

「となりのえんがわ」における 断熱気密補強の実測調査

Keywords: 断熱気密改修、高断熱、高气密、温熱環境、用途変更

文・小花 瑠香 旭化成建材株式会社 断熱事業部
断熱技術開発部
フォーラム賛助会員A

1. はじめに

近年我が国では、温室効果ガス排出量の削減目標の達成に向け、住宅・建築物の省エネルギーの対策の強化が課題となっている。新築建物に関しては、省エネルギー化の手法の提案・実用化が進んでいる。一方、既存建物に関しては、その効果と手法の十分な検討・周知が行われておらず、依然として省エネルギー化が進んでいない。

本調査は、省エネルギー性能および快適性向上を目的として断熱気密改修した建物を事例に、改修後の温熱環境の調査を行うことで、改修による効果を明らかにする。

2. 建物概要

2.1 建物概要

対象の建物は、宮城県仙台市の(有)宮城野納豆製造所内の納豆菌の包装出荷場（通称「桜井さんの小屋」）である。建築年代は昭和 10 年。トラス構造で内部に柱・間仕切りが無く、約 146 m²の無断熱かつ暖冷房設備無しの木造平屋建築物であった。2017 年当時、倉庫として利用していた包装出荷場を用途変更する際に、設計者安井妙子氏により断熱気密耐震補強が行われた。2019 年本建築物以外の宮城野納豆製造所の工場群 7 棟が登録有形文化財として登録された。用途変更工事は 2017 年 8 月から 2017 年 12 月の期間行われ、現在は一部減築して延べ床面積約 98 m²の「となりのえんがわ」と称し、カフェやイベントスペースとして貸し出しを行っている。

2.2 改修内容^{1) 2)}

外周基礎は内貼り断熱とし、立ち上りと折り返しに防蟻タイプの押出法ポリスチレンフォーム断熱材を 60mm 施工。屋根は、瓦を取り外した後に、既存の野地板を構造用合板で補強し、壁と屋根の取り合い部は高耐候性ポリエチレンフィルム 0.2mm を合板面に施工して気密を確保。合板の上にフェノールフォーム断熱材（ネオマフォーム³⁾）100mm を外張り施工し、継目に気密テープを貼る。また、通気層確保のために通気たる木を設ける。屋根の瓦面積を半分にし、残りはガルバリウム鋼板葺きとすることで、建物自重の軽減による水平力縮小を図る。なお、棟部の明かり取り窓は撤去し、ベルックス製の天窗⁴⁾を設置した。

外壁は、構造用合板を張ることで剛性を確保し、構造用合板の外側にネオマフォームを 40mm 外張り施工している。ネオマフォームの継目や窓まわりの取り合い部は気密テープを貼り気密を確保する。特に屋根との取り合いとなるケラバ部は、連続するよう入念な気密施工が必要である。また、耐震補強としては、2 箇所耐力壁を設置し、水平

力を分散させる。

南正面の木製ガラス戸の窓は、外観を保持するために、Low-E ペアガラスアルゴンガス入りの樹脂製内付サッシで断熱補強し、断熱気密を確保してそのまま転用している。東側の一部のアルミサッシに取り換えられていた窓は撤去し、別の場所の木製のガラス戸を移動させて利用した。そのほか新規に設置する排煙窓等も樹脂製または木製 Low-E ペアガラスアルゴンガス入りを使用している。

建物性能としては、外皮平均熱貫流率 UA 値が 0.5 W/(m²・K)程度で、計画換気のできる気密性を確保する設計としている。仙台市の省エネルギー基準地域区分は 5 地域に該当し、戸建て住宅の断熱性能基準と比較すると、HEAT20 の G1 (0.48) から ZEH (0.60) 相当となる。

2.3 建物設備

暖冷房設備は、寒冷地用床置き型ルームエアコン (APF 5.6) 2 台であり、夜間は暖冷房を切り、毎朝 7 時 30 分頃より設定温度を 25°C 前後で運転開始し、レンタルスペースの貸し出しを開始する。カフェや演奏会の場として不規則利用しており、利用者が温度設定を調整することができる。換気設備は、プッシュ式給気口 6 台、24 時間運転天井扇 3 台、厨房用換気扇 2 台を使用した第 3 種換気である。授乳室とトイレは間仕切り壁により区切られているが、暖冷房された空気は、授乳室の開放された欄間部分を介してトイレの天井扇から排出される。

3. 調査概要

室内温度と利用状況を調査し、改修後の温熱環境を分析する。なお、改修前は無断熱・無暖冷房であったため、外気とほぼ同等の温熱環境であったと考える。測定方法は、室内 4 か所に測定器（温湿度データロガー）を設置して、毎時の温度を測定した。設置位置を図 1 に示す。高さは、A は 0.1m、B は 2.35m、C と D は 1.1m である。比較として敷地内工場棟の事務所に 1 台（設置高さ 1.2m）設置した。事務所は無断熱であり暖房期は毎日 7-15 時頃まで壁付エアコンで暖房している。なお、現地から約 2 km に仙台市气象台があるため、仙台市のアメダスの測定値を室外の温湿度とした。測定期間は、2019 年 6 月 17 日から 2020 年 5 月 15 日の約 11 か月間とした。



写真 1 改修前の建物（南面）¹⁾



写真 2 改修後の建物（南面）¹⁾

4. 結果と考察

最高気温観測日（2019年7月31日）および最低気温観測日（2020年2月7日）について、その日を含む1週間の測定結果を図2,3に示す。

4.1 冷房期（2019年7月28日～8月4日）

冷房時は25℃前後、夜間は27℃前後で比較的温度が一定である。（図2）各測定点を比較すると、冷房時はAとDの温度が僅かに高い。Aは、設置位置は低い、南面の窓が近いため日射の影響で日中温度が高いと考えられる。Dのあるトイレは、ホールと仕切られているため冷気が入りにくい。また、暖かい空気は上にいくため、冷房を切っている時間（夜間）は設置位置が高いBの温度が僅かに高く、A,C,Dの温度は概ね一致している。日中気温が高いにも関わらず、Bの温度が高くなっていないのは、屋根の断熱材を厚くして断熱性能を高めた効果であると言える。

4.2 暖房期（2020年2月3～9日）

暖房を切ると15℃付近まで室内温度は下がる。（図3）他の時期を含め、測定期間中、外気が氷点下であっても室内温度が10℃を下回ることにはなかった。AとD、BとCで傾向が似ている。BはCより1m以上設置位置が高いが、概ね温度が等しいことは好ましいと言える。AとDの温度が低い理由として、Aは設置位置がエアコン吹き出し位置よりも低く、上部にカウンターがあるために暖気が回り込みにくいことが考えられる。加えて、南面サッシは内付であり、断熱層との連続性の確保が不十分で、壁際のAの温度が低くなったと考える。外皮面積に対する開口部面積は14%（開口部比率区分（に）該当）であり、一般的な住宅⁵⁾と比較すると大きい日射取得は大きくなるが、その分気密の確保・施工精度が快適性に繋がる。トイレに設置したDは、授乳室と繋がる上部通気口から入ってきた暖かい空気が、そのまま排気口から外に排出されたと考える。なお、授乳室へは上部の欄間から食堂スペース・ホールの空気が給気される。全室同一温度とする必要はなく、トイレと授乳室は排気のチャンバーとした設計意図通りである。（設計者ヒアリング）なお、2月7,8日のAの測定値が高いのは、電源等の熱源が近くにあったと推測する。

朝方（3-5時）の外気温に対する、室内温度と事務所温度を図4に示す。日中の暖房設定温度が異なるが、設置高さが近いCと事務所を比較すると、いずれもCのほうが約5℃以上高い。断熱・気密効果により、日中の暖房により暖められた空気が建物の外に逃げにくいことが確認できる。改修前は無暖房であったため、改修前後での温度環境は大きく改善されたと考える。

4.3 室内の温度差

室内温度差（B-A）と室内外温度差（C-外気温）の関係を図5に示す。A（0.1m）とB（2.35m）の温度差は、概ね冷房期は2℃以内、暖房期は最大で8℃程度である。暖房期は、室内外温度差が10℃以上となる（暖房負荷が大きくなる）と、室内上下温度差がより大きくなる。そして、B（1.1m）とCはほぼ同じ温度であることから（図3）、高さ0.1-1.1mで温度差があるということである。前述の通りAの設置位置の課題もある。屋根の断熱材が100mmと厚く、建物上部からの熱損失は抑えられているが、天井が高く、建物全体の空気の循環効果が小さいと考えられる。サーキュレーターの使用で改善できるかもしれない。また、設定温度が高すぎることが温度差を顕著にしていることもあるだろう。快適性の指針として、ISO7730では床上0.1-1.1mで3℃以内を推奨している。ただし、上下温度差がある場合でも、住宅と違い在室者は靴を履いており、足元が寒いという体感とはそれほどない。（使用者ヒアリング）

5. おわりに

建物用途を踏まえた上で計画を立て、必要な断熱性能の確保だけでなく、高气密化を図ることで、設計意図通りの暖冷房性能・計画換気が実現可能となる。そして、外観や室内構造を保持する制約の中での断熱改修は、施工後には見えない部分となる断熱・気密の施工精度がより重要となる。また、建物性能に加え、使い手側も設計意図を理解した上で使用することで、より快適な空間を作り上げることができるだろう。

謝辞

実測調査にあたり(有)宮城野納豆製造所の三浦晴美社長、設計者の安井妙子氏に多大なるご協力を頂きました。ここに記して、謝意を表します。



写真3 小屋組みを現わした内部空間

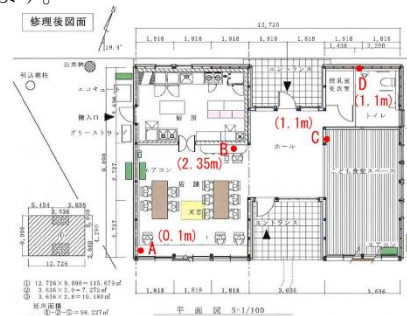


図1 平面図D・測定器設置位置

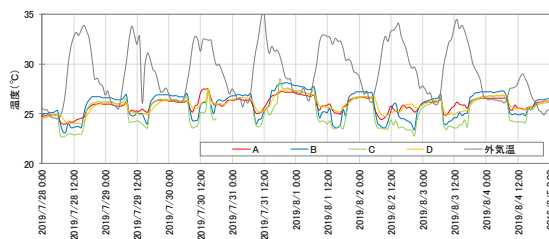


図2 冷房期の室内温度（2019年7月31日～8月4日）

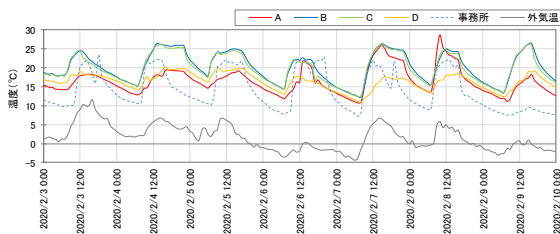


図3 暖房期の室内温度（2020年2月3日～9日）

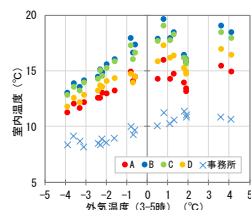


図4 朝方室内温度（2020年2月3日～9日）

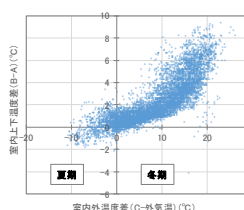


図5 室内温度差・室内外温度差関係図

参考文献

- 1) 三浦晴美：ティールームとなりのえんがわ修理工事報告書,2018.2
- 2) 安井妙子とえんがわ：ティールーム「となりのえんがわ」用途変更工事契約図面
- 3) ネオマフォーム,旭化成建材株式会社, <https://www.asahikasei-kenzai.com/akk/insulation/neoma/>
- 4) FS フィックスタイプ, 日本ベルックス株式会社, <https://www.velux.co.jp/products/skylights/fs>
- 5) 独立行政法人建築研究所：平成25年省エネルギー基準に準拠した算定・判断の方法及び解説 III 住宅の設計施工指針,p74,2014