

国鉄技研 正員 ○中村 豊

国鉄技研 正員 斎藤 明夫

1. はじめに 鉄道構造物のように線状に長い構造物の耐震性や列車の走行安全性を検討する際、構造物に沿う地盤が同一位相で震動する場合のほか、異なる位相で震動する場合も問題となる。国鉄では、位相差が生じやすいと考えられる軟弱地盤において地震のブレイク観測を行なう、その実態と特性を明らかにすべく努力している。ここでは観測結果から軟弱地盤の相対変位地動について報告する。

2. 観測地点と測点配置 観測地点は東北本線三沢駅近くの姉沼高架橋近傍である。付近の地盤は姉沼側を除いた三方を洪積台地に囲まれた沖積はんらん原である。姉沼高架橋は'68十勝沖地震の際の地盤の震動と破壊によって変状した経歴がある。測点は図1に示すように、東北本線に平行に設定した主測線上に50m～150m間隔でNo.1～No.8の観測点を設置し、さらに波動の到来方向を確認したり主測線以外の地動を比較したりするため主測線から離れたところにNo.9～No.11の観測点を設置した。図2は主測線に沿った地層縦断面図を示したものである。これによるとNo.1～No.5の観測点は約20mの厚さの軟弱沖積層上にあり、No.5とNo.6地点の間で層厚が急変してNo.6とNo.7地点ではその層厚は10m以下となっている。その下は V_s が200～300%の洪積地盤となっている。観測記録している地動は、主測線に直交する水平方向の変位波形が主なものの一部主測線方向の水平と上下方向の変位波形も記録している。なお、 V_s が500%までの地中地盤の動きをチェックする目的でNo.3地点において地下10mと30mの点に加速度計を設置している。

3. 観測結果と考察

これまで観測された変位記録の周波数分析結果によると2Hz以下にそのパワーが集中し、1Hz前後が卓越することが多い。またNo.1～No.4地点での常時微動の卓越振動数は0.8Hz付近にある。図3はNo.29地震(M=5.9)の際に記録されたNo.2～No.7地点の変位波形(測線直交方向)を示したものである。この地震の震央は図4に示す通りであり、大局的には地震波動が主測線に沿ってNo.2地点からNo.7地点へ向って伝播していると考えることができる。この波動の伝播速度は図からみる限り数100m/s以上であり軟弱表層の平均的 V_s (≈ 50 m/s)で伝播するものは認められない。そこで相対地動の実態を見やすく表現するためバンドパスフィルターを通したものに付いて時々刻々の主測線の変形形態を風化した。図5はこのような変位モード図を図4に示す8個の地震について示したもので、0.5Hz～1.5Hzの5つの中心周波数毎に振巾が大きくなる時刻付近を表示している。これによると振巾が小さい部分(以下0点という)が線状に連なって認められるが、これをみかけ上波動の伝播とみれば、右下ガリαの場合はNo.2からNo.7への伝播をまた左下ガリα場合はその逆の伝播をあらわしていることになる。図4に示した地震はその震央が主測線と直交する方向にあるもの4個(図5の左4列: Aグループ)と測線方向にあるもの4個(図5の右4列: Bグループ)である。図5によれば、0.5Hz、0.75Hz及び1.5Hzでは0点が一方へ伝播する様子は明瞭でないが、1Hz及び1.25Hzでは0点の伝播が明瞭に認められる。しかし0点が伝播する場合でも振巾の大きな部分が伝播しているものは少ない。みかけの伝播速度は500%を超えており、表層の平均的 V_s よりはるかに速い。またA、Bグループの差は顕著でない。振巾の大きな位置はA、Bグループの別なく各振動数毎に概ね一定している。この位置は振動数が高くなるにつれてNo.2からNo.7へ移動する傾向にある。

4. 結論 地震時の軟弱地盤表面の相対変位を瞬間変位モード図により検討した結果、次の点が明らかになった。

- (1) 振巾の小さい部分(0点)の移動は認められるが、振巾の大きな部分の伝播は明瞭でない。
- (2) 振巾の大きい位置は0点の移動に関係せず振動数毎に一定している。
- (3) 以上の現象は震央が測線方向にある場合も、測線直交方向にある場合も同様である。

これは軟弱地盤の相対変位地動の発生原因について重要な示唆を与えていると考えられるので、さらに検討を続ける予定である。またO点からD点までの距離の2倍をみかけの波長とすれば、姉沼における観測では数mのものまで認められた。現在の最小測点間隔50mで換出できるみかけの波長は100m以上である。列車の走行安全からみた場合、1Hz前後のみかけ波長が20~80mの相対変位地動が角折れ等に関連して問題となるので、この範囲のみかけ波長の存在を確認しその特性を検討するためにさらに測点間隔を細かくして観測を継続する計画である。

謝辞：本研究は、国鉄の耐震研究プロジェクト「鉄道土木構造物耐震強化の研究委員会（委員長：岡本舜三博士）」の中で行われたものである。観測等に関しては盛岡工事局技術管理課の協力を仰いでいる。関係の方々に心からの謝意を表します。

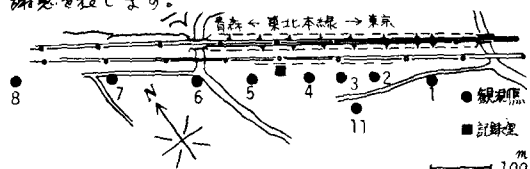


図1 観測点配置

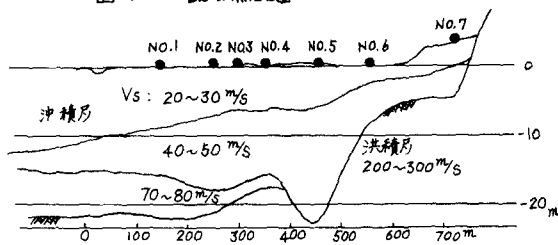


図2 主測点Eに引いた地層断面図

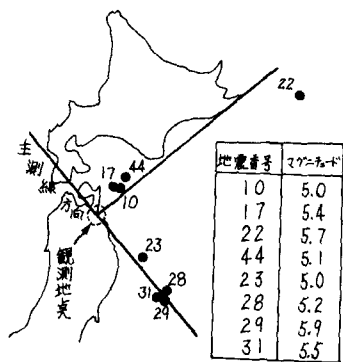
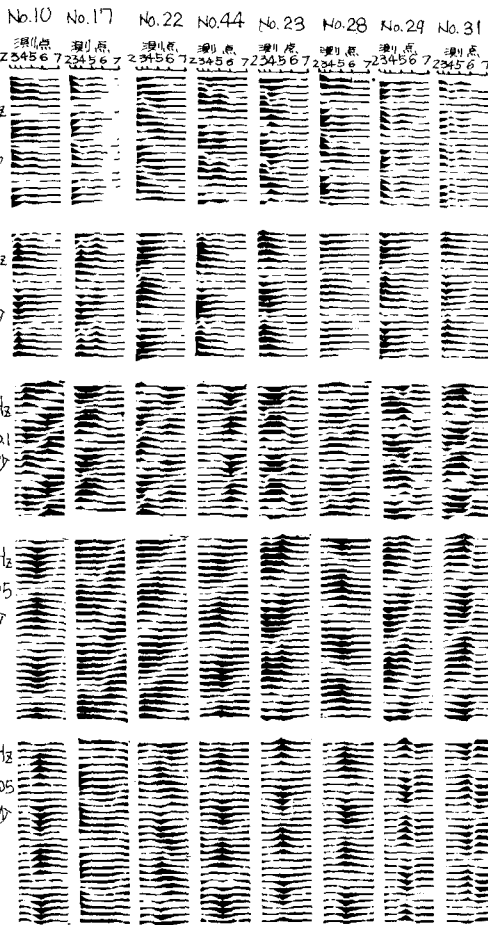
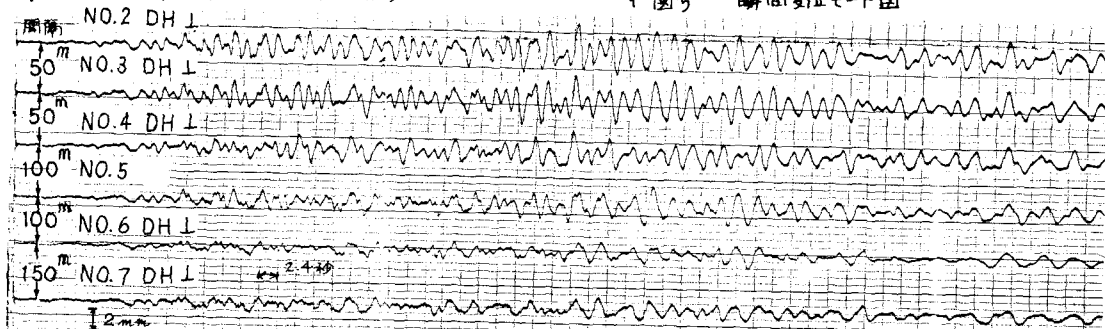


図4 震央分布

↓ 図3 No.29地震に対する地動変位波形



↑ 図5 瞬間変位モード図