

愛媛大学工学部	フェロー会員	稲田善紀
愛媛大学大学院	学生員	○西濱英文
(株)竹中工務店	正会員	上田貴夫
(株)日産建設	正会員	松本 喬
(株)杉 住宅	非会員	杉 源嗣

1. はじめに

近年、人々の生活水準の向上に伴い、各家庭において様々な機能を持つ生活空間が求められている。しかし、我が国では、国土が狭く地価の問題もあり、これらの空間を確保することが困難な状況となっている。これら諸問題の解決策として地下の利用が考えられ、1989年10月に建設省の通達¹⁾により、ある一定の制限が設けられているものの無開口タイプの地下室の設置が可能となった。また、1994年6月には、地下室を住宅における全床面積の3分の1を限度として容積率に算入しない旨の規制緩和を行った²⁾。こうした背景もあり今後、保温性、遮音性、耐震性等数々の優れた特徴を持つ、地下室の需要が増加するものと思われる。

本研究では、断熱材を施した室内を一定温度に保温するのに必要となるエネルギー量を測定し、地下室の保温性および断熱材の保温効果を比較し、地下室における効率的な断熱材の利用方法について考察する。

2. 断熱材の効率的利用

本実験では、居室で暖房を行う場合と暖房を切った後の保温効果について検討するため、断熱材の施工の異なる3種類の箱形供試体を作製し、供試体周辺を断熱材で囲い、液体窒素を用いて温度調節器で調節しながら雰囲気温度を0℃に保った場合に、供試体内部をヒーターで一定温度(25℃)に保温するのに必要となる電力量を測定し、それぞれの供試体の保温性を比較した。また、ヒーターを切った後のそれぞれの供試体の保温効果についても比較した。供試体には、壁厚5cmのセメントモルタルの外側に5cmの断熱材を施したもの(CaseA)、内側に5cmの断熱材を施したもの(CaseB)、内側と外側に2.5cmの断熱材を施したもの(CaseC)を使用し、いずれも内寸法を30×30×30cmとした。

これらの供試体について地上および地下に設置した計6タイプについて実験を行った。実験の概念図を図-1に示す。また、温度センサーをそれぞれの供試体の室内の壁表面から25cm、5.0cm、7.5cmの壁内部および室内中央に設置し、それぞれの温度変化も測定した。

まず、地上式および地下式におけるそれぞれの供試体の電力量の経時変化を図-2、図-3に示す。これらより、CaseAでは積算電力量の増加率が高いが、時間の経過に伴い徐々にその勾配が緩くなっている。CaseBおよびCaseCでは実験開始から、積算電力量の増加率はCaseAと比べて緩やかで一定の勾配であることがわかる。CaseAでは熱伝導率の非常に小さい断熱材を外側に施しているため、外気からの熱影響は受けにくいものの、内側のセメントモルタルは外壁の断熱材に比べ熱容量および熱伝導率が非常に大きい

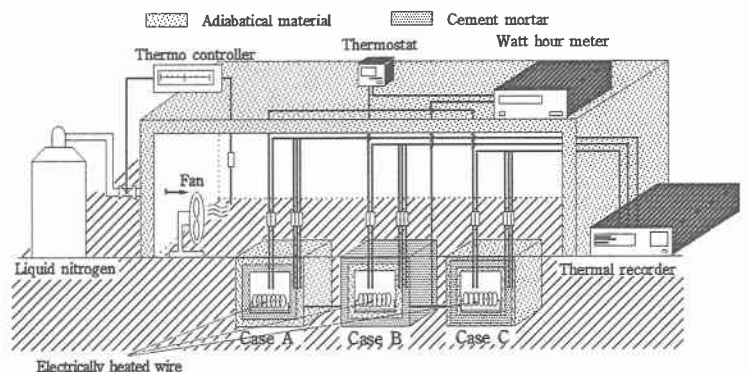


図-1 実験の概念図

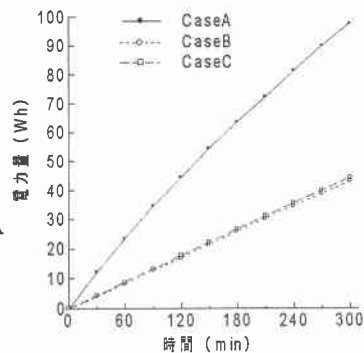


図-2 電力量の経時変化 (地上式)

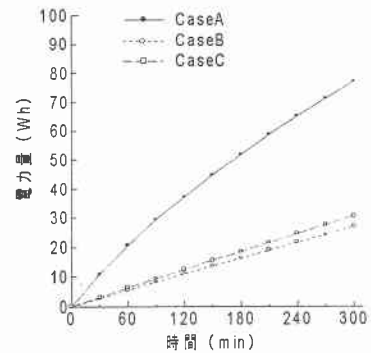


図-3 電力量の経時変化 (地下式)

ため、室内の熱量が壁面に奪われやすい。このため、壁内部の温度が安定するのに時間を要し、室内の温度を一定に維持するのに多量のエネルギーが消費されたものと考えられる。また、CaseBおよび CaseCでは熱容量および熱伝導率の非常に小さい断熱材を内側に施してあるため、室内の熱量が外に逃げにくく室内の温度が一定に維持されるものと考えられる。また、地上式では周辺外気の影響を受けるが地下式では地中温度の影響を受け、かなりの電力量が軽減できると考えられる。次に、地上式および地下式の室内のヒーターを切った後の室内の温度の経時変化を図-4、図-5に示す。これらより、地上式では、周辺外気の影響を多大に受け、室内の温度変化が大きいことがわかる。その中でも CaseBの温度変化が最も大きいことがわかる。しかし、地下式では周辺外気の影響よりも地中温度の影響を多大に受けるため、室内の温度変化が小さいことがわかる。

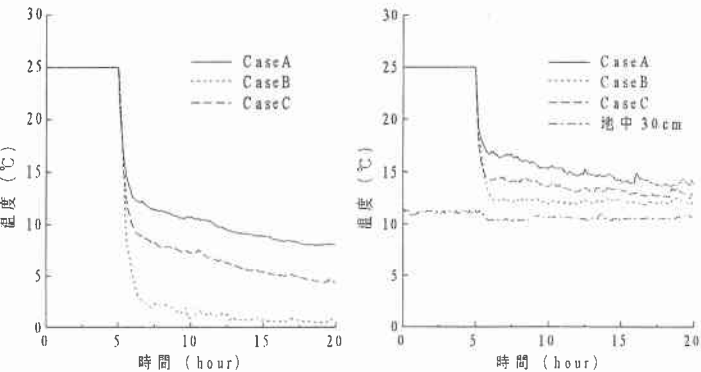


図-4 温度の経時変化 (地上式) 図-5 温度の経時変化 (地下式)

3. 地下室の保温性および断熱材の保温効果

ここでは実物大モデルの地下室の内側に断熱材を施し、典型的な夏および冬の時期に室内の温度を夏は25℃、冬は15℃となるように設定し、24時間で消費する電力量を測定した。実験に用いた実物大モデルの地下室の概念図を図-6に示す。また用いた断熱材の厚さは5cmとした。まず、夏の冷房による消費電力量の関係を図-7に示す。これより、地下式 (Type1) は地上式 (Type3) と比較して70%、半地下式 (Type2) は地上式と比較して20%の消費電力量が軽減されており、断熱材を施すことによりいずれも、さらに30%の電力量が軽減されることがわかった。次に、冬の結果を図-8に示す。これより、地下式は地上式と比較して45%、半地下式は地上式と比較して15%の消費電力量が軽減されており、断熱材を施すことによりいずれもさらに85%の消費電力量を軽減することがわかった。この結果より、まず、夏においては設定温度と地中温度との差が小さいため地下式

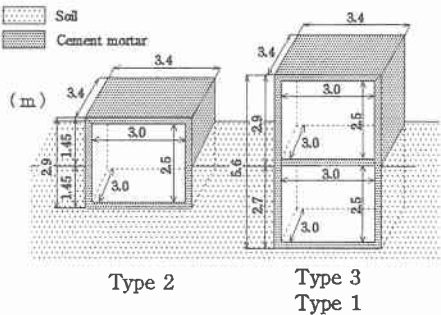


図-6 実物大モデルの概念図

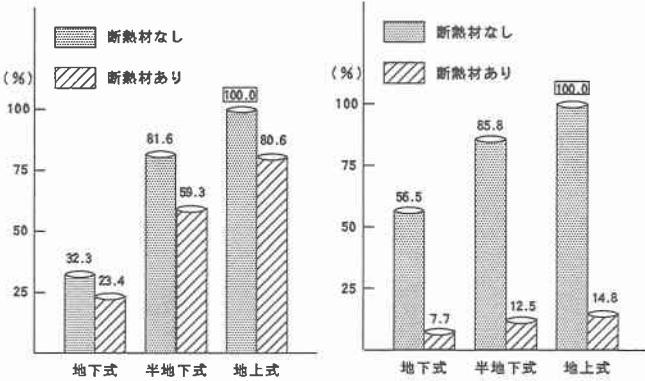


図-7 消費電力量 (夏) 図-8 消費電力量 (冬)

での熱放散が少なく断熱材を施すことによりさらに熱放散を抑制することができたものと考えられる。また、冬において断熱材を施した場合の消費電力量が極端に軽減することができたのは、夏の場合と比較して保温する温度と周辺温度に差があったため、居室の壁面温度が低く、断熱材を施していない場合は多量の熱量が壁面に奪われ、放散したことが原因であると考えられる。

4. まとめ

常に外気の影響を受ける地上式において断熱材を施す場合、外側と内側の両側に断熱材を施す方法が最も理想的であるが、地下室は年間を通じて温度の安定している地盤の影響より室内の温度は安定しており、その結果、内側に断熱材を施すだけで充分室内の保温性は向上し、冷暖房等に費やされるエネルギーの軽減に効果的であると考えられる。

参考文献

- 1) 建設省住宅建築指導課長通達 (建設省住旨発第 408 号), 1989.10.
- 2) 建設省建設事務次官通達 (建設省住街発第 74 号), 1994.6.