

III-B 35

地盤中に貫入される杭体の 振動特性評価のための計測事例

不動建設 正会員 坪井 英夫
元不動建設 元正会員 小川 充郎
大阪大学工学部 正会員 松井 保

1. まえがき

地盤中にケーシング等の杭体を振動貫入していく際の挙動について、従来、余り明確に議論されずに、実施工が行われている状況にある。地盤改良砂杭用ケーシングを貫入体とみなし、これに先端反力計と振動加速度計を装着し、地盤に貫入した時の計測システムを開発し、実地盤で実際に計測した事例を示す。特に貫入杭体振動特性を評価するため、杭体の支持状態と先端反力の状況を考察し、自由貫入状態における杭体の振動加速度と先端反力の関係を示した。

2. 貫入杭体の計測方法

地盤改良用ケーシングの先端部分に図-1に示すケーシング外径（480mm）と等しい薄厚の中空状の荷重計を装着し、貫入時刻毎のケーシングの軌跡、反力波形、加速度を計測した。データはすべてA-D変換し、デジタル化して記録した。

3. 振動杭体の支持状態と先端反力

振動機を装着した地盤改良用ケーシング杭は、貫入時、引き抜き時とも緩衝ばねを介してクレーンのワイヤーで吊り下げられている。ここでは、貫入時に起振機吊りの影響が全くない時を「自由貫入」、起振機吊りの影響が少しでも存在する時の貫入を「吊り貫入」もしくは「規制貫入」と呼ぶ。また、引き抜き時には、自重以上の引き抜き力が振動杭に加わり、振動挙動も大きく影響される。図-2は振動杭体の支持状態と先端反力の関係を示したものである。

振動杭を地表上で吊り上げ状態で起振すると、起振機の回転数が上がるのに応じて、緩衝ばねの共振点を越えて振幅および振動加速度がともに安定した値を示してアイドリング状態の(a)になる。地表面に接地して起振すると、地盤の支持力が接地圧より大きい時は、地盤の反発を

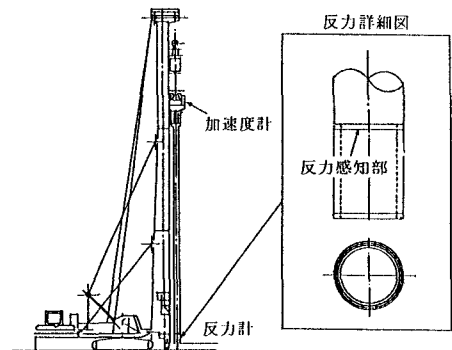
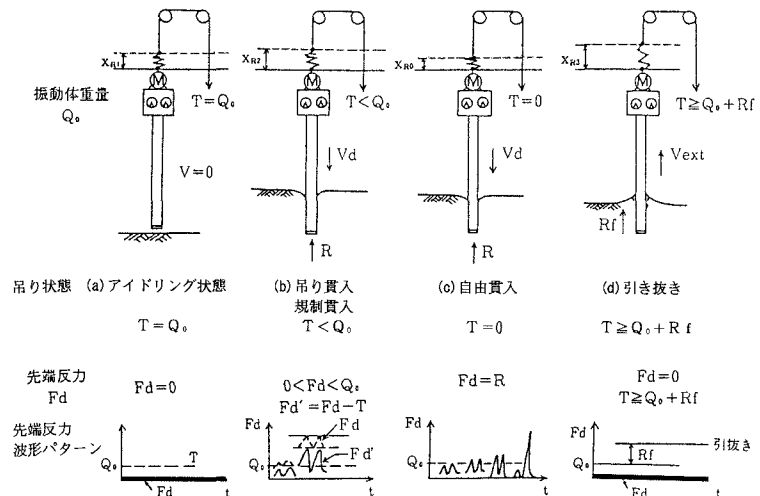


図-1 貫入杭体の計測位置



〔 F_d : 先端反力, Q_0 : 振動機重量, T : 吊り力, V : 杭体のみかけ速度
 V_d : 貫入速度, V_{ext} : 引き抜き速度, R : 先端抵抗, R_f : 側面抵抗, X_R : 振動変位 〕

図-2 振動杭体の支持状態と先端反力のパターン

受けて振動振幅が大きくなり、アイドリング時の振幅の2倍以上の跳躍を伴い、振動加速度も倍加し、同図(b)の状態になる。吊りワイヤーをゆるめると、振動杭が地中に貫入沈下を始める。先端抵抗（R）が先端反力（ F_d ）より小さいと、振動杭は自由に貫入沈下する。貫入速度が大きい時は規制貫入となる。引き抜き時には、自重と振動杭の地中側面の抵抗以上の引張力により振動杭は上方に引き上げられる。

砂地盤では一般に貫入抵抗が大きいので、貫入速度（ V_d ）も初期貫入速度（ V_0 ）よりも小さいから、規制貫入となる場合が少ない。一方、粘性土地盤では、支持力も小さく、貫入降下速度を規制するため、先端支持杭も小さくなり、振動加速度も変化して反力値が地盤の影響を受けるというよりも貫入時の速度に左右されることになる。

これらのことより、振動杭体の貫入時の振動特性を定量的に評価するには、図-2(c)に示す自由貫入時の先端反力に着目する必要がある。

以上より、自由貫入時の振動挙動に着目し、以下に計測事例を示す。

4. 先端反力と振動加速度の計測事例とその関係

図-3に示す砂質地盤中に貫入杭体を貫入させ、経過時間、貫入深度、貫入速度、振動加速度、消費電力をA-D変換器によってデジタル信号化し、キャリブレーションにより物理量に校正後、5 mm/s 毎にデータを記憶させ、一連の計測システムによって計測をした¹⁾。

図-4に先端閉端杭を小さい振動機（V-75）と大きい振動機（V-150）で貫入した時の先端反力（ F_d ）と振動加速度（ α ）の深度方向の分布図を示す。また、先端反力と振動加速度の関係を図-5に示す。この計測では、縦軸の先端反力は自由貫入時のピーク値の大きさを示し、横軸は対応する下向きの振動加速度ピーク値の関係をプロットしたものである。両者には線形関係があることが認められる。

5. まとめ

地盤中に振動杭を自由貫入するとき、砂質地盤においては、ピーク先端反力とピーク振動加速度は、線形関係にあることを示した。

謝辞：本論文は、著者の一人であり、志半ばにして1994年1月に急逝した小川充郎が1985年から1993年にかけて数々の現場計測結果を収集し、まとめていたデータを使用したものである。論文作成にあたり計測に協力された不動建設の各位に感謝する。

参考文献

- 1) 小川・坪井・松井：地盤中に貫入される杭体の振動挙動のパターン化，第31回地盤工学会研究発表会（投稿中），1996。

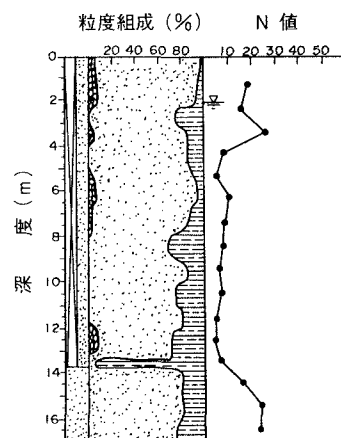


図-3 計測事例地点の土質柱状図

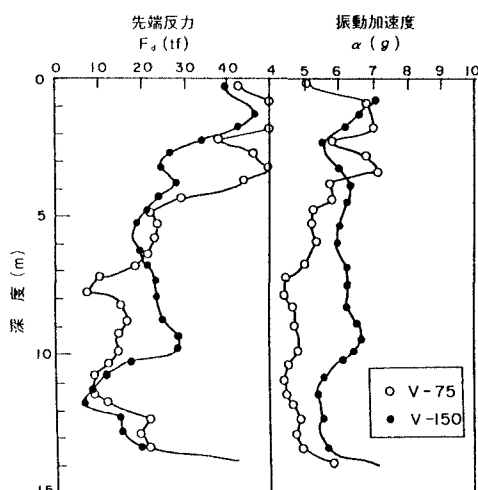


図-4 先端反力・振動加速度の振動分布

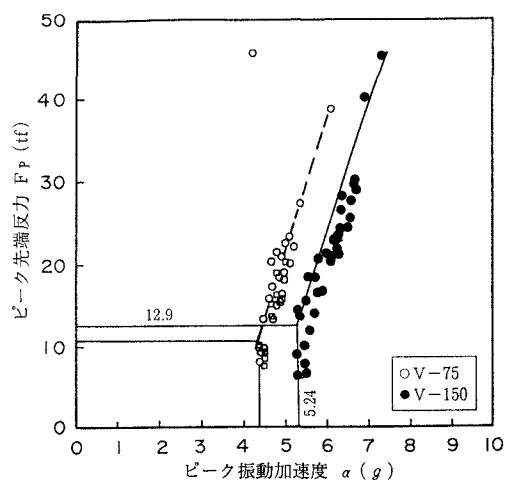


図-5 ピーク先端反力とピーク振動加速度の関係