結露対策

© 2021 DECOS

結露とは?

結露とは、材料の表面または内部で 空気中の水蒸気が凝縮することで、 材料表面温度がそれに接する空気の 露点温度を下回ると発生します。

結露は、

発生部位により表面結露と内部結露、 季節的に冬型結露と夏型結露 に**区分**できます。





ナミダタケ事件



【ナミダタケ(涙茸)】 腐朽力が極めて強い。木材の繊維質を分解して水を排出し、あたかも被害部分で 涙を流しているように見えるため、このように呼ばれている。

© 2021 DECOS

概要

北海道では、昭和48年のオイルショックをきっかけに、住宅の断熱化に関心が高まり、壁、床、天井に100mmのグラスウールを入れるようになった。 ところが、家はぜんぜん暖かくならず、逆に大問題を引き起こすことになってしまった。

昭和50年代に、新築してわずか2~3年の住宅の土台や床が腐って落ちるという被害が相次いだのである。

被害は道内に広がり、札幌だけでも数百件の被害があったといわれる。

床下では「ナミダタケ」という木材腐朽菌が大発生し、キノコのように大きく増殖して木 材を腐らせていたのである。

原因は「内部結露」

床下土壌からの湿気や、室内で発生した湿気が壁の中に入り込み、グラスウールの中で結露が発生。

たっぷりと湿気を含んだグラスウールが腐朽菌の温床となり、構造部材を腐らせ たためと判明した。

解体してみると床や土台が腐っていたり、外壁をはがすとグラスウールが真っ黒に 変色して柱が腐っているという光景が多く見られた。

しかし、どうしたら防げるか明快な答えがなく、住宅業界は混乱した。

© 2021 DECOS

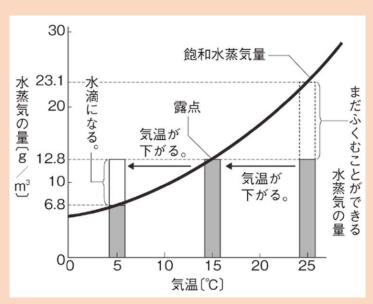


Q:デコスを使えば結露しない?

原理原則

結露は自然現象。

条件が整えば結露は発生します。 デコスを使えば結露しないわけ ではありません。



出典:Try IT 【中2理科】飽和水蒸気量とは ~露点とは、湿度とは、湿度の計算問題の解き方~

クルマに学ぶ結露対策

原理原則

結露対策は2段階

■ACTIVE SAFETY

結露させない

■PASSIVE SAFETY

ためない=逃がす

© 2021 DECOS

「結露対策=安全対策」

安全対策と言えばクルマ。

そこで、クルマの安全対策に学び、結露対策を考えてみます。

クルマの安全対策は2段階、「アクティブセーフティー」と「パッシブセーフティー」。 事前の予防策と事後の被害縮小対策。

結露対策も同じで、<mark>事前の「結露させない」対策と事後の「湿気をためない=逃がす」対策の</mark>
2段階になります。

クルマに学ぶ結露対策

ACTIVE SAFETY

結露させない

- · 露点温度
- · 防湿層
- ・ 透湿可変シート
- ・ 透湿抵抗の低い耐力面材
- ・ 透湿防水シート
- 通気層
- 素材を活かすつくり
- · 内部結露計算
- ・ 断熱欠損のない施工

PASSIVE SAFETY

ためない=逃がす

- ・ 透湿可変シート
- ・ 透湿抵抗の低い耐力面材
- · 通気層

© 2021 DECOS

まずは、結露が起こるメカニズムがわかっていないと根本的な結露対策は出来ません。

事前の「結露させない」対策では、<mark>使用する建材・断熱工法・設計施工・事前確認・完成確認</mark>など。

事後の「湿気をためない=逃がす」対策も実は同じ。ほぼ設計により決まっています。 使用する建材・断熱工法・設計施工・事前確認・完成確認。

ちゃんと出来ていれば防露は可能、結露が起きたとしても排気する仕組みがあれば、被害は 最低限となります。



デコスが結露やカビに強い理由

- ・木質繊維系特有の調湿性
- ・ホウ酸による防力ビ性、防腐性
- ・ホウ酸の溶出を守るはつ水剤
- JIS A 9523による品質管理
- ・透湿抵抗の低い耐力面材推奨
- ・通気層推奨
- ・内部結露計算による安全確認
- ・断熱欠損を生じない乾式吹込み工法
- ・専門の断熱施工技術者による責任施工



© 2021 DECOS

デコスの場合

■ACTIVE SAFETY

- ·JIS A 9523=ホウ酸+はっ水剤
- ·JCA断熱施工技術者
- ·物件履歴管理
- ·情報共有
- ・ブローイングピック
- ・公的認定、社内実験、バックデータ
- ・JCAテクニカルアドバイザー
- ·保証条件
- •内部結露計算
- ·WUFI, etc.

■PASSIVE SAFTEY

- ·過去事例
- ·物件履歴管理
- ·JCAテクニカルアドバイザー, etc.



デコス保証前提条件

- ・国交省
 - 住宅省エネルギー技術

講習テキスト・・・・工務店

・**内部結露計算**・・・設計(デコス施工代理店)

・JIS A 9523認証品 ・・・デコス

· 責任施工 · · · 工務店

デコス施工代理店



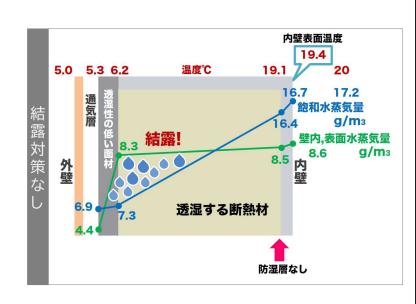
© 2021 DECOS

内部結露

原理原則

内部結露が発生しやすいのは、断熱材の外気側。

透湿性の低い=湿気を通しにくい耐力 面材は、壁体内の湿気を閉じ込めてしま うため、内部結露を起こしやすい。



内部結露は、壁体内の温度とその部分の水蒸気量が問題で、壁体内や床下などの建物内部に侵入した水蒸気が、冷えた外壁裏などに触れた時に発生します。

表面結露と比べるとその発見が難しいため、発見した時は、深刻な被害になっている場合が あります。

壁体内への水蒸気の侵入を抑えるとともに、壁体内にその水蒸気を滞留させないことが大切です。

内部結露は、断熱性能を低下させるばかりでなく、建物の躯体が腐朽し構造耐力を低減させ、建物の寿命を大きく低下させる原因にもなります。

© 2021 DECOS

防湿層の設置

原理原則

透湿抵抗の小さい断熱材(繊維系断熱材等)を使用する場合は、防湿層を断熱層の室内側に設ける。

表5.2.2-1 主な繊維系断熱材等

繊維系断熱材	①グラスウール、ロックウール、セルローズファイバー等の繊維系断熱材
プラスチック系 断熱材	②吹付け硬質ウレタンフォームのうち、JIS A9526 (建築物断熱用吹付け硬質ウレタンフォーム) A種3 に該当するもの (アクア・アイシネンなど)
	③フェノールフォームのうち、JIS A9511(発泡プラスチック保温材)A種フェノールフォーム3種2号に該当するもの

出典: 「住宅の省エネルギー基準の解説」

(財)建築環境・省エネルギー機構

躯体の基本的な考え方は、

「室内側:水蒸気を通しにくくする、外気側:水蒸気を通しやすくする」。

そのためには、断熱層の室内側に防湿層を設けて、断熱層に室内の水蒸気が入りにくくします。

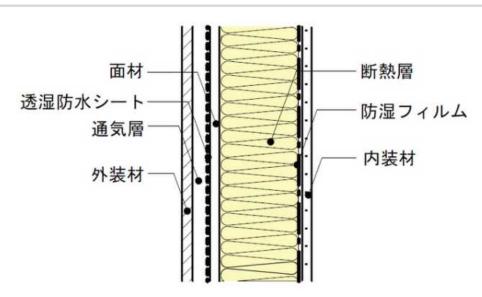
また、断熱層の外側は透湿性を高くし、通気層を設けることで外気に水蒸気を通しやすくします。

繊維系断熱材、グラスウール・ロックウール・セルロースファイバーは、透湿抵抗が小さいため、防湿層を断熱層の室内側に設けることが定められています。

その他、プラスチック系断熱材でも、<mark>吹付け硬質ウレタンフォーム</mark>のうち、JIS A 9526の<mark>A</mark> 種3に該当するものも同様に防湿層を断熱層の室内側に設けることが定められています。

© 2021 DECOS

防湿層の設置



充填断熱工法・繊維系断熱材を使用した例

出典:住宅省エネルギー技術講習テキスト 設計・施工編【全国(4~7地域)版】 【第2版(令和3年3月)】 (改正)平成28年省エネルギー基準対応

防湿層の省略

原理原則

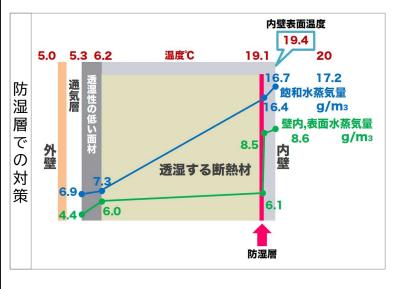
<mark>内部結露計算</mark>などにより、結露の発生の防止に有効な措置が講じられていることが確かめられた場合。

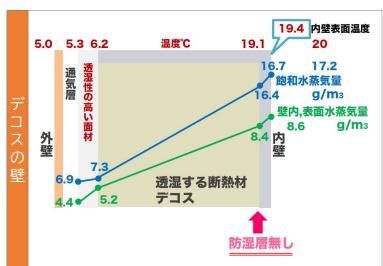
出典: 「住宅の省エネルギー基準の解説」

(財)建築環境・省エネルギー機構

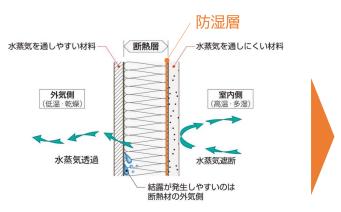
© 2021 DECOS

防湿層の省略





防湿層の省略

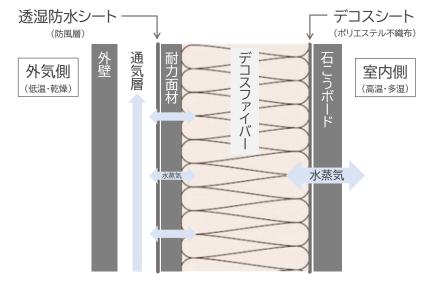


壁体内の水蒸気の流れ(冬)

出典:住宅省エネルギー技術講習テキスト 設計・施工編【全国(4~7地域)版】

【第2版(令和3年3月)】

(改正)平成28年省エネルギー基準対応



防湿層を省略した壁体の基本構成

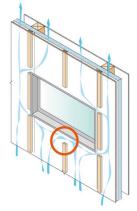
© 2021 DECOS

通気層の設置

原理原則

屋根又は外壁を断熱構造とする場合にあっては、断熱層の外側に通気層を設ける。

なお、断熱層に繊維系断熱材等を使用する場合は、断熱層と通気層の間に防風層を設置する必要がある。



開口部まわりの通気層

デコス推奨

·外壁通気層:15mm以上

·屋根通気層:30mm以上

・屋根通気の場合、棟換気を棟全幅に施工

出典:「住宅の省エネルギー基準の解説」 (財)建築環境・省エネルギー機構 「住宅省エネルギー技術講習テキスト」 設計・施工編【全国(4~7地域)版】

【第2版(令和3年3月)】

(改正)平成28年省エネルギー基準対応

これをデコスの場合は、木質繊維系セルロースファイバー断熱材の持つ調湿機能から、国の定めた「防湿層の省略」というルールに従い、物件毎に内部結露計算を行うことで結露判定を行い防湿層の省略を行っています。

「木質繊維系セルロースファイバー断熱材+透湿抵抗の低い耐力面材+通気層」

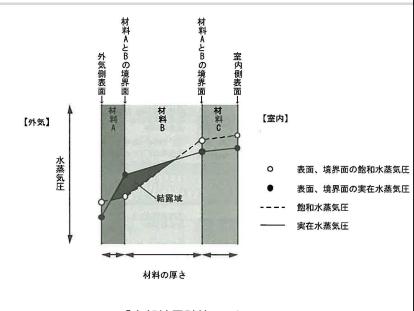
これが、調湿効果を生み出す壁体構成となり、住まい手の体感が変わるとともに、湿気を排出することで躯体の長寿命化につながります。

© 2021 DECOS

内部結露計算(-次元定常計算)とは?

個別の構造仕様データを入力し、 表面及び材料境界面における 「温度」「飽和水蒸気圧」 「理論上の実在水蒸気圧」を 求めることにより壁体内結露判定 を行う。

結露判定が出なければ、防湿層や 通気層の省略が可能。



「内部結露計算シート」 (一社) 住宅性能評価・表示協会

内部結露計算(-次元定常計算)とは?

【計算に必要なデータ】

- ・壁体構造(屋外~室内使用部材名・厚み・熱伝導率・透湿比抵抗)
- ・通気層の有無
- ・建築住所(アメダスデータ最寒月の平均気温)

【室内外条件】

·室内条件: 温度10℃ 相対湿度70%

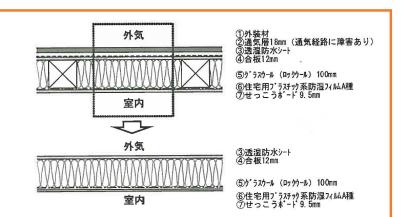
・外気条件: アメダス地点の建設地の

最寒月における平均気温

相対湿度70%

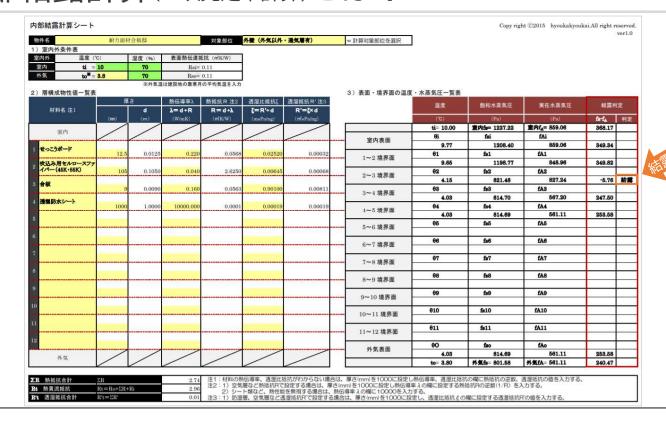
・通気層を外気とみなすため、通気層より

外気側は入力しない



© 2021 DECOS

内部結露計算(-次元定常計算)とは?



一定の条件のもと、アメダスデータ・壁体構成・物性値を用いて、設計段階で防露性能を確認するためのものが「内部結露計算」です。

結露判定が出た場合は、「建材を変える」「防湿層の設置」など、仕様変更を検討します。

なお、この内部結露計算は、建築基準法に定める必須項目ではありません。

そのため、「知らない」「やったことがない」「毎回はやらない」など、設計士によりその対応はバラバラです。

事前の結露対策を考えるのであれば、「全棟事前に内部結露計算すべき」というのが本来あるべき姿と考えます。

© 2021 DECOS



デコスが内部結露計算を行う理由

- 1) 内部結露判定
- ② 防湿層の省略

内部結露判定が無ければ、防湿層を省略出来るため、セルロースファイバー断熱材の持つ調湿性を活かした躯体が可能となります。

なお、デコスが行う「木造住宅内部結露被害20年保証制度」は、内部結露計算を行うこと、 もしくは防湿層の設置が前提条件となっています。

詳しくは、デコスドライ工法施工代理店へご依頼ください。



内部結露計算は万能ではない

問題点

- ① 実際の温湿度環境は定常ではなく非定常
- ② セルロースファイバーの持つ調湿性は考慮されない
- ③ 結露判定無しでも結露事故発生の可能性あり 例:初期結露、通気層つぶれ、棟換気金物なし
- ④ 夏型結露は考慮されない

内部結露計算は、国が認める結露シミュレーションソフトです。 汎用性重視のため、さまざまな問題点もあります。 しかしながら、通常誰でも使用可能で、第三者評価機関から認定を取れるソフトは この内部結露計算になります。

© 2021 DECOS



10℃70%のエビデンス

原理原則

「防湿層の省略」に必要な内部結露計算の室内外条件は下記。

・室内条件: 温度10℃

相対湿度70%

・外気条件: 建設地のアメダス地点で最寒月における平均気温

相対湿度70%

疑問

内部結露計算の室内条件、 10°C70%は現実的ではないのでは? ↓ そのエビデンスについて解説

© 2021 DECOS

防露計画の基本的な考え方を変更

一瞬でも結露は発生してはいけない

耐久上支障のない結露は容認する

①平成11年基準前の防露計画における室内条件

15℃70%非暖房室(11**.**94hpa)
↓

20℃50%暖房室(11.696hpa) と水蒸気圧が概ね等しい

※)神栄テクノロジー(株)「水分パラメータ計算ツール」により算定

https://www.shinyei.co.jp/stc/service/water converter.html

© 2021 DECOS

②平成11年基準以降の防露計画における室内条件

10℃70%非暖房室(8.597hpa)



20℃37%暖房室(8.655hpa)

と水蒸気圧が概ね等しい

平成11年改正、3つの理由

- 1. 実際よりも少し高湿の状況を想定していた
- 2. エアコン使用を想定、開放型暖房器使用は想定外
- 3.24時間換気義務化、換気回数0.5回/h以上確保 ※内部結露計算に換気回数の入力項目は無い

© 2021 DECOS

結果

日本全国の住宅居室で 冬期の温湿度計測、 実態に基づいた検討結果

内部結露用 10°C·70% 表面結露用 15°C·50%



以旅会名簿

※氏名は検討時のもの、また所属等は略称です。

出典: 住宅の省エネルギー基準の解説 第3版

(財)建築環境・省エネルギー機構

住宅の省エネルギー基準の解説

第 1 版 平成1年6月1日 定値 (本作5,000円 検) 第 2 版 平成19年4月1日 定値 (本作5,000円 検) 9 第 3 版 平成21年3月1日 額 放射代費エネルギー選挙解設合權根委員会 費 行 回間計入 建築環境 在エルルギー機構 で1000083 東京都下代田(政国第 5-1 金井道ビル福用報 電話 03(222)6681 (代表) ファクス 03(3222)6696 かームページ http://www.becor.jp

© 2021 DECOS

5.2 防露計画の基本的な考え方

5.2.1 室内条件と湿害の閾値

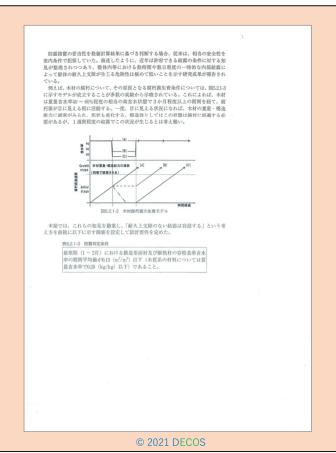
表5.2.1-1 定常防費判定用室内温温度条件

これらは実態の平均的な状況を表すものであり、防露判定における安全率は考慮されていない点に注意が必要である。

計算における扱いを簡易にするために、これを近似する年間一定の相対湿度を求めた。 歳実は、70%となった。これによる場合と、前述のモデルを用いる場合の総対湿度を図52.1.2に示す。実用上、問題のない範囲に収まっている。 モデルによる室内絶対湿度機定値 表5.2.1-2 非定常防露判定用室内温温度条件 【温 度】 最低13℃、最高27℃の年周sin一項 【相対湿度】 年間70%一定

ついで、非定常条件の検討を行った。従来の非定常条件(年間最低15℃、最高27℃、 RH60%一定)と、今回の調査結果並びに欧州規格を踏まえ、以下を基本とする。

5章 躯体の断熱・気密・防露設計と施工 193



夏型結露





出典:日経 xTECH/日経ホームビルダー 「顕在化する夏型結露トラブル」 「危ない夏型結露 実大実験で検証」 蒸し暑い日本の夏、「外壁が日射で暖められて、壁体の建材が蓄えていた水分を放出。 エアコンの効いた屋内側の温度で冷やされて防湿層の断熱材側で結露する」。

こうしたメカニズムで生じる<mark>夏型結露(逆転結露)</mark>は、冷房を使う時間が長い時期に生じ やすくなります。

特にコロナ禍、在宅勤務が増え、夏の昼間に自宅で冷房を使う時間も増加。 結露が常態化すると構造躯体の腐食やカビの発生などを招き、木造住宅では早期劣化 につながりやすい現象となってしまいます。

© 2021 DECOS

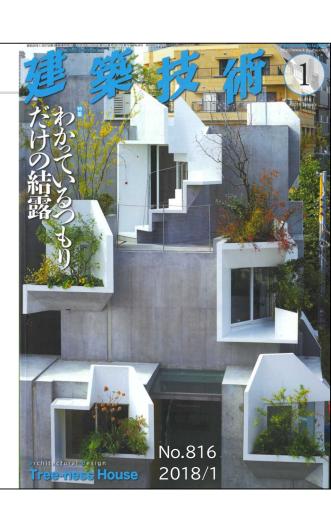
夏型結露

夏型結露 原因



- ①気中水分
- ②初期含水
- ③雨水由来

- ·温湿度差
- ·初期結露
- ·通気不足
- ・雨漏り
- ·通気不足



近年、国内各地でこうした夏型結露のトラブルが顕在化しています。

従来の"常識"では想定していなかった<mark>工事中の雨掛かり=初期結露</mark>や、<mark>建物完成後</mark> の雨水浸入=雨漏りなどに起因するケースが少なくありません。

トラブルの背景でカギとなるのは、もともと冬型結露の防止目的で普及した繊維系断熱材と防湿シートの組み合わせです。

© 2021 DECOS

夏型結露

夏型結露対策

- 1. 室内を冷やしすぎない
- 2. 透湿可変シート
- 3. 調湿性断熱材
- 4.付加断熱

- · · · 露点温度にしない
- ・・・ 湿気を逃がす
- ・・・・ デコス
- ・・・ 露点温度にしない

冬の内部結露と夏型結露、違うのは主に「発生時期」と「発生場所」。

しかしながら、結露のメカニズム関しては同じです。

そのため、「結<mark>露させない」「湿気をためない=逃がす」</mark>、という2段階の対策方針も同じになります。

夏型結露対策としては、

- ・ 室内を冷やしすぎで露点温度にしない
- ・ 防湿層に夏の湿気を逃がす透湿可変シートを使う
- ・ 調湿性を持つセルロースファイバー断熱材「デコス」を使う
- ・ 付加断熱で防湿層を露点温度にしないなどが考えられます。

原理原則から考え、壁構成や建材を見直すことが求められます。

© 2021 DECOS

結露対策まとめ

露点温度と換気

「結露させない」

「湿気をためない=逃がす」

結露対策のポイントは一言でいうと「露点温度と換気」です。

結露させない=露点温度にしない。

湿気をためない=換気。

換気するためには透湿性のある耐力面材や、透湿可変シートなど、湿気を壁体内にためない 建材と壁構成が必要。

さらに、<mark>セルロースファイバー断熱材</mark>の場合、湿気を通しやすい繊維系断熱材だが、<mark>調湿性を持つため結露しにくい</mark>と言えます。

© 2021 DECOS

住まい方の手引き「結露防止の4原則」

✓室内では洗濯物をできるだけ干さない ①過度な湿度の防止 室内の水槽や植物を少なめにする (60%以内) ✓ 浴室の戸を開け放しにしない ✓ 暖房器にやかんなどをのせない ✓ 加湿器の使用は最小限にとどめる 出来るだけ密閉式の暖房器を使用する ②換気の促進 窓を開けて換気する 小窓や換気口で換気する ※換気システムは必ず常時作動 ✓ 換気扇で換気する 浴室や使用しない部屋も換気する ③空気の流通をよくする 壁・床に接して家具などを置かない ▽押入の中でも壁・床に接して物を置かない 床下換気口の近くに物を置かない ④室温を適温に保つ |室温は適温(冬20~23℃,夏25~28℃) ✓ 家の中で低温の場所をつくらない 出典:「結露防止ガイドブック」IBEC

結露対策でもう1つ大切なこと。 それは、「住まい方」。

シミュレーションと実際の住まい方は異なります。
そのため、想定外の室温や湿気の発生、換気不足などは、住まい方に起因します。

つくり手と住まい手が、「防露知識とノウハウ」を実践することで、はじめて結露対策が完成すると言っても過言ありません。

© 2021 DECOS



安全は、全てに優先する