

东莞市供水设施更新改造项目-茶山镇供水
管网连通工程
结构计算书

设计阶段：施工图设计

设计软件：理正深基坑支护设计软件 F-SPW 7.5PB5

设计：杨游

校核：刘欢华

审核：陈中星

中国市政工程中南设计研究总院有限公司

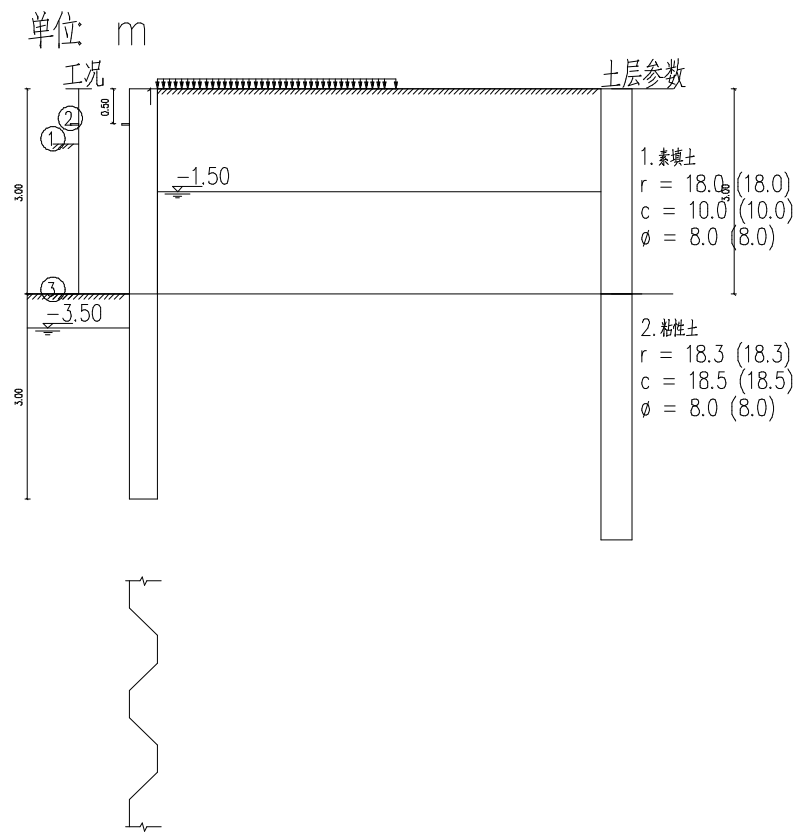
二〇二三年三月

6米长拉森Ⅳ（新）型钢板桩计算

节点JS5，基坑深度3米，参考钻孔ZK26

[支护方案]

板桩墙支护




[基本信息]

规范与规程	《建筑基坑支护技术规程》 JGJ 120-2012
内力计算方法	增量法
支护结构安全等级	二级
支护结构重要性系数 γ_0	1.00
基坑深度h (m)	3.000
嵌固深度 (m)	3.000
桩顶标高 (m)	0.000
桩材料类型	钢板桩
└每延米截面面积A (cm ²)	236.00
└每延米惯性矩I (cm ⁴)	39600.00

└每延米抗弯模量W (cm ³)	2200.00
└抗弯f (MPa)	215
有无冠梁	无
防水帷幕	无
放坡级数	0
超载个数	1
支护结构上的水平集中力	0

[超载信息]

超载序号	类型	超载值 (kPa, kN/m)	作用深度 (m)	作用宽度 (m)	距坑边距 (m)	形式	长度 (m)
1		20.000	0.000	3.500	0.000	条形	---

[土层信息]

土层数	3	坑内加固土	否
内侧降水最终深度(m)	3.500	外侧水位深度(m)	1.500
内侧水位是否随开挖过程变化	否	内侧水位距开挖面距离(m)	---
弹性计算方法按土层指定	×	弹性法计算方法	m法
内力计算时坑外土压力计算方法	主动		

[土层参数]

层号	土类名称	层厚 (m)	重度 (kN/m ³)	浮重度 (kN/m ³)	黏聚力 (kPa)	内摩擦角 (度)	黏聚力 水下(kPa)	内摩擦角 水下(度)
1	素填土	3.00	18.0	8.0	10.00	8.00	10.00	8.00
2	粘性土	4.50	18.3	8.3	18.50	8.00	18.50	8.00
3	淤泥质土	7.50	17.5	7.5	---	---	0.00	25.00

层号	与锚固体摩 擦阻力(kPa)	水土	计算方法	m, c, K值	极限承载力 标准值(kPa)
1	120.0	合算	m法	1.48	200.00
2	120.0	合算	m法	2.33	280.00
3	120.0	分算	m法	10.00	180.00

层号	有效内摩 擦角 ϕ' (度)	静止土压力 系数估算公式	静止土压 力系数 K_0
1	---	---	---
2	---	---	---
3	---	---	---

[支锚信息]

支锚道数	1	扩孔锚杆	×
------	---	------	---

支锚道号	支锚类型	水平间距(m)	竖向间距(m)	入射角(°)	总长(m)	锚固段长度(m)
1	内撑	3.000	0.500	---	---	---

支锚道号	预加力(kN)	支锚刚度(MN/m)	锚固体直径(mm)	工况号	锚固力调整系数	材料抗力(kN)	材料抗力调整系数
1	0.00	100.00	---	2~	---	1000.00	1.00

[土压力模型及系数调整]

弹性法土压力模型：



经典法土压力模型：



层号	土类名称	水土	水压力调整系数	外侧土压力调整系数1	外侧土压力调整系数2	内侧土压力调整系数	内侧土压力最大值(kPa)
1	素填土	合算	---	1.000	1.000	1.000	10000.000
2	粘性土	合算	---	1.000	1.000	1.000	10000.000
3	淤泥质土	分算	1.000	1.000	1.000	1.000	10000.000

[工况信息]

工况号	工况类型	深度(m)	支锚道号
1	开挖	0.800	---
2	加撑	---	1. 内撑
3	开挖	3.000	---

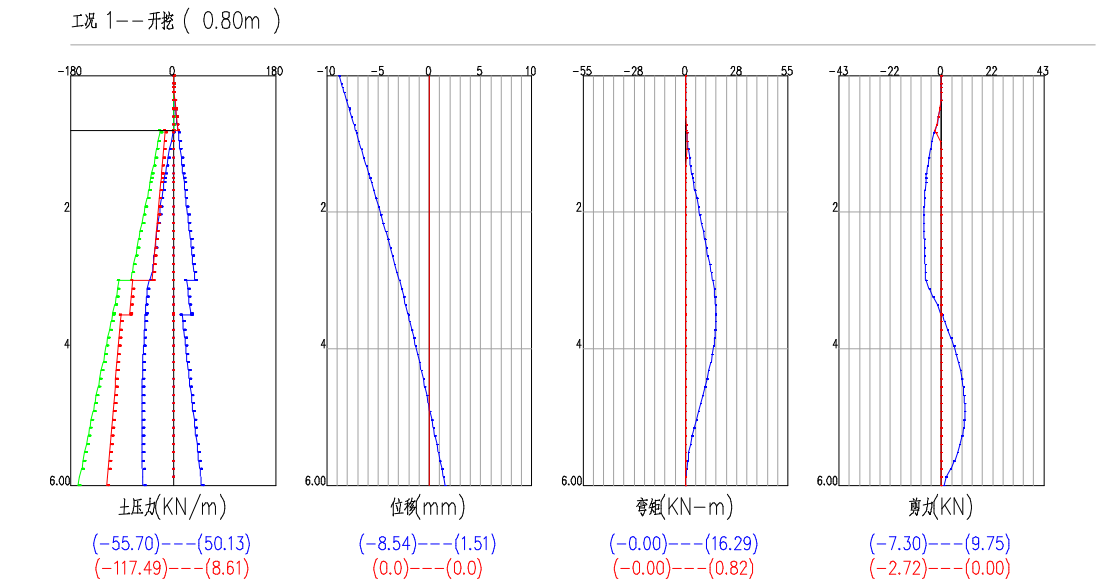
[设计参数]

整体稳定计算方法	瑞典条分法
稳定计算采用应力状态	有效应力法
稳定计算是否考虑内支撑	√
稳定计算合算地层考虑孔隙水压力	√
条分法中的土条宽度(m)	0.40
刚度折减系数K	0.850
考虑圆弧滑动模式的抗隆起稳定	√
对支护底取矩倾覆稳定	×
以最下道支锚为轴心的倾覆稳定	√

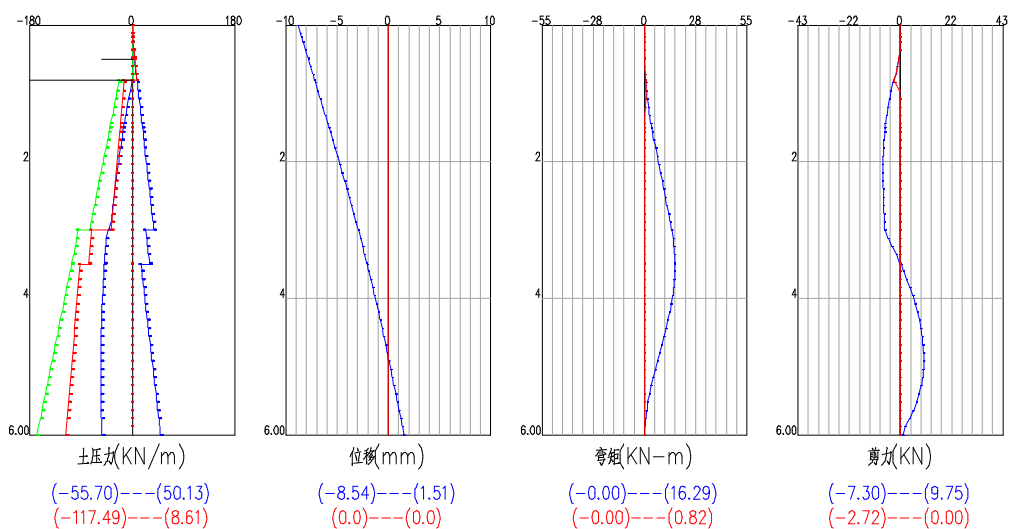
[设计结果]

[结构计算]

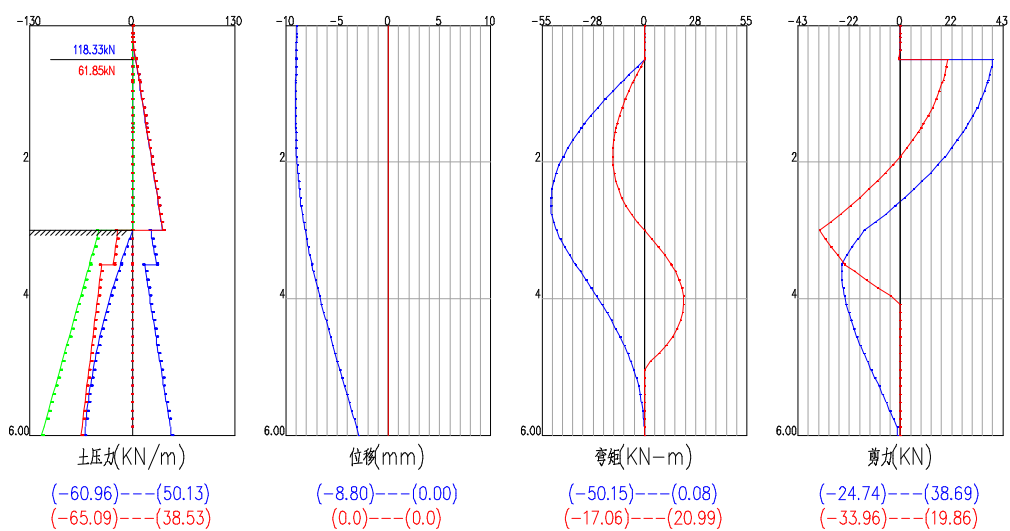
各工况：



工况 2---加峰 1 (0.50m)



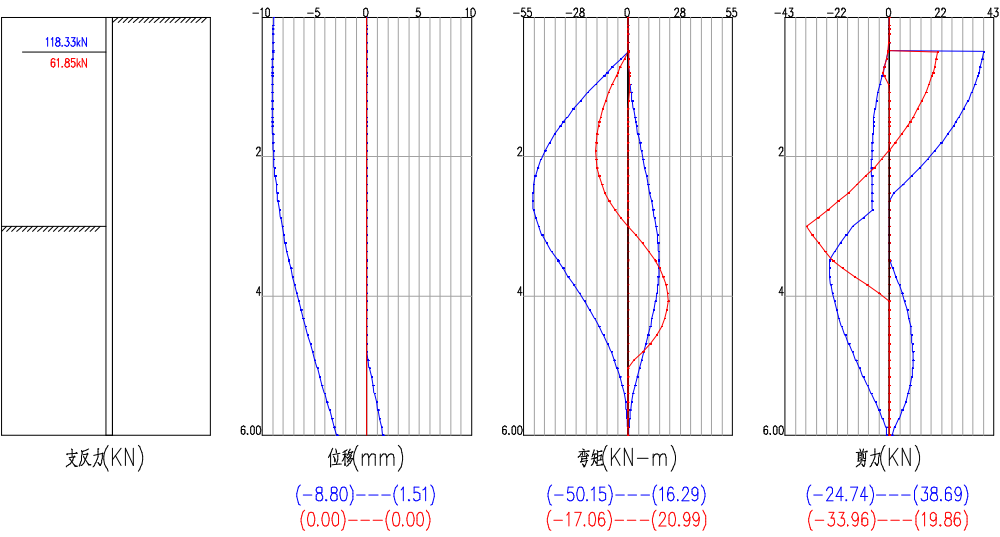
工况 3---开挖 (3.00m)



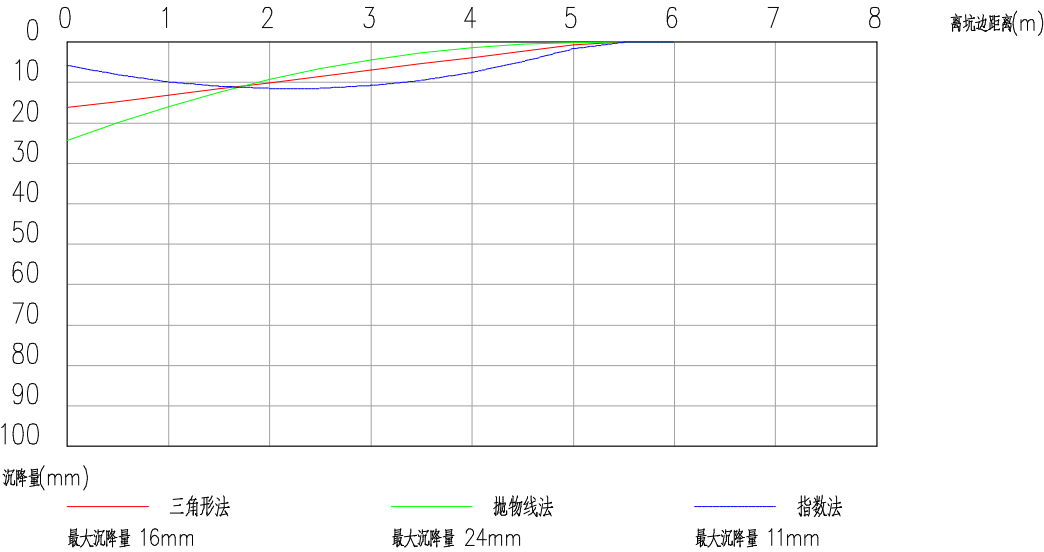
内力位移包络图:

工况 3——开挖 (3.00m)

包 络 图



地表沉降图:



[截面计算]

[截面参数]

弯矩折减系数	1.00
剪力折减系数	1.00
荷载分项系数	1.25

[内力取值]

段号	内力类型	弹性法 计算值	经典法 计算值	内力 设计值	内力 实用值
	基坑内侧最大弯矩 (kN. m)	50.15	17.06	62.68	62.68
1	基坑外侧最大弯矩 (kN. m)	16.29	20.99	20.36	20.36
	最大剪力 (kN)	38.69	33.96	48.36	48.36

[截面验算]

基坑内侧抗弯验算(不考虑轴力)

$$\begin{aligned}
 \sigma_{nei} &= M_n / W_x \\
 &= 62.683 / (2200.000 \times 10^{-6}) \\
 &= 28.492 \text{ (MPa)} < f = 215.000 \text{ (MPa)} \quad \text{满足}
 \end{aligned}$$

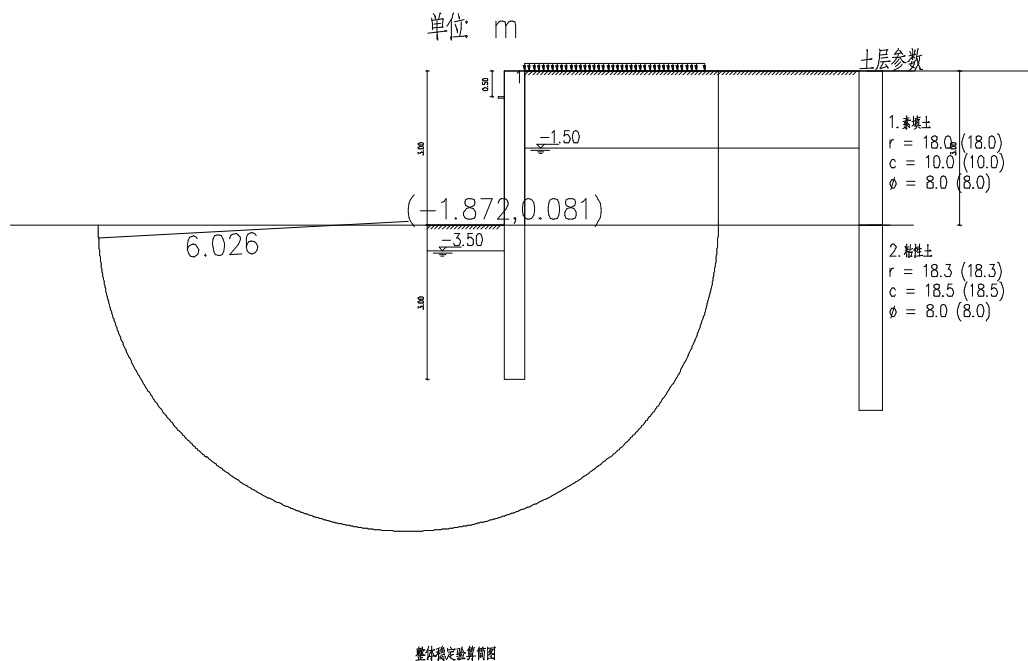
基坑外侧抗弯验算(不考虑轴力)

$$\begin{aligned}
 \sigma_{wai} &= M_w / W_x \\
 &= 20.360 / (2200.000 \times 10^{-6}) \\
 &= 9.255 \text{ (MPa)} < f = 215.000 \text{ (MPa)} \quad \text{满足}
 \end{aligned}$$

式中:

- σ_{wai} ——基坑外侧最大弯矩处的正应力 (MPa) ;
- σ_{nei} ——基坑内侧最大弯矩处的正应力 (MPa) ;
- M_w ——基坑外侧最大弯矩设计值 (kN. m) ;
- M_n ——基坑内侧最大弯矩设计值 (kN. m) ;
- W_x ——钢材对x轴的净截面模量 (m^3) ;
- f ——钢材的抗弯强度设计值 (MPa) ;

[整体稳定验算]



计算方法: 瑞典条分法
 应力状态: 有效应力法
 条分法中的土条宽度: 0.40m

滑裂面数据

圆弧半径(m) $R = 6.026$

圆心坐标X(m) $X = -1.872$

圆心坐标Y(m) $Y = 0.081$

整体稳定安全系数 $K_s = 2.240 > 1.30$, 满足规范要求。

[抗倾覆稳定性验算]

抗倾覆(踢脚破坏)稳定性验算:

绕最下道支撑或锚拉点的抗倾覆稳定性验算,

多支点参考《建筑地基基础设计规范GB50007-2011》附录V

单支点参考《建筑基坑支护技术规程》 JGJ 120-2012 4.2.2节

$$K_t = \frac{\sum M_{Ep}}{\sum M_{Ea}}$$

$\sum M_{Ep}$ ——被动区抗倾覆作用力矩总和(kN.m/m);

$\sum M_{Ea}$ ——主动区倾覆作用力矩总和(kN.m/m);

K_t ——带支撑桩、墙式支护抗倾覆稳定安全系数, 取 $K_t \geq 1.200$ 。

工况1:

此工况不进行抗倾覆稳定性验算!

工况2:

$$K_t = \frac{1802.720}{489.424}$$

$K_t = 3.683 \geq 1.200$, 满足规范要求。

工况3:

$$K_t = \frac{1001.191}{489.424}$$

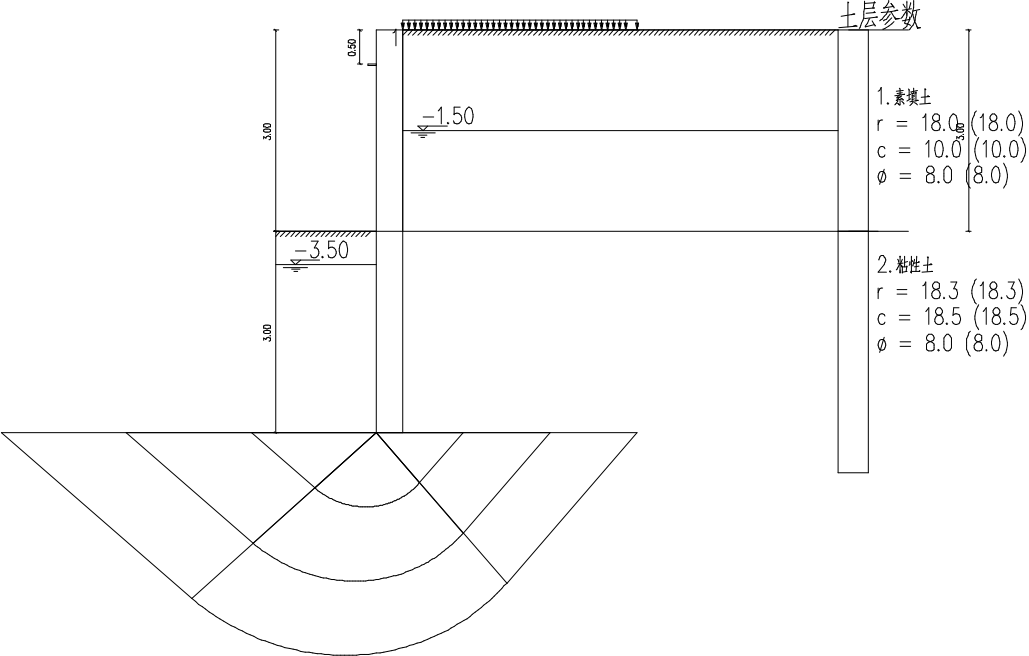
$K_t = 2.046 \geq 1.200$, 满足规范要求。

安全系数最小的工况号: 工况3。

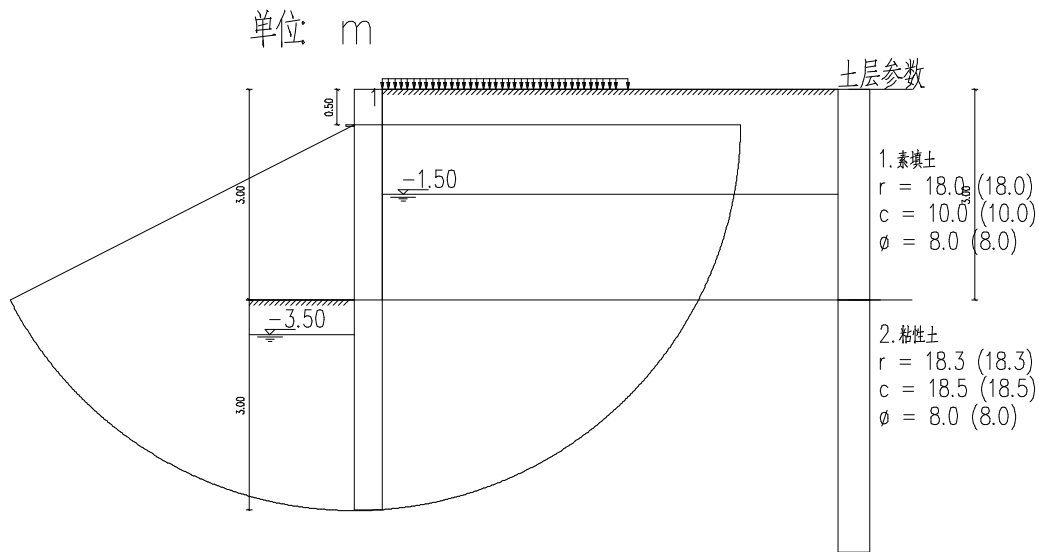
最小安全 $K_t = 2.046 \geq 1.200$, 满足规范抗倾覆要求。

[抗隆起验算]

单位: m



抗隆起验算简图1



抗隆起验算简图2

- 1) 从支护底部开始, 逐层验算抗隆起稳定性, 结果如下:

$$K_s = \frac{\gamma_{m2} l_d N_q + c N_c}{\gamma_{m1} (h + l_d) + q_0} \geq K_b$$

$$N_q = \left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right)^2 e^{\pi \tan(\phi)}$$

$$N_c = (N_q - 1) \frac{1}{\tan(\phi)}$$

支护底部, 验算抗隆起:

$$K_s = (18.300 \times 3.000 \times 2.058 + 18.500 \times 7.527) / (18.150 \times (3.000 + 3.000) + 20.000) = 1.957$$

$K_s = 1.957 \geq 1.600$, 抗隆起稳定性满足。

深度7.500处, 验算抗隆起:

$$K_s = (18.300 \times 4.500 \times 10.662 + 0.000 \times 20.721) / (18.180 \times (3.000 + 4.500) + 20.000) = 5.616$$

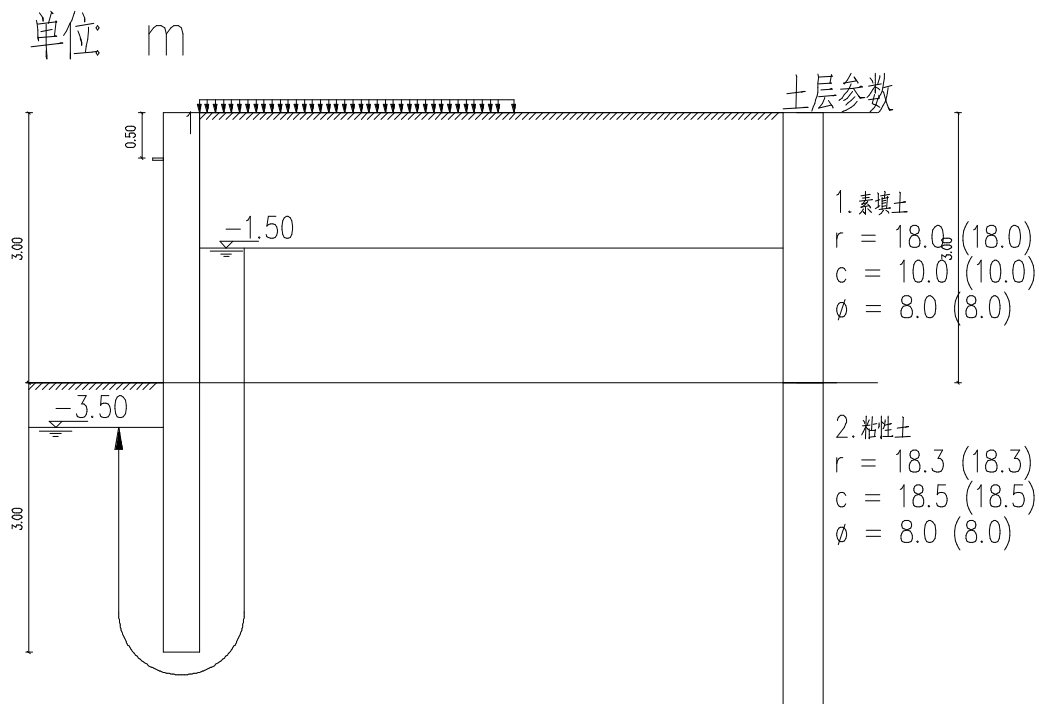
$K_s = 5.616 \geq 1.600$, 抗隆起稳定性满足。

- 2) 坑底抗隆起按以最下层支点为转动轴心的圆弧条分法计算, 结果如下:

$$\frac{\sum (c_i l_i + (q_i b_i + \Delta G_i) \cos(\theta)_i \tan(\phi)_i)}{\sum (q_i b_i + \Delta G_i) \sin(\theta)_i} \geq K_r$$

$K_s = 1.935 \geq 1.900$, 坑底抗隆起稳定性满足。

[流土稳定性验算]



流土稳定性验算

$$K = \frac{(2l_d + 0.8D_1)\gamma'}{\Delta h \gamma_w} \geq K_f$$

$$K = (2.00 \times 3.00 + 0.80 \times 1.50) \times 8.30 / (2.00 \times 10.00)$$

$$K = 2.988 \geq 1.50, \text{ 满足规范要求。}$$

其中:

K——流土稳定性计算安全系数;

Kf——流土稳定性安全系数; 安全等级为一、二、三级的基坑支护, 流土稳定性安全系数分别取值1.60、1.50、1.40;

ld——截水帷幕在基坑底面以下的长度(m);

D1——潜水水面或承压水含水层顶面至基坑底面的垂直距离(m);

γ' ——土的浮重度(kN/m³);

Δh ——基坑内外的水头差(m);

γ_w ——地下水重度(kN/m³);

[嵌固深度构造验算]

根据公式：嵌固构造深度=嵌固构造深度系数×基坑深度
 $=0.300 \times 3.000=0.900\text{m}$
嵌固深度采用值 $3.000\text{m} \geq 0.900\text{m}$, 满足构造要求。

[嵌固段基坑内侧土反力验算]

工况1:

$$P_s = 206.582 \leq E_p = 502.143, \text{土反力满足要求。}$$

工况2:

$$P_s = 206.582 \leq E_p = 502.143, \text{土反力满足要求。}$$

工况3:

$$P_s = 110.848 \leq E_p = 236.676, \text{土反力满足要求。}$$

式中:

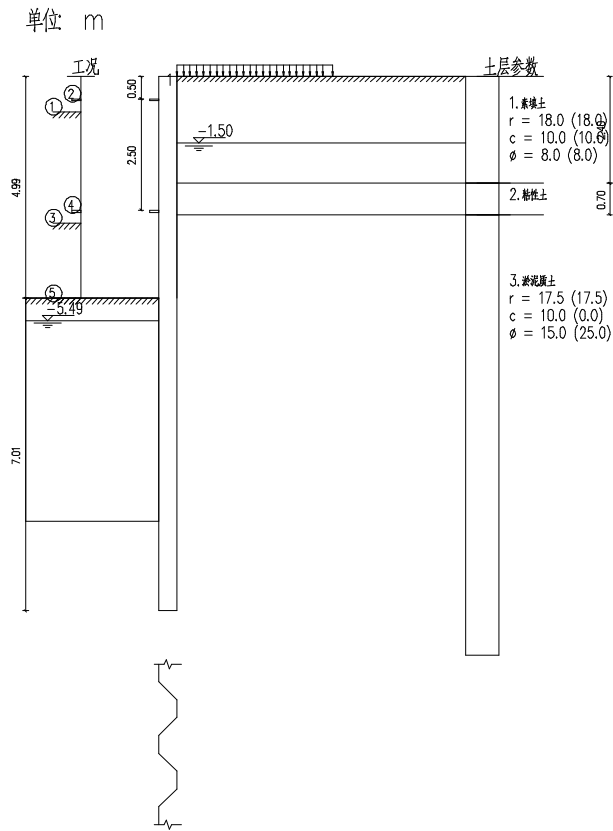
P_s 为作用在挡土构件嵌固段上的基坑内侧土反力合力 (kN) ;

E_p 为作用在挡土构件嵌固段上的被动土压力合力 (kN) 。

12米长拉森Ⅳ（新）型钢板桩计算
节点JSPN19，基坑深度4.985米，参考钻孔ZK22

[支护方案]

板桩墙支护



[基本信息]

规范与规程 《建筑基坑支护技术规程》 JGJ 120-2012

内力计算方法 增量法

支护结构安全等级 二级

支护结构重要性系数 γ_0 1.00

基坑深度 $h(m)$ 4.985

嵌固深度(m) 7.015

桩顶标高(m) 0.000

桩材料类型 钢板桩

└每延米截面面积 $A(cm^2)$ 236.00

└每延米惯性矩 $I(cm^4)$ 39600.00

└每延米抗弯模量 $W(cm^3)$ 2200.00

└抗弯 f(MPa) 215
有无冠梁 无
防水帷幕 无
放坡级数 0
超载个数 1
支护结构上的水平集中力 0

[超载信息]

超载 序号	类型	超载值 (kPa,kN/m)	作用深度 (m)	作用宽度 (m)	距坑边距	形式	长度
1	20.000	0.000	3.500	0.000	条形	---	

[土层信息]

土层数 3 坑内加固土 是
内侧降水最终深度(m) 5.485 外侧水位深度(m) 1.500
内侧水位是否随开挖过程变化 否 内侧水位距开挖面距离(m) ---
弹性计算方法按土层指定 X 弹性法计算方法 m 法
内力计算时坑外土压力计算方法 主动

[土层参数]

层号	土类名称	层厚	重度	浮重度	黏聚力	内摩擦角	黏聚力	内 摩 擦 角
		(m)	(kN/m3)	(kN/m3)	(kPa)	(度)	水下(kPa)	水下(度)
1	素填土	2.40	18.0	8.0	10.00	8.00	10.00	8.00
2	粘性土	0.70	18.3	8.3	18.50	8.50	18.50	8.50
3	淤泥质土	13.20	17.5	7.5	10.00	15.00	0.00	25.00

层号	与锚固体摩 擦阻力(kPa)	水土	计算方法	m,c,K 值	极限承载力
			标准值(kPa)		
1	120.0	合算	m 法	1.48	200.00
2	120.0	合算	m 法	2.44	280.00
3	120.0	分算	m 法	10.00	180.00

层号	有效内摩 擦角φ'(度)	静止土压力 系数估算公式	静止土压 力系数 Ko
1	---	---	---
2	---	---	---
3	---	---	---

[加固土参数]

土类名称	宽度	层厚	重度	浮重度	黏聚力	内摩擦角
	(m)	(m)	(kN/m3)	(kN/m3)	(kPa)	(度)
人工加固土	3.0	5.000	18.000	8.000	30.000	15.000

土类名称	黏聚力	内摩擦角	计算方法	m,C,K 值
	水下(kPa)	水下(度)		
人工加固土	30.000	15.000	m 法	6.000

[支锚信息]

支锚道数	2	扩孔锚杆	×
------	---	------	---

支锚道号	支锚类型	水平间距	竖向间距	入射角	总长	锚固段
		(m)	(m)	(°)	(m)	长度(m)
1	内撑	3.000	0.500	---	---	---
2	内撑	3.000	2.500	---	---	---

支锚道号	预加力	支锚刚度	锚固体	工况	锚固力	材料抗力	材料抗力
	(kN)	(MN/m)	直径(mm)	号	调整系数	(kN)	调整系数
1	0.00	100.00	--- 2~	---	1000.00	1.00	
2	0.00	100.00	--- 4~	---	1000.00	1.00	

[土压力模型及系数调整]

弹性法土压力模型: 经典法土压力模型:

层号	土类名称	水土	水压力	外侧土压力	外侧土压力	内侧土压力	内侧土压力
		调整系数		调整系数 1	调整系数 2	调整系数	最大值(kPa)
1	素填土	合算	--- 1.000	1.000	1.000	10000.000	
2	粘性土	合算	--- 1.000	1.000	1.000	10000.000	
3	淤泥质土	分算	1.000	1.000	1.000	1.000	10000.000

[工况信息]

工况号	工况类型	深度(m)	支锚道号
1	开挖	0.800	---
2	加撑	---	1.内撑
3	开挖	3.300	---
4	加撑	---	2.内撑
5	开挖	4.985	---

[设计参数]

整体稳定计算方法 瑞典条分法
稳定计算采用应力状态 有效应力法
稳定计算是否考虑内支撑 √
稳定计算合算地层考虑孔隙水压力 √
条分法中的土条宽度(m) 0.40
刚度折减系数 K 0.850
考虑圆弧滑动模式的抗隆起稳定 √
对支护底取矩倾覆稳定 √
以最下道支锚为轴心的倾覆稳定 √

[设计结果]

[结构计算]

各工况：

内力位移包络图：

地表沉降图：

[截面计算]

[截面参数]

弯矩折减系数 1.00
剪力折减系数 1.00
荷载分项系数 1.25

[内力取值]

段号	内力类型	弹性法 计算值	经典法 设计值	内力 实用值	内力
	基坑内侧最大弯矩(kN.m)	87.28	34.31	109.10	109.10
1	基坑外侧最大弯矩(kN.m)	35.19	67.90	43.98	43.98
	最大剪力(kN)	74.56	59.64	93.20	93.20

[截面验算]

基坑内侧抗弯验算(不考虑轴力)

$$\begin{aligned}\sigma_{nei} &= M_n / W_x \\ &= 109.101 / (2200.000 \times 10^{-6}) \\ &= 49.591(\text{MPa}) < f = 215.000(\text{MPa}) \quad \text{满足}\end{aligned}$$

基坑外侧抗弯验算(不考虑轴力)

$$\begin{aligned}\sigma_{wai} &= M_w / W_x \\ &= 43.984 / (2200.000 \times 10^{-6}) \\ &= 19.993(\text{MPa}) < f = 215.000(\text{MPa}) \quad \text{满足}\end{aligned}$$

式中:

σ_{wai} ——基坑外侧最大弯矩处的正应力(MPa);
 σ_{nei} ——基坑内侧最大弯矩处的正应力(MPa);
 M_w ——基坑外侧最大弯矩设计值(kN.m);
 M_n ——基坑内侧最大弯矩设计值(kN.m);
 W_x ——钢材对 x 轴的净截面模量(m³);
 f ——钢材的抗弯强度设计值(MPa);

[整体稳定验算]

计算方法: 瑞典条分法
应力状态: 有效应力法
条分法中的土条宽度: 0.40m

滑裂面数据

圆弧半径(m) R = 8.739

圆心坐标 X(m) X = -1.786

圆心坐标 Y(m) $Y = 0.012$
 整体稳定安全系数 $K_s = 1.330 > 1.30$, 满足规范要求。

 [抗倾覆稳定性验算]

抗倾覆(对支护底取矩)稳定性验算:

M_p ——被动土压力及支点力对桩底的抗倾覆弯矩, 对于内支撑支点力由内支撑抗压力决定;对于锚杆或锚索, 支点力为锚杆或锚索的锚固力和抗拉力的较小值。
 M_a ——主动土压力对桩底的倾覆弯矩。

工况 1:

序号	支锚类型	材料抗力(kN/m)	锚固力(kN/m)
1	内撑	0.000	---
2	内撑	0.000	---

$K_{ov} = 2.878 \geq 1.200$, 满足规范要求。

工况 2:

序号	支锚类型	材料抗力(kN/m)	锚固力(kN/m)
1	内撑	333.333	---
2	内撑	0.000	---

$K_{ov} = 4.034 \geq 1.200$, 满足规范要求。

工况 3:

序号	支锚类型	材料抗力(kN/m)	锚固力(kN/m)
1	内撑	333.333	---
2	内撑	0.000	---

$K_{ov} = 2.701 \geq 1.200$, 满足规范要求。

工况 4:

序号	支锚类型	材料抗力(kN/m)	锚固力(kN/m)
1	内撑	333.333	---
2	内撑	333.333	---

$K_{ov} = 3.605 \geq 1.200$, 满足规范要求。

工况 5:

序号	支锚类型	材料抗力(kN/m)	锚固力(kN/m)
1	内撑	333.333	---

$K_{ov} = 3.019 \geq 1.200$, 满足规范要求。

安全系数最小的工况号：工况 3。

最小安全 $K_{ov} = 2.701 \geq 1.200$, 满足规范要求。

抗倾覆(踢脚破坏)稳定性验算:

绕最下道支撑或锚拉点的抗倾覆稳定性验算,

多支点参考《建筑地基基础设计规范 GB50007-2011》附录 V

单支点参考《建筑基坑支护技术规程》 JGJ 120-2012 4.2.2 节

$\sum M_{Ep}$ ——被动区抗倾覆作用力矩总和(kN.m/m);

$\sum M_{Ea}$ ——主动区倾覆作用力矩总和(kN.m/m);

K_t ——带支撑桩、墙式支护抗倾覆稳定安全系数, 取 $K_t \geq 1.200$ 。

工况 1:

此工况不进行抗倾覆稳定性验算!

工况 2:

$K_t = 2.817 \geq 1.200$, 满足规范要求。

工况 3:

$K_t = 1.930 \geq 1.200$, 满足规范要求。

工况 4:

$K_t = 1.971 \geq 1.200$, 满足规范要求。

工况 5:

$K_t = 1.428 \geq 1.200$, 满足规范要求。

安全系数最小的工况号：工况 5。

最小安全 $K_t = 1.428 \geq 1.200$, 满足规范抗倾覆要求。

[抗隆起验算]

1) 从支护底部开始，逐层验算抗隆起稳定性，结果如下：

支护底部，验算抗隆起：

$$K_s = (17.856 \times 7.015 \times 10.662 + 0.000 \times 20.721) / (17.647 \times (4.985 + 7.015) + 12.473) = 5.956$$

$K_s = 5.956 \geq 1.600$ ，抗隆起稳定性满足。

2) 坑底抗隆起按以最下层支点为转动轴心的圆弧条分法计算，结果如下：

$$K_s = 2.322 \geq 1.900$$

坑底抗隆起稳定性满足。

[流土稳定性验算]

$$K = (2.00 \times 7.01 + 0.80 \times 3.49) \times 8.54 / (3.99 \times 10.00)$$

$K = 3.603 \geq 1.50$ ，满足规范要求。

其中：

K——流土稳定性计算安全系数；

Kf——流土稳定性安全系数；安全等级为一、二、三级的基坑支护，流土稳定性安全系数分别取值 1.60、1.50、1.40；

ld——截水帷幕在基坑底面以下的长度(m)；

D1——潜水水面或承压水含水层顶面至基坑底面的垂直距离(m)；

γ' ——土的浮重度(kN/m³)；

Δh ——基坑内外的水头差(m)；

γ_w ——地下水重度(kN/m³)；

[突涌稳定性验算]

$$K = D\gamma / h_{wyw}$$

$$K = 2.000 \times 17.500 / 30.000 = 1.166 \geq K_h = 1.10 \quad \text{基坑底部土抗承压水头稳定!}$$

式中:

γ ——承压水含水层顶面至坑底的土层天然重度(kN/m³);

D ——承压水含水层顶面至坑底的土层厚度(m);

γ_w ——水的重度(kN/m³);

h_w ——承压水含水层顶面的压力水头高度(m);

K_h ——突涌稳定安全系数, 当前取值 1.10, 规范要求不应小于 1.100;

K ——突涌稳定安全系数计算值。

[嵌固深度构造验算]

$$\begin{aligned} \text{根据公式: 嵌固构造深度} &= \text{嵌固构造深度系数} \times \text{基坑深度} \\ &= 0.200 \times 4.985 = 0.997\text{m} \end{aligned}$$

嵌固深度采用值 7.015m \geq 0.997m, 满足构造要求。

[嵌固段基坑内侧土反力验算]

工况 1:

$$P_s = 858.979 \leq E_p = 2424.737, \quad \text{土反力满足要求。}$$

工况 2:

$$P_s = 858.979 \leq E_p = 2424.737, \quad \text{土反力满足要求。}$$

工况 3:

$$P_s = 815.610 \leq E_p = 1538.113, \quad \text{土反力满足要求。}$$

工况 4:

$$P_s = 815.610 \leq E_p = 1538.113, \quad \text{土反力满足要求。}$$

工况 5:

$$P_s = 734.604 \leq E_p = 1055.194, \quad \text{土反力满足要求。}$$

式中:

P_s 为作用在挡土构件嵌固段上的基坑内侧土反力合力 (kN);

E_p 为作用在挡土构件嵌固段上的被动土压力合力 (kN)。

茶山连通（西线）管道抗浮计算

管道最小覆土 1.0m，管道为 DN1400 球墨铸铁管

1、管道自重

每延米管道自重为 $m_{\text{自重}} = (593.83 * 10 * 1) / 1000 = 5.938KN$

2、管顶覆土重

管顶最小覆土为 1.0 米

每延米覆土重为 $m_{\text{覆土}} = 1.4 \times 1 \times 1.0 \times 10 = 14.00KN$

3、最大浮力 $F = \rho_{\text{液}} g v = 1000 \times 10 \times 3.14 \times 0.7^2 = 15386N = 15.386KN$

4、验算

$$m_{\text{自重}} + m_{\text{覆土}} = 5.938 + 14.0 = 19.938 > F \times 1.05 = 16.115$$

故不需采用抗浮措施