



トンネル換気制御システム 評価シミュレーション —トンネル火災時の避難安全確保にも効果—

研究・開発機関 : 株式会社創発システム研究所
 利用施設 : 自社内計算サーバ、FOCUSスパコン
 計算規模 : 1km単管トンネル10分間シミュレーション1ケース約2時間(高速PC上で)
 利用ソフトウェア : 自社開発トンネル換気制御システム評価用シミュレータ、汎用3次元火災シミュレータ

Before

- 道路トンネル換気制御システムの計画・設計・評価には、風速・汚染濃度を対象とした1次元シミュレーションや風速・熱・煙を対象とした3次元シミュレーションが使用されます。
- シミュレーションニーズは高まっていますがこれを取り扱えるのは少数の専門家に限られており、ニーズへの迅速な対応に限界が生じてきています。

After

- 1次元、疑似3次元道路トンネル換気シミュレーションプログラムをもとに、コンピュータとの対話形式でシミュレーション業務を順次実行することが可能になる「換気制御システム評価用シミュレータ」を開発しました。
- 今後このシミュレータをFOCUSスパコン上に搭載し、インターネットを介して実行させるクラウドコンピューティング型シミュレータに発展させていく予定です。

背景と目的

道路トンネル換気制御システムは、風速計・汚染濃度計等の各種センサ、換気制御装置、換気機駆動装置、換気機群から構成されます。このシステムはトンネル内の空気の流れ、交通の流れを計算し、トンネル内汚染濃度を基準内に保持するもので、火災の際にはトンネル利用者の避難安全を確保することを目的としています。

システムの主要な構成要素である換気制御装置や換気機駆動装置にはいくつかの方式があります。制御装置に搭載される換気制御方式としては、汚染濃度フィードバック制御方式、交通予測フィードフォワード制御方式があり、換気機駆動装置としては、ジェットファン台数制御方式、イン

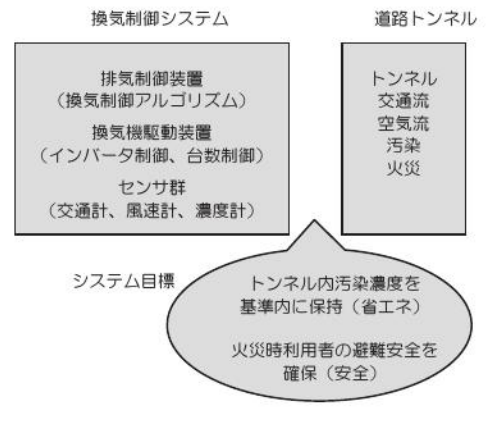


図1. 道路トンネル換気制御システム

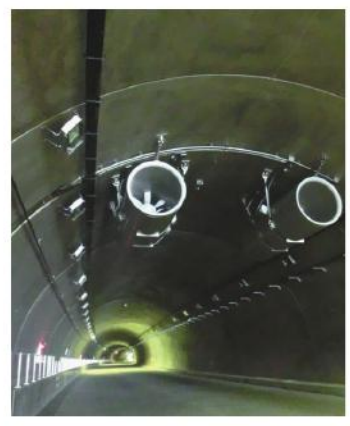


写真1. ジェットファン

バータによるジェットファン回転数制御方式があります。

システム設計段階では、これら各方式を定量的に比較評価することが求められます。比較評価には、模型実験、シミュレーション計算、実トンネル試験のすべてが使われてきましたが、最近では再現性や時間短縮の観点からシミュレーション計算が主流となっています。

利用成果

トンネル換気制御システム評価シミュレータは、図2のようにトンネル換気シミュレータと換気制御システムエミュレータから構成されます。トンネル換気シミュレータは、対象となるトンネルの長さや断面積などの各種属性、およびそのトンネルの交通条件や換気方式と換気機条件などを与えて、トンネル内の風速および汚染濃度を逐次計算します。一方、換気制御システムエミュレータは、トンネル換気シミュレータから得られる風速、汚染濃度の計算結果に基づいて換気機の運転台数や回転数を決定し、この結果をトンネル換気シミュレータに出力します。

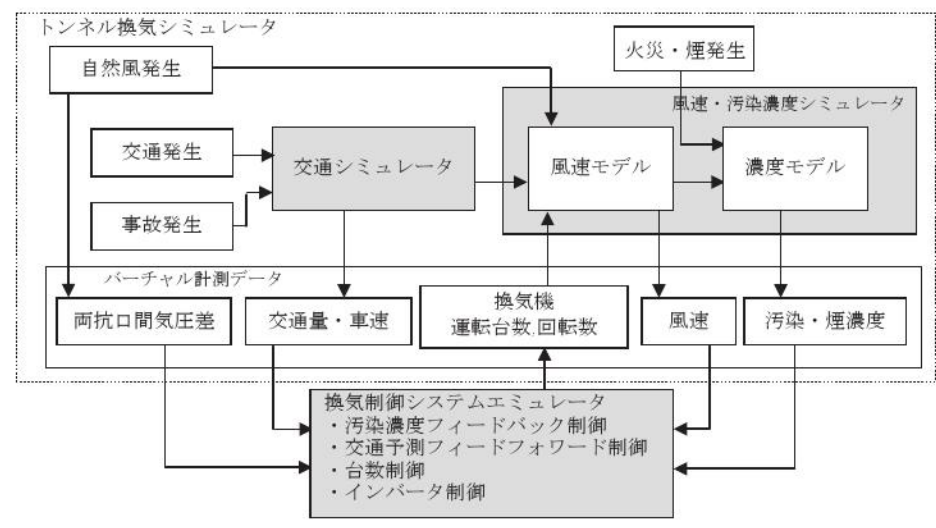


図2. トンネル換気制御評価シミュレータの基本構造

我が国で普及している対面通行ジェットファン縦流換気トンネルにおける火災を想定した、トンネル換気制御システム評価シミュレータの利用結果を示します。図3はトンネル火災時にトンネル内縦流風速を零に抑制する制御を行った場合の、ジェットファンの回転数とトンネル内縦流風速のシミュレーション結果です。この場合のトンネル利用者の避難状況のシミュレーション結果を図4に示します。風速抑制制御がかかれば、汚染濃度の拡散が抑えられ避難が可能であることがわかります。

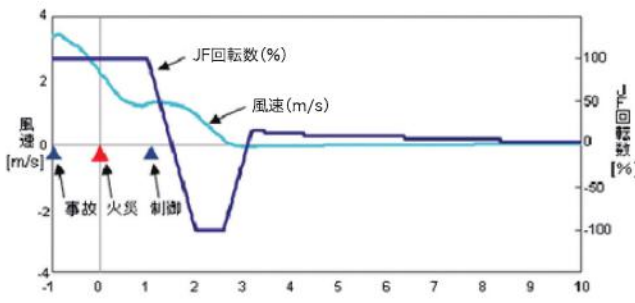


図3. ジェットファンの回転数とトンネル内縦流風速のシミュレーション結果

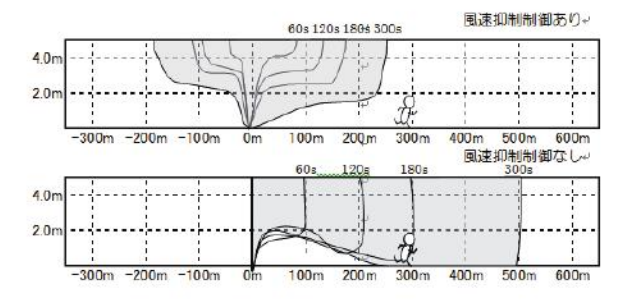


図4. トンネル利用者の避難状況のシミュレーション結果