

土层和岩层锚杆的试验研究及分析

董 宝

(广东粤财实业发展公司 广州 510060)

摘 要 锚杆和地下连续墙或围护桩结合起来作为高层建筑结构的支护结构,在我国得到了广泛的应用。该文根据锚固在不同土层和岩层中的9根锚杆的抗拉试验结果,对这类锚杆的粘结强度进行了分析。

关键词 锚杆;土层;岩层;粘结强度

锚杆和地下连续墙作为高层建筑的支护结构,其优点是整体性和防渗性好,对周围环境影响不大,对地层条件适应性强等,因而在我国得到了广泛的应用。目前,对于软土内的锚杆已有相应的规范可遵循^[1],但对于进入泥质页岩层的锚杆则介绍得不多。本文通过对某一实际工程的锚杆拉力试验,对土层和泥质页岩层中锚杆的粘结强度进行了分析。

1 工程概况

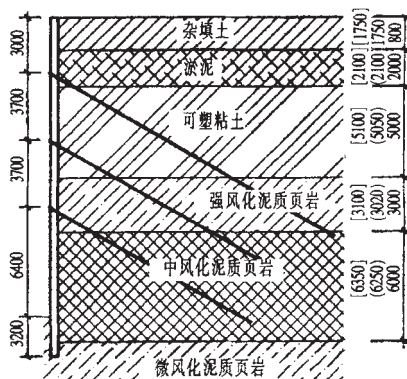
某工程位于市区繁华地段,为了不影响交通,采用地下连续墙锚杆支护结构,地下连续墙厚0.8m,基坑深16.8m,锚杆水平间距2.0m,共设3排,倾角为30°。

我们对该工程的A、B、C等3个位置进行了锚杆拉力试验,各位置的地质状况大致相同(见图1),以位置A为例,各土层分别为:①杂填土,厚1.8m,比重1.7t/m³;②淤泥,厚2.0m,比重1.42t/m³;③可塑粘土,厚5.0m,比重1.9t/m³;④强风化泥质页岩,厚3.0m,比重2.0t/m³;⑤中风化泥质页岩,厚6.0m,比重2.2t/m³;⑥微风化泥质页岩,比重2.2t/m³。位置B、C见图1。

本工程采用圆柱型锚杆,直径15mm,采用一次性灌注M25水泥浆,并掺入UEA外加剂的方法,其配比为水:水泥:UEA=0.47:1:0.14,注浆压力为0.4~0.6MPa。钢绞线的数量第1、2排锚杆为4束7φ5,第3排为6束7φ5,均采用0.6"的270级低松弛型钢,标准强度为1860MPa。

2 锚杆的试验

锚杆的破坏形式有3种,即锚索本身强度不足,锚索与锚杆之间粘结强度不足,以及锚杆与土岩层之间的粘结强度不足。



注) 图中小、中括号内的数据分别表示位置B、C。

图1 连续墙剖面地质情况图

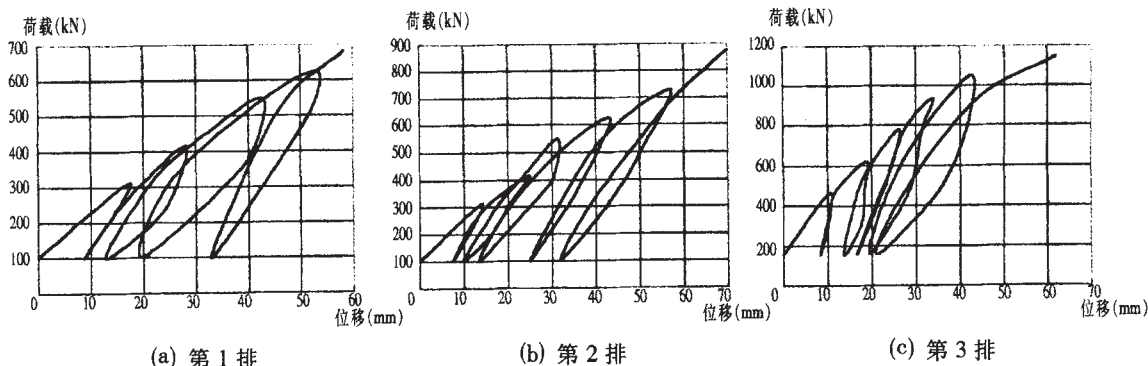


图2 位置B锚杆试验荷载—位移曲线

前两种破坏形式一般较少见，且它们一般可通过增大锚索截面积，提高锚固体强度或增加养护时间等加以克服。关键是第 3 种破坏形式，由于锚杆与土岩层之间的粘结强度是很难确定的，因此进行锚杆试验就非常有必要。本工程共进行了 9 根锚杆试验，每排试验 3 根。试验方法完全符合文献 [1] 的规定，测得的荷载—位移曲线见图 2，其结果见表 1。

表 1 各锚杆的试验结果

位 置	排 号	总 长 (m)	自由 段长 (m)	进入锚杆长度(m)			试 验 结 果 (kN)
				可 塑 粘 土	强 风 化 页 岩	中 风 化 页 岩	
A	1	20	5	6.60	6.00	2.40	713
	2	16	5	0.00	5.20	5.80	891
	3	14	5	0.00	0.00	9.00	1156
B	1	20	5	6.80	6.04	2.20	692
	2	16	5	0.00	5.44	5.56	878
	3	14	5	0.00	0.00	9.00	1148
C	1	20	5	6.90	6.20	1.90	695
	2	16	5	0.00	5.70	5.30	881
	3	14	5	0.00	0.00	9.00	1150

3 锚杆的理论分析

在不同的土岩层中，锚固体与土岩层之间的粘结强度是不同的，即使处于同一土岩层中，其粘结力的分布也不相同，但为了简化计算和设计，一般可认为同一土岩层中以上的粘结力分布是相同的。设锚固体与粘土、强风化泥质页岩、中风化泥质页岩之间的粘结强度分别为 q_1 、 q_2 、 q_3 ，根据表 1 的锚杆试验结果可建立如下联立方程式：

$$\begin{cases} \pi d(6.6q_1+6q_2+2.4q_3)=713 \\ \pi d(5.2q_2+5.8q_3)=891 \\ 9\pi dq_3=1156 \\ \pi d(6.8q_1+6.04q_2+2.2q_3)=692 \\ \pi d(5.44q_2+5.56q_3)=878 \\ 9\pi dq_3=1148 \\ \pi d(6.9q_1+6.2q_2+1.9q_3)=695 \\ \pi d(5.7q_2+5.3q_3)=881 \\ 9\pi dq_3=1150 \end{cases} \quad (1)$$

式中 d 为锚杆直径，取 0.15m。

把式(1)写成以下矩阵形式：

$$[A][q]=\{B\} \quad (2)$$

$$[A]=\pi d \begin{bmatrix} 6.6 & 6 & 2.4 \\ 0 & 5.2 & 5.8 \\ 0 & 0 & 9 \\ 6.8 & 6.04 & 2.2 \\ 0 & 5.44 & 5.56 \\ 0 & 0 & 9 \\ 6.9 & 6.2 & 1.9 \\ 0 & 5.7 & 5.3 \\ 0 & 0 & 9 \end{bmatrix} \quad \{q\}=\begin{Bmatrix} q_1 \\ q_2 \\ q_3 \end{Bmatrix} \quad \{B\}=\begin{Bmatrix} 713 \\ 891 \\ 1156 \\ 692 \\ 878 \\ 1148 \\ 695 \\ 881 \\ 1150 \end{Bmatrix} \quad (3)$$

为了求解方程(2)，把方程两边同时左乘矩阵 $[A]^{-1}$ ，得：

$$[A]^{-1}[A][q]=[A]^{-1}\{B\} \quad (4)$$

这样就可以解方程(4)，得：

$$\begin{Bmatrix} q_1 \\ q_2 \\ q_3 \end{Bmatrix}=\begin{Bmatrix} 45.50 \\ 87.09 \\ 266.83 \end{Bmatrix} \quad (5)$$

4 结论

通过上述试验和理论分析，可知锚杆与可塑粘土层之间的粘结强度为 45.5kPa，这与规范 [1] 规定的指标相符合；与强风化泥质页岩层之间的粘结强度为 87.09kPa，约是可塑粘土层的 2 倍；与中风化泥质页岩层之间的粘结强度为 266.83kPa，约是可塑粘土层的 6 倍，是强风化泥质页岩层的 3 倍左右。这说明锚杆与岩层的粘结强度要比可塑粘土层大得多。但是，锚杆与强风化、中风化泥质页岩层之间的粘结强度均要比隧道等地下洞室的岩层小得多，因后者一般为 1000~1500kPa^[2]。

参 考 文 献

- 1 CECS 22:90 中国工程建设标准化协会标准：土层锚杆设计与施工规范
- 2 重庆建筑工程学院、同济大学等编．岩石地下建筑结构．北京：中国建筑工业出版社，1982