工の設計

地域性種苗利用工の設計は、緑化目標を考慮した上で、施工対象のり面の条件に適合した種子・苗木の種類と量を選定して種子採取・育苗計画等を立案するとともに、のり面条件に適合したのり面緑化工種を選定し、施工時期を検討する。

解説

(1) 地域性種苗の選定

地域性種苗の選定は、緑化目標とした植生に適合した植物種を主として、周辺の自然樹林等から複数種を選定するものとする。しかし、切土のり面のような人工的に造成した薄い植栽基盤では、コナラやシラカシのような高木林を造成後の初期段階から導入することは、樹木生育とのり面安定の面から大きな問題となる。そのため、植物種の選定においては、植物の植栽基盤である土壌状態に適した種を選択することが重要であり、導入したい植物が先行して決まっている場合には、植物種に適した植栽基盤を造成しなければならない。

緑化目標が高木林や低木林の場合には、のり面全面を被覆するために混播する草本植物について、木本植物の生育をなるべく被圧しないような種類から選定する。

緑化目標別の配合種数（播種の場合）の目安は以下のとおりであるが、実際に採取可能な樹種数が少ない場合は、この限りではない。

- ・高木林・低木林型：主構成種となる樹木を2～3種類、補完する樹木種子3～5種類、混播する草本種子を1～2種類程度。
- ・草地型：草本種子を3～5種類程度。

(2) 種子採取地の選定

地域性種子の採取地の選定は、人為的に導入された植栽木等でないことが確認できる、のり面周辺の自然植生地から選定する。なお、採取にあたって法規制等が関係する場合には、適切な手続を行い許可を受けておく必要がある。

選定した採取地の植物については、事前に結実状況等を確認して、施工で使用する量から採取個体や採取範囲を設定しておく必要がある。なお、結実状況は気象条件等によって年毎に異なる可能性があるため、採取地の候補は複数リストアップしておくことが望ましい。

(3) 種子結実状況調査

本工法は、地域性種子を直接、あるいは育苗して利用するため、種子採取は最も重要な作業の一つに位置づけられる。そのため、採取植物毎の結実時期や種子量等は、事前に現地調査により把握しておく必要がある。特に、結実時期（成熟期）は植物種や場所によって異なるため、採取時期の計画にあたっては重要な資料となる。また、採取予定の植物の種子結実量の状況は、同じ植物でも結実する種子量が異なるため、採取対象植物の範囲（面積・本数）を特定するために重要である。

採取した種子は、外見上で正常に見えていても発芽に必要な胚や胚乳が全く発達していない未熟種子（シイナとも呼ばれる）もあるため、採取する種子の充実度についても把握しておく必要がある。充実度を確認するには、種子を中央で切断して中身の状態を目視で観察する方法があるが、採取必要量や播種量を決定するために必要な発芽率を算出するためには、発芽実験により確認することが望ましい。

(4) 配植及び播種量

苗木を植栽等により導入する場合には、のり面に植栽する苗木位置（密度）等を樹種がわかるように配植計画するとともに、樹種毎の使用本数を算出する。また、種子を播種により導入する場合には、使用種子毎の播種量を以下の式から算出する（「道路土工指針」参照）。

$$W = \frac{A}{B^{※} \times C \times D^{※} \times E \times F \times G^{※}} \quad ※：施工実績等により適宜設定する。$$

W ：使用種子毎の播種量（g/m²）

A ：発生期待本数（本 / m²）

目標群落を成立するために必要な発生本数（播種後 1 年間の発芽総数）（表 -5.1）

B ：吹付厚に対する各工法の補正率

使用する材料や植生基盤の造成方法、厚さ等による補正

植生マット、植生土のう等の二次製品を使用する場合は、補正率 1.0 とする

C ：立地条件に対する各工法の補正率

のり面の土質、傾斜、方位等の条件による補正率（表 -5.2）

D ：施工時期の補正率

施工時期が不適期となった場合の補正率

E ：使用種子の発芽率

使用種子毎に異なる発芽率（表 -5.1）

発芽率は、採取種子の状態により大きく異なるため、現地で採取した種子を使用した発芽実験で把握することが望ましい。

F ：使用種子の単位粒数（粒 / g）

使用種子毎に異なる単位粒数（表 -5.1）

G ：使用種子の純度

種子に夾雑物等が含まれる場合の純度（表 -5.1）

使用する種子の発芽率、単位粒数、純度については、周辺地域で採取された種子の発芽率等が文献等に表示されている場合があるので、データの存在を確認しておく。

表 -5.1 播種工に用いる発生期待本数の目安（1㎡当たり本数）

植物	緑化目標	高木林型		低木林型		草地型		発芽率 (%)	単位粒数 (粒/g)	純度 (%)
	地域	寒冷地	温暖地	寒冷地	温暖地	寒冷地	自然分布域等			
木本植物	シラカンバ	～ 60		～ 30				40	2,300	85
	ケヤマハンノキ	～ 60	～ 60	～ 30	～ 30			40	1,200	85
	ヌルデ	～ 50	～ 50	～ 50	～ 50			70	90	100
	コナラ	～ 10	～ 10	～ 7	～ 5			70	0.5	100
	エノキ	～ 50	～ 50	～ 10	～ 10			70	20	100
	イタヤカエデ	～ 40	～ 40	～ 20	～ 20			45	30（翼なし）	100
	ヤブツバキ		～ 15		～ 5			70	0.6	100
	ヤマザクラ		～ 30		～ 15			70	15	100
	アカメガシワ		～ 40		～ 20			75	40	100
	シラカシ		～ 10		～ 5			55	0.8	100
	ヤシャブシ		～ 60		～ 30			45	900	85
	スダジイ		～ 10		～ 5			60	1.5	100
	ハゼノキ		～ 70		～ 10			55	15	100
	ヤマモモ		～ 10		～ 5			85	7.5	100
	センダン		～ 10		～ 5			90	2.3	100
	ヤマハギ	～ 20	～ 20	～ 60	～ 60			70	130	90
	ノイバラ	～ 15	～ 15	～ 40	～ 40			80	120	95
	イボタノキ	～ 15	～ 15	～ 40	～ 40			70	10（果肉付）	100
	タニウツギ	～ 50	～ 50	～ 70	～ 70			80	5,200	90
	アキグミ	～ 15	～ 20	～ 30	～ 40			85	80	100
	コマツナギ		～ 20		～ 60			80	240	90
草本植物	フジウツギ	～ 100	～ 70	～ 150	～ 100			55	29,000	100
	シャリンバイ		～ 15		～ 30			85	1.2（果肉付）	100
	ネズミモチ		～ 15		～ 30			85	6（果肉付）	100
	ススキ	～ 100	～ 100	～ 100	～ 100	～ 500	～ 500	20～50	2,000	90
	イタドリ	～ 100	～ 100	～ 100	～ 100	～ 200	～ 200	40～70	800	85
	メドハギ	～ 20	～ 20	～ 20	～ 20	～ 300	～ 300	60～90	600	95
	ヤハズソウ	～ 40	～ 40	～ 40	～ 40	～ 500	～ 500	60～70	470	90
	ヨモギ	～ 50	～ 50	～ 50	～ 50	～ 200	～ 200	70～80	3,000	85

注：本表は目安であり、現場の状況や施工経験等から適宜修正する。

播種する種数の目安は緑化目標によって、以下を目安とする。

高木林・低木林型：緑化目標の主構成種を木本2～3種類、補完用木本を3～5種類、草本を1～2種類。

草地型：草本を3～5種類。

引用文献：道路土工 切土工・斜面安定工指針（平成21年度版）、社団法人日本道路協会、2009.6、p234～245、一部改変

表 -5.2 立地条件に対する補正率

条 件	のり面勾配		岩質・土質		のり面方位		年間降水量	
	50°以上	50°未満	岩	土砂	南向き	その他	1,000mm未満	1,000mm以上
補正率	0.9	1.0	0.9	1.0	0.8	1.0	0.7	1.0

引用文献：道路土工 切土工・斜面安定工指針（平成21年度版）、社団法人日本道路協会、2009.6、p247、一部改変

(5) 種子採取・育苗計画の立案

種子採取の時期は、施工時期を勘案して決定する。種子で導入する場合には、出来る限り保管期間が短くなるような時期を計画するとともに保管方法を決定する。苗木で導入する場合には、育苗期間となる2年間程度を施工時期から遡って種子採取と播種の時期を設定する。なお、種子から発芽までに要する期間は、植物種毎に異なるため事前に把握しておかなければならない。さらに、播種した後の育苗場所や育成管理方針についても計画する。可能であれば、種子採取から育苗までの各段階での作業者（協働体制の構築も含めた）を予定しておくことが望ましい。表-5.3に種子採取・育苗計画の項目と内容を示す。

表-5.3 種子採取・育苗計画の項目と内容

項目		内容※
種子採取	採取植物種	植物種毎の種子の特徴を記述する。
	採取期間	植物種毎の採取期間を示す。
	採取場所	植物種毎の採取場所を複数箇所、優先順位を含めて示す。
	採取量の目安	植物種毎に必要な量を算出して、ロス分を含めた目安を示す。
種子の調整	種子の精選	採取した種子の精選方法（果肉等の除去や虫害種子、未熟種子の選別等）について、植物種毎に示す。
種子の保管	保管方法	植物種毎に異なる保管方法（乾湿状態・温度等）について示す。
	保管場所	予定する保管場所を示す。
育苗	播種方法	植物種毎に播種方法を示す。
	育苗管理方法	植物種毎に植え替え（発芽床からポット）、病虫害対策、灌水方法等の管理内容を示す。
	育苗場所	予定する育苗場所を示す。

※：各段階での作業者（協働体制の構築も含めた）を含めて示すことが望ましい。

(6) のり面緑化工種の選定

のり面緑化工種は、気象条件やのり面条件（のり面の切盛土の構造、地山の状態、勾配、土壌硬度等）の調査結果を基にして、植生基材吹付工、植生土のう工、植生マット工、植生シート工、苗木植栽工、苗木設置吹付工、植生土のう苗工等から最適な工法を選定する（表-5.4）。同時に、生育基盤材が流亡するおそれがある場合には、必要性を検討して緑化基礎工を選定する（表-5.5）。地域性種苗利用工におけるのり面緑化工種の選定フローの例を図-5.2に示す。

(7) 施工時期

施工時期は、種子を播種する場合と苗木を導入する場合で異なる。

種子から導入する植生マット工、植生シート工、植生基材吹付工等の場合には、春先の発芽時期に合わせて、晩秋～冬（11月頃：種子で冬越し）の施工が望ましい。ただし、積雪地では降雪前に施工する必要がある。芽吹き直後の植物は、凍霜害や乾燥害が多いため、春～初夏の施工では梅雨入り前などを選び、乾燥しやすい盛夏の施工は極力避ける。

苗木から導入する樹木植栽工、苗木設置吹付工、ユニット苗工等の場合には、植栽する樹木の種類に適した植栽適期に行うものとする。

表-5.4 地域性種苗利用工における主なのり面緑化工種の特徴

<種子利用>	植生基材吹付工	植生土のう工	植生マット工	植生シート工	植生基材注入工
概要	植生基材をのり面に吹付ける工法。	植生土のう袋に改良土と種子を詰めて、のり面に設置する工法。	植生マットをのり面に敷設した後、種子と植生基材、肥料等を入れた筒状袋を植生マットに設置する工法。	種子と肥料等を装着した植生シートをのり面に敷設する工法。	のり面に袋状マットを敷設し、植生基材をマット内に圧送注入する工法。
適用条件	切土のり面 盛土のり面	切土のり面 盛土のり面	切土のり面 盛土のり面	切土のり面 盛土のり面	切土のり面 盛土のり面
のり面保護効果	植生基材に接合剤が含まれているため、植生による被覆が無くても強雨等の浸食に耐えて、保護効果が高い。	土のうがアンカーピン等でのり面に隙間がないよう確実に固定されているため、保護効果は高い。	植生に被覆されていなくても植生マットによりある程度の雨水等の浸食に耐えて、保護効果を有する。	植生に被覆されていなくても植生シートによりある程度の雨水等の浸食に耐えて、保護効果を有する。	植生基材は袋状マットに保持され、のり面の保護効果は高い。岩盤のり面の場合は植物の根が地山に伸長しにくく、マットがのり面に確実に固定されていることが必要。
施工性	吹付機による施工であるため、大面積であれば施工性はよい。	植生土のうの設置には人力あるいはクレーンを使用するため、施工性は悪い。	植生マットは軽量であり、人力により容易に施工できる。	人力により容易に施工できる。	袋状マットを人力で敷設した後、基盤材を専用機械で注入するため、時間がかかる。
緑化基礎工	ネット張工	のり枠工、編柵工	特に必要ない。	特に必要ない。	特に必要ない。
備考	植生基材に表土を混合することも可能。大型機械を使用するため、機器設置等のヤードが必要となる。	土のう袋に詰める改良土を表土にすることも可能。大型機械を使用するため、機器設置等のヤードが必要となる。			植生基材に表土を混合することも可能。大型機械を使用するため、機器設置等のヤードが必要となる。

<苗木利用>	苗木植栽工	苗木設置吹付工	植生土のう苗工
概要	のり面に植穴を掘削し、苗木を植える工法。植穴周辺は土壌改良を施す。	ポット等で育苗した苗木をのり面に固定し、その上から植生基材吹付工を施工する工法。	植生土のうで育成あるいは植え付けた苗木を、のり面にアンカー等で固定する工法。
適用条件	盛土のり面	切土のり面	切土のり面
のり面保護効果	苗木植栽のみでは、浸食を受けやすい。のり面全面に地域性種子を利用した植生マット工を行うことにより、耐浸食性が向上する。	植生基材に接合剤が含まれているため、植生による被覆が無くても強雨等の浸食に耐えて、保護効果が高い。	土のう苗は間隔を空けて設置するため、裸地の部分が浸食を受けやすい。のり面全面に地域性種子を利用した植生マット工、植生基材吹付工を行うことにより、耐浸食性が向上する。
施工性	小さな苗木を人力により施工するため、時間がかかる。	苗木のための植穴を掘削せずに行うこと、吹付機による施工であることから、大面積であれば施工性はよい。	植生土のう苗の設置は人力で行うため、施工性は悪い。
緑化基礎工	編柵工（勾配が 1:1.5 ～ 1:1.2 の場合）	ネット張工	のり枠工、編柵工
備考	苗木の根元にマルチングを施すことで生育促進を図る。植栽する際の客土等に表土を利用することも可能。苗木の固定が不十分の場合には、支柱を行う。	植生基材に表土を混合することも可能。大型機械を使用するため、機器設置等のヤードが必要となる。乾燥に耐える樹種を使用する。	土のう袋に詰める改良土を表土にすることも可能。苗木の固定が不十分の場合には、支柱を行う。

参考文献：道路土工 切土工・斜面安定工指針（平成 21 年度版）、社団法人日本道路協会、2009.6

表-5.5 地域性種苗利用工における緑化基礎工の特徴

種類	特徴
のり砕工	吹付砕工 現場打ちコンクリート砕工 プレキャスト砕工
ネット張工	金網張工 繊維ネット張工
編柵工	

のり面の浅部で発生する崩壊に対し、形状、規模に対応できることが可能である。のり面の凹凸に対応できる。

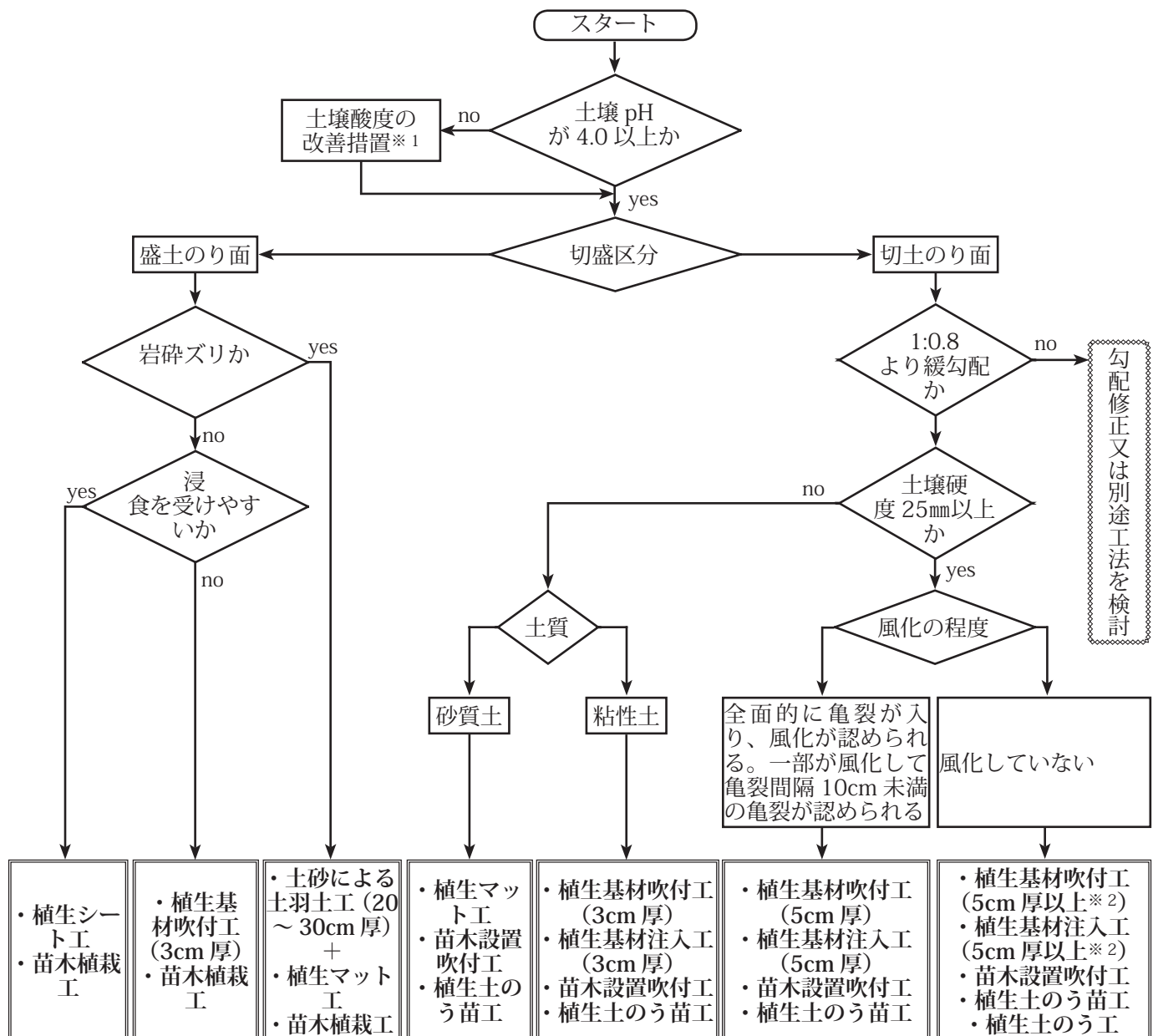
植物の生育基盤となる土砂や植生土のうをのり面に固定保持することができる。

のり表面の表流水、凍上等による剥落防止及び生育基盤の保持、落石防止に効果がある。

のり表面の表流水による剥落防止や造成基盤の保持に効果がある。

盛土のり面に木杭を一定間隔で打込み、これにそだ、竹、プラスチック製のネット等を編んで土留めを行うものである。植物が十分に生育するまでの間、のり表面の土砂流出を防ぐことができる。

引用文献：道路土工 切土工・斜面安定工指針（平成 21 年度版）、社団法人日本道路協会、2009.6、p206、一部改変



※1：土壌酸度の改善措置として、吸着や中和処理、排水または遮水等の対策を検討する。

※2：のり面条件、緑化目標に適した厚さを確保する。

図-5.2 地域性種苗利用工におけるのり面緑化工種の選定フロー（例）

5.3 地域性種苗利用工の準備工

地域性種苗利用工での準備工は、種子採取・育苗計画に基づいて、在来種の種子を採取するとともに、その種子から育苗するものである。

解説

(1) 準備工の項目と実施時期

地域性種苗利用工は、使用する材料を事前に採取・保管することや、その種子から苗木を育苗するものであり、事前に準備する必要がある。特に、苗木を使用する場合には、育苗に2年間程度を必要とすることになる。準備工の項目と実施時期は表-5.6に示すとおりである。

表-5.6 地域性種苗利用工の準備工の項目と時期

工法	項目	実施時期				
		調査・計画時	3年前	2年前	1年前	施工
地域性種苗利用工	(緑化目標の検討)	→				
	(設計)		→			
	種子採取・保管		(苗木用) →		(播種用) →	
	育苗		→	→	→	

※：() 内の項目は、計画から設計において実施するもの。

(2) 種子の採取

種子を採取するにあたっては、多くの種が秋に結実するものの晩春から初冬の間にかけては様々な種子での結実があるため、植物種毎の結実期を事前に把握しておき、成熟した段階での種子を採取する。また、年毎に豊凶となる植物もあるので、そのような植物が対象となる場合には、複数年での採取を行う必要がある。さらに、採取する植物個体は、できるだけ複数として遺伝子の偏りがないよう配慮する。採取方法は、植物種により種子が地上に落ちてから拾い集めるものと、樹上にある時に摘み取る（枝ごと採取することもある）ものに分かれるため、適した方法で行う。

採取した種子は、枝等から摘み取りゴミ等を取り除き、種子だけに選別する。果肉や種皮、翼、綿毛等の除去が必要な種子では、きれいに取り除く作業を行う。コナラ等は虫が入っていることが多いので、水に浸けて浮いたものを除去・殺虫しておく必要がある（写真-5.1、表-5.7）。



【コナラ】



【アカメガシワ】



【ヌルデ】



【ススキ】

写真-5.1 のり面によく見られる植物の種子

表 -5.7 木本植物の種子採取から播種までの目安

樹種名	採取時期	調整方法	保管方法	発芽型※	播種時期	発芽時期
アカマツ	10月	乾燥脱粒・翼除去風選	乾燥密封低温	1春	3月中旬～4月上旬	4月下旬～5月上旬
アカメガシワ	9月下旬～10月	陰干し手もみ・風選	保湿低温	1春	3月下旬～4月上旬	4月下旬～5月上旬
アキグミ	10月～11月	果肉水洗除去	保湿低温	1春	3月～4月上旬	4月中旬～下旬
アキニレ	10月～11月	陰干し夾雑物除去	密封低温	1春	3月～4月	4月下旬～5月中旬
アラカシ	10月～11月	殺虫水選	低湿低温	1春	3月～4月	4月下旬～5月中旬
イタヤカエデ	9月～11月	陰干し夾雑物除去	僅保湿低温	1春 乾2春	3月上旬～中旬	4月上旬～下旬
イヌシデ	10月	陰干し脱粒風選	保湿低温	1春	とりまき・3月	5月上旬～下旬
イロハモミジ	9月上旬～10月中旬	翼除去風選	僅保湿低温	1春 乾2春	2月下旬～3月中旬	4月上旬～下旬
ウツギ	10月～11月	日乾脱粒	密封低温	1春	3月～4月	4月中旬～下旬
ウバメガシ	10月	殺虫水選	保湿低温	1春	2月～3月	4月中旬～6月中旬
ウリカエデ	9月～10月	陰干し翼除去風選	僅保湿低温	1春 乾2春	3月上旬～中旬	4月上旬～下旬
エゴノキ	9月下旬～10月中旬	陰干し脱粒殺虫	保湿低温・土中埋蔵	1春 乾2春	とりまき・2月～3月	4月中旬～5月下旬
オオバヤシャブシ	10月	日乾脱粒	乾燥密封低温	1春	3月～4月	春
カツラ	10月	日乾脱粒風選	密封低温	1春	3月～4月	5月上旬～下旬
キブシ	9月～10月	果肉水洗除去	保湿低温	1春	3月～4月	5月中旬～6月中旬
クサギ	10月～11月	陰干し果皮除去	保湿低温	1春 乾2春	2月～3月	4月下旬～5月中旬
クヌギ	10月	殺虫水選	保湿低温	1春	2月～3月	4月下旬～5月中旬
クロマツ	10月	乾燥脱粒・翼除去風選	乾燥密封低	1春	3月中旬～4月上旬	4月下旬～5月上旬
ケヤキ	10月	小枝・葉除去風選	僅保湿低温	1春	3月	5月上旬～下旬
コナラ	11月	殺虫水選	保湿低温	1春	2月～3月	5月上旬～中旬
サカキ	10月～11月	果肉水洗除去	保湿低温	1春	3月上旬～4月上旬	4月下旬～6月下旬
シャリンバイ	10月下旬～11月	果肉除去水洗	保湿低温	1春	2月～3月	5月中旬～下旬
シラカシ	10月～11月	殺虫水選	保湿低温	1春	3月～4月	4月下旬～5月中旬
シラカンバ	9月～10月	陰干し脱粒	密封低温	1春	3月～4月	5月中旬～6月上旬
スダジイ	9月～10月	殺虫水選	保湿低温	1春	3月～4月	5月上旬～下旬
センダン	9月～10月	水浸漬後果肉水洗除去	土中埋蔵	1春	3月	5月中旬～6月上旬
ソヨゴ	9月～10月	果肉水洗除去	保湿低温・土中埋蔵	2春 乾3春	3月上旬～4月上旬	5月中旬～6月上旬
タニウツギ	10月～11月	陰干し脱粒	密封低温	1春	3月～4月	5月上旬～中旬
タブノキ	7月～8月	果肉水洗除去	保湿低温・土中埋蔵	1春	9月・3月	4月下旬～6月下旬
タラノキ	9月～10月	果肉水洗除去	保湿低温	1春	3月	4月中旬～6月下旬
ネムノキ	9月下旬～10月	陰干し脱粒	保湿低温	1春 乾2春	とりまき・3月～4月	4月下旬～6月上旬
ノリウツギ	10月	日乾脱粒	密封低温	1春	3月～4月	5月中旬～下旬
ハゼノキ	10月下旬～11月	果皮除去水選	密封冷暗所	1春 乾2春	3月～4月	5月上旬～中旬
ヒサカキ	10月～11月	果肉水洗除去	保湿低温	1春	3月中旬～4月上旬	4月下旬～6月上旬
フサザクラ	9月中旬～10月	陰干し脱粒風選	密封低温	1春	3月下旬～4月下旬	5月中旬～6月中旬
フジ	10月～11月	陰干し脱粒	密封冷暗所	1春	3月～4月上旬	5月上旬
ブナ	9月～10月	殺虫陰干し脱粒水選	保湿低温	1春	2月～3月中旬	4月中旬～5月上旬
マユミ	10月～11月	陰干し脱粒種皮除去	低湿低温	1春 乾2春	とりまき・2月～3月	4月下旬～5月中旬
ミズナラ	10月	殺虫水選	保湿低温	1春	2月～3月	5月上旬～中旬
ムラサキシキブ	10月～11月	果肉水洗除去	保湿低温	1春	3月中旬～4月中旬	5月上旬～6月上旬
ヤブツバキ	9月～11月	陰干し脱粒殺虫	保湿低温・土中埋蔵	1春	とりまき・3月中旬～4月上旬	5月上旬～6月上旬
ヤマザクラ	5月上旬～6月中旬	果肉水洗除去	低湿低温	1春	9月・2月～3月	4月中旬～下旬
ヤマハギ	10月～11月	生乾脱粒風選	乾燥低温	1春	3月下旬～4月上旬	4月中旬～下旬
リョウブ	10月～11月	陰干し脱粒	密封冷暗所	1春	3月～4月	5月上旬～6月上旬

※：「1春」は、前年に採り播き又は翌年春播きで、春に発芽する。「2春」は、春播きで翌年の春に発芽、又は、秋に採り播きし翌々年の春に発芽する。「乾2春、乾3春」は、種子を乾かした場合の発芽型で、播いてから2春日、3春日に発芽する。

引用文献：樹木のふやし方・タネ・ホトリから苗木まで、関西地区林業試験研究機関連絡協議会育苗部会編、農林出版株式会社、1980.3、p257～304、一部改変

（３）種子の保管

採取して精選した種子は、保管することなく使用することが最適であるが、施工まで保管する必要がある場合には、植物種毎に適した方法で保管する。乾燥あるいは保湿させた状態で、低温あるいは冷暗場所で保管するなど、植物種毎に最適な方法を選択する（表-5.7）。

（４）育苗

採取した種子は、植物種毎の適切な播種時期に、発泡スチロールやプラスチック製の箱（例：横・縦 50cm、深さ 15cm 程度）を播種床としてまきつけ、芽生えた苗が高さ 5 ～ 10cm 程度まで成長した段階でポット（直径 9cm 程度）等の栽培容器に 3 本程度ずつ移植する。その後、容器で栽培していく段階で、成長が良好な苗 1 本に選抜して、施工時まで育成する（写真-5.2）。

播種に際しては、栽培用の土壌として他の植物種子が混入していない市販されている赤玉土や鹿沼土等を使用することが、その後の草抜き等が省力化できる面から望ましい。また、播種した植物種がわからなくなならないようにラベル等で種名を明確に表示するとともに、コナラ等の大きな種子が鳥やネズミ等に食害されないように対策を施しておく必要がある。

育苗期間中は、定期的に観察して必要により灌水や雑草の抜き取りを行う。苗木を早期に成長させる必要がないため、施肥は特に必要ない。また、薬剤散布は病虫害の大量発生等があった場合の必要最低限の使用とする。



写真-5.2 育苗状況

5.4 地域性種苗利用工の施工

地域性種苗利用工の施工は、施工時期、工程管理、品質管理、安全管理等に十分留意するとともに、湧水の状況、気象条件、材料の品質等に留意して実施する。

解説

(1) 施工時期・のり面条件の確認

設計時に立案した施工時期を再確認し、施工時の気象状況等に勘案して施工日等を決定する。また、施工直前にものり面の条件を再度調査して、設計時から変化したものがないかを確認した上で施工する。特に、表流水による地山の浸食や新たな湧水等に留意し、対処すべき状況が認められた場合には、処置や対策工を検討して必要により実施する。

(2) 施工管理

工程は計画どおり適期に施工できるように配慮する。施工時の気象状況に配慮して、降雨の直前や降雨中での作業は避ける。

使用する材料等の品質は、施工前に確認し、配合量等を正確に計量して使用する。

作業にあたっては、関連法令を遵守するとともに、高所・斜面上となる場所での安全管理を十分に行い、事故のないよう留意して実施する。

(3) 施工上の留意点

①のり面清掃

施工前には、土羽土や吹付基材、植生マットや植生土のうがのり面に密着することを目的として、浮石や浮土砂等を除去するとともに侵入植物がある場合には植物体を抜き取り、のり表面を清掃する。

②施工

i. 土羽土工、植生基材吹付工、植生土のう工、植生マット工

「第3章 表土利用工」、「第4章 自然侵入促進工」における「施工上の留意点」を参照する。

ii. 苗木植栽工

植栽工は、盛土のり面に植穴を掘削して苗木を植栽するものである。植栽地の土壌が化学性・物理性の面において問題があり、土壌改良が必要な場合には、苗木の大きさに適した範囲（直径：60cm、深さ 30cm程度）に土壌改良材等を施す（写真-5.3）。

植栽にあたっては、深植えとならないように根鉢上面が確認できる程度の深さに植え付ける。急勾配のり面の場合には、植栽基盤となる土壌が不足するため編柵工等を設置して、樹木を良好に生育するための十分な土量を確保する。

支柱は、樹木が活着するまでの転倒防止に必要であり、苗木の大きさに適したものを使用する。特に、積雪地や強風地等の苗木植栽においては、支柱の結束部での幹折れ障害が多く発生するため、根鉢固定支柱を



写真-5.3 土壌改良範囲の目安

用いることが適している（写真-5.4）。この支柱では、苗木が草本類に被圧されることを防ぐためのマルチングを兼ねることができる。

iii. 苗木設置吹付工

苗木設置吹付工は、植生基材吹付工と植栽工の組合せであり、植生基材を吹付ける前にあらかじめポット等で根鉢が整って育成された苗木をのり面に固定し、その上から植生基材を吹付けて施工するものである。植栽工が持つ苗木の早期成長による環境修復効果と、播種工が持つ全面被覆による浸食防止効果の両方が期待できる。

苗木は、病虫害が発生しておらず、鉢の中に細根が密生して鉢土と細根が良く密着しており、生育時期であれば葉が開いて生育状態が良好であることを確認しておく。のり面に苗木を固定する際には、苗木の根鉢が地山と密着して空隙ができないように注意するとともに、根鉢上面が確実に吹付材で覆われるように施工する。また、植生基材の吹付時には、固定した苗木を損傷しないよう注意する（写真-5.5）。

iv. 植栽土のう苗工

植栽用に高機能化した土のうをのり面に設置し、苗木の生育基盤として利用するものであり、現場で植栽土のうに植栽用土壌を充填して苗木を植え付けてのり面に設置する「袋客土工」と圃場等で植栽用土壌を袋に充填して育成した苗をのり面に設置する「ユニット苗工」がある。この工法においては、播種工等の併用によりのり面全面の浸食防止対策を行う必要がある。

「袋客土工」では、植生土のうをのり面と隙間なく密着させるように設置し、アンカーピン等で固定する。苗木を植栽した開口部は、施工後に確実に閉じることで、雑草の発生等を防止するマルチング効果を持たせる。

「ユニット苗工」は、ユニット苗の底面が平らであり、のり面に凹凸があると密着が悪くなるため、のり面に設置する場所を均した上で、ユニット苗底面とのり面を密着させるように釘等で固定する（写真-5.6）。



写真-5.4 根鉢固定支柱



写真-5.5 苗木設置吹付工の施工状況



写真-5.6 ユニット苗工の施工状況

5.5 成績判定

地域性種苗利用工の成績判定は、導入した種子の種類や量及び苗木に応じて、導入植物の発芽状況や生育状況の判定基準に基づいて評価する。

解説

(1) 成績判定の時期と目安

地域性種苗利用工は、これまで行われてきているのり面緑化工法において植物材料に地域の在来種を使用したものであり、基本的には既存の工法の成績判定と同様である。

そのため、成績判定の時期は、播種工と苗木設置吹付工（播種）では月平均気温 15℃以上で最低 3 ヶ月経過後、苗木植栽工と苗木設置吹付工（苗木）については竣工検査時を基本とする。目安として、各種緑化工の成績判定の目安を表 -5.8、5.9 に示す。また、植栽工における成績判定時の生育状況の例を写真 -5.7 に示す。

表 -5.8 地域性種苗利用工の成績判定の目安（播種工）

工法	目標	評価	施工 3 ヶ月後の植生の状態	対応策
播種工	高木林・低木林型	可	植被率が 30 ～ 50% であり、木本類が 10 本/㎡以上確認できる。	—
			植被率が 50 ～ 70% であり、木本類が 10 本/㎡以上確認できる。	
		判定保留	草本類に 70 ～ 80% 覆われており、木本類が 1 本/㎡以上確認できる。	翌年の春まで様子を見る。
			所々に発芽が見られるが、のり面全体が裸地状態に見える。	判定時期が春期・夏期の場合は 1 ～ 2 ヶ月、秋期・冬期の場合には翌春まで様子を見る。
		不可	生育基盤が流亡して、植物の成立の見込みがない。	再施工する。
			木本類の発芽が確認できない。	木本種子を追播する。
	草地型	可	のり面から 10m 離れると、のり面全体が「緑」に見え、植被率が 70 ～ 80% 以上である。	—
			1㎡あたり 10 本程度の発芽はあるが、生育が遅い。また植被率が 50 ～ 70% 程度である。	判定時期が春期・夏期の場合は 1 ～ 2 ヶ月、秋期・冬期の場合には翌年の春まで様子を見る。
		不可	生育基盤が流亡して、植物の成立の見込みがない。	再施工する。
			植被率が 50% 以下である。	

注 1：判定する時期は、播種工と苗木設置吹付工（播種）については月平均気温 15℃以上で最低 3 ヶ月経過後を基本とする。

注 2：施工時期や施工地域、施工後の気象等により成果が左右される点に注意を要する。

注 3：落葉時期の判定は避けることが望ましい。

引用文献：道路土工 切土工・斜面安定工指針（平成 21 年度版）、社団法人日本道路協会、2009.6、p258、一部改変

表 -5.9 地域性種苗利用工の成績判定の目安（植栽工）

工法	目標	評価	竣工検査時点の状態	対応策
苗木植栽工	苗木	可	植栽した木本類の活着率が 100%である。	—
		不可	植栽した木本類の活着率が 100%未満である。	枯死木は補植する。
			支柱、マルチング等が適確に施工されていない。	再施工する。
苗木設置吹付工	苗木	可	植栽した木本類の活着率が 70～80%である。	—
		不可	植栽した木本類の活着率が 70～80%未満である。	枯死木は補植する。
			苗木の根鉢が吹付材とはく離するなど、確実に固定されていない。	苗木固定部分を再施工する。
	草本	全て	播種工の草地型と同様。	播種工の草地型と同様。

注1：判定する時期は、竣工検査時を基本とする。

注2：苗木設置吹付工は、木本類及び草本類の両方を評価する。また、検査時期が施工後3ヶ月未満の場合は、草本類の判定時期を考慮する。

注3：施工時期や施工地域、施工後の気象等により成果が左右される点に注意を要する。

注4：落葉時期の判定は避けることが望ましい。

引用文献：道路土工 切土工・斜面安定工指針（平成21年度版）、社団法人日本道路協会、2009.6、p258、一部改変



【判定：可】



【判定：不可（枯死）】

写真 -5.7 施工3ヶ月後の植物生育状況の例（植栽工）

（2）成績不良時の対応

成績評価が不良の場合には、使用している在来種の種苗に予備がある場合や追加購入できる場合には、補植や再施工を行うことを検討する。ただし、使用する種苗が無い場合や、植生基材等に表土等を利用している場合には、のり面の安定性を確認した上で、その後のモニタリングにより在来種の発芽・侵入状況の様子を見ながら対策を検討する。

成績判定までの植生管理については、「第6章6.2 初期管理」を参照する。

＜苗木設置吹付工と播種工によるのり面緑化事例＞

情報コラム



＜のり面地山の状態＞

標高	630m ² (各工区)
方位	W
切/盛区分	切土のり面
日照条件	陽
傾斜	約 35 度 (1:1.5)
のり長	10m (1 段)
線形	直線

＜施工内容＞

工 種	苗木設置吹付工	播種工
導 入 植 物 (100m ² 当たりの 導入数量)	・アカマツ (5 本) ・アラカシ (5 本) ・クヌギ (25 本) ・コナラ (10 本) ・ヤブツバキ (10 本) ・ソヨゴ (10 本) ・ヒサカキ (10 本) ・アセビ (10 本) ・バミューダグラス (0.015kg) ・バヒアグラス (0.093kg) ・メドハギ・国産 (0.026kg)	・アカマツ (0.223kg) ・アラカシ (4.049kg) ・クヌギ・アベマキ (10.991kg) ・コナラ (8.890kg) ・ヤブツバキ (8.355kg) ・ソヨゴ (0.203kg) ・ヒサカキ (0.062kg) ・アセビ (0.011kg) ・リョウブ (0.068kg) ・バミューダグラス (0.021kg) ・バヒアグラス (0.128kg) ・メドハギ・国産 (0.037kg)
植生基材吹付工	有機質系基材：5cm厚	有機質系基材：7cm厚
肥 料	緩効性肥料 (4kg/m ³)	
施 工 年	平成 12 年 2 月	

＜施工詳細＞

①苗木設置吹付工

- ・苗木は地域で流通しているコンテナ苗を使用した。形状は樹高 30～50cm 程度。植栽密度は、1 本/m²として各樹種をランダムに配置した。
- ・苗木をのり面に敷設した金網に挟んだ上から根鉢が完全に覆われるよう植生基材を 5cm 厚で吹付けた。

②播種工

- ・コナラ・アベマキ・アラカシの木本種子は、現地で採取した後、殺菌・殺虫処理をした上で、施工までの 3 ヶ月間程度を保管して使用した。それ以外は購入種子を使用した。
- ・植生基材は 7cm 厚で吹付けた。

＜植生の状況＞

木本植物の活着・発芽状況 (施工 8 ヶ月後)

樹 種	クヌギ	コナラ	ヤブツバキ	ソヨゴ	ヒサカキ	アセビ	アカマツ	アラカシ
苗木設置吹付工・活着率 (%)	79	75	7	22	18	4	90	71
播種工・発芽本数 (本/1m ²)	7.1	0.9	0.15	0	0	0	0.4	2.3

＜全景写真＞



(施工 8 ヶ月年後)



(施工 9 年後)

木本植物の生育状況 (施工 9 年後)

苗木設置吹付工	樹高 7m 程度のクヌギ、コナラが優占する樹林で、樹木密度は 30 本/100m ² 程度。
播種工	樹高 7m 程度のアベマキが優占する樹林にコナラ、クヌギが混在している。樹木密度は 50 本/100m ² 程度。

【苗木設置吹付工】



(施工 8 ヶ月年後)



(施工 9 年後)



クヌギ根系

【播種工】



(施工 8 ヶ月年後)



(施工 9 年後)



クヌギ根系

参考文献：国営讃岐まんのう公園のり面緑化植物生育調査報告書、国土交通省土木研究所・国営讃岐まんのう公園工事事務所他、平成 13 年 3 月

6.1 植生管理の基本方針

植生管理は、のり面の安定を確保するとともに在来種による植生成立を促進することを目的として、施工直後から成績判定までの初期管理、成績判定後から緑化目標達成までの育成管理、緑化目標達成以降における維持管理を行うものである。

解説

(1) 植生管理の目的

のり面緑化は、生き物である植物の自然再生力及び土壌緊縛力を利用して生態系保全及びのり面安定を図るものであり、植物種によっては長期間を要する発芽・生育を的確に管理できなければ、この目的を達成することはできない。

のり面の植生は、表層崩落を防止する機能と地域生態系を保全する機能を有しているが、目標となる植生が成立しない場合には、激しい降雨等によるのり面崩落（写真-6.1）や、外来種の侵入による地域生態系の攪乱（写真-6.2）等の問題が発生することに繋がる恐れがある。

植生管理においては、のり面の安定性確保と地域生態系の保全を目的として、施工直後から緑化目標達成までの植物成長（初期管理、育成管理、維持管理）に応じた管理を適切に行うことが重要となる（図-6.1）。



写真-6.1 強雨によるのり面崩壊



写真-6.2 侵略的外来草本の繁茂（セイタカアワダチソウ）

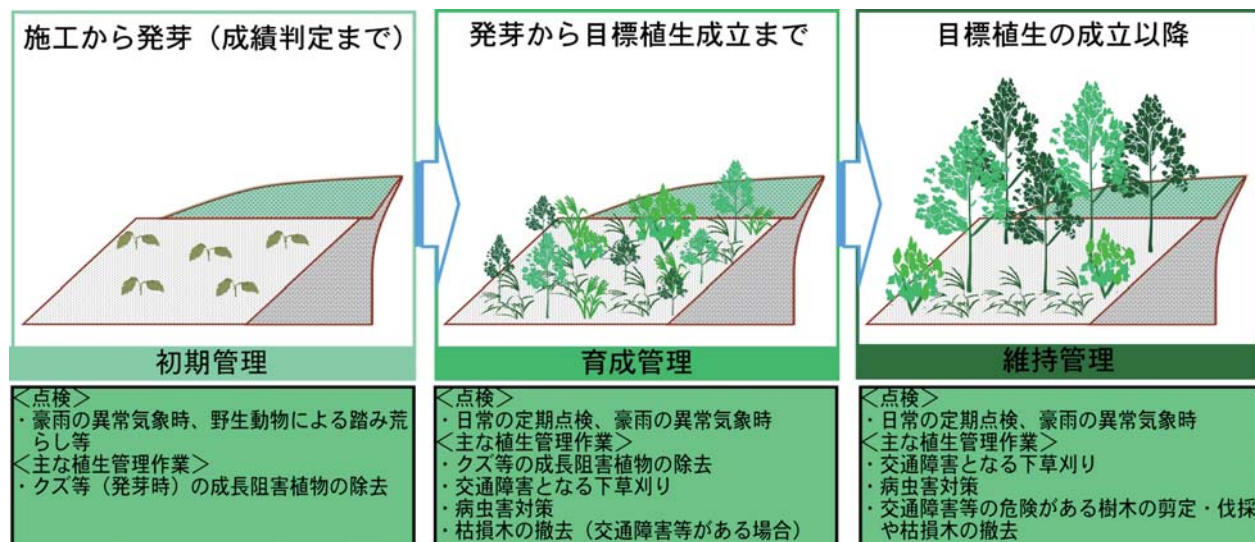


図-6.1 のり面における植生管理の全体イメージ

(2) 植生管理の項目と内容

植生管理は、のり面の安定性を確認するための「点検」、埋土種子や飛来種子と侵略的外来種等の発芽・生育状況を観察する「生育調査」と植生遷移を把握するための「植生モニタリング調査」、のり面隣接地での利用者に対する快適性・安全性を確認するための「健全度調査」から構成され、これらの調査結果に基づき適切な対応を実施するものである。

内容は以下のとおりであり、植物の成長を十分に理解した上で成長段階に適した管理内容となるよう留意する（表-6.1）。また、管理状況は植生管理カルテに記録して、施工後の経年変化が一目瞭然となるようとりまとめる（表-6.2）。

①点検

植物が生育するための植生基材や植生マット等の生育基盤について流出や破損等の状況を確認するものである。点検は定期的に行う日常点検と台風等が襲来する際に行う緊急点検がある。

②生育調査

埋土種子や飛来種子からの発芽状況及び導入した地域性種苗の発芽・活着状況、さらに発芽・活着後の生育状況を把握するとともに、緑化目標とする在来種の生育を被圧する可能性が高いクズ等の植物や、侵略的外来種であるセイタカアワダチソウ・ニセアカシア等についても、のり面侵入状況や生育状況を把握する。

③植生モニタリング調査

のり面の植生遷移が緑化目標に適合しているかを確認するため、定期的に植生調査を実施する。

④健全度調査

のり面隣接地での利用者に対する通行等の快適性や倒木等からの安全性を調査するものである。のり面の植生が繁茂したり、樹木が大きくなった時点での管理となるため、主に育成管理の後半や維持管理の段階で実施することとなる。

表-6.1 植生管理の項目と内容

植生管理の項目		初期管理	育成管理	維持管理
点検	日常点検	・施工不良による生育基盤、植生マット等の剥離等 ・野生動物による踏み荒らし等による生育基盤の損壊等	・植生不良による生育基盤、植生マット等の剥離等 ・野生動物による踏み荒らし等による生育基盤の損壊等 ・緑化基礎工の劣化等	・地山の風化等によるのり面の崩壊等 ・緑化基礎工の劣化等
	緊急点検	・台風等の異常気象による生育基盤の流亡、植生マットの剥離等	・台風等の異常気象による生育基盤等の流亡、植生マットの剥離等	・台風等の異常気象による倒木や草本植物の流亡、生育基盤の崩壊等
生育調査		・種子の発芽及び苗木の活着状況、生育状況の観察	・植物の生育状況（病虫害を含む）の観察 ・生育を阻害するクズ等の植物やセイタカアワダチソウ等の侵略的外来植物の侵入、生育状況	・植物の生育状況（病虫害を含む）の観察 ・生育を阻害するニセアカシア等の侵略的外来植物の侵入、生育状況
植生モニタリング調査		・成績判定時の植生調査	・1、3、5年後（以降5年毎）の植生調査	・5年毎の植生調査
健全度調査	簡易調査	・特になし	・利用障害の有無	・利用障害の有無
	詳細調査	・特になし	・樹木の大きさに応じて、倒木危険性の調査	・倒木危険性の調査

表 -6.2 植生管理カルテ（例）

基 本 情 報			
のり面名称		事業名称	
所在地		管理者	
【のり面データ】		【気象データ】	
標高		年平均気温	
方位		最高気温	
切／盛区分		最低気温	
面積・のり長（段数）		年降水量	
地質・土質（土壌硬度）		温量指数	
勾配		寒冷指数	
形状		風あたり	
湧水		日照条件	
周 辺 環 境			
周辺の自然環境		土地利用状況	
施 工 内 容			
緑化目標		施工年月日	
工法		緑化基礎工	
植物導入の有無		施工後の管理	
初 期 管 理			
調査年月日		調査者	
【のり面の安定性】		【のり面の植生状況】	
生育基盤の状況		発芽・活着及び生育状況	
育 成 管 理			
調査年月日		調査者	
【のり面の安定性】		【のり面の植生状況（在来種）】	
生育基盤の状況		発芽・活着及び生育状況	
【のり面の健全度】		【のり面の植生状況（生育阻害植物）】	
利用障害		侵入・生育状況	
倒木危険性			
維 持 管 理			
調査年月日		調査者	
【のり面の安定性】		【のり面の植生状況（目標植生）】	
生育基盤の状況		生育状況	
【のり面の健全度】		【のり面の植生状況（生育阻害植物）】	
利用障害		侵入・生育状況	
倒木危険性			

＜のり面における倒木事故の判例＞

情報コラム



のり面等から樹木の倒伏等によって発生した事故の判決事例においては、パトロールの実施の有無とその適切な対応策が行われているかによって、管理瑕疵の判断がされていることが多い。

そのため、のり面においても近接した場所での人的利用がある場合には、樹木の危険性を事前に把握し、その対応を実施することが重要である。

＜判例＞

事件名	事故の状況	被害	判決
兵庫県道倒木自動二輪車直撃事件	強風により隣接民地（山林）から約 8m の枯れ木（アカマツ）が道路上に倒れ、自動二輪車の運転者の頭部に直撃して死亡した。	1 名死亡	有責 パトロールに十分に注意を払っていれば、道路から約 4m 離れた位置にある立ち枯れた樹木を発見することはさほど困難でなかった。 最高裁 H18.6.1
大阪府道倒木車両損傷事件	道路脇の山側窪地に生えていた樹木の一部が強風により折れて落下し、それに衝突して車両損害を受けた。	車両損害	無責 本件事故当日もパトロールが行われているが、交通の支障となる枝等が道路上に出ている等の報告は成されていなかった。それを前提とすると、事故現場に存在していた倒木は生木であり、しかも幹は人間の腕ほどの太さであったということに鑑みれば、そのような樹木が急に倒れるという事態は予測困難といえるから、本件事故は不可抗力によって生じたものというべきである。 大阪地裁 H21.2.24

＜示談事例＞

道路管理者	事故の概要	瑕疵認定理由	賠償額（請求額）
建設大臣（関東地方建設局長）	国道を走行中の普通自動車は国道のり面からの倒木を避けきれずに側壁に衝突し、3 名が負傷した。	危険状態の放置	16,519,789 円 (16,519,789 円)
長野県	道路右側のり面からの倒木の直撃を受け、フロントキャビン等を損傷した。現場は下水道工事に伴う片側通行止めの区間に当たり、現場の信号機に従い走行していたが、倒木は通行規制区間を越えて当該車両を直撃した。	道路敷内（のり面）にあった倒木の直撃であり、道路管理上の瑕疵があったと思われる。	2,468,889 円 (2,468,889 円)

引用文献

- ①道路管理瑕疵判例ハンドブック（第二次改訂版）、編集：道路管理瑕疵研究会、発行：（株）ぎょうせい、2008.5
- ②平成 6 年度道路管理瑕疵実態調査結果について、国土交通省道路局道路交通管理課訟務係、道路行政セミナー No. 96・8、道路広報センター、1996.5
- ③平成 8 年度道路管理瑕疵実態調査結果について、道路局道路交通管理課訟務係、道路行政セミナー No. 98・5、道路広報センター、1998.5
- ④走行中の乗用車が突然落下してきた沿道樹木の一部と衝突し損傷した事故について、道路管理瑕疵が争われた事例、国土交通省道路局道路交通管理課、道路行政セミナー No. 023、（財）道路新産業開発機構、2010.8

6.2 初期管理

初期管理は、施工直後から成績判定までの間において、のり面の安定性や植生の状況等を点検し、不具合がある場合に早期の対応を施すものである。

解説

(1) 初期管理の目的

初期管理は、施工した吹付基材や植生マット、植生土のう等が豪雨等の異常気象や野生動物による踏み荒らし等により剥離や破損に対して、点検等を行い早期に把握することを目的とする。

点検により異常が認められた場合には、早期に修復することでのり面の安定や初期の発芽に与える影響を少なくすることが可能となる。地域生態系の保全に配慮した緑化工においては、自然環境の豊かな地域で実施することが多いと考えられるため、野生動物ののり面侵入に対しても注意が必要である（写真-6.3）。



写真-6.3 シカによる踏圧被害

(2) 初期管理の内容と留意点

① のり面の安定性

のり面の安定性については、施工後の生育基盤の流亡、植生マットの剥離、土のうの破損等について点検する。特に、施工直後の不安定な時期に台風等の異常気象が起こった場合には、予期せぬ大きな自体になる可能性があるため、十分な注意が必要である（写真-6.4）。シカの踏圧被害が著しい場合には、植生が成立して安定するまでの間、侵入防止柵等を設置することも検討する（写真-6.5）。



写真-6.4 台風による植生マットの剥離

② のり面植生

のり面植生については、表土利用工と自然侵入促進工においては、表土に含まれている埋土種子や飛来種子からの発芽が遅いため、この段階では発芽状態の生育調査を行い、成績判定時に植生モニタリング調査を行う。発芽が全く認められない場合には、再施工等の対応を検討する。地域性種苗利用工においては、導入した苗木の倒伏や樹勢の低下などを生育調査する。苗木植栽では、平地での植栽においても若干の枯損等があるので、乾燥が激しいのり面では特に気をつけて観察し、枯損した個体がある場合には早期に植え替えることを検討する。成績判定時には、植生モニタリング調査を行う。なお、クズ等の成長阻害となる植物の発芽が認められた場合、新芽であれば容易に除去できるため引き抜いておく。



写真-6.5 シカの侵入防止柵の例

6.3 育成管理

育成管理は、成績判定後から緑化目標達成となる植生成立までの間において、のり面の安定性と植生成立及び遷移の状況を点検・調査し、不具合があった場合に適切な対応を施すものである。

■ 解説

(1) 育成管理の目的

育成管理は、成績判定後から緑化目標とする植生群落の成立までの期間において、成長を阻害する要因を取り除くことで植物遷移を促進するとともに、植物の全面被覆により雨滴浸食を防止し、のり面表層の安定を図ることを目的とする。また、道路等に隣接するのり面で利用者が存在する場合には、利用者の快適と安全を確保する必要がある。

(2) 育成管理の内容と留意点

① のり面の安定性

のり面の安定性については、生育基盤の流失・滑落、植生マットの損壊、土のうの損壊・崩落等を点検する(写真-6.6)。また、のり面地山からの湧水や崩壊(亀裂、陥没等)、緑化基礎工の腐食や破損状況についても点検する(写真-6.7)。

寒冷地では、冬季にのり面表層の土壌水分が凍結を繰り返すことにより霜柱が大きく成長し(写真-6.8)、土壌を浮き上がらせることにより、植物の根の成長に悪影響を及ぼすとともに、土壌を浮き上がらせることに注意する必要がある(写真-6.9)。



写真-6.6 生育基盤の崩落



写真-6.7 金網の腐食・破損



写真-6.8 霜柱による土壌の浮き上がり



写真-6.9 土壌凍上によるアンカーピンの浮上り

また、シカ等の野生動物が多く生息している地域では、植生マット等の踏み荒らし被害が発生する恐れがあるため、のり面全面を植生で被覆されていない場合には注意して観察する必要がある(写真-6.10)。野生動物の踏み荒らしは、被害を放置するとのり面の表層崩落に繋がるため、出来る限り初期の被害段階での発見と対策が重要となる(写真-6.11)。



写真-6.10 のり面で採食するニホンジカ



【初期の被害段階】



【のり面の表層崩落段階】

写真-6.11 踏み荒らしによる被害

点検により不具合等が見つかった場合には、その原因を明らかにした上で、工法変更を含めた再施工や部分的な修復等から適切な処置を選択し、迅速に実施する(写真-6.12)。野生動物による踏み荒らし被害に対しては、侵入防止柵や金網敷設による表面保護等が考えられる。

②のり面の植生

成績判定後～3年後までの植生については、表土利用工と自然侵入促進工の場合は、埋土種子や飛来種子からの発芽・生育状況、のり面被覆状況を把握するとともに、目標とする在来種の生育を阻害するクズ等の植物やセイタカアワダチソウ等の侵略的外来植物の侵入(写真-6.13)について生育調査を行う。また、地域性種苗利用工については、導入種子からの発芽・生育状況や導入苗木の活着状況及び生育状況を、生育を阻害する植物や外来植物の侵入等を含めて生育調査する。

調査の結果、病虫害や気象害等による著しい発芽不良や生育不良が確認された場合には、早期の緑化が必要であれば再施工や苗木の植え替え等を実施する。また、クズ等の植物が侵入してのり面で優占した場合には、在来種の生育被圧を防止するため、抜取りや枯殺剤等による除去を実施する。

緑化目標とした植生の成立に近づいている



写真-6.12 工法変更が必要なのり面



写真-6.13 クズ等のつる植物が優占したのり面

かを確認するためには、成績判定後の植生遷移を継続的に把握することが重要である。そのため、成績判定後1、3、5年後（以降5年毎）を目安とした、植生モニタリング調査を実施することが望ましい。植生モニタリング調査の結果により、緑化目標とする植生と大きく異なることが確認された場合には、植生を目標植生に変化させるための除伐等の方法を検討するものとする。しかし、本工法が自然遷移を利用した緑化工であることを踏まえて、生育基盤の安定性が確保されていることを確認した上で、周辺植生からの植物侵入等による植生回復を期待して、そのまま様子を見ることも検討する。

③のり面の快適性・安全性調査

道路等ののり面に隣接した場所での人的利用がある場合には、利用者の利用快適性と倒木等に対する安全性を確保する必要がある、そのための調査を実施する。例えば、道路のり面の場合には、歩道に接したのり尻部において、植生が繁茂することによって歩行障害や見通しを阻害する可能性が大きい。そのため、人為的利用があるのり面においては、のり尻部の草刈りや、間伐材等による被覆を行う（写真-6.14）。



【草刈り】



【間伐材による被覆】

写真-6.14 のり尻部の処置

＜植生モニタリング調査の方法＞

植生モニタリング調査は、のり面植生の種類と大きさ・被度等を把握する植生調査と、写真撮影からなる。植生調査は、十分な経験を有する植物専門の調査者により実施することが重要である。詳細な方法については、以下のとおりである。

・植生調査

植生調査は、まず、調査対象のり面を代表する植生の一定範囲を選定し、植物の群落高毎に階層構造（高木層・亜高木層・低木層・草本層）を分類し階層毎の植被率を把握する。次に、階層毎に植物種を同定し、種毎の高さを測定するとともに被度階級を把握して記録する。被度階級は表-6.4を参考にする。表-6.3に、のり面植生のモニタリング調査票の一例を示す。

・写真撮影

のり面の植生遷移の状況を記録するために、定点からの全景写真の撮影を行う。また、目標植生としている植物や侵略的外来種等については個別に撮影する。

表-6.3 被度階級（例）

被度階級	百分率の目安
5	75～100%
4	50～75%
3	25～50%
2	10～25%
1	1～10%
+	～1%

参考文献：森林立地調査法編集委員会編・森林立地調査法、博友社、1999

1-69 / 地域生態系の保全に配慮したのり面緑化工の手引き (国総研資料第 743 号)

6.4 維持管理

維持管理は、緑化目標達成後の植生を維持するために、のり面の安定性と植生状況を点検・調査し、不具合があった場合に適切な処置を施すものである。

■ 解説

(1) 維持管理の目的

維持管理は、緑化目標とした植生群落の成立後の植物の生育を維持することで、その地域の自然環境を保全するとともに、のり面の全面被覆、根系の土壌緊縛によってのり面の安定化を図ることを目的とするものである。

また、高木林を緑化目標としている場合には、倒木がのり面近隣の利用者に対して危険とならないよう、適切な点検と対応による健全性の確保が重要となる。

(2) 維持管理の内容と留意点

① のり面の安定性

緑化目標が達成する時期は、高木林型の場合には施工後数十年を経過することとなるため、吹付基材や植生マット等は風化して、成立した植物の落葉落枝の腐植と一体となった土壌となることが予想される。しかし、植生の成立が不良で生育基盤が流亡してしまった場合には、のり面地山の風化等による崩壊等が発生していることも考えられるため、地山の風化に留意した点検を行う必要がある（写真 -6.15）。また、緑化基礎工を施工している場合にも同様に腐食等による劣化が発生している可能性が高いため、状態を確認する必要がある。



写真 -6.15 のり面地山の風化例

また、台風等の強風時には、木本植物の倒伏が発生することでのり面を崩壊させる危険性が高いため、緊急点検を行う必要がある（写真 -6.16）。

点検によりのり面の崩壊等が確認された場合には、迅速にその後ののり面崩落が生じないような緊急対策を実施した上で、のり面保護の根本的な対策を構造物を利用した工法を含めて検討して実施する。

② のり面の植生

緑化目標に達成した植生については、生育状況や病虫害等の発生等を簡易調査による観察で把握する。

また、侵略的外来種のニセアカシアの侵入、生育状況を確認して、目標植生への被圧状況を把握する（写真 -6.17）。病虫害や侵略的外来種等が確認された場合には、成立した樹林等に対する影響の度合を勘案して、適切な対応を実施する。



写真 -6.16 倒木によるのり面の崩壊

また、緑化目標達成後の植生に変化がないかを確認するため、定期的な植生モニタリング調査を引き続き実施することが望ましい。

③健全度調査

道路等ののり面に隣接した場所での人的利用がある場合には、育成管理に引き続き、利用者の利用快適性と倒木等に対する安全性を確保する必要がある、そのための調査を実施する。

高木が生育している場合には、倒木発生によるリスクが大きい、人的利用されている場所への影響がある範囲の樹木の危険性調査を実施することが望ましい（表-6.5）。

危険性を有する樹木が確認された場合には、剪定や伐採等の適切な対応を実施する（写真-6.18）。



写真-6.17 ニセアカシアが優占したのり面
表-6.5 のり面樹木の危険性調査の主な項目

写真-6.18 道路に倒伏する危険性がある高木の伐採

項目	内容	イメージ		
樹木形状	①樹高・幹周・枝張り ②不自然な傾斜 ③樹高と幹径のバランス	(樹木形状)		(不自然な傾斜・樹高と幹径のバランス不良)
活力状況	①樹勢 ②病虫害	(樹勢不良)	(木材腐朽病・キノコ)	(穿孔害虫：カミキリムシ)
樹木の欠陥	①枯枝 ②木材腐朽、空洞 ③幹の亀裂 ④幹や枝の不完全結合 ⑤樹体の揺らぎ ⑥根系の浮き上がり	(枝の亀裂)	(幹の空洞)	(根系の浮き上がり)