

地下室における二重壁の遮音・保温効果

愛媛大学工学部	正 員	稲田 善紀
愛媛大学大学院	学生員	橘 紀久夫
愛媛大学大学院	学生員	倉本 大樹
住友セメント(株)中央研究所	正 員	横田 紀男
住友セメント(株)中央研究所	正 員	時川 忠

1 はじめに

近年、人々の生活の多様化で娯楽・趣味等のスペースの確保が望まれている。ところが、地上にこれらのスペースを確保するには騒音や保温性等の問題があるために、地下に設けることが考えられる。一般に、地下室は地上の住居に比べ遮音性・保温性に優れている。そこで、本研究では、小規模ながら地下室をセメントモルタルで作製し、壁の中に空気層を設け2重壁とした場合と、空気層を設けない場合および壁厚の違う場合についての遮音性・保温性について比較検討を行った。また、三次元問題に対応できるように拡張した要素分割法¹⁾を用いて、地下室の室温を解析し、解析値と実測値との比較を行い、その精度について検討した。

2 モルタル供試体による実験

2. 1 実験に用いた供試体および実験方法

本実験では、セメントモルタルで3種類の地下室の供試体を作製した。内寸法はいずれも等しくし、壁厚を6cmおよび9cmとした。さらに壁厚9cmの供試体の壁の中に3cmの空気層を設け2重壁とした。以後、それぞれ Case 1, Case 2 および Case 3 と呼ぶ。また、Case 3 の室内を Part A, 2重壁内を Part B と呼び、これら3種類の供試体をすべて地下式とし、地表面は供試体上部と一致させた。

2. 2 地下室の遮音効果

本実験では、まず地下室の遮音効果の検討を行うために、5m離れて走行する市内電車による騒音の音圧の最大値を供試体の内外部で測定し比較した。その結果を図-1に示す。これにより、壁厚を厚くした方が遮音性が大幅に高くなり、壁の中に空気層を設けた場合の方がさらに遮音性に優れていることがわかった。

2. 3 地下室の保温効果

本実験では、供試体内部に温度センサーを設置し、これらの室内温度ならびに地中温度の測定を行った。代表例として冬の結果をそれぞれ図-2および図-3に示す。これより、地下20cm以下の地中温度は、深くなるにつれ、気温の影響を受けにくく、逆に、地下20cmより上部では、地表近くになるにつれ、気温の影響を受けやすくなっていることがわかった。次に、室内温度は、Case 3 は Case 1 および Case 2 に比べ保温性に優れていることがわかった。

3 地下室の温度解析

3. 1 解析方法

気温の変化により地中に温度分布が生じ、これらが地下室に影響を及ぼす。この場合、熱の伝導は三次元的になるために、従来要素分割法を三次元問題に拡張し、熱源の変化と複合材料にも対応できるように一般性を損なわない6面体要素を用いた要素分割法を開発した。

この場合、次のような仮定をおく。

(1) 熱は、互いに接する要素の接面を通じて出入りする。

(2) 各要素内部の温度はそれぞれ均一で、熱の授受は(1)の条件下でかつ重心間で行われる。

時間 Δt の間に要素 m から要素 n へ入る熱量 $Q_{n,m}$ は式(1)で与えられる。

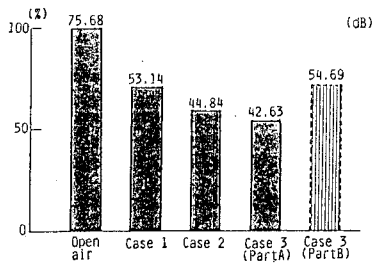


図-1 遮音性の比較

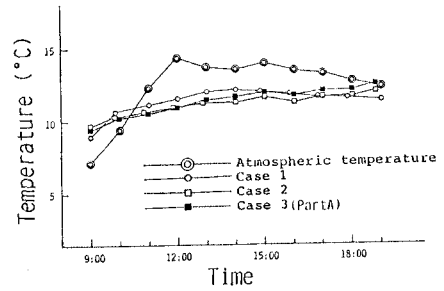


図-2 室温の変化(冬)

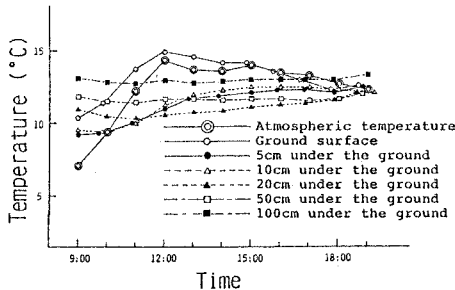


図-3 地中温度の変化(冬)

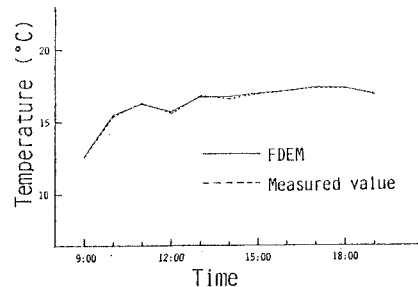


図-4 三次元要素分割法による計算値と実測値との比較

$$Q_{n,m} = \lambda_m \frac{U_{n,m,\tau}^{(B)} - U_{m,n,\tau}}{l_{m,n}^{(B)}} S_{n,m} - \lambda_n \frac{U_{n,m,\tau} - U_{n,m,\tau}^{(B)}}{l_{n,m}^{(B)}} S_{n,m} \frac{1}{l_{n,m}^{(B)}} \Delta \tau \quad (1)$$

ただし、

$U_{n,\tau}^{(B)}$: 時間 τ における要素 n の温度 $U_{n,m,\tau}$: 時間 τ における要素 n と m との境界面の温度

$l_{n,m}$: 要素 n と要素 m の重心間距離 $l_{n,m}^{(B)}$: $l_{n,m}$ のうち要素 n の重心と境界面の距離

$S_{n,m}$: 要素 n と要素 m の境界面の面積 λ_n : 要素 n の熱伝導率

一般に隣接要素は 6 個あり、要素 n に貯えられる熱量は n 内の温度上昇に費やされると、

$$U_{n,\tau+\Delta\tau} = U_{n,\tau} + \frac{\sum_m Q_{n,m}}{c_n \cdot \rho_n \cdot V_n} \quad (2)$$

で与えられる。ただし、

$U_{n,\tau+\Delta\tau}$: 要素 n において時間 τ より $\Delta\tau$ だけ後の時間における温度

V_n : 要素 n の体積 c_n : 要素 n の比熱 ρ_n : 要素 n の密度

3. 2 解析結果および考察

Case 3 の場合の室温を要素分割法により解析した。その結果を図-4 に示す。これより、この解析方法は、地下室の温度解析について有効な方法となり得ることがわかった。

4 おわりに

本研究では、地下室の遮音特性および保温特性について小規模な実験および解析によって検討した。現在、実物大の規模で実験を行い、これまでの得た結果と比較し考察を行うが、これらについては別の機会に報告したいと考えている。

参考文献

- 1) 稲田善紀：地下空間の利用，97～102頁，森北出版，1989.