

地下鉄における気流の三次元数値解析に関する研究

日本シビックコンサルタント株式会社	フェロー会員	○齊藤 正幸
日本工営株式会社		田代 広行
メトロ開発株式会社	フェロー会員	藤木 育雄
メトロ開発株式会社	正会員	宇波 邦宣

1. はじめに

地下鉄駅構内は旅客の快適性を確保し、換気・空調を効果的に行うために構内の気流の予測とその結果に基づいた制御を行うことが望ましい¹⁾。地下鉄駅構内ではトンネル、通路、コンコースなどが管路網を形成しており、地上駅のホームとは異なった閉鎖空間となっているため、その影響が顕在化しやすい環境である。列車の移動に伴って発生する気流の評価方法としては、地下鉄駅構内で気流の風向・風速を計測し、この計測結果に基づいて対象駅の一次元管路網モデルを構築し、駅構内の気流の検討を行っている例もある¹⁾。管路網モデルは駅全体の気流を比較的容易に捉えることができる優れた方法であるが、局所的な気流変動までは解析上評価が難しい。そこで本研究では、局所的な気流の変化を空間的に捉えることができる、三次元数値解析による地下鉄駅構内の気流の評価を試みた。

2. 解析モデル

ホーム中間に出入口が無くモデル化が比較的容易で、列車の移動に伴う気流が比較的強い地下鉄駅とトンネルを解析対象として図-1に示すように三次元でモデル化した。地下2階にある改札から地上部の出口に向かう通路については、断面形状と延長は実状をモデル化しているが、通路の方向は、解析要素数の増加を抑えるために平面的にはトンネルに対して直角、縦断的には同一平面内に単純化している。トンネルおよび他路線等へ連絡する通路の解析境界については、圧力損失境界として考慮した。

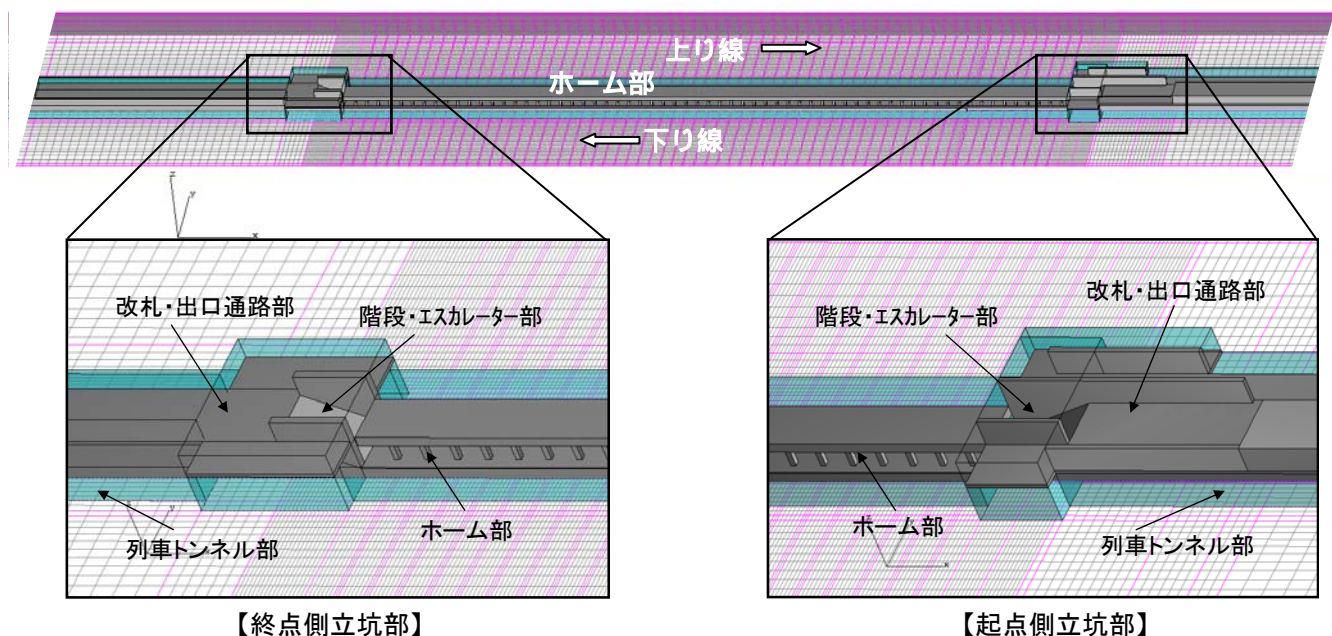


図-1 対象駅の解析モデル 水色の分は駅舎・トンネル内の空間を表す。

3. 三次元数値解析結果

地下鉄構内で気流速度が大きいと思われる階段付近を着目点として、三次元解析の結果から得られた気流速
キーワード 地下鉄, 気流, 列車, 三次元解析

連絡先 〒116-0013 東京都荒川区西日暮里 2-26-2 日暮里 UC ビル 日本シビックコンサルタント(株) TEL: 03-5604-7542

度の経時変化ならびに速度ベクトルと速度分布の変化について述べる．

終点側の階段付近における気流速度の時系列変化を図-2に示す．また、気流速度が最も大きくなる時点前後(58秒後、62秒後、66秒後)の気流の速度ベクトル・速度分布の変化状況を図-3に示す．なお、図-2、図-3は乗客に影響を与えと考えられる床面から高さ1.2mにおける解析結果である．

図-2の気流速度の時系列変化を見ると、上り線の列車が対象駅に到着する前に気流速度の最大値(約10m/s)が出現している．また、上り線のホームに列車が停車中で下り線の列車が対象駅に到着する直前にも気流速度が5m/s程度となる．下り線の列車が発車した後は4m/s程度の気流が発生している．

次に図-3を見ると、上り線の列車が対象駅のホームに進入する前の58秒後では、上り線側ホーム上の気流速度が大きくなりはじめ、62秒後には気流速度がさらに大きくなる．しかし、上り線の列車がホームに進入してきた66秒後では気流速度が小さくなる．図-3に示すように、終点側で気流速度が最も大きくなる箇所は階段手前の上り線側ホーム上で、気流速度は列車がホームに進入する直前に最も大きくなっている．また、トンネルから押し出される気流はホーム上の柱間で大きく、柱の風下側では気流速度が小さくなる．

図-3の62秒後におけるホーム中心での縦断面の気流は、平面的に気流速度が大きい箇所は、ホームの鉛直方向にも気流速度が大きい領域が分布している．階段上では、トンネルからホーム上に流れ込んできた気流の一部が上層階に向かって吹き上がっているが、ホーム上よりも気流速度は小さい．

4. おわりに

本研究において、三次元数値解析によって地下鉄駅構内の気流を予測することで、ホームの柱や構内の壁、通路の平面的な凹凸などが気流に与える影響を表現し、駅構内の各位置における気流のベクトルを三次元的に捉えるとともに、最も気流が強くなるタイミングも把握することができる可能性が確認できた．

このことから、三次元解析の精度を向上することで、列車の移動にともなう気圧の変化によって発生する気流がホーム上のどの位置のどの高さで何時強くなるかを把握することができると考えられる．さらに、その解析結果から、駅構内の環境の向上や乗客の安全性を確保するための具体的な方策を講じるための情報を得ることができると考えられる．今後は、列車の移動に伴う気流の実測結果と解析結果とを比較検討することによって、三次元解析の精度を向上させていく予定である．

参考文献

- 1) 西村高明, 森谷剛, 宇波邦宣, 森井宜治: 列車走行に伴い地下鉄駅構内で発生する列車風の予測解析と緩和対策について, 地下空間シンポジウム論文・報告集, 第14巻, 土木学会, pp.101-108, 2009

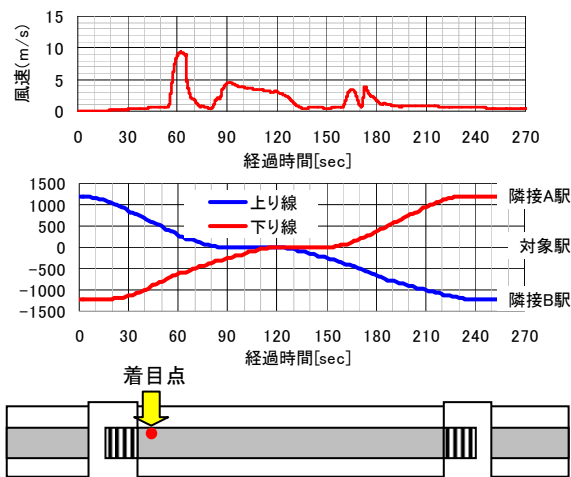


図-2 地下鉄構内の気流速度変化

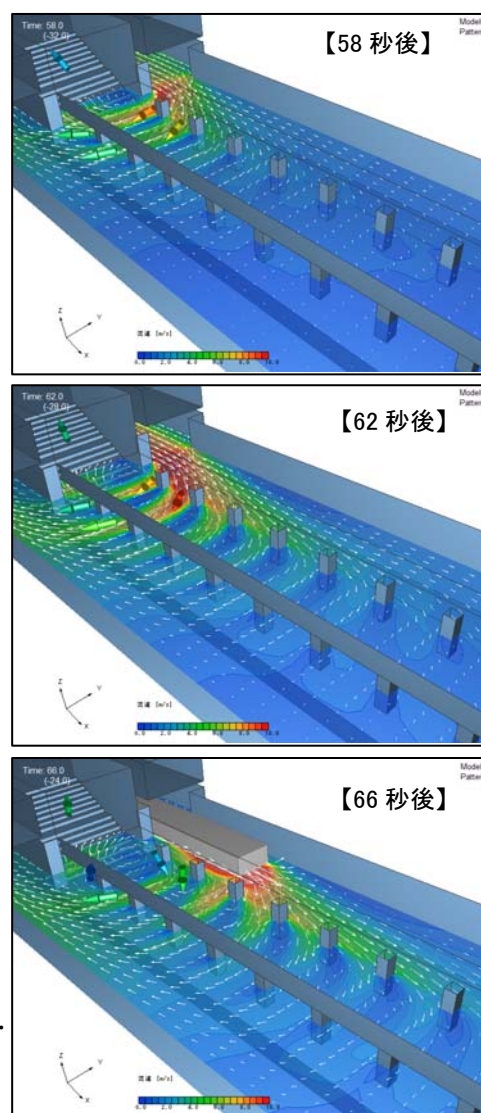


図-3 気流速度ベクトルと分布の変化