

# 首都直下地震時における都市鉄道代行バスの効果的な運行に関する研究

室井 寿明<sup>1</sup>

<sup>1</sup>正会員 (財) 運輸政策研究機構 調査室 (〒105-001 東京都港区虎ノ門3-18-19)

E-mail:muroi@jterc.or.jp

M7規模の首都圏大震災の切迫性が指摘されており、鉄道においても被害軽減のための対策が進んでいる。しかし、大震災時は複数の鉄道路線で復旧に数ヶ月もの期間を要する恐れがあり、鉄道の長期途絶が経済社会活動の停滞に与える影響は極めて大きく、代替交通手段の確保が必要である。そこで本研究では、鉄道が復旧するまでの交通機関として代行バスに着目した。阪神・淡路大震災時の代行バスの成果と課題を踏まえ、首都圏震災時においても効果的な代行バスの運行に資するための提案を試みた。

**Key Words : urban railway, substitute bus, urban disaster prevention plan**

## 1. はじめに

2011年3月の東日本大震災では、地震とそれに伴う津波により東北地方や北関東の多くの鉄道路線は施設や車両が破壊され運休し、復旧までの期間の代替輸送としてバスが中心的役割を担っている。一方、我が国において災害対策全般が見直される契機となった阪神・淡路大震災から16年が経過し、南関東においてM7規模の直下型地震発生の可能性が国によって指摘されており<sup>1)</sup>、首都圏においても行政による帰宅困難者対策シミュレーション<sup>2)</sup>や東京都による地域防災計画<sup>3)</sup>の策定、鉄道事業者における耐震補強など都市震災対策<sup>4)</sup>が進められているところである。この状況に対し、地震による施設の被害は少なかった首都圏においても一時的に相当数の列車運休等が生じ鉄道路線が途絶したことで、多数の帰宅困難者や通勤・通学の混乱が発生するなどの様々な問題が顕在化した。東日本大震災では首都圏において直接的な被災は少なかったものの、首都圏の主要である鉄道交通が一旦被災すると、阪神・淡路大震災時の被害が示すように、その復旧には長期間を要する<sup>5)</sup>ことが考えられ、鉄道の長期途絶はこのたびの東日本大震災以上に経済・社会活動に多大な影響を及ぼすと考えられる。したがって、震災時における鉄道の代替交通手段を検討することが重要であるが、鉄道事業者による鉄道復旧までの輸送計画は見られないなど、現在の対応は十分でないと言わざるを得ない。

このような状況に対し、本研究では鉄道の代替交通手

段としてバスに着目している。バスは道路さえ使用可能であれば鉄道よりも自由に走行でき、また被災に対しても道路は鉄道より比較的早期に復旧可能という特徴がある。さらに、陸上交通では最も輸送力の高い手段であるため、鉄道の代替手段として適していると考えられる。しかし、バスは鉄道と比較して極めて輸送力が乏しく、一般にバスでは鉄道の代替手段にはなり得ないと認識されている。これに対し、阪神・淡路大震災時は朝ピーク時のJR東海道(神戸)線の輸送需要の約1/3を代行バスで輸送したとの実績<sup>6)</sup>がある。すなわち、バスでもある程度の輸送が可能であり、鉄道の代替交通手段として機能し得ることを示している。

そこで本研究では、首都直下地震によって鉄道が長期にわたり途絶した場合において、効果的な代行バス運行のための提案を行うことを目的とする。この目的を達成するために、ここでは3つの大きな観点で取り組むこととしている。1つは、バスによってある程度の輸送力を実現するための要件を示すことである。都市鉄道が震災により長期にわたり途絶し大規模な代行バスが運行された事例としては阪神・淡路大震災時のものが挙げられ、この時の教訓から代行バスの運行に関する課題と工夫を整理することが重要である。第2に、バスは鉄道のサポートであり、鉄道との連携を図るためのバスのあり方を検討することが重要である。このとき、首都圏は鉄道ネットワークが複雑であり、どのようにバスを走らせるべきかが直感的に分かりにくいいため、これを支援するためのシステムづくりが必要である。第3に、限られた道路

やバスで代行バスを運行するためには、被災を免れた鉄道を最大限に活用することが重要である。そのためには途絶時の旅客流動の変化や、鉄道の被災状況や復旧の目安などの把握が欠かせず、震災前および震災後にどのようなプロセスで何を把握すべきかのガイドラインが必要と考えている。本研究では、このうち第1の観点に着目し、①バスによって鉄道の輸送力に近づけるための要件を整理し、②運転士とバスを集めるにあたっての首都圏の現状を示し、③ケーススタディを通じて首都圏での代行バスと鉄道の連携のあり方を示すこととする。

## 2. 震災後の公共交通に着目した既存研究・調査

阪神・淡路大震災時の教訓を活かすために、これまでも様々な研究が行われている。ここで当時の代行バスを対象として行われた研究に絞ると、バス輸送の供給と利用実態に関しては竹村・家田ら<sup>7)</sup>によるものがあり、バスの代替機能の可能性に関しては新田・松村<sup>8)</sup>が、それぞれアンケート調査を通じてまとめている。鉄道の復旧過程における鉄道の利用および代行バスの運行実態および利用状況について、研究ではないが調査報告および記録に関して残っているものはJRおよび運輸省がまとめたもの<sup>9)10)</sup>、土木学会、関西交通経済研究センター、国際交通安全学会がまとめたもの<sup>11)12)13)14)</sup>がある。その他、整理されているわけではないが国土交通省近畿運輸局や神戸大学震災文庫にも代行バスの記録が残っている。しかしながら、これらは主に阪神・淡路大震災時の実態調査を主体としており、将来において十分に起こり得ると指摘されている首都圏大震災を想定し、鉄道途絶時に限られたバスと道路を活用するために、代行バスによって具体的に何について取り組むべきか議論が尽くされているとは言い難い。中川・小林<sup>15)</sup>は阪神・淡路大震災発生直後である1～2日間において、どのような交通現象が発生したのかを詳細に整理し、現在の震災時交通対策が抱える課題に言及している。また、本間ら<sup>16)</sup>は被災地域を震度別に分けたうえで通常の通勤通学が震災から何日後に再開されたかを調査し、震度7の地域であっても震災から1週間後では半数以上の居住者が通勤通学を再開したことを明らかにしている。しかしながら、鉄道が復旧するまでの比較的長期間、代行バスで代替する場合に発生する課題と解決案、ならびに解決に必要な施策までは言及されていない。

首都圏震災時において起こり得る交通問題についても多くの研究や調査結果で言及されている。特に多く見られるのは帰宅困難者に関する問題についてであり、中央防災会議では鉄道途絶時における一斉歩行帰宅時の道路混雑状況を推計している<sup>17)</sup>。また、防災科学技術研究所

では震災総合シミュレーションシステムの開発<sup>18)</sup>が行われ、道路閉塞によるシミュレーションが進んでいる。東京都は震災時の膨大なデータに基づいて詳細な地域防災計画や危険度調査報告書<sup>19)20)</sup>を公表しており、被害想定や震災対策事業計画を策定<sup>21)22)</sup>している。他には、鉄道の早期復旧による一斉帰宅行動が及ぼす危険性について言及したもの<sup>23)</sup>も見られるが、効果的な代行バス運行に関する提案を行った調査や研究は見当たらない。これらのことから、阪神・淡路大震災時の鉄道代行バスの実態だけでなく、何故バスで大量輸送を実現させることができたか、その要因を把握し、成果と課題について整理するとともに、鉄道長期途絶時における代行バス運行計画のあり方について提案することは、震災による経済社会活動への影響を緩和することに貢献するものと考えられる。

## 3. 首都圏特有の課題

首都圏は阪神間と鉄道ネットワークの形状が大きく異なっており、図-1で示すように阪神間はJR、阪急、阪神がほぼ並行する形であり、各線とも被災したために、代行バスは各線に並行する形を取る以外に解がなかったと考えられる。一方、首都圏は放射状に各鉄道線が広がっており、かつ環状方向には山手線、武蔵野線（南武線）などという数万人/時の輸送力を持つ鉄道がある。首都直下地震時にどの程度のバスが必要になるか、利用者の潜在需要はどのようになるかケーススタディを通じて把握し、対策の方向性について述べることとする。

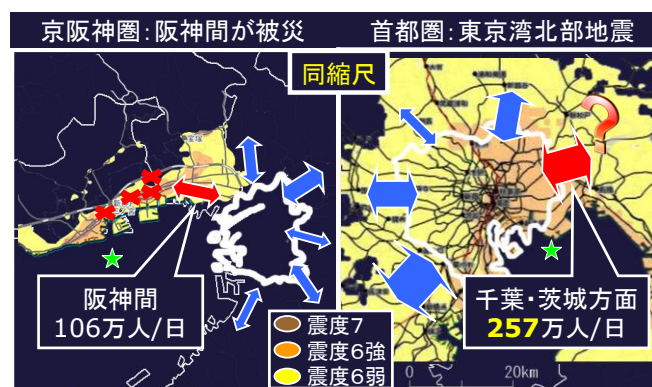


図-1 阪神間と首都圏の鉄道網と震度（予想）分布

対象とする地震は、中央防災会議が示している<sup>12)</sup>東京湾北部地震M7.3とし、甚大被災地域として東京都墨田区、江東区、江戸川区、葛飾区南部および千葉県浦安市を想定する。この地域において鉄道の高架区間が物理的に被災したと考え、物理的被災から折返設備がある区間までは鉄道が運行できないものと仮定し、その状況をまとめたものを図-2に示す。

この被災想定で、最初は図-2の不通区間と並行する形で代行バスが運行された場合、利用者がどのようにバスや周辺の鉄道を利用するかシミュレーションを行う。ここでのシミュレーション手法は、運輸政策審議会答申第18号注)時に作成した鉄道需要予測モデルをベースとし、①代行バス運行区間の道路はバスが通行できる、②代行バスの旅行速度は既存研究13)を参考に9.0km/hと仮定、③被災を免れた鉄道の区間は通常通りの運行を行い、④ゾーンの中心から半径5kmまで駅勢圏として扱うこととし、⑤阪神・淡路大震災時も比較的早期に通常の通勤・通学が再開された14)ことを鑑み、このケーススタディでも通常時と同様の需要で計算することとした。その計算結果を図-3に示す。この図から、このケースでは迂回鉄道としてJR常磐線(快速線、緩行線の双方)、JR武蔵野線、新京成線、北総線の利用が通常時より2倍～4倍にも達し、迂回鉄道の利用意向が大きいことが伺える。この状況で途絶鉄道の代行バス利用者数の最混雑区間を求めると、利用者の多い路線では東京メトロ東西線で14万人/日、都営新宿線で9万人/日、JR総武線で9万人/日、JR京葉線で17万人/日となり、阪神・淡路大震災時とほぼ同規模の結果であった。その一方で、この利用者数を輸送するために必要なバス台数を算出したところ2,629台となり、現実的でない結果となった。すなわち、この規模の鉄道の途絶区間をバスでカバーするには、これまで述べたような様々な対策を行い、必要なバス台数を削減しつつ輸送力を向上させることが必須となることを示している。

さらに、阪神・淡路大震災時の貴重な教訓として、迂回鉄道利用がさほど進まなかったことも指摘しておく。表-1には阪神間の代替交通利用状況をまとめたもの23)であるが、迂回鉄道利用が2割以下であったことが特筆すべき状況である。これは、当時の阪神間の迂回鉄道が単線・非電化であり、かつ鉄道による迂回によって所要時間が1時間半～2時間も増加することになったため、代行バスの利用が極めて高い状況になったことが考えられる。つまり、迂回鉄道の利用が進まなければ、その分だけ代行バスの利用が増加することになり、バスが機能しなくなる恐れがある。阪神間以上に首都圏の鉄道事業者数は多く、またネットワークも複雑である。本報告では詳細は触れないが、迂回鉄道の利用促進も代行バスを機能させるために必要な施策であろう。

#### 4. バスによる輸送力向上のための方策

効果的な代行バス運行を達成するための基礎的要件の1つが、どのようにバスで鉄道の輸送力に近付けられるかである。単純にバスを増便させるだけでは鉄道の輸送力

には遥かに及ばないために、鉄道の輸送力に近付けるための工夫と課題の把握が必要である。以上の視点について、本研究では阪神・淡路大震災時の代行バスの実績と課題に基づき、以下に示すように(1)列車方式での運用、(2)乗車時間の短縮、(3)編成化空間の確保、(4)乗務員・係員とバスの確保、という4点に整理し、それぞれの必要性について検討する。

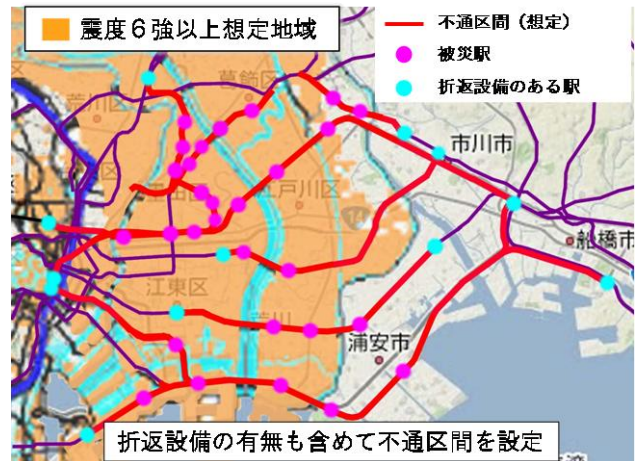


図-2 首都圏(東京湾北部地震M7.3)における鉄道被災想定



図-3 代行バス運行時の鉄道迂回利用シミュレーション

表-1 列車方式によるバスの7台同時乗車および出発

代表利用ルート	比率	利用交通手段
姫路 ⇄ 迂回鉄道 ⇄ 大阪	16.6%	迂回鉄道利用
姫路 ⇄ 代行バス ⇄ 大阪	36.7%	在来線⇄バス⇄在来線
三宮等 ⇄ 代行バス等 ⇄ 大阪	38.3%	バス(自転車等)+在来線
王子公園等 ⇄ 徒歩 ⇄ 大阪	4.8%	在来線+徒歩での乗り継ぎ
神戸港 ⇄ 大阪	3.9%	船舶利用

#### (1) 列車方式での運用

乗車時間の短縮だけでは、鉄道の輸送力には及ばず、さ

らなる工夫が求められる。通常は停留所に複数のバスが次々に到着したとしても、先頭のバスのみが乗降を行い後続のバスは待機している。この時、図-1に示すように複数のバスを編成化させ、同時に乗降扱いと出発をさせる『列車方式』を採用することで、輸送力を大幅に増加させることが可能になる。阪神・淡路大震災時は最大で1編成を7台とし、7台の同時乗降・出発をさせ、さらに最小3分間隔で出発させることで、約9,800人/時の輸送力を実現した。

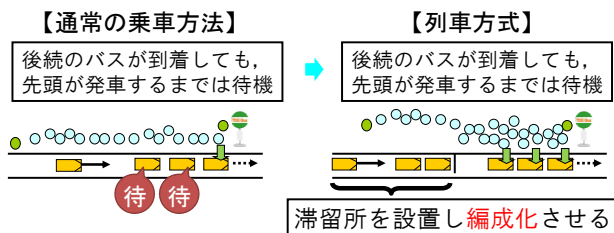


図-4 列車方式によるバスの7台同時乗車および出発

## (2) 乗車時間の短縮

仮に大量のバスを用意できたとしても、乗車時間を短縮できなければ1時間あたりに出発できるバス台数は限られる。バス1台が停留所に到着し、満員になって出発するまでの乗車時間が仮に5分かかるとすると、1時間あたりでは12台のバスしか出発させることができず、輸送力は約840人/時程度である。ここで、阪神・淡路大震災時の実績に着目すると、最小3分間隔の出発を実現し、首都圏（幕張本郷駅発の京成バス）でも2分間隔での出発を行っている。このように乗車時間を短縮するための要素としては、①車外での運賃取扱、②無札乗車の特例（乗車場では乗車票を配布し、降車場で清算する方式）、③バスが満員にならずとも出発間隔を優先、④乗車場と降車場の分離、⑤着席希望列と立席承知列の分離である。最小で2分間隔を維持できれば、1時間あたり30台のバスを出発させることができ、その輸送力は約2,000人/時に達する。これに上述したような列車方式として編成化によって7台同時発車での運用を行うことで、単純計算では約14,000人/時の輸送力を実現することができるのである。

## (3) 乗車待ちとバス編成化空間および調整場所の確保

上述した列車方式の採用に際しては、図-1に示したとおり複数台のバスに同時乗車を可能とするための利用者待ち空間と、停留所の上流側において複数台のバスを編成化させるための空間（滞留所）が必要である。列車ホームのようなまとまった空間がなければ、車外運賃取扱などの乗車時間短縮が難しくなり、バスを編成化できなければ輸送力の底上げができなくなる。これらが両立

できる空間の確保が求められる。

また、編成化によって大量のバスが道路上に待機する可能性があり、大量のバスが渋滞を招いてしまう恐れもある。したがって、停留所付近のバス台数を一定量にコントロールするための調整場所（待機場所）が必要になる。阪神・淡路大震災時は、図-2に示すように停留所付近の国鉄跡地である建設予定地を滞留所兼待機場所として活用した。また、まとまった空地が取れない場合は図-3のように特別許可を得た上で路上を待機場所として確保していた。

このほか、図-4のように食い違い型に二重停車をさせるバスを配置することによって、よりコンパクトな空間で大量のバスを到着・出発させることができる。このようなバスの配置は通常では認められないと考えられるが、写真-1のJR錦糸町駅前のように運用されている例もある。安全性の課題はあるものの、係員の配置によってある程度の安全性を確保することができ、震災後の緊急時において必要な対応になり得ると考えられる。



図-5 建設予定地を滞留所・待機場所として利用



図-5 路上での待機場所の確保

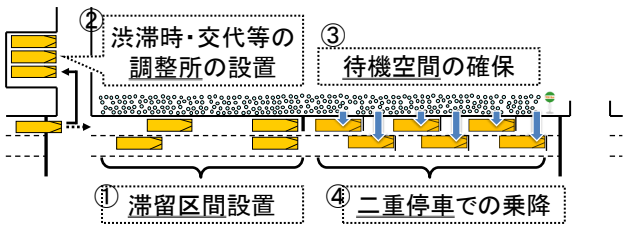


図-6 路上での待機場所の確保

写真-1 JR錦糸町駅での二重乗車の状況



#### (4) 乗務員・係員とバスの確保

これまで述べてきたことは、限られたバスと道路をどう活用して効果的に代行バスを運行することができるか、という観点から対策を整理した。もう1つの重要な観点は、運転士とバスをどのように確保していくかである。言うまでもないが、運転士とバスがある程度確保できなければ、代行バスを運行すること自体が不可能である。

阪神・淡路大震災時の阪神間代行バスでは、JR、阪急、阪神の各社がバスを手配したが、各社とも自社および自社系系列会社のバスだけでは不足したため、バス協会を通じ主として貸切バスの応援を受けていた<sup>24)</sup>。この時、重要なことは3点ある。まず1つは、被災地域内においては運転士も事業者も被災者であるため、地元から即座にバスを用意することは難しいということである。図-7には当時のJR西日本がバス協会を通じて受けた応援のバス台数の推移を示している。当時は事前対策もなかったこともあり、震災直後は地元である兵庫バス協会は応援を出すことができず、やむを得ず遠方の大阪バス協会を通じて応援を得た状況であった。その後の復興に従い、地元の兵庫バス協会を通じての応援が得られる体制ができていったことが分かる。2つめは、即座に応援が出せる遠方の地域は被害が比較的小さいため、バス事業者も通常営業を行いながらの応援となることである。通常営業を行いながらの応援には、1事業者あたりが出せる応援のバス台数に限界があり、多くの事業者から広くバスと運転士の応援を集めなければならないことを意味している。阪神・淡路大震災時も、地元の兵庫バス協会は安定期の3月以降は通常営業を休止あるいは縮小している事業者から1日あたり10台以上のバスを確保できたが、

遠方の大阪バス協会は1事業者あたり1～2台のバスしか確保できなかった。3つめは、現状の制度およびバス事業者の意識としては、道路上をバスが走行できれば、路線バスを休止することは極めて難しく、したがって代行バスに充てられるのは比較的運休しやすい貸切バスであったということである。阪神・淡路大震災時はちょうど観光のオフシーズンであったこともあり、貸切バスを応援に出すことが比較的容易だったことも挙げられよう。

ここで日本バス協会に登録している首都圏のバス事業者の保有貸切バス台数について、都県別に示したものが図-8である。この図から、阪神・淡路大震災時と比較して、鉄道事業者と関連するバス事業者が運転士およびバスを集めるのが困難になっている状況が2点ある。まず1点目として、大手事業者が保有する貸切バス台数が総じて減少傾向にあることが挙げられる。原因としては規制緩和など様々あると考えられるが、これにより鉄道事業者と関連のバス事業者が即座に対応することが難しくなっていることが伺える。2点目としては、東京にあるバス台数が大幅に減少していることである。こちらも規制緩和による事業者の経営力低下や排ガス規制の強化など原因は様々あると考えられるが、いずれにせよ首都直下地震時も周辺県からの幅広い応援体制がより必要な環境であることが指摘される。

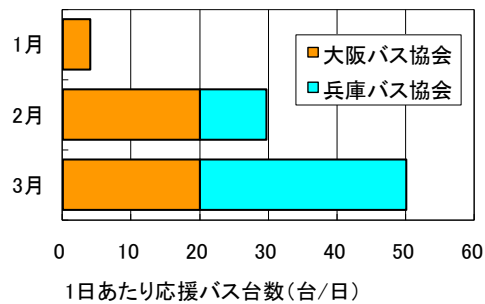


図-7 JR西日本がバス協会から受けた応援バス台数<sup>24)</sup>

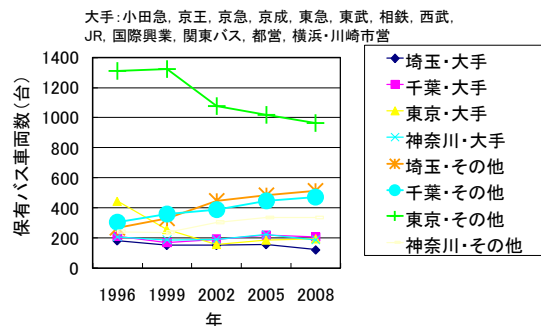


図-8 首都圏におけるバス台数 (貸切・事業者別)<sup>25)</sup>

## 5. 効果的な運用のための輸送ルート設定

これまで述べてきた対策は、バスでどのように輸送力

を向上させるかという観点から論じてきた。しかし、実際の震災時は道路もバスも限られており、効果的な運用に向けた対策が必要になる。以下に、限られたバスで効率よく輸送するための対策について述べる。

### (1) 他社線接続の運行ルート

自社鉄道線の途絶区間を全てバスで結ぶことが真に必要な考慮することも重要である。図-9に示すようにJR京葉線の東京駅～葛西臨海公園駅間と東京メトロ有楽町線の辰巳駅～新木場駅間が途絶した場合を考え、代行バスを運行する場合を想定する。前述のとおり、鉄道事業者は途絶区間を結ぶバスを運行するようなルートを検討すると考えられる。すなわち、JRと東京メトロがそれぞれ代行バスを運行させる場合を想定した走行ルートが、図-9の破線で示したものである。

ここで、代行バス利用者の多くは都心へ向かうものである。利用者の観点から見れば、鉄道と比較すると旅行速度の低いバスの乗車時間をできる限り短くし、JRであっても東京メトロであっても利用可能ならばできる限り鉄道を利用して、早く都心に到着できるようなバスの運行が望ましいと考えるのが妥当であろう。すなわち、

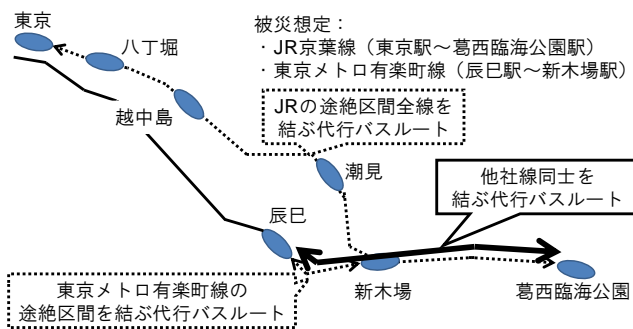


図-9 他社鉄道線を接続するバスの運行ルート例

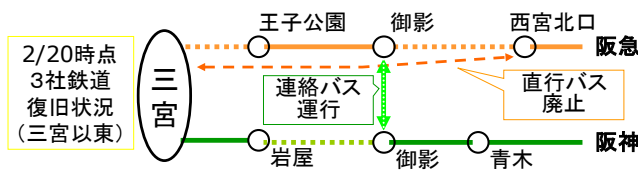


図-10 阪神・淡路大震災時の事例（阪急・阪神）

この場合はJRがJR京葉線の途絶区間の全線を結ぶバスのみ検討するのではなく、東京メトロ辰巳駅～JR葛西臨海公園駅間を結ぶような、他社線に接続するバスの運行ルートも考慮することが重要である。新木場駅以东からのバスが東京駅まで運行するよりも辰巳駅まで運行し、後は鉄道を利用してもらうことで、バスの運行距離も短くなり少ないバスで輸送力を確保でき、利用者にとっても短い時間で都心まで到着可能となり、さらにはバス専用レーンとして規制する区間も短縮できる。他社線を活用

するバスの運行ルートによって、事業者、利用者、道路・交通管理者ともに大きなメリットが得られる可能性がある。阪神・淡路大震災時は、図-10に示すように阪急電鉄と阪神電鉄が相互に振替乗車を可能とする連絡バスを運行することで、利用者の所要時間を短縮しつつ三宮～大阪方面の直通バスを廃止でき、バスの台数を削減することに結び付いた。

### (2) バス専用レーンの設置

被災地内では災害対策基本法に基づく交通規制のために、一般車の走行は限定されると考えられている。しかしながら、阪神・淡路大震災時は一般車が患者を輸送したり、物資を輸送したりして、実際には一般車を被災地内に入れないことは困難であるとの指摘<sup>7)</sup>もある。実際、阪神・淡路大震災時は規制区間内でも大渋滞が発生したため、代行バスの所要時間は片道約15kmを走行するのに4時間ほどを要していた<sup>10)</sup>。したがって、交通規制エリア内でさらにバス専用レーンを設置することは、バスが機能するための必須条件であるといえよう。

ここで重要なのは、バス専用レーンは旅客扱いを行う営業区間内だけでなく、回送区間も考慮に入れて設定することである。阪神・淡路大震災時は、営業区間約15kmに対し、回送経路の僅か1kmを走行するのに1時間以上を要した。この時、回送経路上はバス専用レーンが設置されず、したがってバスは一般車と同様に大渋滞の中を走行せざるを得ず、事業者がバスを増発させても渋滞によって思うように便数が伸びなかった。さらに、回送経路の渋滞により、バスが本線上まで滞留してしまった結果、所要時間も計画より大幅に上回るようになった。以上のことから、バス専用レーンの設置は必須であるが、回送経路も含めてバスが円滑に運行できるような体制が求められる。

### (3) 幹線道路上の停留所設置

震災時は通常時以上に道路もバスも限られており、効率的にバスを運行することが望まれる。図-11には例として東京メトロ東西線の東陽町駅～西船橋駅間が途絶した場合を考え、代行バスを運行する場合を想定する。鉄道事業者が代行バスの運行を検討する際は、途絶した鉄道区間の各駅前に停留所を設置し、図-11の破線で示した各駅前停留所を結ぶようなルートが第一の検討として考えられる。実際、阪神・淡路大震災時では途絶した鉄道の各駅を結ぶ代行バスがまず運行されていた。しかしながら、鉄道の線路沿いにバス専用レーンが設置できるような幹線道路が整備されていることは稀であり、ここでの想定でも各駅前にバスを止めようとすれば、幹線道路に出入りする回数が増加し、バスのルートは相当迂回せざるを得なくなる。そうするとバスの所要時間は増大

し、輸送力を維持しようとするればさらに大量のバスを投入せねばならなくなる。この時、バス専用レーンの設置や、大量のバスが複数の交差点で右左折を繰り返すことで前述したような交差点の処理問題やその解決のためのバス優先策が必要となる。それが不可能となると、バスは計画通りに運行することができなくなり、輸送力が維持できず所要時間が増大し、乗車待ち時間も増加していく。

ここで重要なのは、停留所を駅前に設置する必要があるかどうかを検討することである。幹線道路上に設置することで限られたバスで円滑に運用することができれば、輸送力が維持されることで乗車待ち時間も短縮されることにつながる。図-4の実線で示したルートは途絶各駅に近い幹線道路上に停留所を設置した場合であり、バスの走行距離を減少させ、限られたバスで運行便数を最大限確保することが可能となる。阪神・淡路大震災時は、駅前にバスが進入できるアクセス道路がないためにやむを得ず幹線道路上に停留所を設置した事例もあったが、それが結果的には限られたバスで効率的な運行の実現に至った。

#### (4) 直行便の導入

途絶区間の駅と幹線道路があまりにも離れており、バスを駅前まで寄せなければならぬ状況が発生する恐れもある。このような状況でも、全てのバスを鉄道途絶区間の各駅に停車させるべきかを検討することが重要である。すなわち、途絶区間の両端を直接ノンストップで結ぶ直行便を導入する方法である。図-12は阪神・淡路大震災時のJR、阪急、阪神の直行便と各停便の代行バスそれぞれの利用者の推移を示している。鉄道の復旧状況等にもよるが、鉄道の途絶区間の両端を結ぶ需要の方が支配的であると同時に、直行便の方が所要時間も短く利用者が増加していることが分かる。このように、同じバス台数でも、利用者のニーズが高い両端をノンストップで結ぶことでより多くの輸送力を実現できることが考えられる。

#### (5) 交差点容量の考慮

大量のバスが円滑に通行できるかを検討する際には、バス専用レーンの導入だけでなく、信号交差点で十分通行できるかを考慮することが必要である。阪神・淡路大震災時は最小3分間隔で、最大7台同時出発であった。当時の信号制御を把握することは困難であるが、おおよそ標準の信号交差点であれば青信号が3回出る間にバスが14台到着することから、青信号1回あたり約5台のバスが交差点に到着していた計算になる。これだけのバスが交差点を通過する際に必要となる青時間を考える。道路条件の良い交差点で単純に既存の設計書に当てはめる



図-11 幹線道路上の停留所設置による効率的運行

JR、阪急、阪神の代行バス利用者数の推移(万人/日)

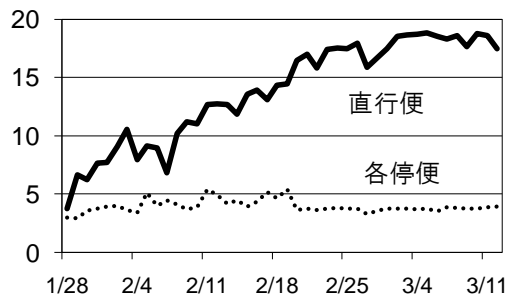


図-12 直行便と各停便の利用者の推移

と<sup>20)</sup>、直進であれば15秒程度であり他の車両への影響は小さい。しかし、バスが右折する際に右折専用の青矢印を出す場合は青時間を17秒の追加させることが計算上必要になる。さらに、通常の交差点はそれだけのバスが右折専用車線上に滞留できる設計になっておらず、バスが本線上に滞留すれば交差点を通過できる他の車両の交通量はさらに低下し、渋滞を助長させてしまう。歩行者が多い信号交差点で大量のバスを左折させる場合も同様で、歩車分離が図られないとバスは交差点を円滑に通過できなくなってしまう。いずれにせよ、通常の交差点は右左折車線長や信号制御の双方で、大量のバスを通過させるような設計になっておらず、列車方式での運用には交差点での通行を考慮する必要がある。

## 5. おわりに

本報告では首都直下地震時の鉄道途絶時において、代行バスによってある程度の輸送力を実現するための要件を示した。今後はバスをどのように走らせるべきかを支援するためのシステムづくりと、震災前および震災後にどのようなプロセスで何を把握すべきかのガイドラインが必要と考えている。

**謝辞**：本研究は運輸政策研究所の研究として進めてきたものであり、政策研究大学院森地茂教授及び運輸政策研究所伊東誠企画室長、運輸政策研究所の発表の場を通じて御意見を頂いたものである。阪神・淡路大震災時の資料については近畿運輸局の方の御協力を頂くとともに、日本バス協会や交通事業者の方々の御意見や御協力を頂いた。関係各所の皆様にこの場を借りて御礼申し上げます。

す。

## 参考文献

- 1) 文部科学省地震調査研究推進本部：全国を概観した地震動予測地図報告書，2006。  
[http://www.jishin.go.jp/main/p\\_hokokukaigi.htm](http://www.jishin.go.jp/main/p_hokokukaigi.htm)
- 2) 中央防災会議首都直下地震避難対策等専門調査会：首都直下地震避難対策等専門調査会報告，2008。
- 3) 東京都防災会議：東京都地域防災計画震災編（平成19年修正），2007。
- 4) 各鉄道事業者公表の安全報告書，例えば東京地下鉄株式会社：安全報告書，2011/05/06。  
[http://www.tokyometro.jp/safety/prevention/safety\\_report/index.html](http://www.tokyometro.jp/safety/prevention/safety_report/index.html)
- 5) 運輸省鉄道局監修，阪神・淡路大震災鉄道復興記録編纂委員会編：よみがえる鉄路—阪神・淡路大震災鉄道復興の記録一，pp.93-423，1996。
- 6) 西日本旅客鉄道株式会社：阪神・淡路大震災鉄道復旧記録誌，pp.822-852，交通新聞社，1996。
- 7) 竹村宗能，家田仁，上西周子：震災後の鉄道代替バス輸送の効果と実施上の課題，土木計画学研究委員会 阪神・淡路大震災調査研究論文集，pp.465-470，1997。
- 8) 新田保次，松村暢彦：代替バスを対象とした震災時の補完交通システムの特性，土木計画学研究委員会 阪神・淡路大震災調査研究論文集，pp.363-370,1997。
- 9) 西日本旅客鉄道株式会社：阪神・淡路大震災鉄道復旧記録誌，pp.822-852，交通新聞社，1996。
- 10) 運輸省鉄道局監修，阪神・淡路大震災鉄道復興記録編纂委員会編：よみがえる鉄路—阪神・淡路大震災鉄道復興の記録一，pp.182-184，1996。
- 11) 土木学会：阪神・淡路大震災調査報告，土木・地盤10，交通施設と農業施設の被害と復旧，1998。
- 12) 関西交通経済研究センター：震災等発生時の旅客交通に関する調査研究報告書，pp.109-128，1995。
- 13) 関西交通経済研究センター：阪神・淡路大震災における運輸関係者の行動記録，第8巻・第9巻・第10巻（ビデオ動画）。
- 14) 国際交通安全学会：阪神・淡路大震災の実態調査に基づいた震災時の道路交通マネジメントの研究報告書，pp.162-170，1998。
- 15) 中川大・小林寛：大都市における震災時の交通対応策に関する研究—阪神淡路大震災の教訓と現状の課題—，土木学会論文集D，Vol.62，No.1，pp.187-206，2006。
- 16) 本間正勝・森健二・木戸伴雄・齊藤威：大規模災害時の交通行動実態—阪神・淡路大震災を例として—，土木計画学研究委員会 阪神・淡路大震災調査研究論文集，pp.327-332，1997。
- 17) 中央防災会議首都直下地震避難対策等専門調査会：首都直下地震避難対策等専門調査会報告，2008。
- 18) 防災科学技術研究所：大都市大震災軽減化特別プロジェクト成果報告書，2007。
- 19) 東京都防災会議：東京都地域防災計画震災編（平成19年修正），2007。
- 20) 東京都都市整備局：地震に関する地域危険度測定調査報告書，2008。
- 21) 東京都防災会議：首都直下地震による東京の被害想定，2006。
- 22) 東京都都市総務局：東京都震災対策事業計画～減災目標の達成に向けて～，2008。
- 23) 大野恭司：首都震災時の鉄道による帰宅行動がおよぼす危険性について，運輸政策研究，pp.67-70，No.39，2008。
- 24) 近畿運輸局資料。
- 25) 日本バス協会資料。
- 26) 社団法人交通工学研究会：改訂 平面交差の計画と設計—基礎編，pp.84-94，2002。