

III-251

重錘落下締固め工法の実規模実験

日本国土開発株式会社

森 国夫

正員 逢澤 正行

渡辺 篤

1.はじめに 重錘落下締固め工法は巨大な重錘（ハンマー）を落下させることにより地盤深部まで締固める簡易な地盤改良工法である。しかし、その設計法は経験則に基づいており詳細な改良メカニズムは明らかではない。そこで、今回、実規模実験を行い加速度、土圧、実変位等を計測することにより図-1に示すようなフローで解析を試みた。

2.実験方法 図-2に計器埋設位置を示す。各深度に計器を設置した後その上にマサ土を盛り上げていく方法で行った。

3.実験結果及び考察

3.1 ハンマーヘッド加速度 20tハンマーに加速度計（容量100G）を取り付け地盤高20mから落下させ、地表面に衝突時の加速度を測定した。図-3に打撃回数とハンマーヘッド加速度最大値の関係及び両者の重回帰分析結果を示す。同図より打撃回数とともにハンマーヘッド加速度最大値が大きくなっている。これは締固めが進むにしたがって地盤の反発力が大きくなることによると考えられる。

3.2 地中加速度 図-4に地中加速度の測定例を示す。第1波の波長は0.03~0.1秒であり、当該地盤の固有周期（0.3~0.5秒位と考えられる）よりもはるかに短く、打撃によって発生する波が衝撃波的性格を持ったものであると推測できる。図-5~図-6に地中加速度と打撃回数の関係を示す。各深度での地中加速度が打撃回数の統計的線形関数で近似できることがわかる。そこで、各深度での線形関数の係数を深度の関数として重回帰分析すると、任意の深度（D：m）及び任意の打撃回数（NU：回）での地中加速度最大値（Acc：G）を次式で近似できる。

$$Acc = \frac{313}{D^{3.12}} (NU + 2.12)$$

図-7にハンマーヘッド加速度最大値と深度9mでの各打撃回数での地中加速度最大値との相関を、図-8に各深度間での各打撃回数での地中加速度最大値の相関を示す。図-9に打撃40回での地中加速度とその方向を、図-10にXYZ各方向成分の波形を示す。各方向で同時性が認められる。

3.3 変位 図-11に地中加速度を積分して変位を求めるフローチャートを示す。離散時間データである加速度波形をフーリエ変換で補間し積分を行った。図-12に層別沈下計で求めた実変位と同一地点で計測した加速度から算出した変位を示す。両者は良く一致している。

3.4 地中応力 図-13に深度9mと12mでの地中加速度最大値と土圧計で動的に計測した地中応力の相関を示す。両者の関係は2次関数で近似することができる。しかし、土圧を動的に正確に測定することは難しく、特に今回のように衝撃波による土圧のピーク値を測定することは非常に困難であり、実際よりかなり小さい値を測定しているのではないかと考えられる。そこで、比較の為に地中応力を3.2で述べた打撃回数、深度と地中加速度の関係をを用いて展開し、同図上にアルミ板検定式土圧計で求めた地中応力をプロットすると図-14となる。同図より実際の地中応力は少くとも土圧計で動的に求めた地中応力の2~3倍であると考えられる。

3.5 改良効果 図-15に地中加速度とN値の増分の関係を示す。両者には線形に近い関係があるものと考えられる。

4.おわりに 以上は、実規模実験の結果を統計的に処理したものである。今後、定性及び定量的解析結果の理論的裏付けを検討すると同時に情報化施工管理手法の開発に反映させていく予定である。

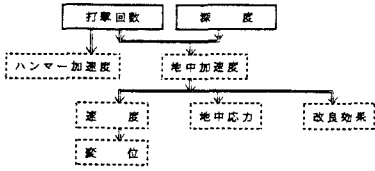


図-1 解析のフロー

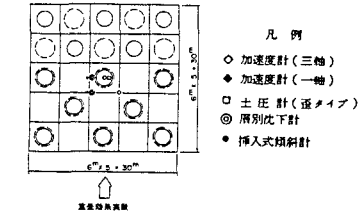


図-2 計器埋設位置

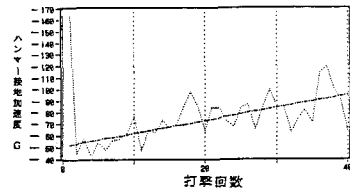
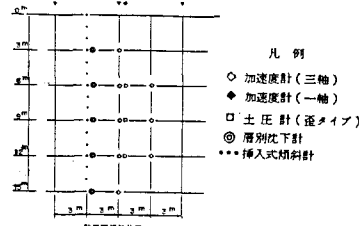


図-3 打撃回数とハンマー加速度

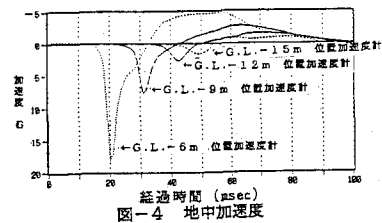


図-4 地中加速度

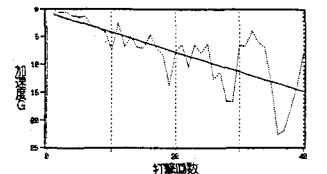


図-5 打撃回数と地中加速度 深度9m

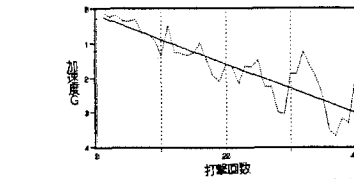


図-6 打撃回数と地中加速度 深度15m

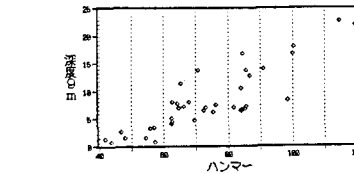


図-7 ハンマー加速度と地中加速度 深度9m

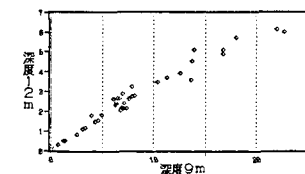


図-8 地中加速度 深度9mと深度1.2m

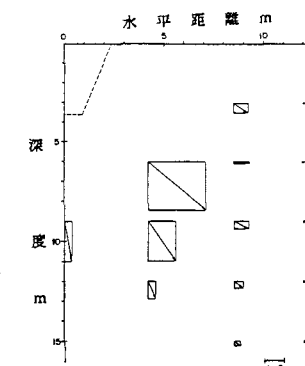


図-9 加速度の分布 40打時

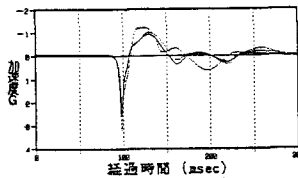


図-10 加速度成分
(水平距離4.2m、深度9m、40打目)

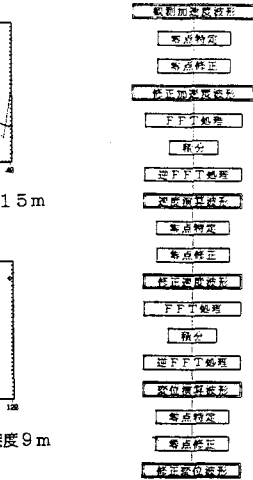


図-11 積分方法

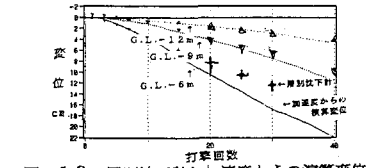


図-12 層別沈下計と加速度からの演算変位

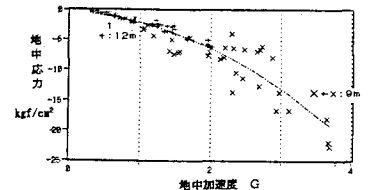


図-13 地中加速度と地中応力(動計)

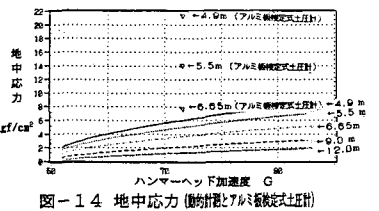


図-14 地中応力(動計値と7/8バネ式土圧計)

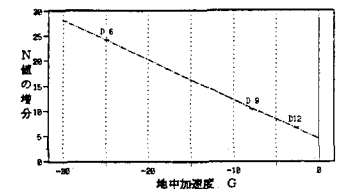


図-15 地中加速度とN値の増分

参考文献: 1) R.N.Brocewell: The Fourier Transform and It's Applications, McGraw-Hill, 1965
2) A.Papoulis : The Fourier Integral and It's Applications, McGraw-Hill, 1962