

## 地震波エンベロープの統計的特徴の抽出

## Extraction of characteristics of seismogram envelopes

# 干場 充之[1], 岩田 知孝[2], 澤田 純男[2]  
# Mitsuyuki Hoshiba[1], Tomotaka Iwata[2], Sumio Sawada[2]

[1] 松代精密地震観, [2] 京大・防災研  
[1] Matsushiro Seis. Obs., [2] DPRI, Kyoto Univ.

2001年の秋の地震学会では、2000年鳥取県西部地震とその余震を用いて、防災科学技術研究所のKik-netで得られたボアホール内と地表の地震波エンベロープの時間変化を調べ、S波とそれ以降のコーダ波部分では両者のエンベロープには、振幅の絶対値に違いがあるもののその形状にはほとんど相違がないことを報告した[干場, 2001]。今回は、地域を広げ、また、扱う地震の震源距離の範囲も拡大し、同様の検討を行なった。さらに、各地域ごとに、地震波エンベロープの時間幅が震源距離とともに増大する様子を定量的に特徴づけることを試みた。これらの結果を報告する。

各成分ごとの地震波形をバンドパスフィルターに通した後にRMSをとり、これをそれぞれの成分のエンベロープと見なす。 $E_x(t)$ ,  $E_y(t)$ を水平2成分、 $E_z(t)$ を上下動成分のエンベロープとし、 $\sqrt{E_x(t)^2 + E_y(t)^2 + E_z(t)^2}$ を3成分合成のエンベロープとする(ここでは、 $t$ は震源時からの時間とする)。 $E_b(t)$ をボアホール内での、 $E_s(t)$ を地表での3成分合成のエンベロープとすると、 $E_s(t)/E_b(t)$ の時間変化をみる。また、水平動と上下動の振幅比(H/V)の時間変化として、 $\sqrt{E_x(t) \cdot E_y(t)}/E_z(t)$ を考察した。その結果、前回の報告と同様、 $E_s(t)/E_b(t)$ は、ノイズレベルからP波のオンセット、P波コーダ部分からS波のオンセットの時点で変化するが、S波のオンセット以降は信号がノイズレベルに隠れるまでほとんど変化しないことが分かった。また、多くの観測点では、ノイズ部分の $E_s(t)/E_b(t)$ に比べて、信号部分(P波やS波部分)の $E_s(t)/E_b(t)$ の方が大きく、これは、ボアホール内に地震計を設置する方がS/N比が悪くなる可能性を示唆している。一方、上下動に対する水平動の振幅比は、P波およびPコーダ波部分と、S波およびS波コーダ部分では相違が見られるが、4Hz以上の波ではS波以降では時間的な変化がほとんど見られない。また、4Hz以下の場合、観測点によって、直達S波とコーダ部分では特性に違いが見られる場合がある。H/Vの時間変化に関する結果は、佐藤ら(1998)と調和的である。

また、エンベロープの時間幅の拡大に関する考察は以下のとおりである。震源距離が短い場合、地震波エンベロープのS波部分はインパルス的であるが震源距離が大きくなるに従って時間幅が広がってくる現象が知られている[Sato(1989), Saito et al.(2002)](波動そのものの時間幅の拡大ではなく、エンベロープの時間幅の拡大)。これは、伝播経路内の不均質構造による地震波の前方散乱により波線が曲げられ、波動エネルギーの着信が揺らぐためと解釈されているが、Satoは平面波の場合、Saito et al.は球面波の場合について定式化している。それらでは、エンベロープの形状は時間幅を特徴づける1パラメータ( $t_m$ )で記述できる。そこで、観測されたエンベロープ、 $E_b(t)$ に球面波の式の当てはめを(Logを取った振幅ではなく)Linearの振幅で試み、 $t_m$ の震源距離依存性について調べた。その結果、例えば東北地方北部を例に取った場合、1Hz付近では、 $t_m=0.2 \cdot D$ 、8Hz付近では、 $t_m=0.1 \cdot D$ で近似できる(ここで、 $t_m$ の単位は秒で、 $D$ は震源距離でkm)。Log振幅で見た場合には、エンベロープの形状に周波数依存性があることが知られていたが、今回の結果は、Linear振幅で見た場合にも、エンベロープの形状に周波数依存性があることを示している。さらに、周波数依存性があることは、例えば統計的グリーン関数を考察する際に、卓越周波数の大小によって異なるエンベロープを使い分ける必要があることを示唆している。

謝辞：防災科学技術研究所のKik-netのデータを使用した。感謝いたします。