

土中占有部分の差異による地下室の保温効果

愛媛大学工学部	正会員	稲田善紀
○ 愛媛大学大学院	学生員	戸簾昌俊
三井鉱山（株）	正会員	倉本大樹
（株）竹中工務店	正会員	中崎英彦
住友セメント（株）	正会員	横田紀男
日産建設（株）	正会員	新田 稔
（株）杉住宅		杉 源嗣

1 緒言

近年、人々の生活の多様化が急速に進み、住宅地においても、様々な機能を持つ居室の必要性が高まっている。しかし、都市部においては、人口集中や地価高騰などの問題があるうえ、これらの居室を設けることは非常に困難な状況となっている。そこで、解決策の一つとして、居室を地上ではなく地下に設けることが考えられる。一般に、地下室の利点として、保温性に優れていることが挙げられる。そこで、本研究では、異なるタイプの地下室に着目して、それらの保温性について考察した。すなわち、一般の住宅地に実際の地下室を想定した実物大のモデルを建設し、土壌が地下室の室内温度に及ぼす影響について考察した。また、室内温度を一定に保つために必要な消費エネルギーを求め、土中占有部分の差異がエネルギーにどのような差を及ぼすのかについて比較検討した。

2 地下室の差異が保温効果に及ぼす影響

本実験では、実際の地下室を想定し、松山市内の一般の住宅地に、地下式(Type 1)、半地下式(Type 2)、地上式(Type 3)の3種類のコンクリート供試体(内寸法 $3 \times 3 \times 2.5\text{m}$ 、壁厚 20cm)を作製した。ただし、Type 3の上にType 1をのせた上下2層構造とし、Type 1は全て地中に埋設し、Type 2は、その半分を地中に埋設した。また、Type 1、Type 2およびType 3のそれぞれの供試体の内部に温度センサーを12本設置し、地表面から深さ3mの間に温度センサーを10本設置して、典型的な春、梅雨期、夏、秋、冬における一日の室内温度およびその周辺土壌の地中温度を20分おきに測定した。

まず、典型的な冬の一日の地中温度および室内温度の測定結果を図1および図2に示す。この図より、地中温度は、地中深くなるにつれ、徐々に温度は上昇し、温度変化は小さくなっていることがわかる。また、室内温度は、Type 3は気温の影響を受けるため、温度変化が激しいのに対し、Type 1とType 2は地中温度の影響を受けるため、気温に比べて室内温度は高く、その変化は小さいことがわかる。次に、一年間の室内温度および地中温度の変化を図3および図4に示す。気温は温度変化が激しいのに対し、地中温度は温度変化が小さく、その影響を受け、Type 1とType 2は温度変化は小さくなっている。以上より地下室の土中占有部分が増すにつれ保温性は高まることがわかった。

しかし、実際には地下室の室内温度は土壌の物理的性質や気温に大きく影響を受けるので、これらを考慮した計算によって室内温度を推定する必要がある。これらについては、別の機会に報告することにする。

3 地下室の水蒸気量と湿度との関係

地下室を設ける場合に結露の問題が挙げられる。ここでは、地下室の水蒸気量を測定し、土中占有部分の差異が水蒸気量に及ぼす影響を調べた。秋と冬での水蒸気量と湿度との関係を表1に示す。水蒸気量は、Type 1、Type 2およびType 3のそれぞれの供試体においてほとんど差がないことがわかった。また、図2の典型的な冬の室内温度のグラフより、Type 3では温度差 5°C 、それに対しType 1では、温度差 2°C 程度である。ここで、表1に示す冬の水蒸気量と湿度との関係より、Type 3の室内温度が 5°C 下がった場合、湿度60

%から85%に上昇するのに対して、Type 1の室内温度が2℃下がった場合では、湿度は35%から36%にしか上がらないことがわかる。このことからわかるように室内温度の変化が小さい地下式の部屋に比べ、地上式の部屋は室内温度の変化が激しいため結露が生じやすいと思われる。

4 実用化に向けての一考察

地下室の保温性に着目し、室内温度を一定温度に保つためにどれだけのエネルギーを消費するのかを調べた。まず、供試体の内部に熱源を設置し、熱源温度は一定に保ち、気温の変化による影響を受けないように短時間に実験を行い、単位時間に室内温度の温度上昇に必要な熱量を求め、それぞれの季節において室温を25℃に設定した場合に消費するエネルギーを求めた。それを図5に示す。この図より、春、夏、秋、冬のどの季節においても土中占有部分が増すにつれエネルギーの消費量は軽減できることがわかった。また、一年間をみても土中占有部分が増すにつれ、エネルギーの消費量は軽減でき、省エネルギー的であるといえる。また、このほど、建設省が住宅地における

地下室の建設を促進するため、地下室の容積率を規制対象からはずす方向で検討しており、ますます地下室の需要が伸びてくるものと思われる。

本研究で明らかにしたように、土中占有部分が増加するにつれ地下室の保温性は優れており、今後、この特性を有効に生かした地下室を建設する必要がある。

5 結言

得られた結果を要約すると、以下のとおりである。

- (1) 地中温度は、地中深くなるにつれ、気温の影響を受けにくく、温度変化は小さくなっていることがわかった。
- (2) 地下室の土中占有部分の増加にともない、地中温度の影響を受けるため、地下室の保温性は高まることがわかった。
- (3) 地下室の土中占有部分の増加にともない、室内温度を一定に保つために必要なエネルギーの消費量は軽減できることがわかった。
- (4) 地下室の土中占有部分の差異により、水蒸気量はほとんど差はなく、室内温度の変化の激しい地上式に比べ室内温度の変化の小さい地下室の方が結露しにくいことがわかった。

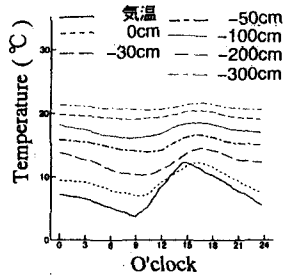


図1 一日の地中温度の変化(冬)

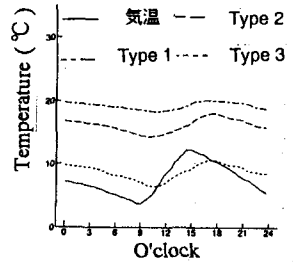


図2 一日の室内温度の変化(冬)

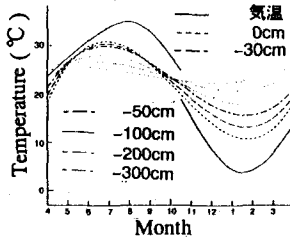


図3 一年間の地中温度の変化

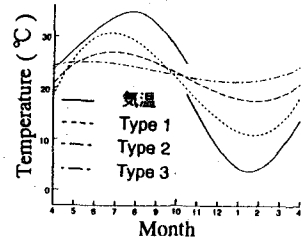


図4 一年間の室内温度の変化

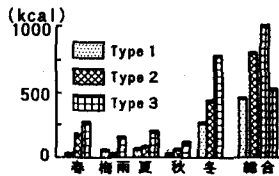


図5 室温を25℃に保つために必要な消費エネルギー

表1 地下室の水蒸気量と湿度

形式	水蒸気量 (mg/l)	湿度 (%)
Type 1	5.5	23
Type 2	6.0	28
Type 3	6.0	35

形式	水蒸気量 (mg/l)	湿度 (%)
Type 1	6.0	35
Type 2	5.0	38
Type 3	5.8	60