

地震復興期におけるがれき輸送 オペレーションに関する一考察

(株)熊谷組 ○永田 尚人*1

名古屋工業大学 山本 幸司*2

By Hisato NAGATA, Koshi YAMAMOTO

1995年に発生した阪神・淡路大震災では、地震発生直後から交通渋滞が発生し、緊急・復旧活動が妨げられるなど様々な問題を発生させた。さらに、この地震では大量の家屋が全壊、半壊し、それら家屋の解体および廃棄処分に伴う膨大な量のがれきが発生し、その処理過程において環境問題や交通事故の多発などの社会的な問題が顕在化している。

各地域で策定されている地域防災計画には、実践的な対応能力について記載されているものが少なく、切迫性が指摘されている東海地震のような広範囲に被害が及ぶ大規模災害に対して、都道府県境を跨いだ広域的な協調による災害対応が大きな課題となってきた。

本研究では、復興期におけるがれきの輸送について、道路交通のネットワーク解析を基にした方法論を提起するとともに、がれきの想定需要量を考慮したがれき運搬について基礎的な分析を行ったものである。

さらに大規模災害における広域応援の在り方についての提言を行うことを目的とする。

【キーワード】 地震被害想定、がれき輸送、災害予防計画

1. はじめに

阪神・淡路大震災を契機として、各地域で阪神・淡路大震災レベルの都市直下型の大規模地震を想定した被害想定調査などが実施され、それを踏まえた地域防災計画の見直しが進められてきている。^{1)~6)}

21世紀をむかえ高度情報通信社会が発展しつつある現在、大都市部での地震災害はその物的な被害だけでなく、地震による情報の遮断による企業活動の停止など、我が国の経済・社会活動全般に対して甚大な被害を生じさせることが想定されている。このため、市民の生命と社会的な財を守るための防災対策は適切な防災方針に基づき計画され、確実に運用される必要がある。

大規模災害時には、各行政機関、企業、住民の連携による防災対応力の向上のための新たな仕組みづくりが求められており、都道府県や市町村の

防災対応力の向上や継続的な改善を目的としたマネジメントシステムの提案が各種なされてきている。

各地方自治体が発行している防災計画では、「災害予防計画」、「応急対策」、「災害復旧と復興計画」が定められており、被害想定に基づく主要資機材・支援物資の備蓄、避難所整備の計画等を定めるとともに、各部局毎の事務分掌について規程し、国をはじめとする各防災関係機関や周辺都市との相互応援に関する協定の締結を行っている。⁷⁾

しかし、これらの計画書においては、被災者の生活支援や被災地への広域的な物資搬入等についての実践的な対応能力について示されているものが少なく、切迫性が指摘される東海地震のように被害が広範囲にわたると想定される災害に対して、周辺都市のみならず都道府県界を跨いだ広域的な協調関係による災害対応については大きな課題となっている。⁸⁾

阪神・淡路大震災における貴重な経験を生かして

*1 正会員 工修 技術研究所交通システム研究グループ 03-5261-5526

*2 正会員 工博 工学部社会開発工学科 教授 052-735-5484

いくためには、大規模地震における広域的な支援態勢の構築を考慮した地域防災計画を事前に整備策定する必要があるものと考えられる。

本研究では、広域的応援のあり方の視点を応急復興の対策としてのがれき処理に絞り、迅速かつ的確な対策を実施するための物資輸送オペレーションについて方法論を提起するとともに、広域応援のあり方について検討を行った。

2. 地震被害想定概要

(1) 対象地域

本研究においては、市町村単位ではなく県レベルでのマクロ的な被災者救援という視点に立脚して検討を進めることから、平成10年度に行われた「神奈川県地震被害想定調査報告書」の被害想定結果を用いることとした。²⁾

この調査報告書では、想定地震として南関東地震（関東大震災の再来型）、神奈川県西部地震、神奈川県東部等の5種類の地震を想定している。

本研究においては、阪神・淡路大震災と同様に、社会経済活動の活発な大都市部直下を震源として設定された神奈川県東部地震（阪神・淡路大震災とほぼ同規模のM7.2クラス）を対象とし、その被害結果を基にして検討を行うこととした。検討エリアは神奈川県全域を対象とし、地震発生後の「広域的な災害対応」に関する方法論を検討する。図-1に対象地域を示す。

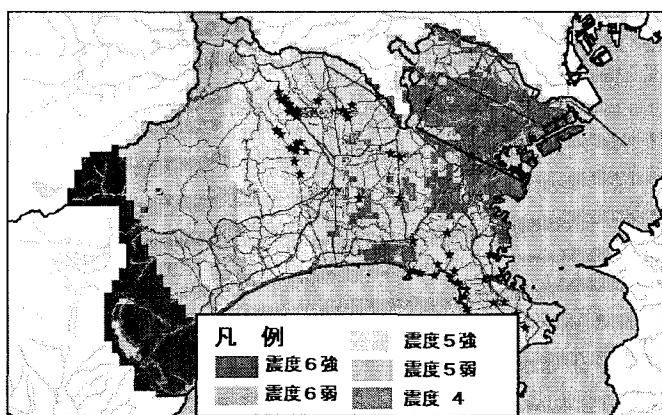


図-1 想定地震の震度分布

(2) 被害想定概要

想定地震によると、横浜市と川崎市で甚大な被害

が発生する。被害想定のうち主要なものとして、り災者は約98万人、避難所避難者は約62万人が発生し、横浜市と川崎市でその8割の約49万人を占める。また疎開者（知人宅などへの避難者）は神奈川県全体で約42万人と想定されている。

また建物被害として、横浜市と川崎市で木造家屋の大破^{*1}がそれぞれ約31,000棟、約17,000棟、非木造家屋の大破がそれぞれ約9,800棟、約3,100棟と想定されている。²⁾

3. がれき輸送に関する概念整理

(1) 地震被害とがれき輸送

大規模地震災害においては、地震のゆれ（液状化を含む）、津波、がけ崩れ、2次災害としての火災等により多様な被害が発生するが、被害内容に応じて図-2に示すように様々な応急活動が実施される。

また地震災害における時系列的なフェーズは図-3に示すように捉えることができる。

本研究では、各種の応急活動のうち、早期の生活安定確保（各種ライフライン復旧）のための機能障害除去としてがれき処理における緊急輸送に着目し、発災直後の混乱期における輸送のオペレーションについてその方法論を検討するものである。

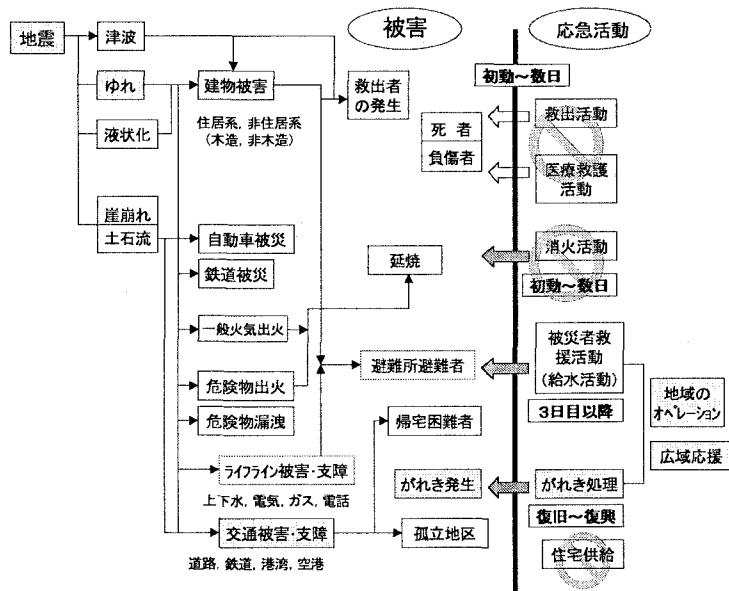


図-2 地震被害の想定項目と応急対策

^{*1} 大破：そのままでは住むことのできない状況の建築物（全壊に相当）

中破：住むことができるがかなりの修理を必要とする状況の建築物（半壊に相当）

がれき処理は、地震災害時において広域的な協調を必要とする事項であり、道路機能障害を考慮して復旧を迅速に、かつ効率的に実施していくオペレーションが必要とされている。重機・運搬車両等の資機材を投入する建設業にとって、資源量を基にした復興計画の検討・提示を通して災害に対するマネジメントに貢献できる分野と考えられる。

表-1 に本研究での前提とする条件を示す。

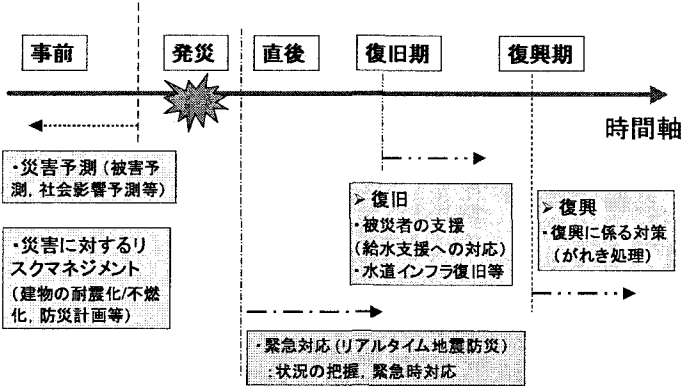


図-3 地震災害における時系列的なフェーズ

表-1 検討における前提条件の整理

機能項目	設 定 値
道路機能	- 緊急輸送路における旅行速度の低下 - 通行障害箇所（橋梁部、高架橋部） - 市町村における街区レベルの細街路
がれき量	- 木造家屋、非木造家屋の大破軒数 - 火災による焼失軒数

(2) がれき輸送にあたっての道路機能の概要

大規模災害にあたって、幹線道路の機能は、円滑な救援・救急活動、消防活動、緊急物資輸送活動等に対して発災直後の初動期から復興期まで重要な役割を果たすものである。

阪神・淡路大震災で顕在化した橋梁構造物倒壊などの道路交通機能の障害は、救急活動や消防活動のような緊急対応だけではなく、緊急物資輸送や人員の輸送といった災害対応活動への大きな支障となる。また復興期においても、がれき運搬車両による交通渋滞などにより、社会生活への大きな支障となる。

表-2 に災害応急対策時と道路交通機能との関連性をまとめているが、道路交通のような都市活動にとって基本的な機能に対する障害は、全ての災害対応活動への影響が大である。

このため道路交通機能の障害と復旧過程を時系

列的に把握することで実態に即した災害への対応を検討することができるものと考えられる。

また、道路交通機能をリアルタイムに把握するためには、情報通信機能が不可欠であり、震災時に安定した緊急通信状況を確保するために平常時よりその機能の進展を図る必要がある。

表-2 災害応急対策と道路交通機能²⁾

応急対策項目	道路の支障・復旧状況との関連性
消火・避難誘導	- 消防車両の通行可能性（域内、広域応援） - 延焼被害の拡大による通行可能性
救出活動	- 警察、自衛隊、その他関係機関の車両の通行可能性 - 重機車両の通行可能性
医療救護	- 救急車両の通行可能性（域内、広域応援） - その他患者搬送車両の通行可能性 - 医療救護班派遣車両の通行可能性 - 医薬品等運搬車両の通行可能性
被災者救援（避難所・物資）	- 被災者救援物資（食料、生活必需品）の輸送車両の通行可能性（域内、広域応援） - 避難所設置用資機材の輸送車両の通行可能性
仮設住宅・がれき処理	- 仮設住宅建設用資機材輸送車両の通行可能性 - がれき運搬車両の通行可能性
市民生活復旧	道路支障による一般生活、産業活動への影響
災害対策本部	- 情報収集活動への影響 - 道路関連情報の収集と各機関への伝達

4. がれき処理の輸送オペレーション

(1) がれきの広域処理に関する概念整理

地震災害後、社会基盤施設の迅速な応急復旧を図る上で、また緊急物資輸送活動等の実施においても、道路構造物や公共施設等の損壊により発生するがれきや、道路上に崩れた周辺建築物等のがれきの処理が極めて重要な課題となる。総務庁の「平成 10 年住宅・土地統計調査」によると、地震の際、倒壊の危険性のある住宅が全国で約 2,122 万戸（81 年以前の旧耐震基準建築物）も存在し、大規模地震においては大量のがれきの発生が想定される。

阪神・淡路大震災では、家屋の全壊が約 10 万棟、半壊が約 13.6 万棟に上り、最終的な災害廃棄物（処理数量）は約 2,000 万 t であった。このため、臨時の廃棄物処理施設の設置に加えて、がれきの収集と輸送能力の確保等の対策により短期間での復興に寄与している。

がれきの処理に当たっては、破損したガス管からの漏洩対策、がれき運搬方法、処分場の確保方策、

がれきの財産上の扱いなど多くの課題がある。

これらの課題の他に、災害時を含めて廃棄物の処理は、被災自治体内での自区内処理が原則となっているが、大量の処分を迅速に行うためには、資機材を各地から調達するとともに広域的な処理に関する検討を進める必要がある。被災地で発生したがれきは、仮設の仮保管場所へ搬送され、さらに大規模な廃棄物集積場へ搬入し、そこで分別・仕分けを行い、木質系廃棄物に対しては破砕等の中間処理の実施後、リサイクル可能なものは資源の再利用に努め、再利用が不可能なものについては、焼却工場等で最終処分が行われるものとする。

図-4 にがれきの広域処理に関する概念を示す。

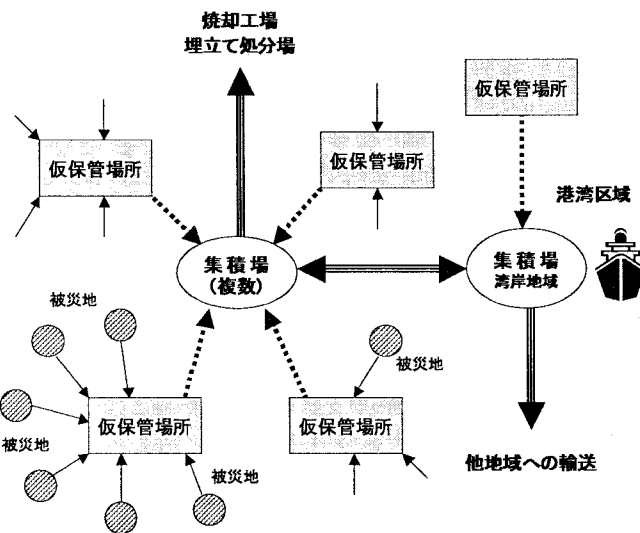


図-4 広域的ながれき処理の概念図

(2) がれき輸送オペレーションの手順

災害時のがれき輸送オペレーションを以下の手順で行うことにする。

具体的な手法は、以下に示すとおりである。

- ① 被害想定を基に、がれきの発生量等の需要量を算定する。
- ② 自治体における対応資機材の備蓄量との比較により資機材の過不足量を求め、時系列での機材関係の必要需要量を算出する。
- ③ 道路交通機能について、道路被害想定モジュールを用いて高架・橋梁・崖・街路閉塞に関する被害状況の評価を行う。⁹⁾
- ④ ダイクストラ法^{*2}によるネットワーク解析機能を応用し、高架・橋梁・崖・街路閉塞に関する被害状況の評価を基にした、目的地までの緊急

輸送ルート・輸送時間・輸送可能量を算出する。

(3) がれき輸送オペレーションのケーススタディ

a) ケーススタディの前提条件

地震災害時に発生する廃棄物としては、建物被害によるがれき、被害を受けた建物内にあった家具などの廃棄物等がある。本研究においては、災害廃棄物として発生が大量であり、長期的な復興計画や生活復旧に影響を及ぼすものとして、すでに表-1 に示した建物被害によるがれきを対象とする。

ここでは表-3 に示した神奈川県東部地震の被害想定結果を基に、がれきの広域処理について検討を行う。

表-3 建築物の被害想定結果²⁾

	木造建物の被害		非木造建物の被害	
	揺れによる被害想定数(軒)		揺れによる被害想定数(軒)	
	大破	中破	大破	中破
横浜計	31,000	88,000	9,800	20,000
川崎計	17,000	46,000	3,100	6,100
横須賀三浦計	8,300	24,000	1,100	2,100
県央東計	4,800	14,000	2,200	4,300
県央西北計	2,100	5,700	890	1,800
県央西南計	420	1,300	150	320
湘南東計	9,700	27,000	1,400	2,900
湘南西計	2,700	7,300	180	340
津久井計	130	350	20	60
県西計	240	630	10	10
神奈川県計	75,000	220,000	19,000	38,000

b) がれきの広域処理輸送の想定手法

図-4 に基づいて、がれきの処理計画の広域処理輸送に対応する考え方検討した。その結果を図-5 に示す。

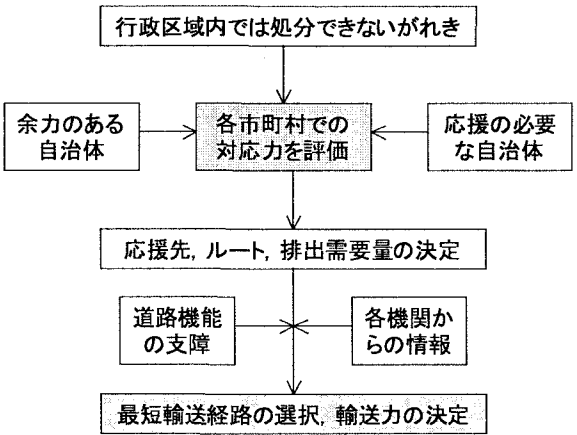


図-5 災害対策本部を主体とした広域的ながれき処理に関する考え方

^{*2} ダイクストラ法：ネットワーク構造の特定点（出発点）とそれ以外の全点との間の最短経路を解決するアルゴリズム

この考え方に従って、道路の損壊予測に基づく道路交通への支障状況を考慮した最短経路探索を行い、がれきの輸送時間等を推定する。推定にあたっての手法は以下に示すとおりである。

木造建築物大破被害によるがれき量

$$= \text{木造被害棟数} \times \text{木造 1 棟あたりの床面積} \times \text{木造大破の原単位} \quad (1)$$

木造建築物火災被害によるがれき量

$$= \text{焼失被害棟数} \times \text{木造 1 棟あたりの床面積} \times \text{木造焼失の原単位} \quad (2)$$

非木造建築物大破・火災被害によるがれき量

$$= \text{非木造 1 棟あたりの床面積} \times \text{大破被害棟数(火災被害棟数)} \times \text{非木造関係の各原単位} \quad (3)$$

なお、がれきの発生原単位は、表-4 に示す神奈川県が設定した値を用いることにする。

表-4 がれき量の原単位²⁾

損壊状況 1棟当り重量(トン)	木 造 (平均床面積113.9m ² /棟)		非木造 (平均床面積610.6m ² /棟)	
	大破	火災	大破	火災
	57	42.5	916	165

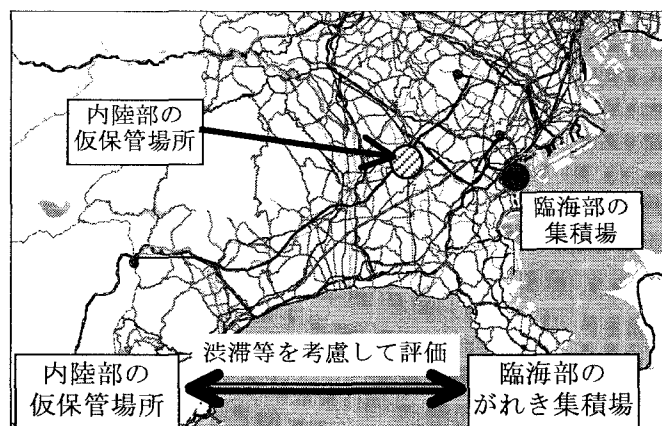
がれきの輸送に関しては、被害をまぬがれた自動車専用道路および緊急輸送路の道路ネットワークを利用し、仮保管場所から広域の集積場への到達時間を用いて評価を行う。

輸送の前提条件は、以下のとおりである。

- ① リンクの途上で被災により道路が遮断された区間は通行不能とする。
- ② 到達時間の算定に用いる道路ネットワークは、原則として国土幹線自動車国道、都市高速道路、一般都道府県道等の緊急輸送路により構成する。広域的な道路ネットワークを図-6 に示す。
- ③ 基幹となる旅行速度データは、平成9年度『道路交通センサスー全国道路交通情勢調査』における平日の混雑時平均旅行速度を用いる。
- ④ 都市高速道路等の主要幹線道路については、高架橋の耐震補強性は完了しているものとする。

c) 道路交通機能の輸送面における評価

災害対応への基本的機能である道路交通機能における橋梁部の損傷・崖崩れ等の機能支障と、地震による交通渋滞を考慮して広域的ながれき輸送について検討を行った。



経路 距離最短:15.3km, 時間最速での距離 19.1km

図-6 広域的な道路ネットワーク

検討ケースとしては、

- ① 発災直後における高規格幹線道路等の自動車専用道路の不通状況（道路啓開・復旧の遅れ、緊点検等の原因）
- ② 道路啓開作業の進展状況を考慮
(発災直後、発災害1週間後の2ケース)
- ③ 復興期に入り平常時に比べて交通渋滞の影響で流れが滞る場合

を規定し、概略的なシミュレーションを行った。

具体的には図-6 に示したように、東名高速道路横浜町田IC近傍の大規模な民間倉庫を周辺エリアからのがれき仮保管場所と仮定し、がれきの広域的な処理方法に海上輸送を考慮した集積地としてはMM21地区を選び、拠点間での輸送時間を比較することにした。検討結果を比較したのが、図-7 である。

発災直後の混乱期では、一般街路を利用した迂回ルート利用のため、到達に4時間半以上も要する。

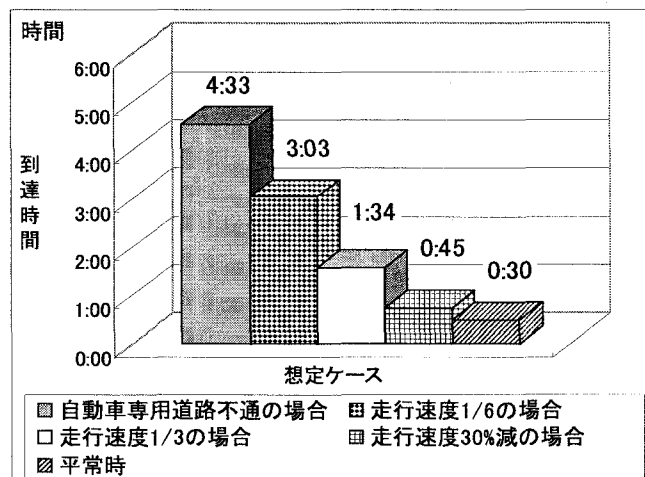


図-7 道路道路ネットワーク機能の評価

図-7 より、発災初期に救急・消防活動のために緊急な道路啓開が必要となった場合、自動車専用道路が点検等により使用不可の状態では、道路上のがれき処理や搬送には大きな障害が存在するといえる。この場合、道路啓開のためのがれき仮置場を地域防災計画の中で位置付けておく必要がある。

また復興期においては、がれき搬送車両の膨大な需要があり、幹線道路の速度はある程度割り引いて想定する必要がある。前提条件にもあるように、阪神・淡路大震災の経験を踏まえて緊急輸送路としての幹線道路は、事前に耐震補強が完了しているものとし、本検討では平常時の30%減としている。

以上の結果より、幹線道路の役割は、がれき処理を含めて緊急時の広域的な応援体制の確立に対して大きな影響を及ぼすものと考えられる。

d) がれきの広域処理輸送に関する評価

神奈川県における被害想定調査²⁾では、火災の想定を次の3つのフェーズで検討している。

- ① 地震動による出火を想定する。
- ② 消防力の評価により出火点がどれだけ消火できるかを予測する。消防力の評価にあたっては、自治体における消防力の他に地域の消防団の評価を行っている。
- ③ 消火できなかった出火点からの延焼拡大による被害を想定し全体の被害を算出する。

冬期の午後6時に地震が発生するという最悪の想定結果によると、横浜市で約180件、神奈川県全体で約430件の出火が想定され、消防力の評価から約110件が延焼拡大し、全県で約12万棟が焼失すると算出されている。このうち横浜市で約半数の59,000棟が焼失する結果となっている。この火災被害想定も考慮に入れたがれきの発生量は、表-5に示すとおりである。

表-5 がれきの発生量²⁾

	がれき発生量 (トン)	最大仮保管容積 (m ³)
横浜市計	18,000,000	11,000,000
川崎市計	5,800,000	3,500,000
横須賀三浦計	2,200,000	1,300,000
県央東計	3,200,000	1,900,000
湘南東計	3,700,000	2,200,000
神奈川県合計	35,000,000	21,000,000

注1: 最大仮保管容積＝重量÷比重×仮保管の必要割合
 注2: 比重＝0.677, 仮保管の必要割合＝40% (阪神大震災事例)
 注3: 発生量が50万t以下の地域は除いて記載

がれき輸送車両の所要台数を計算するにあたっては、被災地⇒仮保管所までのフィーダー輸送および仮保管所⇒集積場までの幹線輸送ルートに大別して計算することにした。図-8に示される細街路の密集した住宅地では大型車の進入が困難であるため、フィーダー輸送には小型ダンプトラックを利用する。

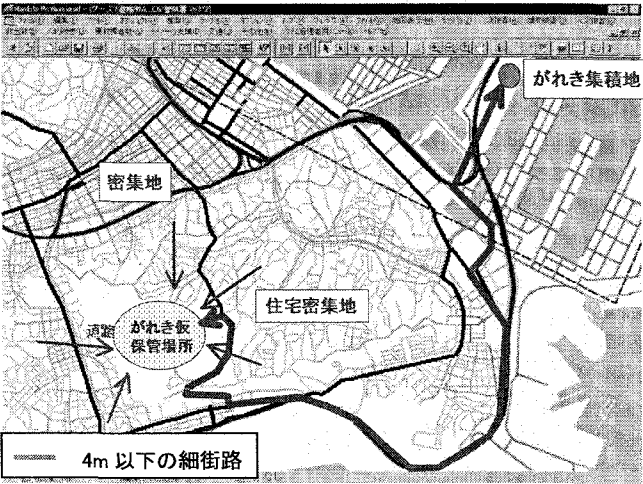


図-8 細街路におけるがれき運搬のイメージ

大型、小型それぞれのがれき運搬車両の検討フローは図-9に示すとおりである。

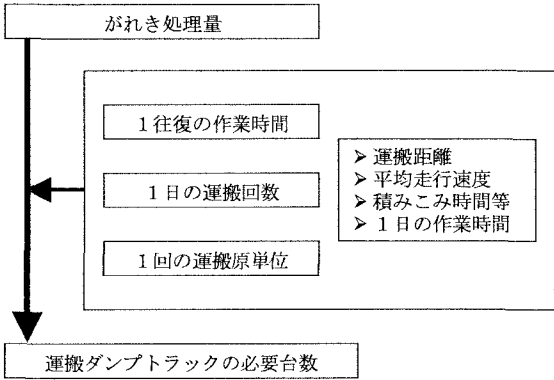


図-9 がれき運搬車両の算定フロー

- ① 1往復の作業時間＝(運搬距離(往復)/平均走行速度)＋作業の待受け時間等
- ② 1日の運搬回数＝1日の作業時間/1往復の作業時間
- ③ 1日1台当りの運搬可能がれき量＝1日の運搬回数×ダンプ1台当りの運搬容量
- ④ 1日当りのダンプ必要台数＝1日当りのがれき需要量/1日1台当りの運搬可能がれき量

ここに、

運搬距離 ; 被災地から仮保管場所まで

(仮保管場所から集積場まで)

平均走行速度 ; 時系列で変化. 道路交通センサス

より設定 (平常時ピーク速度の 30%減)

待受け時間等 ; 平均的な作業時間と待受け時間

(幹線で 2~3hr, 端末で 1~1.5hr と設定)

1 日の作業時間 ; 朝 8 時から夜 19 時までの実働

10 時間とする.

1 台当りの運搬容量 ; 大型ダンプは 5 t の積載

小型ダンプは 2 t の積載

(一般的な積載容量と比重より算出)

横浜市を事例として、搬送ダンプの概略的な必要台数について算定した結果を表-6 に示す. 大規模集積場の箇所数にもよるが、大型、小型ダンプトラックともに、1 万台以上という莫大な台数が必要となる.

大量のがれきを短期間に処理するためには、広域的な観点から仮保管場所、集積場 (中間処理)、最終処分場および運搬経路を決定して調整する必要がある. また、がれき運搬車両だけでなく、ライフラインの復旧関係車両、食糧等の緊急物資輸送車両をはじめとする震災関係車両の他に日常的な交通も回復している状況を想定する必要がある.

この場合、阪神・淡路大震災でみられたように、がれき運搬車両の輻輳による交通渋滞が深刻化することが想定される. 日常における安全な生活を確保するためには、がれき運搬車両のマネジメントが非常に重要になる. その際には、GPS による位置情報だけでなく、ITS 技術である VICS を活用したナビゲーションの高度化による最適経路誘導や復興時の

ITV を活用した道路交通情報の提供、がれき運搬車両の円滑な走行を担保する PTPS (公共交通優先信号システム) の活用、運搬車両への ETC の導入や荷降し場における待受け時間の最小化を図るようなシステムの構築など、主要幹線道路においては平時から ITS を活用したマネジメントを図っていく必要がある. また、不燃化や耐震化を進めることが街の安全性を高めることになるが、木造密集市街地のような防災上危険な市街地については、地域の特性に応じた復旧・復興作業を見据えた戦略的な施設の配置 (がれきの仮保管場所等) が必要となる.

5. おわりに

本研究は、現状の被害想定調査に基づく地域防災計画のなかで、地震被害によるがれきの処理が、効率的にマネジメントできない可能性が高いとの視点にたって実施したものである. 特に、東京をはじめとする大都市域では、道路の整備が著しく遅れた高密度な老朽木造密集市街地が広いエリアで存在し、大規模地震に対して非常に無防備な形で残っている. 言い換えると、都市域が“がれきの山”になってしまう可能性が非常に高いといえる.

本稿では、震災後の復旧期から復興期にかけてのがれき処理に関する物資輸送に的を絞り、周辺都市を越えた、より広域的な協調関係によるがれき処理への対応について、様々な想定の上での方法論を考察している.

以下に本研究によって明らかになった事項を示す.

- ① 大規模地震災害からの復興期は、復旧関係車両が非常に輻輳する. このような状況下でがれき輸送を円滑に行うためには、平時より震災を見据えた運搬ルートの確保が必要となる. この対

表-6 1 日当りのがれき処理に関する輸送台数

	1 日あたりの幹線 輸送処理量			1 日あたりのフィーダー 輸送処理量	
	がれき量	市全体	1 台あたりの 処理量	市全体	1 台あたりの 処理量
	(トン)	(トン)	(トン)	(トン)	(トン)
横浜市を事例として	18,000,000	100,000	5.0	100,000	2.0
ダンプ 1 台あたりの回転数/日		回数	2.0	台数	4
1 日あたりのダンプ必要台数		台数	10,000	台数	12,500

注1;ダンプトラックの1サイクル作業時間 = 約4~5時間として算出

注2;小型のフィーダー輸送ダンプの1サイクル作業時間=2.5時間として算出

注3;横浜市でのがれき処理期間を半年(180日)と設定

応策として、GISによる道路ネットワーク評価分析シミュレーションは有効な手法である。

- ② 大都市部での大震災において、がれき量は膨大であり、それに対応する被災自治体での資機材の供給力には限界がある。このため、平時より資機材の相互融通に関する協定の締結が望まれるとともに、広域的ながれき処理のための輸送オペレーション戦略が重要となる。
- ③ がれき輸送のマネジメントに関しては、平時より VICS、公共交通優先信号システム、ナビゲーション高度化による最適経路誘導機能や主要ポイントにおいて高度情報通信機能を活用した道路管理のシステム化などのITS施策を導入することにより、震災復興時においても効率的な道路交通のオペレーションが可能になる。

本稿では大都市直下型の地震に対して、がれき処理輸送の実施に関する方法論を提起してきた。今回は、概略的な検討に留めているが、今後の課題として、より広域的な被害が想定される東海地震等に対して、実効性の高いがれき処理輸送計画のあり方について、各自治体での廃棄物処理能力を視野に入れた分析を進めていく必要があると考えられる。

今後は、時系列的な被害の様相を分析するために、シナリオ型の分析手法も取り入れて検討を進めてい

く予定である。

参考文献

- 1) 東京都：東京における直下地震の被害想定に関する調査報告書，1997.8
- 2) 神奈川県：神奈川県地震被害想定調査報告書，1999.3
- 3) 東京都：東京地域防災計画 震災編（平成10年度修正） 本編，1998.3
- 4) 東京都：東京地域防災計画 震災編（平成10年度修正） 別冊資料，1998.3
- 5) 横浜市：横浜市防災計画 震災対策編，1997
- 6) 川崎市：川崎市地域防災計画 震災対策編（平成7年度修正），1996.3
- 7) 天国邦博，荏本孝久，望月利男：地震災害における脆弱性と災害対応の評価手法の研究 ―青森県を事例として―，地域安全学会論文集，No.1，pp.179-188，1999.11
- 8) 佐伯光昭：地震災害軽減方策のあるべき姿と今後の課題，土木学会論文集，No.658/VI-48，I-18，2000.9
- 9) 永田尚人，秀島栄三，山本幸司：地震被害想定モデルの開発，土木学会，第20回建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会講演集，pp.115-118，2002.11

A Fundamental Study on The Operation Systems of The Debris Distribution On the Revival from Earthquake Disaster

By Hisato NAGATA, Koshi YAMAMOTO

At the Hanshin-Awaji Earthquake Disaster in 1995, many problems have occurred so that emergency and recovery activities have been disturbed by traffic congestion.

Because a large amount of buildings and houses have been destroyed in this earthquake, environmental problem and accident have occurred to process the debris.

However, the prevention plan proposed by individual local government may scarcely describe the countermeasure for this kind of problem. At the large-scale earthquake disaster like the Tokai Earthquake that it is likely to break out, it is requisite to introduce the region-wide mutual coordination across the municipal boundaries. This study proposes an emergent distribution method of debris based on the road network and the demand forecast of the debris quantity. Moreover, this study proposes the support system on region-wide mutual coordination among municipalities at the large-scale earthquake disaster.

応策として、GISによる道路ネットワーク評価分析シミュレーションは有効な手法である。

- ② 大都市部での大震災において、がれき量は膨大であり、それに対応する被災自治体での資機材の供給力には限界がある。このため、平時より資機材の相互融通に関する協定の締結が望まれるとともに、広域的ながれき処理のための輸送オペレーション戦略が重要となる。
- ③ がれき輸送のマネジメントに関しては、平時よりVICS、公共交通優先信号システム、ナビゲーション高度化による最適経路誘導機能や主要ポイントにおいて高度情報通信機能を活用した道路管理のシステム化などのITS施策を導入することにより、震災復興時においても効率的な道路交通のオペレーションが可能になる。

本稿では大都市直下型の地震に対して、がれき処理輸送の実施に関する方法論を提起してきた。今回は、概略的な検討に留めているが、今後の課題として、より広域的な被害が想定される東海地震等に対して、実効性の高いがれき処理輸送計画のあり方について、各自治体での廃棄物処理能力を視野に入れた分析を進めていく必要があると考えられる。

今後は、時系列的な被害の様相を分析するために、シナリオ型の分析手法も取り入れて検討を進めていく予定である。

【参考文献】

- 1) 東京都：東京における直下地震の被害想定に関する調査報告書，1997.8
- 2) 神奈川県：神奈川県地震被害想定調査報告書，1999.3
- 3) 東京都：東京地域防災計画 震災編（平成10年度修正） 本編，1998.3
- 4) 東京都：東京地域防災計画 震災編（平成10年度修正） 別冊資料，1998.3
- 5) 横浜市：横浜市防災計画 震災対策編，1997
- 6) 川崎市：川崎市地域防災計画 震災対策編（平成7年度修正），1996.3
- 7) 天国邦博，荏本孝久，望月利男：地震災害における脆弱性と災害対応の評価手法の研究 ―青森県を事例として―，地域安全学会論文集，No.1，pp.179-188，1999.11
- 8) 佐伯光昭：地震災害軽減方策のあるべき姿と今後の課題，土木学会論文集，No.658/VI-48、I-18，2000.9
- 9) 永田尚人，秀島栄三，山本幸司：地震被害想定モデルの開発，土木学会，第20回建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会講演集，pp.115-118，2002.11

A Fundamental Study on The Operation Systems of The Debris Distribution On the Revival from Earthquake Disaster

By Hisato NAGATA, Koshi YAMAMOTO

At the Hanshin-Awaji Earthquake Disaster in 1995, many problems have occurred so that emergency and recovery activities have been disturbed by traffic congestion.

Because a large amount of buildings and houses have been destroyed in this earthquake, environmental problem and accident have occurred to process the debris.

However, the prevention plan proposed by individual local government may scarcely describe the countermeasure for this kind of problem. At the large-scale earthquake disaster like the Tokai Earthquake that it is likely to break out, it is requisite to introduce the region-wide mutual coordination across the municipal boundaries. This study proposes an emergent distribution method of debris based on the road network and the demand forecast of the debris quantity. Moreover, this study proposes the support system on region-wide mutual coordination among municipalities at the large-scale earthquake disaster.