

三祐コンサルタンツ（正会員） 富樫 豊 ○森 富雄  
 西田武三 橋口幸正  
 長谷川貴織  
 元名古屋大学工学部（正会員） 市原松平

1. はじめに 例えば河川堤防のように線状に長い領域の液化化問題を検討する場合、対象領域の地下構造を鉛直方向のみならず水平方向にも把握することが必要であり、ボーリングが線状に沿ってちょう密に行われることが多い。この場合、ボーリング点の設定をどの程度ちょう密にするかが合理的に検討されない限り、多数のボーリングの実施は非経済的である。そこでここでは、より低いコストでありかつある程度の精度をもって地盤の構造を把握することを、地盤振動特性の把握の一環として考えた。この方法では（補間法）、線状域上のいくつかのボーリング実施点（既存、新設）を基点として、この基点間にいくつかの補間点を設け、基点においては各種の詳細な検討を行い、その結果を補間点までスライド（内挿）させる。よってこの方法の肝は、基点と補間点の特性を如何に関係づけるかである。ここでは地盤振動に着目して基点と補間点を振動問題の観点から対応づけさせ、測線上の振動特性の水平方向分布を詳細に検討することができることを示す。具体的には、常時微動を利用するが、常時微動が外乱の影響を受け易いことを逆利用して、振動源特性が地盤振動を励起していると考えて、常時微動のピボット観測（隣接2地点をピボットさせて測線上を移動観測、仮称）を行う。これにより隣接2地点間の地盤振動性状を測線上にスライドさせ、測線上基点毎に特性を補正することができよう。本稿では補間法を提案するとともに観測事例を示すことにする。

2. 理論的根拠 近接した2地点（a, b）を設定し、またそれらの2地点に接近する（移動）振動源があるとする。2地点間距離が短いので、振動源が2地点両方に均等に影響を及ぼすとすると、各地点の振動数特性  $S_i$  は各地点周辺の地下構造を反映した固有振動特性  $H_i$  と振動源特性  $S$  との積で表される。

$S_i = H_i(x_i) S \quad i=a, b$  ここで  $S_a$  と  $S_b$  とを比較するために、差  $\Gamma$  を次のように定義する。

$\Gamma = (S_a - S_b) / S_a = 1 - H_a / H_b$   $S_i$  には  $S$  が共通して混入しているが、 $\Gamma$  には  $S$  の項はなく、最終的には  $H$  のみの関数が残る。（なお、通常の方法では  $H = S$  としているが、この考えには  $S$  がホワイトノイズの性質を有することを大前提としている。この点、ピボット法では  $S$  に対し条件が不要）。以上より、2地点が接近すればする程、 $\Gamma$  には2地点間の振動特性の差異のみが反映していることになる。よって、測線上の補間点をピボットの的に移動すると、測線上の特性が連続したものになることがわかる。

3. 観測実施例 軟弱地盤に600mの（直線）測線の領域を設定した。地下構造は図1に示されるとおりである。ここでボーリング点を基点（6点）、それらの基点間の補間点（10点）を設定する。常時微動についてなるべく近接2地点毎のピボット観測を行った。観測結果については、隣接地点毎特性を検討できるようにするまとめた。まず、図2に隣接地点の波形・スペクトルを示す。波形には振動源の特性が著しく現れておりかつ両波形には位相対応がみられない。またスペクトルについては、全測点のスペクトルを重ね書きしてもわかるように（図3）、スペクトルには地盤の卓越振動数よりも振動源の特性が著しく現れている。このようなスペクトルでも隣接2地点のスペクトルについては、振動源の特性が2地点に均等に反映していると考えられることより、2地点どおしのスペクトルは良い相似性を呈している。

4. 差特性 (1) 2地点間距離依存性 近接2地点の振動特性の差は前式より地点間距離  $R$  に依存している。ここで、地点間距離  $R$  に対して振動特性がどの程度の差異を生起するかを検討するために、 $\Gamma$  を2地点のスペクトルの卓越振動数比  $(f_b / f_a)$  として、 $\Gamma$  と  $R$  の関係を図4aに示す。当然のことながら  $R$  が小さい程  $\Gamma$  が小さい。(2) 地盤構造の相違 まず地盤構造を示す指標を導入する。これについては、地盤物性を  $V_s$  値で評価し（正木の式）、次に地盤の振動特性が深部よりも浅部の地層が影響していると考えて鉛直方向に（基盤を頂点、地表面を単位値の）逆三角形モードを仮定し、これを重みとして  $V_s$  値を総和し、結果を便宜的に  $F_G$  指標とよぶことにする。隣接2地点間の  $F_G$  増分値と  $\Gamma$  の増分値の関係を図4bに示す。  $F_G$  値が変化するすなわち地盤構造が変わるとき、 $\Gamma$  の増分値の変化があるように思われる。(3) 以上のことより、測線上に  $\Gamma$  の分布をとってみると（図1）、 $\Gamma$  の変動はあまり著しくないように思われる。これより、例とした地盤が水平層状に近いのであまり明瞭な振動特性の差異が現れなかったものの、地表付近の地盤構造の変化に対応するような差特性の変化が現れたとみてもよいように思われる。なお、差特性を補間点毎連続させ、基点において適宜補正すると、測線上の振動性情が水平座標に対して連続関数的に与えられる。

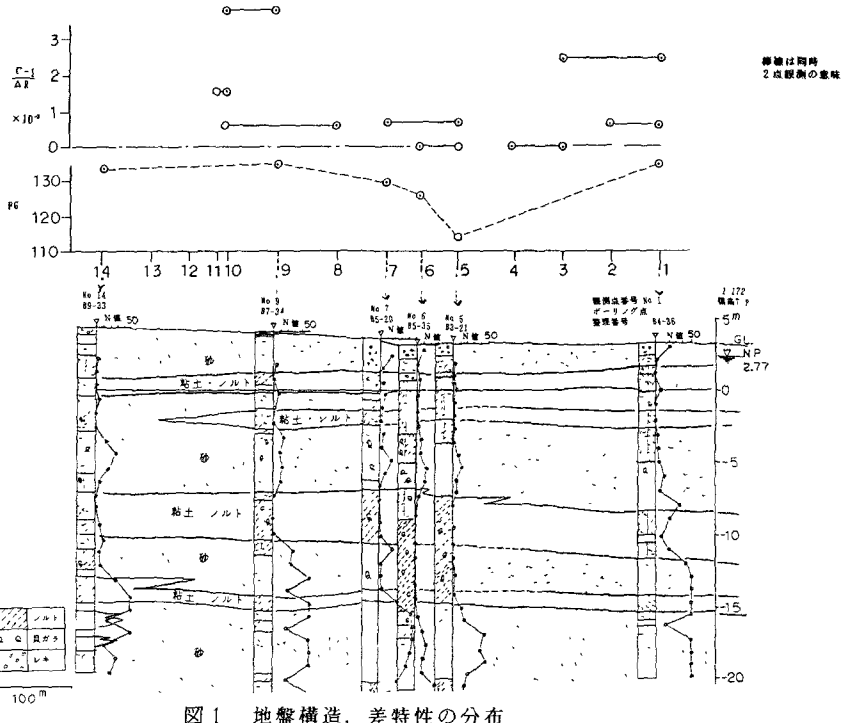


図1 地盤構造、差特性の分布

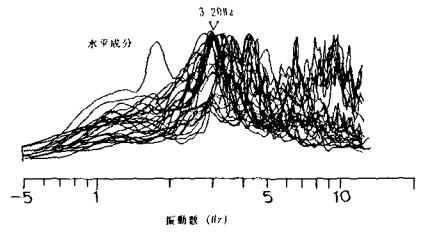
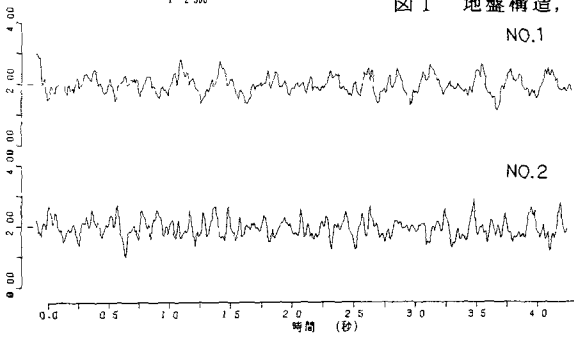


図3 全測点のスペクトル

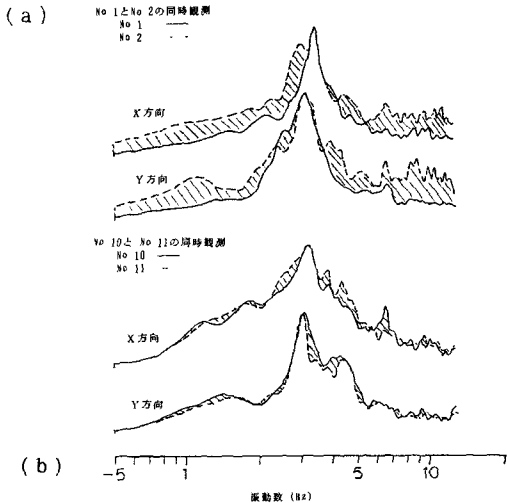


図2 隣接2地点の波形・スペクトル

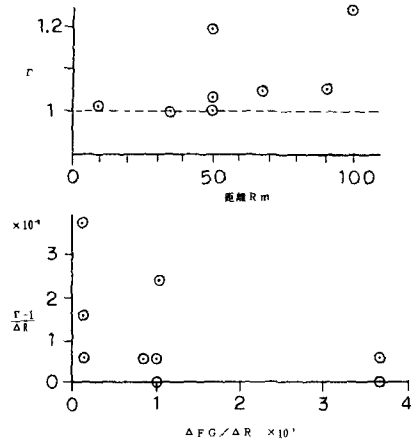


図4 差特性の距離依存性、地下構造係数との関係