

(93) 1993年釧路沖地震における釧路市での地震動強さ

東京工業大学

○年繩 巧

同

翠川 三郎

同

松岡 昌志

1. はじめに

1993年1月15日20:05に深さ約100kmの釧路沖を震源とするM7.8の地震が発生した。釧路気象台で震度VIが観測され、同地点で大きな加速度の強震記録が観測されたことから、釧路市を中心として常時微動測定、アンケート調査および余震観測を行い、同市における地盤特性および地震動強さについて検討を行った。

2. 釧路市内での常時微動測定

地盤の震動性状を把握するため、釧路市および釧路町での44地点の地盤での常時微動を測定した。用いた測定器の周波数特性は周期10秒程度まで地動速度に対してほぼ一定の特性を有するが、記録に測定器のノイズと思われる長周期成分が見られる場合があったため、解析では周期2秒以上の成分をとりぞいた。

図1に釧路市および釧路町での測定地点の位置と常時微動の卓越周期を示す。

常時微動のスペクトルにみられる卓越周期は安定していない場合もあることから、常時微動の上下動成分に対する水平動成分の比から卓越周期を読み取った^{1), 2)}。釧路の地形は大きく分けると台地と低地からなっており、旧釧路川を境に東側が台地部、西側が低地部である³⁾。低地部での常時微動の卓越周期は、新釧路川の東側や釧路港付近で長く、台地部に近付くにつれて短くなり、沖積層の深さ分布⁴⁾と類似の分布を示す。そこで、沖積層の層厚と卓越周期の相関をとると図2のようになり、低地部では沖積層の厚さで地盤の卓越周期がほぼ決定されていることがわかる。1/4波長則が成り立つとすると、図から沖積層の平均的なS波速度は200m/s前後と推定され、既往の測定結果⁵⁾

と調和的な値を示す。台地部での卓越周期の分布は低地部のそれに比べて単純ではないが、周期0.4秒を越えるものはほとんどない。多くの木造家屋に一部破損を生じた緑ヶ岡、武佐、春採、興津などの地域での卓越周期は0.2~0.35秒で、木造家屋の固有周期とほぼ一致する。

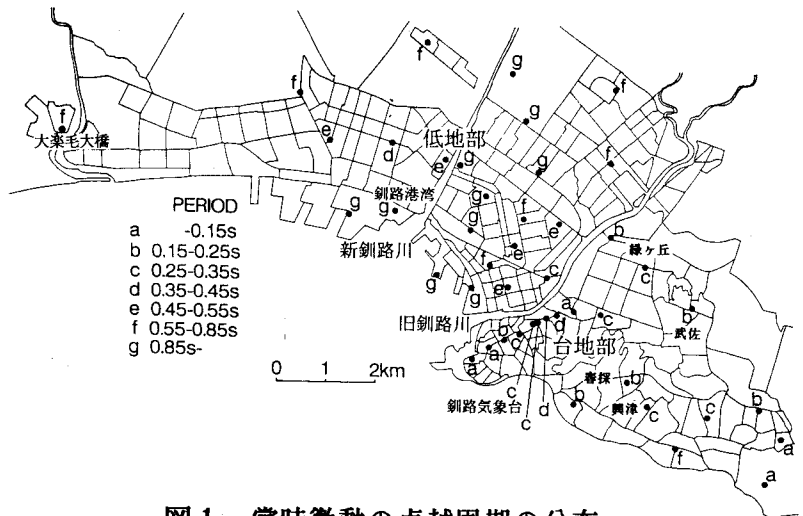


図1 常時微動の卓越周期の分布

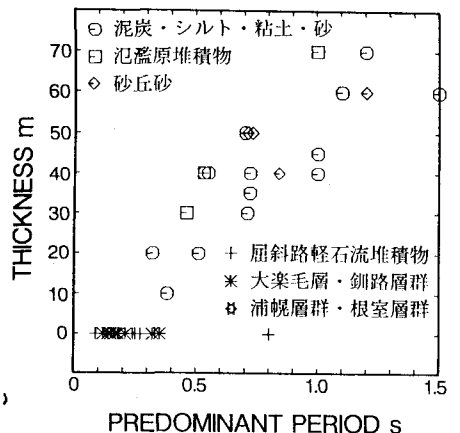


図2 常時微動の卓越周期と沖積層厚さの関係

3. アンケート震度調査

地震動強さの分布をつかむため、釧路市を対象としてアンケートによる震度調査⁶⁾を行った。有効回答数は103であった。アンケートの得られた地点の分布から地区割し、各地区での平均震度を求めた。各地区での回答数は4～16である。結果を図3に示す。釧路市の震度はおおむね震度VとVIの間であるが、台地部の気象台付近や緑ヶ岡、武佐および釧路西港付近では震度VIの弱、その他の地区では

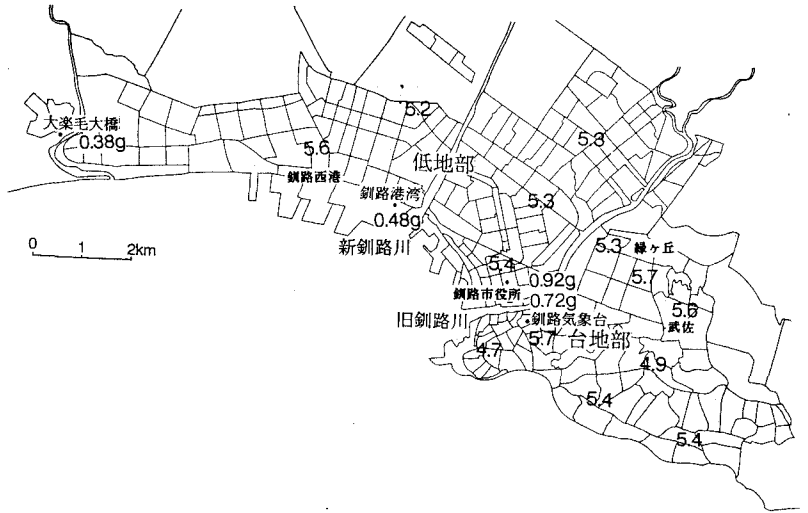


図3 アンケート震度及び水平最大加速度

震度Vの強の値を示している。低地部に比べて台地部では震度の変化が大きく、例えば、気象台付近で震度5.7が得られたのに対して、やや南西に位置する地域では震度4.7と大きな違いがみられる。アンケート回答数が十分ではないので確定的なことは述べられないが、基石等の転倒状況⁷⁾も考慮すると、釧路市の震度分布は比較的複雑な形状をしているものと考えられる。このことは1973年根室半島沖地震の際に行われたアンケート震度の分布⁸⁾にも認められる。

4. 釧路気象台と釧路市役所の余震記録の比較

この地震では、釧路気象台をはじめ比較的多数の地点で大きな振幅の強震記録が得られた。釧路市付近では気象台の他、釧路港湾、大楽毛大橋で強震記録が得られている⁹⁾(図3参照)。釧路気象台では、気象庁の87型強震計(建物1階)が 920cm/s^2 、建設省建築研究所のSMAC-MD型強震計(地面上)が 720cm/s^2 の水平最大加速度を記録したが、釧路港湾、大楽毛大橋で観測された水平最大加速度はそれよりも小さく、 400cm/s^2 前後である。

被害の少なかった市中心部での地震動の強さを推定するため、釧路市役所(図3参照)の地下1階において余震観測を行い、気象台の記録と比較した。図4に2月4日23:43に発生した余震(M=4.9)の速度波形を示す。これらの波形は0.15～20Hzで平坦で、0.09Hz以下および25Hz以上は完全に遮断す

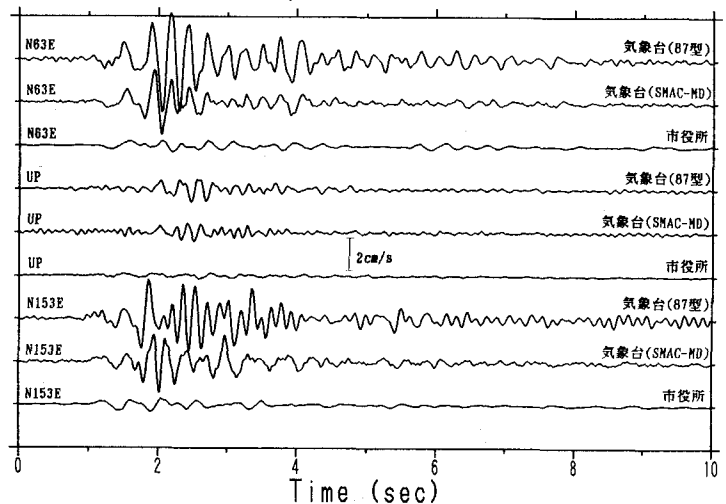


図4 余震記録(2/4 23:43)の比較

表1 余震記録の最大値の比較

設置点	地震計	方位	最大加速度	最大速度	最大変位
釧路気象台 建物1階	87型	N063E	82.3cm/s ²	3.08cm/s	0.00716cm
		N153E	77.4	2.27	0.00639
		UP	27.9	0.73	0.00155
釧路気象台 地表面上	SMAC-MD	N063E	53.1	1.89	0.00411
		N153E	73.2	1.81	0.00419
		UP	18.7	0.53	0.00126
釧路市役所 地下1階	SPC-35	N063E	6.95	0.34	0.00302
		N153E	7.27	0.41	0.00265
		UP	4.55	0.19	0.00061

るフィルターがかけられており、水平成分は気象台の建物の長手方向(N063E)及び短手方向(N153E)に座標変換している。表1にこの余震の最大値の比較を示す。図4の波形や表1の最大値の比較から明かなように、市役所の振幅は気象台と比較するとかなり小さく、水平動の最大加速度で見ると1/10程度であることがわかる。

同じ気象台の記録でも87型の記録の方がSMAC-MD型の記録よりも大きい。例えば、SMAC-MD型の水平動の最大加速度は60cm/s²前後であり、87型の80cm/s²程度の振幅と比較すると3割程度小さい。表2に示すように、このことは本震記録にも見られ、本震でもSMAC-MDの記録は87型に比べて3割程度小さい。図5は本震及び余震の加速度フーリエスペクトルの比較である。本震、余震とも87型の記録の方がSMAC-MD型の記録よりも大きなスペクトル振幅を示しており、本震ではN063E成分で周期0.3~0.7秒、N153E

表2 本震記録の最大値の比較

設置点	地震計	方位	最大加速度	最大速度	最大変位
釧路気象台 建物1階	87型	N063E	979cm/s ²	51.1cm/s	7.3cm
		N153E	856	66.7	8.6
		UP	468	22.8	1.7
釧路気象台 地表面上	SMAC-MD	N063E	705	33.5	5.0
		N153E	589	42.0	7.7
		UP	368	14.5	1.2
釧路市役所 地下1階	SPC-35	N063E	(241)	(14.8)	(1.7)
		N153E	(182)	(20.1)	(2.4)
		UP	(118)	(7.9)	(0.6)

成分で周期0.2秒付近あるいは0.5秒付近、上下成分で0.2~0.4秒に違いが見られる。また、余震ではN063E成分で周期0.3秒付近、N153E成分で周期0.15秒付近、上下成分で0.3秒付近に違いが見られ、両者の違いは本震と余震とで異なる傾向を示す。これらのスペクトル振幅の違いは、気象台における建物あるいはそれに接するレーダー塔の振動¹⁾、強震計の設置されている基礎の振動、等の影響が考えられるが、今後の課題である。余震記録では、気象台に比べ市役所の方が周期0.5秒以下で小さな振幅を示す。時刻歴波形にも見られたこの振幅の違いは、市役所では地震計が地下1階に設置されていたこともあるが、主に気象台と市役所の地盤特

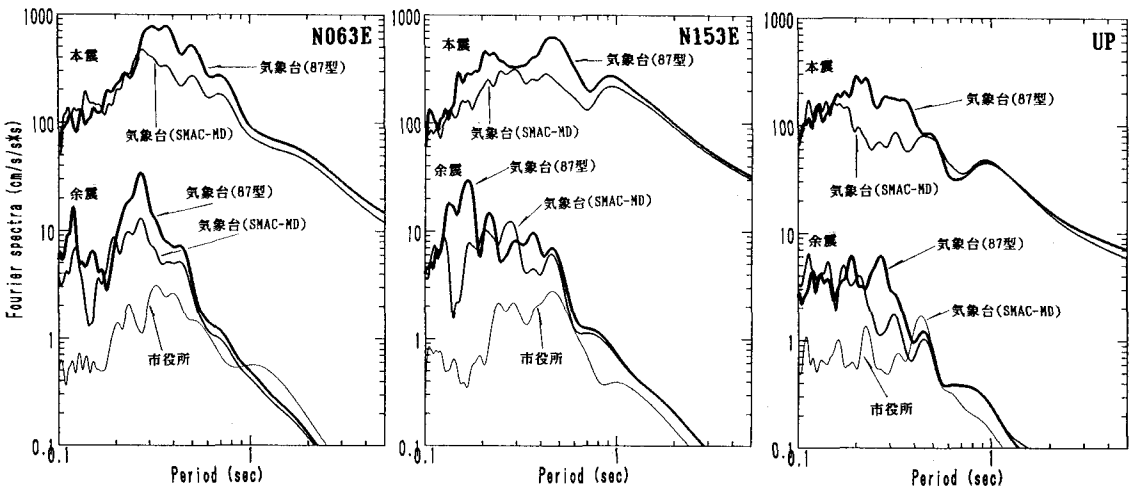


図5 加速度フーリエスペクトルの比較

性の違いによるものと考えられ、気象台と比較すると市役所では本震でも地震動は小さかったと考えられる。このことを定量的に表現するために、本震および余震の記録から市役所における本震の地動 $U_{c_m}(\omega)$ を次式によって推定した。

$$U_{c_m}(\omega) = 0_{J_m}(\omega) \times \frac{0_{c_a}(\omega)}{0_{J_a}(\omega)}$$

ここに $0(\omega)$ は観測記録であり、第1添字 J 、 C はそれぞれ気象台、市役所を示し、第2添字 m 、 a はそれぞれ本震、余震を表す。また気象台の記録はSMAC-MD型の記録を用いた。 $U_{c_m}(\omega)$ をフーリエ逆変換して時刻歴の最大値を求めたものを表2中()で示す。これらの数値は市役所地下における推定値であるから、地表面上ではこれよりも大きくなる。しかし、この影響を考慮しても市役所付近では気象台付近に比べ、地震動は弱かったと考えられ、このことは図3のアンケート震度の結果と調和的である。

5. おわりに

釧路市内を中心として、常時微動測定、アンケート震度調査、余震観測を行い、釧路市での地盤特性や本震における地震動の強さの分布を推定した。アンケート震度調査の結果、釧路の震度分布は比較的複雑であることがわかった。釧路気象台では大きな加速度が記録されたが、アンケート震度調査や余震観測の結果から、市中心部では地震動はそれよりも弱かったものと推定される。

謝辞 調査に際し、釧路市役所、釧路気象台、村井建設、堀内商店の方々のご協力をいただいた。本研究で用いた本震・余震の記録は気象庁、建設省建築研究所から提供されたものである。本研究の一部は文部省科学研究費総合研究(A)(課題番号:04302041)の援助を受けた。記して謝意を表する次第である。

参考文献

- 1) 中村豊：常時微動計測に基づく表層地盤の地震動特性の推定，鉄道総研報告，Vol.2, No.4, pp.18-27, 1988.
- 2) 時松孝次・宮寺泰生：短周期微動に含まれるレイリー波の特性と地盤構造の関係，日本建築学会構造系論文報告集，No.439, pp.81-87, 1992.
- 3) 石井清行・香川博・高島雅之・石田敏雄編：釧路市の地盤，北海道建築士会釧路支部，1982.
- 4) 小原常弘ほか7名：釧路，北海道水理地質図説明書第10号，北海道立地下資源調査所，1973.
- 5) 小柳敏郎：弾性波による釧路市の地盤調査，北海道における特異地盤に対する地震緊急対策に関する研究(第2編)，pp.41-59, 1967.
- 6) 太田裕・後藤典俊：アンケートによる震度の推定およびSeismic Microzoning Map作成の試み -1973年根室半島沖地震を例として-，自然災害資料解析，Vol.1, pp.14-24, 1974.
- 7) 翠川三郎・年縄巧・松岡昌志：1993年釧路沖地震災害調査報告(速報)，東京工業大学第45回工学地震学・地震工学談話会資料，pp.5-14, 1993.
- 8) 太田裕・後藤典俊・大橋ひとみ：アンケートによる地震時の震度の推定，北海道大学工学部研究報告，第92号，pp.117-128, 1979.
- 9) 鹿嶋俊英・井合進・小野裕二：速報 1993年釧路沖地震強震記録，地震工学振興会ニュース，No.128, pp.45-53, 1993.
- 10) 翠川三郎・松岡昌志：1993年釧路沖地震における釧路市内の地震動強さ-釧路気象台の強震記録の特性について-，日本建築学会大会講演梗概集，1993(印刷中).