

PSIII-8 重錘落下締固め工法の遠心力模型実験(第1報)

大阪市立大学工学部 高田直俊 竹内 功(現大林組)

摂南大学工学部 三笠正人

海洋工業 池田通陽

はじめに 重錘落下締固め工法は礫質地盤に対する地盤改良工法として有効であるが、その締固めメカニズムが必ずしも明らかでなく、実際の設計・施工はほとんど経験に頼っているのが現状である。筆者らはこの工法に関わる多くの要因の影響を明らかにするために、遠心力模型実験によって重力場の原型と同レベルの自重応力状態を室内で再現して、①締固め仕事の与え方(重錘質量、落下高、打撃回数など)、②地盤条件(土の種類、密度、地下水位など)の諸要因が地盤変形、締固め効果にいかに関与するかを調べている。本報告では新たに開発した実験装置と方法、および模型実験手法の妥当性を確かめた予備実験結果を地盤変形の観測例を含めて紹介する。

実験方法 模型地盤は半径15cm、厚さ20cmの円柱形で、その中心を重錘で打撃するが、打撃位置付近の地盤変形を詳細に観察するために、模型地盤は中心軸を通る鉛直なガラス面で切った半円柱とし、同様の半円柱の貫入体を介して重錘で模型地盤を間接的に打撃する方式を採った。

原型地盤として細粒分をいくらか含む礫質地盤を想定し、模型地盤は最大粒径2mmの川砂($U_c=3.2$)を主材に、最大粒径0.84mmの強風化まき土(0.074mm通過分74%)を乾燥重量で5.4%混合した砂質土($\rho_{dmax}=1.69t/m^3$ 、 $\rho_{dmin}=1.36t/m^3$ 、 $W_{opt}=8.1\%$)を含水比を W_{opt} に調整し、長さ40cm×幅30cm×高さ28cmのアルミ製の供試体箱内に固定した内径15cm×高さ25cmの半円形鋼製モールド内に4層に分けて締固めた。実験開始に当たって観察面にガラス板を取り付けるが、これには模型地盤との摩擦を切るために、寒天の薄膜を塗布し、寒天膜上に地盤変形観察のために網をマスクにしてラッカーズブレーで8mm角の基盤目を印刷した。

重錘の吊上げと所定の高さからの落下は小型モーターを組込んだ装置によって自動的に繰り返される。また重錘が地盤に垂直に衝突するように(コリオリの力を打消すために)、ガイドレールに沿って落下させた。図-1に実験準備の完了した実験装置と模型地盤を示す。

貫入体の影響 地盤面を直接重錘で打撃するとき、この重錘と底面積が等しく、質量の異なる木製および鋼製の貫入体を介して打撃するときの打撃回数 N と原型換算貫入量 S の関係を図-2に示した。遠心加速度は50G、重錘落下高は17.4m(模型では遠心加速度の半径方向の変化を考慮して40.4cm)、重錘底面積は1.77m²(模型では3.54cm²)、地盤の相対密度は90%である。3通りの N - S 関係はほぼ重なり合い、これから貫入体の影響は無視できるといえる。

相似則の検討 遠心力模型では、遠心加速度と重力加速度の比と模型縮尺との積が、対応する重力場の原型寸法を表わし、模型は原型と応力状

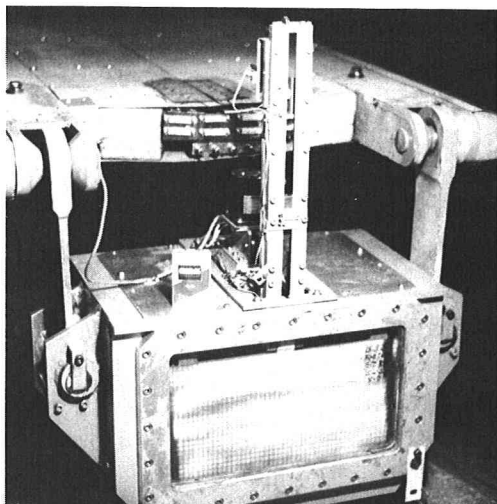


図-1 実験準備の完了した模型

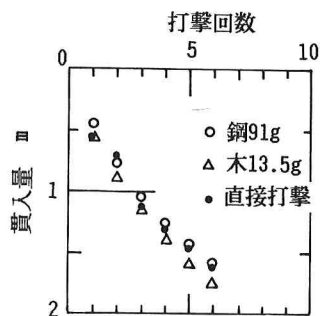


図-2 貫入体の影響

態が相似である。この条件に従って遠心加速度65、75、100Gのもとに、重錘質量、落下高、貫入体底面積がそれぞれ原型換算20t、20m、4m²になるように選んで相似則の検証実験を行った。3通りの模型のN-S関係は図-3に示すように重なり、相似条件が満たされている。この図では横軸に打撃回数 N の平方根をとっているが、 $\sqrt{N}$ -S関係はほぼ原点を通る直線である。この直線関係は現場データでも認められた。

地盤変形 上記の75G模型の原型換算貫入量3mにおける基盤目の変形の様子を図-4に示し、同じ形状の

貫入体を同じ深度だけ静的に押し込んだ場合を比較のために図-5に示した。変形範囲やその量は両者とも似ており、変形域はいずれも貫入体近傍に限られている。一方、地盤表面の沈下（両者とも自重による沈下量を含んでいる）は図-6、7に示すように、動的貫入では地盤全体に及んでいるが、静的貫入では貫入体周辺に限られ、そのすぐ外側では地盤面の盛上がりが見られる。また、地盤全体の圧縮量は動的貫入に比べて静的貫入の場合は明らかに少ない。

あとがき 遠心力を用いた小型模型によれば、精度よく条件を規定した数多くの模型実験を行うことができるので、これまであまり研究的に扱われていないこの工法に関わる多くの要因の影響をある程度の精度で捉えることができる。

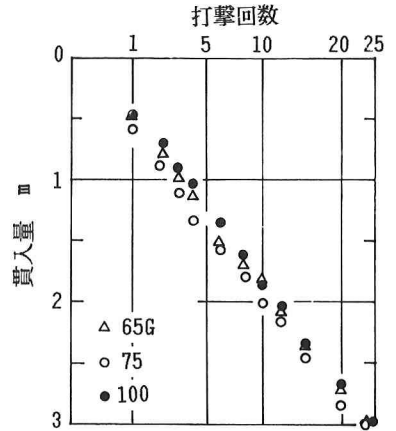


図-3 相似則の検証

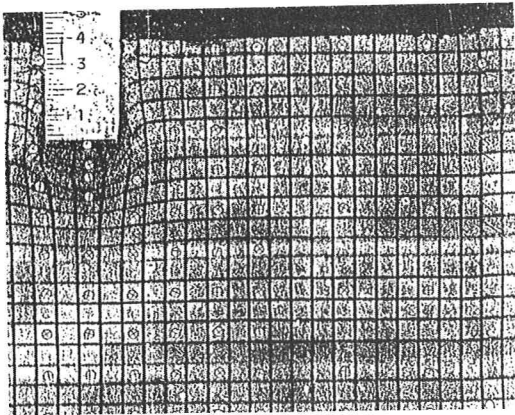


図-4 地盤変形(動的)

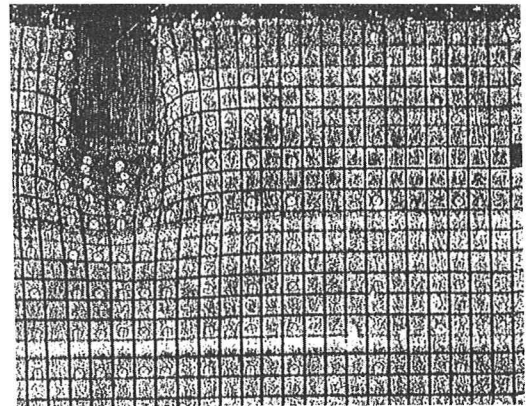


図-5 地盤変形(静的)

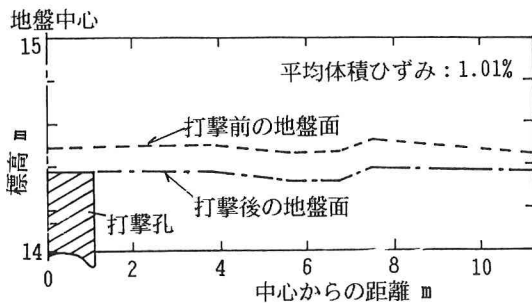


図-6 地盤面の沈下(動的)

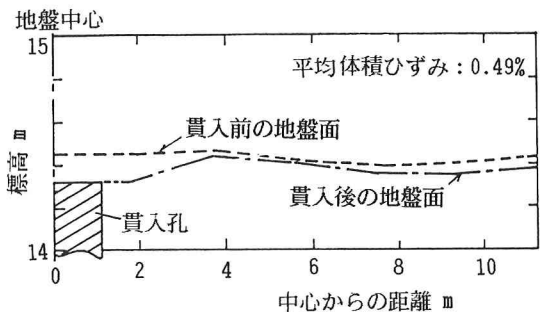


図-7 地盤面の沈下(静的)