

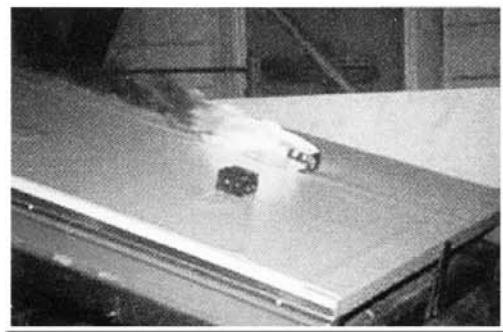
第5章

シート防水のQ & A

- 1 シート防水の機械的固定工法
- 2 地下防水におけるシート防水工法
- 3 屋上緑化におけるシート防水工法
- 4 熱可塑性エラストマー系シート
- 5 シート防水の耐風圧性
- 6 シート防水のふくれ対策
- 7 シート防水施工時の温度
- 8 シート防水の耐用年数
- 9 シート防水の劣化診断
- 10 シート防水の損傷防止
- 11 シート防水のメンテナンス
- 12 シート防水のリサイクル
- 13 シート防水の環境対応仕様
- 14 屋根防火に関する建築基準法
- 15 シート防水の高反射仕様



防水層の耐根性試験



屋根葺き材の飛び火性能試験

Question 1 シート防水の機械的固定工法

シート防水の機械的固定工法は、どのような点に注意する必要がありますか？

Answer

シート防水の機械的固定工法は固定金具を用いて、シートを下地に固定します。この固定金具には、ディスク状のものやプレート状のものが使用されており、施工する下地にはコンクリート下地、PCaコンクリート下地、ALCパネル下地及び金属下地(デッキプレート・折板・瓦棒・平板など)などがあり、施工上の留意点を下記に記載します。

1. 建築基準法に基づき定められた基準風速 (V_0) 及び地表面粗度区分を指定し、建物の高さや形状から定まる風圧力に対応した工法を施工計画書による品質計画で行います。
 なお、品質計画を作成するに当たって次の事項を考慮します。
 - (1) 風圧力は建物の形状・高さ・地域及び立地条件等で異なり、単位面積当たりの機械的固定強度は固定釘の種類、固定方法等ルーフィングシート製造所の仕様により異なります。
 なお、風圧力の計算方法は84頁によります。
 - ① 各部位の所定の耐風圧力を確保するには、適切なプラグやビスを選定(材質、寸法、打ち込み深さ等)し、必要な固定箇所数を定める必要があります。ルーフィングシート製造所の仕様を確認します。
 - ② 負圧による影響以外に風の吹き込み防止対策が必要であり、シート接合部、雨仕舞部納まり、板状下地材の目地処理等の適切な処理、室内正圧を考慮した下地への固定強度の確保といった設計・材料・施工面からの検討が必要であり、ルーフィングシート製造所の仕様を確認します。
 - (2) 施工時の天候によって次の点に注意します。
 - ① 降雨、降雪中は施工を中止します。
 - ② 雨、雪がやんだ時点で施工をする場合は、たまり水をふき取り、積雪はきれいに除雪してから行います。なお、防水施工中に降雨、降雪が予想される場合は、防水層が施工されていない部分から防水層の下に水がまわらないようにルーフィングシート端部を粘着テープ又はシール材等で処置します。
 - (3) 品質計画に当たっては、下記の測定方法例に従って予め下地の強度を測定することを推奨します。
 - ① 引抜き試験部位
 - 基本的には側溝、設備架台及び目視のできる脆弱部(浮き・割れなど)などを除く平場部位を対象とします。なお、施工時、脆弱部(浮き・割れなど)を撤去し、新規にモルタル等で補修します。
 - 測定箇所の箇所数は当事者間の協議により設定することとし、特になければ下記の試験によります。
 - ② 試験
 - 試験は所定の固定釘を1箇所につき3本打ち込み固定強度を測定します。尚、1箇所当たりの固定釘の間隔は最低300mmとします。
 - 測定箇所の箇所数はランダムに最低3箇所/平場とします。
 - 当該平場の固定強度は測定場所3箇所の最低値をもって固定強度とします。

2. ALC パネル下地及び金属下地に機械的固定工法を施工する場合は、特に下記の点に留意します。

(1) ALC パネル下地の場合

ALC パネル下地は強度が小さいため、RC 下地と同じ固定法では固定強度が不足し、過去に風によるビスの引き抜け、はがれなどの問題が生じました。従って、固定に際しては、事前に固定強度を確認し、ALC パネル専用スクリーブビス又は穿孔部にルーフィングシート製造所の指定する浸透性エポキシ樹脂を充填し、適切な長さ、太さの固定用アンカービスを使用します。固定位置は、ALC パネルの目地、パネル端部より 100mm 以上離し、鉄筋部を避けます。100mm 以内の位置で固定する場合は、防水メーカーの指定する工法によります。また ALC パネル底面破壊を防止するため、底面より 20mm 以上は貫通させないようにドリルの刃の長さを調節します。

(2) 金属下地(デッキプレート・折板・瓦棒・平板など)の場合

金属下地は近年非歩行に限定されますが、屋根の軽量化、工期の短縮の意味から、コンクリートを打設せず、これら金属下地に断熱材を敷設しフラットにした後、機械的固定工法でシート防水材料を直接固定する工法が増加してきました。建物の耐震性に対しても有効な工法といえます。しかし、薄い金属下地に固定するには、風荷重に対して十分検証しておく必要があります。又、地域によっては防火上の規制をうける事もありますので、事前検討が必要です。

以下に金属下地に施工する場合の留意点を記載します。

① 材料について

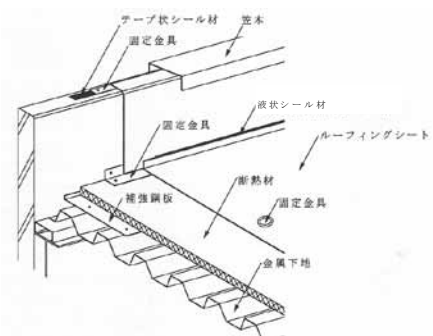
- 本仕様に適したデッキプレートの選定
コンクリート打ち込み用等、本仕様に適さない種類が有り、防水工法推奨組み合わせ品を選定すること。
- デッキプレートの断面性能と板厚
設計荷重(固定荷重・積載荷重・風荷重・積雪荷重)と鉄骨梁間の条件に対し許容耐力を有するデッキプレートであること。
- デッキプレートの鉄骨への固定仕様
下地金属の鉄骨への固定強度の耐力確保下地として(コンクリートを打設しない軽量工法)、設計風荷重に対し許容耐力を有する固定方法の選定と施工品質管理を行う。固定方法については、機械固定である火薬鋌ないしセルフドリルビスとする。
- デッキプレートの断面形状について
後述の断熱材との組み合わせ及び機械固定のシート防水の固定間隔も考慮された形状であること。

② 断熱材

- 断熱材踏み抜き防止としてデッキプレート(山谷形状)の谷幅に対し適応できる曲げ剛性並びに施工中の歩行荷重及び積雪荷重等による圧縮力に適応できる圧縮強度を有すること(硬質ポリスチレンフォーム・硬質イソシアヌレートフォームなど)
- 断熱材の材質は前記のものとし、外断熱防水工法としての屋根環境に耐える熱安定性・寸法安定性を有すること。
- 寒冷地域においては、パラペット部位(立上り部・天端・外壁)も断熱仕様とする。

③ 機械的固定工法施工品質設計について

- 設計風荷重条件に対し許容耐力を有する固定釘および固定ピッチで品質設計を行い、建築基準法の風圧力に対して下地強度のバラツキ等を考慮した安全性のある施工品質管理を行う。
- 金属下地最低厚さを厳守($t=1.0\text{ mm}$ 以上)し、かつ機械固定するファスナーとして防錆性を有し、許容引き抜き耐力を有すること。
- 防水層末端部からの吹き込み・内圧(金属下地の室内側からの風の侵入)防止に留意した設計仕様とする。
右記に金属下地の一般的な納まりを図示する。



金属下地施工例

Question 2 地下防水におけるシート防水工法

シート防水による地下防水施工はどのようにするのですか？

Answer

都市部において建築空間を拡大するために地下空間の積極的利用が図られています。地下空間を利用するにあたり重要なことは、地下の土圧や水圧に対抗できる強固な構造物を構築することであり、通常コンクリート構造物となります。

コンクリート自体はきわめて防水性の高い材料ですが、施工過程で生じる打ち継ぎ部、セパレーター部、ジャンカ部などは水を容易に通します。また、コンクリートには予測できない部分に亀裂が発生します。従って、通水が予測できる場所にあらかじめ部分的に防水するのみでは、地下水の構造物内部への浸入を防ぐことは不可能であり、構造物全体を防水材料で覆う必要があります。

【地下防水工法の分類と特徴】

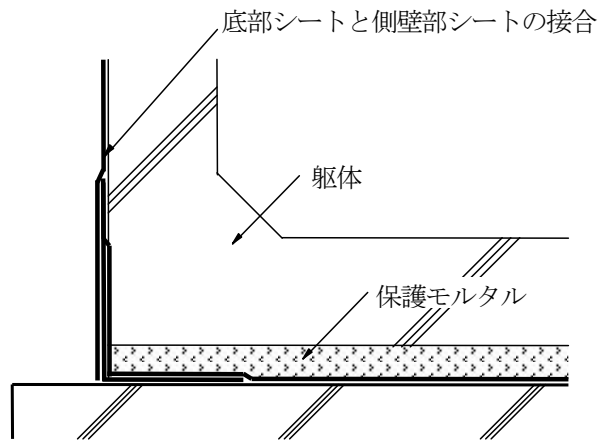
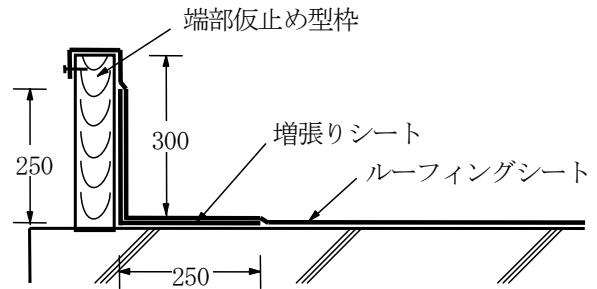
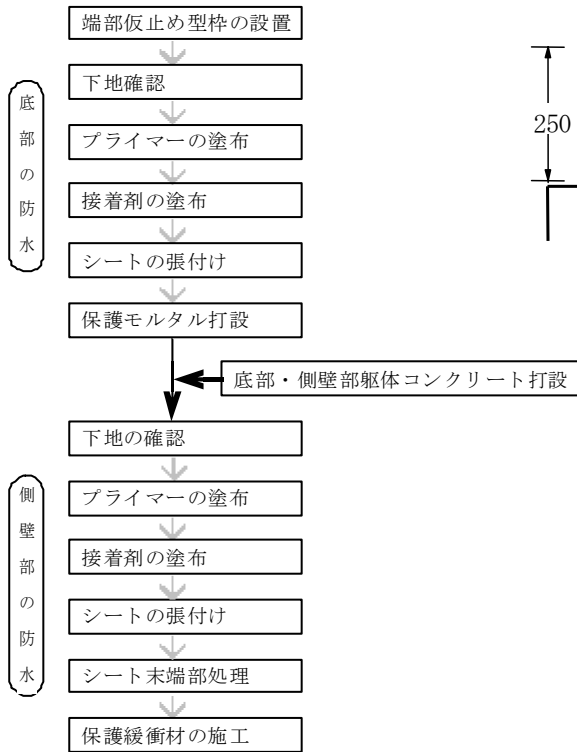
地下構造物を構築する施工法は、地盤、地下水位、敷地、近隣などの条件を基に決定されます。決定した施工法、施工状況、要求される防水機能・性能などに適した地下防水工法が選定されます。下表に分類と特徴を示します。

防水工法		防水部位	主な特徴
外防水工法	後やり工法	底・頂部防水 外壁防水 外壁の部分防水	<ul style="list-style-type: none"> ● 躯体構築後に防水するため、コンクリートの不具合部を補修でき、比較的安定した防水性能を期待できる。 ● 底部は先やり工法となる。 ● 地下ピットを設ける場合は、底部の防水は行わない。 ● 十分な作業空間が必要となる。
	先やり工法	底部防水 外壁防水 外壁の部分防水	<ul style="list-style-type: none"> ● 躯体と山留め壁の間に作業空間がとれない市街地に適した工法である。 ● 底部捨てコンクリート面、山留め壁へ防水層を設置するため、次工程の配筋・型枠工で防水層損傷の恐れがある。 ● セパレーター回りなど防水層貫通部の十分な処理が必要となる。 ● 後打ちのコンクリートと密着して水の横への移動を防ぐ機能のある防水層が必要。
内防水工法		内壁防水	<ul style="list-style-type: none"> ● 躯体構築後、躯体が土に接する面に室内側から防水する工法。 ● 作業性はよい。 ● 地下水が躯体の鉄筋・鉄骨、コンクリート打ち継ぎを伝わって移動するため、1部屋単位で防水する必要がある。 ● 内装工事で防水層を貫通するアンカーなどは使用に十分な処理が必要。
		二重壁工法	<ul style="list-style-type: none"> ● 躯体壁面と室内の間に隙間を取って内壁を設け、浸入した地下水を集水ピットに排出する工法。 ● 部分防水と併用する。

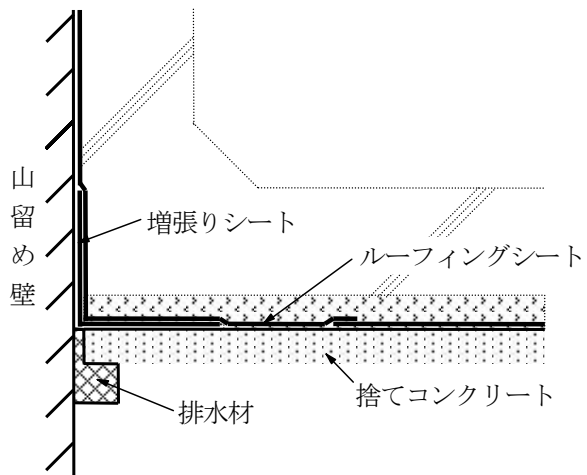
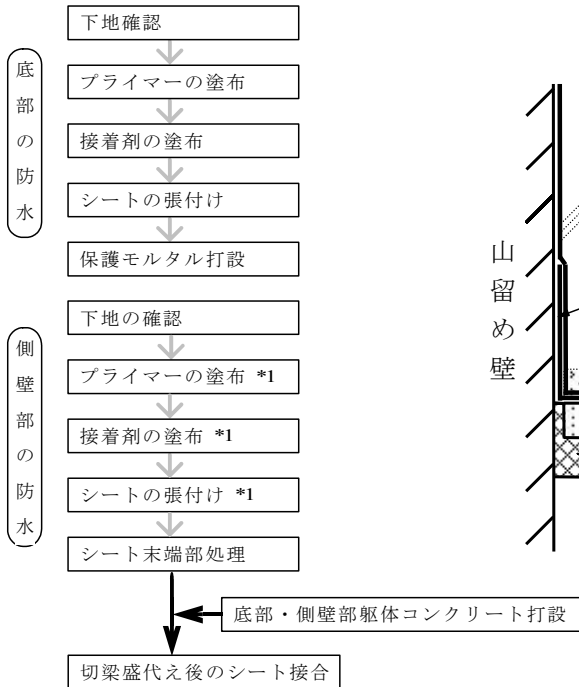
【防水施工法と施工手順】

シート防水による一般的な施工手順と施工のポイントを下図に示します。

後やり防水工法の手順



先やり防水工法の施工手順



*1：下地種類、防水種別により山留め壁にシートを接着せずに仮固定する工法がある。

引用文献：日本建築学会編集 第一回防水シンポジウム資料集 (2001年7月)

Question 3 屋上緑化におけるシート防水工法

屋上緑化におけるシート防水工法はどのようにするのですか？

Answer

景観の向上、省エネ及び都市部におけるヒートアイランド現象防止を目的として屋上を緑化する工事が増えています。この屋上緑化に対しては、行政からの資金補助、建ぺい率の緩和などの優遇策や、条例で屋上緑化を義務付けている地域もあります。

今までの屋上緑化は防水層を施工した後、押えコンクリートを打設し、その上に植栽を行う工法が主流でしたが、押えコンクリートの経済性・保護機能の見直しにより、それを打設しないで防水層と緑化をシステムとして捉える考え方も普及しています。シート防水の上に天然芝やセダム類のパッケージを設置する薄層緑化から、シート防水の上に保護マットや保水・排水層を敷設した後に客土する本格タイプまで多くの種類があります。

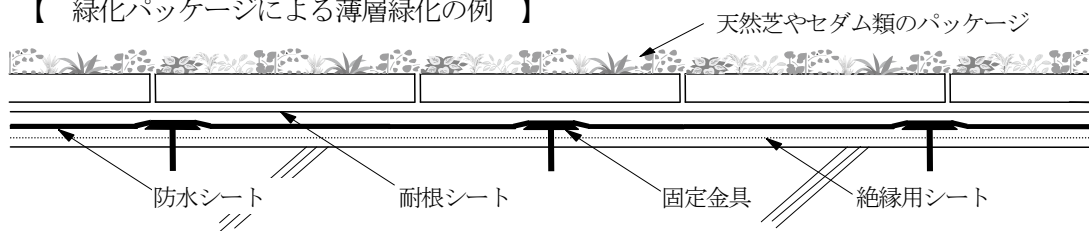
屋上緑化における防水工法の注意点としては、植栽後の改修・補修が非常にやりにくいため、完全な防水性や長期の耐久性が要求されます。特に重要な要求性能としては耐根性能が挙げられ、植物の根が防水層に侵入し漏水事故に繋がることのないよう、防水層自体が十分な耐根性能を持っているか、防水層の上層に耐根層を設置することが重要です。耐根性能の評価方法については JASS 8 T-401「屋上緑化用メンブレン防水工法の耐根性試験方法(案)」(日本建築学会、JASS8・2008年版)に示されています。

さらに肥料や防虫剤などの耐薬品性、土壌中のバクテリアに対する耐性も要求されます。また、シート防水上に植栽を行えばシートの劣化要因である太陽熱、紫外線が遮断され、防水寿命の延命になりますが、緑化部位と非緑化部位、平場と立上りとの耐久性が異なることになり仕様の検討が必要です。

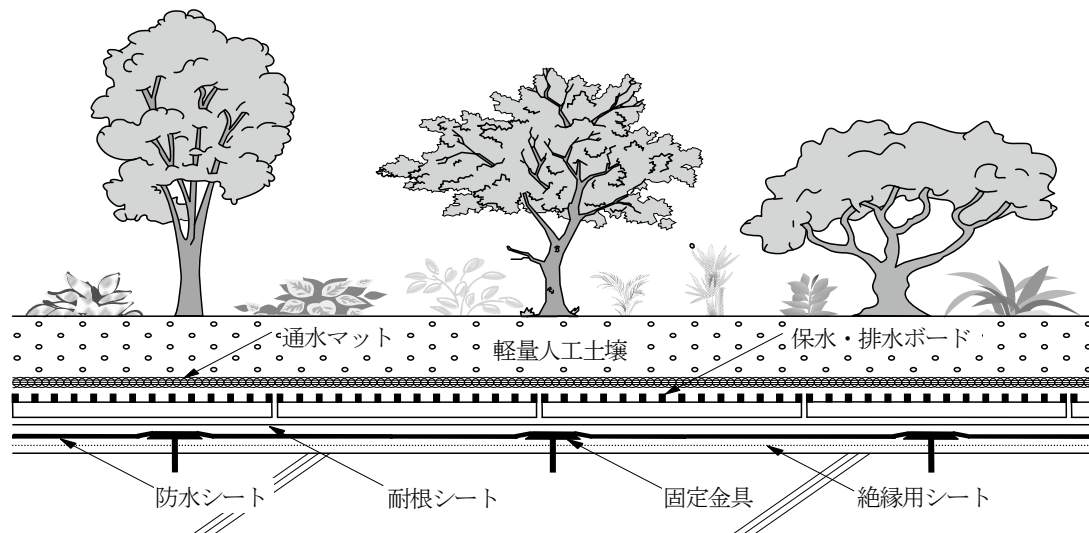
又、植栽時にシート防水層を傷つける可能性もあり、養生などの配慮が必要となります。屋上緑化については「平成25年版 建築工事監理指針 第23章5節 屋上緑化」及び「平成25年版 建築改修工事監理指針 第9章6節 屋上緑化改修工事」(国土交通省大臣官房官庁営繕部監修)に詳細な注意事項が記載されています。

下記に緑化防水仕様例を記載します。

【 緑化パッケージによる薄層緑化の例 】



【 客土をともなう本格的緑化の例 】



Question 4 熱可塑性エラストマー系シート

熱可塑性エラストマー系シートとは？ 又どのように施工するのですか？

Answer

熱可塑性エラストマーは、塩素などのハロゲンや可塑剤を含まない環境に配慮した材料です。一般的なゴムやプラスチックなどの高分子材料とは異なり、常温では加硫ゴムのようにゴム弾性（輪ゴムのように力を加えると変形し、力を除くと元の形に戻る性質）を示し、高温では軟化して可塑化（粘土のように力を加えると変形するが、力を除いても元に戻らない性質）するといった、ゴムとプラスチックの中間的な性質を有しています。この性質は、熱可塑性エラストマーが弾性を有する軟質相と熱可塑性を有する硬質相の二成分からなるために発現する性質です。防水シートにはオレフィン系熱可塑性エラストマーが用いられます。

熱可塑性エラストマー系シート防水工法は、下記に示す公的規格・仕様に採用・記載されています。

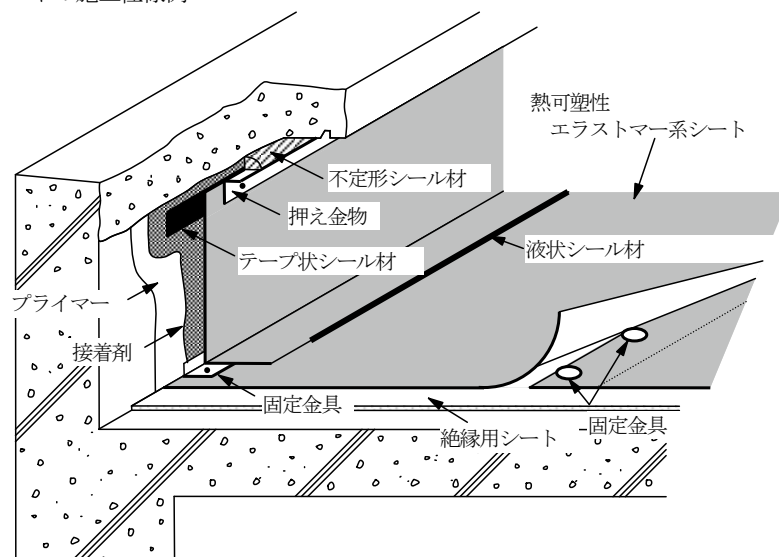
1. JIS A 6008:2006 合成高分子系ルーフィングシート
2. 国土交通省 公共建築工事標準仕様書 平成25年版 【S-M3】
3. 国土交通省 公共建築改修工事標準仕様書 平成25年版 【S-M3】
4. 日本建築学会 建築工事標準仕様書 JASS 8 防水工事 2008年 【参考仕様（レ）、（ク）】

上記 JASS 8 には、環境に配慮した工法として次のように解説されています。

- ① シートは、塩素などを含まない非ハロゲン系熱可塑性エラストマーから成るもので、そのほか可塑剤や軟化剤を含まないなど、環境汚染や人体への影響懸念が少ない環境に配慮した材料で構成されている。
- ② 可塑剤や軟化剤を使用していないため、これらの揮発や移行によるシートの物性変化が少なく、又、長期の屋外暴露にも寸法安定性に優れている。
- ③ シートは、常温では柔軟で軽量、高いゴム弾性を有しており、又熱可塑性であるため容易にリサイクルが可能であるなど資源の有効利用にも適した材料である。
- ④ シートを固定金具を用いて下地に固定し、シートのジョイントは熱融着により接合するため、有機溶剤の使用量が格段に少ない工法である。

熱可塑性エラストマー系シート防水工法は、下地への固定には機械的固定工法が多く採用され、シート間のジョイント部は熱融着にて行います。

熱可塑性エラストマー系シートの施工仕様例



Question 5 シート防水の耐風圧性

シート防水の耐風圧性について教えてください。

Answer

屋根面に風が吹くと、屋根を持ち上げようとする力（負圧力）が働きます。シート防水工法では、台風時などでも防水層が飛ばされないように考慮された工法が確立されています。

平成12年6月1日施行の新建築基準法により、風荷重の計算方法が変更になりました。長年にわたる気象観測や風洞実験などで蓄積されたデータにより、風が建築物に与える影響がより正確に把握され、建物形状、地域の状況など詳細な条件設定が可能になり、より実状に即した計算方法に改正されました。

【主な改正点】

- (1) 従来、全国一律に定められていた速度圧を、各地域における風速及び市街化の状況を考慮して算定される方法に改められました。
- (2) 風力係数は、風洞実験の結果に基づくか、建設大臣が定める値に改められました。
- (3) 風圧力の単位を (kgf/m²) から (N/m²) に改められました。

【風圧力の計算式】

建築基準法施行令第82条の4の規定に基づき「屋根ふき材及び屋外に面する帳壁の風圧に対する構造体力上の安全性を確かめるための構造計算の基準を定める件」（平成12年5月31日建設省告示第1458号）により算出します。

なお、同告示に基づき屋根ふき材に加わる風圧力の計算例を次に示します。

$$[\text{風圧力 } N/m^2 : W] = [\text{平均速度圧 } N/m^2 : \bar{q}] \times [\text{ピーク風力係数} : \hat{C}_f]$$

$$[\text{平均速度圧}] \quad \bar{q} = 0.6Er^2 \times V_0^2 \quad Er = \text{平均風速の高さ方向の分布を表す係数}$$

$$V_0 = \text{基準平均風速}$$

$$[\text{ピーク風力係数} : \hat{C}_f] = (\text{屋根面のピーク外圧係数}) - (\text{屋根面のピーク内圧係数})$$

Er は次式により算出します。

$$H \text{ が } Z_b \text{ 以下の場合} \quad Er = 1.7 (Z_b / Z_G)^\alpha$$

$$H \text{ が } Z_b \text{ を越える場合} \quad Er = 1.7 (H / Z_G)^\alpha$$

Z_b、Z_G、α、H はそれぞれ次の数値を表します。

粗度区分	Z _b (m)	Z _G (m)	α
I	5	250	0.10
II	5	350	0.15
III	5	450	0.20
IV	10	550	0.27

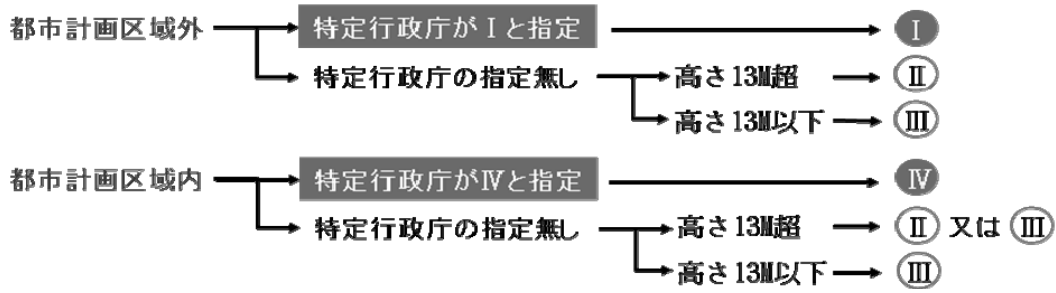
H : 建物の高さ と 軒の高さ との平均 (m)

陸屋根の場合、勾配=1/50~1/100、角度θ≒0（正確には10度未満）のため、正のピーク外圧係数による計算は省略します。

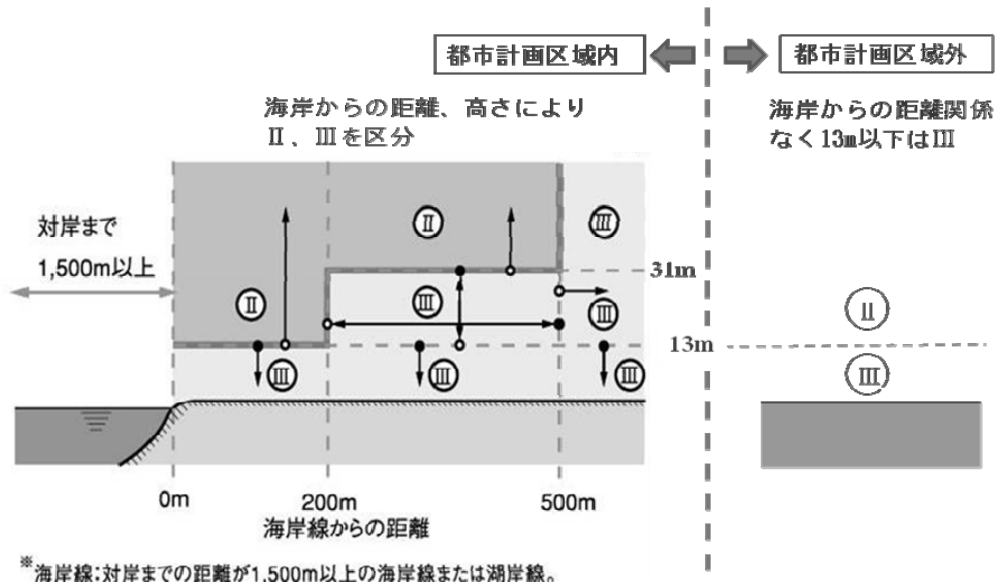
負のピーク外圧係数に対する閉鎖型の建築物のピーク内圧係数は0となります。

又、負圧による影響以外に風の吹き込み対策が必要であり、シート接合部、雨仕舞部納まり、板状下地材の目地処理などの適切な処理、室内正圧を考慮した下地への接着（固定）強度の確保といった設計・材料・施工面からの検討が重要であり、ルーフィングシート製造所の仕様を確認することが必要です。

【地表面粗度区分】



【地表面粗度区分Ⅱ、Ⅲの区分】



【計算例】

一般的な屋根で、建物高さ 20m、地表面粗度区分Ⅲ、基準平均風速 36m の場合の風圧力を下表に示します。

$$E_r = 0.912 \quad \hat{C}_f = \begin{matrix} \text{Aの部位} & : & -2.5 \\ \text{Bの部位} & : & -3.2, \text{ Cの部位} & : & -4.3 \end{matrix}$$

$$V_0 = 36\text{m/s}$$

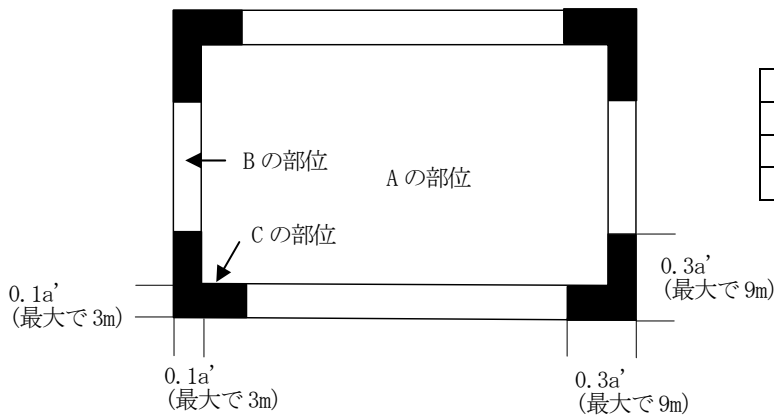


表 陸屋根の風力計算

部位	風圧力 (N/m ²)
Aの部位	-1,618
Bの部位	-2,070
Cの部位	-2,782

(注) a' : 平面の短辺長さとHの2倍の数値の内いずれか小さい値
(30をこえるときは、30とする) (単位:m)

図 陸屋根面の部位位置

シート防水工法は、主として接着工法と機械的固定工法がありますが、屋根のどの部位においても、上記風圧力の基準を満足できるように、接着力、固定力を決定する必要があります。

(1) 接着工法

一般的に $98,000 \text{ N/m}^2$ (9.8 N/cm^2) 以上の接着力があるため、どの部位においても十分に安全であります。

(2) 機械的固定工法

固定金具の下地への固定強度（または防水層の固定強度）が $2,000 \text{ N/箇所}$ の場合、単位面積当たりの固定金具の必要量を計算すると次のようになります。

$$\begin{aligned} \text{A の部位} & : 1,618 \div 2,000 = 0.81 \text{ (本/m}^2\text{)} \\ \text{B の部位} & : 2,070 \div 2,000 = 1.04 \text{ (本/m}^2\text{)} \\ \text{C の部位} & : 2,782 \div 2,000 = 1.39 \text{ (本/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

実際には、固定金具の下地への固定強度、シートの1カ所当たりの破断強度などがルーフィングシート製造所間で異なるので、施工前に確認することが必要です。また、固定金具の必要量は安全率を考慮して決める必要があります、一般に2倍以上が必要となります。安全率2とした場合、上記計算例での固定金具の固定本数、固定ピッチは、以下のようになります

$$\begin{aligned} \text{A の部位} & : 1,618 \div 2,000 \times 2 = 1.62 \text{ (本/m}^2\text{)} \rightarrow 786\text{mm ピッチ} \\ \text{B の部位} & : 2,070 \div 2,000 \times 2 = 2.07 \text{ (本/m}^2\text{)} \rightarrow 695\text{mm ピッチ} \\ \text{C の部位} & : 2,782 \div 2,000 \times 2 = 2.78 \text{ (本/m}^2\text{)} \rightarrow 600\text{mm ピッチ} \end{aligned}$$

計算例以上の条件下では強度の出る固定金具を使用したり、固定金具の単位面積当たりの使用量を増やすなどして安全対策を施す必要があります。

参考文献：国土交通省大臣官房官庁営繕部監修
「建築工事監理指針」平成25年版

Question 6 シート防水のふくれ対策

シート防水の接着工法における“ふくれ”の原因と防止する方法について教えてください。

Answer

1. 原因について

シート防水の接着工法では、下地と防水層の間にある水分や溶剤が気化してふくれを発生させることがあります。その原因は以下のような状況が考えられます。

- (1) コンクリート打設からの養生期間が短いため、水分が多く存在する場合。
- (2) コンクリートスラブ下に打込まれた断熱材やデッキプレートなどで、下面から余剰水が蒸発しないためにスラブに水分が多く存在する場合。
- (3) 下地が吸水性の大きい骨材（人工軽量骨材・火山砂利骨材・パーライトなど）を用いたコンクリートの場合。それらは骨材に含まれた水分の乾燥が著しく遅いため、一見表面が乾燥しているように見えても内部に水分が多く存在する。
- (4) 材料の吸水性が大きく乾燥に日数を要する下地の場合。例えばALCパネルが長期間降雨を受けた場合などは、内部に水分が多く存在する。
- (5) 工程上、下地未乾燥のまま防水施工を余儀なくされた場合。
- (6) 防水施工中に降雨降雪があった場合。
- (7) 防水施工における接着作業時のオープンタイムが短い場合や、下地の種類により溶剤を異常に吸込んでいる場合。

2. ふくれの防止対策

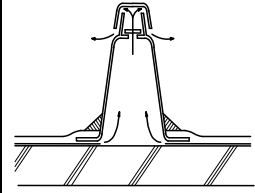
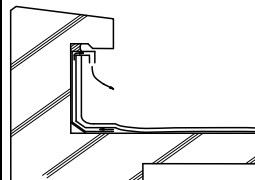
防止対策を次に示しますが、一般的には(1)～(3)が多く実施されています。

- (1) コンクリートスラブが十分乾燥している条件下で防水施工する。
- (2) 通気テープを用いて水蒸気を誘導し、25～100㎡ごとに設けた脱気筒、脱気盤や立上り部の脱気孔に導いて外部に水蒸気を放散させる方法。
- (3) 通気シート、例えば架橋型ポリエチレンフォームなどに特殊な溝をつけて、溝空間を利用して水蒸気を通気放散させる方法。
- (4) 入隅部に穴あきパイプを設置して水蒸気を通過させる方法。
- (5) コンクリートスラブ中に脱気装置を埋め込んでおく方法。

なお、機械的固定工法では下地と防水層が絶縁されているため、水蒸気は防水層全面に分散する特長があります。また、脱気装置を取り付けることにより、結露の防止及び断熱性能の長期維持に効果があるとされています。

3. 脱気工法について

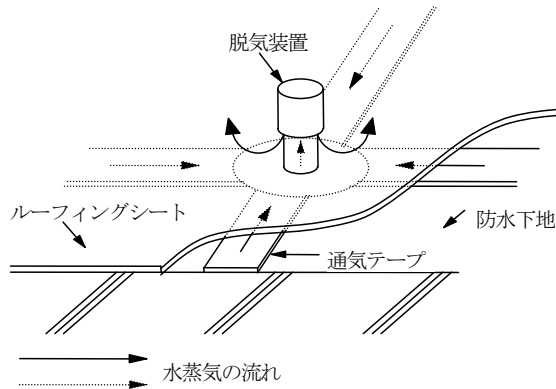
(1) 脱気装置の種類と概要

形式	型	材質	取付け間隔	備考
	平場部脱気型	ポリエチレン 塩化ビニル樹脂 ステンレス鋼 鋳鉄	防水層平場 25～100㎡に 1個程度	防水面積の大きい場合など、必要に応じて立上り部脱気型装置を併用する事もできる
	立上り部脱気型	合成ゴム 塩化ビニル樹脂 ステンレス鋼 銅	防水層立上り 長さ10m間 隔に1個程度	防水面積の大きい場合など、必要に応じて平場部脱気型装置を併用する事もできる

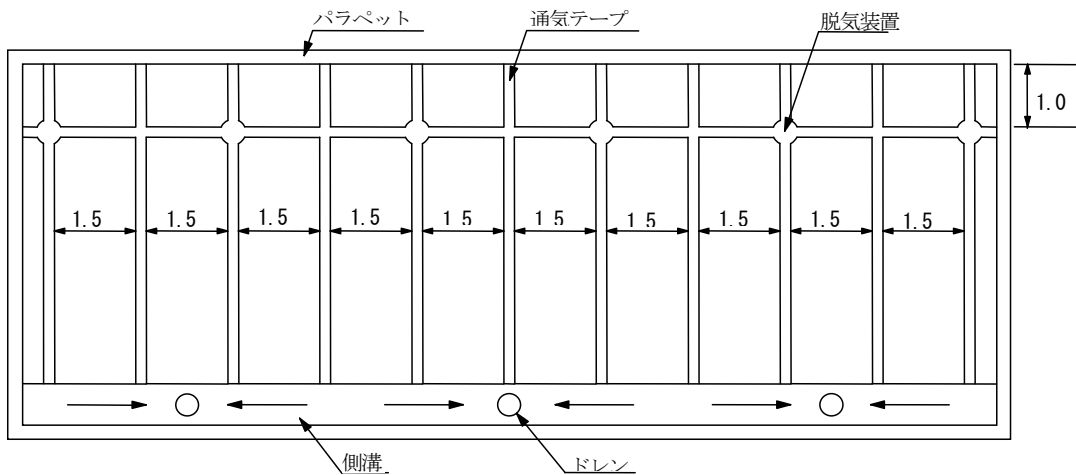
(2) 脱気工法の適用例

【通気テープによる方法】

通気テープを下地と防水層の間に一定間隔に設け、その交差部に脱気装置を取り付け、水蒸気を外部に放出する。通気テープには、不織布テープや溝付きテープなどがある。



脱気装置は、1つの屋根に2箇所以上で、25~100㎡につき1箇所の割合で取り付ける。

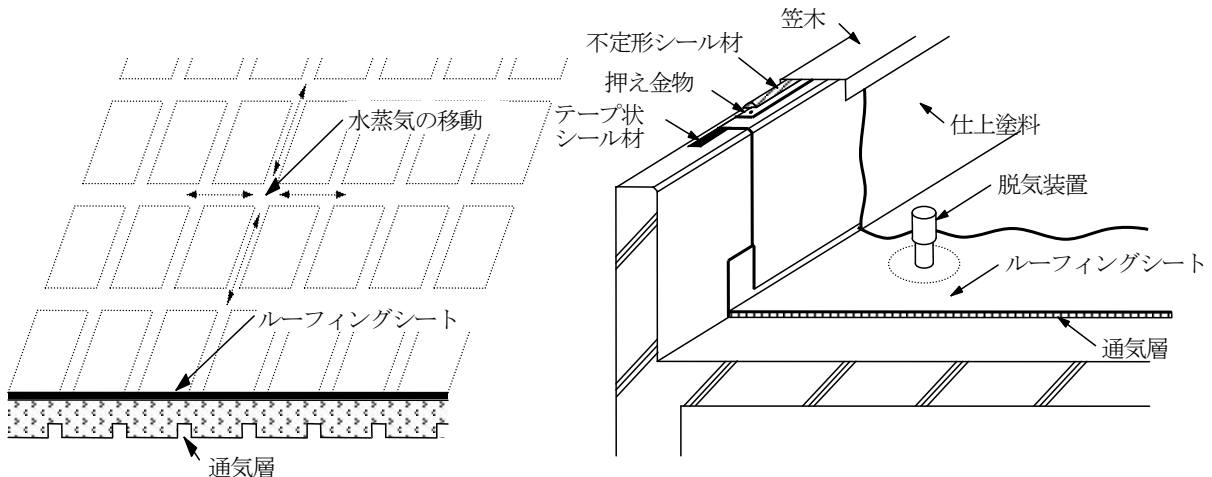


通気テープ・脱気装置の設置例 (単位: m)

【通気シートによる方法】

下地コンクリートの表面に通気シートの溝側を下地面に張り付け、この溝に沿って水蒸気を脱気装置に導き外部に放出する。

通気シートとしては、連続した亀甲状や格子状の溝を有する合成樹脂製発泡シートや通気性の大きい不織布シートなどがある。防水シートに通気層を積層した通気層付きシートもある。



Question 7 シート防水施工時の温度

シート防水施工時の最低気温の目安はどのくらいですか？

Answer

1. 低温時の作業について

下地面の温度が低いと、接着工法では接着剤の乾燥が遅く溶剤が揮発しにくいので、十分な接着力が確保できない場合があります。極端な例では、トルエンは -4°C で凍結してしまうので、この温度では蒸発しないことになり施工ができなくなります。一般的に気温が 5°C 以下では、施工を避けるのがよいとされています。

気温が低く接着剤の乾燥がしにくい時に加熱用バーナーを使用することは、溶剤へ引火して爆発などを引き起こし人命に係わる事故となることがあるので厳禁です。

2. 寒冷地工法の留意点

シートは低温でも柔軟性がある優れた材料であり、寒冷地においても十分にその機能を発揮しますが、多雪地で雪下ろしを必要とする地域での露出工法は、防水層を損傷するおそれがあり不向きです。又、施工時及び施工後の凍害、水分の乾燥状態など種々の問題があり、次にあげた寒冷地での留意点を考慮した設計・施工を行う必要があります。

	留意点		留意点
スラブ	<ul style="list-style-type: none"> ● 気候が不安定な時期は工事中屋根カバーを掛けることが望ましい ● 内断熱はスラブの乾燥を遅らせるので外断熱がよい ● 所定の乾燥確保のため工期を十分にとる ● 脱気工法との併用も考慮する 	軒先	<ul style="list-style-type: none"> ● 軒先は凍害のトラブルが生じやすいため、立上り部は防水層を軒裏まで巻込み、水はけをよくする
		笠木	<ul style="list-style-type: none"> ● 金属笠木とする ● タイル、PCaなどの左官材料は凍害を受けやすいため避ける ● 温度差を考慮し本体の長さはアルミで2m、ステンレスで3m以内とし、オープンジョイント方式とする ● 笠木の出は壁面より15mm以上とし、かぶり深さは50mm以上とする
ドレン	<ul style="list-style-type: none"> ● 縦引き型とする ● 凍害防止のためドレンヒーターを使うことが望ましい ● 日当たりがよい場所に設置する ● 内樋方式が一般的である 		
パラペット	<ul style="list-style-type: none"> ● 立上り高さは積雪を少なくするため低くとる方がよいが防水層の納まり具合より350~450mm程度とする ● アゴつき水切り方法は、凍害のトラブルが生じやすいので極力避ける ● 天端勾配は内壁側勾配とする ● 手摺りはパラペットに直接取り付けないようにする 	保護層	<ul style="list-style-type: none"> ● エマルション系塗料は極力避ける ● コンクリートは豆砂利(径25~35mm)を使用し固練りとする ● コンクリートは60~100mm厚さとする ● 保護コンクリートと防水層はポリエチレンフィルムなどで絶縁する ● 目地は立上りから60cm以内に設ける。また目地間隔は3m程度とする ● 目地幅は20~30mmとする ● 立上りを保護する場合はコンクリートがよい

Question 8 シート防水の耐用年数

防水層の保証年数と耐用年数については、どのように考えたらよいのですか？

Answer

1981年～1984年に、防水層などを含めて、建築物全般について、耐久性を向上させる研究が建設省（現国土交通省）において実施され、「建築物の耐久性向上技術」（以下、耐久性総プロ）がとりまとめられました。防水に関しては1987年に発刊の「建築防水の耐久性向上技術」において、次のような耐用年数を推定する方法が発表されています。その後、2012年に「建築物の長期使用に対応した材料・部材の品質確保・維持保全手法の開発に関する研究」（以下、第二耐久性総プロ）の外装分科会防水WGにおいて、現在使用されている防水層種別および耐用年数の見直しが実施され、各種防水層の耐用年数はリファレンスサービスマイフとして表1aに示す年数に見直されています。

2節 耐用年数の推定方法

2.1 推定耐用年数

推定耐用年数Yは、次式によって求める。

$$Y = Y_s \times s \times a \times b \times c \times D \times M$$

ここに、Y：推定耐用年数

Y_s：表1.によって定められる標準耐用年数

s：表5.によって定められる防水工法の選択係数

a：表2.によって定められる設計係数

b：表4.によって定められる施工係数

c：表3.によって定められる施工時の気象係数

D：2.2によって定められる劣化外力係数

M：2.3によって定められる維持保全係数

表1. 屋根メンブレン防水の標準耐用年数Y_s（耐久性総プロ）

防水層の種類	工法の種類	標準耐用年数
押えアスファルト防水	A-RA2, A-RB2	17年
露出アスファルト防水	A-RC2, A-RD2, A-RE2	13年
押えシート防水、 露出シート防水	S-VR3*1, S-NR2*2, S-PV1*3 絶縁PV*4	13年
露出ウレタン塗膜防水	L-PU2, 特殊PU	10年

(注) *1～*4：現在では次の工法となる。

*1：加硫ゴム系シート（1.2mm）による露出接着工法

*2：非加硫ゴム系シート（2.0mm）による露出接着工法

*3：塩化ビニル樹脂系シート（2.0mm）による露出接着工法

*4：塩化ビニル樹脂系シート（1.5mm）による露出機械的固定工法

表1a. 屋根メンブレン防水のリファレンスサービスマイフY_s（第二耐久性総プロ）

防水層の種類	保護／露出の区分	リファレンスサービスマイフ
アスファルト防水	保護防水	20年
	露出防水	15年
改質アスファルトシート防水	保護防水	20年
	露出防水	15年
合成高分子系シート防水	露出防水	15年
ウレタン塗膜防水	露出防水	15年
FRP塗膜防水	露出防水	15年

表2. 設計係数 a

設計図書	優	良	可
設計監理			
優	1.3	1.1	0.8
良	1.2	1.0	0.7
可	1.1	0.8	0.5以下

表4. 施工係数 b

施工管理	優	良	可
施工技能			
優	1.2	1.1	1.0
良	1.1	1.0	0.9
可	0.9	0.8	0.7以下

表3. 施工時の気象係数 c

季節	係数
雨・雪期	0.8
寒冷期	0.9
一般期	1.0

表5. 防水工法の選択係数 s

屋根構造	防水工法												備考	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
防水層				コンクリート	ブロック	玉砂利				防水層	断熱層			
下地														
防水工法	RC	PC	ALC	RC	RC	RC	RC	RC	RC	RC	PC	ALC		
アスファルト防水	① A-RA2	—	—	—	1.0*	1.0*	1.0	1.0	1.0	1.0	—	—	—	A-RA2からA-RE2の代わりにA-RE1のグレードを使用する場合は、係数1.0を1.2と、1.2を1.4と読み替える。
	② A-RB2	—	—	—	1.0*	1.0*	1.0	1.0	1.0	1.0	—	—	—	
	③ A-RC2	1.0	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	④ A-RD2	—	—	1.0	—	—	—	—	—	—	1.0	1.0	1.0	
	⑤ A-RE2	1.2	1.2	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
シート防水	⑥ S-VR3	1.0	1.0	1.0	0.6*	0.8*	0.8	0.6	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	S-VR3、S-NR2の代わりにS-VR1、S-NR1のグレードを使用する場合は、係数1.5を乗じた値を採用する。
	⑦ S-NR2	1.0	1.0	1.0	0.6*	0.8*	0.8	0.6	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	
	⑧ S-PV1	1.0	1.0	1.0	0.6*	0.8*	0.8	0.6	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	
	⑨ 絶縁PV	1.0	1.0	1.0	0.6*	0.8*	0.8	0.6	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	
塗膜防水	⑩ L-PU2	1.0	0.8	0.8	—	—	—	—	—	—	1.0	1.0	1.0	L-PU2の代わりにL-PU1のグレードを使用する場合は、係数1.2を乗じた値を採用する。
	⑪ 特殊PU	1.0	1.0	1.0	—	—	—	—	—	—	1.0	1.0	1.0	

[注] *緩衝材敷きの上に押え層

2.2 劣化外力係数Dの算定

劣化外力係数Dは、次式によって求める。

$$D=d_1 \times d_2$$

ここに、 d_1 ：表6.によって求められる断熱係数

d_2 ：表7.によって定められる地域係数

表6. 断熱係数 d_1

防水層の種別	工法	断熱材	
		有 (図1参照)	無
アスファルト防水	押え工法	1.2	1.0
	露出工法	0.9	1.0
シート防水	押え工法	1.2	1.0
	露出工法	0.9	1.0
塗膜防水	露出工法	0.8	1.0

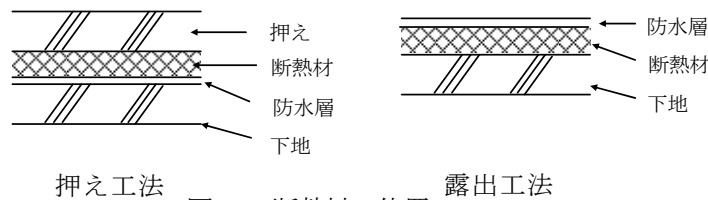


図1. 断熱材の位置

表7. 地域係数 d_2

防水層の種別	工法	一般地	寒冷地 亜熱帯地
アスファルト防水	押え工法	1.0	1.0
	露出工法	1.0	0.9
シート防水	押え工法	1.0	1.0
	露出工法	1.0	1.0
塗膜防水	露出工法	1.0	0.9

2.3 維持保全係数Mの設定

維持保全係数Mは、表8.の維持保全仕様に依りて設定する。

表8. 維持保全仕様に依りて維持保全係数 M

維持保全仕様		維持保全係数 M							
		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8
防水工法									
アスファルト防水	押え工法	—	1.0	—	0.9	0.9	—	0.8	—
シート防水	露出工法	1.0	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9	0.7	0.8
ウレタン塗膜防水露出工法		1.0	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9	0.7	0.8
維持 保全 係数	清掃 (周期 0.5 年)	○	○	○	○	—	—	—	—
	点検・保守 (周期 2 年)	○	○	—	—	○	○	—	—
	再塗装 (周期 4 年)	○	—	○	—	—	○	—	○

(注) ○：実施する —：実施しない

- 出典 1)建設大臣官房技術調査室監修 (財)国土開発技術センター 建築物耐久性向上技術普及委員会編「建築物防水の耐久性向上技術」
 2)独立行政法人建築研究所 編集・発行 「建築物の長期使用に対応した材料・部材の品質確保・維持保全手法の開発に関する研究」

Question 9 シート防水の劣化診断

シート防水の劣化診断方法にはどのようなものがありますか？

Answer

防水層の劣化診断方法としては、建設省（現国土交通省）が総合技術開発プロジェクトの一環として「建築物の耐久性向上技術の開発」を実施し、その中で次のように報告されています。

1. 劣化診断方法

1.1 1次診断

1次診断は、目視により漏水又はその痕跡の有無を調査する。漏水がある場合には、さらに以下の項目についても調査する。

- ① 漏水箇所（図示、防水層との位置関係を明記）
- ② 漏水開始時期
- ③ 降雨後、漏水開始までの時間及び降雨終了後の継続時間
- ④ 漏水量
- ⑤ 漏水が生じる条件（降雨量、風速、風向など）
- ⑥ 漏水による被害の状況

1.2 2次診断

2次診断は、工法ごとに下表に従って行う。

工法	調査項目	調査方法
露出工法	a 防水層の破断・損傷	個数、ひびわれの有無、深さを目視観察
	b 防水層の末端はく離	シール、ドレン回りなどの末端部の状態を目視観察
	c 防水層接合部のはく離	個数、はく離幅、長さを目視、スケールで測定
	d 防水層立上り隅角部の浮き	個数、浮き高さを目視、スケールで測定
	e 表面の劣化（減耗など）	ひびわれ、白亜化、変退色などを目視観察
	f 防水層のふくれ	個数、大きさ、高さ、面積比を目視、スケールで測定
押え工法	a 平面部押え層のひびわれ、せり上り、欠損、凍害、その他	個数、ひびわれ幅、防水層の破断の有無を目視、スケールで測定
	b 立上り部のひびわれ、倒れ、欠損、凍害、その他	個数、ひびわれ幅、防水層の破断の有無を目視、スケールで測定
	c パラペットの押出し	目視観察により内部防水層の状態を推測
	d 笠木・水切り関係の納まり、端部のひびわれ、シール切れ、欠損、凍害、その他	個数、ひびわれ幅を目視、スケールで測定
	e 伸縮目地部の異常	目地材の欠損、すき間などを目視観察
	f 植物の繁殖	根の生育程度を目視観察

1.3 3次診断

3次診断は現場において又は試料を採取して、次の項目について試験を行う。

- a) 現場試験
 - ① 垂直引張試験（下地との接着強さ）
 - ② はく離試験（180° ピーリング）
- b) 実験室試験
 - ① 引張試験（JIS A 6008 による）
 - ② 引裂試験（同上）
 - ③ 接合部のせん断接着試験
 - ④ 接合部の水密試験

2. 劣化度の分類

2.1 1次診断の劣化度分類

1次診断の劣化度は、防水の種類・工法にかかわらず下表により分類する。

調査項目	劣化度		
	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ
漏水又はその痕跡	あり	—	なし

2.2 2次診断の劣化度分類

2次診断の劣化度は、防水の種類・工法ごとに下表により分類する。

工法	調査項目		劣化度		
			Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ
露出工法	防水層の破断、損傷	1層防水	表層のひびわれ	—	外観上の異常を認めず
		2層防水	上層の破断	上層のひびわれ	外観上の異常を認めず
	防水層の端末はく離	シート端末部	押え金物の脱落、末端シールの切断、開き	押え金物のゆるみ、末端シールのはく離、浮上り	外観上の異常を認めず
		ルーフトレン、配管などの末端部	末端シールの切断	末端シールのはく離、浮上り、さびによる末端浮上り	外観上の異常を認めず
	防水層接合部のはく離幅		10 mm以上	5~10 mm	5 mm未満
	防水層立上り隅角部の浮き高さ		50 mm以上	20~50 mm	20 mm未満
	表面の変化		シート表面に微細なひびわれ発生	塗料の減耗及び白垂化	塗料の変退色
	防水層のふくれ	1個の大きさ(長径)	500 mm以上	200~500 mm	200 mm未満
		高さ	100 mm以上	50~100 mm	50 mm未満
		面積比	30%以上	10~30%	10%未満
押え工法	平面部押え層のひびわれ、せり上り、欠損、凍害、その他		ひびわれ3 mm以上、せり上りなど	ひびわれ1~3 mm	ひびわれ1 mm未満
	立上り押え層のひびわれ、倒れ、欠損、凍害、その他		ひびわれ3 mm以上、倒れなど	ひびわれ1~3 mm	ひびわれ1 mm未満
	パラペットの押出し		押出しあり、防水層破断の疑い	押出しあり、防水層は健全なもよう	外観上の異常を認めず
	モルタル笠木、水切り関係の納まり、端部のひびわれ、シール切れ、欠損、凍害、その他		ひびわれ1 mm以上シール切れなど	ひびわれ0.5~1 mm	ひびわれ0.5 mm未満
	伸縮目地部の異常		脱落・欠損	突出・圧密	外観上の異常を認めず
	植物の繁殖		防水層に貫入している	防水層まで達していない	外観上の異常を認めず

2.3 3次診断の劣化度分類

3次診断の劣化度は、防水層の種類・工法ごと下表により分類する。

工法	調査項目		劣化度		
			Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ
露出工法・押え工法	防水層の物性	引張強さ	初期値比 30%未満	初期値比 30~60%	初期値比 60%以上
		伸び率			
		引裂強さ			
	シート相互のはく離度合い	幅 (mm)	20 以上	10~20	10 未満
		長さ	総延長の10%以上	総延長の5~10%	総延長の5%未満
	防水層の下地との接着強さ (N/cm ²)		3 未満	3~10	10 以上
接合部の水密性		漏水あり	—	漏水なし	

3. 結果診断の判定

3.1 1次診断の判定

1次診断の調査結果に対する判定は、次の基準により行う。

診断項目	劣化度	判定
漏水又はその痕跡	Ⅲ（漏水あり）	補修用調査が必要
	Ⅰ（漏水なし）	必要に応じて2次診断を行う

3.2 2次診断の判定

2次診断の調査結果に対する判定は、次の基準により行う。

診断項目	劣化度	判定
2次診断の調査項目	Ⅲ	原則として補修用調査を行う
	Ⅱ	現状放置可能、但し早い時期に再診断が必要
	Ⅰ	現状では放置するが点検を継続

3.3 3次診断の要否の判定

1次診断及び2次診断の判定の結果、補修用調査が必要となった場合は、経過年数、試験費用などを考慮して、3次診断の要否を判定する。

3.4 3次診断の判定

3次診断の調査結果に対する判定は、次の基準により行う。

診断項目	劣化度	判定
3次診断の調査項目	Ⅲ	原則として大規模補修を行う
	Ⅱ	大規模補修又は部分補修（但し近い将来、大規模補修を要す）を行う
	Ⅰ	部分補修を要す

出典 建設大臣官房技術調査室 監修

(財) 国土開発技術研究センター建築物耐久性向上技術普及委員会 編
“建築物防水の耐久性向上技術”

Question 10 シート防水の損傷防止

シート防水層への傷つき防止対策はどのようにして行うのですか？

Answer

損傷防止について、日本建築学会「建築工事標準仕様書・同解説 JASS 8 防水工事」によれば次のように記されています。

防水層の施工完了後、防水層の上で行う他業種の工事、さらには防水層の保護・仕上工事によって防水層を損傷しないように、その養生についての注意事項である。

- (1) 防水層の上部で、火花の散るおそれのある溶接・溶断およびグラインダー掛け作業を行うと、落下した火花により防水層に穴があくなどの損傷のおそれがあるので養生を行う必要がある。
なお、防水材料には、溶剤を使用するものが多いため、防水工事中にも近接した箇所でのこれらの作業は避けなければならない。
- (2) コンクリート圧送管の運搬、圧送時の振動・揺れ、移設または解体、ねこ車などの運搬車の外板で防水層が傷つかないように養生シート、さらに足場板や合板などで養生する。また、パイプ・足場・脚立およびはしごなどを使用する場合には、防水層に局部荷重がかからないように、板類を敷き養生する。
- (3) 設備配管の資材やその加工材の取扱い、設備器具の取付け作業、保護・仕上げとしてのコンクリートの伸縮目地材の設置作業、さらにはタイル張り工事における水糸張りなどによって防水層が損傷を受ける例が多いので嚴重に注意する。特に室内では他工事の作業が多いので注意しなければならない。
- (4) 仮設材料・資機材類の運搬および取付けなどの作業のため、防水層の上を歩行する場合には、防水層を十分に養生するとともに関連工事関係者に防水層を損傷させないように、注意を徹底させることが必要である。

Question 11 シート防水のメンテナンス

特に露出シート防水の場合、使用上どのような注意をはらえばよいのですか？

Answer

1. 露出シート防水での使用上の注意点について

- 防水層の上での花火、たき火、喫煙などの火気の使用は厳禁です。防水層を燃焼させたり変質させたりする恐れがあります。
- 防水層の上は維持点検以外には歩行しないでください（軽歩行仕様を除く）。
- 防水層の上に強アルカリ、強酸などの薬品、油、溶剤などを付着させないでください。万一付着した場合には速やかにふき取り、中性洗剤で洗い流してください。
- 防水層の上で動物を飼育しないでください。
- 点検などで防水層の上を歩行する場合には、靴底の柔らかい履き物を使用してください。
- 濡れた防水層の上は滑りやすいので、凹凸模様のあるゴム底などの滑りにくい履き物を使用してください。
- テレビアンテナ、空調設備、物干し台などを防水層の上に設置する場合には、防水層を損傷しないように必ずゴムマットなどの下敷き材を施してください。
- 防水層の上で運動や工作作業をしないで下さい。やむを得ず作業をする場合には、防水層に損傷を与えないように養生シートなどで保護してください。
- 防水層の上で除雪を行う場合には、防水層に衝撃を与えないように作業してください。
- 防水層の上に土を置き植物を植えないでください（植栽仕様を除く）。
- 屋上周辺の増築工事あるいは改装工事を行う場合には、防水層を損傷させないような注意をするとともに、工事前に施工業者にご連絡ください。

2. 維持管理について

- 年2回程度は排水溝やドレン回りの清掃を実施してください。
- 2年に1回程度は防水層の点検を実施してください。
 - ① 防水層の破断・損傷がないか
 - ② 防水層立上り末端部やドレン部のシール材は、はく離やひび割れを生じていないか
 - ③ 防水層を固定している金物は、ゆるみやはく落を生じていないか
 - ④ 防水層の接合部は、はく離を生じていないか
 - ⑤ 立上り部の防水層は、浮きを生じていないか
 - ⑥ 防水層に異常なふくれが生じていないか
 - ⑦ 防水層の下側に水が入っていないか
 - ⑧ 排水溝やドレンが土砂・落葉などで詰まっていないか
- 5年に1回程度は専門家による点検と不具合箇所の手直し、仕上塗料の塗直しなどを実施してください。
- 万一漏水を生じた場合には、直ちに防水工事を行った建設会社あるいは施工業者に連絡してください。

Question 12 シート防水のリサイクル

使用済みのシート防水材はリサイクル可能ですか？

Answer

使用済みのシート防水材のリサイクルの取り組みは以下の通りです。

一般に土木、建築分野で用いられる防水シートは厚さ1.0～2.0mmで、主に露出工法で使用されています。そして、そのおおよその使用量は加硫ゴム系シートで5百万㎡/年、塩化ビニル樹脂系シートで15百万㎡/年、合わせて20百万㎡/年に達しており、10～15年で改修が行われています。現状では使用後の防水シートは回収量が一定しない、回収ルートが未整備などの理由から産業廃棄物として埋立処分され、ほとんど利用されていません。しかし、今後の環境問題の観点から再利用の検討が必要で、当工業会では使用済みの加硫ゴム系シート、塩化ビニル樹脂系シート及び熱可塑性エラストマー系シートの再生化について数年前から研究に取り組んでおり、その成果を建築学会（*1,*2,*3,*4 参照）で報告しています。その概要についてご紹介します。

1. 加硫ゴム系シートの再生化

ここでの再生は使用済み加硫ゴム系シートを回収し、物理的又は化学的に処理して再び粘着性と可塑性を与え、未加硫ゴムとして利用できるようにすることです。再生ゴム化の工程は、粉碎したゴムに再生剤を混合し脱硫工程を経てロール加工で均質な分散状態に仕上げ、再生ゴムとします。

実際に10年以上使用した加硫ゴム系シートを再生化して得られた結果は、物性面に若干の低下が見られるものの、再生ゴムとしての性能を十分に備えており、再生化が可能であることが証明されました。さらに、新生のEPDMとブレンドした場合、再生ゴムの混入比率が10%での試作シートはルーフィングシートとしてJIS A 6008（合成高分子系ルーフィングシート）の均質加硫ゴム規格値に対し、全ての項目で良好な結果が得られました。また、接着性能も新品品と差はなく、製品化は十分可能と判断しています。

2. 塩化ビニル樹脂系均質シートの再生化

屋外で露出された塩化ビニル樹脂系シートは光、熱、水などの複合環境によって劣化します。劣化の程度は使用部位、地域、下地などにより異なりますが、10年以上使用されたシートの柔軟性は、伸び率で20%以上低下しています。特に塩化ビニル樹脂系シートは表面から劣化し、可塑剤の減少が確認され、伸び率の低下の要因になっています。

再生化試験は、機械的固定工法で施工され10年以上経過した均質塩化ビニル樹脂系シートを用いて行いました。回収された塩化ビニル樹脂系シートの再生化の工程は粉碎後、加熱混練工程を経てシート成形加工されます。劣化した塩化ビニル樹脂は分子量の低下などの影響から、使用済みシート粉碎品のみではシート成型が困難であることが確認されました。そこで、減少した可塑剤の再添加と加工助剤を加え、熔融が可能な押出成形法を採用することによりシート成形加工が可能となりました。そして、再生された塩化ビニル樹脂系シートはルーフィングシートとして、加硫ゴム系シートと同様、JIS A 6008の均質塩化ビニル樹脂の規格値を満足することが確認できました。塩化ビニル樹脂の熱可塑性の特徴を活かしたシートのリサイクル化が十分可能なことから、現在、再生シートの量産化における成形加工条件の最適化の検討と、防水シートとしての耐久性(耐候性)の確認を行っています。

3. 熱可塑性エラストマー系複合シートの再生化

熱可塑性エラストマー系シートは材料面でいえばポリエチレンやポリプロピレンなどのオレフィン系樹脂が主成分をなしており、塩化ビニル樹脂同様の熱可塑性であることから再加熱溶解して再生シート化が容易です。ただし、繊維補強された複合シートの再生化に際しては、前もって補強繊維の分離が必要です。次頁に複合シートのリサイクルフローを示します。現在、回収を含めたリサイクルシステムの構築が検討されています。

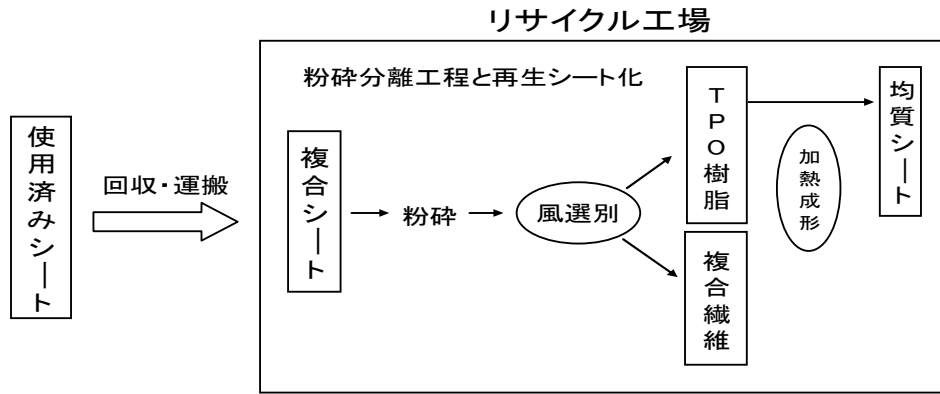


図 TPO系複合シートのリサイクル 例

引用文献

- *1: 藤木、望月「使用済み加硫ゴムシートの再生ゴムとしての検討」日本建築学会大会学術講演梗概集、1998年9月
- *2: 鳩飼、福井、山部「均質塩ビ系防水シートのリサイクル可能性の検討」日本建築学会大会学術講演梗概集、1999年9月
- *3: 山部、井村「複合塩ビ系防水シートのリサイクル可能性の検討」日本建築学会大会学術講演梗概集、2000年9月
- *4: 藤咲、鳩飼、井村、遠藤「熱可塑性ポリオレフィン樹脂系防水シートのリサイクル可能性の検討」日本建築学会大会学術講演梗概集、2001年9月

Question 13 シート防水の環境対応仕様

シックハウスの原因とされる化学物質に対してシート防水ではどのように対応していますか？

Answer

厚生労働省が取り上げているシックハウスの原因とされている揮発性化学物質には下表の13品目があります。シート防水のシート本体やプライマー、接着剤、シール材等にはこれらの内の一部が使われているものがあります。

No.	揮発性化学物質	指針値	備考
1	ホルムアルデヒド	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.08 ppm)	
2	トルエン	260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.07 ppm)	
3	キシレン	870 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.20 ppm)	
4	アセトアルデヒド	48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.03 ppm)	
5	エチルベンゼン	3800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.88 ppm)	
6	スチレン	220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.05 ppm)	
7	パラジクロロベンゼン	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.04 ppm)	
8	テトラデカン	330 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.04 ppm)	
9	クロルピリホス	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.07 ppb)	小児の場合：0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.007 ppb)
10	フェノブカルブ	33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (3.8 ppb)	
11	ダイアジノン	0.29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.02 ppb)	
12	フタル酸ジ-n-ブチル	220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.02 ppm)	
13	フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (7.6 ppb)	
	ノナナール	41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (7.0 ppb)	指針値案
	総揮発性有機化合物量 (TVOC)	400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	暫定目標値

プライマー、接着剤、シール材の環境対応としては、上表にあげられているトルエンやキシレンではない有機溶剤を用いる方法（ベンゼン・トルエン・キシレン[BTX]フリー）と、有機溶剤ではなく水系の材料（エマルジョン）を用いる方法があります。

又、フタル酸ジ-n-ブチルとフタル酸ジ-2-エチルヘキシルはいわゆる可塑剤であります。現在の塩化ビニル樹脂系シート防水材は、この可塑剤をもちいない処方主流です。

機械的固定工法は接着剤を極力少なくする工法であり、エチレン酢酸ビニル樹脂系密着工法は接着剤をセメントペーストとするものであり現状のまま環境に配慮した工法です。

加硫ゴムシートの環境対応の露出接着仕様を下記に示しました。

工法番号 F101 露出接着工法（環境対応仕様）

工程	BTXフリー仕様	水系エマルジョン仕様
プライマー塗布	0.2 kg/m ²	0.08 kg/m ²
接着剤塗布	0.2 kg/m ²	0.1 kg/m ²
シート張付け	糊付き※	糊付き※
水系仕上塗料塗布	0.25 kg/m ²	0.25 kg/m ²

※糊付き：予め接着剤を工場で塗工した加硫ゴムシート

Question 14 屋根防火に関する建築基準法

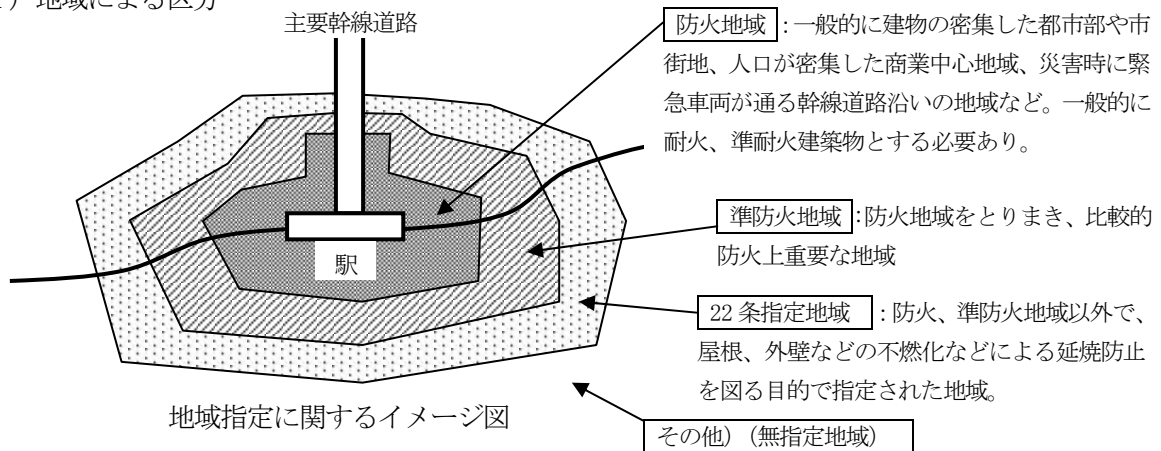
シート防水の防火に関する規制はどのような内容ですか？

Answer

平成12年6月1日より施行された「建築基準法」では、規制内容の明確化・簡素化、国際的整合化を背景に、建築基準の性能規定化が図られました。この結果、防火・準防火地域内（法第63条）及び特定行政庁が防火・準防火地域以外の市街地について指定する地域（法第22条）にある建築物の屋根の構造は、建設大臣（現国土交通大臣）が定めた構造方法を用いるか、あるいは建設大臣（現国土交通大臣）の認定を受けた構造とすることが義務付けられています。以下にその内容について説明します。

1. 防火地域と防耐火構造に関する規定の概要

(1) 地域による区分



(2) 地域と建築物

防火地域内の建築制限(建基法 61 条)

階数 (地階含む)	延べ床面積	
	100 m ² 以下	100 m ² 超
3以上	耐火建築物に限る	
2	耐火建築物 または 準耐火建築物	
1	準耐火建築物	

準防火地域内の建築制限(建基法 62 条)

階数 (地階除く)	延べ床面積		
	500 m ² 以下	500 m ² 超 1500 m ² 以下	1500 m ² 超
4以上	耐火建築物に限る		
3	耐火建築物、準耐火建築物または一定の技術基準に適合する建築物	耐火建築物 または 準耐火建築物	
2	木造の建築物でもよい(一定の防火処置が必要)		
1	一定の防火処置が必要		

注) 防火地域内にあっても、ある一定の耐火性能を有するものとして国土交通省の認定を受けたものであれば、木造住宅などを建築することが可能。

2. 屋根に必要な性能に関する技術的基準の概要

屋根の構造制限に関する二つの政令条文は、火災の種類が、防火・準防火地域の場合、「市街地における通常の火災」(令136条の2の2)、法22条区域の場合、「通常の火災」(令109条の5)とされているほかは、同様な表現になっています。

制限地域・区域	政令	火災の状況	要件
防火・準防火地域内 (建築基準法第63条)	令136条の2の2	市街地における火災	① 防火上有害な発炎をしない ② 屋内に火災が達する損傷を生じない(不燃性物品保管倉庫等で屋根以外の主要構造部が準不燃材料でつくられたものの屋根を除く)
法22条区域内 (建築基準法第22条)	令109条の5	通常の火災	

3. 防火・準防火地域内の屋根について

建築基準法の法改正を受けて、性能規定化された政令が新たに制定され、更に、「建設大臣が定めた構造方法」が官報告示され（建告第1365号）平成12年6月1日より施行されました。その内容を以下に示します。

(1) 建築基準法（屋根）

第63条 防火地域又は準防火地域内の建築物の屋根の構造は、市街地における火災を想定した火の粉による建築物の火災の発生を防止するために屋根に必要とされる性能に関して建築物の構造及び用途の区分に応じて政令で定める技術的基準に適合するもので、建設大臣が定めた構造方法を用いるもの又は建設大臣の認定を受けたものとしなければならない。

(2) 建築基準法施行令（防火地域又は準防火地域内の建築物の屋根の性能に関する技術的基準）

第136条の2の2 法第63条の政令で定める技術的基準は、次の各号（不燃性の物品を保管する倉庫その他これに類するものとして建設大臣が定める用途に供する建築物又は建築物の部分でその屋根以外の主要構造部が準不燃材料で造られたものの屋根にあっては、第一号）に掲げるものとする。

- 一. 屋根が、市街地における通常の火災による火の粉により、防火上有害な発炎をしないものであること。
- 二. 屋根が、市街地における通常の火災による火の粉により、屋内に達する防火上有害な溶融、き裂その他の損傷を生じないものであること。

(3) 建設省告示

以下、平成12年建告1356号の第1、三に示された、耐火屋根構造で勾配30度以内+断熱材50mm以下（ポリエチレンフォーム・ポリスチレンフォーム・硬質ポリウレタンフォーム）+防水材（アスファルト、塩ビ、ゴム、塗膜）の構造であれば、防火・準防火地域内の屋根構造として認められています（個別認定不要）。この条件から外れる屋根構造では個別の防火（飛び火）認定が必要となります。また、建築基準法22条指定地域内の屋根においても、同様に告示1365号に示された構造もしくは個別の飛び火認定が必要です。

「防火地域または準防火地域内の建築物の屋根の構造方法を定める件」（平成12年5月25日建設省告示第1365号）について

法63条の規定に基づき、防火地域または準防火地域内の建築物の屋根の構造方法を次に定める			
第1	令136条の2の2各号に掲げる技術的基準に適合する屋根の構造方法は、次に定めるものとする	一	不燃材料で造るか、またはふくこと
		二	屋根を準耐火構造（屋外に面する部分を準不燃材料で造ったものに限る）とすること
		三	屋根を耐火構造（屋外に面する部分を準不燃材料で造ったもので、かつ、その勾配が水平面から30度以内のものに限る）の屋外面に断熱材（ポリエチレンフォーム、ポリスチレンフォーム、硬質ポリウレタンフォームその他これらに類する材料を用いたもので、その厚さの合計が50mm以下のものに限る）および防水材（アスファルト防水工法、改質アスファルトシート防水工法、塩化ビニル樹脂系シート防水工法、ゴム系シート防水工法または塗膜防水工法を用いたものに限る）を張ったものとする
第2	令136条の2の2第一号に掲げる技術的基準に適合する屋根の構造方法は、第1に定めるもののほか、難燃材料で造るか、またはふくこととする	一	—
附則 この告示は、平成12年6月1日から施行する			

4. 法22条区域内の屋根について

建築基準法の法改正を受けて、性能規定化された政令が新たに制定され、更に、「建設大臣が定めた構造方法」が官報告示され（建告第1361号）平成12年6月1日より施行されました。その内容を以下に示します。

(1) 建築基準法

(屋根)

第22条 特定行政庁が防火地域及び準防火地域以外の市街地について指定する区域内にある建築物の屋根の構造は、通常の火災を想定した火の粉による建築物の火災の発生を防止するために屋根に必要とされる性能に関して建築物の構造及び用途の区分に応じて政令で定める技術的基準に適合するもので、建設大臣が定めた構造方法を用いるもの又は建設大臣の認定を受けたものとしなければならない。ただし、茶室、あずまやその他これらに類する建築物又は延べ面積が10㎡以内の物置、納屋その他これらに類する建築物の屋根の延焼のおそれのある部分以外の部分については、この限りでない。

(2) 建築基準法施行令

(法22条第1項の市街地の区域内にある建築物の屋根の性能に関する技術的基準)

第109条の5 法第22条1項の政令で定める技術的基準は、次の各号（不燃性の物品を保管する倉庫その他これに類するものとして建設大臣が定める用途に供する建築物又は建築物の部分で、屋根以外の主要構造部が準不燃材料で造られたものの屋根にあっては、第一号）に掲げるものとする。

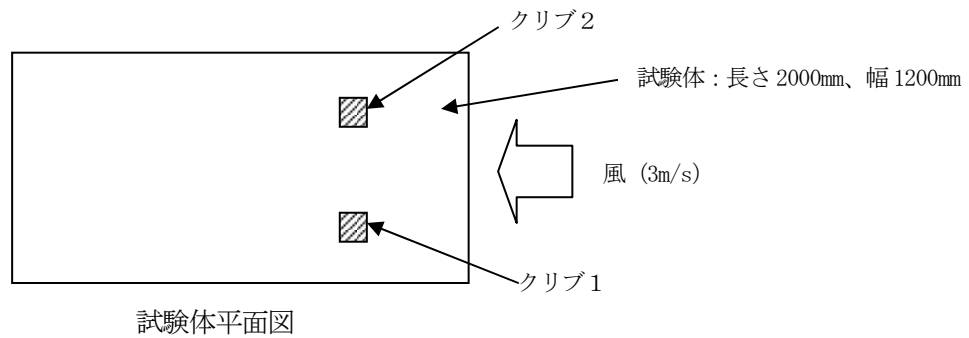
- 一. 屋根が、通常の火災による火の粉により、防火上有害な発炎をしないものであること。
- 二. 屋根が、通常の火災による火の粉により、屋内に達する防火上有害な溶融、き裂その他の損傷を生じないものであること。

(3) 建設省告示

「特定行政庁が防火地域および準防火地域以外の市街地について指定する区域内における屋根の構造方法を定める件」（平成12年5月24日建設省告示第1361号）について

法22条1項の規定に基づき、特定行政庁が防火地域および準防火地域以外の市街地について指定する区域内における構造方法を、次のように定める	
第1	令109条の5各号に掲げる技術的基準に適合する屋根の構造方法は、法63条に規定する屋根の構造（令136条の2の2各号に掲げる技術的基準に適合するものに限る）とすることとする
第2	令109条の5第一号に掲げる技術的基準に適合する屋根の構造方法は、法63条に規定する屋根の構造とすることとする
附則 この告示は、平成12年6月1日から施行する	

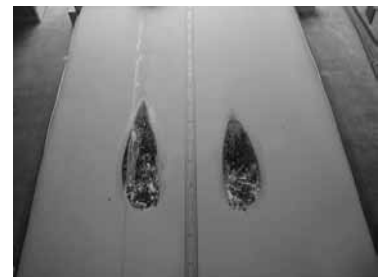
5. 屋根葺き材の飛び火性能試験の概要



試験状況 (火種設置)



試験状況 (燃焼中)



試験終了 (火炎鎮火)


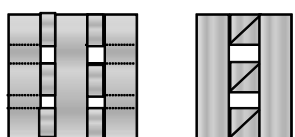
屋根勾配の認定範囲と試験体の傾斜角度

- 1) 傾斜角が 0° 以上 30° 以下の範囲の屋根は、傾斜角 15° とする。
- 2) 傾斜角が 30° から 70° を超えない範囲の屋根は、傾斜角 30° とする。
- 3) 陸屋根については、傾斜角 0° とする。

合格基準

- 1) 試験中、試験体の燃焼による火災の先端部が、試験体の大きさを超えないこと
- 2) 試験中、試験体の裏面で火災を伴う燃焼が観察されないこと
- 3) 試験中又は試験終了後の測定において、最大部で $10 \times 10\text{mm}$ を超える貫通孔が観察されないこと

(参考) 飛び火性能認定試験方法における22条、63条の違いは、下表に示す通り、クリブ (火種) の大きさの差のみで、その他試験方法は同じ。

法22条第1項 防火・準防火地域外の指定地域	法63条 防火地域・準防火地域の屋根構造
40mm×40mm×40mm角のブナ材に約3mm幅の鋸目を上面下面の中心にお互いが直角になる様火種の半分の厚みまで入れたもの。33±5g	全体寸法80mm×80mm×60mmとなる様、19mm角×80mm長さのブナ角材9本を下図の通り釘で止めつけた物。155±10g
	

6. 各社認定番号

屋根の飛び火認定は、各社個別に取得しています。認定内容に関しては、合成高分子ルーフィング工業会会員各社に個別にお問い合わせください。

Question 15 シート防水の高反射仕様

シート防水の高反射仕様について教えてください。

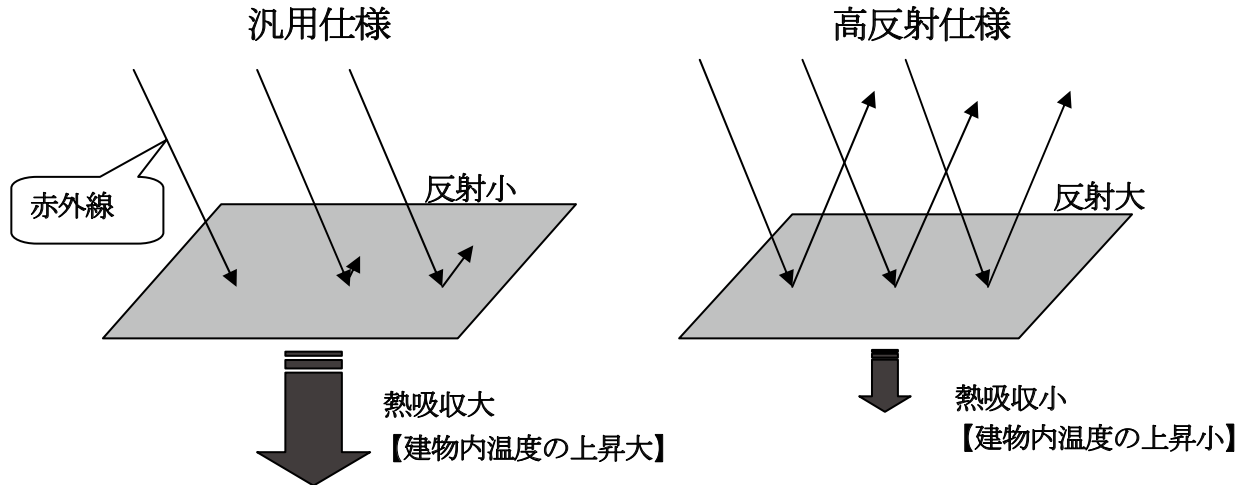
Answer

太陽光中のエネルギーは、紫外線、可視光線、赤外線と、3つの領域に分かれています。この中で約50%を占める赤外線は、物質に吸収されると熱エネルギーに変わり、物質は温まります。この赤外線を大幅にカット（反射）して日射反射率を高くしたものが、地球温暖化・ヒートアイランド対策として最近注目を集めています『シート防水による高反射仕様』であります。高反射仕様は、赤外線領域の反射率が高い顔料を用いることで実現でき、防水シートに配合した場合には『高反射率防水シート』、仕上塗料に配合した場合には『高反射率塗料仕上げ』と称しています。

1. 高反射によるメカニズム

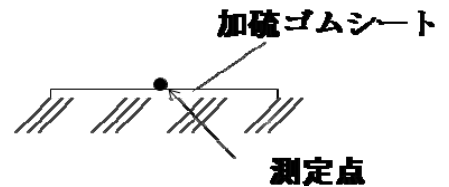
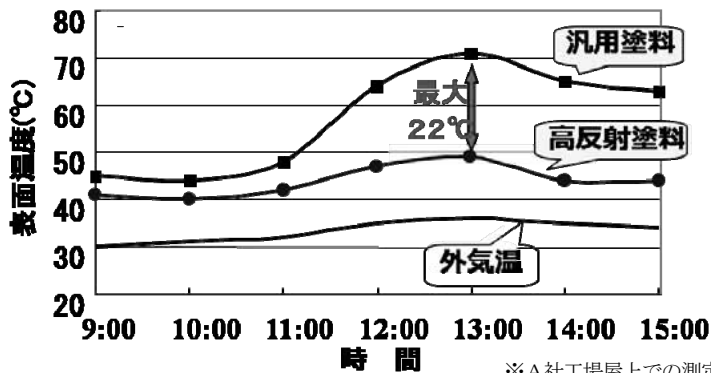
シート防水の高反射仕様では、太陽光の50%を占める赤外線を反射する事によって、建物への熱流入量が小さくなり、その結果、建物の省エネルギーに効果があります。

(1) 汎用仕様と高反射仕様による反射メカニズム



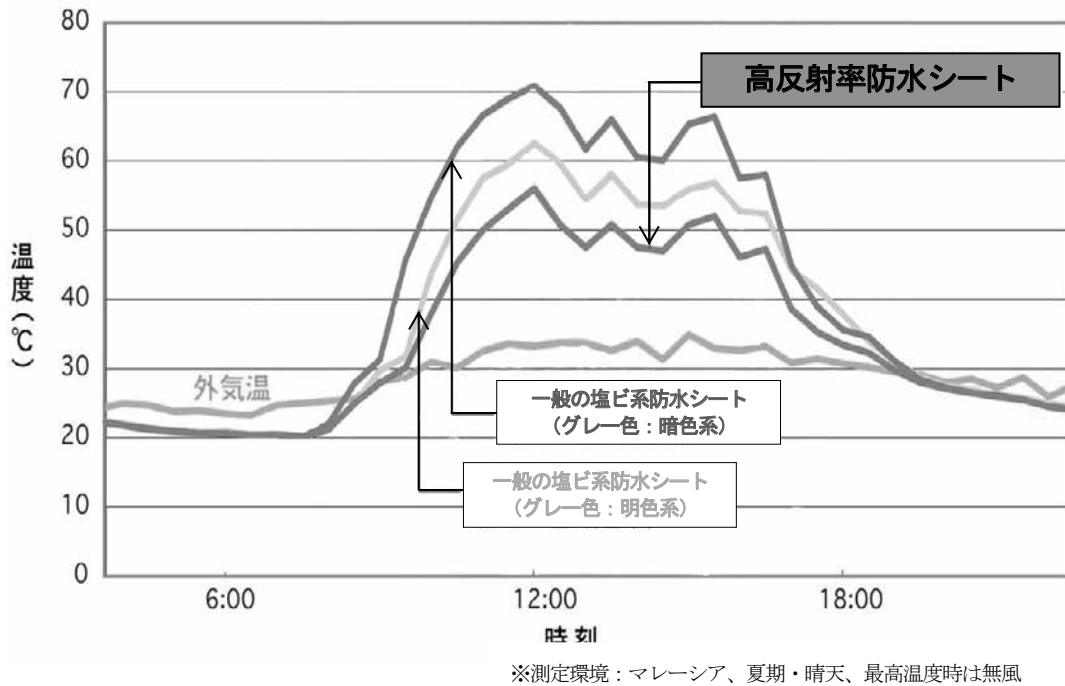
(2) 高反射仕様の効果 —表面温度変化測定例—

①高反射率塗料仕上げの場合



高反射率塗料と汎用塗料の表面温度変化の例

②高反射率防水シートの場合



高反射率防水シートと一般シートの表面温度変化の例

2. 特徴

高反射仕様は、シート表面の温度上昇を抑えることが可能であり、建物の省エネルギー、建物の長寿命化等に効果があります。

【主な特徴】

- ・居住性の向上 (快適化)
- ・地球温暖化・ヒートアイランド対策
- ・防水層の長寿命化

3. 高反射仕様

仕 様	内 容	高反射仕様の規格	種 類
高反射率シート	シート製造時に、特殊顔料を配合して日射反射率を高くしたシート	KRK S-001	・塩化ビニル樹脂系シート ・熱可塑性エラストマー系シート
高反射率塗料仕上げ	シート防水の仕上塗料として、特殊な顔料を配合して、日射反射率を高くした塗料を用いた仕上げ		・加硫ゴム系シート用高反射率仕上塗料 ・塩化ビニル樹脂系シート用高反射率仕上塗料

※ KRK S-001 とは、合成高分子ルーフィング工業会が 2008 年 12 月 1 日に制定した『高反射率防水シート』に関する規格で、シートの性能及び品質を規定しています。

日射反射率については 2008 年 9 月 20 日に JIS K 5602『塗膜の日射反射率の求め方』として制定され、分光光度計を用いた塗膜の日射反射率の求め方が定められています。詳しくは第 6 章シート防水資料集をご参照ください。

4. 高反射仕様を用いる上での留意点

汚れが付着しますと反射率は低下します。従いまして、長期に渡り高反射性能を維持するためには、清掃や洗浄などの定期的なメンテナンスが必要です。