

## 災害初期の道路啓開におけるがれき処理効率の影響

東京都市大学 正会員 ○皆川 勝  
五洋建設(株) 草柳 満

### 1. 目的

災害初期には、被災地の地元建設業者の貢献は重要であり、道路啓開には多くの建設重機が必要となる。しかし、不況や公共事業費の抑制の影響により、地元建設業者が保有する重機数は減少している。皆川らは、予想される東海地震を対象に地域間連携が発災初期の道路啓開に与える効果をマルチエージェントシミュレータを用いて検討した。本研究では、皆川らのモデルを用いてがれき撤去における輸送路被災の影響を検討した。さらに、道路の属性の相違とそれに伴うがれき処理効率の変化が道路啓開に与える影響を検討した。

### 2. シミュレーションに用いる要素

市町別建設重機数、市町別がれき推定発生量、建設重機のがれき処理能力、建設重機移動速度の設定は皆川ら<sup>1)</sup>と同様である。ただし、建設重機の移動ルールについては、4.に示すように、同一道路上において同じ効率で作業可能な台数制限を考慮している。

### 3. シミュレーションの概要

皆川らによるモデルでは、対象とする道路ネットワーク上に経路点エージェントを密に配置することで経路を表現していた。これにより、密に配置された経路点エージェントを一つの線と見なし建設重機エージェントは目的地向かって移動する。しかし、経路点エージェントは一つの属性に限られているため、この表現方法を利用すると、密なネットワークで想定ネットワークと無関係の経路への移動、高架橋などの属性の異なる道路の交差が表現できないなどの課題がある。そこで、本報告ではこれらの問題を解決するため経路エージェントの代わりにノードエージェントを用い、ノードをリンクでつなぐことで道路ネットワークを表現した。これにより密な道路ネットワークの作成や属性の異なる道路の交差の表現が可能となった。

本シミュレーションでは国道、県道といった道路ネットワークの属性の相違、それに伴うがれき処理効率の変化を考察するため、地域をより限定してシミュレーションを行う。これまでの結果により静岡県全域のがれき処理のシミュレーションモデルにおいて最も遅く処理が完了した市町は袋井市である。そのため、対象地域を袋井市のみならずアップしたモデルを作成し、道路ネットワークの属性の相違、それに伴うがれき処理効率の変化

を観察し結果を考察する。また、袋井市と隣接している掛川市も対象に加え2市で連携してがれき処理を行うモデルも作成し合わせて結果を考察した。作成するモデルは、以下の2つである。

- ・袋井市内の道路ネットワークだけに着目し、国道、県道、市道を対象としネットワークを細分化したモデル。
- ・前者に掛川市のネットワークを追加し、2市で連携してがれき処理を行うモデル。

袋井市のネットワーク図については、図-1の赤丸印を結んだネットワークで示す。推定がれき発生総量は、これまで用いてきた値と同様に130.87(万 $m^3$ )とする。推定がれき発生量を各ノードに振り分けて配置し、がれき発生地点とする。市内の重機総数に関してもこれまでのシミュレーション同様に39台とする。また、静岡県と災害協定を結ぶ各企業の資本金規模に応じて重機数を割り当て、保有するものとし、これを建設重機の初期配置地点とする。建設重機の移動速度、がれき処理能力、行動ルールについてはこれまでのシミュレーションと同様とする。

### 4. がれき分布及びがれき処理効率の想定

輸送路の属性と仕事量の変化の影響を詳細に知るため、以下の場合を想定する。

- 1) 幅員が狭い道路で、一定の割合でがれき処理効率を下げる(県道処理効率低下モデル)。
- 2) 各ノードでがれき処理を行う建設重機の台数を制限する(台数制限モデル)。
- 3) 各ノードに配置するがれき量を幅員によって変化させる(幅員依存処理効率低下モデル)。市道、県道及び国道で単位長さ当たり堆積するがれき量すなわちがれき密度を $\rho_1$  ( $m^2$ )、 $\rho_2$  ( $m^2$ )及び $\rho_3$  ( $m^2$ )とする。一般に幅員の広い道路に比べて狭い道路ではがれきの移動がスムーズでなくがれきが集まりやすい。そこで、 $\rho_2 = \beta_2 \rho_1$ 、 $\rho_3 = \beta_3 \rho_1$  ( $0 \leq \beta_2, \beta_3 \leq 1$ )として、市道、国道及び県道がれき密度を求める。

本報告では、このうち、2)の台数制限を固定した場合の、3)の影響について述べる。

### 5. 結果及び考察

$\beta_2$ の割合の変化によるがれき処理日数とがれき処理効率の関係を図-2に示す。 $\beta_2$ の値が小さいほど初期から中期のがれき処理率が大きい結果となった。これは国道、県道、市道を対象としており、市道にがれきが集中的に

キーワード 道路啓開、がれき処理、輸送路被災、道路属性

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学工学部都市工学科 TEL03-5707-0104

堆積し、各ノードに堆積するがれき量の差が大きいたといえる。終盤でのがれき処理及びがれき処理終了日数においては市道を考慮した場合、処理が遅くなり最終的な処理日数が大きくなる結果となった。 $\beta_2$ が低い値の場合は堆積するがれきが市道に集中する上に、各ノードで作業を行う重機数が5台以下と制限条件が同じことにより、最終的な処理日数が増加したと考えられる。

袋井市と掛川市のネットワーク図を図-1に示す。掛川市の推定がれき発生総量は、袋井市と同様にこれまで用いてきた値 75.82(万 m<sup>3</sup>)とする。推定がれき発生量を各ノードに振り分けて配置し、がれき発生地点とする。掛川市内の重機総数に関してもこれまでのシミュレーション同様に 85 台とする。また、静岡県と災害協定を結ぶ市内の各企業の資本金規模に応じて重機数を割り当て、保有するものとし、これを建設重機の初期配置地点とする。建設重機の移動速度、がれき処理能力、行動ルールについてはこれまでのシミュレーションと同様とする。

$\beta_2$ の変化によるがれき処理日数とがれき処理効率の関係を図-3に示す。 $\beta_2$ に関しては値が小さいほど初期から中期のがれき処理率が大きい結果となった。がれき処理を行う道路の総延長が長くなるにつれてがれき処理率は一定の変化に近づいていく。また、袋井市のみでの結果と同様に国道に堆積するがれき量よりも市道に堆積するがれき量の変化の方が、がれき処理率に与える影響が大きいことがわかる。

袋井市のみでの結果と比較すると $\beta_2$ の割合の変化によるがれき処理率の変化は小さく、また、掛川市との連携により処理期間は大幅に短縮されている。さらに、 $\beta_2$ が小さい場合には袋井市のみの場合に表れている急激な処理率の変化が掛川市と連携した場合には表れておらず、隣接1市との連携であるにもかかわらず、スムーズに処理が行われる結果となった。このように、国道などの幅員の広い道路の良好な状態を保ちつつ、市道などの幅員の狭い道路に堆積するがれきを効率よく処理することが早期の道路啓開作業を実現する上で重要である。

6. まとめ

皆川らの研究で利用されたネットワークモデルを改善し、国道、県道、市道といった道路ネットワークの属性の相違、それに伴うがれき処理効率の変化ががれき処理効率に及ぼす影響を検討した。その結果、道路幅員の相違やそれに伴うがれき集積情報、がれき処理効率が発災初期の道路啓開に大きな影響を与えることが示唆された。

参考文献

- 1) 皆川勝, 渡邊裕介, 草柳満: 災害初期の啓開における地域間連携の有効性の検討, 土木学会論文集 F4 (建設マネジメント), Vol. 68, No. 4, I\_57-I\_67, 2012.

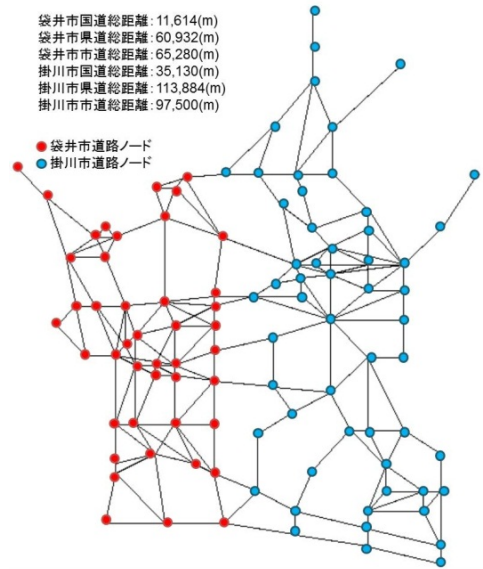


図-1 袋井市内と掛川市内の道路ネットワーク

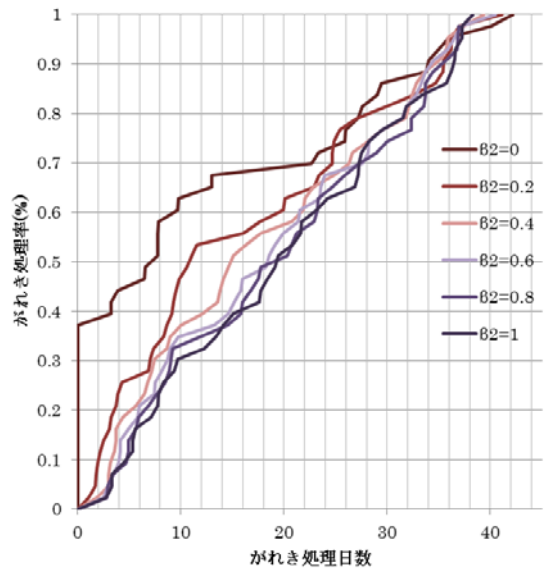


図-2  $\beta_2$ の変化によるがれき処理の完了率の推移 (袋井市)

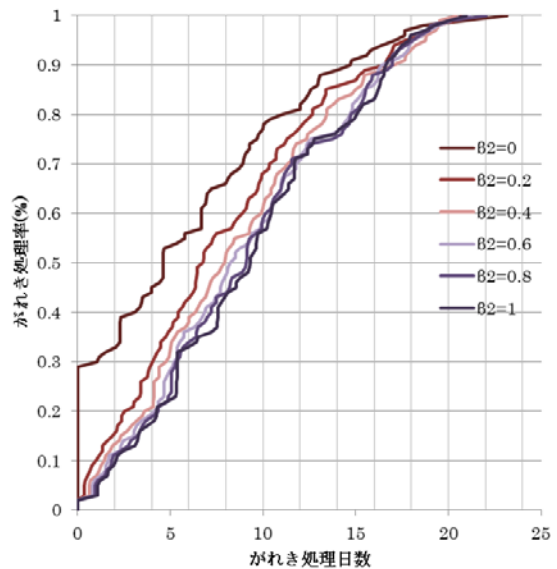


図-3  $\beta_2$ の変化によるがれき処理の完了率の推移 (袋井市と掛川市)