

夏季冷房時の壁体内結露リスクと対策

夜久 幸希
Koki Yaku

概 要

近年、夏季の外気露点温度は全国的に上昇傾向であり、8月平均値で24°Cを超える地点も増加している。一方、外気露点温度を下回るような低温で冷房する住まい方のニーズが存在する中、我が国で一般的である冬型結露への対策を重視した壁体等の防露設計では、夏型結露を引き起こすリスクが高まっていることが考えられる。そこで本研究は、一般的な外壁構成に対して、夏季冷房時における壁体内結露対策として内張り断熱材を付加した仕様の結露防止効果について、一次元定常計算を用いた評価を実施した。その結果、一般的な外壁構成に対して内張り断熱材を付加することで、低温冷房時における壁体内結露のリスクを低減できることを確認した。

Risk and Countermeasures for Interstitial Condensation in Walls during Summer Cooling

Abstract

In recent years, the external air dew point temperature during summer has been on an upward trend nationwide, with an increasing number of locations recording August averages exceeding 24°C. Amid growing demand for cooling homes to temperatures below the external air dew point. However, conventional wall condensation control designs in Japan primarily focus on winter-type condensation, potentially increasing the risk of summer-type condensation.

This study evaluated the effectiveness of adding interior insulation material to a standard exterior wall configuration as a countermeasure against condensation within the wall during summer cooling. Using one-dimensional steady-state calculations, the results confirmed that adding interior insulation can reduce the risk of condensation within the wall during low-temperature cooling.

キーワード：夏型結露、外壁、冷房、防露設計、壁体内結露

1. はじめに

近年、夏季の外気露点温度は全国的に上昇傾向¹⁾であり、8月平均値で24°Cを超える地点も増加している。一方、環境省の統計調査²⁾において、エアコンの冷房設定温度を24°C以下とする割合は6%と全体に占める割合は低いものの、外気露点温度を下回るような低温で長時間冷房する住まい方のニーズは一定数存在する。このような住まい方において、我が国で一般的である冬型結露への対策を重視した壁体等の防露設計では、夏型結露を引き起こすリスクが高まっていることが考えられる。

そこで、本研究では、夏季冷房時における壁体内結露リスクの評価および結露対策手法について検討する。本報では、住宅性能表示制度における断熱等性能等級5および等級6相当の仕様を想定した一般的な外壁構成に対して、夏季の壁体内結露対策として内張り断熱を付加した仕様（以下、内張り付加断熱仕様）の効果について、一次元定常計算の評価結果を示す。

2. 計算概要

表1に計算条件を示す。夏季の外気温湿度条件は気象庁の観測データより、東京の2024年8月平均値を用いた。室内条件は低温での冷房運転を想定して22°Cとした。また、冬季の室内外条件は断熱等性能等級における結露の発生を防止する対策に係る内部結露計算条件³⁾に準じた条件設定とした。なお、本検討では通気層外側の外壁材は考慮せず、通気層内は外気条件に等しいものとみなした。

図1、表2に、外壁A（断熱等性能等級5想定）の構成材料および各材料の主な物性値を示す。標準仕様は充填断熱工法とし、充填断熱材に高性能グラスウール、室内側に防湿シート（JISA6930 A種相当の透湿抵抗）を設けた。一方、内張り付加断熱仕様は防湿シートの代わりに熱伝導率が低く透湿抵抗が高いフェノールフォーム30mmを内張り断熱材として付加する構成とした。

図2、表3に、外壁B（断熱等性能等級6想定）の構成材料および各材料の主な物性値を示す。標準仕様は、充填断熱に加えて外張り断熱材にフェノールフォームを用いた付加断熱工法とし、室内側に防湿シート（JISA6930 B種相当の透湿抵抗）を設けた。内張り付加断熱仕様は外壁Aと同様、防湿シートの代わりにフェノールフォーム30mmを付加する構成とした。

表1 計算条件

夏季	外気条件	29.0°C/79% 気象庁観測データ「東京」の2024年8月平均値
	室内条件	22°C/60%
冬季	外気条件	6.1°C/70% 標準年EA気象データ（2010年版）「東京」の最寒月平均気温
	室内条件	15°C/60%
表面熱伝達抵抗		内外とも0.11m ² K/W

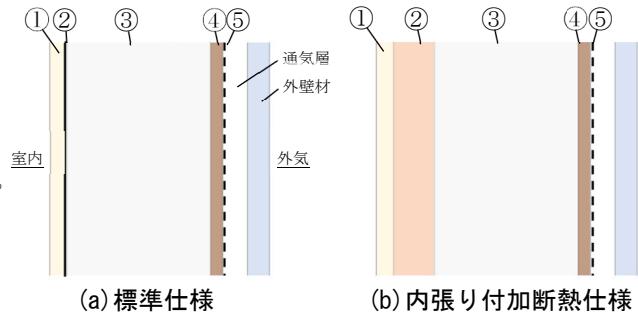


図1 外壁A

表2 外壁Aの材料物性値

構成材料	厚み [mm]	熱伝導率 [W/mK]	熱抵抗 [m ² K/W]	透湿比抵抗 [msPa/ng]	透湿抵抗 [msPa/ng]
①せっこうボード	12.5	0.220	0.0568	0.0252	0.0003
②防湿シート	-	-	-	-	0.0820
③高性能グラスウール	105.0	0.038	2.7632	0.0059	0.0006
④合板	9.0	0.160	0.0563	1.1099	0.0100
⑤外壁材	-	-	-	-	0.0002

構成材料	厚み [mm]	熱伝導率 [W/mK]	熱抵抗 [m ² K/W]	透湿比抵抗 [msPa/ng]	透湿抵抗 [msPa/ng]
①せっこうボード	12.5	0.220	0.0568	0.0252	0.0003
②フェノールフォーム	30.0	0.020	1.5000	0.6667	0.0200
③高性能グラスウール	105.0	0.038	2.7632	0.0059	0.0006
④合板	9.0	0.160	0.0563	1.1099	0.0100
⑤外壁材	-	-	-	-	0.0002

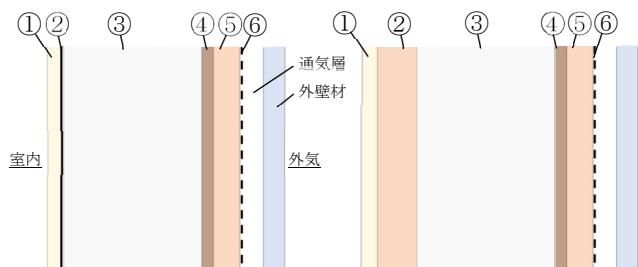


図2 外壁B

表3 外壁Bの材料物性値

構成材料	厚み [mm]	熱伝導率 [W/mK]	熱抵抗 [m ² K/W]	透湿比抵抗 [msPa/ng]	透湿抵抗 [msPa/ng]
①せっこうボード	12.5	0.220	0.0568	0.0252	0.0003
②防湿シート	-	-	-	-	0.1440
③高性能グラスウール	105.0	0.038	2.7632	0.0059	0.0006
④合板	9.0	0.160	0.0563	1.1099	0.0100
⑤フェノールフォーム	20.0	0.020	1.0000	0.6667	0.0133
⑥透湿防水シート	-	-	-	-	0.0002

構成材料	厚み [mm]	熱伝導率 [W/mK]	熱抵抗 [m ² K/W]	透湿比抵抗 [msPa/ng]	透湿抵抗 [msPa/ng]
①せっこうボード	12.5	0.220	0.0568	0.0252	0.0003
②フェノールフォーム	30.0	0.020	1.5000	0.6667	0.0200
③高性能グラスウール	105.0	0.038	2.7632	0.0059	0.0006
④合板	9.0	0.160	0.0563	1.1099	0.0100
⑤フェノールフォーム	20.0	0.020	1.0000	0.6667	0.0133
⑥透湿防水シート	-	-	-	-	0.0002

3. 計算結果

3.1 夏季の結果

図3に外壁A（充填断熱工法）の夏季条件における壁体内の各境界温度および露点温度勾配を示す。標準仕様の場合、防湿シート裏面（外気側）の境界温度22.4°Cに対して、同境界の露点温度は24.0°Cと境界温度を上回っていることから壁体内結露のリスクが高いといえる。一方、内張り付加断熱仕様は、最も境界温度と露点温度の差が小さくなっている内張り断熱材裏面（外気側）においても、境界温度24.5°Cに対して同境界の露点温度は21.8°Cと境界温度を十分に下回っており、壁体内結露のリスクが低減している。

図4に外壁B（充填断熱+外張り断熱工法）の夏季条件における壁体内の各境界温度および露点温度の分布を示す。標準仕様の場合、防湿シート裏面（外気側）の境界温度22.3°Cに対して、同境界の露点温度は23.7°Cと境界温度を上回っていることから壁体内結露のリスクが高いといえる。一方、内張り付加断熱仕様は、内張り断熱材裏面（外気側）の境界温度24.1°Cに対して同境界の露点温度は19.8°Cと境界温度を十分に下回っており、壁体内結露のリスクが低減している。

また、外壁Bについては外張り断熱材により外気から壁体内への透湿量が減少し、外壁Aよりも壁体内の露点温度が低下しやすい傾向がある。

3.2 冬季の結果

図5に外壁A（充填断熱工法）の冬季条件における壁体内の各境界温度および露点温度勾配を示す。両仕様ともに、いずれの境界温度も同境界の露点温度を上回っており、壁体内結露のリスクは低いといえる。ただし、内張り付加断熱仕様は標準仕様と比較して、特に充填断熱材と合板との境界温度と露点温度の差が小さくなっているため、冬季の外気温が低い建設地においては室内側に防湿シートを別途設ける、あるいは内張り断熱材と充填断熱材の厚みを調整する等、冬季にも配慮した仕様にする必要があると考えられる。

図6に外壁B（充填断熱+外張り断熱工法）の冬季条件における壁体内の各境界温度および露点温度勾配を示す。両仕様ともに、いずれの境界温度も同境界の露点温度を上回っており壁体内結露のリスクは低いといえる。ただし、外壁Aと同様、内張り付加断熱仕様において、充填断熱材と合板との境界温度と露点温度の差が小さくなっている。

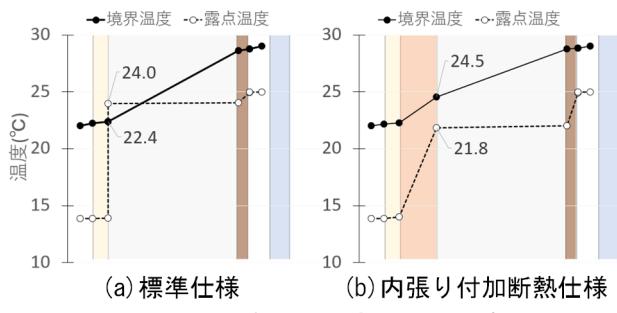


図3 夏季条件の温度勾配・外壁A

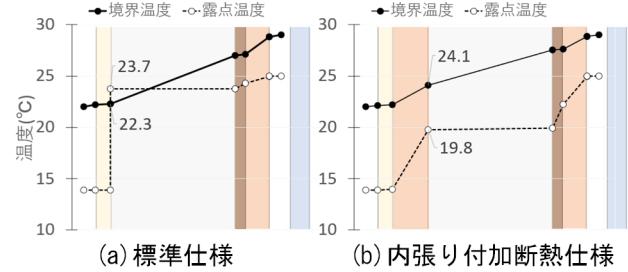


図4 夏季条件の温度勾配・外壁B

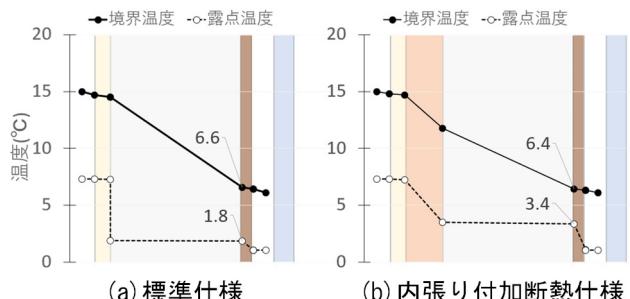
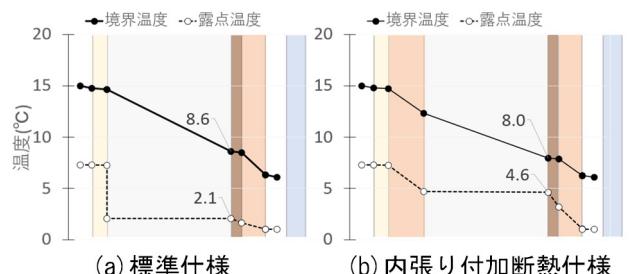


図5 冬季条件の温度勾配・外壁A



冬季の外気温が低い建設地では外壁Aと同様に壁体構成に配慮する必要がある。

4. まとめ

本報では、断熱等性能等級5および等級6相当の仕様を想定した一般的な構成の外壁に対して、長時間低温冷房時における夏季結露対策として内張り付加断熱仕様の効果について、一次元定常計

算による評価を行った。

その結果、内張り付加断熱仕様は標準仕様に対し、壁体内で結露が発生するリスクは低減しており、長時間低温冷房時における壁体内結露の防止に有効である可能性を示した。一方、冬季においては、外気側の境界温度低下および壁体内露点温度の上昇が懸念されるため、冬季の外気温が低い建設地においては室内側に防湿シートを別途設ける、あるいは内張り断熱材と充填断熱材の厚みを調整する等、冬季にも配慮した仕様にする必要があると考えられる。

今後は非定常計算による評価、外壁隙間から壁体内への外気流入による影響等も含めて検討する。また、内張り付加断熱仕様以外の夏季冷房時における結露対策手法についても検討、評価を実施していく予定である。

参考文献

- 1) 熊埜御堂令、出端祐輔、廣岡志穂：露点温度マップを用いた夏季の湿度環境評価、日本建築学会大会学術講演梗概集,pp.1005-1006,2024.7
- 2) 環境省：令和4年度 家庭部門のCO₂排出実態統計調査結果について（確報値）,p.12, 2024.3
- 3) 国土交通省：断熱等性能等級における結露の発生を防止する対策に係る内部結露計算等の取扱いについて, 2022.7

執筆者紹介



夜久 幸希
修士（学術）

ひとこと

湿度だけでなく猛暑日や熱帯夜の増加など、特に夏の気象条件は年々厳しさを増していますが、健康で快適な住まいを提供できるように研究開発を進めています。