

SH波による都市地盤での支持層探査(その2)

- 浅層反射法とVSPとの併用 -

(株)応用地質調査事務所 地盤工学研究所 正会員

大友秀夫

太田賛治

大石善雄

↓ ↓
↓ ↓

1. はじめに

各種の構造物の支持層調査には従来からボーリング調査が実施されていいる。しかしながら、支持層上面が起伏に富むような場所では、ボーリングだけでは地下の構造が充分に把握できない場合が多い。筆者達は、軟弱な都市地盤での地下構造探査に利用する目的で、SH波による反射法探査の現場実験を行うとともに、収録データの処理・解析手法の開発を進めてきた。反射法探査を実施すれば、反射断面に地層の変化などによる反射波が現れ、その連続性から視覚的に地下構造を推定できる。

しかしながら、反射法だけでは反射法断面に現れた反射波位相の地質的解釈を行うことは不可能であり、ボーリングデータとの対比が必要となる。筆者達は、ボーリングによる地質情報を反射法断面に直接的に投影できるVSP手法の開発も進めしてきた。ここでは、反射法地震探査とVSPとの併用の効果について述べる。

2. PS検層と地表でのSH波反射法地震探査

従来からPS検層は軟弱地盤のP波・S波速度評価法として盛んに用いられてきた。S波速度を求めるために、ボーリング孔口のそばに、板叩き震源(SH波震源)を置き、ボーリング孔壁に接着して直交する水平2成分の地震計ごと板叩きによる地震波記録を得ている。一方、SH波反射法探査は、地表に水平動地震計を並べ、板叩き震源にて、2発生するSH波の地下からの反射波をとらえ、地下構造を解釈する手法である。

図-1は、地表の探査記録、および地中の観測記録に現れる反射波(オフ反射波)の走時色模式的に示したものである。前報²⁾で、SH波反射法探査の測定方法、探査データの処理・解析法を述べたが、現在用いられている'CDPスタッツ法'では、実際の記録をオフセット距離(起震点へ受震点距離)'零'の記録に補正し、同一の観測点の記録を加算(stack)し、観測点の順番に加算後の波形記録を並べ、反射法断面を作成している。

一方、ここで述べるVSP(Vertical Seismic Profile)処理とは、地中の観測記録を使い、2、地表での反射法探査記録(オフセット距離'零'の記録。以下'合成反射記録'と呼ぶ。)を作成する手法である。

2-1. SH波検層記録のVSP処理

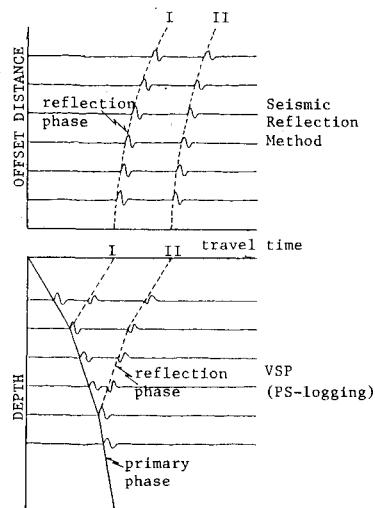
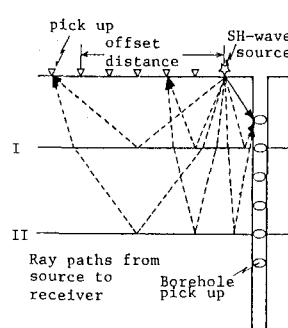
SH波反射法探査線上でボーリング、およびPS検層を実施した。ここでは、そのSH波の検層記録から合成反射記録を作成した例を紹介する。

図-2(a)は、1m間隔で深度38mまで実施したSH波検層記録(水平2成分)から、SH波起震方向の記録を合成(polarization), AGG処理により記録のアフターフェーズの振幅を増幅したもの。

(b)は、速度フィルタ処理により、下方伝播波を(a)から抽出したものであり、(c)は上方伝播波を抽出したものである。

図-1

SH波反射法探査とPS検層(VSP)
の測定模式図と、記録内の第1次反射波
の出現状況



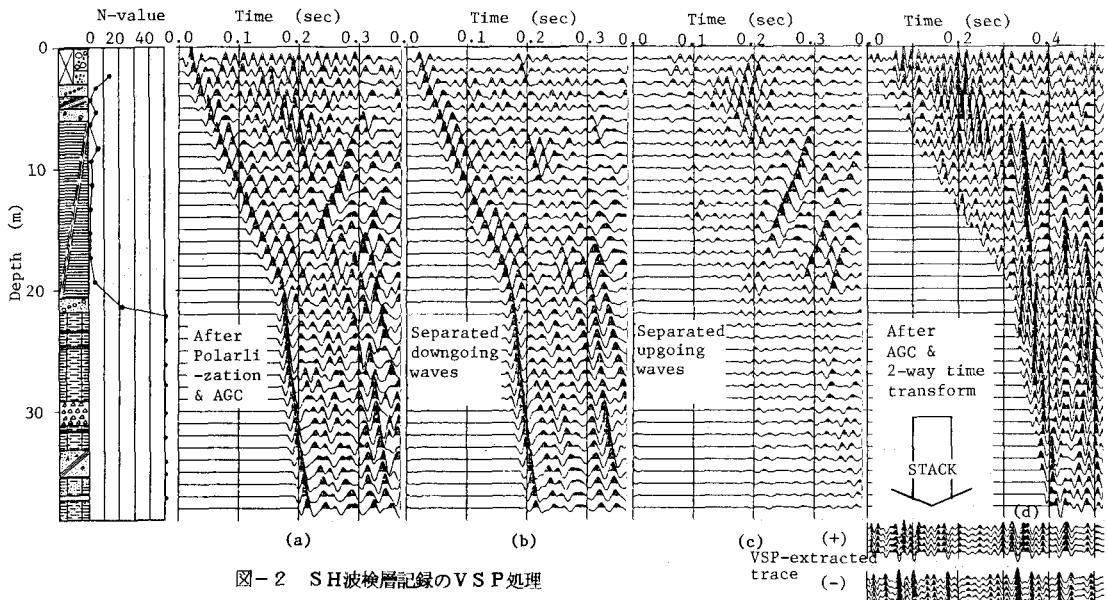


図-2 S H 波検層記録の V S P 处理

上方伝播波には、図-1の反射波位相が含まれ、下方伝播波には、初期位相(透過程波)や多重反射による地下に進行する位相が含まれている。この調査地の支持層となる深度22m付近の固結シルト層上層から、明瞭な反射位相が現れていることが追跡できる。(d)は、(c)のトレースにAGC処理を行い、初動差時分だけタイムシフト(2-way time変換)した波形である。2-way time変換によると反射位相はほぼ垂直に並び、これらを加算したものが合成反射記録である。この合成反射記録は、ボーリングによる地質情報を、反射法断面に直接的に投影する指標となる。

3. S H 波反射法断面と合成反射記録との対比

図-3は、合成反射記録をS H 波反射法断面のボーリング位置に挿入し、両者を対比したものである。図-2のVSP処理により、支持層上面(深度22m)からの反射波が0.33秒に、また、S H 波反射法断面の位相の連続性より0.45秒付近0.22秒(深度15m)に、50番目付近0.26秒(深度17m)に現れることがわかる。

4. あとがき

S H 波反射法探査が、軟弱な都市地盤の支持層探査に有効であることを前報で述べたが、測線上の何点かでVSPを併用することにより、反射法断面の地質解釈が容易になる。

また、反射法探査の弱点である速度の決定精度も向上させることができ、支持層までの深度を精度良く評価することができるようになった。

筆者達は、VSPとの対比から、S H 波反射法地震探査の探査深度がどの程度であるかも別途検討を進めさせており、そのデータによれば、板叩き震源で、深度150m程度までの探査が可能との見通しを持つに至っている。

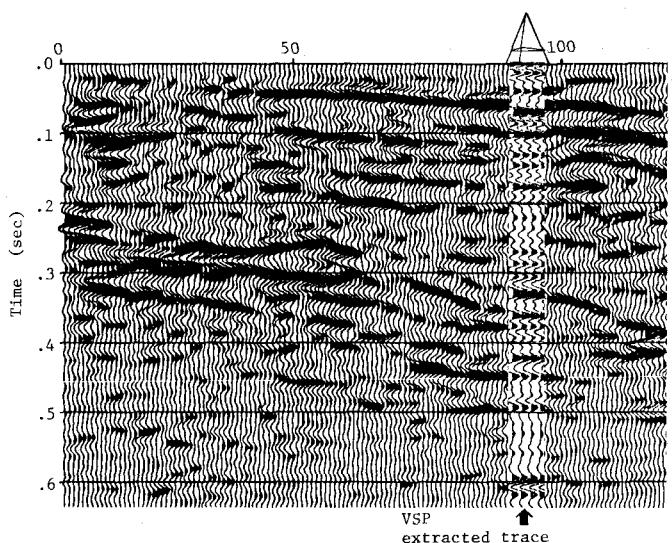


図-3 S H 波反射法断面と合成反射記録との対比