

地理情報システムを用いた兵庫県南部地震による道路ネットワークの被災状況分析

An Analysis of Damage to the Road Network in Hyougoken-Nanbu Earthquake using a Geographical Information System

山田晴利*、田中靖資**、畠中秀人***、西川昌宏****、水上眞澄*****

By Harutoshi YAMADA, Yasushi TANAKA, Hideto HATAKENAKA,
Masahiro NISHIKAWA, Masumi MIZUKAMI

1. はじめに

兵庫県南部地震の発生により、近畿地方の道路交通は大きな影響を受けた。道路本体が被災したことに加え、道路附属施設や沿道構造物の倒壊などが起こり、多くの箇所で道路が寸断されたため、十分な道路ネットワークが確保できず、激しい交通渋滞が発生した。交通渋滞は、被災直後の救助・救命活動等の緊急を要する交通の大きな妨げになった。また中長期的に見れば、幹線ネットワークの寸断は、復興を目指す被災地域の経済活動、さらには周辺地域の経済活動に対しても大きな影響を与えた。

このような都市型震災の被災状況を踏まえ、現在地震等の災害に強い街づくり・道づくりが求められている。特に道路ネットワークは、緊急救助活動や復旧活動をはじめとした様々な生活・産業活動を支える社会基盤システムである。災害時に被害を最小限に止め、都市機能を早期に回復できるようにするためには、災害時においても一定レベル以上で機能するような道路ネットワークを構築する必要がある。

一方、災害時には各関係機関から得られる多様な情報を統合的に管理し効率的な処理を行って、緊急活動を支援する必要がある。その情報処理の共通のベースとして地理情報システム (GIS) の有効性が指摘されている。さらに、GIS は事前の災害予測や災害対策の検証などについても有効であると考えられている。そのため、災害に強い道路ネットワー

クを構築するために、道路計画の策定過程での GIS の活用法について検討していく必要がある。

ここでは、兵庫県南部地震の被災地域における道路ネットワークの被災状況の分析を目的として、道路ネットワークデータ・道路の被災状況データ・家屋データなどを統合利用できるような、各種調査データを取り込んだ GIS の構築を行った。構築した GIS データベースを用いて、取り込んだデータ間の関連性について分析を行った。さらに、災害に強い道路の設定手法の検討に役立てるために、被災後の各時点において物資輸送路として有効であった道路ネットワークや、最短の輸送経路などを探索・表示する機能について検討を行った。

2. 被災状況調査結果の GIS データベース化

震災による道路の直接的な被害及び周辺構造物の倒壊等による通行障害などの実態を把握するために、各機関により実施された調査結果や道路ネットワークに関連する各種情報を統合させて、GIS データベースを構築した。データベースの概要を表-1 に示す。

2.1 道路ネットワークデータ

現在、(財)日本デジタル道路地図協会によって2万5千分の1地図をベースとしたデジタル道路地図 (DRM) が作成されている。DRM は日本全国を網羅するネットワークデータであり、さらに道路管理業務での活用を図るために、道路管理関係のデータベースが併せて作成されている。そこで本研究では、道路ネットワークのデータとして、DRM のうちの基本道路網を用いることとした。ここで基本道路とは、「都道府県道以上または車道幅員 5.5m 以上」の条件に該当する道路を指している。実際の分析には、近畿地方建設局より借用した平成 6 年度版 DRM のうち、道路交通に被災の影響があったと考えられるエ

キーワード：情報処理、防災計画

* 正会員 工博 建設省土木研究所 道路研究室長
(〒305 茨城県つくば市大字旭一番地 TEL 0298-64-2211, FAX 0298-64-0178)

** 正会員 工修 同上 ITS 研究室 主任研究員

*** 正会員 工修 同上 道路研究室 主任研究員

**** 正会員 同上 道路研究室 研究員

***** 正会員 アジア航測 (株) 総合研究所
(〒243 神奈川県厚木市田村町 8-10 TEL 0462-22-1002, FAX 0462-22-1281)

表-1 各データベースの概要

データベース	図形データ	属性データ	入力ソース
道路	基本道路ノードの位置	■ 基本道路ノードデータ	■ デジタル道路地図
	基本道路リンクの形状	■ 基本道路リンクデータ ■ 道路の被災種別 ■ 震災時の規制種別 ■ 規制期間	■ デジタル道路地図 ■ 道路被災状況調査
	基本道路リンク内属性	■ 基本道路リンク内属性データ	■ デジタル道路地図
土地利用状況	用途地域のポリゴン形状	■ 用途区分	■ 都市計画図
被災状況	被災状況調査ブロック	■ 道路の被災状況 ■ 復旧・復興情報	■ 道路被災状況調査 ■ 災害査定データベース
家屋被災	家屋ポリゴン	■ 家屋の用途 ■ 家屋の被災度 ■ 家屋の構造、階数 ■ 緊急防災拠点の種類、名称 ■ 緊急防災拠点の接続道路 ■ 救急病院の規模	■ 家屋被災状況調査 ■ 国土基本図、デジタルマッピングデータ ■ 市販地図、病院要覧等
避難所	避難所ポリゴン	■ 避難所の名称、収容人員 ■ 避難所の接続道路	■ 地域防災計画等

リア（169 メッシュ）内のデータを用いた。

2.2 土地利用状況

道路の被災状況及び通行不能状況と沿道の土地利用状況の関連性を分析するために、都市計画図から用途地域のデータを GIS データベースに取り込んだ。

2.3 道路の被災状況

道路の被災状況を把握するために、建設省道路局では、道路及び道路附属施設被災実態調査を実施した。本調査の対象機関は、高速道路を管理する日本道路公団・阪神高速道路公団・兵庫道路公社、並びに一般道路を管理する建設省近畿地建・兵庫県庁・大阪府庁及び神戸・尼崎・明石・西宮・芦屋・伊丹・宝塚・川西・豊中の 9 市である。一般道路の調査対象地域は激甚災害に指定された地域のうち上記の 9 市及びその周辺地域である。ただし、神戸市については、発災直後から平成 7 年 2 月 16 日までの記録は含まれていない。本調査では、個々の被災箇所毎に、被災した道路種別、路線名、幅員構成、被災種別、規制区間、規制種別、規制期間などが調査されている。被災種別及び通行規制種別については、表-2、3 に示すような分類で調査されている。

本調査の調査結果から得られる被災箇所の属性データをデジタル道路地図データの基本道路網のリンク属性として入力を行った。そのリンク属性データを利用することにより、震災後の各時点における通行可能な道路ネットワークを経時的に表示できるようにした。

表-2 被災種別

道路本体の被害	路面陥没	占有物件の被害	ガス管の損傷
	路面隆起		水道管の損傷
	路面亀裂・段差		下水道管の損傷
	路面崩壊		その他地下収容物件の損傷
	橋梁破損		電柱倒壊
	トンネル破損		他の道路等の損壊
	擁壁破損	沿道施設の被害	その他
交差物件等の被害	崩土・落石		沿道建物倒壊
	植樹の倒壊		土壌、ブロック塀倒壊
	その他		火災
	歩道橋の損壊		沿道建物倒壊の可能性大
	他の橋梁等の損壊		その他
	その他	その他	

表-3 規制種別

全面通行止め（歩行者・自転車・自動二輪の通行可能）
全面通行止め（歩行者・自転車・自動二輪の通行不可能）
1 車線規制（相互交通確保）
1 車線規制（一方通行）
車線規制（2 車線確保：片側 1 車線）
車線規制（4 車線確保：片側 2 車線）
その他

2.4 沿道建造物

道路の通行不能状況と沿道建造物の構造形態及び被災状況との関連性を分析できるようにするために、被災地域の建造物の被災状況データ¹⁾及び基本道路網の沿道建造物の階数を入力した。

被災状況データは、震災復興都市づくり特別委員会により実施された被害実態緊急調査¹⁾の調査データを入力した。この実態調査では、外観の目視による 4 段階区分での被災度評価結果及び火災による被害の有無が調査されている。また建造物の階数に関しては、各自治体により作成されているデジタルマ

ッピングデータもしくは1/2500基本図を用いて、被災の程度が大きい地域（神戸市の一部、芦屋市、西宮市）の基本道路網沿線に存在する3階以上の堅牢家屋について入力を行った。

2.5 緊急防災拠点

緊急防災拠点に関するデータは、県庁・市役所・区役所・消防署・警察署・救急病院・収容避難所・物流拠点の8種類の施設について、地域防災計画もしくは市販の地図等からデータを収集し入力を行った。属性データとしては、全施設について施設の種別・名称・接続道路（基本道路リンク番号）、さらに救急病院・収容避難所については収容人員もしくは病床数を入力した。

3. 調査項目間の関連性に関する基礎的分析

3.1 車道幅員と通行不能状況

震災時に車線規制が実施された道路に対し、車道幅員（代表幅員）とその規制種別を分類・整理した。その結果を図-1に示す。図-1より、車道幅員5m以下の道路では全面通行止め規制のかかった箇所が規制箇所全体の8割以上を占めており、車道幅員35～40mの道路を除いて、車道幅員が広がるにつれて通行規制が緩和されている傾向にある。

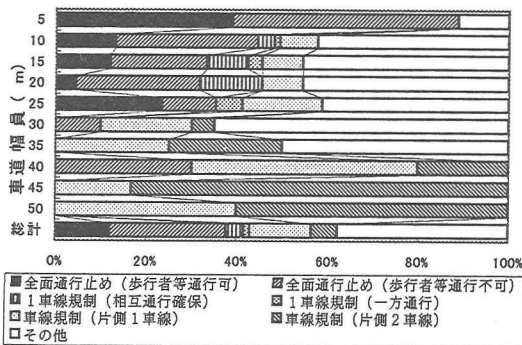


図-1 車道幅員と規制種別

3.2 沿道の土地利用状況と通行不能状況

震災時に車線規制が行われた道路に対し、道路沿道の土地利用状況とその規制種別を分類・整理した。その結果を図-2に示す。図-2より第一種住居地域と用途地域でない都市計画区域の道路では、全面通行止め規制のかかった箇所が規制箇所全体の7割以上を占めている。また、沿道状況別（5区分に集約）

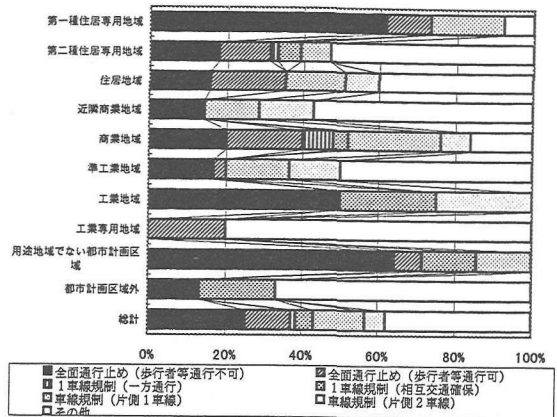


図-2 土地利用状況と規制種別

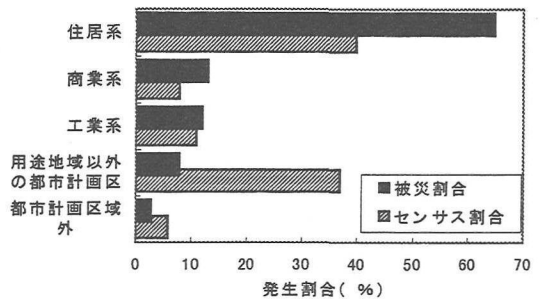


図-3 土地利用状況別の被災状況

の被災箇所の分布を見ると、図-3のようになる。参考として、道路交通センサスから調査対象地域における沿道状況別の道路延長の割合を算出し、図中に示している。道路延長の割合と比較すると住居地域内の道路に被害が集中したことが分かる。このような傾向は、第一種住居地域と用途地域でない都市計画区域の両区域で被災した道路の約8割が幅員10m以下であり、幅員の影響が大きいことによると思われる。

3.3 沿道建造物の階数と通行不能状況

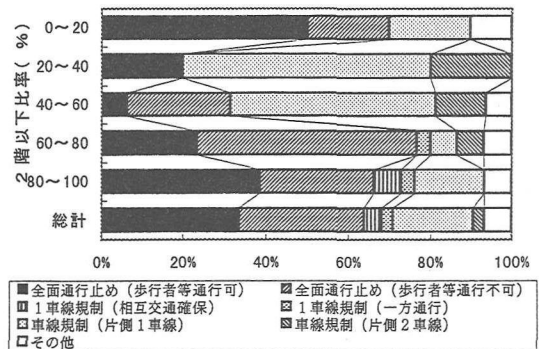


図-4 階数比率と規制種別

震災時に車線規制が実施された道路に対し、沿道建造物の階数とその規制種別を分類・整理した。分析に際しては、規制の実施された基本道路リンクから両側それぞれの幅35m以内に含まれる建造物のうち2階以下の建造物が占める割合を算出し、その比率と規制種別の関係を見た。その結果を図-4に示す。図-4より2階以下比率が20～80%の範囲においては、2階以下比率が増加するに従い全面通行止め規制の割合が増加している。

4. 震災時の輸送経路の検討

災害に強い道路の設定手法の検討に役立てるために、被災後の各時点において物資輸送路として有効であった道路ネットワークや、最短の輸送経路などを探索・表示する機能について検討を行った。物資輸送路の条件として、①震災後の経過日数、②道路種別、③道路幅員、④車線規制、⑤車両規制の各条件を設定し、その条件を満たす道路ネットワークから最短経路を探索し、表示を行った。最短経路の表示例を図-5、6に示す。表示例は、防災拠点である兵庫県庁西庁舎から避難場所の小野柄小学校までの最短経路を、道路種別が都道府県道以上で車道幅員5.5m以上、規制は全ての規制を考慮するという設定条件の下で検討したケースを示したものである。図-5は震災直後の時点での最短輸送経路で、図-6は震災後160日経過した時点での最短輸送経路となっている。両図を比較すると、震災後5ヶ月後までは約10km程度迂回する必要があることが分かる。これは、新神戸停車場線において149日間車線規制が実施されていたためと考えられる。

5. おわりに

本研究では、災害に強い道路の設定手法の検討に役立てるために、被災状況実態調査やデジタル道路



図-5 震災直後の最短経路



図-6 震災後160日経過時の最短経路

地図データなどの異なる種類のデータを相互に関連付けて、統合的に分析できるようなGISデータベースを構築した。構築したGISを用いて、道路ネットワークの通行不能状況と沿道条件などの関連性を分析することができた。また、被災後の各時点において物資輸送路として有効であった道路ネットワークと最短経路の表示をすることができた。

今後は、様々な情報をGISデータベースに取り込み、各被災箇所における道路の通行不能状況が道路ネットワーク全体に対して与えた影響について、分析を進めていく必要がある。

<参考文献>

- 1) 震災復興都市づくり特別委員会：「阪神・淡路大震災被害実態緊急調査 被災度別建物分布状況図集」,1995年3月
- 2) A.V.エイボ,J.E.ホップクロフト,J.D.ウルマン：「データ構造とアルゴリズム」,培風館,1987