

钻孔灌注桩经后压浆后的工程特性研究

程瑞超

邢台市建筑设计研究院有限公司

摘要: 本文通过两根工程桩试验, 研究对比了经后压浆处理前后工程桩的承载力特性。验证了工程桩身轴力都随桩深度增加而降低这一规律; 同时得出后压浆技术处理过的灌注桩承载力可提高60%; 用双曲函数对桩身各段平均桩侧摩阻力与桩土相对位移曲线进行拟合, 比较了在极限位移为30mm时桩身各段侧摩阻力情况, 结果指出桩侧摩阻力最高可提高50%。

关键词: 钻孔灌注桩; 后压浆; 承载力; 桩侧阻力

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-627X.2022.10.193

一、后压浆承载力试验及分析

(1) 工程地质概况

在桩长范围内土层分布:

第①层: 素填土, 黄褐色, 主要成分为粉质黏土, 平均厚度2.87m。

第②层: 杂填土, 杂色, 主要为碎石土回填平均厚度6.12m。

第③层: 黄土状粉土, 褐黄色, 稍密, 稍湿, 平均厚度1.12m。

第④层: 卵石, 杂色, 不均匀, 稍密, 平均厚度3.87m。

第⑤层: 粉质黏土, 棕褐色, 可塑~硬塑, 平均厚度2.25m。

第⑥层: 粉砂, 褐黄和棕黄色为主, 稍湿, 中密~密实, 平均厚度2.23m。

第⑦层: 卵石, 杂色, 不均匀, 稍密, 平均厚度5.14m。

第⑧层: 粉质黏土, 棕红色, 可塑~硬塑, 平均厚度3.1m。

第⑨层: 细砂, 褐黄色, 密实, 饱和, 杂质较纯净, 级配一般, 平均厚度5.55m。

第⑩层: 粉质黏土, 棕褐色, 可塑~硬塑, 平均厚度3.26m。

第⑪层: 细砂, 中密~密实, 饱和, 平均厚度4.66m。

第⑫层: 粉质黏土, 棕红色, 硬塑~坚硬, 平均厚度3.42m。

(2) 试桩概况及现场试验

1) 试桩

两根试桩长度都为30米, 桩径800mm, 进入第9层粉质黏土, 混凝土强度等级为C35。其中SZ1桩采用后压浆技术, SZ2桩为普通桩。2根静载试验桩均进行桩身内力测试, 按层分布埋设钢筋应力计, 每根桩选择7个截面, 分别为桩顶下-2m、-7m、-15m、-18m、-23m、-26m

和-29m。

2) 现场试验

单桩竖向抗压静载试验采用慢速维持荷载法, 试验装置为锚桩横梁反力装置, 以试桩为中心均布的4根工程桩作为锚桩, 用4只对称的位移计量测桩顶沉降。试验终止条件为:

I 试验桩加载已达到极限荷载;

II 试验至试桩破坏的锚桩上拔力不得大于4650kN, 上拔位移量不得大于20mm, 超过上述指标中的任一项时停止试验。

SZ1试验桩加载到19500kN, 锚桩的荷载达到4875kN, 超过规定的4650kN, 并且锚桩的上拔量也达到20mm, 终止试验, 此时桩身最大沉降量为21.66mm; SZ2试验桩加载至14400kN, 已接近极限荷载, 并且锚桩的上拔量也达到20mm, 终止试验, 此时桩身最大沉降量为32.44mm。整理后得到2根试桩的Q-s曲线:

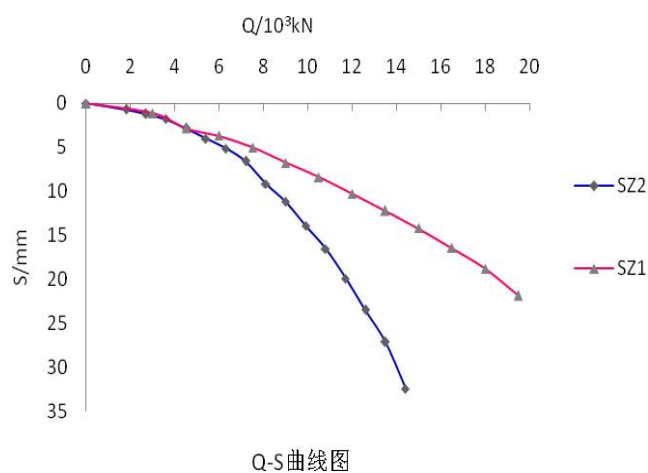


图1 桩顶荷载Q与沉降量s关系曲线

(3) 测试结果分析

1) 单桩承载力特性分析

由Q-S曲线图可以看出, 所加荷载小于4500kN时两条曲线有一段几乎重合, 这是因为在加载初期荷载较小

的情况下SZ1桩注浆效果还没有发挥出来。当上部荷载大于4500kN时，两条曲线开始分离开来，并且经过后注浆处理的SZ1桩Q-S曲线斜率缓于SZ2桩，由此可以认为随上部荷载增加注浆效果逐渐显现出来。

由于两根桩都没有加载到极限荷载，因此不能直接用极限荷载来评价后压浆效果，采用沉降量相同时的承载力来进行对比。

SZ1桩在最后一级荷载19500kN下的沉降量为21.66mm，对应SZ2普通桩沉降21.660mm的荷载12192.3kN，SZ1桩与SZ2桩的荷载比值为1.60，即经过后压浆处理后桩承载力提高了60%。

2) 桩身轴力特性分析

通过在试桩不同深度处理置钢筋计，可以得到在不同荷载作用下桩身轴力分布图，见图2、3。

由轴力分布图知，无论是否经过后注浆处理，轴力随深度增加而逐渐减小，即竖向荷载在传递过程中，被各土层所产生的摩阻力逐步抵消。两图的区别在于轴力曲线斜率，轴力曲线斜率反映了桩侧摩阻力的大小，斜率越小，层面间轴力差就越大，桩侧摩阻力就越大。对比两根桩最后一级荷载下的桩身分布图可以看出SZ1桩轴力曲线斜率较小，表明注浆后桩身侧摩阻力比未注浆要高。

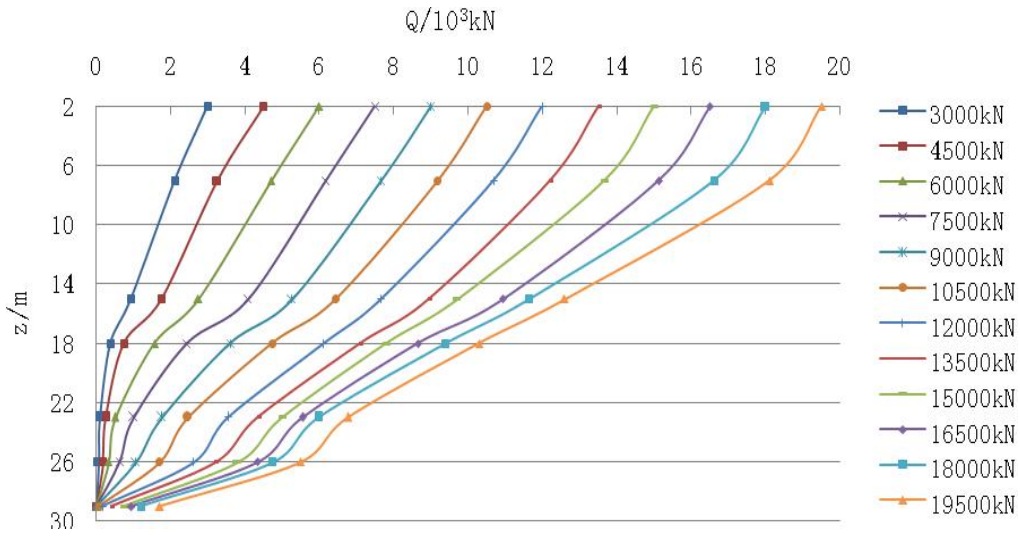


图2 SZ1桩桩身截面轴力分布图

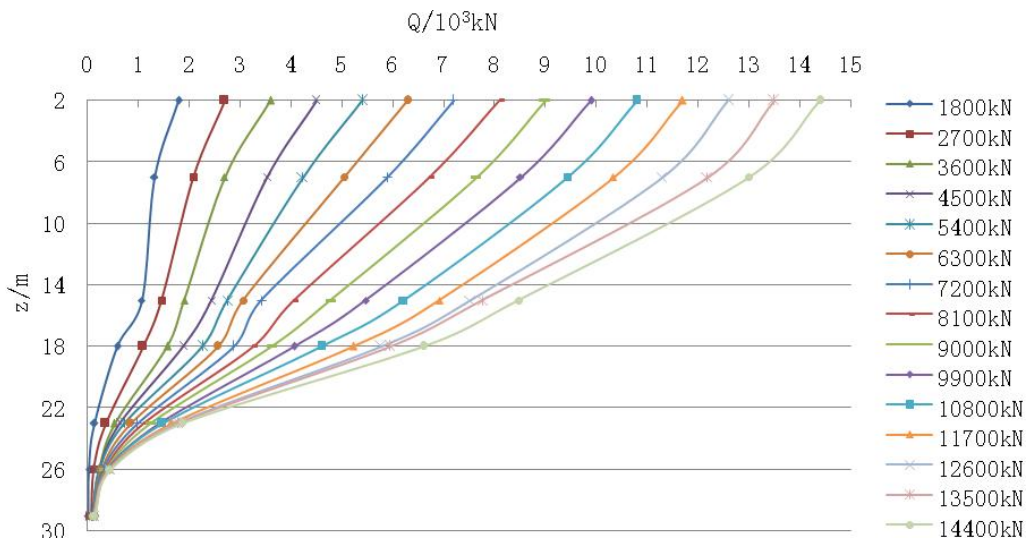


图3 SZ2桩桩身截面轴力分布图

3) 桩身各段侧摩阻力分析

由于压浆后桩土截面的作用条件大幅度改善，桩顶

荷载沿深度方向衰减速度加快，越往下桩的弹性压缩量越小，桩土相对位移较小，桩侧摩阻力很少发挥，由于

桩土相对位移不同，很难反映出后压浆效果，因此本文采用双曲线函数 $\tau(z) = \frac{AS(z)}{B+S(z)}$ 对桩身各段摩阻力与相对位移关系进行拟合。拟合后的曲线见图4，本文取桩土相对位移极限为30mm时的桩侧各段摩阻力进行加固效果对比，对比数据见表1。

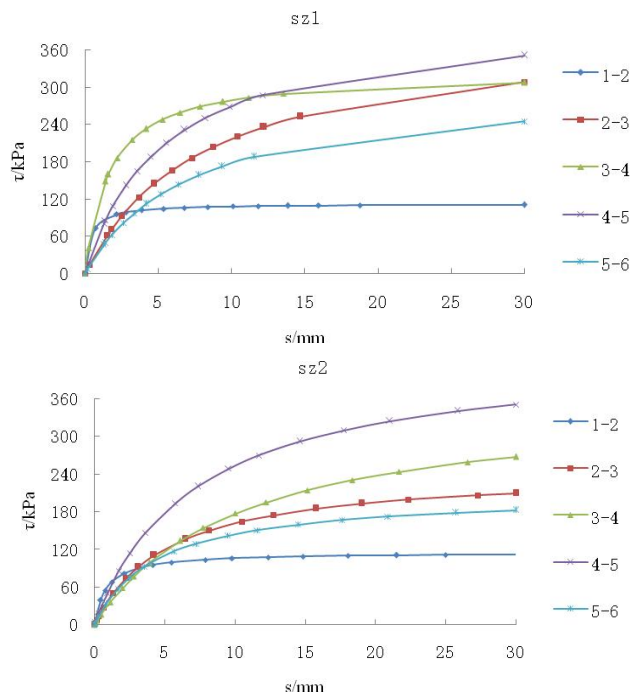


图4 各桩段摩阻力与相对位移关系拟合曲线

表1 各桩段摩阻力极限值

序号	桩段	桩侧摩阻力/kPa		提高幅度/%
		Sz1	Sz2	
1	1-2	111	110	1
2	2-3	308	206	50
3	3-4	307	259	19
4	4-5	351	340	4
5	5-6	245	178	38

由表1可以看出经过后压浆处理后桩身各段的侧摩阻力都有不同程度的提高，在本工程所在场地条件下，桩身中上部和下部桩侧摩阻力提高最大，分别提高50%和38%。

二、结语

本文在2根试桩静载试验的基础上，针对现场静载实测数据进行整理、分析研究，得出了如下结论，可

为今后研究钻孔灌注桩的承载力特性提供重要的工程参考。

(1) 本工程所在区域的钻孔灌注桩经过后压浆处理后，灌注桩承载力相比较普通灌注桩提高了60%。

(2) 从对桩身轴力分析可以看出无论是否经过后注浆处理，轴力随深度增加而逐渐减小，即竖向荷载在传递过程中，被各土层所产生的摩阻力逐步抵消。

(3) 经过后压浆处理后灌注桩桩身各段平均侧摩阻力相比普通桩桩身平均侧摩阻力有所提高，对于本试验来说桩身侧摩阻力最高可提高50%。

参考文献

- [1] 刘金砺, 祝经成. 泥浆护壁灌注桩后压浆技术及其应用[J]. 建筑科学, 1996, (2).
- [2] 刘金砺. 桩基础设计与计算[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1994.
- [3] 黄生根, 张晓炜, 曹辉. 后压浆钻孔灌注桩的荷载传递机理研究[J]. 岩土力学, 2002, (2).
- [4] 秦月, 孟庆山, 汪稔, 朱长歧; 钙质砂地基单桩承载特性模型试验研究[J]. 岩土力学, 2015.
- [5] 郑爱荣, 肖太平, 诸葛爱军, 陈举; 桩端桩侧后注浆灌注桩竖向承载性能有限元分析[J]. 中国港湾建设, 2011.
- [6] 赵春风, 鲁嘉, 孙其超, 诸茗, 李尚飞; 大直径深长钻孔灌注桩分层荷载传递特性试验研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2009.

