

I - 627

釧路市鉄北地区の地盤震動特性 —ESG釧路共同強震観測グループの活動から—

清水建設（株） 正会員 片岡俊一

1. はじめに

1993年釧路沖地震の際には、釧路市内の5カ所の強震計の最大値は約3倍異なっていた。その原因は震源と観測点との関係から、観測点近傍の影響と考えられる。このことを解明するために、有志が集まりESG釧路共同強震観測グループを形成した。1993年8月から観測を開始したところ、昨年10月の北海道東方沖地震を全23点の内、17点で観測することに成功した。本報告では、共同強震観測点の一つである当社の観測記録について、地下構造と地震動特性の関係について検討してみる。

2. ESG釧路共同強震観測

この観測は、文末に示す大学および民間企業16機関により実施されている。観測点は、運輸省港湾技術研究所の観測点から高台の気象台を結ぶ線を主測線として、春採湖湖畔から大楽毛にかけて全部で23点を配置している¹⁾。また、各観測点では、常時微動観測も実施されている²⁾。

当初の予定としては、1993年8月末から2年間で観測期間と考えていたが、1994年北海道東方沖地震に加えて、釧路の震度がVと発表された1994年8月31日の国後島付近の地震も多くの観測点で観測できたので、予定を早めて1995年3月で終了した。観測された記録は一般公開する予定にしており、1994年北海道東方沖地震の記録と1993年8月から1994年3月までの記録については、1995年度上期には公開される予定である。

3. 地盤の卓越振動数

ここで紹介する記録は、釧路市の鉄北地区と呼ばれている地域である釧路市花園町にある清水建設釧路営業所における記録である。観測点および地震計の詳細は、「釧路市における共同強震動観測」の報告書³⁾に記載されているが、位置的には釧路駅の北方約1kmになる。この地点では前述した微動観測に加えて昨年の12月にPS検層を実施している。表1にPS検層結果の概要を示す。ボーリング調査によると、盛土の表層に続いて、GL-29m程度まで砂層が続く。そのうち、GL-23から29mの間は、N値が50を超え周辺的大型構造物の支持層となっている。その下は、Vsが250m/s程度のシルト層が約20m程度続き、GL-48mで砂岩が現われる。GL-49mから53mの間のVsは680m/sとなり、地下構造から推測してこれが浦幌層群に対応すると考えられる。このせん断波速度の構造を用いて、各層の減衰定数を全て1%として、重複反射理論により浦幌層以浅の伝達特性（入射波の2倍に対する応答）を示すと、図1のようになる。図から地盤の卓越振動数は、順に1.4Hz、4.2Hzであることが分かる。

一方、図2は交通振動の影響の少ない時間に観測した常時微動のパワースペクトルである。パワースペクトルを推定する際には、原データから10.24秒間のデータ30個を切り出し、それぞれのパワースペクトルをFFTで求め、平均を求めている。

表1 PS検層結果の概要

層上面 深度(m)	Vs(m/s)	密度	主要な土質
0	125	1.6	盛土／細砂
3	150	1.88	レキ混り砂／細砂
5	220	1.85	細砂
9	290	1.79	細砂
11	290	2.01	レキ混り砂／細砂
17	260	1.92	粗砂
21	260	1.92	粗砂
23	320	2.09	粗砂
29	250	1.77	細砂／シルト質砂
38	260	1.78	シルト質砂／細砂
46	390	2.2	レキ混り砂／砂質泥岩
48	520	2.4	砂岩
49	680	2.4	砂岩／砂質泥岩

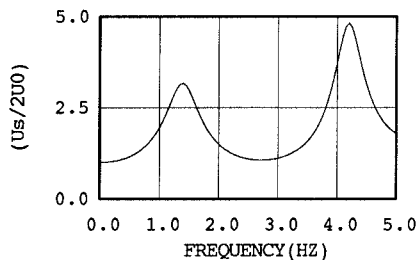


図1 S波速度構造から算定したGL-49m以浅の伝達特性

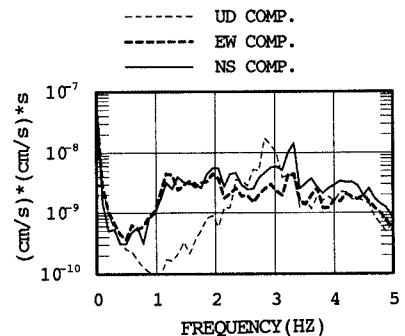


図2 常時微動のパワースペクトル

る。これによると、表示の範囲で明瞭なピークは見えない。また、水平動の2成分に差がないことは、統計的に説明できる。一方、図3はNS, EW両方向に対して独立に上下動との比を取った後に両者を平均して求めた、スペクトル比⁹⁾である。これを見ると、1.2Hzにピークがあり2.8Hzで明瞭な谷があることから、インピーダンスの大きな境界があることが⁹⁾が推測される。次に、地震動の卓越振動数を見てみる。対象とする地震記録は、1Hz程度までの低振動数範囲を検討する必要があることや卓越振動数の振幅依存性を評価する必要があることなどから、比較的規模が大きい地震でかつ振幅が数 cm/s^2 程度(速度で0.1~0.3 cm/s 程度)のもの9記録を選択した。解析対象区間は、最大動を含む10.24秒とした。図4は、地震記録の振幅を基準化した後にスペクトルを求め、その相加平均をとったものである。一方図5は、水平動と上下動の比を各地震毎にもとめ、その平均を求めたものである。どの場合もスペクトルを求める際には、バンド幅0.4HzのParzenウィンドで平滑化を行なっている。両図から地震時の地盤の卓越振動数は1.1~1.2Hzであることが分かる。このことより、常時微動レベル(10の-4乗 cm/s 程度)と弱震レベル(10の-1乗 cm/s 程度)では、卓越振動数が変わらないことが分かった。さらに、1994年北海道東方沖の記録の解析⁶⁾からも、卓越振動数の振幅依存性は弱いことが推測されている。また、この地点の卓越振動数を判断するためには、常時微動の場合は水平動を上下動で除したもの(H/V)が適しており、地震動は水平動の平均スペクトルでもH/Vでもどちらでもほぼ同じ結果を与えることが分かった。しかしながら、H/Vの振幅は地震動の方が微動に比べて大きかった。さらに、図4あるいは図5と図1とを比較すると、観測値のピーク振動数は、PS検層から求められるピーク振動数とある割合でずれているように見え、地下構造を見直す必要もあると考えられる。

4. まとめ

本報告では、ESG釧路共同強震観測の一観測点である、当社分担の鉄北地区の観測点の記録と常時微動、地下構造とから、この観測点の基本的な特性を求めた。常時微動と弱震記録の卓越振動数は、約1.2Hzであり、PS検層結果とほぼ対応している。また、卓越振動数を評価する手法としては、水平動を上下動で除したものが常時微動にも地震動にも、適用可能であることが分かった。今後は、なんらかの基準データを基に地下構造を再吟味し、増幅特性を把握して、1993年釧路沖地震の際の地震動を推測する予定にしている。

共同強震観測参加機関(台帳番号順)：北海道大学工学部、鹿島建設、八戸工業大学、大林組、北海道大学理学部、清水建設、飛鳥建設、佐藤工業、前田建設工業、京都大学防災研究所、西松建設、竹中工務店、東京大学地震研究所、東急建設、東京電力原子力研究所、足利工業大学。

参考文献 1) 笹谷努；釧路市における共同観測，1993年釧路沖地震に関する総合シンポジウム，日本建築学会1993年釧路沖地震総合研究学術研究会，13-20，1994。 2) 若松邦夫；釧路市内の広域を対象とした短周期微動の同時観測 [A1短周期グループ]，地震時の地盤震動特性評価のための微動の活用に関する研究—1993年釧路沖地震に関わる合同微動観測研究グループの活動—，平成5年度科学研究費補助金 [試験研究(B)(1)] 研究成果報告書 (代表者：瀬尾和大)，13-32，1994。 3) (財) 震災予防協議会；釧路市における共同強震動観測—データ集I—，151p，1994。 4) 中村豊・上野真；地表面震動の上下動と水平動を利用した表層地盤特性推定の試み，第7会日本地震工学シンポジウム，265-270，1986。 5) 大町達夫，紺野克昭・他；常時微動の水平動と上下動のスペクトル比を用いる地盤周期推定方法の改良と適用，土木学会論文集No.489/I-27，251-260，1994。 6) 片岡俊一，笹谷努・他；ESG釧路共同強震観測活動の報告—1994年北海道東方沖の記録を題材として—，建築学会大会(北海道)投稿中。

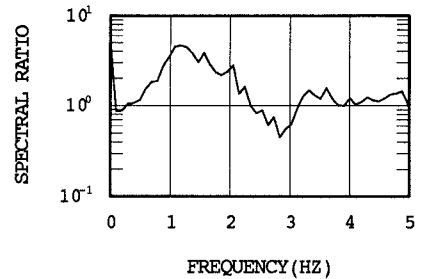


図3 常時微動の場合の上下動に対する水平動のスペクトル比

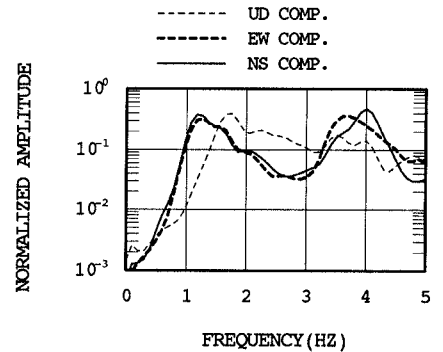


図4 弱小地震の平均スペクトル

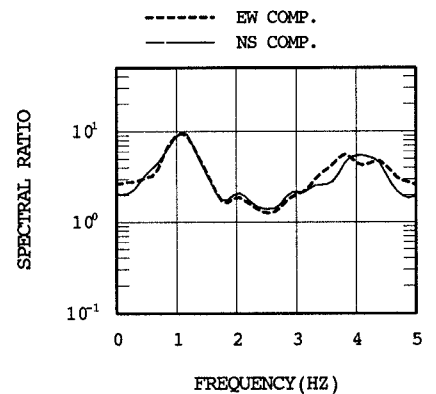


図5 弱小地震の場合の上下動に対する水平動のスペクトル比