

「断熱型枠コンクリート建築」 における屋内の温熱環境

成田 優 (シスコン・カムイ株式会社一級建築士)
 長谷 英法 (株式会社 只石組コンクリート診断士)
 只石 光昭 (株式会社 只石組)

COLD
 REGION
 TECHNOLOGY
 CONFERENCE 2005



1. はじめに

近年様々な断熱方法が北海道を始めとして日本全国に広がりを見せている。断熱型枠を用いた方法もその1つであるが、施工実績はまだ少ないのが現状である。

外壁に厚い断熱を施すと、室内環境の改善や省エネルギーの効用とともに、建物の構造体の温度が安定して熱容量が増える。「ユニット型枠工法」では両側断熱であることから、外壁の熱容量は低下する。しかし建物全体としては鉄筋コンクリートの構造体なので、多少は外壁の吸放熱が少なくなっても床・間仕切り・柱・梁・天井などの表面仕上げによって建物の吸放熱力が変わるため、室内の温度変動幅も変化する。むしろ断熱による熱容量の増大とは、貫流熱の低下に伴う蓄熱蓄冷効果の増大である。外壁の断熱を施した建物を深夜の冷暖房によって蓄熱するとその効果が日中にまで持続して床・間仕切り・家具・収納物を含めた蓄熱蓄冷効果が大きくなるもので、断熱材があるというよりも断熱厚さや窓の複層化などを含めた建物全体の熱性能の向上にその原因がある。従って両側断熱であっても、表面仕上げ



図-1 実測対象の断熱型枠建物の室内様子

表-1 計算例の計算条件と周期変

面積	130.95	周長 (m)
南北の長さ	13.13	42.58
東西の長さ	8.16	容積 (m ³)
高さ	3.00	321.41
外壁	面積 (m ²)	比面積 (m ² /m ²)
屋根	82.80	0.63
(南)	53.70	0.41
(北)	48.20	0.37
(東)	38.40	0.29
(西)	27.50	0.21
床	130.95	1.00
窓 (南)	10.47	0.08
窓 (北)	6.22	0.05
窓 (東)	3.10	0.02
窓 (西)	6.84	0.05
開口部ドア	2.89	0.02
(内ドア等)	1.44	0.01
押入扉	14.4	0.11
間仕切り壁	24	0.18

成田 優 (シスコン・カムイ株式会社一級建築士) 〒078-8368
 TEL: TEL : 0166- 32-4483 FAX : 0166-32-4290
 長谷 英法 只石 光昭 (株式会社 只石組) 〒078-8368
 TEL: TEL : 0166-32-4257 FAX : 0166-32-4287

旭川市東旭川町旭正3 6 2 番地
 E-mail : masaru@sc-kamui.co.jp
 旭川市東旭川町旭正3 6 2 番地
 E-mail : hase01@tadaishi.co.jp

の工夫や床下地盤の熱容量を室内に取り入れる工夫をするならば、外断熱と同じ効果が得られると考えられる。

そこで断熱型枠コンクリート建物の室温変動と建物の吸放熱力について、3パターンの室内側壁の表面仕上げでシミュレーションを行った。また型枠断熱建物の暖冷房負荷逐次積分法による非定常解析と同建物の夏期と冬期の実測を行い、検討したので報告する。

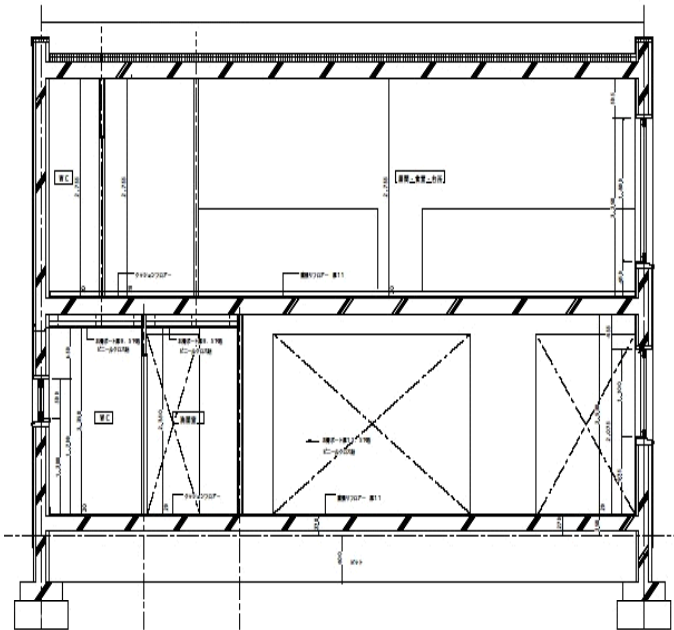


図-2 実測・解竹刈家建物の断面図

2. 解析条件

シミュレーションと実測の対象となった断熱型枠コンクリート建物は、旭川市内にある2階建て住宅で床面積は130㎡、外壁の方位別の面積・窓の方位別面積は表1に示した通りである。

この建物の室内側の表面仕上げ材をそれぞれ熱容量の大きさで大・中・小の3パターンに分けて計算した。計算条件として外壁が型枠両断熱で室内側の仕上げは、吸放熱量の小さいものでは室内側の表面仕上げは壁紙のみで天井は吊天井、床は中空層付のフローリングであると仮定した。また吸放熱量の中のものでは、断熱型枠コンクリート建物で、天井はコンクリート打ち放しで床と間仕切壁はコンクリートにフローリングの直張りとした。

吸放熱の大きいものでは外壁は外断熱100mmで室内側は壁・天井・間仕切壁共コンクリート打ち放しで、

床は中空層付フローリングとし、窓は3種類とも2重窓とした。

3. 解析結果

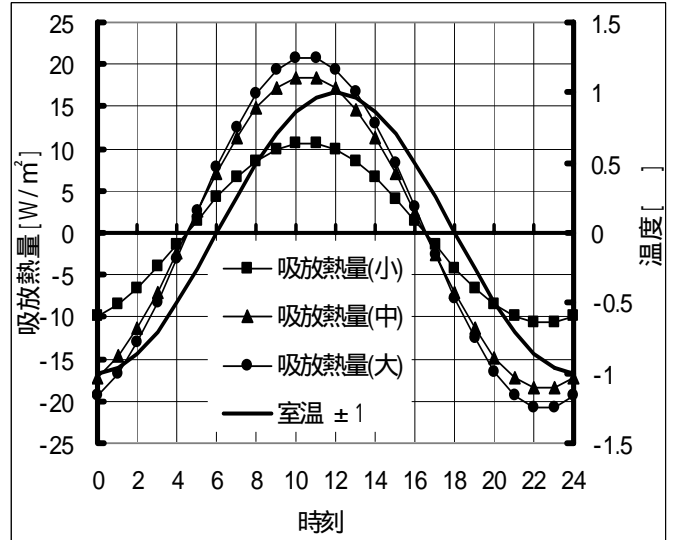


図-3 床面積1㎡当たりの吸放熱量

図-3は室温が±1℃変動許容したときの吸放熱量をそれぞれ表しているが、吸放熱量が小さいときは床面積当たり11 W/㎡、吸放熱量が中間のときは18 W/㎡、吸放熱量が大きいときは21 W/㎡という結果となった。

この結果から吸放熱量の大と中の振幅にそれほど差がないことがわかる。

コンクリート壁体の室内側吸放熱応答は熱貫流率ではなく、室内側部材の厚さと熱容量に大きく支配され、コンクリート打放し面では室内側熱伝達率 $i = 9$ としたと

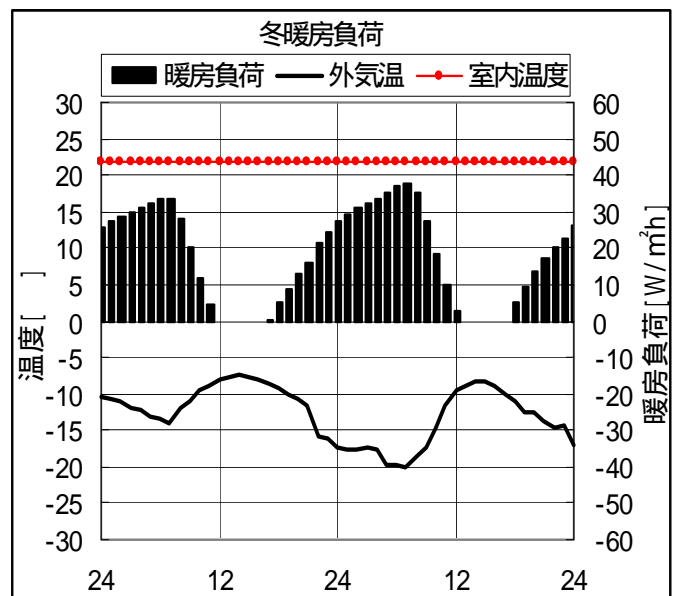


図-4 冬期断熱型枠コンクリート住宅室温変動暖房有

き最大で $6.8\text{W}/\text{m}^2$ 、つまり室温と壁面温に $6.8/9 = 0.75$ の温度差を生むことになり、室温との位相差は 2~3 時間程度となる。両面断熱壁の位相差はそれほどなく、壁体温度がほぼ室温と同じ変動になっている。

図 - 4 は解析対象建物の冬期暖房負荷解析を行ったものである。解析の外界条件として旭川の暖房用アメダス気象データを使用している。取り入れ外気が 0.5 回/h で建物の条件は表 - 1 と同じである。

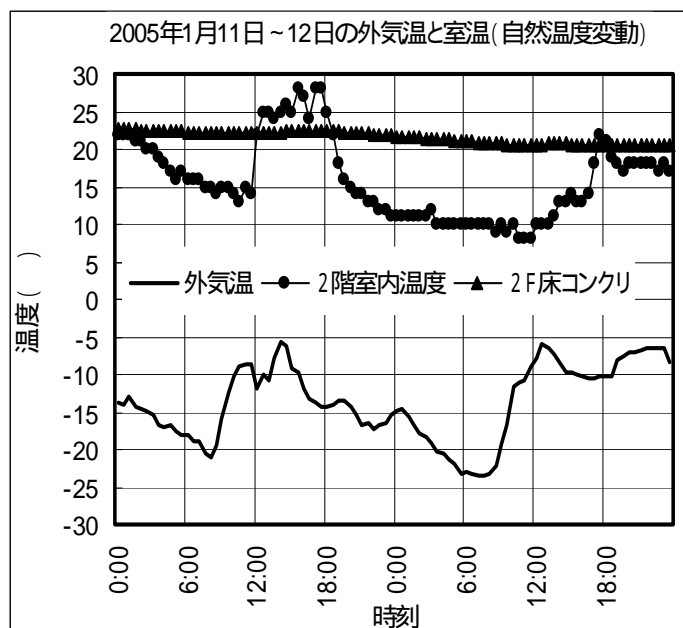
この図は最低外気温が $-7 \sim -20$ (平均 -14) のとき、室温を 22 に保つための暖房負荷を表している。この図からは日中においては暖房負荷がほとんどないことがわかる。また夜間では徐々に負荷が大きくなり、気温の低下に伴い暖房負荷も大きくなっている。しかし暖房負荷は床面積当たりもっとも厳しい時間帯でわずか $37\text{W}/\text{m}^2$ であり、極めて小さいと言える。

4. 実測結果

図 - 5 は断熱型枠コンクリート住宅の暖房していないときの自然温度変動を実測した結果を表したものである。

外気温度変動が -20 以下にも及んでいるのに対して、コンクリートスラブの温度は緩やかに 2 日間で 22 から 20 に 2 ほど下がっている。これは吸放熱量が大きいことを表している。室温と外気温は位相 3 時間の遅れで、ほぼ連動して変動しているのがわかる。

この図からは断熱した建物では室温には外気温の影響



はもちろんであるが、日射の影響がいかに大きいかかわれる。実際に外気温が -15 まで下がっているにも関わらず、日射が室内に入ると室内温度は 15 から 25 へと上昇して暖房が不必要なほど温まっている。また日が沈んで日射の影響がなくなると、室温は徐々に低下している。これは計算解析と同じ結果となっている。

図 - 6 は同じ建物を暖房した場合である。暖房は 1 階の床下にパイプを配管して温水を流し、床下から 1 階と 2 階へ空気を循環換気させたときの室温を示したものである。

外気温が日中では最高で $+3$ 、最低が夜間で -21 と最大で 24 もの日変動が見られている。しかしそれに対して室内温度変動は $20.5 \sim 24.6$ で変動幅はわずか 4 程度で収まっている。2 階の床コンクリートが 24 でほぼ一定を保っている。

これらのことから型枠断熱建物であっても暖房することで室温変動幅・温度ムラは小さくなることがわかった。

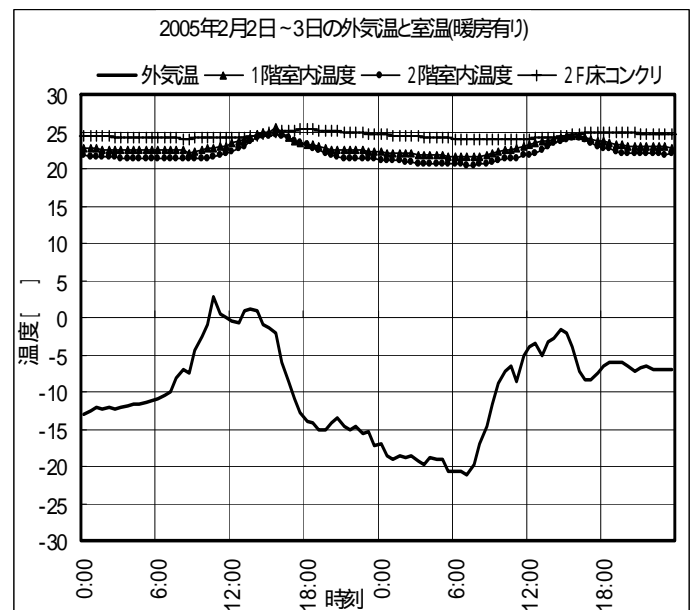


図 - 7 は同じ型枠断熱コンクリート住宅において夏期の冷房負荷をシミュレーションした結果を表したものである。外気温は旭川の冷房負荷計算用の外界条件での気象データを使用している。設定室内温度は 26 で、取り入れ換気量は 0.5 回/h である。

図に示されているように、夜間は外気温が 15 まで低下し、日中は 32 にまで上昇して過酷な気象条件と言える。シミュレーション上で冷房が稼動しているのは

日中の午前8時から午後6時までである。室温が26 になるために、最大冷房負荷が $28\text{W}/\text{m}^2$ となっており、負荷は冬期の暖房と同様に小さくなっている。

図 - 8 は同じ建物の実測結果を表したものである。外気温は最低 14 、最高 32 で変動幅は 18 にも及んでいるが、冷房は行っていない。

2階の床スラブが 25 ~ 27 で変動幅は 2 で、2階の室内温度が 23 ~ 28 で変動幅は 5 となった。

5.まとめ

室温が ± 1 変動許容したときの吸放熱量を比較検討した結果、断熱型枠コンクリート建物で、吸放熱量の中間のものと外断熱建物で吸放熱量の大きいものとは、床面積当たりそれぞれ $18\text{W}/\text{m}^2 \cdot 21\text{W}/\text{m}^2$ と大きな差がないことがわかった。このことから外壁の両側断熱建物であっても、表面仕上げと床下の蓄熱効果を工夫することで、外断熱建物と同じ効果が得られる可能性があることがわかった。

また厳寒期においても暖房無しの状態、10 程度の最低温度が保たれているが、実際に人が居住していないので、これに生活取得熱が加わると、室内温度がもう少し上昇し、暖房負荷も減少することが考えられる。

夏期においては実際に人が居住すれば、生活取得熱が発生するが、窓の開放や夜間の換気などで室内温度を下げることは可能である。

厚い断熱を施した建物では熱橋の影響が減少し、そのことによって建物全体の熱損失が低減し、床・床下・間仕切壁・柱・梁・家具など建物全体の熱容量が相対的に大きくなっていく。その結果夏期は夜間の放射冷却を利用することで、日中の室温上昇を抑えることが可能になる。また冬期では日射を取り入れることで暖房負荷が小さくなる。

今後の課題としては型枠断熱コンクリート建物の湿度についても検討をしていく必要がある。

【参考文献】

- 1) S. M. タギ・荒谷登他：断熱実験家屋での室温・熱負荷変動実測結果 - 低負荷暖冷房建物の熱特性その1 - 日本建築学会大会学術講演梗概集（北海道）1995年8月 p87~88
- 2) Mohammad Taghi Sadeghian Noboru Aratani Masamichi Enai : A Simplified Cooling Load Calculation Method. Air Conditioning Systems For Well-insulated Building PLEA 1997 KUSHIRO The 14th International Conference on Passive and Low Energy Architecture, 1997.1
- 3) 絵内正道・他：外断熱建物の実用レベルの熱負荷計算法
- 4) 渡辺 要：建築計画原論、丸善株式会社

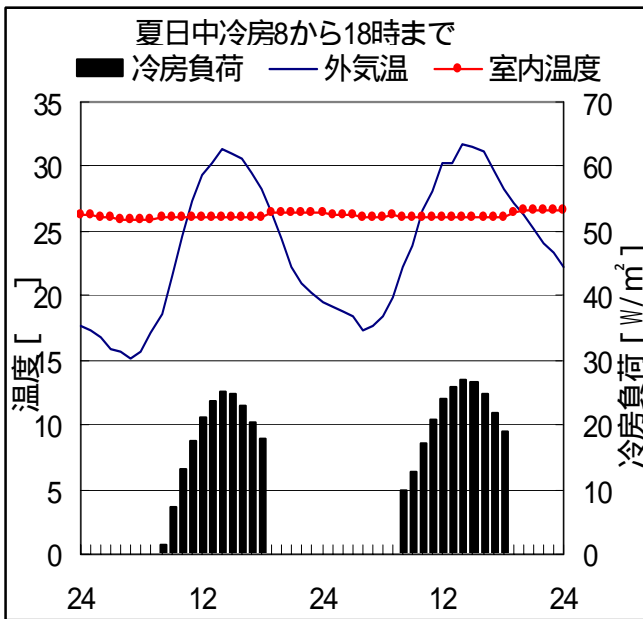


図-7 夏断熱型枠コンクリート住宅室温変動

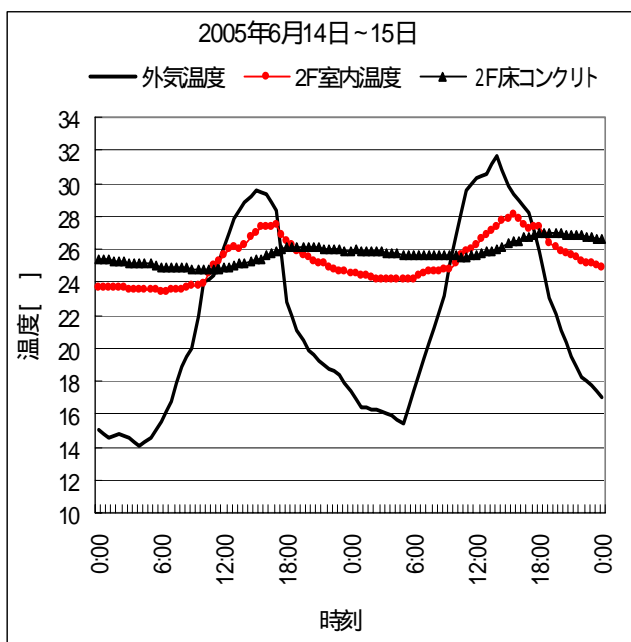


図 - 8 夏断熱型枠コンクリート住宅室温変動