

Ⅲ-539

地下室の保温性および結露に関する研究

愛媛大学工学部 正会員 稲田善紀
(株)竹中工務店 正会員 中崎英彦
(株)杉住宅 杉 源嗣

愛媛大学大学院 学生員 戸簾昌俊
日産建設(株) 正会員 新田 稔

1 はじめに

人々の生活の多様化が進み、住宅地においても様々な空間が求められている。しかし、我が国は土地が狭く、人口が集中している都市部では土地を確保するのが非常に困難な状況である。そこで、これらの空間を地下に確保することが考えられる。また、平成6年6月に地下室の利用を促進させるため、法律の一部の規制が緩和されたため¹⁾、今後さらに地下室の利用は増加していくものと思われる。筆者らは一般の住宅地に実際の地下室を想定した3種類の実物大モデルを建設し、種々の実験結果を報告してきている²⁾。本研究では異なるタイプの地下室の温度分布を推定するため、地下室周辺土壌の熱物性値を実験により求めた。次に、得られた値を用いて三次元問題にも適用できる要素分割法³⁾により解析を行い温度分布を求め、実測値との比較を行うことによって解析方法の妥当性を検討した。さらに、室内温度を一定に保つために必要なエネルギーを実測により求め、土中占有部分の差異が消費エネルギーにどのような影響を及ぼすのかについて比較検討した。また、居室の問題の1つである結露についても考察を行った。

2 地下室周辺の熱物性値および温度分布

本実験では、松山市内の一般の住宅地に実際の地下室を想定した地下式(Type 1)、半地下式(Type 2)、地上式(Type 3)の3種類の鉄筋コンクリート供試体を作製した。その外観を図1に示す。また、供試体の内寸法および壁厚を図2に示す。

まず、地下室周辺土壌の深さ10cmから2mの範囲にテンシオメーターを設置して、春、梅雨期、夏、秋および冬における土壌の圧力水頭を測定し、あらかじめ室内実験により測定した圧力水頭と含水比の関係から地下の各点における含水比を求めた。得られた結果を図3に示す。いずれの季節においても地中深くなるにつれ含水比は大きくなっていることがわかる。次に、この深さと含水比の関係および室内実験で測定した含水比と熱物性値の関係から地下の各点における熱容量および熱拡散率を求めた。得られた結果を図4および図5に示す。いずれの季節においても地表面から深さ50cmの範囲では熱容量の増加および熱拡散率の減少する割合は大きいものの、50cmより深くなるとほとんど変化がみられないことがわかった。地表面から深さ50cmの範囲では含水比の増加する割合が大きく、これが熱物性値に影響を及ぼしたものと考えられる⁴⁾。また、得られた熱容量および熱拡散率を用いて算出した熱伝導率を図6に示す。次に、得られた熱物性値を用いて従来の要素分割法を複合材用三次元問題に発展させ、これを用いて地下室の温度解析を行った。代表例として春におけるType 1の室内温度の解析結果を図7に示す。解析値と実測値はほぼ同様の値を示しており、この解析方法は地下室室内およびその周辺の温度分布を推定するのに非常に有効な手段と

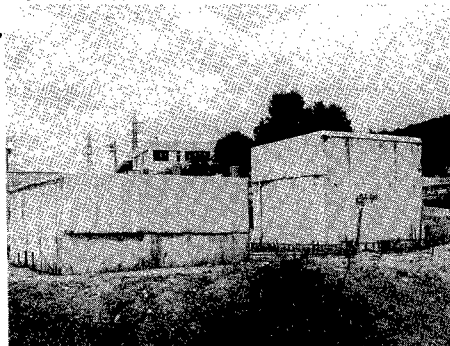


図1 供試体の外観図

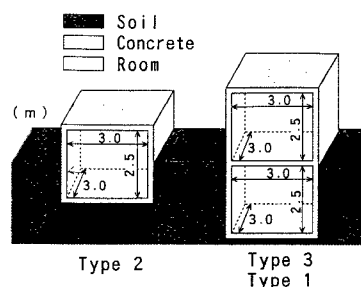


図2 供試体の寸法

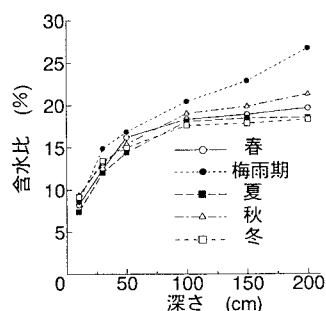


図3 土壌の含水比

なり得ることがわかった。

3 室内を一定温度に保つための消費エネルギー

本実験では、地下室の保温性に着目し、家庭において最も暖房の必要となる冬の時期に室内を一定温度に保ち続けた場合に消費するエネルギー量を調べた。まず、供試体の内部にそれぞれ熱源を設置し、室内温度を24時間一定

温度（20℃）に保ち続けた場合に消費する電力量を測定した。得られた結果を図8に示す。Type 1はType 3の26%程度、またType 2はType 3の6%程度の電力量が軽減されることがわかった。これより土中占有部分が増すにつれ消費エネルギーは軽減できることから地下室の保温性は地上式の部屋に比べて高いものと考えられる。

4 地下室の結露に関する考察

本実験では、家庭の居室の問題の1つとなっている結露について考察するため、地下室における結露について比較検討した。まず、春、梅雨期、夏、秋および冬においてそれぞれの供試体内の水蒸気量、室内温度および壁面温度を測定した。代表例として冬の測定結果を図9に示す。もともと室内の水蒸気量が比較的小さなため、いずれの季節においても結露が発生するまでには至らなかったが、一般の住宅において最も結露の生じやすい冬と比較した場合、外気の影響を受けやすいType 3に比べ、Type 1は室内温度の変化が小さく、また壁面温度の変化も小さいため結露しにくい状態となっていることがわかった。

5 おわりに

三次元要素分割法を用いて地下室内および地下室周辺の温度分布を求めた結果、有効な解析方法であることがわかった。今後、この解析方法を用いて種々の地下室の温度分布の解析を行いたいと考えている。また、地下室は家庭における消費エネルギーの軽減につながり、居室の問題となっている結露についても生じにくいことがわかった。

なお、本研究を遂行するにあたり、実験を手伝っていただいた延広和士氏（現 東洋建設㈱）に謝意を表しておく。

参考文献

- 1) 建築基準法の一部を改正する法律等の施工について（建設省住街発第74号），1994。
- 2) 稲田善紀，倉本大樹，中崎英彦，横田紀男，新田稔，杉源嗣：地下室の差異による保温効果，地下空間利用シンポジウム'94論文集，PP. 73～82，1994。
- 3) 稲田善紀：地下の空間利用，79～101頁，森北出版，1989。
- 4) 熱物性ハンドブック編集委員会：熱物性ハンドブック，64～67頁，養賢堂，1990。

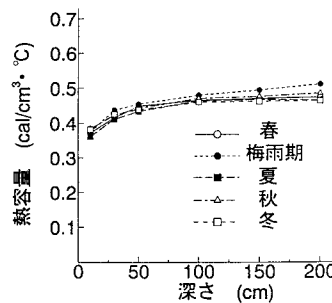


図4 土壌の熱容量

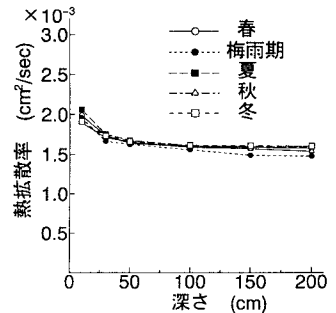


図5 土壌の熱拡散率

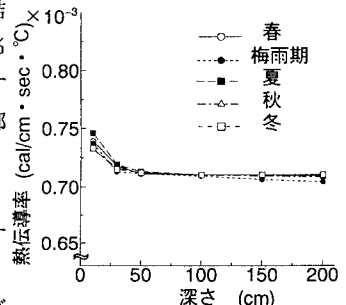


図6 土壌の熱伝導率

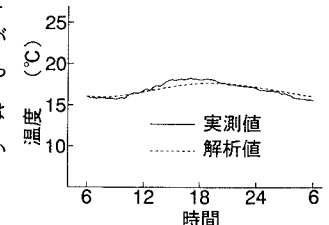


図7 解析値と実測値の比較

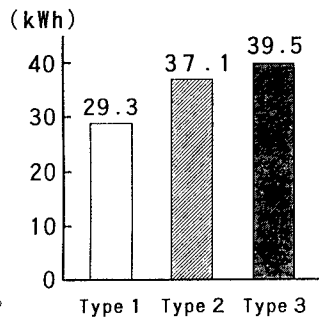


図8 地下室の消費電力量

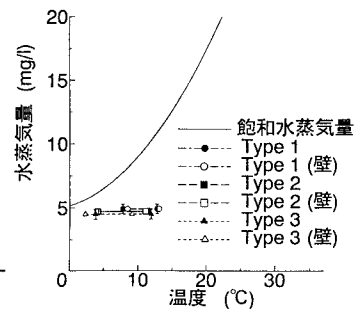


図9 温度変化と水蒸気量の関係（冬）