

取合部を冷却する場合の石室内温度の予測

1. 取合部に冷却器を設置した場合の石室内温度の予測

1.1 温度予測の方法

取合部の温度をどのくらい温度を下げたら石室の温度はどのくらい変化するかがわからないと期待するカビ対策に結びつくかが判断できないし、冷却熱源容量、冷却装置の規模も見えてこない。そこで冷却効果を予測するため数値解析の技法を用いる。冷却範囲と温度を変化させたとき土壌の温度変化を計算し、その結果で石室の温度予測を行う。

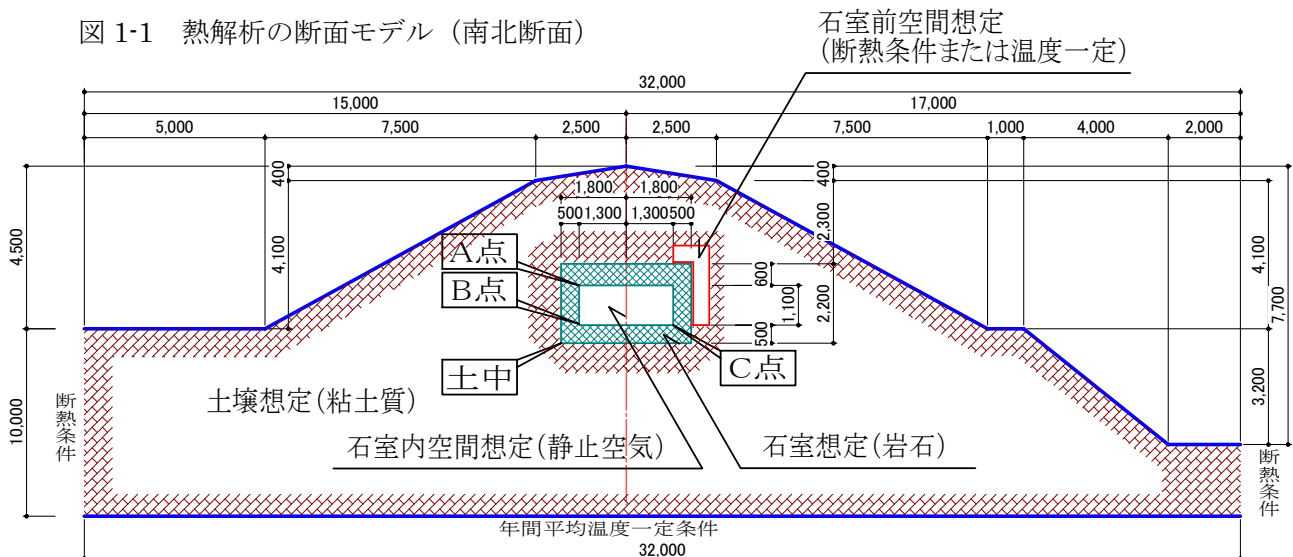
1.2 数値解析の条件、方法

墳丘の南北の断面を図 1-1 に示す近似モデルとして 2 次元の数値解析をおこなう。解析は閉領域内における非定常熱伝導モデルを用い、支配方程式を無次元化した後、一般座標系に変換し、差分法によって離散化し計算をおこなう。境界条件としては、地表部は 1 日の平均気温*1、深さ 10m の最深部は 1 年間の平均気温で温度一定とし、両端は断熱条件として 2001 年 1 月～2003 年 12 月まで 1 日ごと地表部境界条件（気象台観測実データ）を変化させ計算した。初期条件は地表部以外 1 年間の平均気温の値を用いた。初期条件の影響が無視できるようになるには最低 2 サイクル 2 年分は必要との判断で 3 年間の計算をおこない、各種の評価は 3 年目の計算結果を用いた。計算に用いた諸物性値を表 1-1 に示す。土壌の諸物性値は本来、計測値を用いるのが妥当であるが、本計算では空気調和・衛生工学便覧第 3 版(p.36)出典の値を用いた。

平均気温*1 …… 奈良市のデータを入力値とした。

(距離的に一番近い大宇陀の年間平均気温は実測の年間平均地中温度と差が大きいため)

図 1-1 熱解析の断面モデル（南北断面）



図中 A 点は石室内上部、土中は石室外部下側、B、C 点は石室内下部の部分を示す。

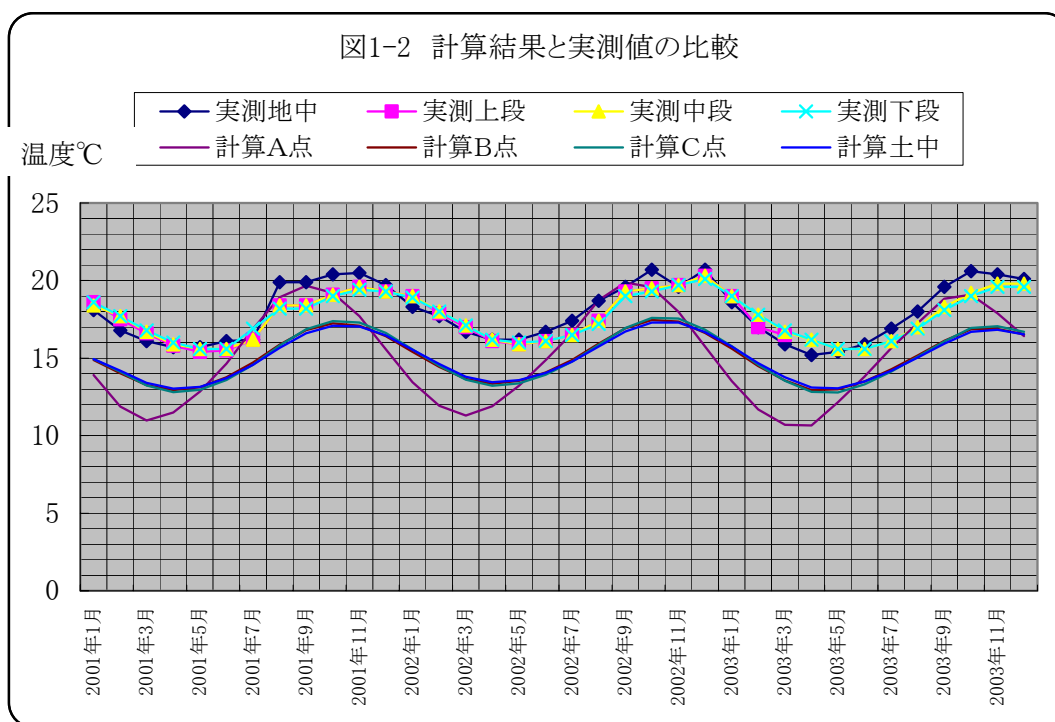
A-B で上下の温度差、B-C で水平方向の温度差の指標とする。単位は mm

表 1-1 諸物性値

	熱伝導率 λ W/(m・K)	比熱C kJ/(kg・K)	密度 ρ kg/m ³	備考
空気(静止)	0.022	1	1.3	石室内
岩石(重量)	3.1	0.86	2800	石室まわり
土壌(粘土質)	1.5	1.7	1900	土壌

1.3 現状モデルの計算結果

これは現状の状態をモデル化し、数値解析した結果である。同様の計算手法のもと、ある境界条件を変えた場合の結果との差は境界条件を与えた手法（具体的には冷却方法）の有効性をあらわしていると考えられる。境界条件を変化させた場合の各所の変化幅 (Δt) を現状の実測温度に加算したものを各冷却方法の結果予測と考えることができる。この場合数値解析の現状に当たる上の結果が現状の実測結果とどの程度合っているかの確認することが数値解析の信頼性を向上させることになる。そこで計算結果が妥当なものか確認する意味で計算値と実測値をグラフにしたものを図 1-2 に示す。結果、計算値の内 B 点と C 点が実測値と時間遅れ、温度の振れ幅ともよく一致している。



ただし、計算結果のB点、C点の温度は、実測結果より3°C程度低い値になっている。これは、地温の年平均温度が、気温の年平均温度より3°Cほど高くなっているためと考えられる。取合部を冷却したときの石室内の温度低下は、B点、C点の計算結果を基準として、その値よりどれくらい低下するかを見ることにより検討する。

1.4 具体化モデルの計算方法と結果

奈良市の年平均気温は、15.1℃（2001~2003年の平均値）であるので、前室の温度を15.1℃にした場合と、18℃にした場合の2通りで計算した。石室の温度変化を図1-3に示す。このグラフは、取合部から離れた石室北側では、現状より顕著な温度低下が望めないことを示している。

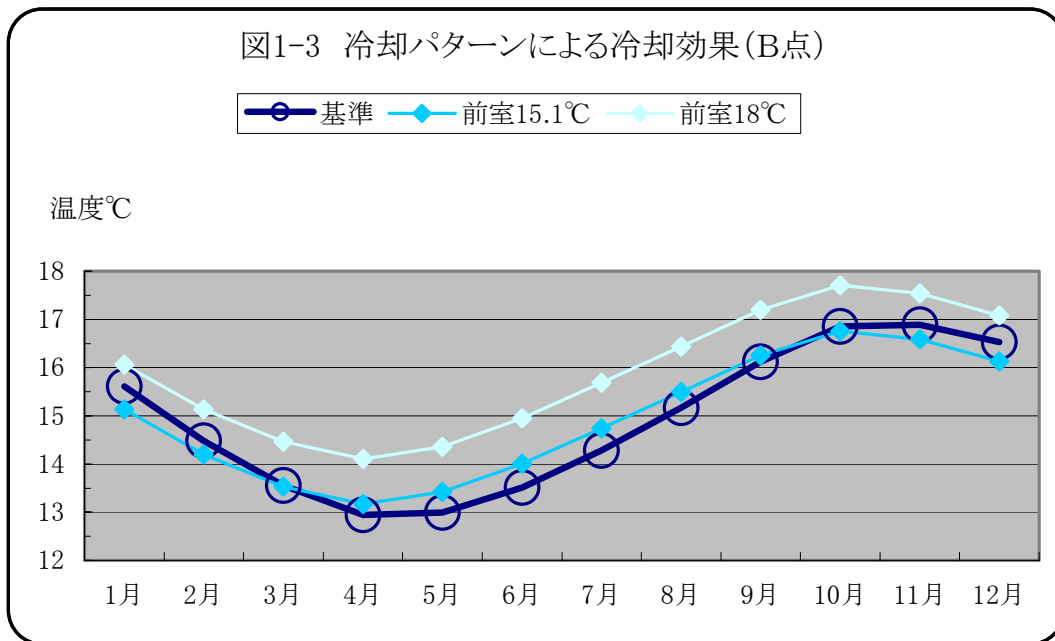
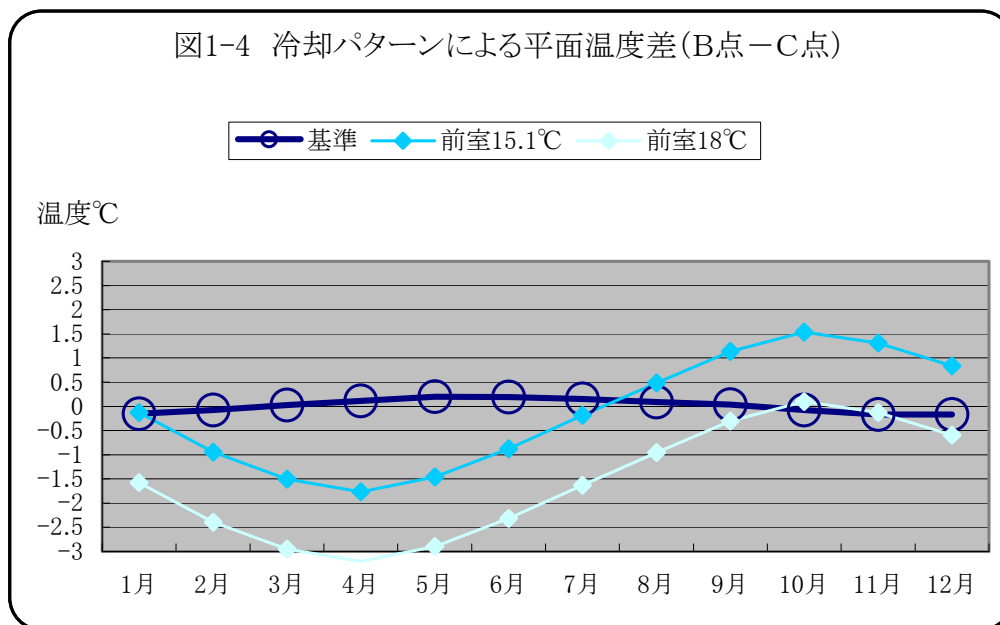


図1-4にB点とC点の温度差を示している。前室の温度を15.1℃、18℃にした場合のどちらも年間を通して石室の左右（B点とC点）にはっきりとした温度差が発生しているのが見て取れる。



この図から前室を15.1℃にした場合も、18℃にした場合も石室の北側、南側に大きく温度差がつき部分的な結露が起きることが避けられないことがわかる。このことから取合部の空間のみを地中温度に逆らって冷却等を行うことは避けなければならないことがわかる。

2. まとめ

また、計算より、取り合い部のみ1.5℃や1.8℃に温度を下げた場合には、現状より顕著な温度低下が望めないこと、さらに水平方向に大きな温度差が発生し、結露が懸念されるため、冷却方法としては好ましくないことが分かった。