

薄板軽量形鋼造に外張断熱を施した高断熱高気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

正会員 ○鈴木 憲三 *
同 村橋 喜満 **
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

前大会の論文^{*)}に引き続き、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「スチールハウス構造」に外張断熱(図1参照)を施し、高断熱・高気密化とエネルギー消費の高効率化を狙った住宅を研究対象にする。福島県会津若松市の二階建戸建住宅(会津仕様)における二年間の実測結果に基づき「その1」は冬期の室内温熱環境とエネルギー消費特性について、「その2」は夏期について報告する。

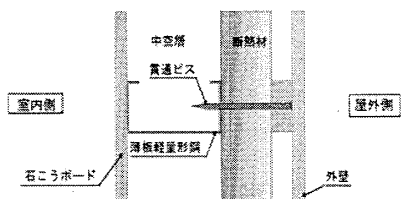


図1 薄板軽量形鋼枠組壁工法の壁体内構造

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。

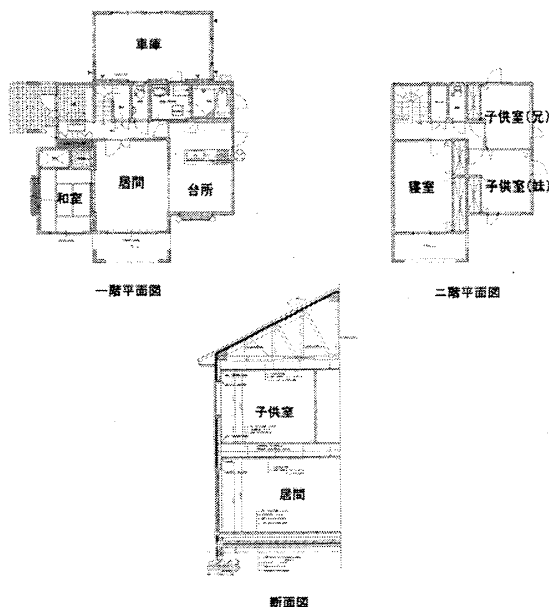


図2 会津仕様の概要(一階・二階平面図、断面図)

窓は低放射複層ガラスを使用し、熱損失係数Q値の設計値は1.64 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・子供室に設置した蓄熱式電気暖房器、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供二人である。温湿度と暖房器の消費電力量の計測には電池式小型記録計とクランプ式電流計(記録間隔10分)を用いた。

3. 冬期の室内温熱環境

この地方では一般にコタツが併用されているが、2002年10月からの二年目にはその利用を止めており連続的な暖房に変化している。2002年10月から2003年3月の日平均外気温、室温、相対湿度を図3に示す。暖房開始の10月14日から3月27日までの外気温、玄関、居間、寝室の平均室温は3℃、17.6℃、24.6℃、21.8℃、外気、居間、寝室の平均相対湿度は78.7%、25.4%、48.5%である。基礎断熱された床下の温度は外気温が氷点下になっても15℃前後を確保している。

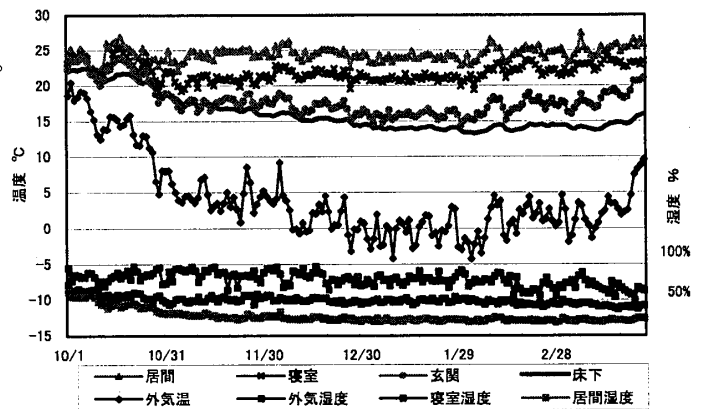


図3 冬期における外気温・室温・湿度の推移

熱を伝えやすいというスチールの特徴が室内の温度ムラを少なくする効果を持つ。暖房器のない玄関ホールも平均17.6℃である。図4と図5は、2003年3月28日17時~29日7時の外気温、一階居室と二階寝室の床面、床上5cm、110cm、150cmの10分間隔の温度測定結果である。二階床面、床上5cm、110cm、150cmの平均温度は22.0℃、21.5℃、21.5℃、21.6℃と床面が最も高く、温度差も小さいことから「床暖房しているように暖かい」という現象を裏付けている。

Evaluation on Indoor Thermal Environment and Energy Consumption of Light-gauge Steel Framed Residential House with External Thermal Insulation Structures SUZUKI Kenzo, MURAHASHI Yoshimitsu, TONOOKA Yutaka

ただし、一階の上下温度分布は二階より大きい。これは、一階居室の各点の平均温度は、5.8℃、21.0℃、20.3℃、24.5℃、25.0℃で、床面は20℃以上が確保されているが室温は25℃程度もある。これは、暖房器が窓下になくコールドドラフト対策として居室全体の室温を上げているためである。

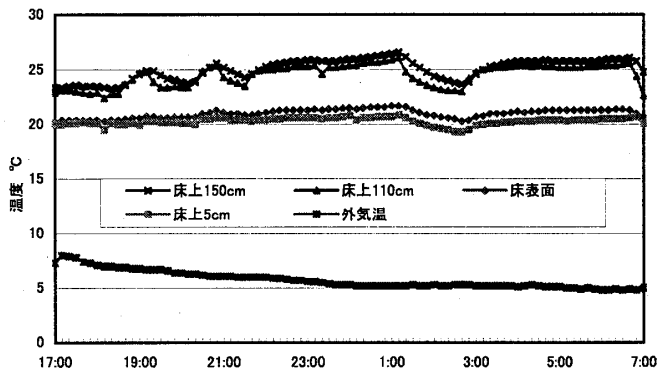


図4 外気温と一階居間・床面付近の上下温度差

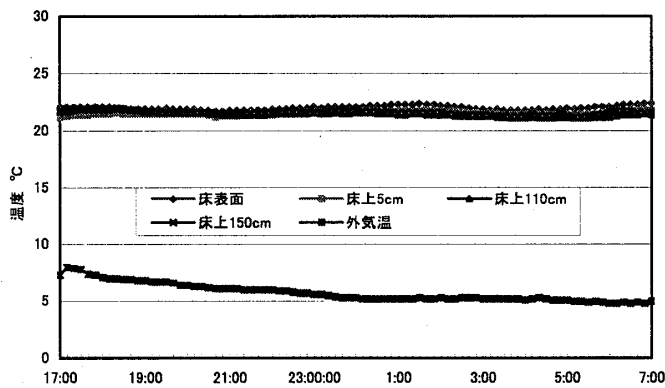


図5 外気温と二階寝室・床面付近の上下温度差

4. 冬の暖房エネルギー消費特性

2001年11月から02年4月、10月から2003年3月までの冬期二年間について、日平均の室内外温度差の累計値と総暖房用電力消費量は5,197 DD, 16,434 kWhである。電力消費量を室内外温度差の累計値と延床面積で割った、いわゆる「エネルギー消費効率」の実績値は0.085 MJ/m² DDとなる。

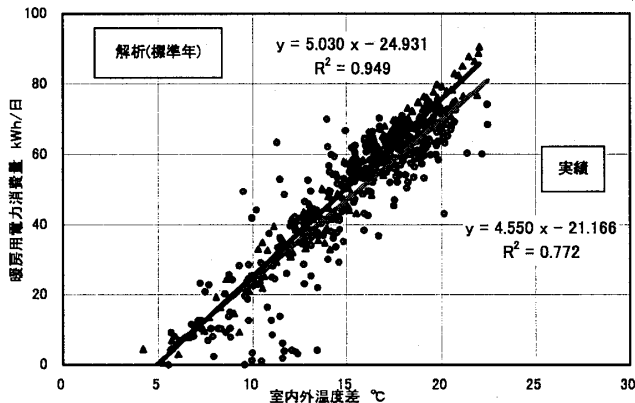


図6 冬の熱損失係数(実績)

暖房デグリーデイ: 2,600 DD に対応した次世代省エネルギー基準・Ⅲ地域の期間暖房負荷とエネルギー消費効率は368 MJ/m²と0.141 MJ/m² DDである。会津仕様における冬期二年間のエネルギー消費効率の実績値は0.085 MJ/m² DDであることから、次世代省エネルギー基準の基準値に比べ約40%もの省エネルギーが実現できていることになる。

室内外温度差と電力消費量の実績を図6のように整理し、熱損失係数Q値を評価した。室内外温度差を1℃変化させるための電力消費量は1日あたり1℃あたり4.55 kWで1.42 W/m²Kが熱損失係数の評価値となる。設計値1.64 W/m²Kに比べ14%小さいのは換気量が設計値の0.5回/hに対し実際は0.3回/h程度で運転されていることが原因である。

図6の「解析(標準年)」は、拡張アメダス気象データ・若松標準年を使い熱負荷シミュレーター・SMASHで解析した結果としての室内外温度差と熱負荷を示したものである。尚、解析条件として室内設定温度は20℃、換気量は0.3回/h、日射遮蔽は「レースカーテン」程度(放射遮蔽係数: 0.44、対流遮蔽係数: 0.18)と設定した。「実績」との比較から、今回実施した熱負荷解析は概ね実態を反映した解析と言えるとともに、外張断熱したスチールハウスは設計通りの熱的性能が得られやすいと判断することができる。

5. 会津仕様の長期的なエネルギー消費特性

会津仕様の長期的なエネルギー消費特性を明らかにするために若松観測点における1981年から1995年の拡張アメダスデータを使ってSMASHによる熱負荷解析を行った。表1には各年の年間暖房負荷、図6と同様の方法で11月～4月における熱損失係数Q値、その期間の暖房負荷を室内外温度差と延床面積で割ったエネルギー消費効率を示す。

表1 会津仕様の長期的なエネルギー消費特性

	暖房負荷		熱損失係数 W/m ² K	エネルギー消費効率 MJ/m ² DD
	GJ/年	標準年比		
81年	40.069	1.09	1.52	0.094
82年	34.985	0.95	1.48	0.091
83年	37.155	1.01	1.52	0.092
84年	42.172	1.15	1.49	0.094
85年	37.217	1.02	1.51	0.092
86年	39.090	1.07	1.53	0.094
87年	35.306	0.96	1.59	0.094
88年	39.359	1.07	1.56	0.088
89年	31.567	0.86	1.57	0.089
90年	31.220	0.85	1.51	0.092
91年	34.785	0.95	1.58	0.092
92年	34.667	0.95	1.56	0.091
93年	34.825	0.95	1.59	0.091
94年	35.014	0.96	1.60	0.091
95年	35.175	0.96	1.58	0.092
標準年	36.656	1.00	1.57	0.093
平均値	36.174	0.99	1.55	0.092
標準偏差	3.025	0.08	0.04	0.002

1981年から1995年までの15年間の各年の熱負荷は標準年に対し、+15%～-15%の幅にあること、各年の熱損失係数とエネルギー消費効率は極めて安定していることが確認できる。

* 北海道工業大学 建築学科 教授・工博
 ** 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
 *** 埼玉大学 経済学部 社会環境設計学科 教授・工博

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