

米国サンノゼ市ウィリアムズ・ストリート公園における3種類の表面波探査の比較実験

Comparative test of three surface-wave methods at the Williams Street Park in San Jose

林 宏一[1], Robert Kayen[2]

Koichi Hayashi[1], Robert Kayen[2]

[1] 応用地質, [2] USGS

[1] OYO, [2] USGS

http://www.oyo.co.jp/product/1-geo_survey/6-surface_wave/surface_wave1.html

米国サンノゼ市のウィリアムズ・ストリート公園は、市の南部のコヨーテ川沿いに位置している。コヨーテ川沿いは1906年のサンフランシスコ大地震において液状化が激しかったことで知られている。この公園において3種類の表面波探査を行いその結果を比較した。

実施したのは、一定の周波数を起振できる起振器を用いた表面波探査（SASW：Spectral Analysis of Surface Waves）、インパルス振源を用いた表面波探査（MASW：Multi-channel Analysis of Surface Waves）、および小規模な常時微動アレイ探査（MAM：Micro-tremor Array Measurement）である。

SASWは主として米国で1990年代から行われているもので、1Hzから100Hz程度までの任意の周波数を起振できる工業用のシェイカーを用いる。振動させるおもりの重量は100kgである。本実験では、受振器としては固有周波数1Hzの上下動の地震計（速度型）を2個用いた。測定は、高い周波数から低い周波数へ周波数を0.5~1Hzおきに変化させながら行った。受振器間隔は周波数を低くするにしたがって、数mから60mに大きくしていった。起振点は受振点間隔と同じ距離だけ受振点から離して設置する。解析は2つの受振点で測定された波形のクロスコリレーションを計算し、この位相差から位相速度を求める。

MASWは1990年代末に米国のカンザス・ジオロジカル・サーヴェ - によって考案され、最近では米国および日本でさかんに実施されるようになってきた。本実験では、起振には約5kgのハンマーを用い受振には固有周波数4.5Hzの上下動の地震計（速度型）を24個用いた。受振器の間隔は2mである。起振は各受振点の間および外側の25箇所で行った。解析には表面波CMP解析を適用する。求められた全てのCMPクロスコリレーション・ギャザーをスタックして一つのクロスコリレーション・ギャザーを作成し、これを周波数領域に変換して位相シフトしながらスタックすることにより、周波数 - 見かけ速度の断面を作成する。得られた断面から、各周波数においてもっとも大きな振幅を与える位相速度を読み取って分散曲線とする。

MAMは主に日本で深部地盤探査を目的として行われているが、筆者らは小規模なアレイを用いて浅部地盤のS波速度構造を求めることを試みている。本実験では正三角形のアレイを3個組み合わせ、最大アレイのサイズは50mとした。受振器の数は10個であり、固有周波数4.5Hzの上下動の地震計（速度型）を用いた。これらを多芯ケーブルを介して測定器に接続し、一度に測定を行った。収録したデータの長さは約10分である。解析には空間自己相関関数を用いた。

図 - 1に3種類の表面波探査から得られた分散曲線を示す。深度20m程度までのS波速度構造を決定するために重要な周波数5~10Hzの区間では、3種類の方法で得られた分散曲線はほぼ一致している。5Hz以下では位相速度は異なるが、これは用いた受振器の固有周波数が高いことやアレイサイズが小さいことなどにより、低周波数領域では精度が良くないためと思われる。

同一地点において異なる3種類の表面波探査を行った結果、ターゲットとした周波数範囲では分散曲線はほぼ一致した。このことは、表面波の分散からS波速度構造を求める手法の信頼性を示していると考えられる。

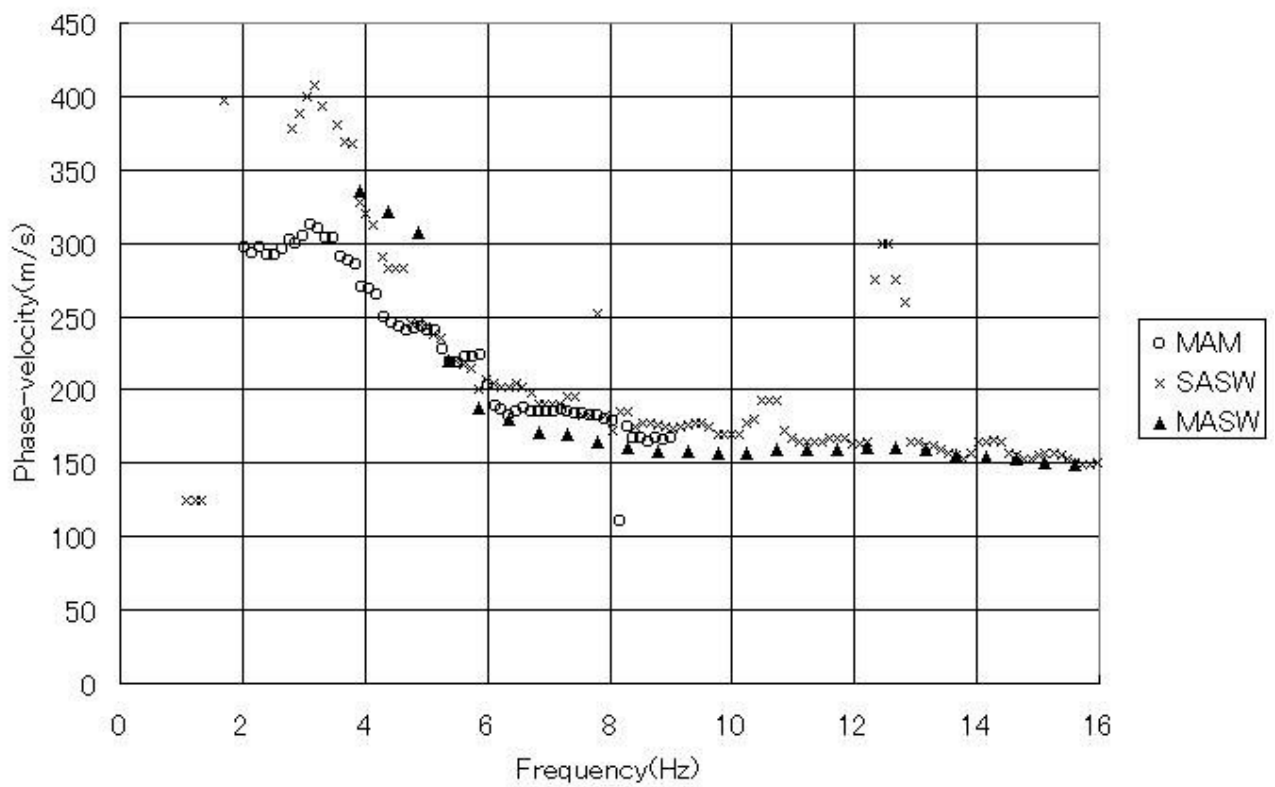


Figure 1 Dispersion curves obtained from three surface-wave methods