

歴史的木造建物の省エネルギー改修に向けた現況の換気回数測定報告書概要

地方独立行政法人 山口県産業技術センター

1 研究の背景

人口減少、超高齢化社会の到来が迫るなか、高齢者・子供が安心して歩いて暮らせるまちづくりに向けた街なか居住に注目が集まっている。さらに地方都市の中心市街地には歴史的街並みが良好な景観を呈している地域が多く存在する。これら地域の良好な景観形成や歴史風致の維持および向上の取り組みは定住人口のみならず交流人口の増加が見込まれるが、歴史的街並みを構成する町家等の歴史的木造建物の老朽化による建物機能が居住スタイルにあわないこと、耐震性能や熱的快適性能など住宅性能の不安が空き家や取り壊し建て替えを加速している。このことから町家など歴史的木造建物の居住性、耐震性、快適性を向上させる改修技術の開発が求められる。

2 研究の目的

歴史的木造建物の改修による省エネルギー効果をパラメトリックに数値解析した。実在する町家型歴史的建物をもとにその断熱気密条件を変更したときの年間必要暖冷房負荷計算結果から省エネルギー性能を比較した。計算結果を図1に示す。気密性能を表す換気回数が現況建物において10[回/時]の場合、5[回/時]の場合の2種類の計算結果を示している。現況仕様（換気回数10[回/時]、換気回数5[回/時]とも）に対して開口部のみを断熱改修、床のみを断熱改修、外壁のみを断熱改修、屋根のみを断熱改修（すべて次世代省エネルギー基準仕様規定に準拠する断熱仕様に変更）する条件と比較して気密性能のみを改修（次世代省エネルギー基準準拠仕様0.5[回/時]に変更）する効果が大きいことがわかる。換気回数10[回/時]換気回数5[回/時]いずれの場合も改修による年間暖冷房負荷低減率

は、現況仕様と比較して開口部改修条件が約99%、床改修条件が約95%、外壁改修条件が約90%、屋根改修条件が約85%、気密改修条件では換気回数10[回/時]の場合が約40%、換気回数5[回/時]の場合が約60%である。

ここで、現況仕様における換気回数を10[回/時]、5[回/時]としているが、これは文献：伝統的民家にみられる室内熱環境調整機能の評価（日本建築学会大会学術講演梗概集（北海道）1995年8月、41223）の記載値である「伝統民家の換気回数：5[回/時]」から仮定した値である。「5[回/時]」に加えより不利側条件の値である「10[回/時]」の場合も計算した。

歴史的木造建物の省エネルギー改修をおこなう際には、気密性能向上による効果が極めて大きいことが示された。

ところがこの記載値以外に歴史的木造建物の気密性能実測データの蓄積がなく実際の改修工事の省エネルギー効果を定量的に試算することができない。

住宅の断熱性能についてはその設計図書から求められる場合があるが、気密性能については設計図書から求めることはできない。さらに歴史的木造建物には設計図書が存在しないことがほとんどである。設計図書に依らなくても断熱性能は現場目視調査によりある程度は確認できるが、気密性能は専用の装置を用いなければ測定不可能である。

このため現況の歴史的木造建物の気密性能（換気回数）を実測しデータを蓄積することを目的に本研究をおこなった。

3 研究の方法

屋内複数区画に一定濃度で放出したトレーサーガスの希釈濃度を測定・解析することにより換気回数を求

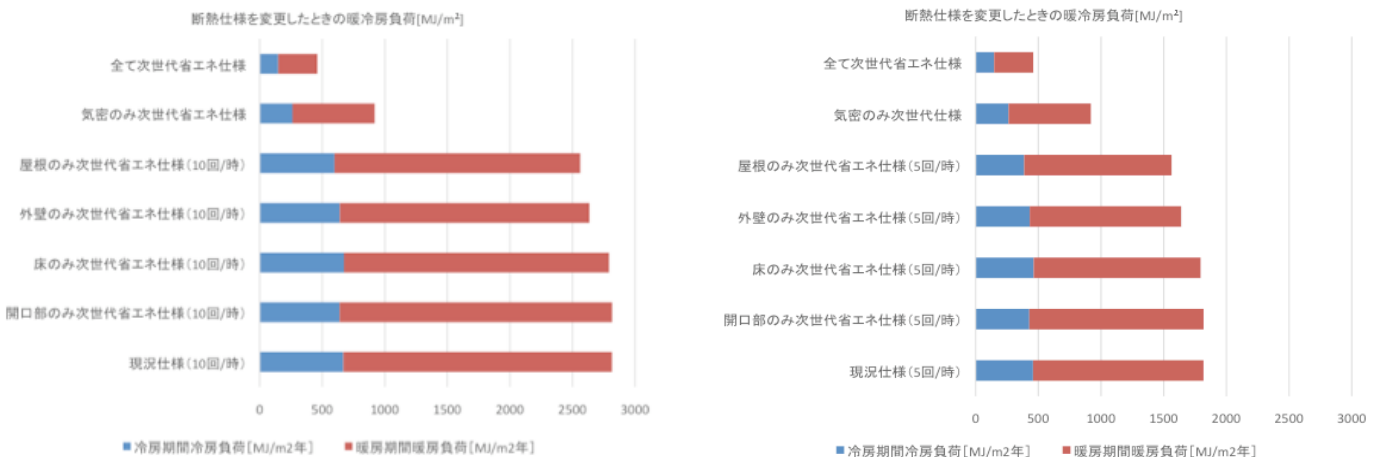


図1 断熱仕様を変更したときの暖冷房負荷

める「トレーサーガス一定濃度法」により「換気回数 [回/時]」を測定した。トレーサーガスは炭酸ガスを使用した。測定には多数室換気測定器 SK-001（コーナ札幌株式会社製）を使用し間仕切り建具の開閉により建物を 8 区画した。なお、併せて室内外温度、屋外風速を測定した。

4 測定建物

山口県内の歴史的木造建物 3 棟を測定した。建物概要を示す。

4-1 O 邸（萩市）



町家を改修し 4 人家族が居住している。建築年代：明治 30 年代（平成 25 年改修）延べ床面積：175 m² 気積：433 m³（測定対象部）1 階西側縁側掃き出し窓のみアルミサッシ，その他は木製建具

4-2 T 邸（萩市）



米穀店を営んでいたが現在は空き家となっている。建築年代：明治後期 延べ床面積：189 m² 気積：483 m³（測定対象部）2 階和室 8 帖と台所・食堂のみアルミサッシ，1 階座敷濡れ縁側障子のみ，その他は木製建具

4-3 N 邸（山口市）



酒造商家として建てられたが，昭和 59 年に市に寄贈され，現在は伝統工芸常設展示施設として使用されている。登録有形文化財。建築年代：明治 19 年 延べ床面積：437 m² 気積：1788 m³（測定対象部）全て木製建具

5 計算方法

「トレーサーガス一定濃度法」は，区画内の二酸化炭素濃度が一定になるように放出し，そのときの放出量と濃度から建物全体の換気量を算出する方法である。その計算法を式 1 に示す。

$$\bar{N} = \bar{Q}/V \quad \dots \text{式 1}$$

$$\bar{Q} = \sum \bar{Q}_i$$

$$\bar{Q}_i = \bar{m}_i / ((\bar{C}_i - \bar{C}_o) \times 10^{-6})$$

$$\bar{m}_i = (m_{i1} + \dots + m_{ik} + \dots + m_{in}) / n$$

$$\bar{C}_i = (C_{i1} + \dots + C_{ik} + \dots + C_{in}) / n$$

$$\bar{C}_o = (C_{o1} + \dots + C_{ok} + \dots + C_{on}) / n$$

ここで

\bar{N} : 建物全体の平均換気回数 [回/h]

\bar{Q} : 建物全体の平均換気量 [m³/h]

\bar{Q}_i : 区画 i の平均換気量 [m³/h]

V : 建物全体の気積 [m³]

V_i : 区画 i の気積 [m³]

\bar{C}_i : 区画 i の平均 CO₂ 濃度 [ppm]

\bar{C}_o : 外気平均 CO₂ 濃度 [ppm]

\bar{m}_i : 区画 i の平均 CO₂ 放出量 [m³/h]

C_{ik} : 区画 i の k 番目の CO₂ 濃度測定結果 [ppm]

C_{ok} : 外気の k 番目の CO₂ 濃度測定結果 [ppm]

m_{ik} : 区画 i の k 番目の CO₂ 放出量結果 [m³/h]

n : 放出量，CO₂ 濃度測定数

6 測定結果

全ての建物の換気回数測定結果を表 1 に整理した。当初想定していた換気回数 5~10 [回/h] と比較して小さい数値であった。屋外風速はいずれもほぼ無風であった。

今回は一定濃度法による測定であったが，トレーサーガスの一定発生法，さらにはトレーサーガスをパルス的に発生させて各室の濃度変動から解析を行って室間の空気流動を同定する方法も提案されている。今後，他の方法の測定による検証が必要と考える。

表 1 測定結果

建物	季節	Q	V	N	t	その他
O 邸	夏季	342.0	433	0.79	t	-
O 邸	冬季	609.3	433	1.41	t	6
T 邸	夏季	286.5	483	0.59	t	3
T 邸	冬季	609.1	483	1.26	t	3
N 邸	夏季	2284.5	1788	1.28	t	3
N 邸	冬季	2015.9	1788	1.13	t	4

ただし，Q: 建物全体の換気量 [m³/h] V: 建物の気積 [m³] N: 建物全体の換気回数 [回/h] t: 室内温度-屋外温度 [°C]