

幹線系道路の地震時交通状況に関する検討\*

A study on the estimation method of traffic situation after the earthquake

大谷康史\*\*, 杉田秀樹\*\*\*

By Yasushi OHTANI, Hideki SUGITA

1. はじめに

平成7年に起きた兵庫県南部地震による市街地の甚大な被害を背景に、地震に対して強いまちづくりが各地域で推進されている。そのまちづくりを技術面から支援することを目的として、平成10年度より5箇年計画で建設省総合技術開発プロジェクト(以下「総プロ」と記す)「まちづくりにおける防災評価・対策技術の開発」が行われている。

本報告では、まちづくりにおける防災評価技術の一環として、幹線系道路の信頼性評価手法に関する取り組みを紹介するものである。兵庫県南部地震等の既往地震による被災事例に基づく幹線系道路の被災特性および都市特性を踏まえた幹線系道路の信頼性評価手法の枠組みについて検討した結果を報告する。

2. 幹線系道路の地震時機能障害の特徴

(1) 既往地震による幹線系道路の被害

(a) 既往地震

地震により道路施設(道路橋、盛土、切土・斜面、トンネル等)、道路占用施設(地中埋設管、共同溝等)、道路沿道施設(建築物、電柱、ブロック塀等)に発生する機能障害は、幹線系道路における通行規制の原因となる。そこで、幹線系道路の障害危険度評価手法を作成するにあたり、考慮すべき事象を明らかにするために、既往地震における道路被害について実態調査を行った。

調査対象地震は、近年に発生し被害が大きかった

\*keywords 地震防災, 防災計画, 地域計画, 交通制御

\*\*正会員,建設省土木研究所防災技術課研究員

(茨城県つくば市旭1番,TEL0298-64-3245,FAX0298-64-0598)

\*\*\*正会員,工博, 同上 防災技術課長

5地震とし、被害発生場所により、山間部に被害が生じた地震(昭和53年伊豆大島近海地震)、市街地に被害が生じた地震(昭和53年宮城県沖地震、昭和58年日本海中部地震、平成5年釧路沖地震、平成5年北海道南西沖地震)、大都市直下型地震(平成7年兵庫県南部地震)の3種類に分類した。

調査方法は、阪神淡路大震災については道路管理者に対するヒアリングを行い、その他の地震については被害調査事例によった。

(b) 兵庫県南部地震における被災事例

兵庫県南部地震における調査範囲を表1に示す。調査対象となった総管理延長は1,040kmであり、その区間で行われた通行規制は232カ所にのぼった。

表1 兵庫県南部地震における調査対象

道路管理者	管理延長	通行規制箇所数
兵庫県	520km (50%)	76件 (32%)
神戸市	260km (25%)	46件 (20%)
阪神公団	73km (7%)	64件 (28%)
兵庫県道	187km (18%)	46件 (20%)
合計	1,040km (100%)	232件 (100%)

道路管理者が行った通行規制の原因となった道路機能障害の調査結果は図1に示すとおりであり、以下の事象が明らかとなった。なお、道路機能障害の種類は多岐にわたるため、関連事項をまとめて、大き

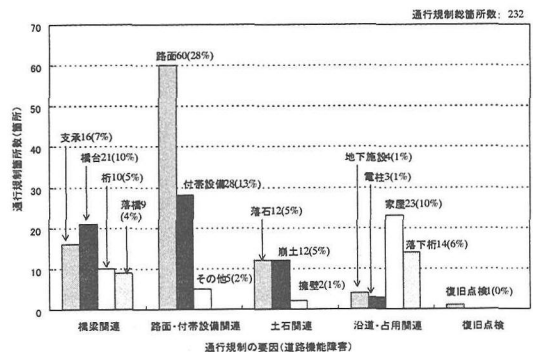


図1 通行規制の原因となった道路機能障害

く5項目に分類している。

- ①通行規制をもたらした道路機能障害は路面・付帯設備関連が最も多く、それに橋梁関連が続いている。
- ②幹線系道路においても道路施設以外の沿道・占用関連の被害による通行規制が全体の約19%を占めており、道路機能障害を扱う上で重要な要素である。

次に、別途推定された地表面最大加速度分布を用い、通行規制をもたらした道路機能障害件数と地表面最大加速度の関係を累積グラフ形式にとりまとめた。結果は図2の通りであり、各種施設被害による道路機能障害の一般的な傾向は以下の通りである。

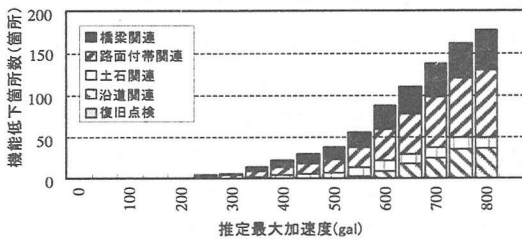


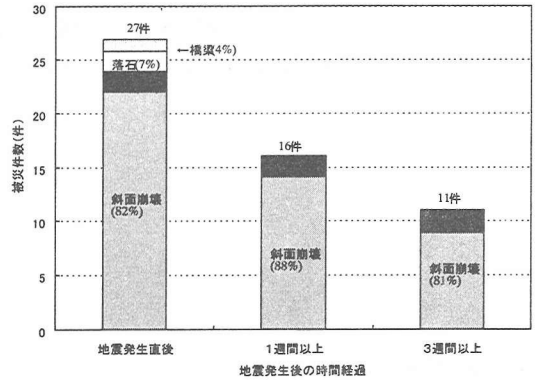
図2 地表面最大加速度と機能障害箇所数

- ①全体的には、施設被害は地表面最大加速度が概ね200galを超えた地域で生じ始め、地表面最大加速度が概ね500galを超える地域で急増する傾向がある。
- ②橋梁関連、路面・付帯設備関連の被害による機能障害は、地表面加速度が概ね200galを超える地域で生じ始める。
- ③土石関連の被害による機能障害は、概ね300galを超える地域で生じ始め、500galを越える地帯で障害件数が頭打ちとなっている。
- ④沿道・占用関連の被害による機能障害は、概ね500galを下回る地域では見られない。

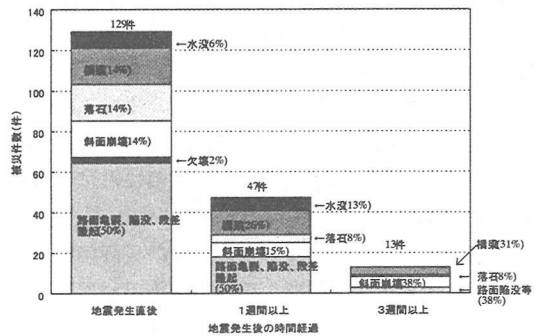
(c) 既往地震における道路機能障害の復旧

地震後の時間経過に伴う幹線系道路の被害の復旧状況を把握するために調査を行った。調査結果を、

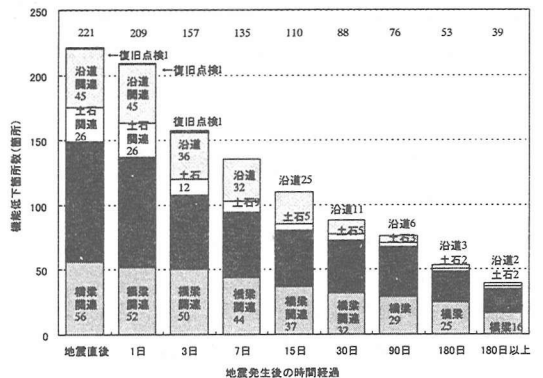
- ①山間部の地震、②市街地の地震、③大都市直下の地震の3種類の分類毎に図3に示す。調査結果より以下の結論が得られた。
- ①山間部の地震においては、土石関連被害が多く、市街地の地震に比べて道路機能障害の解消に時間を要する。
- ②施設被害が多岐にわたる市街地の地震と大都市直下の地震では、施設被害件数や被害程度が異なるため定量的な比較は難しいが、道路機能障害を概ね9



① 山間部の地震 (伊豆大島近海地震)



②市街地の地震 (新潟、宮城、日本海中部)



③大都市直下の地震 (兵庫県南部)

図3 通行規制を伴う道路機能障害の時間変化

- 割解消するために、市街地の地震では3週間程度、大都市直下型の地震では180日以上要する。
- ③兵庫県南部地震では、路面損傷が1日以内で復旧された箇所が多く見られる一方、6ヶ月以上の復旧期間を要した箇所も少なくない。これは、部分的に使用可能となり緊急輸送路として供用されている路線では、復旧作業に専念できず、完全復旧までに時

間を要する場合がありますためだと考えられる。

(d) 道路機能障害評価時の留意事項

本評価手法は、主に市街地を対象としており、兵庫県南部地震においては、既往の市街地の地震に比べて復旧に長期間を必要としている点に留意し、復旧時期の道路機能障害評価にあたっては、推定地震被害の質・量を考慮する必要がある。

(2) 道路機能障害と交通規制

既往地震の調査事例より、道路機能障害と道路管理者が実施した通行規制の関係について調査を行った。調査結果は表2に示通りで、兵庫県南部地震は既往地震に比較して大規模な施設被害が多く生じたことから、橋梁・橋台の損傷、歩道橋被害、建物被害、道路上への桁落下による完全通行止めの事例が新たに見られた。幹線系道路の障害危険度評価モジュールの作成にあたっては、この点に留意し、被害想定が過小評価にならないよう検討する必要がある。

表2 通行規制と道路機能障害の関係

道路機能障害(施設被害等)	交通規制の種類						
	交通整理	広域交通規制	完全通行止	車重・車高規制	夜間通行規制	走行速度規制	一方通行
1.欠陥			●		●		
2.亀裂、陥没、段差、隆起			●	●		●	●
3.落石、土石崩壊			●		●		●
4.上部工の傾斜、移動、落橋	●		●	●			●
5.支承部の損壊			●	●			
6.橋脚、橋台、掘削の亀裂、剝離、基礎の破壊			○	●			●
7.橋台の裏込め土の崩壊							●
8.橋梁取付部の段差		●	●				●
9.歩道橋の被害			○				
10.地下道の被害							
11.信号機の被害	●						
12.地下埋設管の被害			●				
13.建物の被害			○				●
14.塀、石積の倒壊			●				○
15.道路上への桁落下			○				
16.電柱、立木の傾斜、倒壊			●	●			
17.浸水		●					
18.市街地火災			○				
19.避難、緊急輸送活動				○			
20.車輛滞流							

●印:新潟地震、伊豆大島近海地震、宮城県沖地震による通行規制例  
○印:兵庫県南部地震により新たに生じた通行規制例

3. 地震時の交通状況推計

(1) 幹線系道路の地震時の重要性

幹線系道路は、被災者の救命、消防、広域避難、

緊急輸送等の活動に対して重要な役割を果たしている。平常時から幹線系道路の耐震性を評価し、予測される地震時の交通状況を把握することにより、道路管理者は効果的な構造物の耐震性向上等や訓練等を行うことが可能となる。

地震発生直後は、幹線系道路に区切られた町丁目程度の街区内において、一時避難や住民による消火・救助活動等が行われる。その後、状況に応じて行われる大規模な消火・救助活動、広域避難活動、緊急支援物資の輸送等は、物流拠点や消防署等から被災地区へ、あるいは被災地区から広域避難場所へと幹線系道路を利用して行われる。本研究においては、そのような活動の各地区への効果を評価するために、評価対象地域を各拠点が含まれる市町村程度の広がりとし、町丁目程度の被災地区(500~1,000m四方程度)を起終点とする緊急活動の効果という比較的ミクロな検討により評価を行う。

(2) 交通状況推計の枠組み

これまで、道路施設の耐震性評価や道路ネットワークの脆弱性評価については研究的な取り組みがなされているが、地震時の交通需要を含めた総合的

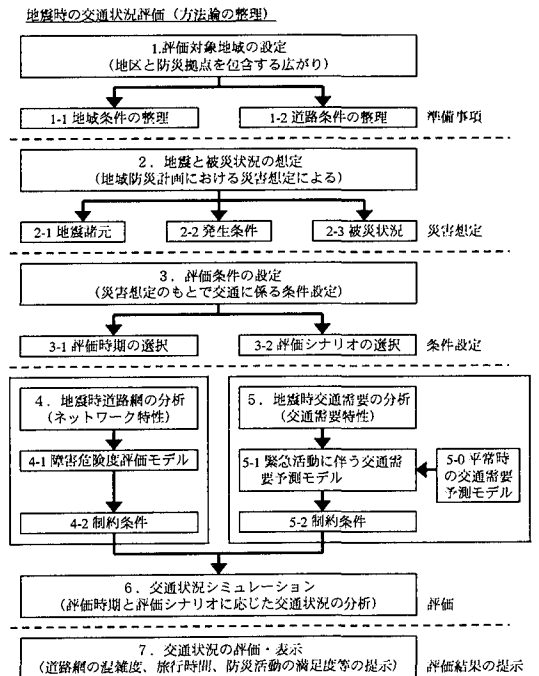


図4 地震時交通状況評価の全体フロー

な交通状況評価については、ほとんど検討がなされていないのが現状である。そこで、総合的な交通状況評価手法について、図4に示すフローを提案する。この全体フローは、地域の防災対策担当者が、当該地域を含んだ自治体等の地震被害想定をベースに評価することを念頭において作成したものである。評価手法は、事前準備から交通状況の評価まで、大きく7つの項目から成り立っている。

本交通状況推計の特徴は、以下の通りである。

- ①沿道施設等まで含めた幹線系道路の被害と地震時の交通需要の両方を考慮した総合的な評価が可能である。
  - ②地域防災計画と整合しており、一貫した検討を行うことが可能である。
  - ③各計算システムは独立しており、将来的によりよい評価法が確立された場合、システムの変更が容易である。
- (3) 交通状況評価の時期区分

被災者が必要とする緊急活動は地震後の時間経過に応じて変化していく。あらゆる時期において評価を行うことはケース数が多すぎて現実的でないため、時間経過においても緊急活動内容の変化により、状況が厳しくなると考えられる主要な場面を選定する。緊急活動の調査結果(表3)を基に、評価時期については、以下の3種類とした。

(1) 短期(被災期～混乱期)

地震直後3時間程度までの混乱した時期の評価を行う。地震による1次被害が収まったころ、被災状況が不明なまま、外出先から自宅へ向かう車輛等で渋滞が起こる時期と考えられる。代表的な時間は、地震発生後3時間とする。

(2) 中期(救援期～応急復旧期)

地震発生後3時間から1週間の間の、混乱が収拾し応急復旧が行われている時期の評価を行う。道路の応急復旧時に、緊急物資輸送車両、個人の物資輸送等により、交通状況が悪化する可能性がある。代表的な時間は、地震発生後1週間とする。

(3) 長期(復旧期～復興期)

地震発生後1週間以降の復旧が行われている時期の評価を行う。道路が完全に復旧しきらない状況で、復旧のための建設車輛と回復した日常交通により、交通状況が悪化する可能性がある。代表的な時間は、

地震発生後1箇月とする。

表3 交通状況の評価時期

評価時期 (時間目安)	短期的評価		中期的評価		長期的評価	
	被災期 ～30分	混乱期 ～3時間	救援期 ～3日	応急復旧期 ～1週間	復旧期 ～3箇月	復興期
時期の特徴	非組織的活動: 状況確認と安全確保 組織的活動: 人命救助と災害拡大防止	非組織的活動: 生活環境の仮確保 組織的活動: 被災者支援と緊急措置	非組織的活動: 避難、見舞、物資搬送 組織的活動: 医療・救護、物資搬送、緊急措置	非組織的活動: 生活環境の再構築 組織的活動: 災害復旧と被災者ケア	非組織的活動: 生活環境の再構築 組織的活動: 災害復旧と被災者ケア	非組織的活動: 生活環境の再構築 組織的活動: 災害復旧と被災者ケア
道路を利用する主要な活動	非組織的活動: 安否確認、救出、帰宅 組織的活動: 救急・救助、消火・消防	非組織的活動: 避難、見舞、物資搬送 組織的活動: 医療・救護、物資搬送、緊急措置	非組織的活動: 避難、見舞、物資搬送 組織的活動: 医療・救護、物資搬送、緊急措置	非組織的活動: 復旧行動、物資搬送 組織的活動: 復旧活動、互換処理	非組織的活動: 復旧行動、物資搬送 組織的活動: 復旧活動、互換処理	非組織的活動: 復旧行動、物資搬送 組織的活動: 復旧活動、互換処理
交通評価の視点	地域住民の視点: 地域の状況想定、各種防災対策の検討 交通管理の視点: 規制効果の確認・明示	地域住民の視点: 地域の状況想定、各種防災対策の検討 交通管理の視点: 規制効果の確認・明示	地域住民の視点: 地域の状況想定、各種防災対策の検討 交通管理の視点: 規制効果の確認・明示	交通管理の視点: 交通管理の方策の検討	交通管理の視点: 交通管理の方策の検討	交通管理の視点: 交通管理の方策の検討

4. 結論

本報告のまとめは以下のとおりである。

- (1) 幹線系道路の機能障害の要因について調査し、大都市直下の地震では、既往の地震時に見られなかった施設被害による完全通行止めの事例が生じていること、施設被害による道路機能障害の復旧に長期間が必要であることなど、被災特性が明らかとなった。
- (2) 道路施設の耐震性評価、ネットワークの脆弱性評価、地震時の交通需要推計を含めた総合的な地震時の交通状況評価手法の枠組みを提案した。
- (3) 地震時の3種類の評価時期(短期〔地震直後3時間程度まで〕、中期〔地震発生後3時間から1週間程度〕、長期〔地震発生後1週間程度以降〕)について、提案した。

最後に、本検討に際しては、(財)国土開発技術センターに設けられた「防災性能評価分科会、地区施設等効果分析幹事会」(家田 仁主査)等において種々有益なるご指導を賜った。ここに記して厚く御礼申し上げる次第である。

参考文献

- 1)土木研究所:道路ネットワーク耐震性評価手法に関する研究(その1),土木研究所資料第3589号,1998,9
- 2)土木研究所:道路ネットワーク耐震性評価手法に関する研究(その2),土木研究所資料第3621号,1999.1
- 3)土木研究所:占用・沿道施設の耐震性評価に関する調査(その1)平成7年兵庫県南部地震における被災調査,土木研究所資料第3557号,1999.1
- 4)日本道路協会:道路震災対策便覧(震前対策編、震災復旧編),1988.2;(震後対策編),1996.10