

災害に強い交通基盤形成のあり方

Study on the Substitution of Transportation Network at emergency-time

森 浩^{**}, 小原 恒平^{***}

村山 明生^{****}, 尾花 尚弥^{*****}

By Hiroshi MORIKOUHEI OBARA,
Akio MURAYAMA, Naoya OBANA

In this study, the potential and the issues of present transportation networks to substitute the trunk networks at emergency-time.

Through the study, the impacts on passengers and freights movements by the cuts of trunk lines were calculated and the characteristics of the networks were surveyed.

Also, the problems of the substitution for each transportation modes at Great Hanshin-Awaji Earthquake were surveyed.

Keywords: *Transportation Network, Substitution, Trunk Line*

1. はじめに

(1) 目的

阪神・淡路大震災では新幹線・在来線を始めとする鉄・軌道、高速道路や主要国道などの幹線道路に多大な被害によって、日本の東西を結ぶ幹線交通網が遮断された。その結果、阪神地区を経由する人流・物流は甚大な被害を被った。

この震災の教訓を踏まえ、幹線交通においては、災害時にも利用者がルートや交通手段を選択できるような、いわば柔軟でかつ災害に強い体制を確保していくことが求められる。

本研究では、以上の認識のもと、幹線交通に関し、既存の交通体系を前提とし、速やかに代替・補完関係を構築するため、災害時における複数の交通手段を利用した輸送ルートの確保や事業者間の連携によ

る他の交通手段への円滑なシフト体制等、災害に強い交通基盤整備のあり方について検討した。

(2) 対象とする交通

災害に強い交通基盤とは、

①大規模な地震に対して、耐震性が確保されており、万が一災害が発生しても、施設の損傷が最小限に抑えられ、かつ復旧が容易に行えるような構造を有し、かつ

②特定ルート・区間が万が一損傷しても、代替ルートの活用により、幹線交通への影響が最小限に抑えられるよう各モードごとに多重ネットワークが形成されている

交通網が考えられる。しかし、このような交通基盤を実現するためには多くの時間と費用を要することから、本研究では、

③災害により幹線の特定モード・特定ルート・特定区間が機能被害を受けた場合、幹線交通への影響が最小限に抑えられるよう、速やかに非幹線も含めたモード間（鉄道、バス、海運、航空）で代替・補完して、復旧まで臨時に利用できる

* キーワード：交通網、代替交通、幹線交通

** 正員 工博 (株)三菱総合研究所社会システム部

*** 運輸省 (元 (財)運輸経済研究センター)

**** 学術修 (株)三菱総合研究所社会システム部

***** (株)三菱総合研究所社会システム部

(〒100 東京都千代田区大手町2-3-6)
TEL:03-3277-0709 FAX:03-3277-3460

「災害時における幹線交通網」

を対象としている。

また、対象とする期間は、阪神・淡路大震災の復旧の例を踏まえ、地震発生当初の緊急時を脱した後から幹線復旧までの3ヶ月程度を対象とした。

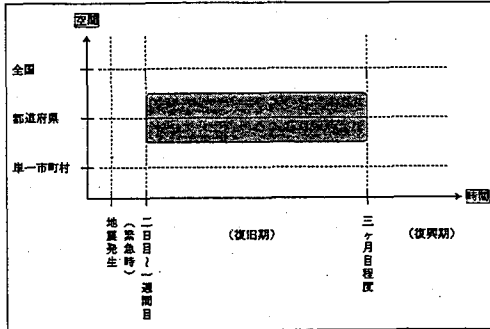


図-1 対象とする災害時の幹線交通網の時間的・空間的広がり

2. 幹線交通寸断による影響と地域特性

(1) 検討対象地域

阪神・淡路大震災は、局所的な地震ではあったが、新幹線や幹線鉄道、高速道路等が通る狭い地域の被災で、迂回可能なルートが少なかったため、全国の社会経済に与えた影響が大きかった。

そこでまず、国内の各地域で幹線交通が被災した場合にどの程度の影響があるか、を見積もった。

対象地域は、地震予知連絡会が指定している特定観測地域（8ヶ所）および強化地域（2ヶ所）のうち、幹線交通が集中している地域である。（図-2）

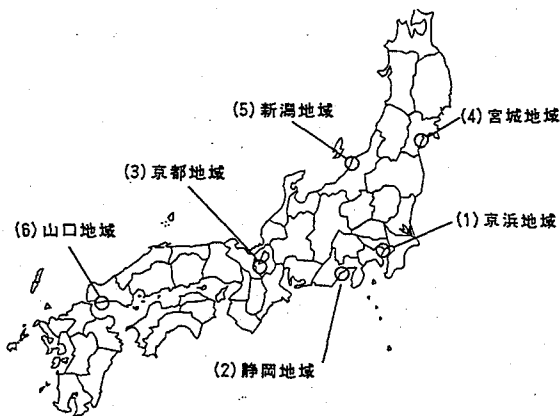


図-2 検討対象地域

(2) 影響を受ける交通量

平常時の交通流動のうち、災害時の幹線交通の不通により影響を受ける交通量の概数を推計した。ここでは、利用可能なデータの制約から都道府県単位の流動を元に検討している。

参考とした調査、統計等は、「貨物地域流動調査」、「港湾統計」、「空港管理状況調査」、「航空輸送統計」、「道路交通センサス」、「幹線旅客純流動調査」である。

検討の結果、影響を受ける交通量は表-1の通りである。人口の集中している太平洋の被災の影響が大きい。

表-1 各地域の被災により被害を受ける人流・物流

地域	被害を受ける 幹線人流	被害を受ける物流
京浜	鉄 道 20.8万人/日 自動車 24.4 航 空 11.4	鉄 道 4.1万トン/日 自動車 46.8 海 運 75.0 航 空 0.1
静岡	鉄 道 23.2 自動車 14.5	鉄 道 3.2 自動車 24.3
京都	鉄 道 23.2 自動車 33.0	鉄 道 3.7 自動車 49.6
宮城	鉄 道 5.6 自動車 8.2 航 空 0.6	鉄 道 2.6 自動車 16.1 海 運 6.9
新潟	鉄 道 2.9 自動車 3.8 航 空 0.2	鉄 道 1.2 自動車 3.3 海 運 5.5
山口	鉄 道 7.4 自動車 11.4	鉄 道 1.7 自動車 15.4

(3) 代替可能性の検討

各地域の被災に対して、交通影響を緩和するための代替ルートの設定可能性を検討した。

a) 京浜地域の特徴と代替可能性

<交通の特徴>

・国土の広域的な幹線交通網が南関東をハブとする構造になっているため、本地域を発着地としない交通も本地域を通過することになる。したがって、被災によって影響を受ける人流・物流は多い。たとえば、航空では羽田空港が国内航空路の要となっており、その被災によって国内航空網の多くに影響する。

- ・本地域自体の人口規模・産業規模が大きく、したがって、交通需要の発生地であるため、本地域の被災によって地域内の交通は相当の混乱が予想される。
- ・人流では、他の地域と比べて鉄道利用が比較的大きく、大容量の公共交通の被災によって、人流に特に大きな影響を与える。
- ・物流では、特に海上交通が被災によって利用不可能となると陸上交通に代替手段を求めることとなるが、両交通機関の輸送能力の差から考えると陸上の対応は交通の混雑を増大させる。
- ・その一方、本地域を含む南関東地域には幹線交通が多くあるため、最短ではないが本地域を迂回するルート进行多数想定することができる。
- ・これらのルートを活用しつつ、なるべく多くの交通機関を供給して需要を捌くことが必要となる。

＜人流の代替ルートの確保＞

幹線の不通により影響を受ける広域的な旅客が多く、かつ、被災地域で発生する旅客も多いため、交通需要を捌くことが最重要課題である。交通網が密なため、被災地域を迂回するルートは複数設定でき、この地域の多量の需要を捌くために、利用可能なあらゆるルートを用いて需要に対応することになる。その際、被災の状況に応じて緊急・復旧交通との分離や発着地別に利用するルートの分担するなどの工夫が必要となる。

これらのルートを確保し、需要を捌くために車両・機材等の手配が重要となる。たとえば、航空機の場合は羽田空港が被災すれば羽田発着便を振り分けられる。駐機している機材が多い時間帯に被災した場合には、応急措置により離陸だけは行えるようにして、機材を他空港で利用できるようにする必要がある。バスを代替交通として供給する場合には、全国から相当数の車両を調達しなければならない。

＜物流の代替ルートの確保＞

交通需要が大きく、施設被害による影響は大きい。高速道路が多く、したがって陸上の代替ルートも多い。緊急・復旧交通との分離や発着地別のルートの分担等によって需要を分散し、混雑を緩和し、走行ルートを確保する。

また、周辺の港を用いた海上輸送によって陸上交通の緩和を進める。周辺の港では高速道路等とのア

クセス性を確保するとともに利用する港も分散し、港の混雑に対応する。

鉄道貨物については、代替するルートが限られ、かつ時間もかかるため、トラックが代替することになる。そのための車両、運転手の確保及びトラックと鉄道の連絡性確保等の対策が必要である。

輸出入貨物のうち大型コンテナ船に係る輸送の代替としては、対応可能な港が少なく、最寄りでは清水港である。ただし、清水港と東京との輸送を考えると、被災地域を通るルートとなる。背後地の処理能力まで含めた品質の高い代替性を発揮するためには神戸港を利用する必要がある。この場合は関東との間は中央高速道路の利用が想定される。

ただし、被災地を迂回する他の交通と輻輳することとなり、混雑が予想され、交通規制等が求められる。

b) 京都地域の特徴と代替可能性

＜交通の特徴＞

- ・本地域は、くびれた狭い地域であり、本地域を挟む東西間の陸上の人流・物流のほとんどはこの地域を通過する。したがって、被災によって東西間の交通に大きな影響を与える。
- ・本地域周辺では大阪都市圏があり、幹線交通を含む多数のルートがあるが、本地域はここからややはずれており、交通機関が多い京浜地域とは異なり、物理的に移動できない状況も想定し得る。
- ・したがって、比較的限られたルートに交通が集中する可能性がある。

＜人流の代替性の確保＞

旅客数が最も多い東京圏と大阪圏の間の旅客については、航空機利用が最も高速な代替ルートであるが、機材の確保、空港の混雑などで供給量が大きく制約される。羽田空港に需要が集中しないよう分散した運航が必要である。

高速バスによる代替では、一部区間を一般道を利用して迂回するルートしかない。ただし、将来は並行する高速道路が開通し、代替性が高まることが期待される。新幹線を代替するためには、相当数の運転手・車両が必要であり、広域的に調達する必要がある。

短距離の不通区間の代替としては、並行する一般道の利用、あるいは大きく迂回する鉄道を利用する

こととなるが、時間がかかり、代替性は低い。

したがって、この区間では国道1号等の一般道を確保するとともに東海道線を早急に復旧しなければならない。

＜物流の代替性確保の課題＞

トラック輸送の代替ルートとしての道路は、旅客の場合と同様に一般道を用いるか、あるいは琵琶湖の北側を回るルートしかない。後者の場合も一般道を併用することになる。また、冬期には降雪による遅れも考えられる。

本地域には日本海側にフェリーが発着可能な敦賀港、舞鶴港が隣接しており、これが活用できる。また太平洋側はやや離れるが、神戸港、名古屋港がある。いずれの港も高速道路に近く、海上輸送が物流の代替ルートとして活用できよう。船舶の確保、アクセス道路が混雑しない対策が必要である。

一方、鉄道貨物はもともと量は少なく、かつ、これを代替する鉄道ルートは不便であり、したがってトラックによる代替が現実的である。

c) その他の地域

- ・**静岡地域**は、広域的な迂回であれば高速道路や鉄道が多重化しているため可能性がある。短距離間の迂回は、幹線に並行する一般道が被災や復旧交通のために利用できない場合には、現実的な迂回ルートは見当たらない。したがって、被災地区の道路を通過交通にも利用させねばならない。
- ・**宮城地域**は、東北日本の陸上幹線ルートの通る地域で、しかもこのルートを代替するルートはほとんどない。この地域の被災によって特に東北日本の貨物流動は大きな影響を受けることとなる。被災地域内の使えるルートを通過交通にも利用させる必要がある。迂回のための海上輸送は、港と内陸の都市とのアクセス性が必ずしも良くないため、今後、港湾の強化、アクセス道路の充実等の整備が必要である。
- ・**新潟地域**は、北陸地方と東北地方を結ぶ位置にあるが、実際には通過する交通は少ない。被災によって影響を受けるのは首都圏と新潟との交通と考えられる。この地域は交通網が限られており、幹線に並行する一般道を利用しなければならず、被災地域の一般道も比較的長距離の交通のルートとして確保が必要である。貨物は、新潟港の代替と

して、あるいは、トラック輸送の代替として直江津港を利用することになる。

- ・**中国地域**は、地形的な制約もあり、代替可能なルートがほとんどない。被災地区の一般道が使えない場合には、陸上に適当なルートがない。したがって、通過交通も一般道を使う必要がある。ここでは周辺に港が多く、旅客・貨物とも海上ルートによる代替の可能性がある。

d) 代替ルートの特徴まとめ

- ・本州の中央部を除いて幹線の多重化が進んでいない。したがって、広域的に迂回できる代替ルートが限られる。
- ・幹線が多重化していない地域では、一般道も限られており、幹線に並行することが多い。このような道路は被災地区にあるため代替ルートとしては不適当である。代替ルートを他に考えると山間地を経由する大廻りの迂回ルートにならざるを得ない。
- ・地域によっては、被災地区の一般道を通過交通に利用させる必要がある。
- ・広域的な人流の迂回では航空、物流の迂回では海上輸送を検討すべきである。そのためには鉄道や高速道路とこれらの拠点とのアクセス性をよくする必要がある。例えば京都地域、山口地域では高速道路に近い港湾が複数あるため、代替性を発揮できるが、東北地域では港湾が限られ、しかも高速道路から離れているため利便性は低い。
- ・海に面した短距離の迂回では、海上ルートが考えられる。とくに、平野部で山地が迫っている場合には、積極的に検討すべきである。海上ルートの活用のために、港の整備が望まれる。

3. 代替手段としての交通機関の特徴

(1) 阪神淡路大震災における代替交通機関の状況

阪神淡路大震災における代替交通の能力について事業者へのインタビュー等により表-2のようにとりまとめられる。

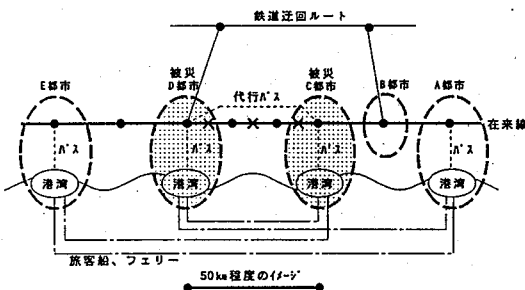
表－2 阪神淡路大震災における代替交通機関の状況

	代替交通としての供給能力
鉄道	・ 迂回ルートに単線・非電化区間があり、増発本数、編成車両数が制約を受けた。 ・ 迂回によって運行距離が長く走行速度も遅いため運行時間が約3倍に達した区間もある。
バス	・ 当初は道路混雑があり、バスレーンが設置された。 ・ ただし、鉄道駅からバスレーンまでの道路混雑によって供給量が制約を受けた。 ・ 車両は鉄道事業者が関係会社およびその協力によって調達した。
旅客船	・ 神戸地区発着不可による減便・中止した航路から船舶と人員を調達した。 ・ ほとんどの事業者が自社内で対応した。 ・ 観光船も活用した。 ・ 運航能力はバスの利用可能性によって制約された。
航空	・ オフピーク時で、かつ阪神地区という航空需要発生地で震災が発生したため、関西発着の便を中心に減便した。 ・ ただし、減便は今回が最大限であり、供給量はこれに規定された。 ・ 関西・伊丹の両空港があったため、関西地区での容量制約はなかった。羽田発着便は一時的に制約が緩和された。
トラック	・ 路線トラックは運行に時間が余裕があり、今回の混雑度の遅れは吸収可能であった。 ・ 路線トラックでは車両の供給不足は特になかった。
貨物鉄道	・ 1列車当りコンテナ50個が限度であり、供給量としてはわずかであった。

(2) 各交通機関による代替交通網の形成

本研究では、地上の幹線交通（鉄道及び道路）が被害を受けた場合の交通網を考えた。

本稿ではこのうち、在来線の一部区間不通の場合の人流に関する代替交通網を示す。



図－3 在来線一部区間不通の場合の災害時幹線交通網（人流）

在来線の不通に対する代替ルートとして鉄道迂回、代行バスが一般的である。また、港湾が近い地域では海上交通の利用も考えられる。

＜鉄道迂回ルートによる代替＞

可能性

- ・ 鉄道のネットワークが疎であるため、乗入れや乗継ぎが可能なルートが限られる。
- ・ 迂回によって旅行時間が数倍程度にもなり、利用者の立場から成立しにくい側面がある。

供給上の問題点

- ・ 単線・非電化など、迂回路線の整備状況によって供給量が制限される。
- ・ 平常時路線と迂回路線の規格が異なる場合には円滑な乗入れができない。
- ・ 迂回鉄道路線が離れている場合には接続バスが必要となる。

＜代行バスによる代替＞

可能性

- ・ 被災地域内の交通としてバスが利用される可能性が高く、これを利用する形で成立する。
- ・ 平常時からバスは鉄道の末端交通として利用されており、利用者や事業者の意識の観点から、災害時幹線交通網として成立しやすい。
- ・ 不通となった在来線と並行する道路も被災する可能性は高いが、道路の復旧は他の交通インフラと比べ相対的に早く、またネットワークとしても密なため、地震発生後、早期に災害時幹線交通網として成立可能である。
- ・ 在来線の復旧に伴い、フレキシブルに代行バスの設定区間を変更することが可能である。

供給上の問題点

- ・ バスレーンを確保する必要がある。
- ・ バスレーンまでの道路混雑やバス車両の待機スペースにより供給量が制限される可能性がある。
- ・ 被災地を中心に運行されるため、外部からの運転手の宿泊や車両の駐車場の確保が容易ではない。
- ・ 鉄道を代替するために頻繁な運行が必要で、ターミナル等での容量確保が必要となる。

＜海上交通（旅客船）による代替＞

可能性

- ・ 平常時は鉄道と船が連続して利用されることは

あまりないため、災害時幹線交通網としての成立には課題を有する。

供給上の問題点

- ・港湾は被害を受けると港湾の受入容量が減少するため、代替交通の供給量が制限される。
- ・鉄道と港湾は離れていることが多く、アクセス交通としてバス等が必要となる。

4. 災害に強い交通基盤形成の課題

代替交通網形成の主な課題は、①車両・運転要員等の供給力の確保、②異なるモード間での円滑な連携の確保である。

阪神・淡路大震災では、観光のオフピーク時の被災であったため、観光バスを代行バスとして活用できたこと、航空機も臨時便として投入できたことが指摘されている。また、被災地に港湾があり、かつ静穏な湾内であり、小型の観光船が代替交通として活用できた。

その一方、迂回物流の海上交通の利用は少なく、コンテナ規格の不統一、陸上側のトラック不足、船

舶の接岸可能性等についての問題点が生じた。

代替交通ルートの形成方法は被災の状況によって個々に対応しなければならず、マニュアル化等は困難な面があるが、災害時の行動シミュレーションにより、行政、事業者はそれぞれの対策を検討することが必要であり、そのための体制づくりが求められている。

5. まとめ

本研究では、既存の交通施設を活用して災害時の臨時の幹線交通網を形成する必要性、可能性、および課題を検討した。災害時には、利用可能なあらゆる交通機関を利用してルートを築くことになるが、これが円滑になるよう、本研究での検討を踏まえた対応が必要と考えている。

なお、本研究の一部は、(財)運輸経済研究センターが設置した「災害に強い交通基盤整備のあり方に関する調査委員会」(委員長：森地 茂 東大教授)の御指導を得ながら実施した。委員ならびに調査に御協力いただいた関係者に感謝する。

表-3 代替交通確保のために事業者のとるべき対応

代替交通	災 害 時	平 常 時
航空	・乗客の少ない路線の減便による臨時便の確保 ・新規路線開設 ・バス事業者等への空港アクセス交通の増発依頼 ・新規便・路線の積極的公報	・地上係員・設備手配のシミュレーション ・新幹線など他のモードの輸送実績の把握 ・他事業者との連絡・協力体制の確立
高速バス	・他のバス事業者から要員・車両の調達 ・停留所の確保 ・交通情報収集ルートの確保 ・新規路線の積極的公報	・他事業者との連絡・協力体制の確立 ・駅前広場、道路状況の把握 ・広域的な交通情報収集体制の確立
鉄道	・ダイヤ調整・直通乗入れ ・運行本数増加 ・駅の混雑対策 ・新規路線の積極的公報	・他事業者との連絡・協力体制の確立 ・非常時運行ダイヤの検討 ・非常時の構内混雑対策の検討
バス (一般道)	・近隣のバス事業者から要員・車両の調達・駅および周辺部におけるバスターミナル、バスプールの確保 ・交通情報収集ルートの確保 ・新規路線の積極的公報	・他事業者との連絡・協力体制の確立 ・非常時バスプール用地の確保 ・非常時運行シミュレーション
旅客船	・旅客船・要員の調達 ・港から鉄道駅までのアクセスバスの手配 ・交通情報収集ルートの確保 ・新規路線の積極的公報	・他事業者との連絡・協力体制の確立 ・利用可能な港、アクセス交通の把握
トラック (迂回)	・交通情報収集ルートの確保	・他事業者との連絡・協力体制の確立 ・広域的な交通情報収集体制の確立
海運	・荷捌場、駐車場等の確保 ・交通情報収集ルートの確保 ・運航状況の積極的公報	・他事業者との連絡・協力体制の確立 ・利用可能な港、アクセス交通の把握