

公共建築物の屋上緑化 設計指針

平成 15 年 5 月
大阪市住宅局営繕部



■ 屋上緑化の目標と策定理念

策定理念

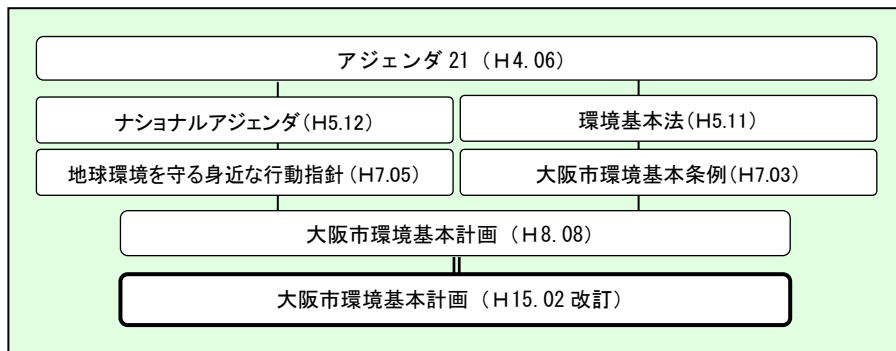
近年、大阪市では、夏場の気温が異常に上昇し、熱帯夜や真夏日の日数が増加するなど、ヒートアイランド現象が問題となっています。また局地的な集中豪雨による都市型水害が発生しておりヒートアイランド現象との関連が指摘されています。例えば、ヒートアイランド現象の典型的な事例である熱帯夜の日数で見ると、大阪市域において、昭和46年から55年までの平均日数(21日)と比べると約2倍(平成13年は48日)に増加しています。

この現象は、都市化に伴うエアコンや自動車等の人工排熱の増加や、地表面被覆のアスファルト舗装やコンクリート建物等による人工化等が原因と考えられています。

このような現象を抑制し、本来自然が持っている微気象調整機能を少しでも取り戻すためには緑化が重要です。特に都市部での緑化を進めるためには、過密な土地利用の中で屋上緑化や壁面緑化も必要で、公共建築物において屋上緑化の推進を行うものとします。

これまでの経緯

下の大阪市環境基本計画の「1. 花と緑にあふれる美しいまちづくり」の中で、屋上緑化等の建物の緑化を進めていくこととしています。また平成13年度のビル緑化推進検討委員会や、平成14年度のヒートアイランド対策推進連絡会においても、「いきいき大阪再生プラン」の「公共施設の屋上緑化の推進」に基づき、住宅局として公共建築物の屋上緑化を一層推進するとしています。



本書の活用目的

主に公共建築物の屋上緑化を設計するにあたり、以下の目的のために活用します。

・緑化の方向性・目的を明確にする

緑化には、省エネルギー、建築物躯体の保護や、雨水流出の緩和、また緑による安らぎや環境学習の場の創出などいろいろな効果があります。緑化の目的により緑化の土壌や樹種等も絞られてくるため、緑化対象とする公共建築物がどんな用途で使われ、どんな効果を重要視するかを整理します。

・緑化を一定水準以上に保つ

各緑化技術についてモレがないよう検討を行い、緑化の目的に添った一定水準以上の屋上緑化を実現します。

・費用対効果のバランスがとれたものにする

植栽、土壌、灌水設備等の種類を組み合わせ、整備費用、維持管理費、省エネルギー効果等がシミュレーションでき、最適な緑化方法を選択できるよう図ります。

・根拠を明確にする

屋上緑化に伴うコストや省エネルギー効果等の計算は、植栽コスト、管理単価、有効雨量等の詳細なデータ(より正確なものとするため、適宜、更新が可能)を使用し、シミュレーションの根拠を明示していますので、設計者が自信をもって効果を算出できます。

■ 本書の活用方法

■ 企画立案 ……屋上緑化の目的と方向性の明確化

※ 屋上緑化の目的や効果などを明らかにする

- | | | |
|------------------|-------|---|
| ① 建物用途と屋上緑化のねらい | …………… | 3 |
| ② 屋上緑化により期待される効果 | …………… | 4 |

※ 屋上緑化に関わる制約条件をチェックする

- | | | |
|------------------|-------|---|
| ③ 積載荷重のチェック | …………… | 5 |
| ④ 安全性・避難性・防災性の確保 | …………… | 6 |
| ⑤ 周辺環境への配慮 | …………… | 6 |

■ 計画・設計 ……屋上緑化の条件整理、手法・技術の検討

※ 屋上緑化の計画・設計を行うにあたって

- | | | |
|---------------|-------|---|
| ① 屋上緑化計画のポイント | …………… | 7 |
| ② 屋上環境とその対策 | …………… | 8 |

※ 屋上緑化の手法・技術の検討

- | | | |
|----------|-------|----|
| ③ 植栽 | …………… | 9 |
| ④ 土壌 | …………… | 11 |
| ⑤ 防水工法 | …………… | 12 |
| ⑥ 排水 | …………… | 13 |
| ⑦ 灌水 | …………… | 15 |
| ⑧ 保水 | …………… | 17 |
| ⑨ 防根対策 | …………… | 18 |
| ⑩ 支保 | …………… | 19 |
| ⑪ 安全対策 | …………… | 20 |
| ⑫ 管理の省力化 | …………… | 20 |

※ 各種省エネルギー効果量予測およびコストの検討

- | | | |
|-------------------------|-------|----|
| ⑬ 屋上緑化による建物の省エネルギー性と環境性 | …………… | 21 |
| ⑭ 屋上緑化評価ツール | …………… | 26 |

■ 施 工 ……施工スケジュールの調整

■ 維持管理 ……適切な維持管理の実行

① 建物用途と屋上緑化のねらい

緑化空間はおもに建築物・土木構造物に付帯し、その建築物・土木構造物の用途などにより緑化目的・内容は左右されることとなります。ここでは、公共建築物の空間利用と景観形成の視点から、用途別にその緑化の目的や性格をまとめます。

庁舎 —— 区役所、出張所など

- ・ 都市・地域の中心施設として不特定多数の利用
- ・ 休息、ふれあいの場としてふさわしい緑化、建築物緑化の普及啓発、緑化手法の見本

福祉施設 —— 福祉センターなど

- ・ 休息、ふれあいの場としてふさわしい緑化
- ・ 豊かさや安らぎを感じることのできる緑化

教育施設 —— 校舎など

- ・ 情操教育の場、園芸、生物の授業の場として、芝生の遊び場として活用
- ・ 庭園・公園的空間を形成し、憩いの場として活用

文化施設 —— 図書館、美術館など

- ・ 都市・地区の文化の中心として不特定多数の利用
- ・ 屋上は庭園、カフェテラスなどとして、休息や屋外飲食の場として活用

保健施設 — 病院、診療所など

- ・ 屋上、屋内ともに患者のリハビリテーション、
- ・ 休息、来院者との面会、ふれあいの場として活用

スポーツ施設 —— 体育館、競技場など

- ・ レクリエーションの場として不特定多数の利用
- ・ 構造物の硬さを和らげ、あたたかさ、親しみを与える緑化

	人工排熱の低減	エネルギー消費量の低減	自然性の向上	地域の緑化モデル	環境学習の場	建築物の耐久性の向上
庁舎	◎	◎	◎	◎	◎	○
福祉施設	◎	◎	◎	○	○	○
教育施設	◎	◎	◎	○	◎	○
文化施設	◎	◎	◎	◎	◎	○
保健施設	◎	◎	◎	○	○	○
スポーツ施設	◎	◎	◎	○	○	○

表. 空間の用途とおもな緑化目的

② 屋上緑化により期待される効果

都市におけるヒートアイランド現象の緩和、良好な自然的環境の創出のためには、既成市街地における緑化の推進が求められており、その手法の一つとして建築物の緑化があります。建築物の緑化は直接的な効果として「身近な環境の改善効果」と「経済的な効果」に整理され、それらの効果が直接、間接に集積し複合することにより「都市の環境改善効果」など社会的な効果に結びつくとされています。

○ヒートアイランド対策効果

- ・ 夏季の気温上昇を緩和するように緑地を配置している。
- ・ 空調エネルギーによる人工排熱を低減している。

○環境改善効果

- ・ 夏季の最上階空調エリアのエネルギー消費量を低減している。
- ・ 雨水流出の遅延、緩和効果が期待できる。
- ・ 騒音の低減が期待できる。

○アメニティー効果

- ・ 休養の場として使用できる緑地を配置している。
- ・ 散歩道、広場、ベンチ等の施設を整備している。
- ・ 緑地が周辺地域の景観と調和している。

○建築物の保護効果

- ・ 防水層や躯体の劣化を軽減し建築物の耐久性を向上させる効果が期待できる。

○イメージアップ効果

- ・ 話題性のある緑化空間を創出しイメージアップ効果が期待できる。
- ・ 地域の緑化モデルとなるようなシンボル性がある。

○環境啓発効果

- ・ 地域住民に定期的に公開している緑地がある。
- ・ 環境教育、環境学習の場として緑地を公開している。

③ 積載荷重のチェック

屋上緑化により建物上階に荷重を積載した場合には、その上階だけではなく各階にその影響が及ぶことになり、荷重は鉛直方向だけではなく地震時には建物各部に水平力がかかり、最下階には上階からの全ての荷重が集まることとなります。屋上緑化を行う場合、使用する土壌・植栽・設備などではできるだけ軽量で生育上支障のないものとし均等な荷重分布にする必要があります。

植栽荷重（土壌・排水層、樹木などの総重量）は、建物の固定荷重の一部として構造計算に組み込む必要があるため、構造設計者と緑化計画に基づく植栽荷重の確認を行う必要がありますが、構造計算時に用いる積載荷重は、その室・用途ごとの種類によって規定されており、床の構造計算用、大梁・柱または基礎計算用、地震力計算用の積載荷重値は異なります。屋上緑化が行われる屋上・バルコニーの積載荷重は、学校・百貨店以外の建物では、住宅の居室並の小さい数値が規定されています。

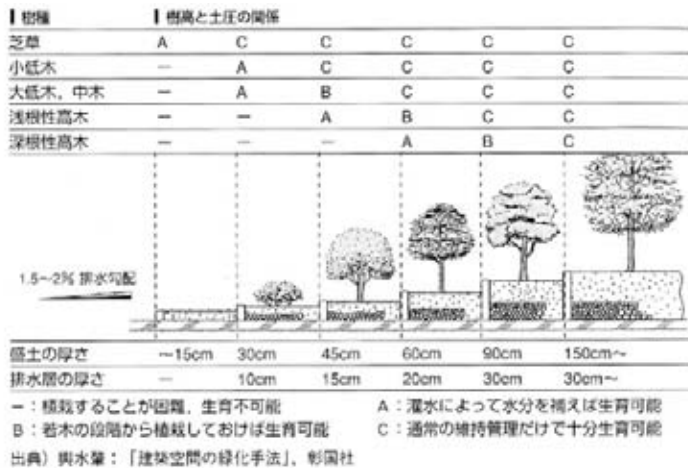
室の種類	床の構造計算をする場合		大梁・柱または基礎の構造計算をする場合		地震力を計算する場合	
	kg/m ²	N/m ²	kg/m ²	N/m ²	kg/m ²	N/m ²
①住宅の居室、住宅以外の建築物の寝室又は病室	180	1800	130	1300	60	600
②事務所	300	2900	180	1800	80	800
③教室	230	2300	210	2100	110	1100
④百貨店、または店舗の売場	300	2900	240	2400	130	1300
⑤屋上広場またはバルコニー	①の数値による。ただし、学校または百貨店の用途に供する建築物にあっては④の数値による。					

▲ 積載荷重制限(建築基準法施行令第85条より)

特に、既存建物や構造計算完了後に新たに屋上緑化を行う場合には、当初設定の荷重値内に納まるような緑化計画を行う必要があります。また植栽の成長による荷重の増加や緑地利用者の荷重分などの余裕を見ておかないと問題となる場合があります。

<植栽荷重設定上のポイント>

- 屋上緑化の仕様をできるだけ軽量で植物生育上支障がないものとする。
- 均等な分布荷重となるようにする。
- 重量のある高木植栽や築山部、およびプランターなどの集中荷重は、柱や大梁の上部に配置する。
- 築山の造成には、軽量資材(スチレンフォームなど)を利用し、軽量化を図る。
- 土壌・排水層の資材などは、湿潤時の重量を採用する。
- 土壌重量は、使用土壌の比重の違い、樹木の大きさにより異なる必要土壌厚を考慮して算出する。
- 樹木の重量は植栽時の重量だけではなく、植栽後の生育による荷重増加も考慮する。
- 植栽関連の荷重以外に、利用者やベンチなど備品の荷重も想定する。
- 将来の植栽配置変更が想定される場合には、最重量部の荷重を標準荷重として構造計算する。



導入する植栽により、おおむね必要な土壌の厚さが決定されますが、屋上緑化の荷重の大半を土壌が占めていることを考えると、植栽・土壌の選定は、荷重検討をするうえで非常に重要であることが分かります。

左表に、自然土壌を使った場合の植物と土壌の厚さの関係表と、下表に各土壌について、灌水設備の有無と植栽種ごとに分類し、標準的な緑化を行った場合の植栽総重量を示します。これらからも分かるように、土壌の軽量化、植栽の薄層化が進められている理由が分かります。

工法		芝生 地被植物	低木類	中木類 (H:約2m)	高木 (H:約4m)
自然土壌工法	土壌厚	30cm	40cm	50cm	70cm
	排水層	8cm	10cm	15cm	20cm
	土壌など荷重	528kg/m ²	700kg/m ²	890kg/m ²	1240kg/m ²
	樹木など荷重	18kg/m ²	30kg/m ²	24kg/m ²	94kg/m ²
	合計	546kg/m ²	730kg/m ²	914kg/m ²	1334kg/m ²
改良土壌工法	土壌厚	30cm	40cm	50cm	70cm
	排水層	8cm	10cm	15cm	20cm
	土壌など荷重	438kg/m ²	580kg/m ²	722kg/m ²	1000kg/m ²
	樹木など荷重	18kg/m ²	30kg/m ²	24kg/m ²	94kg/m ²
	合計	456kg/m ²	610kg/m ²	746kg/m ²	1094kg/m ²
人工軽量化土壌工法	土壌厚	15cm	20cm	30cm	50cm
	排水層	7cm	10cm	12cm	15cm
	土壌など荷重	147kg/m ²	200kg/m ²	282kg/m ²	440kg/m ²
	樹木など荷重	18kg/m ²	30kg/m ²	24kg/m ²	94kg/m ²
	合計	165kg/m ²	230kg/m ²	306kg/m ²	534kg/m ²

工法	荷重	芝生 地被植物	低木類	中木類 (H:約2m)	高木 (H:約4m)
自然土壌工法	土壌厚	15cm	30cm	45cm	60cm
	排水層	8cm	10cm	10cm	15cm
	土壌など荷重	288kg/m ²	540kg/m ²	780kg/m ²	1050kg/m ²
	樹木など荷重	18kg/m ²	30kg/m ²	24kg/m ²	94kg/m ²
	合計	306kg/m ²	570kg/m ²	804kg/m ²	1144kg/m ²
改良土壌工法	土壌厚	15cm	30cm	45cm	60cm
	排水層	8cm	10cm	10cm	15cm
	土壌など荷重	255kg/m ²	450kg/m ²	645kg/m ²	870kg/m ²
	樹木など荷重	18kg/m ²	30kg/m ²	24kg/m ²	94kg/m ²
	合計	273kg/m ²	480kg/m ²	669kg/m ²	964kg/m ²
人工軽量化土壌工法	土壌厚	8cm	15cm	25cm	40cm
	排水層	3cm	3cm	3cm	3cm
	土壌など荷重	74kg/m ²	123kg/m ²	193kg/m ²	298kg/m ²
	樹木など荷重	18kg/m ²	30kg/m ²	24kg/m ²	94kg/m ²
	合計	92kg/m ²	153kg/m ²	217kg/m ²	392kg/m ²

左表：植栽の総重量と単位面積当たりの重量（灌水なし）

右表：植栽の総重量と単位面積当たりの重量（灌水設備有り）

出典)新・緑空間デザイン技術マニュアル(1996：都市緑化技術開発機構特殊緑化共同研究会)より、樹木の重量を算出・加算を行った。

④ 安全性・避難性・防災性の確保

建築物および植栽は、法規制をクリアするとともに、安全で無理のない利用と管理ができるように設計することが求められます。多数の人が利用する場合は、避難経路の確保、手摺り高さの確保、設備機器との区画、開放時間、施錠など計画段階で安全管理を検討する必要があります。また、メンテナンスのための管理用通路も十分に確保することが重要です。植栽に関しては、強風による樹木の風倒・土壌飛散の防止対策を図る必要があります。

⑤ 周辺環境への配慮

樹木は建築物でないため直接の規制対象にはなりませんが、都市の住宅地の場合、高木などを屋上に植えることにより周辺近隣に日照障害や緑化施設の転落など悪影響を及ぼさないように計画する必要があります。

① 屋上緑化計画のポイント

屋上緑化の計画・設計は、単に緑化の目的に合わせるだけではなく、広く・長い視点を持って検討を行うことが大切です。ここでは屋上緑化計画のポイントとして、下記の3項目を取り上げます。



○ 屋上緑化の植栽を取り囲む環境を理解する

屋上緑化の植栽は、一般的に強風、夏季の高温、乾燥、強い日射など厳しい環境の中で生育していかなくはなりません。計画時には、緑化しようとする屋上の環境特性を事前に調査し、適切な植栽選定・対処方法の検討が必要となります。

○ 屋上緑化による環境への効果を理解する 「省エネルギー効果について」

- ・断熱効果 ……植物層・土壌層は断熱材となり、建築内部の空調負荷等を軽減します
- ・日射遮蔽効果 ……植物層による日射の遮蔽により建築内部への熱進入量を減少させます
- ・蒸散効果 ……植物からの水の蒸散作用により、放熱・冷却効果があります。

○ 屋上緑化に係るコストを理解する

屋上緑化に係るコストを長期のライフサイクルで見ると、当初の設置費用だけではなく、日々の保守・維持管理費が大きな比重を占めます。屋上緑化の植栽構成や配植は、緑化目的に合わせるのと同時に、維持管理を考慮した合理的な計画にすることが必要となります。



② 屋上環境とその対策

風、温度、湿度、日射・日照、潮風害、建築設備などが植栽の成長に大きな影響を及ぼします。緑化しようとする屋上の環境特性を事前に調査し、適切な対処が必要となります。

○ 風対策

屋上に吹く風は、地上高が高くなるに従い風速が増加し、過剰な蒸発散による植物生育への障害や強風による風倒も予測されるため、防風対策や防風植栽、耐風性のある植物を植栽するなどの処置が必要となります。



○ 温度対策

夏季における屋上面は場所によっては 50~80℃にも達し、植物にとって過酷な温熱環境となります。また、地表温度は材質の差、色彩、日射量、含水量の影響を大きく受けますが、一般に黒色系統のほうが地表温度は高くなり、含水量の多いほうが低くなる傾向があります。



○ 湿度(乾燥)対策

屋上の湿度は地上とさほど差異がなく、または低湿度とされています。しかし、屋上地盤は地上と異なり、地下からの水分供給がなく、強風のために乾燥しがちで、乾燥に耐える樹種の選定や灌水設備の設置、保水性の高い改良土壌や人工軽量土壌の使用などに配慮する必要があります。



○ 日射・日照対策

一般的に水平面である屋上に届く日射量は一日を通じて非常に大きく、また植栽に近接している壁面や床面からの反射も強いいため、幹焼けや葉焼けのしづらい樹種の選定や配置を考慮する必要があります。日射に対する反射は、色や含水量、植栽の有無などによって異なりますが、白系色が強く、表面に凸凹があると反射は拡散して強くなる傾向にあります。



○ 潮風害対策

屋上など突出した場所での植栽は潮風による害を受けやすくなっています。特に、台風直後や潮の匂いがする場所、海岸に遮蔽物がない場所、季節風が海から吹くような場所などでは耐潮性のある樹種の選定や、洗浄などの維持管理の検討が必要となります。



○ 建築設備などによる影響への配慮

空調冷却水の飛散汚染、設備排気による植物生理障害などがあるので注意する必要があります。



③ 植栽

緑化目標を具体的に達成するために、植栽位置、樹種、構成等の植栽計画を定める必要があります。

■ 緑化位置

一般に緑化位置は高いところにあるため、自然の強風や、周辺の高層建築物からのビル風、日陰等の影響を受けやすい状況にあります。そのため、各種の環境特性（計画・設計②）を把握し、これに基づいて植栽位置の変更、植栽基盤、樹種の選定、養生、維持管理方法等を検討する必要があります。

■ 植物の選定

緑化計画を立てる場合には、植物材料の特性を理解し、屋上緑化空間の環境に適した植物を選定する必要があります。

<選定のポイント>

- 鑑賞性 : 樹形、色、テクスチャー等、デザイン、好みに適した植物
- 合目的性 : 緑化目的に適した植物
- 環境適性 : 環境圧に耐える植物
- 生長特性 : 樹形、移植、生育の難易、刈込の適否等
- 管理性 : 病虫害の多少、剪定のしやすさ
- 社会性 : 建物及び周辺環境との調和

■ 植物構成と配植

植栽の構成は、平面的ではなく立体的に考慮する必要があります。さまざまな環境圧を軽減させる方向で、高、中、低および地被植物を複合的に組合せ、高さ、幅、配植、密度、形状、寸法を定めます。

<構成のポイント>

- 高木を植栽する場合は、十分な風倒防止策が必要。
- 風上の植栽は密植し、植栽内部に風を入れないようにする。
- 単木で植栽する場合は、風の当たる面積の少ない樹種、樹形を選択する。
- 中・高木の植栽密度は、植栽後2～3年で樹冠がふさがり程度とする。
- 低木・地被植物・マルチング等により土壌を露出させないようにする。
- 芝生等人が歩行する場所は、パーライトなど固結しない土壌を使用し、頻繁に人が踏みつけるところは、芝生保護材を使用する。

▼代表的な屋上緑化植物

高中木	(常緑)	ウバメガシ、オリーブ、カイズカイブキ、ヒバ類、キンモクセイ、サザンカ、ソテツ、ソヨゴ、ツゲ、ヒイラギモクセイ、マサキ、ネズミモチ、ヤブツバキ
	(落葉)	アキニレ、ウメ、エゴノキ、コナラ、モクレン、ハナカイドウ、ムクゲ、ヤマボウシ、リョウブ
低木	(常緑)	アセビ、アベリア、カンツバキ、キョウチクトウ、クサツゲ、シャクナゲ、シャリンバイ、ツツジ類、トベラ、ナンテン、ハイビャクシン、ハマヒサカキ、ヒイラギナンテン
	(落葉)	アジサイ、ガクアジサイ、ボケ、コデマリ、ハギ、ヤマブキ、ユキヤナギ、レンギョウ、ライラック
グラウンドカバーなど		コウライシバ、コクマザサ、コトネアスター類、セダム類、フッキソウ、ヘデラ類、ピンカ・ミノール、マツバギク、リュウノヒゲ、各種ハーブ類、ヤブラン、ヘメロカリス

出典)新・緑空間デザイン技術マニュアル(1996：都市緑化技術開発機構特殊緑化共同研究会)



○ システム薄型緑化

既存ビルの屋上を緑化するには、建築物の許容積載荷重や運搬の問題をクリアしなければなりません。一般的に構造条件が厳しく、緑化するにあたっては軽量土壌を使用することが多くなります。また、システム緑化工法やシート緑化工法など、軽量で施工性の良い工法があり、最近の事例においてよく見られます。

(詳細は、巻末をご参照下さい)

例)

帝国ホテル(東京都千代田区)

環境ミュージアム(北九州市八幡東区)

④ 土壌

屋上緑化に利用できる土壌には、自然土壌、改良土壌、人工軽量土壌があります。それぞれ、比重、必要な植栽土壌の厚さ、灌水装置の必要性の有無、施工性、価格など特性には違いがあり、計画時には、建築物の荷重限度や対象空間の条件に合った土壌を選択していく必要があります。

比較項目	自然土壌工法	改良土壌工法	軽量人工土壌工法
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・関東・東北では黒ボクやロームなどの火山灰土壌、関西・九州ではマサ土、東海ではサバ土などの山砂系土壌が使用されている ・栄養分や透水性、保水性などの改良を必要とする場合も少なくない 	<ul style="list-style-type: none"> ・自然土壌に改良資材を混入して、軽量化を図りながら保水性や通気性を高め、人工地盤に適するように改良した土壌 ・パーライトやバーミキュライト、ピートモスなどを混入 	<ul style="list-style-type: none"> ・特殊空間での緑化のために開発された土壌で、超軽量で薄型にできる ・無機質系の人工土壌と有機質を混合した人工土壌、有機質系の人工土壌など、各種の軽量人工土壌が開発されている
湿潤時比重	湿潤時:1.6~1.8	湿潤時:1.1~1.3	湿潤時:0.6~0.8
灌水	<ul style="list-style-type: none"> ・十分な土壌厚が確保できない場合や集中的に管理ができない場合には、ドリップ式などの灌水設備が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・十分な土壌厚が確保できない場合や集中的に管理ができない場合には、ドリップ式などの灌水設備が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・雨水利用型や特にドリップ式などの灌水設備を必要としないものもある
排水層	<ul style="list-style-type: none"> ・排水層(ホワイトローム TC)厚さ10~20cm 必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・排水層厚さ10~20cm 必要(ホワイトローム TC) 	<ul style="list-style-type: none"> ・排水層(ホワイトローム TC)5~10cm の他、特殊な排水マットを使用。排水層が不要のものもある
樹木支柱	<ul style="list-style-type: none"> ・風が強い場所や高木には、グランドサポートのような支持力の強い支柱が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・風が強い場所や高木には、グランドサポートのような支持力の強い支柱が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 土が締まらないので、グランドサポートなどの支持力の強い支柱が必要
土壌管理	<ul style="list-style-type: none"> ・乾燥防止のために、パークチップなどのマルチング材を敷く 	<ul style="list-style-type: none"> ・乾燥防止のために、パークチップなどのマルチング材を敷く 	<ul style="list-style-type: none"> ・土壌の飛散防止、景観上などの点から、表面にマルチング材を敷く必要がある
比較項目	<ul style="list-style-type: none"> ・根詰りや土壌の劣化が生じ、土壌の取り替えが必要になる可能性がある 	<ul style="list-style-type: none"> ・根詰まりの防止や固結防止などのために定期的な土壌管理が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・維持管理は容易。管理不要と称する製品もあるが、長期の実績は少ない
施工性	<ul style="list-style-type: none"> ・悪い。重いため運搬や荷揚げがめんどろ。泥の汚れ防止のための十分な養生が必要。改良材を混ぜる時はヤードが必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・悪い。一般的に現地で混合を行うため、運搬以外に混合の手間がかかる。改良材を混ぜるときはヤードが必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・良い。汚れにくい。雨天でも施工可。軽量のため運搬や荷揚げが容易だが、風で飛散しやすいものもある
建設費	<ul style="list-style-type: none"> ・材料単価は安いですが、構造補強や施工費用などのコストはアップする 	<ul style="list-style-type: none"> ・材料単価は自然土壌に加え改良資材のコストと混合費用が余分にかかる 	<ul style="list-style-type: none"> ・材料単価は高いが、構造や施工費用などのトータルコストは安くなる場合がある
適用	<ul style="list-style-type: none"> ・駐車場の上の公園など、大規模で管理が容易な場所に適する ・菜園や果樹栽培する場所などに適する 	<ul style="list-style-type: none"> ・一般的な人工地盤の緑化に多く使用されている 	<ul style="list-style-type: none"> ・一般的な人工地盤の緑化に多く使用されている ・アトリウムや屋上緑化などで、特に荷重条件が厳しい場所や客土厚がとれないような場所に適する ・既設の建築物屋上緑化などに適する

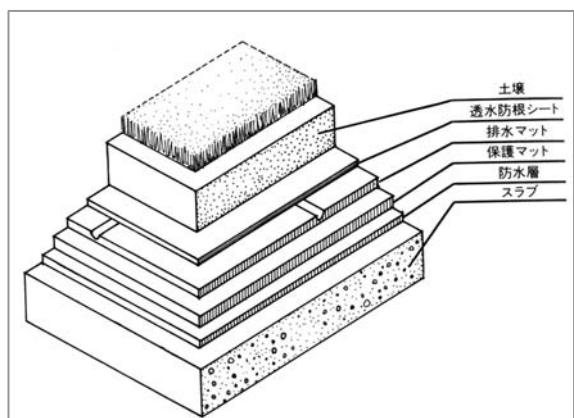
出典)新・緑空間デザイン技術マニュアル(1996:都市緑化技術開発機構特殊緑化共同研究会)

⑤ 防水工法

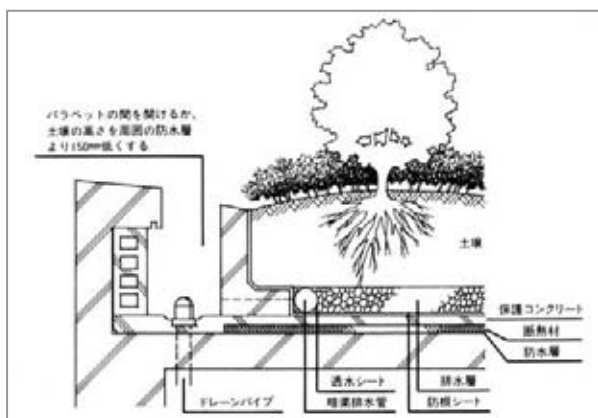
人工地盤上の防水は、建物内部への漏水を防ぐため十分に行う必要があります。微細な部分までもれなく防水設計を行い、特に土壌と接する部分及び排水ドレンの水仕舞に注意して設計することが重要です。また、人工地盤からの壁面の防水立ち上がりにも十分に配慮する必要があります。

<防水工法のポイント>

- 常時湿潤状態を想定し、漏水の危険性の少ない防水工法とする。
- アスファルト防水工法、改質アスファルト防水工法を主とする。
- 防水接合部は、シート溶着工法など接合部の漏水の危険性の少ないものとする。
- 防水材は、劣化による取替えが必要ないよう、耐用年数の長いものを使用する。
- 植物の根張りによる防水層破壊の恐れが無いように、防水層上面を押えコンクリートまたは防根シートにより保護する。
- 防水立ち上がり部の施工及び防水材と排水ドレンの接合部等は、漏水しないように入念に施工する。
- 荷重軽減のため押えコンクリートを打設しない場合、耐衝撃層を設置して防水層を保護する。



▲ 緑化防水工法の例



▲ 防水層の納まり

出典) 新・緑空間デザイン技術マニュアル(1996: 都市緑化技術開発機構特殊緑化共同研究会)

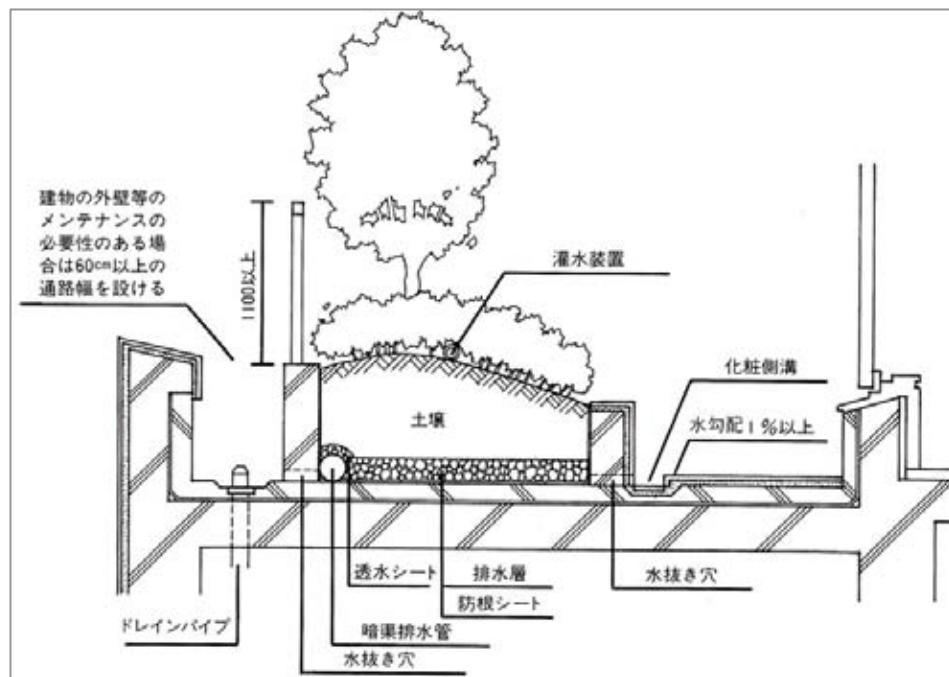
⑥ 排水

屋上緑化での雨水排水を考えた場合、緑化による雨水の穏やかな流出、貯留など、従来の緑化しない屋上の雨水計画とは異なる条件が生じます。余剰な雨水を速やかに排水するように排水方法や排水勾配などを十分に検討する必要があります。

<排水のポイント>

- 緑化される屋上空間の排水設備計画をする場合も、基本的には通常の排水計算に基づいた設計をし、緑化によって安全側に作用すると考えるのが望ましい。
- 排水のための水勾配は最低 1/100 以上とし、勾配は必ず躯体でとる。できれば 1/75 以上とすることが望ましい
- 屋上においては、排水管は最低管径 75 mm以上とする。できれば 100mm 以上の管径が望ましい。
- ルーフドレインは 1 空間最低 2 個所以上設置することを原則とする。
- 排水溝部分の水勾配は、最低 1/100 以上とする。
- 植え込み内にドレインを設置する場合、土や落葉による目詰まりを防止するために点検可能な柵を設ける。
- 皿形ルーフドレインは、落葉や土で目詰まりを起こしやすいので避ける。

▼一般的な屋上緑化の場合の排水断面図



出典) 新・緑空間デザイン技術マニュアル(1996：都市緑化技術開発機構特殊緑化共同研究会)

■排水層

▼排水層の資材と特徴

資材	特徴
砂利	<ul style="list-style-type: none"> ・ 土壌の厚さの1/5以上の厚さが必要。重い ・ 土木などで使用。一般の屋上では使用しない
火山砂利	<ul style="list-style-type: none"> ・ やや軽量で多孔質。微粒子のものの使用は不可 ・ 自然土壌工法などで使用されている
パーライト	<ul style="list-style-type: none"> ・ 軽量で通気性と保水性があり、排水能力に優れる ・ 改良土壌工法、人工軽量土壌工法などに使用されている

出典) 新・緑空間デザイン技術マニュアル(1996：都市緑化技術開発機構特殊緑化共同研究会)

▼植栽基盤と排水層との関係

雨水の状況	水抜穴の位置	植栽基盤と排水層との関係	工法・特徴
排水型	最低部	分離型植栽基盤	<ul style="list-style-type: none"> ・ 一般に広く利用されている基盤構造 ・ 土壌が薄い場合や保水性の低い土壌を使用した場合、乾燥害が出やすいので灌水装置が必要となる。
		一体型植栽基盤	<ul style="list-style-type: none"> ・ 特殊な人工軽量土壌で利用されている基盤構造。 ・ 施工性が良い。一般土壌では無理。
貯留排水型	最低部	分離型植栽基盤	<ul style="list-style-type: none"> ・ 特殊な排水資材を利用した基盤構造。 ・ 根腐れの心配がなく貯留できる。土壌の種類を問わない。下からの水の補給により乾燥害が少なくなる。省資源タイプ。
	中間	分離型植栽基盤	<ul style="list-style-type: none"> ・ 下部に水を溜め、余分な水を排水する基盤構造。 ・ 根腐れ防止の処置が必要。施肥などによる塩類が集積しやすくなるので注意する。下からの水の補給により乾燥害が少なくなる。省資源タイプ
貯留型	なし	一体型植栽基盤	<ul style="list-style-type: none"> ・ ハイドロカルチャーなど特殊な基盤構造 ・ 屋外では難しい。排水口の設置が難しい。屋内緑化に向く。根腐れ防止の処置が必要。

出典) 新・緑空間デザイン技術マニュアル(1996：都市緑化技術開発機構特殊緑化共同研究会)

■排水設備

人工地盤の緑化では、大雨の際の対策としての側溝やドレインパイプなどによる表面排水設備と、土壌の底面の排水（暗渠排水）設備の設置が必要になります。

▼排水設備の素材と方法

排水方法	素材	特徴
全面排水	合成樹脂系透水板	保水タイプ ・ 皿型構造で貯留し、余分な水を穴より排出。植栽基盤の厚さが薄くできる
		非保水タイプ ・ 厚さは7～50mm。軽量。耐圧性のものがある。施工性、排水性が良い。
集水排水	合成樹脂系透水板	非保水タイプを使用して集水排水。板状で排水能力が高い。薄型で造形が容易。
	合成樹脂系透水管	軽量。曲線部分の施工も可能。一般的に使用されている。
	パーライトづめ透水管	軽量。曲線部分の施工も可能。排水能力は合成樹脂系透水管より劣る。
	透水性U字溝の逆設置	重い。曲線部分の施工が難しい。施工性が悪い。

出典) 新・緑空間デザイン技術マニュアル(1996：都市緑化技術開発機構特殊緑化共同研究会)

⑦ 灌水

■ 給水設備

屋上等での給水は主に雨水によりますが、無降雨の日が続くときを考慮して給水設備を設ける必要があります。植物の維持に必要な水分の補給のため植栽規模に応じた給水管を設置し、その給水管が露出しないような配管経路、隠蔽の方法を考慮します。自動灌水設備を採用する際にも、予備として人工散水用の水栓を別に設置します。高架水槽による場合は、水圧が確保されないことがありますので注意が必要です。

▼ 水の性格

水の種類	性格
上水	一般的に灌水、池等に利用される。ひさしのため雨水の供給が少ない場所は塩類の集積が起こり植物に悪影響を与える。(中水も同様)
中水	中水中の成分のため、スライムの発生が起こる場合もある。灌水装置は、フラッシュ弁等の対策が必要。成分中に窒素が多い場合は施肥の量を調整。
雨水貯留水	貯留中の害虫発生を防ぐため、貯留施設にはふたを設ける。雨水の汚染がひどい場合は沈殿、濾過層が必要になる。

出典)都市建築物の緑化手法(1994：東京都新宿区)

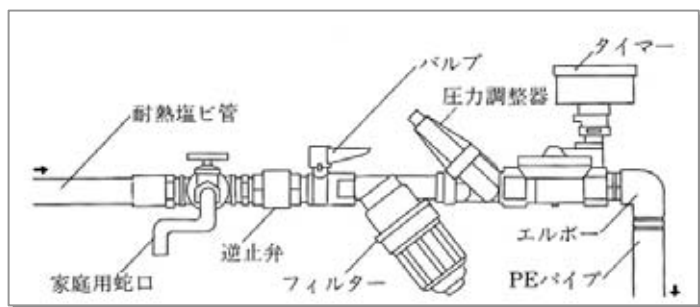
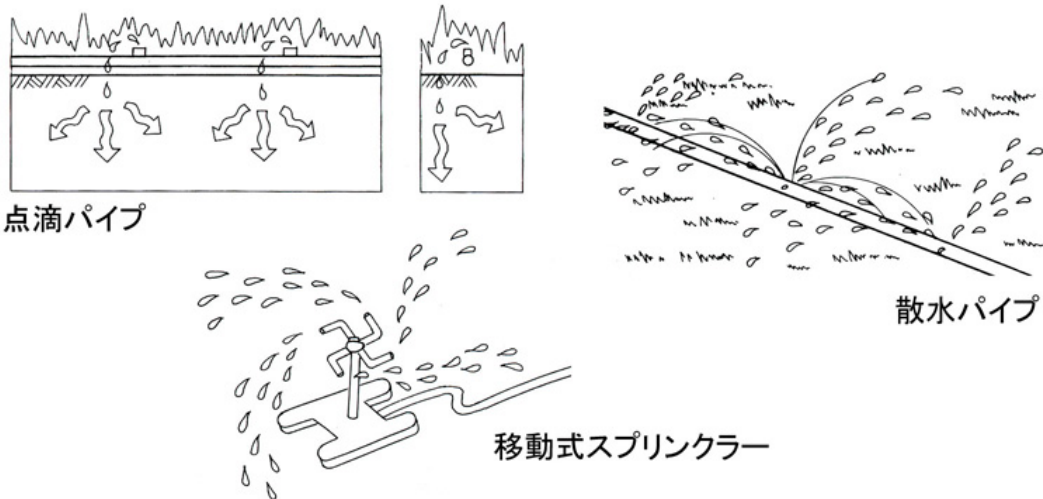
■ 灌水設備

灌水設備を設け、人工的に灌水を行い乾燥を防ぐ必要があります。灌水の間隔と量は、降雨量、土壌の質、量により異なりますが、的確な水量を灌水するためにも、灌水装置が望まれます。

▼ 灌水用装置

灌水用装置		内容
スプリンクラー	移動式	ビニールホース等に接続して行う。散水範囲は狭い。通常上水を使用し、作動および移動は人が行う。
	樹木上部設置式	樹木の上に設置し葉の洗浄作用もある。散水範囲は水圧、器具によって変えられる。加圧装置が必要。散水範囲内に人のいない時間帯に作動させる。
	ポップアップ式	芝生地に設置する。芝生面と同一の高さに設置可能。
	ミスト式	霧状の散水で範囲は狭い。上水をそのまま利用できる。
散水パイプ		地表に露出した、固定された配管であるため、水のかからないところが出来やすい。点滴パイプより配管は短い。
点滴パイプ	ドリッパー後付け	灌水むらができにくく植込みの外へ飛び散らない。配管が長くなる。地中埋設が可能。踏み付けるとドリッパーがはずれることがある。
	ドリッパー内蔵	特徴はドリッパー後付けと同様。踏み付けでもドリッパーがはずれない。ドリッパーの間隔は一定であるが多量の水を必要とする所はドリッパー後付けによる増設も可能。効率のよい灌水が可能。
浸出しパイプ		土壌の乾燥度に応じて自動的に水が浸み出す。使用水量は少なく効率的。地中に埋設し、踏み付けによる破損の心配はない。灌水時間がかかる。長期間灌水しないとパイプ内に空気が入り灌水むらができるため、端末に電磁弁をつけて予防する。

出典)都市建築物の緑化手法(1994：東京都新宿区)



▲自動灌水装置 出典)都市建築物の緑化手法(1994：東京都新宿区)

<灌水のポイント>

- 雨水や中水の再利用が望ましい
- 井戸水を利用する場合には水質を調査した上で、使用する必要がある。
- 雨水を貯めて利用する場合、貯留装置にはゴミや害虫が発生しないような蓋などを設け、また子供などが溺れないような構造や配置とする。雨水の汚染がひどい場合には、必要に応じてろ過装置や沈殿層を設ける。
- 中水を利用する場合、水質を調査した上で使用する。中水中の成分には窒素やリンが多い場合があるので、施肥の量や質の調整が必要となる場合がある。
- 水道水を利用する場合には、水道法により水道水を常設として直接土中に設置することはできず、蛇口から着脱可能な機器を使用する。上水供給栓より上部に配管もしくは灌水器具を設置しないこと。また、逆止弁をつけることとし、リフト型逆止弁を原則とし、スイング型逆止弁は立上がり部分に限って使用すること。
- 高架水槽からの給水も、水道水の利用と同様である。
- 配管の中に溜まった水が日中に熱くなり、その温水を植物に散布することを防ぐために水抜用に最末端にフラッシュ弁(水抜弁)を取り付けることが望ましい。
- タイマーには電池式と一般電源、ソーラーを使うものがある。落雷時のサージで機器が破壊されることがあるので注意する。
- 土壌水分センサーは植栽部分内の設置場所によって水分の変動が大きいので、数箇所測定する必要がある。

⑧ 保水

■ 保水

保水・乾燥防止のために土壌の表面をマルチング材で覆ったり、雨水の有効活用と灌水作業の軽減のため、基盤にプラスチック製のパネルや繊維質マットの層を設け雨水を基盤に溜める方法や、土壌に粒上の吸水材を混入する方法も有効となります。マルチング材は保水効果以外に、冬の保温、雑草の繁殖を抑える効果、土壌の飛散防止効果があります。

▼ マルチング材の種類と効果

種類	雑草防止	乾燥防止	土壌改良	美観	施工性
敷きわら	○	◎	◎	○	○
パークチップ	○	◎	○	◎	◎
ウッドチップ	○	◎	○	○	◎
樹皮繊維	○	◎	◎	◎	◎
火山砂利	○	○	—	○	◎
特殊な紙	◎	◎	—	△	△
雑草防止シート	◎	○	—	△	△

凡例) ◎:優れる ○:普通 △:難がある —:効果なし

出典) 新・緑空間デザイン技術マニュアル(1996:都市緑化技術開発機構特殊緑化共同研究会)

<マルチング材の使用効果>

● 水分蒸発防止

表層にマルチング材を敷き均すことにより、直射日光・風などによる土壌内の水分の蒸発・乾燥を防止する。

● 雑草防止

雑草が繁殖してくると、植栽直後のまだ根が活着していない苗木・地被類などの植物は、雑草の生育する勢いに負けてしまい、活着率の低下・生育不良を引き起こす可能性が高い。また植栽後のメンテナンスのなかでも雑草の除去は大きな問題となっている。マルチング材は、飛来した雑草の種子を土壌に寄せつけず、また雑草の生育を阻害する効果が高い。

● 土膜形成

法面などにおける植栽地において土壌がむきだしの状態の場合、雨水や灌水した水により土層が流出して土膜形成を崩す可能性がある。そのため、表層にマルチング材を敷き均すことにより防止する。

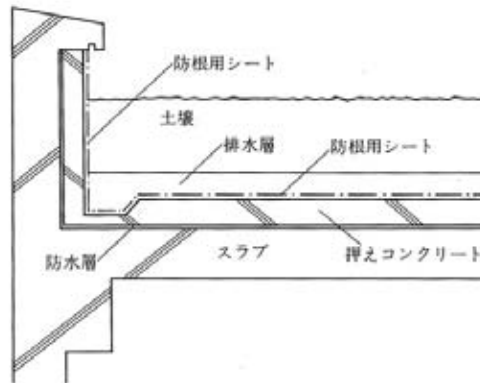
● 踏圧防止

植栽地に人が入り込むことが予想される場所では、マルチング材を敷くことによりクッションの効果によって、土壌への直接的な踏圧を回避できる。

⑨ 防根対策

植物の根が防水層の隙間に侵入すると、漏水の危険性が飛躍的に増大します。そのため、防水層を根の伸長に耐える構造にするとともに、防根用シートの併用等も考える必要があります。

■ 防根シート



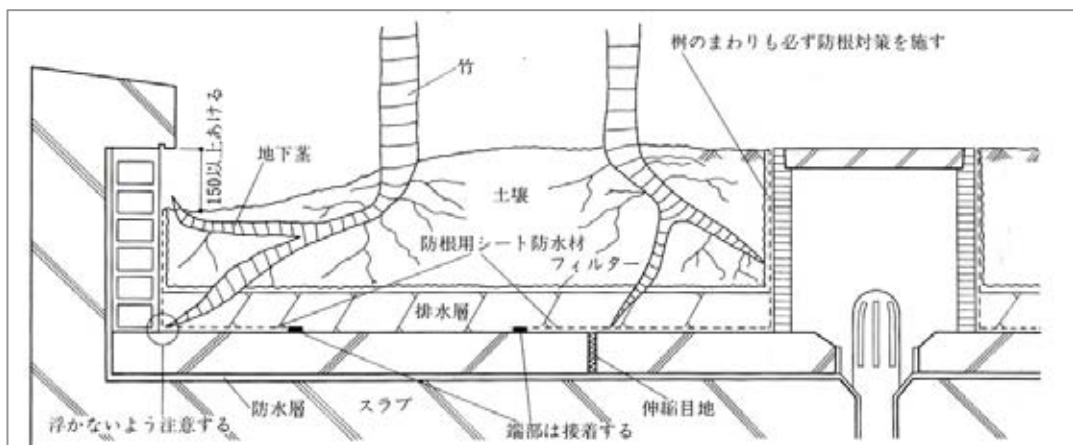
出典)都市建築物の緑化手法(1994：東京都新宿区)

▼ 防根シートの特徴

材料	材料組成		施工法、特徴
不透水系シート	不透水性のポリエチレンフィルム等		植栽基盤の排水層の下に敷きつめる。接合部はオーバーラップを充分にとり施工する。排水層まで根が侵入し、排水機能が悪くなるおそれがある。
透水系シート	物理的	化学繊維を密に織ったもので微細な根も通さない。	植栽基盤の排水層の上に敷き込む。排水機能を低下させない。
	化学的	化学物質で、根の生育をとめる。(約50年有効)	化学物質で根の発育を防止する。シート上面4～5cmまで根の生育しないスペースができる。排水層の上に敷きこむ。

出典)都市建築物の緑化手法(1994：東京都新宿区)

▼ 防根対策の注意点



出典)都市建築物の緑化手法(1994：東京都新宿区)