

直下地震による強震動と常時微動の関係

東北工業大学 正会員 ○松川 忠司
 東北工業大学 正会員 神山 眞

1 はじめに

地震時における被害は諸々の影響の総合効果によって決まり、特に局所的地盤条件が構造物に大きな影響を及ぼすことが知られている。1995年兵庫県南部地震の際に震度7を記録したいわゆる「震災の帯」といわれる地域は正にこの典型的例と言えよう。一方、仙台市も1978年宮城県地震の際に造成地を中心に甚大な人的、物的な被害を被った。更に、最近では長町・利府構造線における地震活動も注目されるようになってきている。宮城県沖地震から既に20年も経過していることや、最近の長町利府構造線の活動を考えれば、仙台市圏における地域地震防災システムの構築が益々重要になってくる。このためには仙台市圏をくまなく網羅するように地震計を設置したリアルタイム地震情報システムの構築をはじめ、実測の地震記録に基づいた仙台市圏のサイズミックゾーニングマップ等の作成が急務であると考えられる。以上のような目的から、本大学では文部省の援助により仙台市圏20箇所に設置されたリアルタイム強震観測システムSmall Titanを運用開始したが、その際全20観測点で直下地震の記録が得られた。本報告はこれら直下地震と常時微動の解析結果とを比較考察し、地震計を設置していない地域、すなわち地震観測の空白地域を常時微動で補える可能性の有無について予備的な考察を試みたものである。

2 解析対象地点、常時微動観測方法および対象強震記録

今回、解析対象とした地点は本学が仙台市内20カ所に設置しているリアルタイム強震観測システムSmall Titanの地震計設置点で、常時微動の観測もこの地震観測点のジャストポイントで行われた。常時微動の観測は1998年8月3日と5日の両日、小型サーボ型速度計付き携帯用振動計（SPC35）で、3成分（水平動NS、EW成分、鉛直動UD成分）、速度振動について実施された。また、解析に用いた強震記録はSmall Titanの全観測点で記録された1998年9月15日仙台市青葉区愛子付近を震源とするマグニチュード5.1の直下地震の本震（16:23）およびその前震（16:18）、余震（17:26）の加速度記録を対象とした。

3 解析結果および考察

上述のようにして得られた常時微動記録のうち乱れが少なく最も安定している20.48秒間のデータ3成分を同時刻で数区間抽出し、それぞれフーリエスペクトルを求めた。また、Small Titanの観測点で記録された直下地震の本震およびその前震、余震の加速度記録についても、主要動部、コーダ部のフーリエスペクトルを求めた。

(1) 常時微動波形の振幅特性

常時微動は、スペクトル特性のみならず波形振幅特性も地盤条件に影響されることが知られており、著者らは従来よりこの振幅値に着目してきた。ここではこれら振幅値パラメータのうち常時微動の基本的振幅特性を表すオービットについて述べる。図1は全20観測点で得られた常時微動速度振動波形の水平動オービットを示したものであるが、振幅の絶対値は観測点ST19を除き同じスケールでプロットしてある。この図から、振動の方向性があまりないこと、地点毎にオービットの大きさが変動していることがわかる。更に詳しくみると、長町利府構造線を境に、西部と東部では明らかに絶対値が異なっていることが観察される。仙台地区の地盤種別によると、西部は洪積台地、東部は沖積低地と長町利府構造線を境に明確な対比を示しており、これら波形振幅はこの地盤構造と比較的よく対応する傾向がみられた。観測日時の違いによる影響があるにも拘わらずこのような結果が得られたことから、常時微動観測波形の最も安定している区間を選定するだけで時間的変動の影響を少なくすることが可能となり、また、常時微動は地盤構造の影響をより明確に反映することが示唆された。

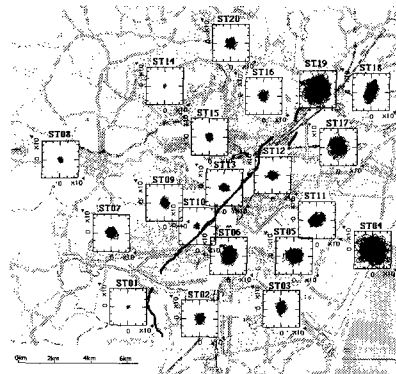


図1 解析対象地点および
常時微動の水平動オービットの例

(2) 常時微動H/Vスペクトルと強震動H/Vスペクトルの比較

常時微動H/Vスペクトルから地盤の増幅特性を推定しようとする試みが近年数多く報告されているが、ここではその常時微動H/Vスペクトルに注目し、強震動H/Vスペクトルとの比較考察をした。ここでの常時微動の水平動成分の方向性はあまりみられなかったので、NS、EW成分からベクトル合成した水平動H成分スペクトルを算出し、この水平動H成分と鉛直動V成分の比H/Vスペクトルを求めた。ここでは時間的変動をできるだけ少なくすることを目的に、時間軸を変えた数個のH/Vスペクトルを求め、その平均と標準偏差を算出し、その平均スペクトルをその観測点のH/Vスペクトルとして代表させた。一方、強震記録の波形は常時微動のそれと違って、初動部、主要動部、コーダ部の相に大別される。このうち初動部はP波、主要動部はS波、コーダ部は不均質構造によって散乱された諸々の地震波が重なり合ったものと考えられている。本報告では直下地震を解析対象としているため、殆どの観測点での強震記録の初動部は短かったため、ここでは主要動部、コーダ部のH/Vスペクトルを求めた。以上のようにして求めた常時微動H/Vスペクトルと強震動H/Vスペクトルを比較した例を図2、図3に示す。図2はST06（東長町小）、図3はST15（県立盲学校）の例である。これらの図から常時微動H/Vスペクトルと強震動H/Vスペクトルは比較的良好な対応を示し、特に強震動コーダ部のH/Vスペクトルはかなりよく調和していることがわかる。このことから強震動のコーダ部は、主要動部に比べ地盤の影響をより多く含む振動であることが示唆される。

(3) 強震動 H_T/H_R スペクトルと常時微動H/Vスペクトルとの比較

一般に地震時増幅特性は、対象とする地表水平動スペクトル (H_T) と基盤に相当する基準観測点の入射スペクトル (H_R) との比で近似できる。従って、この強震動 H_T/H_R スペクトルは前節で考察した強震動H/Vスペクトルよりも物理的意味が明確である。ここでは全20観測点のうち、地盤条件、強震動スペクトルの結果から基準点としてST01（尚綱短大）、ST16（南光台東小）を選定し、それぞれの強震動 H_T/H_R スペクトルを求めた。このようにして求めた強震動 H_T/H_R スペクトルと常時微動H/Vスペクトルを比較した例を図4、図5に示す。図4はST01（尚綱短大）を基準にしたときのST02（柳生中）とST03（東四郎丸小）の例、図5はST16（南光台東小）を基準にしたときのST14（桜ヶ丘小）とST19（岩切中）の例である。これらの図から、強震動 H_T/H_R スペクトルと常時微動H/Vスペクトルはよく調和していることがわかる。以上から、ここ仙台市圏での常時微動H/Vスペクトルは、ST01（尚綱短大）、ST16（南光台東小）を基準にした場合の地震時増幅スペクトルを与えていることが示唆される。

4 まとめ

以上から、直下地震による強震動特性と常時微動特性は比較的良好に調和することが示された。このことから、常時微動のH/Vスペクトルはサイスマックゾーニングマップを作成するうえで有効な手法である可能性が示唆された。今後は宮城県沖などの海洋型の地震についての観測データの収集、解析をする必要があると考えている。

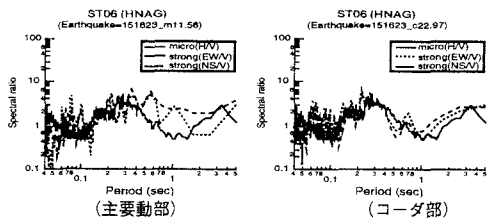


図2 常時微動と強震動のH/Vスペクトルの比較例（東長町小）

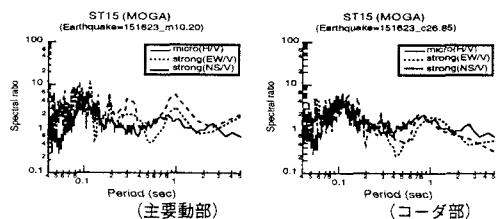


図3 常時微動と強震動のH/Vスペクトルの比較例（県立盲学校）

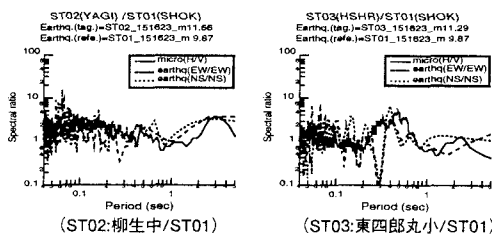


図4 強震動 H_T/H_R と常時微動H/Vの比較例

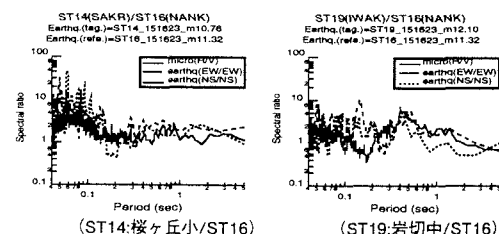


図5 強震動 H_T/H_R と常時微動H/Vの比較例