

阪神・淡路大震災における道路の被災状況と発災直後の自動車流動特性 Road damage and characteristics of traffic flow in the Hanshin-Awaji earthquake disaster

塚口博司*、戸谷哲男**、中辻清恵**

By Hiroshi Tsukaguchi, Tetsuo TOTANI, and Kiyoe Nakatsuji

1. はじめに

道路をはじめとして交通基盤施設は阪神・淡路大震災によって大きな被害を受けたが、被災後の交通インフラストラクチャーの寸断による都市機能の低下は、改めて都市における諸活動を行うに当たって、道路・鉄道・港湾・空港といった交通インフラの重要性を再認識させたと言えよう。

さて、発災後72時間は人命救助にとって非常に重要な期間であると言われている。倒壊した建物内の人々を救出するために、また火災の消火にと、緊急車への要請が非常に高かったこの時期における道路の利用状況を記録しておくことは、今後の道路整備あるいは震災時の道路利用について考えるに当たって非常に重要であろう。また、幹線道路だけでなく、すべての道路の被害状況を面的に捉えて記録しておくことも重要である。そこで、本稿では、1) 発災直後における幹線道路の自動車交通状況、2) 地区レベルでみた道路被災状況について報告することとした。

このような分析を行うためのデータソースとしては当然現地調査が望ましいが、発災直後の緊急時においては、このような交通調査は実施されてはならず、また道路の被災状況については、発災から1ヶ月程度後に、現地における実態調査も実施されているが、このような調査とともに、発災直後の状況の概略を捉えて速報することも重要である。そこで、本報告では発災直後から数日間に撮影された空中写真を用いることによって、道路の被災状況ならびに交通状況を把握することにし

た。このようにして得られたデータは、発災直後の道路の利用状況を広範囲に捉える客観データであって、発災直後の道路利用のあり方を考えるに当たって貴重なデータとなると考えられる。

2. 幹線道路における交通規制前の交通状況

(1) 調査項目と調査方法

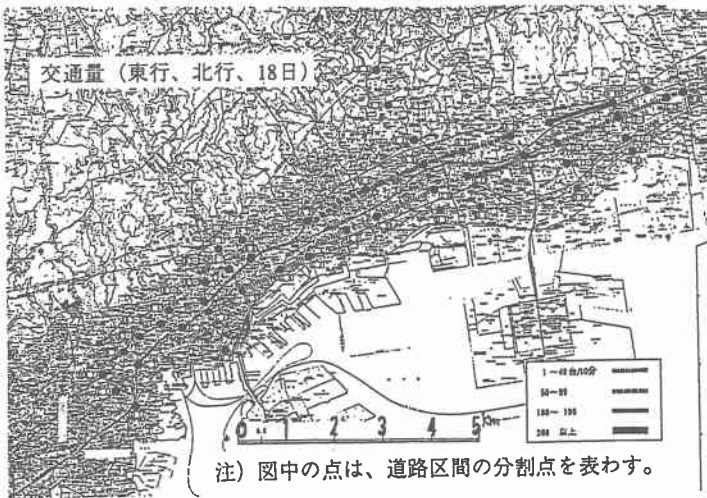
空中写真が交通状況を把握するために使用されることは通常は稀であり、路上駐車実態調査等に利用されている程度である。交通のような時間的に変化する現象に対して、ある一瞬における状態だけを記録した空中写真を用いて分析することには、厳密には若干の無理があるからである。もっとも、空中写真は実体視することによって、走行中の車両と駐車車両あるいは走行不能となった停止車両とを判別できるから交通密度を求めることができる。また、連続する空中写真における移動量から速度を求め、これより空間平均速度を求めることができるから、交通量の概略値を算出することができる。そこで、本報告では、非常に短い時間に採取されたデータであることに注意した上で、自動車交通の流動状況について分析を試みることにした。

本稿においては、芦屋川断面とJR神戸駅断面間の地域を対象とした。集計作業は図-1に示すように、上記の範囲の幹線道路を主要交差点によっておおよそ1kmごとの区間に分割し、この区間ごとに行った。筆者らは発災直後の1月17日から数日間のデータ解析を実施しているが、ここでは1月18日および20日に撮影された空中写真の分析結果について述べる。分析に用いた空中写真(1/4000)は、三ノ宮以東は1月18日(8:30~9:00)、三ノ宮以西等は1月20日(10:00~11:30)にアジア航測株式会社に

キーワード 防災計画、地区交通計画、道路調査等

* 正会員 工博 立命館大学教授 理工学部環境システム工学科
(〒525 草津市野路町1916 Tel 0775-61-2735 Fax 0775-61-2667)

** アジア航測株式会社



図一1 対象地区ならびに交通量推定事例

よって撮影されたものである。空中写真から具体的に読み取った項目は次のとおりである。

- i) 道路の被災状況
- ii) 道路利用状況

交通密度：上記の区間ごとに、空中写真に撮影された車両のうち、走行車両台数をカウントし、走行中の車両の交通密度を求める。

空間平均速度：各区間のうちで、区間内の車両の分布の変化が著しい区間を除き、各車両の速度を求める。測定方法は、上記の空中写真の撮影間隔がそれぞれ5～8秒であることが記録されているので、まず連続する写真における各車両の移動距離を測定して速度を求め、これより空間平均速度を求める。

(2) 道路交通状況

(a) 交通密度

三ノ宮以東について、1月18日の状況を見ると、国道2号線の東行の交通密度は石屋川以東では200台/km・2車線以上であり、部分的には250台/km・2車線を超えていた。これは平均して1車線に8m間隔で走行車両が重なっていたことになる（1車線しか機能していない箇所があるから、実際には一層高密度である）。山手幹線は2号線に比べれば密度が低いものの、150～200台/km・2車線程度となってい

た。なお、西行の交通密度は東行に比べて低くなっていた。これは、大阪方面においてすでに通行不可の箇所があり、大阪方面からの流入量が少なかったためである。

三ノ宮以西について、1月20日の状況を見ると、新神戸駅付近ならびに三ノ宮駅付近において非常に高密度な区間が存在する。ここでは南行が北行よりも多くなっており、新神戸トンネルよりの流入がかなりあったものと思われる。一方、これより西の範囲では不通箇所が多いため、比較的交通密度が低い。ま

た、三ノ宮周辺の南行は高密度となっている。

対象地域の東、西、北の断面における交通密度は当該地域内部における交通密度より低く、対象地域外からの流入交通量は比較的少なかったものと思われる。この傾向は東断面において顕著である。しかし、流入交通と内部で発生した交通が制御されないままに流動し、当該地域内において極端に混雑した状況を生じさせたものと思われる。

(b) 空間平均速度

区間別に空間平均速度を整理すると、高密度の区間においては時速1kmに満たない区間が多数存在し、jam状態であったことが確認できる。また、瞬間ではあるが比較的流動状況が高い区間においては、時速が20～30km程度であった。

(c) 交通量

以上で求めた交通密度と空間平均速度との積として、交通量を算出した。本稿では空中写真をデータソースとしているから、できるだけ短時間で集計した交通量で表現した方がよいと考え、10分間交通量として表わすこととした。

1月18日に関しては、国道2号線における交通量は東行、西行ともに、10分間交通量にして数台であり、ほとんど交通の流れがなかったことがわかる。山手幹線では、西行は10分間に100台を超えている区間もあるが、東行は西行に比べて少ない。また、次章で対象とするJR六甲道駅を中心と



図一2 対象地区とゾーン分割

する地区では、2号線と同様にほとんど流動が見られず、この断面で道路網が完全に遮断されていたことがわかる。

このように、空中写真を用いることにより、発災直後の道路交通状況をかなり具体的に再現することができると考えられる。

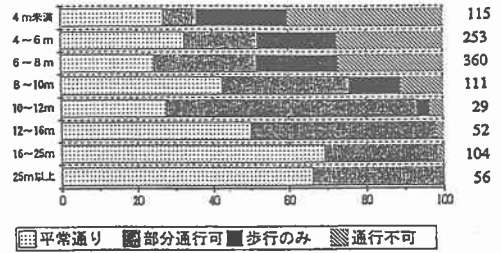
3. 地区レベルにおける道路の被災状況

(1) 調査項目と調査方法

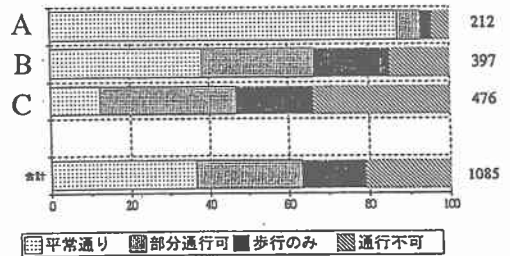
被害が特に大きかった地区として、図一2に示す石屋川、都賀川、ハーバーハイウェイ、および山麓線によって囲まれた地区を選んだ。

分析に当たっては、当該地区を主要な道路、鉄道ならびに河川によってゾーンに分割し（図一2に示す43ゾーンに分割した）、このゾーンごとに道路の被災状況を1/2000の空中写真を用いて読み取った。集計は約100mに区分した道路区間ごとに行うこととした。おおよそ100m程度のリンクごとに集計するために、予め調査対象とするネットワークを設定した。このため、4m以上の道路はすべて対象としているが、4m未満の道路の一部は対象となっていない。ここで対象としたリンクは1085リンクである。

道路の被災状況は以下の4段階で評価した。



図一3 幅員別にみた道路被害状況



図一4 ブロック別にみた道路被害状況

- 平常どおりの状態で車両通行可能
- 一部被害があるが、車両は通行可能
- 車両の通行は不可だが、歩行者は通行可能
- 通行不能

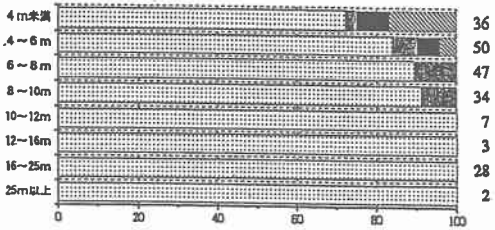
なお、道路の閉塞状況が生じた原因としては、道路自体の被害の他に家屋・塀・電柱の倒壊状況、路上駐車等を考慮して作業を行った。

(2) 道路の被災状況

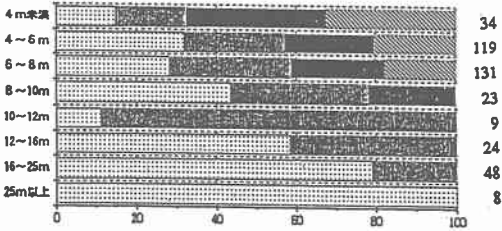
道路の閉塞状況に影響する要因としては、地震動の強さ、地盤の状態の他に、道路幅員、沿道建物の構造および階数、歩道の有無、街路樹の有無等が考えられる。これらの要因の中で、本稿では道路幅員に関して分析することとした。

図一3は、道路の被災状況を図一2の全域にわたって道路幅員別に整理したものである。図一3から、8m、10m、および12mの幅員において、通行状況に変化していることがわかる。12m以上の道路においては、道路が部分的に被害を受けても、自動車の通行が不能になることはほとんどないようである。10m~12mの道路の場合は、自動車通行不可がやや存在する。幅員が10m未満となると、自動車通行不可が急増している。したがっ

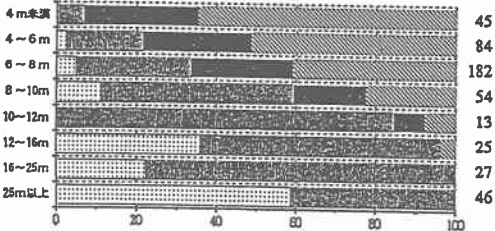
阪急電鉄以北 (Aブロック)



阪急電鉄・JR間 (Bブロック)



JR以南 (Cブロック)



図一5 ブロック別・幅員別に見た道路被害状況

て、幅員10mは自動車の通行が部分的ではあっても可能であるか否かに大きく影響する幅員であると考えられる。次に幅員が8m未満になると、自動車通行不可がさらに急増して約50%になるとともに、歩行もできない完全に閉塞された道路も増加し、30%弱となる。このため、8m未満の道路は、震災時の信頼性が大きく低下していたと言えよう。なお、4m~8mの道路には、通行状況に関する差異はほとんど見られないことがわかる。また、4m未満の道路はすべてを対象としたわけではないが、歩行者も通行できない閉塞道路が非常に多いことがわかる。

以上より、地区の骨格となる道路は12m以上の幅員を有することが望ましく、少なくとも10mは必要ではないかと思われる。また、8m未満の道路は、震災時に閉塞している可能性がかなり高い

ようである。

なお、図一2に示す地域内においても、被害が大きい地区と比較的被害の小さい地区が存在する。つまり、対象地区を阪急以北のAブロック、阪急とJRに挟まれたBブロック、およびJR以南のCブロックに区分してみた。図一4から明らかのように、海岸に近いCブロックは山手のAブロックよりも被害が大きいたことがわかる。そこで、各ブロックごとに、道路幅員別の被害状況を集計し、図一5に示す。阪急以南のB、Cブロックでは、被害の程度が若干異なるため閉塞状況と道路幅員との関係に差が見られるが、先に述べた8、10、12mの幅員において通行状態が変化することに変わりはないようである。

このような幅員別に見た被害状況は、対象とする地区の性格によって相違があることから、将来の道路計画のための基準値を得るためには、先に述べたような他の要因、特に建物構造や階数の影響を明らかにするとともに、複数の地区において分析することが必要である。さらに、一部の地区においては、空中写真からの読み取りと現地踏査や住民ヒアリングの結果等との整合性を検討し、分析結果を精緻化することが望ましいであろう。

5. おわりに

本稿は分析作業の中間報告であり、今後以下の課題に取り組む予定である。

- 1) 発災直後の1月17日の交通状況についても分析し、18日と比較する。さらに、この作業を補助幹線レベルの道路も含めて区程度の範囲において実施し、自動車の流動状況を面的に捉えることを通して、発災直後の自動車利用のあり方、道路交通運用のあり方等について検討する。
- 2) 街路の閉塞状況の分析を精緻化し、地区の骨格となる道路の規格、ならびに災害時に自動車がアクセスできない地点をなくすことを目安とした当該道路の配置等について検討する。

最後に、本稿をまとめるにあたり種々の御協力頂いた京都大学防災研究所横山康二氏、アジア航測 齊藤敬三氏、分析作業に御協力頂いたアジア航測 住友興人氏に謝意を表する次第である。