

OA ダクト結露に関する  
近年トラブル事例・集計・分析  
結果

関東甲信越保温保冷工業協会  
設備部会  
2024.7.1

## 目次

|                                                   |   |
|---------------------------------------------------|---|
| はじめに.....                                         | 1 |
| 【1】 O Aダクト結露事故過去事例 .....                          | 1 |
| 事例 1 製薬工場.....                                    | 1 |
| 事例 2 半導体工場.....                                   | 1 |
| 事例 3 再開発ビル.....                                   | 2 |
| 事例 4 食品倉庫.....                                    | 2 |
| 事例 5 医薬品工場.....                                   | 3 |
| 事例 6 半導体工場.....                                   | 3 |
| 【2】 原因追及及び考察 .....                                | 4 |
| 2-1 個々事案の原因追及及びまとめ .....                          | 4 |
| 2-2 雨季・冬季の湿度の変化が大きい季節を考慮した保温仕様の選定.....            | 4 |
| 2-3 運用計画（機械室の24時間稼働による熱、保冷目的の運用等）を考慮した保温仕様の選定..   | 6 |
| 2-4 客先の運用状況（感染症増加によって湿度を上げての運用等）を考慮した保温仕様の選定..... | 6 |
| 2-5 高層階における気温変化に考慮した保温仕様の選定.....                  | 7 |
| おわりに.....                                         | 8 |

## はじめに

近年OAダクトの結露事故が散見されます。昨今の異常気象を始めとした高温多湿時代の結露の環境的要因等に対応するべく、結露トラブル状況を改めて検証と分析を行いました。本文ではその事例調査について結果をご報告いたします。

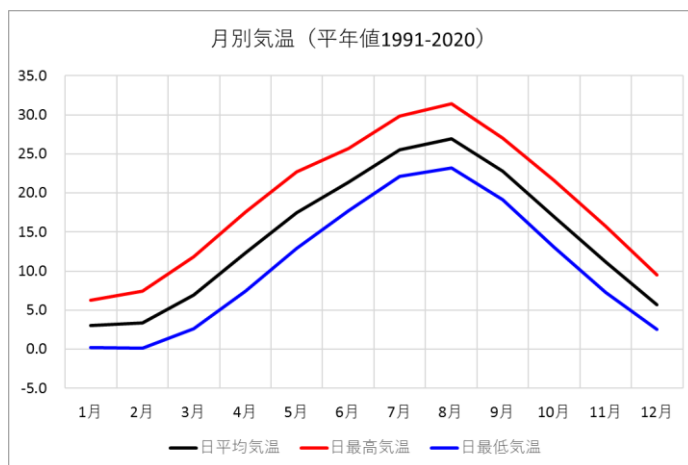
## 1. OAダクト結露事故過去事例

### 事例 1 製薬工場（富山市）

発生日 2010年2月

現場名 製薬工場（富山市）

環境 室内温度22℃ 外気温-5℃



（富山市気温 気象庁）

概要 空調機械室にてOAダクト、ガラリが結露→環境下による結露事故。

原因 冬場の時期であり、暴風雪注意報が連発する地域であった。実内温度は22℃で外気との寒暖差があった。それにより0℃以下の外気がダクト内部に侵入し急激に鉄板が冷え結露が発生したと考えられる。雪による湿気かった外気がダクトの内部に入ると空気の層がありダクトの底場や、フランジ部に結露が発生した。現場指定の保温仕様が24Kだったのに対し、32Kのグラスウールにて施工したが結露が発生した。

ガラリ内部(底場)



ガラリ内部



対策  
対応

結露が発生した OA ガラリの底場口フランジ分にゴム断熱材シート(13 t)を貼り、その上から 32 K 25 t のグラスウールを巻きなおした。

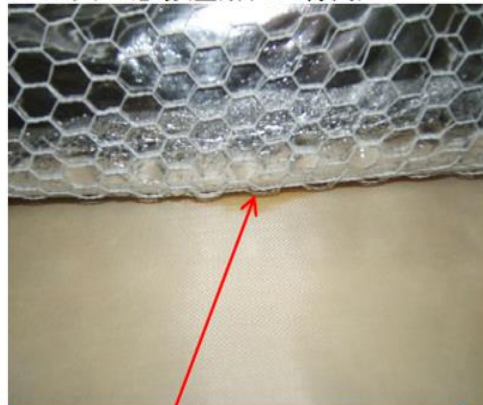
## 改善前

製薬工場 平成22年2月

OAガラリ、OAダクト

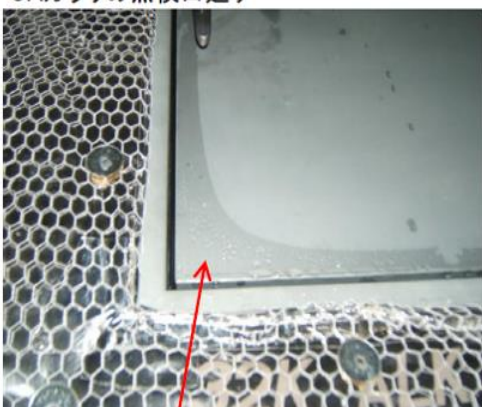


ガラリの底場(壁貼りとの隙間)



OAガラリの底場から結露水が浸みている

OAガラリの点検口廻り



点検扉の表面にも結露が見られる



ダンパーの底場に結露水が浸みて保温材が

## 対応内容

### 『対策』

現状の結露が激しい箇所の保温材を撤去する。  
気候が温くなる頃OAガラリの底場とフランジ部に片面粘着付きゴム断熱材シート(13t)を貼り、その上から32K25tのグラスウールALKを巻く。  
仕上げはビニル被覆金網仕上げ。

## 事例 2 再開発ビル（名古屋市）

|          |                                                                                                                                           |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 発生日時     | 2011 年 2 月                                                                                                                                |
| 現場名      | 再開発ビル（名古屋市）2 5 階建て                                                                                                                        |
| 環境       | 室内温度 25℃～28℃ 湿度 50～60% 外気温最低 3℃ 前後<br>(設計時 室内温度 22℃～23℃ 湿度 40%)                                                                           |
| 概要       | 天井内が結露し天井ボードに染みが発生。OA ダクトの結露が発覚した。                                                                                                        |
| 原因       | 当初の設計と違う環境下であった為結露が発生した。設計当初 23℃、湿度 40% の環境での仕様を設計されていたが、実際結露が発生した場所は室内温度 25～28℃、湿度 50～60% の環境下であった。調査したところ、感染症対策として室内を過剰に加湿していたことも要因の一つ。 |
| 対策<br>対応 | 結露箇所がダクトのフランジ部、エルボ部、接手部にてリークしている箇所で発生しているため、ダクト本体をラッピング。フランジ部はペフ等にて処理し保温。加湿器等の使用もある程度加味した設定が必要となる。その後結露無し。                                |

## 名古屋の平均気温と湿度 (2019)

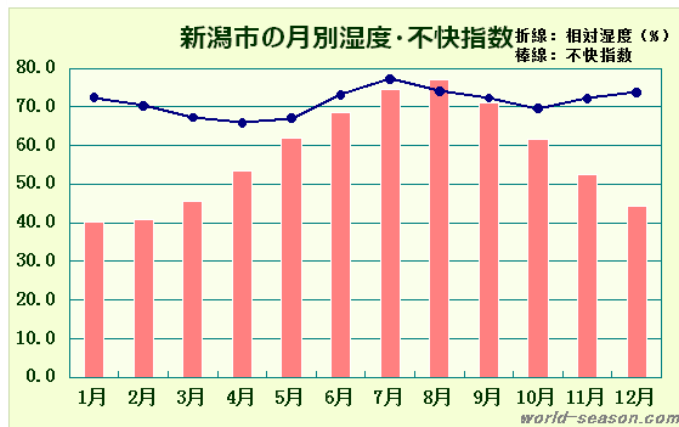
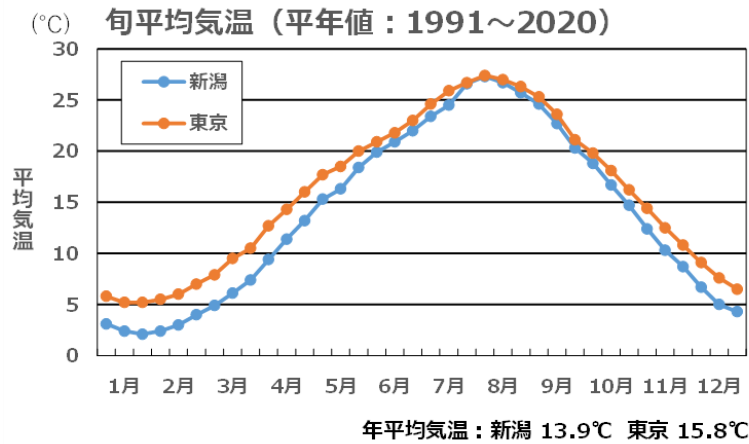
|          | 1月    | 2月    | 3月    | 4月    | 5月    | 6月    | 7月    | 8月    | 9月    | 10月   | 11月   | 12月   |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 平均気温(℃)  | 5.1   | 7.2   | 10.1  | 14.1  | 20.4  | 23.1  | 25.9  | 28.9  | 26.7  | 20.3  | 13.4  | 8.8   |
| 平均気温(°F) | 41.18 | 44.96 | 50.18 | 57.38 | 68.72 | 73.58 | 78.62 | 84.02 | 80.06 | 68.54 | 56.12 | 47.84 |
| 湿度 (%)   | 54    | 51    | 53    | 54    | 50    | 70    | 81    | 73    | 69    | 74    | 64    | 69    |

### 事例 3 医薬品工場 新潟県新潟市

発生日 2012 年 11 月

現場名 医薬品工場 新潟県新潟市

環境 外気温 5～10℃ 外部湿度 70%



**概要** 機械室内の OA ダクト 空調機、外壁周りの鉄骨が結露。

**原因** 機械室内が機器の熱の影響で 2 4 時間想定より暖かく、換気扇等もなかった。また通常では結露しない空調機本体も結露を起こしていたため、湿度も想定と違う可能性がある。

**対策** 保温撤去後にフランジ部にシリコンにてリーク防止を施し、再保温を行う。VD ハンドルシャフト部およびインジケータ部をアーマフレックス 25 t にて保温を行う。(3 2 か所) 今後の対策としては施工前に結露事例や結露のリスクを説明し、施工方法を帰る必要がある。

#### 事例 4 半導体工場（福島県 太平洋海岸そば）

**発生日** 2023年2月

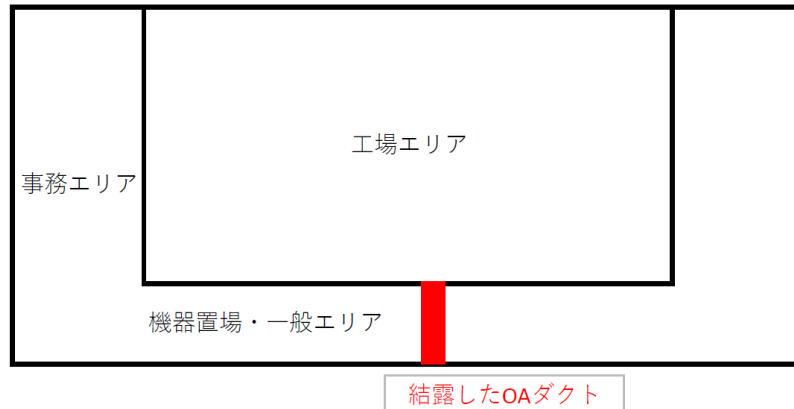
**現場名** 半導体工場（福島県 太平洋海岸そば）

**環境** 室内温度 20℃前後 外気温 0℃以下

**概要** 工場内露出部 OA ダクトが環境下による寒暖の差で結露。

**原因** 冬場の時期であり、冬場の OA ダクト内はマイナスの空気を取り込む為、室内温度との差によって機器置場・一般エリアにて結露を起こした。

【工場レイアウト】

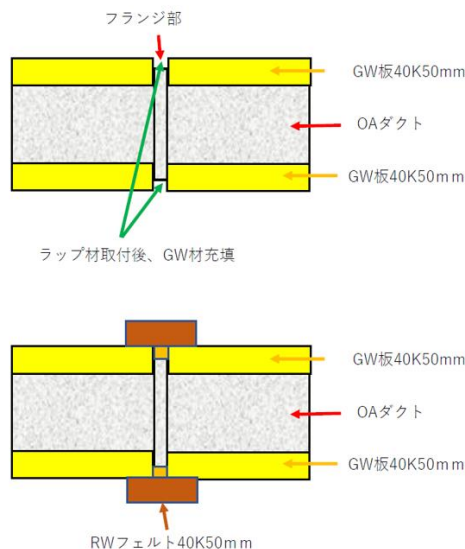


**対策** GWロール 24 K 25mm→GW板 40 K 50mmに変更。アルミ鋊→断熱鋊に変更。

**対応** フランジ部からのリーク防止のため、保温材取り付け前にラップ材を取り付ける。  
外気温・設定室温との差は事前調査が必至。見積の段階で結露の危険性について説明を行い、断熱性能の高い断熱材を提案する。その後結露無し。

#### 改善後

【施工イメージ】



## 事例 5 食品倉庫（チルドルーム）神奈川県

|          |                                                                                  |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 発生日      | 2023 年 6 月                                                                       |
| 現場名      | 食品倉庫（チルドルーム）神奈川県                                                                 |
| 環境       | 外気温 30℃ 天井内 10℃                                                                  |
| 概要       | 保冷倉庫天井内 OA ダクト チルドルーム上、天井内。                                                      |
| 原因       | 保冷倉庫の施工、生外気によりダクト内部に結露が発生した。外気温度高く、室内温度低く結露発生の稀少事例。GWロール 24 K 25mmで施工。ダクト内部結露発生。 |
| 対策<br>対応 | 保冷倉庫に合わせ、ゴム断熱で施工。 結露止まる。                                                         |

## 2. 原因追及及び考察

### 【2-1】個々事案の原因追及及びまとめ

本調査では OA ダクトにおける結露の発生状況を過去事案からまとめました。

弊社の過去事案の主な原因は以下の通りです。

1. 雨季・冬季の湿度の変化が大きい季節を考慮した保温仕様の選定。
2. 運用計画（機械室・工場の 24 時間稼働）による室内温度を考慮した保温仕様の選定。
3. 客先の運用状況（感染症増加によって湿度を上げての運用等）を考慮した保温仕様の選定。
4. 高層階における外気温変化に考慮した保温仕様の選定。

上記、原因について個々に考察をしていきます。

### 【2-2】雨季・冬季の湿度の変化が大きい季節を考慮した保温仕様の選定

本調査の過去事例検証の結果、雨季と冬季において結露が特に顕著であることがわかりました。

雨季と冬季における結露発生の主な原因は以下の通りです。

1. 雨季：外気の高湿多湿によって、ダクト内の冷たい空気との接触面で結露が発生しやすい。さらに降雨時には通常時より湿度が高くなります。これは、雨粒が蒸発して空気中の水蒸気量が増加するためであり、特に気温が高い時期の降雨では、空気がより多くの水蒸気を保持するため、相対湿度が上昇します。

2. 冬季：外気温が低く、建物内の暖かい湿った空気が冷たいダクト表面で急速に冷却され、結露が生じやすいです。降雪時は、湿度の変化は異なる。気温が低いときは通常、空気中に含まれる水蒸気の量は少なくなります。また降雪が始まると、空気中の水蒸気が雪の結晶として凝結するため、相対湿度が一時的に減少することがあるが、降雪が続くと、雪の融解や蒸発によって空気中の水蒸気量が増え、急激に相対湿度が上昇します。

例として過去事例 6 を元に熱計算を行いました。

条件は以下の通りです。

- ・内部温度-2 度（外気から取り込むダクト内部の温度）
- ・外気温度 20 度（ダクト外の室内温度）
- ・相対湿度：60%

表-1 グラスウール保温板 24 k を使用した場合

| 保温厚 mm | 放散熱量 W/m <sup>2</sup> | 保温材表面温度 °C | 判定結果  |
|--------|-----------------------|------------|-------|
| 10     | -55.1                 | 13.1       | 結露しない |
| 15     | -41.0                 | 14.9       | 結露しない |
| 20     | -32.7                 | 15.9       | 結露しない |
| 25     | -27.1                 | 16.6       | 結露しない |
| 30     | -23.2                 | 17.1       | 結露しない |

表 1 の通り、現行の一般的な規格である 24 k 25 t を使用しても理論上は結露を起こさないという結果になりました。

次に降雨・降雪時にて検証を行います。降雨・降雪時の相対湿度を 80%と仮定します。

表-2 グラスウール保温板 24 k を使用した場合

| 保温厚 mm | 放散熱量 W/m <sup>2</sup> | 保温材表面温度 °C | 判定結果       |
|--------|-----------------------|------------|------------|
| 10     | -55.5                 | 13.1       | ** 結露する ** |
| 15     | -41.3                 | 14.8       | ** 結露する ** |
| 20     | -32.9                 | 15.9       | ** 結露する ** |
| 25     | -27.4                 | 16.6       | ** 結露する ** |
| 30     | -23.4                 | 17.1       | 結露しない      |

表-3 グラスウール保温板 40 k を使用した場合

| 保温厚 mm | 放散熱量 W/m <sup>2</sup> | 保温材表面温度 °C | 判定結果              |
|--------|-----------------------|------------|-------------------|
| 10     | -52.1                 | 13.5       | <b>** 結露する **</b> |
| 15     | -38.6                 | 15.2       | <b>** 結露する **</b> |
| 20     | -30.6                 | 16.2       | <b>** 結露する **</b> |
| 25     | -25.4                 | 16.8       | 結露しない             |
| 30     | -21.6                 | 17.3       | 結露しない             |

グラスウール保温板の 24K・40k でそれぞれ検証いたしました。

想定湿度である 60% で計算した場合は 24K でも結露は起こさないという結果でしたが、表 2 では 24K を使用した際の熱計算です。一般的な規格である 25t を利用した場合、結露してしまう想定です。表 3 では 40k にて検証を行いました。40k であれば同じ 25t でも、降雨降雪時でも結露が起こる可能性は低いと考えられます。

上記の通り、雨季・冬季は温度及び湿度の変化による結露の可能性に加え、連続した降雨や降雪を考慮した保温仕様を提案する必要があると考えます。また降雪後の気温の低下等を鑑みると上記の結果以上に相対湿度が上がることを考えられ、降雪が多い地域では特に危惧する必要があります。例えば、降雪日数によって県ごとに分けし、断熱仕様を定めるなどの方法は有効だと思われます。現場調査時、または打ち合わせ時に現場地域の湿度・温度だけではなく降雪・降雨にも備えた熱計算及び断熱等級の提案が必要です。

### 【2-3】運用計画（機械室の 24 時間稼働による熱、保冷目的の運用等）を考慮した保温仕様の選定

本調査の過去事例検証の結果、運用計画に準じていない保温工事及び断熱材の選定によって結露を起こした事例がありました。図面情報だけでなく事前の打ち合わせによって、設備の運用計画等まで把握し、断熱の提案をする必要があります。環境的要因と違いこちらは推測できる事象であり、必要な知識と適切な提案ができれば、防げるトラブルだと思われます。施主様、ゼネコン様、サブコン様、施工業者様で密なコミュニケーションをとり、懸念される可能性をしっかりと把握する必要があります。

### 【2-4】客先の運用状況（感染症増加によって湿度を上げての運用等）を考慮した保温仕様の選定

室内の湿度を想定より高く使用するケースがあり、結露が発生する事案がありました。昨今、感染症の増加等もあり室内湿度を今まで以上に高く設定し利用しているケースが増えています。コロナ時に厚生労働省より推奨された室内湿度は 40-70 度となっており、事業所として利用する場合は室内の湿度はおおむね 50% 以上で使われている想定で今後は保温仕様を提案する必要があると考えます。

**効果的な換気のポイント  
(高齢者施設、学校、保育所等)**

**1. 効果的な換気**

(換気方法)

- 機械換気による常時換気を行う場合、**定期的な機械換気装置の確認やフィルタ清掃等を実施。**  
なお、通常の家庭用冷暖房設備には、換気機能はないことに留意。  
**施設等の換気・空調設備を更新する際には、高い換気能力をもつ空調設備や、熱交換機能をもつ換気設備への交換を推奨。**  
(環境省「高機能換気設備等の導入支援事業」補助金等を活用することも考えられる。)
- 機械換気により下記の換気量の目安が確保できない場合、室温および相対湿度を18～28℃および40～70%に維持できる範囲内で、出来るだけ2方向の窓を常時開放するほか、**換気用ファンやHEPAフィルタ付空気清浄機の使用など補完的な措置を検討。**また、学校(幼稚園を含む)については、「学校環境衛生基準」等に基づく対応を行うこと。

(換気の際の留意点)

- 必要な換気量(一人当たり換気量30m<sup>3</sup>/時を目安)を確保するため、**二酸化炭素濃度を概ね1,000ppm以下に維持。**また、学校(幼稚園を含む)については、常時換気に努めるなど「衛生管理マニュアル」を踏まえた適切な換気等の基本的な感染対策を徹底し、気候等に応じて、上記の補完的な措置も検討して、出来る限り1,000ppm相当の換気等に取り組むことが望ましい。なお、上記の空気清浄機は二酸化炭素濃度を下げることはできないことに留意。
  - 人が集合する場所は一時的に換気不足になりやすいことを踏まえ、特に、食堂、休憩室、更衣室、中廊下等においては、**二酸化炭素濃度測定器(CO<sub>2</sub>センサー)**等により、混雑する時間帯でも二酸化炭素濃度が上記の目安を下回っていることを確認。
  - エアロゾルの浮遊リスクが低い空間(人が少ないところ等)から浮遊リスクの高い空間(人が多いところ等)に向けた気流をつくる。パーティション等は、気流を阻害しないよう配置するとともに、施設の構造等により局所的に生じる換気不足(空気のよどみ)を解消。
  - 施設の構造によって適切な換気の方法が異なることを踏まえ、専門家(※)の助言を受けながら、施設全体の換気の改善に取り組むことを推奨。
- (※)換気設備を設計した事業者等においては、換気状況や二酸化炭素濃度などを確認し、換気に関する改善策の助言を行っている。また、日本建築士会連合会では、換気状況や二酸化炭素濃度などの確認と換気に関する改善策の助言を行う建築士を養成することを目的に講習を実施している。

5

画像 1 (出典：厚生労働省)

## 【2-5】高層階における気温変化に考慮した保温仕様の選定

本調査の凡例でもビル工事にて結露の事象が起きております。一般的に高度が100m上がるたびに1℃気温が下がるとされております。ビル等高度がある設備の保温では、階層ごとに設定温度の変化とそれに伴う相対湿度の上昇を勘案したうえでの保温設備の提案が必要と考えます。

例として過去事例3の環境設定を元に熱計算を行いました。

条件は以下の通りです。

- ・内部温度 5 度 (外気から取り込むダクト内部の温度)
- ・外気温度 28 度 (ダクト外の室内温度)
- ・相対湿度：80% (降雨・降雪時を想定)

表-4 グラスウール保温板 24 k を使用した場合

| 保温厚 mm | 放散熱量<br>W/m <sup>2</sup> | 保温材表面温度 ℃ | 判定結果              |
|--------|--------------------------|-----------|-------------------|
| 10     | -59.3                    | 20.6      | <b>** 結露する **</b> |

|    |       |      |            |
|----|-------|------|------------|
| 15 | -44.3 | 22.5 | ** 結露する ** |
| 20 | -35.3 | 23.6 | ** 結露する ** |
| 25 | -29.4 | 24.3 | ** 結露する ** |
| 30 | -25.2 | 24.9 | 結露しない      |

降雨・降雪時の相対湿度を 80%と仮定し計算を行った場合では、高度による気温の変化を、加味せずとも一般的な規格である 25 t は結露する結果となりました。2-2 でも考察した通り、雨季や冬季における頻繁な降雪・降雨を勘案すると 24 k では保温が難しいと考えられます。

表-5 グラスウール保温板 40 k を使用した場合

| 保温厚 mm | 放散熱量<br>$W/m^2$ | 保温材表面温度 $^{\circ}C$ | 判定結果       |
|--------|-----------------|---------------------|------------|
| 10     | -55.5           | 21.1                | ** 結露する ** |
| 15     | -41.2           | 22.9                | ** 結露する ** |
| 20     | -32.7           | 23.9                | ** 結露する ** |
| 25     | -27.1           | 24.6                | 結露しない      |
| 30     | -23.2           | 25.1                | 結露しない      |

次にグラスウール 40K を使用した場合です。高度による気温の変化を加味しなければ、降雨・降雪を考慮した場合でも、計算上は結露しない結果となりました。

高度が 100m上がり、取り込む外気の温度が  $1^{\circ}C$ 下がった条件にて再計算を行います。  
条件は以下の通りです。

- ・内部温度  $4^{\circ}C$ （外気から取り込むダクト内部の温度）
- ・外気温度  $28^{\circ}C$ （ダクト外の室内温度）
- ・相対湿度：80%（降雨・降雪時を想定）

表-6 グラスウール保温板 40 k を使用した場合

| 保温厚 mm | 放散熱量<br>$W/m^2$ | 保温材表面温度 $^{\circ}C$ | 判定結果       |
|--------|-----------------|---------------------|------------|
| 10     | -62.5           | 20.2                | ** 結露する ** |
| 15     | -46.3           | 22.2                | ** 結露する ** |
| 20     | -36.8           | 23.4                | ** 結露する ** |

|    |       |      |                   |
|----|-------|------|-------------------|
| 25 | -30.5 | 24.2 | <b>** 結露する **</b> |
| 30 | -26.1 | 24.7 | <b>結露しない</b>      |

先の結果で結露を起こさない結果だったグラスウール 40 k にて計算を行いました。

高度が 100m上がったと仮定し 1℃下げた外気温 4℃の条件でも 25 t は結露を起こす結果となりました。気温の変化による相対湿度の変化や、降雪時の急激な気温の低下等まで鑑みると、高所等の施工においてはグラスウールでの保温は難しいかもしれません。

### **3.おわりに**

OA ダクトで起こった結露事例をもとに、調査の集計と考察をおこなってきました。昨今の異常気象も相まって現行の断熱等級では今までは結露を起こさずとも、今後結露を引き起こすような危険性は高まりつつあります。コスト等、その他現場の都合もあるかと思われますが、トラブル防止、ひいてはお客様に快適な環境を提供できるよう、事前の打ち合わせと等級を上げた保温の提案が必要です。特に降雨・降雪の激しい地域では一般的な保温の規格より等級を上げた提案が必要であり、ビル等の高層設備に関しては高度による気温の変化を鑑みた保温の提案が必要になります。現場の環境をよく確認し、適正な仕様を選定の上、正しい要領で施工を行うことが重要です。