

植栽基盤の整備手順(案)

平成 24 年 3 月 27 日

国土交通省都市局公園緑地・景観課

目次

I. 位置付け	1
II. 概要	1
1. 構成	1
2. 材料調達	2
III. 整備手順（案）	3
1. 参考とする技術的指針等	3
2. 整備手順（案）	4
2.1 基本的な流れ	4
2.2 基本方針	5
2.2.1 復興計画との整合	5
2.2.2 基本方針	5
2.2.3 現地土等の区分と利活用の考え方	5
(1) 表土	5
(2) 不純物を除去した津波堆積物	6
(3) 購入土	6
2.3 調査	6
2.3.1 基礎調査	6
(1) 資料・情報の収集と整理	6
(2) 現地踏査	6
2.3.2 現地土壌調査・分析	7
(1) 現地土壌調査	7
(2) 土壌分析	7
2.3.3 基盤の適否調査	8
(1) 植栽基盤の厚さ	8
(2) 植栽基盤の成立条件	9
(3) 土壌の質の基準	9
(4) 下層基盤に求められる条件	10
2.4 設計	11
2.4.1 基盤整備手法	11
(1) 基盤整備	11
(2) 植栽基盤の排水性確保に関する設計	11
(3) 植栽基盤ののり面処理に関する設計	11
2.4.2 土壌改良設計	16
(1) 除塩工	16

(2) 還元土壌の酸化	17
(3) 土壌改良材	17
2.5 施工	19
2.5.1 整備工法の確認	19
2.5.2 調整・変更協議	20
2.5.3 植栽基盤整備施工	21
2.5.4 出来形管理、品質管理	21
2.6 施工後の効果検証	23
2.6.1 生育状況調査	23
2.6.2 土壌・根系調査	23
3. 材料調達方法	24
3.1 調達可能期間	24
(1) 宮城県	24
(2) 岩手県	26
3.2 調達窓口・調整方法	26
IV. 基礎資料	27
1. 現地調査結果	27
(1) 津波堆積物の分別状況	27
(2) 表土の残存状況	29
2. 室内試験結果	30
(1) 試験方法	30
(2) 試験結果	30
3. 土壌改良方法例	35
(1) 塩類濃度の改良方法	35
(2) pHの改良方法	38
(3) 土壌養分の改良方法	39
4. 表土活用方法例	40

I. 位置付け

植栽基盤の整備手順(案) (以下、整備手順(案)という) は、『東日本大震災からの復興に係る公園緑地整備に関する技術的指針』(平成24年3月 国土交通省都市局公園緑地・景觀課) 第4章 公園緑地の整備における災害廃棄物の活用に関する基本的考え方に基づき、津波被害を受けた公園緑地の現地土(特に表土。以下「現地土」という。)や津波堆積物等を活用した植栽基盤を整備する際に必要となる技術的な事項を、標準的な手法としてとりまとめたものである。

II. 概要

本整備手順(案)では、既存の技術的指針等を参考に、津波堆積物や現地土等を公園緑地の植栽基盤として活用する際の、基本方針、調査、設計、施工、施工後の効果検証の各段階における手法や留意事項を示した。また、地方公共団体の復興計画の策定状況や災害廃棄物の処理状況等を踏まえ、材料調達の方考え方を整理した。加えて、基礎資料として、現地調査結果、室内試験結果等を示した。

1. 構成

①基本方針

方針を定める際には、各地方公共団体が策定する復興計画との整合を図る必要がある。また、植栽基盤に使用する土壌は、採取・利活用可能な良質な現地土、改良等により植栽基盤の土壌となりうる津波堆積物及び購入土を対象とする。

②調査

植栽基盤の整備に当たっては、現地の状況に即した的確な基盤整備のため、予備調査、現地土壌調査・分析を行うとともに、植栽予定地ごとに現地土の断面構造や性状について観察を行う。また、植栽基盤の適性に関する調査を踏まえ、土壌の物理性や化学性を評価する。

③設計

現地土と津波堆積物に関する改良方法等植栽基盤整備工の設計を行う。また、津波による海水の浸水や海底土砂の吹上等により塩類過多の土壌や還元土壌等が存在している場合は、除塩工や還元土壌の酸化等への対応を行う。

④施工

設計内容を基に、植栽基盤の施工方法や手順等の詳細について検討・調整し、施工を行う。なお、施工に当たっては、設計数値目標等の確認や出来形や品質の管理を行う。

⑤施工後の効果検証

施工後の効果の検証のため、植物の生育状況を調査し、生育不良が認められた場合には土壌・根系調査を行う。

2. 材料調達

「東日本大震災に係る災害廃棄物の処理指針（マスタープラン）」（平成 23 年 5 月 16 日 環境省）（以下「マスタープラン」という）に基づき、概ね平成 25 年末から平成 26 年 3 月迄を目途に仮置場における分別・破碎等の処理が行われることから、災害廃棄物の調達可能期間に留意し、その期間中に植栽基盤として活用できる津波堆積物や現地土を確保する。

Ⅲ. 整備手順(案)

1. 参考とする技術的指針等

主に以下の技術的指針等を参考とした。

- ・ 「都市公園技術標準解説書」(平成 22 年 6 月 国土交通省 都市局 公園緑地・景観課 監修)
- ・ 「植栽基盤整備技術マニュアル」(平成 22 年 財団法人日本緑化センター)
- ・ 「港湾緑地の植栽設計・施工マニュアル」(平成 11 年 4 月 運輸省港湾局監修)

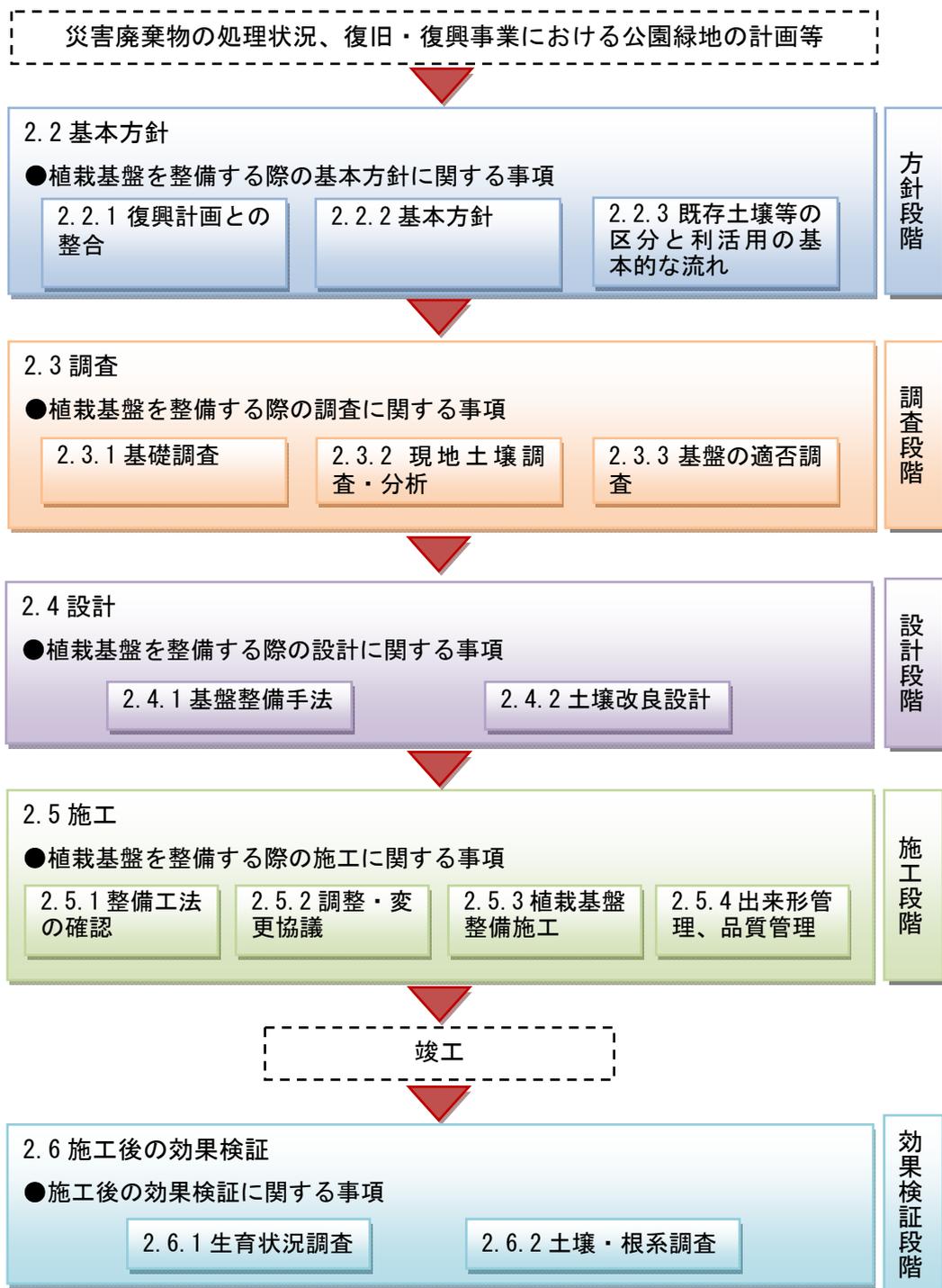
なお、上記以外にも、地方公共団体が地域の実情に合わせて新たに技術的指針等を策定、改訂した場合や、関連する基準が新しく策定、改訂された場合等においては、それらも参考とすることができる。

2. 整備手順（案）

以下に整備手順（案）を記す。なお、明朝体の部分は各指針からの抜粋である。

2. 1 基本的な流れ

植栽基盤の整備に関する基本的なフローは、都市公園技術標準解説書、植栽基盤整備技術マニュアル等既往の技術的指針等の構成を踏まえ、以下のように設定した。



2. 2 基本方針

2.2.1 復興計画との整合

現在策定されている地方公共団体の復興計画に位置付けられた公園緑地において、津波堆積物や現地土を植栽基盤として整備していく際は、当該復興計画に示された公園緑地の整備方針、配置、規模（土工数量等）等の関連条件と整合を図ることが必要である。

2.2.2 基本方針

植栽基盤工の目的について、以下に示す。

（都市公園技術標準解説書 平成 22 年度版 p.17）

都市公園の植栽基盤工は、公園の主要な機能の一つである自然環境の確保・提供にあつて、自然の秩序や植物の特性を配慮しつつ、公園の目的に適した快適かつ合理的な植栽空間を整備することを目的とする。

植栽基盤整備における配慮事項について、以下に示す。

（都市公園技術標準解説書 平成 22 年度版 p.4, p.5）

植栽地は、植物の良好な生育を確保するため、植栽上の構成、有効土層、締固め度などに十分な配慮がなされなければならない。このような植栽基盤の整備は、敷地造成計画の段階から植栽計画との整合を図ることにより、より効果的なものとなる。

2.2.3 現地土等の区分と利活用の考え方

（1）表土

表土について、以下に示す。

（植栽基盤整備技術マニュアル p.26）

表土とは、当該工事対象範囲内の場所に分布している表層土壌で、採取、利・活用可能な表層付近（A層（土壌の最上層で腐植に富む）又はB層（A層の下にあり腐植は少ないがA層と合わせて土壌層になる）の一部を含む）の良質なものを、あるいは若干の改良等により、植栽基盤の土壌となりうる場合は、これを含むものとする。

(2) 不純物を除去した津波堆積物

不純物を除去した津波堆積物は、植栽基盤整備技術マニュアルで定義される「発生土（建設残土等）」として取り扱うことができる。発生土（建設残土等）について、以下に示す。

(植栽基盤整備技術マニュアル p. 27)

発生土（建設残土等）とは、当該工事対象範囲外の建設工事等で発生した土壌で、事業計画（工事工程）の中に、利・活用可能な良質な土壌を指す。若干の改良等により、植栽基盤の土壌に適するものは、これを含むものとする。

(3) 購入土

購入土について、以下に示す。

(植栽基盤整備技術マニュアル p. 27)

購入土とは、当該工事対象外の場所に分布する購入良質土（一般に、「客土材」として取り扱われている）。

2. 3 調査

2.3.1 基礎調査

基礎調査について、以下に示す。

(植栽基盤整備技術マニュアル p. 43)

基礎調査は、対象地の基盤の概況を把握するため、自然環境条件等の資料の収集・分析や現地踏査を行うものである。

(1) 資料・情報の収集と整理

資料・情報の収集と整理について、以下に示す。

(植栽基盤整備技術マニュアル p. 44)

自然環境や社会環境調査と並行して、対象地の基盤に関する既存資料や聞き取り等による情報の収集を行い、植栽基盤環境としての整理を行う。

(2) 現地踏査

現地踏査について、以下に示す。

(植栽基盤整備技術マニュアル p. 45)

現地の踏査・観察等により、造成後の敷地形状等を想定しながら、基盤の状況や課題に

ついて予測していくものとする。

2.3.2 現地土壌調査・分析

(1) 現地土壌調査

現地土壌調査について、以下に示す。

(港湾緑地の植栽設計・施工マニュアル p.87)

現地土壌調査は、まず検土杖による簡易断面調査により基盤の概況を観察測定し、必要に応じて試坑断面調査を行う。現地土壌調査での調査項目には以下の4項目がある。

- ①土壌硬度 ②土性(野外土性) ③地下水位・滞水層 ④土色

(2) 土壌分析

土壌分析について、以下に示す。なお、津波被害を受けた公園緑地の現地土や津波堆積物から分別された土砂については、海水や海底ヘドロの影響を受けているものと考えられる。ここで、⑫～⑭は電気伝導度が高い場合等海水の影響を受けた場合に実施する項目であることから、津波の影響を受けた現地土や津波堆積物を扱う本整備手順(案)では必須項目として実施する。また⑦～⑪についても植栽した後に健全に生育できるように、実施することが望ましい。

(港湾緑地の植栽設計・施工マニュアル p.90-p.92)

試坑断面調査で採取した試料を土壌分析に供する。土壌分析の調査項目には以下の項目がある。これらの項目の中から、必要に応じて調査を行う。

<必須項目>

- ①粒径組織(野外土性でも可)
- ②飽和透水係数
- ③有効水分保持量
- ④pH

- ⑤塩基交換容量(CEC)
- ⑥電気伝導度(EC)

<特に良好な生育を望む場合に行う>

- ⑦腐植含量
- ⑧全窒素
- ⑨有効態リン酸
- ⑩交換性カリウム
- ⑪交換性カルシウム

＜必須項目で問題があった場合に行う＞

- ⑫交換性ナトリウム
- ⑬塩素
- ⑭ジピリジル反応

2.3.3 基盤の適否調査

(1) 植栽基盤の厚さ

植栽基盤の厚さについて、以下に示す。

(植栽基盤整備技術マニュアル p. 14-p. 15)

有効土層の厚さは、以下のような条件によって規定される。

- ①植物の根の集合体である根鉢が収まり、更に根が下方へ伸びることができること。
- ②強風の時にも倒れないだけの根張りを確保できること。
- ③旱魃の時にも灌水なしで枯れないだけの水分を保てること。

実際には、植物の種類や諸条件によって異なってくるため、原則的に高木・低木、地被・草花等の区分により、平均的な厚さを標準として、表 1 の数値を確保していくことが適切と考えられる。

1) 高木 (成長して樹高 3m 以上になる樹木)

実際に用いられている高木の大きさから 3 段階に分けて、望ましい有効土層厚を表 1 に示した。苗木を植栽する場合でも、目標とする樹高に応じた有効土層厚を確保することが望まれる。

2) 低木 (成長しても樹高 3m 未満の樹木)

低木では有効土層の厚さが 50~70cm、そのうち上層の良質土層は 30cm~40cm 確保することが望まれる。

3) 芝生・草花

芝生や草花は、植物の乾燥等に対する環境適応力や植栽地の条件等により判断しなければならないが、旱魃に耐えられるよう有効土層厚 30~40cm 以上を基本とし、そのうち上層 20~30cm、下層 10cm 以上を確保することが望まれる。

表 1 規格別有効土層の厚さ
(植栽基盤整備技術マニュアル p. 15)

樹高	高木			低木	芝生・草花
	12m 以上	7~12m	3~7m	3m 以下	
上層	60cm	60cm	40cm	30~40cm	20~30cm
下層	40~90cm	20~40cm	20~40cm	20~30cm	10cm 以上

(注) 樹高は育成目標の大きさ

(2) 植栽基盤の成立条件

植栽基盤の成立条件について、以下に示す。

(植栽基盤整備技術マニュアル p.17)

植物が正常に育つために必要な基盤の条件は、概ね表 2、及び図 1 に示す条件による。

表 2 植栽基盤の成立条件 (植栽基盤整備技術マニュアル p.17)

物理的条件	<ul style="list-style-type: none"> ・透水性が良好であり、かつ下層との境界等で水が停滞しないこと ・硬さが適当であること ・適度の保水性があること
化学的条件	<ul style="list-style-type: none"> ・植物の生育に障害を及ぼす有害物質を含まないこと ・酸度 (pH) が適当であること ・ある程度以上の養分を含んでいること

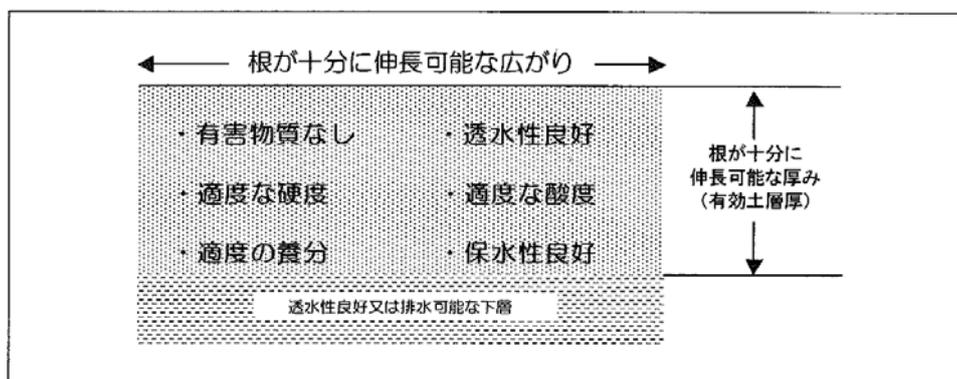


図 1 植物が正常に育つために必要な基盤の条件

(植栽基盤整備マニュアル p.17)

(3) 土壌の質の基準

土壌の質の基準について、以下に示す。

(港湾緑地の植栽設計・施工マニュアル p.97)

土壌の物理性および化学性の目標となる基準は表 3 のとおりである。

土壌に求められる物理性および化学性は、上部有効土層と下部有効土層では異なる。上部有効土層は、細土で、養分や腐植も十分含み、軟らかく透水性も良好なことが求められるが、下部有効土層では根が伸びることが出来、透水性が良好であればよい。なお、この基準値に満たない場合の具体的な整備手法は「2.4.2 土壌改良設計」を参照のこと。

表3 土壌の物理性および化学性の目標値
(港湾緑地の植栽設計・施工マニュアル p.97)

調査・判定項目		目標値	
		上部有効土層	下部有効土層
地下水位		基盤下部 -0.5m<	
土壌の物理性	土壌硬度	23mm>	23mm>
	飽和透水係数	10 ⁻⁴ ~10 ⁻¹ cm/秒	10 ⁻⁴ ~10 ⁻¹ cm/秒
	有効水分保持率	80~300l/m ³	60~300l/m ³
土壌の化学性	pH	4.5~7.5	4.0~8.0
	塩基置換容量	6me/100g<	—
	電気伝導度	0.1~1.0ms/cm	1.5ms/cm>
	腐植含量	5%<	—
	全窒素	0.07~0.3%	0.3%>
	有効態リン酸	5mg/100g<	—
	交換性カリウム	0.2me/100g<	—
	交換性カルシウム	5~20me/100g	20me/100g>
	交換性ナトリウム	*ESP 15%>	*ESP 15%>
	塩素	0.1%>	0.1%>
ジピリジル反応	+>	+>	

*ESP：交換性ナトリウム/塩基置換容量×100%

*ジピリジル反応：+++:即時に明紫味赤、++:即時に鈍い赤紫、+:数十秒で紫味灰、±:数分以上で紫味灰

(4) 下層基盤に求められる条件

下層基盤に求められる条件について、以下に示す。

(港湾緑地の植栽設計・施工マニュアル p.97-p.98)

下層基盤に求められる条件は以下のとおりである。

① 余剰水がたまらないこと

下層基盤に余剰水がたまると、上部の植栽基盤の排水性が悪くなり植物生育に悪影響を及ぼす。そのため、余剰水がたまらないことが求められる。余剰水がたまる恐れがある場合には、対策として、排水層、排水溝、配水管を設けることが必要である。

② 上部の植栽基盤へ植物生育に悪影響を及ぼす物質が移動しないこと

本来下層基盤自体に植物の生育に有害な物質が含まれていても、それが上部の植栽基盤へ移動しない場合には問題とはならない。しかし、上部の植栽基盤へ植物生育に悪影響を及ぼす物質が移動することが考えられる場合には、対策として遮断層を設ける必要がある。

2. 4 設計

2.4.1 基盤整備手法

(1) 基盤整備

基盤整備手法について、以下に示す。

(港湾緑地の植栽設計・施工マニュアル p. 98)

基盤整備手法には、①盛土工、②客土工、③耕耘工、④土壌改良工、⑤排水工、⑥時間軸による改良手法がある。それぞれの手法の特徴を踏まえて適切な手法を用いる。

植栽基盤の整備にあたっては、搬入土壌と現地土壌を現地の状況に応じて適宜使い分けを行う。

搬入土壌を使用する方法としては、当初から植栽基盤としての質的基準を満たした良質土を盛土する方法と、土壌改良材・中和剤等を混合して質的基準を満たした土壌を盛土する方法がある。

現地土壌が植栽基盤としての質的基準を下層基盤を含めて全て満たしている場合には、そのまま植栽可能である。質的基準を満たさない場合には、耕耘等により土壌硬度、透水性等の植栽基盤の物理的性質の改良を行う耕耘工、土壌改良材・中和剤混合等による土壌の物理性・化学性の改良を行う土壌改良工、遮断層・排水層等による過剰水等生育阻害要因の除去を行う排水工により基盤を整備する。

(2) 植栽基盤の排水性確保に関する設計

津波堆積物は、ナトリウムイオンや塩素等の塩類濃度が高く、自然の降雨によって徐々に塩類が排出されることになる。有効土層の下層基盤等が窪地形の場合、この排水が集積し、植物の生育に悪影響を及ぼす塩類濃度の高い滞水層が形成される危険性がある。よって、設計段階で下層基盤等の中央部を少し高く造成し、滞水しないよう配慮する必要がある。

(3) 植栽基盤ののり面処理に関する設計

①勾配条件と目標とする植物群落の目安について

盛土ののり面については、勾配条件に見合った植物群落が成立できる植栽基盤を整備する必要がある。以下に、勾配条件と目標とする植物群落の目安を示す。

(道路土工 切土工・斜面安定工指針 平成 21 年度版 p. 209)

のり面勾配については表 4 を参考に使用植物を選定し、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。

表4 のり面勾配と目標とする植物群落の目安
(道路土工 切土工・斜面安定工指針 平成21年度版 p.210)

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、植生被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为可能である。
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为可能である。
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。

②のり面緑化工について

①で目安とした植物群落を成立させるため、のり面緑化工を検討する。

1) のり面緑化工の構成

のり面緑化工の構成を以下に示す。

(道路土工 切土工・斜面安定工指針 平成21年度版 p.203)

のり面緑化工は、植物をのり面に導入する植生工と、植生工の施工が可能となるように構造物等で植物の良好な生育環境を整備する緑化基礎工で構成される(図2)。

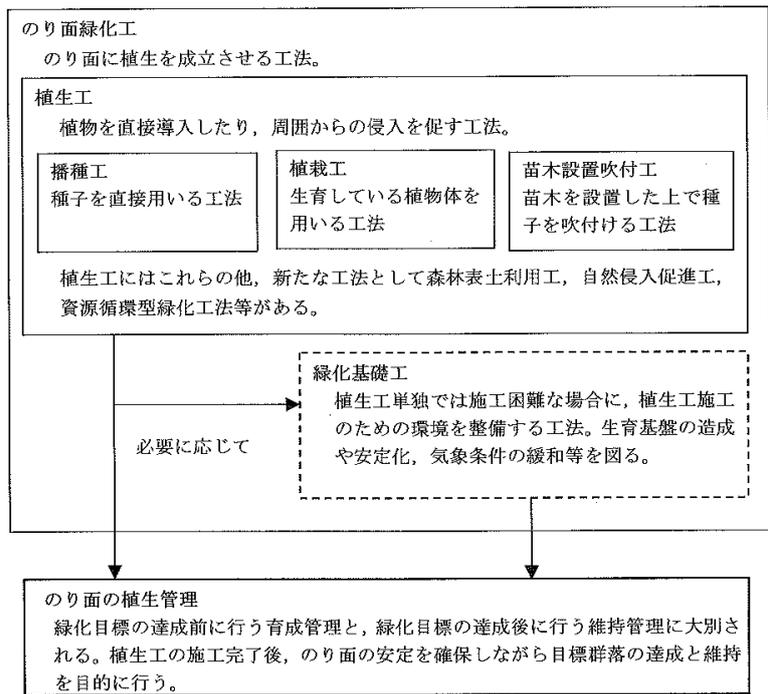


図2 のり面緑化工の構成
 (道路土工 切土工・斜面安定工指針 平成21年度版 p.203)

2) 緑化基礎工を併用する場合の留意事項
 緑化基礎工について、以下に示す。

(道路土工 切土工・斜面安定工指針 平成21年度版 p.205)

緑化基礎工は、植生工を施工する場合にそれ単独では施工が困難な場合に採用する構造物工であり、ネットや吹付枠等を用いて植物の生育環境を整備するものである。緑化目標及び選定する植生工の種類や、のり面勾配等からその必要性や種類及び構造を検討する。緑化基礎工の主な種類と特徴、適用上の留意点及び併用する植生工の例を表5に示す。

表5 主な緑化基礎工の特徴と留意点及び併用する植生工の例
(道路土工 切土工・斜面安定工指針 平成21年度版 p.206)

種類	特徴	留意点	併用する植生工の例	
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、規模に対応できる構造とすることが可能である。 のり面の凹凸に対応できる。	膨張性または収縮性のある岩、あるいは、凍結深が深くなる土砂のり面への適用時は十分に検討する必要がある。	植生土のう工, 客土吹付工, 植生基材吹付工 (厚層基材吹付工)
	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。	のり面に発生する土圧には対応できないので、はらみ出し、凍上等を生じる場合は避ける。 勾配 1:1.0 よりも緩いのり面で枠が洗掘等で沈下しない箇所に適用する。	
柵工	崩落土砂の部分固定や表流水勢の緩和あるいは落石、雪崩を緩衝できる。	将来的な機能確保のため木本類の導入(播種工、植栽工)を併用することが望ましい。	植生シート工, 植生マット工, 植栽工, 客土吹付工, 植生基材吹付工 (厚層基材吹付工)	
ネット張工	金網張工	のり表面の表流水、凍上等によるはく落防止及び生育基盤の保持、落石防止に効果がある。	網目が小さすぎたり、機能が長期間持続するものは、木本類の成長に支障となる場合もある。	客土吹付工, 植生基材吹付工 (厚層基材吹付工)
	繊維ネット張工	のり表面の表流水によるはく落防止や造成基盤の保持に効果がある。	剛性がないので、凍上や落石への対応が難しい。	
防風工	網目の細かいネット張工やフェンス工等は、幼芽、稚樹の乾燥や風衝の緩和に効果がある。	風向、風力、効果の程度や範囲を見極める。		
連続長繊維補強土工	連続長繊維を混入した補強土塊の抑止力による地山の安定と、厚い生育基盤の形成が可能である。	湧水や補強土背面の流下水の処理を目的として、排水材をあらかじめ設置する。	植生基材吹付工 (厚層基材吹付工)	

3) 植生工の種類と特徴

植生工の種類と特徴について、以下に示す。

(道路土工 切土工・斜面安定工指針 平成 21 年度版 p. 212-213)

植生工は、のり面や使用する植物の諸条件に応じて種々の工法があり、各工法の特徴と留意事項を勘案して適切な工法を検討する。

植生工には使用する植物や、地形、地質、気象等に応じた工法があり、その選定を誤ると目的、目標が達せられないため、設計の時点でよく検討する必要がある。基本的には、使用植物の発芽条件と生育条件を満たす植生基盤が造成可能な工法を選定することとなるが、植生基盤の種類と造成する厚さは、使用植物の肥料要求度や種子の発芽特性、のり面の土質や勾配によって決定される。

(i) 播種工

播種工は、植物材料に種子を使用する工法であり、材料を専用の機械でのり面に吹付ける種子散布工、客土吹付工や植生基材吹付工（厚層基材吹付工）と、人力で種子の付いた繊維等をのり面に張り付ける植生シート工や植生マット工等がある。

(道路土工 切土工・斜面安定工指針 平成 21 年度版 p. 214-216)

適用条件は、種子散布工は 1 : 1. 0、客土吹付工は 1 : 0. 8、植生シート工は 1 : 1. 5、植生マット工は 1 : 0. 8 よりそれぞれ緩勾配であることである。

(ii) 植栽工

植栽工には芝等の草本類を用いるものと、木本類を用いるもの、その両方を用いるものがある。木本類を使用する場合は一般に苗木を使用する。急勾配のり面の場合には、植生基盤の整備を要するので緑化基礎工を併用して用いる。

(道路土工 切土工・斜面安定工指針 平成 21 年度版 p. 220-221)

適用条件は、成木や苗木を用いて植栽する樹木植栽工は、植穴利用の場合 1 : 1. 5 より緩勾配であること、編柵利用の場合 1 : 1. 2 より緩勾配であることである。

(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、植生基材吹付工の施工に先立ってあらかじめコンテナ（ポット）苗木をのり面に固定し、その上から植生基材吹付

工を施工する。植栽工が持つ樹木の早期成長による周辺環境との調和や修景効果と、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。

(道路土工 切土工・斜面安定工指針 平成 21 年度版 p. 221)

適用条件は、1 : 0.8より緩勾配であることである。

2.4.2 土壌改良設計

津波による海水の浸水や海底土砂の吹上によって塩類過多等津波の影響を受けた現地土や津波堆積物を植栽基盤として活用する際の土壌改良手法を以下に示す。

(1) 除塩工

除塩工について、以下に示す。

(港湾緑地の植栽設計・施工マニュアル p. 106)

土層工を併用し、灌水脱塩するか、長時間放置して雨水により脱塩する。

土壌中に過剰な塩類が存在すると、土壌溶液の浸透圧が高まり、植物の吸水が阻害されて、健全な生育が損なわれる。

浚渫による海底土砂の吹上基盤では、土壌中に過剰な塩類が存在する例が多く、樹木はそのため生育不良となる。

過剰な塩類が洗脱する速さは土壌の性質により異なる。砂質土のように透水性の良好なものでは、降雨により塩類の洗脱が速いため、埋め立て完了後数ヶ月で植物への影響が少なくなる。しかし、ヘドロのような粘性土の場合、透水性が悪いため、埋め立て終了後3～4年経過しても除塩が十分進行しない。この場合、土層工、排水工により脱塩効果を高めることが必要である。

除塩対象とする土壌に対応した適切な方法を選択することが必要である。その際に参考となる方法について、以下に示す。

(都市公園技術標準解説書 平成 22 年度版 p. 33)

埋立地土壌が海砂で排水のよい条件の場合は、雨水による除塩の速度も速いため、積極的に散水を行うことにより、早期に除塩効果をあげることができる。

埋立地土壌がヘドロの場合は、透水性が悪く、そのままでは除塩が困難であるため、土壌が比較的乾燥したときに耕耘を行い、より乾燥、風化を促進させるとともに、砂柱法、砂溝法等の排水処理を施した後、積極的な散水を行い除塩を図る。なお、耕耘と同時に硫酸カルシウム(石膏)等を混合してナトリウムの置換を図り、団粒化を促進することも効

果的である。

(2) 還元土壤の酸化

還元土壤の酸化について、以下に示す。

(植栽基盤整備技術マニュアル p.142)

還元状態の進行や物理性の劣化等、堆積期間中の性状の劣化が認められた場合は、曝気による酸化の進行、通気、透水性の改良等の処置を行うものとする。

(3) 土壤改良材

土壤改良材について、以下に示す。

(港湾緑地の植栽設計・施工マニュアル p.107)

土壤改良材の使用目的は、以下の 6 点に整理できる。使用目的に応じた適切な土壤改良資材を使用する。

- ①通気・透水性の改良と維持
- ②保水力の増加
- ③ pH の矯正
- ④保肥力の増加
- ⑤養分の補給
- ⑥還元土壤の酸化

土壤改良材は、緑化用植物の生育が良好になるよう土壤の理化学的性質の改良と地力の維持増進を目的にして施されるものである。

これらの使用目的に応じた土壤改良材の使用の考え方と使用資材をまとめると表 6 のようになる。

表 6 土壌改良材の使用の考え方と使用資材
(港湾緑地の植栽設計・施工マニュアル p. 108)

使用目的	使用の考え方		使用資材(例)
①通気・透水性の改良と維持	物理的に粗間隙を維持する物質の混合		バーク堆肥 パーライト バーミキュライト
	土粒子の細粒分の凝集・団粒化		石膏
②保水力の増加	有効水分量の大きい資材の混合		客土 パーライト バーミキュライト ピートモス
	地表の蒸散抑制 →マルチング		稲ワラ バーク堆肥
③ pH の矯正	酸性の矯正 →中和→アルカリ資材の混合		炭カル 消石灰
	アルカリ性の 矯正	Na の除去 →Ca による Na の置換	石膏
		中和 →酸性物質の混合	硫酸第一鉄 酸性肥料
④保肥力の増加	塩基置換容量の大きい資材の混合		ベントナイト ゼオライト 大谷石粉末 バーミキュライト バーク堆肥 ピートモス
⑤養分補給	肥料の施用		緩効性窒素肥料 鶏糞
⑥還元土壌の酸化	化学薬品による強制酸化		酸化剤

なお、上記に関する使用量の算定は、「港湾緑地の植栽設計・施工マニュアル」p. 108-p. 109を参考とすることができる。

2. 5 施工

植栽基盤の施工に当たっては、整備工法の確認、調整・変更協議、植栽基盤整備施工、出来形管理、品質管理を行う。

2.5.1 整備工法の確認

整備工法の確認について、以下に示す。

(植栽基盤整備技術マニュアル p.89)

- ① 対象地基盤の判断・評価並びに植栽基盤整備目標に基づいて、具体的な整備の工法や仕様の確認・検討を行う。
- ② 整備工法等の確認の際には、課題改善の程度、整備範囲、整備費、整備期間等も併せて、考慮していくものとする。
- ③ 計画・設計段階において選定された工法や仕様を基に、対象地基盤条件や施工手順等の確認・検討を行う。この際、基盤細部の条件等が設計仕様で対応不可能な場合は、改めて適正な整備工法の検討・選定を行うものとする。
- ④ 各種使用資材や使用機械類の選定や留意事項については、「植栽基盤整備技術マニュアル」の「第3章 詳細技術編：関連資材」に解説されている。

課題別の整備工法の選定等は、「植栽基盤整備技術マニュアル」の計画・設計段階の実施技術の内容に準ずる。

整備対象毎の整備工法を表7に示す。

表 7 整備対象と植栽基盤整備工法
(植栽基盤整備技術マニュアル p.73)

整備対象 整備工法		排水・排水性		有効土層の範囲(厚さ・面積)						摘 要
		表面排水	下層排水	透水性	硬 度	酸 度	有害物	養 分	保水性	
排水層工	①開渠排水	○	△							流量の少ない仮設排水
	②暗渠排水	△	○	△						比較的広い面積の対象地
	③縦穴排水		○							不透水層を持つ狭い面積
	④硬盤破碎		○							不透水層を持つ堅固な地盤
土層改良工	①普通耕			○	○				△	地被・草花及び芝生類
	②深 耕			○	○				△	高中木及び低木
	③混 層 耕			○	○				△	高木・中低木・地被植栽
	④空気圧入 耕起法		△	○	○				△	植栽完了地 (高中低木・地被)
土壌改良工	①土 壌 改 良			○	○	△		△	○	対象毎に適用
	②中和剤施用					○				対象毎に適用
	③施 肥							○		対象毎に適用 (養分)
盛 土 工	①採取表土 盛 土	△		○	○	○	○	○	○	良質の採取表土
	②発生/流用 良質土盛土	△		○	○	○	○	○	○	良質の 発生土・流用土
	③購 入 土 盛 土	△		○	○	○	○	○	○	良質の購入土
客土置換工	①客土置換	△		○	○	○	○	○	○	対象地の良質土による 置換
通 気 工	②空気管設置		△	△						有効土層下部への通気

注) ○:直接的な対象課題、 △:間接的な対象課題

2.5.2 調整・変更協議

調整・変更協議について、以下に示す。

(植栽基盤整備技術マニュアル p.89)

植栽基盤を施工していく上で、対象地基盤の状態が、設計図書等に基づく対応では困難な状況が生じた際は、調整・変更等の協議を行うものとする。

- ① 対象地の調査等により、設計仕様では対処出来ない課題等が抽出された場合は、適切な整備の方策について検討し、設計変更の手続きをとることとする。
- ② 変更協議は、基盤整備のみの変更だけでなく、場合によっては、植栽樹種や規格の変更、植栽位置の変更も併せて検討していくものとする。

2.5.3 植栽基盤整備施工

植栽基盤整備施工について、以下に示す。

(植栽基盤整備技術マニュアル p.90)

工事工程や資材等を考慮しながら、植栽基盤整備の施工を行う。

植栽基盤整備に係る工事工程、施工手順、資材の調達、使用重機類等を検討・調整しながら、植栽基盤整備設計で示された整備工法（又は変更整備工法）による植栽基盤整備の施工を行う。

施工手順及び使用機械類については、「植栽基盤整備技術マニュアル」の第3章 詳細技術編の「整備工法及び関連資材」を参照。

2.5.4 出来形管理、品質管理

出来形管理、品質管理は、以下のように行う。

(植栽基盤整備技術マニュアル p.90)

植栽基盤整備施工完了後、整備された植栽基盤が、設計図書等に示された目標とする数値基準等を満たしているか、計測や測定器等により確認を行う。主な確認事項は、以下のとおりである。

- ① 植栽基盤整備範囲の確認：出来形管理
整備された基盤の厚さと面積を計測し、出来形管理を行う。
- ② 植栽基盤整備の確認：品質管理
整備された質的改善の度合い等を機器類により測定し、品質管理を行う。対象となる項目と測定方法は、植栽基盤調査の内容に準じたものとする。
- ③ 自治体等や工事別に、管理基準等が定められている場合は、これを遵守すること。

植栽基盤の品質管理について、以下に示す。

(港湾緑地の植栽設計・施工マニュアル p.110)

植栽基盤整備の品質を左右する以下の項目について、施工管理を行う。

- (1) 植栽基盤の排水性の良否
- (2) 土壌改良材の混合状態の良否
- (3) 土壌硬度
- (4) 土壌改良材（購入客土含む）の品質

土壌改良は、その設計がいかに完全なものであっても、施工方法に誤りがあったり、使用資材が不良であった場合には、その効果は期待どおりには現われない。

そのため実際の施工の際に、植栽基盤整備の品質を左右する上記項目の施工管理を行い、適宜フィードバックしながら植栽基盤整備を進めることが重要である。

施工管理を実施する時点と頻度を表 8 に示す。

表 8 施工管理を実施する時点と頻度
(港湾緑地の植栽設計・施工マニュアル p.110)

項目	検査の時点	検査の頻度
①植栽基盤の排水性 (現場透水試験)	施工の工程によって適宜 変更するものであるが、原	2,500 m ² ~1,000 m ² につ き 1 地点の割合で行う。
②土壌改良材の混合状態	則として工種ごとの完了	
③土壌硬度 (長谷川式)	時、竣工時に行う。	
④土壌改良材の品質 (購入客土を含む)	搬入前に行う。	【土壌改良材】 1 材料につき 3 回行う。 【搬入土壌】 500m ³ 当たり 1 回の割合 で行う。

2. 6 施工後の効果検証

施工後の効果検証について、以下に示す。

(港湾緑地の植栽設計・施工マニュアル p.111)

施工後の検証のため、植物の生育状況を調査し、生育不良が認められた場合には土壌・根系調査を行う。

施工後の効果検証調査により土壌の問題が抽出された場合には、早急に改善策を検討して問題点を解決する。さらにこの改善策を次期の植栽工事に反映させる。このような手順を経て、その地区独自の植栽基盤整備手法が確立されることになる。検証時期は施工後 1 年程度を基本とし、植栽の状況を見て適宜行う。

2.6.1 生育状況調査

生育状況調査について、以下に示す。

(港湾緑地の植栽設計・施工マニュアル p.111-p.112)

実際に植栽された植物の生育状況を以下の内容でモニタリングすることで、植栽基盤整備の効果を検証する。

- (1) 活力評価
- (2) 環境ストレスの測定
- (3) 水分ストレスの測定
- (4) 生長量の測定

2.6.2 土壌・根系調査

土壌・根系調査について以下に示す。

(港湾緑地の植栽設計・施工マニュアル p.112)

試坑断面調査により土壌が適切な状態にあるか否かを確認する。同時に植物根系の発達状況を確認する。

3. 材料調達方法

3.1 調達可能期間

「東日本大震災に係る災害廃棄物の処理指針（マスタープラン）」（平成 23 年 5 月 16 日 環境省）（以下「マスタープラン」という）によれば、仮置場における分別・破砕等の処理は、平成 26 年 3 月までを目途に実施されることから、それまでに植栽基盤として活用できる津波堆積物を確保する必要がある。

また、実際の活用に当たっては、計画している緑地造成の諸元に応じた規模について、利用計画、調査、設計、施工、竣工までの期間を設定する。なお、実際に津波堆積物を現場で使うのは施工段階となることから、各地の災害廃棄物の処理工程に合わせた利用のためのスケジュール設定・工程計画策定が必要となる。以下に災害廃棄物の処理計画を策定している県における調達が可能と考えられる期間を示す。

（1）宮城県

「宮城県災害廃棄物処理実行計画（第一次案）」（平成 23 年 8 月 4 日）によれば、宮城県の仙台市と利府町を除く沿岸市町においては、ブロックごとに廃棄物の処理が実施される。既に処理は一部で着手されており、平成 24 年 3 月頃から再生資材が利用可能となることとされている。

- ①気仙沼ブロック（気仙沼市、南三陸町）
- ②石巻ブロック（石巻市、東松島市、女川町）
- ③宮城東部ブロック（塩釜市、多賀城市、松島町、七ヶ浜町）
- ④亘理・名取ブロック（名取市、岩沼市、亘理町、山元町）

上記ブロックに共通の予定は以下の通り。

- ・ 概ね 1 年を目標として被災地から災害廃棄物を搬出し、概ね 3 年以内の処理終了を目指す。
- ・ 二次仮置き場における標準的な処理スケジュールは以下が想定される。
- ・ 廃棄物の処理は平成 25 年の末までに完了の予定。



図3 宮城県の災害廃棄物処理スケジュール

なお、上記ブロック以外の沿岸市町のうち、独自に処理を実施する市町の災害廃棄物の処理期間は以下の通り。

仙台市における災害廃棄物処理の概要

- 発生廃棄物量を算定，処理期間，分別区分，処理方法等を定めて処理を推進。
 - 処理期間：発生から1年以内の撤去，3年以内に処理終了
 - 処理方法：一次・二次仮置き場を一元化した「搬入場」（海岸公園地区3箇所計約100ha）を整備
 - がれき等撤去現場において可燃物・不燃物・資源物等に粗分別し，さらに搬入場内において10種類以上に細分別し，50%以上のリサイクルを目指す
 - 災害廃棄物の移送等に伴う衛生環境の悪化を避け，早期の安定化を図るため，場内には仮設焼却炉*（10月から稼働予定）等を設置

（※）仮設焼却炉：3基（300t/日1基，90t/日2基）

利府町における災害廃棄物処理の概要

- 「東日本大震災に係る利府町災害廃棄物の処理指針」を策定予定。
 - ・発生廃棄物量を算定，処理期間，分別区分，処理方法等を定めて処理を推進。
 - 処理期間：おおむね平成23年12月までに仮置き場への搬入終了，概ね平成24年3月までに処理終了
 - 処理方法：再生利用及び宮城東部衛生処理組合の施設を利用した処理

上記を踏まえると、平成25年12月頃までに利用もしくは受け入れ・保管できる工程の設定が必要となる。

(2) 岩手県

「岩手県災害廃棄物処理詳細計画」（平成23年8月30日）によれば、岩手県内の処理スケジュールは、まず生活環境に支障が生じる災害廃棄物を平成23年7月までに移動完了させ、その他災害廃棄物を平成23年度末を目処に被災現場からの移動を完了させる。処理については、平成25年度末を目処に実施する。

撤去：平成24年3月まで（1年以内）

処理：平成26年3月まで（3年以内）

上記を踏まえると、平成26年3月頃までに利用もしくは受け入れ・保管できる工程の設定が必要となる。

3.2 調達窓口・調整方法

津波堆積物等の調達・受入に当たっては、当該県の災害廃棄物処理担当部局に問い合わせを行い、具体的な調達の窓口や方法について確認することができる。

（参考）環境省東北地方環境事務所において、東北地方の公共事業発注部局からの資材情報を集約するとともに、災害廃棄物処理担当部局へ情報提供を行い、条件が折り合えば関係部局間で調整する体制がとられており、その活用も考えられる。

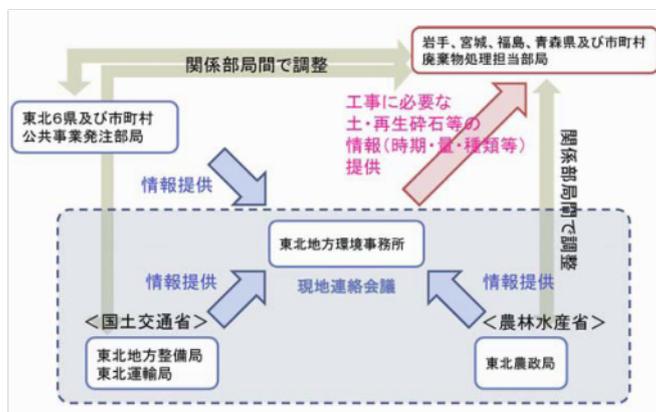


図4 災害廃棄物の有効利用のための協力体制

IV. 基礎資料

基礎資料として、現地調査結果、室内試験結果、土壌改良方法例及び表土活用例を示した。津波により被災した海岸付近の公園緑地の現地土や津波堆積物の現地調査、室内試験を行った結果、現地土、津波堆積物ともに、塩類濃度、pH、腐植含有量等について必要に応じて改良を行い、植栽基盤として活用可能であることを確認した。一部の現地土では栄養分が乏しく、必要な肥料分を補う必要があった。

また、土壌改良方法の例として、塩類濃度の改良は有効土層の透水性を確保した上で灌水による除塩または石灰資材の投入により行うこと、pHの改良は中和剤の投入により行うこと、腐植含有量の改良はバーク堆肥等の有機質資材の投入により行うこと等を示すとともに、表土活用の例について示した。

1. 現地調査結果

(1) 津波堆積物の分別状況

災害廃棄物の仮置場において、津波堆積物が、①木くず、コンクリートくず、その他異物を除去し、トロンメルや振動ふるいで分別し粒度調整されている箇所、②スケルトンバケットで分別し粒度調整されている箇所を確認した。

①トロンメルや振動ふるいで分別し粒度調整されている箇所（仙台市（海岸公園））

	
<p>現況</p> <ul style="list-style-type: none"> ・トロンメルで分別された津波堆積物 	<p>現況</p> <ul style="list-style-type: none"> ・土壌が青みがかった黒色を呈しておりやや還元状態となっている ・分別されており、木くず等は含まれない
<p>改良必要性</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・電気伝導度（EC）が(1.5mS/cm)を超えており、除塩が必要

②スケルトンバケットで分別し粒度調整されている箇所（七ヶ浜町）

			
現況	<ul style="list-style-type: none"> ・スケルトンバケットで不純物を除去した後の津波堆積物 	現況	<ul style="list-style-type: none"> ・粒度はスケルトンバケットの網目以下に調整されている ・礫分を多く含む
改良必要性	<ul style="list-style-type: none"> ・pH9 のアルカリ土壌が存在するため、中和による改良が必要。 		

(2) 表土の残存状況

津波被害を受けた公園緑地の表土は、従前植生（クロマツ林）が流出した箇所と、従前植生が残存している箇所双方で確認できた。

①従前植生（クロマツ林）が流出した箇所（陸前高田市（高田松原公園））

	
<p>現況</p> <ul style="list-style-type: none"> ・津波被害を受け、従前植生（クロマツ林）が流出 	<p>現況</p> <ul style="list-style-type: none"> ・砂質土壌の表土はそのまま残存している
<p>改良必要性</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・電気伝導度（EC）やpHは基準を満たしており、そのまま表土として活用可能。その際、腐植分や栄養分を土壌改良、施肥等によって補う必要がある。

②従前植生（クロマツ林）が残存している箇所（七ヶ浜町（菖蒲田浜海岸公園））

	
<p>現況</p> <ul style="list-style-type: none"> ・津波被害を受けたが、従前植生（クロマツ林）が残存 	<p>現況</p> <ul style="list-style-type: none"> ・砂質土壌の表土は残存
<p>改良必要性</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・pH9以上のアルカリ土壌であり、中和による改良が必要。 ・腐植分や栄養分を土壌改良、施肥改良等によって補う必要がある。

2. 室内試験結果

(1) 試験方法

現地調査を実施した表土及び津波堆積物について、試料を採取して室内試験を実施し、植栽基盤としての活用可能性及び土壌改良の必要性を確認した。試料採取場所は以下の通り。

表9 試料採取場所

県	自治体	公園名	公園内植生の表土	近傍仮置場の津波堆積物
岩手	陸前高田市	高田松原公園	○	○
岩手	釜石市	水海公園	○	—
岩手	山田町	船越公園	○	—
岩手	宮古市	宮古運動公園	○	○
宮城	東松島市	矢本海浜公園	○	—
宮城	東松島市	奥松島公園	○	—
宮城	七ヶ浜町	菖蒲田浜	○	○
宮城	多賀城市	多賀城緩衝緑地	○	—
宮城	宮城県	岩沼海浜緑地	○	○
宮城	仙台市	海岸公園	○	○
福島	いわき市	新舞子浜公園	○	—

表10 土壌の化学性の目標値
(港湾緑地の植栽設計・施工マニュアル p.97 より抜粋)

調査・判定項目		目標値	
		上部有効土層（上層）	下部有効土層（下層）
土 壌 の 化 学 性	pH	4.5～7.5	4.0～8.0
	塩基置換容量	6me/100g<	—
	電気伝導度	0.1～1.0ms/cm	1.5ms/cm>
	腐植含量	5%<	—
	全窒素	0.07～0.3%	0.3%>
	有効態リン酸	5me/100g<	—
	交換性カリウム	0.2me/100g<	—
	交換性カルシウム	5～20me/100g<	20me/100g>
	交換性ナトリウム	*ESP 15%>	*ESP 15%>
	塩素	0.1%>	0.1%>
	ジピリジル反応	+>	+>

*ESP：交換性ナトリウム/塩基置換容量×100%

*ジピリジル反応：+++：即時に明紫味赤、++：即時に鈍い赤紫、+：数十秒で紫味灰、±：数分以上で紫味灰

(2) 試験結果

津波被害を受けた津波堆積物、表土の性状は以下のとおり。

- ① 津波堆積物の電気伝導度（EC）は基準を満たしていないものが多い。他方、表土のpHやECは概ね基準を満たしている。

- ② 津波堆積物、表土ともに、交換性ナトリウムの濃度が高く、津波による海水の影響が考えられる。また、津波堆積物は塩素濃度も高い。
- ③ 津波堆積物、表土ともに、一部で pH9 を越える基準を満たさないアルカリ土壌が確認された。
- ④ 腐植含量は、津波堆積物、表土とも乏しい。
- ⑤ 津波堆積物は、保肥力を示す塩基置換容量や重要な栄養分であるリン酸及びカリウムが殆どの試料で基準を満たしており、肥沃土の高い土壌としての特性を示している。表土は、リン酸等の栄養分が乏しい。

津波堆積物及び表土の化学性分析結果を以下に示す。

表 11 津波堆積物の化学性分析結果

項目	土壌の化学性の目標値		区分	津波堆積物（仙台市 海岸公園）											
				井戸仮置場 市街地由来			井戸仮置場 農地由来			荒浜仮置場			蒲生仮置場		
	上部有効土層	下部有効土層		分析値	上部有効土層	下部有効土層	分析値	上部有効土層	下部有効土層	分析値	上部有効土層	下部有効土層	分析値	上部有効土層	下部有効土層
pH	4.5～7.5	4.0～8.0	室内	7.50	○	○	5.80	○	○	5.50	○	○	8.00	要改良	○
			現地簡易計測	7.00	○	○	6.50	○	○	6.00	○	○	7.00	○	○
塩基置換容量	6me/100g<		室内	13.30	○		25.90	○		23.60	○		11.70	○	
電気伝導度	0.1～1.0ms/cm	1.5ms/cm>	室内	1.41	要改良	○	2.50	要改良	要改良	0.77	○	○	4.97	要改良	要改良
			現地簡易計測	1.65	要改良	要改良	2.00	要改良	要改良	1.50	要改良	要改良	4.21	要改良	要改良
腐植含量	5%<		室内	2.38	要改良		7.45	○		7.10	○		2.03	要改良	
全窒素	0.07～0.3%	0.3%>	室内	0.09	○	○	0.27	○	○	0.28	○	○	0.08	○	○
有効態リン酸	5mg/100g<		室内	49.6	○		35.9	○		19.6	○		14.4	○	
交換性カリウム	0～2me/100g<		室内	1.5	○		2.1	○		1.5	○		1.1	○	
交換性カルシウム	5～20me/100g	20me/100g>	室内	10.2	○	○	11.1	○	○	7.3	○	○	21.2	要改良	要改良
交換性ナトリウム	ESP 15%>	ESP 15%>	室内	56%	要改良	要改良	56%	要改良	要改良	27%	要改良	要改良	194%	要改良	要改良
塩素	0.1%>	0.1%>	室内	0.17	要改良	要改良	0.381	要改良	要改良	0.013	○	○	0.774	要改良	要改良

項目	土壌の化学性の目標値		区分	津波堆積物（岩手県）						津波堆積物（宮城県）					
				陸前高田市 高田松原公園仮置場			宮古市 宮古運動公園仮置場			七ヶ浜町 仮置場（国際村近く）			岩沼市 海岸緑地仮置場		
	上部有効土層	下部有効土層		分析値	上部有効土層	下部有効土層	分析値	上部有効土層	下部有効土層	分析値	上部有効土層	下部有効土層	分析値	上部有効土層	下部有効土層
pH	4.5～7.5	4.0～8.0	室内	7.80	要改良	○	7.60	要改良	○	9.10	要改良	要改良	6.10	○	○
			現地簡易計測	5.30	○	○	6.90	○	○	7.20	○	○	6.80	○	○
塩基置換容量	6me/100g<		室内	8.60	○		10.60	○		15.80	○		18.50	○	
電気伝導度	0.1～1.0ms/cm	1.5ms/cm>	室内	3.75	要改良	要改良	1.26	要改良	○	1.63	要改良	要改良	0.51	○	○
			現地簡易計測	1.51	要改良	要改良	2.61	要改良	要改良	1.23	要改良	○	0.86	○	○
腐植含量	5%<		室内	3.28	要改良		2.74	要改良		2.41	要改良		4.07	要改良	
全窒素	0.07～0.3%	0.3%>	室内	0.12	○	○	0.11	○	○	0.05	要改良	○	0.17	○	○
有効態リン酸	5mg/100g<		室内	26.4	○		25.5	○		7.1	○		21.6	○	
交換性カリウム	0～2me/100g<		室内	0.1	要改良		0.1	要改良		0.2	○		0.2	○	
交換性カルシウム	5～20me/100g	20me/100g>	室内	7.2	○	○	1.1	要改良	○	7.7	○	○	0.1	要改良	○
交換性ナトリウム	ESP 15%>	ESP 15%>	室内	84%	要改良	要改良	46%	要改良	要改良	24%	要改良	要改良	17%	要改良	要改良
塩素	0.1%>	0.1%>	室内	0.337	要改良	要改良	0.121	要改良	要改良	0.076	○	○	0.052	○	○

※記載がない下層有効土層の一部項目は「港湾緑地の植栽設計・施工マニュアル」において評価対象ではない。

※○は目標値を満たしている土壌。

※「要改良」は現状で目標値を満たしておらず、改良が必要な土壌。

表 12 表土の化学性分析結果

項目	土壌の化学性の目標値		区分	岩手県											
				陸前高田市 高田松原公園表土			釜石市 水海公園表土			山田町 船越公園表土			宮古市 宮古運動公園表土		
				分析値	上部有効土層	下部有効土層	分析値	上部有効土層	下部有効土層	分析値	上部有効土層	下部有効土層	分析値	上部有効土層	下部有効土層
pH	4.5~7.5	4.0~8.0	室内	7.60	○	○	6.90	○	○	6.40	○	○	7.10	○	○
			現地簡易計測	7.00	○	○	6.90	○	○	7.00	○	○	6.90	○	○
塩基置換容量	6me/100g<		室内	3.10	要改良		15.50	要改良		7.20	○		5.10	要改良	
電気伝導度	0.1~1.0ms/cm	1.5ms/cm>	室内	0.04	○	○	0.12	○	○	0.18	○	○	0.07	○	○
			現地簡易計測	0.20	○	○	0.40	○	○	0.20	○	○	0.40	○	○
腐植含量	5%<		室内	0.72	要改良		5.01	○		0.28	要改良		2.16	要改良	
全窒素	0.07~0.3%	0.3%>	室内	0.15	○	○	0.18	○	○	0.04	要改良	○	0.07	○	○
有効態リン酸	5mg/100g<		室内	4.4	要改良		5.9	○		8.9	○		4.2	要改良	
交換性カリウム	0~2me/100g<		室内	0.2	○		0.3	○		0.1	要改良		0.2	○	
交換性カルシウム	5~20me/100g	20me/100g>	室内	1.0	要改良	○	6.4	要改良	○	6.2	○	○	1.6	要改良	○
交換性ナトリウム	ESP 15%>	ESP 15%>	室内	50%	要改良	○	12%	○	○	15%	○	○	18%	要改良	要改良
塩素	0.1%>	0.1%>	室内	0.1%>	○	○	0.1%>	○	○	0.1%>	○	○	0.1%>	○	○

項目	土壌の化学性の目標値		区分	宮城県											
				東松島市 矢本海浜緑地表土			東松島市 奥松島公園表土			七ヶ浜町 菖蒲田浜表土			多賀城市 多賀城緩衝緑地園表土		
				分析値	上部有効土層	下部有効土層	分析値	上部有効土層	下部有効土層	分析値	上部有効土層	下部有効土層	分析値	上部有効土層	下部有効土層
pH	4.5~7.5	4.0~8.0	室内	6.50	○	○	7.20	○	○	9.40	要改良	要改良	6.30	○	○
			現地簡易計測	7.00	○	○	6.90	○	○	6.90	○	○	7.00	○	○
塩基置換容量	6me/100g<		室内	11.10	○		3.60	要改良		3.30	要改良		12.50	○	
電気伝導度	0.1~1.0ms/cm	1.5ms/cm>	室内	0.09	○	○	0.02	○	○	0.10	○	○	0.14	○	○
			現地簡易計測	0.20	○	○	0.40	○	○	0.40	○	○	0.20	○	○
腐植含量	5%<		室内	6.05	○		0.28	要改良		0.44	要改良		1.09	要改良	
全窒素	0.07~0.3%	0.3%>	室内	0.10	○	○	0.05	要改良	○	0.10	○	○	0.04	要改良	○
有効態リン酸	5mg/100g<		室内	<1	要改良		2.0	要改良		2.3	要改良		1.9	要改良	
交換性カリウム	0~2me/100g<		室内	0.6	○		0.3	○		0.3	○		0.5	○	
交換性カルシウム	5~20me/100g	20me/100g>	室内	2.0	要改良	○	0.9	要改良	○	4.8	要改良	○	3.1	要改良	○
交換性ナトリウム	ESP 15%>	ESP 15%>	室内	16%	要改良	要改良	15%	○	○	18%	要改良	要改良	23%	要改良	要改良
塩素	0.1%>	0.1%>	室内	0.1%>	○	○	0.1%>	○	○	0.1%>	○	○	0.1%>	○	○

項目	土壌の化学性の目標値		区分	宮城県									福島県		
				仙台市 海岸公園表土（井土）			仙台市 海岸公園表土（荒浜）			岩沼市 岩沼海浜緑地表土			いわき市 新舞子浜公園表土		
	上部有効土層	下部有効土層		分析値	上部有効土層	下部有効土層	分析値	上部有効土層	下部有効土層	分析値	上部有効土層	下部有効土層	分析値	上部有効土層	下部有効土層
pH	4.5～7.5	4.0～8.0	室内	6.50	○	○	7.50	○	○	6.10	○	○	7.00	○	○
			現地簡易計測	7.00	○	○	6.90	○	○	7.00	○	○	7.00	○	○
塩基置換容量	6me/100g<		室内	21.00	○		5.90	要改良		6.00	○		1.50	要改良	
電気伝導度	0.1～1.0ms/cm	1.5ms/cm>	室内	0.12	○	○	0.05	○	○	0.15	○	○	0.01	○	○
			現地簡易計測	0.12	○	○	0.40	○	○	0.20	○	○	0.00	○	○
腐植含量	5%<		室内	3.48	要改良		0.45	要改良		2.37	要改良		0.28	要改良	
全窒素	0.07～0.3%	0.3%>	室内	0.15	要改良	○	0.03	要改良	○	0.06	要改良	○	<0.01	要改良	○
有効態リン酸	5mg/100g<		室内	2.8	要改良		15.3	○		<1	要改良		<1	要改良	
交換性カリウム	0～2me/100g<		室内	0.7	○		0.6	○		0.3	○		0.06	要改良	
交換性カルシウム	5～20me/100g	20me/100g>	室内	14.9	○	○	1.8	要改良	○	1.0	要改良	○	0.46	要改良	○
交換性ナトリウム	ESP 15%>	ESP 15%>	室内	9%	○	○	27%	要改良	要改良	17%	要改良	要改良	7%	○	○
塩素	0.1%>	0.1%>	室内	0.1%>	○	○	0.1%>	○	○	0.1%>	○	○	0.1%>	○	○

※記載がない下層有効土層の一部項目は「港湾緑地の植栽設計・施工マニュアル」において評価対象ではない。

※○は目標値を満たしている土壌。

※「要改良」は現状で目標値を満たしておらず、改良が必要な事項。

津波堆積物及び表土の植栽基盤としての活用可能性及び土壌改良の必要性について以下に示す。

- ① 調査対象地区の津波堆積物及び表土とも、基準を満足していない項目について改良を行った上で植栽基盤として活用することができる。
- ② ナトリウムや塩素等の塩類の濃度が高い土壌は、灌水による除塩または石灰資材投入による土壌改良により植栽基盤として利用可能である。
- ③ 腐植含有量が乏しい土壌は、パーク堆肥等の有機物を投入する等の土壌改良を行うことにより、植栽基盤として利用可能である。

3. 土壌改良方法例

室内試験結果を踏まえ、改良が必要な表土や津波堆積物の土壌改良方法例について、以下に示す。

(1) 塩類濃度の改良方法

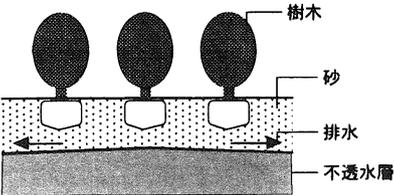
植栽基盤の電気伝導度（EC）やESP（交換性ナトリウム/塩基置換容量×100%）がその目標値を下回った場合に適用する土壌改良方法を以下に示す。

（植栽基盤整備技術マニュアル p.138）

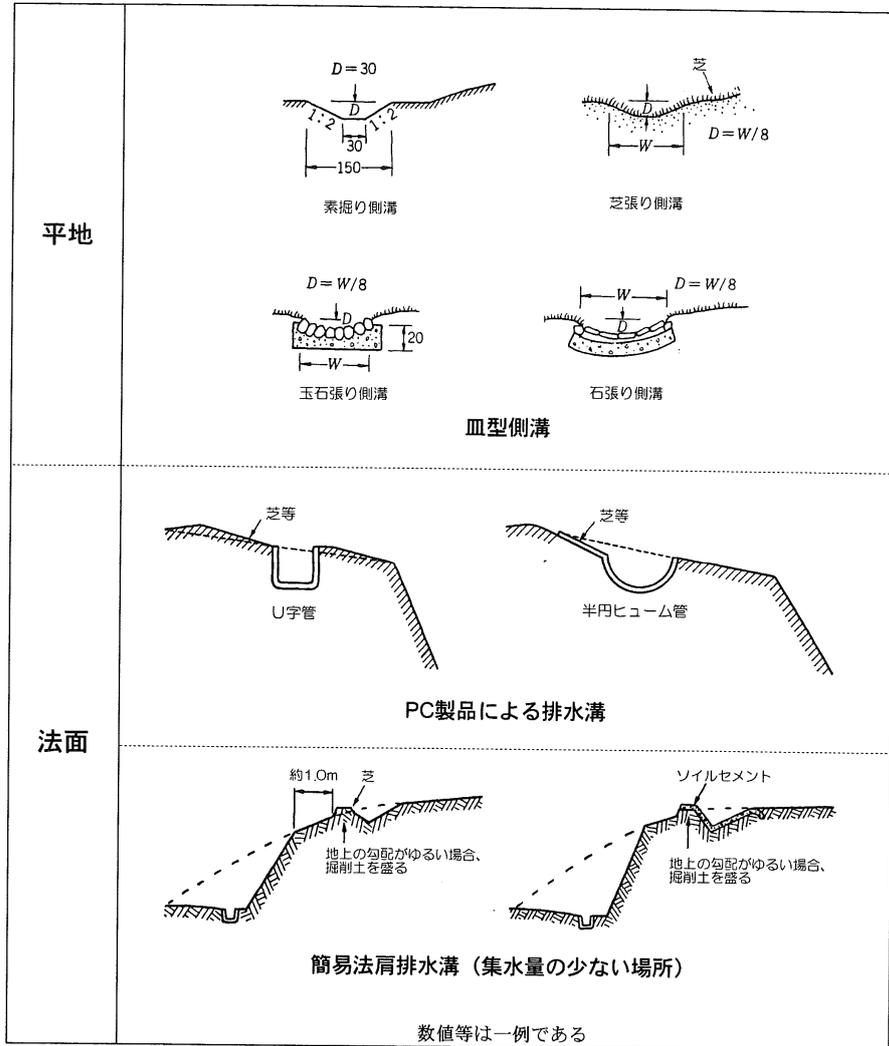
名称	除塩（脱塩）
作業内容	塩類濃度の高い土壌を、散水や中和剤等を用いて、生育障害の要因となる塩類を容脱させる作業。
適用範囲	土壌分析の結果、植栽基盤の塩類濃度（EC 等で確認）が植物の生育にとって不適と判断された場合に適用する。
作業手順・図面等	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; width: 150px;"> 粗耕起 又は仮置盛土 </div> <div style="margin: 0 10px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; width: 150px;"> 雨水 又は散水による脱塩 </div> <div style="margin: 0 10px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; width: 150px;"> 軽転圧・表面仕上げ 又は土壌運搬 </div> </div> <p style="margin-top: 10px;">■作業手順は標準的なものであり、現場条件によって大きく変化する。</p> <p>現地盤下層からの排水が可能な場合で、土壌の透水性に問題がある場合は、粗耕起をする。下層からの排水が不可能な場合は、当該土壌を仮置盛土する。</p> <p>雨水又は散水により、脱塩する。排水は、仮設水路等を作り、定期的に EC を測定して、脱塩効果を確認する。</p> <p>現地盤の除塩の場合は、軽転圧・仕上げ、仮置き盛土の場合は、目的の場所へ運搬。</p>
施工上の留意点	除塩は、当該土壌の排水性確保が重要である。効果が現れるまでに時間が掛かるので工期の余裕を見て採用を決定する。

(参考) 塩類濃度の高い土壌の改良に活用できる排水工の例

(植栽基盤整備技術マニュアル p. 138)

名称	かいきよ 開渠排水
作業内容	蓋掛け構造がない水路（「開渠」、「明渠」ともいう）で、主に、植栽地の表面排水を行う。 人の安全とデザイン（緑地の自由な利用等）に配慮して、（多くは幅1m以内、深さ数十cm程度の）溝（水路）を掘り、主に、表面排水に適用する。 開渠排水には、素掘りの他に、張芝、シート張、石張等で排水路が洗掘されないように保護したものや、コンクリートU型側溝、砂溝等がある。 側溝も広義の開渠排水である。
適用範囲	造成工事等における排水処理や、路側等の表面排水処理として、流量の少ない仮設排水路に適用する他、園地の排水を確保するための恒久的な施設として適用する。
作業手順例 ・ 図面等	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">水路設計</div> <div style="margin-right: 5px;">↓</div> <div style="font-size: 0.8em;">安全、デザイン、排水端末位置、高低差等を考慮して、水路設計を行う。</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">床掘</div> <div style="margin-right: 5px;">↓</div> <div style="font-size: 0.8em;">人力・機械の併用等で、掘削後、所定の寸法になるように掘り下げる。</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="border: 1px dashed black; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">残土処理</div> <div style="margin-right: 5px;">↓</div> <div style="font-size: 0.8em;">人力・機械等による残土の積み込み・運搬・敷き均し作業を行う。</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">整形</div> <div style="margin-right: 5px;">↓</div> <div style="font-size: 0.8em;">所定の寸法に仕上げる。</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">土羽打ち</div> <div style="margin-right: 5px;">↓</div> <div style="font-size: 0.8em;">必要に応じた土羽打ちを行う。</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">排水路保護</div> <div style="margin-right: 5px;">↓</div> <div style="font-size: 0.8em;">保護材による保護等を行う。 （点線枠内は、必要に応じて生じる工種）</div> </div> <div style="font-size: 0.8em; margin-top: 5px;"> ■作業手順は、標準的なものであり、現場条件等によって大きく変化する。 </div> </div>
施工上の 留意点	
その他工法	<p>●砂溝法（開渠を透水性のよい砂等で埋めた構造であるため、開渠の一種として考える。砂の他に、碎石や粗朶を使用する場合もある）</p> <p>植栽基盤が不透水性である場合に、溝を掘って砂を埋戻し、土壌の透水性及び通気性の改善をはかる方法である。砂溝の底は、緩傾斜をつけ排水をはかたり、管渠等の埋設を行うと、より効果的である。溝自体を植栽帯に使用してもよい。</p> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  <p style="font-size: 0.8em;">砂溝法の例</p> </div>

●開渠（側溝）参考例



(2) pHの改良方法

植栽基盤のpHがその目標値を下回った場合に適用する土壌改良方法を以下に示す。

(植栽基盤整備技術マニュアル p.137)

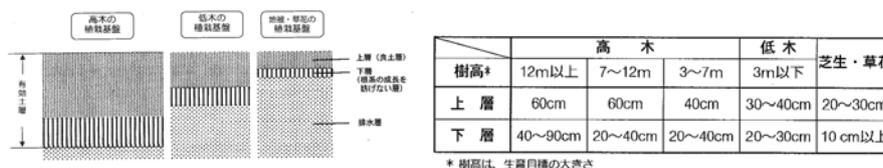
名称	中和剤施用
作業内容	現状土と中和剤を混合・ ^{こうらん} 耕耘・攪拌し、整地・整形することにより植栽基盤を改良する。
適用範囲	土壌分析の結果、植栽基盤の酸度(pH)が植物の生育に不適と判断された場合に適用する。
作業手順 ・ 図面等	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p style="text-align: center;">中和剤散布</p> <p>中和剤を散布する。中和剤が液状の場合は、施用箇所^こに規定量をエンジンスプレー等を用いて均一に散布し、粒状の場合は敷均す。</p> </div> <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p style="text-align: center;">混合・攪拌</p> <p>現状土と改良材を混合する作業。混合が20cm程度までは^こ耕耘機を使用し、それ以上はバックホウ等を使用する。</p> </div> <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p style="text-align: center;">軽転圧</p> <p>接地圧の低いブルドーザ等で^こ耕耘表面を軽く転圧する。</p> </div> <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p style="text-align: center;">表面仕上げ</p> <p>人力又は機械との併用により、植栽基盤面の不陸^こを入念に整正する。必要に応じて^こ雑草等を除去することも含まれる。</p> </div> <p>(点線枠内は、必要に応じて生じる工種) ■作業手順は、標準的なものであり、現場条件等によって大きく変化する。</p>
施工上の 留意点	<p>酸性硫酸塩土壌等の特殊な土壌は、造成後、空気に触れることで、時に(石灰処理土等の場合)強アルカリ性から強酸性へ徐々に移行することがある。このため、調査・分析にあたっては、強制酸化pH (pH(H₂O₂))を測定した後に、中和剤の種類と量を決定するものとする。</p> <p>◆強制酸化pHの測定については『3-1-3-(2)土壌酸度(土壌pH)』参照</p>
その他工法	<p>薬剤としての中和剤を使用する方法以外に、より安全(但し、効果の発現までに時間がかかったり、効果が低かったりする)な手法として、以下のような方法があるので、補助的に利用することも有効である。</p> <p>「酸性土壌の改良」</p> <ul style="list-style-type: none"> ・石灰系下水汚泥コンポストを用いる。 ・貝化石等、石灰を多く含む土壌改良材を使用する。 ・コンクリート再生砕石を排水資材に用いる。 ・石灰分を多く含む、アルカリ性であることが多い鶏糞由来の土壌改良材を用いる。 <p>「アルカリ性土壌の改良」</p> <ul style="list-style-type: none"> ・有機質土壌改良材として、pH無調整のピートモスを使用する。 ・粗耕起をして、雨水と空気中の炭酸ガスで中和する。(最も安全)

(3) 土壌養分の改良方法

植栽基盤の養分が目標値を下回った場合に適用する土壌改良方法を以下に示す。

(植栽基盤整備技術マニュアル p. 139)

名称	施肥
作業内容	<p>養分不足の土壌（現状土）と肥料を混合・耕耘・攪拌する等して、植栽基盤の土壌を改良する。</p> <p>（「施肥」を土壌改良の分野としてとらえるのは、土木建設系固有の区分。通常、農業分野では「施肥」は土壌改良には含まない。）</p>
適用範囲	<p>土色等からの判断、又は、土壌分析によって植栽基盤の土壌養分が、植物の生育に適さないと判断された場合に適用する。</p>
作業手順・図面等	<p>①スポット的な整備としての施肥（固形肥料）</p> <p>肥料施用 固形肥料の場合は、植付時の植穴埋戻しと同時に施用する。</p> <p>②面的整備としての施肥（粒状肥料(液肥を含む)）</p> <p>肥料散布 肥料が液状の場合は、施用箇所に規定量をエンジンスプレー等を用い、粒状その他固形～粉状の場合は、人力・散布器・マニュアルスプレッダー等にて均一に散布する。</p> <p>↓</p> <p>混合・攪拌 現状土と肥料を混合する作業。混合が20cm程度までは、耕耘機を使用し、それ以上は、バックホウ等を使用する。</p> <p>↓</p> <p>軽転圧 接地圧の低いブルドーザ等で耕耘表面を軽く転圧する。</p> <p>↓</p> <p>表面仕上げ 人力又は機械との併用により、植栽基盤面の不陸を入念に整正する。必要に応じて礫、雑草等を除去することも含まれる。</p> <p>（点線枠内は、必要に応じて生じる工種）</p> <p>■作業手順は、標準的なものであり、現場条件等によって大きく変化する。</p>
施工上の留意点	<p>有機質による土壌改良を行った場合、有機質の種類によっては、分解過程で窒素が欠乏することから、使用する有機質の特性を十分考慮して、使用する肥料の種類と量を決定する。</p> <p>固形肥料は、下層（図1-4参照）の上部に施用する肥料が、直接根鉢に触れないように注意し、根鉢周辺部に均等に施用する。</p> <p>粒状等肥料を施用する混合層は、原則として上層（図1-4参照）に相当する土層とする。</p> <p>排水不良の箇所では、施肥は、還元状態を誘発する可能性があるため、排水に十分留意する。</p>
その他工法	



4. 表土活用方法例

室内試験結果から、表土をそのまま、もしくは改良して活用することが可能であることがわかった。この場合の表土活用方法例を以下に示す。

(植栽基盤整備技術マニュアル p.140)

名称	採取表土盛土（表土保全）
作業内容	優良な表土を土取場で掘削積み込みし、必要に応じて仮置き保存（表土保全）を行い、所定の位置へ運搬し、植栽基盤の（上層用として）表面に盛土、敷均し、転圧、整形を行う。
適用範囲	事前の調査（分析）結果で、良質な表土と判断されたものを運搬距離を考慮し、植栽用盛土として利活用する場合に適用する。
作業手順・ 図面等	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: flex-start;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px; width: 150px; text-align: center;">表土採取 積み込み・運搬</div> <div style="margin-bottom: 5px; text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin-bottom: 5px; width: 150px; text-align: center;">仮置き盛土</div> <div style="margin-bottom: 5px; text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px; width: 150px; text-align: center;">積み込み・運搬</div> <div style="margin-bottom: 5px; text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px; width: 150px; text-align: center;">敷き均し・軽転圧</div> <div style="margin-bottom: 5px; text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px; width: 150px; text-align: center;">表面仕上げ</div> </div> <p>主に、バックホウを用いて直径30cm以上の根株を抜根・除根した後、表土を掘削採取しダンプ車に積み込み運搬する。表層剥土や段切り施工の場合には、ショベル系掘削機が接地圧の低いブルドーザーを用いて集積後に運搬する。いずれの場合においても、採取予定場所を踏み荒らして土壌構造を壊さないよう注意する。</p> <p>仮置き表土は、バックホウで過度の転圧をかけぬよう高さ2.0～3.0mに積み上げる。表面は、雨水の浸入や表面侵食を防止するため、土の構造が壊れない程度に軽く転圧する。2.5mより高く積み上げる場合には、通気・排水対策を講じる。</p> <p>仮置きが、長期にわたる場合は、仮置き場の周囲に素掘り側溝を設置したり、仮置き地盤底部に排水勾配2～4%を確保し、両側面への排水を確保したり、土木シート等で表面を覆う等、適切な対策を行う。</p> <p>表土を積み込み、使用場所に運搬する。</p> <p>表土を敷き均し、軽い転圧をかける。</p> <p>人力又は機械との併用により、植栽基盤面の不陸を入念に整正する。必要に応じて礫、雑草等を除去することも含まれる。</p> <p>（点線枠内は、必要に応じて生じる工種） ■作業手順は、標準的なものであり、現場条件等によって大きく変化する。</p>
施工上の 留意点	<p>①採取表土盛土で使用する土壌は、植栽する植物の生育に適したもので、ゴミ、夾雑物、礫等を含まないものとし、搬入時に、品質の確認を行うものとする。</p> <p>②採取表土において、還元状態の進行や物理性の劣化等、堆積期間中の性状の劣化が認められた場合は、曝気による酸化の進行、通気、透水性の改良等の処置を行うものとする。</p> <p>③採取表土を集積する場合、堆積地の崩壊防止、飛砂防止のため、表土堆積表面部分の締固め、安定処理、種子吹付等の表面保護に配慮する。</p>