

数値計算による住宅内水蒸気発生箇所の換気に関する研究 A Study on the Ventilation by Numerical Calculation for Generated Water Vapour in Dwellings

9840406 指宿美穂

指導教官 田中辰明

1. はじめに

平成11年3月に住宅・建築物の省エネルギー基準の改正が告示され、省エネルギー基準が強化された。今後ますます住宅の断熱、気密化が進むと考えられるが、適切な換気がなされない場合、室内で発生した水蒸気はこもりがちとなる。冬季の結露もさることながらわが国のような夏に高温多湿となる気候条件下では壁体内での内部結露を生じやすくなることが分かっており²⁾、換気は重要な問題である。しかしながら、指宿、竹内の卒業論文¹⁾や、その後の調査により、生活者は適切な換気方法を知らないということが明らかになっている。本研究では住宅内で最も多量の水蒸気が発生する浴室を対象とし、実測実験によって換気による浴室内部での実際の温湿度変化を把握し、更に、数値計算シミュレーションによって住宅の性能別、換気方法別に換気効率を比較することにより浴室における適切な換気方法について検討することを目的とした。

2. 浴室における実測実験

2.1 方法【実測住宅概要】 東京都豊島区に所在し、1995年2月竣工の鉄筋コンクリート造、延床面積39.45㎡、2DKのマンション浴室。Fig.1に浴室とその周辺の平面図を示す。

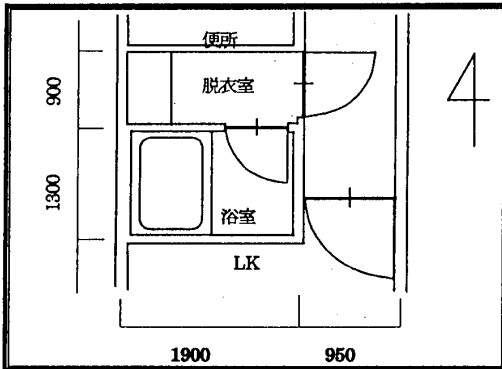


Fig.1 実験住宅の浴室平面図

【測定期間】 夏期：1999/9/9～1999/9/20、秋期：1999/11/15～11/24、冬期：1999/12/20～12/31

【測定項目】 銅-コンスタンタン熱電対、グローブ温度計、湿度センサーとデータロガーを用いて外気の温度と相対湿度、浴室に隣接するリビングと脱衣室の空気温度と相対湿度、浴室内の上下温度分布(床上、床上50cm、100cm、120cm、150cm、天井付近)と浴室内の平均放射温度、床上付近、床上120cm、天井付近の相対湿度とを5分間隔で測定した。

【実験パターン】 Table.1に示す8つの換気パターンを設定し実験を行った。

Table.1 実験の換気パターン

	1	2	3	4	5	6	7	8
浴室	off	off	off	off	on	on	on	on
台所	off	off	on	on	off	off	on	on
ドア	閉	開	閉	開	閉	開	閉	開

※換気扇の運転状況(on/off)、浴室ドアの開閉状況(開/閉)

2.2 測定結果 浴室を使用することによる絶対湿度の増加をTable.2に示す。温湿度の変化で特徴的な例をFig.2、Fig.3に示す。

Table.2 浴室使用による絶対湿度の増加量[kg/kgDA]

	脱衣室	床上	120cm	天井
夏期	0.008658	0.007956	0.011177	0.014227
秋期	0.011588	0.009938	0.014678	0.017110
冬期	0.013080	0.010835	0.016765	0.020606

※25°C50%の時0.009882、25°C95%の時0.019047[kg/kgDA]

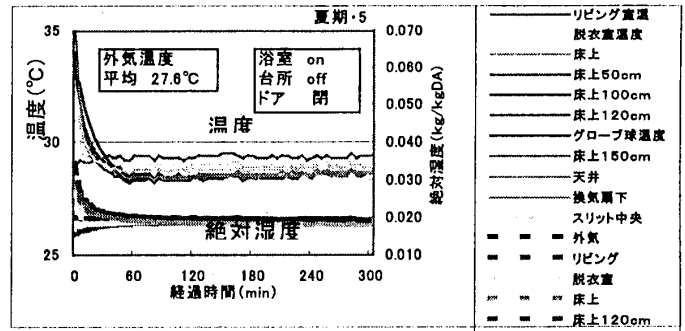


Fig.2 夏期・5 パターンの結果

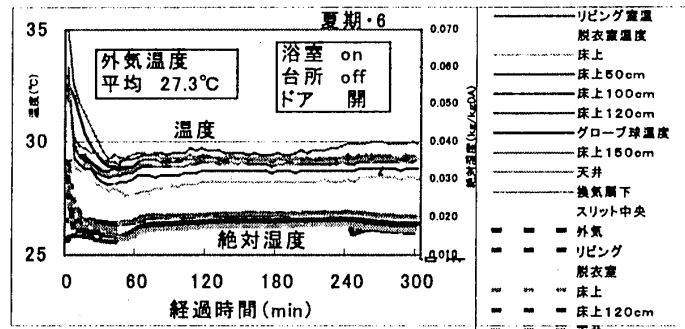


Fig.3 夏期・6 パターンの結果

換気の仕方によって湿度の減少の様子に傾向がみられた。ドアを閉じて換気を行っている場合に比べ、ドアを開放しているとFig.3のように温度湿度とも上下方向に差が生じやすい。また、ドアが開放されていると、浴室の湿度は一旦、急速に減少し、リビングの湿度上昇後に再度増加、その後一定になる傾向が見られた。また、浴室で換気がなされない場合、外部(台所)の換気扇が運転されていると浴室内部でも換気が行われる。

3. 三次元数値解析シミュレーション

3.1 方法 外気が同じ条件の場合、住宅の断熱・気密性能、給気口形状、換気方法などにより浴室モデル内での換気効率がどれほど変化するかを村上周三らによって提案された換気効率指標、SVE3 を用いて評価した。³⁾この解析には三次元熱流体解析システム Stream for Windows (Ver.2)を使用した。

$$SVE3(X) = C_x(X) / C_s$$

$$C_s = q / Q$$

SVE3(X): X における換気効率指標
 $C_x(X)$: 室内一様に総量 q の汚染質発生がある場合の X 点の濃度 [kg/m³]
 C_s : 瞬時一様拡散濃度 [kg/m³]
 q : 汚染源の汚染質発生量 [kg/s] Q : 換気量 [m³/s]

【解析モデル】 実験住宅と同じ形状の浴室モデル (Fig.1 と同サイズ、高さ 2100mm、浴槽上部に換気口あり) について浴室の入りドアを閉めた状態のみを扱い解析を行った。また、外気に接する窓を持ち、これを開閉することを想定した。更に住宅の性能については、Table.3 に示すように住宅の省エネルギー基準(次世代省エネルギー基準)における I 地域(北海道)、IV 地域(関東から九州まで広範囲) 対応の熱貫流率、相当隙間面積の基準を考慮してモデル化している。⁴⁾

Table.3 各部位の熱貫流率と相当隙間面積の基準

	熱貫流率 [W/m ² ·K]				相当隙間面積 [cm ² /m ²]
	天井	床	壁	開口部	
I	0.17	0.24	0.35	2.33	2.0
IV	0.24	0.34	0.53	4.65	5.0

【解析条件】 主な解析条件を Table.4 に示す。

Table.4 基本的な解析条件

	夏期	冬期
境界外部温度条件	天井 25℃	天井 18℃
	外壁 28℃	外壁 5℃
	内壁 25℃	内壁 18℃
	床下 25℃	床下 10℃
	ドア 25℃	ドア 18℃
	窓 28℃	窓 5℃
浴室初期温度	33℃	28℃
室内からの流入温度	28℃	18℃

I、IV 地域、夏期、冬期ともに換気量は 100m³/h、200m³/h の 2 パターン、また、給気口の形状としては浴室入りドア下部、上部、サイドに 3 パターンのスリットを想定した。換気効率は流れが定常になるまでの定常計算で評価を行う。

3.2 解析結果 換気量を2倍に増やしても換気効率に顕著な差はみられなかった。スリットの位置別に比較すると、僅かながらサイドスリットで最も換気効率が良く、次いで上部、下部スリットとなった。窓が閉まっている場合は特に住宅の断熱性能の高い I 地域仕様において浴室内温度が外気温度に影響されにくいことが明らかとなり、結露も生じにくいと考えられる。夏と冬で比較すると冬の方が換気効率は良い。全体で比較すると、換気効率に最も影響を及ぼしているのは窓の開閉であった。しかしながら窓が開いている場合、浴室内の

空気が換気スリットから脱衣室へと流出していくことが確かめられた。Fig.4~Fig.9 に SVE3 解析結果の例をいくつか示す。

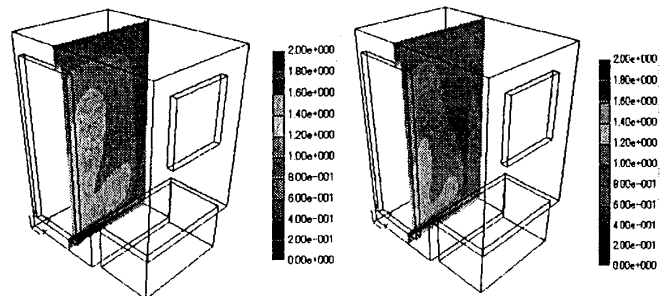


Fig.4 I・冬・窓閉・100m³/h・下部

Fig.5 I・冬・窓閉・200m³/h・下部

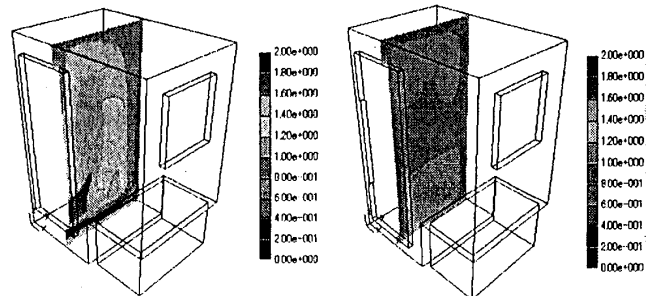


Fig.6 IV・冬・窓閉・100m³/h・下部

Fig.7 I・冬・窓閉・100m³/h・サイド

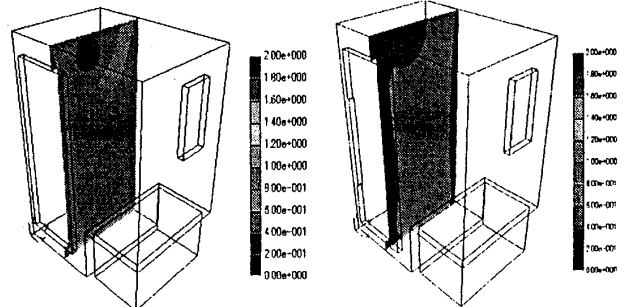


Fig.8 I・冬・窓開・100m³/h・下部

Fig.9 I・冬・窓開・100m³/h・サイド

4. 総括

窓を開放して換気を行う場合、使用直後短時間、水蒸気を逃がす程度にし、浴室内の湿気を他の居室に拡散させないように留意すべきである。入浴中も換気を行う場合は水蒸気の排除や結露水の蒸発に必要であろうとされている換気量(100m³/h)⁵⁾を見込んだだけの換気システムでは夏は涼しく感じられても、冬季には気流が大きくなり、寒く不快であると考えられるため、浴室の換気量を調節できるような換気システムが望ましい。

5. 参考文献

1) 指宿美純、竹内真弓:「輸入住宅の断熱・気密性能と居住者意識に関する研究」平成9年度お茶の水女子大学女子大学卒業論文、2) 宮田久視子:「建物躯体の水蒸気拡散に関する評価研究」平成10年度お茶の水女子大学女子大学卒業論文、3) 村上周三、加藤信介:「新たな換気効率指標と三次元乱流数値シミュレーションによる算出方法-換気効率の評価モデルに関する研究-」空調調和・衛生工学論文集 No.32 (1986 年)、4) 住宅・建築省エネルギー機構:「IBEC (No.111Vol.19-6)」(1999 年)、5) 田中俊彦、村上周三、吉野博:「浴室の必需換気量に関する実物実験-集合住宅における換気設備に関する研究第3報-」日本建築学会論文報告集第314号(1982年)