

緊急地震速報に対する高速道路走行中の車両の挙動に関する研究

京都大学大学院工学研究科 学生会員 ○鈴置真央
 京都大学大学院工学研究科 正会員 清野純史
 京都大学大学院工学研究科 正会員 Charles Scawthorn

1. 背景と目的

2007年10月に一般向けの緊急地震速報が提供され始めた。大きな揺れが来る前に地震を知ることができるが、一方で情報の不均衡や交通状況による追突事故も懸念されている。本研究では緊急地震速報を提供した際の高速道路走行中の車両への影響を、6自由度の乗用車モデルおよび個別要素法による接触力計算によって解析し、目標とすべき緊急地震速報の受信率や停車方法による衝突確率の違いを検討する。

2. モデルと解析方法

自動車工学の分野で用いられている乗用車モデルを使用し、水平方向および鉛直方向の運動方程式を構築した。バネおよび質点で車体を表現するとともに、タイヤに作用する力はマジックフォーミュラモデルなどの力学モデルを考慮している。車両同士の衝突については、接触時に双方の車両間に仮想のバネおよびダッシュポットを設けて力の受け渡しを行った。

また実際の交通流に近づけたモデルにするために追従理論および車線変更のハンドル操作を定義している。一般的な反応遅れ時間が1.0秒から2.2秒の範囲内であることを考慮し、通常のブレーキ操作では2.0秒、その他突発的なものに対する反応には1.0秒を与えた。車線変更は追越車線側から走行車線側への変更および路肩への停車のみ考慮し、追越行動については定義していない。

乗用車10台に対し、緊急地震速報の受信率を決めて、受信する車両を一様乱数で定めた。車間距離および速度は正規乱数により与え、これを100パターン解析した結果から衝突確率を算出した。速度および車頭間隔の平均及び分散はそれぞれ走行車線で80km/h±8km/h、1.5sec±0.5sec、追越車線で100km/h±

10km/h、2.0sec±0.5secである。

入力地震波は、2007年新潟県中越沖地震のNEXCO東日本・西山ICの記録で、進行方向の直方向にNS成分を入力している。

3. 解析結果

(1) 停車方法による違い

緊急地震速報受信率が50%、80%、100%のそれぞれの場合において、左側路肩に停車、道路両側に停車、車線上に停車した条件下での衝突確率の差異を比較した(図1)。左側路肩に寄せる場合が特に高い衝突確率を示すのは、車線変更時にブレーキをかけずにすばやく移動し、その後ブレーキをかけるため、ブレーキをかける時間差による車間距離の詰まりやすさが影響している。特に走行車線上の衝突のケースについては、平均車間距離34mの条件下で先行車よりも後続車が5.4km/h以上速い場合に衝突することが確認できた。

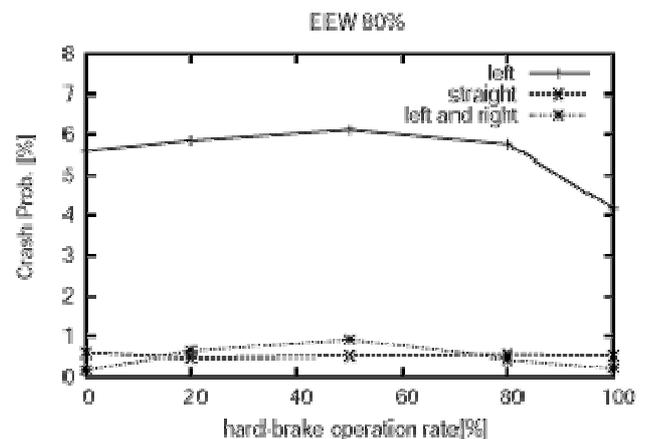


図1: 停車方法による違い(受信率80%)

キーワード 緊急地震速報, 高速道路, 衝突, 個別要素法, 乗用車モデル

連絡先 〒615-8540 京都市西京区京都大学桂Cクラスター 都市社会工学専攻地震防災システム研究室

(2) 緊急地震速報の受信率による違い

緊急地震速報の受信率以外のパラメータや条件を同じにし、受信した車が左側路肩、車線上、道路両側にそれぞれ停車する条件で受信率 50%、80%、100%の比較を行った(図 2)。左側路肩に停車するケースでは受信率の上昇に伴い左側に寄る車両が増えるために衝突確率が上昇している。これに対し、道路両側に停車するケースでは、受信率の向上に従って衝突確率が減少している。特に急ブレーキをかける車両が 20%のとき顕著にその傾向が見られた。

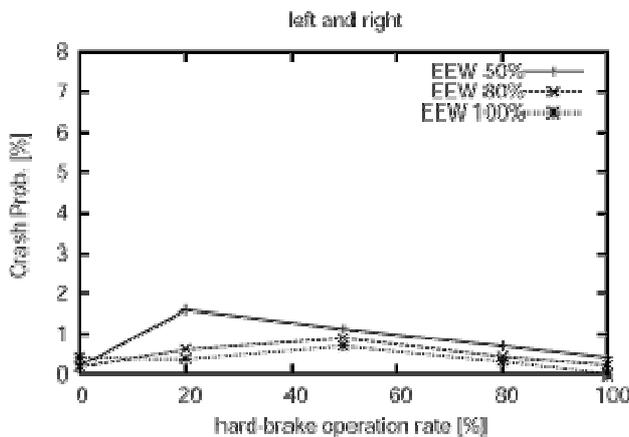


図 2 : 受信率による違い(道路両側に停車)

(3) 強震による突発的な反応による影響

300gal をこえる地震動加速度で 9 割の人が走行困難に陥ると言われている。また、冷静さを失うことにより急ハンドルをきったり、急ブレーキをかけたりするドライバーがおり、そのどちらかの操作に意識が集中してしまう傾向があることが指摘されている。

300gal を超える地震動を受けた際、(1)全車両が急ハンドル、(2)全車両のうち 60%が急ハンドル、(3)全車両が急ブレーキの 3 つの条件に関して、左側路肩によるケースと道路両側によるケース、緊急地震速報受信率 50%、80%、100%という条件をそれぞれ組み合わせ解析を行った。

急ハンドルは受けた地震動加速度の向きと逆向きにきるように設定している。本研究で用いた入力地震動において最初に 300gal を超えるのは追越車線から走行車線に向かう向きである。そのため左側路肩に寄るケースでは、寄っていきこうとする方向と逆方向へ向かうこととなる。それによって衝突を回避する車両が増えた可能性があることが結果からわかった。

急ハンドル操作時にはブレーキ操作を行わないため、直前を走行する、もしくは停車している車両を避けきれずに追突するケースもあった。300gal を越えた時点ですでに停車行動に入っている車両が相当減速しているために衝突確率はわずかしこ上昇しなかった。

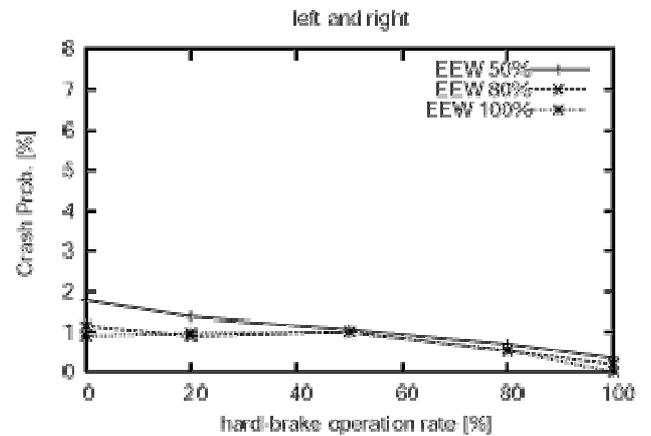


図 3 : 受信率による違い(急ハンドル 60%, 道路両側)

4. まとめと考察

路肩に寄る必要があるのは、その後の緊急車両の通行を妨げないためでもあり、被災後の復旧を考えると重要である。以上より、走行している車線側の路肩に停車することが好ましいと思われる。このケースにおいては、緊急地震速報の受信率が 50%から 80%に上昇した時に比べて、80%から 100%に上昇した時の衝突確率の低下がかなり小さく、目標とすべき緊急地震速報の受信率は 80%程度であるといえる。

また、受信した車の中で急ブレーキをかける車両と通常のブレーキをかける車両の比率に注目すると、両者が混在するほど衝突確率は高くなることがわかった。ドライバーがとる行動をいかに均一化するかが解決の糸口となると考えられる。

これらの実現のためには、国土交通省を中心に開発が進められている ITS 技術が有用であると考えられる。

5. 参考文献

- 山崎文雄, 山之内宏安, 丸山喜久: 高速道路走行中車両の地震応答解析. 土木学会論文集, No696 / I-58, pp. 249-260, 2002. 1
 藤井俊介: 高速道路走行中の自動車に対する地震対策に関する研究, 京都大学大学院修士論文, 2007