

地震動の卓越周期簡易評価に関する検討

鉄道総合技術研究所 正会員 坂井 公俊
 鉄道総合技術研究所 正会員 室野 剛隆
 中央復建コンサルタンツ 正会員 ○寺師 浩二

1. はじめに

広域な鉄道システムの地震時安全性に関するスクリーニングを実施する場合には、鉄道路線に沿った各地点において想定される地震動に対する応答値を算定し、その結果に基づいて弱点箇所を抽出することが望ましい。筆者らは高架構造物の地震被害を簡易に予測する手法を過去に提案している¹⁾。この手法を適用する際に必要な地震動の情報としては、最大加速度 PGA と卓越周期 T' である。地震動の最大加速度は距離減衰式から簡易に推定することが可能であるが、地震動の卓越周期を簡易に評価する方法についての検討はほとんどされていない。

そこで本研究では、距離減衰式から算定される地震動の最大加速度、最大速度に基づいて地震動の卓越周期を推定する手法を提案するとともに、既往の観測記録に基づいて手法の妥当性を検証する。

2. 地震動の卓越周期評価方法

地震動の卓越周期 T' は、一般にはフーリエスペクトルにより求めるのが良いが、簡易な被害予測を行う際には、近似的に式(1)で評価されることがある¹⁾。

$$T' = 2\pi \cdot PGV / PGA \quad (1)$$

ここで、 PGA は地震動の最大加速度(gal)、 PGV は最大速度(kine)である。本式により卓越周期 T' を算定することは、最大値が発生する時刻周辺では、正弦波に近い振動をしていると仮定したことに相当する。

式(1)を用いることで、地震動の最大加速度 PGA 、最大速度 PGV が分かれば卓越周期 T' を算定することは可能である。 PGA 、 PGV は、地震規模、震源距離が分かれば地震動の距離減衰式を用いることで簡易に推定されるため、これらから卓越周期を簡易に算定することも可能である。ただし、距離減衰式による PGA 、 PGV は、それぞれ個別に評価されているものであるため、これらの比によって推定される T' が適切な結果を与えるかは不明である。そこで次節では、距離減衰式によって評価される卓越周期 $T'(\text{att})$ と多数の地震観測記録の卓越周期 $T'(\text{obs})$ とを比較することで、提案手法の妥当性を確認する。

3. 手法の検証

3.1 検証に用いる地震動観測記録、データ整理の手順

用いた地震動の観測記録は、防災科学技術研究所 K-NET における全国の観測点を対象とし、1996 年から 2010 年に発生した地震から得られた強震記録を用いた。収集条件としては、以下の全てを満足するものとした。

- ・観測地点の AVS30 が評価可能（算定手法は既往の手法²⁾を用いる）
- ・震央距離 R 200km
- ・地震規模 M_w 4.0
- ・距離減衰式により評価される $PGA(\text{att})$ 5gal

以上全ての条件を満足するものとして、61018 記録を抽出した。抽出された観測記録の最大加速度 $PGA(\text{obs})$ 、最大速度 $PGV(\text{obs})$ から卓越周期 $T'(\text{obs})$ を算定する。また、各記録の地震規模、震源深さ、震源距離を用いて、距離減衰式²⁾により最大加速度 $PGA(\text{att})$ 、最大速度 $PGV(\text{att})$ を評価する。ここで、距離減衰式を用いる際の断層タイプは、震源深さが 20km 以浅の地震は地殻内地震、それ以外はすべてプレート間地震とした。気象庁マグニチュード M からモーメントマグニチュード M_w への変換は、地殻内地震では既往の関係式³⁾、プレート間地震では $M = M_w$ とした⁴⁾。また、用いた距離減衰式から得られる最大速度は S 波速度が 600m/s である硬質地盤上の値であるため、観測地点の AVS30 を用いて地表面位置での値に補正を行っている⁵⁾。

3.2 観測記録と距離減衰式による結果の比較

前節の検討手順を各観測記録に対して実施した結果得られた観測記録に基づく卓越周期 $T'(\text{obs})$ と、距離減衰式から算定した卓越周期 $T'(\text{att})$ とを比較することで、提案手法の適用性を検証する。図-1 に最大加速度 PGA 、最大速度

キーワード 卓越周期、距離減衰式、最大加速度、最大速度、被害予測

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財) 鉄道総合技術研究所 tel.042-573-7394

PGV, 卓越周期 T' について, それぞれ距離減衰式により算定した結果(att)と観測記録により算定した結果(obs)の関係を示す. まず, (b)の最大速度の結果は, 観測記録と距離減衰式の結果は良好に一致していることが分かる. 一方で(a)の最大加速度では, 両者の誤差が(b)と比較すると大きくなっている. 最大速度は工学基盤位置での距離減衰式を用いて地点ごとの地盤条件に応じて増幅を評価しているが, 最大加速度は地盤ごとの差は無視しているために(a)の結果はバラツキが大きくなったものと考えられる. 最大加速度は地盤の塑性化の影響を強く受けるため, 工学的基盤位置で地震動を評価し, 地盤条件, 入力レベルに応じた増幅を考慮することで, この問題は解決するものと考えられる. さらに本検討の主な目的である, (c)の卓越周期の比較結果を見ると, 観測記録と距離減衰式による結果は概ね一致していることが分かる. 上記に述べた(a)の最大加速度推定時に, 地盤条件等の影響を考慮することで, 加速度の推定精度がさらに向上することが予想されるため, これと同時に卓越周期の推定精度も向上すると考えられる. 以上より, 提案手法によって距離減衰式を用いて卓越周期を推定することは可能であり, その推定精度としては, 最大加速度, 最大速度の推定精度と概ね同等であることが分かる.

また図-2 には, 地震の各指標の変化に伴う卓越周期の変化を示している. これを見ると, 地震規模が大きくなるほど, また震源距離が大きくなるほど, 地震動の卓越周期が長くなっていることが分かる. この傾向は, 観測記録, 距離減衰式による結果とも同様である. これらの結果は, 既往の観測記録や地震発生 の物理等から得られている知見とも調和的であり, この結果からも提案手法の妥当性を確認することが出来る.

4.まとめ

本研究では, 構造物の地震被害簡易推定手法¹⁾適用時に必要となる地震動の卓越周期を算定する方法として, 距離減衰式から算定される地震動の最大加速度, 最大速度から卓越周期を推定する手法を提案した. 提案手法の妥当性を確認するため観測記録から算定される卓越周期と提案手法により推定される卓越周期の比較を行った. その結果, 本手法を用いることで, 距離減衰式を用いた最大加速度, 最大速度の推定精度と概ね同等の精度で卓越周期を評価可能であることが分かった.

謝辞 本研究では, 防災科学技術研究所の強震観測網 K-NET による地震記録および地盤データを用いた. 記して謝意を表す次第である.

参考文献

- 1) 室野剛隆, 野上雄太, 宮本岳史: 簡易な指標を用いた構造物および走行車両の地震被害予測法の提案, 土木学会論文集 A, Vol.66, No.3, pp.535-546, 2010.
- 2) 司宏俊, 翠川三郎: 断層タイプおよび地盤条件を考慮した最大加速度・最大速度の距離減衰式, 日本建築学会構造系論文集, 第 523 号, pp.63-70, 1999.
- 3) 武村雅之: 日本列島およびその周辺地域に起こる浅発地震のマグニチュードと地震モーメントの関係, 地震第 2 輯, 第 43 号, pp.257-265, 1990.
- 4) 藤原広行他: 「全国地震動予測地図」作成手法の検討, 防災科学技術研究所研究資料, 第 336 号, 2009.
- 5) 藤本一雄, 翠川三郎: 近接観測点ペアの強震記録に基づく地盤増幅度と地盤の平均 S 波速度の関係, 日本地震工学会論文集 第 6 巻, 第 1 号, pp.11-22, 2006.

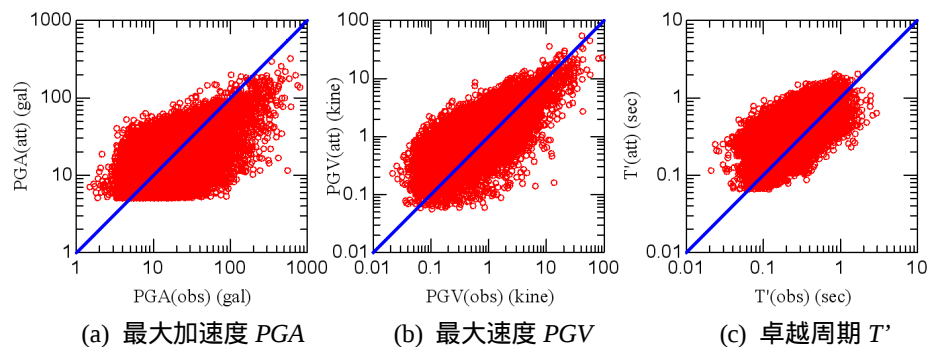


図-1 観測記録と距離減衰式による結果の比較

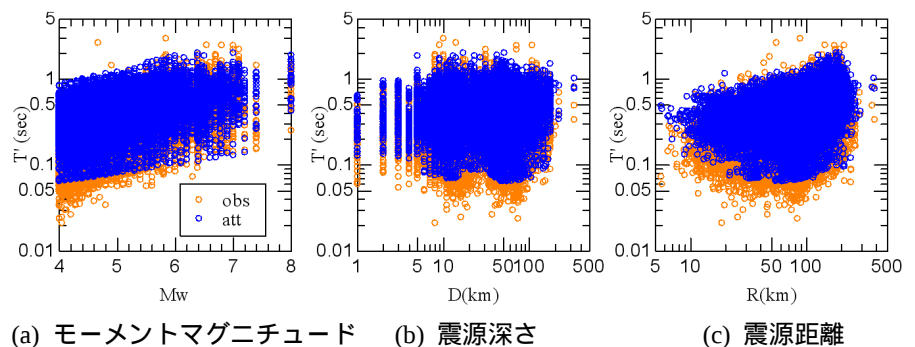


図-2 各指標による卓越周期の変化