

PSⅢ-10 重錘落下締固め工法の遠心模型実験(第3報)

海洋工業(株) 池田通陽
 大阪市立大学工学部 高田直俊 大島昭彦
 J R 西日本(株) 藤田哲治

はじめに 筆者らは遠心模型実験によって重錘落下締固め工法(動圧密工法)の締固め機構と、これに関わる要因の影響を調べている¹⁻³⁾。前報では主として重錘の地盤への貫入に対する打撃条件と地盤条件の影響を示した³⁾。今回は打撃による地盤変形とコーン貫入抵抗の変化を調べた結果を報告する。

実験方法 模型地盤は半径15cm×高さ25cmの半円モールド内に締固めて作った軸対称半円柱の三次元模型で、この中心を木製の貫入体(13.5g)を介して重錘で打撃する。模型の縮尺は1/75で、したがって遠心加速度は75gである。模型地盤の層厚は20cm(重力場換算15m)で、これを4層に分けて所定の密度となるようにランマーで突き固める。模型地盤の中心を通る鉛直面(観測面)の強化ガラスの内面は、ガラスと地盤との摩擦軽減のための寒天の薄膜(0.5~1mm厚)を塗り、膜上に設けた格子目と標点によって地盤変位を観測する⁴⁾。

模型材料は最大粒径2mm、0.075mm以下を5.8%含む砂質土($U_c=3.2$ 、 $\rho_{\max}=1.69\text{t/m}^3$ 、 $\rho_{\min}=1.36\text{t/m}^3$ 、 $w_{\text{opt}}=8.1\%$)を選び、これを含水比 w_{opt} に調整したものを用いた。

模型地盤はまず75g場で約40分置いて自重沈下させ、コーン貫入試験装置によって、打撃前の貫入抵抗の深度分布を測定する。次に重錘吊上げ装置を取り付けて、重力場換算で質量20tの重錘(模型では半円柱重錘、23.7g)を落下高20m(模型では29.8cm)から20回落下させる。重錘貫入量が3m(模型で4cm)に満たない場合は、3mに達するまで打撃した。重錘の貫入量は打撃毎に測定し、随時標点の動きを写真撮影する。打撃終了後、再びコーン貫入試験を行い、打撃中心から2.5m、5.7m位置(模型で3.3cm、7.6cm)で貫入抵抗を測定する。

コーンは図-1に示すように直径7mm、先端角60°、ロッド直径4mmで、内径4.5mmのアルミパイプに通して2重管形式にしてあり、ロッド上端の荷重計で貫入抵抗を計測する。貫入力は荷重計上部に取り付けた質量約1.1kgの黄銅重錘(75g場で82.5kg)をワイヤーで吊上げておき、小型モーターでワイヤーを繰り出すことによって、貫入速度1cm/15secで与える。

実験結果 表-1に実験の一覧と結果をまとめた。図-2に3通りの相対密度 D_r に対するコーン貫入抵抗 q の深度分布を示した。打撃前の貫入抵抗は当然 D_r の大きいものほど大きい(下部で供試体容器底盤の影響が現われている)。打撃後の中心から2.5m位置ではいずれの場合も深さ5m付近まで貫入抵抗が上昇し、それ以深ではほぼ一定を示す。また中心から5.7m位置では深さ方向に漸増している。

図-3は中心から2.5m、5.7m位置の打撃によるコーン貫入抵抗の増分値 Δq の深度分布を示した。但し打撃エネルギー一定で比較するために D_r80 の場合は打撃回数20回に換算した値(打撃回数に比例するとして)で示している。2.5m位置の Δq は深さ5m付近でピークを示すが、ゆるい地盤ではその位置がやや深くなる。一方、5.7m位置の Δq は密な地盤ほど大きくなっている。

図-4には20回打撃後の標点の変位ベクトルとその等変位線を示した。変位ベクトルは2倍のスケールで示し、また等変位線は鉛直(実線)、水平(破線)成分に分けて示した。鉛直変位は D_r の小さい地盤ほど深く、かつ広い範囲まで生じている。図-4から読み取った鉛直変位の各等変位線の打撃中心軸上の深度を表-2に示した。表には重錘貫入量3mの場合も示しているが、同一貫入量での打撃中心の鉛直変位は D_r が異なってもあまり変

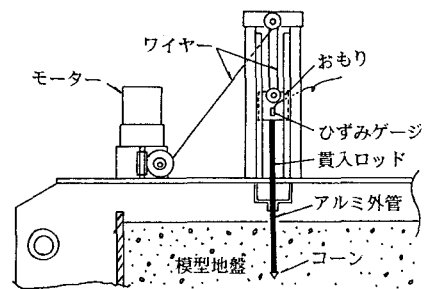


図-1 コーン貫入試験装置

表-1 実験の一覧と結果

実験名	D_r	打撃回数	貫入量	ε_v
Dr30	28.0%	20(12)	4.0m	0.97%
Dr50	46.2	20(18)	3.2	0.52
Dr80	80.2	46	3.0	0.36

Dr: 自重沈下後の相対密度

()内は貫入量3m時の打撃回数

 ε_v : 打撃による地盤全体の体積ひずみ

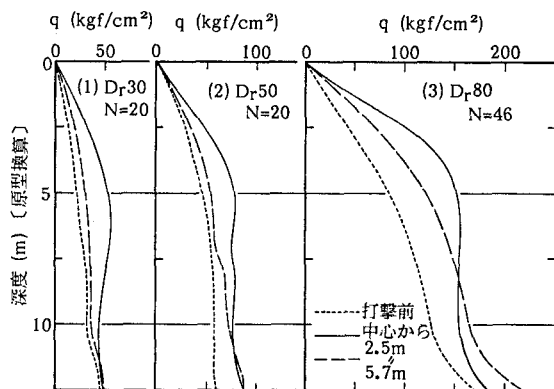


図-2 コーン貫入抵抗 q の深度分布

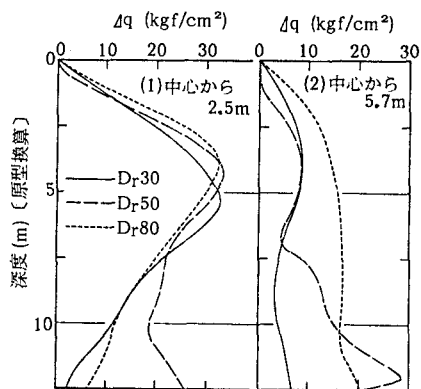


図-3 コーン貫入抵抗増分 Δq の深度分布

わらない。水平変位についても、ゆるい地盤ほど深い深度で、かつ打撃中心から離れた位置まで水平変位を生じている。打撃による地盤変形が打撃孔底を中心とした球状の範囲に集中することと、この位置でコーン貫入抵抗が増加すること（図-3(1)）とは整合している。

以上の結果によれば、ゆるい地盤では重錘が貫入しやすく、貫入孔を中心としてかなり広い範囲に締固め効果が及んでいる。一方比較的密な地盤では一定の打撃回数に対して貫入量、地盤変位は小さいが、大きな強度増加が生じた。

表-2 打撃中心における等変位線の深度（20回打撃）

等変位線 実験名	16cm	8cm	4cm
Dr30	7.3m(6.3)	8.4m(6.8)	8.8m(7.2)
Dr50	7.2 (6.8)	8.1 (7.6)	8.8 (8.4)
Dr80	4.8 (6.2)	5.7 (7.4)	7.0 (8.3)

()内は貫入量3m時の値

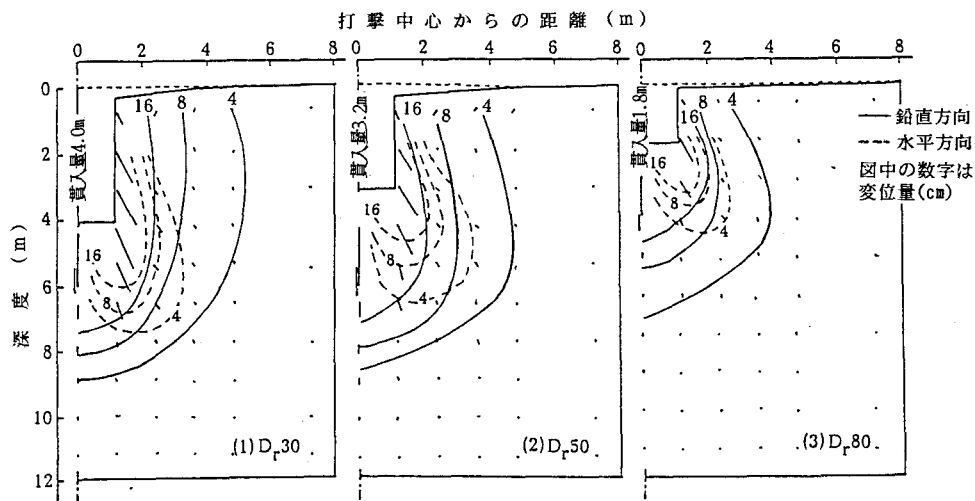


図-4 変位ベクトルと等変位線

あとがき 今後さらに、地下水位、土質や初期密度などの地盤条件、打撃の重ね合わせ効果などを取り上げていきたい。最後にこの研究に協力願った森本組 小谷泰範氏(当時本学生)に謝意を表します。

- <文献>1) 高田、他：重錘落下締固め工法の遠心力模型実験(第1報)、第42回土木学会、pp.16~17、1987
 2) M.Mikasa et al: Centrifuge Model Test of Dynamic Consolidation、Proc. of Int. Conf. on Geotechnical Centrifuge Modelling、ICSMFE、1988
 3) 大島、他：重錘落下締固め工法の遠心模型実験(第2報)、第23回土質工学会、1988