

I-13 強震動の応答スペクトルとその類型化

○東北学院大学大学院 学生員 熱海 裕章
東北学院大学工学部 正 員 志賀 敏男

1. はじめに 1968年十勝沖、1978年宮城県沖地震等で得られた強震記録の応答スペクトルについて、その特性と観測点の表層地盤との関係を検討し、応答スペクトルの類型化と定式化を試みた結果を示す。

2. 取り扱った地震と観測点の表層地盤 応答スペクトルに関する検討は、表1に示す7ヶ地震、11ヶ所の観測点で得られた強震記録（水平2成分）について行った。これらの地震は、何れもMが6.5以上、観測点からの震央距離が80～250Kmである。強震記録の最大加速度は、宮城県北部地震、2つの十勝沖の地震（1968.6.12, 1968.9.21）を除くと、66～432galになっている。観測点の表層地盤を4種類（建築基準法旧施行令の地盤種別にほぼ相当）に大別すると表1のようになっている。

3. 応答スペクトルの特性と観測点の表層地盤 応答スペクトルは、相互の対比を容易にするために、強震記録の最大加速度振幅を、980galに拡大、統一して求めた。また、減衰定数を $h=0.05$ とした。さらに、得られた応答スペクトルは、その特性と観測点の表層地盤との関係をとらえ易くするために、上記の4種類の表層地盤ごと、水平2成分ごとに分け、重ね合わせて描いた。そのNS成分の結果を図2(a)～(d)に示す。

図2をみると、各表層地盤ごとに、応答スペクトルがかなりよく重なり合っていることが分かる。また、地盤が軟らかくなるに従って、応答加速度が最大値（地盤によって余り差がない）に達する固有周期がやや長くなっていること、応答加速度が最大値から低下し始める固有周期が大幅に長くなっていることが分かる。

4. 応答スペクトルの類型化と定式化 4種類の表層地盤ごとに重ね合わせて描いた応答スペクトルの何れをも包絡すること、上記の応答スペクトルの特性を的確に反映させること、かつ、固有周期に対して、応答加速度が線型増、応答加速度、速度、変位それぞれが一定の4領域をこの順に設定することによって、応答スペクトルの類型化と定式化を試みた。その結果を次に示し、図2(a)～(d)に併記しておく。

$$\begin{array}{l}
 \text{速度応答} \\
 \text{スペクトル}
 \end{array}
 S_v = \begin{cases} 3800K_G T^2 \text{kin} & 0.04 \leq T < 0.15S \\ 570K_G T & 0.15 \leq T < T_1 \\ 570K_G T_1 & T_1 \leq T < 3 \\ 1710K_G T_1 / T & 3 \leq T < 5 \end{cases}
 \quad
 \begin{array}{l}
 \text{加速度応答} \\
 \text{スペクトル}
 \end{array}
 S_a = \begin{cases} 24000K_G T \text{gal} \\ 3600K_G \\ 3600K_G T_1 / T \\ 10800K_G T_1 / T^2 \end{cases}$$

$$\begin{array}{l}
 \text{変位応答} \\
 \text{スペクトル}
 \end{array}
 S_d = \begin{cases} 600K_G T^3 \text{cm} & \text{ここに } K_G: \text{地動の震度} \\ 90K_G T^2 & T: \text{一質点系の固有周期(S)} \\ 90K_G T_1 T & T_1: \text{表層地盤の硬軟によって決まる係数、その値は次のとおり} \\ 270K_G T_1 & \text{I種地盤 } 0.3 \quad \text{II種地盤 } 0.7 \\ & \text{III種地盤 } 1.0 \quad \text{IV種地盤 } 1.5 \end{cases}$$

5. おわりに 以上、応答スペクトルの類型化と定式化を、観測点の表層地盤の硬軟によって試みた結果について報告した。貴重なデータを提供して下さった、東北大学の柴田教授に深甚な謝意を表します。また、この報告をまとめるのに協力してくれた東北学院大学工学部志賀研究室の卒論学生諸君に感謝します。

表1 地震概要と観測点の地盤種別

地震	発生日	M	緯度 経度	震源 深さ (km)	観測点	地盤 共有地質	震害 程度	最大加速度 (Gal) NS	EW
1 宮城県 北部	42.4.30	4.5	39° 07' E141° 07'	10	K 東北大学 (第六科丁)	IV	0	40	58
2 1968年 十勝沖	48.5.16	7.8	39° 42' E143° 42'	20	A 東通工事業所 B 八戸工事業所 C 宮古工事業所	IV IV I	240 190 190	211 225 186	
3 十勝沖	48.5.16	7.5	39° 25' E142° 51'	40	K 宮古港工事業所	I	220	90	76
4 十勝沖	48.6.12	7.5	39° 25' E143° 02'	0	O 東通工事業所 B 八戸工事業所 C 宮古工事業所	IV IV I	250 190 190	17 35 31	
5 十勝沖	48.6.11	4.9	39° 58' E142° 48'	80	A 東通工事業所 B 八戸工事業所	IV IV	230 210	26 25	24
6 宮城県沖	78.2.20	6.7	38° 38' E142° 12'	50	J 国府管理 U 東北大学工学部 V 経済研究所 S 住友生命仙台支店 B 七十七銀行本店 C 東通工事業所 E 東北道	II II II II II II I	150 150 130 110 110 110 90	162 170 114 101 66 126 142	
7 1978年 宮城県沖	78.4.12	7.4	38° 09' E142° 10'	40	J 国府管理 U 東北大学工学部 V 経済研究所 S 住友生命仙台支店 B 七十七銀行本店 C 東通工事業所 E 東北道 T 梅水ダム	II II II II II II I I	110 110 110 110 110 110 120 130	412 258 283 241 273 271 195	

注: I 軟弱 II 普通 III 硬弱 IV 普通 V 硬弱 VI 硬弱 VII 硬弱 VIII 硬弱 IX 硬弱 X 硬弱 XI 硬弱 XII 硬弱 XIII 硬弱 XIV 硬弱 XV 硬弱 XVI 硬弱 XVII 硬弱 XVIII 硬弱 XIX 硬弱 XX 硬弱

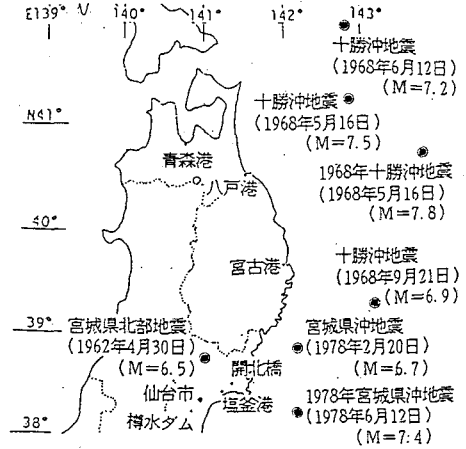


図1 震央と観測点

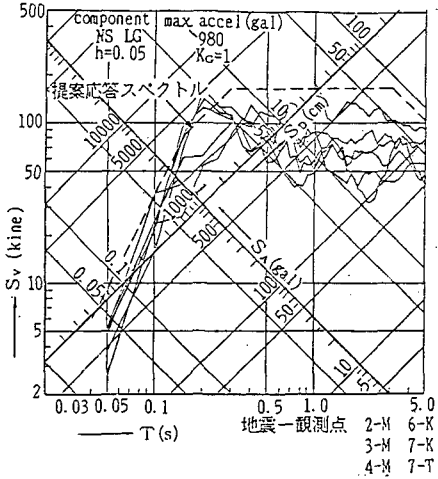


図2・(a) I種地盤

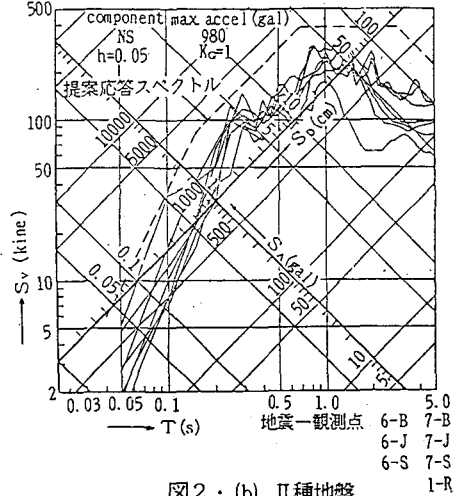


図2・(b) II種地盤

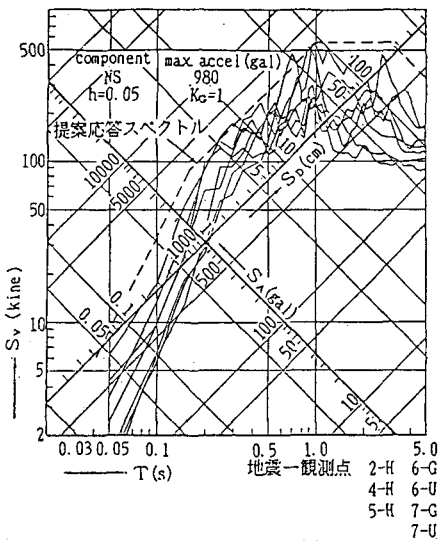


図2・(c) III種地盤

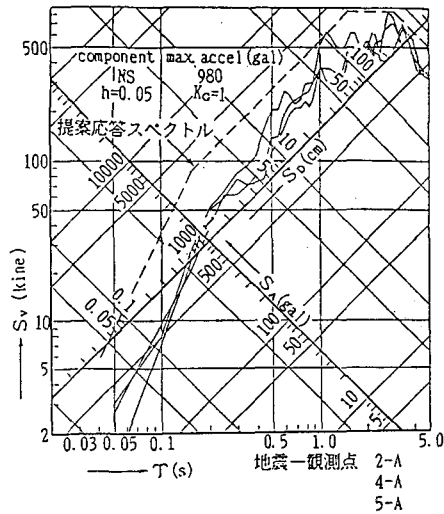


図2・(d) IV種地盤