

京都大学防災研究所 フェロー 亀田弘行

京都大学防災研究所 正会員 岩井 哲

京都大学大学院 学生員 ○今井優輝

1. 本研究の目的

構造物の地震外力に対するフラジリティ曲線を求めるために基本となるデータベースを作成した。

フラジリティ曲線は交通網の地震時信頼性の評価に役立つ。交通網の地震時信頼性は、ネットワーク解析により評価されるが、その際、地震被害を受けたノード・リンクを除去することで被災ネットワークを表している。その除去の根拠に各リンク・ノードの破壊確率を導入するべく交通施設のフラジリティ曲線を評価することを目的としている。そのために作成中の震害のデータベースについて報告する。

2. 資料の整備について

フラジリティ評価のためには

- ・地震動を受けた全ての施設の規格
- ・施設のある地点の外力
- ・施設周辺の地盤条件

などの資料を必要とする。しかし、多くの地震被害報告では以下の問題点がある。

- ・同じ震度地域でも被害を受けていない施設は報告されない点
- ・外力がわかるのは施設のある場所ではなく地震計のある場所という点

こうした問題を解決することは容易ではないが、比較的資料整備が行われている理由から、まず兵庫県南部地震による阪神高速道路の震災データ、鉄道総合技術研究所の地震調査報告²⁾を利用することとした。

3. 高速道路橋脚の震害データ分析

阪神高速道路震災データは同路線の兵庫県区域内の全橋桁・橋脚の適用した示方書・材料・形式・高さ・支間長・損傷度等々が載っているので、これに外力を推定することでフラジリティ評価を行えるデータの形にした。外力は、橋脚直下の地盤を水平多層構造と仮定し、建設時のボーリング

データを用いて地盤条件を再現し、基岩盤の振動を計算対象地域で一様として、橋脚直下の表層の応答加速度・速度・変位を FDEL (周波数依存型等価線形手法)¹⁾ により推定した。なお基岩盤の地震動は、ポートアイランドの地下 83m にある地震計記録より FDEL で基岩盤の振動を推定したものをを用いた。

図-1 に加速度と損傷度の相関図、図-2 に速度と損傷度の相関図を示す。一般的には、損傷度が大きければ、当然外力も大きくなると考えられるが、この図では、推定した外力ではそのような傾向は見受けられない。ただし、速度と損傷度については損傷度5のみ大きな速度になっていることから相関があるとも読める。またすべての外力が大きすぎるという点もあるが、これについては地盤の卓越周期の影響で地震動が増幅されていることも一因と考えられる。

4. 鉄道路盤の震害データ分析

ある震度分布内の路線を抜き出し、その両端に近い駅間の営業距離を同一震度内の鉄道延長とし、震度を外力として見て、各震度に対する被害率 (=被害箇所/同一震度地域内鉄道延長) の形でフラジリティ評価を行った。

図-3 に路線ごと・地震ごとの特徴を包含した一般化した鉄道路盤のフラジリティを示す。平均すると震度4で0.1 震度5で0.25 震度6で1.3 となった。しかし同じ震度6でも地震ごとに現れる被害率が異なる。これは被害を震度によって評価することが現実にあっていないことを示しているのかもしれない。図-4 に各地震の震度6地域での各種被害の発生率を示す。この図によると、通り狂い・高低狂いといった軌道のみを軽微な被害についてはどの地震にも同様に被害が生じているが、路盤系の被害については、ある地震では高い発生率を示しても別の地震では皆無といっ

たこともある。図-5に震度増加で被害率増加となる4種の被害の地震別の被害率を示す。この4種の被害については震度によってフラジリティ評価を行ってよいものと思われるが、やはり地震によってかなりばらつきがあるのでこれをどう捉えていくかも考えていきたい。

5. まとめ

1. 阪神高速道路について、各橋脚ごとに地盤条件を設定し、橋脚直下の表層地盤の外力を推定した。また鉄道路盤の被害を各地震にわたって同一の形式でまとめた。
2. 阪神高速道路の橋脚のフラジリティ評価は現時点での結果では困難である。が、損傷度と速度のように相関が認められそうなものもあるので、対象とする橋脚の数を増やして応答計算を行っていく。
3. 一般化された鉄道路盤のフラジリティは「被害箇所／同一震度地域内総延長」については震度4で0.1 震度5で0.25 震度6で1.3となった。しかし、震度によって評価できるのは軌道のみ被害、路盤沈下／亀裂といった比較的軽微なものに限られるのも確認された。

謝辞

阪神高速道路の被災データ、地質調査書などを提供していただいた阪神高速道路公団の南条さんに感謝いたします。

参考文献

- 1) 杉戸真太：軟弱地盤の地震応答解析に適用できる等価線形化手法の高精度化(研究課題番号：07650543)、科学研究費補助金研究成果報告書、1997
- 2) 山田剛二、藤原俊郎、小林芳正、熊谷兼雄：えびの地震被害調査報告、日本国有鉄道鉄道技術研究所、鉄道技術研究報告 No.643、1968 など

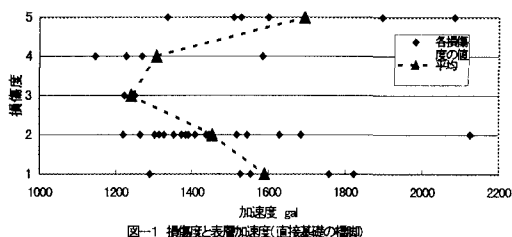


図-1 震度と表層加速度(直接基礎の場合)

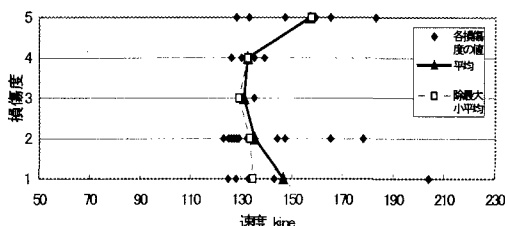


図-2 震度と表層速度(直接基礎の場合)

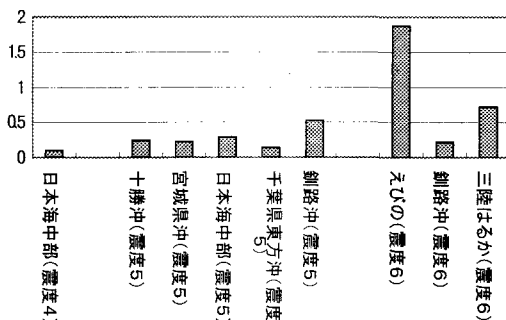


図-3 鉄道路線被害箇所数(総延長m)

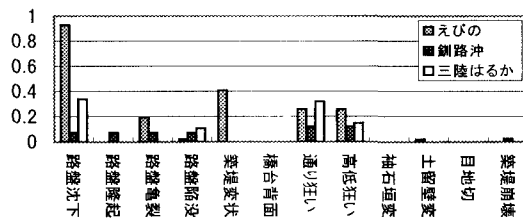


図-4 各地震(震度6)の被害率(被害箇所数/総延長km)

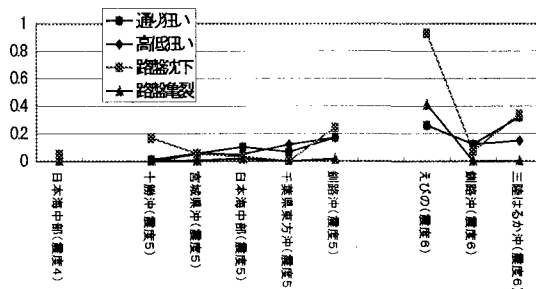


図-5 各種被害の発生率(被害箇所数/総延長)