

安全・安心な屋上緑化を楽しむために

知っておきたい屋上緑化の基礎知識

～防水編～



公益財団法人 都市緑化機構

環境緑化技術共同研究会

＜はじめに＞

公益財団法人 都市緑化機構では、都市空間の”緑”の普及を通じて、豊かな住空間の創造に努めています。そのなかで、建築物の屋上や壁面といった、本来植物が生育しづらい環境への緑化を推進しているのが、環境緑化技術共同研究会です。

本冊子は、安心安全に屋上緑化を楽しんでいただくために、屋上でもっとも重要な機能を果たす「防水」に重点を置きました。本書を手にとった多くの方々が、屋上緑化を楽しみ、育ていただければ幸いです。

公益財団法人 都市緑化機構 環境緑化技術共同研究会
 情報活用部会 技術・情報分科会

＜目 次＞			
第1章 屋上緑化概要		第5章 植栽基盤	
1. 屋上緑化とは	01	1. 植栽基盤の構成	40
2. 庭園型緑化と薄層型緑化	02	2. 植栽基盤材	41
第2章 防水工法		3. 排水材、樹木地下支柱	42
1. 屋上防水の概要	04	4. 人工軽量土壌、マルチング材	43
2. 勾配屋根と陸屋根	06	5. 土留め材、緑化コンテナ	44
3. 定形材料と不定形材料	08	6. 自動灌水設備、薄層型緑化、二重床	45
4. 防水工法一覧	10	第6章 屋上緑化の維持・更新	
5. アスファルト防水	12	1. 防水層のメンテナンス	46
6. 改質アスファルト防水	14	2. 清掃・点検のポイント	46
7. 合成高分子系シート防水	16	3. 防水改修のための調査	47
8. 塗膜防水	18	4. 改修工法・仕様を選択	49
第3章 防水仕様		5. 防水改修後に屋上緑化を設けた事例	50
1. 防水仕様一覧	20	6. 既存緑化の撤去・復旧事例	51
2. 密着と絶縁	22	第7章 これからの屋上緑化	
3. 耐風圧性能	23	1. 全面緑化	52
4. 断熱材	24	2. エディンブルガーデン	54
第4章 防水の納まり		3. 高耐久防水	56
1. 排水勾配と立上り	26	第8章 屋上緑化 参照事例	
2. ルーフドレン	28	1. 屋上緑化参照事例	58
3. 屋上の荷重	30	おわりに	
4. 耐根層	32		
5. 標準ディテール集	34		

表表紙の事例	： JR 恵比寿ビル(アトレ恵比寿)屋上庭園「エビスグリーンガーデン」
裏表紙の事例	： 大手町ファーストスクエア「ファーストスクエアガーデン」(都市のオアシス認定) ； 三越銀座店「銀座テラス」(都市のオアシス認定)

第1章 屋上緑化概要

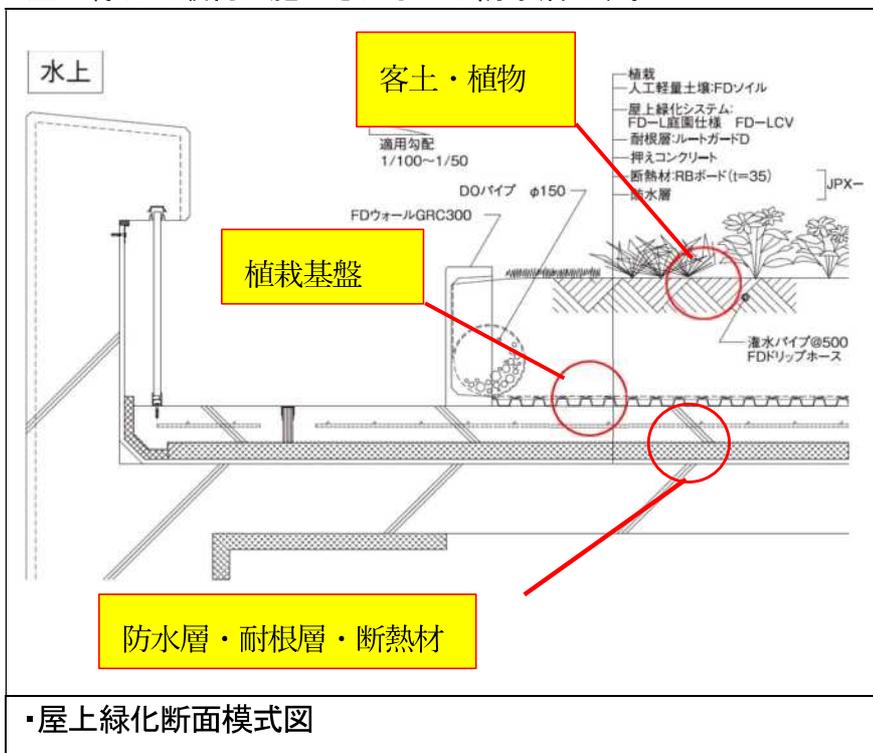
1. 屋上緑化とは

屋上緑化とは、建物の屋上に草花や樹木などの植物を生育させることです。屋上以外にもルーフバルコニー（階下に居室があるバルコニー）、ベランダといったプライベートな空間から、多くの人々が行きかう人工地盤やペDESTリアンデッキなどのパブリックな空間まで、屋上緑化の技術は多くの場所で活用されています。

これらの平らな屋上（陸屋根）に植栽を施すにあたり、最も重要となるのが「防水」の検討です。屋根が持つ「雨を漏らさない」という本来の機能を損なわないよう、どのような防水工法・仕様を選択すればよいのか、その納め方はどのようにするのか、という屋上緑化の疑問に答えるのが本書の目的です。

1-1. 屋上緑化の断面構成

屋上緑化で最初に施工されるのが防水層です。



建物の屋上で採用されている防水層には、最も信頼性があり多くの実績を誇るアスファルト防水、施工が早く仕上がり美しい塩ビシート防水、複雑な形状に馴染み、端部の納まりが簡易なウレタン塗膜防水などがあります。

これらの防水層は、基本的に植物根の伸長に対して万全ではないので、必ず耐根層を敷き込みます。

防水層の上に設置するのが植栽基盤です。凹凸をつけた樹脂製の板やブロックを敷き詰め、客土の底部に溜った余分な雨水を排出し、適度に保水を行う水分コントロールの役目を担います。

防水、耐根、植栽基盤が揃ってから、いよいよ客土を敷設し、植物を植えます。一般の造園工事では土を掘って植物を植えますが、屋上では床面に土を盛ってから植物を植えます。そのため、屋上緑化では土留めのための見切り材が必要です。

また、地面では地下からの水分供給が見込めますが、屋上では長期の渇水状態が生じやすいため、灌水装置が必須となります。

このような断面構成をとる屋上緑化ですが、どのような植物をどれくらいの土を入れて生育させるのかで、採用する防水工法や植栽基盤、それらの組み合わせ方（納まり）が変わります。

屋上防水の選定の前に、まず計画している屋上緑化どのような種別に属するのかを把握しましょう。

2.庭園型緑化と薄層型緑化

ひとくちに屋上緑化といっても、樹木や石、水盤を設置する庭園型緑化から、草花や芝生などの植物で構成し、薄くて平面的な緑地帯を形成する薄層型緑化まで様々な形態があります。

庭園型緑化は、建物の設計時からスラブに相当の荷重負担を見込む必要があります。

一方で、標準的な積載荷重で設計する場合や、既存建物に植栽を計画する場合には、構造への負担を考慮し、60 kg/m²以下となる薄層型緑化を採用するようにします。

2-1. 庭園型緑化の種類と特長

庭園といっても内容は千差万別です。起伏のある庭を造るのはもちろんのこと、菜園にしたり、バーベキューを楽しむためにウッドデッキを敷いたりするのも庭園型に含まれます。

このように、屋上を積極的に利用する場合には 庭園型緑化の手法で計画するようにします。

	
<p>・中低木を配した水辺のある本格的な庭園</p>	<p>・野菜を植え積極的に活用する屋上菜園</p>

庭園型緑化には次のような特長があります。薄層型緑化と比べて防水層の耐久性と、防水層を保護する機能が高いのですが、長期にわたり健全に保つには定期的なメンテナンスが必須です。

庭園型緑化の特長	
防水層の種類	客土や植物をはじめ、大量の資材を搬入し構築することから、一般の屋上では定期的に行われる防水層の改修が困難になりがちです。そのため、防水工法・仕様は、耐久性の高いアスファルト防水・改質アスファルト防水の保護仕様を採用します。
床面仕上げ	防水層の保護機能に優れた、押えコンクリートを打設するのが一般的です。
植栽基盤	客土底面での確実な保水排水機能が求められます。
付帯設備	水遣りのための灌水設備が必須です。
メンテナンス	長期的に健全な状態を維持するには、植物だけではなく、設置してある什器を含めた、定期的な点検・メンテナンスが必須です。

2-2. 薄層型緑化の種類と特長

薄い客土で植物を生育させるのが薄層型緑化です。マンションなどの一般的な建物の床が受け持つことができる荷重を考慮し、狭義では60kg/m²を超えない範囲の緑化を指しますが、実際には客土厚が100mm程度のもので薄層型緑化と呼ぶことがあります。そのため、庭園型との区別も厳格ではないので、屋上利用の有無、メンテナンス体制などを検討し、どちらのタイプを採用するのかを決めましょう。

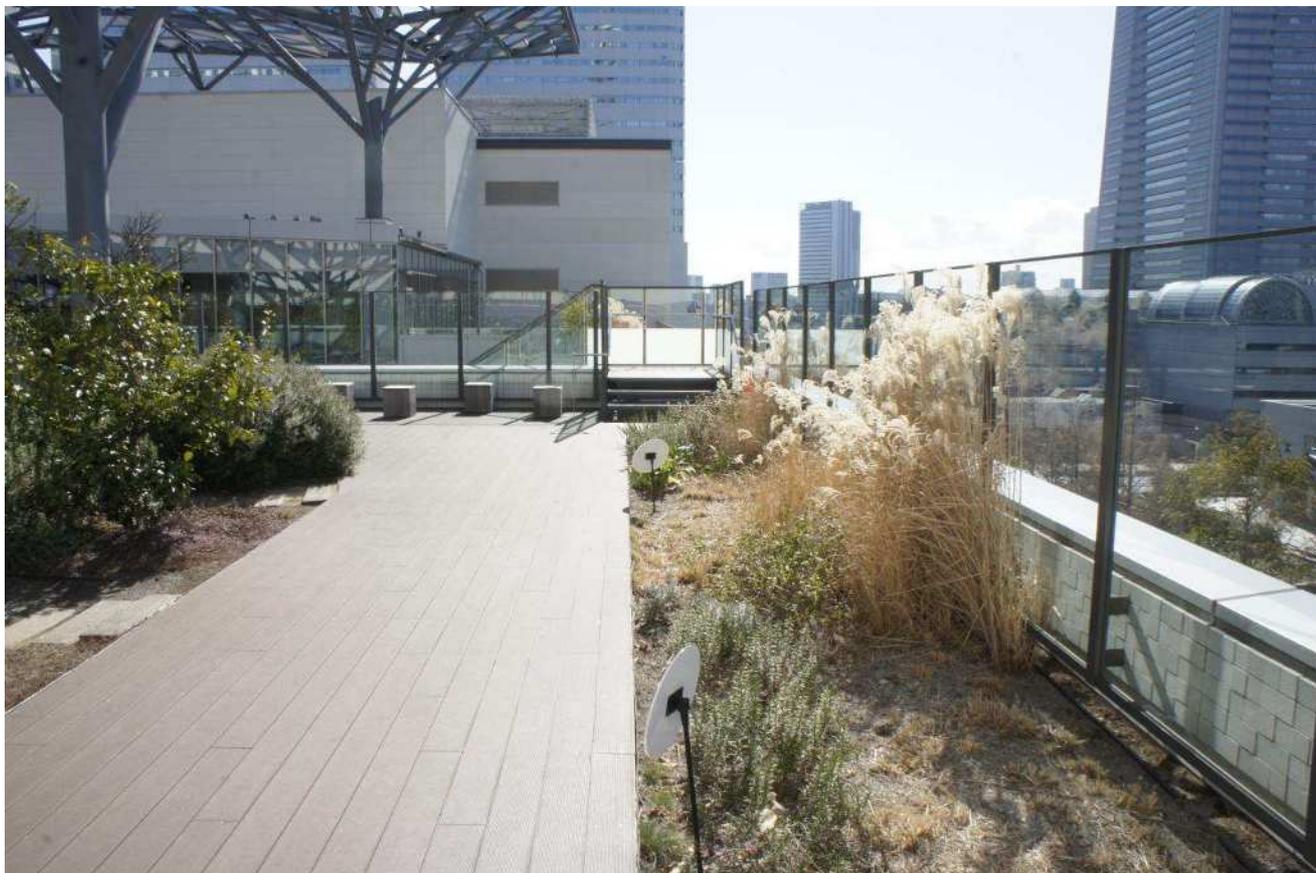
客土が薄いと植えることができる植物がかなり限られるという印象を持たれるかもしれませんが、実際には芝生をはじめ、セダム類(多肉植物)、草花、部分的に盛り土をして低木を植えるなど、しっかりとした植栽基盤を採用することで、多彩な表情を演出することが可能です。



薄層型緑化には次のような特長があります。積載する荷重に制限があるので、構成する資材の総重量管理が必須となります。

薄層型緑化の特長	
防水層の種類	アスファルト防水、塩ビシート防水、ウレタン塗膜防水など各種防水層の採用が可能ですが、屋上緑化対応の工法・仕様を選択するようにします。
床面仕上げ	屋上を積極的に使用せず、非植栽部をメンテナンス程度の歩行とする場合には、防水層で仕上げる露出仕様とすることができますが、歩行が見込まれる場合には、保護層を設置するようにします。
植栽基盤	庭園型緑化の植栽基盤を採用することもできますが、あらかじめ客土と植物をトレイにセットし、屋上で敷設・固定する乾式工法が開発されています。
付帯設備	採用する植物種、客土、植栽基盤の機能により、灌水不要を謳うシステムもありますが、健全な植栽維持のためには、自動灌水設備の設置を推奨します。
メンテナンス	庭園型に比べ、メンテナンスは軽微となりますが、季節ごとの点検は必須です

第2章 防水工法



1. 屋上防水の概要

私たちが生きていくうえで欠かすことができない「水」。この水には、日常生活に必要な「生活水」と、居住空間への侵入を防がなくてはならない雨や地下水などの「自然水」があります。

生活水は、上水道、下水道といった設備により、必要な時に得られ排水できます。一方、自然水は建物の外側に水を通さない連続した皮膜を設けて侵入を防がなくてはなりません。この非透水性の連続被膜のことを防水層と呼びます。

浴室や小面積のバルコニーのように、寸法・形状が定まっている小面積の防水であれば、工場で製作した乾式のユニットを据え置くことができますが、多くの屋上は面積が広く形状も様々なため、材料をつなぎ合わせて、隙間のない被膜を作らなければなりません。

このような条件を満たすために開発されたのが、石油化学製品を主原料とした、アスファルト防水、シート防水、塗膜防水です。

防水材は屋上で施工されてはじめて完成品＝防水層となるため、材料の種別だけではなく施工方法との組み合わせで工法・仕様が分類されています。

日本ではすでに 1905 年(明治 38)にアスファルト防水が施工されたという記録が残っています。以降 1950 年の初頭にシート防水が開発され、追って 1960 年代の中頃には、塗膜防水が産声を上げ現在に至っています。

実際の設計業務では、下地との関係や仕上げの方法、断熱材の有無などを決める必要があります。防水工法・仕様の分類には、どのような要素が含まれているのか、防水のしくみとともにご紹介します。

1-1. 防水のしくみ

漏水を防ぐ手段として、古代から用いられてきたのが斜めの屋根で雨水を流す勾配屋根です。それに対して、水を通さない連続被膜を敷いて平らな屋根でも雨水を防ぐようにしたのが陸屋根です。勾配屋根と陸屋根の違い、防水材の形態による性能の違いを解説します。

① 防水工法（アスファルト/改質アスファルトシート/合成高分子系シート/塗膜の各防水工法）

防水材料の種別と施工方法の違いにより、防水工法は大きく、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、塗膜防水に分類されます。各工法はさらに細かい仕様に分かれていますが、ここでは工法別の大まかな施工法・特長を理解するようにしましょう。

② 仕様を分ける要素（密着と絶縁/断熱材の有無）

「防水の分類が難しくてわからない」という声をよく耳にします。その要因のひとつに、同じような材料を、同じように施工するにも関わらず、防水の仕様番号が異なる点にあります。防水層自体はほとんど変わらないのに、下地に密着させるのか、絶縁させるのか、断熱材を上に乗せるのか、載せないか、といった違いで仕様番号は異なります。

このような仕様番号の違いに示される防水層の違いについて解説します。

③ 防水の納まり（排水勾配・立上り・ルーフトレン・荷重・耐根）

屋上にどのようにして防水層を設置するのか、平面・断面の関係を図示したのが納まり図です。平面図では、排水勾配とルーフトレンの位置・個数について。断面図では、防水層の立上り高さや固定方法、パラペットの形状や雨仕舞金物の選択などの質問をいただきます。

建物の高さ制限や、開口部との取り合い、外観のデザインなど、多くの条件を考慮しながら納まりが決まるため、納まりには絶対の正解はありません。個々の屋上に最適なディテールを選択できるように、納まりの原則を紹介します。

屋上緑化を計画するうえで避けて通れないのが、床に載せることができる積載荷重の問題です。植栽プランを計画するうえで考慮すべき荷重の考え方を示しました。構造の問題は専門家に相談するのが望ましいのですが、床の受け持つ荷重のルールを理解することは、安全な屋上緑化の構築に必須です。

実際の屋上緑化では、植物根の伸長が防水層や他の設置物に影響を与えることがあります。これらを守るために敷き込まれるのが耐根層です。実際の不具合事例と敷設方法を紹介します。

④ 標準ディテール

屋上を取り巻く環境は多岐にわたるため、標準ディテールがそのまま実際の屋上で反映されることはなかなかありません。各図に表現された原則・意図を理解し、実際の屋上で採用できるようにしましょう。

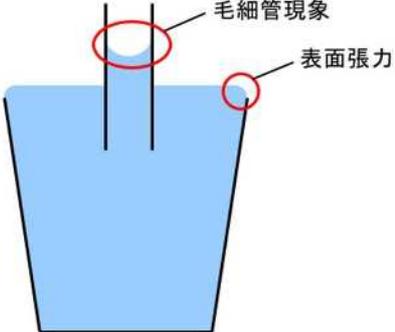
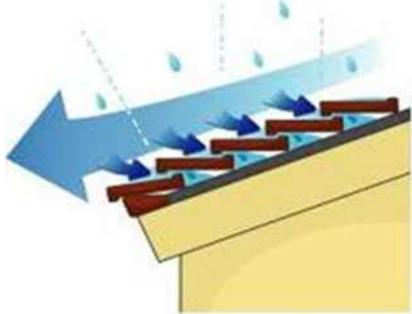
2. 勾配屋根と陸屋根

雨漏りを防ぐには2つの方法があります。ひとつは、水を通さない瓦などの屋根材を、傾斜のついた下地に固定し、表面を雨水が流れ落ちることで建物の外側へ排水する「勾配屋根」です。竪穴式住居が作られた古来より、現代まで続く建築様式です。もう一つは、平らな屋根(陸屋根)の上に水を通さない連続被膜を作り、ルーフトレンと呼ばれる排水口から建物の外部へ雨水を排出する「防水」というシステムです。

	
<p>・勾配屋根(瓦葺き): 主に、戸建て住宅に多く採用されています</p>	<p>・陸屋根(アスファルト防水): 主に RC 造、S 造の建物で多く採用されています</p>

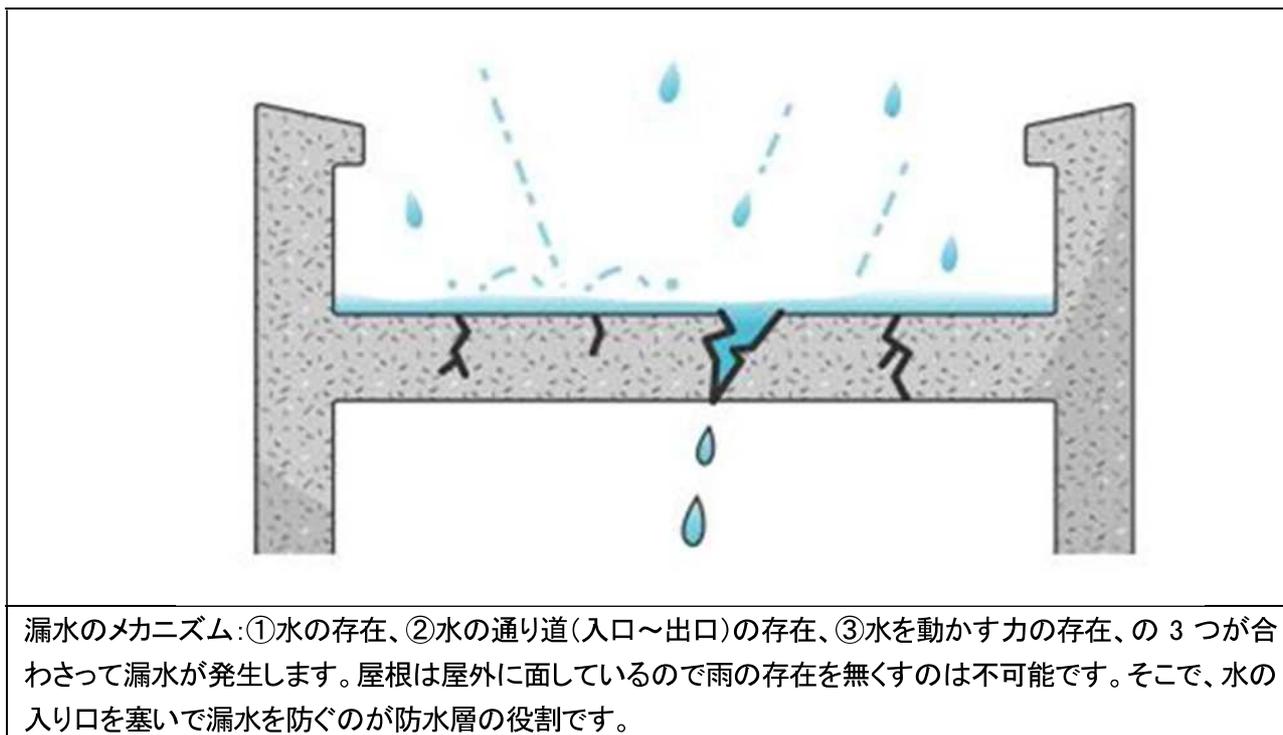
2-1. 勾配屋根

水を通さない瓦・スレート・金属板といった屋根材を、少しずつ重ねながら葺き、重力を利用して雨水を建物の外へ流します。勾配が緩いと、毛細管現象で屋根材と屋根材の隙間から雨水が浸入してしまうため、一定の勾配を確保することが大切です。勾配屋根は、雨水を貯めずに流すため、漏水の心配が少ないのですが、屋根を利用できません。このような勾配屋根に緑化を施すには、植栽基盤・客土の滑落防止、メンテナンス対策などが必要です。

	
<p>・毛細管現象とは: 水が重力で下に落ちる力よりも、水とガラスが引合う力が強かった場合、表面張力が起こります。図のような狭い空間では、ガラスに引き寄せられる力が重力に勝るため管中を水が上昇する毛細管現象が起こります。</p>	<p>・勾配屋根のしくみ: 屋根材と屋根材を重ねて葺くことで雨水を流します。勾配が緩いと屋根材と屋根材の隙間から、雨水が浸入してしまいます。</p>

2-2. 陸屋根

陸屋根(防水)は、屋根の周囲にパラペットと呼ばれる立上りを設け、一旦雨水を屋根面に貯めて、ルーフトレン(排水孔)から雨水を排出します。一般的にコンクリートは簡単に水を通すものではありませんが、熱による膨張や収縮で生じるクラック(ひび)や、打継部のコールドジョイントなどは雨水を通しやすく、躯体内に入り込んだ雨水が鉄筋を伝わると漏水にいたりします。鉄骨造などの乾式部材を組み合わせた躯体は、隙間が随所に存在するため、防水層が必須となります。



2-3. 防水層として機能するための条件

水を通さないものであれば、なんでも防水層になるのでしょうか？ レジャーシートで覆えるくらいであれば可能ですが、面積が大きい建物の屋根ではそうもいきません。防水層を構築するためには、耐水性があるだけでは不十分です。

屋根の大きさに見合うようにシートとシートをつなげて(連続被膜)、風で飛ばされないようにしっかりと固定します。下地の挙動に対しては、簡単に破れないように耐破断抵抗性も必要です。また、長い期間(10年以上)に渡り太陽光に照らされても著しく劣化しない耐久性も求められます。このような性能を併せ持っても、屋根で施工できなければ、防水層にはなりません。

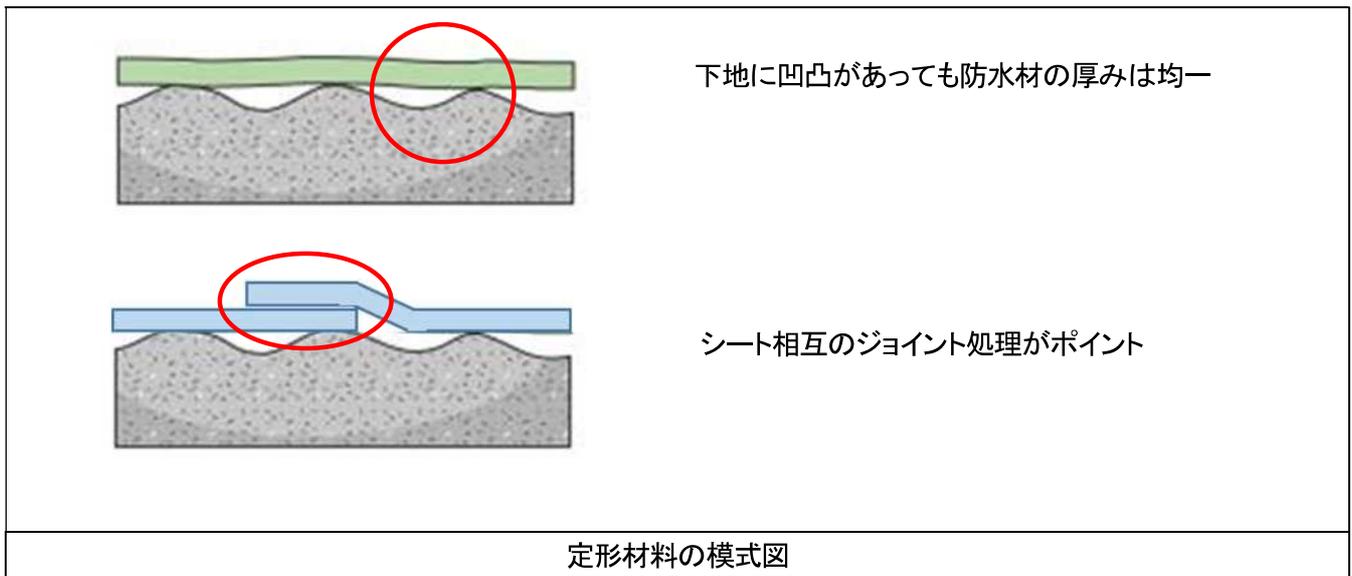
水を通さない性能を有する物質のなかで、上記条件を満たすのが、アスファルト、塩ビ、ウレタンなどを原料とした防水材です。これらの防水材はいずれも石油化学製品で、耐水性を持つという共通点を持ちますが、材料の形態(定形材・不定形材)により防水材としての特長は少しずつ異なります。

3. 定形材料と不定形材料

防水層の特長は、材料の形態により異なります。アスファルトルーフィングや塩ビシートのように、一定の長さ・幅・厚みに整えられた「定形材料」と、ウレタン塗膜材やアスファルト防水で使用する溶かしたアスファルトのように、施工時に液体で硬化すると被膜を形成する「不定形材料」です。

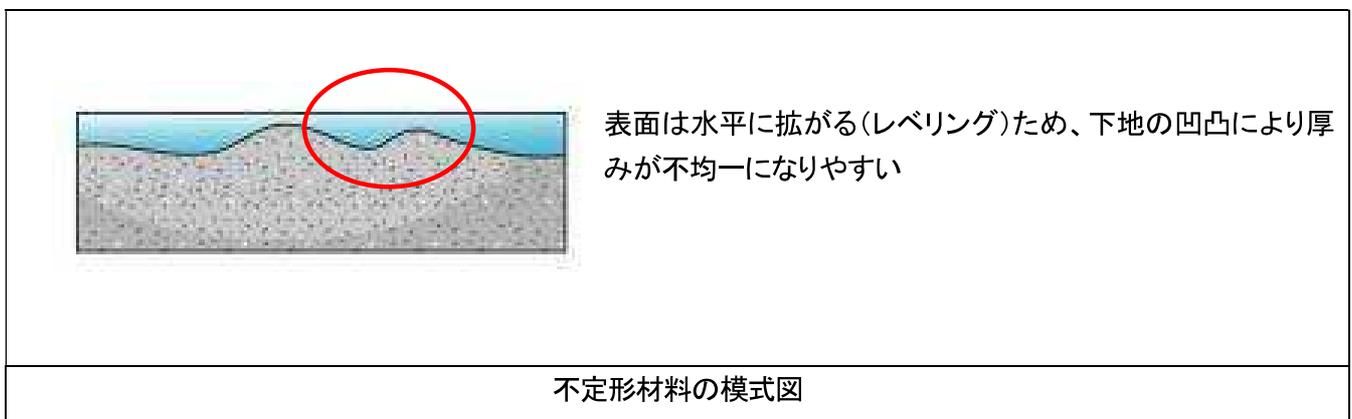
3-1. 定形材料

長さや幅が決まっている定形材料は、厚みが均一のため下地の凹凸に左右されず、一定の膜厚が確保できます。材料と材料を現場でつなぎ合わせるため、ジョイントの確実な接合が求められます。



3-2. 不定形材料

不定形材料は、液状の防水材を塗り継ぐことで、ジョイントのない連続した被膜を形成しますが、勾配が急な下地では流れてしまったり、凹凸がある場合には表面がレベリングしてしまい膜厚が不均一になりやすくなります。

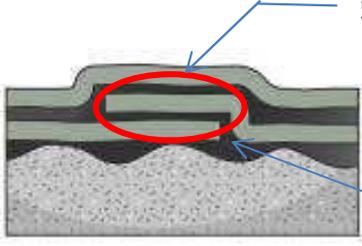


3-3. 定形材料+不定形材料=アスファルト防水

定形材料と不定形材料は、お互いのメリット・デメリットが相反する関係になっています。この両者の特長を併せもっているのがアスファルト防水です。

260℃で溶融したアスファルト(不定形材料)で、シート状のルーフィング(定形材料)を張り付けます。施工時の熱でルーフィングに含まれるアスファルトも溶けるため、温度が下がり硬化すると、定形・不定形の材料同士が隙間なく一体化するため、水密性能に優れます。

ルーフィングを張り付ける工程を2~3回繰り返すことで、10mm程度の厚みがある耐荷重性に優れた防水となるため、**公共仕様では唯一保護コンクリート仕様が組みれています。**



積層することで、前工程の施工ミスもカバーすることができる

2層目
1層目

溶融アスファルトが隙間なく行きわたるため、高い水密性が確保できる

・定形材料と不定形材料=アスファルト防水

3-4. 防水材料の形態

	
<p>・定形材料の例:塩ビシート</p>	<p>・不定形材料の例:ウレタン防水材(一斗缶入り)</p>
	
<p>・アスファルト防水の定形材料(左:ルーフィング)と不定形材料(右:溶融するアスファルトの袋詰め)</p>	

4. 防水工法一覧

屋上では不透水性の連続被膜を現場で構築する「メンブレン防水」が採用されています。メンブレン防水には、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、塗膜防水があります。本冊子では、**太字と*示されている主要工法**について解説を行っています。

防水工法一覧		
メンブレン防水	アスファルト防水	熱工法 *
	改質アスファルトシート防水	トーチ工法 *
		常温粘着工法 *
		常温塗膜複合工法
	合成高分子系シート防水	加硫ゴム系シート防水 *
		非加硫ゴム系シート防水
		塩化ビニル樹脂系シート防水 *
		エチレン酢酸ビニル樹脂系シート防水
		熱可塑性エラストマー系シート防水
	塗膜防水	ウレタンゴム系塗膜防水 *
		FRP系塗膜防水 *
		アクリルゴム系塗膜防水
ゴムアスファルト系塗膜防水		

主な防水工法	
	
・アスファルト防水熱工法保護仕様	・改質アスファルトシート防水常温粘着工法露出仕様
	
・塩ビシート防水機械的固定工法	・ウレタン塗膜防水通気絶縁仕様

① アスファルト防水

最も歴史があり、豊富な実績を誇る防水工法です。定形材料と不定形材料で説明した通り、溶かしたアスファルトでルーフィングを張り付けます。この工程を2~3回繰り返し積層することで厚みがあり水密性に優れた防水層を構築します。公共仕様では、唯一保護層(押えコンクリート)の打設が認められていることから、庭園型の屋上緑化を計画する場合には、必須の工法となっています。

近時は、改質アスファルトシート防水常温粘着工法と併用したり、塗膜防水を上立りに取り入れたりと、工法のハイブリッド化が進むほか、積層数を増やすことで高耐久仕様を開発するなど、多様化が進んでいます。

② 改質アスファルトシート防水

改質アスファルトとは、ゴムや樹脂などの改質剤を用いてアスファルトにしなやかさを加えたもので、高温でもダレにくく、低温であっても軟らかさを保つという特長があります。改質アスファルトの技術は、地下外壁防水や勾配屋根の下葺き材に採用されたり、アスファルト防水・ウレタン防水の通気絶縁シートとして取り入れられたりと、活躍の場が広がっています。工法の分類上はトーチ工法、常温粘着工法が改質アスファルトシート防水と呼ばれています。

③ 合成高分子系シート防水

1960年頃から開発が進み、加硫ゴムや非加硫ゴム、塩ビ樹脂といった合成高分子を主原料とする防水工法が確立され、シート防水と呼ばれて発展しました。大がかりな施工器具を使用せず、工期が短いのが特長で、単層の露出仕様で採用されるのが一般的です。屋上緑化では塩ビシート防水の接着仕様が、薄層型緑化に対応しています。

④ 塗膜防水

液状の防水材料を塗り広げ硬化して防水層を形成します。屋上ではウレタン塗膜防水、FRP系塗膜防水が多く採用されています。ウレタンは湿潤状態だと膨潤劣化を招くので、屋上緑化で採用するには、緑化帯に粘着層付き耐根層か、改質アスファルトシートなどを敷設するようにしましょう。FRP系は耐水性に優れますが、被膜が固いため、動きが想定される乾式の下地への採用は検討を要します。

近時は、ウレタン防水材料を吹き付ける超速硬化スプレー防水も開発され、曲面や多面体の屋根での採用が進んでいます。

メンブレン防水以外にも、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料があります。それらの採用に当たっては、水密性、耐荷重性、耐改修性などを考慮し、判断するようにしましょう。

5. アスファルト防水

5-1. 概要

アスファルト防水とは、合成繊維不織布にアスファルトを含浸させ、シート状に加工したルーフィングを溶かしたアスファルトで張り付ける防水工法です。後述する改質アスファルトシート防水、ゴムアスファルト塗膜防水も、アスファルトを主原料としていますが、溶融したアスファルトを使用するか否かで、工法が分類されています。

現在では、下地に張り付ける第1工程に、ゴムアスファルト粘着層がコーティングされた改質アスファルトシート防水常温粘着工法を採用したり、立上りを塗膜防水と併用するなど、工法の垣根を超えたハイブリッド化が進んでいます。

5-2. 特長

一定の厚みをもったルーフィング(定形材料)を、液状(不定形)のアスファルトで張り付けるアスファルト防水は、熱を加えると溶解し、冷えて固まると一体化するという性質を利用して、2~4回工程を繰り返します。ルーフィングとアスファルトを積層することで6~10mm程度の厚みとなり、耐荷重性、水密性に優れることから、庭園型屋上緑化では、アスファルト防水保護コンクリート仕上げがもっとも採用されています。

アスファルト防水の特長

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ① 積層することで、高耐久で水密性に優れた防水層を形成する。 ② 重歩行、車の走行)にも耐える。(保護仕様) ③ アスファルト溶融時の臭いに配慮が必要。 ④ 溶融釜などの設置が必要。 |
|--|

5-3. 仕様

コンクリートを打設して仕上げる保護仕様と、砂付きルーフィングで仕上げる露出仕様があります。露出仕様では水分によるフクレを避けるために、下地との間に隙間を設ける(絶縁させる)のが一般的です。

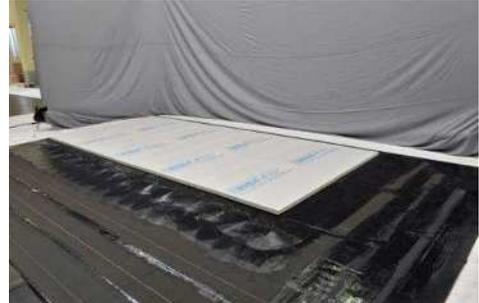
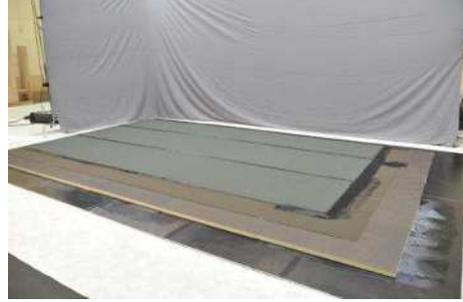
室外と室内の熱の流入を低減するため、屋上に断熱材を設置します(外断熱)。保護仕様の場合には、防水施工後にポリスチレンフォーム断熱材を張り付け、その上にコンクリートを打設します。露出仕様では、防水施工に先駆けて硬質ウレタンフォーム断熱材を張り付けます。

5-4. 施工

保護仕様…下地にプライマーを塗布し、ルーフィングの流し張りを2~4回繰り返します。絶縁仕様では、ブロック状の粘着層がコーティングされた絶縁用ルーフィングを張り付け、上層のルーフィングを流し張りし、表面をアスファルトで刷毛塗ります。断熱仕様では、その上にポリスチレンフォーム断熱材を張り、絶縁クロスを敷いて防水工程は終了です。

露出仕様…絶縁用の粘着層が付いたルーフィングを張り、2層目に砂付きルーフィングを溶かしたアスファルトで流し張りし、保護塗料を塗って仕上げます。

アスファルト防水の施工

	
<p>・アスファルトを溶かす溶融釜</p>	<p>・アスファルトルーフィング流し張り</p>
	
<p>・保護断熱仕様: ポリスチレンフォーム断熱材張り付け</p>	<p>・アスファルト防水保護断熱仕様の構成</p>
	
<p>・露出断熱仕様: 硬質ウレタンフォーム断熱材張り付け</p>	<p>・粘着層付き改質アスファルトシート張り付け</p>
	
<p>・露出仕様: 砂付きルーフィング流し張り</p>	<p>・アスファルト防水露出断熱仕様の構成</p>

6. 改質アスファルトシート防水

6-1. 概要

改質アスファルトシート防水は、樹脂やゴムをアスファルトと混ぜ合わせた改質アスファルトを、合成繊維不織布に含浸させて、シート状に加工したルーフィングを張り付ける防水工法です。

あらかじめコーティングされたゴムアスファルト粘着層で張り付ける常温粘着工法と、トーチバーナーでルーフィングを炙りながら張り付けるトーチ工法があります。

6-2. 特長

アスファルトを原料とし、積層することで厚みのある防水層を形成する点では、前掲のアスファルト防水と共通ですが、大掛かりな施工器具を使用せず、転圧ローラーやトーチバーナーなどの簡易な工具で施工します。特に常温粘着工法は、アスファルト防水・ウレタンゴム系塗膜防水の絶縁用シートに応用されるほか、地下外壁防水や勾配屋根の下葺き材にも幅広く活用されています。

改質アスファルトシート防水の特長
① 積層することで耐久性のある防水層を形成することができる。 ② 煙・臭気が少なく近隣環境への影響が少ない。 ③ ルーフィング相互のジョイント処理に注意を要する。(常温粘着工法) ④ 炙り不足や、施工スピードに注意を要する。(トーチ工法)

6-3. 仕様

改質アスファルトシート防水は、常温粘着工法・トーチ工法と、単層・複層で大きく仕様が分かれます。トーチ工法、常温粘着工法ともに、新築で採用される場合には複層仕様が、既存がアスファルト防水露出仕上げのかぶせ改修で使用される場合には単層仕様が多く採用されています。常温粘着工法は、熱を使用しないため「冷工法」と呼ばれることがあります。

6-4. 施工

- | |
|---|
| ・常温粘着工法…剥離紙や剥離フィルムを剥がしながら、改質アスファルトの粘着層で張り付けて防水層を形成します。確実な防水層にするには、十分な転圧が必要です。特にエンドラップ(ルーフィングの短辺方向のジョイント部)とサイドラップ(長辺方向のジョイント部)が合わさる3枚重ねの部位では、ハンドバーナーで炙りながら施工することもあります。 |
| ・トーチ工法…プロパンガスを燃料とするトーチバーナーで、ルーフィングにコーティングされたアスファルトを炙り、溶けだしたアスファルトで張り付けて防水層を形成します。炙り方にはルーフィングを押し進める前進法と、引きながら進む後退法があります。前進法は、前方の視野が開けているので安全ですが、アスファルトの溶け具合が確認しづらく、後退法は炙り具合の確認が容易ですが安全確保が課題です。 |

改質アスファルトシート防水の施工



・常温粘着工法: 剥離紙をはがしながら張り付ける



・常温粘着工法: 十分に転圧を行う



・常温粘着工法: ラップ部のシール処理



・常温粘着工法: 地下外壁での施工風景



・トーチ工法: 前進法による施工。十分にアスファルトが溶けているかの確認が必須



・トーチ工法: 後退法による施工。後ろ向きに進むため、屋上では突起物などにつまずかないように注意



・トーチ工法: ラップ部からはみだしアスファルトを確認しながら施工する



・改質アスファルトシート防水(アスファルト防水含む)露出仕様では、保護塗料を塗布して施工終了

7. 合成高分子系シート防水

7-1. 概要

合成高分子系シート防水(シート防水)は、塩ビ樹脂、加硫ゴムなどを繊維質の基材と積層させて、厚みが1~2 mmのシートに加工し、接着剤やディスクを用いて下地に固定する防水工法です。主に単層の露出仕上げで用いられます。屋上緑化では、塩ビシート防水の密着仕様が薄層型緑化で採用されています。

7-2. 特長

シート防水は単層で仕上げるのが一般的です。各種シートの特長は、原料の性質により異なります。

合成高分子系シート防水の特長
・塩ビシート…ジョイント部が一体化するので水密性が高く、色彩も豊かで意匠性に優れる。絶縁工法(機械的固定工法)は下地の処理が簡易なため改修で多く採用される。脆弱な下地では、ビスの引き抜き強度が確保できないので、採用に当たっては調査確認が必須。
・加硫ゴムシート…耐候性に優れるが、経年後のラップジョイント部の水密性(口開き)に注意が必要。
・非加硫ゴムシート…伸縮性があり下地への馴染みはよいが、露出仕様は控える。
・エチレン酢酸ビニル樹脂シート…湿潤状態の下地でも施工は可能。モルタルで仕上げる。
・熱可塑性エラストマーシート…環境性能に優れるが、接合部処理に熟練を要する。

7-3. 仕様

公共工事標準仕様書や、日本建築学会 JASS8 といった公的な仕様書では、露出仕上げのみ設定されています。仕様分類は、原材料の違い、密着・絶縁の違い、断熱材の有無で分かります。絶縁仕様は、鋼板でできたディスクをビスで固定し、ディスクとシートを接合させる工法を用いるため、機械的固定工法と呼ばれています。

屋上緑化への対応は、塩ビシート防水の接着仕様が 60 kg/m²以下の薄層型緑化に対応しています。

7-4. 施工

・塩ビシート防水接着工法…下地と塩ビシート裏面に接着剤を塗布し、接着剤のべたつきが無くなった後、40 mmのラップを取りながら張り合わせます。ジョイント部は、熱風か溶剤でシートを溶かして張り合わせ、端部にシールを打って仕上げます。
・塩ビシート防水機械的固定工法…平面部には塩ビ鋼板ディスク、立上り際には塩ビ鋼板プレートをビスで固定し、電磁誘導加熱器、熱風溶着機、溶着剤を用いてシートをディスク、プレート固定します
・加硫ゴムシート防水…塩ビシート接着工法同様に、下地とシート裏面に接着剤を塗布し、溶剤を揮発させた後に張り合わせます。接合部は、ブチルテープを併用して水密性を高めます。
・非加硫ゴムシート…加硫ゴムシート同様、接着剤で下地に貼り付けます。
・エチレン酢酸ビニル樹脂シート防水…モルタルペーストでシートを張り付けます。
・熱可塑性エラストマーシート防水…シートとシートを溶着して接合します。

合成高分子系シート防水の施工



・塩ビシート防水接着工法: 下地とシート裏面に接着剤を塗布



・塩ビシート防水接着工法: オープンタイムを取り、接着剤のべたつきがなくなったらシートを張り付ける



・塩ビシート防水接着工法: 熱風溶着機によるシート相互の接合



・塩ビシート防水: ジョイント部のシール処理



・塩ビシート防水機械的固定工法: ディスクをビスで固定



・塩ビシート防水機械的固定工法: 電磁誘導加熱器によるディスクへの固定



加硫ゴムシート防水: ジョイント部のテープ材処理



加硫ゴムシート防水: 保護塗料の塗布

8. 塗膜防水

8-1. 概要

塗膜防水は、液状の防水材を塗り広げ、硬化することで耐水性のある連続被膜を形成する防水工法です。前述のアスファルト・シート防水と異なり、継ぎ目のないシームレスな仕上がりとなるのが特長です。

8-2. 特長

塗り広げることで連続した防水層となるため、複雑な形状、曲面、狭小部位での施工性に優れます。下地への接着力が強いいため、立上り端部を金物で固定する必要がありません。一方、施工後は膜厚の確認が難しいため、所定の厚みが確保されているかどうかの確認方法が課題です。ウレタン・FRPなどは溶剤を使用するため、現場での保管や、施工時の扱いに注意が必要です。

塗膜防水の特長
<p>・ウレタン塗膜防水…ゴム弾性があり高い伸張性を有します。下地に直接塗る密着仕様と、通気絶縁シートの上にウレタンを塗る絶縁仕様(複合工法)があります。</p> <p>FRP 防水…防水材の硬化が早いため、短い工期で仕上がります。被膜が固く、耐水性にも優れることから木造住宅のバルコニーなどで採用されています。施工時には、強い溶剤臭やサンディングによる粉末が発生するので、近隣環境への配慮が必要です。</p>
<p>・アクリル樹脂系塗膜防水…アクリル樹脂とモルタル粉体を混合して塗り広げる防水工法です。エマルジョンタイプのため、臭いが発生せず、下地の乾燥が不十分でも施工可能なことから、地下外壁やピット内壁、庇や窓枠廻りなどに採用されています。</p>
<p>・ゴムアスファルト系塗膜防水…塗膜防水に分類されているゴムアスファルトは、エマルジョンタイプで露出に適さないことから、地下外壁用として採用されています。</p>

8-3. 仕様

<p>・ウレタン塗膜防水…下地からの湿気を拡散し、ふくれを防ぐ通気絶縁シートを組み合わせた複合工法、ウレタンの層間にメッシュを挿入する補強密着工法、そのまま下地に塗る一般密着工法があります。公共仕様では露出仕上げのみが設定されており、耐候性を担う保護塗料の塗布が必須です。</p>
<p>・FRP 防水…防水材を直接下地に施工する密着仕様と、下地の挙動を伝えにくくし、ふくれを防ぐ通気絶縁シートと組み合わせる複合工法があります。</p>

8-4. 施工

<p>・ウレタン塗膜防水…主剤と硬化剤を所定の割合で混合し、十分に攪拌して塗り広げます。混合比を誤ったり、攪拌が不足すると硬化不良を起こすので注意が必要です。規定量を塗布するためには、楕目が入った専用コテを使って塗り広げるようにします。</p>
<p>・FRP 防水…ガラス繊維マットに不飽和ポリエステル樹脂をローラーで塗りこみ、脱泡します。硬化後、表面に浮かんだ油分をサンディングして取り除き保護塗料を塗ります。臭いと粉末対策が必須です。</p>

塗膜防水の施工



・ウレタン塗膜防水複絶縁仕様(複合工法): 通気緩衝シート張り付け



・ウレタン塗膜防水絶縁仕様(複合工法): 通気緩衝シートのジョイント部テープ張り



・ウレタン塗膜防水: 主剤と硬化剤の混合攪拌



・ウレタン塗膜防水補強密着工法: 補強メッシュ敷込み



・ウレタン塗膜防水: ウレタン防水材料塗布



・ウレタン塗膜防水: 保護塗料の塗布



・FRP 防水: ガラス繊維に不飽和ポリエステル樹脂塗布



・FRP 防水: 脱泡作業

第3章 防水仕様

1. 防水仕様一覧

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す。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ります。断熱材の有無などを含め、これらの内容を取りまとめたのが防水仕様です。

建築工事の仕様書には、国土交通省大臣官房官庁営繕部監修「公共建築工事標準仕様書」一般社団法人 公共建築協会(以下、国交省仕様)、日本建築学会「JASS8 防水工事」といった公共性の高いものや、各種団体が独自に編纂した仕様書があります。

公共の防水仕様は、官民を問わず広く採用されています。防水材製造所が発刊している仕様書は、多様な要望に応えるため、新製品や最新の技術が常に反映されており、屋上緑化仕様やウッドデッキなどの二重床仕上げへの対応も充実しています。

① アスファルト防水

アスファルト防水の仕様は、保護層の有無、下地との関係、断熱材の有無、ルーフィングの積層数などで仕様異なります。※仕様番号の数字は、1が上級仕様、2が一般建築用とされます。

仕上げ	密着・絶縁	断熱材	仕様番号	屋上緑化適応性
保護層 (押えコンクリート)	密着	無し	屋上 A-1、A-2、A-3	庭園型・薄層型に適す
			室内 E-1、E-2	—
	絶縁	有り	AI-1、AI-2、AI-3	庭園型・薄層型に適す
			無し	B-1、B-2、B-3
露出 (砂付きルーフィング)	絶縁	有り	BI-1、BI-2、BI-3	庭園型・薄層型に適す
			無し	D-1、D-2、D-3、D-4
			DI-1、DI-2、DI-3	薄層型に適す

② 改質アスファルトシート防水

改質アスファルトシート防水の仕様は、施工方法(トーチ工法と常温粘着工法)により分類されています。公共仕様では露出仕様しかありませんが、防水材製造所の仕様では保護仕様も設定されています。

施工方法・仕上げ	密着・絶縁	断熱材	仕様番号	屋上緑化適応性
トーチ工法 (砂付きルーフィング)	密着	無し	AS-T1、AS-T2	薄層型に適す
	絶縁	有り	ASI-T1	薄層型に適す
常温粘着工法 (砂付きルーフィング)	密着	無し	AS-J1	薄層型に適す
	絶縁	有り	ASI-J1	薄層型に適す

③ 合成高分子系シート防水

合成高分子系シート防水の仕様は、材料別に大別され、下地との関係(接着工法か機械的固定工法か)、断熱材の有無により仕様が分かります。保護仕様は規定されていないので、すべて防水層で仕上げる露出仕様になります

材料種別	密着・絶縁	断熱材	仕様番号	屋上緑化適応性
加硫ゴム (露出仕様)	接着	無し	S-F1	—
		有り	SI-F1	—
	絶縁	無し	S-M1	—
		有り	SI-M1	—
塩化ビニル樹脂 (露出仕様)	接着	無し	S-F2	薄層型に適す
		有り	SI-F2	薄層型に適す
	絶縁	無し	S-M2	—
		有り	SI-M2	—
熱可塑性エラストマー (露出仕様)	絶縁	無し	S-M3	—

④ 塗膜防水

塗膜防水の仕様は、材料別に分類され、ウレタンは補強で用いる材料(通気絶縁シートかメッシュ)や、ゴムアスファルトは塗布する材料量で仕様が分かります。公共仕様では、断熱仕様の設定がありませんが、防水材製造所の仕様には、断熱材と組み合わせた仕様も設定されています。

材料種別	密着・絶縁	仕様番号	屋上緑化適応性
ウレタンゴム	密着(メッシュ補強)	X-2	薄層型に適す
	絶縁(通気絶縁シート)	X-1	薄層型に適す
ゴムアスファルト	密着	Y-1、Y-2	—

※ウレタン塗膜防水を緑化で採用する際には、緑化帯に改質アスファルトシートなどを張り付け、ウレタン防水層に直接雨水が触れないようにします。

※ウレタン防水の超速硬化スプレー防水は、防水剤製造所により緑化への対応が異なります。採用の際には、緑化の種別や屋上の利用頻度、メンテナンスの体制などの検討が必要です。

次ページより、仕様分類表に記載された、密着と絶縁、断熱材の有無などについて解説します。

2. 密着と絶縁

国交省仕様や JASS8 防水仕様では、防水工法、仕上げの種別とともに、下地との関係(密着か絶縁)が仕様番号に示されています。

密着仕様とは、防水層を全面的に下地に張り付ける仕様です。押えコンクリートで保護するアスファルト防水保護仕様(室内仕様も含む)で、主に使用されています。

絶縁仕様とは、防水層を部分的に固定する仕様です。コンクリートの水分が太陽光の熱で気化膨張すると、防水層にフクレが生じます。そこで、湿気を閉じ込めずに拡散させ、脱気筒から抜くために開発されました。絶縁仕様には、湿気の拡散だけではなく、下地の動き(コンクリートのクラックや、パネル下地などの挙動)による破断から、防水層をまもるという役割もあります。

	<p>密着仕様: 至近距離で力が加わると破断しやすい</p> <p>絶縁仕様: 下地の挙動が伝わりにくいので破断しにくい</p>
<p>・防水層のフクレ防止…下地からの湿気は絶縁層を通り、70~80 m²に1箇所とりつけられた脱気筒から排出される。</p>	<p>・防水層の破断防止…密着仕様では、クラックが生じると隙間ゼロの状態から引っ張られる(ゼロスパンテンション)。間隔を設けることで挙動を緩衝することができる。</p>

アスファルト、改質アスファルト、ウレタン塗膜の各防水工法は、ブロック状の粘着層がコーティングされたルーフィングを張り付けて絶縁機能を持たせます。塩ビシート防水では、塩ビが被覆されたディスクをビスで固定し、ディスクとシートを溶着する機械的固定工法を採用しています。

	<p>塩ビ被覆鋼板と固定用ビス</p>
<p>・アスファルト、改質アスファルト、ウレタン塗膜の各防水工法に採用されている通気絶縁用ルーフィングのブロック状粘着層</p>	<p>・主に塩ビシート防水の絶縁仕様で採用される機械的固定工法。円形の塩ビ被覆鋼板(ディスク)をビスで躯体に打ち付け、円盤表面と塩ビシート裏面を溶着する</p>

3. 耐風圧性能

屋上では、風でモノが飛ばされないように対策を講じなければなりません。特に絶縁仕様では耐風圧性能の確認が不可欠です。

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きます。
 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ます。

建築基準法・建築基準法施工令(第82条の4)・告示(平12建告第1458号)に基づく、屋根葺き材にかかる風圧力計算の事例です。

物件所在地 : 東京都八王子市
 建物高さ : 13.660m
 基準風速(V0) : 32m/s
 地表面粗度区分 : III
 屋根の形状 : 陸屋根(10°以下)
 建物の型 : 閉鎖型
 ピーク風力係数 : 一般部/-2.5、周辺部/-3.2、隅角部/-4.3

風圧力の計算
 風圧力 : $W = q \times C_f$
 ※平均速度圧 : $q = 0.6 \times E_r^2 \times V_o^2$
 E_r : 平均風速の高さ方向の分布を表す係数
 V_o : 基準風速
 C_f : ピーク風力係数

風圧力の計算

与条件より、 $E_r = 0.846$ 、 $V_o = 32$ となり 平均速度圧は $q = 0.6 \times (0.846)^2 \times (32)^2 = -439.74 \text{ N/m}^2$

	ピーク風力係数: C_f	風圧力: $W(\text{N/m}^2)$
屋根一般部	-4.0	-1,759
屋根周辺部	-4.7	-2,067
屋根隅角部	-5.8	-2,550

※1 kgf=9.8N

● 高さ13mの屋上の隅角部では、約260 kgf/m²の力が負圧として働くこととなります。

4. 断熱材

熱の移動を抑制する(遅らせる)ために設置するのが断熱材です。設置する部位により内断熱と外断熱に分けられます。内断熱は建物の内部に断熱材を設ける方法で、冷暖房の立上りが早いといったメリットがありますが、寒冷地では内部結露が発生しやすいとも言われています。外断熱は建物の外部(躯体の外側)に断熱材を設けるため、冷暖房機器を作動しても、すぐには効き目が発揮されにくいのですが、躯体が温められたり冷やされたりすると、効果が長続きます。また、外気の影響が緩和されるので躯体保護にも有効です。

- ・保護仕様では、アスファルト防水施工後に断熱材を設置し、絶縁クロスを敷いて保護のコンクリートを打設します。断熱材の材質は、耐荷重性に優れ吸水しづらい「JIS A9521 押出法ポリスチレンフォーム 3種bA」を使用します。一般的にはスタイロフォームという製品名で知られています。
- ・露出仕様では、寸法安定性に優れた「JIS A9521 硬質ウレタンフォーム断熱材 2種1号又は2号」に準じる製品を使用します。準じるとなっているのは、JISに定められた透湿係数を満たす製品が市販されていないため、透湿係数以外はJIS規格を満たす製品になります。防水層との組合せは保護仕様と逆になり、まず下地に断熱材を張り付け、その上に防水層を施工します。

断熱材の種類と特長 JIS A 9521:2017(建築用断熱材)		
押出法ポリスチレンフォーム断熱材 3種 bA(通称:XPS) 	A種硬質ウレタンフォーム保温板 2種1号 A (通称:PUF) 	ポリエチレンフォーム(通称:PEF) 
熱伝導率 0.022~0.040	熱伝導率 0.019~0.029	熱伝導率 0.034~0.042
ポリスチレン樹脂と発泡剤を溶融混合し、連続的に押出発泡成形した断熱材。吸水性が小さく耐圧縮性が大きい。建築用・住宅用として広く使用されている。	ポリオール成分とポリイソシアネートを反応・発泡させた断熱材。各種面材と一体成形しボード状にする。耐熱性と寸法安定性に優れており、外断熱工法に適している。	ポリエチレン樹脂に発泡剤を混合して成形した断熱材。柔軟で耐溶剤性に優れている。
アスファルト防水保護仕様 塩ビシート防水機械的固定工法	アスファルト、塩ビ、ウレタン各防水工法の露出仕様	塩ビシート防水・加硫ゴムシート防水の露出接着工法

【国土交通省告示 784号 2019年(令和元年)の建築物省エネ基準による断熱材の厚み】

① アスファルト防水保護仕様（ポリスチレンフォーム）

■ 住宅の省エネルギー基準に基づく断熱材の厚さ
(鉄筋コンクリート造の屋根または天井／外断熱工法)

都道府県名 ^{※1}	建築物省エネ基準 国土交通省告示 784号 2019年(令和元年)			
	地域区分	断熱材の 熱抵抗値 [屋根] m ² ・K/W	断熱材の厚さ	
			断熱材 種類E ※2	ギルフォーム ※3
北海道	1・2	3.0	85	70
青森県・岩手県・秋田県	3	2.2	65	60
宮城県・山形県・福島県・新潟県・長野県・栃木県	4	2.0	60	50
茨城県・群馬県・山梨県・富山県・石川県・福井県・岐阜県・滋賀県・埼玉県・千葉県・東京都・神奈川県・静岡県・愛知県・三重県・京都府・大阪府・兵庫県・奈良県・和歌山県・鳥取県・島根県・岡山県・広島県・山口県・徳島県・香川県・愛媛県・高知県・福岡県・佐賀県・長崎県・熊本県・大分県	5・6	2.0	60	50
宮崎県・鹿児島県	7	2.0	60	50
沖縄県	8	0.57	15	25

※1 市町村によっては他の地域に区分されることがあります。詳しくは国土交通省告示第783号(令和元年)の別表第10をご覧ください。

※2 (財)住宅建築省エネルギー機構「住宅の次世代省エネルギー基準と指針」で区別されている断熱材の種類(硬質ウレタンフォーム)での厚み。

※3 ギルフォームの熱抵抗値から計算した厚み。

② アスファルト防水露出仕様(硬質ウレタンフォーム)

■ 住宅の省エネルギー基準に基づく断熱材の厚さ
(鉄筋コンクリート造の屋根または天井／外断熱工法)

都道府県名 ^{※1}	建築物省エネ基準 国土交通省告示 784号 2019年(令和元年)			
	地域区分	断熱材の 熱抵抗値 [屋根] m ² ・K/W	断熱材の厚さ	
			断熱材 種類E ※2	RBボード スタイロフォーム ※3
北海道	1・2	3.0	85	85
青森県・岩手県・秋田県	3	2.2	65	65
宮城県・山形県・福島県・新潟県・長野県・栃木県	4	2.0	60	60
茨城県・群馬県・山梨県・富山県・石川県・福井県・岐阜県・滋賀県・埼玉県・千葉県・東京都・神奈川県・静岡県・愛知県・三重県・京都府・大阪府・兵庫県・奈良県・和歌山県・鳥取県・島根県・岡山県・広島県・山口県・徳島県・香川県・愛媛県・高知県・福岡県・佐賀県・長崎県・熊本県・大分県	5・6	2.0	60	60
宮崎県・鹿児島県	7	2.0	60	60
沖縄県	8	0.57	15	25

※1 市町村によっては他の地域に区分されることがあります。詳しくは国土交通省告示第783号(令和元年)の別表第10をご覧ください。

※2 (財)住宅建築省エネルギー機構「住宅の次世代省エネルギー基準と指針」で区別されている断熱材の種類(押出法ポリスチレンフォーム3種)での厚み。

※3 RBボード、スタイロフォームの熱抵抗値から計算した厚み。

第4章 防水の納まり

防水材料は、「半製品」と呼ばれることがあります。これは、材料を現場に持ち込んだだけでは一人前の製品にはならず、正しく施工されて初めて「防水層」になるという意味です。しかし、施工に瑕疵がなくても、「納まり」が不十分では雨漏りを防ぐことはできません。

防水層の納まりを検討するということは、躯体と防水層をどのように取り合わせるのか、そのために必要な立上りの高さや、適切なパラペットの形状、平面部の排水勾配やルーフトレンの位置・管径などを適切に判断するということです。

1. 排水勾配と立上り

1-1. 排水勾配

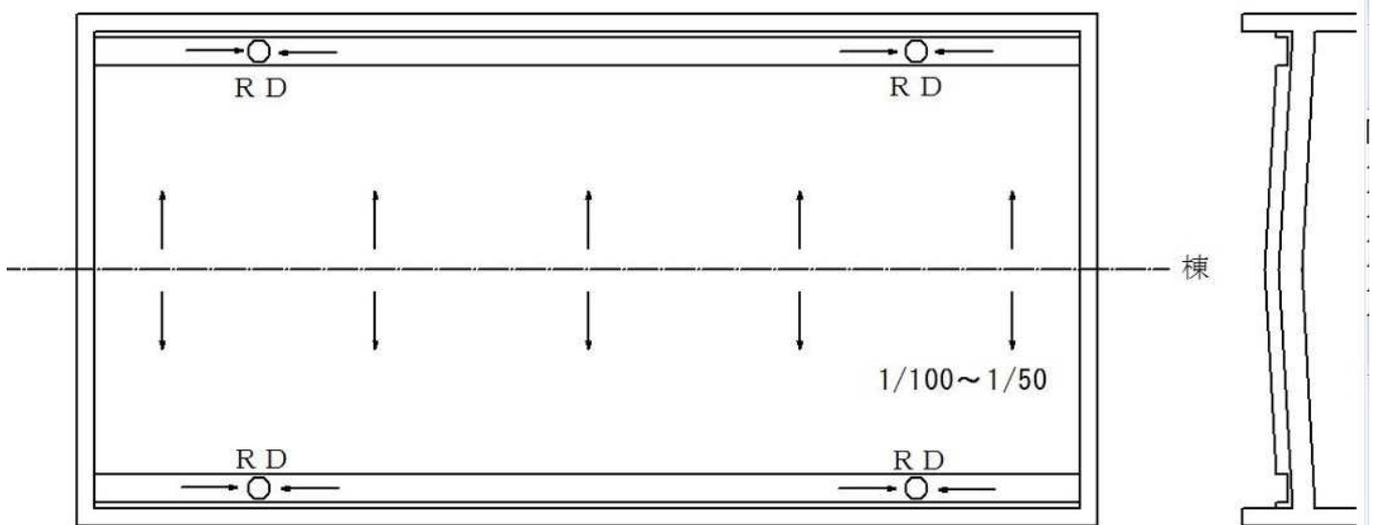
コンクリート下地では、金ゴテ押えとし、ジャンカやレイタンスがないように平滑に仕上げます。排水勾配は躯体でとり、保護仕様では 1/100(1m の長さに対して1cmの高低差)、露出仕様では 1/50 とします。保護仕様では押えコンクリートの一部を薄くして側溝を設け、ルーフトレンまで雨水を導きます。

露出仕様では、下地の複雑な凹凸をきらうため、側溝を設けないことが多く、摺り寄せるように勾配を取るか、多面体にして谷部を設け、ルーフトレンまで雨水を導きます。

防水層の施工にあたっては、下地の乾燥が不十分だと防水層のフクレが生じやすくなるため、コンクリート表面の色などを観察し、乾燥が進んでいることを確認してから施工に取り掛かるようにします。

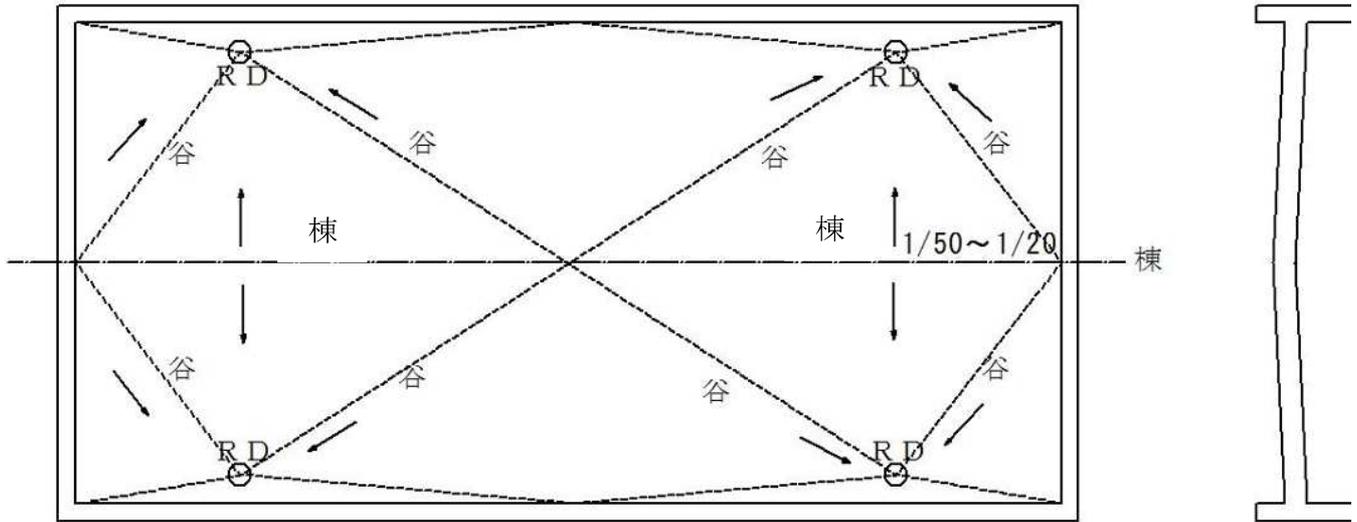
① 保護仕様の排水勾配

切妻形の勾配を取り、側溝を設けて、ルーフトレンまで雨水を導きます。



② 露出仕様の排水勾配

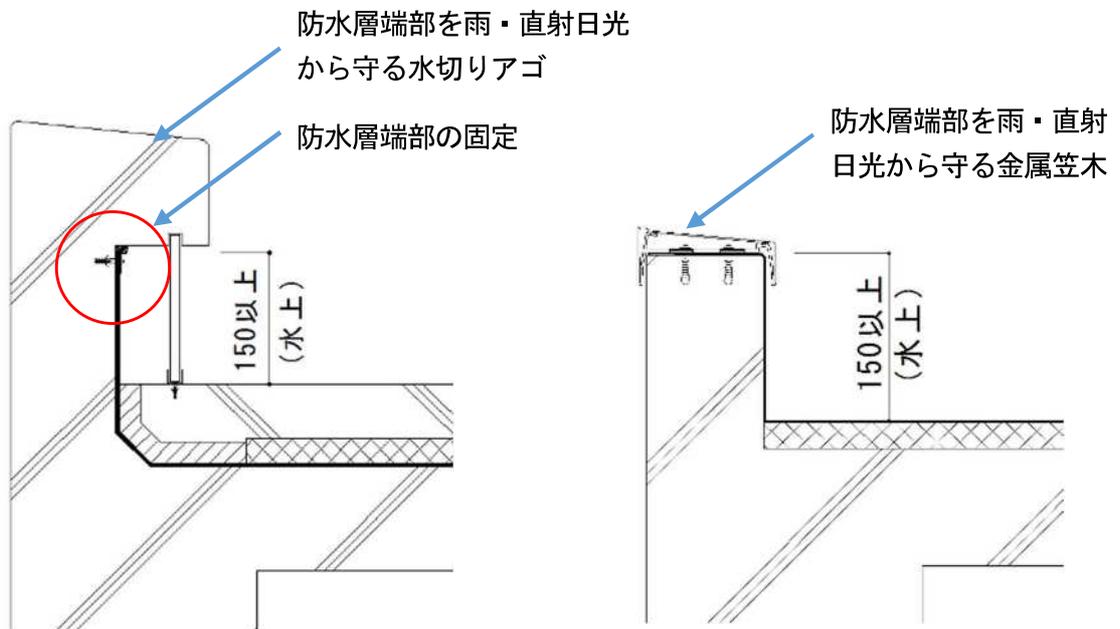
棟・谷を設けて雨水をルーフトレンに導くようにします。



1-2. 立上り

浴槽や洗面器、コップや鍋など水を入れる容器の縁が水平に立ち上がっているように、防水層の端部も、雨水が外壁面に漏れ出さないようにしっかりと立上り(パラペット)を設けます。

パラペットの形状は様々ですが、①防水層の立上りを水上で 150 mm以上確保する、②防水層端部を確実に固定する、③固定した防水層端部に、雨水が直接かからないように水切りを設ける、という納まりの原則を満たすようにします。



アゴ付きパラペットの事例

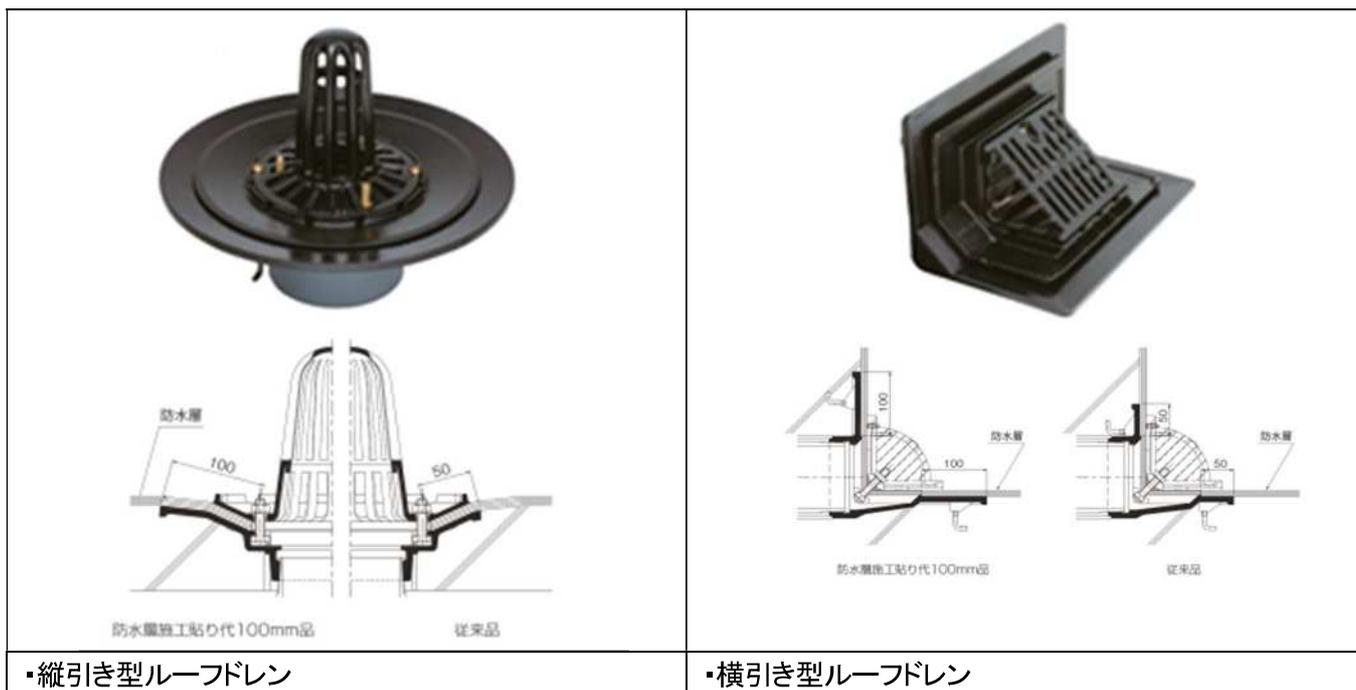
直立型パラペットの事例

2. ルーフドレン

排水孔に取り付けられるルーフドレンは、鋳鉄で作られたものが多く、垂直方向(階下)に雨水を落とす縦引き型と、床面とパラペットとの入隅部に設置され、水平方向に雨水を流してから縦管を通じて雨水を落とす横引き型の2種類があります。

縦引き型は、排水能力が高く排水管との接合不具合が少ないのですが、階下の建物内を排水管が通るため、住居系での採用は少なく、大規模な建造物や事務所ビルなどで多く採用されています。

横引き型は、排水能力は劣りますが、排水管が居室内を通らないので、住居で多く採用されています。



縦引き・横引きの種別と排水孔の直径により、1つのルーフドレンが受け持てる面積が決まります。許容最大屋根面積は、すべて屋根を水平に投影したものとし、100 mm/h を算出基準とします。

縦管管径 mm	許容最大屋根面積 m ²
50	67
65	135
75	197
100	425
125	770
150	1250
200	2700

横管管径 mm	許容最大屋根面積 m ²			
	配管勾配			
	1/25	1/50	1/75	1/100
65	127	90	73	—
75	186	131	107	—
100	400	283	231	200
125	—	512	418	362
150	—	833	680	589
200	—	—	1470	1270

① 雨水排水計算例

東京都23区内にある建物の 1,000 m²の屋根に必要なルーフドレンの管径と個数を算出します。

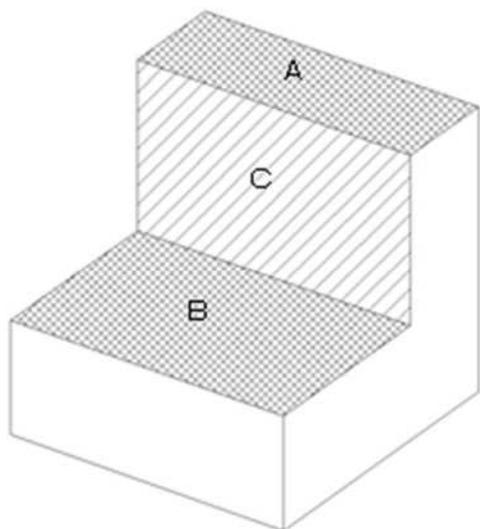
例1…縦引きルーフドレンを採用する場合

東京の1時間当たりの最大雨量…88.7 mm(国立天文台編 理科年表 2018 より)
 100φのドレンでは…1個当たりの受け持ち面積… $425 \times 100 / 88.7 \div 479 \text{ m}^2/\text{個}$
 $1,000 / 479 \div 2.09$ 端数切り上げとして 3個の設置が必要
 75φのドレンでは…1個当たりの受け持ち面積… $197 \times 100 / 88.7 \div 222 \text{ m}^2/\text{個}$
 $1,000 / 222 \div 4.50$ 端数切り上げとして 5個の設置が必要

例2…横引き型ルーフドレンを採用する場合

100φのドレンでは1個当たりの受け持ち面積…配管勾配が1/50として $283 \times 100 / 88.7 \div 319 \text{ m}^2$
 $1,000 / 319 \div 3.13$ 端数切り上げとして 4個の設置が必要
 75φのドレンでは1個当たりの受け持ち面積…配管勾配が1/50として $131 \times 100 / 88.7 \div 148 \text{ m}^2$
 $1,000 / 148 \div 6.76$ 端数切り上げとして 7個の設置が必要

例3…高層棟(壁面面積 1,200 m²)が背面にある場合 (最上層の屋上 A は独立排水)



Bの雨水計算上の面積
 = Bの実面積 + Cの面積の 50%

上図のように、高層棟の足元にある低層の屋上では、ルーフドレンの設置に際し、壁面を伝う雨水量を考慮する必要があります。このような場合には、当該屋上(B)+壁面面積(C)×50%を屋根面積として管径と個数を算出します。

Bが1,000 m²、Cが1,200 m²あたり場合の管径と個数

縦引きルーフドレン 100φを採用する場合 $(1,000 + 1,200 \times 0.5) / 479 \div 3.3$ 4個の設置が必要
 横引きルーフドレン 100φを採用する場合 $(1,000 + 1,200 \times 0.5) / 319 \div 5.01$ 6個の設置が必要

3. 屋上の荷重

屋上緑化の設計にあたり、防水仕様の選択やルーフトレンの管径・設置個数と同様に重要なのが、積載荷重の計算です。詳細については構造設計者との協議が必要ですが、ここでは概略をご紹介します。

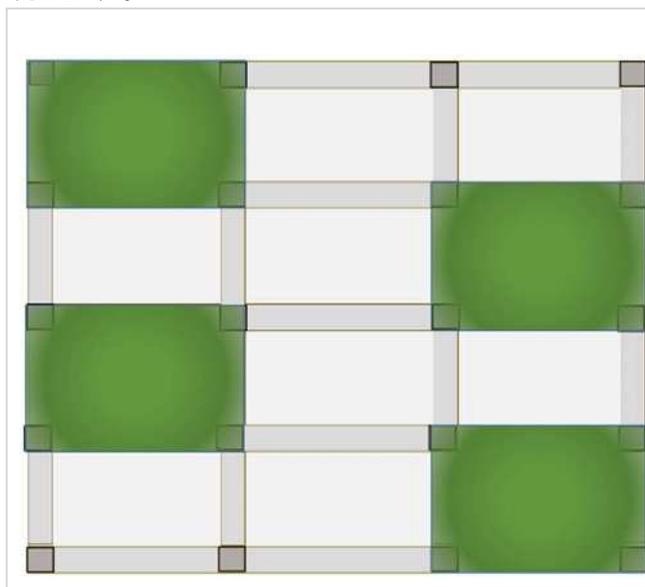
3-1. 建物の積載荷重(建築基準法施行令第85条)

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ます。

室の種類	床の構造計算時	大梁、柱または基礎の構造計算時	地震力計算時
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。		

3-2. 屋上緑化の荷重

一般的なマンションの屋上に植栽を計画する場合を想定し、ここでは、①住居の居室を例にとって説明します。

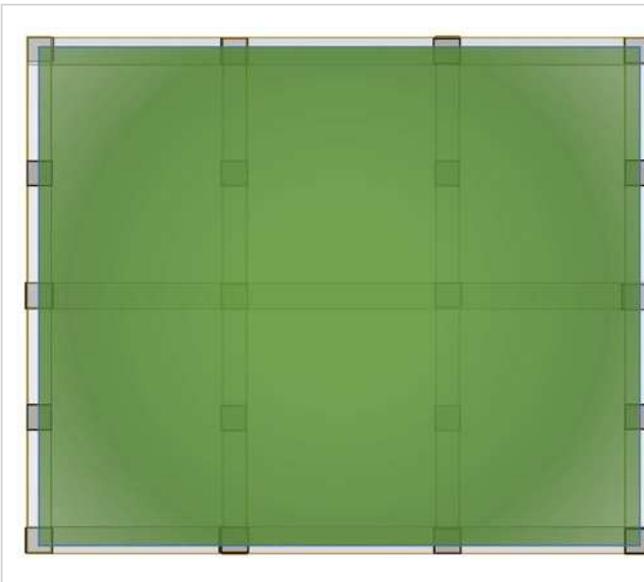


① まず、床が受け持つことができる荷重を確認します。表の「床の構造計算時」より、1 m²あたり 180 kgの重さに十分耐えられるように設計することが定められています。したがって、屋上に緑化を計画するには、樹木・客土などを総合して、180 kg/m²を超える重さとならないように注意します。

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/m²以下で緑化が可能になります。



- ② 次に、屋上のいたるところに 180 kgもの荷重をかけてしまっても大丈夫かどうかを検討します。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ます。
- ③ 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、屋上緑化の荷重は、柱梁の架構荷重 130 kg/m^2 を採用します。



- ④ 屋上全面に緑化を施したいという場合には、さらに「地震力計算時」の数値を用いて、 60 kg/m^2 (180 kgの1/3)にまで荷重を減じて設置するようにします。
- ⑤ 全面に屋上緑化を載せる場合には、地震力計算時の 60 kg/m^2 を採用し、総荷重は $60 \text{ kg} \times$ 屋上面積を超えないようにします。

上記の内容をまとめると、 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ます。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 以内とします。全面緑化では 60 kg/m^2 以内とします。いずれも屋上に載せる総荷重は $60 \text{ kg} \times$ 屋上面積を超えないように、十分に注意しましょう。

4. 耐根層

いまでご紹介してきた防水材は、植物根の侵入を防ぐことができません。そこで必要になるのが、「耐根層」です。PET フィルムをコーティングしたシートや、ポリエチレンフィルムなどがあります。いずれも、シートの表層で根を滑らせることで侵入を防ぎます。

PETフィルムをコーティングしたシートは、裏面に付いている改質アスファルトの粘着層で下地や防水層に固定できるほか、シートとシートのジョイント部も貼り合わせることができるため根の侵入を許しません。高い耐根性能が求められる本格的な庭園型緑化や、耐風圧性能が求められる高層の緑化など、多くの屋上緑化で採用されています。

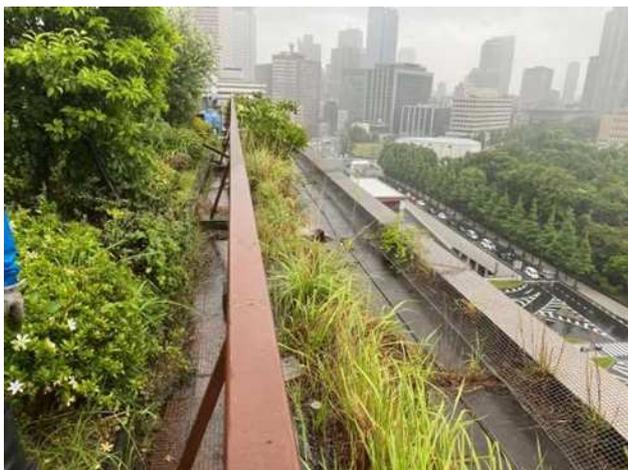
ポリエチレンフィルムの耐根層は、敷きならべるだけで下地に固定はしないため、主に補助耐根層として使用されています。



・芝生の根が防水層の立上りを貫通した不具合事例。



・コンクリートの躯体に植物根が侵入した不具合事例。



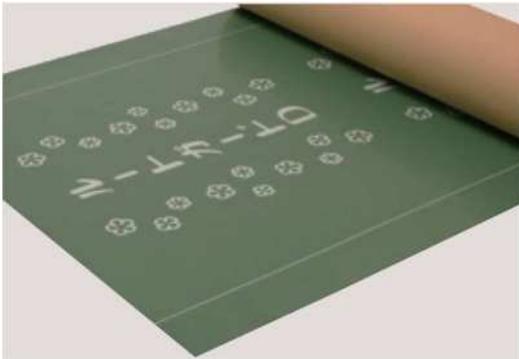
・植栽帯の外に繁茂した植物の事例・・・このような事態に備え、耐根層は広範囲に敷設するようにします。



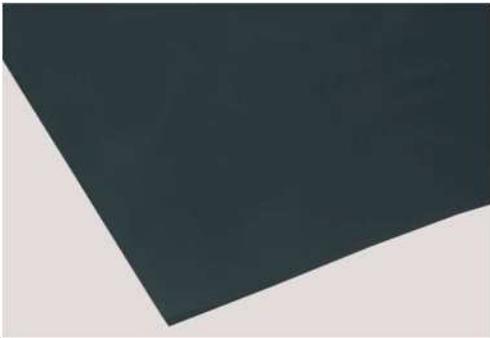
・塗膜防水の端部剥離部に繁茂する植物の事例・・・端部剥離部に雨水が溜り、植物が繁茂した不具合事例。

4-1. 耐根層の種類

① PETフィルムをコーティングした粘着層付き耐根層

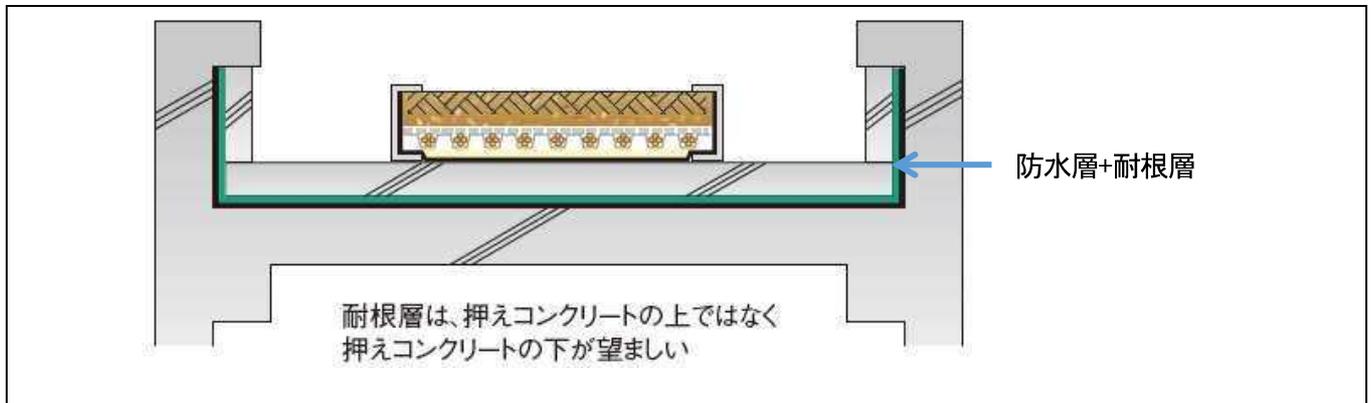
	
<p>製品荷姿(1m×16m×1.0mm厚/18kg)</p>	<p>施工の様子・剥離紙をはがしながら張り付ける。</p>

② ポリエチレンフィルム製の補助耐根層

	
<p>製品荷姿(2m×25m×0.3mm厚/15kg)</p>	<p>施工の様子:シートのジョイントは1m程度重ねる。</p>

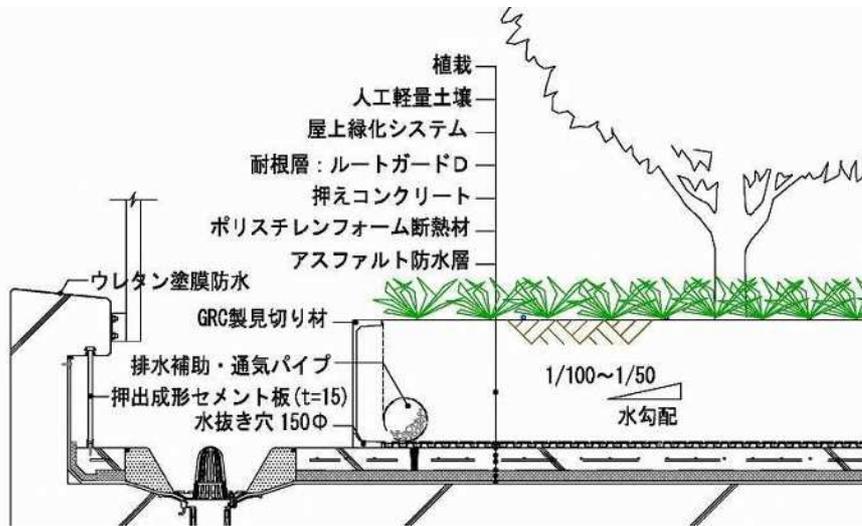
4-2. 耐根層の敷設位置

露出仕様の場合には、防水層の上に耐根層を敷設し、その上に植栽を施しますが、保護仕様の場合には、どの段階で耐根層を敷き込むのかが問われます。植栽帯の位置に合わせて耐根層を張ればよいように思えますが、前頁の写真のように、保護層がある場合には緑地帯外にも植物が繁茂するケースがあります。耐根層は万が一に備えて、緑地帯を設ける平面部全面に施工するのが望ましいとされています。



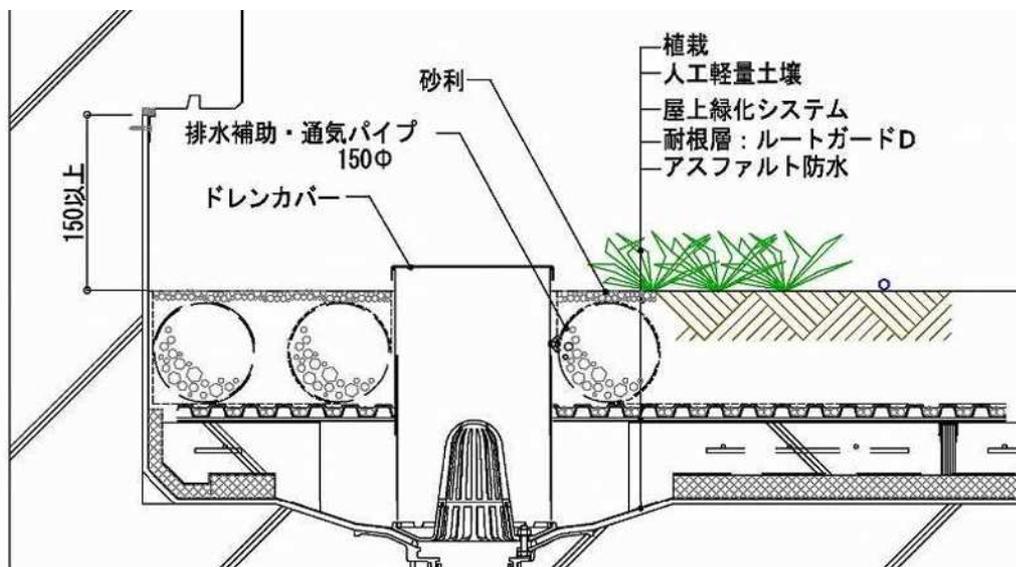
5. 標準ディテール集

① 庭園型緑化・アスファルト防水・断熱保護仕様・縦引きルーフトレン納まり



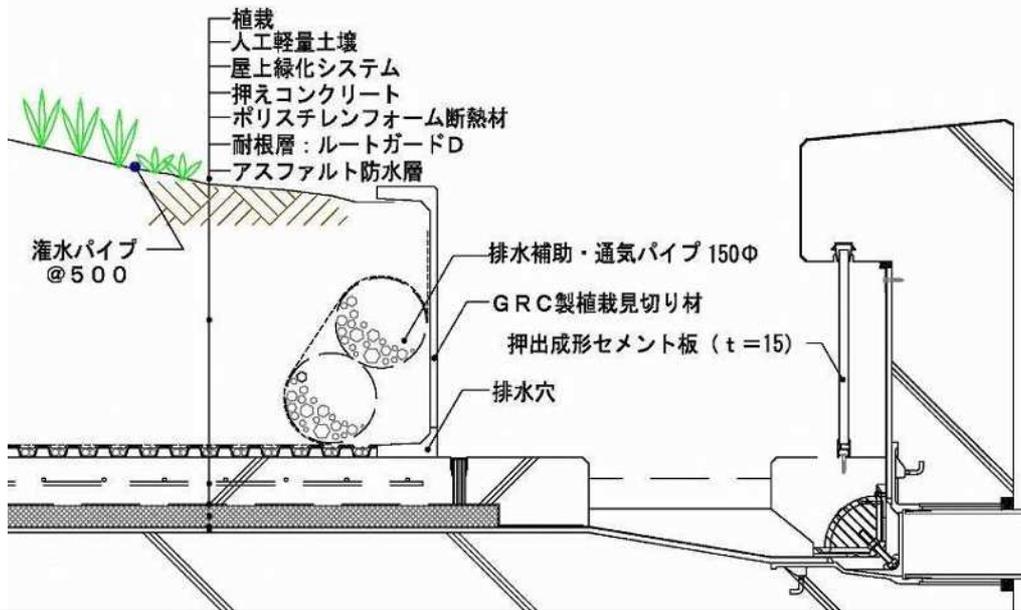
- ・縦引きルーフトレンは、ツバ 100 mm品とし、パラペットアゴ面からツバ先端まで 200 mm程度離すようにします。
- ・メンテナンス通路として、手摺から植栽見切りまで 600 mm程度確保するようにします。
- ・植栽見切りには、乾式部材を採用し防水改修を行いやすくします。

② 庭園型緑化(全面緑化タイプ)・アスファルト防水・断熱保護仕様・縦引きルーフトレン納まり



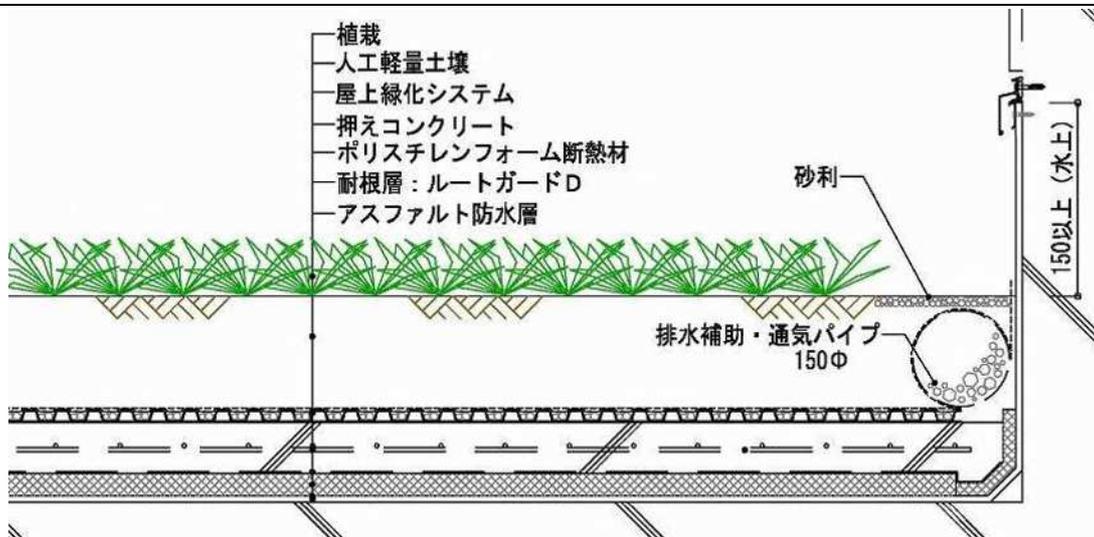
- ・緑地帯の中にルーフトレンを配置する場合、メンテナンスのためのドレンカバーを設置し、底部には透水管を設けます。
- ・立上り際まで客土を敷設する際には、防水層の立上りを客土表面から 150 mm以上立ち上げ、アゴ下には透水管+砂利を設置し、速やかに排水するようにします。

③ 庭園型緑化・アスファルト防水・断熱保護仕様・横引きルーフドレン納まり



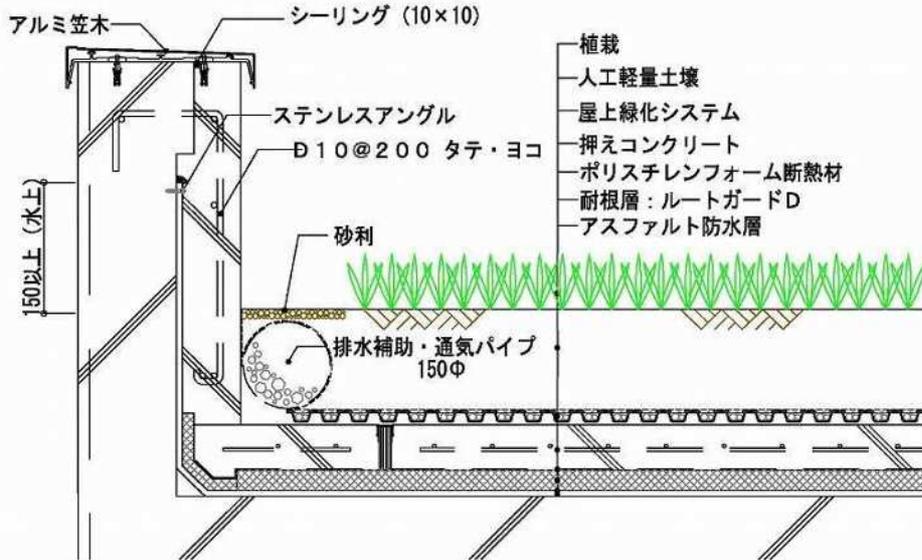
- ・植栽見切りは壁面から 600 mm 以上離すようにします。
- ・乾式見切り材の底部には水抜き穴を 2m ごとに設け、排水が速やかに行えるようにします。
- ・平面部の保護コンクリートに設置する伸縮目地は、立上り際から 600 mm 程度の位置に設け、以降 3,000 mm ピッチで縦横に均等に配置します。

④ 庭園型緑化(全面緑化タイプ)・アスファルト防水・断熱保護仕様・壁面立上り納まり



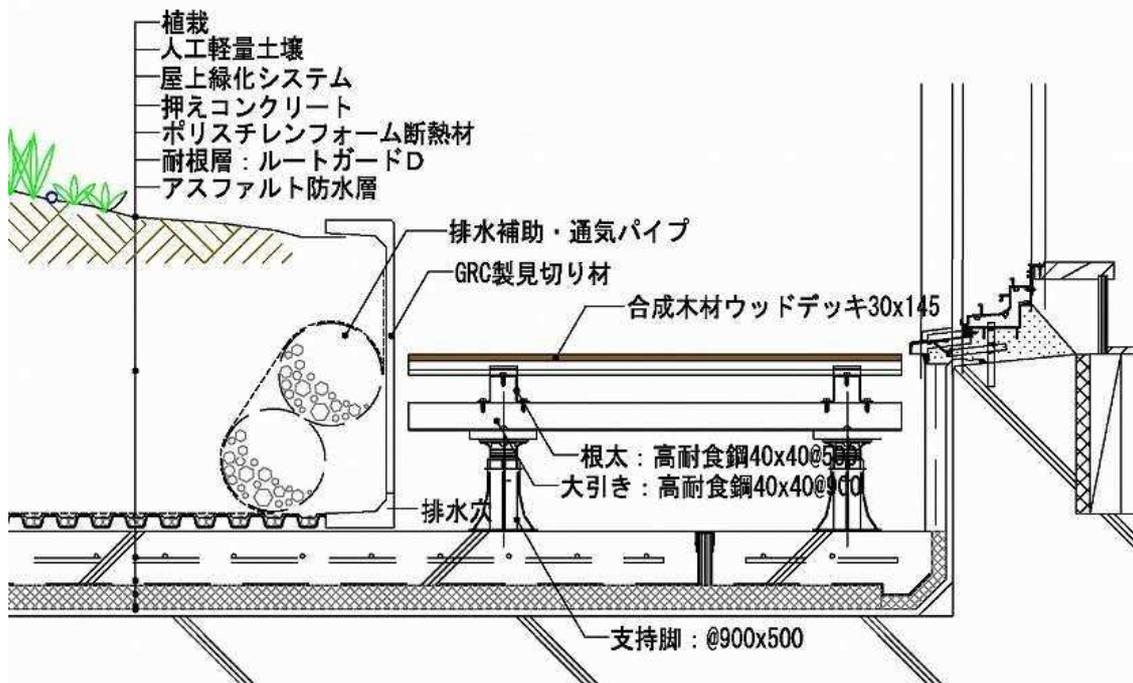
- ・壁面の伝い水が客土を掘り起こさないように、立上り際は透水管+砂利仕上げとし、底面には必ず排水層を設けるようにします。
- ・防水層の壁面立上りは、客土表面から 150 mm 以上立ち上げアングルで確実に固定し、コンクリートのアゴを設けるか、欠き込みをつくりアルミ雨仕舞金物を設置するようにします。

⑤ 庭園型緑化(全面緑化タイプ)・アスファルト防水高耐久断熱保護仕様・立上りコンクリート押え



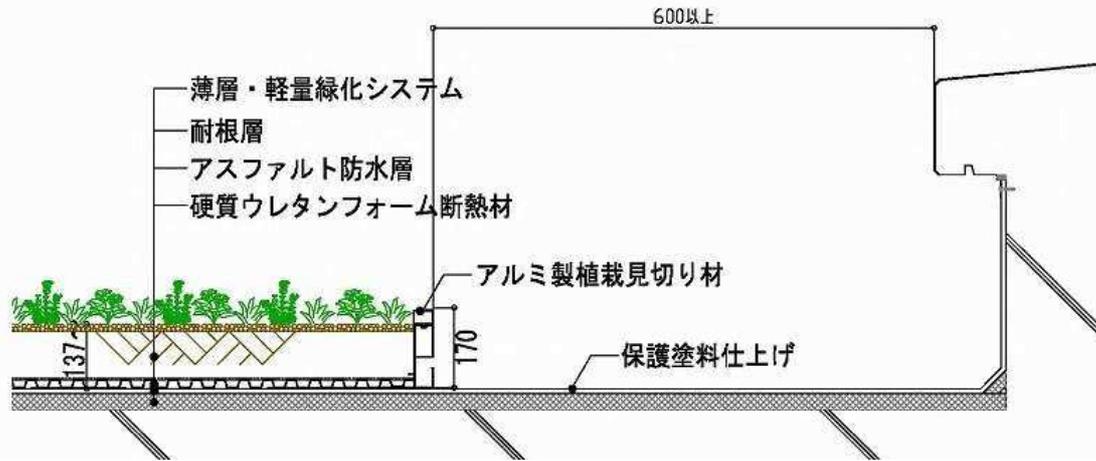
- ・高耐久仕様の納まりです。工法・仕様だけではなく納まりにも高い耐久性が求められるため、立上りにはコンクリートを打設して防水層を保護し、天端にはアルミ笠木を設置します。
- ・客土のレベル設定は、防水層立上り端部から 150 mm以下抑えるようにします。
- ・耐根層を防水層と同じ位置まで立ち上げます。(全面緑化タイプ共通)

⑥ 庭園型緑化・アスファルト防水・断熱保護仕様・開口部・ウッドデッキ仕上げ



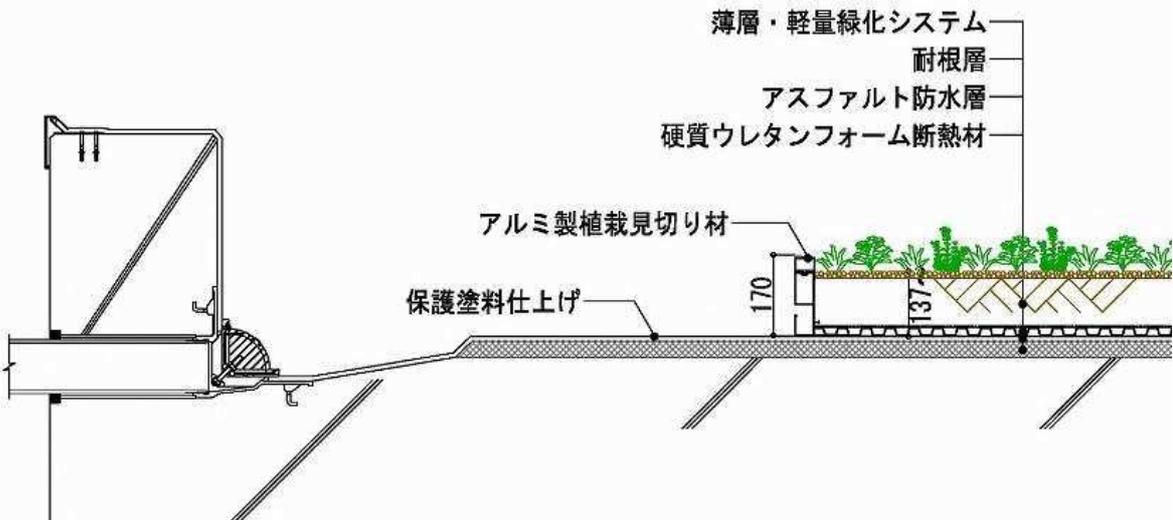
- ・室内と外部に段差が生じないようにするには、二重床を組みウッドデッキなどで仕上げます。

⑦ 薄層型緑化・アスファルト防水露出断熱仕様・水上納まり



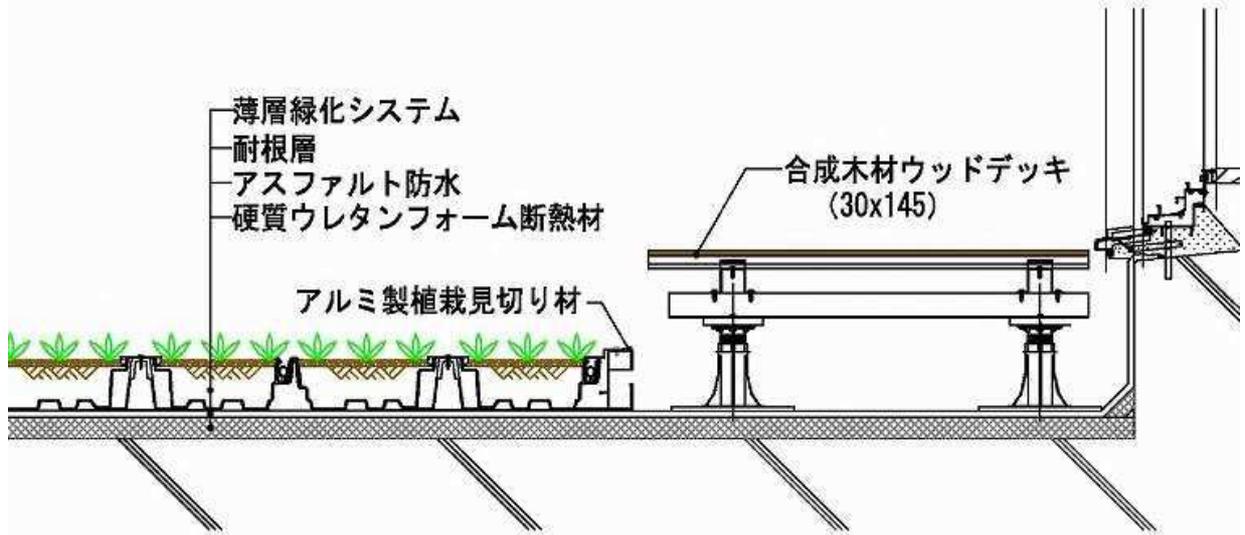
- ・防水層の立上り高さは、水上部を基準とし 150 mm以上立ち上げるようにします。
- ・端部はアングルで固定し、パラペット天端からアゴ面にかけては、ウレタン塗膜防水密着仕様で仕上げます。
- ・耐根層は植栽範囲に敷き込み、確実に防水層に密着させます。
- ・薄層型緑化を敷設する際には、耐風圧性に考慮し見切り材・植栽基盤の固定・客土の飛散防止策を講じます。

⑧ 薄層型緑化・アスファルト防水露出断熱仕様・横引きドレン納まり



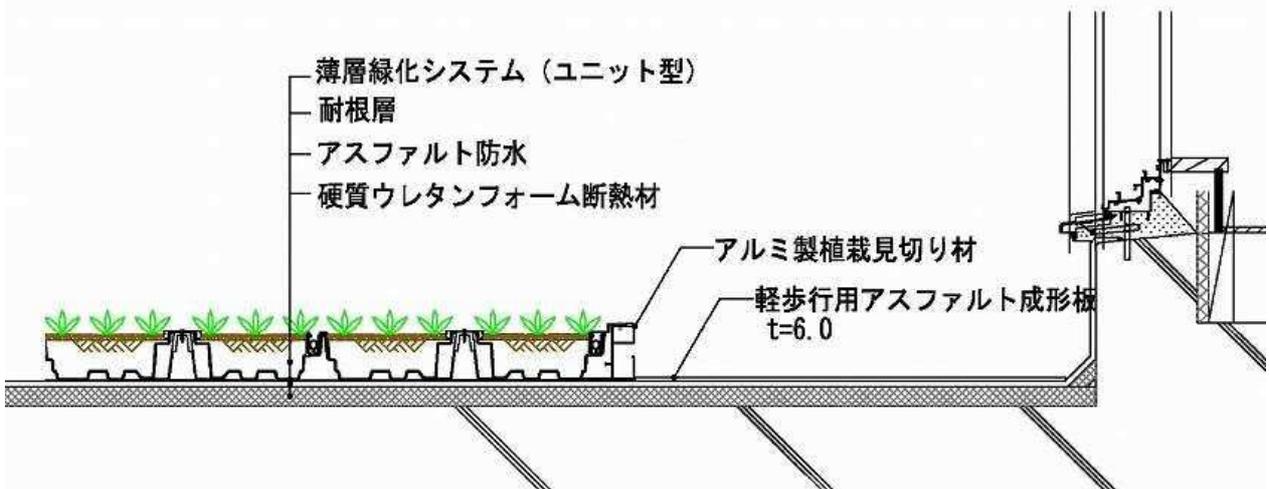
- ・断熱材はドレンのつばから 200 mm程度控え、更に植栽は 200 mm以上控えるようにします。
- ・立上りの高さが十分に取れない場合、アゴを設けずパラペット端部に防水層固定用のアルミ雨仕舞材を使用し納めます。

⑨ 薄層型緑化・アスファルト防水露出断熱仕様・ウッドデッキ仕上げ



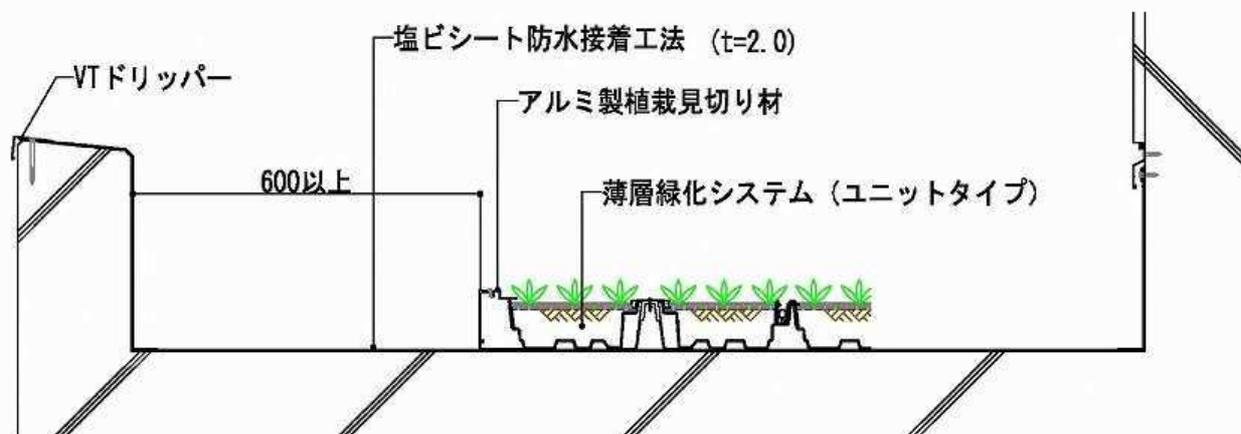
- ・露出断熱仕様のうえにウッドデッキを設ける場合、防水層保護のため軽歩行用の保護板(アスファルトマスチック板)を防水層に貼り付けます。(不特定多数が利用する屋上ではアスファルト防水保護仕様をご採用下さい)
- ・ウッドデッキ部に、防水層のフクレ防止のための脱気筒(h205mm)を設ける場合には、レベルの設定を確認するようにします。

⑩ 薄層型緑化・アスファルト防水露出断熱仕様・軽歩行仕上げ



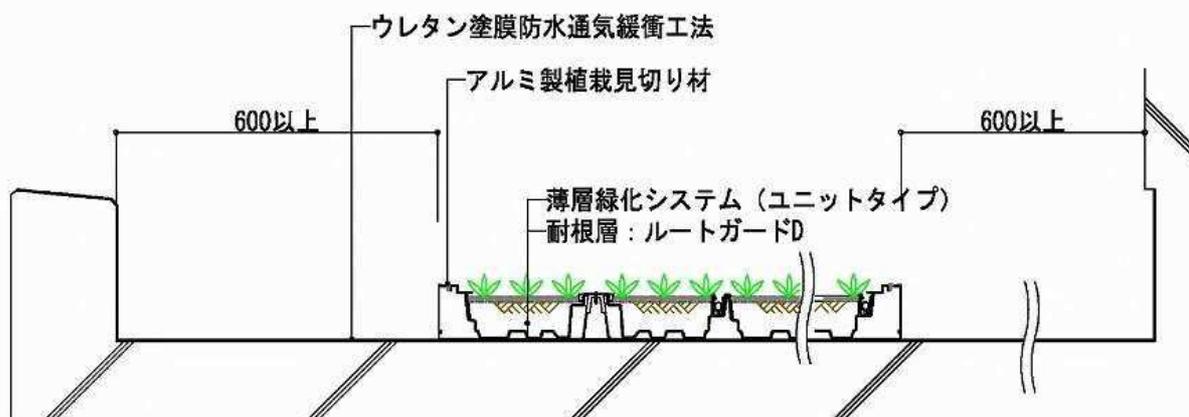
- ・通常は立ち入らない屋上などに薄層型緑化を設置する場合には、メンテナンス通路に軽歩行用仕上げに材(アスファルトマスチック板・セメント成形板など)で仕上げます。
- ・仕上げ材は耐風圧性に配慮し防水層に確実に固定するようにします。
- ・水下側は仕上げ材が排水疎外を起こさないよう、排水経路を確実に設けるようにします。
- ・非歩行屋根に緑化する場合でも、濁水に備え灌水設備を設けることを推奨いたします。

⑪ 薄層型緑化・塩ビシート防水密着仕様



- ・塩ビシート防水は密着仕様とし、植栽範囲に耐根層を張り付けます。
- ・立上り高さは、水上部で平面部仕上げ面から 150 mm以上立ち上げるようにします。
- ・軽歩行の屋上で採用します。
- ・歩行頻度が高い部位には防滑ビニル床シートを張るなど、防水層保護策を講じます。(ウレタン防水と共通)

⑫ 薄層型緑化・ウレタン塗膜防水通気絶縁仕様

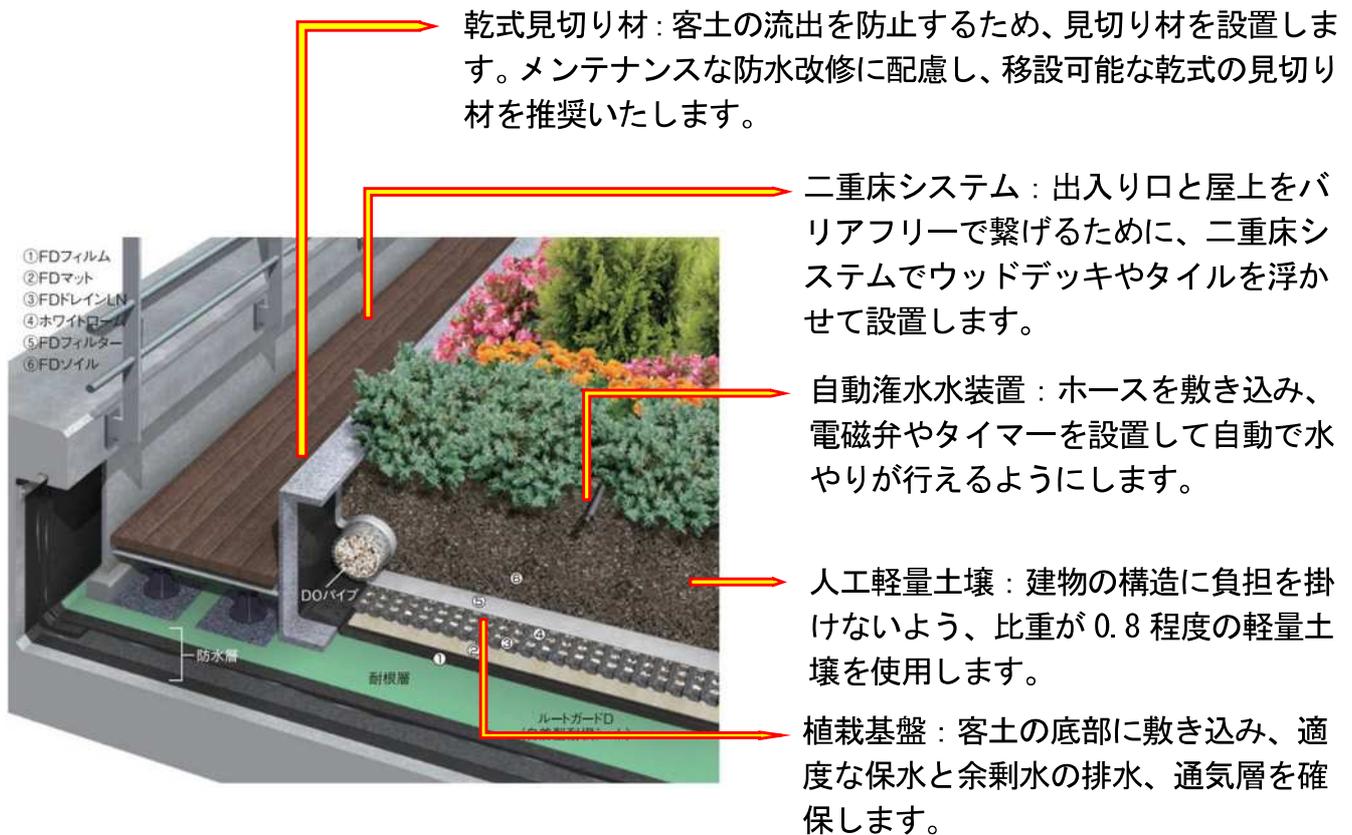


- ・ウレタン塗膜防水は、通気絶縁仕様とし植栽範囲に耐根層を張り付けます。
- ・立上り高さは、水上で平面部表面から 150 mm以上立ち上げるようにします。
- ・軽歩行の屋上で採用します。
- ・歩行頻度が高い部位には防滑ビニル床シートを張るなど、防水層保護策を講じます。(塩ビシート防水と共通)
- ・排水勾配(1/50)を確実に設けるようにします。(露出仕様共通)
- ・保護塗料の塗り替えを 7~10 年で実施するようにします。

第5章 植栽基盤

1. 植栽基盤の構成

屋上を植物の生育が可能な空間にするため、さまざまなシステムが開発されています。底部で適度な保水と余剰水を排水する植栽基盤、構造に負担を掛けない人工軽量土、防水改修に配慮した移設可能な乾式見切り材、ウッドデッキやタイルといった仕上げを支える二重床システムなど、屋上緑化を構成する部材は多岐にわたります。



薄層型や芝生型の屋上緑化でも、庭園型と同様の断面構成をとりますが、客土厚が薄いためシステムを固定するための部材が用いられます。また、植栽基盤と人工軽量土、植物をトレイにセットし、農地などで生育養生させてから現場に設置する乾式のユニット工法もあります。

2. 植栽基盤資材

植栽基盤(ユニット、マット、フィルター含む)

	
<p>「FD ドレイン LN(保水・排水・通気パネル)」は、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製成型パネル。凹部で水分を保水、裏面の空間で余剰水を速やかに排水。さらに、上層部に空気を送る。</p>	<p>「スクエアターフ Light」は、雨水を有効利用した緑化システムで、48 kg/m²(湿潤時・コウライシバ)と軽量。芝生から低木まで幅広い植物に対応可能な緑化システム。</p>
	
<p>「プライムボード(貯排水ボード)」は貯排水機能を備えたポリエチレンフォームの貯水排水用基盤材で、フラットで設置しやすい形状と、連結することで飛散対策を講じる、厚さは45 mmと25 mmがある。</p>	<p>「FD マット(防水保護マット)」は、リサイクルフェルトを使用したマットで、作業時の衝撃力の保護、植栽施工後は防水層と耐根層を保護する。</p>
	
<p>「FD フィルター(土壌流失防止フィルター)」は、客土流出を防ぐ合成繊維不織布フィルターで、長期間、目詰まりすることなく機能する。</p>	<p>「くるくるストップシート」は、銅化合物を含浸させた不織布で、根の侵入を防止するとともに、根詰まりを防ぐ透水性のシート。</p>

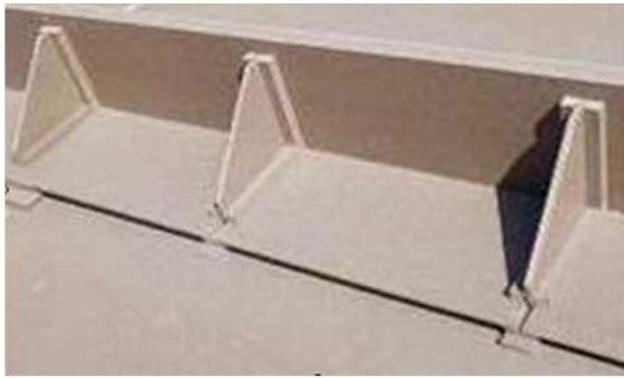
3. 排水材、樹木地下支柱

	
<p>「ホワイトローム(排水空間維持パーライト)」は、黒曜石を焼成した無機質の軽量骨材。保水空間を維持し植物根への水分供給を担う。</p>	<p>「ハードソル」は、廃ガラスの再資源化した潰れにくい、透水性、通気性のある多孔質軽量発泡資材。排水資材や嵩上げ材、土壌改良材などに使用する。</p>
	
<p>「DO パイプ(排水補助・通気パイプ)」は、防水層立上り際や、見切り材の底部に設置し、速やかに表層水を底部に導く。</p>	<p>「FD カバー横引き用(土壌流出防止用カバー)」は、植栽帯の中にルーフトレンを設ける際に使用するステンレス製のルーフトレンカバー。上蓋を外して点検ができるようになっている。</p>
	
<p>「ジュポールベース(JB)(樹木地下支柱)」は、底板に根鉢を固定し倒木を防ぐ。</p>	<p>「フィット・スーパーグランドサポート(樹木地下支柱)」は、横打ち敷根鉢ホールド型地下支柱で倒木を防ぐ。</p>

4. 人工軽量土壌とマルチング材

	
<p>「ピバソイル」は、湿性多孔質鉱物に有機物をはじめ、生育に必要な成分がブレミックスされた軽量人工土壌。一般の土に比べ重さが約 1/2 と軽量。</p>	<p>「PS-H」は、軽量で保水性・排水性に富み、各種の緑化植物や幅広い用途に対応する軽量人工土壌。湿潤時の比重は約 0.85 以下と軽量。</p>
	
<p>「PS-L」は、発電所から排出されるクリンカや多孔質土壌を配合したリサイクル人工土壌。湿潤時の比重は約 1.0 以下。</p>	<p>「アクレE」は、水道水を作る際に副産物として排出される浄水発生土をリサイクルした、人工土壌。湿潤時の比重は 1.0~1.2。</p>
	
<p>「ロックマルチ(国内産火山砂利マルチ)」は、エンジ色の径 5~10 mm前後の火山砂利のマルチング材。</p>	<p>「メサマルチ(人工軽量粗骨材)」は、茶色で、比重は約 1.0 と適度の重さで飛散しづらい、焼却灰などのリサイクル資材使用のマルチング材。</p>

5. 土留め材と緑化コンテナ

	
<p>「TLC」とは、GRC 製のパネルを用いて、基礎が不要で簡単に植栽帯の設置が可能なシステム工法で、自由度の高い緑化デザインが可能。</p>	<p>「リプラ f スタンド(立上げ壁)」とは、再生プラスチック材を使用した軽量な屋上緑化用のL字型立上げ壁。屋上の形状に合わせた緑化デザインが可能。</p>
	
<p>「FRP 連結プランター」は、植物の根のルーピングを防ぐ為に、プランター連結部に開口部を設けた、連続した基盤となる構造のプランター。</p>	<p>「リプラ f コンテナ」は、車部材の再生プラボードを使用したシステムコンテナ。軽く丈夫で、デザインや現場に合わせた制作が可能。表面塗装や化粧もできる。</p>
	
<p>「ツルパワープランター」は、つる植物等の永続性のある生育を考慮した、メッシュ金網の使用した連結式の軽量な大型のプランター。狭い幅でも十分な植栽基盤の確保が可能。</p>	<p>「バイオキューブ」は、立体形状の複数面に植栽を施すことが可能で緑化面積は平面植栽の2倍以上に。箱型のため取り扱いが簡易で、省スペースかつ多面的な緑化を実現。</p>

6. 自動灌水設備、床材、二重床

	
<p>「灌水ボックス」は、電磁弁、逆止弁、タイマーなどを納めた SUS 製ボックス</p>	<p>「ラムホース」は、水滴ができる吐出口に調整弁がついており、均一に灌水することができる</p>
	
<p>「スマートシステム」は、60kg/㎡以下のユニット型工法。防水改修も考慮したシステム設計で、集う空間・魅せる緑・条例対応など様々な屋上緑化に適応できる緑化システム</p>	<p>「グリーンピズ」は、超微多孔発泡セラミック基板に複数種の花を植栽。荷重 50 kg/㎡以下と非常に軽量の簡易型システム。1年を通し無灌水で生育可能。</p>
	
<p>「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</p>	<p>「二重床システム(コンクリート2次製品)」は、ウッドデッキ同様に、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次製品の成形板や、磁器質タイルを固定して仕上げる二重床システム。</p>

第6章 屋上緑化の維持・更新

防水層を長期にわたり健全に保つには、定期的な点検やメンテナンスが欠かせません。防水層の耐用年数も、保護塗料の塗り直しなどメンテナンスが前提となっているものがあります。

1. 防水層のメンテナンス

防水層の点検は月1回～季節ごとに1回は実施しましょう。保護使用と露出仕様の場合では実施項目メが異なるので注意が必要です。

保護仕様	防水層が押えコンクリートで覆われているため、直接点検することはできませんが、ルーフドレンの清掃点検は最低でも季節ごとに行いましょう。パラペットの天端、立上りの保護層、防水層端部(乾式パネル仕上げなど取り外しが可能な場合)は、年に1度は点検を行い写真などの記録を残しましょう
露出仕様	ルーフドレンの清掃点検、パラペットの点検、フクレ・剥離点検などを行いますが、防水層をより長持ちさせるためには、保護塗料の塗り替えが有効です。特にウレタン塗膜防水は保護塗料が減耗すると、ウレタン防水層の劣化が顕著になるので、7～10年サイクルでの塗り替えをお勧めいたします。

2. 清掃・点検のポイント



・**ルーフドレンの詰まり**: ルーフドレン廻りに土砂・塵芥が堆積すると植物が繁茂し、排水阻害を起こす恐れがあります。このような状況を見かけたら速やかに除去します。



・**立上り乾式パネル**…植栽帯が近接している場合、植物根の伸長に注意が必要です。

ウッドデッキ…天然木が腐朽すると飛散につながります。定期的な点検を実施しましょう。

3. 防水改修のための調査(築後10年～)

防水層の劣化進度は建物ごとにまちまちです。保護仕様では25～30年、露出仕様では15～20年を迎えたら、防水改修の検討を推奨いたします。

まず1次診断として状況の把握と改修の必要性を検証し、必要と判断された場合には2次診断を実施します。調査診断には、設計者や施工者、メーカーなど複数の専門家に立ち会ってもらうようにしましょう。

1次診断の結果をもとに、防水改修の要否を決定します。

改修の目安は防水層の残存耐用年数と大規模修繕工事の予定を併せて考慮し、総合的に判断します。診断の結果、改修工事を行うとなった場合には、防水工法・仕様の選定と工事費用算出のための2次診断を行います。

調査診断項目の一例	
<1次診断の確認内容>	
① 基本情報の整理 (設計図書より)	新築時の防水仕様 ()防水 断熱材の有無 (材質: /厚 mm)
② 補修(改修)の履歴	補修 あり/なし ()年 理由()
③ 漏水の有無	漏水 あり/なし 漏水ありの場合 場所 いつ頃から 対応策
④ メンテナンスの実施状況	定期/不定期 メンテナンス次項
⑤ 防水層の劣化状況	平面部 立上り部
⑥ 仕上げ材の劣化状況	
⑦ ルーフドレンの劣化状況	

<2次診断の検討項目例>	
① 既存防水層の劣化診断	目視、指触、打検。切り取り※ 劣化度、防水種別により、撤去、非撤去を判断
② 新設する防水工法・仕様	
③ 納まりの確認	平面部: 既存の下地処理、仕上げ材・植栽見切りの処置等 立上り部: 既存防水層の撤去/非撤去
④ 断熱材・高反射率塗料の塗布	
⑤ 新設する緑化の態様	庭園型/薄層型
⑥ 灌水装置の有無	
⑦ メンテナンス体制	
⑧ 次期改修の時期と工法	

2次診断時の調査ポイント(劣化の兆候と原因)



・平面部:コンクリートの伸長により伸縮目地が突出した事例



・平面部:下地からの湿気により防水層が押し上げられ膨れた事例



・立上り部:保護コンクリートの立上り際に緩衝材が無く、熱膨張した保護コンクリートが防水層を押しジョイントが口開きした事例



・立上り部:防水層へのアングルの掛かりが不足し立上り防水層がずれ落ちた事例



・パラペット天端:新築時に誘発目地が設けられなかったため、クラックが生じてしまった事例



・ドレン廻り:緑地帯から流れる土埃を含んだ雨水が防水層表面の剥がれを誘発した事例

4. 改修工法・仕様の選択

防水改修の工法・仕様の選択は、現場調査による劣化診断、納まり状況、コスト、工期などの条件を総合的に検討して選択します。下記手順は一般的な選択手法を示したものです。実際にはさらに多くの選択肢が考えられます。設計者、施工者、メーカーの意見を参考に最適な改修工法を選択しましょう。

改修後に植栽を設ける場合には、すべての防水工法・仕様に耐根層が必要となります。

4-1. 既存

屋上緑化有り	・既存の緑化を撤去・・・薄層型、庭園型に関わらず、本格的な防水改修を行うには既存緑化の撤去が必須です。
	・既存の緑化を非撤去・・・植栽帯以外を補修することになります。平面部全域を改修防水層で覆うことができないので、漏水に対する防水保証書が発行されないので注意が必要です。
屋上緑化無し	・防水改修を施し、新たに緑化を設ける場合には、積載荷重・安全措置・水道設備など確認が必要です。

4-2. 既存下地の処理と改修防水層

防水の改修でもっとも重要といえるのが、下地処理です。劣化の状況により手法は様々ですが、ここでは代表的な処理方法と改修防水層の組み合わせを紹介します。

保護コンクリート	・伸縮目地の撤去、コンクリートの浮き・脆弱部撤去、モルタル補修、表面の清掃、下地調整(樹脂モルタル等で表面を整える)を行います。改修防水では各種防水工法の採用が可能ですが、納まりにより工法が制限されることがあります。
アスファルト防水	・フクレ処理、アスファルト系下地活性剤を塗布し、アスファルト・改質アスファルト防水の露出仕様で改修します。
塩ビシート防水	・フクレ、剥がれが著しい場合、撤去し仮防水材を塗布します。この場合には各種防水工法が採用可能です。 ・傷みが少ない場合には、立上り部のみ撤去し、既存が塩ビシートの場合の専用工法で改修します。
加硫ゴムシート防水	・下地から浮いていることが多いため、基本的には全面撤去後、仮防水材を塗布し、各種防水工法で改修します。
ウレタン塗膜防水	・フクレ、破損部を補修し、ウレタン塗膜防水の増塗りで改修します。
各種塗膜防水	・フクレ、破損部を撤去しモルタルで下地を平滑に整えウレタン塗膜防水の通気絶縁仕様で改修します。

5. 防水改修後に、新たに屋上緑化を新設した事例

アスファルト防水露出仕様を改修して、庭園型緑化を新設した私立小学校の事例です。荷重に制限があったため、植栽柵のみ客土厚を300mmとし、他は薄層型緑化や歩行仕上げ材で軽量化を実現しました。



① 既存の屋上：アスファルト防水露出仕様



② 改修防水層施工：アスファルト防水熱工法



③ 耐根層張り付け



④ 植栽基盤敷き込み



⑤ 客土敷設・平板ブロック敷き込み



⑥ 完成

6. 既存の緑化を撤去し、防水改修後に再度本格的な緑化を設けた事例

本格的な屋上緑化を撤去し、防水改修を施してから再度庭園型緑化を新設した、都内ホテルの事例です。近隣環境に配慮し改質アスファルトシート防水常温粘着工法で改修しています。



① 既存の屋上・樹木の伐採を行う



② 土壌撤去: 既存は保護コンクリート仕上げ



③ 改質アスファルトシート防水常温粘着工法で改修



④ 耐根層施工



⑤ 植栽基盤(保水排水パネル)敷き込み



⑥ 完成

第7章 これからの屋上緑化

持続可能な社会の実現を目指し、都市環境の更なる向上と、より豊かな空間を提供するために、屋上緑化にできることは何でしょうか？本章では3つのキーワードをご紹介します。

第1のキーワードは「全面緑化」。環境先進国ドイツでは、屋上緑化が当たり前のように普及していますが、驚かされるのはその手法。立上り際まで客土を敷設することで、屋上を隅々まで利用するだけでなく、熱や紫外線から防水層を守るため、防水層の耐久性も高めています。

第2のキーワードは「エディブルガーデン」。全面緑化は大がかりですが、ちょっとした空きスペースは建物内にあるはず！そのようなスペースで、コンテナ緑化などを行うというものです。ハーブ、野菜、果樹を組み合わせ、緑の癒しだけでなく、収穫の楽しみや活動を通じて住民同士のコミュニケーション促進に役立てようとする新しい緑化スタイルです。

第3のキーワードは「高耐久防水」。全面緑化を行わなくても、建物の構造体と同程度の耐久性をもった防水層を採用することで、15～20年周期で行っていた防水改修が不要になります。

1. 全面緑化



屋上緑化を施した屋根は、防水層の耐久性が向上するといわれています。しかし、一部が緑化されただけでは効果が限定されます。

屋上全面を均等に土で覆い、日差しや熱の影響が等しく緩和されることで、初めて本当の耐久性向上が実現します。

全面緑化は耐久性の向上だけでなく、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ます。毎年のように都市を襲う豪雨に対し、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します。

1-1. 全面緑化の注意点

- 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です。
- 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します。
- 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します。
- 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します。

次ページでは、環境先進国ドイツの全面緑化の事例を紹介します。



・駅舎の屋上緑化:雨水を効果的に浸透させるため、立上り際には砂利が敷設されている



・郵便局の屋上緑化:レンガを再利用した軽量土壌にセダムが植栽されている



・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



・設備基礎設置部:目に触れない狭小部位にまで緑化が隙間なく施されている



ソーラーパネルと屋上緑化:植物が温度上昇を抑えることで、発電効率が高くなると言われている



・勾配屋根の全面緑化:雨水の速やかな排水に配慮し、端部には砂利が敷き詰められ、先端部は大きな排水孔が設けられている

2. エディブルガーデン



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です。一般的な菜園・農園と異なるのは、五感を刺激し、花や緑、香りなどを1年中楽しめるように、野菜、ハーブ、果樹などを組み合わせて植栽する点です。

ミツバチや蝶の蜜源となり、生物多様性にも寄与する潤いのある環境を創出し、人々のつながりの場にもなります。

2-1. エディブルガーデンの特長

- ① 野菜だけの菜園と異なり、ハーブや果樹を取り入れることで、香りや紅葉、果実を楽しめる潤いのある環境を生み出す。憩いの場、コミュニケーションの場として狭小部位での実践も可能。
- ② コンパニオンプランツとしてハーブと野菜が共生し、病害虫が少なくなる。
- ③ ハーブの場合、剪定や間引きなどの維持管理作業が収穫作業となる。
- ④ 食べられる植物ということで、雑草として駆除の対象として扱われていた、スギナやスベリヒユ、タンポポなども取り入れることが可能で、より身近な自然との共生の場になる。
- ⑤ ミツバチや蝶などの蜜源となり、生物多様性に寄与する。
- ⑥ 各種の屋上緑化の環境改善効果が期待できるほか、生ゴミも肥料として利用できる場所にもなり、環境意識の醸成にも役立つ。

2-2. エディブルガーデンの注意点

- 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 植栽基盤は保水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だが、一般的には 30cm 以上の深さとするのが望ましい。
- ③ 防風ネットや生垣などを設置し、防風対策を講じる。
- ④ 野菜栽培では、土壌の飛散防止を考慮し、畝づくりなどの耕うんは最小限にとどめる。
- ⑤ 果樹の配置は日当たり、北風の影響を考慮する。特に果樹などの実がなるものは建物外への落下に注意を要する。
- ⑥ 藤棚・パーゴラなど、木陰で休める施設を設ける場合には、耐風圧に考慮し躯体へ緊結するようにする。
- ⑦ 野菜やハーブなど食用の植物を扱うため、誤って有毒植物を手にしないように注意する。

2-3. エディブルガーデンのアクティビティ

エディブルガーデンの最も魅力的な効用は「緑を通じた新しいコミュニティの創出」です。緑をきっかけに住民同士が触れ合い、新しいコミュニティが生まれ、住環境を豊かにすることが期待できます。

ある程度の荷重を見込んだ庭園型屋上緑化を基盤にるのが望ましいのですが、コンテナや植栽柵などを活用することで、エディブルガーデンを実践することも可能です。



コンテナや小ぶりの植栽柵など、手軽な什器を効果的に配置することで、狭小エリアでも潤いの空間が出来上がります。新築はもちろんのこと、既存の建物でも躯体に荷重の負担をかけることなく設置が可能です。

高層階や強風地域では、飛散対策を検討しましょう。既存建物では、防水層の劣化診断を行ってから実践するようにしましょう。

2-4. エディブルガーデンの活動計画

コミュニティ創出の鍵は、1年間を通じて活動できるかどうかにかかっています。収穫だけではなく、リース作りや土づくりといった作業も計画に組み入れ、定期的なスケジュールの作成と、住民が参加しやすい雰囲気作りを心がけましょう。

1年を通じたエディブルガーデンのイベント例

月	イベント例	ハーブ・野菜・草花の作業	家庭果樹の作業	造園樹木の作業
1	乾燥野菜を作る	作付け計画		
2		土づくり、施肥	イチジク剪定、施肥	施肥
3		種まき、株分け	常緑果樹剪定	
4	花見	苗の植え付け、植替え		
5		剪定、苗の植え付け		除草
6	ハーブの収穫祭	下葉取り、枝透かし	夏季剪定、施肥	剪定・刈込
7	ドライハーブを作る	切り戻し、挿し木、除草	フェイジョア剪定	除草
8	野菜の収穫祭	日除け、除草		
9	ハーブの収穫祭	種まき、苗の植え付け		除草
10		株分け、苗の植え付け	施肥	
11	紅葉狩、押し花作り	苗の植え付け、	ビワ剪定	
12	リースを作る	防寒	落葉果樹剪定	落葉樹木の剪定

3. 高耐久防水

15～20年で防水層を改修するとなると、せっかく構築した庭園も撤去せざるを得ません。多大なコストがかかるうえに、多くの犠牲が強いられます。そこで、注目を集めているのが「高耐久防水」です。

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です。立上り端部やルーフトレンの定期的なメンテナンスは必要ですが、平面部の防水改修不要となるため、精魂込めて育てた樹木を移設することなく、長期にわたり屋上庭園を維持することが可能になります。

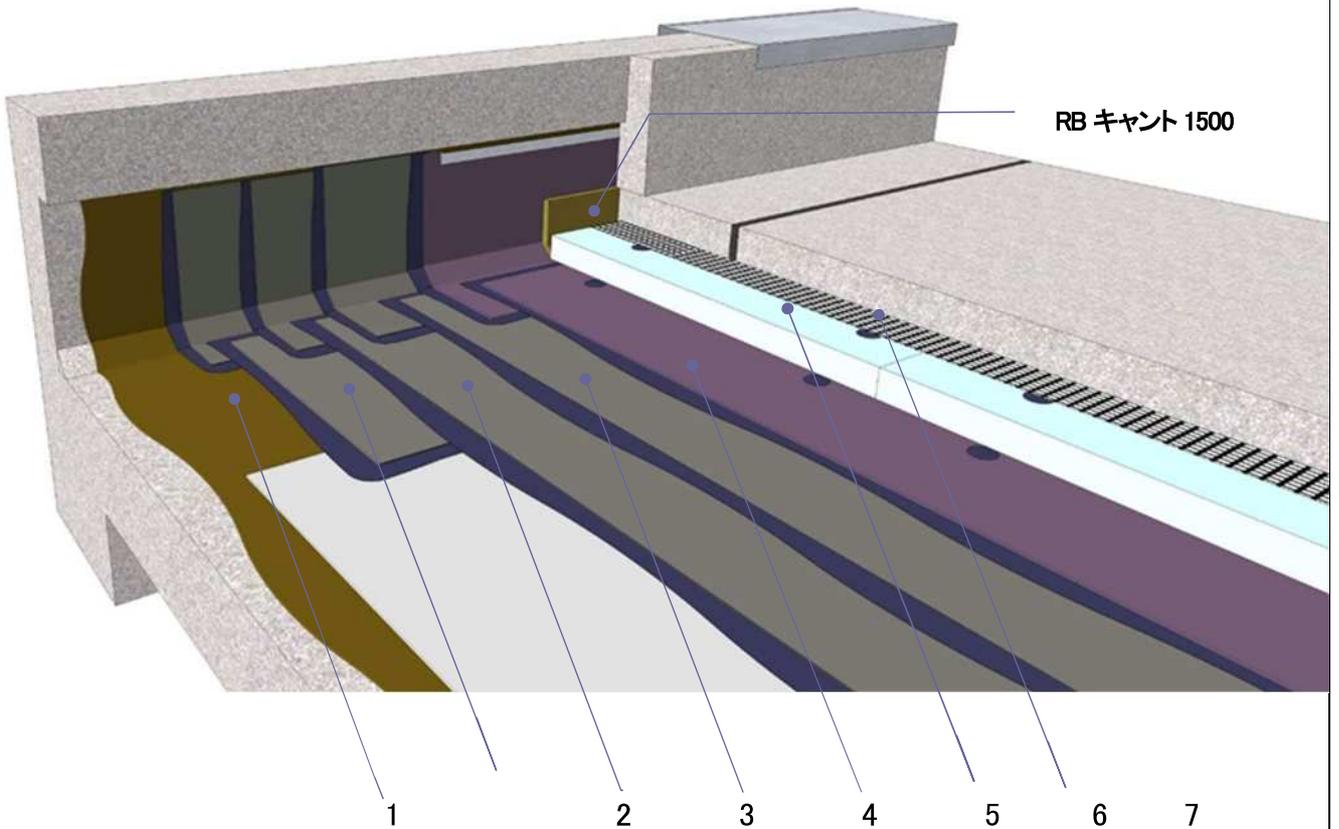
3-1. 高耐久防水のしくみ

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工法・外断熱保護4層仕様」のことです。

なぜ高耐久仕様が実現したのか、一部アスファルト防水の特長とも重複しますが簡単にご紹介します。

<p>① 加熱で生じる流動性…アスファルトは加熱すると液体になります。防水層を張り付ける際には、ルーフィングの隅々にまで液体化したアスファルトが浸透し、ルーフィングとルーフィングの間隙を埋めます。</p>
<p>② 冷めて発現する防水性…張り付けに要したアスファルトが冷めると、ルーフィングと混然一体化し、分離することが困難なほど強固な防水層を形成します。定形材料の弱点となるルーフィングとルーフィングのジョイントにも、隙間なく融けたアスファルトが充填されるため、水密性能に優れた防水層が形成されます。</p>
<p>③ 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します。</p>
<p>④ 積層で防ぐヒューマンエラー…屋上という自然環境下での施工は、常に100%の精度が保たれるとは限りません。同工程を繰り返すことで、前工程の不具合箇所を次工程がカバーするため、ヒューマンエラーが起りにくいシステムになっています。</p>

改質アスファルト防水冷熱併用工法・外断熱保護仕様 工程図



APX-080R

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

工程	1	水性プライマーAS 0.2kg/m ²
	2	強カストライプ コーナー際：強カライズ ガムタイトクリーン流し貼り 1.2kg/m ²
	3	強カライズ ガムタイトクリーン流し貼り 1.2kg/m ²
	4	強カライズ ガムタイトクリーン流し貼り 1.2kg/m ²
	5	強カライズF コーナー際：強カライズ ガムタイトクリーン流し貼り 1.2kg/m ²
	6	RBボード 又は スタイロフォームRB-GK-II ガムタイトクリーン点貼り
	7	絶縁クロス1000(ガムタイトクリーン点貼り)

【通気絶縁用改質アスルーフィング】
 粘着層で下地に接着し、下地の挙動から防水層を守る

【改質アスルーフィング】
 隙間なく充填した溶融アスファルトで張り付ける

【ポリスチレン断熱材】
 熱の流入を抑え、防水層の劣化を低減

第8章 屋上緑化 参照事例



・新宿マルイ本館「屋上庭園 Q-COURT」:本格的な英国式庭園にリニューアルした庭園型屋上緑化



・日赤医療センター:患者さんのために日除けの設置と草花・ハーブを補植した屋上のヒーリングガーデン



・エビスグリーンガーデン:既存の屋上をリニューアルし貸し菜園を併設した商業施設の庭園型屋上緑化



・千葉大学・西千葉校舎:生物多様性を考慮したエディブルガーデンに改修した庭園型屋上緑化



・京王プラザホテル:防水改修に伴い枯山水にリニューアルした庭園型屋上緑化



・登別温泉・第一滝本本館:既存の屋上を構造補強して日本庭園にリニューアルした屋上緑化



・朝倉彫塑館:1935(昭10)年に建てられた、彫刻家朝倉文夫のアトリエ・住居に施された庭園型屋上緑化



・西武池袋本店:既存の屋上を改修し、モネの「睡蓮の庭」などを設置した庭園型屋上緑化



・横浜大さん橋:薄層型緑化(芝生)と、ウッドデッキが組み合わさった立体的な屋上緑化



・なんばパークス:階段状に配置された商業施設の庭園型屋上緑化



・アクロス福岡:都市公園に面して建てられた公共施設の階段型全面緑化



・ぐりんぐりん:うねった躯体に、纏うように施された屋上・壁面が連続一体化した全面緑化



・ヘリポートに設置されたセダムのコンテナによる薄層型屋上緑化



・ゴンドラレールエリアを利用したセダムによる薄層型屋上緑化



・既存建物を改修し、植物種の違いを利用してデザインされたセダムによる薄層型屋上緑化



・常緑キリンソウによる薄層型屋上緑化



・タマリユウによる薄層型屋上緑化



・薄層型緑化システムで、庭園風に仕上げた屋上緑化

< おわりに >

「 持続可能な循環型社会の構築のために、
安全・安心で、環境にやさしい緑化技術を創出・提案し、
潤いのある緑豊かな環境・都市づくりに貢献する。」

環境緑化技術共同研究会

< 企画 公益財団法人 都市緑化機構 環境緑化技術共同研究会 >

(* 2021 年に特殊緑化共同研究会は環境緑化技術共同研究会に改名いたしました。)

＜情報活用部会 技術・情報分科会＞		
綿引 友彦	田島ルーフィング株式会社	分科会長・編集
後藤 良昭	田島緑化工事株式会社 顧問	副分科会長
森山 充	田島ルーフィング株式会社	
小川 和人	田島ルーフィング株式会社	
渡邊 一樹	箱根植木株式会社	
豊田 幸夫	エコ&ヒーリングランドスケープコンサル	企画
＜公益財団法人 都市緑化機構＞		
今井 一隆		
佐々木 康司		
李 藝		元

< 問い合わせ先 >

公益財団法人 都市緑化機構
環境緑化技術共同研究会

〒101-0051 東京都千代田区神田神保町 3-2-4 田村ビル 2 階
電話 03-5216-7191 (代表) fax 03-5216-7195

無断転用禁止



2021 年 10 月