

VI-17

H洞道外部熱影響の数値解析による将来予測について

東北電力(株)

正会員 熊田 広幸

1. はじめに

当社H洞道は下方に地下熱源が存在し、その熱影響が問題になっている。現在は備え付け送風機の運転により対応しているが、なおも緩やかな温度上昇が続いている。さらにこの洞道ではケーブル増設の計画があり、洞道内部の発生熱量増大も予想されるため、熱対策設備を設置することとなった。本研究は熱対策設備の設計データとすべく3次元数値解析により既往の状況再現、ならびに将来予測を行ったものである。

2. 数値解析概要

計算は STREAM ver2.10 を使用して行った。計算手法は、基礎方程式として連続の式、レイノルズ方程式、エネルギー方程式、離散化法として有限体積法（FVM）、差分スキームとして移流項／1次風上差分、乱流モデルとして標準 $k-\varepsilon$ モデルを用い、定常解析として計算を行った。解析範囲について、長手方向は洞道部分、横方向は左右ともに洞道外壁より8m、深さ方向は地上約1mから地下約8mとした。解析格子数は414,990 (x:y:z=477:30:29) とし、格子形状は図-1に示すとおりである。モデル中に存在する物性は、空気、土、コンクリート、洞道内断熱材、ケーブル(銅：

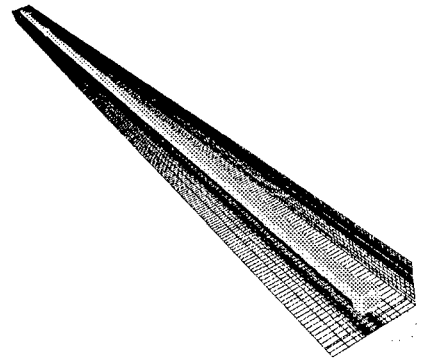


図-1 解析格子形状

Cu) とし、物性値については、土、洞道内断熱材の熱伝導率は現地実測のものを使用し、そのほかは文献資料を参考とした。このモデルに対し、外気温、流入空気温度、洞道内風速、熱源温度分布、ケーブル発生熱量の条件を変えてそれぞれの場合の洞道内温度状況を計算している。なお、熱源は地中にあるため正確な分布状況は把握しきれていないが、近傍ボーリング坑を使用した地中温度実測データならびに洞道内の熱影響から、マンホール地点地下6.5mで洞道方向に直交する帯状熱源と仮定している。

3. 数値解析結果および考察

(1) 既往の状況再現：既往の状況再現にあたっては各条件に実測データを与え、夏季（平成9年8月30日14時）、冬季（平成10年1月20日14時）について計算を行った。なお、既往の状況再現はモデルや各条件の設定方法の確認を目的として行っている。図-2が夏季の計算

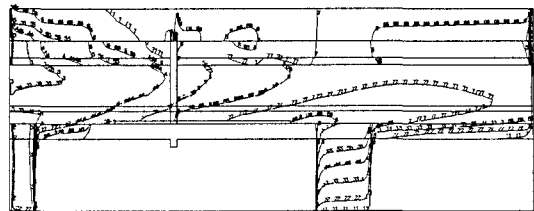


図-2 数値解析結果（H9.8.30）

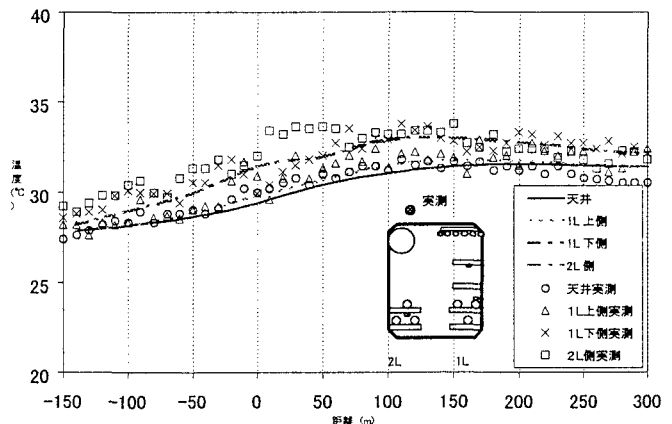


図-3 解析結果と実測データの比較

結果であり、図-3が計算結果と実測データを比較したものである。これを見る限り完全に一致しているとは言いがたいが、全体の傾向は再現していると思われる。なお、一致しない理由については、モデルが完全ではないというのが最も大きな理由と考えられる。

今回使用したモデルは、送風管および送風口を省略し全断面送風とした（新設は全断面送風の予定）、ケーブルラック等の付帯設備の省略をした、地下約2mの地下水ならびに埋立地であることを考慮していない、各物性を均質とした、熱源分布が仮定による等、実物を簡略化ないしは仮定して

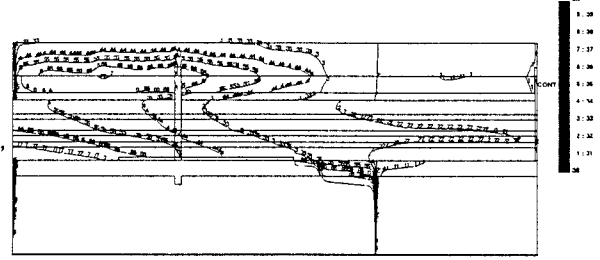


図-4 数値解析結果(流入温度 32℃,熱源 100℃,風速 4.0m/s)

おり、その影響が大きいと考えられる。ただし、前述のとおり全体的な傾向は再現しており、それは冬季においても同様であったため、傾向を捉えるには十分と判断し、以降同じモデルを使用して将来予測を行うこととした。

(2)将来予測：将来予測にあたっては各条件について仮定し、12ケースの計算を行っている。ただし、現地設計側の事情により送風方向を既往と逆に行っている。図-4、5は最悪条件（外気温・流入温度 32℃、熱源中心温度 100℃）を仮定し洞道内風速を 4.0m/sec として計算したものである。さらに図-6は12ケースの計算結果をもとに、各条件と洞道断面

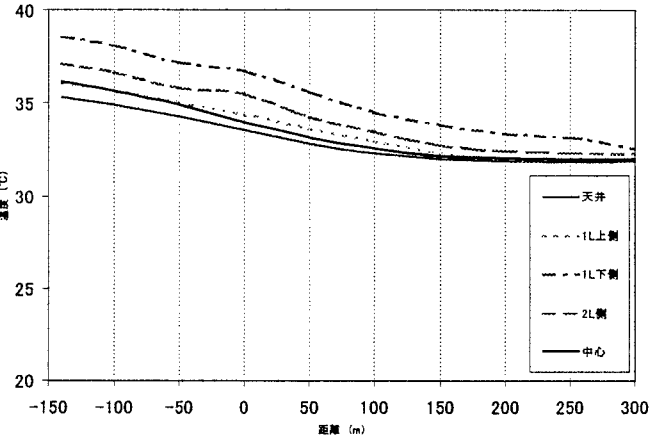


図-5 解析結果(流入温度 32℃,熱源 100℃,風速 4.0m/s)

中心の最高温度についてまとめたものである。図からは、流入空気温度があがると洞道内最高温度も同程度あがる、熱源ピーク温度が 10℃あがると洞道内最高温度は 0.6～0.9℃あがる、洞道内の風速をあげると洞道冷却効果は確実にあがる、といった傾向が読み取れる。

4. おわりに

今回の数値解析においては、モデルの簡略化や地下熱源の仮定をしており、計算結果を鵜呑みにすることはできない。しかし、既往状況については傾向を再現しており、参考とする分には問題ないと考えられる。

なお、将来予測では、現在考える最悪条件下においても、洞道内風速を 4.0m/sec とすることで、規定上の洞道内作業上限温度とされている 37℃を超えないという計算結果になっている。この結果から、熱対策設備として当初計画では、冷却装置の設置も検討していたが、送風機のみとしている。

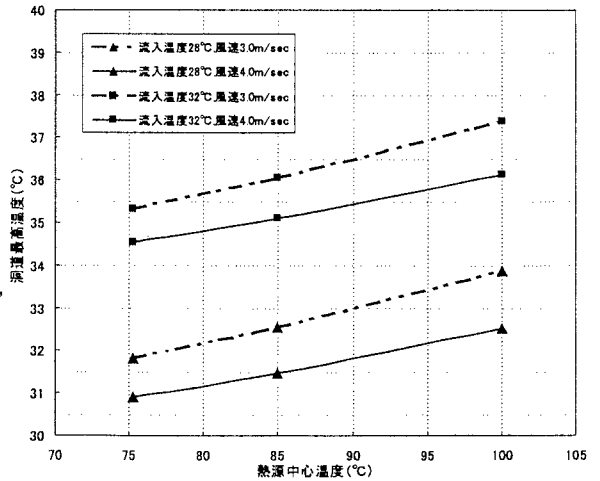


図-6 洞道断面中心の最高温度の変化