

断熱に関する研究（その4）

——曲面建築物の断熱施工概要と外壁の熱的性状について——

田中辰明 林好正
小島信男 佐羽内真知子
(本社技術本部建築技術部)

Research on Thermal Insulation (Part 4)

——Outlines of Insulation Work for Curved Surface Construction
and Thermal Conditions of Walls——

Tatsuaki Tanaka Yoshimasa Hayashi
Nobuo Kojima Machiko Sabanai

Abstract

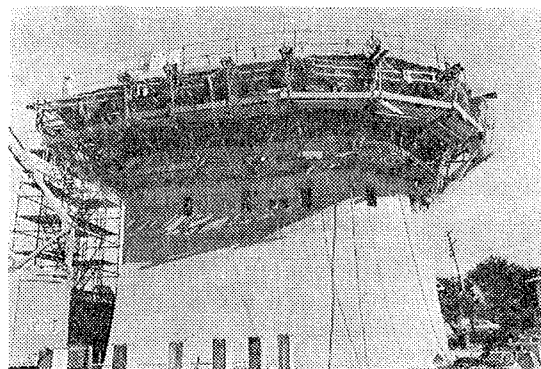
This paper is concerned with the outline of insulation work for solid curved surface constructions built by the Variable Cone Method and with the thermal conditions of walls. Two types of insulation work were adopted. One was external insulation work for walls of the first floor and the other internal insulation work for walls of the second floor. The working efficiencies of the two were studied. This paper explains the outlines of these two types of work by photographs and illustrations. The differences in internal temperature distribution for external and internal insulation works are also examined.

概 要

この報告は、バリコン工法によって新たに構築した立体曲面を有する RC 造建築物の曲面部における断熱施工の概要と、同建築物の外壁の熱的性状について述べたものである。断熱工法としては、外断熱（1階外周壁）および内断熱（2階外周壁）を採用し、それぞれの施工性を検討した。これらの概要は写真および図によって説明している。また、断熱された実大建物の熱特性をとらえるための実測を行ない、このうち、外断熱壁体と内断熱壁体の壁体内温度分布の相違を非空調時および間欠暖房時について検討した。

1. まえがき

従来、建築物の断熱はそのほとんどが平面を対象としており、曲面に対しては断熱の事例が少なく、また施工実績も乏しいのが実状であった。しかし、最近各種の貯蔵用ならびに備蓄用の曲面を有する建築物が構築されるようになり、曲面部に対する断熱施工の必要性が生じてきている。従って、様々な曲率を持つ曲面にも対処するような断熱工法の確立が急務であるとの考えから、バリコン工法（注1）によって新たに構築した立体曲面を有する RC 造建築物（写真—1、図—1～図—3 参照）の曲面部に断熱の試験施工を行ない施工性の検討を試みた。また、断熱された実大建物の熱特性を定量的にとらえるための実測も行なった。この報告は、以上の結果をまとめたもので、バリコン工法による建築物の外壁曲面



写真—1 建設中のバリコン建築物外観

部における断熱施工概要と、同建築物の外壁の熱的性状を非空調時と間欠暖房時について述べたものである。

断熱工法としては、図—1に示す1階外周壁 130 m² に対し外断熱を、また、図—2に示す2階外周壁 100 m²

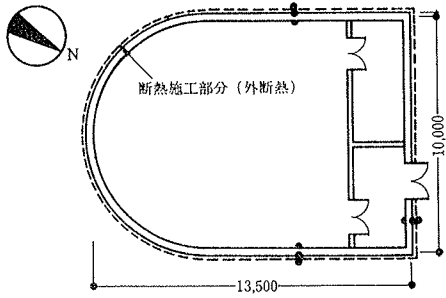


図-1 バリコン建築物1階平面図

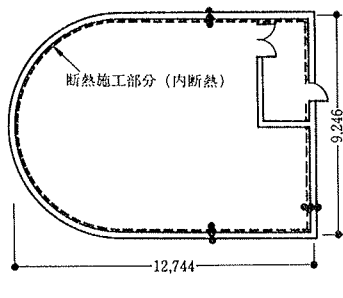


図-2 同2階平面図

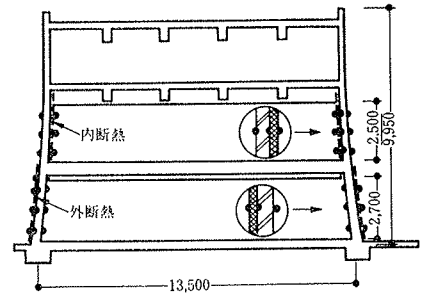


図-3 同南北断面図

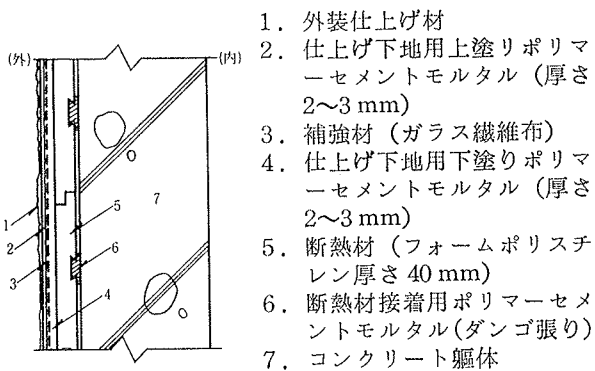


図-4 外断熱壁体断面ディテール

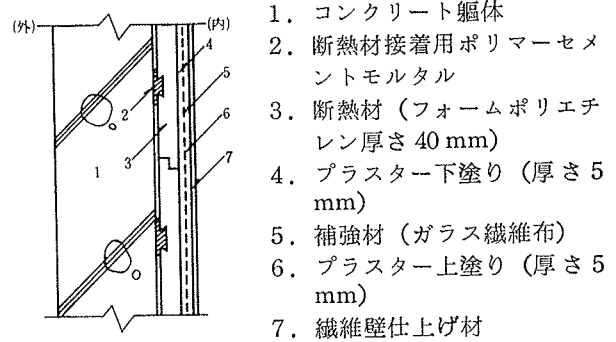


図-5 内断熱壁体断面ディテール

に対し内断熱をそれぞれ採用した。図-4および図-5にそれぞれの壁体の断面ディテールと壁構成材の一覧を示す。また、外壁の熱的性状をとらえるための温度測定点を図-1～図-3の●印によって示した。

2. 断熱施工概要

2.1. 外断熱工法施工概要

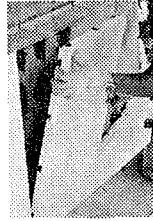
1階外周壁に対し行なった外断熱工法の施工手順を写真-2～写真-10に示す。断熱材としてフォームポリスチレンを用いているこの工法は、これまでに日本住宅公団総合試験所 KEP 実験住宅、サンシャイン計画枚方ソーラーハウスなど数多くの施工実績を持つ。今回はこの



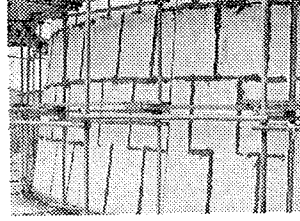
2. 断熱材裏面の溝部分に接着用ポリマーセメントモルタル (約5 kg/m²) を塗りつける。



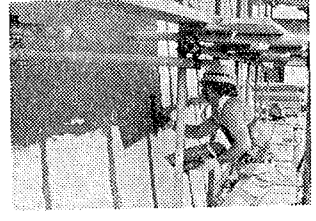
3. 曲面部ではコンクリート躯体にも接着用ポリマーセメントモルタルを塗りつける。



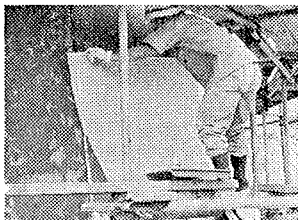
4. 断熱材 (フォームポリスチレン) の貼りつけ。



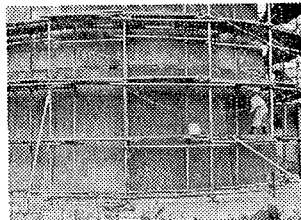
5. 断熱材の貼りつけ終了。継ぎ目部分にも接着ポリマーセメントモルタルを塗りつけた。



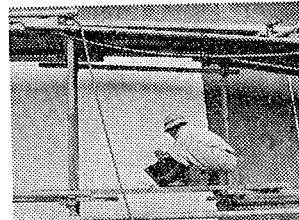
6. 下塗り用ポリマーセメントモルタルの塗りつけ (2~3 mm 厚以下)。



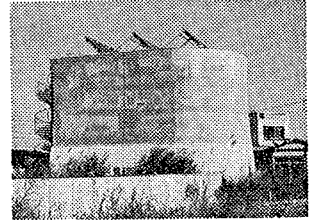
7. 亀裂防止のため補強材 (ガラス繊維布) を貼り付ける。



8. 上塗り用ポリマーセメントモルタルの塗りつけ (2~3 mm 以下)。

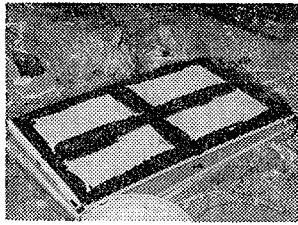


9. 表面仕上げ材の施工。

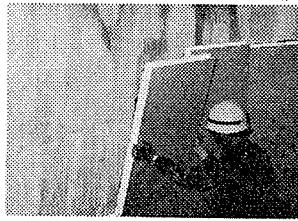


10. 外断熱工事終了後の建物外観。

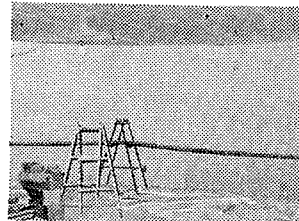
写真-2～写真-10 外断熱工法施工手順



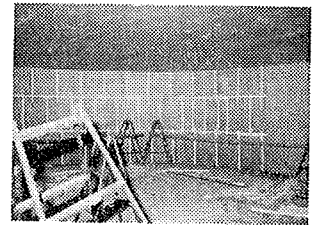
11. 断熱材裏面の溝部分に接着用ポリマーセメントモルタルを塗りつける。



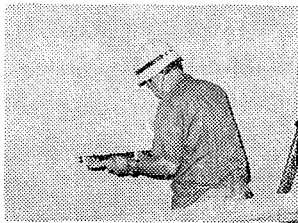
12. 断熱材(フォームポリエチレン)の張りつけ。



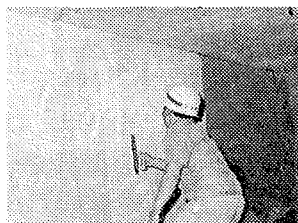
13. 断熱材の貼りつけ終了。



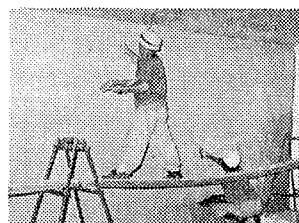
14. 曲面部では断熱材の継ぎ目に寒冷沙テープを張りつけた。



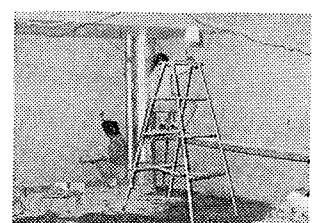
15. プラスターの下塗り。



16. 補強材(ガラス繊維布)の張りつけ。



17. プラスター上塗り。



18. 繊維壁仕上げ材の塗りつけ。

写真-11~写真-18 内断熱工法施工手順

工法によって外壁曲面部を施工したが、その施工性は平面部に対するものとはほぼ同様であった。

なお、この工法の施工工程や材料の使用量等は既に報告している(注2)ので、ここでは説明を省略する。

2.2. 内断熱工法施工概要

2階外周壁に対し行なった内断熱工法の施工手順および工程を写真-11~写真-18および図-6に示す。

この工法に使用した各種材料は以下の通りである。

2.2.1. 断熱材 柔軟性に優れる化学架橋型内フォームポリエチレンを使用した。この断熱材は、建物躯体との接着強度を増すために板の裏面の縦方向および横方向にあり形のみぞを入れており、また、プラスターとの接着力を確保するために、板の表面には特殊な接着材を用いて石膏ボード原紙が張りつけてある。なお、熱橋を防止するために板と板との接合は重ね継ぎ手としている。

寸法: 610 mm × 920 mm

厚さ: 40 mm

熱伝導率: 0.038 kcal/mhK

透湿抵抗: 0.2 gr/m²h^{mmHg} (ASTM C-355)

2.2.2. 断熱材の接着材料 接着材料としてポリマーセメントモルタルを、断熱材のあり形みぞに帯状に塗りつけて用いた。使用量は100 m²の施工面積に対し525 kg(21袋)であった。

2.2.3. プラスター 仕上げ下地の下塗り用および上塗り用としてプラスターを用いた。既調合のプラスター粉体25 kgに対し水を約6.0 lの割合で加え、混練して使用した。

使用量は、プラスター粉体25 kgにつき5 mm厚で約

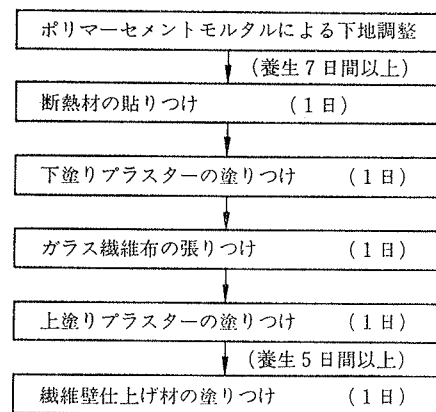


図-6 内断熱工法の施工工程

4 m²塗りつけることができた。

2.2.4. ガラス繊維布 表面亀裂を防止するためのプラスターの補強材料として、網目状のガラス繊維布(網目間隔5 mm, からみ織り)を下塗り用および上塗り用のプラスターの間に入れて使用した。ガラス繊維布の継ぎ目は10 cm程度の重ね継ぎとした。

2.2.5. 仕上げ材料 パルプ, 軽量骨材, 炭酸カルシウム, 合成樹脂エマルジョン等で構成されている繊維壁仕上げ材によって表面仕上げを行なった。

3. 外壁の熱的性状

3.1. 非空調時における測定結果

外断熱壁体と内断熱壁体の非空調時における西面の温度変動を図-7および図-8に示す。

外断熱壁体(図-7)の場合、日射の影響が壁の外表面

面に大きく作用し、外表面の温度変動は極めて大きくなるが、外皮構造であるため断熱材より室内側の温度変動 (Δt_1) は小さい。内断熱壁体 (図-8) の場合、コンクリート躯体の熱容量が外気側に作用するため、日射による外表面温度の変動は外断熱壁体ほど大きくならない。しかし、コンクリート躯体内における温度変動 (Δt_2) は大きい。

3.2. 間欠暖房時における測定結果

外断熱壁体と内断熱壁体の間欠暖房時 (午前9時~午後5時まで暖房運転, それ以外は運転休止) における西

面の温度変動を図-9および図-10に示す。同図によれば、暖房開始後の室温上昇および暖房停止後の室温降下は1階 (外断熱壁体) および2階 (内断熱壁体) とほぼ同様の傾向を示し、およそ1時間で上昇および降下が完了している。本来、外断熱による建物は躯体の熱容量が室内側に作用するため暖房開始後の室温上昇と暖房停止後の室温降下はゆるやかとなるはずであるが、今回はこの傾向を測定することが出来なかった。ただし、内断熱壁体 (図-10) の場合、外気の温度変動が時間遅れ (7~8時間程度) を伴って壁内部温度に作用するの

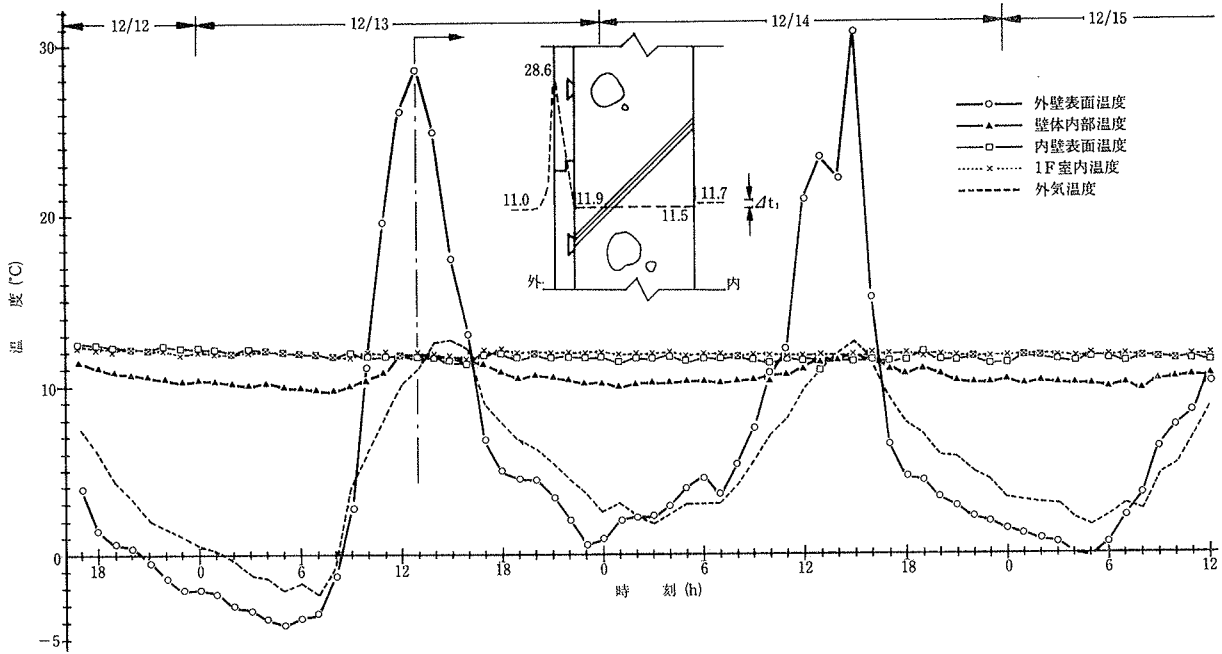


図-7 非空調時における1階外断熱壁体西面の温度変動 (昭和53年12月12日~12月15日)

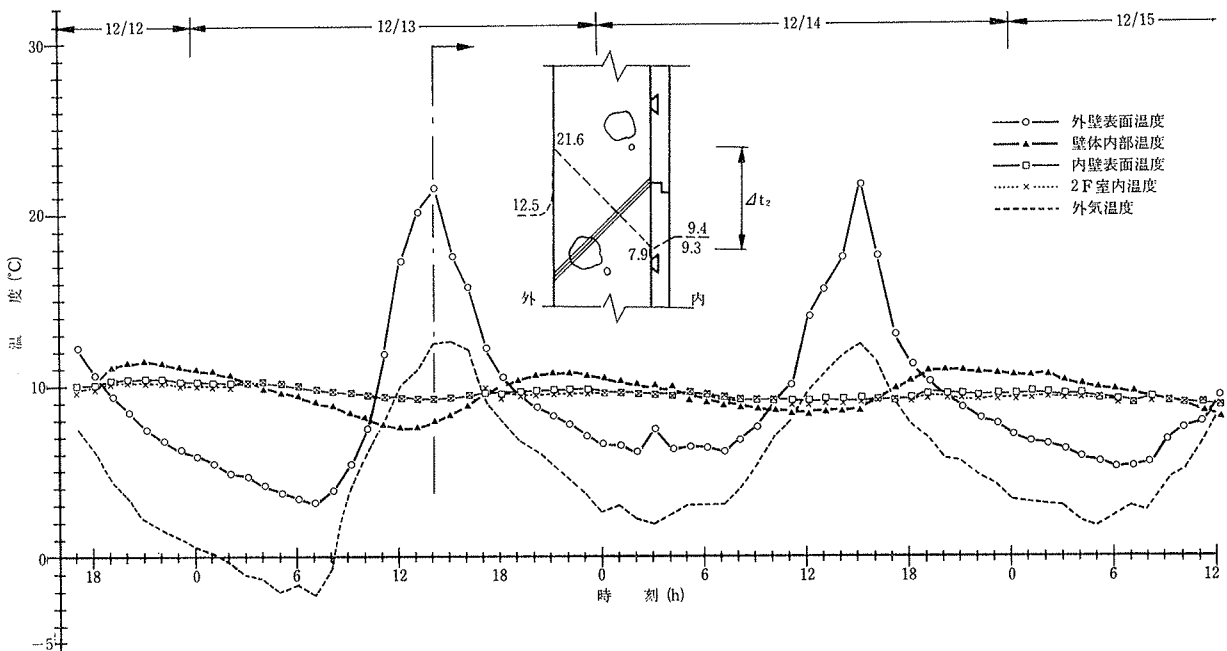
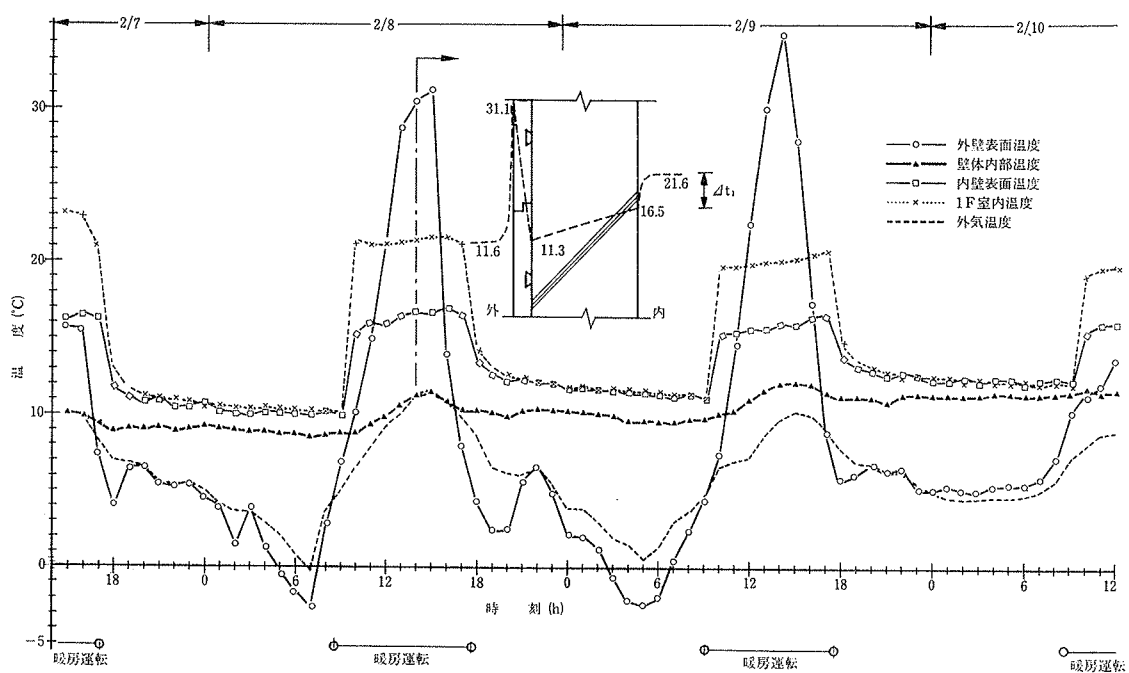
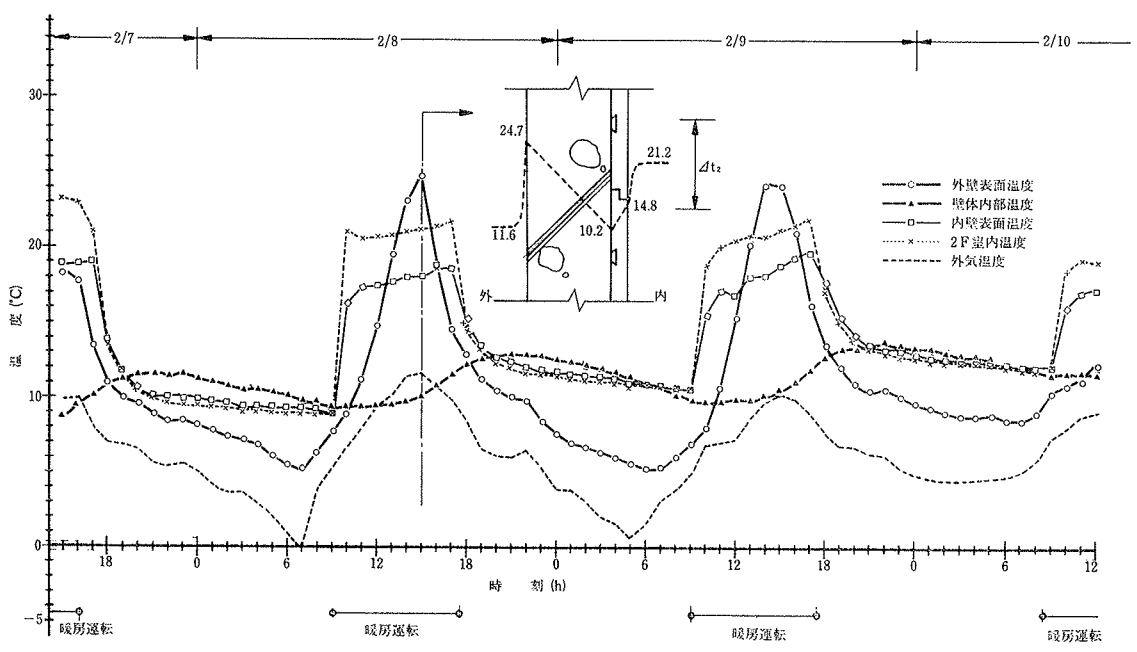


図-8 非空調時における2階内断熱壁体西面の温度変動 (昭和53年12月12日~12月15日)



図一〇 間欠暖房時における1階外断熱壁体西面の温度変動 (昭和54年2月7日～2月10日)



図一〇 間欠暖房時における2階内断熱壁体西面の温度変動 (昭和54年2月7日～2月10日)

対し、外断熱壁体 (図一〇) の場合には、室温の変動が壁内部温度に影響を及ぼしていることが図より明らかと言える。

4. あとがき

外断熱と内断熱のように断熱材の位置の違いによって壁体の熱的性状の異なることが実測によりとらえられた。特に、通気層のない外断熱の場合、外表面の温度変動は顕著であり、亀裂が入りやすい状態にあると言えよ

う。従ってこれを防止するためには、断熱材より外側の部分を熱容量の小さい材料または温度応力が生じない材料にするか、あるいは、本工法のように補強材を用いることが必要であろう。

注1) バリコン法とは VARIABLE CONE を略して名付けられたもので、RC 造の塔状構造物を施工する自動化されたスリップフォーム工法。

注2) 断熱に関する研究(その2)外断熱工法の施工概要, 大林組技術研究所報, No.17, (1978)