

(x, y, z) : 座標, (u, v, w) : 座標 (x, y, z) における変位
 $R = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$
 $c_p^2 = (\lambda + 2\mu) / \rho$, $c_s^2 = \mu / \rho$ ρ : 質量, λ, μ : ラメの定数

したがって、④より原点に大きさ一定で作用方向が回転する力が加わる場合の解析解は、x方向に $f(t) = \sin(\omega t)$ の力が加わる場合の解とy方向に $f(t) = \sin(\omega t - \pi/2)$ の力が加わる場合の解とを重ね合わせることで得られる。また、式(1)より、解析解は振幅、および、位相のズレはあるが同一周波数のsin波の重ね合わせであることから、位置を固定して考えれば、各方向の変位は $A \sin(\omega t - \theta)$ で表される定常波であることがわかる。

3. 解析例

図-3は、前述の締固め工法の実規模実験を行った際に測定した地盤変位の軌跡の一例と、解析的に求めたものを示したものである。両者の形状はほぼ同様の形を示しており、地盤振動性状の本モデルによるモデル化が有効であることを示している。なお、実規模実験の測定結果は経時的にその軌跡が変化していたが、解析解では理論的に定常状態を保つため軌跡は常に一定の形を示すことになる。この点については、両者の相違点として指摘できる。また、定量的な評価については、実規模実験時のパイプロットが地盤に加える力の大きさ他、地盤条件等について明らかにする必要がある、今後の課題である。

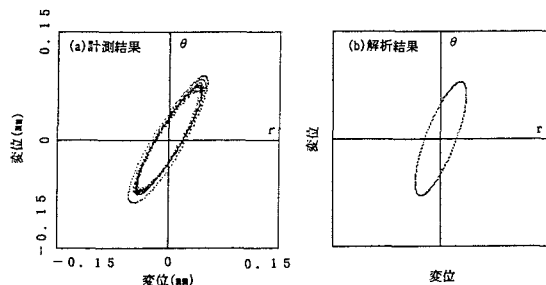


図-3 地盤変位の軌跡

図-4は、計測により得られた地盤変位振幅と振動源からの測定距離の関係およびそのばらつきを示したものである。ばらつきはあるものの測定距離が大きくなるほど地盤変動の振幅は双曲線的に減衰している。

図-5は、振動源からの距離を変化させた場合の地盤変位の軌跡を解析的に求めたものである。変位振幅は、円周方向(θ 方向)、求心方向(r 方向)とも、計測結果と同様、振動源からの距離が大きくなるとともに減衰していることがわかる。ただし減衰量は、軌跡の主軸方向が変化していることから測定距離のみに依存する減衰傾向は示さず若干変動する傾向を示している。

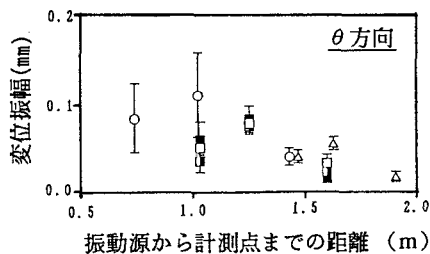


図-4 変位振幅～伝播距離関係

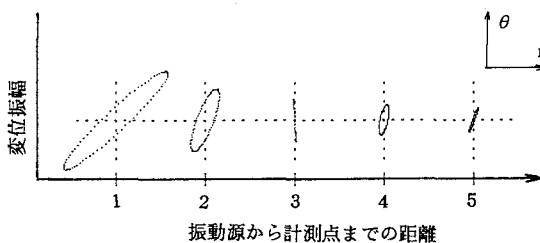


図-5 変位振幅軌跡～伝播距離関係

4. まとめ

水平振動を発生するパイプロットを用いた振動締固め工法を対象とし、その場合の地盤の振動性状についてモデル化を行い、解析解法による検討を実施した。その結果、解析的に求めた地盤の振動性状は地盤変形の軌跡、減衰特性について定性的な傾向は一致し、本手法の有効性が確認された。しかしながら、定量的な評価については未解明な部分が多く、今後の課題として残された。

参考文献: 1) 佐藤泰夫; 弾性波動論 岩波書店

2) 三原、鶴岡、末広; 振動締固め工法の現場実験 地盤の液化化対策に関するシンポジウム

3) 西、三原、鶴岡、末広; 大型パイプロットによる締固め時の地盤振動性状について 第26回土質工学研究発表会(投稿中)