

第2章 のり面保護

9. 適用

本章で対象とするのり面は、盛土工または切土工によって人工的に形成される盛土のり面および切土のり面とし、これらのり面の侵食や風化、崩壊を防止するために行う種々の保護工の設計について示すものである。

のり面保護工の設計、施工に当っては斜面の安定、自然環境、土質、湧水、地形などの状況を考慮してそれぞれの条件に適合した工種を選定しなければならない。

なお、この手引きに明記されない事項は次の基準・指針類によるものとする。

表 9.1 適用基準類

基準・指針類	発刊期	発刊者
道路土工要綱	H21.6	(社)日本道路協会
道路土工、切土工・斜面安定工指針	H21.6	(社)日本道路協会
道路土工、盛土工指針	H22.4	(社)日本道路協会
グラントアンカー設計・施工基準、同解説	H12.3	(社)地盤工学会
のり枠工の設計・施工指針(改訂版)	H18.11	(社)全国特定法面保護協会

10. のり面保護工の工種と分類

のり面保護工はのり面の浸食や風化を防ぐため、植生または構造物でのり面を被覆したり、排水工や土留め構造物でのり面の安定をはかるために行うもので、標準的な工種を示すと表 2.1 のとおりである。

表 10.1 のり面保護工の工種と目的

分類	工種	目的	一般的な適用性			
			切土	盛土		
のり面緑化工(植生工)	播種工	種子散布工	浸食防止, 凍上崩落抑制, 植生による早期全面被覆	○	○	
		客土吹付工		○	○	
		植生基材吹付工(厚層基材吹付工)		○		
		植生シート工		○	○	
		植生マット工		○	○	
		植生筋工		盛土で植生を筋状に成立させることによる浸食防止, 植物の進入・定着の促進		○
		植生土のう工		植生基盤の設置による植物の早期生育	○	○
		植生基材注入工		厚い生育基盤の長期間安定を確保	○	○
	植栽工	張芝工	芝の全面張り付けによる浸食防止, 凍上崩落抑制, 早期全面被覆	○	○	
		筋芝工	盛土での芝の筋状張り付けによる浸食防止, 植物の進入・定着の促進		○	
		植栽工	樹木や草花による良好な景観の形成	○	○	
		苗木設置吹付工	早期全面被覆と樹木等の生育による良好な景観の形成	○	○	
	構造物工	金網張工	生育基盤の保持や流下水によるのり面表層部のはく落の防止	○	○	
繊維ネット工		○		○		
柵工		のり面表層部の浸食や湧水による土砂流出の抑制	○	○		
じゃかご工			○	○		
プレキャスト枠工			○	○		
モルタル・コンクリート吹付工		風化, 浸食, 表流水の浸食防止	○			
石張工			○	○		
ブロック張工			○	○		
コンクリート張工			○			
吹付枠工		のり面表層部の崩落防止, 多少の上圧を受ける恐れのある箇所の土留め, 岩盤はく落の防止	○			
現場打ちコンクリート枠工			○			
石積, ブロック積擁壁工		ある程度の土圧に対抗して崩落を防止	○	○		
かご工			○	○		
井桁組擁壁工			○	○		
コンクリート擁壁工			○	○		
連続長繊維補強土工			○			
地山補強土工			○			
グラウンドアンカー工		すべり土塊の滑動力に対抗して崩落を防止	○			
杭工	○		○			

【参考】 道路土工-切土工・斜面安定工指針, P.192, 平成 21 年 6 月, (社)日本道路協会

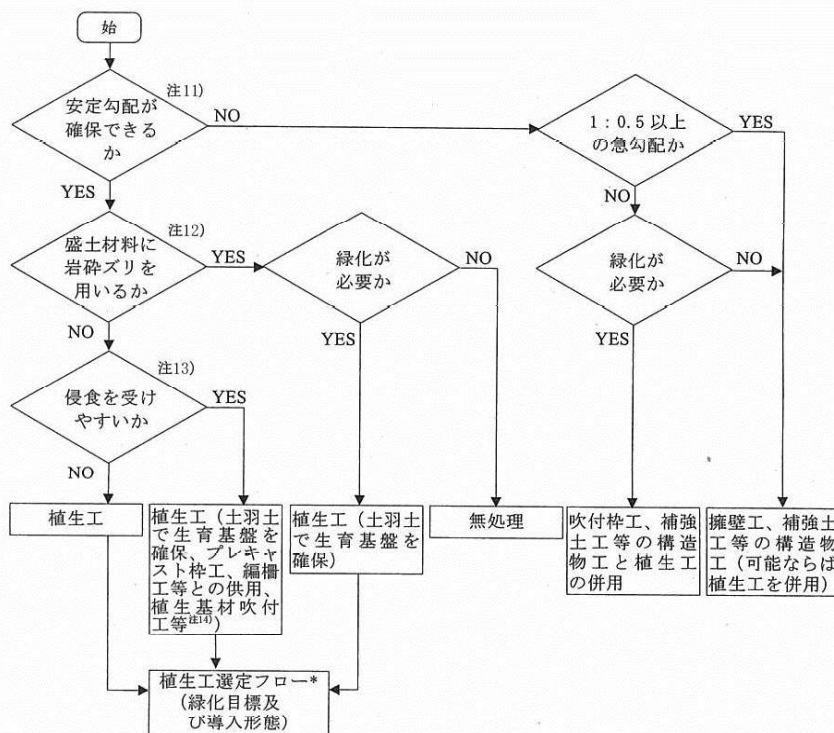
11. のり面保護工の選定

のり面保護工は、植生によるものと構造物によるものに区分されるが、植生工を優先的に採用するものとし、構造物による保護工は、植生に不適な土質条件、現地の状況で安定勾配が確保できない等の場合に採用する。

のり面保護工の選定に当たっては、環境保全、地形・地質や気候条件、保護工に期待する効果を十分把握するとともに、経済性、施工性を考慮した最適工法を選定するようにしなければならない。

また、植生工において、植物の発芽・生育は、のり面の土壌の化学性の影響を受ける。一般に、植物は pH5～7 では正常な生育を示すが、pH4 未満では植物の生育は阻害され、発芽・生育は不良となり、著しい場合は枯死することもある。このような強酸性を示す地質は、硫化物を多く含む堆積岩やそれらの風化土・火山・温泉地帯などにみられるため、十分注意するものとする。土壌酸度の改善措置が不可能な場合は、ブロック張工等の構造物工のみの適用を検討してよい。

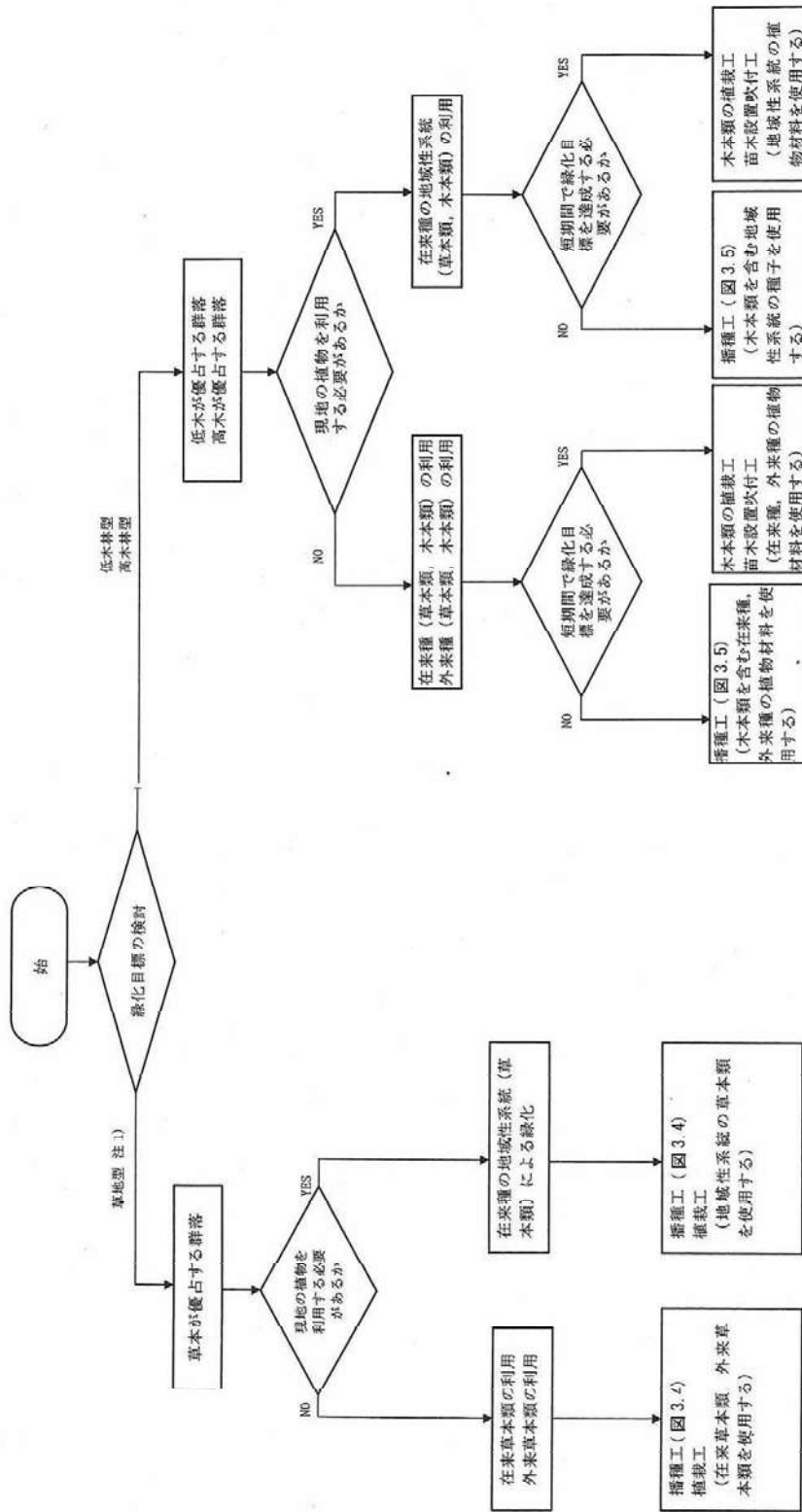
- 注1) 地山に応じた安定勾配としては、地山の土質に対する標準のり面勾配の平均値程度を目安とする。また、安定勾配の確保ができない場合の対策として、可能な場合は切直しを行う。
- 注2) 落石の恐れの有無は、「道路土工-切土工・斜面安定工指針(平成21年6月) 第10章」及び「落石対策便覧」を参考にして判断する。
- 注3) 地山の分類は、「第1章のり面 2.土及び岩の分類」に従うものとする。
- 注4) 第三紀の泥岩、頁岩、固結度の低い凝灰岩、蛇紋岩等は切土による除荷・応力解放、その後の乾燥湿潤の繰返しや凍結融解の繰返し作用によって風化しやすい。
- 注5) 風化が進んでも崩壊が生じない勾配としては、密実でない土砂の標準のり面勾配の平均値程度を目安とする。
- 注6) しらす、まさ、山砂、段丘礫層等、主として砂質土からなる土砂は表流水による浸食には特に弱い。
- 注7) 自然環境への影響緩和、周辺景観との調和、目標植生との永続性等を勘案して判断する。
- 注8) 主として安定度の大小によって判断し、安定度が特に低い場合にかご工、井桁組擁壁工、吹付砕工、現場打コンクリート砕工を用いる。
- 注9) 構造物工における保護工が施工されたのり面において、環境・景観対策上必要な場合には緑化工を施す。
- 注10) ここでいう切直しとは、緑化のための切直しを意味する。



- 注11) 盛土のり面の安定勾配としては、盛土材料及び盛土高に対する標準のり面勾配の平均値程度を目安とする。
- 注12) ここでいう岩砕ズリは、主に風化による脆弱化が発生しにくいような堅固なものとし、それ以外は一般的な土質に準じる。
- 注13) 侵食を受けやすい盛土材料としては、砂や砂質土等があげられる。
- 注14) 降雨等の侵食に耐える工法を選択する。

【適用】道路土工-盛土工指針, P. 147, 平成22年4月, (社)日本道路協会

図 11.2 盛土のり面におけるのり面保護工選定のフロー



注 1)：初期の目標を草本群落とし、長期間かけて自然の遷移によって木本群落を形成する
場合を含む。

図 11.3 植生工選定フロー（緑化目標及び植物材料からの選定）

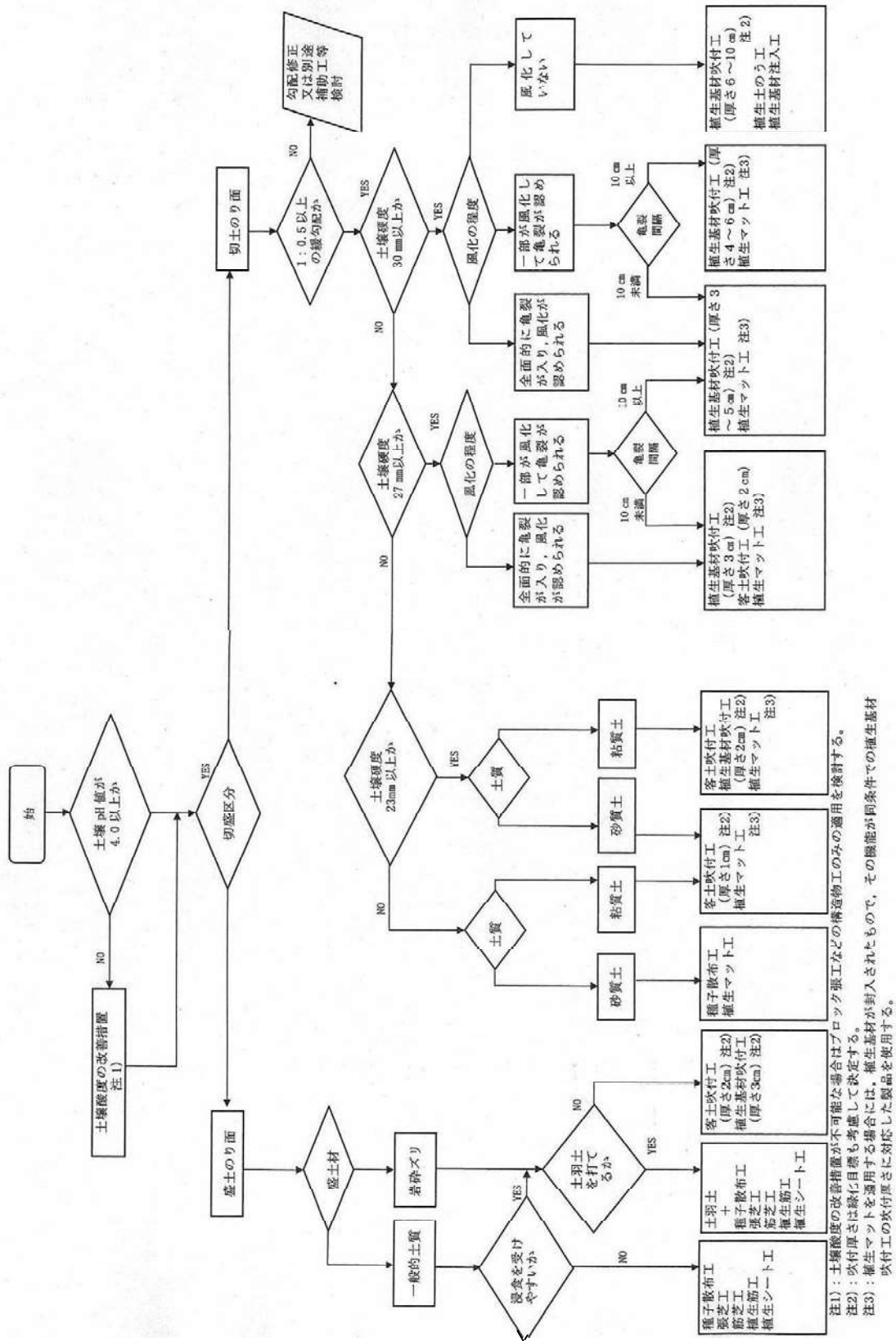
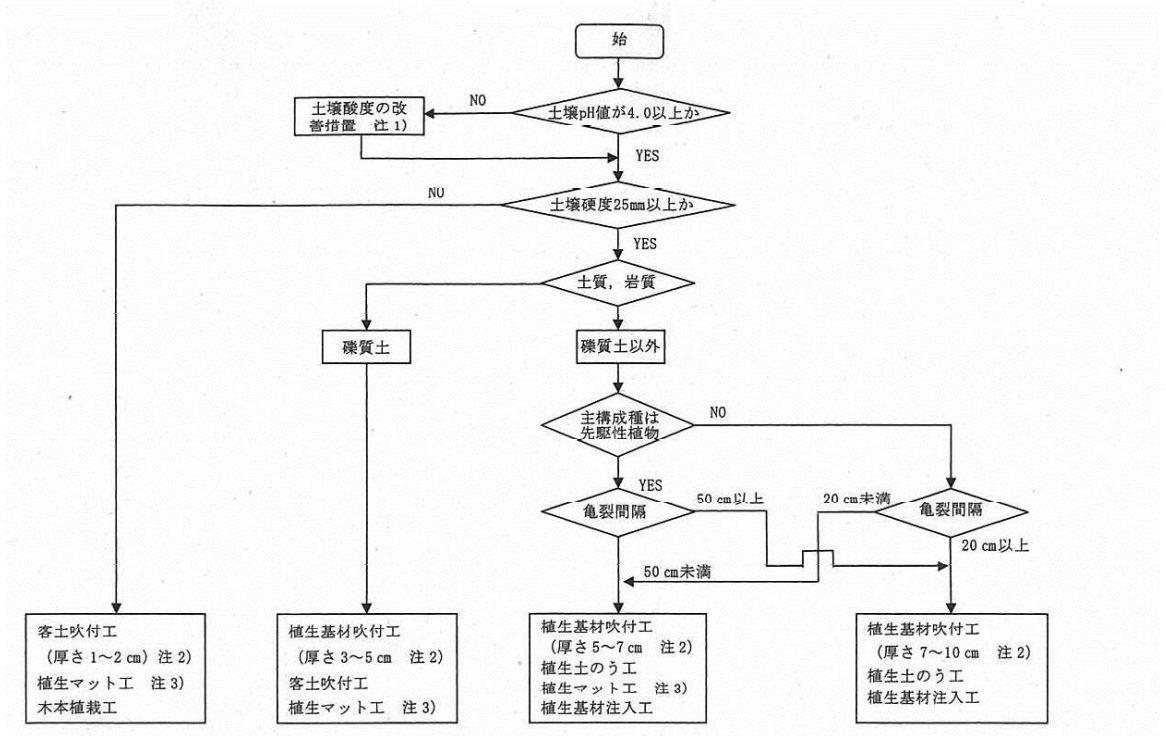


図 11.4 のり面条件を基にした植生工の選定フロー(草本類播種工等)

【適用】 道路土工-切土工・斜面安定工指針, P. 228, 229, 平成 21 年 6 月, (社)日本道路協会



注1) 土壌酸度の改善措置が不可能な場合はブロック張工等の構造物工のみの適用を検討する。

注2) 吹付厚さは緑化目標も考慮して決定する。

注3) 植生マットを適用する場合には、のり面条件に対応した厚さの植生基材が封入されたもので、その機能が同条件での植生基材吹付工の吹付厚さに対応した製品を使用する。

【適用】 道路土工-切土工・斜面安定工指針, P. 230, 平成 21 年 6 月, (社)日本道路協会

図 11.5 のり面条件を基にした植生工の選定フロー(木本類播種工等)

(1) 植生工設計、施工のための調査

植生工でのり面に植生を成立させるのに必要な前提条件を満足させるために、次の調査を行う。

(a) 周辺環境の調査

対象のり面と周辺環境との連続性や調和を図るため、周辺環境の調査を行う。さらに、使用する植物が周辺環境に与える影響についても検討する。

(b) 気象の調査

植物の選定、施工時期、施工方法等の検討に必要な気温、降水量、積雪量、風向速度、日照等について調査を行う。

(c) 表土及び既存樹木の調査

表土を土羽土や客土として利用することを検討するために、工事対象場所における表土の土壌調査（理化学性や量の確認）を行う。

既存樹木を移植等により利用することを検討するために、既存樹木の種類や健全度、利用価値等について調査する。

表土や既存樹木が利用可能な場合には、作業性についての評価も必要となるため、採取候補地の地形や運搬経路、施工するまでの保管場所の有無等についても調査する。

表土は、一般に森林土壌の最上層の部分をいい、植物の落葉、落枝、草本遺体等の有機物が分解された腐植に富み、膨軟で通気性、透水性が良好である。また、既存樹木は、のり面の周辺にある在来木本類のことで、のり面への種子供給源として活用したり、のり面に移植することで、周辺環境との調和を早期に図ることができる。

(d) 植物材料の市場調査

国内産の在来種の種子や地域性種苗を使用することを予定している場合には、市場で入手可能な種と数量をあらかじめ調査して植生工設計時の検討資料とする。

(e) 造成時点でののり面の調査

(7) のり面の形状等の調査

植物の選定、施工性等の検討を行うためにのり面の形状、規模、高さ、方位、勾配、湧水箇所、凸凹の程度、排水溝や構造物の位置等について調査を行う。

(4) 岩質等の調査

植物の選定等の検討を行うために、岩質、土壌硬度、土性、土壌酸度等について調査を行う。方法に関しては「道路土工-切土工・斜面安定工指針 付録.6 植生工のための測定と試験」を参照されたい。土壌硬度に関しては、のり面造成後に測定して土壌硬度指数で表すことを基本とする。

なお、のり面造成前に土研式貫入試験機で N_c (N_d) 値を計測している場合、この N_c (N_d) 値 5, 10, 20 はそれぞれ土壌硬度指数 25mm, 30mm, 35mm に相当する。

また N_c 値と N 値の関係は、 $N_d = (1 \sim 2) N$ 、凝灰岩、凝灰角礫岩では $N_d < 20$ において $N_d = 1.5N$ が提案されている。

表 11.1 調査結果ののり面緑化工への活用

調査項目	調査結果活用上の留意事項
周辺環境と周辺植生の調査	<ul style="list-style-type: none"> ・自然公園・風致地域・山林・原野：周辺の自環境と調和する，野生動植物の生息・生育に悪影響を及ぼさない植物種を選定する。造成対象地が野生動物の移動経路として利用されている場合には，植生による連続性の確保についても検討する。 ・都市・集落：沿道環境と調和する植物種を選定する。
表土, 既存樹木の調査	<ul style="list-style-type: none"> ・表土：利用可能性について現地調査により把握し，植生基材としての利用方法を検討する。また採取後の仮置きかの必要性を検討し，必要な場合には確保する。 ・既存樹木：樹種や活力度，健全度（病虫害，腐朽等）を調査し，移植可能性や移植価値を検討する。また，移植に当たっての仮植が必要な場合には仮植地の検討を行う。
気象の調査	<ul style="list-style-type: none"> ・降水：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 以下の場合は，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。 ・気温：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：現地の特性に応じた植物と施工法を選定する。
植物材料の市場調査	<ul style="list-style-type: none"> ・種子：施工時点で入手可能な種，数量等について調査を行い，植生工設計時の工法や配合等を検討する際の資料とする。 ・苗木：施工時点で入手可能な種，数量，大きさ等について調査を行い，植生工設計時の工法や配植等を検討する際の資料とする。
造成時点ののり面調査	<ul style="list-style-type: none"> ・のり面勾配については，表 3.2 を参考に使用植物を選定し，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，表 3.3 を参考に使用する植物と施工法を検討する。 ・盛土の土壌透水性に関して，最終減水能の値が 36mm/h (0.01mm/sec) 以下の場合，耕耘及び土壌改良資材の混入や良質の客土を行った上で，使用する植物と施工法を検討する。土壌酸度は pH4~8 以外では吸着や中和処理，排水又は遮水対策の検討を行った上で，使用する植物と施工法を検討する。 ・岩盤のり面では，亀裂の間隔や間隔の大きさ等から，使用する植生を選定し，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溝を設置する。

【適用】道路土工-切土工・斜面安定工指針，P. 209，平成 21 年 6 月，（社）日本道路協会

表 11.2 のり面勾配と目標とする*植物群落の目安

勾配	植物の生育状態
1 : 1.4 より緩勾配 (35 度未満)	高木が優占する植物群落の成立が、1 : 1.7 より緩勾配であれば可能であり、1 : 1.7~1.4 ではのり面の土質や**周辺環境の状況によっては可能である。周辺からの在来種の侵入が容易である。植物の生育が良好で、植生破覆が完成すれば表面浸食はほとんどなくなる。
1 : 1.4~1 : 1 (35~45 度)	中・低木が優占し、草本が下層を覆う植物群落の造成が可能である。
1 : 1~1 : 0.8 (45~50 度)	低木や草本からなる群落高の低い植物群落の造成が可能である。
1 : 0.8 より急 (50 度以上)	のり面の安定度が高い場合、もしくは構造物で安定を確保した場合にのみ植生工の適用が可能である。全面緑化の場合の限界勾配は、一般に 1 : 0.5 (60 度) 程度である。

*植物群落：森林や草原等の一定の相観（外形）と種類構成を持つ植物の集合体をいう。植生を区分する際の単位であり、本指針では緑化の目標を相観によって区分する草地型、低木林型といった群落タイプにより表している。

**強風が吹くようなことがないといった条件や、周辺植生からの高木種の種子散布の状況にもよる。

【適用】道路土工-切土工・斜面安定工指針，P.210，平成21年6月，（社）日本道路協会

表 11.3 土壌硬度からみた植物の生育状態予測

土壌硬度	植生の生育状態
10mm 未満	・乾燥のため発芽不良になる。
粘性土 10~23mm 砂質土 10~27mm	・根系の伸長は良好となる（草本類では肥沃な土である場合）。 ・樹木の植栽に適する。
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である。
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。

【適用】道路土工-切土工・斜面安定工指針，P.210，平成21年6月，（社）日本道路協会

【適用】道路土工-切土工・斜面安定工指針，P.207~210，平成21年6月，（社）日本道路協会

12. 植生によるのり面保護工の工法

(1) 植生によるのり面保護工は表 4.1~4.4 に示す工法とする。

表 12.1 植生工の種類と特徴(1)

工 種	播 種 工		播 種 工	
	種 子 散 布 工	密 土 吹 付 工	種 子 散 布 工	種 子 散 布 工
施 工 方 法	主にトラック搭載型のハイドロシッターと呼ばれる吹付機械を使用して、多量の用水を加えた低粘度スラリー状の材料を厚さ1cm未満に散布する。	主にポンプを用いて高粘度スラリー状の材料を厚さ1~3cmに吹付ける。	現地発生土、砂質土、バーク堆肥、ビートモス等	現地発生土、砂質土、バーク堆肥、ビートモス等
材 料	基材	粘着材、液膜材、高分子系樹脂	現地発生土、砂質土、バーク堆肥、ビートモス等	現地発生土、砂質土、バーク堆肥、ビートモス等
	浸食防止材または接合材	木質繊維 (ファイバー)	高分子系樹脂、合成繊維等	高分子系樹脂、セメント、合成繊維等
	種 子	草本類	草本類、木本類	草本類、木本類
肥 料	高度化成肥料	緩効性肥料 (山型) ^{注1} 、PK化成肥料 ^{注1} 、高度化成肥料 (草本導入時)	緩効性肥料 (山型) ^{注1} 、PK化成肥料 ^{注1} 、高度化成肥料 (草本導入時)	
補助材料	むしろ、織維網 (積雪寒冷地で使用)	織維網、金網等	織維網、金網、吹付機、連続長繊維補強土工等	
適 用 条 件	耐降雨強度	10 mm/hr 程度	10 mm/hr 程度	10~100 mm/hr 程度 (植生基材や接合材の種類と使用量により異なる。)
	期 間	1~2ヶ月程度 (この期間は、導入した植物が発芽・生育するまでを想定している。)	1~2ヶ月程度 (この期間は、導入した植物が発芽・生育するまでを想定している。)	1年~10年程度 (植生基材や接合材の種類と使用量により異なる。)
	地 質	主に土砂 (土壌硬度 23 mm以下) の盛土のり面に用いる。	同左、及び硬質土の盛土のり面に用いる。	同左、及び岩等の盛土のり面に用いる。
勾 配	1:1.0より緩勾配 ^{注2}	1:0.8より緩勾配 ^{注2}	1:0.5 (木本類を用いる場合は1:0.6)より緩勾配 ^{注2} 、主に、切土のり面に用いる。	
備 考	一般には、材料に色粉を混入して、均一な散布の日安とする。 ・除伐・追肥が必要な場合がある。 ・緑化目標が草型の場合では、定期的な草刈りが必要となる。 ・乾燥対策として表面被覆養生が必要な場合は、むしろ張り等を併用することがある。	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、遷移を進めるための除伐や追肥等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、伐採木や接合材等の建設副産物を有効利用することが可能である。	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、遷移を進めるための除伐や追肥等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、伐採木や接合材等の建設副産物を有効利用することが可能である。	
断面図の例				

注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。

注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。

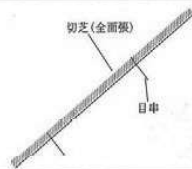
【適用】道路土工・切土工・斜面安定工指針, P.214, 215, 平成21年6月, (社)日本道路協会

表 12.2 植生工の種類と特徴(2)

工 種	播 種 工		播 種 工	
	植 生 シ ー ト 工	植 生 マ ッ ト 工	植 生 筋 工	植 生 土 の う 工
施 工 方 法	全面に張り付け、目ぐし等で固定する。	のり面全体に展開し、アンカーピン、止め釘等で固定する。	種子帯を土羽打ちを行いながら施工	植生土のうまたは植生袋を固定する。
材 料	形 態	種子や肥料等を装着したシート状のもの ・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	種子、肥料等を装着した織維帯	織維袋に土または改良土、種子等を詰めたもの
	植 物	外来、在来草本類の種子	外来、在来草本類の種子	木本類の種子 外来、在来草本類の種子
	肥 料	化成肥料	化成肥料	化成肥料
補助材料	目ぐし、止め釘、播土または目土	目ぐし、アンカーピン、止め釘		目ぐし、アンカーピン
併 用 工				掘切工、のり幹工
耐浸食性	高い	高い	低い	高い
適 用 条 件	地 質	粘性土 (土壌硬度 23 mm以下) 砂質土 (土壌硬度 27 mm以下)	同左、及び硬質土砂、岩 (植生基材入りもの)	粘性土 (土壌硬度 23 mm以下) 砂質土 (土壌硬度 27 mm以下)
	勾 配	1:1.5より緩勾配	1:0.8より緩勾配	1:1.5より緩勾配
備 考	・盛土に適用する。 ・シートをのり面に密着させる必要がある。 ・肥料分の少ない土質では追肥管理を要する場合がある。	・マットをのり面にできるだけ密着させる必要がある。	・小面積の盛土に適用する。 ・砂質土には不適用する。	・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				

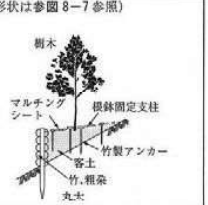

【適用】道路土工・切土工・斜面安定工指針, P.216, 217, 平成21年6月, (社)日本道路協会

表 12.3 植生工の種類と特徴(3)

工種	播種工		植栽工	
	植生基材注入工		張芝工	筋芝工
施工方法	布製の袋をのり面全体に展開してのり層をアンカーピンで固定し、植生基材を専用機械を用いて注入したのち、袋体ののり面に密着するように全体をアンカーピンで固定する。		全面に張り付ける。	切芝を一定間隔で張り付ける。
材	形態	種子、肥料、植生基材等を現場で注入した袋		
	植物	木本類の種子 外来、在来草本類の種子	切芝（ノシバ） ロール芝（外来草本、ノシバ）	切芝（ノシバ）
	肥料	緩効性（山型） ^{※1} 、PK化成 ^{※2} 化成肥料（草本適用）	化成肥料、 緩効性肥料	化成肥料 緩効性肥料
補助材料	アンカーピン		目ぐし、播土、目土	
併用工				
耐浸食性	高い		比較的高い	低い
	地質	硬質土砂、礫質土、及び岩	粘性土（土壌硬度 23 mm以下） 砂質土（土壌硬度 27 mm以下）	粘性土（土壌硬度 23 mm以下） 砂質土（土壌硬度 27 mm以下）
適用条件	勾配 1:0.8より緩勾配		1:1.0より緩勾配	1:1.5より緩勾配
	備考	・布製の袋に基材を注入した後、のり面にできるだけ密着させる必要がある。 ・客土注入工、客土注入マット工ともいう。	・小面積で造園的効果が必要である場合に使用する。	・小面積の盛土に適用する。 ・砂質土には不適である。
断面図の例				

【適用】道路土工-切土工・斜面安定工指針, P.218, 219, 平成 21 年 6 月, (社)日本道路協会

表 12.4 植生工の種類と特徴(4)

工種	植栽工		植栽工	苗木設置吹付工
	樹木植栽工（植穴利用）		樹木植栽工（掘槽利用）	
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戻す。		掘槽を設けて客土して、樹木を植える。	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	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（パーク堆肥、パーライト等）を混入する。	客土（表土利用や土壌改良資材の混入）	人工土壌または有機基材等（土、木質繊維、パーク堆肥、ビートモス等）、及び浸食防止材（高分子系樹脂、セメント、繊維資材等）
	植物	成木、苗木	成木、苗木	苗木 草本種子
	肥料	緩効性の化成肥料	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		支柱、マルチング	金網
併用工	種子散布工		種子散布工	
耐浸食性	低い（種子散布工の併用により向上）		低い（種子散布工の併用により向上）	高い
適用条件	粘性土（土壌硬度 23 mm以下） 砂質土（土壌硬度 27 mm以下）		粘性土（土壌硬度 23 mm以下） 砂質土（土壌硬度 27 mm以下）	粘性土（土壌硬度 23 mm以下） 砂質土（土壌硬度 27 mm以下）
	勾配 1:1.5より緩勾配		1:1.2より緩勾配	1:0.8より緩勾配
備考	・のり層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とする。		・のり層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とする。	・のり層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付けける。 ・乾燥や營養状態に両性のある樹種を中心に選定する。
断面図の例				

【適用】道路土工-切土工・斜面安定工指針, P.220, 221, 平成 21 年 6 月, (社)日本道路協会

- (2) 植生工を用いる切土のり尻部には、原則、斜距離 2m の張コンクリート工を設置する。

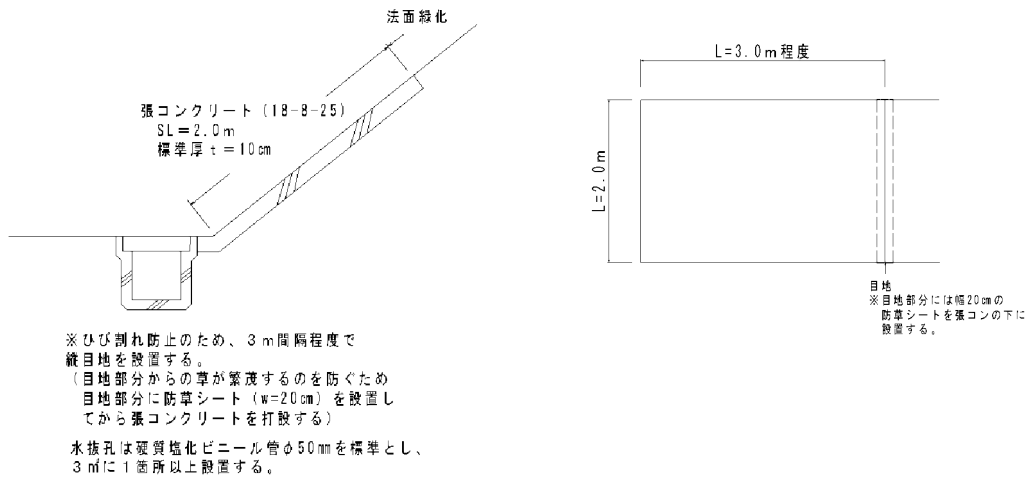


図 4.1 切土のり尻部の防火及び防草対策（標準図）

張コンクリート工は、防火対策を主目的とする外、道路近傍の草類の繁殖を防ぎ、見通しの確保や除草回数等の低減、のり尻の保護にも有効である。

張コンクリート工に代わり、モルタル吹付工等を採用することができる。

- (3) 盛土法面においては、法肩部で草が繁茂すると、歩道部もしくは車道部まで草が覆い被さることにより、通行の支障となることがある。通行の安全性を確保や草刈り費用の低減を図るため、法肩部においても、原則、防草対策を行うこと。（対策工法は、第 11 編維持修繕の「防草対策」を参考にする。）

13. 構造物によるのり面保護工の工法

構造物によるのり面保護工は、その目的に応じて様々な工法がある。工法の選定においては「表 2.1 のり面保護工の工種と目的」を参照することとする。なお、擁壁工については、第 4 章を参照することとする。

13.1 のり枠工

のり枠工は、大別すると吹付枠工、プレキャスト枠工、現場打コンクリート枠工の 3 種類がある。

のり枠の中詰材は各工種とも表 5.1 により選定してよい。

なお、現場吹付法枠工等の枠内排水の設計に関しては、中詰工がモルタル等の場合はパイプ方式を基本とし、初期投資及び長期的な経済性や供用期間中の管理の確実性を考慮したうえで、適切な排水方法を選択すること。

表 13.1 のり枠工の中詰材

中詰材	選定上の留意点	摘要
吹付	標準とする	緑化が望ましい
植生土のう	湧水等が多少あり、緑化する場合	
栗石・ブロック	湧水等が多い場合	全面に吸出防止剤 $t=10\text{mm}$ を施工する。

(1) 吹付枠工

吹付枠工は、のり面の表面侵食の防止や緑化あるいはのり面表層部の薄い小崩壊防止などを目的として用いられる。特に、長大のり面や風化しやすい軟岩あるいは節理やき裂の多い岩盤からなる切土のり面などで、整形の困難な凹凸の多い場合や早急に保護する必要のある場合、あるいはモルタル吹付工では長期的な安定に不安がある場合に用いる。1:0.8 より急勾配で、平滑なり面では、枠のり尻に基礎工を設置することもある。また、完成後に地山が凍上、凍結や膨張によって持ち上がる地質のり面や沈下等が問題となる盛土のり面などには用いないのが原則である。

吹付の配合は、施工性や耐久性等の性能を満足する範囲で、圧縮強度が設計基準強度で $18\text{N}/\text{mm}^2$ 以上となるように、水セメント比をできるだけ小さくすることを原則とする。

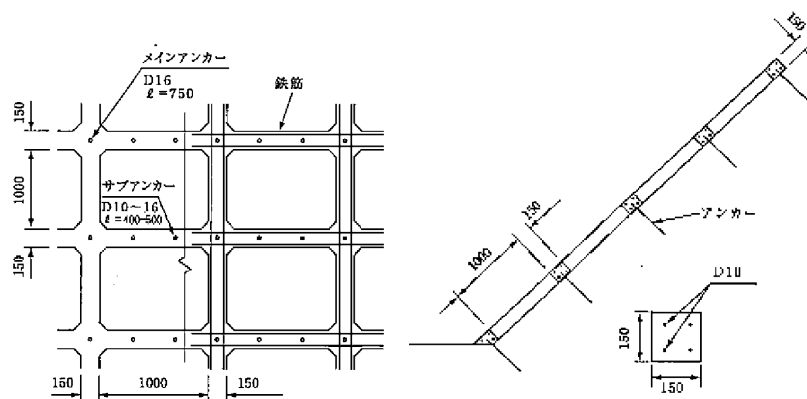


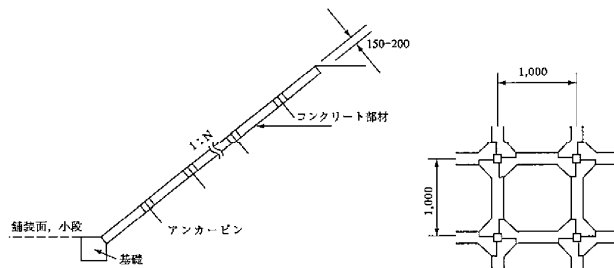
図 13.1 吹付枠工

【参考】道路土工-切土工・斜面安定工指針, P. 281, 平成 21 年 6 月, (社)日本道路協会

(2) プレキャスト枠工

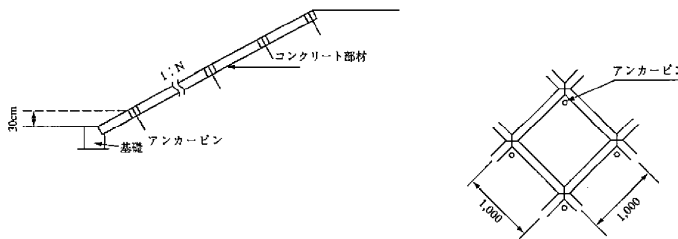
プレキャスト枠工の標準的な一例を図 5.2, 図 5.3 に示す。

プレキャスト枠工は、のり面表面の侵食の防止や緑化を目的として設定される。土圧に対して抵抗しないと考えるのが原則で、崩壊のおそれのある切土のり面には適していない。プレキャスト枠工の適用範囲としては、侵食されやすい砂質土系の土からなる盛土のり面、長大な盛土のり面、比較的安定した切土のり面や盛土のり面で部分的に湧水のある箇所、植生の困難な硬い土からなるのり面や盛土のり面で部分的に湧水のある箇所、植生の困難な硬い土からなるのり面などが挙げられ、状況によって植生が適さないか、また植生をおこなっても表面が崩壊するおそれのある場合に用いられる。ただし、枠の安定確保と中詰材の抜け出し防止のため、1:1.0 より緩やかな勾配ののり面に適用するのが一般的である。特に客土として緑化をはかる場合には、1:1.2 よりゆるくしておくのがよい。



【参考】道路土工-切土工・斜面安定工指針, P. 279, 平成 21 年 6 月, (社)日本道路協会

図 13.2 切土のり面の施工例



【参考】道路土工-切土工・斜面安定工指針, P. 279, 平成 21 年 6 月, (社)日本道路協会

図 13.3 盛土のり面の施工例

基礎の形状は、図 5.4 を基準とする。

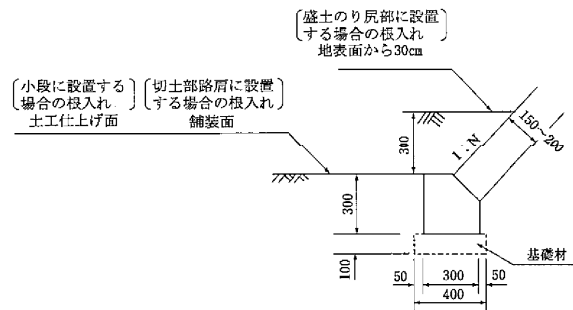


図 13.4 基礎形状と根入れ

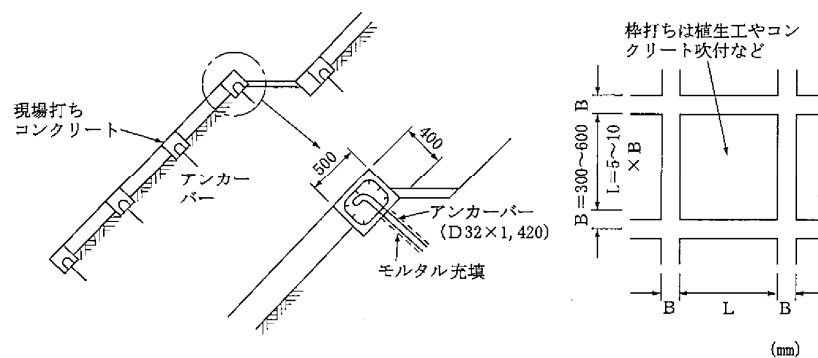
【参考】道路土工-切土工・斜面安定工指針, P. 278, 279, 平成 21 年 6 月, (社)日本道路協会

(3) 現場打コンクリート枠工

現場打コンクリート枠工は、湧水を伴う風化岩や長大のり面等で、のり面の長期にわたる安定が危惧される箇所、あるいはコンクリートブロック枠工等では崩落のおそれがある箇所に用いる。また、節理、亀裂等のある岩盤でコンクリート吹付工等では浮石を止めることができない場合にも、支保工的な機能を期待して適用されることがある。

現場打コンクリート枠工は、コンクリートブロック枠工に比べ鉄筋が連続した梁構造となっているため、曲げに対しても強い。標準的な寸法としては、部材断面は $0.3\text{m} \times 0.3\text{m} \sim 0.6\text{m} \times 0.6\text{m}$ 程度の矩形で、部材間隔は部材幅の 5~10 倍の範囲のものが多く、格子状に用いられている。

現場打コンクリート枠工の標準的な一例を図 5.5 に示す。



【適用】道路土工-切土工・斜面安定工指針, P. 284, 平成 21 年 6 月, (社)日本道路協会

図 13.5 現場打コンクリート枠工

弱い地盤上に設置する場合は、コンクリート基礎を用いる。

その構造は、図 5.6 を標準とする。

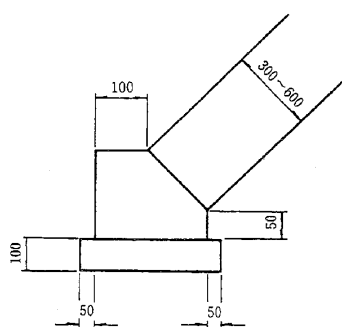


図 13.6 現場打コンクリート枠工の基礎

【参考】道路土工-切土工・斜面安定工指針, P. 283, 284, 平成 21 年 6 月, (社)日本道路協会

13.2 コンクリート及びモルタル吹付工

(1) 吹付厚

のり面の危険が少なく、のり面の湧水がなく、風化しやすい岩、風化してはげ落ちるおそれのある岩、ならびに植生が適さない箇所などに用いる。

モルタル吹付けとコンクリート吹付けの使い分けは、のり面保護の期間、地山の岩質、節理、風化の状況等により決定するものとするが、一般的には下記によることが望ましい。

表 13.2 吹付厚の標準

使い分け	吹付厚	適用
コンクリート吹付け	10～20cm	標準：10cm、岩の凹凸が著しい場合：15～20cm
モルタル吹付け	8～10cm	標準：8cm
モルタル吹付け(仮設のり面に適用)	3～5cm	標準：3cm

【参考】道路土工-切土工・斜面安定工指針, P. 301. 平成 21 年 6 月, (社)日本道路協会

(2) 構造細目

(a) 金網, 鉄筋

コンクリート及びモルタル吹付工は、硬化収縮などにより生ずるクラックまたははく落を防止するため、コンクリート中に金網を設けることを原則とし、必要に応じて鉄筋を入れることが望ましい。

金網は、菱形金網φ2mm井×50mm (JIS G 3552) を標準とする。

(b) アンカー, 補強アンカー

(イ) 金網は、アンカーと補強アンカーでのり面に沿って固定する。

(イ) アンカーは、φ16mm×40cmのものを100㎡当り30本を原則として設定する。

(ウ) 補強アンカーは、φ9mm×20cmのものを100㎡当り150本を原則として設置する。

(c) 水抜き工

(イ) 吹付工には、原則として水抜き工を設ける。

(イ) 水抜き工は硬質塩化ビニール管φ50mmを標準とし、3㎡に1個以上を設置する。

(ウ) 部分的に湧水がある場合や、湧水が懸念される場合には、湧水対策を講じること。

(d) 目地

(イ) 比較的平滑な箇所では、縦目地を原則として20m以下の間隔で設ける。

(イ) のり面と小段を一体として施工する場合は、小段に横目地を設けることが望ましい。

(ウ) 目地の材質は、コンクリート用目地材エラストイトなどを使用する。

(エ) 凸凹の著しい岩盤吹付箇所については、温度変化による応力が吸収されるので、目地は省いてもよい。

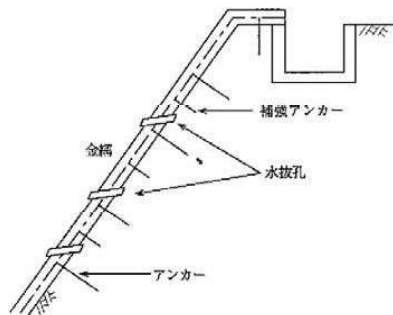


図 13.7 モルタル及びコンクリート吹付断面図

【参考】道路土工-切土工・斜面安定工指針, P. 301, 302, 平成 21 年 6 月, (社)日本道路協会

13.3 のり面アンカー工

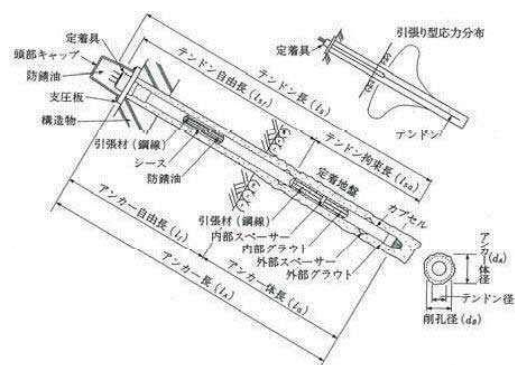
硬岩又は軟岩ののり面において、岩盤に節理などがあって崩壊する恐れがある場合や、不安定な岩盤を緊結することにより、のり面の安定を図る場合に用いる。

- (1) アンカー工は、単独で用いるより、現場打コンクリート枠工、擁壁、くい工などと併用されることが多い。
- (2) アンカーの設計は、グラウンドアンカー設計施工基準・同解説（H12 地盤工学会）によるものとする。
- (3) アンカーの種類は、アンカー体と基盤との定着方式により次の3種類に大別できる。

表 13.3 アンカーの種類

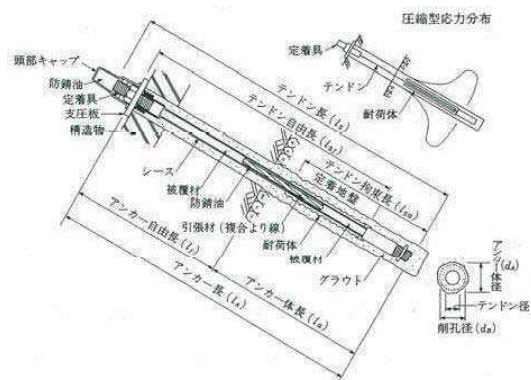
種類	定着方式	概念図
まさつ型	アンカー体周面と基盤とのまさつ抵抗によりアンカー引抜力を基盤に伝達する。	
支圧型	アンカー体の一部あるいは大部分を大きく拡孔し、アンカー体の受働土圧でアンカー引抜力に抵抗する。	
複合型	まさつ型及び支圧型の複合型	

- (4) 最も一般的なまさつ型アンカーの基本的な構造と各部の名称を図 5.8～図 5.9 に示す。



【適用】 道路土工-切土工・斜面安定工指針，P. 289，平成 21 年 6 月，（社）日本道路協会

図 13.8 摩擦型アンカー(引張り型)の基本的な構造と各部の名称



【適用】 道路土工-切土工・斜面安定工指針，P. 289，平成 21 年 6 月，（社）日本道路協会

図 13.9 摩擦型アンカー(圧縮型)の基本的な構造と各部の名称

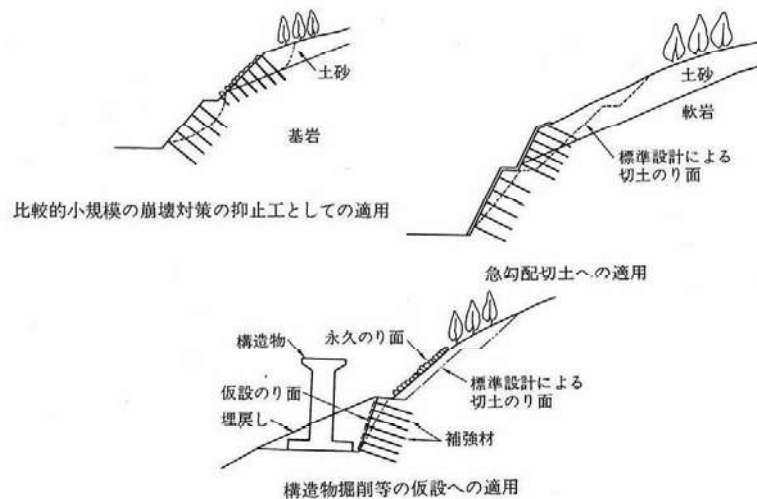
- (5) 永久アンカーは二重防食を行う事を原則とする。仮設アンカーの場合は簡易な防食方法による事ができる。
(※仮設アンカーとは、通常2年以内のものとする。)
- (6) 削孔余長は原則として30cmとするが、アンカー材料や現場の地盤条件を考慮して、適宜判断するのが望ましい。

【参考】道路土工-切土工・斜面安定工指針, P. 286~290, 平成21年6月, (社)日本道路協会

13.4 地山補強土工

地山補強土工は、地山に挿入された補強材によって斜面全体の安定性を高め、比較的小規模な崩壊防止、急勾配のり面の補強対策、構造物掘削等の仮設のり面の補強対策等の目的で用いられる。地山補強土工は図5.10に示すように、鉄筋等の補強材を地山に挿入し、切土による自然の改変を最小限にとどめ、地山を急勾配で切土する場合や構造物を設置する際の仮設への適用等、多様な条件下で様々な工法と組み合わせて用いられている。

地山補強土工には、極限つり合い法、擬似擁壁法、2ウェッジ法等の設計法や施工方法等の違いにより種々の工法が提案されているが、ここでは施工実績が多い高速道路の斜面安定で用いられている極限つり合い法の一つを参考に示す。



【参考】道路土工-切土工・斜面安定工指針, P. 297, 平成21年6月, (社)日本道路協会

図 13.10 地山補強土工の適用例

設計は、崩壊が軽微な場合に適用される経験的設計手法とそれ以外の安定計算による設計法に分けられる。経験的手法は、崩壊対策として標準勾配で切土をしたときに、深さ 2m 程度の浅い崩壊または緩んだ岩塊の崩壊が予測される場合に限って適用してよい。安定計算による場合は、内的及び外的安定を検討する必要があり、これらは極限釣り合い法により実施する。円弧すべりの場合の安定計算式を次に示す。

$$F_{sp} \leq \frac{\sum c \cdot l + \sum (W - u \cdot b) \cos \alpha \cdot \tan \phi + P_r}{\sum W \sin \alpha}$$

ここに F_{sp} : 計画安全率

P_r : 補強材の抑止力

$$(\text{=} T_m \cdot \cos \beta + T_m \sin \beta \cdot \tan \phi)$$

T_m : 補強材の設計引張り力 ($= \lambda \cdot T_{pa}$)

ϕ : すべり面の内部摩擦角

β : 補強材とすべり面のなす角度

λ : 補強材の引張り力の低減係数 ($= 0.7$)

T_{pa} : 補強材の許容引張り耐力 ($= \min [T_{1pa}, T_{2pa}, T_{sa}]$)

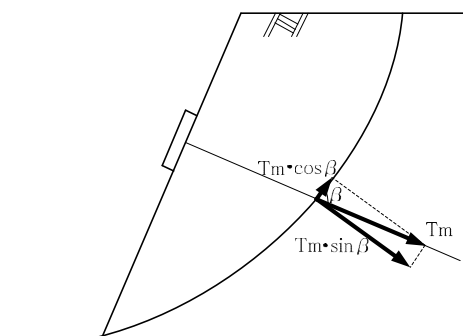


図 13.11 補強材の引張り力

補強斜面の計画安全率 F_{sp} は、永久と仮設に分けて考え、それぞれ次を基本とする。

表 13.4 補強斜面の計画安全率

項目	計画安全率
永久(長期)	$F_{sp}^{※1}) \geq 1.20$
仮設(短期)	$F_{sp}^{※2}) \geq 1.05, 1.10$

※1) 永久の計画安全率 $F_{sp} \geq 1.20$ は、本線等の永久のり面、埋戻し後地表に残る永久のり面、存置期間が 2 年以上の仮設のり面などに適用する。

※2) 仮設の計画安全率は、①掘削開始から最下段の補強材設置前までの施工時の計画安全率を $F_{sp} \geq 1.05$ とし、②最下段の補強材設置後から埋戻し前までの存置期間の計画安全率を $F_{sp} \geq 1.10$ とする。ただし、仮設であっても仮設状態の存置期間が 2 年以上の長期に及ぶ場合は、設計者の判断で永久の安全率を使うことができる。

補強材の許容引張り力 T_{pa} は、補強材が移動土塊から受ける許容引抜き抵抗力 T_{1pa} 、不動地山から受ける許容引抜き抵抗力 T_{2pa} 、及び補強材の許容引張り力 T_{sa} のうち最小のものを用いる(図 5.12)。なお、のり面に吹付砕工相当以上のものを用いた場合には T_{1pa} の検討を無視してよいが、仮設時の安定も十分考慮する必要がある。この場合の T_{2pa} は、

$$T_{2pa} = \sum L_2 \cdot t_a$$

ここに、 L_2 : 不動地山における定着長(m)

t_a : 許容付着強度 ($= \min [t_{pa}, t_{ca}]$) (kN/m)

t_{pa} : 地山と注入材との許容付着力 ($= [\tau_p \cdot \pi \cdot D] / F_{sa}$) (kN/m)

t_{ca} : 補強材と注入材の付着力 ($= \tau_c \cdot \pi \cdot d$) (kN/m)

τ_p : 地山と注入材の周面摩擦抵抗(表 5.5 参照) (kN/m²)

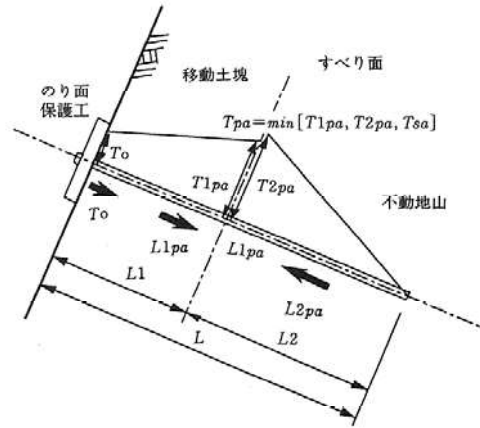
D : 削孔径(m)

F_{sa} : 周面摩擦抵抗の安全率(本設=2, 仮設=1.5)

τ_c : 補強材と注入材の許容付着応力(表 5.6 参照)

d : 補強材径(m)

また、地山補強土工を仮設以外の一般構造物として用いる場合には、補強材の防食に注意を払わなければならない。
補強材頭部と地山境界付近において表流水により腐食するおそれがあるので、補強材頭部をコンクリートで被覆することが望ましく、また注入材の充てんを入念に行う必要がある。



【適用】 道路土工-切土工・斜面安定工指針, P. 299, 平成 21 年 6 月, (社)日本道路協会

図 13.12 補強材の引張り耐力

表 13.5 極限周面摩擦抵抗の推定値

地盤の種類		周辺摩擦抵抗の推定値(N/mm ²)	
岩盤	硬岩	1.20	
	軟岸	0.80	
	風化岩	0.48	
	土丹	0.48	
砂礫	N値	10	0.08
		20	0.14
		30	0.20
		40	0.28
		50	0.36
砂	N値	10	0.08
		20	0.14
		30	0.18
		40	0.23
		50	0.24
粘性土		0.8×C	

C: 粘着力

【適用】 道路土工-切土工・斜面安定工指針, P. 299, 平成 21 年 6 月, (社)日本道路協会

表 13.6 注入材と異形鉄筋の許容付着応力度(N/mm²)

鉄筋の種類	注入材の設計基準強度			
	18	24	30	40以上
異形鉄筋	1.4	1.6	1.8	2.0

【適用】 道路土工-切土工・斜面安定工指針, P. 300, 平成 21 年 6 月, (社)日本道路協会

【参考】 道路土工-切土工・斜面安定工指針, P. 297~300, 平成 21 年 6 月, (社)日本道路協会

13.5 かご工

かご工は、機能、形状や設置方法等により、以下に示すじゃかご工、ふとんかご工、かごマット工に区分される。

じゃかご工は、多量の湧水や表流水によるのり表面の浸食及び凍上を防止する機能があり、主としてのり面表層部の湧水処理、表面排水並びに凍上防止等に用いられる。

ふとんかご工は、じゃかごの機能と土圧に抵抗する機能を有しており、湧水箇所や地すべり地帯における崩壊後の復旧対策工等に用いられ、のり面工というよりはむしろ土留め用として使用される場合が多い。

かごマット工は、ドレーンかごや特殊ふとんかごとも呼称され、景観性向上やのり面・斜面の表層安定対策として用いられる。柔軟性に富んだ金網を連続した一体構造として金網内に小径の碎石を詰めることで、湧水と凍結融解作用が顕著なのり面・斜面全体に用いられる場合が多い。

かご工の一般形状例を図 5.13 に示す。

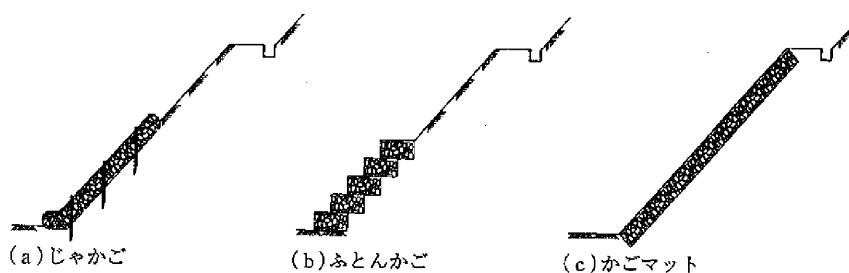


図 13.13 かご工の一般形状例

【適用】道路土工-切土工・斜面安定工指針, P. 300, 301, 平成 21 年 6 月, (社)日本道路協会

13.6 柵工

柵工は植生が十分に生育するまでの間、のり表面の土砂流出防止及び応急復旧対策などに用いる。

柵工の構造は、図 5.14 に示すようにのり面に木杭等を打ち込み、これにソダ、竹又は化繊網を編んで土留めを行うものである。杭の長さは 50~150cm、太さ 9~15cm のものを用い、杭間隔は 50~90cm 程度とする。柵の間隔は 1.5~3.0m 程度が一般に用いられる。

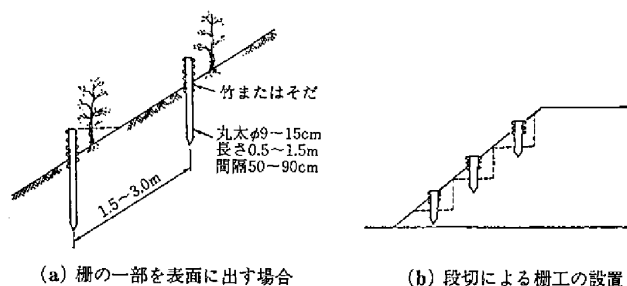


図 13.14 柵工の例

【適用】道路土工-切土工・斜面安定工指針, P. 277, 278, 平成 21 年 6 月, (社)日本道路協会

13.7 連続長繊維補強土工

連続長繊維補強土工は、軽微な土圧に対抗する吹付枠工や擁壁工の代替として、吹付による連続長繊維を混入した補強土と、その表面を植生基材吹付工等で全面を緑化することにより、自然の改変を最小限にとどめることが可能である。施工例を図 5.15 に示す。

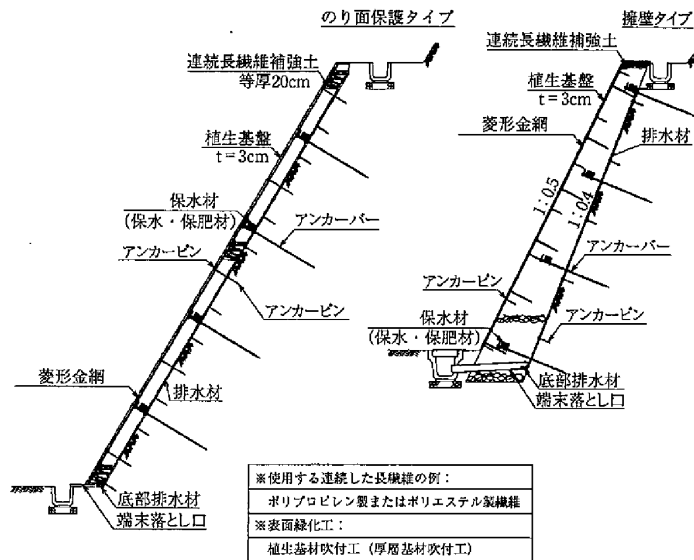


図 13.15 連続長繊維補強土工の例

【適用】 道路土工-切土工・斜面安定工指針, P. 285, 286, 平成 21 年 6 月, (社)日本道路協会