

二重壁コンクリートブロック住宅の開発と改良

DEVELOPMENT OF CONCRETE BLOCK HOUSES WITH CAVITY WALLS

鈴木憲三 —*1 米澤 稔 —*2

Kenzo SUZUKI —*1 Minoru YONEZAWA —*2

キーワード：
ブロック造住宅, 外断熱, 二重壁, 省エネルギー

Keywords:
Concrete block house, Outside insulation, Cavity wall, Energy conservation

Since 1979, we have designed and built houses that had cavity walls with concrete blocks in order to make masonry constructions appropriate for a cold climate. Styrene foam boards 100mm thick are put on the outside of the inner block walls that are load bearing. The outer skin of the 120mm thick block is tied to the inner structural wall with 13mm steel bars. In 1996, we built a new double block house with improved insulation and compared its thermal performance with that of a wooden house which had about the same specification. The kerosene consumption of the block house for space heating was 50% less and the room temperature on the day with the highest temperature was about 3°C lower than those of the wooden house.

1. はじめに

ブロック造二重壁工法^{注1}とは、補強コンクリートブロック造を外断熱し、その外装仕上げにブロックを化粧積みする工法をいう。北海道では戦後住宅改善のために、地元に豊富にある火山れきを利用したコンクリートブロック造住宅の普及を推進した。しかし建物が急に気密化されたために結露が多発し、1969年に木造住宅にも住宅金融公庫の融資の道が開かれると、ブロック造住宅の建設戸数は急速に減少し衰退した。1979年、オイルショック後の省エネルギー熱が高まる中で、ブロック造の良さを引き出しその需要を拡大する目的で、本工法を開発した。その後も工法にいろいろ試行を繰り返してきたが、1996年筆者はブロック造と木造の二世帯住宅を建設し、工法の更なる改良と性能の確認を行ったので報告する。

2. ブロック造の外断熱化の必要性

ブロック造は熱容量が大きいため、夜間に暖房を停止しても室温が下がりにくく、夏は夜間の低温を日中まで持ち越し、穏やかな室内環境をつくる可能性がある。しかし、従来行われていた内断熱では、ブロックの熱容量を室内側に取り込めないだけでなく、床面積の算定がブロック壁の中心で計算されるために部屋が狭くなり、断熱を厚くできないという欠点があった。そのためブロック造の良さを引き出すためには、外断熱化が是非とも必要であった。

外断熱化に当たって、外装仕上げにどのような材料を使うかが常に問題となる。板張りや複合板なども試みられていたが、欧米で古くから行われている煉瓦造の中空壁(キャビティウォール)に倣い、筆者らはブロックを化粧積みすることにした。ブロック仕上げの利

点は、基礎工事が必要になことを考慮しても、他の外装仕上げ工法に比べて最も安価で耐久性があることにある。しかし外装ブロック壁を普通の構造壁として扱ったと次のような問題がある。

- ①補強コンクリートブロック造の構造設計規準の適用を受け、階毎に臥梁が必要となり、大きなヒートブリッジとなる。
- ②臥梁を設けることはコスト的に負担が大きい。
- ③床面積の算定が二重ブロック壁の中心で計算される恐れがある。

そこで外装ブロック壁を鉄筋で内側の構造ブロック壁に繋げ、自重は負担するものの、水平力は構造ブロック壁が負担する帳壁扱いするものとした。構造計算に北海道工業大学武田助教授の協力を仰ぎ、防錆塗料を塗った10Dの鉄筋をZ字型に加工し、600mm間隔で双方の横筋に繋ぐことで札幌市の建築確認を得た。

3. ブロック造二重壁工法とその改良

写真1に1979年、最初に建設した二重壁ブロック住宅(G邸)の外観を示す。図1はその矩計詳細図である。当初は上下の開口部を繋ぐ部分を縦羽目板張りし、鉄筋コンクリート基礎を使用した。外壁の断熱には樹脂系板状断熱材を採用していたが、ブロック壁との密着性が悪く、断熱材の接合部や繋ぎ鉄筋まわりではウレタンによる断熱補修が必要なことから二度手間になるなど問題があった。また、ブロックを二重に積むときに自然にできる隙間と透明防水剤塗装で外壁の防水を考えていたが、台風時に漏水事故があった。更に外装ブロック壁の最上部はパラペットを立ち上げ、アスファルト防水の上に樹脂系板状断熱材100mm厚で外断熱したが、夏期には上階に熱が籠もる傾向があり、厚さを増すことが望ましかった。

注1)本工法は建築設計資料集10技術で紹介されている。本報告は日本建築学会大会(1997)で発表したものに加筆したものである。

*1 北海道工業大学建築工学科 教授・工博
(〒006-8585 札幌市手稲区前田7条15丁目)

*2 よねざわ工業株式会社 社長

*1 Prof., Dept. of Architectural Eng., Hokkaido Institute of Technology, Dr. Eng.

*2 President, Yonezawa Industries Corporation

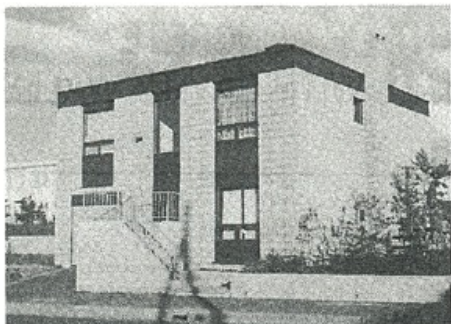


写真1 G邸 (一部縦目板張り)



写真2 二重壁ブロック住宅 (左) と木造住宅 (右)



写真3 外装仕上げブロック積み

写真2に1996年に建設した二重壁ブロック住宅の外観を示す。図2はその矩計詳細図である。改良点は以下のである。価格を抑えるために、ブロックを半分に切断し、まぐさとして使い、外装を全面ブロック仕上げにしたり、型枠コンクリートブロック基礎を採用して、ブロック工事を増やすようにした。またウレタン吹き付け断熱が値下がりがしたことから100mm厚のウレタン吹き付けとした。漏水対策として50mm厚の通気層と壁の上下に縦目地を利用した通気孔を設けるようにした。屋根断熱を強化するために屋根回りに木枠を回し、型枠兼用の補強棧付き樹脂系板状断熱材100mmを2枚重ねにして釘止めし、その上をトタン貼りするフラット工法を採用した。最上部で梁をつなぐ部分(図2の円中)は、ヒートブリッジが連続しないように部分的に断熱材を挿入した。通気層部での繋ぎ鉄筋の腐食対策として、鉄筋を13D@800と太くし、木切り勾配をつけて縦筋に繋ぐように変更した。図3に二重壁繋ぎ部の詳細、写真3に外装仕上げブロック積みの様子を示す。

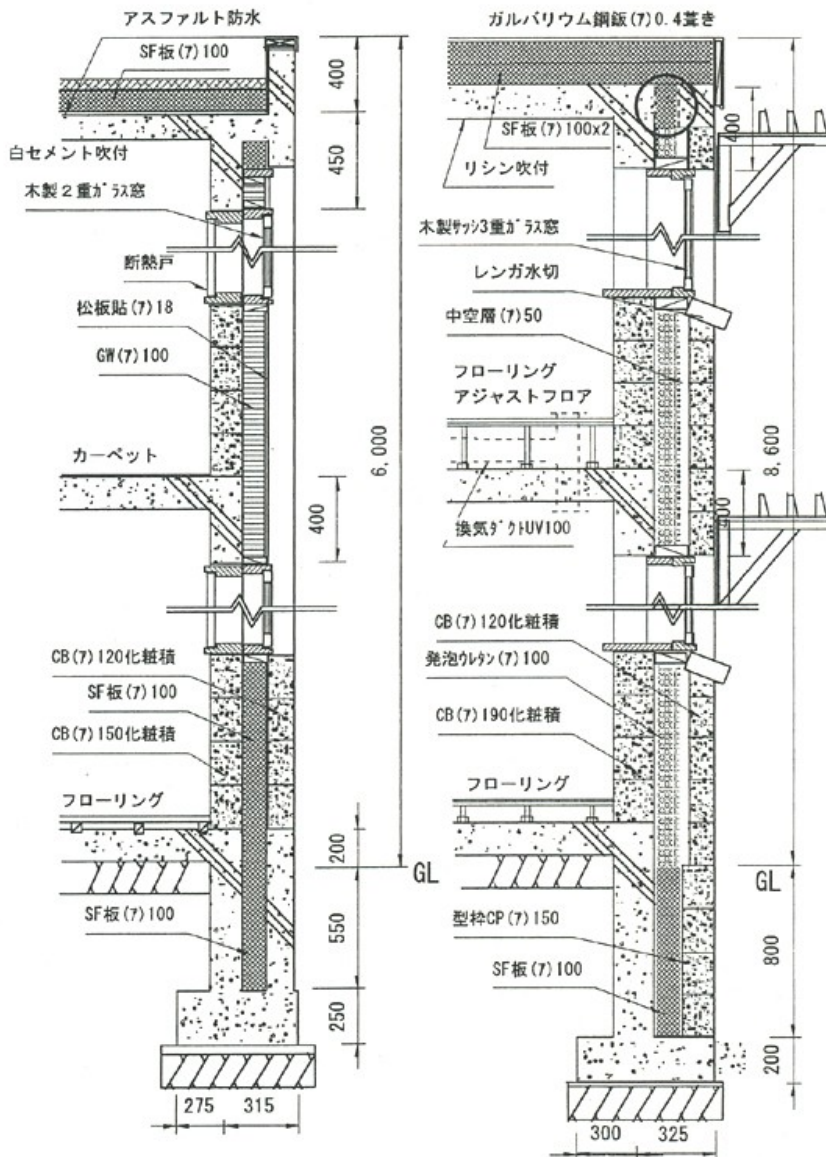


図1 G邸矩計図

図2 試験住宅矩計図



図3 二重壁繋ぎ部詳細

表1 試験住宅の概要

	ブロック造住宅	木造住宅
・建築構造	ブロック造二重壁工法	木造在来軸組工法
・階数	地上3階	地上2階
・建築面積	62.72㎡	54.00㎡
・延べ床面積	137.64㎡	105.17㎡
・屋根断熱	SF板200mm	フローイング300mm(天井)
・壁断熱	現場発泡ウレタン100mm	GW24k100mm+SF板20mm
・床断熱	基礎断熱: SF板100mm 土間部分: 無断熱	床断熱: GW24k100mm 基礎断熱: SF板50mm
・窓構造		木製サッシ、3重ガラス入り
・熱損失係数	1.01W/㎡・℃	1.22W/㎡・℃
・暖房設備	温水セントラルヒーティング(パネルヒーター) 温水暖房専用ボイラ(5.8kW) 2回路式ボイラ(10.5kW)	
・冷房設備	なし	
・換気設備	顕熱交換型集中換気システム	
・台所設備	電気調理器	
・給湯設備	灯油焚きFF給湯ボイラ 給湯ボイラ+24時間風呂	

4. 木造住宅との比較

表1にブロック造二重壁と木造の試験住宅の概要を、図4に一階平面配置図を示す。両住宅は躯体構造と断熱に関わる部分以外ほぼ同じ仕様である。木造住宅は高齢者に配慮したつくりであり、庇は互いの住宅をつなぐ役目を担っている。両方の住宅とも窓面積を小さめにし、木製すべり出しサッシ3重ガラス窓を採用して冬の熱損失を減らし、夏の日射を遮るルーバーを取り付けている。ブロック造住宅では上階に個室をつくる関係上できた広い玄関には薪ストーブが置いてあり、応接室にもなっている。床はすべてアジャストフロアの上に無垢のフローリングを張っており、床下の空間は換気ダクトスペースになっている。

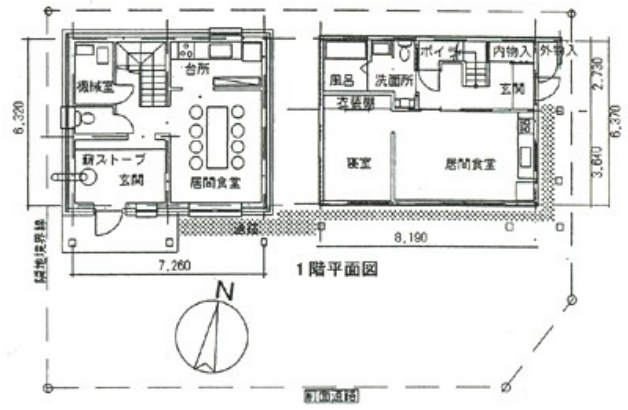


図4 試験住宅一階平面配置図

4.1 熱環境について

図5に両住宅の冬期の温湿度変動を示す。ブロック造住宅の室温は1、3階とも18℃前後で安定し夜は省エネルギーというよりも寝やすくなるために暖房を止めているが、室温低下はわずか1~2℃である。それに対して木造住宅では最低室温は15℃を確保しているが5℃以上低下している。また木造住宅が集中型換気装置の連続使用によって乾燥し過ぎなのに対し、ブロック造住宅では躯体からの放湿によって適度な湿度に保たれている。このことも外断熱工法の長所である。なお、ブロック造住宅の3階湿度が1階よりも高いのは、炊事などから出る水蒸気を含むと空気は軽くなる性質があるためである。

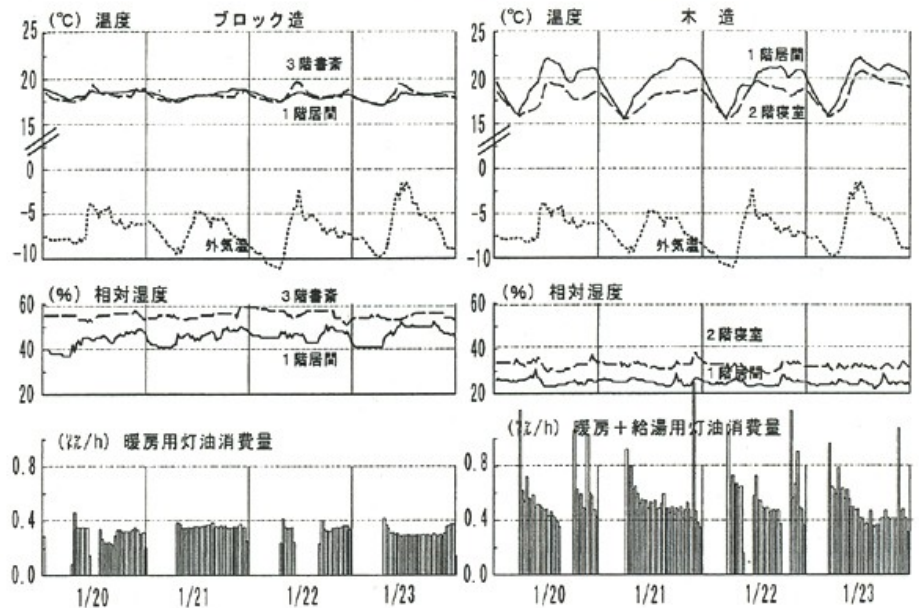


図5 冬の温湿度変動比較

図6に夏の初めの1週間、非常に暑い日が続いたときの自然温湿度変動を示す。木造住宅では従来からの生活習慣に従い南北窓を開放していることもあり、外気温の変動に連れて室温も上下する。一方、ブロック造住宅は一日中ほとんど変化せず、1階は土間床のためもあるが非常に涼しく、3階の温度も1階に比べ2℃程の上昇にとどまっている。そのためブロック造住宅の1階は湿度が高く、カビ防止のために室温が上昇するのを許容して少し通風をしている。大きな熱容量によって春の低温を持ち越す冷房効果は1か月ほど持続し、お盆過ぎになると両住宅の室温差は小さくなる。

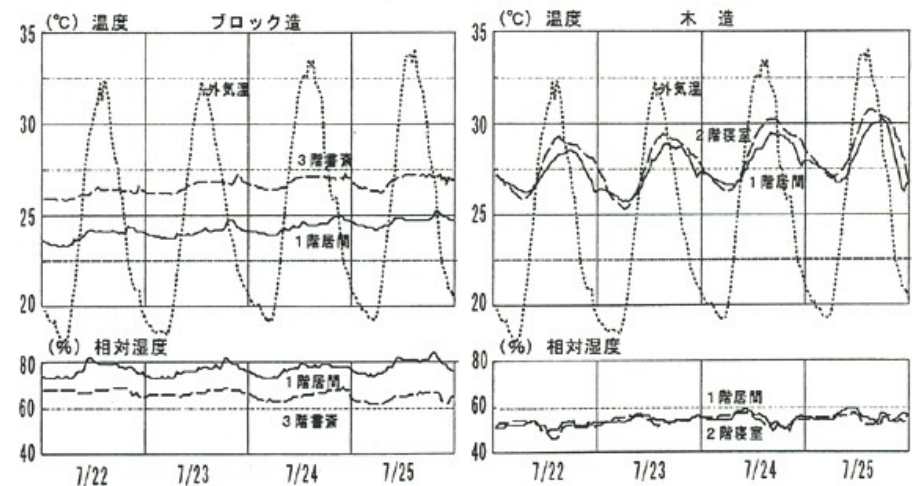


図6 真夏の温湿度変動比較

4.2 熱負荷とエネルギー消費量

ブロック造住宅の暖房用灯油消費量の日変動はピークのない平坦な形になり、設置した5800Wボイラーの2/3程度(30W/m²)の容量で間に合っている。表2に年間のエネルギー消費量実績を示す。木造住宅の暖房用灯油消費量(給湯消費量をブロック造住宅と同じと仮定して推定)は850リットル/年である。図7にセントラルヒーティングのある熱損失係数1.6W/m²・℃以下の木造高断熱住宅のデータ^{3), 4)}を加えて暖房用灯油消費量と延べ床面積の関係を示す。木造試験住宅に比べるとブ

ロック造住宅の単位床面積当たりの灯油消費量は約1/2である。ブロック造住宅の熱損失係数が木造試験住宅より約2割小さく、室温が低く保たれ、室内発生熱も多く(ブロック造3人、木造老人2人)、効率のよい小型ボイラーを使用していることなどが大きな灯油消費量差の理由である。また、電力使用量もセントラルヒーティングと集中型換気装置及び電気調理器を使用している住宅としては少ない。

4.3 コスト評価

住み比べてみると木造でも断熱・気密化と暖房設備の完備によって“暖かい家”が可能になったので、ブロック造には冬の暖かさよりも夏の涼しさと手入れの必要のないことに魅力を感じる。エアコンで簡単に冷房のできる時代であるが、冷房なしに涼しく過ごすことには寒冷地のよさを実感できる喜びがある。20年経つG邸では縦羽目板を一度張り替えた他は、外装仕上げブロックの方には全く問題が発生していない。繋ぎ鉄筋については改修工事があるたびに注意して観察しているが、ほとんど錆は見つかっていない。

梁やスラブのコンクリート工事に手間がかかること、壁の量や開口部の取り方などの制約があること、建設費が高いことなどブロック造の従来欠点と見なされたことが、経験あるしっかりとした建築士に設計を依頼し完成までに十分に時間をかけることで空間的にも変化のある面白い設計が可能となる。試験住宅の応接兼用玄関ホールはその例である。この工法は北海道内の建築家の関心を引き、1981～1990年間に日本建築学会北海道支部主催の建築作品発表会で発表された住宅作品55点中11点(2割)がブロック造二重壁工法で建てられている。ブロック素地を倉庫と見間違われるとして嫌う人も多いが、逆にその素朴さとしっかりとした安定感を好む人が少なくないことを示している。

表3にブロック造二重壁と木造の試験住宅の単位床面積当たりの工事費を示す。基礎工事費、断熱工事費、管理費(構造計算書作成費を含む)などのために総額では高くなることは避けられないが、住宅金融公庫への融資返済期間が長く、月当たりの返済額では大差はない。しかし課税標準額の高いことが難点で、燃料費の減少分よりも固定資産税などの差の方が大きい。この点は以前からブロック造住宅の普及上の障害として指摘されていることであり、エネルギー消費量の少ない住宅や耐久性のある住宅にこそ課税を軽くすることが望まれる。

5. 結論

地域の気候風土に適した住宅の在り方を求め、外装材として耐久性が高く価格の安いブロックを積む二重壁ブロック住宅の工法改善に取り組んだ。断熱の強化と日除けの工夫などによって、夏冬ともいっそう安定した室温が確保されるようになり、暖房用燃料消費量も高断熱木造住宅の約1/2と少ない。また、大きな熱容量を利用した冷房効果は、湿度が低く夏の短い寒冷地ならでの防暑法である。

謝辞

本工法の開発と普及にご助言とご協力を戴いた北海道メゾンリ一建築協会(会長、洪悦郎北大名誉教授)と北海道外断熱建築協議会(会長、荒谷登北大名誉教授)の関係各位に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 日本建築学会編; 建築設計資料集成10 技術、p182、1983-4
- 2) 鈴木憲三; ブロック造外断熱住宅の暖房時の室内環境と熱消費量、日本建築学会大会学術講演梗概集D-2、4043、pp85-86、1997-9
- 3) 江刺義徳、鈴木憲三; 北方型住宅の熱環境と省エネルギー効果、日本建築学会大会学術講演梗概集D-2、41091、pp181-182、1998-9
- 4) 北海道灯油有効利用研究委員会(委員長、鈴木憲三); 北海道における灯油の有効利用に関する調査報告書、株式会社石油産業技術研究所、1999-3

表2 月別灯油消費量と電力使用量(リットル、kWh)

年月	ブロック造		木造		ブロック造	木造
	暖房用	給湯用	暖房・給湯用	給湯用	電力	電力
Jun-97		42.6	33.0	給湯	249	495
Jul-97		35.5	17.2	給湯	241	403
Aug-97		15.7	14.7	給湯	256	395
Sep-97		18.8	31.7	給湯	245	412
Oct-97		43.4	95.0		257	495
Nov-97	67.6	43.1	136.3		273	481
Dec-97	98.6	57.4	177.6		389	636
Jan-98	144.7	50.9	272.1		301	596
Feb-98	114.3	41.8	207.1		294	566
Mar-98	108.3	47.4	181.6		336	620
Apr-98	34.4	43.1	99.4		290	555
May-98	2.5	44.2	52.5		249	512
合計	570.4 L	483.9 L	1318.2 L		3380 kWh	6166 kWh

注2) 暖房利用のない6～9月の灯油消費量を比較すると木造住宅は24時間風呂利用のためにブロック造住宅より14%少ない。また、木造住宅の電力使用量の半分ほどは24時間風呂である。

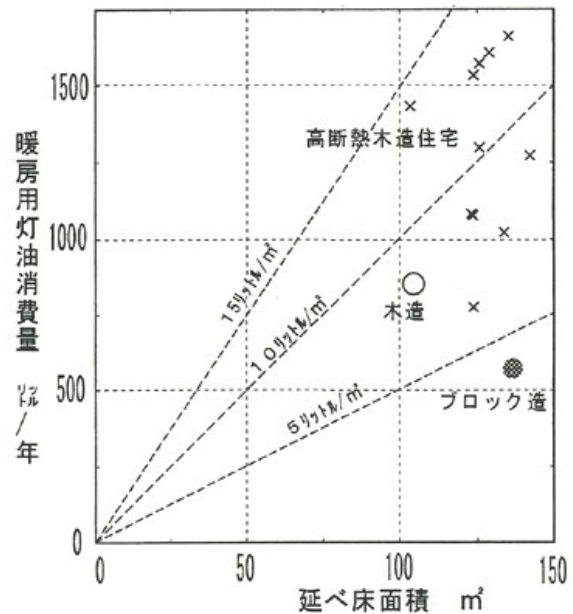


図7 延べ床面積と年間暖房用灯油消費量

注3) 北海道では給湯にも灯油を使用するために暖房用灯油消費量だけを測定したデータは非常に少ない

表3 単位床面積当たりの工事単価(千円/m²)

工事種別	ブロック造		木造	
	単価	比率	単価	比率
仮設工事	12	6	8	4
土/杭工事	10	4	3	1
コンクリート/鉄筋工事	25	11	7	4
組積工事	30	13	0	0
木工事	11	5	42	23
石タイル工事	3	1	1	0
断熱防湿工事	13	6	5	3
金属板金工事	8	4	5	3
左官工事	4	2	8	5
建具工事	16	7	17	9
塗装工事	7	3	4	2
内装工事	13	6	14	8
付属品工事	11	5	18	10
設備工事	33	15	35	19
諸経費	26	12	16	9
合計	221千円	100%	183千円	100%

[1999年10月19日原稿受理 2000年2月2日採用決定]