

阪神・淡路大震災による道路交通計画に関する教訓および今後のあり方

Lessons and future perspectives on road transportation planning by the
Great Hanshin-Awaji Earthquake

谷口栄一**

by Eiichi TANIGUCHI**

This paper addresses the lessons and future perspectives obtained through the experience and analyses on the road transportation issues generated by the Great Hanshin-Awaji Earthquake. Regarding the road transportation planning considering seismic effects, the most important concept is making the road network redundant to disasters caused by earthquakes. A planner of road network should take into account the hierarchy of roads that is associated with the separation of trips by different characteristics. The provision of traffic information to drivers are very important especially in the emergency case after large earthquake. The coordination and cooperation with different transportation modes is a significant matter, and this should be considered in the emergency traffic management.

Keywords: road network, earthquake, information, traffic management, emergency

1. はじめに

阪神・淡路大震災によって道路は甚大な被害を受け、地震直後においては、道路交通は大混乱に陥った。道路の復旧とともに道路交通は徐々に正常に戻ったが、その間に地域の社会経済活動に大きな影響を及ぼした。阪神・淡路大震災における被害について、土木学会土木計画学研究委員会では、阪神・淡路大震災調査特別小委員会を設けて、調査研究を行ってきた。その中の道路交通分科会（主査：著者）においては、主として道路交通の被害の実態、道路ネットワークの容量低下、信頼性、交通運用、他の交通モードとの連携、物資輸送等について調査研究を行ってきた。ここでは道路交通分科会における研究成果の一部を報告するとともに、阪神・淡路大震災による道路交通計画に関して得られた教訓および今後の道路交通計画のあり方について述べる¹⁾。

2. 震災前の道路交通の状況

平成6年の道路交通センサスの結果を図1に示す。これによれば神戸市の自動車発生集中交通量は236万トリップエンド/日、阪神間の自動車発生集中交通量は、206万トリップエンド/日である。

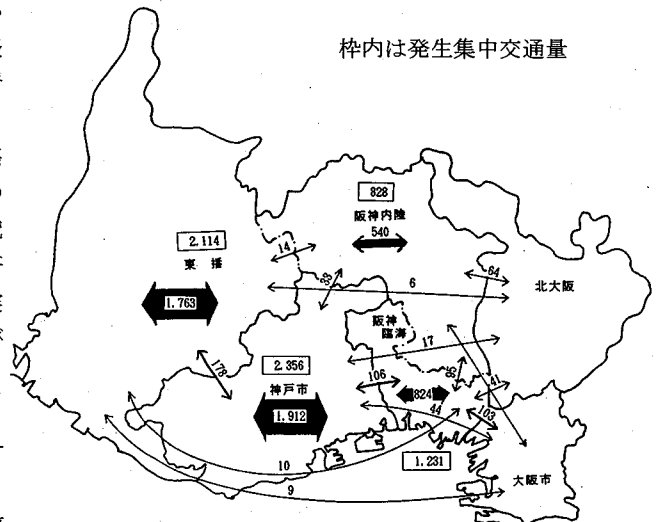


図1 阪神地域間の自動車交通量（平成6年道路交通センサス）（単位：千台/日）

*キーワード：道路ネットワーク、地震、情報、交通マネジメント、非常時

**フェロー会員、工博、京都大学大学院工学研究科土木工学専攻

〒606-01 京都市左京区吉田本町 Tel:075-753-5125,
FAX: 075-753-5907

地域間の自動車交通量を見ると、神戸市—東播磨が18万台/日、神戸市—阪神臨海が11万台/日、阪神臨海—大阪市が10万台/日、神戸市—大阪府が4万台/日等、臨海部の地域相互間の流動が多い。

平成6年の道路交通センサスにより阪神地域の道路交通量をみると、阪神高速道路神戸線は10万台/日程度の交通量を分担しており、臨海部の主軸となっている。また国道43号も約8万台/日の交通量である。国道2号は国道43号と並行する区間では、約4万台/日の交通量であり、これら3路線の合計交通量は約22万台/日である。阪神高速道路湾岸線の交通量は、3-5万台/日となっている。

内陸部では中国自動車道の西宮北以东が9万台/日に近い交通量があり、東西国土軸として多くの交通を分担している。また内陸部と臨海部を結ぶ国道171号の交通量は5万台/日を越えており、連絡路として重要な役割を果たしている。

3. 震災後の道路交通の状況

(1) 通行止め・交通規制の状況

a) 震災約1週間後の状況

図2に震災約1週間後の道路規制状況を示す。震災直後は名神高速道路、中国自動車道、阪神高速道路をはじめ、阪神地域のほとんどの幹線道路が通行不能の状況となった。震災約1週間後では、名神高速道路の吹田以西、中国自動車道の豊中—西宮北間の上り、第二神明道路の伊川谷以东、阪神高速道路の神戸線、湾岸線、環状線、池田線、守口線等が通行止めとなっており、国道2号および43号は一般車両は通行止めとなった。また中国自動車道の下り方向は緊急車両のみが通行可能であり、事実上、一般車両の阪神地域の通過は不可能な状況であった。

b) 震災約1ヶ月後の状況

図3に震災約1ヶ月後の道路規制状況を示す。この段階では、完全な通行止めは名神高速道路の尼崎—西宮間、阪神高速道路神戸線、阪神高速道路湾岸線の中島以西等に限り、阪神高速道路の大阪地区はほぼ復旧した。しかし、国道2号および43号についてはなお一般車両通行止めの状況であった。また第二神明道路の上りや新神戸トンネルの上り方

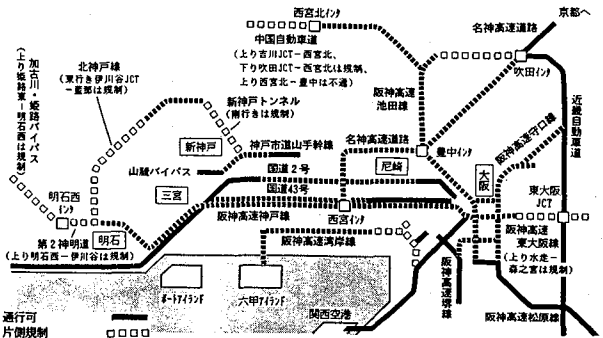


図2 震災約1週間後の道路規制状況

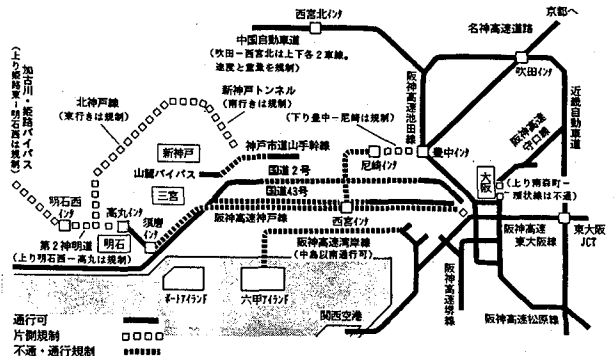


図3 震災約1ヶ月後の道路規制状況

向は時間規制が実施されている。

c) 幹線道路の交通規制等の推移

阪神地域の主要幹線道路の平成7年10月までの交通規制等の状況を整理すると、10月の段階では阪神高速道路神戸線を除き、全面的な通行止めの状況は解除されている。名神高速道路の尼崎—西宮間は緊急車両の利用に限られ、また第二神明道路や新神戸トンネル、国道2号および43号では、時間規制が続いている。

阪神高速道路の神戸線は平成8年2月19日に摩耶—京橋間が開通し、平成8年9月30日に全面開通した。また、国道2号についても平成8年2月に時間規制が解除されている。

(2) 交通量の推移

阪神地域の主要断面における交通量の推移を図4に示す。震災直後の平成7年2月の段階では、震災前と比較して武庫川断面では50%、芦屋川断面では30%、須磨—ノ谷断面では67%に交通量が減

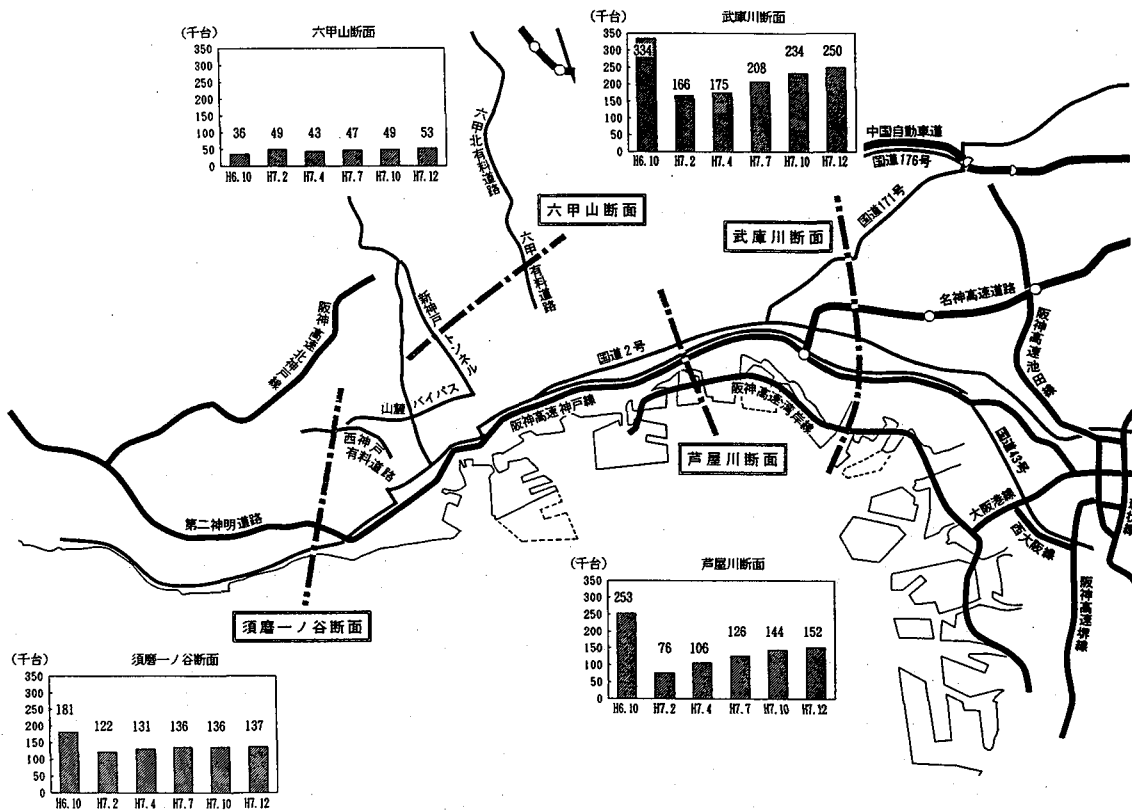


図4 阪神地域の断面交通量の推移

少した。一方、六甲山断面では 36%増の交通量となっている。東西方向の断面交通量は徐々に増加し、平成 7 年 12 月では、震災前と比較して武庫川断面では 75%、芦屋川断面では 60%、須磨一ノ谷断面では 76%まで回復している。六甲山断面でも増加が続き、47%増の交通量となっている。武庫川断面で見ると、特に阪神高速道路湾岸線と国道 2 号の交通量の増加が著しく、須磨一ノ谷断面では西神戸有料道路の交通量の増加が著しい。

道路網としての容量を計算した結果によると²⁾、震災によって阪神地域の道路網容量は、震災前の約 1/3 に減少した。道路網容量は道路のネットワークにおいて、どこかの 1 個所で孤立するノードが現れるときの全体の交通量を示している。従って、実際にはその容量よりも多い交通量が行くことは十分に有り得る事であり、東西方向の道路の断面交通量が震災前の 30-67%に減少したことは理解できる。

一方、中国自動車道では平成 7 年 12 月において、震災前の 8.9 万台/日から 21%増の 10.8 万台/日に、阪神高速道路北神戸線では震災前の 1.6 万台/日から 81%増の 2.9 万台/日となっており、内陸部の幹線道路への迂回がみられる。また姫路以西から播但連絡道路等を経由して中国自動車道を利用するパターンや、神戸周辺から西宮北インター等を経由して中国自動車道を利用するパターンの増加が目立っている。阪神高速道路北神戸線については、播磨方面から北神戸線を経由して新神戸トンネル等を利用し、神戸市市街地にアクセスするパターン等が増加しているものと考えられる。

一般のドライバーに対するアンケート調査によると³⁾震災約 1 週間後においては 33%の人が自動車利用を中止し、20%の人が利用回数を減らしている。また、震災約 1 ヶ月後においても 15%の人が自動車利用を中止し、30%の人が利用回数を減らしてい

る。自動車利用を中止あるいは利用回数を減少させた主な理由は通行規制と交通渋滞である。従って、道路の復旧に伴って通行規制が解除され、交通渋滞も緩和されると、自動車利用を控えていた人が自動車を利用するようになり、交通量が増加したと考えられる。

しかし、どうしても自動車を利用しなければならぬ理由のある人は、迂回路を利用せざるを得なかった。震災直後には、阪神地域の幹線道路が全面的に通行不能の状態であったので、舞鶴自動車道や国道9号を利用した迂回が見られた。舞鶴自動車道では交通量が震災前の平成6年10月には1.7万台/日であったものが、震災直後の平成7年1月には3.6万台/日に増加した。しかし、中国自動車道の復旧を契機にこのような広域的な迂回はほぼ解消している。

(3) 旅行速度の推移

震災後の平成7年2月10日以降、建設省により調査された大阪市―神戸市、姫路市―神戸市間の走行実態調査結果の一部を図5に示す。平均旅行速度の推移を見ると、大阪市、姫路市いずれの方向からも神戸市に入る方向の旅行速度が低く、大阪市―神戸市の場合には10-15km/hの速度になっている。逆方向は概ね15km/hとなっているが、平成6年の道路交通センサスにおけるピーク時旅行速度20km/hに比べると5km/h以上の速度差がある。

姫路市から神戸市に向かう場合は20-30km/hの速度が確保されているが、やはり平成6年の道路交通センサスにおけるピーク時旅行速度45.9km/hをかなり下回っている。逆方向は45km/hとほぼ道路交通センサスにおけるピーク時旅行速度と等しい。この場合も道路の復旧とともに徐々に速度が回復してきている。

(4) 交通事故の推移

交通事故件数は震災後増加しており、平成7年7月と平成6年7月を比較すると、神戸市全体で31%増加し、兵庫県全体でも21%増加している。

路線別に見ると、図6に示すように震災以降、国道2号における交通事故件数が大幅に増加している。これは交通量が増加したことも一因であるが、

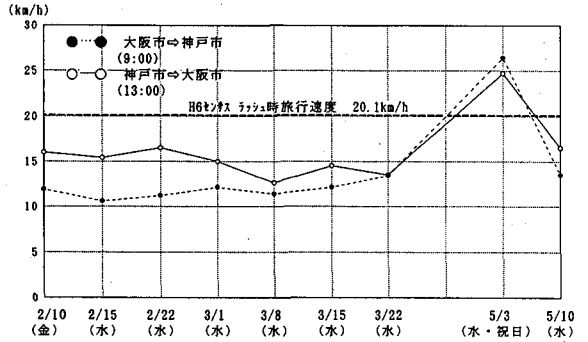


図5 大阪―神戸間の震災後の旅行速度の変化(国道2号、山手幹線等)

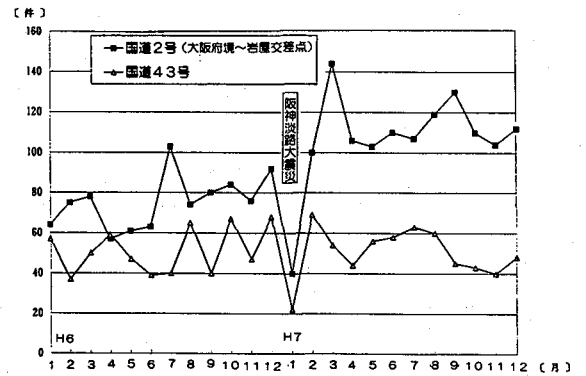


図6 国道2号、国道43号の事故件数の推移

渋滞によるイライラや、自転車・バイクの交通量の増加、歩道が倒壊建物によって閉塞されて、歩行者・自転車が車道にあふれてしまうこと等が原因になっていると考えられる。今回の地震直後には、鉄道が不通となり、幹線道路も規制されたために歩行者・自転車・バイクの交通量が著しく増加したことが特徴として挙げられる。これらの交通の安全を確保するためには道路構造面においても、緊急時に中央分離帯の位置や、車線を変更してフレキシブルに対応できるようにすることが考えられる。

また交通事故が増えた原因として、事故発生率の低い高速道路が使えず、事故発生率の高い一般道路へ転換した車両が多いことを挙げる事ができる。高速道路は高速性・安全性の両面において優れた特性を有しており、地震後の緊急時に高速道路をできるだけ早く通行できるように復旧することが重要である。

(5) 所要時間情報の提供

今回の地震後においては各所で道路の通行止めや通行規制が行われ、それが時間と共に変化していったため、一般のドライバーにとって正確な交通情報を得ることは困難であった。またトラック運送を行っている事業所においても地震直後の正確な通行規制情報、渋滞情報を得ることは大変困難であった。この原因として、情報通信網が地震によって寸断されてしまったために、道路管理者・交通管理者が思うように情報を収集できなかったことが挙げられる。もちろん交通量や速度を計測する感知器が被害を受けて作動しなくなった地点も数多く見られた。

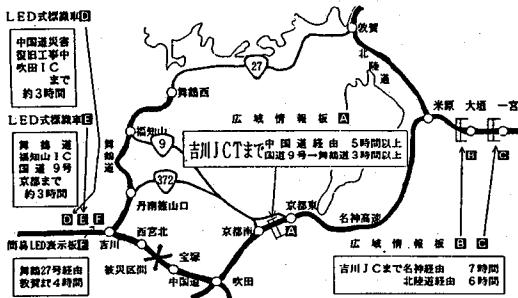


図7 所要時間情報提供の例(名神高速道路および中国自動車道とその代替道路)

そのような状況の中で、中国自動車道では、中国自動車道だけに交通を集中させることなく、国道9号や27号にも交通を分散させるために、高速道路と迂回路の所要時間情報をドライバーに提供した。所要時間は、高速道路については通行券や車両感知器のデータ等を利用して算定し、一般国道についてはパトロールカーを走行させて、実測調査により計測した。図7に所要時間情報提供の例を示す。

4. 利用可能経路に基づく交通規制の影響分析

交通規制実施時の道路網の機能を検討するため、被災地域およびその周辺を含む道路ネットワークを対象として、OD間の利用可能経路ならびに震災前経路に対する震災後経路の迂回率を求めた。

OD間の利用可能経路の計算例として、図8に大阪—三宮の経路を示す。最も大きな迂回を強いられているのは、1月21日時点の一般車両である。1月21日時点では国道43号が不通であり、国道2号が緊急物資輸送ルートに指定されていたため、一般車両に関しては東灘区内で東西交通が遮断された形となってしまった。そのため、計算上は図に示すような六甲山の北側を迂回する経路が求められる結果となった。

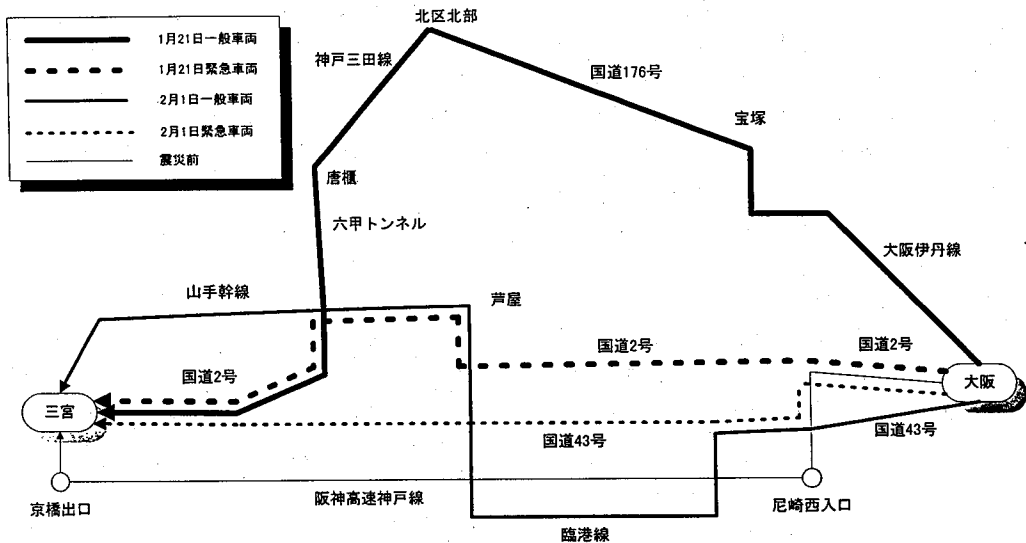


図8 大阪・三宮間の利用可能経路

表 1 大阪（梅田）－三宮間の所要時間推計値

(1月23日時点)										単位は分	
事業者	鉄道			代替バス			鉄道			合計	
	歩行時間	待ち時間	乗車時間	歩行時間	待ち時間	乗車時間	歩行時間	待ち時間	乗車時間		
阪急	区間	梅田－西宮北口			西宮北口－三宮			－			214
	時間	5	5	18	6	60	120	－	－	－	
JR	区間	大阪－甲子園口			甲子園口－三宮			－			270
	時間	5	5	18	2	120	120	－	－	－	
阪神	区間	梅田－甲子園			甲子園－三宮			－			240
	時間	5	5	18	2	30	180	－	－	－	

(2月1日時点)										単位は分	
事業者	鉄道			代替バス			鉄道			合計	
	歩行時間	待ち時間	乗車時間	歩行時間	待ち時間	乗車時間	歩行時間	待ち時間	乗車時間		
阪急	区間	梅田－西宮北口			西宮北口－三宮			－			134
	時間	5	5	18	6	10	90	－	－	－	
JR	区間	大阪－芦屋			芦屋－三宮			－			116
	時間	5	5	14	2	30	60	－	－	－	
阪神	区間	梅田－青木			青木－三宮			－			103
	時間	5	5	23	10	20	40	－	－	－	

一方、緊急物資輸送車両・緊急車両等の交通規制の適用除外の車両については、阪神高速道路こそ利用できないものの、距離的には平常時の経路にかなり近いものが利用可能経路として求められている。

被災地域およびその周辺の道路ネットワークの機能低下を定量的に評価するため、震災前の経路に対する震災後の利用可能経路の迂回率を求める。

平均迂回率の大きなゾーン間交通に着目すると、以下の通りとなる。ただし、()内の数字はゾーン間平均迂回率である。

1月21日のゾーン1（芦屋市・西宮市）・ゾーン2（神戸市東灘区・灘区・中央区・兵庫区・長田区・須磨区）間の一般車両の交通 (3.83)

1月21日のゾーン1（芦屋市・西宮市）・ゾーン4（稲美町）間の一般車両の交通 (1.76)

1月21日のゾーン2（神戸市東灘区・灘区・中央区・兵庫区・長田区・須磨区）・ゾーン3（宝塚市）間の一般車両の交通 (1.51)

この結果を見ると、震災発生直後における芦屋市・神戸市東灘区の断面を横切る東西交通、中でも一般車両による交通の迂回率が大きく、道路網の機能低下および交通規制の影響が強く現れている。

5. バスレーン

震災後の鉄道の不通区間を埋める交通手段として代替バスが1月23日（月）より運行されたが、道

路交通容量の低下と救援・救助物資の輸送等に伴う交通需要のために渋滞が発生し、代替バスの発着場にはバスを待つ長蛇の列ができた。そこで、円滑な代替バスの運行を確保することを目的として、1月28日（土）に国道43号に緊急車両・代替バス走行レーン（以下では代替バスレーンと称する）が設置され、国道43号を通行する三宮への直行便の運行が開始された。

代替バスの乗客数は、当初約3-5万人/日程度の利用であったが、代替バスレーン設置後、概ね2月下旬まで乗客数は上昇し続け、4月1日にJR東海道線が開通するまで、1日に約20万人が利用していた。

大阪（梅田）－三宮間の所要時間の推計値を、代替バスレーン設置前（1月23日）、代替バスレーン設置後（2月1日）で比較したものを表1に示す⁴⁾。代替バスレーン設置前後の1月23日と2月1日と比較すると、どの鉄道路線を利用しても代替バスレーン設置前の約半分の所要時間に短縮されており、この点からも代替バスレーン設置の効果を確認することができる。また1月23日と2月1日の代替バスの待ち時間を比べると、各社とも大幅に減少していたことが分かった。

6. 階層構造から見た道路ネットワークの評価

これまでに開発されてきた平常時交通を対象とし

たネットワーク分析手法を用いて、震災前後で神戸・阪神地域の幹線道路網の機能にどのような変化が生じたかを分析した⁵⁾。

道路に期待される機能（計画機能）の категорияごとに、利用実態から見た道路機能の震災前後の変化を比較したのが図9、図10である。計画機能の categoryは、国土幹線自動車道（以下では国幹道と称する）および都市高速道路、一般国道、主要地

方道、一般地方道の4区分とした。図9を見ると、震災前には幹線性を期待される国幹道や都市高速道路は他のクラスの道路に比較して交通量が多く、平均トリップ長も相対的に長い。従って、計画機能に見合う利用形態となっていると言える。一般国道は交通量の面では幹線性が強いが、平均トリップ長は短く、地域の生活交通が相当量混在していたものと考えられる。交通量とトリップ長から見た主要地方道と一般地方道の差は認められず、両者の実態機能にはほとんど差がない。要するに、震災前であっても国幹道クラスの主要幹線を除けば、必ずしも計画機能に整合した道路の利用がなされていなかった可能性がある。

一方、震災後の図10を見ると、国幹道・都市高速道路の交通量とトリップ長が減少し、逆に一部の主要地方道では交通量やトリップ長の増加が著しい。結果的に、いずれのcategoryの道路も期待される計画機能と利用実態との不整合は震災前に増して顕著になったものと考えられる。生活道路化した幹線道路や、逆に幹線道路化した生活道路が混在した道路利用形態がネットワークの各所に出現し、道路利用者のモビリティを低下させているだけでなく、沿道の安全性や生活環境を悪化させているものと推察される。

7. 道路交通計画に関する教訓および今後のあり方

道路交通計画に関して、今回の震災から得られた教訓および今後のあり方について以下に述べる。

- (1) 今回の大地震によって、阪神高速道路や中国自動車道等の高速道路が各地で大きな被害を受けたが、その代替ルートとなる道路が十分でなく、道路ネットワークとして余裕のないものになっていた。この点に関して今後の広域幹線道路網計画においては、大地震によってあるルートが通行止めとなっても必ず代替ルートが設定できるようなネットワークとすべきである。余裕のある道路ネットワークは防災面で効果を発揮するのみならず、平常時の交通に対しても交通を分散させる効果があり、環境や渋滞間

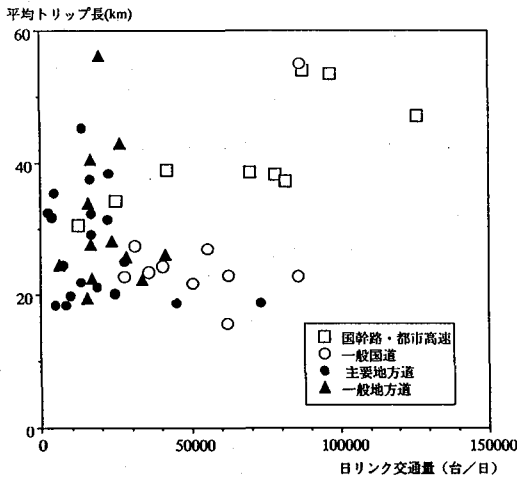


図9 計画機能別の道路の利用形態（震災前、平成6年10月）

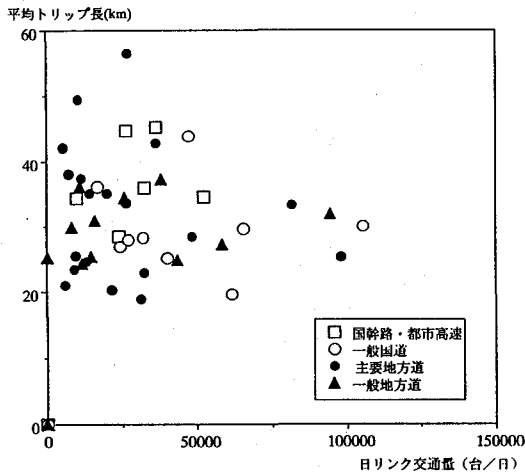


図10 計画機能別の道路の利用形態（震災後、平成7年5月10日）

題の緩和にも貢献すると考えられる。

- (2) 道路の階層構造を考える事が重要であり、高速道路、幹線道路、補助幹線道路、細街路等の道路の階層構造を適切に考慮したネットワークを構築し、それが災害時にも生かされるような道路計画とすることが必要である。きちんとした階層構造を有する道路ネットワークは交通のモビリティを向上させるのみならず、交通安全の面でも効果があると考えられる。
- (3) 交通規制および迂回路に関する情報提供はテレビ・新聞・ラジオ等のマスメディア、道路上の案内情報板・ハイウェイラジオ等で行われた。しかし、道路の混雑状況や、所要時間について一般のドライバーが正確な情報を得る事は困難であった。震災後の混雑状態においては、正確な最新の情報をいかにして収集し、ドライバーに早く伝えるかということが問題であり、今後 VICS(自動車情報システム)等の普及を念頭において、震災時の交通情報提供の方法について検討する必要がある。
- (4) 代替バスレーンが国道 43 号に設置され、鉄道の代替バス輸送に大きな効果があった。鉄道が不通になり、道路も交通規制が行われていたため、公共輸送機関としてはバスが最適であり、バスの定時制確保のために代替バスレーンが有効であった。また船舶も代替交通機関として活用されたが、非常時においては複数の交通モードの連携を円滑にすることが重要であり、道路計画においてもこの点を考慮する必要がある。
- (5) 地震後の道路ネットワークの容量は今回の大地震では約 1/3 に減少した。都市直下型の大地震においてはこの程度の容量低下があるものと想定すると、生き残った道路をいかに有効に活用するかということが重要な課題となる。車種別あるいは交通目的別の交通規制は有効な手段となると考えられる。この面での ITS(高度道路交通システム)の研究開発が期待される。また、道路構造をフレキシブルなものにしておき、非常時

には簡単に車線数を増やしたり、中央分離帯の位置を変更したりできるようにすることも検討に値する。

8. おわりに

上述のように、道路交通計画の分野について、今回の大震災から様々な教訓が得られたが、今後の道路交通計画においてそれを実際に生かす必要がある。そのためにはこの分野についてももっと深く調査研究を行う必要があり、今後の研究に期待したい。

また、ここで述べた事は道路交通分科会における議論から得られたものであり、道路交通分科会の委員各位に心より感謝の意を表する。

参考文献

- 1) “土木学会土木計画学委員会 阪神淡路大震災調査特別小委員会 道路交通分科会報告書” 1997
- 2) 谷口栄一、則武通彦、山田忠史、国分潔、“震災による道路網容量の減少と新規路線の整備効果” 土木学会シンポジウム「阪神・淡路大震災に学ぶ——土木計画からのアプローチ」1997
- 3) 宇野伸宏、飯田恭敬、谷口栄一、牛場高志、“阪神・淡路大震災後の道路網の機能低下と交通規制の影響” 土木学会シンポジウム「阪神・淡路大震災に学ぶ——土木計画からのアプローチ」1997
- 4) 新田保次、松村謙慶、中村圭吾、“震災時の補完交通の特性——自転車・バイクと代替バスを中心として” 土木学会平成 8 年度関西支部年次学術講演会講演概要集、pp.IV-73-1 - IV-73-2、1996
- 5) 藤原健一郎、朝倉康夫、柏谷増男、“道路ネットワークの階層性と信頼度の関係についての一考察” 土木学会第 51 回年次学術講演会講演概要集、第 4 部門、pp.50-51、1996
- 6) 若林拓史、“迂回交通量を考慮した阪神間道路網の連結信頼性評価と重要区間評価：現況および将来道路網に対して” 阪神・淡路大震災に関する学術講演会論文集、pp.709-716、1996