先端にプレロードを与えた杭の支持力及び機構について

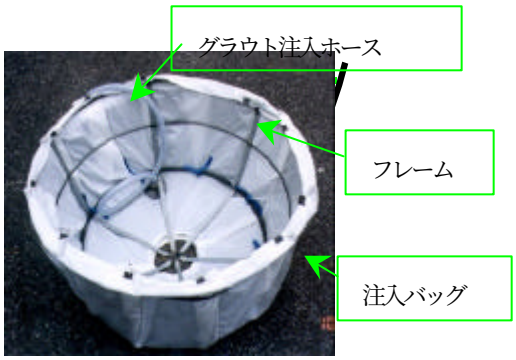
ＪＲ東日本　正会員　松尾　伸之
ＪＲ東日本　正会員　藤沢　一
ＪＲ東日本　正会員　森山　智明

１．はじめに

場所打ち杭は、施工時の地盤の乱れや応力開放、杭先端に堆積するスライム等により、打ち込み杭に比べて大きな沈下を生じる傾向がある。今回、場所打ち杭の沈下の減少を目的として、杭先端に注入バッグを設け、その中にセメントミルクを注入することで杭先端地盤にプレロードを与えた。その後、注入試験および杭の鉛直載荷試験を行った。注入状況や杭先端支持力について考察を行ったので報告する。

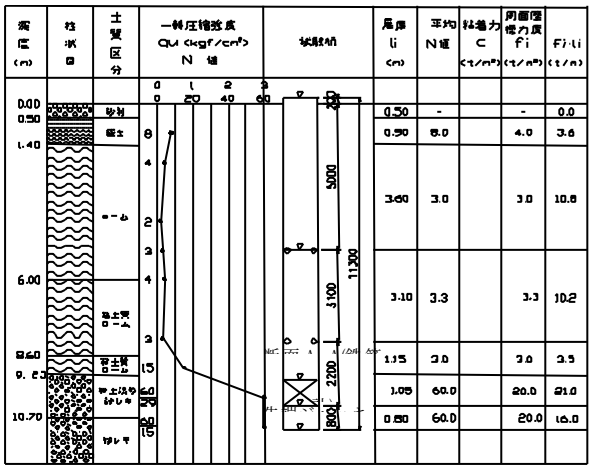
２．実験概要

試験杭先端の概要を図－１に示す。注入バッグは鉄筋かご先端に取り付けたフレームに固定し、孔底によって押し広げられ、孔断面全体に広がる構造とした。鉄筋かごを杭孔に沈設し、コンクリートを打設・硬化した後に、あらかじめ鉄筋かごに取り付けておいた注入ホースを用いて注入バッグにセメントミルクを注入し、袋を膨張させて杭先端地盤にプレロードを与えた。その際、杭先端において杭の鉄筋のひずみを測定した。注入材料はW/Cが60%のセメントミルクで早強セメントを用いた。注入時にセメントミルクからの過度の脱水による注入バッグ内の閉塞を防ぐため水中分離防止剤をセメント量の0.5%添加した。杭は杭径800mm、長さ11.5mの場所打ち杭（TBH工法）である。杭を施工した地盤の土質柱状図を図－２に示す。G.L.－９m程度まではN値３前後の関東ローム、その下はN値50以上の武蔵野礫層が堆積している。

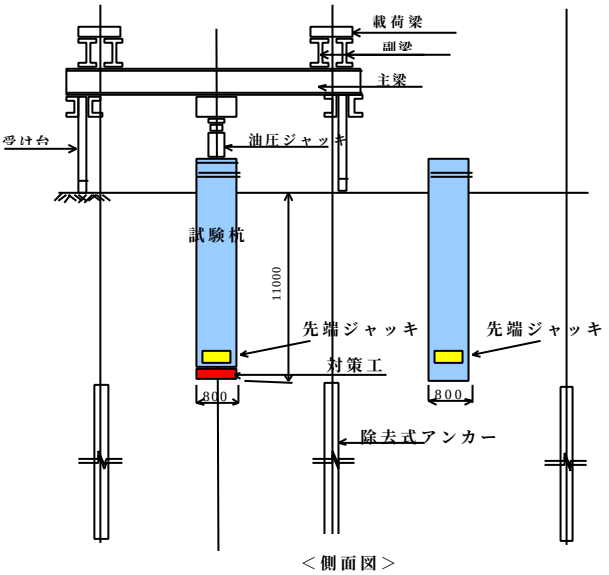


図－１　杭先端（注入バッグ）の概要

鉛直載荷試験の概要を図－３に示す。鉛直載荷試験は杭先端の荷重～沈下曲線を正確に把握するため、杭先端に設置した先端ジャッキによる相反載荷試験で行い、反力として周面摩擦が不足する分に対し、グランドアンカーを反力とした杭頭ジャッキによって載荷することとした。また、比較のため注入バッグを用いない無対策の杭についても鉛直載荷試験を行った。試験方法は、地盤工学会基準「杭の鉛直載荷試験方法・同解説」に基いた。



図－２　土質柱状図

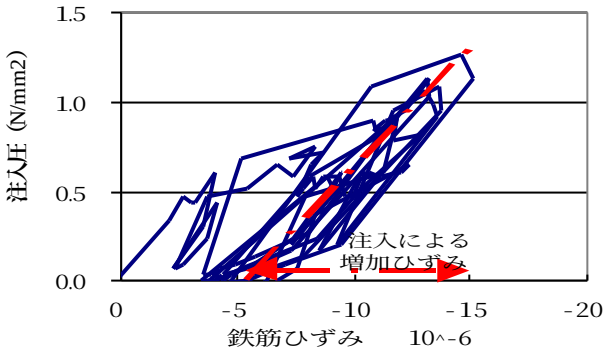


＜側面図＞

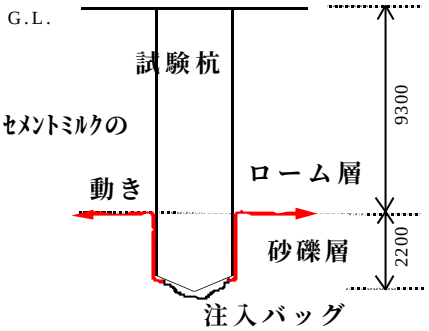
図－３　鉛直載荷試験概要

３．注入状況と注入結果

注入バッグへの注入圧力と杭先端から３mの位置に取り付けた鉄筋ひずみ（4 本の平均）の関係を図－４に示す。注入圧力は最大で 1.3N/mm² であり、注入圧力が上下しているのは単一のピストンによって注入しているためである。当初の計画では注入圧 2.5N/mm²（設計周面支持力 1200ｋN に対応）を加圧する予定であったが、650 ﾘｯﾄﾙ注入しても注入圧に大きな変化がみられないため、注入バッグからセメントミルクが漏れ出していると判断し、注入を中止した。杭断面積 0.503m² であるため杭先端における最大作用力は 650ｋN かかっていたと考えられる。硬化後に杭を掘り出した結果、注入圧力によって注入バッグが破れていた。注入バッグから漏れ出したセメントミルクは、杭側面を伝わり上昇し、ローム層と礫層の境の水平に広がっており、地盤の中で割裂注入していることが確認された（図－５）。なお、杭先端地盤には漏れ出したセメントミルクの浸透による地盤強化といった状況は見られなかった。



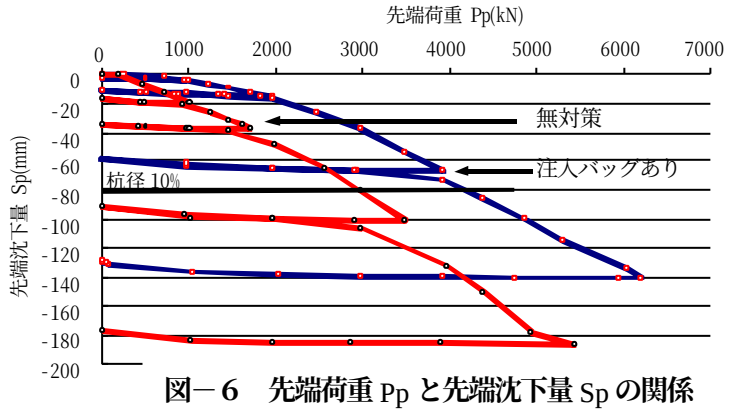
図－４　注入圧力－鉄筋ひずみ図



図－５　地盤の中への浸透状況

４．鉛直載荷試験結果

図－６に先端荷重 Ｐｐと先端沈下量 Ｓｐの関係を示す。注入バッグを取り付けた杭は、750ｋN までほとんど沈下が現れず、先端が 20mm変位する荷重は約 2100ｋN と無対策の杭に比べると 2.1 倍になっており、初期の沈下量を減少させている。注入圧の作用した荷重まではほとんど沈下が発生していないことから、杭先端の注入圧によって、スライムの圧縮、杭先端地盤のゆるみを改善したと想定できる。一方、地盤の杭径の 10%鉛直変位したときの荷重は 4400ｋN（8800ｋN/m²）と無対策に比べ 1.47 倍になっている。杭を掘り出した結果、注入バッグは杭径よりも側方へ大きくなっていなかった（図－７）。スライムについては杭底部で注入圧によって圧縮されていたり、杭の周面に回りこんで漏れ出したセメントミルクと混ざったりしており、注入圧によるプレロードをかけることで、取り残したスライムが弱点とならないことが確認された。



図－６　先端荷重 Pp と先端沈下量 Sp の関係

図－７　掘り出し後の注入バッグの状況

５．おわりに

・杭先端に注入バッグを取り付け、セメントミルクを注入することで杭先端の支持力性状が向上する。
・杭先端に注入圧力をかけてプレロードすることにより、注入圧力によって作用した荷重まではほとんど杭先端の沈下は発生せず、沈下が押さえられることが確認された。