

# ALC パネルからの放湿に起因する壁体内結露対策に関する研究

下町 浩二  
Koji Shimomachi

## 概 要

ALC パネル（軽量気泡コンクリート）は軽量かつ断熱性・耐火性に優れ、建築物の外壁材等に使用される。しかしながら、ALC パネルは一般に初期含水率が高く、建物の完成後も保有水分を放湿し、高温となった壁体内等で夏型結露を引き起こす場合があることが知られている。

本報では、外壁材に ALC パネルを使用し内装材を設ける壁体構成を対象とし、ALC パネルと断熱材の間に空気層を設け放湿を促進し、排気扇により湿気を排出する結露対策の効果を試験により確認した。試験の結果、空気層及び排気扇を設けない場合、壁体内の露点温度は室温を約 3°C 上回り結露が発生する状況であったのに対し、対策を行った場合、露点温度は室温を約 1°C 下回り、結露の発生リスクを低減可能であることが確認できた。

## Study on Measures to Prevent Condensation inside Walls Caused by Humidity from ALC Panels

### Abstract

ALC panels (Autoclaved Lightweight aerated Concrete) are lightweight and have high thermal insulation and fire resistance, so they are used for exterior walls of buildings. However, since ALC panels initially have high moisture content, it is known that they release moisture inside the wall and cause condensation during summers.

This study focused on exterior walls using ALC panels. Through experiments, the effectiveness of a method in which an air layer is provided between the ALC panel and thermal insulation to promote moisture dissipation, and a fan is installed to extract the moist air was confirmed. Without the air layer and fan, the dew point temperature inside the wall was about 3°C higher than the room temperature, and condensation occurred. On the other hand, when the countermeasures were taken, the dew point temperature was about 1°C lower than room temperature, and the risk of dew condensation was reduced.

キーワード：ALC, 内部結露, 含水率

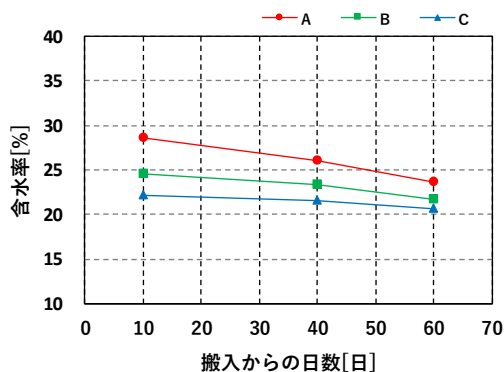
## 1. はじめに

ALC パネル（軽量気泡コンクリート）は軽量かつ断熱性・耐火性に優れ、建築物の外壁材等に使用される。しかしながら、ALC パネルは一般に初期含水率が高く、建物の完成後も保有水分を放湿し、高湿となった壁体内等で夏型結露を引き起こす場合があることが知られている<sup>1)</sup>。既往の研究として、ALC パネルの結露過程に関する研究<sup>2)</sup>や、壁体内結露性状の把握を目的とした実験的研究<sup>3)</sup>等が報告されているが、具体的な結露対策についての研究は少ない。本報では、外壁材に ALC パネルを使用し内装材を設ける壁体構成を対象とし、対策として考案した湿気の排出方法について、効果の確認試験を行った結果を報告する。

## 2. 壁体内結露の発生要因

壁体内結露の発生要因としては、ALC パネルの含水率の高さ及び壁体内での湿気の滞留が挙げられる。ALC パネルは製造直後の初期含水率が 40% 程度あり、10%以下に乾燥するまで 250 日以上を要する。十分に乾燥するまで保管を行った上で出荷することは困難であるため、出荷時の含水率の管理値は設けられておらず、含水率の高いものが現場に搬入される場合がある。

図 1 に施工中の建物で測定した ALC パネルの含水率を示す。計 3 枚の測定を行ったが、搬入から 10 日後の含水率は 25%前後と高かった。さらに、60 日経過した後も 20%以上あり、乾燥に時間を要することが確認された。



建物名称	大和物流株式会社南津森物流センター (大阪府大阪市)
ALCパネルの搬入日	2013年4月6日
含水率の測定日	2013年4月16日、5月16日、6月5日
測定機器	コンクリート・モルタル水分計HI-520 (ケット科学研究所製)

図 1 ALC の含水率測定結果

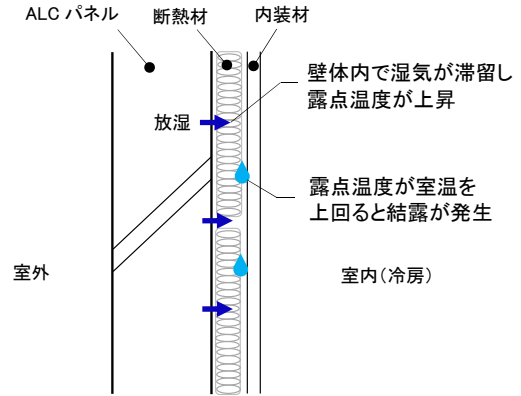


図 2 壁体内での結露発生メカニズム

図 2 に壁体内での結露発生メカニズムを示す。断熱材が壁体内に隙間なく充填された場合、湿気は滞留し、壁体内の露点温度が上昇する。やがて壁体内の露点温度が、冷房により低温となった室内温度を上回ると、内装材の裏面等で結露が生じる。また、壁体内の湿気が排出されないため、ALC パネルの乾燥が促されず、結露は長期間発生する。

## 3. 壁体内結露対策方法

図 3 に考案した壁体内結露対策を示す。ALC パネルと断熱材の間に空気層を設け、放湿を促進する（図中①）。さらに、内装材上部に空気層から天井裏へ通じる通気経路を設ける（図中②）。加えて、天井裏に排気扇を設置し（図中③）、空気層及び天井裏を経由して湿気を室外に排出する。湿気の排出により壁体内の露点温度を室内温度以下とすることで、結露の発生を抑制できる。

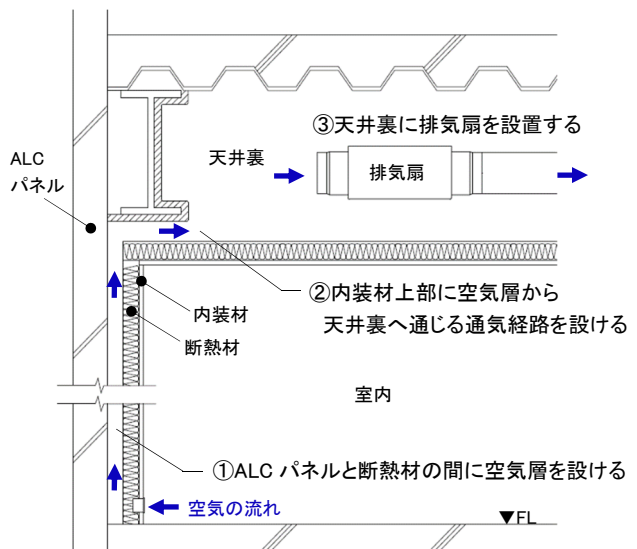


図 3 壁体内結露対策

#### 4. 壁体内結露対策の効果検証

部分試験により湿気の排出に有効な空気層厚さ及び排気量を検討した後、実大模型試験により結露の抑制効果を確認した。

##### 4.1 空気層厚さ及び排気量の検討

図4に空気層厚さ及び排気量の検討に用いた試験体の概要を、表1に試験条件を示す。試験体は、ALCパネルの一面に空気層及び断熱材を配置した。空気層厚さは、空気層なし（断熱材をALCパネルに密着）、30mm、70mmに加え、参考として断熱材を設けず一面を開放した試験体の計4種類とした。試験体を温度管理した室内に設置し、重量含水率及び放湿速度の推移を測定した。

図5に含水率の推移を示す。試験開始から49日経過後、重量含水率の低下量は、空気層なしは約3%、30mmは約10%、70mmは約15%であった。空気層なしの場合では含水率の低下量が小さく放湿が妨げられているのに対し、空気層を設けた場合では厚さ30mmでも十分な含水率の低下が見られ、ALCパネルの乾燥が促進されることが確認できた。

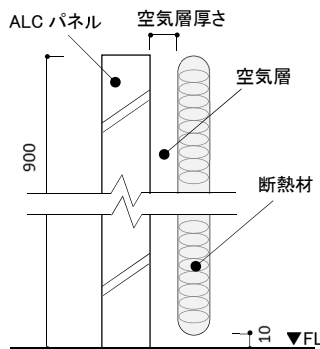


図4 試験体断面図

表1 試験条件

試験場所	大和ハウス工業 総合技術研究所 熱環境計測室
試験期間	49日間
試験室温湿度	温度：20℃ 相対湿度：約40%（成行のため変動）
ALCパネル形状	幅600mm、高さ900mm、厚さ100mm （空気層を設ける面以外はポリエチレンフィルムで断湿）
空気層厚さ	なし、30mm、70mm、一面開放
断熱材	普通グラスウール10kg品 厚さ50mm （ポリエチレンフィルム付）
ALCパネル初期含水率	空気層なし：41.5% 空気層厚さ30mm：40.9% 空気層厚さ70mm：41.2% 一面開放：40.3%
含水率の算出方法	重量測定値と絶対時重量の差を含水重量とみなし、含水重量を総重量で除することで含水率を算出（絶対時の密度は520kg/m <sup>3</sup> とした）

図6に放湿速度の推移を示す。試験開始から49日経過後、ALCパネルの単位面積あたりの放湿速度は、70mmでは約5g/m<sup>2</sup>hであった。一面開放の試験体と概ね同等であったことから、空気層を設けた場合の放湿速度は、最大で5g/m<sup>2</sup>h程度と推測される。よって以降に示す排気量の検討においてはこの値を用いた。

空気層内に放湿された湿気の排出に必要な排気量をザイデルの式(1)により算出した。ALCパネルからの放湿速度を5g/m<sup>2</sup>h、室内の温湿度を冷房時の26℃50%（絶対湿度0.011kg/kg(DA)）とした場合、壁体内結露が生じない許容値として空気層内の露点温度を26℃（絶対湿度0.021kg/kg(DA)）以下とするために必要な排気量は、0.38m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h以上となる。

$$Q = \frac{w}{\rho(x_a - x_i)} \quad (1)$$

Q：必要排気量 [m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h] w：放湿速度 [g/m<sup>2</sup>h]  
x<sub>a</sub>：空気層内の絶対湿度の許容値 [g/kg(DA)]  
x<sub>i</sub>：室内の絶対湿度 [g/kg(DA)] ρ：空気密度 [g/m<sup>3</sup>] (=1200)

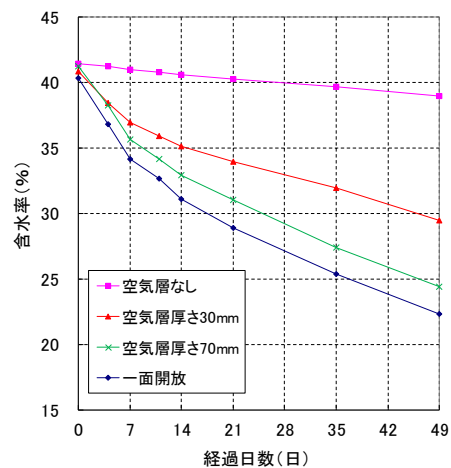


図5 含水率の推移

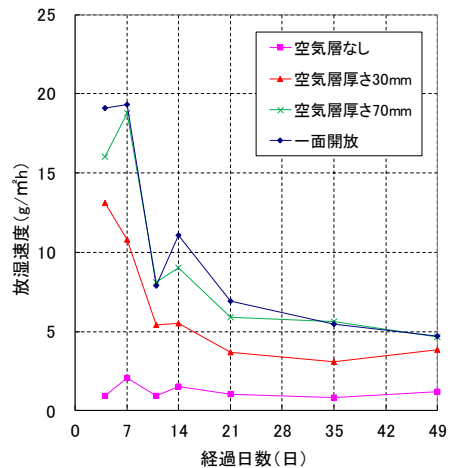


図6 放湿速度の推移

## 4.2 実大模型試験による結露抑制効果の確認

図7及び図8に試験体断面図を、表2に試験パターン及び試験条件を示す。試験体は、空気層なし（ALCパネルと内装材の間に断熱材を隙間なく充填）、空気層あり（空気層厚さは50mmと設定）の2種類とした。空気層ありの試験体の天井裏には排気扇を設け、排気量はALCパネルの単位面積あたり0.4m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h相当とした。なお、内装材には、幅木とコンセントの隙間を想定し、有効開口面積1.0cm<sup>2</sup>相当の開口を下部に設けた。空気層の露点温度の測定位置は、空気層最上部とした（図8）。

温湿度条件は、冷房時を想定し室内側の温湿度を26°C/50%、ALCパネルの室外側の表面温度を30°Cとし（面状発熱体により加熱）、空気層の露点温度が室内温度以下となるかを確認した。

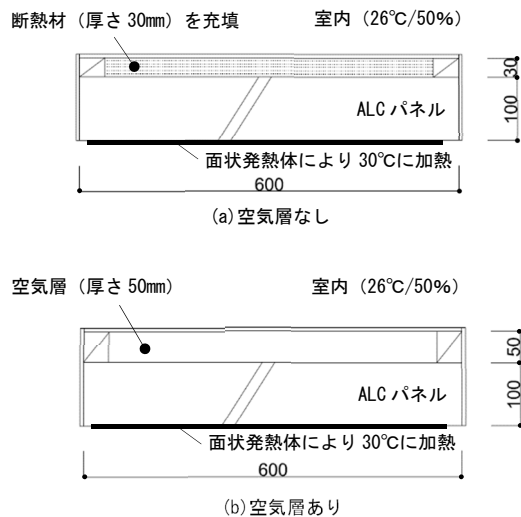


図7 試験体水平断面図

表2 試験パターン及び試験条件

試験体 No	試験体名称	空気層厚さ [mm]	排気量 [m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h]
1	空気層なし	0	0.0
2	空気層あり	50	0.4

試験場所	大和ハウス工業 総合技術研究所 恒温恒湿試験室
試験期間	3日間
室内温湿度	温度：26°C 相対湿度：50%
ALCパネル 室外側表面温度	30°C (面状発熱体(アサヒ物販)により加熱)
ALCパネル形状	幅600mm、高さ2700mm、厚さ100mm
ALCパネル 初期含水率※	空気層なし：28.0% 空気層あり：27.9%
排気量	1.3m <sup>3</sup> /h (ALCパネルの単位面積あたり、0.4m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h)
温湿度測定	測定機器：温湿度センサーTHT-B (新栄テクノロジー) 測定間隔：30分

※水分計による測定値

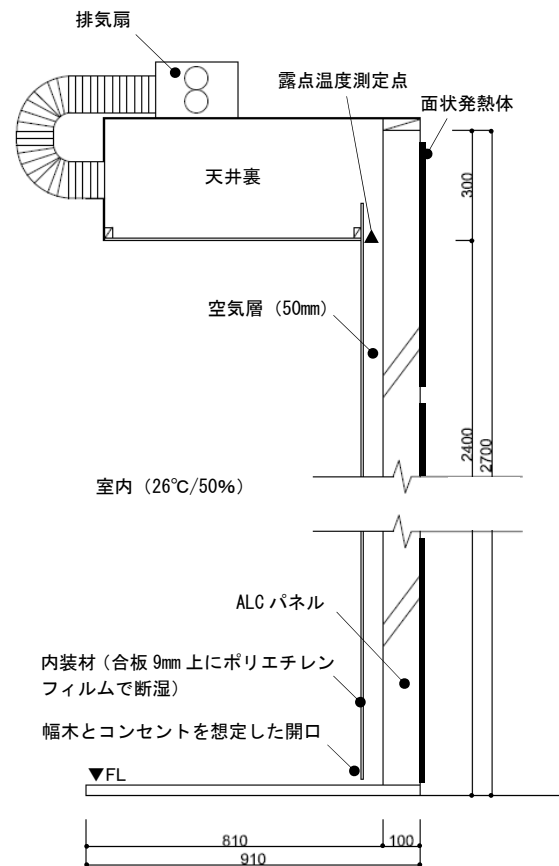


図8 試験体垂直断面図（空気層あり）

表3に露点温度の測定結果を示す。測定値は試験を開始してから十分な時間が経過し安定した時点の値とした。空気層なしの場合、露点温度は29.3°Cとなり、室温を約3°C上回り、結露が発生する温湿度環境であった。一方、空気層ありの場合、露点温度は25.6°Cとなり、室温を約1°C下回り、結露の発生リスクを低減できることが確認できた。

表3 空気層内の露点温度

試験体 No	試験体名称	温度 [°C]	相対湿度 [%]	露点温度 [°C]
1	空気層なし	29.3	100.0	29.3
2	空気層あり	27.7	88.5	25.6
試験室内		26.5	50.9	15.5

## 5. まとめ

ALC パネルからの放湿に起因する壁体内結露対策として、ALC パネルと断熱材の間に空気層を設け放湿を促進し、天井裏に設置した排気扇により湿気を排出する方法の効果を試験により確認した。

試験の結果、空気層及び排気扇を設けない場合、壁体内の露点温度は室温を約 3°C 上回り、結露が発生する状況であった。一方、対策として空気層を 50mm 設け、ALC パネルの単位面積あたり 0.4m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h 相当の排気を行った場合、壁体内の露点温度は室温を約 1°C 下回り、結露の発生リスクを低減できることが確認できた。

## 参考文献

- 1) 権藤尚：結露が起こる理由と発生の抑制技術，鹿島研究所年報第 65 号，pp.24-27，2017
- 2) 松本衛：ALC 板の結露過程に関する研究（表面結露に近い状態での結露過程の解析），日本建築学会近畿支部研究報告集，pp.125-128，1982
- 3) 村松健次：ALC 鉄骨造外壁の断熱性・防露性に関する研究（その 2）断熱防露試験室における夏・冬期の結露実験，日本建築学会大会学術講演梗概集（東北），pp.289-290，2000

## 執筆者紹介

### ひとこと

近年、気候変動への対策の重要性が高まっています。結露対策に限らず、人々が快適に過ごせるような技術開発を行います。



下町 浩二  
修士（建築環境工学）