

山形県沖地震における地震動の周期特性と方向性の検討

八戸工業高等専門学校 環境都市・建築デザインコース 学生会員 ○藤島 烈
 八戸工業高等専門学校 環境都市・建築デザインコース 学生会員 杉村 花菜
 八戸工業高等専門学校 環境都市・建築デザインコース 学生会員 青木 菜香
 八戸工業高等専門学校 環境都市・建築デザインコース 正会員 杉田 尚男

1. はじめに

これまでの地震動の研究では、構造物の固有周期を考慮した地震動の卓越周期については多く行われてきたが、地震動の方向性についてはあまり行われてこなかった。しかし、過去には地震動の方向性が強いことにより被害が拡大した事例が観測されている。1995年1月17日に発生した兵庫県南部地震では、地震動の揺れが一定方向に卓越したことにより被害が拡大した¹⁾。地震動の方向性が強いことによる被害の拡大が考えられるため、地震動の方向性は重要であると考えられる。

2019年6月18日22時22分頃、山形県沖の深さ14kmを震源とするMj6.7の地震が発生した。気象庁はこの地震の命名を行っておらず、公的機関では「山形県沖を震源とする地震」と呼称されている。

本研究では、この地震動について周期特性と方向性の検討を行った。

2. 解析範囲

解析する周期の範囲は、地震時の多くの構造物の塑性化を起こす周期をカバーできる0~3秒とする。減衰率は、道路橋や中低層構造物を含む多くの構造物で5%を含んでおり構造物の影響により近いことから、本研究では5%を用いる。

道路橋	0.02 ~ 0.05	電力施設用配管	0.002 ~ 0.18
吊り橋	0.002 ~ 0.08	蒸気発生器	0.007 ~ 0.05
鋼構造タワー	0.002 ~ 0.03	球形タンク	0.03 ~ 0.05
中低層(1~10階)建物 (常時微動による)	0.005 ~ 0.12	パネル構造物	0.01 ~ 0.04
中低層(1~10階)建物 (地震動による)	0.02 ~ 0.05	原子力発電用 燃料集合体	0.1 ~ 0.15

図1 構造物の減衰比

3. 解析手法

(1) 加速度オービット

強震観測網(K-NET, KiK-NET)のデータを用いて、

地震動の揺れの軌跡を示す加速度オービットの作成を行った。本研究では、上下方向の加速度の軌跡はほぼ円形の軌跡になったため、NS-EW方向の加速度オービットを用いた。

(2) 加速度応答スペクトル解析

地震応答スペクトル²⁾は構造物を様々な固有周期、減衰定数を持つ1質点・1自由度系と仮定し、ある地震波を入力した時の最大応答値を各周期で表したものである。応答値には、加速度、速度、変位があるが、静的な釣り合いの関係に着目する立場から地震の地震力を見るため、加速度応答値³⁾を用い検討する。

地震動のデータは全国の強震観測網(K-NET, KiK-net)⁴⁾から得たデータを用いる。解析する観測点は山形県沖地震の震源付近を中心に38地点を選定した。

(3) 『加速度応答値の平均方向』の提案

構造物を設計する際、設計側の立場で考えると安全側に立って加速度応答値が最大の方向を用いる選択肢もあるが、例えば、1自由度系からなる構造物群に1方向の地震動を入力しては、どの方向を選ぶかによってその結果が大きく異なる。また、被害推定を行う際に被害を過大評価してしまう。

本研究では、被害推定を行う場合を想定し、『加速度応答平均値の平均方向』を定義した。

4. 解析結果

(1) 加速度オービット

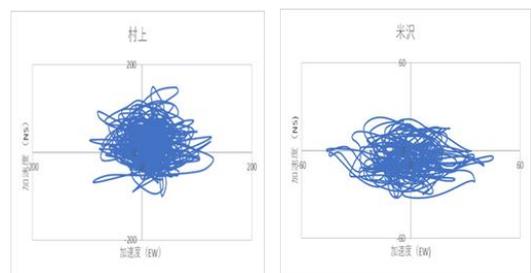


図2 加速度オービット 村上 (左図)

図3 加速度オービット 米沢 (右図)

図2より、NS方向、EW方向のどちらにも特徴が見られないため、方向性が弱い揺れであるといえる。一方、図3はEW方向に軌跡が大きく振れているため、EW方向に比較的強い揺れであるといえる。

多くの観測点で円形に近い形を示しており、方向性が弱い地震であるといえる。

(2) 加速度応答スペクトル解析

図4に示すように、短周期の卓越周期が非常に多く、さらに広範囲で観測された。最も多い周期として0.05~0.5秒であったため、極短周期に属されるといえる。また、4秒以上の周期は487観測点中3観測点でしかみられなかった。

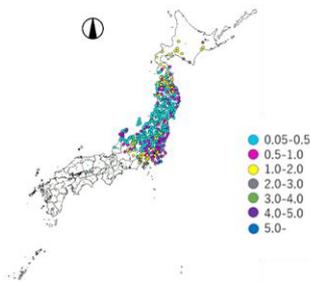


図4 卓越周期帯日本地図

(3) 加速度応答値の平均方向の図化

『加速度応答値の平均方向』を求めたところ、各観測点で平均方向が2つ以上得られた。解析結果から、平均方向はおおよそ一定の方向を向くことがわかった。平均方向は観測点によって向きに多少のずれがあり、これは各観測点の地盤特性による違いだと考える。

白地図上に各観測点の平均方向を図化した結果を図5、図6に示す。山形県沖地震と東北地方太平洋沖地震の平均方向を比較したところ、どちらも北東-南西方向、南東-北西方向を示す結果が得られた。各地震動において最小の平均方向と最大の平均方向は互いに直交する結果であった。



図5 平均方向 (2019.6.18)

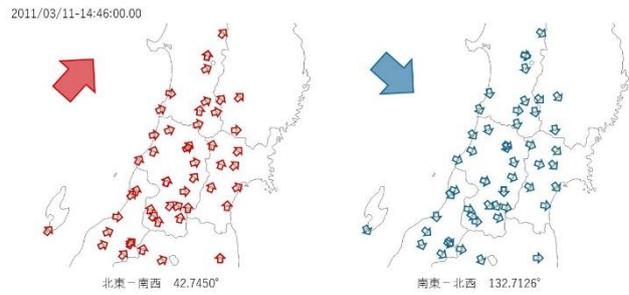


図6 平均方向 (2011.3.11)

5. まとめ

山形県沖地震の方向性は、図3より、多くの観測点で方向性ごとの値の差が小さい結果となった。加速度オービットも全体的に円形に近い形であることから、方向性が弱い地震であるといえる。また、周期特性は図4より、周期0.05~0.5秒が最も多く(299地点/487地点)、次に周期0.5~1.0秒が多い(299地点/487地点)ことがわかる。したがって、最大深度6強を観測した比較的大きな地震であったにもかかわらず極短周期であるという点から通常の地震と異なっているといえる。

山形県沖地震と東日本大震災の本震における平均方向は北東-南西方向、南東-北西方向と同様の結果が得られた。このことから、各観測点の加速度応答値の平均方向は太平洋側の震源と日本海側の震源から発生した地震動で似たような傾向を示すといえる。

今後は、余震やサイト増幅特性についても解析を行い、他の地震動との関連性をより明白にし、今後起こる地震動に対する構造物被害の低減に寄与したい。

参考文献

- 野津厚, 井合進, Wilfred D.IWAN : 震源近傍の地震動の方向性に関する研究とその応用, 港湾技術研究所報告, 第40巻, 第1号, pp.107-167, 2001.
- 大崎順彦 : 新・地震動のスペクトル解析入門, 鹿島出版会, pp.38, 2011.
- 青井真 : (最大) 加速度・(最大) 速度・計測震度について, 防災科学技術研究所, <http://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/topics/chuetsuoki20070716/pgav5v20070716.html>
- 防災科学技術研究所 強震観測網(K-NET, KiK-net), <http://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/>