

知っておきたい

屋上緑化の基礎知識



目次		
1	屋上緑化を計画・設計する上での留意事項	01
2	屋上緑化と高耐久防水	02
3	屋上の積載荷重と植栽基盤	03
4	漏水防止対策	07
5	屋上緑化での風対	09
6	土留め材と床材	11
7	セダム緑化	13
8	薄層緑化工法	15
9	屋上の芝生	17
10	屋上緑化での植栽	18
11	屋上のエディブルガーデン・屋上菜園	20
12	屋上のレインビオトープ	22
13	全面緑化	24
14	屋上の設備機器ヤードの緑化	25

エコ&ヒーリングランドスケープコンサル

樹木医・環境造園家 豊田幸夫

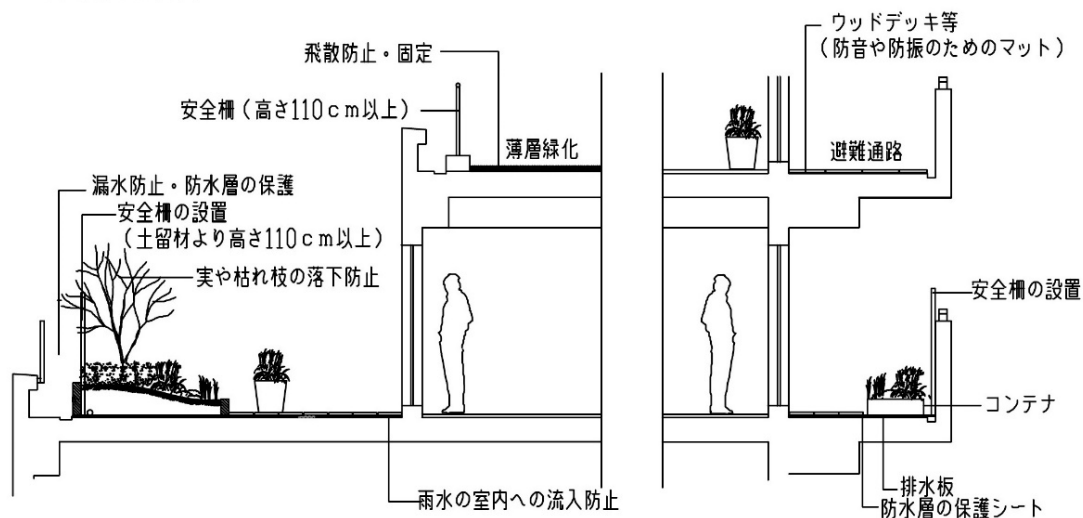
1. 屋上緑化を計画・設計する上での留意事項

- ① 60年または80年仕様の高耐久防水にし、持続可能な屋上緑化の漏水防止対策が望ましい。
- ② 屋上を利用する計画では階下への音や振動防止対策と転落防止・落下防止などの安全対策をする。
- ③ メンテナンスを考慮した計画とする。
- ④ 荷重条件内で植栽基盤の確保と整備をする。
- ⑤ 漏水防止対策をする。
- ⑥ 強化ガラスの設置や地下支柱、火山砂利系のマルチングなど風対策をする。
- ⑦ セダム緑化や薄層緑化は十分な飛散防止対策をする。
- ⑧ 植栽環境条件に適した植栽とし、乾燥と風害に強い樹木の選定、風の影響を考慮した樹木の配置。
- ⑨ 自動灌水設備と一般の散水栓、電源を設ける。

2. 屋上緑化での安全対策と近隣への配慮

安全対策と近隣への配慮		
分類	項目	内容・対策
建物に対する安全対策	積載荷重	・植栽基盤の軽量化、軽量の資材の使用等。
	漏水防止	・排水勾配、防水層の保護、ルーフトレンカバーを設置する。 ・パラペットとの納まり、室内への雨水流入防止を図る。 ・植込み内の排水、テラス部分の雨水排水を妨げない。 ・ドレンの定期的な清掃が可能なものとする。
人に対する安全対策	転落防止	・手すりの高さを110cm以上にする。 ・花壇の縁などに足をかけて転落しないようにする。 ・足がかりになるものを置かない。 ・ラティスも110cm以上で、ラティスに足がかからないようなものとする。
	落下防止	・枯枝や実などが落ちてケガなどをさせないように、樹木の配置には注意。 ・倒木や物が飛ばないようにしっかりと固定する。
近隣への配慮	防音	・ウッドデッキのガタつきを防ぐ。ゴムマットなどを敷く。
	汚れ	・落葉やツル植物が階下に影響しないように管理する。
	水	・階下に水が降りそそがないように水やり方法に注意する。
防災への配慮	避難経路	・避難経路、避難用隔壁、避難用ハッチ部分に物を置かない。

安全対策模式図



1. 屋上緑化での防水工法

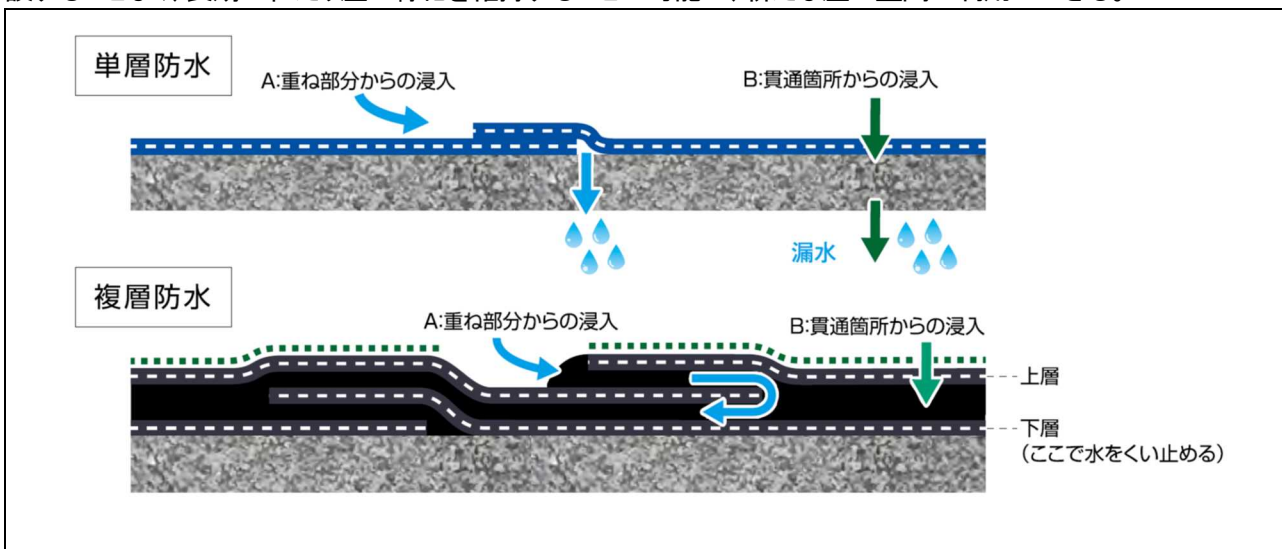
防水工法には、アスファルト防水、改質アスファルトシート防水、合成高分子系シート防水、塗膜防水などがある。その他、ステンレスシート防水、ケイ酸質系塗布防水など多様な防水材がある。屋上緑化で採用に当たっては、水密性、耐荷重性、耐改修性を考慮し、判断する。

屋上緑化を実際に行う場合、防水工法を決めるだけでは不十分で、具体的にどのような材料を使用し、どのような仕上げにするのかなど、細かく指示する必要がある。屋上緑化をする場合には保護層のあるアスファルト防水が一般的にはであるが、通常20年前後で改修が必要となり、屋上緑化をした場合、撤去費用と再度建設費用がかかることになり、修繕工事費用が問題となる。しかしながら、高耐久性で60年または80年改修が不要の高耐久防水が開発され、高耐久性防水を使用することにより、防水層の改修不要の持続可能な屋上緑化が可能となった。

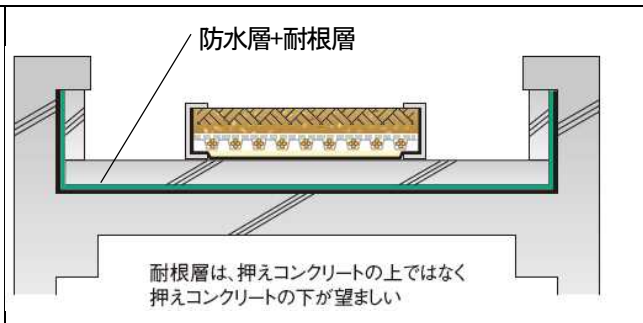
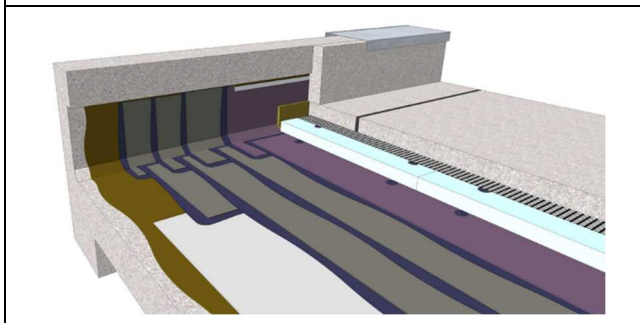
2. 高耐久防水の特長

高耐久防水とは、改質アスファルトルーフィングを4層重ねた上に断熱材を設置し、保護コンクリートで仕上げる「改質アスファルト防水冷熱併用法・外断熱保護4層仕様」。60年仕様と80年仕様がある。

防水層に躯体と同程度の耐用年数を持たせることで、防水層の改修を不要にするという考え方。立上り端部やルーフドレンの定期的なメンテナンスは必要だが、平面部の防水改修不要となるため、屋上緑化資材・樹木を移設することなく、長期にわたり屋上緑化を維持することが可能で、新たな屋上空間の利用ができる。



- 積層により生まれる物理的強度…ルーフィングが4層重なることで、突起物の落下を受けても容易に貫通せず、面荷重を載せても破断等にいたらない物理的強度を有する。



・APX-080R
 (適正勾配:1/100~1/50、重量目安(断熱材 60 mm):
 15kg/m²、基本耐用年数:80年)

・保護層がある場合には、植栽帯の外でも植物が繁茂するケースがあり、耐根層は防水層の直下にできるだけ広く施工するのが望ましい。

* 引用図書:「知っておきたい屋上緑化の基礎知識 防水編」(公財)都市緑化機構 環境緑化技術共同研究会

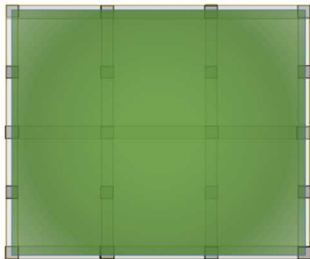
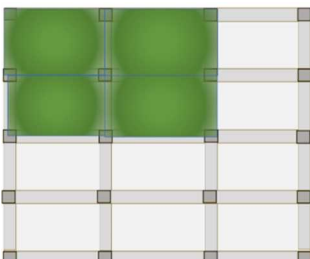
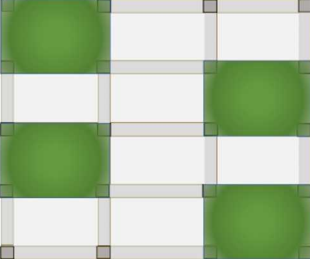
1. 建築物の積載荷重(建築基準法施行令第 85 条)

構造補強をする場合は別として、建物の床に載せることができる荷重は、建物の用途ごとに定められている。

建築物の積載荷重(建築基準法施行令第 85 条)			
種類	床の構造計算時	大梁、柱または基礎の構造計算時	地震緑計算時
① 住居の居室など	180kgf/m ² (1800N/m ²)	130kgf/m ² (1300N/m ²)	60kgf/m ² (600N/m ²)
② 事務所	300kgf/m ² (2900N/m ²)	180kgf/m ² (1800N/m ²)	80kgf/m ² (800N/m ²)
③ 教室	230kgf/m ² (2300N/m ²)	210kgf/m ² (2100N/m ²)	110kgf/m ² (1100N/m ²)
④ 百貨店・店舗売場	300kgf/m ² (2900N/m ²)	240kgf/m ² (2400N/m ²)	130kgf/m ² (1300N/m ²)
⑤ 屋上広場・バルコニー	①の数値による。ただし学校と百貨店は④による。		

2. 屋上緑化の積載荷重

屋上を構造補強することによりいろいろな屋上庭園が可能。

＜屋上広場で①の数値の場合＞	
	A. 全面緑化の場合は、地震力計算時の 60 kg/m ² を採用し、総荷重は 60 kg × 屋上面積を超えないようにする。
	B. 床を支える梁や柱への負担を考慮し、積載する植栽帯が床を支える梁をまたいで、広範囲に及ぶ場合には「大梁、柱または基礎の構造計算時」に記されている 130 kg/m ² (180 kgの約 7 割)にまで荷重を減らして設置する。 また、屋上緑化を支える柱・梁に 2 面以上の床荷重が載っているため、屋上緑化の積載荷重は、柱梁の架構荷重 130 kg/m ² を採用する。
	C. 植栽帯を分散して設置し、個々の梁・柱に 2 面以上の荷重が載らない場合には、屋上面積の 1/3 以下、床荷重を 180kg/m ² 以下で緑化が可能になる。 表の「床の構造計算時」より、1 m ² あたり 180 kgの重さに十分耐えられるように設計することが定められている。したがって、屋上に緑化を計画する際には、樹木・客土などを総合して、180 kg/m ² を超える重さとならないように注意する。
1 m ² に 180 kgを載せる場合には、構造上のスパンをまたがない範囲とし、複数のスパンにわたり植栽帯を設ける場合には 130 kg/m ² 以内とする。全面緑化では 60 kg/m ² 以内とする。いずれも屋上に載せる総積載荷重は 60 kg × 屋上面積を超えないように十分に注意する。	
* 引用図書:「知っておきたい屋上緑化の基礎知識 防水編」(公財)都市緑化機構 環境緑化技術共同研究会 HP	

3. 積載荷重チェックシート

植物や土壌以外の土留め材や床材、パーゴラなども計算に入れる。

積載荷重チェックシート				
資材	仕様・規格	重さ・比重	数量	重量(kg)
土壌		比重 * 土壌厚	m ²	
排水層		比重(重さ) * 厚	m ²	
植栽植物	樹木	重さ	本	
	灌木	重さ	m ²	
	地被	重さ	m ²	
土留め材		重さ	m ²	
床材		比重(重さ) * 厚	m ²	
施設	パーゴラ等	重さ	基	
その他				
総重量				kg
基準重量	地震力荷重 * 屋上緑化対象面積 =			kg

4. 主な排水資材と外構資材の比重

主な排水資材と土壌改良材の比重		主な外構資材の比重	
黒曜石パーライト	:0.2 前後	ウッドデッキ	:0.9 前後
真珠岩パーライトの湿潤時	:0.6 前後	砂利、砂	:1.7~2.1 前後
パーミュクライトの湿潤時	:0.6 前後	レンガ	:2.0 前後
ピートモスの湿潤時	:0.8 前後	コンクリート	:2.3 前後
火山砂利	:0.8~1.4 前後	御影石	:2.8 前後

5. 樹木の重さ(例)

芝生	: 18 kg/m ² 前後	低木(H0.3m前後)	: 2kg/本前後
地被、草花類密植	: 25 kg/m ² 前後	中木(H2m前後)	: 30kg/本前後
灌木類密植	: 25 kg/m ² 前後	高木(H3m前後)	: 50kg/本前後
生垣	: 45 kg/m ² 前後	高木(H4m前後)	:200kg/本前後

* 高木で大きくなる樹木は、樹木の生長を考慮して余裕のある重さとして計算する。

6. 屋上緑化に使用する土壌の種類

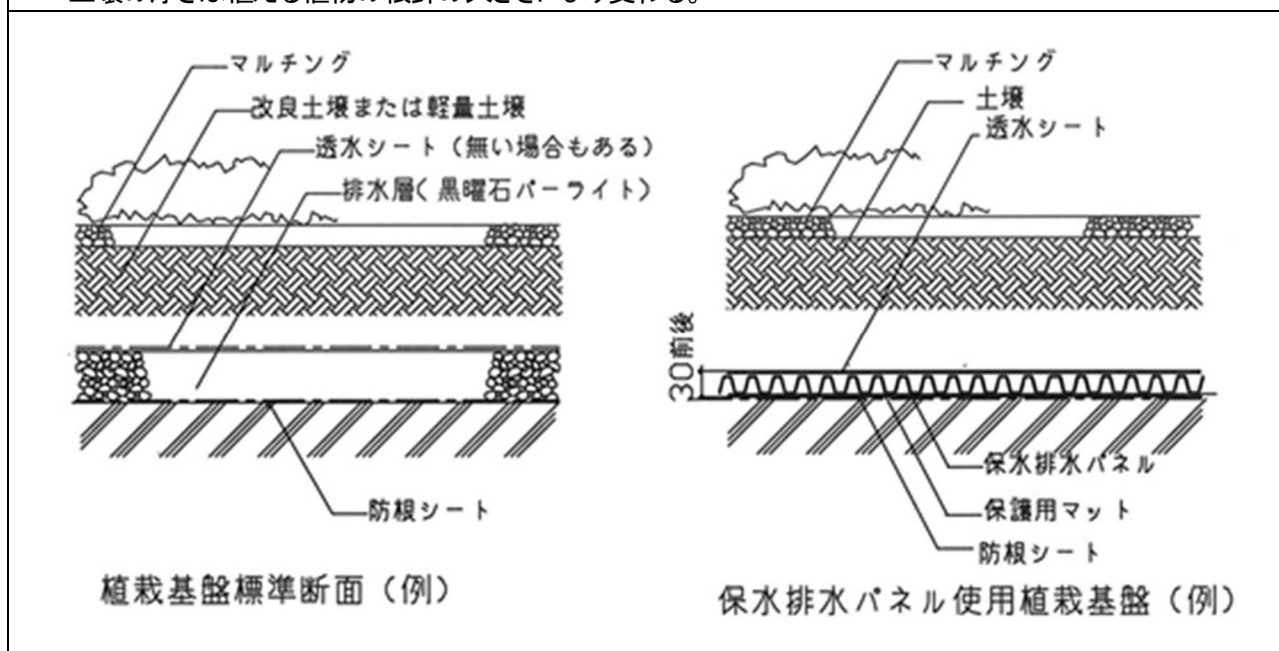
土壌	特徴
自然土壌	・黒土やマサ土などの自然土壌で、比重は1.6~1.8前後。屋上菜園のほか、荷重条件のよい人工地盤等に。重いため運搬や荷揚げが大変
改良土壌	・自然土壌にパーライトなどの軽量の土壌改良材を混入した土壌で、比重は1.1~1.3前後。一般的な荷重条件が考慮された屋上緑化、庭園、人工地盤等
人工軽量土壌	・パーライトなどの軽量資材を主成分とした自然土壌を含まない軽量の土壌で、湿潤時の比重は0.8~1.0前後。荷重条件が厳しい屋上緑化、既存建物の屋上緑化、屋上庭園等に一般的に使用されている。軽量で運搬や荷揚げが容易であるが風で飛散しやすいので、火山砂利などのマルチングをする。 ・野菜や草花などを栽培する場合には、肥料分を追加する。

* 土壌は湿潤時の重さで計算する。

7. 植物と植栽基盤の厚さ及び荷重計算例

植物と植栽基盤の厚さ及び荷重計算例					
工法	植栽基盤	草花・ハーブ類	灌木類	中木(1.8m前後)	高木(3.5m前後)
自然土壌工法	自然土壌	25cm	35cm	45cm	60cm
	排水層	8cm	12cm	15cm	20cm
	荷重	448kg/m ²	632kg/m ²	810kg/m ²	1032kg/m ²
改良土壌工法	改良土壌	20cm	30cm	35cm	45cm
	排水層	7cm	10cm	12cm	15cm
	荷重	302kg/m ²	450kg/m ²	527kg/m ²	675kg/m ²
人工軽量土壌工法	マルチング	2cm	2cm	2cm	2cm
	人工軽量土壌	15cm	25cm	35cm	45cm
	排水パネル	3cm	3cm	3cm	3cm
	荷重	153kg/m ²	238kg/m ²	323kg/m ²	408kg/m ²

- * 自然土壌の比重:1.6、改良土壌(30%混入)の比重:1.3、人工軽量土壌の比重:0.85、排水層の比重:0.6、排水パネル:5 kg/m²、マルチング(人工発砲石)の比重:1.0として計算。
- * 土壌の厚さは植える植物の根鉢の大きさにより変わる。



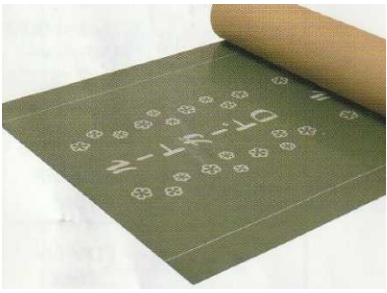










8. 屋上緑化の土壌の選択のポイント

軽量土壌には、成分から分類すると無機質系人工軽量土壌、有機質混合人工軽量土壌、有機質系人工軽量土壌がある。各種の軽量土壌が開発されているが、有機質系人工軽量土壌の場合、有機質が分解することにより窒素飢餓と地盤沈下の恐れが生じるため、一般的には無機質系人工軽量土壌または有機質混合人工軽量土壌が適する。

また、養分要求量は造園樹木と草花では異なる。一般的に野菜が一番養分要求量が多く、次に草花、ハーブ、家庭果樹、花木、針葉樹の順になる。一方、屋上などでは樹木があまり大きく成長すると、荷重負荷や剪定作業などの問題が生じるため、植栽する植物に適した土壌を選ぶことが管理にも影響することになる。

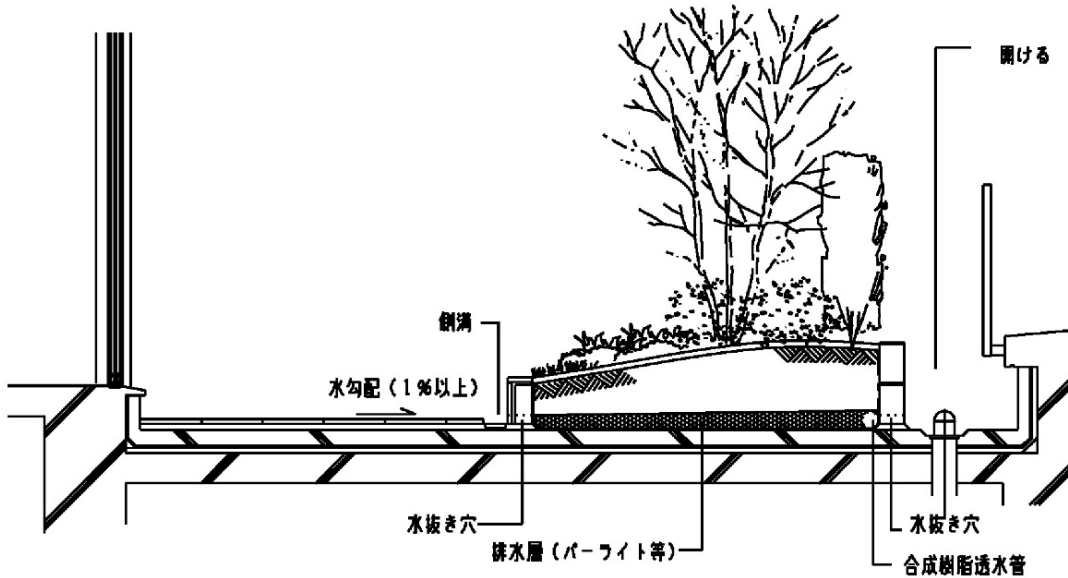
荷重条件を考慮しながら、植栽植物の大きさに適した植栽基盤を確保する。基本的には軽量土壌を使用する。人工地盤などでは改良土壌を使用する。人工地盤でも土壌厚が十分に確保できない場所では保水性の高い軽量土壌を使用する。現地発生土を使用する場合には土壌検査を行い適切な土壌に改良して使用する。

9. 植栽基盤資材

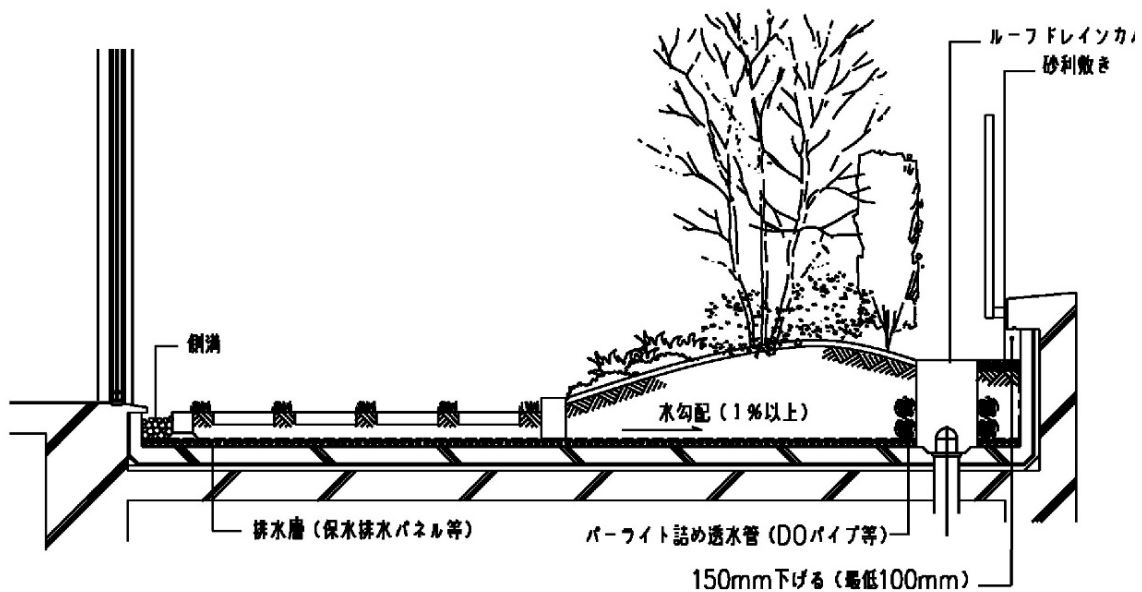
		
<p>・ルートガード 自着型耐根シート</p>	<p>・FD ドレイン 保水、排水、通気機能を一体化したリサイクルポリスチレンパネル</p>	<p>・ソイレンマット ポリエチレンフォームの貯水排水用基盤材</p>
		
<p>・もやいドレイ 耐圧排水板</p>	<p>・DO パイプ 排水補助・通気パイプ</p>	<p>・くるくるストップ透水管 くるくるストップシート巻き排水管</p>
		
<p>・くるくるストップシート 銅化合物含侵透水シート</p>	<p>・スーパーソル、ハードソル 発泡ガラス砕石、嵩上げ、排水材</p>	<p>・グリーンロール 保水マット(「厚 20 と厚 40」)</p>
		
<p>・人工軽量土壌 PS-H 樹木・シバ用</p>	<p>・人工軽量土壌 PS-菜園用</p>	<p>・メサマルチ リサイクル材使用のマルチング</p>

1. 屋上緑化雨水排水断面での留意事項

- ① 一般的にはパラペットと土留めの間は開ける。メンテナンスを考慮して50cm以上。
- ② 狭い場所などでパラペットまで緑化する場合には、土壌を防水層の立ち上がりから15cm以上上げる。
- ③ 植込み内のルーフトレインはドレンカバーをする。ドレンカバーには周囲に土砂流入防止のための透水シート敷設し、通気排水管または排水マットを敷設する。
- ④ 植込み部の排水とともに床面の排水に留意する。
- ⑤ 建物際まで緑化する場合には、排水溝を設ける。
- ⑥ 土留めの高さは土壌より3cm以上、できれば5cm高くし、雨で土壌や落葉が流れ出ないようにする



一般的な客土の場合の雨水排水 (例)









全面客土の場合の雨水排水 (例)

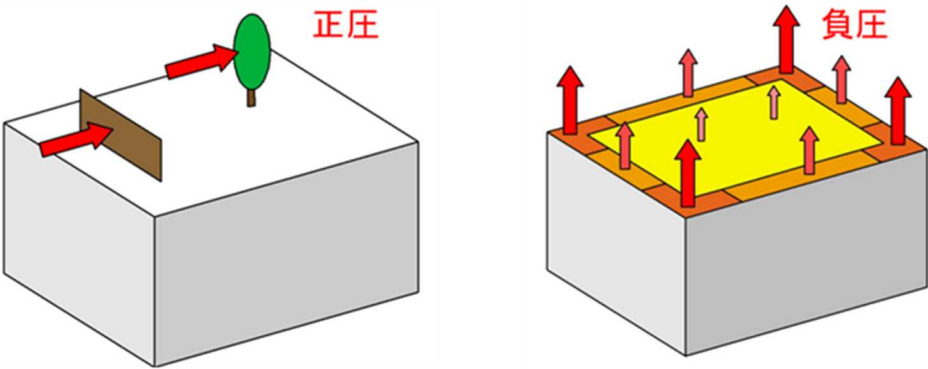
2. 漏水防止と雨水排水上の留意事項

緑化することにより、雨水や水やりにより土壌に水が停留していることになるので、十分に漏水に注意する。また、屋上緑化において、植物の根が伸長して防水層の隙間から進入し、防水層を破断して漏水の原因となる危険性があるため、耐根シートを敷設する。コンテナを使用した緑化は防水層の種類に関係なく防根対策がとれる。

植栽基盤とパラペット	
<ul style="list-style-type: none"> ① パラペットと植栽基盤との間は基本的に開けるように計画する。 ② パラペットの立ち上がりなどに植栽基盤を直接設ける場合には、防水層の立ち上がりより植栽基盤を 15cm 下げ、防根処理をし、隣接する部分には排水用のマットを設置する。 ③ 出入り口部分際まで緑地としない。雨水の浸入を防ぐ。段差を設けるか排水溝を取る。 	
ルーフドレン	
<ul style="list-style-type: none"> ④ 山形のルーフドレンとする。皿型は落葉や土などで目詰まりを起こしやすいので避ける。 ⑤ 山形のルーフドレンに、落葉除け用の SUS 金網カゴを設置する。 ⑥ ルーフドレンはメンテナンスが容易で、詰まり状態が目視できるような設計とする。 ⑦ ルーフドレンの位置を考慮して、ルーフドレンが植栽エリア内にならないように土留めを計画する。 ⑧ 植え込み内にドレンを設置する場合、点検可能な柵を必ず設ける。ルーフドレンの回りは耐圧透水板やパーライト詰め透水管などを敷設して空隙をつくり、速やかな排水を図る。 	
耐根シートと土留め	
<ul style="list-style-type: none"> ⑨ 耐根シート(防根シート)は床のみならず、かならず立ち上がり部分にも土壌の高さまで設ける。耐根シートは、一般的に全面接着の自着型耐根シート(ルートガード等)を使用し、端部は接着する。接合部分は 10cm のラップをとり接着する。 ⑩ 植栽の土留め沿いには、スムーズに排水口から雨水が排水できるように透水性のある合成樹脂透水管や排水マットなどを敷設する。特に水下には必ず設置する。床の排水にも留意する。 ⑪ 土留めの高さは土壌より3cm以上、できれば5cm高くし、雨で土壌や落葉が流れ出ないようにする。 	

		
・植込みの外のルーフドレン	・SUSの金網カゴ	・ドレンを目視できる設計例
		
・自着型耐根シートの敷設	・保水排水パネルの設置	・床の排水

1. 屋上の風圧



・正圧は樹木を倒す力として、負圧は防水層などを持ち上げる力として働く。
 ・負圧の力を建築基準法の風圧係数で比べると、①中央部-2.5 ②周辺部-3.2 ③隅角部-4.3 となり、隅角部がもっとも風の影響を受けるとされている。
 ・高さ13mの隅角部では、約 260 kgf/m²の力が負圧として働くことが計算されている。
 * 引用図書:「知っておきたい屋上緑化の基礎知識 防水編」(公財)都市緑化機構 環境緑化技術共同研究会

2. 屋上緑化での風対策での留意事項

- ① 屋上では、吹き降ろしや吹き上げ風などもあり、かなり風は強い。高層ビルの屋上のみならず、低層部の屋上も吹き降ろし風などがあり十分注意する。
- ② 角地や周辺は風が強いので、セットバックして緑化したり、角には壁を設けるなど計画が望ましい。
- ③ 壁や強化ガラス、生垣などによる風速の減速をする。
- ④ 風が通り抜けないように、フェンスではなく、2方向は壁や強化ガラスなどにするのが望ましい。
- ⑤ 樹木は地下支柱などで風倒防止をする。
- ⑥ 表層は火山砂利系のマルチング(厚さ2cm)で土壌飛散防止をする。
- ⑦ 耐風性のある樹木を選定する。キンモクセイは風に弱いので屋上には使用しない。

風対策	
風速の軽減	壁、強化ガラス、防風ネット、生垣、ラティスの設置等
風倒防止	樹木支柱の設置(樹木地下支柱等)
土壌飛散防止	火山砂利系のマルチング、地被植物の植栽等
植栽樹種	耐風性を考慮した植栽。





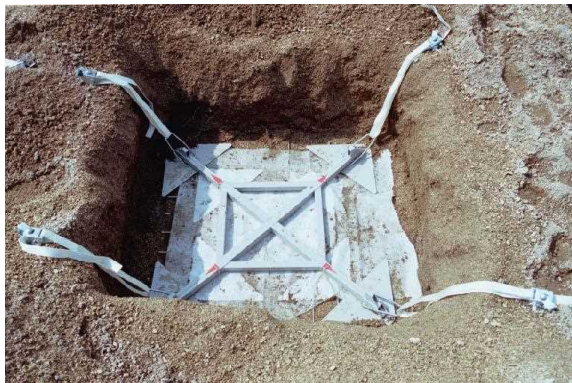

・壁を高くして防風



・強化ガラスによる防風

3. 樹木支柱

一般的な屋上では支柱を支えるほどの土壌厚さが十分でなく、従来型の風除け支柱が使用できないため、抵抗板などを設置して根鉢を地中で固定する方法などで支持する。場合によっては八つ掛け支柱も併用する。

屋上に使用する樹木支柱の種類と特徴	
支柱の種類	特徴
八つ掛け支柱	中高木に使用する従来型。土壌厚が40cm以上ある場合で締まりの良い土壌に使用。
布掛け支柱	生垣や列植などに用いられる従来型で竹や丸太を使用して支える方法。土壌厚がある場合やフェンスに持たせる場合などに使用。
溶接金網固定法	溶接金網を土壌の下に敷設して根鉢を固定する方法。中木などの使用に適する。
抵抗板設置固定法	抵抗板を使用し、土壌の下に敷設して根鉢を固定する方法。高木に適用する。
	
・溶接金網による中木の固定	・ワイヤーとアンカーによる固定
	
・メッシュと一体化による強化	・地下支柱と八つ掛け支柱の併用

4. マルチングの留意事項

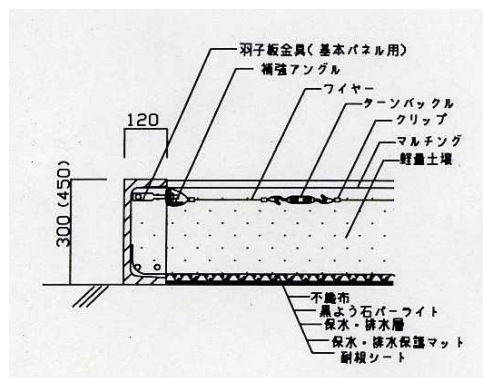
- ① 屋上緑化では、土壌の飛散防止や乾燥防止のために、グランドカバープランツなどの植物で被うか、表層を人工発泡石や火山砂利などでマルチングする。
- ② バークチップやウッドチップもあるが、一般的には重く飛散しづらい火山砂利やレンガの碎石、人工発泡石などのマルチング材を使用する。飛散防止としては厚さは2cmが一般的。
- ③ 風対策がされていて風の影響が少ない場合には、プランターなどにはウッドチップ材も使用する。
- ④ 屋上菜園ではシート状のものマルチングに使用することもある。

1. 土留め材の種類

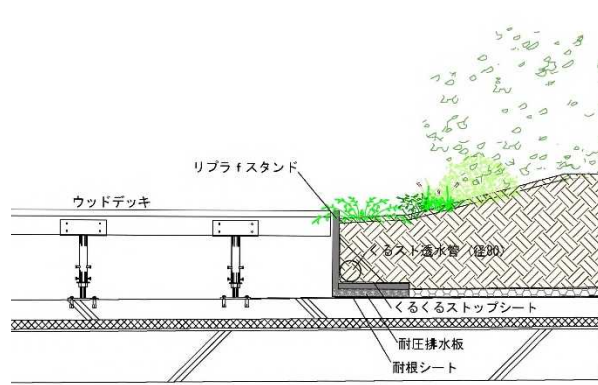
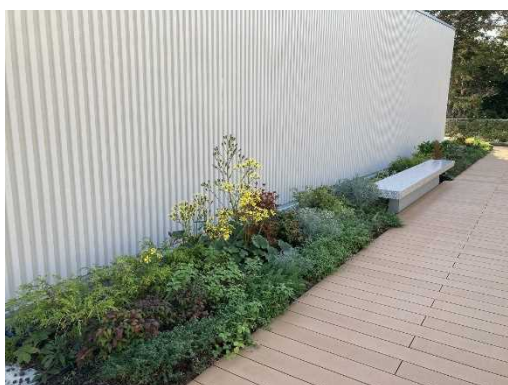
植栽の土留めにはコンクリートやブロック積み、レンガ積みなどの造成型と、組み立て式のシステムコンテナ型、簡易なコンテナ型や加工が容易な再生プラスチックやメッシュカゴの土留め材などがある。

2. 土留め材の留意事項

- ① 植栽基盤厚さと荷重条件に適した高さや重さの土留め材を選ぶ。
- ② 屋上の床材との関係、固定方法を検討する。
- ③ 水抜き穴を設置するか、水抜き穴のあるものを使用する。
- ④ 雨水排水勾配で水下部分の土留め材の緑地内には、合成樹脂透水管を敷設する。
- ⑤ 枕木の土留め材では、耐圧排水板の排水が望ましい。



・「TLCシステムコンテナ」



・「リブラシステムコンテナ」



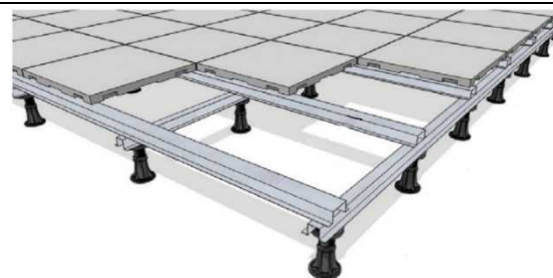
・コンクリートブロック積みにタイル張り仕上げ



・自然石土留め(六方石)

2. 床材での留意事項

- ① 植栽基盤厚さと荷重条件に適した高さや重さの土留め材を選ぶ。
- ② 階下に音や振動を考慮する。
- ③ 床材が風圧で飛散しない構造とする。
- ④ 屋上の床材との関係、固定方法を検討する。
- ⑤ 水抜き穴を設置するか、水抜き穴のあるものを使用する。
- ⑥ 雨水排水勾配で水下部分と土留め材の緑地内には、合成樹脂透水管を敷設する。
- ⑦ 建物際は側溝を設けるのが望ましい。



・「二重床システム(ウッドデッキ)」は、プラスチック製の束に、鋼製の大引と根太を十字に組み、天然木もしくは人工木を固定し構築する二重床システム

「二重床システム(コンクリート2次製品)」は、プラスチック製の束に、鋼製の大引きと根太を十字に組み、コンクリート2次製品の成形板などを固定



・ウッドデッキ(二重床システム)

・化粧平板敷(二重床システム)



・石張り

・リサイクルレンガ敷(下地:耐圧透水板)

1. セダム類とは

セダム類植物は、ベンケイソウ科に属し、日本では「万年草」「ベンケイソウ」と言われ、世界に400種以上、日本にも30種以上存在する。セダム類の特徴としては、多肉植物で乾燥に強い特性があり、繁殖力が強く、切れた茎を放置しても容易に活着する。多くの種類は、春から秋は緑色を、冬は赤から褐色を呈し、初夏に茎の頂に黄色の小花をつける。最近ではキリンソウの改良種の常緑キリンソウが使われることが多い。

また、多肉植物の淡い紫色の花を咲かせるカルポプローツ・キレンシスも乾燥に強い。

主なセダム類の種類と特徴	
種類	特徴
メキシコマンネングサ	常緑。メキシコ原産で本州～九州に見られる。黄色い花を。草丈 15cm 前後。
モリムランネングサ	常緑。日本のメノマンネングサの変種。本州～九州。冬は紅葉。草丈は5cm 前後。
タイトゴメ	常緑。関東以西～奄美に自生。葉は緑からオレンジ、赤に変化。草丈は 10cm 前後。
コーラルカーペット	常緑。ヨーロッパ～シベリアが原産。耐寒性あり。葉は紅葉。草丈は 15cm 前後。
サカサマンネングサ	常緑。ヨーロッパ中部～ノルウェーなどに分布。青い色の色合いが特徴。
マルバマンネングサ	常緑。本州から九州の山地に自生。耐寒性あり。比較的明るい半日陰地を好む。
オノマンネングサ	常緑。日本の低い山地に自生。淡黄緑色の葉。耐寒性あり。草丈は 15cm 前後。
ツルマンネングサ	落葉。本州から北海道。はい性で成長力旺盛。草丈は 15cm 前後。
キリンソウ	落葉。日本～シベリア。耐寒性あり。草丈は 30cm 前後。半日陰にも耐える。
常緑キリンソウ	常緑。日本。改良種。耐寒性あり。草丈は 30cm 前後。半日陰にも耐える。

2. セダム緑化とは

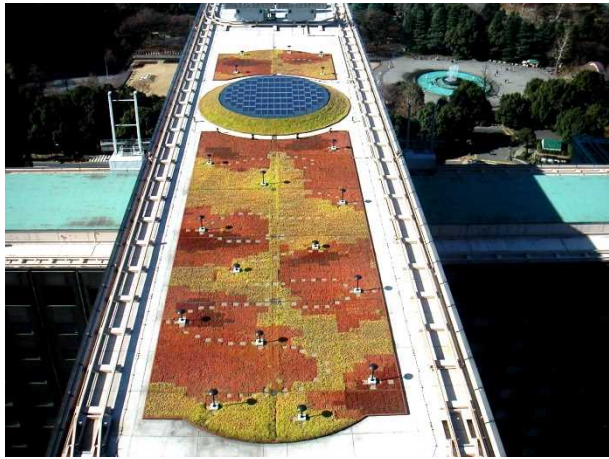
セダム緑化とは、耐乾燥性の強いセダム類による、土壌厚35～70mm 前後と非常に薄く、30～60kg/m²と非常に軽く、一般的には水やりを必要としないローメンテナンスの軽量薄層タイプの屋上緑化。

単植ではメキシコマンネングサが使われているが、厳しい環境条件を考ええるとメキシコマンネングサ、マルバマンネングサ、モリムランネングサ、サカサマンネングサなどの混植が望ましい基本的には日当たりのよい場所に使用する。高温多湿と雪に弱い。また、セダム緑化は100%被覆する事はなく、70%前後の被覆率が一般的で、繁茂しすぎると蒸れにより病気にかかりやすくなる。

セダム緑化の5つの工法	
工法	特徴
茎葉蒔き工法	葉や茎を2～3センチに切ったものを蒔く、ヨーロッパで主流の緑化方法。一番ローコストで2～3年かけてゆっくりと緑化する。
プラグ蒔き工法	茎葉を根の生えたものにした、プラグを蒔き撒く緑化方法で茎葉蒔きより安定した活着が出来る。ローコストな工法で生育に1～2年かかる。
ポット植工法	9cmのポットを植え込む緑化工法で植物の選択範囲が広く、意匠性の自由度が高い。
マット工法	農場で予めセダムを成育させたマット、局面などへの施工性が良い。運送配達が難しい。マット工法では、茎葉蒔き工法またはプラグ蒔き工法との併用もある。
ユニット工法	プラスチックの器に予め農場でセダムを成育させ、ある程度生育したユニットを敷きならべ固定する方法。施工が早い。耐風性や防根性に考慮してある。

3. セダム緑化の維持管理

- 基本的には、降雨のみで灌水は必要ない。
- 除草は手抜き除草を年2～3回行うときれいなセダムガーデンとなる。
- 施肥は緩効性肥料(60～90g/m²)を秋に散布するのが望ましい。
- 病虫害防除はほとんど必要ないが適宜行う。
- 風が強い場所では土壌の補給をする必要がある。



・既存建物のセダムによる緑化



・飛散防止用のネットとSUSワイヤーの設置



・ヘリポートのFRPコンテナを使用したセダム緑化
植栽基盤厚100で無灌水。



・ゴンドラレールのコンテナを使用したセダム緑化
植栽基盤厚100で無灌水。



・雨水貯留型パレットを使用した折板屋根のセダム緑化。
雨水センサー付きの自動灌水で灌水。



・商業施設のセダム緑化(メキシコマンネングサ)

1. 薄層緑化工法


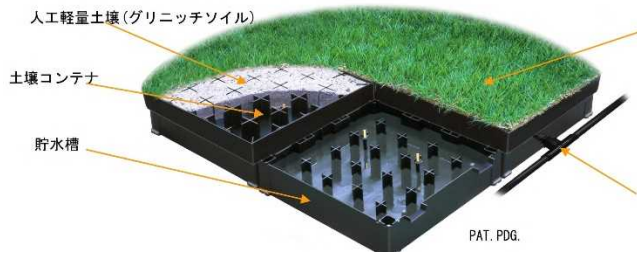

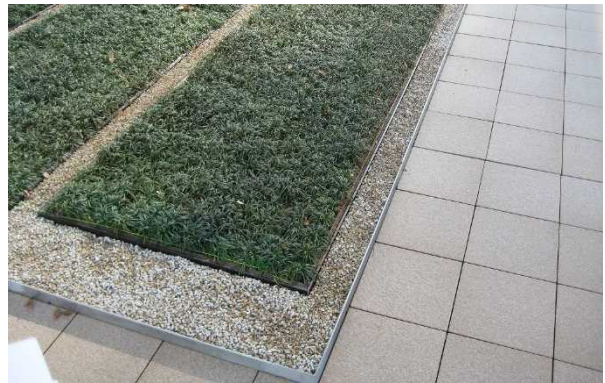
非常に薄型で軽量の緑化システムは薄層緑化工法とよばれ、荷重条件が厳しい建物の緑化で維持管理の容易な緑化などの目的で開発された。植栽基盤の厚さは 10cm 以内で、重さは 60kg/m²前後。薄層緑化工法には乾燥に強いセダム類を使用したセダム緑化以外に、芝やタマリユウなどを使用した薄層緑化がある。

芝生の薄層緑化は、水分や基盤の厚さなどからセダム緑化と比べて環境改善効果が高い結果が出ている。維持管理から見ると、セダムは水やり管理はほとんど必要としないが、芝は定期的な灌水を必要とする。また、芝刈りなどの維持管理が必要となる。薄層緑化では芝以外でもタマリユウなども植えることが可能。

2. 薄層緑化での留意事項

- 薄層緑化では、自動灌水装置が必要。
- 風が強い場所では十分な風対策が必要。
- 防根対策を十分に作る。
- 底面灌水型の場合、外部の温度上昇に伴い水温が上昇することがある。夏場などでは、水温上昇を防ぐために水を入れ替えることが必要となることがある。
- 薄層での芝生は、植栽基盤が 20cm 以上の芝生に比べて表面が湿っているので、芝生に座った場合には洋服が湿ることがある。そのため、寝転んだりするような芝生の利用には適さない。
- 薄層の場合、一般の土壌厚に比べて植物に必要な養分量が少ないため、養分やミネラルなどを多い土壌を使用するか、緩行性の肥料分を増やす必要がある。
- 薄層では、数年後に根詰りの心配があり、張り替えなどが必要となることがある。

3. 主な薄層緑化工法

<p>・スクエアターフ Light</p> 	<p>・スクエアターフ Rain96 省かん水式</p> 
<p>・雨水を有効利用した緑化システムで、48 kg/m²(湿润時・コウライシバ)と軽量。灌木可能。</p>	<p>・45 cmの自然土壌と同等の保水性能を持たせた緑化システム。組合せ高さ 145 mm、満水時の重量 125 kg/m²。</p>
	
<p>・スクエアターフ使用のタマリユウマット張りの屋上</p>	<p>・アンカー留めしたスクエアターフとアルミのエッジ</p>

・FD-LS 芝生薄層・軽量仕様



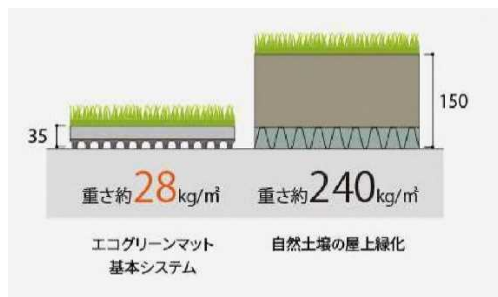
・土壌厚20mmの薄層芝生緑化システム。芝生込みの湿潤時の重量は50kg/m²。

・スマートユニット



・成形の特殊なパネルを使用した60kg/m²以下に対応可能な緑化システム

エコグリーンマット



・保水能力のあるリサイクルの特殊繊維を使用した保水層と排水層を一体化した軽量なマットを使用した工法

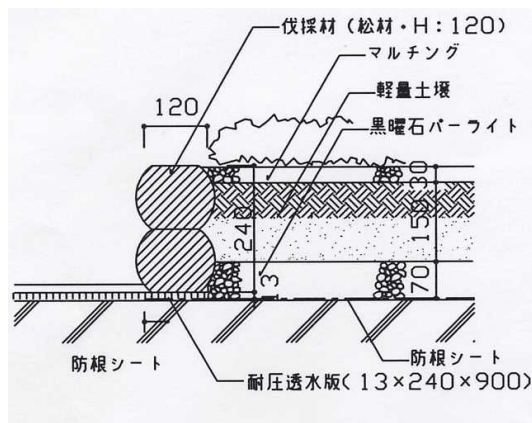
薄層空庭工法



・保水性と親水性の高い天然石材料のグリーンロール(厚40)と、排水層のドレインマットを使用した緑化工法。
グリーンロール(厚40)の保水能力: 29ℓ/m²。

1. 屋上の芝生での留意事項

- 屋上で寝転んだりする芝生の場合は、薄層緑化ではなく、人工軽量土壌厚 20cm 以上に排水層の排水パネルと耐根シートを敷設した植栽基盤構造が望ましい。
- シバは生長が遅く、あまり生長しない改良シバ(TM9)にすると芝刈り回数は年 2 回程度で済む。
- 灌水は移動式スプリンクラーなどでの灌水が望ましい。灌水は夏場以外ではほとんど必要がない。
- 芝生の縁台にすると踏圧も防げ、ベンチとしても利用可能。



・無灌水型の芝生の原っぱ

・無灌水型の芝生の原っぱの断面



・多目的利用可能な芝生の縁台(H:300)

・研究所の多目的芝生の原っぱとロングベンチ



・保育所のある事務所ビルの多目的芝生の原っぱ

・商業施設の芝生の原っぱ

1. 屋上緑化の植栽での留意事項

- ① 大地の場合と同様に、計画地の気象条件、自然環境条件に適した樹木の中から、積載荷重条件や植栽基盤の厚さ、樹木の成長度、搬入などを考慮して樹種及び形状を選ぶ。
- ② ケヤキやサクラ、クスノキなどの大きくなる樹木は荷重負荷などの点から適さない。
- ③ キンモクセイは屋上の生垣に適さない。イヌツゲ、イヌマキなどが適する。
- ④ 植栽する植物は、防風対策や軽量土壌などを用いて植栽基盤を確保すれば、たいていの植物を植えることは可能であるが、風が強い場所では風の影響をあまり受けない背の低い植物が望ましい。
- ⑤ 背の高い草花は風で倒れやすい。
- ⑥ 風害やメンテナンスを考慮して、1階の人工地盤では街並みを形成するような高木を植栽し、低層部の屋上では中高木のある緑化で、上に行くに従い灌木類主体、グランドカバー主体となるような植栽計画が望ましい。
- ⑦ 株立ちの樹木は1本立ちより風の影響を受けるのが少ない。
- ⑧ 植え方としては、外周部に風や乾燥に樹木を植えて風をさえぎり、内部に草花などを植栽する。
- ⑨ サツキやツツジ類は風には強くないので、外周部はシャリンバイなど耐風性のある低木を植える。
- ⑩ 枯枝や実の落下防止のために、高木や実のなる樹木は内側に配置する。
- ⑪ 乾燥に強い樹木としては、コノテガシワ、イヌツゲ、サザンカ、ハイビヤクシンなどがある。
- ⑫ 乾燥に強いグランドカバープランツとしては、ハイビヤクシン、ハイネズ、フィリフェラオーレア、わい性アベリア類、オタフクナンテン、ハイセイローズマリーなどがある。



・マンションの芝生の縁台のある屋上テラス。コンテナを使用したハーブやグランドカバープランツの植栽



・京都のマンション北側の和風の屋上庭園。シャリンバイ、オタフクナンテン、タマリユウ、コケの植栽



・環境共生住宅のバードバスのある屋上テラス。グランドカバープランツや地被植物による緑化



・環境共生住宅の屋上のエディブルガーデン。ハーブや野菜、果樹、グランドカバープランツによる緑化



・ラティスフェンスのつる植物緑化、草花やハーブのある大学の屋上エディブルガーデン



・病院の日除けのある四季折々に花や香りを楽しむ草花やハーブの植栽の屋上ヒーリングガーデン



・イヌツゲ生垣、オリーブ、ムクゲ、アジサイ類、サツキ、ツツジ類、ジンチョウ、オタフクナンテン、わい性アベリア類、ローズマリー、フィリヤブラン等



・研究所の縁台のある屋上庭園。ヤマボウシの株立ちとハイセイローズマリー、改良シバ(TM9)の芝生の原っぱ



・オフィスビルのパーゴラとロングベンチの屋上庭園
ヤマボウシとサルスベリ株立ち、アジサイ類等



・ロングベンチ一体型の緑化コンテナの壁面緑化とグラウンドカバープランツによる緑化

1. エディブルガーデンと菜園との違い

「エディブルガーデンとは、野菜やハーブ、果樹など食べられる植物を主体に植えられたガーデン」のことをいう。野菜のみと違い、ハーブや果樹により、香りや紅葉、実を楽しめる潤いのある環境、憩いの場、コミュニケーションの場になる。食べられる植物ということで、雑草として扱われていたスギナやスベリヒユ、タンポポなども食べられる植物に含まれ、自然との共生の場になる。

2. 屋上にエディブルガーデンをつくる上での留意点

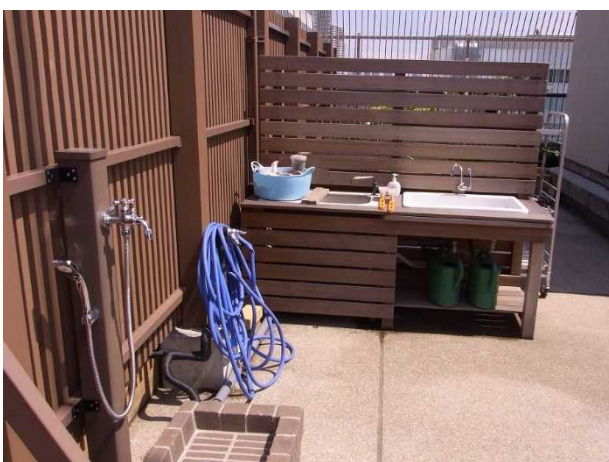
- ① 肥料分の多い草花栽培用や野菜栽培用の軽量土壌や改良土壌を使用する。
- ② 植栽基盤は排水パネルを使用する。葉菜類では約 20cm 前後の深さでも栽培が可能。一般的には 30cm 以上の深さとするのが望ましい。貸し菜園などでスコップを使用する場合は、排水パネルの上に合成樹脂製のトリカルネットやワイヤーメッシュなどを敷設する。
- ③ 防風ネットや生垣などの設置などによる防風対策をする。
- ④ 野菜栽培では、土壌の飛散防止を考慮して最小限の耕うんとするような計画とする。
- ⑤ 果樹の配置は日当たり、北風、実の落下等を考慮する。
- ⑥ 藤棚など木陰で休める施設とテーブルとイス、手洗い場を設ける。
- ⑦ 有毒植物に注意する。



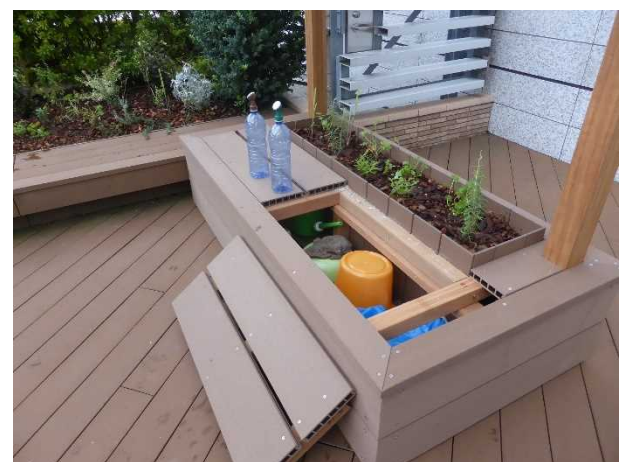
・商業施設のエディブルガーデンのある貸し菜園



・貸し菜園



・貸し菜園の手洗い場



・ベンチ下の収納

3. 家庭果樹・ハーブ・野菜栽培での留意点

家庭果樹	<p>① 果樹では、間引き剪定(混みあった枝や重なりあった枝の除去、残したい枝と太さが競合する太さの枝の除去等)や誘引、花摘み・摘果をしてバランスを保ち、実をならせる。葉や幹、枝に養分を蓄えるので必要以上に強剪定はしない。</p> <p>② 肥料は 11~3月に行う窒素主体の元肥、6~7月にカリ主体の追肥、速効性の窒素を主体の肥料少量与える秋の秋肥(礼肥)の3回施す。</p>
ハーブ	<p>① 一般的なハーブは、梅雨前に混みいった枝や葉などは剪定して風通しをよくして弱るのを防ぐ。秋初めに痛んだ葉や枝などを整枝・剪定する。</p> <p>② 収穫は、雨の後は成分が薄く、収穫後にカビが生える原因となるため、2~3日天気が続いた午前中に行うのが望ましい。</p>
野菜	<p>① 腐葉土や完熟堆肥、くん炭など施し、ボカシ肥などを作物にあわせて追肥する。</p> <p>② 作付け計画を立て、連作をせずに栽培適期の輪作とするとともに、多品目・混植栽培とする。ナス科、ウリ科、マメ科などは同じ科のものは連作しない。</p> <p>③ 作物の相性を考慮する。ネギとマメ類、ホウレンソウの後のキュウリ、ジャガイモの後のエンドウやショウガなどは生育が悪くなる。</p> <p>④ 相互の生育がよくなる作物の組み合わせ(コンパニオンプランツ)例、 レタスとニンジン、トマトとパジル、カモマイルとキャベツやタマネギ等。</p> <p>⑤ 病虫害を予防する組み合わせ(コンパニオンプランツ)例、 ・ネギやニラとカボチャやトマト、ホウレンソウ、イチゴ等(臭いによる防虫効果) ・マリーゴールドと葉菜類やナス、ウリ(臭いが線虫害に効果) ・ローズマリーとニンジンやインゲンマメ、エンドウ(害虫を防除) ・ミント類とキャベツ(害虫を防除)</p>

4. 屋上のエディブルガーデンに適した主な植物

果樹	オリーブ	実をつけるには他の品種を混植。実を塩漬けやオリーブオイルに。
	レモン	非耐寒性。品種が豊富。料理や紅茶、ドレッシングの塩レモンに。
	ハナユ	本ユズより香りは少ないが実付きがよい。料理、ユズ茶、ユズ湯等。
	キンカン	非耐寒性。実を食用の他、砂糖漬けした実を咳どめに。
	ブルーベリー	紅葉。他の品種を混植。夏場の水切れに注意。実を生食、ジャムに。
ハーブ	ローズマリー類	常緑。花は四季咲きもある。葉を料理やハーブティー、ポプリ等
	ラベンダー類	常緑。花は四季咲きもある。葉を料理やハーブティー、ポプリ等
	クリーピングタイム	常緑。匍匐性。春に淡紫の花。料理、ハーブビネガー等。
	アップルミント	多年草。繁殖力が旺盛。甘い香り。ハーブティーや料理に。
	レモングラス	多年草。イネ科。寒さに弱い。レモンの香り。料理、ハーブティーに。
	ワイルドストロベリー	多年草。実を生食。葉はハーブティー。ビタミンC豊富。
	ローズゼラニウム	常緑。葉をもむとバラの香り。ハチミツの香りづけ、ハーブブーケ等。
	ナスタチューム	1年草。初夏に花暑さに弱い。花と葉はサラダに。ビタミンC豊富。
	カレンジュラ	1年草。春にオレンジ色の花。花と葉をサラダに。花はハーブティー。
	カモマイル類	1年草のジャーマンカモマイル、2年生のローマンカモマイル等
	スイートパジル	1年草。芳香の葉。トマト料理、パジルペースト、ビネガー等
	シソ	1年草。こぼれ種で増える。さわやかな香り。薬味に
	ツククサ	葉、茎、花の全草をお浸しや天ぷらに。和ハーブ。
	ハコベ	葉はお浸しや天ぷら。葉はハーブティーに。和ハーブ。
	タンポポ	葉はサラダや天ぷら。根はノンカフェのコーヒーに。

1. 屋上のレインビオトープ

都市の緑の喪失による自然度の低下は深刻であり、屋上に小さなミニ・ビオトープを創ることで、地域の中でのビオトープ・ネットワークの一部として機能するので重要である。また、レインビオトープの水が蒸散することにより、周辺の温度が低くなるので、都市のヒートアイランド現象の緩和には効果が期待できる。

2. 屋上にビオトープを造る上での留意点

- ① 小さな屋上のミニ・ビオトープをつくる上で重要なことは、荷重条件、漏水対策、安全対策とともに、水循環設備の設置、水草が育つ基盤の造成、郷土樹種による草地や樹木の配置である。
- ② 防根シートの上に止水シート張りとする。一般的にはベントナイト系止水シートを使用する。
- ③ 池の深さは20cm以上とし、砂や砂利敷きとする。石、枯枝などで小生物の隠れ家をつくる。
- ④ 護岸は水草が生えるような水草用の土壌基盤、軽石の護岸、乱杭などとする。
- ⑤ 水の循環と酸素の供給から噴水または小さな滝を設置する。
- ⑥ 水循環設備(循環ポンプ、補給水管、水位センサー、オーバーフロー、排水管等)を整備する。
- ⑦ 樋の水を池に導入するなど、建物から流失する雨水の利用を積極的に図るようにする。
- ⑧ 日陰をつくる樹木の配置、野鳥などが好む樹木や植物、チョウとともに人間が楽しむ、四季折々に咲く花木、草花などの植栽をする。



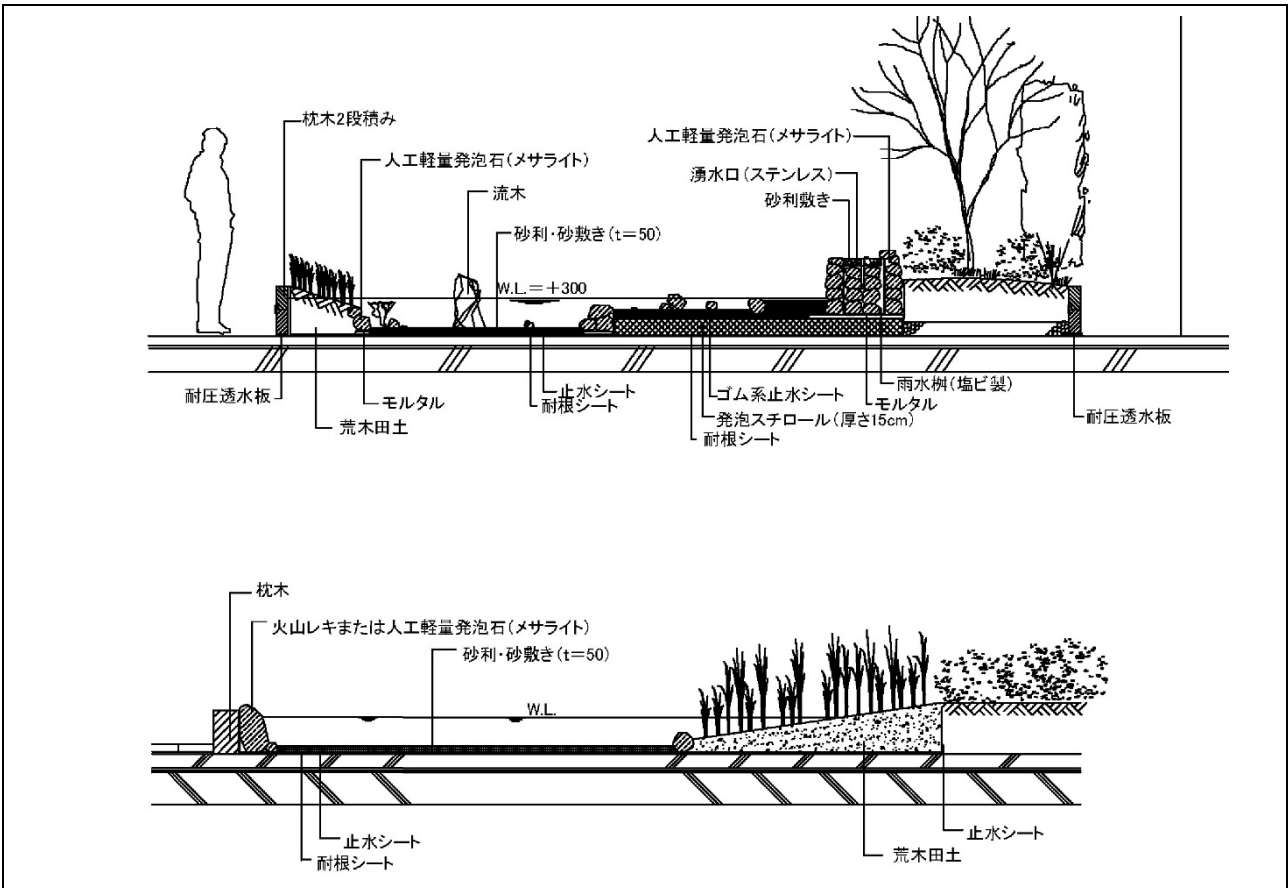
・既存のプールを生物多様性と防災を考慮してコンテナを使用したレインビオトープに改修



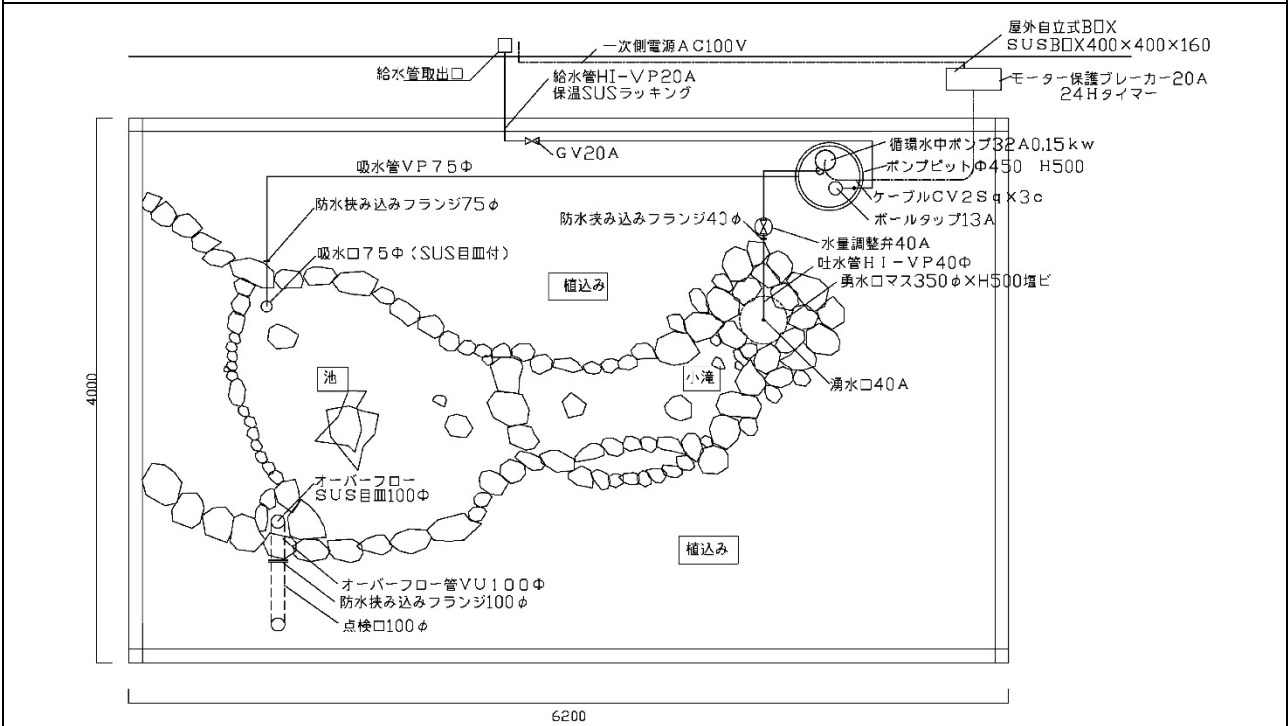
・深さ30cmの屋上のレインビオトープ



・池の深さが違うトンボの生息を考慮した池



・屋上のレインビオトープの断面図例



・屋上のレインビオトープの循環設備図例

1. 全面緑化の意義

屋上全面が土で覆われた場合、日差しや熱の影響が緩和されて本当の耐久性向上が実現する。全面緑化は耐久性の向上だけではなく、客土が一定の厚みで敷かれることから雨水の貯留効果も見込め、豪雨に対して屋上からの排水流量を平準化することで、下水への負担軽減にも貢献につながる。

2. 全面緑化での留意事項

- ① パラペット…立上り際まで客土や砂利・仕上げ材が施されるため、清掃点検などのメンテナンスが安全に実施されるよう、転落防止措置が必須。
- ② 開口部納まり…開口部から雨水がオーバーフローしないように、グレーチングを設けて速やかに底面に排水するなど、排水措置を講じるようにする。
- ③ 壁面立上り…壁面を伝う雨水が客土を掘り起こす可能性があるため、壁面際にはグレーチングや砂利などを敷設する。
- ④ 耐根措置…平面部、立上り部とも耐根層を設けます。特に立上りは防水層端部までしっかり立ち上げ、客土が増してもしっかりと防水層をカバーするようにする。

* 引用図書 : 「知っておきたい屋上緑化の基礎知識～防水編～」 都市緑化機構 環境緑化技術共同研究会より引用

3. ドイツの全面緑化事例



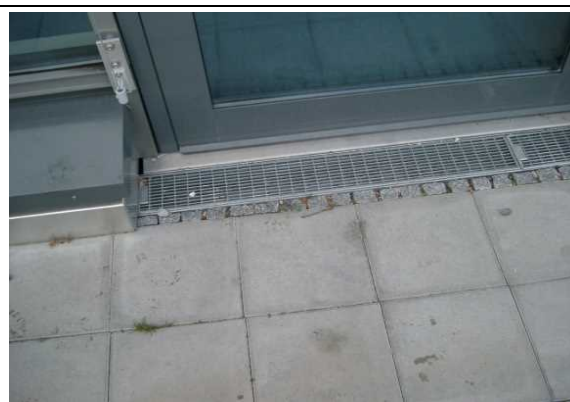
・駅舎の屋上緑化:立上り際の雨水を底面に浸透させるため、砂利が敷設されている事例。



・ソーラーパネルと屋上緑化:植物が温度上昇を抑え発電効率を高めている。また、立上り際までのメンテナンスに備え、安全対策も講じている。



・設備基礎廻りまで緑化した事例:ドイツでは、目に触れない狭小部位にまで緑化が施されている。



・開口部:乾式パネルとグレーチングを併用し、防水層の保護と速やかな排水を両立させている。

* 引用図書 : 「知っておきたい屋上緑化の基礎知識～防水編～」 都市緑化機構 環境緑化技術共同研究会より引用

1. 屋上の設備機器ヤードの緑化

緑地の確保、屋上のソーラーパネル設置が可能な屋上の設備機器ヤードの緑化。



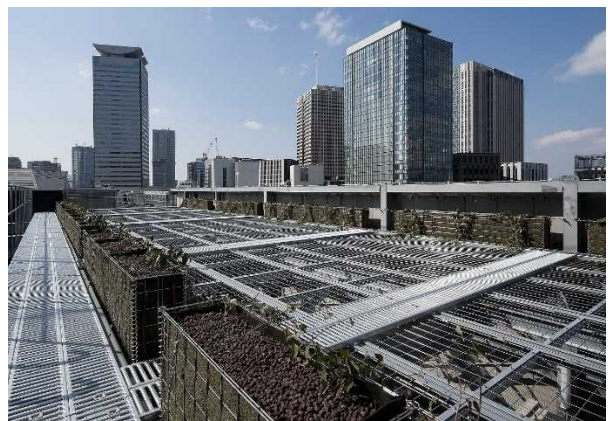
・緑化面積の確保と景観を考慮したオフィスビルの設備機器ヤードの壁面緑化



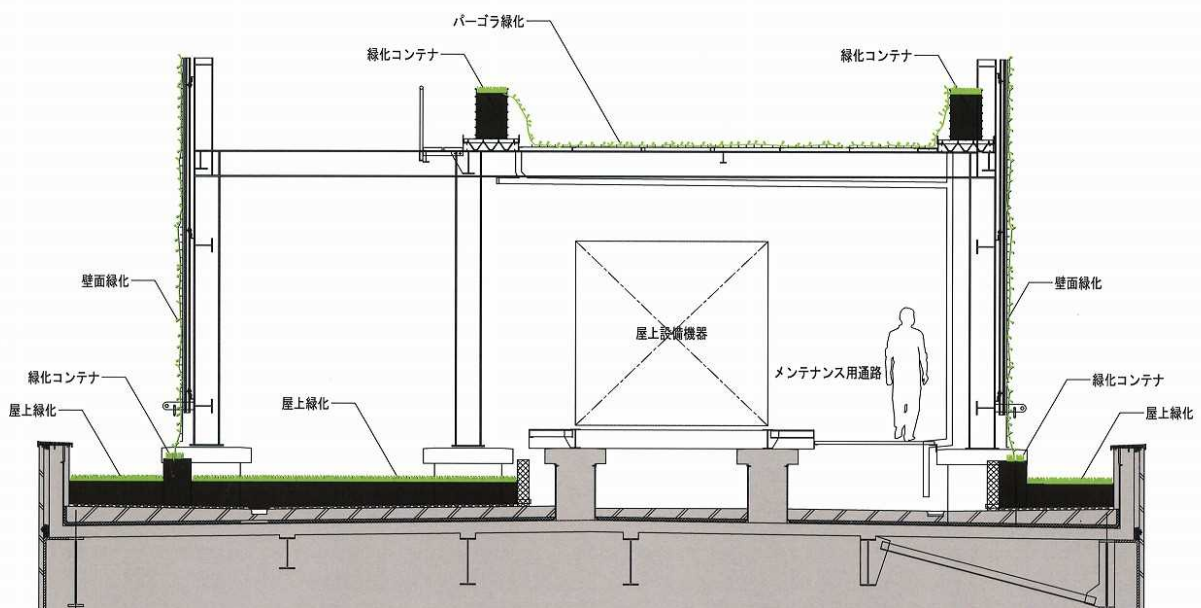
・屋上緑化とヤシマット併用金網補助使用した壁面緑化（イワダレソウまたはタマリユウとヘデラ）



・架台のツル植物によるパーゴラ緑化



・金網の緑化コンテナと金網補助資材を使用した緑化



・屋上設備機器ヤードの屋上緑化と壁面緑化、パーゴラ緑化断面（東急虎ノ門ビル）

樹木医・環境造園家 豊田幸夫 プロフィール	
略歴	1974年・千葉大学園芸学部造園学科卒、鹿島建設入社。 1977年・桑沢デザイン研究所基礎造形科修了。 1997年・鹿島・ランドスケープデザイン部兼務技術研究所。 1999年・(株)ランドスケープデザインに出向、設計部 技術部長。 2010年・鹿島建設退社、(株)ランドスケープデザインに嘱託勤務。 2013年・(株)ランドスケープデザイン退社。エコ&ヒーリングランドスケープコンサル開設。 2013年・アゴラ造園に設計顧問として嘱託勤務 2014年・アゴラ造園退社。エコ&ヒーリングランドスケープコンサルに専念、現在に至る。
資格	・技術士(建設環境)、樹木医(1072)、一級造園施工管理技士、 ・英国園芸療法指導者(2級)、ガーデンセラピー・コーディネーター1級
著書	・「エコ&ヒーリングランドスケープ (環境配慮と癒しの環境づくり)鹿島出版会・2005年 ・「建築家のためのランドスケープ設計資料集」鹿島出版会・1997年 (中国語に翻訳) ・「建築家のための造園設計資料集」誠文堂新光社・1990年
共著	・「造園大百科事典」共著・朝倉書店・2022年 ・「知っておきたい壁面緑化のQ&A」共著・鹿島出版会・2006年 ・「屋上・壁面緑化辞典」共著・産業出版・2005年 ・「建築設計資料集成 地域・都市Ⅱ設計データ一編」共著・丸善・2004年 ・「新・緑空間デザイン 技術マニュアル」共著・誠文堂新光社・2004年 ・「知っておきたい屋上緑化のQ&A」共著・鹿島出版会・2003年 ・「デザイナーのための 内外装チェックリスト」共著・彰国社・2002年 ・「環境・景観デザイン百科」共著・彰国社・2002年 ・「新・緑空間デザイン 技術マニュアル」共著・誠文堂新光社・1996年 ・「住居設計論」共著・理工学社・1994年 その他多数
最近の受賞	・2017年、第16回屋上・壁面緑化技術コンクールにおいて「病院の屋上庭園の小さなリニューアル」が都市緑化機構会長賞。 ・2023年、(一社)ガーデンセラピー協会主催 第3回みんなが笑顔で元気になる!花・緑・庭コンテストにて「医療法人宮沢医院の2つのヒーリングガーデン」がグランプリを受賞
所属	・(公財)都市緑化機構 環境緑化技術共同研究会・運営副委員長 ・(一社)地域緑花技術普及協会・理事(プリンシパル・プロフェッショナルパートナー) ・NPO法人東京樹木医プロジェクト・顧問 ・エコグリーンネットワーク・技術顧問 ・日本樹木医会 東京支部 ・グリーンインフラ官民連携プラットフォーム

2024年9月

< 企画・編集 >

エコ&ヒーリングランドスケープコンサル

樹木医・環境造園家 豊田幸夫

無断転用禁止