

周期10秒の長周期微動計による地盤震動特性に関する一考察

東北工業大学 〇正員 松川 忠司
東北工業大学 正員 神山 真

1. はじめに

近年、長大化した重要構造物等の建設がすすみ、それら構造物の振動周期が数秒程度まで伸びてきていることから、構造物の耐震性を考慮する上で、従来の周期範囲を越えた地盤の長周期振動特性の把握が重要となってきている。

著者らは地震のたびに顕著な被害を受けてきた八郎潟干拓地を中心に、長周期微動の観測を行なう機会を得た。本報告では、詳しく知られていない八郎潟干拓地の地盤構造を長周期微動の観測結果をふまえてから考察し、1983年日本海中部地震の際に八郎潟で得られたSMAC強震記録の解析結果と比較し、八郎潟干拓地における長周期微動特性についての考察を試みたものである。

2. 観測地点、観測方法および解析方法

今回、長周期微動観測の対象とした地点は、青森県西方地震(1964年)、1964年新潟地震、1968年十勝沖地震、1983年日本海中部地震などで著しい被害を受けてきた八郎潟干拓地を中心とした地域である。観測地点は図1に示すように一本の側線に沿うように選定されている。この側線は1983年日本海中部地震の震源位置(40°21'N, 139°05'E)と、この地震の際にSMAC強震記録の得られた八郎潟正面堤防FD7+426(図1の07)地点を結ぶ側線で、観測地点はこの側線に沿うように14点選定した。八郎潟干拓地およびその周辺では100m以上の深層ボーリングなどの地盤資料がとまどしく、地盤構造があまり詳しく知られていない。尚、八郎潟を中心とした微地形図は図1に示すとおりである。

今回、観測に用いた振動計は、固有周期10秒の超長周期振動計で「データレコーダ」にアナログ記録するものである。ここで使用した長周期振動計と増幅器の総合周波数特性は、約0.2Hz〜30Hzでフラットなオートバランス機能を備えたものである。長周期微動観測は、変位および速度振動に対して各々良好な記録が得られるように10分間程度とし、水平動2成分(NS, EW)および上下動成分の計3成分同時観測を行なった。このようにして観測した長周期微動記録を全てA/D変換し、そのうち最も安定した40.96秒(0.02秒間隔で2048個のデータ)を、一地点につき時間軸をずらして数区間抽出し、高速フーリエ解析(FFT)を施しスペクトルを求めた。

3. 解析結果および考察

まず、図1の側線に沿った観測地点におけるフーリエスペクトルの代表的な例を図4に示す。ここでは変位および速度の水平動NS成分について観測波形と対応させて示してある。これを見ると、側線に沿って卓越周期、スペクトル振幅が変動していることがわかる。また、変位スペクトルと速度スペクトルを比較してみると、1秒以上の長周期帯域では卓越周期の違いはさほどみられないものの、1秒以下の周期帯域においては速度スペクトルの方がかなり顕著に反応していることがわかる。次に、長周期微動の観測波形から求めた平均振幅の変動を図5に示している。これを見ると変位、速度とも八郎潟干拓地の中心付近で大きくなっていることがわかる。このことから、平均振幅値は沖積層の厚さを反映しているものと考えられる。次に、1983年日本海中部地震の速度応答スペクトル($\rho=0.0$)と、長周期微動の速度フーリエスペクトルを比較したのが図3である。強震動と長周期微動の振動レベルが違うことから、ここではスペクトルの周期特性のみに注目し、両者とも周期10秒のスペクトル振幅が同レベルとなるようにして図示したものである。この図から、水平動NS成分、EW成分ともスペクトル形

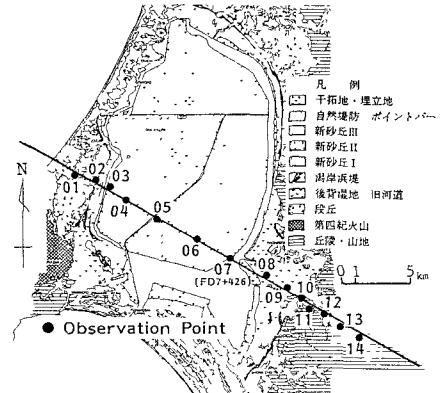


図1. 長周期微動観測地点および微地形図

状はよく類似しており、また、応答スペクトルの方が長周期微動スペクトルに比べて周期幅のびていることが認められる。このことは強震時における地盤の応力一ひずみ関係の非線形性を考慮する上で非常に興味深い。

以上から、今回観測した人形瀬干拓地における長周期微動特性は、地盤構造を反映すること、強震動スペクトルとも比較的良好に対応することからわかった。

今後は、より広域的な長周期微動の観測、表面波の重複反射なども考慮して総合的な考察をしていく必要があると考えている。

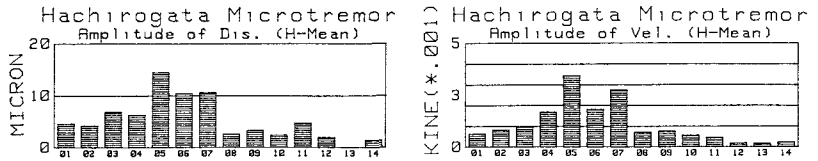


図2. 長周期微動観測波形の平均振幅の分布(左-変位水平動, 右-速度水平動)

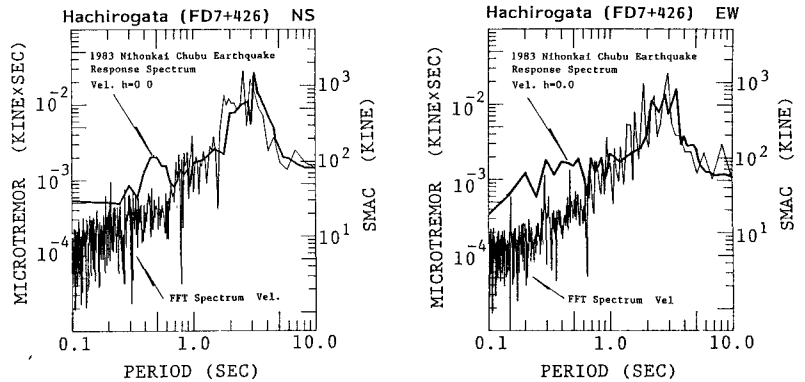


図3. 人形瀬(FD7+426)における1983年日本海中部地震の速度応答スペクトル($r=0.0$)と、同地点における長周期微動のFFTスペクトル(速度)との比較(左-水平動NS成分, 右-水平動EW成分)の例

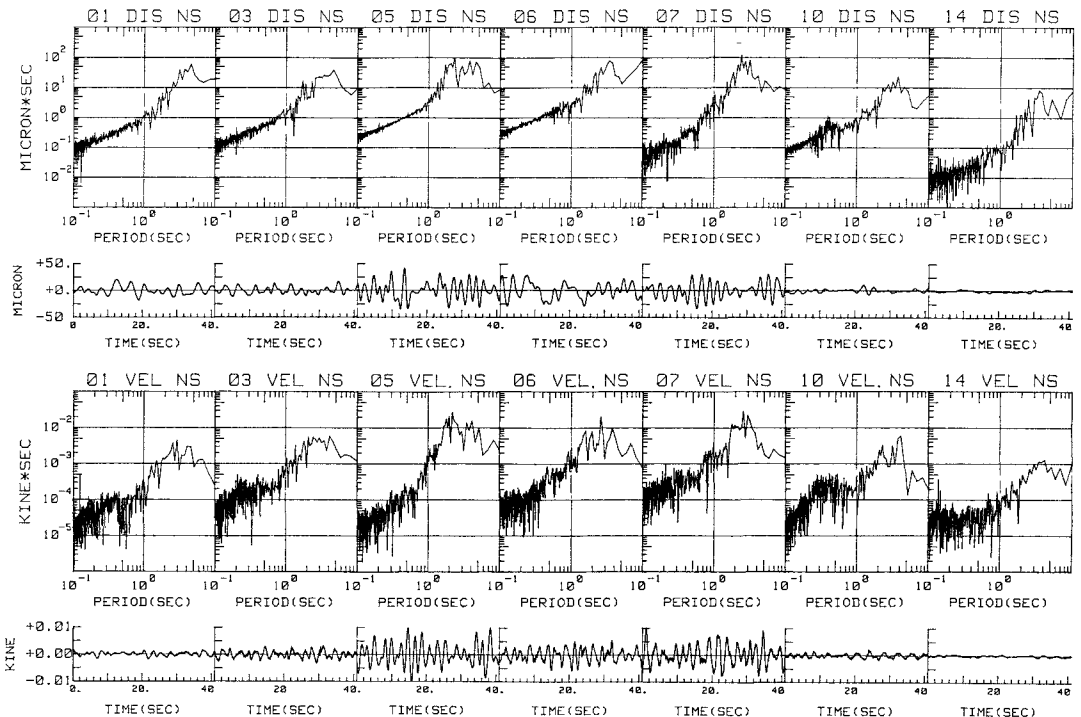


図4. 代表的地点の長周期微動観測波形とFFTスペクトル(上段-変位NS成分, 下段-速度NS成分)の例