

【佳作】曲面型建造物における持続可能な省エネルギー・資源循環型構法の実効性向上技術の開発

福島敏夫

(福島建築環境材料研究所2 主宰)

提案課題概要:

半円筒・半球等の曲面形状の建造物で、複合材料・部材、太陽電池、断熱材、ペアガラス等の高度利用により、長寿命性/安全性と環境調和性/芸術性と経済の鼎立に配慮した省エネルギー・資源循環型構法の実現を目指す。光、熱、水蒸気の移動に関する解析やシミュレーション等に基づく予測とともに、実証実験等を検討し、実効性向上を図る。先人によるこれまでの研究・技術の成果を踏襲しながらも、それを超える夢のあるものを目指す。



【本提案の特徴】



半円柱外壁と半球屋根の建造物のイメージ(つくばエキスポセンター:プラネタリウム)

○梁・柱・屋根による4角形状の建築の場合、多次元多方向の熱・水・光等の流れの解析を必要とするが、円柱や球だと、外面から円柱および球中心への流れと逆の流れに限定され、数値解析や、シミュレーションが、やりやすいという利点がある。
○熱的・水的・光的性能だけでなく、耐力性、防・耐火性、耐久性、環境調和性などの他の諸性能とのバランスを考えた設計をどのようにすれば良いのか、工夫がいろいろと思われる(各種の専門領域の研究者の協奏・協力・連携が必要)。

○外断熱構法のイメージ図(単純化された外断熱材料システム)



日本では、外断熱構法は、断熱性ばかりでなく、耐力性、防・耐火性、耐久性にも配慮されていると考えられる。建設省技術評価制度で、提案された個々の構法に対する評価の際、これらの諸性能に関して、評価法が考案された。いくつかの変更もあった(火災上の弱点になり易い有機系断熱材を使用する場合でも、不燃系外装材を用いるなど、構法的な工夫により、外断熱仕様が可能になった)が、その時の評価法は、基本的には、現在でも通用すると考えられる。

○断熱窓のイメージ図(ウィキペディア日本語版より)



【本提案の取組概要】

本提案では、以下の4つの項目を異分野・異業種横断のワーキングで検討することを想定している。

【備考】:いきなり、外壁と屋根一体化で考えるよりは、それぞれの場合で予備的検討を行ってから、取り組むのも良いかもしれない。

【検討項目①】断熱窓と外断熱仕様の半円筒型の外壁に太陽電池をつけた半球屋根ドームを持つ仮想建造物と考え、構成材料・部材の物性のデータベース化を行うとともに、熱、水蒸気の流れに関する解析とシミュレーションを行う。もって、寿命設定の基礎資料を得る(予備的検討による半円柱外断熱材料システムの水蒸気の流れのシミュレーション結果を下図1および2に示す)。

【検討項目②】

仮想建造物における環境負荷を評価する。特に、気候変動に対する対応として、CO₂濃度排出削減効果の積算・評価を行う。もって、カーボン・ニュートラルの対応程度の評価を行う。

【検討項目③】

断熱性、省エネルギー性ばかりでなく、耐力性、防・耐火性、耐久性など、他の性能・機能にも配慮し、諸性能・機能のバランスを考えた設計法を考える。もって、環境調和型生涯設計の社会的実装性の向上を目指す。

【検討項目④】

個別な要素技術に関しては、可能ならば、特許出願等を考える。もって、知的財産権の保護に努める。

「水蒸気の非定常移動過程」

基本的には、半円柱曲面型形状外壁でも、平面型多層外壁の場合と同様に、外部水蒸気が、高分子仕上塗材を介して、外装材のセメント系複合材料(FRC)中に、更に、繊維系断熱材中に非定常拡散する過程となる。提案者は、この状況の数学的モデル化を行い、数値解析を行い、可視化を行った。(図-1、図-2)

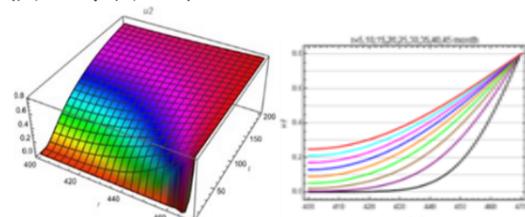


図-1 断熱材中の水蒸気の非定常移動過程の3次元プロット

図-2 断熱材中の水蒸気の非定常移動過程の2次元プロット

○太陽光発電

大気中の二酸化炭素(CO₂)の濃度の増大傾向等による気候変動に対応するため、CO₂排出削減・吸収によるカーボン・ニュートラルの方策の一環として、住宅・建築の屋根等に太陽電池設備を設置し、太陽光発電を行うことで、省エネルギーの充実を図ることが推奨され、普及啓発がなされている。

現在の平板の屋根型太陽電池では、取り入れる角度に依存し、稼働時間は、昼の短い時間に限られ、太陽光の効率的利用が少ない嫌がある。現在の太陽電池は、シリコン半導体を使ったものが主流であるが、有機薄膜型、ペロブスカイト型など、軽量の薄型の曲げられるものだと、曲面型屋根、曲面型外壁にも可能になると考えられる。

しかし、山の斜面などのメガ・ソーラー方式だと、環境破壊に連なるという負の面も、指摘されるようになってきている。

また、日照時間の長いサン・ベルト地帯では、太陽光発電により、それなりの電力が得られるが、それ以外以外の地域では、建造物の断熱の方も、有効であると言われる。

○太陽光発電のイメージ図(ウィキペディア日本語版による)



【研究会の立ち上げ計画】

次のような研究実施組織を考え、推進を図る。

「研究体制」

◎研究共同代表者:

建築研究所統括研究官

建築研究開発コンソーシアムプロジェクト企画官

◎研究実施組織:

幹事: 建築開発コンソーシアム参加会社中堅研究者ら

技術顧問: 提案者その他の学会会員

研究担当者: 趣旨に賛同頂いた建築研究開発コンソーシアム会員

「研究期間」: 3~5年

<期待される研究及び技術開発の成果>

曲面型建造物での外断熱および太陽電池併用型の新省エネルギー・省資源型構法の利用を促進するモデルとなりうる。昨今、地球環境問題への有効対応が要請される中で、持続可能な開発目標(Sustainable Development Goals: SDGs)に、特に、(目標13:気候変動に具体的な対策を)に、大きく寄与できる。