

地震タイプと地域性が地震動強度の空間相関特性に及ぼす影響

日本大学 学生会員 ○名古屋 真路
 日本大学 非会員 渡部 研吾
 日本大学 非会員 小田切 季美恵
 日本大学 正会員 石橋 寛樹

1. 背景

地震動強度には空間的な相関があり、地震や被災地域の特性に応じた空間相関特性を定量化することで、地震後における観測点間の地震動強度の補間・予測や、将来の地震に対するハザード評価、さらには経済的損失等のリスク評価の精緻化が可能になる¹⁾。本研究では、国内の地震観測データを用いて、工学的基盤上の地震動強度の空間相関特性を評価し、地震タイプや地域性による空間相関特性の差異を検証する。

2. 解析対象の地震データ

異なる地域で発生した同一の地震タイプの地震観測データを用いて空間相関特性を評価・比較する。解析対象の地震を表-1に示す。東北地方では、異なる地震タイプによる空間相関特性の差異を検証するため、岩手・宮城内陸地震（内陸地震）と東北地方太平洋沖地震（プレート間地震）の2種の地震を対象とする。岩手・宮城内陸地震のモーメントマグニチュード (M_w)は、地震調査研究推進本部の公表する手法²⁾に従い算出した。

3. 地震動強度の空間相関特性の評価手順

本研究では、以下の手順で工学的基盤上の最大速度に関する空間相関特性を評価する。

- (i) 観測された加速度波形を基準線補正し、線形加速度法により積分することで速度波形に変換する
- (ii) 得られた速度波形の水平2方向成分を合成し、地動最大速度 (PGV)を抽出する
- (iii) PGV を地盤増幅率で除することで、工学的基盤上の最大速度を算出する
- (iv) 観測点間の離隔距離毎に最大速度の相関係数を算出する
- (v) 工学的基盤上の最大速度に関する相関関数および相関距離を推定する

表-1に示される各地震に対して、上述のフェーズ(i)~(v)を実施する。まず、K-NET³⁾・KiK-net⁴⁾の強震観測記録を収集・処理する（フェーズ(i)および(ii)）。フェーズ(iii)では、J-SHIS⁵⁾の公開する表層30mの平均S波速度、および山口・翠川⁶⁾の提案する地盤増幅率の推定手法を用いて、工学的基盤上（本研究では、平均S波速度=720m/secの基盤面）の最大速度を算出する。地理情報システム (GIS)を用いて観測点間の離隔距離を求め、離隔距離3km刻みで最大速度の相関係数を算出する（フェーズ(iv)）。フェーズ(v)では、式(1)に示される指数型の近似モデルにより相関関数を推定する。

$$\rho = \exp\left(-\frac{h}{\theta}\right) \quad (1)$$

ここに、 ρ は相関係数、 h は離隔距離、 θ は相関距離である。 θ は $\rho=1/e$ (=0.368)となる離隔距離である。

表-1 評価対象の地震データ

| 地方 | 地震 | M_w | 震源深さ (km) | 地震タイプ | 発生年月日 |
|-------|------------|-------|-----------|---------|------------|
| 東北 | 岩手・宮城内陸地震 | 6.7 | 6.5 | 内陸地震 | 2008.06.14 |
| 九州 | 熊本地震 | 7.0 | 12.45 | 内陸地震 | 2016.04.14 |
| 東北 | 東北地方太平洋沖地震 | 9.0 | 23.74 | プレート間地震 | 2011.03.11 |
| 関東甲信越 | 千葉県北西部地震 | 6.0 | 75 | プレート間地震 | 2021.10.07 |

キーワード 空間相関, 地震動強度, 工学的基盤, 強震観測記録, 地域性, 地震タイプ

連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1 日本大学工学部土木工学科 TEL024-956-8712

4. 地震動強度の空間相関特性の評価結果

図-1に、岩手・宮城内陸地震、熊本地震、東北地方太平洋沖地震、および千葉県北西部地震の相関係数および相関距離の推定結果を示す。同じ地震タイプである岩手・宮城内陸地震と熊本地震（内陸地震）、および、東北地方太平洋沖地震と千葉県北西部地震（プレート間地震）をそれぞれ比較すると、地震が観測された地域に関係なく相関距離に大差はないことが確認できる。また、同じ東北地方の観測記録から推定された岩手・宮城内陸地震と東北地方太平洋沖地震の相関距離は、地震タイプが異なるものの概ね同等である。一般に、地震動は震源特性・伝播経路特性・サイト特性から決定される。本研究では、工学的基盤上の最大速度に関する相関距離を評価しており、地震による相関距離の僅かな違いは、震源特性と伝播経路特性の差異が影響している⁷⁾。地域性や地震タイプによらず相関距離は概ね33km程度と同定されたが、将来の地震に対する建造物の被害分布や、道路ネットワークの機能低下を予測する際、数kmの相関距離の差異が被害推定結果に影響を及ぼす可能性がある。解析対象とする地震の拡充、および、地震動強度の空間相関特性がリスク評価に及ぼす影響の検証が今後の課題である。

5. 結論

国内で観測された複数の地震観測データを基に、地震動強度の空間相関特性を評価した。解析対象とした地震における工学的基盤上の最大速度の相関距離は、それぞれ差異はあるものの、地震タイプや観測地域によらず概ね同等であった。今後は、南海トラフ地震など将来起こり得る地震を対象に、空間相関特性を考慮した地震ハザード評価と、それに基づくリスク評価へと発展していきたい。

参考文献

- 1) Sokolov, V. and Wenzel, F.: Influence of ground-motion correlation on probabilistic assessments of seismic hazard and loss: sensitivity analysis, *Bulletin of Earthquake Engineering*, Vol.9, No.5, pp.1339-1360, 2011.
- 2) 地震調査研究推進本部：確率論的地震動予測地図の試作版（地域限定-西日本）, https://www.jishin.go.jp/evaluation/seismic_hazard_map/shm_report/shm_report_2004/（2022年3月8日閲覧）
- 3) 防災科学技術研究所：強震ネットワーク K-NET, <http://www.k-net.bosai.go.jp/k-net/>（2022年3月4日閲覧）
- 4) 防災科学技術研究所：基盤強震観測網 KiK-net, <http://www.kik.bosai.go.jp/kik/>（2022年3月4日閲覧）
- 5) 防災科学技術研究所：J-SHIS, <https://www.j-shis.bosai.go.jp/>（2022年2月24日閲覧）
- 6) 山口亮・翠川三郎：地盤の平均S波速度を用いた地盤増幅率の推定手法の改良, *日本地震工学会論文集*, Vol.11, No.3, pp.85-101, 2011.
- 7) （公社）防砂学会東北地方太平洋沖地震災害委員会：（公社）防砂学会東北地方太平洋沖地震災害委員会報告書, pp152-169, 2013.

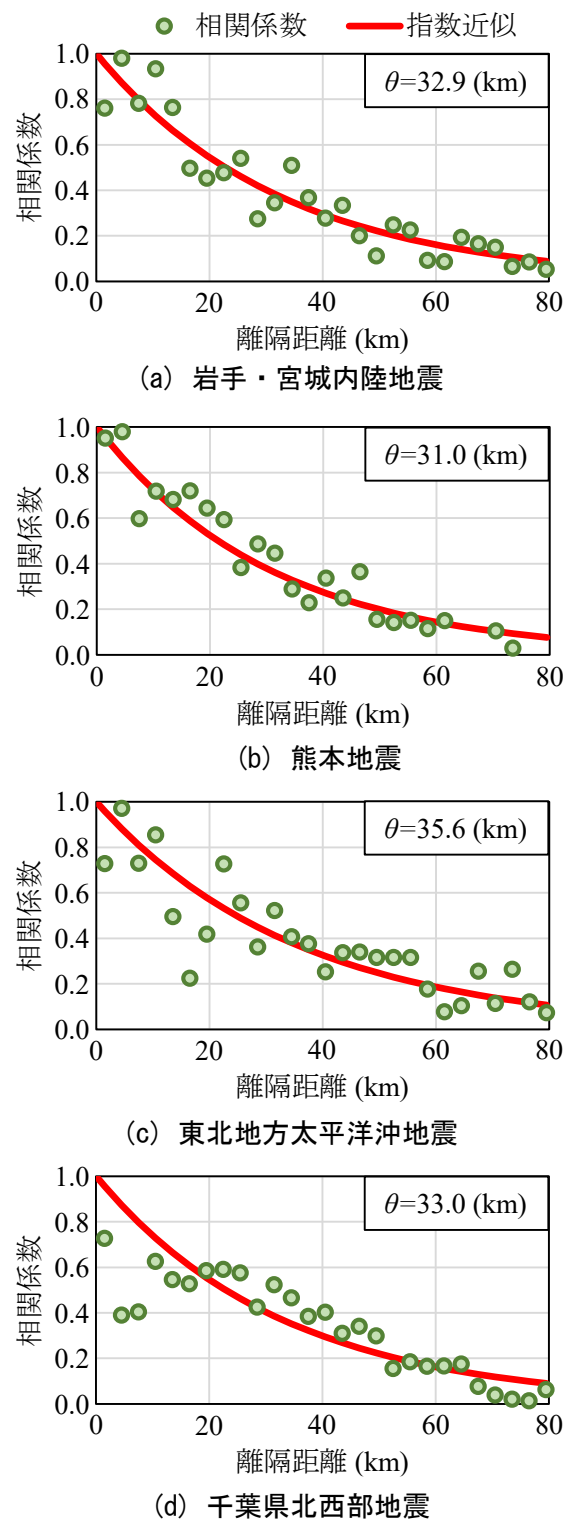


図-1 相関係数および相関距離の推定結果