

阪神・淡路大震災特別小委員会 道路交通分科会報告

主査 谷口栄一（京都大学）

1. はじめに

1995年阪神・淡路大震災は道路、鉄道、港湾等の土木構造物に多大の被害を与え、日本経済にも大きな影響を及ぼした。特に道路については高速道路が大きな被害を受け、幹線道路のネットワークが各地で寸断され、震災後の道路交通がマヒ状態となる等、社会的に大きな影響を及ぼした。このような状況を踏まえて道路交通分科会では非常時に強い道路ネットワークを構築するための計画手法を確立することを目的として調査・研究を行っている。主な研究項目とその内容を表-1.1に示す。また分科会の構成を表-1.2に示す。本分科会では、まず道路交通の被害と復旧の実態を正確に把握し、非常時の交通量推計手法、道路ネットワークの信頼性の評価、道路構造のあり方について研究を行う。また非常時の交通マネジメント、情報提供、ロジスティクス、各モード間の連携についても研究を行う。それらの研究成果に基づき、防災を考慮した道路計画のあり方についてまとめる。

本分科会では大学等の研究者と建設省、兵庫県、各公団の技術者が共同で調査、研究を行っており、今回の震災の教訓を生かして、将来の道路計画手法について得られた知見をまとめていきたいと考えている。現在までに行った調査、研究の成果のいくつかを以下に報告する。

表-1.1 研究項目と内容

研究項目	内容
道路交通の被害と復旧の実態	<ul style="list-style-type: none"> ・高速道路、国道等各道路の被害と復旧状況 ・震災前後の道路交通の変化 ・道路被害と産業、生活との関連
非常時の交通量推計	<ul style="list-style-type: none"> ・震災後の交通量推計手法
道路ネットワークの信頼性	<ul style="list-style-type: none"> ・震災に対する道路ネットワークの信頼性の評価 ・道路の階層構造とネットワークの評価
道路の横断面構成のあり方 (分離帯、歩道、植樹帯等)	<ul style="list-style-type: none"> ・道路の横断面構成のあり方 (分離帯、歩道、植樹帯等) ・弾力性のある道路構造（運用面）
非常時の交通マネジメント	<ul style="list-style-type: none"> ・バス専用レーンの考え方 ・マイカー規制の方法 ・船舶、鉄道等他機関との連携
非常時の情報提供	<ul style="list-style-type: none"> ・非常時の交通情報伝達手段、方法 ・非常時の交通管制
非常時のロジスティクス	<ul style="list-style-type: none"> ・震災時のロジスティクスセンターの配置 ・代替トラックルートの選定方法
防災を考慮した道路計画	<ul style="list-style-type: none"> ・非常時の代替ルート設定 ・耐震性を考慮したネットワークの最適化 ・耐震性向上と道路投資

表-1.2 道路交通分科会構成

主査	委員
谷口 栄一 京都大学土木工学科助教授	新田 保次 大阪大学土木工学科助教授
朝倉 康夫 愛媛大学土木海洋工学科助教授	羽田 好秋 日本道路公団大阪建設局企画調査課長
石川 次郎 建設省兵庫県道工事事務所長	尾藤 勇 建設省阪神国道工事事務所長
宇野 伸宏 京都大学交通土木工学科助手	松村 暢彦 大阪大学土木工学科助手
小河 保之 兵庫県道路建設課長	村西 正実 建設省土木研究所道路研究室主任研究員
木下 賢司 近畿地方建設局道路部道路調査官	山田 忠史 関西大学土木工学科助手
田中 稔 神戸市土木局道路部建設課長	若林 拓史 名城大学都市情報学科教授
柘植 章英 阪神高速道路公団計画部調査課長	

2. 道路の被害と復旧

建設省近畿地方建設局 谷村昌史

2.1 被害状況

阪神・淡路大震災による道路の被害は、高速道路から市町村道に至り、極めて多くの区間が被災し、またその内容も倒壊、落橋、路面陥没等多種のものであった。図-2.1に約1週間後における道路の状況を示している。

また、以下に各道路管理者毎の被害の状況を示している。

2.2 建設省直轄国道の被害

建設省直轄国道では、一般国道2号、43号を始めとして合計6路線が橋脚損傷、落橋等多くの被害を受けた。

表-2.1 大震災による直轄国道の主な被害

路線	被害の内容
2号	浜手バイパスの橋脚、橋台が57基被災等
43号	岩屋高架橋上り倒壊、下り大部分損傷等
171号	門戸高架橋落橋、池田高架橋脚損傷等
その他の国道	28号橋台背面沈下、175号黒田庄町路面亀裂、176号塩瀬地区法面崩壊等

2.3 JH・高速自動車国道等の被害

JH日本道路公団の大阪管理局管内道路については高速自動車国道7路線67ヶ所、一般有料道路2路線42ヶ所において、橋梁、舗装、盛土構造物が被災した。これらのうち、高速自動車国道等の主な被災構造物は表-2.2に示している。

表-2.2 高速自動車国道等の主な被害

路線	被害の内容
名神高速道路	①西宮IC橋阪神電鉄上の3ブロックが約50cm横方向に移動 ②瓦木西高架橋(西宮市大屋町付近)落橋及び倒壊 ③武庫川橋(西宮・芦屋市境)支承破壊、ヒビ割れ ④守部高架橋(尼崎市武庫之荘付近)固定脚のせん断破壊
中国自動車道	①塚塚高架橋 固定脚のせん断破壊
第二神明道路	①大蔵谷ICの盤土崩壊

2.4 阪神高速道路の被害

阪神高速道路は震源より東側約60km内に位置する供用13路線にわたって被害を受けた。とくに、3号神戸線、5号湾岸線は、高架橋倒壊、落橋という甚大な被害を受けた。

表-2.3 阪神高速道路の主な被害

路線、地域	被害の内容
3号神戸線	高架橋倒壊(1ヶ所、18径間)、落橋(4ヶ所、10径間)
5号湾岸線	西宮港大橋、東神戸大橋、六甲I橋等の損傷
7号北神戸線	ヒビ割れ、コンクリート破損等30ヶ所
大阪府域の阪神高速道路	橋のヒビ割れ、支承破損・変形、伸縮継手段差損傷ヶ所193ヶ所

2.5 兵庫県・神戸市の道路の被害

兵庫県、神戸市の管理する道路の被害は極めて多くとくに神戸市においては、構造物の倒壊等から通行不可能となった道路区間も多数あった。表-2.4は被害状況の代表として橋梁の被害について示している。とくに神戸、西宮、芦屋市を中心として被害が広がった。

また、港湾道路であるハーバーハイウェイも被害を受けて、通行止、車線規制が行われた。(表-2.4における神戸市域は土木局所轄のみ)

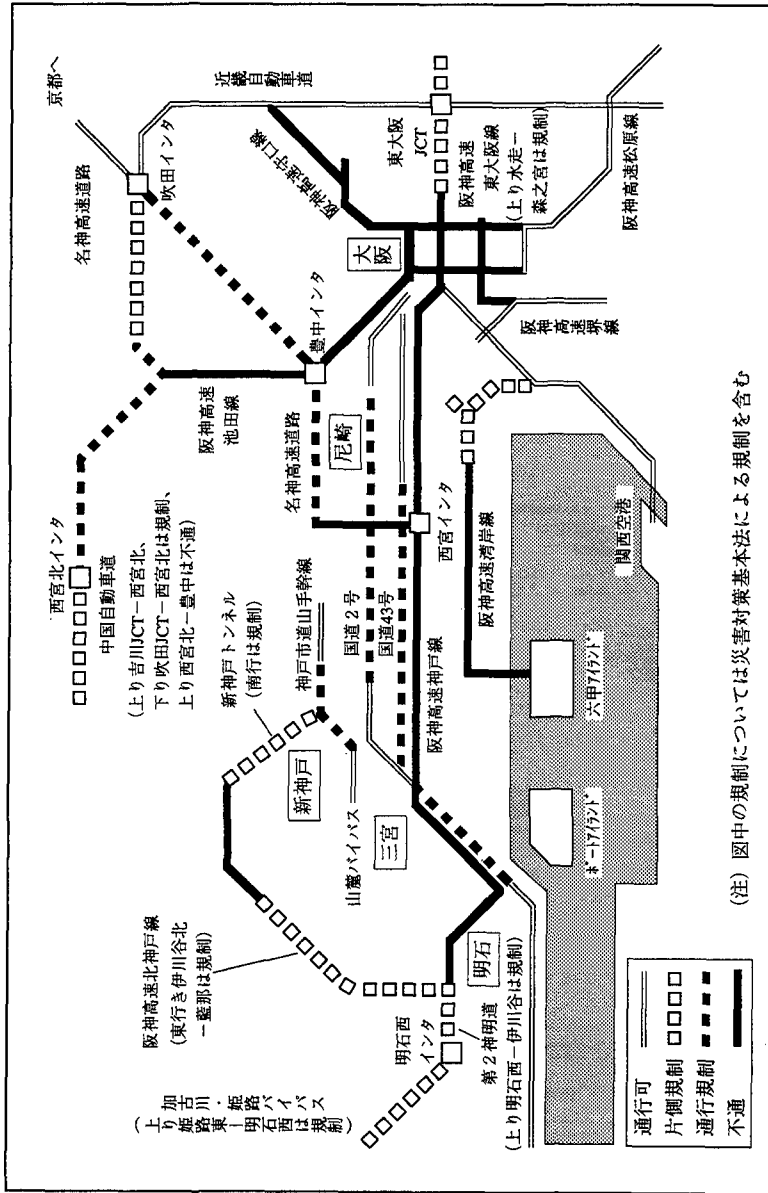
表-2.4 兵庫県、神戸市の道路の主な被害

地域	被災の箇所数
阪神地域	橋梁災害117ヶ所等
淡路地域	橋梁災害7ヶ所等
播磨地域他	橋梁災害5ヶ所等
神戸市域	橋梁災害217橋等

2.6 道路の復旧

各道路管理者においては、地震発生直後より、応急復旧工事を精力的に進め、一刻も早い交通機能の確保に努めた。また、現在も通行止となっている箇所においても、そのほとんどは平成8年内の供用を目指しており、1日も早い供用に向かって復旧工事を進めている。

なお、建設省では復旧にあたり、被災した道路橋の復旧に係わる仕様をまとめ、今回の地震に対しても耐えることができる構造で再構築、補強を行うこととしている。また、兵庫県、神戸市においても、災害に強い道路網の形成を目指した計画を策定している。



(注) 図中の規制については災害対策基本法による規制を含む

図-2.1 震災1週間後の道路状況

3. 道路ネットワークの評価

名城大学 都市情報学部 若林拓史

ここでは、道路網の連結信頼性の観点から、平常時の交通量の下で、今回の道路網寸断が発生した場合での三宮～大阪間の連結信頼性を評価する。この計算方法については、文献1(本号)で述べている。表-3.1では、平常時の信頼度(BASE)および神戸線・湾岸線・43号線(の1/2容量)・中国道が通行不能となり2号線が代替経路となり迂回交通を引き受けた場合(CASE 6 今回の地震に相当する)、およびその中間的な被害想定について信頼度を計算している。BASE ケースから、平常時でも2号、43号、神戸線では渋滞が発生し、連結信頼度があまり高くないことがわかる。この3経路に湾岸線を加えると、同線は交通量が飽和していないために、信頼度が格段に向上することがわかる。

次に、どのようなネットワーク構成が望ましいかを考察してみる。まず、代替経路を充実させ、信頼性の高いネットワークを構成することである(文献1参照)。しかし、比較的道路網が充足している米国においても、主要幹線が通行不能になり、臨時的な車線を可能な限り増設しても、震後の道路網運用には限界がある場合がある²⁾。このため、地震後の交通運用は次の2点が重要である。

- 1) 効果的な交通危機管理策を実施すること³⁾。
- 2) 平常時から交通ネットワークに余力を持たせること。

紙数の関係から2)についてのみ述べる。1989 ロマ・ブリエタ地震は、地震前後の交通量データが観測された最初の都市地震であり、地震前後のネットワーク分析が行われている^{2)、4)}。ここでは、災害後に策定された道路網の増強対策には不十分と限界があることが明らかとなった。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。したがって、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。現時点においてこの目的達成のためには、道路網整備計画に防災計画をセットしておくことが最も近道であると考えられる。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、効果を定量化した³⁾。このような道路構造で重要なことは、追加的レーンを特定の車両への限定レーンとするか否かの検討であり(時間的運用を含めて)また、その場合、違反者が排除できる構造とし緊急時にその所期の機能が発揮できるようにすることである。

参考文献

- 1) 若林拓史：地震災害時の道路網連結信頼性と確保重要度による重要区間の評価：阪神間道路網を例として、土木計画学研究 18, 1995。(本号)
- 2) 若林拓史・能島暢呂：ノースリッジ地震と阪神大震災から学ぶ交通システムの危機管理、地域安全学会講演論文集 (forthcoming), 1995.
- 3) 若林拓史・亀田弘行：ロマ・ブ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効果分析と災害時の道路網計画、都市計画論文集 30(forthcoming), 1995.
- 4) 若林拓史・亀田弘行：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評価、土木計画学研究・論文集 10, pp.103-110, 1992.

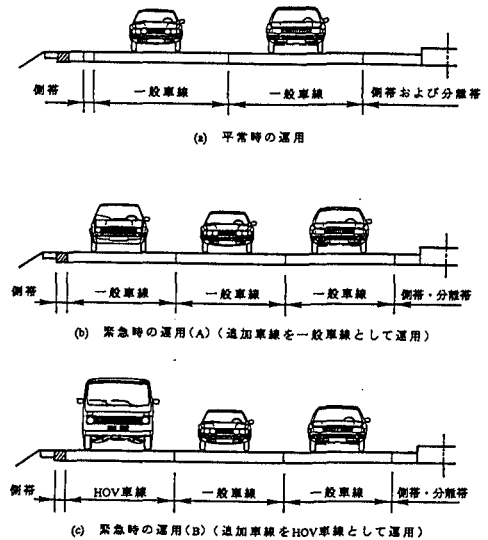


図-3.1 余裕をもたせた道路構造

表-3.1 兵庫県ネットワークの連結性信頼度(大阪～三宮、時間係数0.10)

想定ケース	追加経路	国道2号+国道43号	+阪高神戸線	+阪高湾岸線	+名神・阪高
BASE	全リンク健全	0.4849	0.4849	1.0000	1.0000
CASE1	神戸線のみ不通 代替：2号、湾岸 (43号余力なし)	0.0095	0.0095	0.2800	0.2800
CASE2	神戸線・43号不通 代替：2号、湾岸	0.000006	0.000006	0.000006	0.000006
CASE3	神戸線・43号1/2不通 代替：2号、湾岸	0.0021	0.0021	0.0063	0.0063
CASE4	湾岸線のみ不通 代替：神戸線	0.4849	0.4849	0.4849	0.4849
CASE5	中国道のみ不通 代替：湾岸線	0.000006	0.000006	0.0100	0.0100
CASE6	神戸・湾岸・43・中国全滅 代替：2号	0.0	0.0	0.0	0.0

4. 沿道建物の倒壊を考慮した道路の横断面構成
建設省土木研究所、村西正実

4.1 震災時における沿道建物の倒壊状況

建設省兵庫国道工事事務所では、震災後の平成7年1月21日に、一般国道2号・西宮市～神戸市中央区間(延長: 21.2km)において、倒壊建物等が道路を塞いでいる状況を調査した。(調査内容: 倒壊物の種類[沿道建物、ブロック塀等]、道路内の占有幅等)

国道2号の当該区間においては、道路の両側に歩道等が設置されており、その幅員も、約4mの歩道、または、約6mの歩道+植樹帯+自転車道が確保されている。

調査区間における倒壊建物(外壁・ガラス・瓦等の落下を含む)の件数は、267件であり、道路占有幅の平均値は、3.1mであった。このうち、倒壊建物により歩道等の通行ができなくなったケースが、198件(74%)あり、さらに、倒壊建物が車道部にまで及んでいるケースが、11件(4%)あった。しかし、歩道等の幅員が広いこともあり、車両の通行が大きく妨げられるケースはなかった。

また、倒壊建物が、高木や電柱にもたれて止まっているケース(43件[16%])や車道部との境界防護柵で止まっているケース(19件[7%])も見られた。

倒壊建物の占有幅の267件のデータについて、度数分布と累加曲線図を作成すると図-4.1のようになる。これより、例えば、歩道部の幅員として、5mを確保すれば、約95%の倒壊建物の影響を車道部に及ぼさずに済むことがわかる。

4.2 沿道建物の倒壊を考慮した道路の横断面構成

4.2.1 歩道等を設置する場合

現行の道路構造令においては、歩道幅員の規定値は、4種1・2級で、3.5m、3種及び4種3・4級で、2mであり、自転車歩行者道幅員の規定値は、4種1・2級で、4m、3種及び4種3・4級で、3mである。これに、路上施設を設置する場合及び植樹帯を設置する場合を考慮して、倒壊建物のカバー率(倒壊建物が車道部に及ばない割合)を算出すると、表-4.1のようになる。

これより、4種1・2級の場合、歩道+植樹帯、または、自歩道+路上施設を設置するために必要な幅員を確保すれば、ほとんどの倒壊建物(93%~96

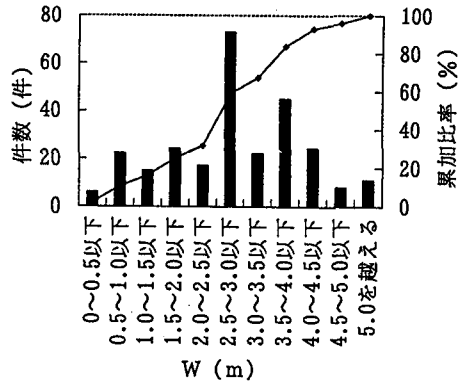


図-4.1 倒壊建物の道路占有幅Wの分布

表-4.1 歩道等を設置する道路における倒壊建物のカバー率

	4種1・2級		3種, 4種3・4級	
	幅員	カバー率	幅員	カバー率
(歩道を設置する場合)				
歩道のみ	3.5m	67%	2.0m	25%
歩道+路上施設	4.0m	84%	2.5m	31%
歩道+植樹帯	5.0m	96%	3.5m	67%
歩道+自転車道+路上施設	6.5m	96%以上	5.0m	96%
(自歩道を設置する場合)				
自歩道のみ	4.0m	84%	3.0m	59%
自歩道+路上施設	4.5m	93%	3.5m	67%
自歩道+植樹帯	5.5m	96%以上	4.5m	93%

%)をカバーすることができ、3種及び4種3・4級の場合、歩道+植樹帯、または、自歩道+路上施設を設置するために必要な幅員を確保すれば、約70%の倒壊建物をカバーすることができることがわかる。

一般に、新設道路においては、自転車歩行者道+路上施設の幅員を確保することが多いので、この場合、おおむね、倒壊建物の影響を車道部に及ぼさない道路の横断面構成であると評価できるものと考えられる。

4.2.2 歩道等を設置しない場合

通常、市街地の2車線以上の道路には、原則として、歩道等を設置するので、ここでは、歩道等を設置しない1車線道路(車道幅員4m)について、4.2.1と同様の検討を行った。その結果、路肩幅員として、1m、総幅員6m(1+4+1m)を確保すれば、車両の通行幅3mを確保した上で、約60%の倒壊建物をカバーすることがわかった。ただし、ここでは建物の倒壊は、道路の片側からのみ起こると仮定している。

道路の両側からの倒壊を考えると、歩道等を設置しない1車線道路で、車両の通行を確保することは、困難であり、この場合、両側に歩道等を設置することが必要となる。

5. 交通需要マネジメント

—道路交通規制と鉄道代替バスに着目して—

大阪大学 新田次次, 松村暢彦

5.1 震災後の交通需要マネジメント

震災後の交通需要マネジメントは、第1に道路交通流の円滑化といった視点で対象地域における自動車交通量の適正化を目的とすることにある。その時に、潜在化した交通需要のうちどの需要を顕在化をさせるのか、もしくは抑制するのかといった交通需要の質をとらえることが重要である。

ここでは、震災後の交通需要マネジメントの二本柱である道路交通規制と鉄道の代替バスに着目し、顕在化した道路交通の特徴とその代替交通手段として代替バスが果たした役割について述べる。

5.2 顕在化した自動車交通量の特徴

図-5.1は震災後の平日（水曜日）の神戸市都心に流入してくる自動車交通量の変化をグラフ化したものである。この図によると、神戸市に流入してくる断面をとってみても、時間とともに自動車交通量が増えている。次に、図-5.2は国道2号（西宮市札場筋）における自動車交通量（乗用車、トラック）の8時から18時までの1時間自動車交通量である。まず、2月8日と3月1日に着目すると乗用車の交通量はそれほど増加していないにもかかわらず、トラックの交通量が増えたために、全自動車交通量が増加している。また、5月31日には乗用車、トラックとも増加している。このような道路交通の量的、質的变化は自動車の代替交通手段の鉄道の開通区間（4月1日からJR東海道線が全面復旧）や交通規制の内容の変更など様々な要因が影響していると考えられる。

5.3 バスレーン設置の効果

自動車による移動が物理的に制限されており、また鉄道も復旧過程にある状況で、バス専用レーンの設置によって円滑な代替バスの運行を確保しようとしてきた。その結果、代替バスの運行によって、1月末から6月上旬までの約4か月間でのべ1400万人以上が利用した。図-5.3によると1月28日のR43のバス専用レーンの設置後（三宮直行バスの運行開始）、おおむね2月いっぱい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、20万人/日が利用していた（これは平時の鉄道輸送人員

の3～4割に相当する）。これから輸送乗客員数の増加の一因としてバスレーンの設置が考えられる。

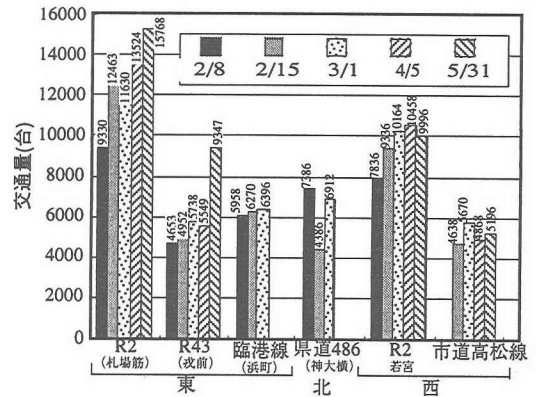
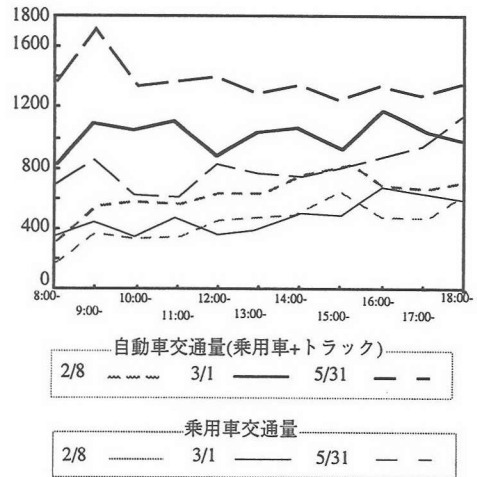


図-5.1 神戸市流入自動車交通量(8時～18時)
土木計画系大学合同交通量調査より



土木計画系大学合同交通量調査より

図-5.2 平日の1時間自動車交通量の変化 (R2札場筋)

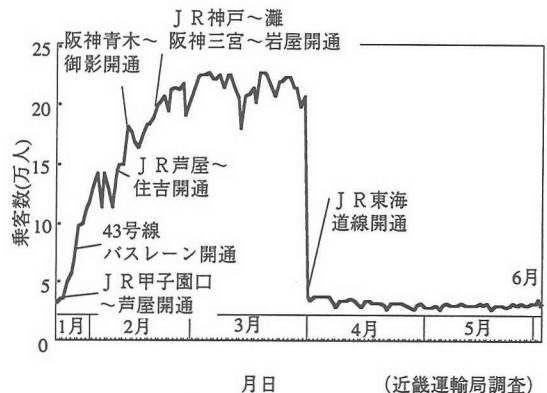


図-5.3 代替バス輸送実績