

構造物の最大応答速度が車両の通行リスクに与える影響に関する検討

九州大学 学生会員 ○中良仁

九州大学大学院 正会員 梶田幸秀

九州大学大学院 フェロー 大塚久哲

1. 序論

1995年の兵庫県南部地震以降、わが国の地震観測網の充実は目を見張るものがあり、その結果、数多くの地震動が観測され一般に公開されている。著者ら¹⁾は、この公開された実地震動データを用いて、桁衝突により伸縮装置が損傷した場合の車両の通行リスクに関する検討を行ってきた。本論文では、地震動の最大速度（以下、地表面最大速度と記す）と構造物の最大応答速度の定式化を見直し、構造物の最大応答速度が車両の通行リスクに与える影響について検討を行った。

2. 車両通行リスクの算定手法

図-1に本研究における、地震リスク評価フローチャートを示す。本研究の最大の特徴は、地表面最大速度と構造物の最大応答速度の定式化と桁衝突速度と伸縮装置の損傷の関係を導き出すところにある。なお、本研究では、便宜的に橋梁をモデル化した1自由度モデルにおける最大応答速度は桁衝突速度に等しいものとして扱うこととした。

3. 地表面最大速度と1自由度モデルの最大応答速度関係の定式化

文献¹⁾では、図-2（固有周期0.6秒、種地盤の場合）に示すように、地表面最大速度と1自由度モデルの最大応答速度（以下、最大応答速度と記す）の関係を導く際に、最小二乗法を用いることとした（実線）。しかし、この手法では、ある地表面最大速度において求められる最大応答速度よりも大きな応答速度を示す場合があるという問題点がある。その問題を解決するために、原点を通りすべての点を包絡する直線（破線）で定式化しようとする。今度は、傾きが大きすぎるため、地表面最大速度が80(cm/s)では、図-2の場合、340(cm/s)といった非常に大きな応答速度が得られてしまうという問題点がある。そこで、今回は、地表面最大速度と最大応答速度の定式化において以下の2つのルールを用いることにした。

（ルール1）すべての点を包絡するような2直線で定式化する。

（ルール2）地表面最大速度の大きさには関係なく、得られた最大応答速度の最大値の110%の値を最大応答速度の上限値とする。

上記のルールに従い、図-2の結果に対する定式化は図-3のようになり、具体的には式(1)のようになった。

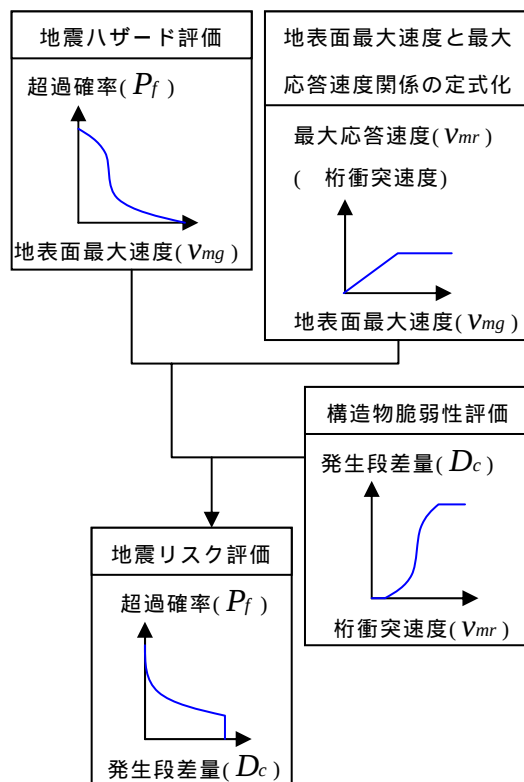


図-1 地震リスク評価フローチャート

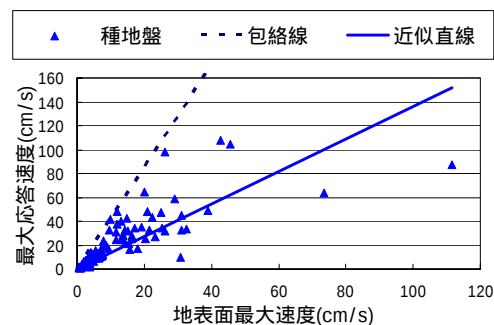


図-2 定式化の一例 (固有周期 0.6 秒)

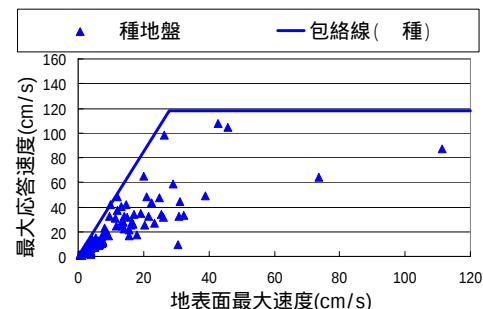


図-3 新しい定式化の一例
(固有周期 0.6 秒)

$$V_R = \begin{cases} 4.27V (0 \leq V \leq 27.72) \\ 118.4 (27.72 < V) \end{cases} \quad \dots (1)$$

ここで、 V ：地表面最大速度、 V_R ：最大応答速度である。

4.車両通行リスク

図-3 および式(1)に示した定式化手法により、改めて車両通行リスクについて検討を行った。なお、最大応答速度と伸縮装置の損傷程度の関係は文献¹⁾の結果と同じである。対象地点としては、福岡市と静岡市を選定した。それぞれの地点における今後30年間平均ケースによる車両の最大通行可能速度と非超過確率の関係を図-4 および図-5 に示す。図には文献¹⁾の結果もあわせて示した。また、表-1 には、車両が通行できなくなる確率と、80(km/h)制限の規制のかかる確率について記した。これらの図表からわかるように、新しく提案した定式化では、福岡市・静岡市ともに、車両通行不可能になることはないことがわかった。また、文献¹⁾の結果同様、80(km/h)以下に速度が制限される確率が、桁間衝突に比べ、桁-橋台衝突の方が高くなったことがわかる。

5 結論

今回は、地表面最大速度と1自由度系の最大応答速度の定式化に関する見直しを行い、それに伴う車両通行リスクについて再考察を実施した。その結果、下記のような知見を得ることができた。

発生しうる応答速度が通行リスクに与える影響は大きいため、発生しうる応答速度の最大値をどのようにして設定するかが大きな課題である。表-1 車両の通行性低下確率

(1)車両通行不可能

対象地点	衝突ケース	軽自動車	乗用車	大型トラック
福岡市	桁間衝突	0%	0%	0%
	桁-橋台衝突	0%	0%	0%
静岡市	桁間衝突	0%	0%	0%
	桁-橋台衝突	0%	0%	0%

(2)80(km/h)以下速度制限

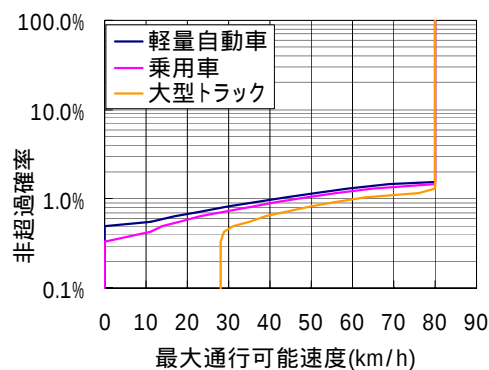
対象地点	衝突ケース	軽自動車	乗用車	大型トラック
福岡市	桁間衝突	0%	0%	0%
	桁-橋台衝突	37.5%	23.4%	14.9%
静岡市	桁間衝突	90.9%	0%	0%
	桁-橋台衝突	96.4%	95.6%	94%

【謝辞】

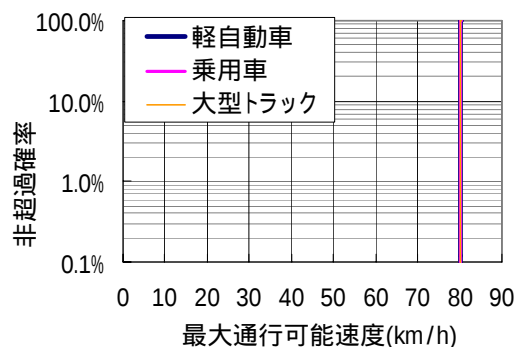
本論文作成にあたり、(独)防災科学技術研究所のK-NETで収録された強震記録、J-SHISにて公開されている地震ハザードカーブのデータを使用致しました。ここに記して深く感謝致します。

【参考文献】

- 1) 藤井洋良, 梶田幸秀, 大塚久哲: 大地震時の桁衝突による通行リスクに関する基礎的検討, 土木学会第65回年次学術講演会講演概要集, I-604, 2010.9

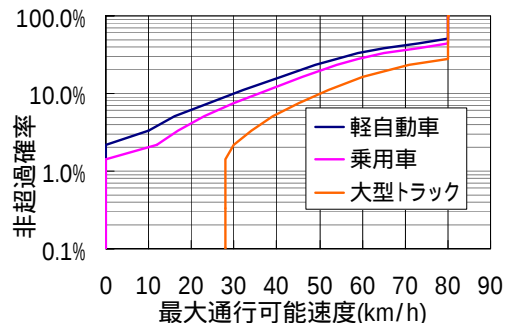


(文献¹⁾の結果)

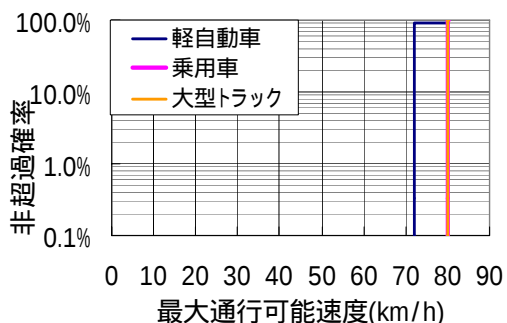


(新しい定式化の結果)

図-4 最大通行可能速度と非超過確率の関係
(福岡市・桁間衝突・今後30年間平均ケース)



(文献¹⁾の結果)



(新しい定式化の結果)

図-5 最大通行可能速度と非超過確率の関係
(静岡市・桁間衝突・今後30年間平均ケース)