

場所打ち杭先端地盤注入によるプレロードを与える場合の注入圧力管理について

○ J R 東日本 正会員 松尾 伸之
J R 東日本 正会員 藤沢 一

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沈下を生じやすい傾向がある。その対策として、杭先端地盤にプレロードする工法を開発した。あらかじめ杭の先端に高密度の袋（注入バッグ）を取り付け、杭体のコンクリートの打設・硬化後に、セメントミルクを袋の中に加圧注入することで、先端地盤にプレロードを与えて、場所打ち杭の沈下防止と支持力向上を期待する工法である。今回、新たに開発した本工法の施工事例をもとに、注入圧力によって杭先端部に発生した軸力について述べ、本工法の注入プレロードの施工管理について報告する。

2. 注入概要

図 - 1 に杭と注入システムの模式図を示す。注入作業は以下のとおりである。グラウトポンプを用いてセメントミルク（W/C=60%）を毎分 5 ℓ 程度で注入する。セメントミルクは杭の主鉄筋に沿って取り付けられた注入管に沿って、先端に取り付けられた注入バッグに通じ、反対側の排出側注入管から排出される。排出を確認してから、バルブ C を閉じる。これにより、杭先端部への加圧過程が始まる。セメントミルクの流量計、バルブ A、C に取り付けられている圧力計、杭先端付近に主鉄筋に取り付けた鉄筋計、注入による杭体の上昇量を杭頭変位計で経時的に測定する。杭の周面摩擦力を切らないようにするため、杭頭変位量を監視し、注入量、注入圧力を調整して先端地盤にプレロードを作用させる。

一定の注入圧力を保持したら、バルブ B、D を閉め、計器を撤去して注入を終了する。

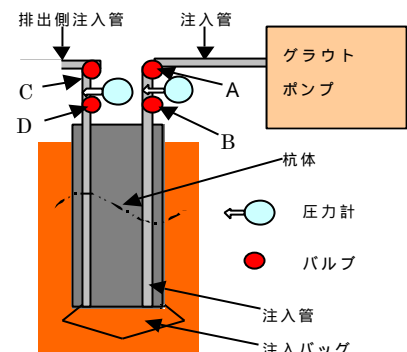


図 - 1 杭と注入システムの模式図

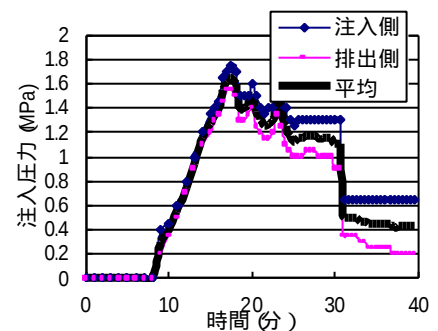


図 - 2 時間と注入圧力の関係

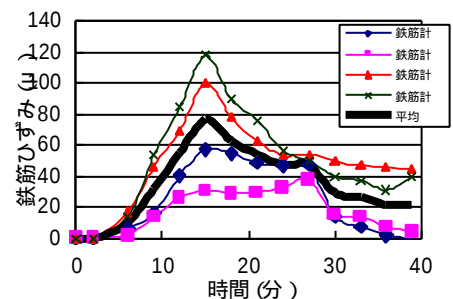


図 - 3 時間と鉄筋ひずみの関係

3. 注入結果

杭径 800mm、杭長 15m の杭の注入結果を図 - 2、3 に示す。

図 - 2 は注入圧力の経時変化、図 - 3 は鉄筋ひずみの経時変化である。鉄筋のひずみ計は杭先端から 500mm の位置に、4 箇所取り付けられている。注入開始 8 分頃に排出側からセメントミルクが排出されたためバルブを締め、注入側、排出側の圧力がともに上昇した。注入圧力が上昇すると鉄筋ひずみの値も上昇し、注入圧力が下がると鉄筋ひずみの値も下がる傾向が見られる。

注入は、1.5MPa の注入圧力を 10 分程度保持することにより、終了することにした。注入開始から 15～25 分の間に 10 分程度保持できたため注入を終了した。注入量は 131 リットル、杭頭での上向き変位量は、0.03mm であった。

キーワード 注入、プレロード、鉄筋ひずみ、軸力

連絡先 〒151 - 8512 渋谷区代々木 2 - 2 - 6 電話 03 - 3379 - 4353 FAX 03 - 3372 - 7980

注入終了後は、徐々に鉄筋ひずみの値が小さくなる。これは、注入によって加えた力が先端地盤へ逃げ、地盤が塑性化したと考えられる。注入した杭の鉛直支持力の向上は、載荷試験によって確認されている。1)

4．考察

鉄筋計を杭先端に取り付けた注入は、5 回行なった。地上の杭頭部の注入側と排出側の 2 箇所 で測定した圧力の平均を杭先端に作用している圧力として考え、杭先端に作用している注入圧から求まる軸力 P 1(最大注入圧力×杭断面積)と鉄筋計から求まる軸力 P との比較を行なった。鉄筋計の値から求まる軸力は、鉄筋計を杭先端付近に取り付けているため、杭先端に働く軸力と仮定した。計算に用いた諸数値と計算結果を表 - 1 に示す。表 - 1 の P が鉄筋ひずみから求めた軸力、P 1 が注入圧から求めた軸力である。横軸にひずみから求めた軸力 P、縦軸に注入圧力から求めた軸力 P 1 をとり、相関関係を表したグラフを図 - 5 に示す。相関関係をとってみると、R²=0.8215 となり、鉄筋ひずみから求まる軸力と注入圧力から求まる軸力は比較的良好な相関関係にある。また、P と P 1 の値を比較すると、全体的に P 1 の方が大きい傾向にある。この差は、杭先端から鉄筋計位置までの周面摩擦力と考えられる。

以上のことから、杭頭に取り付けた圧力計の平均値に面積を乗じることで、杭先端付近に作用したプレロード荷重を推測することができる。また、施工管理の面からは、杭頭で計測した注入圧力を計測することで、先端地盤にどの程度のプレロード荷重を作用させたかを知ることができる。

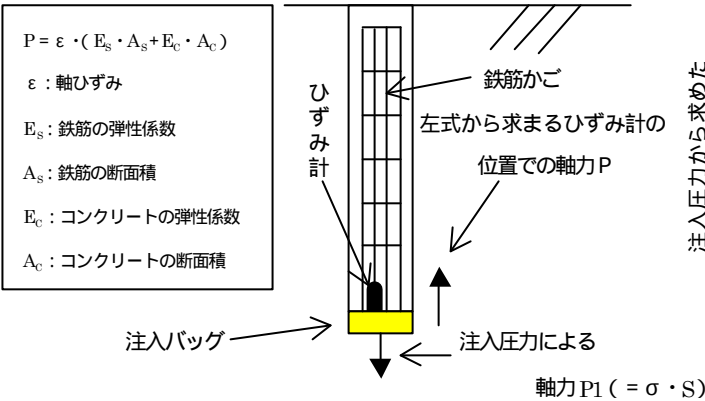


図 - 4 計算上の仮定と軸力の求め方

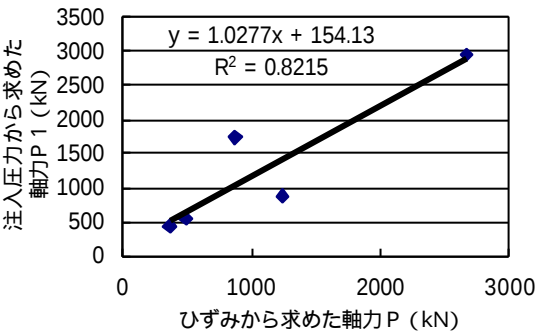


図 - 5 ひずみと注入圧力から求めた軸力の相関関係

表 - 1 計算に用いた諸数値

	杭 径	杭 長	最大 ひずみ (平均 値)	ひずみ計 杭先端 から	鉄筋		コンクリート		P	σ	P 1 = σ・S 最大発生 軸力
					弾性係数	断面積	弾性係数	断面積			
	m	m	μ	m	N/mm ²	m ²	N/mm ²	m ²	KN	MPa	kN
施工箇所 A	1.2	10.0	12	0.85	2.0×10 ⁵	7.60×10 ⁻³	3.5×10 ⁴	1.12	489	49	549
施工箇所 B	1.2	10.0	9	0.85	2.0×10 ⁵	7.60×10 ⁻³	3.5×10 ⁴	1.12	368	39	437
施工箇所 C	1.5	32.5	52	0.85	2.0×10 ⁵	8.66×10 ⁻³	2.8×10 ⁴	1.77	2667	167	2956
施工箇所 D	1.5	32.5	17	0.85	2.0×10 ⁵	8.66×10 ⁻³	2.8×10 ⁴	1.77	872	98	1735
施工箇所 E	0.8	15.0	75	0.5	2.0×10 ⁵	4.66×10 ⁻³	3.1×10 ⁴	0.50	1238	176	884

5．まとめ

杭頭で測定した注入圧力と同等の値が杭先端地盤にプレロードとして作用する。それは、プレロードの地盤反力として杭体に発生する鉄筋ひずみで確認できる。故に杭頭で測定する注入側と排出側の圧力の平均値を計測管理することで、所定のプレロードを得ることが可能である。

参考文献 1) 松尾、藤沢、佐藤 礫地盤における先端にプレロードを与えた杭の支持力性状 第 36 回地盤工学研究発表会