

4.7 結露の数値 シミュレーション

結露は建築物にとって困った問題である。単にガラス面を通しての眺望が悪くなるだけでなく、水分とともにホコリが付着することで壁面が汚くなったりする。常に水分があるということは内部・外部の金属構造物を腐食させて建築物の寿命そのものを縮めてしまうかもしれない。床面に結露すれば、歩いている人は転倒するし、食品を保存する倉庫などでは品質を保持できなくなる。ガラス建築では、その主要な構成要素であるガラス面とサッシが、極めて結露しやすい部分でもあるので、計画当初より結露に対する十分な考察が必要となる。

① 結露シミュレーションの現状

結露予測のシミュレーションはどの程度まで可能であろうか。結露は空気中に含まれる水蒸気が冷却面に液化して付着する現象である。容易に考えつく予測方法は、ガラス面・壁面が相対的に温度が低かったとしてその部分に触れる空気が露点、要するに相対湿度が 100% を上回るような水蒸気

圧になっているか否かである。相対湿度とは当該部位の水蒸気圧とその時の温度の飽和蒸気圧との比であり、温度が下がるにつれて飽和蒸気圧は下がり相対湿度が上がる。

たとえば、26℃ 相対湿度 60% の空気は 17℃ で相対湿度が 100% を越えるので、その空気の中では 17℃ 以下で水蒸気が液化し結露するということである。

しかし、露点温度だけに注目した結露判定では不十分であることが知られている。当該部位にどのような湿度の空気がどれだけの量供給されるか、冷却面は蒸発潜熱に見合った分だけ空気を連続して冷やし続けるだけの熱伝達能力を持っているか、などが継続的に結露現象が起きるか否かの判定に重要となる。

CFD (計算流体力学) *¹ を用いた数値シミュレーションでは、水蒸気移動を考慮した移流計算が可能であり、当該冷却面における気流速度・気温・湿度の予測が可能である。また、これに加えて冷却面の熱伝達係数と物質移動係数の比であるルイス (Lewis) 数を仮定して、当該冷却面の熱伝達能力も考慮した結露量の予測もある程度可能である。

② 結露シミュレーションの実例

図 1 は高さ 15m のホテルロビーのガラス面について冬期の夜間を想定して結露シミュレーション

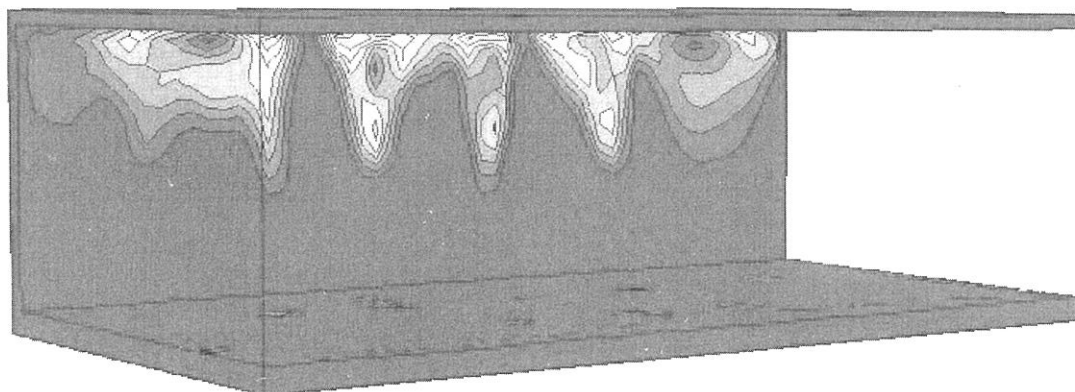


図 1 某ホテルロビー高天井空間のガラス面結露予測

を行った例である。水蒸気源は人体だけであるが、ペリメータ部の温風吹出しがあってもガラス面上部では結露が発生していることがわかる。

また図2には、複雑な形状の美術館建築について、BIM^{*2}データを利用して空間形状を作成し結露予測を行った例を示す。館内湿度は冬期昼間でも展示品の管理上相対湿度60%程度を考えているので、熱貫流率の高い壁面では結露が起こりやすいことが示されている。

③ 結露シミュレーションの課題

結露の対策としては、ヒーターなどで当該部位

の温度を上げて相対湿度を下げることや、当該部位に向かって循環ファンなどで比較的湿分の低い空気を供給するなど、原始的でコストの掛かる方法しかない。それだけに、基本設計などできるだけ初期の段階で結露発生を予測し、適切に意匠設計・設備設計に反映することが重要となる。

今後、より精度の高い結露予測には、壁面の透湿性との関連や、一旦結露した水分の空気中への再放散、凝集による空気中水蒸気粒子の粗大化現象の解明など、越えなければならない多数の技術的課題が存在することにも注意を喚起しておきたい。

(阪田 升:環境シミュレーション)

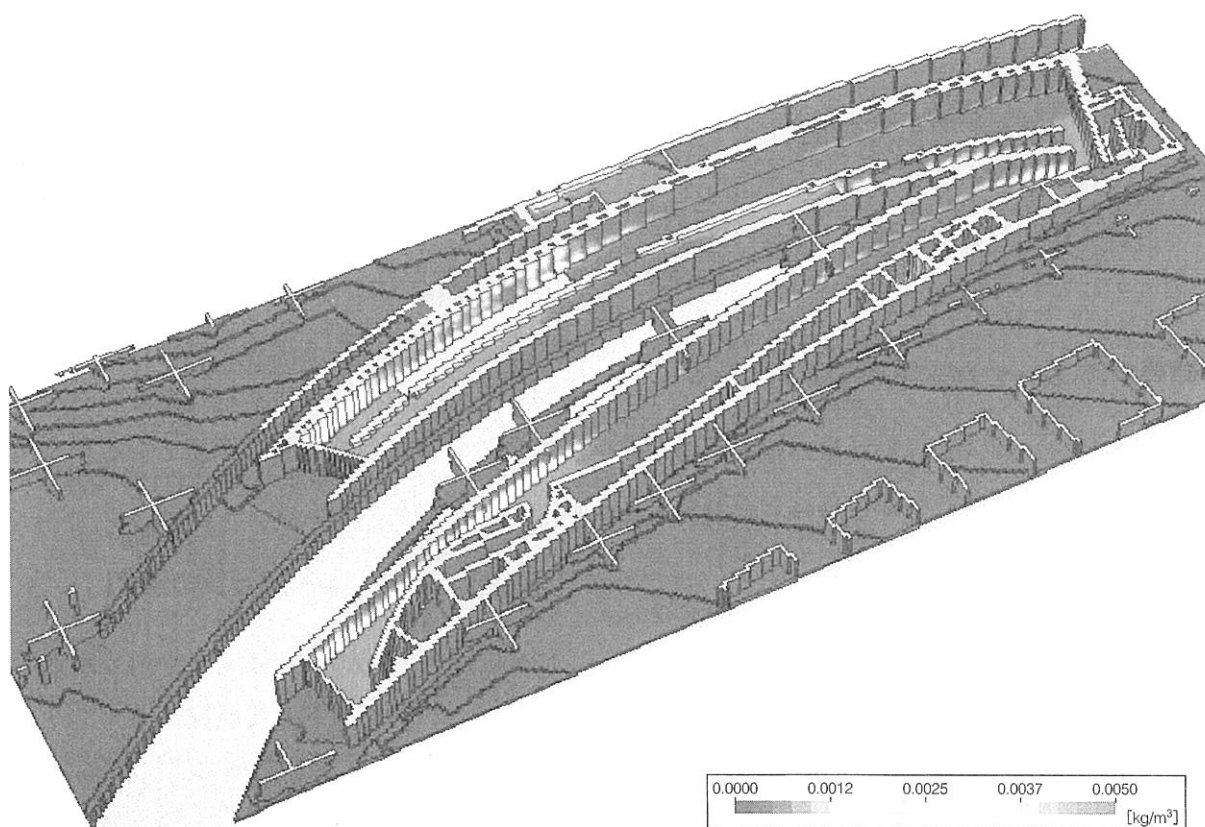


図2 美術館建築の壁面結露予測（冬期）

*1 CFD

Computational Fluid Dynamics の略で、計算流体力学と訳されている。運動方程式などに基づき、空気や液体の流れをコンピュータでシミュレートすることで、航空機や自動車の設計を行う際に、風洞実験など大掛かりな検証を簡略化しつつも、高度な設計を可能にする手法。環境の時代が到来し、建築においても同様なシミュレーションの必要性が高まっているため、昨今ではパーソナルコンピュータで動くパッケージソフトが登場している。

*2 BIM

Building Information Model の略で、3次元CADとデジタル情報の優位性を使った、新しい建築設計の手法。コンピュータ上のバーチャルな空間の中で建築モデルを立ち上げ、その単一モデルから平面図や立面図を切り出すため、図面間の食い違いが起こらない設計手法である。環境シミュレーションや構造解析も同一モデルで行うことができるため、設計精度を高めることができるツールとして期待が寄せられている。