

地形や地質を考慮した地震動観測値の評価に関する一考察

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○籠 雅貴

1. 背景と目的

1995年1月17日発生の兵庫県南部地震や2011年3月11日発生の東北地方太平洋沖地震をはじめとして、日本ではこれまで多くの大規模な地震が発生している。東日本旅客鉄道株式会社（以下、「JR 東日本」）においては、建造物の耐震補強工事の推進（ハード対策）に加えて、線路沿線等に地震計を配置し、地震計の観測値が基準値を超過した場合に列車の運転中止や速度規制を発令させる運転規制等の取り組み（ソフト対策）を実施することにより、列車運行の安全性を確保している。

2021年10月7日発生の千葉県北西部地震（以下、「千葉県北西部地震」という）では、JR 東日本の地震観測網の中で、震源から比較的離れた地点に設置された地震計において最大地震動を記録した。本稿では、この理由を地形や地質の観点から考察したので、報告する。

2. JR 東日本における地震動の観測・推定手法

JR 東日本では、これまでに在来線沿線には210箇所以上、新幹線沿線や海岸部・内陸部には130箇所以上の地震計を設置し、地震動の観測体制を構築している。在来線への具体的な活用方法としては、線路沿線に設置した地震計の観測値が基準値を超過した場合に列車の運転中止や速度規制を発令させる運転規制、更に大きな地震動を観測した場合に無線の発報により広域に列車を停止させる列車緊急停止システム、新幹線沿線や海岸部・内陸部に設置された地震計等により地震の初期微動を検知し、地震の震央やマグニチュードを早期に推定し、被害が懸念される範囲に在線している列車に対して無線を発報することにより、列車を停止させる在来線早期地震警報システム等の複数の手段を組み合わせることで、列車運行の安全性を確保している¹⁾。

また、JR 東日本における地震への取り組みの一環として、気象庁の緊急地震速報や防災科学技術研究所の海底地震計の情報の活用も進めている。

3. 千葉県北西部地震における地震動観測値

千葉県北西部地震は、千葉県北西部を震源とするM5.9、震源の深さ75km、関東南部の各地で震度5弱以上の強い揺れを観測する地震であった²⁾。概要を図-1に示す。

地震動の指標として、計測震度、加速度(gal)、速度(cm/s)を用いることが一般的であり、当社では速度(cm/s)に基づき、建造物にどのような被害が生じるかを数値化したSI値(cm/s)を使用している。

JR 東日本の地震観測網の中で最大のSI値を記録したのは、神奈川県のある地点に設置された地震計（以下、「X地震計」）であり、SI値は20kine以上であった。これは、当社の地震時の運転規制では、列車の運転中止を発令させる規模である。X地震計の周辺のSI値を把握することを目的として、X地震計付近に設置された部外の地震計のSI値を調査した結果、部外とJR 東日本の間で地震計の機種や基礎構造、設置条件等は異なるものの、全体的にSI値は大きい傾向であった。そのため、X地震計が特異な観測値を示したという訳ではなく、X地震計の周辺に局所的に大きな揺れが発生したものと考えられる。

ここで、地震動の伝搬は、震源からの距離減衰の影響に加えて、表層地盤や深層地盤の増幅特性の影響を受けることが知られている³⁾。さらには、地震動の入射角の違いにより、地表面での地震動の応答が変化することもある³⁾。地震計の観測値の評価においては、これらの影響を考慮することが不可欠である。

キーワード 地震動, 地盤, 地質, 鉄道, SI値

連絡先 〒151-8578 東京都渋谷区代々木2-2-2 JR 東日本 鉄道事業本部 設備部 TEL03-5334-1244

4. X地震計の周辺地盤の地形や地質を考慮した地震動観測値の評価

X地震計の周辺地盤の地形や地質について、防災科学技術研究所の地震ハザードステーション（J-SHIS）等を基に調査した結果を図-2に示す⁴⁾。

X地震計の周辺地盤の地質は、表層地盤は砂州・砂礫州の砂やシルトが主体、30m平均S波速度は263m/s、地盤増幅率（地中のS波速度400m/sの層から地表までの速度増幅倍率）は1.43であることから、軟弱な地盤であることが確認された⁴⁾。また、X地震計の周辺地盤の地形は、砂州・砂礫州に分類されることに加えて、三角州・海岸低地、火山灰台地、谷底低地、埋立地が複雑に入り組んでいる特徴があり、一様な地盤ではないことが確認された⁴⁾。そのため、X地震計の設置箇所付近の表層地盤は、周辺地盤の中でも特に軟弱であった可能性がある。ここで、深層地盤については、首都圏ではほぼ同等で、大差ないことが確認されたため、X地震計において大きいSI値が観測されたことに対する深層地盤の影響は小さいと推定される。

さらに、千葉県北西部地震の特徴として、X地震計と震源の水平距離が約46kmに対して、鉛直距離が約75kmであり、水平距離に対して鉛直距離が2倍程度大きいことから、首都圏においては、震源からの距離減衰の影響よりも、表層地盤の影響を大きく受けたことが推定される。

5. まとめと今後の課題

X地震計において大きいSI値を観測した理由として、X地震計の表層地盤が軟弱であったこと、X地震計の周辺地盤が複雑に入り組んだ地形となっており、一様な地盤ではないことから、X地震計の設置箇所付近の表層地盤が周辺地盤の中でも特に軟弱であった可能性があること、千葉県北西部地震は震源が深いため、震源からの距離減衰の影響よりも、地盤の影響を大きく受けたことが推定されることなどが考えられる。

今後の課題として、より高密度の地震観測網の構築に向けて、部外地震計の地震動データや鉄道地震被害推定情報配信システムの活用等も視野に入れた検討を進めていきたい。

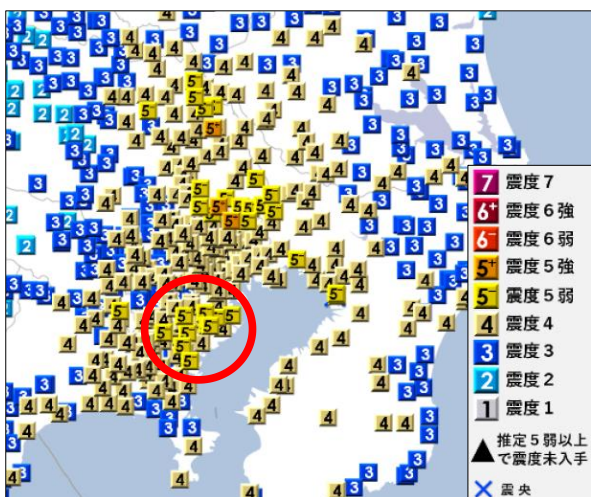


図-1 千葉県北西部地震時の各地の震度²⁾
(一部加工)

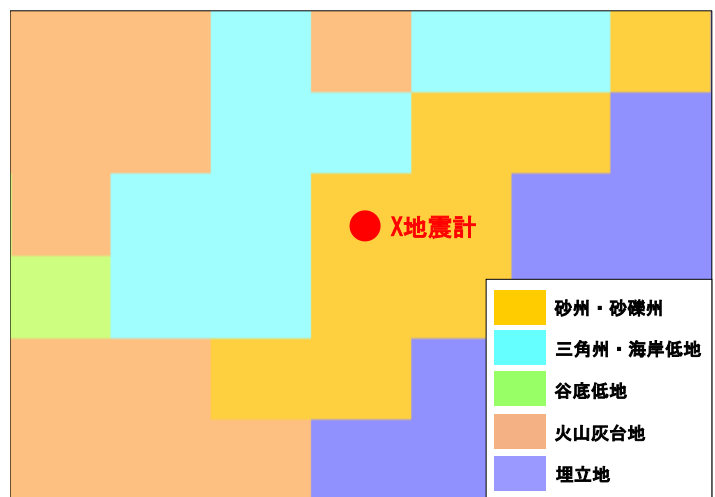


図-2 X地震計の周辺地盤の微地形区分⁵⁾
(一部加工)

参考文献

- 1) 東日本旅客鉄道株式会社：JR 東日本ニュース「東日本大震災などの教訓を踏まえた地震・津波への取り組みについて」、2021
- 2) 気象庁：報道発表「令和3年10月7日22時41分頃の千葉県北西部の地震について」、2021
- 3) 長尾毅：地震動の増幅特性の評価に関する研究<合理的な地震動評価のために>、2015
- 4) 防災科学技術研究所：地震ハザードステーション（J-SHIS）、2022.4.1 閲覧