

複数の渋滞観測データ統合による東日本大震災時のグリッドロック現象の分析

建設工学専攻
土木計画研究

ME13028
指導教員

きよた 裕太郎
ゆうたろう
岩倉 成志

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災において首都東京では、道路網全体が長時間にわたり著しい渋滞に見舞われ、都市道路ネットワークの脆弱さが浮き彫りとなった。今後発生が現実視されている大規模震災が発生した場合、緊急交通路を確保することは難しく、救命救急車両の妨げとなる可能性が極めて高い。以上から震災時の渋滞現象の解明は都市の耐災性の観点から極めて重要な課題である。

本研究の構成を図-1に示す。前述した背景を踏まえ、震災当時の交通状況をより正確に把握するため複数のプローブデータと路側感知器のデータを用いて都区部の渋滞データベースの構築を行う。当時の渋滞現象の解明は、渋滞要因として考えられる3つの要因に着目する。要因1として、震災時におけるグリッドロック及びボトルネック箇所を特定し、都区部の脆弱箇所を抽出する。また、要因2では、流出入交通の影響が大きかった首都高速出入口ランプの特定を行う。要因3では、震災時の迂回による走行キロの増加が渋滞悪化を助長させた可能性を考慮し、ドライバーの利用経路を特定したうえで経路選択要因を明らかにする。

2. データベースの構築と分析方法

2-1. データベースの構築

(1) データ概要

本研究では、3種類のGPSデータ及びプローブデータと、路側感知器データである渋滞統計データの計4種類のデータを使用する。各観測データの特性を表-1に示す。

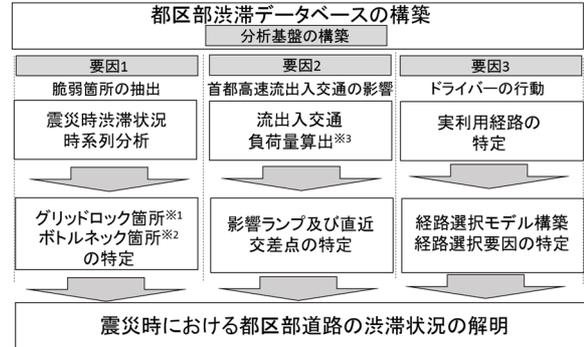
(2) データベースの構築方法

4種類すべての観測データについてデジタル道路地図(以下DRM)のリンクベースに5分毎に統合する。渋滞統計データと軌跡データに関しては、DRM上にマップマッチングを行う手法を構築した後統合した。これによってリンク全体のカバー率は、表-1に示す通り74%と単一データで扱うよりも格段と高いカバー率となった。

2-2. 分析方法

(1) グリッドロック現象

グリッドロック現象とは、ネットワーク内の交通量が過剰に増えた時、最適な累積交通量に達す



※1 グリッドロック箇所 = 時速5km/h以下が2h以上継続
 ※2 ボトルネック箇所 = 上流側リンクが渋滞した後下流側リンクで速度回復
 ※3 交通負荷量 = (平常時流入交通量-震災時流入交通量) + (震災時流出交通量-平常時流入交通量)

図-1 本研究の構成

表-1 各観測データの特性

データ名	集計時間区分	観測データ	DRM リンク情報	統合後 生成データ	リンク カバー率
HITACHI タクシープローブ	5分	リンク旅行時間 (秒)	有	リンク旅行 速度	39%
民間プローブ	15分	リンク旅行時間 (秒)	有	リンク旅行 速度	48%
JARTIC 渋滞統計データ	5分	渋滞長 二段階速度区分	無	[渋滞長] [速度区分]	54%
NAVITIME 点列データ	秒単位	GPS 軌跡データ	無	リンク旅行 速度 [経路情報]	45%
統合データ	5分	-	-	各データから 得られる 全ての情報	74%

※カバー率 = データ存在リンク/対象ネットワークの全リンク

る前にネットワークが機能を失う渋滞現象である。

(2) グリッドロック及びボトルネック箇所の特定

本研究では、2時間以上に渡り、時速5km/h以下の渋滞が継続したリンクをグリッドロック現象が発生したリンクと定義し抽出を行う。また、ボトルネックリンクの抽出方法は、進行方向下流のリンクが速度回復し、かつ上流のリンクで渋滞が発生しているリンクの抽出を行う。

(3) 首都高速流出入交通の一般道への影響分析

首都高速道路出入口に設置されているトラフィックカウンターを用いて、震災日と通常時の流出入交通量の関係から、震災直後1時間の首都高の全ランプについて交通負荷量の算定を行い、一般道への影響の大きかった出入口を抽出する。

(4) 経路選択要因の分析

本研究では、三輪ら¹⁾を参考に2-1で構築したデータベースを用いてリンクコストテーブルを構築し、MNLモデルによる逐次経路選択モデルの構築を試みた。また、ドライバーが経験した経路状況を内生化し、交差点毎に意思決定が発生するモデルの構築を行う。サンプルは、移動軌跡データ

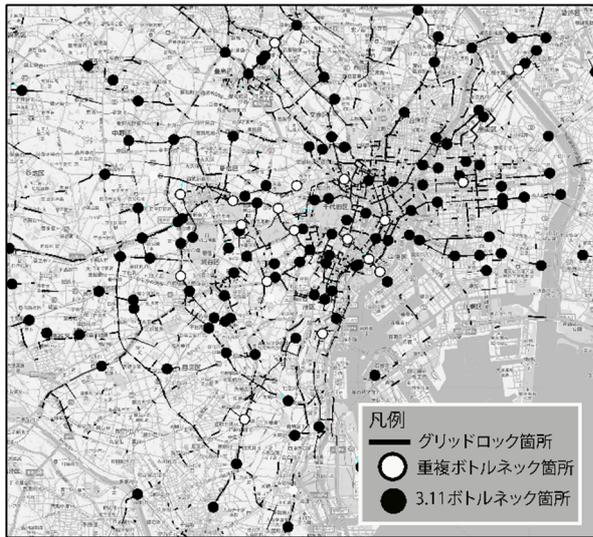


図-3 グリッドロック箇所及びボトルネック箇所

より震災当日の18時台に採取した任意のODペア2051サンプルを使用する。また平常時においても同時間帯に採取した1852サンプルを用いる。選択枝集合は、震災時の広域迂回を考慮して起点終点の最短経路長の10倍を閾値に選択可能な全ての経路とした。

3. 分析結果

3-1. グリッドロック及びボトルネック箇所

図-3にグリッドロック箇所及びボトルネック箇所を示す。ここに示したのは、発災直後14:50～23:55までの全時間帯においてグリッドロックが発生したリンクを黒線で表している。また、震災時におけるボトルネック箇所は161箇所となった(図中の黒丸)。さらに震災時に抽出したボトルネック箇所と平常時のボトルネック箇所が一致する箇所が確認された(図中の白丸)。ボトルネックが重複した箇所は、平常時と震災時の両方で渋滞要因となる箇所であり、対策が必要である。

3-2. 首都高速流出入交通の一般道への影響

交通負荷量を算出した結果、首都高速の流出入の影響が大きかったランプは、対象51箇所中23箇所となった。発災時においてこれらランプは、一般道の容量を加味した交通運用が必要である。また、都心環状線エリアの時間帯別交通負荷量を算出した結果を図-4に示す。この結果東日本大震災が発生した時間帯は、交通負荷がピークに向けて上昇する時間帯に発生していることが分かった。

3-3. 震災時経路選択要因

(1) 震災時と通常時の選択経路の比較

表-3に震災時と平常時の迂回率の比較を距離別に示す。平常時は最短経路を87%のドライバーが選択している。一方、震災時に最短経路を選択す

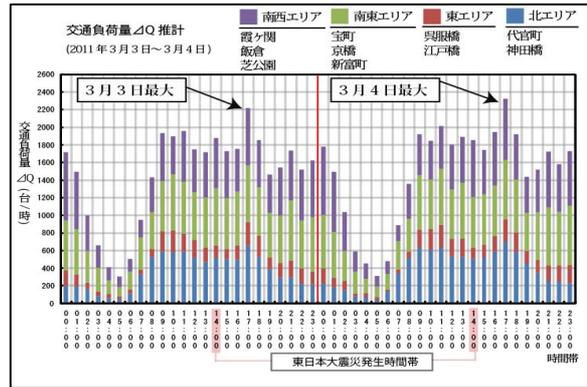


図-4 都心環状線エリア時間帯別交通負荷量

表-3 震災時と平常時の迂回率 単位:%

迂回距離	最短経路	～1km	～2km	～3km	～5km	～8km
震災時 n:2051	50.07	24.09	11.85	11.26	1.85	0.88
平常時 n:1852	87.53	7.18	4.37	0.92	-	-

表-4 経路選択モデル推計結果

説明変数	震災時		平常時	
	パラメータ	t値	パラメータ	t値
過去通過リンクの最高速度(km/h)	-0.128	-4.8	-0.022	-1.9
過去通過リンクの渋滞遭遇回数(回)	4.320	9.1	1.880	6.1
都道利用率	14.901	6.3	6.181	14.4
国道利用率	18.123	7.0	8.490	18.6
旅行時間(分)	-0.427	-2.9	-0.331	-15.9
右左折回数(回)	-0.190	-2.6	-0.402	-17.9
初期尤度	-765.332		-5432.875	
最終尤度	-632.185		-4789.41	
修正済み尤度比	0.223		0.1782	

るドライバーは50%まで低下し、半数が渋滞回避のための迂回をしている事が分かった。

(2) モデル推定結果

表-4に平常時における経路選択モデルの推定結果を示す。説明変数には、都道及び国道の利用率、と旅行時間、右左折回数に加えて、震災時の渋滞状況影響を表現するために過去に通過したリンクでの最高速度と渋滞遭遇回数を用いた。両モデルともパラメータの符号は正しく統計的に優位な値である。また、震災時の精度が平常時より高くなった。震災時においては、最短経路を選択する確率が実選択経路の51%に比べて32%と低い。これは、ネットワーク内に存在するすべての経路が選択可能であることから細街路などの実行動において選択しない経路を選択している事が要因である。平常時においては、最短経路の選択確率は58%となった。

4. おわりに

本研究では、東日本大震災時における都区部の渋滞状況を複数の観測データ統合により、3つの渋滞要因に着目し、複数の視点から明らかにすることができた。

1) 三輪富生, 森川高行, 倉内慎也; プローブカーデータを用いた動的な経路選択行動に関する基礎的研究, 土木計画学研究論文集, Vol.22 No.3, 477-486