

清水建設大崎研究室 正員 ○ 樋田 吉造

" 正員 今津 雅紀

清水建設土木技術部 正員 石井 卓

1. はじめに

近年、放射性廃棄物に係わる問題が話題を集めており、この分野における研究も除々にではあるが行われるようになってきた。放射性廃棄物には、主に原子炉の運転に伴って発生する低レベル廃棄物と使用済み燃料を化学処理して未燃焼のウランと生成したプルトニウムを循環使用のために回収する再処理工程で発生する高レベル廃棄物とがある。ここで考察する問題は、固化処理した高レベル廃棄物を地層処分した後、固化体から発生した熱によって周辺地層の温度分布がどのように変化するかを、地下水の蒸発潜熱を考慮した場合と考慮しない場合とで比較したものである。なお、ここで用いられた潜熱に関する計算手法は、参考文献 1 においてその有効性が示されている。

2. 解析方法

熱伝導計算は、次に示す非定常軸対称熱伝導方程式を有限要素法によって解くことで実行される。

$$cp \frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{1}{r} \left\{ \frac{\partial}{\partial r} \left(\lambda r \frac{\partial \theta}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\lambda r \frac{\partial \theta}{\partial z} \right) \right\} + Q \quad \dots\dots(1)$$

ここに、 cp ; 熱容量 ($\text{kcal/m}^3 \text{ } ^\circ\text{C}$)

λ ; 熱伝導率 ($\text{kcal/mh } ^\circ\text{C}$)

Q ; 内部発熱 ($\text{kcal/m}^3 \text{ } ^\circ\text{C}$)

この際、通常の熱計算によって求められた節点温度 θ_a^{m+1} は図-1 に示す潜熱計算フローを用いることで地下水の蒸発潜熱が考慮される。つまり、節点温度 θ_a^{m+1} が蒸発温度 θ_v より高く、蒸発潜熱を節点に離散化し熱容量マトリックスで割った温度の次元を持つ量 P_{max} (仮に許容潜熱ポテンシャルと呼ぶ) が蓄積潜熱ポテンシャル P_a^m より大きい場合、節点温度 θ_a^{m+1} は残留潜熱ポテンシャル $P_{max} - P_a^m$ によって、補正される。この時、節点温度 θ_a^{m+1} は蒸発温度 θ_v を下回らないように計算される。

3. 解析モデル

今回解析を行ったモデルは、参考文献 2 で用いられたモデルであり、概略図を図-2 に示すとおり、処分ピット中心から処分ピットの間中位置までを左右の解析領域とし、処分ピットを中心に90m高さを上下の解析領域とした。境界条件は、上下端を熱伝達境界とし左右を断熱境界とした。また、固化体の発熱量は、ORIGENコードによって求めたものを用い、初期温度は地表面を15 $^\circ\text{C}$ とし、温度勾配を3 $^\circ\text{C}/100\text{m}$ として求め、蒸発潜熱は埋め戻し材10%、岩盤5%の容積含水率を仮定し求めている。

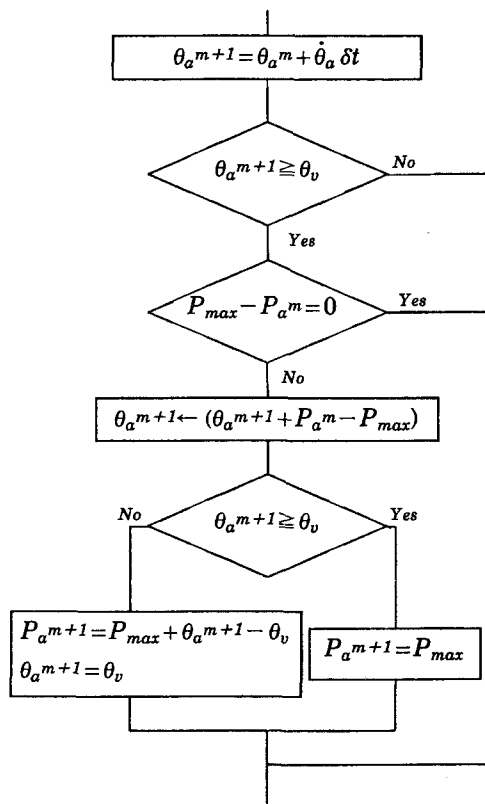


図-1 潜熱計算フロー

4. 解析結果

解析期間150年の内、図-3 に示すものは30年後の処分ピット周辺の温度分布を潜熱を考慮したものと、考慮しないものとで比較した図である。温度分布の形状は両者共良く似ているが、潜熱を考慮した計算の方が約25℃ 下回った温度となっている。図-4 は固化体中心水平面処分ピット岩盤接点位置での温度の経年変化を表している。時間の経過とともに、潜熱を考慮した場合と考慮しない場合とで除々にではあるが差が開いていく傾向が見られる。

5. 結び

ここで示した結果は、それ自体大きな意味はないが、今後処分場の設計を考える時、物性の評価、応力の評価等を行う際の重要なデータとなる。また、放射性核種の地中移行に大きな役割を果たす地下水流に対して、熱的影響特に不飽和領域の広がりを知るために欠くことのできない情報を与える。

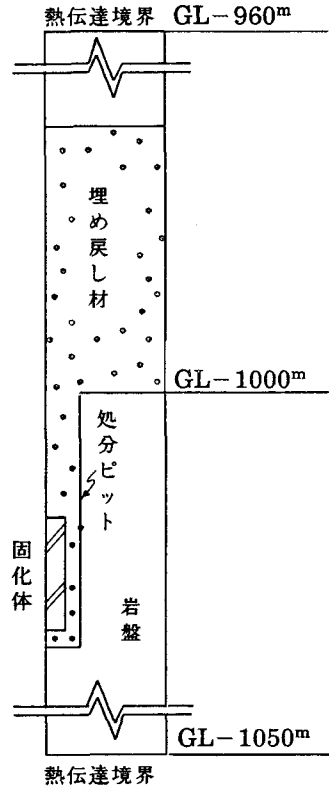


図-2 解析モデル

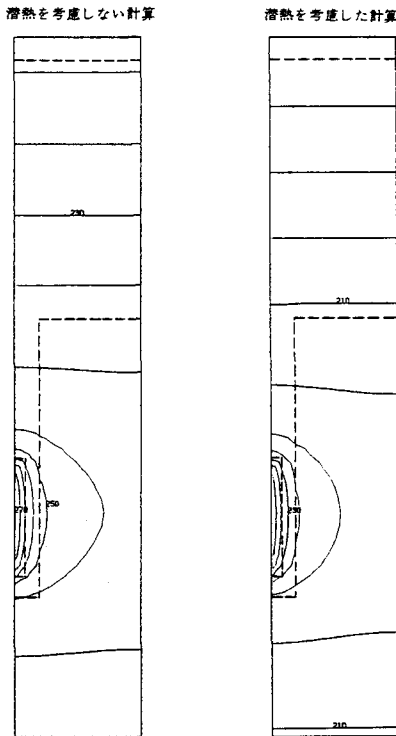


図-3 30年後の温度分布

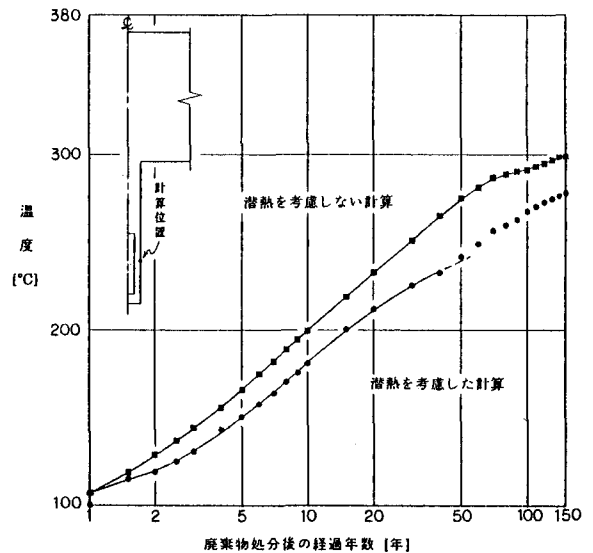


図-4 処分ピット・岩盤接点位置での温度変化

6. 参考文献

- 1) 植田、宮永：“LNG地下式貯槽設計のための潜熱を考慮したF.E.M.による熱伝導解析”
清水建設研究所報 Vol.32 (昭和55年4月)
- 2) 今津他：“高レベル放射性廃棄物地層処分後の熱解析” 第21回 日本原子力学会年会 (昭和58年3月)