

屋外大規模イベント開催時の津波避難シミュレーション手法に関する基礎的研究

ニタコンサルタント 正会員 ○中村 栗生 ニタコンサルタント 法人会員 片柳 澄明
ニタコンサルタント 正会員 三好 学 ニタコンサルタント 法人会員 小田 和也
ニタコンサルタント 法人会員 赤津 典生

1. はじめに

東日本大震災を契機に、各地で津波避難計画が立案され、それに基づき津波避難シミュレーションが実施されてきた。このようなケースでは地域住民が対象であり、起点を住宅や集落単位に設定し、そこから人を発生させ、周知されている避難場所までの到達時間を評価することが一般的である。一方、2024年8月8日に、南海トラフ地震臨時情報が初めて発表された。この時期は屋外大規模イベントが各地で開催されており、多くの観光客が来場している。このような屋外大規模イベント時の津波避難シミュレーションを実施するには、以下の点を考慮する必要がある。

- ① 避難対象者が予め道路空間に密集しており、人の発生点が存在しない。
- ② 地理に不慣れな観光客を誘導する適切なモデルを選択する必要がある。

そこで本研究では、ケーススタディとして、屋外大規模イベントの際に津波避難計画が策定されている徳島市を対象に、対象地区内の路上に滞在する人々が、避難計画¹⁾に従って行動した場合を想定した群衆シミュレーションを実施し、滞在先の地理に不案内な観光客への避難誘導の重要性を考察する。

2. 避難計画と避難人数

(1) 避難計画

対象地区は図-1に示す新町川西側(緑破線枠)である。図-1に示す建物と高台が避難場所に指定されている。また図中の数字は最



図-1 対象地区

大避難収容人数である。津波避難計画では、低地の新町川周辺から高台へと逃げる避難ルート¹⁾が基本的に採用されている。なお避難ルートはケーススタディとして大規模イベントの際に、実行委員会が観光客に配布した地図¹⁾に準拠した。

(2) 避難人数

対象地区では、新町川沿のマルシェや路上パレード、広場での催物、歴史的史跡の見学会など、集客性の高い屋外大規模イベントが開催される。本研究では、これらの屋外大規模イベントを想定し、避難計画¹⁾において設定された避難場所の最大収容人数と同人数(約1.5万人)を避難人数とした。

3. 解析手法

(1) OD表の作成

OD表の作成手順を図-2に示す。

OD表の作成においては、道路ネットワークを構成する各リンクの滞在人数を「歩行空間面積×密度」により算定し発生量とした。

また、津波避難計画^{2),3)}に従って経路を選択し、避難場所に到着した避難者数を集中量とした。この間の各リンクから避難場所までの移動をOD表として作成した。

(2) 群衆シミュレーション

本研究では、土地勘のない観光客は自身の前方の人の後を追っていくものと仮定し、追従歩行モデル⁴⁾を採用した。最大歩行密度は、歩行空間は自由歩行できる1.0人/m²、歩行速度は1.0m/sec⁵⁾、道路勾配は考慮しないこととした。従来の津波避難シミュレーションでは複数の起点から群衆を発生させている⁶⁾が、本研究では新たな試みとして、⑦群衆の発生は、あらかじめ道路空間に全員配置しておき、⑧群衆密度は、自由歩行を保つために1.0人/m²を維持した状態で避難場所まで歩行することとした。なお道路空間には障害物は無いもの、情報伝達の遅れは無いもの、対象地区内の路上に滞在する人のみを対象とし、事務所、商業施設、住宅等の沿道建物等からの発生量は考慮しないものとして群衆シミュレーションを実施した。また実施内容は、以下の2ケースとした。

ケース①: 高台A,Bなどの高所に避難することを優先し、最近傍の建物・高台に指定されている避難場所に逃げる。(垂直優先避難)

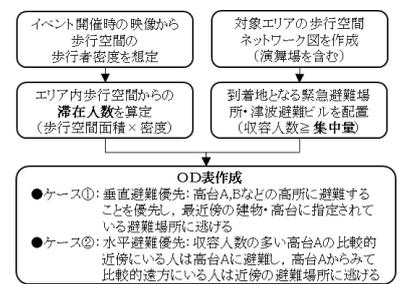


図-2 OD表作成手順

ケース②: 収容人数の多い高台 A の比較的近傍にいる人は高台 A に避難し, 高台 A からみて比較的遠方にいる人は高台 A 以外の近傍の避難場所に逃げる。(水平優先避難)

4. 解析結果と考察

(1) 主要動線確保の重要性

本研究では全員の避難完了時間に着目し, 考察を行った。時間別避難場所到達人数を図-3 に示す。全員避難完了時間は, ケース①が 28 分, ケース②が 26 分とケース②が 2 分早い結果となった。傾向として, 避難開始から 10 分間はケース①の方が避難場所到達人数が多いものの, その後はケース②の方が避難場所到達人数が多い。またケース②では M 字曲線を描いており, ピークが 2 つ存在する。1 つ目のピークは収容人数の多い高台 A と建物 A に到達したことが要因であり, 2 つ目のピークは遠方の人々が建物 B に到達したことが要因である。ここで, 高台 A と建物 B は近接している(図-1)。そのため, ケース①では高台 A と建物 B に避難する人が, これら付近で錯綜した時間帯が発生したと考えられ, ケース②では高台 A と建物 B に避難する人が時間的に分離し, 錯綜が少なくなったと考えられる。避難場所到達累計人数を図-4 に示す。19 分まではケース①の方がケース②より避難場所到達累計人数が多く, その後は逆転している。そのため, ケース②では避難ビルをさらに多く整備すると避難場所到達時間を短縮できると考えられる。これらは, 多くの人数を限られた時間内に避難させるためには, 避難する人が錯綜しないようにし, 大多数を収容する高台 A までの主要動線を確保することが重要であることを示唆している。

(2) 地元不案内の観光客への避難誘導の重要性

本研究では追従歩行モデルを採用した。その理由は, 不特定多数の人が集まる大規模イベント時の避難計画を検討する際には, 他都市から訪れた観光客に加え, 地域住民も多数混在していると想定されることから, 災害時には周囲の人の行動に合わせる集団同調性バイアスが働くことをモデル化するためである。この同調性バイアスは, 災害時には周囲の人の様子をうかがっているうちに避難が遅れる原因となる。その反面, 周囲に率先して避難する人がいれば, より多くの観光客を安全な避難場所に誘導することが可能である。そのため, 不特定多数のイベント参加者を, 安全かつ効率的に避難させるためには, 地域住民等の協力・連携に基づく避難誘導體制を構築することが重要と考える。

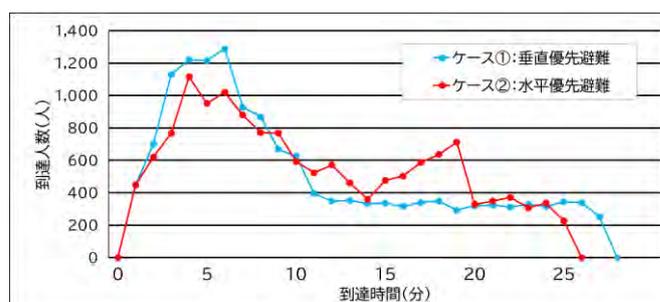


図-3 時間別避難場所到達人数

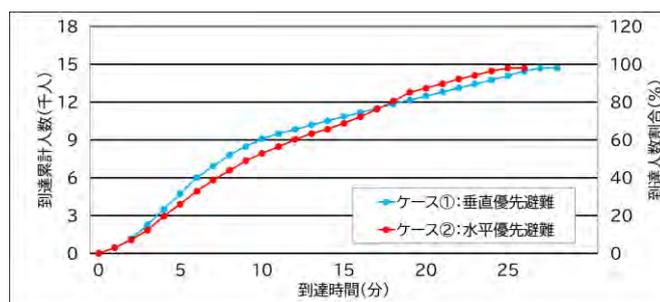


図-4 避難場所到達累計人数

一方, 屋外大規模イベント時の避難については, 事前実験を行うことが困難である。群衆シミュレーションの適用は, 流動から避難計画の妥当性を確認できるとともに, 仮想空間を使うため, 多くのシナリオを検証できるメリットがある。また追従歩行モデルは, インバウンド対策を始め, 車避難ルール化に向けた取り組みにも適用できると考えられる。

5. おわりに

本研究では, 道路空間に避難する人を初期配置した群衆シミュレーションの実施を試みた。その結果, 地元住民等の先導により最大容量の避難場所への主要動線を早期に構築することの重要性が浮き彫りとなった。避難者が最近傍の避難場所に逃げる場合には, ややもすると主要動線の構築を阻害するリスクがあることがわかった。本研究のような群衆シミュレーションを実施し, その知見を積むことで, より現実的な避難計画が策定できるものとする。

参考文献

- 1) 阿波おどり実行委員会: 阿波おどり 2024 避難誘導計画, 大津波警報発表時を想定した避難, 2024.8.
- 2) 徳島市: 南海トラフ巨大地震に伴う徳島市津波避難計画 2014.9 策定, 2020.2 改定.
- 3) 徳島県: 徳島県津波浸水想定公表について, 2012.10.
- 4) 赤津典生, 金利明, 山田稔, 野口大輔: 駐車挙動を反映した駐車場内マイクロシミュレータの開発と適用性評価, 第 27 回交通工学研究発表会論文報告集, No.59, pp.233-236, 2007.
- 5) 消防庁国民保護・防災部防災課: 津波避難対策推進マニュアル検討報告書(案), 2013.3.
- 6) 坂平文博, 北上靖大: 人流シミュレーション 4. 防災分野における人流シミュレーションの必要性, 課題, 展望, 情報処理 58 (7), pp.582-585, 2017.6.