



二酸化炭素排出削減と断熱

田中 辰明

お茶の水女子大学
名誉教授(生活環境教育研究センター)

柚本 玲

お茶の水女子大学
田中辰明研究室



二酸化炭素排出削減と断熱

田中 辰明

柚本 玲

お茶の水女子大学 名誉教授(生活環境教育研究センター) お茶の水女子大学 田中辰明研究室

はじめに

2009年9月に鳩山由紀夫新首相が初の外交舞台となった国連総会に出席した。国連気候変動首脳会合(気候変動サミット)でわが国の温室効果ガス削減の中期目標として、「主要排出国の参加による合意」を前提に1990年比で2020年までに25%削減することを表明した。この25%削減は、先の総選挙で民主党がマニフェストで宣言していたものであり、麻生前政権が示していた2005年比15%削減(90年比8%削減)から大幅に踏み込んだものである。これは、削減に積極的姿勢を示してきたEU各国からは好感をもって受け入れられた。

一方国内に眼を転じると、25%の削減は産業界各方面に大きな波紋を生じた。「わが国の省エネルギー技術は世界のトップレベルにあり、これを更に推進させればよい」「いや再生可能なエネルギーを促進する」「原発は反対だ」と色々の立場から発言が行われた。珍しく理系出身の総理である鳩山首相は「温室効果ガス削減目標については科学的根拠に基づいての発言」と表明している。「気候変動に関する政府間パネル」の研究報告では「産業革命以前から2℃以内の気温上昇なら温暖化の被害を最小限度に抑えられる、これは90年比25~40%の削減が必要である」とされており、これを拠り所に表明が行われたものである。しかし、我が国が現実はどう取り組むかは問題が山積している。2009年末にデンマークのコペンハーゲンで開催されたCOP15では、同じテーマで話し合いが行われたが最終合意に至らなかった。そのため各国の削減目標は年明けに持ち越され、次のメキシコ会議で討議されることとなった。

翻って日本で、25%削減に向けて着々と行動を起こさなければならぬのは自明の理である。我が国は2012年までに二酸化炭素の排出を1990年比で6%削減するという

京都議定書の約束を果たす途上にある。しかし、産業部門では2006年時点で4.6%削減したが、運輸部門では16.7%増加、オフィスビルなどの業務部門では39.5%増加、家庭部門では30%増加している。民生部門での二酸化炭素排出削減を真面目に行わなければ京都議定書の達成はもとより、2020年の25%削減も「絵に描いた餅」になってしまう。国土交通省はこれまで、我が国の住宅はエネルギー消費量が少ないので、特に省エネルギーを計る必要がないことを主張してきた。しかし欧州をはじめとする先進諸外国の取り組みは全く異なっている。我が国において、環境省が2010年1月15日にやっと住宅版エコポイント制度を発表した。これによると内窓設置、外窓交換、外壁、屋根、天井、床などへの断熱材の使用を、新築だけでなくエコ・リフォームにも適用できるようになった。遅ればせながらもこのようなことが決まったのは喜ばしいことである。

特殊ポリマーと空気のできた断熱材

特殊なポリマーを水で発泡し、作られた断熱材がある。このポリマーは水で100倍に発泡し、セルが連続した構造となり、セルには空気が入る。かつセルには極めて微細な孔があり、この孔を通して水蒸気が通過する。このポリマーは変性水溶性レジンとイソシアネート共重合発泡体である。外壁や屋根を構成する建材により、構造内部で水蒸気の移動が妨げられると外壁や屋根構造に結露を起すことがある。内部結露はカビの害や、断熱性能の低下、木材の腐朽などを引き起こす可能性がある。

この断熱材は発泡に際し、オゾン層破壊の原因とされているフロンを使用していない。他の化合物についてもカナダの権威ある研究所、サスカッチワン研究所で断熱材発泡後の検出試験を実施した。その結果、アミン化合物、メチルベンタール、クロロベンゼン、ジメタルエチ

ルフェノールが発泡過程で検出されたが、極めて微量で人体への影響は全く無視できるものであった。さらに30日後には検出できないとの結論であった。一方で、シックハウス症候群の原因とされているホルムアルデヒドの放散もないことは確認済みである。この結果、この断熱材は米国の呼吸器管疾病の権威機関である「全米肺協会」が推奨するところとなった。

この特殊ポリマー発泡断熱材は自己消火性を持っている。つまり、万一火がついても表面が炭化するだけで、火種は残らず、燃え広がることはない。

さらに、この材料は極めて柔らかく、殆どの建築材料に接着する性質を持つ。したがって隙間を作ることが無く、断熱が切れることがない。地震などの力にも伸縮性に富んで対応し、剥離などを起こすことはない。

この断熱材は空気のバリアが多く、吸音性が極めて高い性能を持つ。材料に音波が入射すると、一部は反射し、残りは材料内部で吸収されて熱エネルギーになり、消散したり、また材料を透過する。ここで、「入射音エネルギー」に対する「入射音エネルギー-反射音エネルギー」の比を吸音率と呼び、「入射音エネルギー」に対する「透過音エネルギー」の比を透過率と呼ぶ。透過率の逆数をデシベル(dB)単位で表したものを音響透過損失と呼んでいる。これは値が大きいくほど遮音性が高いことを示している。ただ音響透過損失が大きいくだけでは室内に残響が生じるような場合もあるが、吸音率が高いということは、静かな室内を作るのに役立つ。

施工上のメリットはスプレー式により施工が出来ることである。ちょっとした隙間にも吹込みが可能で、簡単に短時間で施工できる長所を持つ。施工機械組み込みの(通常)2トントラックを現場に駐車し、少ない施工員で工事を短時間にかつ確実に出来るという長所を持つ。

非定常熱湿気同時移動解析事例 (ベイパーバリアシートなしでの検証)

適切な方法で断熱を施さなければ、内部結露などの不具合が生じたり、断熱の効果を確保できない。そこで、この新しいタイプの断熱材について、その検証を実施した。解析には、非定常熱湿気同時移動解析プログラムWUFI Pro Ver. 4.2(フラウンホーファー建築物理研究所)を用いた。室内温湿度条件、解析期間、初期条件、通気層の換気回数、表面の熱伝達抵抗および屋外表面日射吸収率、

表1 構成材料の物性値

		合板を含む 複合材	特殊ポリ マー発泡 断熱材	石膏ボード
密度	kg/m ³	540.00	14.00	700.00
空隙率	—	0.50	0.99	0.65
比熱	J/kgK	1880.00	1260.00	870.00
熱伝導率	W/mK	0.16	0.035	0.22
μ :水蒸気拡散抵抗係数	—	77.90	6.25	8.65
80%RHの含水率 U80	kg/m ³	87.49	0.30	6.22
93%RHの含水率 U93	kg/m ³	113.59	0.44	12.31
飽和含水率	kg/m ³	189.00	0.56	28.00
湿気伝導率	ng/msPa	2.54	31.70	22.92
	kg/msPa	2.54E-12	3.17E-11	2.29E-11

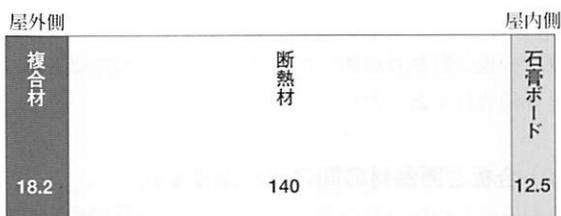


図1 計算モデル:左外気側から合板を含む複合材、断熱材、石膏ボード(単位mm)

構造の方位は文献1に従い設定した。

室内の温度は以下の式に従い、相対湿度は70%一定とした。

$$\text{室内条件: 温度 } T = 7.0 \cos\left(\frac{2\pi(\text{day} - 212)}{365}\right) + 20.0、$$

相対湿度70%一定

ここでday: 1月1日を起点とした延べ日数(日)

解析は7月1日から1時間ごとに3年間の期間とした。日射吸収率は0.9、北向、初期条件は温度26℃、相対湿度80%とした。

解析対象の屋根のモデル及び物性値を図1、表1に示す。屋根勾配は12.5寸(51.34°)を想定した。対象都市は、神奈川県海老名市とした。海老名市の外気気象条件は拡張アメダス気象データ1995年版標準年をプログラム用に変換したデータを用いた。

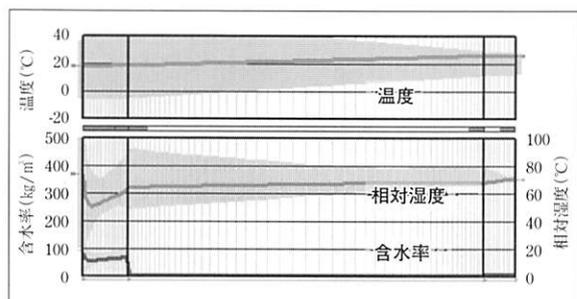


図2 断面温度、相対湿度、含水率分布

(1) 断面温度、相対湿度、含水率分布結果

断面の温度、相対湿度、含水率分布を図2に示す。今回の条件下で、断面上でもっとも相対湿度が高くなる部位は合板と断熱材の間、含水率が大きかったのは合板を含む複合材であった。

(2) 合板と断熱材の間の相対湿度変化

もっとも相対湿度の高かった合板と断熱材間の相対湿度変化を図3に示す。12月1日～4月30日における相対湿度は常に98%を超えてはならないという文献1の判定基準がある。今回の条件下での解析結果では、常に98%以下であった。

(3) 合板を含む複合材の含水率変化

最も含水率の高かった合板を含む複合材の含水率変化を図4に示す。文献1によると相対湿度98%で平衡する重量基準含水率を超えてはならないという基準がある。この値は28.4%となるが、この解析ではこの基準を超えることはなかった。また文献1によると、すべての計算ポイントの容積基準含水率の期間平均値が $0.15(\text{m}^3/\text{m}^3)$ 以下、木質系の材料について質量含水率が $0.28(\text{kg}/\text{kg})$ 以下であることが判定基準となる。図の左縦軸の10分の1の値が容積含水率 (m^3/m^3) 、右縦軸の100分の1の値が質量含水率 (kg/kg) である。これらの基準を超えないことが確認できた。

おわりに

様々な断熱材、断熱工法があり、それぞれに特徴を持っている。大切なことは、建物のエネルギー消費を必要だけ減らすのに十分な断熱を、適切に建物に施すこ

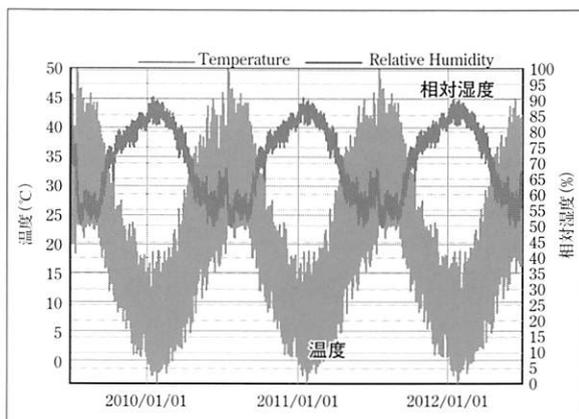


図3 合板—断熱材間の相対湿度変化(相対湿度98%以下であること)

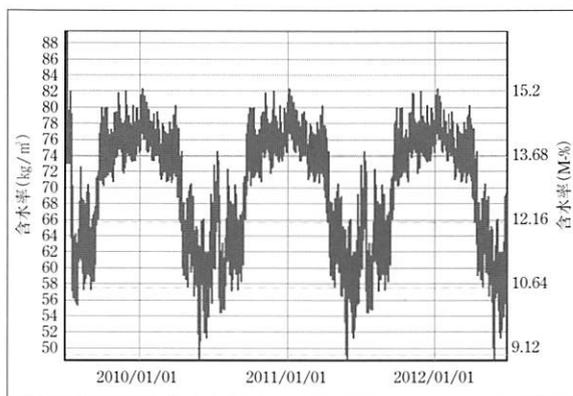


図4 含水率変化

とである。一方で、設計は適切でも、施工の段階で隙間ができて、内部結露のような不具合が起きたり、断熱効果が薄れたりということは避けなければならない。

とりわけ家庭部門で増加し続けているエネルギー消費、二酸化炭素排出量を削減するために、適切に断熱の施された住宅に住むことが必要である。それにより、光熱費が減り、住民の負担が減りつつ、地球温暖化防止に貢献できることが実現することが望ましい。

なお、今回の検証は特殊ポリマーと空気のできた断熱材としてアイシネン®(ICYNENE ASIA PACIFIC INC.)を用いて実施した。

<参考文献>

- 財団法人建築環境・省エネルギー機構：住宅の省エネルギー基準の解説，7章付録 p.307(2009/5/1)