第Ⅳ部門　　屋外大規模イベント時の津波避難シミュレーションにおける空間的・時間的分散の重要性

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

津波避難計画では、対象地域住民の避難行動をシミュレーションにより検証し,その結果を避難計画に反映する取り組みが行われている.このようなケースの歩行モデルは,居住地から住民エージェントを発生させ,避難所までの移動空間をメッシュ分割し,その上を住民エージェントが自由歩行して到達時間等を検証するセルモデルが一般的である.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密集状態になる.このため屋外大規模イベントでの津波避難行動をシミュレーションする場合は観光客が主たる対象者であり,かつピーク時の群衆を想定する必要がある.そのためシミュレーションでは以下の点を考慮する必要がある.①シミュレーションの初期配置として,群衆が歩行空間に密集している状況を作る.②地理に不慣れな観光客を誘導する適切な歩行モデルを選択する.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

２.１　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(A)～(D)の黄枠はイベント会場とその範囲を示し,数字は最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.

図-1　対象地区

２.２　避難人数

対象地区では, 新町川沿い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,イベント期間中は終日観光客で密集状態にある. 本研究では, こ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)をピーク時の避難人数とした.

３.解析手法

３.１　歩行モデルの選択

図-1 の屋外大規模イベント会場におけるピーク時の混雑度に関するサービス水準を表-1 に示す.サービス

Kurio NAKAMURA, Sumiaki KATAYANAGI, Manabu MIYOSHI, Kazuya ODA, Norio AKATSU
nakamurak@nita.co.jp

水準は,イベント会場(A)(D)でDレベル,(B)(C)でEレベルにある.これを歩行状態から考察すると,大部分の人が自由歩行の確保や追い越しが困難であり,流動制御ができない可能性が高いことが伺える[2].もしこのような状況下,群衆が一斉に避難行動に移ることを想定した場合,セルモデルのように自由歩行を前提としたシミュレーションを成立させるのは難しいと考えた.そこでケーススタディでは,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[3]を採用した.

表-1 混雑度とサービス水準

イベント会場	単位占有面積(㎡/人)	サービス水準
(A)	1.0	D
(B)	0.7	E
(C)	0.6	E
(D)	1.4	D

3.2 群衆シミュレーションの基本設定

シミュレーションの基本設定として,前方者との歩行間隔を1.0m,歩行速度は1.0m/sec[4],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[5]が,本研究では新たな試みとして,㋐避難対象者は,あらかじめ道路空間に全員配置しておき,居住地からの人の発生は行わない.㋑追従歩行しながらも隊列を重視し,隣の列の長短により追従する列を変えて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:最近傍の建物を優先し,収容人数を満たしたら高台に避難する.(垂直優先避難)

ケース②:最近傍の高台を優先し,高台から遠方の人は近傍の建物に避難する.(水平優先避難)

4.解析結果と考察

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.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において高台Aと建物Bに避難する人が,これらの避難所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.多くの人数を限られた時間内に避難させるためには,避難の主要動線において錯綜しないように,時間的・空間的に分散することが重要であることを示唆している.

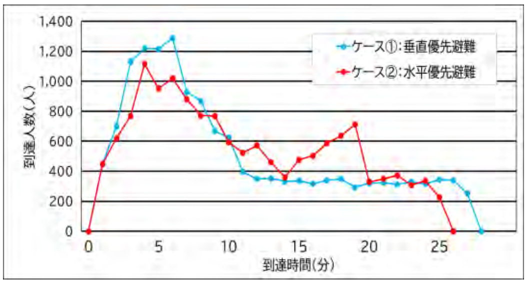

図-3 時間別避難場所到達人数

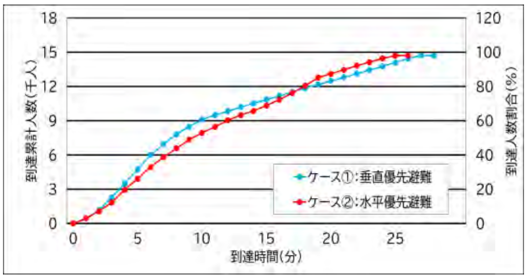

図-4 避難場所到達累計人数

5.おわりに

本研究では,サービス水準の歩行状態から追従歩行モデルによる群衆シミュレーションの実施を試みた.その結果,避難者を空間的・時間的に分散させることの重要性が浮き彫りとなった.今後,本研究の知見を活かした群衆シミュレーションを実施するとともに,同様に追従走行を前提にしている車両挙動を取り込むことで,歩車混在の避難シミュレーションへと発展できると考えられる.

○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)建築設計資料集成[人間],日本建築学会編,題5章群衆・安全,pp.125-pp.131 3) 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ミ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,No59,pp.233-236,2007. 4) 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. 5) 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.