

1 まえがき

1968年十勝沖地震の際に八戸港湾で記録されたSHAC震害記録の波動特性について表題の第1, 2報として報告した。前報においては八戸港湾SHAC震害記録の主要動がLove波, Rayleigh波の混在した表面波であることを指摘したが, この種の地震波の波動特性に関する定量的研究では多くのことが必要である。すなわち, 1つは1地震に対して多くの地震(とくに比較的近距離の地震)における同時観測震害記録を解析し, 立体的な地盤構造により波動特性が如何に影響を受けのかが明らかになること。2つは特定 Fig-1 震源位置の1地震における多数の震害記録を解析し, 波動特性が地震の種々の要素(マグニチュード, 震源距離, 震源深さ, 震源機構など)によりどの程度まで作用されるのかが明らかになることである。1つ目的に対する観測体制は未だ整っていないが, 2つ目的に対しては内原機構の多入の努力により次第に震害記録が累積されつつあり, 大規模な議論は可能になると思われる。この報文では主に2つの目的に沿った考察によって述べる。

2 SHAC震害記録(釧路港湾)のマルチフィルター解析

運輸省港湾研究所の努力により釧路港湾では早くにSHAC震害計が設置され, 多くの震害記録が得られていた。こうして震源位置, マグニチュードなどの地震情報も公にされておき, かつ解析に堪え得る地震は数個ある。²⁾ Fig-1に各地震の震源位置をTable-1にマグニチュード(M), 釧路までの震央距離(L), 及び震源深さ(D)を示す。こうして, S-733は根室半島沖地震(1973年)の本震である。4個の地震はそれぞれ条件の異なる地震であるが, 各地震のSHAC震害記録をFourier解析して得たスペクトルによる一貫性も1.0秒, 0.3秒付近に卓越周期を有する傾向があった結果が得られている。これより各震害記録には釧路港湾における地盤構造が強く反映されているものと思われる。しかし, 詳細に見ると各震害記録には波動特性の違いによると思われる影響もかなり認められる。例えば代表例として最もMの小さなS-674(N-S成分)及び最もMの大きなS-733(N-S成分)をマルチフィルター解析した結果をFig-2, Fig-3に示す。Fig-2, Fig-3から2つの震害記録はスペクトルの非定常的变化に大きな違いを指摘できる。Mの小さなS-733は1.0秒付近の長周期が優勢であり, かつこの周期が最初に出て, 後に0.3秒付近の短周期が現われる傾向を示している。一方, Mの小さなS-674では逆に0.2~0.3秒の短周期が優勢であり, かつ後に1.0秒付近の長周期の出現時刻は遅くなる傾向にある。

周知のようにS波などの体波がホワイトノイズの形で基盤から鉛直に入射した場合, 地表面での応答における時間経過では短周期が最初に卓越し, 後に長周期の卓越性が認められるはずである。逆に表面波が伝播した場合, 分散効果により時間経過とともに長周期から短周期へ卓越性が移行するはずである。この観点からすると, S-674は体波, S-733は表面波が優

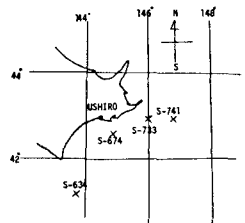


Table-1 マグニチュード, 震央距離, 震源深さ

	M	r (km)	h (km)
S-674	7.0	200	60
S-674	5.8	60	80
S-733	7.4	130	40
S-741	7.1	200	30

Fig-4 釧路港湾周辺地盤構造線

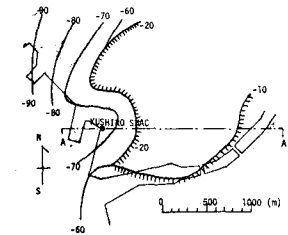


Fig-5 W-E方向地震断面

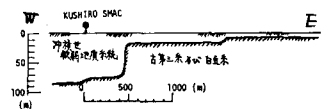


Fig-6 速度構造

Soil Type	Thick. (m)	S-wave velocity (m/sec)	Density (g/cm ³)
粘土	2.0	50.0	1.6
中細砂	5.0	70.0	1.7
粗砂	13.0	400.0	2.0
泥砂	22.0	150.0	1.8
礫	10.0	250.0	2.0
粗礫 (鉋路)	33.0	600.0	2.0
基盤 (鉋路)	1400.0	2.3	

習であるとして推定される。人工地震の実験によると震源の規模が大きくなると、震源深さが浅いほど、震源距離が遠いほど定体波より表面波が優勢になると言われている。S-674, S-733の各々のマグニチュード、震源距離、震源深さを考えると、以上述べたS-674, S-733の波動特性の推定は人工地震に因する知識から妥当であると思われる。

3 地震記録の波動特性と地盤構造

上述のようにS-733は表面波の特性が強いと推定されるが、これを地盤構造との関係から以下に見てみる。Fig-1に示した如くS-733の震源は釧路のほぼE-W方向に位置する。従って、Fig-3のS-733のN-S成分には表面波が存在するとしてもLove波の影響が強いはずである。一方、釧路地方においては地下資源開発の観点から地盤構造が良く調査されている。³⁾ Fig-4は釧路港湾SMAC陸架計の位置する付近における基盤(古第三系又は白亜系の岩が主なる)の等深線を示したものである。⁴⁾ Fig-5はSMAC陸架計を通るW-E方向の地質断面を示したものである。SMAC奥からW→E方向へ向かって約400~500m付近で基盤構造が急激に変化している。他方、SMAC奥直下のS波速度などの速度構造は表面を除いて未知であるが、この付近の多くのボーリング資料及びP波降圧性探査による資料を参照して凡そ構造は推定できる。

Fig-6はこのような推定された速度モデルの例である。ここではFig-5の地質断面を参照して、この速度モデルが基盤が急激に変化しているSMAC奥からW→E方向の距離 $\Delta=400$ mの地味まで連続して仮定する。Fig-6の速度構造に対してLove波の群速度分散曲線を基本モード L_0 から高次の L_2 モードまで求めるとFig-7の如くなる。ここで、群速度が極小となる周期は振巾が卓越する周期でもある。そこで、Love波がE→W方向へ向かって震源方向から伝播していくとするとSMAC奥から $\Delta=400$ mの地味よりFig-7の分散が現われると予想される。そこで、マルチフィルター解析結果の周期1.0秒付近の振巾が極大となる時刻に群速度分散曲線の周期1.0秒付近の群速度極小を合わせ、 $\Delta=400$ mとしてLove波分散曲線より地震波到達時間を求めるとFig-3の点線の如くなる。図に見られる如くマルチフィルター解析結果のスペクトルの非定常性はこの地震波到達時間曲線で比較的良く説明される。特に時刻15秒及び25秒付近の振巾の卓越時刻における時間内蔵はその周期成分としても良く説明がつく。以上の簡単な考察から、S-733のN-S成分の主要動は地盤構造の影響を受けたLove波であると考えるて誤りはなさそうである。

以上見たように、SMAC陸架計は地震の要素(M , t , Δ)によって波動特性が変化するとしても、 M , t の増大によって表面波が強くなると思われる。(参考文献) 1) 神山: 地震記録の波動論的考察, 第1報, 第2報, 第13回地震工学研究発表会, 土木学会第29回年講 2) 土田他: 港湾地研資料, No.136, No.160, No.181 3) 岡崎: 釧路の地質, 釧路叢書 4) 北海道地震災害研究グループ: 北海道に於ける特異地盤に対する地震緊急対策に因する研究, 昭和41年度研究報告書 5) 金井, 酒井: 広尾沖地震における釧路の地震記録と構造物の被害, Proc. 3rd Japan Earthq. Engng. Symposium

Fig-2 S-674(N-S) マルチフィルター解析結果

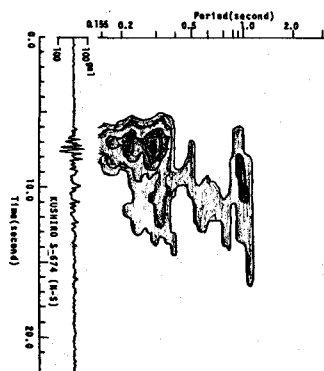


Fig-3 S-733(N-S) マルチフィルター解析結果及び地震波到達時間曲線

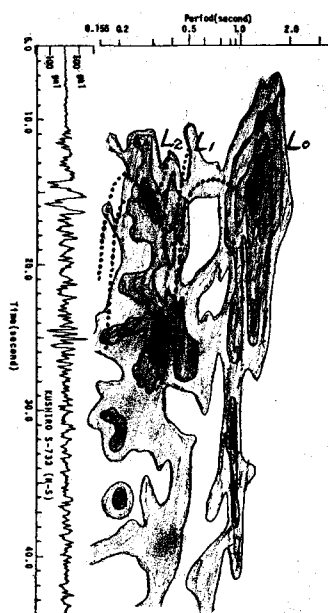


Fig-7 Love波群速度分散曲線

