

埼玉大学工学部

埼玉大学大学院

長谷川工務店

東京都土木技術研究所

○学生員

正員

小牧 昭三

大竹 健司

佐々木 公悦

小川 好

1. はじめに

地震による構造物や各種施設の被害は、一般に地震の規模や震源域からの距離だけに限らず、その地域特有の要因によること知られてゐる。それらの中には、速度構造や地形に基づくものが考えられ、崖もその一つである。崖地形での被害が特に注目されたのは、1968年十勝沖地震の際で、ハ戸市の段丘地形での崖ぎわに位置していた市役所、市立図書館、ハ戸工業高専などが著しかった。このような実情を究明するために、筆者の一人は日々波を利用するなどして崖ぎわでの振動性状を調べ、更に1978年伊豆大島近海地震で実際に崩壊した崖の近傍で地震観測を行い振動性状に及ぼす崖の影響を明らかにして来た。更に、1980年9月より地震の比較的多い水戸市内の台地の崖を利用して地震観測を続けているが、ここでは1982年までのデータについて解析を行った結果について述べる。

2. 地震観測

地震観測が行われている崖の高さは、約13mである。この付近の地質構造は、ボーリング柱状図から1m前後の導土の低位に約1mの関東ローム層、その低位に約2mの凝灰質粘土層、その低位に8m前後の粘土質砂礫層及び砂質シルト層、更にその低位に約15mの砂礫層と続き、地表から約35m付近に凝灰質泥岩よりなる基盤が存在している。図-1に示すように、崖面に直角な測線上で、崖ぎわよりできるだけ近づけて観測点Ⅰ(崖端より0.5m)、崖ぎわより14.5mに観測点Ⅱ、崖の影響がほとんどないと考えられる地点として、崖ぎわより50m離れた観測点Ⅲがもうけられた。観測した振動方向は崖面に直角とし、固有周期1.0sec減衰定数0.64、出力5.5V/gと特性をもつ速度型地震計によって観測を行った。地震計の出力をそのままダイナミック・デジタル地震収録装置の磁気テープに収録された。この収録装置は、バイナリ・ゲイン・コントロールを利用した増幅器により瞬時に過大な振幅は縮小、過小な振幅は増幅して、広ダイナミックレンジの入力信号をすべて精度よく歪むことなく忠実に収録することができる。

観測された地震の震央マップを水戸の震度別にして示す。震度Ⅳが3箇(茨城県沖、茨城県南西部、鹿島灘でそれぞれ発生)、震度Ⅲが4箇、震度Ⅱが3箇、全体で10箇の地震が観測されているが、そのうち5箇について解析を行った。

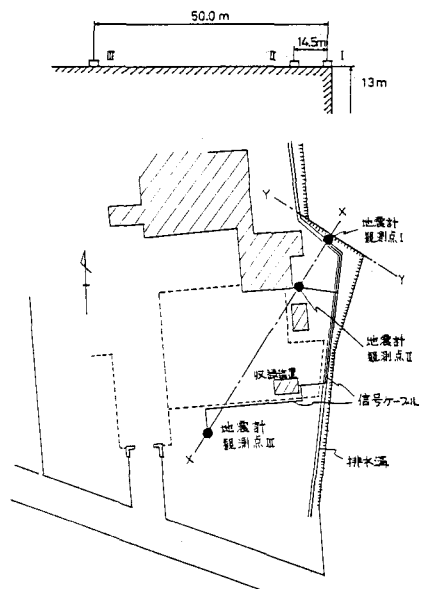
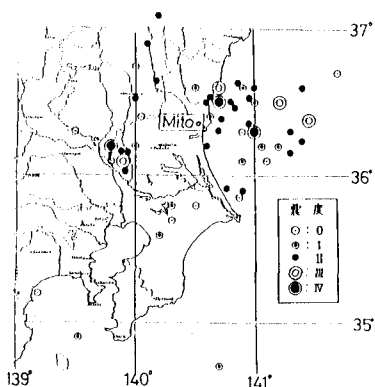


図-1 地震計の設置位置



-2 観測された地震の震央図

3. 解析結果

観測された地震波は、すでに5msec間隔でデジタル化されており、そのほとんどが50~80秒程度と長いことから最大振幅を含む主要動部分15秒を取り出して計算を行った。観測波形より高速フーリエ変換を行って加速度波形を算出し、そのスペクトルを求めた。また、複素フーリエ係数を用いて周波数領域で積分することにより、速度波形、変位波形を算出し、またそれぞれスペクトルを求めた。

解析した地震記録のうち、1981年1月28日茨城県南西部で発生した地震(M=5.0, 水戸での震度Ⅲ)の速度波形とそのスペクトルを例として図-3~5に示す。このうち、図-3にあげたものは観測点Ⅰで観測されたものであり、図-4と図-5はそれぞれ観測点Ⅱと観測点Ⅲのものである。観測点Ⅱと観測点Ⅲでは、崖の影響がないと思われる観測点Ⅲでの波形に比べて、振幅が大きくなっているのが見られる。また、スペクトルでは観測点Ⅰ、観測点Ⅱで、8/16付近に卓越が見られるが、観測点Ⅲではあまりその付近で卓越していない。観測点Ⅰ、観測点Ⅱで8/16が卓越するという傾向は、解析した他の地震でも多く見られるものである。

振動性状によらず崖地形の影響を見る目的で、観測点Ⅰと観測点Ⅲでの速度波形の最大振幅について関係を示したのが、図-6である。縦軸は観測点Ⅰでの最大速度、横軸は観測点Ⅲでの最大速度であり、解析対象とした55箇の地震全部が求めたものである。この図から、観測点Ⅰでの増幅率は、約2倍となっていることが理解される。このような増幅傾向は、加速度、変位波形についても見られる。

4. おわりに

今回の解析によって得られた結果をまとめると、次のようになる。

- (1) 崖の近傍では、8/16付近に卓越が見られる。
- (2) 観測点Ⅰと崖の影響がないと考えられる観測点Ⅲでの振幅の最大値を比較すると、加速度と速度、変位のすべてについて、崖の影響が大きくなっていることがわかった。速度では、この増幅率が2倍となっている。

地震観測を行うにあたり、多大の御協力をいただいた武井久徳氏をはじめとする水戸地方気象台の方々に深く感謝致します。また、解析について助言をいただいた東大地震研究所の松山登子氏にも深く感謝致します。(参考文献)小吹昭三・大保直人; 崖近傍の振動性状について、第5回地震動シンポジウム, 日本建築学会, 1977 小吹昭三・戸井田克; 崖近傍の振動性状-伊豆半島における観測-その三, 地震学会講演論文集, 1981

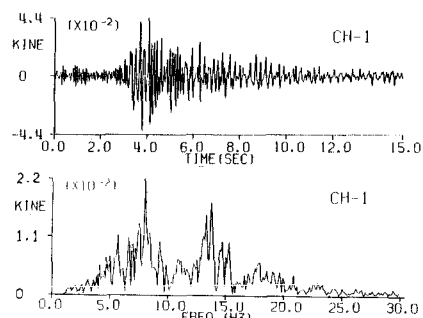


図-3 観測点Ⅰでの速度波形とそのフーリエスペクトル

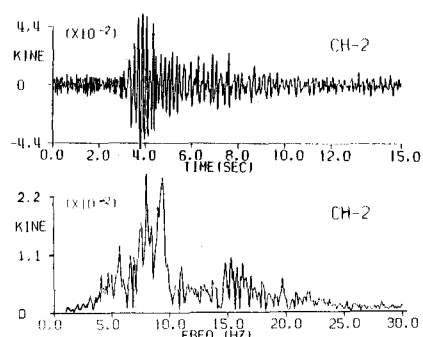


図-4 観測点Ⅱでの速度波形とそのフーリエスペクトル

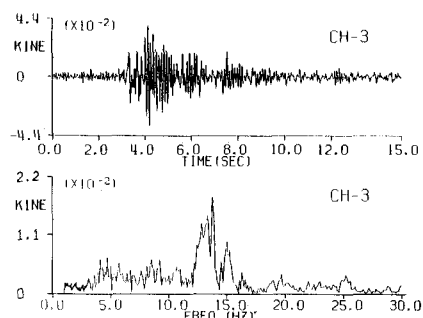


図-5 観測点Ⅲでの速度波形とそのフーリエスペクトル

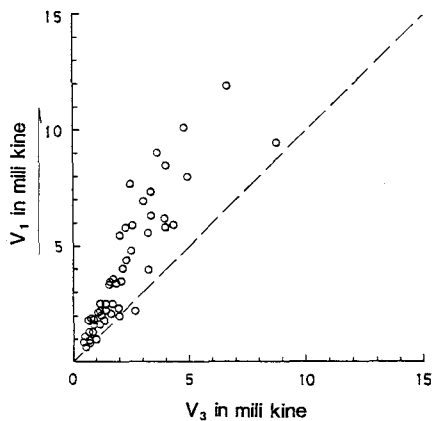


図-6 観測点Ⅰでの速度波形の最大振幅 V_1 と観測点Ⅲでの速度波形の最大振幅 V_3 との比較