

地震と交通

片倉正彦*

地震防災は、交通問題と同様、大都市の最も困難な問題の一つである。現代都市社会は、電気、ガス、上下水道、各種交通機関など、様々な都市機能システムに依存している。これらのシステムは相互に関連しており、震害による機能障害は連鎖的に波及する複合災害となって、都市機能全体を破たんさせる可能性がある。従って、震災の間接被害の拡大を防ぐため、諸システム間で整合のとれた防災計画が必要である。特に復旧時の計画は重要で、道路交通はその際、他のシステムの代替機能を持ち、基本的な役割を持つ。

Earthquake and Transport

Masahiko KATAKURA*

Prevention of earthquake disaster as well as traffic problems is one of the biggest challenges facing large cities. Modern cities depend on many kinds of public utility systems such as electricity, gas, water, sewerage and transportation. Since these systems are related to each other, there is a possibility that earthquake disaster may spread like a chain reaction with complex disaster breaking down all these city functions. Therefore, to prevent these indirect earthquake damages from spreading, a plan of disaster prevention adjusted to each system is required. In particular, it is very important to make appropriate plans for the restoration of cities. In this case, road traffic fulfills the function of substitution of other systems and an important and fundamental role.

1. はじめに

地震国日本では、多数の地震が発生するが、地震災害となる水害等に比べ、個々の人にとっては比較的稀な現象である。「地震、雷、火事、親父」と怖いものの筆頭にあげられるものの、「天災」とあきらめ、気にかけても仕方がないとするところがある。しかし、現代の都市における地震災害（都市震災）は、都市機能の高度な集積によって、地震規模と都市の規模が大きければ大きいほど、「人災」の伴う面が増え、あるいは被害の影響が波及する地域と期間が拡大するようになっている。

新潟地震（1964年）および宮城県沖地震（1978年）の経験により、大都市における震災—都市型震災—の問題点が種々指摘されてきており、一方また、東海地震の発生を主対象として、大規模地震対策特別措置法が制定され（1978年）、種々対策が各方面で検討されてきている。マスコミ等でも、くりかえし都市震災の危険性を警告してきた。しかし現在のとこ

ろ、的確な情報が必ずしも十分に一般の人々に伝わっている状況にはないと思われる。實際上、大地震災害の想定は、ほとんど不可能というほど非常に困難なものである。

大地震災害は小説や映画の題材となり、それらの中では大量の人的、物的直接被害が発生する危険性が強調されている。人々は、過度な恐怖を与えるそれらを非現実的世界のSFとして楽しみ、大震災を自分とは関係ない、または起こったらそれまでとあきらめるべきものと考えている。一方、進歩した耐震工学に基づき設計された耐震構造物の増加および各公的機関の防災対策の進歩に対して、漠然とした期待感を持ち、震災に対する安全性は高まっているのではないかと考えている人々もいよう。現実には、日々の生活に追われ、人々はほとんど地震災害の可能性について意識していないというところであろう。

交通における安全性の問題も、全国的にみれば、交通事故が日常的に発生しているが、個人にとっては稀現象である。自分だけは安全と考えるか、または事故に出会う可能性はあるとしても、その危険性を考えても仕方がないこととして、日常の活動を行っているのが実情であろう。この点、地震災害に対

*東京大学助教授
Associate Professor, University of Tokyo
原稿受理 昭和57年7月27日

する見方と一脈通ずるところがある。しかし、交通事故の場合は完全な人為的現象であり、理論的にはその発生を人為的に防ぐことも可能である。一方、地震そのものは完全な自然現象であり、その発生を人為的に止めることはまず不可能といってよい。むしろ、現在の理論では海洋性の大規模地震は、くり返し必ず発生するものとされている。

地震防災の面においても、現在の大都市社会における交通問題は重要な要素となっている。大地震が発生した場合、現在の複雑な交通システムが地震災害を軽減するため重要な手段であるとともに、被害を一層拡大させる作用もすることを考慮しなければならない。

2. 都市機能と地震災害

2-1 大都市の都市機能の現状

現代の都市社会は、上下水道、電気、ガス等の供給処理システム、電信電話、道路、鉄道、港湾等の通信・交通システム等の種々の都市機能システムが高度に発達しており、都市の諸活動や都市住民の生活は、それらの都市機能システムに依存して成り立っている。

<9> <10> 今回の地震の直後(当日夜中ぐらまでの間)、地震のあと(翌日以降)生活上のことであなたが特に困ったのはどんなことでしたか。(困った程度の順に2つ選んでください)

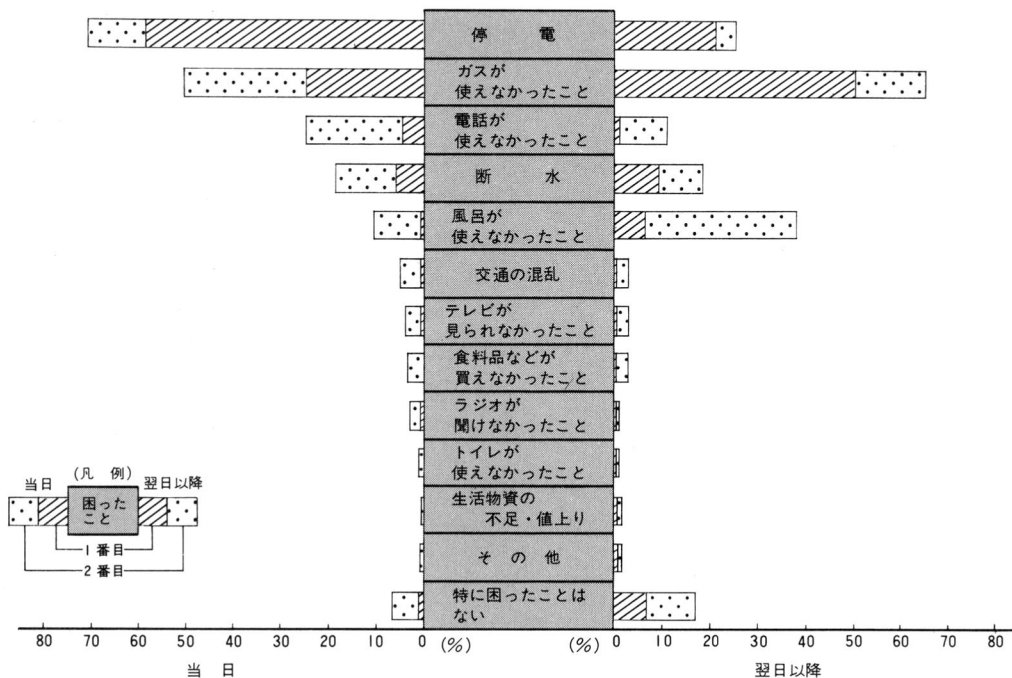


Fig.1 宮城県地震による都市機能停止の影響 -地震後困ったこと-
Effects of utilities function stoppage by earthquake
-Troubles after damages-

水、エネルギー、人間、物資、情報を輸送するこれらのシステムはライフラインと呼ばれ、地震によってそれらの施設が被害を受け、機能が止まると、都市生活に重大な支障をきたす¹⁾(Fig.1)。そのため、現在ではライフライン施設の耐震化が耐震工学の重要な問題となり、ライフライン地震工学という分野が成立するようになった。³⁾なお、道路、鉄道などの交通システムはライフラインに含めず、別に扱う場合もある。

ライフラインの重要性は都市規模が大きければ大きいほど増加し、また、ライフラインの機能が高度化すればするほど、都市活動や都市生活はそれに依存するようになり、地震等によって機能障害が生じたときのマイナスのインパクトは非常に大きくなる。

とくに膨大な人口、産業の集積する東京大都市圏では、種々の中枢的な機能が存在し、ライフラインの機能停止は居住生活の支障だけでなく、業務活動などあらゆる都市活動に障害を与えることになる。

東京都における供給、処理サービスの概要を示すと、1日に、平均約500万tの上水と約1億kwhの電力および約550億kcalのガスが供給されており、また、約1万7,000tの廃棄物が処理されている。

交通に関していえば、東京都区部を中心にして毎日約270万人の人が通勤、通学で移動しており、それらの大部分（約80%）は他県からの流入人口である。貨物の流動量は昭和47年の物資流動調査でみると、東京区部に1日約53万tの発生量と77万tの集中量がある。このような大量の交通輸送量に対して、現在の交通システムは平常時においても不十分な状況にあり、ラッシュアワーにおける交通混雑など種々の問題をかかえている。

2-2 都市機能の相互関連性と震災影響波及

都市における地震災害の特徴は、もともと都市には人口、産業、各種の資産が高密度に集積しているために大被害が起り易いことのほかに、ライフラインを主体として各種の都市機能が相互に関連した、高密なシステムとして機能しているため、被害も連鎖的に波及していくことにある。

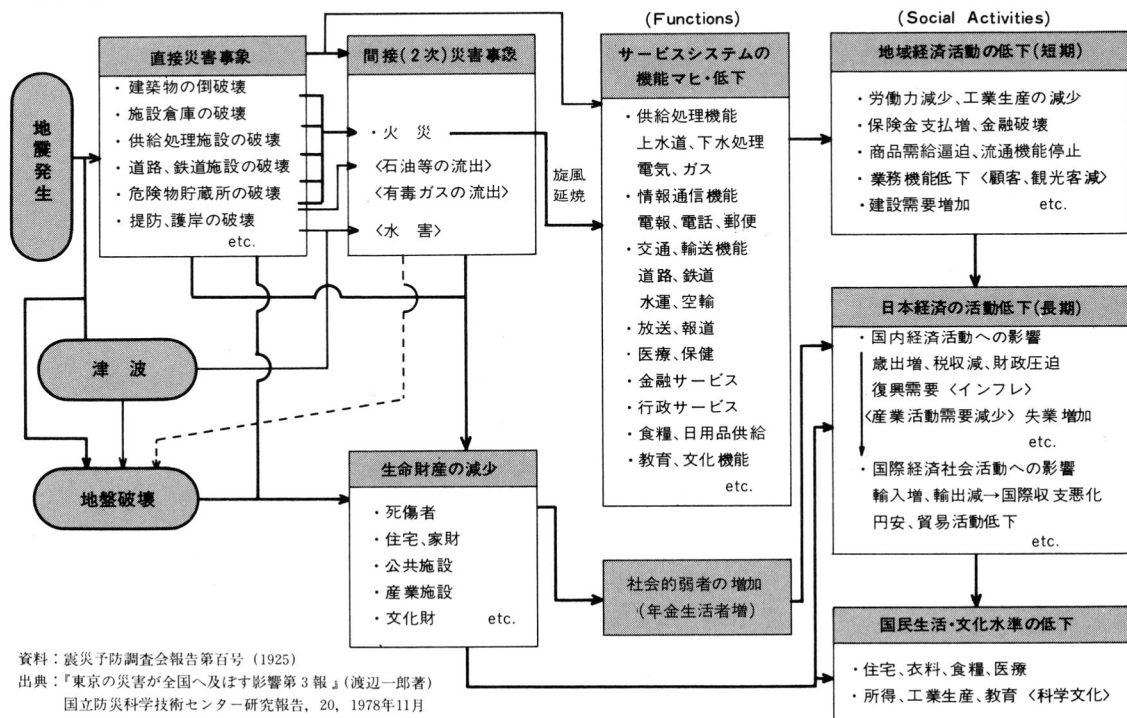
次のFig.2は、1923年の関東地震の被害影響波及の様相を模式的に示したもので、くくで囲んだ事項以外のものはこの地震の結果発生したことを示しており、太い線で示した矢印がこの時生じた影響波及の方向を示している。図にみられるように、首都東京における大震災は広範囲かつ長期的な影響波及を生じた。

近年（1978年）発生した宮城県沖地震は仙台市の諸都市機能に被害をもたらし、都市型災害の問題を明示することとなった。その震災では関東地震の大震災、新潟地震時の水害のような間接災害（2次災害）はほとんど問題とはならなかったが、諸施設の破壊等が直接に都市の諸サービス機能の麻痺や低下につながった。

都市の諸機能システムは、大規模になり複雑化すれば、平常時でも一部に障害の発生する確率が高くなるので、本来、部分的障害に対して代替機能や自己回復能力を備えている。とくに線状の輸送機能をもつライフラインは、線上の1か所で支障が生じた場合でも、システム全体の機能を損ねることにもなるため、ネットワークを形成して部分的支障は迂回できるようにして、全体システムの機能を保持している。

そのような都市機能のネットワークシステムが地震によって機能麻痺が生ずることになるのは、ネットワーク上の多くの個所で同時に被害が生じ、迂回による代替が効かなくなる場合である。

さらに、都市の諸機能が複雑に関連しているため、火災の延焼拡大による影響被害だけでなく、他の機



資料：震災予防調査会報告第百号（1925）
 出典：『東京の災害が全国へ及ぼす影響第3報』（渡辺一郎著）
 国立防災科学技術センター研究報告，20，1978年11月

Fig. 2：大地震災害の影響波及 地震名 関東地震(M=7.9) 発生日時 1923年 9月 1日 11時58分
 Expanding effects of large earthquake damage

能システムの被害の影響が波及し、複合化して被害が拡大し、全システムの機能停止が生じるという問題がある。

例えば、ほとんどの都市機能システムは、そのエネルギー源等を電力システムに依存しているため、震災によって電力供給が停止すると、その機能も停止することになる。そのため、各システムは非常用電源としてバッテリーやディーゼル発電機を備えているのであるが、給水管の破壊によって水供給が停止し、冷却用水、ボイラー用水が不足すると、非常用電源も使用不能となることにもなる。水道用水の供給はモーターによるポンプアップを必要とする場合があるが、そのような場合、電力および水供給の両システムの被害が複合して動きがとれなくなる可能性がある。

実際、宮城県沖地震の際、仙台市の清掃工場で冷却用水の地下配管が折損したため、ディーゼル発電機が稼働せず、非常用電源が確保できなかった。さらに、発電機が起動せずボイラー用水の給水が停止したが、炉内の未燃ごみの緩慢燃焼により、余熱発電用のボイラーの蒸発が続いており、ボイラーに2次の損傷が発生する可能性があったと報告されている。²⁾

また、停電によって宮城県内の交通信号の約70%が滅灯し、ちょうど退社時間も重なって、場所によっては一時車が身動きできないような交通麻痺が生じ、仙台市内では道路の損壊したことも影響して、深夜までノロノロ運転が続いた。³⁾

3. 地震災害と交通機能

3-1 大規模地震警戒宣言発令時の交通問題

東海地震の切迫が問題となり、大規模地震対策特別措置法の施行によって、防災対策強化地域が指定され、地震発生が予知された場合に国が警戒宣言を発令することが定められている。

東京、横浜、川崎、名古屋の大都市は、対策強化地域には含まれていないが、警戒宣言が発令された場合の交通問題としては、強化地域の周辺にあるこれらの大都市における交通対策が非常に重大で、困難な問題となっている。

大都市における交通問題は平常時においても、道路交通渋滞、ラッシュ時における過密乗車運転などが問題となっているが、警戒宣言発令によって一斉に帰宅を始めると、主要駅の混雑や主道路上での交通渋滞は非常に大きなものとなるであろう。

高速道路では40km/h、首都高速道路を含む一般道路上では20km/hの低速走行をすることになっているが、警察官の十分な配備なしにその規制をすべての運転者に徹底させることは非常に困難と思われる。未来工学研究所が行った一般ドライバーに対するアンケートでは、警戒宣言時の減速走行について要請に従うと答えた人は2割にすぎない。⁵⁾

減速走行を守る者と守らない者が混在すると、割り込み、追突などの交通混乱や交通事故を起こす可能性がある。また、20km/h以下の速度で整然と連続走行することはかなり難しく、停止、発進をくり返すような走行状態となって、道路の交通容量も低下すると思われる。さらに、低速走行によって高密度交通状態となると、沿道の駐停車、オーバーヒート等の故障車による交通への影響が非常に大きくなり、ますます混乱を高める可能性がある。

このように警戒宣言発令時の交通運用対策の実行方法は、非常に困難で重要な問題である。現在、鉄道駅における乗客の誘導対策等、地震警戒宣言に伴う種々の社会的問題について調査検討が行われている⁶⁾が、具体的な実行上の対策等、さらに検討すべき課題が多数残されている。とくに大都市の地震防災対策として、警戒宣言発令時の交通運用対策は、誤った方法によっては無用な混乱やパニックを起こし、地震の直接被害よりも社会的損害を大きくする場合もないとはいえず、十分に検討されるべき問題であろう。

3-2 地震発生時の道路交通

従来の大地震災害の危険性を強調する小説、映画等の想定では、現代都市社会の恐怖として、道路上の車両の衝突・炎上、列車の脱線・転覆、地下鉄やトンネルの破壊・水没などの災害が描かれている。しかし、それらの交通機関の災害の予測は、その方法論が確立されてなく、科学的に十分検討された結果として公表されているものはない。現在、各機関ではよほど大規模な地震でない限り、そのような直接被害が生ずることはないとしている。

現代の新しい交通機関は大規模な地震に遭遇した経験がなく、不明な点が多いためやむを得ない面もあるが、小説上の過大な被害の強調と、公的機関の安全面のみを示すこととの間にはかなりの開きがあり、人々に潜在的な不安感を持たせているようである。

一般に、危険なこと、とくに異常なことは過度に大きく取り上げられ、安全面についてはあまり強調

されないきらいがある。

大震時の道路交通についても、衝突事故が起こって自動車火災が発生し、炎上、爆発によって次々と延焼し、道路が火の川となるなどといわれたりする。しかし、自動車火災だけについていえば、衝突等の自動車事故によって火災が発生する確率は非常に小さく、その上ほとんどの運転者は地震を感じるとブレーキを踏み減速するので、地震時に高速で衝突する可能性は少なく、一層、自動車火災の発生は少ないであろう。

さらに、自動車自体による延焼はほとんど問題でない。プロパン車を含む乗用車、トラックの爆発は起こらないことが、東京消防庁の実験で確かめられている⁷⁾。乗用車、トラックの燃焼は、木造家屋1棟に比べそれぞれ0.028、0.23の発熱量しかなく、自動車の延焼も家屋の燃焼による市街地火災に左右され、逆に、自動車から建物への延焼は表面が焼損する程度であり、震災時に大火災が発生するとすれば、全面的な火の海となり、道路のみが火の川となることはあり得ない。

このような情報は、必ずしも一般に広く伝わっていないようであり、自動車交通は火災時の燃種となって非常に危険であるとの認識がある。

地震発生時の交通問題として重要な問題ば、個々の交通施設の物的直接被害だけでなく、むしろそれによる機能の低下、停止等の間接被害、他のシステムへの波及影響であろう。道路、鉄道線路自体の損壊などは局所的であったとしても、交通が停滞することによって、地震の被害を大きくすることになる可能性は多い。とくに道路交通は、地震発生後直ちに開始する消防活動、救急活動の重要な手段であり、自動車の停滞による交通障害は、緊急車の走行を妨げて、火災等の2次災害の発生、拡大を助長する恐れが大きい。また、火災が拡大し、避難活動を始めたとき、大きな障害となることは明らかである。

現在、大地震対策として各地域で避難場所、避難道路が指定され、いざという場合の避難誘導対策が重要な施策として検討されている。避難対策の問題点としてよく指摘されることは、大都市ではオープンスペースが非常に少ないため、避難距離が長くなっていること、また、避難道路における自動車の滞留による交通麻痺のため、通行が困難になるということである。

東京の場合、現行の避難計画（1980年4月指定）で、直接避難距離が3 km以上となる地域の面積が

4,400haあり、その地域の人口は71万人にも及ぶ⁹⁾。また、主要避難道路は、平常時も交通混雑によって渋滞の発生がみられるところであり、沿道の不燃化率も延焼から安全であるために必要な70~80%以上に達していない状況であり⁹⁾（Table 1）、避難行動はかなり困難であろう。

Table 1 主要避難道路の不燃化率
Incombustibility on main
refuge roads

(昭和56年3月)

道 路 名	不燃化率	道 路 名	不燃化率
第 一 京 浜	31.3%	京 葉 道 路	45.7%
第 二 京 浜	51.1	三 ツ 目 通 り	34.8
目 黒 通 り	44.0	昭 和 通 り	56.5
世 田 谷 通 り	22.6	蔵 前 通 り	36.6
甲 州 街 道	56.1	晴 海 通 り	39.0
青 梅 街 道	36.5	山 手 通 り	36.9
川 越 街 道	34.8	環 状 7 号	29.1
中 仙 道	38.4	環 状 8 号	32.7
日 光 街 道	36.4		

資料：東京都の市街地状況調査報告書（東京消防庁）

避難が必要となるのは、ほとんどの場合、延焼火災が拡大して生命に危険が及ぶようになったときであり、「地震即避難」が必要なのではなく、まず出火防止や初期消火に努め、災害の拡大を断ち切ることが重要である。従来、地震防災対策や訓練で避難対策が強調されていることから、「地震即避難」という短絡的な考え方を一部の人が持っているきらいがある。

とくに、道路上の自動車運転者等はその場の地域と無関係ならば、まず避難のみを考えるのは当然である。運転者は地震時には道路の左側に寄って止めるべきことはかなり周知していると考えてよい。問題はその後行動で、多くはそのまましばらく待った後、避難行動をとり、中には自動車を走らせようとして、道路をまた混乱させる者もあろう。

このように考えると、道路上の自動車は地域の地震防災にとって非常に困った邪魔ものにすぎない。しかし、観点を変えれば、道路上の運転者等は初期消火、救急活動で、貴重なマンパワーとなり得る存在である。とくに、大型車、営業車は消火器を備えつけている率も高く、またジャッキ等の工具も持ち、発災初期であれば、災害に対し強力な戦力となり得る。

震災時には一般車両は通行できなくなることに加えて、火災が延焼し市街地火災が拡大したら、道路上の自動車は助からないことを周知徹底させて、大地震発生時には、運転者も避難行動をとる前にその

場の地域の初期消火、救急活動に協力するよう指導すべきであろう。

たとえ一部であっても、大型車両の運転者が冷静に行動し、車両を適当な位置に停止させれば、小型車は人力による移動も可能であり、車両渋滞に対する道路の啓開は容易となり、後の消防、救急活動を早めることになり、その効果は非常に大きい。大型自動車運転者の大地震時に対する行動訓練や社会的自覚を促す施策がなされることが望まれる。

3-3 復旧、復興活動と交通

復旧、復興活動における交通システムの重要性はいうまでもない。ほとんどすべての都市機能システムの応急活動は、応急物資、要員の輸送に交通輸送システムの支援を必要とする。それゆえ、交通輸送システムの機能の障害状況は、他の都市機能システムの復旧活動へ大きな影響を与える。

とくに、道路交通システムは複雑なネットワークを持つため、完全に機能停止することはなく、また、部分的な機能回復は比較的に早急に可能なので、大震災後の復旧活動において対策の糸口となる非常に重要な役割を持つ。水、食糧、燃料等の応急物資を輸送し、供給システムの代替となるとともに、種々のシステムの復旧に必要な資材、要員の輸送をも行う役割がある。

道路の損壊、交通信号機の故障等によって交通容量が大幅に低下しているなかで、平常時とは異なった交通需要を如何にうまく処理するかは、都市機能全体の回復に要する期間に大きな影響を持つものである。

その意味で、大震災の復旧活動で交通規制等の道路交通運用方法は重要な意味を持つ。交通需要に比べ供給（交通容量）はかなり小さくなっているであろうから、緊急輸送車両の通行を優先とし、その他の一般車両の通行を禁止または制限する規制が行われる（災害対策基本法第76条）。

その際、緊急輸送車両の確認が大きな問題である。車両の使用者の申し出により確認を行った場合は、緊急輸送車両の標章と証明書を交付することになっているが⁹⁾、大量に生ずる確認手続を迅速に行い、交通検問等、規制を強力に行うことは、重要で困難な問題である。1964年の新潟地震の際は、偽造した標章をつけた車両が走行し、新潟市内の交通を混乱させたといわれている。¹⁰⁾

被災後、日を経るに従って、救援車両や復旧作業車も増えるとともに、一般の人々の活動も活発にな

り、交通需要が増大するであろう。その時、他の交通システムや供給システムの復旧が遅れると、道路交通システムに対する負担が増大し、道路交通の混乱、渋滞が生じ、それがまた復旧活動を遅らせることにもなる。

このように復旧活動においても、間接被害の影響波及と同様に、都市機能システムの相互の連関によって、都市生活や都市活動の復旧に支障を与えることになる可能性がある。従って、各都市機能システムの復旧、復興活動は相互に整合性のとれたものとして行われることが重要であり、復旧、復興計画は各都市機能システムについて、それぞれ個別に作成するのではなく、都市の全システムについて総合的な復旧、復興計画を検討しておくことが必要である。

とくに道路交通システムに関して、震災後の交通需要は、交通輸送の内容、目的、起終点（OD）が平常時とは非常に異なったものとなることを考慮しなければならない。同時に、応急援助物資、復旧資材、要員の輸送とともに、復旧活動の結果、大量に排出される震災ゴミの収集、輸送が大きな問題となる。それはまた焼却、埋立て等の廃棄物処理にも影響し、その対策も復旧計画上の交通輸送問題と関連した大きな問題となることを計画上で考慮すべきである。

また、業務、生産機能が回復するにつれ、通勤・通学交通の処理対策が問題となる。大量の遠距離通勤の多い東京では、交通機能の障害が従業者の就業を妨げ、平常の業務活動回復上のボトルネックとなる可能性が強い。

4. おわりに

現代の都市社会は、種々の都市機能システムの存在を当然のこととして成り立っており、一般の都市活動や都市生活はそれらの機能が途絶する場合をほとんど考えていない。現代の高度化したシステムが日常発生するトラブルに対して自己回復能力を持ち、大きな機能障害を起こさなくなると、信頼性が高まれば高まるほど、その機能停止状況は考慮されることはない。

都市の大地震災害における大きな問題点はここにある。これまでの耐震工学の発展の結果、個々の構造物、施設の破壊はまぬかれ、また、適切な避難行動等によって、とりえず人命は助かったとしても、ライフラインシステムの機能が停止したならば、都市住民は生活を維持していくことができない。

機能破壊が錯綜し、停止状態が長期化すれば、そ

のために生ずる影響は非常に大きく、広範囲に波及し、被害都市の活動は低下して、住民はその都市を離れざるを得なくなるなど、間接被害が直接被害を大きく上回ることもなろう。

従って、地震防災対策をすすめるにあたって、都市を構成する個別の構造物や単一システムの耐震性の向上を独立に考えるのではなく、都市機能システム全体の耐震性を高めることが重要である。震害の影響波及によって、複合被害へ被害が拡大しないようにするため、各システムがそれぞれ耐震性を強化して、自システムの機能維持能力を高めるとともに、他システムとの連関性について検討し、全体システムとして整合のとれた防災対策とすべきである。

その意味で現在、各システムの耐震性の内容は必ずしも明らかにされていない。無用な混乱、恐れを招くことがあってはならないが、地震防災に対する各システムの現状について、弱点や限界も含めた正確な情報を交換して、異なるシステムの間に関連性から全体システムとしての機能障害が生じないようにすべきである。

現状に対する曖昧な情報は、防災対策全体への信頼性を失わせ、安全な場合にも不必要な混乱を起こす可能性がある。むしろ、地域の防災対策として、地域特性に応じすべての面で安全性の高いブロック

を強調して示すと同時に、弱点のあるところをも明示されるべきと考える。

参考文献

- 1) 宮城県沖地震災害に関する諸調査の総合的分析と評価, 仙台都市科学研究会, 1979年11月
- 2) 片山恒雄, 増井由春, 磯山龍二: 1978年宮城県沖地震後の消防・救急活動とごみ処理, 生産研究第31巻第8号, pp.10~18, 1976年8月
- 3) 大久保忠良: 都市機能と地域の地震防災, 科学朝日, pp.69~72, 1982年6月
- 4) 山川仁, 秋山哲男: 警戒宣言発令による自動車交通流の変化, 総合都市研究第11号, pp.67~77, 1980年
- 5) 総合的地震防災訓練実施のための調査, 未来工学研究所, 1981年3月
- 6) 朝日新聞特別取材班: 地震警報が出る日, 朝日新聞社, 1981年3月
- 7) 自動車火災に関する研究, 東京消防庁, 1975年3月
- 8) 小山田潔: 大規模地震における道路交通対策, 道路 No.472, pp.22~30, 1980年6月
- 9) 戸口明: 地震と避難, 新都市 Vol.35, No9, pp.43~49, 1981年9月
- 10) 新潟地震の記録, 新潟県, pp.231~234, 1965年6月