

桁衝突による伸縮装置の損傷リスクに関する基礎的検討

九州大学 学生会員 ○藤井洋良

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

将来起こり得る地震への対策として、構造物の地震リスク評価を適切に行うことの重要性は増してきている。そこで、本研究では橋梁の桁衝突に注目し、その際の伸縮装置の損傷に関するリスク評価を行った。

2. 研究概要

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。なお、本研究では、便宜的に橋梁をモデル化した1自由度系における最大応答速度と桁衝突速度は等しいものとして取り扱う。

3. 地表面最大速度と1自由度系における最大応答速度関係の定式化

K-NETを利用し、I種地盤79地点、II種地盤93地点、III種地盤33地点の計205地点において、過去10年間におけるM6.0以上の規模の地震による地震動の地表面加速度時刻歴波形を取り出した。

本研究においては、桁衝突を取り扱うため、桁の衝突速度を求める必要がある。そこで橋梁を1自由度系としてモデル化し、上記の地表面加速度時刻歴波形から固有周期毎に応答解析を行い、最大応答速度を求めた。更に、地表面加速度時刻歴波形を時間積分することにより地表面最大速度を求め、最大応答速度との関係の定式化を行った。地表面最大速度を横軸、最大応答速度を縦軸にとった場合、図-2に示すように、両者は比例関係に近くなる。そのため、最小二乗法を用いて原点を通る直線として近似し、地盤種別毎に定式化した。固有周期を0.1秒から1.5秒まで変化させた場合において、同様の手法を繰り返した。

4. 地震ハザード評価

今回、対象地点を福岡市民会館(福岡市中央区天神)と定めた。まず、J-SHISで公表されているデータを基に、対象地点周辺地盤面における、今後30年間平均ケースの地震ハザードカーブを作成した。これは、地表面最大速度を横軸、超過確率を縦軸にとったものである。なお、福岡市では、今後30年間の平均ケースで震度6弱以上をもたらす地震動に見舞われる確率が3.9%、震度6強以上では2.1%となっている。対象地点周辺はII種地盤である。更に対象橋梁の固有周期を0.7秒と設定すると、図-2の結果(傾き1.4315)と上記のハザードカーブより、図-3に示すような最大応答速度に関する地震ハザードカーブが求められる。なお、2005年3月の福岡県西方沖地震発生時の同地点において、固有周期0.7秒の橋梁があったと仮定した場合、観測記録より、最大応答速度は61.45(cm/s)となり、図-3では超過確率3.2%に相当する。

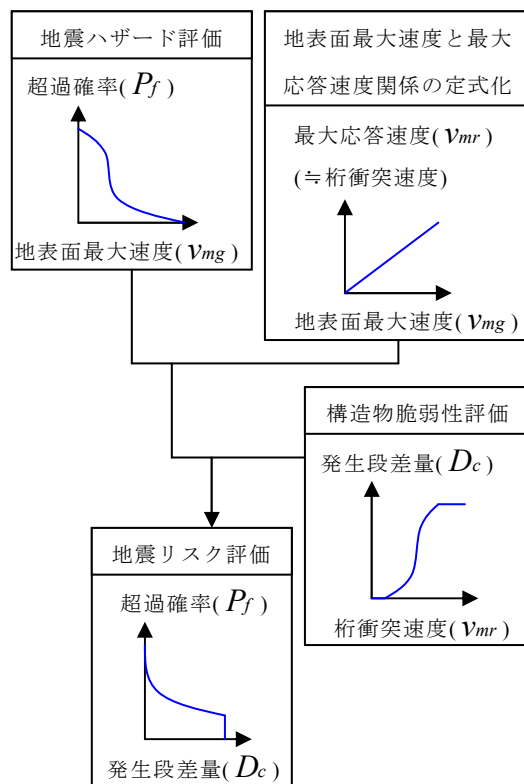


図-1 地震リスク評価フローチャート

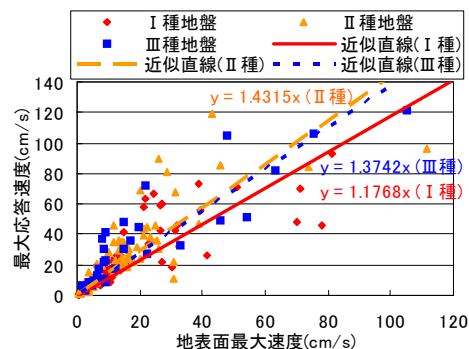


図-2 定式化の一例 (T=0.7s)

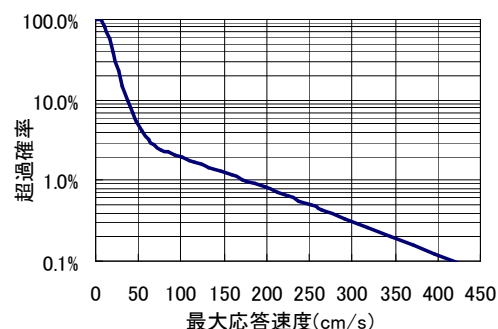


図-3 応答速度に関するハザードカーブ
(福岡市30年平均ケース)

5. フィンガーのめくり上がりによる段差発生に関するリスク評価

5.1 桁衝突速度と段差量の関係

宮定らの研究¹⁾のモデルを使用し、伸縮装置(鋼製フィンガージョイント)を考慮した桁間衝突の有限要素解析を実施した。衝突体に初期速度を与えて、被衝突体に正面衝突させるもので、衝突速度は、25(cm/s)から 25(cm/s)刻みで 300(cm/s)まで変化させた 12 種類を設定した。図-4 に衝突速度 250(cm/s)のケースにおける、衝突終了時のフィンガーの変形の様子を示す。図-4 から、衝突によってフィンガーが鉛直上向きにめくり上がっているのが確認できる。フィンガーの変形により発生する段差量の解析結果を図-5 に示す。なお、本研究においては、支承部の破損により段差が発生するケースは想定しないものとする。

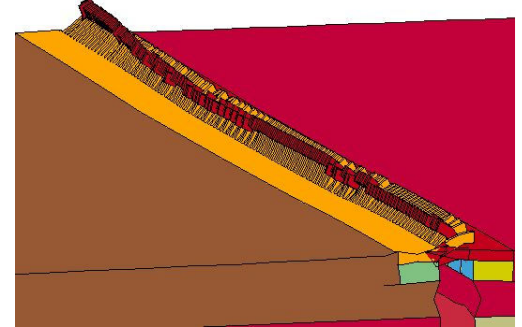


図-4 衝突終了時のフィンガー変形図

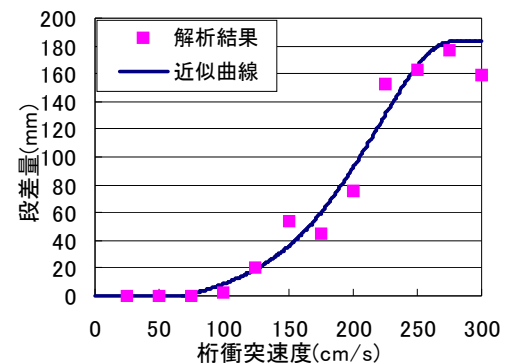


図-5 桁衝突速度と段差量の関係

5.2 車両の通行可能性の検討

阿部らの研究²⁾に示されている、段差に対する車両の通行可能速度を図-6 に示す。図-6 から、段差量が 150(mm)を越えると、軽量車両が通行不可能になることが読み取れる。

5.3 伸縮装置の損傷リスク評価

本研究においては便宜的に、遊間を考慮しないものとし、1 自由度系における最大応答速度と同じ速度で桁が衝突するものとして扱う。図-3 と図-5 より、対象地点周辺の固有周期 0.7 秒の橋梁において発生する段差量の、30 年間平均ケース超過確率を表す図-7 が求められる。図-7 より、今後 30 年間に軽量車両が通行不可能になる可能性は約 0.56%であることが分かる。このように、桁衝突に関する解析結果や車両の通行可能性を確率論的に考察することができた。

6. まとめ

今回の手法で、地盤種別毎、固有周期毎に、地表面最大速度と最大応答速度の関係を定式化することができた。これと地表面最大速度に関する地震ハザードカーブを合わせて考えることにより、最大応答速度と超過確率の関係が求められるようになった。これにより、桁衝突に関する解析結果や地震発生直後の車両の通行可能性を確率論的に考察することが可能になった。

【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) 宮定龍司, 梶田幸秀, 大塚久哲, 北原武嗣: 桁間衝突の解析による桁端部の損傷状況の推定と緊急車両の通行可能性の検討, 土木学会論文集 A, Vol.65, No.4, pp.1027-1036, 2009.12
- 2) 阿部雅人, 藤野陽三, 吉田純司, 朱平: 高架橋の 3 次元動的解析モデルを用いた桁間連結装置および車両通行性能の評価, 土木学会論文集, No.773/I -69, pp.47-61, 2004.10

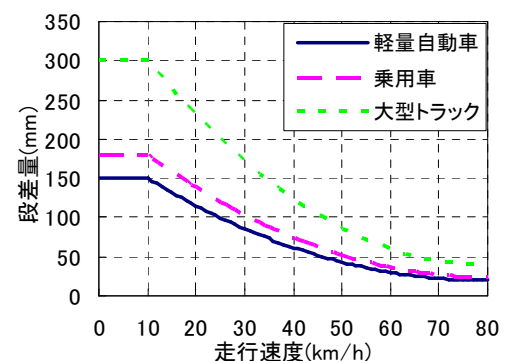


図-6 段差に対する車両の通行可能速度

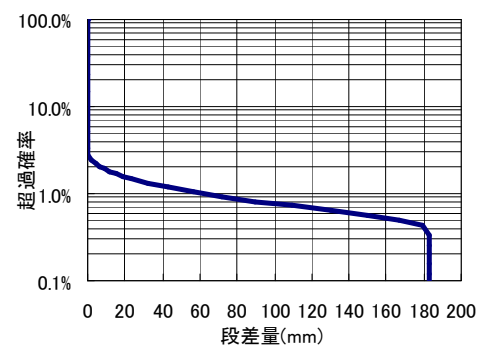


図-7 段差量に関するリスクカーブ