

【研究の背景と目的】 群集流動を扱うエージェントシミュレーションモデルは既に試作されていたが、事故知見を取り込んだ実験用途のシミュレーターは開発されていなかった。2001年7月21日に花火会場近くの朝霧駅歩道橋上において、集まった通行客による群集なだれが発生し、死者・けが人合わせて258人という大惨事となった。翌年1月には明石市民夏における花火大会事故調査報告書（事故報告書）公表され、詳細な事故知見が明らかになった。

そこで本研究では、既に試作されていたモデルを改良することにより、この群集事故の再現を試みる。事故報告書と空間研究からの知見整理をふまえて、群集流動シミュレーターの開発を行う。そして上り流・下り流の流動係数ならびに立ち止まり者の列を導入したシミュレーション分析を通じて群集事故防止の方策を探る。

【群集流動事故を検討するシミュレーションモデルの設計方針】 セルオートマトン型のエージェントシミュレーションモデルでは、セル空間にかかわる離散近似の制約が存在する。そこでモデルの設計方針を探るため、事故報告書から該当箇所を抽出する作業を行った。

【エージェントアプローチによる ASPF の開発】 本研究で開発した群集流動シミュレーター ASPF (Agent Simulation of Pedestrian Flow) は MAS (Multi Agent Simulator) 上で実装されたものである。

ASPF では、空間スケールは1セル40cm四方で表される。時間スケールは1ステップ0.5秒とした。歩行空間は正方形のセルによって構成され、歩道橋の一部であるL字型空間をモデル化する。このモデルでは実際の歩道橋の有効面積の約5割をカバーした。ただし、階段の段差は捨象している。1セル1人まで入ることを基本ルールとするが、周辺の密度2以上の高密歩行時にはL字型空間の屈曲部で1セルに2人占有ができることとする。このため理論的に表現できる最大密度は12.5である。

【ASPF を用いた群集流動シミュレーション実験の概要】 事故報告書では、対向流の存在や立ち止まり者の占有について言及したが、その程度についての試算はされていない。本研究では、対向流や立ち止まり者の程度について確認することを目的とし、シミュレーション実験を行う。

流動係数を上り流・下り流それぞれ0、0.5、1.0、1.5、2.0の5ケース、立ち止まり者（以下ストッパー）の配置を、基本ケース（ストッパー無し）、2、3、4、5列と通行規制の6ケースを組み合わせるシミュレーションを行った。

先にシミュレーションをしたストッパー無しの場合に密度上昇が著しかったケースは、ストッパーを配置した場合ではシミュレーションを省略した。

3ヶ所の密度計測領域は、これらは事故報告書に記述のある転倒者の集中した場所の分布図を基にしており、実際の事故の際に密度がいずれも高かった領域である。報告書が特定した群集なだれの発生場所は領域2である。

シミュレーション実験では、概ねどのケースでもエージェント数と各領域密度が定常になる200ステップ（100秒）時の値を計測した。また実験結果は5回もしくは10回の平均値である。

通行規制とは、エージェントの歩行空間の中央に仕切りを設け、上り流と下り流が分離した空間モデルである。

【結論】 本研究では、事故報告書や空間研究からの知見を統合的に取り込んだ群集流動シミュレーター ASPF の開発を報告した。ASPF は、歩道橋事故における群集なだれの再現よりは、将棋倒しリスクに着目して事故防止の方策を探るものである。シミュレーション結果は、対向流ならびに立ち止まり者の存在により、設計基準を満たす歩道橋においても事故が引き起こされることを示している。また仕切りなどの通行規制は群集事故の防止に有効な方策となることを確認した。これらの知見は ASPF の高い実用性を示すものである。