

震災時における鉄道代替バスの輸送に関する諸検討 — 首都圏を対象として —

金子 雄一郎¹・石原 康治²・高田 龍生³・室井 寿明⁴

¹正会員 日本大学准教授 理工学部土木工学科 (〒101-8308 千代田区神田駿河台1-8-14)

E-mail:kaneko@civil.cst.nihon-u.ac.jp

²非会員 東京都中野区役所 (元日本大学理工学部学部長)

³非会員 株式会社安藤・間九州支店土木部 (元日本大学理工学部学部長)

⁴正会員 一般財団法人運輸政策研究機構 調査室研究員 (〒105-0001 港区虎ノ門1-18-19虎ノ門マリビル)

E-mail: muroi@jterc.or.jp

本研究は首都圏を対象に、大震災が発生した場合の鉄道の代替バスの輸送に関する検討を行ったものである。1995年1月に発生した阪神・淡路大震災では、鉄道施設が甚大な被害を受け、全面的な復旧までに約7ヶ月を要したが、発災1週間後から160日間にわたりバスによる代替輸送が実施され、一定の通勤・通学等の需要に応えた。首都圏の場合、鉄道の輸送需要が非常に多く代替輸送も大規模とならざるを得ないことから、平常時から大量のバスの調達可能性、道路やバス転回のための広場、バスの操車場（一時的な車庫）の候補地などを整理しておく必要がある。本研究では、首都圏を対象に代替バスの操車場の候補となり得る施設を抽出した上で、ケーススタディとして、複数の区間を対象に代替バスを運行した場合の輸送力を試算した。

Key Words : bus operation as substitute for railway, big earthquake, Tokyo metropolitan area

1. はじめに

わが国の大都市圏における通勤・通学等の移動手段は鉄道に大きく依存しているため、仮に鉄道の運行が長期間停止した場合、経済活動へ重大な影響を及ぼす。特に首都圏は政治・経済の中核機能が集積している地域であり、その影響は顕著である。将来的にマグニチュード7クラスの直下型地震の発生が想定されていることもあり、具体的な対策の検討は喫緊の課題である。

内閣府中央防災会議の「首都直下地震対策大綱」（平成22年1月修正）では、膨大な被害の軽減と対応とともに、首都中核機能の継続性の確保が課題として挙げられている。このうち鉄道や道路等の交通基盤施設については、交通機能が寸断した場合、経済活動や応急対策活動への支障、大量の帰宅困難者の発生など多大な影響が予測されるため、耐震化を早急に進めるとともに、施設が被災した場合にも、他ルートへの迂回や他の交通モードへの転換が可能となるよう、交通基盤施設の代替性の向上を図ることが提言されている。

ここで他の交通モードへの転換について、1995年1月に発生した阪神・淡路大震災では、鉄道施設が甚大な被害を受けたため全面的な復旧までに約7ヶ月を要したが、発災1週間後から160日間にわたりバスによる代替輸送

が実施され、一定の通勤・通学等の需要に応えたことが報告されている¹⁾。

大規模な震災では、発災直後から一定期間人命救助や消火活動、救急などの緊急活動が行われるが、その後徐々に通勤・通学が再開されると考えられる。首都圏の場合、鉄道の輸送需要が非常に多く代替輸送も大規模とならざるを得ないが、バスの輸送力は鉄道と比較して限定的であることから、バスだけで代替することは不可能である。従って、鉄道の運転再開状況に応じてバスによる代替輸送が実施できるよう、事前に検討しておく必要がある。具体的には、大量のバスの調達可能性、道路やバス転回のための広場、バスの操車場（一時的な車庫）の候補地などを整理しておく必要がある。

以上の問題意識の下、本研究では首都圏を対象に、代替バスの操車場の候補となり得る施設を抽出した上で、ケーススタディとして、複数の区間を対象に代替バスを運行した場合の輸送力を試算することを目的とする。

2. 関連する調査研究の整理

震災時における鉄道の代替バスの運行等に関する研究として、竹村ら²⁾及び新田ら³⁾は、阪神淡路大震災にお

ける鉄道代替バスの輸送実態やその効果、実施上の課題などについて報告している。また、室井ら⁴⁾は、阪神淡路大震災時を踏まえた大震災における都市鉄道の代替バスの運行に関して検討を行っている。具体的には、効果的な輸送のための課題として、運行区間の設定、運転士バス台数の確保、輸送力増加、定時性確保などを挙げ、各々の解決策や要件について整理している、このうち代替バスの運行については、車庫空間抛出に関する事前検討の重要性を指摘している。

また、国土交通省⁵⁾では、大規模災害時におけるモード横断的な対策を含む旅客輸送の確保方策に関する検討を行っている。具体的には、バスの輸送力は鉄道と比較して限定的であるとの認識の下、運転を再開した鉄道とバスの組み合わせによるモード横断的な輸送ネットワークを構築することを提言している。その上で、航空写真や実地調査を活用して、緊急輸送道路の周辺におけるバス発着場や操車場の候補地となり得る空間に関するデータ整備を行っておくことの重要性を指摘している。

本研究では以上の既往の調査研究を基に、首都圏を対象に、震災時における鉄道代替バスの運行に関する検討を行う前段として、バス操車場の候補となり得る施設を抽出するものであり、併せてケーススタディとして、複数の区間を対象に代替バスを運行した場合の輸送力を試算する。

3. 代替バスの操車場の候補地の抽出

(1) 抽出方法

上述した通り本研究では、首都圏を対象に鉄道代替バスの輸送ルートを検討するために必要となるバスの操車場の候補地を抽出する。対象範囲については、鉄道の路線密度が高い東京駅を中心とした概ね30km圏内とし、この範囲内において一定の駐車可能スペースを有した施設を抽出する。具体的な抽出作業はGoogle mapの航空写真を用いて行うこととし、情報収集する項目及びその方法は表-1に示した通りである。駐車可能スペースの面積の下限は1,000㎡（大型バスが約16台駐車可能なスペースに相当^{注1)}）とする。なお、抽出した各種施設の震災時の用途や使用の可否については、今回は特に考慮しないこととする。

ここで、表中の緊急輸送道路とは、高速自動車国道、一般国道及びこれらを連絡する幹線的な道路、並びにこれらの道路と知事が指定する拠点とを連絡し、または指定拠点を相互に連絡する道路のことである。また、特定緊急輸送道路は、東京における緊急輸送道路沿道建築物の耐震化を推進する条例第7条に基づき、特に耐震化を推進する必要がある道路として指定した道路である⁶⁾。

表-1 情報収集項目及び方法

項目	収集方法
施設名	Googleマップのストリートビュー機能を用いて、表札等より把握
所在地	Google マップの住所情報より把握
平常時の用途	施設名より推測
敷地面積(建物等除く)	敷地内の駐車場等を対象にGoogleマップの距離測定機能を用いて計測
施設付近の幹線道路の路線名・車線数・緊急輸送道路の指定状況	路線名・車線数は、Googleマップ及び市販の地図を用いて把握 緊急輸送道路は、東京都緊急輸送道路図より、特定緊急輸送道路及びその他の緊急輸送道路の指定状況を把握 ^{注)}
施設への取付道路の車線数・幅員	車線数はGoogleマップより把握、幅員は距離測定機能を用いて計測
幹線道路までの距離	Googleマップの距離測定機能を用いて計測
最寄駅	Googleマップより目測で抽出
緯度・経度	Googleマップの緯度・経度情報より把握

注：緊急交通路(警察庁指定)については、高速道路以外の一般道では、国道4号、17号、20号、246号、都道8号(目白通り)、405号(外堀通り)が指定予定路線となっている。

(2) 抽出結果

(1)で説明した方法に基づいて操車場の候補地を抽出した結果を表-2に示す。施設の種類別に箇所数、敷地の概算面積(平均、最大、最小)を整理している。これより候補地は全176箇所であり、施設別ではバス営業所が51箇所と最も多く、次いで自動車教習所が44箇所、物流施設が34箇所、レジャー施設(競馬場・遊園地・公園・スタジアム等)が18箇所、商業施設7箇所等であり、敷地面積の平均値は9,019㎡であった。なお、その他16件の施設は、ホテル、免許試験場、車検場などである。

176箇所の施設のうち国道や都道府県道等の幹線道路沿いの施設は71箇所あり、このうち緊急輸送道路に指定されている道路沿いの施設は11箇所、特定緊急輸送道路沿いは37箇所であった(これら以外は東京都内の施設ではないため、指定の有無は不明である)。

一方、残りの105箇所は、幹線道路から市区道等を経由する施設である。この105箇所については、バスの通行の可否を確認しておく必要がある。ここで、代替バス

表-2 代替バス操車場の候補地の抽出結果

施設の種類	箇所数	平均(㎡)	最大値(㎡)	最小値(㎡)
バス営業所	51	4,116	16,500	1,000
自動車教習所	44	8,650	27,500	4,000
物流施設	34	10,074	56,000	1,900
レジャー施設	18	23,522	190,400	1,700
商業施設	7	5,386	13,200	3,500
公園	3	6,000	9,400	3,600
工場	2	10,600	14,000	7,200
その他	17	10,076	50,000	1,700
合計	176	9,117	190,400	1,000

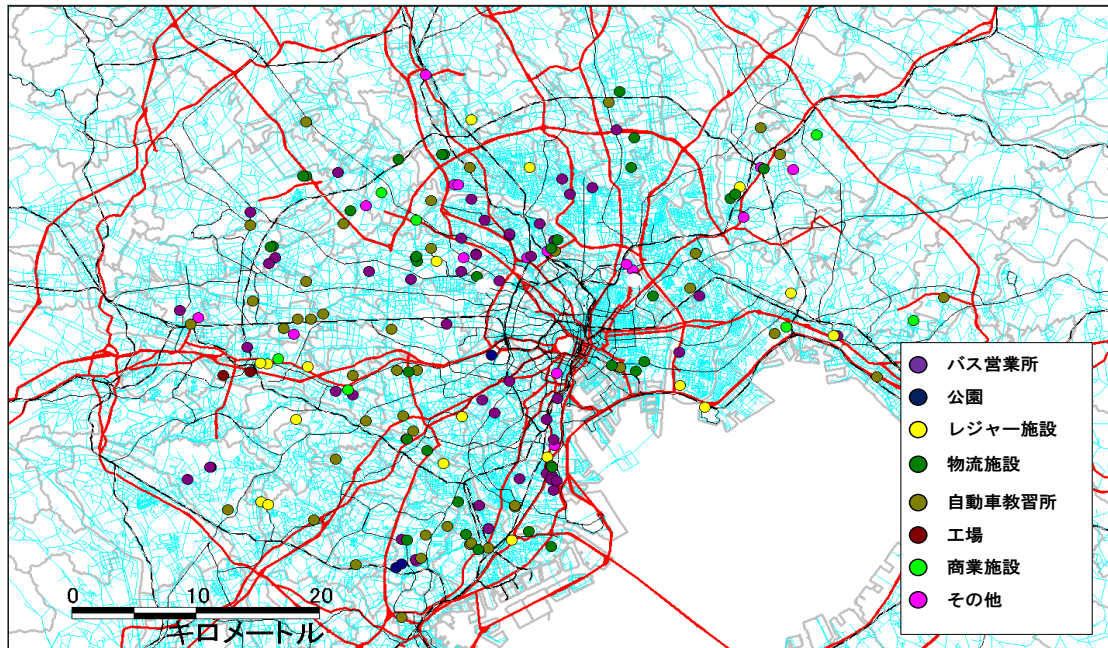


図-1 代替バスの操車場候補地の分布

が通行可能な道路幅員について、既存資料⁷⁾より中型バス（路線バスタイプ）では6.2m（余裕代として1mを見込んだ値）、大型バス（観光バスタイプ）では7.6m（同上）とした場合、これらの要件を満足する操車場の候補地は、それぞれ40箇所、28箇所となる。従って、例えば代替バスを大型バスで運行する場合、操車場の候補地は、幹線道路沿いの71箇所に上述の28箇所を加えた99箇所となる。

代替バスの操車場候補地の分布を図-1に示す。図より候補地は対象地域全体に分布しているものの、方面別では南西部及び北西部方面に比較的多く分布しており、一方で東部方面は少ないことが分かる。なお、鉄道路線別に見ると、京急本線、東武東上線、京王線、西武池袋線、JR常磐線、JR中央線の沿線で10箇所以上と多くなっている。

4. 代替バスの輸送力の算定

(1) 代替バスのルートの設定

本章では、3章で抽出したバス操車場の候補地に基づき、代替バスの輸送力の算定を試みる。震災時の代替バスのルートについては、鉄道や道路の被災状況及び復旧の見通しなどによって決まる性質のものであり、これを事前に想定することは困難である。従って、ここではケーススタディとして、1) 鉄道の不通区間と並行となるルートと、2) 複数の鉄道路線を繋ぐルートの2パターンを試算対象とする。

(2) 輸送力の算定方法

代替バスの1時間当たりの輸送力（往復）[人/時]は、1時間当たりの運行台数[台/時]に1台当たりの平均乗車人数[人/台]を乗じることで算出される。なお、バスの運行形態としては、1回に複数台運行する方式を前提としている。

ここで、1時間当たりの運行台数[台/時]は、運行可能台数[台]を往復所要時間[分]で除して算出され、往復所要時間[分]は、往復の運行キロ[km]を平均時速[km/時]で除した値に乗降時間[分]を加算することで算出することができる。また、運行可能台数[台]については、1回に同時発車できる台数分のスペースを確保できるか否か、すなわち乗降区間の長さの制約から、最大の台数が決まることとなる。

なお、本研究での試算に当たり道路交通については、震災時には復旧活動や物資輸送等によって増減するものと考えられるが、これらを事前に想定することは困難であることから、平常時と同じと仮定する。

(3) 輸送力の試算結果

輸送力を試算するルートについて、鉄道の不通区間と並行となるルートとして、①東急田園都市線（二子玉川～あざみ野間）、②京王線（笹塚～調布間）、複数の鉄道路線を繋ぐルートとして、③JR南武線（武蔵溝ノ口～川崎間）を設定する。なお、この設定はあくまで本研究のみのものであり、実際には鉄道や道路の被災状況及び復旧の見通しなどによって決まるものである。

輸送力の算定に必要な平均乗車人数は50人/台、平均

時速は 20km/時、乗降時間は 12 分（乗車 3 分、降車 3 分の計 6 分の往復分）、運行可能台数は操車場候補地の面積等を踏まえ 100 台に設定した。この運行可能台数については、操車場の面積のほか、車両の調達可能性や路線毎の需要特性、乗降区間の長さなどによって決まるものであるが、今回は一律 100 台とした。今後、これらの要素を考慮した設定方法を検討する必要がある。

以上に基づき、代替バスの輸送力を試算した結果を表-3 に示す。これより、1 時間当たりの輸送力は 3,300 人/時～4,150 人/時となった。この結果については、運行可能台数によって変化するものである。なお、室井ら⁴⁾によれば、阪神・淡路大震災時における代替バスの輸送力は、最大約 9,800 人/時であったことが示されており、首都圏を対象とした輸送力の検討において一定の目安になるものと考えられる。

表-3 代替バスの輸送力の試算結果

	①東急田園都市線	②京王線	③JR南武線
運行区間 (主な利用道路)	二子玉川～あざみ野 (国道246号線他)	笹塚～調布 (国道20号線他)	川崎～武蔵溝ノ口 (国道409号線等)
運行キロ [km] 注1	10.0	13.0	12.0
平均時速 [km/時]	20	20	20
乗降時間 [分]	12	12	12
往復所要時間 [分]	72	90	84
運行可能台数 [台]	100	100	100
運行台数 [台/時]	83	66	71
平均乗車人数 [人/台]	50	50	50
輸送力 [人/時]	4,150	3,300	3,550
沿線の操車場 [箇所]	2 (自動車教習所、工場)	3 (公園、自動車教習所、 商業施設)	2 (レジャー施設)
駅前広場面積 注2	二子玉川: 5,800㎡ あざみ野: なし(バス停車スペースあり)	笹塚: なし 調布(北口): 5,000㎡	武蔵溝ノ口: 10,500㎡ 川崎(東口): 30,900㎡

注1: 運行キロについては、NAVITIMEの自動車ルート検索機能で計測。
注2: 駅前広場面積は国土交通省「平成24年都市計画現況調査」に基づく。

4. おわりに

本研究では首都圏を対象に、代替バスの操車場の候補となり得る施設を抽出した上で、ケーススタディとして、複数の区間を対象に代替バスを運行した場合の輸送力を試算した。その結果、対象地域内における操車場候補地の施設の種類や分布状況を把握することができた。

今後の課題として、抽出した施設の震災時の用途や使

用の可能性について、過去の震災時の状況や関係主体へのヒアリング調査等を通じて把握する必要がある。また、本文中でも述べた通り、代替バスの輸送力の算定にあたっては、運行可能なバスの台数について、より詳細な検討が必要である。また、バスによる代替輸送では、平常時と比較して多くの利用者が駅前広場に集中することから、乗降場所等の確認についても必要である。

謝辞

本研究を進める上で、東京大学大学院の加藤浩徳氏、社会システム株式会社の早崎詩生氏からは、多くの有益なコメントを頂戴しました。また、社会システム株式会社の山下良久氏には作業の一部をご協力いただきました。記して謝意を表します。

補注

- 1) バス事業者へのヒアリングに基づくものである。

参考文献

- 1) 阪神・淡路大震災調査報告編集委員会：阪神・淡路大震災調査報告 10 交通施設と農業施設の被害と復旧，土木学会，1998.
- 2) 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.
- 3) 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.465-470，1997.
- 4) 室井寿明・森地 茂：大震災における都市鉄道の代行バスの運行に関する研究，土木計画学研究・論文集，Vol.27，No.1，pp.18-192，2010.
- 5) 国土交通省大臣官房参事官（運輸安全防災）：大規模災害時におけるモード横断的対策を含む旅客輸送確保方策に関する検討調査報告書，2013.
- 6) 東京都耐震ポータルサイト：
<http://www.taishin.metro.tokyo.jp/yuso/index.html>
- 7) いすゞ自動車 HP（要諸元・車両外観図・旋回軌跡図）：
<http://www.isuzu.co.jp/cv/data/>

STUDY ON BUS OPERATION AS SUBSTITUTE FOR RAILWAY AFTER BIG EARTHQUAKE IN THE TOKYO METROPOLITAN AREA

By Yuichiro KANEKO, Kouji ISHIHARA, Ryusei TAKADA and Toshiaki MUROI