

京都大学工学部 正 員 後藤尚男 京都大学防災研究所 正 員 土岐憲三
 京都大学工学部 正 員 亀田弘行 京都大学工学部 正 員 秋吉 卓
 京都大学工学部 学生員 〇小西純一

本年5月16日9時49分に発生した十勝沖地震は $M=7.8$ という関東地震に次ぐ大きなもので、東北、北海道地方に大きな被害をもたらし、死者48人、負傷者329人、家屋全半壊約3700戸に及び、道路、鉄道、港湾、上水道などの公共施設の被害も甚大であった。われわれはその余震を5月19日から同25日にかけて、青森市浅虫において連続定点観測を行ない、青森気象台発表で震度Ⅰ～Ⅲの地震を10数個収録することができた。これらについて若干の解析を行なったので報告する。

1. 観測地点および観測方法

震動観測を行なった場所は、青森市浅虫にある警察共済組合浅虫保養所「銀杏荘」で、青森市中心部より北東へ約13Kmの地点にある。その地盤は図1に示すように、堅い凝灰岩層の上に8m程度のやわらかい粘土ないしシルト層が載っている構成になっている。建物は鉄筋コンクリート造3階建てである。このような地盤および建物の震動を測定するため、前庭地表面および建物各部に換振器を設置した。建物および換振器の配置を図2に示す。用いた換振器は速度型換振器($f_0=1\%$, 感度 1.12 V/kine)および電磁式強震計($f_0\cong 2\%$, 感度 0.14 mV/gal)の2種で、直流増幅器を通して3チャンネルのデータレコーダによって磁気テープに収録した。なお観測は原則として連続的に行なったが、起動器による自動測定によった場合もある(例えば記録A13)。

2. 観測結果

得られた地震記録の例を図3, 4, 5に示す。いずれの記録も初期微動が明瞭に記録されており、初期微動継続時間は16～23 secの間に分布しており、これより震源距離は130～180Km程度と考えられる。

図3は図2の〇印地点における地表の速度記録である。各成分の震動波形がかなり異なり、鉛直成分は水平2成分の $1/2$ 程度の大きさであることが観察される。図4は図2の〇印点における速度記録である。いずれもN-S成分であり、上から順に地表面における震動、建物3階、屋上での震動記録であるが、それらはいずれもほぼ同じ波形をしており、振幅もあまり変わらないことが注目される。図5は図2の●印点および〇印点における加速度と速度の記録である。

3. 観測結果の解析

磁気テープより再生した記録を、AD変換装置によって、周期 0.012 sec (83.3%)のサンプリングで、主要動付近の

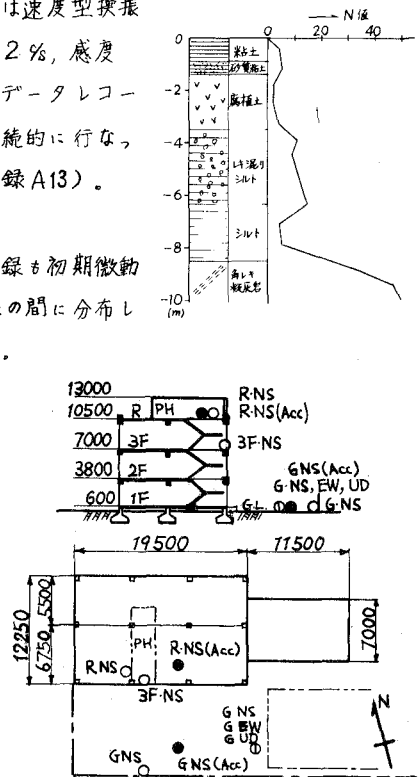


図2 建物および換振器配置略図

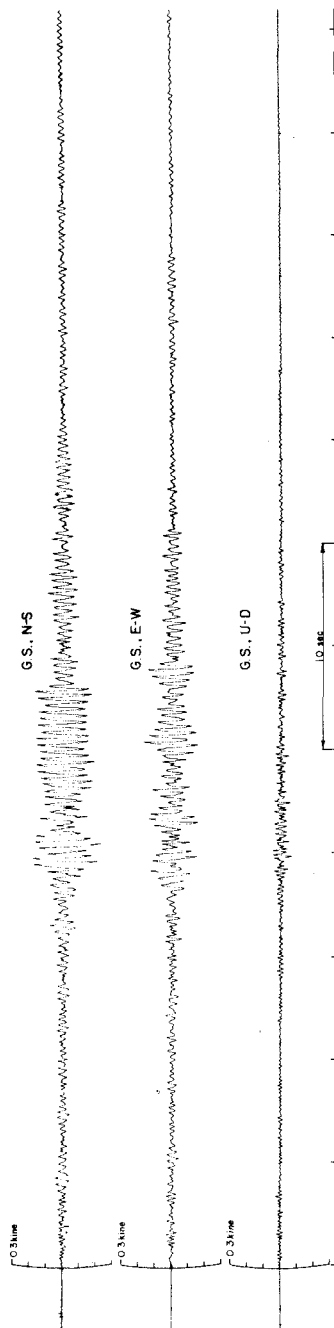


図3 地震記録の例 (地表3成分) A03 (MAY 20, 1968, 11:31)

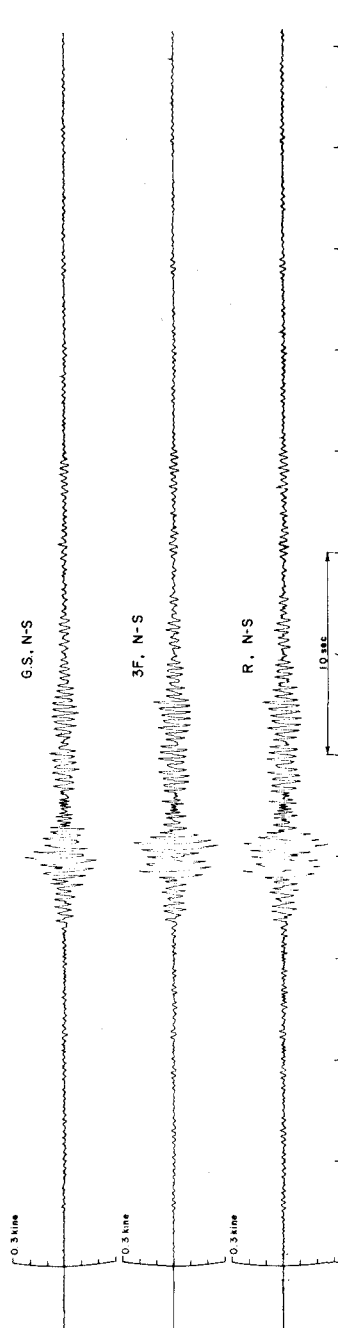


図4 地震記録の例 (地盤と建物) A08 (MAY 20, 1968, 23:32)

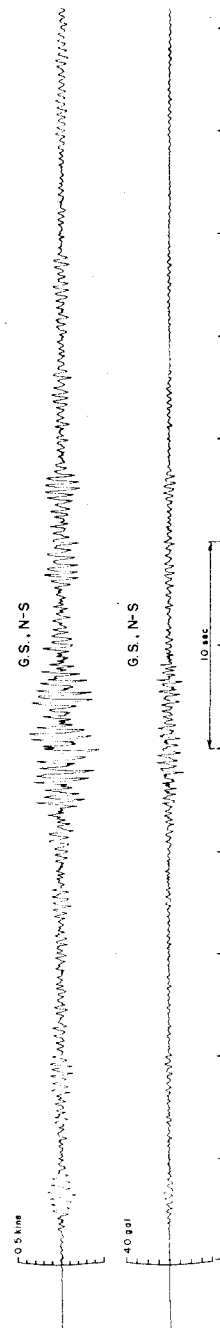


図5 地震記録の例 (地表、速度と加速度) A11 (MAY 21, 1968, 19:52)

19.2 sec間をデジタル記録に変換し、電子計算機により、フーリエスペクトル、自己相関関数、応答スペクトルなどを算出した。

α) 周期特性 地震動の周期特性を解析するために、地震波形をフーリエ変換して、速度スペクトルまたは加速度スペクトルを求めた。図6は地表面 N-S 成分の速度スペクトルを示す。この図には4個の地震についてのスペクトルを示した。A13は震度Ⅲ、A11は震度Ⅱ、A08、01は震度Ⅰと発表された地震である。いずれの地震も3%付近に非常に卓越した周波数成分が見られるが、8~10%以上の成分は急激に小さくなる傾向がある。また同一地盤であれば地震による差異はあまり顕著でないことは従来の報告と同傾向である。次に図7には震度Ⅱと発表された地震の3方向成分のスペクトルを示した。水平2成分と鉛直成分はほぼ同様な傾向を示しているが、卓越周波数は鉛直成分の方がやや高いようである。図8は同一地震による地盤と建物の震動の速度スペクトルである。各測点のスペクトルはほぼ同様の傾向を持ち、3%、7%のピークでは地盤より建物の方がややレベルが高くなっているがその差は小さい。このようにスペクトルの構造とレベルが共にほぼ同じであることは、このような周期特性をもつ地震に対しては、図2のような建物ではフィルター作用はほとんどないことを示している。

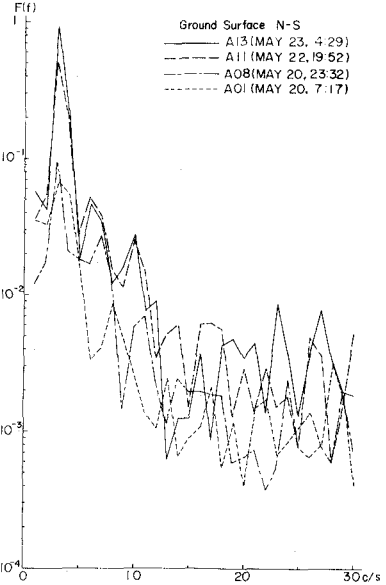


図6 速度スペクトル (地表面 N-S)

α) 自己相関関数による波形分析

震動記録に含まれる周期成分を見出すために記録の自己相関関数を求め、これに基づいて、地盤の各震動成分の波形の違い、

地盤から建物へと震動が伝わる間に波形

がどう変化するかに

ついて解析を行なっ

た。図9は3個の地震

につき、水平2成分

および鉛直成分の

自己相関関数を求め

たものである。これ

ら各成分とも地震に

よる差異はわずかで

あって、ほぼ同じ周

期特性を持っている

とみてよく、また N-

S 成分は特に周期性

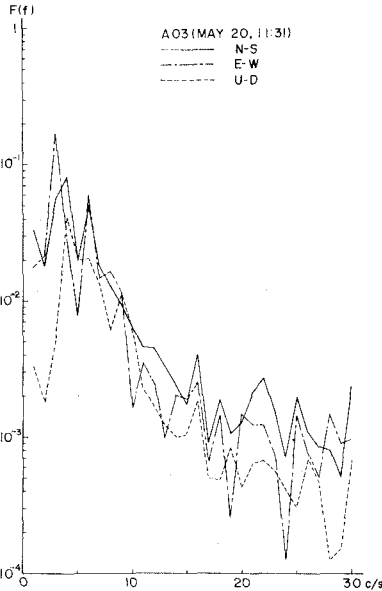


図7 速度スペクトル (A03)

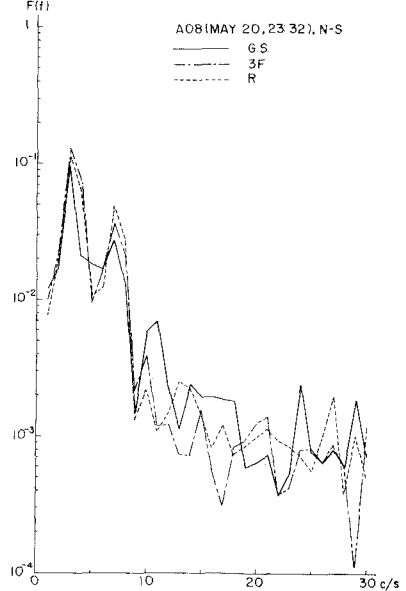


図8 速度スペクトル (A08)

が強くかつ定常的な成分を多く含んでいるといえよう。次いでE-W成分、鉛直成分の順に弱くなっている。また鉛直成分は水平2成分にくらべて周期が短いことはこでも確められる。次に図10は地表と建物の震動の自己相関関数を示したものであり、建物は地盤とほぼ同様に周期性の強い震動をしており、これより図4においても分ったように並進運動をしているものと解してよからう。

C) 応答スペクトル

地震の特性を構造物の応答の面から調べるために地盤面での加速度記録に対する1自由度系の応答スペクトルを求めた。図11は最大加速14 gal、図12は20 galの記録についての例であるが、0.3 sec付近にするといピークを有し、0.6 sec以上の固有周期に対しては著しく小さい値を示している。一般に速度応答スペクトルは構造物の固有周期に対して一定値となる傾向があるとされているが、今回観測した地震では上述のように長周期の構造物に対して S_v の値が小さくなっている。これは観測された地震が約3%の周期が非常に卓越した周期性の強いことによるものと考えられる。

4. 結語

以上、青森市において観測した十勝沖地震の余震の数例について解析を行なった結果を述べたが、他の記録についても解析を続行しており、その詳細は講演時に報告したい。

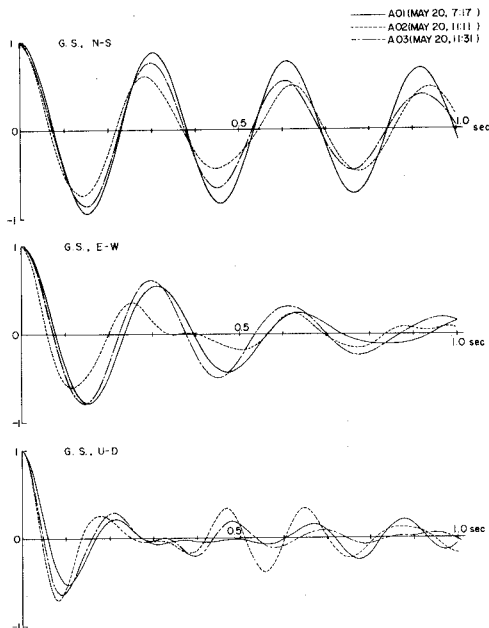


図9 自己相関関数 (A01, 02, 03)

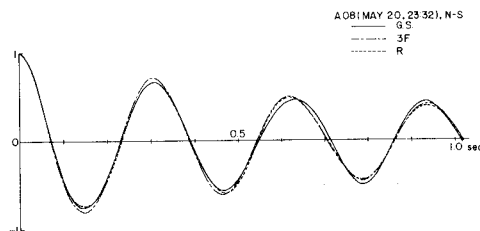


図10 自己相関関数 (A08)

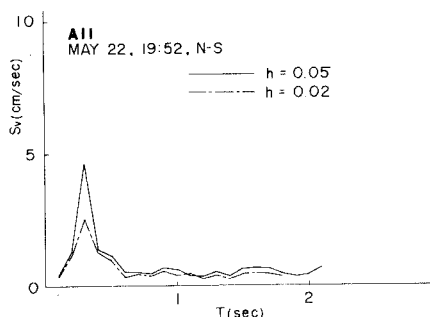


図11 応答スペクトル (A11)

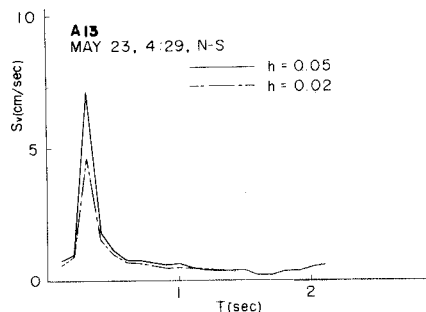


図12 応答スペクトル (A13)