

人工衛星を用いた災害時における簡便型交通シミュレーション

A Simplified Traffic Simulation in a Disaster using Artificial Satellites.

松本直幸*, 門田博知**, 加藤文教***

by Naoyuki MATSUMOTO*, Hirokazu MONDEN**, Fuminori KATO***

1. はじめに

阪神淡路大震災以降、災害時における被害状況の早期把握並びにそれに応じた経路誘導等の情報提供の重要性が高まってきた。ここでは、災害が都市に及ぼす影響を評価するための交通シミュレーションシステムの開発が求められている。

従来の交通シミュレーションは、現実の道路被害状況下でのリンクの連結性等に重点を置いたもの¹⁾、あるいは一般化した交通ネットワークを対象として様々な評価基準の下で交通を推計するもの²⁾となっている。これらは被害状況の把握を前提条件としているが、現実には短時間での把握は難しく、即時性という点では適用しにくいものとなっている。

本研究は、人工衛星を利用して地表の被害状況をリアルタイムに把握し、それを用いた簡便型交通シミュレーションシステムを開発することにより、災害時における交通の混乱解消や救援・復旧活動の円滑化を図るとともに、災害に強い都市施設計画検討にも適用することを目的としている。

本論ではこの簡便型交通シミュレーションシステム全体の概念を検討する。なお今回は、システムの一部として、都市施設の被害状況から平常時の発生集中交通量を推計するモデルを構築する。

2. 簡便型交通シミュレーションシステムの概要

(1) 概要

本シミュレーションシステムの最大の特徴は、人

工衛星を用い、リアルタイムに把握した地表被害状況を活用できる点にある。従来災害時における被害状況把握手段としては「人手調査」「航空写真調査」「トラフィックカウンター調査」等であったが、これらには迅速性、情報収集範囲、災害時のシステム稼働性などの問題がある。しかし広範囲に渡り常時観測する人工衛星からの地表データを用いることで、これらの問題は概ね解決される。

本システムの概要を図1の全体フローに示す。フローで示される様に、システムは7つのサブシステムにより構成されている。

本システムに求められる条件として、以下の点を考えた。

1: 災害発生直後すぐに活用できる迅速性

データ収集からアウトプット(=経路誘導等)までの処理(アルゴリズム)が簡便であること。

2: システムの他地域への適用性

使用するデータはどの地域でも入手可能であること。

3: システムに用いる被害状況データ

人工衛星から判別可能なものであること。

(2) サブシステム

本システムを構成する7つのサブシステムについて、それぞれの内容を説明する。

(a) データ収集システム

人工衛星から送られてきた地表データに基づき、道路、橋梁、都市施設各々の被害箇所と規模を把握する。

(b) リンク設定システム

(a)で収集したデータの内、道路被害と橋梁被害のデータに基づいて、都市を構成する道路網(=リンクデータ)を修正する。落橋やクラック、瓦礫に

キーワード: 発生交通, 防災計画

* 正員 理修 ㈱ヒロコン第3技術本部
(〒733-0036 広島県広島市西区観音新町1丁目7-62
TEL(082)293-3241, FAX(082)293-3365)

** 正員 工博 広島工業大学環境学部環境デザイン学科教授
(〒731-5143 広島県広島市佐伯区三宅二丁目1-1
TEL(082)921-3121, FAX(082)923-1973)

*** 正員 工博 ㈱ヒロコン第3技術本部

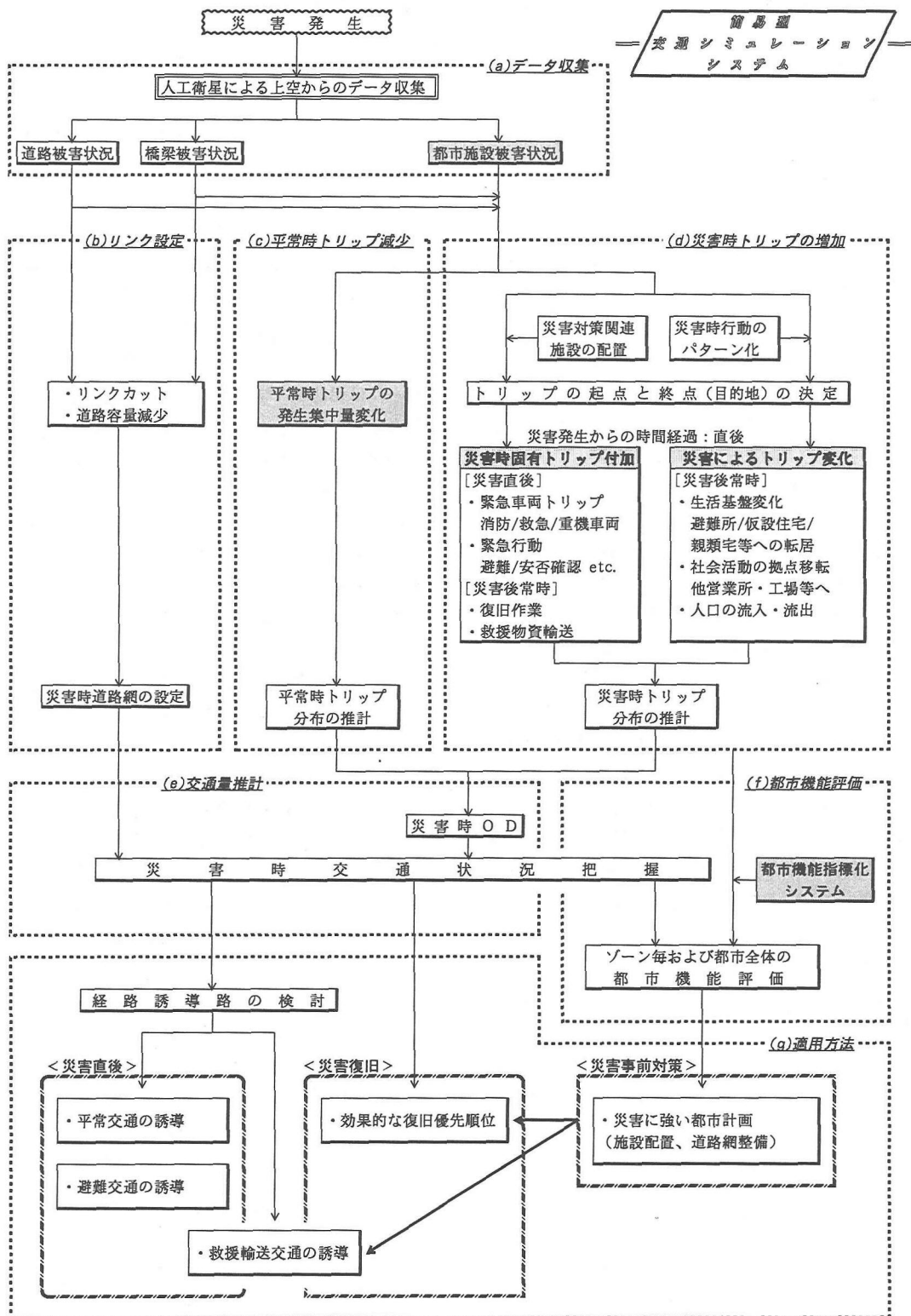


図1 システム全体概念フロー

よる道路寸断はリンクカットに、道路幅員及び車線減少は道路網容量の減少に対応させる。

(c)平常時トリップの減少推計システム

平常時トリップの発生・集中量は、トリップの起終点となるゾーンの施設や土地利用等に依存すると考え、(a)で収集した都市施設被害データにより平常時トリップの発生集中量変化を求め、それによるトリップ分布の減少を推計する。

また道路や橋梁の損壊によってはトリップ行動に変化が生じるため、この影響も考慮する。

なお今回の検討では、都市施設被害状況の指標として用途地域別面積を使用した。具体的な適用は「3. 平常時発生集中モデル構築」にて詳述する。

(d)災害時トリップの増加推計システム

災害時には、避難行動や安否確認、消防・救急活動、救援物資輸送等のトリップが発生する。これらのトリップは、表1に示されるようなパターンで起終点が決定されると考える。

表1 災害時固有トリップ

	終 点						
	居住地	避難所	消防署	病院	輸送拠点	勤務先	被災地
居住地	—	避難	—	救助	物資輸送	安否確認	安否確認
避難所	安否確認	—	—	救助	物資輸送	—	—
消防署	—	—	—	—	—	—	消防救助
病院	—	—	—	—	—	—	—
輸送拠点	物資輸送	物資輸送	—	—	—	—	物資輸送
勤務先	安否確認	避難	—	—	—	—	安否確認
被災地	安否確認	避難	—	救助	物資輸送	安否確認	安否確認

また、平常時と同じ目的行動でありながら、災害によりトリップの起終点が変わることが考えられる。これらの変化は、表2に示されるパターンで決定されると考える。

表2 災害時起終点変化

災害前	災 害 後
自宅	避難所, 仮設住宅, 親類宅
勤務先	仮店舗, 他営業所, 支店
買物先	仮店舗, 他営業所, 支店

以上のパターン化により、災害時固有トリップと、災害により起終点の変化するトリップを推計し、これらを統合して災害時トリップ分布を推計する。

また (c)と同様、道路や橋梁の損壊による影響も考慮する。

(e)交通量推計システム

災害時OD[(c)と(d)により推計した平常時と災害時のトリップ合計]と、(b)で設定した災害時道路網を用い、経路誘導への適用性を考慮した配分計算等によって、災害時交通状況を推計する。

(f)都市機能評価システム

都市内に存在する各施設を、使用目的、規模、処理容量、所在地等の点から分類評価し、それら施設とそれを利用する交通のODやその施設へのアクセス等の交通指標を関連づけ、都市機能を目的別、ゾーン別等様々な観点より指標化する。

(g)システムの適用方法

①経路誘導

推計した災害時交通状況をもとに、消防/救急/物資輸送等の救援輸送交通、平常交通および避難交通等の輻輳を可能な限り避ける経路誘導情報を提供する。

②復旧優先順位

災害時交通状況と都市機能維持の為の施設配置等を考慮し、都市機能を回復させる上で効果的な復旧箇所とその優先順位を提供する。

③対災害都市計画

災害事前対策として、ゾーン毎および都市全体の都市機能評価を用い、都市施設の配置や道路網整備等を様々なケースについて検討することで、災害に強い都市計画を検討する。

以上のサブシステムを統合し、簡便型交通シミュレーションシステムを構築する

3. 平常時発生集中モデル構築

図1に示す「(C)平常時トリップの減少推計システム」のうち、都市施設被害状況から平常時発生トリップの発生集中量変化を推計する方法を検討した。

(1) 推計方法

都市施設被害状況の指標として、人工衛星の識別可能性や簡便型交通シミュレーションへの適用および他地域でのデータ入手の容易性を考慮して、用途地域別面積を用いる。

目的変数として使用する平常時トリップの発生集中量は平成6年度道路交通センサス（以下、センサス）の目的別集計により求めた。目的別トリップ構成比を図2に示す。また説明変数となる用途地域別面積は、センサス観測時との時間的整合性を図るため、平成6年5月に決定された都市計画総括図より求めた。（表3参照）

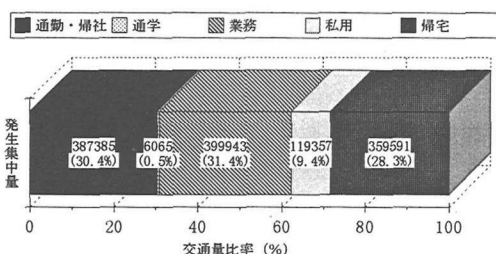


図2 目的別トリップ構成比

表3 モデル構築に用いた変数

目的変数	説明変数
平成6年度道路交通センサス現況	広島市都市計画総括図
平成6年9～10月調査	平成6年5月決定
広島市 Bゾーンレベル (計36ゾーン)	第一種住居専用地域 第二種住居専用地域 住居地域 近隣商業地域 商業地域 準工業地域 工業地域 工業専用地域
1: 通勤・帰社 2: 通学 3: 業務 4: 私用 5: 帰宅	
[上記5目的別発生集中交通量]	[上記8種用途地域別面積]

(2) モデル構築

ステップワイズ法を用いた重回帰分析により、表4のモデルを得た。通学目的の集中以外は、重相関係数が0.8～0.95を示しており、満足できる推計精度となっている。この結果から、用途地域別面積を用いて発生集中交通量を推計する手法の妥当性が確認された。

(3) 他都市への適用例

構築したモデルの他都市への適用性を、呉市を事例として検討した。

推計精度は表5に示すように満足できるものであり、ここで提案した発生集中量モデルが他都市にも適用可能であることが検証された。

表5 モデルの他都市への適用性

目的	発生	重相関係数	%RMS誤差
通勤・帰社	発生	0.9191	36.4
	集中	0.8657	46.1
通学	発生	0.8439	65.1
	集中	0.8837	54.0
業務	発生	0.9005	36.2
	集中	0.8407	42.3
私用	発生	0.9600	42.8
	集中	0.8446	64.5
帰宅	発生	0.8522	39.3
	集中	0.9931	20.9

4. おわりに

本システムは、近い将来可能となる最新の人工衛星利用環境を想定しており、現在もシステムの改良ならびに詳細化検討を行っている。

なお、本研究は、広島工業大学で文部省私立大学ハイテク・リサーチ・センター整備事業援助のもと行われている、人工衛星を用いた災害の予知/早期発見/防災対策等に係わる先駆的環境・防災等社会基盤情報システム開発の一環として進めている。

参考文献

- 1) 家田・望月・上西：街路閉塞減少による機能的障害と地区の危険度評価法，土木計画学シンポジウム 阪神・淡路大震災土木計画学調査研究論文集，pp433～440，1997. 9
- 2) 森津・大原・多田・井上：経路誘導による交通ネットワークフローの変化に関する分析，土木計画学研究・論文集 No. 9，pp37～44，1991. 1

表4 目的別発生集中モデル

目的	第1種住居	第2種住居	住居地域	近隣商業地	商業地域	準工業地域	工業地域	工業専用地	定数	重相関係数
通勤・帰社	発生	0.09358	0.18018		0.49048	0.36068	0.12579		889.43	0.9339
	集中		0.07855		0.49880	0.95264	0.23026		1347.32	0.8595
通学	発生		0.00596		0.01213				14.45	0.8051
	集中			0.00557					-3.26	0.5440
業務	発生		0.05935		0.58811	0.77449	0.15118		1147.31	0.8891
	集中		0.06767		0.51050	0.70229	0.18331		1197.24	0.8598
私用	発生	0.06070	0.06927		0.28432	0.08981	0.04690		320.84	0.9425
	集中	0.03753	0.08004		0.30793	0.23580	0.06764	-0.10419	288.97	0.8638
帰宅	発生		0.12805		0.47436	0.65172	0.16153		1501.41	0.7976
	集中	0.13910	0.12707	0.05421	0.36911				947.28	0.9374

注) 発生集中量(台/日)及び用途地域面積(100m²)で計算した。