

住宅の新築及び既存改修における断熱範囲の設定と省エネ効果の検証

建築都市デザイン学科 2280070050-0 田嶋 圭一
(指導教員 近本智行)

1. はじめに

近年、家庭のエネルギー消費量削減の要求に伴い、住宅の省エネ・長期使用化が最重要課題である。新築住宅では、良質な住宅ストックの普及や省エネ技術の有効活用による生活の快適性向上が求められる。既存住宅では、エコリフォームが望ましいが、改修費用による住まい手の負担や技術的な難しさから普及はあまり進んでいない。

そこで本研究では、対象とした新築戸建住宅及び既存集合住宅に適切な断熱範囲を設定し、省エネ効果の検証を行った。新築戸建住宅では、省エネ住宅として気密性能及び温熱環境調査により住宅性能を把握し、ライフスタイルとエネルギー消費量の関係性も評価した。既存集合住宅では、限定された空間を部分断熱改修し、断熱技術施工有無の室内温熱環境及び窓近傍のコールドドラフトの発生を調査することで省エネ効果を検証し、集合住宅における新たな省エネ技術パッケージの提示を試みた。

2. 研究概要

対象建物概要を表1に示す。

2-1. 新築戸建住宅

平面図(1階のみ)を図1に示す。本住宅は、硬質ウレタン層及びアルミ熱線反射材の複合工法により、日射による熱線を遮断し室内の保温蓄熱に優れる要素技術を集約させたモニター住宅である。

2-2. 既存集合住宅

平面図及び部分断熱改修手法を図2に示す。改修前の断熱処理は、屋上部分と2階スラブ下のみで外壁には施されていない。断熱改修範囲は、冬期の熱逃げや結露対策として北側2室を対象とした。改修対象の開口部(窓ガラスの室内側)にポリカーボネイトによる透過性のある断熱建具を設置、各部屋との間仕切りにプラダンとワーロン紙による断熱建具を設置し、外壁はウレタン吹付けによる内断熱処理を施す部分断熱改修を行った。

2-3. 測定概要

本研究における測定概要を表2に示す。

4. 新築戸建住宅

4.1 気密試験

気密性能をJIS A 2201「送風機による住宅等の気密性能試験方法」^{文1)}に準じて測定した。全ての換気システムの吸排気口をシールすることで建物全体を単室とし、減圧法により検証した。竣工直後の測定で相当隙間面積 C ^{注1)}

は $0.97[\text{cm}^2/\text{m}^2]$ 。以上より、対象住宅は寒冷地(地域区分Ⅰ、Ⅱ)の次世代省エネルギー基準^{注2)} $C=2.0[\text{cm}^2/\text{m}^2]$ より優れ、十分な気密性能を有していることが分かった。

4-2. 温熱環境調査

図3に夏期、図4に冬期の測定結果を示す。

夏期では、外壁西面の温度変動が1日で 30°C 以上あり日中は西日の影響から 55°C 付近まで上昇しているが、内壁西面の温度変動は 5°C 程度しかなく室内温度も 28°C 付近で安定している。

冬期も同様に、外壁南面は 20°C 以上の温度変動を示しているのに対し、内壁南面は 5°C 程度の温度変動で推移し、室内温熱環境は $15\sim 20^\circ\text{C}$ と安定している。

夏期・冬期を通して、外界気象条件および冷暖房の運転状況に拘わらず室温は安定しており、高断熱高气密化による断熱効果が確認できた。

表1 対象建物概要

	戸建住宅	集合住宅
所在地	京都府(地域区分Ⅳ)	京都府(地域区分Ⅳ)
建設年	2010年	1971年
構造	木造	鉄筋コンクリート造
階数	2階	5階(全16戸)
延床面積	100 m^2	50 m^2
家族構成	4人(大人2,子供2)	空き家

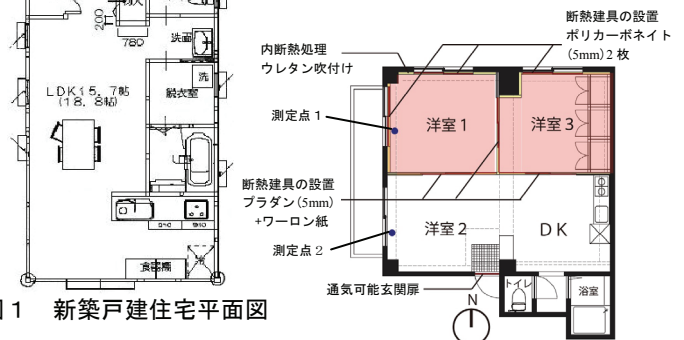


図1 新築戸建住宅平面図

図2 既存集合住宅平面図

表2 測定概要

対象住戸	測定項目	測定内容
新築戸建住宅	気密性能	通気量、室内外差圧、室内温度、屋外温度
	温度分布(夏期・冬期)	室内温度、屋外温度、内外壁面温度
	生活ヒアリング調査	ライフスタイル、在宅状況(平日・休日) 保有家電機器・使用状況、省エネ意識
	エネルギー	住宅全体の電気使用量
既存集合住宅	温度分布(断熱改修前後)	室内温度、内外壁面温度 窓ガラス表面温度、断熱建具表面温度
	漏気量	窓近傍空気温度、床表面温度、室内温度 窓ガラス表面温度、断熱建具表面温度

4-3. 住まい方によるエネルギー消費行動の把握^{文2)}

エネルギー記録媒体により住宅内の電気使用量を算出した。評価対象日は2011年1月19~21日。図5は空調、給湯、及びその他の3分類の電気使用量、また図6はその他に含まれる厨房(IH含む)、トイレ便座、寝室、リビングにおける電気使用量を拡大して示したものである。

3~7時は給湯・主幹等の深夜電力利用のため電気使用量のピークを迎えるが、それ以外では昼食時と世帯主が帰宅する18時以降に高めの値を示している。また就寝時にエアコンを使うことから、深夜において空調が占める割合が高くなっている。箇所別では厨房・リビングでの使用量が大半を占め、夕方18時頃電気使用量のピークを迎えるが、これは厨房におけるピークとほぼ一致している。

5. 既存集合住宅

5-1. 温熱環境調査

図7に断熱技術施工有無による温度変化の比較を示す。断熱改修対象(和室1)及び断熱改修対象外(和室2)における外壁からの流入熱とそれに伴う室内温熱環境の影響を検証した。改修対象外の内壁・室温に比べ、改修対象の内壁・室温はそれぞれ約2~3℃高い温度域を推移し、温度変化においても断熱技術施工により小さく抑えられており、内断熱処理による室内温熱環境の向上が確認できた。

- 注1) 通気量Qと室内外差圧 ΔP から外皮全体の総相当隙間面積 αA を求め、実質床面積で除して算出。
 注2) 所在地である地域区分IVの基準は $C=5.0[\text{cm}^2/\text{m}^2]$ 以下。
 注3) 分解能 0.5°C のクールメモリにより測定。
 注4) 窓面から30mmの床上100mm、500mm、900mm、1300mm、1700mmの計5ヶ所を測定対象とした。
 注5) 天井高は2250mm、窓ガラスは床上から高さ1700mm。
 参考文献
 文1) JIS A 2201「送風機による住宅等の気密性能試験方法」(2003)
 文2) 日本建築学会：日本の住宅におけるエネルギー消費(2006)

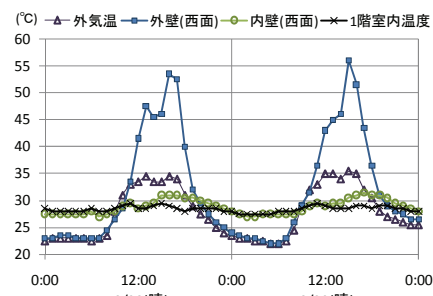


図3 各温度経時変化(夏期)^{注3)}

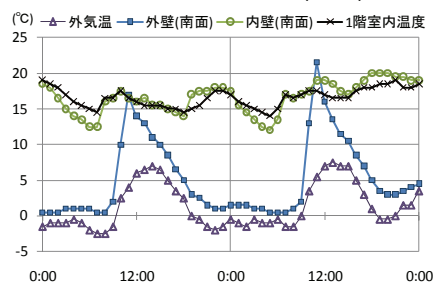


図4 各温度経時変化(冬期)^{注3)}

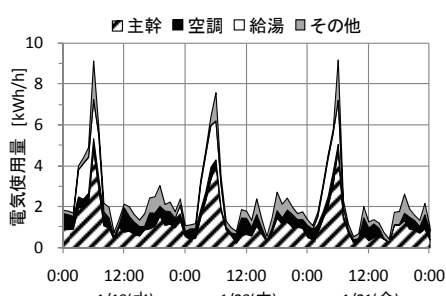


図5 用途別電気使用量

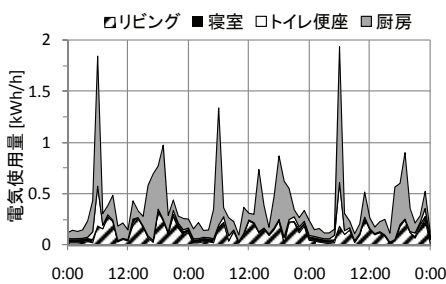


図6 箇所別電気使用量

5-2. 窓近傍における漏気量調査

窓近傍の垂直方向温度分布^{注4)}をT型熱電対により計測し、窓表面によるコールドドラフトの有無を確認した。図6に測定点1、2(図2参照)における上下温度分布、表3に周辺実験環境を示す。床上1300mmの位置では空気温度に 1.5°C の差しか見られないのに対し、床上900mm、500mm、100mm、床表面では 2.4°C 、 3.1°C 、 5.0°C 、 6.9°C と下降するにつれ温度差は大きくなり、断熱改修済みの開口部におけるコールドドラフトの緩和が確認できた。

表3 実験環境

	測定点1	測定点2
室内空気温度	20℃	
外気温度	1.4℃	
窓ガラス表面温度	8.4℃	9.1℃
断熱建具温度表面(室内側)	16.6℃	-

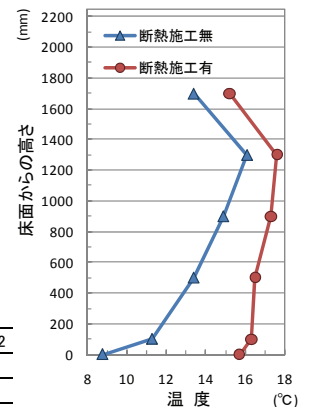


図8 上下温度分布^{注5)}

6. まとめ

住宅に即した断熱範囲を設定し、省エネ住宅の性能把握や部分断熱改修による省エネ効果について検証した。新築戸建住宅では、気密試験及び温熱環境調査の性能評価試験から、断熱効果等の良質な住宅性能が外界気象条件等に拘わらず室内温熱環境を安定的に保ち、冷暖房エネルギーのロスを少なくするといったエネルギー消費削減につながることが確認できた。今後は、省エネ技術施工有無の実験棟を製作し、さらに断熱効果に関して検証する。既存集合住宅では、費用や技術的な問題から部分断熱改修による室内温熱環境の改善を狙った。結果として、冷気の侵入遮断や熱逃げの抑制による室内環境の向上が見られ、費用対効果も含め実現性の高い改修手法の効果を検証することができた。今後は、家族モデル(夫婦と子供1人、学生シェア)を設定し、居住状態における温熱環境調査やエネルギー消費量から見る実質的なCO₂削減量の算出を行う。

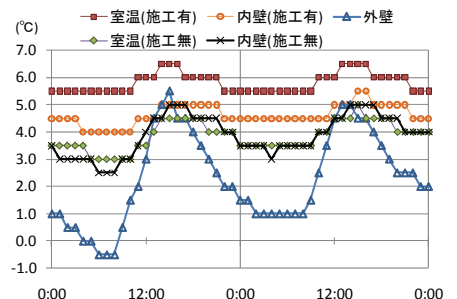


図7 断熱施工有無による温度変化^{注3)}