

# I-661 ロマ・プ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

大阪府立工業高等専門学校 正員 若林 拓史  
 京都大学工学部 正員 飯田 恭敬  
 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。しかしながら、関東大震災以来わが国では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。今回、地震前後で観測された交通量データ<sup>1)</sup>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。本稿ではこのうち、道路網連結信頼性に焦点を当てて報告する。この結果から、わが国で同様の事例が発生した場合の状況を垣間みる事ができる。

## 2. 道路網信頼性解析の方法

対象道路網を図-1に示す。点線で示した道路区間が本地震で不通になった区間である。その一方、本地震では都市への壊滅的な被害は免れ得たので、都市活動は地震前の状態が存続し、交通は他の橋を使った迂回経路とBARTへと転換した<sup>1)</sup>。本研究では、この道路網上での配分交通量を定常的かつ平均的な

交通状態とし、リンク信頼度推計法<sup>2)</sup>およびノード間信頼度推計法<sup>3)</sup>によって、主要3ノード間の連結信頼度を求めた。ここにリンク信頼度とは、リンクへの需要交通量がリンクの交通容量を超えない確率と定義され、交通需要の平均値回りの確率の変動にもとづいてリンク信頼度は推定される。連結信頼度とは、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である。これらの方法により、経路交通量の変化を考慮した道路網の信頼度を推計することができる。サービス水準は、HCMでのサービス水準EとDを用い、また、1日単位の交通量を1時間交通量に変換するための比率を3種類用意し、これらの組合せて数値計算を行なった。

サンフランシスコ湾岸地域では利用可能なOD表が存在しないため、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<sup>1)</sup>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<sup>4)</sup>によってOD表を推定した。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た結果を図-2に示す。最尤推定値のため

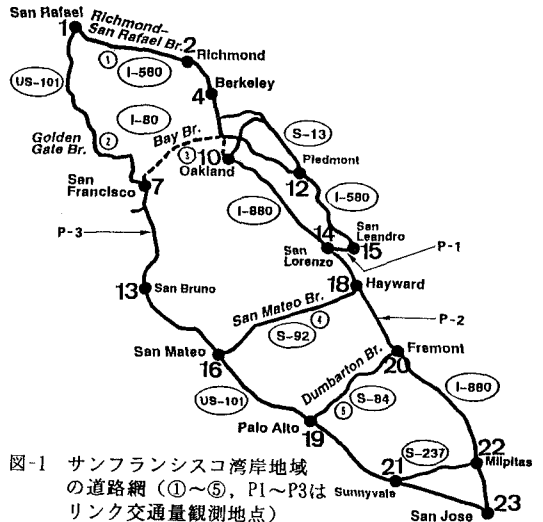


図-1 サンフランシスコ湾岸地域の道路網(①~⑤, P1~P3はSunnyvaleリンク交通量観測地点)

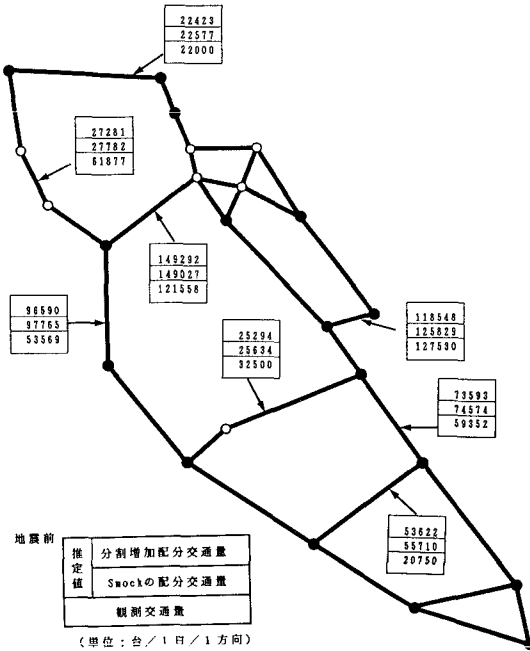


図-2 OD表の配分結果と観測リンク交通量(地震前)

の判断基準は、Holmらによる分散値を用いた。

推定された地震前のOD表を利用して以下のケースの道路網信頼度を計算した。

- ① 地震前のネットワークに地震前のOD表を负荷したケース
- ② 地震後のネットワークに地震前のOD表を负荷したケース
- ③ 地震後のネットワークに地震後のOD表(地震前のOD表よりBARTへの転換を考慮して作ったOD表)を负荷したケース
- ④ ③のネットワークに実際に使用されたHOV(High-Occupancy-Vehicle)レーンを追加したケース

### 3. 計算結果と考察

計算結果を表-1に示す。左側4列がピーク時間帯交通に対応する。変換率0.10および0.08は、K値に相当し、1車線あたりの時間交通容量2000台はサービス水準Eに、1600台はサービス水準Dに対応する。ピーク時間帯では地震前から相当な交通渋滞が発生していたことが推測され、連結信頼度はきわめて小さい。したがって、地震後の②③④のいずれのケースでも信頼度はきわめて小さく算出される。

これに対し右側2列は、昼間時の交通量に対応している。②のケースは、地震前の全需要交通量が地

表-1 ノード間信頼度

変換率	0.10	0.10	0.08	0.08	0.06	0.06
交通容量	2000	1600	2000	1600	2000	1600
① 地震前ネットワーク+地震前OD表						
(1)	0.003787	0.000000	0.591831	0.003787	1.000000	0.826573
(2)	0.000001	0.000000	0.124369	0.000001	0.997050	0.522111
(3)	0.000004	0.000000	0.028445	0.000004	0.926374	0.115919
② 地震後ネットワーク+地震前OD表						
(1)	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.043775	0.000000
(2)	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.019150	0.000000
(3)	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.095166	0.000001
③ 地震後ネットワーク+地震後OD表(BARTへの転換を考慮)						
(1)	0.000000	0.000000	0.000005	0.000000	0.658577	0.000857
(2)	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.401686	0.000012
(3)	0.000000	0.000000	0.000018	0.000000	0.649348	0.001181
④ 地震後ネットワーク(HOVレーン追加)+地震後OD表						
(1)	0.000000	0.000000	0.000058	0.000000	0.923403	0.008005
(2)	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.393241	0.000028
(3)	0.000000	0.000000	0.000123	0.000000	0.873980	0.004974

備考: ノードペア (1) Oakland-San Francisco  
 (2) Berkeley-San Francisco  
 (3) San Jose-San Francisco  
 単位: 交通容量(台/時間/車線)

震後もBARTへの転換なしに、そのまま地震後のネットワークに流れようとしたときの状態を示しており、連結信頼度が地震前に比べて相当減少することが示されている。③のケースは、地震前OD表から、実際にBARTへ転換した交通量を自動車1台あたりの乗車人数を考慮して減じたOD表を用いたものである。②のケースに比べると相当改善されており、BARTが交通量を分担し、道路網信頼度の向上に果たした役割が評価できる。④のケースにおいてHOVレーンの役割は、カープール、バンプールを促進させて自動車交通量を削減し、同時に優先権を与えてHOVの所要時間を減ずることにある。しかし、今回は車種別OD表がないのでHOVと非HOVを分けた分析は不可能であり、ここでの評価は車線数が増加してリンク信頼度が平均的に増加し、その結果ノード間信頼度も向上したことを示している。

最後に、本研究の解析では、京都大学工学部(都市施設耐震システム研究センター) 出井惣太君のご協力を得た。ここに記して感謝の意を表します。

#### 参考文献:

- 1) 亀田弘行・浅岡克彦・小川信行・能島暢呂: ロマ・プリエタ地震がサンフランシスコ沿岸地域の交通システムに与えた影響, 都市耐震セクター研究報告別冊第7号, 1991.
- 2) 若林拓史・飯田恭敬: 交通量変動に起因する道路網の所要時間信頼性評価, 土木学会第46回年次学術講演会概要集第4部, pp. 430-431, 1991.
- 3) 飯田恭敬・若林拓史・福島 博: 道路網信頼性の近似解析方法の比較研究, 土木学会論文集, No. 407/IV-11, pp. 107-116, 1989.
- 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.