

コルエアダクトの経過観察(大成建設株式会社札幌支店殿での施工例)

Passage Observation of CORRU-AIR DUCT (Construction Example at Taisei Corporation Sapporo Branch)

山崎 章*

Akira Yamazaki

大成建設株式会社殿、レンゴー株式会社殿との共同で開発した段ボール製ダクト(商品名:コルエアダクト)の、実使用環境における断熱性能および耐久性能を調査するため、大成建設札幌支店殿にて使用されているコルエアダクトとその周辺の温度・湿度の計測試験を行った。その結果、本条件では結露が発生しなかったことを確認した。本稿では特に結露が発生しやすい条件となる夏季の計測結果について報告する。

To investigate the insulation efficiency and endurance performance in a real system of ducts made of corrugated cardboard (CORRU-AIR DUCT) jointly developed by Taisei Corporation and Rengo Co., Ltd., the temperature, humidity and circumference of the CORRU-AIR DUCT used at the Taisei Corporation Sapporo branch were measured. As a result, it was confirmed the condensation was not generated in this condition. This paper reports measurement results from summer when condensation conditions are easily generated.

1. はじめに

コルエアダクトは段ボールを基材とした空調・換気用ダクトである。基材に用いる段ボールは両面アルミニウム箔をラミネートしており、これにより防湿性および不燃性を付与している。質量は約1kg/m²で、鉄ダクトの約1/5と軽量である。本製品は低圧ダクトとして使用可能な性能を有している。さらに段ボール特有の中空構造による断熱効果により、多くの条件で結露防止のための保温処理が不要となる。生産時に発生するCO₂排出量(LCAデータベース¹)より算出)は保温された鉄ダクトと比べると約1/4であり、環境に配慮した製品である。

過去、断熱性能試験など種々の試験を行っているが、実使用環境における断熱性能および耐久性能を調査するために、大成建設株式会社札幌支店殿にて使用されているコルエアダクトとその周辺の温度・湿度の計測試験を行った。本稿では主に断熱性能についてまとめ、2006

年6月9日から2009年6月30日までの測定結果のうち、特に結露が発生しやすい条件となる2007年8月の一ヶ月間について報告する。

2. 試験概要

外調機と空調機を繋ぐ給気系統のコルエアダクト(400W×150H)の範囲4.5mとその上流に位置する在来ダクト(保温された鉄ダクト)において、以下の項目を測定する。

- 1)ダクト内温度・・・2点
- 2)ダクト表面温度・・・5点
- 3)天井内温度・・・3点
- 4)天井内湿度・・・3点
- 5)外気温度・・・1点
- 6)外気湿度・・・1点
- 7)外観(目視)

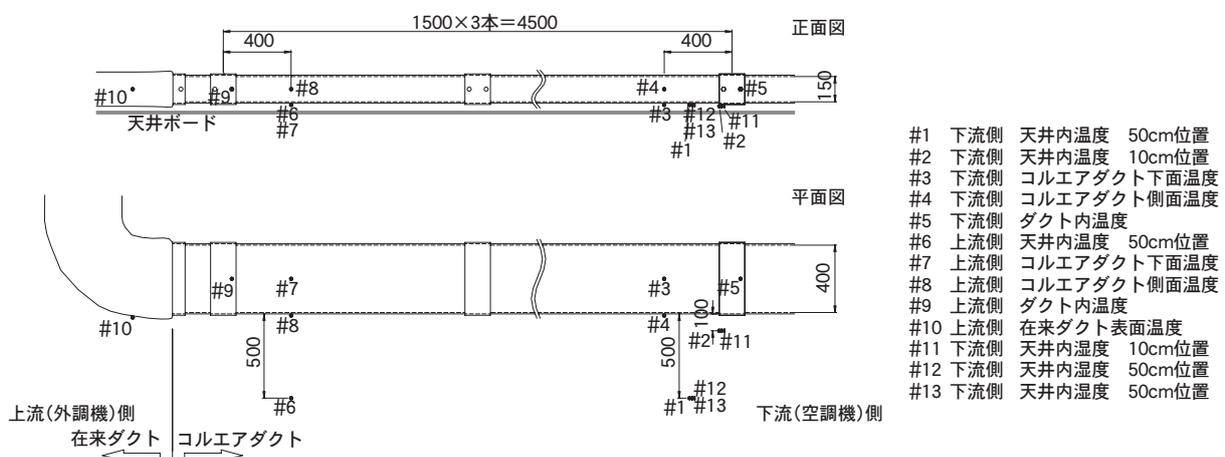


図1 測定位置

* 産業建設資材事業本部 建材事業部 技術本部

3. 測定結果と考察

3.1 外気温度、天井内温度

図2に外気温度と天井内温度の測定結果を示す。

夏季の外気温度は20～35℃であり、昼夜の温度差は10～15℃程度である。天井内温度は、夏季は28℃程度であり、昼夜の温度差は年間を通し2～3℃であった。

3.2 外気湿度、天井内湿度

図3に外気湿度と天井内湿度の測定結果を示す。

外気湿度は25～100%RH程度であり、昼夜の湿度差が40%RH程度ある。天井内湿度は40～70%RH程度であり、昼夜の差は5～10%RHであった。

3.1、3.2より、天井内の温度・湿度ともに外気よりも安定していることがわかる。

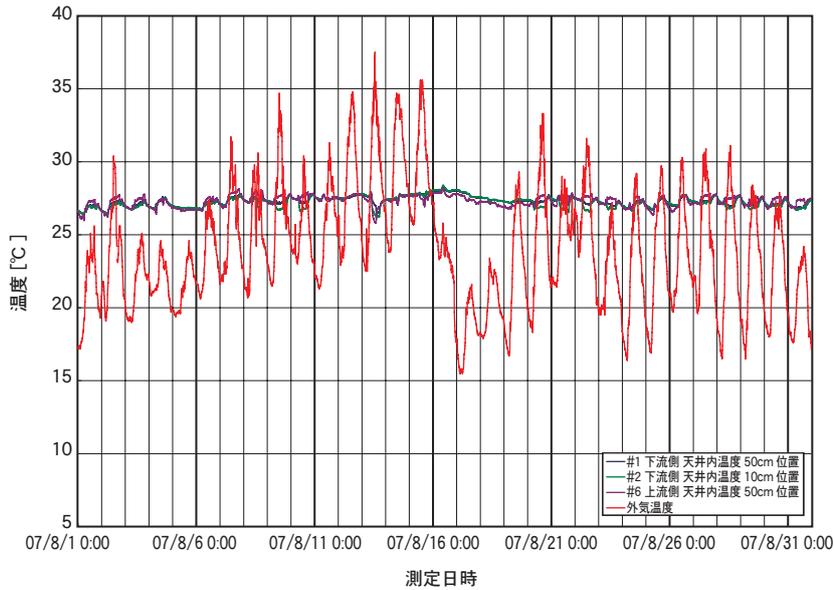


図2 外気温度、天井内温度

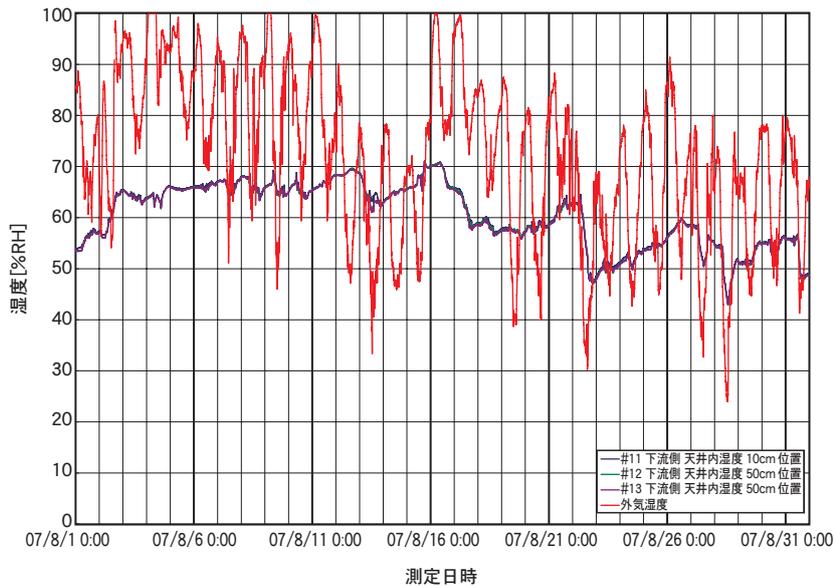


図3 外気湿度、天井内湿度

3.3 外気絶対湿度、天井内絶対湿度

外気絶対湿度と天井内絶対湿度は、外気温度・外気湿度および#1下流側天井内温度50cm位置、#12下流側天井内湿度50cm位置を用い、式3-1により算出する。図4に外気絶対湿度と天井内絶対湿度の算出結果を示す。

図4より、夏季において外気の絶対湿度は13.4 (g/kg (DA)) (2007年8月の平均)であるが昼夜間で大きく変化している。これに対し天井内絶対湿度は13.8 (g/kg (DA)) (同平均)でほぼ同値であるが昼夜間の変化は小さい。しかし外気絶対湿度の変化に伴い、天井内絶対湿度も変化していることがわかる。

絶対湿度 x (g/kg (DA))

$$x = 622 \times \frac{RH}{100} \times E \times \frac{0.0075}{(760 - \frac{RH}{100} \times E \times 0.0075)} \quad (式 3 - 1)$$

$$x = 622 \times \frac{RH}{100} \times E \times \frac{0.0075}{(760 - \frac{RH}{100} \times E \times 0.0075)}$$

ここで、

RH : 相対湿度 (% RH)
 E : 飽和水蒸気圧 (Pa)

$$E = 1000 \times e^{(16.654 - \frac{4030.18}{t + 235})} \quad (式 3 - 2)$$

t : 気温 (°C)

3.4 ダクト内温度

図5にダクト内温度の測定結果を示す。

ダクト内送風温度を上流・下流の4.5 m間で計測したが、天井内温度とダクト内温度の差が大きい夏季において、送風時で0.2°C程度の上昇があった(2007年8月21日10時00分～12時00分の平均)。

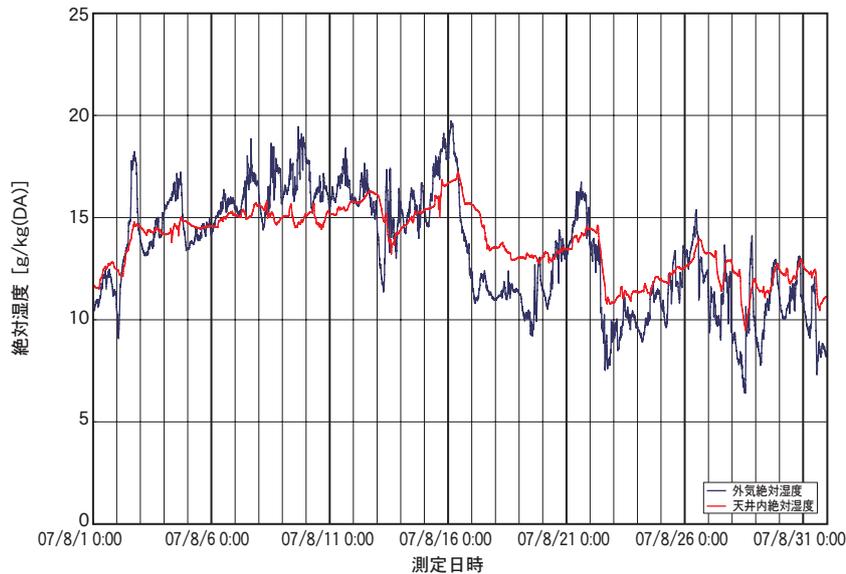


図4 外気絶対湿度、天井内絶対湿度

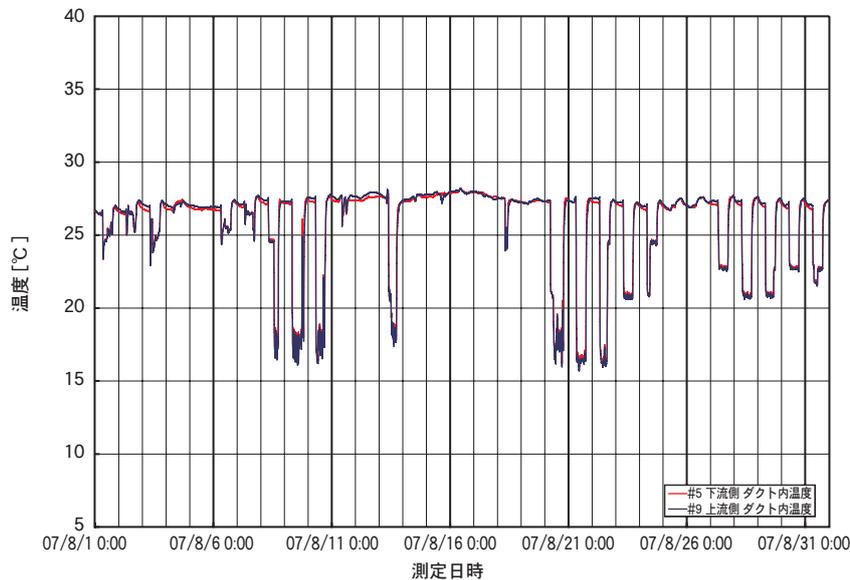


図5 ダクト内温度

3.5 コルエアダクト表面温度

図6にコルエアダクト表面温度の測定結果を示す。

コルエアダクトの部位別に表面温度を比較すると、上流・下流の4.5m間でダクト内温度は0.2℃の上昇に対し、下面温度は0.5℃の上昇、側面温度は1.0℃の上昇であった(2007年8月21日10時00分～12時00分の平均)。

側面温度の上昇がダクト内温度より大きいのは、上流側には90°エルボが接続されており、表面温度を計測している側面のダクト内風速が速いため、上流側の側面温度とダクト内温度の差が小さくなることが一因であると思われる。

また、側面より下面の表面温度が低い。これはコルエアダクト下面と天井ボードの隙間が狭いため相互放射の影響により、コルエアダクト下面が冷却されたためと考えられる。

3.6 天井内温度、コルエアダクト側面温度、在来ダクト表面温度、ダクト内温度

図7に天井内温度、コルエアダクト側面温度、在来ダクト表面温度、ダクト内温度の測定結果を示す。

3.7 コルエアダクトと在来ダクトの貫流熱量の比較

コルエアダクトと在来ダクトの貫流熱量をそれぞれ#8上流側コルエアダクト側面温度・#9上流側ダクト内温度および、#10上流側在来ダクト表面温度・#9上流側ダクト内温度を用い、式3-3により算出する。図8にコルエアダクト貫流熱量、在来ダクト貫流熱量の算出結果を示す。

計算結果より、在来ダクト貫流熱量は13.5(W/m²)、コルエアダクト貫流熱量は28.6(W/m²)となった(2007年8月21日10時00分～12時00分の平均)。これより、

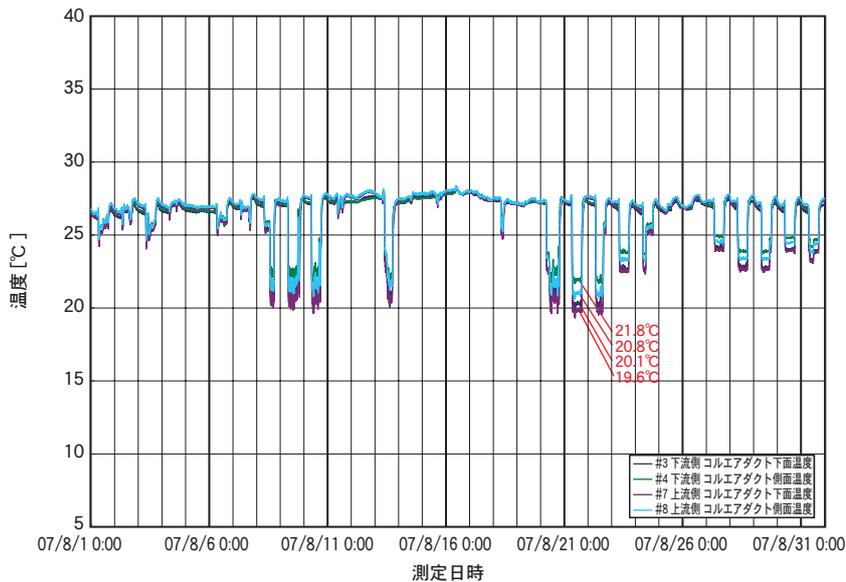


図6 コルエアダクト表面温度

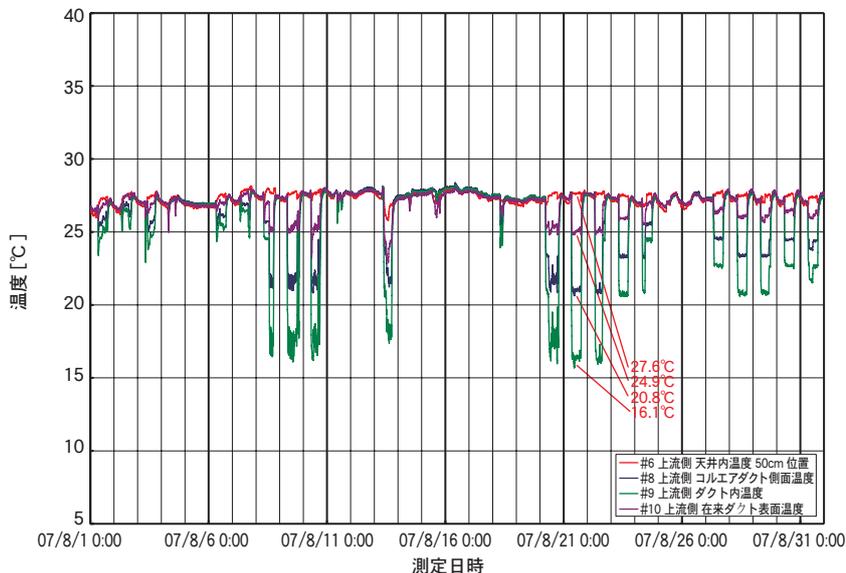


図7 天井内温度、コルエアダクト側面温度、在来ダクト表面温度、ダクト内温度

(コルエアダクト貫流熱量)/(在来ダクト貫流熱量) ≃ 2 となった。

部材テストでのコルエアダクトの熱貫流率は2.04 (W/m²・K)であった²⁾。また、グラスウール保温材(密度24kg/m³、厚さ25mm)の熱貫流率は1.0 (W/m²・K)程度といわれている。熱貫流率を比較すると、(コルエアダクト熱貫流率)/(在来ダクト熱貫流率) ≃ 2となり、本試験と部材テストとの整合性を確認できた。

貫流熱量 Q (W/m²)

$$Q = \lambda \times \frac{(t_2 - t_1)}{L} \quad (\text{式 3 - 3})$$

ここで、

λ : 熱伝導率 コルエアダクト : 0.048 (W/m・K)²⁾
 在来ダクト : 0.042 (W/m・K)³⁾

L : 厚み コルエアダクト : 0.008 (m)
 在来ダクト : 0.025 (m)

t_1 : ダクト内側の表面温度(°C)
 (ダクト内で空気の流れがあるため、ダクト内温度とダクト内表面温度は同値と想定し、ここでは#9上流側ダクト内温度を用いる)

t_2 : ダクト表面温度(°C)
 コルエアダクト : #8上流側 コルエアダクト側面温度
 在来ダクト : #10上流側 在来ダクト保温表面

3.8 コルエアダクト表面温度と露点温度の比較

コルエアダクト表面温度は測定データを用い、露点温度は#1下流側天井内温度50cm位置・#12下流側天井内湿度50cm位置を用い、式3-4により算出する。図9にコルエアダクト表面温度と露点温度の測定・算出結果を示す。

コルエアダクト表面温度を天井内露点温度と比較すると、結露が発生しやすい条件である8月の条件においても表面温度が露点温度を下回ることなく、表面結露は発生しないという結果であった。

露点温度 d (°C)

(式 3 - 4)

$$d = \frac{4,030.18}{(16.654 - \ln(\frac{y}{1,000}))} - 235$$

ここで、

y : 水蒸気分圧 (Pa)

(式 3 - 5)

$$y = \frac{(101,333 \times x)}{(622 + x)}$$

x : 絶対湿度(g/kg(DA))

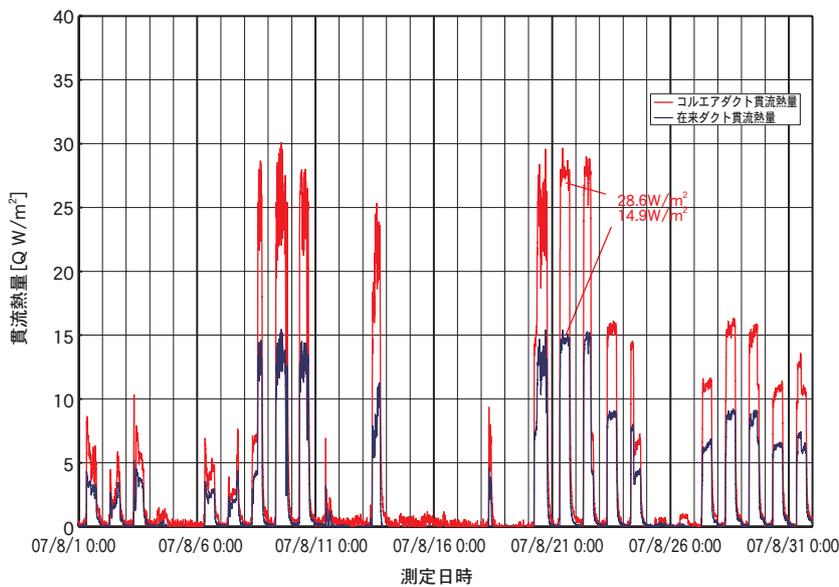


図8 コルエアダクト貫流熱量、在来ダクト貫流熱量

3.9 コルエアダクトの結露性能線図の検証

コルエアダクトの結露性能線図にてコルエアダクト表面の結露判定を行った。今回、環境条件がもっとも厳しい2007年8月の三条件で確認した結果、いずれも“表面結露無し”という判定となった。

3.10 外観検査

計測器回収時にコルエアダクトを目視にて確認したが、結露した形跡は見受けられなかった。また、アルミテープの剥がれや破損など外観にも損傷はなかった。

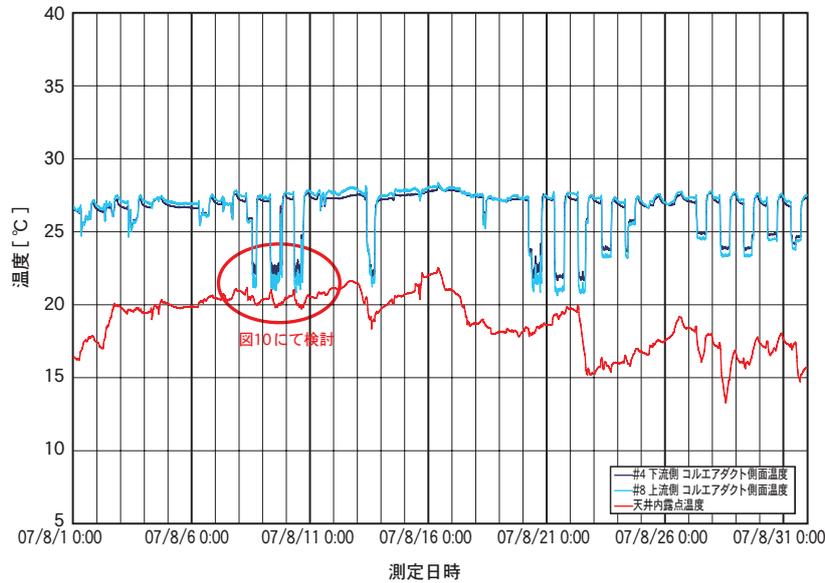


図9 コルエアダクト表面温度と露点温度の比較

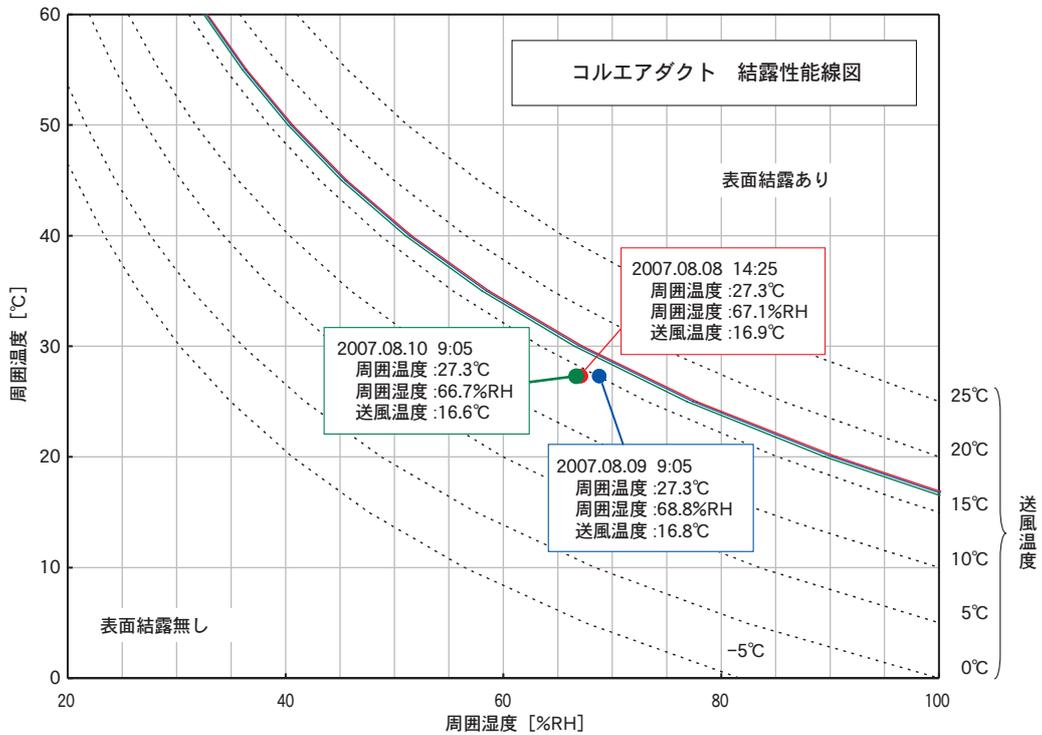


図10 結露性能線図

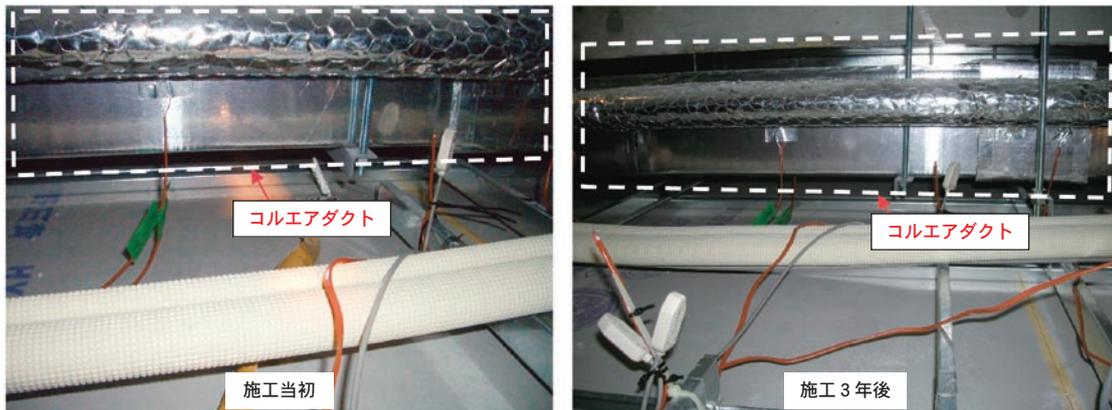


図11 施工当初と3年後の外観比較

4. まとめ

3年間にわたり実測を行ったが、コルエアダクト側面の表面温度が露点温度以下となることはなく、結露性能線図においても結露しないという判定であった。さらに目視にて確認した結果、液滴した形跡はなかった。

本試験で確認したコルエアダクト表面温度と露点温度の比較と、コルエアダクトの結露性能線図での検討結果は一致した。これにより結露性能線図は妥当なものであることを確認できた。

なお、アルミテープの剥がれや破損など外観にも損傷はなかったため、本条件下での使用では十分な保温性能、耐久性能を有することがわかった。

謝辞

共同で開発および試験を行いました、大成建設株式会社、レンゴー株式会社様に、厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 一般建築物用 L C A ツール Ver4.01、2006；(社)日本建築学会 地球環境委員会編
- 2) 財団法人日本建築総合試験所；両面アルミニウムはく張り段ボールの断熱性能試験報告書、試験番号 IV B - 06 - 0048
- 3) 空気調和・衛生工学便覧 第13版；(社)空気調和・衛生工学会

執筆者

山崎 章

Akira Yamazaki

1998年入社

空調・建築関連製品の開発に従事

