

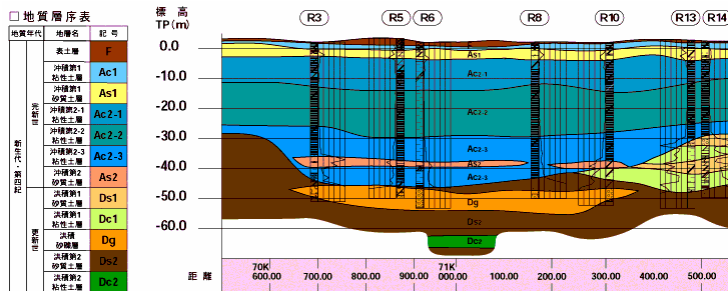
杭先端に取付けた袋体の加圧注入時の挙動について

J R 東日本 東京工事事務所 正会員 ○野中 信一

J R 東日本 東京工事事務所 正会員 松尾 伸之

1. はじめに

場所打ち杭は、施工時の地盤の乱れや応力解放、杭先端に堆積するスライム等により、打込み杭に比べて沈下を生じやすい傾向がある。そこで沈下の抑制と杭先端支持力を向上させるために、杭先端地盤にプレロードを行う工法を開発した。あらかじめ鉄筋かごの杭先端に高密度の袋（注入バッグ）を取り付け、杭体のコンクリートの打ち込み・硬化後、地上から杭体内に設置された注入管を通じてセメントミルクを注入バッグに加圧注入することで、掘削時に緩められた杭先端地盤にプレロードを与える工法である。本工法の特徴から、軟弱地盤で杭先端支持力に支持力の多くを依存するような杭に対して有効である。今回、約30mの軟弱地盤を有する箇所に、長さ51m、 $\phi 1300$ の場所打ち杭の施工を行った。



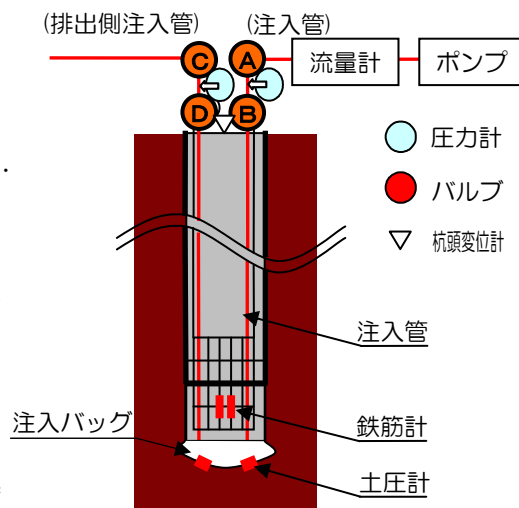
図－1 武蔵野線南越谷・吉川間高架化工事箇所柱状図

杭長が長いため、杭先端部の注入バッグの中に土圧計、杭先端付近の主鉄筋に鉄筋計を取り付け、注入時の杭先端部の圧力の経時変化の測定を行い、計測結果から、長い杭におけるセメントミルクの加圧注入による杭先端部の挙動について考察を行う。

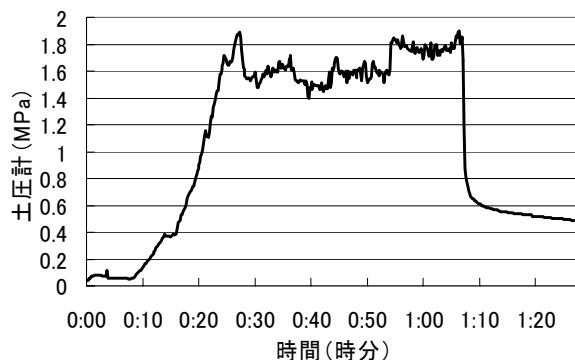
2. 施工概要

今回施工を行ったのは、武蔵野線南越谷・吉川間高架化工事におけるラーメン高架橋の杭基礎である。施工区域は極度の軟弱地盤である（図－1）とともに、高架橋の施工後、区画整理に伴う盛土が計画されている。杭には盛土に伴って起こる圧密沈下によるネガティブフリクションが作用すると考えられるため、杭全長のうち軟弱層にあたる部分是对策を施した杭を使用した。その結果、先端支持力に支持力の多くを依存する杭となっている。

図－2に杭と注入システムの模式図を示す。計測概要は以下の通りである。グラウトポンプを用いてセメントミルク（W/C=60%）を毎分50程度の速度で注入する。セメントミルクは杭の主鉄筋に沿って取付けられた注入管を通して、先端に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。排出が確認されると、バルブCを閉じる。これによって、杭先端部への加圧が始まる。杭の周面摩擦力を切らないようにするために、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。杭頭2つの圧力計で平均1.5MPaを10分間保持したら、バルブB、Dを閉めて注入を終了する。



図－2 杭の計測概要図



図－3 時間－土圧計（R8-7：杭先端）

キーワード 杭、プレロード、軸力

連絡先 〒151-8512 東京都渋谷区代々木2丁目2-6 東京工事事務所 工事管理室 TEL:03-3379-4353

3. 計測結果

今回計測した結果を図－3に示す．図－3は杭先端部の2つの土圧計の平均値の経時変化である．注入開始とともに土圧計の値が上がり 30 分程で 1.5MPa に達している．しかし，杭頭部の圧力値が注入時の管理値の 1.5MPa に達しなかったため，さらに注入を続けた．注入から 1 時間後に杭頭部の 2 つの圧力計の値が平均 1.5MPa に達したため，その後 10 分程度保持して注入を終了した．その際，注入バッグに取付けた土圧計では 1.8MPa 程度の値になっている．なお，施工に伴う杭頭部の上向きの変位量は 0.7mm であった．また，注入バッグの中に充填されたセメントミルクは 361ℓ であった．

4. 考察

今回の計測データをもとに杭先端部の軸力を求めた．杭頭部で測定した圧力計の値は，杭先端に作用している圧力として考え，その注入圧から求まる軸力を式－1 より求めた．また，鉄筋計の値から求まる軸力は，鉄筋計を杭先端付近に取付けているため杭先端に働く軸力 Q （式－2）と仮定した．なお，計算に用いた諸数値と計算結果を表－1 に示す．

横軸に鉄筋計から求めた軸力 Q，縦軸に土圧計から求めた軸力 P をとり相関関係を表した（図－4）．なお，グラフには別の箇所にて得たデータも合せて関係をみた．

その結果，軸力 P，Q は比較的良好な相関関係にあるが，全体的に P > Q の傾向である．これは，ひずみ計の位置が杭先端部より 1m 程度上部に位置しているため，注入バッグとひずみ計の間の杭の周面摩擦力が影響しているためと考えられる．

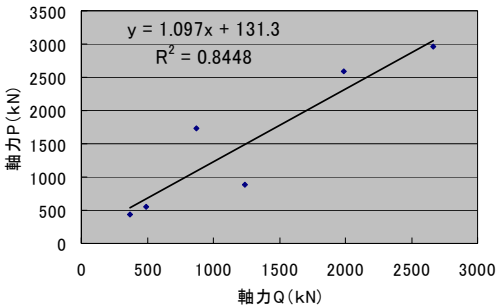
また，表－1 より杭頭部での圧力計の値と杭先端部に取付けた土圧計の値は，先端部の方が若干小さいがほぼ近い値であった．そのため，杭頭部における圧力計の平均値により，杭先端にかかる圧力の挙動を把握することができる．

$$P = \sigma \cdot A \qquad \cdots \text{（式－1）}$$

σ：圧力計（杭頭）による計測値
A：杭の断面積

$$Q = \varepsilon (E_s \cdot A_s + E_c \cdot A_c) \qquad \cdots \text{（式－2）}$$

ε：軸ひずみ
Es：鉄筋の弾性係数
As：鉄筋の断面積
Ec：コンクリートの弾性係数
Ac：コンクリートの断面積



図－4 軸力 P－Q の相関関係

表－1 計算に用いた諸数値と計算結果

	杭径	杭長	ひずみ		鉄筋		コンクリート		Q	σ		P
					弾性係数	断面積	弾性係数	断面積	ひずみ計の位置の軸力	最大注入圧力 (杭頭)		最大発生軸力
			MAX	2週間後								
	m	m	μ		N/mm ²	m ²	N/mm ²	m ²	kN	MPa		kN
R8-7	1.3	51.0	51	11	2.0×10 ⁵	2.87×10 ⁻³	2.8×10 ⁴	1.32	1988	1.95	(土圧計) 1.87	2588
A	1.2	10.0	12 (MAX)		2.0×10 ⁵	7.60×10 ⁻³	3.5×10 ⁴	1.12	489	0.49		549
B	1.2	10.0	9 (MAX)		2.0×10 ⁵	7.60×10 ⁻³	3.5×10 ⁴	1.12	368	0.39		437
C	1.5	32.5	52 (MAX)		2.0×10 ⁵	8.66×10 ⁻³	2.8×10 ⁴	1.77	2667	1.67		2956
D	1.5	32.5	17 (MAX)		2.0×10 ⁵	8.66×10 ⁻³	2.8×10 ⁴	1.77	872	0.98		1735
E	0.8	15.0	75 (MAX)		2.0×10 ⁵	4.66×10 ⁻³	3.1×10 ⁴	0.50	1238	1.76		884

(■): 既存のデータ

5. まとめ

今回は、杭としては長い51mの場所打ち杭において先端プレロードによる杭先端部の挙動の計測を行った．その結果，杭長の長短によらず注入によって杭先端部で十分にプレロードが作用していることが確認できた．また，今回は1本の杭でしか土圧計による計測を行わなかったが，今後，また別の杭においても同様の計測を行い，データを収集していきたいと考えている．

参考文献

- ・松尾，藤沢 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
平成 14 年度土木学会全国大会第 57 回年次学術講演会
- ・先端プレロード場所打ち杭設計・施工の手引き 東日本旅客鉄道株式会社 2002 年 9 月