

1. 植物に適した土壤

植物の生育に適した土壤とは、物理性が良好(通気性・透水性が良い、適度な保水性、適度な土壤硬度等)であることと、化学性が良好(生育を阻害する有害物質がない、適度な酸度、保肥性と適度な養分等)であること、さらに微生物性に富むものが適する。一般的な植栽地では、特に、適度な土壤硬度で、通気性・透水性が良好であることが重要であり、植栽に適した土壤の使用または土壤改良及び植栽基盤の造成が、その後の植物の生育と維持管理に多大な影響を及ぼすので注意する必要がある。

2. 土の三相と腐植

土は土の本体である無機物・有機物の固相、水の液相、空気・ガスの気相の三相からできており、一般の作物の生育に適する比率は固相:40~50%、液相及び気相:25~30%と言われている。

腐植は、動植物の遺体などが土壤中で微生物によって分解・再合成された暗色の高分子化合物で、団粒構造の形成、窒素・リン及び微量元素等の供給、緩衝能力の向上、陽イオンを保持するなどの働きがある。一般的に腐植含有量は3%以上であることが望ましい。腐植は土壤では非常に重要である。また、土壤の持つ重金属の吸着、土壤微生物による有害物質の無害化する。土壤に有機物を施し、土壤微生物の多様性を高め、健全で持続性のある緑とすることが重要である。

<表1> 土壤の3要素と植物との関係

土壤の3要素	物理性	土壤硬度、透水性、保水性等。植物の生存に関係
	化学性	pH、EC、肥料分・微量元素等。植物の生存・生育に関係
	生物性(微生物性)	各種の微生物、ダニ類、ミミズ、昆虫やその他の幼虫等。 植物の健全で持続性のある生育に関係。物理性・化学性改善にも関係。

3. 問われる樹木の枯れと生育不良の原因と責任所在

植栽した樹木が何度植え替えても枯れるとか、いつまでたっても育たないなどの問題の多くは土壤、植栽基盤に関係している。設計段階で土壤調査を行い、植栽基盤の設計を十分にすることが必要である。設計責任を問われることになるので注意する。

4. 求められる建設発生土の植栽基盤への有効利用

廃棄物の軽減、廃棄処理費用の軽減、運搬時の騒音・振動の軽減等への対応として、建設発生土の敷地内での有効利用が求められている。植込みの築山、客土などへの利用の検討等。

一方、建設に伴い、軟弱地盤などは路盤の安定処理のために石灰などを使用して土を固めている。そのため、土壤酸度はpH10以上になることもある。アルカリ土壤でそのままでは、植栽土壤としては適さない。土壤の中和及び土壤改良が必要。

5. 新バリアフリー法に対し、求められる歩道の根上がり防止

公共性のある建物を対象としたハートビル法と交通バリアフリーが統合された新バリアフリー法が施行された。それにともない、歩道や広場などでの車イスの利用が円滑に利用できることが求められている。そのため、樹木の根上がりによる転倒などの危険性を除く必要に迫られた(根上がり防止対策等)。また、都市環境の改善のために、街路樹の活性化と整備が求められてきている。街路樹の植栽基盤の改良、改善等が必要になる。

対応としては、既存の根を残しながら、舗装下部(路床部分)に耐荷重があり、かつ根が良好に生育できる特殊な土壤(根系誘導耐圧基盤材)及び透水性防根シートを設置するなどの処置を行う。

6. 設計者としての対応・対策例

<p>計画・設計段階</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・簡易土壤調査を行う。または、土壤調査を依頼する。 ・標準仕様書及び特記仕様書を明記する。 ・樹木の生育・成長を考慮した植栽基盤の設計をする。 ・植栽図や客土断面図の植栽基盤、土壤改良、土壤等の詳細を明記する。 ・見積りに漏れがないか確認する。その他
<p>監理段階</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・植栽基盤の設計説明をする。 ・土壤の養生、植栽基盤の固化防止、耕うん等を必要によっては指示する。 ・植込み地に関わる配管、配線等の設備関連との調整を図る。 ・植栽基盤の硬度、排水性、改良資材等を確認する。 ・中間検査、材料検査、完了検査を行う。その他

7. 土壤調査に使用される用語

<p>硬度</p>	<p>土壤の硬さ。長谷川式土壤貫入計では、1.0～1.5cm/drop: やや不良・根系発達阻害樹種あり、1.5～4.0cm/drop: 良・根系発達に阻害なし、4.0cm/drop 以上: やや不良・膨軟すぎ。</p>
<p>pH</p>	<p>土壤の酸性度を表したものの。一般の造園樹木ではpH4.5～8.0 の間であれば生育にあまり影響はない。草花や野菜などはpH 調整が必要となる。</p>
<p>陽イオン交換容量 (CEC)</p>	<p>土壤が陽イオンを吸着できる最大量。陽イオン交換容量は腐植と粘土の量と質に関係し、土壤の保肥力に影響する。陽イオン交換容量の高い土壤は肥料養分が流亡しにくい。単位: me/100g(100g あたりのミリグラム単位)等。</p>
<p>電気伝導度 (EC)</p>	<p>土壤の塩類濃度、水溶性塩類の総量を表し、塩類濃度障害の有無の判定と肥料成分の多少の目安として使用。単位: mS/cm(ミリジーメンス)。1mS/cm 以上の場合には塩類濃度が高く生育阻害物質を含んでいる可能性が高い。0.1 mS/cm 未満の場合は肥料分が不足している可能性がある。</p>
<p>C:N比 (C/N)</p>	<p>土壤・植物体・有機質肥料などの炭素と窒素の含有率の比で、有機物の分解程度、土壤の窒素肥沃度を表す。肥沃な畑土ではC:N比は8～12。</p>
<p>pF</p>	<p>土壤の水の状態を調べる。通常、有効水分保持量としてpF1.8～3.0 で示される。</p>
<p>* 参考図書:「新版・土壤肥料用語辞典」農文協</p>	



・長谷川式土壤貫入計による土壤硬度調査



・長谷川式簡易現場透水試験器による透水性調査

8. 土壤調査・試験

土壤調査・試験には、現地調査・試験と室内試験がある。一般的には下記の現地調査・試験を専門家が行う。

＜表2＞現地調査・試験

<ul style="list-style-type: none"> ・過去の土地の利用、地形、地盤状況調査。 ・建築物、舗装、緑地等の土地利用調査。 ・ボーリングデータなどによる地下水位の調査。 ・敷地全般の排水状況、土壤を触診して保水性、土性などを調査する。 ・植物の生育状況や雑草の種類、土壤の色などによって土壤の肥沃度を調査する。 ・土壤硬度を長谷川式土壤貫入計などで測定する。 ・透水性を長谷川式簡易現場透水試験器などで測定する。 ・土壤の酸性度を測定する。
<p>* 参考図書:「植栽基盤整備技術マニュアル」・国土交通省都市局公園緑地・景観課緑地環境室監修</p>

9. 標準調査の判断・評価基準

標準調査の評価で可または不可となった項目は、土壤改良等の改善を行うように実施設計図書の特記事項などに記載する。特に排水性、透水性、土壤硬度は樹木の生育に関係するので十分に注意する。

＜表3＞標準調査の判断・評価基準

調査項目	調査方法	単位	評価		
			良	可	不可
排水性	排水状況、土色	—	○	△	×
透水性	簡易透水試験器	mm/時	100<	30~100	30>
硬度	土壤貫入計	cm(S 値)	1.5~4.0	1.0~1.5	1.0>
酸度(pH)	H2O	—	5.6~6.8	4.5~5.5	4.5>
				6.9~8.0	8.0<
有害物質	電気伝導度(EC)	mS	0.2>	0.2~1.0	1.0<

* 引用:「植栽基盤整備技術マニュアル」・国土交通省都市局公園緑地・景観課緑地環境室監修



・植栽基盤が硬く根が張れずに大きくなれないサクラ

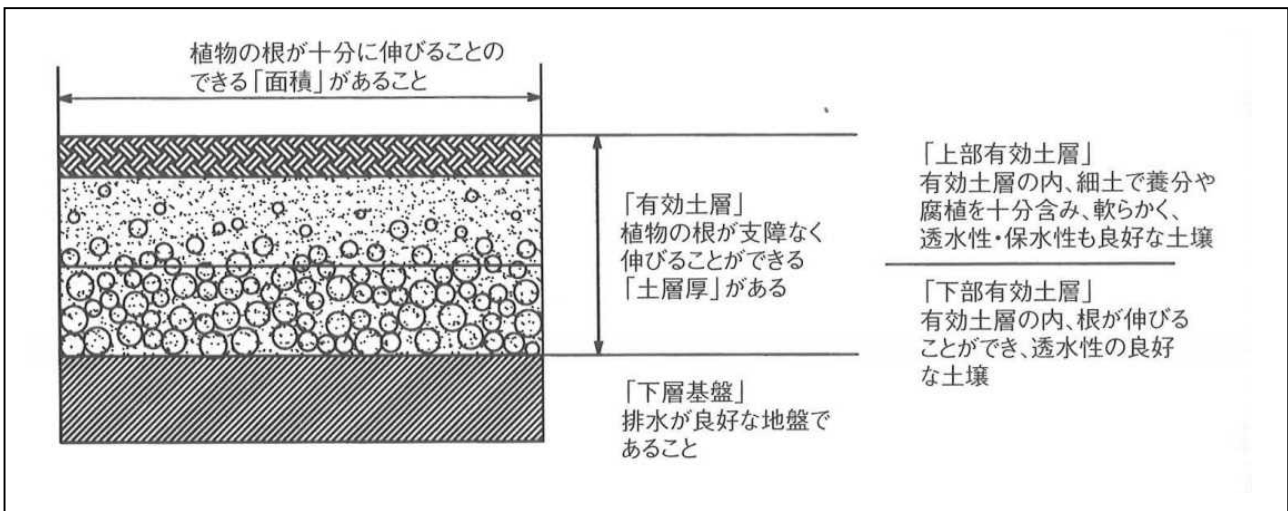


・排水性が悪くコケが生えている植栽基盤

10. 植栽基盤とは

植栽基盤とは、植物が健全に生育するために適した土壤と排水層を含めた土壤の層をいう。植栽基盤は細根などの吸収根の発達する肥料分のある上層と、支持根が生育する下層の2つからなる有効土層、その下部にある排水層から構成される。植栽する植物の大きさによって有効土層厚は異なる。また、団粒構造をもつ土とは、空隙が多く、保水性、排水性、通気性にすぐれ、植物の生育に良好な土壤の構造をいう。

<図1>有効土層



11. 有効土層の厚さと量

有効土層の厚さは、植える樹木によって異なる。また、厚さとともに有効土層の量も重要となる。ドイツの街路樹の植栽基盤の最低基準では、12m²(有効土層厚 1.5m)で、米国ではそれ以上の数値が基準となっている。植込みのみでは確保が難しいので、舗装下も植栽基盤となるように計画・設計されている。

樹木の健全な育成には植栽基盤の最大化・連続化を図ることが重要となる。

<表4>規格別有効土層の厚さ

分類	高木			低木	芝生/草花
	樹高(生育目標の高さ)	7~12m	3~7m	3m以下	
上層	60 cm	60 cm	40 cm	30~40 cm	20~30 cm
下層	40~90 cm	20~40 cm	20~40 cm	20~30 cm	10 cm以上

* 引用図書:「植栽基盤整備技術マニュアル」・国土交通省都市局公園緑地・景観課緑地環境室監修

<表5>植栽基盤の特記記載例

- ① 植栽樹木に適した土壤、植栽基盤とする。花壇部分は客土厚 30 cm。地被部は 20 cm。低木部は 30 cm。中木部は 40 cm。高木部は 60 cmを基準とする。客土下 30 cmは排水性確保のために耕うんする。
- ② 植栽に絡むフェンスやコンクリート壁等の基礎は下げて植栽基盤を確保する。基礎で十分な植栽基盤が確保できない場所には着脱式の点滴パイプを敷設する。
- ③ 狭い緑地内にはできるだけ設備の配管、配線を敷設しない。植栽樹木の生育を考慮して計画し、施工図・総合図で確認する。
- ④ ツリーサークルの植栽基盤には通気・透水管を敷設する。1500 では 4 本、1800 以上は 8 本を基準とする。狭く囲まれた植込みも同様に通気管を 4 本以上敷設する。
- ⑤ 土壤はリサイクル土壤や改良土壤が望ましい。人工地盤となるエリアは排水層を設け、人工軽量土壤の使用が望ましい。表層は整地の上、バーク堆肥等でマルチングをする。厚さは 2cm。

12. 客土・植栽基盤土壤の質

客土とは、植栽するにあたり植え穴などに入れる植物の生育に好ましい、ガレキなどの有害物が混入されていない物理性・化学性に優れた土のこと。一般的に植栽基盤の上層や植栽する樹木の根鉢周辺に使用される。客土としては、畑土や黒土同等品を使用するのが一般的であるが、地域により若干異なる。また環境問題より、表土や現地発生土を有効利用することが望ましい。その際、土壤検査を行い、植物の生育に好ましい土壤に改良することが重要である。また、客土だけでなく、植栽基盤及び周辺の土壤にも留意する。

<表6> 国土交通省の植栽基盤土壤の基準

項目	化学性			物理性		
	pH	電気伝導度 (ds/m)	腐植 (g/kg)	土性	透水性 (mm/hr)	土壤硬度 (S 値)
数値目安	5.0~7.5	0.1~1.0	3%以上 or 30g/kg 以上	砂壤土 or 壤土	30mm/hr 以上	1.5 以上

13. 植栽樹木の大きさと植穴との関係

植栽樹木の鉢径を考慮して植栽計画をする。植穴の周辺の植栽基盤は良好であること。

<表7> 植栽樹木の大きさと植穴との関係例

樹木の形状寸法		根鉢の大きさ		植穴の大きさ		
樹高	幹周(m)	鉢径	鉢高	植穴径	最低植穴径	植穴深さ
3.0m前後	015 以下	0.41m	0.29m	0.80m	0.61m	0.38m
3.5m前後	0.15~0.20	0.50m	0.34m </td <td>0.91m</td> <td>0.70m</td> <td>0.43m</td>	0.91m	0.70m	0.43m
4.0m前後	0.20~0.25	0.60m	0.41m	1.04m	0.80m	0.51m
4.5m前後	0.25~0.30	0.70m	0.47m	1.17m	0.90m	0.58m
5.0m前後	0.30~0.35	0.79m	0.52m	1.28m	0.99m	0.63m
5.5m前後	0.35~0.45	0.98m	0.64m	1.52m	1.18m	0.76m
6.0m前後	0.45~0.60	1.27m	0.82m	1.89m	1.47m	0.96m
6.5m前後	0.60~0.75	1.56m	1.00m	2.62m	1.76m	1.16m
7.0m前後	0.75~0.90	1.84m	1.18m	2.62m	2.04m	1.36m
8.0m前後	0.90~1.05	2.12m	1.36m	2.98m	2.32m	1.56m
10.0m前後	1.05~1.20	2.41m	1.54m	3.35m	2.61m	1.75m

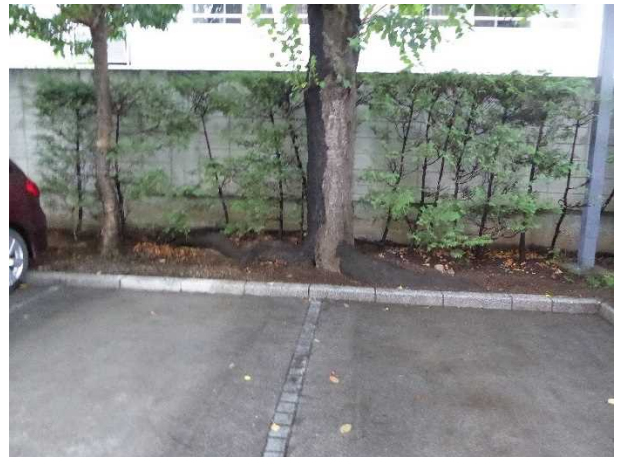


・根鉢と植穴の関係断面図

・根鉢と植穴



・狭い植えマスで根がルーピングを起こしている



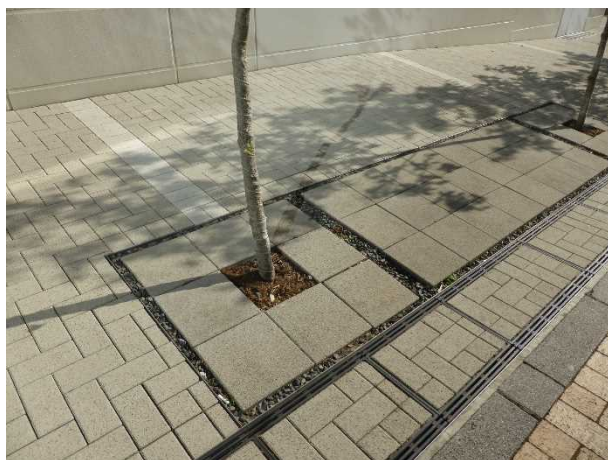
・連続している緑地で根が横に伸びているサクラ
(元の地盤が畑で駐車場の下も根が伸びている)



・スチールエッジを使用して植栽基盤幅を確保した例



・植栽基盤の最大化と根腐れ防止のために基礎不要
のTLC 緑化パネルを使用しての植栽



・スチールエッジと平板敷の使用で植栽基盤の連続化
を図った歩道上空地の植栽例



・全面客土の上に御影石平板敷にして植栽基盤の最大
化・連続化を図った植栽例

14. 植栽基盤の整備と土壤改良

土壤と排水層を含めた植栽基盤がその後の植物の生育に影響を与えるため、植栽計画・設計及び施工では、植栽基盤の整備が重要となる。植栽する場所の土壤条件により、植栽整備の仕方が異なる。そのため、土壤改良材や排水層の設置などそれぞれの状況に合わせた植栽整備をすることが必要となる。植栽基盤の整備での留意する点としては、植栽計画地の土壤の硬さ、水はけ、土壤pH、土壤汚染、地下水位の高さなど土壤条件を十分調査する。特に土壤の硬さ、水はけの問題を解決することが重要である。

また、土壤改良は主に植栽基盤に使用する土壤の物理性・化学性を改善するために改良資材や排水資材、通気資材などを混入または設置し、また、土壤の微生物性を改善するために堆肥などの有機物を施す。

<表8> 植栽基盤の改良項目と内容例

改良項目	改良内容例	改良場所・状況
土壤硬度の改良	①上層の 20～30cm を耕うん(普通耕)	一般的な現地盤での植栽地等
	②大きな樹木などを植える場合には 40～60cm の耕うん	
	③上層と下層の土質が異なる場合などに行う混合耕うん	現地盤に客土した場合等
	④団結した土壤に高圧の空気を送り込み膨軟化するピッククエアレーション(空気圧入耕起)	既存の踏み固められ硬化した植込み地等
	⑤土壤の置換・客土	一般的な植栽地等
排水性の改良	①暗渠排水管の敷設(合成樹脂透水管を敷設し、排水設備を通して余剰水を排水)	地下水位が高い場所、海岸埋立地、水が溜まる危険性のある植込み等
	②排水層の設置と暗渠排水管の敷設(根腐れ防止と下層の余剰水の排水)	地下水位が高い場所、水が溜まる危険性のある植込み、植え樹等
	③縦穴排水管(合成樹脂透水管等の通気透水管)の設置	周辺地盤が固い植込み、植え樹等
	④土壤改良材(パーライトや堆肥等)の混合	マサ土、粘質土での植栽等
	⑤盛土・築山造成	地下水位が高い場所等
通気性の改良	①土壤改良材(パーライトや炭、堆肥等)の混合	マサ土、粘質土での植栽等
	②通気透水管(合成樹脂透水管等)の敷設	地下水位が高い場所、植え樹等
	③つぼ堀改良(通気透水管と堆肥の敷設)	踏み固められた緑地等
	④土壤の置換	植栽基盤土壤が不適切な場合等
化学性の改良	①土壤改良材(バーミュキライトやゼオライト、完熟堆肥、炭等)の混合	一般的な植栽地等
	②物理性の改善とアルカリ中和剤・有機物の混入(中和剤やピートモスと発酵下水汚泥コンポスト等)。	セメント系安定処理剤が使用されアルカリ化した場所等
	③物理性の改善と強制酸化促進剤等の混入	浚渫土など強酸性の還元土壤等
	④土壤の置換	植栽基盤土壤が不適切な場合等
養分性の改良	①土壤改良材・肥料(炭やゼオライト、堆肥等)の混合	一般的な植栽地等
	②土壤の置換	植栽基盤土壤が不適切な場合等
微生物性の改良	①堆肥・腐葉土等の有機改良資材及び炭の混合	一般的な植栽地等
	②落ち葉や堆肥などの有機物によるマルチング	一般的な植栽地等
	③表土の有効利用	緑地部分の建設計画地の場合等

15. 土壤改良工法

土壤改良工法には、全面土壤改良工法、部分土壤改良工法、縦穴式土壤改良工法などがある。一般的には部分土壤改良工法や縦穴式土壤改良工法で植栽基盤を改良する。

<p>■ 部分土壤改良詳細図</p> <p>断面図</p> <p>平面図</p> <p>※樹高10m以上は6穴以上 樹高10m以下は4穴を基準とする。 2~3年かけて位置を変え改良。</p>	
<p>・部分土壤改良をサクラに施し、他の樹木はツルハシで周辺の土壤をほぐして、堆肥を混入して改良。</p>	<p>・植栽後5年を経ても土壤が硬く育たない状況</p> <p>・土壤改良後の5年後の状況（長野）</p>
<p>縦穴式土壤改良の場合</p> <p>縦穴 断面図</p>	<p>縦穴式土壤改良 平面図</p>
<p>・割竹の他、合成樹脂管透水管も使用する。1本/m程度。 （*引用:ダイトウテクノグリーンのパフレットより引用）</p>	

16. 高圧圧縮空気を用いた土壤改良システム

高圧圧縮空気を用いた土壤改良システムのファインノズル工法で土壤改良し、樹勢回復を図る技術。



・樹勢不良のサクラ



・サクラの根元、露出した根



・ファインノズルを使用して空気を圧入して穴を開ける



・開いた穴に肥料と土壤改良材を混入(約8m²)



・混入した完熟堆肥(OH-C)、土壤改良材(イソライトCG), 化成肥料 = 7 : 2.5 : 0.5。



・黒土にバーク堆肥を混ぜて客土し、ツブキを植栽

17. グリーントレンチ

「グリーントレンチ」とは、土壤への雨水貯留・雨水浸透と、樹木の活性化を考慮した植栽基盤に敷設する通気・透水管。（* 豊田）

都市のグリーンインフラでは、土壤と土壤微生物、それに植物が備わって効果がある。

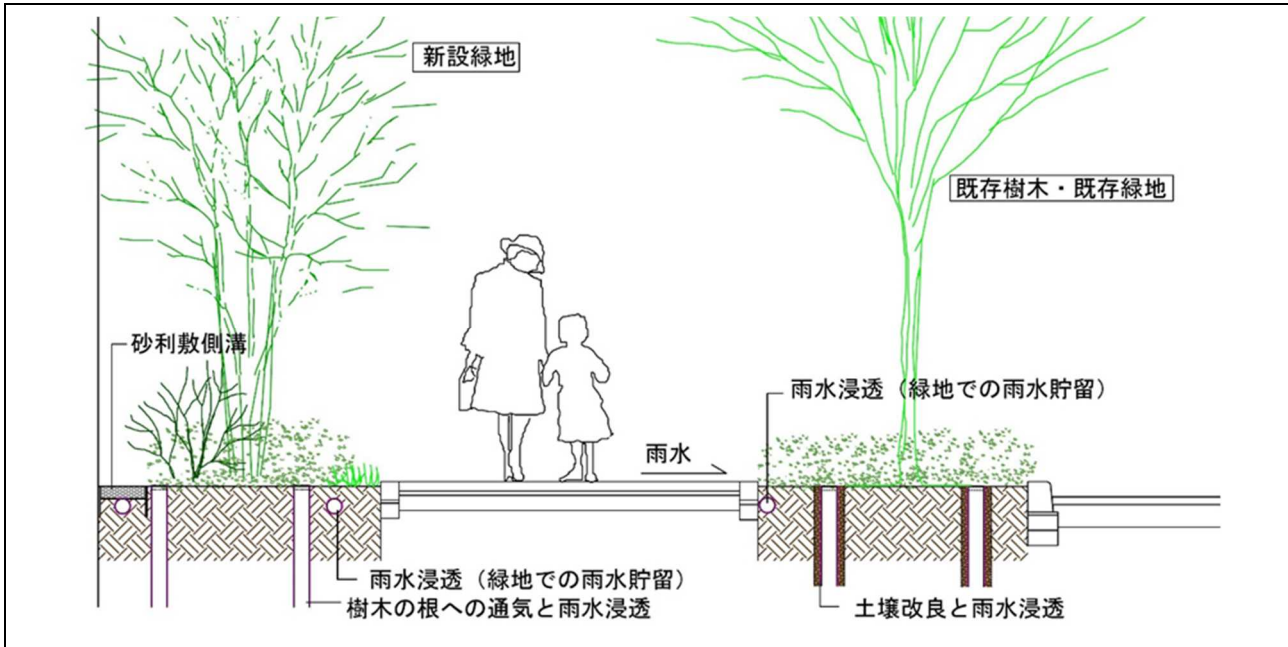


図1 グリーントレンチのイメージ

18. グリーントレンチの通気・透水管

緑地に使用するグリーントレンチの通気・透水管は合成樹脂透水管を使用し、周辺には土壤または土壤改良材、落葉マルチなどで被覆する構造となっている。一般的に径100mm前後の太さの通気・透水管を使用する。縦引きの通気・透水管の深さは60cm以上で90cm前後である。

グリーントレンチの通気・透水管は横引きと縦引きの両方を敷設する。横引きの通気・透水管で集めた雨水を、縦引きの通気・透水管で土壤の浸透させる構造となっている。縦引きの通気・透水管は樹木の根に酸素と水を供給する役目をしている。

また、グリーントレンチに使用する通気・透水管には、①合成樹脂透水管を直接敷設する通気・透水管、②合成樹脂透水管に透水シートまたは不織布を巻いた通気・透水管、③通気・透水性の空隙の確保を考慮した、合成樹脂透水管に根の侵入防止剤の銅化合物を含浸させたシートを巻いたくるくるストップ通気・透水管などがある。



・くるくるストップシート



・くるくるストップ通気・透水管の敷設

19. グリーントレンチの機能・効果

雨水浸透・貯留効果	● 緑地が、植栽基盤に敷設する縦引きと横引きの通気・透水管により雨水浸透施設になり、雨水流出抑制が図られ、都市の下水処理への負担が軽減される。
樹木の活性化効果	● 樹木の根に酸素と水を供給することにより樹木の樹勢が回復する。 ● 土壤の物理性、化学性、生物性の改善につながる。
生物多様性	● 土壤微生物の多様性につながる。
環境改善効果	● 樹木が健全になることにより、緑の環境改善、潤いのある環境につながる。 ● 樹木が健全に生育し、都市のヒートアイランド現象緩和になる。 ● 緑の緑地は微粉塵や花粉などを吸着し、飛散を少なくする。
その他経済効果	● 大規模な土木工事が不要で、建設コストが軽減でき、速やかな改善が可能。

20. 並木ますのグリーントレンチ例

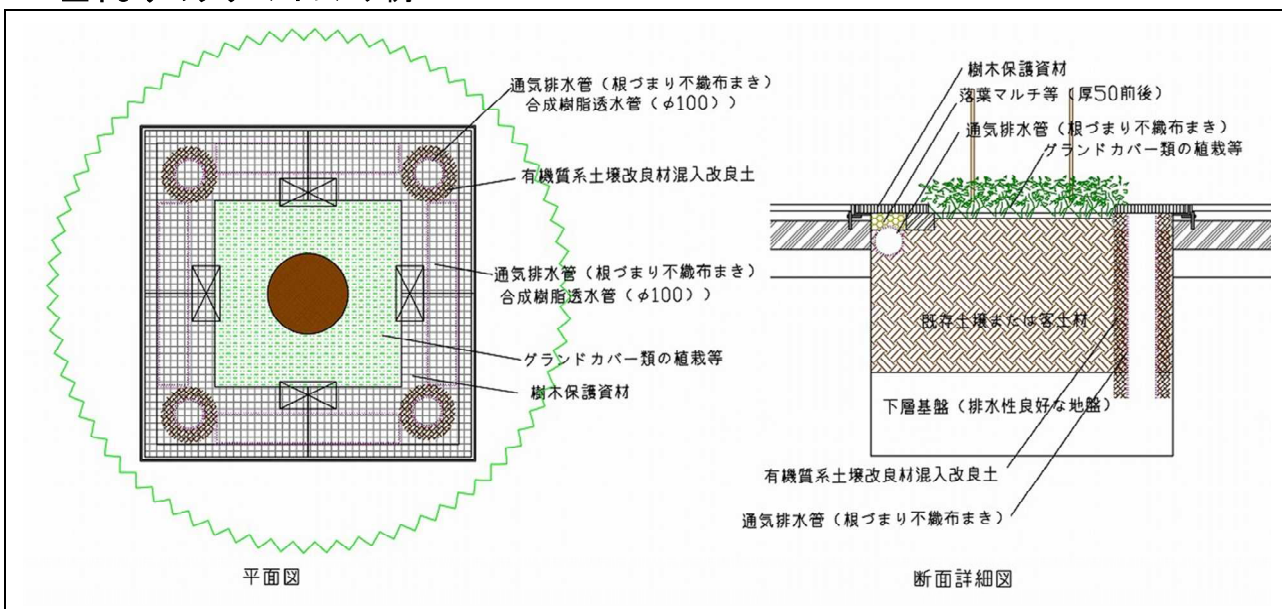
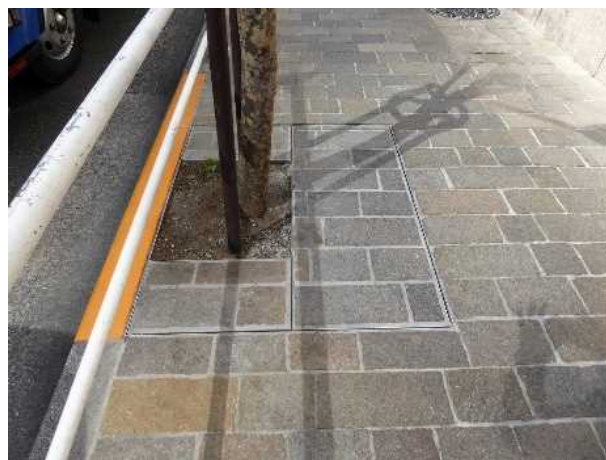


図2 樹木保護材のある並木ますのグリーントレンチ平面・断面例



・土系舗装材で覆われた通気性、透水性の少ない並木保護材の並木ます



・通気性、透水性の少ない並木ます

21. 緑地のグリーントレンチ

表層をグランドカバープランツ類で被い、浸透能の高い植生の緑地とするとともに、通気・透水管を敷設して、雨水浸透施設にすることが考えられる。さらに、植栽基盤の連続化・最大化を図り、樹木の健全な生育と浸透面積の拡大が望まれる。

また、緑地は過度の除草、落葉除去をせずに土壤微生物の多様性を図りながら、土壤の浸透能を高めることが大事である。表層が植物や落葉で被われていると、浸透能の高い緑地となるとともに、小生物や土壤微生物などの多様性につながる。

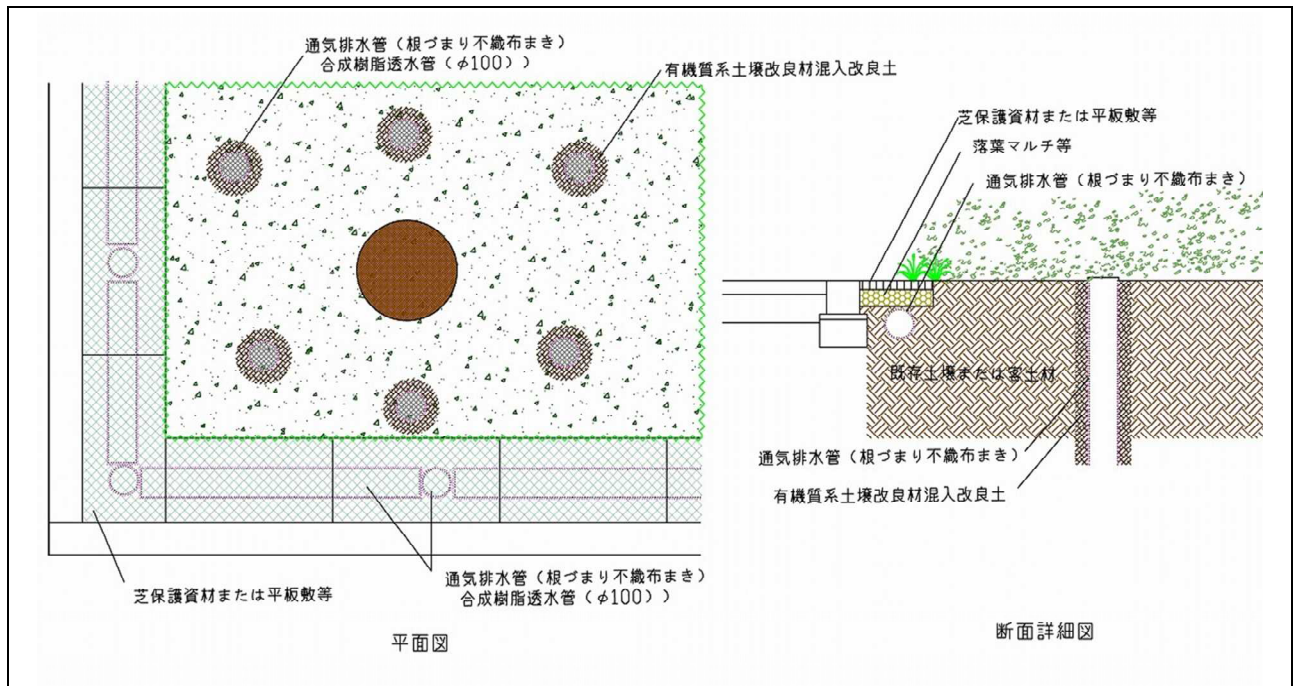


図3 緑地を浸透施設に改善例



・浸透能が低下している裸地の緑地。樹木保護資材を使用して植栽基盤の拡大化が望まれる。



・浸透能が低下している裸地の公園の緑地。通気・透水管の敷設と表層の落葉マルチ、角部の踏圧対策が望まれる。