

交詢ビルディング・ダブルスキンの結露対策法とその検討

その1 設計方針と検討方法

正会員 ○坂井和秀*1 正会員 鈴木智朗*1
正会員 奥山博康*2 正会員 大西由哲*2

ダブルスキン ファサード 結露
耐風圧性 水密性 透湿孔

1. はじめに

近年、ガラスを外皮に多く使った建築が設計されるようになった。そこでは、視覚的な効果だけでなく、省エネ性、温熱環境、結露防止や雨水侵入防止等の環境工学的な観点からも十分に考慮する必要がある。二枚のガラスにすれば、比較的これらの問題に関して有利だが、外側ガラスの内側表面では結露が起きやすい為、防止のための工夫を要する。本論は、ガラスのダブルスキンにおいて一般に適用可能な対策法と検討方法について述べる。

2. 外皮に関する設計上の考え方

交詢ビルディングの外装は、図1に示すようなダブルスキンと呼ぶ設計になっている。その機能的な意図は次の通りである。①外側スキンは、耐震・耐風圧・水密性といった性能を有し、内部の用途や機能にかかわらない全館統一の外装を形成。②内側スキンは、ガラスと耐火断熱ボードにより、内部の用途や機能に応じた外装を形成。③ダブルスキン内の空気層は半密閉とし、断熱/省エネルギー効果と、結露抑制効果をもたせる。

3. 想定される問題と対策

外側スキンは窓枠を除き殆どがガラス面になる。一方内側スキンは天井裏レベルの部分が珪カルの耐火断熱ボードであり、床面に沿って清掃用点検口もある為、隙間が多くなりがちである。特に天井裏空間のレベルの空気層と外側スキンは、暖房空間に直接的に接していないために冷えやすく、最も結露が懸念される場所である。

ここに結露対策法とは、図2の上部に示すように、外部スキンに意図的に「透湿孔」と称する開口を設けて、空気層内を換気し、湿気を排出することによる。ただし原義[1]と異なり、湿度差で透過する孔ではなく換気の孔の意味である。尚、この発想は、元々ペアガラスと同等の密閉ダブルスキンを想起したが、建築の隙間という現実に対し、内外の隙間量の設計に思い至ったものである。こうした対策は、定性的な根拠によって行われてはいたが、定量的であるべき技術としては確立していなかった。

雨水の浸入対策は、図2の下部に示すように、外スキンに比べて内スキンの気密性が十分に高い場合、風圧の大部分が内スキンにかかることによる等圧効果によって、雨水侵入防止が図れる。しかし前述した状況によりその手法の利用は困難なので、透湿孔を迷路状にすることで対策とし、耐風圧耐水試験にて検証を行った。また熱損

失については、水蒸気排出に起因する少量の換気では、その影響は少ないと判断した。

表1 建物概要

用途：事務所・商業・倶楽部
階数：地上10階
階高：4100～5600
建築面積：1873 m ²
延面積：21961 m ²
換気方式：機械換気各階処理
外装ダブルスキン仕様
外側スキン：セラミック焼付倍強度ガラス t12、リブガラス工法、上下枠アルミ押出型材
内側スキン：フロートガラス t8 または耐火断熱ボード、アルミユニットサッシュ（点検パネル付）、ガスケットジョイント

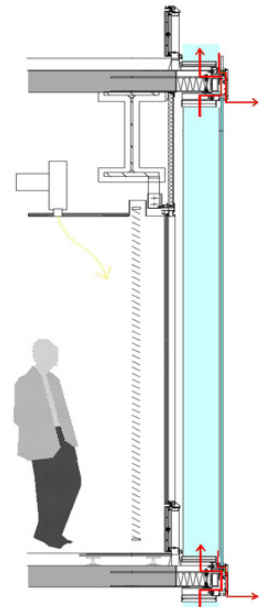


図1 ダブルスキン断面

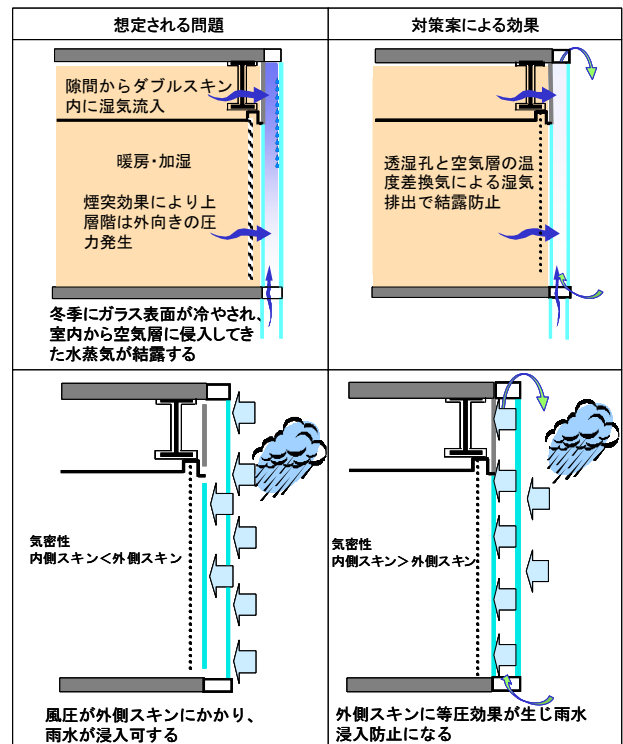


図2 想定される問題と対策

4. 本件の結露に関する問題

本件の結露に関する問題は、前述した耐風圧耐水試験のような一層分の切り出し試験体で検討するだけでは不十分である。なぜならば図3に示すように、湿気の流れや対策の換気ともに、建物全体的な煙突効果によって生じる圧力バランスに関するシステムの問題だからである。もしダブルスキンの空気層が階の間で仕切られているならば、その階の空気層だけで換気されなければならない。しかし建物全体の煙突効果により、上層階では室内から外へ向かう圧力が働き、室内の空気は空気層を経由して外に向かう一方通行的な流れになりやすく、そうした換気は起こり難い。つまり空気層の換気をするためには、空気層も上下方向に階の間でつながった状態にしなければならない。こうした湿気流動を検討するためには、建物全体的な熱、空気、水蒸気の相互影響による移動を考慮しなければならず連立方程式的問題となる上に、隙間や孔といった不確定的な要因に影響を受ける微妙な圧力バランスを考慮しなければならない。

5. 透湿孔等のディテール

透湿孔は換気による湿気排出の機能だけでなく、雨水侵入防止の機能も併せ持つ工夫を行った。詳細断面を図4に示す。雨水侵入は、重力とバッファチャンバを設けた迷路により防止する。この通気特性試験は加圧チャンバ法により写真1の様にして行った。

6. 検討方法

前述したように、本件は総合的な観点が必要な問題であり、本来は最適化すべき設計上のパラメータも沢山存在する。しかし、交詢ビルディングの場合、ダブルスキンは単一のユニット(W1100)の集合体であるため、その1ユニットあたりの透湿孔の個数や階間の仕切り隙間の程度を検討することとした。また建物全体での実験は困難であるから、熱・水蒸気・空気流動のシステムシミュレーションに適した回路網モデル計算プログラムNETSを利用した。そしてこの計算モデルで用いる透湿孔や隙間の通気特性値は写真1に示す様な実験で求めた。つまり部分は実験で、全体は計算で検討した。

7. まとめ

湿度の差による透湿と言うよりも、温度差換気で湿気排出する結露対策と、この検討方法を示した。この場合、熱、水蒸気、空気の連成移動を考慮し、建物全体にわたる連立方程式的システムとして考慮する必要がある。そして空気層換気の孔だけでなく階間の隙間開口の大きさも重要である。

【謝辞】(財)建材試験センター中央試験所に通気特性試験を行って頂きました。

【参考文献】

[1]宮野秋彦, "建物の断熱と防湿" 建築技術選書 25, 学芸出版社 1981年10月20日第1版第1刷発行, pp148-152

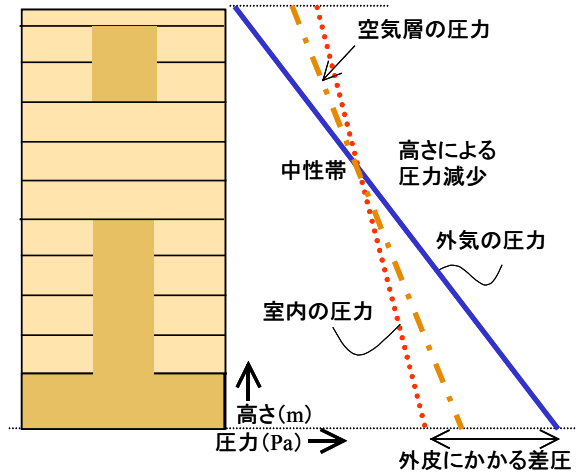


図3 建物にかかる圧力分布

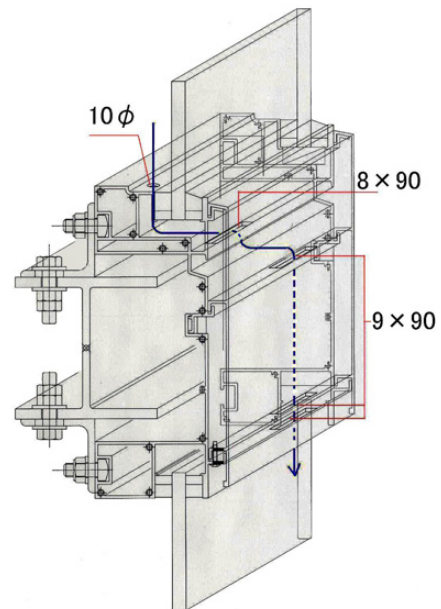


図4 透湿孔断面図

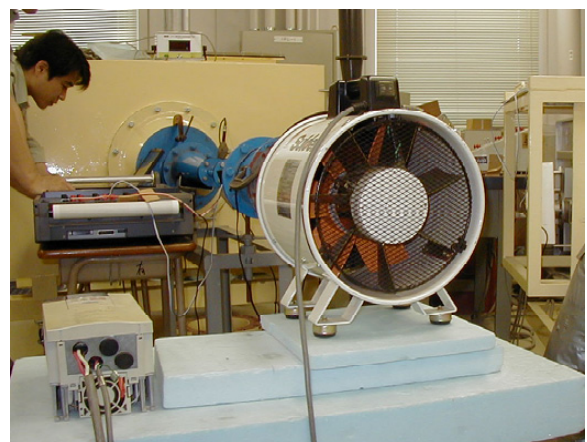


写真1 通気特性試験の様子

*1 清水建設 建築事業本部 *2 清水建設 技術研究所

*1 Shimizu corporation Design Center *2 Shimizu Corporation Institute of Technology