

CS - 150

1989ロマ・プリエタ地震後のサンフランシスコ湾岸地域の道路網運用の事後評価と災害時の道路網計画

大阪府立工業高等専門学校 正 員 若林 拓史
 京都大学防災研究所 正 員 亀田 弘行

1. はじめに

わが国の都市圏道路網は、その交通容量に対してぎりぎりの条件下で運用されているといわざるを得ない。ネットワークの構成要素は十分な耐震強度のもとで設計施工されているが、万一、地震災害が都市道路網を襲ってその一部に損害を与えた場合を考える。地震災害が経済活動には大きな影響を与えず、ネットワークの完全な回復まで、残されたネットワークで経済活動を支えなければならない状態が生じたとすれば、その影響を把握し適切な道路網運用を行うことはきわめて重要な課題であると思われる。しかし、わが国では関東大震災以来大きな都市地震が発生しておらず、研究の手掛かりとなる基礎データも存在しないために、このような分析を行う機会には存在しなかった。

1989年10月に発生したロマ・プリエタ地震によって、サンフランシスコ湾の東西間交通の中核的ルートであるベイブリッジの渡り桁が一部落橋し、復旧までの1カ月間、湾岸地域の交通に大きな影響を与えた。この間、鉄道交通であるBARTが代替的役割を果たした他、臨時的なHOVレーンの増設による交通運用が行なわれた。前回の分析^{1)・2)}では、地震前後で観測された交通量データ³⁾を利用して、地震前後における道路網交通への影響を、BARTの果たした役割やHOVレーン設置効果も含めて定量的に分析したが、HOVレーン設置の厳密な評価は行っていないかった。本稿では、HOVレーン設置の効果に焦点を当てて報告する。この分析結果から道路ストックの豊富なサンフランシスコ湾岸地域でも地震後の緊急的な道路網運用だけでは効果が期待できず、我国においても災害時の運用を予め考慮した道路網構築や他の交通機関との連携が極めて重要であることが明らかとなった。

2. HOVレーン評価の方法と結果

ベイ・ブリッジの閉鎖期間中、サンフランシスコ湾岸地域の道路網の混雑を少しでも緩和するため、カリフォルニア州交通局(CALTRANS)は、混雑が激し

くなると考えられる高速道路の区間やインターチェンジ付近で、路肩を使った臨時の車線を設置可能な限り増設し、交通需要の増大に対応した。

この分析を本格的に行おうとすると、発生・集中交通量の段階からの車種別交通需要推計を行う必要があるがデータ制約上、このような分析は不可能である。このため次の分析手順によって本研究を行った。まず、分析開始当初は対象地域のOD表が利用可能でなかったため、各セントロイドの夜間人口と対象道路網の観測リンク交通量³⁾を利用して、重力モデルのパラメータを最尤法によって推定する方法とSmockの配分アルゴリズムとを組合せたJ. Holmらの方法⁴⁾によってOD表を推定した。この方法によって推定された総交通量は約205万トリップ(内々交通量を除く)であった。この推定精度を確認するため、後にMTC(Metropolitan Transportation Commission)から入手したOD表をもとに、若干より広範囲であるもののほぼ同一地域の総交通量を推計したところ約268万トリップであり、限られた観測リンク数からの推定量としての精度は高かったといえる。得られたOD表をSmockの方法および分割増加配分法によってネットワーク配分し、観測リンク交通量や所要時

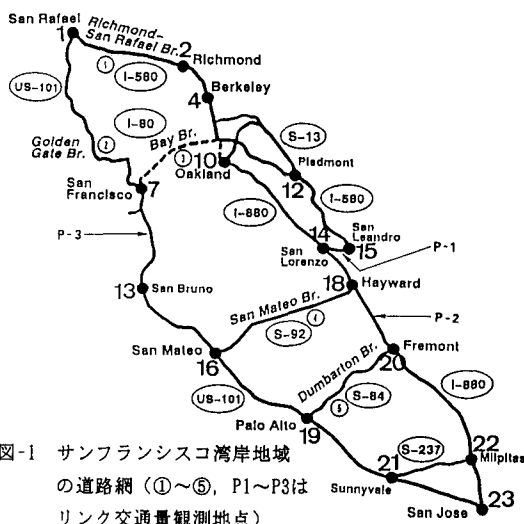


図-1 サンフランシスコ湾岸地域の道路網(①～⑤, P1～P3はリンク交通量観測地点)

表-1 HOV/一般レーン利用別の主要都市間旅行時間

時間係数 交通容量	a 0.10 2000	b 0.10 1600	c 0.08 2000	d 0.08 1600	e 0.06 2000	f 0.06 1600
① 地震前ネットワーク+地震前OD表						
(1)	17.81 56.76	27.09 66.37	13.64 52.79	13.64 56.76	11.72 50.87	12.98 52.15
(2)	19.30 37.34	28.31 43.34	15.00 34.76	19.30 37.34	12.95 33.56	14.32 34.37
(3)	62.23 62.23	81.58 81.58	53.25 53.25	62.23 62.23	48.98 48.98	51.83 51.83
② 地震後ネットワーク+地震前OD表						
(1)	138.05	258.21	90.57	138.05	59.41	82.41
(2)	135.71	259.06	83.53	135.71	55.78	72.41
(3)	101.85	184.52	66.90	101.85	52.16	62.31
③ 地震後ネットワーク+地震後OD表(BARTへの転換を考慮)						
(1)	100.53	165.28	67.46	100.53	53.61	61.75
(2)	86.14	162.23	62.12	86.14	46.83	58.85
(3)	81.81	129.96	59.44	81.81	50.26	56.01
④ 地震後ネットワーク(HOVレーン追加)+地震後OD表						
(A)	88.24	142.51	62.55	88.24	52.22	58.44
(1)(B)	82.51	138.06	62.42	82.51	52.20	58.34
(C)	90.32	142.68	62.68	90.32	52.28	58.75
(A)	74.82	134.69	55.04	74.82	44.08	52.16
(2)(B)	69.09	120.73	51.87	69.09	41.91	48.61
(C)	80.78	149.21	58.33	80.77	50.74	63.06
(3)	77.29	120.34	57.95	77.29	49.74	54.96

備考: O-Dペア (1)Oakland - San Francisco; (2)Berkeley - San Francisco;

(3)San Jose - San Francisco.

ケース④においては、(A)HOVレーンを区別しない場合の旅行時間;(B)HOVレーンを区別した場合のHOVレーン利用時の旅行時間;(C)一般レーン利用時の旅行時間;ただし、O-Dペア(3)における最短経路上には、HOVレーンの増設はなされなかった。また、地震前においては、上段: Bay Bridgeを使ったときの旅行時間;

下段: 地震後と同じ経路を使ったときの旅行時間

単位: O-D間旅行時間(分)、交通容量(台/時間/車線)

間の再現性を検討した。次に、時間交通量に変換するための時間係数および交通容量の組み合わせをいくつか与え、朝夕のピーク時と昼間時の交通状態を再現し、同時にノード間平均所要時間およびノード間連結信頼性(交通需要が交通容量を超えないサービス水準でノード間が連結される確率)を算出する。HOVレーンの評価は、観測リンク交通量から得られた時間帯ごとのHOV比率を与件として上記で得られたリンク交通量をHOVと非HOVを分離し、所要時間分析と信頼性分析を再計算した。

ノード間平均所要時間に関する結果を表-1に示す。ケース①~④は前回分析のものと同じである。④のA~Cを見ることでHOVレーンの効果がわかるが、HOVレーン設置の効果はあまり顕著でなかったといえる。これは、実際に追加されたHOVレーンの区間長が短かったり、クリティカルな箇所には設置されていなかったためである。信頼性解析ではその効果はもっと小さかった。このように、災害後に策定された道路網の増強対策には自ずと限界があることも明らかとなった。つまり、交通需要の多い区間は通常でも道路幅員の上限まで運用されていることが多いことから、地震時の交通運用には、ある一定の限界があることを示している。このことは、道路建設時から、災害時あるいは災害後の運用を考慮した道路網計画が重要であることを示唆している。現時点においてこの

表-2 災害時の運用を考慮したネットワークにおける主要都市間旅行時間

時間係数 交通容量	a 0.10 2000	b 0.10 1600	c 0.08 2000	d 0.08 1600	e 0.06 2000	f 0.06 1600
仮想ケースⅠ: 構築上で追加レーンを設定						
(1)(A)	80.29	124.54	59.79	80.29	51.64	56.70
(B)	73.31	108.86	59.07	73.31	51.88	56.00
(C)	82.70	138.42	60.45	82.70	51.88	58.29
(2)(A)	65.64	103.31	50.08	65.64	42.38	* 47.81
(B)	58.93	87.83	45.93	58.93	39.18	43.15
(C)	* 73.45	119.61	54.40	* 73.45	52.17	62.11
(3)(A)	77.32	122.66	57.94	77.32	49.59	54.95
(B)	77.32	122.66	57.94	77.32	49.59	54.95
(C)	77.32	122.66	57.94	77.32	49.59	54.95
仮想ケースⅡ: US-101号線上で追加レーンを設定						
(1)(A)	89.84	141.87	62.87	89.84	52.55	58.55
(B)	96.12	146.30	64.83	96.12	51.82	56.33
(C)	88.61	138.13	62.48	88.61	53.26	60.69
(2)(A)	86.01	128.11	62.09	86.00	46.83	58.82
(B)	86.01	128.11	62.09	86.00	46.83	58.82
(C)	86.01	128.11	62.09	86.00	46.83	58.82
(3)(A)	60.29	85.37	51.73	60.29	48.22	50.41
(B)	55.53	101.81	45.93	55.53	* 49.62	51.24
(C)	59.48	82.69	51.44	59.48	49.62	54.24
仮想ケースⅢ: 仮想ケースⅠとⅡの組合せ						
(1)(A)	* 69.09	* 107.76	* 55.07	* 69.08	* 51.12	* 54.12
(B)	* 67.19	* 87.54	* 56.45	* 67.19	* 49.50	* 52.33
(C)	* 68.14	* 104.93	* 55.75	* 68.14	* 51.82	* 55.84
(2)(A)	* 65.61	* 94.60	* 50.08	* 65.60	* 41.49	* 47.81
(B)	* 52.03	* 43.30	* 45.93	* 52.03	* 47.57	* 49.61
(C)	* 76.96	* 114.82	* 57.14	* 76.96	* 53.49	* 66.62
(3)(A)	* 58.54	* 79.59	* 51.11	* 58.54	* 48.00	* 49.97
(B)	* 62.70	* 92.33	* 52.44	* 62.70	* 47.00	* 47.01
(C)	* 57.93	* 77.61	* 50.94	* 57.93	* 49.19	* 53.39
参考ケース: 全道路区間で追加レーンを設定						
(1)(A)	61.13	84.85	53.04	61.13	50.96	52.04
(B)	55.53	86.32	51.30	55.53	49.50	51.24
(C)	61.72	87.66	53.08	61.72	51.14	54.56
(2)(A)	55.08	74.32	46.04	55.07	39.46	44.32
(B)	42.56	51.82	38.52	42.56	33.01	33.01
(C)	66.66	95.47	53.09	66.66	55.44	65.55
(3)(A)	57.02	75.09	50.37	57.02	47.84	49.44
(B)	60.25	85.19	51.25	60.25	47.00	47.01
(C)	56.60	73.62	50.29	56.60	48.87	52.36

(注) *: ケースⅠ~Ⅲの中で最良値を示す。

目的達成のためには、平常時の道路網整備計画に防災計画をセットにしておくことが最も近道ではないかと考えられる。

3. 災害時の運用を考慮した余裕あるネットワーク

この観点から、道路幅を予め余裕を持たせて構築しておき、地震後の緊急時に追加レーンを運用することを考える。仮想的に追加レーンの設置が可能であるものとし、種々のケースを設定した。この分析から、1車線でも追加が可能であれば、相当なりカバリーが可能ということがわかった(表-2)。分析では、地震前の交通サービスに近い状態まで回復が可能であるケースもあることが明らかとなった。ただし、区間長が相当長いこと、あるいは他の道路区間との相乗効果を誘導するようにすることが重要であることが必要であることも明らかとなった。

参考文献: 1) 若林・亀田: ロマ・ブリエタ地震によるサンフランシスコ湾岸地域の交通サービスへの被害分析と交通運用策の値, 土木計画学研究・論文集10, pp. 103-110, 1992.

2) 若林・飯田・亀田: ロマ・ブリエタ地震がサンフランシスコ湾岸地域の道路網連結信頼性に与えた影響分析, 土木学会第47回年次学術講演会第1部, pp. 1496-1497, 1992.

3) 亀田・浅岡・小川・能島: ロマ・ブリエタ地震がサンフランシスコ湾岸地域の交通システムに与えた影響, 都市耐震センター研究報告別冊第7号, 1991.

4) Holm, J. et al.: Calibrating Traffic Models on Traffic Census Results Only, Traffic Engineering and Control, Vol. 17, No. 4, pp. 137-140, 1976.