北海道の地震動観測記録を用いた表層地盤の増幅度設定の試み

（独）土木研究所　寒地土木研究所　　正会員　○佐藤　京
（独）土木研究所　寒地土木研究所　　正会員　　西　弘明
（独）土木研究所　寒地土木研究所　　正会員　　石川 博之

1．はじめに

地震動評価，およびリアルタイム地震防災に用いるための基盤から地表までのサイト特性（表層地盤の増幅特性）の設定では国土数値情報を用いた松岡・翠川の方法[1)]が用いられる事が多い．この方法では，国土数値情報により分類された微地形を基準とし，これに主要河川からの距離や標高によって表層 30m の平均 S 波速度を算出し，この平均 S 波速度を経験的関係式から最大速度の増幅度に変換するものである．しかし，用いられた経験的関係式は関東地方を対象としたものである．我々はこの点に着目し，北海道の地震動に基づき，北海道のサイト特性設定を試みた結果について報告する．

2．増幅度の計算方法

増幅度は工学的基盤と地表面の水平方向速度最大値によるものとし，KiK-net[2)],K-NET[3)],WISE[4)],JMA の観測データを用いて増幅度を計算した．工学的基盤の速度最大値は KiK-net の地中観測データから算出し，面的な補間によりその他（K-NET,WISE,JMA）の観測点に対応する基盤速度最大値とした．増幅度計算式を(1)式とする．その他の条件として増幅度検討対象とする地震記録は 2003 年十勝沖地震とした．表 1 に選定地震に対する観測点数を示す．また工学的基盤の条件を S 波速度 400m/s 以上とした．

$$\text{増幅度} = \frac{\text{地表観測点の最大水平速度（}KiK-net, K-NET, WISE, JMA\text{）}}{\text{基盤観測点の最大水平速度（}KiK-net\text{の観測点を補間）}} \quad \cdots(1)$$

3．検討方法

図 1 に検討イメージを示す．従来の微地形区分から増幅度（速度最大値）を求める場合は,松岡・翠川の式により地表から 30m までの平均 S 波速度 AVS を求め,その次に平均 S 波速度 AVS と増幅度 ARV の回帰式により増幅度（速度最大値）を求めるという手順である．本検討では元データとして「国土数値情報による北海道の微地形区分」と「地表から 30m までの平均 S 波速度 AVS」から微地形区分による AVS の推定式における回帰係数 a,b,c を設定する．国土数値情報から微地形区分へ分類対応を表 2 に示す．

4．観測記録による増幅度と微地形区分による増幅度の比較

図 3 に観測記録から設定した増幅特性，微地形区分を考慮した増幅特性，微地形区分の分布図を示す．各々の方法より作成した北海道のサイト特性と比べると，同様の起伏が見られる傾向であり，微地形区分から得られる増幅特性は観測記録による増幅特性に近い傾向である事を確かめた．しかし,十勝支庁付近および後志(し

表1　観測点数

	Kik-NET	K-NET	WISE	JMA
記録のある観測点数	104	169	120	44

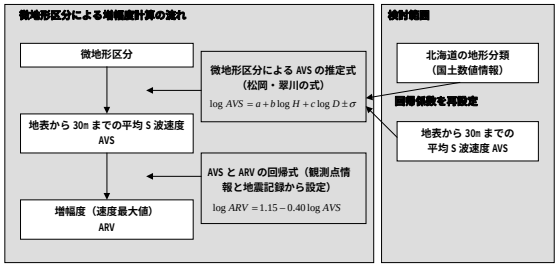


図１　検討イメージ

表 2　国土数値情報から微地形区分への分類

微地形区分	地形分類		表層地質
	主分類	副分類	時代
①埋立地		6	
②造成地			
③三角州・後背湿地(D≦0.5)	20,21		
④三角州・後背湿地(D＞0.5)	20,21		
⑤自然堤防	22		
⑥谷床		7	
⑦砂州	23	8	
⑧扇状地	12,19		
⑨ローム台地	14,31−33		
⑩砂礫台地	10,16,17,237−39		
⑪丘陵	00,09−11		
⑫その他	01−08,15,18,24,25		
⑬先第三紀			1−4,7−9

キーワード　表層地盤，増幅特性，工学的基盤，国土数値情報，微地形区分
連絡先　　〒062-8602　札幌市豊平区１条３丁目１番３４号（独）土木研究所 寒地土木研究所 TEL 011-841-1698

べりし）支庁付近のように傾向が異なる地域も確認できた．微地形区分と平均 S 波速度の回帰係数設定時のばらつきや震源位置と観測点の位置関係による適切なエリアの選定などが大きな要因と想定している．

5．エリア選定による回帰係数検討

この問題が生じる原因として北海道全域の微地形区分に対して回帰係数を設定する操作では，局所的な特徴が見えなくなる点が考えられる．この点について，特徴的なエリアを選定する事による回帰係数の変化を確認し，結果として得られるサイト特性設定を試みる．本報では特に十勝支庁付近で傾向の異なる区分が扇状地であり，代表的なエリアを限定して回帰係数を設定した場合について改善が可能か，図 4 に北海道における微地形区分８（扇状地）の分布を示し特徴的なエリアとして選定可能と考えられるエリアを設定し，各々の範囲における回帰係数がばらつきの少ない傾向が得られるか確かめる．

図 5 に回帰係数設定用の散布図を示す．選定したエリアはいずれもまとまった分布を示し，扇状地の分類から回帰係数を設定する場合に比べてばらつきの少ない係数設定が行えると考えられる．ここでは，増幅度の高い数値を示すエリア３を全体に反映させるものとし，増幅特性を設定するものとした．微地形区分に対応する回帰係数を表３，サイト特性を図 6 に示す．扇状地のエリアについて特定地域に範囲を選定し増幅特性を設定する事により扇状地の区分であるエリアの増幅度が増加し，観測記録に見られる特性に近い傾向へ修正された．

6．まとめ

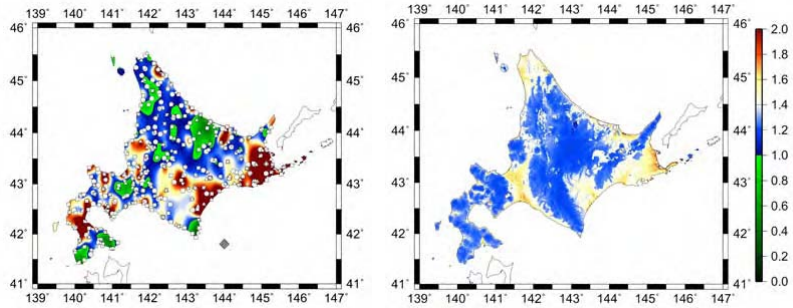
北海道地域に限定した国土数値情報による微地形区分を考慮したサイト特性設定を試みた．その結果，区分によっては観測記録による増幅特性の傾向を示さない箇所がある結果となった．その原因として，場所によっては微地形区分より影響の強い地域特性があると考え，回帰係数設定のエリアを限定する事で観測記録の増幅特性に近い傾向へ修正されることを確かめた．

謝辞

本検討においては防災科学技術研究所の地震観測網である KiK-net，K-NET の観測記録および地盤情報を利用させていただきました．また，気象庁(JMA)の強震波形観測記録を利用させていただきました．

参考文献

1)松岡昌志，翠川三郎：国土数値情報とサイスミックマイクロゾーニング，第 22 回地盤振動シンポジウム資料集，23-34，1994
2)基盤強震観測網ホームページ：http://www.kik.bosai.go.jp/kik/
3)強震ネットワークホームページ：http://www.k-net.bosai.go.jp/k-net/
4)佐藤　京，池田憲二，山本明夫，篠原秀明，佐々木克憲：地震情報伝達システム（WISE）を用いた地盤の地震動増幅度の検討，第 11 回日本地震工学シンポジウム，643-646，2002
5)上明戸　昇，三輪　滋，佐藤　京，池田　隆明，金子　孝吉，岡田　慎哉：北海道の地震動観測値によるサイト特性設定の試み，土木学会北海道支部 平成 17 年度年次技術研究発表会，2006.2



(a)観測記録による増幅特性　(b)微地形区分を考慮した増幅特性

図 3 増幅特性の比較

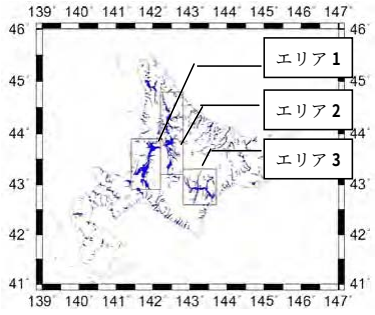


図 4　回帰係数検討用エリア範囲（区分 8，扇状地）

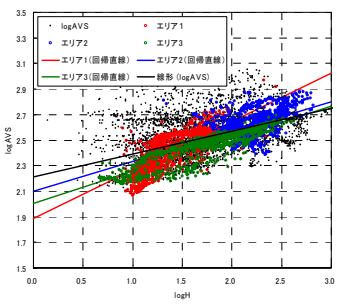


図 5 回帰係数設定用の散布図

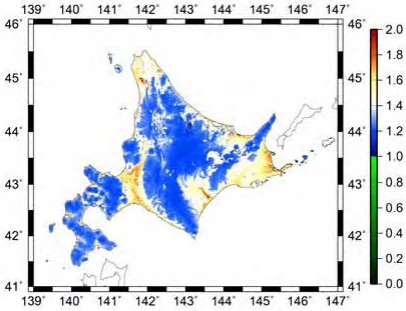


図 6 係数修正後のサイト特性

表 3 微地形区分に対応する回帰係数

微地形区分	係数 a	係数 b	係数c	標準偏差σ
①埋立地	2.60			
②造成地	(2.26)			
③三角州・後背湿地(D≦0.5)	2.36			0.12
④三角州・後背湿地(D>0.5)	2.34			0.12
⑤自然堤防	2.34	0.07		0.21
⑥谷床	2.68	−0.08		0.04
⑦砂州	2.23	0.14		0.02
⑧扇状地	2.00	0.26		0.06
⑨ローム台地	2.04	0.21		0.10
⑩砂礫台地	2.35	0.12		0.13
⑪丘陵	2.50			0.14
⑫その他	2.39	0.10		0.12
⑬先第三紀	2.84			0.13
⑭山間部の扇状地	1.98	0.29		0.09