

压力分散型和拉压分散型锚索若干问题讨论

孙学毅

(柳州欧维姆工程有限公司 柳州 545005)

摘要: 本文就压力分散型、拉压分散型锚索的锚索锁定张拉力损失、边坡岩土体蠕变导致锚索预应力损失等问题进行了阐述探讨。

关键词: 压力分散型锚索 拉压分散型锚索 预应力损失 问题讨论

1. 压力分散型、拉压分散型锚索结构特征

1.1 压力分散型锚索

压力分散型锚索采用无粘结钢绞线, 钢绞线固定在承载体上。由于钢绞线是无粘结的, 预应力张拉时拉力通过钢绞线内端的承载钢质圆盘把拉力转变成压力作用在水泥芯柱上, 依靠水泥芯柱与锚索孔壁的粘结力实现对边坡体外部松动岩土体的锚固。为了充分利用孔壁的粘结力, 采用几个圆盘来分散锚索张拉力。近年来工程中压力型锚索每孔分3级或4级, 即采用3~4个承载圆盘来分散张拉力。承载盘的间距一般为3~4.5m。

1.2 拉压分散型锚索

拉压分散型锚索是在压力分散型锚索结构基础上发展而成的。压力型锚索通过挤压套固定在承载体圆盘上, 当把挤压套外端钢绞线长度留长到1.0~1.5m, 并剥去这段钢绞线的塑料皮, 这段钢绞线就成为有粘结钢绞线。锚索灌浆并完成预应力张拉。工程中每孔锚索一般采用3~4个承载圆盘来分散张拉预应力, 承载圆盘间距为3.5~5.0m。

2. 锚索锁定张拉力损失

锚索进行预应力张拉时锚板、夹片依靠限位板跟进。夹片上刻有倒牙, 当张拉到预定值放张时夹片上倒牙实现锁定。预应力锚索这种锁定结构必然产生钢绞线回弹。经过大量试验, 规范规定放拉后允许回弹6mm (预应力工程设计施工手册-中国建筑工业出版社)。基于这一规定, 一般厂家生产的锚具承诺锁定后回

弹量控制在5mm左右。

3. 锚索锁定张拉力损失工程验证

某边坡工程加固治理时采用拉压分散型和压力分散型锚索。

3.1 拉压分散型锚索分4级, 每级2根钢绞线, 1级钢绞线长24.8m, 2级钢绞线长21.8m, 3级钢绞线长18.3m, 4级钢绞线长14.8m。张拉时预应力1150kN, 锁定后锚索测力计测得瞬间预应力损失量为68kN, 预应力损失接近6%。

3.2 压力分散型锚索分3级, 每级2根钢绞线。1级钢绞线长19.8m, 2级钢绞线长16.3m, 3级钢绞线长12.8m。张拉时预应力950kN, 锁定后锚索测力计测得瞬间预应力损失量为78kN, 预应力损失接近8%。

3.3 初步分析

(1) 室内试验表明锁定预应力损失来源于张拉系统的回弹量。由于各级钢绞线采用同一结构的锚具和采用同一个限位板, 因此认定锁定时各级钢绞线回弹长度相同, 由于在预应力张拉限定弹性范围内, 由此可求得平均回弹量。

$$\Delta L = (\Delta P \cdot L) / (S \cdot E) \quad (1)$$

式中: ΔL - 平均回弹量;

ΔP - 锁定时预应力损失量;

L - 各级钢绞线平均长度;

E - 钢绞线弹性模量;

S - 钢绞线截面积。

(2) 根据各级钢绞线长度求各级钢绞线锁定后应变损失。

$$\varepsilon_i = \Delta L / L_i \quad (2)$$

式中: ε_i - 第*i*级钢绞线应变损失;

L_i - 第*i*级钢绞线长度。

(3) 求各级钢绞线的预应力损失

$$\Delta P_i = E \cdot S_i \cdot \varepsilon_i \quad (3)$$

式中: ΔP_i - 第*i*级钢绞线拉力损失;

E - 钢绞线弹性模量;

ε_i - 第*i*级钢绞线应变损失;

S_i - 第*i*级钢绞线截面积。

3.4 拉压分散型锚索各级钢绞线预应力损失量

$$L=20000\text{mm}; E=2 \times 10^5 \text{N/mm}^2; S=140\text{mm}^2 \times 8$$

$$\Delta L = (68000\text{N} \times 20000\text{mm}) / (140\text{mm}^2 \times 8 \times 2 \times 10^5 \text{N/mm}^2) = 6.07\text{mm}$$

$$\Delta P_1 = 2 \times 10^5 \text{N/mm}^2 \times 140\text{mm}^2 \times 2 \times 6.07\text{mm} / 24800\text{mm} = 13.7\text{kN}$$

$$\Delta P_2 = 2 \times 10^5 \text{N/mm}^2 \times 140\text{mm}^2 \times 2 \times 6.07\text{mm} / 21800\text{mm} = 15.6\text{kN}$$

$$\Delta P_3 = 2 \times 10^5 \text{N/mm}^2 \times 140\text{mm}^2 \times 2 \times 6.07\text{mm} / 18300\text{mm} = 18.6\text{kN}$$

$$\Delta P_4 = 2 \times 10^5 \text{N/mm}^2 \times 140\text{mm}^2 \times 2 \times 6.07\text{mm} / 14800\text{mm} = 23\text{kN}$$

3.5 拉压分散型锚索各级钢绞线预应力损失率

$$L_1 \text{ 钢绞线损失 } 13.7\text{kN} / 1150\text{kN} \times 4 = 4.8\%$$

$$L_2 \text{ 钢绞线损失 } 15.6\text{kN} / 1150\text{kN} \times 4 = 5.4\%$$

$$L_3 \text{ 钢绞线损失 } 18.6\text{kN} / 1150\text{kN} \times 4 = 6.5\%$$

$$L_4 \text{ 钢绞线损失 } 23\text{kN} / 1150\text{kN} \times 4 = 8\%$$

3.6 压力分散型锚索各级钢绞线预应力损失量

$$L=13000\text{mm}; E=2 \times 10^5 \text{N/mm}^2; S=140\text{mm}^2 \times 6$$

$$\Delta L = (78000\text{N} \times 13000\text{mm}) / (140\text{mm}^2 \times 6 \times 2 \times 10^5 \text{N/mm}^2) = 6.04\text{mm}$$

$$\Delta P_1 = 2 \times 10^5 \text{N/mm}^2 \times 140\text{mm}^2 \times 2 \times 6.04\text{mm} / 19800\text{mm} = 17.1\text{kN}$$

$$\Delta P_2 = 2 \times 10^5 \text{N/mm}^2 \times 140\text{mm}^2 \times 2 \times 6.04\text{mm} / 16300\text{mm} = 20.8\text{kN}$$

$$\Delta P_3 = 2 \times 10^5 \text{N/mm}^2 \times 140\text{mm}^2 \times 2 \times 6.04\text{mm} / 12800\text{mm} = 26.4\text{kN}$$

3.7 压力分散型锚索各级钢绞线预应力损失率

$$L_1 \text{ 钢绞线损失 } 17.1\text{kN} / 950\text{kN} \times 3 = 5.4\%$$

$$L_2 \text{ 钢绞线损失 } 20.8\text{kN} / 950\text{kN} \times 3 = 6.6\%$$

$$L_3 \text{ 钢绞线损失 } 26.4\text{kN} / 950\text{kN} \times 3 = 8.3\%$$

3.8 上述工程实例测定结果表明压力分散型锚索

或拉压分散型锚索存在的严重问题之一是张拉锁定后各级钢绞线应力损失不一致,结果必将导致各级钢绞线的工作状态不同,影响锚索效果。

4. 边坡岩土体蠕变导致锚索预应力损失

锚索预应力锁定后随着时间推移边坡岩土体在预应力作用下产生蠕变变形,砗墩或砗梁随之下沉,必将导致锚索预应力损失。袁培进、张昌仁根据三峡工程永久船闸高边坡预应力锚索监测发表结果如下:

北坡安装15台锚索测力计,中隔墩安装21台锚索测力计,南坡安装17台锚索测力计,经过2年以上观测求得锚索锁定后蠕变引起锚索预应力损失率为11.8%。三峡永久船闸采用的锚索多数为拉力型锚索,假定采用压力分散型预应力锚索并按前面工程实例设定锚索参数可推得各级钢绞线蠕变变形引起预应力损失如下:

4.1 根据蠕变应力损失求得各级钢绞线平均回弹量

$$\Delta L = 10.9\text{mm}$$

4.2 根据各级钢绞线长度求得各级钢绞线预应力损失量

$$L_1; \Delta P_1 = 30.8\text{kN}$$

$$L_2; \Delta P_2 = 37.4\text{kN}$$

$$L_3; \Delta P_3 = 47.7\text{kN}$$

4.3 根据各级钢绞线预应力损失量求得各级钢绞线预应力损失率

$$L_1; Q_1 = 30.8\text{kN} / 950\text{kN} \times 3 = 9.7\%$$

$$L_2; Q_2 = 37.4\text{kN} / 950\text{kN} \times 3 = 11.8\%$$

$$L_3; Q_3 = 47.7\text{kN} / 950\text{kN} \times 3 = 22\%$$

5. 结语

5.1 本文根据预应力锚索锚具结构特征分析了张拉锁定回弹量导致压力分散型或拉压分散型锚索各级钢绞线工作状态的差异。工程实例表明这种差异可达2.9~3.2%。

5.2 本文根据袁培进、张昌仁在三峡永久船闸边坡观测结果分析得出边坡岩土体蠕变变形导致压力分散或拉压分散型锚索各级钢绞线工作状态差异可达12.3%。