

被災したライフラインが都市空間に及ぼす社会経済的影響の評価

豊橋技術科学大学

○ 川辺 裕晃

豊橋技術科学大学大学院

鈴木 剛

豊橋技術科学大学 正員

栗林 栄一

1. はじめに

本研究では単独の構造物ではなくライフラインというネットワークシステムの耐震性、または信頼性を評価する手法の一例を示すものである。その評価のパラメーターはライフライン被災後のサービスの低下すなわち地域の被る間接的な損害額の大きさとする。今回は間接被害の一例として、交通系ライフラインが被災したときの利用者損失を求める方法を示し、ケーススタディを行う。

2. 評価方法概略

図1は人口密度の高い都市（ゾーン）A市の A_{ij} 点から、B市の B_{ij} 点までのトリップをモデル化したものである。トリップの手段は鉄道（TRAIN）、船（SHIP）、車両（ROAD）に大別する。またこのモデルでは近隣都市間のトリップのみを扱うため飛行機などの航空施設は対象外とする。

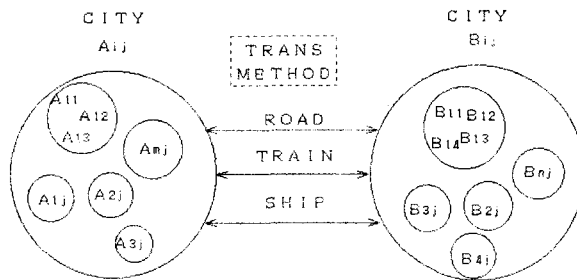


図1

A_{ij} から B_{ij} にトリップする人は、まずA市とB市を結ぶ交通機関の入り口すなわち鉄道の駅、高速道路のインターなどに向かわなくてはならない。（この交通機関の入り口を都市間の交通系ライフラインネットワークの流入ノードとする）このトリップにかかる費用と手段を決定する。次にA市、B市間の費用と手段を決定する。最後にB市の流出ノードから目的地である B_{ij} までの費用と手段を決定する。このようにゾーン内（都市内）とゾーン間（都市間）のトリップを別に考える。トリップの手段の選択は時間、距離、費用が最小になるように最適化を行う合理的行為者のアプローチをとるものとする。解析は以下の手順で行う。

まずゾーンごとにネットワークのモデルを作成し、それを合わせたものを全体のネットワークのモデルとする。モデル化においてノードはD.I.D.（人口集中地区）、主要駅、主要インターチェンジ、枝の結合部を表し、これを結ぶ枝は交通施設である。この時、枝は距離ではなくノードからノードへのトリップにかかる費用を表すようにし、そして各枝に交通容量を与える。こうして作成されたネットワークにOD表をもとに車両または人を流し利用者全体のトリップにかかる費用を計算する。次にネットワーク被災後の利用者全体のトリップにかかる費用を計算し、両者の差をとった額を利用者損失とする。これを地域のGNPなどの経済力を表す値と比較し、社会経済に及ぼす影響を評価する。なお費用の計算はプライマル・デュアル法を一般最少費用流問題に拡張した方法で解く。

3. ケーススタディ

3-1. 対象地域 アメリカ合衆国カリフォルニア州で1989年10月17日に発生した、ロマ・ブリエタ地震によりベイブリッジ崩壊に代表される、橋梁などの道路施設の被害が甚大であったサンフランシスコ一帯を選んだ。図2に対象地域の幹線道路網、図3にモデル化された地域全体のネットワーク図、図4にモデル化されたゾーンのネットワークの例としてサンフランシスコを示す。

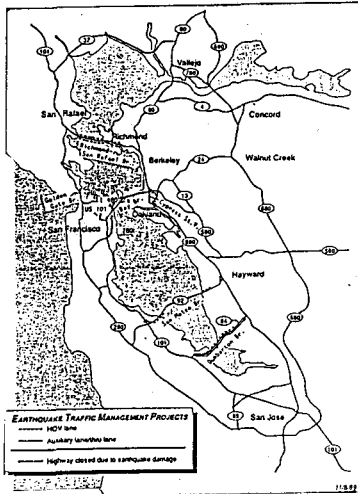


図2 対象地域

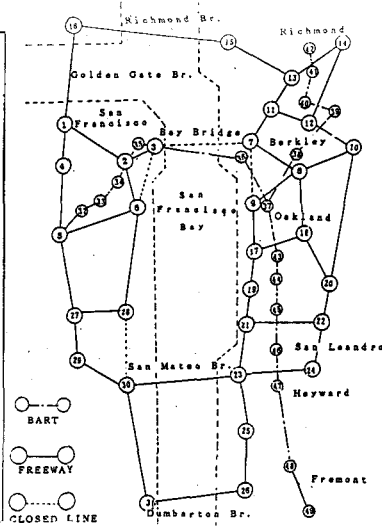


図3 全体モデル

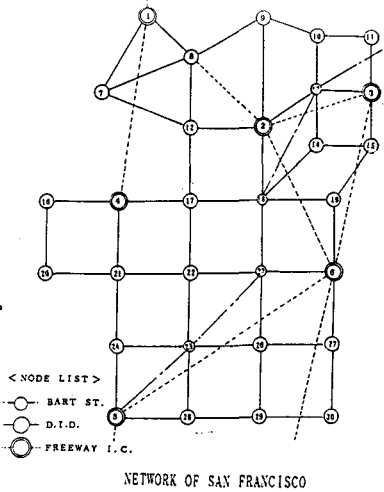


図4 ゾーンモデル

3-2.解析上の仮定 今回のケーススタディではつぎの事項を考慮から外した。

- (1)地震発生直後の避難、救援活動により一時的に発生する交通量。
- (2)交通機関の利用者が代替経路を利用することによる時間的損失の評価。
- (3)フレックスタイム、通信機器を使用した在宅勤務など企業の対応によるODの変化。

3-3.結果・考察 今回のケーススタディの結果を表1に示す。この結果は予想を下回り地域全体の生み出すGNP(約1250億ドル)やロマ・プリエタ地震による総被害額(約70億ドルうち道路被害額22.5億ドル)から比べると軽微なものであった。この理由を考察してみるとまず考えられるのがBARTの24時間運行に代表されるネットワークの持つサービスの弾

力性が挙げられる。もう1つはカルフォルニア州が産油地帯であるので、ガソリンが廉価であり代替経路を経由しても大した被害額にはならないことが挙げられる。そこでBARTの運行がすでに限界状態にあり、応急的なサービスを行えなかった場合を想定して計算を行ってみた。その結果によると直接的な利用者被害は、あまり現れなかったが、代替経路に交通が集中してオーバーフローが起こり対岸への交通自体が行えなくなる車両が約2万台にものぼるという結果が出た。これによる地域の経済的な損害は膨大なものとなるであろう。このことから緊急時に大量輸送の行える鉄道系ライフラインの構造的な耐震性の向上とリダンダンシーの確保が、ライフラインネットワークの全体の耐震性を向上させる有効な方法の1つだと考えられる。

表1 利用者損失

郡市名	損失(\$/日)	損失(\$/月)
San Francisco	654,800	19,638,000
Oakland	350,800	10,518,000
Berkeley	112,000	3,380,000
Hayward	48,800	1,404,000
Fremont	58,200	1,686,000
Richmond	144,800	4,338,000
San Leandro	38,000	1,140,000
合計額	1,402,800	42,084,000

4. 結論

今回のケーススタディではデータ不足により仮定条件や除外事項が多かったため、現実的な問題を扱っているとは言い難かった。しかし結論として言えることは、利用者損失は代替経路の確保されている都市型震災においては、大きなものとならず、逆に今回扱わなかった時間損失による経済活動の低下の方が重要な問題となると考えられる。今後の課題としては、輸送機能低下による産業への影響の評価、時間損失が与える経済活動への影響の評価の検討が挙げられる。