

重錘落下締固め工法における地下水位の影響

大阪市立大学工学部 正 員 大島昭彦 高田直俊
同 学生員 ○田中善広

はじめに 重錘落下締固め工法は重錘を高所から落下させ、その衝撃と振動によって地盤を締固める地盤改良工法であるが、その締固めメカニズムや各種要因の影響は必ずしも明らかではない。筆者らは遠心模型実験と現場実験により、この工法の締固めメカニズム、種々の要因の影響を調べている。これまでに、重錘質量、落下高、打撃回数などの打撃仕様の影響、地盤の初期密度の影響、現場における地盤変形と土圧について報告した^{1)~4)}。今回は地盤条件である地下水位の影響について報告する。

実験方法 模型地盤は軸対称三次元半断面模型で、長さ40cm×幅30cm×深さ28cmのアルミニウム製の供試体容器に固定した半径15cm×深さ25cmの鋼製モールド内に作成する。遠心加速度100 gで、模型地盤半径15cm(原型換算15m)、層厚20cm(同20m)である。模型材料には最大粒径2mm、0.075mm以下の細粒分を5.8%含む砂質土($U_c=3.4$ 、 $\rho_{dmax}=1.71t/m^3$ 、 $\rho_{dmin}=1.37t/m^3$ 、 $w_{opt}=14.3\%$)を用いている。設定した地下水位は地盤面から-9、-6、-3cm(原型換算-9、-6、-3m)と地下水位がない場合の4通りである。

実験の手順は、まず含水比4%(100 g 場で間隙水が移動しない含水状態から決めた)に調整した材料を4層に分け、45°の扇形底板を介して質量2.5kg、落下高20cmのランマーで、落下回数各層8回に締固め、相対密度 $\geq 45\%$ の地盤を作成する。観測用ガラス面には約1mm厚の寒天膜を作成し、その上に直径2mmの標点(257点と不動点4点)を設置し、地盤変形を捉える。水位の与え方は容器とモールドの間に水を入れて、モールド底から水浸させ、設定する水位で平衡状態になるまで放置する。これを100 g 場に1時間置き、自重沈下させる。次に重錘を地盤に連続的に落下させ、1打撃毎に貫入量と地盤沈下量を計測し、打撃回数5回毎に写真撮影する。実験後、標点写真を実物大に引き伸ばし、機械式座標読み取り装置(精度0.01mm)により座標を読み取り、4つの不動点を基準にして各点の座標を初期(打撃前)座標系に変換し、変位、ひずみの計算を行う。

打撃条件は、原型換算値で重錘質量 $m=20t$ (模型10g)、落下高 $H=20m$ (模型20.9cm、重錘解放位置の回転半径を考慮)、打撃回数 $N=40$ 回、重錘底面積 $A=4m^2$ (直径2.26m；模型2.26cm)である。なお実験方法と装置の詳細は文献1)~3)を参照されたい。

地盤の圧縮量 表-1に打撃終了後の打撃孔の寸法(原型換算)を、図-1に打撃回数 N と重錘貫入量 P (原型換算)の関係を示した。水位-3m以外は打撃回数が大きくなると $\sqrt{N}-P$ 関係は直線から離れて下に凸の

表-2 打撃終了後の打撃孔の寸法

実験ケース	貫入量	打撃孔径	自立高*
水位なし	2.25m	4.26m	0.0m
水位-9m	2.45	4.00	0.3
水位-6m	2.55	4.00	0.3
水位-3m	2.90	4.20	0.4

* 打撃孔壁の直立部の高さ

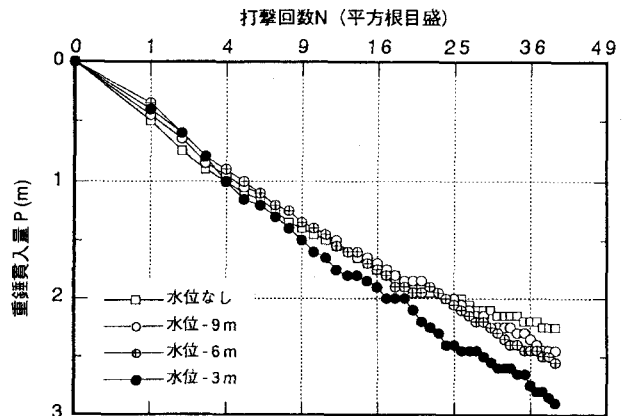


図-1 打撃回数 N と重錘貫入量の関係

曲線に移ってくる。重錘貫入量は水位が高い方が大きい。

図-2に打撃回数 N と打撃孔体積 V_c および地盤全体の圧縮量 V_t の関係を示した。 V_c は打撃後の打撃孔の寸法から孔壁の傾斜角を求め、これが打撃中も一定であると仮定して打撃孔の崩壊量を計算し、これに重錘貫入による円柱部の体積を加えて求めている。 V_t は地盤面沈下量から求めた打撃孔周辺の地盤圧縮量に V_c を加えて求めている。打撃孔体積 V_c に対する水位の影響は重錘貫入量ほどはない。 $\sqrt{N}-V_t$ 関係は $N=5$ 回程度から直線関係となり、水位-3mの場合がやや大きい、他3者はほぼ等しい。

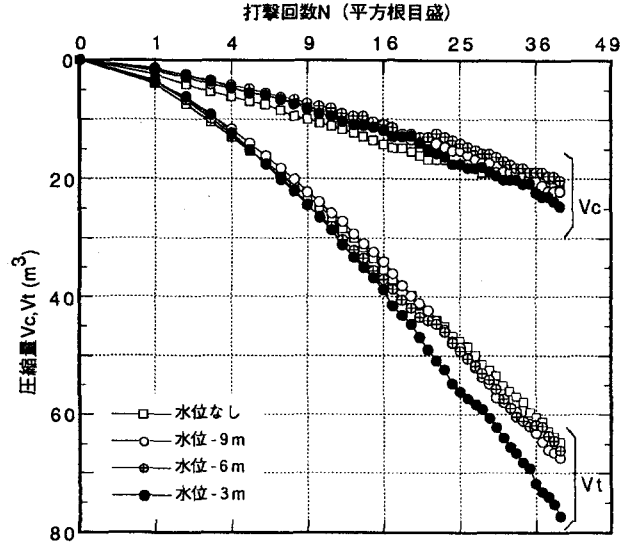


図-2 打撃孔体積 V_c と地盤全体の圧縮量 V_t の関係

地盤変形 図-3に打撃終了後の鉛直、水平等変位線(変位は原型換算値2.5cmから2倍ずつ増える値に選んだ)を示した。各ケースとも等鉛直変位線は打撃中心から、等水平変位線は打撃孔端部から球根状に生じている。鉛直変位は、深度方向に関しては水位によらず顕著な差は見られないが、側方向に関しては水位の高いものほど遠くまで変形が及んでいる。また水平変位も地下水位が高い方が広い範囲まで生じている。

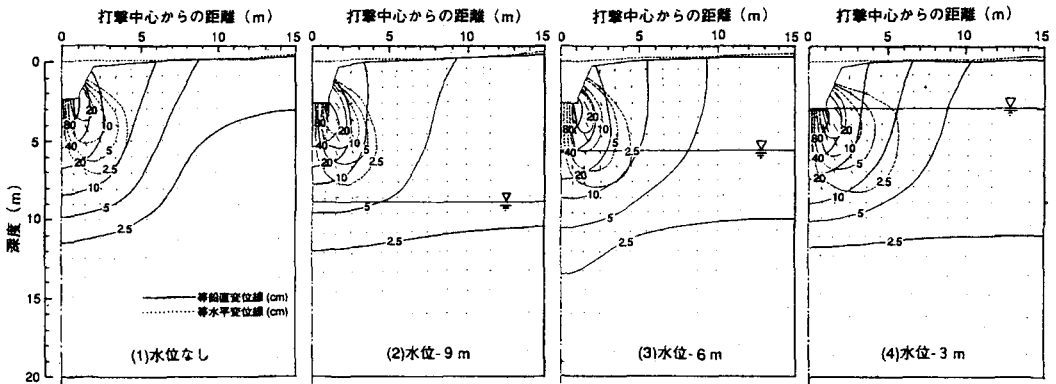


図-3 打撃終了後の地盤変形

まとめ 地下水位以下では、浮力によりせん断抵抗が小さいために土が変形しやすく、また衝撃の減衰が少なく、遠くまで伝播しやすいため、それだけ締り易いと考えられる一方、衝撃が間隙水圧に受け持たれ、特に透水性の低い土では、地下水位が大きなマイナス要因となる可能性が考えられる。しかし、今回の実験に用いた細粒をいくらか含む土では、地下水位の影響はあまり認められなかった。

- 参考文献**
- 1) 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、pp.2049-2052、1988
 - 2) Mikasa et al : Dynamic consolidation in centrifuge、12th ICSMFE、Vol1、pp.947-950、1989
 - 3) 大島、他：重錘落下締固め工法における打撃仕様と効果、第25回土質工学会、pp.1853-1856、1990
 - 4) 高田、他：重錘落下締固め工法の現場実験、第23回土質工学会、pp.2057-2060、1988