

计 算 书

项目名称 郑州市四环线及大河路快速化工程(西四环)

设计阶段 施工设计

篇 册 号 上跨南水北调桥

桥墩围护结构施工图

专 业 结 构

计 算

专业负责人

校 核

审 核

2018 年 05 月

目 录

| | |
|---------------------------|----|
| 1 工程概况 | 1 |
| 2 本册图纸设计范围 | 1 |
| 3 设计依据、遵循规范 | 1 |
| 3.1 设计依据 | 1 |
| 3.2 遵循规范 | 1 |
| 4 主要技术标准及设计计算原则 | 2 |
| 5、工程地质及水文地质概况。 | 2 |
| 5.1、工程地质 | 2 |
| 5.2、水文地质 | 4 |
| 5.3、岩土工程分析与评价 | 4 |
| 6 主体基坑支护参数 | 4 |
| 7 围护结构内力计算 | 5 |
| 7.1 主墩围护结构计算 | 5 |
| 7.2 交接主墩及边墩剖面围护结构计算 | 16 |
| 7.2 钢支撑计算 | 24 |

1 工程概况

郑州市西四环上跨南水北调主干渠桥梁新建工程位于郑州市中原西路与郑州市西四环路交叉口南侧约 100 米。

拟建桥中心桩号 K 28+509.994, 对应南水北调总干渠桩号为 SH205+837.72, 设计孔径及孔数为 25+40+25m, 上部结构形式采用预应力混凝土箱梁, 桥墩的基础拟采用钻孔灌注桩基础。

主墩基坑长、宽均为 23.2m 深 8.5m, 基坑采用地下连续墙+内支撑支护, 竖向设置 1 道钢支支撑; 交接主墩坑长为 13.75m, 宽为 6.25m 深为 5.0m, 基坑采用地下连续墙悬臂支护; 交接主墩基坑长为 13.75m, 宽为 6.25m 深为 5.0m, 基坑采用地下连续墙悬臂支护; 边墩基坑长宽均为 6.25m, 基坑采用地连墙悬臂支护。

2 本册图纸设计范围

上跨南水北调桥桥墩围护结构施工图

3 设计依据、遵循规范

3.1 设计依据

《郑州市西四环上跨南水北调总干渠桥梁新建工程工程地质勘察报告(详勘阶段)》(郑州市交通规划勘察设计研究院);

业主提供的地形、道路红线、地下管线资料、规划文件等电子文件;

业主下发的联系单及各专业互提资料单;

3.2 遵循规范

- (1) 《建筑结构荷载规范》(GB50009-2012);
- (2) 《混凝土结构设计规范》(GB50010-2010) (2015 年版);
- (3) 《公路桥涵地基与基础设计规范》(JTG D63-2007);
- (4) 《公路路基设计规范》(JTG D30-2004);
- (5) 《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011);
- (6) 《建筑基坑支护技术规程》(JGJ120-2012);
- (7) 《混凝土工程施工质量验收规范》(GB50204-2015);
- (8) 《钢筋焊接及验收规范》(JGJ18-2012);
- (9) 《建筑基坑工程监测技术规范》(GB 50497-2009);
- (10) 《建筑地基基础工程施工质量验收规范》(GB50202-2002);

(11)《混凝土结构耐久性设计规范》(GB/T50476-2008);

(12)《建筑基桩检测技术规范》JGJ106-2014;

(13)《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008;

(14)《城市道路工程设计规范》(CJJ37-2012)

(15)《钢筋机械连接技术规程》(JGJ107-2016)

以上未提及的其他现行国家、河南省及郑州市相关规范、规程。

4 主要技术标准及设计计算原则

(1) 基坑围护结构采用以分项系数表示的极限状态设计法设计。

(2) 车站主体结构基坑保护等级为二级，重要性系数为 1.0。

(3) 车站主体结构基坑保护等级为二级，支护结构最大水平位移 $\leq 0.4\%H$ ，且 $\leq 40\text{mm}$ ；地面最大沉降量控制在 $\leq 0.3\%H$ 。

(4) 围护桩在施工阶段的控制工况下按临时结构考虑，验算强度。

(5) 围护结构上只作用土压力及地面超载产生的侧压力，二者按朗金主动土压力计算。

(6) 地层的物理力学指标依据工程地质勘察报告取值。

(7) 结构设计按最不利地下水位情况进行抗浮稳定验算。在不考虑侧壁摩阻力时，抗浮安全系数不得小于 1.05；当计及侧壁摩阻力时，抗浮安全系数不得小于 1.15。

5、工程地质及水文地质概况。

5.1、工程地质

根据地质钻探、标贯和土工试验结果，将勘探深度 95 米内的地层按地质时代、物理力学性质差异划分为 10 个工程地质单元，从上及下分述如下：

(1) 杂填土 (Q4me): 含水泥块、建筑垃圾等。

(2) 粉土 (Q3al): 黄褐色，稍湿，中密，含灰色斑点及黄色铁质斑点，见白色钙质条纹。

(3) 粉质黏土 (Q3al): 黄褐色，硬塑，含白色钙质条纹及黄色铁质斑点，局部含钙质结核，结核直径 1-2cm。

(4) 粉质黏土 (Q3al): 黄褐色，硬塑，含黑色铁锰质斑点及红褐色铁质斑点，局部含小颗粒钙质结核，结核粒径 1-2cm。

(5) 粉质黏土 (Q3al): 黄褐色，硬塑，含黑色，铁锰质斑点及红褐色铁质斑点，据不见

小颗粒钙质结核，结核直径 1-3cm。

(6) 粉质黏土 (Q2al): 黄褐色，坚硬，含黑色铁锰质斑点及黄色铁质斑点，局部胶结成泥岩、砂岩状，岩芯短柱状，长度 2-10cm。

(6-1) 黏土 (Q2al): 棕红色，顶部黄褐色，坚硬，含黑色铁锰质斑点及钙质结核，结核直径一般 2-5cm，局部粒径较大，大于 10cm，局部见卵石，粒径 3-5cm。

(7) 粉砂 (Q2al): 褐黄色，湿，密实，矿物成分以石英、长石为主，局部钙质胶结成砂岩状。

(7-1) 砾石 (Q2al): 杂色，密实，成分以砂岩、石英岩为主，粒径 1-2cm，个别粒径较大，大于 5cm。由砂粒及黏性土填充。

(7-2) 粉质黏土 (Q2al): 棕红色，坚硬，含黑色铁锰质斑点及钙质结核，结核粒径一般 3-5cm，局部胶结呈层状。

(7-3) 黏土 (Q2al): 褐黄色，坚硬，含红色铁锰质斑点及钙质结核，结核粒径一般 2-5cm，局部胶结成层状，岩芯短柱状，柱长 3-14cm。

(7-4) 粉质黏土 (Q2al): 褐黄色-棕红色，坚硬，含铁锰质斑点及钙质结核，结核粒径一般 1-3cm，顶部胶结成砂岩，岩芯短柱状，柱长 3-19cm。

(8) 黏土 (Q2al): 黄褐色，含铁锰质斑点，及氧化铁锈斑，见少量钙质结核，结核粒径一般 1-5cm，局部胶结呈层状。

(8-1) 粉质黏土 (Q2al): 黄褐色，含铁锰质斑点，及氧化铁锈斑，见少量钙质结核，结核粒径一般 2-3cm，局部胶结成层状。

(9) 粉砂 (Q2al): 黄褐色，湿，密实，成分以石英、长石为主，局部胶结成砂岩状。

(10) 粉质黏土 (Q2al): 黄褐色，坚硬，含铁锰质斑点、氧化铁锈斑及钙质结核，集合粒径一般 1-4cm，局部胶结成层状。

物理力学性质指标统计表

| 层号 | 岩土名称 | 统计项目 | 干重度 γ_d | 孔隙比 e_0 | a | | 压缩试验 | | 原位测试 标贯实测 击数 N |
|----|------|------|-------------------|--------------|----------|----------------|-------------------|---------------|----------------------|
| | | | | | 粘聚力 c | 内摩擦角 Φ | 压缩系数 a_{1-2} | 压缩模量 E_s | |
| | | | | - | kPa | 度 | MPa ⁻¹ | MPa | 击 |
| 2 | 粉土 | 平均值 | 15.5 | 0.709 | 14 | 19.8 | 0.21 | 8.77 | 11.1 |

| | | | | | | | | | |
|-----|------|-----|-------|--------|----|-------|-------|--------|-------|
| 3 | 粉质黏土 | 平均值 | 16. 0 | 0. 660 | 24 | 17. 5 | 0. 29 | 5. 95 | 18. 0 |
| 4 | 粉质黏土 | 平均值 | 15. 3 | 0. 746 | 31 | 17. 6 | 0. 28 | 6. 33 | 19. 3 |
| 5 | 粉质黏土 | 平均值 | 16. 0 | 0. 669 | 45 | 17. 2 | 0. 24 | 7. 54 | 17. 3 |
| 6 | 粉质黏土 | 平均值 | 16. 2 | 0. 643 | 40 | 17. 3 | 0. 20 | 8. 55 | 24. 9 |
| 6-1 | 黏土 | 平均值 | 16. 2 | 0. 654 | 73 | 15. 8 | 0. 13 | 13. 24 | |
| 7 | 粉砂 | 平均值 | | | | | | | 20. 0 |
| 7-2 | 粉质黏土 | 平均值 | 15. 4 | 0. 727 | 34 | 19. 0 | 0. 24 | 7. 26 | |
| 7-4 | 粉质黏土 | 平均值 | 16. 7 | 0. 602 | 41 | 17. 3 | 0. 18 | 9. 17 | |
| 8 | 黏土 | 平均值 | 15. 5 | 0. 730 | 73 | 15. 9 | 0. 19 | 9. 68 | 28. 0 |
| 8-1 | 粉质黏土 | 平均值 | | | | | | | 27. 8 |
| 9 | 粉砂 | 平均值 | | | | | | | |
| 10 | 粉质黏土 | 平均值 | 16. 0 | 0. 666 | | | 0. 15 | 11. 33 | |

5.2、水文地质

5.2.1 地下水概况

本场地稳定水位埋深 31m 左右,地下水属第四系松散孔隙潜水。

5.3、岩土工程分析与评价

5.3.1 建筑的场地类别

区域内断裂构造活动微弱,对工程影响不大,属稳定区域。本区抗震设防烈度为 7 度,动峰值加速度为 0.15g。本场地内无液化土。建筑抗震设计应按有关规范进行。

6 主体基坑支护参数

本站基坑围护结构采用地连墙+支撑围护体系,主墩基坑地连墙为 0.8m 厚。支撑采用径 Ø609, 壁厚 t=16mm 钢管支撑;交接主墩及边墩均采用 0.8m 地连墙悬臂支护。

0.8m 地连墙顶设 800×1000mm 冠梁,冠梁顶标高以上采用 200mm 厚混凝土挡墙,挡墙顶

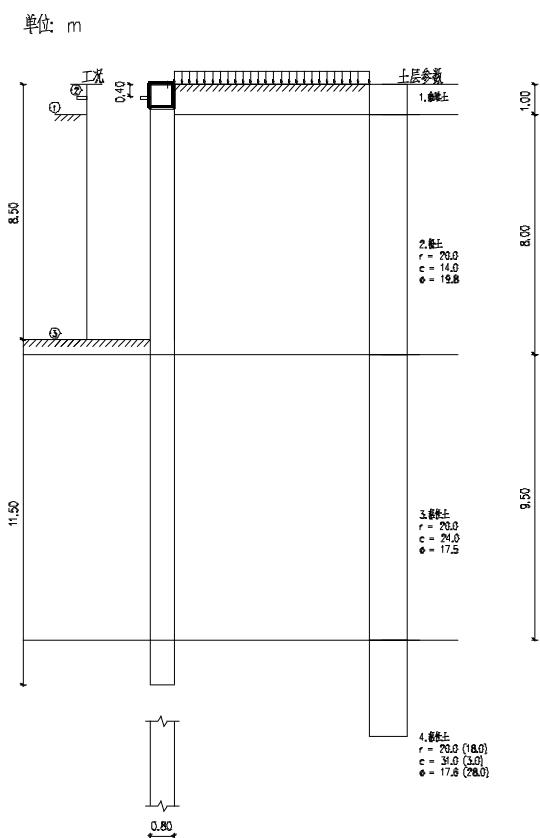
高出地面 500mm。

7 围护结构内力计算

7.1 主墩围护结构计算

支护方案]

连续墙支护



[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) | 8.500 |
| 嵌固深度 (m) | 11.500 |
| 墙顶标高 (m) | 0.000 |
| 连续墙类型 | 钢筋混凝土墙 |
| 墙厚 (m) | 0.800 |

| | |
|---------------|--------|
| └混凝土强度等级 | C35 |
| 有无冠梁 | 有 |
| └冠梁宽度(m) | 0.800 |
| └冠梁高度(m) | 1.000 |
| └水平侧向刚度(MN/m) | 28.444 |
| 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 | --- | --- | --- | --- | --- |

[附加水平力信息]

| 水平力序号 | 作用类型 | 水平力值(kN) | 作用深度(m) | 是否参与倾覆稳定 | 是否参与整体稳定 |
|-------|------|----------|---------|----------|----------|
| | | | | | |

[土层信息]

| | | | |
|----------------|--------|---------------|--------|
| 土层数 | 4 | 坑内加固土 | 否 |
| 内侧降水最终深度(m) | 31.000 | 外侧水位深度(m) | 31.000 |
| 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) | 与锚固体摩擦阻力(kPa) |
|----|------|-------|------------------------|-------------------------|----------|---------|---------------|
| 1 | 杂填土 | 1.00 | 20.0 | --- | 5.00 | 10.00 | 20.0 |
| 2 | 粉土 | 8.00 | 20.0 | --- | 14.00 | 19.80 | 50.0 |
| 3 | 粘性土 | 9.50 | 20.0 | --- | 24.00 | 17.50 | 50.0 |
| 4 | 粘性土 | 12.50 | 20.0 | 8.0 | 31.00 | 17.60 | 45.0 |

| | | | | | | |
|----|-----|------|----|------|----------|-------|
| 层号 | 黏聚力 | 内摩擦角 | 水土 | 计算方法 | m, c, K值 | 不排水抗剪 |
| | | | | | | |

| | 水下(kPa) | 水下(度) | | | | 强度(kPa) |
|---|---------|-------|-----|----|------|---------|
| 1 | --- | --- | --- | m法 | 1.50 | --- |
| 2 | --- | --- | --- | m法 | 7.26 | --- |
| 3 | --- | --- | --- | m法 | 6.78 | --- |
| 4 | 3.00 | 28.00 | 合算 | m法 | 7.54 | --- |

[支锚信息]

| | |
|------|---|
| 支锚道数 | 1 |
|------|---|

| 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 | 0.400 | --- | --- | --- |

| 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 | 100.00 | 824.00 | --- | 2~ | --- | 5220.00 | 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 | 杂填土 | 合算 | --- | 1.000 | 0.000 | 1.000 | 10000.000 |
| 2 | 粉土 | 分算 | 1.000 | 1.000 | 0.000 | 1.000 | 10000.000 |
| 3 | 粘性土 | 分算 | 1.000 | 1.000 | 0.000 | 1.000 | 10000.000 |
| 4 | 粘性土 | 合算 | --- | 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 | 1.000 | --- |
| 2 | 加撑 | --- | 1. 内撑 |

3

开挖

8.500

[设计参数]

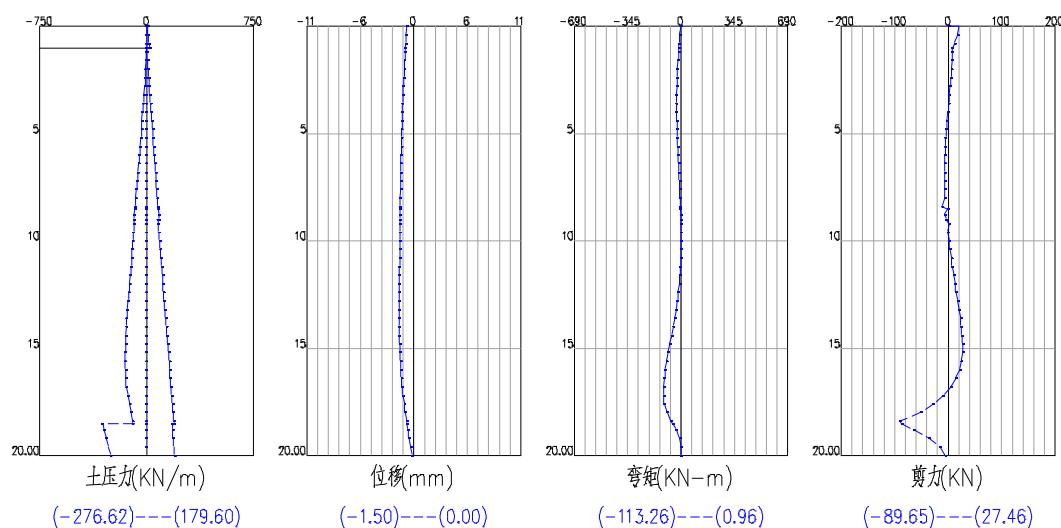
| | |
|-----------------|-------|
| 整体稳定计算方法 | 瑞典条分法 |
| 稳定计算采用应力状态 | 有效应力法 |
| 稳定计算是否考虑内支撑 | √ |
| 稳定计算合算地层考虑孔隙水压力 | ✗ |
| 条分法中的土条宽度(m) | 0.40 |
| 刚度折减系数K | 1.000 |
| 考虑圆弧滑动模式的抗隆起稳定 | √ |
| 对支护底取矩倾覆稳定 | √ |
| 以最下道支锚为轴心的倾覆稳定 | √ |

[设计结果]

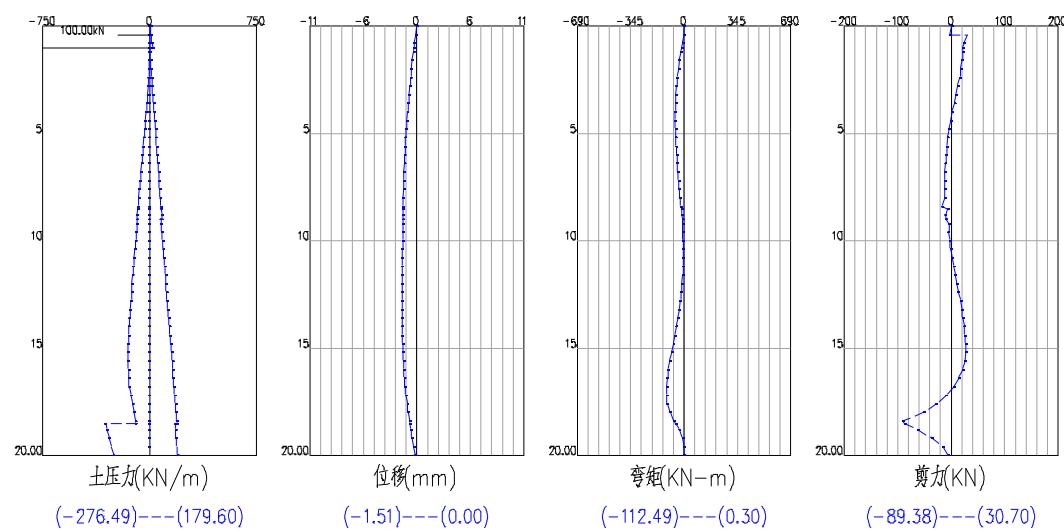
[结构计算]

各工况:

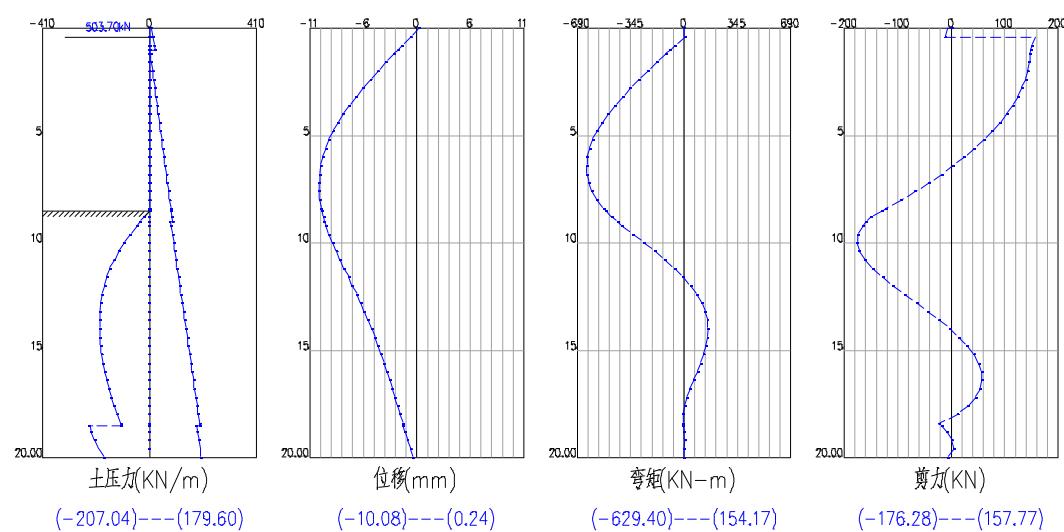
工况 1--开挖 (1.00m)



工况 2-- 加壁 1 (0.40m)



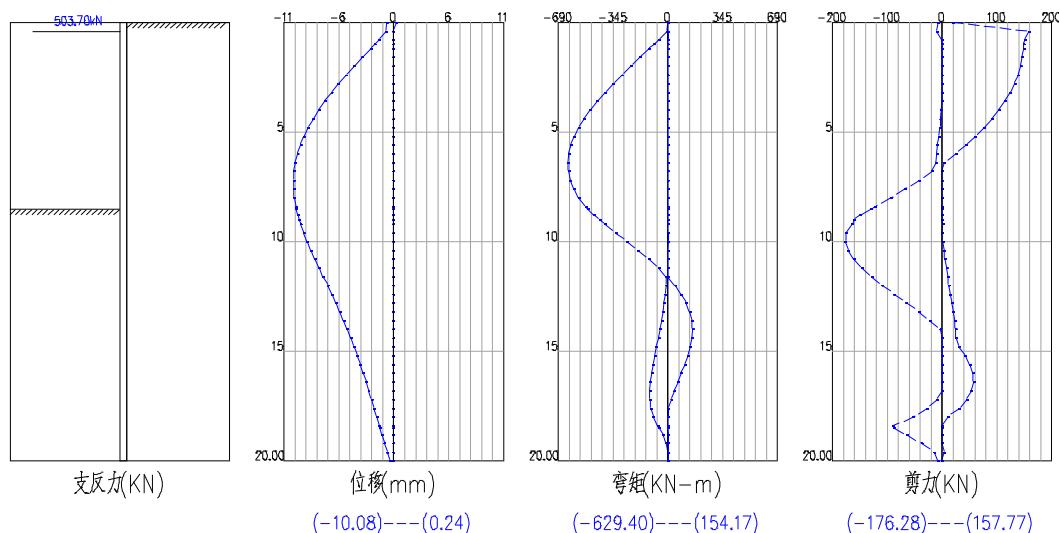
工况 3-- 开挖 (8.50m)



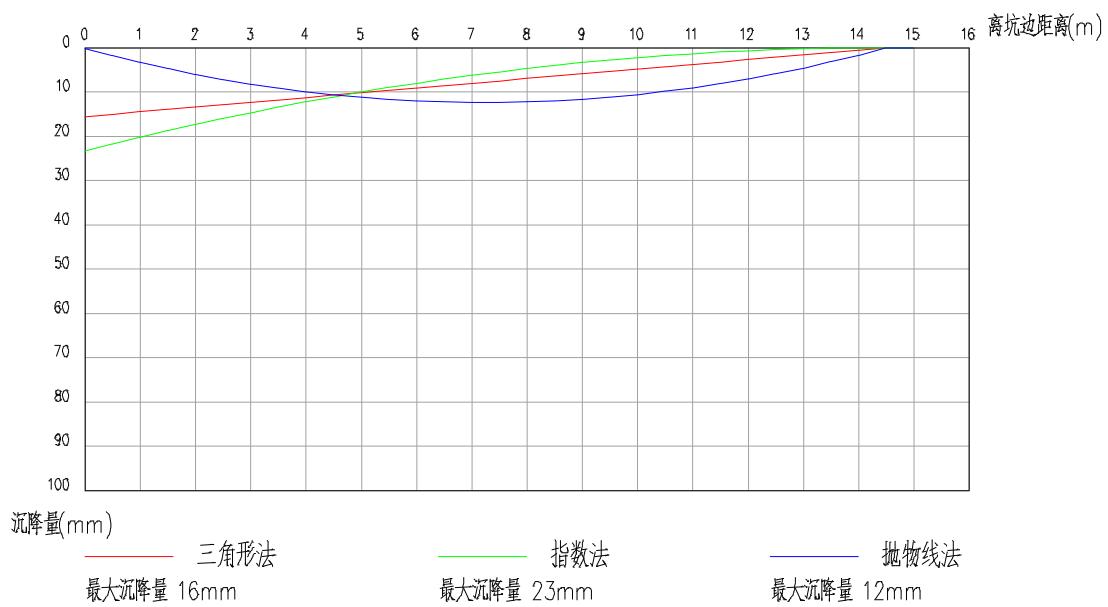
内力位移包络图:

工况 3--开挖 (8.50m)

包络图



地表沉降图:



[冠梁选筋结果]

| | 钢筋级别 | 选筋 |
|-----|--------|---------|
| As1 | HRB400 | 6E28 |
| As2 | HRB400 | 8E20 |
| As3 | HRB335 | D12@200 |

[截面计算]

钢筋类型对应关系: d-HPB300, D-HRB335, E-HRB400, F-RRB400, G-HRB500, P-HRBF335, Q-HRBF400, R-HRBF500

[截面参数]

| | |
|---------------|-------------------|
| 墙是否均匀配筋 | 否 |
| 混凝土保护层厚度 (mm) | 70 |
| 墙的纵筋级别 | HRB400 |
| 弯矩折减系数 | 1.00 |
| 剪力折减系数 | 1.00 |
| 荷载分项系数 | 1.25 |
| 配筋分段数 | 五段 |
| 各分段长度 (m) | 3, 1, 11, 2, 3.00 |

[内力取值]

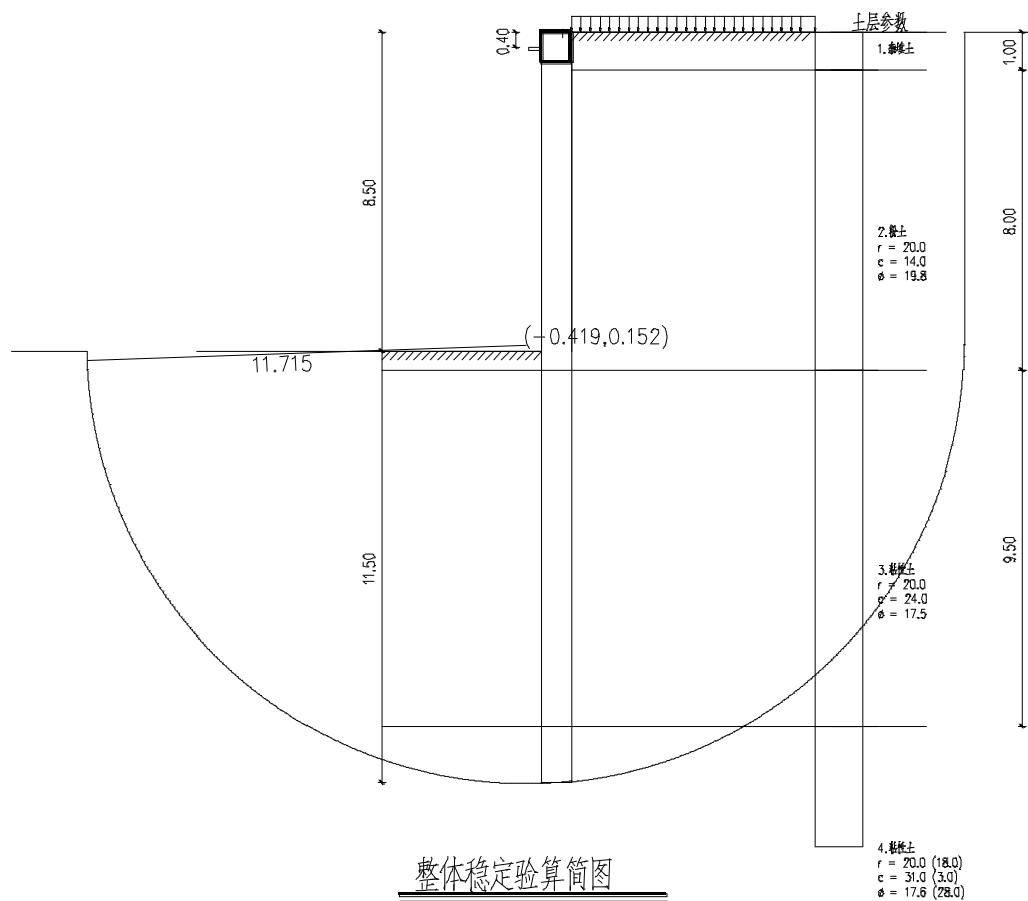
| 段号 | 内力类型 | 弹性法 计算值 | 经典法 计算值 | 内力 设计值 | 内力 实用值 |
|----|-----------------|------------|------------|-----------|-----------|
| 1 | 基坑内侧最大弯矩 (kN.m) | 346.08 | 226.37 | 432.59 | 294.31 |
| | 基坑外侧最大弯矩 (kN.m) | 3.30 | 6.90 | 4.12 | 4.12 |
| | 最大剪力 (kN) | 157.77 | 106.68 | 197.21 | 197.21 |
| 2 | 基坑内侧最大弯矩 (kN.m) | 489.00 | 308.12 | 611.25 | 432.59 |
| | 基坑外侧最大弯矩 (kN.m) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 最大剪力 (kN) | 124.25 | 73.27 | 155.32 | 173.18 |
| 3 | 基坑内侧最大弯矩 (kN.m) | 629.40 | 347.60 | 786.75 | 786.75 |
| | 基坑外侧最大弯矩 (kN.m) | 154.17 | 419.95 | 192.71 | 1.20 |
| | 最大剪力 (kN) | 176.28 | 194.42 | 220.35 | 220.35 |
| 4 | 基坑内侧最大弯矩 (kN.m) | 113.26 | 0.00 | 141.58 | 234.70 |
| | 基坑外侧最大弯矩 (kN.m) | 127.39 | 0.00 | 159.24 | 0.11 |
| | 最大剪力 (kN) | 57.65 | 0.00 | 72.06 | 214.14 |
| 5 | 基坑内侧最大弯矩 (kN.m) | 112.74 | 0.00 | 140.93 | 141.58 |
| | 基坑外侧最大弯矩 (kN.m) | 20.20 | 0.00 | 25.25 | 192.71 |
| | 最大剪力 (kN) | 89.65 | 0.00 | 112.07 | 183.27 |

| 段号 | 选筋类型 | 级别 | 钢筋 实配值 | 实配[计算]面积 (mm ² /m) |
|----|--------|--------|------------------|----------------------------------|
| | 基坑内侧纵筋 | HRB400 | E25@200 | 2455[1600] |
| 1 | 基坑外侧纵筋 | HRB400 | E22@200 | 1901[1600] |
| | 水平筋 | HRB335 | D12@200 | 565 |
| | 拉结筋 | HPB300 | d6@100 | 283 |
| | 基坑内侧纵筋 | HRB400 | E25@200 | 2455[1848] |
| 2 | 基坑外侧纵筋 | HRB400 | E22@200 | 1901[1600] |
| | 水平筋 | HRB335 | D12@200 | 565 |
| | 拉结筋 | HPB300 | d6@100 | 283 |
| | 基坑内侧纵筋 | HRB400 | E25@200+ E22@200 | 4360[3254] |
| 3 | 基坑外侧纵筋 | HRB400 | E22@200 | 1901[1600] |
| | 水平筋 | HRB335 | D12@200 | 565 |

| | | | | |
|---|--------|--------|---------|------------|
| | 拉结筋 | HPB300 | d6@100 | 283 |
| | 基坑内侧纵筋 | HRB400 | E25@200 | 2455[1600] |
| 4 | 基坑外侧纵筋 | HRB400 | E22@200 | 1901[1600] |
| | 水平筋 | HRB335 | D12@200 | 565 |
| | 拉结筋 | HPB300 | d6@100 | 283 |
| | 基坑内侧纵筋 | HRB400 | E25@200 | 2455[1600] |
| 5 | 基坑外侧纵筋 | HRB400 | E22@200 | 1901[1600] |
| | 水平筋 | HRB335 | D12@200 | 565 |
| | 拉结筋 | HPB300 | d6@100 | 283 |

[整体稳定验算]

单位: m



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) $R = 11.715$
 圆心坐标X(m) $X = -0.419$
 圆心坐标Y(m) $Y = 0.152$
 整体稳定安全系数 $K_s = 2.526 > 1.30$, 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 | --- |

$Kov = 4.656 \geq 1.200$, 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 | 1740.000 | --- |

$Kov = 7.667 \geq 1.200$, 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 | 1740.000 | --- |

$Kov = 4.216 \geq 1.200$, 满足规范要求。

安全系数最小的工况号: 工况3。

最小安全 $Kov = 4.216 \geq 1.200$, 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:

$K_t = 4.403 \geq 1.200$, 满足规范要求。

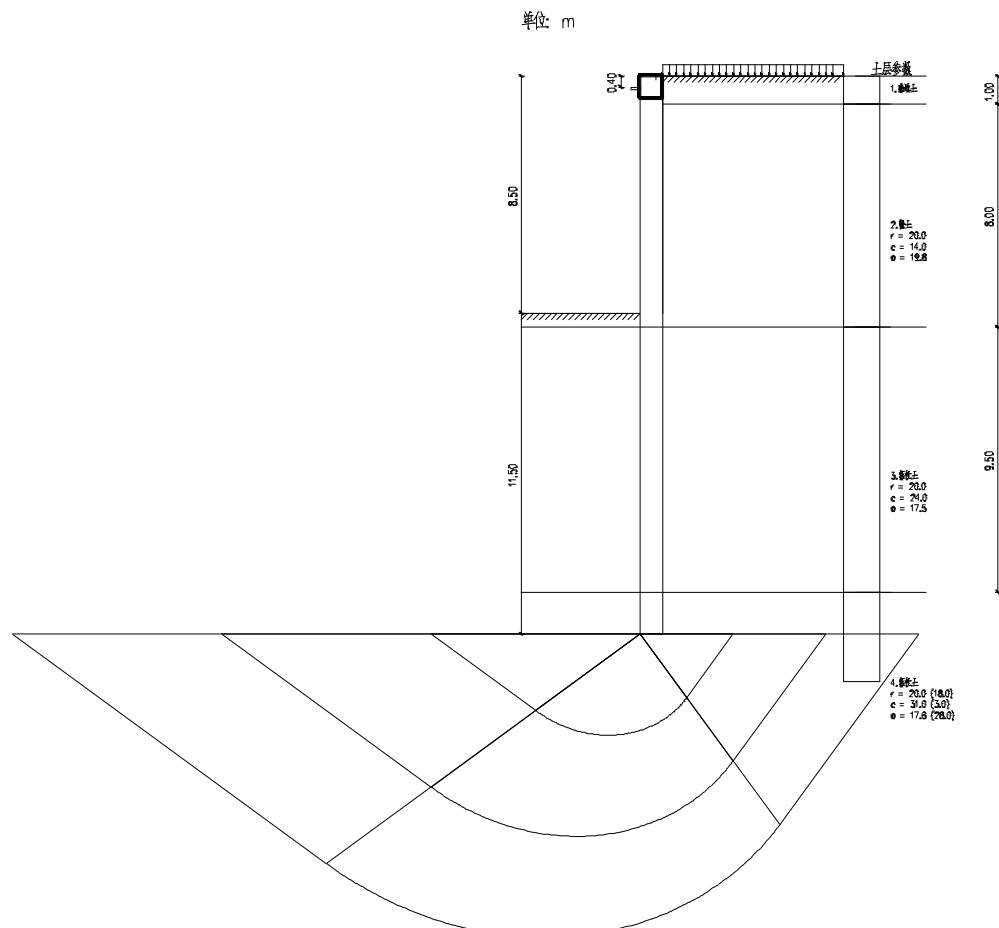
工况3:

$K_t = 2.146 \geq 1.200$, 满足规范要求。

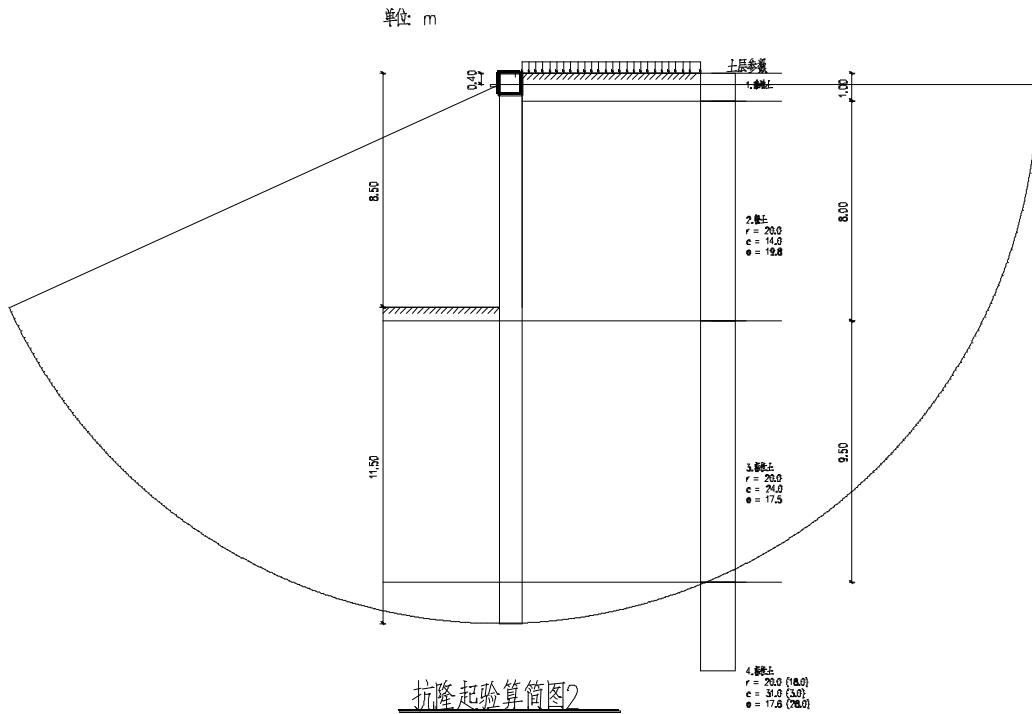
安全系数最小的工况号: 工况3。

最小安全 $K_t = 2.146 \geq 1.200$, 满足规范要求。

[抗隆起验算]



抗隆起验算简图1



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：

$$Ks = (20.000 \times 11.500 \times 5.057 + 31.000 \times 12.790) / (20.000 \times (8.500 + 11.500) + 20.000) = 3.713$$

$K_s = 3.713 \geq 1.600$, 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:

$K_s = 2.192 \geq 1.900$, 坑底抗隆起稳定性满足。

「嵌固段基坑内侧土反力验算」

工况1:

$P_s = 1774.592 \leq E_p = 7891.474$, 土反力满足要求。

工况2：

$P_s = 1761.114 \leq E_p = 7891.474$, 土反力满足要求。

工况3：

$P_s = 1598.116 \leq E_p = 3231.391$, 土反力满足要求。

式中：

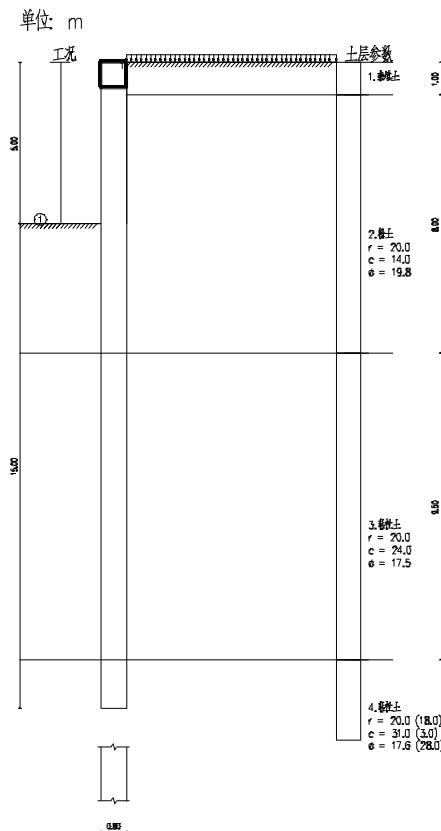
P_s 为作用在挡土构件嵌固段上的基坑内侧土反力合力 (kN) ;

E_p 为作用在挡土构件嵌固段上的被动土压力合力 (kN) 。

7.2 交接主墩及边墩剖面围护结构计算

支护方案]

连续墙支护



[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) | 5.000 |
| 嵌固深度 (m) | 15.000 |
| 墙顶标高 (m) | 0.000 |
| 连续墙类型 | 钢筋混凝土墙 |
| -墙厚 (m) | 0.800 |
| -混凝土强度等级 | C35 |
| 有无冠梁 | 有 |

| | |
|----------------|--------|
| 上冠梁宽度 (m) | 0.800 |
| 上冠梁高度 (m) | 0.800 |
| 左水平侧向刚度 (MN/m) | 28.444 |
| 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 | --- | --- | --- | --- | --- |

[附加水平力信息]

| 水平力序号 | 作用类型 | 水平力值 (kN) | 作用深度 (m) | 是否参与倾覆稳定 | 是否参与整体稳定 |
|-------|------|-----------|----------|----------|----------|
| | | | | | |

[土层信息]

| | | | |
|----------------|--------|------------|--------|
| 土层数 | 4 | 坑内加固土 | 否 |
| 内侧降水最终深度 (m) | 31.000 | 外侧水位深度 (m) | 31.000 |
| 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) | 与锚固体摩擦阻力 (kPa) |
|----|------|--------|-------------------------|--------------------------|-----------|----------|----------------|
| 1 | 杂填土 | 1.00 | 20.0 | --- | 5.00 | 10.00 | 20.0 |
| 2 | 粉土 | 8.00 | 20.0 | --- | 14.00 | 19.80 | 50.0 |
| 3 | 粘性土 | 9.50 | 20.0 | --- | 24.00 | 17.50 | 50.0 |
| 4 | 粘性土 | 12.50 | 20.0 | 8.0 | 31.00 | 17.60 | 45.0 |

| 层号 | 黏聚力水下 (kPa) | 内摩擦角水下 (度) | 水土 | 计算方法 | m, c, K值 | 不排水抗剪强度 (kPa) |
|----|-------------|------------|-----|------|----------|---------------|
| 1 | --- | --- | --- | m法 | 1.50 | --- |
| 2 | --- | --- | --- | m法 | 7.26 | --- |

| | | | | | | |
|---|------|-------|-----|----|------|-----|
| 3 | --- | --- | --- | m法 | 6.78 | --- |
| 4 | 3.00 | 28.00 | 合算 | m法 | 7.54 | --- |

[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 | 杂填土 | 合算 | --- | 1.000 | 0.000 | 1.000 | 10000.000 |
| 2 | 粉土 | 分算 | 1.000 | 1.000 | 0.000 | 1.000 | 10000.000 |
| 3 | 粘性土 | 分算 | 1.000 | 1.000 | 0.000 | 1.000 | 10000.000 |
| 4 | 粘性土 | 合算 | --- | 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 | 5.000 | --- |

[设计参数]

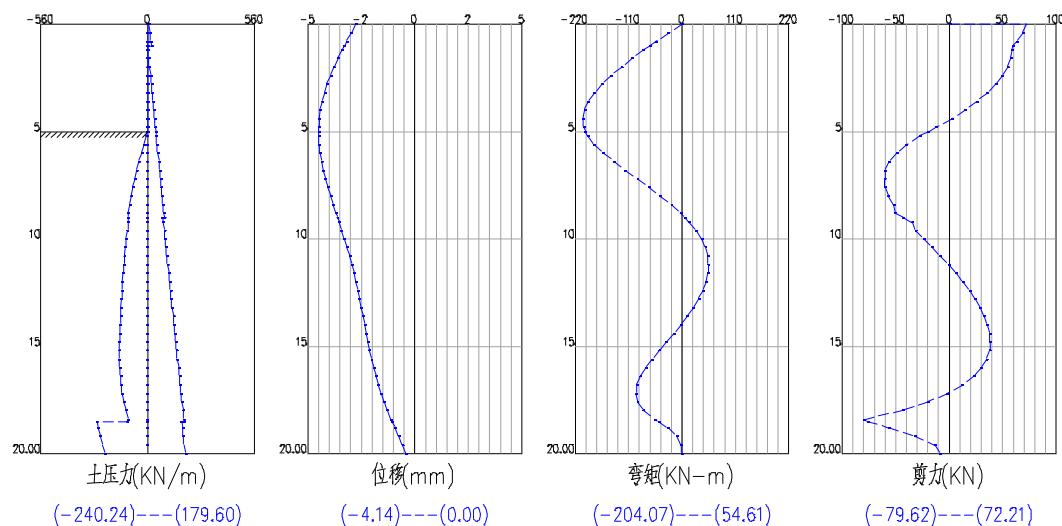
| | |
|-----------------|-------|
| 整体稳定计算方法 | 瑞典条分法 |
| 稳定计算采用应力状态 | 有效应力法 |
| 稳定计算合算地层考虑孔隙水压力 | × |
| 条分法中的土条宽度(m) | 0.40 |
| 刚度折减系数K | 1.000 |

[设计结果]

[结构计算]

各工况:

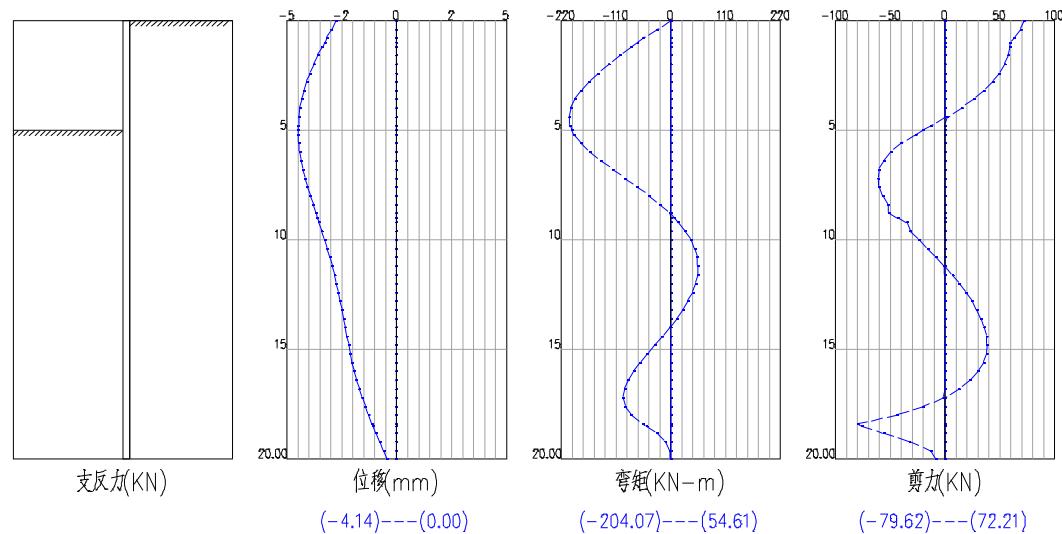
工况 1--开挖 (5.00m)



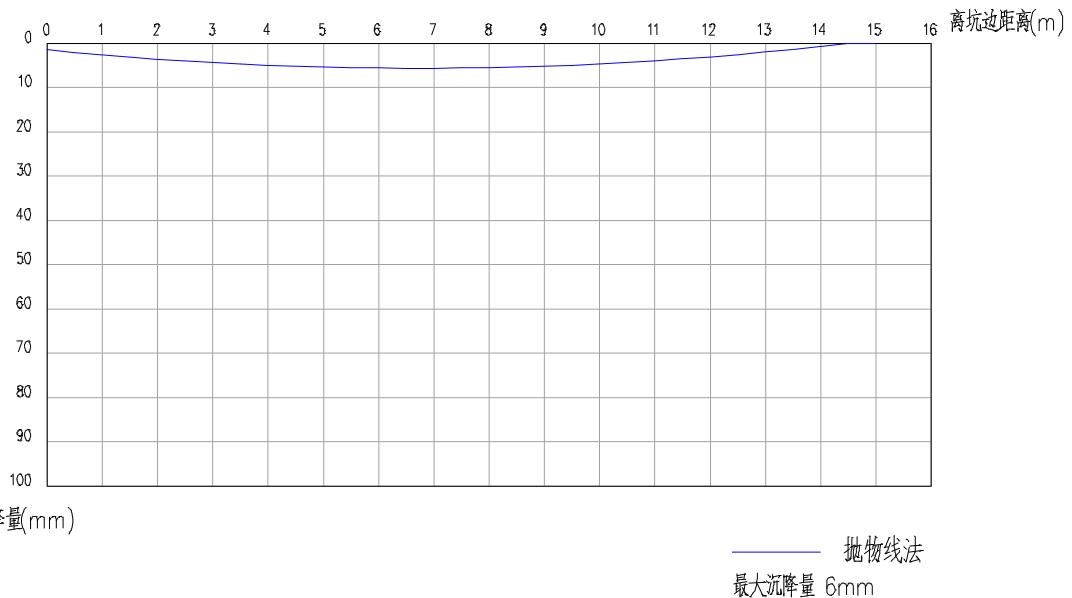
内力位移包络图:

工况 1--开挖 (5.00m)

包络图



地表沉降图:



[冠梁选筋结果]

| | 钢筋级别 | 选筋 |
|-----|--------|---------|
| As1 | HRB400 | 6E28 |
| As2 | HRB400 | 8E20 |
| As3 | HRB335 | D12@200 |

[截面计算]

钢筋类型对应关系: d-HPB300, D-HRB335, E-HRB400, F-RRB400, G-HRB500, P-HRBF335, Q-HRBF400, R-HRBF500

[截面参数]

| | |
|---------------|-------------------|
| 墙是否均匀配筋 | 否 |
| 混凝土保护层厚度 (mm) | 70 |
| 墙的纵筋级别 | HRB400 |
| 弯矩折减系数 | 1.00 |
| 剪力折减系数 | 1.00 |
| 荷载分项系数 | 1.25 |
| 配筋分段数 | 五段 |
| 各分段长度 (m) | 3, 1, 11, 2, 3.00 |

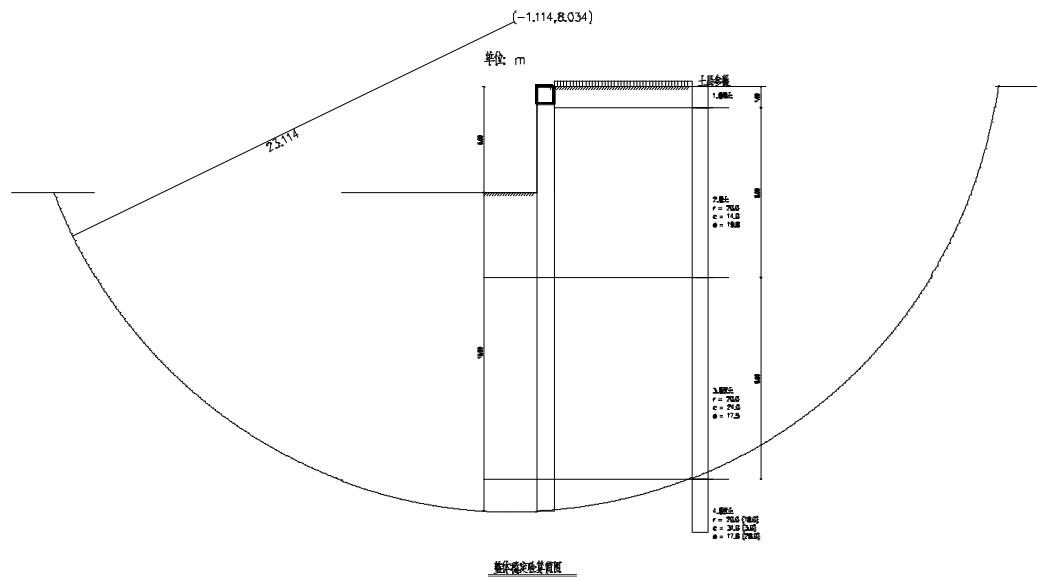
[内力取值]

| 段 | 内力类型 | 弹性法 | 经典法 | 内力 | 内力 |
|---|------|-----|-----|----|----|
| | | | | | |

| 号 | | 计算值 | 计算值 | 设计值 | 实用值 |
|---|-----------------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | 基坑内侧最大弯矩 (kN.m) | 164.35 | 0.00 | 205.44 | 156.01 |
| | 基坑外侧最大弯矩 (kN.m) | 0.00 | 37.84 | 0.00 | 0.00 |
| | 最大剪力 (kN) | 68.81 | 28.88 | 86.01 | 86.01 |
| 2 | 基坑内侧最大弯矩 (kN.m) | 200.64 | 0.00 | 250.80 | 205.44 |
| | 基坑外侧最大弯矩 (kN.m) | 0.00 | 88.20 | 0.00 | 0.00 |
| | 最大剪力 (kN) | 35.40 | 57.42 | 44.25 | 62.11 |
| 3 | 基坑内侧最大弯矩 (kN.m) | 204.07 | 0.00 | 255.09 | 255.09 |
| | 基坑外侧最大弯矩 (kN.m) | 54.61 | 311.03 | 68.26 | 0.00 |
| | 最大剪力 (kN) | 60.87 | 92.08 | 76.08 | 76.08 |
| 4 | 基坑内侧最大弯矩 (kN.m) | 93.14 | 0.00 | 116.43 | 28.00 |
| | 基坑外侧最大弯矩 (kN.m) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 49.96 |
| | 最大剪力 (kN) | 37.56 | 0.00 | 46.95 | 65.12 |
| 5 | 基坑内侧最大弯矩 (kN.m) | 95.54 | 0.00 | 119.43 | 119.43 |
| | 基坑外侧最大弯矩 (kN.m) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 68.26 |
| | 最大剪力 (kN) | 79.62 | 0.00 | 99.52 | 99.52 |

| 段号 | 选筋类型 | 级别 | 钢筋 实配值 | 实配[计算]面积 (mm ² /m) |
|----|--------|--------|-----------|----------------------------------|
| | 基坑内侧纵筋 | HRB400 | E22@200 | 1901[1600] |
| 1 | 基坑外侧纵筋 | HRB400 | E22@200 | 1901[1600] |
| | 水平筋 | HRB335 | D12@200 | 565 |
| | 拉结筋 | HPB300 | d6@100 | 283 |
| | 基坑内侧纵筋 | HRB400 | E22@200 | 1901[1600] |
| 2 | 基坑外侧纵筋 | HRB400 | E22@200 | 1901[1600] |
| | 水平筋 | HRB335 | D12@200 | 565 |
| | 拉结筋 | HPB300 | d6@100 | 283 |
| | 基坑内侧纵筋 | HRB400 | E22@200 | 1901[1600] |
| 3 | 基坑外侧纵筋 | HRB400 | E22@200 | 1901[1600] |
| | 水平筋 | HRB335 | D12@200 | 565 |
| | 拉结筋 | HPB300 | d6@100 | 283 |
| | 基坑内侧纵筋 | HRB400 | E22@200 | 1901[1600] |
| 4 | 基坑外侧纵筋 | HRB400 | E22@200 | 1901[1600] |
| | 水平筋 | HRB335 | D12@200 | 565 |
| | 拉结筋 | HPB300 | d6@100 | 283 |
| | 基坑内侧纵筋 | HRB400 | E22@200 | 1901[1600] |
| 5 | 基坑外侧纵筋 | HRB400 | E22@200 | 1901[1600] |
| | 水平筋 | HRB335 | D12@200 | 565 |
| | 拉结筋 | HPB300 | d6@100 | 283 |

[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) $R = 23.114$

圆心坐标X(m) $X = -1.114$

圆心坐标Y(m) $Y = 8.034$

整体稳定安全系数 $K_s = 3.640 > 1.30$, 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:

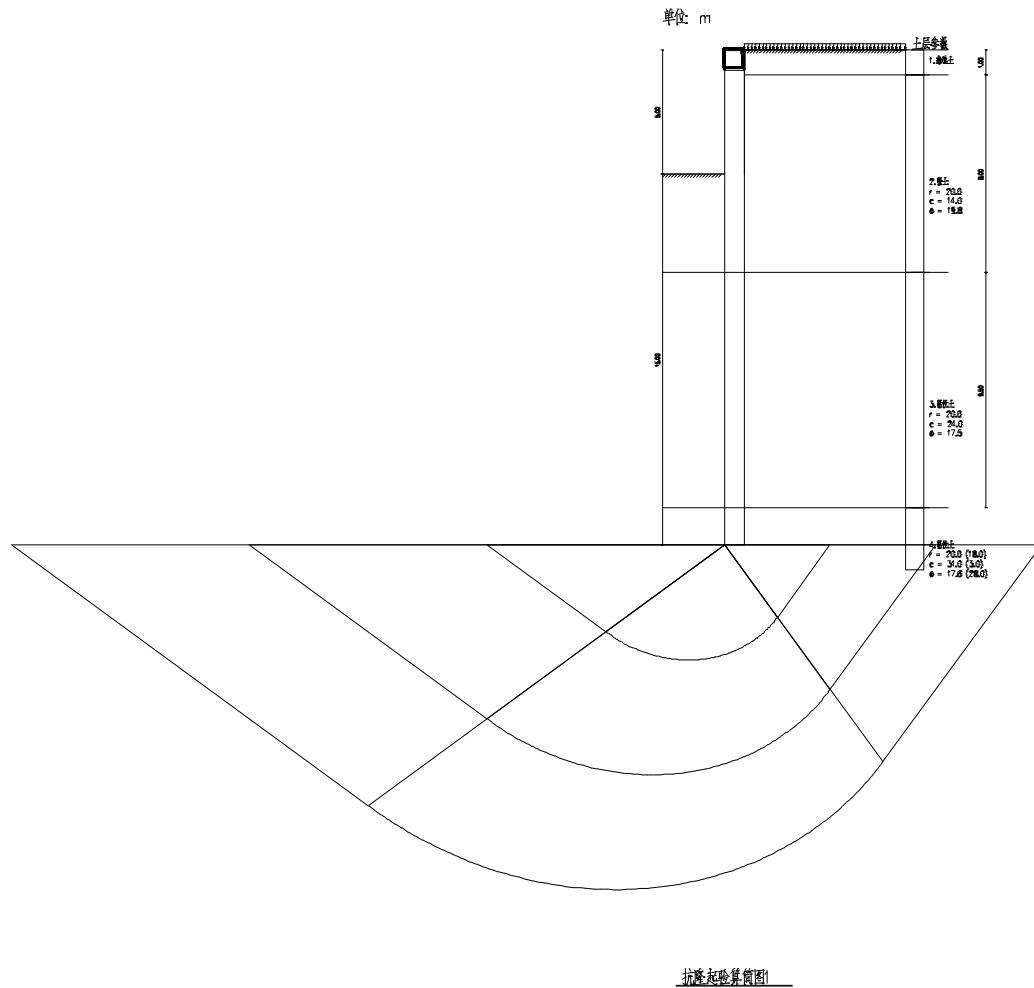
M_p ——被动土压力及支点力对桩底的抗倾覆弯矩, 对于内支撑支点力由内支撑抗压力决定; 对于锚杆或锚索, 支点力为锚杆或锚索的锚固力和抗拉力的较小值。

M_a ——主动土压力对桩底的倾覆弯矩。

工况1:

$K_{ov} = 2.411 \geq 1.200$, 满足规范要求。

[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:

$$K_s = (20.000 \times 15.000 \times 5.057 + 31.000 \times 12.790) / (20.000 \times (5.000 + 15.000) + 20.000) = 4.556$$

$K_s = 4.556 \geq 1.600$, 抗隆起稳定性满足。

[嵌固段基坑内侧土反力验算]

工况1:

$$P_s = 1686.974 \leq E_p = 5122.629, \text{ 土反力满足要求。}$$

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)。

7.2 钢支撑计算

| | | |
|-----------------------------|----------|-------------------|
| 钢管型号 | 609×16 | mm |
| 加工方法 | 焊接 | |
| 支撑长度 L | 14.99 | m |
| 支撑间距 S | 3 | m |
| 支撑角度 | 45 | 度 |
| 结构重要性系数 γ_0 | 1 | |
| 内力分布不均匀及温度影响分项系数 γ_1 | 1 | |
| 支撑轴力标准值 N_k | 177 | kN/m |
| 施工荷载标准值 q_k | 1 | kN/m |
| 荷载分项系数 γ | 1.25 | |
| 钢材弹性模量 E | 206000 | N/mm ² |
| 钢材屈服强度 f_y | 235 | N/mm ² |
| 等效弯矩系数 β_{mx} | 1.00 | |
| 等效弯矩系数 β_{tx} | 1.00 | |
| 受弯构件整体稳定系数 ϕ_b | 1.00 | |
| 截面影响系数 η | 0.70 | |
| 塑性发展系数 $\gamma_{x,y}$ | 1.15 | |
| 轴力设计值 N | 938.68 | kN |
| 弯矩设计值 M_x | 131.33 | kN.m |
| 长细比 $\lambda_{x,y}$ | 71.47 | |
| λ_n | 0.77 | |
| 系数 α_1 | 0.65 | |
| 系数 α_2 | 0.97 | |
| 系数 α_3 | 0.30 | |
| 轴心受压构件稳定系数 $\phi_{x,y}$ | 0.74 | |
| 参数 N'_{ex} | 10785.27 | kN |
| 强度 σ | 58.01 | N/mm ² |
| 弯矩作用平面内稳定 σ_x | 70.95 | N/mm ² |
| 弯矩作用平面外稳定 σ_y | 63.80 | N/mm ² |
| 强度及稳定性验算允许值 [σ] | 215.00 | N/mm ² |

满足
满足
满足