

I - 757

啓開道路における地震被害の復旧資機材の最適配置

攻玉社工科短期大学 正員 山本欣弥

攻玉社工科短期大学 正員 大野春雄

1. はじめに

ライフライン施設は、その機能等により、①供給処理施設（上下水道、電力、都市ガス等）、②交通輸送施設（道路鉄道、港湾等）、③通信施設等（電話等）に分類できる。地震によってこれらの施設に被害が生じた場合、過去の事例から明らかなように住民に与える影響は大きなものがある。特に、地震後の救援活動、復旧活動に必要な資機材や生活物資の輸送には、ライフラインの中の交通輸送施設（主に、道路網）が用いられるため、被災者の避難、救援物資の運搬、復旧作業の実施では運搬車両の確保とともに道路網の確保が重要である。そのため、多くの自治体では、震災後の人員・資機材の輸送路の確保のために緊急時に優先的に通れるようにする啓開道路を抽出している。地震後、啓開道路を確保することは、その後の復旧・救援活動に重大な影響を与える。現在、被災後の復旧作業についての基本的な方針は立てられている。しかし、復旧資機材等の確保の方法としては、どこから調達を行うかを検討しているに留まっており、調達作業及び被害箇所までの運搬に時間を必要とする。そこで、啓開道路の復旧作業に必要な資機材をあらかじめ備蓄しておくことにより、復旧作業開始までの時間が短縮でき、より迅速な復旧が可能になるものとする。

ここでは、復旧作業を効率的に実施するために、復旧に必要な資機材の備蓄場所（ストックヤード）をどの地点に設ければ最適であるかについて、「ボロノイ図」を用いた「ボロノイ法」により基礎的な検討を行なった。また、本研究では、ストックヤードは道路の極く近くに設置するものとして、線上の配置問題として捕えることとする。

2. 地震による道路被害の特徴及び応急復旧

1) 道路被害の特徴

道路被害からみると、地震には平地型地震と山地型地震がある。前者は、日本海中部地震等の海洋性の中遠距離地震、後者は、伊豆大島近海地震等の山地部の直下で発生した地震である。平地型地震では、通行止めの原因の約50%が、小規模な落石、崩土、路面陥没、亀裂となっている。山地型地震では、通行止めの原因の80%が、大規模な斜面及びのり面の崩壊で、平地型地震に比べて通行止めの解消に長い期間がかかっている。また、山地部では、代替道路が少ない、あるいは存在しないため、交通路の確保の問題は、非常に重要である。1974年伊豆半島沖地震では道路が遮断され、一部の地区が数日間孤立した。1984年長野県西部地震では、孤立地区は発生しなかったものの、幹線道路が使用不能となり、1箇月間未舗装の村道が唯一の交通路となった。

2) 道路被害の復旧作業

復旧作業は、応急的に輸送機能を確保するための応急復旧と、道路の本来持つ機能を回復するための本復旧に分けられる。さらに応急復旧は、緊急輸送路として2車線を確保する第1段階と、本復旧までの間の一般交通のための復旧である第2段階に分けられる。応急復旧により孤立地区の解消、復旧物資の輸送、給水活動等への対応が可能になる。応急復旧の第1段階では、入手しやすい資機材及び労力が主体となり、第2段階では、仮舗装を行う等ある程度走行性、大量性の確保が必要となる。

表-1 道路の復旧作業

応 急 復 旧		本 復 旧
第一段階	第二段階	
緊急輸送路として2車線を確保する。	本復旧までの間、一般交通に対応するための復旧。	道路の本来の機能を回復するために行う工事。

3. 解析モデル

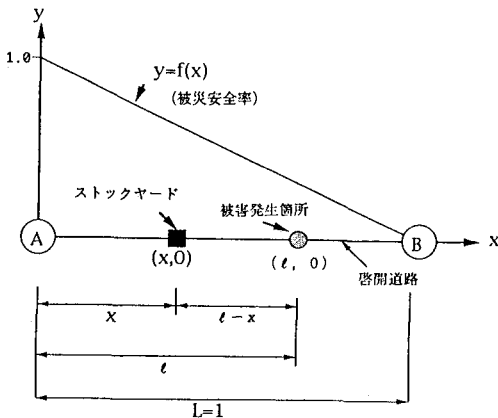
今回の解析モデルを図-1に示す。これは、1974年伊豆半島沖地震にみられたような道路の被害によって孤立地区が発生する場合を想定している。A市、B市を結ぶ道路を啓開道路とし、他に迂回路は存在しないものとする。平時には生活物資はA市からB市に輸送されており、被害によってB市が孤立すると、住民生活に重大な影

響を与える。そのため、啓開道路の被害を早急に復旧する必要がある。復旧作業は、A市より作業班が出るものとし、ストックヤードはA市と被害箇所との間の啓開道路上に設けるものとし、その位置をA市からの距離 x で表す。また、ストックヤードの最適配置の条件は、A市から被害箇所までの移動時間 T を最小とすることとする。

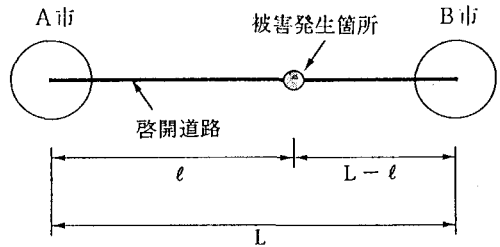
4. 解析結果

A市からストックヤードまで移動速度を v_1 、ストックヤードから被害発生箇所までの移動速度を v_2 とする

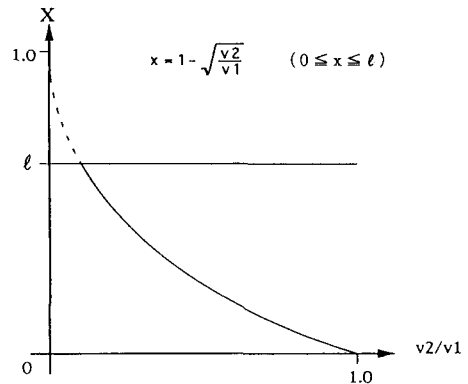
($v_1 \geq v_2$)。A市からストックヤードまでの移動時間 T は、 $T = x / f(x) / v_1 + (\ell - x) / v_2$ で表すことができる。 $f(x)$ は被災安全率で、0から1までの値をとる。ここで、 $f(x) = 1 - x$ とする(図・2)。 $\partial T / \partial x = 0$ より、ストックヤードの位置 x を求める。解析結果を図・3に示す。



図・2 計算時の諸条件



図・1 解析モデル



図・3 スtockヤードの位置 x

5. まとめおよび今後の課題

- (1) 啓開道路の早期復旧を目的とした復旧資機材の最適配置問題について、定式化に必要な諸問題の検討を行い、簡単なモデルにより解析を行なった。
- (2) 復旧資機材を被害箇所まで運搬する時間を最小にすることを最適配置の条件と考えた。
- (3) 地震発生前にストックヤードを設置するため、ストックヤードが被災しないこと、孤立しないこと、必要な資機材が蓄えられていること等の条件を満たす必要がある。そのため、地震による被害の正確な予測が非常に重要であると考ええる。
- (4) 今後のモデル化及び解析のための検討課題として以下のような項目があげられる。
 - 1) 被害の状況、被害箇所の地理的条件等の影響
 - 2) 被害発生箇所の予測
 - 3) スtockヤードの被災危険度
 - 4) コストの問題
 - 5) 都市部での地下埋設管が被害を受けた場合の影響

参考文献

- 1) 岡部篤行、鈴木淳夫：最適配置の数理、朝倉書店
- 2) 伊理正夫監修、腰塚武志編集：計算幾何学と地理情報処理 第2版、共立出版株式会社
- 3) 社団法人日本道路協会：道路震災対策便覧（震前対策編）、昭和63年2月
- 4) 社団法人日本道路協会：道路震災対策便覧（震災復旧編）、昭和63年2月