

京都大学工学部 正員 土岐 憲三  
 京都大学工学部 正員 杉戸 真太  
 京都大学工学部 学生員 〇横山 楨之

1. はじめに

常時微動を利用して地盤の震動特性を推定する試みは現在まで数多く報告されており、近年では主な利用形態の1つである水平動/鉛直動スペクトル比の工学的有用性に関して、実証的・理論的な検討が多くされてきている。本報告では、1993年釧路沖地震の釧路市内の被害記録と同年7月に釧路市で行われた常時微動観測の結果、及び微動観測点近傍のボーリング資料を用いて、常時微動による地盤震動特性の推定の有効性について考察する。

2. 検討方法

図1の釧路市街地図に常時微動観測点及び1993年釧路沖地震による埋設管の被害が発生した地点を示す。今回、図中の破線ABによって示される測線における各諸量の空間的分布について以下の手順で検討する。

①地盤パラメータ $S_n$ <sup>1)</sup> AB測線近傍のボーリング資料<sup>2)</sup>が得られている14点について、N値を用いた地盤軟弱さの指標 $S_n$ を求めた。 $N(x)$ を深さ $x$ (m)におけるN値、 $d$ (m)をN値の得られている所までの深さとする、 $S_n$ は以下のように定義され、表層地盤が軟弱であるほど大きな値をとる。

$$S_n = 0.264 \int_0^d \exp\{-0.040 \cdot N(x)\} \exp\{-0.140 \cdot x\} dx - 0.885$$

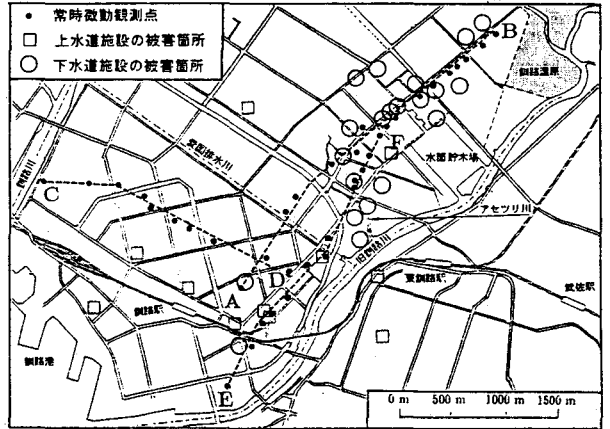


図1 常時微動観測点および1993年釧路沖地震における埋設管被害分布

②常時微動観測記録の処理 1993年7月13日～16日にかけて測定された常時微動の速度波形のフーリエスペクトルを求め、水平動成分(東西方向)を鉛直動成分で除することによりスペクトル比を求めた。以下、そのピーク値を $A_p$ 、ピーク周期を $T_p$ とする[図2]。

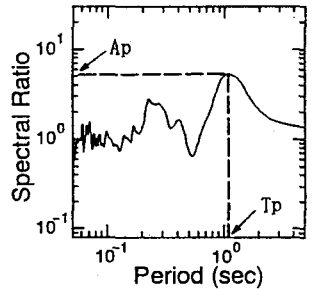


図2 水平動/鉛直動スペクトル比

③1993年釧路沖地震における各観測点の地盤震動推定 電力中央研究所の根室ステーションで得られた岩盤での加速度記録<sup>3)</sup>の最大値を264gal(釧路港地中基盤での記録の最大値)に調整した加速度波形を釧路市に共通の基盤への入力地震動として設定し、そのフーリエスペクトルを求め、先に求めたスペクトル比を伝達関数とみなしてかけあわせることにより各観測点の推定加速度スペクトルを求めた。次に推定加速度スペクトルをフーリエ逆変換し、各観測点の推定時刻歴を求めた。以下、各観測点の推定加速度の最大値を $A_{max}$ 、推定速度の最大値を $V_{max}$ とする。

①～③で求められた諸量の空間的分布について、観測点の相対距離を横軸にとってプロットすることにより被害記録等との対応を検討する。図4中の破線はAB測線における沖積層厚<sup>4)</sup>を1/4波長則によって周期に換算したものである。ここではS波速度を200m/s<sup>4)</sup>として計算した。また図5～図7中の実線は埋設管の被

害地域を示したものである。

### 3. 諸量の空間的分布

図3に示す $S_n$ の分布により釧路市の表層地盤は釧路湿原に近づくほど軟弱であることがわかる。釧路市は大正時代、釧路駅以北には釧路湿原が広がっており、これを順次埋め立てて市街地が形成された。このため北側ほど軟弱な地盤を有すると考えられる。図4にピーク周期 $T_p$ の分布と沖積層厚の換算周期を示す。 $T_p$ は沖積層厚と良い対応がみられるが、図3の $S_n$ とは関連がない。図5に示すようにピーク値 $A_p$ と埋設管の被害地域は比較的对応が良く、 $A_p$ が小さな値の観測点では被害が発生していない。図6、図7に地盤震動推定で得られた $A_{max}$ 、 $V_{max}$ の分布を示す。 $V_{max}$ は被害地域と非常に良い対応を示す。

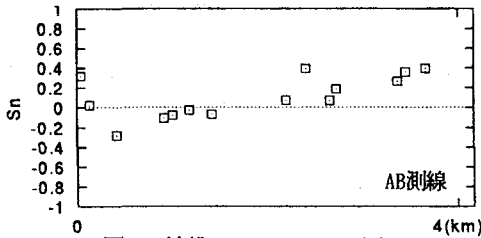


図3 地盤パラメータ $S_n$ の分布

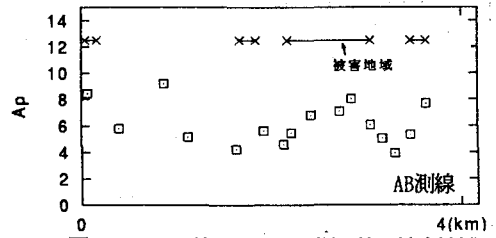


図5 ピーク値 $A_p$ の分布と埋設管の被害地域

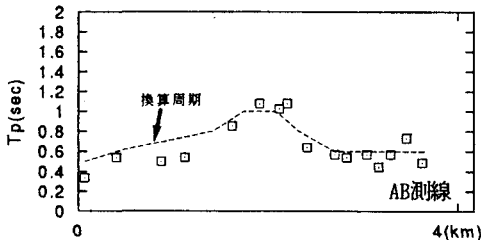


図4 ピーク周期 $T_p$ の分布と沖積層厚の換算周期

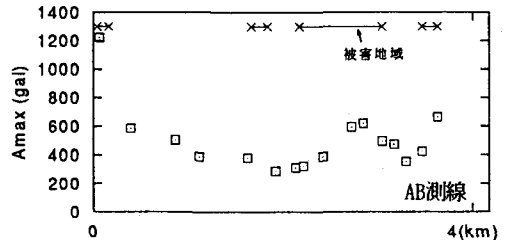


図6 推定最大加速度 $A_{max}$ の分布

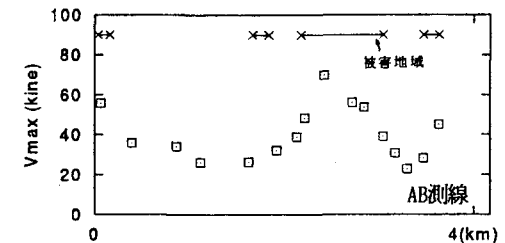


図7 推定最大速度 $V_{max}$ の分布

### 4. まとめ

微動の水平動／鉛直動スペクトル比を用いた地盤震動推定について以下のことを示した。

- ① スペクトル比のピーク周期 $T_p$ は表層地盤の軟弱さに相関が無く、沖積層厚に依存するものである。
- ② スペクトル比のピーク値 $A_p$ が大きな値を示す観測点と埋設管の被害の発生した地域は比較的对応が良い。
- ③ スペクトル比を伝達関数とみなした地盤震動推定は良好な結果を与える。

今回  $A_{max}$ において1200galを越える起こり得ない推定値が得られた。これは地盤の非線形増幅を考慮に入っていないことから、短周期側の推定加速度スペクトルの値を過大に推定したためと考えられる。今後、地盤の非線形増幅を考慮に入れた解析を確立することにより、常時微動による地盤震動推定の精度が向上すると考えられる。

謝辞：微動観測線の選定にあたり九州工業大学安田進先生に御助言頂いた。記して感謝の意を表する次第である。

参考文献 1)Kameda, H, Sugito, M and Goto, H, Microzonation and Simulation of Spatially Correlated Earthquake Motions, Proc. Third International Microzonation Conference, Seattle, 1982. 2)北海道建築士会釧路支部：釧路市の地盤，1982. 3)電力中央研究所：1993年釧路沖地震被害調査報告書，1993. 4)岡崎由夫：釧路湿原，釧路新書，16，1990.