トンネル耐火に関するシミュレーション解析

阪神高速道路公団	正会員	長沼	敏彦
阪神高速道路公団	正会員	西岡	敬治
阪神高速道路公団	正会員	足立	幸郎
阪神高速道路公団	正会員	吉村	敏志

1.はじめに

近年欧州をはじめ各国でトンネル火災事故が頻発しており、トンネル防災の一環として火災に関する検討が 重要な課題となっている、多くの火災事故において甚大な被害報告がなされ、社会的・経済的に与える影響 は大きいと考えられる.本稿は,大規模道路トンネルに大規模火災が生じた場合を想定した三次元熱流体解 析を行い、どのような火災外力がトンネルに作用するかについて基礎的検討を行った結果について報告する ものである.

2.熱流体解析条件の設定

大規模道路トンネルの事例として二次覆工を省略し、耐火パネルをトンネル壁面全面に設置したシールドト トンネル(=10.6m)を対象とした.図-1に解析モデル図を示す.火災規模の想定に関しては,国内最大級の タンクロー(ガソリン26,000リットル積載)による単独事故による火災(炭化水素火災)を想定した.また, 火災出力に関しては, EUREKA 計画の報告書¹⁾を参考に, 100MW および 200MW の二ケースを想定した.トンネル 内の流体運動・熱移動は,質量保存式, N-S方程式, エネルギー保存式を用い, 乱流モデルは k- モデルを用 いた.また,輻射の影響が大きいと考えられるため,これを考慮した.境界条件に関しては,風上側境界(ト ンネル入口側)は換気風速2.0m/s,24の一様流を与え,風下側境界(トンネル出口側)については表-2 のとおりとした.路面は流速 0m/s,断熱境界とし,壁面は流速 0m/s,温度に関しては空気とパネル間,パネ ルとコンクリート間の熱伝達係数をそれぞれ与えた熱伝達境界とした.また,ガソリンが路面に完全漏洩する ことを想定し,風上側(トンネル入口)から 50m 位置,車道中心位置路面高さに熱源を設定した.なお,燃焼 現象すなわち化学反応については考慮していない.解析条件を表-1に示す.150m 50m



トンネル耐火,想定火災外力,温度-時間曲線,熱流体解析 キーワード

/ n₊ =

n

連絡先

 $o = ko^{(3/2)}/0.1$

/ n = 0

〒541-0056 大阪府大阪市中央区久太郎町 4-1-3 阪神高速道路公団工務部設計課 TEL06-6252-8121

(横断面図)

a

図 - 1 解析モデル図

16

3.解析結果と考察

本検討では,トンネル内の定常状態における温度分布を解析した.本来であれば,温度分布の経時変化を知 るために非定常計算を行うべきであるが,膨大な計算時間を要するため行わなかった.なお,約60秒程度の 非定常計算でほぼ定常状態になることを別途確認している.以下では定常計算結果を示すこととする.熱源部 の横断面温度分布図を図-2に示す.これより100WW にくらべ200MW の方が,天井部の高温域がより大きく広 がっていることがわかる.また,100WW では,熱源直上で温度が高く,熱対流が顕著に起こっていることがう かがえる.次に,熱源部の横断面温度図を図-3に示す.最高温度は熱源部天端付近の壁面直近の空気の温度 で,それぞれ1026 ,1142 であり,この図よりトンネル壁面直近の空気の温度は1000 以上となっている ことがわかる.また,換気風速とガソリン燃焼速度との関係より,100WW では145分,200WW では73分火災が 継続する可能性がある.このことから,トンネル壁面直近の空気には,100WW の場合1000 程度の温度が約 145分作用し,200WW の場合1100 程度の温度が約73分作用することになる.次に,トンネル縦断方向の温 度分布図を図-4に示す.これより,縦断方向において,熱源位置から風下側方向にかけて温度はなだらかに 下がっていくものの,路面(A点)を除けば最低でも200 程度以上の温度分布となることがわかる.







図 - 2(a)横断面温度分布図 (熱源部,100MW)

図 - 3(a)横断面温度図(熱源部,100MW) 図 - 4(a)縦断方向温度分布図(100MW)



図 - 2(b)横断面温度分布図(熱源部,200MW) 図 - 3(b)横断面温度図(熱源部,200MW)図 - 4(b)縦断方向温度分布図(200MW)

4.おわりに

想定火災外力に関する三次元熱流体シミュレーション解析を行い,トンネル内の温度分布に関する基礎的な 検討を行った.今後,非定常計算や燃焼現象を取り扱うことにより,トンネル火災時に考慮すべき温度-時間 曲線の検討をすすめたいと考えている.

参考文献

1) Fires in Transport Tunnels : Report on full-scale tests, EUREKA-Project EU499; Firetun, Studiengesellschaft Stahlanwendung elV. D-40213 Dusseldorf, 1995