

掘らずに地面の中を知る

微動にひそむ可能性を発掘

地表で観測される地震波や、地震時の建物の被害には、その地域の地盤の構造が大きな影響を与えます。このため、ある地域の地震防災を考える上で、地盤の構造を広範囲にわたって正確に知っておくことが重要になります。

地盤の構造を知るためには、何らかの調査を行う必要があります。しかし、今までの調査方法は、深さ数十メートル～数百メートルまで地盤を掘る必要があったり、調査のための装置が大がかりだったり、広範囲の調査をあまり得意としませんでした。このため、広範囲を簡便に調査できる地盤探査法が切望されています。その1つとして、微動を用いた地盤探査法が、近年注目を集めています。

地盤は、海洋波浪などの自然現象や車両交通などの人間活動などによって常に揺れています。これを地震動と区

別して、微動と呼びます。微動は、その振幅が地震動に比べてとても小さく、人間が感じることはできませんが、写真（左下）のような装置を使って、いつでもどこでも簡単に観測できます。

微動から地盤の構造を推定する方法には、主に、**q**地表に多数のセンサを置いて同時に記録された微動データから伝播速度を求める方法、**w**地表にセンサを1つだけ置いて微動の水平動と上下動の振幅の比（**HV**比）を求める方法があります。微動の伝播速度と**HV**比は周期によって変化し、その傾向は地盤に固有のもので、地盤の構造がわかれば理論的に計算できます。逆に、微動の伝播速度か**HV**比の周期変化がわかれば、観測地点の地盤の構造を推定できる可能性があります。**q**の方法は、すでに多くの研究者による成功例があり、広く使われつつあります。一方、**w**の方法は、**q**の方法に比べて、センサ1つで観測できるのでとても簡単ですが、研究の歴史が浅く、また推定結果の信頼性がやや低いという弱点があります。しかし、何か別の地盤情報を組み合わせて推定することで、結果の信頼性を高めることができます。

私たちが、微動を用いて地盤探査を行った例を紹介します。2009年10月6日に起きた鳥取県西部地震では、米子市内のわずか1dしか離れていない2つの地震計で、特徴の大きく異なる地



新井 洋

地震防災フロンティア研究センター
研究員



微動観測装置

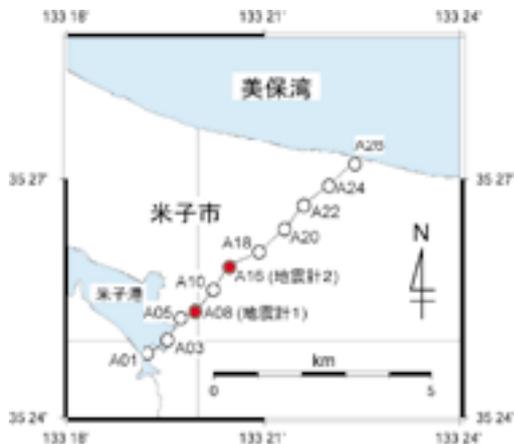


図1 米子市での微動観測地点 (A 01-A 26)

震波が観測されました。この原因を調べるため、私たちは、この2つの地震計を通る測線(図1のA 01-A 26地点)において、センサ1つを用いて微動を観測しました。その結果、図2に示すように、微動のHV比が測線に沿って大きく変化することがわかりました。図2に基づいて、ほかの情報も参考にして推定した地盤の構造を図3に示します。図中のS波速度は、数値が小さいほどその地層が軟らかく、地震時に揺れやすいことを意味します。図から、

- ・この測線に沿う地盤は、硬い岩盤の上に軟らかい地盤が堆積してできた構造をしていること
- ・堆積層の厚さは、場所によって10-60cの範囲で変化していることがわかります。推定された地盤構造が地震波に与える影響を、方程式を用いて調べてみると、実際に観測された地

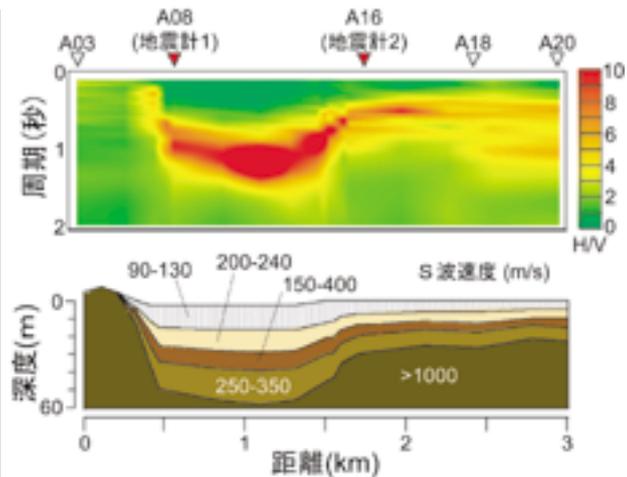


図2(上) 微動のHV比の位置的变化
図3(下) 微動から推定された地盤構造

震波の特徴をよく説明できることがわかりました。このことは、微動から推定された地盤の構造が、ある程度は正しかったことを示しています。同様の研究例は、ほかにもいくつか報告されています。

このように、微動には、地盤の構造を広範囲にわたって簡便に推定できる可能性があります。一方で、どんな地盤でも微動を用いて構造を正しく推定できるかという、それはまだ明らかになっていません。微動には、ほかにもまだ不思議なことがたくさんあります。私たちは、微動に隠された可能性を発掘して、より正確に地盤の構造を推定できる方法を考案し、それを地震防災に役立てることを目標として、これからも研究を進めていきます。