

囊式扩体锚杆在圆砾层的应用浅析

肖芳秋¹ 郭云¹ 魏跃刚²
1 浙江省工程勘察院 2 浙江省工程物探勘察院
DOI:10.32629/gmsm.v2i5.369

[摘要] 通过岩土勘察参数设计锚杆理论抗拔值和原位试桩的基本试验测试,对比后验证囊式扩体锚杆工艺的可行性。项目地下室位于该场地的含粘性土圆砾层,地下室底板下的该地质层厚度大,采用传统的同径锚杆长度过长,砾石层施工难度大,采用囊式扩体锚杆长度可缩短至不大于9米,同时囊式扩体锚杆还可以有效的增大抗拔强度值。
[关键词] 囊式扩体锚杆; 抗拔力; 圆砾层

1 工程概况

某小学及公共停车场工程,位于兴宁东路。总用地面积12306平方米,总建筑面积约16095平方米,主楼以2~3层建筑为主,其中多功能厅和监控、消防为1层,设1层地下室,地下室埋深约5米。拟设计为框架结构,最大单柱荷载约2500kN;拟采用浅基础,地下室采用囊式扩体锚杆抗浮。设计抗浮锚杆杆体采用PSB930级1Φ32螺纹钢。设计抗浮锚杆分为两中规格,规格1:锚杆长度9.0m(含板中锚固段),锚杆普通锚固段直径为180mm,长度6.0m,扩体锚固段直径500mm,长度2.5m;规格2:锚杆长度7.5m(含板中锚固段),锚杆普通锚固段直径为180mm,长度5.0m,扩体锚固段直径500mm,长度2.0m;锚固段注浆水泥采用不低于42.5等级的硅酸盐水泥,扩大头囊内水泥比为0.5,囊外水泥比为0.8。此次基本试验锚杆中,长度9.0m的抗拔力特征值为400kN,长度7.5m的抗拔力特征值为300kN,预估锚杆极限承载力值为抗拔力特征值的2倍,即9.0m锚杆最大试验荷载为800kN、7.5m锚杆最大试验荷载为600kN。通过锚杆基本试验确定囊式扩体锚杆是否能够达到设计要求。

2 场地地质资料

地层根据某设计院的岩土勘察揭露和室内试验结果,依据成因条件、埋藏分布规律及其工程特性,将岩土层划分为2个工程地质层。各土层由上至下由新至老分述如下:

2.1层杂填土(Q₃^{me})

杂色,稍湿,松散,由碎块石土、建筑垃圾混粘性土等组成,粗颗粒含量约40~60%,粒径一般2~10cm,大者达20cm以上,为近期人工回填土。局部有条石分布。

该层场内均有分布,层厚1.50~2.80m,物理力学性质差。

2.2层粉质粘土(Q₃^{al-pl})

褐黄色,硬可塑状,中等压缩性,含铁锰质斑点,局部含砾。韧性较好,土面较光滑,无摇振反应,干强度较高。

该层场内均有分布,厚度0.70~1.90米,物理力学性质较好。

2.3层含粘性土圆砾(Q₃^{al-pl})

灰黄色,饱和,中密状,中、低压缩性,主要由含粘性土圆砾、卵石混合而成,砾、卵石粒径一般为0.5~4cm,大者达8cm,

含量约占55~70%,亚圆形为主,成分主要为中风化凝灰岩。均匀性较差,粘性土含量较高,且不均匀。分选性差,胶结差。

该层场内均有分布,层顶标高26.56~27.53米,未揭穿,揭示最大厚度为16.20米,物理力学性质较好。

各岩土层的部分力学参数见:表一。

土层的部分物理力学性质指标 表一

层号	土层名称	地基承载力特征值 fak (kPa)	土体重度 γ (kN/m ³)	土体抗剪强度		土体与锚固体极限粘结强度标准值 fmg (kPa)
				C (kPa)	φ (°)	
①	素填土(Q ₃ ^{me})	/	18.0	/	/	/
②	粉质粘土(Q ₃ ^{al-pl})	170	19.3	26.0	15.0	55
③	含粘性土圆砾(Q ₃ ^{al-pl})	250	20.5	2.0	26.0	100

3 试验方案

3.1试验方案设计

通过岩土勘察参数设计锚杆理论抗拔值和原位试桩的基本试验,对比后验证囊式扩体锚杆工艺的可行性。项目地下室位于该场地的含粘性土圆砾层,地下室底板下的该地质层厚度大,采用传统的同径锚杆长度很长,砾石层施工难度大,采用囊式扩体锚杆长度可缩短至不大于9米,同时囊式扩体锚杆还可以有效的增大抗拔强度值。基本试验采用分级循环加、卸荷载法确定承载力值。

试验位置和数量:此次基本试验锚杆位于地下室底板面上,基本试验数量2根。

3.2试验设备及方法

3.2.1仪器设备

1000KN空心千斤顶、加压油泵、承载板、基准梁、千分表、磁性表座等。

3.2.2试验方法及步骤

锚杆抗拔试验应采用锚杆基本试验的分级循环加、卸荷载法,加荷应符合下列规定:

每级加荷观测时间内,测读锚头位移不应小于3次。

每级加荷观测时间内,当锚头位移增量不大于0.1mm时,可施加下一级荷载;不满足时应在锚头位移增量2h内小于2mm时再施加下一级荷载;每级试验荷载达到后,观测10min,测计锚头位移。

加、卸载等级、测读间隔时间宜按表三确定。

如果第六次循环加荷观测时间内，锚头位移增量不大于 0.1mm 时，可视试验装置情况，按第级增加预估破坏荷载的 10% 进行 1 次或 2 次循环。

单根锚杆的极限承载力取破坏荷载前一级的荷载量；在最大试验荷载作用下未达到破坏标准时，单根锚杆的极限承载力取最大荷载值。

3.2.3 试验成果

本次圆砾层的囊式扩体锚杆试验，根据《高压喷射扩大头锚杆技术规程》(JGJT282-2012) 中有关规定，扩大头锚杆的抗拔力极限值计算公式如下：

$$T_{uk} = \pi \left[D_1 L_d f_{mg1} + D_2 L_D f_{mg2} + \frac{(D_2^2 - D_1^2) P_D}{4} \right] \quad (1)$$

$$P_D = \frac{(K_0 - \varepsilon) K_p \gamma h + 2c \sqrt{K_p}}{1 - \varepsilon K_p} \quad (2)$$

式中： T_{uk} 为锚杆抗拔力极限值(kN)； D_1 为锚杆钻孔直径(m)， D_2 为扩大头直径(m)； L_d 为锚杆普通锚固段计算长度(m)， L_D 为扩大头长度(m)； f_{mg1} 为普通锚固段注浆体与土体极限粘结强度标准值(kPa)， f_{mg2} 为扩大头注浆体与土体极限粘结强度标准值(kPa)； P_D 为扩大头前端面土体对扩大头的抗力强度值(kPa)； γ 为扩大头上覆土体重度(kN/m³)； h 为扩大头上覆土体厚度(m)； K_0 为扩大头端前土体的静止土压力系数； K_p 为扩大头端前土体的被动土压力系数； c 为扩大头端前土体的黏聚力(kPa)； ε 为扩大头向前位移时反映土的挤密效应的侧压力系数，本工程中取值为 0.90 K_a ， K_a 为主动土压力系数。

4 试验数据对比分析

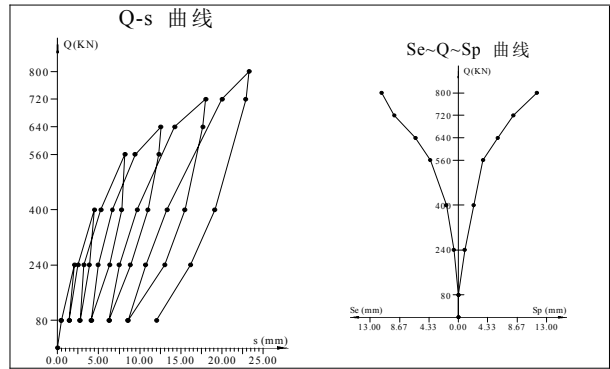
通过基本试验荷载加至表二中的最大值后，两根囊式扩体锚杆试桩在最大试验荷载下的位移量分别达到 23.28mm 和 14.86mm，压力和位移量均稳定，试验参数见表三。

基本试验锚杆参数指标 表二

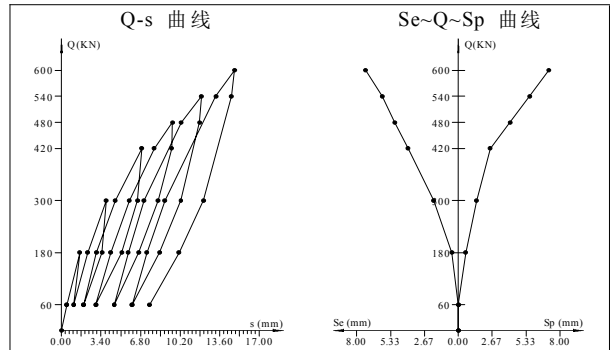
序号	桩号	锚固段长度(m)	非扩体直径(mm)	非扩体长度(m)	扩体直径(mm)	扩体长度(m)	抗拔力特征值(kN)	试验最大荷载值(kN)
1	试桩 1#	8.5	180	6.0	500	2.5	400	800
2	试桩 2#	7.0	180	5.0	500	2.0	300	600

锚杆抗拔力基本试验成果表 表三

序号	锚杆编号	锚固段长度(m)	设计最大试验荷载(kN)	最大试验荷载(kN)	最大试验荷载对应的位移量(mm)	残余位移量(mm)	锚杆极限抗拔力理论计算值(kN)
1	试桩 1#	8.5	≥800		23.28	12.03	847.0
2	试桩 2#	7.0	≥600		14.86	7.58	693.0



试桩1#图



试桩2#图

从表三可以看出原位试桩的基本试验测试结果大于 2 倍的设计抗拔力，满足规范要求，验证了囊式扩体锚杆抗拔力设计值的安全可靠性；锚杆理论计算值接近基本试验确定的锚杆极限承载力，验证了现有规程《高压喷射扩大头锚杆技术规程》(JGJT282-2012) 设计方法的可靠性。

5 结论

5.1 通过两个试验可以看出，为试桩的基本试验测试结果大于 2 倍的设计抗拔力，满足规范要求，验证了囊式扩体锚杆抗拔力设计值的安全可靠性。

5.2 锚杆理论计算值接近基本试验确定的锚杆极限承载力，验证了现有规程《高压喷射扩大头锚杆技术规程》(JGJT282-2012) 设计方法的可靠性，此设计方案可以应用于项目后期的施工中。

参考文献

[1]李昌驭,吴畏.高压喷射囊式扩体锚杆技术及关键工序质量控制[J].江苏建筑,2018,35(S1):102-104.
[2]颜贞明,李群鸣,郑庆明,等.囊袋式扩体锚杆支护施工方法研究[J].山西建筑,2017,43(22):92-93.
[3]杨卓,吴剑波,高全臣.端部包裹式扩体锚杆现场试验研究[J].科学技术与工程,2016,15(32):211-215.