

静的締固め工法におけるゲルの圧入状況に関する模型実験

武蔵工業大学 学 土屋政人 正 末政直晃 学 荒井郁岳
 強化土エンジニアリング(株) フェロー 島田俊介 正 小山忠雄 佐々木隆光

1. はじめに

地盤を改良する工法として、締固め工法が多く用いられている。しかし、締固め工法は大型の機械を用いることが多いため、振動・騒音等の影響により既設構造物直下やその周辺で用いることは困難とされている。本研究では、静的締固め工法の一つとして提案されている可塑状ゲル圧入工法に着目した¹⁾。これは、可塑状のゲルを静的に圧入することでゲル周辺の地盤を締固め、密度が増大する工法である。また、静的に圧入できるため、既設構造物直下においても施工可能である。しかし、地盤内に圧入したときの地盤の締固め範囲や、締固め強度等が明確になっていない。本報告は、可塑状ゲルを模擬したグリスを地盤内に圧入し、土被り厚が地盤の変形形状を把握することにより、効果的な締め固め条件を検討する一助となるものである。

2. 実験概要

図 - 1 に、本実験に用いた実験装置を示す。また、実験ケースを表 - 1 に示す。実験装置は、土槽と圧入装置で構成されている。土槽は、鉄製で長軸 49.2cm、短軸 25cm、高さ 50cm の半楕円形状であり、グリスの圧入状況を調べるために、前面にはアクリル板を取付けている。グリスの吐出口は、土槽底面から 12.5cm に設置しており、グリスの圧入圧を計測するために、圧力計を設置している()。また、地盤内の土圧を計測するために、吐出口付近に圧力計を設置し(、)、吐出口から半径方向に 15、20、25cm の位置に圧力計を 3ヶ所設置した(、 、)。また、Case2 では、LVDT の代わりにレーザー変位計を用い、レーザー変位計をスライドさせることにより放射状に 5 測線地表面の変形、グリス圧入時の地盤の変形形状(10cc 圧入毎)を計測した。圧入装置は、モーター、タンク、変位計、スピードコントローラーで構成されており、スピードコントローラーを操作することにより、注入速度を変えることができる。模型地盤は表 - 1 に示す 2 ケースを作製し、試料には硅砂 7号($\rho_s=2.640\text{g/cm}^3$, $e_{\min}=1.006$, $e_{\max}=1.604$, $D_{60}=0.175$)を使用し、空中落下法により模型地盤を作製した。地盤の変形はアクリル面上に 1cm ピッチで格子状に設置したターゲットにより確認した。圧入実験では、注入速度を 8cc/min とし、グリスを 140cc(約 18 分)圧入した。地盤の変形形状は、グリスを 10cc 圧入するごとに写真を撮影することで確認した。

3. 実験結果

図 - 2 は、Case2 においてレーザー変位計によりグリスを圧入している際の地表面変位を測定したものを、アクリル面からの距離 - 地表面変位の関係として示す。グリスを 10cc 圧入した時点から徐々に地表面が隆起し、140cc 圧入した際には約 68mm の高さとなる局所的な盛り上がりが見られた。これは土被り厚が小さいため、このような顕著な隆起が生じたと考えられる。次に、グリス圧入後の地表面を立体的に把握するため、図 - 2 の結果を立体的に表した図 - 3 を示す。これは、X 軸をレーザー変位計により測定した幅、Y 軸をアクリル面からの距離、Z 軸を地表面変位とした立体図である。実験終了後の目視より一部分だけ顕著に隆起していることが確認できたため、本方法によってグリス圧入後の地表面が把握できると推察される。

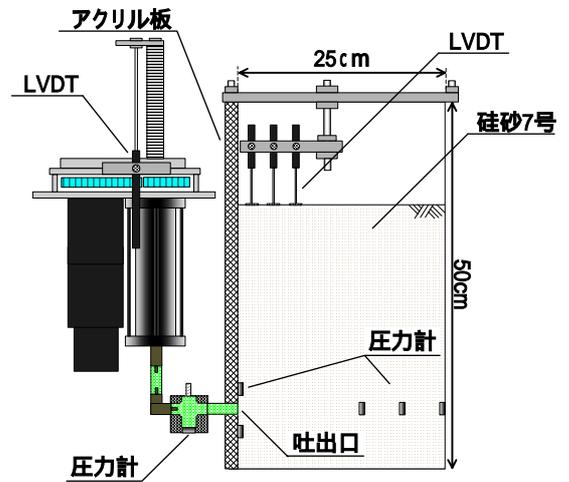


図 - 1 実験装置

表 - 1 実験ケース

	相対密度 D_r	土被り厚
Case1	60%	42.5cm
Case2	60%	22.5cm

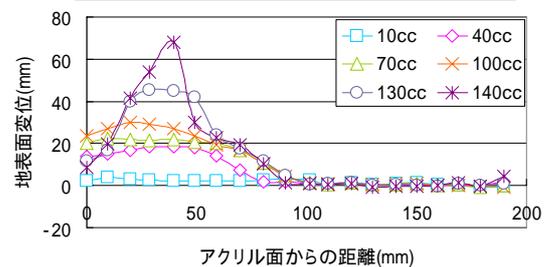


図 - 2 Case2 における
アクリル面からの距離 - 地表面変位

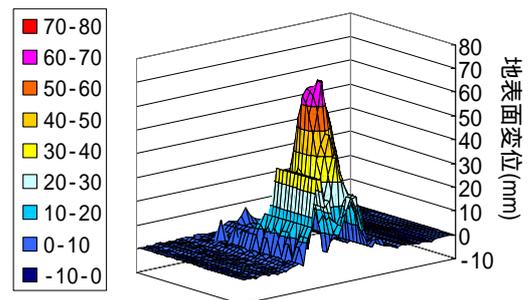


図 - 3 Case2 における地表面変位の立体図

キーワード：地盤改良、静的締固め、模型実験

連絡先：武蔵工業大学 都市基盤工学科 地盤環境工学研究室 TEL03-5707-2202

図 - 4 に、Case1 と 2 における圧入量 - 圧入圧の関係を示す。Case1 はグリスを圧入し始めてから、圧入圧は徐々に減少していき、約 480kPa から約 350kPa に下降した。その後、再び徐々に上昇していき、グリスを約 50cc 圧入した時点で、圧入圧が約 480kPa の最大値を示した。それ以降は、一定値に収束する傾向を示した。同様に、Case2 でも値は若干小さくなったものの同じような変動が確認できた。このような変動が起こった原因としては、グリスがシンプレックスチューブを介し、圧力計 を通って地盤内に圧入されることで、管路摩擦が発生した。そのため圧力が急増し、地盤内に吐出されると圧力が開放され、それぞれのケースで約 130kPa 下降したと考えられる。それ以降は、約 30cc まで一定の値に収束してから、グリスの圧入が進むことにより地盤内が締固められたため、圧力が増加し、元の圧力値に戻ったと考えられる。

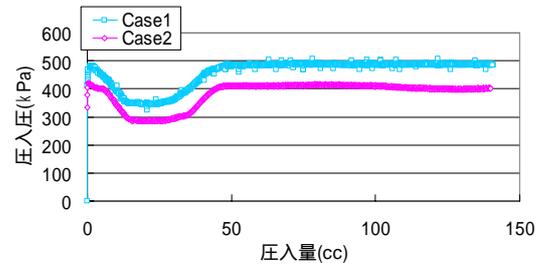


図 - 4 圧入量 - 圧入圧

図 - 5 に圧入量 - 土圧の関係を示す。なお、ここでの土圧は図 - 1 に示す吐出口付近に設置した圧力計である()。Case1 ではグリスが圧入されてから徐々に上昇し、グリスを 140cc 圧入した時点で Case1 は約 39kPa となった。Case2 では、グリスを約 70cc 圧入するまでは上昇する傾向を示し、土圧は約 7kPa になった。その後、グリスを約 100cc 圧入するまで下降して土圧は約 1.3kPa となり、それ以降土圧は再び上昇する傾向を示した。このような変動が起きたのは、土被り厚が低いためであり、グリスを約 70cc 圧入した際に地盤内からグリスが突出したことで圧力が開放され、約 100cc 圧入されるまで下降し、それ以降は、グリスの自重で土圧が上昇したと考えられる。

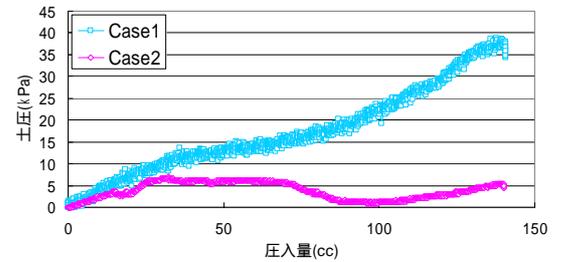


図 - 5 圧入量 - 土圧

図 - 6 に、Case2 における圧入量 - 土圧の関係を示す。なお、この土圧は地盤内に設置した圧力計である(、 、)。グリスを圧入してから圧力計 、 、 は顕著に変動し始め、それぞれ約 13cc 圧入した際に 2.6kPa、1.8kPa、0.4kPa となった。また、圧力計 については、グリスを 140cc 圧入しても約 0.001kPa となり、ほとんど土圧を受けなかった。いずれの圧力計においても土圧が上昇してからは、一定の値に収束する傾向を示した。Case2 において土圧が漸増しなかったのは、上載圧が小さいためにグリスが上方に移動して、水平方向に広がらなかったためである。このような場合には、圧入による締固め効果は期待できないといえる。

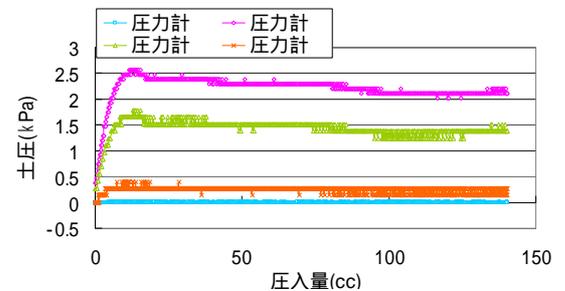
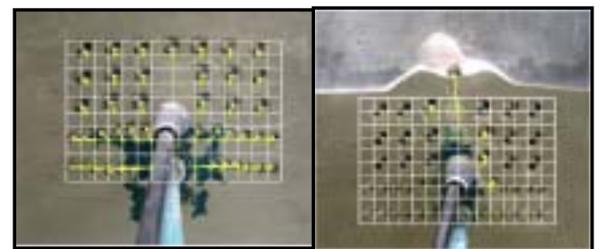


図 - 6 Case2 における圧入量 - 土圧

写真 - 1 に、グリスを 140cc 圧入した地盤内の变形形状を示す。なお、(A)はCase1、(B)はCase2における地盤内の变形形状である。Case1 では、吐出口を中心にターゲットが放射状に移動する傾向を示し、Case2 では水平方向には移動せずに、地表面方向だけに移動する様子が確認できた。これは、Case1 と 2 では土被り厚が違うことにより上載圧の大きさも異なることが原因であると考えられる。



(A) (B)
写真 - 1 地盤内の变形形状

表 - 2 に実験後のグリスの寸法を示す。Case1 は、圧入初期は側圧より上載圧の方が大きいため幅の長い長方形のような形状になり、Case2 は圧入初期の段階から上載圧が側圧より小さいため細長い棒状になっていることが確認できた。このことから、上載圧と側圧の大小関係がグリスの形状に影響を与えることがわかる。

表 - 2 実験後のグリスの寸法

	高さ	水平方向の長さ	幅
Case1	95mm	45mm	120mm
Case2	180mm	35mm	55mm

4. まとめ

静的締固め工法の一つである可塑状ゲル圧入工法に着目し、土被り厚がグリスの圧入状況や地表面に与える影響を検討するため、グリスを模型地盤に圧入した。その結果、土被り厚が小さいケースでは、グリスは水平方向へは圧入されずに地表面方向に広がり続ける傾向を示した。また、地表面変位ではグリスが圧入されてからすぐに隆起し、それ以降は局所的に変動する傾向を示した。これら地表面変位や圧入圧力の結果から、締固めに必要な適切な圧入量が把握できたと考えられる。

<参考文献>

1) 小山忠雄・島田俊介・佐々木隆光・常田賢一：可塑状ゲル圧入工法における圧入方式の違いが及ぼす影響、第 42 回地盤工学研究発表会、p.p.865-866、2007.7