

文章编号:1673-9469(2008)03-0061-03

桩锚支护中锚杆内力分布的现场试验

刘春晓,贾志刚

(河北工程大学 土木工程学院,河北 邯郸 056038)

摘要:本文以邯郸某桩锚支护中锚杆的实测应变值为基础,推导锚杆轴力分布及侧摩阻力分布规律。研究表明:锚杆的轴力沿锚固段递减,在自由段存在最大值且变化幅度小,随着时间的推移而增加;锚杆的侧摩阻力在锚固段递增,在自由段值很小且基本不变,整体呈不均匀分布,且随着灌浆所形成的水泥土强度和基坑变形的增加而增加。

关键词:锚杆;轴力分布;侧摩阻力

中图分类号:U455.7

文献标识码:A

The distributed of anchor intenal force in PARS on site test

LIU Chun-xiao, JIA Zhi-gang

(College of Civil Engineering, Hebei University of Engineering, Handan 056038, China)

Abstract: The distribution rule of axis force and friction is studied basing on the stress values by test of anchor in PARS in Handan. The results show that the axis force of anchor along the anchoring is descending and there is a maximum moreover the range of variation small in the free-field and the changes along with time; the friction of anchor is increase along the anchoring and tinily along the free-field moreover immutability, the distribution in the large is uneven, the deformation of foundation pit and the friction of anchor increase along with the intensity of cement-treated soil.

Key words: anchor; the distributed of axis force; friction

桩锚支护在我国基坑支护中应用日益广泛,但对锚杆的内力分布研究还不够,尤其是侧摩阻力的研究尤为不足。根据不同的分析方法,得出的锚杆内力分布规律不尽相同,尤春安^[1]认为锚杆剪应力在孔口处最大,锚杆轴力在孔口处为零;王明恕^[2]等人认为锚杆剪应力在中性点处为零,轴力在中性点处最大;现行的锚杆规范^[3]认为摩阻力沿锚杆均匀分布;张季如、唐保付^[4]等人认为锚固体与锚杆周围土体之间的剪力与剪切位移呈线性关系等,所以对于锚杆的内力分析没有一个统一的理论依据,可见锚杆理论还不成熟,有待于深入地研究。本文以邯郸某桩锚支护中锚杆的应变实测资料为依据,分析锚杆的轴力和侧摩阻力随长度及时间的分布,从而为设计提供一些参考。

1 工程概况

邯郸市某工程位于邯郸市陵园路北侧,西临邯山南大街,建筑面积 22 849m²,地上 24 层,地下 1 层,框架剪力墙结构。该工程基础埋深 5m,实际基坑开挖深度为 4.75m。

据现场勘查,该工程北侧邻邯山区实验小学教学楼(4 层砖混结构),东侧有一邯山区政府 2 层房屋,西侧邯山街对面有自来水管网,南侧距坑边 7.5m 左右有光缆通过,预计埋深 1.5m 左右。根据《建筑基坑支护技术规程》(JGJ120-99)^[5],东、西、南三侧为三级基坑侧壁,为降低造价,采用土钉墙支护方案,北侧为一级基坑侧壁,采用排桩+锚杆支护方式。

计算所采用的各土层物理指标见表 1。

收稿日期:2008-05-27

作者简介:刘春晓(1984-),男,河北张家口人,硕士研究生,从事结构工程的研究。

表 1 土的物理力学性质指标

Tab.1 The nature index of physics mechanics of soil

层号	土的名称	w(%)	γ (kN/m ³)	e	w _L (%)	w _p (%)	a ₁₋₂ (MPa ⁻¹)	f _k (kPa)
2	素填土	21.3	19	0.750	28.3	18.2	0.385	90
3	粉土	23.6	19.2	0.756	27.1	17.7	0.399	100
4	粉土	26.1	19.2	0.817	27.6	17.9	0.351	90
5	粉质粘土	25.0	19.4	0.761	28.7	18.1	0.363	100
6	粉质粘土	20.8	19.9	0.678	28.2	18.0	0.321	140

根据《建筑基坑支护技术规程》(JGJ120-99)^[5]北侧基坑排桩支护的设计方案为:支护桩桩长取 $l = 11\text{m}$, 桩直径 $d = 800\text{mm}$, 在距离桩顶 1m 处设置一道锚杆支撑, 锚杆水平间距取 $S = 1300\text{mm}$, 钻孔直径 $d = 150\text{mm}$, 锚杆倾角 $\theta = 15^\circ$, 锚杆自由段为 5m , 锚固段为 7m , 总长取 $l = 12\text{m}$, 锚杆钢筋选 $1\Phi 20$, 腰梁选两根槽钢 12.6 并列。

2 试验方案

桩锚支护中锚杆长 12m , 采取粘贴应变片的方式测试, 沿钢筋每 0.5m 粘贴一片应变片, 共粘贴了 24 片。应变片采取绝缘防水措施, 采用绝缘胶布粘贴在导线, 以起到与钢筋绝缘的作用, 采用 704 胶和环氧树脂起到防水作用。记录应变片的各点距面层的距离并编号, 把帖好应变片的钢筋放入钻孔内, 引出来的导线穿在 PVC 管中, 以起到保护导线的作用。为保证数据的真实性, 采用半桥互补补偿法以消除温度影响。

测试仪器采用 $\text{YJ}-25$ 静态电阻应变仪测试, 记录初始值, 以后随着基坑开挖测试锚杆的应变值, 并进行记录整理。

测试的同时采用经纬仪进行冠梁的变形观测。

3 数据整理分析

3.1 锚杆轴力与长度的关系

锚杆轴力随长度分布情况见图 1。

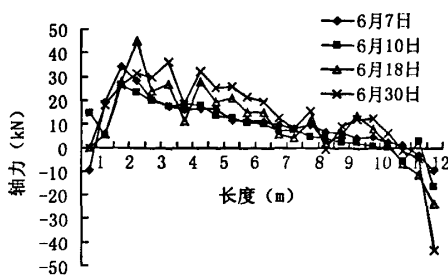


图1 锚杆轴力随长度分布

Fig.1 The distribute of axis force along the length of anchor

从图 1 中可以发现锚杆轴力沿锚杆长度的分布规律, 大概为两端小, 在 2m 到 4m 之间达到最大值, 且随着施工过程, 最大值沿锚杆向底部传递。这是由于土体中存在潜在破裂面, 在破裂面处相邻土体的运动方向相反所造成的。而最大值所在的位置应该是潜在滑裂面的位置, 所以潜在滑裂面也不是固定不变的, 而是随着施工的过程向锚杆底部方向滑移。

从图 1 中还可以发现锚杆轴力在 10m 到 11m 之间基本为零, 说明锚杆的有效长度为 11m , 也就是说一味地增加锚杆长度并不一定能够有效的提高抗拔力, 存在一个临界长度, 而临界长度的确定还需要更多的现场试验来总结研究。

3.2 锚杆轴力与时间分布的关系

锚杆轴力随时间分布情况见图 2。

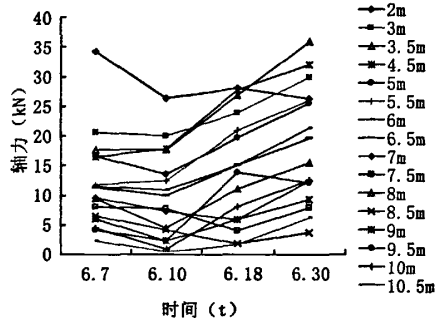


图2 锚杆轴力随时间分布

Fig.2 The distribute of axis force along the time of anchor

从图 2 中可以看出, 锚杆的轴力随着时间的推移也在增长。由于开挖的原因, 6 月 18 日的轴力相对于 6 月 10 日有了明显的增加, 可见随着基坑的开挖, 锚杆在逐渐发挥着锚固作用。

考虑锚杆在工作过程中主要以拉力为主, 且只有基坑发生位移才会受力, 所以只要基坑位移一直在变化, 锚杆的受力也会一直在变化, 所以它的受力是随动态的施工过程而持续变化的。

3.3 锚杆侧摩阻力与长度的关系

锚杆侧摩阻力随长度的分布情况见图3。

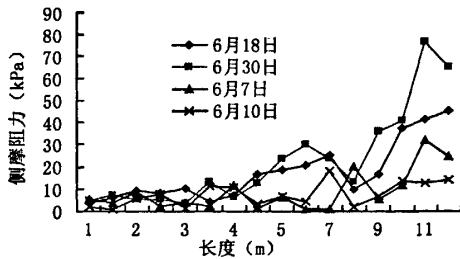


图3 锚杆侧摩阻力随锚杆长度分布图
Fig.3 The distribute of friction along the length of anchor

由于粘性土层中锚杆表面的摩阻力比砂性土中锚杆表面的摩阻力低得多,所以锚杆是否在粘性土中适用一直存在质疑。锚杆的锚固段处在第四层土中,即粉质粘土中,从图3中可以看出,侧摩阻力随锚杆长度递增,在自由段侧摩阻力很小而且变化不明显,但在锚固段开始大幅度的递增。在基坑开挖过程中,作者对基坑位移进行了观测,发现基坑位移变化不大,说明此次支护是成功的,同时也说明了锚杆在粉质粘土及粘性土中还是可以成功应用的。

同时也可以发现锚杆侧摩阻力是不均匀分布的,因此设计中假设锚杆侧摩阻力均匀分布并且锚杆的抗拔力与锚固段的长度成正比关系是不合理的。

3.4 锚杆侧摩阻力与时间的关系

锚杆侧摩阻力随时间的分布情况见图4。

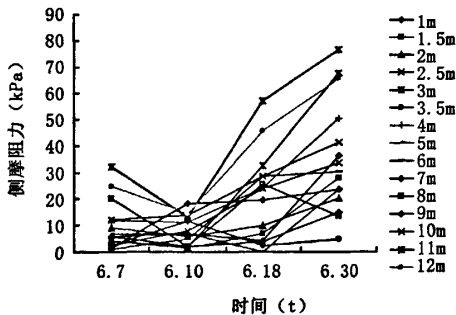


图4 锚杆侧摩阻力随时间的分布
Fig.4 The distribute of friction along the time of anchor

从图4中可以明显发现,锚杆的侧摩阻力从6月7日到6月10日有的变化不大,在锚杆底部甚至减小,但从6月10日到6月18日却变化很大,呈大幅度的增长状态,到6月30日仍在增长。作

者分析由于在6月7日到6月10日,进行了二次灌浆,后期灌浆的主要作用是使锚杆锚固段周围的土体得到加固^[6]。可以这样理解,二次灌浆或多次灌浆在锚固段周围土体中渗透,挤压,扩散,形成了水泥土结构,从而提高了土体的抗剪强度和锚杆灌浆体与地层间的侧摩阻力^[7]。可见侧摩阻力的增量与后期灌浆的压力、灌浆量以及浆液在锚固长度上的均匀性有关。后期灌浆压力越大,灌浆量越大,浆液分布越均匀,则灌浆体与土体之间的侧摩阻力就会越大。所以从6月10日以后侧摩阻力明显增大。由于水泥土的强度增长需要一定的时间,所以作者认为随着时间的推移,侧摩阻力还会进一步的增加,直到水泥土的强度不再变化为止。而且在6月10日到18日之间进行了基坑的开挖,这样就释放了部分土压力,基坑的侧向位移相应的增大,同时土体与锚杆的相对滑动也会增大,导致侧摩阻力随之增大,锚杆的锚固作用逐渐的发挥出来。可见锚杆的侧摩阻力随着基坑变形的增大而增大,直到基坑变形停止为止。

从以上分析可知锚杆的侧摩阻力与灌浆所形成的水泥土强度和基坑变形有一定的关系。

4 结论

- 1) 锚杆的轴力沿锚固段递减,在自由段存在最大值且变化幅度小,亦随时间的推移而增加。
- 2) 锚杆的侧摩阻力在锚固段递增,在自由段值很小且基本不变,整体呈不均匀分布。
- 3) 锚杆的侧摩阻力会随着时间的推移而有所增加。
- 4) 锚杆的侧摩阻力随着灌浆所形成的水泥土强度和基坑变形的增加而增加。

参考文献:

- [1] 尤春安.全长粘结式锚杆的受力分析[J].岩石力学与工程学报,2000,19(2):339-341.
- [2] 王明恕.全长锚固锚杆机理的探讨[J].煤炭学报,1983,4(1):32-40.
- [3] CECS22:90,土层锚杆设计和施工规范[S].
- [4] 张季如,唐保付.锚杆荷载传递机理分析的双曲线函数模型[J].岩土工程学报,2002,24(2):188-192.
- [5] JGJ120-99,建筑基坑支护技术规范[S].
- [6] 程良奎.岩土锚固[M].北京:中国建筑工业出版社,2003.
- [7] 吴雄志,王志军.水泥土桩单桩承载力影响因素的探讨[J].河北建筑科技学院学报,2004,21(1):39-41.

(责任编辑 闫纯有)

桩锚支护中锚杆内力分布的现场试验

作者: [刘春晓](#), [贾志刚](#), [LIU Chun-xiao](#), [JIA Zhi-gang](#)
作者单位: [河北工程大学, 土木工程学院, 河北, 邯郸, 056038](#)
刊名: [河北工程大学学报\(自然科学版\)](#) 
英文刊名: [JOURNAL OF HEBEI UNIVERSITY OF ENGINEERING \(NATURAL SCIENCE EDITION\)](#)
年, 卷(期): 2008, 25 (3)
被引用次数: 2次

参考文献(7条)

1. [刘春安](#) 全长粘结式锚杆的受力分析[期刊论文]-[岩石力学与工程学报](#) 2000(02)
2. [王明恕](#) 全长锚固锚杆机理的探讨 1983(01)
3. CECS 22-1990. 土层锚杆设计和施工规范
4. [张季如](#); [唐保付](#) 锚杆荷载传递机理分析的双曲线函数模型[期刊论文]-[岩土工程学报](#) 2002(02)
5. JGJ 120-1999. 建筑基坑支护技术规范
6. [程良奎](#) 岩土锚固 2003
7. [吴雄志](#); [王志军](#) 水泥土桩单桩承载力影响因素的探讨[期刊论文]-[河北建筑科技学院学报](#) 2004(01)

本文读者也读过(10条)

1. [肖淑君](#); [陈昌富](#) 基于剪切位移法压力型锚杆锚固段受力机理分析[会议论文]-2007
2. [唐保付](#) 预张拉对土层锚杆弹性变形影响的试验及分析[会议论文]-2000
3. [邹金锋](#); [李亮](#); [阮波](#) 锚杆位移变形分析[期刊论文]-[铁道标准设计](#)2004(1)
4. [郑卫锋](#); [邵龙潭](#); [贾金青](#); [ZHENG Weifeng](#); [SHAO Longtan](#); [JIA Jinqing](#) 深基坑预应力锚杆锚固段应力分布规律与应用[期刊论文]-[辽宁工程技术大学学报\(自然科学版\)](#) 2008, 27(6)
5. [吴晓恩](#); [杨平园](#); [李爱民](#); [WU Xiao-en](#); [YANG Ping-yuan](#); [LI Ai-min](#) 桩锚支护结构在湖南运达国际广场深基坑工程中的应用[期刊论文]-[探矿工程-岩土钻掘工程](#)2008, 35(12)
6. [孙瑜](#); [时伟](#); [张立伟](#); [阚卫国](#); [SUN Yu](#); [SHI Wei](#); [ZHANG Li-wei](#); [KAN Wei-guo](#) 深基坑桩锚支护体系理论与数值模拟分析[期刊论文]-[科技情报开发与经济](#)2007, 17(2)
7. [卢家燕](#); [杨钦杰](#); [张健滔](#); [LU Jia-yan](#); [YANG Qin-jie](#); [ZHANG Jian-tao](#) 浅谈某基坑桩锚支护工程施工[期刊论文]-[山西建筑](#)2010, 36(9)
8. [徐光耀](#); [吴罡](#); [洪兴全](#); [XU Guang-yao](#); [WU Gang](#); [HONG Xing-quan](#) 武汉软土地区某基坑桩锚支护变形的数值分析[期刊论文]-[山西建筑](#)2008, 34(20)
9. [黄世华](#); [李元志](#); [陈墨](#) 多种支护型式联合应用在深基坑支护工程中[期刊论文]-[探矿工程-岩土钻掘工程](#) 2009, 36(z1)
10. [余东明](#); [刘志钦](#); [YU Dong-ming](#); [LIU Zhi-qin](#) 预应力混凝土桩锚支护对邻近建筑变形的影响[期刊论文]-[兰州工业高等专科学校学报](#)2008, 15(4)

引证文献(2条)

1. [程秀芝](#) 煤巷锚杆支护质量的应力波检测技术[期刊论文]-[黑龙江科技学院学报](#) 2009(5)
2. [张立钊](#); [关英斌](#); [张巍](#); [李利飞](#); [许道军](#) 万浩俚城S1工程深基坑支护方案设计与分析[期刊论文]-[河北工程大学学报\(自然科学版\)](#) 2013(1)