

I-457

常時微動測定による円形立坑の周辺地盤拘束効果の検討

飛島建設(株) 正会員 ○谷 浩一郎
 飛島建設(株) 正会員 森 伸一郎
 飛島建設(株) 武藤 正人

1. はじめに

深い基礎を有する構造物や地中構造物の耐震性を考えるとき、周囲の地盤との動的相互作用は重要な検討課題である。動的相互作用には、質量が連成系を成す効果と、相対的に剛な地中構造物が空間的地動を総合して受けるために高周波数域で地動が低減される効果とがある。後者は入力損失効果¹⁾や有効入力²⁾と言われる。著者らは、地中構造物の動的相互作用について常時微動測定により検討を行ってきた。^{3) 4)}

今回、軟弱地盤中の円形立坑の常時微動測定を行う機会を得た。ここでは、測定の主目的である立坑が周辺地盤を拘束する効果について検討する。

2. 常時微動の測定

測定は、1985年2月に臨海埋立地内のシールド発進立坑とその周辺地盤で行った。図-1に立坑・地盤および測定点配置図を示す。この円形立坑は、厚さ1.0m、深さ55.0mの連続地中壁による外径16.6mの円筒土留め構造物の中に構築されている。地質は上位から順に、緩い砂質土層、N値2前後の軟弱シルト層、砂～砂レキ層と続き、G.L.-45m位に支持層となる固結シルト主体の層が現れる。

測定点は、立坑の天端と底版の2点、および立坑よりほぼ北の半径方向に想定した測線上の地表に、立坑半径とほぼ等しい1.6m間隔に

6点の合計8点を設けた。測定器は、固有周期1秒の動電磁式換振器をコンデンサーシャントにより固有周期を5秒に延ばして使用した。

測定は、伝達関数等の安定している夜間³⁾に実施した。8点の半径方向成分の常時微動の速度記録を同時測定し、30分間のアナログ記録をデータレコーダに収録した。測定時には半径300m以内には振動源はなかった。波浪が主たる振動源と考えられるので、図-2に測線と海の関係を示す。

3. 常時微動の解析

解析は、収録したアナログ記録のうち約22分間の記録を用いた。約0.039秒間隔で40秒間に1024個をサンプリングしてFFTを実行し、20秒ずつずらしてFFTを繰り返し64回のアンサンブル平均スペクトルを求めた。今回、フーリエ振幅スペクトルおよびそのスペクトル比には、それぞれバンド幅0.1Hz、0.2HzのParzenウィンドウを使用した。

4. フーリエスペクトル

図-3に立坑天端および地表9.6mのフーリエ振幅スペクトルを示す。どの点においても、0.300Hzおよび0.675Hzに顕著なピークがみられ、第2ピークは、固結シルト層より上部の層の固有周波数であると考えられる。また、3Hz以上ではパワーが小さく、次式で定義されるコヒーレンス値(相関度)も小さくなる。

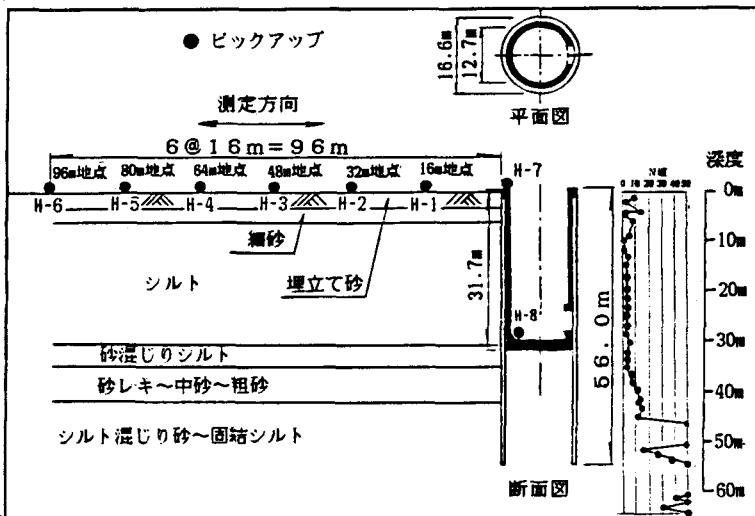


図-1 立坑、地盤および測定点位置図

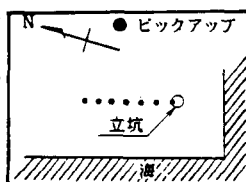


図-2 測線と海の関係

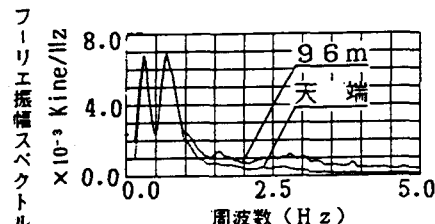


図-3 立坑天端および9.6m地点のフーリエ振幅スペクトル

$$r^2(f) = |G_{ab}(f)|^2 / [G_{aa}(f) \cdot G_{bb}(f)]$$

ここで G_{ab} = クロススペクトル, G_{aa} = パワースペクトル

なお、他の測定点におけるスペクトル形状もほぼ同じである。

5. フーリエ振幅スペクトル比

図-4に地表96m地点を基準とした各点のフーリエ振幅スペクトル比を示す。これらは96m地点を入力とした周波数応答関数と見ることができ、動的相互作用の検討に重要となる。立坑についてその比は天端・底板ともに1Hz以上で漸減し、3Hz以上の高周波数域で0.25程度に減少している。低周波数域ではほぼ同じ振幅で、高周波数域で低減される効果、いわゆるローパスフィルター効果が見られる。その効果は、低減の程度が小さくなるものの、周辺地盤においても見られる。低減の程度は立坑に近づくほど大きい。このことから、立坑に接する地盤が剛性の大きな立坑により拘束された結果、立坑にローパスフィルター効果が現れると考えることができる。逆に、立坑と接する地盤要素がさらに隣り合う地盤要素を拘束するというにより周辺地盤を拘束する効果が現れているものとも考えることもできる。

相関度の比較的良好な3Hz以下のある成分に注目したスペクトル比を横軸に立坑からの距離をとって整理したものを図-5に示す。図から、周波数の大きい程低減の割合が大きいこと、0.5Hzでは全点ほぼ1.0であることがわかる。地盤拘束の影響範囲⁴⁾は96m以遠であると思われる。96mは連続地中壁の外径の約6倍、長さの約2倍に相当する。明瞭な影響範囲はわからなかった。

図-6に底板を基準とした天端のフーリエ振幅スペクトル比を示す。地盤の固有周期と思われる約0.7Hz以下でその比は約1である。一方1Hz以上ではほぼ一定でその比が約2であることから、連続地中壁の下端付近を中心にして剛体ロッキング運動をしていると考えられる。

6. 結論

①常時微動において、立坑には1Hz以下で1.0、1~3Hzで漸減し、3Hz以上で約0.25のゲインになるローパスフィルター効果が見られた。

②立坑の周辺地盤にもローパスフィルター効果が見られ、これは立坑による拘束効果と考えられる。

③周辺地盤拘束効果は、立坑の外径の約6倍もしくは長さの約2倍以上に及ぶことがわかった。

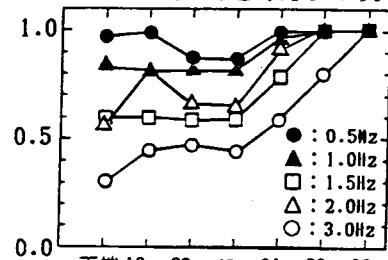


図-5 周辺地盤の拘束効果

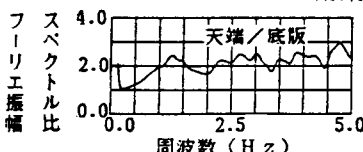


図-6 フーリエ振幅スペクトル比

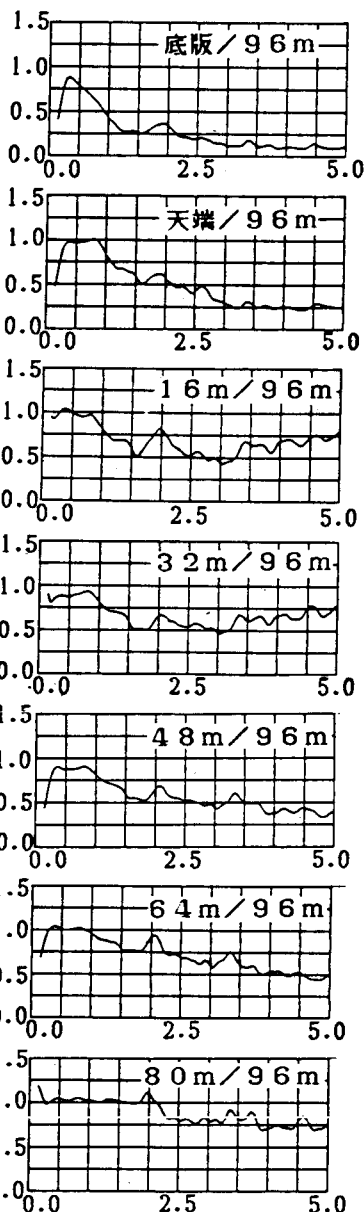


図-4 フーリエ振幅スペクトル比
縦軸：フーリエ振幅スペクトル比
横軸：周波数 (Hz)

参考文献

- 1) 山原 浩：地震時の地動と地震波の入力損失，日本建築学会論文報告集，No.165, 1969.11
- 2) 原田隆典，久保慶三郎，片山恒雄：地震波の有効入力のかえ方と実測例による検討，土木学会第15回地震工学研究発表会講演集，1979
- 3) 森伸一郎，滝本幸夫，武藤正人，谷浩一郎：地中構造物の常時微動特性の時間的変動，第21回土質工学研究発表会発表講演集，1986.6
- 4) 三輪 滋，森伸一郎，滝本幸夫：常時微動測定による地中構造物の周辺地盤拘束効果の検討，第41回土木学会年次学術講演会講演概要集，1986.11