

比較的地震基盤の浅い地域における地震動の増幅特性に関する基礎的検討

日本大学 学生会員 ○堀 勇斗

日本大学 正会員 中村 晋

1. はじめに

2011 年東北地方太平洋沖地震では関東地方から北日本太平洋側に地震動や津波に起因した甚大な被害が生じた。福島県では、沿岸部が津波、内陸部が地震動により多くの被害が生じた。福島県内では、図-1 に示す本震の最大加速度(PGA)の空間分布から分かるように震源に近い沿岸部のみならず内陸部、特に郡山市や白河市における PGA が大きな値となっている。内陸地域における地震被害の原因を把握する上で、地震動の特性、特に地域に固有の増幅特性の特徴を明らかにすることが必要となる。また、内陸部でも特に被害の大きかった郡山市以南の地域では、硬質な岩盤である花崗岩が GL-100 から 200m 程度の比較的浅い深さに存在している。このような地質的特徴を有している地域の地震動特性を明らかにすることは類似の地質構造を有する地域の地震防災に資すると考えられる。

ここでは、まず、地震後に実施したアンケートに基づく市内の震度分布より、郡山市域における地震動強さの空間分布を示す。次に、東日本高速道路株式会社 E-NEXCO、防災科学技術研究所の強震観測網 KiK-net, K-NET にて観測された郡山市内の本震記録とその特性を明らかにする。さらに郡山市中心市街地で新たに設置した臨時地震観測点で得られた記録と KiK-net, K-NET の観測記録より、地震動の伝播・増幅特性について検討した結果を報告する。

2. 郡山市内における本震による地震動特性

図-2 は、郡山市内の全小学校を対象として実施したアンケート震度調査により得られた震度分布である。図より、中心市街地では震度 6 強、その周辺で阿武隈川より西側では震度 6 弱、阿武隈川より東側では震度 6 強の地域もあるが震度 6 弱から 5 強と、地域によって揺れの大きさが異なっていることが分かる。J-SHIS による郡山周辺の想定地震、例えば会津盆地東縁断層帯による郡山市内の地震動強さの分布は、市中心部が 5 弱で、JR 東日本の東北本線以東で 5 強、また 6 弱となっており、東北地方太平洋沖地震による地震動強さの分布と異なっている。

また、図-2 には東日本高速道路株式会社 E-NEXCO の郡山 IC、開成公園内の K-NET および東山霊園内の KiK-net の地表、地中で観測された 4 地点の本震の強震記録(加速度波形,EW 成分)も合わせて示す。最大加速度は、KiK-net(地表)、K-NET および郡山 IC の順であるが、震度はその逆に郡山 IC で震度 6 強、K-NET で震度 6 弱、KiK-net で震度 5 強である。東山霊園は比較的硬質な地盤であり、郡山 IC、開成公園内は市街地である。次に、KiK-net の地中を含む 4 点の EW 成分に関する加速度応答スペ

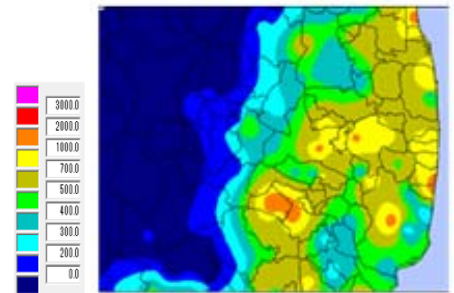


図-1 福島県の本震 PGA の空間分布

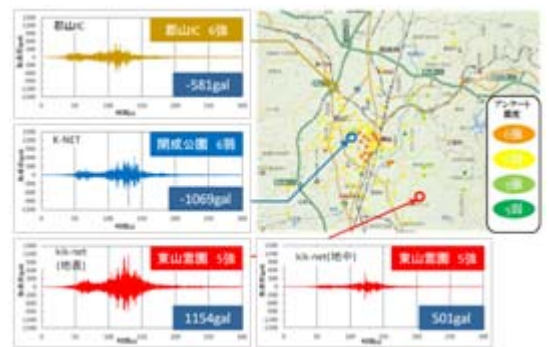


図-2 郡山市内の本震強震記録 EW 成分の加速度波形とアンケート震度分布

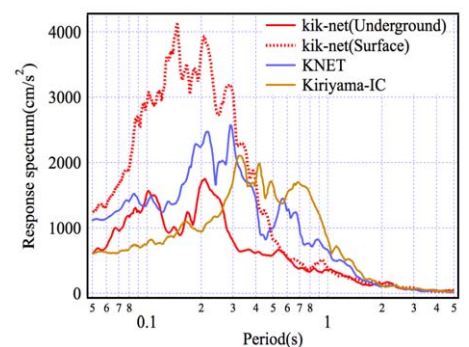


図-3 郡山市内の本震強震記録 EW 成分の加速度応答スペクトル

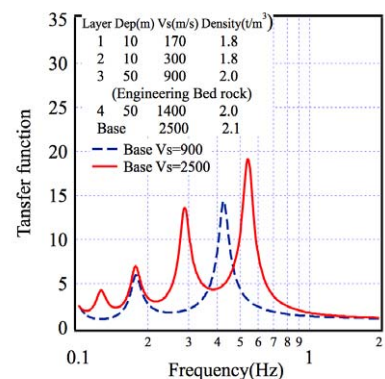


図-4 伝達関数の比較

クトル($h=5\%$)を図-3 に示す。これより、市街地における 0.4 秒以上のスペクトル成分の値は霊園の値に比べ大きく、地中のスペクトルに対する増幅という観点では霊園が 0.1~0.2 秒、開成公園が 0.5~0.7 秒、郡山 IC が 0.7 秒付近にて増幅している。

開成公園の地盤構造や物性を k-net や KiK-net の観測点における地盤情報から推定し、GL-30m 位置の工学的基盤相当位置、GL-130m 位置の地震工学的基盤相当位置を基盤として伝達関数を算出した。開成および郡山 IC のスペクトルに見られる 0.5~0.7 秒と 0.3 秒周辺の卓越周期は、地震基盤相当位置を基盤とした伝達関数による卓越周期と対応している。このことは、郡山市内の地震動特性は工学的基盤相当位置より上の表層地盤の影響というより、その下層の影響も含まれていることを示していると考えられる。

3. 臨時および既存観測点における地震観測記録と地震動特性

臨時および既存の観測点で得られた地震記録 EW 成分の加速度波形を示す。臨時観測点はアンケート震度が比較的高く地震被害も大きかった中心市街地とアンケート震度 6 弱を多く観測したその周辺地域の 3 地点に昨年設置(並木町と菜根：10 月 18 日、虎丸町：11 月 12 日)した。得られた記録のうち、2013 年 12 月 31 日 10 時 3 分頃に発生した地震 (Mj5.4, 震源位置：茨城県沖、震源深さ：約 7km) について、臨時観測点および K-NET と KiK-net の計 5 地点の加速度波形(EW 成分)を図-5 に示す。

次に、郡山市内の地震動増幅特性を把握するため、KiK-net の東山霊園における地中位置(GL-200m, $V_s=1960\text{m/s}$)を基準とし、KiK-net 東山霊園の地表を含む 5 地点の周波数応答関数を図-6 に示す。周波数応答関数は、水平 2 成分に対するベクトルスペクトル比として算出した。開成、菜根、並木といった市街地では 1~2Hz や 3~4Hz で増幅のピークが見られる。その結果は図-4 に示した地震基盤相当位置を基盤とした伝達関数の卓越周期と対応し、郡山の地盤構造は概ね図-4 に示した構造であることが分かる。このことから、郡山市内における地震動の特性は、比較的浅い位置に存在する地震基盤上の地盤内での増幅の影響であると考えられる。

次に、並木町で観測された地震記録のうち、2013 年 10 月 26 日 2 時 10 分頃に発生した地震(Mj7.1, 震源位置：福島県沖、震源深さ：約 56km)の速度成分(NS)に関する非常常スペクトル(暖色系から寒色系になるにつれて大きな値を示している)を図-7 に示す。時刻 45~55sec の主要動区間では周期 0.6 から 0.8 秒、0.2 から 0.3 秒にピークが見られるが、60 秒以降に周期 1.0 秒周辺に卓越する波群が認められる。このことから、市中心部の地震動特性には、実体波のみならず、阿武隈山地より郡山市中心部にかけて傾斜している地震基盤層により生成された表面波の影響が含まれているのではないかと推測される。

4. 郡山市域における地震動増幅特性の評価に関する今後の課題

臨時観測点での地震観測の継続と分析を行い、郡山市域における地盤の地震波動の伝播解析による地盤構造のモデル化とチューニング、さらに設計上の基盤の取り扱いについて明らかにすることが今後の課題といえる。

参考文献：1)国土交通省気象庁、<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>, 2)防災科学研究所・基盤強震観測網(KiK-net) <http://www.kik.bosai.go.jp/kik/>, 3)防災科学研究所・強震ネットワーク(K-net), <http://www.k-net.bosai.go.jp/k-net/>, 4)東日本高速道路株式会社, <http://www.e-nexco.co.jp/>



図-5 郡山市内の地震記録 EW 成分の加速度波形とアンケート震度分布

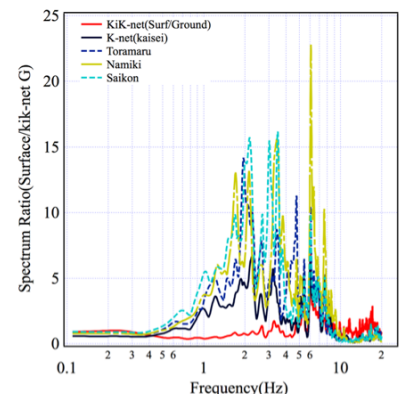


図-6 地震記録に基づく郡山市内観測点の周波数応答関数

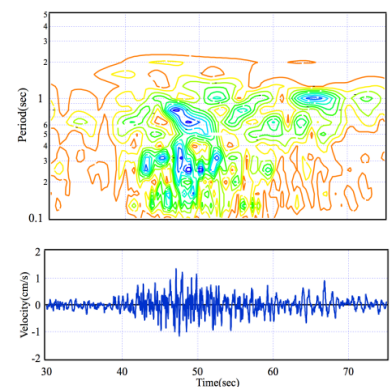


図-7 速度波形(NS)と非常常スペクトル