

抗浮自锁锚杆设计

计算案例

计算±0.000m相对于绝对标高37.60m,根据地质勘察报告,地下水抗浮水位按36.00m。地下室底板按厚度为500mm,底板顶面板面标高37.60m,底板面标高22.70m,底板底面标高22.20m;地下室总面积22510m²,三栋主楼面积分别为1434m²、1700m²、1830m²。

本工程为完整中风化岩石,根据地勘报告岩石特征值取为 $f_{ak}=1000\text{KPa}$,岩石抗压强度标准值 $f_{tk}=4.24\text{MPa}$ 。

原设计普通锚杆间距1.8m×1.8m,杆体直径220mm,内配3Φ32钢筋,入岩深度不小于6m,总长度不小于8m,单根锚杆承载力特征值为450kN。

1、岩石整体抗浮计算（整体稳定计算）

1) 整体抗浮计算原则

建筑物整体抗浮计算参照岩土《锚杆与喷射混凝土支护工程技术》规范(GB 50086-2015)11.2.4条“抗浮锚杆应进行整体抗浮验算,抗浮稳定系数 $(W+G)/\text{水浮力}$ $F_f \geq K$ ”。

计算水浮力为: $F_f = \gamma_w \Delta H A$

式中, F_f —地下水浮力标准值;

A —基地面积;

ΔH —抗浮水位与建筑物基底标高差;

W —基础底面以下抗浮锚杆范围内土体总重量,计算时取浮容重;

G —结构自重及其他永久荷载标准值(地下室面层、顶板覆土等);

K —结构抗浮稳定系数,此处取 $K=1.05$ 。

2) 满足整体抗浮时锚杆最小深度

(1) 纯地下室面积 $A=22510-1434-1700-1830=19146\text{m}^2$ 。

(2) 抗浮水头 $\Delta H: 36.00-22.20=13.8\text{m}$

(3) 岩石浮自重 $\gamma = 15\text{KN}/\text{m}^3$

(4) 每层地下室梁、板、柱结构平均自重暂估 $G_1 = 10\text{KN}/\text{m}^2$

(5) 覆土层重量取 $G_2 = 18 \text{KN} / \text{m}^3$

结构自重 $G =$ 上部三层地下室结构自重+基础底板自重+上部覆土层重量

锚杆深度范围岩石提供自重 $W = 15 \times L_0$

根据上式 $(W + G) / F_f = (15 \times A \times L_0 + 10 \times A + 18 \times 1.5) / (10 \times A \times h_w) \geq K$

$$\text{则 } L_0 \geq \frac{1.05 \times 10 \times 13.8 - (3 \times 10 + 0.5 \times 25 + 18 \times 1.5)}{15} = 5.02 \text{m}$$

取锚杆深度 $L_0 = 5.5 \text{m}$ 可以满足整体抗浮的要求。

2、锚固体及杆体承载力验算过程:

本工程拟采用直径为 36mm 的 1080 级精轧螺纹钢自锁抗浮锚杆(间距 1.8m×1.8m 布置,承载力特征值 $R_a = 450 \text{kN}$)代替原抗浮锚杆,自锁锚杆扩大头进入中风化岩石深度为 2m,总长度不小于 5.5m(中风化上部按平均 3.5 米强风化土层考虑);

自锁锚杆的钻孔孔径为 110mm,底部扩孔直径由直孔 110mm 扩大至底部 180mm(工艺要求),岩石锚杆杆体和锚固体安全等级均取 III 级。

1) 锚固段中的直孔段注浆料与岩体之间粘结锚固力标准值为:

强风化段 3.5m 提供锚固力: $N_{tk} = \pi D f_{mck} \Psi L_a = 0.001 \times 3.14 \times 110 \times 0.3 \times 10^3 \times 1.0 \times 3.5 = 362.7 \text{KN}$

中风化段 2.0m 提供锚固力: $N_{tk} = \pi D f_{mck} \Psi L_a = 0.001 \times 3.14 \times 110 \times 0.4 \times 10^3 \times 1.0 \times 2.0 = 276.3 \text{KN}$

2) 内锚头的自锁锚固力标准值为:

$$N_{tk} = \alpha_l \beta_r \beta_l f_{rk} A_{ln} = 2.6 \times 3 \times 4.24 \times 10^3 \times 15935 \times 10^{-6} = 527 \text{KN}$$

其中, A_{ln} -局部受压的底面积,此处取 $A_{ln} = \pi \left(\frac{180}{2}\right)^2 - \pi \left(\frac{110}{2}\right)^2 = 15935 \text{mm}^2$

3) 扩孔自锁锚杆的锚固体承载力

$$K_r N_{tk} \leq N_{tk1} + N_{tk2} = 362.7 + 276.3 + 527 = 1166 \text{kN}$$

$$N_{tk} = 1166 / 2 = 583 \text{kN} > R_a = 450 \text{kN}$$

故,锚固体承载力满足设计要求

4) 锚杆杆体承载力计算

由 $N_{s,d} \leq N_d$, $N_d \leq A_s f_{py}$

$$A_{s1} \geq \frac{N_{tk}}{0.8 \times f_{py}} = \frac{607.5 \times 10^3}{0.8 \times 900} = 843.8 \text{mm}^2 \leq A_{s(36)} = 1017 \text{mm}^2, \text{满足要求}$$

N_d —锚杆的轴向拉力设计值(kN),锚杆的拉力设计值为: $N_{tk} \times 1.35 = 450 \times 1.35 = 607.5 \text{kN}$ 。

f_{py} —锚杆杆体的强度设计值(N/mm²),本次 PSB1080 级精轧钢筋 $f_{py} = 900 \text{N/mm}^2$;

A_s -锚杆杆体钢筋截面积，直径 $A_{s(36)}=1017\text{mm}^2$
故，锚杆体材质承载力满足设计要求。