

住宅の断熱性能と電力消費量のピークカットに関する研究 会津若松の戸建住宅における実測と評価を通して

正会員 ○村橋 喜満 *
同 鈴木 憲三 **
同 外岡 豊 ***

高断熱高気密住宅 室内温熱環境 エネルギー消費効率

1. はじめに

木造枠組壁工法住宅の枠組を厚さが1mm前後の薄板軽量形鋼に置き換えた、いわゆるスチールハウス構造に外張り断熱(図1参照)を施し、高断熱・高気密化とエネルギー消費の効率化を狙った福島県会津若松市の二階建戸建住宅(会津仕様と略す)を対象に、実測と評価を通して熱負荷解析シミュレーションモデルを確立してきた^{1),2)}。

このモデルを使い、住宅の断熱性能と電力消費量との関連を解析し分析した上で、住宅ストックの断熱性能の向上が電力消費量のピークカットの大きな鍵であることを論じる。

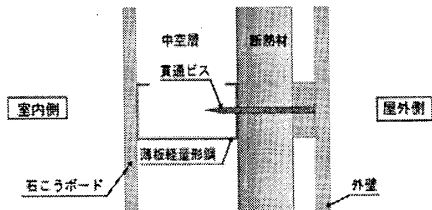


図1 薄板軽量形鋼枠組壁工法の壁体内構造

2. 評価対象住宅の概要

床面積は一階が77.0㎡(車庫除く)、二階が56.5㎡で延床面積は133.5㎡である。屋根と壁は厚40mmの硬質ウレタンボードの上に厚25mmの発泡ウレタン吹付け断熱、基礎立上りと土間は厚40mmの硬質ウレタンボード断熱を行っている。

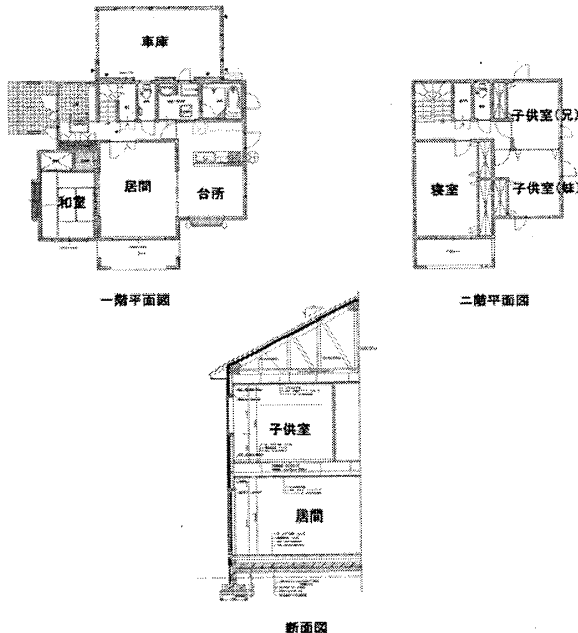


図2 会津仕様の概要(一階・二階平面図、断面図)

窓は低放射複層ガラスを使用し、二年間の実測と分析・評価により構築した熱負荷シミュレーションモデルに基づく熱損失係数Q値は1.49 W/㎡K、相当隙間面積の実測値は0.80 cm²/㎡である。

暖房は居間・寝室・子供室にそれぞれ7kW・3kW・3kWの合計で13kWの蓄熱式電気暖房器、冷房は三台の家庭用ヒートポンプ式エアコン、換気は第三種集中換気システム(排気量: max 140 m³/h)を採用している。

居住者は勤務時間が不規則な共働き夫婦と中学生の子ども二人である。温湿度の計測は電池式小型記録計、暖房器とエアコンの電力消費量の計測にはクランプ式電流計(暖房は10分間隔、エアコンは5分間隔で記録)を用いた。

3. 住宅の断熱・気密性能と暖冷房負荷特性

実測と分析・評価に基づく会津仕様の熱負荷解析シミュレーションモデル(Q値: 1.49 W/㎡K)を基準に、熱損失係数Q値を2.64 W/㎡K、3.57 W/㎡Kと変化させた解析を行い、住宅の断熱性能と暖冷房負荷特性に関する考察を行う。

表1は、拡張アメダス気象データ・若松標準年を使い、年間暖冷房負荷を解析した結果である。住宅の断熱性能を上げることが年間レベルでの暖房負荷低減には有効であるが、冷房ではほとんど差がない。

表1 住宅断熱性能と年間暖冷房負荷(若松標準年)

	拡張アメダス気象データ若松標準年		
	Q値=1.49	Q値=2.64	Q値=3.57
暖房負荷[kWh/年] (基準比)	10,182 1.00	20,286 1.99	27,877 2.74
冷房負荷[kWh/年] (基準比)	1,534 1.00	1,530 1.00	1,641 1.07

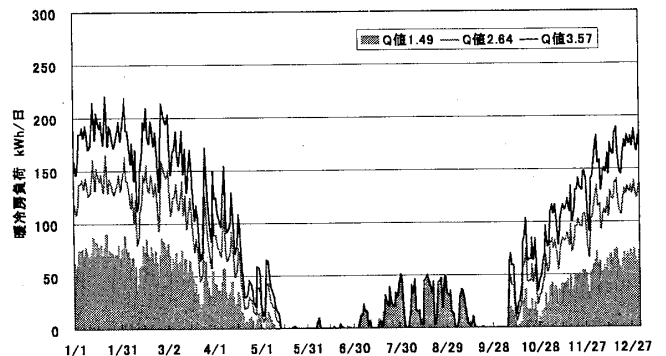


図3 住宅の断熱性能と一日あたりの暖冷房負荷(若松標準年)

Study of Peak Energy Consumption Reduction for Space Heating and Cooling systems in Highly Insulated and Air-tightened Residential Houses

MURAHASHI Yoshimitsu, SUZUKI Kenzo, TONOOKA Yutaka

一日あたりの暖冷房負荷の年間推移と最大暖冷房負荷日の解析した結果を図3と表2に示す。断熱性能の向上に伴う一日あたりの冷房負荷低減量は、表1の年間レベルに比べやや大きくなっているものの、暖房の低減量が格段に大きいという傾向は表1の年間レベルと同様である。

表2 住宅断熱性能と一日あたりの最大暖冷房負荷(若松標準年)

	拡張アメダス気象データ若松標準年		
	Q値=1.49	Q値=2.64	Q値=3.57
暖房負荷[kWh/日] (基準比)	90.5 1.00	165.2 1.83	221.2 2.44
冷房負荷[kWh/日] (基準比)	42.0 1.00	46.1 1.10	51.3 1.22

表3 住宅断熱性能と一時間あたりの最大冷房負荷(若松標準年)

	拡張アメダス気象データ若松標準年		
	Q値=1.49	Q値=2.64	Q値=3.57
暖房負荷[kWh] (基準比)	4.36 1.00	7.85 1.80	10.47 2.40
冷房負荷[kWh] (基準比)	3.71 1.00	4.32 1.16	5.00 1.35

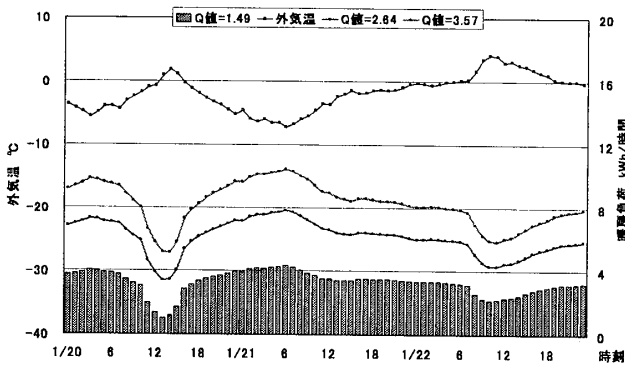


図4 住宅の断熱性能と一時間あたりの暖房負荷(若松標準年)

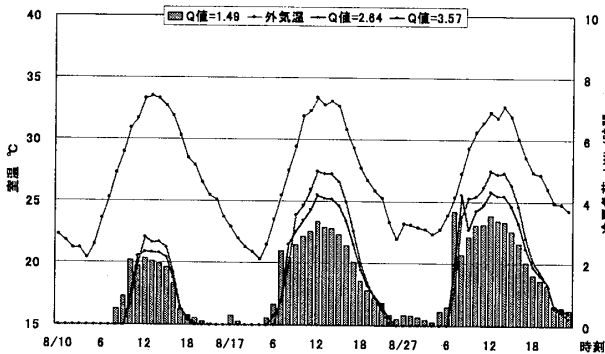


図5 住宅の断熱性能と一時間あたりの冷房負荷(若松標準年)

表3と図4・5は、最大暖冷房負荷日における一時間あたりの負荷変動を示す。断熱性能が高いほど暖房負荷のピークカット量は大きく、その低減率は表2の一日あたりの暖房負荷の場合とほぼ等しい。冷房においては住宅の断熱性能が高いほど日射等の外部からの熱を住宅内に蓄積しやすくなり早朝から冷房負荷が発生している。このことが一日あたりの冷房負荷の低減効果を小さくしており、高断熱化を図る場合、日よけや外気温が下がった時には住宅内の熱を外に排出する

排熱換気が必要となる。しかし、一時間あたりでみると断熱性能の向上は冷房負荷のピークカットには効果的である。

猛暑となった1994年の拡張アメダス気象データを使い、時間あたりの冷房負荷を解析した結果を表4と図6に示す。断熱性能を向上させることで冷房負荷のピークカット量は、標準年の場合に比べ格段に大きくなっている。

今回採用している蓄熱式電気暖房器は23時から翌朝7時までの深夜電力を使う8時間蓄熱型である。その設備能力は一日あたりの最大暖房負荷によって決定され、表2の熱損失係数Q値に対応した設備能力は11.3kW、20.7kW、27.7kWとなる。高断熱化は省エネルギーの実現とともに暖房関連の設備能力とイニシャルコスト削減に大きな効果がある。

表4 住宅断熱性能と一時間あたりの最大冷房負荷(1994年[若松])

	拡張アメダス気象データ・1994年(若松)		
	Q値=1.49	Q値=2.64	Q値=3.57
冷房負荷[kWh] (基準比)	4.19 1.00	5.60 1.34	6.81 1.63

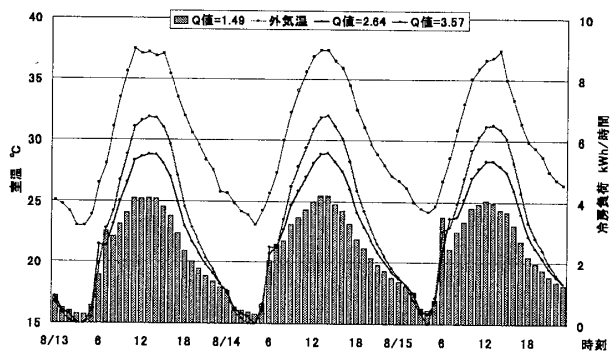


図6 住宅の断熱性能と一時間あたりの冷房負荷(1994年[若松])

4. まとめ

1. 住宅の断熱性能を向上させることは、一時間あたりでみた暖冷房負荷のピークカットに有効である。
2. 暖房は高断熱化に比例してピークカット効果は大きい。
3. 冷房は暖房の6割程度のピークカット効果しか期待できない。これは、熱損失係数Q値以外に日射や外気の湿度の影響が強く受けるためである。高断熱化を図るほど日よけや排熱換気に注意しなければならない。
4. 猛暑時における高断熱住宅は、標準年より格段に大きい冷房負荷のピークカット効果が期待できる。
5. 断熱性能の向上は暖冷房の設備能力とイニシャルコスト削減に大きな効果がある。暖房はその効果が大きい。

参考文献

- 1) 鈴木憲三、村橋喜満、外岡豊、「薄板軽量形鋼造に外張断熱を施した高断熱高气密住宅の室内温熱環境とエネルギー消費特性 その1:会津若松の戸建住宅における冬期の評価」日本建築学会2003年度大会(中部)学術講演会研究発表梗概集(03年9月)
- 2) 村橋喜満、鈴木憲三、外岡豊、「同上、その2:会津若松の戸建住宅における夏期の評価」日本建築学会2003年度大会(中部)学術講演会研究発表梗概集(03年9月)

* 新日本製鐵(株)(埼玉大学大学院経済科学研究科) 経済学修士
 ** 北海道工業大学 建築学科 教授・工博
 *** 埼玉大学 経済学部 社会環境設計学科 教授・工博

* Nippon Steel Corporation M. Economics
 ** Prof., Hokkaido Institute of Technology, Dr. Eng.
 *** Prof., Saitama University, Dr. Eng.