

## 8. 大規模地震時でのバックアップ電源付信号機の利活用

中井俊・中村栄治

### 1. はじめに

大規模都市中心部が大規模地震に襲われた場合、ターミナル駅周辺では鉄道の運行再開を待つ利用者で溢れ、バス乗り場は帰宅を急ぐ人々で混雑を極めることになる。歩道は徒歩で帰宅を目指す人々で埋め尽くされるが、車道においても避難する車両で交通渋滞が発生する。道路を横断しようとする徒歩避難者と少しでも進もうとする車両との間での衝突事故といった二次災害が発生する危険性があるため、徒歩避難者の安全確保が強く求められる。また、災害対応のために緊急車両は都市中心部へと一刻も早く乗り入れる必要があるとともに、ターミナル駅付近の滞留者の過密で危険な人流状況を解消するために、滞留者を域外へと運び出すためにバスの乗り入れが必要になる。車道での交通閉塞を防止する対策を実行することにより、歩車間での二次災害の防止と、緊急車両やバスの乗り入れが初めて可能になる。

第3次名古屋駅周辺地区都市再生安全確保計画<sup>1)</sup>では、災害時に滞り者や来街者の避難誘導方法については述べられているが、車道での交通閉塞の防止策については記述されていない。本研究では、名古屋駅東側を研究対象として、バッテリー駆動型信号機を活用することにより、大規模地震時での車両交通の閉塞を防ぐことができる具体的な対策を提案する<sup>2)</sup>。PTV社が開発販売している交通シミュレータVissim<sup>3)</sup>によりシミュレーションを行い、提案する対策の有効性を検証する。

### 2. 交通閉塞対策を施す道路区間

交通閉塞を防止する必要がある道路の区間を図1に示す。図1では6つの交差点が星印で記されている。中央郵便局南交差点から名古屋駅交差点を経て笹島交差点に至る道路区間が名駅通の一部である。名古屋駅交差点から泥江町交差点に至る道路区間が桜通の一部である。西柳町交差点から西に進み名駅通とT字で接続している道路区間が錦通の一部である。これら3つの道路区間（図1でのハッチング区間）において車両による交通閉塞が発生しない対策を提案する。

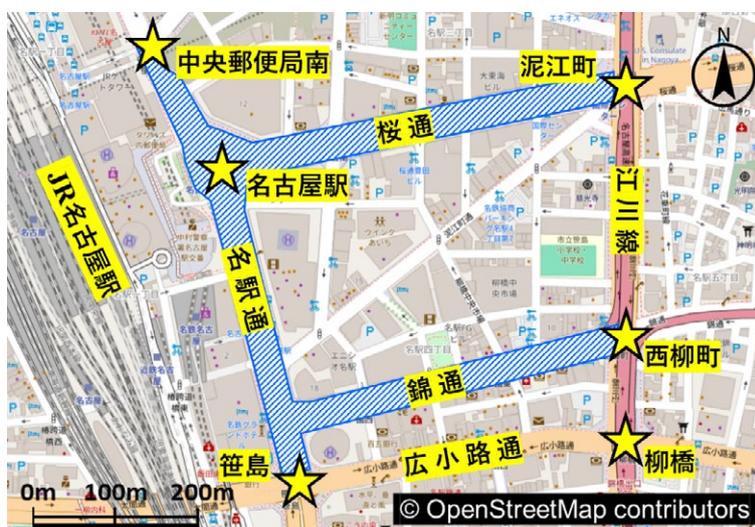


図1 交通閉塞対策対象道路区間

### 3. バックアップ電源付信号機と交通閉塞対策

#### 3.1 バッテリーモード

一般的な信号機は停電により公衆電力網からの電力供給が停止されると減灯となる。バックアップ電源付信号機は停電時には付設されたバッテリーから電力が自動的に供給されることにより減灯とならず、信号制御の役割を果たすことができる信号機である。名古屋駅周辺地区の主要な交差点にはバックアップ電源付信号機が配置されている。バックアップ電源付信号機の一例を図2に示す。

第3次名古屋駅周辺地区都市再生安全確保計画<sup>1)</sup>では南海トラフ巨大地震（震度6強～6弱）が想定されており、地震発生直後は東海三県の約9割で停電が予想されている。地震により停電が発生することにより、名駅周辺地区のバックアップ電源付信号機は自動的にバッテリーモードでの動作となる。



図2 笹島交差点のバックアップ電源付信号機（左：本体、右：バッテリー）

#### 3.2 交通閉塞対策

バッテリーモードでの動作において、平時の信号現示ではなく地震による停電時の信号現示を新たに設定することにより交通閉塞対策を行う。具体的には、（1）交通閉塞防止道路区間への新たな車両の流入を阻止し、（2）すでに当該道路区間内に存在している車両を区間外に排出できるように、バッテリーモードでの信号現示を平時の信号現示から変更する。

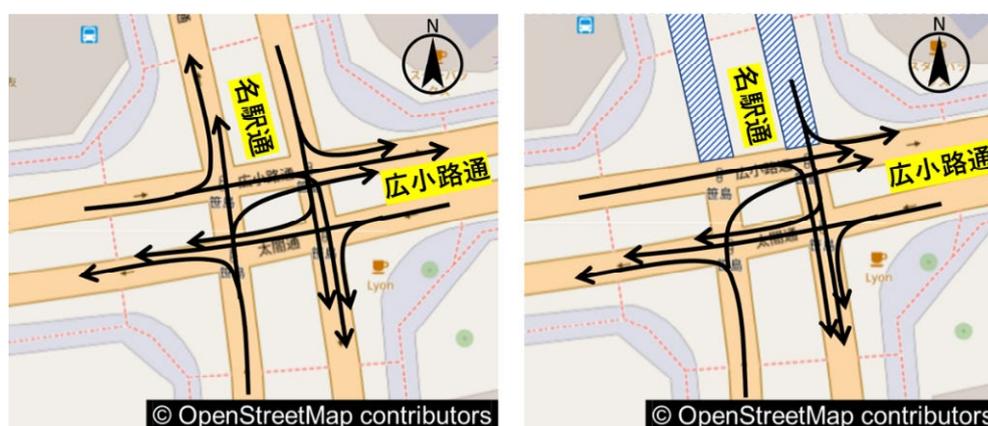


図3 笹島交差点での車両の流れ（左：平時、右：地震発生後）

笹島交差点での車両の流れを図3に示す。図3の左図は平時での車両の流れであり、右図は地震により停電が発生して信号機がバッテリーモードで動作した場合の車両の流れである。右図からわかるように、ハッチングで示された交通閉塞対策の対象道路区間へは車両が侵入することはない。また、すでに対象道路区間内に滞留している車両は区間外へと移動できることがわかる。

図4は平時における笹島交差点での信号階梯図を示す。地震による停電が発生し信号機がバッテリーモードで動作する場合の信号階梯図を図5に示す。平時と地震による停電時で異なる信号現示が実現できるように、図1で示す6つの交差点の信号機に信号制御プログラムを実装しておくことにより、これまでに述べてきた交通閉塞対策対象となる道路区間（図1）への新たな車両の流入が阻止できるとともに、すでに滞留している車両の対象道路区間外への排出が可能になる。

階梯番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 (A)												
2 (B)												
3 (C)												
4 (D)												
フェールセーフ	55		5	26		8	46		5	20		5
現示	1Φ		3Φ	4Φ		6Φ	7Φ		9Φ	10Φ		12Φ
流れ図												

図4 平時での信号階梯図（笹島交差点）

階梯番号	1	3	4	5	7	8	9	11	12	13	15	16
1 (A)												
2 (B)												
3 (C)												
4 (D)												
フェールセーフ	76		5	37		5	10		5	27		5
現示	1Φ		2Φ	3Φ		4Φ	5Φ		6Φ	7Φ		8Φ
流れ図												

図5 地震による停電時での信号階梯図（笹島交差点）

#### 4. オフセットなしでの信号動作

信号機が連続する道路において、できる限りスムーズな車両交通を実現するために、オフセット<sup>4)</sup>と呼ばれる赤灯火から青灯火に変わるタイミングのずれを信号間の旅行時間を考慮して算出し、各信号に適切なオフセットを設定する。地震により停電が発生して信号機がバッテリーモードで動作を開始する場合、バッテリーに切り替わる時刻が信号機ごとに異なることが考えられるため、バッテリーモードでの動作ではオフセットを設定する意義がなくなる。したがって、バッテリーモードではオフセットなしの状態では信号機を動作させることにならざるを得なくなる。

オフセットの有無が円滑な車両交通にどの程度影響を与えるかをシミュレーションにより検証した。紙面が限られているため、泥江町交差点から柳橋交差点の間の江川線における車両の旅行時間の計測結果のみを示す。図6と図7の左図は平時でのオフセットがある信号現示による場合の通行に要した旅行時間の分布である。図6と図7の右図は地震発生時でのオフセットがないバッテリーモードの信号現示による場合の結果である。

図6と図7におけるオフセット量は行政文章の情報公開制度<sup>5)</sup>を利用して愛知県警察から信号階梯図を入手して算出した。図6に示す泥江町から柳橋への旅行時間分布を比較すると、オフセットの有無で旅行時間が全体的にはあまり変わらないことがわかる。図7に示す柳橋から泥江町への旅行時間分布を比較すると、オフセットがなくなることにより旅行時間がやや長くなっていることがわかる。

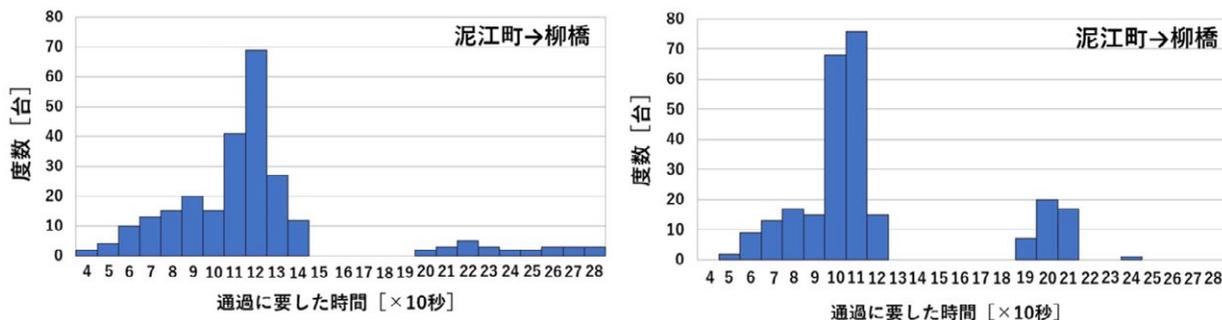


図6 泥江町から柳橋への旅行時間の分布 (左: オフセットあり、右: オフセットなし)

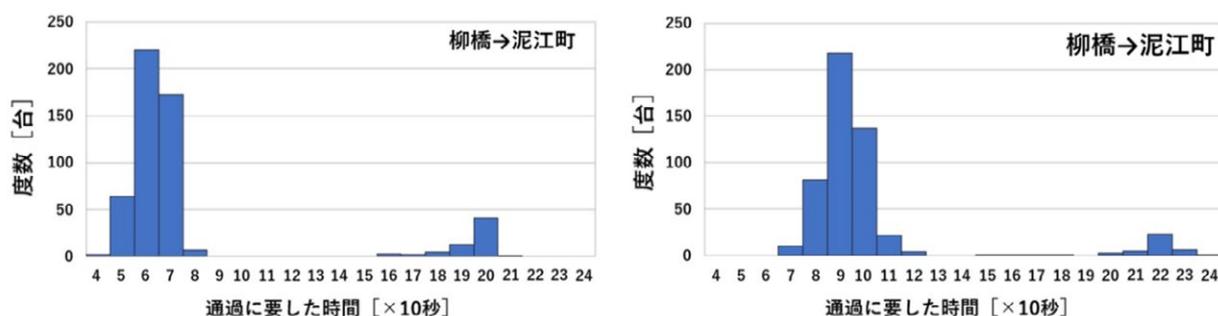


図7 柳橋から泥江町への旅行時間の分布 (左: オフセットあり、右: オフセットなし)

## 5. まとめ

大規模地震が発生した場合に、ターミナル駅を中心とした都市中心部においては、徒歩避難者と渋滞する車両との衝突による二次災害の防止、緊急車両の速やかな中心部への乗り入れと避難者の地区外へのバスによる搬出が求められる。これを実現するには、都市中心部を縦貫する幹線道路の一定区間において車両の交通閉塞が発生しないようにする必要がある。

本研究では、名古屋駅周辺地区を例にとり、停電が発生するような大規模地震が発生した瞬間に、バックアップ電源付信号機を活用することにより、3つの幹線道路の一定区間に新たに車両が侵入することを阻止するとともに、既に当該区間に滞留している車両を区間外へと排出できる対策を示した。信号機がバッテリーモードで起動すると、信号現示が平時用から地震発生時用が変わることで、上述した交通制御が可能になる。シミュレーションにより、オフセットが設定されないバッテリーモードでの車両の旅行時間が平時に比べやや増加することがわかった。

## 参考文献

- 1) 名古屋市, 第3次名古屋駅周辺地区都市再生安全確保計画, 2018。
- 2) 中井俊, 災害時における都市中心部での交通信号制御, 愛知工業大学大学院経営情報科学研究科修士論文, 2024年3月。
- 3) PTV group, <https://your.vissim.ptvgroup.com/comparison-software-for-traffic-simulation-jap> (2024年4月30日アクセス)
- 4) 交通工学研究会, 改訂交通信号の手引き, 2006。
- 5) 愛知県警察, 愛知県警察の情報公開制度, <https://www.pref.aichi.jp/police/syokai/houritsu/koukai/> (2024年4月30日アクセス)