

羽根付きロッドによる回転貫入時の地盤の締固め効果に関する研究

東京都市大学大学院 学生会員 ○小澤 茉莉
 東京都市大学 正会員 末政 直晃 田中 剛
 強化土エンジニアリング(株) 正会員 佐々木 隆光

1. はじめに

液状化対策工法の 1 つに静的締固め工法がある。この工法は、流動性の低いモルタルや砂などを圧入することで地盤の密度を増大する工法である。施工方法によっては、無振動・低騒音での施工や既設構造物の直下・直近での施工も可能である。その一方で、これらの工法の問題点として、施工時に地表面が隆起・沈下の恐れがあり、構造物に悪影響を及ぼす可能性が懸念されている。そこで本研究では、羽根付きロッドを用いて機械的に地盤の締固めを可能にする新たな繰返し締固め工法¹⁾の開発を目的とする。本報告では、模型地盤内に設置した土圧計により、貫入方法の違いによる水平圧力とその影響範囲について模型実験を実施した結果について述べる。

2. 実験概要

図-1 に本実験で使用した 4 種類の鋼製の模型ロッドを示す。ロッドIはロッド長 470mm, 直径 19mm のストレート形状である。ロッドII～IVの羽根の形状に関しては、羽根の取付け角度を考慮し、短形 38mm, 長径 57mm の楕円形状を採用し、厚さ 2mm とした。ここでは、羽根の開始点を前面とし、その裏側を背面、左右を側面と呼ぶ。ロッドIIにおいては、楕円形状の羽根を長径方向に 2 分割させたものを前後面ともにロッド先端から 2mm の位置に 30 度の角度で取付けた。ロッドIIIにおいては、羽根のピッチが 27.4mm となるように設置し背面において羽根は接合されている。ロッドIVは背面の位置において左右の羽根に 8.4mm の間隔を空け取付けられている。ロッドII～IVの羽根の開口幅の比率はIIIを 1 としたとき、IIは 0.5, IVでは 1.4 となっている。

図-2 に土圧計の設置位置を示す。模型地盤には、珪砂 6 号を直径 200mm, 高さ 450mm の土槽に相対密度が約 60%になるように空中落下法にて高さ 420mm の地盤を作製した。また、地表面から 170mm の深度に土圧計を 120 度間隔で土槽中心から 50mm(土圧計 1), 70mm(土圧計 2), 90mm(土圧計 3)の位置に設置した。

図-3 に貫入実験状況を示す。模型ロッドの貫入は、万能試験機を用い回転貫入を模擬するため、土槽下部に正逆回転の切替が可能なターンテーブルを設置した。なお、ロッドの貫入速度は、1 回転当たりの貫入量を s , 羽根のピッチを p とし、その比率を $s/p=1.00$ (ロッドI: 約 0.16mm/s, II～IV約 0.58mm/s)とした。 $s/p=1.00$ の場合においては、羽根のピッチと貫入量が一致するため周辺地盤の乱れが少なく貫入することが可能である。また、ロッドII～IVが同様な貫入速度に設定した理由は、羽根が半



図-1 羽根付きロッド

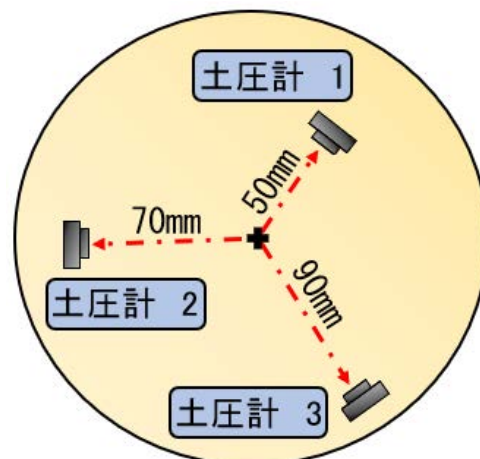


図-2 土圧計設置位置



図-3 貫入試験状況

キーワード 液状化 静的締固め工法 羽根付きロッド

〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 TEL : 03-5707-0104

分に切断され設置位置が異なるとしても、羽根が描く軌跡は同様であると考へた。なお、ターンテーブルの回転速度は正逆の回転ともに 47.24 秒/回とした。

3. 実験結果

図-4 にロッドの貫入量と土圧計 1 の水平圧力の関係を示す。ロッド貫入時の水平圧力は、土圧計の設置深度に近づくと大きくなる傾向にあり、羽根付きロッドは、ストレート形状よりも約 1.5 倍の水平圧力を生じさせている。また、羽根付きロッドに着目すると規則的な鋸歯状の波形が見られた。これはロッドが 1 回転に要する時間と一致した。

羽根付きロッドによる地盤の効率的な締め固め方法を確認するためにロッド先端を土圧計と同深度まで貫入させたあとに、その位置において連続的にロッドを正・逆回転させ水平土圧の変化を確認した。なお、正回転を 4 回転、逆回転を 4 回転させている。

図-5 にロッドIIIを用いて連続的に正回転させた時の水平圧力と回転回数との関係を、図-6 に連続的に逆回転させた時の水平圧力と回転回数との関係をそれぞれ示す。羽根の回転数は、羽根の開口部が土圧計 1 を通過した時点から再度、土圧計 1 を通過までを 1 回転としている。図-5 に着目すると、正回転時にはどの地点の土圧計も大きな水平圧力は生じておらず、回数を重ねる度に水平圧力の絶対値が低下する傾向であることがわかる。このことから羽根に対し正回転をすると、ロッド周辺の砂は羽根によって上方向に運搬する作用が生じ、締め固められた地盤が緩むため、回転数を重ねる度に水平圧力が低下したと考えられる。次に逆回転では、正回転時と比べるとかなり大きい水平圧力が生じ、回数を重ねる毎に水平圧力が増加する傾向が見られた。これらの結果から逆回転に羽根を回転させると、ロッド周辺の砂は羽根によって下方向に運搬する作用が生じ、運ばれた砂は羽根の底面を介して側方へ圧縮・締め固めが行われる。そのため、回数を重ねる度に水平圧力が増加すると考えられる。

形状の異なるロッドII, IVにおいても同様な実験を実施した。図-7 に連続的に逆回転した時の水平圧力と回転回数との関係を示す。土圧計 1 の水平圧力に着目すると、ロッドIIでは形状から片側の羽根で締め固めた地盤がもう片側の羽根により乱されたことが予想される。そのためロッドIIは他に比べて水平圧力が小さくなった。ロッドIII・IVでは開口部幅が長いロッドIVの方が水平圧力・鉛直荷重が共に大きくなる結果が得られた。このことから、開口部幅が長くなると羽根の底面による砂の運搬量が増えることが考えられる。しかし、ロッドIVのように羽根を 2 つに切り、開口部幅が長過ぎると、砂の運搬能力に支障が生じる可能性も考えられる。以上の実験結果より地盤内にロッドが貫入されている状態であってもロッドを逆回転させることで地盤の締め固め効果が得られることが示唆された。

<参考文献>

- 1) 虻川 恵大, 末政 直晃, 田中 剛, 田代 怜, 佐々木 隆光:羽根付き杭による繰返し締め固め工法の開発, 第49回土木学会関東支部発表会 III-13

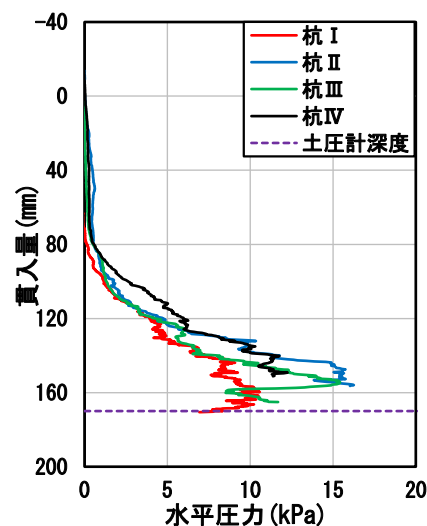


図-4 貫入量と土圧計 1 の水平圧力

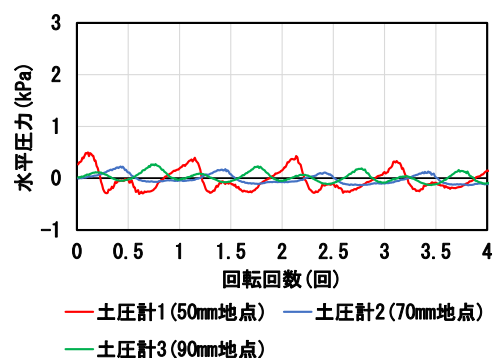


図-5 正回転時の水平圧力と回転回数

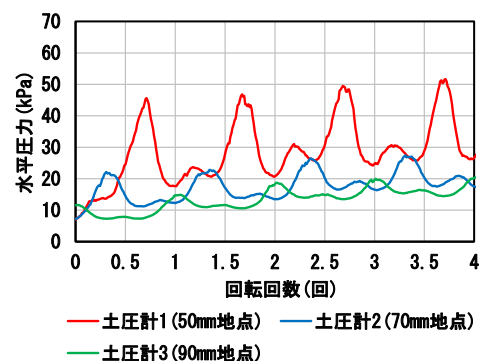


図-6 逆回転時の水平圧力と回転回数

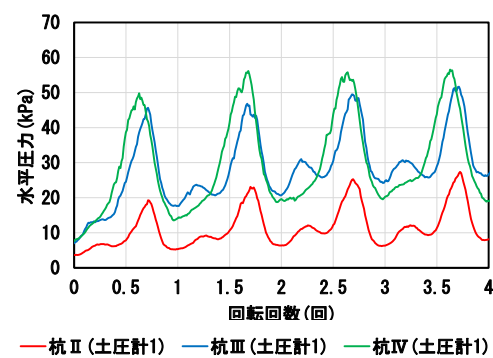


図-7 羽根形状の違いによる水平圧力