

郡山市の地盤構造が地震動の増幅特性に及ぼす影響

日本大学工学部土木工学科 正 中村晋, 学 ○堀勇斗

1. はじめに

2011 年東北地方太平洋沖地震による地震動の特性として、震源に近い沿岸部のみならず内陸部、例えば福島県内の郡山市や白河市における PGA が大きくなっている(図-1 参照)．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．しかし、内陸地域にて、増幅特性を解明するために必要な地震基盤までの地盤構造に関する詳細なデータは得られていない．

ここでは、まず、郡山市域における地震動の増幅特性の評価に必要な地盤構造の推定を行う．次いで、推定した地盤構造を踏まえ、郡山市内における地震動の増幅特性の推定を行う．地盤構造の推定は、まず、本震による被害の生じた中心市街地に近く、地震観測点がある開成山公園を対象として実施した．それを踏まえ、郡山市内の東西方向約 10km 区間の地盤構造を推定した．地震動の増幅特性は、推定した地盤構造を踏まえ、地表および地盤の不整形構造をふまえた 2 次元の地震応答解析、およびいくつかの地点の地盤構造を水平成層構造と見なした 1 次元の地震応答解析により推定を行った．

2. 地盤構造の推定

開成山公園位置における地盤構造を推定するために、まず、郡山市域における既存の地盤構造について調査し、表-1 に示す 3 つの地盤構造モデルを設定した．地震ハザードステーション

(J-SHIS) の地盤構造に開成山公園の K-net 設置位置における表層地盤の構造を考慮したモデルを基本とした J-SHIS model、表層地質図の地質構造を踏まえ工学的基盤相当 ($V_s=600\text{m/s}$) から地震基盤までの深さを浅くしたモデルを J-SHIS 修正 1 model (以下 J-SHIS rev1 model とよぶ)、さらに工学的基盤の V_s を KiK-net 長沼の砂礫における $V_s=900\text{m/s}$ に変更したモデルを J-SHIS 修正 2 model (以下 J-SHIS rev2 model とよぶ) の 3 モデルを開成山公園の位置における地盤構造の検討モデルとした．次に、開成山公園にて常時微動観測を行い、空間自己相関関数法 (SPAC 法) により算出した位相速度と設定した地盤構造モデルにより得られる理論位相速度との比較を実施した．常時微動観測は、半径 50m の中心点を含む 4 点のアレー観測による 10 月 25 日の早朝に実施した．常時微動は鉛直成分の測定を 200Hz サンプリングで 3 分間実施した．それと合わせ、開成山公園にて実施した H/V スペクトル比、さらに設定モデルにより得られた S 波重複反射理論により得られた伝達関数および Rayleigh 波の Medium Response を比較し、総合的に判断し、地盤構造の推定を行った結果、J-SHIS

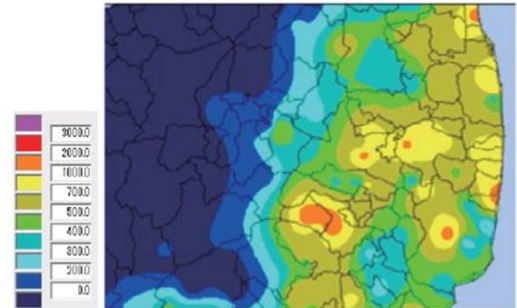


図-1 福島県の本震 PGA の空間分布

表-1 地盤構造モデル

層番号	単位体積重量(t/m^3)	J-SHIS model			J-SHIS rev1 model			J-SHIS rev2 model		
		層厚 (m)	V_s (m)	V_p (m)	層厚 (m)	V_s (m)	V_p (m)	層厚 (m)	V_s (m)	V_p (m)
1	1.8	10	170	1600	10	170	1600	10	170	1600
2	2.0	20	300	1600	20	300	1600	20	300	1600
3	2.0	100	600	2000	50	600	2000	50	900	2000
4	2.2	90	1100	2500	50	1100	2500	50	1100	2500
基盤	2.4	-	2100	4000	-	2100	4000	-	2100	4000

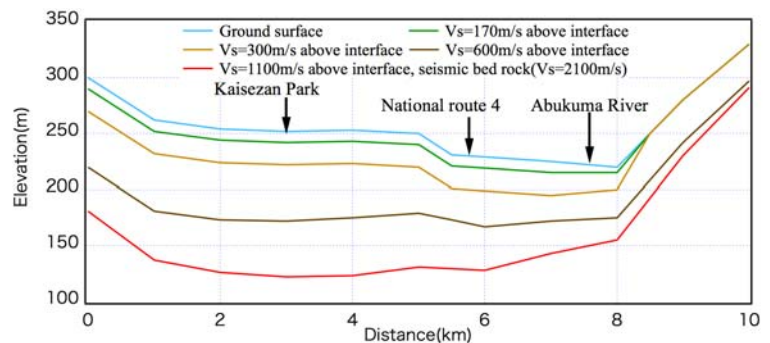


図-2 開成山公園を含む郡山市域東西方向の推定地盤構造

キーワード 地震基盤 増幅特性 地震応答解析

連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1 番地

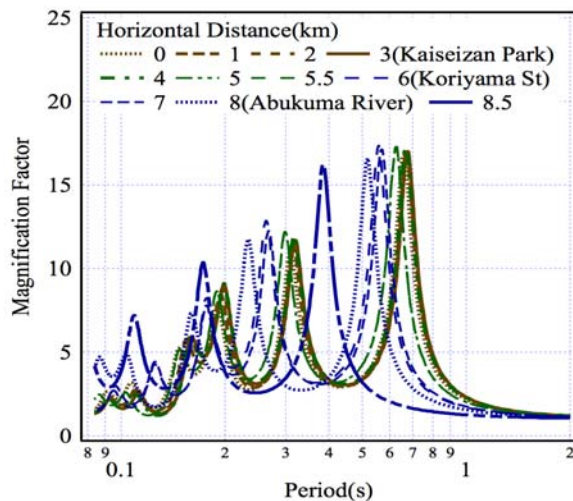
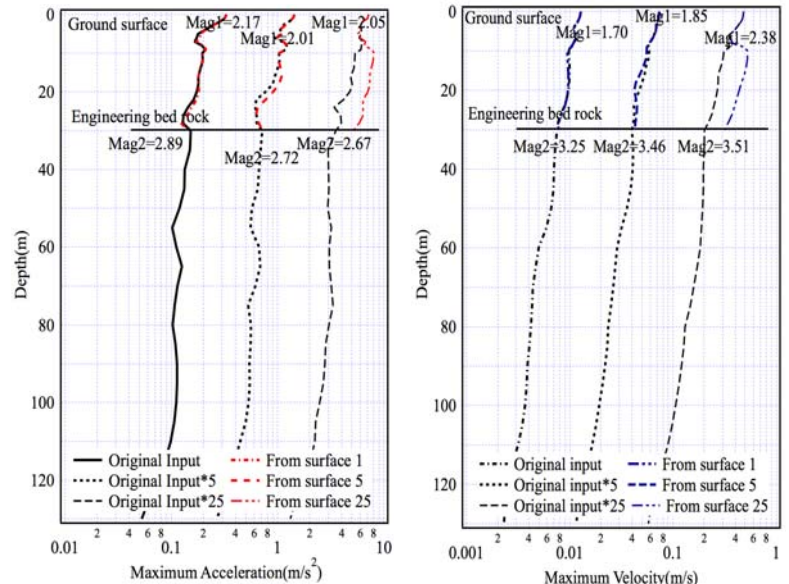


図-3 各地点の周波数応答関数の比較



a)最大加速度

b)最大速度

図-4 最大加速度、最大速度の深度分布

rev1 model が適当であると判断した。

開成山公園位置において推定された地盤構造をふまえ、その位置より郡山駅から阿武隈川をこえた東に約7km、西に3kmの区間における地盤構造の推定を行い図-2に示す。推定はJ-SHISにより示された地盤構造について、開成山公園位置における地盤構造のうち、表層($V_s=170\text{m/s}$, $V_s=300\text{m/s}$)は一樣に存在すると仮定し、それ以深の構造は推定した地層厚とJ-SHISにより示された地盤構造の地層厚比に基づいて、他地点の地盤構造の推定を行った。

3. 推定地盤構造に基づく地震動の増幅特性

ここでは、まず、1次元の地震動の増幅特性を把握するため、図-2に示した推定地盤構造により得られた各地点の地盤構造を水平成層と仮定することにより得られたS波重複反射理論による周波数応答関数の比較を図-3に示す。これより、開成山公園位置を含む郡山駅以西の地盤に対する周波数応答関数より得られる1次卓越周期は0.7から0.55秒程度と大きな差異はみられない。

次に、2014年12月に郡山市内で震度4を観測した地震によるkik-netの東山霊園位置の地中で観測された地震記録(EW成分)を用い、開成山公園位置における地震応答解析を実施した解析により得られた最大加速度、最大速度の深度分布を図-4に示す。ここでは、東山霊園の地中観測記録を地震基盤波(複合波)として、開成山公園における推定地盤構造の地震基盤位置に入力した。さらに、その振幅を5倍、25倍した際の応答性状についても算出した。これより、原記録を入力した際の地表面最大加速度は 35cm/s^2 程度であり、震度4に概ね相当する値となっている。また、図に示したMag2は地震基盤位置に対する工学的基盤位置における増幅率、Mag1は工学的基盤位置に対する地表の増幅率を示している。これより、最大加速度に対するMag2は入力振幅に応じて2.89から2.67倍、Mag1は2.17から2.01倍、最大速度に対するMag2は3.51から3.25倍、Mag1は2.38から1.70倍となっている。いずれも地震基盤から工学的基盤までの増幅が表層の増幅に比べて大きく、最大速度成分についてその傾向は顕著であることが分かる。

4. あとがき

ここでは、郡山市域における地震動の増幅特性の評価に必要な地盤構造として、郡山市内の中心市街地に近く、地震観測点がある開成山公園位置、およびその位置より郡山駅から阿武隈川をこえた東に約7km、西に3kmの区間における地盤構造の推定を行い、郡山市内における地盤構造の一部を明らかにした。次に、推定した地盤構造を踏まえ、各地点の地盤構造を水平成層と仮定、つまり1次元の地盤構造と仮定することにより、郡山駅以西の地盤に対する周波数応答関数より得られる1次卓越周期は0.7から0.55秒程度と大きな差異はみられないこと、開成山公園位置における地震応答解析より地震基盤から工学的基盤までの増幅が表層の増幅に比べて大きく、最大速度成分についてその傾向は顕著であることを明らかにした。ここで示した結果は地盤構造の不整形性を考慮していない1次元解析の結果のみであり、地盤構造の不整形性を考慮した2次元解析の結果については、発表の当日に報告を行う予定である。