

水中発破による地盤振動について

関西大学工学部 正員 谷口敬一郎
 関西大学大学院 学員 西村 裕治
 関西大学大学院 学員 田中 幹雄
 関西大学工学部 正員 楠見 晴重

1. はじめに

陸上の発破に伴う地盤振動に関しては多くの研究がなされているが、水中発破の場合については実施例が少ないために、未知の問題が多い。ここでは、本四連絡橋6Pにおける水中発破による地盤振動の計測データを用いて、波動エネルギーの伝播特性について考察した結果を報告する。

2. 発破工事概要

発破工事は、発破に伴って発生する地盤振動を低減する目的で、堆積層を残したままで穿孔・装薬・発破するオーバーバーデン工法で行われ、穿孔長は平均海底面(T.P.-35~-45m)からT.P.-49.5mである。発破区域は、東西69m、南北48mの長方形であり、21回の電磁誘導起爆法による有発発破が行われた。振動測定はS-1~S-6の6つの観測点で、速度型受振器によって行われた。図-1は、6Pから観測点までの地質構造をボーリング結果や海図から推定したものである。

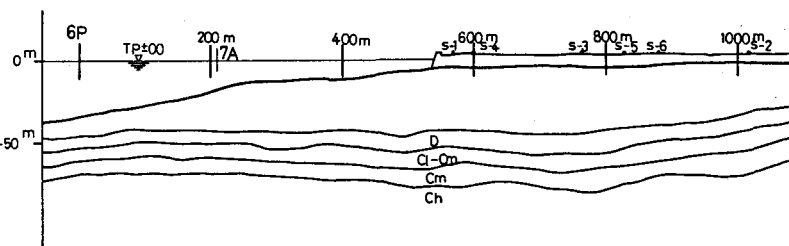


図-1 推定地質断面図

3. 振動波形の特徴

図-2は、3回目および21回目のS-4における振動波形を示したものである。波形には、垂直成分(V)、水平成分(R)および(T)ならびにショットマークが記録されている。ただし、Vは上向きを正、Rは6P中心点から観測点に向う方向を正、TはRの接線方向で、及時

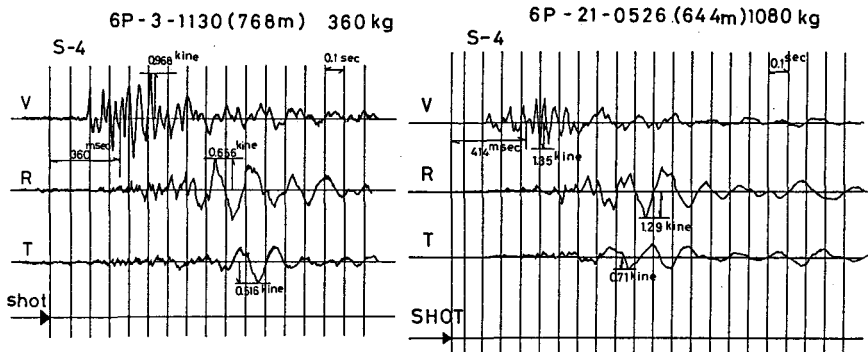


図-2 振動波形

KEIICHIRO TANIGUCHI, UJI NISHIMURA, MIKIO TANAKA, HARUSHIGE KUSUMI

計方向を正としている。これらの波形のように、6Pにおける振動波形は、1~21回を通して、葉量(360、480、720、1080 kg)、観測点までの距離(600~1100 m)、発破パターン、その他の条件が、発破ごとに变化したにもかかわらず、よく類似した傾向を示している。これは奇発パターンのために、発破現象がかなり均質化されたものと思われる。波形の特徴としては、最大振幅値は、2、3の例外を除けば、 $V > R > T$ の関係にあり、最大振幅を与える波群が現われる走時は、初動の走時のほぼ2倍である。

4. 波動エネルギーの伝播特性

発破による振動が、観測点では時間とともにどのような運動をしているかを知ることによって、波の種類について調べることができる。

図-3は、3回目、S-4における記録波形のV、R、Tの3成分を初動より25 msecごとに読みとり、その変位をV、R、Tの直角座標にプロットし、ベクトル的に合成したものである。また、図のV、R、T成分はkine単位で表わしたものであり、時間の経過とともに描かれる折線の折点の数字は、初動が到達してからの時間をmsecで表わしたものである。

この波の軌跡図において、0~520 msecの間は、垂直方向の運動が激しく、それ以後は、水平方向の運動に変化している。発破点から各観測点に到達する波動はほぼ垂直に近い角度で地下から入射してくるので、V成分が卓越している初動から520 msecまでの波はP波であり、それ以後の水平成分の卓越する波は、S波もしくは表面波であるが、海水でおおわれているという地下構造では、表面波の発生は極めて少ないので、S波と考えられる。

また、上の解析結果に基づいて、最大振幅を与える波群の性質について検討すると、最大振幅を与える波群が現われるのは、発破後、約360 msecで、最大振幅は約510 msecで生じている。したがって、最大振幅を与える波群はP波によって与えられると考えられる。

5. まとめ

水中での発破は、葉量、観測点までの距離、発破パターンにもかかわらず、振動波形にはほとんど違いがなく、波動の性質としては、発破点から1 km程度の距離内では、自然地震の場合とは違い、S波の成分よりP波の成分のほうが大きいことが明らかとなった。また、最大振幅値は、発破点の破砕状況に関係していると考えられる。

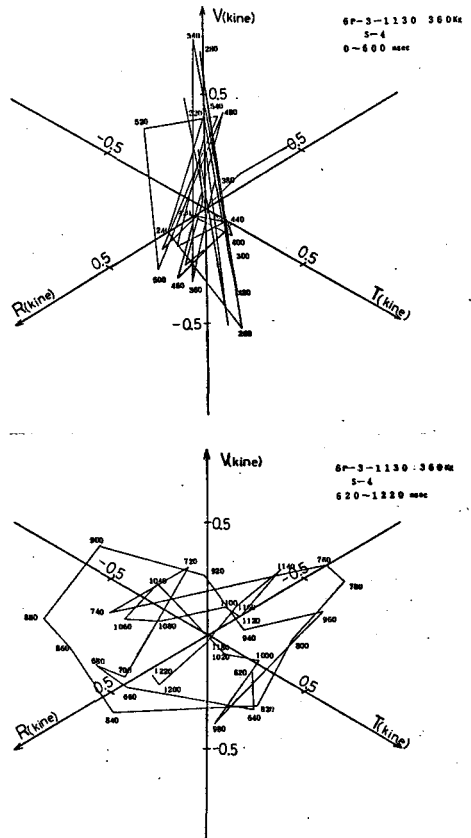


図-3 観測点での振動軌跡