

3) 防火研究グループ

3) - 5 大規模観覧施設における群集流動制御に関する設計・誘導技術の開発【安全・安心】

Development of Design and Guidance Techniques for Crowd Control in Large-Scale Spectator Venues

(研究開発期間 令和4～6年度)

防火研究グループ
Dept. of Fire Engineering

峯岸 良和
MINEGISHI Yoshikazu

This study aims to develop design and guidance techniques for crowd control in large spectator facilities such as stadiums and arenas. Findings highlight three phases of crowd movement—arrival, departure, and emergency evacuation—each requiring distinct control measures. Observations from mass events and VR-based simulations reveal challenges in evacuation guidance, emphasizing the need for strategic facility design and “prepared phrases” to prevent guides from feeling powerless.

【研究開発の目的】

スタジアムやアリーナなどの大規模観覧施設において火災やテロなどの災害が発生した場合には、在館者の多くを短時間で同時に避難させる必要に迫られるが、現状、群集制御については、火災時の避難安全設計という形で若干の法規定がある以外に、参照できる知見が整備されていない。本研究では、大規模観覧施設など、群集制御の観点が必要となる建物における設計や誘導計画に関するガイドライン等の基礎となる技術の開発を行う。

【研究開発の内容】

- ① 大規模観覧施設の設計事例の収集と群集制御の観点での類型化
- ② 建築構成要素ごとの考慮点の抽出と、群集流動制御に適した設計技術の開発
- ③ 誘導方法の実態調査と効果的な誘導方法の開発

【研究開発の結果】

- (1) スタジアム・アリーナにおける群集流の3相—来場・退場・避難(図1)

来場時は、開場時間の設定や、チケット・指定席の設定により、来場者の到着時間が分散できる。過去の群集事故には、チケット発行のミスや、我先にスタジアムに入場しようとしたことを原因とするものも多いが、事前の対策は取りやすい。

帰宅時は、大半の観客はイベント終了直後に帰宅しようとするため、イベント終了後の比較的直近が時間当たりの帰宅者数のピークとなる。来場時より帰宅時のほうが時間当たり人流量は多くなる。イベント主催者側は、

公共交通機関への負荷を軽減する必要もある一方で、観客をできるだけ早く退出させて、イベントの後片付け・撤収を行いたい。

火災などの避難時は、日本で性能設計により設計された多くのスタジアム・アリーナでは、観客全員が一斉に避難した場合で、建物外などに8～15分で避難完了できるようにしているが、これは帰宅時の3倍程度の流量になる。概ね、帰宅時と同じく建物から出る方向の流れとなるが、帰宅時よりも迅速に避難させることに注力した誘導が必要となる。

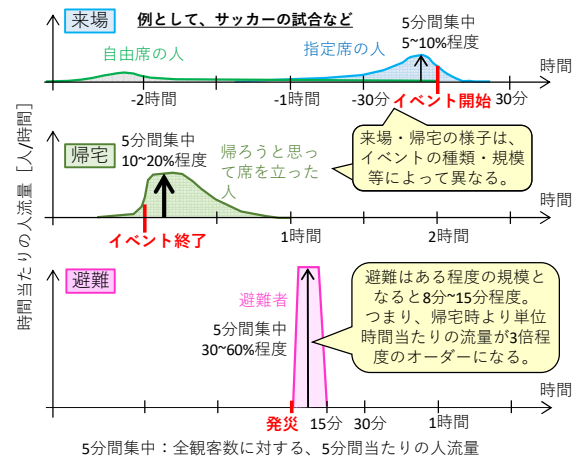


図1 来場・帰宅・避難時の時間当たりの人流量の概念図

- (2) 群集イベントやスタジアム・アリーナの視察を通じての群集制御に関する考察

多くの人が集まるイベントで群集が理想的に制御されているものとして初詣が挙げられる。初詣は誰もが参拝できる特性から、参拝者数のコントロールができない。

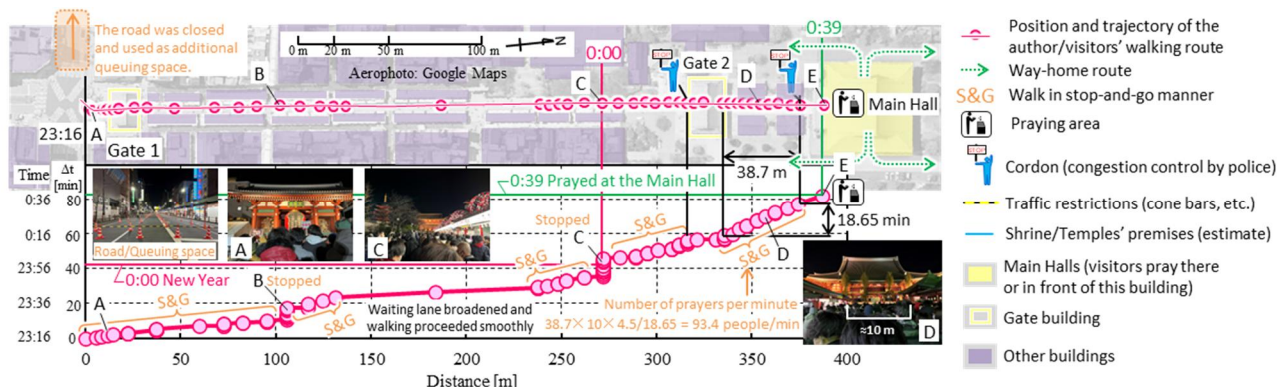


図2 初詣待機列中の観測者の時刻歴位置（グラフの勾配が平均移動速度を意味する）

そのため、基本的な群集制御のアプローチとしては、列を作り並ばせ、静止させて待たせる、また、その列のスペースも例年の経験を踏まえた上で余裕を見て設けることで対応している。その上で、拝殿に参拝者が殺到しないように時間と人数を制限して順次参拝させる（図2）。

花火大会・ハロウィンなどのマスイベントは、歩行させ続けるという誘導を取る。誘導指示をしても従う人が少ないと、ますます他の人も誘導指示に従わなくなる、また、誘導する側も無力感に陥りかねないという、誘導指示の臨界の可能性が見出された（図3）。

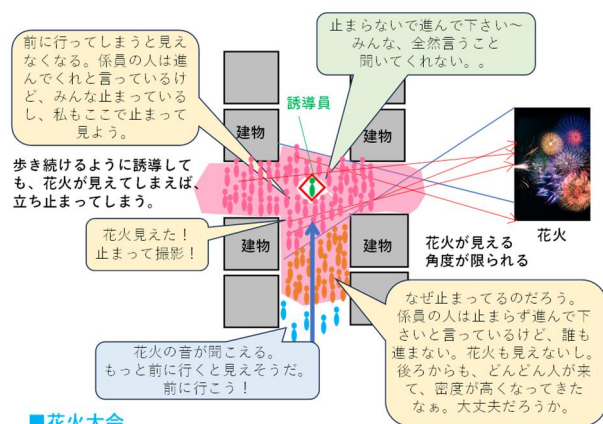


図3 花火大会における誘導の課題

近年建設されるスタジアム・アリーナは、施設運用のニーズから空間構成の複雑になりがちであり、日常時（入場・帰宅）と避難時の動線の違うことや、避難経路が認識しにくい、階段以外にもエレベーターやエスカレーターなどの縦動線があり、群集事故の可能性を考慮すると、避難時にこれらを上手く使う・使わせないという誘導制御が必要となる。

（3）誘導指示の模擬実験

日常の縦動線として、階段、エスカレーター、エレベ

ーターを有する劇場・ホールにおいて火災が発生し、避難してくる観客を、群集事故を避けるべく階段に避難するように誘導する際にどのような課題があるかを、バーチャリアリティ（VR）を用いた実験により把握した（図4）。一般に、複数の階で同時に多数の人がエスカレーターを利用しようとすると集事故が起きる可能性があるため、原則としては、避難時にエスカレーターを使用しないように誘導したいため、このような誘導を模擬した。VRには誘導指示の効果が仮想の避難者にインタラクティブを与えないということもあるが、多数の避難者が押し寄せると制御しきれない、また、誘導を聞いてくれそうにないという無力感の意見が確認された。誘導員の数を増やす対応もあるが、もとより、エスカレーターの配置を工夫して、エスカレーターを利用しても支障がないようにすることが必要である。加えて、避難誘導に使えるセリフを多数用意しておくことが、説得力の向上と、誘導者の無力感の回避に必要であることが見いだされた。「ホワイエは煙が入ってこないようになっています。」「ここは混んでいますが、階段に一気に人が入らないようするためです。焦って避難しようするとかえって危険です。」などであるが、このようなセリフを用意するため、防火・避難設計を適切に行っておく必要がある。

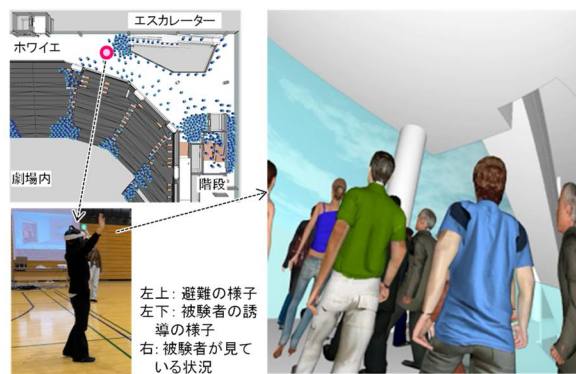


図4 避難誘導のVRを用いた実験の様子