

## K-NET データを利用した構造物の最大応答速度の推定と車両の通行リスク

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. はじめに

1995 年の兵庫県南部地震をふまえ、強震観測網「K-NET」が 1996 年 6 月から運用開始された。現在では、1,000 箇所以上の観測点で、日々、地震動が観測されている。著者らは、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<sup>1)</sup>。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うとともに、2009 年までに観測された最大加速度 300gal 以上の地震動データを用いることによって得られる地震動の傾向を把握することを目的とする。

## 2. 車両通行リスクの算定方法

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。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。

## 2.1 地表面最大速度と 1 自由度系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，Ⅱ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 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 のようになった。

K-NET を利用し、1996 年から 2009 年における地表面最大加速度 300gal 以上の地震動をすべて抽出し、新しい定式化を行なった。なお、300gal 以上の地震動は 310 個あったがそのうち、

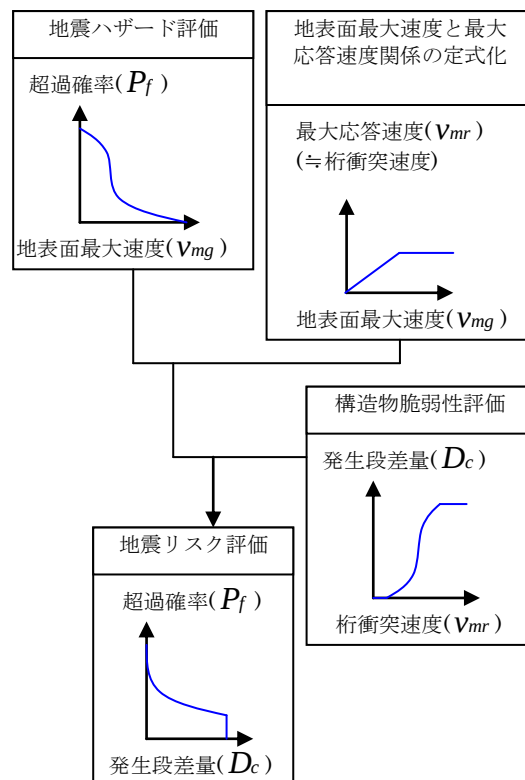


図-1 地震リスク評価フローチャート

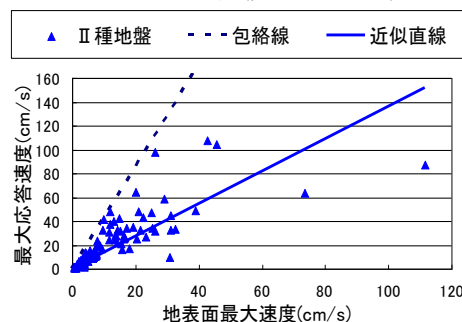
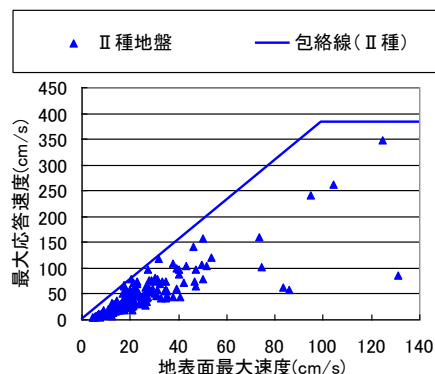


図-2 定式化の一例 (固有周期 0.6 秒)

図-3 新しい定式化の一例  
(固有周期 0.6 秒)

キーワード：リスク解析，通行リスク，桁衝突

連絡先（福岡市西区元岡 744，電話 092-802-3377，FAX092-802-3377

観測点が新潟県長岡支所，神奈川県相模湾平塚 ST5 の地震動は，地質データがなく，せん断波速度により地盤種別を推定できないため除外した．

## 2.2 地震動の分析

新しく抽出した地震動の地表面最大速度と最大応答速度の関係を図-4に示した．1自由度線形応答解析における減衰定数は 0.02 としている．図より地表面最大速度が 50(cm/s) 以下の地震動は，全地震動 306 個中 282 個（全体の約 92%）であった．しかし，構造物の最大応答速度では，固有周期 0.1 秒の時は II 種地盤で約 77cm/s とそれほど大きくはならなかったが，固有周期が 0.6 秒の時は，構造物の最大応答速度が 350cm/s となり，非常に大きな値を示した．

## 2.3 車両の通行可能性の検討

図-3 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度合いの関係は文献 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．表-1 に構造物の固有周期が 0.6 秒における，それぞれの地点における今後 30 年間平均ケースによる，車両が通行できなくなる確率と，80km/h の速度制限の規制がかかる確率について示す．今後 30 年間に軽車両が通行不可能になる可能性は約 2.06%（再現期間 1442 年），乗用車の場合は，約 1.92%（再現期間 1548 年）であることが分かる．1995 年兵庫県南部地震のような活断層近傍の地震動を荷重評価に反映させるためには，確率論的地震危険度解析において 1,000 年のオーダーの再現期間を考慮する必要があると言われている<sup>2)</sup>．よって，大地震が起これば，桁衝突により車両の通行が不可能になる，もしくは低速での走行が余儀なくなる可能性があることが分かった．

## 3. おわりに

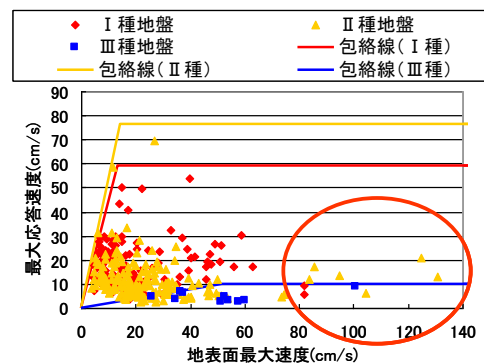
1996 年から 2009 年までに K-NET で観測された地表面最大加速度が 300gal 以上の地震動 306 波を用いた結果，固有周期によっては，構造物の最大応答速度が 300cm/s を超えるような値を示し，時速 80km/h 以下での走行速度規制が発生するリスクはかなり高いことがわかった．

## 謝辞

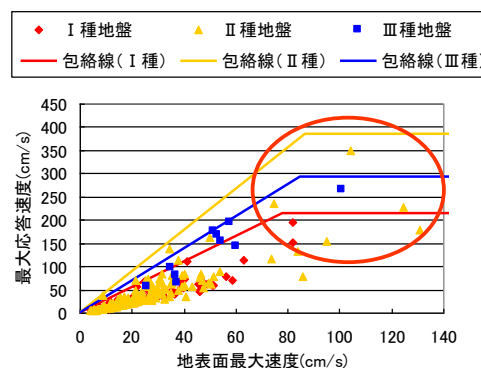
本論文作成にあたり，（独）防災科学技術研究所の K-NET で収録された強震記録，J-SHIS にて公開されている地震ハザードカーブのデータを使用致しました．ここに記して深く感謝致します．

## 参考文献

- 1) 梶田幸秀，藤井洋良，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，平成 22 年度土木学会全国大会，CD-ROM (I-604)，2010.9
- 2) (社)土木学会 土木構造物の耐震設計法に関する特別委員会：土木構造物の耐震設計法に関する第 3 次提言と解説，p.4-7，2000.6



(a)固有周期 0.1 秒の場合



(b)固有周期 0.6 秒の場合

図-4 地表面最大速度と最大応答速度の関係図

表-1 車両の通行リスク  
(構造物の固有周期が 0.6 秒の場合)

### (1) 車両通行不可能

| 対象地点 | 軽自動車         | 乗用車          | 大型トラック |
|------|--------------|--------------|--------|
| 福岡市  | 2.06%(1442年) | 1.92%(1548年) | 0%     |
| 静岡市  | 0%           | 0%           | 0%     |

### (2) 80km/h 以下速度制限

| 対象地点 | 軽自動車        | 乗用車         | 大型トラック      |
|------|-------------|-------------|-------------|
| 福岡市  | 6.97%(416年) | 5.25%(557年) | 4.19%(701年) |
| 静岡市  | 90%(14年)    | 89%(14年)    | 0%          |