

はじめに

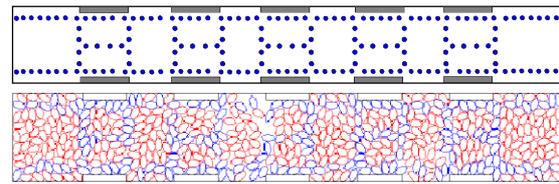
近年、大きな地震により車両の脱線が発生している。1995年の兵庫県南部地震の際には震度7の地域を走行中のほとんどの列車(93%)が脱線し、また2004年の新潟県中越地震の際には新幹線が脱線する事故が起きた。幸いにも、どちらの地震の際も鉄道利用者に被害は出なかったが、通勤ラッシュ時に地震が発生した場合には、鉄道利用者に甚大な被害が出る可能性がある。さらに地震以外でも、2005年4月25日に発生したJR西日本福知山線脱線事故では、107名の死者、約560名の負傷者が出た。この脱線事故以降鉄道車両の安全対策として、つり革の増設が行われている。

そこで本研究では、通勤ラッシュ時に大地震が発生し、走行する列車が急ブレーキをかけたり、制動中に脱線したりする状況を対象として、満員電車内の乗客の挙動を追跡するとともに、人体に作用する圧迫力を分析する。また、つり革の増設による被害軽減効果についても検証する。



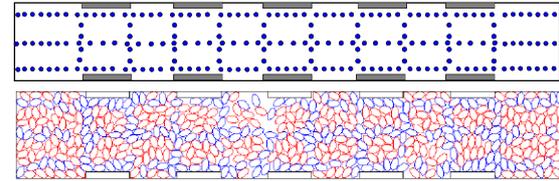
車両レイアウト

既存車両 つり革本数:180本



- : 折りたたんだ座席
- : つり革
- : つり革を持つ乗客
- : つり革を持たない乗客

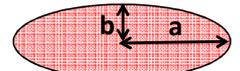
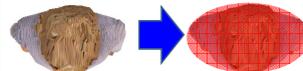
提案車両 つり革本数:210本



- : 折りたたんだ座席
- : つり革
- : つり革を持つ乗客
- : つり革を持たない乗客

人体のモデル

人体を上から見た図

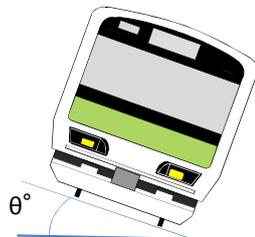


$a=0.22\text{ m}$ $m=64\text{ kg}$
 $b=0.12\text{ m}$

楕円形要素で解析を行う

車両の脱線

- ・車両の傾斜角度(θ°)の変化による乗客に作用する圧迫力の大きさを分析
- ・つり革を増設することで被害が軽減できる車両の限界傾斜角度を検証



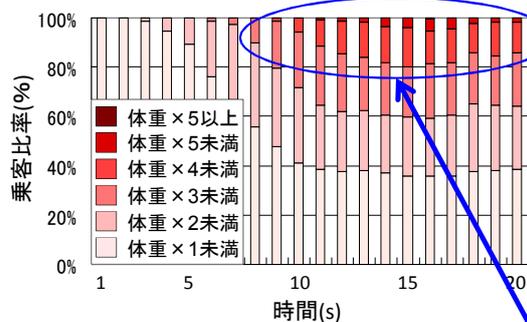
解析結果

乗客に作用する圧迫力の時間変化

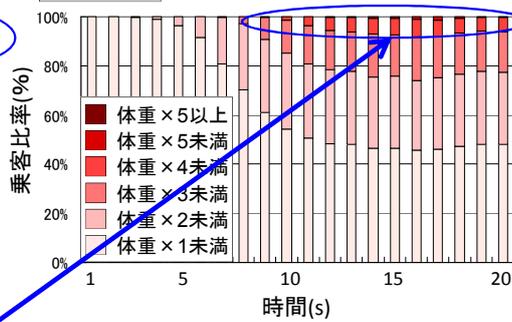
車両の傾きが20度の場合と30度の場合の解析結果

傾き20度

既存車両

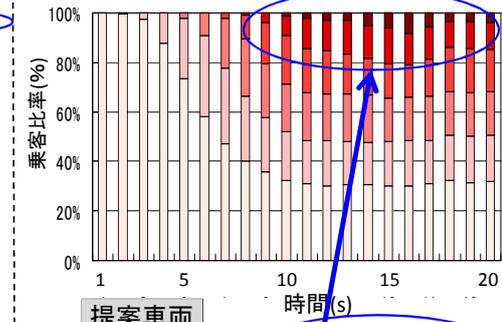


提案車両

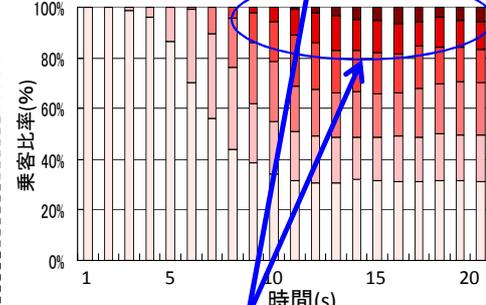


傾き30度

既存車両



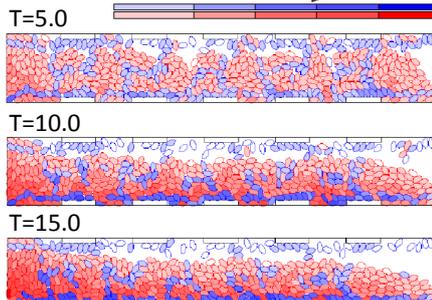
提案車両



つり革を増設したことで、体重の3倍以上の圧迫力が作用する乗客数が減った。

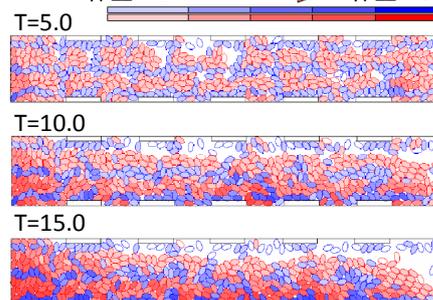
既存車両

体重×1 → 体重×5



提案車両

体重×1 → 体重×5



進行方向

傾斜方向

車両の傾斜角度が30度のときにはつり革を増設しても被害軽減効果は少ない。

まとめ

本研究では、楕円形個別要素法を用いた群衆モデルに対し、車両脱線時の影響を取り入れ、鉄道車両内の乗客の挙動と作用する力についてシミュレーションを行った。その結果、脱線時の乗客の危険度は車両の傾きに大きく依存し、車両が傾くことで乗客に大きな被害が出る可能性があることがわかった。また、車両の傾きが20度までの場合には、つり革を増設することで乗客に作用する力を軽減できることが示された。