

屋上防水層の問題と課題解決

屋上防水エアークンترل工法



国土交通省
新技術情報システム登録商品
(NETIS登録NO.TH-
120012-A)

JCW_{R+D} 日本防水工法開発協議会

屋上防水エアーコントロール工法

目次	ページ
屋上防水層の現状	4～6
屋上防水層内の現状	7～9
屋上防水層内に水分が存在する理由	10
屋上防水層に対する現状認識	11～16
屋上防水層の熱環境(夏)	17～20
屋上防水層の熱環境(冬)	21～22
屋上防水層の熱環境(田島さんの熱対策)	23
屋上防水層の湿度環境(水分状況)	24
屋上防水層の湿度環境(コンクリート配合)	25
屋上防水層の湿度環境(結露要因)	26
屋上防水層の環境(まとめ)	27
温湿度測定データ	28
温湿度測定データ(栃木県消防学校)	29～35
温湿度測定データ(産業技術総合研究所)	36～42
省エネルギー効果検証	43
省エネルギー効果検証(夏)	44
省エネルギー効果検証(冬)	45
小学校教室省エネ効果シミュレーション	46
屋上防水層の高反射遮熱塗料施工について	47
屋上防水層の施工後の汚れ付着について	48
屋上防水層の汚れ付着後の性能について	49

目次	ページ
結露改善事例	50
施工後の防水層内の温湿度測定	51
様々なご要望に応えるソーラー脱気筒	52～56
AC工法の提案(工法の効果)	57
AC工法の提案(屋上は換気しない。なぜ。)	58
AC工法の提案(工法の仕組み)	59
AC工法の提案(コアコーン、脱気筒仕様)	60
AC工法の提案(施工例写真)	61～65
AC工法の提案(脱気筒、吸気筒の性能評価)	66～67
AC工法の提案(防水層内が面で換気する)	68
AC工法の提案(施工後の防水層内が乾燥)	69
AC工法の提案(脱気筒、吸気筒施工位置)	70
AC工法の提案(防水層内の乱流解析)	71～72
AC工法の提案 (温湿度変化・栃木県消防学校データ)	73
AC工法の提案(防水層内の水分排出能力)	74
AC工法の提案(産総研測定データ)	75
AC工法の提案(小山高専測定データ)	76
AC工法の提案(2019年2月現在施工実績)	77
AC工法の提案(ユーザーの声)	78

屋上防水エアーコントロール工法

目次	ページ
AC工法の提案 (採用にあたって考えられる法的位置付け)	79
AC工法の提案 (国交省研究:防水層劣化主要因は熱と水)	80
AC工法の提案 (国交省公共建築工事標準仕様書と 日本建築学会建築工事標準仕様書の考え方)	81
AC工法の提案 (コアコーン通気材の熱伝導率)	82
AC工法の提案 (25年省エネ基準で塩ビシートにコアコーン通 気材を用いた場合の断熱材使用基準)	83
AC工法の提案(公的認証・登録・試験)	84
AC工法の提案 (各種性能評価試験・測定研究機関)	85
アイ・レック自社研究施設(防水層内見える化)	86~87
アイ・レック自社研究(防水層内状況)	88~91
アイ・レック自社研究(アンモニア検出)	92
アイ・レック自社研究(測定機器)	93
アイ・レック自社研究(測定データ)	94~95

屋上防水層の現状



クーリングタワー・配管等で防水が困難な箇所



防水層変形し、排水が困難になった箇所



防水層が変形し、水が流れにくいマンション



防水層・断熱材に水がしみ込み
層内から、排水管に水がしみ出す箇所（工場建
屋）

屋上防水層の現状



防水層内に水が入り脱気が困難な箇所



防水層の膨れ



防水層が変形し、水が溜まっている。



防水層の変形、排水口に水草、

屋上防水層の現状



防水層が切れ、苔が発生した箇所



防水層が切れ、タイル壁の中に浸水している箇所

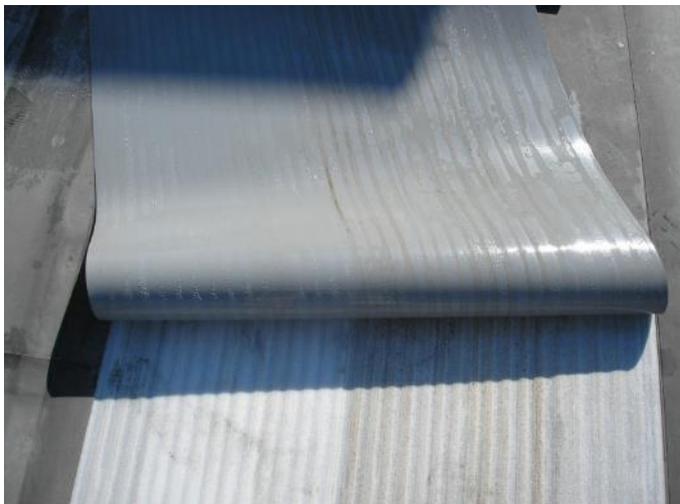


防水層の排水口が詰まり、プール状態。



防水層が切れた箇所

屋上防水層内の現状



防水層内に多量の水分。



防水層内のコンクリートが劣化した箇所



防水層内のコンクリートが劣化。



防水層内のコンクリートが劣化。

屋上防水層内の現状



防水層内のコンクリートが劣化



防水層内がカビで変色



防水層内がカビで変色



断熱材に水が含浸した例：アスファルト防水断熱仕様に塩ビシート防水を施工。

屋上防水層内の現状



防水層内に大量の水。



防水層内のコンクリートが劣化した箇所



屋根・壁を一体型防水工法
2×4住宅の構造壁、断熱材が劣化。



防水層内のコンクリートが劣化。

屋上防水層内に水分が存在する理由

一般的に以下の理由が多い。

①コンクリートからの水分移行。

②結露による水分発生。

③寿命により防水層が劣化し、水が層内に侵入。

④施工不備

（施工中の降雨を閉じ込めたまま防水層が形成）

⑤防水工事の宿命

（水を入れない工法のため層内は温室化し、コンクリートからの水分移行、結露が発生しやすくなる）

屋上防水層に対する現状認識

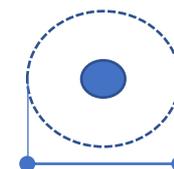
防水層内は、その内部を一般の方が目にする機会は殆どなく私たち防水専門業者は内部状況を知りつつもその対策をすることの重要性に気づいていなかった。

現状の問題点は整理すると以下の通りである。

1. 塗膜・シート系防水工法に係らず、内部は水分、カビが発生、躯体は劣化が進行している。
2. 断熱材は熱や水分があることで性能が著しく低下し、夏季は断熱材や躯体が蓄熱する要因となっている。
3. 自然換気型の脱気筒は、防水層の膨れ低減を求めたもので、防水層内の水分、熱は取れない。乾く範囲も、脱気筒を中心に半径30cm程度である。



自然換気型脱気筒



乾いている範囲 600mm

シンダーコンクリート内の水分調査



透明シートを施工



8日経過
少し白くなっている。



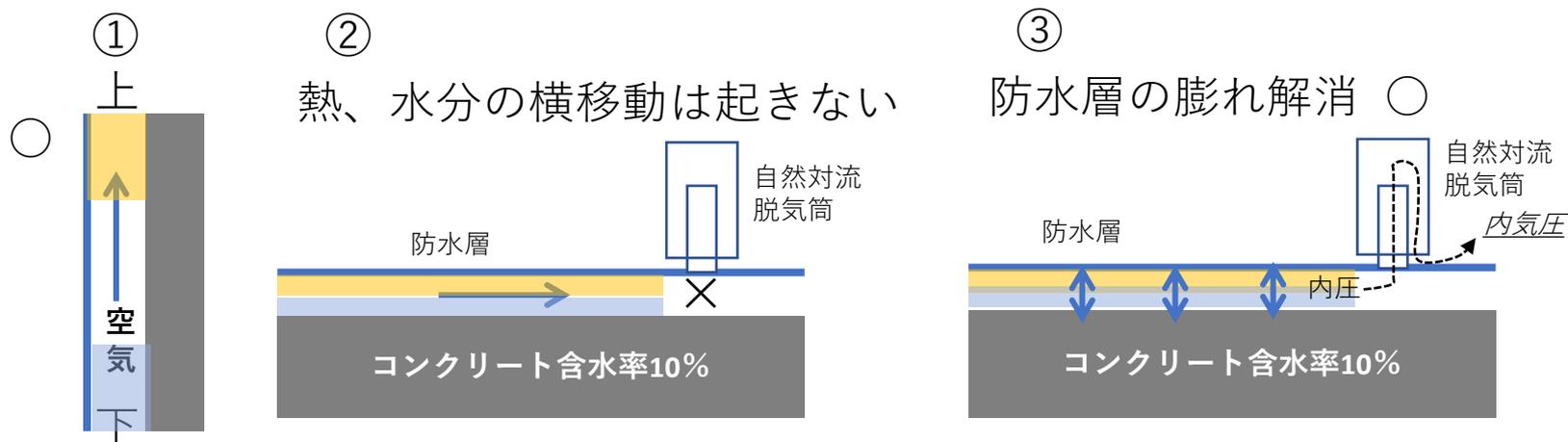
22日経過
多量の結露が発生



屋上防水層に対する現状認識

防水層は、脱気筒があるにも関わらず、内部に熱、水分が留まるのか。

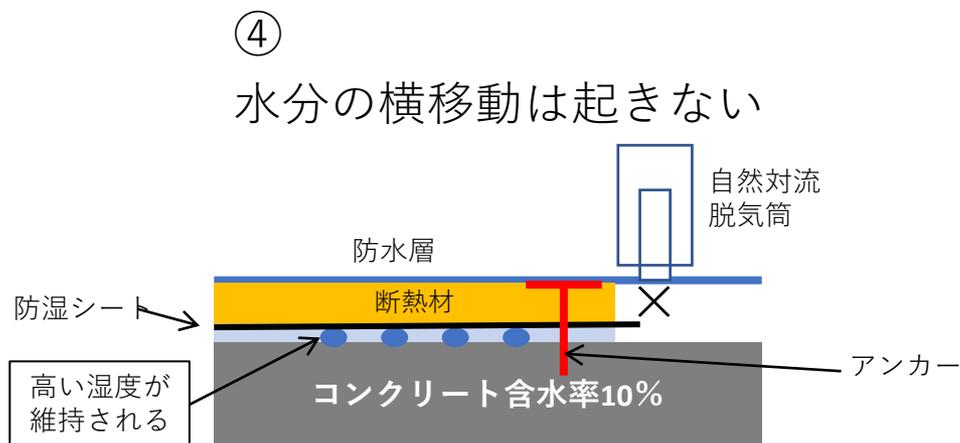
- ①熱や水分を含んだ空気の移動は、自然対流では温度が低いほうから高い方へ移動することで成立するので、下から上方向で可能。
- ②しかし、防水層内の横方法で自然対流型脱気筒に向かって熱や水分の移動は、極めてわずかで、移動風速等定性データは取れないレベル。通気緩衝シートを使用した場合でも、通気層が1mm以下で効果は低い。
- ③したがって、自然対流型脱気筒は、内圧を逃がすことによって防水層の膨れは解消できても熱や水分を取り、防水層、断熱材、コンクリートの劣化を低減できる状況にはならない。



屋上防水層に対する現状認識

防水層は、脱気筒があるにも関わらず、内部に熱、水分が留まるのか。

- ④断熱材は、温度の制御に効果はあるものの、内部の水分は低減できない。機械式固定工法の場合、断熱材、防水シートをアンカーで固定するために、防水シートは1平米当り6箇所以上穴を開けるので、将来、断熱材に水分が移行する可能性がある。水分を吸った断熱材は、蓄熱材となる。



屋上防水層に対する現状認識

防水層に対する防水メーカーの脱気筒設置の目的と設置基準。

【設置目的】

脱気筒は、防水層の膨れ低減を目的として設置。



【設置基準】

- ①設置基準は、慣例によるもので、明確な検証によるものではない。
- ②アスファルト系防水層は、 $25\text{m}^2 \sim 100\text{m}^2 / 1\text{基}$ 、ウレタン系塗膜防水層は、 $50\text{m}^2 / 1\text{基}$ と表現されている。
- ③脱気筒径の大きさによる基準も不明確。

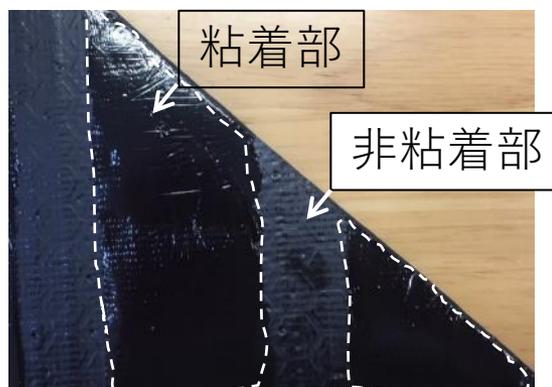
【設置基準の研究事例】

- ①圧力計算をして、当該防水層の膨れ圧力より低くなるよう脱気筒を配置するのが基準。
- ②下地の水分状況は、現場ごとに違うので、設置基準が設けにくい。
- ③防水メーカーが防水工法の膨れ抵抗性を公表していないので、どのくらいの圧力で膨れるか不明で、設置数が決められない。
- ④通気緩衝シートの通気性能により、膨れに差が出ている。
- ⑤脱気筒は 15m^2 に5個を設置した実験では、効果が見えている。
(中央に1基、四隅に各1基＝計5基)

屋上防水層に対する現状認識

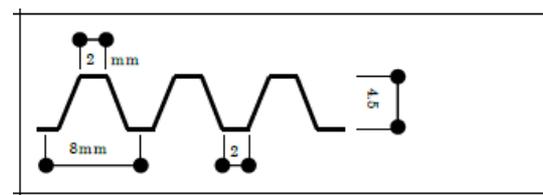
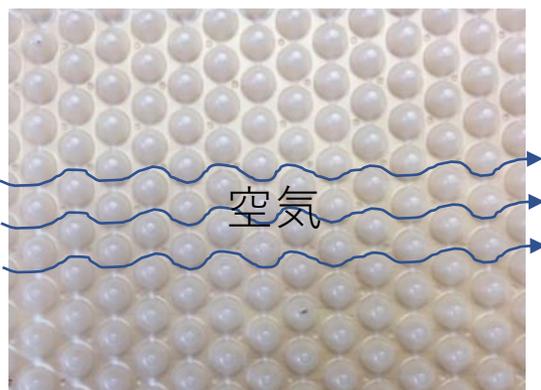
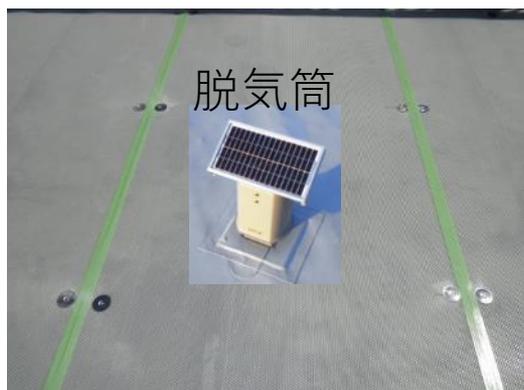
通気緩衝シートとコアコーン通気材の違い。

■通気緩衝シート:防水層の膨れ低減を目的



- 非粘着部が通気層
- 通気層の高さは0.5mm程度
- 空気流動性は一方向
- 面圧強度はない。

■コアコーン通気材:防水層内の熱と水分を排出する目的



- 通気層の高さは4.5mm
- 空気流動性のある構造、
- 面圧強度100kg/10cm角

屋上防水層に対する現状認識

断熱材は吸水する。

■含水した断熱材の重量(発泡スチレンフォーム)



断熱材の重量計測
新品

@30×角900=0.7kg

含水产品

@25×角910=8.1kg

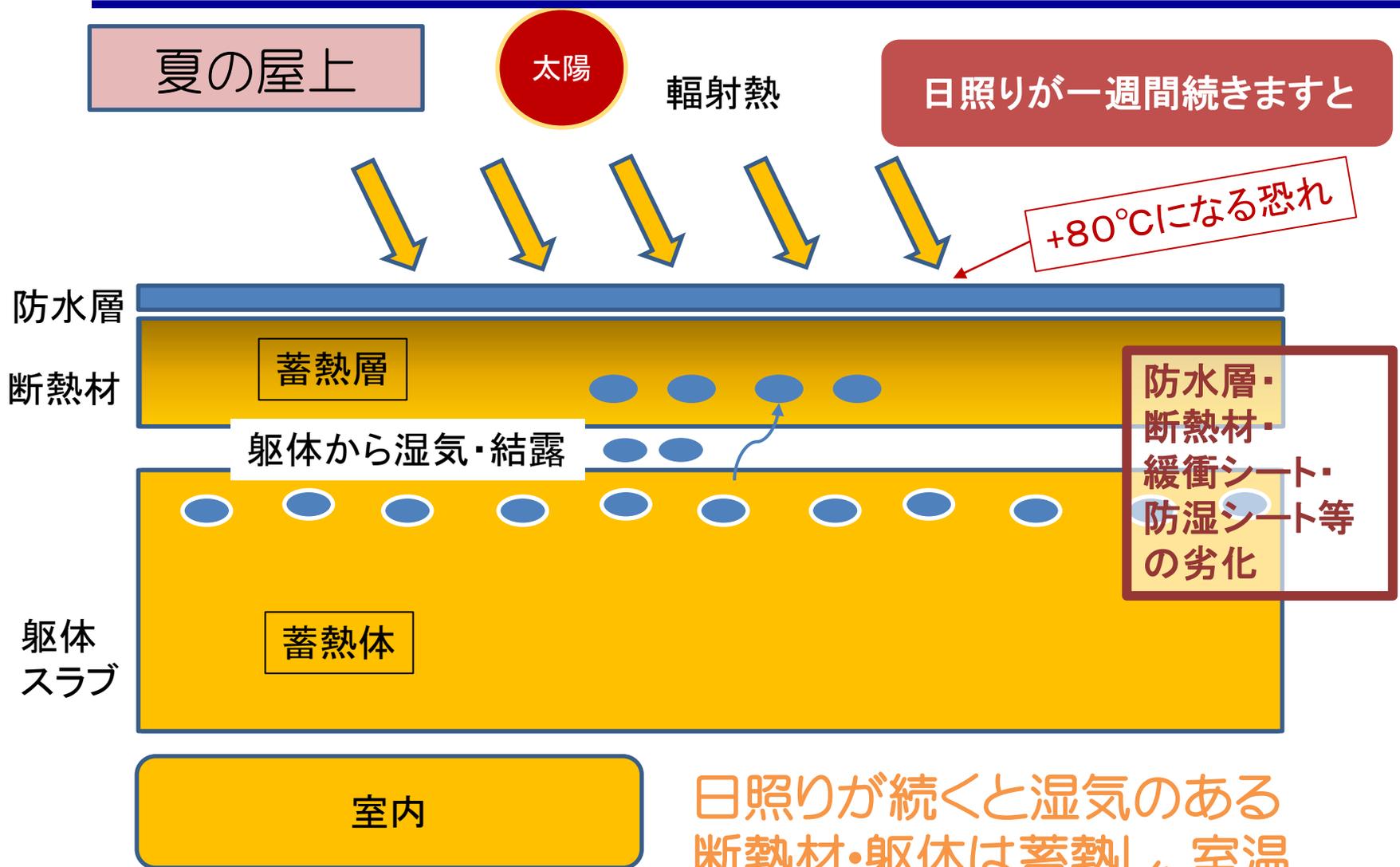
■上記の含水断熱材は、熱伝導率は4倍以上性能が低下。

試料:発泡スチレンボード	温度℃	熱伝導率 w/(m・k)
未使用品	23	0.033
使用品	23	0.146

試験：一般財団法人 化学物質評価研究機構

含水すると夏は高温蓄熱、冬は冷温蓄熱材となる。最近の研究報告では高湿度環境で50℃に保持された厚さ25mmの発砲スチレンボードが30～50日の暴露で体積含水率が3～5%超に達する。

屋上防水層の熱環境



屋上防水層の熱環境

層は断熱材を施工すると夏場の温度が80℃になる

建築学会指摘

1節 メンブレン防水工

この工法のように断熱材の上に防水層を設ける場合は、断熱材のない工法に比べ、夏に太陽熱で加熱され、80℃前後に達する可能性がある。防水層は、このような過酷な環境にさらされる。断熱材上に粘着層付改質アスファルトシート（非露出複層防水用・部分接着型）

屋上防水層の熱環境

全防協指摘

要求品質 5：断熱性能を有すること

施工指針第2章 施工管理 35ページ

◆ △印の（アスファルト系、塩化ビニル樹脂系、加硫ゴム系、ポリオレフィン系の防水層）防水工法

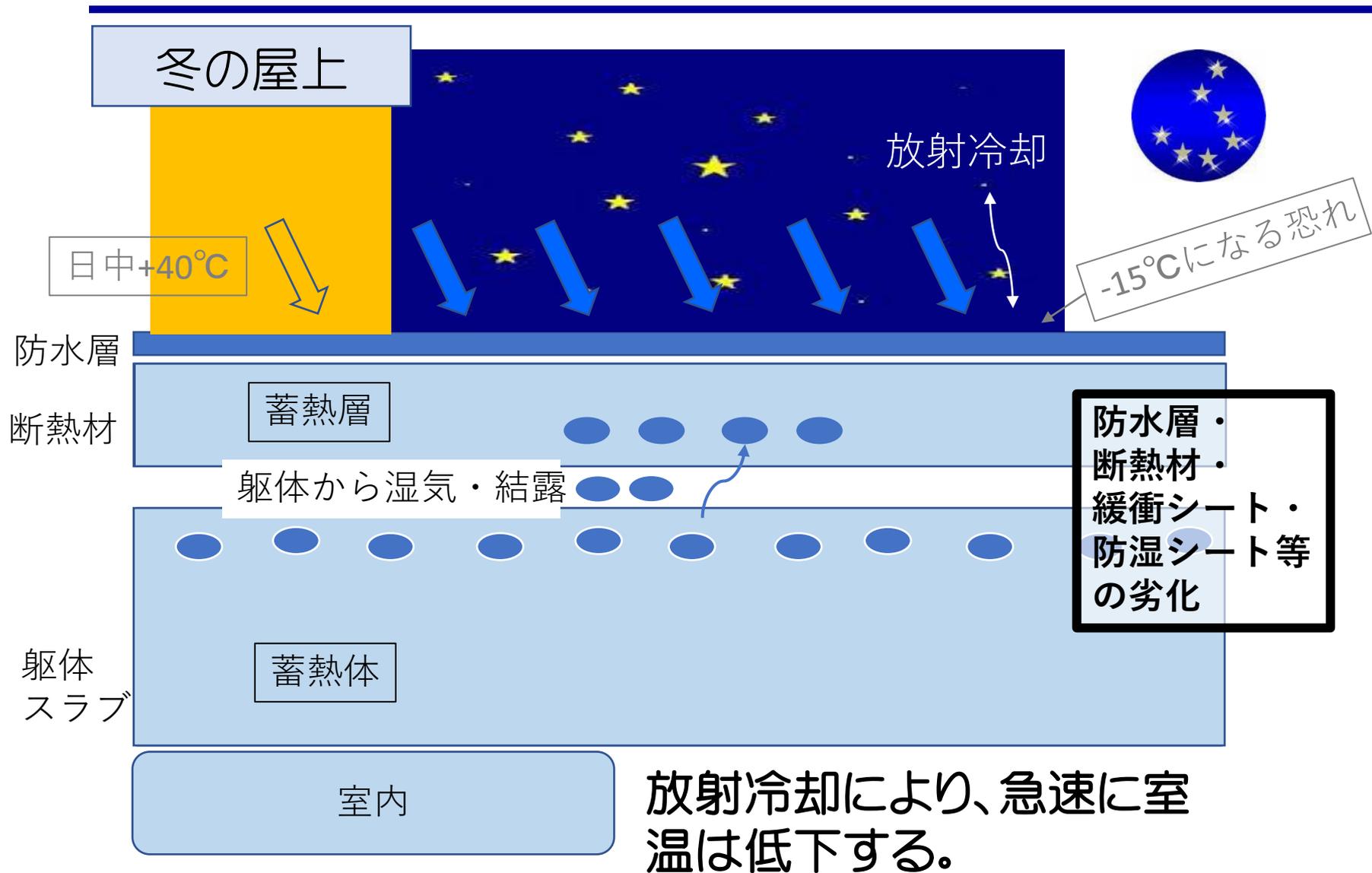
アスファルト系：「熱工法・常温工法・トーチ工法」露出仕上げでは、断熱材の上に位置する防水層が蓄熱によって次に示すような影響を受けるという問題がある。

- i. 断熱材相互の縦ぎ手目地の動きによるしわが生じる
- ii. 防水層の蓄熱による熱劣化
- iii. 施工中の荷重による断熱材の変形
- iv. 断熱材と防水層（熱工法）では、断熱材と防水層の間で膨れが生じやすい

アスファルト系に限らず、全防水工法で同様の現象がある。

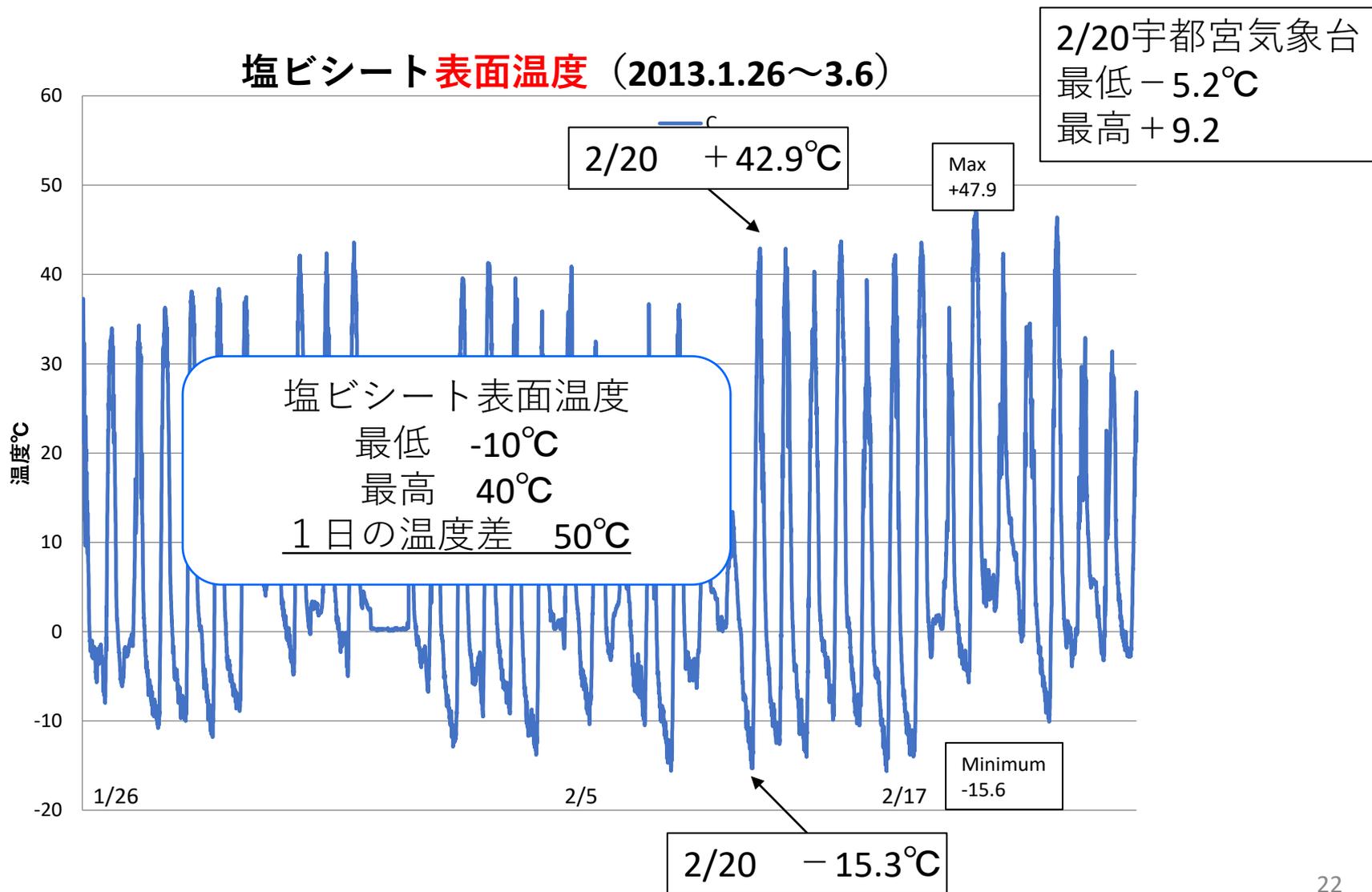
全国防水工事業協会
防水工事資料

屋上防水層の熱環境



屋上防水層の熱環境

冬季** 邸屋上温度調査資料 (2013.1.26~3.6) 測定場所：宇都宮市内



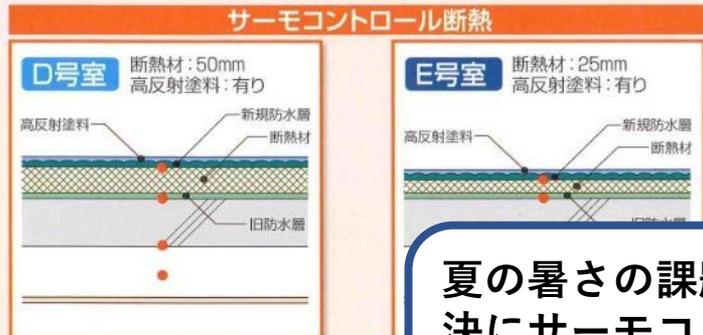
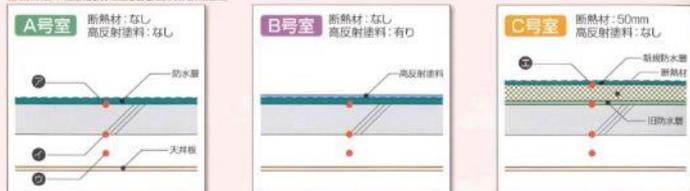
屋上防水層の熱環境

田島ルーフィング(株)調査 測定期間 2012年8月21日～25日 場所 同研究所内工法 アスファルト防水

「サーモコントロール断熱」のメリット

サーモコントロール断熱にはどのようなメリットがあるのでしょうか。それを説明するにあたっては、ただ理論上の話だけではなく、実建物で行った検証実験による身近なデータを交えて、ご案内いたします。

■各部屋の屋根構成と温度測定部位(断面図)



夏の暑さの課題解決にサーモコントロール（遮熱塗料）を提案

メリット 2 防水層の寿命の安定

従来の外断熱露出防水では、断熱材上に熱が溜まる影響で、夏の時期は防水層が高温になってしまいます。その結果、劣化が進行し防水層の寿命が短くなる傾向があります。

■防水層最高温度

部 屋	サーモコントロール断熱				
	A号室	B号室	C号室	D号室	E号室
防水層温度(℃)	53.3	39.4	81.1	52.5	54.1
測定部位	ア	ア	エ	エ	エ

D・E号室は断熱材を用いていますが高反射塗料の塗布により、非断熱の屋根(A号室)に近い防水層温度になっています。サーモコントロール断熱にすることで、夏場の高温による劣化が抑制され、防水層の延命が期待できます。

屋上防水層の湿度環境

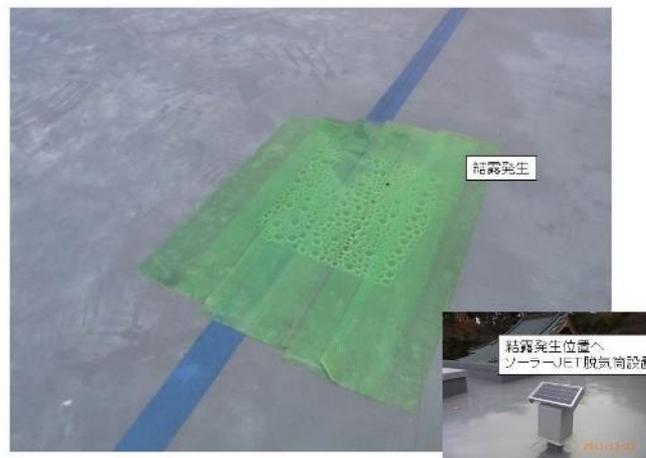
防水層内の水分状況

ウレタン塗膜防水層内の水分状況写真



コンクリートの劣化が確認

ウレタン塗膜防水層内の水分状況写真



結露が確認（防水層内に水分がある）



断熱材が水を包含。



左写真の防水層下の天井にカビが発生。

屋上防水層の湿度環境

コンクリート1立方メートルの材料割合

表-1 コンクリートの実施調査

水セメント比 (%)	スランプ (cm)	空気量 (%)	粗骨材率 (%)	単位水量 (kg/m ³)	重量 (kg/m ³)			AE剤 (kg/m ³)
					セメント	砂	砂利	
60	18.6	4.2	36	171	286	671	1153	0.863

水40%
セメント60%



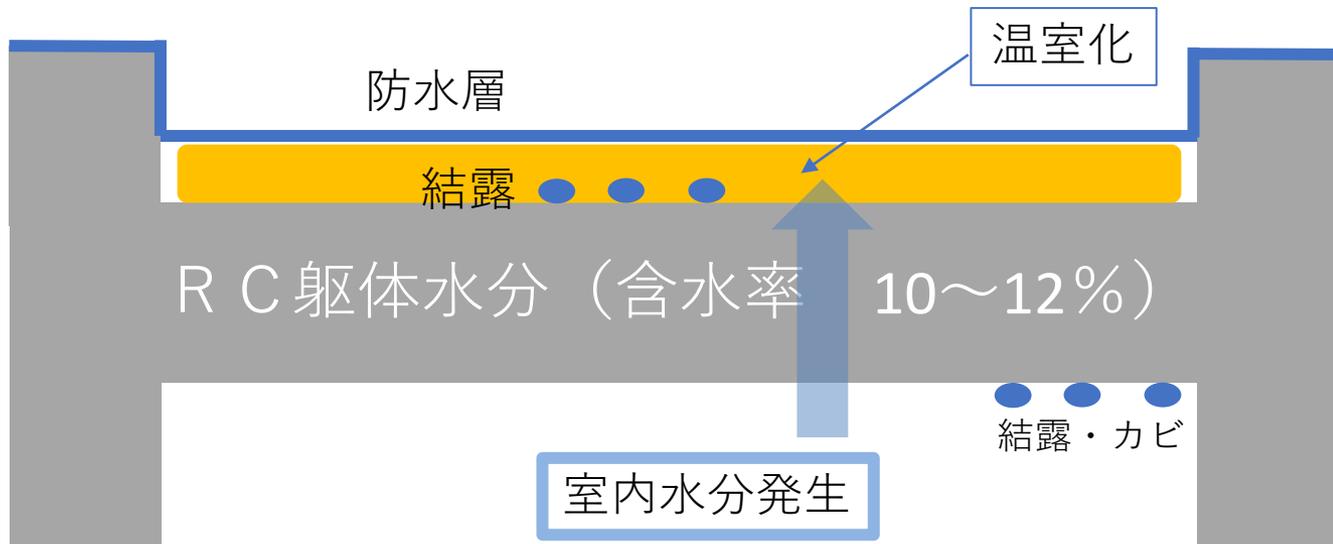
171kgの水を投入

コンクリートが固まった状態での含水率は、10~12%

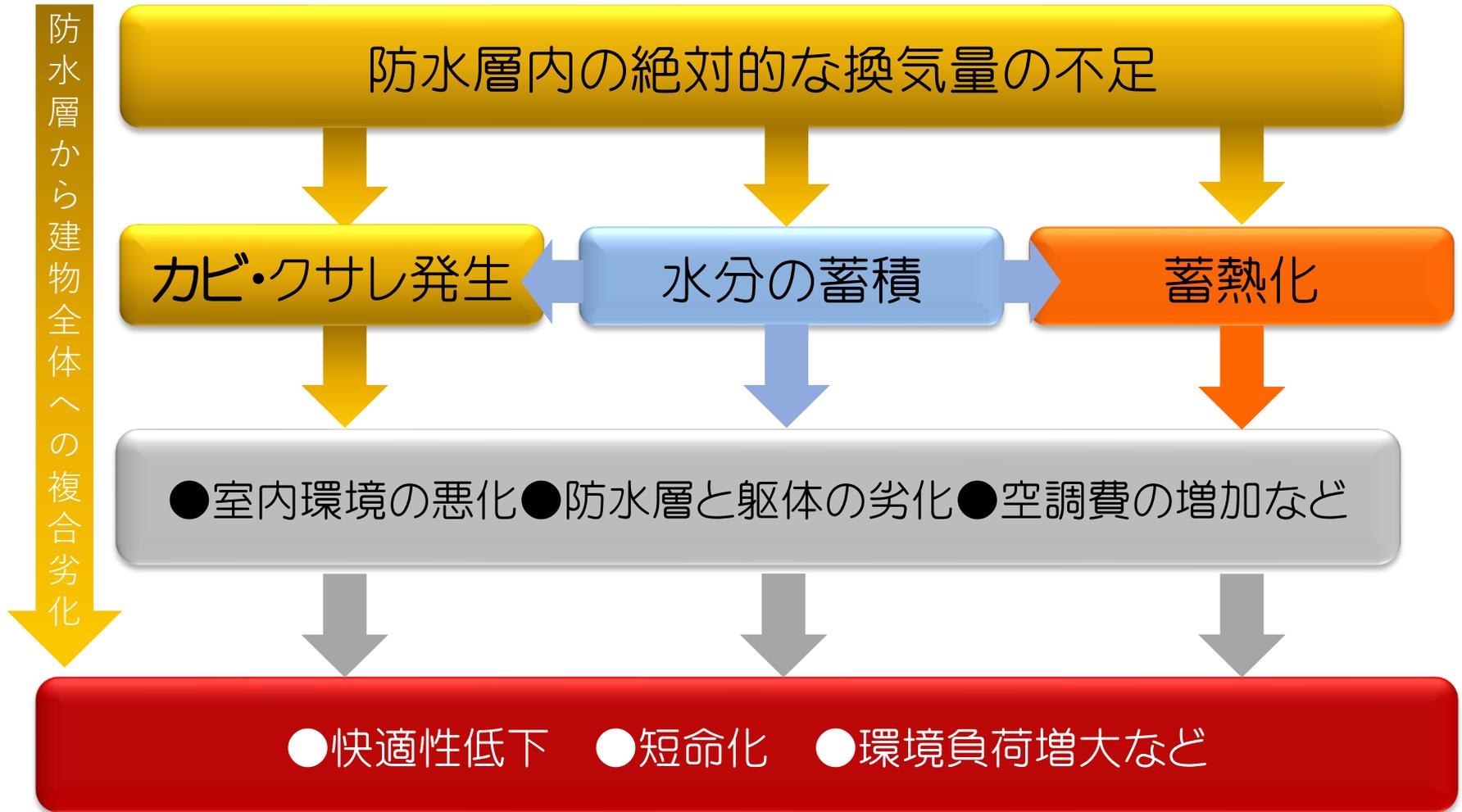
屋上防水層の湿度環境

防水層内の結露要因

- 1.コンクリート躯体から発生したものが、結露。
(通常、コンクリート内の水分量が10%の場合
RC180mm厚=約10ℓ/㎡が存在する)
- 2.室内での水分発生が躯体にも浸透。結露、カビの原因にもなる。
- 3.防水層内は密封された温室状態で外気との温度差で結露。
(防水工事は水を入れない工法なので内部の温室化は宿命)



まとめ:屋上防水層の環境



温湿度測定データ

栃木県消防学校屋上温湿度測定データ

- ・測定場所 栃木県宇都宮市河内町
- ・面積 300m^2
- ・下地 RC構造 厚み180mm
- ・防水層 FRPシート（色グレー）
厚み 1.2mm

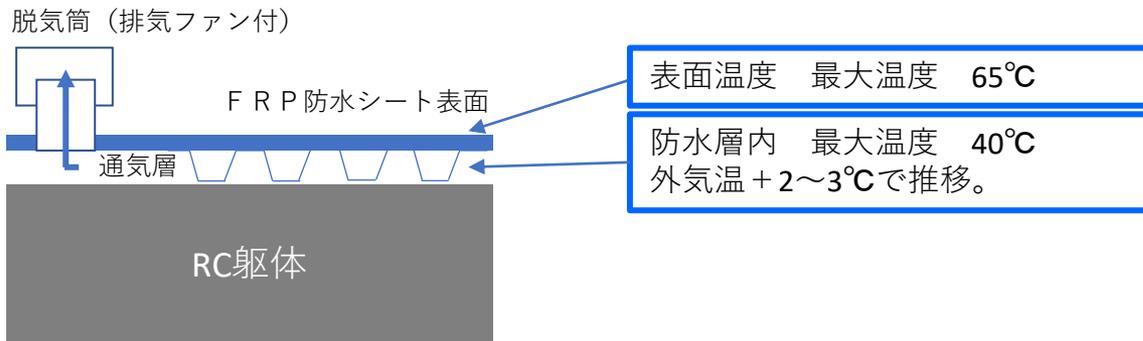
夏の温湿度測定資料

栃木県消防学校防災館屋上（測定期間2012.8.1～8.20）

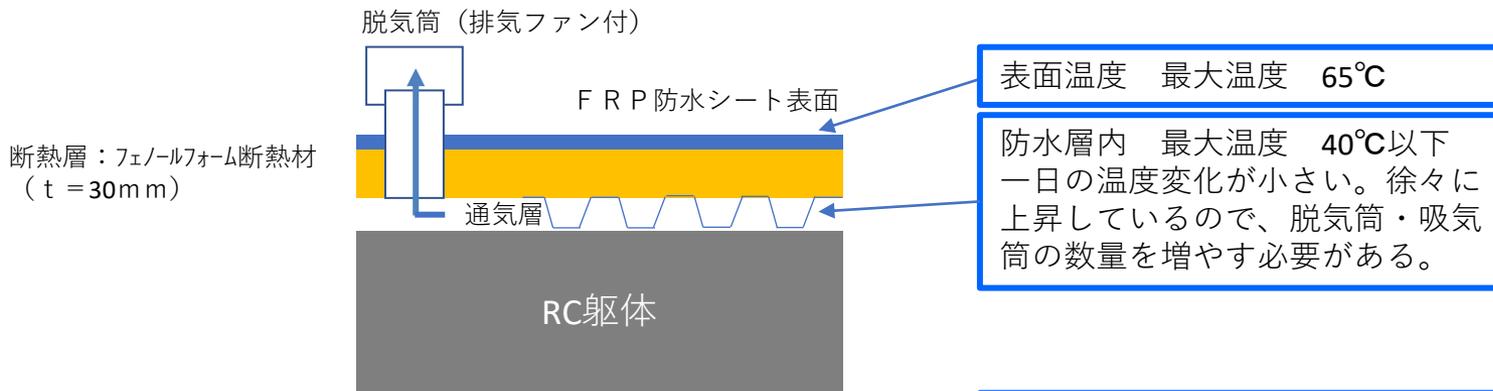
【見解】

測定・解析：宇都宮大学熱流動解析研究室

倉庫：防水シート通気・脱気（通気仕様）工法（300㎡）



防災館：防水シート通気・脱気（断熱材+通気仕様）工法（300㎡）



宇都宮大学熱流動解析研究室によれば、断熱材に蓄熱しているとの見解。

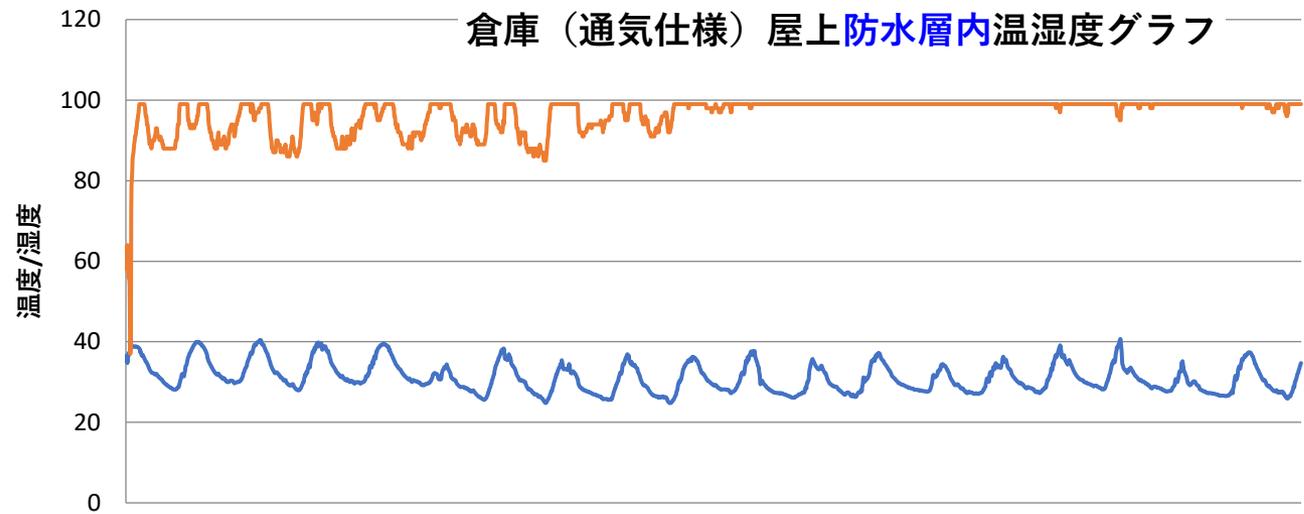
断熱材への水分移行を低減する

湿度排出量	
ファン稼働時	448 g / 日
ファン停止時	35.6 g / 日
* 停止日 8/6～8	

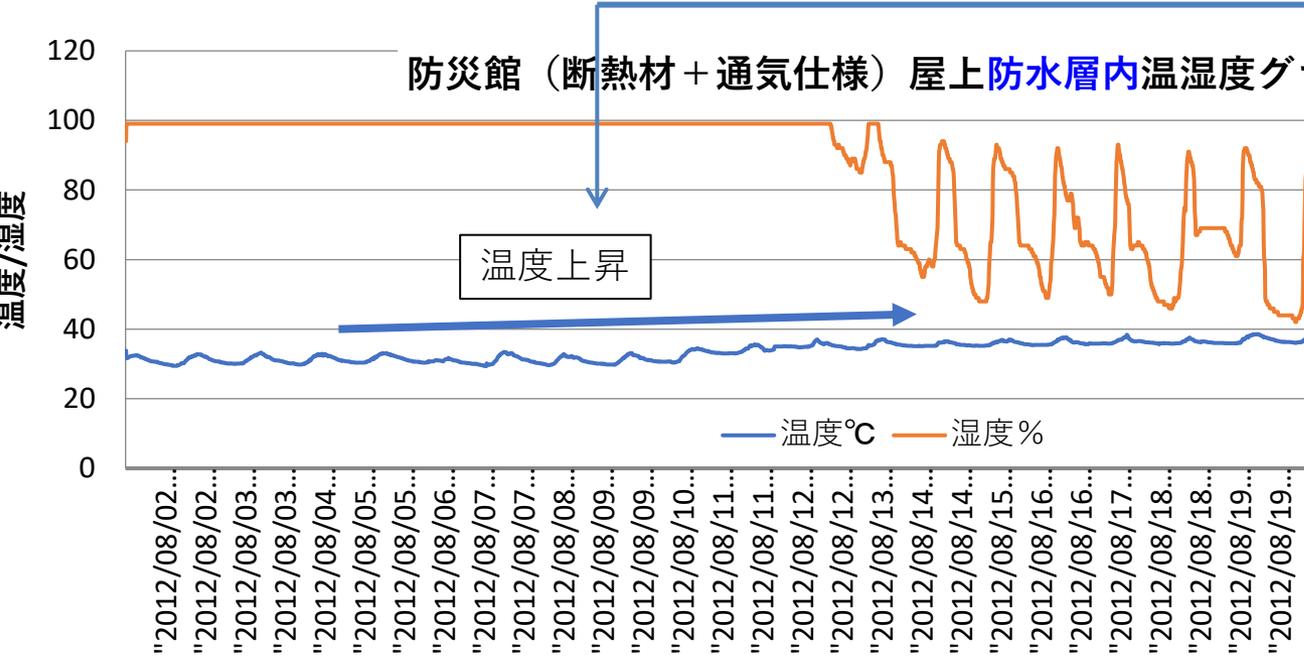
宇都宮大学熱流動解析研究室算出

夏の温湿度測定資料

栃木県消防学校防災館屋上（測定期間2012.8.1～8.20）



【湿度】
防水層内の湿度は、機器の測定能力を超えたため、正確なデータが取れていない。



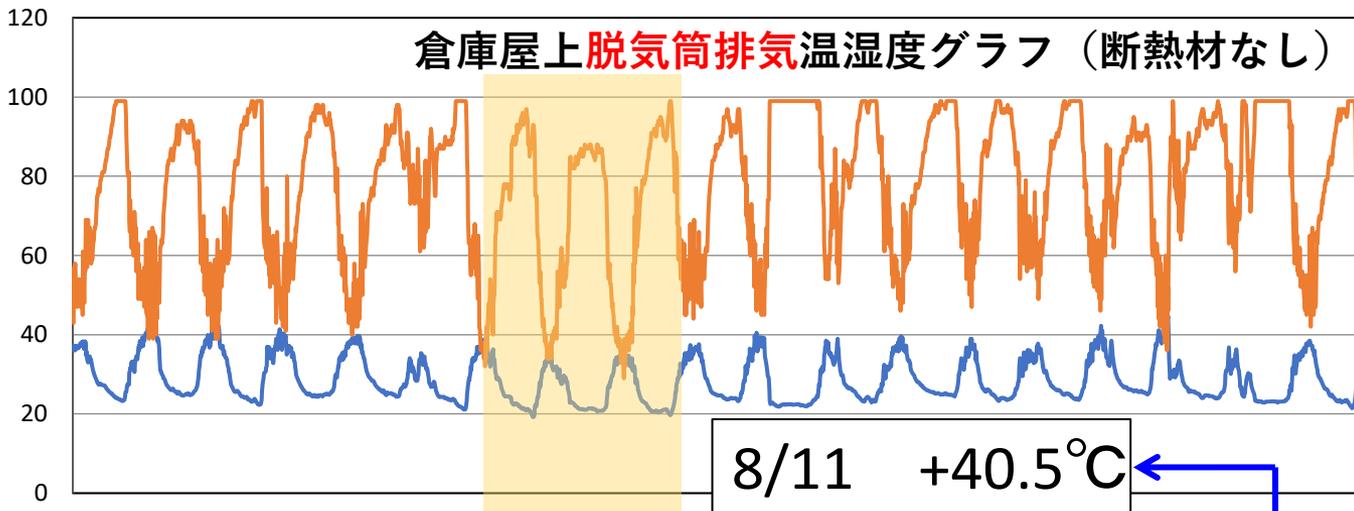
【断熱仕様温度】
断熱材入り温度は1日の温度変化は少ないが、徐々に温度が上昇している。断熱材に蓄熱していると考えられる。
(29.6～38.5℃)

【通気仕様温度】
防水層内の温度は断熱材の有る無しに係らず40度以下となっている。(24.8～40.5℃)

夏の温湿度測定資料

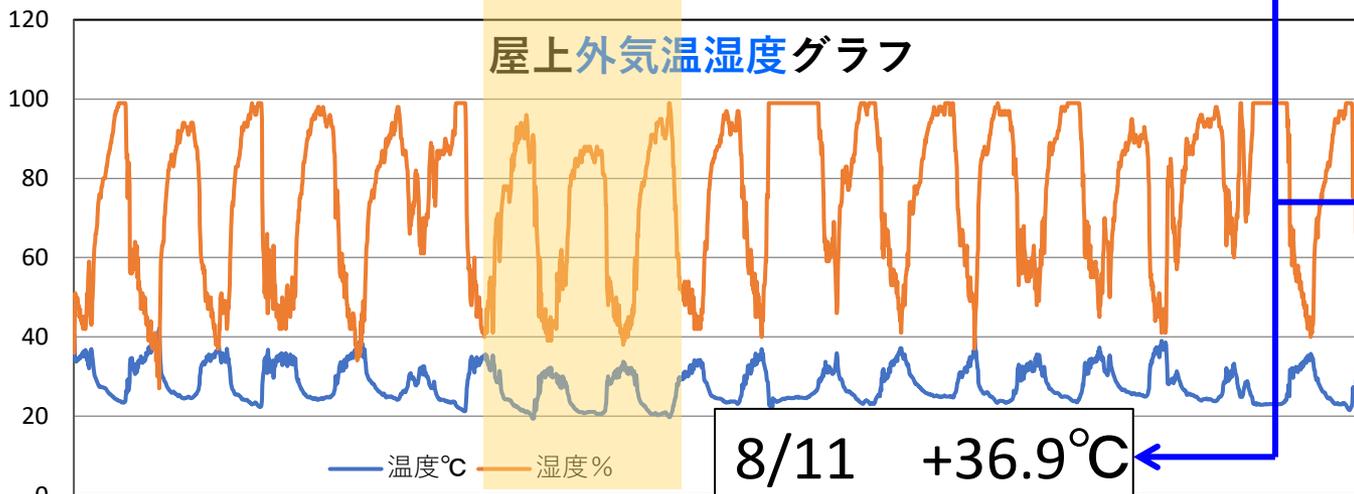
栃木県消防学校防災館屋上（測定期間2012.8.1～8.20）

倉庫屋上脱気筒排気温湿度グラフ（断熱材なし）



【水分排出】
 脱気筒排気湿度はファン稼働時35%～75%。宇都宮大学熱流動解析研究室の解析によると水分の排出量はファン稼働時排出量 **448 g/日** ファン停止時排出量 **35.6 g/日** である。
 （排気湿度と屋上外気湿度差から算出）

屋上外気温湿度グラフ



【温度】
 外気温度と比べ脱気筒排気温度は3°C前後高い排出温度を計測。防水層内の暖まった熱を排出している。

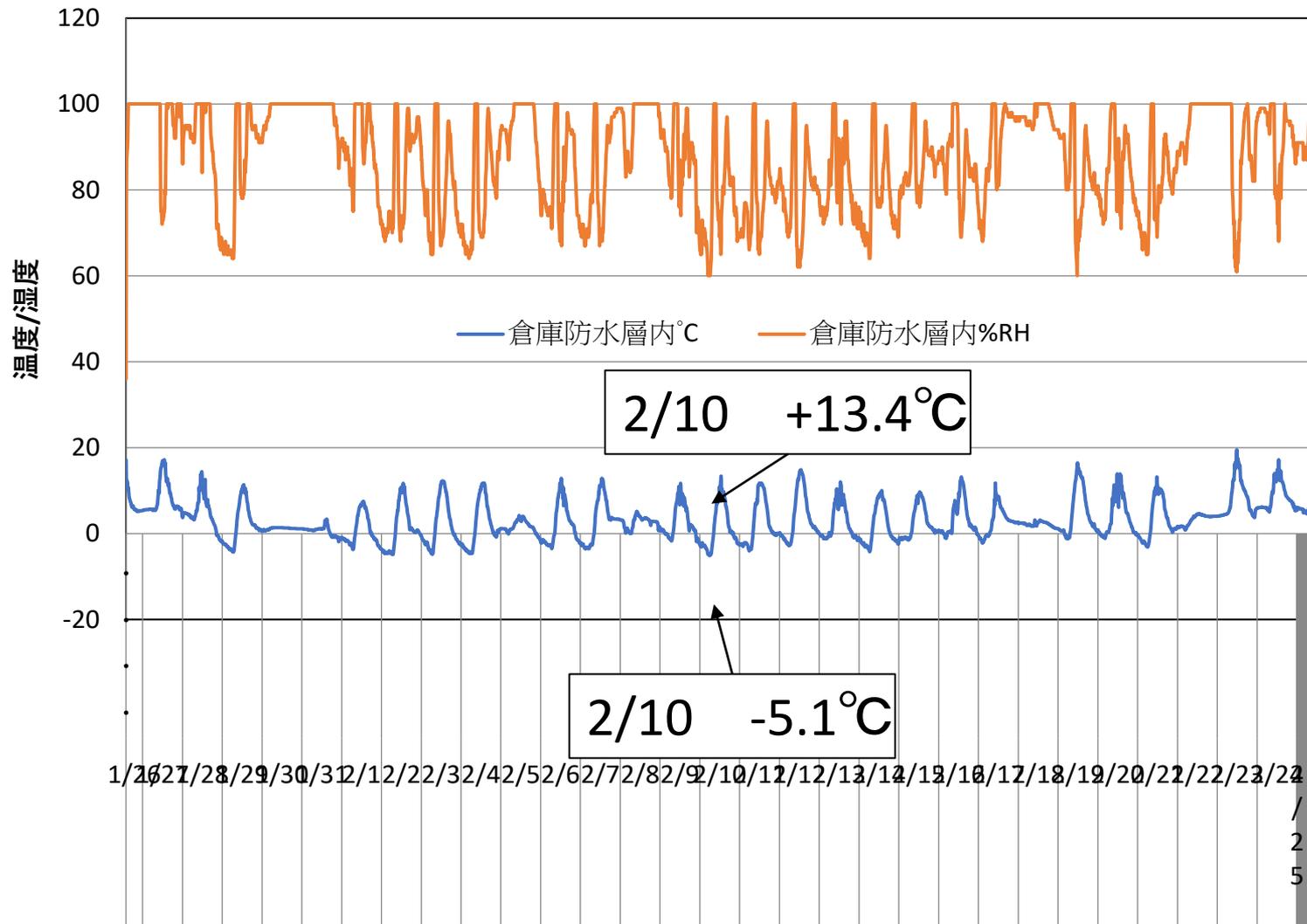
ファン停止期間

"2012/08/01 22:45'51
 "2012/08/02 10:35'51
 "2012/08/02 22:25'51
 "2012/08/03 10:15'51
 "2012/08/03 22:05'51
 "2012/08/04 09:55'51
 "2012/08/04 21:45'51
 "2012/08/05 09:35'51
 "2012/08/05 21:25'51
 "2012/08/06 09:15'51
 "2012/08/06 21:05'51
 "2012/08/07 08:55'51
 "2012/08/07 20:45'51
 "2012/08/08 08:35'51
 "2012/08/08 20:25'51
 "2012/08/09 08:15'51
 "2012/08/09 20:05'51
 "2012/08/10 07:55'51
 "2012/08/10 19:45'51
 "2012/08/11 07:35'51
 "2012/08/11 19:25'51
 "2012/08/12 07:15'51
 "2012/08/12 19:05'51
 "2012/08/13 06:55'51
 "2012/08/13 18:45'51
 "2012/08/14 06:35'51
 "2012/08/14 18:25'51
 "2012/08/15 06:15'51
 "2012/08/15 18:05'51
 "2012/08/16 05:55'51
 "2012/08/16 17:45'51
 "2012/08/17 05:35'51
 "2012/08/17 17:25'51
 "2012/08/18 05:15'51
 "2012/08/18 17:05'51
 "2012/08/19 04:55'51
 "2012/08/19 16:45'51
 "2012/08/20 04:35'51

冬の温湿度測定資料

栃木県消防学校 測定期間 2015.1.26~2.25

栃木県消防学校倉庫防水層内測定



FRPシート
+
コアコーン
通気層構造

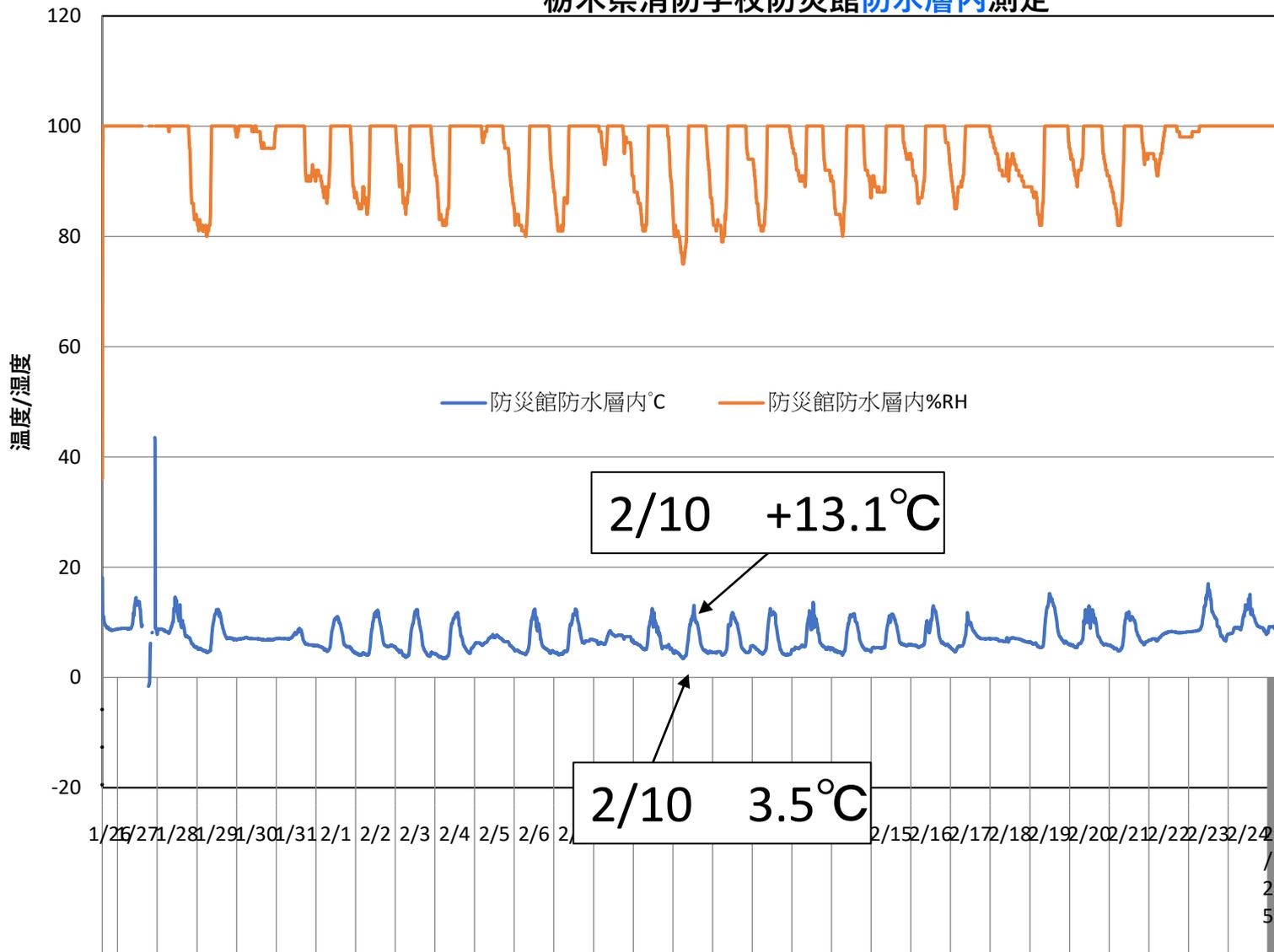
層内湿度範囲
60~100%

層内温度範囲
-5.1~+19.5°C

冬の温湿度測定資料

栃木県消防学校 測定期間 2015.1.26~2.25

栃木県消防学校防災館防水層内測定



FRPシート
+断熱材30m
m+コアコー
ン
通気層構造

層内湿度範囲
75~100%

層内温度範囲
+3.5~+17.0°C

通気工法温湿度測定まとめ

測定場所: 栃木県消防学校防災館・倉庫

	測定期間	測定箇所仕様	防水層内気温℃		防水層内湿度%
			温度範囲	温度差	
夏季	2012.8.1～8.20	通気仕様 (FRPシート1.2mm + コアコーン通気層4.5mm)	+24.8～ 40.5	15.7	未計測
		断熱+通気仕様 (FRPシート1.2mm + フェノールフォーム断熱材30mm + コアコーン通気層4.5mm)	+29.6～ 38.5	8.9	未計測
冬季	2015.1.26～2.25	通気仕様 (FRPシート1.2mm + コアコーン通気層4.5mm)	-5.1～19.5	24.6	60～100%
		断熱+通気仕様 (FRPシート1.2mm + フェノールフォーム断熱材30mm + コアコーン通気層4.5mm)	+3.5～17.0	13.5	75～100%
検証		<p>* 温度範囲、温度差ともに、断熱+通気仕様が少ない。 通気仕様は、夏の最低気温が断熱+通気仕様より低い。断熱+通気仕様は、蓄熱量が多いので、脱気筒を増やす必要がある。 基準：通気仕様 300㎡ 脱気筒1基 吸気筒4基 断熱+通気仕様 300㎡ 脱気筒2基 吸気筒6基 * 湿度は、冬季のみのデータであるが、層内湿度は、通気仕様が低い。</p>			

—産業技術総合研究所共同研究内容報告—

測定期間:2014年5月1日～2015年6月15日

研究主旨 : 断熱仕様と通気仕様屋上建屋の温湿度データを、
同時時系列で1年間測定し、性能を比較検討する。



同形状の建物が2棟。

A棟 断熱仕様

B棟 通気仕様(AC工法)

•測定場所(名古屋市守山区)

産総研中部センター

構造材料研究部門

•測定担当者

光熱制御材料グループ

主任研究員 垣内田 洋

①屋上防水エアーコントロール(AC)工法と断熱工法との比較

A棟 断熱仕様
(約7m²)



自然換気脱気筒
(ステンレス製)



塩ビ防水シート (t = 1.5mm)

断熱層 (t = 30.0mm ウレタンフォーム)

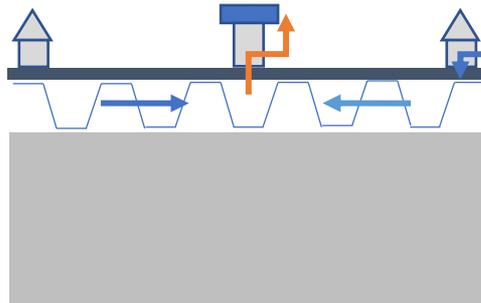
躯体
(PC板100mm)

B棟 通気仕様
(約7m²)



ソーラー電源
排気ファン付脱気筒

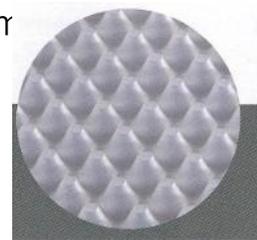
吸気筒



コアコーン通気材

塩ビ防水シート (t = 1.5mm)
通気層 (H = 4.5mm)

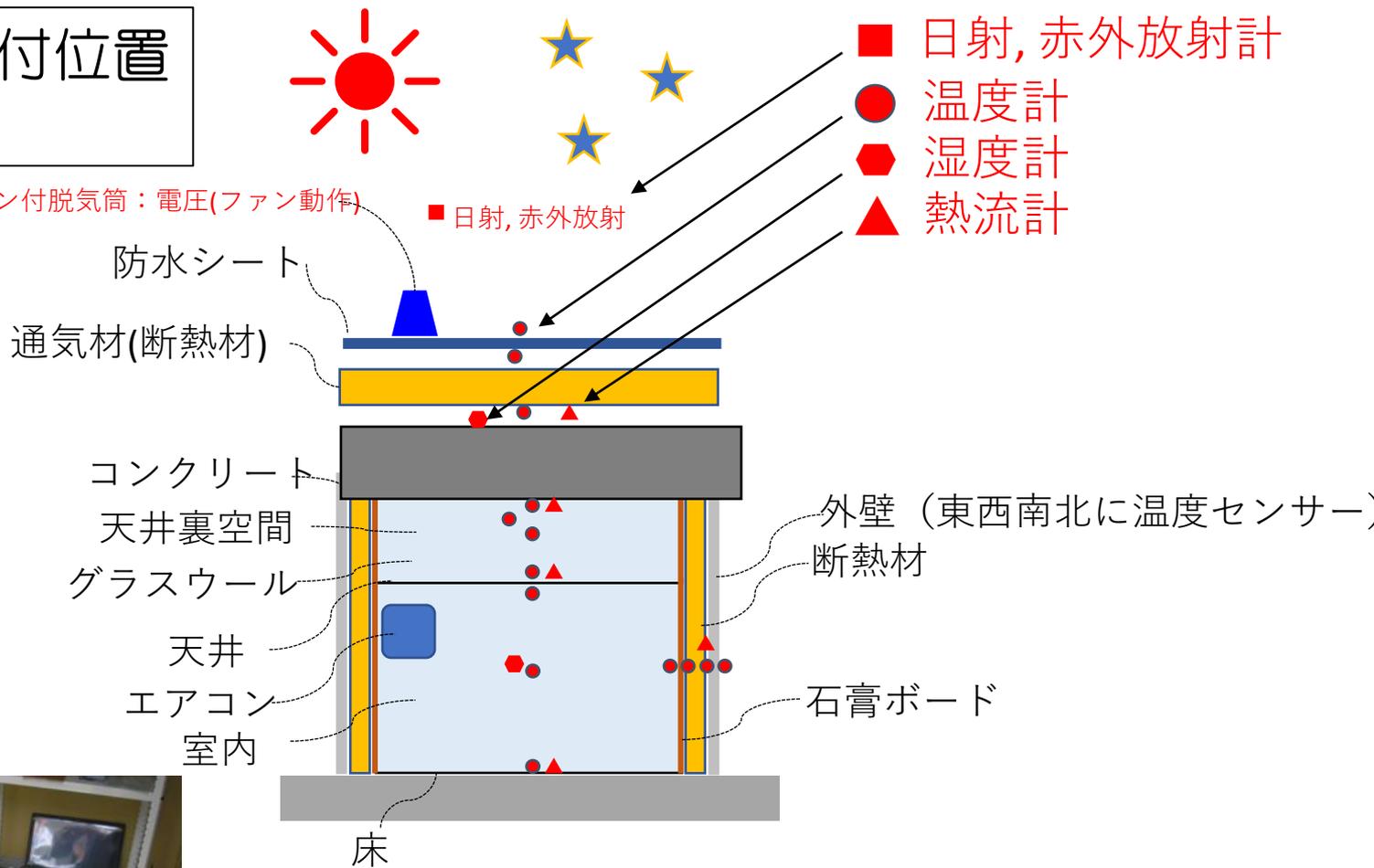
躯体
(PC板100mm)



①屋上防水エアークントロール(AC)工法と断熱工法との比較

センサー取付位置
(各層の間)

強制排気ファン付脱気筒：電圧(ファン動作)



- * センサー数は、A棟、B棟ともに約50箇所以上。
- * 計測頻度は、10分毎・24時間1年間連続測定

屋上シート裏温度

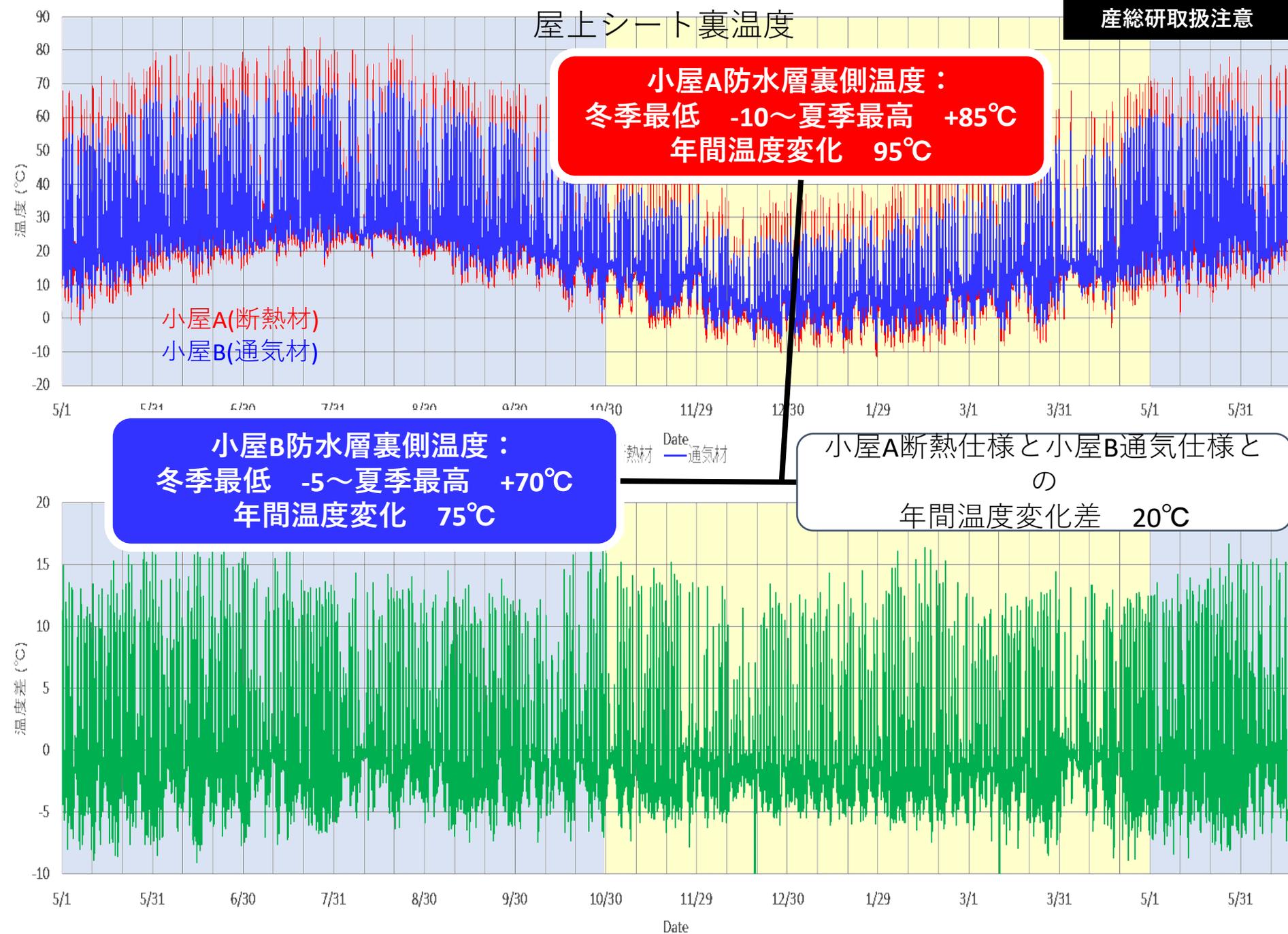
小屋A防水層裏側温度：
冬季最低 -10~夏季最高 +85°C
年間温度変化 95°C

小屋A(断熱材)
小屋B(通気材)

小屋B防水層裏側温度：
冬季最低 -5~夏季最高 +70°C
年間温度変化 75°C

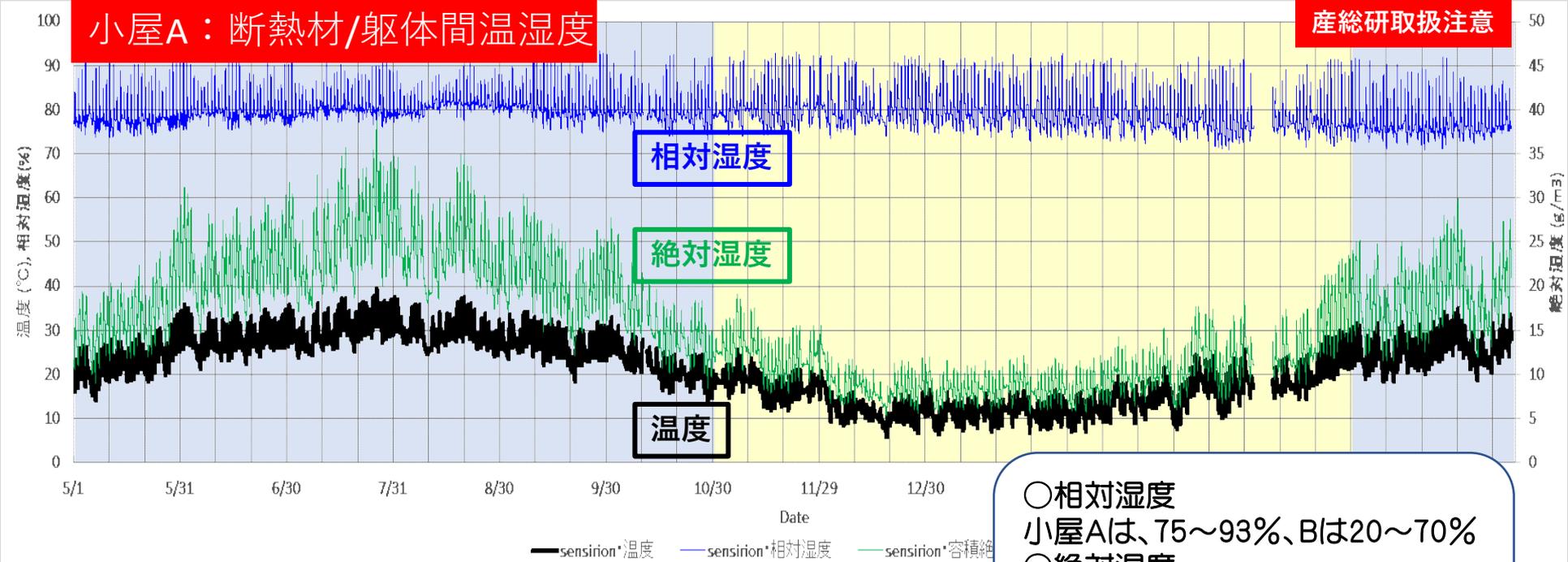
小屋A断熱仕様と小屋B通気仕様との
年間温度変化差 20°C

Date
熱材 — 通気材



小屋A：断熱材/躯体間温湿度

産総研取扱注意



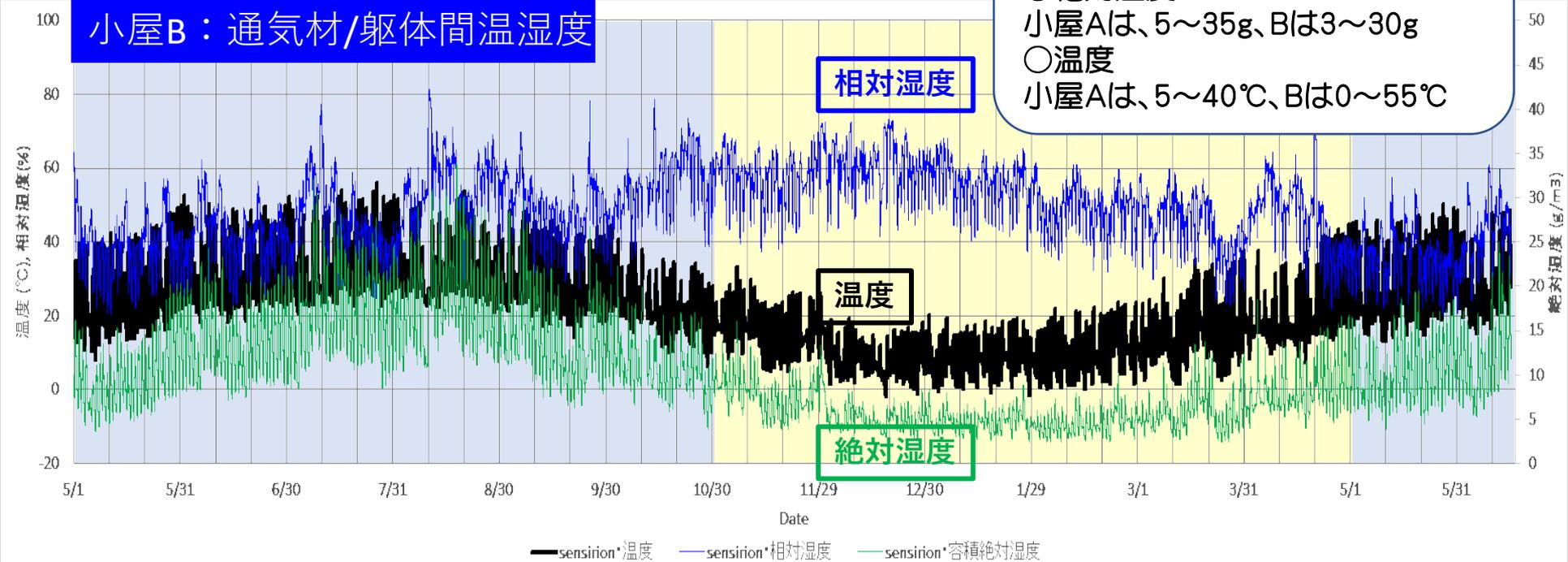
相对湿度

絶対湿度

温度

○相对湿度
小屋Aは、75~93%、Bは20~70%
○絶対湿度
小屋Aは、5~35g、Bは3~30g
○温度
小屋Aは、5~40℃、Bは0~55℃

小屋B：通気材/躯体間温湿度



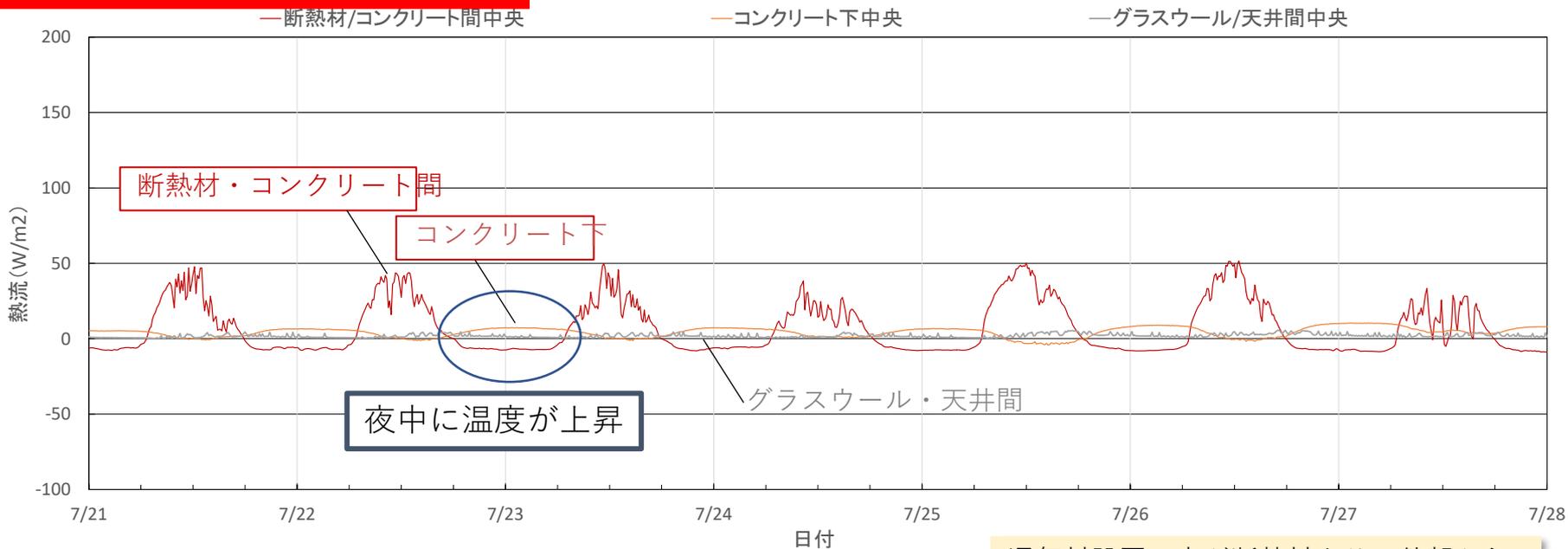
相对湿度

温度

絶対湿度

小屋 A 断熱材：熱流(屋根～天井)

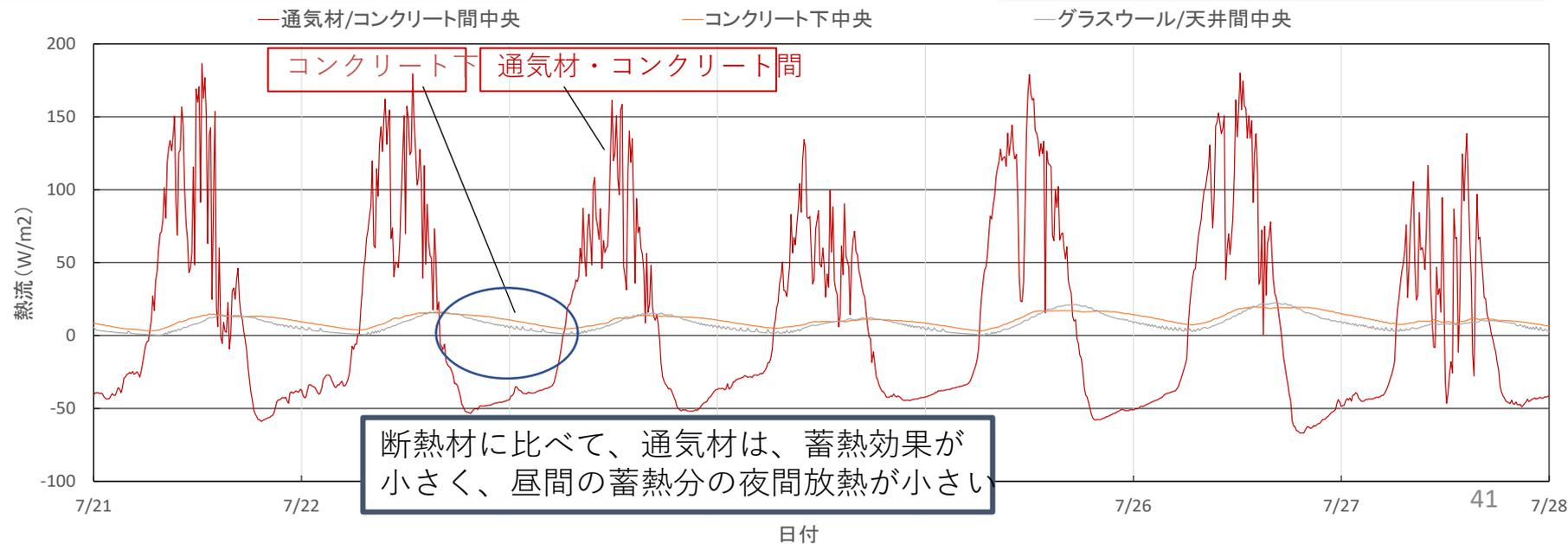
熱流・小屋A



通気材設置の方が断熱材より、外部から室内側に入る熱流が大きい。

小屋 B 通気材：熱流(屋根～天井)

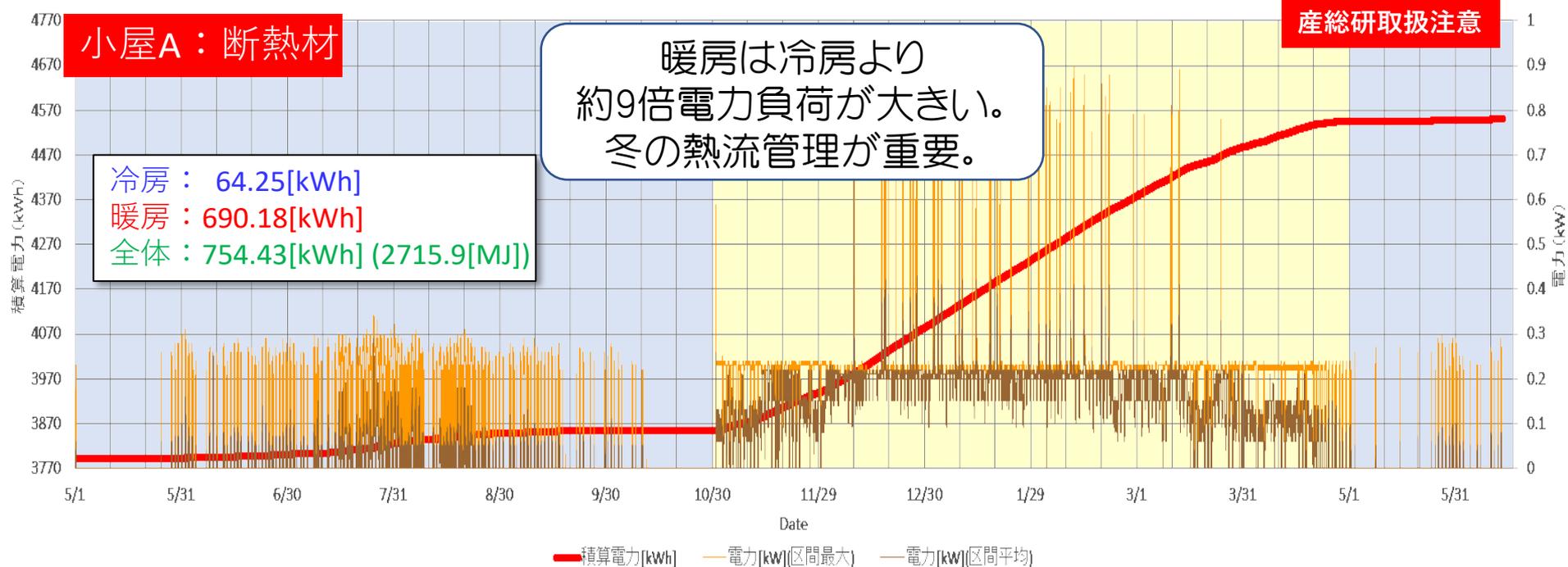
熱流・小屋B



小屋A：断熱材

暖房は冷房より
約9倍電力負荷が大きい。
冬の熱流管理が重要。

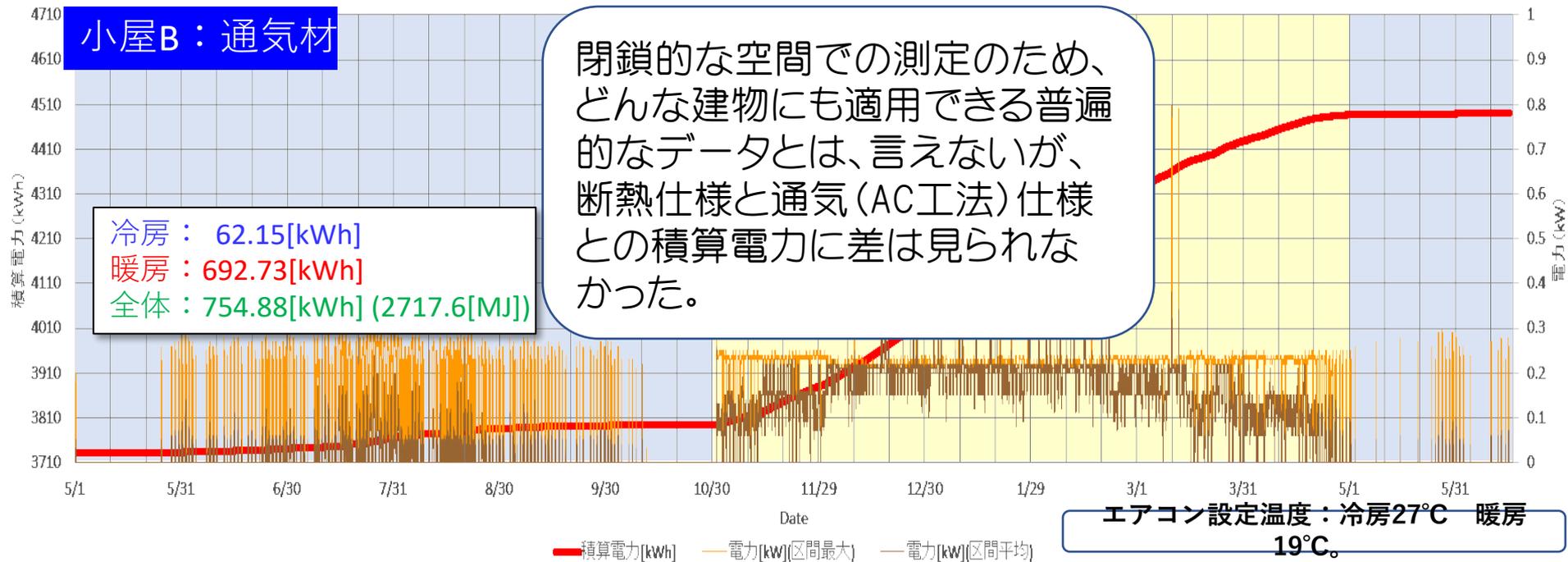
冷房： 64.25[kWh]
暖房： 690.18[kWh]
全体： 754.43[kWh] (2715.9[MJ])



小屋B：通気材

閉鎖的な空間での測定のため、
どんな建物にも適用できる普遍的なデータとは、言えないが、
断熱仕様と通気 (AC工法) 仕様との積算電力に差は見られなかった。

冷房： 62.15[kWh]
暖房： 692.73[kWh]
全体： 754.88[kWh] (2717.6[MJ])



エアコン設定温度：冷房27℃ 暖房19℃。

省エネルギー効果検証

夏の省エネ効果検証

■効果検証

躯体への伝熱
従来工法**60℃**。

躯体への伝熱
AC工法**40℃**。

躯体への伝熱を
AC工法なら
20℃涼しい



AC工法なら
室温は
1~2℃涼しい

室内の空調温度を1℃
下げることによって電気代を
10%削減

■ 絶縁シート屋上防水工法(従来工法)の場合



■ 絶縁シート屋上防水エアークontrol(AC)工法の場合



*この測定データ及び電気代削減効果は、日射量、工法、表面明度等により違いが出ますので、保証値ではありません。

冬の省エネ効果検証

■効果検証

躯体への伝熱
従来工法-10℃。

躯体への伝熱
AC工法-2℃。

躯体への伝熱を
AC工法なら
8℃温かい



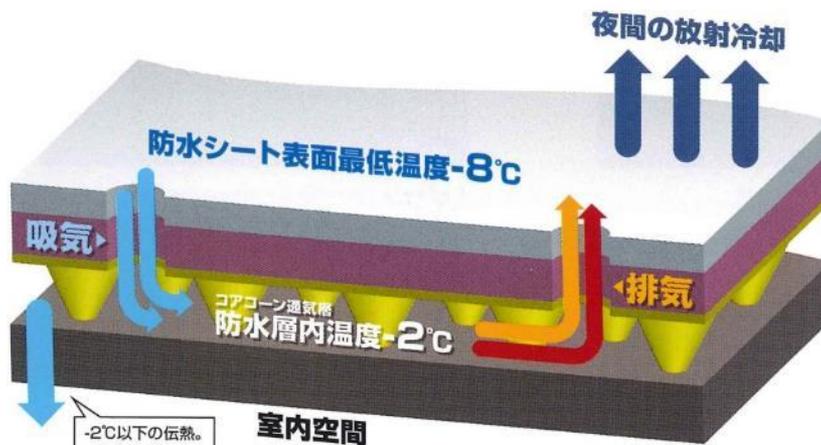
AC工法なら
室温は
1~2℃温かい

室内の空調温度を1℃
下げることによって電気代を
10%削減

■ 絶縁シート屋上防水工法(従来工法)の場合



■ 絶縁シート屋上防水エアークントロール(AC)工法の場合



*この測定データ及び電気代削減効果は、日射量、工法、表面明度等により違いが出ますので、保証値ではありません。

小学校教室の省エネシミュレーション

小学校の教室を対象とした屋上防水エアークントロール工法を採用した際の空調費の消費エネルギー量の違いをシミュレーションした。

最大3.2%の効果。

(試算:宇都宮大学大学院 都市デザイン工学 糸井川高穂助教)

表1 小学校の教室のモデル

床面積	天井高さ	階	冷房設定 温湿度	暖房設定 温湿度	窓面積率	所在地
70m ²	2.6m	最上階	26 °C 50%	22 °C 50%	床面積の 20%	東京

表2 熱負荷計算の結果の概要

通気層の 有無	夏期顕 熱/9時	夏期顕熱 /13時	夏期顕熱 /16時	夏期潜熱	冬期顕熱	冬期潜熱
通気層無し	5,789W	8,714W	7,245W	1,071W	6,655W	299W
通気層有り	5,681W	8,468W	7,014W	1,071W	6,492W	299W
通気層の 効果	-1.9%	-2.8%	-3.2%	0%	-2.4%	0%

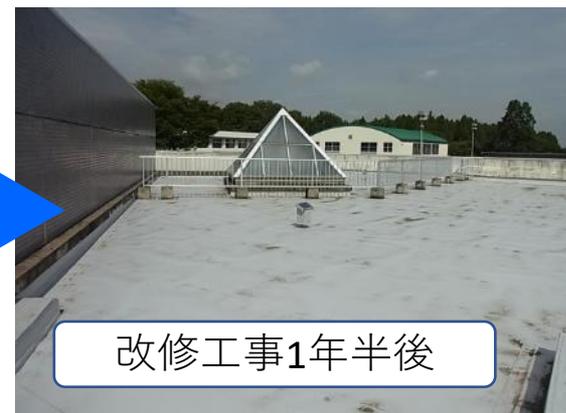
屋上防水層の高反射遮熱塗料施工について

- * 高反射塗料は、屋上では施工後、短期間で埃、ゴミなどが付着し、遮熱性能は低下する。また、反射塗料は、夏の屋上の温度上昇を低下させるが、冬の温度も低下させ、関東など暖房期が長い地域では、年間を通すと省エネに貢献していないとの資料もある。(冷房期:7~9月上旬 暖房期:11~3月中旬)



屋上防水層の施工後の汚れ付着について

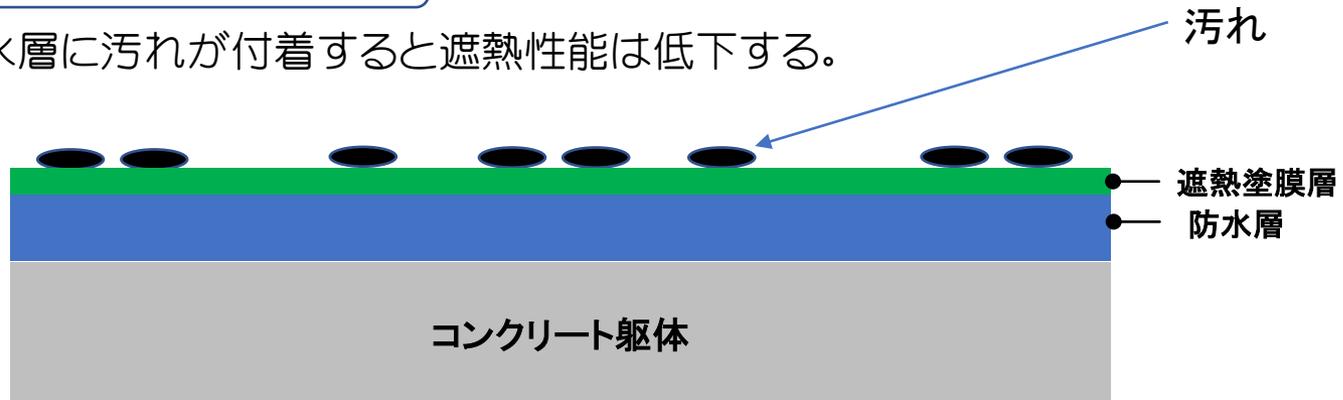
汚れ付着状況



汚れ付着後の性能について

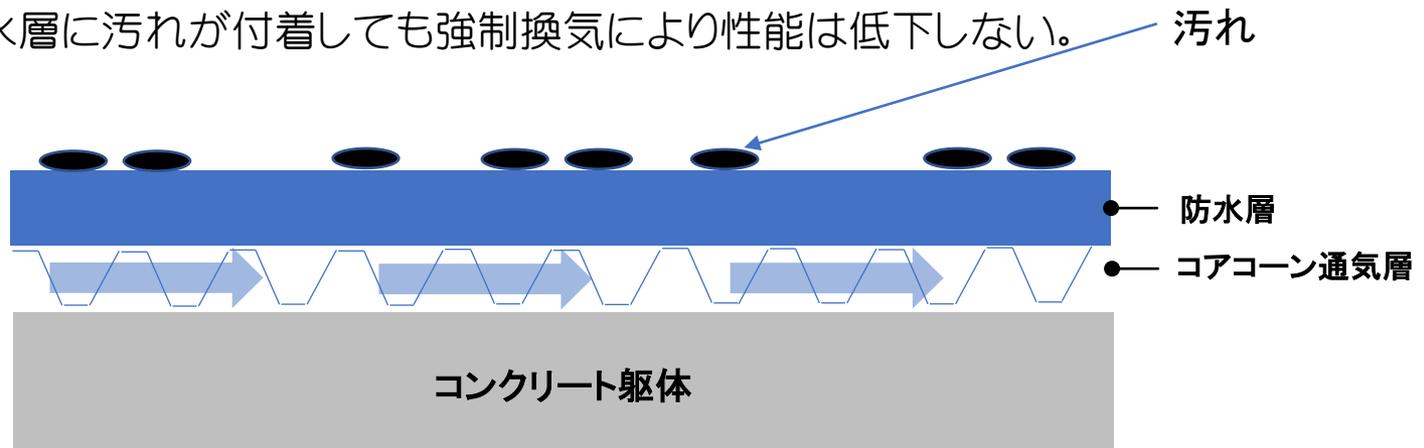
遮熱塗料塗膜工法

防水層に汚れが付着すると遮熱性能は低下する。



エアークontrol工法

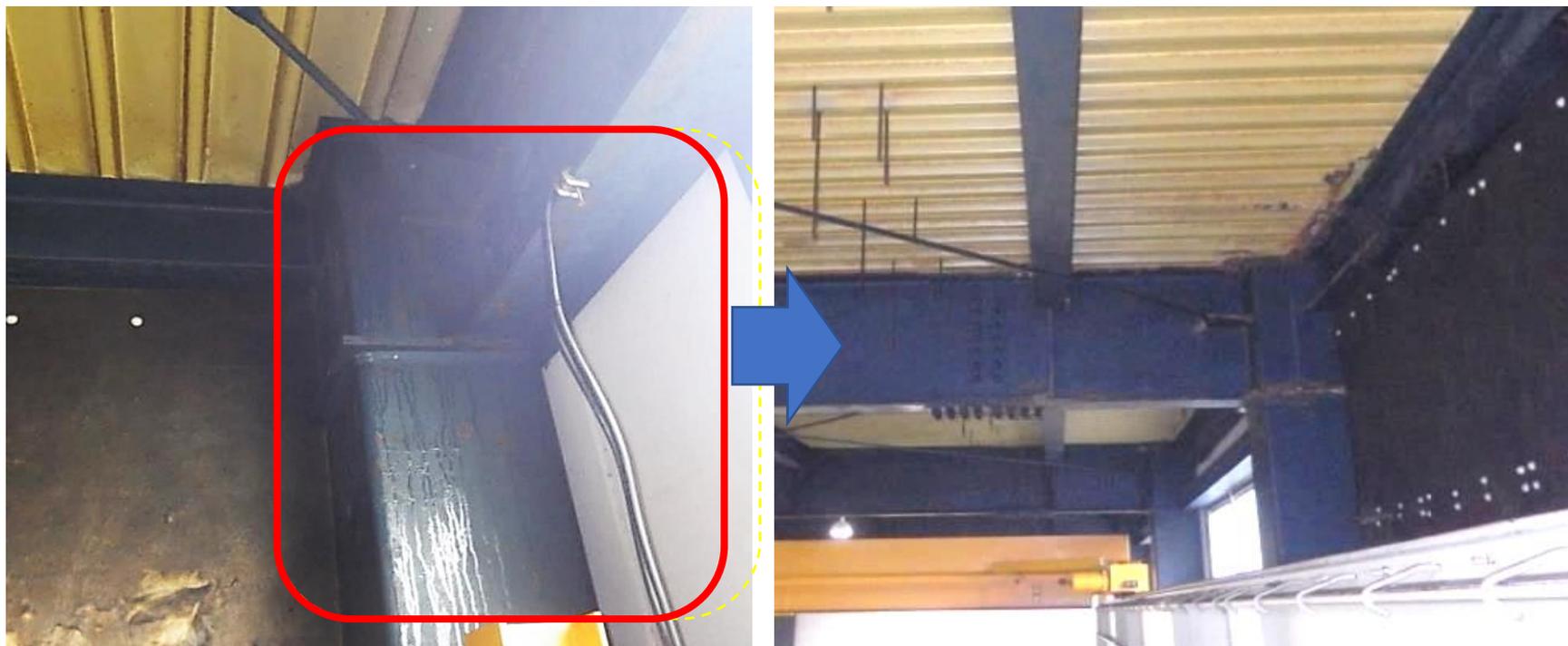
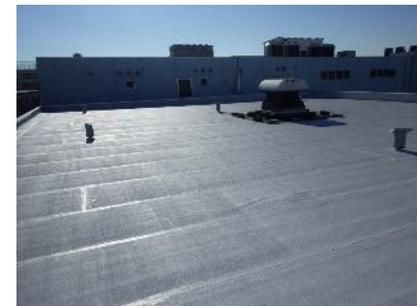
防水層に汚れが付着しても強制換気により性能は低下しない。



結露改善事例

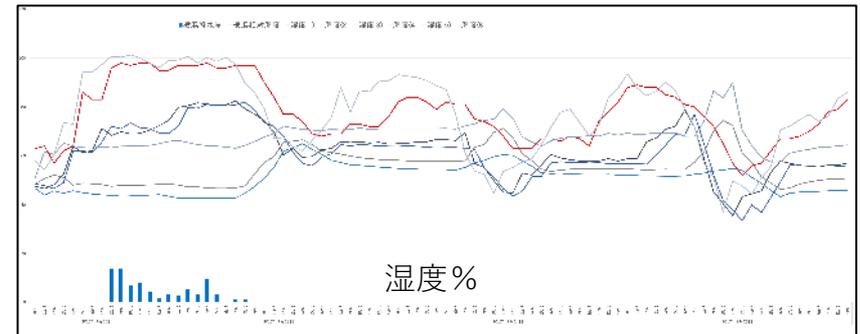
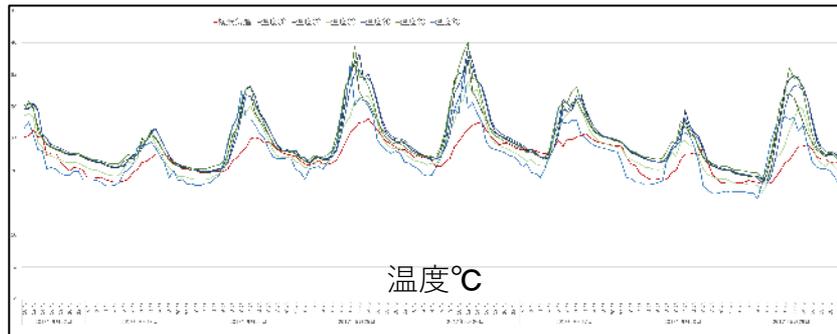
施工前は天井、鉄骨面に結露が発生。
施工後は結露がない。

現場	某工場 神奈川県藤沢市
既存工法	改質アスファルト防水
新工法	既存防水層をはがさずに 改質アスファルト防水+AC工法



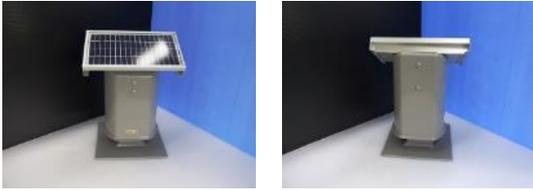
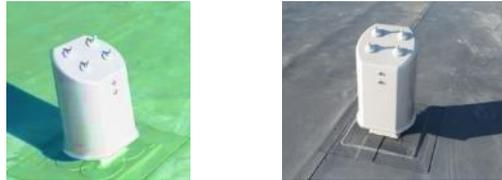
施工後の防水層内の温湿度測定

屋上防水エアークontrol工法の施工後、効果を確認するために、防水層内の温湿度測定を実施。(無線データ通信温湿度計使用)



様々なご要望に応えるソーラー脱気筒

ソーラーシステム種類

	商品名		特徴	参考価格
1	ソーラーJET 大規模用 (AES製)		<ul style="list-style-type: none"> ■ソーラー電源によるファン稼働で強制脱気装置。 ■最大300㎡/1基脱気可能 	
2	吸気筒 (AES製) 大規模用		<ul style="list-style-type: none"> ■空気の取り入れ吸気用 	
3	ソーラーJET (AES製ハイブリッド型)		<ul style="list-style-type: none"> ■ソーラーからの電気入力なくなると自動的にAC電源に切り替わる ■24時間稼働可能 	
4	SUN-JET (縦置き型) 小規模用FRP製		<ul style="list-style-type: none"> ■太陽光パネルと換気筒を分離し、日陰対策可能。 ■ベランダの隅に施工可能な省スペース型。 	
5	SUN-JET (壁立上り型) 小規模用FRP製		<ul style="list-style-type: none"> ■パネルと換気筒の分離型 ■壁・立上りに施工できる。 	

ソーラーシステム種類

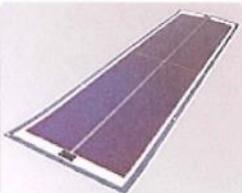
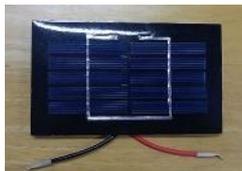
	商品名		特徴	参考価格
6	CACAR DENCA 屋根裏・棟換気型	 	■屋根裏に溜まった熱と湿気 を除去する。	
7	ソーラーJET (蓄電型)	 	■ソーラー電源によるファン が日没後も稼働する蓄電池 装備。LED照明も点灯。	
8	ソーラーJET (壁換気 型)	 	■室内・天井裏の換気用	
9	ソーラーJET (仮設トイレ 型)	 	■室内の換気用	
10	太陽光パネル 防水ファン 温度センサー キット	 	■温度センサーをつけること により、一定気温以下にな るとファンが停止する。 冬場、過剰に屋根裏や屋上 を冷し過ぎないためのシス テム	

ソーラーシステム種類

	商品名		特徴	参考価格
11	ソーラーJET 屋根小屋裏・換気型 (ガラリ部取付)	 	<p>■屋根小屋裏に溜まった熱と湿気を除去する。</p>	未定

* 送料・施工費別途

ソーラーシステム開発テーマ

太陽電池	コントロール電子基盤	蓄電池	その他部材	製品機能要求
<p>① 6 w、12 V 単結晶タイプ</p> 	<p>① ファン稼働</p> 	<p>① 鉛電池</p> 	<p>① AC/DC ス ウィチングアダプ ター</p> 	<p>① LED ランプ (照明)</p> 
<p>② 10 w、12 V 多結晶タイプ</p> 	<p>② ファン稼働 + 蓄電</p> 	<p>② リチウム電池</p> 	<p>② 温湿度センサー</p>  <p><small>温湿度計 T46S とセンサー製各種 耐圧測定と気体温度の両表示と電圧出力。</small></p>	<p>② 無機 LED 点灯 (膜発 光)</p> 
<p>③ 60 ~ 90 w 200 V ~ 300 V アモルファス薄膜 タイプ</p> 	<p>③ スウィチング機能</p> 	<p>③ 電気二重層キャパ シタ</p> 	<p>③ 超小型風力発電</p> 	<p>② DC ファン稼働 (換気、 送風)</p> 
<p>④ 小型電池ガラエボ 仕様</p> 	<p>④ ファン稼働 + 温度セ ンサー + AC/DC ハイブ リッド機能</p> 	<p>④ リチウムイオン キャパシタ</p> 	<p>④ 風力革命 シ</p> 	<p>③ 携帯電話充電 ④ 電動工具バッテリー充電 ⑤ パソコン充電 ⑥ 温度・湿度計測情報ネッ トワーク ⑦ 屋根・壁一体型構造内通 気システム</p>

屋上防水エアークンترل工法のご提案

防水層内を換気し、躯体、断熱材の湿気・熱
を取る工法。



1. コンクリートの健全化→建物の長寿命化
2. 躯体の温度・湿度低下
 - 室温低下→省エネ
 - カビの発生低減 →環境改善
3. 防水層・断熱材の温度・湿度低下
 - 防水層の温度低下→防水層の長寿命化
 - 断熱性能維持→室温低下→省エネ

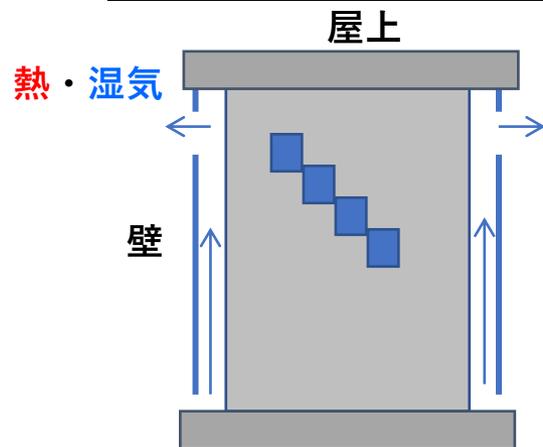
建物の資産価値の向上

屋上防水エアークンترل工法のご提案

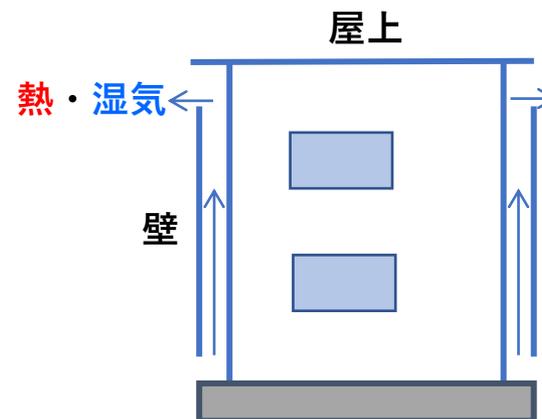
工法概要説明1 壁は換気するが屋上は換気しない。なぜ。

壁はダブルスキン(2重化)し、内部を重力換気で空気を循環させ、湿気と熱が滞留するのを最小化するシステムが、標準化されている。

インテリジェントビル



住宅：外張り断熱工法

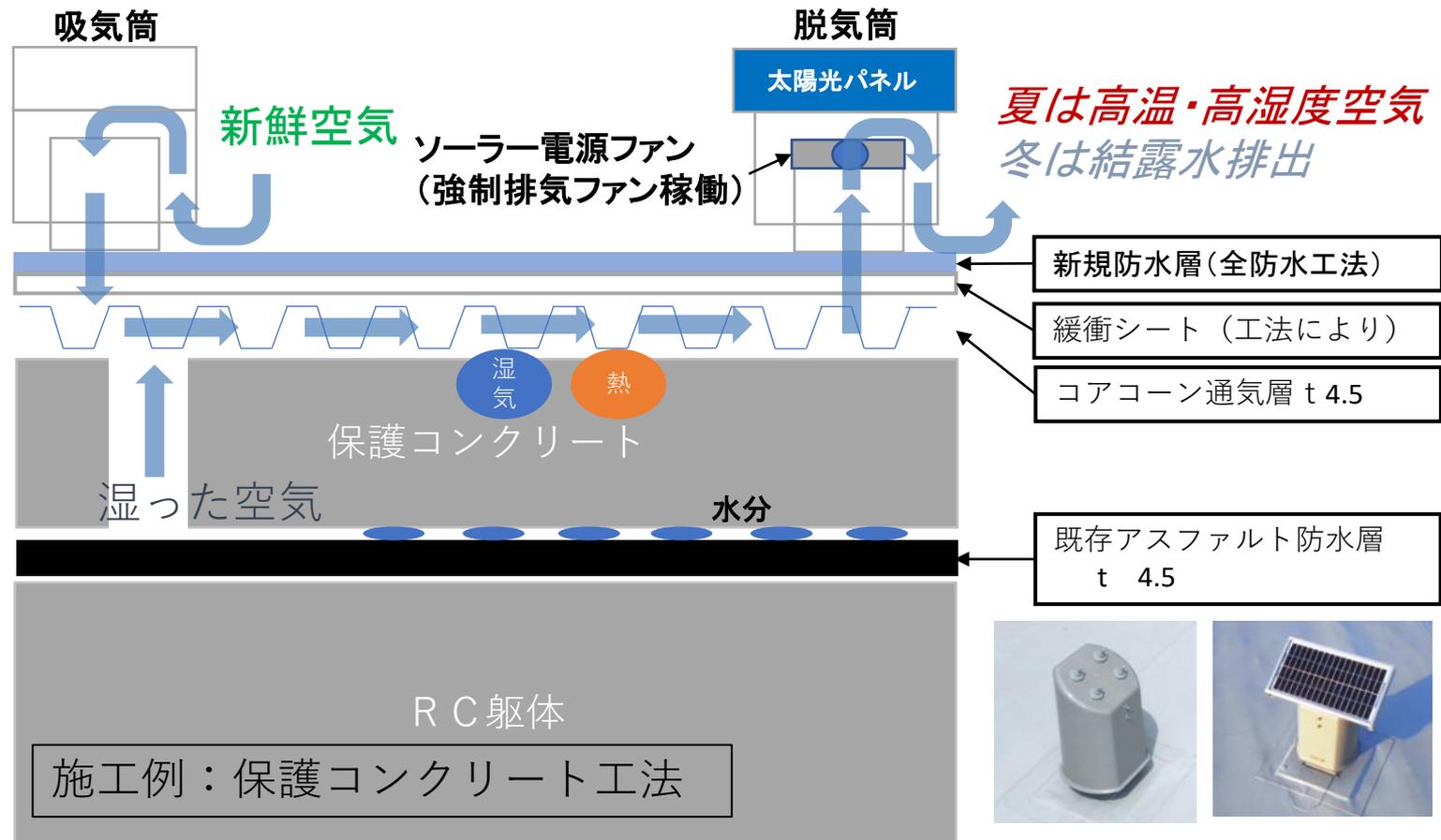


しかし、屋上はウレタンゴム樹脂等の塗膜防水、塩ビ樹脂・ゴム・アスファルト等のシートで防水する工法があるが、ダブルスキン化し、内部を空気が循環する工法は未開発である。

屋上防水エアークンロール工法のご提案

工法概要説明2 屋上防水エアークンロール仕組み

* 宇都宮大学・小山高専・アイ・レック共同開発 ものづくり支援事業(国の補助事業)

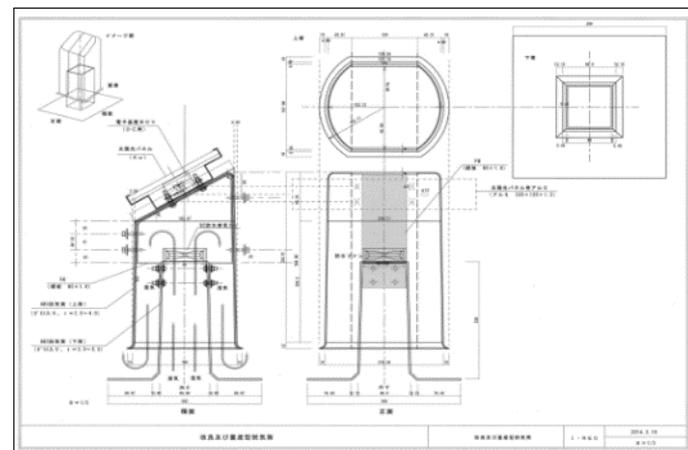


屋上防水エアーコントロール工法のご提案

工法概要説明3 コアコーン通気材、脱気筒、吸気筒仕様

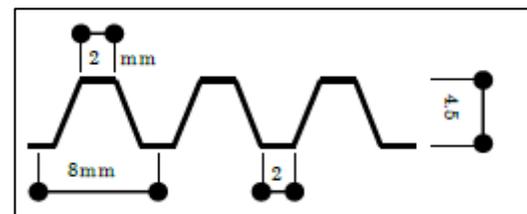
◆換気システム性能

名称	仕様	サイズ
太陽光パネル	最大17V 6W 0.35A 電子制御回路設計	335mm × 188 × 16
防水DCファン	12V 1.2W 0.1A 最大風量 0.65m ³ /min 期待寿命 40,000時間	80mm × 80 × 25
脱気筒 吸気筒	AES製 (t=2.0~4.0mm)	製品図参照



◆コアコーン通気材

名称	仕様	サイズ
コアコーン通気材	ポリプロピレン製	h4.5mm × w1,250 × 30m
耐面圧	100kg/10cm ²	



屋上防水エアークontrol工法のご提案

工法概要説明3 FRPシート+AC工法 施工例

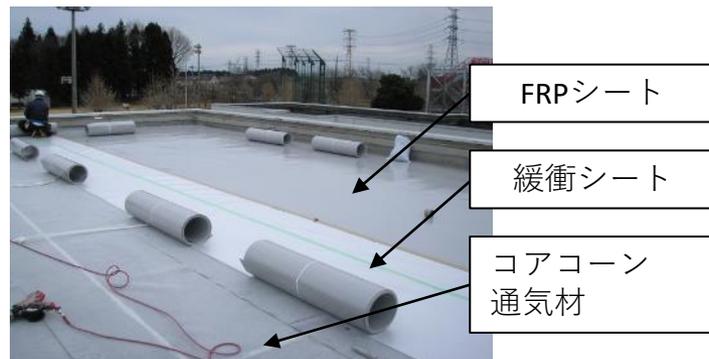
施工前（保護コンクリート）



完成



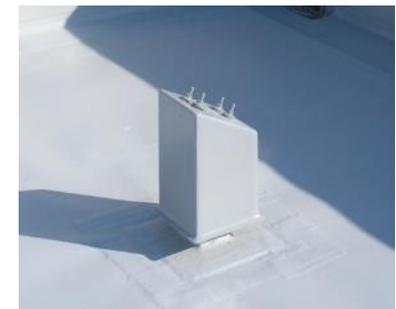
施工中（通気材+緩衝材+FRPシート）



ソーラーJET脱気筒



吸気筒



屋上防水エアーコントロール工法のご提案

工法概要説明3 塩ビシート+AC工法 施工例

施工前（改質アスファルト）



完成（第一期）



施工中（コアコーン通気材敷きこみ）



ソーラーJET脱気筒



吸気筒



屋上防水エアーコントロール工法のご提案

工法概要説明3

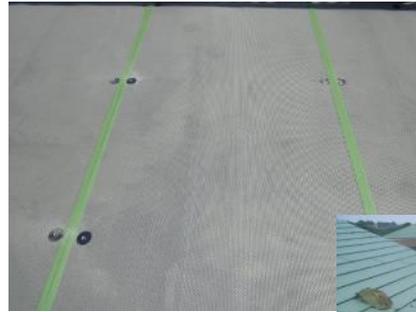
ウレタン塗膜+AC工法

施工例

施工前（ウレタン防水）



施工中（コアコン通気材敷きこみ）

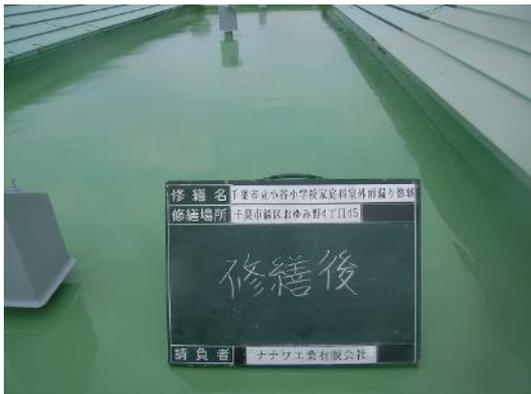


AFシート貼り

ウレタントップ塗布



完成



ソーラーJET脱気筒



吸気筒



屋上防水エアークンترل工法のご提案

工法概要説明3

改質アスファルト+AC工法

施工例

施工前（既存防水撤去）



施工中（通気材敷きこみ）



改質アス1
層目

コアコーン通
気材

完成（改質アス2層目、トップ塗布中）



ソーラーJET脱気筒



吸気筒



屋上防水エアーコントロール工法のご提案

工法概要説明3 水性アクリル塗膜+AC工法 施工例

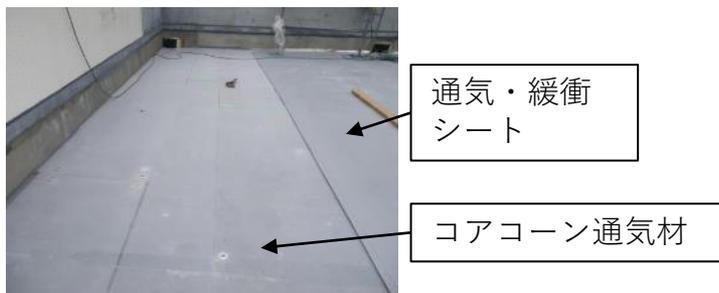
施工前（ウレタン防水）



完成



施工中（コアコーン通気材+通気緩衝シート敷きこみ）



ソーラーJET脱気筒



吸気筒

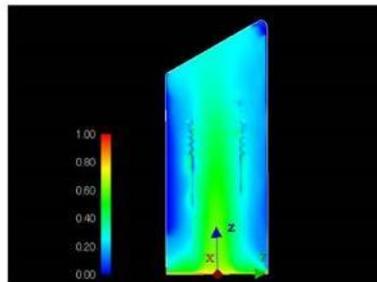


屋上防水エアークンترل工法のご提案

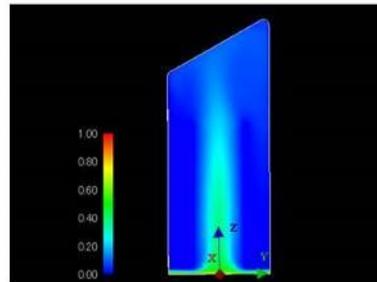
工法概要説明4 脱気筒、吸気筒性能評価

新型脱気筒内の温度・水蒸気分布

温度分布

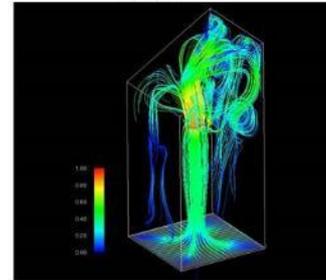


水蒸気分布

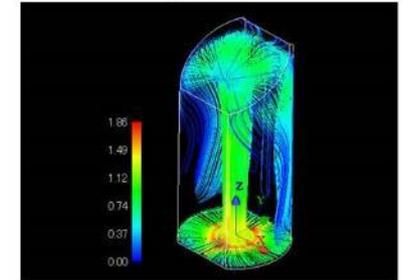


脱気筒内流動性向上の解析

従来型



新型



* 今後、このPCシミュレーションにより、屋上防水層内の温度分布は想定が可能となるので、脱気筒の最適設置数や位置を策定する際の手がかりが得られる。



屋上防水エアーコントロール工法のご提案

工法概要説明4 脱気筒、吸気筒性能評価



耐風圧荷重試験

金属塊

鋼板受金具

形状

従来型



新型



従来型脱気筒ボディは、ハンドメイドFRP製。
新型は、金型によるインジェクション射出成形
AES樹脂製。
(acrylonitrile・ethylene-propylene-diene・styrene
ABS樹脂の耐候性向上タイプ)



金属塊 約55kgを上筒単体に荷重。損傷なし。
(最大瞬間風速 60m/sの時、この上筒面に掛かる風圧は、50kgと想定し、
試験を実施。)

* 最大瞬間風速60m/sでは、笠木部に1,000kg/m²の風圧荷重。この上筒面の面積
は、約0.05m²で、1,000kg×0.05=50kgと推定。

実際の使用では、上筒内部にw80×t1.6の鋼板受金具が存在し、強度が増して
いるので、安全係数を見ても最大瞬間60m/s 風圧荷重に耐えうる。

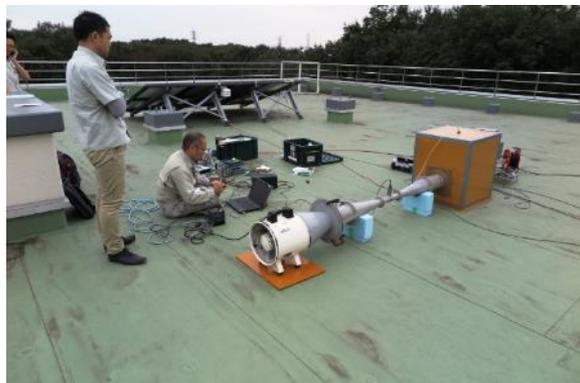
屋上防水エアーコントロール工法のご提案

工法概要説明5 防水層内が面で換気するのを確認。

屋上防水層内の換気性能確認試験の結果、この現場は約半分が吸気筒以外から空気が侵入しているが、半分は脱気筒、吸気筒の換気性能により空気が排出されていることを確認。

	圧力差Pa	通気量 (m ³ /h)
吸気筒開放	196.6	18.1
吸気筒気密処理	201.7	9.6

試験：一般財団法人 建材試験センター中央試験所 現場：小山高専電子制御棟屋上 250m²



脱気筒に箱をかぶせ、排気装置で強制排気し、通気量を計測。



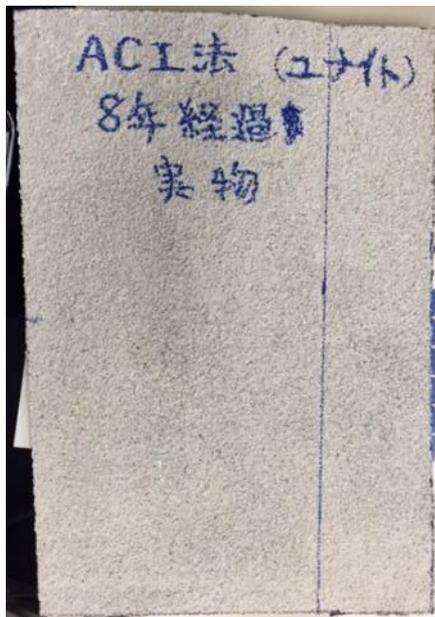
吸気筒は袋をかぶせ、吸入しないように気密処理。

屋上防水エアーコントロール工法のご提案

工法概要説明6 8年後の防水層内が乾燥している。

神奈川県某マンション屋上で、アンテナを取り付ける工事があり、その際、防水層の一部を切り取った所、層内は乾燥していることが確認できた。

表面

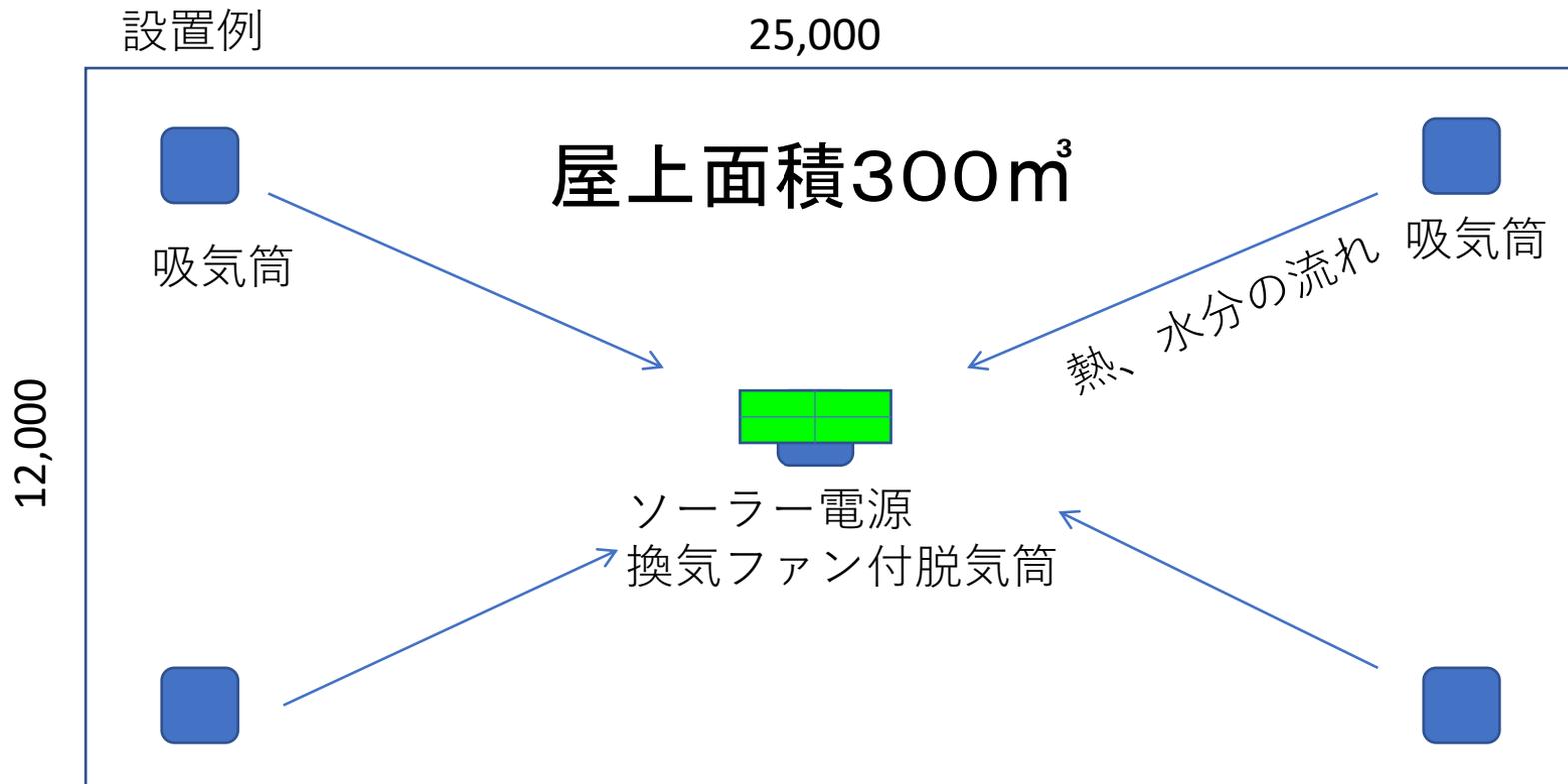


裏面



屋上防水エアークontrol工法のご提案

工法概要説明7 脱気筒、吸気筒標準施工設置位置。



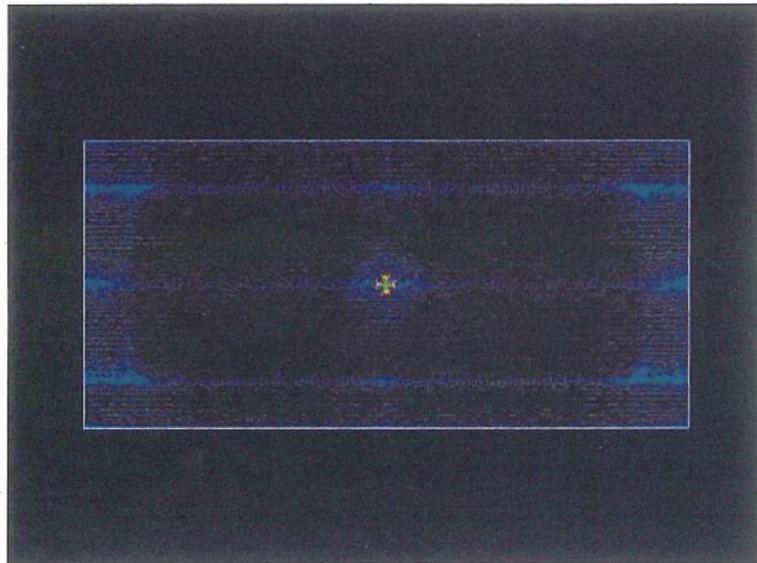
屋上防水エアークンロール工法のご提案

工法概要説明7 防水層内の乱流解析によるPCシミュレーション。(解析:宇都宮大学大学院 杉山均 教授)

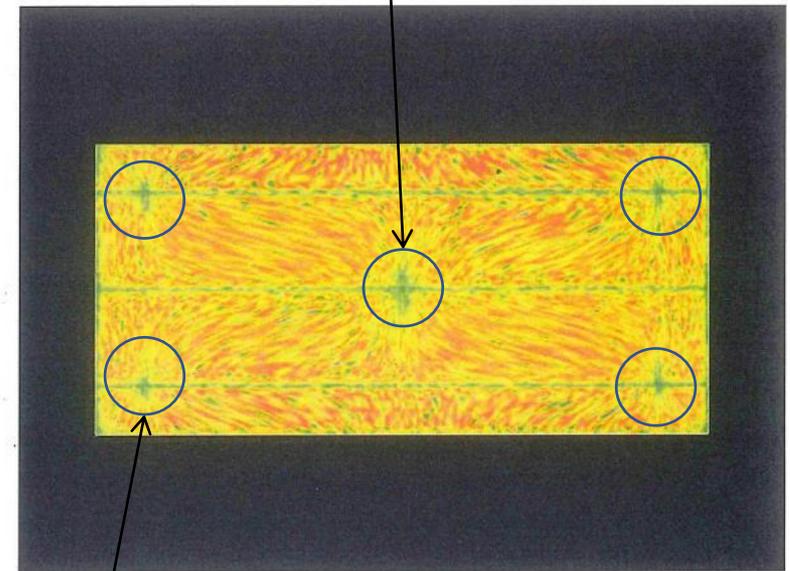
【計算算出面積 $25\text{ m} \times 12\text{ m} = 300\text{ m}^2$ 】

2. 乱流計算

1. 1 速度分布, 速度分布



速度分布

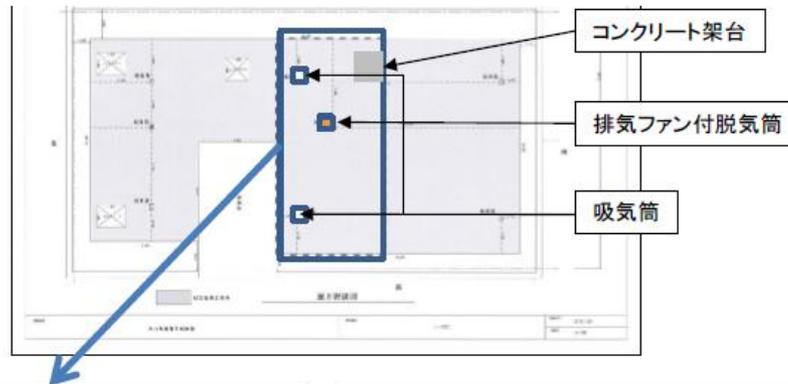


温度分布

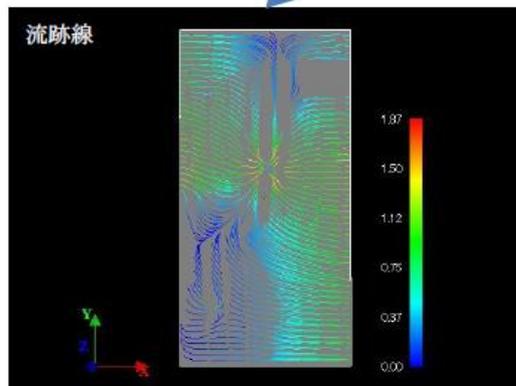
吸気筒 4箇所

屋上防水エアークントロール工法のご提案

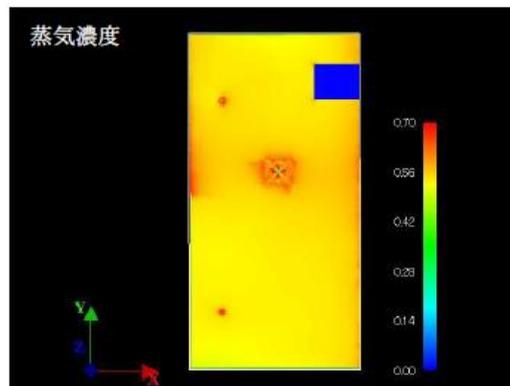
工法概要説明⑦ 施工現場の防水層内をPCシミュレーション。



宇都宮大学大学院
杉山均教授による
乱流計算を用いた
小山高専電子制御棟
防水層内の流跡線、
蒸気濃度シミュレーション



解析結果から脱気筒近傍では比較的速い流速が生成され、脱気筒による排気作用を予測している。同時に吸気筒近傍でも流れが生成されていることが理解できる。



解析結果より、脱気筒周辺にて、いずれの平面でも比較的高い水蒸気濃度を予測している。脱気筒での排気速度により、水蒸気が排出され高濃度の値を示していると解釈される。同様に、吸気筒周辺でも比較的高い濃度を示しており、気流速度と強い相関があることを理解できる。尚、吸気筒近傍では、外気から微小空間内部に流れが発生することにより、水蒸気が集積され比較的高い濃度分布を示している。この比較的高い濃度の水蒸気は吸気流により内部に停滞するため結露する可能性を想定しておく必要があると思われる。

屋上防水エアークンترل工法のご提案

工法概要説明9 温湿度変化:栃木県消防学校測定データ

測定場所	測定期間	FRPシート+AC工法	測定箇所:通気層と躯体間		
			温度℃		相対湿度%
			温度範囲	温度差	
栃木県消防学校 ①通気工法のみ (倉庫) ②断熱・通気工法 (見学展示館)	夏季 2012.8.1~ 8.20	①コアコーン通気層4.5mmのみ 300m ²	+24.8~ +40.5	15.7	未計測
		②フェノール断熱材30mm+コアコーン通気層4.5mm 300m ²	+29.6~ +38.5	8.9	未計測
	冬季 2015.1.26~ 2.25	①コアコーン通気層4.5mmのみ 300m ²	-5.1~ +19.5	24.6	60~100% (ファン稼働時 60~80%)
		②フェノール断熱材30mm+コアコーン通気層4.5mm 300m ²	+3.5~ +17.0	13.5	75~100% (ファン稼働時 75~85%)

屋上防水エアークンترل工法のご提案

工法概要説明9 水分排出量:栃木県消防学校測定データ

測定場所	測定期間	測定箇所 脱気筒排気 気温/湿度		測定箇所 屋上気温/湿度		脱気筒からの 排出水分量
		気温℃	相対 湿度%	気温℃	相対 湿度%	
栃木県消防学校 倉庫棟 コアコーン通気層 のみ施工	ファン稼働 設定 2012.8.1～ 8.6、8.10～ 8.20	+22.4～ +42.3	36～ 99 ファン 稼働時 36～73	+19.3～ +41.0	37～ 99	448g/日
	ファン停止 設定 2012.8.7～ 8.9	+19.4～ +35.5	29～ 99	+19.4～ +35.3	39～ 98	35.6g/日

宇都宮大学工学研究科 熱流動解析研究所の分析により
水分を取る機能が有することを確認。

屋上防水エアークンترل工法のご提案

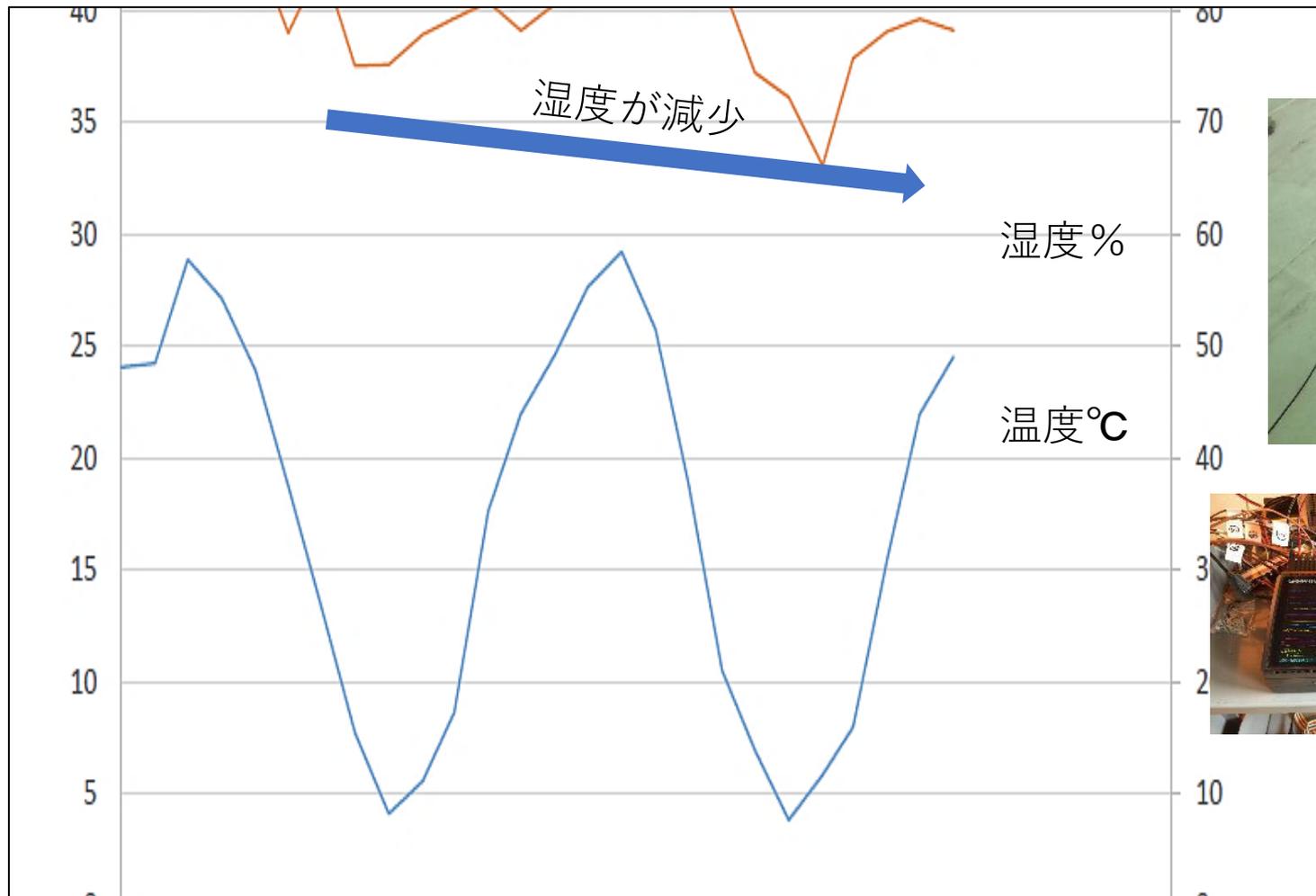
工法概要説明10 産総研測定データ

測定箇所	測定期間	測定工法	シート裏温度℃		エアコン電力量
			温度範囲	温度差	
産総研中部 センター 施工面製 A・B棟約7m ³	2014.5.1～ 2015.6.15	塩ビシート防水工法	温度範囲	温度差	エアコン電力量
		A棟断熱材30mm+自然換気脱気筒1	-10～ +85	95	754.43kwh 冷房64.25、暖房690.18
		B棟コアコン通気層+排気ファン付脱気筒1、吸気筒2	-5～ +70	75	754.88kwh 冷房62.15 暖房692.73
			防水層内温度℃		防水層内湿度
			温度範囲	温度差	
		A棟断熱材30mm+自然換気脱気筒1	+5～+40	35	相対湿度 75～93% 絶対湿度 5～35g/m ³
B棟コアコン通気層+排気ファン付脱気筒1、吸気筒2	0～+55	55	相対湿度 20～70% 絶対湿度 3～30g/m ³		



屋上防水エアークontrol工法のご提案

工法概要説明11 小山高専測定データ(脱気筒排気)



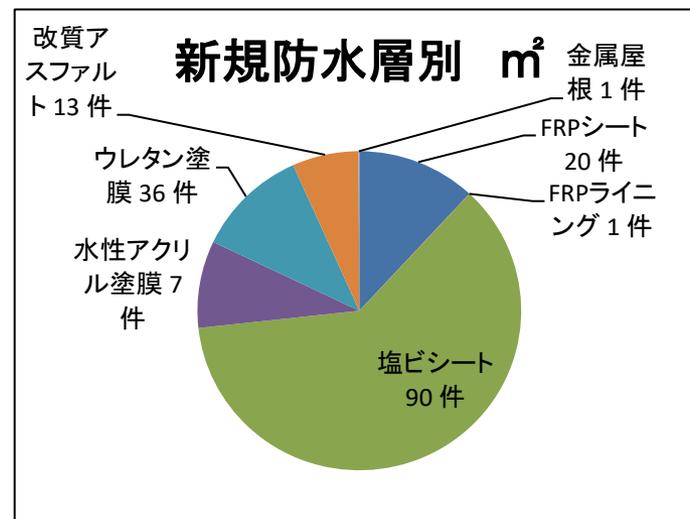
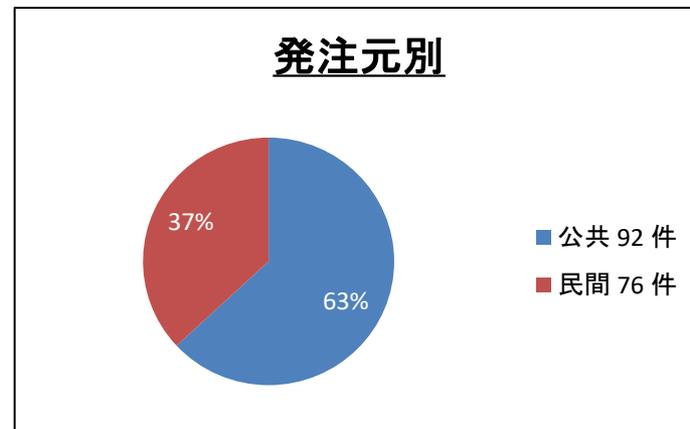
屋上防水エアーコントロール工法のご提案

施工実績

平成31年2月28日現在

発注元別			m ²
公共	92	件	58,965
民間	76	件	34,500
計	168	件	93,465

新規防水層別			m ²
FRPシート	20	件	11,100
FRPライニング	1	件	50
塩ビシート	90	件	57,335
水性アクリル塗膜	7	件	8,240
ウレタン塗膜	36	件	10,470
改質アスファルト	13	件	6,200
金属屋根	1	件	70
計	168	件	93,465



屋上防水エアークンロール工法のご提案

ユーザーの声

☆防水層内に水が溜まっていたが、水分が取れて乾いてきた。歩行で分かる。

(埼玉県 ** 工場の声: 施工前に、防水層内に水が溜まっていたが、このシステムを採用後、歩くと乾いているのが実感できる。2010年は、異常な高温の夏だったが、工場全体は、前年と比較し、10%程度電気代が低減した。)

☆二階が住めるようになったので、一階から引っ越した。

(神奈川県藤沢市 ** 邸の声: おばあ様が二階は暑くて住めない状態だったので、一階に暮らしていたが、涼くなったので、二階の部屋へ越した。)

☆2011年～12年夏はエアコンを付けていない。

(神奈川県横浜市 ** 新築マンション最上階に住むオーナーの声: この2年間、冷房を付けていない。エアコンが嫌いなこともあるが、十分暮らせる。)

☆夏、夜中に空調機が止まるようになった。

(神奈川県横浜市 本牧埠頭 ** 保冷倉庫の声: 施工後、夏の夜に保冷用空調機が時々止まるようになったので、24時間稼働する脱気筒を2基追加施工。)

☆エアコンが効きが違う。とても涼しい。

(栃木県宇都宮市 ** 邸の声: 永い間、二階は暑くて住ずらかったが、今年はとても涼しい。感謝します。施工後、わざわざお電話を頂きました。)

☆設計士さんがご自身でデータ測定し、ご納得。

(神奈川県横浜市 ** マンションの設計士さんの声: ご自身が住んでいるマンションを改修する際に、この屋上防水エアークンロール工法を採用。防水層内は40℃以下になるとの説明を聞いて、半信半疑であったが、自身で測定し納得された。)

☆防水層内の水分が取れて乾いてきた。1年前の施工箇所を歩行して分かる。

(栃木県 ** 工場の施主、元請建設会社さまの声: 以前は、ドレインで防水層の切り口から水が出るほど防水層内に水が溜まっていた。このシステムを3期連続で施工後、1年前に施工した箇所歩くと乾いているのが、実感できた。)

☆当会工事店がデータ測定し、お客様へ提示。

(神奈川県横浜市 ** ビルの声: 商業ビルと住まいを兼ねた建物。2階は夏、暑くて住めなかったが、施工後は、涼しくなり、おばあ様が2階へ引越されされた。工事をされた保証防水工業所は、施工後の温度測定をして、防水層内は、最大でも45℃以下であることを証明したデータを提出。(* 建物はコの字で層内空気流動性は良くない構造。)

屋上防水エアークンترل工法のご提案

採用にあたって考えられる法的位置付け

従来から防水工法には、通気・緩衝工法が存在する。
 このため、この提案工法は建築工事標準仕様書(JASS8)における「参考仕様一覧表(2)性能向上二」に規定されている「下地の水分を脱気装置を通して外部に排出させる機械で、ふくれ等の発生を少なくする工法」の性能向上版としての位置付けが考えられる。

		ト流張り				
(2)性能向上	ニ	合成高分子系シート防水通気工法・接着仕様	通気層付き加硫ゴムシート・塩化ビニル樹脂系シートの接着剤張り	下地の水分を脱気装置を通して外部に排出させる構成で、ふくれ等の発生を少なくする工法	<ul style="list-style-type: none"> 脱気層の構成によっては、接着面積が少なくなるので風圧等に配慮が必要 	仕上塗料またはなし
(3)特定部位	ホ	エチレン酢酸ビニル樹脂系シート防水保護工法・密着仕様	エチレン酢酸ビニル樹脂系シート	ポリマーセメントペーストを接着剤として使用するため湿潤下地に施工が可能であり、施工に際して火気、有機溶剤を使用しない	<ul style="list-style-type: none"> 施工直後の降雨、降雪でポリマーセメントペーストが流出するため絶えず天候に留意が必要 	現場打ちコンクリート セメントモルタル
	ト	ウレタンゴム系塗膜防水複合法・密着仕様	ウレタンゴム系防水材 +硬質ウレタンゴム系防水材	<ul style="list-style-type: none"> 駐車場に適用 保護コンクリート層不要の露出防水工法 	<ul style="list-style-type: none"> 骨材の維持・管理が重要 骨材の脱落は車のスリップの原因となるおそれがあるため、定期的なメンテナンスが必要 	骨材散布 + 除雪機

屋上防水エアーコントロール工法のご提案

採用にあたっての検討資料1 防水の劣化要因は、熱と水

国立建築研究所耐久性総プロジェクトチームの調査によると防水層劣化の主要因は、熱と水であると報告されている。

表 5.5 「耐久性総プロ」時に提示されたメンブレン防水の劣化要因と劣化現象の関係

現象 \ 要因	◎熱	◎紫外線	◎オゾン	◎水	酸	アルカリ	風	鳥類	砂塵
ふくれ (下地から)	○								
ふくれ (中間層から)	○								
損傷 (穴あき・外傷)							○	○	
立上り入隅底部の浮き	○								
表面のひび割れ	○	○	○	○	○	○			
ルーフィング相互の接合部のはく離	○			○					
立上り部のずり落ち	○			○					
立上り端部のはく離・口あき									
防水層の破断 (押え・下地のムーブメントによる)	○	○	○	○					
表層の減耗		○							○

熱と水を取ることが重要

注) ○は関連の深いもの
 要因のうち、◎は主要な劣化要因

屋上防水エアーコントロール工法のご提案

採用にあたっての検討資料2:国交省公共建築工事標準仕様書と日本建築学会建築工事標準仕様書(JASS)の考え方

◇特記:

- 公共工事は特記への「設計図書に記載」がない場合でも、仕様が細部に規定されているので不備が生じにくい。
- JASSは、特記への記載がないと設計内容に不備が生じる。

◇JASS仕様書の考え方・目標:

- 根本的な方針として、技術の進歩に即応し、新材料の利用、規格の尊重、新決定用語の採用によって、時代に適合し、しかも飛躍することのない様、官庁といわず、民間といわず、建築界全体を通して使用される仕様書の決定版を得ようとするところに目標を置いたのであります。

現在の新工法、新材料への採用状況は、公共工事の場合、標準仕様書に右ならえで考えられておりますので、是非、皆さんに新時代の技術の進歩に即応した本工法を設計頂ければと思います。

屋上防水エアーコントロール工法のご提案

採用にあたっての検討資料3: コアコーン熱伝導率測定。
 コアコーン通気材は、防湿フィルム(立体型)として性能試験を受けた結果、 $0.0569\text{W}/(\text{m}\cdot\text{k})$ であった。

試験結果

平均温度 ($^{\circ}\text{C}$)	温度差 (k)	試験体を通過する熱流密度 (w/m^2)	全体の熱抵抗 ($\text{m}^2\cdot\text{k}/\text{w}$)	試験体の熱抵抗 ($\text{m}^2\cdot\text{k}/\text{w}$)
23.0	17.6	88.46	0.199	0.079
熱伝導率 (厚み $0.0045\text{m} \div$ 熱抵抗値 0.079) = $0.0569\text{w}/(\text{m}\cdot\text{k})$				

試験：一般財団法人 建材試験センター中央研究所

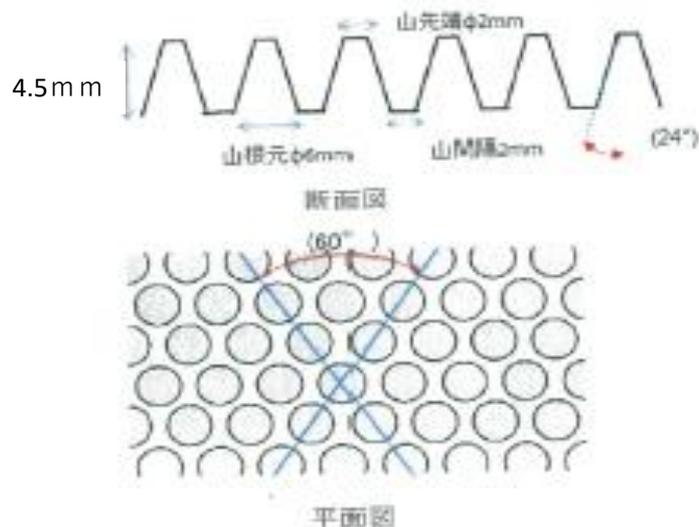


図1 試験体 (依頼者提出資料による)

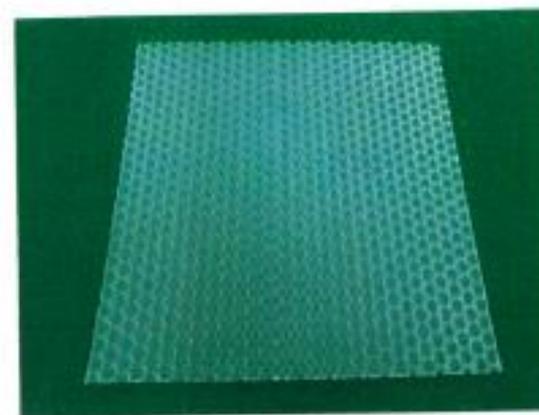


写真1 試験体 (表面)

屋上防水エアーコントロール工法のご提案

採用にあたっての検討資料4: 25年省エネ基準で塩ビシートにコアコーン通気材を用いた場合の断熱材使用基準

工法	断熱材 50mm機械固定工法（栃木県4地域）に通気工法を使用した場合					2020年義務化 4~7地区	
	塩ビシート外断熱工法		熱伝導率	厚さ (m)	熱抵抗値	熱貫流率	外皮平均熱貫流率の基準値
	厚み仕様	材料仕様	w/m·k		m ² ·k/w	w·m ² /k	
	1.5・2.0mm	塩ビシート			0.04		50mmの断熱材を使用
	断熱材 25mm	硬質ウレタン (NU)	0.024	0.025	1.04		
	通気層 4.5mm	コアコーン通気材	0.057	0.0045	0.08		
	コンクリート 150mm	コンクリート	1.6	0.15	0.09		
		室内側表面熱伝達抵抗			0.09		
		熱抵抗値計		0.1795	1.34		
		屋上熱貫流率			0.74		0.75W/m²·k
							判定: 25mm断熱材でOK

条件	2020年義務化で、スラブ厚みコンクリート150mmで通気材4.5mmを使用した場合。			
地域区分	1・2	3	4・5・6・7	8
断熱材のみの場合	75mm	55mm	50mm	未定/35
通気仕様を採用した場合、断熱材は右の厚みが可能。	45mm	35mm	神奈川県 25mm	未定/35

屋上防水エアークンロール工法のご提案

採用にあたっての公的認証・登録・試験

- ◇特許 第5757516号
水分除去システム、水分除去装置
- ◇NETIS登録NO. TH-120012-A
屋上防水層内の脱気システム
- ◇栃木県新技術認定登録NO.2016-014
屋上防水層内の脱気システム
- ◇東京都新技術認定登録NO.
申請中。
- ◇建材試験センター品質性能試験報告書
屋上防水工法の性能試験
* 2017.8.31日本建築学会で発表
発表者 中央試験所 松本知大
「防水層の通気性能実態について」

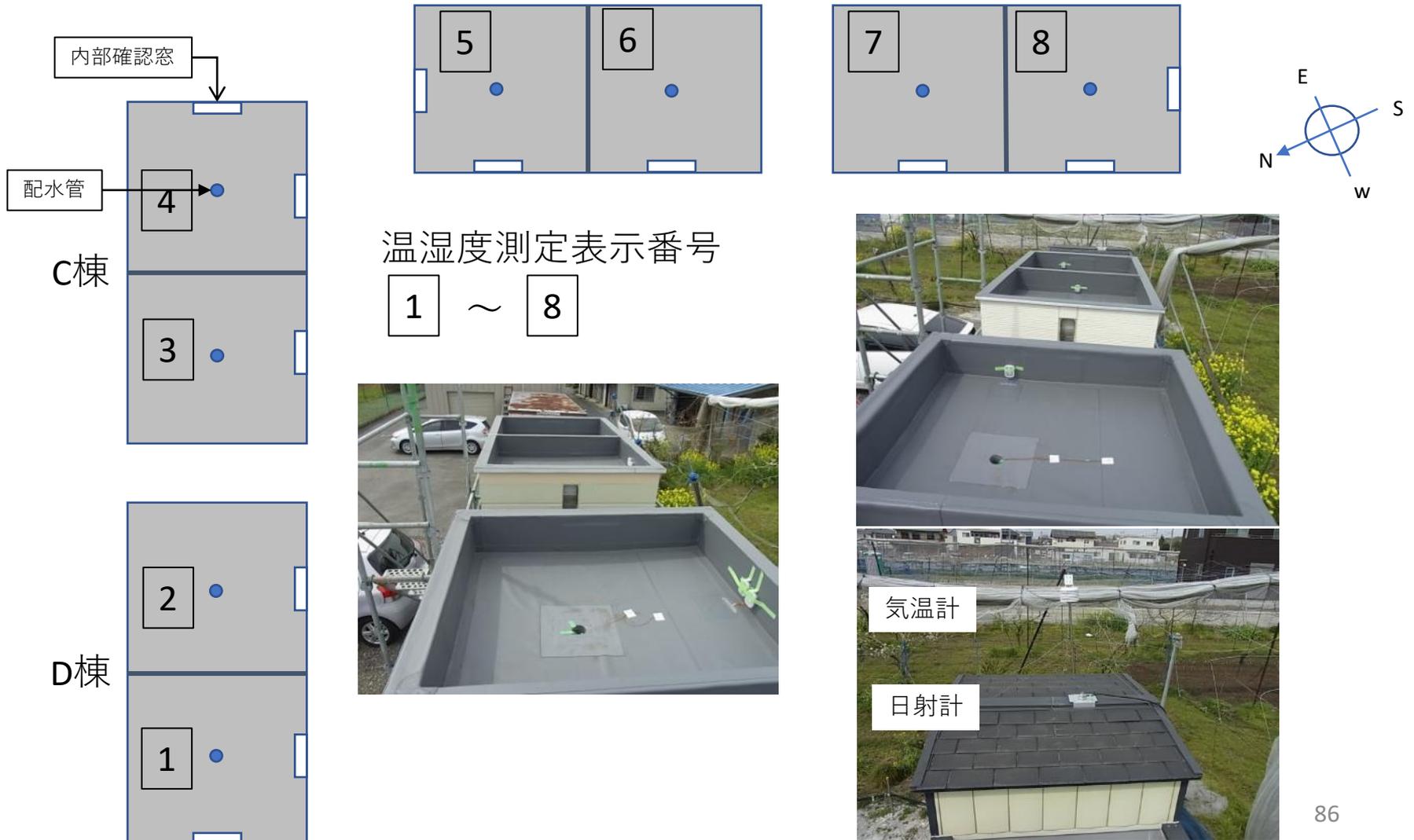
屋上防水エアーコントロール工法のご提案

各種性能評価試験・測定研究機関

- ◇宇都宮大学大学院工学研究科
熱流動解析研究所 杉山均教授
 - ・栃木県消防学校温湿度測定・水分排気量計算
 - ・新型脱気筒内流動性乱流計算
 - ・小山高専電子制御棟 温度流速分布乱流計算
- ◇宇都宮大学大学院工学研究科
物質環境化学専攻 木村隆夫教授
 - ・屋上防水シートに適した環境低負荷型高分子素材の開発
- ◇小山高専電気電子制御学科 鹿野准教授
 - ・屋上温湿度長期測定・小型温湿度測定機器開発
- ◇産総研中部センター 構造材料研究部門
光熱制御材料G 垣内田洋主任研究員
 - ・塩ビシート防水各種工法の温湿度測定2015年～2018年

アイ・レック自社施設研究

塩ビシート防水各種工法の湿潤状況見える化実験施設



アイ・レック自社施設研究

塩ビシート防水各種工法の湿潤状況見える化実験施設

測定箇所番号	構造 塩ビシート2.0mm +以下の工法	温度測定 GL220 midi LOGGER	温湿度測定 TSW-02SP センサー線付	日射計	外気計 温度・湿度
1	コアコーン4.5mm	表面 1	通気層/コンクリート間 1		
2	断熱材 25mm コアコーン4.5mm	表面 1	断熱材内部 1 通気層/コンクリート間 1		
3	断熱材30mm コアコーン4.5mm	表面 1	断熱材内部 1 通気層/コンクリート間 1		
4	断熱材 50mm	表面 1	断熱材内部 1 断熱材/コンクリート間 1		
5	緩衝シート1.0mm	表面 1	緩衝シート/コンクリート 1		
6	コアコーン4.5mm 遮熱材 4.0mm コアコーン4.5mm	表面 1	断熱材内部 1 通気層/コンクリート間 1		
7	コアコーン4.5mm 断熱材 15mm コアコーン4.5mm	表面 1	断熱材内部 1 通気層/コンクリート間 1		
8	コアコーン4.5mm 断熱材 20mm コアコーン4.5mm	表面 1	断熱材内部 1 通気層/コンクリート間 1		
	実験棟に設置			1	1

アイ・レック自社施設研究

可視化:コンクリート躯体・防水層内断面確認

2015/9/1コンクリート打設(150mm)

9/14撮影:屋上表面は硬化しているが、内部は、完全には硬化していない。



アイ・レック自社施設研究

可視化:コンクリート躯体・防水層内断面確認

2015/9/30撮影:9/1打設後30日経過

B棟北面(コンクリートの乾燥が進んでいない。)



アイ・レック自社施設研究

可視化:コンクリート躯体・防水層内断面確認

2016/3/23撮影:2015/9/1打設後 7ヶ月経過

1



2



3



4



アイ・レック自社施設研究

可視化:コンクリート躯体・防水層内断面確認

2016/3/23撮影:2015/9/1打設後7ヶ月経過

5



6



7



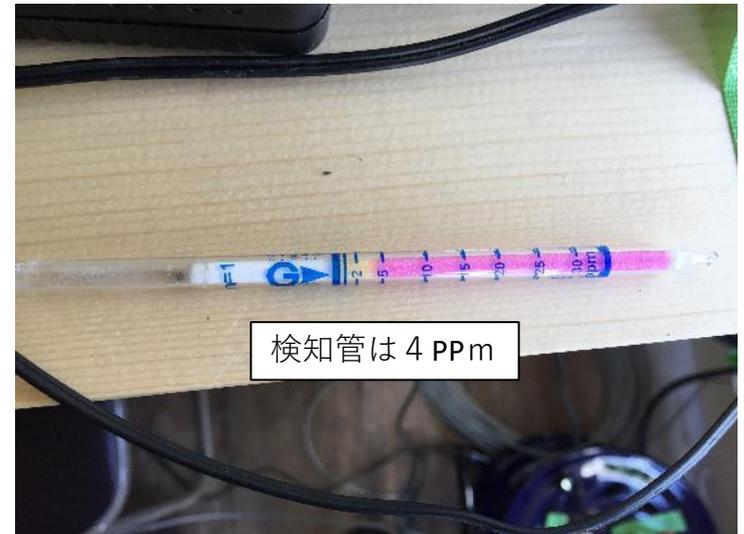
8



アイ・レック自社施設研究

アンモニア検出:防水層の劣化は、熱と水分が主だが、内側からコンクリートのアルカリ成分とアンモニアの影響を受ける。

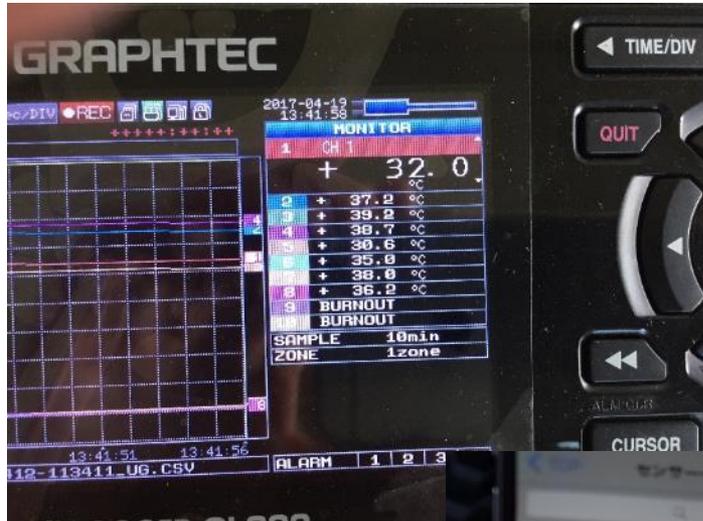
	想定箇所B-5 塩ビシートのみ工法	使用方法
測定日	2017/4/17	
アンモニア 測定値	3.6ppm	検知管は4ppmを指しているが塩ビシート表面が気温30℃であったので、掛け率0.9となる。
測定方法	塩ビシートに穴をあけ、検知管をつけた吸引器で100ccの空気を吸い上げ測定	



アイ・レック自社施設研究

測定機器

防水層表面温度測定



外気温度・湿度・日射量測定



防水層内温湿度測定



無線送信温湿度測定（センサー線付き）



アイ・レック自社施設研究

2017.4.23塩ビシート表面温度測定データ

測定箇所	構造 防水層:塩ビシート 断熱材:ウレタンフォーム 通気材:コアコーン(P・P)	4/23 MAX温度℃	外気温度との 差 ℃	CH-1コアコーン通 気材4.5mmとの 差 ℃	日射量 MAX w/m ²	備考
CH-4	断熱材 50mm	+53.0	+36.5	+12.0		
CH-3	断熱材 30mm コアコーン通気材 4.5mm	+52.0	+35.5	+11.0		
CH-2	断熱材 25mm コアコーン通気材 4.5mm	+50.9	+34.4	+9.9		
CH-8	断熱材 20mm コアコーン通気材 4.5mm	+50.6	+34.1	+9.6		
CH-7	断熱材 15mm コアコーン通気材 4.5mm	+50.3	+33.8	+9.3		
CH-6	コアコーン 4.5mm 遮熱材 4.0mm コアコーン通気材 4.5mm	+49.2	+32.7	+8.2		
CH-1	コアコーン通気材 4.5mm	+41.0	+24.5	0		
CH-5	緩衝シート 1.0mm	+39.7	+23.2	-1.3		
外気温度		+16.5	0			
日射量					1,019	

アイ・レック自社施設研究

2017.4.10～6.5塩ビシート＋断熱材25mm＋通気層4.5mm
温湿度測定データ(ソーラーゼット脱気筒は未設置)

