

高速道路と緊急地震速報

千葉大学大学院工学研究科教授

山 崎 文 雄

1. 高速道路と地震

地震はさまざまな人工構造物に対して被害を与える。しかし、地震の発生頻度は、世界有数の地震国の日本といえども、被災地域に限るならばそれほど頻繁ではない。一方、わが国の高速自動車道は1963年に開通した名神高速道路が最初であり、その歴史は45年に過ぎない。したがって、1995年の兵庫県南部地震（阪神・淡路大震災）が起きるまで、高速道路の地震被害がほとんど記録されてこなかったのも不思議ではない。被害地震が発生した地域に、高速道路がまだ開通していなかったことが大きな理由といえる。

兵庫県南部地震では、誰もが想定した以上の大きな被害を高速道路構造物、とくに高架橋梁が被った。このため、この地震後、道路橋の耐震設計基準は大幅に強化され、既設橋梁においても耐震補強が進められた。このような耐震対策を施した橋梁や高架は、落橋や倒壊などの甚大な被害は生じにくくなったと考えられるが、部分的な損傷や路面段差などの被害は今後も起こるであろう。

2004年新潟県中越地震、2007年能登半島地震、2007年新潟県中越沖地震など、最近の地震では、激震地域を通る高速道路や自動車専用有料

道路の盛土区間が大きな被害を受けた。盛土は人工構造物ではあるが、自然材料の土を締め固めて造るため、耐震性向上を図ることは容易ではなく、今後とも地震被害は避けられないであろう。

さらに、地震の揺れにより車の運転操作が困難になり、事故を誘発する危険性も指摘される。したがって、構造的な耐震対策のみならず、地震発生情報を迅速に走行車両に伝達することにより、被害区間に進入する危険性や、震動に誘発される運転事故を減らすことが重要な課題といえよう。

しかし現状における地震発生後の対応は、道路管理者と警察が協議して、被害が発生している恐れがある震度が観測されたならば、通行止めや速度規制を行って安全点検に入る。しかし、既に高速道路を走行中の車両に対しては、ところどころに設置された電光表示板で「地震発生、〇〇～××区間通行止め」などと伝え、次のインターチェンジまで走行して出てもらうしか手段がない。したがって、損壊した道路区間に気づかず侵入したり、突然の揺れにハンドルをとられて事故を起こすことに対する防止策はなかったといえる。これらの事故を未然に防ぐには、地震発生をいち早く察知し、大きな揺れが到達するまでに減速するな

どの運転者の対応が必要となる。気象庁が2007年10月よりテレビ・ラジオを通じて流すことになった「緊急地震速報」は、このような運転事故防止の解決策となる可能性がある。

2. 緊急地震速報の開始

気象庁と防災科学技術研究所が研究開発を進めていた緊急地震速報が、2007年10月1日よりテレビ・ラジオを通じて一般市民にも伝えられることになった。これは、地震発生を震源近くの地震計で検知・伝送することで、P波初動部より地震のマグニチュードと震源位置を瞬時に推定し、主要動のS波が到来するより前に、警報を流す仕組みである。地震波の伝わる速度と電気信号の伝わる速度の差を利用して、地震波が到着する前に警報を流そうというアイデアは、日本では伯野元彦先生（元 東大地震研究所所長）が1972年に「10秒前大地震警報システム」として提唱した。JRのユレダスは、実際にこの考え方を世界で最初に実用化し、約15年前より新幹線の地震時緊急停止を行っている。気象庁の緊急地震速報は、重要施設、工場、学校、鉄道など幅広いユーザーを対象とした直前地震警報システムで、2006年8月からは特定ユーザーを対象とした送信サービスを開始し、2007年10月からはテレビ・ラジオを通じた一般への速報も始まった。

このような地震直前通報は、鉄道の緊急停止やエレベータの管制運転など、明らかに災害・事故の軽減に役立つと考えられるものがある一方、情報の伝わり方によっては、逆に混乱や事故を誘発する危険性が指摘されるものもある。なかでも、集客施設などで群衆が出口に殺到することや、自動車を運転中の人々が急ブレーキを踏むことが心配されている。したがって、一般への速報が開始される前には、チラシ・ポスターやテレビ・ラジオによる緊急地震速報に関する広報活動が行われた。

このような警報伝達と地震波の伝播速度との競走は、震源からの距離が近いと余裕時間がなくなるという弱点を持っている。新潟県中越沖地震の

柏崎市では、緊急地震速報が流れる前にすでに揺れが始まっている。このように、直前地震警報システムの有効性にはもともと限界がある。海溝型地震のように震源が遠い場合には余裕時間が生まれるが、直下型地震の場合には間に合わない。

緊急地震速報は、これを受けて自動制御する列車やエレベータには有効だし、少なくとも害はほとんど無い。しかし、人間に伝える場合は全員に伝わるかどうかといった情報格差の問題や、適切な行動をとれるかどうかといった判断・運動能力の問題がある。したがって、自動車の運転のように人間が介在する場合においては、情報の伝え方と事前の広報・教育が極めて重要である。下手をすれば、緊急地震速報で停車した車両に、速報を聞いていない車両が追突する恐れもある。情報の流し方と受け手の対応次第では、緊急地震速報は両刃の剣となる恐れがあるのである。

3. 高速道路運転者への緊急地震速報

現状では、高速道路の運転者が緊急地震速報を受けるのは、カーラジオからの可能性が最も高い。自動車を運転している人のうち、ラジオを常に聴いている人の割合は、（確かではないが）せいぜい半分程度であろう。また、現状ではNHK以外の民放ラジオは、緊急地震速報の実施時期を検討中のところが多い。したがって、ETCのような装置を全ての高速道路走行車両に義務付け、自動的に電源が入って緊急地震速報が流れるようにでもしない限り、情報格差はなくなると考えられる。

またラジオの大きな欠点は、音声だけの情報なので、震源や震度予測の情報が流れるまでに時間がかかり、最初に流れるチャイムだけでは、影響のある近くの地震かどうかは判断できないことである。一方、テレビの場合は、震源位置や強い揺れが予想される県名などが映像に表示されるので、瞬時に対応すべきかどうか判断できる。

またNHKの場合、震度5弱以上の速報が緊急放送の対象となり、震度4以上の揺れが予測される地域を発表することになっているが、これは全

国放送である。したがって、車の運転中にNHKラジオで聞く緊急地震速報の大半は、実際には揺れを感じない、遠方の地震であることになる。このような事態が長く続けば、「オオカミ少年」となり、速報への反応が鈍くなってしまう恐れもある。過敏な反応への心配とともに、「速報慣れ」も今後心配される事態といえよう

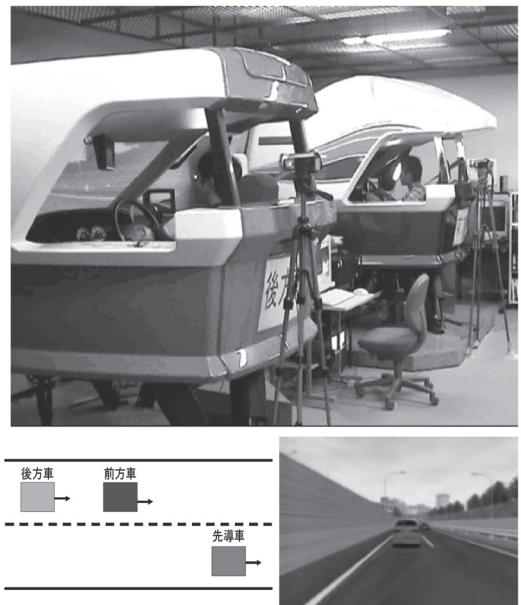
4. 緊急地震速報のシミュレータ実験

緊急地震速報が一部の運転者にのみ伝わることによる危険性を実証するため、筆者らは複数のドライビングシミュレータをサーバーで連動した実験システムを用いて、地震時の模擬走行実験を行った（山崎他，2007）。図一1に示すように、2台のシミュレータを前方車、後方車と想定して走行コースに配置し、これらを運転する被験者には左車線を時速80kmで走行してもらい、右車線には簡易シミュレータを用いた先導車も配置した。このシステムでは、前方車のバックミラーやドアミラーには後方車が映し出され、後方車からは前方車が視認できる。また、ウインカーやブレーキランプなどの点灯の様子もコース上の車両に反映される。

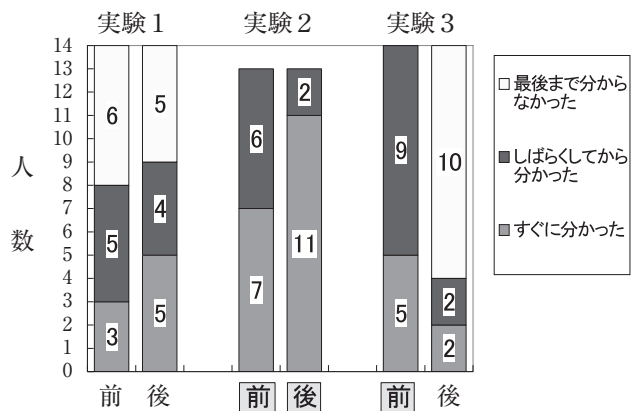
緊急地震速報は、2003年9月26日の十勝沖地震における震源と地震観測点位置の関係を用いて設定した。車両の走行位置は、震央距離103km、計測震度5.95（震度6弱）の大樹町付近を想定した。この地点では、緊急地震速報が発信されてから主要動到達までの余裕時間が約10秒ある。

緊急地震速報の与える影響を明らかにするために、3種類の走行実験を行った。実験1（14組）は、緊急地震速報をどちらの運転者にも与えない状態で地震動を加えた。実験2（13組）は両方の運転者に緊急地震速報を提供し、その後揺れを加えた。実験3（14組）では前方車にのみ緊急地震速報を与え、後方車には緊急地震速報を与えなかった。被験者は比較的運転操作に慣れた男性で、走行中に地震が発生することは伝えていないが、実験2と実験3では放送が入る可能性があることを事前に伝えた。

実験終了後に実施した「実験中に発生したシミュレータの振動を地震と認識できたかどうか」というアンケート設問に対する回答結果を図一2に示す。緊急地震速報が与えられていない実験1の前方車・後方車と実験3の後方車に関しては、地震発生を最後まで分からなかった被験者がかなりの割合いた。この実験では震度6弱の揺れを与えたが、このような大きな地震動でも地震と気づ



図一1 連動した3台の運転シミュレータによる緊急地震速報の模擬実験の様子（右下写真は後方車からの前方視界）



注) 実験2の前後と実験3の前は緊急地震速報あり。

図一2 地震走行シミュレータ実験時の緊急地震速報の有無による地震認知の程度

かない運転者も存在する。一方、緊急地震速報が与えられると、地震と最後まで気づかない被験者は存在せず、緊急地震速報が地震の覚知に役立っているといえる。情報格差のある実験3では、前方車が地震発生を認識しているのに対して、後方車は地震発生に気づいていない場合があり、運転行動にも影響することが推測される。

緊急地震速報の与えられていない実験1では、強震時でもそのまま走行を続けた被験者が多く、停車した被験者はいなかった。一方、緊急地震速報が与えられた実験2では、ほとんどの被験者が減速または停車している。また、実験3の後方車に関しては、多くの被験者が地震と気づかなかったにもかかわらず、減速または停車をした被験者が多い。これは、前方車が速報を受信して減速または停車の行動をとったので、後方車も対応する必要があったことによると思われる。

車間距離については、実験1では前後車両間の車間距離は加震中も含めてほぼ一定値で推移している。一方、実験2に関しては、警報アナウンス終了後から車間距離が大きくなるケースが多く見られ、速報を受けた後方車が意図的に車間距離をとった結果であると思われる。前方車にのみに速報を提供した実験3では、アナウンスが流れている間に車間距離が小さくなっているケースが多く見られる。前方車は地震発生を事前に知ることができるが、後方車には速報が伝達されておらず、前方車が減速すると車間距離が短くなってしまふ。その結果、本実験では14組中2組で追突事故が発生し、追突には至らなかったが危険な車間距離になったケースも幾つか見られた。

このように、一部の運転者のみが緊急地震速報を受信する状況では、追突事故などが発生する恐れがある。この問題を解決する現実的な対応策としては、急な減速をしないことと、ハザードランプの点灯が考えられる。実験3では、減速または停車の際にハザードランプを点灯させた前方車の被験者が4名見られ、これらのケースでは後方車が強震時にスムーズに減速することができている。わが国の高速道路では、渋滞時などにハザー

ドランプを点灯して追突を防ぐことが一般化しているので、緊急地震速報を受信した運転者に対しても、ハザードランプを点灯するように広報周知し、周囲の運転者への注意喚起を行うことが有効と考えられる。これらの対応策は、気象庁の広報などでもすでに取り入れられているが、運転者全員に緊急地震速報の内容と対応を正しく理解してもらうためには、免許取得時や更新時の講習における教育が今後必要と考えられる。

5. まとめ

気象庁の緊急地震速報は、大地震が発生した場合に人的被害や二次災害を軽減する手段として期待されている。しかし、人間に情報を伝達するということは、情報格差が生ずる恐れがあるとともに、受け手によって異なる反応を示す可能性がある。高速道路交通はその代表的なもので、緊急地震速報が逆に追突事故などの原因となる危険性を孕んでいる。

筆者らは、サーバーで連動した複数台のドライビングシミュレータを用いて、車両が連なって走行する高速道路を模擬した、地震時走行実験を行った。緊急地震速報を与えた運転者と与えない運転者を混在させた実験を行ったところ、前方車の急なブレーキ操作により追突事故も発生した。

このように緊急地震速報は、情報を受ける側に十分な準備ができていないと、逆効果となることもある。高速道路に関しては、速報を受けた運転者はあわててスピードを落としたりせず、周囲の状況を確認したうえで、ハザードランプを点灯し、緩やかに減速・停止するなどの対応をとる必要がある。緊急地震速報の特性と限界を理解し、大多数の運転者が適切な行動をとれるように広報・教育することが、喫緊の課題といえるだろう。

参考文献

- [1] 山崎文雄, 丸山喜久, 坂谷将人, 「複数のドライビングシミュレータを連動した模擬走行実験による緊急地震速報の影響評価」, 地域安全学会論文集, No. 9, pp. 298-294, 2007.