HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	寒冷地における外断熱改修に求められる断熱厚さに関する一考察
Author(s)	繪内, 正道; 羽山, 広文; 菊田, 弘輝
Citation	大会学術講演梗概集. D-2, 環境工学II, 熱, 湿気, 温熱感, 自然エネルギー, 気流・換気・排煙, 数値流体, 空気清浄, 暖冷房・空調, 熱源設備, 設備応用, 2009, 265-266
Issue Date	2009-07-20
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/50727
Rights	日本建築学会. 本文データは学協会の許諾に基づきCiNiiから複製したものである.
Type	journal article
File Information	GKKD-2_265-266.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

Architectural Institute of Japan

日本建築学会大会学術講演梗概集
（東北） 2009年 8月

寒冷地における外断熱改修に求められる断熱厚さに関する一考察

正会員 ○ 繪内 正道＊
同 羽山 広文＊＊
同 菊田 弘輝＊＊＊

断熱改修 構造用合板 内部結露
透湿抵抗 水蒸気圧 付加断熱厚

1．はじめに

最近の木造軸組み在来工法による戸建住宅では、柱厚さに相当する繊維系断熱材の均一な充填と、内装施工に容易な仕上がりを期待して筋交いを省略し、耐震補強の為に構造用合板を柱・間柱の外気側から釘打ち止めとしている。暖房期の高温高湿側（室内側）には、柱・間柱の間に繊維系断熱材を充填した後で、防湿気密用のポリスチレンフィルムを貼り付け、その上から石膏板等を内装下地材として装着している。しかし、実際にはコンセント廻りの断点や施工中の破損を避けることは大変に難しい。防湿施工が不十分なままで、他の壁構成材料よりも相対的に透湿抵抗が大きい構造用合板を断熱層の外気側に用いることは、悪戯に内部結露の危険性を高めていると言わねばならない。

断熱改修の場合も、汚損・腐朽した部分を取り替え、耐震補強の為に構造用合板を柱・間柱の外気側に取り付け、その外側に付加断熱を施すことが一般的になっている。しかし、既存壁の気密施工が不満足な場合は、内部結露の危険性そのものが解消される訳ではないが、付加断熱厚の増により、リスクは軽減される。この付加断熱（外断熱）そのものが更なる高断熱化の必要要件になってきていることに注目したい。

本報告では、構造用合板の功罪と付加断熱による内部結露リスクの軽減度合いについて検討する。

2．構造用合板の室内側の水蒸気圧

構造用合板の外気側に付加断熱を施す、それも厚い断熱を施工すればする程、内部結露の危険性は確実に軽微になってくる。表2に示す壁構成の下で材料境界の水蒸気圧と材料境界温度から推定した飽和水蒸気圧を試算し、リスクの軽減を確認した。

表2 試算用断熱壁材料の熱抵抗と透湿抵抗

	熱抵抗 [m²K/W]	透湿抵抗 [m²sPa/kg]
室内側表面層	0.108	0.0514 x10⁸
石膏板 12 mm	0.020	6.72 x10⁸
ポリフィルム	-	1176 x10⁸
硝子綿 100 mm	2.39	4.8 x10⁸
構造用合板 9 mm	0.553	98.9 x10⁸
硝子綿 D mm	0.0239D	0.048D x10⁸
タイベック	-	2.88 x10⁸
外気側表面層	0.043	0.096 x10⁸
合計抵抗	3.11+0.0239D	(1289.4+0.048D)x10⁸

付加断熱厚さを、D=0、50、100、200mmの4種とし、札幌における設計用条件（外気：-5℃、90%、325Pa、室内：22℃、50%、1350Pa）で試算した、断熱壁体内の温度・水蒸気圧分布を図2から図4に示す。横軸は室内を原点とする距離（壁構成材料の厚さ [mm] の積算値）となっている。室内側と外気側の伝達層は、壁近傍の温度分布の実測を踏まえ、100 mm厚相当と仮定して図示している。縦軸左は温度[℃]、縦軸右は水蒸気圧[Pa]となっている。

図1は構造用合板の外気側に付加断熱をしなかった場合の温度分布と水蒸気圧分布を示している。図中の縦に黄色く表示された部分は柱に見合う厚さに充填されたグラスウール(GW)に相当する。断熱材の室内側には防湿層（ポリスチレンフィルム）を想定しているので、水蒸気圧はそれを超えたところから急激に低下している。しかし、それでも、構造用合板の透湿抵抗

表1 熱損失係数から見た年間暖房熱量（延べ床面積120 m², 札幌）

熱損失係数 q [W/m²K]	1.6	1	0.67	0.6
自然温度差 $\Delta\theta_n$ [deg]	8.3	13.2	19.7	23
自然温度 [℃] θ_o=-5	3.3	8.2	14.7	18
暖房度日数 D (22−$\Delta\theta_n$)	2808.7	1716.3	674.7	
年間暖房熱量 [GJ/year]	46593.5	17794.4	4686.5	0
熱的性能の目安:仕様	省エネ基準	Q1住宅	無暖冷房住宅研究会	Heating Free & Cooling Free
屋根断熱厚 [mm]	200	300	400	500
壁・基礎断熱厚 [mm]	125	200	250	300
窓	2重	2重・Low-E	トリプル・Low-E	2重+断熱戸
換気方法	3種	熱交換換気	熱交換換気	熱交換換気

註：札幌（道央地域）では、省エネルギー基準に準拠しても、壁の断熱厚さは100 mmを超えると考えて良い。木造軸組み在来工法を採用し、省エネ基準を十分に上回る高断熱化を試みる場合には、構造用合板の外気側に別途100 mm以上の付加断熱が必須の条件になってくる。

A Speculation on the Thickness of Thermal Insulation for External Repair in Cold Regions

ENAI Masamichi, HAYAMA Hirofumi, KIKUTA Koki

NII-Electronic Library Service

Architectural Institute of Japan

が大きいので、構造用合板の室内側で水蒸気圧は飽和水蒸気圧に近接する結果となっている。

3．　高断熱壁の内部結露の回避は付加断熱にあり

図2は構造用合板の外気側に50 mmの付加断熱を設けた場合の温度分布と水蒸気圧分布を示している。図中に二箇所表示した縦に黄色い部分は、GWの充填箇所となっている。スリット状の部分が、構造用合板厚に相当する。50 mmとは言え、構造用合板の外気側に断熱材を付加すると、構造用合板の室内側の温度が上昇した分だけ、飽和水蒸気圧は高くなり、内部結露の危険性は軽微になる。

最近の北海道住宅の多くは、室内側に防湿層がくまなく装着され、また外気側には透湿性能の高い防風層が施工され、排湿用の通気層も工夫されている。しかし、梁・柱の取合い部分やコンセント廻りの防湿層に断点が生じたり、施工中の破損の恐れもある。その結果として構造用合板と内側断熱層が高湿になると、腐朽に至らなくとも合板の接着力が低減し、耐震耐力の劣化に直結することを念頭に置かなくてはならない。

4．　おわりに

付加断熱、言い換えれば外断熱は、単に暖房用燃料の節減だけではなく、住宅の耐久性の向上、長寿命化にも大いに貢献することを認識するべきであろう。省エネ基準の熱性能をクリアするレベルの図3に示すQ1住宅、あるいは図4に示すHeaing & Cooling Free住宅の様な厚い付加断熱を試みた場合、内部結露被害の回避に繋がるだけではなく、社会資産の保全にも役立っていることも知るべきだ。

謝辞：本検討は北海道無暖冷房住宅研究会における研究課題：Heaing & Cooling Free住宅の断熱のあり方の一環として行なわれたものである。記して感謝する。

参考文献：繪内正道「環境建築　Passive and Low energy Building そしてHeating Free & Cooling Free　への展開」共同文化社, 2009.2

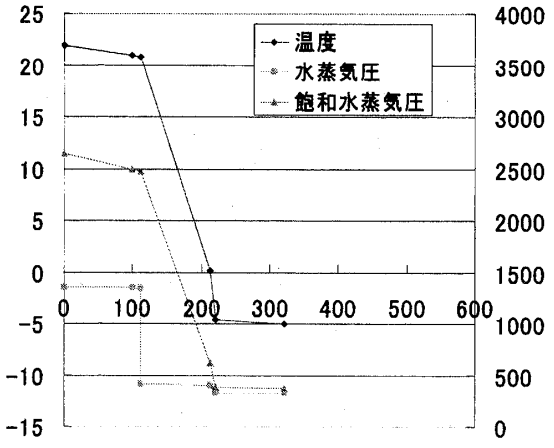


図2　付加断熱D=0の温度と水蒸気圧の分布

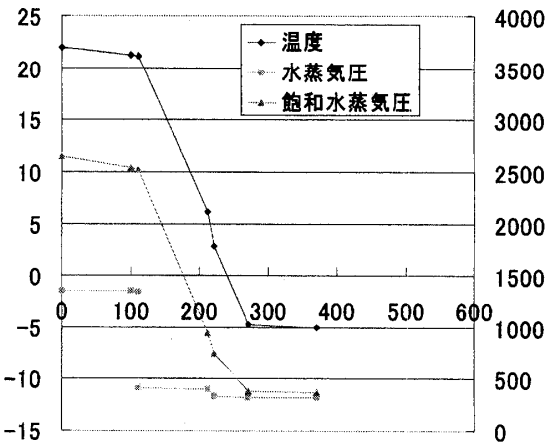


図3　付加断熱D=50の温度と水蒸気圧の分布（省エネ基準）

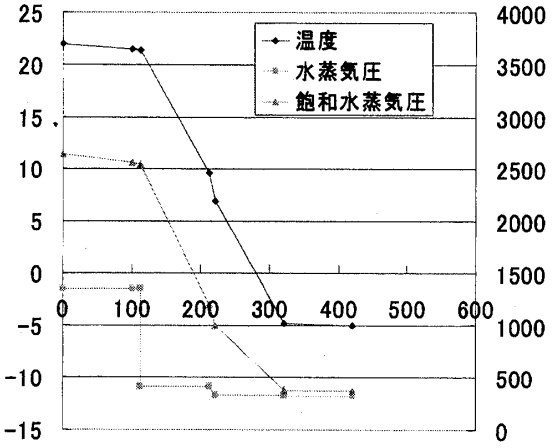


図4　付加断熱D=100の温度と水蒸気圧の分布（Q1住宅）

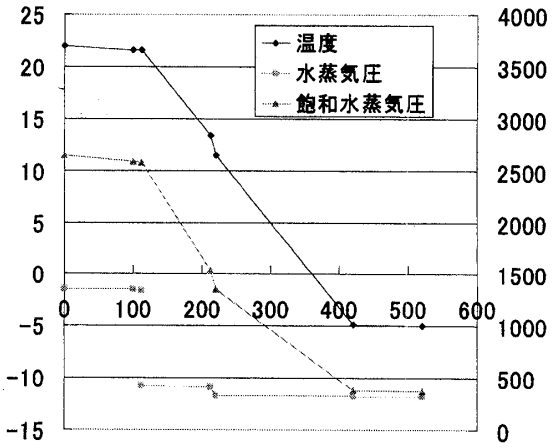


図5　付加断熱D=200の温度と水蒸気圧の分布（Heating & Cooling Free 住宅）

＊北海道大学大学院工学研究科　特任教授・工博
＊＊北海道大学大学院工学研究科　准教授・博士（工学）
＊＊＊北海道大学大学院工学研究科　助教・博士（工学）

*S. A. Prof., Graduate School of Engineering. Hokkaido Univ., Dr. Eng.
**Asso. Prof., Graduate School of Engineering. Hokkaido Univ., Dr. Eng.
***Assist. Prof., Graduate School of Engineering. Hokkaido Univ., Dr. Eng.

NII-Electronic Library Service