

地下室の結露および断熱材の保温効果

愛媛大学工学部 正会員 稲田善紀
(株)鹿島建設 正会員 戸簾昌俊
日産建設(株) 正会員 新田 稔

愛媛大学大学院 学生員○島崎 修
(株)竹中工務店 正会員 中崎英彦
(株)杉住宅 杉 源嗣

1 はじめに

近年、人々の生活水準の向上に伴い、様々な機能を持つ生活空間が求められてきており、これらの空間を確保する解決策として地下室があり、建設省では地下室の利用を促進するため1994年6月に法律の一部の規制緩和を行った。こうしたことから今後、地下室の利用が増加するものと思われる。これまでも地下室に関する研究の一部について報告してきたが、本研究では、住宅で問題点の一つとされている結露について土中占有部分の異なる実物大モデルと実験モデルを用いて比較検討を行い、考察した。また、近年の快適な住環境を求め断熱材を施した住居が増加していることに着目し、断熱材の外気に対する保温効果について実験を行い、また、様々なタイプの地下室の温度変化の三次元解析を行った結果について述べる。

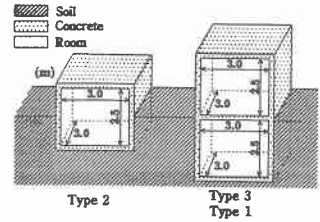


図1 実物大モデルの概要図

2 地下室の結露に関する考察

本実験では、実物大モデルを用いて冬の1日における居室内の壁面温度および水蒸気量を測定した。この場合、壁面温度が露点温度以下に達した時点で結露が発生するものとした。用いた供試体は地下式(Type1)、半地下式(Type2)および地上式(Type3)の鉄筋コンクリート構造物(内寸法3×3×2.5m、壁厚20cm)である。その概要を図1に示す。実験で得られた壁面温度と水蒸気量の関係を図2に示す。これより、Type3およびType2の上部は気温の影響を受け温度変化が大きく、結露が発生しやすい状態となっているが、Type1およびType2の下部は温度変化が小さく結露が発生しにくいことがわかった。

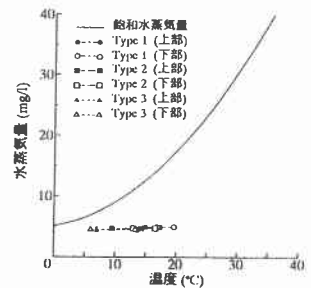


図2 壁面温度と水蒸気量の関係

次に実験モデルを用いて供試体周辺の外気を0℃に保温して強制的に結露を生じさせる実験を行った。用いた供試体は地下式(Case1)、半地下式(Case2)および地上式(Case3)のセメントモルタル供試体(内寸法30×30×30cm、壁厚5cm)とした。実験の概要を図3に示す。実験で得られた供試体内の壁面温度と水蒸気量の関係を図4に示す。これよりCase3およびCase2の上部では温度変化が大きく露点温度に達しているが、Case1およびCase2の下部では温度変化が小さく露点温度に達していないことがわかる。以上の結果より地下室は保温性が高く、その結果、結露が生じにくいものと考えられる。

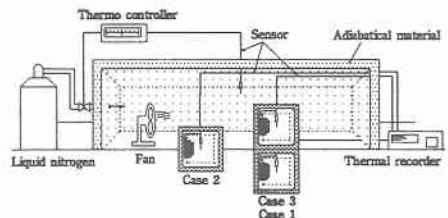


図3 結露実験の概要図

3 断熱材の保温効果に関する考察

本実験では内寸法30×30×30cm、壁厚は5cmのセメントモルタルで作製した供試体に断熱材を施し、断熱材の外気に対する保温効果について調べた。断熱材の厚さを5cmとし供試体の外側に断熱材を施したもの(TypeA)、内側に断熱材を施したもの(TypeB)とした。実験の概要を図5に示す。実験ではこの2タイプの供試体の周辺の外気を0℃に保温し、この場合の室内および壁内部の温度の経時変化を測定した。実験結果をそれぞれ図6、図7に示す。これよ

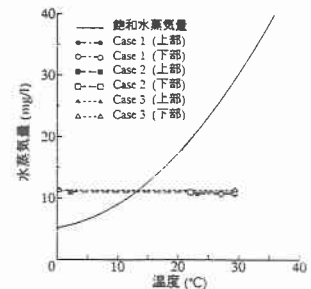


図4 壁面温度と水蒸気量の関係

りTypeAは外側の断熱材が極めて初期に急激な温度変化があり、以後安定しているが、室内温度は温度変化が小さく5時間後に3℃の温度変化となった。TypeBはどの断面においても徐々に温度が低下し、その結果、室内温度は20℃の温度変化となった。TypeAは外側の断熱材の熱容量および熱伝導率がセメントモルタルと比較して極めて小さいため、熱量を伝えるのが遅く、内側のセメントモルタルは熱容量が大きいいためセメントモルタル自体の温度が変化せず室温に影響したものと考えられ、TypeBは外側のセメントモルタルの熱容量および熱伝導率が極めて大きく、内側に伝える熱量が極めて大きいいため室温に影響したものと考えられる。同様の壁について簡素化した一次元モデルを用いて解析を行った結果、解析においても実験と同様の結果を得ることができた。

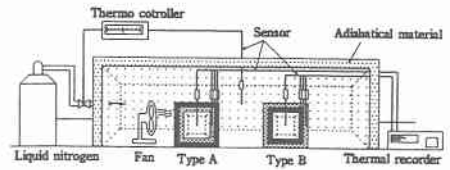


図5 断熱材実験の概要図

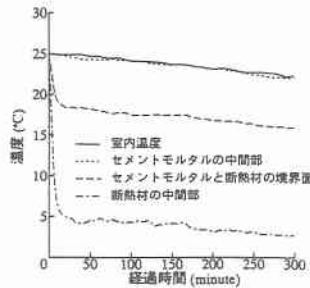


図6 室内および壁内部の温度変化 (Type A)

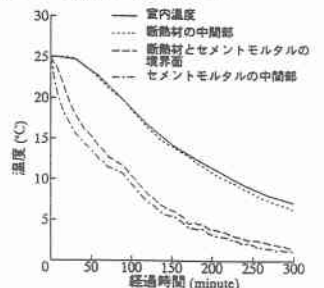


図7 室内および壁内部の温度変化 (Type B)

4 様々なタイプの居室の温度変化

ここでは、地下室および断熱材の保温性に着目し、従来の要素分割法¹⁾を三次元問題に拡張した解析法²⁾を用いて以下のモデルの室内温度変化を求めた。用いたモデルは地下式(CaseA)、地上式(CaseB)、地上式の供試体の外側に全て断熱材を施したもの(CaseC)、地下式の供試体の外側に全て断熱材を施したもの(CaseD)、地下式の供試体の外側の上部のみに断熱材を施したもの(CaseE)とする。どの供試体も本体は内寸法3×3×2.5m、壁厚20cmとし、セメントモルタルで作製されたものと仮定した。用いた断熱材の厚さは10cmとした。概念図を図8に示す。また初期温度を25℃とし熱源となる気温には冬の測定結果を用いた。解析結果を図9に示す。CaseAとCaseBは2日目ではほぼ温度変化が安定しているが、CaseAは地中温度の影響を受けて温度が高いことがわかる。また、CaseCは気温の影響を受けるため温度が低下しているがCaseBと比較すると温度変化が遅れている、次にCaseDは最も保温効果が高く、またCaseEは熱源側に断熱材を施すだけで保温効果の向上につながることもわかった。

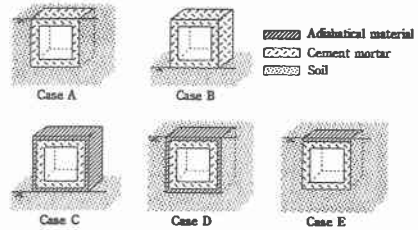


図8 モデルの概念図

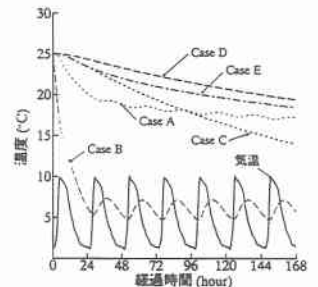


図9 解析結果

5 おわりに

本研究より地下室は土壌の保温効果により室内の温度変化が小さく結露が生じにくいことがわかった。また居室に断熱材を施す場合、外気が熱源となる場合は外側に断熱材を施す方が保温効果に有利であることがわかった。

参考文献

- 1) 稲田善紀：地下の空間利用，97～101頁，森北出版，1989。
- 2) 稲田善紀，戸簾昌俊，川口 隆：地下室の種類が保温性に及ぼす影響，愛媛大学工学部紀要，第14巻，165～173頁，1995。